

平成 11 年度

---

---

福岡県水産海洋技術センター事業報告

---

---

福岡県水産海洋技術センター

平成 13 年 3 月

# 目 次

## 企画管理部

1. 新漁業管理制度都道府県実施事業 ..... 1
2. 海面養殖高度化推進対策事業
  - (1) 豊前海におけるかき養殖の実態調査 ..... 4
  - (2) 消費者アンケート調査 ..... 7

## 研究部

1. 放流技術開発事業
  - (1) トラフグ ..... 9
  - (2) エゾアワビ,アカウニの放流技術開発調査 ..... 10
2. 地域特産種増殖技術開発事業  
－マナマコの栽培漁業に関する研究－ ..... 50
3. 有明海地域特産種増殖事業  
－コウライアカシタビラメ種苗生産技術の開発－ ..... 54
4. 種苗生産技術に関する基礎調査  
－メガイアワビの種苗生産に関する研究－ ..... 58
5. 放流種苗防疫対策事業 ..... 59
6. 牧場型新漁場整備技術開発事業 ..... 66
7. 人工魚礁漁場の生産効果調査 ..... 76
8. ワカメ養殖安定生産技術開発事業 ..... 78
9. 地域先端技術共同研究開発促進事業  
－DNA解析等によるアマノリ品種の識別技術の開発－ ..... 88
10. 沿岸水産資源高度利用調整事業  
－イカナゴ資源調査－ ..... 98
11. 地域重要資源の有効利用方式に関する調査  
－カタクチイワシ資源の有効利用－ ..... 100
12. マダイ幼魚資源調査 ..... 102
13. 複合的資源管理型漁業促進対策事業
  - (1) 小型底びき網漁業 ..... 103
  - (2) 糸島地区におけるコウイカの資源管理 ..... 111
  - (3) 流通改善及びクルマエビの資源管理（小型底びき網） ..... 114
14. 保護水面管理事業 ..... 118
15. 新漁業管理制度推進情報提供事業
  - (1) 漁況調査 ..... 121
  - (2) 浅海定線調査 ..... 123

16. 我が国周辺漁業資源調査	
(1) T A C 対象魚種	125
(2) ケンサキイカ, ヒラメ, マダイ	128
(3) 魚群量調査	130
(4) 沿岸定線調査	133
(5) 沖合定線調査	143
17. 漁場生産力モデル開発基礎調査	
(1) 沿岸調査	148
(2) 沖合調査	152
18. 有害生物(グミ)の防除対策調査	157
19. 響灘周辺開発環境調査	160
20. 唐津湾の類型指定調査	163
21. 赤潮・貝毒情報ネットワークシステム利用技術開発試験	166
22. 貝毒成分・有害プランクトン等モニタリング事業	
(1) 赤潮調査事業	168
(2) 貝毒調査事業	171
23. 漁場保全対策推進事業	173
24. 水質監視測定調査事業	177
25. 漁場富栄養化対策推進事業	
－底質環境評価手法実用化調査－	179
26. おさかな加工パワーアップ事業	182
27. 産学官共同研究開発事業	185

## 有明海研究所

1. 浅海漁場調査事業	
－アゲマキ資源増殖技術開発－	187
2. 有明海地域特産種増殖事業	
(1) コウライアカシタビラメ	190
(2) エツ	192
3. 水産生物育種の効率化基礎技術の開発	
－低塩分耐性アマノリ類の作出と遺伝性に関する研究－	195
4. 海面養殖高度化推進対策事業	
－有明海ノリ養殖業活性化促進事業－	197
5. ノリ養殖の高度化に関する調査	199
6. 新技術地域実用化研究促進事業	204
7. 有明海湾奥部におけるタイラギ生息分布調査	207
8. 資源管理型漁業推進総合魚対策事業	210
9. 複合的資源管理促進対策事業	213
10. 新漁業管理制度推進情報提供事業	

－浅海定線調査－	221
11. 漁場環境調査指導事業	
－ノリ時期の海水中の活性処理モニタリング－	226
12. 水質監視測定調査事業	228
13. 漁場保全対策推進事業	229
14. 貝毒成分・有害プランクトン等モニタリング事業	233
15. 有明海総合振興対策事業	
－非干出域生産機能回復調査－	242
16. シバエビの着色問題について	250

## 豊前海研究所

1. 資源管理型漁業推進総合対策事業	
－ヨシエビ－	253
2. 放流資源共同管理型栽培漁業推進調査事業	
－クルマエビ－	257
3. 栽培漁業効率化推進技術開発事業	
－マナマコ－	260
4. 放流種苗防疫対策事業	
－クルマエビ・ヨシエビ－	262
5. 豊前海地区人工礁漁場造成事業調査	264
6. 海面養殖高度化推進対策事業	
(1) かき養殖漁場環境調査	269
(2) 耐波性カキ養殖施設の開発	273
7. 豊前海あかがい養殖産地育成事業	275
8. 浅海性二枚貝増養殖技術研究	279
9. 藻類養殖技術研究	281
10. 複合的資源管理型漁業促進対策事業	
(1) 小型底びき網漁業	283
(2) 採貝・刺網漁業	287
11. 我が国周辺海域漁業資源調査	
(1) 標本船調査及び関連調査	292
(2) 卵稚仔調査	294
12. 水産資源調査	
－椎田地先におけるアサリ資源量調査－	296
13. 新漁業管理制度推進情報提供事業	
－浅海定線調査－	298
14. 漁場保全対策推進事業	303
15. 貝毒成分・有害プランクトン等モニタリング事業	310
16. ヘテロカプサ赤潮等緊急対策事業	315

17. 瀬戸内海広域総合水質調査	319
18. 周防灘水質監視測定調査	321
19. 豊前本ガニ育成事業	323
20. 短期畜養技術開発調査事業	327

## 内水面研究所

1. 有明海地域特産種増殖事業	
－エツ種苗生産技術開発－	329
2. オイカワ放流技術開発	331
3. モクズガニ増殖手法開発	333
4. 河川の増殖適種選定と増殖対策調査	
－室見川－	335
5. 魚類防疫体制推進整備事業	337
6. アユ冷水病対策試験	339
7. 水産生物育種の効率化基礎技術開発	
－アユの耐病性系統作出技術の開発－	341
8. 主要河川の生産力調査	
－筑後川におけるアユ資源の動向－	343
9. 待網によるシラスウナギ採捕試験	346
10. 主要河川・湖沼の漁場環境調査	348
11. 漁場保全推進対策事業	350

企 画 管 理 部



# 新漁業管理制度都道府県実施事業

有江 康章・渡邊 大輔・秋元 聡・宮内 正幸

福岡県では、TAC制度の施行（平成9年1月）にあわせ、管理対象魚種の漁獲、出荷、流通の状況および管理対象漁業の操業や経営実態を明らかにし、管理計画の作成とTAC制度の円滑な遂行を目的とする調査を実施している。

昨年度は、まき網漁業の操業実態、マアジの漁獲と出荷状況、マアジの市場別、銘柄別の年平均単価について報告<sup>1)</sup>した。今年度は、マアジの単価を月別銘柄別に、また、市場取扱量との関係について検討した。

図1に調査関係漁協と出荷先市場の位置図を示した。

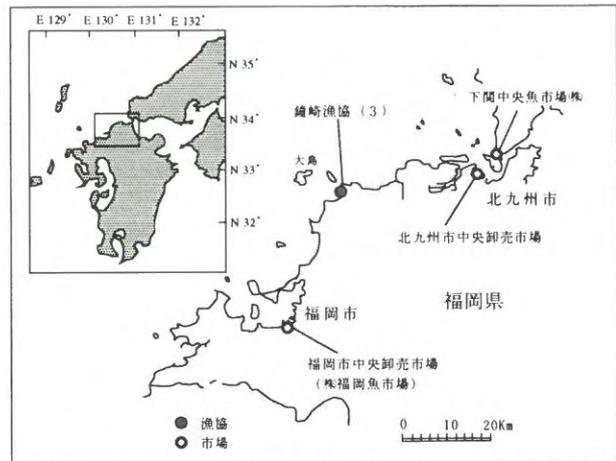


図1 調査対象漁協と市場の所在地  
( ) は中型まき網漁業の経営体数

## 方 法

### 1 マアジの月別銘柄別単価

昨年度に報告したように、当県のまき網業者がマアジを出荷していた卸売業者は5社であるが、売買仕切書に銘柄が記載してあるのは下関中央魚市場(株)と(株)福岡魚市場の2社(図1参照)であった。そこで、この2卸売業者へマアジを多数出荷していた宗像郡玄海町の鐘崎漁協(図1参照)に所属するまき網業者2経営体について平成9年の売買仕切書を集計した。

売買仕切書に記載してある銘柄は、下関中央魚市場(株)が12種類、(株)福岡魚市場が9種類と銘柄区分数が異なるため直接比較することはできない。また、そのまま月別・銘柄別に集計すると資料がない部分が多数出現する。そこで、表1に示すように両卸売業者の銘柄と単価を考慮し、新たに特大、大、中、小の4段階に銘柄(標準銘柄)を区分しなおして比較することにした。

表1 マアジの銘柄比較

(株)下関中央魚市場	(株)福岡魚市場	基準銘柄
特大		特大
大	大	
大中	大中	
大小		大
中	中	
中小	中小	
並		中
小	小	
小小	ゼンゴ	
ゼンゴ	マメゼンゴ	
豆	豆	小
スーパー	シバアジ	

## 結果と考察

### 1 マアジの月別銘柄別単価

図2に下関中央魚市場(株)における月別銘柄別の1箱(木製魚函)当たりの単価を示した。両標本船とも特大、大、中の上位3銘柄の単価が5~8月まで上昇し、9月に一度単価が下がり、10月以降は回復する傾向を示して

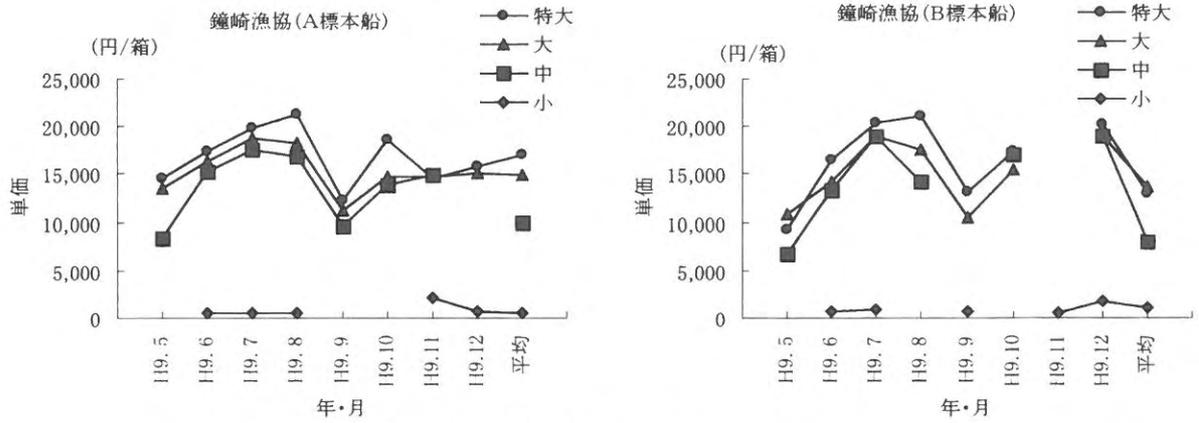


図2 下関中央魚市場(株)におけるマアジの単価

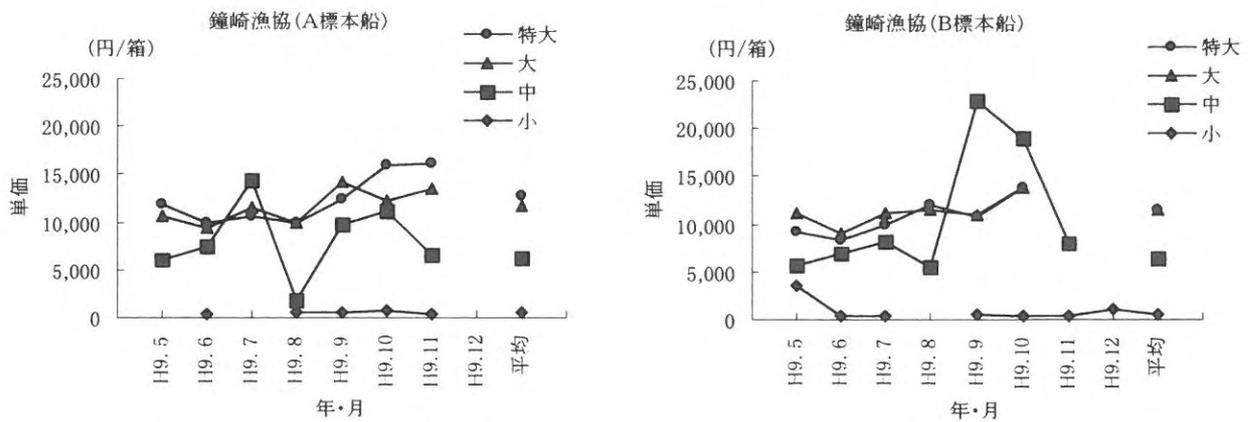


図3 (株)福岡魚市場におけるマアジの単価

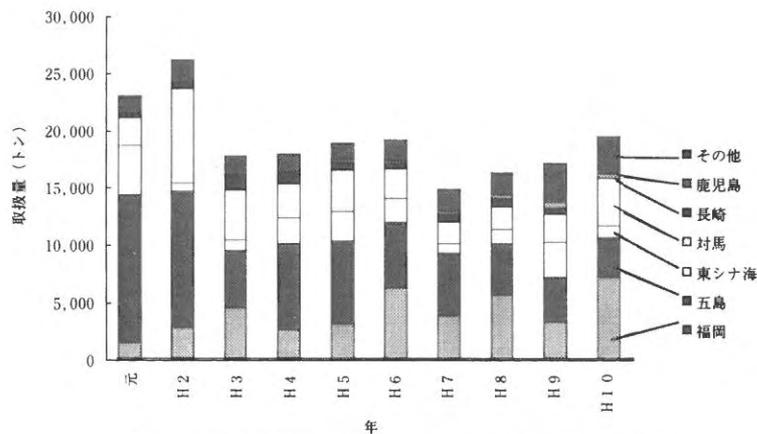


図4 福岡市中央卸売市場におけるマアジの産地別取扱量の推移

いる。9月の単価低下の要因として、一般に水温の最高時期が9月であることからマアジの鮮度低下が考えられる。一方、小サイズは中に次ぐ銘柄であるが、年平均単価が600、1,000円/箱と中の8,000、10,000円/箱と比較してかなり安かった。

図3に(株)福岡魚市場における月別銘柄別の単価の推移を示した。特大と大サイズの単価は5月以後上昇しているが、中は大きく変動していた。この要因については不明である。小サイズについては、下関中央魚市場(株)と同様に安値で取り引きされていた。なお、1箱当たりのマ

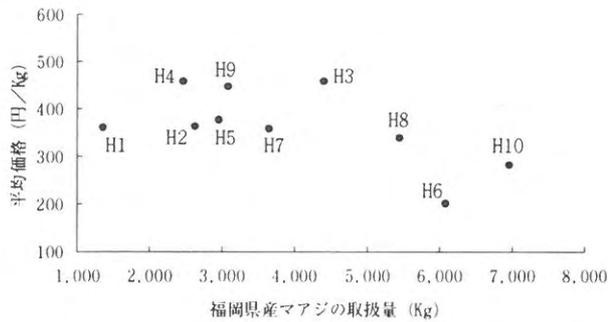


図5 福岡県産マアジの取扱量と平均単価の関係

アジの収容重量は、平均20Kgであった<sup>1)</sup>。

昨年度に報告したように、下関中央魚市場(株)のセリは午前1時半に行われ、仲買業者にとって鮮度の良いマアジを早く確保できる利点から他の市場より単価が高い傾向にある。

## 2 市場における取扱量と単価の関係

図4に福岡市中央卸売市場における産地別取扱量の推移を示した。平成元年、2年は全体で2万トン以上を取り扱っていたが、以後は1万5千～1万9千トンの間を推移していた。このうち福岡県産（ここでは沿岸漁業で漁獲されたものとする）の取扱量は、増減しながら増加傾向を示し、平成元年は占める割合がわずか6%であったが、平成10年度は35%まで増加した。

次に、同市場における県産マアジの取扱量と価格の関係を図5に示した。年間の取扱量が4～5千トンまでは、価格は横ばい状態であるが、これを越える取扱量になると価格は低下する傾向を示していた。

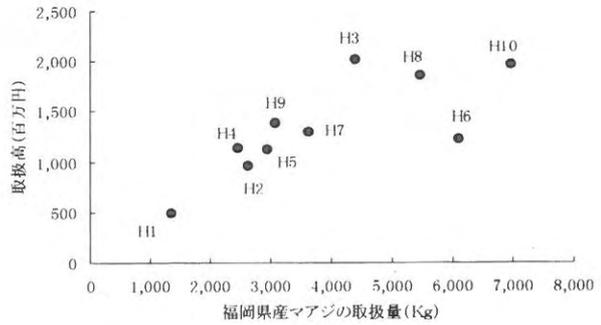


図6 福岡県産マアジの取扱量と取扱高の関係

図6に県産マアジの年間取扱量と取扱高の関係を示した。取扱高は、取扱量が4～5千トンまでは比例して高くなっているが、それ以上の取扱量になると2,000百万円を上限に停滞していた。

以上のことから、本市場の県産マアジの安定した取扱能力は年間4～5千トンと推定された。

## 文 献

- 1) 有江康章, 渡邊大輔, 秋元 聡, 宮内正幸: 新漁業管理制度都道府県実施事業, 福岡県水産海洋技術センター事業報告, 平成10年度, 1-7(2000)
- 2) 福岡市: 福岡市中央卸売市場年報

# 海面養殖高度化推進対策事業

## (1) 豊前海におけるかき養殖の実態調査

有江 康章・渡辺 大輔

福岡県では、豊前海産養殖カキの消費拡大とブランド化を確立し、養殖漁家の経営安定を目的とする事業（平成10～12年度）に取り組んでいる。本事業において、現在までに統一名称（豊前海一粒かき）を決定し、カキの出荷基準や衛生管理指針を作成したところである。

また、同時にかき養殖の実態もあわせて調査することになっており、本年度はかき養殖漁家の実態（年齢、所有筏数、経営方式）と養殖筏の構造・経費について報告する。

図1に調査対象にした漁協とイベントの実施場所を示した。

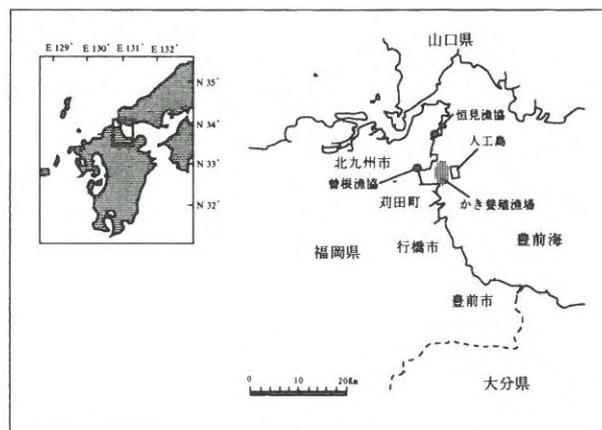


図1 漁協の位置図

### 調査及び結果

#### 1 かき養殖漁家の実態

当海域にかき養殖が導入された昭和58年以後、経営体数は増加傾向を示し、平成10年には72経営体となっている<sup>1)</sup>。かき養殖の主要漁協は北九州市の恒見漁協と曾根漁協（図1参照）で、この2漁協には全体の64%に当たる46経営体が所属している。

調査は、かき養殖を営む漁家の年齢と所有する養殖筏の数及び経営方式（個人、共同）を聞き取りで行った。

表1にかき養殖漁家の年齢組成を示した。両漁協とも高齢者が多く、50～60代が主力となっていた。恒見漁協は30代の若手もいるが、60～70代が約6割を占めており高齢化が進んでいた。一方、曾根漁協の年齢構成は40～60代となっており、恒見漁協と比較して年齢のばらつきは少なかった。

次に、経営方式別、養殖筏の所有台数別の経営体数を表2に示した。両漁協とも個人経営が多く、共同経営は恒見漁協が3組、曾根漁協が1組であった。恒見漁協の共同は全て親子2人による経営であった。

個人経営における筏の台数は、恒見漁協が1～5台、曾根漁協が1～3台であった。一方、共同経営は恒見漁協が7～11台、曾根漁協が3台となっており、1漁家当たりの所有筏数も恒見漁協が3.8台、曾根漁協が1.8台と恒見漁業は曾根漁協の約2倍の養殖筏を所有していた。

表1 かき養殖漁家の年齢組成（平成11年現在）

年代	単位:人, ()内は%					
	恒見漁協		曾根漁協		合計	
30	4	(21)	0	(0)	4	(9)
40	1	(5)	5	(19)	6	(13)
50	3	(16)	12	(44)	15	(33)
60	9	(47)	10	(37)	19	(41)
70	2	(11)	0	(0)	2	(4)
計	19	(100)	27	(100)	46	(100)

表2 かき養殖の経営体数（平成11年現在）

経営方式	筏台数	恒見漁協	曾根漁協	合計
個人	1	1	11	12
	2	1	8	9
	3	3	6	9
	4	6	0	6
	5	2	0	2
共同	3	0	1 (2)	1
	7	1 (2)	0	1
	8	1 (2)	0	1
	11	1 (2)	0	1
計		16 (19)	26 (27)	42

※()内は漁家数

## 2 養殖筏の構造と経費

図2に養殖筏の構造図を表3に材料の数量と経費を示した。

養殖筏は竹を縦方向に2本、横方向に3本継ないだものを組み合わせて作られており、図に示した筏はフロートを縦に3個、横に8個配置したもので、恒見漁協で 사용되는標準的なものである。この他に、フロートを縦

に3個、横に7個配置した横の長さが約3m短い筏も使用されている。

かき養殖が導入された直後は、養殖筏の耐用年数は2年程度であった。その後、竹質の吟味、竹の組み方、フロートの配置、番線（竹を縛る針金）の入れ方などの工夫により、現在では補強をしながら長いものは4年も使用している筏もある。

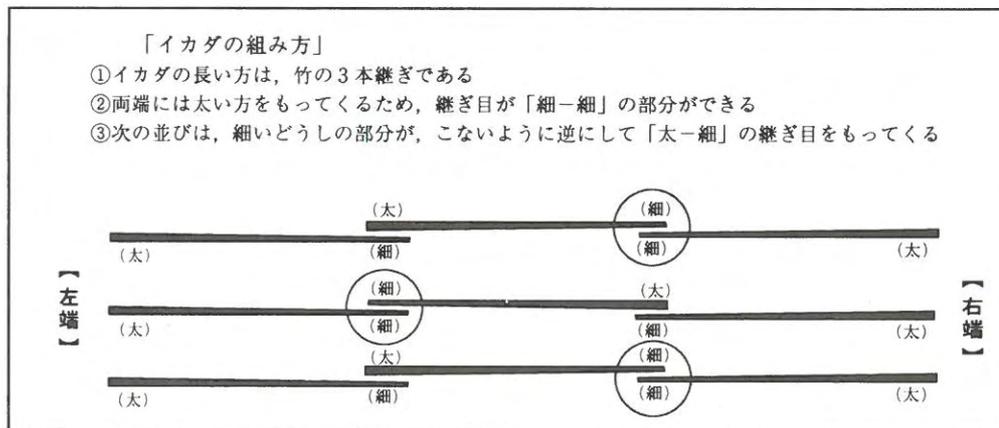
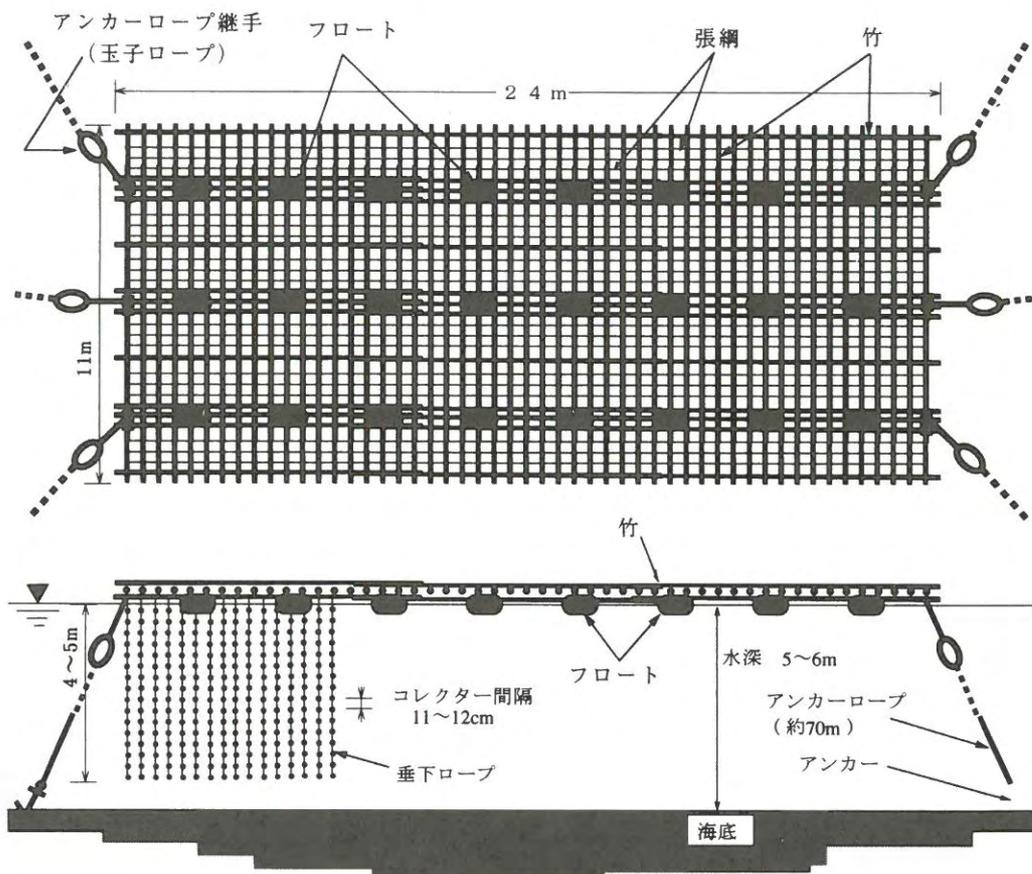


図2 かき養殖筏の構造図

表3 かき養殖筏の材料の数量と経費

材 料	金 額	数	量	経 費 の 積 算			耐用年数 減価償却費			
				千円	年	千円				
竹	161	縦並び	51 列×	2 本 =	102 本	102 本×	1,000 円/本=	102,000 円	3	54
		横並び	13 行×	3 本 =	39 本	39 本×	1,500 円/本=	58,500 円		
番線	55				5 丸	5 丸×	11,000 円/ヶ=	55,000 円	3	18
発砲フロート	146	フロート(2号)	3 行×	8 列 =	24 ヶ	24 本×	5,600 円/ヶ=	134,400 円	3	49
		フロート縛り	24 ヶ×	2 箇所 =	48 ヶ	48 ヶ×	250 円/ヶ=	12,000 円		
アンカー	40				6 ヶ	6 ヶ×	6,700 円/ヶ=	40,200 円	20	2
アンカーロープ	60	22m/m×70m			6 本	6 本×	10,000 円/ヶ=	60,000 円	10	6
アンカーロープ継手 (玉子ロープ)	21	24m/m×12m			6 本	6 本×	3,500 円/ヶ=	21,000 円	10	2
張網	43	ポリ 12m/m			5 丸	5 丸×	8,584 円/ヶ=	42,920 円	6	7
垂下ロープ	113	ポリ 8~10m/m (1,000本)			15 丸	15 丸×	7,540 円/ヶ=	113,100 円	3	38
					(1丸=200m)					
種貝	243	コレクター	15 枚×	1,000 本 =	15,000 枚				1	243
			15,000 枚×	1.1 =	16,500 枚	16,500 ヶ×	14.7 円/ヶ=	242,550 円		
			(1割の不良を見込む)							
輪ゴム	5				3 Kg	3 Kg×	1,800 円/ヶ=	5,400 円	1	5
計	887									424
消費税	45									22
合 計	932									446

表3に示すように、新しく養殖筏を作成する場合、種貝まで含め932千円である。また、減価償却では446千円で、うち種貝が243千円と54%を占めていた。

### 考 察

かき養殖の主力である北九州市の恒見・曾根の両漁協とも50~60代が主力であり、特に、30代がいない曾根漁協は、今後、高齢化が心配される状況にある。

恒見漁協における1漁家当たりの養殖筏の所有台数は3.8台で、中には4~5台を所有している漁家もいた。本漁協においては、所有台数の増加傾向が続いており、これは平成2年にカキ洗浄機（高圧散水により汚れや付着

物を除去する）が、平成9年には巻揚機（カキの付いた垂下縄を筏から船上に取り揚げる）が導入され作業労働が軽減されたことが大きな要因と考えられる。

かき養殖の筏は安価な竹を主材料としているため、他の魚類海面養殖と比較して設備経費が少額ですむと考えられる。したがって、養殖筏の所有台数は、筏作成の経費より出荷の作業労働力が主制限要因と考えられる。

### 文 献

- 九州農政局福岡統計情報事務所：第46次福岡農林水産統計年報 水産編

# 海面養殖高度化推進対策事業

## (2) 消費者アンケート調査

渡邊 大輔・有江 康章

### 目 的

豊前海の一粒かきは昭和50年代後半から養殖が開始され、平成10年度には経営体数72、収穫量774トン、生産額4億1千万円の産業に発展してきた。本調査は、豊前海の一粒かきが消費者にどのように認知されているか、またかきに対する一般的な意識を明らかにすることを目的とした。

### 方 法

昨年と同様に消費者拡大イベントにおいて、アンケート調査を実施した。

消費拡大のイベントは、平成12年1月14日に昨年と同様に福岡市天神中央公園（図1参照）で実施した。

### 調査項目

#### 1. イベントの概要

イベントに集まった人を時間別、男女別に区分し計数した。

#### 2. アンケート調査項目

以下の項目について調査を行った。

- (1) 性別
- (2) 年齢
- (3) 住まい
- (4) 今回のイベントをどうして知りましたか？
- (5) 豊前海一粒かきという、ブランド名をしますか？
- (6) ブランド名をどうして知りましたか？
- (7) 殻付かきは、高級贈答品であると思いますか？
- (8) かきをもっとおいしい月は何月だと思いますか？
- (9) あなたは生の「殻付かき」をむくことができますか？
- (10) あなたは「岩がき」を知っていますか？

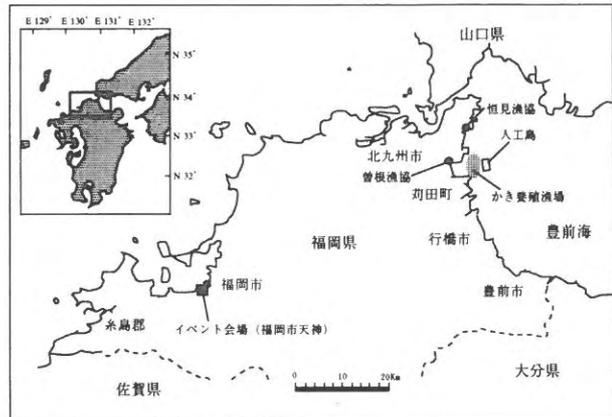


図1 漁協、イベント会場の位置図

表1 イベントの概要

開催日時	平成12年1月14(金)	11:00~18:00
開催場所	福岡市天神 中央公園内	
販売用かき	600Kg : 500袋(1.2Kg入り) : 1,000円/袋	
試食用かき	180Kg (約2,300個)	

### 結 果

表1にイベントの概要を示した。

表2にイベント来場者数を示した。

イベント来場者数については、男女別、年齢別（見方で20代以下、30~40代、50代以上の3世代）に区分してイベント開始から終了まで計数した。計数に当たり、試食や直販を利用した者、試食はしなくても会場の敷地に入り、興味ありそうにイベントをのぞいていた者を対象とした。

当初、イベント時間は11:00~18:00としていたが、販売用かきの売れ行きが好調で13:30には完売し、試食用のかきも16:00にはなくなったため、2時間早く終了した。

今回の来場者は約1,600人で、会場周辺がオフィス街ということもあり12:00~13:00の昼休みに来場する人が多かった。また、10:45~11:20に会場周辺において勧誘ビラを配布したため11:00~11:30の時間帯に約240人と前後の時間帯と比較して来場した人数が多かったものと思われる。

表2 イベントの来場者数

時間	男性			男性計	女性			女性計	合計
	~20代	30~40代	50代~		~20代	30~40代	50代~		
	10:30~	5	20		41	66	12		
11:00~	7	55	77	139	25	45	29	99	238
11:30~	6	34	41	81	8	41	15	64	145
12:00~	22	100	85	207	41	53	20	114	321
12:30~	15	48	39	102	25	48	16	89	191
13:00~	10	32	40	82	11	39	12	62	144
13:30~	10	13	20	43	9	19	8	36	79
14:00~	9	21	20	50	6	21	15	42	92
14:30~	5	18	29	52	3	32	16	51	103
15:00~	17	23	24	64	12	16	23	51	115
15:30~	7	6	12	25	4	12	9	25	50
合計	113	370	428	911	156	338	191	685	1,596

アンケート調査は、回答総数279、有効回答数191、有効回答率68%であった。有効回答率が下がったのは、アンケートに答えてもらった人に贈呈する景品に回答者が群がり狂乱状態になったためであった。

アンケート結果を表3に示す。

回答者の男女比は同じであり、年齢は10代を除いて満遍なくアンケートがとれた。回答者の住まいの7割が福岡市であった。

今回のイベントを回答者の3割は、事前配布のビラやポスターで知ったと答えた。このビラやポスターは公園周辺のオフィスビルに1週間前にビラ配りを行ったものと当日に公園周辺で配布したものである。

豊前海一粒かきというブランド名を知っていますかという問いに対しては、4割の人が知っていると言った。この4割の人がブランド名をどうして知ったのかというとテレビ、ラジオ、新聞が5割、知人から2割であった。また、去年のイベントに参加したという答えが3割あり、このイベントが根づいてきたことが推測された。

次に一般消費者のカキに対する意識に関する質問を試みた。殻付かきは、高級贈答品であると思いますかという問いに対して、8割の人がはいと答えた。殻付かきは高級品であるというイメージが、一般消費者にあるということがわかった。かきをもっともおいしい季節はいつですかという問いに対しては、1月が7割と圧倒的に多かった。例年豊前海のカキ産地では宅配が12月に集中するが、おいしいと考えている1月とはずれがある。これはカキを贈答用と考えている人が多いということが考えられる。生の「殻付かき」をむくことができますかという問いに対しては、6割の人がむくことができないと答えた。岩がきを知っていますかという問いに対しては、4割の人が知っていると言った。

表3 アンケート結果

	回答数	(%)
性別		
男	95	(50)
女	96	(50)
合計	191	
年齢		
10代	0	(0)
20代	28	(15)
30代	31	(16)
40代	31	(16)
50代	54	(28)
60代以上	47	(25)
合計	191	
住所		
福岡市	132	(69)
西鉄沿線	25	(13)
筑豊	1	(1)
前原市	4	(2)
北九州	3	(2)
その他の福岡県	20	(10)
他県	6	(3)
合計	191	
今回のイベントをどうして知りましたか？ (複数回答)		
テレビ、ラジオ、新聞	45	(23)
事前配布ポスター、ビラ	61	(31)
呼び込み	55	(28)
知人から	32	(16)
インターネット	1	(1)
通りがかり	2	(1)
合計	196	
ブランド名を知っていますか？		
はい	70	(37)
いいえ	121	(63)
合計	191	
ブランド名をどうして知りましたか？(複数回答)		
テレビ、ラジオ、新聞	37	(50)
知人から	14	(19)
去年のイベントで知った	23	(31)
合計	74	
殻付かきは、高級贈答品か？		
はい	149	(78)
いいえ	10	(5)
どちらともいえない	32	(17)
合計	191	
かきをもっともおいしいのは、何月だと思いますか？		
10月	5	(3)
11月	8	(4)
12月	25	(13)
1月	129	(68)
2月	23	(12)
3月	1	(1)
合計	191	
あなたは生の「殻付かき」をむくことができますか？		
はい	83	(43)
いいえ	108	(57)
合計	191	
岩がきを知っているか		
はい	85	(45)
いいえ	106	(55)
合計	191	

研 究 部



# 放流技術開発事業

## (1)トラフグ

濱田弘之・宮内正幸

本事業はトラフグの効率的、経済的な放流技術の開発を目的として、平成7年度から実施されている。本年度が最終年であり、5カ年間の調査結果については放流技術開発事業報告書として平成12年3月に既にとりまとめられているので、ここでは5カ年の調査結果の要約を示す。

### 調査結果の要約

#### 1. 適正放流技術開発

- ・平成7年度～11年度に60～132mmの種苗2万9千尾～11万1千尾を放流した。
  - ・中間育成時の適正収容密度は、全長7cmまでの育成の場合130尾/トン、8cmまでの場合100尾/トン、9cmまでの場合50尾/トンと考えられた。
  - ・自動給餌器は事業レベルでの補助的な使用が適当と考えられた。
  - ・健苗性評価手法として、肥満度、かみ跡数、尾鰭欠損度、無酸素耐性、遮光率、体成分について調査した。
  - ・現在種苗生産に使用する卵は天然の親魚から採取している。良質な卵は成熟が最終段階に達した（排卵した）直後の雌からでないことと確保できず、また、良質卵をもった親魚が高価であるため、天然魚が激減した現在では種苗生産に必要な卵の入手が極めて困難になっている。今後経済的に安定して良質卵を確保するには、短期養成親魚からのホルモン処理による採卵等の技術開発が急務となっている。
- ・本県筑前海で操業する延縄の漁獲量は平成9年度漁期で74トン、10年度漁期で33トンと推定され、そのうち、26%を放流魚が占めていた。
  - ・下関南風泊市場における外海産トラフグの水揚量は平成7年の262トンから平成11年の97トンまで減少した。このなかで、放流魚が占める割合は総水揚量の20%を占めるまでに至っている。この放流魚水揚量には、福岡、山口、長崎の3県がこの事業で放流したものに、漁協等によって小型サイズで稚魚の分布しない外海域に放流されたものも混じっている。種苗放流の経済効果を明らかにする上で、事業外のものとは本事業によるものの効果、また、本事業によるもののなかでも、どの県の放流種苗がどの程度水揚げに貢献しているのかを明らかにする必要がある。
  - ・全長10cm以上の大型サイズでは漁港内での飼付放流が有効と考えられたが、全長8cmサイズでは摂餌個体が少なかった。放流適正サイズより小型の種苗を放流し、放流後の生残率を漁港内放流によって適正放流サイズ並に高めることができれば、さらに効率の良い放流事業が可能となるが、小型種苗の漁港内飼付放流を有効に機能させるには海底地形の考慮等についてさらに工夫が必要であると考えられた。
  - ・平成2年から11年までの福岡湾での8月時点におけるトラフグ幼魚（放流魚を含む）の現存量は2万から24万尾と推定された。この現存量では相対成長が低下することはなかったため、24万尾の現存量であれば環境収容力の許容範囲であると考えられた。

#### 2. 放流技術開発

- ・前期までの調査で適正放流サイズとして絞り込まれた全長8～9cmサイズでの放流による追跡試験の結果、この全長範囲では、内湾域における放流年度内の回収率に明瞭な差は認められなかったことから、放流経費を考慮すると本県の放流形態、放流場所では全長8cmが放流サイズとして適当であると考えられた。
- ・中間育成時には飼育密度が生残率に大きな影響を及ぼすが、飼育時の密度は放流後の生残には大きな影響を及ぼさないと考えられた。

# 放流技術開発事業

## (2) エゾアワビ、アカウニの放流技術開発調査

太刀山透・深川敦平・岩渕光伸・福澄賢二・小島茂明\*

本事業は、平成7～11年度の5年間実施したが、本年度が最終年度となり、5年間の技術開発の成果をとりまとめた。

### 1 放流技術開発調査<エゾアワビ>

#### 1. 南方域におけるエゾアワビの分布生態

福岡県でのエゾアワビ (*Haliotis discus hanna*) の放流はクロアワビ (*Haliotis discus discus*) の病害による種苗放流数の減少に対する暫時的対策として実施された。また、漁業者サイドでも、民間種苗生産業者から種苗を購入し、放流する形態が定着しており、現在では年間約20万個が放流されている。しかしながら、南方域における放流エゾアワビの生態は明らかにされておらず、事業が先行しているのが現状である。

放流漁場におけるスキューバ潜水による観察では、エゾアワビは放流後、漁場の最も浅い水深帯へ移動し、潮間帯の低潮線付近（水深1m付近）の岩表面及び側面に生息する傾向がみられている。そこで、天然漁場及び屋内水槽での両者の生息状況を比較することにより、南方域での放流エゾアワビの分布生態を検討した。

本調査で実施したフィールド調査の位置を図1に示した。

## 方 法

### (1) 漁場における放流アワビの表出状況調査

供試した種苗は平成5年度に福岡県栽培漁業公社で生産されたクロアワビ及びエゾアワビで、これらを1年間、

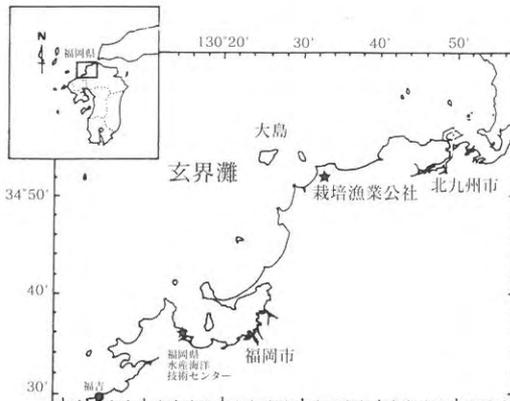


図1 調査地の位置図

糸島郡二丈町福吉地先で中間育成した後、試験に用いた。放流時の平均殻長はクロアワビが $27.9 \pm 4.0$ mm、エゾアワビが $26.0 \pm 3.3$ mmで、両者ともディスクタグにより標識を施した。放流場所は福吉地先の水深3m域に設置されている稚貝保護礁4基で、7年3月14日に両者とも各500個を潜水により放流した。なお、放流時には $0.5 \times 0.5$ mの海藻坪刈りを3点実施した。

追跡調査は7年4月5日、8月2日及び8年1月18日に実施し、4月は潜水によるアワビの生息状況の観察を、8月及び1月は発見した放流種苗について、種別の生息場所を記録するとともに、殻長を測定した。

### (2) 屋内模擬漁場における表出状況観察

用いた施設は、屋内角型コンクリート水槽（ $3 \times 3$ m）に人頭大の岩を積み上げた $1.5 \times 1.5$ mの岩礁域、砂域及びレキ域（テニスボール～こぶし大）からなる模擬漁場で、これにクロアワビとエゾアワビを同数収容した。両者の投入サイズは年級ごとの分布生態を比較するために殻長30mm、50mm、80mmの3サイズとした。

実験は2回に分けて行い、7年11月6日～8年1月8日に殻長50mm及び80mmの2サイズについて、8年1月23日～11月11日に30mm、50mm及び80mmの3サイズについて表出状況の観察を行った。30mm、50mmサイズのクロアワビ及びエゾアワビは5年度に福岡県栽培漁業公社で生産されたもので、80mmサイズについては、両者とも宗像郡大島で採取したものである。それぞれの殻長と個数を表1に示した。

表1 模擬漁場における試験概要

種・サイズ	個数	殻 長	
		1 回目	2 回目
クロアワビ			
80mmサイズ	10個	$78.4 \pm 4.7$	$81.5 \pm 5.4$
50mmサイズ	20個	$30.6 \pm 1.7$	$43.9 \pm 1.8$
30mmサイズ	20個	—	$26.9 \pm 1.9$
エゾアワビ			
80mmサイズ	10個	$84.9 \pm 2.5$	$90.2 \pm 2.6$
50mmサイズ	20個	$32.0 \pm 2.1$	$43.3 \pm 2.8$
30mmサイズ	20個	—	$30.0 \pm 2.6$

\* 東京大学 海洋研究所

また、天然の漁場環境に近づけるために、アカナマコ、サザエ、ウニ類及びトコブシを供試アワビに影響のない範囲で数個收容し、餌料としてアラメ、ホンダワラ類を岩に固定し、適宜交換した。2回の実験を通じて、以下の2項目について観察結果をまとめた。

### 1) 水温別表出状況

水温の変化に伴うエゾアワビ、クロアワビの表出状況を見るために、毎日午前9時に種別及びサイズ別の表出個体数と水温を記録した。

### 2) 時間別表出状況

エゾアワビ、クロアワビの異なる水温帯における24時間の活動状況を知るために、水温18℃から2~3℃変化することにより12時から翌日の12時まで1~2時間毎に種別及びサイズ別に表出個体数を記録した。

### (3) エゾアワビとクロアワビの光に対する反応

供試した種苗はエゾアワビ、クロアワビの殻長30mm及び50mmの人工貝で、30mmサイズでは各20個、50mmサイズでは各10個を用いた。実験に用いた水槽は、縦200cm×幅100cm×深さ20cmのFRP製で、この半分をベニヤ板と黒のビニールシートを用いて明区と暗区を設け、照度、温度が調節可能な恒温室に收容した。水槽中央にアワビを置き、照度別、水温別に24時間後のアワビの付着位置を確認した。なお、実験中は、止水、微通気、無給餌とした。

## 結 果

### (1) 漁場における試験放流貝の表出状況調査

放流場所の海藻組成は表2に示したが、アオサ、マクサ、ツノマタ等の小型の海藻が優占し、ホンダワラ類やクロメが点在しており、これらの着生量は2,728 g/m<sup>2</sup>であった。

アワビの採取場所及び付着場所を表3に示した。8月2日の調査では上面及び側面に付着していたエゾアワビの割合は41.7%で、クロアワビの19.4%に比べ高い表出割合であった。一方、1月18日では表出個体の割合はエゾアワビが83.6%、クロアワビが91.6%で両者とも高い結果となった。このように、夏季においてはエゾアワビはクロアワビに比べ高い表出傾向があると認められたが、冬季では両者間に大きな差はみられず、いずれも高い表出傾向を示した。

回収したアワビの殻長は表4に示したように、8年1月では両者間に成長の差はみられなかった。なお、両者の成長は過去の知見<sup>1)</sup>から差がないことが明らかになっている。

表2 放流場所の海藻組成  
単位：g/m<sup>2</sup>

種 類	着生量
ア オ サ	620
ク ロ メ	260
イ ソ モ ク	144
ハ ハ キ モ ク	20
フ ク ロ ノ ノ リ	64
マ ク サ	620
ユ カ リ	76
タ オ ヤ ギ ソ ウ	20
フ ダ ラ ク	372
ツ ノ マ タ	404
ヒ ト ツ マ ツ	60
イ バ ラ ノ リ	24
カ バ ノ リ	12
計	2,728

表3 アワビの採取場所及び付着場所

単位：上段 個、下段 %

調査年月日	7年8月2日							8年1月18日									
	採取場所	計	稚貝礁内			稚貝礁外			計	稚貝礁内			稚貝礁外				
付着場所			上面	側面	下面	上面	側面	下面		上面	側面	下面	上面	側面	下面		
クロアワビ																	
回収個数	31	0	6	21	0	0	4	24	1	1	1	12	8	1			
割合	100.0	0	19.4	67.7	0	0	12.9	100.0	4.2	4.2	4.2	50.0	33.2	4.2			
エゾアワビ																	
回収個数	96	14	26	56	0	0	0	49	2	8	5	25	6	3			
割合	100.0	14.6	27.1	58.3	0	0	0	100.0	4.1	16.3	10.2	51.0	12.2	6.2			

(2) 屋内模擬漁場における表出状況

1) 水温別表出状況

2サイズの水温別表出割合を図2に示した。この期間は水温下降期に当たり、全般にエゾアワビはクロアワビに比べて表出割合が高く、なかでも、大サイズは水温が16℃から12℃へ下降する秋から冬にかけて、クロアワビの10~30%に対して、エゾアワビは50~80%と非常に高い値を示した。3サイズの水温別表出割合を図3に示した。開始時の10℃でエゾアワビの表出割合は大サイズでクロアワビに比べ高いものの、両者の表出割合の差は小さかった。水温16~18℃前後で両者とも表出割合は最も低く、その後は両者とも再度上昇した。このように年間を通して、大中小サイズともエゾアワビがクロアワビに比べ表出割合が高い傾向は変わらなかった。また、両者の表出割合の差は水温下降期で大きく、水温上昇期には小さかった。また、大サイズでは両者の表出割合の差が最も大きく、中型、小型の順で低くなった。

2) 時間別表出状況

各水温別の時間別表出割合を図4(大サイズ), 5(中サイズ), 6(小サイズ)に示した。各サイズとも、エゾアワ

ビの表出傾向は昼夜問わず表出傾向が強いのにに対し、クロアワビは時間別に顕著な差があり、18~2時までの夜間に表出割合が高くなり、日中には隠棲する傾向が強かった。年間を通じて両者が積極的に活動し、摂餌を行っていたのは18~2時であり、日中は表出しているエゾアワビも摂餌する個体はほとんどなかった。

(3) エゾアワビとクロアワビの光に対する反応

水温15℃でのエゾアワビ及びクロアワビの照度別付着位置を図7に示した。殻長50mmサイズの明区に位置した個体の割合は、水面照度1,080lux以下ではエゾアワビが40~70%で、クロアワビの10%以下に比べ全般に高い値であった。30mmサイズでも同様に、エゾアワビの明区に位置した個体の割合は0~50%で、クロアワビの0~20%に比べ高いが、その割合は50mmサイズほど顕著ではなかった。1,170luxでは各サイズで、エゾアワビ、クロアワビとも10%以下となった。

水温20℃での両者の付着位置を図8に示した。全般的傾向は15℃と同様で、エゾアワビはクロアワビに比べ、明区に位置する個体の割合が高く、その傾向は30mmサイズより、50mmサイズで顕著であった。さらに、各サイズ、両者とも明区に位置する個体の割合は、15℃に比べ低かった。

表4 アワビ回収個体の殻長 単位: mm

種類	7年3月14日	8月2日	8年1月18日
クロアワビ	27.9±4.0	41.8±5.8	54.1±7.2
エゾアワビ	26.0±3.3	44.3±5.7	55.3±7.1

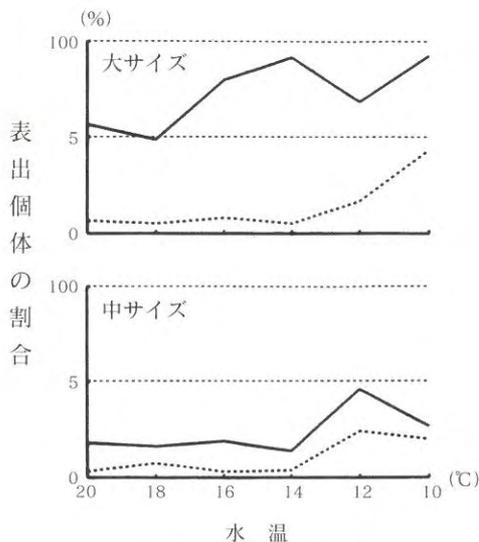


図2 水温別サイズ別表出割合の推移 (実線はエゾアワビ・点線はクロアワビ)

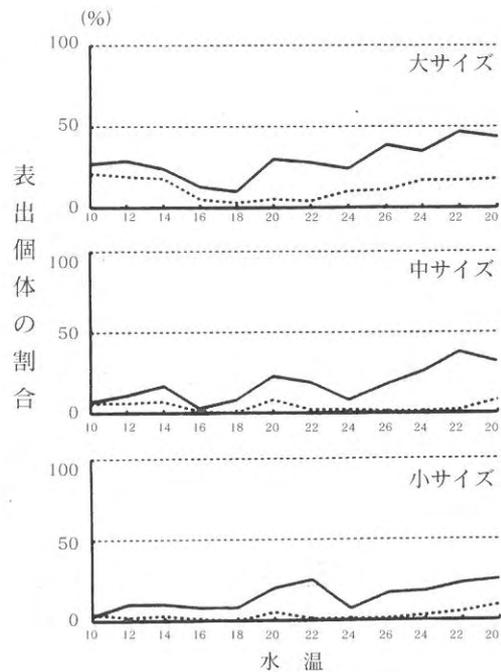


図3 水温別サイズ別表出割合の推移 (実線はエゾアワビ・点線はクロアワビ)

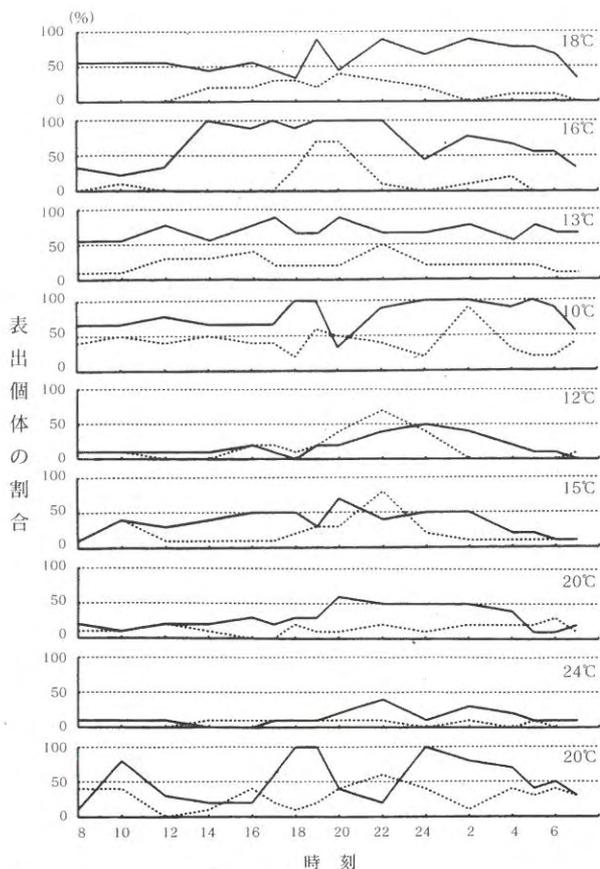


図4 水温別時間別表出割合の推移 (大サイズ; 80mm)  
(実線はエゾアワビ・点線はクロアワビ)

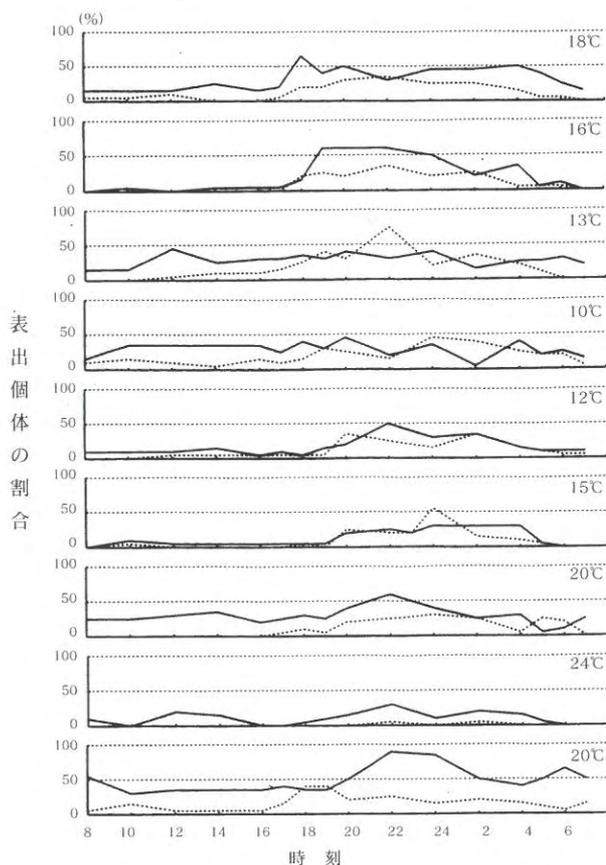


図5 水温別時間別表出割合の推移 (中サイズ; 50mm)  
(実線はエゾアワビ・点線はクロアワビ)

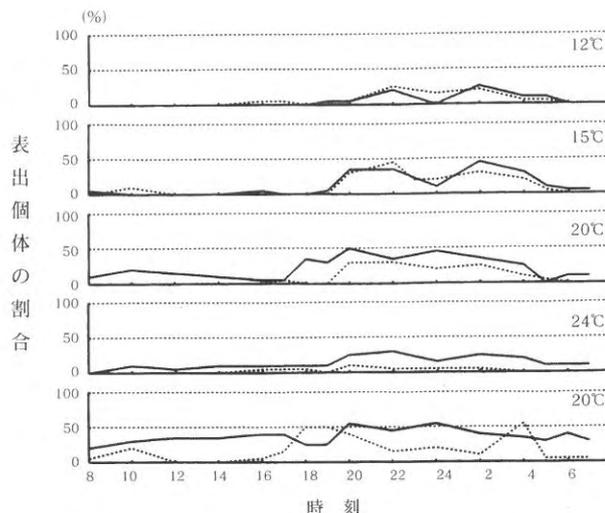


図6 水温別時間別表出割合の推移 (小サイズ; 30mm)  
(実線はエゾアワビ・点線はクロアワビ)

### 考 察

漁場での観察から、筑前海においてはエゾアワビは放流後は漁場内の浅い場所へ移動し、岩の上面及び側面に表出するという2つの性質を持つことがうかがえた。

このうち、放流エゾアワビが岩の上面及び側面に表出する性質は、年間を通してクロアワビよりもその傾向が強いということが、屋内模擬漁場並びに試験放流の結果と一致しており、この性質が天然及び実験漁場で共通してみられることが明らかになった。

さらに模擬漁場での試験結果から、エゾアワビは秋から冬の降温期に表出傾向が強く、春～夏の昇温期に表出傾向が弱いこと、エゾアワビとクロアワビの表出傾向の差は大型の個体ほど大きく、中型、小型の順に小さくなること明らかになった。これらの結果は屋内実験でのみの確認であるが、天然漁場においても同様の性質であることが示唆される。また、光に対する反応、いわゆる、負の光走性の度合いは、エゾアワビはクロアワビより弱く、その傾向は大型貝で顕著で、特に低水温ほど差は明瞭であった。この結果は、漁場での生息状況並びに模擬実験漁場での結果とよく一致しており、表出並びに浅所への移動という、クロアワビとは異なるエゾアワビの生態は、負の光走性の度合いの差によるものと推察された。

エゾアワビの分布域である北海道、岩手県<sup>2) 3)</sup>の報告によると、当種は岩の上面や側面に生息するとされており、その表出する時期は秋から冬にかけて高くなり、その傾向は小型貝よりも大型貝で顕著であるとされている。これらの性質は本研究の模擬漁場での結果及び漁場での観察結果とよく一致しており、本来のエゾアワビの性質であると考えられる。

エゾアワビ(30mm)

クロアワビ(30mm)

エゾアワビ(50mm)

クロアワビ(50mm)

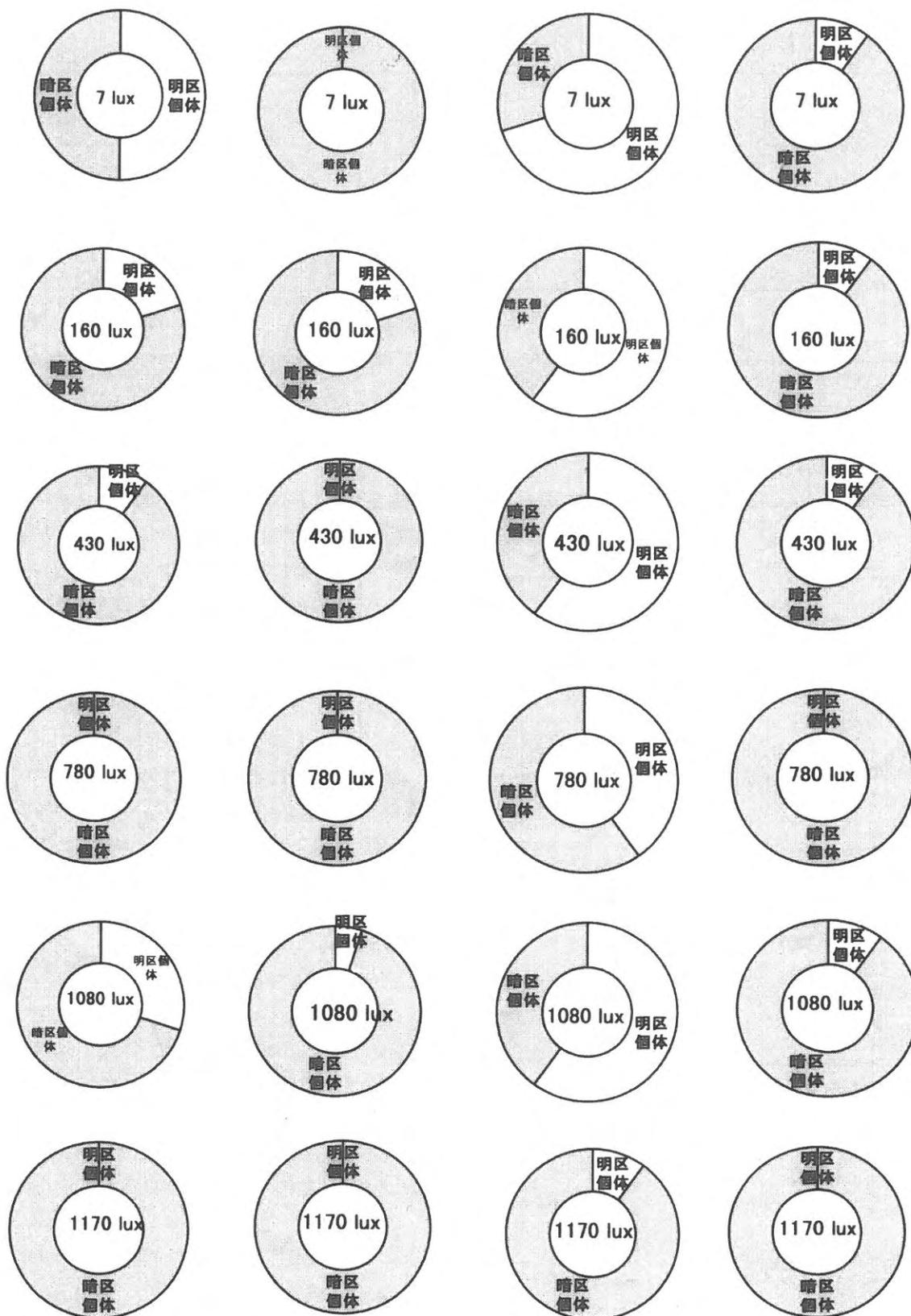


図7 水温15℃でのエゾアワビ、クロアワビの付着位置

エゾアワビ(30mm)

クロアワビ(30mm) エゾアワビ(50mm)

クロアワビ(50mm)

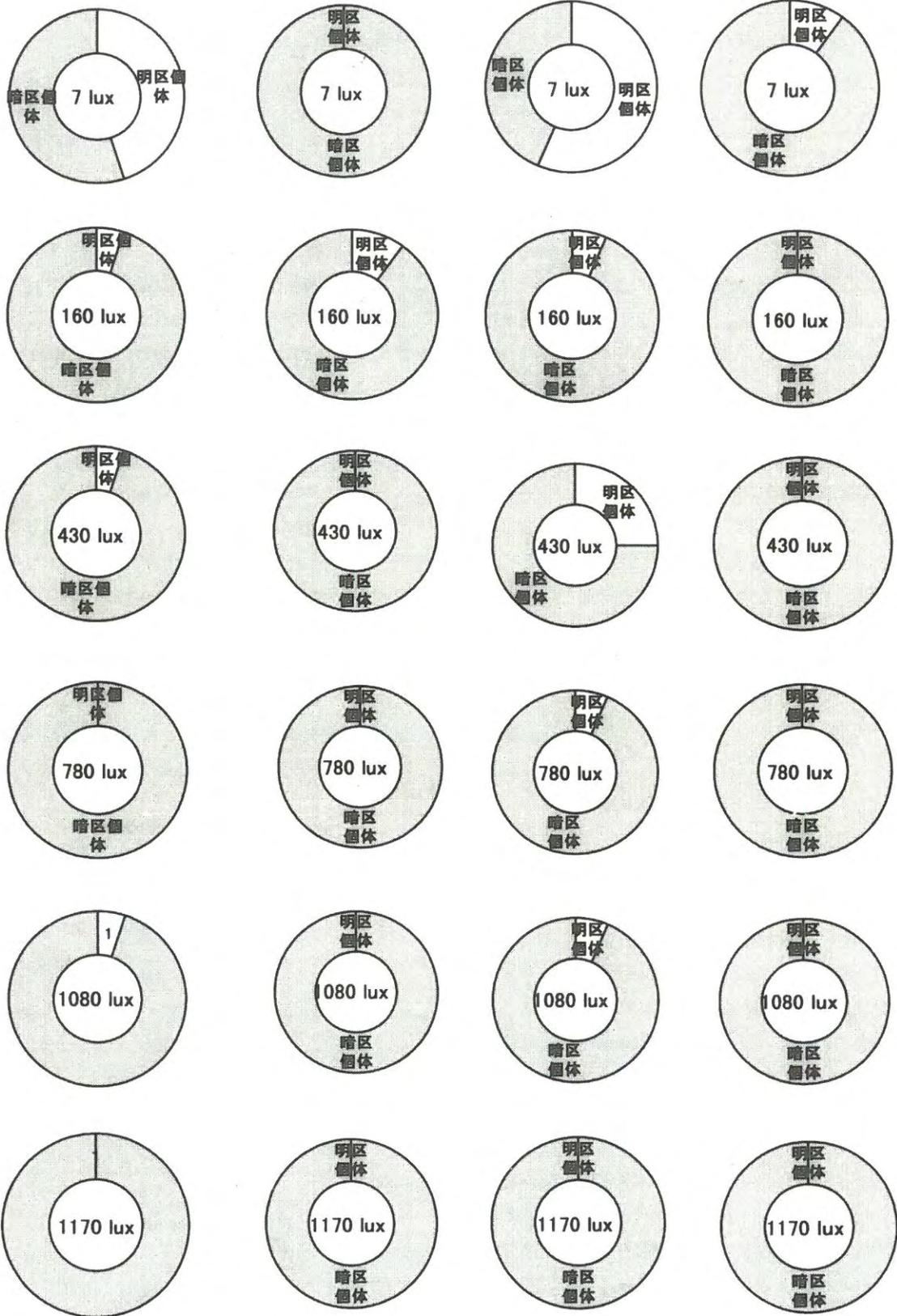


図8 水温20℃でのエゾアワビ、クロアワビの付着位置

一方、クロアワビがエゾアワビに比べ隠棲する傾向が強いことは漁場及び模擬漁場での観察結果から明らかである。これは、クロアワビが暗所に多く、洞穴内に集団で付着している等の隠棲する傾向が強いという野中ら<sup>4)</sup><sup>5)</sup><sup>6)</sup>の報告とも一致する。これらのことから、放流エゾアワビとクロアワビの生息生態に差があることは明らかである。

## 2. エゾアワビの回収率の把握

放流エゾアワビの回収状況を把握するため、放流エゾアワビに対する漁業者の漁獲意識を調査するとともに、事業的に放流されているエゾアワビの漁獲段階での累積回収率を漁獲物調査により把握した。

### 方 法

#### (1) 目的意識の差によるエゾアワビの採取状況

10年8月6日に、宗像郡大島二見浦地先の水深3m域で、3名が漁獲に対する異なる目的意識をもってスキューバ潜水し、発見した全てのアワビを採取した。調査範囲は3名ともほぼ同じ場所であり、調査時間も同一である。これを、A漁場、B漁場の2ヶ所で実施した。

各調査員の設定は次のとおりとした。

- ・エゾねらい者：エゾアワビ及びクロアワビの生息状況を熟知したうえで、エゾアワビを目的種として意識し漁獲調査する。
- ・クロねらい者：エゾアワビ及びクロアワビの生息状況を熟知したうえで、クロアワビを目的種として意識し漁獲調査する。
- ・経験が浅い者：アワビ漁獲経験が浅い者

#### (2) エゾアワビの累積回収率

宗像郡大島において、海士（夏季）漁並びに磯見（冬季）漁時に各2～3回、漁獲されたアワビの殻長の測定及び種類（エゾアワビ、クロアワビ、メガイアワビ、マダカアワビ）及びグリーンマークの有無による放流貝の識別を行った。回収された放流エゾアワビの年齢の推定は、漁法別殻長組成から5～6年齢群に分離し、それぞれの年齢から放流年度を特定し、任意の放流年度の回収群を累計することにより、累積回収率を導いた。調査対象とした放流群は、福岡県栽培漁業公社で生産した殻長10mmの種苗を、大島漁協において約1年間の中間育成で殻長約30mmまで育成し、漁場に放流したものである。殻長約30mmで放流したクロアワビは、放流後3年目か

ら漁獲され始め、その後5～6年間でほぼ回収が終了する。また、漁獲され始めてから3年間で総回収個数の約80%が漁獲される<sup>7)</sup>。さらに、エゾアワビとクロアワビの成長には大きな差は認められない<sup>1)</sup>ことから、本報では、6～11年度に漁獲された2～5年度放流群について解析した。

## 結 果

#### (1) 目的意識の差によるエゾアワビの採取状況

アワビの潜水者別種類別の採取個数を図9に示した。A漁場でのエゾアワビ採取個数は、エゾねらい者が26個であったのに対し、クロねらい者は9個で、エゾアワビを漁獲する意識を持つことで17個の差が見られた。B漁場においても、エゾアワビの採取個数はエゾねらい者が21個、クロねらい者は4個であり、A漁場と同様にエゾアワビ採取個数の差は17個であった。

クロアワビの採取個数は、A漁場では、クロねらい者が9個であったのに対しエゾねらい者は0個で、エゾアワビ採取個数と逆の結果となった。一方、アワビ採取の経験が少ない調査員は、A漁場では6個の総採取個数のうちエゾアワビが5個で、クロアワビは0個であった。B漁場でも同様に採取個数はエゾアワビが3個、クロアワビが1個であり、両漁場とも採取個数が少ない中でもエゾアワビがその多くを占めた。

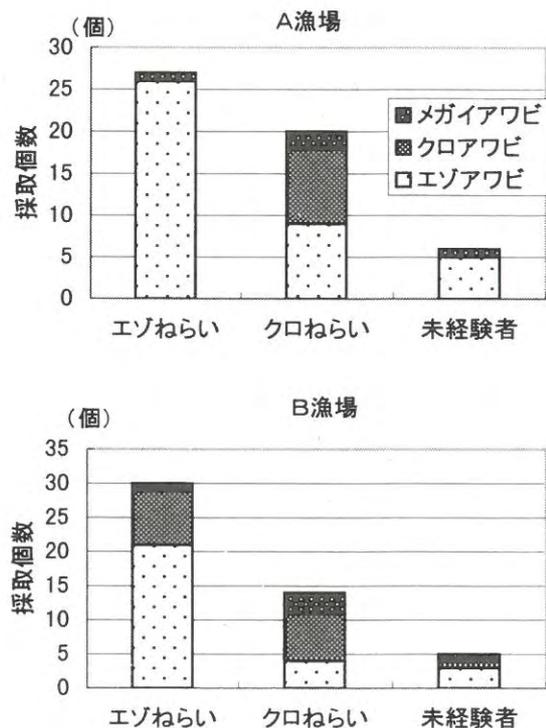


図9 アワビの潜水者別・種類別採取個数

## (2) エゾアワビの累積回収率

総漁獲個数に占める調査個数と標本抽出率を図10に示した。6～11年度に調査したアワビの数は976～2,943個で、標本抽出率は13.0～30.9%であった。特に、10年度以降は操業日、操業者による放流エゾアワビの偏りにより生じる誤差を小さくするため、調査個数の増加に努め、標本抽出率を30%前後まで高めた。

6～11年度に漁獲したエゾアワビのうち、2～5年度に放流したエゾアワビの放流年度別累積回収率を表5に示した。放流エゾアワビの累積回収率は1.3～1.9%であり、同じ大島における2～4年度のクロアワビ放流群の4.5～6.9%に比べ低い値であった。

## 考 察

約10年前の昭和56～59年度の大島におけるクロアワビの累積回収率は23～37%<sup>7)</sup>であり、今回のクロアワビ放流群の回収率が過去の結果と大きく異なるため、エゾアワビ放流群の回収率をその種がもつ一般的回収率と断定することは危険であるが、放流エゾアワビの累積回

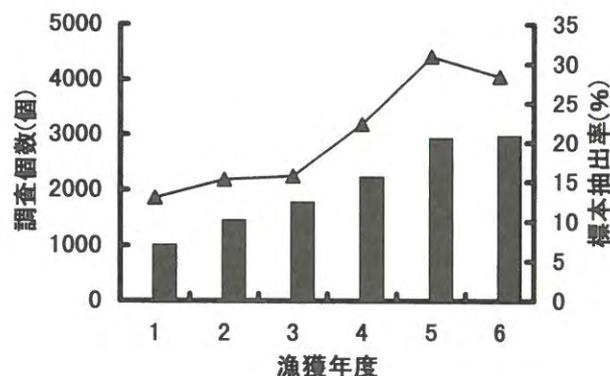


図10 総漁獲個数に占める調査個数と標本抽出率

表5 アワビの放流年度別累積回収率 (大島) 単位: 個

放流状況 年度 個数	漁獲年度別回収個数					累積回収 個数	累積 回収率	
	6	7	8	9	10			
<b>エゾアワビ</b>								
2 68,000	445	282	118	44	10	899	1.3%	
3 56,000	151	239	268	165	22	869	1.6%	
4 69,000		190	315	206	158	892	1.3%	
5 39,000			260	231	195	66	752	1.9%
<b>クロアワビ</b>								
2 10,000	222	211	23	4	4	37	501	5.0%
3 3,000		53	13	8	9	52	135	4.5%
4 11,000			0	25	285	446	756	6.9%

率は1.3～1.9%で、2～4年度のクロアワビ放流群の4.5～6.9%に比べ低い値であった。この要因として以下のことが考えられた。

クロアワビの稚貝は水深0～3m程度の浅所に生育し、成長に伴い沖合いのアラメ等の繁茂域に移動していく生態を示す。また、岩の下部に隠棲し、その傾向は夏に特に強い。一方、筑前海に放流したエゾアワビは冬季、夏季とも稚貝から成貝に至るまで潮間帯～水深2m域の浅所に生息し、岩の上面及び側面に付着することが明らかになった。この生息生態の差は漁獲状況にも大きく影響する。

第1には、エゾアワビの生息水深帯とアワビへの漁獲努力が主に向けられる漁場の関係である。放流エゾアワビが生息する浅所は、漁獲努力が集中して向けられるクロアワビの主な生息水深帯である5m以深と異なる。漁獲の主たる目的種をクロアワビとして操業している筑前海の磯漁場においては、これまでと同じ水深帯に漁獲努力を向ければ、放流エゾアワビ資源に対する実質的漁獲強度は低下し、その結果回収率は低くなるということが予測される。

第2には、(1)で述べたように、漁獲者の目的種意識による漁獲状況の差である。エゾアワビの生息場所である浅い漁場で操業しても、漁獲時の目的種意識がクロアワビであれば、エゾアワビの漁獲個数は減少し、クロアワビが増加する。逆に、エゾアワビを目的種とすれば、エゾアワビの漁獲個数は増え、クロアワビが少なくなる。すなわち、隠棲するクロアワビを目的として漁をする漁業者の意識が石の表面に向かないため、表出するエゾアワビへの実質的漁獲強度が低下し、回収率も低くなることが考えられる。

第3には、エゾアワビの生息場所で、それを目的種として漁獲するという漁業者の動機づけのために、エゾアワビ放流漁場が他の非放流漁場と同等のC P U Eが期待できる資源量、いわゆる放流エゾアワビの生息密度を確保することが必要であろう。

そのため、エゾアワビを放流するにあたっては、このようなクロアワビとは異なる生息生態を踏まえた放流、漁獲方法が必要となる。

放流場所としては、エゾアワビが放流した漁場の中で、最も浅い場所に移動してくる性質を利用して、沖合いの隆起岩礁域や入江的な水深が浅い漁場が適当と考えられる。また、C P U Eを高めるためにも放流場所を分散せず、集中して放流し、集約的に漁獲することが有効と考えられる。

## <アカウニ>

### 1. 標識技術の開発

アカウニの移動生態、回収率の推定のためには、標識放流による追跡調査が有効な手段となる。ウニ類の標識に関しては、ナイロン糸でダイモテープ切片をウニの殻に貫通させ装着する方法<sup>8)</sup>等があるが、へい死率が高いこと、標識の装着によってアカウニの移動や成長への影響が懸念される等の問題がある。

そこで、標識ウニの行動等の生態に対する影響が少なく、継続観察が可能な標識について検討した。

## 方 法

### (1) コーデッドワイヤータグによる標識

8年12月6日に、アカウニ（殻径34.6~66.1mm）の肛門部周辺にステンレス製のコーデッドワイヤータグ（以下CWTとする）を装着した。標識装着時には、CWTがアカウニの殻の中に止まり、腹腔内に達しないように注意した。アカウニに標識が装着されていることを調べるため、標識したウニをろ過海水で洗浄した後、金属探知器を用いて標識の有無を確認した。標識の脱落状況を調べるため標識個体60個と無標識個体30個を45×30×38cmの籠にそれぞれ30個ずつ収容し、流水飼育した。標識装着約1ヶ月後の9年1月16日と、約3ヶ月後の3月5日にへい死個体数と標識の脱落状況を金属探知器を用い調べた。

### (2) ALCによる標識

染色液は、1NのNaOHにALC（同仁化学研究所）を200ppmの濃度で溶かし、HClによってPHを7に調整した。県栽培漁業公社で生産された種苗（平均殻径18.9±3.9mm）20,000個体を、11年5月23日にALC溶液に2時間浸漬した後、隣接した2t水槽に移し流水で12日間飼育した。

研究所職員立ち会いのもと、糸島郡志摩町姫島漁協の海士15名が素潜りによって、11年6月4日に姫島地先に15,200個体を放流した。また、100個体を研究所で継続飼育し、ALC標識の持続性について調査した。

## 結果及び考察

### (1) コーデッドワイヤータグによる標識

CWTによる標識脱落率及びへい死率を表6に示した。9年1月16日までに、標識区で7個体（11.7%）、対照区

で5個体（16.7%）がへい死したが、その後3月5日までは両区ともへい死はなかった。標識区と対照区でへい死率に差がないこと、また、へい死は標識作業直後に見られたことから、へい死は標識装着作業時のハンドリングによるものと判断され、CWT標識は、アカウニの生残に影響しないと考えられた。標識の脱落率は1ヶ月後で28.3%、1~3ヶ月後で39.6%であった。

このように、CWT標識の3ヶ月後の脱落率が約40%と高く、生残率の調査には不相当と考えられるが、ウニを殺すことなく標識の有無が確認できることから、移動生態調査等の標識手法としては極めて有用であると判断された。

### (2) ALCによる標識

ALC染色後のへい死率は、染色後12日間で23.5%であった。

染色約7ヶ月後の11年12月21日に、研究所で継続飼育しているアカウニ10個体のアリストテレス提灯の中間骨を蛍光顕微鏡を用いて観察したところ、9個体は明瞭な蛍光マークが確認されたが、1個体は蛍光マークの確認ができなかった。今後も標識の持続性について観察を続けていく。

また、11年6月4日に姫島地先に放流した15,200個体の標識アカウニは13年から漁獲されると推定される。13年度以降、漁獲したアカウニを漁業者が板ウニに加工した後、残ったアリストテレス提灯を研究所が回収する事を漁業者と放流前に打ち合わせを行っており、これにより漁業者が行う素潜り放流による大型種苗放流の効果を把握したい。

### 2. 移動生態調査

これまでの調査から、アカウニの主たる漁獲漁場である浅所での漁獲率は70~80%で、漁期後のアカウニの生息数は漁期前の20~30%になるにもかかわらず、次年度の漁期には資源が回復していること、稚ウニの生息は浅所より深所に多く認められたことから、アカウニ資

表6 CWTによる累積斃死率及び累積標識脱落率

試験区	個数	累積斃死数(累積斃死率)		累積脱落数(累積脱落率)	
		9年1月16日	3月5日	1月16日	3月5日
標識区	60	7(11.7%)	7(11.7%)	15(28.3%)	21(39.6%)
対照区	30	5(16.7%)	5(16.7%)	—	—

試験期間 平成8年12月6日~9年3月5日

源は深所から浅所へ補給されると推測された。そこで、移植放流によりアカウニの移動生態を調査した。

## 方 法

調査場所は漁業者からの聞き取り調査の結果、アカウニの優良な漁場で、生息数も多いと判断された大島のヨ瀬を選定した。ヨ瀬は東側が隆起した岩盤域、西側が砂域であり、その間幅約20mに50~500kg程度の転石域が帯状に広がる。また、離岸距離110mで水深8mとなる緩やかな傾斜を持つ漁場である。アカウニのすみ場に対する選択性は転石域で高く、岩盤域では極めて低い<sup>9)</sup>。また、砂域には生息しないことから、転石域から岩盤域及び砂域への移動、あるいは岩盤域及び砂域から転石域への移入はほとんどないと考えられる。そこで、この幅約20mの転石域を調査範囲とした。

6年11月17日に調査範囲の水深2mから8m域にかけてチェーンを敷設し、水深別に調査定点を定めた。定線に沿って海底地形を調べるとともに、St.1(水深8m)、St.3(水深5m)及びSt.5(水深2m)において、動物生息量(2×2m, 3点)及び海藻着生量(0.5×0.5m, 3点)の坪刈り調査を行った。

次に、6年11月28~29日に調査範囲内をアカウニの低生息域とするため、発見したアカウニを採取・駆除した。さらに、駆除効果を確認するためSt.1, St.3, St.5において5×5m枠内の徹底採取を行った。採取したすべてのアカウニは水深8m域のSt.1に移植放流した。以後、6年12月、7年4月、6月及び8月に各調査点で5×5mの枠取り調査を行い、放流後の移動、拡散状況を調査した。

## 結果及び考察

ヨ瀬の水深別海藻着生量は表7に示したように、ホンダワラ類が優占する海域であり、水深2m域ではジョロモクが、5m及び8m域ではノコギリモクが多く、海藻着生量は水深2m域で5,107g/m<sup>2</sup>、5m域で2,304g/m<sup>2</sup>、8m域では3,813g/m<sup>2</sup>で2m域が最も多い。水深別動物生息量を表8に示したが、採取前のアカウニの生息数は水深2m域では0.8個/m<sup>2</sup>、5m域では1.7個/m<sup>2</sup>、8m域では3.4個/m<sup>2</sup>と水深が深いほど多い傾向にあった。アカウニ採取後の各調査点の生息数は、5m及び8m域が0個、2m域では0.4個/m<sup>2</sup>となった。

移植放流したアカウニ 2,006個の殻径は8.2~

80.1mmで、図11に示したような殻径組成であった。

移植放流後のアカウニの水深別生息密度を表9に示した。水深8m域では、放流約1ヶ月後である6年12月27日の生息密度は6.6個/m<sup>2</sup>であったが、7年8月22日には1.04個/m<sup>2</sup>と低下した。5m域では、6年12月27日に0.44個/m<sup>2</sup>であったが、7年8月22日には0.75個/m<sup>2</sup>と増加した。2m域も同様に6年12月27日の0個/m<sup>2</sup>から7年8月22日には0.96個/m<sup>2</sup>となり、アカウニが深所から浅所へ移動していることがうかがわれた。

表7 ヨ瀬の水深別海藻着生量(湿重量)

単位: g/m<sup>2</sup>

種類/定点	St.5(2m)	St.3(5m)	St.1(8m)
ヤツマタモク	840	620	0
ジョロモク	3,813	0	0
ノコギリモク	13	1,433	3,813
カナギモク	73	0	0
ホンダワラ	300	0	0
マメダワラ	0	107	0
アカモク	0	4	0
イソモク	0	127	0
アラメ	20	13	0
マクサ	47	0	0
計	5,107	2,304	3,813

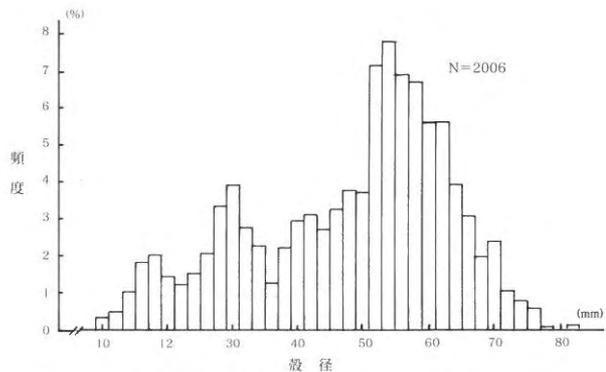


図11 放流したアカウニの殻径組成

表8 ヨ瀬の水深別動物生息量(アカウニ採取前)

単位: 個/m<sup>2</sup>, mm

種類	St.5(2m)		St.3(5m)		St.1(8m)	
	個数	体長	個数	体長	個数	体長
アカウニ	0.8	36.3±15.7	1.7	40.6±16.4	3.4	48.3±12.5
ムラサキウニ	0.3	25.4±4.2	0.5	38.1±18.8	2.1	41.8±6.7
バフンウニ	15.3	23.3±6.1	3.2	30.2±6.0	0.4	33.2±3.7
アワビ	0	—	0	—	0	—
サザエ	0	—	0.4	56.2±15.0	0.4	49.0±21.9
トコブシ	0	—	0.1	60.2±0.0	0	—

表9 移植放流後のアカウニの水深別生息密度

調査日／水深(m)	単位：個/m <sup>2</sup>				
	8	6.5	5	3.5	2
放流前	0	—	0	—	0
H6.12.27	6.60	0.48	0.44	0.24	0
7.4.17	3.80	0.12	0.60	0.16	0.56
7.6.28	1.72	—	0.60	—	0.48
7.8.22	1.04	0.38	0.75	0.44	0.96

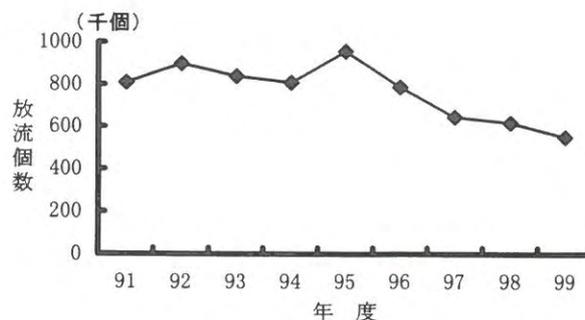


図12 福岡県内のアカウニ放流実績

### 3. 適正放流サイズの再検討

福岡県では、平成2年からアカウニの事業化が始まり、殻径10mmの放流用種苗100万個を安定的に生産している。しかし、地域漁協によって放流効果に対する認識に大きな差が生じている。その大きな原因の一つとして、漁業者による放流手法が考えられる。県では、アカウニの種苗放流は風の日に潜水で行い、転石の隙間に少量ずつ広範囲に丁寧に放流するよう指導している。

しかしながら、現地調査等によると漁業者のアカウニ放流実態は、船上から種苗をばらまいたり、素潜りであっても放流にかかった時間や人数から考えると丁寧とはいえず、漁業者に県の指導はあまり浸透していないと考えられる。また、このような放流をしている漁協では放流効果を疑問視する声が多く、放流規模を縮小したり、事業から撤退していく場合も少なくない。県内のアカウニ放流実績を図12に示したが、放流数は7年の958千個を境に減少傾向にあり、11年には551千個と7年の57.5%まで落ち込んでいる。

そこで、漁業者による放流方法の実態を把握した上で、漁業者の船上ばらまき放流や潜水による粗雑な放流を行った場合の着底時のアカウニ種苗の状態や、着底後安定状態を保つまでの時間、漁業者が行う素潜り放流のシュミレーションによる生残率の把握を、福岡県栽培漁業公社で生産された殻径10、15、20mmサイズの種苗を用いてそれぞれ行い、その結果から放流サイズの再検討を行った。

## 方 法

### (1) 放流実態聞き取り調査

県内でアカウニの種苗放流を行っている主要11漁協に対し、11年に行った放流方法と放流効果に対する意識について聞き取り調査を行った。さらに、素潜りによる放流を行ったと回答した漁協からは、放流に要した時間、潜水作業に従事した人数について調査した。

### (2) 水中落下試験

11年6月15日に宗像郡大島村地先にあるヨ瀬の水深5m域に漁船を停泊させ、サイズ別のアカウニ種苗10個体を船上から着水時の方向を変えて投入し、着底時のアカウニの向きを観察した。試験に使用したアカウニの平均殻径は、10mmサイズが $11.3 \pm 0.9$ mm、15mmサイズが $16.8 \pm 1.6$ mm、20mmサイズが $22.8 \pm 2.0$ mmであった。試験時の海況は風で、潮の流れによる影響がないように潮止まりの時間帯に行った。なお、着底時の観察はスキューバ潜水で行った。

### (3) 種苗反転試験

裏返して着底した個体が、反転して安定状態を保つまでにかかる時間を把握するために、プラスチック製のバットに海水を張り、その中に口部を上にした裏返しの種苗10個体を入れ、反転するまでにかかった時間を計測した。試験時の水温は $22.5^{\circ}\text{C}$ であった。試験に使用したアカウニ種苗の平均殻径は、10mmサイズ $11.4 \pm 0.9$ mm、15mmサイズ $15.3 \pm 0.9$ mm、20mmサイズ $20.5 \pm 1.1$ mmであった。試験は各サイズ3回行い、それぞれの試験ごとに種苗は取り替えた。

### (4) 放流試験

11年6月15日に、宗像郡大島村ヨ瀬の水深3~4m域において、人頭大の石を敷き詰めた $5 \times 5$ mの人工礁を3基作成し、各サイズ500個体放流した。試験に使用したアカウニの平均殻径は10mmサイズ $11.3 \pm 0.9$ mm、15mmサイズ $16.8 \pm 1.6$ mm、20mmサイズ $22.8 \pm 2.0$ mmであった。放流時の海況は風で、潮止まりの時間に行った。放流方法は種苗をプラスチックの籠に移し、職員がスキューバ潜水で行ったが、漁業者による粗雑な素潜り放流に近づけるため、種苗を少量ずつ石の隙間に入れるのではなく、石の上約1mの場所から種苗をばらまく方法を

用いた。放流後の追跡調査は放流23日後の7月8日に行い、スキューバ潜水により人工礁を解体してすべての放流アカウニを回収した。

## 結 果

### (1) 放流実態聞き取り調査

11漁協に対する聞き取り調査の結果、放流方法は船上からのばらまき放流が3漁協、水深1m程度の浅所に腰まで浸かって放流が1漁協、素潜りによる放流が6漁協、潜水器を用いての放流が1漁協であった。船上からのばらまき放流と浅所に腰まで浸かって行う放流をしたと回答した4漁協は、いずれも放流効果はあまりないと回答している。潜水器を用いて放流していると回答した漁協は、放流効果はあると回答している。

素潜りで放流を行ったと回答した6漁協について、さらに詳細な聞き取り調査をした結果を表10に示した。潜水に從事した人数はE漁協が15人であった他は1~6人という少人数で行われていた。放流作業にかかった時間は60~120分であり、大半が60分程度で放流作業を終了している。そこで、1人1時間あたりの種苗放流数をみると、800~25,000個/人・時であった。この数字と放流効果に対する意識を比較すると、1,000個以下の組合は放流効果があると回答し、それ以上になると放流効果はあまりないという回答をしている。

### (2) 水中落下試験

船上ばらまき放流による着底時の種苗の状態を表11に示す。10mmサイズは、正逆どちら向きに着水しても、着底時にはすべて口部が上向きの裏返し状態となった。

表10 素潜り放流実施漁協の実態

漁協	潜水人数 (人)	放流時間 (分)	放流個数 (個)	1人1時間あたり の放流個数(個)	放流効果に 対する意識
A	1	60	25,000	25,000	あまりない
B	5~6	60	50,000	8,300	〃
C	3	90	20,000	4,400	〃
D	5~6	60	15,000	2,500	〃
E	15	120	30,000	1,000	ある
F	5~6	60	5,000	800	〃

表11 船上ばらまき放流による着底時の種苗の状態

サイズ	着水時 着底時	裏返し		正 常	
		裏返し	正 常	裏返し	正 常
10mm		10	0	10	0
15mm		10	0	0	10
20mm		10	0	0	10

15、20mmサイズは着水時の向きでそのまま落下し着底した。

潮流による影響を再現するため、足ひれを用いて落下途中の種苗をおおいでみたところ、船上から落下した場合と同様に、10mmサイズはすべて裏返し、15、20mmサイズは扇いだ後の安定した状態でそのまま着底した。

### (3) 種苗反転試験

試験中バットの角を利用して起きあがった個体があったためそれを除外した結果、各サイズの有効個体数は29個となった。これらの反転にかかった時間を1分ごとにとりまとめ、その結果を図13に示した。

1分以内に反転を完了し、安定した体勢をとった個体は、20mmサイズが82.8%、15mmサイズが62.1%、10mmサイズが34.5%と大型個体ほどその割合が高かった。また、10mmサイズでは、3分を超えても反転できない個体が10.3%みられた。

### (4) 放流試験

追跡調査の結果を表12に示す。各サイズ放流個体数500個に対し生残個数と生残率は、20mmサイズが484個、96.8%、15mmサイズが422個、84.4%、10mmサイズが207個、41.4%で、20mmサイズでは放流直後の減耗がほとんどみられなかったのに対し、10mmサイズでは1/2以下の生残率であった。

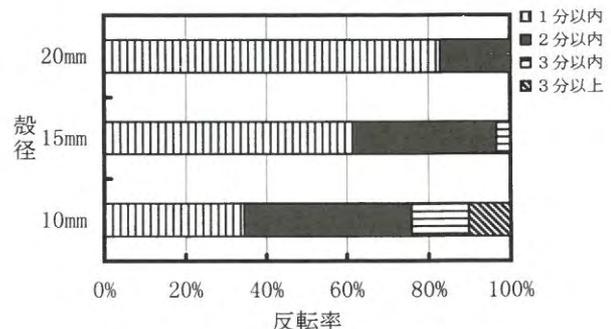


図13 裏返したアカウニの殻径別時間別反転率

表12 放流試験における放流1ヶ月後の生残率

サイズ	放流個数	回収個数	生残率
10mmサイズ	500	207	41.4%
15mmサイズ	500	422	84.4%
20mmサイズ	500	484	96.8%

## 考 察

県では平成2年の事業開始当初「アカウニ資源培養の手引き」というパンフレットを作成し、研究所職員が関係漁業者に対し放流指導を行った。はじめのうちは、指導した放流方法に沿って丁寧な放流を心がけてきた漁業者も、船上からのばらまき放流を行うなど次第に手を抜きはじめたため、7年には「アカウニ放流マニュアル」を作成し漁業者へ再度放流方法の周知徹底を図ってきた。

聞き取り調査の結果から、現在県内で行われている種苗放流の方法は4種類あるが、そのうち船上からのばらまき放流は、水中落下試験の結果から殻径10mmサイズの種苗では着底時にすべて口部が上向きの逆さま状態となるためウニやヒトデ、魚類等の外敵に襲われやすい。さらに、潮流や波浪によって種苗が流され、放流適地に着底させることが困難である。また、水深1m程度の場所に腰まで浸かって放流する方法は、この水深帯が放流直後の6～7月に行われるバフンウニ漁の主漁場と重なる場合が多く、バフンウニ漁場と重なる場所では放流直後の減耗は少なくとも、ウニ漁によって返される石につぶされるため放流効果は低いものとなる。これらのことから、この2種類はアカウニの放流方法としては適さないものといえる。

また、県の指導にそって素潜りによる放流を行っている組合でも、1人1時間あたりの放流個数に大きな差があることが分かった。研究所職員が種苗放流試験等でアカウニを放流する場合、スキューバダイビングを用いても、1時間あたり2,000～3,000個程度しか放流できない。素潜りであれば息継ぎの時間もあることから、石の隙間に少量ずつ丁寧に放流すると、半分の1,000～1,500個程度しか放流できないであろうと考えられる。このことから、素潜りで放流したという組合の中でも、

丁寧に放流していると思われる漁協はE、Fの2漁協しかなく、それ以外の漁協は、短時間に大量の種苗を放流していることから、石の上にばらまき等粗雑な放流を行っているかと判断される。

二島ら<sup>10)</sup>はアカウニ栽培漁業を事業化するにあたり、10mmサイズのアカウニの生残率を調査した結果、研究所職員がスキューバ潜水で丁寧に放流した場合、放流サイズ(0才)から漁獲サイズである殻径50mm(2才)までの生残率は漁場の底質や環境で大きく差があるものの、大島地先の山振で49.4%と推定されると報告している。今回漁業者とはほぼ同様な放流方法で行った10mmサイズの放流試験では、潜水による放流を行ったにもかかわらず放流後わずか23日目で41.4%まで生残率は低下している。この結果から考えると、漁業者の間からアカウニ種苗放流の効果を疑問視する声が出てきているのは、殻径10mmの放流サイズに必要な潜水による丁寧な放流が、漁業者にはなかなか受け入れられないことが原因と考えられる。これらのことから、これまで指導してきたような高度な放流手法を漁業者に要求することに無理があったのではと判断せざるを得ない。

今後も、県としては潜水による丁寧な放流を指導していくが、これまでの漁業者の放流実態を考えた場合、潜水による粗雑な放流であっても放流効果が望める、種苗の大型化も検討しなければならない。

そこで、漁業者が行う素潜りによる放流で、15mmサイズと20mmサイズのどちらがより放流効果の向上がみられるか検討してみた。

投資効率の比較を表13に示した。投資効率の算出は、まず二島ら<sup>10)</sup>が行ったアカウニの年齢別生残率の0才の生残率を今回行った放流試験の生残率に置き換え、そこから推定される3才までの生残率と、太刀山ら<sup>11)</sup>が宗像郡地島地先の種苗放流漁場において、漁期前と漁期後の資源量の差から推定した漁獲率83.0%を用いて、種苗

表13 種苗サイズ別推定投資効率

	放流サイズ	放流個数	年齢別生残率	漁獲率	回収個数
回収個数	15mmサイズ	10,000個	$(0.844 \times 0.879 \times 0.896 \times 0.810)$	$\times 0.83$	$= 4,465$ 個
	20mmサイズ	10,000個	$(0.968 \times 0.879 \times 0.896 \times 0.810)$	$\times 0.83$	$= 5,129$ 個
投資効率	15mmサイズ	回収個数 4,465個	必要個数/箱 7	単価/箱 $\times 1,300$ 円	種苗購入費 $\div 150,000$ 円
	20mmサイズ	5,129個	7	$\times 1,300$ 円	$\div 200,000$ 円
					投資効率 $= 5.52$ $= 4.76$

10,000個放流した場合のサイズ別の推定回収個数を算出した。次に板ウニ1枚あたりに必要なアカウニ個体数を7個、板ウニ1枚あたりの販売単価を1,300円/枚、種苗の購入単価を1円/mmの基準を用い、15mmサイズ15円/個、20mmサイズ20円/個と仮定し投資効果を算出した。その結果、投資効率は15mmサイズが5.52、20mmサイズが4.76となり、15mmサイズの方が0.76上回った。しかし、15mmサイズ10,000個の購入費用150,000円で20mmサイズは7,500個購入できるが、この数値を基に投資効率算出と同じ計算をした場合、水揚げ金額は、15mmサイズが829,214円、20mmサイズが713,886円で、その差は115,328円である。また、今回の投資効率の算出については、放流1年後の生残率をわずかに約1ヶ月後の生残率に置き換えて算出したものであり、その後のへい死を考えるとこの数字の差は小さくなる。

さらに、反転試験の結果から潮の流れによる影響のない止水状態であっても1分以内に裏返し状態から反転し、安定した状態を保つ割合が15mmサイズは20mmサイズに比べ20ポイントも劣り、潮の流れによる影響が加わればその差はさらに広がると推察される。しかしながら、放流試験の結果を見ると15mmサイズと20mmサイズでは、初期減耗に反転試験結果ほどの大きな差は見られなかった。これは、今回の放流試験を行った日が凪であったこと、潮止まりの時間に放流を行ったことが原因と思われ、実際の漁業者は放流時の海況にあまりこだわらないため、サイズによる反転能力以上の差が加味されると考えられることから、15mmサイズと20mmサイズの生残率の差はさらに広がるものと推察される。

以上のことから、サイズによる反転能力の差や漁業者が放流を行う時の海況を総合して判断した場合、今後放流効果を向上させるためには、15mmサイズよりも20mmサイズの種苗を放流することが望ましいと考えられる。

## II 放流環境要因調査（エゾアワビ）

### 1. 漁場におけるアワビの異常へい死（ヤセ貝）状況の把握

昭和60年6月に宗像郡地島でアワビの異常へい死が初めて報告され、以降、平成2、3、4年の6月に地島で、4年8月に岩屋で、6年6月には筑前海一帯でへい死の報告があった。また、極めて肥満度の低い「ヤセ貝」も認められている。そのため、漁場における「ヤセ貝」の発現状況を調査した。

## 方 法

### (1) 飢餓試験

無給餌状態でのアワビの肥満度の変化をみるために、0.2 t のFRP製角型水槽にアワビ2個体を収容し、無給餌で流水飼育した。さらに、FRP製の蓋で覆い付着珪藻の増殖を防いだ。また、アラメを餌料として与える対照区を設け2個体を収容した。両区とも供試アワビには割ピンにより個体識別が可能な標識を施し、それぞれ2水槽、計4水槽設定した。試験期間は、8年5月7日～9年1月8日で、試験終了時に、殻長、体重、軟体部重量を測定し、肥満度を導いた。

### (2) 漁場における「ヤセ貝」発現状況

8～11年度に宗像郡大島村で海士漁期（7～9月）及び磯見漁期（12～3月）に2～3回、漁獲された全てのアワビのうち外観上で極めて肥満度の低い「ヤセ貝」を抜き取り、発現状況を調べた。また、ヤセ貝が認められた9年1月13日調査分では、「ヤセ貝」及び「正常貝」の殻長、体重、軟体部重量を測定し、肥満度を比較した。

## 結果及び考察

### (1) 飢餓試験

試験期間中のアワビのへい死は、無給餌区で8年7月15日に1個体、9月26日に1個体の2個体で、試験に用いた4個体のうち残り2個体は、約8ヶ月の試験期間、無給餌状態でもへい死せず生存した。また、給餌した対照区のへい死個体は1個体であった。

9年1月8日試験終了時に測定した肥満度を表14に示した。肥満度（軟体部重量/体重）の平均は、無給餌区は $0.53 \pm 0.02$ に対し、給餌区は $0.64 \pm 0.04$ であり、両者に有意な差（ $\alpha = 0.01$ ）が認められた。

表14 アワビの肥満度

試験区	肥満度（軟体部重量/体重）
<b>飢餓試験</b>	
無給餌区	$0.53 \pm 0.02$
給餌区	$0.64 \pm 0.04$
<b>漁場</b>	
痩せた貝	$0.62 \pm 0.03$
正常貝	$0.71 \pm 0.02$

(2) 漁場における「ヤセ貝」発現状況

「ヤセ貝」の出現割合を表15に示した。海士（夏季）漁では、8年度1,042個体、9年度1,452個体、10年度は2,028個体、11年度は1,949個体のアワビを調べたが、そのうち、外観で肥満度が低い個体は認められなかった。磯見（冬季）漁では、8年度は700個体のうち8個体、9年度は740個体のうち3個体の「ヤセ貝」が認められたが、兩年ともその割合はそれぞれ1.1%、0.4%と低かった。また、10年度は1,682個体、11年度は994個体を調べたが、外観で肥満度が低い個体は認められなかった

8年度磯見漁において肥満度が低かった8個体のうち6個体と正常貝10個体について肥満度を測定し、その結果を表14に飢餓試験結果とあわせて示した。肥満度の平均値は、痩せた貝が $0.62 \pm 0.03$ で、正常貝の $0.71 \pm 0.02$ に比べ低い値であった。さらに、痩せたアワビの組織切片を作成しHE染色により種苗生産で発生する筋萎縮症の症状の有無を調べたが、病変は確認できなかった。

2. 産卵実験による南方域におけるエゾアワビの再生産の確認

太刀山ら<sup>11)</sup>は、室内試験においてクロアワビとエゾアワビの正逆交雑1代目の発生を確認している。また、門間<sup>12)</sup>はクロアワビ♀×エゾアワビ♂の交雑1代目と、それらを親貝に用いた交雑2代目の発生を確認しているが、その他の組み合わせについては検討されていない。

そこで、在来種であるクロアワビと北方種のエゾアワビ交雑2代目の各種組み合わせによる再生産の可能性について検討した。

方 法

(1) 自然産卵時期の確認

エゾアワビ及びクロアワビの自然産卵状況を把握するために、両者の成貝をそれぞれ別の水槽で飼育した。飼

育水には濾過海水を用い、排水を60μmのミューラガーゼを張った網で受け、毎日、網内の卵の有無を確認した。試験期間は7年8月24日～12月28日で、餌料としてアラメを用いた。

供試貝は試験直前に宗像郡大島村で採取したもので、クロアワビが殻長 $120.7 \pm 11.5$ mm、体重 $225.8 \pm 61.2$ gのもの9個体、エゾアワビは殻長 $111.7 \pm 12.2$ mm、体重 $183.5 \pm 61.9$ gのもの10個体である。

(2) クロアワビ×エゾアワビ交雑1代目・2代目の再生産

① 孵化幼生確認試験

親貝は糸島郡芥屋地先産クロアワビ、青森県産エゾアワビ及び平成5年度に筑前海研究所で生産したエゾアワビ♀×クロアワビ♂、クロアワビ♀×エゾアワビ♂それぞれの交雑1代目を用いた。飼育は砂濾過海水による流水で行い、アラメ等の生海藻や乾燥コンブを残餌を確認しながら給餌した。採卵は8年10月30日（水温 $20.4^{\circ}\text{C}$ ）に行った。それぞれの親貝を雌雄別に5～10個体30lパンライトに収容し紫外線照射海水と暗黒処理による誘発刺激を加えた。

試験区は表16に示した16区をそれぞれ各2セット設定した。受精は1lピーカー内で行い、800ccの紫外線照射海水を入れ、未受精卵を10粒/cc（8000粒/区）の密度で収容し、媒精した。受精後は同ピーカーを用い止水にして弱い通気を行い、温度調節可能なクローズキャビネットにて $20^{\circ}\text{C}$ 恒温状態とし12時間照明、12時間暗黒状態で飼育した。

受精6時間後に各試験区100個体以上について光顕観察を2回行い、卵割の確認をもって受精とした。孵化率は1cc中に存在するベリジャー幼生の正常個体数を各試験区12回計数し、最大値、最小値を削除した10回分の平均値によるものとした。

② 着底確認試験

親貝は孵化幼生確認試験と同じものを用い、採卵は8年11月12日（水温 $19.3^{\circ}\text{C}$ ）に行った。誘発刺激は紫

表15 「ヤセ貝」の出現状況

漁業種類	海 士				磯 見			
	8	9	10	11	8	9	10	11
調査年度	8	9	10	11	8	9	10	11
サンプル数(個)	1,042	1,452	2,028	1,949	700	740	1,682	994
ヤセ貝の数(個)	0	0	0	0	8	3	0	0
出現割合 (%)	0	0	0	0	1.1	0.4	0	0

外線照射海水、暗黒処理、干出2時間及び3.7℃の加温を行った。

試験区は表16に示した8区を設定し、受精は301パネルライト水槽内で行った。受精後は、2001角形水槽に1.0粒/cc (200千粒/区)の密度で収容し、砂濾過海水を微流水にして弱い通気を行って飼育した。採苗時には予め珪藻をつけた波板を30枚収容した。着底は、波板上に付着した稚貝の有無によって確認した。

## 結果及び考察

### (1) 自然産卵時期の確認

飼育水温は図14に示したように28~10℃であった。産卵が確認できたのは、エゾアワビでは7年10月16日(水温21.7℃)及び10月20日(21.2℃)の2回であったが、10月16日に得られた卵では精子の付着、受精及びその後の発生が認められなかったことから、放精はなかったと考えられる。一方、10月20日の卵は受精しており、その後付着稚貝まで確認した。他方、クロアワビの放卵はみられなかった。本県でクロアワビの卵が得られなかった原因として、用いた飼育水が濾過海水であったことが推測される。

### (2) クロアワビ×エゾアワビ交雑1代目・2代目の再生産

母貝の殻長及び放卵数を表17に示した。交雑1代目のエゾアワビ♀×クロアワビ♂(平均殻長87.5mm)8個体は10,575千粒、クロアワビ♀×エゾアワビ♂(平均殻

長69.7mm)6個体は6,945千粒を放卵した。また交雑1代目の雄についても十分な放精が見られた。

各試験区における受精率を表18に、孵化率を表19に示した。エゾアワビ♀×クロアワビ♂、クロアワビ♀×エゾアワビ♂の交雑1代目雌が関与する試験区では受精率の平均が65.0、69.7%、孵化率が19.0、32.6%、純系クロアワビ、純系エゾアワビの雌が関与する試験区では受精率が80.0、66.5%、孵化率が47.2、27.2%であった。またエゾアワビ♀×クロアワビ♂、クロアワビ♀×エゾアワビ♂の交雑1代目雄が関与する試験区においては受精率が86.0、81.3%、孵化率が40.6、38.7%、純系クロアワビ、純系エゾアワビの雄が関与する試験区では受精率が89.7、29.7%、孵化率が21.3、25.5%であった。なお、全ての試験区でベリジャー幼生までの発生が確認された。

着底確認試験では、全試験区で付着稚貝が確認された。孵化幼生確認試験において全ての区で受精、孵化、及

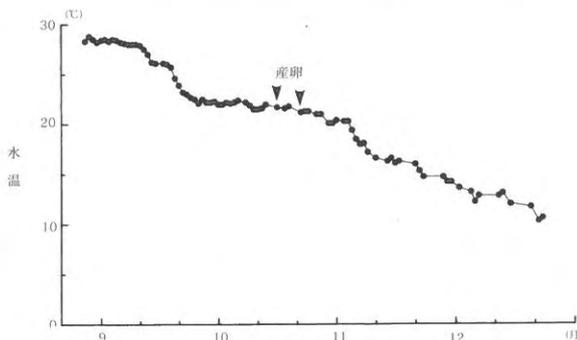


図14 飼育水温の推移

表16 孵化幼生及び着底確認試験区の概要

雄 \ 雌	純系クロアワビ	純系エゾアワビ	F1(エゾ♀×クロ♂)	F1(クロ♀×エゾ♂)
純系クロアワビ	◎○×	◎○×	○	○
純系エゾアワビ	◎○×	◎○×	○	○
F1(エゾ♀×クロ♂)	○	○	○×	○×
F1(クロ♀×エゾ♂)	○	○	○×	○×

○は孵化幼生確認試験を行った試験区、×は着底確認試験を行った試験区を示す。  
◎は既に幼生までの発生が確認された報告があるもの。

表17 母貝の放卵状況

母貝	放卵母貝数(個)	放卵数(千粒)	殻長	履歴
純系クロアワビ	16	12,800	—	糸島郡芥屋地先採取
純系エゾアワビ	5	1,695	85.6~89.1	青森県地先採取
F1(エゾ♀×クロ♂)	8	10,575	72.2~97.6	5年度生産貝
F1(クロ♀×エゾ♂)	6	6,945	62.8~74.5	5年度生産貝

表18 各試験区における受精率

単位：%

雄	雌	純系クロ	純系エゾ	F 1 (エゾ♀×クロ♂)	F 1 (クロ♀×エゾ♂)
	純系クロ	84.5	87.7	93.8	92.8
純系エゾ	59.1	26.4	15.9	11.3	
F1 (エゾ♀×クロ♂)	88.3	76.9	88.4	89.3	
F1 (クロ♀×エゾ♂)	90.7	77.5	69.3	80.8	

表19 各試験区における孵化率

単位：%

雄	雌	純系クロ	純系エゾ	F 1 (エゾ♀×クロ♂)	F 1 (クロ♀×エゾ♂)
	純系クロ	24.2	25.0	13.4	22.5
純系エゾ	57.9	18.8	14.6	10.8	
F1 (エゾ♀×クロ♂)	64.2	35.0	29.6	33.4	
F1 (クロ♀×エゾ♂)	42.5	30.0	18.3	63.8	

びペリジャー幼生までの発生が確認された。ただ、受精率、孵化率が全体的に低い値を示していた。これは、ピーカー内で受精したため、洗卵が不十分であったことに加え、飼育環境が良好でなかったことによると考えられる。また、純系エゾアワビの精子を用いた試験区は他の精子を用いた試験区に比べ受精率、孵化率ともに低い傾向を示した。しかし、エゾアワビの雌と受精させたエゾアワビ純系区の場合も同様に低い値であったことから、媒精時に用いた純系エゾアワビの精子が良好な状態でなかったと推定される。

今回の実験でクロアワビとエゾアワビの交雑2代目は、受精、孵化、及び着底まで人為的には可能であることが確認された。しかしながら、天然域においてアワビの交雑種が発生するためには、両者が同じ場所に存在し、成熟期及び放卵・放精時期が重複すること等が必要条件となる。したがって、人為的に交雑した今回の実験から天然域での交雑種発生の有無を判断することはできない。

しかし、筑前海における放流エゾアワビの成長は、在来種であるクロアワビと差がないこと<sup>7)</sup>、今回の実験で少なくとも交雑1代目のエゾアワビ♀×クロアワビ♂は殻長97.6mm、エゾアワビ♀×クロアワビ♂は殻長74.5mmで放卵することから、4年秋にはクロアワビとエゾアワビの交雑1代目が、8年秋には交雑2代目が発生している可能性も否定できない。

### 3. 分子生物学的手法による南方域におけるエゾアワビの再生産の確認

#### (1) AFLP法によるアワビ集団の遺伝変異保有量の解析

近年、DNA解析は様々な研究分野で多様な生物種において利用されている。水産生物においてもDNA多型の検出による集団遺伝学的な解析や種の判別などが多くの魚種で進められている<sup>13)</sup>。DNA多型の検出法には多くの手法があり、塩基配列の情報が得られ、プライマーの設計開発が進んだ魚種ではDNAマイクロサテライト法と呼ばれる、感度が高く再現性の優れた手法が使われている。一方DNA塩基配列に関する情報が無いが、あっても少ない魚種の多型検出にはRFLP(Restriction Fragment Length Polymorphism)法、RAPD(Random Amplified Polymorphic DNA)法、AFLP(Amplified Flagment Length Polymorphism)法などがある。RFLP法は多くの実績があり技術的に確立されているが、多量のDNAを必要とし操作が煩雑であるため多サンプルの解析に適していない。RAPD法は簡便で、必要とするDNA量も微量で構わないが再現性が低いという欠点を抱えている。一方、AFLP法は必要とするDNAは微量であり、再現性も高く、1回の解析で検出されるマーカーの数も多いことから有望視される技術であるが、現状ではRIもしくはnonRIの場合にはシーケンサーを必要とする。

福岡県におけるアワビの栽培漁業は、種苗放流による生産性の増大が図られ成果を上げていたが、筋萎縮症の発生によるクロアワビ種苗生産の難しさから、一時期エ

ゾアワビの種苗生産、放流が積極的に行なわれた。また、現在でも、一部ではあるがエゾアワビの放流は続けられている。このことが生態系に与えた影響や、今後の種苗放流が遺伝的多様性に与える影響を検討し、種苗放流効果と再生産の推定を行なうことなどがアワビ栽培漁業の重要な課題である。これらの課題を解決するため、天然アワビDNAをAFLP法を用いて解析し、天然アワビ集団の遺伝変異保有量について推定した。また得られた多くのAFLPマーカーの中から、クロアワビとエゾアワビを識別できるマーカーが存在しないか検討した。

### 材料及び方法

**サンプル** クロアワビのサンプルとして8年に福岡県大島地先で採集された個体と11年に静岡県で採集された個体を用いた。また、エゾアワビのサンプルとして8年宮城県で採集された個体を用いた。供試個体数は各サンプル10個体であった。各サンプルは採集後、DNA抽出処理まで-20℃で冷凍保存した。

**DNA抽出** DNAは各個体の筋肉部からSDS-フェノール法を用いて抽出した。抽出後AFLP処理を行なうまで-20℃で保存した。

**AFLP法** AFLP処理はパーキンエルマーバイオシステムズ社のAFLP Plant Mapping Kit Regular Plant Genomes用を用いた。プロトコールは添付マニュアルに従い、以下のように行なった。

- 1) サンプルDNA0.05 μgを制限酵素EcoRIとMseI並びにT4DNAリガーゼで25℃ 1晩処理し、DNAの切断とアダプターのライゲーションを行なう。
- 2) アダプターに相補的なプライマーを用いてPre Selective PCRを行なう。
- 3) 電気泳動を行なって増幅断片が得られていることを確

認する。

4) EcoRI側にAGG、MseI側にCTTの塩基配列を加えたプライマーペアを用いてSelective PCRを行なう。

5) パーキンエルマーバイオシステムズ社のGenetic Analyzer 310によって増幅断片を検出する。

**データの解析** 各サンプルの遺伝的類似度を示す指標として2個体間で検出された総断片数に占める共有断片数の割合 (Band Sharing Indices : BSI) を用い、集団内と集団間の平均を求めて集団の遺伝的な類似度を求めた。

なお、 $BSI = 2N_{ab} / (N_a + N_b)$  によって計算した。なお  $N_{ab}$  は個体 a 及び b に共有する断片数、 $N_a$ 、 $N_b$  は a、b 各個体に認められた断片数を示すものとする。

### 結果及び考察

増幅断片は図15に示すように50bpから500bpの間に検出された。また、図16に示したように同一の個体から単離したDNAではAFLPパターンは完全に一致することを確認し、SDS-フェノール法で単離したDNAがAFLP解析に使用できること、植物用のAFLPキットでもアワビDNAを処理できることが判明した。

しかし、300bp以上の増幅断片では検出されるピークの幅が広くなり、データの信頼性が低下する傾向が認められたため、解析からは除外した。また、図中の縦軸に相当する検出断片のピークが200未満のものについても除外し、強い蛍光ピークが得られた増幅断片のみを解析することとした。

増幅断片サイズ50~300bpで、ピークが200を超える条件を満たした断片数は、福岡県のクロアワビが42~55本 (総断片数103本)、静岡県のクロアワビが39~51本 (総断片数89本)、宮城県のエゾアワビが38~55

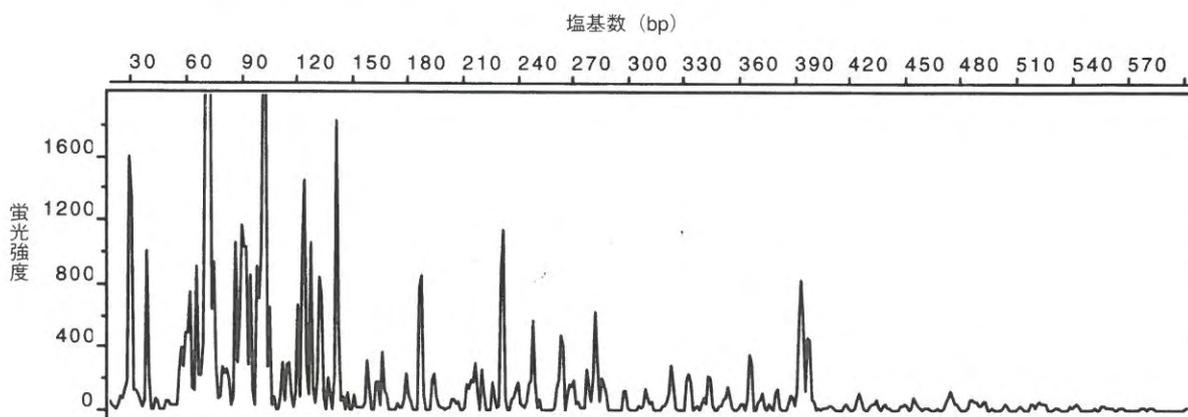


図15 アワビDNAのAFLP解析パターン

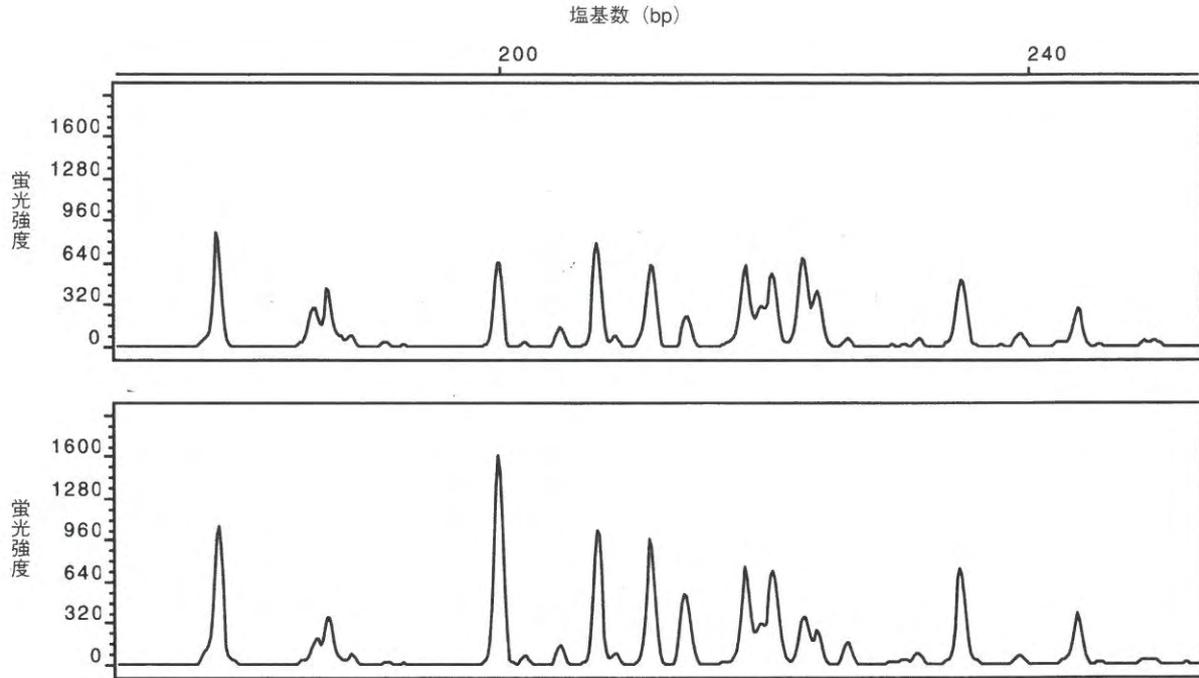


図16 同一の個体から採集したDNAのAFLPパターン

本（総断片数85本）認められ、総断片数は142本であった。各サンプルの遺伝的多様度の指標と考えられる各県ごとのすべてのサンプルで認められた断片数、すなわち単型を示した断片数は福岡県が16.5%にあたる17本、静岡県が24.7%にあたる22本、宮城県が18.8%にあたる16本であった。すべての30サンプルで認められた共通の断片は、塩基数61bp、64bp、98bp、100bp、122bp、136bp、200bp、212bp及び279bpの9本であった。

各個体間のBSIから求めた各集団内と集団間のBSIの平均を表20に示した。集団内は静岡県0.749、宮城県0.722、福岡県0.713となり、静岡県がもっとも遺伝的類似度が高く、福岡県がもっとも低い結果となった。

集団間のBSIの平均は、福岡県と静岡県間が最も高く、0.709となり、福岡県と宮城県間が0.657と最も低くなった。各集団間のBSIは有意な差が認められた（t検定  $P < 0.05$ ）。これは地理的隔離距離が長いほど遺伝的類似度が低下することを示していると同時に、クロアワビとエゾアワビの遺伝的分化程度を示している可能性も推察された。これについては、数多くのサンプルを解析することによって明らかになるものと考えられ、現在各地のサンプルを採集、解析中である。また、クロアワビ、エゾアワビの他にメガイアワビ、マダカアワビ等も同様に解析し比較することも必要であると考えられるので、今後検討したい。

表20 各県アワビの集団内と集団間のBSIの平均

	福岡県	静岡県	宮城県
福岡県	0.7134 ± 0.050	0.7090 ± 0.045	0.6571 ± 0.051
静岡県		0.7494 ± 0.040	0.6720 ± 0.049
宮城県			0.7223 ± 0.055

今回使用したEcoRI-AGG、MseI-CTTのプライマーペアではクロアワビとエゾアワビを明確に識別するマーカーは見つからなかった。しかし、例えば112bpの増幅断片はすべての宮城県のエゾアワビで認められるが、クロアワビでは福岡県の1個体にしか認められなかった。また133bpの断片は多くのクロアワビで認められたが、エゾアワビでは1個体にのみ認められた特徴のある断片であった。キットにはプライマーペアの組み合わせは計64通りあり、残り63通りのプライマーペアの組み合わせの中に有効な識別マーカーが存在する可能性は高いものと考えられた。

今年度の研究の結果、蛍光標識によるAFLP法で、アワビ集団の遺伝変異保有量の推定が可能であった。これまで貝類に対してAFLP法を利用した解析例はなく、今後有望視される。AFLP法は再現性が高いため、RAPD法のように比較するサンプルを同時に処理する必要はなく、同じプライマーペアを使用した場合には、異なる解

析処理ごとのデータを比較することが可能である。つまり、今後他地区のアワビを解析した場合にも、今回のデータはそのまま利用できるということである。これはこれまでの多型解析手法ではできなかったことであり、AFLP法の最大のメリットであると言える。また、同じサンプルでもプライマーペアの組み合わせを変えることによって、データの信頼性は高まることが期待される。

## (2) 遺伝子マーカーによるクロアワビ類の集団構造の分子生態学的研究 (委託研究分)

### 1) RFLP法によるエゾアワビ、クロアワビ判別手法開発の試み (平成8年度実施)

クロアワビ (*Haliotis discus*) は、暖水域に生息するクロアワビ (*Haliotis discus discus*) と冷水域に生息するエゾアワビ (*Haliotis discus hannai*) に分けられる。両者を別種とする説もあるが、多くの研究者は両者を同一種の亜種に相当すると考えている。

近年、クロアワビの生息域にエゾアワビ種苗の放流が行われるようになってきており、クロアワビ天然集団の遺伝的な攪乱をもたらす悪影響が懸念されている。こうした影響の有無や程度を評価するためには、1) 放流された種苗のうち、どの程度のものが、成熟し再生産をおこなっているのか、2) どのくらいの頻度で雑種が形成されているのか、3) 雑種の遺伝形質は、2代目以降に受け継がれるのか、などの点を定量的に明らかにする必要がある。しかし幼若期に両者を形態から弁別するのは、非常に困難であるので、形態以外の情報に基づく識別手法の開発が急務である。

最近の、PCR法やダイレクトシーケンス法の普及により、集団解析に十分な個体数のサンプルについて、遺伝子上の変異を直接定量化することが、比較的短時間・低コストで行えるようになってきた。遺伝子の情報は、組織や細胞の種類、個体の発生段階によらず一定である。またタンパク質を支配する遺伝子のうち、アミノ酸配列を変えないような変異は、自然選択を受けないので、これまでに行われてきたアイソザイム分析に比べ、より環境の影響を受けず、異なる環境下にある地方集団間を、同じ尺度で比較することができる。また、極少量のサンプルで解析が行えるので、浮遊幼生期や定着直後の個体についても、個体毎に分析することが可能である。遺伝情報は親から子へ代々受け継がれていくので、雑種第2代目以降の追跡も可能となる。このような意図のもと、様々な遺伝子マーカーを用いた判別法が研究されている<sup>14), 15)</sup>。

著者らは最近、日本各地で採集されたサザエについて、ミトコンドリアDNA・チトクロームオキシダーゼI (COI) 領域の最も個体変異の大きな下流域の塩基配列を解析した結果、サザエ個体は、遺伝的に大きく異なる2つのグループに分かれることを発見し、それぞれの主な生息地にちなみ、黒潮型・対馬暖流型と名づけた。わが国におけるサザエの全分布域をカバーする12カ所の集団について、2つのグループの出現頻度を比較したところ、1) 黒潮流域の集団と対馬暖流流域の集団の間には有意な遺伝的差異が存在する。2) 瀬戸内海と日本海の間で、若干の遺伝的交流が見られることが明らかになった<sup>16)</sup>。図17に日本周辺における両グループの頻度分布を示す。サザエは暖流の流域にしか生息できず、幼生の分散能力は比較的低い。また黒潮と対馬暖流は九州沖で分岐した後、再び合流することがないので、ふたつのグループは各々の暖流流域に隔離され、分化したもので、最近(約5000年前)の関門海峡の形成後、日本海集団と瀬戸内海集団の間で個体の移動が起こり、現在の分布パターンが形作られたと考えている。

筆者らは、同様の手法がクロアワビ個体群の遺伝的構造の解析にも有効ではないかと考え、クロアワビについて同じ領域を解析したところ、サザエの場合と似た集団内個体変異を発見した。この変異について、クロアワビ及びエゾアワビの天然集団と種苗について、集団の特性を解析・比較した。

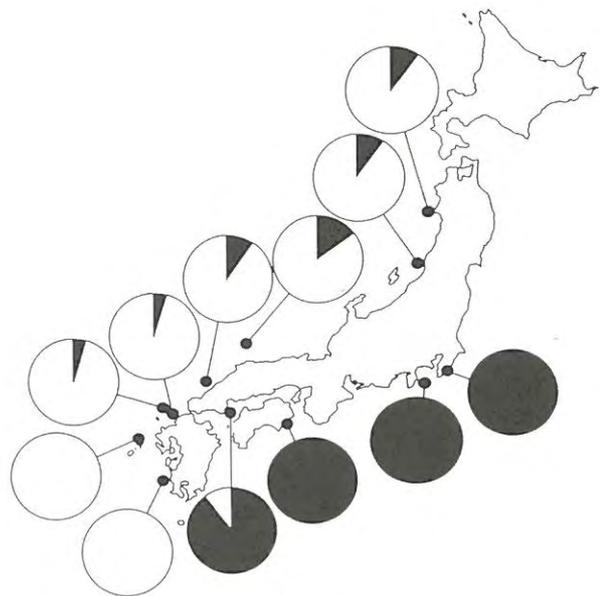


図17 日本周辺におけるサザエ集団の遺伝的構造。各集団20個体について、黒潮流域型ミトコンドリアDNAを持つ個体(黒)と対馬暖流流域型ミトコンドリアDNAを持つ個体(白)の割合を示す。

## 方 法

### ① ミトコンドリアDNAの抽出

以下の操作により、分析するアワビ各個体からミトコンドリアDNAを抽出する。試料が少量の時は、全ての操作をエッペンドルフチューブ (1.5ml) の中でおこなう。また他の個体のDNAによる汚染を防ぐため、乾熱滅菌 (180℃, 2時間) した金属製器具か、使い捨てプラスチック製品のみを用いる。

- a. アワビの中腸腺を緩衝液中ですりつぶす。
- b. 4℃, 毎分2300回転で遠心分離する。
- c. 沈澱物 (細胞片や核) を取り除く。
- d. 4℃, 毎分12000回転で遠心分離する。
- e. 沈澱 (ミトコンドリア) を緩衝液で2回洗浄する。
- f. SDSで、ミトコンドリア膜を破壊する。
- g. 塩化ナトリウムを添加し、SDSを沈澱させ取り除く。
- h. フェノール/クロロフォルムによりタンパク質を除去。
- i. ジメチルエーテルによりフェニールを除去。
- j. エチルアルコールを加え、DNAを沈澱させる。
- k. 4℃, 毎分12000回転で遠心分離し、DNAを回収する。
- l. 70%エチルアルコールで洗浄し、塩類を取り除く。
- m. 乾燥し、滅菌蒸留水に溶解する。
- n. 冷凍保存する。

### ② PCR反応

PCR法は、DNAの特定部分を特異的に増幅する方法である。

PCR法を阻害する物質を除去するため、反応に先立ち、GeneReleaser (BioVenture社) による処理をおこなう

PCRの反応条件は以下の通りである。

- a. 94℃ 1分
  - b. 92℃ 40秒
  - c. 40℃ 1分
  - d. 72℃ 1分30秒
- b～dを40回繰り返す。

PCRプライマーとして、

COI-3 (5'-GTNTGRGCNCAYCATATRTTYACNGT-3')  
COI-6 (5'-CCNCGNCGNTAY(T,A)(C,G)NGAYTAYCC-3')  
を使用した。これらは、後生動物汎用プライマーとして設計されたもので<sup>17)</sup>、ミトコンドリアDNA・COI領域の下流部分、約450塩基対を増幅することができる。

反応終了後、少量 (3 μl程度) をミューピッド電気

泳動装置 (Advance社) で泳動し、産物の量を確認する。

### ③ シークエンス

PCR産物を鋳型として、Sequenase PCR product sequencing kit (United State Chemical社) を用いて、シークエンス反応をおこなう。産物は、放射性元素<sup>32</sup>Pで標識し、アクリルアミドゲル (Longranger, AT Biochem社) で、電気泳動した後、オートラジオグラフィでバンドを検出する。

### ④ RFLP分析

PCR産物を制限酵素Hinf IまたはTspE Iで、37℃で3時間消化した後、ミューピッド電気泳動装置またはサブマリン型電気泳動装置 (関東理化学) で泳動し、切断の有無を確認する。

## 結 果

福島県産の親貝を用いたエゾアワビ種苗 (以下福島産エゾアワビ種苗とする。) と長崎県産の親貝を用いたクロアワビ種苗 (以下長崎産クロアワビ種苗とする。) 各10個体からミトコンドリアDNAを抽出し、PCR法でCOI領域下流部の増幅をおこなった。最小サイズの種苗からも、この操作に十分な量の試料が得られた。

各PCR産物の塩基配列を決定したところ、他の無脊椎動物のCOI遺伝子とよく一致することからPCR産物が、正しく該当領域を増幅した物であることが、また、配列は一通りに決まることから、他個体のDNAによって汚染されていないことが示された。

個体間の変異は、全てアミノ酸配列を変えないタイプのも (同義的塩基置換) で、大きく2つのグループに分かれた (図18)。福島産エゾアワビ種苗個体は、全て同じグループ (以下E型と呼ぶ) に属し、一方、長崎産クロアワビ種苗では、2個体のみが福島産の個体と同じタイプのミトコンドリアDNAを持っていたのを除き、別のグループ (以下K型とする) に分類された。

図18に見られる様に、K型とE型は、3カ所 (図18の1～3) で完全に異なる塩基に固定している。うち2カ所は、制限酵素Hinf I (配列GANTCを認識) 及びTspE I (配列AATTを認識) のサイト中に存在した。制限酵素は、特定の短い塩基配列の部分認識、切断する性質を持つ酵素である。したがってK型の配列では、Hinf Iにより図18の下線aの部分 (GAATC) で、またTspE Iにより下線bの部分 (AATT) で、PCR産物が切断されるのに対し、E型ではこの部分の配列がそれぞれGGATC

とAACTに変わっており、制限酵素により切断されない(表21)。切断の有無は電気泳動により確認することができる。

制限酵素による切断の有無で遺伝的差異を検出する方法を、制限酵素多型(RFLP)分析といい、塩基配列を直接決定するより、はるかに短時間、安価にデータを得ることが出来る。今回の例では、2つの異なる制限酵素を併用することにより、たとえ片方の制限サイトに新たな変異が生じた個体があっても、遺伝子型を誤って判定する危険を避けることが出来る。特定の2カ所で同時に変異が生じる可能性は無視し得る程小さいので、2種類の制限酵素による結果が一致しない場合にのみ、塩基配列の決定をおこない、遺伝子型の確認をおこなえばよいのである。実際、今回解析をおこなった258個体の全てで、2つの制限酵素の切断パターンは一致していた。

RFLP分析により、クロアワビ集団とエゾアワビ集団について、上記の方法で遺伝子型の判別をおこなった(表22)。

クロアワビ集団では、一般にエゾアワビ集団に比べ、K型頻度が高い(K型頻度41.9%)。特に、長崎産種苗

では、25個体中23個体がK型で、この傾向が突出している。しかし、これを除いてもK型頻度は28.3%で、エゾアワビの8.1%に比べ高めである。逆に山口産のクロアワビ種苗では、全個体がE型で、他のクロアワビ集団とも大きく異なっている。今回分析した種苗の由来ははっきりしないが、山口県の天然クロアワビ集団にK型個体が出現していることから考えると、種苗生産に使用した母貝の遺伝的組成が偶然E型に偏っていたことに起因するアーティファクトである可能性も考えられ、由来の分かる種苗による追試が必要である。

エゾアワビ集団では、大部分の個体(91.9%)が、E型のミトコンドリアを持っている。福岡県で使用されている三陸産エゾアワビ種苗(表22の福島産種苗を含む)は、2年にわたり、全ての個体がE型であった。山口県で今年度使用された種苗や宮城県の天然集団には、1割程度のK型個体が含まれていた。福岡県の種苗再捕獲集団では、さらに若干多め(17.6%)のK型個体が検出された。福岡県のクロアワビ集団では、逆にE型個体が若干多めで、両者間に雑種が形成され、天然集団中に存在している可能性も考えられる。

## 考 察

今回の解析により以下のことが、明らかになった。

- ・クロアワビ・エゾアワビ集団は、遺伝的に異なる2つのグループ(K型・E型)から構成されている。
- ・クロアワビ集団では、一般にエゾアワビ集団に比べ、K型個体の頻度が高い。

表21 E型個体およびK型個体由来するPCR産物における、制限酵素Hinf IおよびTspEIの制限サイトの有無

遺伝子型	制限酵素	
	Hinf I	Tsp EI
E 型	ない(切れない)	ない(切れない)
K 型	ある(切れる)	ある(切れる)

K型 GCT GCA ACT ATG ATT ATT GCG GTA CCA ACC GGA ATT AAA ATT TTC AGT TGA CTC GCC ACA ATC CAC GGT GCC  
E型 GCT GCA ACT ATG ATT ATT GCR GTA CCA ACC GGA ATT AAA ATT TTY AGT TGA CTC GCC ACA ATC CAY GGT GCC

1

2

CGA ATA AAA TAT GAA GCC TCA ATG CTA TGA GCC CTC GGG TTC ATT TTC TTA TTT ACA GTT GGG GGA CTA ACT GGA ATC  
CGA ATA AAA TAT GAA GCC TCA ATA YTA TGR GCC CTC GGG TTC ATT TTC TTA TTT ACA GTT GGG GGA CTA ACT GGG ATC

a

3

GTC TTA TCA AAT TCA TCC TTA GAC ATT ATG CTC CAC GAC ACA TAC TAC GTA GTA GCC CAT TTC CAT TAC GTC CTA TCA  
GTC TTA TCA AAC TCA TCC TTA GAC ATT ATG CTC CAC GAC ACA TAC TAC GTA GTA GCC CAT TTC CAT TAC GTC CTA TCA

b

ATG GGA GCC GTA TTC GCC CTA TTC GCC GCC TTC AAC CAT TGG TAC CCC TTA TTT ACT GGG CTT ACC CTA CAC GCC CGA  
ATR GGA GCY GTA TTC GCC YTA TTY GCC GCC TTC AAC CAT TGG TAC CCC YTA TTT ACT GGR CTT ACC CTA CAC GCC CGA

TGA ACA AAA GCA CAC TTC TTC ATC ATG TTT ATC GGA GTT AAT GTA ACA TTC TTC CCT CAA CAT TTT  
TGA ACA AAA GCA CAY TTC TTC ATC ATG TTT ATC GGA GTT AAT GTA ACA TTC TTC CCT CAA CAT TTT

図18 クロアワビK型個体、E型個体のミトコンドリアDNA・COI領域の塩基配列

表22 各集団のK型個体およびE型個体の出現頻度。種苗の場合の地域名は、母貝の産地。ただし、福岡96年エゾアワビ種苗と山口96年エゾアワビ種苗は、母貝産地不明。

種類	産地	K型個体数 (頻度)	E型個体数 (頻度)	
クロアワビ	福岡	天然個体	6 (28.6%)	15 (71.4%)
		種苗 (95年)	9 (45.0%)	11 (55.0%)
		種苗 (96年)	8 (40.0%)	12 (60.0%)
		96年種苗再捕獲	0 (0.0%)	1 (100%)
	山口	天然個体	3 (30.0%)	7 (70.0%)
		種苗 (96年)	0 (0.0%)	20 (100%)
	長崎	種苗 (95年)	23 (92.0%)	2 (8.0%)
エゾアワビ	福岡	種苗再捕獲個体	6 (17.6%)	28 (82.4%)
		種苗 (96年)	0 (0.0%)	22 (100%)
		96年種苗再捕獲	2 (10.0%)	18 (90.0%)
	山口	種苗 (96年)	2 (10.0%)	18 (90.0%)
	福島	種苗 (95年)	0 (0.0%)	28 (100%)
	宮城	天然個体	3 (12.5%)	21 (87.5%)

・種苗の、K型・E型比は、その由来により大きく変動する。

解析結果 (表22) をサザエの場合 (図17) と比較すると、日本海の外側の九州西岸と太平洋岸で、異なる遺伝子型の個体がほぼ独占的に出現する点が一致している。最終氷期の最盛期 (3万年-2万年前) の日本海は、還元化が進み、多くの海産底生生物が絶滅したと考えられている<sup>18)</sup>、現在、九州西岸や三陸海岸に生息する集団は、それぞれ日本海の外で氷河期を生き延びた集団の子孫であり、異なる遺伝子型 (九州西岸はK型、太平洋岸はE型) の個体に、ほぼ固定したと考えられる。最終氷期の後、サザエが対馬暖流により対馬海峡経由でのみ日本海に再侵入したのに対し、クロアワビは、南からのルートに加え、親潮によって北からも侵入したことが想定される。ここで注意したいのは、今回の研究で、西九州の唯一のデータが、種苗を試料としていることである。一般に種苗は、少数個体の親貝から作られることが多いため、母貝の遺伝的組成に偏りがあると、天然集団と組成が大きく異なる危険がある。したがって、この件について、最終的に結論する前に、西九州の天然集団のデータを得る必要がある。

サザエの場合、日本海集団には、太平洋岸と共通する遺伝子型の個体が、1割程度出現するが、大部分は九州西岸の集団と共通する遺伝子型の個体である。これに対し、クロアワビでは形態がクロアワビ型かエゾアワビ型かによらず、九州西岸との共通型 (K型) がむしろ少数派である。これは、放流による人為的な攪乱の結果である可能性はある。別の可能性として、「最終氷期後の日本海へ、津軽海峡経由のE型個体と対馬海峡経由のK型

個体が再侵入し、交雑した結果である」とも考えることもできる。この仮説の検証のためには、北日本海のエゾアワビ、太平洋のクロアワビ、九州西岸のクロアワビを始めとして、より多くの天然地方集団の解析が必要であろう。

今回の結果に基づき、今後の水産研究での応用として以下のことが考えられる。

#### ① 漁業者による種苗放流の追跡調査

本研究で明らかになった様に、種苗は、その亜種や由来によって異なるK型・E型比を持っている。これを利用して、漁業者により放流される種苗について、あらかじめ遺伝的組成を解析するか、放流後のランダムサンプリングにより放流時の遺伝的組成を調べる。その後、一定期間毎にサンプリングをおこない、遺伝的組成の変化から、異なる由来を持つ種苗の生残率や成長率等を推定する。将来的には、あらかじめ遺伝子型を揃えた種苗を放流することで、より正確な放流効果の推定や資源管理をおこなうことが可能である。

#### ② 亜種間雑種の形成や稔性の検証

個体の遺伝子型は、微少な組織片から判定可能なので、成体の場合、殺さず調べることができる。そこで、あらかじめ遺伝子型を調べ、K型のミトコンドリアDNAを持つクロアワビとE型のエゾアワビといった様に遺伝子型を揃えた雌雄の集団を作り、様々な割合で混合飼育し、屋内で放精、放卵、受精をおこなわせ、雑種の形成率や成長、成熟が純血個体と差がないかを調べることができる。また野外にアワビを除去したハビタットを設置し、遺伝子型のわかったアワビを長期飼育することで、雑種個体の稔性や雑種第2代目以降の動態を追跡することも

考えられる。

なおミトコンドリアDNAは、母系遺伝因子であるので、子供のデータから母親についての情報しか得ることができない。父親側の情報を持つ核遺伝子上のマーカースとの併用により、さらに精密な解析が可能になろう。

## 2) エゾアワビ、クロアワビ混合集団の遺伝的構造の解明 (9年度実施)

8年度の委託研究では、こうした遺伝的攪乱を定量化するために、亜種に固有な遺伝的形質の検索を目的に、全国の集団について、ミトコンドリアDNAの塩基配列に基づいて解析をおこなった。その結果、クロアワビにおいても、サザエで示された様な、遺伝的に異なる2つのグループから集団が構成されていることが示された。しかし、サザエでは、2つのグループの分布域が、基本的に黒潮流域と対馬暖流流域に対応しているのに対して、クロアワビでは、明確な地理的構造が見られなかった。これは、サザエが、暖流域にのみ生息するため、個体の移動が一方であるのに対し、クロアワビでは、暖流と寒流の両方により輸送されるため、過去の氷期・間氷期サイクルの間に、両グループの個体が混じり合い、複雑な集団構造を形成してきたのに加え、長年の放流等の人為的攪乱により、地理的構造が失われているためと考えられる。

生物集団の遺伝的構造を、さらに詳細に解析するためには、ミトコンドリアDNAとは、独立な遺伝様式を持つ核DNA上に、遺伝子マーカーを確立し、その解析から得られた情報と、ミトコンドリアDNAによる情報を比較・検討することが、有効である。本研究では、そうした研究の基礎として、こうした目的に有用な核DNA上の分子マーカーの検索を行い、エロンゲーションファクター-1 $\alpha$ 遺伝子のイントロン領域の塩基配列が、集団内に十分な遺伝的変異を持ち、クロアワビ集団の遺伝的構造の解析に有効なマーカーとして利用できることを明らかにした。

## 方 法

### ① トータルDNAサンプルの調製

以下の操作により、PCR反応等を阻害する多糖類をほとんど含まない高純度のトータルDNA (核DNA+ミトコンドリアDNA) を抽出・精製することができる (瀬川 私信)。全ての操作は、個体毎にエッペンドルフチューブ (1.5 ml) 中でおこなう。また、他の個体の

DNAによる汚染を防ぐため、乾熱滅菌 (180℃, 2時間) した金属製器具か使い捨てプラスチック製品のみを用いる。

- a. アワビの筋肉を緩衝液 (100mM EDTA (pH8), 10mM Tris (pH8), 150mM NaCl) 0.5ml 中ですりつぶす。
- b. 20%SDS 15 $\mu$  l を加え、緩やかに10分間攪拌する。
- c. 5M NaCl 60 $\mu$  l を加える。
- d. 水和フェノール、クロロフォルム 各300 $\mu$  l を加える。
- e. 10分間攪拌する。
- f. 12000rpmで10分間遠心する。
- g. 上清を、500 $\mu$  l の100%エチルアルコールの入ったチューブに移す。
- h. 緩やかに攪拌する。
- i. 析出したファイバー状のDNAを1 ml 70%エチルアルコールの入ったチューブに移す。
- j. 12000rpmで5分間遠心する。
- k. 沈澱を乾燥し、100 $\mu$  l 滅菌蒸留水に溶かす。
- l. i. でファイバーが析出しないときは、12000rpmで10分間遠心し、沈澱を70%エチルアルコールで洗浄する。
- m. 得られたサンプルは、-20℃で凍結保存する。

### ② cDNAサンプルの調整

以下の操作により、アワビの組織からRNAを抽出し、逆転写反応によりcDNAサンプルを調製する。全ての操作は、個体毎にエッペンドルフチューブ (1.5 ml) 中でおこない、乾熱滅菌 (180℃, 2時間) した金属製器具か使い捨てプラスチック製品のみを用いる。また、蒸留水は、DEPC (ジエチルピロカーボネート) 処理した後、オートクレーブにかけて使用する。

- a. アワビの筋肉をすりつぶす。
- b. ISOGEN (ニッポンジーン) 1 ml を加え、攪拌する。
- c. 室温で5分間おく。
- d. 0.2mlのクロロフォルムを加え、15秒間激しく攪拌した後、室温で2~3分おく。
- e. 15000rpm 4℃で15分遠心する。
- f. 液相 (上層) を別のチューブに移す。
- g. 0.5mlのイソプロパノールを加え、室温で5~10分おく。
- h. 15000rpm 4℃で10分間遠心する。
- i. 沈澱を1mlの75%エチルアルコールで洗浄し、軽

く乾燥する。

- j. 10~100  $\mu$  l の蒸留水に溶解し, 55~60°Cで, 10~15分間保温する。
- k. サンプル1  $\mu$  l に蒸留水99  $\mu$  l を加え, 分光光度計で吸光を測定し, RNA濃度を計算する。
- l. RNA1~5  $\mu$  g を鋳型として, Super script (Life Technologies社) による逆転写反応をおこない, cDNAサンプルを調製する。

### ③ PCR

#### a. エクソン領域

cDNAサンプルを鋳型として, 以下のプライマー(表23) の組み合わせで反応をおこなう。

断片1	EF-1S	EF-G r
断片2	EF-F	EF-B
断片3	EF-3	EF-A
断片4	EF-5V	EF-6VR

反応条件は, 94°C 1分  
92°C 40秒 }  
50°C 1分 } を 30サイクル  
72°C 90秒 }

#### b. イントロン領域

トータルDNAサンプルを鋳型として, プライマー EF-H と EF-B を用いて, 以下の条件でPCR反応をおこなう。

94°C 1分  
92°C 40秒 }  
45°C 1分 } を 40サイクル  
72°C 3分 }

上記のPCR産物を鋳型として, プライマー EF-F と EF-C r を用いて, 以下の条件でPCR反応をおこなう。

94°C 1分  
92°C 40秒 }  
45°C 1分 } を 30サイクル  
72°C 2分 }

### ④ シークエンス

③で得られた, PCR産物を鋳型として, Sequenase PCR product sequencing kit (US Biochem社) を使用し, 以下のプライマーを用いて, 塩基配列を決定する。

(注参照)

#### エクソン領域

断片1	EF-1S, EF-G r
断片2	EF-F, EF-B

断片3 EF-C, EF-A

断片4 EF-5V, EF-6VR

イントロン領域 EF-F, ABAL-1, ABAL-2  
EF-Cr, ABALR-1, ABALR-2

(注) 複相 (2n) の生物の核遺伝子は, 2本の相同染色体上に相異なる2種類の配列のものが, 存在している。したがって, 核遺伝子のPCR産物を本研究の様に, ダイレクトシークエンスした場合に得られる塩基配列は, それらの2つの配列を合成したものとなる。下の図は, 6個体のアワビについて, EF-1 $\alpha$  遺伝子のイントロン領域3' 端付近をシークエンスしたオートラジオグラフ像である。矢印の部分に多型サイト (図19) があるが, 個体2, 4, 5, 6では, このサイトの塩基が, 2つの相同染色体上の遺伝子のいずれでもAであるため, バンドは一本だけである。一方, 個体1と3では, 片方の遺伝子がAで, もう一方の遺伝子がTであるため同じ位置に2本のバンド (像では, 横につながって見える) が出現する。

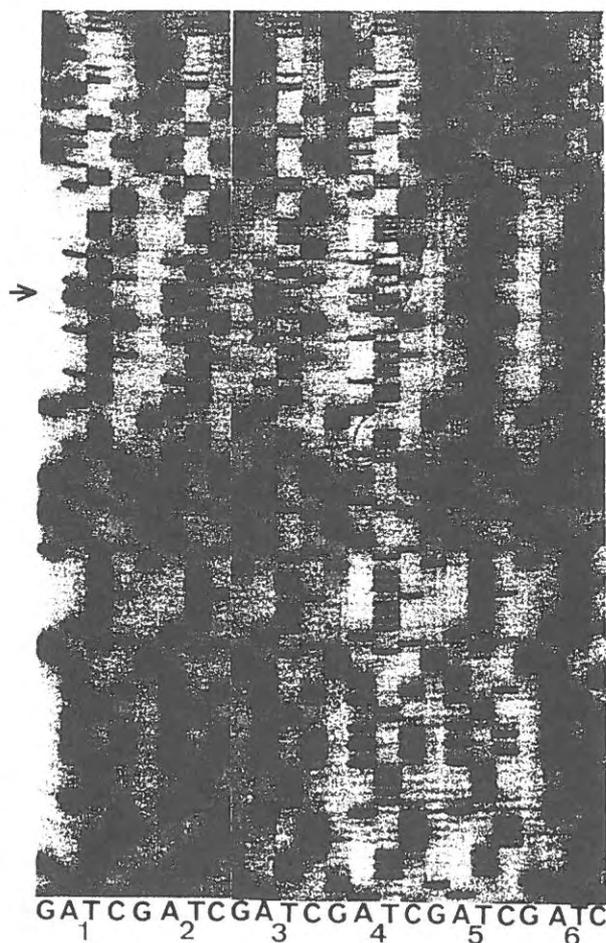


図19 EF-1 $\alpha$  遺伝子のイントロン領域3' 端付近をシークエンスしたオートラジオグラフ像

## 結果及び考察

### ① EF-1 $\alpha$ 遺伝子エクソン部の塩基配列と個体間変異

8年度の委託研究においてミトコンドリアDNAの解析により対称象的な遺伝的組成を持つことが示された、福島産エゾアワビ種苗及び長崎産クロアワビ種苗から、ミトコンドリアDNA遺伝子型が解っている各1個体を選び、エロンゲーションファクター1 $\alpha$  (EF-1 $\alpha$ ) 遺伝子エクソン部分のほぼ全領域について塩基配列を決定した。得られた配列から推定されるアミノ酸配列は、同じ腹足類のサザエの配列<sup>19)</sup>とよく一致し、アミノ酸配列がサザエと異なる場所は、いずれも動物群間で高頻度に変異が見られるサイトであった。このことから、今回得られた配列が、アワビの該当遺伝子のものであることは確実である。エゾアワビの塩基配列とクロアワビの配列は、1ヶ所を除き完全に一致した(図20)。この一ヶ所の変異サイト(図20の\*印)の塩基は、クロアワビではTであるのに対し、エゾアワビではTとCのヘテロ(2本の相同染色体上の遺伝子が異なる配列を持つ)であった。この変異は、コードするアミノ酸を変えない同義的塩基置換によるピリミジン塩基間の変異という、最も起こり易いタイプのものである。この様な、比較的容易に生じる変異さえ、1215塩基中に1ヶ所(0.0008%)しか存在しないことから、エゾアワビとクロアワビが、遺伝的に極めて近いことが示唆される。以上のことから、この遺伝子のエクソン領域は、エゾアワビ/クロアワビの集団構造解析のための遺伝子マーカーとして不相当であると考えられる。そこで次に、エクソン領域に比べ、自然選択の影響を受けにくい、より進化速度が速く、多くの変異を持つことが期待されるイントロン領域<sup>20)</sup>について、遺伝子マーカーの検索をおこなった。

表23 本研究で使用したプライマーの塩基配列

Name	Sequence
EF-1S	5'-ATHGGNCAYGTNGAYTCNGGNAARTC-3'
EF-Gr	5'-GTCTGACCATTCTTTGADATNCCNGCYTC-3'
EF-H	5'-GATATTGCTCTGTGGAARTTYGARAC-3'
EF-B	5'-CCNCCDATYTTTRTANACRTCYTG-3'
EF-C	5'-TAYATHAARAARTTNGGNTAYAYCC-3'
EF-A	5'-CCNGGRTGRTTNRDATDATNAC-3'
EF-5V	5'-CCNGGNGAYAYGTNGGNTTYAAYGT-3'
EF-6VR	5'-ACNGCNACNGTYTGCKCATRTC-3'
EF-F	5'-GCTTTCACCTTNGGNGTNAARCA-3'
EF-Cr	5'-GGATTATAACCGATYTYTTDATRTA-3'
ABAL-1	5'-GGTTGATGATATCATCGATCCC-3'
ABAL-2	5'-CTGAGTGGACAAGTAGTTGG-3'
ABALR-1	5'-TAGTGAACAATGGATGACTAGCAGC-3'
ABALR-2	5'-CAAGTCTGGACCATAATCC-3'

### ② イントロンの位置の特定とプライマー作成, PCR条件設定

腹足類の核遺伝子のイントロンに関する報告は、これまでに皆無であるので、①でエクソン領域の塩基配列が明らかになったEF-1 $\alpha$ について、イントロン領域の検索を行った。①と同じ個体から調製したトータルDNAを鋳型に、同じプライマーの組み合わせでPCR反応をおこないイントロンを含む領域を検索した(2つのプライマーに対応する領域の間にイントロンがある場合、cDNAを鋳型とした時より長いPCR産物が得られる)。その結果、プライマーEF-CとEF-Hの間にイントロンが存在することが明らかになった。トータルDNAを鋳型としたPCR断片のシーケンスにより得られた塩基配列をcDNA配列と比較し、イントロンの位置を特定した(図20)。イントロンをはさむ位置に1組のプライマー、EF-FとEF-Crを作成し、PCRの最適条件を検討した結果、「方法」の項で述べた様に、さらに外側のEF-H~EF-B間でPCR反応をおこない、得られた産物を鋳型として、EF-F~EF-Cr間のセカンドPCRをおこなうことにより、好適なPCR産物が得られることがわかった。

### ③ EF-1 $\alpha$ 遺伝子イントロン領域の塩基配列と個体間変異

②で位置が特定されたイントロン領域を両方向から完全にシーケンスするため、さらに正逆各2つのプライマー(ABAL-1, ABAL-2, ABALR-1, ABALR-2)を設計・合成した。福島産エゾアワビ種苗及び長崎産クロアワビ種苗から、各8個体について、このイントロン領域のシーケンスをおこなった。なおミトコンドリアDNAの遺伝子型は、福島の個体がすべてE型、長崎の個体は、2個体がE型で残りはK型であった。イントロン領域の長さは、840~843塩基対で、1ヶ所に3塩基の挿入/欠失が見られた(図21の下線部)。領域中の7ヶ所で、塩基の個体変異が見られた(図21)。解析した個体の遺伝子型を表24にまとめた。今回の解析は、個体数が少ないので、統計解析はおこなっていないが、サイト6や挿入部に福島-長崎間で遺伝子頻度の差がみられた。また長崎のE型ミトコンドリアをもつ2個体は、核については福島のE型個体より長崎K型個体に近い傾向があり、ミトコンドリアDNAと核DNAの間の不一致が示唆される。これは、雑種形成によるクロアワビ集団へのエゾアワビ由来のミトコンドリアの取り込みによるものである可能性がある。今回決定したEF-1 $\alpha$ 遺伝子イントロン領域は、クロアワビ/エゾアワビの集団構

Nd ACT ACC ACT GGT CAT CTT ATT TAC AAG TGC GGT GGT ATC GAT GAG AGA ACT

Nd ATC CAG AAG TTC GAG AAG GAG GCT CAG GAA ATG GGC AAA GGT TCC TTT AAA TAT GCC TGG GTG TTG GAC AAA CTG  
Tc AAG TTC GAG AAG GAA GCC CAG GAA ATG GGC AAA GGT TCC TTC AAA TAT GCC TGG GTG TTG GAC AAA CTG

EF-H ----->

Nd AAG GCC GAG CGT GAA CGT GGT ATC ACC ATT GAC ATT GCT CTC TGG AAG TTT GAG ACC GCC AAA TAT TAC ATC ACC  
Tc AAG GCA GAG CGT GAA CGT GGT ATC ACC ATT GAC ATT GCC CTG TGG AAG TTT GAA ACC TCC AAG TAC TAC ATT ACC

Nd ATC ATT GAT GCC CCA GGT CAT CGT GAT TTC ATC AAG AAC ATG ATC ACA GGA ACA TCT CAG GCT GAT TGT GCT GTT  
Tc ATC ATT GAT GCC CCT GGC CAC CGA GAT TTC ATC AAG AAC ATG ATC ACT GGA ACA TCC CAG GCT GAC TGT GCT GTG

<-----EF-Gr

Nd CTG ATC GTT GCC TCT GGT GTT GGT GAG TTT GAA GCT GGT ATC TCG AAG GAG GGT CAA ACC CGA GAA CAT GCC CTG  
Tc CTG ATT GTT GCT TCT GGT GTT GGA GAA TTT GAG GCT GGT ATC TCC AAG GAT GGT CAG ACC CGT GAG CAC GCC CTG

EF-F ----->

Nd CTG GCT TAC ACC CTT GGT GTG AAG CAA CTC ATC ATT GGA ATC AAC AAG ATG GAC AGC ACT GCT CCA CCA TAC TCT  
Tc CTG GCC TAC ACC CTT GGT GTG AAG CAG CTC ATC ATT GGC CTC AAC AAA ATG GAC AGT ACT GCA CCT CCA TAC TCT

EF-C ----->

↓ INTRON

Nd GAG GCA CGA TTT GAC GAA ATT GTG AAG GAA GTG TCT GGC TAC ATC AAG AAG ATT GGA TAC AAC CCC AAG GCT GTT  
Tc GAG GCC CGT TAC AAT GAA ATT GTC AAG GAA GTA TCT GGC TAC ATC AAG AAG ATT GGT TAC AAC CCA AAG GCT GTT

<-----EF-Cr

\*

Nd GCA TTY GTG CCA ATC TCT GGC TTC CAT GGT GAC AAC ATG CTT GAT CCT TCT GGC AAG ATG GGC TGG TTC AAG GGC  
Tc GCG TTT GTA CCC ATC TCA GGT TTC CAT GGT GAC AAT ATG ATT GAA CCA TCC ACT AAT ATG CCC TGG TTC AAG GGT

Nd TGG TCT GTA GAG AGG AAG GAG GGC AAT GCC AGT GGC AAG ACC CTG TAT GAT GCT CTT GAC AGC ATC CTC CCC CCA  
Tc TGG GCT ATT GAG AGG AAG GAA GGC AGT GCT AAT GGA AAA ACC TTG TTT GAA GCT CTG GAC AGC ATC TTG CCC CCT

<-----EF-B

Nd CAA AGA CCC ACA GAC AAG GCC CTG CGT CTC CCC CTG CAG GAT GTC TAC AAG ATT GGC GGT ATT GGA ACT GTG CCT  
Tc ACC AGG CCC ACT GAA AAA GCC CTT CGT CTT CCT CTT CAG GAT GTT TAC AAG ATT GGA GGT ATT GGA ACT GTG CCA

Nd GTT GGA CGA GTT GAA ACT GGT ATC CTT AAG CCT GGT ATG ATC GTC ACC TTT GCC CCA TCT GCA CTC ACA ACT GAG  
Tc GTT GGC AGA GTC GAG ACA GGT ATT CTG AAG CCT GGT ACG CTC GTC ACC TTT GCT CCC AGC GGA CTT ACT ACT GAG

EF-5V -----

Nd GTG AAG TCC GTT GAA ATG CAC CAC GAG TCC CTC CCC GAG GCT CTG CCT GGC GAC AAT GTT GGC TTT AAT GTG AAG  
Tc GTG AAA TCT GTA GAG ATG CAT CAC GAA GCT CTT ACA GAG GCT CTG CCT GGA GAC AAC GTT GGC TTC AAC GTG AAG

----->

Nd AAC GTG TCC GTC AAG GAA CTT CGT CGT GGC TTT GTC GCT GGT GAC AGC AAG AAT GAT GCT CCC AAG GAG TGT GCT  
Tc AAC GTC TCT GTG AAG GAA CTC CGT CGT GGG TTT GTT GCT GGT GAT AAC AAG AAT GAC CCT CCA AAG GAG TGT GCA

<-----EF-A

Nd AGC TTC TAT GCT CAG GTT ATC ATC TTG AAC CAC CCC GGC GAG ATC AAG AAT GGT TAT TCC CCA GTT TTG GAC TGC  
Tc AGC TTT TAT GCC CAG GTC ATC ATC TTG AAC CAC CCA GGT GAA ATC AAG AAT GGA TAT TCC CCA GTT CTG GAC TGT

Nd CAC ACA GCC CAT ATT GCT GTG AAA TTC AGC GAG ATC AAA GAA AAG TGT GAT CGT CGT TCT GGC AAG AAG CTG GAG  
Tc CAC ACA GCC CAC ATT GCT GTC AAA TTC AGT GAA ATC AAG GAG AAG TGT GAC CGT CGA TCT GGC AAG AAA CTT GAG

Nd GAA AAC CCC AAA AGT GTC AAG TCT GGT GAT GCA GCC ATG ATT GTC TGC CTT CCC AGC AAG CCC ATG TGT GTG GAG  
Tc GAC AAT CCT AAG TTT GTA AAG TCA GGT GAT GCT GCT ATG GTC ACT TGC ATT CCC AGC AAG CCC ATG TGT GTG GAG

Nd GCT TTC TCC TCA TAC CCA CCA CTG GGA CGT TTC GCC GTC  
Tc GCT TTC TCC GAC TAC CAG CCA CTC GGA CGT TTT GCT GTC

図20 クロアワビ (Nd) 及びサザエ (Tc) のEF-1 $\alpha$ 遺伝子のエクソン部の塩基配列。  
本研究で使用したプライマーの位置を図中に示す。矢印は、クロアワビのイントロンの位置を示す。  
\*はクロアワビにおける多型サイト。

<-- EXON INTRON -->

CCA CCA TAC TCT GAG GTAAGTGGCAATTC TATTACACCTCTTACAGCATGCAGAACCAGATGTTTCATGGATCTAACCTATGCAAGCGTCTGGACAT

TTTGTACTGTAGATAGACATCAACAATGTTTCTGTGTGGTGGTCAAGTCTAATCTTAGCTCACCACCCGTAAGATTCCAGGGTAGAATAGGTCTTCAGCTACCC

ATGCTTGCATAAAAGCGWCTAAACAGGTTCCGGTGGTCAAGGCTCACTGACTTGGTTGATGCATATCATCGATCCCAATTGCGTGGATCGATGTTTCATGATATCA

<----- ABALR-2 ----->

GTCACCTGGATTGTATGGTCCAGACTTGATTATTTACAGACCGCCATCGTATAGCTATAATATTGCTGAGTGCAGCATTAAACAACAACCAATTCTTAGCCAMC

ATGATGCCAAGTAATTTTGTAGACAAAATAGCAGAACGTTATGGCACTTCCCAAATMATGTAATCGGGTTAATTTTCATGAATACAAAACATTGAGTGTGAAA

ABAL-2 -----> <----- ABALR-1 ----->

TGTTTACAACCTGAATTAGTAGAATTACGAAACCTGTCCTAATTTTGTAAATTTTCTGAGTGGACAAGTAGTTGGTAACAATGCTGCTWGTATCCATTGTTCA

56

CTWVTTAGCTTAATTGTGGACCCCTTGTCTTCACTTCCACTGCCAATGTTAACTTTTCAGCAAGATGTTATTAATCCTGCATCTTTAATTATTGTTGGGATAGT

ACTAGCCAGGGCTAGTCAGTTCCTCCATTTTACACATTACAAGGTCATTTTCTTGTCAAGGCTAGCAACTATTTGGAATTTATTTCTTATCTAHTATCTTATC

<---INTRON--->

CTTTTTCCCATTTAGGCA CGA TTT GAC GAA

図21 アワビのEF-1 $\alpha$ 遺伝子のイントロン部の塩基配列。数字は多型サイト。下線は、3塩基の挿入を示す。本研究で使用したプライマーの位置を図中で示す。

表24 イントロン領域における多型サイトの遺伝子型組成

集団	福島	長	崎
ミトコンドリアDNA遺伝子型	E型	E型	K型
<b>塩基置換</b>			
サイト	遺伝子型		
1	AA	5	2
	AT	3	0
2	AA	4	1
	AC	4	1
3	CC	5	1
	AC	3	1
4	AA	5	1
	AT	2	1
5	AA	6	2
	AT	1	0
6	AA	4	2
	AG	2	0
	AC	1	0
7	TT	5	2
	TA	3	0
<b>挿入(+)/欠失(-)</b>			
	++	1	2
	+-	6	0
	--	1	0

造を解析するのに十分な変異を持っており、今後多くの集団について、核遺伝子型の組成とミトコンドリア遺伝子型の組成の比較をおこなうことで、各集団の遺伝的特性や履歴を明らかにできるものと期待される。

### 3) 核DNA及びミトコンドリアDNAに基づく、クロアワビ集団の遺伝的特性の解明（平成10年度実施）

8年度の委託研究では、こうした遺伝的攪乱を定量化するために、亜種に固有な遺伝的形質の検索を目的に、全国の集団について、ミトコンドリアDNAの塩基配列に基づいて解析をおこなった。その結果、クロアワビに

においても、サザエで示された様な、遺伝的に異なる2つのグループから集団が構成されていることが示された。しかし、サザエでは、2つのグループの分布域が、基本的に黒潮流域と対馬暖流流域に対応しているのに対して、クロアワビでは、明確な地理的構造が見られなかった。これは、サザエが、暖流域にのみ生息するため、個体の移動が一方向であるのに対し、クロアワビでは、暖流と寒流の両方により輸送されるため、過去の氷期・間氷期サイクルの間に、両グループの個体が混じり合い、複雑な集団構造を形成してきたのに加え、長年の放流等の人為的攪乱により、地理的構造が失われているためと考えた。

9年度の委託研究では、クロアワビ集団の遺伝的構造を、さらに詳細に解析するためには、ミトコンドリアDNAとは、独立な遺伝様式を持つ核DNA上に、遺伝子マーカーを確立することを目的に、核DNA上の分子マーカーの検索を行い、EF-1 $\alpha$ 遺伝子のイントロン領域の塩基配列が、集団内に十分な遺伝的変異を持ち、クロアワビ集団の遺伝的構造の解析に有効なマーカーとして利用できることを明らかにした。

10年度は、昨年度開発した遺伝子マーカーを用いて核DNAの遺伝子型組成が、地方集団間やクロアワビとエゾアワビ間、天然個体と種苗の間で違いがあるかを解析した。さらに同一個体について、核DNAとミトコンドリアDNAの双方に基づく解析をおこない、ミトコンドリアDNAによる遺伝子型と核DNA遺伝子型の集団内組成パターンが一致するかどうかを検定することによ

り、集団内の遺伝的変異の存在が生殖的隔離を伴うか否かを検証した。また、交配実験などに際し、核DNA上の遺伝的変異をより簡便に検出する方法について検討した。

## 方 法

### ① トータルDNAサンプルの調製、PCR及びシーケンス

2)のエゾアワビ、クロアワビ混合集団の遺伝的構造の解明と同様の手順

## 結果及び考察

### ① EF-1 $\alpha$ 遺伝子イントロン領域の塩基配列と個体間変異

表25に示すミトコンドリアDNA遺伝子型が既知のクロアワビ及びエゾアワビ、各34個体について、EF-1 $\alpha$  遺伝子のイントロン部分の塩基配列を決定した。その過程で、昨年度報告した5'側の3塩基対の挿入/欠失変異の他に、新たに3'側に7塩基対の配列の挿入/欠失変異が見つかった(図22)。図23に、新たに発見された3'側の挿入配列を持つ遺伝子を両親から受け継いだ個体(個体1, 遺伝型+/+), 片親のみから受け継いだ個体(個体2, 同+/-), 挿入のない遺伝子を両親から受け継いだ個体(個体3, 同-/-)について得られるシーケンス結果を示す。挿入サイト(矢印)までは、どの個体も同じバンドパターンを示すが、その後(図の上側), 個体1と個体3では異なるパターンを示し、

個体2は両者を合わせたパターンを示す。個体1では、個体3のサイト直後のパターンが、バンド7個を隔てた後に出現している。

### ② 核遺伝子型の集団間変異

今回解析対象とした個体の7つの塩基置換サイト(図22)及び2つの挿入/欠失サイトの形質を表26, 27にまとめた。このデータに基づき、各サイトに関する遺伝子型組成について、クロアワビとエゾアワビ間及び地方集団間、天然個体と種苗の間で遺伝子型組成の違いがあるかをRoff and Bentzen (1989)の方法<sup>21)</sup>により解析した。

まず福岡県沖で採集された、天然クロアワビとエゾアワビ種苗採捕員の間、核DNA遺伝子型組成に有意な差異があるかどうかをサイト毎に、K型とE型を別にした場合、それらを合わせてひとつのグループとした場合について検定した(表28)。サイトaのE型及びサイト

表25 本研究で解析したサンプル

種 類	ミトコンドリア	サンプル
産 地	DNA遺伝子型	数
クロアワビ		
福岡	天然個体	K型 7
	ク	E型 7
長崎	人工種苗	K型 8
	ク	E型 2
山口	天然個体	K型 2
	ク	E型 8
エゾアワビ		
福岡	放流個体	K型 6
	ク	E型 8
福島	人工種苗	K型 10
	宮城	天然個体
ク		E型 7

```

<-- EXON INTRON -->
CCA CCA TAC TCT GAG GTAAGTGGCAATTC TATTACACCCTCTTACAGCATGCAGAACCCAGATGTTTCATGGATCTAACCTATGCAAGCGTGCTGGACAT
TTTGTACTGTAGATAGACATCAACAATGTTTCTGTGTGGTTCAGTCTAATTCCTAGCTACCACCCGTGAAGATTCCAGGGTAGAATAGGCTTCAGCTACCC
ATGCTTGCCATAAAAGCGCWTAAACAGGTTTCGGGTGGTCAGGCTCACTGACTTGGTGTATGCATATCATCGATCCCAATTCGCTGGATCGATGTTTCATGATATCA
<----- ABALR-2 ----->
GTCACCTGGATTGTATGGTCCAGACTTGATTATTTACAGACCGCCATCGTATAGCTATAATATTGCTGAGTGCGGCATTAAAAACAACAAACCAATTCCTAGCCCAMC
ATGATGCCAAGTAATTTTGTAGACAAATAGCAGAAGCTTATGGCACTTCCCAAATMATGTA3AAATCGGGTAAATTTTCATGAATACCAAAACATTGAGTGCTGAAA
TGTTTACAACCTGAATTAGTAGAATTACGAAACCTGTCCTAATATTTGTAATATTTCTGAGTGGACAAGTAGTTGTAACAATGCTGCTWGTCCATCCATTGTTCA
56
CTWVTTAGCTTAATTGTGGACCCCTTGCTTCATTCACTGCAATGTTAACTTTAGCAAGATGTTAATCCTGCATCTTTAATTTATTGTTGGGATAGT
ACTGACACTAGCCAGGGCTAGTTCAGTTTCCCATTTTACACATTACAAGGTCATTTTCTTTGTCAAGGCTAGCAACTATTTGGAATTTATTTCTTATCCCTAHTA
7
TCTTATCCCTTTTCCCAATTTAGGCA CGA TTT GAC GAA
<----INTRON ----->

```

図22 クロアワビのEF-1 $\alpha$  遺伝子のイントロン部の塩基配列。数字は多型サイト。下線は、挿入/欠失サイト。本研究で使用したプライマーの位置を図中に示す。

表26 イントロン領域における多型サイトの遺伝子型組成 (クロアワビ)

集 団		福 岡		長 崎		山 口	
ミトコンドリア DNA型		K型	E型	K型	E型	K型	E型
塩基置換							
サイト	遺伝子型						
1	AA	5	3	5	2	1	5
	AT	2	3	3	0	1	3
	TT	0	1	0	0	0	0
2	AA	1	1	5	1	0	1
	AC	5	4	3	1	1	4
	CC	1	2	0	0	1	3
3	AA	0	0	1	0	0	1
	AC	2	1	3	1	0	2
	CC	5	6	4	1	2	5
4	AA	6	4	8	1	1	7
	AT	0	0	0	1	0	0
5	AA	7	5	8	2	2	7
	AT	0	0	0	0	0	0
6	AA	7	4	5	2	2	7
	AG	0	0	0	0	0	0
	AC	0	1	3	0	0	0
7	AA	0	2	0	0	0	0
	TA	3	2	3	0	1	2
	TT	2	2	5	2	1	1
挿入(+)/欠失(-)							
a	++	3	5	6	2	2	6
	+-	4	1	2	0	0	2
	--	0	1	0	0	0	0
b	++	0	1	0	0	1	0
	+-	3	1	0	1	0	5
	--	4	4	8	1	1	3

表28 福岡におけるクロアワビ-エゾアワビ間の核DNA遺伝子型組成の差の有意性の検定結果。  
\*及び\*\*は、それぞれ5%水準、1%水準で有意差があることを、NSは有意差がないことを表す。

ミトコンドリア DNA型	変異サイト									
	1	2	3	4	5	6	7	a	b	
K型のみ	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E型のみ	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	*	NS	NS
全 個 体	*	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS

1の全個体について5%レベルの有意差が検出された。前者はエゾアワビの-遺伝子頻度がやや高いこと、後者はクロアワビのT遺伝子頻度がやや高いためであるが、こうした特徴は他集団では見られず、クロアワビ-エゾアワビ間に固有の差とは考えにくい。E型及び全個体のサイト6での1%レベルの差は、クロアワビのE型個体のみがC遺伝子を持つためであるが、同じ変異が福島のエゾアワビ種苗からも検出されており、やはり亜種特異的な変異とは考えにくい。以上の様に、今回の解析からは、クロアワビとエゾアワビを明確に区別する変異は発見されなかった。

表27 イントロン領域における多型サイトの遺伝子型組成 (エゾアワビ)

集 団		福 岡		福 島		宮 城	
ミトコンドリア DNA型		K型	E型	E型	E型	K型	
塩基置換							
サイト	遺伝子型						
1	AA	5	5	6	2	4	
	AT	1	1	4	1	1	
	TT	0	0	0	0	1	
2	AA	1	2	5	1	0	
	AC	5	5	5	0	4	
	CC	0	1	0	2	3	
3	AA	0	0	0	0	0	
	AC	3	2	3	0	1	
	CC	3	6	7	3	6	
4	AA	3	6	7	3	6	
	AT	0	0	2	0	0	
5	AA	4	8	8	3	6	
	AT	0	0	1	0	0	
6	AA	4	8	6	3	6	
	AG	0	0	2	0	0	
	AC	0	0	1	0	0	
7	AA	0	0	0	0	1	
	TA	2	3	3	1	0	
	TT	1	2	6	2	2	
挿入(+)/欠失(-)							
a	++	2	2	2	1	4	
	+-	4	4	6	1	3	
	--	0	2	2	1	0	
b	++	0	0	0	1	1	
	+-	3	2	1	0	3	
	--	3	6	9	2	3	

表29 クロアワビ地方集団間における核DNA遺伝子型組成の差の有意性の検定結果。  
\*及び\*\*は、それぞれ5%水準、1%水準で有意差があることを、NSは有意差がないことを表す。

ミトコンドリア DNA型	変異サイト									
	1	2	3	4	5	6	7	a	b	
クロアワビ 福岡vs山口										
K型のみ	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
E型のみ	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS
全 個 体	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS
エゾアワビ 福岡vs宮城										
K型のみ	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
E型のみ	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	*	*	
全 個 体	NS	**	NS							

次に福岡の天然クロアワビ及びエゾアワビ種苗採捕員集団について、それぞれ山口、宮城の天然個体集団との間に遺伝的差があるかどうかの検定をおこなった(表29)。クロアワビの福岡集団と山口集団の間には、K型個体についてサイトbに、E型及び全個体にサイト6に1%水準で有意な違いが検出された。前者は山口のK型個体の-遺伝子が少ないためであるが、E型ではそうし

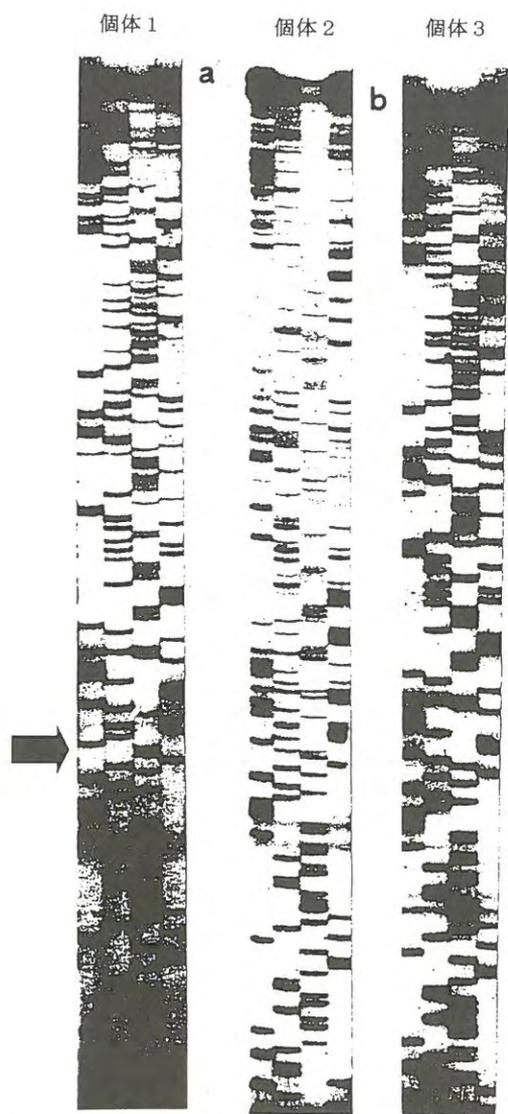


図23 3'側の挿入/欠失サイト変異によるシーケンスバンドパターンの違い

たパターンは見られず、K型のサンプル数が少ないことからアーティファクトの可能性が高く、さらに多くのサンプルに基づく解析が必要であろう。後者は福岡のE型の1個体が持つC遺伝子のため、サンプルサイズを考えると、距離的に近い福岡-山口間でも遺伝子交流の制限されている可能性を示唆する。エゾアワビの場合には、サイト2について、E型個体に5%レベルの、全個体で1%レベルの有意な違いが検出された。これは、福岡集団でAの遺伝子頻度がC遺伝子の頻度より高いのに対し、宮城集団では逆であるため、K型個体についても、統計的に有意ではないが同様の傾向が見られる。福岡集団と宮城集団間の遺伝的差異を反映しているものと考えられる。

長崎産クロアワビ種苗及び福島産エゾアワビ種苗について、同じ亜種の天然集団との遺伝的差異を検討した

表30 クロアワビ天然個体と種苗の間の核DNA遺伝子型組成の差の有意性の検定結果。  
\*及び\*\*は、それぞれ5%水準、1%水準で有意差があることを、NSは有意差がないことを表す。

ミトコンドリア DNA型	変異サイト									
	1	2	3	4	5	6	7	a	b	
クロアワビ vs 福岡										
K型のみ	NS	*	NS	**						
E型のみ	*	NS	NS	**	NS	NS	**	NS	NS	
全個体	NS	*	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS	*
クロアワビ vs 山口										
K型のみ	NS	**	NS	**						
E型のみ	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS
全個体	NS	*	NS	**						
クロアワビ vs 福岡+山口										
K型のみ	NS	*	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	**
E型のみ	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS
全個体	NS	**	NS	**	NS	*	NS	NS	NS	*
エゾアワビ vs 福岡										
K型のみ	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*
エゾアワビ vs 宮城										
K型のみ	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
エゾアワビ vs 福岡+宮城										
K型のみ	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*

(表30)。長崎産クロアワビ種苗は、サイト2のC遺伝子頻度がA遺伝子頻度より低い、サイト6にC遺伝子を持つ個体を含む、サイトbに+遺伝子がないなど、他集団に見られない特徴を持ち、福岡及び山口の天然集団との間に複数のサイトで統計的に有意な差異が検出された。長崎産種苗の親目の由来する天然集団のデータがないため、この差が地方集団間の遺伝的分化によるものである可能性も否定できないが、種苗を限られた個体数の親目から生産する場合や継代飼育した個体を用いる場合、親が偶然持っていた天然では稀な遺伝的特徴を、多くの種苗が持つことも予想される。エゾアワビ種苗については、クロアワビに比べて差が小さいもののサイトbの-遺伝子頻度が極めて高い点特徴的である。種苗に特有の遺伝的特徴は、それらを天然に放流した後の生残や成長を追跡調査する際のマーカーとして利用できるかもしれない。

### ③ 核DNA遺伝子型とミトコンドリアDNA遺伝子型の比較

1)のRFLP法によるエゾアワビ、クロアワビ判別手法開発の試みで報告したミトコンドリアDNAの遺伝子型(K型とE型)の違いと核DNA遺伝子型の集団内組成パターンが一致するかどうかを検定した(表31)。K型とE型間で各変異サイトの核遺伝子型を比較したところ、

6通りの組み合わせで有意な差が検出されたが、このうち5例は、1個体のみが持つ低頻度の遺伝子によるものである。またエゾアワビ全個体のサイト6の有意差は、福島の種苗のみから検出されているG遺伝子によるものである。この様に検出された有意な差は、ミトコンドリアDNAの遺伝子型による核遺伝子の差異を反映するものではなく、地方集団の遺伝的特性によるものと考えられる。このことは、遺伝的に異なるミトコンドリアDNAをもつ2グループが、遺伝的な隔離を伴わない種内変異であることを示唆する。かつて地理的に隔離された地方集団で分化したグループが、氷期後の分布域拡大と人為的拡散により混合している過程にあると思われる。

#### ④ 核DNA上の遺伝的変異の簡便な検出

2)のエゾアワビ、クロアワビ混合集団の遺伝的構造の解明で報告した核DNA上の遺伝的変異は、個体間の塩基配列の違いに基づくものであり、その検出には煩雑なシーケンシング作業を必要とする。そのため、多数の個体から特定の遺伝子型のものを選び出す、スクリーニングの作業には適さない。この点、挿入/欠失変異によるPCR産物の長さの差に着目すると、より簡便に個体の遺伝的性質の特定をおこなうことができる。

先に記した図23の各サンプルのシーケンス結果で、上側の太い4レーンに共通するバンド (a及びb)は、シーケンスプライマーからPCR産物の片方の端までの断片で、PCR産物の長さが長い程、上側に現れる。ここでは、aは7塩基の挿入がある産物に、bはない産物に対応している。同様のことが、5'側の3塩基の挿

入/欠失サイトに関しても成立するので、これら2ヶ所のサイトの変異から、アワビ個体を9種類の遺伝子型に分類することができる。

こうした塩基配列の挿入/欠失による遺伝子の長さの差は、PCR産物を電気泳動した時の移動度の差を利用して、以下の手順で、より簡便に検出できる。

a. 各アワビ個体から調製した、トータルDNAサンプルを鋳型として、プライマーEF-HとEF-Bを用いて、以下の条件でPCR反応をおこなう。

94℃ 1分  
92℃ 40秒  
45℃ 1分  
72℃ 3分

} を 40サイクル

b. このPCR産物を鋳型として、プライマー EF-FとABALR-1及びABAL-2とEF-Crを用いて、以下の条件でPCR反応をおこなう。

94℃ 1分  
92℃ 40秒  
45℃ 1分  
72℃ 2分

} を 30~40サイクル

c. PCR産物を、遺伝子型が既知の個体によるPCR産物とともに、アクリルアミドゲルまたはアガロースゲル上で泳動し、バンドの長さを判定する。

挿入/欠失型の変異は、塩基置換型の変異に比べ発生する頻度が低く同じ変異が独立に複数回生じる可能性は無視できる大きさである。また一度生じた変異は、長期間安定に保存される。イントロン上の変異は進化的に中立であるから、自然選択による生存率への影響を考慮する必要がない。したがって、イントロン領域の挿入/欠失による長さの変異は、複数世代に渡る現象を追跡するための優れた分子マーカーである。

この手法と1)のRFLP法によるエゾアワビ、クロアワビ判別手法開発の試みで報告したPCR-RFLP法によるミトコンドリアDNA上の遺伝的変異の簡便な判定法を組み合わせることにより、親の組み合わせによる受精効率の違いを定量的に評価することが可能となる。例えば、クロアワビ及びエゾアワビの配偶子(精子または卵)が、同じ亜種の配偶子と受精しやすい性質があるかどうかを検証するには、あらかじめ成体の遺伝子型を調べ、核DNA遺伝子型(+/+), ミトコンドリアDNA遺伝子型E型のクロアワビの雌雄個体と(-/-)・K型のエゾアワビ雌雄個体から配偶子を採取し、同一容器中で交配させ、生まれた幼生の遺伝子型を調べればよい。(+/-)の核DNA遺伝子型を持つものは、亜種間雑種

表31 ミトコンドリアDNA遺伝子型による核DNA遺伝子型組成の差の有意性の検定結果。  
\*及び\*\*は、それぞれ5%水準、1%水準で有意差があることを、NSは有意差がないことを表す。

		変異サイト							a	b
		1	2	3	4	5	6	7		
クロアワビ	福岡	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS
	長崎	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	**
	山口	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	福岡+山口	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	全個体	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS
エゾアワビ	福岡	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	宮城	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	福岡+宮城	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	全個体	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS
福岡全個体	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
全個体	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS	

であり、両親の組み合わせは、母親の型と一致するミトコンドリアDNAの遺伝子型により判定できる。また幼生の成長に伴う遺伝子型組成の変化の追跡により、雑種個体とそうでない個体の間に生存率の差があるかどうかにも明らかにすることができる。同様にして、亜種間雑種個体の繁殖成功度の評価も可能である。

#### 4) 分子マーカーによるクロアワビ集団の地理的構造の解析 (平成11年度実施)

筆者は、8年度より福岡県からの委託研究として、遺伝子マーカーに基づく日本産クロアワビの集団構造に関する基礎研究を行ってきた。8年度にはミトコンドリアDNAのCO I 領域についてPCR法で増幅した断片のRFLP分析を行い、国産クロアワビが遺伝的に異なる2つのグループから成っているが、その別れ方が亜種の区別とは一致しないことを明らかにした。9年度には、核DNA上のEF-1 $\alpha$  遺伝子イントロン領域の塩基配列に見られる個体変異が、集団構造解析の指標として有効であることを報告し、10年度にこれを用いて日本各地の天然集団及び種苗の解析を行い、核DNA上の進化的に中立な遺伝的変異が、ミトコンドリアDNAと形態のいずれとも挙動が一致しないことを示した。今年度は、クロアワビの天然集団のさらに詳細な遺伝的集団構造を明らかにすることを目的に、5集団97個体の天然クロアワビについてミトコンドリアDNA・CO I 領域の塩基配列678塩基対を決定し、集団構造を解析した。

### 方 法

#### ① 全DNAサンプルの調整

昨年度までに解析を行った個体を中心とする天然クロアワビ97個体 (表32) 及び千葉県小湊産トコブシ1個体から個体毎に、以下の方法で全DNAサンプルを調整した。

- 筋肉組織をエッペンドルフチューブ内でミンスする。
- 緩衝液 (100mM EDTA (ph8), 10mM Tris (ph8), 150mM NaCl) 0.5ml中ですり潰す。
- 20% SDS 15 $\mu$ lを加え、穏やかに10分間攪拌する。
- 5M NaCl 60 $\mu$ lを加える。
- 水和フェノール、クロロフォルム 各300 $\mu$ lを加える。
- 10分間攪拌する。
- 12000rpmで10分間遠心する。

h) 上清を、500 $\mu$ lの100% EtOHが入ったチューブに移す。

i) 穏やかに転倒攪拌する。

j) 析出したファイバー状のDNAを、1mlの70% EtOHの入ったチューブに移す。

k) 12000rpmで5分間遠心する。

l) ファイバーの析出しない時は、12000rpmで10分間遠心し、沈澱を70% EtOHで洗浄する。

m) 沈澱を乾燥し、100 $\mu$ l滅菌蒸留水に溶解する。

n) 得られたサンプルは、-20 $^{\circ}$ Cで凍結保存する。

#### ② PCR

①で得られた全DNAサンプルを鋳型として、プライマーCO I-B及びCO I-6 (表33)を用いて、以下の条件でPCR法によりミトコンドリアDNA・CO I 領域の一部 (約1000塩基対) 増幅を行った。

94 $^{\circ}$ C 1分  
92 $^{\circ}$ C 40秒  
50 $^{\circ}$ C 1分  
72 $^{\circ}$ C 90秒

} を 40サイクル

#### ③ シークエンス

②で増幅したPCR産物を鋳型として、ThermoSequenase<sup>TM</sup> Cycle Sequencing Kit (島津製作所) を使用し、蛍光ラベルしたシークエンスプライマーAbalocoi (正方向) 及びGastro-4 (逆方向) (表33)を用いて、シークエンス反応をおこない、シークエンサー (島津製作所 DSQ-2000L) によりPCR産物の塩基配列を両方向から決定した。

表32 本研究で解析した天然クロアワビ個体

亜種	採集場所	N
クロアワビ	福岡沖	24
	山口沖	20
エゾアワビ	福岡沖	23
	北海道 (奥尻島) 宮城沖	10 20

表33 本研究で使用したプライマー

名称	塩基配列
COI-B	5' -GGATGAACNGTNTAYCCNCC-3'
COI-6	5' -GGRTARTCNSWRTANCGNCGNGGYAT-3'
Abalocoi	5' -GCAATTTTCTCCCTACACCTAGCCCG-3'
Gastro-4	5' -ATAATAAARAARTGNTTNGTYCA-3'

## 結果と考察

### ① クロアワビ個体間の遺伝的変異

5集団97個体の天然クロアワビについてミトコンドリアDNA・COI領域の塩基配列、678塩基対を決定した(図24)。70ヵ所でアミノ酸配列を変えない同義的塩基置換が見出され、計56種類の異なる塩基配列を持つハプロタイプが得られた(図25)。各集団のハプロタイプ組成を表34に示す。

### ② ハプロタイプ間の系統関係

①で得られた全ハプロタイプについて近縁な物どうしを繋げ、遺伝子ネットワークを作成した(図26)とところ、解析したクロアワビ97個体は大きく3つのグループ(図のI, II, III)に分かれた。また、3個体以上出現したハプロタイプについてトコブシを外群として近隣結合法により系統関係を解析した結果(図27)も、同じ3つのグループの存在を示した。

3グループ間の分岐の順序は、ブートストラップ確率が小さいため不確実であるが、ほぼ同時期と考えられる。主要なハプロタイプ間の遺伝的距離(表35)に基づき、中央アメリカ産テッポウエビ類のCOI領域で報告されている進化速度<sup>22)</sup>である100万年当たり1.4%を適用すると、3つのグループの分岐年代は約100万年前と推定

された。この値は、COI領域塩基配列から推定された日本産サザエの遺伝的に異なる2グループ(黒潮タイプと対馬暖流タイプ)間の分岐年代の推定値である約110万年前(Kojima et al. 投稿中)に極めて近く、クロアワビ及びサザエの種内に見られる遺伝的分化現象が、共通の原因により同じ時期に生じた可能性を示唆する。

1)のRFLP法によるエゾアワビ、クロアワビ判別手法開発の試みで報告したRFLPによる解析では、国産クロアワビが、遺伝的にK型とE型の2グループに分けられることが示されたが、今回の解析から示された3グループのうちK型に対応するのは、図26及び図27のグループIであり今回得られたハプロタイプ56種類中7種類、97個体中22個体を含むにすぎない。これに対し、従来E型として一括して認識されていた個体群は、K型個体群に比べ遥かに大きい遺伝的多様性を持ち全ハプロタイプの8割以上、全個体の7割以上を含むことが明らかになった。

最も多くの個体に見られたハプロタイプ(No.1)は、RFLPではK型に分類される。K型個体は、長崎産稚苗に圧倒的に優占し、福岡や山口の天然クロアワビ集団で出現頻度が高く、逆にエゾアワビでは、どの集団でも頻度が低い。今回明らかになった遺伝的多様性の低さと明確な星型ネットワーク構造を形成する(図26)ことから考えて、K型個体群は、過去に西方海域に地理的に隔

N	GCR	CAA	CCY	CTA	GAA	CGA	ATA	CCA	TTA	TTY	GTT	TGA	TCA	GTR	AAA	ATY	ACT	GCC	ATC	TTR	YTA	CTY	TTA	TCA	YTY
S	**C	***	**T	T**	**G	***	**G	**T	***	**T	***	***	***	**A	***	**C	**A	**T	***	C*A	C**	**A	C*T	***	C*A
N	CCT	GTY	CTA	GCA	GGT	GCT	ATY	ACA	ATA	CTC	YTA	ACC	GAC	CGT	AAT	TTC	AAY	ACA	TCA	TTC	TTY	GAC	CCR	GCC	GGA
S	**A	**T	**T	**T	**C	**A	**C	**C	**A	C**	***	***	***	***	***	**T	**T	***	***	***	**T	***	**T	***	***
N	GGA	GGR	GAY	CCY	ATT	CTT	TAC	CAA	CAY	TTA	TTC	TGA	TTC	TTY	GGT	CAY	CCA	GAR	GTT	TAC	ATY	CTA	ATT	CTA	CCT
S	***	**G	**C	**T	**C	**C	***	***	**C	C**	***	***	***	**T	**C	**C	***	**A	***	**T	**T	***	**C	**T	***
N	GGA	TTT	GGY	ATR	ATC	TCA	CAT	GTA	GTR	ATR	CAY	TAT	GCC	ATA	AAA	AAA	GAM	ACT	TTY	GGR	ACC	TTA	GGR	ATA	ATC
S	***	***	**T	**A	***	***	***	***	**A	**G	**C	**C	***	**G	***	***	**A	***	**T	**T	***	C*T	**G	***	**T
N	TAY	GCM	ATA	TTA	GCR	ATT	GGT	ATC	TTA	GGR	TTC	ATY	GTC	TGA	GCY	CAT	CAY	ATG	TTC	ACT	GTT	GGR	ATR	GAT	GTR
S	**T	**A	***	C**	**A	***	***	**T	C*C	***	**C	**C	**A	**G	**C	**C	**C	***	***	**C	**C	**A	**A	***	**A
N	GAC	ACY	CGT	GCT	TAT	TTC	ACC	GCT	GCR	ACT	ATR	ATT	ATT	GCR	GTR	CCA	ACC	GGR	ATT	AAA	ATT	TTY	AGY	TGA	CTC
S	***	**A	**G	**C	***	**T	**T	**C	**A	**A	**A	**C	**C	**C	**A	***	**A	**T	**C	***	**C	**T	**T	***	**T
N	GCC	ACA	ATC	CAY	GGY	GCC	CGR	ATA	AAA	TAT	GAA	GCC	TCA	ATR	YTR	TGA	GCC	CTC	GGR	TTC	ATT	TTC	TTA	TTT	ACA
S	***	**G	***	**C	**A	***	**A	***	***	***	***	***	**C	**A	C*C	***	***	**A	**A	**T	***	**T	G*G	***	**G
N	GTT	GGG	GGR	CTA	ACT	GGR	ATC	GTC	TTA	TCA	AAY	TCA	TCC	TTA	GAC	ATT	ATR	CTM	CAC	GAC	ACA	TAC	TAC	GTA	GTA
S	**C	**A	**C	***	***	**G	**T	**T	C*T	***	**T	***	**A	***	***	***	**A	**T	**T	***	***	***	***	**C	***
N	GCY	CAT	TTC	CAT	TAC	GTC	CTA	TCR	66	GGA	GCC	GTA	TTC	GCC	YTA	TTC	GCC	GCY	TTC	AAY	CAT	TGR	TAC	CCC	TTA
S	**C	***	***	***	***	***	**C	**A	**G	**T	**A	**T	***	***	T**	**T	***	**A	***	**T	**C	**A	***	**A	***
N	TTT																								
S	**C																								

図24 クロアワビ(N)およびトコブシ(S)のミトコンドリアDNA・COI領域の塩基配列。数字はクロアワビ個体間で塩基置換がみられたサイトを示す。また\*は、上段と同じ塩基であることを示す。

離された小集団に由来し、特異な遺伝的特徴は、隔離によるボトルネック効果によるものである可能性がある。九州各地の、さらに多くの集団を調査することにより、より詳細な個体群形成過程を明らかにできるものと期待される。

③ 亜種間の遺伝的差異

福岡県沖海域に生息する天然のクロアワビ (N=24) とエゾアワビ (N=23) の間のハプロタイプ組成の差異の有意性を、Roff and Bentzen (1989)の方法<sup>21)</sup>により検定したところ、5%レベルで有意な差異が検出され

た (p=0.021)。

さらにハプロタイプ間の遺伝的な近縁性を考慮した無作為化検定 (the exact test of population differentiation)<sup>23)</sup>による検定でも5%レベルで有意な差異が検出された (p=0.02442±0.0085)。しかし、両亜種で最も優占するハプロタイプであるNo.1及びNo.15が両者に共有されており、COI領域の塩基配列を指標として亜種を識別するのは不可能である。昨年度報告した核DNAマーカーによる解析でも福岡産エゾアワビとクロアワビ間に見出された9つの変異サイトの

11111111122222222233333333344444444555555555666666667  
 123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890  
 1 ATTATGTCGGTTCCTGACCTCTATTAAATAATAATCTGGATAGGAAGCTAGCAGGATGCCAGCCCG  
 2 \*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*  
 3 \*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*  
 4 \*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*  
 5 \*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*  
 6 \*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 7 \*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*  
 8 \*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*  
 9 \*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*  
 10 \*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*GC\*\*\*\*\*  
 11 \*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*T\*GC\*\*\*\*\*TT\*\*  
 12 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 13 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*T\*\*\*  
 14 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*T\*\*\*  
 15 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*T\*\*\*  
 16 \*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*  
 17 \*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*T\*\*\*  
 18 \*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*T\*\*\*  
 19 \*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*T\*\*\*  
 20 \*\*\*\*\*AC\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 21 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 22 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 23 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 24 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*T\*\*\*  
 25 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 26 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 27 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 28 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 29 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 30 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 31 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 32 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 33 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 34 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*GA\*\*\*  
 35 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 36 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 37 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 38 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*T\*\*\*  
 39 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*T\*\*\*  
 40 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*T\*\*\*  
 41 \*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*T\*\*\*  
 42 \*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*T\*\*\*  
 43 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 44 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 45 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 46 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 47 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 48 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 49 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 50 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 51 \*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*T\*\*\*  
 52 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 53 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*T\*\*\*  
 54 \*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*AG\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*T\*\*\*  
 55 \*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*  
 56 \*\*\*\*\*G\*\*\*\*\*T\*\*\*\*\*C\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*A\*\*\*\*\*GC\*\*\*\*\*A\*\*\*

図25 クロアワビから得られたハプロタイプ。数字は表32に示した塩基置換サイト。

表34 各集団のハプロタイプ組成

亜種 タイプ	クロアワビ		エゾアワビ		
	福岡	山口	福岡	北海道	宮城
1	4	1	4	3	2
2			1		
3	3				
4		1			1
5					
6			1		
7		1			
8	1				
9			1		
10	1				
11				1	
12			2	1	1
13		1			
14	1				
15	1		1		1
16					1
17				1	
18			1		
19				2	
20			2		1
21	1				
22		1			
23			3	1	1
24			1		
25			2		
26	1				
27			1		
28					1
29		2	1		1
30		2			
31		1			
32			1		
33	1				
34					1
35					
36		1			
37					
38	1				1
39					
40					
41		1			
42					1
43			1		2
44					
45					
46			1		
47					
48					
49		1			1
50					
51	1				3
52					1
53			1		
54					1
55			1		
56	1				
total	24	20	23	10	20

うち1カ所に1%水準で、1カ所に5%水準で有意な差異が検出されたものの、全般的に2亜種を識別する様な変異は見出されなかったことも、両亜種間の交雑の存在を支持する。

④ 集団間の遺伝的差異

本研究において、ミトコンドリアDNAの塩基配列を決

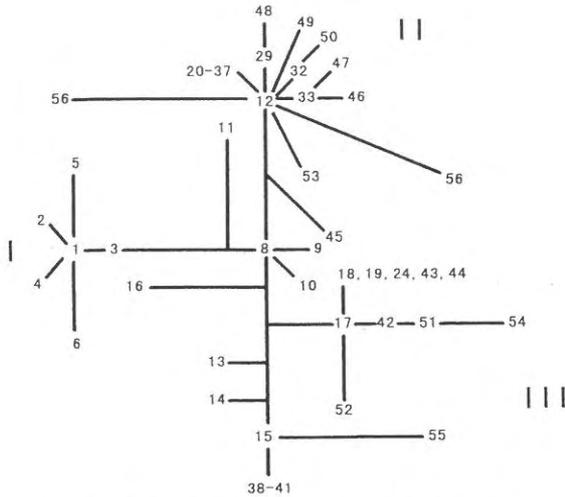


図26 クロアワビハプロタイプ間の系統関係を示す遺伝子ネットワーク

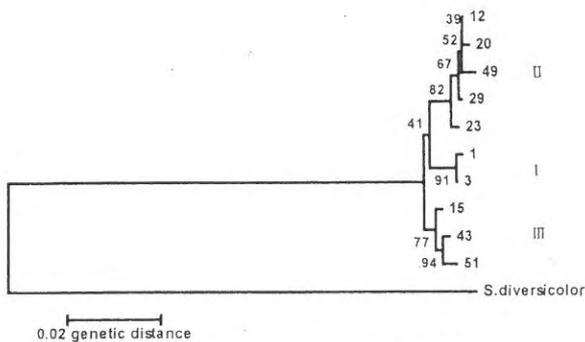


図27 近隣結合法により解析したクロアワビの優占ハプロタイプ間の系統関係

定したクロアワビ2集団及びエゾアワビ3集団間のハプロタイプ組成の差異の有意性をRoff and Bentzen (1989)の方法により検定した(表36)。③で述べた福岡のクロアワビ・エゾアワビ間の有意な差異の他に、福岡のエゾアワビと山口のクロアワビの間にのみ5%水準で有意な差異が検出された(p=0.035)。このことから、福岡で見られた亜種間の有意な違いは、福岡のクロアワビの特殊性ではなく少なくとも西部日本海産クロアワビに共通する性質によるものであることが示唆される。

⑤ 核遺伝子型との比較

10年度の委託研究では、クロアワビ類の核DNAにコードされているEF-1 $\alpha$ 遺伝子イントロン領域に、9カ所の種内変異サイトを報告した。これらの変異のうち、今回解析した個体間で多型となっていた6サイトについて、今年度の研究で判明したミトコンドリアDNAに基づいて分けられた3つのグループに変異が均等に分布しているか否かを、Roff and Bentzen (1989)の方法により検定した(表37)。その結果、核DNA上の変異に関して、ミトコンドリアDNAの系統に有意な偏りは生じていないことが示された。

⑥ クロアワビ類2亜種の分類学的位置付け

今回のミトコンドリアDNAの塩基配列解析を含め、これまで行った研究によりミトコンドリアDNA及び核DNAのいずれの場合にも、日本海西部のエゾアワビと

表36 Roff and Bentzen (1989)の方法による集団間の遺伝的差異の検定結果

集団	山口	福岡(エゾ)	北海道	宮城
福岡(クロ)	p>0.050	p=0.021	p>0.050	p>0.050
山口		p=0.035	p>0.050	p>0.050
福岡(エゾ)			p>0.050	p>0.050
北海道				p>0.050

表35 主要なハプロタイプ間の遺伝的距離

No.	3	12	15	20	23	29	43	49	51
1	0.0015	0.0135	0.0135	0.0150	0.0150	0.0150	0.0150	0.0165	0.0165
3		0.0119	0.0135	0.0135	0.0135	0.0135	0.0150	0.0150	
12			0.0119	0.0015	0.0044	0.0015	0.0135	0.0030	0.0150
15				0.0135	0.0104	0.0135	0.0044	0.0150	0.0059
20					0.0059	0.0030	0.0150	0.0044	0.0165
23						0.0030	0.0119	0.0074	0.0135
29							0.0150	0.0044	0.0165
43								0.0165	0.0044
49									0.0180

表37 Roff and Bentzen (1989) の方法による、ミトコンドリアDNAに基づく3グループ間の核DNA型組成の差異の検定結果。変異サイトの記号は小島 (1999) と同じ。

変異サイト	1		2		3		7		A		B	
	A	T	A	C	A	C	A	T	+	-	+	-
I	32	5	17	19	5	31	7	19	25	11	10	26
II	17	3	13	11	5	19	4	4	16	8	5	21
III	20	7	7	21	7	21	7	13	24	8	15	17
検定結果	p>0.05		p>0.05		p>0.05		p>0.05		p>0.05		p>0.05	

クロアワビの間に統計的に有意な遺伝的差異があることが示されている。宮城県や北海道産のエゾアワビが、福岡産のクロアワビと有意な差異を示さないことから、これはエゾアワビ全体の特徴ではなく西部日本海に固有の現象であると考えられる。西部日本海のエゾアワビが、特徴的な遺伝形質を持った種苗放流に由来し、この海域に元々生息していたクロアワビとの間での遺伝的均質化が、放流・定着からの時間が十分でないため十分進んでいない結果と考えられるが、生息場所や行動の違い等による、2亜種間の何らかの隔離が均質化を妨げている可能性もある。

⑤で述べた様に、核遺伝子とミトコンドリアDNAの挙動が一致せず独立していることから、西部日本海で見られる亜種間の有意な遺伝的差異が生殖的隔離により維持されているのではなく、過去の地理的隔離により形成された、遺伝的に分化した集団が、交雑により差異を減少させつつある段階にあると考えられる。また長崎産クロアワビなどに見られる独特な遺伝的特徴を持った集団から生産した種苗の放流により、エゾアワビとの差が維持、拡大している可能性もある。

本研究により日本産クロアワビ集団は、これまで考えられていた以上に大きな遺伝的多様性を持つことが示唆された。これは従来のRFLP分析では十分評価できなかったもので、より詳細に集団の遺伝的構造を把握するためには、塩基配列レベルの解析が不可欠であることを示唆している。

今回の研究から、現生クロアワビの多様化の時期は最終氷期を遥かに越え、現在まで長期にわたって多様性が維持されて来たことが示された。2亜種間に見られる形態や行動の差もこうした過程で環境や個体間相互作用を介した選択により、各地方集団に固定してきたものと考えられる。しかし、クロアワビは未だ生殖的隔離機構の獲得には至っておらず、全体としてひとつの自由交配集団であるため、人為的な移動による攪乱等で遺伝的に異なる集団の二次的な接触を生じると、元の集団の遺伝的

特性が容易く失われる可能性がある。100万年の時間に渡る進化過程で獲得された地方集団や亜種の特徴、生息地の環境に適した特性を今後も維持するため、種苗放流などによる増殖計画には、遺伝的特性への影響を最小限とする慎重な配慮が必要であろう。

#### ⑦ まとめ

平成8年度から4年間に渡り、クロアワビの2つの亜種であるクロアワビ及びエゾアワビについて、資源管理上有用な知見を得ることを目的に、ミトコンドリアDNA及び核DNA上の遺伝子マーカーに基づく研究をおこなった。遺伝子マーカーとして用いたミトコンドリアDNA・COI領域、核DNAのEF-1 $\alpha$ イントロン領域の双方から、集団レベルの遺伝的構造解析に十分な量の個体変異が検出された。特にミトコンドリアDNAの塩基配列には極めて多くの変異があり、100万年以上の時をかけて遺伝的多様性が蓄積されたことが示唆された。にも関わらず2亜種間の遺伝的差異は比較的小さく、両者を完全に弁別する様な形質は見出されなかった。このことは、クロアワビとエゾアワビを同一種の亜種とする標準的な見解を支持する。

太平洋岸の天然エゾアワビ集団と九州西岸のクロアワビ種苗の間でミトコンドリアDNA及び核DNAのいずれについても、統計的に有意な差異が検出されているが、個体毎に見ると2つの遺伝子マーカーの結果は一致していなかった。もし、両者が生殖的に隔離された別種であれば、2つの遺伝子の挙動が一致することが期待されるので、検出された遺伝的差異は、別種間の違いではなく、多くの海洋生物の地方集団間に見られる差異に対応するものである。実際、クロアワビの場合と同様に亜種とされる太平洋岸のパテイラと日本海岸のオオコシダカガンガラの間のCOI領域塩基配列に基づく比較でも、クロアワビと同様な結果が得られている (Kojima et al., in preparation)。また福岡沖の天然クロアワビ集団とエゾアワビ集団の間にも、ミトコンドリアDNA及び核DNAのいずれについても、統計的に有意な差異が検出

されているが、ここでも2つの遺伝子マーカーの挙動は一致していなかった。日本海西部のエゾアワビ集団は、放流された種苗が成長した個体群に由来すると考えられるので、種苗の生産元の集団の持つ特徴的な遺伝的形質が、放流・定着からの時間が短いため、地場のクロアワビとの交配により失われることなく残されているものと考えられる。

以上のように、クロアワビとエゾアワビは未だ生殖的隔離を獲得していない、亜種の間にあると考えられる。現在では一部の海域で同所的に生息しているため、今後異なる種に分化する可能性は低い。しかし両者は、異なる歴史的背景を持ち、元来の生息域の環境に適応した遺伝的性質を蓄積しているものと考えられる。したがって海域を越えた移植には、十分な注意が必要である。

付表 解析したアワビ個体の遺伝子型 (クロアワビ)

	1	塩基置換					挿入/欠失				
		2	3	4	5	6	7	A	B		
福岡 (K型)	1	AA	AA	CC		AA	AA	TT	+-	--	
	2	AA	AC	CC	AA	AA	AA	TT	+-	+-	
	3	AT	AC	CC	AA	AA	AA	AT	++	--	
	4	AT	CC	AC	AA	AA	AA	AT	+-	--	
	5	AA	AC	CC	AA	AA	AA	AT	++	--	
	6	AA	AC	AC	AA	AA	AA		++	+-	
	7	AA	AC	CC	AA	AA	AA		+-	+-	
(E型)	1	AA	AA	CC	AA	AA	AA	TT	--	--	
	2	AT	AC	CC	AA	AA	AA	AT	++		
	3	AA	CC	CC			TT	++	++		
	4	AT	AC	CC	AA	AA	AA	AT	+-	--	
	5	AA	AC	CC				++	+-		
	6	AT	AC	AC	AA	AA	AC	AA	++	--	
	7	TT	CC	CC		AA	AA	AA	++	--	
長崎 (K型)	1	AT	AC	CC	AA	AA	AA	AT	++	--	
	2	AA	AA	AC	AA	AA	AA	TT	++	--	
	3	AT	AC	CC	AA	AA	AA	AT	+-	--	
	4	AA	AA	CC	AA	AA	AA	TT	++	--	
	5	AA	AA	CC	AA	AA	AA	TT	++	--	
	6	AA	AA	AC	AA	AA	AC	TT	+-	--	
	7	AT	AC	AC	AA	AA	AC	AT	++	--	
	8	AA	AA	AA	AA	AA	AC	TT	++	--	
(E型)	1	AA	AC	CC	AA	AA	AA	TT	++	+-	
	2	AA	AA	AC	AT	AA	AA	TT	++	--	
山口 (K型)	1	AA	CC	CC	AA	AA	AA	TT	++	++	
	2	AT	AC	CC		AA	AA	AT	++	--	
	(E型)	1	AA	AA	AA	AA	AA	AA	TT	++	--
		2	AT	CC	CC	AA	AA	AA		++	+-
	3	AT	CC	CC	AA	AA	AA		++	+-	
	4	AA	AC	AC	AA	AA	AA		++	+-	
	5	AA	AC	CC				AT	+-	--	
	6	AA	AC	AC	AA	AA	AA		++	+-	
7	AA	AC	CC	AA	AA	AA	AT	+-	--		
8	AT	CC	CC	AA	AA	AA		++	+-		

付表 解析したアワビ個体の遺伝子型 (エゾアワビ)

		塩基置換					挿入/欠失		A	B	
		1	2	3	4	5	6	7			
福岡 (K型)	1	AA	AC	CC	AA	AA	AA		+-	+-	
	2	AT	AC	AC	AA	AA	AA	AT	+-	--	
	3	AA	AA	AC				TT	+-	--	
	4	AA	AC	AC	AA	AA	AA		++	+-	
	5	AA	AC	CC		AA	AA	AT	++	--	
	6	AA	AC	CC				+-	+-		
	(E型)	1		AC	CC	AA	AA	AA		--	+-
		2	AT	CC	CC	AA	AA	AA	AT	++	+-
3		AA	AA	CC	AA	AA	AA		+-	--	
4			AC	CC	AA	AA	AA	TT	+-	--	
5		AA	AA	CC	AA	AA		+-	--		
6		AA	AC	AC	AA	AA	AA	AT	++	--	
7		AA	AC	AC		AA	AA	TT	--	--	
8		AA	AC	CC	AA	AA	AA	AT	+-	--	
福島 (E型)	1	AA	AA	CC	AA	AA	AG	TT	+-	--	
	2	AA	AA	AC	AA	AT	AA	TT	+-	--	
	3	AT	AC	CC	AT	AA	AA	AT	+-	--	
	4	AA	AA	CC	AT	AA	AA	TT	--	--	
	5	AA	AC	CC				TT	+-	+-	
	6	AT	AC	AC	AA	AA	AG	AT	++	--	
	7	AT	AC	CC	AA	AA	AA	AT	+-	--	
	8	AA	AA	AC	AA	AA	AC	TT	+-	--	
	9	AT	AC	CC	AA	AA	AA	++	--		
宮城 (K型)	1 0	AA	AA	CC	AA	AA	AA	TT	--	--	
	1	AA	CC	CC	AA	AA	AA	TT	++	++	
	2	AT	CC	CC	AA	AA	AA	AT	+-	--	
	3	AA	AA	CC	AA	AA	AA	TT	--	--	
	(E型)	1	AT	CC	CC	AA	AA	AA		++	+-
		2		AC	AC	AA	AA	AA		++	--
		3	AA	CC	CC	AA	AA	AA	TT	++	++
		4	AA	AC	CC	AA	AA	AA	TT	+-	--
		5	TT	CC	CC	AA	AA	AA	AA	++	--
		6	AA	AC	CC	AA	AA	AA		+-	+-
7		AA	AC	CC					+-	+-	

## 参考文献

- 1) 深川敦平・伊藤輝昭：筑前海域におけるエゾアワビの成長について，福岡県福岡水産試験場研究報告，18，47～52.(1992)
- 2) 干川 裕・元谷 怜：造成漁場におけるエゾアワビ放流貝の表面からの発見数と裏側の生息数について，北海道水産試験場研究報告，第43号，45-48(1993)
- 3) 岩手県：平成3年度放流技術開発事業報告書（放流漁場高度利用技術開発事業あわび類），1-34(1992)
- 4) 野中 忠・中川征章 他：静岡県沿岸の磯根資源に関する研究－I アワビの分布と漁場の形状，静岡県水産試験場研究報告 第2号，19-26(1969)
- 5) 野中 忠・佐々木正・翠川忠康：静岡県沿岸の磯根資源に関する研究－II アワビの住み場，静岡県水産試験場研究報告 第2号，27-30(1969)
- 6) 野中 忠・翠川忠康・佐々木正：静岡県沿岸の磯根資源に関する研究－III 住み場に関するアワビの行動，静岡県水産試験場研究報告 第2号，31-36(1969)
- 7) 太刀山 透・二島賢二：筑前海におけるアワビの種苗放流効果，福岡県水産海洋技術センター研究報告，第1号，129-136，1992.
- 8) 岩手県：平成5年度放流技術開発事業報告書（放流漁場高度利用技術開発事業 あわび・うに類），9-10
- 9) 伊藤輝昭 他：アワビ，サザエ，ウニ類のすみ場選択性について，福岡県福岡水産試験場研究報告，18，53-58(1992)
- 10) 二島賢二・伊藤輝明・恵崎摂：有用磯動物の栽培漁業化に関する研究－I クロアワビ・サザエ・アカウニの生残と成長，福岡県福岡水産試験場 研究報告，第14号，29-39 (1991)
- 11) 太刀山透・的場達人・柴田利治：栽培漁業技術推進事業 (1)エゾアワビの放流技術開発試験，福岡県水産海洋技術センター事業報告，43～46.(1994)
- 12) 門間春博：V 貝類種苗培養技術開発試験 1. エゾアワビ，北海道立栽培漁業総合センター事業報告書，27～29.(1989)
- 13) 谷口順彦・高木基裕：DNA多型と魚類集団の多様性解析，「魚類のDNA」（青木宙・隆島史夫・平野哲也編），恒星社厚生閣，東京，1997，pp.117-137.
- 14) 朝日田卓・高田秀輝・河村知彦・山田潤一・斎藤和敬・山下 洋（1996）秋田県産天然アワビと放流エゾアワビのミトコンドリアDNA塩基配列比較．平成8年度日本水産学会秋季大会
- 15) 清水節夫・水上 譲・梅沢 敏・小林正裕・藤吉英次・皆川 恵（1996）アワビ核DNAのフィンガープリント．平成8年度日本水産学会秋季大会
- 16) Kojima, S., R. Segawa and I. Hayashi (1997) Genetic differentiation among populations of the Japanese turban shell *Turbo (Batillus) cornutus* corresponding to warm current. Mar. Ecol. Prog. Ser. 150, 149-155.
- 17) 渡辺公綱・横堀伸一（1993）ミトコンドリア遺伝子の進化．日本生化学会編「新生化学実験講座 16. 分子進化実験法」化学同人 241-259.
- 18) 佐藤任弘（1987）氷河時代の日本海．「日本列島をめぐる海」岩波書店 237-247. 渡辺公綱・横堀伸一（1993）ミトコンドリア遺伝子の進化．日本生化学会編「新生化学実験講座 16. 分子進化実験法」化学同人 241-259.
- 19) Kojima, S (1998) Paraphyletic status of Polycheta suggested by phylogenetic analysis based on the amino acid sequences of Elongation factor-1 $\alpha$ . Mol. Phylogenetic. Evol. 9, 255-261.
- 20) 小島茂明，藤倉克則，橋本 惇，太田 秀（1997）シロウリガイ (*Calyptogena soyoeae*) 種群の分布と遺伝的構造. J AMSTEC 深海研究 13, 691-696
- 21) Raff, D. A. and P. Bentzen (1989) The statistical analysis of mitochondrial DNA polymorphisms and the problem of small samples. Molecular Biology and Evolution, 6: 539-545.
- 22) Knowlton, N. and L. A. Weigt (1998) New dates and new rates for divergence across the Isthmus of Panama. Proc. R. Soc. Lond. B265, 2257-2263.
- 23) Raymond, M. and F. Rousset (1995) An exact test for population differentiation. Evolution, 49, 1280-1283.

# 地域特産種増殖技術開発事業

## マナマコの栽培漁業に関する研究

太刀山透・深川敦平・福澄賢二

アカナマコは筑前海磯漁業の重要種であり、アオナマコに比べ単価も高く主要な漁獲物となっている。また、定着性が強く、他の植食性磯動物との餌料競合も少なく、漁場条件に対する適応範囲も広いと考えられている。そのため、種苗放流の要望が強く、栽培漁業化に向けての技術開発が急務となっている。当事業では種苗生産技術並びに放流技術を開発し、マナマコの栽培漁業化を図ることを目的とした。

## 方 法

### 1. 種苗生産技術開発

#### (1) 親ナマコ養成試験

試験に用いたアカナマコは、図1に示した遠賀郡岡垣町波津地先の水深10~15m域で、平成10年3月23日にスキューバ潜水により採取した。養成は各試験区100個体収容し4月8日から開始した。飼育は屋内に設置した2t角型FRP水槽を用いて、1次濾過海水の流水下で行った。投餌は毎日16時に行い、投餌前には残餌と糞等を除去した。通気はφ1mmの穴を空けたφ13mmの塩ビパイプにより行った。養成条件として以下の3つの項目について検討した。

#### 1) 餌料別養成試験

実験区は切断した冷凍ワカメ葉体を用いたワカメ区、ナマコの飼育に一般に使用されているワカメの粉末海藻(商品名リピック)を用いた粉末海藻区及び粉末海藻に濃縮可消化クロレラ(商品名マリンアルファ)とマッシュポテトを加え海水で練り合わせた練り餌区の3区とした。各区の毎日の投餌量は、ワカメ区は常時ワカメ葉体が残っている量、粉末海藻区は100g、練り餌区は粉末海藻50g、濃縮可消化クロレラ10g、マッシュポテト50gとした。飼育水温は自然水温(13.4~19.0℃)とし、水槽底面は砂がない状態とした。

#### 2) 飼育水温別養成試験

実験区は自然水温区(13.4~19.0℃)と水温を13℃に設定した調温区とした。調温区には水温調節が可能な加温冷却ユニットを付設した循環濾過式の2t角型FRP水槽を用いた。餌料には前述した練り餌を用い、水槽

底面は砂がない状態とした。

なお、飼育水温別養成は採卵試験のみ行った。

#### 3) 水槽の底砂の有無別養成試験

実験区は水槽底面に3cm程度砂を敷いた砂有り区及び砂を敷かない砂なし区とした。餌料は練り餌とし、水温は自然水温とした。

養成効果の評価は生殖巣指数、卵母細胞の長径と採卵試験によることとした。生殖巣指数は、生殖巣の水分を濾紙で吸い取り重量を測定し、以下の式により求めた。

$$\text{生殖巣指数} = (\text{生殖巣重量} / \text{殻重}) \times 100$$

さらに、雌の個体については生殖巣内の卵母細胞の長径を測定し、その平均値により併せて評価した。また、天然漁場のものと比較するために、養成試験に使用した親ナマコと同漁場で5月8日に採取したアカナマコも併せて評価した。採卵試験で用いた産卵誘発刺激は、採卵前夜の止水、紫外線照射海水の5℃昇温、暗黒状態を併用し、17時から開始した。採卵試験は各区各回次とも20個体の親ナマコを使用し、10年4月20日~6月2日に延べ12回実施した。

### 2. 産卵誘発刺激の検討

紫外線照射海水がアカナマコに与える影響をみるため、紫外線照射の有無による採卵試験を実施した。

試験に用いたアカナマコは、図1に示した遠賀郡岡垣町波津地先の水深10~15m域で、10年3月23日にスキューバ潜水により採取し、4月8日から2t角型FRP水槽に100個体収容し、自然水温で流水飼育したものであ

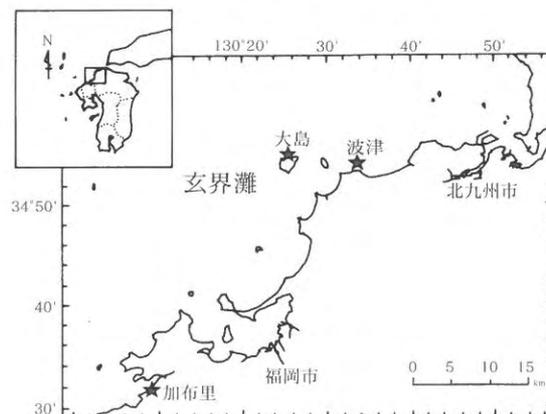


図1 天然アカナマコの採取位置図

る。餌料には練り餌を使用し、水槽底面は砂がない状態とした。試験区は紫外線照射海水区と紫外線を照射していない対照区を設定した。

なお産卵誘発刺激は、両試験区とも、採卵前夜の止水、5℃の昇温、暗黒状態にし、17時から開始した。採卵試験は各区各回次とも20個体の親ナマコを使用し、10年4月20日～6月2日に延べ12回実施した。

### 3. 採卵実証試験

試験に用いたアカナマコは、図1に示した遠賀郡岡垣町波津地先の水深10～12m域で、11年4月1日にスキューバ潜水により採取したものである。

親ナマコ養成は、練り餌、水槽底面の砂なし及び13℃恒温飼育とし、同様に、産卵誘発刺激は、採卵前夜の止水、紫外線照射海水の5℃昇温、暗黒状態を併用した。

生殖巣調査は、11年4月1日、5月27日、6月25日の3回実施した。採卵試験は各回次とも20個体の親ナマコを使用し、4月中旬から6月上旬に延べ10回行い、各回とも17時から開始した。

### 4. 種苗放流試験

供試した種苗は10年度に福岡県栽培漁業公社で生産されたアカナマコ8,800個で、放流は、10年12月21日に行い、種苗の全長は $27.3 \pm 7.9$ mm、体重は $0.87 \pm 0.64$ gであった。放流場所は前原市加布里地先の水深2m域で、水温は14℃、うねりや波はほとんどない海況であった。放流作業はスキューバ潜水で行い、主に転石の間や岩礁の隙間に丁寧に放流した。放流時にはナマコ

種苗が海底面に沈み、付着するまで確認した。

追跡調査は、放流1日後の10年12月22日、一週間後の12月28日、約1ヶ月後の11年1月26日、6ヶ月後の6月2日、約1年後の11月24日、16ヶ月後の4月7日の計6回実施し、各回次とも潜水により放流種苗の生息状況を観察した。

## 結果及び考察

### 1. 親ナマコ養成試験

#### (1) 生殖巣調査

餌料種類別のアカナマコの生殖巣指数及び卵母細胞の長径の推移を表1に示した。生殖巣指数は養成開始時の10年3月23日では4.20であったが、46日後の5月8日では練り餌区が7.19、粉末海藻区が7.13とワカメ区の5.46に比べ高い結果となった。

卵母細胞の長径は、4月21日では各区とも大きな差はなかったが、5月8日では練り餌区が $202 \mu\text{m}$ で、粉末海藻区の $187 \mu\text{m}$ 、ワカメ区の $181 \mu\text{m}$ に比べ約 $20 \mu\text{m}$ 大きく、天然アカナマコの長径と同等であった。

なお、5月8日の天然アカナマコの生殖巣指数は $0.66 \pm 0.86$ で、すでに産卵が終わったものとみられた。

底砂の有無別のアカナマコの生殖巣指数及び卵母細胞の長径の推移を表2に示した。生殖巣指数は養成開始時の10年3月23日では4.20であったが、5月8日では砂有り区が7.19で、砂なし区の5.37に比べ高い結果となった。卵母細胞の長径も同様に、5月8日で砂有り区が $202 \mu\text{m}$ で砂なし区の $179 \mu\text{m}$ に比べ約 $20 \mu\text{m}$ と大きい値であった。

表1 餌料別アカナマコの生殖巣指数及び卵母細胞の長径の推移

試験区	生殖巣指数			卵母細胞の長径 ( $\mu\text{m}$ )	
	3月23日	4月21日	5月8日	4月21日	5月8日
天然	$4.20 \pm 2.39$	—	$0.66 \pm 0.86$	—	$208.1 \pm 15.3$
練り餌区	$4.20 \pm 2.39$	$6.30 \pm 2.33$	$7.19 \pm 3.26$	$92.0 \pm 4.2$	$202.3 \pm 1.8$
粉末海藻区	$4.20 \pm 2.39$	$5.22 \pm 2.83$	$7.13 \pm 3.28$	$92.0 \pm 11.4$	$187.4 \pm 2.4$
ワカメ区	$4.20 \pm 2.39$	$3.63 \pm 2.42$	$5.46 \pm 2.71$	$91.0 \pm 3.2$	$180.7 \pm 4.5$

—：試験を実施していない

表2 底砂の有無別アカナマコの生殖巣指数及び卵母細胞の長径の推移

試験区	生殖巣指数			卵母細胞の長径 ( $\mu\text{m}$ )	
	3月23日	4月21日	5月8日	4月21日	5月8日
砂有り区	$4.20 \pm 2.39$	$6.30 \pm 2.33$	$7.19 \pm 3.26$	$92.0 \pm 4.2$	$202.3 \pm 1.8$
砂なし区	$4.20 \pm 2.39$	$6.27 \pm 4.26$	$5.37 \pm 4.24$	$87.0 \pm 4.2$	$178.6 \pm 10.0$

(2) 採卵試験

条件別採卵試験結果を表3に示した。

餌料種類別では10回の採卵試験のなかで、放卵は粉末海藻区で2回、練り餌区で1回みられ、そのうち100万個以上の受精卵が得られたのは、5月7日の練り餌区のみであった。

飼育水温別では4回の採卵試験のなかで、放卵は調温区では4回全てで、自然水温区では1回にみられ、そのうち100万個以上の受精卵が得られた、調温区で3回、自然水温区で1回であった。

底砂の有無別では、10回の採卵試験のなかで、放卵は砂有り区、砂なし区とも1回ずつみられ、両区とも100万個以上の受精卵が得られた。

2. 産卵誘発刺激の検討

産卵誘発刺激別の放卵状況を表4に示した。

紫外線照射海水を用いた試験区では、12回の採卵試験のうち2回放卵が見られ、放卵量は5月7日が1,475千個、5月28日が1,000千個であった。一方、紫外線照射なし区では全く放卵がみられなかった。

3. 採卵実証試験

生殖巣重量及び生殖巣指数を表5に示した。採取時の11年4月1日では生殖巣重量は7.83±6.82であったが、6月25日には11.92±10.86と極めて高い値を示した。また、生殖巣指数同様に11年4月1日では4.64±4.11

であったが、6月25日では10.86±4.46と増加した。

採卵数を図2に示した。放卵が見られたのは10回の採卵試験のうち7回で、うち、1,000千個以上の受精卵が得られたのが6回、5,000千個以上が3回であった。最も放卵量が多かったのは5月12日の9,913千個であった。さらに、放卵は4月14日～6月4日の試験期間を通してみられた。

マナマコの採卵技術については、アオナマコで先行的に技術開発が進み、佐賀県では<sup>1)</sup>3月に確保した親を冷

表5 実証試験での親アカナマコの生殖巣重量及び生殖巣指数

項目	4/1	5/27	6/25
生殖巣重量(g)	7.83±6.82	9.60±9.52	11.92±5.99
生殖巣指数	4.64±4.11	4.48±4.30	10.86±4.46

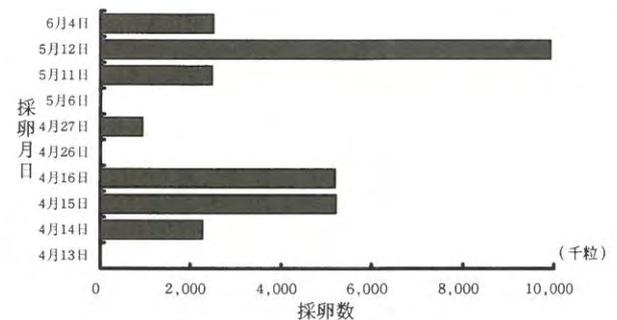


図2 採卵実証試験での採卵数

表3 養成時の条件別受精卵数

単位：千個

条件	試験区	採卵月日											
		4/20	4/21	4/22	4/27	5/6	5/7	5/12	5/13	5/14	5/21	5/28	6/2
餌料	練り餌区	0	0	0	0	0	1,475	0	0	0	0	-	-
	粉末海藻区	0	0	0	0	0	850	0	134	0	0	-	-
	ワカメ区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
飼育水温	調温区	-	-	-	-	376	4.625	-	-	-	-	1,780	2.348
	自然水温区	-	-	-	-	0	1.475	-	-	-	-	0	0
底砂の有無	砂有り区	0	0	0	0	0	1,475	0	0	0	0	-	-
	砂なし区	0	0	0	0	0	1,925	0	0	0	0	-	-

-：試験を実施していない

表4 紫外線照射有無別受精卵数

単位：千個

試験区	採卵月日											
	4/20	4/21	4/22	4/27	5/6	5/7	5/12	5/13	5/14	5/21	5/28	6/2
紫外線照射有り区	0	0	0	0	0	1,475	0	0	0	0	1,000	0
紫外線照射なし区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

凍ワカメを餌料として養成し、産卵誘発刺激として5℃昇温することで、4回の採卵のうち500万個以上の受精卵を3回確保している。

一方、アカナマコでは、1,000万個を越える採卵実績はある<sup>3)</sup>ものの、アオナマコに比べ安定性が劣り、特に、外海産のアカナマコからの採卵は困難であった。また、近年の責任ある栽培漁業の推進といった流れからみると、将来は放流する種苗の親はその放流海域産を用いることが求められると予測され、特にナマコのような地先性資源についてはより重要となってくると考えられる。

本研究で得られた知見を整理すると、親ナマコ養成時の餌料は、粉末海藻に濃縮クロレラとマッシュポテトを練り合わせた餌が、通常使用されている粉末海藻に比べ、生殖巣調査及び採卵試験においても良好な結果であった。さらに、飼育水温を13℃で養成飼育することで、採卵誘発率及び放卵量は上昇することがわかった。加えて、敷砂の有無による成熟及び採卵量の違いをみだが、生殖巣及び放卵の状況はほぼ同等で、必ずしも敷砂は必要ないと判断された。また、産卵誘発刺激として、これまで実施されていた採卵前夜の止水、5℃の昇温、暗黒状態に加え、アワビ<sup>2)</sup> やサザエ<sup>3)</sup> の誘発刺激として有効である紫外線照射海水を用いることで受精卵確保の確率が向上し、紫外線照射海水はアカナマコの産卵誘発刺激として有効であることが明らかになった。

これらの結果を踏まえて行った採卵実証試験では採卵回次のうち7割という高い確率で卵が確保でき、3割は事業生産として十分な採卵量と考えられる500万個以上の受精卵を確保することが可能となった。

このように、本研究で行った養成方法、採卵誘発技術等の改良により、これまで特に困難であった外海産のアカナマコの受精卵の確保がほぼ安定して可能となった。

しかしながら、事業生産規模で必要となる受精卵の確保といった観点からみると、本研究結果では500万個以上の受精卵を得ることができる確率は3割であり、最善の手法とは言い難い。今後は、餌や飼育方法の改良等により、より大量の卵の安定確保とともに、大型の天然アカナマコの確保が困難であることから親ナマコを複数年使用できる養成技術の開発も必要である。

#### 4. 種苗放流試験

潜水により観察した放流種苗の生息状況は以下のとおりであった。

放流1日後（10年12月22日、水温14℃）では、放流

したナマコはほぼ放流場所にとどまり、転石の裏及びトゲモクの基部、葉体の中に絡みつくように付着しており、トゲモク1本に10～30個体が生息していた。トゲモクに付着していた個体を除いたナマコの付着場所は、発見した39個体のうち、転石の裏が22個体で56.4%を占めていた。食害種としてはイシガニ、イトマキヒトデが生息するが、イシガニが稚ナマコをはさんで食べているのを観察した。また、放流点周辺のイトマキヒトデの胃内容物からを実体顕微鏡で検鏡したが、稚ナマコは観察できなかった。

放流1週間後（10年12月28日、水温13℃）では、トゲモク等の海藻内のナマコは減少し、岩礁上及び転石間や下部に生息する個体が増加した。

放流1ヶ月後（11年1月26日、水温12℃）では、稚ナマコのものと思われる糞は多数発見されたが、発見できたナマコは放流直後に比べ減少した。そのなかでも発見したナマコは岩礁上に多くみられた。

放流6ヶ月後（11年6月2日、水温19℃）は、放流1ヶ月後と同様であった。

放流約1年後（11年11月24日、水温17℃）では、岩の表面に糞が多数あり、その近辺の岩の隙間に生息していた。

放流16ヶ月後（11年4月7日、水温13℃）では、ヨレモクが繁茂しており、その中にナマコが生息していた。岩礁と砂域の縁辺部の生息数は少なかった。

このように、放流初期は海藻基部に蝟集する傾向があり、時間の経過に伴い転石下部や岩礁の亀裂に移動すると推察された。

## 文 献

- 1) 佐賀県栽培漁業センター事業報告：31-41(1996)
- 2) 菊池省吾・浮永久：アワビ属の採卵誘発に関する研究第2報紫外線照射海水の産卵誘発効果、東北区水産研究所研究報告，33，69-78(1974)
- 3) 石田修・坂本幸満・高橋浩美：紫外線照射海水浸漬と水温上昇によるサザエの放精・放卵の促進，水産増殖，41(1)，45-48(1993)

# 有明海地域特産種増殖事業

## コウライアカシタピラメ種苗生産技術の開発

福澄 賢二

ウシノシタ類は、有明海において漁業上重要な魚種であるが、近年漁獲量が著しく減少しており、漁業者から資源増大が強く望まれている。そこで増殖事業の一環として、ウシノシタ類の中でも特に高級魚とされ、重要度が高いコウライアカシタピラメの種苗生産技術開発に係る試験を行ったので報告する。

### 方 法

#### 1. 採卵及びふ化

親魚には平成10年12月に長崎県島原市沖合でさし網によって漁獲された雌40尾（全長306±26mm）、雄18尾（246±30mm）を用いた。これらを室内の5.5kl円形水槽に収容し、冷凍オキアミまたは活ゴカイを毎日飽食給餌して養成した。採卵は、水槽内に自然産卵された卵をオーバーフロー排水とともに採卵ネットで夜間回収する方法で行い、3月1日からネットの設置を開始した。

採卵後は一定時間静置して浮上卵と沈下卵に分離し、それぞれの湿重量から採卵量及び浮上卵率を求め、浮上卵については卵径を測定するとともに、約200粒を1Lビーカー内に収容し、18℃に設定したインキュベーター内に静置してふ化率を求めた。また、ふ化仔魚の活力を判定するため、ふ化率調査後の仔魚をインキュベーター内で継続して無給餌飼育し、次に示す新聞・辻ヶ堂<sup>1)</sup>の方法により無給餌生残指数（SAI）を求めた。

$$SAI = \frac{\sum_{i=1}^k (N - hi) \times i}{N}$$

（Nは仔魚数、hiはi日目のへい死魚の累積尾数、kは生残尾数が0となった日）

#### 2. 仔稚魚飼育試験

仔稚魚の飼育には1kl黒色円形水槽4基を使用し、別の水槽でふ化させた仔魚を飼育水槽に収容して飼育を開始した。換水量は、ふ化直後は0.3回転/日とし、仔稚魚の成長に伴い3回転/日まで順次増加させた。通気は水槽

中央にエアストーン1個を配し、微通気とした。

餌料はS型シオミズツボワムシ（給餌密度5個体/ml、以下ワムシ）、配合飼料、アルテミア幼生を仔稚魚の成長にあわせて順次与え、ワムシ及びアルテミアについては市販の栄養強化剤で栄養強化したものをを用いた。また、ワムシ給餌期間中は、ナンノクロロプシスを飼育水中に50万cell/mlとなるよう毎日添加した。

#### 3. 初期減耗対策試験

10年度の仔稚魚飼育試験<sup>2)</sup>では、初期減耗が激しく、着底稚魚段階での生残率はきわめて低調であった。初期減耗の要因は摂餌開始期の摂餌不良と考えられたため、今年度は、その対策を検討するために給餌条件別の試験を行った。

ふ化仔魚を2,000尾ずつ100l黒色円形水槽に収容し、ワムシ給餌密度を0、5、10、20個体/mlに設定した。また、微粒子配合飼料投与の有効性を確認するために、ワムシ5個体/mlと配合飼料を併用した区及び配合飼料単独給餌区も設定し、仔魚が開口する日齢3から給餌を開始した。日齢3から日齢12までの間、9時、13時、17時に各区の仔魚を20尾ずつサンプリングし、消化管内のワムシ摂餌個数を計数するとともに、17時に各試験区の浮上へい死尾数を計数した。

### 結果及び考察

#### 1. 採卵及びふ化

採卵量及び飼育水温の推移を図1に、浮上卵率、卵径、ふ化率、SAIの推移を図2～5に示した。

3月11日から5月12日にかけて26回採卵され、合計2,622gの卵が得られた。そのうち浮上卵は1,457g、106万粒（1gあたり平均卵数727粒）であった。採卵期間中の水温は11.7～20.2℃で推移した。10年度は、4月12日に採卵ネットを設置し、4月16日に初めて採卵されているが、本年度の結果から、3月中旬には産卵が行われているものと考えられた。ただし、産卵期間は飼育水温の影響によって変動すると考えられるため、今後は年による変動も把握する必要がある。

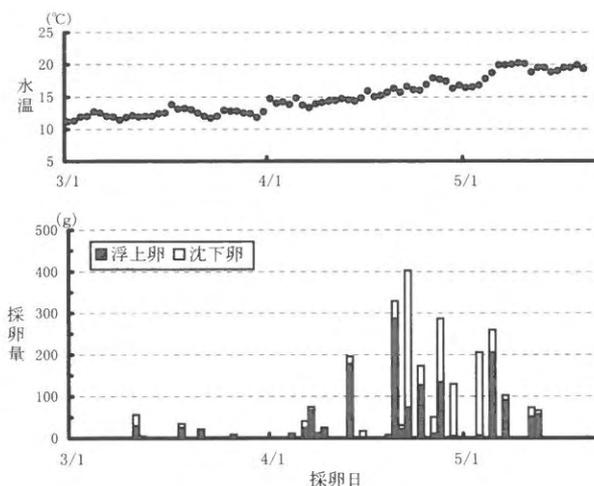


図1 採卵量及び飼育水温の推移

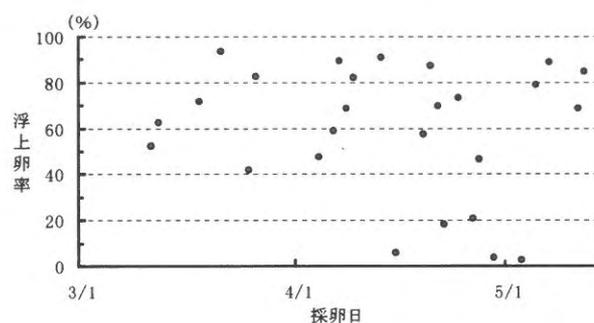


図2 浮上卵率の推移

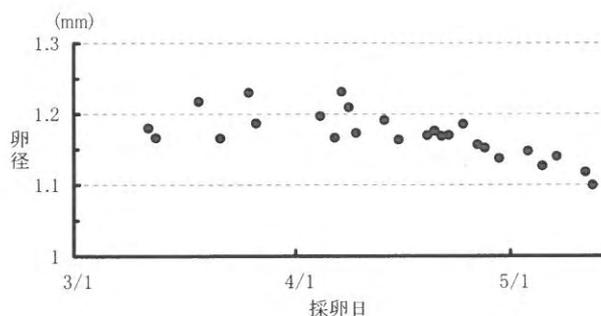


図3 卵径の推移

採卵量のピークは4月下旬であったが、この時期以降は浮上卵率が安定せず、また、SAIが低下することから、採卵の適期は4月中旬と考えられた。

また、浮上卵量、浮上卵率、卵径、ふ化率、SAIの相互関係を調べたところ、図6に示すように、ふ化率とSAIで正の相関を示す傾向がみられた。SAIは仔魚の活力の高さを示す値であることから、ふ化率が高い卵を用いると活力が高い仔魚が得られることが示唆された。

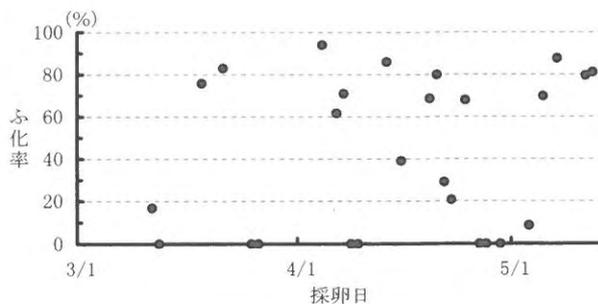


図4 ふ化率の推移

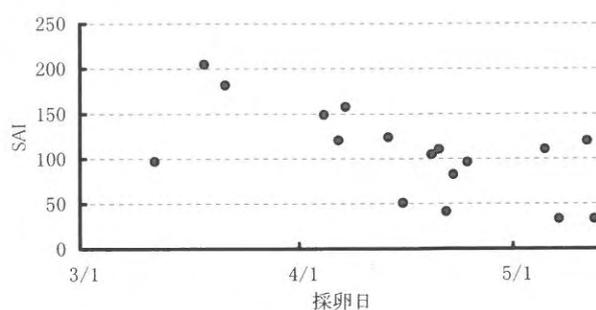


図5 無給餌生残指数 (SAI) の推移

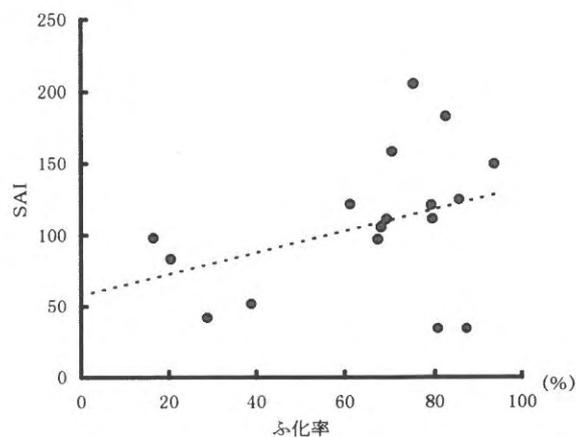


図6 ふ化率とSAIの関係

## 2. 仔稚魚飼育試験

仔稚魚の飼育結果を表1に示した。

飼育試験は4月7日、4月13日及び4月20日に採卵した浮上卵を用い、4系列で行った。試験終了時の生残率は、最も良かった系列でも0.2%と低調であり、うち2系列は着底稚魚への変態前に全滅した。これらは10年度と同様に、飢餓個体が死亡する日齢10前後に大幅な減耗がみられたことから、減耗の要因は摂餌不良と考えられた。

表1 仔稚魚の飼育結果

水槽番号	1	2	3	4
採卵日	4/7	4/13	4/13	4/20
飼育日数	68	63	20	17
収容尾数	30,400	52,700	10,800	27,000
飼育水温	14.0~22.0℃	15.5~22.4℃	—	—
給餌期間	ワムシ 配合飼料 アルテミア	日齢 4~51 日齢 15~67 日齢 20~67	3~46 4~62 18~62	3~16 4~16 —
着底開始時日齢	38	33	—	—
着底完了時日齢	52	46	—	—
試験終了時の生残尾数 (生残率)	49 (0.2%)	68 (0.1%)	0 (0%) 日齢19で飼育中止	0 (0%) 日齢16で飼育中止

### 3. 初期減耗対策試験

ワムシを摂餌していた仔魚の割合（群摂餌率）の推移を図7に、平均ワムシ摂餌個数の推移を図8に、累積浮上へい死尾数の推移を図9に示した。なお、図7及び図8については、3回の観察時刻のうち、最も摂餌活動が活発であった13時の観察結果を抜きだして図示した。

群摂餌率及び平均摂餌個数は、給餌密度が最も高い20個体/ml区であっても大きく向上することはなく、また、微粒子配合飼料の併用給餌による効果も特に認められなかった。

累積浮上へい死尾数は、20個体/ml区が他の区に比べて早い時期に大量のへい死が生じているが、このことは、ワムシの大量給餌による飼育環境の悪化によるものと考えられた。

海産魚の種苗生産におけるワムシの適正給餌密度は、数種の魚種で検討されている<sup>3)</sup>。本種の仔魚の口径は、ワムシを十分に摂餌できる大きさであることがわかっているものの<sup>2) 4)</sup>、今回の試験結果からは、ワムシ給餌密度が20個体/mlでは不足なのか、あるいは他の要因で摂餌が阻害されているのかは不明である。したがって、今後も各種試験を行い、摂餌不良要因を明らかにしていく必要がある。

### 文 献

- 1) 新聞脩子・辻ヶ堂諱：カサゴ親魚の生化学性状と仔魚の活力について、養殖研究所研究報告，2，11-20 (1981)
- 2) 福澄賢二・太刀山透・深川敦平・林宗徳：有明海地域特産種増殖事業（コウライアカシタピラメの種苗生産に関する研究），平成10年度福岡県水産海洋技

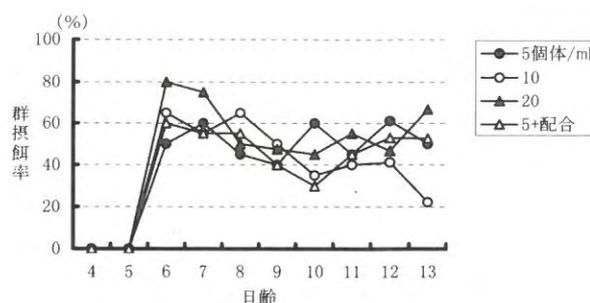


図7 群摂餌率の推移

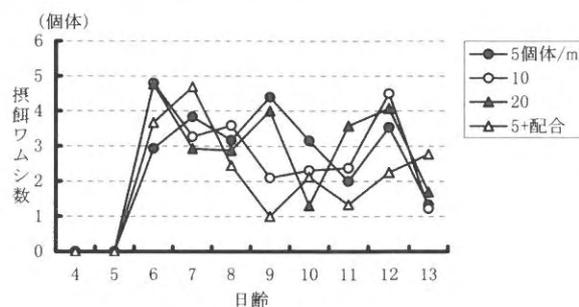


図8 ワムシ摂餌個数の推移

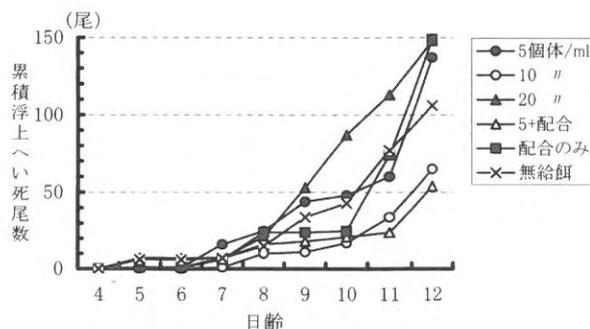


図9 ワムシ摂餌個数の推移

術センター事業報告書, 41-45 (2000)

- 3) 伏見徹：稚仔魚の摂餌量，シオミズツボワムシー生物学と大量培養（日本水産学会編），恒星社恒星閣，69-93(1983)
- 4) 尾田正・水戸鼓：コウライアカシタビラメ仔魚の相対成長，摂餌可能サイズと適正塩分濃度，岡山県水産試験場報告，9，85-88（1994）

# 種苗生産技術に関する基礎調査

メガイアワビの種苗生産に関する研究

太刀山透・深川敦平・福澄賢二

本県地先海域には、クロアワビ、メガイアワビ、マダカアワビの3種が生息するが、メガイアワビの生息水深は5～10m域でクロアワビより深い。限られた磯漁場を効率的に活用するためには、従来から放流しているクロアワビに加えメガイアワビを放流対象種として導入し、漁場の生産性を高めることが必要である。さらには、メガイアワビは在来種であり放流群の再生産への寄与といった観点からも有効な栽培対象種と考えられる。

そこで、メガイアワビの種苗生産に取り組み、栽培漁業化へ向けての基礎資料とすることを目的とした。

## 方 法

### 1. 採卵試験

試験に用いた親アワビは、宗像郡大島村で採捕された平均殻長129.8±14.5mmの天然貝9個体（雌5個体、雄4個体）で、11年3月2日に当センターに搬入した。親アワビは砂濾過海水の流水下で飼育し、アラメや冷凍ワカメを餌料として与えた。

採卵は11年11月2日に実施したが、採卵誘発刺激は以下の手順によった。

- ・11月1日（採卵前日） 18時から止水、微通気
- ・11月2日（採卵当日） 6時30分 紫外線照射海水に浸漬

得られた受精卵は、約30分間隔で3回デカンテーションにより洗卵し、アルテミア水槽を用いた孵化幼生飼育槽に收容した。

### 2. 幼生の投入密度別付着試験

幼生の適正投入密度を把握するために、表1に示した密度で幼生を投入し、約2ヶ月後の付着数を計数した。試験区は福岡県栽培漁業公社でのクロアワビ生産時の投入幼生密度である250個/枚を基準とし、その75%である188個/枚、150%である375個/枚の3区を設定した。

使用した幼生は11月2日に採卵したもので、11月5日に付着作業を行った。用いた水槽は屋外に設置した4t角型FRP水槽で、これに予め付着珪藻を培養した波

板（45×45cm）を440枚セットした。付着数の計数は、440枚の波板のうち20枚をランダムに選び、この波板の付着数を計数し比例法で算出した。

## 結果及び考察

### 1. 採卵試験

採卵前日止水時の水温低下により2日6時の飼育水温は18.1℃であったが、紫外線照射海水の水温は19.9℃で、1.8℃の昇温刺激となった。

放卵放精は刺激を開始した6時30分から3時間経過した9時30分に確認され、10時には放卵が終了した。総放卵数は16,733千粒で、3日12時には孵化幼生が確認され、5日には付着直前幼生に変態し、発生は順調であった。

メガイアワビの採卵は、前日の止水と紫外線照射海水への浸漬の併用というクロアワビと同様な手法で可能であるが、放卵までの時間がクロアワビの2時間程度に比べ3時間と長いようである。

### 2. 幼生の投入密度別付着試験

幼生の投入密度別付着数を表1に示した。

188個/枚のI区の付着率が6.3%と低いものの、250個/枚及び375個/枚では約11%で、クロアワビ幼生の付着数と遜色ない結果であった。適正付着密度の評価は、生残率とその後の成長により総合的に判断するものであり、今後、各試験区の成長差により、メガイアワビでの幼生の適正投入数を把握する必要がある。

表1 幼生の投入密度別付着数

試験区	波板あたりの投入幼生数 投入幼生数 (個/枚)	付着数 (個)	付着率 (%)
I	188	83000	5200 6.3
II	250	110000	12440 11.3
III	375	165000	18400 11.2

# 放流種苗防疫対策事業

筑紫 康博・柴田 利治\*<sup>1</sup>・渡辺 健二\*<sup>1</sup>  
 行武 敦\*<sup>1</sup>・福澄 賢二 \*<sup>1</sup> 福岡県栽培漁業公社

クルマエビ及びアワビは、本県の栽培漁業の最重要種である。いずれの種苗も昭和54年から宗像郡鐘崎の福岡県栽培漁業公社での事業化がなされ、今日まで生産、配布が行われている。

クルマエビについては、平成元年頃から囲い網による中間育成から陸上施設への移行が始まり、現在では、筑前海の1カ所と有明海を除いて、全て陸上施設による中間育成を行っている。平成5年度に西日本のクルマエビ養殖場で大量へい死を発生させ、壊滅的な被害を与えたクルマエビ等のウイルス病であるPAVは、平成7年には本県のクルマエビ中間育成場でも初めて発生し、大きな被害を与えた。このため、翌年からはPAVを対象にした検査指導体制を整え、PAVの発生をほぼ抑えることができるようになった。今年度も引き続き、調査、指導、保菌検査、研究等の事業を行った。

アワビについては、4月に栽培漁業公社から出荷された10mmサイズの稚貝を粕屋郡新宮町相島、宗像郡大島の（当初は北九州市馬島でも実施）各地域毎に設けられた海上筏の中間育成施設で、選任の管理者をおいた集中管理方式での育成を翌年3月まで行い、30mmサイズとし、各地先へ放流している。中間育成開始当初の4年間は高い生残率を示したが、昭和58年に大量へい死が初めて認められて以来、多少の変動はあるものの生残率は年々低下し、平成3年には10%をきるという状況となった。その後、エゾアワビの導入が平成2年から行われ、

平成5年、6年にはエゾアワビのみの生産体制となった。しかし、同様に大量へい死が発生したために、平成7年からは再びクロアワビのみの生産体制に切り替え、公社からの出荷時期をへい死の収まった6月～7月以降にすることで中間育成場での生残率を70～80%にする事ができるようになった。しかし、その間にも栽培公社での生産中には大量へい死が発生し、剥離稚貝から出荷までの生残率は約40～50%であった。特に平成10年には、生残率は20%以下という結果となり、中間育成場への配布に支障を来す事態となった。これらの大量へい死の原因であるアワビ筋萎縮症発生状況の調査、指導、感染源の究明を目的として事業を行った。

## 方 法

### 1 クルマエビ

#### 1 防疫体制

種苗生産・中間育成時におけるPAVウイルスの進入・感染を防ぐために、次の体制をとった（表1）。

#### (1) 施設の消毒・隔離飼育

##### イ 種苗生産機関

- ①生産前に塩素等による水槽、器具、生産施設の消毒を行う。
- ②外部からの感染源持ち込み防止のため、生産施設は、関係者以外は立入禁止とし、施設の出入りの

表1 筑前海区におけるPAVの防疫対策

栽培漁業公社	中間育成場
(1)施設の消毒 (2)紫外線照射海水による洗卵 (3)隔離飼育 (4)親エビのウイルスチェック (5)生産中のエビのチェック ロット毎、水槽毎 出荷前 ←PCR検査 ↓ 出荷 いずれの段階においても陽性が出た場合は殺処分とする。	(1)施設の消毒 (2)外部、水槽毎の隔離の指導 (3)育成エビのウイルスチェック 水槽毎の検査 育成期間中←PCR検査 ↓ 放流 育成途中で陽性が出た場合は殺処分を指導する。

際は、手、体、足を消毒する。

③感染・発病の防止のために、受精卵を紫外線照射海水で洗浄し、ヨード剤で消毒した後に、種苗生産に用いる。

④水平感染防止のために、水槽毎に、器具を使い分け、水槽間の移動のときには、手、体、足の消毒を行う。

#### ロ 中間育成場

外部からの感染源の持ち込み、施設内での水平感染防止のため、以下の指導を行った。

①種苗搬入前に塩素による施設、器具等の消毒を行う。

②飼育期間中は、外部から施設内に入る場合は、手、体、足の消毒を行う。

③水槽毎に飼育器具を使い分け、水槽間の移動のときは、手、体等の消毒を行う。

#### (2) 検査体制

クルマエビ、ヨシエビの種苗生産、中間育成の各段階において、ウイルス（PRDV）のPCR法による検査を行った。

種苗生産時の検査は、原則として、親エビ、出荷前の計2回、中間育成時は、育成中、放流前及びその他必要に応じて検査を行った。また、福吉、福岡市（志賀島）については、1週間～10日ごとに検査を行った。なお、親エビについては、採卵に用いた個体の一部を凍結保存し、本年度の生産終了後に検査を行った。

種苗生産中に検査で陽性となった場合は、全て殺処分することとし、中間育成中に陽性となった場合は、殺処方を指導するという方針で臨んだ。

#### 2 親エビ検査部位の検討

親エビ検査時の好適な検査部位を特定するために、各部位毎にPCR検査を行い、検討を行った。検体には栽培漁業公社の採卵用雌クルマエビを用いた。平均体長は17.9cmであった。1999年8月5日に採卵後-80℃で保存し、これらから胃上皮、胸脚、第2触覚内肢、血液、卵巣、受精囊の6部位を個体別に採取、検査した。

DNAの抽出にはISOGEN（日本ジーン社製）を用いて木村ら<sup>1)</sup>の方法に準じて、DNAの増幅及びPRDV陽性の判定は蛍光プローブPCR法で筑紫ら<sup>2)</sup>の方法によって行った。

## II アワビ

### 1 防疫体制

次の防疫体制をとった。

#### (1) 親貝の確保、採卵

イ 栽培公社生産用の無病親貝の飼育を水産海洋技術センターの隔離棟内で行う。

ロ 採卵、幼生飼育を水産海洋技術センター内で行い、付着直前の幼生を栽培漁業公社に搬出する。

#### (2) 栽培漁業公社における種苗生産

イ 生産に入る前にアワビ飼育施設内の稚貝等を全て処分し、注水施設、水槽、排水路、器具等の消毒を塩素、アルコール、熱湯等で行う。

ロ 外部からの感染源持ち込み防止のため、生産施設は、関係者以外は立入禁止とし、施設の出入りの際は、手、体、足を消毒する。

ハ 水平感染防止のために、水槽毎に、器具を使い分け、水槽間の移動のときには、手、体、足の消毒を行う。

ニ 飼育海水は全て紫外線照射海水とする。

### 2 発生状況調査

#### (1) 種苗生産調査

イ アワビ施設排水に無病稚貝60個体を時期別に一定期間浸漬した後、水産海洋技術センターまたは公社内の水槽で18～20℃の恒温飼育後、組織切片を作成し、病変の有無の確認を行った。

ロ 必要に応じて、生産中の各水槽の稚貝60個体を水産海洋技術センター又は公社内の水槽で18～20℃で恒温飼育し、組織切片観察により病変の有無の確認を行った。また、生産中に衰弱個体が見られたものについても組織切片観察を行った。

#### (2) 中間育成調査

イ 各中間育成場の稚貝を秋期にサンプリングし、組織切片観察により病変の有無の確認を行った。

ロ 宗像郡大島の中間育成場で4～6月に時期別に無病貝の飼育を行った後、水産海洋技術センターに持ち帰り、18～20℃で飼育した後、組織切片観察により病変の有無の確認を行った。

### 3 感染源究明

#### (1) 栽培漁業公社ろ過海水による無病貝の隔離飼育

公社ろ過海水飼育による筋萎縮症発症を再現するために、定期的に公社から水産海洋技術センターに搬入したろ過海水による18～20℃での飼育後、組織切片観察により病変の有無の確認を行った。

(2) ウイルス粒子の探索

栽培漁業公社生産の大量へい死時の磨砕ろ液の濃縮方法を変えて、電子顕微鏡観察を行った。

結 果

Ⅰ クルマエビ

1 防疫体制

(1) 種苗生産・配布

イ クルマエビ

平成11年度のクルマエビ生産状況及びPCR検査結果を表2に示した。

生産は3回に分けて行われた。親エビは九州の1県の2地区から合わせて8回購入した。親エビの

検査には、胸脚、胃上皮等を用いた。出荷前のPCR検査結果では、第3回次に陽性となり、生産を中止した。親エビについては、第2回次以降から一部陽性となり、特に第3回次の陽性率は約40%にもなった(表3)。生産された種苗は、筑前海区の間育成場、豊前及び有明海区の育成場等に出荷したが、第3回次については、生産中止のため配布ができない状況となった。

ロ ヨシエビ

平成11年度のヨシエビ生産状況及びPCR検査結果を表4に示した。

生産は4回に分けて行われ、親エビは九州の1県から4回購入した。親エビの検査には卵巣を用いた。全回次とも真菌の発生等で生産が不調であ

表2 平成11年度の栽培漁業公社におけるクルマエビ生産状況

回次	親エビ	生産開始月日	配布月日	親エビ数 (尾)	生産尾数 (千尾)	PCR検査結果	
						親エビ	出荷前
1	A県A地区	4月6日	5月18日～6月8日	300	5,392.7	-	-
"	"	4月16日	6月3日	100	4,271.0	-	-
"	"	5月7日	6月22日,7月1日	150	4,345.9	-	-
2	A県A地区	6月12日	7月29日,7月30日	301	6,322.1	一部+	-
"	A県B地区	6月16日	7月30日～8月19日	313	5,321.0	一部+	-
"	A県A, B地区	6月12日,6月16日	7月29日～8月19日	614	11,643.1	一部+	-
3	A県B地区	8月5日	生産中止	333	生産中止	一部+	+

表3 平成11年度 親クルマエビPCR検査結果

回次	親エビ	生産開始月日	検査部位	検査個体数	陽性個体数	陽性率 (%)
1	A県A地区	4月6日	胸脚	62	0	0.0%
	"	4月16日	"	59	0	0.0%
	"	5月7日	"	60	0	0.0%
2	A県A地区	6月12日	胸脚	60	1	1.7%
	A県B地区	6月16日	受精嚢	59	2	3.4%
	A県A, B地区	6月12日,6月16日	"	60	4	6.7%
3	A県B地区	8月5日	胃上皮	60	23	38.3%
			胸脚	60	23	38.3%
			第2触覚内肢	60	20	33.3%
			卵巣	60	11	18.3%
			血液	60	13	21.7%
			受精嚢	60	2	3.3%

表4 平成11年度の栽培漁業公社におけるヨシエビ生産状況

回次	親エビ	生産開始月日	配布月日	親エビ数 (尾)	生産尾数 (千尾)	PCR検査結果	
						親エビ	出荷前
1	B県A地区	7月6日	生産中止	77	生産中止	-	生産中止
2	"	7月9日	8月30日～9月10日	85	3,472.7	-	-
3	"	7月14日	生産中止	194	生産中止	-	生産中止
4	"	7月29日	9月21日～10月5日	202	3,722.1	-	-

り、第1、3回次は生産中止となった。しかし、親エビ、出荷前ともPCR検査結果は全て陰性であった。生産された種苗は、主に豊前海区の間育成場に出荷し、一部は筑前海区に出荷した。

(2) 中間育成・放流

筑前海区におけるクルマエビ中間育成場の位置図を図1に示した。平成11年度にクルマエビの中間育成を行った漁協施設は5カ所であり、うち陸上施設4カ所、囲網1カ所である。

陸上中間育成場での育成状況を表5に示した。

各回次の育成前に現地での消毒指導を行った。また、育成中には水槽毎にサンプリングを行い、PAVのPCR検査を行った。今年度も、PAVの発生はなかった。

2 親エビ検査部位の検討

DNA抽出に用いた各部位の検体量を表6に示した。

検査した60尾のうちPRDV陽性の個体は33尾であった。陽性個体全体に対する部位別検出率を表7に示した。

部位別の検出率は、胃上皮、胸脚が高く、第2触覚内肢がそれに次いだ。受精嚢からはほとんど検出されなかったが、採取した検体には、精子がほとんど残っていない状況であり、精子が多く残っていれば検出されたとも考えられる。

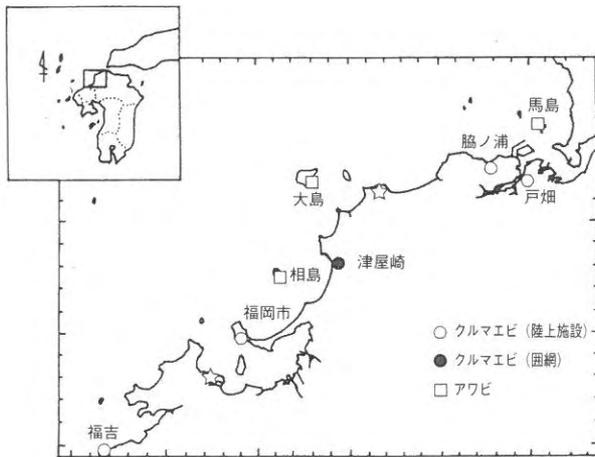


図1 筑前海区における中間育成場の位置

胃上皮、胸脚、第2触覚内肢、受精嚢は、その部位のみが陽性となることがあったが、血液及び卵巣については、胸脚、第2触覚内肢のいずれかの陽性と重複していた。

胸脚及び第2触覚内肢のどちらかが陽性である検出率は、胃上皮以上であった。

II アワビ

1 防疫体制

(1) 親貝の確保、採卵

公社採卵用母貝は、全て豊前海産であり、平成10年3月31日(A)、7月3日(B)、平成11年3月31日(C)に豊前から水産海洋技術センターへ搬入した3群で、それぞれ平均殻長約120mm、個体数約25個体であった。これらの母貝をA群は隔離棟内の1室で、B、C群は他の1室の2水槽に分けて収容した。年間を通じ3~4日毎に乾燥昆布を飽食量与え、必要に応じて水槽内の洗浄を行った。飼育室は常に施錠をし、関係者以外立入禁止とした。飼育室への入室時には、塩素、アルコールで消毒を行った。

公社生産用採卵は平成11年10月25日に隔離棟内で行った。センター施設内の恒温室で幼生管理を行った後、10月29日に公社での採苗のために、幼生を搬出した。これは、平成12年出荷分の栽培公社での生産に充てられた。

(2) 栽培漁業公社における種苗生産

平成11年の出荷終了後に、アワビ施設内の生物を全て取り除いた後、平成11年8月26日にろ過槽や排水路等の給排水施設、アワビ水槽、排水路、器具等の一斉消毒を行った。

前年の用水別飼育試験結果によって紫外線照射海水の有効性が示唆されたことを受けて、平成11年出荷分の生産には全て紫外線照射海水を用いた。この結果、大量死は全く発生せず、生産個数約60

表5 平成11年度の筑前海におけるクルマエビ陸上中間育成の状況

漁協名	施設	1回次		2回次	
		搬入日：尾数	放流日	搬入日：尾数	放流日
戸畑	7m円形×1基	5月24日：10万	7月3日	8月2日：10万	9月4日
脇浦	10m円形×1基	5月24日：30万	7月17日	8月2日：30万	8月25日
福岡市	15m円形×17基	5月24日, 6月3日：667万	7月3, 10, 17日	7月29, 30日：589万 直接放流：78万	9月4, 11, 14日 7月30日
福吉	15m円形×6基	5月18日：200万	7月10, 15, 17, 18日, 9月30日	8月3日：100万	9月30日, 10月1日

万個、剥離からの稚貝の生残率は90%以上という結果となった。

## 2 発生状況調査

### (1) 種苗生産調査

無病2年貝を時期別に公社排水口に浸漬し、恒温飼育を行った結果を表8に示した。前年までは、いずれの試験区からも筋萎縮症の病変が観察されていたが、全て異常は見られなかった。

生産水槽稚貝、それを恒温飼育したもの及び生産中の衰弱個体の観察結果を表9に示した。いずれも筋萎縮症の病変は全く見られなかった。

### (2) 中間育成調査

イ アワビ中間育成場の位置図を図1に示した。公社で生産された稚貝の出荷は、大島、相島、馬島、脇ノ浦、藍島漁協へ平成11年6月中旬～7月中旬に順次行われた。中間育成は翌年の3、4月まで行われ、大量死の発生はなかった。組織切片観察用サンプルの採取日は、大島、相島は、平成11年11月19日、馬島、藍島は平成11年11月18日であった。それぞれ10個体ずつ観察を行ったが、病変は全く見られなかった。

ロ 4～6月に宗像郡大島の中間育成場で飼育を行った経過及び結果を図2に示した。無病貝の育成場への搬入は2回行われた。1回目は、4月15日から5月17日まで育成場で飼育し、その1部を4月28日に、5月17日に全てを取り上げてセンター内で乾燥コンブを3～4毎に与えながら18～19℃の恒温飼育を行った。2回目は5月17日から6月18日まで育成場で飼育し、同様に恒温飼育を行った。その後それぞれの試験区の稚貝の組織切片観察を行った。4月15日から4月28日の期間には前年度の中間育成中の稚貝が育成場内で飼育されていたが、それ以降は施設内には他の稚貝はいない状態であった。1回目の4月15日から4月28日までに育成場で飼育を行ったものについては病変は見られず、同じ群を引き続き5月17日まで飼育を行ったものみに筋萎縮症の病変が見られた。2回目の群では病変は見られなかった。

## 2 感染源究明

### (1) 栽培漁業公社ろ過海水による無病貝の隔離飼育

供試貝は平成11年秋採卵の1年貝及び前年秋採卵の2年貝を用いた。それぞれ試験区と対照区を設けた。ウオータバス中で保温した30 lパンライト水

表6 検査部位別のサンプル量

検査部位	サンプル量
胃 上 皮	50～100 $\mu$ l
胸 脚	先端から1～1.5cm
第2触覚内肢	中間部を1～1.5cm
卵 巢	50～100 $\mu$
血 液	200～500 $\mu$ l
受 精 囊	精子ほとんどなし

表7 陽性個体全体に対する部位別検出率

検査部位	検出率 (%)
胃 上 皮	75.8
胸 脚	75.8
第2触覚内肢	63.6
卵 巢	39.4
血 液	33.3
受 精 囊	6.1
第2触覚内肢 又は胸脚	87.9

表8 栽培漁業公社排水への無病アワビ浸漬試験結果

排水浸漬期間	恒温飼育期間	サンプリング日	へい死数	組織切片観察	
				観察個体数	観察結果
H10.12.1～H10.12.8	H10.12.18～H11.2.12	H11.2.12	0	10	陰性
H10.12.19～H11.1.11	H11.1.11～H11.5.13	H11.3.17	0	10	陰性
		H11.5.13	0	10	陰性
H11.1.20～H11.2.8	H11.2.8～H11.5.13	H11.3.17	0	10	陰性
		H11.5.13	2	10	陰性
H11.2.8～H11.2.24	H11.2.24～H11.6.17	H11.6.17	0	10	陰性

槽へ供試貝を取容し、10日毎に搬入した公社のろ過海水1トンを微注水し、微通気で飼育を行った。餌料は、1年貝については、付着珪藻を与え、2年貝については、乾燥昆布を3~4日毎に与えた。試験は平成11年12月1日から平成12年2月28日まで行った。試験終了までのへい死個体数は、2年貝対照区で3個体、2年貝試験区で3個体のみであった。試験終了後の組織切片観察を各区で10個体ずつ行ったが、全て病変は見られなかった。筋萎縮症の感染はしなかったものと考えられた。

## (2) ウイルス粒子の探索

供試貝は、平成10年5月7日採取の公社生産衰弱稚貝を用いた。中腸線を取り除き、PBS(-)で洗浄した軟体部のみ18.5gを水温下でポリトロンホモジナイザーによって破碎し、PBS(-)60mlを添加した。10,000rpm、4℃、30分間で遠沈後、上澄を450nmフィルターでろ過した。得られた液を65%蔗糖上に重層し、SW28ロータで28,000rpm、4℃、3時間、ブレーキなしで遠心後、65%蔗糖上に形成された層を注射器によって採取した。これをコロジオン膜付きメッシュ上に取り、酢酸ウラニウムによるネガティブ染色をした後、電顕観察を行った。

電顕観察の結果、径約80~100nmの球形のウイルス様粒子が少数観察されたが、確定的な結論は出せなかった。

## 考 察

### 1 クルマエビ

#### (1) 検査・防疫体制

本県では、採卵時の親エビの分養、幼生飼育前の親エビのPAV検査等は行っていない。しかしながら、今年は第3回次の種苗生産中の稚エビにPAVが発生し、生産中止となった。来年度からは、PCR検査による親エビの選別の実施を考える必要がある。しかし、生産規模、人員等の条件から、従来のPCR検査法では実施が困難であるが、本県で行われている蛍光プローブPCR法による検査ができれば十分に実施可能であると考えられる。このためには、公社における検査機器等の整備が必要となる。

#### (2) 親エビ検査部位の検討

親エビ選別を行うには、ふ化幼生を飼育水槽に

移すまでの時間内に診断をする必要がある。胃上皮の採取の場合、検体を切開後に胃を取り出し、胃の上皮細胞のみをピンセットで注意深く剥離する必要がある。血液の採取は凝固防止剤をいれたシリンジによって吸引する。胃上皮の採取よりも短時間で、生存状態での採取が可能であるが、採取後の出血等で若干のへい死や衰弱が見られ、産卵へ悪影響を与えることも考えられる。その他の検査部位として、遊泳脚等が考えられるが、遊泳脚では採取後の出血が多く見られる。胸脚及び第2触覚内肢の採取は、ピンセットで該当部位を折り取るのみであり極めて容易である。また、出血もほとんどなく、検体への悪影響を最小限に抑えることができると考えられ、採卵前の採取が可能である。親エビの検体採取部位は、作業が容易であることと検出率の高さから、胸脚及び第2触覚内肢の両方とすることが適当と考えられる。受精囊については、雄個体由来のものであり、雄個体のPAV感染状況によっては、雌個体各部位の検出率の傾向とは無関係に、検出率が極めて高くなる場合もあると考えられる。これについては、精子が十分に残った状態の受精囊と他の部位の検査結果との関連性を見て、検査部位として追加するべきかを検討する必要がある。血液の検出率も低くなっているが、現行のプロトコールでは、検体の血液を12,000×g、4℃、10分で遠沈し、この沈殿をウイルスDNAの抽出に用いることとなっている。しかし、その後の検討によってこの操作で感度の低下が起ることが確かめられた。現行の作業手順を再検討し、さらに、DNA抽出方法の改良を行い、効率的、経済的で感度の高い方法を確立する必要がある。

### 2 アワビ

紫外線照射海水を飼育水に使用することによって筋萎縮症の発生を抑えることができたようになったが、施設内の感染源の特定はできなかった。

中間育成場での筋萎縮症による大量死は発生しなかったが、春期の大島中間育成場での無病貝飼育では筋萎縮症の病変が確認され、漁場内での感染の可能性が示唆された。しかし、今回の試験だけでは結論は出せないと考えられる。

今後も無病の親貝を確保しながらアワビ種苗生産を継続していく上でも、さらに将来的にアワビ漁場内での疾

表9 栽培漁業公社アワビ生産稚貝等の観察結果

種 類	恒温飼育期間	サンプリング日	へい死数	組織切片観察	
				観察個体数	観察結果
室外水槽稚貝（紫外線照射装置を定格水量の50%で使用）の一部を恒温飼育	H10.12.18~H12.2.12	H11.2.12	—	9	陰性
室外水槽稚貝（紫外線照射装置を定格水量の90%で使用）の一部を恒温飼育	H10.12.18~H12.2.12	H11.2.12	—	10	陰性
室内水槽（紫外線照射装置を定格水量の50%で使用）	—	H11.6.15	—	10	陰性
上の稚貝を一部恒温飼育	H10.12.18~H11.5.13	H11.2.12	0	10	陰性
		H11.5.13	0	10	陰性
室内水槽（紫外線照射装置を定格水量の10%で使用）	—	H11.6.15	—	9	陰性
上の稚貝を一部恒温飼育	H10.12.18~H11.5.13	H11.2.12	0	10	陰性
室内水槽（井戸海水で飼育）	—	H11.6.15	—	10	陰性
上の稚貝を恒温飼育	H10.12.18~H11.5.13	H11.2.12	1	10	陰性
無病2年貝を井戸海水で飼育（H10.12.1~H10.6.15）	—	H11.6.15	—	10	陰性
外水槽衰弱個体（紫外線水量90%）	—	H11.3.3	—	1	陰性
外水槽衰弱個体（紫外線水量60%）	—	H11.4.3	—	10	陰性
室内水槽（井戸海水飼育）衰弱個体	—	H11.6.12	—	10	陰性

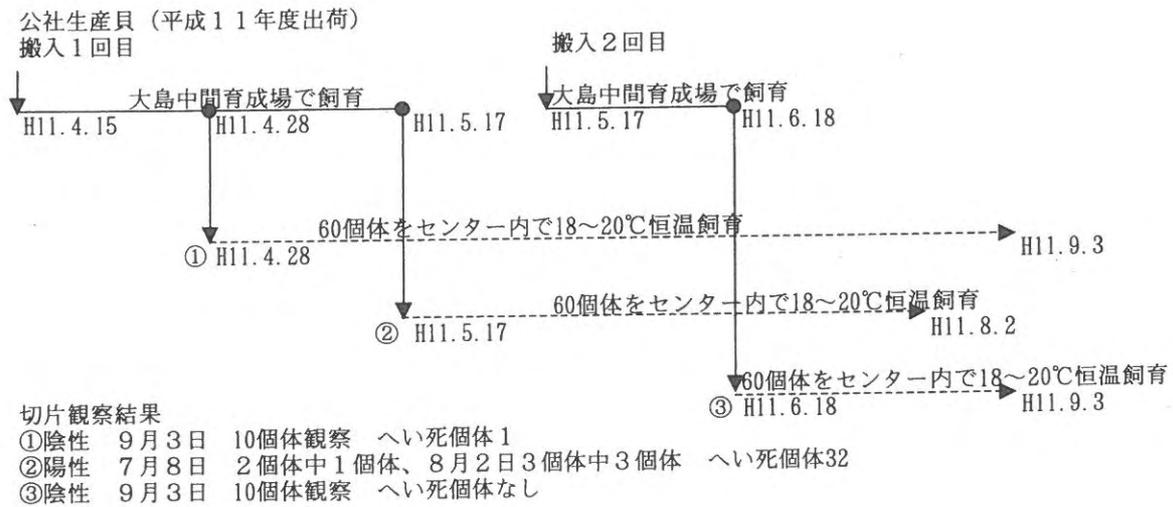


図2 大島中間育成場における無病貝飼育試験経過及び結果

病の状況、資源への影響等を把握する上でも、病原体の特定は必要であり、現在まで本県を含めた多くの研究機関で病原体究明のための研究が行われてきた。しかし、多くの努力にもかかわらず未だに確定的な結果は出ていない。非常に困難な課題であるが、本県の栽培漁業にとっても極めて緊急かつ重要な問題であり、今後も解決に向け取り組んでいく必要がある。

参考文献

- 1) 木村武志, 山野恵祐, 中野平二, 桃山和夫, 平岡三登里, 井上潔: PCR法によるPRDVの検出. 魚病研究, 31 (2), 93-98 (1996).
- 2) 筑紫康博, 岩淵光伸, 白石日出人: 蛍光プローブPCR法 (TaqManシステム法) によるPRDVの検出. 福岡水海技セ研報, 9, 39-42 (1999).

# 牧場型新漁場整備技術開発事業

秋元聡・伊藤輝昭・宮内正幸

筑前海の沿岸域は砂質域が広がり、角型コンクリート魚礁が数多く投入され、漁場造成が行われている。本事業ではこれらの角型魚礁周辺に音響給餌ブイ、浮魚礁、高層性魚礁等の構造物を併設することにより、既存漁場の集魚効果の向上を図り、浅海域における漁場整備手法の開発を行うものである。

初年度は対象海域の特性を把握し、魚礁周辺に魚群が分布することを明らかにした。<sup>1)</sup> 次年度は音響給餌の効果を生体面から把握した。<sup>2)</sup> 本年度は浮体性構造物及び高層性構造物の集魚効果を中心に調査し、さらに最終年度のまとめとして各魚礁の効果と比較し、浅海域に適した漁場造成手法を検討した。

## 方 法

### 1. 試験区の地形調査

調査対象水域は水深20m程度の遠浅な砂質域である。この水域に2m及び1.5mの角型コンクリート魚礁（以下角型魚礁という）が集群している3地区を試験区として選定し、Stn. 1では音響給餌ブイが、Stn. 2には浮魚礁区として複数の浮体構造物が設置され、Stn. 3は既存の角型魚礁のみの配置で対象区としている（図1）。Stn. 1～3の詳細な魚礁の配置については調査船つくしのサイドルッキングソナーを用いて把握した。

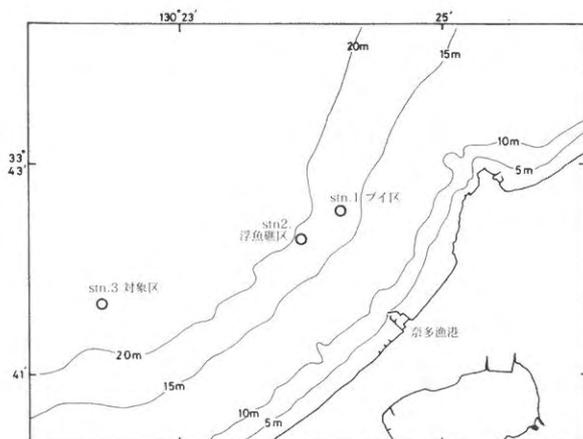


図1 調査対象水域

### 2. 潜水調査

浮体性構造物の集魚効果の比較を行うため7月31日、8月20日、9月29日、10月21日の計4回Stn. 2において潜水調査を行った。潜水は毎回10時～12時の間に行い、角型魚礁、表層浮魚礁、中層浮魚礁、着底型中層魚礁の礁別に蛸集魚の出現魚種、尾数を計数した。また、潜水中に各魚礁への付着物の付着状況、設置後の経過についても観察した。なお、潜水調査は(株)ベントスに委託し、共同調査として行った。

### 3. マアジ滞留調査

#### (1)放流試験

魚礁でのアジの滞留性を見るために、9月2～3日にマアジ標識放流を行った。放流魚は当日、漁船一本釣りにより採集し、第1背鰭と第2背鰭の間にアンカータグ標識を取り付け、船上から放流した。放流場所は音響給餌ブイ区Stn. 1に222尾（赤色タグ装着）と浮魚礁区Stn. 2に288尾（黄色タグ装着）放流した。

放流後の追跡調査として一本釣り漁船に再捕報告を依頼するとともに、9月13日に調査船げんかいによる釣獲再捕と水中ロボットカメラによる視認調査を、9月29日、10月21日に潜水観察を実施した。

#### (2)ビデオ記録からの滞留効果の把握

短時間の魚礁への滞留性を見るため、水中ロボットカメラを使用し、各魚礁で定点連続観測を行った。6月21日に着底型中層魚礁で、9月13日には角型ブロック魚礁でビデオ記録し、魚群蛸集魚数の時系列変化を解析した。

## 結果及び考察

### 1. 地形調査

Stn. 1は音響給餌ブイの北側及び南西方向に2m角型魚礁が1～2段積みで、細長く配置されている。角型魚礁の配置面積は約590㎡、体積約2,600空㎡である。

Stn. 2は中央部に1.5m角型魚礁が2～3段積みであり、その北東部には2m角型魚礁2～3段積みで配置されている。面積は約410㎡、体積約1,540空㎡である。1.5m角型魚礁群の南西に表層浮魚礁が、北側に中層浮

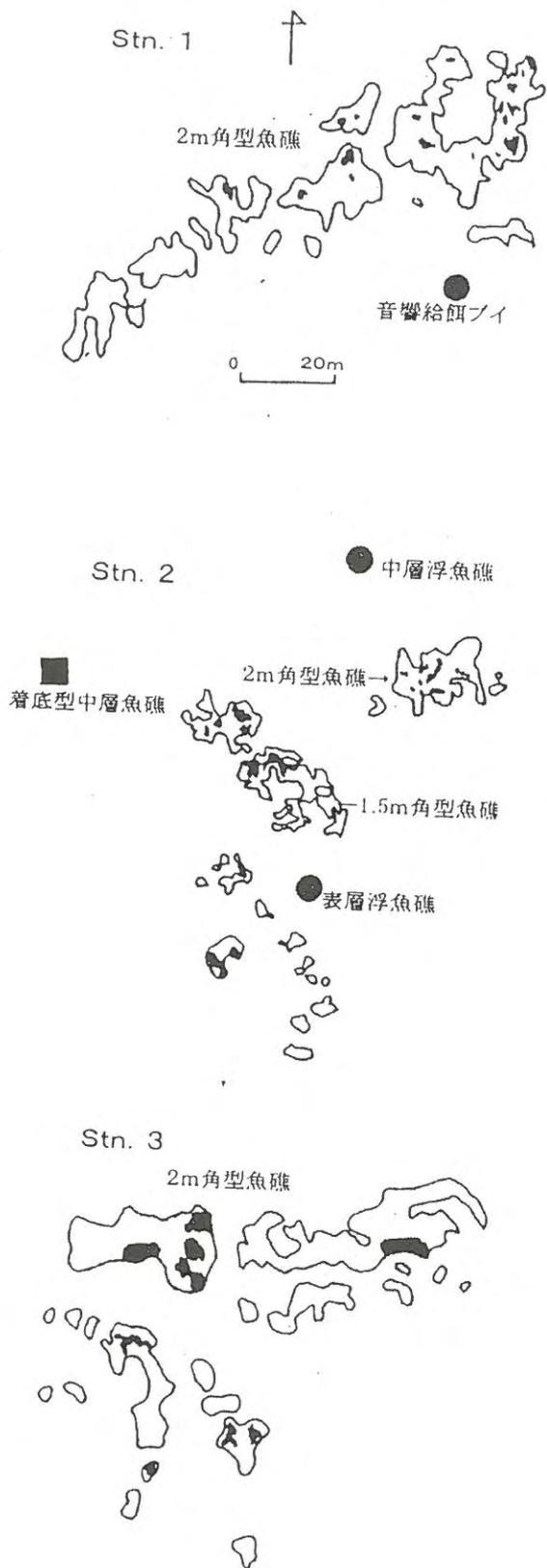


図2 Stn. 1~3の魚礁配置状況  
(角型魚礁の黒い部分は2~3段積み)

魚礁が、北西側に着底型中層魚礁が配置されている。

Stn. 3は南北方向に長く2m角型魚礁2~3段積みで配置されている。面積は約700㎡、体積約3,400空㎡である(図2)。

## 2. 潜水調査

### (1) 魚礁への付着物の付着状況

魚礁の設置後の状況については各魚礁とも設置後、6か月では若干の付着物が見られる程度で、目立った変化はなかった。しかし、1年後には音響給餌ブイや表層浮魚礁では海面下部分にはムラサキイガイ、フジツボが全面に付着し、浮力の弱い表層浮魚礁では付着物の重さによる沈降が見られた。<sup>2)</sup> 中層浮魚礁は1年後でもムラサキイガイの付着は見られず、ミル等の海藻類が全面に付着していた。しかし2年後には海藻の隙間にフジツボやムラサキイガイが大量に付着していた。着底型中層魚礁では1年後には若干のサビが見られ、一部フジツボの付着が見られた。1年9ヶ月後には全体的にフジツボの付着量が増え、頂上部にはフジツボに加え、ムラサキイガイや小型の海藻類の付着も見られた。

以上のことから海面付近にある浮体性構造物ではフジツボ、ムラサキイガイの付着が多く、付着生物の重量を上回る浮力を持つ構造物を設置するか、定期的に付着物を除去する等の対策が必要である。また、水深5~10mの中層の構造物では1年目はムラサキイガイ等の付着物の量は少ないが、2年目以降に付着物の量が増え、長期間の設置は困難であると考えられた。10m以深の構造物ではムラサキイガイ等の付着は少なく、付着物による影響はほとんどないといえる。

### (2) 魚礁別の魚群の蝟集状況

魚群観察の結果は季節による魚群蝟集量の違いを平準化して4回の調査の平均値により、魚礁別の蝟集効果を解析した。

各魚礁の効果を魚種別に比較するとマアジでは表層浮魚礁では0尾、中層浮魚礁10尾単位、着底型中層魚礁では100尾単位、角型魚礁10,000尾単位で角型魚礁の蝟集量が最も多く、次いで着底型中層魚礁であり、表中層浮魚礁の蝟集量は著しく低かった。その他の魚ではイサキ、マダイ、メバル、カサゴは角型魚礁での蝟集量が多く、ベラ類、マハタでは角型魚礁と着底型中層魚礁の蝟集量が同程度であった。カワハギ類、幼稚魚類では着底型中層魚礁の蝟集量が最も多かった。表中層浮魚礁では各魚種とも蝟集量は少なかったが、他の魚礁では見られなかったカンパチやシイラの蝟集がみられた。

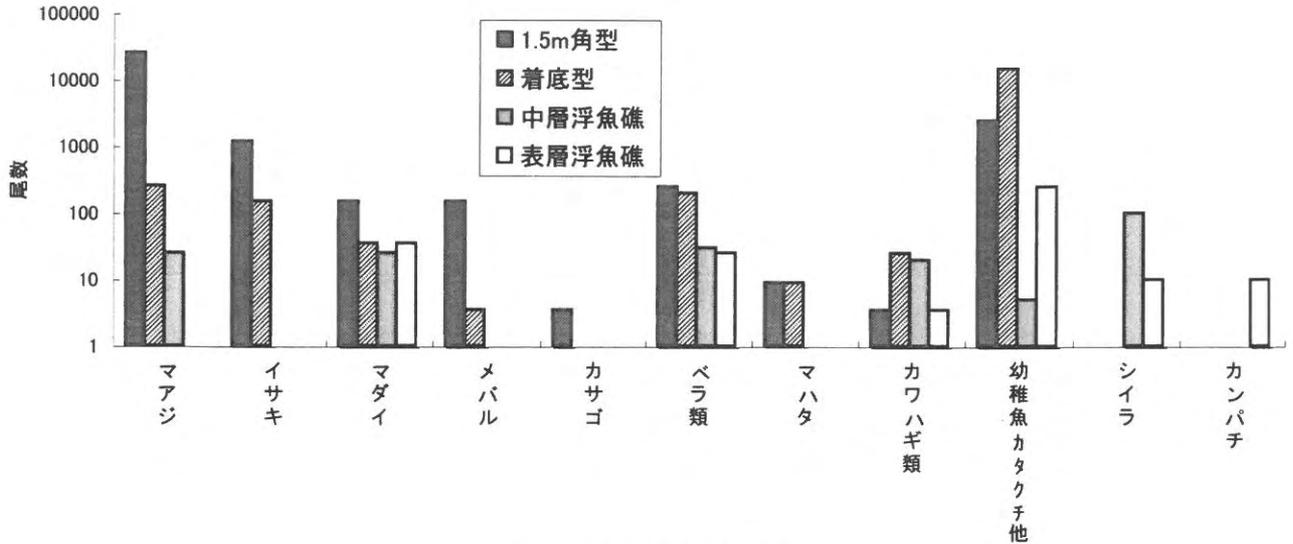


図3 魚礁別魚種別蝟集尾数の比較

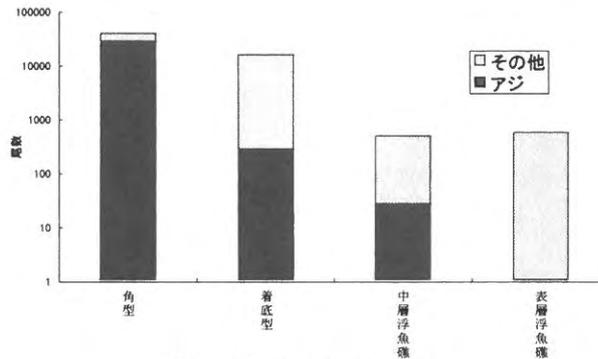


図4 魚礁別蝟集尾数の比較

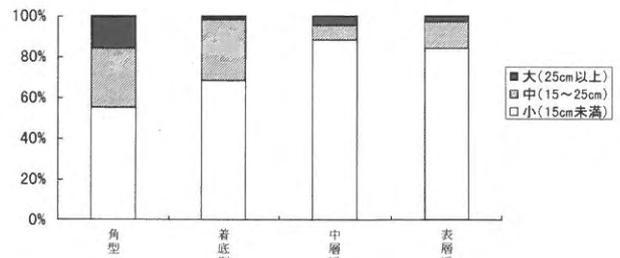


図5 魚礁別蝟集魚の大きさの比較

全体の蝟集量は角型魚礁が約30,000尾で最も多く、次いで着底型中層魚礁が約15,000尾で、表中層浮魚礁は100尾単位で少なかった。角型魚礁ではアジが大部分を占めたが、着底型中層魚礁ではアジ以外の魚種が多かった。

蝟集魚の大きさも魚礁により差があり、表中層浮魚礁では小型魚が90%を占めるが、着底型中層魚礁では中大型魚が30%、角型魚礁では約50%が中大型魚である。

このように魚礁によって特徴があり、特にマアジでは表層浮魚礁で全く見られない等、顕著な差が見られたが、これはマアジが底層付近に分布するためであり、豊前海の例でも表層浮魚礁ではアジの蝟集はみられず、底層の魚礁に見られたことに一致する。<sup>3)</sup>これらのことから表中層浮魚礁ではマアジの蝟集効果はほとんどないと考えられる。しかし、他の魚礁では見られなかったシイラ、カンパチが蝟集しており、これらの表層性魚種についてはある程度効果があると考えられる。一方、着底型中層

魚礁では幼稚魚が多く、幼稚魚育成やアジ等の餌場として機能する可能性が示唆される。また、魚礁の規模形状を考慮して空m<sup>3</sup>当たりの蝟集量で着底型中層魚礁と角型魚礁を比較するとマアジは着底型5尾に対し、角型25尾でその差は5倍で、規模を考慮しない場合の100倍から差は大幅に縮小している。またアジ以外の魚種では着底型中層魚礁の方が空m<sup>3</sup>当たりの蝟集量が高く、全体では着底型250尾に対し、角型30尾となり、着底型魚礁の蝟集効果は角型魚礁に劣らない効果があると考えられる(図3, 4, 5)。

### 3. マアジ滞留調査

#### (1) 標識放流

放流したマアジは尾叉長15~25cmで0歳魚と1歳魚の混合である。9月3日は放流用マアジ採捕と前日放流した魚の採捕を兼ねて行ったが、標識マアジは再捕されなかった。9月13日に調査船げんかいによる水中ロボット

カメラ調査及び釣獲調査を、9月29日、10月21日には潜水観察を行った。その結果いずれの調査でもマアジ魚群は視認されたが、標識魚は確認できなかった。9月13日の釣獲調査では30尾のマアジを釣獲したが、標識魚はみられなかった。また、漁業者からの採捕報告も一例もなかった。

標識放流魚が再捕されなかった原因として標識装着によるへい死や標識脱落等の問題と、放流魚の移動の問題と2通り考えられる。標識についてはマアジ標識飼育試験では標識装着によるへい死は認められず、脱落率も低く、標識に問題はないと考えられる。<sup>4)</sup>

マアジの移動については魚礁付近の放流例では放流場所ですぐに再捕されるのは放流直後のみで、その後は移動分散が大きいとされ、<sup>5)</sup> 今回のマアジも漁場外へ移動した可能性が高い。

放流魚は音響給餌ブイ区、浮魚礁区のどちらも再捕されなかったことから音響給餌による効果よりアジの移動生態の影響が強いと見える。これらのことから音響給餌による滞留は1~2日以内の短期的しか期待できないと考えられる。

## (2) ビデオ映像の解析

着底型中層魚礁でのビデオ観察ではマアジ魚群の来遊が20~30分間隔で見られたが、いずれも単発で瞬間的なものであり、来遊した魚群は着底型中層魚礁に一瞬興味を示すものの大部分は数分以内に通過し、移動分散した。6月21日の調査はマアジの多い時期であったが、その時のマアジの瞬間最大蛸集尾数は約500尾、平均蛸集尾数約200尾でこれらの値は着底型中層魚礁の蛸集効果の上限値であると推定される。一方、9月13日の角型魚礁では魚群量の変動はあまり見られず、常時500~1,000尾の蛸集が見られた。これらの違いは魚礁規模、形状の差の影響が大きいと考えられるが、単体の着底型中層魚礁には長時間マアジを滞留させる効果はないものの、瞬間的に蛸集させる効果があると考えられる(図6)。

各魚種の着底型中層魚礁での蛸集部位はマアジは中層から頭頂部の魚礁外部に、幼稚魚は全面に、ベラ、ハタ類等の底魚は中底層の魚礁内部に蛸集していた。このように着底型中層魚礁には様々な魚種を蛸集させる効果があると推定された。角型魚礁では魚礁内部にベラ、メバル、クロダイ等が、魚礁の直上にカタクチイワシ等の幼稚魚、その上部全面にマアジの蛸集がみられた。着底型中層魚礁でも魚礁の頭頂部にマアジの蛸集がみられたことから、マアジは魚礁の上部に蛸集する習性があると考えられる。着地型中層魚礁では頭頂部に一瞬マアジが集

群するが、すぐに逸散した。これは頭頂部が狭く、十分滞留するだけの面積がないためであると考えられる(図7、8)。

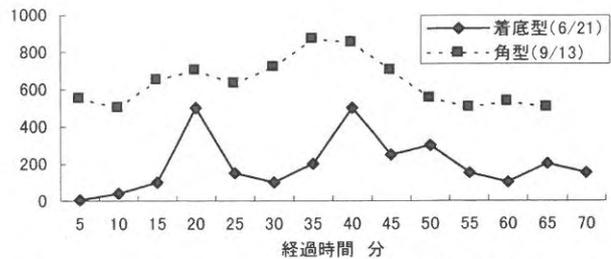


図6 水中ロボットカメラ観測によるマアジ蛸集量の時系列変化

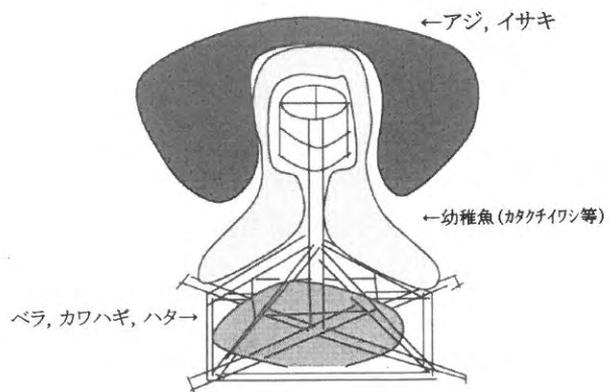


図7 着底型中層魚礁における魚群蛸集状況

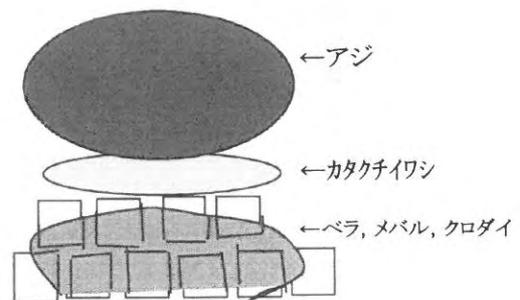


図8 角型魚礁における魚群蛸集状況

## 4. まとめ

3カ年の調査結果から各魚礁の評価を行う。まず、音響給餌ブイは前年度の調査で生物の蛸集面から音響給餌にある程度の効果が認められたが、これらを投資効率の観点から判定してみる。まず、音響給餌ブイ周辺漁場の通常年間総水揚額を1,000千円、音響給餌ブイによるマアジ蛸集効果を最大値3.8倍で試算すると、<sup>2)</sup> 音響給餌による水揚げ増収分は年間2,800千円(1,000千

円×2.8) で、餌代及び餌補給作業費は約1,800千円で差し引き1,000千円の収益となる。しかし、餌代以外に音響給餌ブイの保守点検、維持費に年間数十万円の費用がかかり、これを入れると収益はそれほど多くない。さらに音響給餌ブイの建設費を含めて長期間での収支を考えると採算がとれないと推定される。

次に表中層浮魚礁は集魚効果で明らかに他の魚礁より劣る。また、維持管理の面からは係留網の切断の怖れや付着物を除去する必要がある、長期間設置することは困難で事業化の見込みは低い。

一方、角型魚礁は現在事業化されており、本調査でもその効果は十分証明された。また、着底型中層魚礁は維持管理の必要がなく、ある程度の蝸集効果が認められた。着底型中層魚礁単体ではアジの漁獲魚礁としての効果はあまり期待できないが、複数個の投入や角型ブロック魚礁群と組み合わせて漁場造成を行うことで誘導魚礁、幼稚魚育成魚礁、アジ等の餌場としての機能は十分期待でき、浅海域の漁場整備手法として有効であると考えられる。

## 文 献

- 1) 秋元聡・吉田幹英：牧場型新漁場整備技術開発事業、平成9年度福岡県水産海洋技術センター事業報告,51-55 (1999)
- 2) 秋元聡・伊藤輝明：牧場型新漁場整備技術開発事業、度福岡水海技七事報,平成10年度,48-55 (2000)
- 3) 中川浩一・桑村勝士・小林信：浅海砂泥域に設置した浮魚礁に蝸集する魚類の季節変動、福岡水技研報,第9号51-55 (1999)
- 4) 牟田邦甫・小川信次・浜崎清一：マアジの飼育による標識実験とその成長、西海区水研報,第36号, 85-101 (1968)
- 5) 小川良徳：魚の生活と魚礁,人工魚礁の理論と実際 (I) (魚礁総合研究会編),日本水産資源保護協会,水産増養殖業書26号,9-20 (1976)

付表1 潜水観察による魚礁別魚群集状況 (H11年6月4日)

魚種	1.5m角型魚礁		着底型中層魚礁		中層浮魚礁		表層浮魚礁	
	集尾数	サイズ	集尾数	サイズ	集尾数	サイズ	集尾数	サイズ
マアジ	○	小						
イサキ								
カタクチイワシ								
ブリ								
カンパチ								
カサゴ	+	中						
メバル	△	中			△	小		
オニオコゼ								
スズキ								
ヒラメ								
イシガレイ								
マコガレイ								
マダイ								
クロダイ	+	大						
ヘダイ								
イシダイ	△	小						
イシガキダイ								
マハタ								
コモンフグ								
ハコフグ								
カワハギ	+	小						
ウマツラハギ								
ササノハベラ	+	小						
キュウセン	+	小						
イトベラ	+	小						
ホンベラ	△	小			+	小		
ホンソメワケベラ					+	小		
キビナゴ								
カマス類								
ヒイラギ								
アイゴ								
メジナ								
イスズミ								
コロダイ								
ウミタナゴ								
スズメダイ	○	小						
ソラスズメダイ								
オヤビッチャ								
ヨソギ								
ソウシハギ								
コブダイ								
ニザダイ								
クロホシフエダイ								
ハタタテダイ								
キンチャクダイ								
ネンブツダイ	△	小						
クロイシモチ								
テンジクイサキ								
シマイサキ								
ミノカサゴ								
アイナメ								
サビハゼ								
ニシキハゼ								
ニジギンポ								
クロアナゴ								
ゴンズイ								
アオヤガラ								
ドチザメ								

凡例  
 集尾数  
 ●: 万尾  
 ◎: 千尾  
 ○: 百尾  
 △: 十尾  
 +: 数尾

サイズ  
 大: 25cm以上  
 中: 15-25cm  
 小: 15cm未満

\*海況不良のため着底型中層魚礁及び浮魚礁は調査せず。

付表2 潜水観察による魚礁別魚群集積状況 (H11年7月31日)

魚種	1.5m角型魚礁		着底型中層魚礁		中層浮魚礁		表層浮魚礁	
	集積尾数	サイズ	集積尾数	サイズ	集積尾数	サイズ	集積尾数	サイズ
マアジ	○	小	+	小	△	小	-	
イサキ			△	小	○	小		
カタクチイワシ								
ブリ								
カンバチ								
カサゴ			+	中				
メバル	△	中	+	小	△	小	△	小
オニオコゼ								
スズキ								
ヒラメ								
イシガレイ								
マコガレイ								
マダイ								
クロダイ	+	大						
ヘダイ								
イシダイ								
イシガキダイ								
マハタ			+	中				
コモンフグ								
ハコフグ								
カワハギ	+	小	+	小			+	小
ウマツラハギ								
ササノハベラ	+	小	△	小	+	小	+	小
キュウセン	+	小	△	小	+	小	+	小
イトベラ	△	小			+	小		
ホンベラ	△	小			+	小	+	小
ホンソメワケベラ								
キビナゴ								
カマス類								
ヒイラギ								
アイゴ								
メジナ								
イスズミ								
コロダイ	+	大						
ウミタナゴ								
スズメダイ	○	小			+	小		
ソラスズメダイ								
オヤビツチャ								
ヨソギ								
ソウシハギ								
コブダイ								
ニザダイ								
クロホシフエダイ								
ハタタテダイ								
キンチャクダイ								
ネンブツダイ	△	小						
クロインモチ								
テンジクイサキ								
シマイサキ								
ミノカサゴ								
アイナメ								
サビハゼ								
ニシキハゼ			+	小				
ニジギンボ								
クロアナゴ					+	小		
ゴンズイ								
アオヤガラ								
ドチザメ								

凡例  
 集積尾数  
 ●:万尾  
 ◎:千尾  
 ○:百尾  
 △:十尾  
 +:数尾

サイズ  
 大:25cm以上  
 中:15-25cm  
 小:15cm未満

付表3 潜水観察による魚礁別魚群蛸集状況 (H11年8月20日)

魚種	1.5m角型魚礁		着底型中層魚礁		中層浮魚礁		表層浮魚礁	
	蛸集尾数	サイズ	蛸集尾数	サイズ	蛸集尾数	サイズ	蛸集尾数	サイズ
マアジ	◎	小	+	小	△	小		
イサキ								
カタクチイワシ								
ブリ								
カンパチ							△	中
カサゴ	+	中						
メバル	△	中	+	中			△	小
オニオコゼ								
スズキ								
ヒラメ								
イシガレイ								
マコガレイ								
マダイ	△	小	△	小	△	小	△	小
クロダイ	+	大						
ヘダイ	△	大						
イシダイ	△	大						
イシガキダイ								
マハタ	+	中	+	中				
コモンフグ								
ハコフグ	+	中						
カワハギ	+	小	+	小	+	小	+	小
ウマツラハギ					+	小		
ササノハベラ	+	小	△	小	+	小	+	小
キュウセン	+	小	△	小	+	小	+	小
イトベラ	△	小	+	小	+	小	+	小
ホンベラ	△	小			+	小	+	小
ホンソメワケベラ								
キビナゴ								
カマス類								
ヒイラギ								
アイゴ	△	大						
メジナ							△	小
イスズミ								
コロダイ								
ウミタナゴ								
スズメダイ	○	小			+	小		
ソラスズメダイ								
オヤビッチャ								
ヨソギ								
ソウシハギ								
コブダイ								
ニザダイ								
クロホシフエダイ								
ハタタテダイ								
キンチャクダイ								
ネンブツダイ	△	小	○	小				
クロイシモチ								
テンジクイサキ								
シマイサキ								
ミノカサゴ								
アイナメ								
サビハゼ			△	小	△	小		
ニシキハゼ			+	中				
ニジギンポ					+	小		
クロアナゴ								
ゴンズイ								
アオヤガラ								
ドチザメ								

凡例  
 蛸集尾数  
 ●: 万尾  
 ◎: 千尾  
 ○: 百尾  
 △: 十尾  
 +: 数尾

サイズ  
 大: 25cm以上  
 中: 15-25cm  
 小: 15cm未満

付表4 潜水観察による魚礁別魚群集状況 (H11年9月29日)

魚種	1.5m角型魚礁		着底型中層魚礁		中層浮魚礁		表層浮魚礁	
	集尾数	サイズ	集尾数	サイズ	集尾数	サイズ	集尾数	サイズ
マアジ	●	中	○	中				
イサキ	◎	小	○	小				
カタクチイワシ								
ブリ								
カンパチ								
カサゴ	+	中						
メバル	△	中	+	中				
オニオコゼ	+	中						
スズキ								
ヒラメ								
イシガレイ								
マコガレイ								
マダイ								
クロダイ	△	大						
ヘダイ								
イシダイ	△	大						
イシガキダイ								
マハタ	+	中	+	中				
コモンフグ	+	中						
ハコフグ	+	小						
カワハギ	+	小	+	中	+	小	+	中
ウマヅラハギ			+	中	+	大		
ササノハベラ	△	小	△	中	+	中	+	小
キュウセン	+	中	△	中	△	中		
イトベラ	+	小	+	小				
ホンベラ	○	小	○	小	+	小	+	小
ホンソメワケベラ								
キビナゴ								
カマス類								
ヒイラギ								
アイゴ	+	小						
メジナ							△	中
イスズミ								
コロダイ	△	大	+	大	+	小		
ウミタナゴ								
スズメダイ	○	小						
ソラスズメダイ	△	小						
オヤビッチャ								
ヨソギ					+	小		
ソウシハギ								
コブダイ								
ニザダイ								
クロホシフエダイ								
ハタタテダイ								
キンチャクダイ	+	中	+	中				
ネンブツダイ	○	小	◎	小				
クロイシモチ			+	小				
テンジクイサキ								
シマイサキ								
ミノカサゴ								
アイナメ								
サビハゼ	○	小	○	小	△	小	○	小
ニシキハゼ								
ニジギンポ					+	小	+	小
クロアナゴ								
ゴンズイ			+	中				
アオヤガラ								
ドチザメ								

凡例  
 集尾数  
 ●:万尾  
 ◎:千尾  
 ○:百尾  
 △:十尾  
 +:数尾

サイズ  
 大:25cm以上  
 中:15-25cm  
 小:15cm未満

付表5 潜水観察による魚礁別魚群以上状況 (H11年10月21日)

魚種	1.5m角型魚礁		着底型中層魚礁		中層浮魚礁		表層浮魚礁	
	蛸集尾数	サイズ	蛸集尾数	サイズ	蛸集尾数	サイズ	蛸集尾数	サイズ
マアジ	●	中	○	中				
イサキ	△	小	△	小				
カタクチイワシ	◎	小	●	小			◎	小
ブリ								
カンパチ								
シイラ					○	大	△	大
カサゴ	+	中	+	中				
メバル	○	大	+	中			△	小
オニオコゼ								
スズキ								
ヒラメ								
イシガレイ								
マコガレイ								
マダイ	○	小	△	小			△	小
クロダイ			△	大				
ヘダイ			△	中				
イシダイ	△	大	+	小				
イシガキダイ								
マハタ								
コモンフグ								
ハコフグ								
カワハギ			△	小	△	小		
ウマヅラハギ			+	中	△	中		
ササノハベラ	△	小	△	中			△	小
キュウセン	△	小	△	中	+	小	+	小
イトベラ	+	中	+	中				
ホンベラ	+	小	+	小	+	小	+	小
ホンソメワケベラ	+	小						
キビナゴ								
カマス類								
ヒイラギ								
アイゴ	△	大						
メジナ								
イスズミ								
コロダイ	+	大	+	小	+	小		
ウミタナゴ								
スズメダイ	○	小	+	小				
ソラスズメダイ	△	小						
オヤビツチャ							△	小
ヨソギ	+	小						
ソウシハギ								
コブダイ	+	中						
ニザダイ								
クロホシフエダイ								
ハタタテダイ								
キンチャクダイ	△	中						
ネンブツダイ	◎	小	◎	小	△	小		
クロイシモチ								
テンジクイサキ								
シマイサキ								
ミノカサゴ			+	中				
アイナメ								
サビハゼ	○	小	○	小				
ニシキハゼ	+	中	+	中				
ニジギンボ	△	小	△	小	+	小	○	小
クロアナゴ								
ゴンズイ								
アオヤガラ	+	中	+	中				
ドチザメ								

凡例  
 蛸集尾数  
 ●:万尾  
 ◎:千尾  
 ○:百尾  
 △:十尾  
 +:数尾

サイズ  
 大:25cm以上  
 中:15-25cm  
 小:15cm未満

# 人工魚礁漁場の生産効果調査

宮内 正幸・秋元 聡

本調査は、これまで数多く設置されてきた人工魚礁の集魚効果を明らかにするとともに、効果的な漁場造成を行うための基礎資料を得ることを目的とする。

## 方 法

### 1. 音響調査

対象とした人工魚礁は、平成3年及び7年に玄界島の北約10km、水深40～45mの海域に設置された魚礁である（以下それぞれA魚礁、B魚礁と呼ぶ：図1）。魚礁の種類及び配置は、高さ6mの鋼製魚礁2基を中心として、その周辺に2m角型コンクリート魚礁が約220個配置されている。

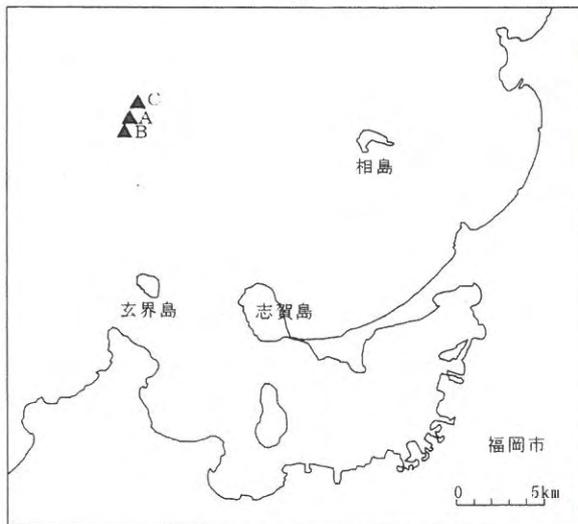


図1 調査海域

これらの魚礁設置域において、平成11年5月、7月、8月、10月に計量魚探機EY500（Simrad製、70kHz）による音響調査を実施した。鋼製魚礁を中心に南北1マイルの定線を設定し、そこから更に45°間隔で3本の定線を設定した。この定線上を船速約8ノットで航行し、音響データを収録し、0.1マイルごとに魚群量を求めた（図2）。得られた魚群量については、各調査月の最大値を100とした場合の相対値を求め、それを魚群量指数とした。なお、A、B両魚礁設置域のデータは平均化し、さらに7、8月はひとまとめにした。

### 2. 水中テレビロボット調査及び釣獲試験

人工魚礁周辺に分布する魚種を識別するため、平成11年7月にA魚礁において水中テレビロボットによる直接観察を実施した。

また、補助的な情報として平成11年8月にA、B魚礁の約1km北に位置するC魚礁で釣獲試験を行った（図1）。これは、A、B魚礁が漁船により利用されていたため、両魚礁において釣獲試験が行えなかったためである。C魚礁の構成礁はA、B魚礁と同じである。

## 結果及び考察

### 1. 音響調査

音響調査により得られた魚礁近辺の魚探映像の例を図3に示す。これは平成3年に設置された魚礁で、7月に調査した際のものである。

各月の魚礁設置域から0.1マイルごとの魚群量指数を図4に示す。

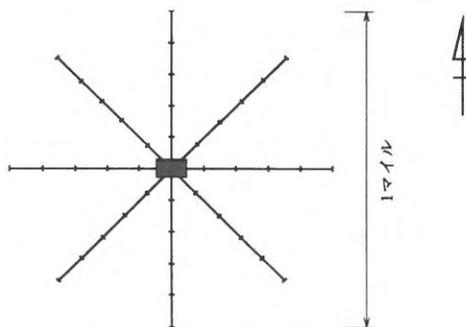


図2 調査定線（■：魚礁設置域）

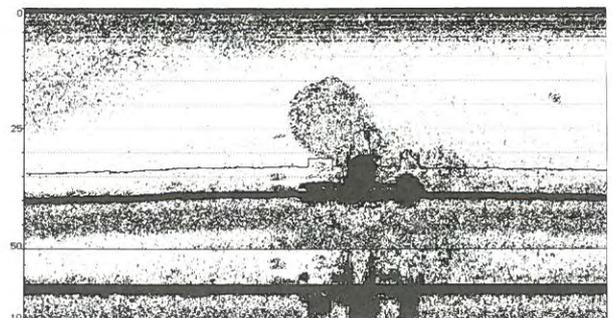


図3 計量魚探記録図

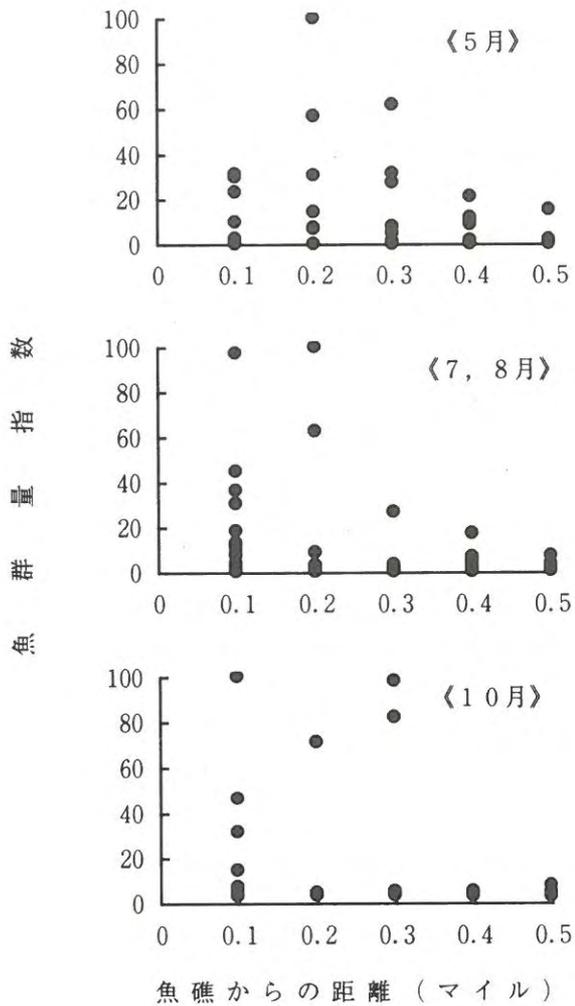


図4 魚礁からの距離と魚群量との関係

5月は水平方向に200~300m、垂直方向に30mほどのかなり大きな魚群が観察された。そのため、魚礁周辺に大きな魚群が見られたが、魚礁から0.2~0.3マイル離れた場所では更に魚群量指数が高かった。この魚群は、直接観察したわけではないが、魚群の大きさから判断してカタクチイワシ等の浮魚類ではないかと考えられる。

7、8月及び10月の魚群は5月と比較すると小さくなったが、魚礁設置域から0.2~0.3マイル以内では濃密な魚群の蟄集が観察された。特に魚礁から0.1マイル以内の魚礁周辺域では魚群の蟄集が顕著に見られた。

## 2. 水中テレビロボット調査及び釣獲試験

漁業者からの聞き取りによると、本魚礁設置域はイサキの漁場として利用されているとのことであった。A魚礁での水中テレビ調査の結果でも、イサキが鋼製魚礁底部周辺に50~100尾程度の群がりて観察された。

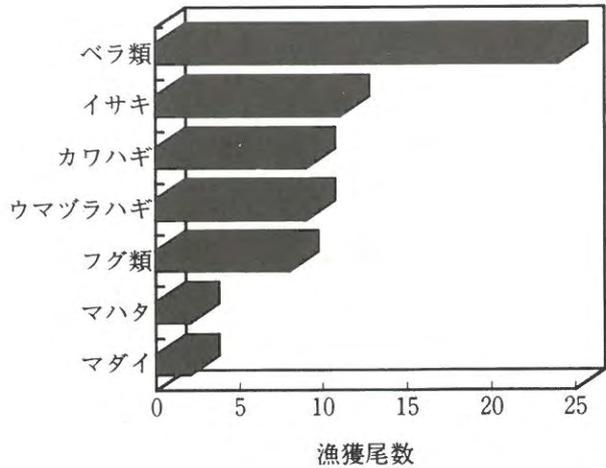


図5 釣獲試験

その他、カワハギやウマヅラハギが鋼製魚礁やコンクリート魚礁の上部や内部、周辺で5~10尾程度、マハタやインダイが主に魚礁内部に数尾程度確認された。

また、魚礁上部の中層では魚種の判別はできなかったが、浮魚が群れで確認された。

C魚礁での釣獲試験では、1時間でベラ類の24尾をはじめ、イサキ11尾、カワハギ・ウマヅラハギがそれぞれ9尾、その他、フグ類やマハタ、マダイが釣れ、合計65尾が釣獲された(図5)。大きさは平均でベラ類が全長17cm、イサキが18cm、カワハギが20cm、ウマヅラハギが28cm、フグ類が20cm、マハタが21cm、マダイが9cmであった。確認された魚種は、水中ロボット調査とほぼ同じであった。

## 3. 今後の課題

今回の調査結果からA、B、C魚礁には集魚効果が現れていることが示唆された。

今後はどのような条件のもとで高い集魚効果が得られるかを把握するとともに、魚種ごとの蟄集要因等を究明し、効率的な漁場造成を図っていく必要がある。

# ワカメ養殖安定生産技術開発事業

福澄 賢二・吉田 幹英・岩淵 光伸・太刀山 透・深川 敦平・杉野 浩二郎

筑前海におけるワカメ養殖業は、漁閑期である冬期の重要な漁業である。近年、主要な生産地である福岡湾口東部漁場（福岡市漁協志賀島支所及び弘支所漁場）において、日照不足、濁りや斑点性先腐れ症等による生育不良<sup>1)~4)</sup>によって生産量が大きく低下しており、早急に対策を講じる必要がある。そこで、当該地区の漁場環境に適した養殖技術を開発することを目的とした調査及び試験を行ったので報告する。

## 1 養殖調査・試験

### 方 法

#### 1. 養殖ワカメ生育状況調査

調査点を図1に示した。図中の枠内はワカメ養殖漁場を表している。

福岡湾口東部に位置する福岡市漁協志賀島支所及び弘支所の養殖漁場内にStn.1~3, 対照区として外海に位置する志賀島支所の漁場内にStn.4, 湾西部に位置する唐泊支所の養殖漁場内にStn.5を設け、養殖期間中を通じて随時採集し、生育状況及び罹病状況の調査を行った。採集したワカメから30個体を抽出し、図2に示す全長、葉長、葉幅、欠刻幅及び湿重量を測定して生育状況を把握するとともに、罹病状況の観察を行った。なお、志賀島支所の湾内漁場では、今年度は全面的に従来種である長崎県島原産から山口県下関産種苗に切り替えたのに伴い、Stn.1は下関産、他の調査点は島原産が調査対象となっている。

#### 2. 養殖技術改良試験

##### (1) 産地別種苗養殖試験

福岡地区における養殖ワカメの種苗には、従来から島原産が用いられているが、近年の生産状況から福岡湾口東部の漁場環境により適した種苗の導入を検討する必要があるが生じている。10年度の試験では湾内漁場、特に湾奥側の漁場ほど山口県下関産種苗の使用が有効であることが示唆されている。今年度は、下関産種苗の優位性をさらに確認するため、地元産である弘産、下関産及び島原

産の3種の種苗を用い、図1に示すStn.1~4で試験養殖を行った。

前述の生育状況調査と同じ方法により、生育状況、罹病状況の調査を行うとともに、各種苗の生産性を比較するため、摘採期の養成ロープ1mあたりの着生重量を求めた。

また、Stn.1の採集個体については、藻体先端部における一般生菌数を求め、斑点性先腐れ症との関連を調べた。生菌数は、水分を除いた藻体の先端部0.1gを乳鉢を用いてホモジナイズし、10倍階段希釈したのちZoBell 2216 E培地中に混釈し、20℃で2週間培養後にコロニーを計数して求めた。

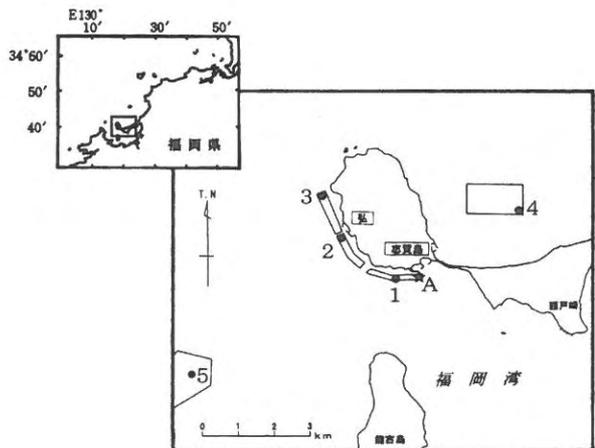
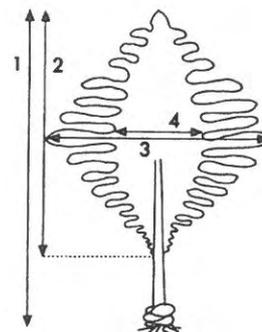


図1 調査点及び試験区位置



1. 全長 2. 葉長 3. 葉幅 4. 欠刻幅

図2 測定部位

## (2) 養殖開始時期別養殖試験

養殖ワカメの生育には、養殖開始時期が大きく影響することが知られている<sup>5) 6)</sup>。当地区における養殖開始時期は、中間育成を依頼している島原地先の海況や気象によって決められており、このことが生産量を不安定にしている一因とも考えられる。そのため、養殖開始時期別に養殖試験を行い、養殖開始時期がその後の生育に与える影響を調査した。

種苗は長崎県島原産及び山口県下関産の2種を用い、Stn.1において、11月10日、18日、26日の3回に分けて養殖を開始し、随時採集して生育状況及び罹病状況の調査を行った。

## (3) 養殖施設改良試験

福岡湾口東部漁場における養殖水深は1.5~2mである。近年、光量不足が原因と考えられる生育不良がみられていることから、当漁場における適正な養殖水深について再検討した。

図1のA点において、養殖水深を0、0.5、2、4mの4種に設定して長崎県島原産種苗を用いて養殖し、随時採集して生育状況及び罹病状況を調査した。

## 結果及び考察

### 1. 養殖ワカメ生育状況調査

Stn.1~5における全長の推移を図3に、重量の推移を図4に示した。

各調査点における養殖開始日は、種苗中間育成地である長崎県島原地先海域が高水温傾向であった影響を受け、例年に比べて10日前後遅れ、Stn.2,3が11月11日、Stn.1, 5が11月17日、Stn.4が11月19日であった。

各調査点とも養殖期間を通じて、斑点性先腐れ症の発生は確認されず、順調な生育を示した。特に湾奥側であるStn.1では、10年度は斑点性先腐れ症により、全長はピーク時で44cm、重量は14gにとどまったのに対し、今年度は181cm、367gと非常に良好な生育を示した。なお、Stn.1で1月下旬以降、同じく湾内漁場であるStn.2及びStn.3に比べて全長の伸びが鈍化しているが、これは下関産と島原産の形態の違いによるものと考えられた。両種苗の形態の相違点については次項で述べる。

なお、養殖末期には、全長がピークを過ぎて減少に転じた後も、重量は増加し続けているが、これは藻体の老化に伴う「未枯れ」による先端部の流失量以上に、

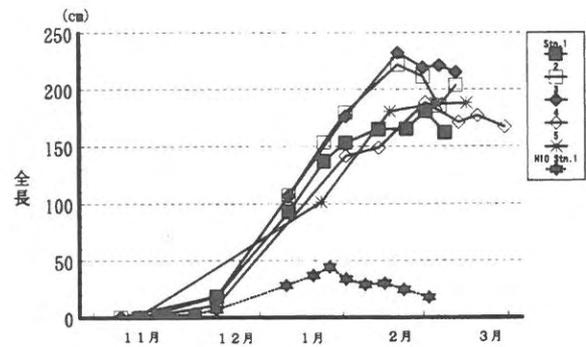


図3 全長の推移

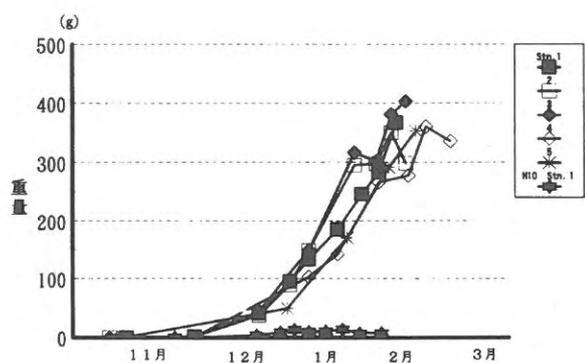


図4 重量の推移

葉幅方向への生長量と成実葉の形成量が大きく上回っていたことを示している。

### 2. 養殖技術改良試験

#### (1) 産地別種苗養殖試験

各種苗の全長の推移を図5に、重量の推移を図6に示した。

下関産は従来種である島原産に比べて、全長の伸びが2月以降はやや劣るものの、重量は期間を通じて同程度またはそれ以上となっており、当地区では下関産の使用が有効であることが再確認された。特に湾奥側漁場であるStn.1で、重量が島原産を大きく上回っており、湾奥側ほど下関産の適性が高いことが考えられた。

弘産は、全ての試験区において、他の2種よりも生長が劣っていた。

なお、斑点性先腐れ症の発生は、島原産と同様に弘産及び下関産でも確認されなかった。

各種苗の摘採期における養成ロープ1m当たりの着生重量を表1に示した。

湾内漁場であるStn.1~3において、弘産は試験区による差があまりなかったが、下関及び島原産は湾口側は

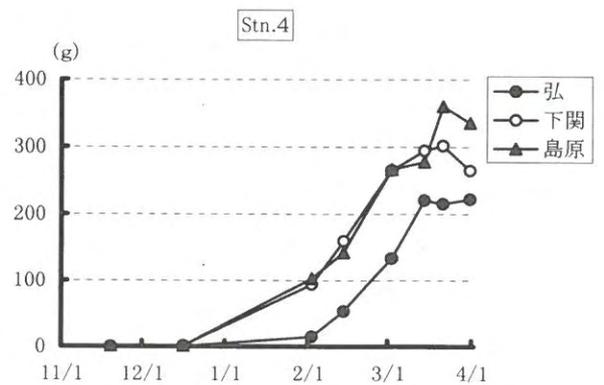
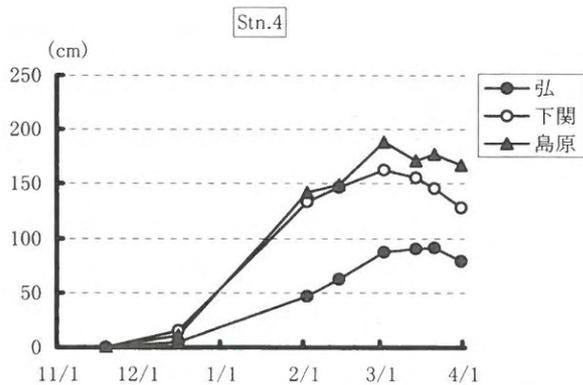
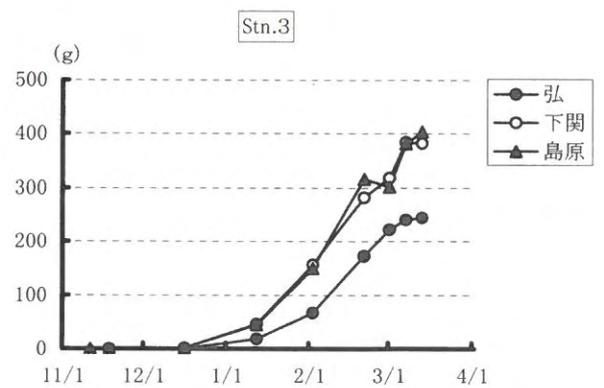
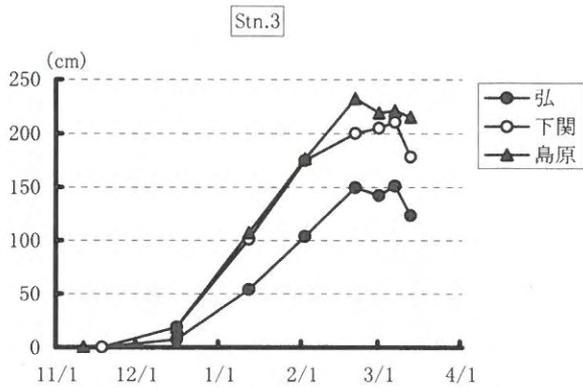
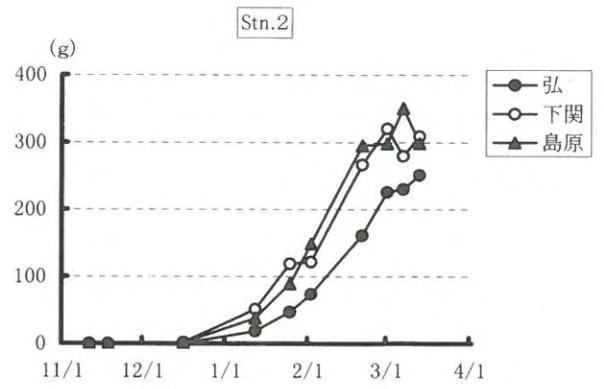
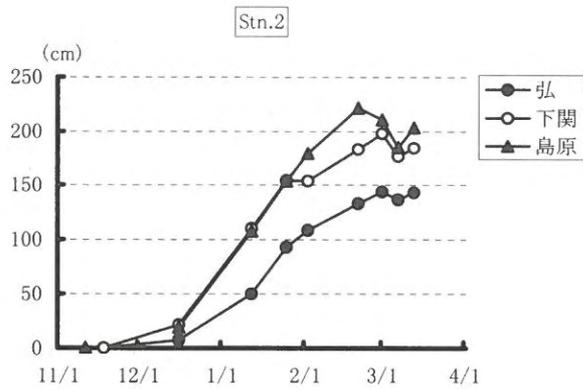
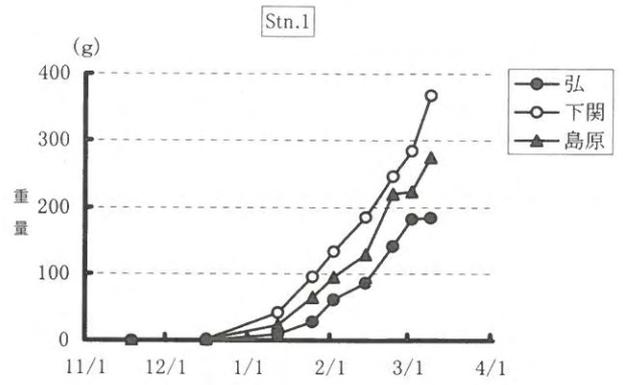
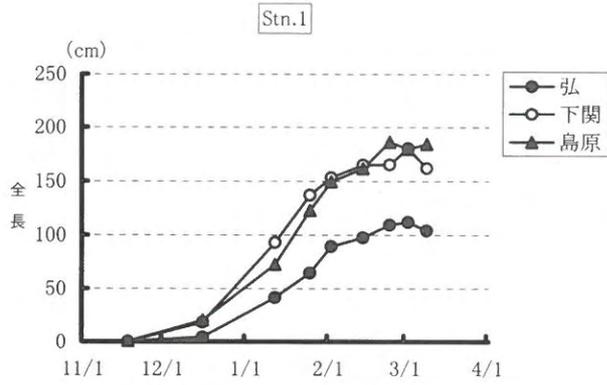


図5 各種苗の全長の推移

図6 各種苗の重量の推移

ど重量が大きく、特に島原産でその傾向が強くみられた。また、Stn.2及びStn.3では島原産が下関産を上回ったが、Stn.1では下関産が島原産を上回っており、生産性の面でも湾奥側漁場における下関産種苗の優位性が示された。

各種苗による養殖ワカメ成体の形態的な特徴を示す各形質間比を表2に示した。

下関産と従来種である島原産を比べてみると、下関産は、葉長/全長の値が小さく、葉幅/葉長の値が大きい。したがって、島原産よりも茎の部分が高く、横幅が広い形態を示していることになる。このことは、両種苗の形態は極めて類似していた10年度の結果とは一致しない。10年度は斑点性先腐れ症が発生しており、このことが形態にも影響を与えたとも考えられるため、両種苗の形態の差を明らかにするためには、さらに複数年の調査が必要と考えられる。

弘産は、葉長/全長と葉幅/葉長が高い値を示しており、島原産に比べて相対的に茎が短く、幅が広い形態を示しており、10年度に試験した志賀島産ときわめて類似していた。

Stn.1における藻体先端部の一般生菌数の推移を図7に示した。

Stn.1では、斑点性先腐れ症が発生しなかったにもかかわらず、養殖末期には $10^8$ cells/gのレベル付近まで大幅に増加した。10年度の調査では、斑点性先腐れ症の発生や症状の進行と藻体先端部の細菌数には密接な関係があることが示唆されていることから、今年度は発生には至らなかったものの、湾奥側漁場では依然として斑点性先腐れ症が発生し得る状況にあると考えられた。

## (2)養殖開始時期別養殖試験

養殖開始時期別の全長の推移を図8に、重量の推移を図9に示した。

島原産は養殖開始時期が遅いほど生長が悪くなっているのに対し、下関産は開始時期の違いによる差が小さかった。このことから下関産は島原産に比べて開始時期の遅れによる悪影響が小さいことが考えられた。したがって、養殖開始時期が中間育成を依頼している他県の海況によって決められている現状下で、養殖の安定生産を図るためには、下関産種苗の使用は有効と考えられた。

## (3)養殖施設改良試験

水深別のワカメの全長の推移を図10に示した。

水深2mが最も生長が良く、次いで0.5m、4mの順で、

表1 摘採期における養成ローブ1m当たりの着生重量  
(単位:kg)

試験区	弘	下関	島原
Stn.1	8.6	11.5	8.5
2	7.6	15.0	15.9
3	7.2	18.5	24.3
4	5.1	11.8	20.1

表2 各種苗成体の形質間比

種苗産地	葉長/全長 (変動係数)	葉幅/葉長	欠刻幅/葉幅	重量g/全長cm
弘	0.86 (0.06)	0.69 (0.21)	0.24 (0.21)	1.61 (0.27)
下関	0.66 (0.10)	0.57 (0.21)	0.25 (0.23)	1.50 (0.37)
島原	0.75 (0.06)	0.46 (0.20)	0.25 (0.14)	1.17 (0.36)

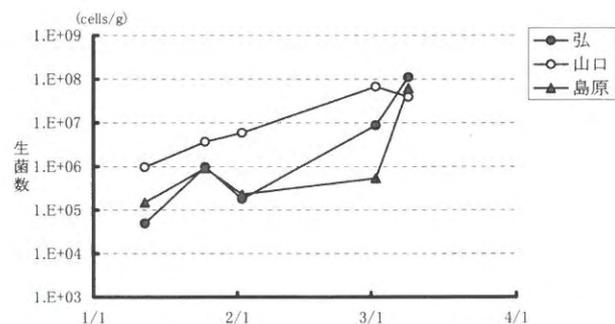


図7 藻体先端部の一般生菌数の推移

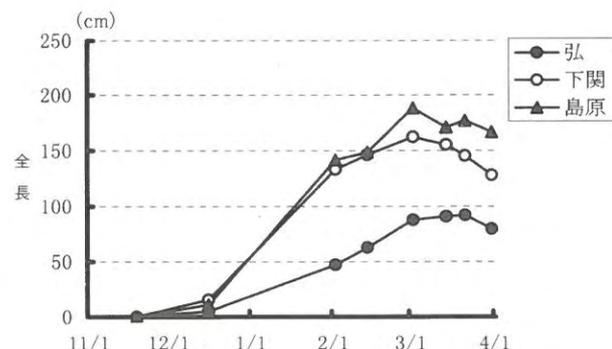


図8 養殖開始時期別 全長の推移

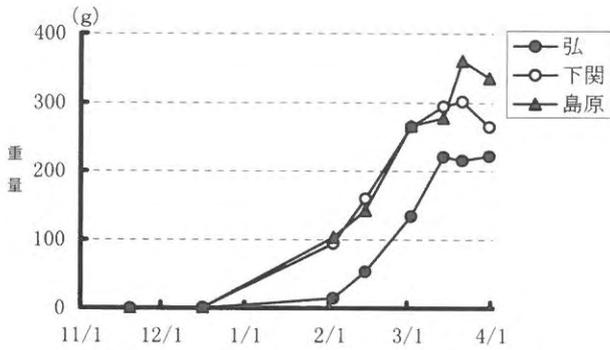


図9 養殖開始時期別 重量の推移

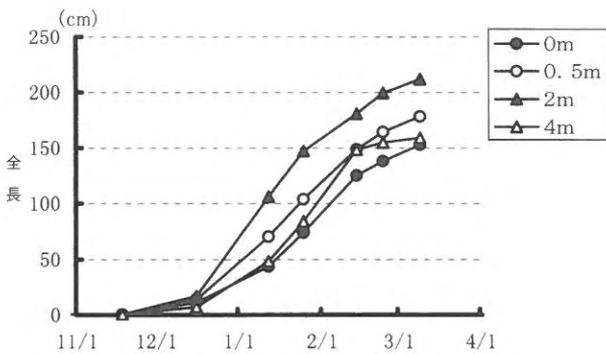


図10 養殖水深別のワカメ全長の推移

0mが最も悪く、当地区における適正な養殖水深は2m前後であることがわかった。水深0m及び0.5mでは、藻体は2mよりも多くの光量が藻体に照射されているにもかかわらず、生長が劣っていたのは、波浪の影響によるものと考えられた。

## II. 漁場環境調査

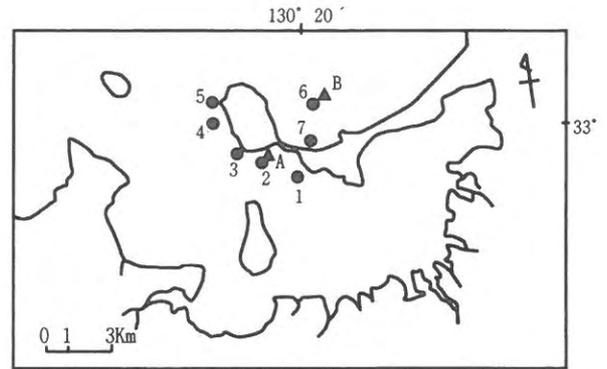
### 方 法

平成11年11月～12年3月にかけて、ワカメ漁場周辺の水質環境を把握するため湾内5点、湾外2点で毎月1～2回の水温、塩分、透明度等の定点観測を行った。さらに、湾内と湾外の各1点で2m深にそれぞれ潮流計、光量子計と濁度計を設置し、潮流、光量子量と濁度の連続観測を行った。(図11)

### 結果と考察

#### 1. 定点観測

図12に各測定値の観測点別の変化を示した。湾内(St.1～5)と湾外(St.6,7)の測定値には差がみられ、湾



● 1～7：定点観測点  
▲ A～B：潮流、濁度及び光量子観測点  
図11 環境調査点

内に比べて湾外の海水は水温がやや高く、塩分は高めで、濁りが少なく透明度が良く、有機物濃度が低く、クロロフィル-a濃度はほぼ同様であった。

湾内での各調査点間の変化をみると、水温と塩分では湾奥に低く、湾口に高い傾向がみられたが、他の測定項目には大きな差はみられなかった。

ここで、湾内の代表点としてSt.1を、湾外の代表点としてSt.6での測定結果の時系列変化を図13に示した。

水質環境のうち水温、塩分、CODの値はワカメの生育に影響を及ぼさない範囲にあった<sup>7)</sup>。透明度をみると湾外の値は湾内の値の約2～3倍近くであった。湾内での測定値の変化をみると最低でも3m～6mの範囲で推移しており、この値はワカメの養殖水深(2m)よりも深い。また、湾内、湾外の水質環境を比べると、湾外は湾内に比べて水温はやや高く、塩分は高めで、透明度が良く、有機物濃度が低いといえる。

#### 2. 連続観測

潮流:11年12月9日～12月3月7日までの潮流結果を図14に示した。なお、湾外定点においては2月22日以降は機器の不調により欠測となった。

流向は、湾内、湾外とも東西方向の流れが卓越していた。最大流速は湾内漁場で0.71ノット、湾外漁場で0.47ノットであり、湾内漁場の方が速く、平均流速においても湾内が0.17ノット、湾外が0.08ノットであり、湾内は湾外の約2倍の流速がある。月別に平均流速をみると12月が最も速く、次いで1月、2月の順であった。

光量子量:湾内については11年12月9日～12年3月7日、湾外については11年12月24日～12年3月31日までの光量子量とその期間の福岡管区気象台の日射量の変化を図15に示した。

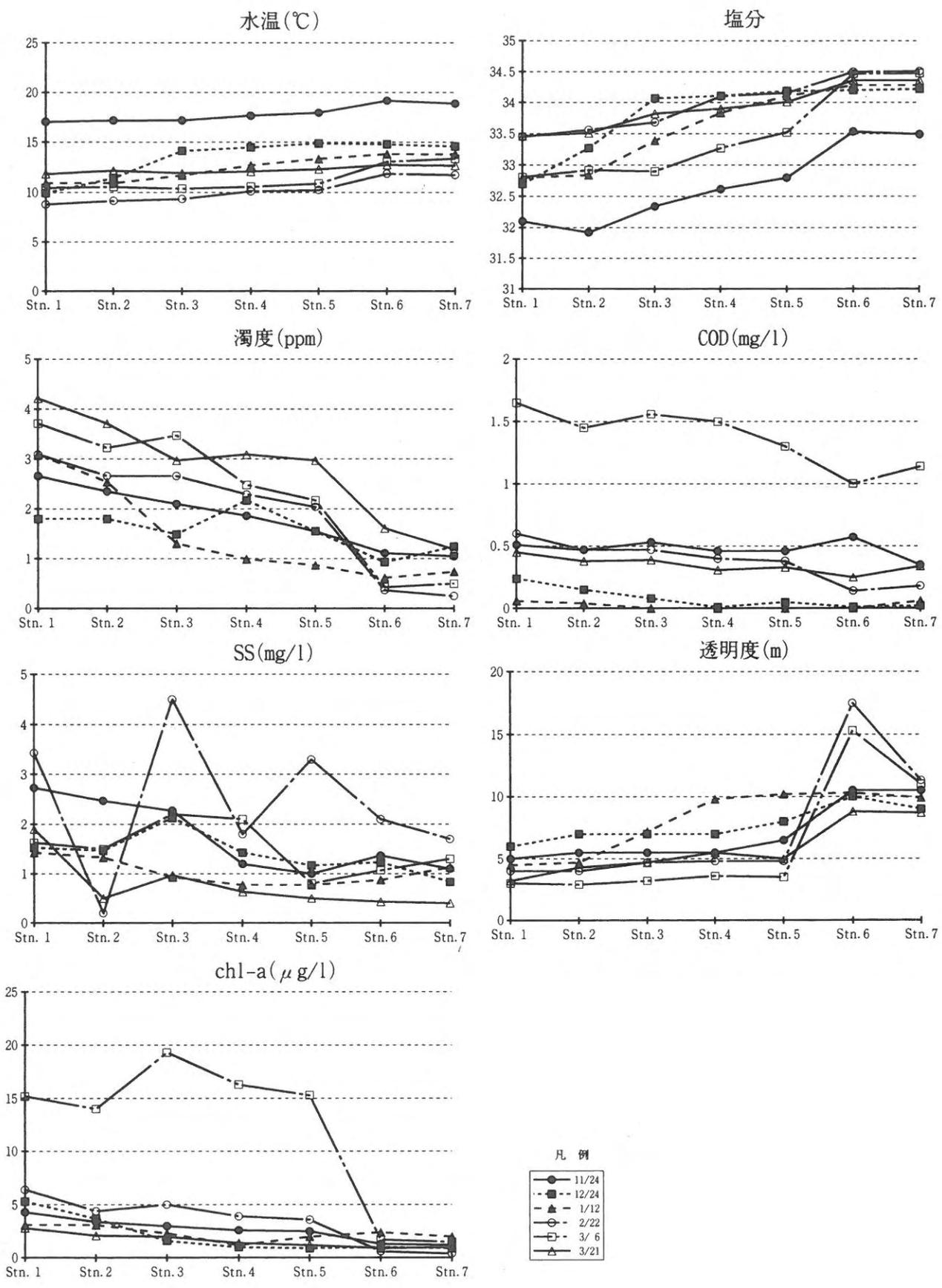


図12 調査点別変化(Stn.1~5:湾内,Stn.6~7:湾外)

ワカメの生育に必要とされる $80 \mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ を下回る日の出現率は、湾内で10%、湾外で7.5%であった。また、湾内、湾外で同時に観測を行った12月25日～3月6日までの30分毎の積算値は湾内で $18,916 \mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ 、湾外で $26,040 \mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ であり、湾内での光量子量は湾外のその約73%であった。湾内、湾外の光量子量と日射量は平行に変動しており、両漁場内の光量子量の変化は基本的には日射量の変化に依存していると推察され、内湾漁場で光量子量が $80 \mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ を下回った日はいずれも天気が雨または曇りで、日射量の少ない日であった。しかし、湾外漁場では透明度が湾内漁場の約2倍と高かったため、 $80 \mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ を下回った日の出現率が低くな

ったと考えられる。

濁度：11年12月9日～12年3月7日(湾内)、12年3月31日(湾外)のワカメ漁場での濁度とその期間の福岡管区気象台の最大風速と風向の変化を図16に示した。

湾内の濁度の変動は大きいですが、それに比べて湾外は比較的少ない。濁度が高くなる日は、気象データと比較すると湾内では、北西寄りの風速が $10\text{m}$ 以上の日に高い傾向となっているが、湾外では湾内ほど濁度は大きくない。また、濁度のピークは湾外漁場に比べ湾内の方が高くなっている。また、荒天日以外の風の日の濁度は、湾内漁場が $2\sim 4\text{ppm}$ 、湾外漁場が $1\sim 2\text{ppm}$ であり、定常的に湾内漁場の方が濁度が高い傾向にあった。

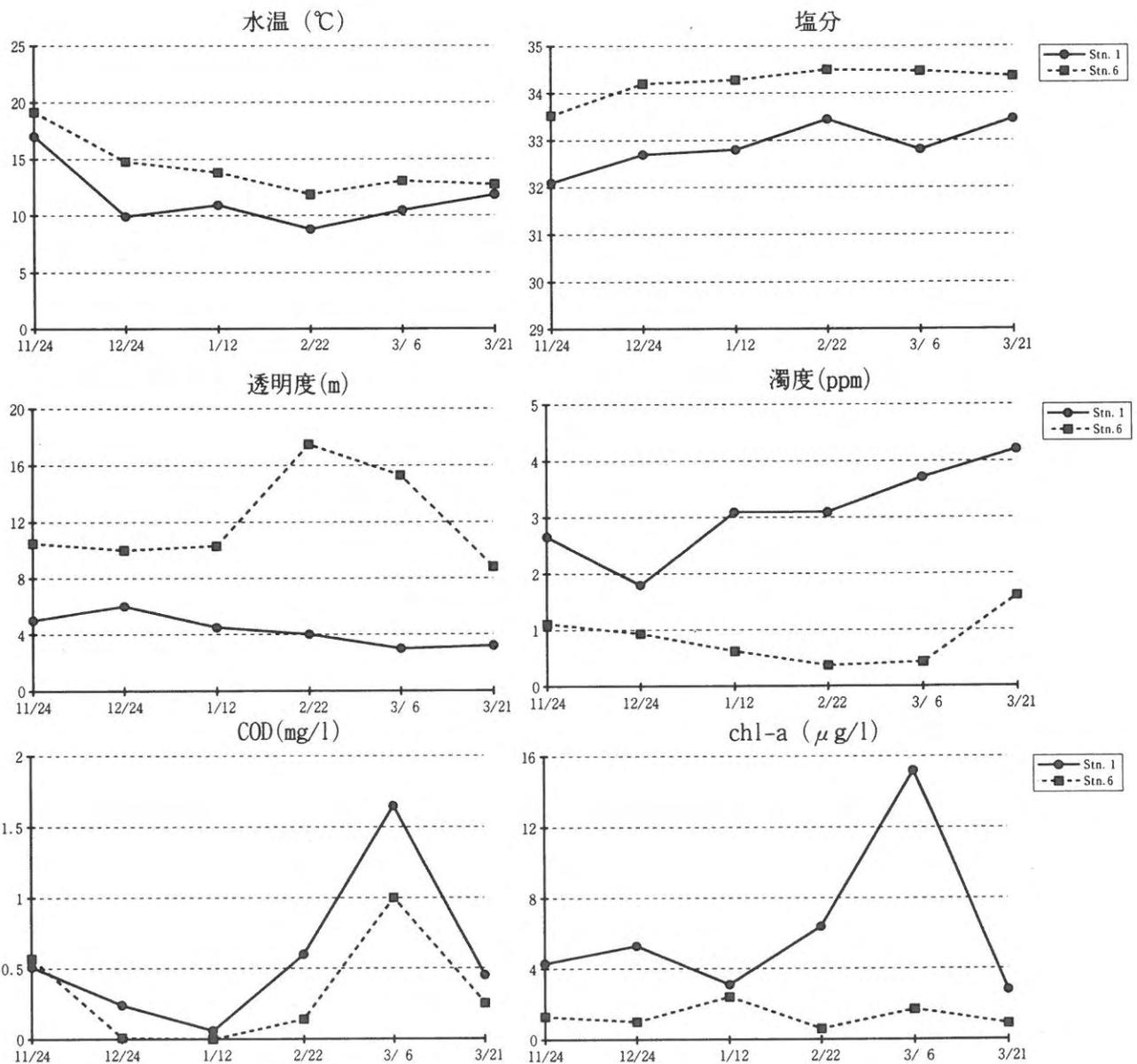


図13 湾内(Stn.1)と湾外(Stn.6)の各測定結果の変化

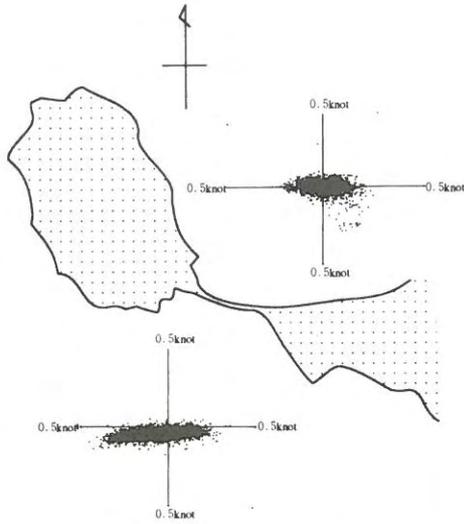


図14 実測流の散布図

### 3.3年間の比較

ワカメ漁場での観測には欠測が多かったので、ここでは湾内で実施されている赤潮予察調査の湾奥での資料を整理し図17に示した。

11年度の値を過去2年間の結果と比較すると、水温は1月に高め、塩分では11,12,2月に低く、透明度は1月に高く、2月に低めであった。栄養塩濃度(DIN)は全般的に高く、特に1,2月に高め傾向にあった。

11年度の特徴としては、水温は例年よりやや高く、塩分は低く、透明度が高く、栄養塩濃度が高かったといえる。

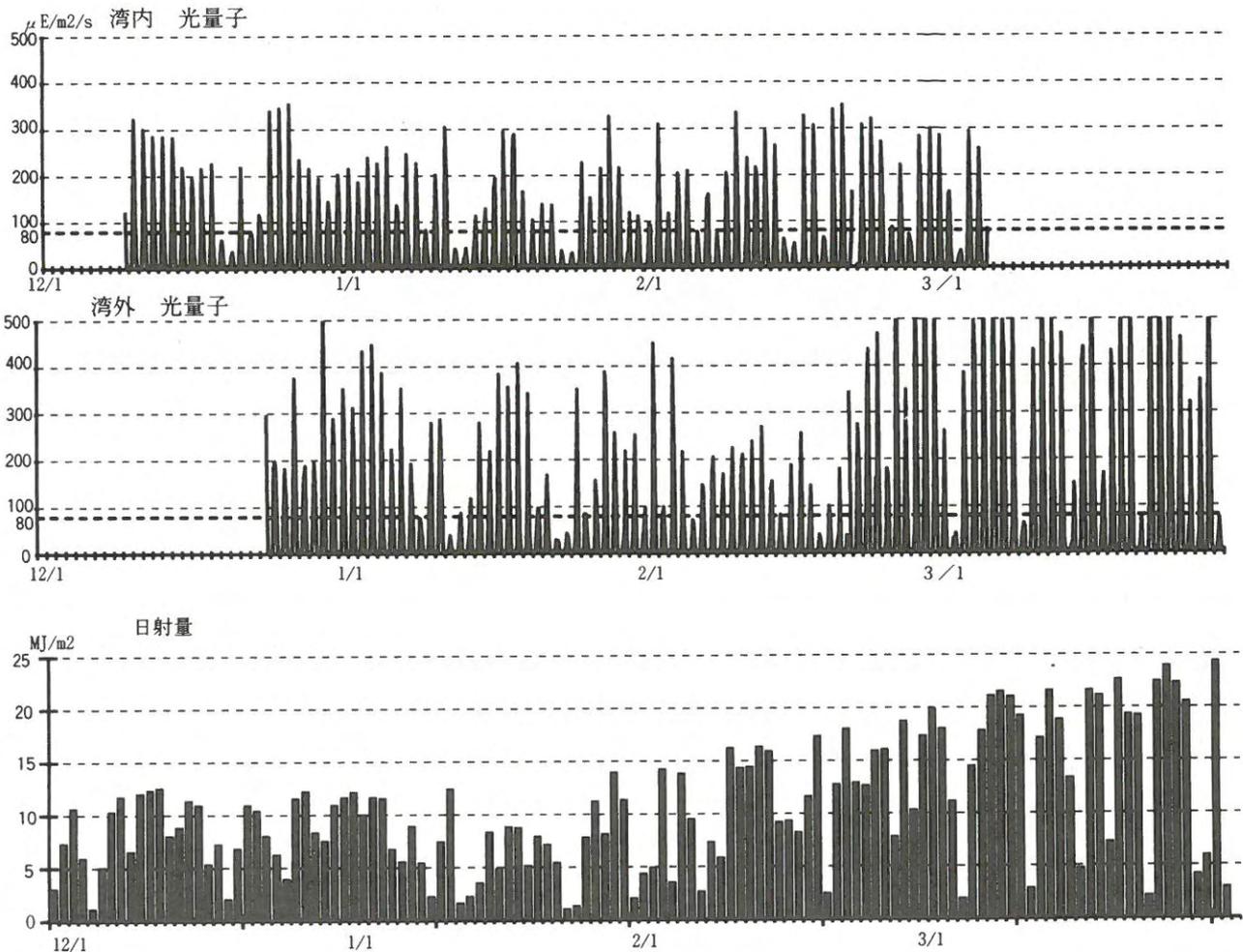


図15 湾内、湾外の光量子量と日射量の変化

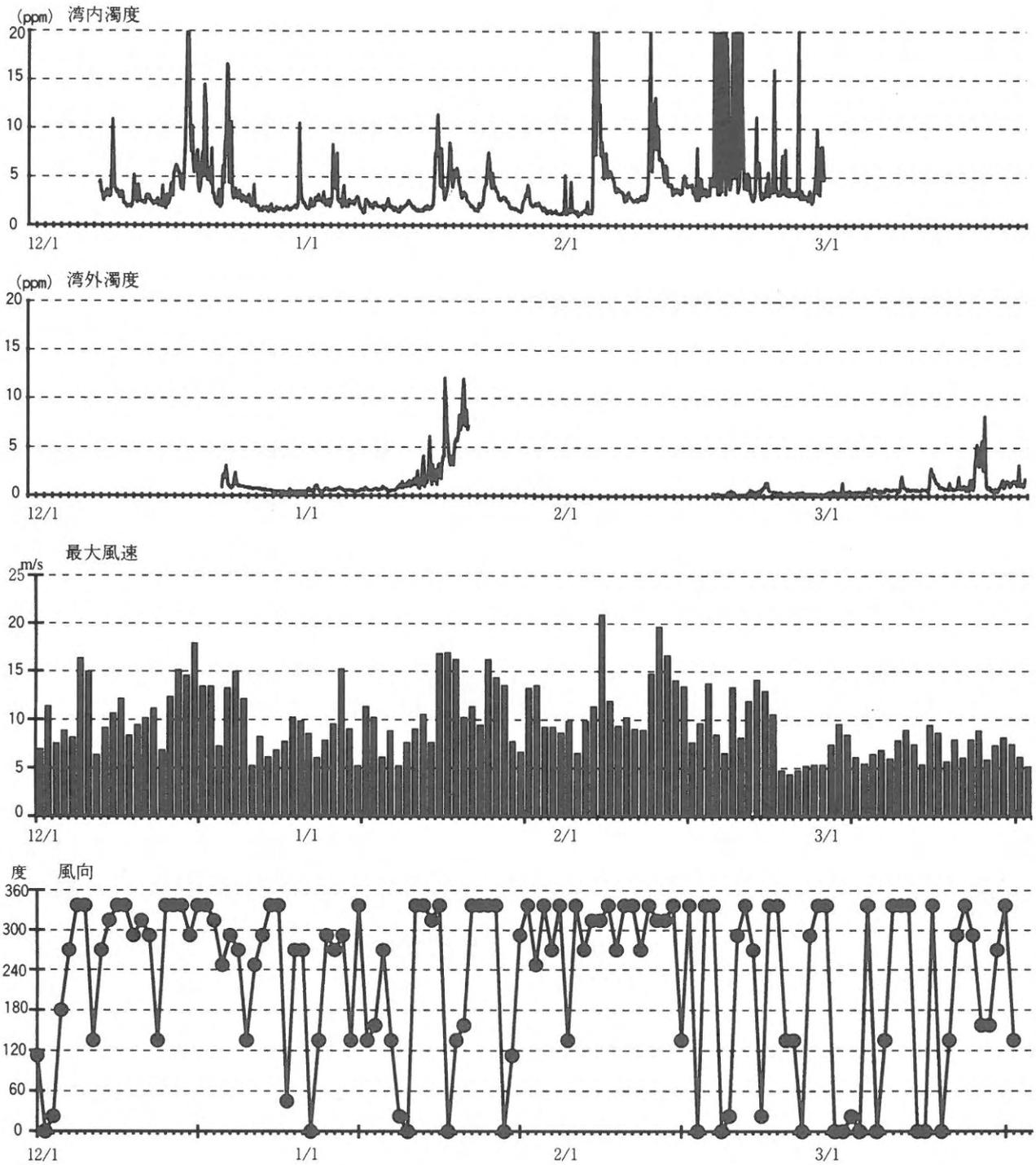


図16 湾内、湾外の濁度と最大風速、風向の水位

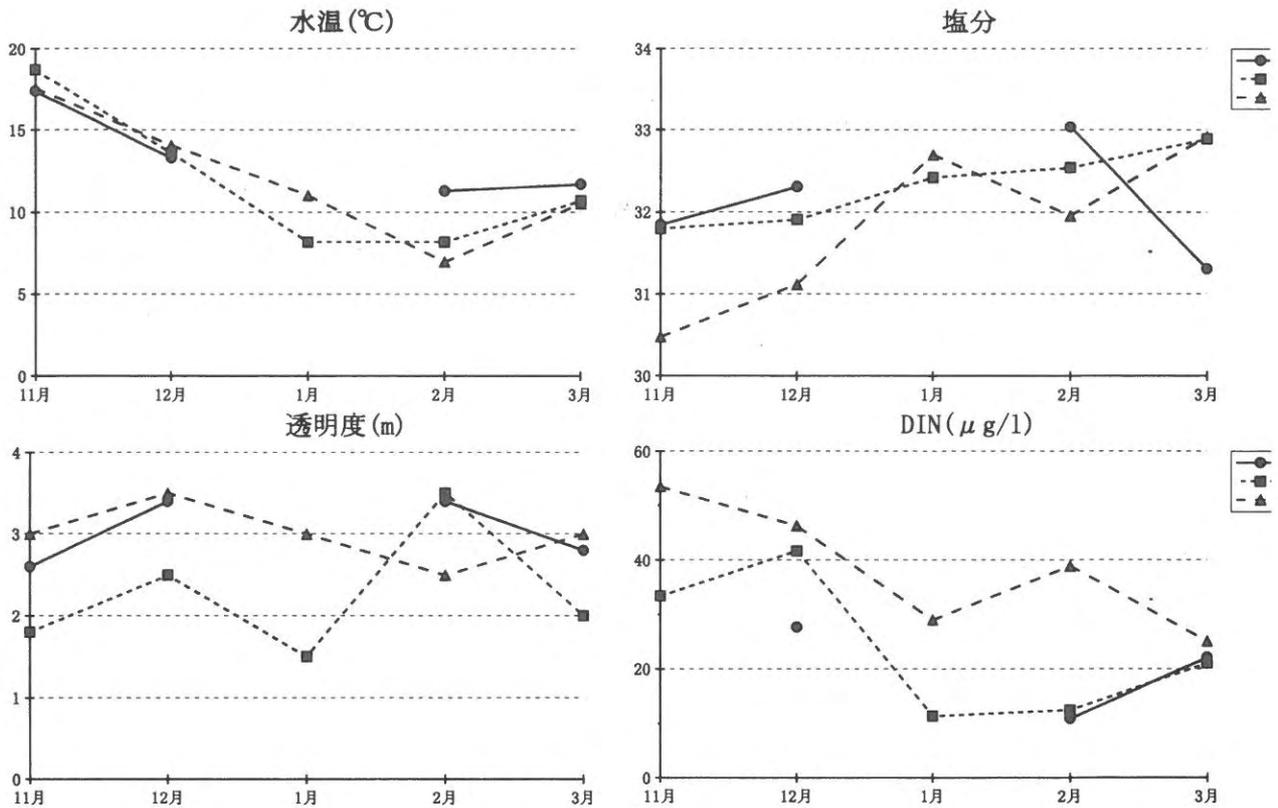


図17 年度別変化(湾奥部)

## 文 献

- 1) 篠原直哉・大村浩一・内場澄夫・本田清一郎：福岡湾におけるワカメ養殖の不調について，平成7年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，105-111 (1996)
- 2) 篠原直哉・大村浩一・太刀山透・深川敦平・稲田善和・本田清一郎：福岡湾におけるワカメ養殖について，平成8年度福岡県水産海洋技術センター事業報告書，43-49 (1997)
- 3) 福澄賢二・池内仁・太刀山透・深川敦平・筑紫康博・杉野浩二郎・神蘭真人：ワカメ養殖安定生産技術開発事業，平成9年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，142-150(1998)
- 4) 福澄賢二・池内仁・岩渕光伸・太刀山透・深川敦平・杉野浩二郎：ワカメ養殖安定生産技術開発事業，平成10年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，65-75(2000)
- 5) 斎藤雄之介：ワカメの養殖，水産増養殖叢書，水産資源保護協会，40pp (1964)
- 6) 秋山和夫・松岡正義：浅海養殖，ワカメ，大成出版，
- 7) 水産資源保護協会：環境が海藻類に及ぼす影響を判断するための『判断基準』と『事例』，104pp (1994)  
541-566 (1986)

# 地域先端技術共同研究開発促進事業

## DNA解析等によるアマノリ品種の識別技術の開発

岩瀬 光伸・瀬上 哲

### 1 DNA抽出技術の検討

#### 1) フリー系状体からのDNA抽出技術の検討

##### (1) ISOPLANT抽出法と精製法の検討

昨年度の試験結果より、ニッポンジーン社のISOPLANTを使用することによって、アマノリのフリー系状体から比較的純度の高いDNAを抽出できることがわかった。しかし、抽出されたDNAがそのままRAPD法などの多型解析に利用可能かどうか、あるいは精製を必要とするのかどうか確認していなかった。そこでISOPLANTを使用して抽出したフリー系状体DNAと抽出後に精製処理したDNAを使ってRAPD処理を行い、その再現性について検討し、ISOPLANTの有効性を調べた。

### 材料および方法

#### 実験1

夾雑物が混入していないことを確認した福岡1号のフリー系状体からISOPLANTを使用してDNAを抽出した。抽出プロトコルは添付マニュアルを一部改変して図1の通りとした。プロトコルの主な改変部は、RNaseをSolution I に添加したこと、2回のPCI処理を行ったことである。計4回の抽出実験を行い、抽出実験の間隔は1週間以上取った。各回ごとの抽出実験は5本の1.5mlマイクロチューブを使用し、抽出したDNAをTEに溶解後、1本にまとめた。紫外線分光光度計（ファルマシア社Ultrospec3000）で吸光度を測定した後、少量を未精製DNAサンプルとして分け、残りのDNAサンプルは以下の精製処理を行った。

DNAの精製は、4回の抽出サンプルのうち2回分はCsCl密度勾配超遠心による精製処理とした。超遠心による精製は、DNA溶液1ml当たり1.0gの塩化セシウムと濃度10mg/mlエチジウムブロマイド溶液を20μl加え、ベックマンNVT65.2ローターで55,000r.p.m.、15時間遠心によって行った。遠心後、紫外線照射下でDNAバンドを回収し、水飽和ブタノールで3回処理してエチジウムブロマイドを取り除き、エタノール沈殿によって精製DNAを得た。キアゲンカラムによる精製は

キアゲンチップ20を使用し、処理法は添付プロトコル等に従った。

RAPD処理はオペロンランダムプライマー、TaKaRaTaqポリメラーゼと添付のdNTP及びバッファを用いた。PCR反応はパーキンエルマー社GeneAmpPCRSYSTEM9700により、92℃1分、37.5℃2分、72℃1分を1サイクルとして45サイクルを行った。PCR後、2.0%アガロースゲルで電気泳動を行い、RAPDパターンを調べた。

#### 実験2

夾雑物が混入していないことを確認したナラワ緑芽およびナラワ赤芽のフリー系状体からISOPLANTを使用してDNAを抽出した。どちらの品種も各4回ずつの抽出を試みた。抽出プロトコルは図1の通りとした。

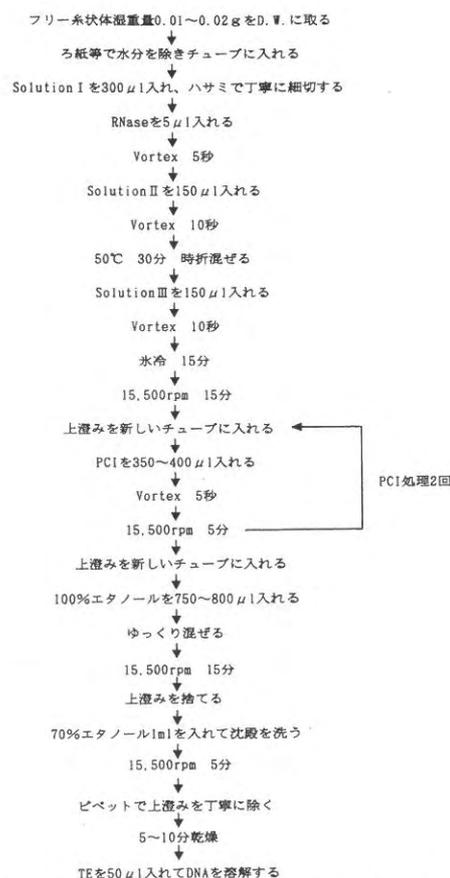


図1 ISOPLANTを使用したフリー系状体からのDNA単離プロトコル

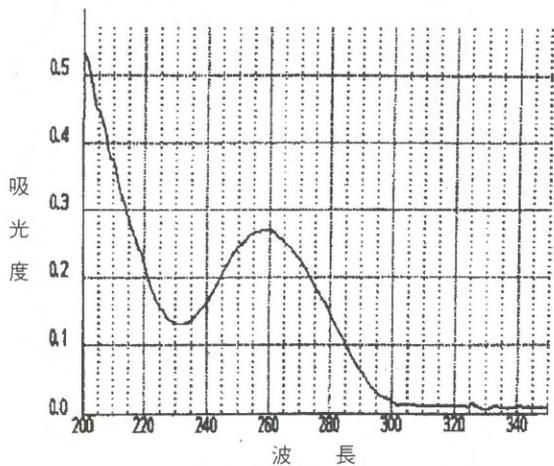


図2 ISOPLANTで抽出したフリー系状態DNAの紫外線分光光度計測定結果

抽出後、実験1と同様のRAPD処理を行って、RAPDパターンを調べた。

### 結果および考察

#### 実験1

ISOPLANTによって抽出したDNAを紫外線分光光度計で測定した結果を図2に示した。このグラフから純度の高いDNAが抽出されていることが分かった。A260/280の値はほぼ1.8~2.0、多糖類含量の目安となるA234/260は約0.5~0.6であり、不純物であるタンパク質と多糖類の混入は少ないと判断された。

OPA-10 (GTGATCGCAG)、OPA-15 (CCTTGACGCA)、OPB-12 (CCTTGACGCA) および OPB-18 (CCACAGCAGT) のプライマーを使用したRAPDパターンを図3に示した。いずれのプライマーにおいても、DNAの精製、未精製に関わらずRAPDパターンはほぼ一致した。

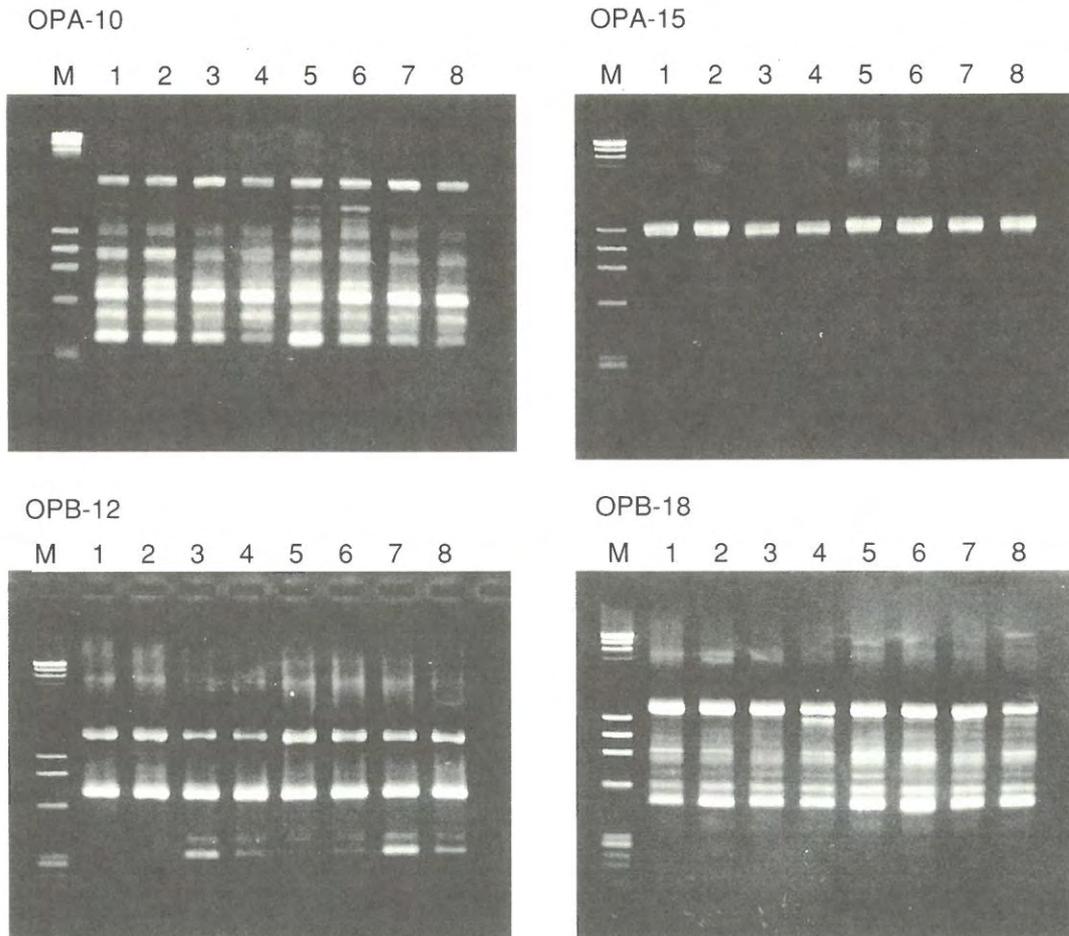
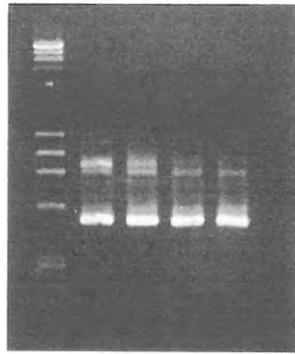


図3 福岡1号のRAPDパターンの比較  
M: マーカー 1~4: 未精製DNA  
5・8: キアゲン処理DNA 6・7: 超遠心処理DNA

ナラワ緑芽



ナラワ赤芽

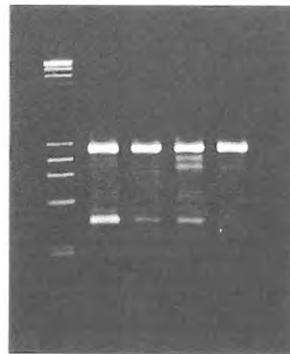


図4 ISOPLANTで抽出したDNAのRAPDパターン  
プライマーはOPB-12を使用

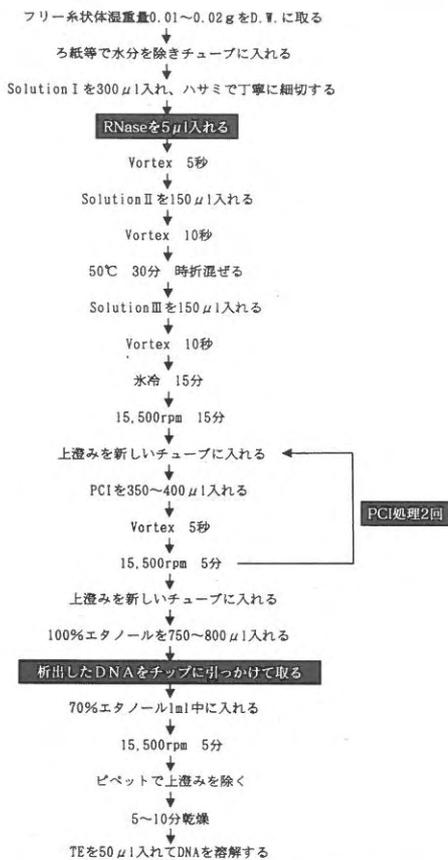


図5 ISOPLANTを使用したフリー系状体からのDNA単離改変プロトコール  
網掛け部が改変した操作手順

## 実験2

OPB-12を使用して行ったRAPDパターンを図4に示した。明瞭な主バンドについては違いは認められなかったが、薄いバンドを含めた全体のパターンは一致しなかった。特にナラワ赤芽については、サンプル間の違いがやや大きく、同一の品種であることを積極的に支持できないパターンを示したサンプルがあった。

以上の結果から、図1に示したプロトコールに従って

DNAを抽出した場合、特に精製を行わなくても不純物が少なく質的に良好なDNAが得られることが分かった。しかしながら、品種によっては、RAPDパターンが完全に一致しない場合も認められた。この理由は明らかではないが、今回使用した福岡1号、ナラワ緑芽、ナラワ赤芽の中でナラワ赤芽のフリー系状体には他の品種に比べて多くの殻胞子のうが形成されており、これがRAPD再現性の低下に関連しているのではないかと推察された。つまり、殻胞子のうには糸状体よりも多くの多糖類が含まれており、殻胞子のうが多く形成されている糸状体を材料として使用した場合に、DNAサンプル中の多糖類の含量が多くなってRAPDパターンの再現性を低下させたことが疑われた。おそらくこの問題は、DNA抽出後に精製処理を行うことによって解決できるものと考えられた。しかし、超遠心法による精製処理は時間を要し煩雑であること、キアゲンカラムによる精製は費用がかかること。また実験2で見られたRAPDパターンの異なるサンプルはごく一部であったことから、DNAの精製ではなくDNA抽出法をもう少し改善することによってこの問題が解決できるのではないかと推察された。

## (2)フリー系状体からのDNA簡易抽出法とRAPD法の再現性の検討

特にDNAの精製処理を行わなくても、良好なRAPDパターンの再現性が得られるフリー系状体からの質の高いDNA抽出法の確立を目的とした。

## 材料および方法

(1)と同様に福岡1号、ナラワ緑芽およびナラワ赤芽のフリー系状体よりISOPLANTを使用してDNAを抽出した。プロトコールは図5に示したように改変した。す

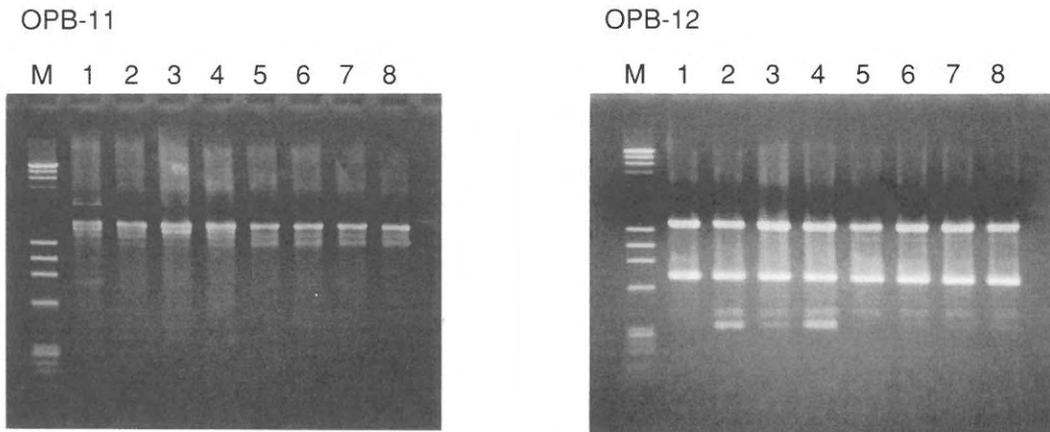


図6 福岡1号のRAPDパターンの比較  
 M: マーカー 1・2: 遠心分離によって回収したDNA  
 3・4: CsCl密度勾配超遠心によって精製したDNA  
 5~8: チップに引っかけて回収したDNA

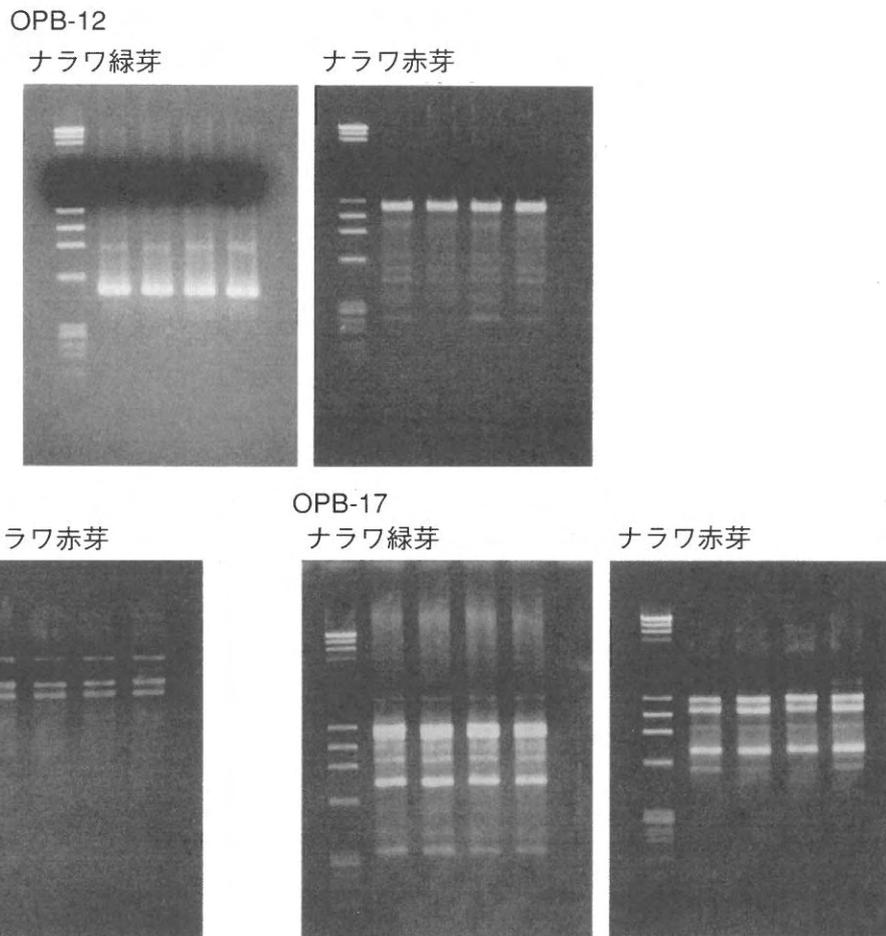


図7 チップに引っかけて回収したDNAのRAPDパターン  
 左端のレーンはマーカー

なわちDNAの回収を遠心によって行うのではなく、析出した糸状体のDNAをチップに引っかけて行うようにした。これによって不純物と分離できることが期待された。各品種毎に4回の抽出を行い、RAPD処理によってパターンの再現性を調べた。RAPD処理の条件は(1)と同様とした。

### 結果および考察

福岡1号から抽出したDNAのOPB-11(GTAGACCCGT)及びOPB-12によるRAPDパターンを図6に示した。チップで引っかけて回収したDNAの4サンプルのRAPDパターンはよく一致した。

ナラワ緑芽及びナラワ赤芽から抽出したDNAのOPB-

12、OPB-15(GGAGGGTGT)およびOPB-17(AGGGAACGAG)によるRAPDパターンも、図7に示したように明瞭でない薄いバンドを含めすべてよく一致した。

これらの結果から、DNAをチップに引っかけて回収することによってRAPDパターンの再現性が高い、良好なDNAを単離できることが明らかとなり、このDNAは特別な精製処理の必要性はないと判断された。さらに、図5に示したプロトコールのDNA抽出作業に要する時間は2～3時間と比較的短時間であり、多数のサンプルでも同時に処理が可能であった。しかしDNAの収量は少なく、品種によって差が認められた。得られたDNAは1.5mlチューブ1本当たり約0.02gのフリー糸状体を使用して1～4μg程度であった。

## II DNA解析技術の検討

### 1) AFLP(Amplified Fragment Length Polymorphism)法の検討

昨年度の研究から、AFLP法でノリのDNAが解析可能なことを示したが、データの再現性や信頼性については検討を行っていなかった。そこでノリの品種識別にAFLP法が利用できるかどうか、再現性を検討し、異なる品種で多型を示すバンドが得られるか確認した。

#### (1) AFLPフィンガープリントパターンの再現性についての検討

同じ品種のフリー糸状体から複数回単離したDNAのAFLPフィンガープリントパターンが一致するか確認した。

#### 材料および方法

1)-(2)で抽出した福岡1号、ナラワ緑芽及びナラワ赤芽の糸状体DNAを材料にAFLP解析を試みた。AFLP解析はPE Applied Biosystems社のAFLP™ Regular Plant Kitを用いて行い、キットのプロトコールに準じて処理した。プライマーペアとしてEcoRI側はACGとACTの2種、MseI側はCAGの1種を組み合わせて使用した。断片の検出はPE Applied Biosystems社のGenetic Analyzer310を使用し、同じくGeneScan CollectionとGeneScan Analysisソフトウェアで解析した。

## 結果および考察

プライマーペアACG-CAGによる各品種のAFLP解析パターンを図8に、ACT-CAGによる解析パターンを図9に示した。どちらのプライマーペアも各品種のフィンガープリント像は非常によく一致し、再現性はきわめて高いことが判明した。このことから、ノリ糸状体のDNA解析にAFLP法が十分利用可能であると考えられた。しかし検出された増幅断片の蛍光ピークの強さはサンプルごとに違いが認められた。

### (2) AFLP法による品種別多型性の検出

AFLP法によるアマノリ類の品種識別および系統解析の可能性を確認するため、7品種のAFLPフィンガープリントを調べた。

## 材料および方法

1)-(2)で抽出した福岡1号、ナラワ緑芽、ナラワ赤芽の糸状体DNAに加え、ナラワサビ、オオバアサクサ、アサクサおよびFA89の4品種の糸状体から図5の改変プロトコールに従ってDNAを抽出した。AFLP解析は2)-(1)と同様とした。品種間の遺伝的な類似度の指標として2品種間で検出された総断片数に占める共有断片数の割合(Band Sharing Indices : BSI)を求めた。

$$BSI = 2Nab / (Na + Nb)$$

Nab : 品種aおよびbに共有する断片数

Na : 品種aに認められた断片数

Nb : 品種bに認められた断片数

## 結果および考察

プライマーペアACG-CAGの各品種のAFLP解析パターンを図10に示し、プライマーペアACT-CAGのAFLP解析パターンを図11に示した。その結果、ノリの場合には品種間の多型性がきわめて高く、どちらのフィンガープリントパターンも品種による違いが認められ、1プライマーペアで品種の識別が可能であることが判明した。検出された増幅断片のうち塩基数55bp以上500bp未満、蛍光ピーク強度75以上を示した断片を増幅断片として判断した場合の断片数は、ACG-CAGではFA89の18本が最小でナラワ赤芽の39本が最大となり、総断片数は128本であった。またACT-CAGではナラワ緑芽の18本が最小でナラワ赤芽の53本が最大となり、総断

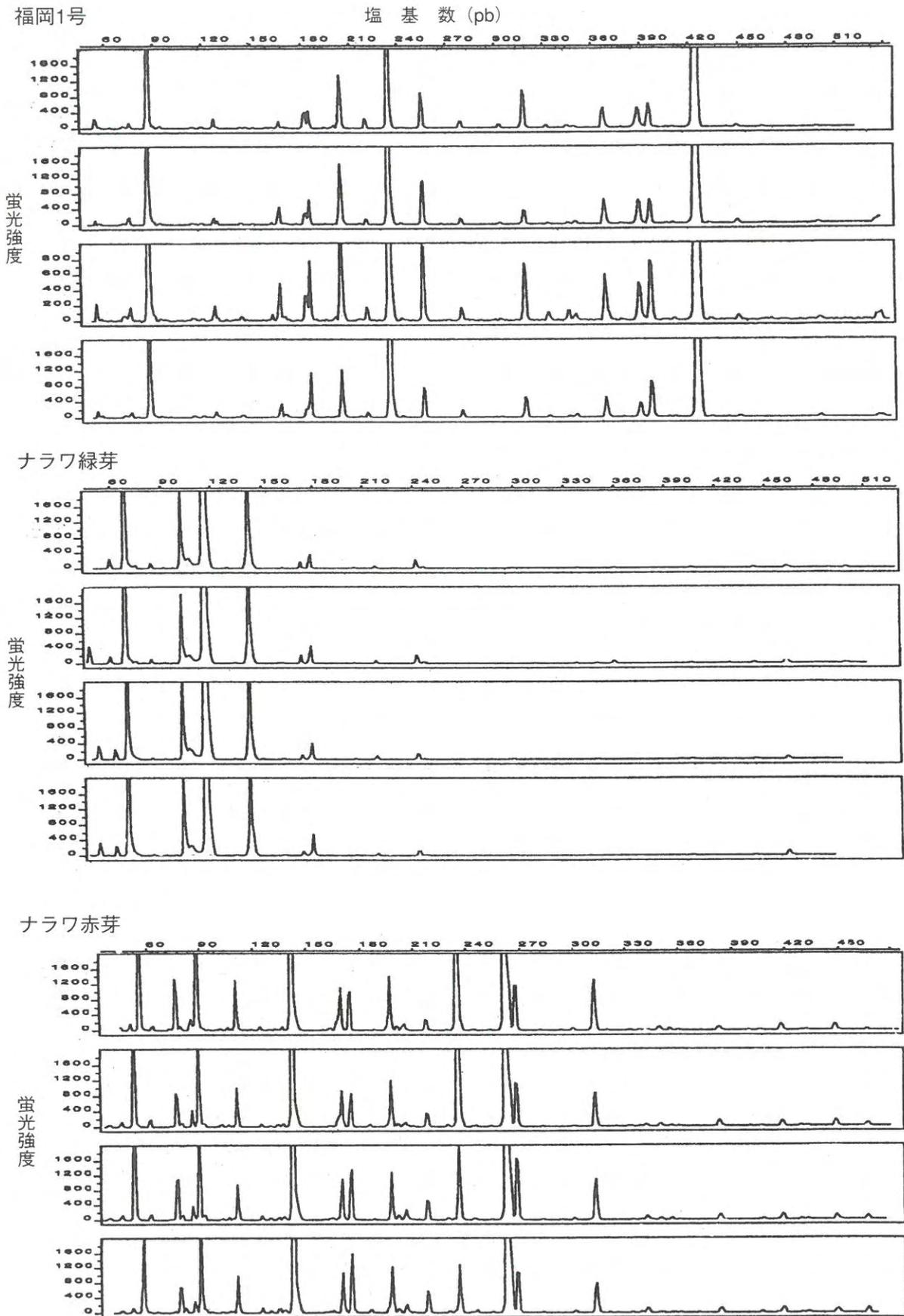


図8 福岡1号・ナラワ緑芽・ナラワ赤芽系状体DNAのAFLPフィンガープリントパターン  
プライマーペアはEcoRI-ACG・MseI-CAG

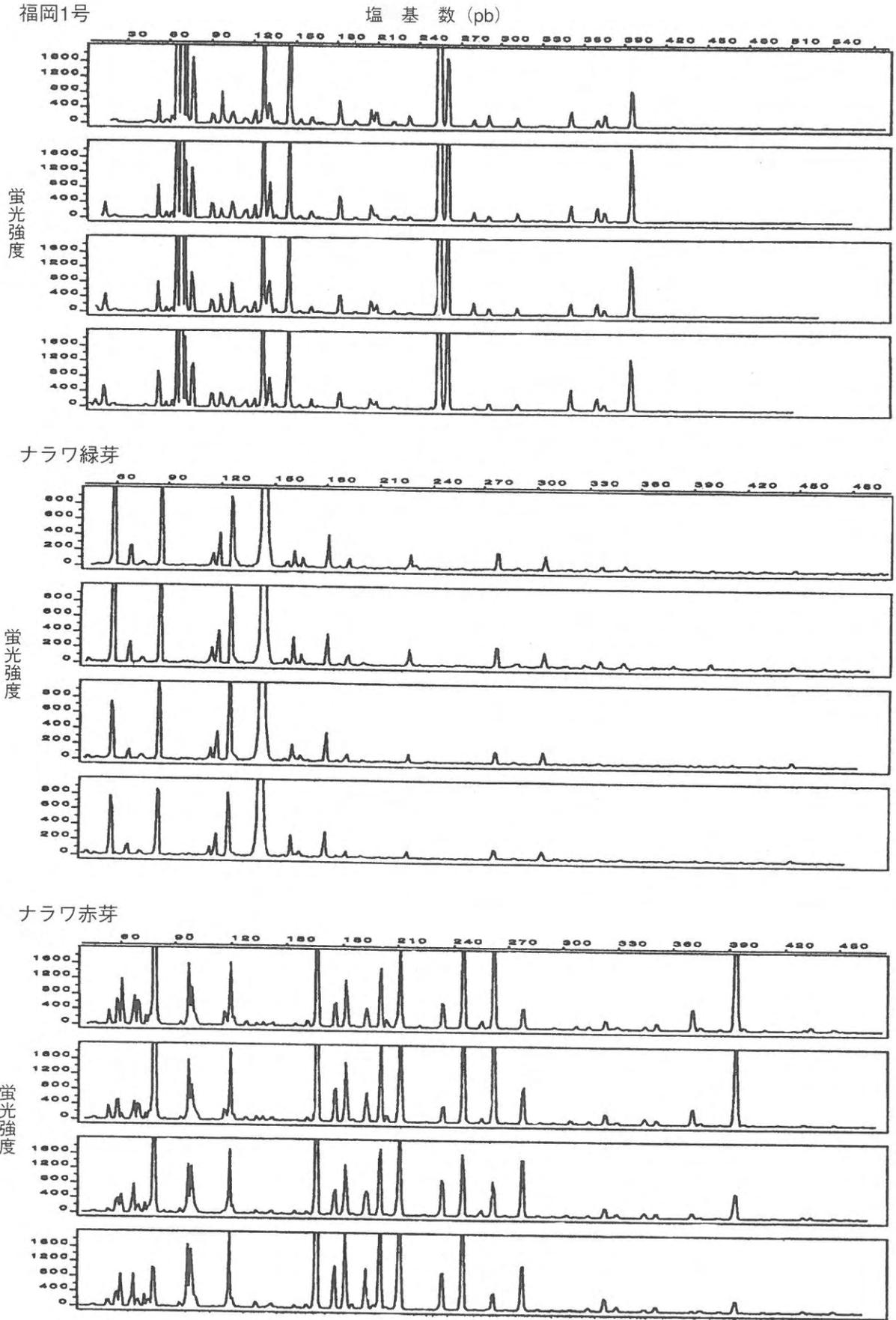


図9 福岡1号・ナラワ緑芽・ナラワ赤芽系状体DNAのAFLPフィンガープリントパターン  
プライマーペアはEcoRI-ACT・MseI-CAG

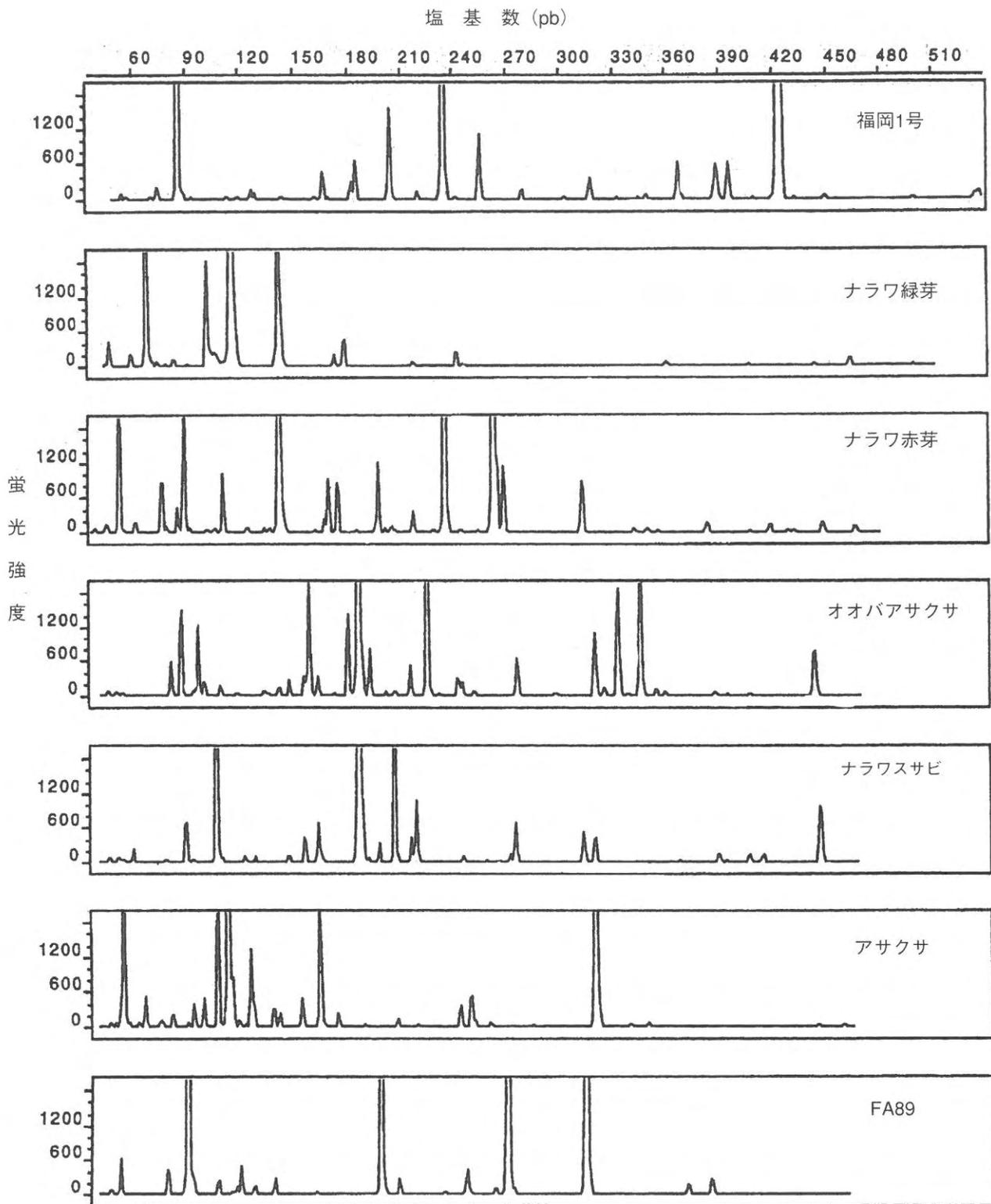


図10 各品種の糸状体DNAのAFLPパターン  
プライマーペアはEcoRI-ACG・MseI-CAG

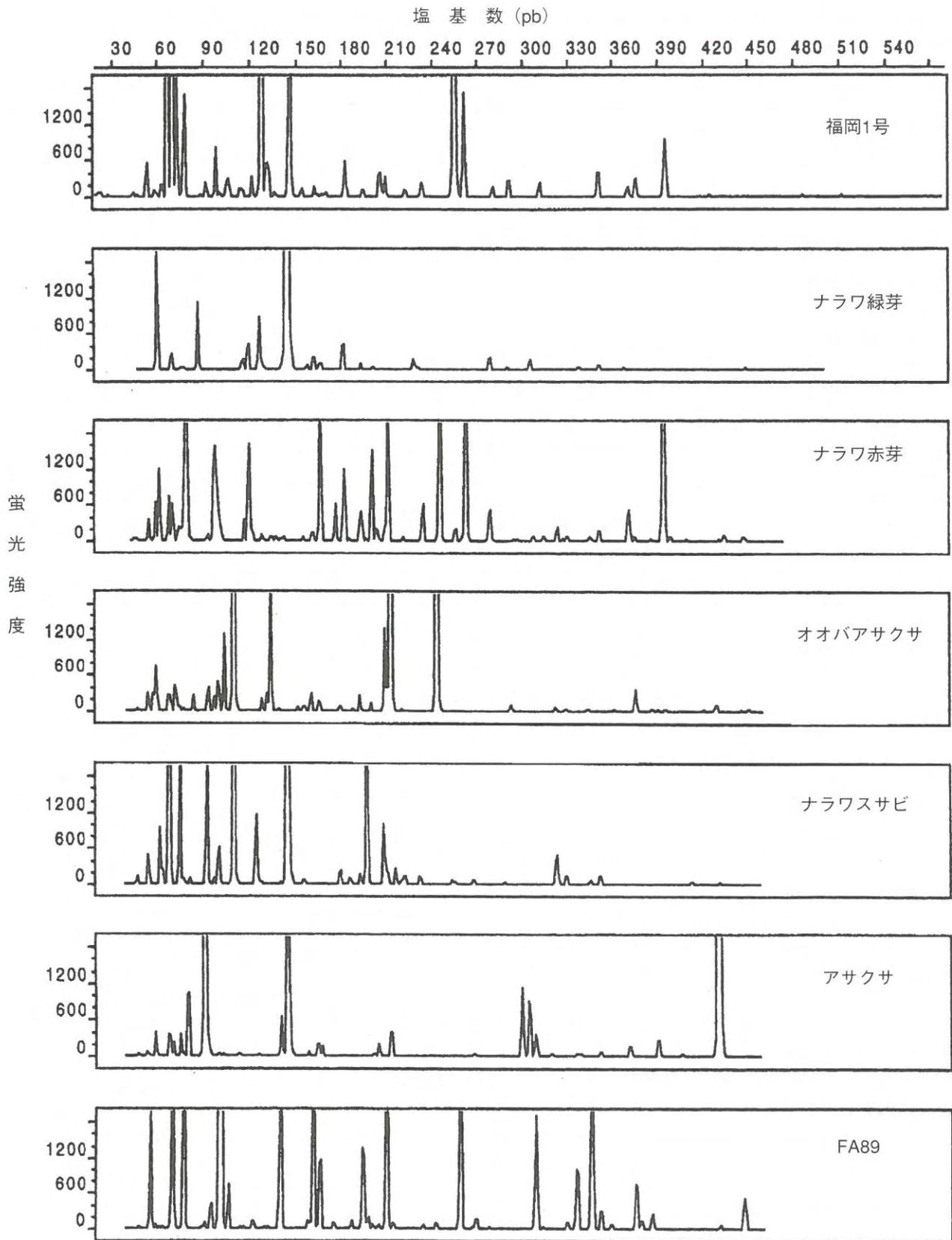


図11. 各品種の系状体DNAのAFLPパターン  
プライマーペアはEcoRI-ACT・MseI-CAG

表1 各品種間のBSI

	ナラワ緑芽	ナラワ赤芽	オオバアサクサ	ナラワスサビ	アサクサ
福岡1号	0.114	0.310	0.149	0.131	0.091
ナラワ緑芽		0.239	0.100	0.040	0.225
ナラワ赤芽			0.253	0.212	0.144
オオバアサクサ				0.291	0.152
ナラワスサビ					0.170
アサクサ					

片数は146本であった。昨年度2塩基のプライマーペアで使用した場合に比べて、検出された断片数は大きく減少した。

2プライマーペアの断片を合計して求めた品種間のBSIを表1に示した。2品種間のBSIが最も高かったのは福岡1号とナラワ赤芽間の0.31であり、最も低かったのはナラワ緑芽とナラワスサビ間の0.04であった。これらのサンプルの内、オオバアサクサとアサクサはアサクサノリ系、その他はスサビノリ系と考えられるが、今回求めたBSIからはスサビノリ系とアサクサノリ系を区別する明確な差は認められなかった。

AFLP法は再現性と信頼性が高いこと、一度の解析で多数のマーカーが得られること、必要とするDNAが微量でよいことから、農業分野では品種の識別に利用され、また水産分野でも集団の遺伝的多様性の評価に利用されつつある。またAFLPマーカーを使ったリンケージマップを作成し、育種に利用する試みも行われている。本年度の研究から、ノリについてもAFLP解析は品種の識別

に有効であることが明らかとなった。再現性についても、同じ品種から異なるロットで抽出したDNAは全く同じフィンガープリントを示すことが確認された。ただ、AFLPの再現性に大きな影響を与えるのは、制限酵素によるDNAの切断とアダプターのライゲーションの処理と言われている。今後多数のサンプルを調べなければならないことを想定した場合、同じサンプルから単離したDNAを異なるロットでAFLP処理した場合でも、同じフィンガープリントパターンが得られることを確認しておく必要があり、来年度の課題である。

今年度の供試品種は、色素変異体など外観的にも比較的識別が可能な品種を使用した。それが原因がどうか分からないが、BSIはかなり低い値を示した。来年度以降は、外観では識別が困難な品種を多く調べてデータを収集するのはもちろん、ウップルイノリやオニアマノリなど、種が明確に異なるサンプルもAFLP解析を行うことによって系統解析に着手したい。

# 沿岸水産資源高度利用調整事業

## イカナゴ資源調査

伊藤 輝昭・宮内 正幸

イカナゴは釣餌料、加工原料として重要なだけでなく、筑前海の漁業資源を支える餌生物としても極めて重要である。当事業では、イカナゴ資源の回復を目指した現状把握と公的・自主的規制のあり方について検討することを目的とする。

### 方法

#### 1. 親魚分布調査

親魚の分布量を把握するため、昨年度に引き続き玄界島～長間礁周辺で試験底びき漁具（通称：ゴットン網）による調査を平成11年を12月16日に行った。曳網は2ノット、5分間で日没後に行った。漁獲されたイカナゴは研究室に持ち帰り、体長、体重、雌雄の別、生殖腺重量を測定した。

#### 2. 稚仔魚分布調査

稚仔魚の発生状況を把握するため、平成12年1月18、24日と2月22日にボンゴネット（口径70cm、側長3m、網目500 $\mu$ m）による稚仔魚の採集を行った。曳網は、海面下5mを速力2ノットで5分間の水平曳きを行った。

#### 3. 房状網漁獲量調査

福岡湾周辺の房状網漁業は昭和62年から平成5年まで禁漁した後、平成6年から漁業者の自主規制下で操業が行われている。漁業者に操業日誌の記帳を依頼し、漁獲状況及び漁場形成状況について調べた。

### 結果及び考察

#### 1. 親魚分布調査

採集地点別採集数を図1に、ゴットン網1曳網あたりの年別入網尾数を図2に示す。11月の調査は天候に恵まれ、全調査点を良好なコンディションの下で行うことができた。しかし、全採集個体数は46個体と少なく、最も生息密度が高いと考えられる玄界島西側の通称「放流点」でも6尾しか採捕されなかった。このことと、操業1回あたりの入網尾数が減少していることを考え合わせ

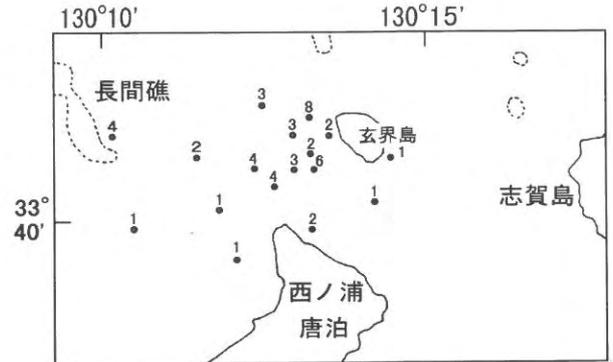


図1 採集地点別採集数

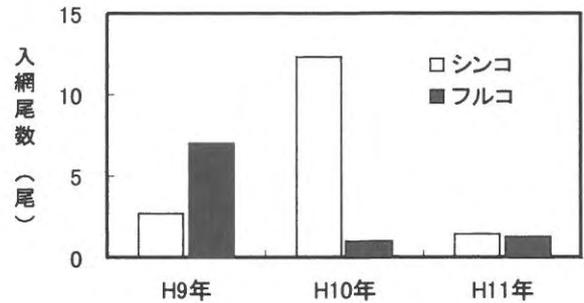


図2 ゴットン1曳網あたりの年別入網尾数

ると福岡湾周辺のイカナゴ資源がかなり減少していると考えられる。

図3に採集されたイカナゴの体長組成を示し、表1に体重ならびに生殖腺に関する測定結果を示す。

採集されたイカナゴのうちフルコは38.3%を占めており、これは近年と比較するとやや多い。しかし、生殖腺重量、生殖腺重量比をみると平成9年に比べて平成10年、11年ともに低い値となっており、産卵の条件が良いとは言えない。生殖腺の発達状況が不順である理由として、図4に示すように産卵期となる10～12月の水温が高めに推移していることが影響していると考えられる。

筑前海に生息するイカナゴの夏眠期から活動期へ移行する水温を飼育試験の結果から19℃と見込んでいるが、平成10～11年は例年より2週間から1か月ほど遅れたことが推察される。筑前海のイカナゴは生息域の南限にあたり、昨年、今年と続いたこの冬季の高水温が続けば

表1 標本魚の年別測定結果

項目/年度		平成9年度	平成10年度	平成11年度
体長 (mm)	シンコ	8.3	8.3	8.8
	フルコ	10.2	9.6	10.1
体重 (g)	シンコ	1.73	1.29	2.70
	フルコ	3.67	2.08	2.91
肥満度	シンコ	2.9	2.2	3.8
	フルコ	3.5	2.3	2.8
生殖腺重量 (g)	シンコ	0.35	0.18	0.11
	フルコ	0.96	0.33	0.43
生殖腺重量比	シンコ	17.7%	8.3%	4.8%
	フルコ	24.8%	14.6%	13.0%

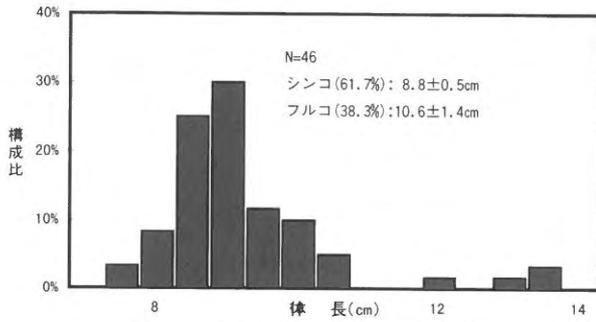


図3 採集されたイカナゴの体長組成

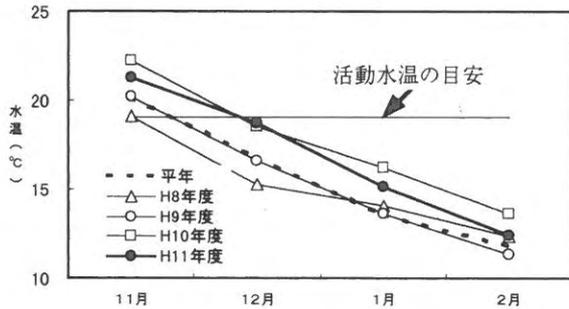


図4 玄界島周辺水温(海底)の推移

資源への悪影響が見込まれるため、慎重に水温の動向について見極めたい。

## 2. 稚仔魚分布調査

ボンゴネットによる稚仔の採集量を図5に示す。

ほとんどの調査点で昨年度よりも分布量が減少しており、このことは産卵期の高水温による発生の遅れや不順が原因と考えられる。

図6に示す稚仔分布量の経年変化からも福岡湾周辺域の稚仔の発生量が低く資源状況の悪化が伺われる。平成12年1~2月の平均採集数は3.4(個体/1000m<sup>3</sup>)であり、これは福岡湾周辺漁協が自主禁漁を決めた昭和63年前後の採集数とほぼ同様の極めて低い水準である。

親魚分布調査で述べたように、産卵の主体となるフルコの量も低いレベルであり、シンコの発生量も低い水準であることから来年度のイカナゴ漁は禁漁を視野においた漁獲管理が必要になると考えられる。

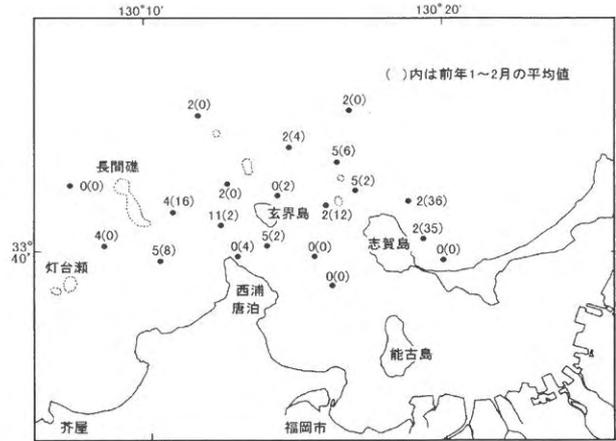


図5 調査点別稚仔の採集量(尾/1000m<sup>3</sup>)

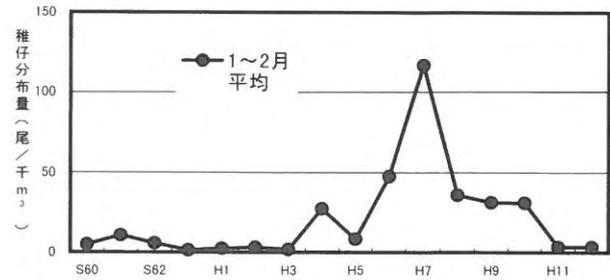


図6 稚仔分布量の推移

## 3. 房状網漁獲量調査

平成11年3~5月の操業状況を図7に示す。例年、フルコの漁獲量が多い長間礁の南は漁獲量が少なく、対照的に志賀島の南側でシンコが多く漁獲されている。全般的に資源量が少ない中で、積極的に漁獲しようとした結果が反映しているものと考えられる。

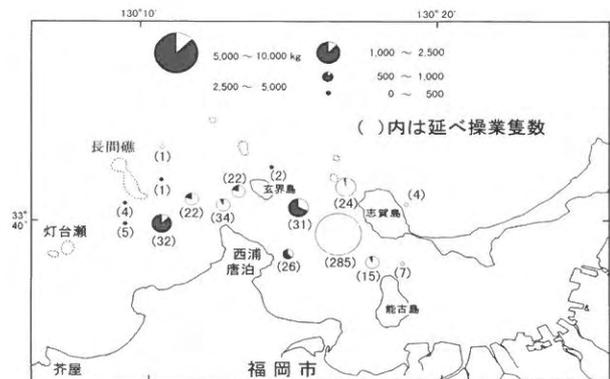


図7 日誌による操業状況

# 地域重要資源の有効利用方式に関する調査

## カタクチイワシ資源の有効利用

秋元 聡・白石 日出人・吉田 幹英

筑前海沿岸域では冬季にカタクチイワシ秋生まれ群を対象としたあぐり網漁業が操業され、漁獲物をイリコに加工している。このカタクチイワシは漁獲量の変動が大きく、漁況予測の精度向上への要望が強い。また、魚体の脂肪含量によりイリコの品質が左右され、脂肪含量の変動特性を解明する必要がある。

本年度は前年度同様カタクチイワシ資源調査を行い、漁業者に漁況情報を提供したが、極めて不漁であり、この原因についても調査を行った。

### 方 法

#### 1 資源調査

漁獲量の資料は福岡市漁協K支所の資料を用いた。漁期中に漁獲物の体長測定を行った。また、定期海洋観測のノルパックネット鉛直曳きの資料を基に発生水準を把握した。食害魚のサワラの漁獲状況、胃内容物について調査した。

また、調査船げんかい、つくしにより計10回の魚群量調査を行い、魚群分布を把握し、その結果を関係漁協にファックスで送付するとともにシーネットに掲載した。

#### 2 イリコ流通調査

筑前海のイリコを多く取り扱っている唐津市の水産加工品問屋のA商会を訪ね、イリコ流通の現状について聞き取り調査を行った。

### 結果及び考察

#### 1. 資源調査

漁獲量の推移を図1に示す。本年度は著しい不漁で福岡市漁協代表港の漁獲量は1月に85トンで、糸島地区でも9月に操業したのみであった。漁連取り扱い実績では製品数量71トン、生産額38百万円、キロ当たりの単価は540円あった。

漁獲されたカタクチイワシの平均体長は9月では47mm、1月は45mmであった。当海域におけるカタクチイワシの体長と孵化日数の関係式から発生時期を推定する

と9月の群は7月上旬、1月の群は10月下旬～11月上旬に発生したと考えられた。

筑前海域の卵採集量を図2に示す。盛期は4月と8月にみられ、秋生まれ群の卵量は平年並であった。秋生まれ群の産卵盛期は8月であったと考えられるが、漁獲物の体長から推定した発生時期とは異なっており、8月に産卵されたものは他海域へ逸散したか、発生後の生残が悪く、当海域に加入しなかったと考えられる。

次に食害魚の漁獲状況を見ると今年度はサワラが多く志賀島の小型定置網では昨年度の10倍近い12.7トンの漁獲があった。例年は1歳以上の大型のサワラが大部分を占めるが、今年度は通称サゴシと呼ばれる50cm以下の当歳魚が漁獲量の9割近くに達した。

魚群量と食害魚のサワラ漁獲量との変化を図3に示す。カタクチイワシの魚群量は10月後半から11月上旬にかけては増加傾向にあったが、11月下旬から12月にかけて急減している。サワラは逆に11月中旬から急増している。その後1月になるとサワラはほとんどいなくなり、カタクチイワシの魚群量はやや増加しており、カ

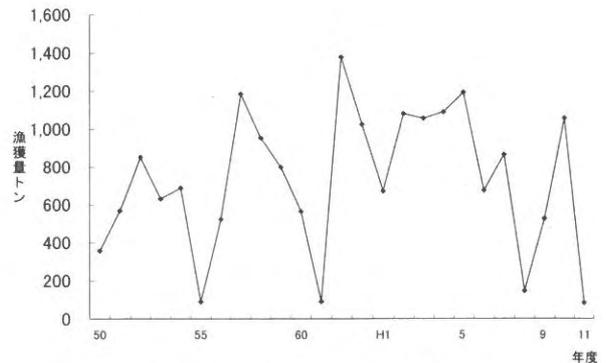


図1 漁獲量の経年変化 (福岡市漁協代表港)

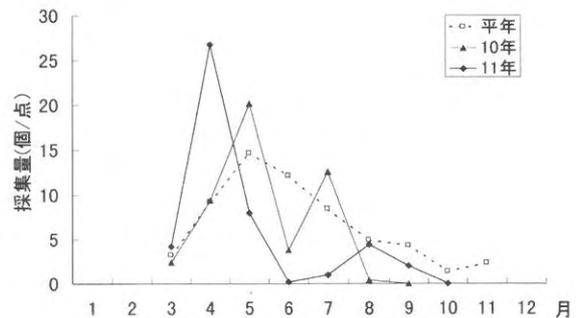


図2 卵採集量の月変化

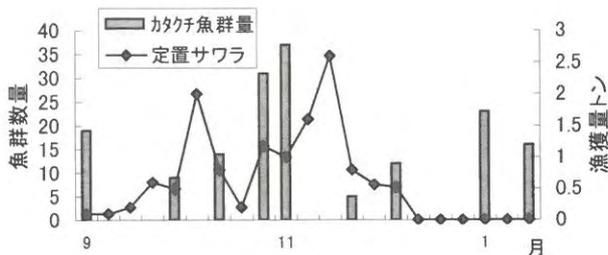


図3 カタクチイワシ魚群量とサワラ漁獲量の時系列変化

タクチイワシとサワラの間には逆相関が見られる。カタクチイワシの不漁及びサワラの好漁は福岡県のみならず佐賀～山口県の西日本海域で広くみられた。

サワラとカタクチイワシの分布に逆相関がみられたので12月13日に引き縄釣りて採集されたサワラ10尾(尾叉長68～81cm)の胃内容物を調査した。その結果カタクチイワシを捕食していたのは1尾で、サバやサンマ等の体長10cm以上の魚を捕食していたものが4尾、不明3尾、空胃が3尾で予想に反してカタクチイワシの捕食量は少なかった。

表1 サワラ胃内容物調査結果

尾叉長cm	体重kg	胃内容重量g	胃内容物
67.5	2.24	0	空胃
67.6	2.49	10	サバ肉片
69	2.7	0	空胃
72.8	2.9	4	魚類肉片
73.6	2.7	35	サバ肉片, サンマ肉片
74.4	2.82	0	空胃
75	3.38	4	魚類肉片
75.5	3.09	25	カタクチイワシ2尾, 魚類肉片
80	3.12	16	サバ肉片
80.5	3.7	162	サバ1尾

サワラとカタクチイワシの関係について整理するとサワラがカタクチイワシにとってプラスに作用する面とマイナスに作用する面の相反する2つの可能性が示唆される。まず、プラス面に作用するという根拠として漁業者間の伝承ではサワラの多い年はカタクチイワシは好漁であるといわれていることや、今回のサワラの胃内容物からカタクチイワシよりもサバ等が多かったことが上げられる。マイナス面に作用する根拠としてカタクチイワシの魚群量とサワラの漁獲量に逆相関が見られたことが上げられる。これは一見矛盾するように思えるが、以下のような仮説を立てれば説明できる。海域中ではカタクチイワシの魚群の周りにアジ、サバ、サワラ当歳魚(サゴシ)等の中型の魚食性魚が分布し、カタクチイワシを捕食して、さらにその周りに大型のサワラ(1歳以上)等の魚食性魚が分布し、アジ、サバ等の中型魚を捕食していると考えられ、サワラ当歳魚(サゴシ)を含めた中型魚が多ければカタクチイワシに悪影響を与えるが、大型のサワラが多ければ中型の捕食魚を追い払い、カタクチイワシに好影響を与えると想定される。

以上のことから本年度の不漁の原因はカタクチワシの産卵はある程度あったが、その後、サワラ当歳魚(サゴシ)等の食害魚が沿岸に多くなり、資源量及び当海域への来遊量が減少したためだと考えられる。

## 2. イリコ流通調査

唐津市の水産加工問屋からイリコ流通の現状について聞き取ったので、以下にその概要を記す。

福岡のカタクチイワシは味が濃厚で脂も比較的少なく、良質である。イリコの単価は製品の質や他産地の生産量により変動するが、単価の変動は気にせず、丁寧にイリコを製造すれば長い目で見れば良いはずだ。イリコをスーパーに出荷する場合、スーパーではイリコは一般食料品として取り扱われるので、生鮮食料品として扱われる鮮魚とは価格形態が異なる。つまり生鮮食料品であれば品質により価格が上下するが、一般食料品は内容量、価格が一定で変化しない。そのためイリコの品質が良くても生産者価格はそれほど上がらず、小売値から逆算して浜値が抑えられている。小売値が2,000円/キロとすると、スーパー側の粗利益は小売値の2割(2,000円×0.2=400円)で、これを差し引いた卸値は1,600円/キロとなり、これから卸の粗利益を差し引いて浜値が1,000円/キロとなる。

(浜値1,000円/キロ→卸値1,600円/キロ→小売値2,000円/キロ)卸段階の取り分が多いように見えるが、実際はイリコの再選別作業代、袋詰め代、冷蔵庫への保管料、運送料等を差し引くとそれほど利益はない。イリコの小売値は生産者価格の2倍で鮮魚流通の5倍に比べると差は小さい。

最近の傾向として消費者、小売り側は水産物に鮮度を要求し、イリコも新しいものが好まれる。しかし、新しいと生臭さがあり、だしもよくでない。最も良い製品は半年ほど冷蔵庫で保管したものであるが、これらの製品は古いといわれ値が下がり、本来のイリコの良さとニーズが異なっている。

以上のことからイリコ流通の問題点をまとめると、量販店では一般食料品としてイリコが取り扱われ、小売価格が一定で、これが原因でイリコを生産者価格全体が抑えられていると考えられ、販売流通対策を検討する必要がある。また、消費者のイリコ離れも進んでおり、イリコの栄養価や料理方法等を知らせる普及啓発も必要である。

# マダイ幼魚資源調査

秋元 聡・濱田 弘之・伊藤 輝昭・宮内 正幸

福岡県は全国有数のマダイ産地で平成8年には漁獲量1,353トンで全国第3位となっている。当センターでは長年マダイの資源管理についての研究を行っており、平成5年度には漁業者、行政との連携によりマダイ種苗採捕の原則禁止、13cm以下当歳魚の再放流等マダイ資源管理計画を策定し、資源管理を実践している。

本調査はマダイ幼魚資源の水準と資源管理の効果モニタリングを目的に毎年行っている。

## 方 法

調査は7月7日に奈多、新宮、福間地先で、7月12日は鐘崎地先、7月13日に唐津湾で実施した。使用漁船及び漁具は1そうごち網（網目18～20節）で計39点の試験操業を行い、各海域で1網当たりのマダイ幼魚採集尾数を計数測し、1地点につき100尾以内の全長を測定した。

## 結果及び考察

幼魚の水域別分布をみると本年度は全域で50尾以下で平年を下回った。1網当たりの採集尾数は全体では20尾/網程度で平年を大幅に下回った（図1）。

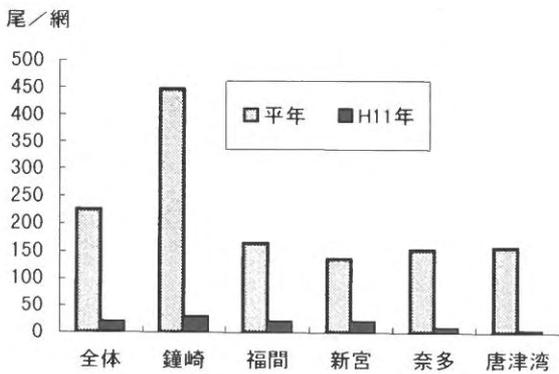


図1 地区別採集状況

地区別の平均体長は新宮、奈多が61mm、鐘崎77mm、福間73mm、唐津湾68mmと地域により差があり、全域の平均体長は68mmで昨年に比べ、大きかった。調査時期や漁具に若干の違いがあり、単純に比較できないが、発

生時期に差があるものと考えられる。

平成5年以降マダイ幼魚資源水準は回復傾向にあったが、今年度は大幅に減少しており、これが本年度だけの一時的なものなのか、来年度以降の状況を注視する必要がある（図2）。

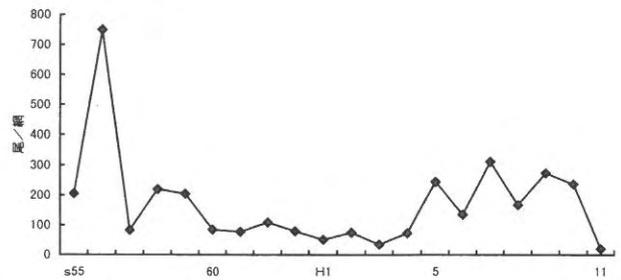


図2 マダイ幼魚採集尾数の推移

# 複合的資源管理型漁業促進対策事業

## (1) 小型底びき網漁業

濱 田 弘 之

糸島地区、福岡地区における小型底びき網漁業の漁家所得向上を目的として、本年度から標記事業を開始した。具体的手法として、①資源・漁業の実態把握から資源の有効利用を検討、②魚価向上対策試験、③漁具改良試験の3つを柱とする。これらは密接に関連し合うものであり、最終的にはこれらの複合体として目的の達成をめざす。

### 方 法

#### 1. 資源・漁業の実態把握

##### (1) 漁具・漁法

聞き取り、作業日誌等により、地区ごとの漁具・漁法、曳網時間について調査した。

##### (2) 漁業生産

対象地区となっている糸島地区、福岡地区について、農林水産統計年報及び主要漁協仕切書から漁労体数・漁獲量・生産金額の経年推移、魚種別漁獲割合、月別魚種組成、小型エビ類の単価についてまとめた。また、標本の買い上げ調査により、小型エビ類の種別重量組成を明らかにした。

##### (3) 主要漁獲種の体長組成、成熟および小型魚の混獲実態（カマヒ以外）

市場での魚体測定と出荷漁獲物の買い上げを漁期中月1回の頻度で実施し、主要漁獲魚種である小型エビ類、シャコ、ヒラメの月別の体長組成を明らかにした。また、投棄魚を含む1曳網分の入網物すべての買い上げも併せて行い、出荷漁獲物と体長組成を比較した。さらに投棄魚を含む1曳網分の入網物から幼魚の混獲実態を明らかにした。小型エビ類のうち、アカエビ、サルエビ、他にシャコ、ヨシエビの雌については体長と生殖腺重量を測定し、生殖腺重量指数（GSI）を算出した。また、1曳網分の入網物の体長を全魚種について測定し、小型魚の混獲実態を明らかにした。

#### 2. 漁具改良試験

##### (1) 選別網

入網物の活力を保持し、揚網後の選別作業を軽減するため、袋網内に大型角目の内網（9節）を付けて袋網を2重にした。6月9日に糸島地区の漁場で、また、6月21日に福岡地区の漁場において60～90分の曳網を3回ずつ行い、魚種別体長別に内網への残存割合を調査した。

##### (2) 幼魚混獲防止網

既に開発している幼魚混獲防止を目的とした改良網について、実作業レベルで通常の網と漁獲状況を比較した。

8月下旬に糸島地区加布里漁協所属の小型底びき網漁船4隻で延べ16日・隻にわたって改良網による操業を行った。その期間の仕切書について改良網による操業と通常網による操業に分けて整理し、漁獲量、漁獲金額を比較した。

### 結果および考察

#### 1. 資源・漁業の実態把握

##### (1) 漁具・漁法

筑前海の小型底びき網は、通常の小型底びき網での袋網部分がゴミ獲りとなっており、その上部に円筒形の魚捕部が装着されているのが特徴となっている。魚捕部は周囲が200～300目、長さ2～4間であり、他地域の小型底びき網の魚捕部と比較して非常に細長い。

ビーム長は8mであるが、福岡地区において福岡湾内を操業区域とする漁業者では6mを使用している。操業は主に夜間に行われる。曳網時間は糸島地区では平均110分であり、福岡地区では福岡湾の内湾域で平均50分、湾口域で70分、湾外域で80分である。

近年、漁獲物の活力保持のため、魚捕り内の漁獲物を揚網後直ちに生け間（漁船内の水槽）に収容し、次の曳網中に選別する手法が広まっている。漁獲物の活力は保持できるが、選別作業が長く、煩雑になるのが難点となっている。

表1 小型底びき網漁獲量、生産額の推移

	S62	S63	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10
漁獲量 筑前海区	1594	1435	1410	1351	1303	1225	1285	989	1131	1643	1524	1186
漁獲量 福岡地区	917	758	765	807	741	713	641	514	673	791	689	549
漁獲量 糸島地区	253	249	223	215	216	172	169	160	146	170	205	182
生産額 筑前海区	113451	120232	141906	163371	138581	112577	133073	107053	111080	157918	148160	118452
生産額 福岡地区	65335	63519	76992	112957	80733	57969	61905	58768	69634	79848	67499	64749
生産額 糸島地区	18008	20874	22472	21577	22387	17042	17404	15904	15230	14554	19109	16717

資料:農林水産統計年報

漁獲量:トン 生産額:万円

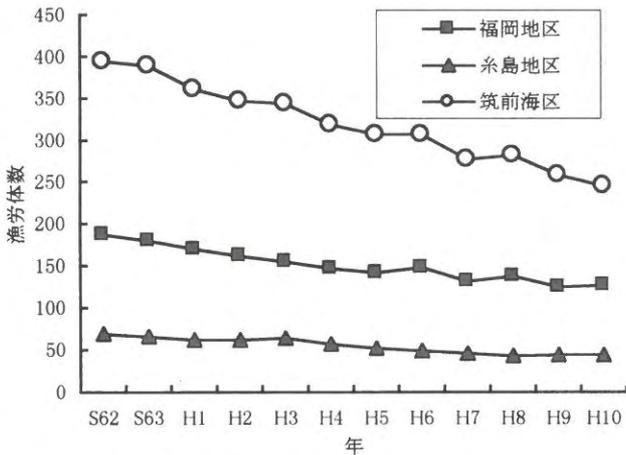


図1 小型底びき網漁労体数の推移

(2) 漁業生産

昭和10年における筑前海区の小型底びき網漁労体数は245である。このうち福岡地区が127、糸島地区が44であり、両地区で全体の7割を占めている(図1)。海区全体および両地区のいずれをみても、昭和62年以降漁労体数は漸減傾向にあり、筑前海区では平成10年の漁労体数は昭和62年の62%にまで減少している。

平成10年における福岡地区、糸島地区の漁獲量は549トンと182トンであり、それぞれ筑前海区の46%と15%を占めている(表1)。同じく平成10年の生産金額は福岡地区6億5千万円、糸島地区1億7千万円であり、それぞれ筑前海区全体の55%と14%を占めている。漁獲量は年々減少しているものの、漁労体数より減少の割合は小さい。生産金額では減少傾向は認められない。これらのことは、小型底びき網への依存度の低い漁業者が他の漁業へ転業し、あるいは廃業した結果と考えられる。

次に、平成11年度における福岡地区、糸島地区の魚種別漁獲割合(漁獲量、生産額)を主要漁協の仕切書から推定した(図2)。これによると、福岡地区ではカレイ類の漁獲量が14%で最も多い。以下シャコ(13%)、小型エビ類(10%)、クルマエビ(8%)、ヨシエビ(7%)と続いており、この5種で全漁獲量の半分を占めた。生産額ではクルマエビが26%を占め、シャコ(13%)、カレイ類(11%)、ヨシエビ(10%)、小型エ

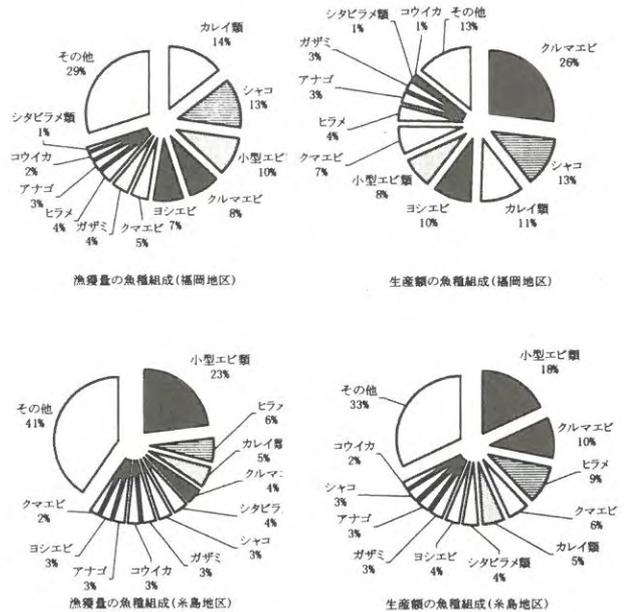


図2 漁獲量生産額の魚種組成

ビ類(8%)の順であり、生産額ではこの5種で全体の7割を占めた。

これに対し、糸島地区では小型エビ類の漁獲量が23%と最も多く、他には全漁獲量の10%を越える魚種はない。以下ヒラメ(6%)、カレイ類(5%)、クルマエビ(4%)の順であった。生産額でも小型エビ類が18%で最も多く、以下クルマエビ(10%)、ヒラメ(9%)、クマエビ(6%)の順であった。

以上のように、両地区ではエビ類、カレイ類を主体として漁獲している。福岡地区では他にシャコの比率が高いが、糸島地区ではヒラメの比率が高かった。このように、両地区における魚種への依存度には若干の相違が認められた。

月別の漁獲割合をみると(図3)、福岡地区では5~10月の漁獲割合が高く、なかでも7月に年間漁獲量の2割近くを漁獲しているのに対し、糸島地区では月別の漁獲割合に大きな差はなかった。福岡地区では6~8月にクルマエビ、ヨシエビの漁獲割合が高くなり、主漁期となっている。糸島地区ではヨシエビは福岡地区と同様であったが、クルマエビでは8月以降に漁獲割合が高く

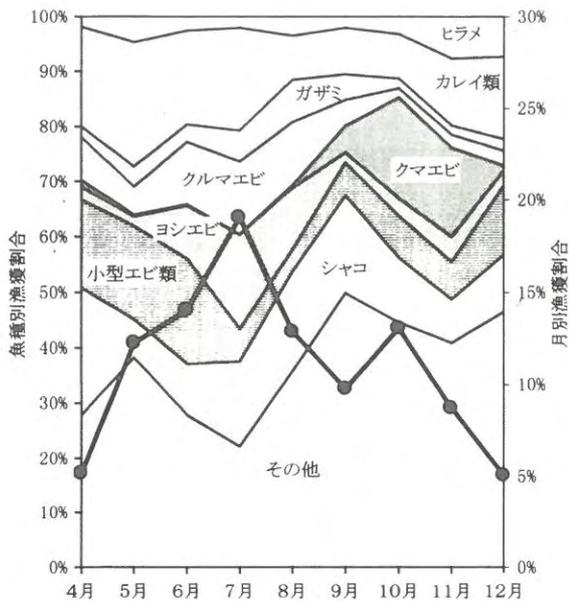


図3 福岡地区の月別魚種別漁獲割合

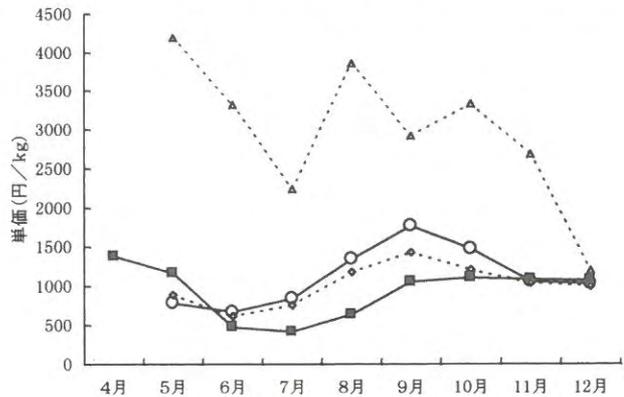
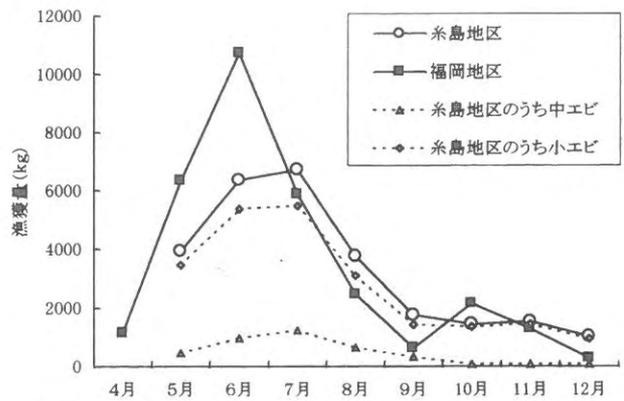


図5 小型エビ類の単価

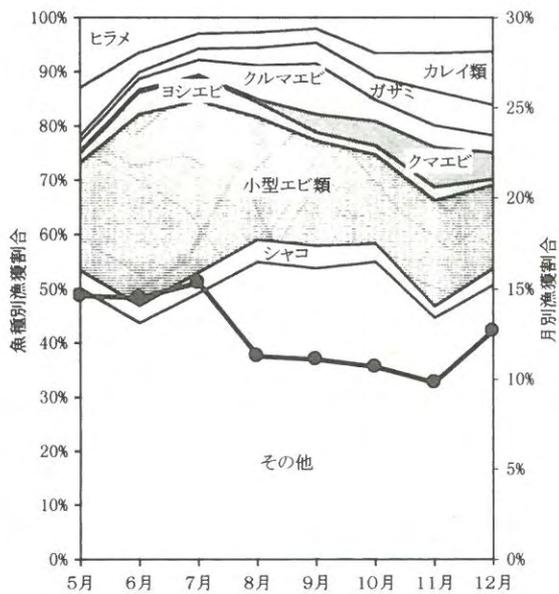


図4 糸島地区の月別魚種別漁獲割合

なっている。また、福岡地区では小型エビ類は春季の漁獲割合が非常に高いのに対し、糸島地区では春季に高いもののそれ以降も全漁獲量のなかで小型エビ類は大きな比率を占めている。このように地区間で魚種別の漁期に相違がみられる。

次に、福岡、糸島の両地区で主要魚種となっている小型エビ類について平成11年の月別漁獲量と単価を算出

した(図5)。福岡地区では4、5月には1100円以上であるが、漁獲量の最も多い6月には単価が420円/kgまで落ち込んだ。その後漁獲の減少とともに単価は上昇し、9月以降は1000~1100円で推移した。糸島地区では糸島地区では漁獲量の多い5~7月には600~900円/kgであったが、その後は1000~1400円/kgで推移した。両地区を比較すると、夏季~秋季には糸島地区の単価がかなり高く推移しており、その差は最高で2倍に達している。糸島地区では出荷時に下氷を打つなど鮮度保持対策を講じたため、気温の高い時期に出荷後の鮮度が福岡地区より高く、これが単価を引き上げたものと考えられる。また、糸島地区では小型エビ類をやや大型の「中エビ」と小型の「小エビ」に選別して出荷している。これらの単価をみると、中エビは12月を除いて2200~4200円/kgで推移しており、単価は小エビのほぼ3倍以上である。

最後に小型エビ類の種別重量組成では、サルエビとアカエビが53%と27%を占めており、この2種で全体の8割に達した。季節別ではサルエビは春季と秋季に多く、夏季にはアカエビが中心であった。他にツノソリアカエビ、トラエビ、キシエビが漁獲された。

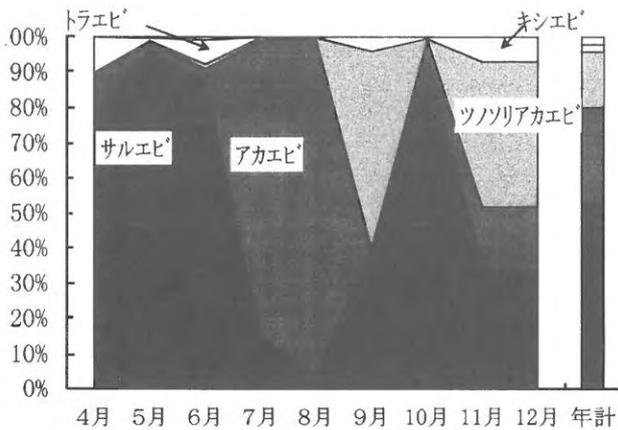


図6 小型エビ類の種組成

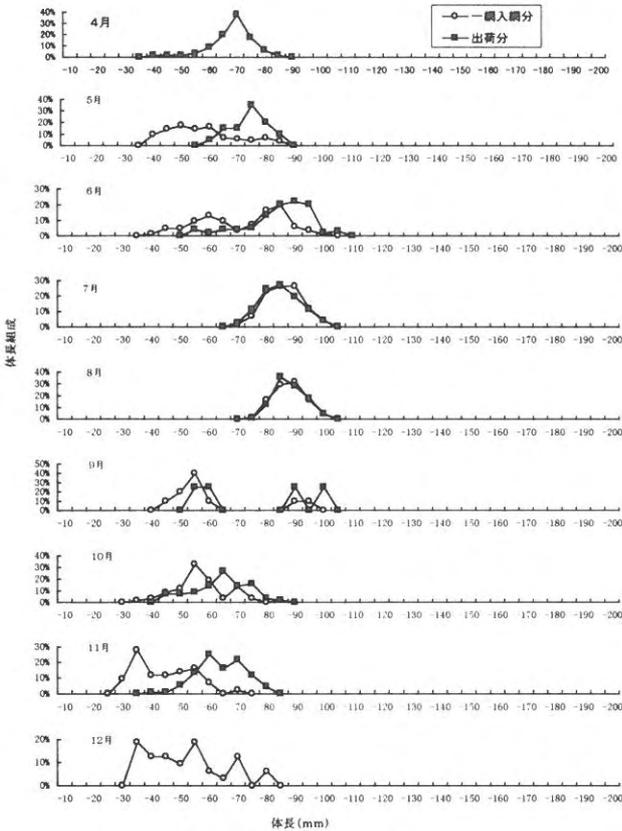


図7 アカエビの体長組成

(3) 主要漁獲種の体長組成、成熟および小型魚の混獲実態 (クルマエビ以外)

小型エビ類のうち主な漁獲種であるアカエビ、サルエビとシャコ、ヨシエビについて一網入網分と出荷分の体長組成を月別に調査した。

アカエビでは4月の70mmから9月の95mmへと成長しているのが分かる(図7)。秋季には年級群が異なると思われる小型群が出現する。一網入網分と出荷分を比較すると、小型サイズが漁獲される春季と秋季には一網

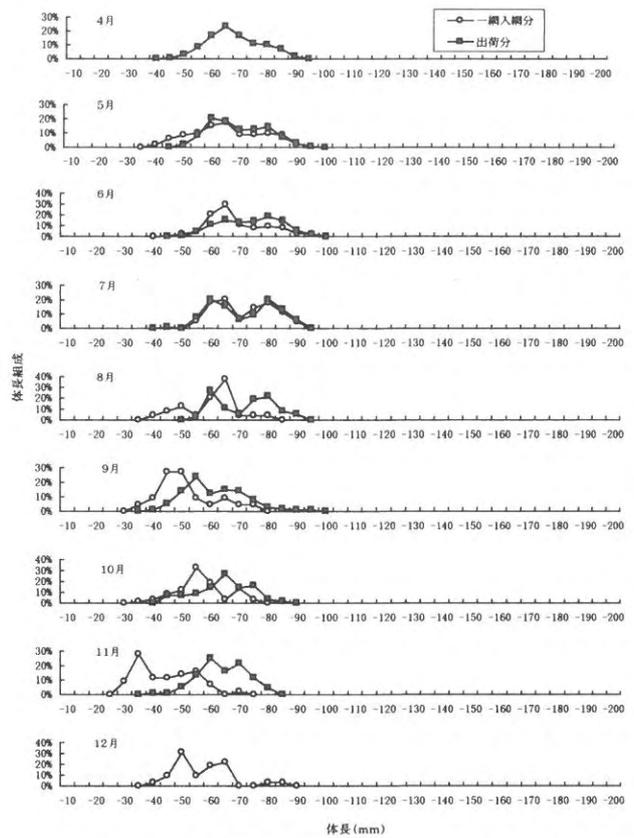


図8 サルエビの体長組成

入網分の体長組成が体長の小さい方に広がっており、40~50mm以下のものが投棄されていると考えられる。大型サイズが漁獲される夏季には両者の体長組成はほぼ一致している。サルエビでは年間を通して50~90mmサイズが漁獲されており、秋季に若干小型のものが漁獲された(図8)。

サルエビの場合、一網入網分で8月以降に小型サイズが多くなり、出荷分と体長組成の差が現れており、主に秋季に小型サイズが投棄されている。ヨシエビでは90~160mmのものが漁獲されており、一網入網分と出荷分には体長差がほとんど見られない(図8)。

小型サイズが漁獲されないのは、ヨシエビが幼魚期には干潟域に分布し、ある程度成長してから漁場となる湾内、湾口に分布域を移行するためと考えられる。シャコでは出荷分が11月を除いてほぼ100~150mmの範囲内であるのに対し、一網入網分では秋季と夏季に40mmまでの小型サイズが入網しており、この時期に大量の小型シャコが投棄されていると考えられた(図10)。

次にアカエビ、サルエビ、シャコ、ヨシエビの成熟について月別にまとめた。

アカエビでは、60mmを越える体長でGSIが2~5%と相対的に高くなる個体が出現した(図11)。GSIが高い個体は4~9月に出現した。サルエビでは、4

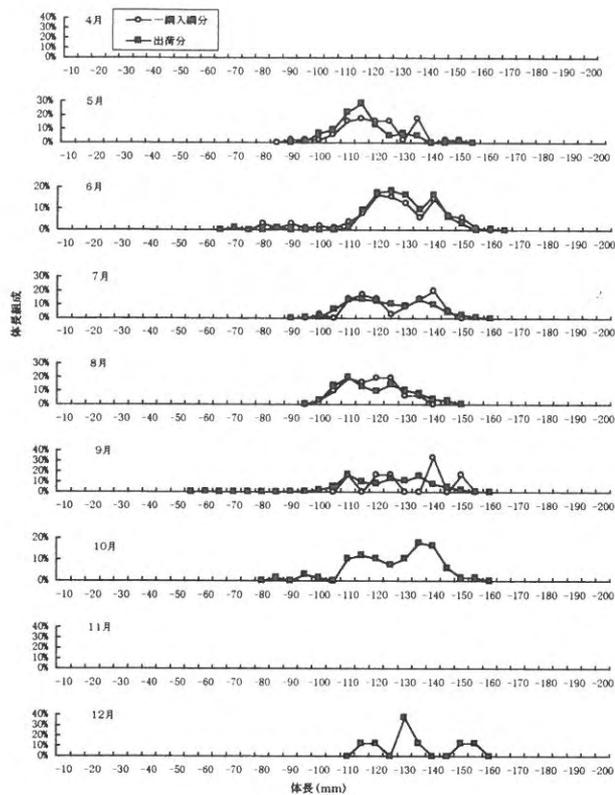


図9 ヨシエビの体長組成

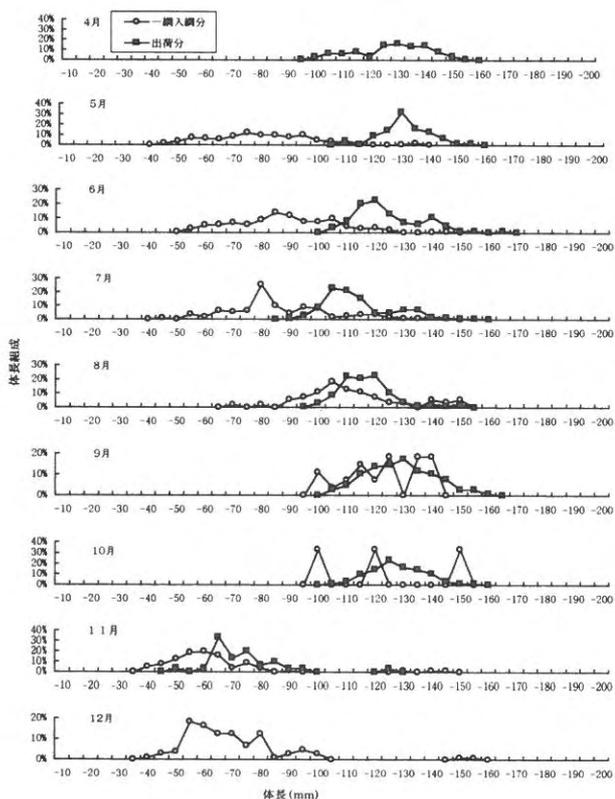


図10 シャコの体長組成

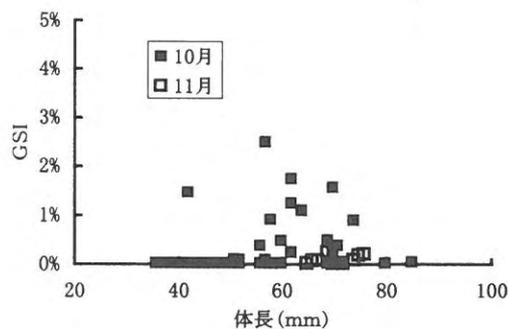
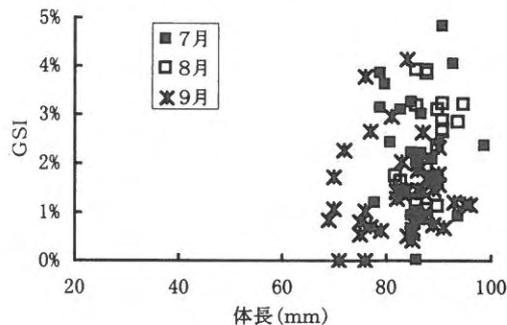
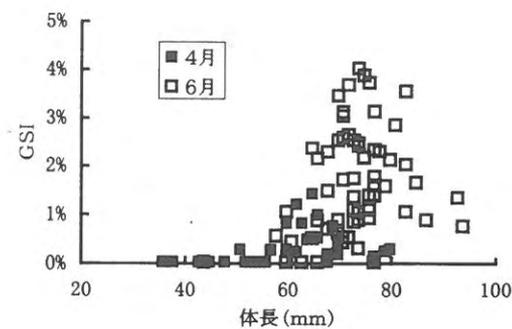


図11 アカエビのGSI

～10月に50mmを越える体長でGSIが2～12%となる個体が出現した(図11)。シャコでは標本の体長範囲の下限である100mmでもGSIの高い個体のみられた(図12)。GSIの高い個体は4月から7月まで出現した。ヨシエビでは調査した5～9月のすべての以上のように調査した4種は春季から夏季にかけて長期間にわたってGSIの高い個体が出現しており、産卵期が長期にわたることが示唆された。

次に1曳網分の入網物を全数測定し、1日の曳網回数を4回、1ヶ月の作業日数を15日として1隻当たりの小型魚の年間混獲尾数を推定した(図14)。ただし、商品価値のないサイズとして、魚類とシャコでは10cm以下、エビ類とカニ類では5cm以下の入網数を推定した。その結果、魚類では1隻当たり年間で5cm以下が2.1万尾、5～10cmが8.4万尾、合計10.5万尾が混獲され

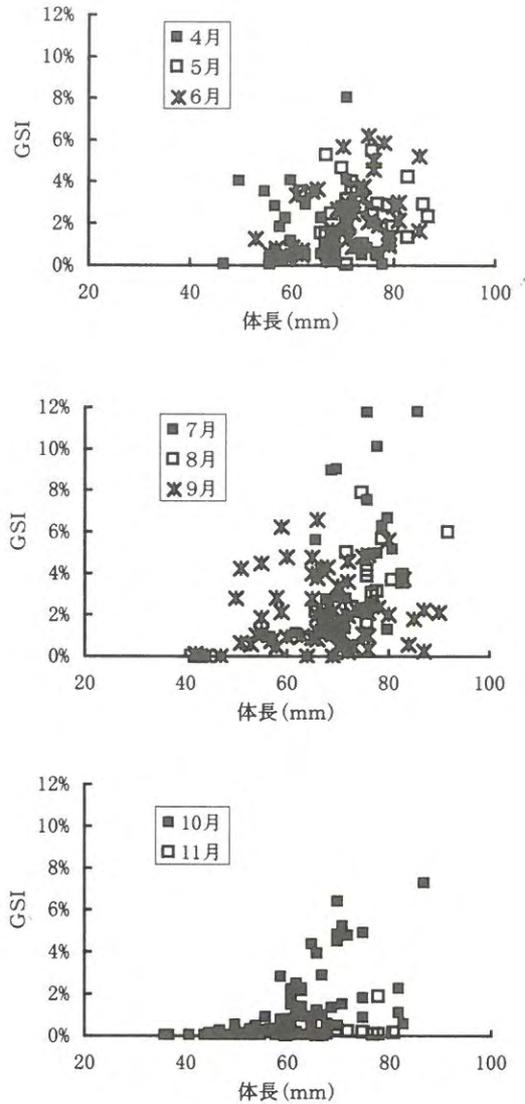


図12 サルエビのGSI

た。シャコでは5 cm以下は0.2万尾と少なかったが、5~10cmでは3.3万尾が混獲された。エビ類とカニ類では5 cm以下が5.6万尾ずつ混獲された。このように1隻当たりで年間25万尾以上の小型魚が混獲されると考えられる。これらの小型魚は有用魚であれば成長して漁獲され、未利用魚であっても他の有用種の餌料生物としての価値を持つことから、これらを生きた状態で海に戻すか否かは、その後の小型底びき網漁獲量の総体に大きな影響を及ぼすと考えられる。

## 2. 漁具改良試験

### (1) 選別網

14節の魚捕（以後外網とする）内に9節の角目網（以後内網とする）を装着し（図15）、体長の分離効果を調

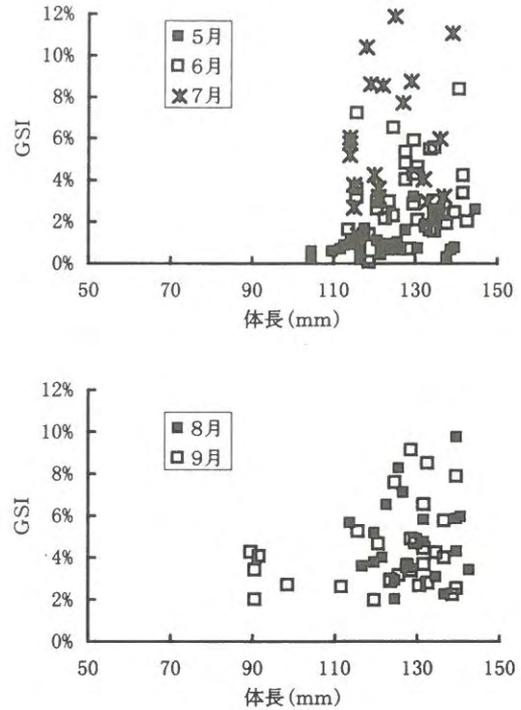


図13 ヨシエビのGSI

査した。内網への残存割合を体長別にみると、エビ類では種によって若干の差はあるものの、60mm以下は大部分が外網へ抜け、内網への残存割合は2割を切った。逆に100mmを越えると残存割合は100%に近く、ほとんど内網へ留まった。ガンゾウピラメでは65~85mm、ピラメでは85~100mmで内網への残存割合が急激に高まっており、これらのサイズを境に小型は外網へ、大型は内網へとよく分離されて入網した。マダイでは漁獲された115mmまでの体長範囲では大部分が外網へ抜けた。逆に肉厚で体高の高いメイタガレイでは入網した60mm以上のサイズはほとんど内網に残存した。このように魚種による相違はあるものの、比較的大型のものが内網に残存し、入網物が大まかに分離された。内網を抜けた小型のエビ類等の多くは活力ある状態で漁獲された。調査に従事した漁業者の感想では、通常の網より活力ある個体が多いとのことであった。これは、大型魚によって網内で攪乱されたり、圧迫されたりすることがなくなったためと考えられる。一方、内網に残存した入網物の活力は必ずしも良くなかった。活力を保持するのに十分な容積がなかったためと考えられる。以上のように、この調査での改良網は一定の効果が現れるとともに改善の余地を残す結果となった。一部の漁業者は、この試験結果を参考にし、魚捕に入網するイカ柴等の大型ゴミだけを選別するよう9節よりも大型目合いの内網を装着

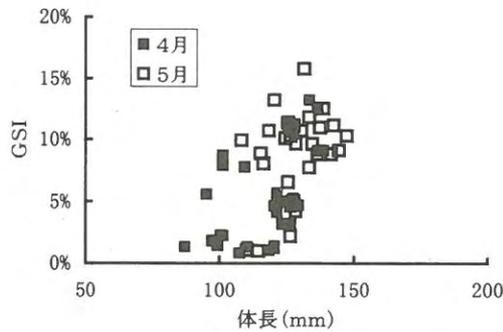
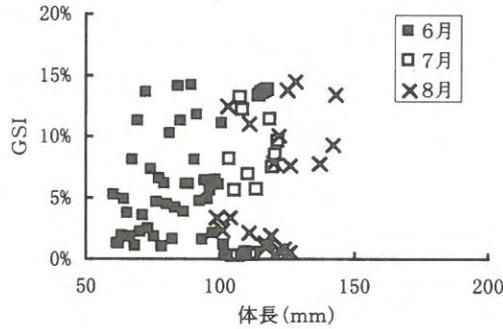
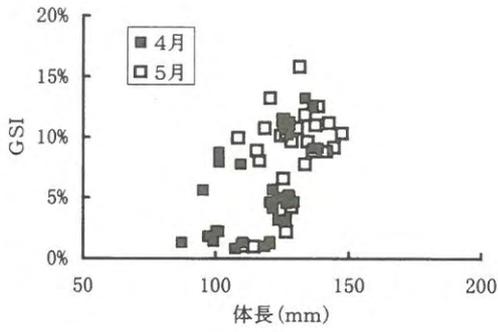


図14 シャコのGSI

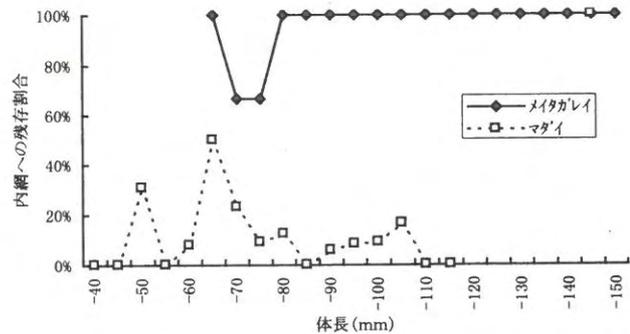
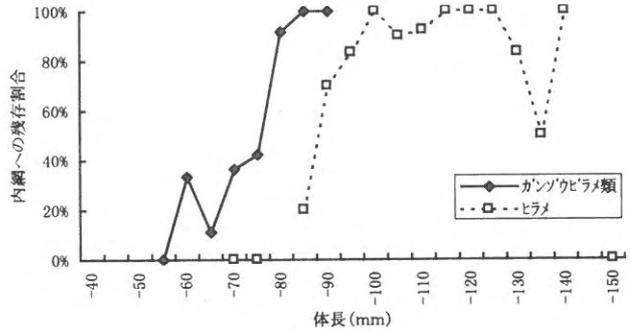
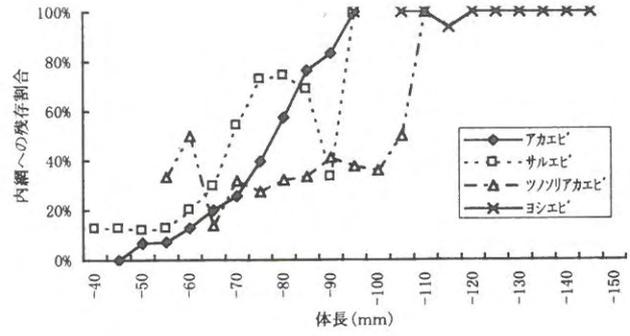


図16 選別網における内網への残存割合

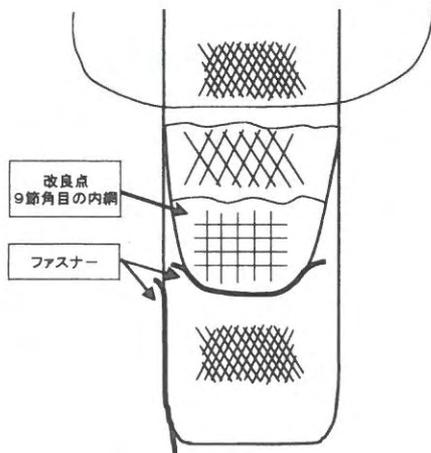


図15 選別網(改良網)模式図(魚捕部)

し、実操業で使用している。

## (2) 幼魚混獲防止網

魚捕の天井部分に7節の角目網を装着し、その前部に返しを設けた改良網(図17)について、実操業レベルで通常網との比較試験を行った。

試験網と通常網による1日1隻当たりの平均漁獲箱数は、ともに26箱で差はなかった(表2)。魚種別でもネズボ類が改良網で2箱少なかった。また、体型の細長いアナゴ、シロギスでは両網とも1箱以下の僅かな漁獲量ではあるが、改良網の漁獲が通常網の半分であった。その他の魚種では2つの網で大きな差は認められなかった。漁獲金額は試験網が1日1隻当たり3万9千円、通常網が4万3千円であり、改良網で若干少なかった。以上のように、改良網を使用しても通常網とほぼ同等の漁

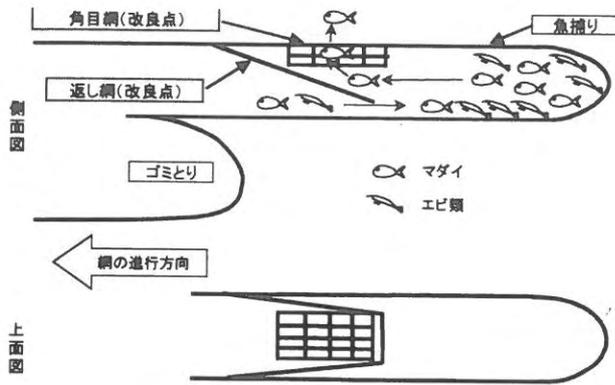


図17 幼魚混獲防止網模式図 (網後部)

獲が期待されることが明らかになった。しかし、改良網を使用した漁業者の感触では、アナゴ等の細身の有用魚類の漁獲が少ないとのことであった。アナゴ等の漁獲量が少ないながらも鋭敏にこのような感触を得たか、あるいは通常とは異なる網への不安感からの感触かと考えられるが、このような感触は改良網を普及する上で障害となる問題であり、今後検討を要する課題である。

### 3. まとめ

初年度であり十分な資料を得られていない部分もあるが、福岡系島両地区における小型底びき網の漁獲実態や主要種の生態の一端を明らかにした。他の例に漏れず、調査対象とした小型底びき網でも小型魚が多数混獲され、投棄されていた。漁具・漁法の調査で明らかにしたとおり、調査対象とした小型底びき網では、漁獲物の活力保持のため魚捕り内の漁獲物を揚網後直ちに生け間(漁船内の水槽)に收容して活力を保持し、次の曳網中に選別する手法が広がっている。しかし、選別作業が長く、煩雑になるなどして投棄魚までがすべて十分な活力を保持しているとは考えがたい。網の改良や船上選別を

表2 幼魚混獲防止網と通常網との比較

地方魚種	試験網		通常網	
	箱数	金額	箱数	金額
小エビ	3.8	8463	3.2	7133
クサフグ	1.6	6981	1.4	6812
メゴチ	2.4	1631	4.4	3881
クルマエビ	0.6	1656	0.6	2659
中エビ	0.3	344	0.9	2571
シタガレイ	1.6	3500	1.0	2200
カレイ	1.6	1781	1.6	2126
その他のフグ	1.3	3638	1.0	1939
その他の魚	3.3	2356	2.0	1554
キス	0.3	325	0.7	1526
カワハギ類	0.8	1444	0.7	1484
その他の貝	0.4	856	0.5	854
サワラ	0.0	0	0.3	846
ワタリガニ	0.6	838	0.6	842
タイ	0.8	725	0.7	800
赤ガニ	1.3	744	1.4	774
コチ	0.3	369	0.4	751
イワダコ	0.3	381	0.5	613
イイダコ	0.3	163	0.5	378
アナゴ	0.1	113	0.2	354
その他のタコ	0.9	525	0.6	342
エソ	0.9	331	0.8	299
エイ	0.1	19	0.3	278
ヒラメ	0.3	406	0.1	264
ヤリイカ	0.0	0	0.1	232
その他のイカ	0.2	175	0.2	220
ジャミ	0.8	413	0.3	180
アジ	0.3	344	0.1	161
トラフグ	0.0	0	0.0	123
バリ	0.1	63	0.1	101
チヌ	0.0	0	0.0	81
スエビ	0.2	325	0.0	77
シヤコ	0.1	69	0.1	43
タチ	0.0	0	0.0	36
マエビ	0.0	0	0.0	36
トンバ	0.1	38	0.1	32
テナガタコ	0.1	31	0.0	30
メバル・アラカブ	0.0	0	0.0	22
コウイカ	0.0	0	0.0	20
イサキ	0.1	219	0.0	6
スズキ	0.0	0	0.0	0
総計	26	39263	26	42681

軽減する器具の開発等により、混獲される幼魚を海中に生還させる手法の確立が望まれる。幼魚混獲防止網も解決策の一つであるが、漁業者の感触を良好にし、漁業者へのメリットもより明確に現れるようにすることが、普及に際して不可欠であると考えられる。

# 複合的資源管理型漁業促進対策事業

## (2) 糸島地区におけるコウイカの資源管理

伊藤 輝昭・秋元 聡

筑前海のコウイカはいかかごで漁獲され、漁閑期となる冬季の主要漁業種である。本事業では糸島地区をモデルとし、当該地区における適正な資源利用と漁家経営の安定を図ることを目的として調査、検討を行う。

初年度は、主に漁獲状況と生態に関する調査を行い、次年度は、漁家経営に大きな影響を及ぼす単価に視点を置いた漁獲実態と資源量推定に関する調査を行った。

事業最終年度となる今年度は、前年度に引き続き資源量推定を含めた漁獲実態調査と資源保持のための卵保護に関する調査を行った。

### 方 法

#### 1. 漁獲実態調査

##### (1) 漁業実態調査

糸島地区でいかかご漁業を行っている主要2漁協について、水揚げ電算処理データを許諾を得て集計し、漁獲量、単価等を調べた。なお、漁獲量に関する漁協データは箱数で表示されるため、この報告では4(kg/箱)に換算した。

##### (2) 資源量調査

昨年度までの調査結果から、コウイカが比較的狭い漁場で移動・分布していることと短期集中型の漁獲で漁期中の再生産を考える必要がないことからDelury法による資源の推定を試みた。推定に必要な累積漁獲量とCPUEは上記の電算データを用いた。

#### 2. 卵保護に関する調査

##### (1) ふ化試験

保護を目的として柴に付着した卵を移動する際の干出時間がふ化率に与える影響を室内実験で調べた。

干出は1～3時間、柴に付着させたまま陰干した。これを流水条件下で、300個づつ卵を水槽に収容し、ふ化状況を調べた。試験は平成11年5月26日から6月25日までの約1ヶ月間実施した。

##### (2) 入網状況調査

コウイカを漁獲する籠に取り付けられた柴（主にイヌツゲ）の束には多くの卵が産み付けられる。この柴は漁場に投棄され、その後えびこぎ網等に入網し多くが減耗すると考えられるため、これらの実態をコウイカ漁場付近で操業するえびこぎ網業者の操業日誌から把握した。

上記の結果から柴の漁場投棄による卵の減耗量を推定し、漁業者検討会の場において卵保護区の必要性について漁業者に進言した。

### 結果及び考察

#### 1. 漁獲実態調査

##### (1) 漁業実態調査

表1に主要2漁協の漁期中漁獲量と平均単価を、図1に漁獲量の推移を示した。また、図2には平成9～11年の箱単価の組成を示した。

平成12年漁期は9～10年漁期の半分程度しか漁獲されず不漁となった。図2にみられるように、不況を反映して箱単価組成のモードは安価な方へシフトしていたが、平成12年は品薄感から単価を持ち直した。

図1の漁獲量の年別推移をみると、各年ともほぼ3月

表1 主要2漁協の漁獲状況

	H9年	H10年	H11年	H12年
漁獲量(kg)	32,023	31,918	26,836	16,548
平均単価(円)	1,057 ± 183	864 ± 200	790 ± 91	998 ± 130

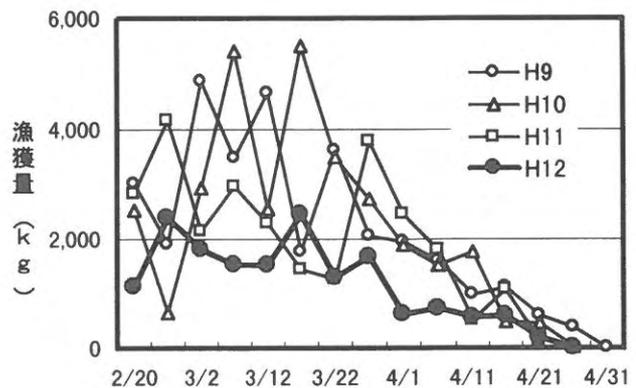


図1 平成9～12年の漁期中漁獲量の推移

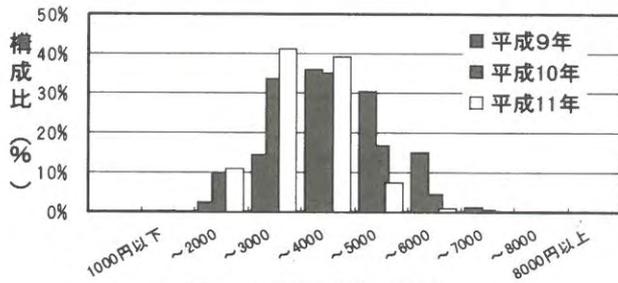


図2 年次別箱単位の構成比

中旬までは漁獲量の変動が大きいですが、それ以降は右肩下がり減少する。これは、時化による漁具の破損等により漁期中で終漁する漁家がいることもあるが、コウイカが沿岸に来遊し終わって資源の加入がなくなるためにみられる現象とも考えられるため、次項に示す資源量の推定を行う際には、使用するデータの範囲を検討する必要があります。

(2)資源量調査

図3に示した平成9～12年のcpueの推移をみると、漁獲量の推移と同様に3月中旬以降減少する傾向がみられる。したがって、初期資源量の推定には3月中旬以降のデータを用いた。しかし、4月中旬に一時的なcpueの増加がみられ、このことは漁場に来遊するコウイカにいく

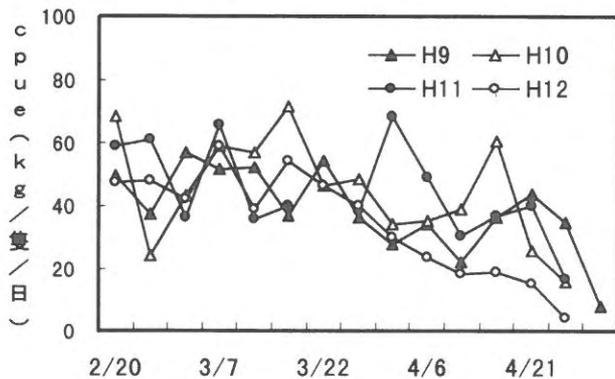


図3 平成9～12年のcpueの推移

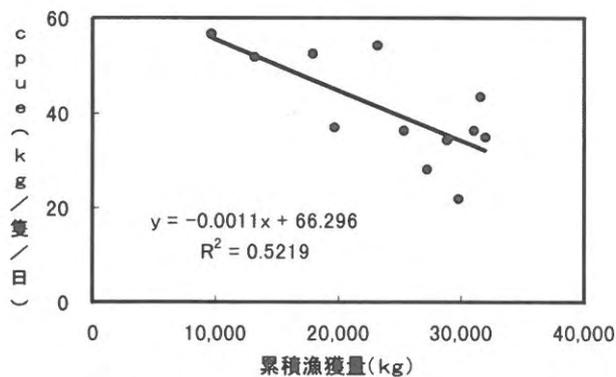


図4 平成9年漁期の累積漁獲量とcpueの関係

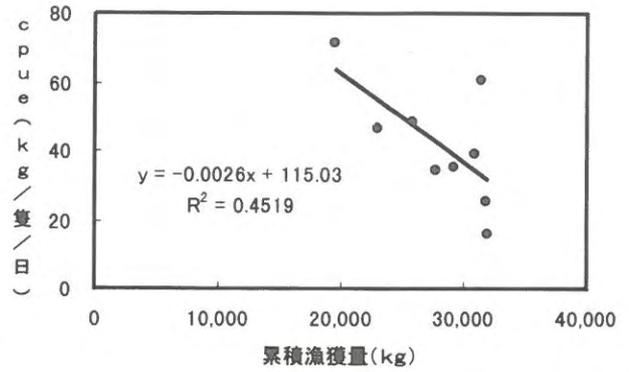


図5 平成10年漁期の累積漁獲量とcpueの関係

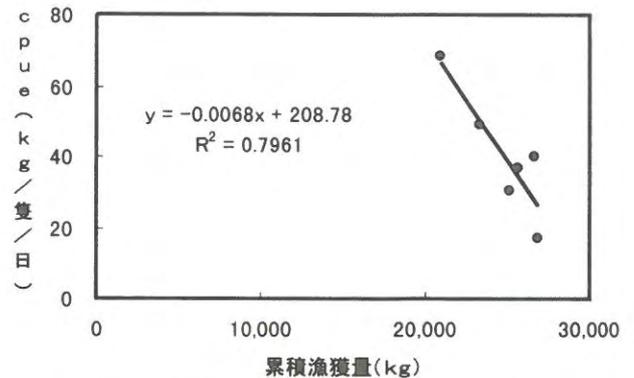


図6 平成11年漁期の累積漁獲量とcpueの関係

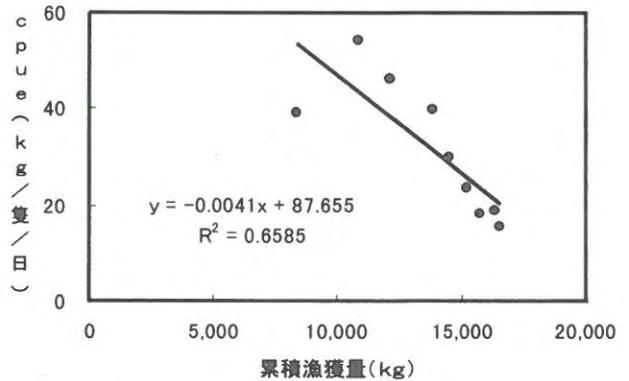


図7 平成12年漁期の累積漁獲量とcpueの関係

つかのグループが存在することを示唆しているため今後、再検討していきたい。

図4～7に各年の累積漁獲量とcpueの相関を示し、表2に初期資源量の推定結果と検定の結果を示した。

推定の結果、どの年も有意であった。その中で、表2にみられるように年々漁獲量が減少するとともにcpueも減少している。このことから糸島地先のコウイカ資源量がかなり減少していると危惧される。推定の結果を用いて漁獲率等は算定できるが、コウイカが一年生であることを考えれば繰り越し資源量を検討することは無意味である。ただし、漁期を通じて産卵後の個体を漁獲したのか産卵前の個体を漁獲したのかは次年度の資源動向を

表2 年別初期資源量の推定結果

年/項目	漁獲量	のべ操業隻数	平均 cpue	推定初期資源量	検定結果
H9	32,023	745	43.0	60,269	有意 (p<0.05)
H10	31,918	648	49.3	44,242	有意 (p<0.05)
H11	26,836	566	47.4	30,703	有意 (p<0.05)
H12	16,548	427	38.8	21,379	有意 (p<0.05)

予測する上で重要なため、今後も検討したい。

## 2. 卵保護に関する調査

### (1)ふ化試験

図8に干出時間別の累積ふ化率の推移を示した。干出3時間区が約30%のふ化率で終了し、他の試験区が途中のふ化状況に差はあるものの、最終的には約45%のふ化率で終了していることから、約2時間までの干出はふ化率に大きな影響を与えないと考えられる。

### (2)入網状況調査

図9に場所別入網量を示し、図10にえびこぎ網8隻への柴の時期別入網量を示した。

えびこぎ網といかかご双方の操業場所が重なる区域で全般的に柴が入網しており、いかかごの操業隻数が多い場所では入網する柴の量も多い。

柴は、えびこぎ網解禁月である5月が最も多く入網するが、以降は次第に減少し10月にはほぼ入網はなくなる。

筑前海でコウイカのふ化が完了するのは6月末と考えられ、図9に示した結果から推定すると、この間に8隻のえびこぎ網に入網する柴の束は約3,000束となる。1束に約1,500個の卵が付着していることから糸島地区でえびこぎ網により減耗する卵の数は以下のように求められる。

$$(3000束/8隻) \times 50統 \times 1500粒 = 28,000,000粒$$

前項のふ化試験の結果から、条件さえ整えば約半数以上がふ化すること、コウイカの稚仔がふ化時には約1cm

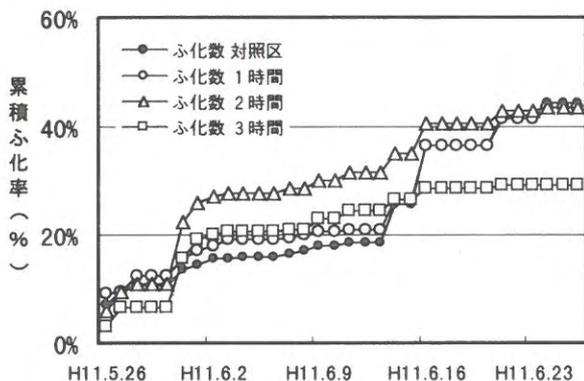


図8 柴に付着した卵の干出時間別ふ化率の推移

程度と大型であることから考えれば、これらの柴を保護することで得られる資源への添加量は無視できないものと判断される。

これを受け平成12年2月に、漁業者との検討会の場において産卵保護区域の設定について説明したが、①適当な場所がない、②沿岸のさし網漁業者への影響がでる、③コウイカが単価が安く魅力のない漁業になりつつありこれ以上の手間をかけられない等の意見が出され同意を得られなかった。

今後は漁業者の同意が得られる卵保護策を模索し、筑前海でのコウイカ漁業の安定を検討していきたい。

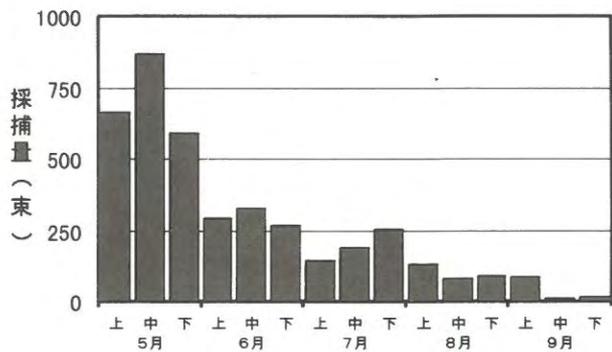


図9 えびこぎ網8隻への時期別柴入網量

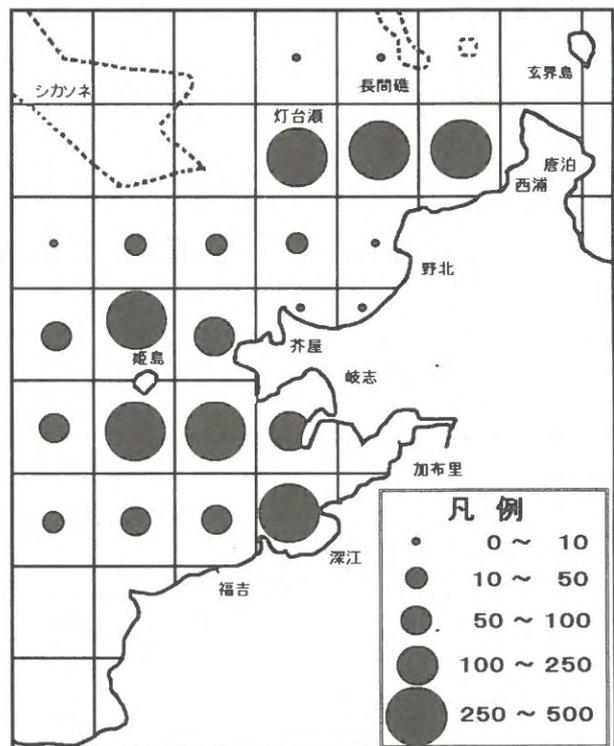


図10 えびこぎ網8隻への時期別柴入網量

# 複合的資源管理型漁業促進対策事業

## (3) 流通改善及びクルマエビの資源管理 (小型底びき網)

深川 敦平・太刀山 透・福澄 賢二

昨年度の調査から、福岡湾内で操業している福岡市漁協所属の小型機船底びき網漁業手繰第2種えびこぎ網(以下えびこぎ網)漁業者は、漁獲したクルマエビを活魚で出荷しているのに対し、糸島地区では鮮魚出荷していることがわかった。そこで、福岡・糸島地区における小型底びき網の操業実態及び漁獲物の流通実態を把握したうえで、糸島地区における販売単価向上策として、クルマエビの活魚出荷体制の定着を図ること、またクルマエビの漁獲実態及び資源状況を把握し、当該地区に適した資源管理指針の作成を目的に調査を実施した。

### 方 法

#### 1. 選別出荷実態調査

平成11年6月29日に、えびこぎ網で漁獲されたクルマエビを活魚で出荷する場合の選別出荷方法を把握するため、活魚出荷が定着している福岡市漁協伊崎支所において出荷作業を調査するとともに漁業者から聞き取り調査を行った。

#### 2. 曳網時間別操業試験

えびこぎ網で漁獲されたクルマエビを活魚で出荷する場合、漁獲された時点での活力が高くなければならない。

糸島地区でクルマエビの活魚出荷が定着していない原因として、福岡地区での1回の曳網時間が30~60分であるのに対し、糸島地区は90~120分と長いため漁獲時の活力が低く、活魚出荷ができないということが考えられる。そこで、曳網時間別の操業によるクルマエビの活力を検証した。

9月28日に、加布里漁協所属の漁船能力や、漁具がほとんど同じであるえびこぎ網地組の漁船3隻を使用し調査を行った。各船1回の曳網時間を60、80、100分に設定し、1日の曳網回数は、60分が5回、80分が4回、100分が3回とし、操業場所は、鷺の首と大崎を結ぶえびこぎ網禁止ラインの西側付近とした。調査員が、各漁船に2名づつ乗船し曳網時間の指示及び、各曳網ごとのクルマエビの漁獲尾数と、取り上げ時及び帰港時のクルマエビの活力を記録した。また、試験終了後曳網時間短

縮にともなう作業性や労働力の変化について聞き取り調査を行った。

クルマエビの活力の判定は、海水をはったとろ箱にクルマエビを入れ、指で魚体を横にしたときの反応で判断した。立った状態(背をうえにした状態)のクルマエビを横にしてもすぐにもとの状態に起きあがる個体については活力が高い、横にしても起きあがらないものについては活力が低いとした。

#### 3. 活魚出荷試験

曳網時間別操業試験で漁獲されたクルマエビのうち、活力が高い個体を17℃の海水をはったとろ箱に入れ、活魚で福岡魚市場に出荷した。また、市場到着後の水温の変化やクルマエビの活力について調査した。さらに、同日鮮魚で出荷されていたクルマエビとの単価を比較した。

#### 4. 標識放流試験

クルマエビの放流後の移動生態及び放流効果を把握するために、10年9月3日に平均体長61.9mm種苗30,000尾を、同10月5日に平均体長47.4mm種苗20,000尾の合計50,000を加布里湾奥部に放流した。種苗には第6腹節にCorded Wire Tag(以下CWT)を挿入装着するとともに、9月放流群は左尾肢を、10月放流群は右尾肢をそれぞれ尾肢基部から切除した。放流後の追跡調査を、10年10~12月、11年5~12月まで行った。加布里漁協のさし網漁業者2名、えびこぎ網地組漁業者2名、沖組2名、福吉漁協のえびこぎ網漁業者1名を標本船とし、調査期間中に漁獲したすべてのクルマエビについて、CWT及び尾肢カット標識の有無を確認した。

標識の有無を確認したクルマエビを毎月10日ごとにとりまとめ、10日ごとの混獲率を出した。

糸島地区における調査期間中の推定漁獲尾数を算出するため、福吉、深江、加布里、船越、岐志新町、芥屋漁協の関係漁業者に依頼した操業日誌を10日ごと漁場別にとりまとめた。回収できなかった日誌については、回収した日誌からとりまとめた1隻あたりの平均漁獲尾数

を用いた。また、沖組漁業者が地組と同じ漁場を操業した場合には、地組の漁獲尾数としてとりまとめた。

なお、深江漁協のさし網及びえびこぎ網で漁獲されたクルマエビについては操業日誌の回収ができなかったため、仕切書から漁獲尾数を推定し、漁場が重複する加布里漁協のさし網、えびこぎ網地組の漁獲尾数に加えた。

算出された10日ごとの推定漁獲尾数に、放流魚の混獲率をかけ推定再捕尾数を導き出し、再捕率を算出した。

## 結果及び考察

### 1. 選別出荷実態調査

福岡湾内におけるえびこぎ網の曳網時間は一般的に30～60分であり、漁場の底質によって変えている。1日の曳網回数は、30分こぎが8～10回、60分こぎが5～6回である。市場へは個人が軽トラックで輸送出荷している。

漁獲物の出荷手順は、

- ① クルマエビやヒラメ、カレイなど活魚で出荷するのは、活力を維持するため帰港直後に陸上冷却水槽に入れる。
- ② 係留している船に戻り、鮮魚で出荷する漁獲物の選別・箱詰め作業を行う。
- ③ 鮮魚の出荷準備が整ったあと、冷却水槽に収容したクルマエビ等の選別・箱詰め作業を行い、市場へ出荷する。

なお、クルマエビの箱詰め作業は、

- ① 水槽前にとろ箱（寸2サイズ・穴なし）を並べる。
- ② 冷却水（17～19℃）を入れる。
- ③ 1箱に30～40尾のクルマエビを入れる。
- ④ 活力の落ちたクルマエビを取り除く。

の手順で行われる。

漁場の水温が25℃を越える時期には、各船クーラーボックスに冷却水を入れ、エアレーションを設置した専用水槽を用意し、クルマエビの活力維持につとめている。

### 2. 曳網時間別操業試験

各船で漁獲されたクルマエビの漁獲時の活力を表1に、出荷時の活力を表2に示した。漁獲時に活力が高かったクルマエビの割合は、曳網時間60分が79.2%、80分が91.0%、100分が82.8%と大差がない。糸島地区では福岡地区に比べ曳網時間が長いいため漁獲時の活力の低下が大きいので、活魚出荷ができないのではないかという当初の予想に反する結果となった。

また、出荷時まで活力が高かったクルマエビの割合は、曳網時間60分が79.2%、80分が80.0%、100分が93.1%であった。80分こぎでは漁獲時に活力の高い個体が132尾であったのに対し、出荷時には116尾と16尾の活力が低下した。これは、漁獲尾数が多かったため活け間内の密度が高くなりすぎたためであると考えられる。

逆に、100分こぎでは出荷時に3尾の活力が高くなっているが、活け間の容積に対しクルマエビの密度が低かったためであると考えられる。

このことから、糸島地区では曳網時間に問題があるというよりもむしろ、船上でのクルマエビの活かし方に問題があり、伊崎支所で行われているクルマエビ専用水槽を設置する等、船上での活力の維持について改善していく必要がある。

また、通常加布里漁協におけるえびこぎ網の操業は夫婦2名で行われ、男性は主に漁船の運転と網の上げ下ろし作業を、女性は漁獲物の選別作業を行う。糸島地区で

表1 漁獲時のクルマエビ活力

曳網時間	活力高い	活力低い	死
60分	42尾 (79.2%)	6尾 (11.3%)	5尾 (17.0%)
80分	132尾 (91.0%)	8尾 (5.5%)	5尾 (3.4%)
100分	24尾 (82.8%)	4尾 (13.8%)	1尾 (3.4%)

表2 出荷時のクルマエビ活力

曳網時間	活力高い	活力低い	死
60分	42尾 (79.2%)	6尾 (11.3%)	5尾 (17.0%)
80分	132尾 (91.0%)	8尾 (5.5%)	5尾 (3.4%)
100分	24尾 (82.8%)	4尾 (13.8%)	1尾 (3.4%)

表3 活魚出荷結果

	出荷方法	出荷尾数	尾/箱	出荷箱数	価格/箱	価格/尾
60分	活魚	42尾	21尾	2	4,000円	190円
80分	活魚	116尾	29尾	4	4,500円	155円
100分	活魚	27尾	27尾	1	4,500円	167円
対照	鮮魚	120尾	40尾	3	4,500円	113円
対照	鮮魚	50尾	50尾	1	5,000円	100円

はアカエビ、キシエビ、サルエビ等の中・小エビが多く漁獲され、えびこぎ網の貴重な収入源となっているが、これらのエビを漁獲物の中から選別する作業は曳網中に主に女性が行っている。今回の調査では1回の漁獲物をすべて選別するのにかかる時間は個人差もあるが約45～60分ほどであった。曳網時間を60分に短縮した場合、選別が終わるとすぐに次の漁獲物が上がってくるため、女性は休憩する時間がなく、労働力の面からも糸島地区での曳網時間の短縮は実現性がないと判断された。

### 3. 活魚出荷試験

17℃で箱詰めした海水は、市場までの輸送時間、市場でのとろ箱の配置作業を含めた競りまでの約90分の間に0.5℃上昇した。

輸送中に活力の低下したクルマエビは、曳網時間60分が8尾、80分が8尾、100分が3尾であった。

漁獲されたクルマエビの出荷結果を表3に示した。活魚で出荷した場合の1尾あたりの単価は155～190円で、同日鮮魚で出荷した単価100～113円と比較すると約1.4～1.9倍の高値で取り引きされた。

この結果から、加布里漁協のえびこぎ網で漁獲されたクルマエビは活魚出荷による魚価所得の向上が十分に

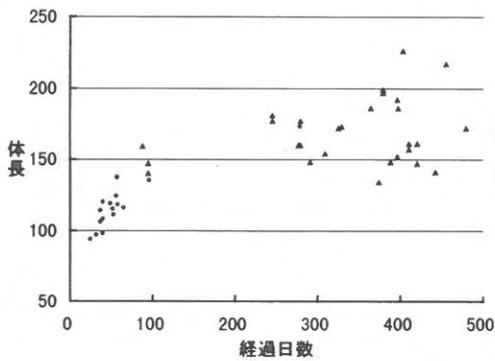


図1 9月放流群（雌）の成長

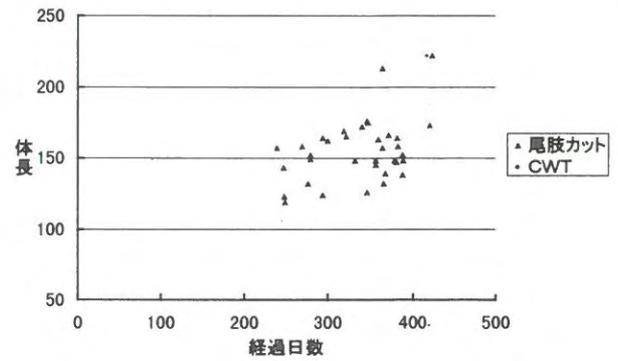


図3 10月放流群（雌）の成長

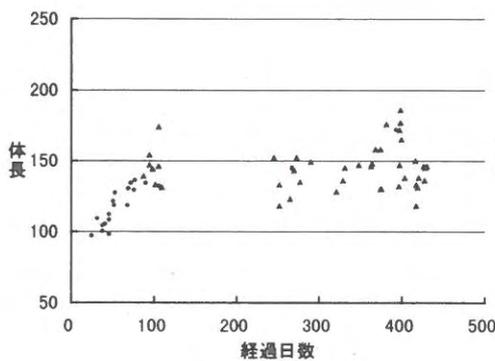


図2 9月放流群（雄）の成長

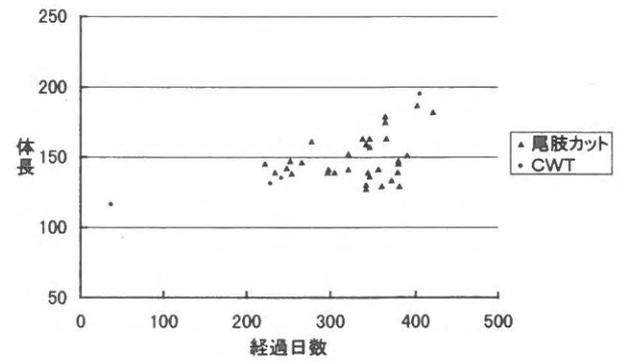


図4 10月放流群（雄）の成長

表4 9月放流群の推定再捕尾数

	調査隻数	調査尾数	再捕尾数	全隻数	推定漁獲尾数	推定再捕尾数
さし網	2	1,798	13	12	7,231	69
地組	2	9,870	55	14	48,282	274
沖組	2	2,043	31	8	6,463	111
福吉	1	495	10	13	9,128	109
合計	7	14,206	109	47	71,104	563

表5 10月放流群の推定再捕尾数

	調査隻数	調査尾数	再捕尾数	全隻数	推定漁獲尾数	推定再捕尾数
さし網	2	1,798	3	12	7,231	6
地組	2	9,870	40	14	48,282	162
沖組	2	2,043	17	8	6,463	56
福吉	1	495	12	13	9,128	140
合計	7	14,206	72	47	71,104	364

込めることがわかった。しかし、競りの時間まですべての個体の活力をさらに高い状態で維持し、より価格を向上させるためには、今後とろ箱内の海水の量や水温の調整等の検討及び出荷時の選別の精度を高めるなど改善する必要があると考えられる。

#### 4. 標識放流試験

9、10月放流群のうち再捕されたクルマエビの経過日数と体長を雌雄別にそれぞれ図1～4に示した。

11年5月以降に漁獲された放流エビは、そのほとんどが尾肢カット標識個体であり、CWT個体が非常に少ないことから、CWTを第6腹節に装着した場合脱落が多く、追跡が長期間にわたるクルマエビへの標識としては不適であると考えられる。

次に、推定再捕尾数算出結果を表4、5に示した。

標識の有無を調査したクルマエビの数は、加布里漁協のさし網漁業者2隻で1,798尾、えびこぎ網地組漁業者

2隻で9,870尾、沖組漁業者2隻で2,043尾、福吉漁協のえびこぎ網漁業者1隻で495尾の合計14,206尾であった。この中で確認された標識クルマエビの再捕尾数は9月放流群が109尾、10月放流群が72尾であった。

病気やけがなどで周年操業ができなかった漁業者を除き、糸島地区のさし網とえびこぎ網の全隻数は47隻あり、操業日誌を集計して推定された追跡期間中の全漁獲尾数は71,104尾であった。そのうち放流魚の推定再捕尾数は、9月放流群が放流尾数30,000尾に対し563尾で再捕率は1.9%、10月放流群が放流尾数20,000尾に対し364尾で再捕率は1.8%であった。

今回の標識放流試験では、沖組漁場の大部分がグミの大量発生により操業できなかったこと、放流時期が遅れたことなどを考慮すると、糸島地区で行われているクルマエビの放流事業の実際の再捕率は今回の数値を上回ると推定される。

# 保護水面管理事業

太刀山 透・深川 敦平・福澄 賢二

平成3年10月に水産資源保護法に基づき宗像郡大島地先及び地島地先にアワビを対象とする保護水面が設定された。同法の規定により保護水面内の管理対象種の資源状況を把握するとともに、両地区の資源管理の基礎資料とすることを目的として調査を実施した。

## 方 法

### 1. 動植物生息量調査

11年12月に大島の保護水面内で、12年2月には地島において、動物生息量及び海藻着生量を潜水坪刈りにより調査した。動物生息量は2×2m枠で3点、海藻着生量は0.5×0.5m枠で5点実施し、動物は平均体長と単位面積あたりの生息個体数を、海藻は単位面積あたりの着生数及び湿重量を測定した。

### 2. 大島におけるアワビ資源状況調査

#### (1) アワビの単位漁獲努力量あたりの漁獲量 (CPUE)

大島漁協の日別人別アワビ漁獲量の資料を用いて、天然クロアワビのCPUEを求め、資源水準の変化を評価した。

CPUEの算出にあたっては、海士漁、磯見漁とも漁業者間に操業時の能力差があるため、次式により年度別漁法別に漁獲努力量の標準化を行った。

$$K_i = \frac{X_i}{\sum X} = \frac{X_i}{\sum X} \cdot N, \quad X'_i = K_i \cdot X_i$$

N : 操業者数(人/日)

X : 単位漁獲努力あたりの漁獲量(kg/日)

K : 補正係数

X' : 標準化した単位漁獲努力あたりの漁獲量(kg/日)

i : 特定の就業者を表す添字

#### (2) 天然クロアワビの発生年別推定資源個数

用いた資料は漁獲物調査により得られた天然クロアワビの殻長組成及び大島漁協が記帳しているアワビの日別人別漁獲量である。

漁獲物調査は大島において海士(夏季)、磯見(冬季)の漁期中にそれぞれ2~3回行い、調査項目として漁獲ア

ワビの殻長と体重の測定、天然と放流貝及びその種(クロアワビ、エゾアワビ、マダカアワビ、メガイアワビ)の識別を実施した。得られた天然クロアワビの殻長組成を筑前海の一般的成長にあてはめ、漁獲アワビの年齢組成とした。その年齢から発生年度を特定し、漁獲年度別の天然クロアワビの漁法別年齢別漁獲割合を導いた。なお、海士漁は昭和60~平成9年度、磯見漁は昭和60~平成8年度の資料を用いた。次に、漁獲年度別漁法別に、総漁獲量を漁獲された天然クロアワビの平均体重で除して総漁獲個数を導き、これに当該年度の漁法別年齢別漁獲割合を乗じて、発生年別漁獲個数を推定した。さらに、漁獲年度ごとの漁獲強度の影響を除くために、漁法別に各漁獲年度の年齢別漁獲個数を当該漁獲年度の漁獲率で除し、大島における漁獲対象となる天然クロアワビの発生年度別推定資源個数を求めた。

## 結果及び考察

### 1. 動植物生息量調査

11年度の大島及び地島地区の海藻着生量を、5~8年度の平均値とあわせて表1に示した。両地区ともアラメの減少が著しく、特に地島地区においては全くアラメがみられなかった。さらに、保護水面以外の北側海域でもアラメの減少は顕著であり、アラメがアワビ等磯動物の餌料として極めて重要であることから、今後の継続的な観察とともに、積極的な増殖方を検討する必要がある。

11年度の大島及び地島地区の動物生息量を、5~8年度の平均値とあわせて表2に示した。11年度のアワビ生息密度は大島、地島地区とも0.3個/m<sup>2</sup>で、両地区とも管理対象種であるアワビの生息密度には大きな変動は認められなかった。

### 2. 大島におけるアワビ資源状況調査

#### (1) アワビの単位漁獲努力量あたりの漁獲量 (CPUE)

大島におけるCPUEの推移を図1に示した。平成4年度以降大きく減少し、6~8年度は3.2~3.5Kg/人・日以下であったが、9、10年度は3.7、3.9Kg/人・日と上

表1 海藻着生量

地区 年度 種類	大島				地島			
	11年度		5～8年度平均値		11年度		5～8年度平均値	
	着生数 (本/㎡)	湿重量 (g/㎡)	着生数 (本/㎡)	湿重量 (g/㎡)	着生数 (本/㎡)	湿重量 (g/㎡)	着生数 (本/㎡)	湿重量 (g/㎡)
アラメ	5	1,100	16	5,124	0	0	19	6,299
ワカメ	1	327	9	886	0	0	1	9
ホンダワラ類	41	439	24	3,436	24	218	32	3,097
ノコギリモク	1	33	—	—	0	0	—	—
オオバモク	9	253	—	—	0	0	—	—
アカモク	31	153	—	—	8	18	—	—
ヨレモク	0	0	0	0	16	62	—	—
イソモク	0	0	0	0	—	138	—	—
アミジグサ	—	147	—	59	—	36	—	312
ユカリ	—	47	—	0	—	0	0	0
シオグサ	0	0	0	0	—	10	0	0
フクロノリ	0	0	0	0	—	2	0	0
計	—	2,060	—	9,505	—	266	—	9,717

表2 動物生息量

地区 年度 種類	大島			地島		
	11年度		5～8年度平均	11年度		5～8年度平均
	個数 (個/㎡)	大きさ (mm)	個数 (個/㎡)	個数 (個/㎡)	大きさ (mm)	個数 (個/㎡)
アワビ	0.3	41.1±15.1	0.4	0.3	59.1± 0	0.4
サザエ	1.4	65.1±18.1	1.1	1.3	53.2± 7.7	3.2
アカウニ	0.5	81.8± 3.4	1.6	0	0	0.1
ムラサキウ	1.9	57.1±22.2	4.0	4.3	50.0± 9.8	3.5
バフンウニ	2.4	32.6± 7.2	15.8	1.8	27.1± 2.1	15.2
トコブシ	0.5	60.7± 5.0	0.6	0	0	0.4

昇し、11年度には4.4Kg/人・日となり、5年度のレベルまで回復した。

(2) 天然クロアワビの発生年別推定資源個数

大島における漁獲対象となる天然クロアワビの天然クロアワビの発生年度別推定資源個数を図2に示した。昭和56～61年度は35,000個を越える資源個数が推定されたが、62～63年度は20,000個以下に減少した。この減少要因については、62年2月の記録的大時化及び62年度以降の発生群が主たる漁獲対象となる平成3～5年度の高い漁獲率が考えられる。<sup>1)</sup>

一方、平成元年発生群以降は増加傾向に転じ、3年度発生群の漁獲個数は約25,000個となった。

このように、CPUEの上昇傾向と併せて、大島における天然クロアワビの資源状況は回復傾向にあり、今後、徹底した資源管理の継続とともに、それを下支える良質なクロアワビの種苗放流により、アワビ資源の維持、増大を図る必要がある。

(Kg/人・日)

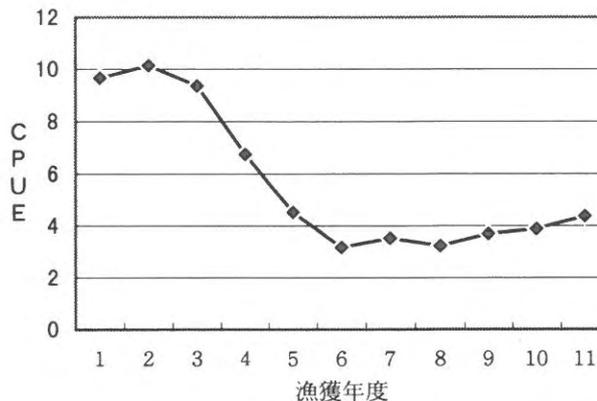


図1 CPUEの推移

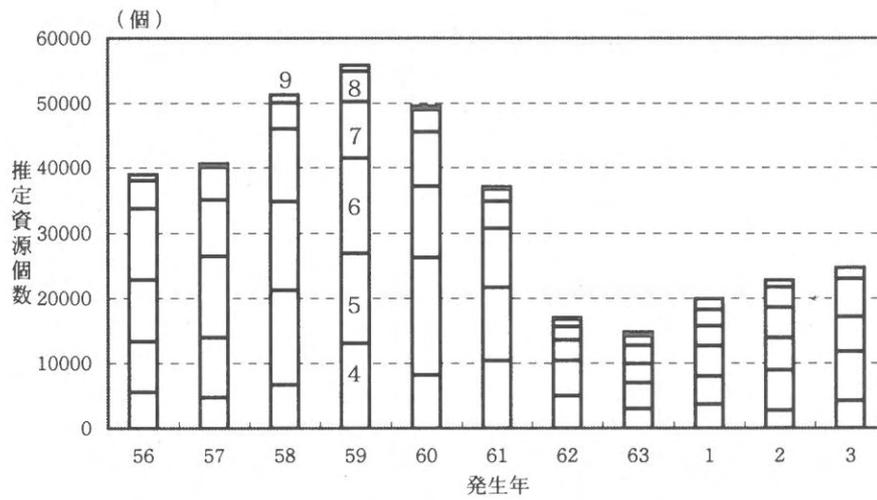


図2 天然クロアワビの発生年度別推定資源個数  
 図中の数字はアワビの年齢を示す。

## 文 献

- 1) 太刀山透・深川敦平・篠原直哉：筑前海におけるクロアワビの資源変動要因の考察，福岡県水技研報，8,31-35(1998)

# 新漁業管理制度推進情報提供事業

## (1) 漁況調査

宮内 正幸・秋元 聡

筑前海におけるアジ、サバ、イワシ類をはじめとする重要浮魚類の漁況を整理し、漁況予測に必要な基礎資料を得ることを目的とする。

### 方 法

筑前海における重要浮魚類の漁況を把握するため、平成11年度と平成（平成6～10年度の平均）について、県下主要漁協の漁業種別、魚種別、銘柄別漁獲量を調査した。

### 結 果

平成11年度及び平成における重要浮魚類の漁獲量変化を図1に示した。

#### 1. マアジ

水深40m以深のほぼ全域を漁場とするまき網漁業（漁期5～12月）の漁獲量は1,011トンで、平成の38%となり、平成9年度に次ぐ不漁となった。月別の漁獲状況をみると、10,11月に平成を1.3～1.6倍上回ったほかは、平成の20～70%であった。特に5～8月の盛漁期にあたる月の漁獲は平成の20～30%で低調に推移した。漁獲物についてみると、初漁期は大中アジ（尾叉長24cm～）や小アジ（尾叉長19～24cm）といった大型魚が70～80%を占め、例年主に漁獲されるマメアジ（尾叉長17cm未満）やゼンゴアジ（尾叉長17～19cm）といった小型魚の割合が少なかった。8～10月はマメアジ主体となり、11月以降は再び大中アジ主体となった。

#### 2. マサバ

まき網漁業の漁獲量は765トンで、平成の87%であった。月別漁獲状況をみると、5～8月は平成の38%で下回ったが、9月以降は平成の1.6倍と上回った。漁獲物は、例年漁期を通じてマメサバ（尾叉長24cm未満）主体で経過するが、本年度は初漁期は小サバ主体で経過した。8月以降はマメサバ主体となった。

#### 3. マイワシ

春期の北上群を対象とするまき網漁業の大羽漁は、昭和63年の980トンとピークに急減している。本年度の漁獲量も30トンと、平成の32%にあたる低調な漁となった。

#### 4. ウルメイワシ

まき網漁業による漁獲量は72トンで、平成の97%とほぼ平成並みであったが、低調な漁であった。月別漁獲状況をみると、5月は平成を上回り全漁獲の90%にあたる65トンの漁獲があったものの、6月以降はほとんど漁獲がなかった。

#### 5. カタクチイワシ

沿岸域で操業するあぐり網漁業（漁期11～2月）の漁獲量は85トンで、平成の13%であった。月別漁獲状況をみると、本年度は11,12,2月は全く操業しておらず、1月に4日間操業したのみで、最近10年間では最も不漁であった。

#### 6. その他の魚種

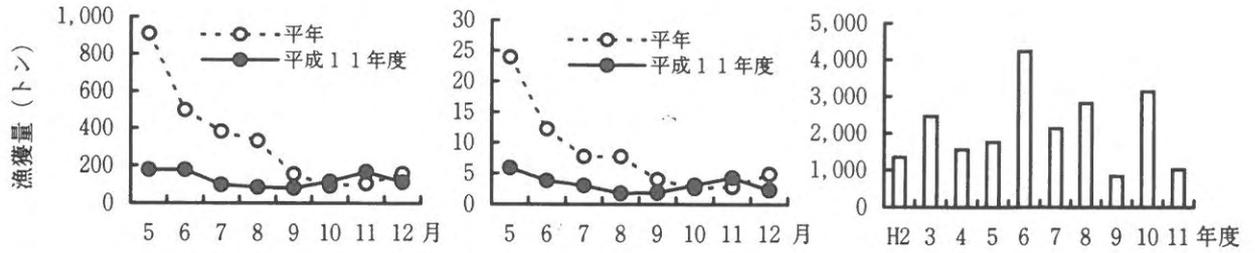
シイラ漬け漁業によるシイラの漁獲量は179トンで、平成の47%であった。漁獲は6月と9月にピークが見られた。ヒラマサの漁獲量は63トンで、平成の43%であった。例年同様、5,6月に漁獲が多く、全漁獲の94%を占めた。シイラ、ヒラマサとも5月は平成並みであったが、6月以降は平成を下回った。

一本釣漁業によるブリの漁獲量は3.1トンで、平成の4%しかなく、非常に低調なものとなった。月別漁獲量をみると、平成では盛漁期の6月に45トンの漁獲があったが、本年度は全く漁獲されなかった。

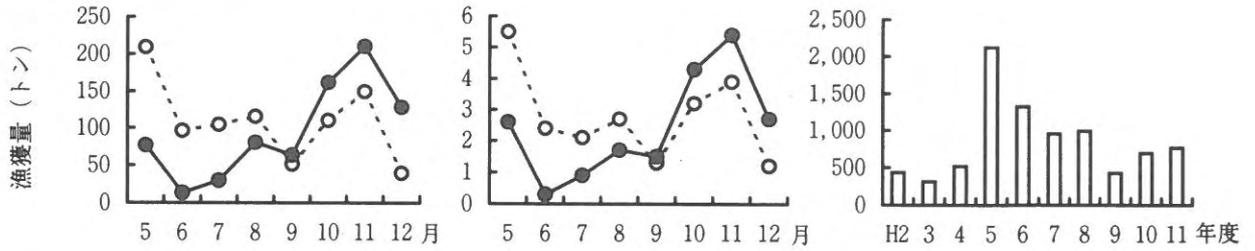
定置網漁業によるトビウオの漁獲量は2.4トンで、平成の81%であった。例年では6～7月と9月にピークが見られたが、本年度は6～7月にのみ平成並みの漁獲があり、9月はほとんど漁獲がなかった。

イカ釣漁業によるケンサキイカの漁獲量は132トンで、平成の67%となった。月別に漁獲量をみると、各月で平成を下回った。

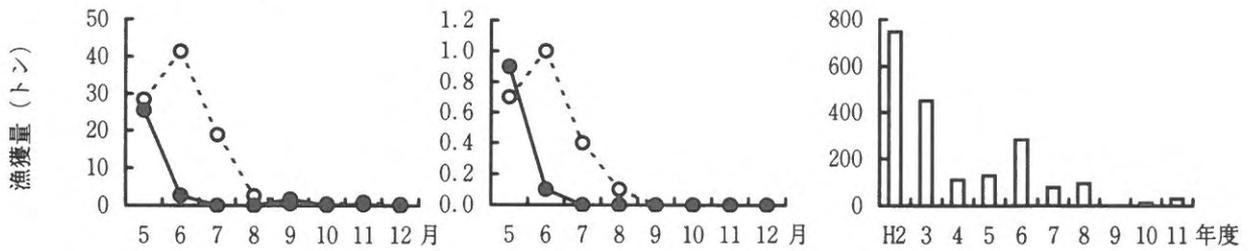
マアジ (A漁協中型まき網)



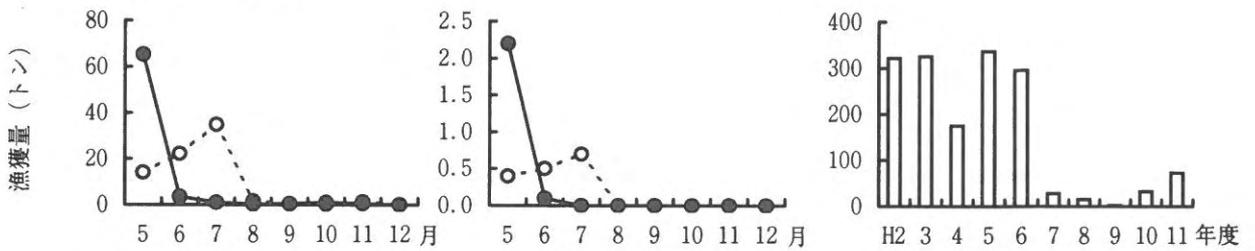
マサバ (A漁協中型まき網)



マイワシ (A漁協中型まき網)



ウルメイワシ (A漁協中型まき網)



カタクチイワシ (B漁協あぐり網)

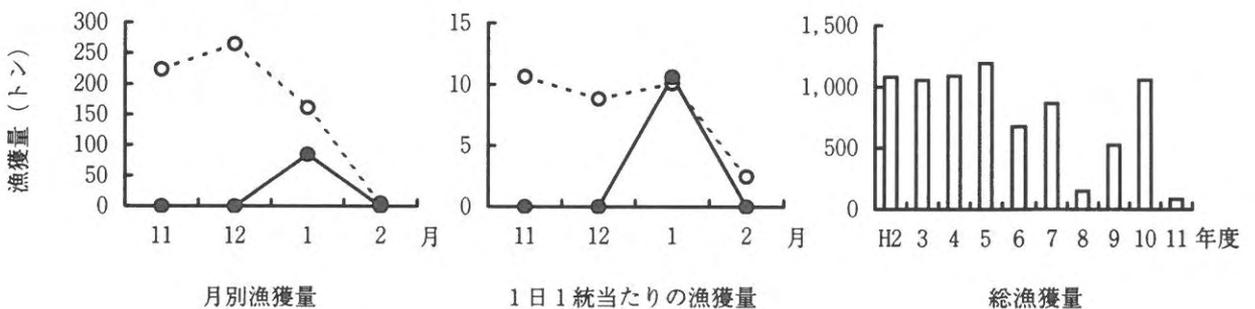


図1 主要浮魚類の漁獲量の推移

# 新漁業管理制度推進情報提供事業

## (2) 浅海定線調査

杉野 浩二郎・吉田 幹英・篠原 満寿美

この調査は、昭和47年度から国庫補助事業として行われてきた漁海況予報事業を引き継ぎ、平成9年度より平成13年度までの期間予定されている。対象海域を響灘から筑前海全体に拡大し、海況および水質調査を実施している。この調査は、筑前海の海洋環境を把握し、富栄養化現象や赤潮予察等の漁場保全に役立てるための基礎的な資料を得ることを目的とする。

### 方 法

平成11年4月から平成12年3月までの間、原則として毎月上旬に福岡県調査取締船「つくし」によって採水、観測を行った(1月は荒天のため欠測)。調査は図1に示す13点で行なった。調査水深は0m,5m,底層で、水深が深いStn.1,3,4,5,6,7,8,11については20m層を加えた。

調査項目として気象、海象、水色、透明度、水温、塩分、COD(化学的酸素要求量)、DO(溶存酸素)、栄養塩類(DIN,DIP)、クロロフィルa量、プランクトン沈殿量を測定した。

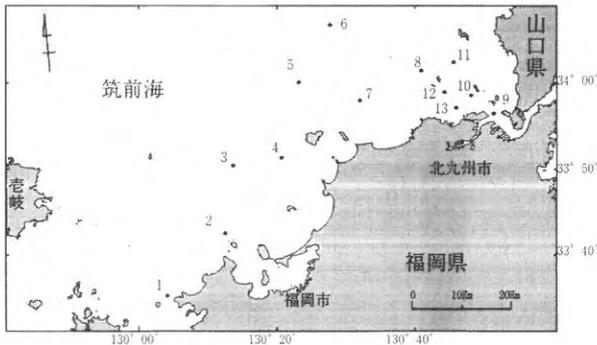


図1 調査定地点図

### 結 果

平成11年度、平成10年度及び平成9年度の各調査点を平均した水質各項目の季節変化を図2から図9に示した。

水温 :11年度の表層水温は特に高水温であった10年度に較べ7月に3.7℃,8月も1.5℃低く9年度並の水準で推移した。しかし、9月以降は水温の低下

が遅く、ほぼ10年度並で推移した。年間の最高水温は洞海湾沖のStn.9で9月に27.3℃,最低水温は同じくStn.9で3月に11.1℃であった。

塩分 :表層塩分は7月及び9月にかなり低下している。7月調査時は調査日の前日、前々日に大量の降雨があり、そのため、沿岸域全体の表層塩分が低下していた。一方、9月調査時は好天続きであり、全体的には塩分の低下は認められなかった。しかし馬島周辺海域のStn.10で年間最小値19.22を記録しており、平均値を低下させている。近辺の調査点ではそれほど顕著な塩分低下は認められず、水面下1m深では32.85という塩分である事から、Stn.10周辺の表層に薄いパッチ状の低塩分水塊が分布していたと考えられるが、その発牛原因は判明していない。なお、最大値は4月に沖合のStn.7で34.74となった。

DO :11年度の底層のDOは年間通していずれの調査点でも60%を下回る事はなく、貧酸素水塊の発牛などは認められなかった。最小値は10月に響灘沖合域のStn.8で69.0%,最大値は4月に玄界灘沖合のStn.3で107.0%であった。

COD :11年度の表層のCODは9年度、10年度に比較して低水準で推移した。最小値は4月に玄界灘沖合、Stn.5で0.05mg/l,最大値は10月、Stn.9で1.69mg/lを記録した。

DIN :11年度の表層のDINは4月こそ平均7.11  $\mu\text{g-at/l}$ と9年度、10年度よりもかなり高いものの、それ以降は低水準で推移した。特に7月の沖合域の調査点では検出限界以下の点が出現した。最小値は7月に玄界灘沖合のStn.4,5,6,7で検出限界以下,最大値は4月にStn.9で55.78  $\mu\text{g-at/l}$ となった。

DIP :11年度の表層のDIPはDIN同様4月にやや高かったがその後は低水準で推移した。10月以降は平均値程度で推移した。最高値は4月にStn.10で0.40  $\mu\text{g-at/l}$ ,最低値は6月及び9月に沖合域の複数の調査点で検出限界以下であった。

透明度:11年度の透明度は夏季にやや低めであったがほ

ほぼ平年並みで推移した。最大値は4月に大島西  
 海域のStn.4で21.0m,最低値は同じく4月に  
 Stn.13で2.0mであった。

プランクトン沈殿量

:11年度のプランクトン沈殿量は春季と冬季に  
 ピークがあり,夏季から秋季にかけて低水準で推

沖合域のStn.7で183.1ml<sup>3</sup>,最小値は9月に  
 Stn.5で1.1ml<sup>3</sup>であった。

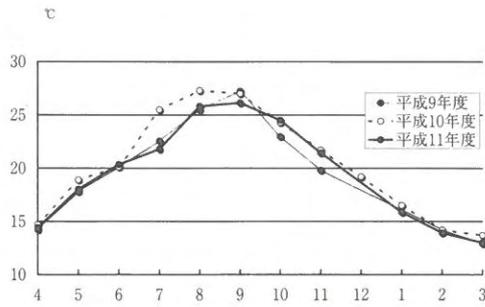


図2 水温の推移

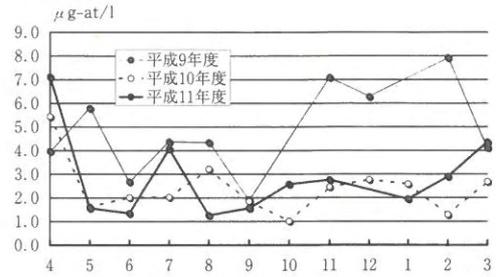


図6 DINの推移

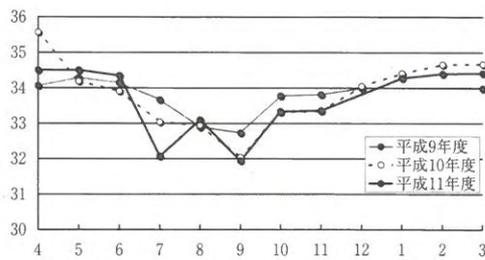


図3 塩分の推移

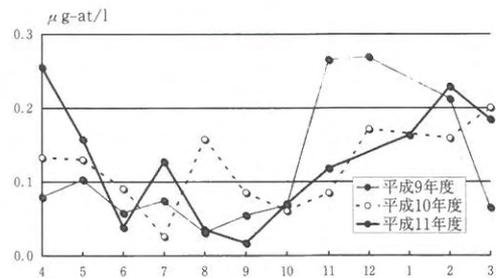


図7 DIPの推移

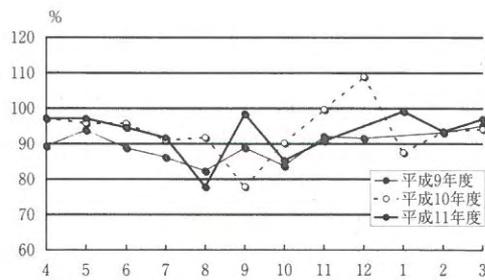


図4 DOの推移

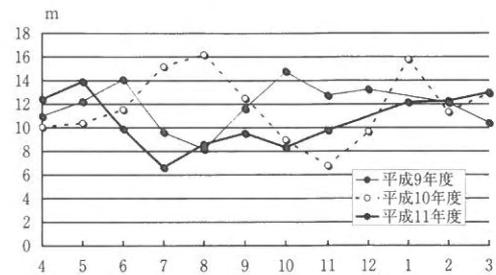


図8 透明度の推移

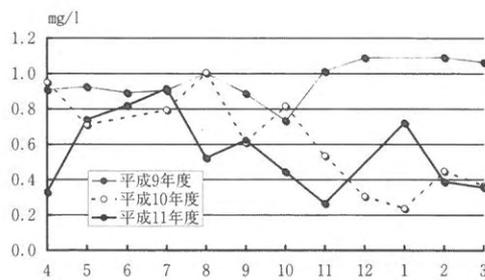


図5 CODの推移

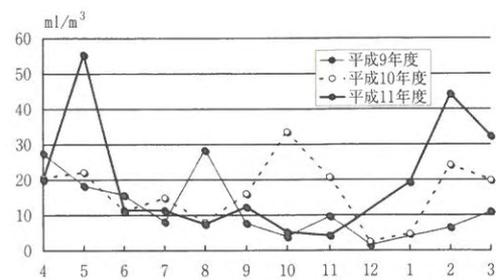


図9 プランクトン沈殿量の推移

移する,特徴的な変動を示した。最大値は5月に

# 我が国周辺漁業資源調査

## (1) TAC対象魚種

秋元 聡・宮内 正幸・伊藤 輝昭

国連海洋法の施行に伴い平成9年よりTAC制度が導入され、福岡県ではマアジが7,000トン、マサバ・ゴマサバ、マイワシ、スルメイカが若干量の規制を受けている。本調査ではこれらTAC対象魚種についての漁獲状況、生物特性を把握し、資源の適正利用を図ることを目的に実施している。

### 方 法

#### 1. 漁獲量調査

TAC集計システムにより平成11年(1~12月)の対象魚種の漁業種別漁獲量を把握し、TAC枠内で資源が適正に利用されているか検討した。

#### 2. 卵稚仔調査

毎月上旬、図1に示す5定点で改良型ノルパックネット鉛直曳きを行い、対象魚種の卵稚仔の採集状況を把握した。

#### 3. マサバ漁獲実態調査

マサバについて平成7~11年の主要漁協の仕切書を用い中型まき網の銘柄別漁獲傾向を把握した。また、平成元年~11年の魚体測定資料を用い、尾叉長モードの日別変化をみた。さらに、平成10年の中型まき網の標本船操業日誌を整理し、マサバの時期別漁場位置と底層水温の分布を明らかにした。<sup>1)</sup>



図1 調査水域

### 結 果

#### 1. 漁獲量調査

平成11年のマアジ漁獲量は盛漁期の5~7月が著しい不漁で中型まき網1,416トン、浮敷網297トン、その他182トン、総計1,895トンでTAC割当量のわずか27%であった。本年は2~3歳と推定される中大型魚が多く、逆に例年主体となる1歳魚(平成10年級群)が少なかった。9月以降の当歳魚(11年級群)の漁獲量は平年並みからやや多めであった。

マサバ・ゴマサバは中型まき網1,243トン、浮敷網17トン、その他35トン、総計1,296トンで前年並みであった。マイワシは中型まき網37トン、浮敷網100トン、その他14トン、総計137トンで依然低水準である。スルメイカは中型まき網28トン、浮敷網11トン、つり11トン、総計50トンであった。

#### 2. 卵稚仔調査

平成11年(1~12月)マイワシの卵採集量は3月12個体、4月に3個体でここ数年では最も多かった。スルメイカ稚仔は4月に1個体、10月にも1個体採集されたのみであった。

#### 3. サバ類漁獲実態調査

当海域のサバの漁業種別漁獲割合は中型まき網90%、浮敷網5%、つり、小型定置網等が5%程度で大部分が中型まき網で漁獲される。

当海域のマサバの銘柄はマメ、ロウソク、ギリ、ナンキン、小、中、大等があるが明確に仕分けされておらず、現実的にはマメ(25cm以下)、ギリ(25~30cm)、小(30~35cm)、大中(35cm以上)の4つに区分するのが適当であろう。これらの中型まき網月別銘柄別漁獲量を図2に示す。漁獲量は5月の漁獲が最も高く、10~11月にも盛期がみられる二峰型を示す。銘柄別漁獲割合は初漁期の5~6月はマメ、ギリ主体で、両者で約90%を占めるが、7月以降はマメ主体となり、マメ単独で70~90%に達する。小は5~8月には5~10%程度であるが9月以降は5%以下に低下する。大中は8月以外

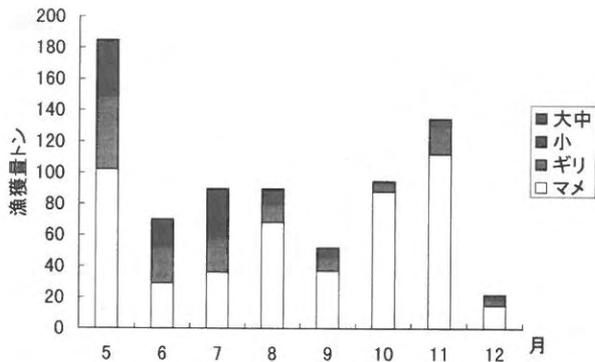


図2 中型まき網におけるマサバ銘柄別月別漁獲量

は5%以下で少ない。年間合計ではマメ80%、ギリ15%、小以上5%程度でマメが大分を占める。

銘柄別尾叉長のモードの季節変化を図3に示す。年齢が異なると推定される2群がみられ、一つは5月に25cm前後で来遊し、夏季に30cm前後に成長する群であり、もう一つは6~7月に10cm前後で来遊し、8月に20cm前後、12月には25cm前後に成長する群で前者は1歳魚、後者は0歳魚と推定される。また漁期を通じて35cm以上のものはほとんど漁獲されておらず、2歳以上の大型魚は他海域へ移動するものと考えられる。

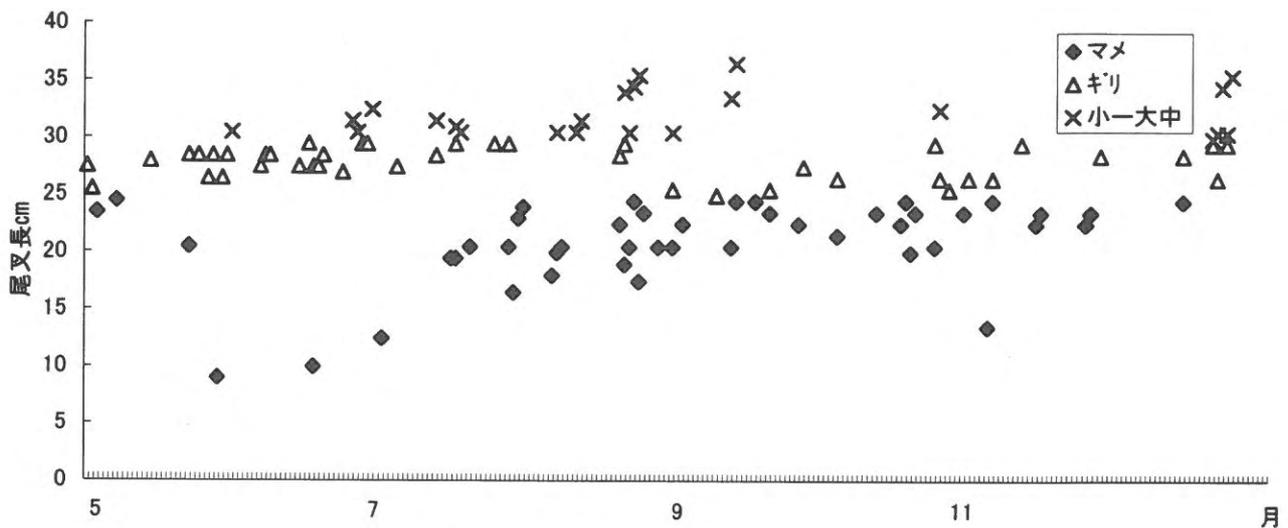


図3 マサバ尾叉長モードの季節変化 (H1~11年)

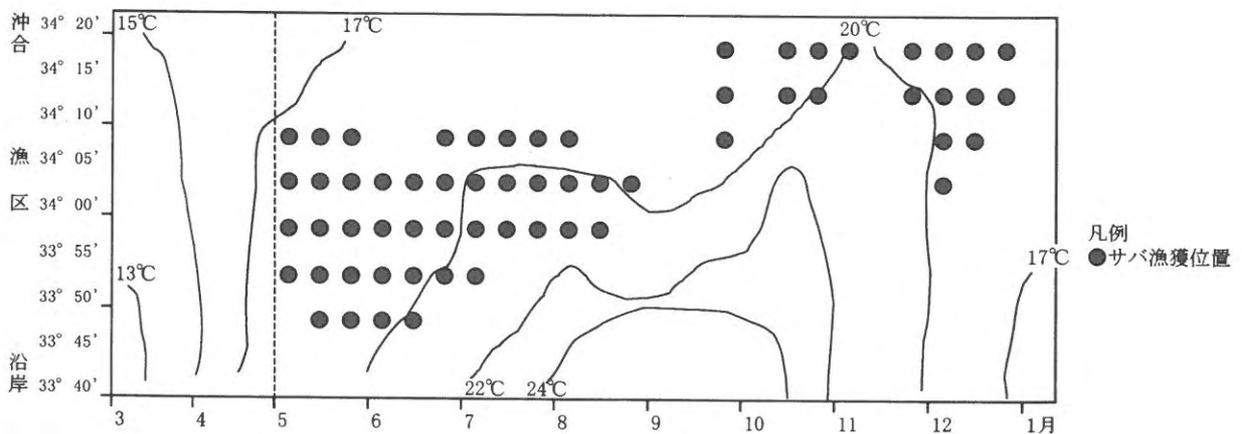


図4 サバ類の漁場と底層水温の分布

次にマサバの漁場形成と底層水温の時空間分布を図4に示す。初漁期の5月～6月上旬は水温が全域で17～20℃でサバの漁場は沿岸から沖合に広く分布する。7～8月は水温20前後の34° 00′ 付近に漁場がみられ、沿岸の水温が22℃以上に上昇する9～10月は沿岸にはほとんど漁場がみられず、10月に水温20℃以下の34° 10′ 以北の沖合に漁場がある。12月に入り全域の水温が20℃以下になると漁場はやや沿岸に移動する。全体的にマアジに比べ漁場水温はやや低めで、漁場位置は沖合寄りである。<sup>1)</sup>

## 文 献

- 1) 秋元聡・宮内正幸・吉田幹英：筑前海域におけるマアジの漁獲変動と水温及びイワシ類漁況との関係，福岡県水産海洋技術センター研報，10号，67-74(2000)
- 2) 秋元聡・吉田幹英：我が国周辺漁業資源調査，平成9年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，31-32(1999)

# 我が国周辺漁業資源調査

## (2) ケンサキイカ、ヒラメ、マダイ

濱田 弘之・秋元 聡

国連海洋法の発効に伴い、ABC（生物的漁獲可能量）およびTAC（総漁獲可能量）の推定を義務づけられる魚種がそれぞれ選定された。ケンサキイカ、ヒラメ、マダイは西日本における主要魚種としてABCの推定が行われる。これに伴い、本県でも資源解析に必要な漁獲量、漁獲尾数の推定を行った。その他トラフグ、ウマヅラハギ、タチウオについて主要漁協の漁獲量を集計した。

### 方 法

#### 1. 平成11年の漁獲量推定

国が定めたABC推定の作業手順に添うため、以下のような迅速な漁獲量推定手法を実施した。まず、ヒラメ、ケンサキイカについては主要漁協の仕切書データを収集し、主要漁協における平成11年の月別漁獲量を魚種別に集計した。これを平成11年の農林水産統計速報値による筑前海全体の魚種別漁獲量で引き延ばすことにより、筑前海全体の月別漁獲量を推定した。ここでは年変動等大きな動向をみるため、年間漁獲量だけを示す。

トラフグでは、ふぐ延縄漁業の主要1漁協の漁獲量と近年その漁協が全体に占める割合から全体の漁獲量を推定した。また福岡湾内の小型底びき網主要漁協における月別トラフグ漁獲量を集計し、主要漁協と福岡湾内全体の操業隻数比から湾内全体の漁獲量を推定した。ウマヅラハギ、タチウオ、ヤリイカについては主要漁協分の漁獲量をまとめた。

#### 2. 年齢別漁獲尾数の算出

ヒラメ、マダイについて、漁業種別漁獲量推定値と既往の漁業種別年齢組成<sup>(1)</sup>から平成11年の年齢別漁獲尾数を算出した。

### 結果と考察

#### 1. 漁獲量推定値

ケンサキイカでは、平成11年の漁獲量は966トンと推定された。平成10年の1154トンと比べて16%の漁獲減となっている。主要漁業種であるいか釣の漁獲量は695トンで前年比94%、2そうごち網の漁獲量は224トンで前年比96%であり、ともにわずかに減少した（表1）。

ヒラメでは、平成11年の漁獲量は214トンと推定された。平成10年の228トンと比べて6%の漁獲減となっている。主要漁業種である刺網（固定式刺網と建網の合計）の漁獲量は110トンであり、前年比96%、小型底びき網の漁獲量は44トンで前年比80%に落ち込んだ（表2）。

マダイでは、平成11年の漁獲量は1534トンと推定された。平成10年の1173トンと比べて31%漁獲が増大した。主要漁業種である1そうごち網の漁獲量は594トンで前年比184%と大きく増大した。同じく主要漁業である2そうごち網の漁獲量は701トンで前年比で118%に増大している（表3）。

#### 3. 漁獲量の推移

上記3種について、平成11年の推定結果と併せて過去

表1 ケンサキイカ漁獲量推定値

漁業種類	平成10年 確定値(トン)	平成11年 推定値(トン)	前年比 %
2そうごち網	233	224	96
いか釣	736	695	94
まき網	28	27	96
その他	157	50	32
合計	1154	966	84

平成10年確定値は農林水産統計年報による

表2 ヒラメ漁獲量推定値

漁業種類	平成10年 確定値(トン)	平成11年 推定値(トン)	前年比 %
建網	117	74	94
固定式刺網		36	
小型底びき網	55	44	80
その他	56	37	66
合計	228	214	94

平成10年確定値は農林水産統計年報による

表3 マダイ漁獲量推定値

漁業種類	平成10年	平成11年	前年比 %
	確定値(トン)	推定値(トン)	
2そうごち網	233	224	96
いか釣	736	695	94
まき網	28	27	96
その他	157	50	32
合計	1154	966	84

平成10年確定値は農林水産統計年報による

11年間の漁獲量の推移を見ると(図1)、ケンサキイカの漁獲量は平成9年まで1200トン以上で推移していたが、その後減少し、平成11年度に966トンと1000トンを超えて減少した。最近5カ年をみると平成7年の1470トンから平成11年の966トンまで一貫して減少しており、平成11年は平成7年の66%にまで落ち込んでいる。ケンサキイカは単価が高く、季節的な操業を含めると非常に多くの漁業者がいか釣に関わっているため、今後減少傾向が持続する場合には漁業者への影響が非常に大きい。

ヒラメの漁獲量も、平成9年までは350トン前後で推移しており、300トンを超えて減少した。平成10年には228トンに落ち込み、平成11年も214トンと前年並の漁獲にとどまっている。ヒラメを漁獲する漁業のなかでも固定式刺網はヒラメを主対象とした漁業であるため、今後の推移によっては固定式刺網の経営に大きな影響を与えることが懸念される。

マダイ漁獲量は平成8年まで増加傾向を示し、1300トンにまで漁獲量が増加した。9、10年にはやや減少したものの、平成11年には再び大きく増大し、1500トンに達した。

3種について長期的な動向をまとめると、ケンサキイカ・ヒラメは減少傾向、マダイは増加傾向にある。

#### 4. ヒラメ、マダイの年齢別漁獲尾数

ヒラメでは平成11年に0歳魚、1歳魚がそれぞれ24万尾と20万尾、全体で50万尾が漁獲された(表5)。過去3カ年をみると、0、1歳魚の漁獲尾数がそれぞれ平成9年の48万尾と38万尾から平成11年の24万尾と20万尾に減少しており、若齢魚の減少が目立っている。

マダイでは平成11年に0歳魚と1歳魚がそれぞれ43万尾と70万尾、全体で371万尾が漁獲された。過去3カ年をみると、各年齢を合わせた漁獲尾数は平成9年には467万尾であったが、平成11年には371万尾となっており、2割減少している。漁獲量は平成9年の1254トンから平成11年には1534トンに増大していることか

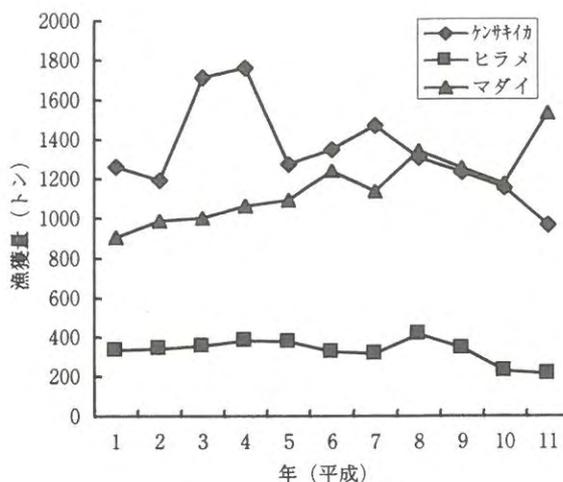


図1 主要種漁獲量の推移

表4 ヒラメ、マダイの年齢別漁獲尾数

	ヒラメ			マダイ		
	9年	10年	11年	9年	10年	11年
0歳	480.5	319.4	241.1	710.0	227.0	425.0
1歳	375.9	262.0	199.7	1724.0	1230.0	697.0
2歳	56.9	49.2	44.0	1801.0	1987.0	1820.0
3歳	11.2	9.5	9.1	311.0	328.0	551.0
4歳	4.1	3.2	3.3	49.0	35.0	105.0
5歳	2.7	2.0	1.9	43.0	23.0	69.0
6歳	1.2	0.8	0.8	17.0	7.0	21.0
7歳	0.3	0.2	0.2	8.0	3.0	10.0
8歳	0.3	0.2	0.2	5.0	2.0	7.0
>9歳	0.3	0.2	0.2	6.0	2.0	7.0
合計	933.4	646.8	500.5	4674.0	3844.0	3712.0

ら、若齢魚から高齢魚へ漁獲の比重が移行していると考えられた。

#### 5. その他の魚種の漁獲量推定値

平成11年度のトラフグ漁獲量はふぐ延縄27トン、小型底引き網1トンと推定された。主要漁協によるウマヅラハギ、タチウオの漁獲量はそれぞれ1148トン、79トンと推定された。

### 文 献

- 1) 日本NUS株式会社：九州西ブロック資源培養管理対策事業に関わる業務、平成3年度報告書(1992)。

# 我が国周辺漁業資源調査

## (3) 魚群量調査

秋元 聡・吉田 幹英

平成9年より国連海洋法が施行され、沿岸国に水産資源の維持及び保護の義務が生じている。このような状況の中、漁獲資料に頼らない資源量把握手法の確立が求められ、計量魚探による資源量推定の重要性が高まっている。平成12年度以降の資源評価調査事業においても新型計量魚探EY500（現調査船げんかい搭載）を用いた魚群量調査が計画されている。

これまで当県では昭和58年～平成9年まで旧調査船げんかい搭載の魚探フルノFQ50による魚群量調査を行ってきたおり、<sup>1)</sup> これらの知見を整理し、浮魚漁獲量と魚群量との関係を解析することにより次期調査へ向けた基礎資料とする。

### 方 法

旧調査船げんかい138トン（稼働期間：昭和57年～平成9年）搭載の魚探フルノFQ50（周波数200kHz）を使用し、毎月月上旬、図1に示す玄界島沖～巖原の観測定線を船速12ノットで航行した。調査結果は湿式記録紙に魚群映像を記録し、魚群量SV値をプリンターで印字した。

この魚探のSV値のデーターはプリンターによる印字のみで、磁気媒体等によるデーターの保存は行えないため、初期設定以外の解析方法は不可能である。またエラーデーター等を含んでいる場合、解析手順が複雑で大量のデーターを処理することは困難であり、今回の解析には魚群量SV値は使用せず、魚群映像記録を使用した。

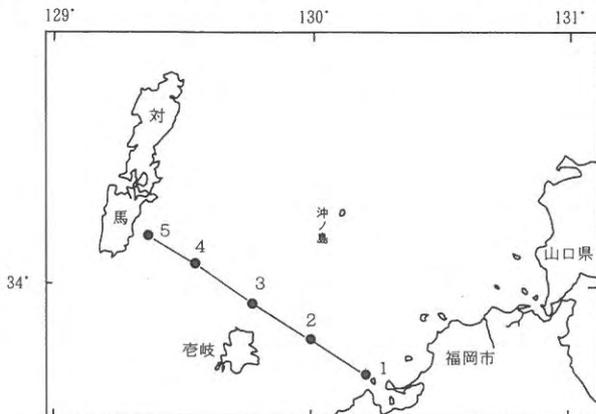


図1 調査定線

魚群映像記録を0.1マイルごとに区分し、その区間に魚群が見られるかどうかを判別した。また魚群をその形態から中層に大きく広がる魚群と中底層付近に小規模に分布する魚群の2種に分け、<sup>2)</sup> それぞれの魚群が出現した区間数を計数し、これを魚群量の指標とした。

漁獲統計資料として農林統計及び漁協仕切り書を用い、浮魚の漁獲量の変化と魚群数量の変化を比較した。

### 結果及び考察

魚群出現区間数の経年変化を図2に示す。魚群出現区間数は昭和63年以前と平成元年以降では違いが見られ、昭和63年以前では60年の400を最高に常に250を越えているが、平成元年以降では6年を除き150以下で推移している。出現する魚群の形状にも違いがあり、昭和63年以前は大きな魚群が半数近くをしめるが、平成元年以降では逆に小さな魚群が70%程度を占めている。

図3に筑前海域の主要浮魚類の漁獲量の経年変化を示す。全体の漁獲量は平成2年以前は5,000～8,000トンで推移していたが、平成3年以降は6,000～14,000トンで推移し、漁獲量が増加している。

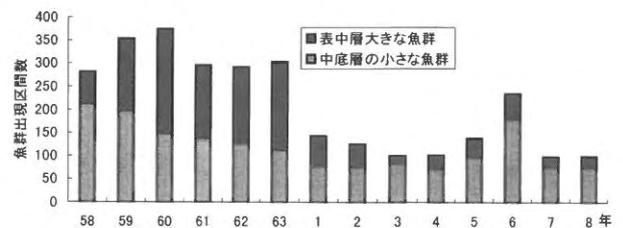


図2 魚群出現区間数の経年変化

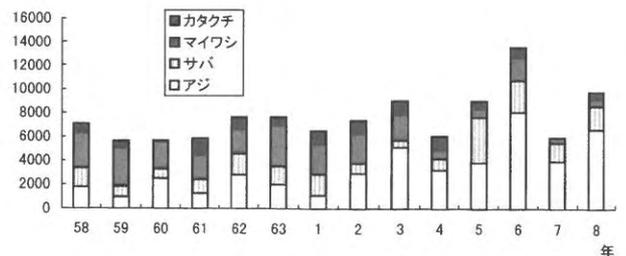


図3 筑前海域における主要浮魚類の漁獲量の経年変化

魚種別に見ると平成2年まではマイワシが最も多く、2,000~3,000トンで推移したが、平成3年以降はマイワシが減少し、代わってマアジが最も多くなり、平成6年には8,000トンに達している。マサバは平成4年までは600~2,000トンで推移していたが、平成5年以降2,000~4,000トンに増加している。カタクチワシは90~1,400トンと変動が大きいのが平成5年以降は900トン以下で推移している。

魚群数量と漁獲量の変化を比較すると魚群数量が多く、大きな魚群の割合が多かった年代はマイワシの漁獲が多い年代とほぼ一致し、全体の魚群数量が減少し、小さな魚群の割合が高くなった年代はマアジの漁獲が多い年代と一致している。

年代により魚群の出現数量、形状や漁獲される魚種に違いが見られたので魚群数量が多く、大きな魚群が多かった昭和58~63年と魚群数量が少なく、小さな魚群が多い平成元年~8年の年代別に魚群の出現状況を比較した。月別魚群出現区間数の月変化を図4に示すが、魚群の多い年代(昭和58~63年)は1~4月冬季に魚群数量が多く、しかも大きな魚群の出現が多い。5月以降大きな魚群の減少とともに全体の魚群数量も減少し、9月が最も魚群数量が少ない。10月以降魚群数量は徐々に増加する傾向にある。魚群の少ない年代(平成元年~8年)は魚群数量は2月と7月に盛期が見られ、2月は大きな魚群が多く、7月が小さな魚群が中心となっている。4月、9、10月もやや魚群数量が多くなっている。魚群の多い年代と魚群の少ない年代を比較すると1~6月は魚群の多い年代の方が明らかに魚群数量が多いが、7~

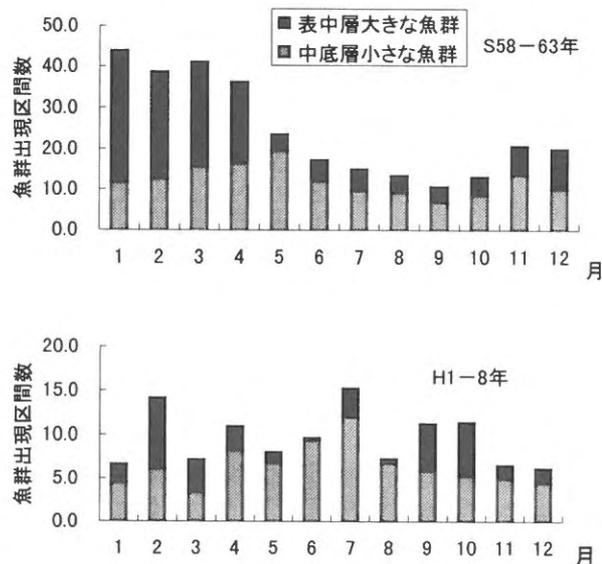


図4 月別魚群出現区間数の年代別比較

10月は年代による魚群量の差はほとんどなく、7月、9月はむしろ魚群の少ない年代の方が上まわっている。1982~'83年の魚群量調査では2月に大きな盛期があり、7月にやや小さな盛期があるとしている。今回の調査結果でも冬季の盛期と夏季の盛期が見られ、魚群の多い年代では冬季の盛期が大きいのが、魚群の少ない年代の出現傾向は冬季と夏季の盛期の差がなくなっている。

図5に年代別魚群出現状況と水温の時空間分布を示す。魚群の多い年代は水温15℃以下の冬季に魚群が多く、6~9月は魚群が減少する。水温が20℃以下に低下する11~12月に魚群が再び増加する。魚群少ない年代では15℃以下の水温帯での魚群が少なく、15℃以上の2月の沖合と4月の沖合に魚群が多くなっている。水温が20℃以上になる7月は全域で魚群が多くなっている。秋以降は魚群の出現が散発的になり、魚群の多い水域は9、10月の沖合と11~12月の沿岸域である。冬季に水温15℃以下の水域でみられる魚群はマイワシ産卵群と考えられ、マイワシ卵の出現状況と類似している。<sup>3)</sup> 水温15℃以上で5~7月にみられる魚群はカタクチワシ卵の分布やマアジ漁場形成等の傾向と類似する。<sup>4)</sup> また10月以降に沿岸域に出現する魚群はカタクチワシ秋生まれ群であると推定される。<sup>5)</sup>

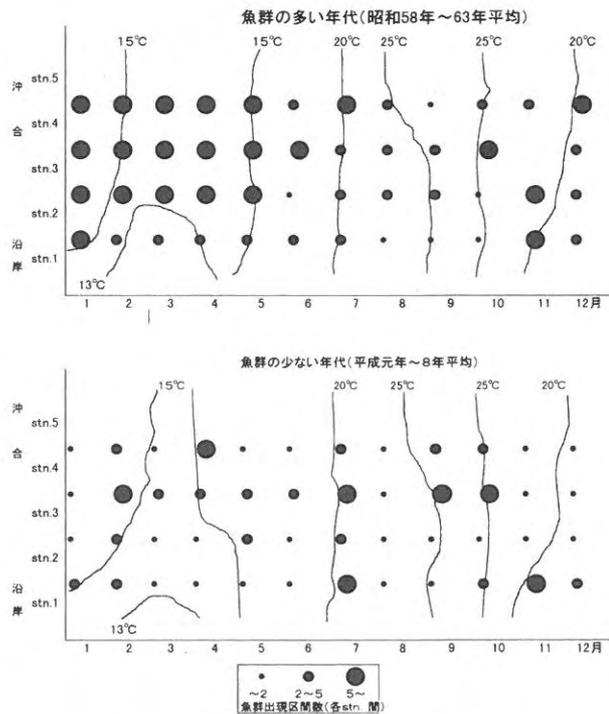


図5 魚群と10m層水温の分布の年代比較

次に魚群出現区間数と魚種別漁獲量の関係を図6に示す。1～6月の大きな魚群とマイワシ漁獲量の関係では正の相関がみられるが、これは産卵群がとらえられたと考えられる。12月の魚群とカタクチイワシ漁獲量では指数的な正の相関が見られる。指数的な関係が見られるのはカタクチイワシはイリコ加工を行い、加工場の限度量を超えた場合はカタクチイワシが分布していても出漁しないためであると考えられる。平成元年以降の4～6月の小さな魚群とマアジの漁獲量の関係では正の相関が見られた。このように魚群の出現する時期や形状を区分して魚種別漁獲量と比較すれば漁況予測や資源量推定の指標になりうる可能性が示唆された。<sup>2)</sup>

- 1) 高橋実：科学魚探からみた対馬東水道における魚群分布の季節変化Ⅰ．昭和57年度福岡県福岡水産試験場研究業務報告，1-7(1984)．
- 2) 大下誠二：東シナ海域における音響機器を用いた浮魚資源に関する研究．東京大学学位論文，1-70(1999)．
- 3) 秋元聡・金沢孝弘・寺井千尋・吉岡武志：対馬東水道域におけるマイワシの漁獲変動とその要因について．福岡県水産海洋技術センター研究報告 9号，1-6(1999)．
- 4) 秋元聡・宮内正幸・吉田幹英：筑前海域におけるマアジの漁獲変動と水温及びイワシ類漁況との関係について．福岡県水産海洋技術センター研究報告 10号，67-74(2000)．
- 5) 秋元聡・吉田幹英・池内仁：筑前海域におけるカタクチイワシの出現様式と漁業実態．漁業生産力モデル開発基礎調査（九州海域）平成9年度調査・研究報告書．27-32（1998）．

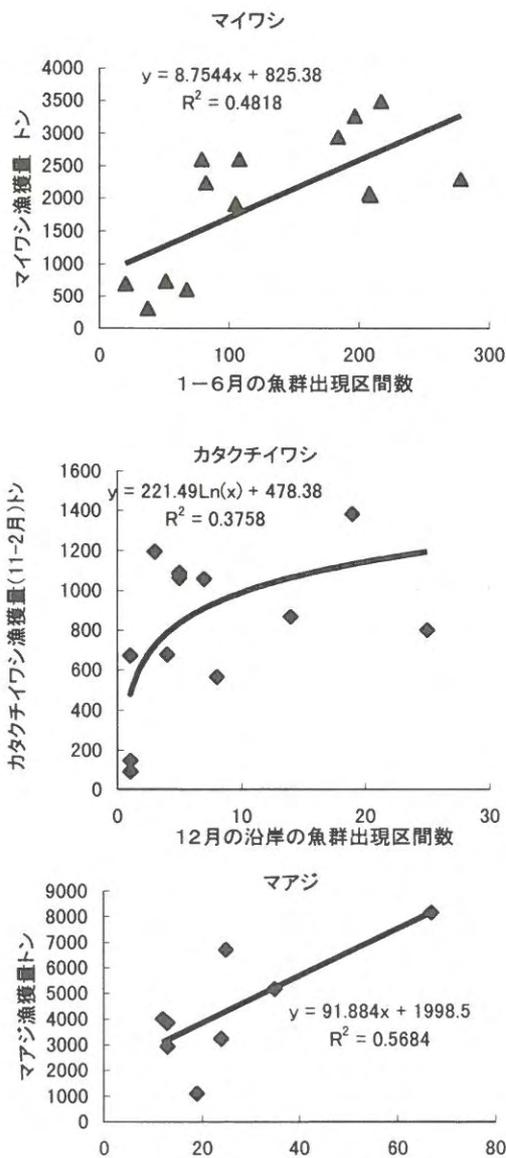


図6 魚群出現区間数と魚種別漁獲量の関係

# 我が国周辺漁業資源調査

## (4) 沿岸定線調査

吉田 幹英・篠原 満寿美

本調査は、対馬東水道における海況の推移と特徴を把握し、今後の海況の予察並びに海況予報の指標とすることを目的としている。

### 方 法

観測は、原則として毎月月上旬に図1に示す対馬東水道の10定点で実施した。観測内容は、一般気象、透明度、水色、水深、各層(0,10,20,30,50,75,100,bm)の水温、塩分である。

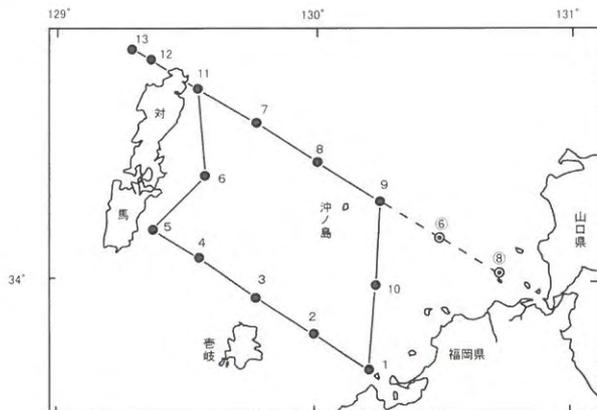


図1 観測点位置図

### 結 果

#### 1) 水温の季節変化

対馬東水道の玄界島～厳原間(Stn.1～5)、および比田勝～白島間(Stn.7～9、参考資料:浅海定線Stn.6,8)における各月の水温鉛直分布を図2～3に、平年偏差分布を図4～5に示した。ここで、⑥、⑧は浅海定線のStn.6,8であり、断面分布の補助点として使用した。

平成11年冬季1月の表層水温は甚だ高め、2月はかなり高めであった。春季の3月の水温はかなり高め、4、5月はかなり高め、6月はやや高めで推移した。

4月の表層水温は13～16℃台で平年に比べ高めで、偏差は+0.7～+1.8℃(平均+1.2℃)であった。

5月の水温は17～18℃台で平年に比べかなり高めで、偏差は+0.8～+2.0℃(平均+1.5℃)の範囲であった。

例年4月以降は水温上昇期となり、6月には水温躍層が形成され始めるが、本年6月の水温は19～22℃台で平年よりやや高めで、偏差は+0.1～+1.9℃(平均

+0.9℃)の範囲であった。

本年は5月から6月、6月から7月にかけての昇温は著しく、7月はStn.7～10は欠測となったが水温は21～22℃台で平年並みであり、偏差は-0.2～+0.6℃(平均+0.05℃)であった。

8月の水温は26～28℃台で平年並みであり、偏差は-1.6～+0.2℃(平均-0.6℃)であった。

8月から9月にかけては緩やかな昇温がみられ、9月の水温は25～27℃台で平年に比べ高めで、偏差は-0.1～+0.5℃(平均+0.1℃)であった。

秋季10月の表層水温は24～26℃台で平年に比べて高めで、偏差は0.8～2.4℃(平均+1.5℃)の範囲であった。

11月の水温は20～22℃台であり、平年に比べやや高めで、偏差は+0.1～+1.4℃(平均+0.7℃)であった。

昭和62年以降平成7年を除き冬季の高水温傾向が続いているが、本年度も冬季12月～2月には高水温傾向がみられた。12月の水温は18～20℃台で甚だ高めで偏差は+0.5～+1.9℃高め(平均+1.8℃)であった。

1月の水温は15～17℃台で平年に比べてかなり高めで、偏差は+0.6～+1.7℃高め(平均+1.2℃)であった。

2月の水温は13～15℃台で平年に比べてやや高めで、偏差は+1.0～+1.5℃高め(平均+1.2℃)であった。

3月はStn.6～10は欠測であったが、表層水温は12～15℃台で平年に比べてやや高めで、偏差は+0.9～+1.2℃高め(平均+1.1℃)であった。

#### 2) 塩分の季節変化

対馬東水道の玄界島～厳原間(Stn.1～5)、および比田勝～白島間(Stn.7～9、浅海定線Stn.⑥、⑧)における各月の塩分鉛直分布、平年偏差分布を図2～7に示した。ここで、⑥、⑧は浅海定線のStn.6,8の調査点であり断面分布の補助点として使用した。

対馬東水道の玄界島～厳原間(Stn.1～5)における各月の塩分鉛直分布、平年偏差分布を図6～9に示した。

平成11年冬季1、2月の塩分はかなり低め、3月はやや低め傾向であった。

平成11年冬季の表層塩分は1、2月はかなり低め、3月はやや低めであった。春季の4、5月は平年に比べやや

やや低め、6月は平年並みで推移した。

4月の塩分は34.3～34.6台で平年に比べてやや低めであり、偏差は-0.19～-0.03(平均-0.13)であった。

5月の塩分は34.3～34.5台で平年に比べてやや低めであり、偏差は-0.20～-0.01(平均-0.12)であった。例年6月になると中国大陸沿岸水の増勢に伴って対馬暖流の表層域は低塩化するが、今年度は1月から低塩化傾向が認められ、その傾向は5月頃まで続いた。

6月の塩分は34.1～34.3台で平年並みであり、偏差は-0.20～+0.04(平均-0.09)であった。

7月の表層29.2～33.6台で平年に比べやや低めであり、偏差は-4.1～-0.06(平均-0.8)であった。

8月の塩分は33.0～33.5台で平年並みであり、偏差は-0.06～+0.80(平均+0.46)であった。27.7～32.4台であり、平年に比べて甚だ低めであり偏差は-4.93～-0.39(平均-2.73)であった。

9月の塩分は32.9～33.4台であり平年に比べてやや低めであり、偏差は+0.2～+0.9(平均+0.50)であった。

秋季の10月は甚だ低め、11月～冬季の12月はやや低めであった。

10月は本年度で最も低塩化した月であり、塩分は31.4～33.6台であり、平年に比べて甚だ低めであり、偏差は-2.33～-0.05(平均-1.18)であった。

11月の塩分は33.1～34.1台で平年に比べてやや低めであり、偏差は-0.69～+0.05(平均-0.21)であった。

12月の塩分は33.8～34.3台であり平年よりやや低めであり、偏差は-0.49～-0.04(平均-0.21)であった。

冬季の1月～2月にかけての表層塩分は平年に比べてやや低めで経過し、3月は平年並みとなった。

1月の塩分は34.3～34.4台であり、平年に比べてやや低めであり、偏差は-0.19～-0.04(平均-0.10)であった。

2月の塩分は34.5台で平年に比べかなり低めであり、偏差は-0.25～-0.07(平均-0.17)であった。3月の表層塩分は34.4～34.5台であり、平年に比べやや低めで偏差は-0.18～0.07(平均-0.12)であった。

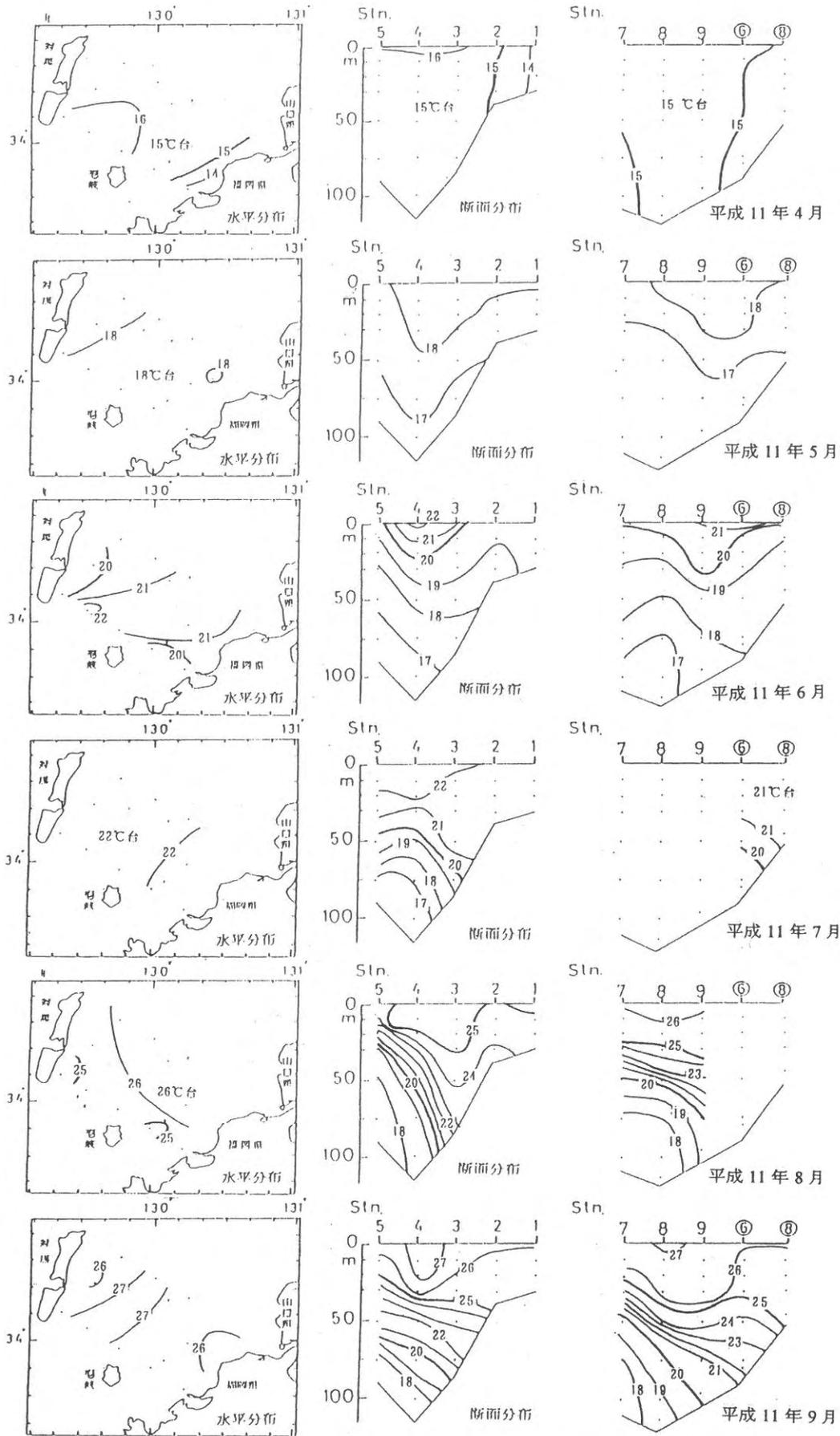


図2 水温断面分布図（厳原～玄界島間）

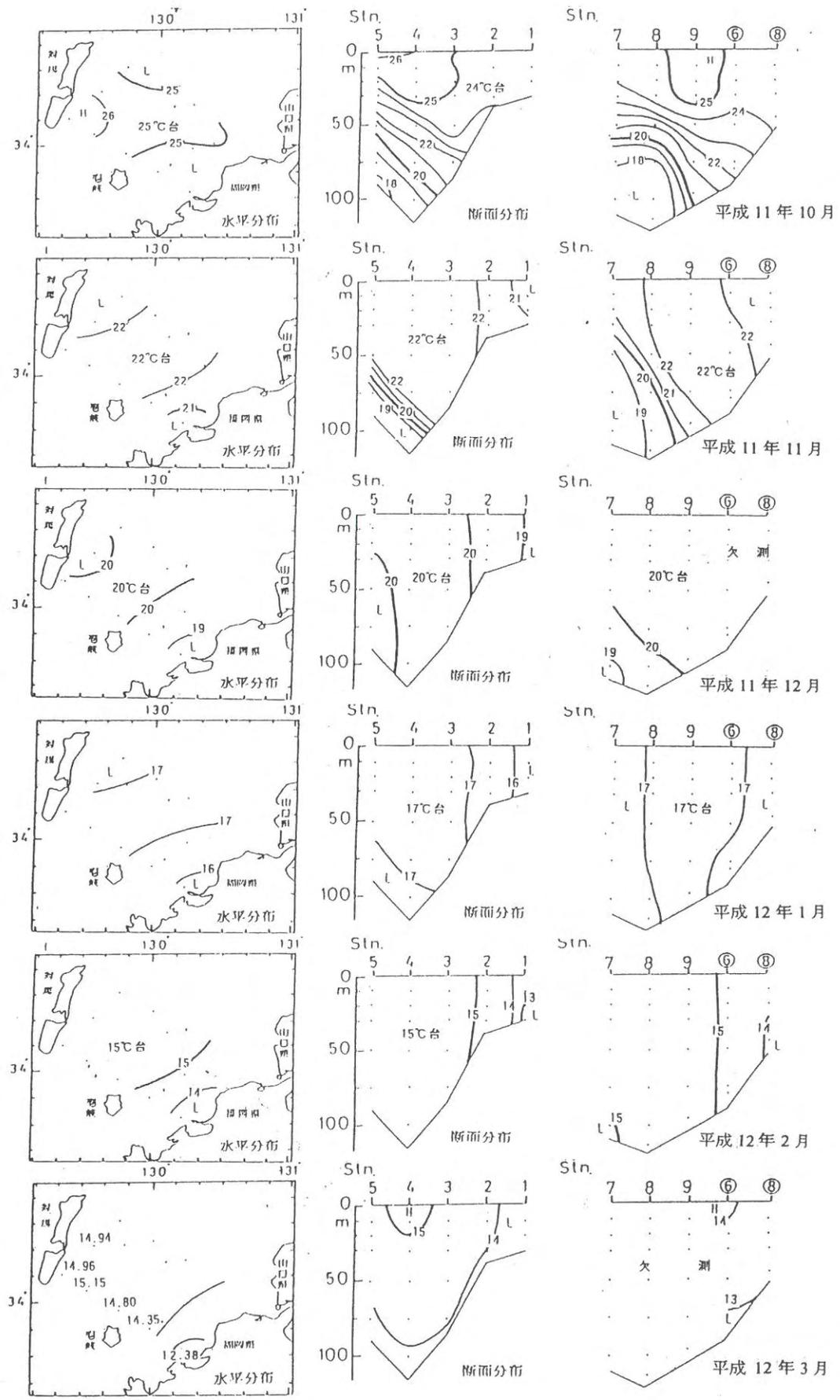


図3 水温断面分布図(比田勝~白島間)

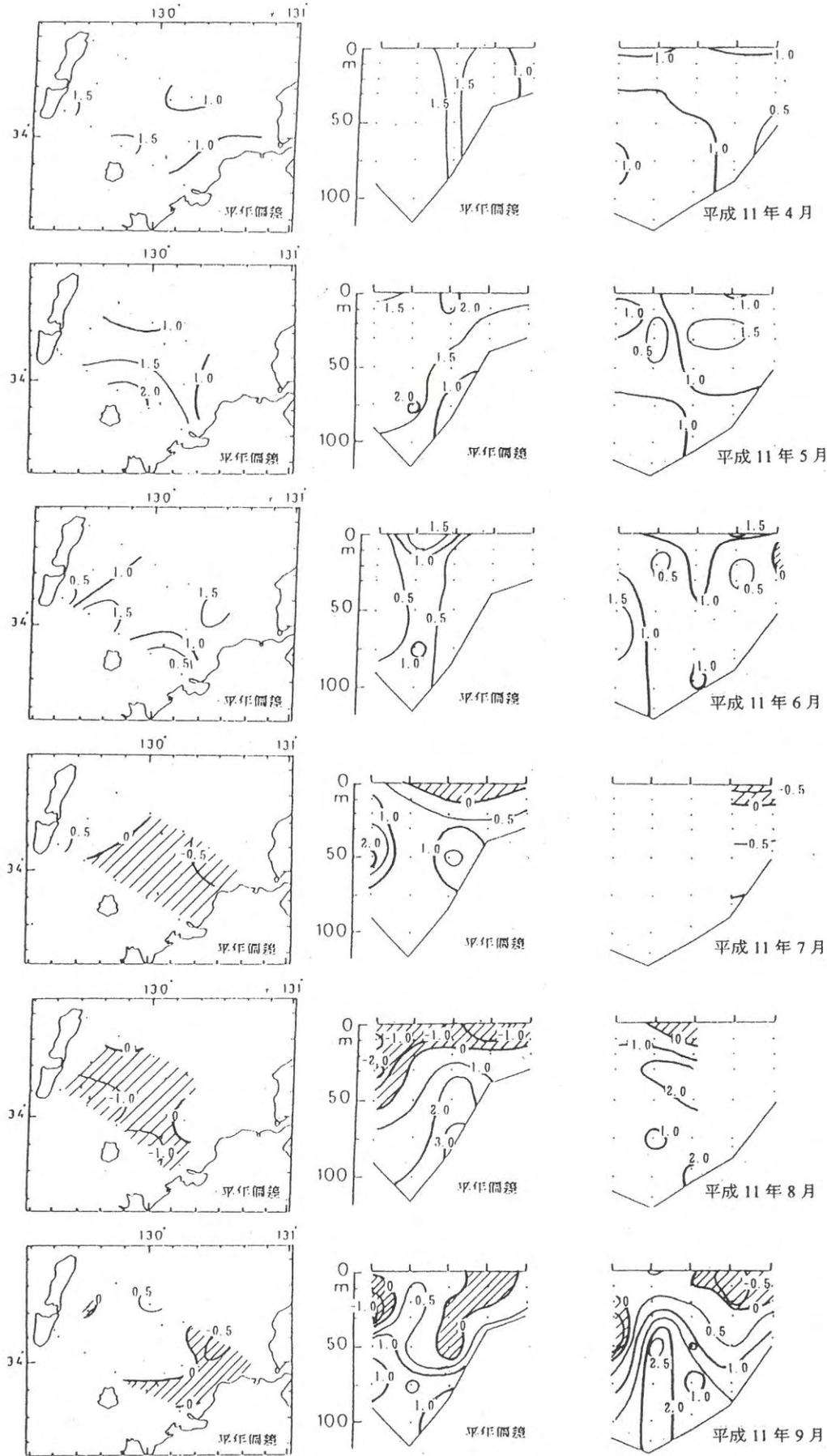


図4 水温平均偏差図 (厳原～玄界島間, 平均値: 昭和36年～平成2年)

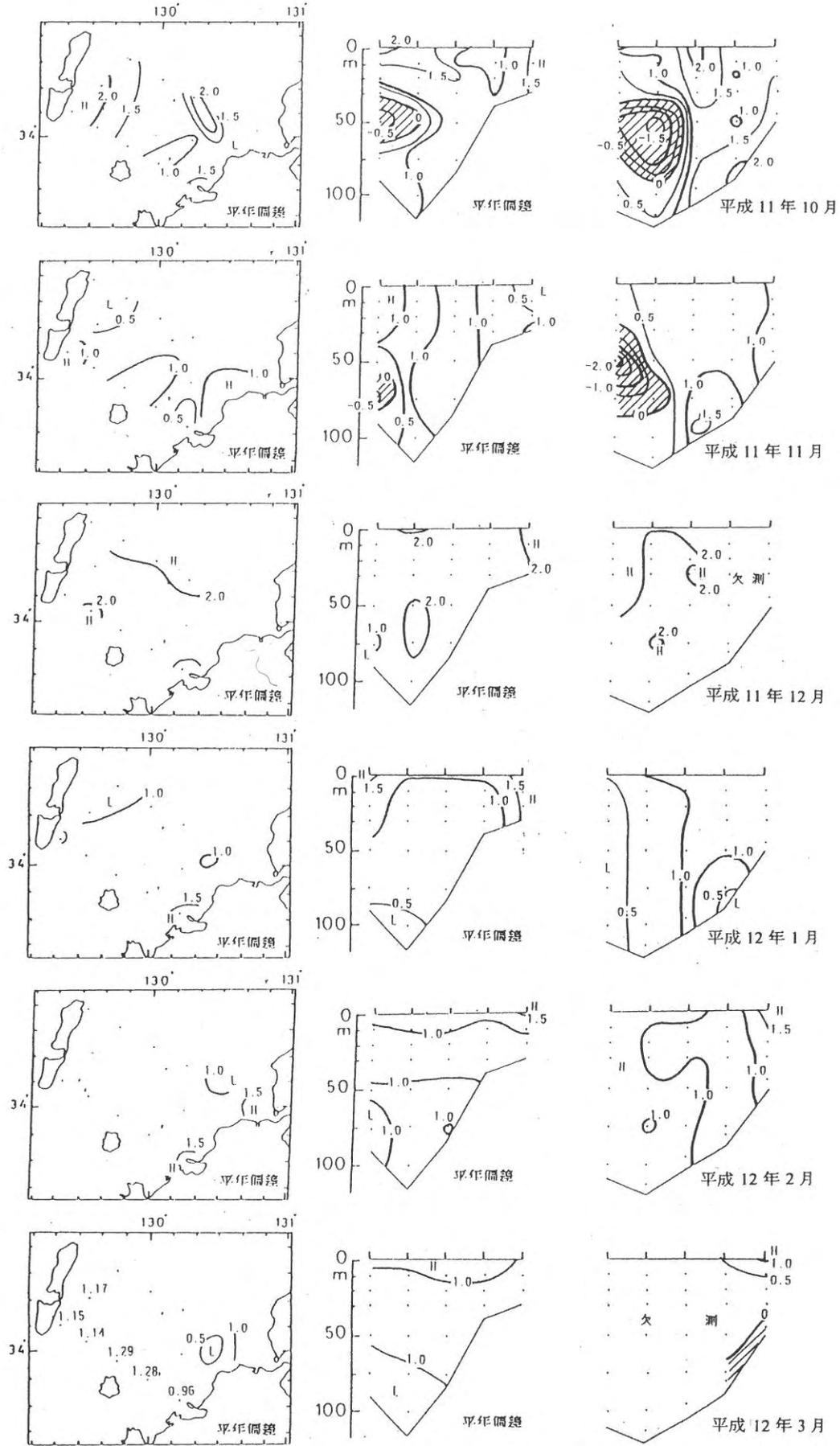


図5 水温年平均偏差図 (比田勝~白島間, 平年値: 昭和36年~平成2年)

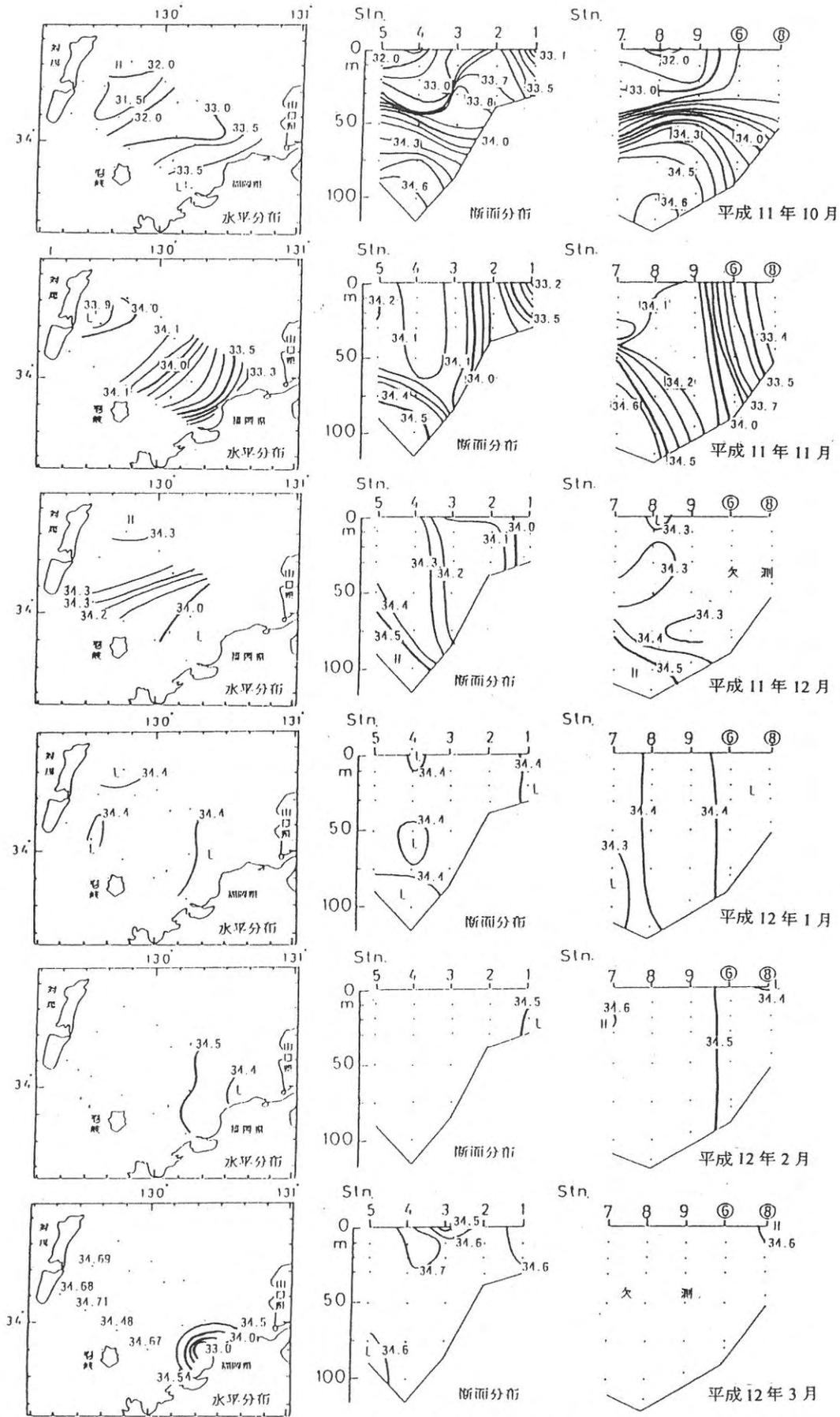


図6 塩断面分布図(厳原～玄界島間)

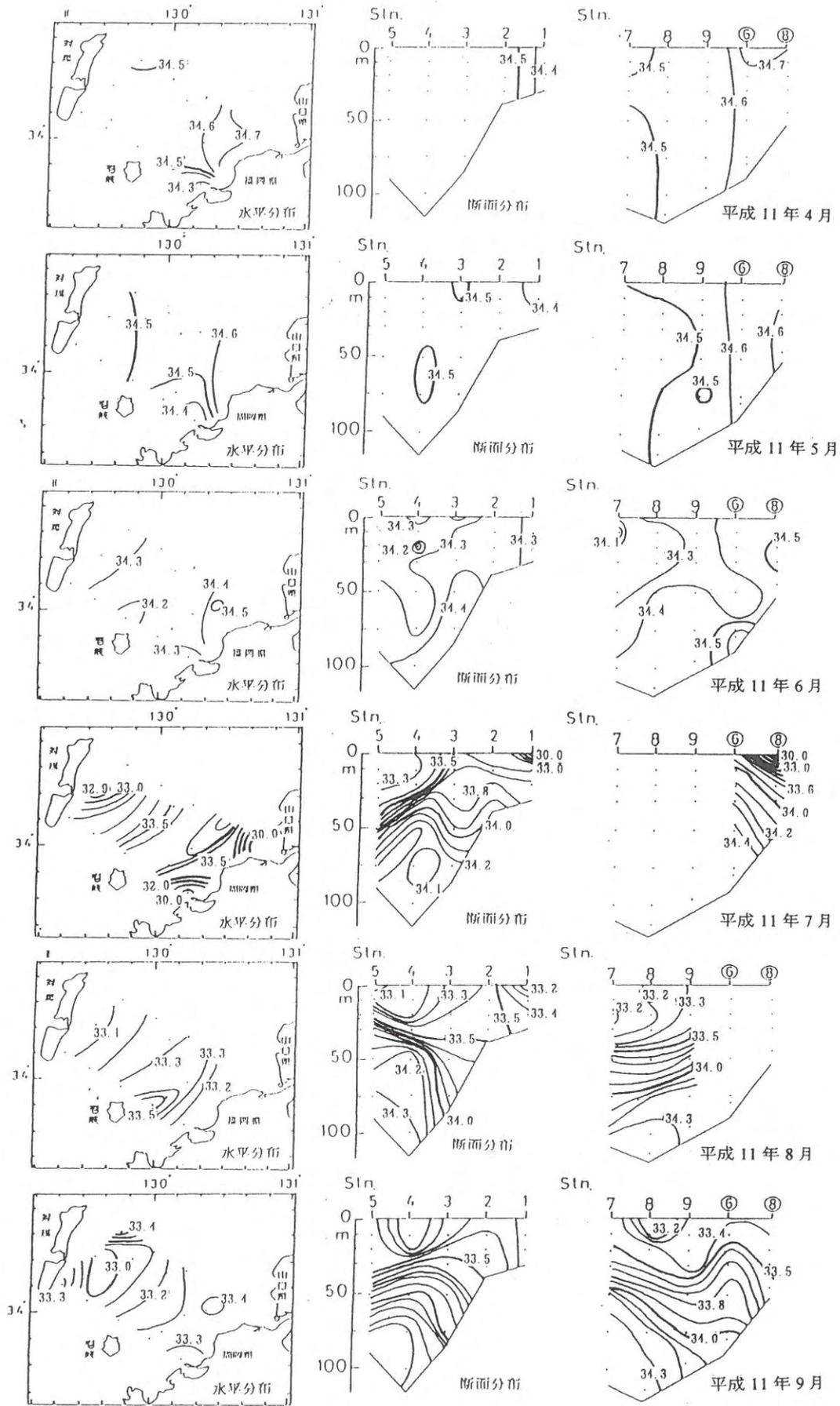


図7 塩分断面分布図 (比田勝~白島間)

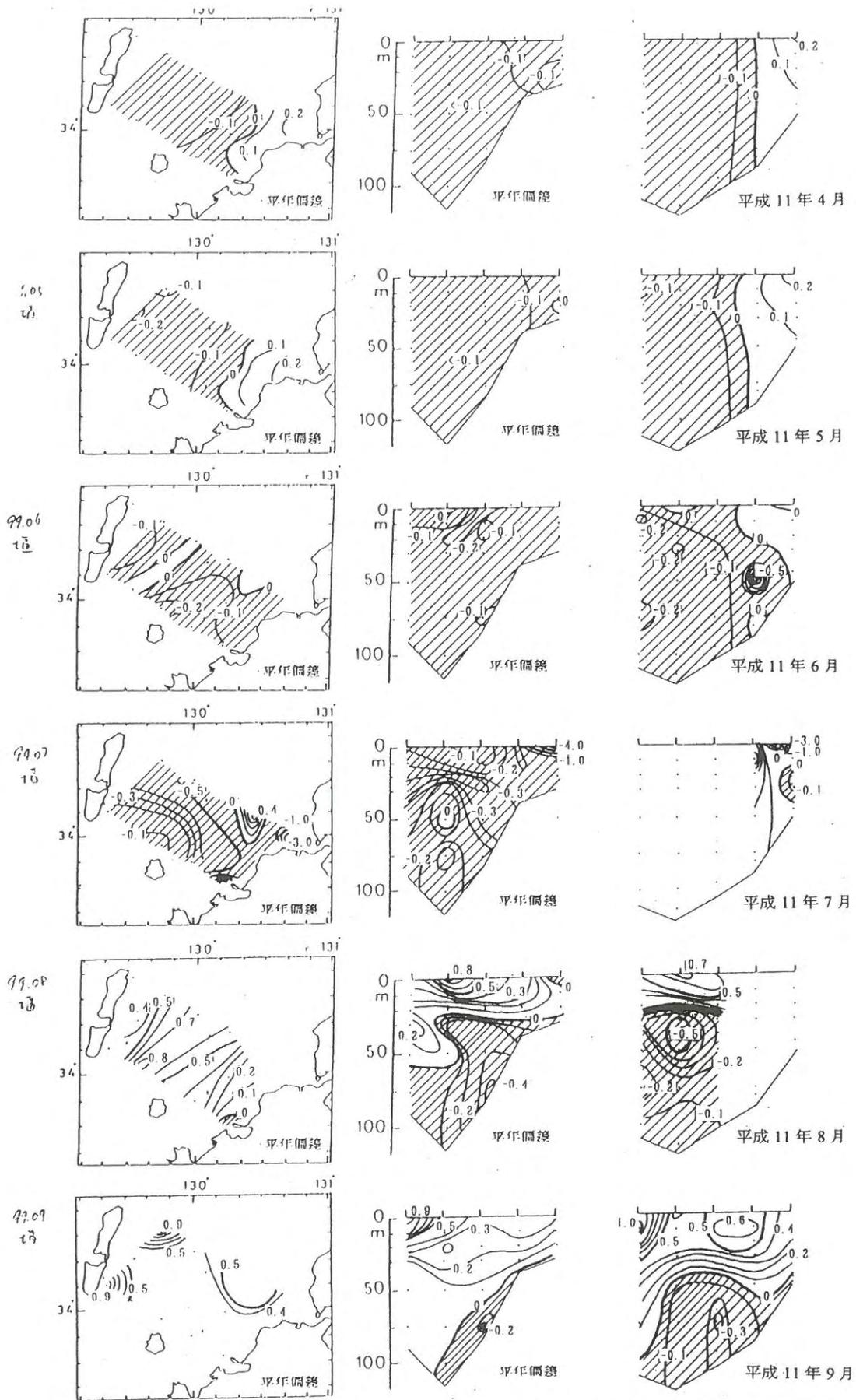


図8 塩分年平均偏差図 (厳原～玄界島間、平年値：昭和36年～平成2年)

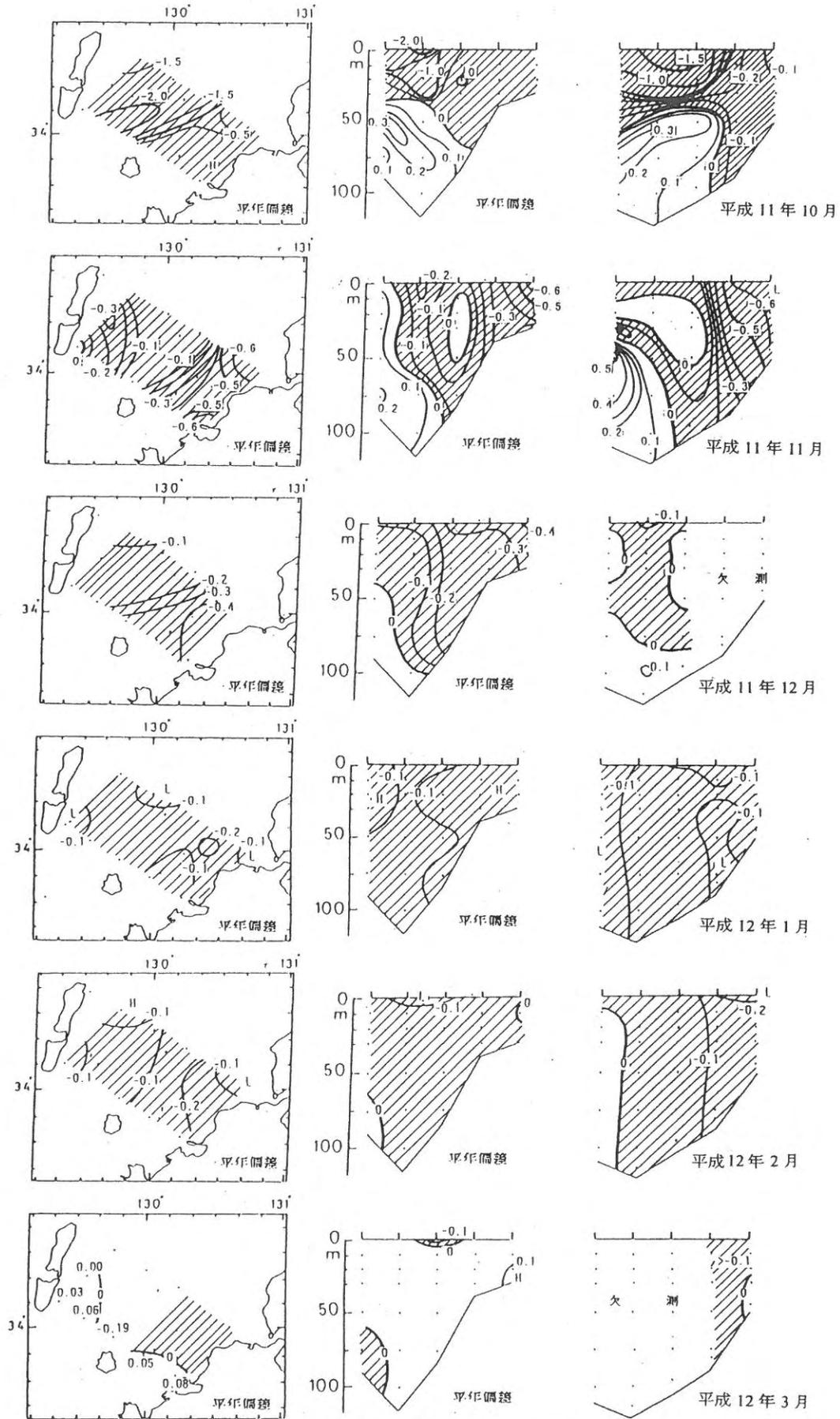


図9 塩分平年偏差図 (比田勝~白島間, 平年値: 昭和36年~平成2年)

# 我が国周辺漁業資源調査

## (5) 沖合定線調査

吉田 幹英・篠原 満寿美・杉野 浩二郎

本調査は、我が国周辺の漁業資源の適切な保存及び合理的・持続的な利用を図るため、対馬暖流域における餌料生物と漁場環境に関する情報を定期的に、あるいは重点的に把握して、主要資源の回遊と資源変動とに密接に関わる環境条件を解明するための基礎資料を得ることを目的とする。

### 方 法

観測は、原則として4、8、11、3月の各月の上旬に図1に示す対馬東水道から西水道にかけての13定点で実施した。観測内容は、一般気象、透明度、水色、水深、各層(0,10,20,30,50,75,100,150,200,bm)の水温、塩分である。調査測線の流向・流速は古野電気社製 ADCPにより行った。

### 結 果

#### 1) 水温の季節変化

対馬東水道から西水道にかけての沖の島～比田勝間(Stn.9～13)と玄界島～厳原(Stn.1～5)における水温断面分布を図2に、水温水平分布を図3に示した。

4月の表層水温は13～16℃台であった。表層水温の水平分布は対馬暖流域のStn.3～厳原近傍のStn.5にかけて16℃台と水温が高め傾向で、沿岸域の玄界島近くのStn.1では13℃台と最も水温が低く、他の調査点では

15℃台であり、対馬暖流域に高く、沿岸部で低い傾向にあった。底層水温は13～15℃台であり、底層水温の水平分布は沿岸部寄りのStn.1で13℃台、Stn.2で14℃台と低く、水深が最も深い西水道のStn.13で13℃台と低めであった。

8月の表層水温は24～26℃台であった。表層水温の水平分布は東側の調査測線である比田勝沖のStn.11～白島周辺のStn.9,10にかけて26℃台と高めの傾向であり、壱岐水道のStn.3で22℃台と最も低く、西水道のStn.12,13は24℃台であった。底層水温は6～24℃台であり、西水道のStn.13は底層(水深210m)で6℃台、中層の水深100mで15℃台、150mで12℃台であり、水深150m以深の水温低下が著しかった。沿岸域では玄界島沖のStn.1で24℃台、壱岐水道のStn.2で23℃台と沿岸寄りが高く、沖合部で低い傾向にあった。

11月の表層水温は20～23℃台であった。表層水温の水平分布は東水道中央部のStn.3,4,5,8,9で22℃台と高く、沿岸部寄りのStn.1で20℃台、壱岐水道のStn.2で21℃台と低め傾向であり、比田勝寄りの

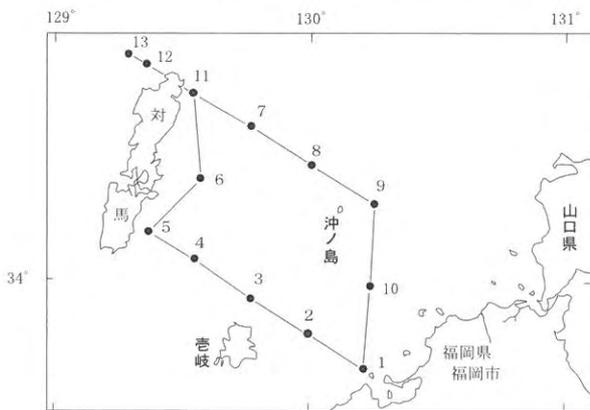


図1 観測点位置図

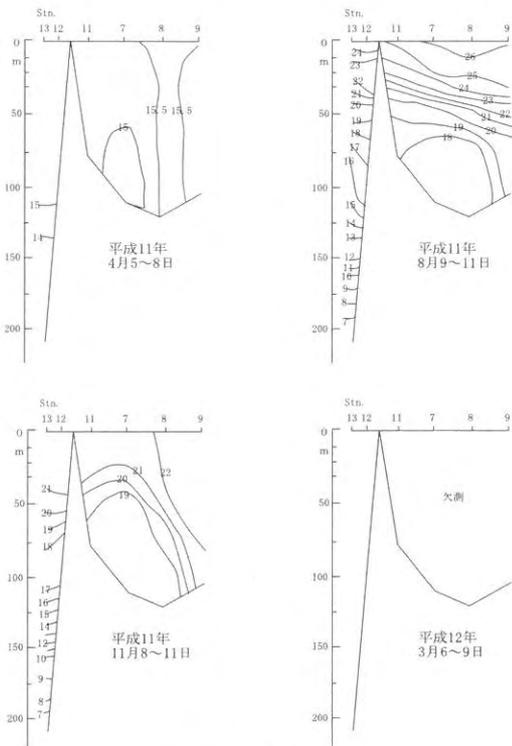


図2 水温断面分布

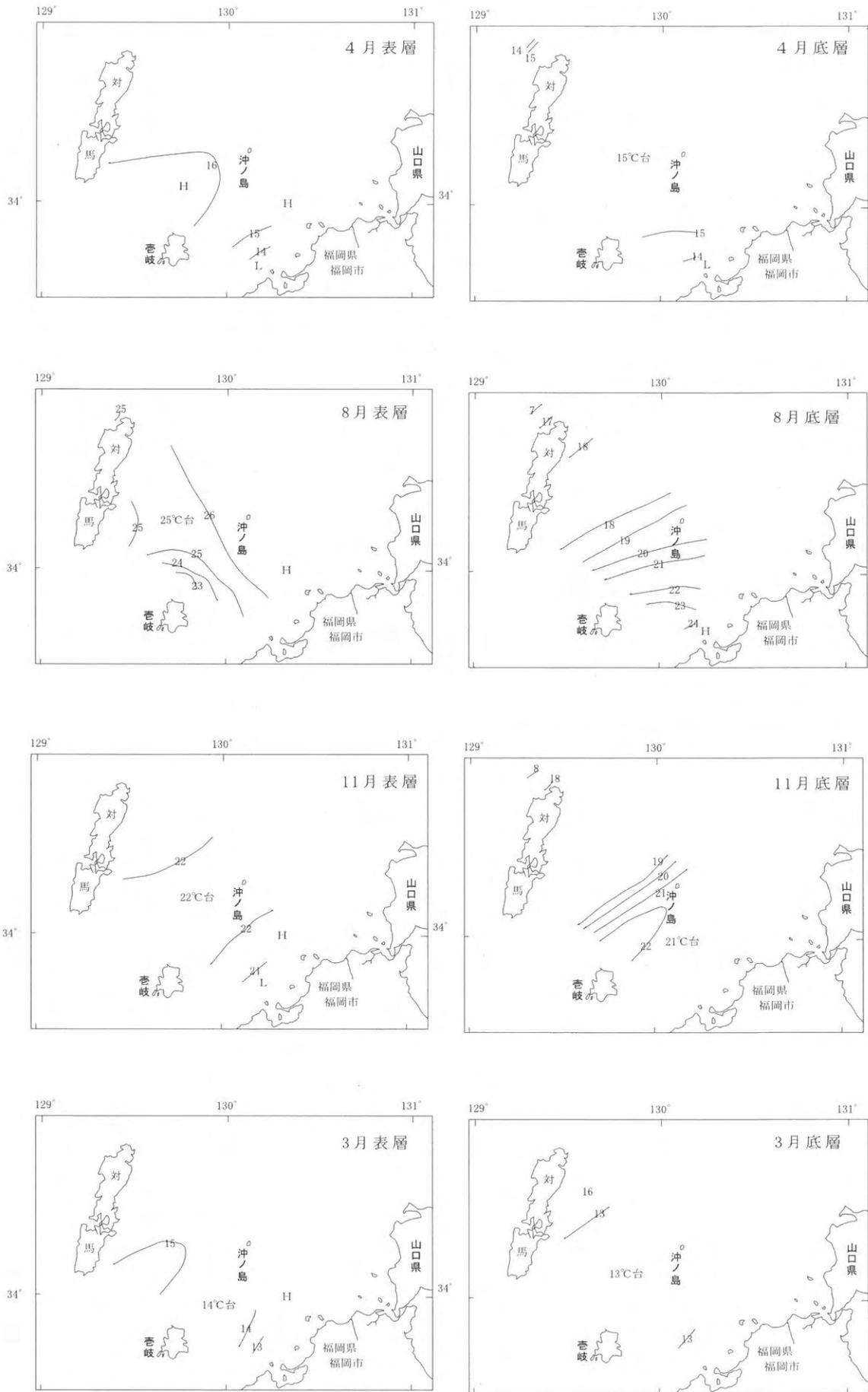


图3 水温水平分布

Stn.11からその周辺部のStn.6, 7と西水道で21℃台であった。底層水温は7~22℃であった。底層水温の水平分布は、西水道のStn.13では中層の100mで17℃台、150mで11℃台であり、150m以深での水温低下が著しく、成層が形成されていた。沿岸部では表層水温と底層水温の温度差が小さく、鉛直混合が活発に行われていた。

3月は13調査点の内7点の観測を行ったが、西水道のStn.12, 13及び比田勝~白島にかけてのStn.7, 8, 9, 10は欠測となった。

3月の表層水温は12~15℃台であった。表層水温の水平分布は対馬暖流域のStn.4で15℃台と最も高く、沿岸部寄り玄界島沖のStn.1で12℃台と最も低い傾向にあった。

底層水温は12~14℃台であった。底層水温の水平分布は対馬比田勝沖のStn.11で14℃台と最も低く、その他のStn.2, 3, 4, 5では13℃台であった。

## 2) 塩分の季節変化

対馬東水道から西水道にかけての沖の島~比田勝間(Stn.9~13)と玄界島~厳原(Stn.1~5)における塩分断面分布を図4に、塩分水平分布を図5に示した。

4月の表層塩分は34.3台~34.6台であった。表層塩分の水平分布は小呂島沖のStn.10で34.6台と高め傾向であり、沿岸域の玄界島沖のStn.1で34.3台と低め傾向であり、その他の調査点では34.4~34.5台であり沖合

部では、ほぼ同様の分布傾向であった。底層塩分は34.3~34.5台であった。玄界島沖のStn.1で34.3台、対馬西水道のStn.13で34.3台とやや低めであった他は、ほぼ同様の分布傾向であった。

8月の表層塩分は32.6台~33.5台で全域的に低め傾向であった。表層塩分の水平分布は、対馬西水道のStn.12で32.8台、Stn.13で32.6台と低めであった。底層塩分は、33.4台~34.3台であり、沿岸部のStn.1で33.4台と最も低く、沖合部では34以上であった。

11月の表層塩分は33.1台~34.1台であり、水平分布では沿岸部寄り玄界島沖合Stn.1で33.1台と最も低く、壱岐水道のStn.2~小呂島沖のStn.10まで34以下の低塩分であった。沖合部では、概ね34.0以上であったが、対馬寄りのStn.6では33.8台とやや低め傾向であった。底層塩分は33.6台~34.6台であり、玄界島沖のStn.1では33.6台と低めであり、沿岸部で低め、沖合部では34以上であった。

福岡湾寄りのStn.1, 2で33.8台と低めであった。3月の表層塩分は34.4台~34.7台であり、壱岐水道東側のStn.3で34.5以下であったが、他の調査点では34.5以上であった。底層塩分は34.5台~34.6台であり、ほぼ同様の分布傾向であった。

## 3) ADCPによる流向・流速の観測

ADCPによる対馬東水道から西水道にかけての水深5m層の流向、流速のベクトル図を図6に示した。

4月の流向は、対馬北端寄りで東向きの流れがみられたが、全般的に北東に向かう流れが卓越し、流速は壱岐水道から厳原沖にかけての海域で1.3~1.4ノットで強く、他の海域は0.5ノット前後であった。

8月の流向は、全般的に北東流が卓越していたが、厳原沖では南南西の流れがみられた。流速は対馬西水道域で2.0ノットと強く、他の調査点は概ね0.5~1.0ノットであった。

11月の流向は、対馬周辺海域の厳原島~比田勝沖、および比田勝の東側海域で南への流れであったが、全般的には北東流が卓越していた。流速は対馬西水道で1.4~1.0ノットと比較的強い流速であった。

3月の流向は、比田勝沖で南向きの流れが卓越していたが、全般的には北東流が卓越していた。流速は、対馬暖流域で0.8~1.5ノットと比較的強い流れであった。

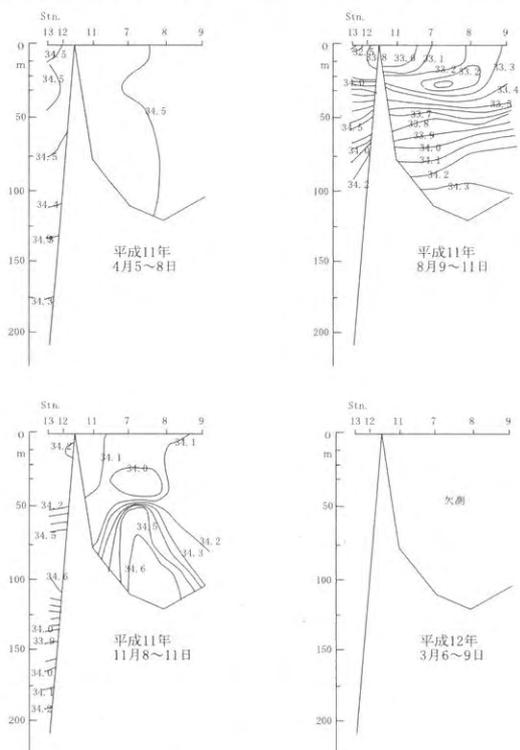


図4 塩分断面分布

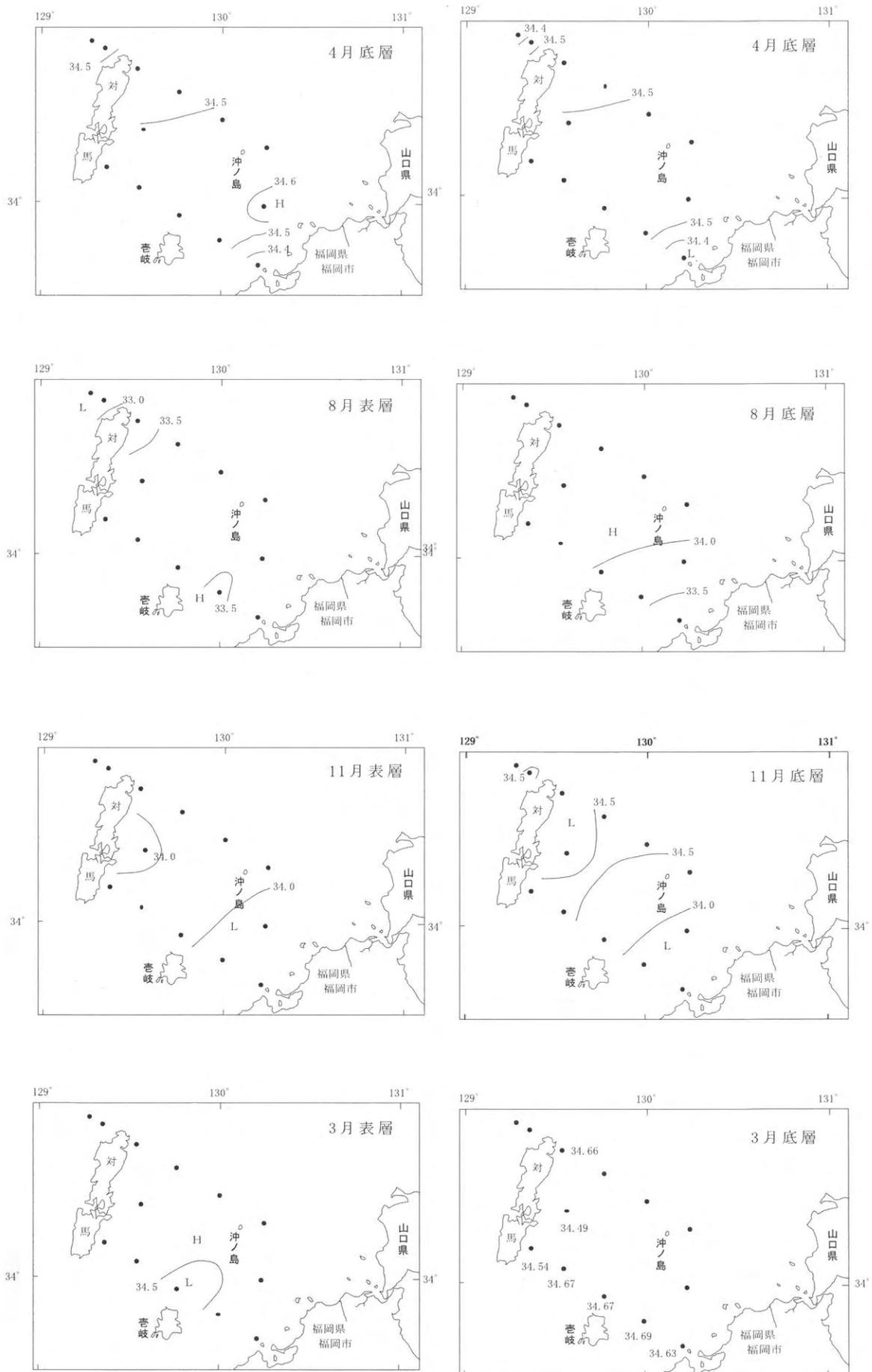


图5 塩分水平分布

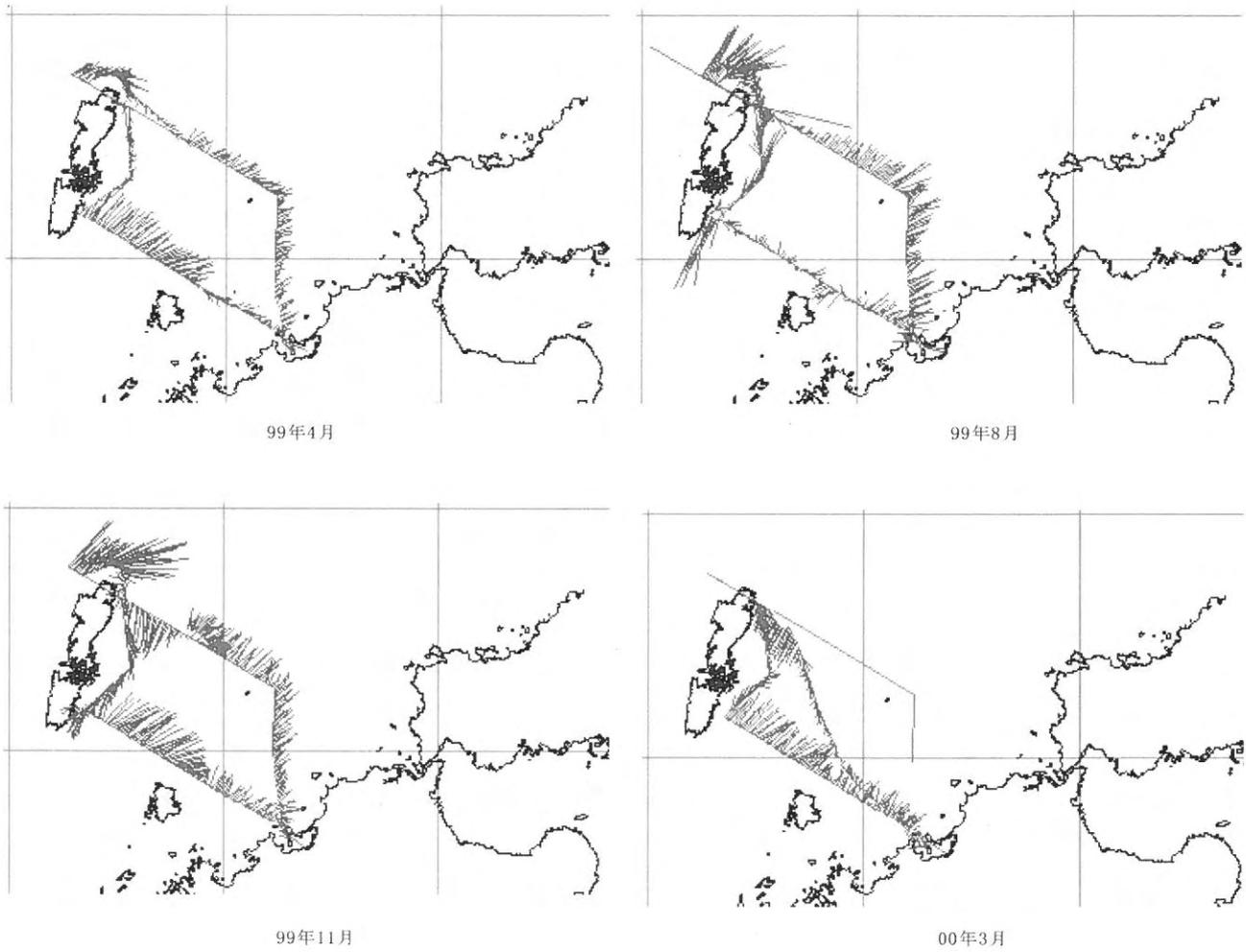


図6 ADCPによる流向・流速の測定結果(5m層)

# 漁場生産力モデル開発基礎調査

## (1) 沿岸調査

吉田 幹英・杉野 浩二郎・篠原 満寿美

玄界灘沿岸域の漁場生産力モデルを構築するため、そこでの低次生産過程に関する調査を行った。

## 調査結果

### 調査方法

調査月日と調査内容を表1に、調査海域と調査点を図1に示す。

表1 調査月日と調査内容

調査日	平成11年5月26～27日 平成11年8月26～27日 平成12年3月14～15日
調査項目	水温、塩分、透明度、光量子量、栄養塩類 クロロフィルa、植物プランクトン、動物プランクトン
観測層	水温、塩分、光量子量：0.5m間隔 植物プランクトン：水深20mからの鉛直曳き 動物プランクトン：底層からの鉛直曳き その他の項目： Stn.0：表層，10m，底層 Stn.1：表層，20m，40m，60m，底層 Stn.2～4：表層，20m，40m，底層 Stn.5～7：表層，10m，20m，底層

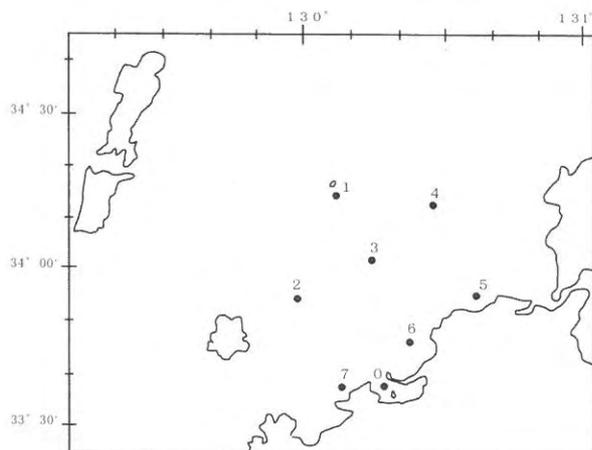


図1 調査定點

### (1)水温の分布

調査毎の表層水温の水平分布を図2に示す。表層水温は5月は福岡湾内の調査点で高めであったが、沿岸部で低く、沖合部で高い傾向にあった。8月は5月とは逆に沿岸部で高く、3月は沖合で高めの傾向となった。底層水温は5月水温差が小さく、8月は沿岸部で水温が高めであり、水温成層が形成され、鉛直的な水温差が大きくなった。

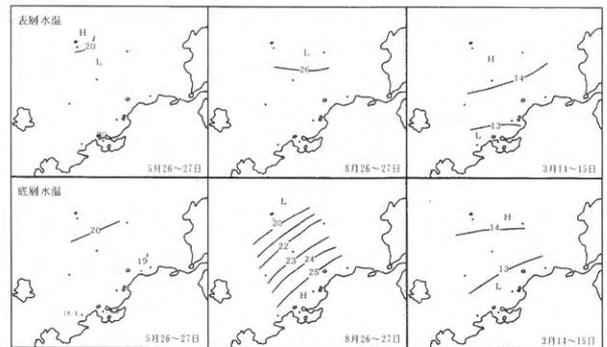


図2 水温の季節変化

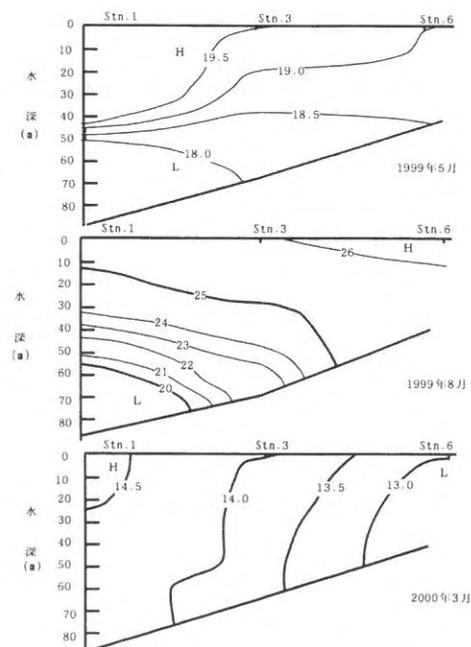


図3 水温の岸沖方向での断面分布

Stn.1, 3,6岸沖方向での水温の鉛直断面を図3に示した。5月, 8月には水温成層が形成され, 5月に比べ8月には成層強度はさらに強くなり, 水深の深い沖合域でその傾向が顕著であった。3月には成層がみられなくなり, 表層から底層にかけてほぼ同様の分布傾向であった。

### (2)塩分の分布

調査毎の表層塩分の水平分布を図4に示す。表層塩分は5月, 3月は福岡湾内で低いが, 他の調査点ではほぼ同様の分布傾向であった。8月は全域的に34以下の低塩分であり, 沿岸部と沖合部で低めであった。底層塩分は, 5月, 3月は全域的にほぼ同様の分布傾向であったが, 8月は水深が浅い沿岸部で低い傾向にあった。

Stn.1, 3,6の岸沖方向の塩分の断面分布を図5に示す。5月は表層側で低めの傾向であった。8月は水平的には沖合部で低めの傾向であり, 沖合部のStn.1では水深50m以浅で33.5以下の低塩分であった。

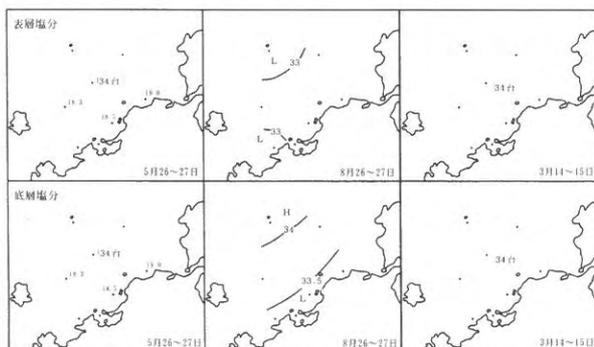


図4 塩分の季節変化

### (3)栄養塩類とクロロフィル-aの分布

調査毎のDINの水平分布を図6に示す。表層DINは5, 8, 3月とも福岡湾内は外海に比べて高めの傾向であり, 5, 8月は福岡湾以外の調査点で低めの傾向であり, 3月

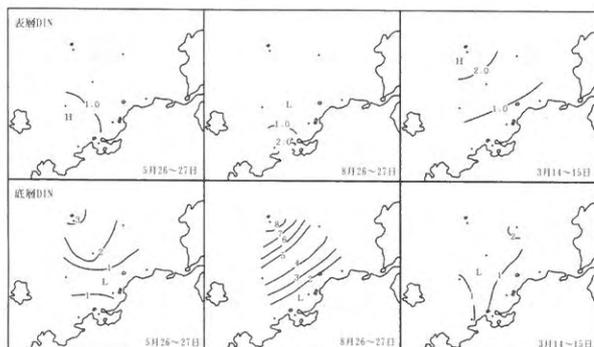


図5 DINの季節変化 ( $\mu\text{M}$ )

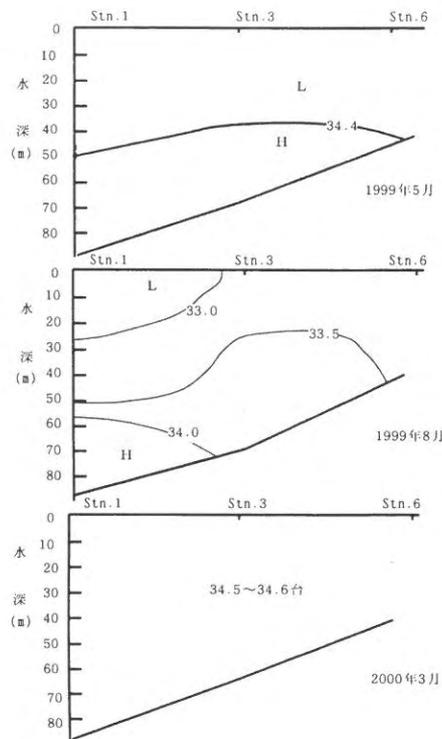


図6 塩分の岸沖方向での断面分布

は沿岸部に比べ沖合部で高くなっていた。底層DINは5月は沖合で高めで, 沿岸で低め傾向であり, 8月になると, さらにその傾向が強くなり, 沖合部で高くなった。3月は沖合部で低下し, 沿岸部との差が小さくなった。

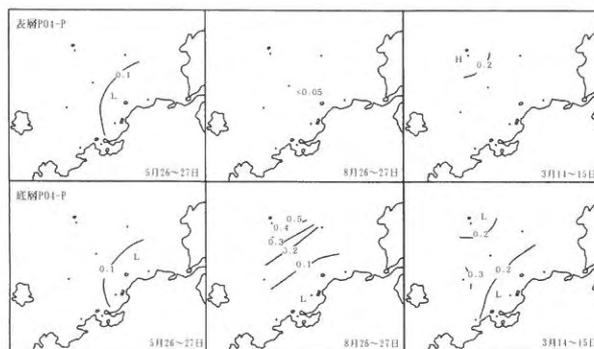


図7  $\text{PO}_4\text{-P}$ の季節変化 ( $\mu\text{M}$ )

調査毎の $\text{PO}_4\text{-P}$ の水平分布を図7に示す。表層 $\text{PO}_4\text{-P}$ は5, 8月は全域で低め傾向であり, 3月は沖合でやや高めであった。底層 $\text{PO}_4\text{-P}$ は, 5, 3月は全域ではほぼ同様の分布傾向であったが, 8月は沖合で高く沿岸で低めの傾向であった。

調査毎のクロロフィル-aの水平分布を図8に示す。

表層のクロロフィル-aは福岡湾内では, 各月とも高めの傾向であり, 5月は沿岸域で高く, 他は全域的に低め

でほぼ同様の分布傾向であった。8月は全域的に低めであり、3月は上昇がみられ、沖合部でやや高めの傾向であった。底層のクロロフィル-aは5月は表層と同様低めの傾向であり、8月は沿岸部に高く、沖合部に低い傾向にあった。3月は沖合部で高めの傾向であった。

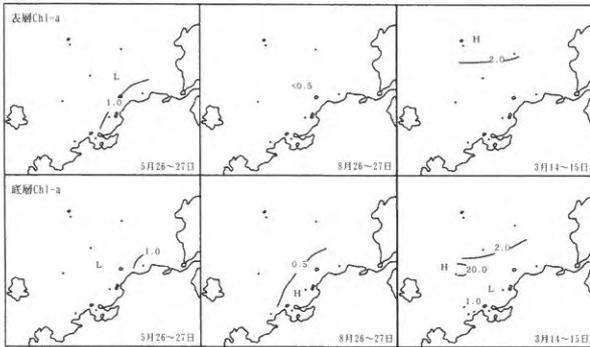


図8 クロフィル-aの季節変化(µg/l)

#### (4)動物プランクトン

個体密度は197~2,918個体/m<sup>3</sup>の範囲であり、5月、3月に個体密度が高い傾向にあった。

主要な出現種は、枝角類の*Penilia avirostris*, *Evadne tergestina*, 尾虫類の*Fritillaria pellucida*, 矢虫類の*Sagitta enflata*, 橈脚類の*Calanus*属のCopepodite期幼生、幼生類の*Ophioplutus larva*であった。

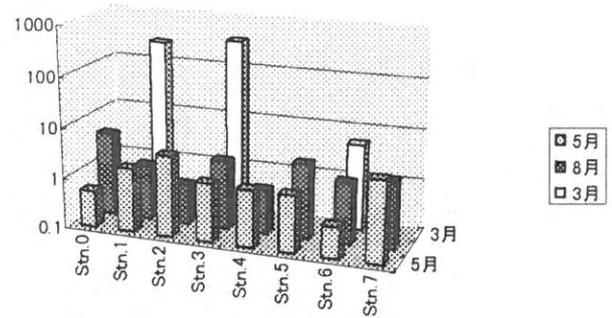


図9 動物プランクトンの沈澱量

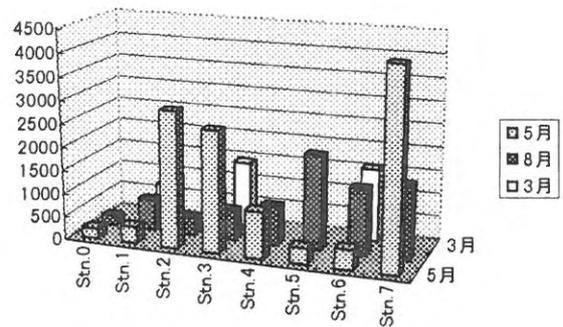


図10 動物プランクトンの個体数

表3 動物プランクトンの主要出現種

## 個体数組成が1%を超える種類

種名	測点	99年5月		99年8月		00年3月	
		個体数	組成(%)	個体数	組成(%)	個体数	組成(%)
ヒドロ虫類	Obelia sp.	0	0.0	0	0.0	43	1.2
ヒドロ虫類	Hydroida	0	0.0	78	1.0	0	0.0
ヒドロ虫類	Muggiaea sp.	38	0.3	3	0.0	94	2.5
ヒドロ虫類	Siphonophora	27	0.2	29	0.4	299	8.1
矢虫類	Sagitta enflata	2	0.0	921	12.0	0	0.0
矢虫類	Sagitta nagae	147	1.2	10	0.1	0	0.0
矢虫類	Sagitta spp. (juvenile)	84	0.7	191	2.5	11	0.3
枝角類	Evadne tergestina	1852	15.3	151	2.0	0	0.0
枝角類	Penilia avirostris	4295	35.6	908	11.8	0	0.0
橈脚類	Calanus sinicus	53	0.4	7	0.1	395	10.7
橈脚類	Eucalanus subtenuis	0	0.0	93	1.2	0	0.0
橈脚類	Paracalanus aculeatus	43	0.4	168	2.2	0	0.0
橈脚類	Paracalanus parvus	104	0.9	12	0.2	180	4.9
橈脚類	Clausocalanus spp.	23	0.2	83	1.1	57	1.5
橈脚類	Ctenocalanus vanus	157	1.3	3	0.0	0	0.0
橈脚類	Centropages furcatus	0	0.0	175	2.3	0	0.0
橈脚類	Acartia danae	0	0.0	81	1.1	0	0.0
橈脚類	Acartia omorii	140	1.2	0	0.0	106	2.9
橈脚類	Acartia spp.	0	0.0	95	1.2	0	0.0
橈脚類	Oithona plumifera	371	3.1	109	1.4	227	6.1
橈脚類	Oncaea venusta	138	1.1	74	1.0	98	2.6
橈脚類	Oncaea spp.	12	0.1	0	0.0	59	1.6
橈脚類	Corycaeus affinis	587	4.9	31	0.4	13	0.4
橈脚類	Corycaeus spp.	0	0.0	89	1.2	0	0.0
橈脚類	Copepodite of Calanus	62	0.5	62	0.8	903	24.4
橈脚類	Copepodite of Eucalanus	25	0.2	334	4.3	0	0.0
橈脚類	Copepodite of Centropages	0	0.0	80	1.0	0	0.0
橈脚類	Copepodite of Candacia	8	0.1	15	0.2	59	1.6
橈脚類	Copepodite of Oithona	153	1.3	0	0.0	256	6.9
長尾類	Lucifer spp.	6	0.0	208	2.7	0	0.0
尾虫類	Fritillaria pellucida	1790	14.8	333	4.3	0	0.0
尾虫類	Oikopleura longicauda	34	0.3	80	1.0	0	0.0
尾虫類	Oikopleura spp.	169	1.4	109	1.4	193	5.2
サルバ類	Doliolum spp.	46	0.4	75	1.0	54	1.5
幼生類	Polychaeta larva	70	0.6	82	1.1	75	2.0
幼生類	Gastropoda larva	36	0.3	74	1.0	11	0.3
幼生類	Nauplius of Balanomorpha	138	1.1	98	1.3	0	0.0
幼生類	Calyptopis of Euphausiacea	0	0.0	10	0.1	53	1.4
幼生類	Zoea of Lucifer	18	0.1	291	3.8	0	0.0
幼生類	Mysis of Lucifer	16	0.1	299	3.9	0	0.0
幼生類	Zoea of Anomura	13	0.1	123	1.6	13	0.4
幼生類	Zoea of Brachyura	16	0.1	102	1.3	0	0.0
幼生類	Ophiopluteus larva	679	5.6	490	6.4	136	3.7
幼生類	Brachiopoda larva	0	0.0	96	1.2	0	0.0
介形類	Conchoecia spp.					80	2.2

# 漁場生産力モデル開発基礎調査

## (2) 沖合調査

吉田 幹英・秋元 聡・杉野 浩二郎・篠原 満壽美

### 1. 目的

我が国周辺水域の合理的かつ効率的な利用の推進に資するため、九州周辺における代表的漁場をモデル海域として、漁場の有する生産力及びメカニズムの把握並びにモデル化を行うために必要な基礎資料を整備することを目的とする。なお、本調査は全国6海域で実施されている。

### 2. 調査対象海域、対象魚種及び調査実施機関

表1に示すように3海域、2魚種、4機関となっている。

表1 調査対象海域、対象魚種及び調査実施機関

対象海域	対象魚種	実施機関	備考
玄界灘	カタチイワシ	福岡県	
五島灘	〃	長崎県	
薩摩海域	マアジ	鹿児島県	
		水産庁西海区水研	各海域の統括・指導

### 3. 調査期間

平成8年度～12年度(5年間)

### 4. 調査内容

#### (1) 水質、プランクトン調査

図1に示す5定点において年5回(5, 8, 11, 2, 3月)の観測を行い、海況、栄養塩類、プランクトンを測定した。

植物プランクトンは、北原式定量ネット(網目:XX13)

を用い水深20mからの鉛直曳き、動物プランクトンはノルパックネット(網目:GG54)による底層から表層までの鉛直曳きにより採集した。

#### (2) カタクチイワシ胃内容物調査

6, 8, 9, 10, 1, 2月に福岡湾口周辺においてあぐり網漁業によって採集されたカタクチイワシ(体長3~13cm)の胃内容物の同定・計数を行った。

### 5. 調査結果

#### (1) 海況及び栄養塩等の鉛直分布

##### 1) 水温(図2-1)

5, 8月には成層が形成され、11月には沖合部の中層から底層にかけて成層が残っているが、沿岸部では鉛直混合により上下差がなくなった。2月には全域で鉛直混合により上下差がなくなり、沿岸部に比べ沖合部で高水温となった。3月には沿岸部は上下差がないが、沖合部では成層が形成された。

##### 2) 塩分(図2-2)

5月には沿岸側のStn.1でやや低い他は、ほぼ同様の分布であった。8月には中国長江からの大量の河川水の流出の影響で沿岸部から沖合部Stn.3の水深50m以浅で34psu以下の低塩分となった。11月には沿岸部Stn.1, 2で低塩分となり、沖合部でも水深50m以浅でやや低めであった。2月, 3月は沿岸部から沖合部にかけて全域でほぼ一様な分布となった。

##### 3) DIN(図2-3)

5月はStn.2の表層で $3\mu\text{M}$ 以上であった他は、水深75m以浅は $2\mu\text{M}$ 以下であり、底層に向かう程高い値であった。8月, 11月には沿岸部のStn.1と沖合のStn.4, 5の底層で $8\mu\text{M}$ 以上の高い値であり、底層からの顕著な供給がうかがわれた。2月, 3月は水温成層がなくなり、DINも鉛直混合により上下差が少なくなった。

##### 4) PO<sub>4</sub>-P(図2-4)

DIN同様、5月は水深75m以浅で $0.2\mu\text{M}$ 以下であり、75m以深では $0.2\mu\text{M}$ 以上となり、沖合部では底層に高い傾向にあった。8月は沿岸部のStn.1でやや高く、沖合部では底層に向かう程高い傾向であった。11月は沿

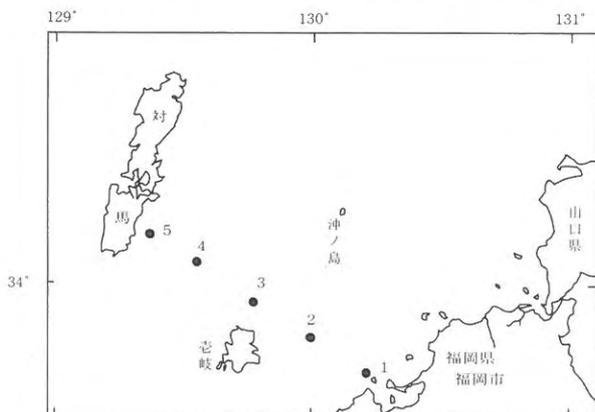


図1 調査定点

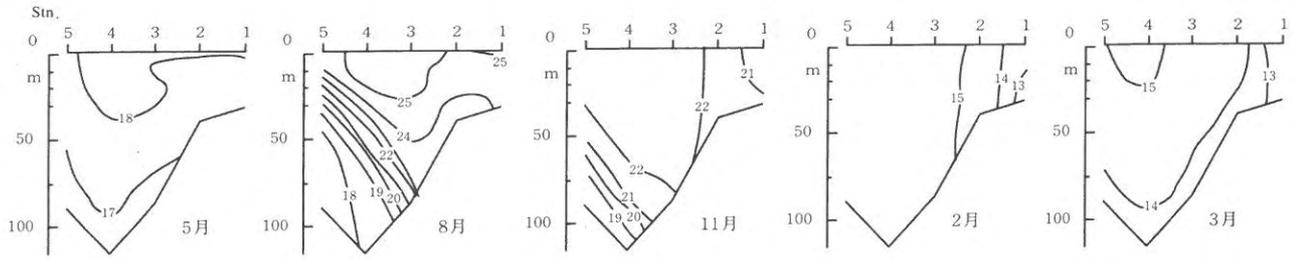


図2-1 水温の鉛直分布(°C)

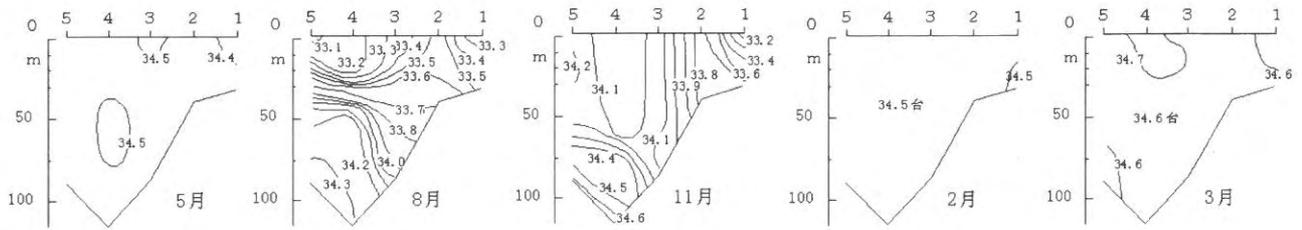


図2-2 塩分の鉛直分布

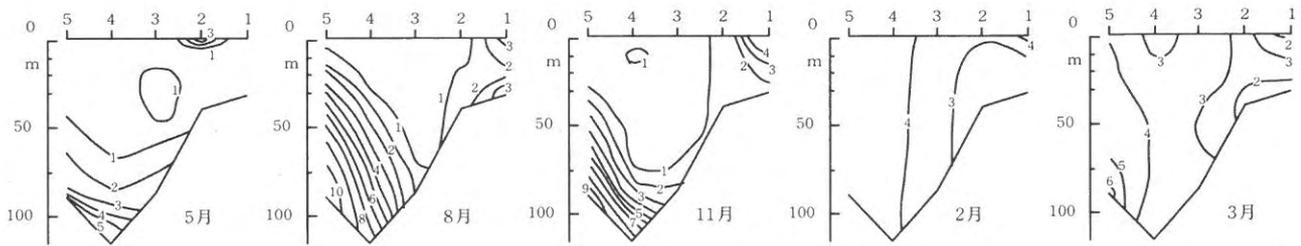


図2-3 DINの鉛直分布( $\mu\text{M}$ )

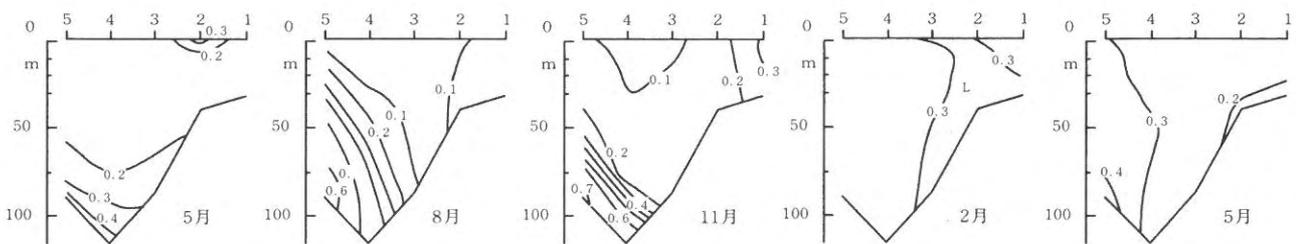


図2-4  $\text{PO}_4\text{-P}$ の鉛直分布( $\mu\text{M}$ )

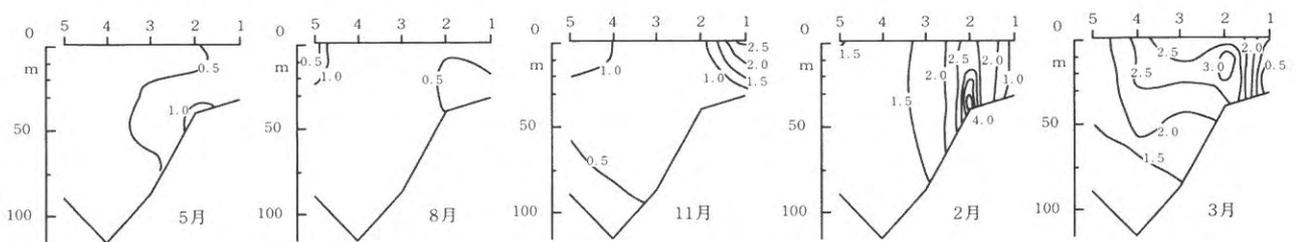


図2-5 クロフィル-aの鉛直分布( $\mu\text{g/l}$ )

岸部のStn.1, 2や沖合部のStn.3では上下差がほとんどなく、沖合部のStn.4, 5では底層に向かう程高い傾向にあり、底層からの顕著な供給がみられた。2月、3月は鉛直混合により水温成層がなくなり、PO<sub>4</sub>-Pもほぼ同様の分布傾向となった。

#### 5)クロロフィル-a(図2-5)

5月は沿岸部に高く、沖合域でやや低めであった。8月は沖合部のStn.5の20m以浅で1 μg/l以上と高い傾向にあった。11月には沿岸部のStn.1で高い傾向にあり、沖合部のStn.4, 5では底層付近で0.5 μg/l以下の低い値であった。2月は沿岸部のStn.2の底層から表層にかけて2~4

μg/l以上の高目の傾向にあった。3月もStn.2の10~20m深付近で3 μg/l以上であり、調査海域中で最も高い値であった。

#### (2)植物プランクトン(図3, 表2)

細胞密度は $5.85 \times 10^4 \sim 2.72 \times 10^7$  cells/m<sup>3</sup>の範囲であり、2月、3月に細胞密度が高かった。

主要な出現種は珪藻類の*Leptocylindrus*属、*Chaetoceros*属、*Nitzschia*属、*Skeletonema*属、*Bacteriastrium*属、*Thalassiosira*属、*Thalassiothrix*属、渦鞭毛藻類の*Noctiluca*属であった。

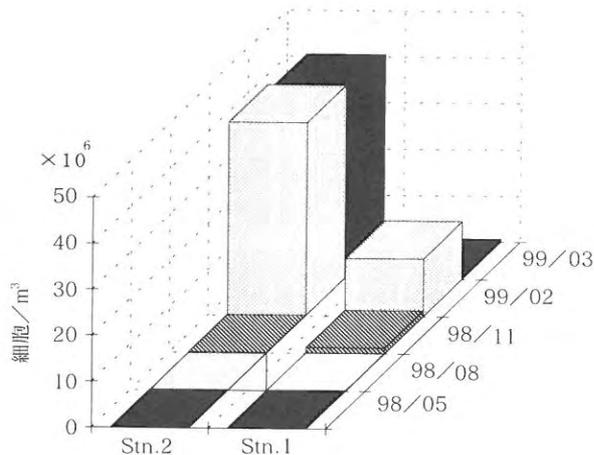


図3 植物プランクトンの細胞数

#### (3)動物プランクトン(図4, 表3)

個体密度は508~2,367個体/m<sup>3</sup>の範囲であり、8月、11月に個体密度が高い傾向にあった。

主要な出現種はヒドロ虫類*Siphonophora*、枝角類の*Evadne*属、*Penilia*属、橈脚類の*Palacalanus*属、*Acrocalanus*属、*Calanus*属のCopepodite期幼生、尾

虫類の*Oikopleura*属、幼生類の*Balanomorpha*のノープリウス期幼生、*Euphausiacea*のカリプトプス幼生であった。

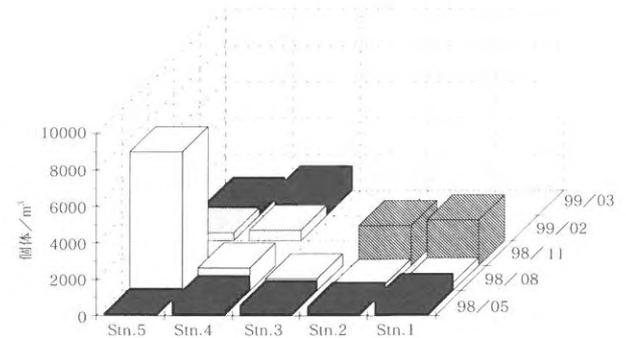


図4 動物プランクトンの個体数

#### (4)カタクチイワシの胃内容物調査(表5)

##### 1)出現種

植物プランクトンは珪藻類を主体に25種(珪藻類17種、黄色鞭毛藻類1種、渦鞭毛藻類7種)が出現した。

動物プランクトンは橈脚類を主体に44種(繊毛虫類1種、腹足類1種、二枚貝類1種、枝角類2種、介形類2種、橈脚類26種、蔓脚類2種、端脚類1種、アミ類1種、異尾類2種、短尾類2種、甲殻類3種、尾虫類1種、硬骨魚類1種)が出現した。

##### 2)出現量

採集月毎のカタクチイワシ1尾当たりの平均出現密度は、植物プランクトンが12~3,146細胞であり10月は細胞数が非常に少なく、9月は3,146細胞と最も多く、その他の月は300~600細胞台であった。

動物プランクトンは9~138個体であり、10月、1月に少なく、2月に多い傾向にあった。

表2 植物プランクトンの主要出現種  
(細胞数が全体の5%以上を占める種)

種名	調査年月	1999/05	1999/08	1999/11	2000/02	2000/03
珪藻類	<i>Leptyocylindrus danicus</i>	○				
	<i>Chaetoceros distance</i>	○				
	<i>Chaetoceros spp.</i>	○	○	○		
	<i>Nitzschia pungens</i>	○		○		
	<i>Skeletonema costatum</i>		○	○		
	<i>Bacteristrum varians</i>		○			
	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>		○			
	<i>Thalassiosira subtilis</i>			○		
	<i>Chaetoceros pseudocurvisetum</i>			○		
	<i>Chaetoceros sociale</i>				○	○
渦鞭毛藻類	<i>Noctiluca scintillans</i>	○				

表3 動物プランクトンの主要出現種  
(個体数が全体の5%以上を占める種)

種名	調査年月	1999/05	1999/08	1999/11	2000/02	2000/03
ヒドロ虫類	<i>Siphonophora</i>	○				○
枝角類	<i>Evadne nordmanni</i>	○				
枝角類	<i>Evadne tergestina</i>	○				
	<i>Penilia avirostris</i>	○	○			
サルパ類	<i>Doliolum spp.</i>	○				
橈脚類	<i>Paracalanus parvus</i>			○	○	○
	<i>Acartia omorii</i>					○
	<i>Acrocalanus spp.</i>			○	○	○
	Copepodite of <i>Calanus</i>				○	○
尾虫類	<i>Oikopleura dioica</i>					○
	<i>Oikopleura spp.</i>					○
幼生類	<i>Ophiopluteus larva</i>		○			
	Nauplius of <i>Balanomorpha</i>			○		
	<i>Calyptopsis</i> of <i>Euphausiacea</i>					○

表4 カタクチイワシの胃内容物一覧

		単位:1個体当たり平均出現数(植物:細胞数,動物:個体数)					
種名		1999年6月	1999年8月	1999年9月	1999年10月	2000年1月	2000年2月
	胃内容物湿重量(mg)	33.6	210.8	18.3	9.8	10.2	377.4
	カタクチイワシの体重(g)	2.6	13.2	1.4	0.4	1.0	16.9
	カタクチイワシの体長(mm)	57.4	105.4	47.8	38.4	45.1	120.4
	未消化物の割合(%)	68.0	66.0	73.0	87.5	79.0	58.0
植物プランクトン							
珪藻類	<i>Melosira sulcata</i>	120.0	400.0	200.0			
	<i>Skeletonema costatum</i>			1285.0		100.0	
	<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>		60.0				
	<i>Thalassiosira spp.</i>	30.0	186.7	260.0		72.0	
	<i>Coscinodiscus spp.</i>	20.0	100.0			100.0	576.0
	<i>Bacteriastrium varians</i>			40.0			
	<i>Chaetoceros didymum</i>	60.0					
	<i>Chaetoceros spp.</i>		90.0	106.7			
	<i>Biddulphia mobiliensis</i>			40.0			
	<i>Eucampia zoodiacus</i>			260.0		275.0	
	<i>Thalassionema nitzschioides</i>		100.0	1300.0	30.0	70.0	
	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>		180.0	40.0			
	<i>Navicula sp.</i>	60.0	60.0	40.0			
	<i>Diploneis sp.</i>	72.5					
	<i>Pleurosigma sp.</i>	45.0	100.0	80.0			
	<i>Nitzschia spp.</i>	46.0	240.0	520.0			
	<i>Surirella sp.</i>			40.0			
黄色鞭毛藻類	<i>Distephanus speculum</i>	30.0	80.0				
渦鞭毛藻類	<i>Prorocentrum balticum</i>	207.5	135.0	80.0		40.0	100.0
	<i>Prorocentrum dentatum</i>	192.5	60.0	50.0			
	<i>Prorocentrum minimum</i>			40.0			
	<i>Prorocentrum triestinum</i>		100.0	40.0			
	<i>Dinophysis rapa</i>	30.0					
	<i>Dinophysis rotundata</i>					20.0	
	<i>Peridinia les</i>			40.0			
	細胞数合計	530.0	640.0	3146.0	12.0	360.0	596.0
	出現種類数	12	14	16	1	7	2
動物プランクトン							
	種名						
絨毛虫類	<i>Stenosomella ventricosa</i>			1.0			
腹足類	Gastropoda larva			1.5			
二枚貝類	Umbo larva of Pelecypoda	2.5	7.5	8.6	1.0		
枝角類	<i>Evandia tergestina</i>	6.0					
	<i>Penilia avirostris</i>	52.7					
介形類	<i>Conchoecia sp.</i>		15.0				
	<i>Cypridina sp.</i>	1.0	9.0				
桡脚類	<i>Undinula vulgaris</i>		1.0				
	<i>Eucalanus sp.</i>	1.0					
	<i>Paracalanus crassirostris</i>			1.0			
	<i>Paracalanus parvus</i>		10.8			4.0	1.0
	<i>Clausocalanus pergens</i>		8.0				
	<i>Temora discaudata</i>		8.0				
	<i>Temora turbinata</i>		4.0				
	<i>Candacia sp.</i>	2.0	4.0				
	<i>Acartia sp.</i>					1.0	
	<i>Calanoida</i>	0.0	0.0	4.3	0.0	3.8	212.5
	<i>Oithona sp.</i>	6.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0
	<i>Oncaea conifera</i>			1.0		1.0	
	<i>Oncaea media</i>	1.0	3.0	1.0		4.8	1.0
	<i>Oncaea venusta</i>	3.0	20.0	0.0	0.0	4.0	1.0
	<i>Oncaea sp.</i>	0.0	9.0	0.0	0.0	2.0	9.0
	<i>Corycaeus affinis</i>	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	<i>Corycaeus sp.</i>				1.0		5.0
	<i>Euterpina acutifrons</i>	3.0	13.3	4.1	0.0	1.0	0.0
	Harpacticoida			1.0	2.0		
	Copepodite of <i>Paracalanus</i>	3.0	0.0	2.0	0.0	9.0	0.0
	Copepodite of <i>Calanoida</i>			1.0			
	Copepodite of <i>Oithona</i>			1.0			
	Copepodite of <i>Oncaea</i>			1.0			
	Copepodite of <i>Macrosetella</i>		4.0				
	Nauplius of Copepoda	3.0		1.3		1.0	
	Copepoda						6.0
蔓脚類	Nauplius of <i>Balanomorpha</i>			1.2		1.0	
	Cypris of <i>Balanomorpha</i>	4.5	4.3	1.3	4.0		
端脚類	Hyperidae						1.0
アミ類	Mysidacea	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	159.5
異尾類	Zoea of <i>Anomura</i>		4.5				
	<i>Glaucothoe</i> of <i>Anomura</i>		1.0				
短尾類	Zoea of <i>Brachyura</i>		1.0	1.0			
	<i>Megalopa</i> of <i>Brachyura</i>	0.0	10.5	0.0	0.0	0.0	3.0
甲殻類	Crustacea						13.0
尾虫類	<i>Dikopleura sp.</i>						1.0
硬骨魚類	Fish larva						27.0
	個体数合計	41.4	57.4	14.6	1.8	7.4	137.8
	出現種類数	18	24	23	13	15	17

# 有害生物（ゴミ）の防除対策調査

吉田 幹英・杉野 浩二郎・篠原 満寿美・二島 賢二

筑前海において平成元年にゴミの大量発生が確認されて以来、現在まで引き続きゴミの生息が認められている。これまでは、ゴミ分布の中心であった沖合域で操業するごち網漁業に大きな影響を及ぼしてきた。さらに、近年は沿岸域でゴミの生息量が増加しており、えびこぎ網、かご、建網等の漁業に影響を及ぼしている。

この調査はゴミの防除対策を目的として、ゴミの分布域や密度を把握するとともに、効率的な駆除技術の開発を行うものである。

## 方 法

### (1) ゴミ生息量調査

平成11年4月から7月にかけて、桁網（図1）を用いて調査を実施した。調査は、筑前海域の緯度、経度の2マイルメッシュの交点で行い、曳網速度は約2ノット、曳網時間は5分間で行った。

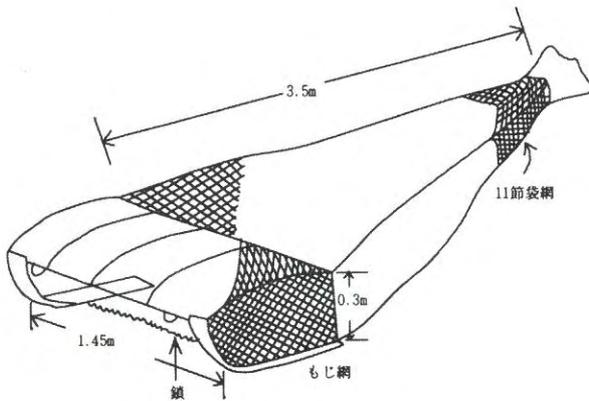


図1 ゴミ生息量調査に用いた桁網

### (2) 糸島地区・地島地区精密調査

沖合と同様の方法で、糸島地区では5月26～27日に22調査点、ゴミの夏眠開けの10月12～13日に19調査点、2月7日に17調査点で調査を実施した。地島地区では6月11日に10調査点、6月16日に5調査点の合計15調査点で調査を実施した。

## 結果及び考察

### (1) ゴミ生息量調査

調査により採集されたゴミの採集密度を示す（図2）。

沖合域での出現状況は、10年は1点のみの出現であったが本年は大島西、大島北西海域の2点、小呂島南東海域の2点の合計4点で出現が確認され、平均分布密度も22g/m<sup>2</sup>と増加した。

沿岸域での出現状況は、姫島周辺から沖合にかけての海域、糸島半島沿岸域から沖合にかけての海域、相島西側海域、地島北側海域で分布密度が500g/m<sup>2</sup>を越えており、分布密度が高い傾向にあり平均密度は68g/m<sup>2</sup>であった。

最近3ケ年の推定生息量を表1に示した。なお、推定生息量は各年の平均採集密度に調査対象海域面積を乗じ、漁獲効率を0.23として求めた。

平成11年の推定生息量は、沖合域で8千トン、沿岸域で7万7千トンの合計8万6千トンであった。最近3年間の傾向では、平成9年の16万3千トン、10年の9万1千トンと減少傾向がうかがえたが、11年は8万6千トンで前年よりやや減少がみられた。

表1 ゴミ試験操業結果（調査船実施分）

		平成9年	9/8年	平成10年	10/9年	平成11年	11/10年
合計	推定生息量(トン)	163,042	0.37	91,663.3	0.56	86,213	0.94
沖合部	推定生息量(トン)	108,007		11.3		8,412	
沿岸部	推定生息量(トン)	55,036		91,652		77,801	
沖合部	密度(g/m <sup>2</sup> )	33	0.32	0.0	0.0	22	
沿岸部	密度(g/m <sup>2</sup> )	18	0.50	123	6.8	68	0.55

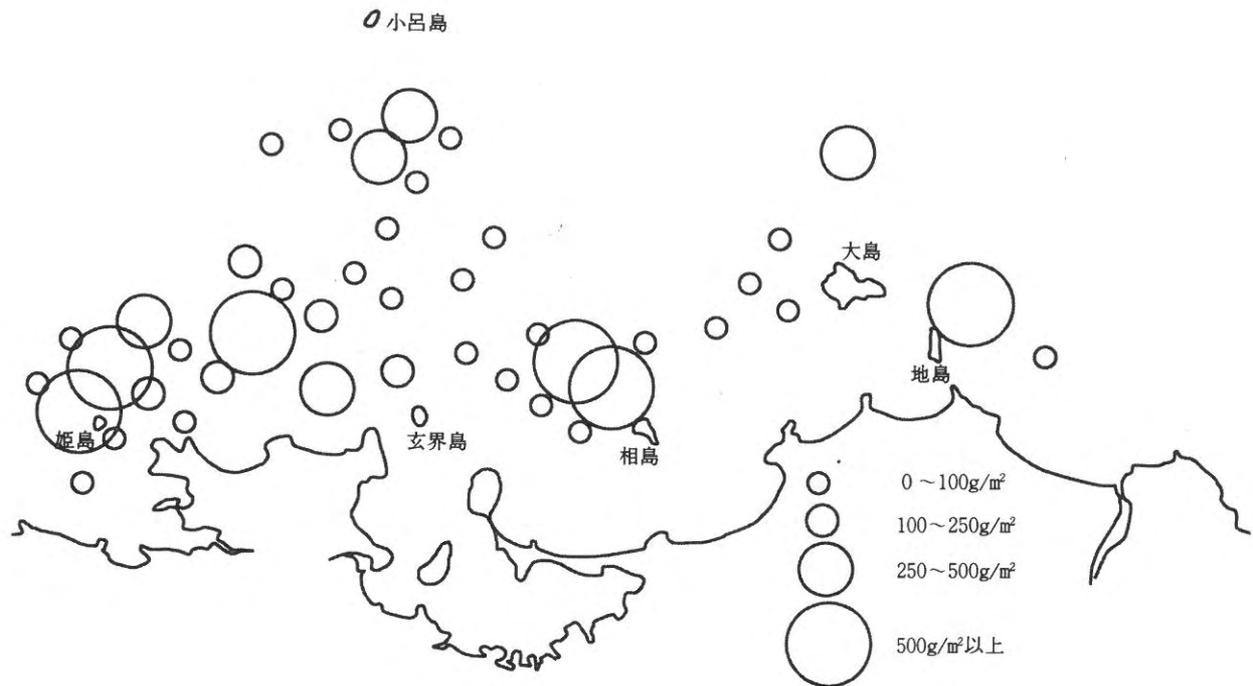


図2 ゴミの分布密度

(2)精密調査

①糸島地区 (図3)

5月26～27日の調査では27調査点中20点で分布が確認され、7点では分布が確認されなかった。姫島西側で657g/m<sup>2</sup>、北側海域で約1,400～1,800g/m<sup>2</sup>と分布密度が高く、芥屋沖でも200～500g/m<sup>2</sup>と高い分布密度であった。また、野北沖では極く沿岸部のみしか分布がみられなかった(図3-1)。調査対象海域のえびこぎライン内側の推定生息量は、3万1千トンであった。

10月12～13日の調査では18調査点中14点で分布が確認され、4点では分布が確認されなかった。夏眠後の10月の分布密度は、5月に比較し全体的に減少した。分布密度が多いのは、灯台瀬北西側の調査点であり、最大密度は235g/m<sup>2</sup>であった(図3-2)。

2月7日の調査では17調査点中12点で分布が確認され、5点では分布が確認されなかった。分布密度が高い調査点は、えびこぎライン沖側の灯台瀬北西海域の1,878g/m<sup>2</sup>と灯台瀬南西の調査点の1,408g/m<sup>2</sup>であり、姫島沖合も40～782g/m<sup>2</sup>であり分布量が多いと推定された。また、野北沖では分布がみられなかった(図3-3)。

②地島地区 (図4)

15点中6点で分布が確認され、11点ではゴミは入網しなかった。出現点は地島北東側の調査点であり、分布密度は0.1～939g/m<sup>2</sup>の範囲にあり平均38.7g/m<sup>2</sup>であった。

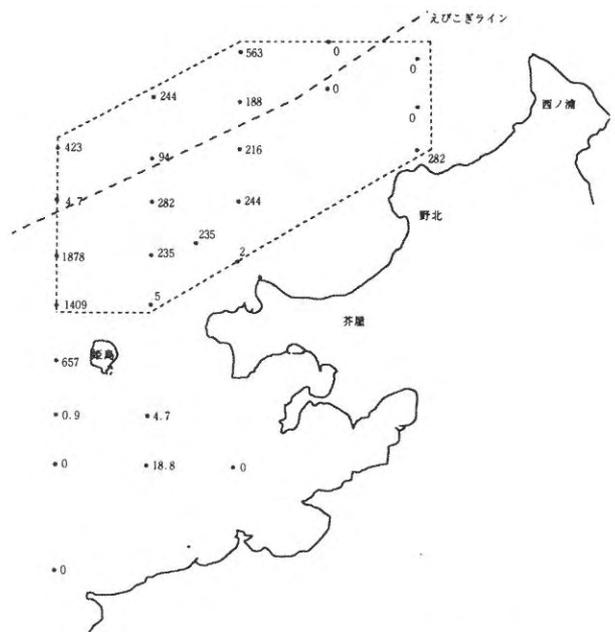


図3-1 糸島地区におけるゴミの分布(5月:単位g/m<sup>2</sup>)

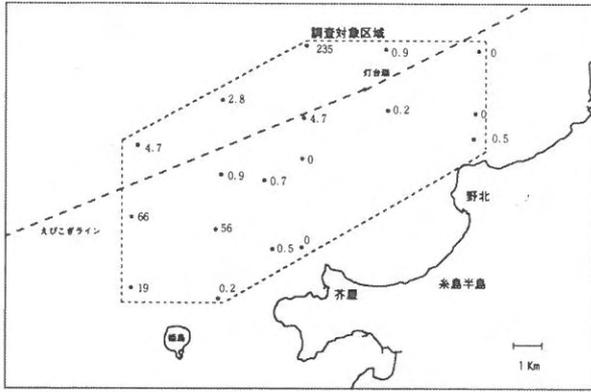


図 3-2 糸島地区におけるグミの分布(10月:単位g/m<sup>2</sup>)

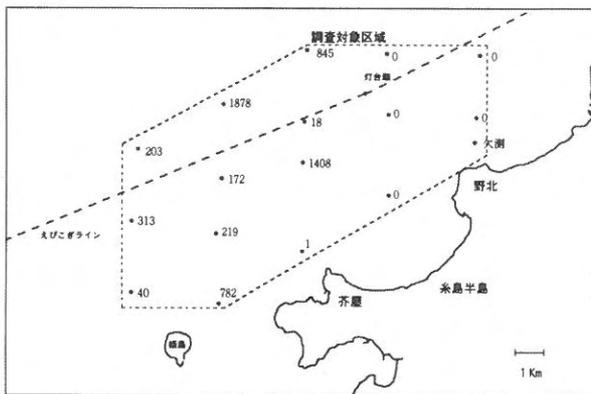


図 3-3 糸島地区におけるグミの分布(2月:単位g/m<sup>2</sup>)

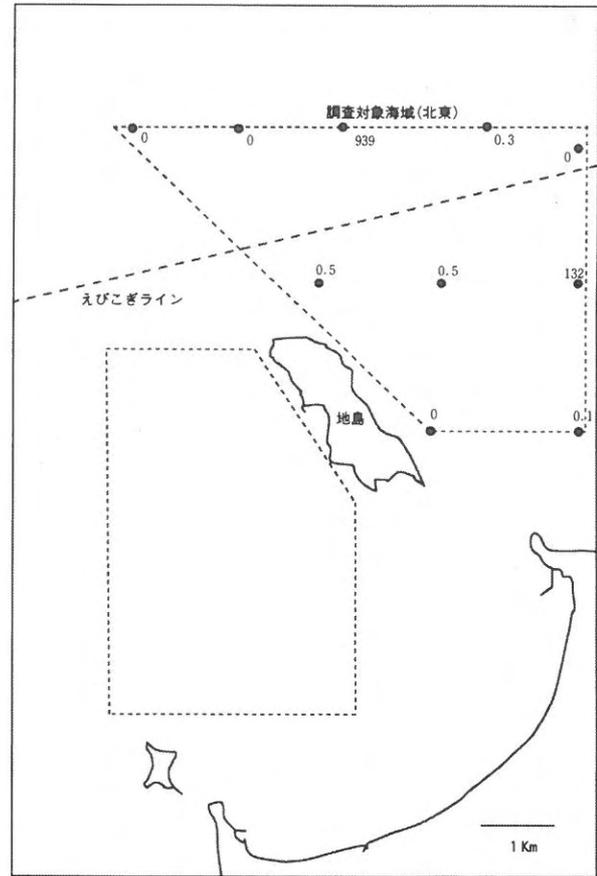


図 4 地島グミ分布密度(単位:g/m<sup>2</sup>)

# 響灘周辺開発環境調査

杉野 浩二郎・吉田 幹英・篠原 満寿美

響灘海域は、北九州市のウォーターフロント整備構想による埋立や白島石油備蓄基地建設工事等による漁場環境の変化が懸念されている。

この事業は、響灘の水質調査を行うことにより、漁場汚染の防止を図るための基礎的な資料の収集を行い、今後の漁場保全に役立てることを目的とする。

## 方法

水質調査を図1に示す5定点で5,9,11,3月の計4回行った。調査水深は0.5m(表層)及び7m深(中層)とし、調査項目として気象、海象、水温、塩分、DO(溶存酸素)、透明度、栄養塩(DIN,DIP)濃度を観測、測定した。

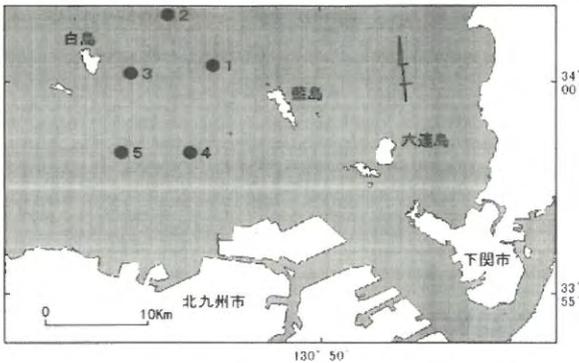


図1 調査定点図

## 結果

水質調査結果の概要を表1に示した。また各項目について平成9年度、10年度及び11年度の海域平均値の季節変化を図2～7に、各項目の平成11年度の年間平均値の水平分布を図8～13に示した。

表1 水質調査結果

調査項目	Stn.1	Stn.2	Stn.3	Stn.4	Stn.5
水温(℃)	19.6	19.5	19.6	19.4	19.5
塩分	33.92	33.94	33.93	33.83	33.92
DO(mg/l)	7.48	7.27	7.32	7.41	7.20
DIN( $\mu$ g-at/l)	1.27	1.08	0.94	0.64	1.10
DIP( $\mu$ g-at/l)	0.18	0.13	0.13	0.09	0.13
透明度(m)	10.3	11.1	11.0	8.8	9.4

### (1)季節変化

- 水温 : 平成11年度の響灘海域の水温はいずれの調査時にも非常に高水温であった平成10年度に比べわずかに低い程度であり、高めで推移していた。
- 塩分 : 塩分の季節変化は平成10年度同様、夏季と秋季に低下、春季及び冬季に高い値を示した。
- DO : 平成11年度のDOは例年大きく減少する夏季に減少が少なく、おおむね高水準で推移した。しかし、冬季調査時はDOメーターが破損し、DOが確認できなかった。
- DIN : 平成11年度のDINは春季と冬季に高く、夏季に最低となった。夏季のDIN濃度は $0.14 \mu\text{g-at/l}$ であり、現在の調査を開始して以来最低の水準となった。
- DIP : DIPもDIN同様、春季、冬季に高く夏季に低い推移を示した。
- 透明度 : 透明度の推移は春季と冬季に高く、夏季に低い傾向を示した。

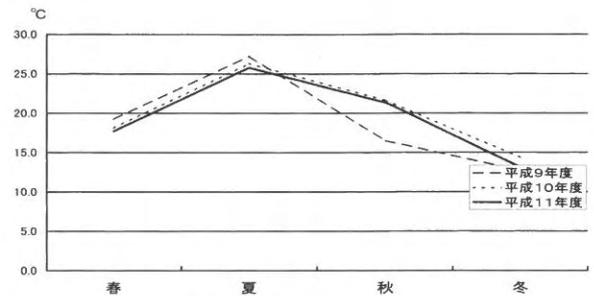


図2 水温の季節変化

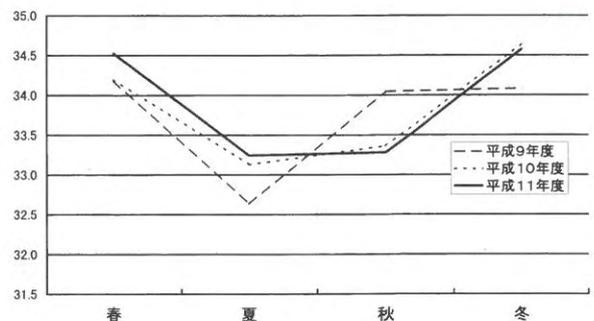


図3 塩分の季節変化

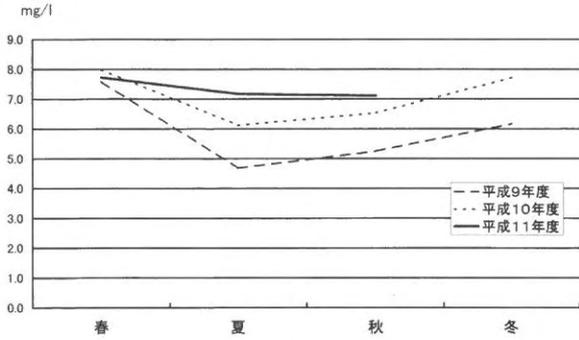


図4 DOの季節変化

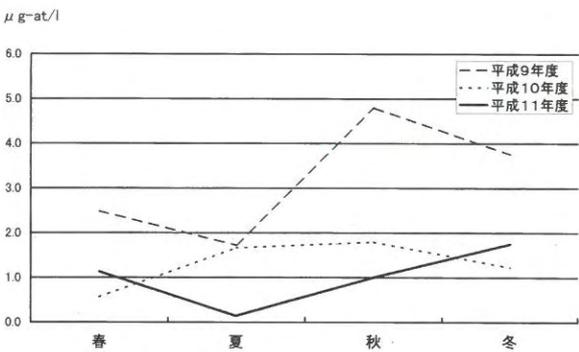


図5 DINの季節変化

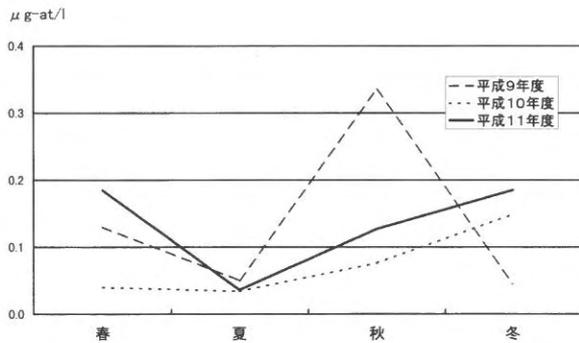


図6 DIPの季節変化

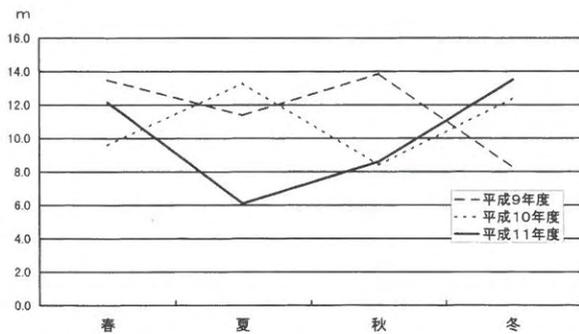


図7 透明度の季節変化

## (2)水平分布

水温 : 平成11年度の平均水温はいずれの調査点でも19.4~19.6℃の間にあり、ほぼ一様な分布を示した。

塩分 : 塩分の平均値は33.83~33.94の間にあり、関門海峡に近いStn.4で最も低く、沖合になるに従い高くなった。洞海湾、関門海峡からの低塩分の水塊の卓越が見受けられた。

DO : DOの平成11年度年平均値は7.20~7.48mg/lの間にあり、ほぼ一様な分布を示した。

DIN : DINの年平均値は0.64~1.27 μg-at/lの間にあり、比較的調査点ごとの差が大きかった。しかし、明確な濃度勾配は認められなかった。

DIP : DIPの年平均値は0.09~0.18 μg-at/lの間であった。DIN同様明確な傾向は認められなかった。

透明度 : 透明度の年平均値は8.8~11.1mの間であった。塩分同様関門海峡近くで低く、沖合ほど高い値を示した。

以上から調査海域の水質の変動には白島の影響と思われる要因は認められず、主として関門海峡、洞海湾からの流入水の影響の程度によって左右されるものと考えられた。

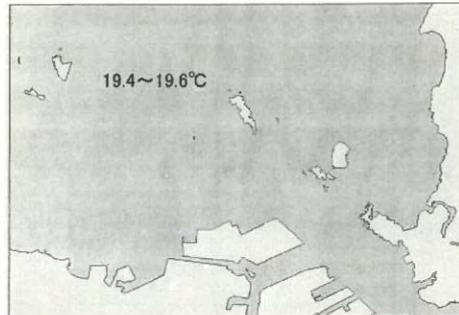


図8 水温の水平分布

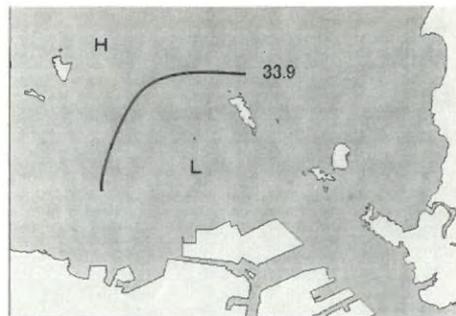


図9 塩分の水平分布

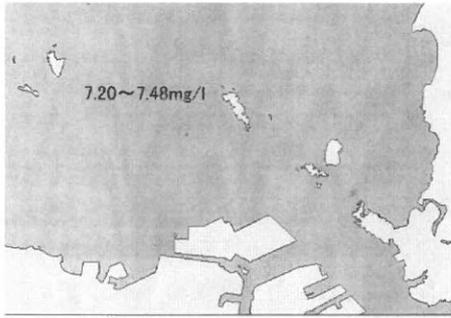


図10 DOの水平分布

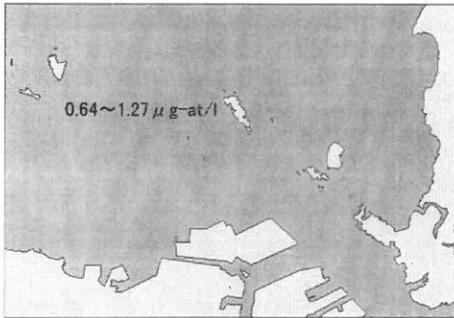


図11 DINの水平分布

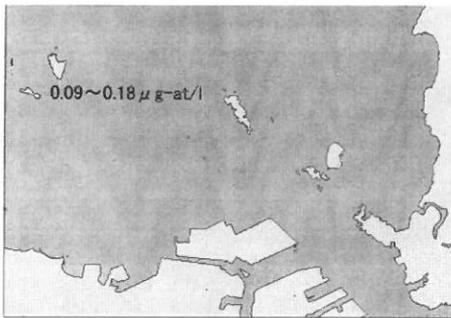


図12 DIPの水平分布

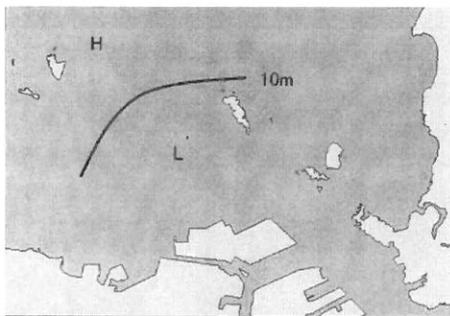


図13 透明度の水平分布

# 唐津湾の類型指定調査

杉野 浩二郎・篠原 満寿美・吉田 幹英

平成5年に水質汚濁に関わる環境基準について一部が改正され、赤潮発生の可能性の高い閉鎖性水域について窒素・リンの環境基準類型が設定された。唐津湾はこの閉鎖性水域に属しており、今後の人口増加などにより赤潮や貧酸素水塊の発生が懸念されている。しかし現在、唐津湾は昭和52年に設定された環境基準類型指定によ

り、筑前海の一部として評価されている。そのため、筑前海から独立した類型指定の早急な設定が求められている。本年度は類型指定を行うため、調査点を選定するための予備調査を行った。なお、本調査は保健環境部環境整備局公害課(現環境保全課)の委託により行った。

表1 調査方法

調査定點	図1に示す7点	
調査日	毎月中旬、計12回	
調査項目	気象、海象、水温、塩分(塩化物イオン)、透明度、水色、pH、DO(溶存酸素)、COD(化学的酸素消費量)、大腸菌群数、SS、n-Hex抽出物、TN(全窒素)、TP(全リン)	
調査水深	水温、pH、COD、DO	3層(0, 2.5, B-1m)
	TN、TP	2層(0, B-1m)
	大腸菌群数、SS、n-Hex抽出物	表層(0m)
分析機関	pH、COD、大腸菌群数、SS、n-Hex抽出物	福岡県 保健環境研究部
	気象、海象、水温、塩分、透明度、水色、pH、DO、TN、TP	福岡県 水産海洋技術センター

## 方 法

表1に示す通り。

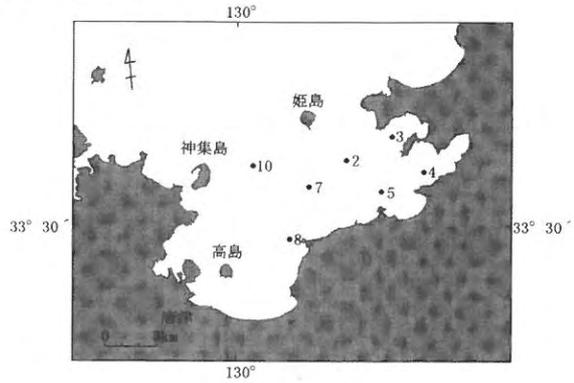


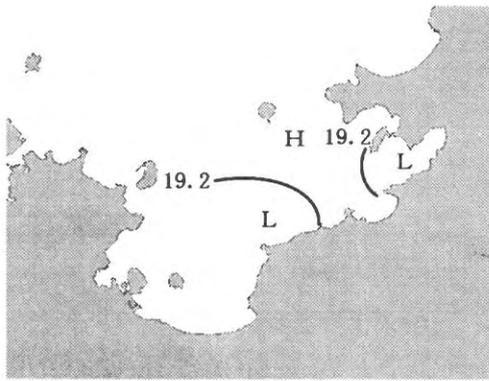
図1 調査定點

## 結果および考察

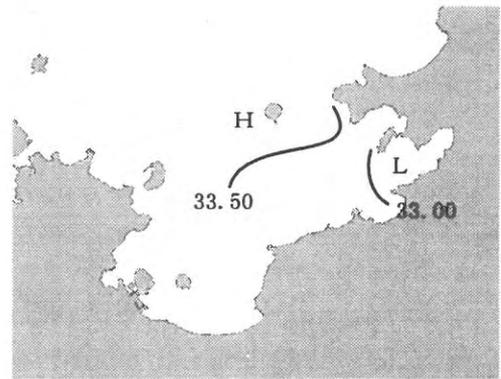
各調査点の水質分析結果を表2に示した。また、各調査項目の年平均水平分布を図2に示した。さらに、湾奥部(Stn.4)と湾口部(Stn.10)の水質の季節変化を図3に示した。

表2 唐津湾水質調査結果

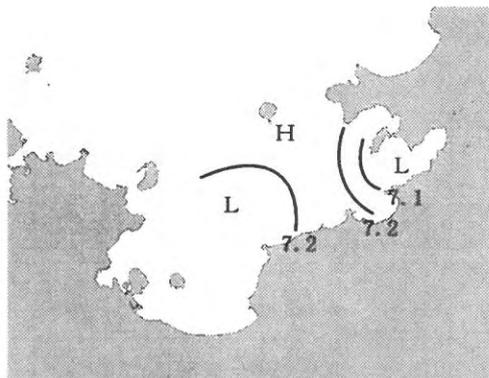
	水温(℃)	塩分	DO(mg/l)	透明度(m)	TN(μg-at/l)	TP(μg-at/l)
Stn. 2	12.7~27.1(19.5)	31.75~34.51(33.58)	5.55~9.76(7.47)	3.8~17.5(8.6)	3.60~21.51(12.24)	0.00~0.76(0.45)
Stn. 3	11.8~27.4(19.3)	30.48~34.20(33.27)	4.08~9.19(7.08)	3.0~8.0(5.5)	6.77~23.48(12.73)	0.15~1.24(0.68)
Stn. 4	11.8~27.9(19.1)	27.27~34.11(32.57)	3.94~9.30(7.07)	1.8~6.5(3.9)	8.36~29.23(16.05)	0.49~1.59(0.87)
Stn. 5	12.2~27.6(19.2)	29.75~34.32(33.22)	4.88~9.17(7.35)	2.8~11.0(5.4)	5.97~20.14(11.88)	0.13~2.06(0.81)
Stn. 7	12.8~27.6(19.7)	27.53~34.78(33.34)	4.02~9.04(7.19)	2.6~18.8(8.7)	1.15~22.07(10.45)	0.00~1.21(0.50)
Stn. 8	11.6~27.4(19.2)	28.44~34.17(33.03)	3.77~9.11(7.18)	2.3~10.0(5.3)	6.61~30.76(13.28)	0.33~1.73(0.85)
Stn. 10	13.1~27.0(19.7)	32.42~34.51(33.77)	4.91~9.07(7.22)	6.0~20.0(9.7)	4.49~19.08(10.27)	0.23~1.20(0.57)



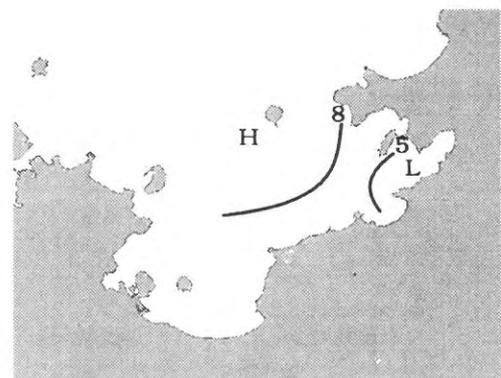
水温(°C)



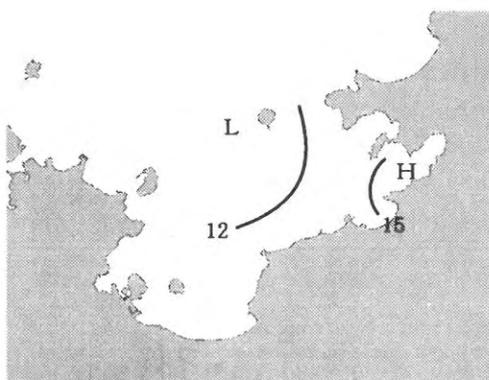
塩分



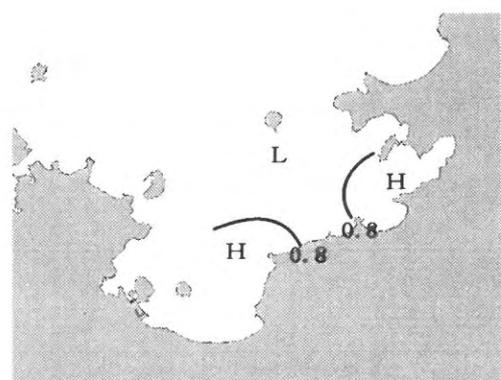
DO(mg/l)



透明度(m)

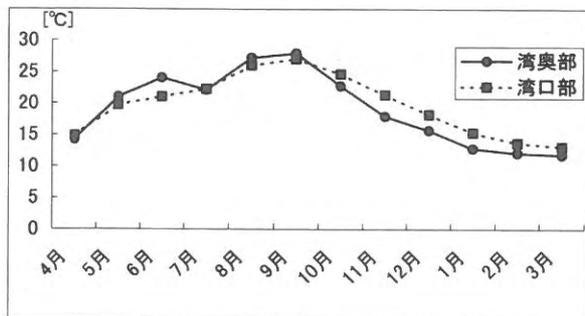


TN( $\mu$ g-at/l)

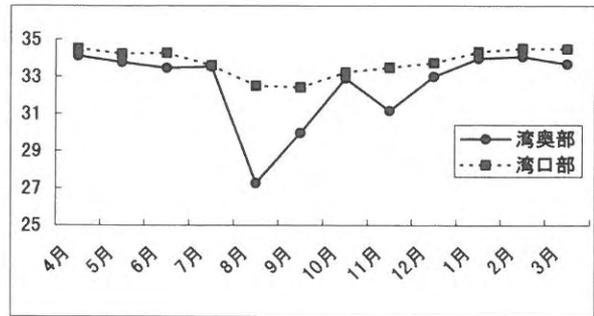


TP( $\mu$ g-at/l)

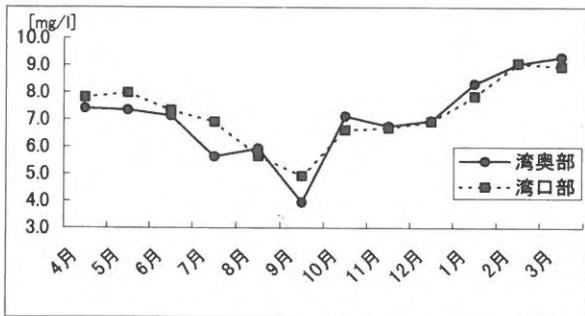
図2 水質の年平均水平分布



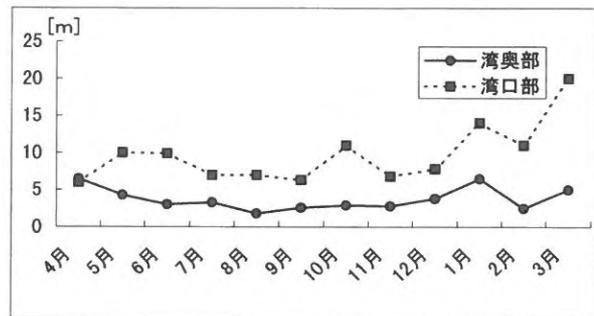
水温(°C)



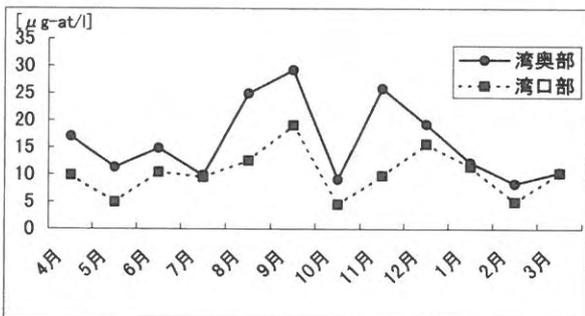
塩分



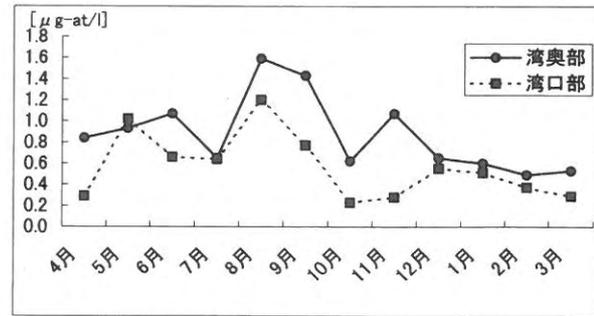
DO(mg/l)



透明度(m)



TN(μg-at/l)



TP(μg-at/l)

図3 湾奥部及び湾口部の水質の季節変化

水 温： 年平均水温の水平分布は加布里湾(Stn.4),串崎(Stn.8)でやや低く,沖合では高くなっていた。

湾奥部と湾口部の月別の変化を比較すると4月から9月までは湾奥部の方が水温が高く,10月から3月までは湾口部の方が高かった。水深が浅い湾奥部の方がより気温の変化に敏感に連動する事が見てとれる。

塩 分： 塩分の年平均水平分布は加布里湾,串崎で低くこれらの点で陸水の影響が強い事がわかった。

湾奥部と湾口部の月別変化では湾奥部の方が年間を通じて低かった。また陸水の影響を強く受けるため,調査時の天候によって左右されやすく,月による変動が湾口部よりも大きかった。

D O： 底層における年平均溶存酸素量(DO)の水平分布は加布里湾,串崎で低く,その間の海域で高かった。

月別の変動は湾奥部,湾口部ともに夏季に大き

く減少していた。4月から9月までは湾口部で高く,10月以降は両調査点に差は見られなかった。

透明度： 透明度の年平均値の水平分布は加布里湾で低く,沖合の海域で高かった。

月別変化はほぼ通年湾奥部よりも湾口部の方が透明度は高かった。また湾口部では冬季に透明度が高くなる傾向が見られた。

T N： 総窒素(TN)の年平均値の水平分布は加布里湾,串崎で高く,沖合で低くなった。

月別変化は2月を除き湾奥部の方が湾口部よりも高くなった。概ね夏から秋にかけて高く,冬季は低かった。

T P： 総リン(TP)の年平均値の水平分布は加布里湾及び串崎で高く,沖合で低かった。

湾口部と湾奥部の月別の変動を比較すると5月以外は湾奥部の方が高かった。また総窒素同様,夏季から秋季にかけて高く,冬季に低くなった。

# 赤潮・貝毒情報ネットワークシステム利用技術開発試験

杉野 浩二郎

本試験は水産庁指導により、日本水産資源保護協会を主催団体として行われている。全国の研究機関をコンピューターネットワークにより繋ぎ、赤潮・貝毒情報を共有化し、より迅速な赤潮情報の伝達を目的としている。

平成3年度から平成7年度までの第1期事業において、パソコン通信を基盤としてシステム構築には一応の完成を見たが、情報通信費用の問題、入力方法の煩雑さなどから十分な活用がなされているとは言い難い。さらに近年のコンピューターの高機能化、急速に広まったインターネットに代表される情報環境の高度化によって、第1期に構築したシステムでは実情に合わなくなっている。そこでより簡便かつ機能的なシステムの構築、実用化を目標として平成8年度から12年度までの5ヶ年で第2期事業を行っている。

## 方 法

### 1)委員会・作業部会日程

第1回検討委員会	平成11年11月30日
作業部会	平成12年2月15日
第2回検討委員会	平成12年2月23日

### 2)データ入力作業

水産資源保護協会にあるホストコンピューターに赤潮貝毒調査、浅海定線調査の資料を入力した。入力方法はインターネット上でホストコンピューターと接続したままでデータを入力していくオンライン方式と、あらかじめエクセルなどの表計算ソフトでデータを入力したファイルを作成し、それを電子メールによって送付する方式との2つの方式が取られた。

当センターを含む多くの水産試験場では表計算ソフトによるデータの整理、解析を行っているため、後者の方式の方が利便性が高いと思われる。当センターでも後者の方式を採用した。

また当センターではインターネットへの接続方式が異なるため長時間接続しても通信費は変化しないが、多くの期間では従量制によるプロバイダ契約を結んでいると予測されるため、通信費の面でも後者の方が有利である。

## 結 果

検討委員会および作業部会において、いくつかの懸案事項が討議された。

### 1)入力に関する問題点

現状では発生しなかったプランクトンデータについて、機関によって0と入力する所と何も入力しない所があり、また有害種に限って報告している機関、珪藻を含む全てのプランクトンについて報告している機関がありまちまちである。そのため、その統一を図る事が提案された。

### 2)接続に関する問題点

各機関ごとにコンピューターの使用環境が異なっているためにスムーズな通信が行えない事態がいくつかの機関で起こっている。その解決策としてシステム制作に使用されているソフトのバージョンアップによって不都合を解消する方法が試されたが、結果として問題点は解消されなかった。そのため代替案としてデータの閲覧と入力という双方向のコミュニケーションを廃し、データの入力、更新等はオフライン上で行い、閲覧はホームページ上で行う方式が提案された。

### 3)データの公開に関する問題

現状のシステムではデータを入力した機関以外の利用者は2年間生データを閲覧する事が出来ないようにプロテクトがかけられている。しかし、それでは利用者にとって本当に必要な情報がなかなか得られず、活用しにくくなる。また、貝毒による出荷規制情報という、一歩間違えば風評被害につながりかねない情報の公開についても慎重な意見が出された。

これらの情報の公開については以前各県に対してアンケートを取り、一応の了承を得た事になっている。しかし、アンケートを取ったのは当事業の発足当時という事で、当初は当事者同士のパソコン通信によるシステムの構築を念頭においていたため、不特定多数の第三者への情報の提供という事はほとんど考えられていなかった。しかしインターネットが急速に普及し、赤潮ネットワークシステムもインターネット上で構築されるようになり、加えて世論の情報公開を求める声も強まり、国民全

体への情報提供が不可避の状況となっている。このような情勢の変化を踏まえ、本格的な運用を前に、今一度アンケートを取り、各機関の意向を確認する必要がある。

#### 4)一般運用に関する問題

当事業は平成12年度で最終年度であり、以降は本格運用に移る。システムの構築に関してはほぼ終了したもののとして、今後は試験に参加していなかった研究機関にも活用してもらうためのPR、および運用マニュアルの作成が必要になる。そのため、各研究機関が集まるブロック会議などの席上で意見を交換し、最終的な詰めの作業を行っていく必要がある。

# 貝毒成分・有害プランクトン等モニタリング事業

## (1) 赤潮調査事業

篠原 満寿美・杉野 浩二郎・吉田 幹英・二島 賢二

この事業は、赤潮情報伝達要領に基づいて、赤潮等の発生状況に関する情報の収集および伝達を行うことにより、赤潮等による漁業被害の未然防止または軽減を図り、漁業経営の安定に資することを目的とする。

さらに、福岡湾をモデル海域とし、福岡湾における有害プランクトンを発生・増殖させる環境要因を調査し、赤潮発生予知に必要な前駆現象を把握しようとするものである。

### 方 法

調査を図1に示す6定点で、4月から3月までの期間に計12回行った。調査では表層(海面下0.2m)、5mおよび底層(海底上1m)の3層について採水し、水温、塩分、DIN、DIP、COD、DOについて測定分析した。気温、降水量及び日照時間については福岡管区気象台の資料<sup>1)</sup>を用いた。

さらに、福岡湾の赤潮モニタリング調査として、4月から3月までの間に赤潮を形成した発生時期、発生海域および赤潮構成種等について調査を行った。

#### 1. 赤潮発生状況(4~3月)

福岡湾における4月から3月までの年間の赤潮の発生件数は6件であった(前年4件)。

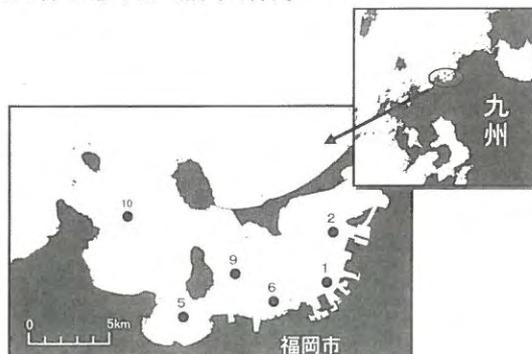


図1 福岡湾における調査点

赤潮発生延べ日数は55日で、前年(49日)を若干上回った。その発生状況を表1に示した。

赤潮として出現したプランクトンは6種類であった。藻類別の内訳は、渦鞭毛藻1件、珪藻5件であった。なお、赤潮までには至らなかったものの、当海域で重要視

している *Gymnodinium mikimotoi* が出現し最高密度40cells/mlであった。

#### 2. 気象環境(4~3月)

福岡市における4~3月の気温、降水量及び日照時間を図2に示した。気温は年間を通してほぼ平年並みであった。降水量は4,5月は若干少なかったが、6月は集中豪雨のため約2倍であった。日照時間は、12~3月および5月は平年より多かったが、他の月は少なく特に7~9月は大幅に減少した。

#### 3. 水質環境(4~3月)

代表定点Stn.6(湾奥部)及びStn.10(湾口部)の表層の水温、塩分、底層の溶存酸素(DO)、DIN、DIP、透明度及びCODを図3に示した。

水温は、4~9月にかけて湾奥部が湾口部より高いが、10~3月にかけては湾口部が高く、湾奥部では7.4~28.2℃、湾口部では9.5~27.7℃の範囲にあった。

塩分は、8月を除いて湾奥部より湾口部が高く、湾奥部では、29.10~33.23、湾口部では30.75~34.46の範囲にあった。

底層の溶存酸素量(DO)は、湾奥部では5.4~10.2mg/lの範囲で、湾口部では6.9~10.7mg/lの範囲であり5,9,3月以外は湾口部の方が高かった。

DINは、湾奥部で0.6~42.0μg-at/l、湾口部で0.2~10.8μg-at/lの値を示した。9月以外は常に湾奥部が湾口部より高い傾向を示した。

DIPは、湾奥部で0.0~1.6μg-at/l、湾口部で0.0~0.4μg-at/lの値で、9,2,3月以外は湾奥部が湾口部より高い値を示した。

透明度は、湾奥部で0.7~4.5m、湾口部で2.8~10.0mで常に湾奥部が低い値を示した。

CODは、湾奥部で0.2~3.2mg/l、湾口部で0.0~1.0mg/lと常に湾奥部が高い値を示した。

### 文 献

1) 福岡管区気象台(1999・2000)福岡県気象月報

表1 福岡湾の赤潮発生状況

発生時期	発生海域	赤潮主構成種	細胞数
5月10日～5月12日	湾全域	<i>Rhizosolenia sp.</i>	3,360
5月31日～6月2日	湾奥部	<i>Leptocylindrus minimum</i> <i>Prorocentrum minimum</i>	29,900 5,200
6月9日～6月14日	湾全域	<i>Skeletonema costatum</i> <i>Prorocentrum minimum</i> <i>Leptocylindrus sp.</i>	83,700 2,250 6,500
7月5日～7月8日	湾中部～ 湾奥部	<i>Skeletonema costatum</i> <i>Thalassiosira sp.</i> <i>Chaetoceros sp.</i>	9,200 4,500 2,250
7月22日～8月22日	湾全域	<i>Prorocentrum dentatum</i> <i>Gymnodinium mikimotoi</i>	9,680 40
9月7日～9月13日	湾中部～ 湾奥部	<i>Skeletonema costatum</i>	40,070

※細胞数:cells/ml

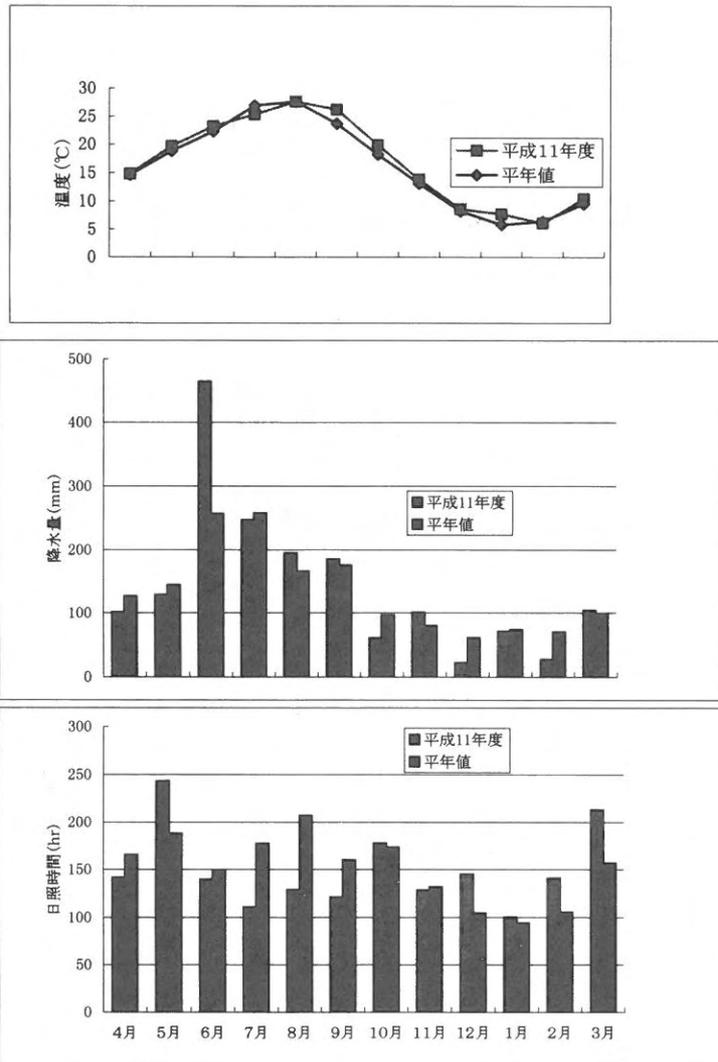


図2 福岡市における気温、降水量および日照時間

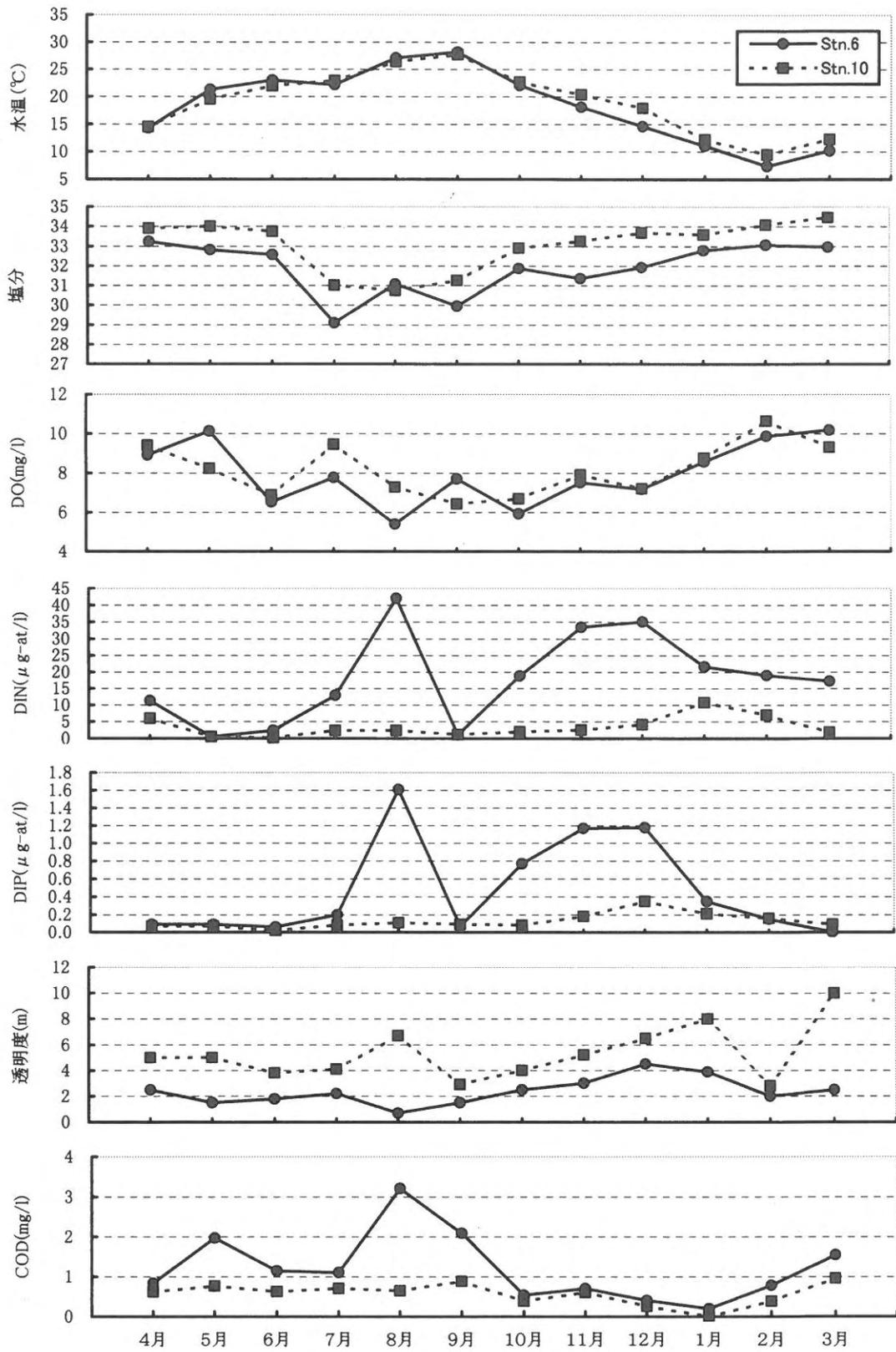


図3 福岡湾の代表点における水質環境

# 貝毒成分・有害プランクトン等モニタリング事業

## (2) 貝毒調査事業

篠原 満寿美・杉野 浩二郎・吉田 幹英・二島 賢二

近年、アサリ、マガキなどの二枚貝が毒化する現象が近県で見られ、貝類の出荷を自主規制するなどの措置がとられている。そこで、福岡湾で採捕されるアサリ及び唐津湾のマガキについて分析・検査により貝類の毒化を監視するとともに、毒化原因のプランクトンの発生状況や分布を把握し毒化を未然に予察し、食品としての安全性の確保を図ることを目的とする。

## 方 法

### 1.調査水域および調査点

筑前海の調査対象海域を福岡湾及び唐津湾(加布里湾)に設定した。貝毒検査用貝類の採取位置と毒化原因のプランクトンの採取位置を図1に示した。

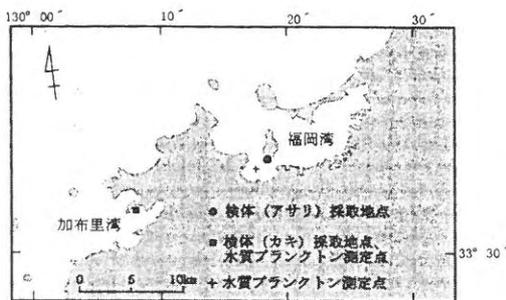


図1 貝毒モニタリング調査点

### 2.調査回数

調査は4, 5, 6, 7, 9, 12, 1, 2, 3月の延べ10回おこなった。

### 3.調査項目および調査方法

#### ① 貝毒調査

##### a.試料

アサリ *Tapes philippinarum* (A. ADAMS et REEVE)

マガキ *Crassostrea gigas* (THUNBERG)

##### b.試料の処理

試料は、その殻長と殻高の最大値と最小値を測定した。その後、剥き身にし、約500gを貝毒検査用の検体とし検査するまで凍結保存した。

#### c.貝毒検査方法

貝毒検査用の凍結した剥き身のアサリ及びマガキを財団法人 食品環境検査協会 福岡事務所に搬入し、貝毒検査(麻痺性貝毒PSP, 下痢性貝毒DSP)を委託した。検査は「麻痺性貝毒検査法」(昭和55年7月1日付厚生省環境衛生局環乳第30号通達)および「下痢性貝毒検査法」(昭和56年5月19日付 厚生省環境衛生局環乳第37号通達)に定める方法によった。

#### ② 環境調査

福岡湾アサリ漁場の沖合海域で水温と塩分を測定した(8回)。

#### ③ プランクトン調査

貝毒調査と同時に表層と5m層を2採水し、20mlに濃縮・固定し、毒化原因プランクトンの出現状況を検鏡した。

## 結果および考察

### 1.貝毒調査

貝毒調査結果を表1に示した。アサリ及びマガキの可食部から麻痺性貝毒および下痢性貝毒は全て検出されなかった。

### 2.水質調査及びプランクトン調査

水質調査結果を表2に示した。

福岡湾の水温は9.5~28.2℃、塩分は31.25~34.46の範囲で測定された。

毒化原因種のプランクトンは、*Dinophysis fortii*, *Dinophysis acuminata*, *Dinophysis caudata*の3種が出現した。福岡湾では、*D. fortii*が7月に*D. acuminata*が4, 5, 3月に、また*D. caudata*が5, 6月に出現した。唐津湾では、12月に*D. caudata*が、1月に*D. fortii*が出現した。

以上のように、貝毒はすべて検出されていないものの、毒化原因プランクトンの出現がみられ、貝が毒化する可能性があり今後とも継続的な監視が必要である。

表1 貝毒検査結果

生産水域名 (採集場所)	貝の種類	採集月日	個体数	殻長 (mm)		殻高 (mm)		剥身重量 (g)	検査月日	麻痺性毒力(MU/g)		下痢性毒力(MU/g)		出荷規制状況
				最大	最小	最大	最小			中腸線	可食部 検査値	中腸線	可食部 検査値	
				福岡湾 (能古島)	アサリ	4月12日	350			35	30	17	14	
		5月17日	220	36	30	19	14	502	5月18日	---	検出せず	---	検出せず	規制なし
		6月17日	200	37	30	16	14	507	6月22日	---	検出せず	---	検出せず	規制なし
		7月12日	155	39	34	29	19	500	7月24日	---	検出せず	---	検出せず	規制なし
		9月16日	180	38	32	17	16	500	9月28日	---	検出せず	---	検出せず	規制なし
		12月20日	250	36	32	16	15	500	12月14日	---	検出せず	---	検出せず	規制なし
		2月20日	230	42	35	22	14	520	2月19日	---	検出せず	---	検出せず	規制なし
		3月6日	160	44	34	21	17	550	3月12日	---	検出せず	---	検出せず	規制なし
唐津湾 (加布里湾)	マガキ	12月6日	32	120	89	26	25	500	12月9日	---	検出せず	---	検出せず	規制なし
		1月11日	30	108	91	27	24	600	1月17日	---	検出せず	---	検出せず	規制なし

検出限界は麻痺貝毒で2.0MU/g, 下痢性貝毒で0.05MU/gである。

表2 水質調査結果と貝毒原因プランクトンの出現状況

生産水域名 (採集場所)	海象				プランクトン出現状況										
	採水日	水深	水温 (℃)	塩分	麻痺性貝毒原因種(細胞/l)					下痢性貝毒原因種(細胞/l)					
					A. cate.	A. tama.	A. coho.	A. minu.	G. cate.	D. fort.	D. acum.	D. caud.	D. mitr.	D. rotu.	
福岡湾 (能古島)	4月19日	0	15.0	33.91	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
		5	14.8	34.32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5月18日	0	21.3	34.00	0	0	0	0	0	0	0	25	10	0	0
		5	20.3	34.16	0	0	0	0	0	0	0	40	20	0	0
	6月18日	0	23.6	33.75	0	0	0	0	0	0	0	0	106	0	0
		5	23.5	34.02	0	0	0	0	0	0	0	0	156	0	0
	7月12日	0	23.8	31.30	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
		5	22.4	33.24	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
	9月14日	0	28.2	31.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		5	26.9	32.86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12月2日	0	14.6	33.71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	5	14.8	33.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2月18日	0	9.5	34.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	5	9.5	34.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3月6日	0	12.7	34.46	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	
	5	12.3	34.46	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	
唐津湾 (加布里湾)	12月6日	0	---	---	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	
	1月11日	0	---	---	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	

A. cate.: *Alexandrium catenella*  
 A. tama.: *Alexandrium tamarense*  
 A. coho.: *Alexandrium cohorticula*  
 A. minu.: *Alexandrium minutum*  
 G. cate.: *Gymnodinium catenatum*

D. fort.: *Dinophysis fortii*  
 D. acum.: *Dinophysis acuminata*  
 D. caud.: *Dinophysis caudata*  
 D. mitr.: *Dinophysis mitra*  
 D. rotu.: *Dinophysis rotundata*

# 漁場保全対策推進事業

杉野 浩二郎・吉田 幹英・篠原 満寿美

漁場保全対策推進事業は平成7年度より11年度までの5ヶ年事業として計画されている。当事業は沿岸漁場環境の保全を目的としており、水質調査、藻場調査及び底生生物調査を行い、筑前海の漁場環境を監視している。

## 方 法

### 1.水質調査

#### (1)調査実施期間及び調査回数

平成11年4月から平成12年3月までの間、原則として毎月1回、計12回（12月は荒天のため欠測）の調査を行った。

#### (2)調査地点

調査は図1に示した9定点（11月は荒天のため7定点）で行った。

調査項目として気象、海象、水色透明度、表層（0m）、中層（5m）、及び底層（B-1m）の水温、塩分、栄養塩類（DIN、PO<sub>4</sub>）、加えて表層のpH、表層及び低層のCODを測定した。代表点として潮通しの良い大島周辺海域のStn.5及び内湾性の強い加布里湾のStn.9の2点について解析した。

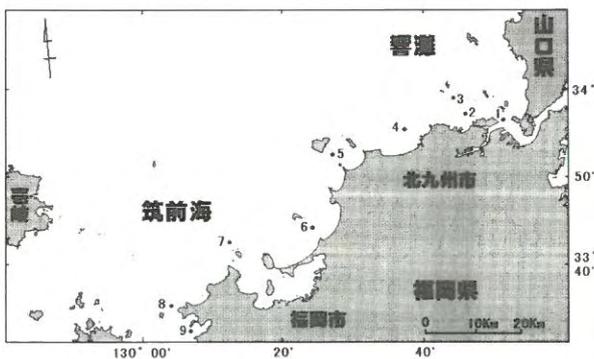


図1 水質調査定点

### 2. 生物モニタリング調査

生物モニタリング調査として図2に示したA～Eの5点において藻場調査を、1～10の10点において底生動物調査を行なった。

### (1) 藻場調査

藻場調査は、4月と10月の2回行い水中目視及び50cm四方の枠取り調査を行ない、藻の種類及び生育密度を表1により区分、測定した。

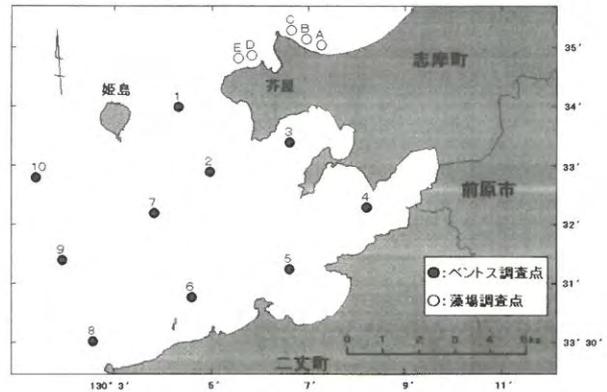


図2 マクロベントス及び藻場調査点

表1 藻場生息密度評価

設定	条件
1点生	植生が疎らに点在
2疎生	全体の1/3未満
3密生	全体の1/3以上1/2未満
4濃生	全体の1/2以上3/4未満
5濃密生	全体の3/4以上

### (2) 底生動物調査

底生動物（マクロベントス）調査は、5月と9月の2回行なった。

調査定点において小型スミス・マッキンタイヤー型採泥器（採泥面積0.05m<sup>2</sup>）を用いて採泥した。採集した底泥の0～2cm層の一部を冷蔵し、実験室に持ち帰り、粒度組成、COD、TS（全硫化物）等の分析に供した。また、残りの底泥は船上で1mm目のふるいを用いて全生物（動物）を選別し、マクロベントスとしてその個体数、湿重量と種の同定を日本海洋生物研究所に委託した。

## 結 果

### 1. 水質調査

Stn.5及びStn.9における水質の変動を図3に示した。

透明度：潮通しの良いStn5では平均10.95mで内湾性が強く、陸水の影響を受けやすいStn.9は平均5.28mであった。

水温：最高水温はStn.5では9月に26.0℃,Stn.9では8月に26.7℃を記録した。最低水温はStn5.で3月に12.5℃,Stn9で2月に8.2℃であった。

塩分：塩分はStn5では4月に34.7,Stn9では3月に34.2が最高であった。一方最低値はStn.5,Stn9ともそれぞれ7月に32.65,30.76であり、夏季に低く冬季に高い傾向を示した。平年値はStn5で33.89,Stn9で32.77であった。

DO：底層の溶存酸素はStn.5で4月に最も高く8.48,Stn.9では1月に最も高く8.38であった。最低値はStn.5で8月に5.82mg/l,Stn.9で9月に4.06mg/lであった。平均値はStn.5で7.14mg/l,Stn.9で6.52mg/lであった。

pH：年平均値はStn.5で8.17,Stn.9で8.25であった。

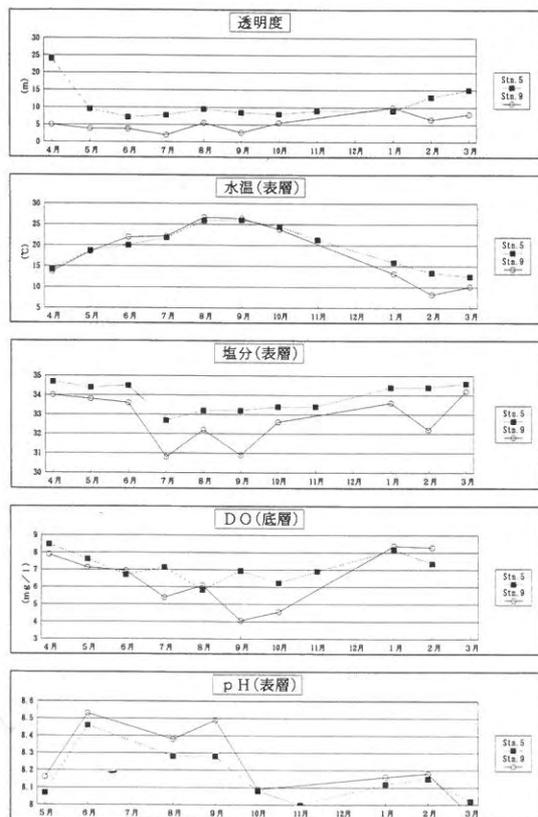


図3 筑前海の代表定点における水質変動

## 2.生物モニタリング調査

### (1) 藻場調査

すべての調査点において藻類の繁茂が認められた。生

育密度評価は4月,10月ともに濃生(4)～濃密生(5)であり,良好な繁茂状態であった。当海域では,アラメ,クロメ,ノコギリモク,オオバモクなどが見られ,アラメ,クロメはほぼ全ての調査点で認められた。その他に見られた藻類はワカメ,ホンダワラ,イソモク,アカモク,マメタワラ,ヨレモク,ソゾ類,ミル,アミジグサ,マクサ等であった。

### (2) 底生動物調査

#### 1) 底質

底質は,砂泥質あるいは泥質であり,2回の調査とも全ての調査点で臭いは観察されなかった。底質の色は茶色から深緑色であった。5月期の底質の中央粒径値,COD,全硫化物,強熱減量の結果を表6に,9月期の結果を表7に示した。

#### 2) 底生動物

すべての調査点においてマクロベントスの生息がみられた(図-4, 5)。出現したマクロベントスは5月,9月ともに甲殻類,貝類,多毛類などであった。汚染指標種,シズクガイが5月にStn.3で6個体,Stn.4で1個体,Stn.5で1個体出現した。9月にもStn.3,Stn.4でそれぞれ4個体が確認された(図-6, 7)。また出現種類数と多様度を表8に,主要出現種を表9に示した。

表2 5月期底質分析結果

調査点	中央粒径 (Φ)	COD (mg/l)	硫化物 (mg/l)	強熱減量 (%)
Stn.1	0.38	0.25	0.00	0.50
Stn.2	0.80	0.11	0.00	0.66
Stn.3	3.43	13.85	0.01	3.72
Stn.4	4.45	29.29	0.07	4.86
Stn.5	2.77	4.66	0.00	2.18
Stn.6	3.58	0.22	0.00	0.65
Stn.7	2.94	8.72	0.00	2.94
Stn.8	0.38	3.12	0.00	2.88
Stn.9	0.44	7.62	0.00	1.10
Stn.10	0.80	7.62	0.00	2.68
平均値	2.00	7.55	0.01	2.22

表3 9月期底質分析結果

調査点	中央粒径 (Φ)	COD (mg/l)	硫化物 (mg/l)	強熱減量 (%)
Stn.1	0.11	2.17	0.00	0.53
Stn.2	0.86	2.94	0.00	0.23
Stn.3	2.70	18.10	0.03	1.70
Stn.4	4.38	68.86	0.08	1.99
Stn.5	1.85	11.49	0.00	0.65
Stn.6	0.43	3.13	0.00	0.32
Stn.7	2.03	13.88	0.00	1.43
Stn.8	0.23	3.63	0.00	0.27
Stn.9	2.54	24.19	0.00	1.74
Stn.10	2.57	13.91	0.02	1.62
平均値	1.77	16.23	0.01	1.05

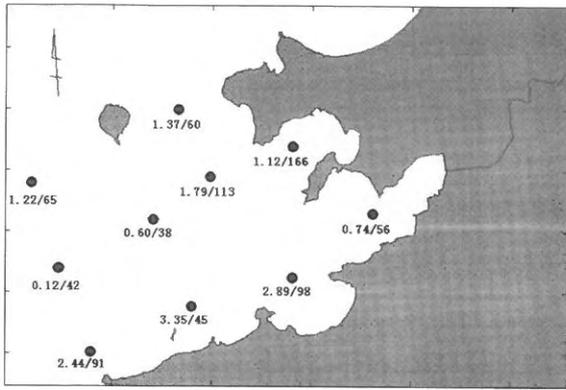


図4 5月期マクロベントス(体重1g未満)の分布  
(湿重量/個体数)

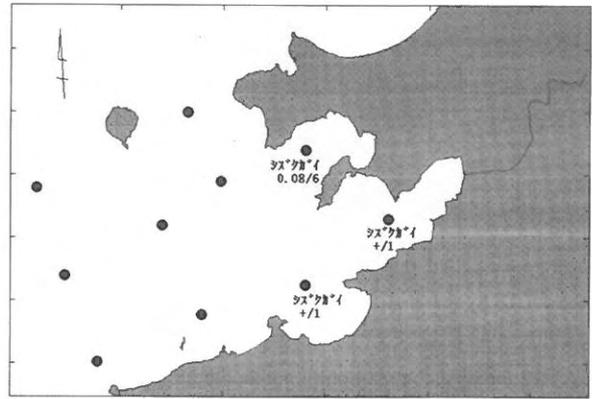


図6 5月期汚染指標種の出現状況  
(湿重量/個体数)※湿重量0.001~0.004gは+で示す

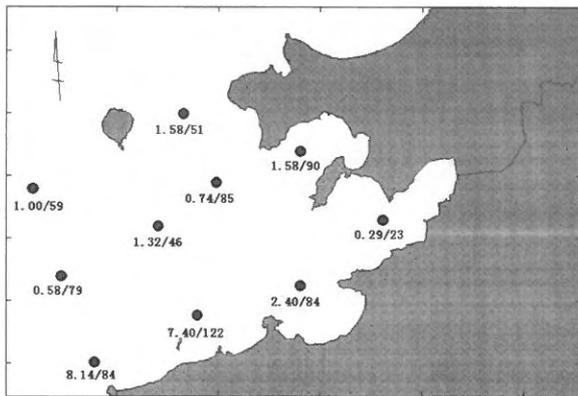


図5 9月期マクロベントス(体重1g未満)の分布  
(湿重量/個体数)

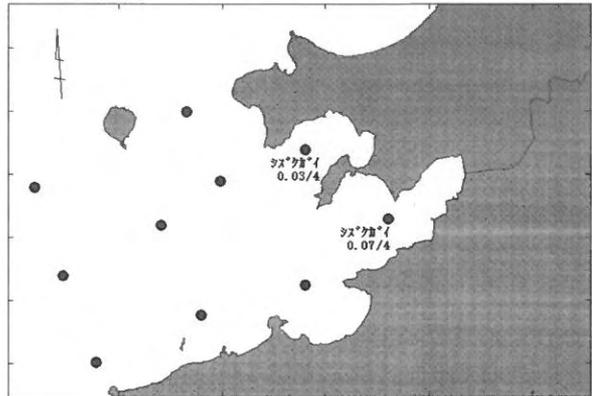


図7 9月期汚染指標種の出現状況  
(湿重量/個体数)※湿重量0.001~0.004gは+で示す

表4 出現種類数と多様度

調査年月日	調査定点	種 類 数					合計
		多毛類	甲殻類	棘皮類	軟体類	その他	
1999年 5月17日	Stn. 1	13	6	1	4	4	28
	Stn. 2	14	18	1	6	2	41
	Stn. 3	32	1		5	2	40
	Stn. 4	14	1	1	3	3	22
	Stn. 5	20	3	1	6	2	32
	Stn. 6	13	2	2	2	1	20
	Stn. 7	15	7			1	23
	Stn. 8	16	5	1	4	3	29
	Stn. 9	14	6	1	2	1	24
	Stn. 10	22	8			3	33
1999年 9月13日	Stn. 1	14	4	1	4	5	28
	Stn. 2	15	7	5	9	2	38
	Stn. 3	23	1		1	3	28
	Stn. 4	10		1	2		13
	Stn. 5	27	5	1	3	2	38
	Stn. 6	15	4	1	6	1	27
	Stn. 7	19	7		2	2	30
	Stn. 8	9	1	2	7	2	21
	Stn. 9	26	3		2	2	33
	Stn. 10	18	4			3	25

(採泥面積 0.05m<sup>2</sup> 当たり)

表5 主要出現種

調査年月日	調査定点	個 体 数 順 位				
		1	2	3	4	5
1999年 5月7日	Stn. 1	ワレカラ科 (14)	ケナカ <sup>シリス</sup> (6)	ニカイチロリ科 (5)	フサコ <sup>カイ科</sup> (5)	ナメクシ <sup>ウオ</sup> (4)
	Stn. 2	ワレカラ科 (30)	イシクヨコエビ <sup>科</sup> (8)	スナクモヒトテ <sup>ムシ</sup> (6)	マナス <sup>ルササ<sup>ナミ</sup></sup> ケ-マ(5)	ネス <sup>ミホ<sup>ヤ</sup></sup> (5)
	Stn. 3	キ <sup>ホ<sup>シイソメ科</sup></sup> (22)	ウリサ <sup>ネタケフシ</sup> ゴ <sup>カイ</sup> (21)	モロテコ <sup>カイ</sup> (10)	スピ <sup>オ科</sup> (9)	イトゴ <sup>カイ科</sup> (9)
	Stn. 4	モロテコ <sup>カイ</sup> (14)	ハナオカカキ <sup>ゴ<sup>カイ</sup></sup> (6)	エ-レルシスビ <sup>オ</sup> (4)	アシビキツハ <sup>サ</sup> ゴ <sup>カイ</sup> (4)	ひも形動物 門(4)
	Stn. 5	タテホシムシ (27)	エ-レルシスビ <sup>オ</sup> (7)	ニカイチロリ科 (6)	チロリ (5)	フタエラスビ <sup>オ</sup> (4)
	Stn. 6	ケヤリ科 (8)	ハナオカカキ <sup>ゴ<sup>カイ</sup></sup> (7)	ヒメエラコ <sup>カイ科</sup> (4)	チゴ <sup>ハ<sup>カカ<sup>イ</sup></sup></sup> (4)	ニカイチロリ科 (3)
	Stn. 7	エラキ <sup>ホ<sup>シイソメ</sup></sup> (6)	ヒメエラコ <sup>カイ科</sup> (4)	エ-レルシスビ <sup>オ</sup> (4)	ノラリウロコムシ科 (2)	トウヨウシロカ <sup>ネ</sup> ゴ <sup>カイ</sup> (2)
	Stn. 8	ケヤリ科 (14)	キ <sup>ホ<sup>シイソメ科</sup></sup> (12)	スナクモヒトテ <sup>科</sup> (11)	クチハ <sup>シ</sup> ソコエビ <sup>科</sup> (9)	ヒメエラコ <sup>カイ科</sup> (8)
	Stn. 9	ツクシフサコ <sup>カイ</sup> (5)	ひも型動物 門(4)	ニカイチロリ科 (3)	チマキコ <sup>カイ科</sup> (3)	マタ <sup>ラチコ<sup>トリ</sup></sup> カ <sup>イ</sup> (3)
	Stn. 10	マクスビ <sup>オ</sup> (7)	ニカイチロリ科 (6)	ツノメエビ <sup>科</sup> (6)	Lacydoniid -ae科(4)	キ <sup>ホ<sup>シイソメ科</sup></sup> (4)
1999年 9月13日	Stn. 1	ニカイチロリ科 (11)	ナメクシ <sup>ウオ</sup> (8)	ケナカ <sup>シリス</sup> (4)	ノリコイソメ科 (3)	ノソ <sup>キコンヒ<sup>ラ</sup></sup> ソコエビ <sup>科</sup> (2)
	Stn. 2	フサコ <sup>カイ科</sup> (17)	スナクモヒトテ <sup>科</sup> (6)	ニホンマメウニ (5)	タマエカ <sup>イ</sup> (5)	クタ <sup>オソコエビ<sup>科</sup></sup> (4)
	Stn. 3	キ <sup>ホ<sup>シイソメ</sup></sup> (16)	モロテコ <sup>カイ</sup> (7)	ミス <sup>ヒキコ<sup>カイ</sup></sup> 科(7)	イトゴ <sup>カイ科</sup> (6)	コノハシロカ <sup>ネ</sup> ゴ <sup>カイ</sup> (5)
	Stn. 4	シス <sup>クカ<sup>イ</sup></sup> (4)	ハナオカカキ <sup>ゴ<sup>カイ</sup></sup> (3)	モロテコ <sup>カイ</sup> (3)	アシビ <sup>キツハ<sup>サ</sup></sup> ゴ <sup>カイ</sup> (3)	イトゴ <sup>カイ科</sup> (2)
	Stn. 5	チゴ <sup>トリカ<sup>イ</sup></sup> (9)	ウリサ <sup>ネタケフシ</sup> ゴ <sup>カイ</sup> (7)	ひも型動物 門(7)	チロリ (5)	ニカイチロリ科 (5)
	Stn. 6	タマエカ <sup>イ</sup> (24)	ケヤリ科 (16)	スナクモヒトテ <sup>科</sup> (14)	フサコ <sup>カイ科</sup> (12)	ハナオカカキ <sup>ゴ<sup>カイ</sup></sup> (11)
	Stn. 7	エラキ <sup>ホ<sup>シイソメ</sup></sup> (4)	ヒメエラコ <sup>カイ科</sup> (3)	マクスビ <sup>オ</sup> (3)	ミス <sup>ヒキコ<sup>カイ</sup></sup> 科(3)	ト <sup>ロヨコエビ<sup>科</sup></sup> (3)
	Stn. 8	スナクモヒトテ <sup>科</sup> (33)	ハナオカカキ <sup>ゴ<sup>カイ</sup></sup> (11)	キ <sup>ホ<sup>シイソメ科</sup></sup> (9)	ヒメエラコ <sup>カイ科</sup> (5)	ニカイチロリ科 (4)
	Stn. 9	イトゴ <sup>カイ科</sup> (12)	スナモク <sup>リ科</sup> (8)	ニカイチロリ科 (6)	ツノメエビ <sup>科</sup> (6)	ひも型動物 門(4)
	Stn. 10	ツノメエビ <sup>科</sup> (12)	ナカ <sup>ホコムシ</sup> (8)	イトゴ <sup>カイ科</sup> (5)	エラキ <sup>ホ<sup>シイソメ</sup></sup> (3)	キョウスチロリ (3)

# 水質監視測定調査事業

杉野 浩二郎・吉田 幹英・篠原 満寿美

昭和42年に公害対策基本法が制定され、環境行政の指針として、環境基準が定められた。筑前海域は昭和52年5月、環境庁から上記第9条に基づく「水質汚濁に係わる環境基準」の水域類型別指定を受けた。福岡県は筑前海域に関する水質の維持達成状況を把握するため、昭和52年度から水質監視測定調査を実施している。

当研究所では福岡県環境整備局の委託により、試料の採水および水質分析の一部を担当しているため、その結果を報告する。

## 方 法

調査を図1に示した響灘(遠賀川河口沖)と玄界灘(福岡湾口沖)の2海区に分け、5,8,1,2月の各月の干潮前と干潮後に1回ずつ、計8回実施した。試料の採水は0m,2m,5mの各層について行った。

調査項目はpH,DO(溶存酸素),COD(化学的酸素消費量),SS(浮遊懸濁物)等の生活環境項目,カドミウム,シアン,有機水銀,PCB等の健康項目,その他の項目として塩分,TN(総窒素),TP(総リン)等が設定されている。当研究所では生活環境項目,その他の項目(塩分,TN,TP)の測定および一般気象,海象の観測を行った。

なお,生活環境項目の大腸菌群数とn-ヘキササン抽出物質,健康項目,特殊項目(重金属)については福岡県保健環境研究所が担当した。

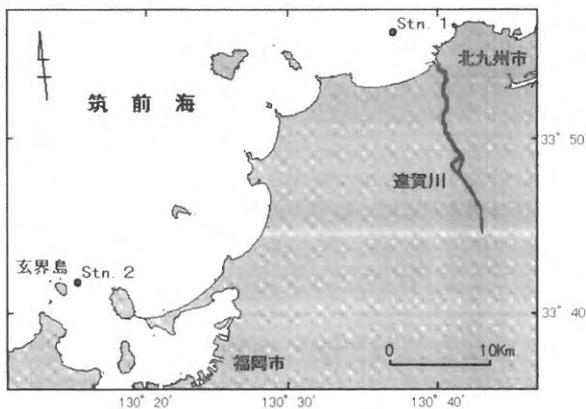


図1 水質調査点

## 結 果

### (1)水質調査結果

水質調査結果の年間平均値を表1に示した。なお,水温,塩分, pH,COD,SS,TN,TPについては0m層,DOについては5m層の資料を用いて解析した。

表1 平成11年度水質監視調査結果

調査項目	響灘(Stn. 1)	玄界灘(Stn. 2)
水温(℃)	18.3	18.1
塩分	34.06	34.10
透明度(m)	12.0	10.2
pH	8.16	8.17
DO(mg/l)	7.51	7.46
COD(mg/l)	0.83	0.82
SS(mg/l)	3.04	1.07
DIN(μg-at/l)	11.22	10.96
DIP(μg-at/l)	1.04	0.69

水 温:響灘の平均水温は18.3℃,玄界灘の平均水温は18.1℃であった。

塩 分:響灘の平均値は34.06,玄界灘は34.10であった。

透明度:響灘の平均値は12.0m,玄界灘は10.2mであった。

p H :響灘の平均値は8.16,玄界灘は8.17であった。最高値は響灘で8.31,玄界灘では8.27,最低値は響灘で8.06,玄界灘で8.05であった。

D O :響灘の平均値は7.51mg/l,玄界灘は7.46mg/lであった。最低値は響灘5.92mg/l,玄界灘5.73mg/lであった。

C O D:響灘の平均値は0.83mg/l,玄界灘は0.82mg/lであった。最高値は響灘1.61mg/l,玄界灘1.18mg/lであった。

S S :響灘の平均値は3.04mg/l,玄界灘は1.07mg/lであった。

総窒素:響灘の平均値は11.22 μg-at/l,玄界灘は10.96 μg-at/lであった。

総リン:響灘の平均値は1.04 μg-at/l,玄界灘は0.69 μg-at/lであった。

## (2)環境基準の達成度

筑前海域は、公害対策基本法の第9条により水産1級を含むA類型の達成維持が指定されている。その内容を表2に示した。調査結果から、平成11年度の響灘及び玄界灘はDOについて8月に両海域で環境基準を下回り、A類型の維持は達成できなかった。しかし、COD、pHではA類型の環境基準値を満たしていた。CODは3年ぶりの環境基準達成となった。

表2 水質環境基準

水質類型	A	B	C
利用目的	水産1級 水浴 自然環境保全 <sup>※2</sup>	水産2級 工業用水	環境保全 <sup>※1</sup>
pH	7.8～8.3	7.8～8.3	7.0～8.3
DO(mg/l)	7.5以上	5.0以上	2.0以上
cod(mg/l)	2.0以下	3.0以下	8.0以下

※1:国民の生活において不快感を生じない程度

※2:自然探勝等の環境保全

# 漁場富栄養化対策推進事業

## 底質環境評価手法実用化調査

神園 真人・杉野 浩二郎・篠原 満寿美

底質環境の実用的な評価手法を開発するため、閉鎖的な内湾である福岡湾において水質、底質および底生動物の調査を行い解析に必要な資料を得る。

### 調査方法

1999年6～10月にかけて毎月1回、図1に示す5調査点で、水質調査と採泥を行った。STD（アレック電子・AST1000M）を用いて水温・塩分の鉛直分布と海底上1mの溶存酸素濃度（ウィンクラー法）を測定し、底質測定試料は、柱状採泥器（HR型不攪乱柱状採泥器）を用いて採取した。得られた海底泥の表面から2cm深までを採取し、冷蔵して実験室に持ち帰り、その日のうちにAVS（検知管法）を測定し、残りは冷蔵保存し後日、COD（アルカリ性過マンガン酸ヨウ素滴定法）、IL（550℃、6時間）およびMC（粒径63μm以下）を測定した。なお、全ての測定は採泥後2日以内に行った。F2,9,17では同時にSOD測定用試料を採取し、広島大学に送付した。底生動物の測定用試料はスミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて採取した。採泥は調査点毎に2回行い、それぞれを1mm目の篩を通した後に10%濃度の中性ホルマリン溶液を加えて固定し、日本海洋生物研究所（株）に送付した。

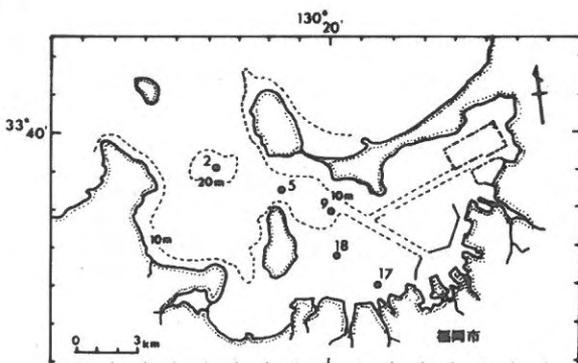


図1 調査海域と調査点

### 調査結果

#### 1)水質調査

底層の水温、塩分および溶存酸素濃度（DO）の調査点別の経月変化を図2に示した。水温は観測開始時の6月18日には20.0～22.4℃の範囲であったが、その後昇温し9月14日に最高水温（26.3～26.4℃）を示した。調査点間の水温差は6月18日には2.4℃と大きいが、他の観測日では小さかった。塩分は観測開始から徐々に低下し、9月14日あるいは10月21日に最低塩分が観察された。分布の傾向として湾奥で低く、湾口部で高い値を示す傾向が伺えるが、その差は8月23日を除くと0.7の範囲内であった。底層DOが4mg/lを下回ったのは湾奥のF17とF18であり、湾口から湾奥にかけては顕著なDOの低下は見られなかった。最低DOを示した観測日は調査点により異なり、湾奥のF17とF18は8月23日、湾奥と湾口の調査点では9月14日であった。

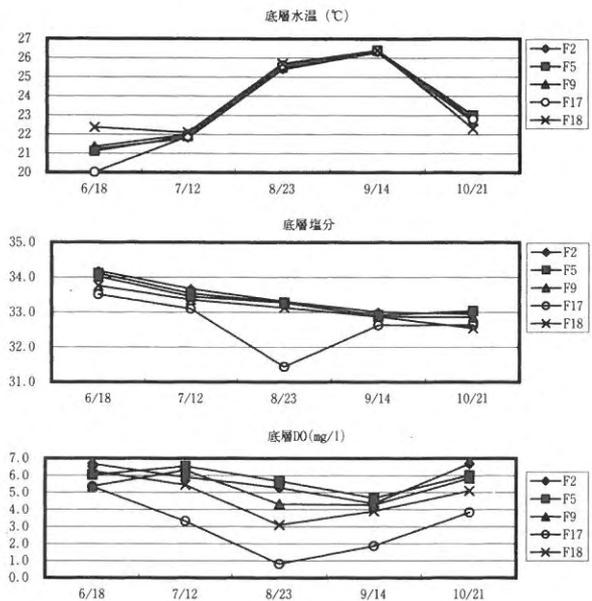


図2 底層の水温、塩分及び溶存酸素の経月変化

#### 2)底質調査

底質の測定項目（MC, AVS, COD, IL）の調査点別の経月変化を図3に示した。いずれの項目も調査日によってやや異なるものの、湾奥での値が高く、湾口部に向かうにしたがって値は低くなる傾向が伺える。MCは湾口の

F2で20%前後と低く、湾央、湾奥では50~90%の値であった。AVSは6~8月にかけてはF17で0.4mg/gdry前後、他の調査点では0.2mg/gdry以下であったが、その後値は高くなり、10月21日の観測ではF17で1.5mg/gdry、F18とF5では0.4mg/gdry前後の値がみられた。CODとILの各調査点での値は調査日によって異なるが、その変動には季節性はみられない。

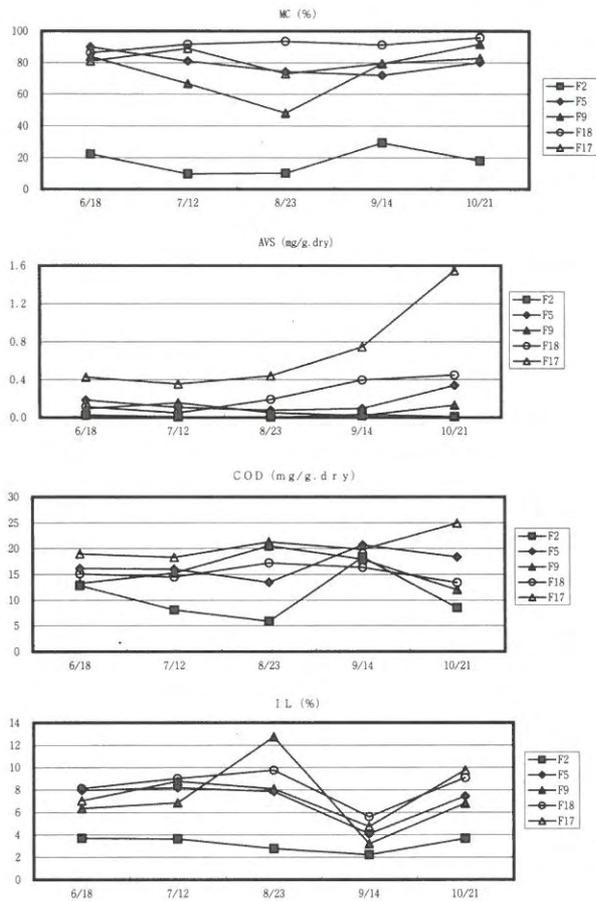


図3 底質の測定値の経月変化

### 3)底生動物調査

底生動物の個体数、湿重量および多様度指数（ピット）の調査点別の経月変化を図4に示した。個体数の変動を調査点別にみると、湾奥で多く、湾口、湾央で少ない傾向が伺える。ただ、調査日によって個体数が大きく変動している調査点もみられ、湾口のF2では8月23日には著しく増加しており、逆にF17では13個体/0.1m<sup>2</sup>に減少して

いる。8月23日にはF17での底層DOは1mg/l以下に低下しており、これが原因で個体数が減少したものと推察される。その後DOの回復とともに個体数も増加し、10月21日には470個体/0.1m<sup>2</sup>に回復している。湿重量で6

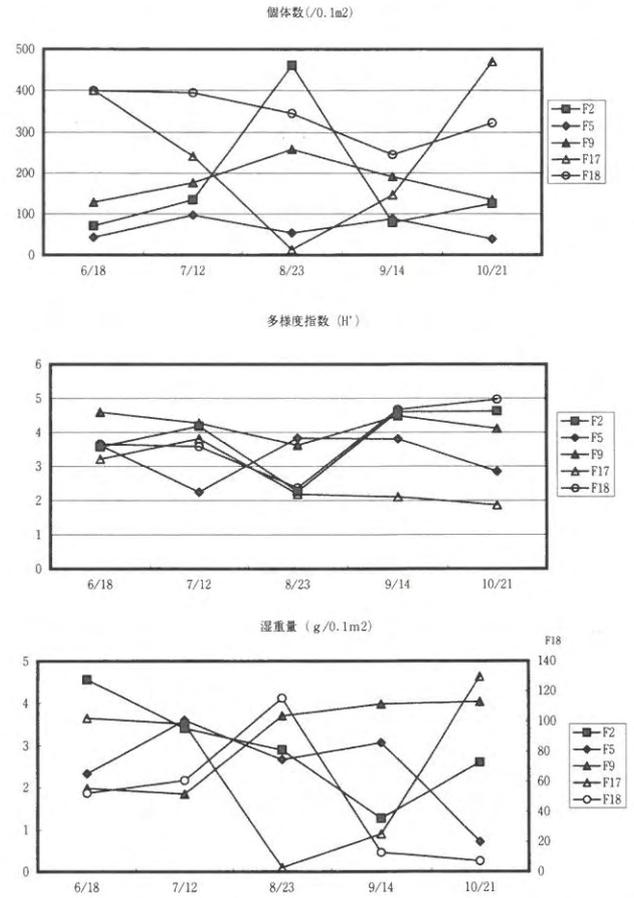


図4 底生動物の測定結果の経月変化

※湿重量の図でF18の値は右の目盛り、他の調査点での値は左の目盛りで示している。

~8月にかけてF18での値が高いのはホトトギスガイが増加したためである。観測開始時の6月18日の多様度指数は3~5の範囲であったが、湾奥で顕著な貧酸素水塊が形成された8月23日には2~4の範囲に低下している。

### 4)主成分分析による合成指標値と底層DO及び多様度指数の関係

平成10年度の解析結果から、下記に示すような底質の汚染度を評価するための合成指標値の計算式が得られている<sup>2)</sup>。

(1)~(4)の式に今年の福岡湾の各調査点で最低DOを

$$Z1a=0.514(IL)+0.503(AVS)+0.518(MC)-0.460(H') \quad \text{----- (1)}$$

$$Z1b=0.592(IL)+0.554(AVS)+0.584(MC) \quad \text{----- (2)}$$

$$Z1e=0.507(COD)+0.507(AVS)+0.512(MC)-0.471(H') \quad \text{----- (3)}$$

$$Z1f=0.585(COD)+0.565(AVS)+0.581(MC) \quad \text{----- (4)}$$

( )内は下表の平均値と標準偏差を用いて  $(X - \bar{X})/SD$  で変換した値

	平均値	標準偏差
IL(%)	8.03	4.44
COD(mg/gdry)	20.4	15.2
AVS(mg/gdry)	0.49	0.59
MC(%)	64.2	30.8
H'(bit)	2.73	1.27

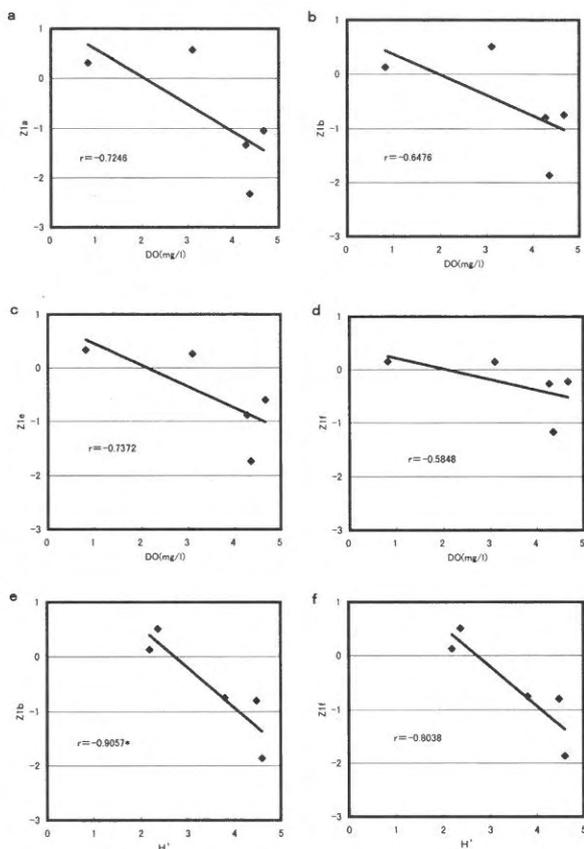


図5 合成指標値と底層DO (a~d) および多様度指数 (e,f)との関係

示した時の底質および多様度指数の値を代入して合成指標値を計算し、それらとその時に測定された底層DOとの関係、およびZ1bあるいはZ1fと多様度指数との関係を図5に示した。

各合成指標値と底層DOの関係をみると、いずれの場合でも両者の間には負の相関がみられ、特に説明変数にH'を採用した場合に相関係数は高かった。このことから、上記の合成指標式から算出された値で、底層DOの評価ができると思われる。

合成指標値 (Z1bとZ1f) と多様度指数の関係では、DOと比べてより良好な負の関係がみられる。

#### 参考文献

- 1) 福岡市水産資源調査連絡協議会(1972)：福岡湾の漁業, pp.13-15.
- 2) 日本水産資源保護協会(1999)：平成10年度漁場富栄養化対策事業,底質環境評価手法実用化調査報告書, pp.155-178.

# おさかな加工パワーアップ事業

白石 日出人・佐々木 和之

国内における水産資源の漁獲量は概して減少もしくは横ばい状態で、魚価も低迷しており、県内でも漁業経営は依然厳しい状態が続いている。そこで本事業では、漁業所得の維持・向上を図るために、低未利用資源の高付加価値化に取り組んだ。また、加工関係者(加工業者、漁業者および関係団体等)を対象に加工品の試作試験を行うために加工実験施設の開放(オープンラボ)を実施した。

## 1 低未利用資源の有効利用法の開発

本年度は、前年度に引き続き脂肪含量が多いためイリコの原料として不向きな1月末以降に漁獲されるカタクチイワシと独特な魚臭を持つキツネガレイの高付加価値化に取り組んだ。

### 1. カタクチイワシ

下記の2つの条件によるそれぞれの脱脂効果の検討を行った。

- ①ボイル前にエタノール溶液に静置浸漬させる。
- ②エタノール添加塩水でボイルする。

## 方 法

カタクチイワシは平成10年9月～平成11年1月に採取し、適量をビニールに入れ、真空包装後-30℃で凍結保存した。実験には、これを水道水で解凍したものを用いた。

また、粗脂肪分析用の試料には、各条件を課した後、通常の方法<sup>1)</sup>でイリコを製造し(但し、乾燥は行わず、ボイル後-20℃で凍結した)、真空凍結乾燥機で乾燥した後乳鉢で粉末にしたものを用いた。なお、粗脂肪含量の測定はソックスレーの抽出法を用い、試料の量は約1g、抽出液はジエチルエーテル、抽出時間は1.5時間、抽出装置はソクステックHT(メーカー名:アクタック)であった。

### (1)エタノール溶液に浸漬させることによる脱脂効果の検討

カタクチイワシを20、40、60、80、100%(計5区)

のエタノール溶液(100ml)にそれぞれ1、3、5、10分間(4区)静置浸漬した後、塩水量:3l、塩分濃度:3%、時間:3分、温度:95℃でボイルし、凍結・乾燥して試料を調製後、イリコ乾燥粉末中の粗脂肪含量を測定した。

### (2)エタノール添加塩水でボイルすることによる脱脂効果の検討

3%の塩水950mlにエタノールを50ml添加し(5%)、これをエタノール添加塩水とした。これでカタクチイワシを95℃で5分間ボイルし、凍結・乾燥して試料を調製後、イリコ乾燥粉末中の粗脂肪含量を測定した。対照区には同条件でエタノール無添加のものを用いた。

## 結 果

### (1)エタノール溶液に浸漬させることによる脱脂効果の検討

粗脂肪含量は6.4～9.0%の範囲であった(表1)。エタノール濃度およびボイル時間に一定の傾向は認められなかった(統計的に差がなかった)。

表1 エタノール濃度による粗脂肪含量の比較

		エタノール濃度(%)				
		20	40	60	80	100
時 間 (分)	1	8.8	8.2	7.3	8.0	7.9
	3	9.0	8.2	8.4	7.7	7.7
	5	7.8	8.0	8.2	6.4	7.3
	10	7.6	8.5	7.2	7.4	7.6

単位:%

### (2)エタノール添加塩水でボイルすることによる脱脂効果の検討

エタノール添加塩水および対照区とも、粗脂肪含量は8.0%であり、両者に差は認められなかった。なお、エタノールは引火性があるが、エタノール濃度5%では溶液が沸点近く(95℃)になっても引火は起こらず、海水と水道水による差はなかった。但し、エタノール濃度10%では約60℃で引火が起こった(表2)。

表2 エタノール海水の引火試験

溶液温度 (°C)	エタノール濃度	
	5%	10%
40	×	×
50	×	×
60	×	○
70	×	
80	×	
90	×	
95	×	

×:引火せず、○引火する

## 考 察

有機溶媒には多くの種類があるが、今回は食品という観点から残留しても安全性には問題のないエタノールを用いて、①ポイル前にエタノール溶液に静置浸漬させる、②エタノール添加塩水でポイルする、という2つの方法の検討を行ったが、両者とも脱脂効果は認められなかった。有機溶媒の中ではエタノールは極性が低く、ヘキサンやジエチルエーテルなどに比べて油を溶かし込む力が弱いこと、イリコの製造工程を考慮すると浸漬時間を長く取れないこと、および安全性のため高濃度のエタノール塩水の使用が出来ないことなどが脱脂効果を得ることが出来なかった原因と考える。昨年度はポイルする塩水の塩分濃度を高くするとやや脱脂効果があることがわかったが<sup>2)</sup>、今回エタノールでは脱脂効果を得ることは出来ず、簡易な製造方法の改良でカタクチイワシの脂を除くことは難しい公算が高くなった。今後は高塩分でイリコを製造した時、イリコとしての塩分の許容範囲を明確にするとともに、イリコ以外の用途開発を行っていく必要がある。

## 2. キツネガレイ

紫外線殺菌海水を用いて、キツネガレイの干物を製造する際の除臭効果の検討を行った。

## 方 法

干物を製造する時、前処理(鱗、鰓、内臓除去)および浸漬工程で水を使用するが、今回この水として、紫外線殺菌海水を用いて干物を製造した。干物製造条件は、浸漬液の塩分濃度:5%, 浸漬液量:3l, 浸漬時間:1.5時間, 乾燥温度:23°C, 乾燥時間:18時間である。また、対照区として水道水および濾過海水を使用したものを設けた。これら3種類の干物について官能評価を行った。また、試験区および対照区とも干物を3尾ずつ製造

した。なお、原料のキツネガレイは、平成12年2月に採取し、それをそのままビニールに入れて真空包装後、-30°Cで凍結したものを用いた。使用の際はこれを水道水で解凍させた。

## 結果および考察

製品完成直後は3種類とも臭いに差はなかった。これを冷蔵(5°C)で2日保存した場合、3種類とも生臭みが生じたが、その生臭みは濾過海水で製造したものが1番強かった。残りの2種類は生臭みは同程度のものではなかった。紫外線殺菌海水、水道水および濾過海水はそれぞれ紫外線、塩素および濾過により水中の細菌数を減らしているが、この中で濾過によるものが他のものより多く細菌が残っていたため、上記のような結果になったのではないかと思われる。今回干物を作る際、各試験区とも体表の粘液をほとんど感じなくなるまで念入りに洗浄したが、こうすることでキツネガレイ独特の臭いはかなり取り除くことが出来たので、キツネガレイの干物製造においては製品後の細菌数や温度管理等が重要であるようである。この点は今後の課題である。

## II 製品の試作および販路開拓

二双吾智網漁業で漁獲される小型のエソ、ウマヅラハギおよび刺網漁業で漁獲されるキツネガレイの加工品を試作した。エソは「うまかエソすり身」というものを昨年試作したが、本年度はそれを麺状に伸ばしてエソパスタにした。また、ウマヅラハギは鰓、内臓等を除去して簡易調理済の魚を、キツネガレイは内臓、鰓等を除去して衣をつけた冷凍フライを試作した。試食ではエソパスタは目新しさもあって好評であった。写真1~3はこれらの調理例である。

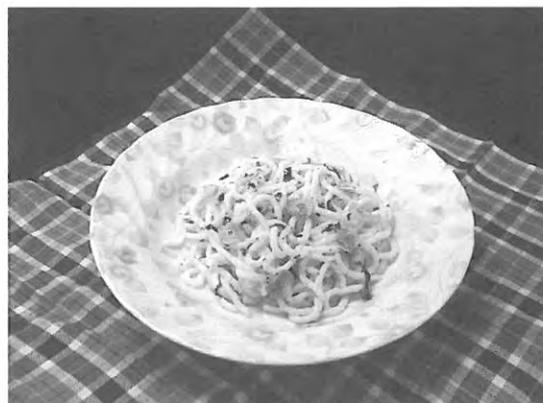


写真1 魚パスタペロンチーノ

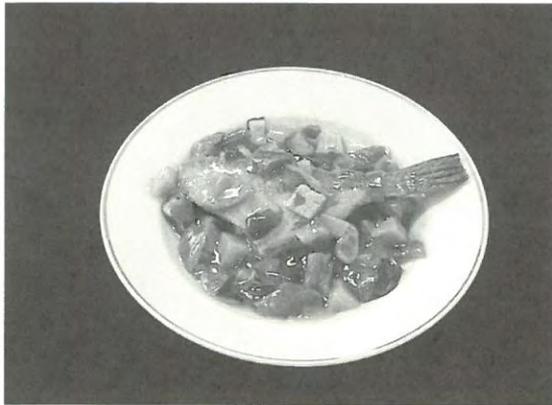


写真2 ウマツラハギのあんかけ

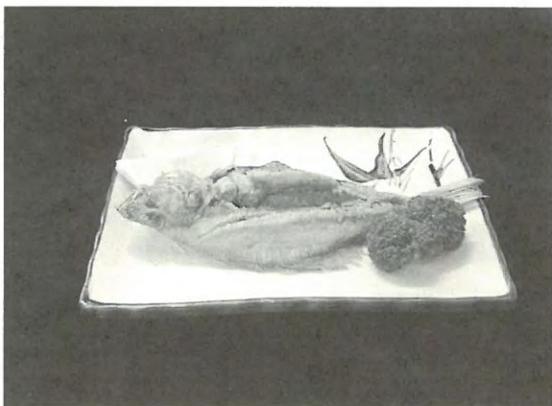


写真3 キツネガレイの唐揚

### III 水産加工施設の利用促進(オープンラボ)

水産加工実験棟月別利用者数の推移, 主な利用目的お

よび利用機器を表3, 表4に示した。平成11年度の利用件数は57件で, 利用者総数は193名で, それぞれ前年度の238%, 118%と増加した。利用件数の増加割合に対して利用者数はあまり増加していないが, 平成11年度は前年度に比べ1件当たりの利用人数が少なかった。また, 利用目的では乾燥品(干物, 乾燥粉末など)や燻製の試作のが多かった。

表3 水産加工実験棟月別利用者数の推移

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
加工業者	10	22	20	2	39	2	14	3	8	9	9	5	143
漁業者	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10
その他	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	40
小計	10	22	20	2	89	2	14	3	8	9	9	5	193
件数	8	2	1	2	4	1	5	3	8	9	9	5	57

表4 主な利用目的および使用機器

利用目的	使用機器
辛子明太子のくんせい	くんせい機
辛子明太子卵膜の乾燥品	冷風乾燥機
スッポン血液の真空凍結乾燥品	真空凍結乾燥機
蒲鉾、揚蒲、イカ焼売	らいかい機・サイレントカッター・蒲鉾蒸し器
ヒジキ乾燥品	冷風乾燥機
ヒラタスマコダキガイの佃煮	煮がま・ポイル槽
ベツトフード	フードカッター
アジの開き	冷風乾燥機

### 文 献

- 1) 松下晃一: 「煮干し」を考える, 水産技術と経営, 10, 22-32(1996)
- 2) 白石日出人・佐々木和之: おさかな加工パワーアップ事業, 平成10年度水産海洋技術センター事業報告, 171-173(1999)

# 産学官共同研究開発事業

白石 日出人

辛子明太子を製造する際、洗卵過程等で卵巣から卵の一部がこぼれ出てしまう。これは、通称「バラコ」と呼ばれ、一部はおにぎりやドレッシングなどの加工品として利用されているが、大部分は廃棄されている。水産資源の有効利用および地球環境問題等を考えると、これらの廃棄物を有効利用することが必要である。そこで、魚卵膜が持っている生体膜の機能（外界の条件変化に対応した高次構造変化機能やそれに対応した物質透過機能の制御等）を活かして産業用資材として利用するために、本事業ではスケトウダラ卵の有効利用計画の検討を行った。

## 方法

下記の5つの事項について、既存資料<sup>1)2)3)4)5)</sup>および聞き取りによって調査し、それらを基礎資料として有効利用計画の検討を行った。

1. スケトウダラの漁獲量および輸入量
2. 県内における辛子明太子およびタラコの生産量
3. 辛子明太子およびタラコ製造過程で生じる残滓量
4. 県内で魚卵が入手可能な魚種
5. マダイおよびコイの生産量

## 結果

### 1. スケトウダラの漁獲量および輸入量

昭和63年～平成9年までの国内におけるスケトウダラの漁獲量を図1に示した。昭和63年の126万トンが平成9年には33万トンと年々減少している。平成7～

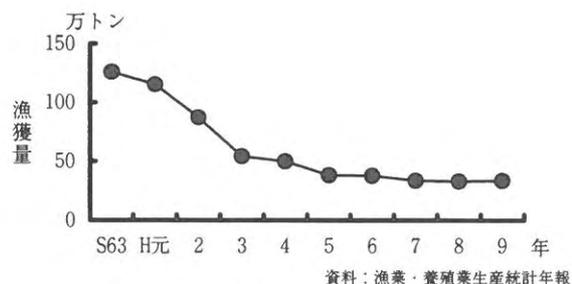


図1 国内におけるスケトウダラの漁獲量

9年は33万トン台の漁獲量で推移している。

昭和63年～平成8年までの国内におけるスケトウダラ卵(生鮮、冷蔵、冷凍)の輸入量を図2に示した。減少している年はあるものの、年々増加傾向にあり、平成8年は4.5トンと昭和63年の2倍以上になっている。

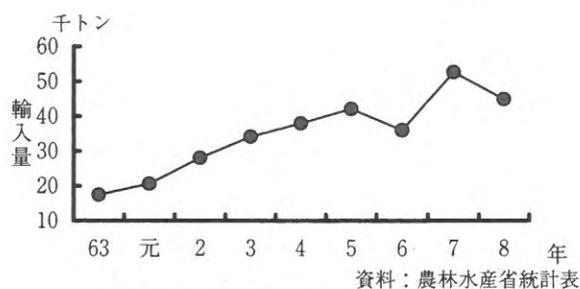


図2 スケトウダラ卵(生鮮・冷蔵・冷凍)の輸入量

### 2. 県内における辛子明太子およびタラコの生産量

平成6～10年の県内における辛子明太子およびタラコの生産量を表1に示した。福岡県の特産品である辛子明太子はここ数年2万トン前後生産されている。また、生産量では辛子明太子の1/10であるタラコはここ数年生産量は増加傾向を示しており、平成10年の生産量は2,447トンである。また、平成6～10年のこれらの生産量の合計は2.1～2.2万トンと安定している。

### 3. 辛子明太子およびタラコ製造過程で生じる残滓量

加工業者の聞き取りによると、辛子明太子やタラコを製造する時バラコが生じるのは、ほとんどが洗卵過程だそうである。1.5トン洗卵すると約2～3kg(0.13～0.2%)のバラコが生じるそうであり、表1の生産量をもとにバラコの量を試算すると、県内では約28～45トンのバラコが生じることになる。

表1 県内における辛子明太子およびタラコの生産量

年	単位：トン		
	たらこ	辛子明太子	合計
6	1,318	20,316	21,634
7	1,910	20,538	22,448
8	1,804	19,923	21,727
9	2,238	20,083	22,321
10	2,447	19,685	22,132

資料：水産物流通統計年報

#### 4. 県内で魚卵が入手可能な魚種

スケトウダラ卵以外の魚卵の検討を行うために、県内で魚卵が入手可能な魚種について調査を行った(表2)。代表的な魚種として海産魚が17種類、淡水魚が5種類ほど存在するが、この中にはスケトウダラのように魚肉と魚卵の利用方法がはっきりしている魚種は存在しない。敢えてこの中から候補として選ぶなら、水産資源の維持、原料確保のし易さや地域振興のためには県内で養殖されているマダイやコイということになるだろう。

表2 県内で魚卵の入手が考えられる魚種一覧

No	魚種	産卵期	卵の種類	卵径(mm)	単価(円/kg)*1	入手し易さ
1	イサキ	6~8月	浮性卵	0.84~0.92	2,000	△
2	イシガレイ	12~1月	〃	1.03~1.15	1,000	△
3	キュウセン	6~11月	〃	0.73~0.76	-	×
4	クロダイ	3~6月	〃	0.83~0.91	1,500	△
海	5 コイチ	5~8月	〃	0.69~0.83	500	△
6	コノシロ	4~7月	〃	1.14~1.60	200	△
7	シロギス	5~8月	〃	0.63~0.70	1,000	△
8	シログチ	6~7月	〃	0.73~0.78	500	△
産	9 スズキ	11~3月	〃	1.22~1.45	2,000	△
10	スズメダイ	5~8月	沈性卵	-	-	×
11	セスジボラ	3~5月	浮性卵	0.82~0.90	-	×
12	ヒラメ	1~5月	〃	0.83~0.98	3,000	○
魚	13 ブリ	4~6月	〃	1.19~1.27	1,000	○
14	ホンペラ	5~9月	〃	0.62~0.65	-	×
15	マコガレイ	12~1月	〃	-	1,000	△
16	マダイ	3~5月	〃	0.91~1.03	1,500	○
17	メナダ	3~5月	〃	0.90~0.98	-	×
18	アユ	9~11月	沈性卵	0.75~1.00	2,000	○
淡	19 コイ	4~6月	〃	1.40~1.70	400	○
水	20 ティラピア	*2年中	〃	2.00~5.50	1,200	○
魚	21 ニジマス	12~3月	〃	3.00~5.70	750	○
22	メダカ	3~10月	〃	-	-	×

資料:日本産稚魚図鑑

\*1 ... ○:容易、△:やや困難、×:困難

\*2 ... 水温が25度以上であれば年中産卵する。

#### 5. マダイ・コイの生産量

平成6~10年の県内におけるマダイおよびコイの生産量はマダイが1,174~1,422トンで、コイが775~867トンで推移しており、両魚種ともやや減少傾向である(表3)。この中で養殖魚の占める割合は、マダイが約5%と少なく、逆にコイは約90%と生産量のほとん

表3 県内におけるマダイおよびコイの生産量

年	マダイ			コイ		
	漁獲量	収穫量	生産量	漁獲量	収穫量	生産量
6	1,099	75	1,174	91	779	870
7	1,142	56	1,198	101	867	968
8	1,353	69	1,422	118	797	915
9	1,271	62	1,333	121	775	896
10	1,175	31	1,206	117	692	809

資料:福岡農林水産統計年報

どを占めるような状況である。

#### 考 察

国内におけるスケトウダラの漁獲量は年々減少している状況であり、スケトウダラ卵の輸入量が増加していることから伺えるように、海外への原料の依存度が高くなっている。しかし、海外のスケトウダラ資源も決して豊かなものではなく、平成12年2月の某新聞記事によれば、ロシア産のスケトウダラ卵が減少しているとのことであり、辛子明太子やタラコ製造業は厳しい状況に立たされている。また、国内では平成9年からスケトウダラが漁獲可能量(TAC)の設定魚種に指定され、漁獲管理が実施されており、これらの状況を踏まえると、今後、辛子明太子やタラコの生産量が増加するとは考え難く、当面はスケトウダラ資源の回復待ちの状況が続くと予想される。つまり、県内で廃棄物として生じる28~45トンのバラコもこれを越えることはなく、有効利用の割合も現在より増えるのではないかと考える。

産業用資材として有効利用を考える場合、第一にこの廃棄物の量を念頭に置いたものでなければならない。つまり、この廃棄物の量で産業が成立するかどうか判断が必要である。もし、これだけの量では産業として成立しないとすると、スケトウダラ卵以外の魚卵の併用またはこれへの転換が考えられるが、水産資源の維持、原料確保のし易さおよび地域振興のために、県内や県外で生産されているマダイやコイ等養殖魚を利用することが望ましい。しかし、この場合は魚体の有効利用法や魚卵入手方法の確立など多くの課題を解決しなければならない。

#### 文 献

- 1) 農林水産省経済局統計情報部:平成9年漁業・養殖業生産統計年報,農林統計協会,東京,1999,12pp.
- 2) 農林水産省経済局統計情報部:農林水産省統計表,農林統計協会,東京,1999,40pp.
- 3) 農林水産省経済局統計情報部:平成6~10年水産物流通統計年報,農林統計協会,東京.
- 4) 沖山宗雄:日本産稚魚図鑑,東海大学出版会,東京,1988,pp.1030-1040.
- 5) 九州農政局福岡統計情報事務所:第42~46次福岡農林水産統計年報水産編,九州農政局福岡統計情報事務所,福岡.

有 明 海 研 究 所



# 浅海漁場調査事業

## アゲマキ資源増殖技術開発

松井 繁明

アゲマキ (*Sinonovacula constricta*)は有明海の重要な二枚貝資源であったが、平成6年にはほぼ全滅状態にまで資源状況が悪化した。

このため、本県では壊滅的状况にある有明海のアゲマキ資源の回復を目的に、平成8年度年度から韓国産貝を使い移植試験を行っている。

有明海で、アゲマキ資源の回復と安定を図るためには、移植貝が現地に定着するとともに、漁場で適正に再生産されることが重要である。

ここでは、漁場に移植した貝を使い採卵誘発試験を行い、種苗生産技術の基礎的な知見の収集をするとともに、母貝の成熟状況を調査し、有明海でのアゲマキ資源再生産の可能性を検討することを目的とした。

### 方 法

#### 1.産卵誘発試験

'99年度にアゲマキの産卵期とみられる8月初旬～9月末<sup>1-2)</sup>にかけて、移植漁場から採取した貝と韓国現地からの搬入した天然貝（以下搬入貝）を使用し、採卵誘発試験を行った。（図1）

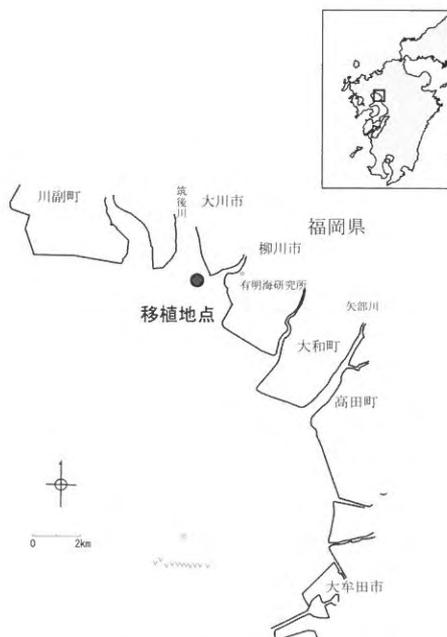


図1 移植地点図

表1 採卵試験に供した母貝の状況

履 歴	採卵月日	供試個数	平均殻長 (mm)	平均重量 (g)
搬入貝	8月10日	50	85.2±3.5	37.3±4.4
	9月29日	50	85.4±5.1	35.7±7.6
	9月30日	25	86.0±3.4	24.9±4.2
移植貝	8月9日	42	76.3±5.2	27.2±5.6
	8月26日	40	76.4±5.7	24.9±4.2
	9月29日	25	79.1±4.3	22.9±3.7

試験に供した貝の状況を表2に示した。

移植貝、搬入貝ともに採取した後、室内の5t循環水槽に垂下し、1～2日間無給で餌飼育した。

採卵誘発にはセロトニンを使い、母貝の生殖腺部に0.25mM溶液0.5mlを注入し、3lビーカーに各1個体ずつ収容した。

開始から60分を経過して反応の無いものについては、1mM溶液0.5mlを注射し、開始から120分経過し反応の無いものについてはさらに昇温刺激（+4～5℃）を加えた。

また、99年に韓国現地産の天然貝について、移植貝と同じ採捕地から搬入し、生殖腺指数を測定した。

生殖腺指数 (GI) = 内蔵重量 / 殻長<sup>3</sup> × 10<sup>5</sup>

内蔵重量を測定後、生殖巣については、5%ホルマリンで固定し、定法に従いパラフィン包埋した後、5μmの切片標本を作製した。組織標本はヘマトキシリン-エオシンで染色した。

### 結果及び考察

#### 1.採卵試験

3回の試験を通じて反応率は搬入貝が移植貝に比べて高く、特に搬入貝は、9月2日、9月30日の試験で反応率が50%を超える高い値を示した。これに対して移植貝は、8月26日の採卵試験で最高値33%を示したものの、8月9日、9月30日ともに10%以下の低い反応率に留まった。

搬入貝では雌の反応が9月2日と、9月30日の試験で見られたのに対して移植貝では雌の反応が見られず、受

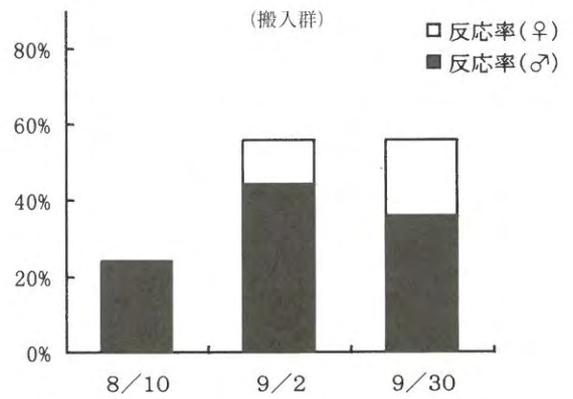
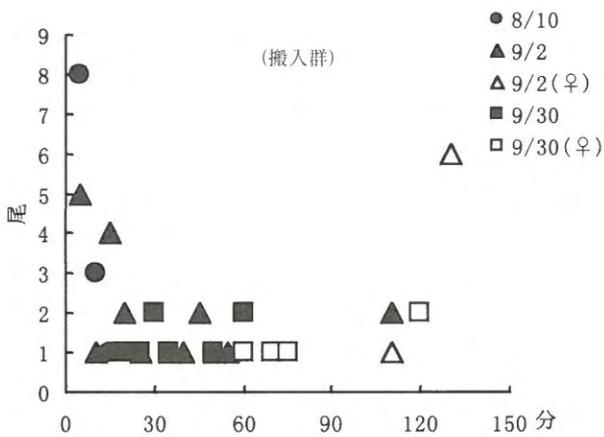
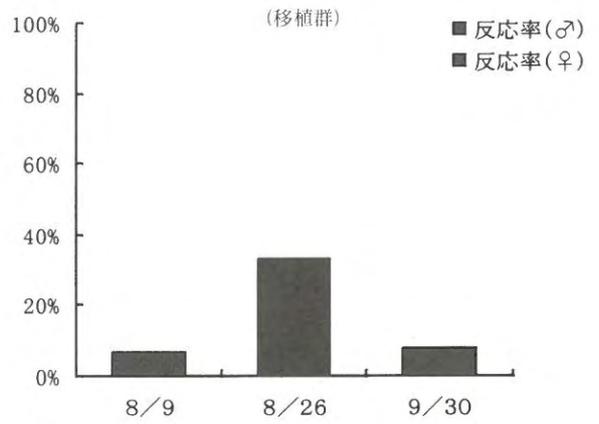
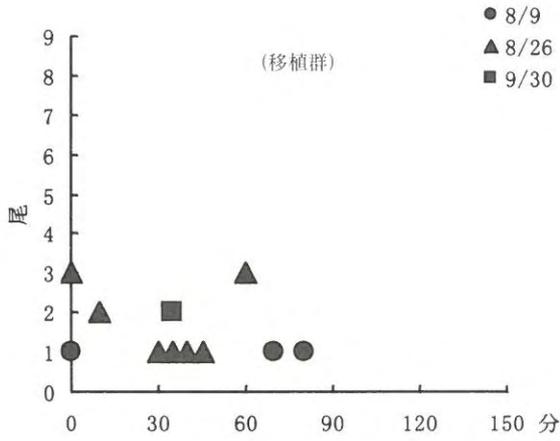


図2 反応個体数の経時変化

図3 反応率の変化

精卵を得ることができなかった (図2)。

反応個体数の経時変化をみると、移植群、搬入群ともに雄の反応は早い時間に始まり、1回目の注射で開始から60分以内にほとんどの反応が起きている。一方雌の反応は比較的始まりが遅く、開始から60分後の2回目の注射、開始から120分後の昇温刺激後まで反応がみられた。特に9月2日の試験では昇温刺激後に雌6個体に反応が認められた (図3)。

この結果、搬入貝は、過去有明海産の天然貝を使用した採卵試験<sup>3-5)</sup>とほぼ同等な誘発率を示し、受精卵の数も遜色が無く、これを母貝にした種苗生産は十分に可能であると考えられる。

一方、移植した貝は、全般に反応率が低く、特に雌の反応が見られない等成熟が順調に行われていないことが示唆された。

生殖腺指数の変化を搬入貝についてみると10年、11年ともに、8月上旬から9月にかけて生殖腺指数の急激な上昇がみられ最高値は10年搬入群で8月に1.18、'99年搬入群で9月に1.4と高い値を示し、9月の下旬にかけ

て明確な減少がみられた (図4)。

組織切片標本から成熟の様子をみると移植貝、搬入貝ともに8月上旬から9月下旬にかけて成熟が進行しており、韓国現地からの搬入貝は生殖腺指数と組織の成熟の間に相関がみられた。

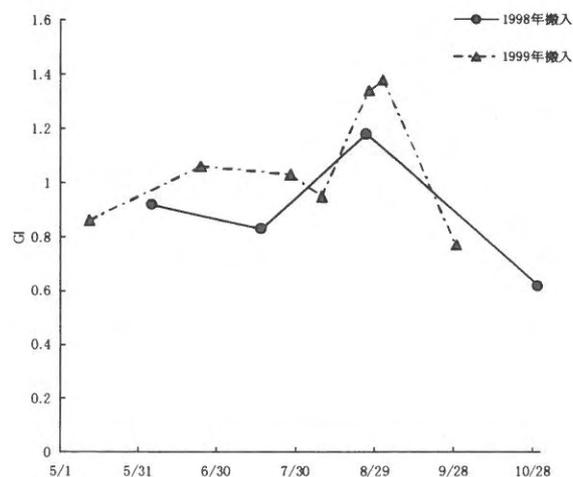


図4 生殖腺指数の経月変化

このような成熟状況の差違は母貝の成育環境によるものと考えられるが、今回の試験では韓国現地の環境条件が不明のため有明海漁場との明確な比較ができず、水温、餌料環境等が成熟に与える影響を明確にすることができなかった。今後は、室内試験などにより水温、餌料等の環境要因が成熟に与える影響を明らかにする必要がある。

## 文 献

- 1) 三井所正英：アゲマキの産卵期について、佐賀県養殖試験場報告、4,(1965).
- 2) 相島昇：1982年のアゲマキ産卵期について、福岡県有明水試研報、昭和60年度、99-101,(1987).
- 3) 相島昇・入江章：アゲマキ人工採卵稚貝の飼育試験、福岡県有明水試研報、昭和57年度、69-73,(1984).
- 4) 相島昇 アゲマキの適正水温と塩分濃度について、福岡有明水試研報、昭和59年度、73-78,(1986).
- 5) 石田ら：浅海漁場調査事業、福岡有明水試研業報、56-58,(1997).

# 有明海地域特産種増殖事業

## (1) コウライアカシタビラメ

林 宗徳

コウライアカシタビラメは有明海沿岸では「くつぞこ」とよばれ高級魚として取り引きされているが、近年漁獲量が減少し、漁業者からはこの増殖が望まれている。そこで、本事業が平成10年度から始まり、研究部で種苗生産技術の開発、有明海研究所で漁業実態の把握、増殖手法の開発検討等を担当して開始した。

### 方 法

#### 1. 漁業実態調査

コウライアカシタビラメを漁獲する漁業者に操業日誌記帳を依頼し、回収後集計した。また、1名の漁業者から平成11年5月から11月にかけて定期的に漁獲物を購入し、雌雄別に全長、体重を測定した。

#### 2. 幼稚魚分布調査

図1に示した調査点Aにおいて6月から12月にかけてしげ網（潮汐流を利用した小型の潮受け待ち網）による採集、調査点Bにおいて8月から翌年2月にかけて小網（人力による押し網）による採集を行い、採集した魚体を測定した。

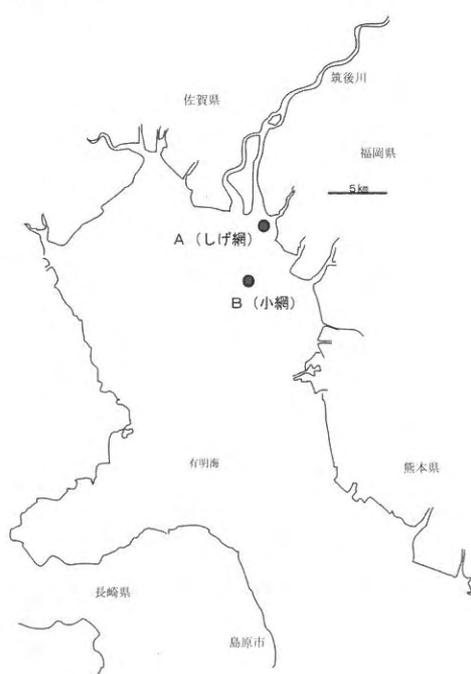


図1 調査地点図

### 結果および考察

#### 1. 漁業実態調査

当海区におけるコウライアカシタビラメは固定式さし網で漁獲されるが、図2に操業日誌から求めた1日あたりの漁獲量の月別推移を示した。4～6月はほぼ4kg/日であるが、7、8月に急増し、8kg/日となり、9月がもっとも多く15kg/日、10～12月は7～11kg/日、1～2月は急に減少し1kg/日程度となった。平成10年は7月にもっともCPUEが高かったが、平成11年は9月がもっとも高かった。漁期中の漁獲量は平成10年、平成11年ともほぼ同量程度と推定された。

漁期中の漁獲物の全長組成を図3に示した。福岡県地先において漁獲されるコウライアカシタビラメは前年同様200～300mmが主体であった。また、性比にかたよりがみられ、雄は少なく小型（180～280mm：平均235mm）であること、雌は圧倒的に多く雄より大型（180～340mm：平均261mm）であった。この性比のかたよりは雄が成長が遅いため、さし網にかかるのが遅れるためと推定された。

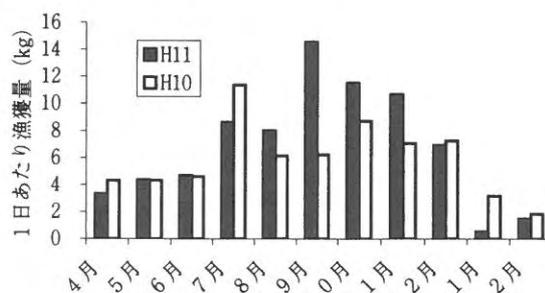


図2 コウライアカシタビラメ漁業CPUEの推移

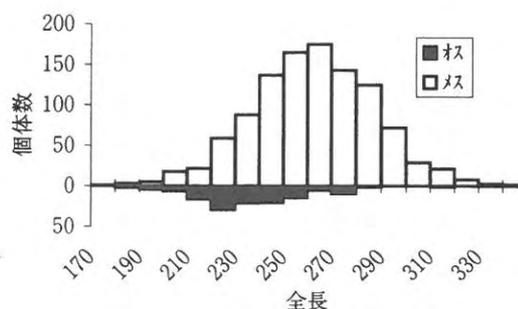


図3 福岡県地先の漁獲物の全長組成

## 2. 幼稚魚分布調査

A, B両地点で採集されたコウライアカシタピラメの1日の採集尾数を図4に示した。河口側のA地点では6月から8月にかけて採集尾数が増加し, 9月以降激減した。また沖側のB地点での採集尾数は8月, 9月は少なく, 10月に急増した。

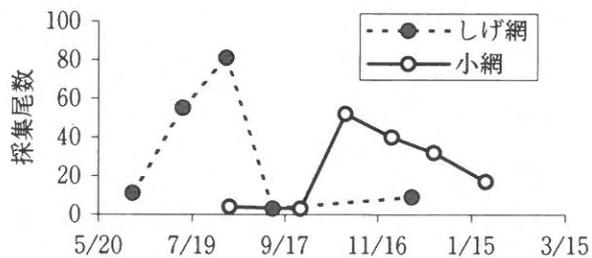


図4 幼稚魚調査1日の採集尾数の変化

また, 両地点で採集された性別平均全長の推移を図5に示した。両地点の成長はほほ同一直線上に並んだ。以上のことから両者は同一群とみなされA地点付近からB地点付近へ移動したことが推定された。この直線上に並んだ群は当歳魚と推定され, 生まれた年内に150mm程度まで成長することが推定された。また, 成長の雌雄差は12月頃からみられるが, さらに追跡して調査する必要がある。

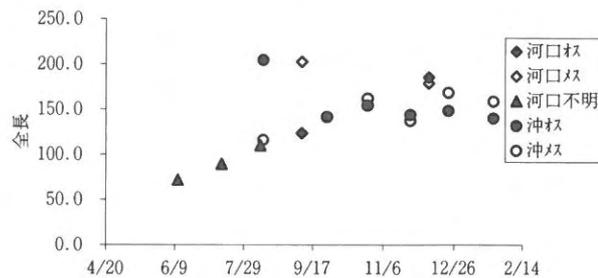


図5 着底から1年間の成長

# 有明海地域特産種増殖事業

## (2) エツ

林 宗徳

エツは筑後川および有明海の特産種であり、筑後川では5月1日からエツ流刺網で漁獲され、有明海湾奥部においてはエツ流刺網の解禁前から固定式さし網で漁獲される。市場では両者が流通しており、筑後川産と有明海産の比率は昨年調査で明らかになった<sup>1)</sup>が、本年はその価格差の推定も試みた。また、エツの観光資源として重要な位置にある遊覧船（エツ狩り）の実態調査も行った。

このように本事業はエツの生態、漁業実態、流通等を明らかにし、エツの増殖手法を開発すること目的としている

### 方 法

#### 1. 卵稚仔調査

平成11年5月から8月にかけて2週間に1回、筑後川に設定した図1に示した7定点（上流より、下田大橋、六五郎橋、青木大橋、鐘ヶ江大橋、昇開橋、新田大橋、河口）において表層、底層の水温、塩分、5分間の稚魚ネット表層びきを行った。稚魚ネットの採集物は現場で10%ホルマリンで固定し、持ち帰った後、エツの卵、稚魚、およびアリアケヒメシラウオの計数を行った。稚魚ネットには濾水計をつけておき、回転数から卵、稚魚の分布密度を推定し、流域面積を乗じて現存量を推定するとともに調査期間内の産卵量を推定した。



図1 エツ卵稚仔調査点

#### 2. 標本船調査

エツを漁獲する漁業者（①海域、②筑後川下流部：大川地区、③上流部：久留米・城島地区）に操業日誌を依頼し、漁期終了後、回収、集計し漁業者1人あたりの月別漁獲量を調査した。

#### 3. 市場取扱量調査

エツの取扱量をもっとも多いと考えられる柳川市の筑後中部魚市場において、5月から7月にかけて月3回の割合でエツを出荷した漁業者に、セリ前に出荷箱数、漁獲場所（有明海・筑後川）の聞き取り調査を行った。セリ時に価格も併せて聞き取り有明海産と筑後川産の価格を推定した。市場の4月から7月までの取扱箱数および聞き取り調査結果から、有明海産と筑後川産の量を推定した。また、久留米魚市場における取扱量を同市場において聞き取り調査を行った。

#### 4. 流通調査

エツ観光漁業を行う漁業者に操業日誌を依頼し、漁期終了後、回収、集計し、エツ使用量、客数などを推定した。

### 結果および考察

#### 1. 卵稚仔調査

表1に卵稚仔調査の結果一覧を、図2に卵現存量の推移を示した。産卵のピークは7月5日の調査時に認められた。その後、8月2日の調査まで卵は採集されたこと

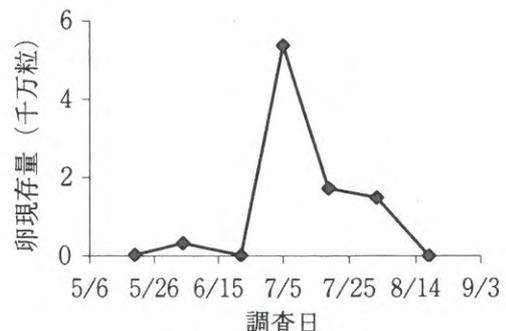


図2 卵現存量の推移

表1 エツ卵稚仔調査結果

調査日	st	水深 (m)	表層水温 (℃)	底層水温 (℃)	表層塩分	底層塩分	エツ卵密度 (1000m <sup>2</sup> あたり)	エツ稚魚密度 (1000m <sup>2</sup> あたり)	アブラヒシメ密度 (個体数)
5.20	0	4.0	21.3	21.1	0.16	0.17	2,959	0	12
	1	3.6	21.4	21.2	0.42	0.39	783	0	6
	2	5.0	21.4	21.4	1.03	1.07	25	0	0
	3	4.4	21.7	21.6	2.15	2.16	0	0	6
	4	7.0	21.5	21.5	6.47	6.71	0	0	0
	5	6.0	21.3	21.0	13.30	15.66	0	0	0
	6	6.2	21.3	19.9	22.82	27.41	0	0	0
6.04	0	5.2	22.2	21.7	0.07	0.06	2,315	0	71
	1	4.8	21.9	21.8	0.07	0.07	5,585	36	1,340
	2	5.6	22.3	22.2	0.12	0.11	2,337	54	12
	3	4.8	22.5	22.3	0.31	0.32	325	6	0
	4	7.2	22.6	22.6	5.36	8.25	0	0	0
	5	6.8	23.3	22.4	10.81	18.13	0	0	0
	6	6.5	23.7	22.0	20.09	27.71	0	0	0
6.22	0	5.0	23.5	22.8	0.06	0.06	616	40	40
	1	4.8	23.1	22.8	0.06	0.06	364	19	197
	2	5.1	23.4	23.1	0.07	0.07	23	697	18
	3	4.3	23.4	22.6	1.78	2.59	0	0	0
	4	7.6	24.2	23.7	8.38	19.17	0	0	0
	5	7.0	24.6	24.0	10.91	25.02	0	0	0
	6	6.7	26.4	23.9	18.26	29.39	0	0	0
7.05	0	5.8	21.4	21.4	0.04	0.04	4,061	0	0
	1	5.9	21.7	21.4	0.04	0.04	5,607	0	0
	2	7.6	21.3	21.3	0.04	0.04	15,135	0	0
	3	4.9	21.3	21.2	0.04	0.04	28,702	0	0
	4	6.8	21.0	21.0	0.04	0.04	21,349	0	13
	5	6.6	22.0	22.0	1.17	5.90	2,135	0	0
	6	6.0	23.1	23.0	11.52	24.63	88	0	0
7.19	0	5.4	24.0	24.0	0.07	0.07	669	0	0
	1	5.5	24.3	24.2	0.07	0.07	3,292	0	0
	2	6.5	24.9	24.6	0.08	0.08	8,585	198	6
	3	4.6	25.2	24.9	0.09	0.09	13,769	2,047	0
	4	7.4	25.0	25.0	0.88	2.39	739	0	0
	5	5.6	25.1	24.9	10.42	12.84	0	0	0
	6	5.7	26.3	24.8	14.63	25.74	0	0	0
8.02	0	6.5	27.2	27.0	0.08	0.08	6,406	0	0
	1	6.0	26.9	26.9	0.08	0.08	7,914	54	16
	2	6.5	26.9	26.8	0.10	0.11	17,563	1,711	0
	3	5.5	27.1	26.9	0.21	0.21	5,463	4,807	0
	4	7.2	27.4	27.3	2.66	2.37	0	359	0
	5	6.0	27.4	27.3	11.08	11.71	0	0	0
	6	6.8	27.5	26.8	18.47	24.03	0	0	0
8.18	0	5.5	28.4	28.1	0.10	0.10	0	1,719	7
	1	4.6	28.6	28.4	0.10	0.10	0	201,675	130
	2	6.5	28.9	28.6	0.17	0.14	0	89,080	0
	3	4.5	28.9	28.8	0.53	0.50	0	6,010	0
	4	7.0	29.0	28.9	2.78	4.55	0	16	0
	5	6.5	28.8	28.5	10.89	13.56	0	0	0
	6	6.0	28.4	27.6	18.81	26.05	0	0	0

から、7月までは産卵が継続したものと考えられた。標本船調査や、漁業者からの聞き取り調査によると6月下旬～7月上旬に筑後川への遡上のピークが存在し、産卵時期と同調したが、例年より半月程度遅れた。

## 2. 標本船調査

平成10年及び平成11年の標本船調査の結果を図3に示した。今年度は下流部の漁獲が少なく、前年比で5月は前年の1/4量、6月が前年の1/2、7月が前年とほぼ同量と、5月、6月が極度の不漁であり、漁期全体でも前年の45%減であった。また、海域の漁獲量は全体で15%減と筑後川下流部と比較すると減少幅は少なかった。一方、上流部は漁期はじめの5月から比較的好調ですべての月で前年を上回り、漁期全体でも20%の増加であった。

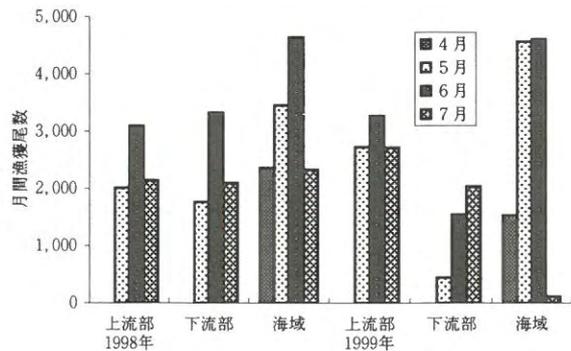


図3 標本船調査の結果

### 3. 市場取扱量調査

表2に筑後中部、久留米魚市場における取扱量を示した。久留米魚市場における取扱量は5.4トン（前年比76%）、筑後中部魚市場における4月から7月にかけての取扱量は33.9トン（前年比78%）であり、うち有明海漁獲分は12.9トン（37.9%）と前年にくらべ海域の比率は10ポイント減少した。

筑後川産と有明海産の1尾価格の推移を図4に示した。5月上旬から6月上旬にかけては筑後川産エツは250円前後で推移したが、有明海産エツは筑後川産エツの約4割から6割の100円から180円程度であった。6月中旬以降、両者とも単価は下落し100円以下になるとともに、価格差は縮まり有明海産エツは筑後川産エツの8割から9割になった。筑後川産エツは基本的に有明海産より高価に取り引きされていることが明らかになり、流通量の比較的少ない5月にはその差が顕著である傾向が認められた。

### 4. 流通調査

表3に標本船の結果を示した。1漁期（5～7月）中の1隻あたりの遊覧回数は18.5回、エツ使用量は184kg（1,832尾）、のべ客数は215.5人であった。また、使用エツ量をのべ客数で割った1人あたりのエツ使用量は8.5尾となり、料亭などでコース料理としていただける1人あたりのエツの尾数とほぼ一致した。

遊覧船数から遊覧船利用人数は約1,500人、遊覧船で利用されるエツは約900kgと推定された。

### 参考文献

- 1) 林 宗徳(2000)筑後川特産種増殖事業（エツ）、平成10年度福岡水技セ事報

表2 市場における取扱量

	久留米			筑後中部				
	1,998	1,999	前年比	1,997	1,998	1,999	前年比	
4月				6.4	3.6	3.4	94%	
5月	2.5	2.0	81%	19.1	12.4	9.8	79%	
6月	3.7	2.3	62%	19.2	20.6	11.7	56%	
7月	0.9	1.1	121%	5.5	6.9	8.9	129%	
合計	7.1	5.4	76%	50.1	43.6	33.9	78%	
				有明海漁獲分		20.9	12.9	62%
				海域率		47.9%	37.9%	

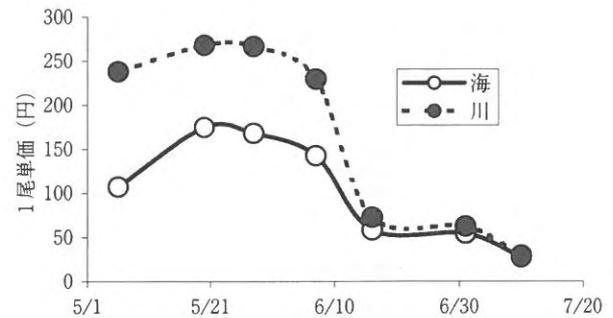


図4 漁場別の単価の推移

表3 遊覧船の調査結果

項目	推定値
1隻あたり遊覧回数	18.5 回
1隻あたりエツ使用量	184 kg
	1,832 尾
1隻あたり客数	215.5 人
客1人あたりエツ尾数	8.5 尾
遊覧船数	9 隻

# 水産生物育種の効率化基礎技術の開発

## 低塩分耐性アマノリ類の作出と遺伝性に関する研究

藤井 直幹

アマノリ類の品種改良は選抜育種により従来から行われ生長の良い品種が選抜されてきた。その結果、ノリの生産は数量的には安定している。しかし、本県の河川水の影響を受ける岸よりの漁場は恒常的な低塩分のためノリ芽の流出や病害による製品の品質低下が毎年見られ、その生産性は低い。

本研究は地域バイオテクノロジー実用化促進事業で得られた基礎的知見<sup>1)</sup>を基に、多くの系統で低塩分下で高生長を示す高品質の新品種を作出し、それらの特性の評価技術の開発を行う。

11年度は3品種の低塩分感受性分析、9年度にプロトプラスト再生系を利用して選抜を行った1品種の2系統<sup>2)</sup>で後代検定を行った。さらに、後代検定の結果、低塩分耐性を獲得していた1系統<sup>3)</sup>について野外養殖試験を行った。

### 方 法

#### (1)既存品種の低塩分感受性分析

供試品種：OA, A1, N1

OA, A1, N1のカキ殻系状体に低温処理を行い、室内採苗によって殻胞子を得た。殻胞子をジャマリンUを基本海水としたSWM-Ⅲ改変培地と、蒸留水を用いて70, 60, 50%に希釈したSWM-Ⅲ改変培地（塩分21, 18, 15）で培養した。培養には11枝付フラスコを用い、それぞれ28日目に高生長を示した上位30個体の葉長を測定した。培養条件は温度18℃、照度白色蛍光灯下8000lux 日長周期11L:13Dとした。採苗基質にはクレモナ糸を用いた。

#### (2)後代検定

供試品種：F1（元株）、F170-70、F170-60

F170-70はF1を採苗後に70%海水で培養、生長した個体をプロトプラストにして、再度70%海水で培養して得られたフリー系状体である。F170-60はF1を採苗後に70%海水で培養、生長した個体をプロトプラストにして、再度60%海水で培養して得られたフリー系状体である。これらの供試品種をもちいて室内採苗によって得られた殻胞子を培養後、28日目に高生長を示した

上位30個体の葉長を測定した。培地、培養条件は(1)と同じとした。

#### (3)野外養殖試験

供試品種：FA89, FA89-1（低塩分耐性株）

H10年度に行った後代検定で、低塩分耐性を獲得していたFA89-1の低塩分漁場での養殖を漁業者へ委託し、その生産量を調査した。

### 結果及び考察

#### (1)既存品種の低塩分感受性分析

結果を図1～3に示した。OAは50%海水区で平均葉長が5.2mmであり、A1, N1に比べて低塩分感受性が低いと考えられた。この試験のなかで70～50%海水の試験区で高生長を示した個体を、プロトプラスト再生系を利用した低塩分耐性株の作出に用いた。

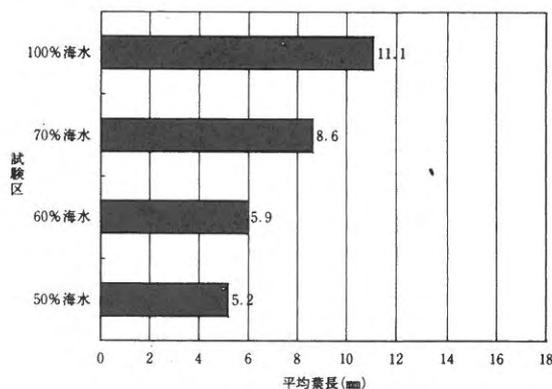


図1 OAの低塩分感受性

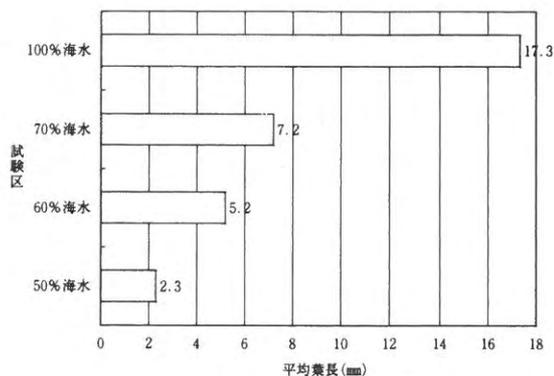


図2 A1の低塩分感受性

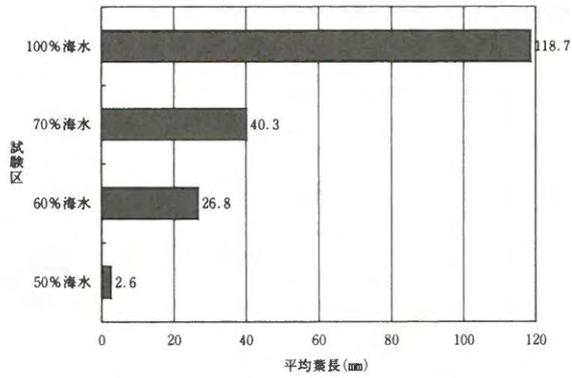


図3 N1の低塩分感受性

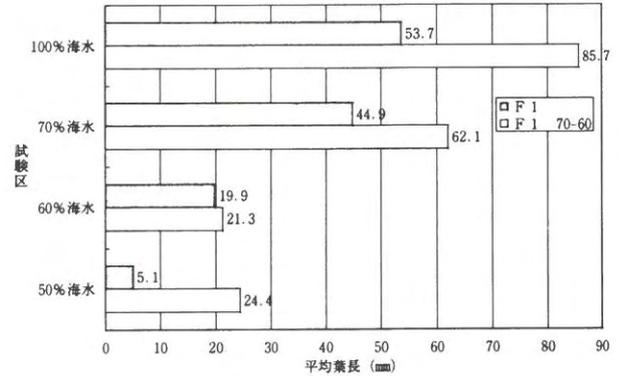


図5 F1元株とF170-60の平均葉長

## (2)後代検定

結果を図4~5に示した。F170-70は100、70、60%海水区で元株よりも高生長を示し、選抜株と元株の間に有意な差が見られた。F170-60は60%海水区を除く試験区で元株よりも高生長を示し、選抜株と元株の間に有意な差が見られた。F170-60は低塩分耐性と広塩性の形質を遺伝的特性として固定化されていることが確認された。

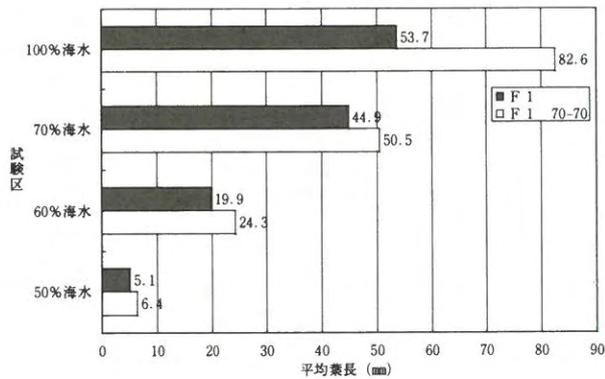


図4 F1元株とF170-70の平均葉長

## (3)野外養殖試験

12月2日から開始された漁期の第1回目の生産におけるノリ網1枚当たりの生産枚数は低塩分耐性株は800枚、元株は550枚であった。水揚げ金額は、低塩分耐性株は19,200円、元株は8,140円であり、低塩分耐性株は収量で元株を上回った。

## 文 献

- 1) 岩淵光伸, 小谷正幸: 平成7年度地域バイオテクノロジー実用化技術研究開発促進事業報告書
- 2) 藤井直幹: 平成9年度水産生物育種の効率化基礎技術の開発事業報告書
- 3) 藤井直幹: 平成10年度水産生物育種の効率化基礎技術の開発事業報告書

# 海面養殖高度化推進対策事業

## 有明海ノリ養殖業活性化促進事業

藤井 直幹・瀧上 哲

本県有明海におけるノリの生産額は150億円（平成11年度）にもおよび、単一漁業としては本県最大であるばかりでなく、全国的にみてもノリの主産地として重要な地位を占めている。

ところが養殖に要する経費は年々増加する一方で、ノリの価格は低下傾向にある。さらに有明海における支柱養殖特有の過酷な労働のため経営体数は減少の一途をたどっている。また、各漁家で製造されたノリ製品は等級付けされた上で入札にかけられるが、現在行われている等級付けは検査員の目視と、一部は食味検査によるものである。このため評価基準が明確でなく、さらに検査員の高齢化も進んでいることから、品質を客観的に評価できる機器の開発が求められている。

本事業では、このような状況を打開しノリ養殖業が抱える問題点を解決するため、生産コストの低減ならびに労働条件の改善を目指した方策を検討するものである。当研究所は品質の向上を図るための乾燥加工条件を調査し、その結果から改善指導をおこなった。さらに労働の軽減および漁村環境の改善を図るため加工排水中のノリの切れ端等を含むSSとノリの色素を除去し、排水を再利用するための加工排水再利用設備のモデル機により排水の再利用を図った。これに加え、ノリ品質計の開発を、マリノフォーラム21に委託して行った。

### 1. ノリ加工の乾燥技術改善

#### 方 法

原藻の質は良いが、加工後、製品の品質が悪いといった問題を抱えた生産者からの要請を受け、加工場・乾燥機内外の乾球温度、湿球温度、相対湿度、絶対湿度、乾燥中の葉体温度を測定した。なお、絶対湿度は湿り空気線図を用いて算出した。

#### 結 果

平成11年度は1件の加工場を調査した。調査依頼理由は、製品の端がくもるというものであった。調査の結果、

この加工場では乾燥機中央部～後部にかけての湿度が高くなっていった。このため、湿度センサーによって制御していた排気ファンを常時稼働させて排気を強化した結果、くもりは解消された。

今後は、これまで蓄積したデータに加えて、高品質ノリを生産する加工場の測定を行い、その結果から全ての加工場に応用できる加工マニュアルの作成を目指す。しかしながら、加工場によっては建物が小さい、あるいは周囲を建物で囲まれている等の立地条件により、改善の効果を十分に発揮できないところもある。根本的な改善のためには協業化や加工団地の整備が必要である。

### 2. ノリ加工排水の処理技術開発

#### 方 法

平成11年度は9年度から継続して試験をしているM社製加工排水再利用モデル機を一漁家に委託して、ろ過、耐久能力について試験をした。

#### 結 果

試験開始直後からろ過機通過後の水にノリ葉体由来の色素が残っていることが確認された。ろ材粒径の変更、および通水量を低くするなど改良を試みたが、色素の脱色はできなかった。

### 3. ノリ品質計の開発

#### 方 法

平成11年度は、製品中のタンパク質含量と水分含量が測定可能な試作機を実際に検査場に設置し、測定結果と食味検査の結果の比較を行った。

#### 結 果

試作機による測定結果と食味検査の結果は一致する傾

向がみられたが、上級品については必ずしも一致しなかった。これは試作機が軟らかさ等の物性を測定できないためであると考えられた。

今後は、タンパク質と軟らかさの関係について調査し、物性の測定も視野に入れて改良を行う予定である。

# ノリ養殖の高度化に関する調査

小谷 正幸・藤井 直幹・瀨上 哲・尾田 成幸・半田 亮司

本調査は、有明海の主幹漁業であるノリ養殖の生産安定を主目的とし、養殖漁場における気象・海況とノリの生長・病害状況の情報を収集・分析を行い、「ノリ養殖情報」、「海況速報」を定期的に発行することにより、漁場での適正な養殖管理と病害被害防止を図るため実施した。

## 方法及び資料

### 1. 気象・海況調査

図1に示した19調査定点について、平成11年9月から平成12年3月まで週2回昼間満潮時に調査を実施した。調査項目は、水温、比重、無機三態窒素量（栄養塩量）、及びプランクトン沈殿量である。無機三態窒素量は既報<sup>1)</sup>の方法により測定した。プランクトン沈殿量は図1の奇数点及びB点の9定点について既報<sup>2)</sup>の方法により測定した。

気象資料は農水省九州農試（筑后市羽犬塚）資料、潮位は三池港での実測値をそれぞれ用いた。

### 2. ノリの生長・病害調査

図1に示した19調査定点について、海況調査に合わせてノリを採集し、芽付き、葉長、色調及び病害程度について観察を行った。病状評価については既報<sup>3)</sup>の方法に従った。

### 3. ノリ生産統計

柳川大川、大和高田及び大牟田共販漁連の各共販結果を用いた。

## 結果及び考察

### 1. 気象・海況調査

#### 1) 漁期前

気 温：月平均気温は、7月は25.7℃と平年より低め、8月は27.3℃と平年並み、9月は25.7℃と平年より2℃高かった。

日照時間：7,8,9月とも平年よりも少なく、3ヶ月合計

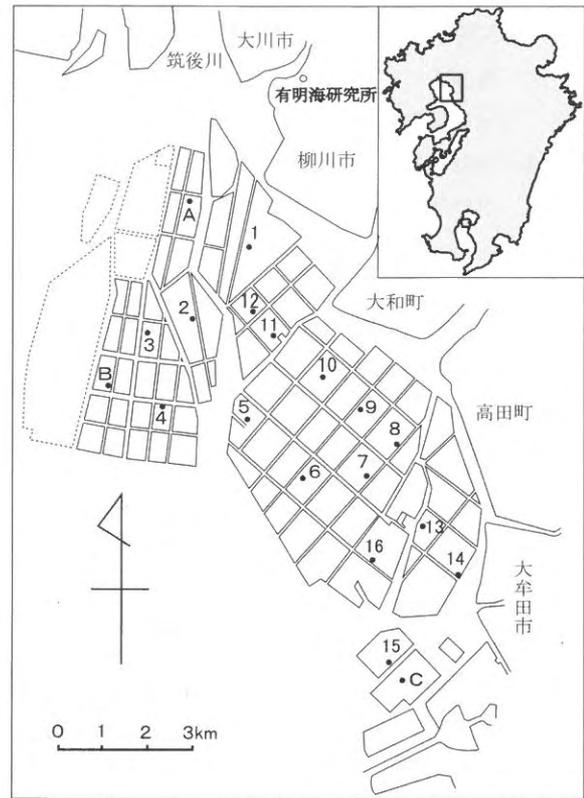


図1 ノリ養殖漁場と調査定点

で平年よりも211時間短かった。

降 水 量：6月から9月までの合計は1,318mmと平年を289mm上回った。

水 温：月平均水温は、7月は24.8℃と平年より低め、8月は27.1℃と平年並み、9月は26.9℃と平年より高めであった。特に採苗前の9月下旬は26.6℃と平年より2.1℃高かった。

比 重：月平均比重は7月21.9、8月23.0、9月20.8と7,8月は平年より高め、9月は降水量が多かったため2.1低めとなった。

栄養塩量：大潮時の調査では、7月は平均15.7  $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ とほぼ平年並みであった。8月はプランクトンの増殖により3.1  $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ と大きく低下したが、9月は11.2  $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ と回復し、平年並みとなった。

#### 2) 秋芽生産

水 温：採苗日の10月10日は24℃で、平年より約2℃高めであった。その後も平年より2～

4℃高めで推移し、この状態は秋芽網撤去時期まで続いた。

比重：10月中はほぼ平年並みで推移した。11月1日に80ミリの降雨があり、比重は12まで低下したが、3日間で回復した。その後、11月末まではほぼ平年並みで推移した。

栄養塩：採苗から秋芽網撤去までプランクトンの増殖もなく、栄養塩量は平均 $15\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 以上と十分量で推移した。

潮位：採苗から秋芽網撤去までの期間、潮汐表より20~60cm高い状態が続いた。

### 3) 冷凍生産

水温：12月前半も平年より1~2℃高く推移したが、後半は平年並みとなった。1月は中旬まで平年より2~3℃高めで推移したが、1月下旬以降から3月末にかけてはほぼ平年並みとなった。

比重：12月中はほぼ平年並みで推移した。1月は高めで推移し、月末の降雨で一時的に低下し

た。2月から3月にかけては平年より高めで推移した。

栄養塩量：冷凍生産期に入っても栄養塩は十分量あり、年内は平均 $10\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 以上で推移した。1月にはプランクトンが少ない状態で推移したが、栄養塩は平均 $7\sim 10\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ と少なかった。1月31日からプランクトンが増殖傾向となり、優占種はリゾソレニアからユーカンピアへと変わった。3月末までプランクトンは消失しなかったため、栄養塩は2月初めから色落ち指標の平均 $7\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 未満で漁期末まで推移した。

気象：日照時間は12月、1月はそれぞれ平年の1.3倍、0.8倍であった。

降水量は、12月から1月上旬までは平年より少なかったが、1月中旬以降は2月中旬、下旬を除き、平年並みであった。

緊急放流：3月21日から24日まで矢部川から合計345,600トンの追加放流が行われた。

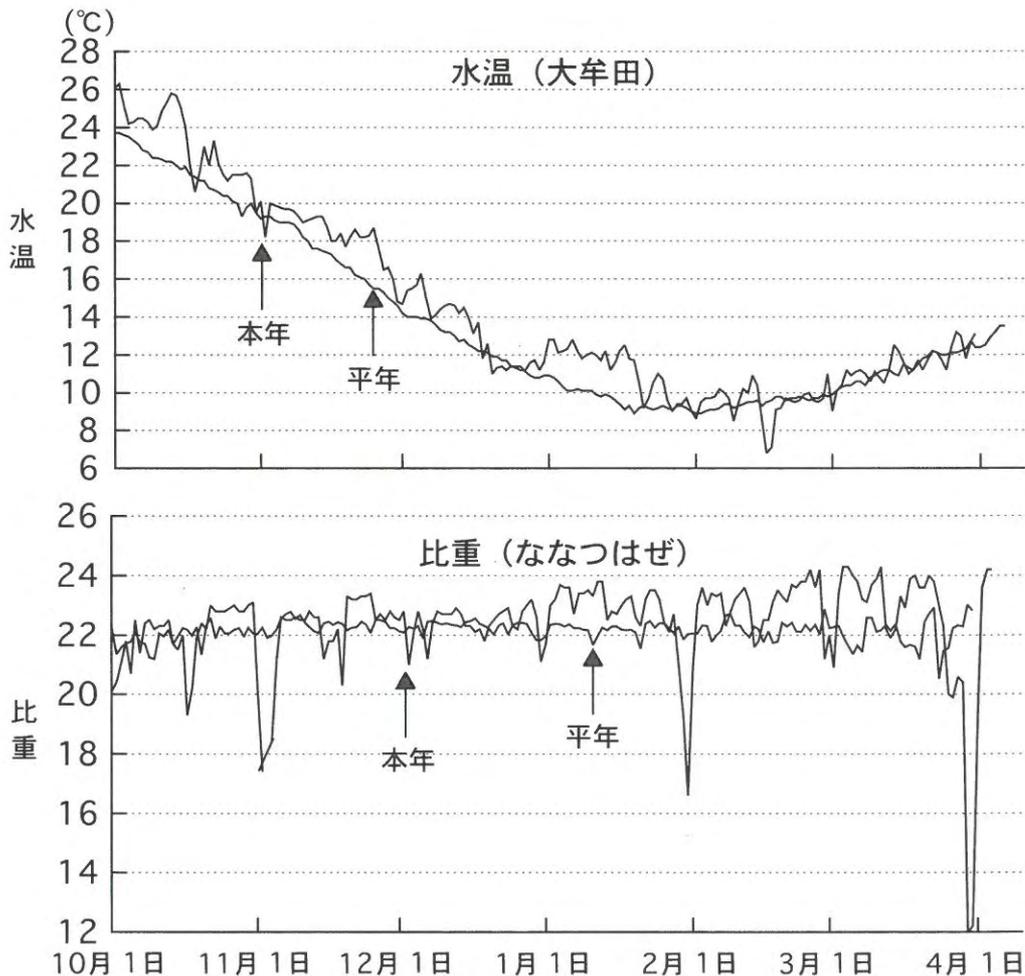


図2 平成11年度ノリ漁期における水温と比重の推移

本調査は、有明海の主幹漁業であるノリ養殖の生産安定を主目的とし、養殖漁場における気象・海況とノリの生長・病害状況の情報を収集・分析を行い、「ノリ養殖情報」、「海況速報」を定期的に発行することにより、漁場での適正な養殖管理と病害被害防止を図るため実施した。

## 方法及び資料

### 1. 気象・海況調査

図1に示した19調査定点について、平成11年9月から平成12年3月まで週2回昼間満潮時に調査を実施した。調査項目は、水温、比重、無機三態窒素量（栄養塩量）、及びプランクトン沈殿量である。無機三態窒素量は既報<sup>1)</sup>の方法により測定した。プランクトン沈殿量は図1の奇数点及びB点の9定点について既報<sup>2)</sup>の方法により測定した。

気象資料は農水省九州農試（筑後市羽犬塚）資料、潮位は三池港での実測値をそれぞれ用いた。

### 2. ノリの生長・病害調査

図1に示した19調査定点について、海況調査に合わせてノリを採集し、芽付き、葉長、色調及び病害程度について観察を行った。病状評価については既報<sup>3)</sup>の方法に従った。

### 3. ノリ生産統計

柳川大川、大和高田及び大牟田共販漁連の各共販結果を用いた。

## 結果及び考察

### 1. 気象・海況調査

#### 1) 漁期前

気 温：月平均気温は、7月は25.7℃と平年より低め、8月は27.3℃と平年並み、9月は25.7℃と平年より2℃高かった。

日照時間：7,8,9月とも平年よりも少なく、3ヶ月合計で平年よりも211時間短かった。

降 水 量：6月から9月までの合計は1,318mmと平年を289mm上回った。

水 温：月平均水温は、7月は24.8℃と平年より低め、8月は27.1℃と平年並み、9月は26.9℃と平年より高めであった。特に採苗前の9月下旬は26.6℃と平年より2.1℃高かった。

比 重：月平均比重は7月21.9、8月23.0、9月20.8と7,8月は平年より高め、9月は降水量が多かったため2.1低めとなった。

栄養塩量：大潮時の調査では、7月は平均15.7 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ とほぼ平年並みであった。8月はプランクトンの増殖により3.1 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ と大きく低下したが、9月は11.2 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ と回復し、平年並

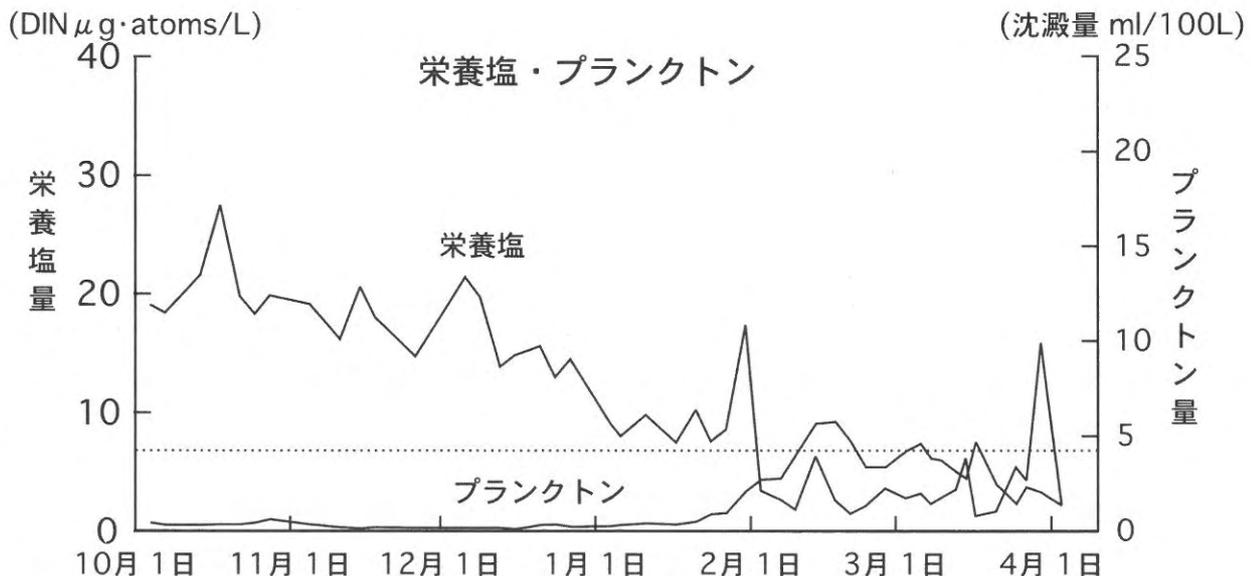


図3 平成11年度漁期における栄養塩量とプランクトン量の推移

壺状菌の感染は、平成10年度と同様に秋芽生産期には確認されなかった。

## 2) 冷凍生産

網の冷凍もどりは、おおむね良好であった。12月は水温が平年より高く、日照時間が平年の1.3倍と多かったため、年内の生長は良好であり、壺状菌の寄生もなかったため二次芽の着生も良好であり、12月下旬まで葉体はやわらかかった。

あかぐされ病は、12月13日に感染が確認され、その程度は軽微であった。12月30日に大量感染が認められた後、1月初旬にはほぼ全点で感染がみられ、一部に品質低下をもたらした。

細菌の着生は、ほとんどみられなかった。また、初回摘採が大潮時であったため、「スミノリ」及び製品の「くもり」はほとんどなかった。

壺状菌は、12月30日に初認された。その後感染域は徐々に拡大したが感染程度は軽微であり、生産阻害にまでは至らなかった。

## 3) 平成11年度漁期の特異点

平成11年度漁期の特異点として、次のことがあげられた。

### ア) 採苗・秋芽生産期

・水温は平年より2~3℃高く、高水温下での採苗となったが、おおむね良好であった。なかには高水温により殻胞子の放出が抑制されたため、芽付きのうすい網やカキ殻の胞子のう熟度が抑制されて採苗自体が遅れた網もみられた。

・水温が平年より2~4℃高かった。

・潮位が潮汐表より高い状態が続いたため、あかぐされ病まん延の誘因となった。

### イ) 冷凍生産期

・前年度に続き、栄養塩が早く低下したため、色落ちの被害が大きかった。プランクトン沈殿量のピークは6ml/100Lであり、大規模な増殖ではなかったが、発生が1月末から3月末までの長期にわたった。

・製品の「○」系統が多く出現した。

表1 平成11年度ノリ共販実績

	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回
柳川大川	11.24	12.8	12.22	1.9	1.25	2.8	2.22	3.28	4.1
大和大牟田	11.25	12.8	12.23	1.10	1.26	2.9	2.23	3.28	4.1
枚数	58,275,300	18,786,600	92,364,800	134,406,600	107,387,400	87,550,700	52,922,100	13,963,700	3,190,800
単価	13.10	10.16	17.59	12.37	10.90	9.21	6.38	5.13	4.24
金額	763,593,527	190,950,688	1,624,904,720	1,662,563,461	1,170,376,984	806,159,169	337,575,993	71,647,322	13,521,295
累	58,275,300	77,061,900	169,426,700	303,833,300	411,220,700	498,771,400	551,693,500	565,657,200	568,848,000
計	13.10	12.39	15.22	13.96	13.16	12.47	11.88	11.72	11.67
枚数	763,593,527	954,544,215	2,579,448,935	4,242,012,396	5,412,389,380	6,218,548,549	6,556,124,542	6,627,771,864	6,641,293,159
単価	82,328,200	3,314,500	125,950,700	168,046,500	127,374,000	96,392,900	10,136,000	254,700	76,500
金額	13.73	9.57	16.98	11.62	10.23	7.77	4.10	3.06	4.22
累	1,130,106,404	31,713,376	2,139,080,799	1,952,920,671	1,303,233,023	748,662,173	41,603,713	780,172	323,036
計	82,328,200	85,642,700	211,593,400	379,639,900	507,013,900	603,406,800	613,542,800	613,797,500	613,874,000
単価	13.73	13.57	15.60	13.84	12.93	12.11	11.98	11.97	11.97
金額	1,130,106,404	1,161,819,780	3,300,900,579	5,253,821,250	6,557,054,273	7,305,716,446	7,347,320,159	7,348,100,331	7,348,423,367
枚数	13,101,100	759,600	16,951,100	20,981,100	17,738,500	13,906,400	3,642,700	632,300	1,115,500
単価	13.33	8.81	16.98	12.13	10.64	9.79	4.11	3.00	3.47
金額	174,572,958	6,692,824	287,860,333	254,572,961	188,719,626	136,080,679	14,987,409	1,896,900	3,870,430
累	13,101,100	13,860,700	30,811,800	51,792,900	69,531,400	83,437,800	87,080,500	87,712,800	88,828,300
計	13.33	13.08	15.23	13.97	13.12	12.57	12.21	12.15	12.04
枚数	174,572,958	181,265,782	469,126,115	723,699,076	912,418,702	1,048,499,381	1,063,486,790	1,065,383,690	1,069,254,120
単価	153,704,600	22,860,700	235,266,600	323,434,200	252,499,900	197,850,000	66,700,800	14,850,700	4,382,800
金額	13.46	10.03	17.22	11.97	10.54	8.55	5.91	5.00	4.04
累	2,068,272,889	229,356,888	4,051,845,852	3,870,057,093	2,662,329,633	1,690,902,021	394,167,115	74,324,394	17,714,761
計	153,704,600	176,565,300	411,831,900	735,266,100	987,766,000	1,185,616,000	1,252,316,800	1,267,167,500	1,271,550,300
単価	13.46	13.01	15.42	13.90	13.04	12.29	11.95	11.87	11.84
金額	2,068,272,889	2,297,629,777	6,349,475,629	10,219,532,722	12,881,862,355	14,572,764,376	14,966,931,491	15,041,255,885	15,058,970,646
枚数	0.94	0.66	0.89	0.97	0.91	0.92	0.92	0.88	0.88
単価	-1.04	-0.20	-0.97	-0.55	0.17	0.40	0.43	0.74	0.72
金額	0.87	0.65	0.84	0.93	0.92	0.95	0.96	0.94	0.94
累	164,237,500	268,857,200	462,412,000	759,265,900	1,090,057,000	1,285,622,200	1,357,177,500	1,440,608,600	1,440,608,600
計	14.50	13.21	16.39	14.45	12.87	11.89	11.52	11.13	11.13
金額	2,381,462,316	3,551,221,309	7,579,726,713	10,968,084,277	14,028,211,968	15,283,004,953	15,638,379,253	16,027,531,161	16,027,531,161

#### 4. 共販

結果を表1に示した。

##### 1) 秋芽生産

生産枚数は1.8億枚（前年比0.66，過去5年平均比0.57）とあかぐされ病被害によりにより大幅な減少となり，平成元年度以降では平成8年度に次ぐ不作となった。平均単価は13.01円（前年比-0.20円，過去5年平均比-0.17円）とやや安めであったことから生産金額は23.0億円（前年比0.65，過去5年平均比0.56）と大幅な減少となった。

##### 2) 冷凍生産

生産枚数は10.9億枚（前年比0.93，過去5年平均比0.97）と平年をやや下回ったが，平均単価が11.65円（前年比+1.01円，過去5年平均比+0.41円）とわずかに上昇したため，生産金額は127.6億円（前年比1.02，過去5年平均比1.01）と平年並みとなった。

##### 3) 平成11年度総生産

総生産枚数は12.7億枚（前年比0.88，過去5年平均

比0.89）と平成元年度以降で最低となった。平均単価は11.84円（前年比+0.72円，過去5年平均比+0.18円）とほぼ平年並みであったことから，生産金額は150.6億円（前年比0.94，過去5年平均比0.90）と平成元年度以降で第10位の低水準となった。

#### 文 献

- 1) 半田亮司ら：ノリ養殖高度化に関する調査，福岡県水産海洋技術センター事業報告，165-169（平成5年度）
- 2) 半田亮司：有明海湾奥における植物プランクトンの季節的消長，福岡県有明水試研究業務報告，93-97(1986)
- 3) 半田亮司：ノリ病害データの指数化について，西海区ブロック藻類・介類研究会報第6号，水産庁西海区水産研究所(1989)

# 新技術地域実用化研究促進事業

小谷 正幸・藤井 直幹・瀨上 哲・尾田 成幸・半田 亮司

本県有明海区のノリ養殖は全て支柱式で行われており、瀬戸内海等で広く行われている浮き流し式に比べて、支柱の建て込み等の海上作業の負担が大きく、重労働であり、生産コストも高い。このため、漁業者の高齢化と後継者不足が当海区の問題点となっている。

本事業は平成11年度から13年度までの3ヶ年で、これらの問題点を解決するため、海上での労働負担軽減と生産コスト低減を図るための改善策について検討を行う。

本年度は、摘採方法の省力化として、色の黒い乾ノリを製造するために行われる夜間摘採を解消するため摘採時刻についての検討、摘採時にノリ原藻に混入し、乾ノリの品質を低下させるワレカラ類の海上での除去方法の検討、ノリ摘採船及び摘採方法の改良の検討を行った。

## 方 法

### 1. 摘採時刻の検討

図1に示した柳川岸側の試験漁場において、平成11年

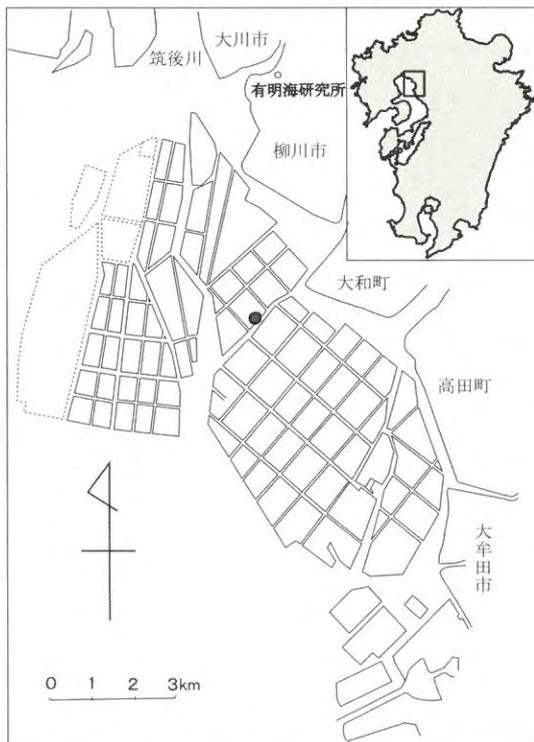


図1 試験位置

12月14日～15日の期間、試験網よりノリ葉体を2～3時間おきに24時間連続採取し、色彩色差計（ミノルタカメラ(株)製、CR-200）を用いて、現場で葉体の色をL\*a\*b\*表色系で測定し、ノリ葉体の色の日変化を調べた。

試験に供したノリ葉体は、冷凍庫から出庫後12日経過し、葉長は35～40cmで1回目摘採直前のもので、各測定時5個体の先端から5cmの位置でL\*値、a\*値、b\*値を測定し、その平均値を求めた。

### 2. ワレカラ類の除去方法の検討

干潮時に竹羽瀬網の竹柵下部から採取したワレカラ類を2cm深さに海水を満たした円形バット中に收容し、関西電業社製パルスエビかき器（12V・電極幅50cm・電極間隔10cm）により5分間の電気刺激を与え、ワレカラ類の刺激に対する忌避行動を調べた。

### 3. 摘採船及び摘採方法の検討

摘採は、「箱船」と呼ばれる小舟で2人一組で行っているが、浮き流し式養殖では1人で摘採が可能な摘採船が普及しており、これと比べると作業効率が劣っている。このため、作業人員を1人とした摘採方法の開発を目標として、摘採船の改良と摘採方法の検討を行った。

#### (1) 摘採船の検討

試験船は、図2に示したように漁業者が一般的に使用する小型角型船と形状は変わらないが、片側長辺を強化し、船外機が片側長辺のどの位置でも取り付けられるよう建造した。

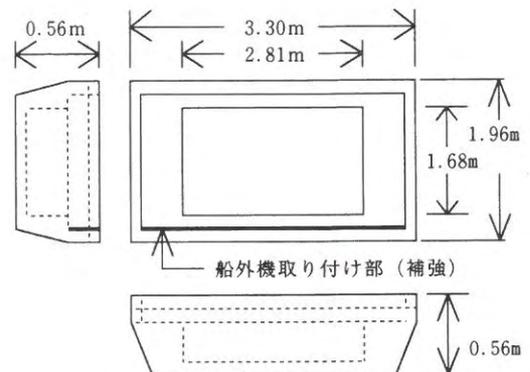


図2 摘採船の概要

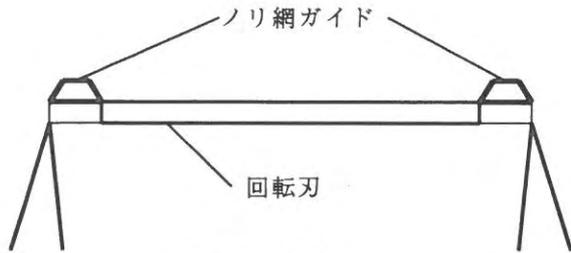


図3 摘採機の改良点

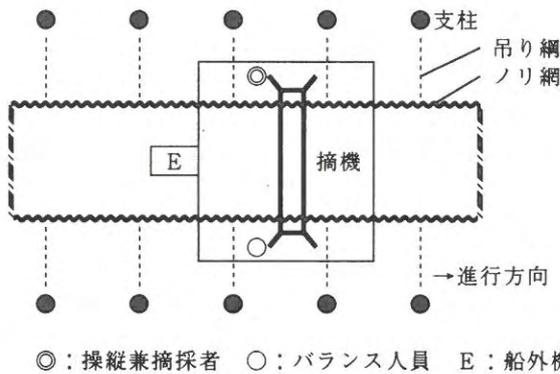


図4 摘採時の人員とノリ網との位置関係

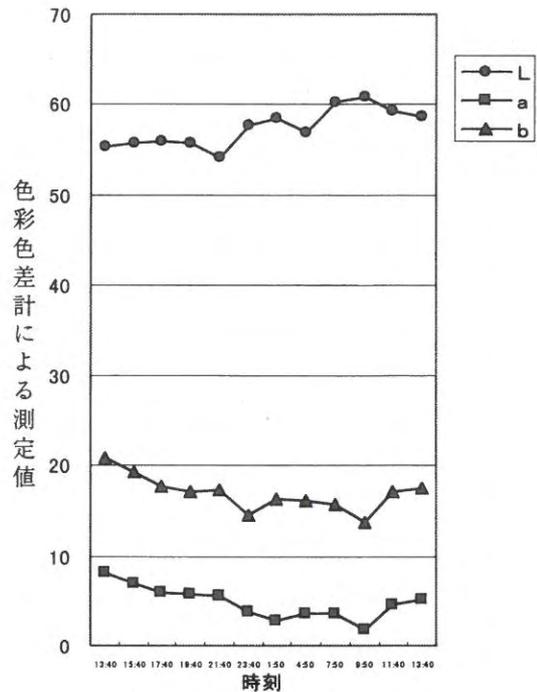


図5 ノリ葉体のL\*値、a\*値、b\*値の日変化

## (2) 摘採方法の検討

摘採時にノリ網が摘採機の回転刃上をなめらかに移動するため、図3に示したように摘採機上部の両端に直径3cmの半球状コルクをノリ網ガイドとして取り付けた。ノリ摘採機はナルセ(有)の新V型大径<sup>6</sup> 仔<sup>7</sup>海苔摘採機(6尺網用)を使用した。

また、摘採試験時には図4に示したとおり本年度は2名乗船し、1名が船外機の操縦及び摘採機の始動等摘採時に生じる作業すべてを行った。残りの1名はバランス人員とし、摘採船の進行に対して吊り網をかわすことだけを行い、ノリの摘採作業に関与しないこととした。

## 結果及び考察

### 1. 摘採時刻の検討

一般にL\*a\*b\*表色系においては、明度L\*値は色の「明るさ」の度合いをあらわし、0から100の範囲で表示され、数値が大きいほど色が明るく、小さいほど色が暗い。一方、色度a\*値、b\*値は色の方向をあらわし、a\*値、b\*値の日変化値は-60から60の範囲、b\*値は-60から60間の範囲でそれぞれ表示され、a\*値は正の値だと赤方向、負の値だと緑方向、b\*値は正の値だと黄方向、負の値だと青方向をそれぞれ示す<sup>2)</sup>。

ノリ葉体の明度L\*値と色度a\*値、b\*値<sup>2)</sup>の日変化を図5に示した。

L\*値は、54.04~60.98の範囲で推移し、日中の13:40から日没前の17:40にかけて増加し、日没後の19:40には減少に転じ、21:40に最低値54.04を示した。翌日の日の出前の4:50までは58前後で推移し、日の出後の7:50には再び増加傾向となり、13:40までは59~60前後の高い値で推移した。

L\*値の推移から葉体の明度の小さい(色の暗い)状態は、22時前後であり、日の出後に急激に明度が大きくなることから、色の最も濃いノリ葉体は、日没後3時間前後に得られると考えられた。L\*値の大幅な増加がみられたのは21:40から23:40の間と4:50から7:50の間であったが、4:50から7:50の間は夜明けに伴う光合成の開始によるノリ細胞の変化が原因と考えられるが、21:40から23:40の間の明度の大幅な増加については、この時間帯がほぼ暗黒状態であったため光合成は行われていないことから光合成以外の要因、例えば細胞分裂後の色素量の変化等が考えられたが、今回、原因の特定はできなかったため今後の課題である。

a\*値は1.74~8.06の範囲で推移し、日中の13:40が最大値を示し、夕方、夜間にかけて順次低下した。いったん低下すると深夜から朝方にかけてはほぼ横ばいで

推移し、照度の上昇とともに増加した。

b \* 値は13.69~20.85の範囲で推移し、a \* 値の増減と同様の推移を示し、日中の13:40が最大値を示し、夕方、夜間にかけて順次低下し、深夜から朝方にかけてはほぼ横ばいで推移し、照度の上昇とともに増加傾向となった。

また、a 値、b 値も日中が最大値を示し、夕方、夜間にかけて順次低下していく傾向にあった。23:40から9:50にかけてはa 値、b 値ともに低い正の値で推移した。このことから、ノリ葉体の色度は日中は赤方向、黄方向が比較的強い色であるが、深夜12時前後から日の出後3時間頃までがノリ葉体の色は赤色、黄色が弱まって黒色に最も近い状態であるといえる。

摘採時刻については、半田ら<sup>1)</sup>は、暗期で3時間以上経過したノリ葉体を摘採するか、3時間以上の暗期での貯留を行えばノリの分裂細胞が熱耐性をもつとの結果を得ているが、この結果とノリ葉体の色が黒色に近い状態になる時間帯とは合致した。今回の結果から夜間出漁するよりもむしろ日没前に摘採を開始し、摘採終了後攪拌機でノリ原藻を3時間以上貯留し、その後乾燥工程を開始することで夜間摘採した原藻に近い色の原藻が得られと考えられた。

日没前後に摘採した原藻を乾燥する際、乾燥機の稼働時間が夜間となるため、近隣に民家がある乾燥小屋では機械の騒音が問題となり実現が難しいと考えられる。今後の課題として、実際の業者レベルでの実証試験が必要である。

## 2. ワレカラ類の除去方法の検討

ワレカラ類は電気刺激に対して忌避行動は認められず、ノリ摘採現場での除去効果についてはないと考えられた。

次年度は、電気刺激以外の方法による再検討が必要である。

## 3. 摘採船及び摘採方法の検討

### (1) 摘採船の直進性

摘採時の摘採船の進行は、摘採機を稼働させない場合でも満潮時以外は潮流及び風による抵抗を受け完全な直進性は保てなかった。

### (2) 摘採方法の検討

摘採時に生じた問題点として、大潮の満潮時以外はノリ網と支柱をつなぐ吊り綱に図6に示したようにたるみがあることと1名でノリ網を支持することにより摘採機

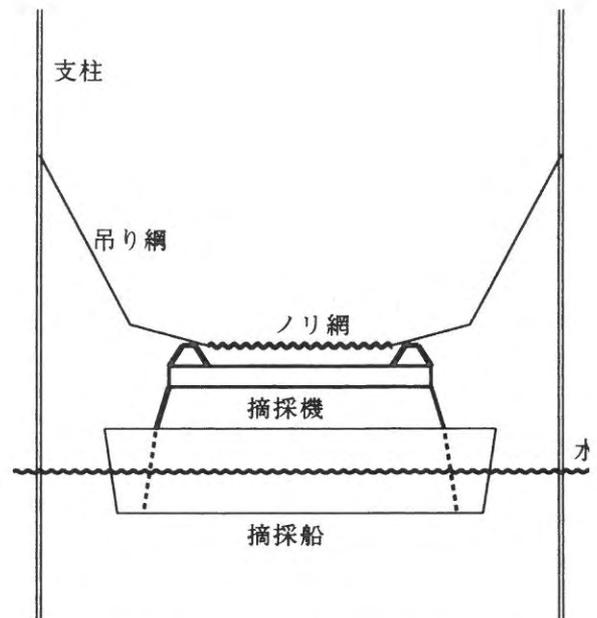


図6 摘採時のノリ網と吊り綱の関係

上のノリ網にたるみが生じ、摘採機の回転刃がノリ網やバランス人員側の吊り綱を巻き込むトラブルが生じた。ノリ網を巻き込まずノリ原藻を摘採できた場合でも、ノリ網が回転刃上を密接に覆わないためノリ網に残るノリ葉体の長さが均一とならなかった。

ノリ網及びバランス人員側の吊り綱のたるみについては、吊り綱を短くし、吊り綱とノリ網が張った状態にし、吊り綱と支柱の接続部分を上下させることで解消できるのではないかと考えられた。

摘採船の操縦性と吊り綱と支柱の接続部分を潮汐により上下させる改良については、次年度の課題として残った。

## 文 献

- 1) 半田亮司ら: 高品質ノリ生産技術の開発に関する研究, 平成3年度水産業関係地域重要新技術開発促進事業報告書, 福岡県水産海洋技術センター有明海研究所, 18-27 (1992)
- 2) ミノルタ株式会社 計測機器国内販売部: 色を読む話, 11-16(1998)

# 有明海湾奥部におけるタイラギ生息分布調査

吉岡 直樹・松井 繁明・林 宗徳

タイラギ潜水漁業は、例年11月から4月頃にかけて有明海湾奥部で操業されている。

本調査は、漁期前にタイラギ漁場で潜水調査を行い、資源量を推定し、漁業調整の基礎資料とすることを目的とする。

## 方法

有明海湾奥部を西から①～⑤の5区域に分け、平成11年10月18日に調査を行った。調査船5隻で各調査毎に潜水調査を行いタイラギの生息状況を主に目視により調べた。採捕したタイラギは、殻高、全重量、内蔵湿重量、可食部重量（後閉殻筋、外套膜、足）を測定し

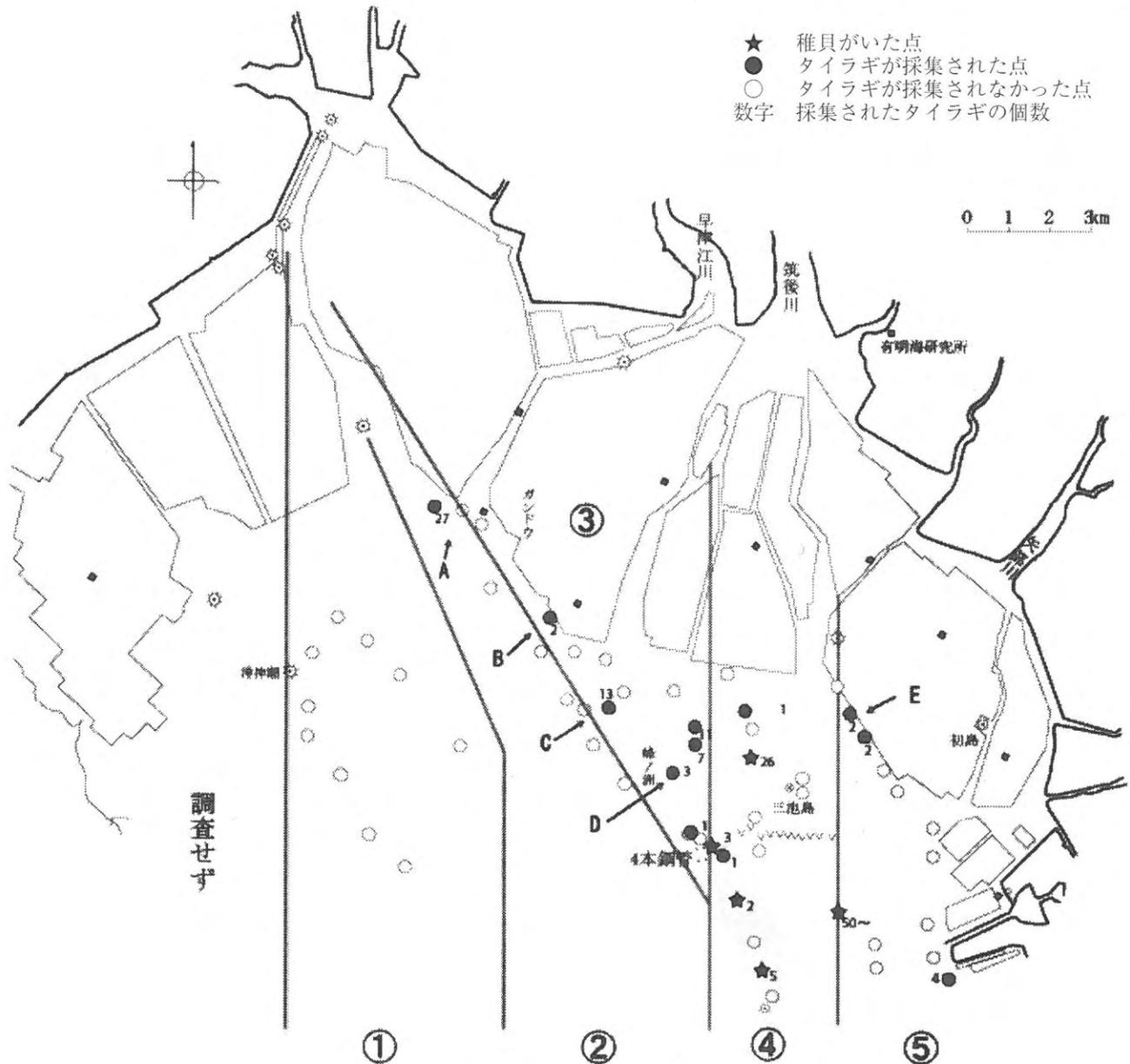


図1 タイラギ調査地点と生息状況

各区域別の殻高組成、閉殻筋歩留（後閉殻筋重量／全重量×100）及び、調査時の生息量を推定した。

## 結 果

### （1）タイラギ生息状況

タイラギの調査地点毎の生息状況を図1に示す。

調査点53点のうちタイラギが採捕されたのは13点であった。そのうち0歳貝が10点を採捕された。11年漁期漁獲対象となる殻高150mm以上の個体は、3個体しか採捕されなかった。漁場区分①では、昨年同様採捕されなかった。0歳貝は、大牟田沖及び三池島西側で多く採捕され1㎡あたり100以上の密度で生息している推測される。

### （2）調査区域ごとの測定結果

調査区域毎の採捕個体数及び測定結果を表1に示した。

0歳貝のみが採取された調査区域②④⑤の平均殻高は、74.6mm～76.5mm、平均内蔵重量は、1.4g～1.9gであった。

### （3）殻高組成について

平成9年から平成11年までの殻高組成を図2に示す、平成11年のモードは0歳貝からなる90mm付近にあるだけで、1歳以上の年級群は出現しなかった。

### （4）資源量について

昨年調査において、0歳貝の発生が確認され、平成11年漁期の資源への加入が、期待されたが、昨年発生した年級群は、ほとんど確認されなかった。従って平成11年の漁獲対象資源量は、極めて低い水準であったと思われる。

## 参考文献

- 1) 入江 章 1978：有明海湾奥部におけるタイラギの成長について、福岡県有明水産研究業務報告、昭和51年度、54-55

表1 調査区域毎の測定結果

調査区域	個数	殻長(長) mm	殻付重量 g	むき身重量 g	貝柱重量 g	ヒラ重量 g	貝柱歩留 %
②	1	76.0	4.1	1.4	0.2	0.7	3.9
③	8	120.0	37.4	9.7	1.6	0.6	4.1
④	29	76.5	6.3	1.9	0.3	0.6	4.3
⑤	124	74.6	5.8	1.6	0.2	0.6	2.9
集計	162	82.2	10.6	2.9	0.4	0.9	4.0

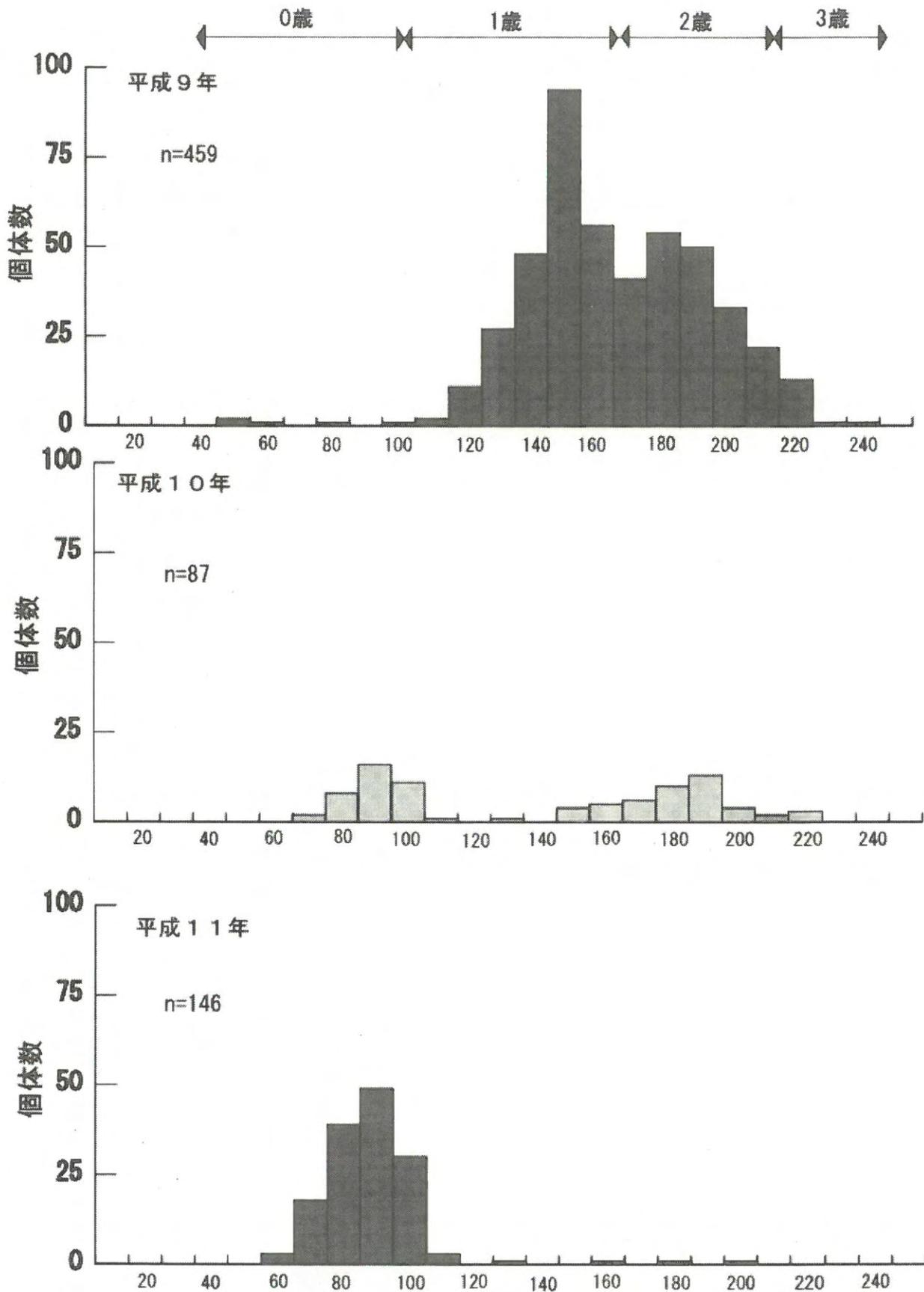


図2 タイラギ殻長組成の推移

# 資源管理型漁業推進総合魚対策事業

惠崎 撰・吉岡 直樹・山本 千裕

平成6～8年に有明海沿海4県共同でクルマエビを対象として実施した重要甲殻類栽培管理手法開発調査から続く重要甲殻類管理手法高度化調査として小型種苗を用いたクルマエビ種苗の放流試験を実施した。この調査では、平成9年の試験により大量放流試験の際の標識手法としては尾肢切除による標識手法が同時に実施したBinary Corded Wire Tagに比べ有効であることが認められ、平成10年度の尾肢切除標識を用いた放流試験では、種苗の放流場所として有明海湾奥部の更に奥の筑後川河口沖に放流すれば、有明海湾奥部を漁場とする福岡、佐賀両県の漁業者に漁獲にされる事がわかった。この調査では放流効果を判定するに際し、市場での漁獲物調査と操業日誌とアンケートによる操業実態調査を行ったが、放流エビの回収率の算出にデータの引き伸ばしを行ったことから、信頼性に疑問点が残ったため、より高い精度による放流効果調査を実施することが必要となった。

## 方法

### 1. 漁獲実態調査

#### 1) 標本船調査

げんしき網漁業者10名に操業日誌の記帳を依頼し、C P U E (1日1隻あたりの漁獲量)等について調査した。

#### 2) 聞き取り調査

有明海でのクルマエビの主漁法であるげんしき網とえび三重流しさし網の漁業許可を持つ漁業者全員に定期的に電話での操業状況の聞きとり調査を行い、日別の出漁状況を調査した。

### 2. 標識放流追跡調査

前年同様種苗の放流は有明海湾奥部と湾中央部の2ヶ所で実施し、湾奥部放流は福岡県、湾中央部放流は熊本県が実施した。湾奥放流群は、6月中旬から下旬に5回に分けて、平均体長42.7～46.7mmの種苗50.75万尾を筑後川河口東岸の福岡県柳川市地先の福岡佐賀、両県の共同漁場(農林水産大臣管轄漁場)の最奥部に放流した。湾中央放流群は、6月下旬から7月初旬に4回に分けて、平均

体長43.9～48.8mmの種苗50.82万尾を菊池川河口沖に放流した。これら放流地点と放流の概要を図1、表1に示した。

用いた種苗は宮崎県佐土原市の民間の種苗生産業者が生産した人工種苗で、湾奥部放流群は右側の尾肢2枚を、湾中央放流群は左側の尾肢の2枚をハサミで切除をして標識とした種苗を放流した。

放流後の追跡調査は県内のクルマエビ漁業者の漁獲物を1船買いし、漁獲物中の標識群の混獲状況を調査した。買取りの対象とする漁業者は本県有明海沿岸の三地区(柳川大川地区、大和高田地区、大牟田地区)の漁業者3～5名程度対象に、放流群の漁獲が始まる7月から漁期が終了する12月までの毎大潮毎に実施した。

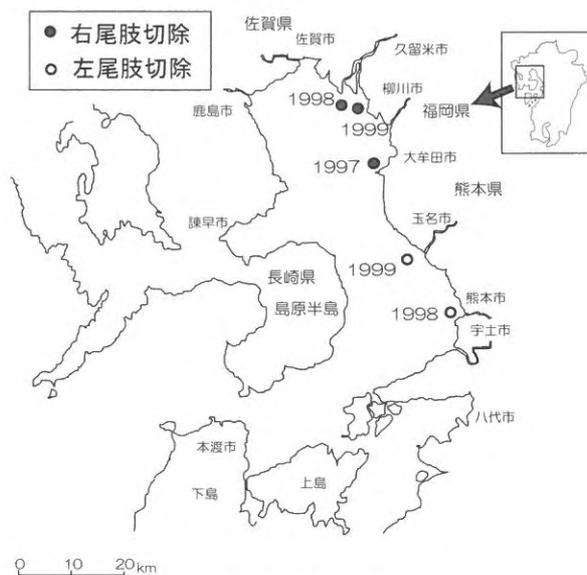


図1 標識放流場所

表1 標識放流概要

放流月日	放流場所	放流尾数	体長 (mm)	標識手法
(湾奥放流群)				
6月18日	柳川市地先	107,800	45.4	右側尾肢切除
6月20日	〃	76,900	42.4	〃
6月23日	〃	113,800	45.7	〃
6月25日	〃	116,600	46.7	〃
6月27日	〃	92,400	43.5	〃
計		507,500		
(湾中央放流群)				
6月30日	玉名市地先	138,700	47.3	左側尾肢切除
7月2日	〃	124,400	44.6	〃
7月4日	〃	120,900	48.8	〃
7月7日	〃	124,200	43.9	〃
計		508,200		
合計		1,015,700		

### 3. 放流効果の算定

漁獲実態調査から一隻当りのクルマエビの漁獲状況と操業隻数を割り出し、標識放流追跡調査から、漁獲されたクルマエビのサイズと放流群の混獲状況を調べ、これをもとに総漁獲尾数と放流群の再捕尾数を算出し、放流効果を算定した。有明海でのクルマエビの漁は潮汐の影響を強くうけることから、今年度の放流効果は大潮から大潮を1サイクルとして月毎に朔と望の2期に分けて算出した。今回の調査のフロー図を図2に示した。

## 結果及び考察

### 1. 漁獲実態調査

#### 1) 標本船調査

操業日誌から得られた潮別の操業日数、漁獲量、C P U Eを表2に示した。また昨年との比較のために月別の漁獲量、出漁日数、C P U Eを表3に示した。

昨年<sup>1)</sup>同様4月から漁獲が始まり、8～10月に漁獲量、C P U Eの増加が見られ、11月で漁期はほぼ終了したが、本年度の値は全漁期を通して昨年より低い値で推移した。漁期盛期の8～9月のC P U Eも前年比の34.2～49.8%と低く、漁期を通じた前年比も32.6%と低かった。

#### 2) 聞き取り調査

聞き取り調査から得られた潮別の操業隻数と、標本船調査から得られたC P U Eと1船買い調査から得られた平均個体体重とから算出した漁獲尾数を表4に示した。平成11年の7～12月の潮毎のクルマエビ漁の総操業隻数は139～21隻で推移し、昨年は8月に1406隻、9月に1389隻が出漁したが、本年度は8月の2潮で271隻(前年比19.3%)、9月の2潮で234隻(前年比16.8%)が出漁したに留まった。漁期末期の11月以降は1潮の操

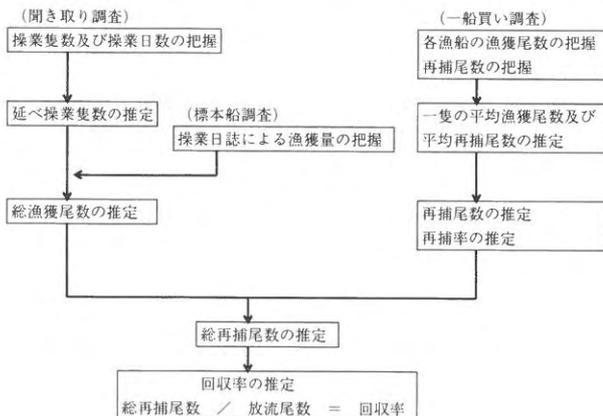


図2 放流群回収率算出フロー

業隻数は20隻代まで下がった。

本年度はクルマエビ漁は記録的不漁で、例年漁期の最盛期を迎える8月中旬以降も漁獲の回復が認められなかった。聞き取りの結果、漁の不漁からクルマエビ漁を休漁する者、あるいは漁場が異なるシバエビを漁の対象に変える漁業者も多く、このことがクルマエビの漁獲の低下に拍車をかけたと考えられる。

### 2. 標識放流追跡調査

当初1船買い調査は県内3地区に分けて実施する予定であったが、前述したようにクルマエビが記録的不漁であったことから、主に1船買い調査は大牟田市と大川市の漁業者3名で実施した。表5に1船買い調査の結果を示した。漁獲物中の混獲率は最大で26.5%と昨年の8.9%を大きく上回ったが、平均混獲率は0.8%で昨年を下回った。再捕尾数は湾奥放流群が54尾、湾央放流群が25尾で、昨年の236尾(内湾奥漁場再捕228尾)よりも下回ったが、昨年0尾であった湾央放流個体が9月以降再捕された。湾奥放流群の再捕は10月までで、その後の再捕個体は全て湾央放流群であった。また湾奥放流群の総再捕尾数は大牟田沖漁場が38尾、峰の洲漁場が16尾で大牟田沖漁場の方が多かったが、混獲率では大牟田沖漁場0.6%、峰の洲漁場2.1%と峰の洲漁場が上回り、潮別の最大混獲率の値も峰の洲漁場で見られた。その一方で再捕期間は峰の洲漁場が8～9月であったのに対し、

表2 潮別標本日誌集計

	1月望	1月朔	2月望	2月朔	3月望	3月朔	4月望	4月朔	5月望	5月朔	6月望	6月朔
操業日数	5	7	5	6	5	2	21	23	24	27	39	38
漁獲量(kg)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	1.5	21.6	16.6	34.8	135.5
C P U E(kg/隻)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.9	0.6	0.9	3.6

	7月望	7月朔	8月望	8月朔	9月望	9月朔	10月望	10月朔	11月望	11月朔	12月望	12月朔
操業日数	38	44	49	58	73	40	77	68	50	44	40	36
漁獲量(kg)	65.3	71.0	93.9	162.6	244.7	130.1	288.7	161.2	113.1	68.9	40.7	6.4
C P U E(kg/隻)	1.7	1.6	1.9	2.8	3.4	3.3	3.7	2.4	2.3	1.6	1.0	0.2

表3 月別標本日誌集計

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
平成11年 漁獲量	6	42	182	150	379	372	367	141	20	1,660
日数	45	56	78	93	126	115	127	97	69	806
C P U E	0.1	0.8	2.3	1.6	3.0	3.2	2.9	1.5	0.3	2.1
平成10年 漁獲量	40.1	109.8	157.4	429.6	1312.1	1294.7	910.7	230.2	117.5	4602.1
日数	12	30	60	96	149	153	157	54	17	728
C P U E	3.3	3.7	2.6	4.5	8.8	8.5	5.8	4.3	6.9	6.3
前年比(%)	4.0	20.6	89.0	36.1	34.2	38.2	49.8	34.2	4.3	32.6

表4 潮別漁獲尾数とC P U E

漁 期	7月望	7月朔	8月望	8月朔	9月望	9月朔
操業隻数(隻)	120	125	132	139	104	130
C P U E(kg/日)	1.7	1.6	1.9	2.8	3.4	3.3
漁獲量(kg)	206.4	201.3	253.4	389.2	348.4	422.5
個体重量(g)	20.54	21.04	21.96	17.2	14.07	16.79
漁獲尾数(尾)	10,049	9,565	11,541	22,628	24,762	25,164

漁 期	10月望	10月朔	11月望	11月朔	12月望	12月朔	計
操業隻数(隻)	119	127	82	28	26	21	1,153
C P U E(kg/日)	3.8	2.4	2.3	1.6	1.0	0.2	
漁獲量(kg)	446.3	301.0	185.3	44.0	26.5	3.8	2,828.0
個体重量(g)	24.54	31.56	38.37	41.35	35.94	26.72	
漁獲尾数(尾)	18,185	9,537	4,830	1,063	738	141	138,202

大牟田沖漁場は8～10月まで再捕が見られ、混獲率も峰の洲漁場が8月以降減少したのに対し、大牟田沖漁場では10月に最大混獲率が得られた。

このことから、6月末に筑後川河口域の漁場に放流したクルマエビ種苗は昨年同様その大半は8月までに峰の洲漁場を経由して湾奥部の漁場から湾中央部の深場の漁場へと移動するものと思われる。その一方で大牟田沖漁場へ移動した群は峰の洲漁場よりも長期間漁場に留まり、湾中央部へ移動したと推察される。

また9月以降に湾中央放流群が再捕されたが、これは放流海域が昨年よりも湾奥側で、さらにこの時期、有明海では熊本県北部に上陸した台風の影響による海面の上昇が見られ、湾中央部から湾奥部へ移動した海水によって湾中央放流群が湾奥部の漁場に移動し再捕されたものと推察される。この時に湾奥部の放流群の再捕が回復しなかった点については、昨年度同様本年も湾奥放流群は9月までに大半の個体が湾中央部の深所漁所へ移動したため、

表5 漁場別混獲率

放流群	漁場	7月望	7月朔	8月望	8月朔	9月望	9月朔
買取尾数	大牟田	890	57		727	620	2,041
	峰の洲	139		34	137	80	192
	計	1,029	57	34	864	700	2,233
再捕尾数	大牟田				10	3	6
	湾奥放流群			9	4	1	2
	峰の洲			9	14	4	8
湾中央放流群	大牟田						2
	峰の洲						
	計						2
混獲率 (%)	大牟田				1.4	0.5	0.3
	湾奥放流群			26.5	2.9	1.3	1.0
	計	0.0	0.0	26.5	1.6	0.6	0.4
湾中央放流群	大牟田						0.1
	峰の洲						
	計	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

放流群	漁場	10月望	10月朔	11月望	11月朔	12月望	12月朔	計
買取尾数	大牟田	1,350	222	142	149	65	22	6,285
	峰の洲	147	30					759
	計	1,497	252	142	149	65	22	7,044
再捕尾数	大牟田	14	5					38
	湾奥放流群							16
	峰の洲	14	5					54
湾中央放流群	大牟田	12	1	3	5			23
	峰の洲	2						2
	計	14	1	3	5			25
混獲率 (%)	大牟田	1.0	2.3					0.6
	湾奥放流群							2.1
	計	0.9	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
湾中央放流群	大牟田	0.9	0.5	2.1	3.4			0.4
	峰の洲	1.4						0.3
	計	0.9	0.4	2.1	3.4	0.0	0.0	0.4

表6 放流群の再捕と回収率

漁期	7月望	7月朔	8月望	8月朔	9月望	9月朔		
採集隻数	120	125	132	139	104	130		
調査隻数	4	1	1	3	4	3		
サンプル尾数	1,029	57	34	864	700	2,233		
平均漁獲尾数	257	57	34	288	175	744		
総漁獲尾数	30,870	7,125	4,488	40,032	18,200	96,763		
湾奥放流群 標識尾数	0	0	9	14	4	8		
混獲率 (%)	0.00	0.00	26.47	1.62	0.57	0.36		
推定回収尾数	0	0	1,188	649	104	347		
湾中央放流群 標識尾数	0	0	0	0	0	2		
混獲率 (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09		
推定回収尾数	0	0	0	0	0	87		
漁期	10月望	10月朔	11月望	11月朔	12月望	12月朔	合計	回収率 (%)
採集隻数	119	127	82	28	26	21	1,153	
調査隻数	3	3	4	1	1	1		
サンプル尾数	1,497	252	142	149	65	22	7,044	
平均漁獲尾数	499	84	36	149	65	22		
総漁獲尾数	59,381	10,668	2,911	4,172	1,690	452	276,762	
湾奥放流群 標識尾数	14	5	0	0	0	0	54	
混獲率 (%)	0.94	1.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	
推定回収尾数	555	212	0	0	0	0	3,054	0.602
湾中央放流群 標識尾数	14	1	3	5	0	0	25	
混獲率 (%)	0.94	0.40	2.11	3.36	0.00	0.00	0.35	
推定回収尾数	555	42	62	140	0	0	886	0.174

台風の影響が少なかったと推定される。

本年度の福岡県漁業者による推定再捕尾数と回収率を表6に示した。再捕尾数は湾奥放流群が3054尾、湾中央放流群が886尾、回収率は湾奥放流群が0.602%、湾中央放流群0.174%で昨年度に比べて低下した。全サンプルの混獲率は湾奥放流群が0.77%で昨年度の0.98%に比べて低下したが、再捕尾数、回収率に比べてその差は小さかった。再捕尾数と回収率が下がった原因としては、本年度はクルマエビが不漁で、例年に比べて漁業者の出漁隻数が少なかったことが原因と考えられる。特に混獲率が高い8月期の出漁数の減少が、放流群の再捕尾数と回収率の減少に大きく影響しているものと考えられる。

本年度の調査では混獲率は8月望の潮（前半）に峰の洲で高い値を示して後は低下したことから、この期間の操業隻数を増加させれば、回収率が上がり、放流効果があがったものと考えられ、40mmサイズの種苗を筑後川河口域に放流した場合には2潮目から峰の洲漁場での操業隻数を増加させれば放流効果の増加が望まれるものと推察される。

また昨年に比べて、大牟田沖での再捕尾数が増えたことから、筑後川河口東岸で放流した場合には西岸で放流した場合に比べ、より多くの個体が大牟田沖漁場を経由して湾中央部へ移動するものと考えられた。

## 要 約

・本年度、筑後川河口東岸で放流した40mmサイズ標識クルマエビの福岡県漁業者による回収率は0.79%であったが、操業隻数の減少が回収率の低下に影響を与えた。

・筑後川河口東側での放流の場合、主群は峰の洲漁場を経由して湾中央部へ移動したが、西岸で放流した場合に比べて大牟田沖漁場への移動が増加した。

・筑後川河口放流群は比較的短期間に峰の洲漁場を通過して湾中央部へ移動するものと考えられ、この間の漁獲量の調整で放流効果を調整することが可能と考えられる。

## 文 献

- 1) 上田 拓、林 宗徳：平成10年度福岡県水産海洋技術センター事業報告（1998）

# 複合的資源管理促進対策事業

松井 繁明・恵崎 撰・林 宗徳・山本 千裕・吉岡 直樹

本事業は、体長制限や漁獲量の削減など漁場を中心とした従来の資源管理が既に達成された漁種について、流通面の改善等の複合的な取り組みによる資源管理を目的とする。これに加えて、資源管理モニタリング技術、鮮度保持技術等、流通の改善など複合的な資源管理に必要な技術開発を行う。

対象漁種としては、タイラギを主対象とする潜水器漁業と、ガザミを主対象とするかご漁業の2漁業種類を選定した。

## 事業内容

### 1. 既存漁業者組織の強化発展

#### ・ガザミ育成会

ガザミ育成会は有明海において操業するカニ籠漁業の健全な発展を期するために操業に関する自主規制、種苗の中間育成、放流、抱卵ガザミの再放流など資源管理に積極的に取り組んでいる。

本年度は既存の組織をさらに強化発展させ、漁獲物の流通や、商品の取扱、等本事業で行う複合的な資源管理に対応できる体制整備を目的とした。

#### ・潜水器協議会

潜水器協議会は有明海における潜水器漁業の健全な発展と、タイラギ資源の保護育成を目的とし、昭和40年から福岡、佐賀両県における協議会で、母貝、稚貝の保護、操業規制等、資源管理に積極的に取り組んでいる。

本年度は既存の組織をさらに強化発展させ、漁獲物の流通や、商品の取扱等本事業で行う複合的な資源管理に対応できる体制整備を目的とした。

### 2. 市場の拡大と流通の改善

#### 1)水産物流通業者との協議と意見交換

流通業者（マーケット、バイヤー）等との話し合い場を設けて意見交換を行い、理解を深めるとともに、出荷形態の検討や今後の事業の展開を検討した。

・9月20日には、有明海漁連会議室において飯塚水産物商業協同組合飯塚市地方卸売市場運営審議会委員理事とガザミ育成会、有明海漁連、水産海洋技術センター担当

で、ガザミの流通販売について意見交換と試験出荷の検討をおこなった。

事業と現在の活動状況を説明し、ポスター、シール等作成中の見本を見せて試験出荷の協力をお願いした。

試験出荷については、飯塚地区までの交通費、出荷単価、出荷数量などを協力点と検討したが、まとまった数量が漁獲されていなかったこと、コストと販売単価の面でメリットが少なかったこと等から試験出荷は行わなかった。

・10月8日には漁連において福岡市の小売商代表と地元魚市場仲買代表者、ガザミ育成会、潜水器協議会代表者、有明海漁連、水産海洋技術センター有明海研究所、県水産振興課の担当者として意見交換を行った。

意見交換の中で卸屋や小売りが漁業者に望むこと、選別など出荷方法、ブランド化の方法、シールやポスター、パンフレットなどの活用方法等についてアドバイスを受けた。

商業組合が独自で行った東京など中央への出荷について失敗談などを伺い今後の事業の参考とした。

また、本年度事業の説明を行い、来年度の試験出荷の協力をお願いした。

#### 2) 加工、鮮度保持試験（ガザミ）

有明海ガザミの調理加工試験を行い、既存の漁師の食べ方調理方法をパンフレットにまとめ紹介し、販路拡大、流通経路の開発の基礎資料とする。

また、調理試験にガザミ育成会婦人部の協力をあおぎ組織の拡充を図った。

平成11年7月11日にガザミ育成会代表と婦人部代表、有明海漁連、有明海研究所担当により調理試験を行った。

調理は、脱皮により殻甲が柔らかくなり市場単価が下がるといわれるヤワラをおいしく簡単に調理することを目的とし、加えて、鮮魚で生きガニを買った場合のためカニのしめ方を紹介した。

調理項目は、しめ方、焼きガニ、ヤワラの天ぷら、カニ飯の4項目としいずれもホットプレートを使うなど身近にある器具で簡単にできるものとした。

調理時に写真の撮影を行い、調理方法をまとめたものとあわせてパンフレットを作成した。このほか、カニサ

ラダ、カニのみそ汁等を加え、調理時の写真を使ったガザミのポスターを作成した。(図1)



図1 ガザミ育成会ポスター

### 3) シールの作成

#### (1)ガザミ

販路拡充のためにガザミ育成会は協議会内部でガザミの図案化検討を行いガザミ育成会シール作成した。(図2)

#### 2)



図2 ガザミ育成会シール

#### (2)タイラギ

販路拡充と商品の差別化を目的に潜水器協議会シールを作成した。(図3)

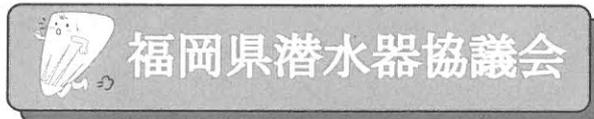


図3 潜水器協議会シール

また、他県、特に出荷が早い熊本産や韓国中国等の外国産との差別化を図るために漁期の明記されたポスターを作成し(図4)小売店や漁協等に配布する予定であったが資源が壊滅的な状況であったため本年度は関係漁協向けなどに40枚を作成配布するにとどまった。



図4 潜水器協議会ポスター

### 4)試験出荷

#### (1)ガザミ育成会

ガザミ育成会は地元の産業振興を目的として毎年開催される、柳川市産業祭りにおいてガザミ 匹を生け簀をを設置し一般消費者につかみ取りさせた。このとき育成会シールを商品を入れるビニール袋に貼付し商品の差別化を図るとともに、ポスターやパンフレットを使い本事業の趣旨と活動、取り組みを紹介した。

また、アンケート調査を行い地元を中心とした消費者のガザミに対する意識調査を行った。

#### ・アンケート結果について

アンケートは約50人に付いて行い回収率は約48%であった。

ガザミの価格については約半数以上が高いとの回答を示していた。

食べる回数については半数以上が週に1回以上食べており、地元でのガザミの普及が示唆された。

購入先については魚屋が約72%と大半を占めスーパー等量販店を上回る結果となった。購入時の重点事項としては鮮度が約67%を占め次いで価格、重量で、産地で選ぶ割合が低く地元消費者は商品の質に重点をおいて購入していることがわかった。

味については美味しいが68%を占めガザミの人気が伺われた。また、ガザミのブランドとして先行している竹崎ガニとのちがいは、両方同じ39%、わからない9%で種類が違う17%、形が違う9%、味が違う22%、爪が違う4%と明確に違いを意識していないことが明らかになった。

## (2)潜水器協議会

タイラギ協議会はガザミ育成会と同じく地元産業祭で出荷試験と活動の紹介を行う予定であったがタイラギ資源が壊滅的状况で商品になる貝が漁獲できず、アンケート調査とポスターを使った活動の紹介を行うにとどまった。

### ・アンケート結果について

アンケートは約50人に付いて行い回収率は約45%であった。

タイラギの価格については約半数以上が高いとの回答を示し割高感があることがわかった。

食べる回数については、半数以上(52%)が週に1回食べると回答し地元ではポピュラーな食材として定着していることが伺われた。

購入先は魚屋が73%と大半を占めた。購入時の重点事項は鮮度が92%を占めた。刺身などの生食が主であるために鮮度が商品の価格を決める重要なファクターであることがわかり、出荷までの取扱改善、鮮度保持技術の開発の必要性が示唆された。

味については71%が美味しいと回答しておりタイラギの人気の高さがわかった。

購入形態については殻つきや、ワタ等内臓つきで購入する割合が少なく、貝柱を刺身で購入する割合が60%と半数以上を占めた。

## 3. 試験研究

### タイラギ

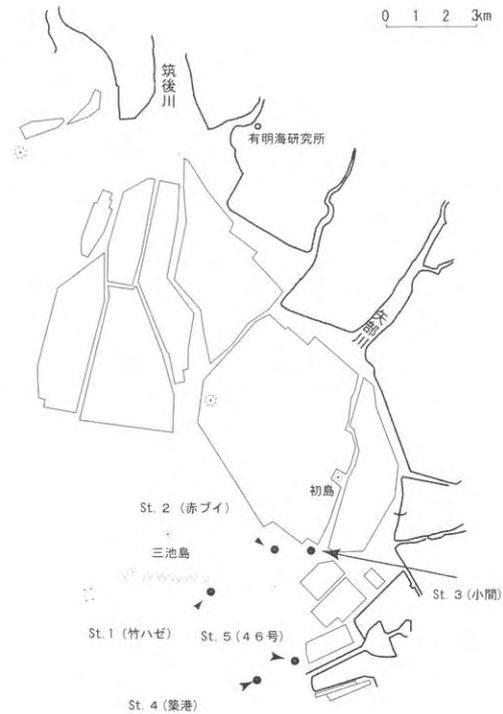


図5 タイラギ稚貝調査地点

### 1)資源量調査

漁期前後の資源量を把握するために潜水調査を行った。(図5)

調査は潜水器により行い、昨年度発生が見られた主な漁場において、9月～3月にかけて月1回50cm×50cmのステンレス枠による枠取りを行い殻長、生残密度を調査した。殻長組成を図6に示す。

いずれの漁場も本年度発生群が大半を占め、漁獲対象サイズである15cm以上の貝はほとんど見られなかった。

稚貝の発生密度は高く1月時点での発生密度は500～400個体/m<sup>2</sup>であった。

調査期間中に特に大きな密度の変動は見られずいずれの調査点も高い生息密度を維持している。しかし、極端に生息密度が高いことから大量斃死などによる資源量の減少が懸念され、引き続き調査を行う必要がある。

### 2)漁場環境調査

本年度の壊滅的な資源の減少を受けて継続的な資源量調査を行うと共に水温、塩分量、溶存酸素等の水質調査を行い大量斃死要因の検討を行った。

いずれの調査点も表層、底層ともに生物の生息に影響を与える様な大きな変動は見られなかった。(図7)

### 3)他漁種影響調査

平成12年1月18日に有明海のタイラギの主漁場であるSt.1、2において、げんしき網14反を20分(約50～

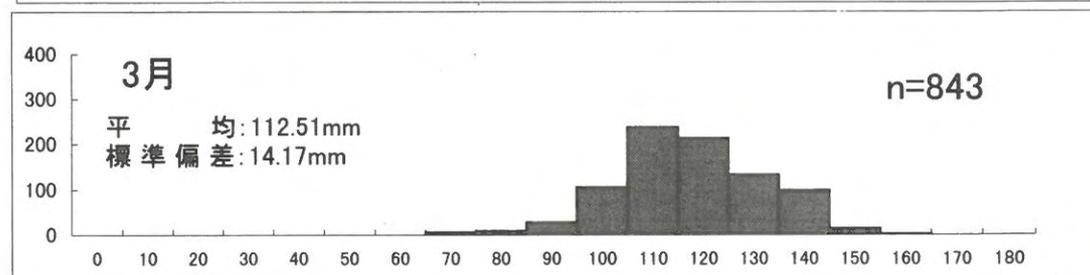
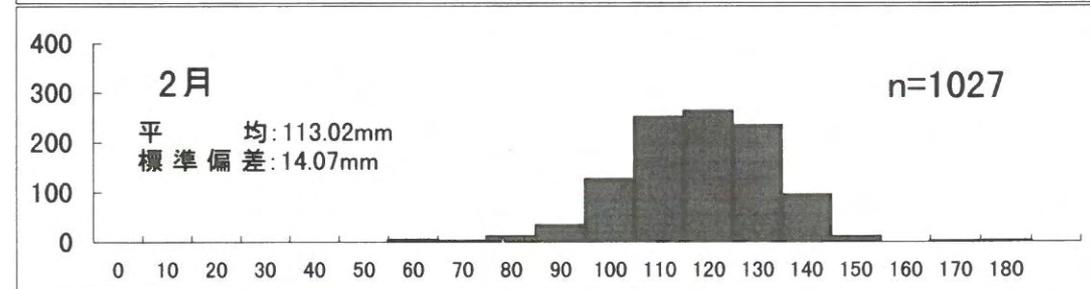
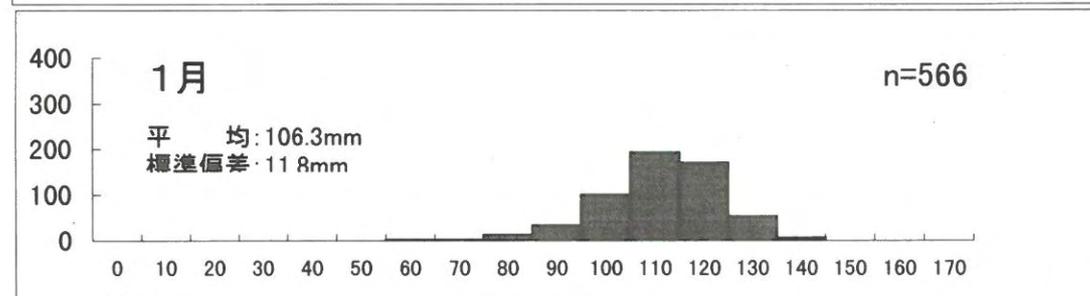
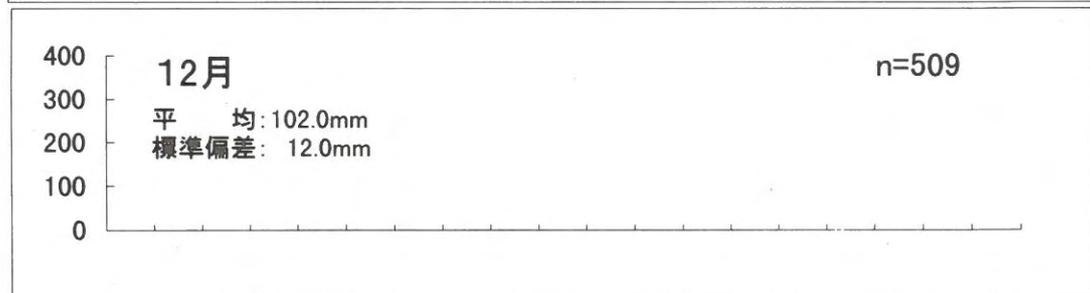
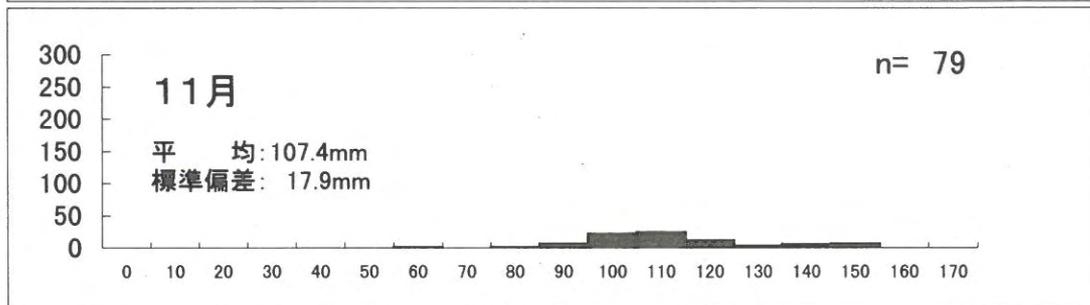
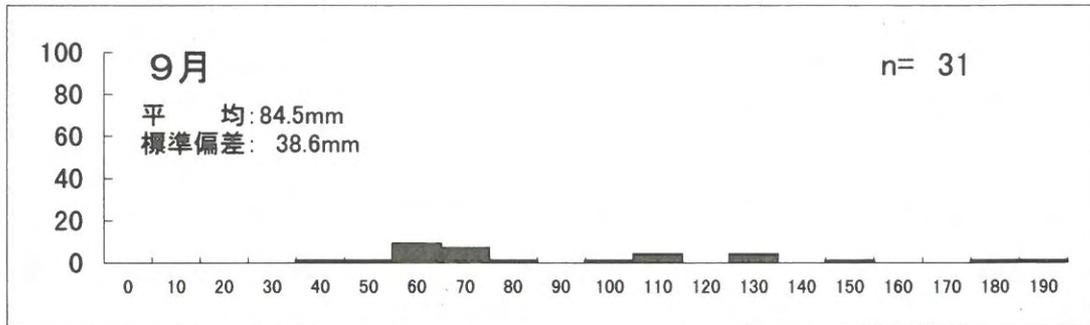


図6 タイラギ殻長組成

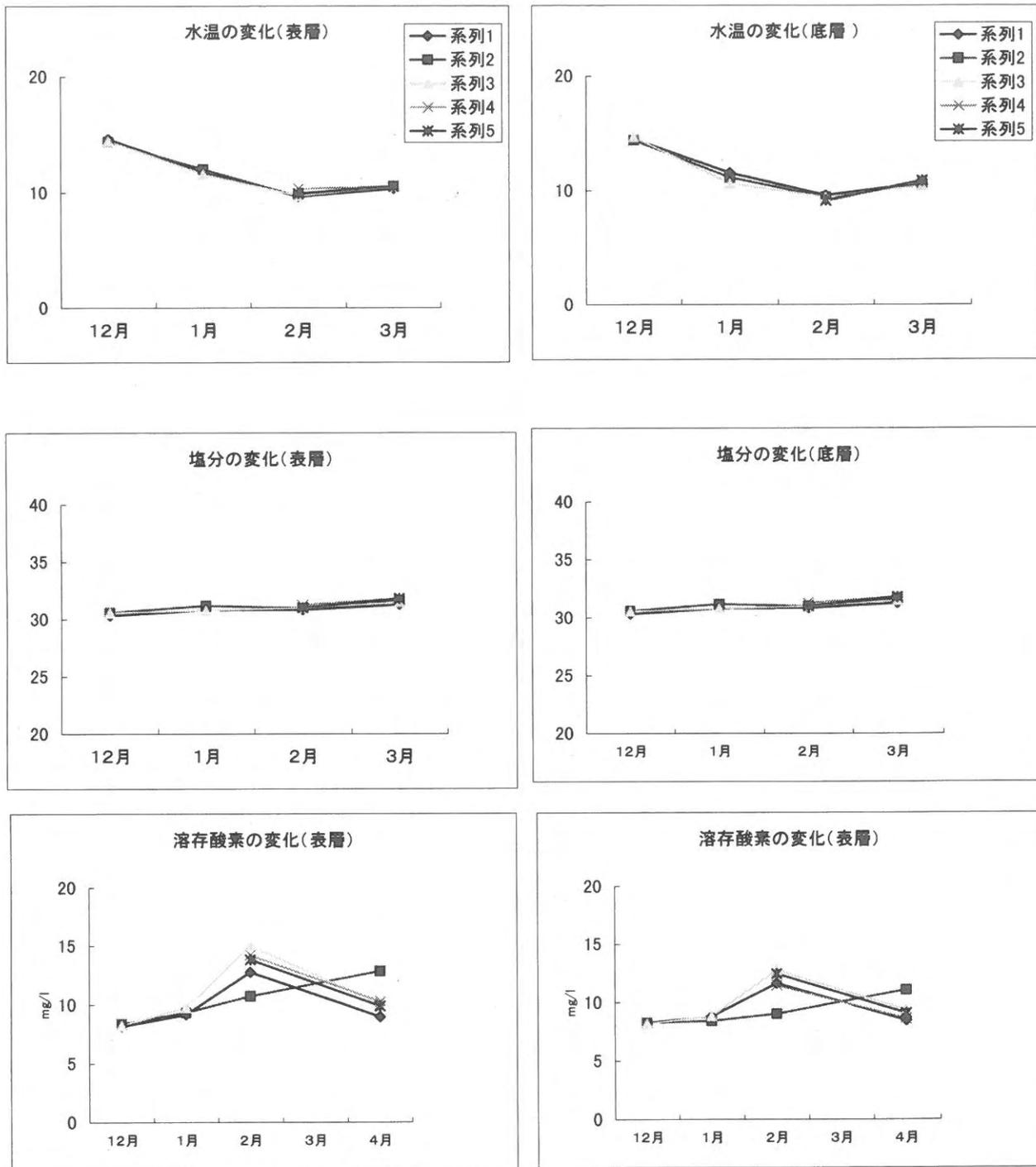


図7 調査点別水質環境の変化

100m) 操業しタイキ\* 稚貝と漁場に与える影響を調査した。

操業前の資源量調査では、タイキ\* 稚貝の生息密度は、400個/㎡で、平均殻長は106.3±11.8mmであった。

調査時タイキ\* はいずれも表層から1~2cm露出していた。調査地点の底質はMDφ2<であった。

同地点で操業を3回繰り返した結果、げんしき網の曳航跡が底質表面に残るものの貝に対する影響はほとんど

見られず、殻の割れる物、網にかかる物はみられなかった。

今回の調査ではげんしき網の漁場、稚貝への影響は軽微であったが、曳網跡が明確に底層に残ること、表面の浮泥層の巻き上げが確認されたこと等から、潮流や網重りの加重によっては稚貝の破損や漁場への影響が考えられる。

## ガザミ

### 1)標本船調査

ガザミ育成会会員（以後会員とする）の漁獲物について操業日誌の記帳を依頼し、CPU E（1日1隻あたりの漁獲量）等について調査した。

### 2)漁獲物調査

本県におけるガザミ漁は籠、さし網とも早朝の市場出荷直後の出漁で昼から午後に帰港する形態で、会員は自宅又は小屋に冷却に井戸水を使用した浅い水槽（セメント桶、又はノリの蠣殻培養用平面水槽等）で蓄用し、市場へ出荷するため、帰港後水槽内で蓄養されているガザミを測定した。

測定項目は性別、甲幅（端部欠損の場合は未欠損側の長さの2倍とした）、重量、抱卵、脚部欠損、甲羅の硬度（正常、寸(ㇿヤワ)、ヤワラ）で、5月から操業が終了する11月まで毎月調査を実施した。

### 3)市場調査

柳川市の筑後中部市場において、漁獲調査した測定ガザミを中心に会員のガザミについて出荷形態と価格を調査した。会員はガザミ20～35尾をトロ箱一つとして出荷し、尾数は統一されていなかった。またガザミの競りは短時間（30分程度）に集中し、尾数を計数できない大部分の漁獲物（トロ箱）は写真に撮影し、後で計数した。調査は主に漁獲物測定翌日を中心に行った。

## 結 果

### 1 漁獲物調査

平均甲幅の推移を図8に示した。雌は5月から11月にかけて153～178mmの範囲で、雄は144～178mmの範囲で推移した。雌雄ともに7月に低下した後上昇し、雄は9月に、雌は10月に最大になった後低下した。

同様に平均個体重量の推移を図9に示した。雌は181g～327gの範囲で推移し、雄は201g～360gの範囲で推移した。雄は9月に、雌は10月に最大になった後低下し、甲幅と同様の推移を示した。5月から11月までの期間では夏場に雄が大型化し、春と秋には雌が大型化する傾向を示した。

漁獲されたガザミの性比を図10に示した。調査開始時の5月では、雌：雄は57：43、6月の調査では12：88、7月は19：81、8月は23：77、9月は58：42、10月は16：84、11月は29：71で5月と9月を除いて雄の割合が雌を大きく上回った。

水揚げされる雌の抱卵状況を図11に示した。抱卵雌

は5月から9月まで見られ、5月29%、6月58%、7月13%、8月7%、9月2%、10月、11月は共に0%で推移した。

漁獲物の欠損率の推移を図12に示した。脚部の欠損は5月28.4%、6月15.0%、7月16.3%、8月14.6%、9月10.9%、10月30.5%、11月29.9%で推移し、6～9月期に低下する傾向が見られた。部位ごとの欠損状況は鉄脚が7月を中心に増加するのに対し、第1～4脚は6～9月期に低下していた。

市場ではガザミを甲殻の硬さで普通（無印）、寸(ㇿイ)ヤワ、ヤワの三段階に分けて取引し、その基準は漁業者の触感で判定されていた。漁獲物中の寸ヤワ、ヤワラ率の推移を図13に示した。

寸ヤワ、ヤワラ共5月は見られず、6月から漁期末期の11月まで出現した。

寸ヤワ、ヤワラ合わせた個体（以後軟甲個体とする）の混獲率は6月44.1%、7月39.3%、8月42.7%、9月24.0%、10月26.4%、11月19.4%で推移し、6～8月間が特に高く40%前後で推移した。

## 2 市場調査

市場での個体単価の推移を図15に示した。市場での平均単価は5月567円、6月408円、7月454円、8月710円、9月616円、10月563円、11月461円、12月853円で推移し、このうち正常個体の単価は5月567円、6月415円、7月498円、8月775円、9月633円、10月634円、11月493円、12月853円で推移し、寸ヤワの単価は6月369円、7月350円、8月466円、9月540円、10月418円、11月234円で推移し、ヤワラの単価は6月141円、7月93円、8月155円、9月191円、10月183円、11月109円で推移し、正常個体に対しての寸ヤワ、ヤワラの単価の比率は6月88.6%、33.9%、7月70.4%、18.6%、8月60.1%、19.9%、9月85.2%、30.1%、10月65.9%、28.9%、11月47.5%、22.1%で推移した。

## 考 察

### 1.漁獲物調査

性比は6月以降雌の割合が大きく増加し、6月に抱卵率がピークに達することから、卵が成熟した雌は湾奥部の漁場から移動するものと考えられる。またこの時期湾中央部の島原沖では夜間海面に浮上してきたガザミを網ですくう漁法があり、漁獲物が抱卵ガザミである情報もあ

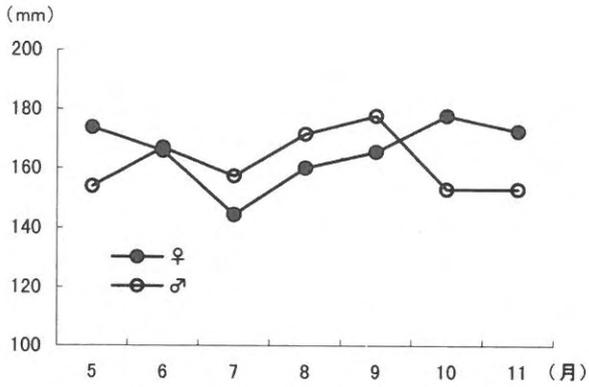


図8 漁獲ガザミの平均甲幅の推移

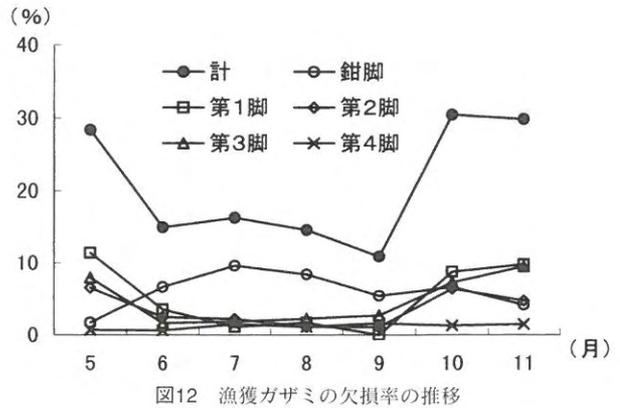


図12 漁獲ガザミの欠損率の推移

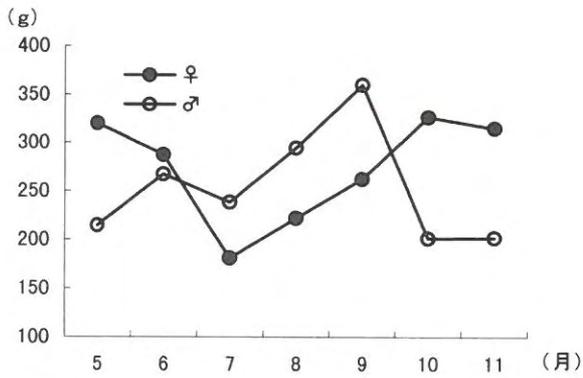


図9 漁獲ガザミの平均個体重量の推移

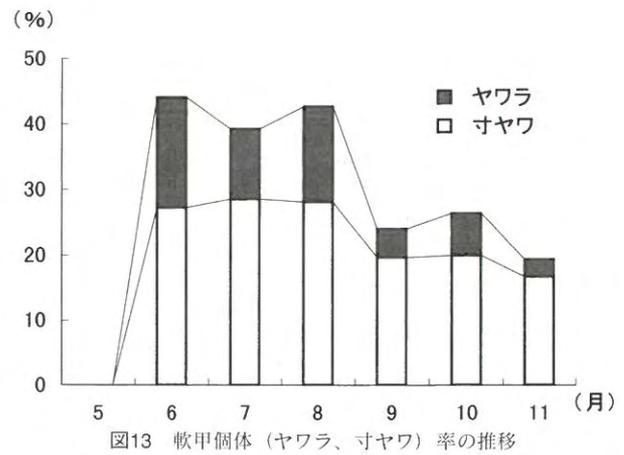


図13 軟甲個体 (ヤワラ、寸ヤワ) 率の推移

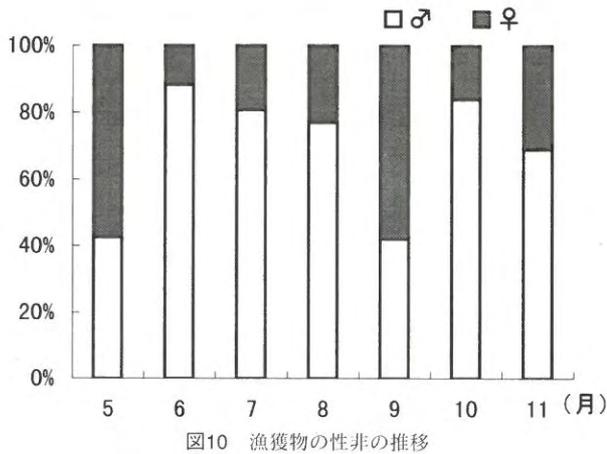


図10 漁獲物の性非の推移

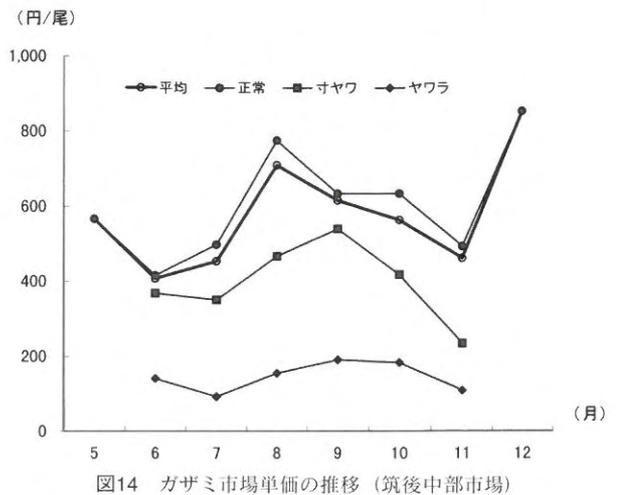


図14 ガザミ市場単価の推移 (筑後中部市場)

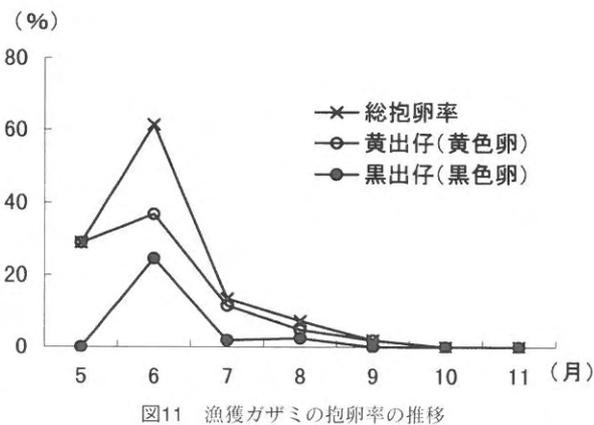


図11 漁獲ガザミの抱卵率の推移

ることから、この時期卵が成熟した雌は湾奥部の漁場から湾中部又は湾口部の漁場へ移動し、産卵するものと考えられる。

抱卵率は5月から出現し6月に最大となったことから、この時期が産卵盛期と考えられる。

欠損状況は6~9月に低下し10月に回復するが、6月以降の漁法は固定式さし網で変化はないため漁具による欠損とは考えにくい。漁獲されたガザミは漁期を通して

鉄脚の片側を切除されるため、蓄養中の挟みあいは発生しない。また高水温期にガザミの活動が低下することも考えにくい。有明海湾奥部の漁港周辺では干潮時の干出により潤沢な海水の入手が困難で、本格的な蓄養施設を持たない会員は漁獲物を地下水で冷却した止水式の小型水槽で蓄養するため夏場の高温期には長期の蓄養は困難である。そのため夏場は蓄養期間が短縮され、このことがガザミの脚部の欠損の低下を要因の一つでないかと推察される。一方鉄脚の欠損は6月以降増加することから、漁具がからめてとるさし網に変わることと、水温の上昇によるガザミの活動の活性化が関係しているものと思われる。

軟甲個体は6月以降出現することから、6月以降に湾奥部では脱皮による成長が活性化するものと考えられる。

#### 1) 市場調査

ガザミの個体単価は正常、寸ヤワ、ヤワラの順に高く、正常個体に対する寸ヤワと、ヤワラの価格の比は寸ヤワが0.48~0.89、ヤワラが0.19~0.34で7月と11月に低下している。価格変動の推移は漁獲物調査で見られた雄の甲幅や重量の推移と類似しており、サイズによる価格評価が固定しているものと推定される。

一方、正常個体では8月の盆前、11月の柳川市の白秋祭前、そして年末に価格の上昇が見られ、祭事等が価格に影響を与えていた。

ヤワラについては価格は低い値で安定していたが、寸ヤワについてはヤワラも変動が大きく、正常個体との差も安定していなことから、寸ヤワについては取り扱い方法や流通方法の改善により価格の向上が可能ではないかと推定される。

# 新漁業管理制度推進情報提供事業

## 浅海定線調査

瀬上 哲・小谷 正幸・尾田 成幸・藤井 直幹

### 1 有明海湾奥部の海況と水中栄養成分の消長

この調査は、有明海福岡県地先の海況を把握することによって漁場保全及び漁業生産の安定を図り、また、海況の中長期変動を把握し漁業生産の向上を図るための基礎資料を得ることを目的とする。

ここに、平成11年度調査結果を報告する。

### 方 法

調査は、毎月1回原則として朔の大潮時（旧暦の1日）の昼間満潮時に実施した。観測地点は図1に示す10地点で、観測層は表層と底層の2層で、沖合域の3地点(L5, L7, L9)については、表層,5m層,底層の3層である。

観測項目は一般気象および一般海象である。分析項目は、塩分、化学的酸素要求量(COD)、溶存酸素(DO)、亜硝酸態窒素(NO<sub>2</sub>-N)、硝酸態窒素(NO<sub>3</sub>-N)、アンモニア態窒素(NH<sub>4</sub>-N)、珪酸塩(SiO<sub>2</sub>-Si)、磷酸塩(PO<sub>4</sub>-P)の8項目である。珪酸塩、磷酸塩、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、アンモニア態窒素および塩分は海洋観測指針<sup>1)</sup>の方法、CODおよびDOは新編水質汚濁調

査指針<sup>2)</sup>の方法に従った。

### 結 果

全点全層平均値と平年値（昭和57年度から平成8年度までの15年間の平均値とする）の変動を図2、表層と底層の全点平均値の変動を図3、九州農業試験場が観測した筑後市羽犬塚の気温および降水量の旬変動を図4に示した。

### 水 温

気温の影響を受け、夏季から冬季にかけて高い傾向で推移した。全点平均値は、7月に23.5(平年比-2.0)℃と低く、9月に27.4(+1.8)℃、10月に24.7(+2.7)℃、11月に19.8(+1.9)℃と高かった。

最高値は8月にS<sub>1</sub>の表層で29.2℃、最低値は2月にS<sub>1</sub>の表層および底層で8.2℃であった。

### 塩 分

本年度は、5～8月にかけて降水量が少なかったことから春季から夏季にかけて高め、秋期は低めで推移した。全点平均値は、5月に32.88(+2.90)、6月に31.28(+2.84)、7月に29.24(+3.61)と高く、9月に26.97(-2.80)と低かった。

最高値は5月にL<sub>7</sub>の底層およびL<sub>9</sub>の表層で33.93、最低値は9月にS<sub>1</sub>の表層で19.23であった。

### 透明度

全点平均値は、平年値と比べると冬季に高く、1月に2.09(+0.39)m、2月に2.24(+0.54)mであった。

最高値は2月にL<sub>7</sub>で5.2m、最低値は7月と12月にS<sub>1</sub>で0.4mであった。

### D O

全点平均値は、夏季に低く、冬季に高い傾向で推移した。

最高値は11月にL<sub>3</sub>の表層で11.27mg/l、最低値は9月にL<sub>9</sub>の底層で4.17mg/lであった。

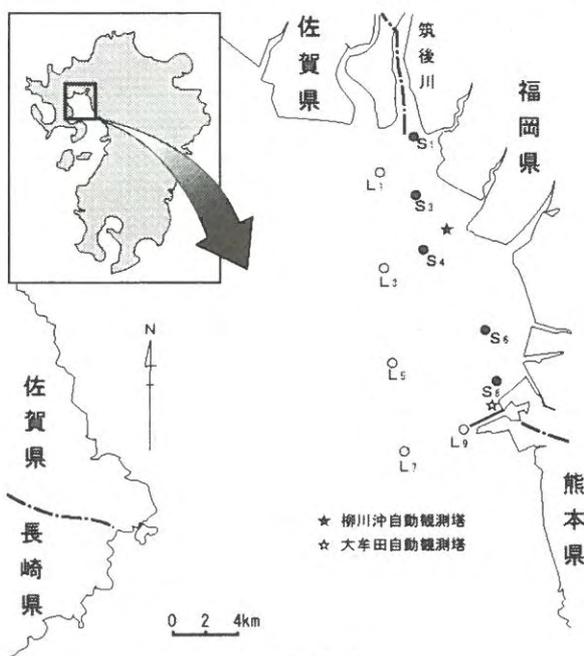


図1 調査地点図

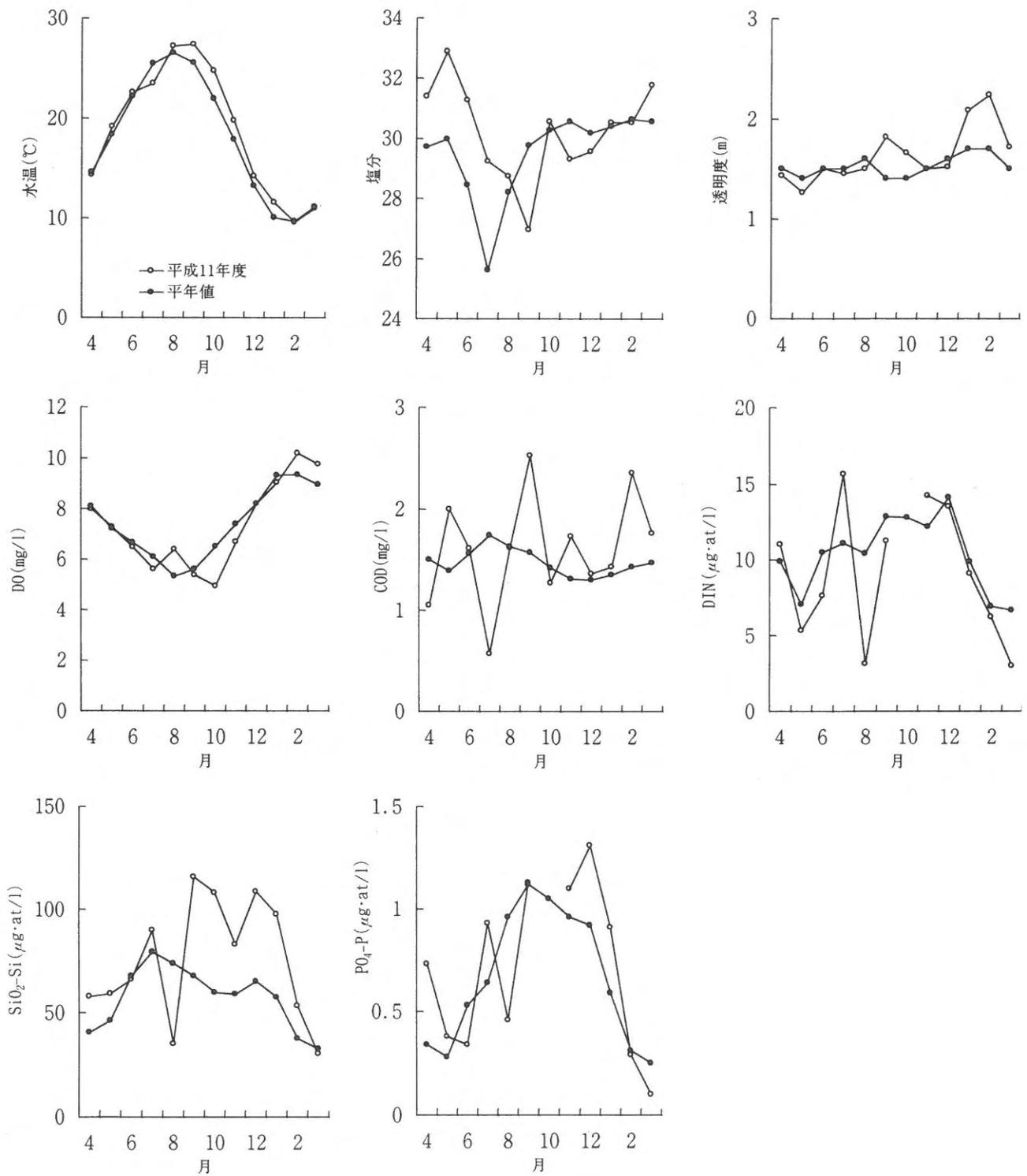


図2 平成11年度全点平均と平年値の変動  
 (平年値は昭和57年度から平成8年度までの15年間の平均値とした)

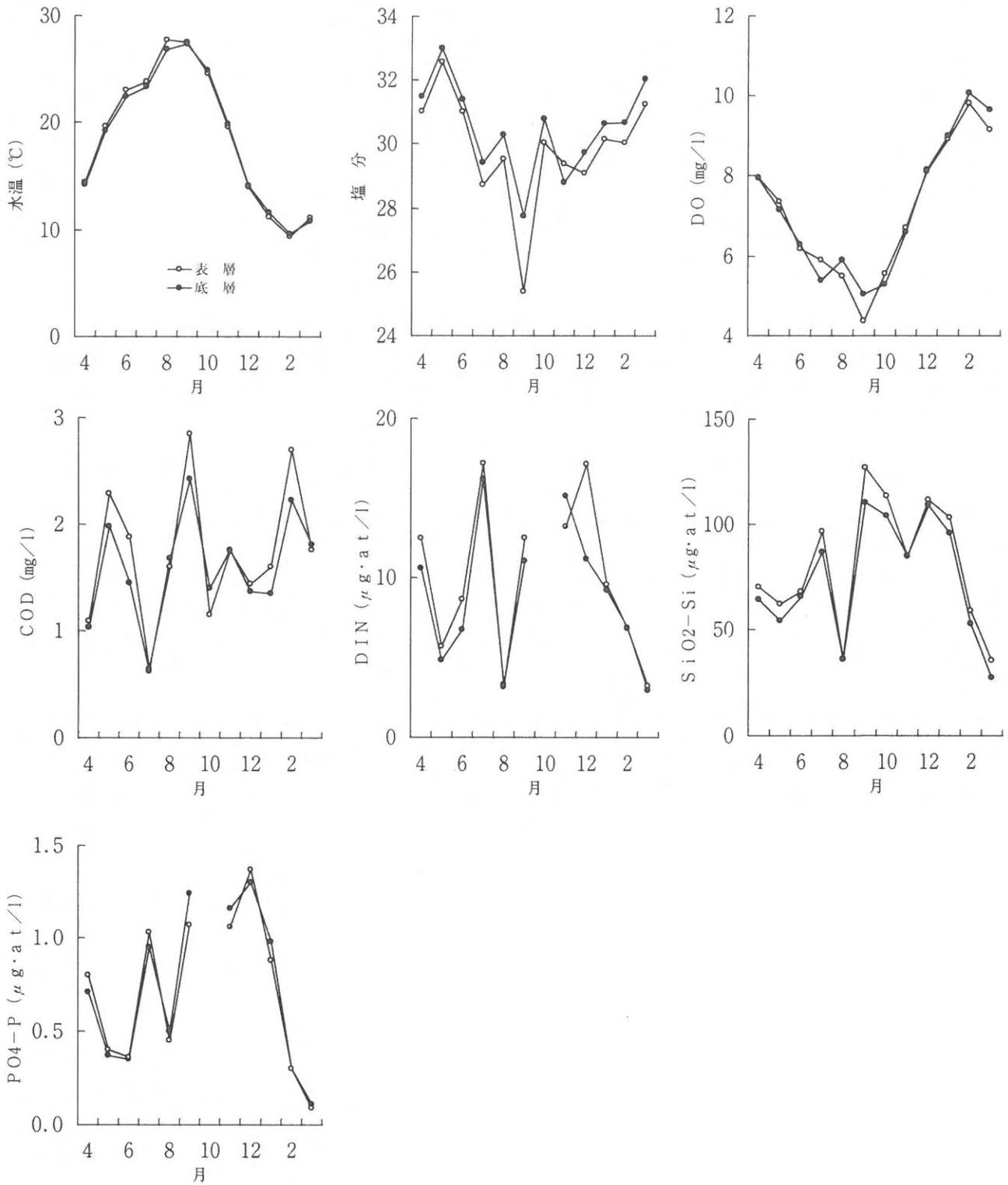


図3 平成11年度 表層および底層の海況変動

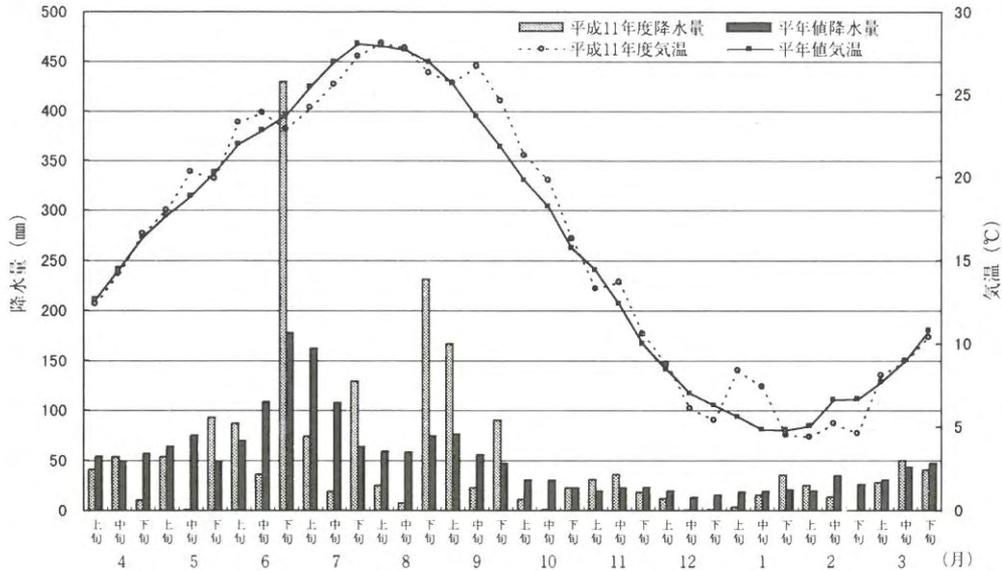


図3 平成11年度気温および降水量の推移  
(平年値は昭和57年～平成8年度までの15年間の平均値とした)

#### COD

全点平均値は、7月が0.57(-1.17)mg/lと低く、9月が2.53(+0.96)mg/l、2月が2.36(+0.93)mg/lと高かった。

最高値は2月にS<sub>3</sub>の表層で4.81mg/l、最低値は7月にL<sub>7</sub>の底層で0.12mg/lであった。

#### DIN

全点平均値は、7月に15.68(+4.59) $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ と多く、8月に3.14(-7.27) $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ と少なかった。

最高値は12月にS<sub>1</sub>の表層で52.09 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 、最低値は7月にL<sub>9</sub>の中層で0.59 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ であった。

#### PO<sub>4</sub>-P

全点平均値は、8月に0.46(-0.50) $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ と少なく、12月に1.31(+0.39) $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ と高かった。

最高値は9月にS<sub>1</sub>の表層で2.54 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 、最低値は7月にL<sub>9</sub>の中層で0.02 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ であった。

#### SiO<sub>2</sub>-Si

全点平均値は、秋期から冬季にかけて高く推移した。8月に35.07(-38.64) $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ と少なく、9月に115.92(+48.29) $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 、10月に108.21(+48.50) $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 、12月に108.83(+43.78) $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 、1月に97.71(+40.26) $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ と多かった。

最高値は1月にS<sub>1</sub>の表層で212.52 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 、最低値は8月にL<sub>7</sub>の表層で17.61 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ であった。

#### 気温

羽犬塚の気温は、平年値と比べると6月下旬～7月下旬に0.8～1.4℃低め、2月中旬～下旬に1.4～2.1℃低め、9月中旬～10月中旬に1.5～3.0℃高め、1月上旬～中旬に2.6～2.8℃高めで推移した。

#### 降水量

羽犬塚の降水量は、秋期に多く冬季に少ない傾向であった。平年値と比べると、6月下旬と8月下旬～9月上旬に非常に多く、7月上旬～中旬は少なかった。12月～2月は少なく推移した。

年間総降水量は1,916mmであり、平年値の1,864mmとほぼ同程度であった。

#### II 有明海湾奥における植物プランクトンの季節的消長

有明海湾奥におけるプランクトンの季節的消長は、一般に5～6月に少なく、1～3月頃に珪藻の大規模なブルームの形成がみられることが多い。

この珪藻ブルームが形成・維持された場合、海水の栄養塩濃度は急激に減少するため、ノリ生産は大きな被害を受ける。

ここでは、漁場環境の生物要素を把握するために、プランクトン量および種組成について調査したので報告する。

## 方 法

### プランクトン量

調査は毎月1回、朔大潮昼間満潮時に、図1に示した10定点について行った。プランクトンは、xx13（孔径100 $\mu$ m）のネットを使用して水面から1.5m層を鉛直に曳いて採集した。

試料は現場で10%ホルマリンで固定して実験室で沈殿管に移し、24時間後の沈殿量を測定した。

### 種組成

調査点S4を代表として、沈殿物の上澄みを捨て、20mlに定容後、0.1mlの種組成を調べた。

## 結 果

### プランクトン量

プランクトン量の平均値の推移を図5に示した。プランクトン量は、6月に平年をやや上回って推移した。

平成11年度の特徴として、1月および2月のプランクトン量が平年よりも少なかったにもかかわらず、栄養塩が減少してノリの色落ちが発生したことが挙げられる。

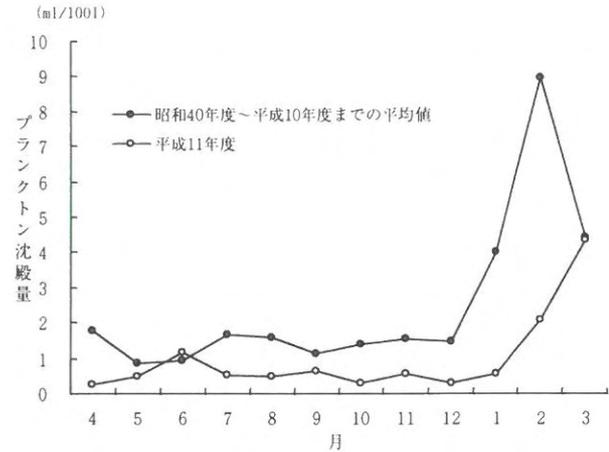


図5 プランクトン沈殿量の推移

### 種組成

*Nitzschia* spp. は6月の優占種であった。

*Eucampia zodiacus* は2月から3月の優占種であった。

## 文 献

- 1) 気象庁：海洋観測指針. 第5版, 日本海洋学会, 東京, 1985, pp.149-187.
- 2) 日本水産資源保護協会：水質汚濁調査指針. 第1版, 恒星社厚生閣, 東京, 1980, pp. 154-162.

# 漁場環境調査指導事業

## ノリ時期の海水中の活性処理モニタリング

尾田 成幸・小谷 正幸・藤井 直幹・瀧上 哲

当海域で行われているノリ養殖では、福岡県有明海漁業協同組合連合会の指導のもと、ノリ葉体の雑藻類などを駆除する目的で、ノリ網を活性処理剤に浸す方法が用いられている。現在使用されている活性処理剤は有機酸が主成分であり、海水のpHを低下させる恐れがある。よって漁場保全の立場から、海水中のpH値を指標としてノリ漁期中の活性処理剤の海水中的挙動をモニタリングした。ここに平成11年度の結果を報告する。

### 方法

調査は図1に示す19地点で平成10年9月から平成11年3月の間に計52回、満潮時に行った。pHは現場で表層水を採水して研究所に持ち帰り、pHメーター(TOA社製HM-20E)で速やかに測定した。

### 結果

表1～3にpH測定結果を示す。

ノリ漁期は10月10日から3月31日までで、漁期前のpHは7.8～9.0、漁期中のpHは7.8～8.9の範囲であった。漁期中のpHは漁期前のそれとは大差なく、また、異常値も認められなかった。



図1 調査地点及びノリ漁場

表1 pH測定結果(1)

Stn.	9/9	9/14	9/20	9/26	9/30	10/4	10/7	10/14	10/18	10/22	10/25	10/28	11/2	11/5	11/11	11/15	11/18	11/26
1	8.14	7.89	8.97	7.95	7.83	8.21	7.93	7.86	8.06	7.86	8.04	7.99	7.87	8.03	8.16	8.11	8.17	8.17
2	8.22	8.04	8.95	7.92	7.89	8.20	7.97	7.97	8.06	7.95	8.10	8.04	7.77	8.08	8.14	8.12	8.17	8.13
3	8.31	8.00	9.02	7.92	7.88	8.22	8.01	7.99	8.08	8.03	8.06	8.04	7.85	8.12	8.11	8.10	8.16	8.12
4	8.41	8.07	8.84	7.95	7.94	8.23	8.07	8.00	8.07	8.04	8.09	8.06	8.01	8.13	8.14	8.14	8.18	8.16
5	8.38	8.07	8.65	7.98	7.95	8.26	8.04	8.01	8.07	8.06	8.12	8.10	7.98	8.15	8.14	8.14	8.16	8.17
6	8.44	8.07	8.64	7.97	7.92	8.28	8.07	8.04	8.07	8.09	8.16	8.10	8.01	8.15	8.15	8.13		8.19
7	8.49	8.06	8.65	8.01	7.97	8.27	8.10	8.04	8.07	8.06	8.16	8.10	7.97	8.13	8.14	8.14	8.16	8.19
8	8.38	7.98	8.72	8.00	7.94	8.26	8.05	7.98	8.04	8.00	8.13	8.09	8.00	8.10	8.17	8.12	8.12	8.16
9	8.37	7.95	8.78	7.97	7.95	8.25	8.03	7.99	8.03	8.01	8.13	8.07	8.04	8.11	8.19	8.12	8.16	8.15
10	8.45	8.00	8.91	7.93	7.98	8.21	8.07	7.99	8.04	8.04	8.14	8.07	7.94	8.14	8.17	8.14	8.16	8.14
11	8.46	7.96	9.00	7.92	7.97	8.21	8.07	8.02	8.05	8.07	8.14	8.10	7.98	8.15	8.16	8.17	8.18	8.11
12	8.45	8.04	8.89	7.94	8.05	8.26	8.08	8.02	8.06	8.03	8.14	8.08	7.95	8.17	8.15	8.18	8.16	8.15
13	8.46	8.04	8.66	7.91	7.97	8.26	8.08	8.04	8.05	8.02	8.15	8.12	7.98	8.14	8.14	8.14	8.12	8.18
14	8.42	7.98	8.65	7.93	7.94	8.26	8.08	8.01	8.02	8.01	8.16	8.12	7.99	8.11	8.16	8.10	8.11	8.19
15	8.40	8.04	8.73	7.95	7.98	8.28	8.08	8.07	8.07	8.11	8.17	8.11	7.98	8.12	8.14	8.13	8.18	8.15
16	8.46	8.08	8.74	7.97	8.02	8.28	8.09	8.05	8.05	8.10	8.16	8.11	7.99	8.17	8.15	8.13	8.16	8.17
A	8.31	7.88	8.79	7.88	7.85	8.16	7.94	7.85	7.92	7.98	8.02	7.92	7.77	8.07	8.05	8.06	8.09	8.50
B	8.38	8.02	8.95	8.01	8.00	8.21	8.04	8.00	8.04	8.04	8.12	8.07	8.02	8.15	8.11	8.12	8.17	8.10
C	8.42	7.96	8.59	7.97	8.02	8.29	8.08	8.08	7.95	8.10	8.13	8.05	8.01	8.12	8.11	8.13	8.12	
最大	8.49	8.08	9.02	8.01	8.05	8.29	8.10	8.08	8.08	8.11	8.17	8.12	8.04	8.17	8.19	8.18	8.18	8.50
最小	8.14	7.88	8.59	7.88	7.83	8.16	7.93	7.85	7.92	7.86	8.02	7.92	7.77	8.03	8.05	8.06	8.09	8.10
平均	8.39	8.01	8.80	7.95	7.95	8.24	8.05	8.00	8.04	8.03	8.12	8.07	7.95	8.12	8.14	8.13	8.15	8.17

表2 pH測定結果(2)

Stn.	12/6	12/9	12/13	12/16	12/21	12/24	12/27	1/4	1/6	1/11	1/17	1/21	1/24	1/27	1/31	2/3	2/7	2/10
1	8.09	8.04	8.17	8.34	8.16	8.25	8.18	8.25	8.25	8.33	8.25	8.18	8.34	8.29	8.46	8.20	8.49	8.47
2	8.12	8.13	8.13	8.31	8.22	8.19	8.22	8.30	8.26	8.34	8.28	8.30	8.32	8.33	8.49	8.47	8.48	8.44
3	8.13	8.13	8.16	8.23	8.22	8.17	8.22	8.31	8.25	8.31	8.27	8.32	8.31	8.31	8.52	8.41	8.45	8.42
4	8.13	8.15	8.20	8.24	8.22	8.20	8.24	8.31	8.25	8.35	8.30	8.33	8.34	8.33	8.52	8.44	8.44	8.45
5	8.14	8.15	8.17	8.23	8.24	8.19	8.22	8.24	8.23	8.33	8.28	8.35	8.34	8.34	8.52	8.40	8.42	8.46
6	8.15	8.16	8.20	8.27	8.24	8.20	8.24	8.29	8.24	8.35	8.33	8.35	8.34	8.36	8.62	8.37	8.44	8.45
7	8.15	8.15	8.20	8.35	8.23	8.20	8.26	8.31	8.25	8.34	8.31	8.37	8.34	8.36	8.61	8.47	8.46	8.46
8	8.13	8.18	8.24	8.34	8.25	8.20	8.26	8.37	8.28	8.35	8.36	8.38	8.34	8.36	8.58	8.58	8.49	8.51
9	8.14	8.18	8.24	8.36	8.28	8.20	8.29	8.39	8.32	8.39	8.34	8.37	8.34	8.38	8.61	8.60	8.51	8.50
10	8.13	8.16	8.26	8.33	8.26	8.19	8.28	8.35	8.29	8.41	8.39	8.39	8.34	8.38	8.52	8.51	8.47	8.51
11	8.15	8.18	8.17	8.36	8.24	8.19	8.23	8.36	8.25	8.37	8.33	8.35	8.34	8.37	8.56	8.48	8.45	8.50
12	8.16	8.17	8.17	8.26	8.26	8.20	8.26	8.29	8.24	8.37	8.32	8.37	8.35	8.37	8.52	8.42	8.42	8.49
13	8.14	8.16	8.17	8.34	8.26	8.20	8.27	8.30	8.26	8.36	8.32	8.36	8.31	8.35	8.57	8.55	8.44	8.43
14	8.14	8.14	8.16	8.28	8.24	8.20	8.23	8.26	8.24	8.35	8.36	8.37	8.29	8.32	8.59	8.51	8.42	8.45
15	8.19	8.18	8.16	8.27	8.25	8.19	8.20	8.28	8.25	8.33	8.32	8.35	8.31	8.36	8.55	8.41	8.38	8.43
16	8.18	8.16	8.18	8.25	8.26	8.20	8.23	8.27	8.24	8.35	8.31	8.36	8.32	8.37	8.53	8.38	8.37	8.43
A	8.07	8.09	8.21	8.26	8.22	8.13	8.24	8.28	8.21	8.31	8.31	8.32	8.24	8.30	8.60	8.39	8.42	8.38
B	8.14	8.16	8.19	8.28	8.25	8.20	8.24	8.30	8.24	8.35	8.35	8.34	8.32	8.36	8.35	8.41	8.42	8.48
C		8.18	8.15	8.24	8.26	8.20	8.22	8.30	8.24	8.35	8.32	8.36	8.30	8.37	8.55	8.39	8.36	8.36
最大	8.19	8.18	8.26	8.36	8.28	8.25	8.29	8.39	8.32	8.41	8.39	8.39	8.35	8.38	8.62	8.60	8.51	8.51
最小	8.07	8.04	8.13	8.23	8.16	8.13	8.18	8.24	8.21	8.31	8.25	8.18	8.24	8.29	8.35	8.20	8.36	8.36
平均	8.14	8.15	8.19	8.29	8.24	8.19	8.24	8.30	8.25	8.35	8.32	8.34	8.32	8.35	8.54	8.44	8.44	8.45

表3 pH測定結果(3)

Stn.	2/14	2/18	2/21	2/24	2/28	3/3	3/6	3/8	3/10	3/13	3/15	3/17	3/21	3/24	3/27	3/30
1	8.55	8.65	8.55	8.54	8.68	8.65	8.56	8.52	8.52	8.57	8.52	8.52	8.44	8.43	8.65	8.64
2	8.46	8.67	8.55	8.52	8.64	8.64	8.57	8.54	8.55	8.51	8.52	8.52	8.42	8.41	8.61	8.64
3	8.58	8.67	8.56	8.49	8.65	8.66	8.56	8.57	8.55	8.49	8.55	8.52	8.40	8.43	8.58	8.61
4	8.57	8.63	8.56	8.53	8.62	8.67	8.56	8.55	8.57	8.50	8.58	8.53	8.41	8.45	8.49	8.73
5	8.64	8.62	8.55	8.51	8.67	8.51	8.53	8.54	8.55	8.48	8.58	8.51	8.37	8.44	8.56	8.87
6	8.66	8.55	8.54	8.51	8.67	8.42	8.52	8.54	8.53	8.47	8.63	8.49	8.37	8.47	8.55	8.88
7	8.74	8.60	8.55	8.51	8.68	8.56	8.50	8.55	8.53	8.51	8.56	8.53	8.36	8.46	8.6	8.89
8	8.76	8.68	8.59	8.54	8.72	8.66	8.50	8.57	8.53	8.54	8.62	8.60	8.39	8.47	8.68	8.73
9	8.75	8.71	8.55	8.55	8.72	8.66	8.54	8.58	8.54	8.55	8.64	8.56	8.40	8.49	8.7	8.78
10	8.71	8.64	8.58	8.54	8.71	8.57	8.53	8.58	8.56	8.56	8.66	8.54	8.41	8.48	8.69	8.8
11	8.71	8.68	8.60	8.52	8.67	8.59	8.55	8.58	8.57	8.53	8.65	8.49	8.37	8.5	8.73	8.78
12	8.68	8.64	8.57	8.51	8.67	8.58	8.56	8.55	8.56	8.53	8.62	8.55	8.43	8.49	8.71	8.72
13	8.72	8.69	8.53	8.50	8.66	8.62	8.51	8.52	8.52	8.50	8.58		8.35	8.48	8.65	8.72
14	8.71	8.65	8.54	8.50	8.65	8.67	8.51	8.59	8.52	8.54	8.48	8.56	8.37	8.46	8.63	8.75
15	8.62	8.58	8.53	8.46	8.56	8.68	8.47	8.49	8.51	8.47	8.50	8.46	8.35	8.46		8.74
16	8.61	8.51	8.53	8.45	8.61	8.38	8.47	8.50	8.46	8.45	8.52	8.47	8.34	8.47	8.48	8.79
A	8.52	8.68	8.58	8.48	8.56	8.58	8.63	8.55	8.47	8.50	8.55	8.53	8.4	8.33	8.55	8.59
B	8.57	8.65	8.56	8.53	8.59	8.65	8.58	8.53	8.54	8.48	8.52	8.52	8.42	8.43	8.52	8.72
C	8.63	8.48	8.51	8.68	8.52	8.58	8.45	8.48	8.46	8.45	8.56	8.46	8.34	8.43		8.74
最大	8.76	8.71	8.60	8.68	8.72	8.68	8.63	8.59	8.57	8.57	8.66	8.60	8.44	8.50	8.73	8.89
最小	8.46	8.48	8.51	8.45	8.52	8.38	8.45	8.48	8.46	8.45	8.48	8.46	8.34	8.33	8.48	8.59
平均	8.64	8.63	8.55	8.52	8.64	8.60	8.53	8.54	8.53	8.51	8.57	8.52	8.39	8.45	8.61	8.74

# 水質監視測定調査事業

吉岡 直樹・恵崎 撰・山本 千裕

有明海福岡県地先海域は水質汚濁防止法第16条の規定に基づき、環境基準監視調査水域に定められており、環境基準の類型別指定がなされている。このため本県ではこれらの水質維持達成状況を把握するため、水質調査を実施している。当研究所では、この調査で試料の採水及び水質分析の一部を担当したのでその結果を報告する。

## 方 法

調査は図1に示した10定点で行った。試料の採取は満潮2時間前と満潮2時間後の計2回、各調査点の0m、2m層で行った。調査は平成11年5月、7月、11月、平成12年2月の各月に実施した。当研究所担当の調査項目は一般気象、海象、生活環境項目、(pH、DO、COD、全リン、全窒素)及びその他の項目(塩素イオン、リン化合物、窒素化合物)である。なお生活環境項目の大腸菌及びn-ヘキサン抽出物、健康項目、特殊項目については保健環境研究所が分析を担当した。

## 結 果

本年度の類型ごとの要約値を表1に示した。

pHの基準値はA、B類型で7.8~8.3、C類型では7.0~8.3 に設定されているが、全ての類型の75%値で基準値を超えていた。これは5月に40検体中6検体、2月にすべての検体が基準値を超えていたことに起因する。2月の調査時には全域で珪藻プランクトンの増殖が見られ、赤潮に近い状態であったことが原因と考えられる。

CODの基準値はA類型で2mg/l、B類型3mg/l、C類型8mg/l以下に設定されている。A類型で13検体、B類型で8検体が基準値を上回っていたが、C類型は基準値内であった。75%値においては昨年同様A類型が基準値を越えていた。

DOの基準値はA類型で7.5mg/l、B類型で5mg/l、C類型で2mg/l以上に設定されている。A類型で23検体(5月8検体、7月5検体、11月8検体、2月2検体)が基準値以下であったが、75%値では基準内であった。B類

型では1検体(7月)が基準値以下であったが、C類型は全地点で基準値内であった。



図1 類型別調査点位置図

表1 平成11年度水質類型別要約値

類型	項 目	最小値	25%値	中央値	75%値	最大値
A	pH	8.10	8.18	8.20	8.32	8.62
	COD(mg/l)	1.13	1.38	1.56	2.51	4.69
	DO(mg/l)	6.41	7.00	7.14	7.52	9.17
B	pH	8.07	8.17	8.20	8.50	8.62
	COD(mg/l)	1.05	1.23	1.50	2.53	4.65
	DO(mg/l)	4.82	6.92	7.23	8.20	9.87
C	pH	7.94	8.15	8.20	8.44	8.60
	COD(mg/l)	1.08	1.36	1.90	3.30	5.27
	DO(mg/l)	5.79	6.93	7.37	8.39	12.04

# 漁場保全対策推進事業

吉岡 直樹・恵崎 撰・松井 繁明・山本 千裕

有明海福岡県地先の漁場環境を監視し、漁獲対象生物にとって良好な漁場環境の維持、達成を図るため、国の定めた漁場保全対策推進事業調査指針に従い、有明海沿岸域における水質環境及び底質環境を調査した。

ここに、平成11年度の結果を報告する。

## 方 法

### 1.水質調査

調査は、原則として平成11年4月から平成12年3月までの毎月1回、小潮の満潮時に、図1に示した11定点で行った。各調査地点の採水層及び調査項目を表1に示した。採水層は0,2.5,5.0,B-1mの4層とし、各地点毎の水深により決定した。調査項目は必須項目の天候、雲量、風向、風力、気温、水深、透明度、水温、塩分、溶存酸素(DO)、追加項目のpH(水素イオン濃度)である。測定方法及び分析方法は以下の通りである。

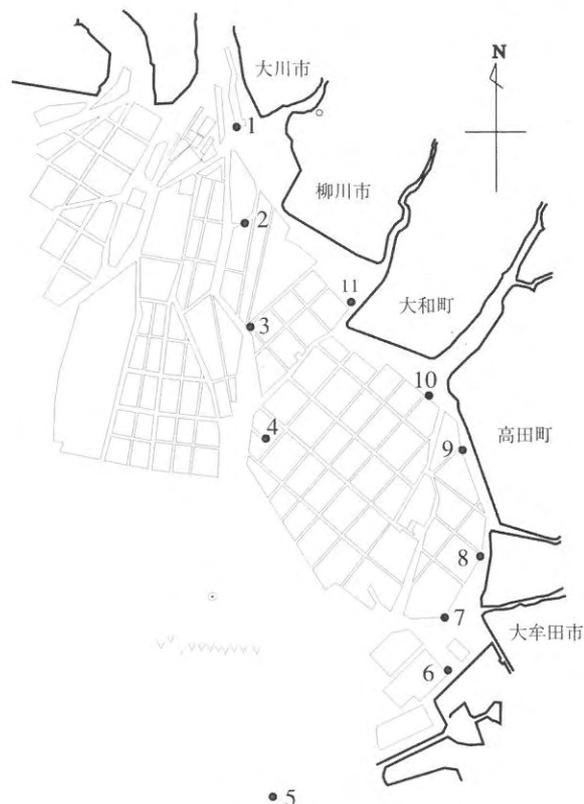


図1 水質調査地点

水深 : 音響探知法

透明度 : セッキ盤 (透明度盤)

水温 : 水銀棒状温度計

塩分 : サリノメーター

(渡部計器製作所 MODEL 601 MK-IV)

DO : ウインクラール法

### 2.生物モニタリング調査

本年度の調査は5月期と10月期の2回、図2に示す5定点において行った。採泥はエクマンバージ型採泥器(採泥面積0.0225m<sup>2</sup>)を用いて5回行い、そのうちの1回分は表面から2cm層を冷蔵保存して持ち帰り、粒度組成、COD、TS(全硫化物)を分析した。残りの4回分は2回分を1つにして、船上で1mmメッシュのふるいにかけて、ふるいの上に残った動物をマクロベントスとして(株)日本海洋生物研究所に委託し、個体数と湿重量の測定および種の同定を行った。また、調査時には気象、海象、泥温、及び底質の色、性状、臭いも観測した。分析項目及び分析方法は以下のとおりである。

表1 各調査地点における採水層

調査地点	採水層(m)			
	0m	2.5m	5.0m	B-1m
Stn. 1	●			●
Stn. 2	○			○
Stn. 3	○	○		○
Stn. 4	●	○		●
Stn. 5	●	○	○	●
Stn. 6	○			○
Stn. 7	●			●
Stn. 8	○			○
Stn. 9	○			○
Stn. 10	●			●
Stn. 11	○			○

○:必須項目      ●:必須項目,追加項目

粒度組成：水質汚濁調査指針<sup>1)</sup>  
 COD：水質汚濁調査指針<sup>1)</sup>  
 TS：水質汚濁調査指針<sup>1)</sup>  
 底生動物：水質汚濁調査指針<sup>1)</sup>

## 結果及び考察

### 1.水質調査

調査結果を表2に示した。



図2 生物モニタリング調査地点

表2 平成11年度水質調査結果

調査地点	調査回数	透明度	水温	塩分	D O
		単位：m 最低～最高	単位：℃ 最低～最高	単位：‰ 最低～最高	単位：mg/l 最低～最高
1	12	0.4～1.9	10.13～28.61	13.14～28.91	2.77～9.29
2	12	0.5～2.0	9.40～28.03	13.15～30.38	2.77～13.72
3	12	0.8～2.5	9.47～27.74	19.73～31.38	2.11～11.97
4	12	1.0～3.0	9.43～27.48	21.45～31.59	2.42～9.35
5	11	1.4～3.5	9.11～27.57	28.65～32.37	1.96～11.23
6	12	1.0～1.5	9.53～28.16	23.99～31.87	2.65～11.43
7	12	0.5～2.5	9.79～27.78	20.99～31.80	2.97～10.60
8	12	0.6～1.9	9.62～28.13	16.78～31.48	2.85～11.36
9	12	0.5～1.5	8.99～29.00	12.22～30.29	2.68～11.57
10	12	0.5～1.5	9.47～28.25	12.59～30.10	2.61～9.66
11	12	0.5～1.5	13.91～28.04	13.91～29.30	3.03～12.04
全点		0.4～3.5	8.99～29.00	12.22～32.37	1.96～13.72

\* D Oは調査回数11回

### 透明度

0.4～3.5mの範囲で推移した。沿岸域で低く、沖合域で高い傾向にあった。最高値は10、1月にStn.5で、最低値は8、12月にStn.1で観測された。

### 水温

9.0～29.0℃の範囲で推移した。気温の変動に伴い夏季に高く冬季に低く、この傾向は陸水の影響を受けやすい沿岸域で顕著に認められた。最高値は7月にStn.9の表層で、最低値は2月にStn.9の底層で測定された。今年度は昨年度と同様に平成9年度のように30℃を越える水温は観測されなかった。

### 塩分

12.22～32.37の範囲で推移した。沿岸域で低く、沖合域で高い傾向にあった。底層よりも表層の方が低く、最高値は3月にStn.5の底層で観測された。最低値は3月に筑後川河口域のStn.9の表層で観測された。

### 溶存酸素 (DO)

1.96～13.72mg/lの範囲で推移し、夏季に低く、冬季に高い傾向にあった。最高値は2月にStn.2の表層で、最低値は9月にStn.5の底層で測定された。7、11、2月に数地点で水産用水基準<sup>2)</sup>の6mg/lを下回ったが、その影響に伴う漁業被害は確認されていない。

表3 生物モニタリング調査結果 (5月期)

調査年月日:平成11年5月28日

観測点	Stn.1	Stn.2	Stn.3	Stn.4	Stn.5	備考						
天候	くもり	くもり	くもり	くもり	くもり	海洋観測機器名・規格						
気温(℃)	22.5	24.8	22.4	22.1	23.4	水温:水銀棒状温度計						
風向(NNE等)	N	N	N	N	N	塩分:サリノメーター						
風力	1	1	1	1	1	DO:ウインクレー法						
水深(m)	4.2	3.3	4.6	8.8	5.6	採泥器:エクマンバーシ0.15×0.15m						
総採泥回数	5回	5回	5回	5回	5回							
底質	泥温(℃)	20.5	20.4	20.4	20.3	20.8	潮汐(三池港)					
(0-2cm層)	色	濃灰	褐	黒	黒褐	薄茶	観測日における干・満					
	臭い	無し	硫化臭	硫化臭	硫化臭	無し	時刻、潮位(cm)					
粒度組成	~4mm	8.28	0.00	0.29	0.00	0.22	1:45 127					
(%)	4~2mm	14.33	0.79	0.00	0.14	0.95	7:41 464					
	2~1mm	13.48	1.90	0.23	0.42	2.78	14:03 71					
	1~0.5mm	15.18	3.08	1.83	0.00	3.73	20:23 477					
	0.5~0.25mm	23.79	6.08	28.44	2.36	23.47						
	0.25~0.125mm	13.58	8.37	57.17	2.64	30.14						
	0.125~0.063mm	3.12	16.43	3.66	5.15	15.57						
	0.063mm~	8.23	63.35	8.40	89.29	23.14						
COD (mg/g 乾泥)	1.13	0.97	1.05	0.99	1.17							
TS (mg/g 乾泥)	0.026	0.040	0.001	0.120	0.060							
分類群	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量		
多毛類	1g未満	44	0.22	389	2.00	189	1.11	333	2.44	89	11.32	
	1g以上											
甲殻類	1g未満	44	5.11	33	6.44	56	0.00	56	5.88			
	1g以上											
棘皮類	1g未満					11	0.00					
	1g以上			11	12.54			22	168.94			
軟体類	1g未満	11	10.88	266	2.00	44	4.11	455	15.10	33	0.10	
	1g以上	22	35.74	22	46.84	144	657.79					
その他	1g未満	11	0.67	22	0.22	11	0.11	33	0.11			
	1g以上											
合計	1g未満	110	16.88	710	10.66	311	5.33	877	23.53	122	12.43	
	1g以上	22	35.74	33	59.38	144	657.79	22				
指標種	シクガイ			266	2.00			455	15.10			
	ヲハナガイ							14	0.34			
	スピキ科	11	0.22	22	0.00	33	0	11	0.00	11	0.00	
出現種類数/0.045m <sup>2</sup>		12		16		18				6		

採泥回数4回分  
単位: 個体数/m<sup>2</sup>  
湿重量/m<sup>2</sup>

## 2.生物モニタリング調査

調査結果を表3, 4に示す。

### 粒度組成

含泥率(0.063mm以下の泥の割合)は、5月期に8.23~89.79%、10月期に4.82~96.08%の範囲であった。含泥率が50%を超える泥質の地点は、5月期ではStn.2, 4の2地点、10月期ではStn.2, 4の2地点であった。粒度組成の変化をみると、Stn.3,4で含泥率の増

加が見られ、Stn.1, 2と5で減少している。含泥率の低下はノリ養殖場ないで測定された。

### COD

5月期に3.37~24.94mg/g乾泥、10月期に3.82~27.23 mg/g乾泥の範囲であった。水産用水基準2)の20mg/g乾泥値は5月、10月期とも、Stn.4で越えていたが、その他では基準値を大きく下回っていた。

表4 生物モニタリング調査結果 (10月期)

							調査年月日：平成11年10月6日				
観測点	Stn.1	Stn.2	Stn.3	Stn.4	Stn.5	備考					
天候	晴	くもり	晴	晴	晴	海洋観測機器名・規格					
気温(℃)	17.3	20.6	20.4	20.7	22.1	水温：水銀棒状温度計					
風向(NNE等)	NE	NE	NE	NE	NE	塩分：サリメーター					
風力	2	1	2	2	0	DO：ウインラー法					
水深(m)	4.4	3.5	4.6	8.6	4.6	採泥器：エクマン・ジ <sup>0</sup> 0.15×0.15m					
水質	水温 表層	23.8	23.9	24.2	24.3	24.1	気象観測高度 2.0 m (海面からの高さ)				
	℃ 底層	24.6	24.5	24.8	25.3	24.1					
	塩分 表層	25.82	28.33	29.24	30.11	29.12					
	底層	30.11	29.94	29.90	30.98	29.14					
	DO 表層	7.08	6.64	6.85	6.97	7.09		気象観測機器名・規格			
mg/l 底層	6.64	5.78	5.62	6.55	6.88	温度計：水銀棒状温度計					
総採泥回数	5回	5回	5回	5回	5回						
底質 (0-2cm層)	泥温(℃)	24.3	24.8	24.9	25.3	24.3	潮汐(三池港)				
	色	濃灰	濃灰	濃茶	濃灰	薄茶	観測日における干・満				
	臭い	無し	硫化臭	無し	硫化臭	無し	時刻、潮位(cm)				
粒度組成 (%)	~4mm	17.93	0.85	0.00	0.00	0.54	0:51 164				
	4~2mm	13.90	1.92	0.00	0.00	6.23	6:46 429				
	2~1mm	13.65	2.02	0.63	0.59	12.53	13:03 97				
	1~0.5mm	12.19	4.79	2.22	0.20	39.22	19:26 469				
	0.5~0.25mm	16.11	5.22	26.05	0.00	25.91					
	0.25~0.125mm	13.85	7.67	59.22	0.20	7.78					
	0.125~0.063mm	5.04	15.87	0.55	2.94	2.96					
	0.063mm~	7.35	61.66	11.32	96.08	4.82					
	COD (mg/g 乾泥)	10.64	3.82	12.51	27.23	11.06					
	TS (mg/g 乾泥)	0.150	0.004	0.225	0.110	0.21					
分類群	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量			
多毛類	1g未満	33	0.00	244	1.78	33	0.56	189	1.44	133	4.66
	1g以上										
甲殻類	1g未満	11	0.33	44	0.33			22	2.11	78	0.89
	1g以上										
棘皮類	1g未満									56	6.33
	1g以上			11	22.64			11	29.86		
軟体類	1g未満			22	3.22	111	1.22	300	1.55	22	6.10
	1g以上	33	427.13			11	76.70				
その他	1g未満	11	0.67								
	1g以上										
合計	1g未満	55	1.00	11	22.64	144	1.78	511	5.10	289	17.98
	1g以上	33	427.13	310	5.33	11	76.70	11	29.86		
指標種	シス <sup>ク</sup> ガイ			22	3.22			22	0.88		
	チヨハカ <sup>イ</sup>							11	0.44		
	スピオ科			44	0.22						
出現種類数/0.045m <sup>2</sup>	5	9	5	10							

採泥回数4回分  
単位：個体数/m<sup>2</sup>  
湿重量/m<sup>2</sup>

TS (全硫化物)

5月期は0.001~0.120mg/g乾泥、10月期は0.004~0.225mg/g乾泥の範囲であった。水産用水基準<sup>2)</sup>の0.2mg/g乾泥を超える地点は、10月期ではStn.3, 5で基準を越えた以外は、すべての地点で基準内であった。

マクロベントス

出現個体数の合計と種類数は、5月期から10月期にかけてすべての地点で減少した。地点別にみると5月期、10月期ともにStn.4が最も多かった。汚染指標種は、5月期には各点でスピオ科が出現した他Stn.2,4でシス<sup>ク</sup>ガイが出現し、10月期にはStn.2でシス<sup>ク</sup>ガイとスピオ科

が、Stn.4でシス<sup>ク</sup>ガイとチヨハカ<sup>イ</sup>が出現した。平成10年度は9月期には汚染指標種は出現しなかったが、平成11年度に5月期、10月期ともに出現した。これは、平成10年度のように、CODやTSの秋期の低下がみられず10月期に上昇したことによるものと推察される。

文 献

- 1) 日本水産資源保護協会：水質汚濁調査指針、第1版、恒星社厚生閣、東京、1980、pp. 154-162.
- 2) 日本水産資源保護協会：水産用水基準、1995年版、日本水産資源保護協会、東京、1995、p. 6.

# 貝毒成分・有害プランクトン等モニタリング事業

尾田 成幸・小谷 正幸・藤井 直幹・淵上 哲

本事業は、有明海福岡県地先における赤潮の発生状況を把握し、その情報を関係機関に伝達することで、漁業被害の防止、軽減を図るとともに有害プランクトン発生時における基礎データ得ることを目的とする。

## 方 法

### (1)モニタリング情報活用事業

赤潮に関する情報は、有害プランクトンモニタリング事業でのモニタリング調査、漁業者や関係各県の通報等により収集し、関係機関に伝達した。

伝達する情報は赤潮発生期間、範囲、面積、水色（赤潮観察水色カードによる）、プランクトン優占種、細胞密度、漁業被害の有無である。プランクトンの計数は、原則として直接計数法で行った。

### (2)有害プランクトン等モニタリング事業

調査は4～9月までは毎月1回、10～3月までは毎

月2回の計18回、図1に示す4定点で満潮時に行った。調査項目は気象（天候、雲量、風向、風力）、海象（水温、塩分、透明度、水深、水色）、DO、DIN、DIP、珪酸塩、クロロフィル-a、採水プランクトン種組成である。調査層は表層、2m及びB-1m層である。なお、調査方法は全て漁業公害等対策事業実施要領及び運用通達りに従った。

## 結 果

### (1)モニタリング情報活用事業

平成11年度の赤潮発生状況を表1に、発生範囲を図2～5に示す。

赤潮の発生件数は、前年度よりも1件少ない4件であった。内訳はラフィド藻と珪藻の混成によるものが1件、珪藻によるものが3件であった。うち、漁業被害は2月に1件発生し（整理番号4）、昨年よりも1件少なかった。被害内容は珪藻プランクトン*Eucampia zodiacus*の増殖に伴う海水中のDINの低下によるノリ色落ちである。*E.z.*は当海域において過去にノリ漁期中に大規模に増殖し、多大なる漁業被害を引き起こした種である。細胞密度は比較的少なめで推移したが、発生期間が62日と長期に渡り、3月17日にはDIN濃度が漁場平均で $1.3\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ にまで低下した。また、本種赤潮の発生前には平成10年度と同様*Rhizosolenia setigera*の増殖が認められた。なお、9月に発生した*Chattonella antiqua*赤潮（整理番号3）による漁業被害はなかった。

### (2)有害プランクトン等モニタリング事業

調査地点の緯度経度を表2に、気象海象調査結果を表3-1～3に、水質調査結果を表4-1～3に示す。

## 文 献

- 1) 水産庁漁場保全課：漁業公害等対策事業実施要領及び運用通達。平成7年4月。

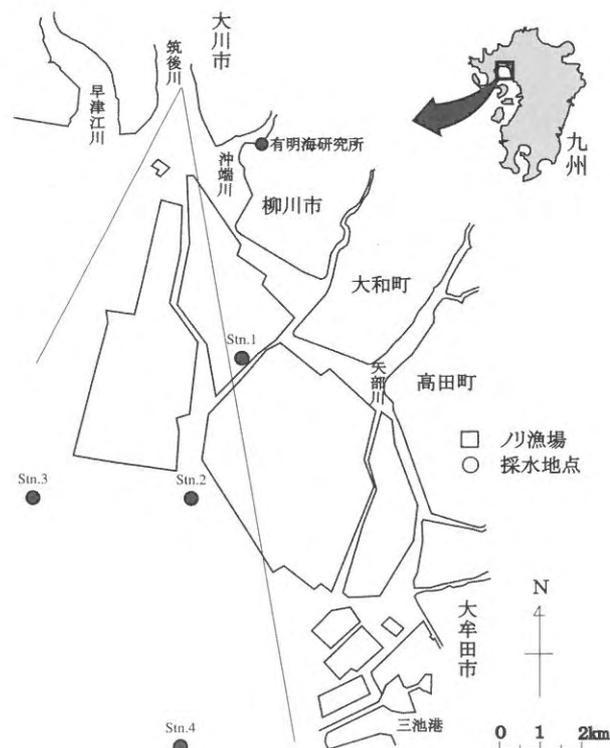


図1 有害プランクトン等モニタリング事業調査地点

表1 平成11年度赤潮発生状況

整理番号	発生期間(日数)	構成種	細胞数(cells/ml)	発生状況及び発達状況
1	6月21日	<i>Nitzschia</i> sp.	1,430	6月21日満潮時に確認。構成種は小型の珪藻類と微細藻類。 細胞密度が最も高いのは微細藻類で沖合で濃密。 7月に入って発生範囲は縮小し、7月13日には終息を確認。  (水色:51, 最大面積:約80km <sup>2</sup> , 漁業被害:無し)
	~7月12日	<i>Thalassiosira</i> sp.	1,260	
	(22日間)	<i>Skeletonema costatum</i>	1,120	
	微細藻類の一種	計数不能	(6月23日満潮時)	
2	8月4日 ~	<i>Skeletonema costatum</i>	800 (8月4日満潮時)	8月4日満潮時に確認。細胞密度は沿岸域で濃密。  (水色:42, 最大面積:約172km <sup>2</sup> , 漁業被害:無し)
3	9月3日	<i>Skeletonema costatum</i>	4,760	9月3日満潮時に確認。北部は <i>S.c.</i> が優占。南部は <i>C.a.</i> が優占。 北部の <i>S.c.</i> は8月4日に発生したものが継続したものと思われる。  (水色:北部33, 南部6, 最大面積:約150km <sup>2</sup> , 漁業被害:無し)
	~14日 (12日間)	<i>Chattonella antiqua</i>	520 (9月3日満潮時)	
4	2月3日	<i>Eucampia zodiacus</i>	1,600	1月から <i>Rhizosolenia setigera</i> の増加が認められ、1月31日には <i>E.z.</i> を優占とする赤潮を確認。細胞密度は沿岸域と西部沖合いで濃密。 発生範囲は3月30日には沖合いで消失し、ノリ漁場内のみとなった。  (水色:33, 42, 最大面積:2月3日約172km <sup>2</sup> , 3月30日約100km <sup>2</sup> 漁業被害:ノリ色落ち)
	~4月5日 (62日間)		1,600	
			(3月30日満潮時)	

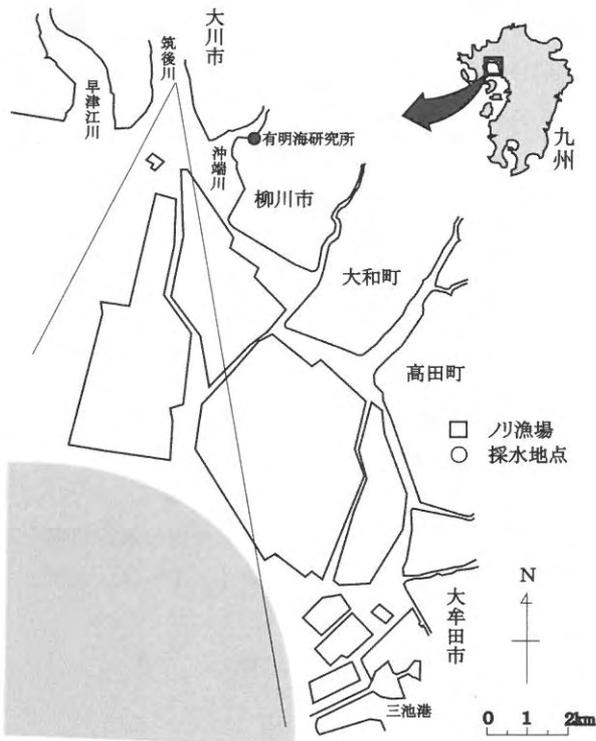


図2 *Nitzschia* sp.他  
6月21日満潮時(整理番号1)

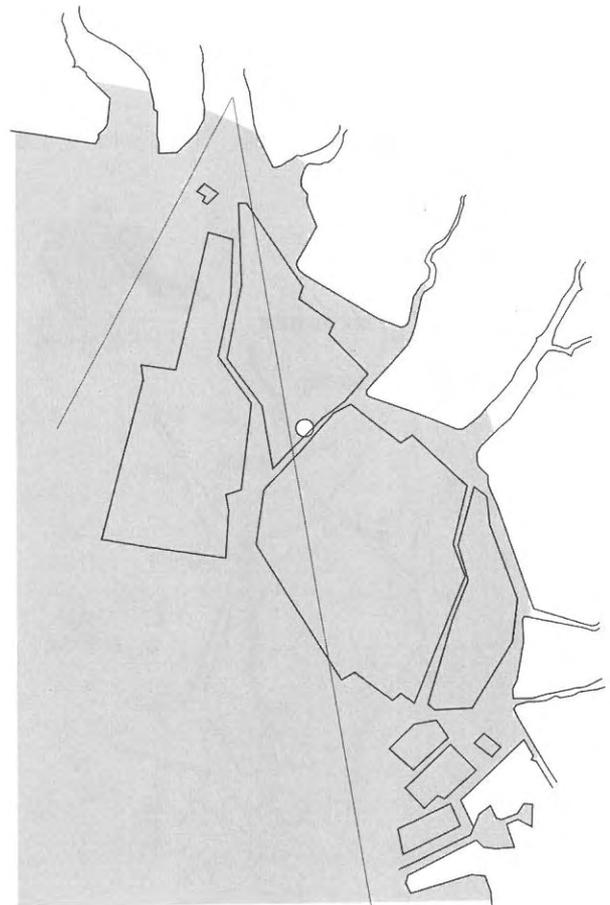


図3 *Skeletonema costatum*  
8月4日満潮時(整理番号2)

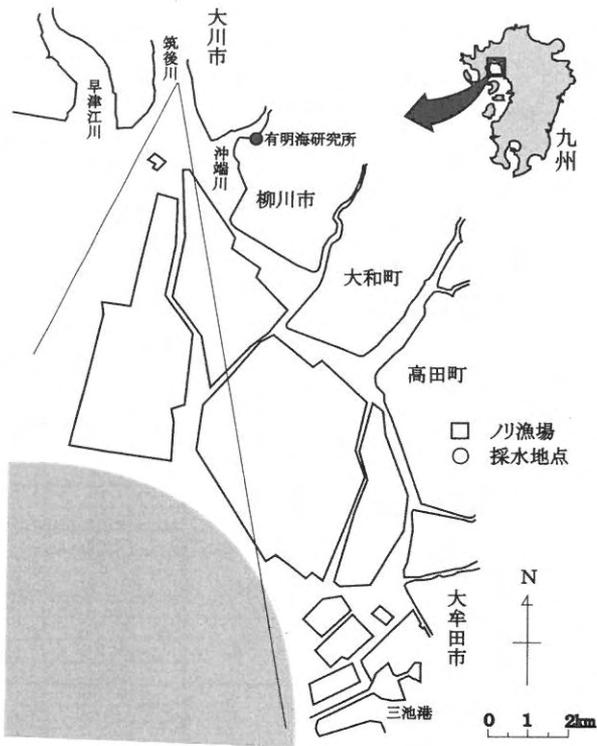


図4 *Skeletonema costatum*, *Chattonella antiqua*  
9月3日満潮時 (整理番号3)

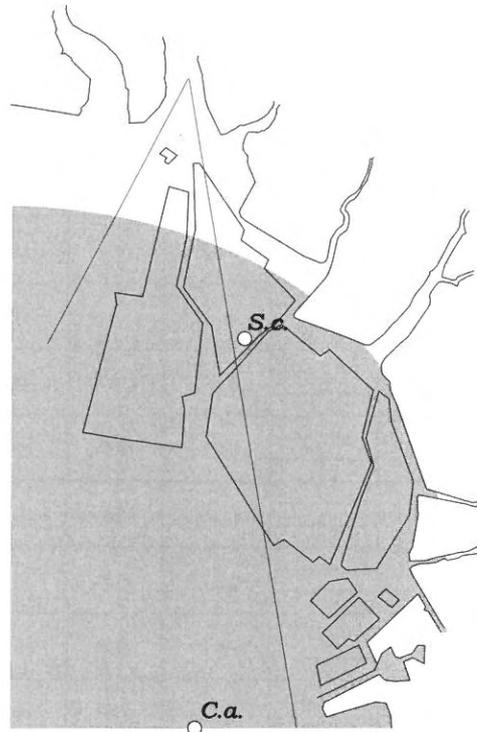


図5 *Eucampia zodiacus*  
2月3日満潮時 (整理番号4)

表2 有害プランクトン等モニタリング事業調査地点の緯度経度

Stn.	緯度	経度
1	33°05.16'	130°22.60'
2	33°02.96'	130°21.93'
3	33°02.96'	130°18.81'
4	32°59.35'	130°21.03'

表3-1 気象海象観測結果(1)

調査日	Stn.	採水層	調査時刻	天候	雲量	風向	風力	水深 m	透明度 m	水色	水温 ℃	塩分
4/28	1	0	7:52	くもり	10	N	3	5.1	1.3	44	16.3	32.07
		2									16.4	32.22
		B-1									16.4	32.28
	2	0	8:06	くもり	10	N	3	12.8	1.5	44	16.3	32.21
		2									16.2	32.30
		B-1									16.0	32.97
	3	0	8:22	くもり	10	N	4	13.5	2.6	54	16.2	32.25
		2									16.2	32.26
		B-1									15.7	33.45
	4	0	8:41	くもり	10	N	4	7.2	2.8	54	16.2	32.37
		2									16.3	32.42
		B-1									16.1	32.81
5/21	1	0	12:37	晴れ	4	S	2	4.5	0.9	44	21.3	31.89
		2									20.9	31.92
		B-1									21.2	31.19
	2	0	12:50	晴れ	5	S	3	12.0	1.5	45	21.1	33.20
		2									20.7	33.20
		B-1									20.1	33.34
	3	0	13:03	晴れ	5	S	3	12.3	1.6	45	20.8	33.50
		2									20.6	33.51
		B-1									19.7	33.88
	4	0	13:22	晴れ	5	S	3	6.6	1.8	42	20.7	33.72
		2									20.4	33.69
		B-1									20.0	33.72
6/21	1	0	13:54	晴れ	6	W	2	4.1	1.2	45	25.2	30.05
		2									24.1	30.61
		B-1									23.9	30.74
	2	0	14:07	晴れ	5	SW	1	11.6	1.7	42	25.3	28.78
		2									23.7	30.73
		B-1									23.2	31.80
	3	0	14:21	晴れ	5	SW	1	11.8	1.5	45	26.3	25.02
		2									24.0	29.88
		B-1									22.3	32.09
	4	0	14:42	晴れ	6	SW	1	6.6	1.6	51	25.8	30.23
		2									24.3	30.64
		B-1									23.6	31.88
8/4	1	0	13:39	晴れ	7	NW	2	4.8	1.0	42	29.0	27.74
		2									27.6	27.69
		B-1									27.1	28.86
	2	0	13:54	晴れ	7	W	2	12.0	1.1	45	29.3	27.01
		2									27.5	28.04
		B-1									26.4	29.78
	3	0	14:08	晴れ	7	W	1	12.4	1.1	33	30.1	25.28
		2									27.3	26.64
		B-1									25.4	30.47
	4	0	14:26	晴れ	7	NNW	1	7.0	1.5	54	28.3	28.80
		2									26.2	29.76
		B-1									26.1	29.97
9/3	1	0	13:45	くもり	10	SW	1	4.4	1.2	33	26.6	14.99
		2									27.1	26.19
		B-1									27.1	27.37
	2	0	13:59	くもり	10	SSW	1	12.4	1.5	6	27.1	15.32
		2									27.1	26.94
		B-1									26.6	30.01
	3	0	14:14	くもり	10	SSW	1	9.0	2.5	33	27.2	16.61
		2									26.9	24.84
		B-1									26.8	29.53
	4	0	14:31	くもり	10	SSW	1	7.0	1.3	6	27.6	20.30
		2									27.1	26.10
		B-1									26.7	29.99
9/30	1	0	14:23	晴れ	3	N	2	4.4	0.7	45	26.8	24.33
		2									26.8	27.65
		B-1									26.8	29.48
	2	0	13:05	快晴	1	N	3	12.5	1.4	42	27.0	29.72
		2									26.8	29.96
		B-1									26.6	30.45
	3	0	13:21	晴れ	3	NNW	3	12.6	1.5	54	27.2	29.98
		2									26.9	30.20
		B-1									26.6	30.81
	4	0	13:39	晴れ	3	NW	3	7.2	2.0	54	27.0	30.53
		2									26.8	30.67
		B-1									26.7	30.80

表3-2 気象海象観測結果(2)

調査日	Stn.	採水層	調査時刻	天候	雲量	風向	風力	水深 m	透明度 m	水色	水温 ℃	塩分
10/28	1	0	10:30	はれ	7	S	1	5.7	0.8	45	20.9	30.03
		2									20.9	30.02
		B-1									20.9	30.02
	2	0	10:50	はれ	7	-	0	14.1	1.0	45	21.6	29.99
		2									21.3	29.97
		B-1									21.2	30.26
	3	0	11:20	くもり	9	-	0	14.4	1.5	45	21.6	30.00
		2									21.3	30.00
		B-1									21.8	30.36
	4	0	11:40	くもり	9	-	0	8.0	2.0	54	21.9	30.57
		2									21.8	30.56
		B-1									21.8	30.55
11/10	1	0	10:34	快晴	1	N	2	5.4	1.2	45	18.8	29.73
		2									18.8	29.77
		B-1									18.7	29.80
	2	0	10:51	快晴	0	N	2	12.8	1.2	45	19.3	30.18
		2									19.3	30.16
		B-1									19.3	30.60
	3	0	11:07	快晴	0	-	0	12.8	1.0	42	19.5	30.37
		2									19.5	30.35
		B-1									19.6	30.60
	4	0	11:23	快晴	0	N	1	7.2	2.0	42	19.9	30.90
		2									19.9	30.91
		B-1									20.0	30.99
11/30	1	0	13:47	はれ	5	NW	1	4.3	1.3	54	15.3	29.19
		2									15.2	29.31
		B-1									15.2	29.30
	2	0	14:02	はれ	3	NW	1	12.0	2.0	54	16.5	29.67
		2									16.6	29.89
		B-1									16.7	30.27
	3	0	14:16	はれ	3	-	0	12.4	3.1	63	16.8	30.11
		2									16.9	30.14
		B-1									17.4	30.53
	4	0	14:32	はれ	2	NW	1	6.7	3.8	60	17.3	30.54
		2									17.4	30.57
		B-1									17.6	30.81
12/7	1	0	8:27	はれ	2	W	2	5.0	0.9	45	13.5	27.81
		2									13.5	28.03
		B-1									13.8	28.43
	2	0	8:47	はれ	2	NNW	3	12.5	0.9	45	14.7	29.90
		2									14.7	29.86
		B-1									14.7	29.93
	3	0	9:02	快晴	2	W	3	12.7	1.6	45	15.3	30.30
		2									15.3	30.30
		B-1									15.5	30.36
	4	0	9:22	快晴	1	NNW	3	7.5	2.5	42	15.6	30.67
		2									15.7	30.67
		B-1									15.6	30.69
12/22	1	0	8:39	快晴	1	N	1	5.5	1.0	45	10.9	29.71
		2									11.3	29.72
		B-1									11.1	29.70
	2	0	8:52	快晴	1	W	3	13.6	1.0	45	11.3	30.24
		2									12.1	30.22
		B-1									11.9	30.32
	3	0	9:07	快晴	1	W	3	13.2	2.8	42	12.5	30.67
		2									12.6	30.66
		B-1									12.6	30.68
	4	0	9:23	快晴	1	N	4	7.6	3.5	42	13.1	31.12
		2									13.5	31.11
		B-1									13.4	31.22
1/13	1	0	10:58	くもり	10	-	0	4.2	1.4	45	11.4	30.35
		2									11.4	30.61
		B-1									11.4	30.65
	2	0	11:13	くもり	10	-	0	12.0	2.7	54	11.9	31.01
		2									12.1	31.17
		B-1									12.1	31.39
	3	0	11:28	くもり	10	-	0	12.2	4.4	54	12.0	31.11
		2									12.0	31.12
		B-1									12.5	31.59
	4	0	11:44	くもり	10	N	1	7.0	6.2	51	12.7	31.81
		2									12.7	31.81
		B-1									12.7	31.81

表 3-3 気象海象観測結果 (3)

調査日	Stn.	採水層	調査時刻	天候	雲量	風向	風力	水深 m	透明度 m	水色	水温 ℃	塩分		
1/21	1	0	10:53	はれ	7	N	1	5.0	1.1	45	9.6	29.15		
		2									9.7	29.17		
		B-1									9.7	29.39		
	2	0	9:31	はれ	2	NNW	3	13.2	1.4	45	10.2	30.39		
		2									10.2	30.30		
		B-1									10.6	30.56		
	3	0	9:46	はれ	2	NNW	2	13.4	1.5	45	10.7	31.10		
		2									11.0	31.06		
		B-1									11.0	31.17		
	4	0	10:05	はれ	3	NNW	2	7.6	3.2	54	11.5	31.49		
		2									11.6	31.48		
		B-1									11.7	31.56		
2/3	1	0	9:43	くもり	10	N	1	4.5	1.9	45	9.0	28.75		
		2									9.8	30.71		
		B-1									9.8	30.76		
	2	0	8:13	くもり	10	N	1	12.2	1.5	42	9.7	30.84		
		2									9.9	30.86		
		B-1									10.4	31.20		
	3	0	8:30	くもり	10	N	1	12.6	2.8	42	9.2	30.68		
		2									9.3	30.80		
		B-1									11.2	31.89		
	4	0	8:49	くもり	10	-	0	7.0	4.5	51	10.1	31.58		
		2									10.7	31.62		
		B-1									10.9	31.78		
2/14	1	0	16:00	くもり	10	NW	4	4.2	1.2	45	9.7	27.72		
		2									9.7	30.19		
		B-1									9.8	31.00		
	2	0	14:21	くもり	10	S	2	11.8	2.5	42	9.8	30.83		
		2									9.7	31.16		
		B-1									9.7	31.52		
	3	0	14:42	くもり	10	S	2	12.2	1.5	42	9.6	29.24		
		2									9.6	30.20		
		B-1									9.9	31.81		
	4	0	15:05	くもり	10	S	2	6.7	3.9	51	10.1	31.40		
		2									9.9	31.53		
		B-1									10.0	31.60		
2/28	1	0	15:06	くもり	10	NNW	4	3.8	1.0	45	8.0	26.90		
		2									8.5	28.97		
		B-1									9.1	30.86		
	2	0	13:59	くもり	10	N	4	11.8	2.5	54	9.3	31.27		
		2									9.3	31.24		
		B-1									9.4	31.91		
	3	0												
		2												欠測
		B-1												
	4	0												
		2												欠測
		B-1												
3/14	1	0	14:08	はれ	2	SSW	1	4.2	1.4	45	11.6	29.27		
		2									10.8	31.04		
		B-1									10.8	31.64		
	2	0	14:27	はれ	4	SSE	1	11.7	3.0	54	13.0	29.77		
		2									10.9	31.85		
		B-1									10.5	32.32		
	3	0	14:44	はれ	4	S	1	11.8	1.7	54	12.6	29.49		
		2									10.8	0.00		
		B-1									10.6	32.60		
	4	0	15:04	はれ	6	WSW	1	6.5	5.0	54	12.3	32.02		
		2									10.7	0.00		
		B-1									10.7	32.45		
3/30	1	0	15:30	快晴	0	SSE	2	3.6	0.9	45	14.1	16.67		
		2									12.4	25.75		
		B-1									12.4	28.74		
	2	0	15:55	快晴	0	S	3	118.0	1.7	54	12.4	29.90		
		2									11.9	30.72		
		B-1									12.1	32.57		
	3	0	16:08	快晴	0	SSE	3	11.2	2.0	54	12.6	31.08		
		2									12.4	31.10		
		B-1									11.9	33.00		
	4	0	16:26	快晴	0	SSE	2	6.2	2.5	54	12.4	30.60		
		2									11.9	31.03		
		B-1									11.9	32.12		

表 4-1 水質分析結果 (1)

調査日	Stn.	調査時刻	採水層	DO mg/l	NH <sub>4</sub> -N μg-at/l	NO <sub>2</sub> -N μg-at/l	NO <sub>3</sub> -N μg-at/l	PO <sub>4</sub> -P μg-at/l	DIN μg-at/l	珪酸塩 μg-at/l	CHL-a μg/l
4/28	1	7:52	0	8.01	3.53	0.64	6.68	0.77	10.85	82.43	3.7
			2	7.79	6.53	0.51	6.60	0.83	13.63	150.58	3.8
			B-1	7.79	4.63	0.64	5.76	0.73	11.03	76.94	3.6
	2	8:06	0	8.12	2.96	0.54	3.70	0.64	7.19	65.95	4.8
			2	8.08	3.76	0.56	6.44	0.53	10.76	64.85	4.3
			B-1	7.73	3.49	0.63	4.06	0.66	8.18	69.24	4.4
	3	8:22	0	9.00	2.46	0.34	2.20	0.87	4.99	79.14	6.2
			2	8.87	2.60	0.35	1.88	0.38	4.83	69.24	7.1
			B-1	7.54	3.60	0.51	2.96	0.49	7.07	71.44	2.5
	4	8:41	0	9.13	2.51	0.38	2.06	0.54	4.95	67.05	6.4
			2	8.97	2.46	0.35	2.42	0.50	5.22	73.64	6.5
			B-1	8.45	3.11	0.44	1.77	0.27	5.32	53.86	4.5
5/21	1	12:37	0	6.19	6.34	0.81	7.21	1.34	14.36	99.27	2.9
			2	6.59	8.40	0.75	6.14	1.33	15.29	93.82	2.4
			B-1	6.65	7.11	0.70	3.54	1.12	11.35	86.18	3.2
	2	12:50	0	7.65	2.17	0.34	1.17	0.57	3.69	60.00	4.2
			2	7.53	2.58	0.35	1.54	0.58	4.48	58.91	2.9
			B-1	6.84	2.50	0.27	1.75	0.57	4.52	65.45	16.4
	3	13:03	0	8.05	1.45	0.08	3.67	0.50	5.20	69.82	13.1
			2	8.14	7.35	0.22	3.04	0.53	10.62	70.91	1.4
			B-1	6.71	4.33	0.23	0.62	0.53	5.18	45.82	17.4
	4	13:22	0	7.36	2.77	0.35	4.95	0.76	8.07	79.64	13.3
			2	7.29	2.91	0.36	3.04	0.60	6.31	64.36	3.8
			B-1	7.15	2.53	0.27	0.99	0.42	3.79	49.09	12.9
6/21	1	13:54	0	6.56	3.70	1.43	5.90	0.83	11.03	84.00	10.1
			2	5.83	42.85	0.91	8.52	0.96	52.28	93.82	7.1
			B-1	5.64	6.54	1.34	4.27	0.99	12.16	80.73	6.4
	2	14:07	0	8.46	1.62	1.40	6.85	0.57	9.86	100.36	7.2
			2	7.52	4.00	0.50	1.13	0.27	5.62	63.27	4.2
			B-1	5.60	4.97	1.70	1.66	0.80	8.32	68.73	4.6
	3	14:21	0	8.19	4.00	1.51	14.58	1.12	20.09	152.72	4.4
			2	8.73	7.71	0.82	2.88	0.39	11.42	98.18	0.9
			B-1	5.52	3.32	1.82	1.51	0.57	6.66	58.91	4.9
	4	14:42	0	8.98	1.36	1.28	4.28	0.24	6.91	87.27	3.3
			2	8.49	4.23	1.09	2.74	0.30	8.06	80.73	3.5
			B-1	5.67	5.75	1.84	2.48	0.67	10.07	67.64	2.6
8/4	1	13:39	0	8.62	2.67	0.47	0.28	0.18	3.41	47.01	16.5
			2	8.14	2.38	0.52	0.88	0.30	3.78	54.84	12.8
			B-1	6.66	2.72	0.85	1.30	0.60	4.87	47.01	3.9
	2	13:54	0	10.08	1.07	0.30	0.48	0.36	1.85	80.96	5.7
			2	8.91	2.27	0.28	0.62	0.31	3.18	47.01	10.8
			B-1	6.53	1.71	0.61	0.52	0.33	2.84	41.78	6.9
	3	14:08	0	10.38	1.65	1.46	2.24	0.50	5.35	86.18	24.9
			2	9.04	3.32	0.76	4.16	0.50	8.25	67.90	26.9
			B-1	4.99	2.34	3.10	3.57	0.69	9.00	65.29	5.0
	4	14:26	0	9.22	2.63	0.26	0.22	0.24	3.11	41.78	5.3
			2	6.63	2.61	0.96	1.52	0.37	5.09	48.31	6.5
			B-1	6.15	2.55	1.19	1.44	0.51	5.17	53.54	7.9
9/3	1	13:45	0	9.61	1.74	1.69	60.25	1.44	63.68	198.76	16.3
			2	5.48	4.97	1.87	10.12	1.41	16.96	121.16	5.7
			B-1	5.53	3.97	1.45	5.75	1.12	11.16	102.10	0.6
	2	13:59	0	12.98	0.92	1.64	26.85	1.36	29.41	200.12	16.5
			2	7.05	67.25	1.22	8.35	0.80	76.82	103.47	20.8
			B-1	4.60	3.02	1.63	2.07	0.75	6.71	77.60	1.4
	3	14:14	0	14.16	0.89	1.47	17.66	1.20	20.02	191.96	56.2
			2	5.80	5.77	2.24	12.02	1.17	20.03	127.97	8.9
			B-1	4.62	2.46	2.40	4.08	0.87	8.93	78.96	1.1
	4	14:31	0	15.22	1.05	0.61	1.82	0.51	3.48	160.64	72.8
			2	8.82	1.53	0.95	1.24	0.67	3.71	106.19	21.5
			B-1	4.65	2.31	2.47	3.70	1.05	8.48	80.32	1.7
9/30	1	14:23	0	7.17	2.08	3.22	25.83	1.79	31.13	187.56	18.3
			2	5.91	3.52	3.40	16.72	1.60	23.64	148.87	12.4
			B-1	5.22	4.77	3.79	12.08	1.85	20.64	143.01	7.4
	2	13:05	0	5.59	2.32	3.36	11.25	1.41	16.93	121.91	6.4
			2	5.03	4.28	3.45	13.76	1.55	21.49	120.74	4.7
			B-1	4.51	4.07	3.51	9.27	1.51	16.85	106.67	2.4
	3	13:21	0	6.49	1.61	2.71	8.92	1.16	13.24	114.88	12.1
			2	5.17	2.34	3.07	10.11	1.36	15.52	120.74	8.0
			B-1	4.05	2.78	3.77	8.55	1.37	15.10	110.19	1.0
	4	13:39	0	5.43	1.80	3.47	8.82	1.22	14.09	111.36	3.6
			2	5.08	3.13	3.56	9.85	1.33	16.54	112.53	2.0
			B-1	4.76	2.60	3.65	8.38	1.27	14.63	106.67	3.6

表 4-2 水質分析結果 (2)

調査日	Stn.	調査時刻	採水層	DO mg/l	NH <sub>4</sub> -N μg-at/l	NO <sub>2</sub> -N μg-at/l	NO <sub>3</sub> -N μg-at/l	PO <sub>4</sub> -P μg-at/l	DIN μg-at/l	珪酸塩 μg-at/l	CHL-a μg/l
10/28	1	10:30	0	6.87	3.02	3.38	9.42	1.34	15.82	104.22	5.0
			2	6.78	2.64	3.39	8.15	1.18	14.18	83.81	4.2
			B-1	6.74	3.74	2.90	6.32	1.13	12.96	74.14	2.5
	2	10:50	0	7.20	2.11	2.76	5.96	1.03	10.82	116.04	4.0
			2	7.19	2.84	2.50	5.21	1.04	10.54	66.62	4.4
			B-1	6.55	3.82	3.09	8.72	1.24	15.63	101.00	2.5
	3	11:20	0	7.69	1.79	2.05	6.05	0.93	9.89	80.58	4.7
			2	7.56	1.91	2.27	4.35	1.05	8.52	110.67	5.7
			B-1	6.83	1.91	2.17	3.31	0.99	7.39	60.17	2.1
	4	11:40	0	7.05	1.47	2.39	6.29	0.98	10.14	80.58	2.5
			2	6.99	1.71	2.88	6.22	1.00	10.80	81.66	2.3
			B-1	6.73	2.37	2.44	4.04	1.08	8.85	56.95	2.6
11/10	1	10:34	0	7.51	2.96	3.62	7.62	1.29	14.20	68.77	2.4
			2	7.22	2.04	3.68	7.32	1.17	13.03	63.39	1.8
			B-1	7.08	2.68	3.83	9.07	1.41	15.58	69.84	2.7
	2	10:51	0	7.13	2.99	3.72	6.40	1.12	13.11	60.17	3.9
			2	7.13	2.08	3.56	6.34	1.08	11.98	62.32	2.3
			B-1	6.75	2.43	3.87	6.35	1.17	12.64	58.02	1.3
	3	11:07	0	7.15	2.24	3.07	5.43	0.92	10.74	50.50	1.8
			2	7.20	2.16	3.18	4.70	1.05	10.04	62.32	1.8
			B-1	6.79	1.75	3.29	4.92	0.97	9.96	50.50	1.2
	4	11:23	0	6.85	1.70	3.66	4.79	1.08	10.15	54.80	1.1
			2	6.83	1.37	3.57	4.76	0.92	9.69	48.35	1.0
			B-1	6.70	2.06	3.64	4.72	1.08	10.41	52.65	0.8
11/30	1	13:47	0	7.81	5.00	1.94	8.85	1.37	15.79	100.91	1.8
			2	7.70	5.32	2.14	10.46	1.29	17.92	98.00	1.7
			B-1	7.64	5.53	2.31	11.19	1.45	19.03	91.21	1.7
	2	14:02	0	7.84	7.45	2.16	11.75	1.27	21.36	82.47	1.0
			2	7.56	4.85	1.66	8.07	0.97	14.58	74.71	1.7
			B-1	7.15	3.17	1.82	8.54	1.20	13.53	71.80	1.5
	3	14:16	0	7.64	3.49	1.48	7.59	1.17	12.55	74.71	0.9
			2	7.65	2.65	1.73	8.59	1.23	12.97	77.62	1.6
			B-1	7.14	2.35	1.61	7.77	1.04	11.73	65.01	1.1
	4	14:32	0	7.60	2.23	1.41	6.51	0.87	10.15	67.92	1.1
			2	7.57	2.65	1.36	6.52	0.80	10.53	66.95	1.1
			B-1	7.42	1.92	1.36	6.38	0.96	9.67	60.16	1.2
12/7	1	8:27	0	8.52	4.63	2.03	12.37	1.52	19.03	125.17	2.2
			2	8.44	4.81	1.83	11.15	1.15	17.79	112.55	1.9
			B-1	8.30	4.47	1.58	9.62	1.12	15.67	150.39	1.6
	2	8:47	0	8.05	3.82	3.26	9.11	1.34	16.19	96.06	2.0
			2	8.05	3.85	1.97	9.73	1.30	15.55	80.53	1.8
			B-1	7.90	3.27	1.47	7.10	1.10	11.84	78.59	1.3
	3	9:02	0	7.85	2.88	1.73	8.00	1.08	12.61	71.80	1.9
			2	7.90	2.33	1.33	6.46	1.09	10.12	68.89	2.3
			B-1	7.75	7.11	1.87	8.61	1.14	17.59	70.83	1.6
	4	9:22	0	8.02	4.25	1.41	6.15	0.94	11.81	65.01	1.2
			2	7.78	2.78	1.62	8.00	1.05	12.40	67.92	1.4
			B-1	7.78	2.26	1.28	6.29	0.94	9.83	68.89	0.7
12/22	1	8:39	0	8.78	3.52	1.51	9.04	1.15	14.07	94.12	3.2
			2	8.70	2.81	1.42	8.69	1.16	12.92	91.21	2.4
			B-1	8.74	3.94	1.64	8.81	1.21	14.39	100.91	2.5
	2	8:52	0	8.60	2.21	1.22	7.93	1.06	11.36	83.44	2.3
			2	8.60	3.26	1.43	8.22	1.08	12.91	79.56	1.7
			B-1	8.43	2.60	1.39	8.22	1.06	12.20	80.53	1.3
	3	9:07	0	8.32	3.39	1.50	7.94	1.10	12.83	76.65	1.4
			2	8.29	2.50	1.24	7.13	1.01	10.86	75.68	1.3
			B-1	8.32	1.95	1.16	7.07	0.96	10.18	74.71	1.9
	4	9:23	0	8.25	3.20	1.39	6.76	0.91	11.35	70.83	1.9
			2	8.20	3.29	1.41	6.76	0.91	11.46	71.80	1.3
			B-1	8.17	2.68	1.08	6.27	0.76	10.02	68.89	4.8
1/13	1	10:58	0	9.25	2.79	0.94	5.53	1.21	9.26	29.48	3.8
			2	8.99	2.60	0.78	5.29	1.06	8.66	27.66	2.5
			B-1	9.03	2.78	0.84	5.48	0.97	9.10	26.93	3.4
	2	11:13	0	9.01	1.86	0.80	3.71	0.81	6.38	26.56	3.8
			2	8.76	3.09	0.74	3.78	0.08	7.60	25.11	4.1
			B-1	8.60	2.06	1.01	3.73	0.91	6.81	26.93	4.7
	3	11:28	0	8.82	1.88	0.80	4.26	0.87	6.93	24.74	2.9
			2	8.87	3.35	0.63	3.54	0.73	7.52	24.38	2.3
			B-1	8.54	1.94	0.70	2.78	0.68	5.41	22.20	2.5
	4	11:44	0	8.60	1.74	0.70	3.00	0.68	5.44	21.83	1.2
			2	8.52	3.67	0.89	3.15	0.70	7.71	21.83	1.7
			B-1	8.56	1.79	0.68	3.03	0.68	5.50	22.20	2.1

表 4-3 水質分析結果 (3)

調査日	Stn.	調査時刻	採水層	DO mg/l	NH <sub>3</sub> -N μg-at/l	NO <sub>2</sub> -N μg-at/l	NO <sub>3</sub> -N μg-at/l	PO <sub>4</sub> -P μg-at/l	DIN μg-at/l	珪酸塩 μg-at/l	CHL-a μg/l	
1/21	1	10:53	0	10.05	2.41	0.96	7.42	1.03	10.80	120.35	9.6	
			2	9.84	2.22	0.91	6.35	1.08	9.47	116.91	8.7	
			B-1	9.48	2.82	0.83	10.34	1.41	14.00	115.76	6.8	
	2	9:31	0	9.48	2.49	0.81	5.96	1.02	9.26	95.13	11.1	
			2	9.52	1.71	0.75	3.55	0.81	6.00	96.28	10.5	
			B-1	9.32	2.02	0.79	2.66	0.85	5.48	92.84	11.7	
	3	9:46	0	9.51	1.27	0.73	1.92	0.38	3.92	74.50	10.6	
			2	9.46	1.17	0.51	0.09	0.41	1.76	73.35	11.8	
			B-1	9.27	1.42	0.55	3.59	0.87	5.57	75.65	11.5	
	4	10:05	0	9.11	1.63	0.69	2.52	0.80	4.84	81.38	6.3	
			2	9.07	1.77	0.72	3.84	0.79	6.33	79.09	6.8	
			B-1	8.93	1.99	0.82	1.21	0.77	4.02	80.23	6.2	
2/3	1	9:43	0	11.33	0.84	1.31	0.86	0.20	3.02	69.75	12.7	
			2	10.31	0.88	0.42	1.20	0.45	2.51	42.62	12.7	
			B-1	10.03	0.91	0.54	0.45	0.69	1.90	60.06	13.0	
	2	8:13	0	10.04	0.56	0.48	0.07	0.31	1.11	40.69	8.3	
			2	9.80	0.40	0.40	0.38	0.23	1.18	41.65	8.5	
			B-1	9.29	0.44	0.39	0.00	0.26	0.84	37.78	16.8	
	3	8:30	0	10.52	0.45	0.35	1.42	0.21	2.22	33.90	8.6	
			2	10.39	1.16	0.38	0.79	0.21	2.33	31.97	9.6	
			B-1	8.67	1.04	0.61	0.63	0.30	2.28	34.87	7.5	
	4	8:49	0	9.39	0.84	0.56	2.87	0.45	4.27	35.84	5.5	
			2	9.28	0.63	0.53	0.45	0.33	1.61	37.78	4.0	
			B-1	9.20	0.73	0.44	0.72	0.21	1.88	36.81	6.2	
2/14	1	16:00	0	14.33	0.94	0.45	0.00	0.29	1.35	73.77	23.5	
			2	12.88	0.34	0.39	0.00	0.02	0.68	27.01	12.4	
			B-1	11.76	0.50	0.50	0.07	0.04	1.07	22.86	11.0	
	2	14:21	0	12.49	0.69	0.38	0.03	0.02	1.11	21.82	6.9	
			2	11.48	0.42	0.39	0.00	0.02	0.81	21.82	9.0	
			B-1	9.99	0.48	0.36	0.00	0.03	0.82	22.86	8.3	
	3	14:42	0	13.00	0.39	0.41	0.00	0.16	0.78	45.71	14.4	
			2	13.34	0.39	0.41	0.05	0.00	0.86	28.05	10.1	
			B-1	9.70	0.46	0.91	0.99	0.10	2.36	23.90	3.0	
	4	15:05	0	11.43	1.49	1.09	0.49	0.03	3.07	20.78	3.5	
			2	11.27	0.57	1.10	0.30	0.02	1.97	21.82	5.8	
			B-1	11.25	0.72	1.25	0.50	0.02	2.47	22.86	2.9	
2/28	1	15:06	0							73.77	20.8	
			2							27.01	14.0	
			B-1							22.86	7.4	
	2	13:59	0								21.82	2.2
			2								21.82	6.2
			B-1							22.86	4.8	
	3		0									
			2									
			B-1									
	4		0									
			2									
			B-1									
3/14	1	14:08	0	12.17	2.43	0.72	1.67	0.12	4.82	36.10	2.3	
			2	10.76	1.05	0.41	0.82	0.06	2.28	20.31	4.6	
			B-1	10.11	0.94	0.36	0.74	0.15	2.05	16.92	1.9	
	2	14:27	0	10.84	1.01	0.48	1.08	0.14	2.57	29.33	1.0	
			2	10.01	1.42	0.55	0.69	0.05	2.66	14.67	3.2	
			B-1	8.73	1.25	0.52	0.68	0.10	2.45	12.41	2.8	
	3	14:44	0	10.98	1.80	0.43	1.13	0.08	3.36	32.72	2.8	
			2	10.56	0.67	0.39	0.63	0.06	1.70	19.18	2.5	
			B-1	8.74	1.14	0.41	0.56	0.12	2.11	14.67	1.8	
	4	15:04	0	9.78	0.98	0.39	0.51	0.07	1.88	11.28	1.0	
			2	9.64	1.21	0.51	0.41	0.08	2.13	12.41	0.9	
			B-1	9.52	0.91	0.39	0.33	0.09	1.63	14.67	1.5	
3/30	1	15:30	0	11.90	2.46	1.43	16.35	0.16	20.24	26.75	20.2	
			2	10.03	2.97	0.87	1.28	0.37	5.12	15.61	29.6	
			B-1	9.32	2.13	0.32	0.34	0.08	2.80	34.56	28.0	
	2	15:55	0	9.60	2.26	0.38	0.34	0.14	2.99	30.10	5.7	
			2	8.96	2.42	0.31	0.21	0.06	2.94	17.84	4.0	
			B-1	7.70	2.51	0.57	0.86	0.26	3.94	36.79	4.3	
	3	16:08	0	9.14	3.60	0.57	2.45	0.24	6.62	50.16	4.4	
			2	9.25	2.58	0.51	1.37	0.27	4.46	34.56	3.5	
			B-1	7.25	3.24	0.50	0.56	0.29	4.30	16.72	3.4	
	4	16:26	0	9.41	2.03	0.80	1.05	0.09	3.89	40.13	4.4	
			2	11.15	1.93	0.24	1.11	0.09	3.28	35.67	3.6	
			B-1	7.81	2.25	0.36	0.37	0.26	2.98	23.41	1.9	

# 有明海総合振興対策事業

## 非干出域生産機能回復調査

松井 繁明・林 宗徳・吉岡 直樹

福岡県有明海のアサリを中心とした漁場を地盤高及び生産性から3段階にランク分けすると、地盤高0m±0.5m付近の干潟域をAランク、地盤高0.5m~1.0m及び-0.5~-3.0mをBランク、それよりさらに高いところ及び低いところがCランクに位置づけられる。

沿岸漁場整備開発事業等で従来から漁場の回復や資源の増大を目的に事業を行ってきたのは主としてAランク漁場であった(図1)。

Bランク漁場は漁場面積も大きく、その機能を向上させることで有明海全体の生産増大に大きく寄与することができると考えられるが、これまで事業化や調査研究の対象として取り上げられておらず、漁場環境等の諸条件が明らかにされていなかった。

本事業では平成10年度にこれらBランク漁場について、広い範囲での漁場環境調査(水質、底質、生物調査等)等事業化に向けての基礎的な調査を行い、海域別に基礎的な開発計画を検討した。その結果、Bランク漁場

においてもAランク漁場と同様、覆砂等の造成を行うことにより漁場機能の回復や漁業生産の向上等の成果が上げられることが明らかになった。

本年度(平成11年)は、平成10年度の調査結果をもとに、Bランク漁場のうち地元漁業者との協議により実際に一定の個所を選定し、調査区域内のより詳細な漁場環境調査、生物分布調査等を行うことにより漁場造成適地の検討と漁場保全計画の具体案の策定を行うことを目的とした。

### 調査方法

#### 1. 有用貝類調査

##### 1) 生息量調査

長柄じょれんによる生息分布調査を行い、有用貝類の分布状況を明らかにする。

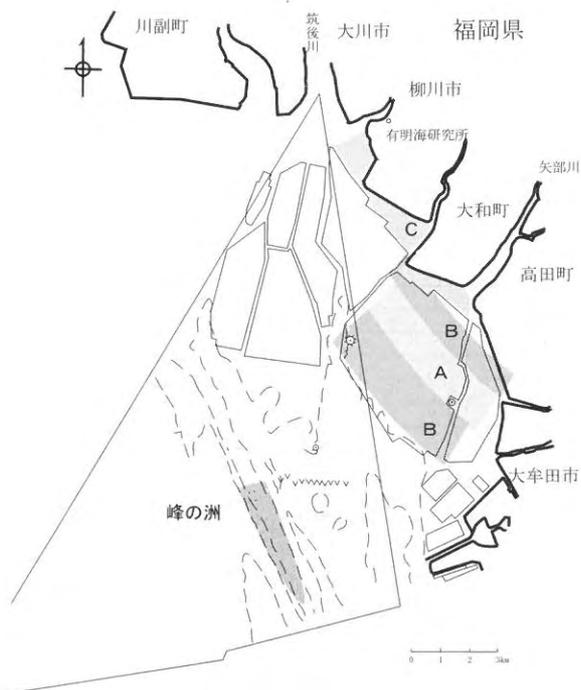


図1 漁場概要



図2 調査地点

## 2. 漁場環境調査

### 1) 底質環境調査

調査区域内の採泥を行い、粒度組成、全硫化物等の分析から漁場調査区域内の底質環境を明らかにする（図2）。

### 2) 水質環境調査

調査区域内の3点で表、中、底層の水質（水温、塩分、溶存酸素等）を調査し水質環境を把握する。

梅雨時と平常時に水温、塩分について大潮、小潮の24時間観測を行い河川水の影響等を検討する。

### 3) 流況調査

調査区域内の2点に電磁流速計を設置して平成11年8月19日～8月30日の間24時間の流況調査を行い、漁場の流況を把握し覆砂漁場の保全について検討する。

## 3. 漁場造成案の検討

調査結果をもとに漁場造成適地の検討を行う。  
漁場調査地点を図2に示す。

## 1. 有用貝類調査

### 1) 生息量調査

（目的、方法）

アサリの分布状況を把握するために平成11年5月に

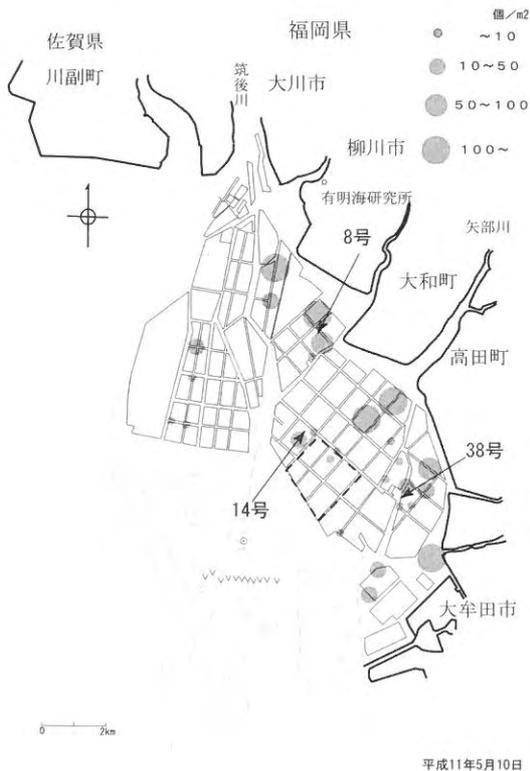


図3 有明海主漁場におけるアサリの生息状況

有明海の福岡県側の主漁場で長柄じょれん（開口部50cm、1m曳き:0.5㎡）による操業調査を行った。

また、平成11年7月と12月に調査区域内の貝類の分布状況を把握するために調査点37点を設けて長柄じょれんによる操業調査を行った。

（結果）

アサリの発生は主として地盤高が0.5～-0.5mの干出域（Aランク漁場）で、既存の天然漁場の他に覆砂を行った8号、38号漁場などでもアサリの生息がみられた（図3）。

サルボウの分布もアサリとほぼ同様の傾向がみられた（図4）。

このときの調査漁場全体の平均密度はアサリで150個/㎡、サルボウで20個/㎡であった。

また、地盤高が-0.5m～-3.0m付近のBランク漁場でも調査区域に隣接した底質の良い14号付近では高い分布がみられ、調査区域内の底質の良い22号の一部でもアサリ、サルボウが生息していた。

調査区域で7月と12月に詳細な調査を行った結果、両調査ともほとんど分布が見られず、7月にアサリが18号で10個/㎡、8月にタイキが26号で8個/㎡採取されただけであった（図5）。

（考察）

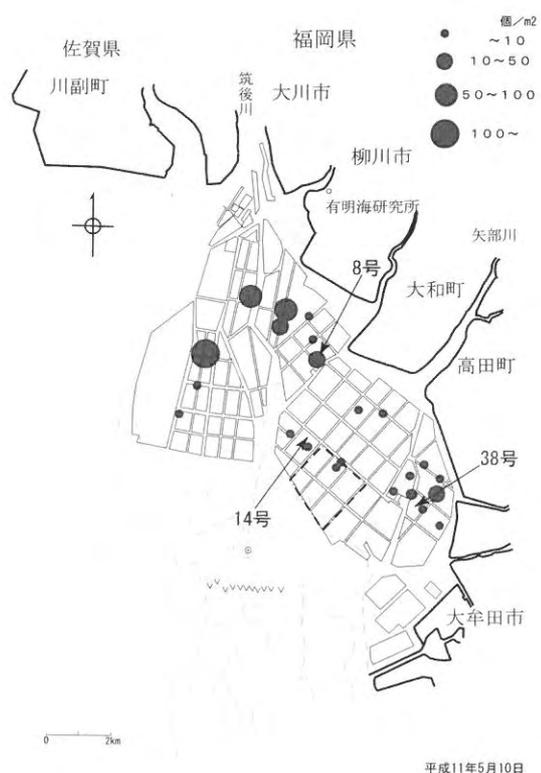


図4 有明海主漁場におけるサルボウの生息状況

有明海全体の天然漁場は水深0.5～-0.5mに多く形成されているものの、底質と密接な関係がみられ、覆砂による漁場造成を行った8号、38号漁場にあさり、サルボウの発生がみられ天然漁場と並ぶ生産を挙げていることから伺える。

良好な底質（Mdφ<2：中砂以上）の場所であれば、地盤高-1.0m以深の漁場でもアサリ、サルボウの発生がみられており、今回の調査区域に隣接した地盤高-0.5～-2.0mの底質の良い場所にも発生がみられている。

今回、調査区域の中でも22号の1にあさり、サルボウの発生がみられているが、これは、粒度分布の<2の区域と一致している。

こうしたことから今回の調査区域の地盤高-0.5～-2.0mの区域に覆砂による環境改善をおこなうことにより、生産力を回復させ貝類等の生産に結びつけることが可能であると考えられる。

## 2. 漁場環境調査

### 1) 底質調査

(目的、方法)

造成予定区域内の底質環境を把握するために、平成11年7月と12月に調査点35～37点を設けてエクマン・ジ

採泥器によりサンプリングを行い、硫化物と中央粒径値について分析した。

(結果)

### a) 粒度組成

調査区域内の沖側の18号の2、22号の2、27号でMdφ4以上（シルト等泥）の値を示し、広い範囲で泥の堆積がみられた（図6）。

7月と比較して12月にMdφ4以上の範囲が増える傾向がみられた。

22号の1に調査期間を通じてMdφ<2（中砂以上）の比較的粒子の粗い区域がみられた。

### b) 全硫化物

全硫化物は0.01～0.35mg/g・dryの範囲で検出された（図7）。

0.3mg/g・dry以上の高い数値は22号の2の一部と26号の極狭い範囲にとどまり、ほとんどの区域で0.2mg/g・dryより低い値であった。

12月に0.1～0.2mg/g・dryの範囲が沖側で広がる傾向がみられた。

(考察)

粒度分布の結果から地盤高が-3.0m以深の沖側の漁場18号の2、22号の2、27号では、Mdφ4以上の泥の堆積がみられた。

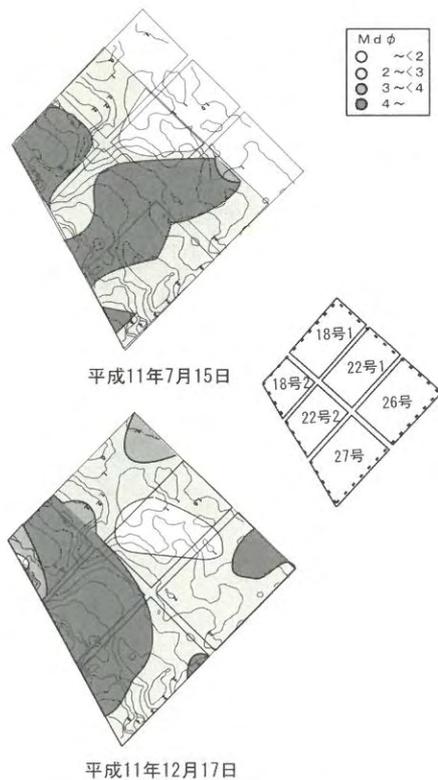


図5 調査海域における粒度分布



図6 調査海域における硫化物の分布

-2.0m以浅の漁場では18号の1、26号漁場の一部に底質の悪化がみられたが、22号の1にMdφ<2の粒の粗い砂の区域がみられ、現在の好環境漁場を拡大することにより漁場環境の回復が図れると考えられる。

硫化物は、12月の調査で0.1 mg/g・dry以上の区域が全体面積の約半分を占めた。

### 水質調査

(目的、方法)

調査区域内の水質環境を把握するために調査地点①(-1.0m)、②(-2.0m)、③(-5.0m)で月1回小潮の満潮時に水温、塩分、溶存酸素について測定を行った。また、河川水の影響をみるために梅雨時(7月)と平常時(12月)に調査点②で水温、塩分の24時間観測を表層と底層(海底より0.5m)で行った。

(結果)

#### a)水温

水温は7~1月の調査期間中、調査点(1~3)による大きな変化はみられず、調査期間の最高値は8月18日で27.6℃、最低値は1月14日で11.3℃であった。

また、各地点とも表中底層による差はみられなかった(図9)。

#### b)塩分

塩分は7~1月の調査期間中調査点(1~3)による変化はみられず、表層で7~9月にかけて低下する傾向があるが、28.3~30.0の範囲で安定していた(図10)。

#### c)溶存酸素

溶存酸素は1.8~9.0mg/lの範囲で推移し、調査期間を通じて9月に各調査点とも最も低い値を示している。

特に中底層で顕著な落ち込みがみられた(図11)。

#### d)24時間調査

水温は、7月の出水時、12月の平常時ともに干満による経時的な変化は特にみられなかった(図12)。

塩分量は7月の調査では大潮時の経時的な変化はほとんどみられなかったものの、小潮の干潮時に低下がみられ、最低値19.7を示した。

12月の調査では、表層、底層とも経時的な変化はほとんどみられず、27~30で安定していた(図13)。

(考察)

調査期間を通じて水温、塩分については、特に生物の生存に影響を与えるような変化はみられず、生息環境として問題は無いと考える。

溶存酸素については9月調査で例年にない落ち込みがみられたが、これは、本年度の高水温による一次的なものと考えられる。

### 3)流況

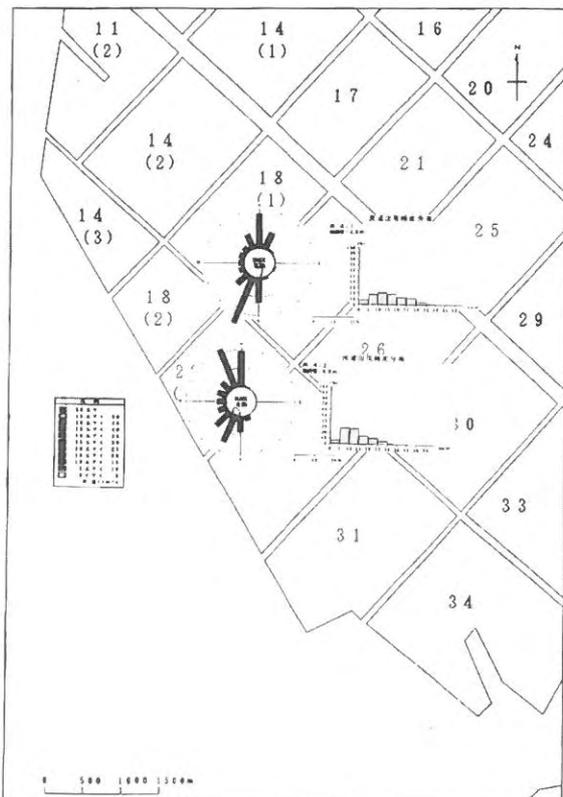


図12 流行流速出現頻度分布

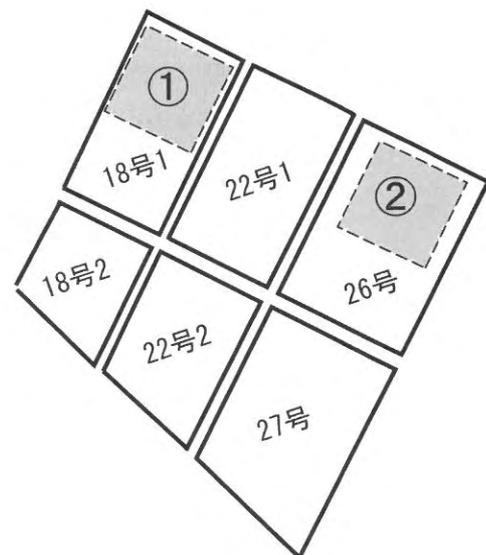


図13 漁場造成適地

#### (目的、方法)

流況調査は、調査区域内の流況を把握するために、地盤高別に2調査点を設け電磁流速計により平成11年8月19日～8月30日まで、0.5秒間隔で連続測定を行った。

#### (結果)

流況調査結果から、両調査地点（岸側St.1、沖側St.2）とも潮汐に対応した1日2回周期の流況がみられ上潮時に北流、下潮時に南流が現れている。

St.1では卓越した南北を流軸とした往復流の形態をとっており、平均流速は16.3cm/秒であった。

St.2ではSt.1と同じ往復流の形態をとっているが流速は若干弱い傾向がみられ、平均流速は14.0cm/秒であった。

最大流速は、岸側のSt.1では上下潮流ともに40cm/秒を超える一方、沖側のSt.2では上潮流は40cm/秒以上の流測値を観測しているが下潮流は30cm/秒弱であった（図14）。

#### (考察)

調査区域の平均流速は14～16cm/sで有用生物の生息に特に支障はなかったが、最高流速はSt.1,2ともに40cm/秒をこえており、アサリ稚貝の生息に適した流速（35cm/秒）を上回っている。

しかし、流速の頻度分布をみると、35cm/秒を超える流速はほとんど出現しておらず、一過性のものであると考えられる。

また、今回の調査では電磁流速計のセンサーが底から50cmの場所に設置されていたことから、海底面の流速は底面摩擦により観測結果より低い値であると考えられる。

### 3. 漁場造成案の検討

調査結果をもとに造成適地の検討を行う。

事業の実施位置の選定については、当該海域の水質、底質等の環境条件、有用生物の分布状況、生物の生態等の生物的条件を考慮し、覆砂による漁場復旧で最も効果的に漁場環境が改善され、漁場生産力の回復と有用生物の資源増大が図れる区域を選定した。

#### 1)事業実施対象地区の条件

##### (1)環境条件

- ・底質 中央粒径値Mdφが2以上
- ・地盤高+1.0m以下
- ・潮汐流等、流況や波浪が穏やかで覆砂後の形状維持に適していること。
- ・生物に影響を与える水質の変化が少ないこと。

#### (2)生物的条件

- ・周辺に有用生物の分布がみられること。
- ・覆砂により各生物の適正条件に環境の回復が見込めること。

#### 2)選定の理由

- ・今回の調査区域中で①18号の1と②26号漁場の岸側区域は以下の理由から最も効果的に漁場環境の改善と資源の増大が図れると判断した。
- ・生物の生息に不適な環境がみられ、硫化物の値が比較的高い（0.1mg/g・dry以上）ことから覆砂による早急な環境の改善が必要である。
- ・もともとアサリ等の漁場であり、覆砂による環境改善により生産力の回復が望めること。
- ・周辺にアサリ、サルボウの発生漁場がありこれに隣接する場所であるため、浮遊幼生等の供給が十分で、既存漁場の拡大による生産の増大が見込める。
- ・Bランク漁場の地盤高が-0.5～-2.0mの範囲にアサリ、サルボウの発生がみられる区域が多くあるため、覆砂による底質改善効果が望める。
- ・調査期間を通じて生物の生存に影響を与える水質の変化は貧酸素を除いてみられず生息環境として特に問題はない。

#### 3)覆砂漁場の保全

(目的、方法) 本年度流況調査結果と既存データの比較検討により覆砂漁場の保全を検討する。

(結果と考察)

##### (1)沈殿堆積量の推算

平成7年度覆砂計画<sup>2)</sup>と比較を行った結果沈殿堆積量は15日間で堆積厚は0.08mmと試算された。

##### (2)覆砂の沈下

めり込み沈下は、平成5年度報告から0.3m敷砂層厚で約5.3cm、圧密沈下は平成7年度<sup>2)</sup>のボーリング調査から敷砂厚が0.3mの時に最終沈下量は平均2.1cmと試算された。この結果から造成10年後の総沈下量は敷砂厚0.3m時に約7.4cmになった。

##### (3)覆砂の地形変化

本事業計画地区の潮流速は平成7年度計画<sup>2)</sup>地区と同様のものであり、造成直後に1cm程度の浸食が発生すると試算された。

また、覆砂の四隅端部では、循環流の発生が予測され

るが、局所的なものであり形状の大勢に影響はないもの  
と考える。

## まとめ

### 1. 有用生物調査

有明海全体のアサリ、サルボウの天然漁場は地盤高  
0.5m～-0.5mに多く形成されているが今回の調査区域  
に隣接した地盤高-0.5m～-2.0mの底質の良い場所にも  
アサリ、サルボウの発生がみられており、覆砂等の環境  
改善による漁場生産力の向上が示唆された。

### 2. 漁場環境調査

#### 1)底質調査

調査区域内の底質環境は、22号漁場の一部で中砂以上  
の好適な漁場がみられるものの、広い範囲で不適な粒  
度の分布がみられた。

硫化物の分布も0.1mg/g・dry以上の範囲が広くみら  
れ、早急な底質の改善が必要である。

#### 2)水質環境

調査期間を通じて水温、塩分については特に生物の生  
存に影響を与えるような変化はみられず生息環境として  
特に問題は無いと考えられた。

溶存酸素は9月の調査で例年でない落ち込みがみられ  
た。これは本年の異常高水温に伴う一時的なものと考え  
られる。

#### 3)流況調査

調査区域内は南北を軸とした往復流の形態をとって  
おり、平均流速は14～16cm/秒、最高流速は40cm/秒を  
超える流れが観測された。

### 3. 漁場造成案の検討

調査結果から今回の調査区域内の中で18号の1と26  
号漁場の一部は、アサリ、サルボウの発生漁場と隣接し  
覆砂による漁場復旧で最も効果的な漁場環境の改善が可  
能であると考ええる。

流況調査結果から覆砂後の保全を検討すると、工事か  
ら10年経過後の覆泥厚は約10～20mm、沈下量（圧密、  
めりこみ沈下）は約74mmとなり経年的な変化は小さい  
と考えられた。

有明海福岡県地先のBランク漁場の中で覆砂による環  
境改善が効果的に行われると考えられる区域を今回の調  
査結果と既往知見を参考に選定すると、面積は約  
450haになる（図14）。

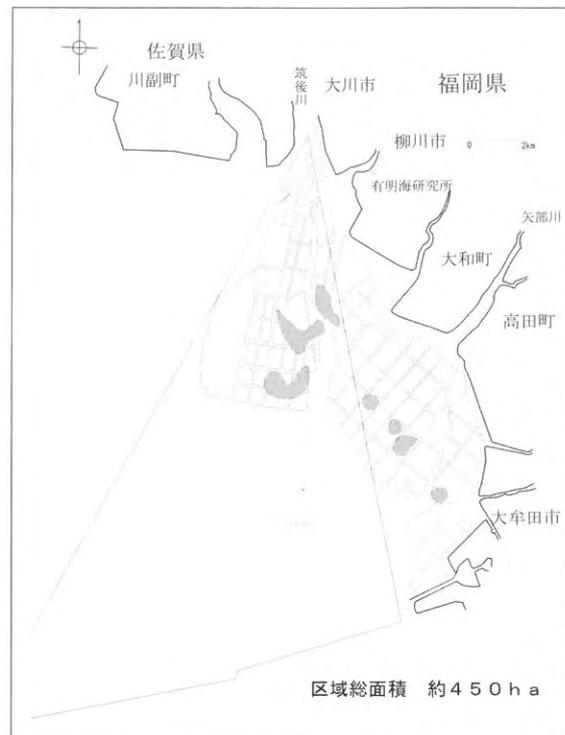


図14 覆砂による環境改善効果が望める地区

## 文 献

- 1) 平成5年度有明海沿岸漁場総合振興対策事業造成場  
基本設計調査工事報告書
- 2) 平成7年度有明海中部地区地先型増殖場造成調査

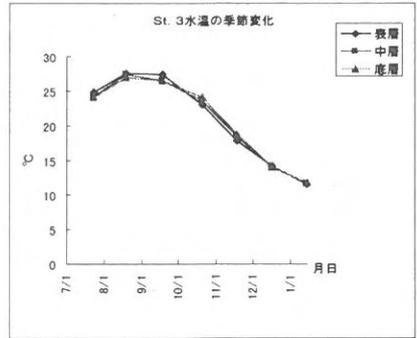
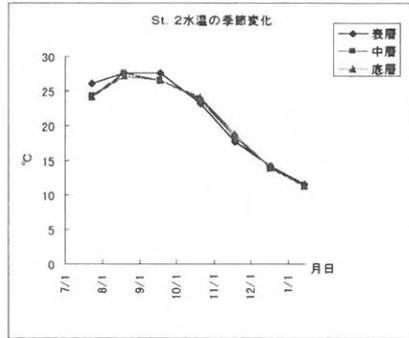
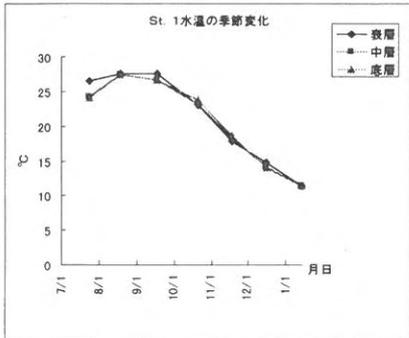


図7 水温の季節変化

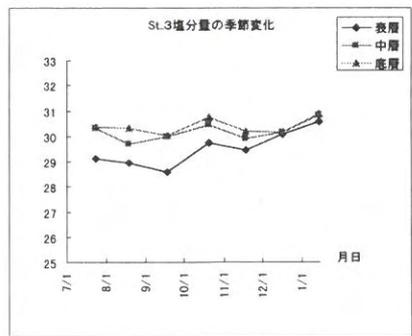
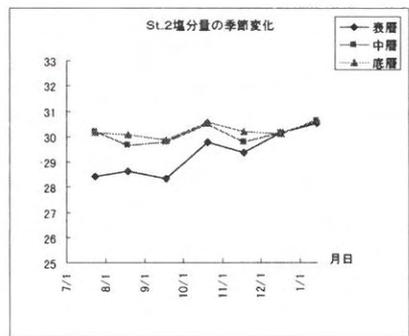
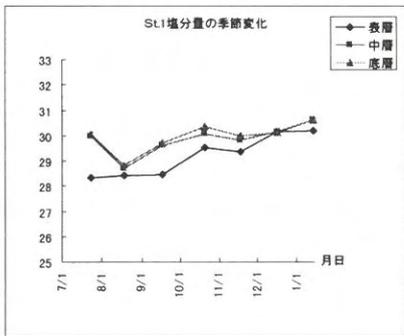


図8 塩分量の季節変化

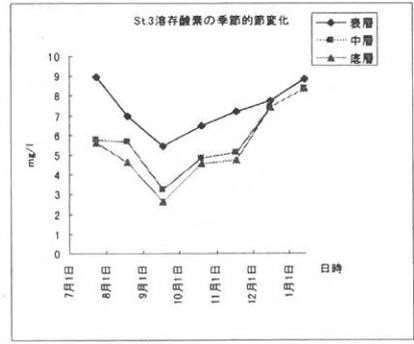
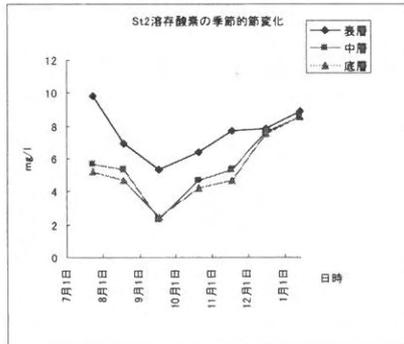
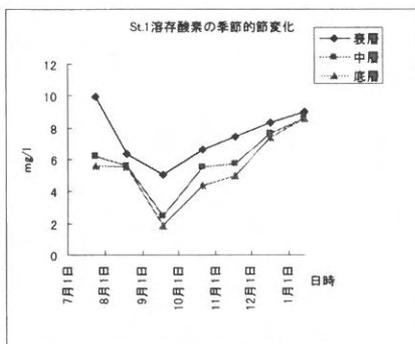


図9 溶存酸素の季節変化

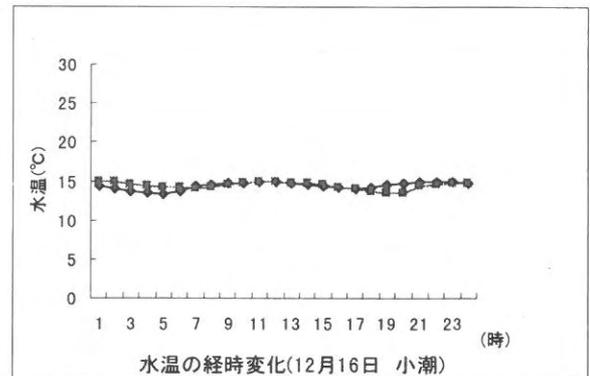
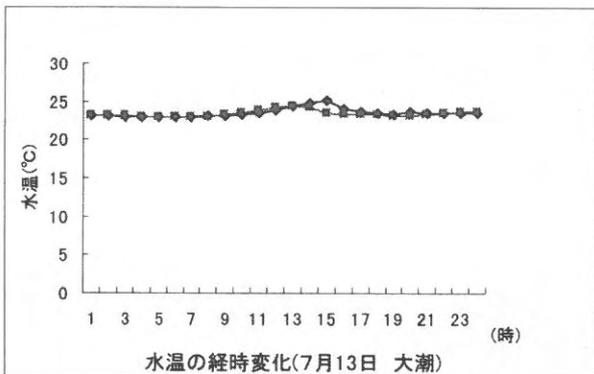
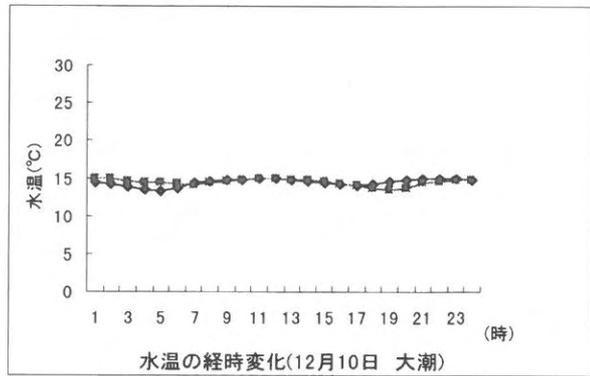
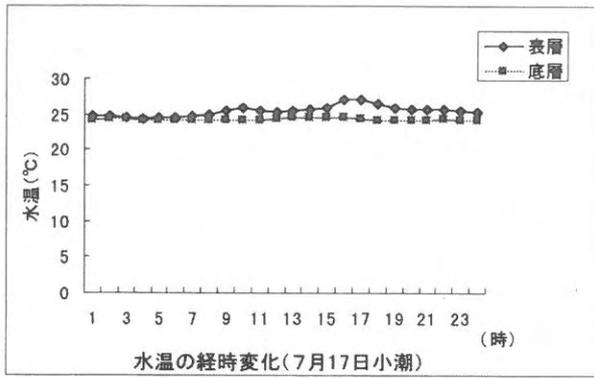


図10 水温の経時変化

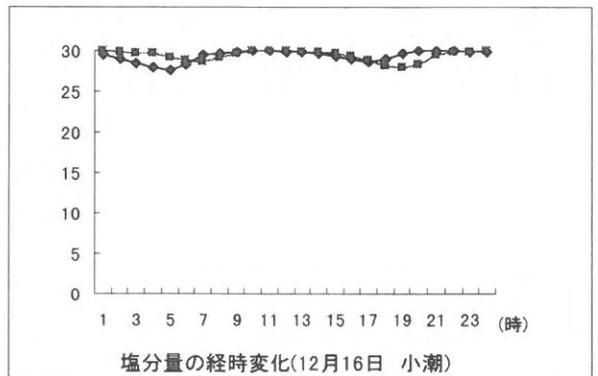
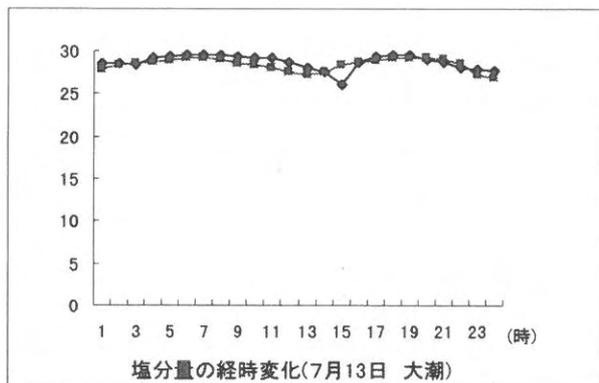
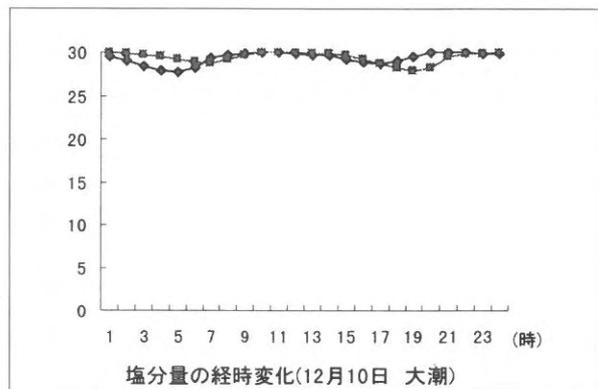
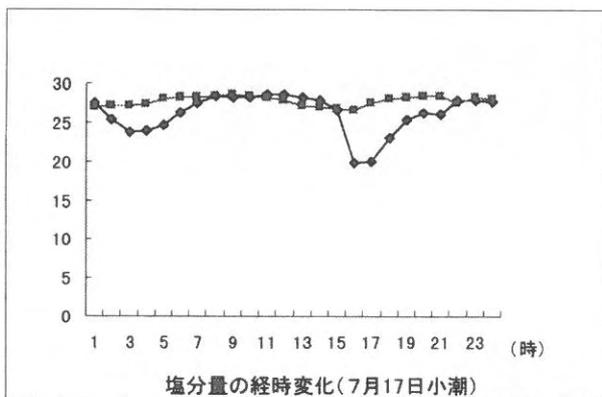


図11 塩分量の経時変化

# シバエビの着色問題について

林 宗徳・山本 千裕

シバエビ(*Metapenaeus joyneri*)は冬季にも漁獲がある唯一のエビ<sup>1)</sup>で有明海では冬場の貴重な漁業資源となっている。特に本年度はタイラギの不漁のため、冬季シバエビ漁業への依存度は例年以上に高まっていた。

しかしながら平成11年12月下旬に冷凍網ノリの摘採が始まった頃から、有明海奥部で漁獲されるシバエビが赤く着色し商品にならないという苦情が魚市場関係者や漁業者などから寄せられるようになった。このため研究所では原因究明のための調査を行なった。

## 方 法

### 1. 現場から持ち込まれた着色シバエビの検討

当研究所に持ち込まれた着色シバエビサンプルについて外見観察、解剖観察、及び顕微鏡による観察を実施した。

### 2. ノリ摂餌試験

平成12年1月5日に有明海湾奥部で採集したシバエビ10個体を用いてノリ摂餌試験を行った。

2リットルの海水を入れたビーカー1つあたり1個体のシバエビを入れた。採集日から2日間は無給餌で排泄を完了させ、3日目からノリ葉体小片(葉長1~3cm)を3片いれ、その後毎日摂餌の確認を行った。摂餌の確認は排泄またはノリ葉体の状態によった。

## 結果及び考察

### 1. 現場から持ち込まれた着色シバエビの検討

#### ①着色エビ外見観察及び解剖所見

持ち込まれたエビは頭胸甲を中心に鮮紅色に着色し、へい死して時間が経過した個体ほど体全体に着色が及んでいた(図1)。また、頭胸甲を透かしてみた中腸腺は着色の程度に関係なく持ち込まれたすべての個体で黒く変色していた(図2)。また、活力の充分ある生きエビではほとんど着色が見られなかったが、これらの着色のみられない個体でも死んで時間が経過し中腸腺から内容物が浸出すると着色がみられるようになった。これらのことから、着色原因は中腸腺が原因と考え、生きてい

る個体から中腸腺を摘出すると、暗赤色に着色した中腸腺が観察された(図3)。この中腸腺内部を顕微鏡で観察すると、中腸腺管の内外に赤い色素の詰まった液胞状の遊離組織が多数観察された。これが壊れ、内部の色素が流出することが着色の原因と考えられた(図4)。また、この組織は糞中にも多数見られ、赤い色素が内部に詰まったまま遊離組織ごと体外に排泄されていることが観察された(図5)。

シバエビについてはこの組織に関する報告はないが、Loizzi(1971)は淡水産のアメリカザリガニ(*Procambarus clarkii*)で中腸腺の空胞細胞が発達した場合、空胞細胞が中腸腺内に遊離することを報告している<sup>2)</sup>。また、Hopkin and Nottは*Carcinus maenus*(ヨーロッパ原産の沿岸性カニ)で、摂食後に腺腔内に遊離した空胞細胞はそのまま糞中に排泄されることを観察している<sup>3)</sup>。これらのことを種の異なるシバエビについてただちに適用することについては議論の余地があるが、今回観察されたシバエビ空胞様組織もLoizziの報告した空胞細胞に似ていること、糞中にも排泄されていることなどから中腸腺由来の空胞細胞である可能性が高いと考えられる。空胞細胞については、中腸腺に取り込んだ食物に対しての飲食作用(endocytosis)が認められていることから<sup>4)</sup>この中の色素は食物に由来する色素であると考えられる。

#### ②抽出色素の検討

着色エビの中腸腺を常温で蒸留水を用いて抽出すると鮮紅色の抽出液が得られた。この色調が生ノリの浸出液の色と極似していたため、当研究所で試験養殖しているノリ葉体の水抽出液の透過スペクトルと比較した。この結果、シバエビでは右下がり傾向(暗赤色傾向)は見られるものの、透過率パターンにおいてノリとほぼ一致し、この色素はノリに由来するものと推定した(図6)。右下がり傾向となった理由について、シバエビからの抽出色素は抽出後は鮮やかな紅色を示したが比較的速やかに暗赤色に変色したことから消化酵素などの作用による色素の変化が原因と考えられる。

## 2. ノリ摂餌試験

実験時の水温は13~15℃であった。ノリ給餌開始後1日目の摂餌個体は0/10, 2日目は4/10, 3日目は8/10であり, 5日後には全個体で摂餌を確認した。また, 早いものは2日後にノリ葉体を食べ尽くす個体が2個体みられた。

この試験からシバエビがノリを摂餌することが確認され, 天然に存在するシバエビも同様に摂餌する可能性は十分考えられることから着色の原因はノリ色素と考えられた。着色エビを食べても食品衛生上の問題はないと判断されたが, 万一の場合を想定し(財)日本食品環境検査協会にマウス試験を依頼した。その結果下痢性, 麻痺性とも毒性は検出されなかった。

### まとめ

以上の結果からシバエビ着色の原因は養殖ノリと推定された。しかしながら漁業者などの聞き取りによると, これまでも多少の着色はあったが, 本年のような著しいのは初めてとのことである。本年だけ顕著に着色が見られた理由については, エビの通常の餌となるベントス類の発生量やノリの作柄, 流れノリの量と質など様々な要因が複合したものと考えられるが今回は調査期間が短く十分に解明できなかった。これからもノリ養殖が存続する限りこのような問題は起こる可能性がある。今後は十分な情報収集を行い着色のメカニズムについて解明し対策を検討する必要がある。

### 文 献

- 1) 林健一, 日本産エビ類の分類と生態, 生物研究社, 東京 96, (1992)
- 2) R.F.Loizzi, *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat.* 113, 420(1971)
- 3) S.P.Hopkin and J.A.Nott., *J. Mar. Biol. Ass., U.K.* 60, 891(1980)
- 4) S.Y.Al-Mohanna and *J. Mar., Biol. Ass., U.K.* 66, 403(1986)

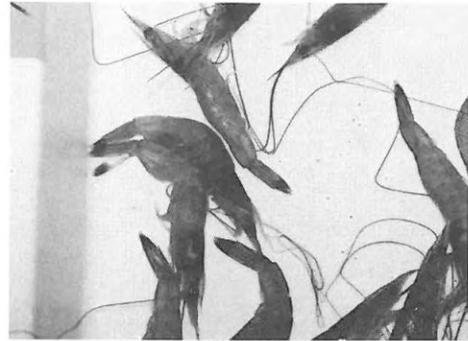


図1 着色エビの外見

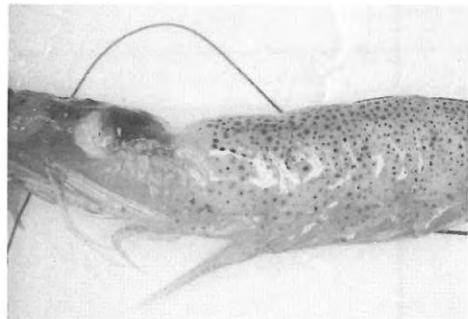


図2 黒化した中腸腺  
(撮影のため頭胸甲を除去した)

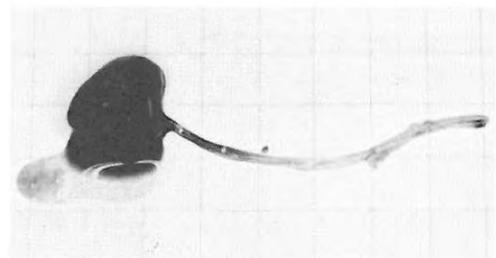


図3 抽出した中腸腺

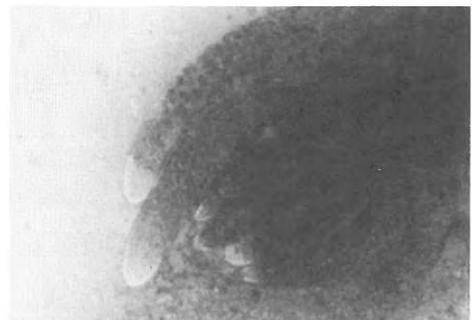


図4 中腸腺内部の液胞状の組織

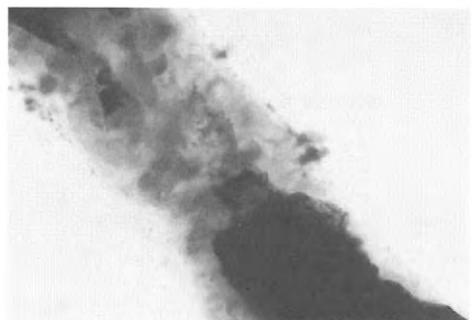


図5 糞中に排泄された液胞状の組織



豊前海研究所



# 資源管理型漁業推進総合対策事業

ヨシエビ

片山幸恵・中川 清・中川浩一・池浦 繁

豊前海におけるヨシエビは冬季に漁獲される大型エビとして重要魚種である。昭和56年からの研究により種苗生産技術が確立され、平成元年より栽培事業が行われている。しかし、その定量的な放流効果は把握されていない。

また、これまでの研究により稚エビ期および成エビ期の生態は解明されたが幼エビ期の生態は不明であった。そこで本事業では標識放流により放流エビの移動と成長の把握を行うとともに、生態の全容を解明するため調査を行ったので報告する。

## 方 法

### 1. 標識放流調査

福岡県行橋市蓑島地先の水深5m及び8mの地点にそれぞれ8月19日（平均体長55.8mm, 2.2万尾）及び10月7日（平均体長50.6mm, 1.8万尾）の2回種苗放流を行った。放流後、研究所で作成した小型貝桁網を用いて放流2時間後から10日後まで追跡調査を行った。調査定点は図2に示す9定点である。調査におけるえい網距離は第1回は50m、第2回は100mとした。

また、放流種苗の移動と成長を把握するため漁業者および関係機関へ再捕報告を依頼し、報告されたエビの再捕場所の確認と体長の測定を行った。

### 2. 資源生態調査

#### (1) 浅海域天然エビ分布調査

##### 1) 漁具および操業時間帯比較試験

昨年まで使用していたポンプ漕ぎ網では大量にヨシエビの漁獲ができないため、研究所で作成した小型エビ漕ぎ網、小型貝桁網の三種類について、漁獲効率の検討を行った。ポンプ漕ぎ網とエビ漕ぎ網の比較試験を9月6日福岡県行橋市蓑島地先、エビ漕ぎ網と貝桁網の比較試験を10月5日福岡県行橋市蓑島及び福岡県築上郡吉富町地先において実施した。9月の試験については操業時間を以下の3時間帯について調査した。

日中：12：00～17：00

夜間：18：30～21：30

早朝：4：00～8：00



図1 第1及び2回放流場所

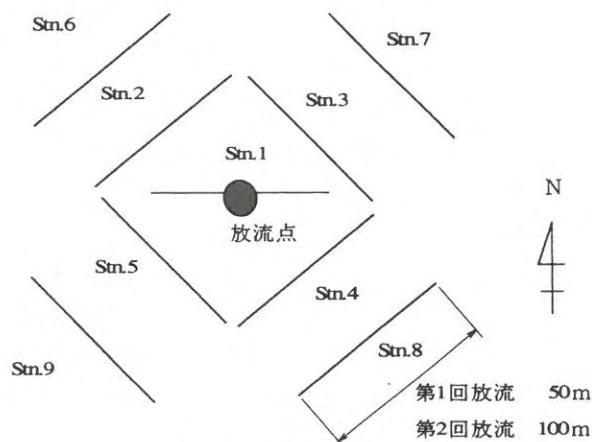


図2 追跡調査定点図

##### (2) 浅海域天然エビ分布調査

豊前海沿岸域の小型底びき網禁止区域ライン内について天然エビの分布調査を行った。調査点は図3に示す。水深6m以浅の8定点（Stn.1～8）及び北部、中部及び

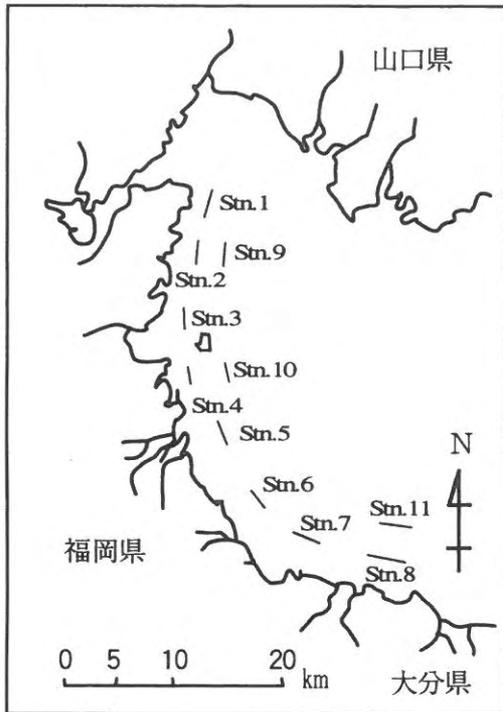


図3 天然エビ調査点

表1 追跡調査結果 (上段: 第1回放流、下段: 2回放流)

放流経過時間	再捕尾数 (尾)	再捕点	平均体長 (mm)
4時間後	12	Stn. 1	55.7
1日後	3	Stn. 1	54.5
4日後	1	Stn. 1	51
6日後	1	Stn. 2	48
10日後	0	Stn. 1	-

放流経過時間	再捕尾数 (尾)	再捕点	平均体長 (mm)
1時間後	87	Stn. 1	53.1
4時間後	3	Stn. 1	53
20時間後	43	Stn. 1	53
5日後	1	Stn. 1	52
8日後	1	Stn. 1	55

南部の水深6m以深の3定点 (Stn. 9~11) である。また、同時に底質環境調査 (水分含量, 泥分率, 硫化水素 (H<sub>2</sub>S), 強熱減量 (IL) 及びベントス) も実施した。

## 2. 漁獲状況調査

柄杓田, 苧田, 行橋, 椎田の開設市場で原則として月1回, 体長測定および漁獲物組成の調査を行った。また 蓑島漁協組合員より行橋に出荷されたヨシエビについての平均単価および推定水揚量を調査した。

表2 再捕時における放流後の経過日数と体長

再捕日	再捕した漁業種類	経過日数	体長 (mm)
1999. 8. 21	エビ建て	3日	77.1
1999. 8. 29	地楯	11日	69
1999. 9. 19	エビ漕ぎ	32日	80
1999. 10. 8	エビ漕ぎ	51日	115
1999. 10. 28	エビ漕ぎ	71日	100
1999. 11. 8	貝桁漕ぎ	82日	113
1999. 11. 11	貝桁漕ぎ	85日	116
1999. 11. 30	貝桁漕ぎ	104日	115
2000. 2. 7	貝桁漕ぎ	173日	115
2000. 2. 14	貝桁漕ぎ	180日	114



図4 再捕場所

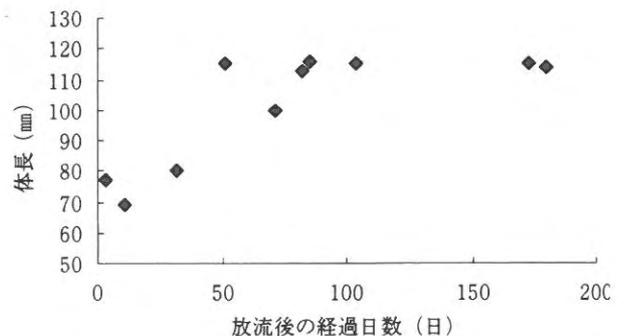


図5 放流後の成長

## 結 果

### 1. 標識放流調査

追跡調査で再捕された結果を表1に示す。第1回, 2回放流ともに1週間程度再捕があり, そのほとんどが放流地点での再捕であったため, 放流直後の移動, 拡散を確認することは出来なかった。

表3 漁獲ヨシエビの体長組成

体長 (mm)	単位：尾		
	小型エビ漕ぎ	小型貝桁漕ぎ	ポンプ漕ぎ網
40～50	4	2	0
50～60	2	0	0
60～70	1	2	0
70～80	3	2	0
80～90	0	1	0
90～100	0	0	0
100～110	0	1	0
110～120	1	0	0
120～130	0	0	0
130～	0	1	0
合計	11	9	0

表4 漁具別採集総魚種類数 (単位：種類)

漁具	吉富岡	吉富沖	蓑島岡	蓑島沖
エビ漕ぎ	47	132	100	91
ポンプ			22	82
貝桁漕ぎ	71	57	5	60
			68	89



図6 天然エビ分布量 (単位：尾)

次に漁業者からの再捕報告の結果を表2及び図4に示す。第1回放流については10件の報告があり、その内の8件が放流点から北西および北北東方向の福岡県管轄海域で再捕された。残り2件については東および北北東へ移動した共通海域に移動していることが確認された。

再捕時の体長と放流後の経過日数を図5に示す。放流後 100日である11月上旬までは成長がみられたがその後は2月までの成長は停滞している。

第2回放流では放流後1日で放流点付近において多数再捕があったがその後の再捕はなかった。

## 2. 資源生態調査

### 1) 浅海域天然エビ分布調査

#### (1) 漁具および操業時間帯比較試験

漁獲されたヨシエビ数を表3に示す。ポンプ漕網ではヨシエビは捕獲できなかった。小型エビ漕ぎ網及び小型貝桁網ではどちらも採集数はほとんどかわりなく、漁獲サイズは小型エビ漕ぎ網がやや小型サイズの採集が多かった。またエビ漕ぎ網と貝桁網の総魚種類数を表4に示す。貝桁漕ぎ網がエビ漕ぎ網に比べ全点で平均的に多魚種類の漁獲をしていることからヨシエビの生息環境を知るためにも多魚種の採集可能な貝桁網を使用することにした。

操業時間帯の検討はヨシエビについては夜間の調査でエビ漕ぎ網により2尾が採捕されたのみで、他のエビに

ついてはほとんど漁獲できなかったため、時間帯の検討は行えなかった。

#### (2) 浅海天然エビ調査

図6に天然エビ分布調査結果を示す。全点でヨシエビの採集があり、特にStn.9とStn.5の中南部に多かった。また底質環境調査については、水分含量は69.6～79.2%、泥分率はStn.11の吉富沖で95%でやや低かった他は98%以上の泥底であった。硫化水素は0.1～1.2mg、強熱減量は6.1～10.5%であった。ベントスについてはStn.1～8までの沿岸域で多かった。しかしヨシエビの生息量と環境要因についての相関は確認できなかった。

#### 2) 漁獲状況調査

平成11年1月～12年3月までの体長測定結果を図8に示す。前年度発生群は9月までに雌は150mmサイズ、雄は120mmサイズまで成長する。10月になると今年度早期発生群とみられるエビの漁獲が確認できた。その後11月までは成長しているが、その後の成長は停滞していた。また、蓑島漁協の推定水揚量を図7に示した。11～3月までの冬季に一年の水揚げ量の7割を漁獲していた。

## 考 察

標識放流調査により放流種苗は成長した個体から移動し、沖合へ生息範囲を広げている。今回の再捕報告からはすべてが福岡県漁業者の操業海域での再捕となっており、ヨシエビは比較的定着性の強い魚種という今までの認識が今回の結果により裏付けられた。

また現在の栽培事業では9月下旬に30mmまで飼育したエビを放流している。これを8月に放流すると 11月には100mmまで成長すると推定され、その年の冬季の漁獲対象となることが推察された。今後ヨシエビの栽培漁業を推進するため早期放流への移行も考える必要があると思われる。

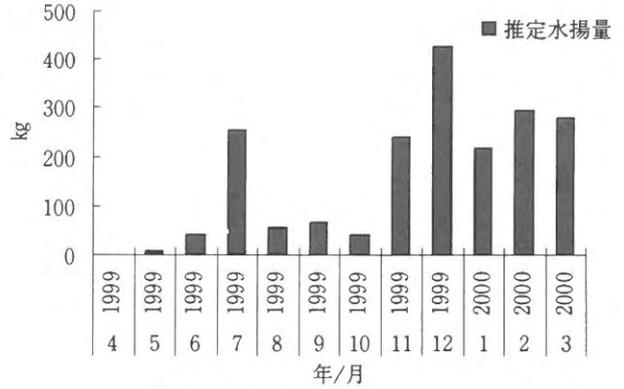


図7 豊島漁協におけるヨシエビの推定水揚げ量

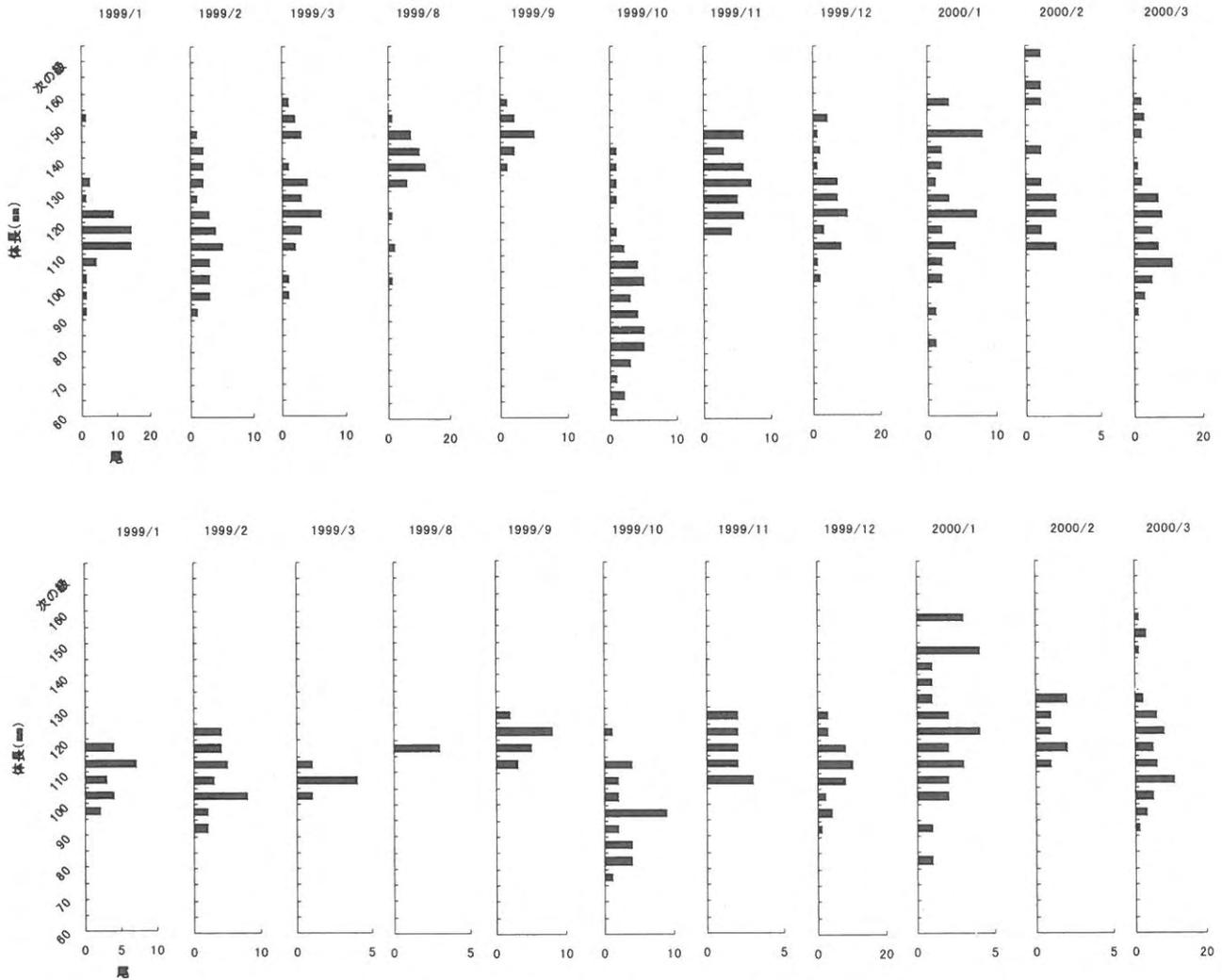


図8 ヨシエビの体長組成 (上段：雌、下段：雄)

# 放流資源共同管理型栽培漁業推進調査事業

クルマエビ

寺井 千尋・中川 浩一・神蘭 真人

本事業は、複数県に跨り、広域に海域を移動をされると思われるクルマエビの共同管理方策を検討するために始められた。1997年度より福岡、山口、大分3県共同で大量の標識クルマエビ(以下、標識エビという。)を1度に1箇所で放流し、その移動回遊を追跡する調査を開始した。'97年度は山口県下関市長府地先で、'98年度は福岡県行橋市蓑島地先で、'99年度は、大分県宇佐市長洲地先で上記放流を行った。

## 方 法

### 1.'97年度放流群

'97年7月14～16日の放流群を追跡調査した。

### 2.'98年度放流群

'98年7月14・15日の放流群を追跡調査した。

### 3.'99年度放流群

山口県水産研究センター内海研究部、大分県海洋水産研究センター浅海研究所と共同で体長約63mmの真玉クルマエビ養殖場産クルマエビ51,000尾に外部標識を装着し、大分県宇佐市長洲地先に放流した。

放流後、再捕報告の実績をあげるため標識エビの再捕報告依頼のポスターを福岡県豊前海区及び筑前海区の一部の関係機関に送付し周知を計った。また、福岡県豊前海区の小型底びき網2,3種の許可者全員に標識エビ再捕報告協力依頼のダイレクトメールを出して周知の徹底を



図1 調査海域

計った。

図1に調査海域を示した。

- ・標識 豪州産ポリエチレン製リボン型(青色)
- ・放流年月日 '99年7月6～7日
- ・放流場所 大分県宇佐市長洲干潟地先
- ・放流方法 標識を装着後、活魚船で運搬、放流した。標識エビの活力は良好であった。

## 結果及び考察

### 1.'97年度放流群：山口県下関市長府地先放流

1998年6月以降、再捕報告がないため、その後の移動状況は不明である。

### 2.'98年度放流群：福岡県行橋市蓑島地先放流

'98年度放流群の再捕状況を表1、図2に示した。

標識エビは、7尾が再捕され、そのうち、福岡県所属漁船による再捕は、7月の小型底びき網2種による1尾のみで、残りの6尾は大分県所属漁船による再捕で、小型底びき網2種、えび流しさし網ともに3尾ずつであった。また、再捕された標識エビの標識は、すべて国産塩化ビニル製リボンタグ(98改良型タグ)であった。

表1 '98年度放流群の再捕結果

	'99年6月	7月	8月	総計
えび流し刺網		1	2	3
小型底びき網2種	1	3		4
計	1	4	2	7
豪州型タグ				0
98改良型タグ	1	4	2	7
南西型タグ				0

標識エビは、越年後の'99年6月には別府湾口で、7月には灘中央部海域と姫島東方～別府湾口で、8月には姫島の東側海域で再捕された。標識エビは再び接岸するような移動はみられず<sup>1)</sup>、すべて20m以深の周防灘中央部～姫島～国東半島～別府湾口域の海域で再捕されていることから、これらの海域を生息域とするものと推察された<sup>1)</sup>。

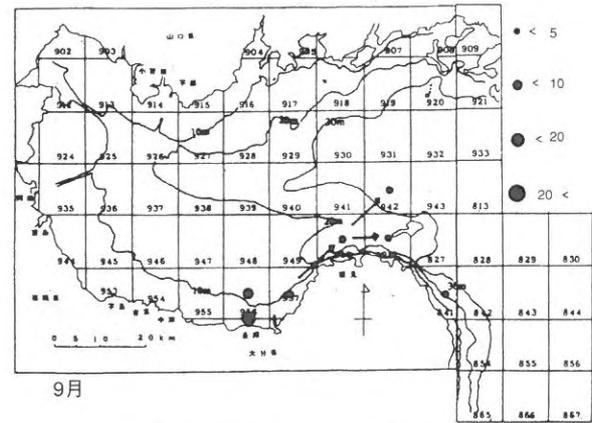
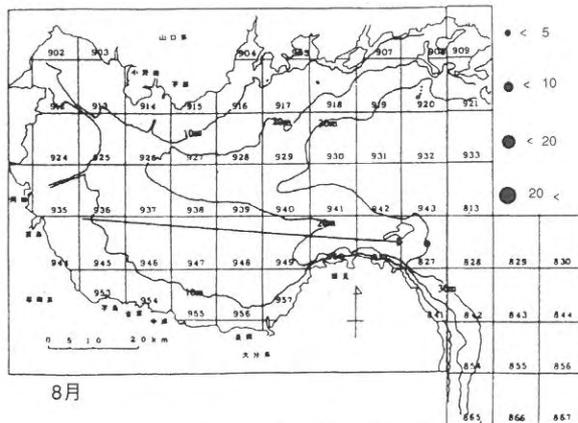
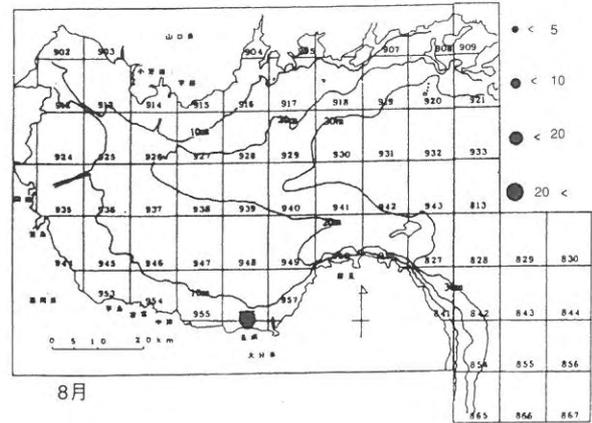
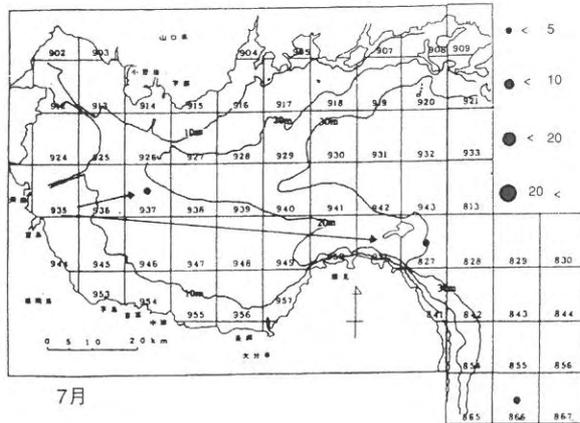
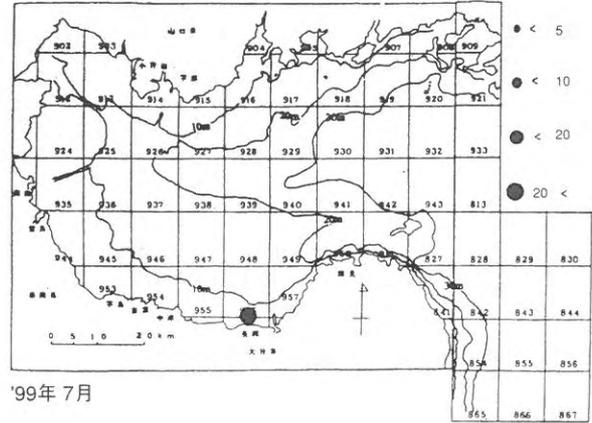
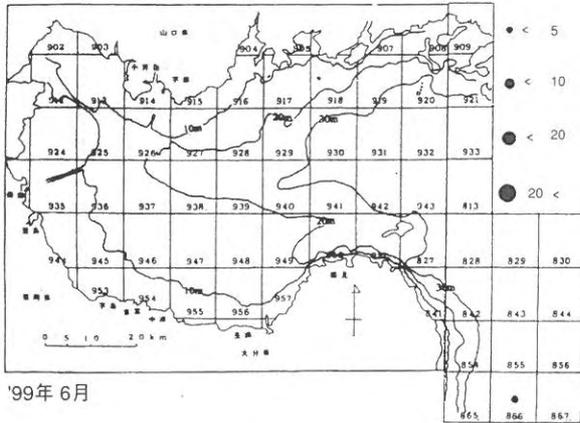


図2 '98年度放流群の再捕状況

図3-1 '99年度放流群の再捕状況

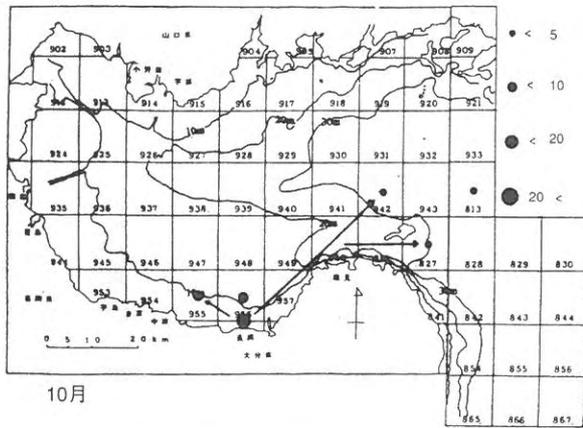
### 3. '99年度放流群：大分県宇佐市長洲地先放流

'99年度放流群の再捕状況を表2、図3-1、3-2に示した。

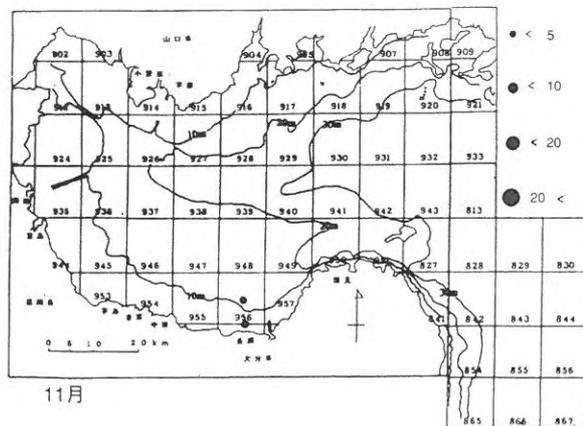
標識エビは、9～12月に541尾が再捕された。漁業種別では、さし網が最も多く、えび流しさし網、小型底びき網2種、小型定置網、小型底びき網3種の順であった。このうち、福岡県所属漁船による再捕は、10月に沓尾漁協

表2 '98年度放流群の再捕結果

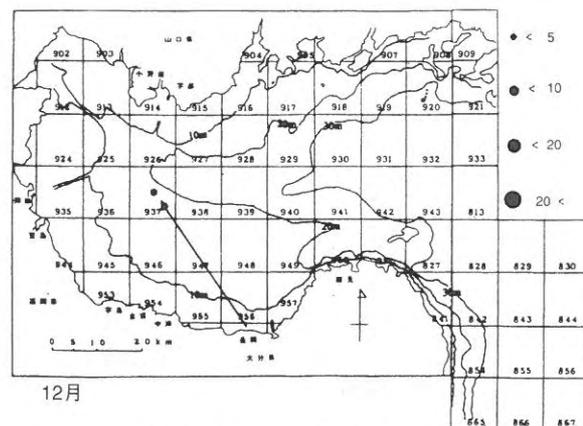
	'99年7月	8月	9月	10月	11月	12月	総計
さし網	14	182	295	20	5		516
えび流しさし網			4	6			10
小型定置網			1	1			2
小型底びき網2種			8	3			11
小型底びき網3種				1	1		2
計	14	182	308	31	5	1	541



10月



11月



12月

図3-2 '99年度放流群の再捕状況

の小型定置網で1尾,12月に宇島漁協の小型底びき網3種で1尾の計2尾であった。'00年1~3月は再捕報告がなかった。

標識エビは,放流2週間後から再捕されはじめ,12月まで再捕された。7,8月はほとんどが放流点付近の再捕で

あった。9月になると放流点から沖合部及び東方での再捕が見られるようになった。10月は東西に移動しているが,主な移動方向は9月と同様に沖合部及び東方であった。これらのことは,標識エビが成長に伴い干潟域から沖合海域へ生息域を広げるための移動と考えられた<sup>1)</sup>。11月は放流点付近で5尾が再捕されのみで,12月は放流点付近での再捕が見られず,周防灘中央部で再捕された。12月以降は,水温低下のため放流点付近から移動し,越冬のため20m以深の海域に移動したものとと思われる<sup>1)</sup>。

'99年度放流群は放流2ヶ月後から生育場所を広げるように移動をしているが,'98年度放流群のように大きな距離の移動は,いまのところ見受けられない。これは,'99年度放流群の場合,放流場所から3マイルも沖合に出ると10m水深の海域で,東方に行くにしがたい20m以深の海域となるためと考えられ,これらの海域特性の違いが移動距離の違いに関係していると思われる<sup>1)</sup>。

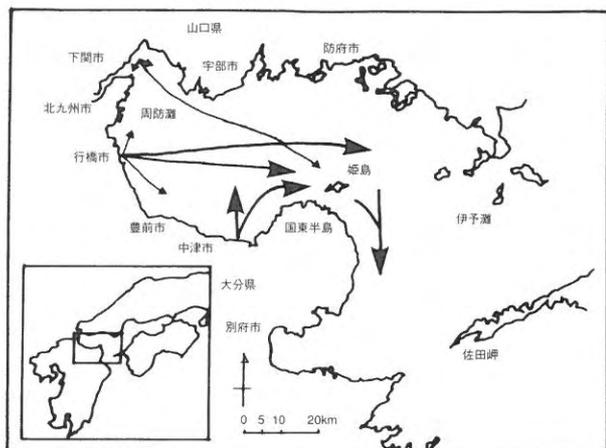


図4 移動推定経路

また'00年3月現在の各放流群の再捕状況での移動推定経路を,図4に示した。3年間の標識エビの再捕状況から移動経路を推定すると周防灘における若齢期のクルマエビは干潟浅海域で成長し,体長100mmくらいから移動を始め<sup>1)</sup>,周防灘東方海域へ生息域を広げていく傾向が見られた。

## 文 献

- 1) 寺井 千尋・中川 浩一・小林 信:周防灘におけるクルマエビの移動と成長,福岡県水海技セ研報第10号,1-8 (2000)

# 栽培漁業効率化推進技術開発事業

マナマコ

江崎恭志・中川浩一

近年、マナマコの栽培漁業に対する関心は高く、多くの試験研究機関で種苗生産に関する研究が行われている。現在のマナマコの種苗生産は、数十万個体レベルで生産が可能となっている。また、放流後、漁獲サイズまで高い生残率が得られることも実証されている。<sup>1)</sup>しかし、稚ナマコ初期の生残率が低いこと、個体間の成長格差が大ききこと等から生産が不安定であり、飼育に要する労働力も大きく、このことがマナマコ栽培漁業の障害となっている。また、そのため、省力化、低コスト化による生産技術の効率化を図る必要がある。

本報告では、採苗作業の省力化、及び稚ナマコ育成の低コスト化のための技術改良について検討した。

## 方 法

材料はすべて、1999年4月～6月にかけて人工採卵した俗称アオナマコの浮遊幼生及び稚ナマコである。

### 1 採苗作業の省力化

採苗方法・時期の検討

期間中4回にわたって採卵したふ化直後の幼生について、室温及び20℃恒温室内で各々飼育し、採苗適期である変態開始日齢の、期間を通じての安定性を比較した。変態開始の判定は、毎日1回、飼育水をよく攪拌してからピペットで10mlを取り、検鏡によりドリオラリア幼生を確認する作業を10回繰り返すことで行った。また、変態開始後は、2日おきに稚ナマコの個体数を計数し、それがピークに達する日齢を把握した。水槽には11ガラスビーカーを用い、当初収容数は500個体とした。餌料はキートセロスに適宜与え、週1回飼育水を全量換水した。

さらに、採苗20℃恒温室内において採苗した初期稚ナマコ(体長0.3mm)を、採苗時期別に5グループ(10～16、17～18、19～20、21～22、23～30日齢の各期間に変態した個体)に分別飼育し、成長・生残を比較した。水槽にはプラスチック製の円型20lパンライトを用い、当初収容数は1,000個体とした。餌料はキートセロスと粉末海藻(理研リピックBW)を適宜与え、週1回飼育水を全量換水した。飼育期間は60日とした

### 2 稚ナマコ育成の低コスト化

試験の材料には、採苗直後の初期稚ナマコ(0.3mm)を用い、60日間飼育した。飼育には角型50l水槽を用い、アサリネット12枚を収容し付着器とした。

#### (1)小規模施設での高密度飼育

収容数は10,000個体とし、高密度飼育による水質悪化を防止するため換水率を100回転/日、通気量を4l/分と大きくした。餌料はあらかじめ付着器上に養成した付着珪藻とした。

#### (2)餌料の安定供給による生残率向上

飼育条件として、初期餌料・遮光方法別に6区を設定した。初期餌料条件としては、あらかじめ付着器上に珪藻を養成したもの・粉末海藻を飼育当初から投与したものと及び両者併用の3種とした。遮光条件としては、アサリネット上に珪藻・緑藻等を大量に繁茂させた幕で水面を覆ったものと及び無遮光の2種とした。収容数は5000個体とした。餌料となる付着珪藻の繁茂を促すため、水槽は屋外の直射日光下に設置した。初期餌料の粉末海藻は飼育開始から7日間与えた。換水は20回転/日の流水で行った。

## 結果及び考察

### 1 採苗作業の省力化

各飼育回次における変態開始の日齢を表1に、また付着稚ナマコの個体数が最高になった日齢、及びその全個体数に占める割合を表2に、それぞれ示す。室温飼育では、水温上昇とともに短期間で変態が開始され、期間を通じて安定しなかった。これに対して恒温飼育では、概ね安定して9～10日齢で変態を開始した。また恒温飼育したものでは、いずれの回次も20～22日齢で採苗数のピークに達し、その時点で生存している全個体数に占める稚ナマコの割合は72.7～94.7%と、大半の個体に変態を完了していた。

採苗時期別の飼育試験結果を表3に示す。21日齢以降に採苗されたグループで生残率が低くなっており、特に23日齢以降のものでは著しく悪化していた。これらのグループは健苗性において劣ることがわかった。

このことから、稚ナマコ種苗生産においては以下の飼育方法が有効であると考えられた。

表1 変態開始の日齢と飼育水温

飼育回次	飼育開始日	日齢 (水温℃)	
		恒温飼育	室温飼育
1	4月30日	10日齢 (20.3~21.2)	13日齢 (16.1~20.1)
2	5月16日	10日齢 (21.0~21.2)	11日齢 (20.6~21.1)
3	5月29日	10日齢 (21.1~21.4)	9日齢 (21.2~23.4)
4	6月5日	9日齢 (21.1~21.7)	8日齢 (23.1~23.7)

表2 最高の稚ナマコ数が得られた日齢と変態率

飼育回次	飼育開始日	日齢	変態率(%)
1	4月30日	20日齢	90.2
2	5月16日	22日齢	77.8
3	5月29日	20日齢	72.7
4	6月5日	21日齢	94.7

表3 採苗時期別の成長と生残

採苗時期	体長 (mm)	生残率(%)
10~16日齢	5.4 (1.7~15.1)	40.5
17~18日齢	6.1 (2.4~20.1)	39.7
19~20日齢	6.0 (2.3~16.5)	37.8
21~22日齢	5.5 (2.0~13.2)	28.0
23~30日齢	6.0 (2.8~11.4)	5.8

- ・浮遊幼生を20℃で恒温飼育
- ・9~10日齢で採苗開始
- ・20~22日齢で採苗終了、流水飼育へ移行

また、この方法を採用することにより、あらかじめ採苗スケジュールが決まり、計画的な種苗生産が可能になる。このことは、作業の省力化に大きく寄与するものと思われる。

### 3 稚ナマコ育成の低コスト化

#### (1)小規模施設での高密度飼育

60日間飼育後の生残率は63.5%、体長は平均2.9mmだった。一般に稚ナマコは60日間の飼育では生残率は5~70%、体長5mm前後に達する<sup>2)</sup>ので、今回の結果は歩留りは良好だったものの低成長だったと言える。この原因は、餌料の不足と考えられる。このことから、高密度飼育による施設の低コスト化の可能性が示されたが、今後十分に餌料を供給する方法を検討する必要がある。

#### (2)餌料の安定供給による生残率向上

試験結果を表4に示す。初期餌料条件としては、あらかじめ付着器に天然珪藻を養成し、粉末海藻も併用した試験区で、成長・生残とも最も好成績であり、次いで天然珪藻のみを与えた試験区、粉末海藻のみを与えた試験区、の順となった。遮光方法別に見ると、遮光しない試

表4 初期餌料・遮光方法別飼育試験結果

初期餌料	体長と生残率	
	藻類幕で遮光	遮光なし
天然珪藻+粉末海藻	5.8mm (3.1~14.8) 29.4%	7.2mm (3.8~22.4) 42.0%
天然珪藻	5.5mm (2.3~12.6) 25.6%	6.7mm (2.4~15.6) 32.8%
粉末海藻	4.9mm (1.9~11.5) 15.2%	4.9mm (1.9~10.1) 19.2%
上段：平均体長 (範囲)	単位mm	
下段：生残率		

験区で好成績となっていた。このことにより、初期餌料とりわけ付着珪藻の有効性が示された。

付着珪藻は稚ナマコの好適餌料であり、これを十分に供給するためには、水槽に太陽光を積極的に当てて飼育することが望ましいと思われる。しかしその反面、稚ナマコ初期では紫外線の影響によるへい死が発生することが知られているため<sup>3)</sup>、遮光方法や付着器の選択に際しては、この点を十分に考慮する必要があると思われる。今回、遮光しなかった付着器上には、稚ナマコ餌料に好適とされる小型の付着珪藻Navicula類がよく繁茂しており、生残率も比較的良好であったことから、アサリネットを付着器として直射日光下で飼育することの有効性が示唆された。

## 文 献

- 1) 桑村勝士・有江康章・小林信・上妻智 (1996) : 人工増殖場の放流したマナマコ (アカナマコ) の移動、生残および成長、福岡県水産海洋技術センター研究報告第5号、9-14.
- 2) 伊藤史郎・川原逸朗・平山和次(1994) : マナマコ種苗の大量生産技術開発に関する研究。栽培技研22号、83-91.
- 3) 小林信・石田雅俊・尾田一成・鶴島治 (1983) : マナマコの増殖に関する研究-V。福岡県豊前水産試験場研究業務報告 (昭和58年度)、115-130.

# 放流種苗防疫対策事業

クルマエビ・ヨシエビ

片山幸恵・池浦 繁

豊前海区においては毎年クルマエビ及びヨシエビの種苗放流が実施されている。しかし、近年エビ類のウイルス性疾病（PAV：クルマエビ類急性ウイルス血症）が海外より持ち込まれ、全国各地において飼育時に大量斃死を引き起こしている。当海区における中間育成中のエビ類においても発生の危険性があるので、天然海域への健全種苗放流を行うことを目的とし、PCR法を用いて検査を実施した。

## 方 法

豊前海区ではクルマエビの中間育成を蓑島及び吉富でそれぞれ2回、ヨシエビについては柄杓田、蓑島及び吉富で1回行っている。1回の中間育成について育成中と放流前の2度検査を実施した。なお検査方法はPCR法で行い、検体数は必要標本数を統計的に考慮し60個体とした。

検体は配合飼料の影響を排除するため、給餌後8時間以上経過後に採集した。

## 結 果

中間育成におけるPCR検査結果と放流時の歩留りについて表1～3に示した。クルマエビ、ヨシエビについて陸上施設での飼育期間は24～32日、放流時の平均体長は34～43mmであった。

1回次のクルマエビ中間育成において蓑島地区では飼育期間が25日、3基水槽の平均体長が約34mm、同様に

吉富地区では32日、約43mmであり、中間、放流直前PCR検査において両地区ともに陰性であったので放流を行った。2回目のクルマエビ中間育成は蓑島地区では飼育期間が24日、平均体長約41mmで、PCR検査は陰性であり良好な結果であった。同様に吉富地区では28日、約39mm、で検査についても陰性であったので放流を行った。

ヨシエビ中間育成では吉富地区において2基飼育中のところ飼育8日目に2基ともに異常が見られたため、ただちにPCR検査をおこなった結果陽性が確認され、PAVによるへい死が確認されるまでになったため2基ともに塩素を用いて処分した。また、他の2地区（柄杓田、蓑島）においては大型の台風の影響をうけ、施設の破損により飼育続行が不可能となったため柄杓田については緊急放流、また蓑島については流出したのでPCR検査は実施できなかった。

## 考 察

クルマエビ中間育成については1、2回次ともに現状の飼育体制でPAVの発症はみられていない。しかしヨシエビについては現在、現場においてできうる限りの防疫体制をとっているが平成10年度に続き11年度もPAVが発生しており重大な問題となっている。現在のところ原因が不明であるが、原因解明の努力をすべく、来年度は周辺生物のPAV保菌生物の有無を調査する必要がある。

表1 クルマエビ中間育成飼育状況および放流結果

場所	回次	受 入				放 流			
		受入月日	受入尾数 (万尾)	受入体長 (mm)	育成日数	放流月日	放流尾数 (万尾)	放流体長 (mm)	歩留 (%)
蓑島	1	6月8日	106	13.6, 16.8	25	7月3日	83	34	77.6%
	2	7月28日	86	15.6	24	8月21日	71	41	82.6%
吉富	1	6月8日	141	16.8	32	7月10日	94	43	66.6%
	2	7月28日	141	15.6	28	8月25日	81	39	57.7%

表2 ヨシエビ中間育成飼育状況

場所	回次	受 入			放 流			
		受入月日	受入尾数(万尾)	受入体長(mm)	育成日数	放流月日	放流尾数(万尾)	放流体長(mm)
柄杓田	1	8月30日	130	14.5		台風のため緊急放流		
蓑島	1	8月30日	50	15.6		台風のため流出		
吉富	1	9月6日	85	16.8		PAV発生により処分		

表3 クルマエビ中間育成(1回次)におけるPCR検査結果

場所	検査月日	検査部位	水槽番号				備考
			NO. 1	NO. 2	NO. 3	NO. 4	
蓑島	6月8日						合計106万尾収容
	6月21日	中腸腺・胃	-	-	-		
	7月1日	中腸腺・胃	-	-	-		
	7月3日					放流	
吉富	6月4日						合計141万尾収容
	6月21日	中腸腺・胃	-	-	-		
	7月8日	中腸腺・胃	-	-	-		
	7月10日					放流	
			- : 陰性				+ : 陽性

表4 クルマエビ中間育成(2回次)におけるPCR検査結果

場所	検査月日	検査部位	水槽番号				備考
			NO. 1	NO. 2	NO. 3	NO. 4	
蓑島	7月28日						合計86万尾収容
	8月10日	中腸腺・胃	-	-	-		
	8月20日	中腸腺・胃	-	-	-		
	8月21日					放流	
吉富	7月28日						合計141万尾収容
	8月10日	中腸腺・胃	-	-	-		
	8月23日	中腸腺・胃	-	-	-		
	8月25日					放流	
			- : 陰性				+ : 陽性

表5 ヨシエビ中間育成におけるPCR検査結果

場所	検査月日	検査部位	水槽番号				備考
			NO. 1	NO. 2	NO. 3	NO. 4	
柄杓田	8月30日						合計50万尾収容
蓑島	8月30日						台風により緊急放流
							合計130万尾収容
吉富	9月6日						台風により流出
	9月15日	中腸腺・胃	+	+			合計85万尾収容
	9月20日		処分	処分			
			- : 陰性				+ : 陽性

# 豊前海地区人工礁漁場造成事業調査

中川 清・中川 浩一

豊前海域は遠浅でほぼ全域が軟弱な泥に覆われているため、人工魚礁の設置は軟弱地盤用魚礁が開発された昭和63年頃から他海域に遅れて本格的に始まった。

当初は水深5m前後の海域を中心として事業が展開されてきたが、魚礁利用の増大に伴い、漁業者から沖合域を含めたより広域な漁場造成を望む声が高まってきた。

本調査は当海域において小型底びき網、刺網、延縄漁業等を主対象とした大規模な人工礁漁場を造成するに当たり、場所や礁の配置など効果的造成手法を検討するために行った。

## 方 法

当該事業の対象海域並びに調査点は図1に示したとおりである。対象海域は福岡県豊前海中～南部で共同漁業権が沖合に開けた唯一水深10m以深域が広く存在する部分である。この海域内において既存人工魚礁の効果を明らかにし、人工礁の具体的な設置場所、魚礁の構造、配置等を検討するため、既往資料を整理するとともに、4調査定点から必要に応じて選定し、次の調査を行った。

### 1. 海底地形、底質調査

対象海域の等深線及びシルト層厚の状況については豊前海漁業総合整備開発基礎調査<sup>1)</sup>の結果を用い、整理した。また、平成11年8月に調査点A、B、C、Dにおいて潜水による柱状採泥（外径100mm、長さ1mの亚克力パイプを使用）を行い、湿潤密度含水比及び粒度を測定した。

### 2. 流況調査

11年8月27～28日の大潮期に調査点A、B、C、Dにおいて電磁流速計による25時間の流向、流速観測を行った。観測水深は海底上0.5mに設定し、調査点A、BについてはACM16M、調査点C、DについてはDL-2型を使用して10分間隔の計測を行った。

### 3. 魚類蛸集状況調査

対象海域内の沿岸寄りでも中部及び南部大型魚礁群が存

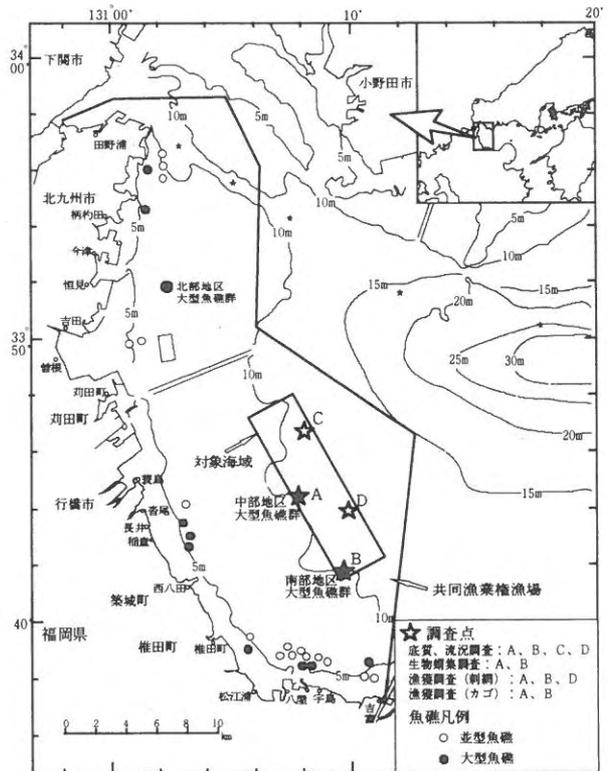


図1 対象海域と調査点

在する調査点A、Bにおいて11年7月に潜水による魚類蛸集量調査を行った。また11年6、8、11及び12年2月には潜水による目視観察を行い、両魚礁における4季を通じた魚類の蛸集状況を把握した。

### 4. 漁獲調査

調査点A、Bにおいて11年6、8、11月及び12年2月に魚かご（かまぼこ型：長さ120cm×幅60cm×高さ55cm）による漁獲調査を行った。使用かご数は2個で、設置期間は1日とした。またこれと同時に調査点A、B、Dにおいて、刺網（三重すじ網：高さ2m×4反、内目2.5寸、外目1尺）による漁獲調査も行った。設置時間は16時から翌日8時までとした。

## 結 果

### 1. 海底地形、底質調査

対象海域の等深線及びシルト層厚の状況は図2に示し

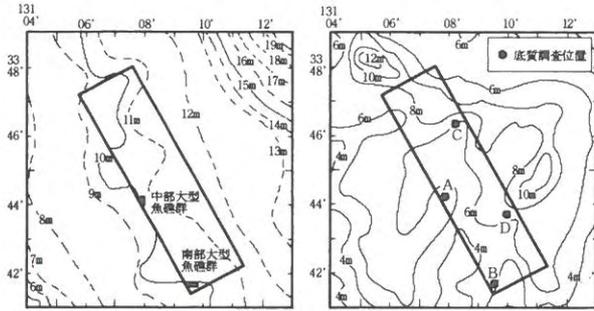


図2 調査海域の海底地形 (左)、シルト層厚 (右)

表1 土質調査結果

試験項目	St.A	St.B	St.C	St.D
湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.317	1.296	1.317	1.311
含水比 (%)	150.8	150.7	146.5	145.5
粒度 (%)				
礫分	0	0	0	0
砂分	1	2	1	1
シルト分	40	36	41	37
粘土分	59	62	58	62
分類	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土

たとおりである。当該海域の水深は9~12mで、等深線はほぼ海岸線に平行である。礁分布をみると、天然礁は存在せず、人工魚礁は10m水深帯に沿って南東部と南部に大型魚礁群が一カ所づつあるのみで、局所的な起伏もほとんどない海底傾斜が極めてなだらかな場所である。

底質は海域の特性上シルト層が総じて厚く、4~8mの範囲にあるが、南部方面でやや薄い傾向にある。表1の土質調査の結果をみると、4定点の湿潤密度は1.3g/cm<sup>3</sup>前後、含水比は145~150%で大きな差はなく、いずれもシルト分と粘土分で95%以上を占めることから、典型的な粘性土と判断された。

## 2. 流況調査

流況の経時変化は図3に示したとおりである。これによると、流れには潮汐変化に対応した1日2回周期の変動が見られる。流向はA、B点でやや東南東の流れが観測されたが、総じて上げ潮時で西流、下げ潮時で東流が卓越する。最大流速は10~15cm/secと弱い。

## 3. 魚類集状状況調査

大型魚礁が設置されている調査点A、Bにおける7月の魚類集状量を表2に示した。調査点Aは高さ4.87mの鋼製魚礁（シーポリスB5型）と2m角型魚礁、調査点

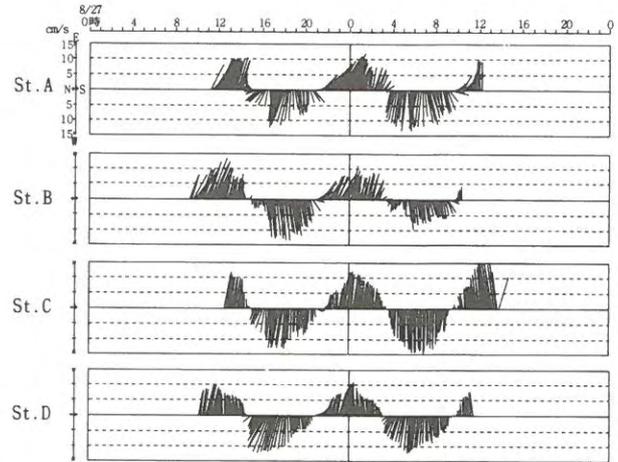


図3 流向、流速の時系列変化

表2 調査点A、Bにおける魚類集量 (7月)

綱葉魚類	St.A		St.B						
	シーポリス B5型 全長(cm)	2m角型ブロック 尾数	FRP魚礁 AK4-2型 全長(cm)	2m角型ブロック 尾数					
スズキ科	スズキ								
ハタ科	キジハタ	40	1	40	1				
	マハタ								
アジ科	ツムブリ								
	カンパチ			15	5				
	マアジ	10~12	500						
メジナ科	メジナ	20~25	10						
シマイサキ科	シマイサキ	20	1						
タイ科	クロダイ	25	2						
イシダイ科	イシダイ	30~40	8	15~18	2				
	イシガキダイ								
ベラ科	ササノハベラ								
	キュウセン								
ハゼ科	シマハゼ		6~8	10					
トラギス科	クラカケトラギス								
イソギンボ科	ナベカ			6	5				
タウエガジ科	ダイナンギンボ								
フサカサゴ科	メバル	6~15	50	6~15	50	4~18	50	10~12	2
	クロソイ		30		2				
	カサゴ	8~14	10	8	5	8~14	20	6	5
オニオコゼ科	オニオコゼ	30	1						
ハオコゼ科	ハオコゼ					6~8	20		
アイナメ科	アイナメ	25	2	20	1	25	2		
コチ科	コチ								
カジカ科	アサヒアナハゼ						8	4	
カワハギ科	カワハギ								
	ウマヅラハギ	25~30	80	25	5	25	20		
	ウスバハギ								
	出現種数	12		7		7		3	

Bは高さ3.73mのFRP魚礁（AK4-2型）と2m角型魚礁により構成されている。

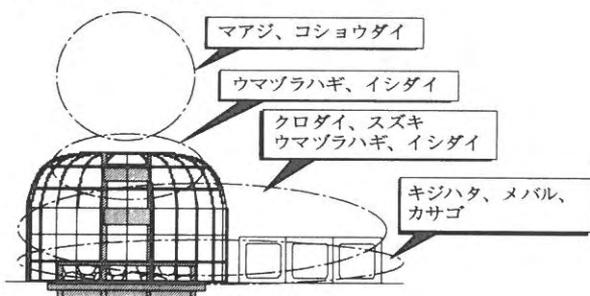
これによると、調査点Aでは鋼製魚礁頂部付近にマアジ若魚群、上層部にウマヅラハギ、イシダイ、下層部にキジハタ、メバル、カサゴ等が多く観察され、角型魚礁ではマアジを除きほぼ同様の魚類相が確認された。調査点Bは透明度が低かったものの、メバル、カサゴ、ウマヅラハギ等の魚類が多く観察された。その他4季をとおした潜水による目視観察では、初夏にコショウダイ、秋にスズキ、冬にはクロダイ等の有用魚類の群も多く観察

され、調査点Aでコショウダイの観察例が多いことを除くと両魚礁ともほぼ同様の魚類相であった。これら魚群の蛸集状況模式図は図4に示したとおりである。

#### 4. 漁獲調査

魚かごによる漁獲調査結果は表3に示したとおりである。これによると、調査点Aでは2月を除き1kgサイズのキジハタが漁獲され、8月に約10kg（12尾）と最も多かった。また、2kgサイズのマダコも常に1~2尾

##### A（中部大型魚礁）



##### B（南部大型魚礁）

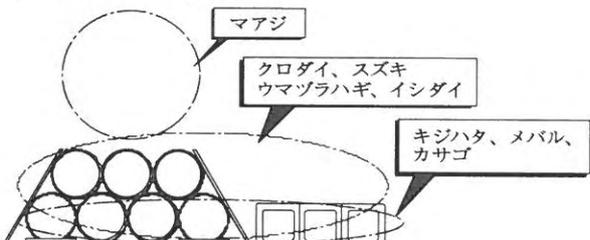


図4 調査点A、Bの魚類蛸集状況模式図

漁獲され、11、2月にはメバルもある程度見られた。調査点Bはメバルの漁獲が特徴的で、特に5月には15kg（110尾）もの量がみられた。その他キジハタ、マダコも比較的多く、クロソイ、カサゴなども漁獲された。

刺網による漁獲調査結果は表4に示したとおりである。人工魚礁域の調査点A、Bではかご調査で漁獲された魚種以外にウマヅラハギ、シログチが多く、コショウダイ、スズキ、クロダイも漁獲された。人工魚礁の存在しない調査点Dでは様相が異なり、メイタガレイ、シログチの外、泥域を好むウシノシタやコノシロ、シャコが漁獲された。漁獲量は時化により漁獲が少なかった8月を除き、調査点A、Bが調査点Dを大きく上回った。

## 考 察

### 1. 事業実施位置

本県豊前海で漁獲対象となる回遊魚群は、主に春~秋にかけて摂餌あるいは産卵のため訪れる。そのため当

表3 魚かご漁獲調査結果（2かご）

魚種名	単位：g								
	6月		8月		11月		2月		
	St.A	St.B	St.A	St.B	St.A	St.B	St.A	St.B	
キジハタ	5,400	1,480	9,640	4,140	7,345				
クロソイ		2,385						975	
カサゴ							733	65	
メバル		14,829			330	9,539	1,041	2,138	
クロソコ					2,500				
マダコ	2,620		4,920		4,570	7,790	1,834		
総計	8,020	18,694	14,560	4,140	14,745	18,062	3,915	2,138	

表4 刺網漁獲調査結果（4反）

魚種名	単位：g											
	6月			8月			11月			2月		
	St.A	St.B	St.D	St.A	St.B	St.D	St.A	St.B	St.D	St.A	St.B	St.D
キジハタ		1,020			458							
コショウダイ	3,017						163	128				
スズキ	1,950							467		379	1,706	
クロダイ	656											
ウマヅラハギ	4,978	8,460										
クロソイ		140					801			1,311		
カサゴ										367		47
メバル		610		222	757		3,041	1,591		2,485	3,418	
コチ							370	202				157
カレイ類		192	1,862	181		26				42		542
シログチ	2,943	969	1,502			283	1,649	108				
ウシノシタ類	171	238	1,378			1,860				58	233	289
コノシロ	322	870	2,390		648							
シャコ	113	637	690			158				24		
その他	49	365	292	70	15			453				
合計	14,200	13,501	8,114	472	1,877	2,327	6,023	3,315	24	4,274	5,561	831

海域の漁業は極めて多岐にわたる水産資源を対象とするが、これらの滞留期間は短く、特に水温が低下する冬期はその大部分が他海域へ移動することから、コチ、メバルのような定着性魚類を除くと極端に魚群量が減少する。

豊前海域は遠浅の砂泥域であり、魚群の蟄集する礁漁場が少ない。当海域における人工魚礁は調査結果からみて集魚効果が非常に高いと判断され、回遊魚群の長期滞留を可能にするものとして期待できる。

これまでの知見から、豊前海域に來遊する魚群は図5に示すとおり総じて瀬戸内海側深部からの接岸、大分県豊後水道方面からの來遊が主になるとされる。対象海域は豊前海中南部の沖合に位置することから回遊魚群の経路に当たると考えられ、大規模な人工魚礁を沿岸寄りに存在する中部及び南部大型魚礁群と有機的な配置を行うことで、魚群を滞留させ、沿岸域への誘導を促進させることができる。

以上のことから事業の実施場所は図6に示す箇所とした。この場所は海底傾斜がきわめてなだらかで局所的な起伏もないため、いずれの場所も勾配に関して構造物の安定性に問題はないといえる。

対象漁業の小型底びき網、刺網、延縄を始めとする多くの漁業は中部・南部大型魚礁を漁場とし対象海域をほ

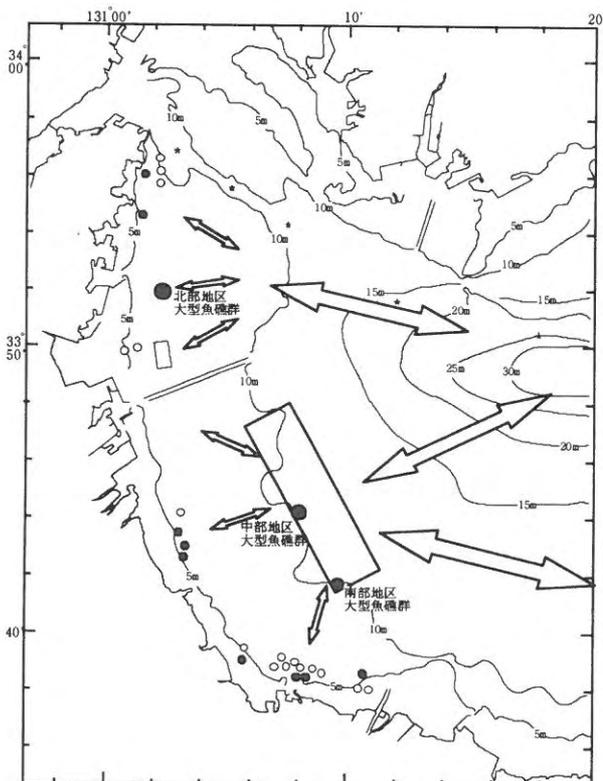


図5 魚群來遊模式図

ぼ網羅して操業しており、人工礁の設置により新規漁場が形成されれば多種漁業による有効利用が期待できる。

## 2. 単位礁の構造とその配置

有用魚種の魚礁への蟄集状況から考えて、単位礁には高さと広がりを兼ね備えることが重要である。

今回高さの要素としては、軟弱地盤用に開発された鋼製魚礁シーポリスB5型を選定した。この魚礁は豊前海中南部大型魚礁設置事業で実績があり、今回の調査結果からも魚礁の上～中層部にはクロダイ、スズキの他高級魚のイシダイ、コショウダイ、ウマヅラハギなどの蟄集が期待できる。また下層には石詰部があるためメバル、カサゴ、キジハタの蟄集もみこまれる。

広がり要素としては2m角型コンクリート魚礁を選定した。角型魚礁設置の目的は中空部へのメバルの蟄集、魚礁間の隙間におけるカサゴ、キジハタの蟄集であるが、潜水観察では角型魚礁上～中層部にはクロダイ、スズキ群の遊泳も多く、シーポリスB5型との組み合わせにより効果的に機能するものとみられる。

なお、底質はシルト分、粘土分を多く含む脆弱な粘性土と判断されることから角型魚礁部には埋没防止のため覆砂を行うこととし、覆砂厚は過去の調査事例<sup>2)</sup>を考慮して検討の結果50cmとした。中部・南部大型魚礁についても50cm厚の覆砂が施されているが、施設の埋没、洗堀等はみられず問題はないと考えられる。

なお、覆砂域は底質改善・維持の効果や有用魚類の増加も認められ<sup>3, 4)</sup>、カレイ類、コチ、シログチ等の魚

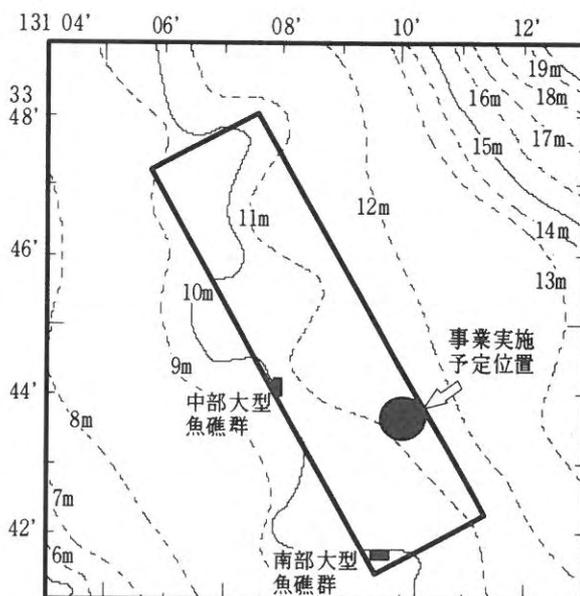


図6 事業実施位置図

礁周辺性魚類の増集も期待できる。

以上のことから単位礁の構成は図7のとおりとした。

### 3. 全体配置

今回の事業では、単位礁12カ所の全体配置について次の事項を考慮に入れ、図8に示すとおりとした。

- (1) 各種漁業の操業に当たり、人工礁を効果的に利用できるよう総延長を伸ばす配置とする。
- (2) 底びき網や刺網などの網がかりを防ぐため、単位礁を2列に並べ、外側の操業面にビームや網が掛かりにくいシーボリスB5型を配置する。
- (3) 人工礁を有効に活用するため、4単位礁を1ブロックとして3カ所に分け、1ブロック内の単位礁間で固定式刺網、ブロック間では底びき網などの操業が可能となるよう、それぞれ20m、100mの間隔をあける。
- (4) 事業計画位置における潮流は東、西方向に卓越するため、湧昇流、渦流等の流れの変化を発生させるにはシーボリスB5型を潮流に直行して南北に配置するのが理想である。しかし、計画位置の沿岸寄りには定置網の操業場所があり、他漁業の操業を円滑にするには定置網の配列に沿って平行に設置する必要がある。そのためやや人工礁の配列はやや傾け、北西～南東方向とした。

## 文 献

- 1) 福岡県豊前水産試験場：豊前海漁業総合整備開発基礎調査(その1)，(1992)。

- 2) 福岡県漁場開発協会：軟弱地盤地域の魚礁設置の検討(敷砂工法)，(1990)。
- 3) 神蘭真人・江藤拓也・上妻智行：覆砂による豊前海の底質改善効果，福岡水海技セ研報，9,129-134，(1994)。
- 4) 江藤拓也・中川浩一・佐藤博之：豊前浅海域における覆砂による底質改善効果，福岡水海技セ研報，9,61-65，(1999)。

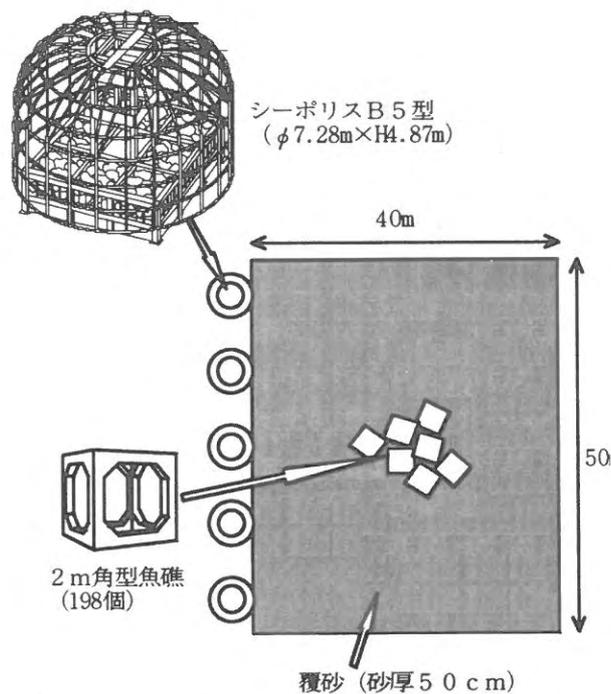


図7 単位礁の配置計画

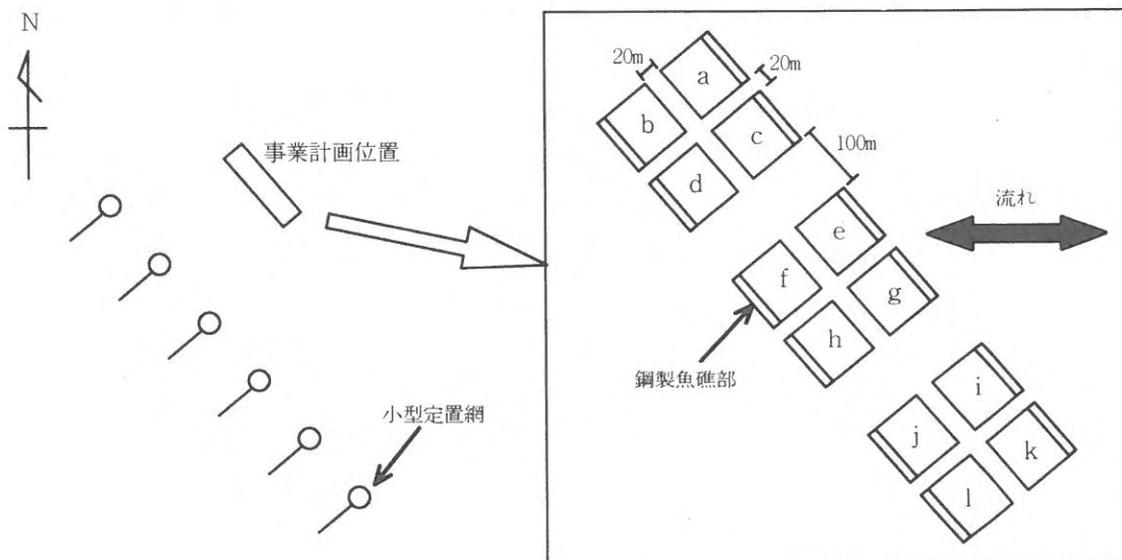


図8 人工礁の全体配置

# 海面養殖高度化推進対策事業

## (1) かき養殖漁場環境調査

中川 浩一・寺井 千尋・江崎 恭志・中川 清

豊前海では、古くからノリ養殖が行われてきたが、設備投資の増大、漁場環境の変化等の複合的な要因による経営状態の悪化で、経営体は減少している。このため、ノリ養殖に替わる冬季の新たな養殖業として昭和58年からカキ養殖の導入を行い、新規養殖業として定着しつつある。一方で、昭和63年や平成4年にみられた大量へい死、9年にみられたムラサキイガイの大量付着によるカキのへい死や身入り不良、さらに台風等の波浪による筏の破損等問題点も多く、海域に適した養殖技術の確立が必要である。本事業では、これらの問題点を解決することにより、カキ養殖業の活性化を図り、漁家経営の安定に資するものである。

### 1. 生物環境調査

#### 方法

#### (1) 浮遊幼生調査 (ムラサキイガイおよびカキ)

調査は、2月から8月 (うちムラサキイガイ幼生は2~5月、カキ幼生は6~8月) にかけて1週間毎に、図1に示した柄杓田、恒見、蓑島および宇島地先4カ所の定点で行った。幼生の採集はxx16の北原式表層プランクトンネットを用いて、3m垂直びきによる方法で行った。標本はホルマリンで固定後、ムラサキイガイおよびカキ幼生を選別し、付着直前の大型幼生数を集計した。大型幼生の基準として、ムラサキイガイでは殻長 $210\mu\text{m}$  (付着9日前) 以上、カキでは $220\mu\text{m}$  (付着4日前) 以上とした。

#### (2) 生育状況調査

調査は、図2に示した北部漁場 (柄杓田)、人工島周辺漁場 (恒見)、中部漁場 (蓑島) 及び南部漁場 (八屋、宇島、吉富) の4漁場 (6漁協) において、6月から12月の間、原則として毎月1回行った。

調査方法は、筏中央部付近の垂下連から上、中および下部のコレクターをそれぞれ一つずつ採取し、合わせたものを1サンプルとした。測定は、サンプルごとに20個体を任意に抽出し、高圧洗浄器を用いて殻の付着物を除

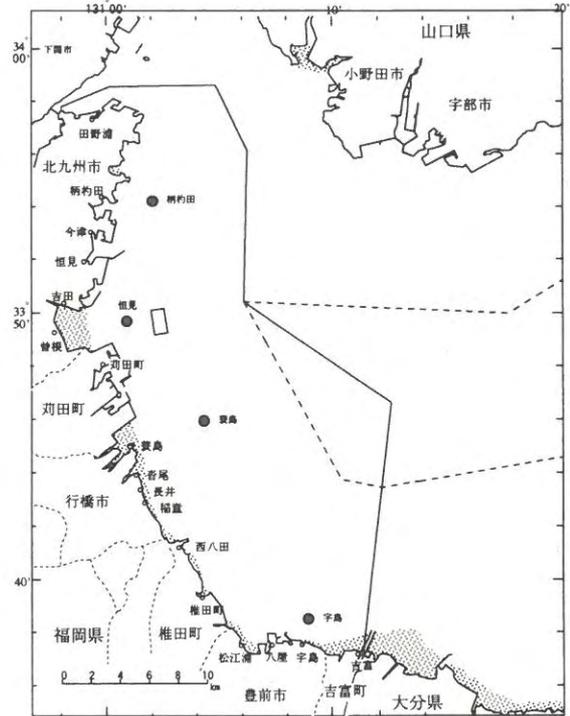


図1 浮遊幼生調査点

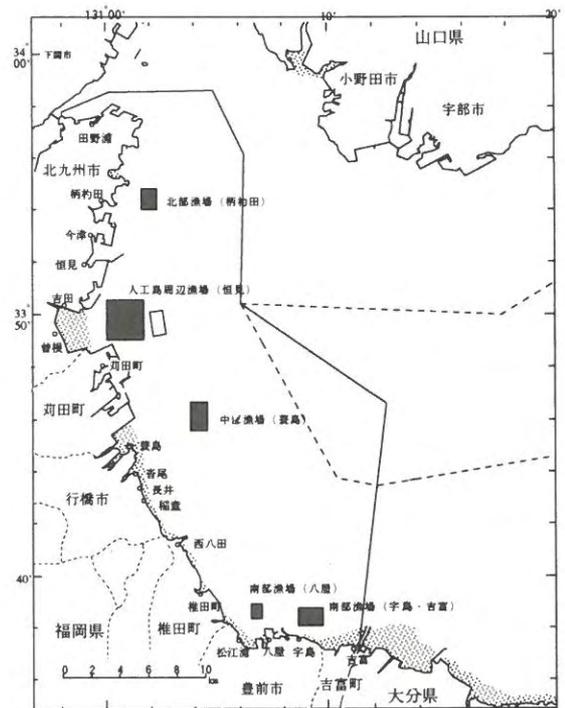


図2 生育状況調査点

去した後、殻高および重量を測定した。

## 結果および考察

### 1. 生物環境調査

#### (1) 浮遊幼生調査

##### 1) ムラサキイガイ幼生調査

ムラサキイガイ幼生の出現状況を図3に示した。

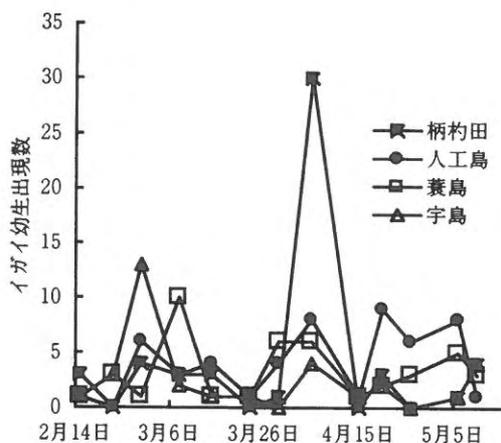


図3 ムラサキイガイ幼生の出現状況

柄杓田漁場を除くと、付着直前のムラサキイガイの幼生数は期間を通じて15個以下と、カキコレクターへの大量付着の発生が危惧される30個を下回り、低位に推移した。柄杓田漁場においても30個の幼生が観察されたのは1回のみ（4月5日）でありその他の期間は5個以下で推移した。これらの結果から、本年度は豊前海におけるムラサキイガイ幼生の発生数は、全域において大量付着による養殖被害が発生する水準を下回っていることが分かった。このことは、本年度は、ムラサキイガイの大量付着が発生しなかったことと一致する。

##### 2) カキ幼生調査

カキ幼生の出現状況を図4に示した。

本年度のカキ幼生の出現状況は、昨年度1)と同様に6月下旬から7月上旬にかけて（前期）および7月下旬から8月上旬にかけて（後期）の2回に分けて出現のピークが見られた。地区別に見ると北部に位置する柄杓田および人工島漁場においては前期、後期ともに幼生の出現のピークが見られた一方、中、南部に位置する養島および宇島漁場では後期のみの出現ピークであり、地区によって出現状況が異なる傾向がみられた。また、ピーク時の幼生出現数は昨年度と比較して5倍程度と、大量に発生したことが分かった。

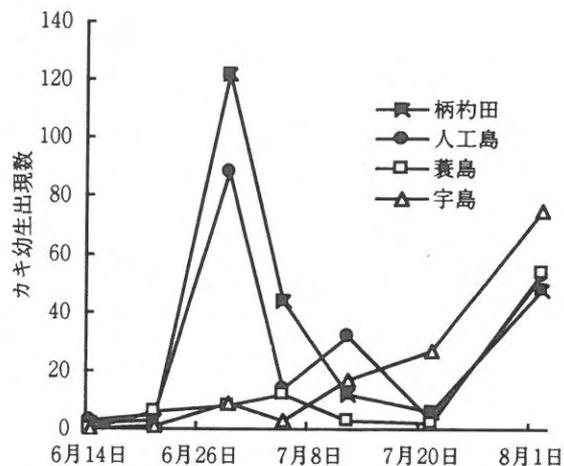


図4 カキ幼生の出現状況

##### (2) 生育状況調査

カキ成長の推移を図5に示した。

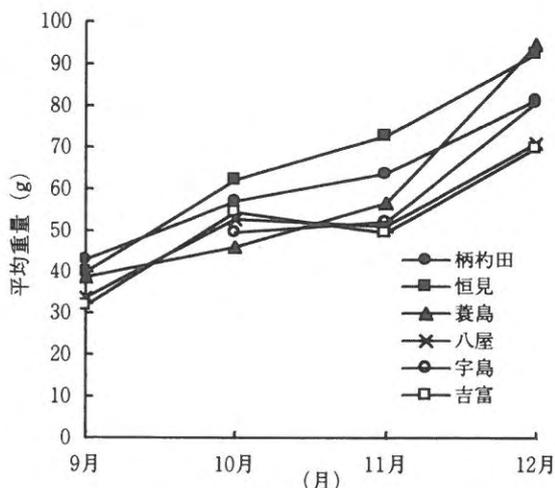
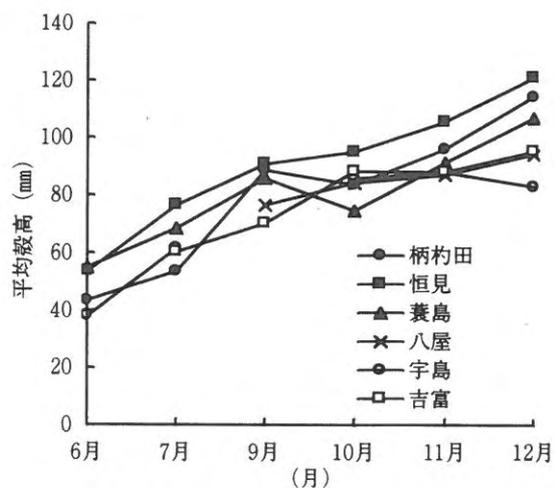


図5 カキ殻高および重量の推移

本年度のカキの養殖状況は、9月24日の台風18号の影響で半数以上の筏が被害を受けたが、赤潮等の発生による大量へい死の発生もなく、順調に生育した。成長の推移は平年並みで、10月には全漁場において出荷サイズである平均殻高80mm以上のカキが生産されるに至った。

カキの出荷最盛期にあたる12月における平均殻高は柄杓田、恒見、蓑島、八屋、宇島および吉富漁場で各々114.5、121.2、106.9、94.3、83.1および95.4mmと、例年同様に北部に位置する漁場の方が成長が良好であった。また、12月における平均重量での比較も同様に柄杓田、恒見、蓑島、八屋、宇島および吉富漁場で各々81.5、92.5、94.7、71.1、80.9および69.9gと、北部海域漁場での成長が良かった。このことは、北部海域は南部海域と比較して北東風による波浪の影響が少なく、筏の振動によるカキの成長阻害が軽減されることやカキの餌料となる植物プランクトンの発生量が多いこと等が挙げられる。

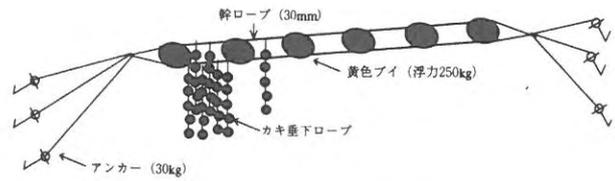


図6 延縄式養殖施設

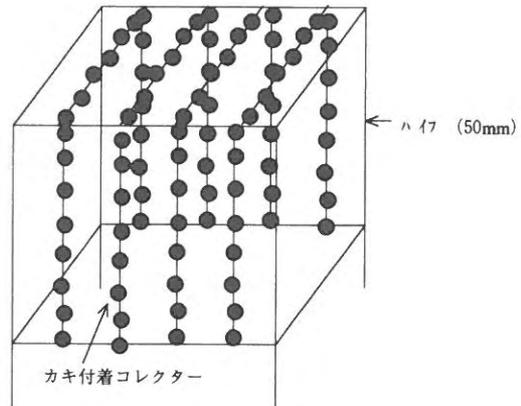


図7 海底設置養殖施設

## 2.延縄式養殖の適性試験

南部海域は北部海域と比較して北東風による波浪の影響を受けやすく、筏の振動によるカキの成長阻害や筏の破損が度々発生している。このために養殖業者数が少なく、漁場が有効に利用されていない現状がある。そこで、宮城県等の外海波浪域で行われている延縄式養殖の豊前海における適性について、従来から行われている筏式との比較試験を行った。

### 方 法

南部波浪域である宇島漁場において、図6に示した延縄施設を設置し、成長試験を開始した。施設の幹ロープの長さは50mとし、10m間隔に黄色ブイ（浮力250kg）を設置し、ブイの両端を幹ロープと連結した。幹ロープに結んだカキ垂下ロープの間隔は50cmとし、片方の幹ロープに100本の垂下ロープを垂下させた。対象区として、漁場内の漁業者所有のカキ筏を用いた。また、振動による成長阻害を全く受けない場合のカキの成長を見るために、図7に示した養殖施設（1m×1mの立方体）を海底に設置し、成長を比較した。

試験は6月から開始し、2ヶ月ごとにカキの出荷が開始される10月まで測定を行った。測定項目は、カキの平均重量、ホタテコレクター1盤あたりの付着個数、および総重量である。また、延縄式と筏式については、その

収量と費用面から、効果の試算を行った。

### 結果および考察

施設別のカキ重量の推移を表1に、1盤あたりの付着個数を表2に示した。

表1 施設別平均重量の推移

試験区	平均重量 (g)		
	6月	8月	10月
延縄	0.6	5.3	20.9
筏	0.6	5.1	15.5
海底設置	0.6	9.6	23.3

表2 施設別1盤あたり付着個数の推移

試験区	1盤あたり付着個数 (個)		
	6月	8月	10月
延縄	45	30	24
筏	45	18	16
海底設置	45	44	38

延縄区と筏区の比較では、延縄区の方が重量、付着数ともに優れていた。このことは、延縄施設の方が波浪による施設の振動が少なく、成長阻害および脱落を引き起こしにくいためであると思われる。しかしながら、全く

振動の影響を受けない海底設置区と延縄区を比較すると、海底設置区の方が優れていた。このことは、延縄区は筏区に比べて波浪の影響を受けにくい構造であるが、カキの成長や脱落に影響を及ぼす程度の振動は発生しているものと思われる。また、施設別のカキ付着盤あたりの総収穫重量の比較を図8に示した。1盤あたりに付着しているカキの総重量は延縄、筏および海底設置区で

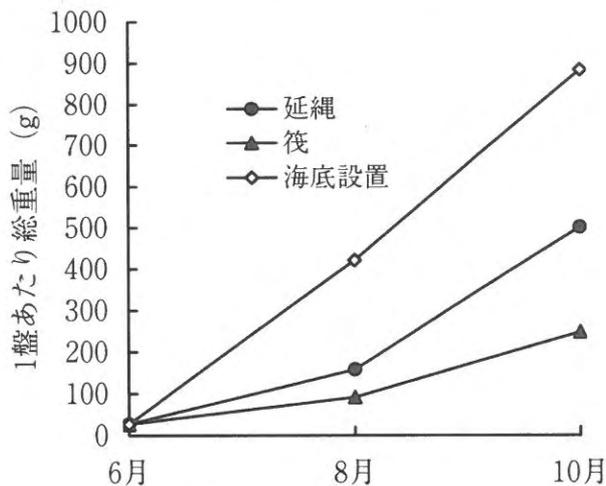


図8 1盤あたりのカキ付着総重量の推移

各々、501.3、248.0および884.6gと、海底設置区が最も優れていた。これは、成長の良好な北部海域に匹敵する生産量であり、海域の持つ生産力は北部海域に負けないことを示している。延縄は筏式と比較して2倍程度の収穫量が期待出来ることが分かったが、施設の改良等によりカキに係るストレスを少なくさせれば、海底設置区並に収穫量を増大させる可能性が秘められている。

今回の結果から、海底設置施設でのカキ収穫量が最も良好であったが、これは規模や取り扱い等、漁業者に普及させるには解決すべき問題点も多い。従って、延縄と筏式の比較を収穫量、施設設置費から試算を行い、表3に示した。今回の試験は垂下開始が6月と遅く、一般的な南部地域でのカキの重量と比較して軽かったために、

表3 延縄と筏の効果試算

試験区	施設面積 (m <sup>2</sup> )	垂下数 (本)	施設費 (万円)	1ロープ収穫量 (kg)	1施設収穫量 (kg)	面積収量 (kg/m <sup>2</sup> )	単価収量 (kg/万円)
延縄	50	200	30	16	3200	64	107
筏	200	1000	100	8	8000	40	80

試算は12月における1垂下ロープあたりの平均的な南部波浪域での収穫量8kgを基準とし、延縄はその2倍の収量が見込まれると仮定して行った。

施設1m<sup>2</sup>あたりの収穫量は、延縄式の方が64kgであり、筏式と比較して1.5倍程度の収穫量が見込まれることが分かった。また、施設費用1万円あたりの収穫量も延縄の方が107kgと、筏に比べて良好であった。この結果から、延縄施設は筏施設よりも面積、金額的にみて優れていることが示された。

## 文 献

- 1) 佐藤博之：豊前海カキ養殖産地育成事業(1)生物環境調査.福岡県水産海洋技術センター事業報告,平成10年度,262-264(2000)

# 海面養殖高度化推進対策事業

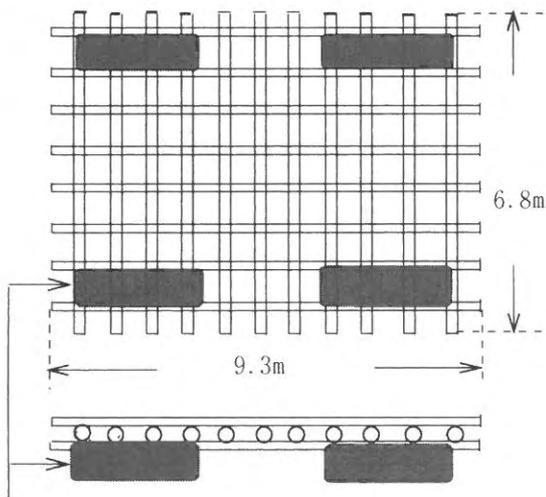
## (2) 耐波性カキ養殖施設の開発

寺井 千尋・中川 浩一・中川 清・江崎 恭志

豊前海のカキ養殖は1983年から行われており、現在では冬季の重要な漁業となっている。しかし、夏季台風等のシケによる養殖施設の破損が問題となっている。カキ筏の破損は、波浪により筏の縦材の中央部が折れていることから、小林、徳田(1993)<sup>1)</sup>は筏の縦モーメントを軽減する方法を考案している。今回は、浮力調節型FRP製フロートを使用して、筏への波浪の影響が小さくなるように筏を海表面下に沈下させる方法で耐波性試験を行ったので、ここに報告する。

### 方 法

実験用筏は、長さ9.3m×幅6.8mで、節をすべて抜いた竹とアルミメッキ#8番線で作成し、浮力調節型FRP製フロート（浮力300kg：以下、フロートという。）4個を装着した。図1に筏の構造を示した。



浮力調節型FRP製フロート

図1 実験用筏の構造

平常時は、フロートに空気を注入することにより浮力の調節を行い、海表面上に筏を留ませた。台風の来襲時には、フロートの空気を抜き、海水を注入させて浮力を下げ、筏を海表面下へ沈下させた。試験は1999年4月～翌年1月まで豊前市宇島地先4km沖合(水深11m)で行った。また、カキの成長具合を見るため月1回、対象区の宇島地区の養殖筏と沈下式筏のカキを採取し、重量を測定

した。

沈下式筏は常時、海水に浸かっているため構造材である竹の強度が劣化している可能性が考えられたので、試験終了後、竹の強度試験を行った。竹の試験は、森林林業技術センターに依頼した。

強度試験は、構造材として竹が使われている形状で曲げ破壊に対する強度を見た。試験方法は支点間距離150cm、荷重点降下速度15mm/分の中央集中荷重方式で行った。

図2に試験方法を示した。

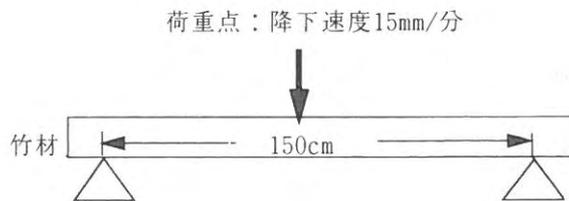


図2 強度試験の方法

### 結果及び考察

実験開始時の筏は、フロートの浮力をゼロにすると筏自体の浮力で海表面に浮いている状態であった。その後、カキと付着物の重量が増すにつれ筏の浮力が減るので、フロートの浮力を調節し筏を海表面に保った。浮力を調節する際には、ゴムホースを使用してフロートに空気を注入出させ、筏の釣り合いをとったが、この釣り合いをとるのはかなり難しく、また付着物が繁茂した筏上は滑りやすく作業の面で問題があると思われた。9月24日に九州を縦断する形で台風18号が来襲した。このとき沈下式筏は、あらかじめ海面下0.3mくらいに沈下させておいた。台風18号来襲時、所内の風向風速記録計は東南東の風、最大28.5mを記録し、海上は猛烈なシケであった。このときの有義波を推定するため所内の風向風速記録の10m以上の風速の風を10分ごとにとり、それを平均して1時間の風速とした。初めに風速13.2mの風が1時間吹き、ついで風速14.9mの風が1時間、風速20.2m

が1時間、風速25.7mの風が0.5時間吹いた。吹送距離は31.3kmであった。有義波は、ウィルソンの方法により波高 $H_{1/3}$ は1.5m、周期 $T_{1/3}$ は4.4secと推定された<sup>2)</sup>。台風18号により宇島地区のカキ養殖筏の5割が半壊以上の被害を被り、損傷のなかった筏もカキの脱落が2~4割みられたが、沈下式筏には損傷はなく、カキの脱落も見られなかった。これは沈下式筏が海面下0.3mの位置に沈下していたため、海面上0.6~1mに設置されている宇島地区のカキ養殖筏より筏が波に乗って上下にゆすられたりするなどの波浪の影響が少ないので、カキの脱落が起こらなかったのではないかと考えられた。

図3に竹の強度試験の結果を示した。

新竹の最大荷重は350~1004kgfで、使用1年後の竹(以下、1年後の竹という)は、334~891kgfであった。新竹と1年後の竹の最大荷重について有意水準5%でt検定を行ったが、有意差は見られず、新竹と1年後の竹の強度の差についてはわからなかった。

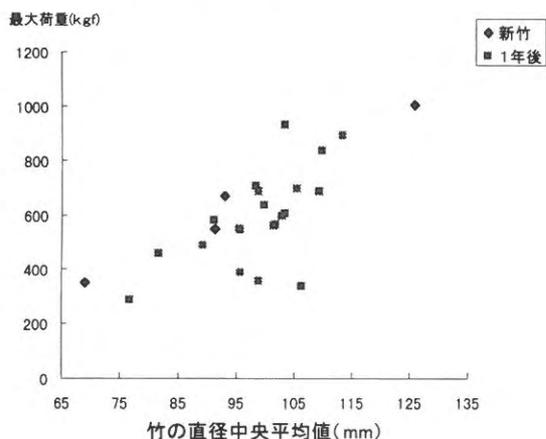


図3 曲げ試験結果(最大荷重)

小林らによると竹の平均最大荷重は、新竹で1088kgf、1年後で933kgfとしている<sup>1)</sup>。今回の場合、新竹と1年後の竹の各平均最大荷重がそれぞれ740と602kgfで小林らの値より低いが、これは小林らの強度試験の方法が $1\text{cm}^2$ の小試験体を使用した試験で、今回は竹本来の形状で、かつ実際に竹にかかると思われる負荷の方法で行った試験のため出てきた物理的数値の違いと考えられた。試験方法による物理的数値の違いはあるが、やはり1年後の竹の強度は劣化するのではないかと思われた。また、小林らは、通常の筏の竹が破壊される平均最大荷重を467kgfと推定している<sup>1)</sup>。沈下式筏の竹の場合、1年後の竹の最大荷重が、この値より低値のものもあるが、低値の竹でも損傷は見られなかった。したがって、沈

下式筏の構造材の竹は、台風18号のシケ時に筏が海面下にあったため、筏構造材にかかる荷重は破壊するまで至らなかったと推察された。

沈下式筏と通常の筏(対照区:宇島地区カキ筏)の月別カキむき身平均重量を図4に示した。

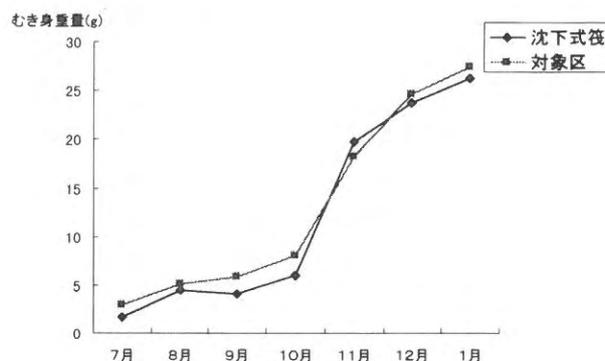


図4 カキむき身重量の推移

カキは対象区の筏と沈下式筏ともに、ほぼ同様な成長を示した。

沈下式筏でのカキ養殖については、耐波性やカキの脱落が起こりにくい等の利点も見られるが、絶えず海水に筏が浸かっているため竹の強度劣化や竹表面に付着物が繁茂して滑りやすいうえ、作業をするため筏を浮上させたり、また釣り合いをとって沈下させる作業が必要となって作業等に危険と煩雑さがつきまとう。したがって、漁業者へ普及を図る場合には、これらの点のさらなる改良が必要と思われる。

## 謝 辞

本事業を行うにあたり森林林業技術センター資源開発課 主任技師 占部達也氏には、竹の強度試験及び適切なご助言をいただいた。お礼を申し上げます。

## 文 献

- 1) 小林 信, 徳田真孝: 平成4年度カキ養殖漁場造成技術開発事業調査業務報告書, 135-160(1992)
- 2) 海洋大辞典, pp399-403, 東京堂出版

# 豊前海あかがい養殖産地育成事業

中川 浩一・江崎 恭志・中川 清・神蘭 真人

現在、豊前海区では収入の不安定さから後継者不足による高齢化が進行しており、60歳以上の漁業者の割合は50%以上に達している。そのため、重労働を伴う漁業から、養殖等の収入の安定した軽作業型漁業への転換が必要となっている。

アカガイは殻長100mm以上に達するフネガイ科の大型貝で、単価が高いことから養殖対象種として有望視されており、山口、大分および香川県では既に漁業者による養殖が行われている。

当海区においても、平成6年度より漁業者によるアカガイの試験養殖が開始され、8年度には殻長70mm出荷サイズまで成長することが確認され、試験出荷が行われた。10年度よりアカガイ区画漁業権を設置するとともに、全17漁協中9漁協の青壮年部および高齢者が主体となってアカガイ養殖研究会が発足し、本格的な試験養殖が開始された。

本事業は、ノリ、カキに次ぐ新たな養殖業として当海区で新たに定着しつつあるアカガイ養殖の安定生産に関する技術開発に取り組むものである。

## 1.平成11年度種苗生産

### 方 法

採卵は、精子添加と温度刺激を併用して、6月2日に行った。採卵母貝は8年度より当地先でカゴ養殖を行っていた平均殻長70mm前後の3年貝を30個用いた。得られた幼生は飼育水1mlあたり2個の密度で1トン水槽に收容し、飼育を開始した。飼育水には、紫外線殺菌海水を用いた。餌料は、400万細胞/mlに増殖したPavlova Lutheriを1日あたり6l投餌した。平均殻長が240 $\mu$ mに達した時点で、付着基としてカキ殻コレクターを投入した。

### 結果および考察

平成11年度アカガイ採卵結果を表1に示した。雌8個体より計1.4億の卵が得られ、ふ化率も86%と良好であ

った。幼生の飼育は、このうちの2千万個を1トン水槽10基を用いて行った。

表1 平成11年度採卵結果

採卵日	♀反応数 (個)	産卵数 (千個)	D型幼生数 (千個)	ふ化率 (%)
6月2日	8	140,000	120,000	86

浮遊幼生飼育試験結果を表2に示した。幼生飼育時における大量へい死の発生もなく、順調に成長した。平均殻長が240 $\mu$ mに達した7月8日での生残率は78%と、良好であった。トリガイやアサリでは、浮遊幼生飼育時の大量へい死がしばしば問題となるが、アカガイの場合は比較的浮遊幼生の飼育が容易な種であると思われる。

表2 浮遊幼生飼育結果

開始時			終了時			
月日	平均殻長 ( $\mu$ m)	幼生数 (千個)	月日	平均殻長 ( $\mu$ m)	幼生数 (千個)	生残率 (%)
6月3日	70	20,000	7月8日	240	15,600	78

7月8日に付着基として各1トン水槽に(計10基)カキ殻コレクターを50個ずつ投入した後の沈着幼生飼育試験結果を表3に示した。

表3 沈着稚貝飼育結果

開始時			終了時			
月日	平均殻長 ( $\mu$ m)	幼生数 (千個)	月日	平均殻長 ( $\mu$ m)	幼生数 (千個)	生残率 (%)
7月8日	240	15,600	9月20日	2,000	3,120	20

コレクター付着後の沈着稚貝の生残率は20%と低下したが、最終的には計300万個の付着稚貝を得ることが出来た。この稚貝は、10月から中間育成用の種苗として、約20万個ずつ柄杓田、恒見、吉田、曾根、蓑島、吉富漁協へと順次配布を行った。

## 2.へい死要因究明試験

### 方 法

近年、8~9月にかけて、海底カゴを用いて養殖しているアカガイがへい死する事例が発生している。豊前海

でのアカガイ養殖漁場は水深が10m以浅の泥質な海底で行われているといった特徴を持っている。このような海域では夏季の底水温は28℃に達し、しばしば貧酸素水塊が発生することが知られている。そこで、無酸素状態で水温を変化させた場合のアカガイのへい死状況を調べるため室内実験を行った。試験には300ml容のフラスコを用い、飼育水は窒素ガスを通気し無酸素状態(DO濃度3%以下)とした。平均殻長10mmの稚貝を用いて、種々の温度に設定した試験区(表4)に稚貝を10個ずつ収容し、密栓をして安置した。

### 結果および考察

貧酸素耐性試験結果を図1に示した。水温の上昇に伴い、稚貝のへい死率は高くなっており、特に、28℃区においては、試験開始後72時間後にすべての個体がへい死した。

この結果から、アカガイは無酸素状態でも水温が低ければ長時間耐えられるが、水温が高くなるに従って比較的短時間でへい死することが分かった。

表4 貧酸素耐性試験結果

開始時			終了時			
月日	平均殻長 (mm)	幼生数 (千個)	月日	平均殻長 (mm)	幼生数 (千個)	生残率 (%)
7月8日	240	15,600	9月20日	2,000	3,120	20

今後は、実際の海域での実証試験を行い、モニタリング体制の強化および貧酸素水塊発生時の避難態勢の確立を行う必要性が感じられた。また、カキ筏を用いた海中垂下式養殖技術の開発等、新たな養殖手法の開発の必要性も示唆された。

### 3.新養殖技術開発試験

#### 方 法

豊前海におけるアカガイ養殖は、夏期高水温時におけるへい死が問題となっている。へい死発生要因としては、台風通過時の覆泥や貧酸素水塊の発生による窒息死である可能性が示唆されている。これらを防止する策の一つとして、覆泥や貧酸素水塊の発生しない表、中層における海中垂下養殖試験を行った。

サンテナーカゴ(300×500mm)に、底質として海砂を60mm敷き詰め、当研究所で中間育成を行ったアカガイ稚貝(平均殻長17.9mm)を20個収容して、成長、

生残試験を実施した。試験は平成11年6月より図1に示した吉富漁協青壮年部所有のカキイカダを用いて、海面下2mにおける海中垂下試験を行った。

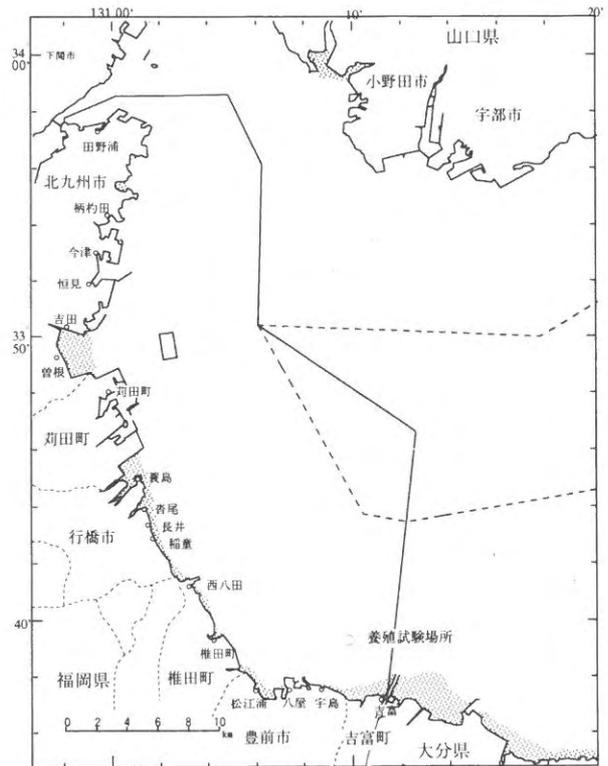


図1 アカガイ養殖試験場所

### 結果および考察

試験は10月の台風18号通過時にカゴが流出したために、9月まで行った。アカガイ平均殻長の推移を図2に、生残率の推移を図3に示した。

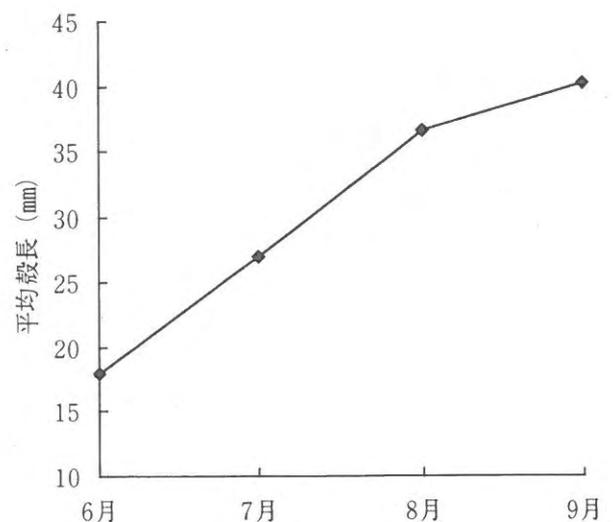


図2 アカガイ平均殻長の推移

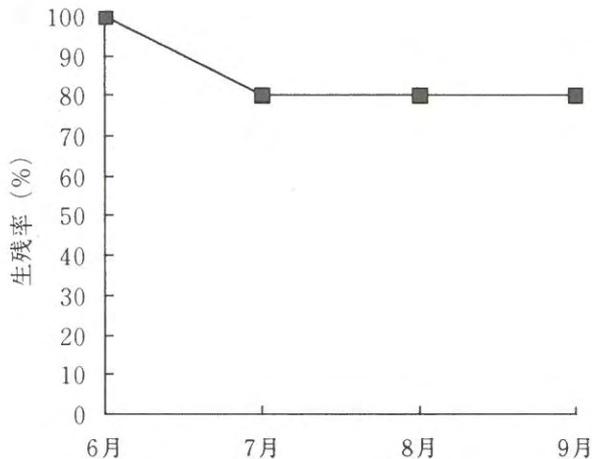


図3 アカガイ生存率の推移

6月、7月、8月および9月におけるアカガイ平均殻長は各々17.9、27.0、36.7および40.3mmであり、3ヶ月で22mmの成長が見られた。この結果から、海中垂下したアカガイの成長は、従来から行われている海底カゴ養殖と同程度が見込まれると思われた。また、生存率も80%と、夏期高水温時のへい死が見られず、良好であった。

これらの結果から、海中垂下式でのアカガイ養殖の可能性が示唆された。現在、豊前海にはカキ養殖が盛んに行われており、全域において約150台ものカキ養殖イカダが設置されている。これらを利用することにより、覆泥や貧酸素を回避したアカガイ養殖が可能になるものと思われる。今後は、垂下するアカガイ収容器の改良や70mm出荷サイズまでの養殖試験を行う必要がある。

#### 4. アカガイアンケート調査

##### 方 法

アカガイはカキやアサリとは異なり、一般家庭ではほとんど消費されず、主に寿司ネタとして飲食店等で消費されている。そこで、現在のアカガイの流通、消費実態を把握するためにアンケート調査を実施した。

福岡県北九州市、福岡市、苅田町および豊前市と大分県中津市の寿司店を対象に、アカガイの仕入れに関するアンケート調査を実施した。調査は平成12年2月に、任意に抽出した50店にアンケート用紙を郵送し、同封した返信用封筒にて回収する方式で行った。

#### 結果および考察

##### (1) アンケート回収結果

アンケートは8件の回答（回収率16%）を得られた。地区別に見ると中津市、豊前市が2件苅田町が1件、不明が3件であった。

##### (2) アカガイ産地

仕入れたアカガイの産地を図4に示した。

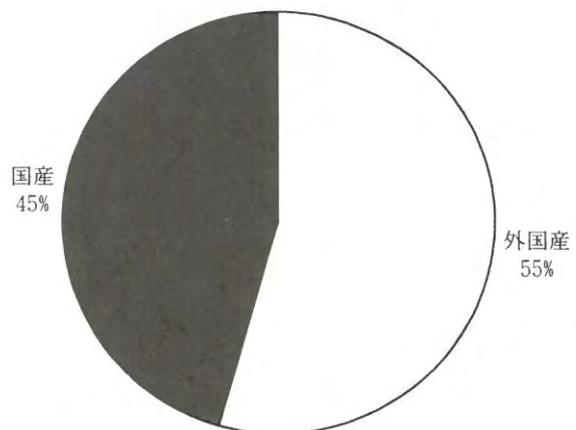


図4 アカガイの産地

国産と比較して、外国産のアカガイを使用する割合が高かった。また、外国産アカガイの産地国を図5に示した。

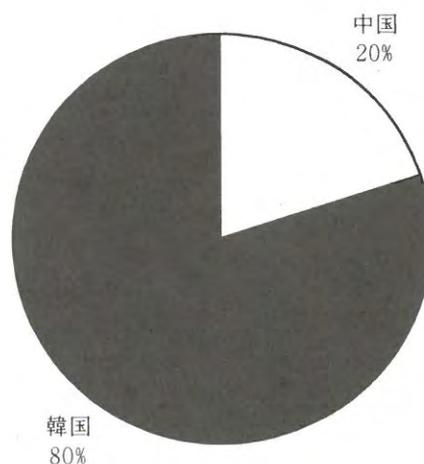


図5 外国産アカガイの産地国

80%が韓国であり、主な輸出国となっていることが分かった。

### (3)仕入れ形態

アカガイの仕入れ形態を図6に示した。

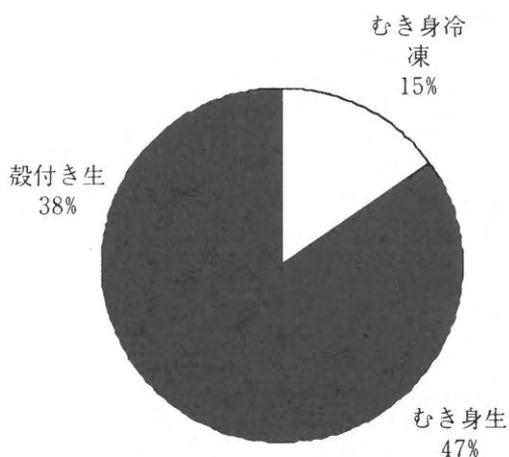


図6 アカガイの仕入れ形態

アカガイの仕入れ形態を図6に示した。むき身生と冷凍を合わせると60%以上がむき身で仕入れを行っていた。養殖されたアカガイは、殻を多う殻毛が剥げ、見かけが悪いことから単価が安いことが問題となっている。今後はむき身の需要も多いことから、むき身での出荷も検討すべきであると思われる。

### (4)豊前海産のアカガイの使用

豊前海産のアカガイの仕入れ意欲を図7に示した。

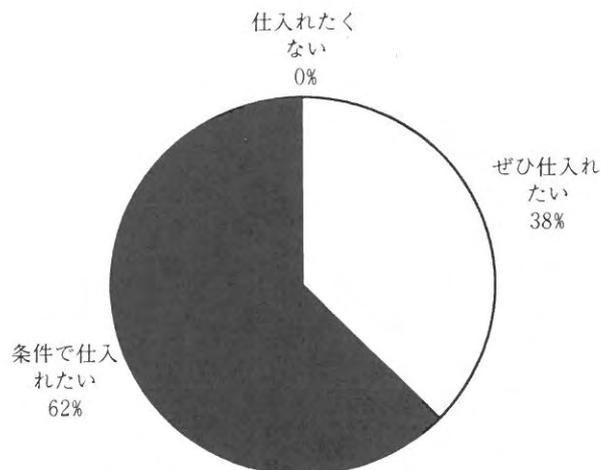


図7 豊前海産アカガイの仕入れ意欲

すべての回答者が、条件しだいおよびぜひ仕入れたいと前向きな回答を行っていた。条件面では、品質および単価と回答した人が多かった。また、国産のアカガイが非常に品不足で高価なため、外国産のアカガイを使用している例も見られた。高品質の国産アカガイは市場では品薄であり、この分野での市場を開拓すれば、豊前海産アカガイの需要は高いものと思われた。

# 浅海性二枚貝増養殖技術研究

中川 浩一・江崎 恭志・中川 清・片山 幸恵

福岡県豊前海域では、漁船漁業の漁獲低迷および漁業者の高齢化が進むなか、地先において手軽に自己管理でき、安定した収入の見込める養殖業の普及を望む声が高い。そこで、単価が高く、比較的成長の早い大型二枚貝であるミルクイを養殖対象種として選定し、養殖事業化に向けての技術開発を行った。

## 方法

ミルクイの生育に適した底質を選定するために、砂、まさ土、しばふ土を用いて養殖試験を行った。

各々の試験土を60mmの厚さに敷き詰めたコンテナカゴ(300×500mm)に、当研究所で種苗生産を行ったミルクイ稚貝(平均殻長11.6mm)を20個体ずつ収容して、成長、生残試験を実施した。試験は平成11年6月より図1に示した吉富漁協青壮年部所有のカキイカダを用い、海面下2mに垂下して行った。

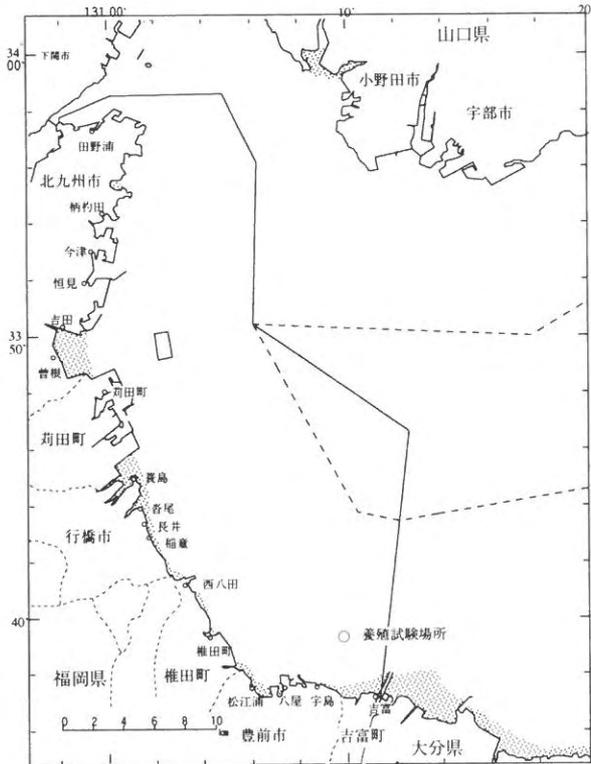


図1 ミルクイ養殖試験場所

## 結果

試験は10月の台風18号通過時にカゴが流出したために、9月までとなった。

### 1. 稚貝の成長

稚貝の成長の推移を図2に示した。

9月での平均殻長は、砂、まさ土、しばふ土で各々32.2、30.5および29.4mmであり、砂区での成長が最も良好であった。しかしながら、他の区においても同程度の成長を示した。

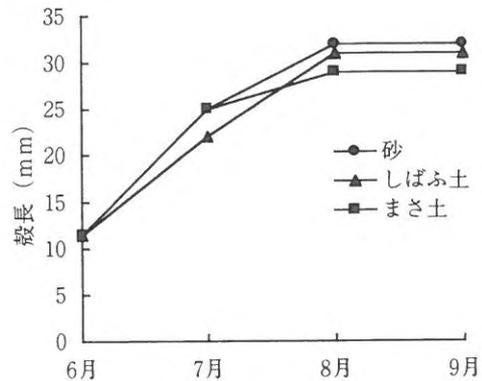


図2 稚貝の成長の推移

### 2. 稚貝の生残率

稚貝の生残率の推移を図3に示した。

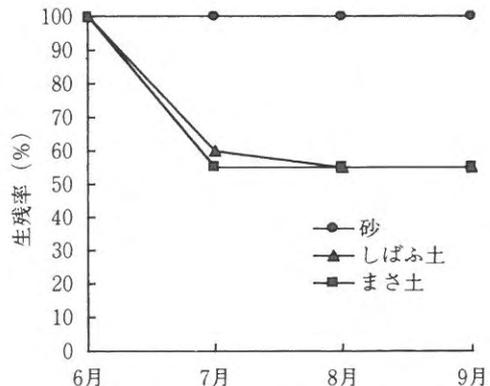


図3 稚貝の生残率の推移

9月での生残率は砂、まさ土、しばふ土で各々100、55  
および55%であり、砂区での生残率が最も良好であつ  
た。他の区は初期減耗により、生残率は50%程度に低  
下したが、その後のへい死はほとんど見られなかった。

今回の試験結果から、カゴを用いて海中に垂下してミ  
ルクイを養殖する場合、その底質は砂が最も優れている  
ことが分かった。しかしながら、他の区の成長も砂と比  
較して同程度の成長を示し、また初期減耗を防止すれば、  
砂と同様の生残率を示す可能性も示唆された。砂と比較  
してまさ土、しばふ土のほうが軽量であり、取り扱いに  
優れていることから、これらの初期のへい死原因につい  
ての解明が必要である。また、出荷サイズまでの養殖を  
試み、成長に要する養殖期間から施設の改良および養殖  
種としての適性について判断する必要がある。

# 藻類養殖技術研究

寺井 千尋・中川 浩一

ノリ養殖は全国的に過剰生産及び価格の低迷等で、養殖経営体数が減少しつつある。豊前海においても同様である。しかし、ノリ養殖は現在でも冬季における豊前海の重要な漁業のひとつである。平成11年度のノリ養殖の概況について報告する。

## 方 法

海況の水温、比重は宇島漁港内の定点観測値を、栄養塩類の無機三態窒素量については、毎月1回行われる浅海定線の3定点（st-3, 11, 13）表層分析結果の平均値を使用した。ノリの生育及び病害発生状況は、随時ノリ漁場における調査結果を、生産状況は福岡県漁業協同組合連合会の共販結果を使用した。

## 結 果

### 1. 海況

#### (1) 水温

図1に水温の推移を示した。

水温は採苗期の9月下旬から11月下旬まで平年より約4～1℃高めで推移し、その後、平年並みとなり、12月中下旬には平年より低めとなった。平成12年1月は再

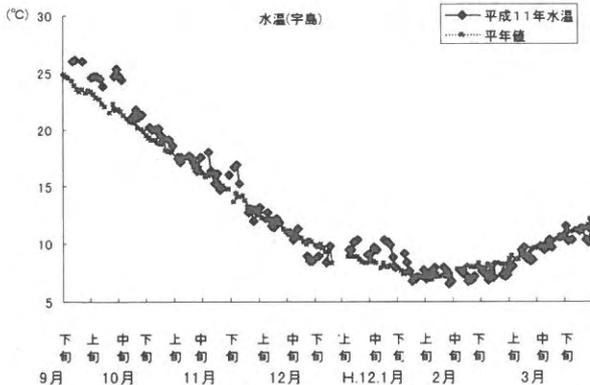


図1 水温の推移

び平年より高めに推移したが2月の上旬には平年並みとなり、中旬以降平年より低めで推移した。今年度の特徴は採苗期と育苗期に高水温が続いたことであった。

#### (2) 比重

図2に比重の推移を示した。

比重は漁期中、平年より低めで推移した。

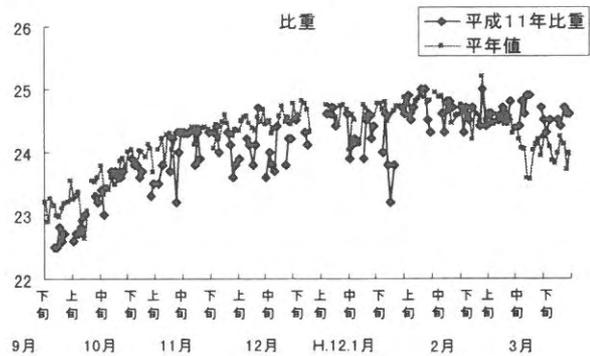


図2 比重の推移

#### (3) 無機三態窒素(DIN)

図3にDIN濃度の推移を示した。

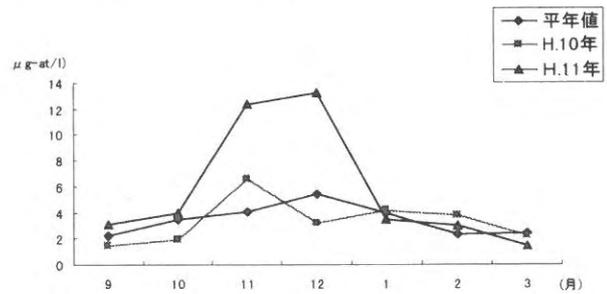


図3 DIN濃度の推移

DINは、11、12月はかなり高めで、それ他の月は平年並みであった。

### 2. 養殖概況

#### (1) 採苗状況

高水温のためノリの採苗は例年より遅れ、10月9日から開始された。その後も水温は高く推移し、ノリ胞子の放出が遅れ、採苗期間は長期におよび、網の汚れが目立ったため網洗いを奨励した。なお、芽付きは、薄目であった。

## (2) 育苗状況

育苗期も高水温傾向が続き、高温障害や芽いたみが心配されたが被害は少なく、冷凍網の入庫は昨年 비해1週間早く、11月5日から開始された。

## 3 病害状況

豊前海中部漁場では11月中旬に、あかぐされ病が発生、高水温と低比重のため蔓延し、秋芽網の一斉撤去となった。中部漁場以外では、あかぐされ病被害は軽微で、生産が順調に行われた。1月以降、あかぐされ病は見られたものの低水温のため蔓延することはなかった。

2月以降、低水温と栄養塩の減少のため生育が悪く、色調も不良であった。

## 4 生産状況

11年の共販結果を表1に示した。

平成11年度のノリ共販への出荷は、第2回目以降からで、高水温による採苗の遅れとあかぐされ病のため少量の出荷となった。第3、4回の生産枚数は、前年度と変わらなかった。11年度の生産枚数は5,820千枚(対前年度比54%)で、生産金額34,427千円(対前年度比51%)で、平均単価5.92円(対前年度比96%)であった。

表1 平成11年度のノリ共販結果

共販日	H.11年度生産 枚数(千枚)	H.11年度生産 金額(千円)	H.11平均単価 (円)
H11.12.10	697	6,670	9.57
H11.12.25	901	7,511	8.34
H12.1.12	1,046	5,320	5.08
H12.1.28	799	4,370	5.47
H12.2.11	521	3,136	6.01
H12.2.25	316	1,138	3.61
H12.3.10	595	2,033	3.42
H12.3.30	945	4,249	4.50
計	5,820	34,427	5.92

# 複合的資源管理型漁業促進対策事業

## (1) 小型底びき網漁業

中川 清・中川 浩一

福岡県豊前海域では他海域と同様、水産資源の減少や魚価の低迷など諸問題を抱えており、今後の沿岸漁業の存続・発展を図るために資源管理型漁業の推進が不可欠である。

これまでの資源管理は特定魚種を対象として、関係する漁業種類で統一して小型魚の再放流などを実践してきた。この方法により漁業者の管理意識の向上など大きな成果が得られたものの、実情の異なる漁業種類間や地域間での調整が難しく、さらに踏み込んだ管理を行うことが困難となってきた。そこで、将来にわたり資源管理型漁業を推進していくには、共通認識を持つ漁業種類単位の管理を新たに展開する必要がある。

本事業は当海域の基幹漁業である小型底びき網を対象とし、漁業実態や対象魚種の資源生態を把握するとともに、漁獲物の有効利用に関する検討を行い、漁家経営を含めた当該漁業における資源利用の適性化と効率化を目的として行う。

### 方 法

当該事業は活動指針及び実施計画に基づき各種の調査や取り組みを行っているが、本報では当該漁業で現在最も漁獲量が多く、前年度のアンケート調査結果<sup>1)</sup>から最も依存度が高いとされるシャコについて下記の調査・解析を行った。

#### 1. 漁獲動向調査

シャコの漁獲変動をみるため、福岡農林水産統計年報から昭和53～平成10年までの小型底びき網漁業第2種（えびこぎ網：以下2種という）及び第3種（けた網：以下3種という）の漁獲量を整理した。

#### 2. 市場調査

豊前沿海域のほぼ中央部に位置する行橋市魚市場における水産物取扱データから11年4月～12年3月までのシャコ水揚量と価格の集計・整理を行った。

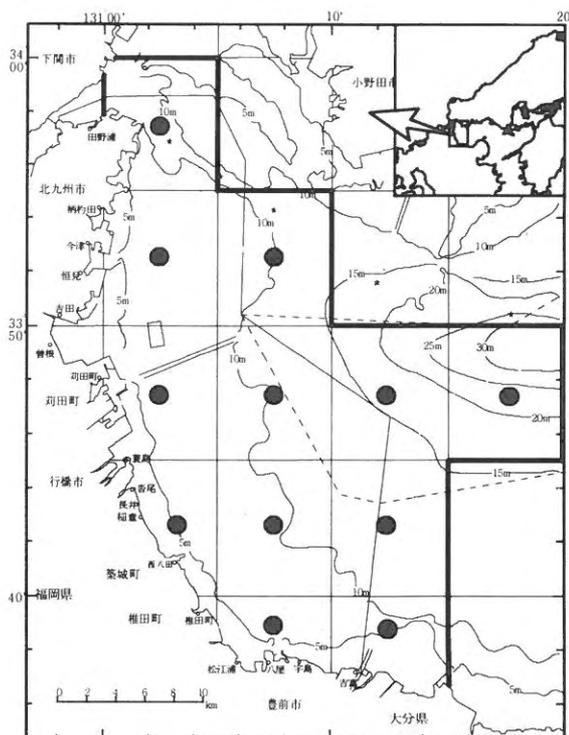


図1 調査点図(●)

### 3. 資源状況調査

周防灘36調査点において平成11年5、8、11月及び12年2月に福岡、大分、山口県合同の小型底びき網による資源状況調査を実施した。そのうち福岡県が担当する12調査点は図1に示したとおりである。調査は漁業実態に合わせ5月は昼間、8月は夜間に2種で30分の曳網、11月及び2月は昼間に3種で20分の曳網とした。調査対象魚種は当該海域の重要度から39種を選定し、採集物の中から選別の上、調査点毎に体長、体重等を測定した。得られたデータから今回シャコについて福岡県内の時期別調査点別データを集計、解析した。

### 結 果

#### 1. 漁獲動向調査

小型底びき網によるシャコ漁獲量と2種、3種による漁獲割合の経年変化は図2に示したとおりである。漁獲

量の経年変化をみると、平成2年以前については400～1200トンまでの大きな変動があるものの特に減少、増加傾向は認められない。しかし3年以降はその変動幅が小さくなるとともに、やや減少傾向を示すようになった。

当該漁業の許可上の操業期間は2種ではほぼ周年、3種は秋～春であるが、底びき網漁業者はほとんどが双方の許可を持っており、操業実態としてはほぼ5～10月が2種、11～4月が3種となっている。両者の漁獲割合は昭和50年代で3種が70～80%を占めていたが、その比率が次第に低下し、平成4年以降は2種のそれが40%台

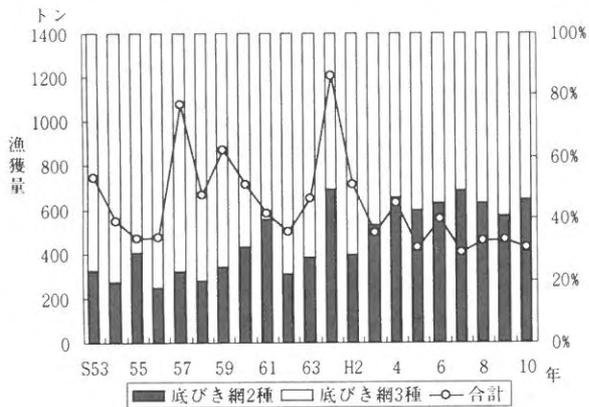


図2 シャコ漁獲量・漁業種類別割合の経年変化

を占めるようになった。底びき網の操業は周年をとおして多くの魚種を対象に行われるが、この結果から近年2種におけるシャコへの依存度の増加が認められる。

## 2. 市場調査

行橋市魚市場におけるシャコの旬別水揚量・平均単価は図3に示したとおりである。水揚量の推移をみると4月から翌年の3月にかけて増加傾向にあるが、局所的な減少は禁止期間または区域等の制限などで、当該漁業者の多く又はすべてが休漁する時期によく対応している。

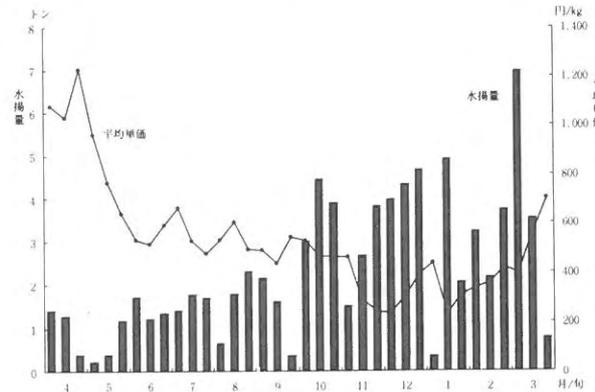


図3 行橋市魚市場のシャコ旬別水揚量・平均単価

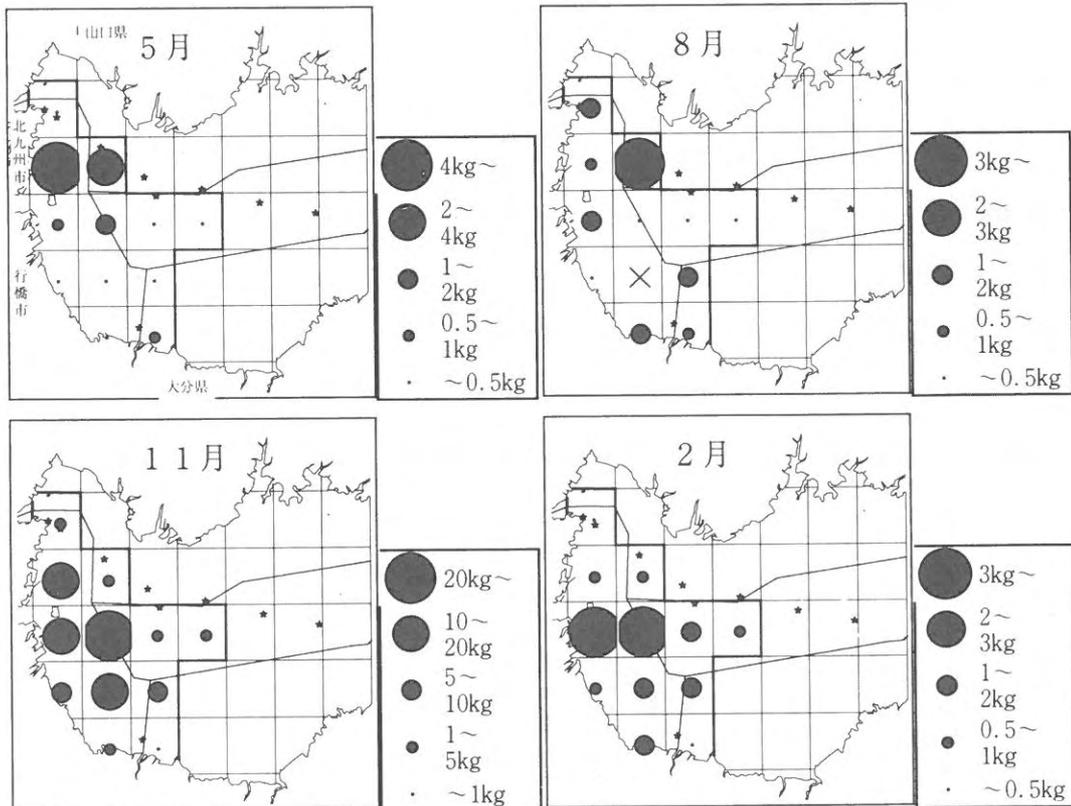


図4 時期別調査点別分布状況 (10,000m<sup>2</sup>当たり採集量)

ここでは4月下旬～5月中旬、9月下旬、11月上旬と正月休みの1月上旬がこれに当たる。なお、3月下旬～4月中旬の操業は沖合域の一部に限定されるが、後述する高単価の影響から積極的に操業を行う漁業者がいるため、ある程度の水揚がある。

平均単価は4月下旬の1,200円/kg台を最高に翌年1月上旬にかけて減少し、その後再び増加傾向を示した。この大きな推移は水揚量のそれと逆の変動を示し、また局所的にみても、水揚量の増減が平均単価に与える状況がよくわかる。ただし特定の時期、例えば11月下旬～12月下旬、1月上旬～3月中旬では水揚量の増加とともに単価の上昇が認められる場面もある。前者については11月下旬の身入りの悪い状態から回復する過程、後者は身入りの向上と生殖腺の発達に伴う商品価値の上昇による影響と判断される。

### 3. 資源状況調査

時期別調査点別のシャコの分布状況は図4に示したとおりである。これによるとシャコは5、8月には北～中部沿岸域で多い傾向を示し、11月には中部を中心として沿岸域一帯に拡大したが、2月では再びそれが縮小し中部沿岸域が中心となった。

時期別総採集量と単位面積当たり採集量を表1に示した。これによると総採集量は5、8月が40kg前後で、11月には90kgと前2調査を2倍以上も上回ったが、2月には17kgと再び減少し、5、8月の1/2以下となった。2種と3種の曳網面積を漁具規模・船速・操業時間から算出すると、前者で35,000～38,000㎡、後者で10,000㎡程度となる。各月の採集量を単位面積当たり採集量に換算すると、11月は5、8月に対し7倍以上に増える一方、2月は5、8月とほぼ同程度の数字となる。本調査結果は四季による資源や分布の変化というより、漁具による漁獲効率、季節によるシャコの生態との関連が強いと考えられる。すなわち11月は3種の漁獲効率の高さ、2月については水温低下によるシャコの活性低下が要因と考えられるのが妥当であろう。

時期別体長組成を図5に示すが、これによると5月のシャコは80～90mm、8月は100mmにモードを有する1歳以上が主体で、11、2月になるとそのモードは100mm以上の大型個体へ移行するが、一方で当歳とみられる60mmモードの個体も非常に多く入網し、採集数としては1歳以上の群を大きく上回った。

## 考 察

小型底びき網漁業によるシャコ資源の利用について上妻ら<sup>2)</sup>の報告による平成5年以前の状況と比較すると、2種におけるシャコへの依存度の増大は今回把握した漁獲動向からみても定着した感がある。さらに行橋市魚市場の水揚変動に注目すると、当時指摘された6～9月の増加のほか、10月、1～3月の増加が過去に比べ目立っている。現在漁獲量は微減傾向にあることから、今後とも資源利用の変化には充分注視する必要がある。

表1 時期別総採集量・単位面積当たり採集量

	単位：kg			
	5月	8月	11月	2月
総採集量	42.5	37.7	91.7	17.3
10,000㎡当たり採集量	1.0	1.1	7.4	1.3

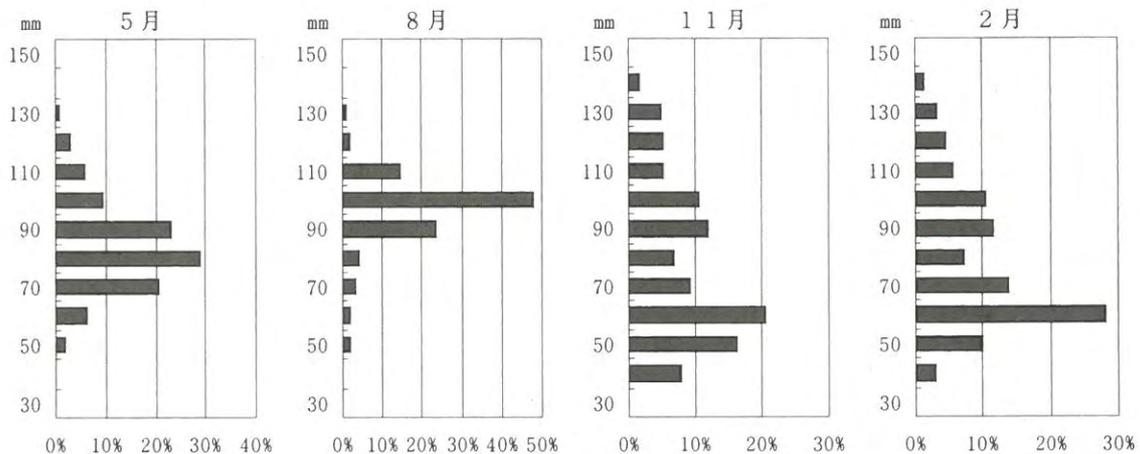


図5 時期別体長組成（個体数%）

現在豊前海ではシャコの資源管理への取り組みとして全長12cm（体長約11cm）以下の再放流が進められているが、現在の操業実態と四季の体長組成からみて、春～夏に入網する対象直前サイズ（1歳群）の出荷防止と投棄時斃死対策、秋～冬季における当歳群の斃死対策が重点課題となる。出荷対策に関しては品薄時に小型のシャコを出荷するケースもまだあり、必ずしも遵守されているとはいえないが、底びき網漁業部会の積極的な活動によって管理意識が高まっており、組織の維持・強化により対応が可能と考えられる。また、斃死対策についても同部会が11年度に漁獲物の生残を高める海水シャワー装置<sup>3)</sup>の普及を果たしている。この装置がシャコ等の水産資源に与える好影響は大きいと考えられ、今後その効果を精査する必要がある。いずれにしても資源管理は漁業者の実践が必要かつ最も効果的であるのはいうまでもなく、今後とも資源利用実態を踏まえた問題解決について協議していく予定である。

シャコの単価については今回の結果から分かるように集中漁獲・出荷の影響による下落の傾向は明確である。特に豊前地区は供給先が限定された小規模な魚市場が多く、他地区に比べてもこれが顕著に現れると考えられる。こうした非効率的な漁獲実態への一対策としては蓄養等による出荷調整が考えられる。例えば大量漁獲時のシャコを時化時に出荷する短期蓄養のほか、3月時のシャコを操業制限期間で価格が高騰する4～5月まで品質を維持しつつストックする手法、11月の身入りの悪いシャコを品質向上させ、価格の上昇に応じて出荷する手法等が考えられる。現状からみて簡易な蓄養手法、蓄養施設が開発されれば漁業者への普及の可能性が高い。資源の有効利用に関しては出荷調整のほかにも漁獲調整、新規販路開拓等が考えられるが、漁業者の実践のためには漁家経営上の問題を十分に考慮し、検討しなければならない。

資源状況調査からみたシャコの分布状況は季節によって異なるものの、総じて中北部がその中心となる傾向を示した。当海域におけるシャコの分布に関しては、有江<sup>4)</sup>が標本船日誌の解析により、資源状況に応じて「沿岸域に多く沖合域に少ない型」と「沿岸域にも沖合域にも多く分布する型」の年があるとしているが、今回の調査結果及び合同調査を行った山口、大分県からの調査概要の聞き取りから、本県寄りの沿岸域に多い傾向が伺えた。本県海域内の分布傾向については過去の報告と必ずしも対応しておらず、定性的な調査と季節によって対象魚種を変える漁業実態との差異はあると思われる

が、少なくとも当海域の北寄り沿岸は主分布域に当たると推定される。今後は山口・大分県の調査結果を総合的に解析するとともに、本調査を継続して行うことによって定性的な分布状況を把握し、将来的には時期や調査点を絞った資源量簡易予測手法を検討する必要がある。

なお、四季の調査のうち5,11月はそれぞれ2種、3種解禁前の禁止期間に当たる。また、5月は漁獲対象直前の1歳群の資源状況、11月は当歳群の発生状況を把握するのに適しており、漁業者への漁期前情報とともに資源状況の周知を行うことにより、効率的操業と管理意識の向上が期待できる。

## 文 献

- 1) 中川浩一・江藤拓也：複合的資源管理型漁業促進対策事業(3)小型底びき網漁業の操業実態調査，福岡水海技セ事報，10,284-287,(2000)。
- 2) 上妻智行・徳田真孝：豊前海におけるシャコの成長・成熟および漁獲実態，福岡水海技セ研報，7,25-31,(1997)。
- 3) 江藤拓也・中川浩一：複合的資源管理型漁業促進対策事業(4)小型底びき網漁業への海水シャワー器具導入試験，福岡水海技セ事報，10,288-289,(2000)。
- 4) 有江康章・徳田真孝・濱田弘之・上妻智行：福岡県豊前海産シャコの漁業生物学的研究-I 分布と活動時間について，福岡豊前水試研報，4,11-21,(1991)。

# 複合的資源管理型漁業促進対策事業

## (2) 採貝・刺網漁業

池浦 繁・中川 清

豊前海におけるアサリ漁獲量は、昭和61年には11,500トンであったが、近年は1,000トン前後と低水準で推移している。しかし、アサリを中心とした採貝漁業は、豊前海の基幹漁業であり、また誰もが手軽に着業できるなど、極めて重要な漁業種類である。漁業者自ら漁獲時期、漁獲量、出荷方法等を取り決めている地区もあるが、海区全体での管理意識の格差が大きく、管理意識の低いところでは、アサリの価格は低位である。

本事業は平成11年度から5年間、アサリを中心とする採貝漁業の管理方策を検討、実施するとともに、刺網等の組み合わせによる資源の有効利用策を検討するものである。本年度はアサリに関して資源量及び減耗防止試験を実施し、市場における入荷量と価格の解析を行った。

## 方 法

### 1. 資源量調査

行橋市蓑島地先、沓尾地先および築上郡吉富町地先の3漁場において、11年9月および12年3月に分布調査を実施した。採集方法は坪狩りとし、100m間隔で格子状に配置した採集点において、30×40cmの範囲のアサリを砂ごと採集した。採集したアサリは目合2mmのふるいを用いて選別した後、各定点ごとに個数および殻長を測定し、資源量等を算出した。

また、過去の調査データ<sup>1)2)</sup>も併せて整理し、資源動向を調査した。

### 2. 減耗防止試験

アサリの減耗防止策を検討するため、11年4月に吉富地先に試験区を設定した。設置場所は図1に示した。試験区は、杭打ち区(杉杭、杭間隔1m)、ネット被覆区(テトロン性、目合15mm)、対照区とし、広さは20×20mとした。平成11年4月15日に、平均殻長約15mmのアサリを1,000個/m<sup>2</sup>になるように放流した。

### 3. 市場調査

蓑島、沓尾両漁協では、例年アサリの出荷は共販による業者販売が主体であったが、11年度は両漁協の協力を得

て行橋市魚市場への出荷を実施し、市場の水産物取扱データからアサリの入荷量と価格の解析を行った。

## 結 果

### 1. 資源状況調査

3地先のアサリの分布を図2~4、殻長組成を図5~7に示した。

#### (1) 蓑島地先

11年9月は資源量213.9トン、平均密度154.7個/m<sup>2</sup>であったが、12年3月は資源量59.4トン、平均密度も18.9個/m<sup>2</sup>になり資源の減少が大きかった。蓑島漁場の全域で密度が低下しており、9月に出現した1,000個/m<sup>2</sup>を超える漁場は3月では見られなくなった。殻長組成は、11年9月は15~20mmが主体であったが、12年3月では20mm以上の個体の割合が増加した。

#### (2) 沓尾地先

11年9月は資源量230.1トン、平均密度158.0個/m<sup>2</sup>であったが、12年3月は資源量75.3トン、平均密度30.5個/m<sup>2</sup>となり、蓑島地先と同様に資源が減少した。全体的な密度の低下とともに、干潟沖側の分布域が減少した。殻長組成は、11年9月は20mm前後が主体であったが、12年

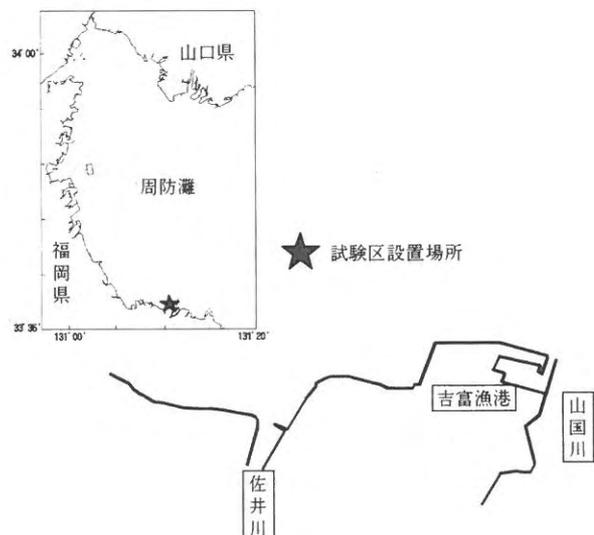


図1 試験区設置場所

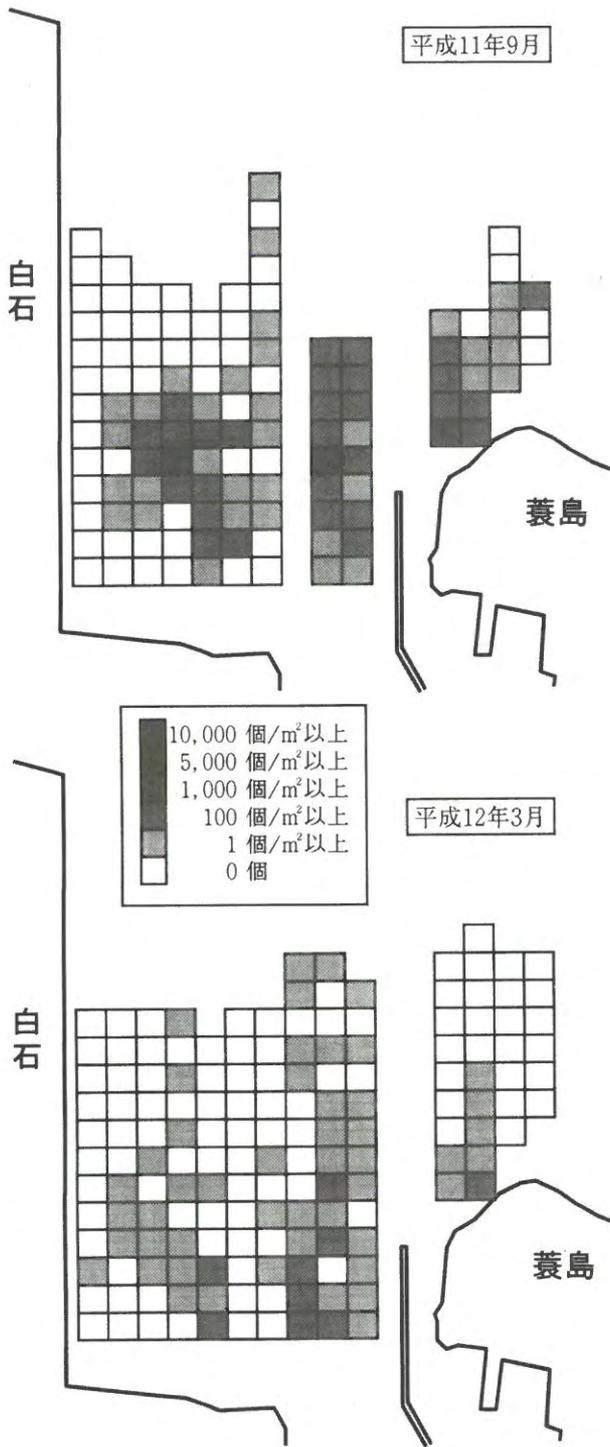


図2 蓑島地先におけるアサリの分布

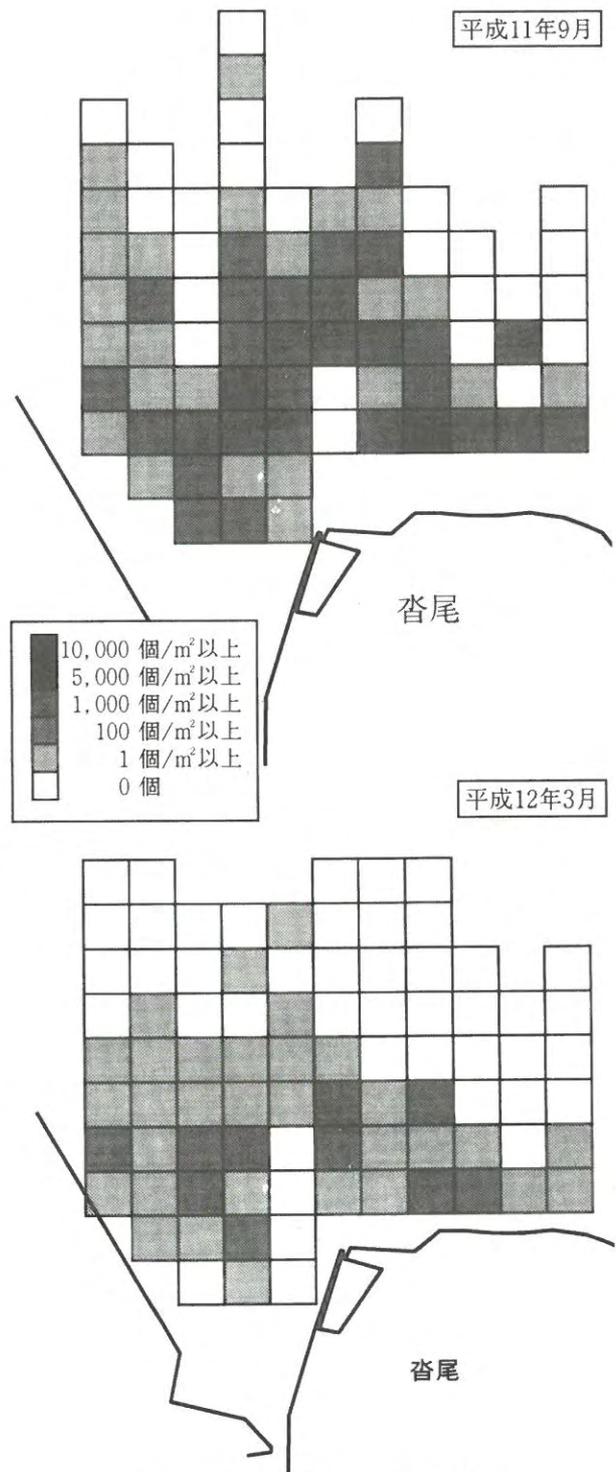


図3 沓尾地先におけるアサリの分布

3月では25mm以上の個体の割合が増加した。

### (3) 吉富地先

11年9月は資源量1764.1トン、平均密度600.2個/m<sup>2</sup>であった。12年3月は、資源量786.5トン、平均密度277.4個/m<sup>2</sup>であり、資源量は減少したが、蓑島、沓尾地先と比べ減少は小さかった。殻長組成は、11年9月、12年3月とも15～25mmが主体であった。

3地先の殻長別資源量の推移を図8に示した。

殻長15mm未満は、10年8月に大量に出現したが、その後急激に減少した。11年9月では、10年8月と比べ、資源量は2～5%程度であり、大量発生は見られなかった。

殻長15～25mmは、蓑島は11年3月まで増加傾向であったが、以降は減少した。沓尾は、10年8月をピークに減少傾向であった。吉富は、11年9月まで増加した後、減少

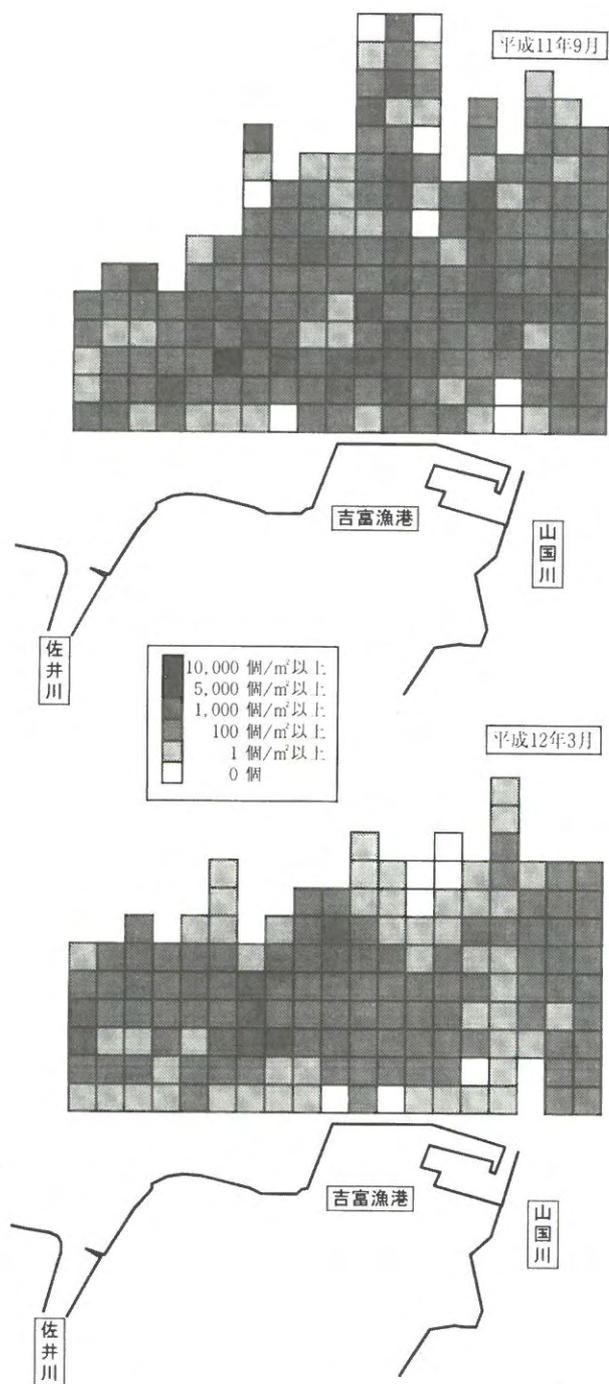


図4 吉富地先におけるアサリの分布

していた。

殻長25mm以上は、蓑島は減少傾向であったが、沓尾、吉富は11年以降やや増加する傾向がみられた。

## 2. 減耗防止試験

試験区におけるアサリ平均殻長の推移を図9、分布密度の推移を図10に示した。

平均殻長では、11年7月には殻長21~23mmに成長した。

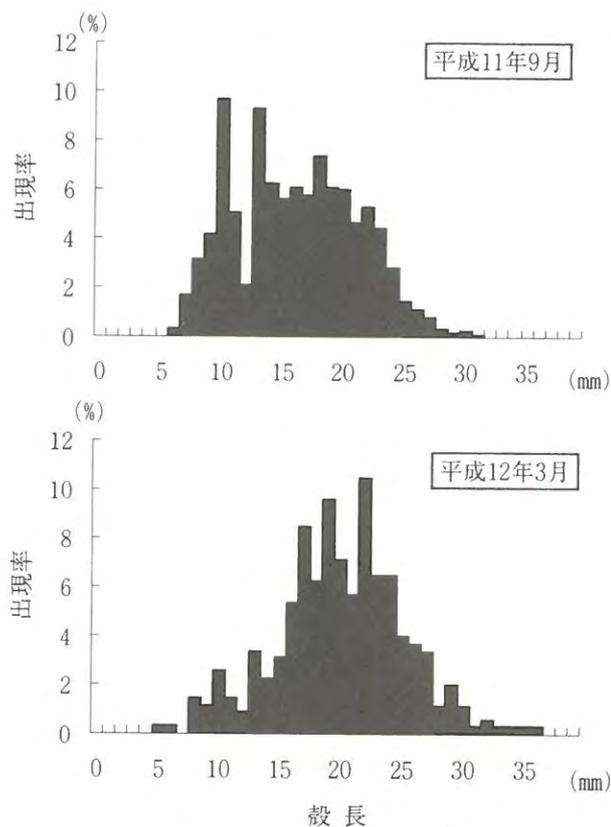


図5 蓑島地先におけるアサリ殻長組成

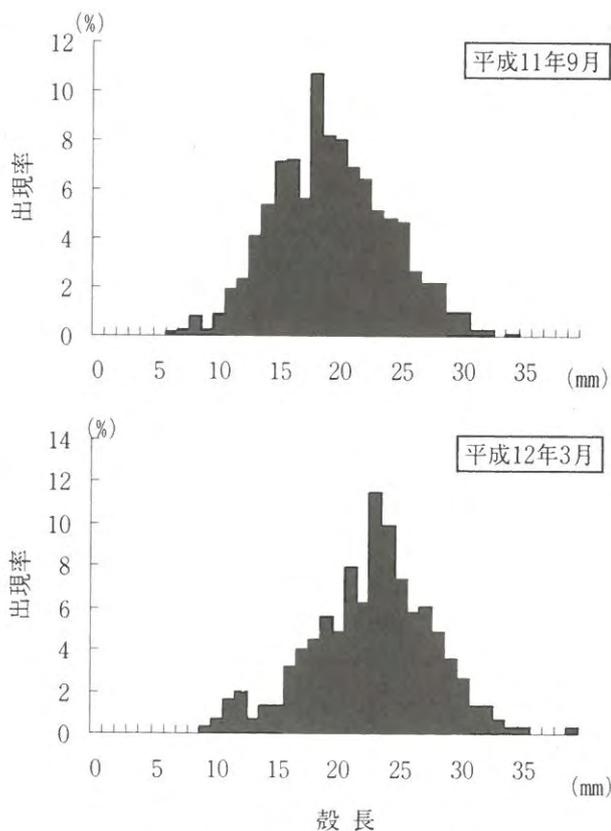


図6 沓尾地先におけるアサリ殻長組成

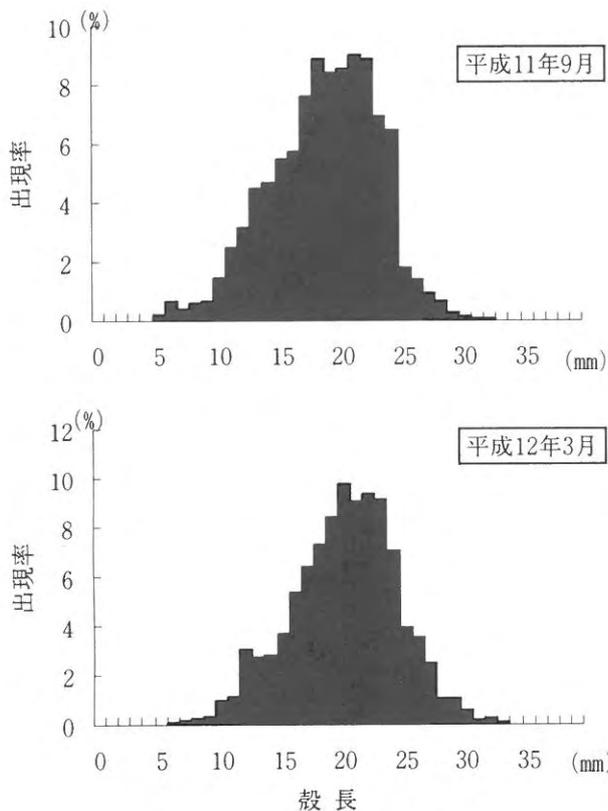


図7 吉富地先におけるアサリ殻長組成

分布密度は変動が大きかった。これは試験区外のアサリの流入によると考えられた。また7月後半に波浪により施設が破損したこともあり、試験設定の違いによる減耗防止効果は不明であった。

### 3.市場調査

11年度の行橋魚市場における月別アサリ入荷量と平均単価を図11に示した。アサリ入荷量の増加する4~6月は、入荷量の増大に伴い、単価も低下する傾向があった。7月から単価は横這いとなり、10月以降2月まで上昇傾向であった。

4~6月の入荷量と単価の関係を図12に示した。入荷量と単価の関係は

単価(円/kg) =  $-1.01 \times \text{入荷量(kg)} + 623.0$  ( $R^2=0.4439$ )  
 で示された。養島、沓尾漁協での共販価格は200~230円/kgであるため、行橋市魚市場を販売先として有効に利用するためには、4~6月では1日当たりの入荷量を400kg以下に押さえることが必要であると考えられた。

### 考 察

養島、沓尾地先の11年漁期前半は好漁であったが、これ

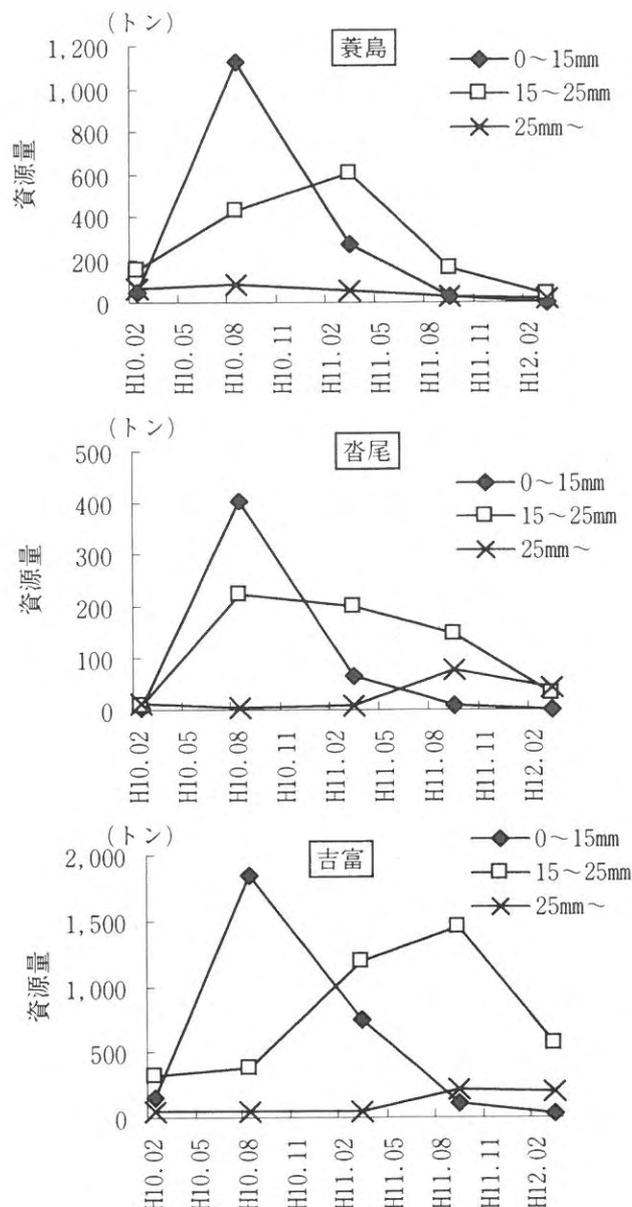


図8 主要3地先における殻長別アサリ資源量の推移

は98年秋に大量に発生したアサリが漁獲資源として加入したことが大きいと考えられた。養島の11年3月と9月の間の資源量の減少は、4~7月の漁獲の他に、7~8月にかけて発生した大量へい死の影響が大きいと考えられる。へい死原因は不明であるが、もともと夏場は高水温と産卵による体力消耗でアサリが弱い時期であり、可能であれば夏場の漁獲に依存しない漁家経営が望ましい。

また、近年アサリの発生量は低水準にあり、大量に発生したのは10年秋のみであった。毎年の大量発生は期待できない状況であり、アサリ資源を継続的に利用するためには、資源状態に対応した営漁計画に基づき、地先の既存資源を有効に活用する必要がある。行橋市魚市場の消

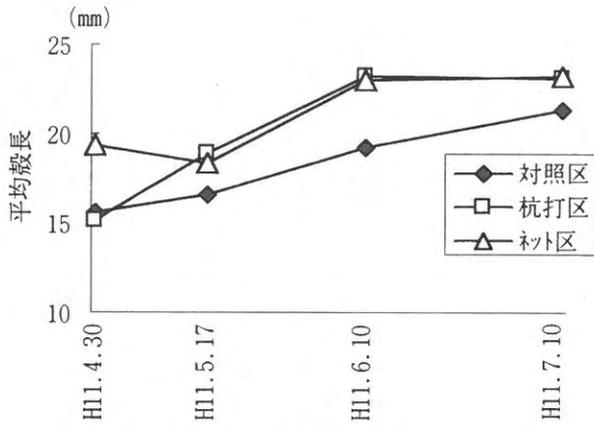


図9 平均殻長の推移

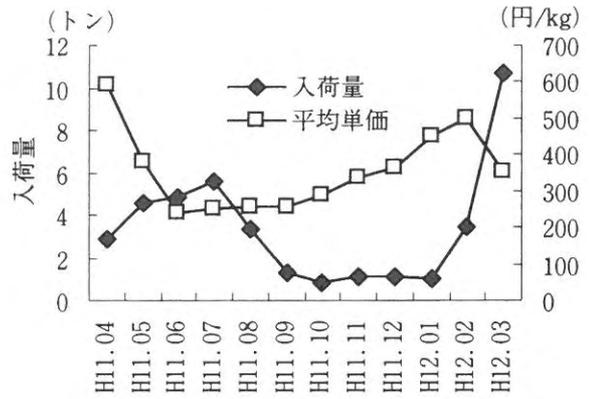


図11 行橋市魚市場におけるアサリ入荷量と平均単価

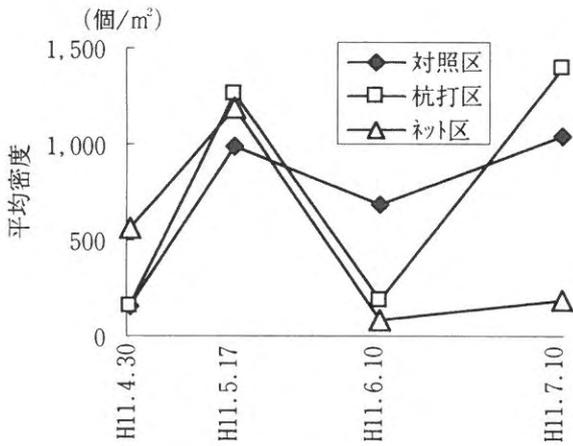


図10 分布密度の推移

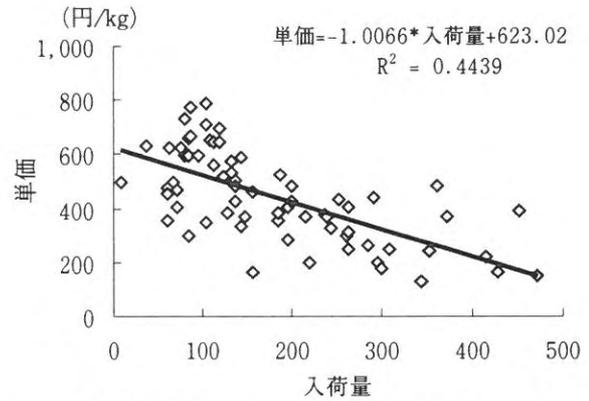


図12 行橋市魚市場におけるアサリ入荷量と単価の関係(4~6月)

費圏は行橋市及び周辺地域であり市場規模が小さいため、4~6月は入荷过剩の可能性がある。10月以降の市場価格の向上は、産卵期を過ぎてアサリの身入りや味が向上するためと考えられる。入荷量と価格については、行橋魚市場ではアサリ主漁期の4~6月では1日当たり約400kg以下が望ましいが、地元外からの入荷もあるため、地元だけで入荷量を完全に制御する事は難しい。しかし入札による共販は漁獲量が多い場合は有効であるが、漁獲量が少ない場合は市場流通を利用の方が収益が大き

い。その年の資源状況や市場への地元外の入荷量を把握しつつ販売先を組み合わせる等の方策が有効であると考えられる。

- 1) 桑村勝士・中川浩一(1998):水産資源調査,平成9年度福岡県水産海洋技術センター事業報告, 298-303
- 2) 江藤拓也・池浦繁・中川浩一(1999):水産資源調査,平成10年度福岡県水産海洋技術センター事業報告, 293-295

# 我が国周辺海域漁業資源調査

## (1) 標本船調査及び関連調査

片山 幸恵・江崎 恭志

本調査は、豊前海の基幹漁業である小型底びき網漁業、小型定置網漁業（柵網）および刺網漁業の漁獲・操業実態調査から、主要魚種の漁獲実態を解析し、漁業資源解析に必要な基礎資料を得ることを目的として実施した。

## 結 果

### 方 法

#### 1. 標本船操業日誌調査

ヒラメ、タチウオ、トラフグについて、調査対象漁業（小型底びき網、小型定置網）経営体に操業日誌の記帳（漁獲位置、使用漁具、漁獲努力量、魚種別漁獲量等）を依頼した。

#### 2. 関連調査

豊前海における主要魚種について、調査対象地域（行橋市蓑島、豊前市宇島）の漁業協同組合の水揚げ台帳及び各経営体に依頼した操業日誌等から、月別魚種別漁法別の水揚げ量を調査した。

#### 1. 標本船操業日誌調査

平成11年度の標本船操業日誌委託実績を表1に示した。また、調査結果を表2に示した。

ヒラメの水揚げ量は合計436kg（前年比320.6%）であり前年度に引き続き2倍以上に増加した。また、タチウオの水揚げ量は12kg（前年比21.4%）と前年度の1/5に減少し、トラフグについては水揚げ量は2,840kg（前年比282.8%）と前年度の3倍となった。

#### 2. 関連調査

平成11年度の関連調査実績を表3に示した。また、調査結果を表4-1～3に示した。

刺網（蓑島漁協）で水揚げされた、クルマエビは1,182kg（前年比54.6%）で前年の約1/2倍に減少し、ガザミは186kg（前年比16.8%）と前年に比べかなり減少した。

表1 平成11年度 標本船日誌委託実績

調査地	対象魚種	漁業種類	操業日誌委託月												合計
			平成11年						平成12年						
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
蓑島	ヒラメ	小型底びき網	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
宇島	タチウオ	小型底びき網	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
		小型定置網	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
	トラフグ	小型底びき網	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
		小型定置網	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12

表2 平成11年度 標本船日誌調査結果

単位： kg

調査地	対象魚種	漁業種類	月別漁獲量												合計
			平成11年						平成12年						
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
蓑島	ヒラメ	小型底びき網	178	0	0	88	0	0	0	48	75	0	22	24	436
宇島	タチウオ	小型底びき網	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0	0	0	12
		小型定置網	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	トラフグ	小型底びき網	7	0	0	0	0	517	1,765	301	177	14	40	20	2,840
		小型定置網	416	130	0	2	7	21	5	36	78	12	29	48	785

小型底びき網漁業（宇島漁協）で水揚げされたクルマエビは5,517kg（前年比91.2%）で前年並み、ヨシエビは7,078kg（前年比204.0%）で前年の2倍であった。しかし、ガザミは4,447kg（前年比73.7%）と減少し、シャコは170,320kg（前年比198.0%）で2倍に増加した。また、小型定置網漁業（宇島漁協）で水揚げされたスズキは15,278kg（前年比103.3%）と前年度並み、

コチは2,689kg（前年比132.6%）、ボラは42,060kg（前年比128.1%）、クロダイは22,017kg（前年比268.6%）と増加した。クルマエビは801kg（前年比50.9%）、ガザミは1,269kg（前年比19.3%）とかなり減少した。

なお、標本船操業日誌調査表および関連調査表は、瀬戸内海水産研究所へ適宜送付した。

表3 平成11年度 関連調査実績

調査地	漁業種類	調査項目	月別調査回数												合計
			平成11年						平成12年						
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
養島	刺網	主要魚種の漁獲量	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	9
宇島	小型底びき網	主要魚種の漁獲量	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
	小型定置網	主要魚種の漁獲量	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12

表4-1 平成11年度 魚種別漁獲量 刺網（養島）

魚種	月別漁獲量												合計
	平成11年						平成12年						
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
クルマエビ	0	97	240	177	68	137	267	137	59	-	-	-	1,182
ガザミ	3	73	4	1	2	16	81	7	0	-	-	-	186

表4-2 平成11年度 魚種別漁獲量 小型底びき網（宇島）

魚種	月別漁獲量												合計
	平成11年						平成12年						
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
クルマエビ	1,250	43	286	222	951	636	745	408	587	206	217	169	5,717
ヨシエビ	107	7	29	185	512	283	240	1,463	860	737	1,416	1,239	7,078
ガザミ	44	1	66	99	970	662	434	1,181	561	142	109	176	4,447
シャコ	9,788	2,732	6,616	10,262	7,710	4,070	34,246	17,598	36,800	7,588	15,276	17,634	170,320

表4-3 平成11年度 魚種別漁獲量 小型定置網（宇島）

魚種	月別漁獲量												合計
	平成11年						平成12年						
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
スズキ	3,611	1,606	947	937	722	409	564	2,806	1,584	950	332	810	15,278
コチ	55	101	223	818	341	604	233	175	128	0	7	6	2,689
ボラ	4,109	6,940	3,571	3,274	2,932	3,495	5,499	4,678	3,426	17	1,287	2,833	42,060
クロダイ	1,820	1,527	15,820	306	587	548	914	287	120	55	24	10	22,017
クルマエビ	0	22	144	133	88	177	167	44	25	0	0	0	801
ガザミ	7	29	195	196	73	65	466	218	0	0	1	18	1,269

# 我が国周辺海域漁業資源調査

## (2) 卵稚仔調査

片山幸恵・瀧口克己

200海里経済水域の設定に伴い、全国的規模で漁業資源調査を実施している。本調査は、その一環としてカタクチイワシを対象として、その卵および稚子の分布状況を把握し資源評価の基礎資料とすることを目的として実施した。

### 方 法

調査点を図1に示す。毎月上旬に丸特ネットB型を用い、底層直上1.5mから鉛直曳きにより標本を採取した。

採取した標本は、ホルマリンで固定し、カタクチイワシの卵及び稚仔の計数を行った。

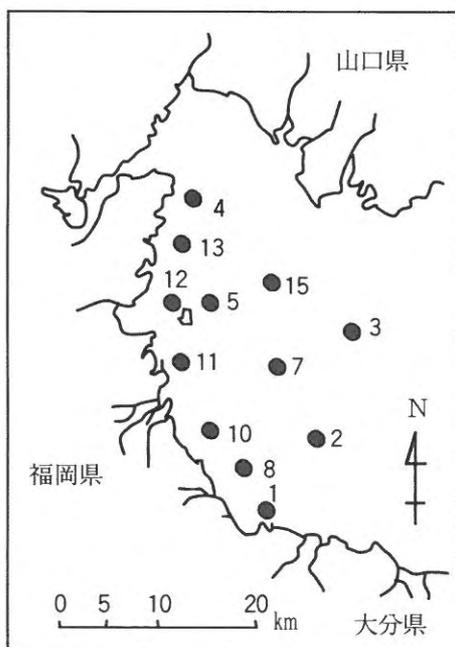


図1 調査定点

### 結 果

図2にカタクチイワシ卵、稚仔の年度別採集状況を示す。平成11年度の総採集卵数は1,519粒であり、10年度の採集卵数の2,479粒と比べ少なかったが、過去10年（平成元～10年）で見ると平成4、10年について多かった。

稚仔については平成11年度は159尾採集され、採集卵数に比べ採集数が少なかった。過去10年で見ると平成7年度の87尾に続いて少ない年となった。

次に図3に平成11年度の月別の採集数を示し、採集数の多い6、7および10月の出現場所を図5に示す。カタクチイワシ卵は、5～7月の3ヶ月間に総採集数の78%を占める1,170粒が採集された。また、出現場所は6月には北部、沖合域の採集数が多く、7、10月には沖合域での採集が多い。過去の採集結果と比較すると出現時期は同様の傾向を示し、出現場所についてもほぼ平年同様に沖合域に多かったが、6月に北部での採集が多い特徴を示した。

図4にカタクチイワシ稚仔の月別の採集状況を示し、図5に出現場所を示す。カタクチイワシの稚仔の採集数は、10月に75尾と多く、ついで6、7月に37、33尾と多かった。出現場所については6、7、10月ともに沖合域での採集数が多かった。

過去の採集結果と比較すると、出現時期は6、7月に比べ10月に多いという特徴を示し、出現場所は平年と同様に沖合域が多かった。

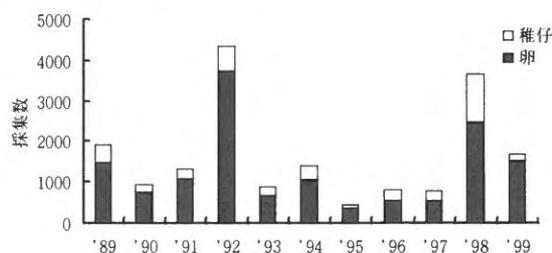


図2 カタクチイワシ卵稚仔の年別採集数

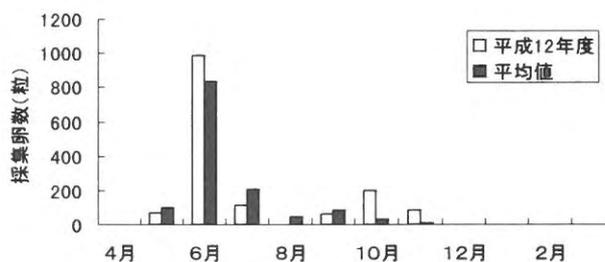


図3 カタクチイワシ卵の月別採集状況

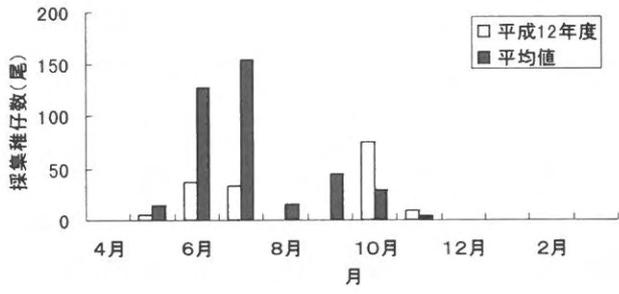


図4 カタクチイワシ稚仔の月別採集状況

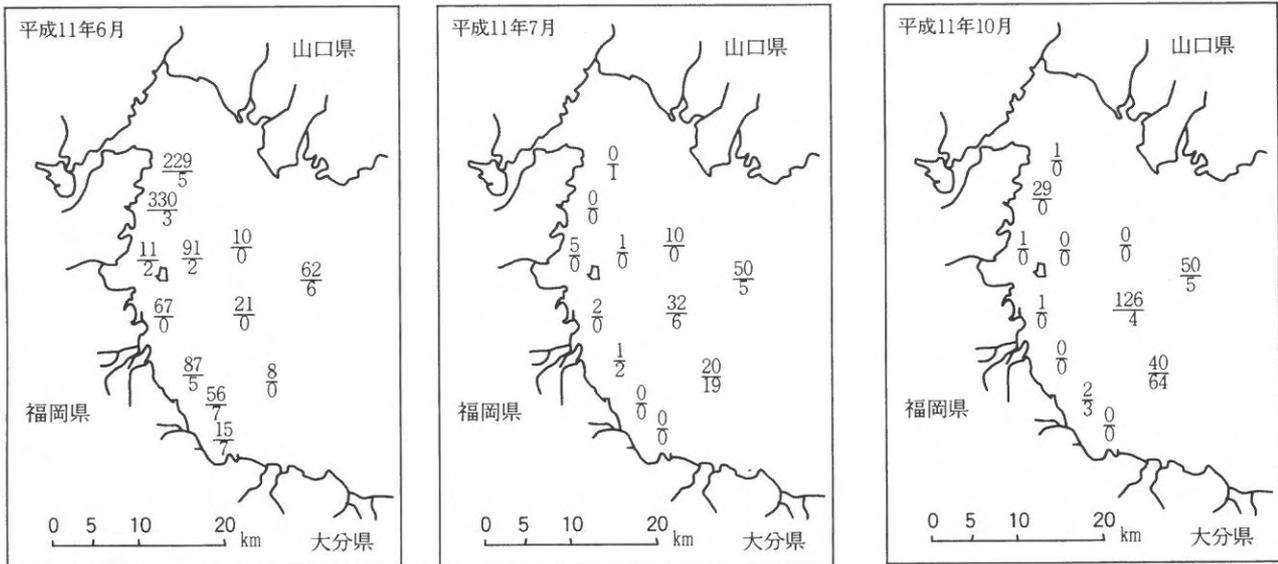


図5 6、7、10月の卵稚仔分布図 (上段：卵数、下段：稚仔数、単位：尾)

# 水産資源調査

## 椎田地先におけるアサリ資源量調査

池浦 繁・瀧口 克己

豊前海は干潟が多く、有数の二枚貝の産地であったが、近年は資源が減少しており、稚貝放流や杭打ち等の資源増大策が実施されている。本年度は毎年稚貝放流が実施されている椎田町浜宮地先のアサリ資源量調査を実施した。

### 方 法

平成12年2月23日に、椎田町浜宮地先において資源量調査を実施した。採集方法は坪狩りとし、100×50m間隔で格子状に配置した採集点において、30×40cmの範囲のアサリを砂ごと採集した。採集したアサリは目合2mmのふるいを用いて選別した後、各定点ごとに個数および殻長を測定した。

### 結果及び考察

アサリの分布を図1、殻長組成を図2に示した。

アサリは南部に多く、北部沖側に向けて少ない傾向があった。南部は河川水の流入があり、アサリの発生量が多いことや、稚貝放流が実施されていることによると考えられた。平均殻長は17.3mmで、殻長10~20mmの小型貝が中心であった。総資源量は130.9トンであった。

殻長別のアサリの分布を図3に示した。

殻長15mm未満は、資源量32.3トン、分布域の平均密度159.3個/㎡であり、南部を中心として分布していた。

殻長15~25mmは、資源量72.4トン、分布域の平均密度218.2個/㎡であった。このサイズは資源の中心であり、南部を中心に分布していた。

殻長25mm以上は、資源量26.9トン、分布域の平均密度72.6個/㎡であった。南部沖側から北部にかけて分布していたが、南部岸側の分布は見られなかった。

商品サイズの殻長30mm以上では、資源量14.2トン、分布域の平均密度64.6個/㎡であったが、分布域は少なく、南部岸側の分布はほとんど見られなかった。

殻長25mm以上で南部沖側や北部に分布が偏る傾向については、南部は砂泥質であるが、北部は石混じりの底質であるため、波浪等によるアサリの流失が少なく大型個

体が残りにやすいことが考えられる。また南部は砂泥質であるため漁獲が容易であり、大量の潮干狩り客が入漁するため、漁獲圧力が高くなっていることが影響しているものと考えられた。

これらのことから、稚貝放流等の資源増殖策を効果的に行うには、南部と北部に分散して実施するなど放流場所を考慮する必要があると考えられる。

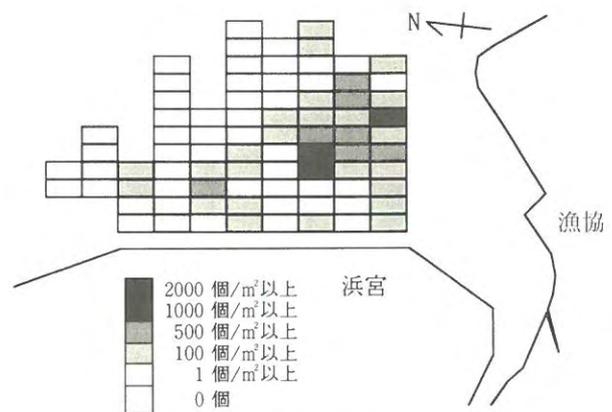


図1 椎田町浜宮地先におけるアサリの分布

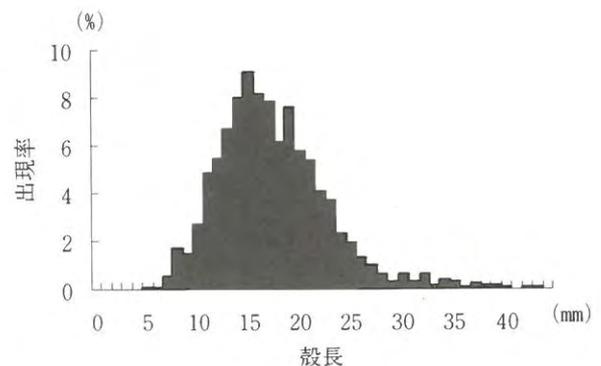


図2 アサリ殻長組成

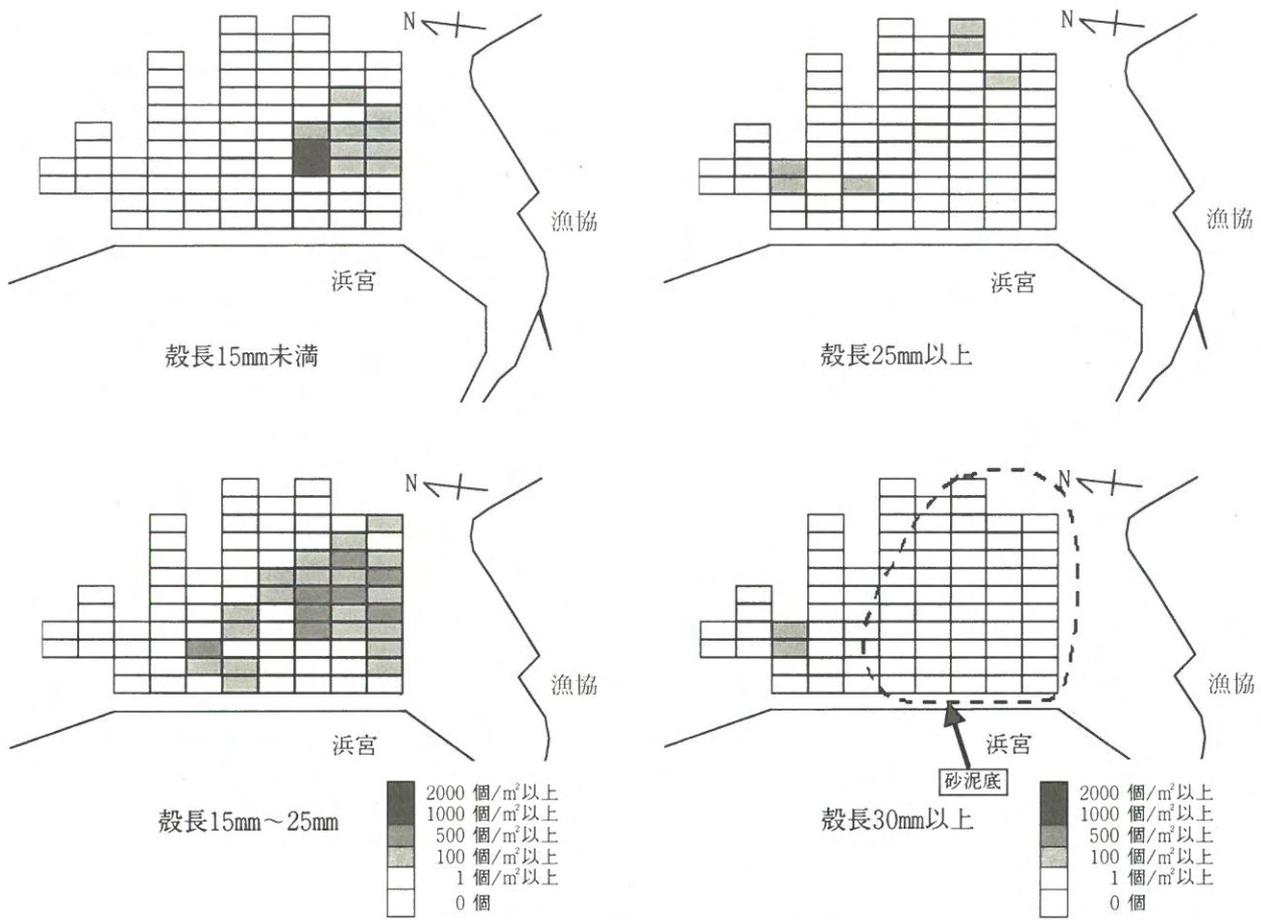


図3 椎田町浜宮地先における殻長別アサリ分布

# 新漁業管理制度推進情報提供事業

## 浅海定線調査

片山 幸恵・瀧口 克己・池浦 繁・江崎 恭志

本事業は漁場環境の変動を把握し、環境保全及び水産資源の変動要因を解明するための基礎資料を得るために周防灘西部海域の海況及び水質の調査を実施した。その結果を報告する。

### 方 法

#### 1. 浅海定線調査

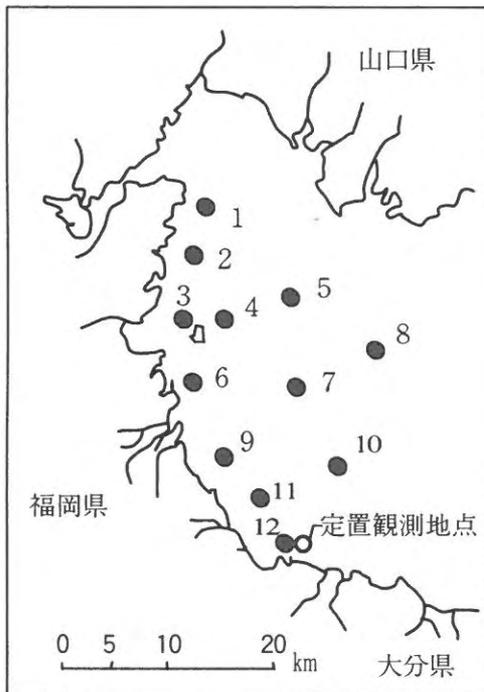


図1 調査定点

調査は毎月1回、上旬に図1に示す12定点で行った。観測層は表層、5m層、10m層、及び底上1m層である。調査項目を以下に示す。

#### (1) 一般項目

気温、水温、塩分、透明度

#### (2) 特殊項目

溶存酸素 (DO)、COD、無機態窒素 (DIN;  $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ )、リン酸態リン ( $\text{PO}_4\text{-P}$ )、Chl-a

#### 2. 定点観測

豊前市宇島地先 (N33°38'04'' E 131°08'12'') に表層 (2m) 及び底層 (b-1m) にメモリー式水温計 (アレック電子社AT-32K) を設置し、毎日午前9時の水温を測定した。

### 結 果

#### 1. 浅海定線調査

表底層別に観測点全点で平均した各項目の経月変化と標準偏差を図2～図10に示す。

##### (1) 一般項目

###### 1) 気温

気温は平年に比べ春季は1℃低め、夏季は7、9月については2℃高め、秋季は平年並み、冬季は1月に2℃近く高ものの、1月以降はやや低めで推移した。

###### 2) 水温

表層：春季は平年並み、夏季はやや低め、その後10月から2月までやや高めから高めで推移した。

底層：春季から夏季にかけて平年並みで推移し、秋季から冬季にかけては10月にかなり高めを示し、その後はやや高めで推移した。

###### 3) 塩分

表層：11年度はほぼ平年並みで推移した。

底層：7、10、3月でやや低め、かなり低めを示したが、その他の月はほぼ平年並みで推移した。

###### 4) 透明度

7、8月に2m程度の透明度で平年に比べ低めを示し、1月に8.8mとかなり高めを示したがその他の月は平年並みで推移した。

#### 2. 特殊項目

##### (1) 栄養塩

###### 1) DIN

表層：春季はやや低め、夏季～秋季は平年並みで推移したが、冬季にかなり高めとなった。

底層：春季～夏季にかけて8月のやや高めをのぞいてやや低めで推移した。秋季はやや高めか高めで推移した。

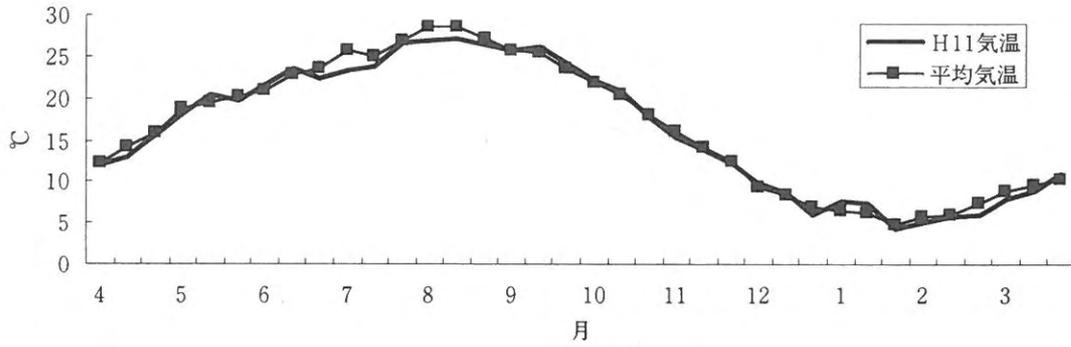


図2 気温の変化

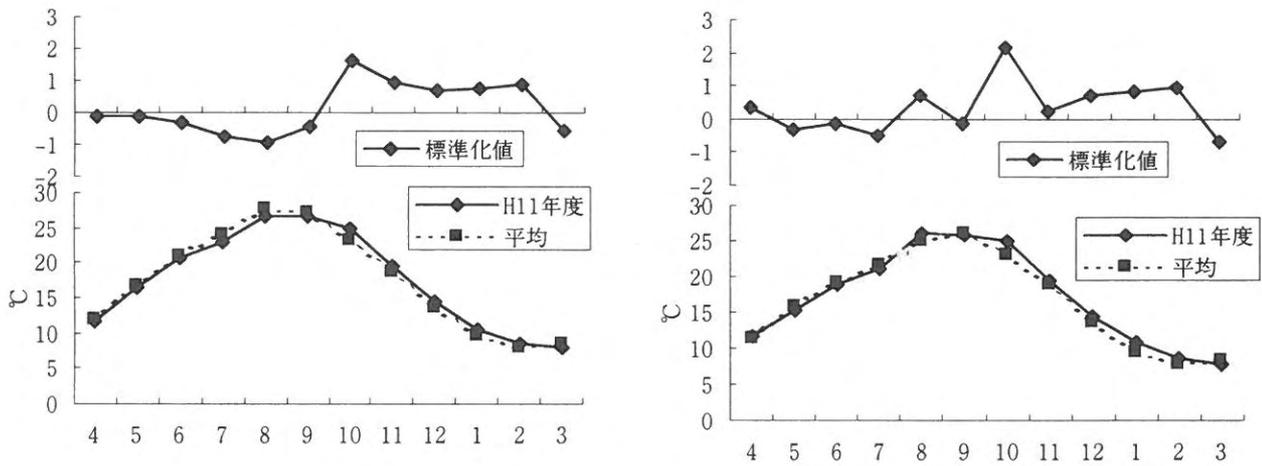


図3 水温の変化 (左図：表層、右図：底層)

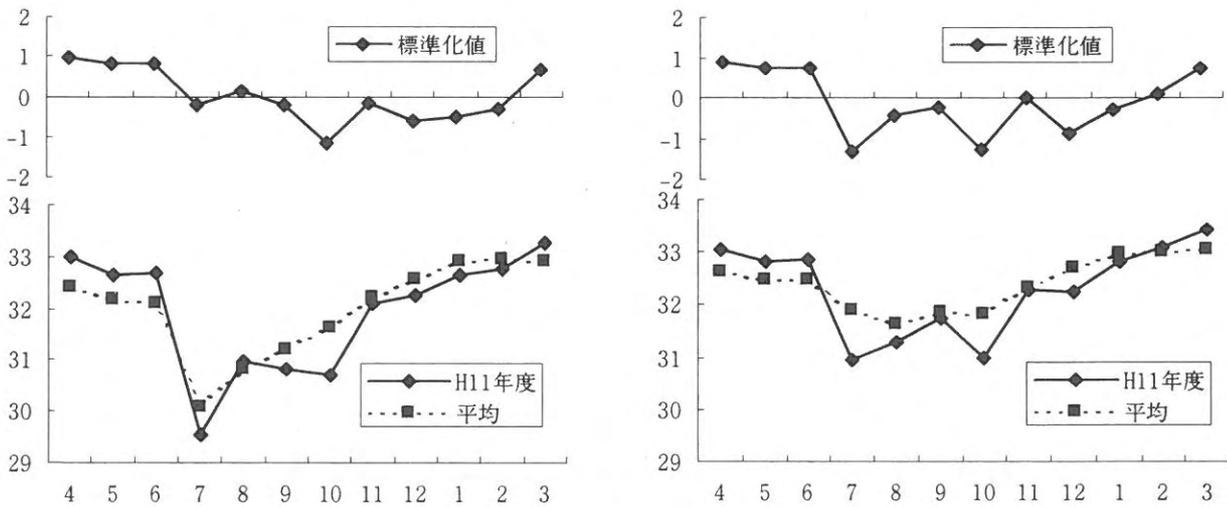


図4 塩分の変化 (左図：表層、右図：底層)

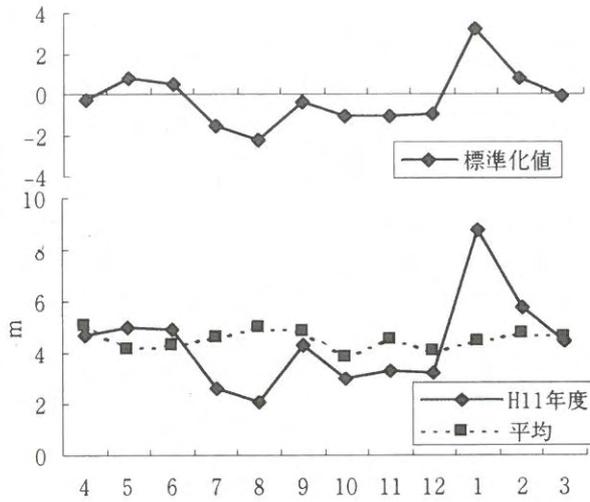


図5 透明度の変化

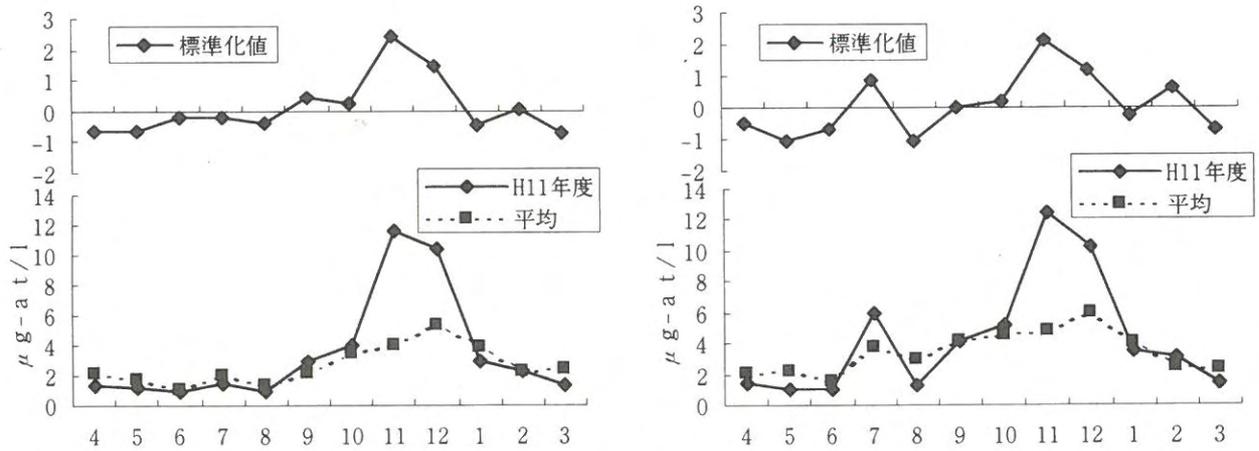


図6 DINの変化 (左図：表層、右図：底層)

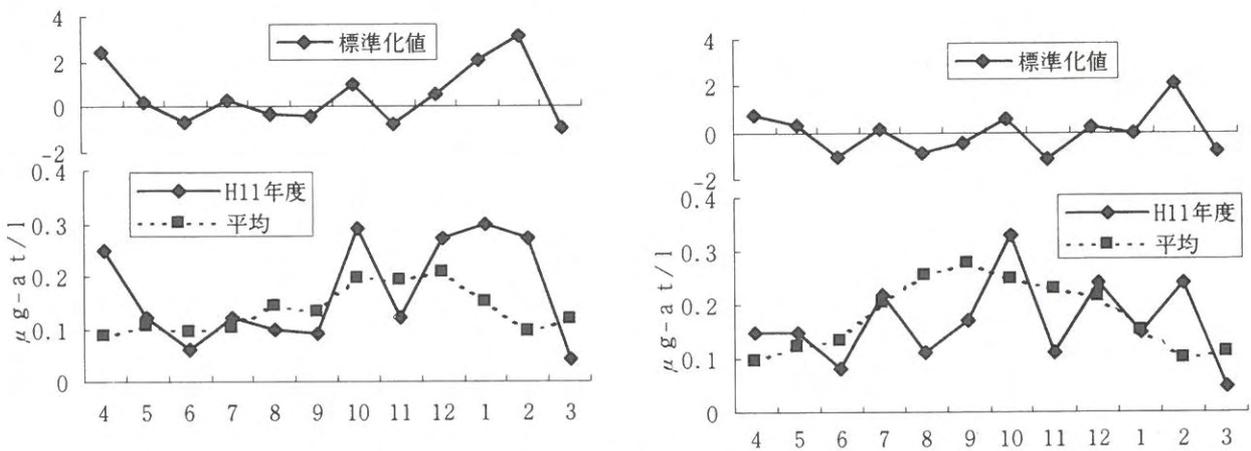


図7  $\text{PO}_4\text{-P}$ の変化 (左図：表層、右図：底層)

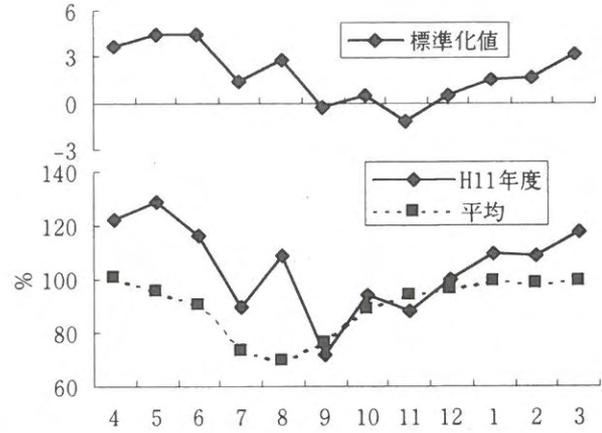
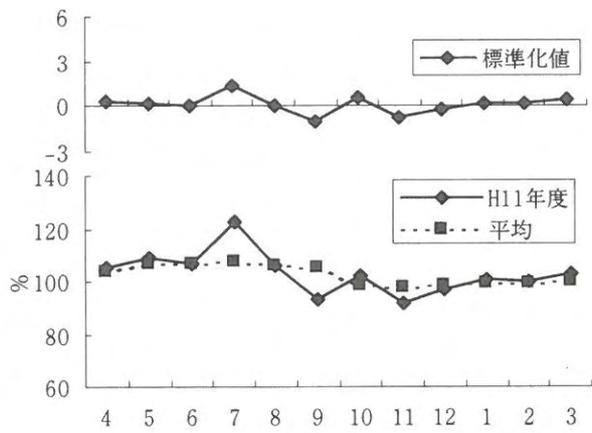


図8 溶存酸素の変化 (左図：表層、右図：底層)

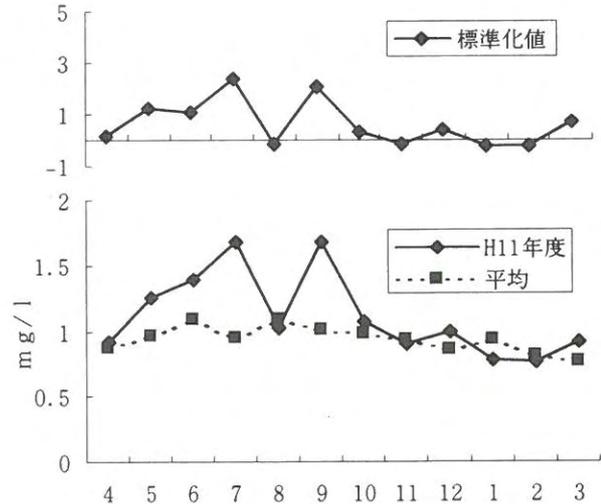
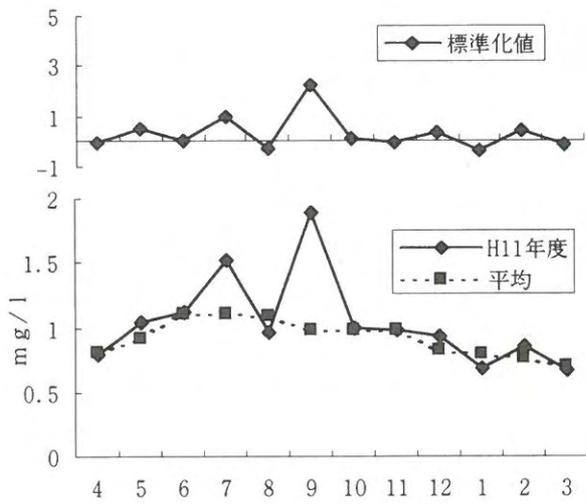


図9 CODの変化 (左図：表層、右図：底層)

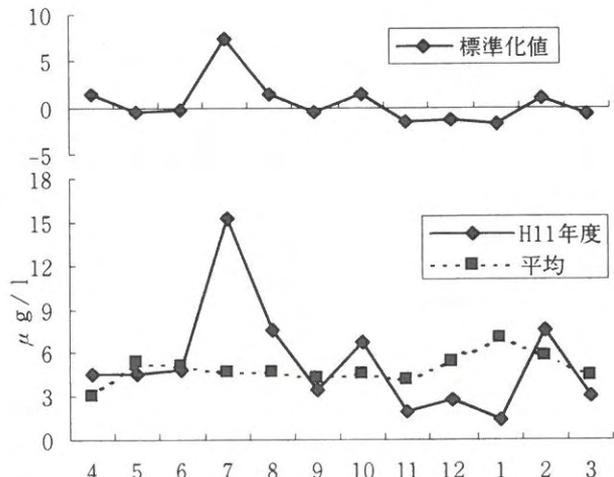
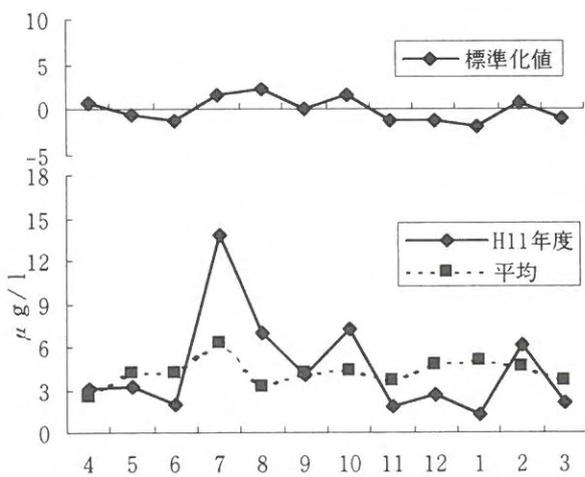


図10 Chl-aの変化 (左図：表層、右図：底層)

## 2) PO<sub>4</sub>-P

表層：4月にかなり高めを示したが、夏季まではほぼ平常並み、秋季から冬季にかけて11月にやや低めを示したがやや高めかかなり高めで推移した。

底層：4月にやや高め、夏季はやや低めで推移し、秋季から冬季にかけて11月に低めを示したがその他の月は平常並みであった。

## 3) 溶存酸素

表層：ほぼ平常並みであったが、7月に高め、9月、10月にやや低めを示した。

底層：春季から夏季にかけてかなり高めで推移し、秋季は平常並みかやや低めで推移し、冬季は高めからかなり高めで推移した。

## 4) COD

表層：ほぼ平常並みであったが、7月にやや高め、9月にかなり高めを示した。

底層：5月から6月までやや高めからかなり高めで推移したが、その他の月はほぼ平常並みであった。

## 5) Chl-a

表層：春季にやや低め、夏季に高めからかなり高め、秋

季は10月に高めであったがその他の月は低めで推移した。

底層：4月に高めを示し、夏季はかなり高め、秋季は10月に高めであったがその後は低めで推移した。

### \* 標準偏差の目安

平常並み : 標準偏差 < 0.6σ

やや高め・やや低め : 0.6σ ≤ 標準偏差 < 1.3σ

かなり高め・かなり低め : 1.3σ ≤ 標準偏差 < 2.0σ

甚だ高め・甚だ低め : 2.0σ ≤ 標準偏差

## 2. 定点観測結果

表層：4月から6月にかけて平常に比べ2℃～5℃水温が高く、夏季は平常に比べ4℃～7℃とかなり低かった。

秋季は平常より3℃高く、その後は平常並みであった。

底層：春季は平常に比べ2℃～3℃高く、夏季は7月から徐々に平常に比べ低い水温で推移した。秋季に2℃高く推移したがその後はほぼ平常並みであった。

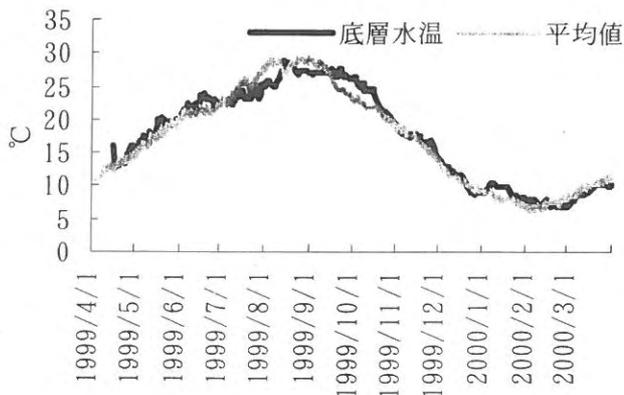
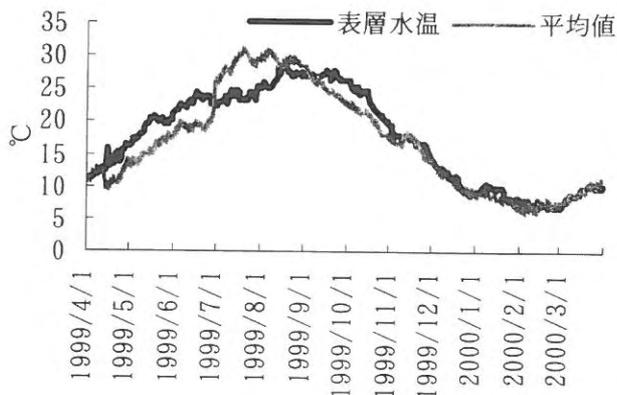


図11 定点観測水温変動 (左図：表層、右図：底層)

# 漁場保全対策推進事業

池浦 繁・中川 清

福岡県豊前海における漁場環境の保全を図るため、水質及び生物モニタリング調査を実施し、水質及び底生動物を指標に監視を行う。

## 方 法

### 1.水質調査

調査は平成11年4月から12年3月の毎月1回、上旬に図1に示す12定点で行った。

観測層は表層、2.5m層、5m層、10m層、15m層、20m層及び底上1m層である。

調査項目は水温、塩分、DOである。

### 2.生物モニタリング調査

調査は平成11年5月13日及び8月18日の年2回、図1に示す10定点において行った。

海域環境として底層水温、泥温を現場で測定すると同時に採泥を行い、冷蔵して持ち帰り、含泥率、全硫化物及びILを測定した。

底生動物の採集はスミスマッキンタイア型採泥器(22cm×22cm)を用いて行い、1mm目のネットでふるいにかけた残留物を10%ホルマリンで固定し、種の同定及び計測を行った。なお、1定点あたりの採集回数は2回とした。

## 結 果

### 1. 水質調査

各調査定点の観測結果を図2～5に示す。

#### (1)透明度

2.1～8.8mの範囲で推移した。最大値は1月、最小値は8月であった。

#### (2)水温

表層は7.9～26.7℃の範囲で推移した。最大値は9月、最小値3月であった。

底層は7.7～26.2℃の範囲で推移した。最大値は8月、最小値3月であった。

#### (3)塩分

表層は30.70～33.26の範囲で推移した。最大値は3月、最小値は10月であった。

底層は30.94～33.42の範囲で推移した。最大値は3月、最小値は7月であった。

#### (4)溶存酸素

表層は4.36～6.92mg/lの範囲で推移した。最大値は3月、最小値は11月であった。

底層は3.39～7.90mg/lの範囲で推移した。最大値は3月、最小値は9月であった。顕著な貧酸素水塊は形成されなかった。

### 2.生物モニタリング調査

#### (1)海域環境

底層水温は、5月は13.6～15.6℃、8月は24.7～26.9℃の範囲にあった。前年と比較すると、5月は約2～3℃低め、8月は沖合域で約2℃高め、沿岸域で約1℃

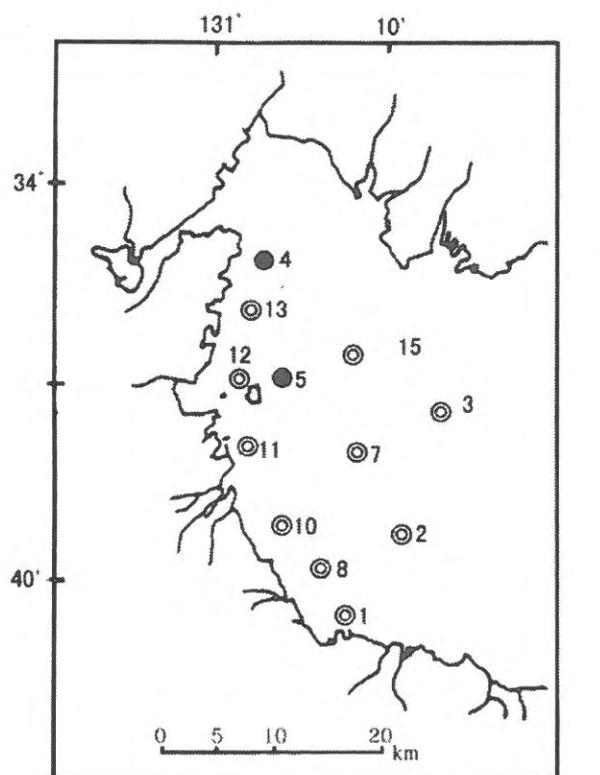


図1 水質および生物モニタリング調査点

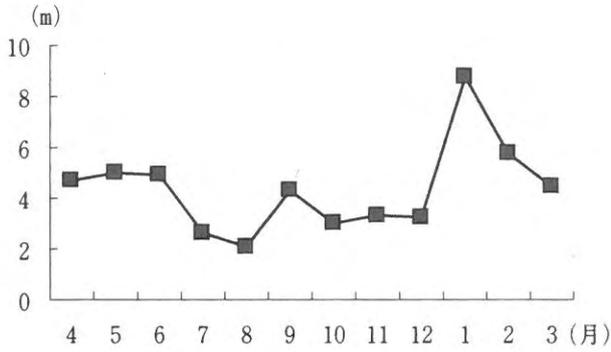


図2 透明度の推移

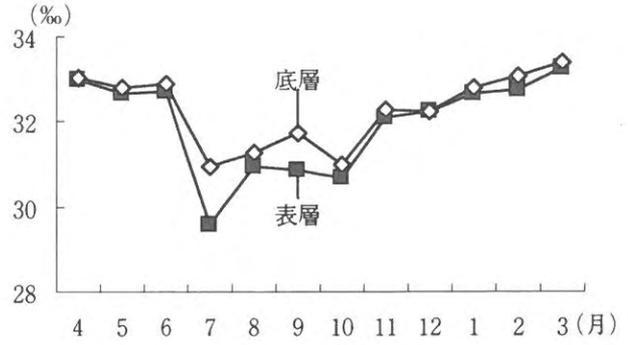


図4 塩分の推移

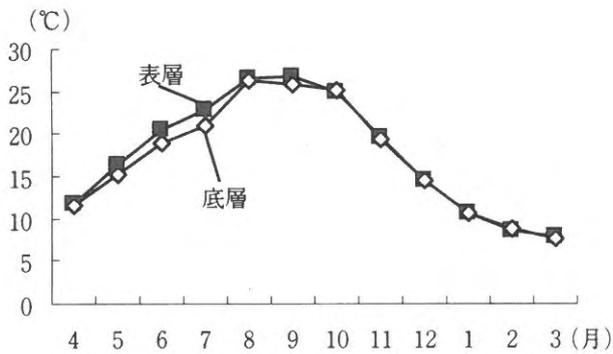


図3 水温の推移

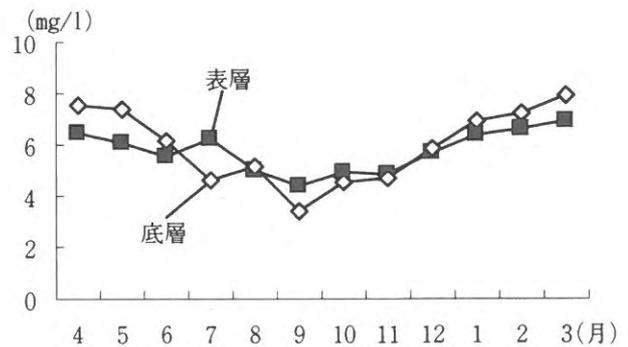


図5 溶存酸素の推移

低めであった。

泥温は、5月は13.6～18.4℃、8月は24.3～27.1℃の範囲にあり、前年並みであった。

含泥率、全硫化物及びILの結果を表1に示す。

含泥率は、全ての調査点で90%以上であった。全硫化物は5、8月とも沖合域で低く、沿岸域で高い傾向がみられた。

ILは、3.6～4.7%であった。

## (2)底生動物の出現状況

各月における調査点別の底生動物の個体数及び湿重量を表2及び表3に示した。

5月における出現個体数は260～1,550個/m<sup>2</sup>の範囲であった。豊前海北部域で高く、南部沿岸域および南部沖合域で低い傾向がみられた。湿重量は4.6～52.2g/m<sup>2</sup>の範囲であった。Stn.1以外では北部沿岸域で高く、中部沖合域および南部沿岸域で低い傾向がみられた。

汚染指標種は、シズクガイが沿岸域で110～1,340個/m<sup>2</sup>の範囲で分布、沖合域では20～40個/m<sup>2</sup>であった。チヨノハナガイはStn.1で10個/m<sup>2</sup>みられた。

8月における出現個体数は90～1,450個/m<sup>2</sup>の範囲であ

った。南部沖合域で低い傾向がみられた。

湿重量は2.8～96.5g/m<sup>2</sup>の範囲であった。また、定点別では、南部沖合域で低い傾向がみられた。汚染指標種は、シズクガイは沿岸域で10～1,390個/m<sup>2</sup>の範囲で分布、沖合域では0～60個/m<sup>2</sup>以下であった。チヨノハナガイは北部沿岸域で10～20個/m<sup>2</sup>以下で出現したが、その他の海域では観察されなかった。

表1 底質調査結果

St	含泥率(%)		全硫化物 (mg/g乾泥)		I L (%)	
	5月	8月	5月	8月	5月	8月
1	98.3	99.5	0.38	0.07	4.9	4.6
2	99.1	99.1	0.60	0.42	3.8	3.6
3	96.0	95.8	0.49	0.37	4.1	4.4
7	98.9	98.1	0.36	0.68	3.8	3.7
8	99.5	99.6	0.36	0.60	3.9	4.2
10	99.6	99.7	0.79	0.71	3.6	3.8
11	99.4	97.6	0.31	0.53	3.8	3.6
12	99.5	99.8	0.79	0.82	4.0	4.0
13	97.7	97.2	0.70	0.34	4.9	4.7
15	94.8	94.2	0.04	0.25	4.5	4.6

表2-1 底生生物調査結果 (5月期個体数、個体数/m<sup>2</sup>)

分類	種名	Stn.1		Stn.2		Stn.3		Stn.7		Stn.8		
		1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	
軟体類	<i>Alveolus oianus</i>										20	
	<i>Musculista senhousia</i>	10										
	<i>Philine argentata</i>			10		30		10				
	<i>Raeta rostralis</i>	10										
	<i>Ringicula doliaris</i>			10								
	<i>Theora lubrica</i>	290		40		20		20			150	
	<i>Veremolpa micra</i>	10		10								
	<i>Apoprionospio davi japonica</i>										10	
多毛類	<i>Eurythoe</i> sp.											
	<i>Galathowenia oculata</i>					10						
	<i>Glycera chirori</i>	20										
	<i>Glycinde</i> sp.			20		20		20				
	<i>Leonnates persica</i>											
	<i>Lepidasthenia</i> sp.	10										
	<i>Loimia verrucosa</i>							10				
	<i>Magelona japonica</i>	10										
	<i>Mediomastus</i> sp.	30										
	<i>Micronephtys sphaerocirrata orientalis</i>	10										
	<i>Nectoneanthes latipoda</i>	10	10	10		20		30		30		
	<i>Nephtys oligobranchiata</i>	90		200		40		50		60		
	<i>Odontosyllis</i> sp.											
	<i>Ophiodromus angustifrons</i>	10		10				20				
	<i>Paraprionospio</i> sp. Type B	20		10				50				
	<i>Phyllodoce japonica</i>					10						
	<i>Polydora</i> sp.	10										
	<i>Prionospio pulchra</i>	10		20								
	<i>Sigambra tentaculata</i>	30		10				10		10		
	<i>Spiochaetopterus costarum</i>	10										
	<i>Sthenelais boa</i>	20		40		100		10		40		
	甲殻類	<i>Ampelisca brevicornis</i>							10			
		<i>Athanas</i> sp.										
<i>Atyopopenaeus stenodactylus</i>												
<i>Corophium acherusicum</i>												
<i>Corophium kitamorii</i>												
<i>Euclate crenata</i>			10									
<i>Iphinoe sagamiensis</i>		10		10		500				10		
<i>Photis</i> sp.		10										
<i>Protomima iniatatrix</i>												
その他		Actiniaria					10					
		Heteronemertini										
	NEMERTINEA	60		10				20		50		
合計		690	20	410		760		260		380		
種類数		23		14		10		12		9		

表2-1 底生生物調査結果 (5月期個体数、個体数/m<sup>2</sup>)

分類	種名		Stn.10		Stn.11		Stn.12		Stn.13		Stn.15	
			1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上
軟体類	Alvegnus oianus	ケシトガイ	60						40			
	Musculista senhousia	ホトキスガイ										
	Philine argentata	キセワタガイ									30	
	Raeta rostralis	チヨノハナガイ										
	Ringicula doliaris	マメウラシマガイ										
	Theora lubrica	シズクガイ	110		510		1,340		1,020		30	
	Veremolpa micra	ヒメカノアサリ							100			
	多毛類	Apopriopio davi japonica	イタスピオ			10						
Eurythoe sp.		ウケムシ科の一種			10							
Galathowenia oculata		チマキコカイ科の一種										
Glycera chirori		チロリ										
Glycinde sp.		ニカイチロリ科の一種							10			
Leonnates persica		ゴカイ科の一種									10	
Lepidasthenia sp.		ウロコムシ科の一種										
Loimia verrucosa		チンチロフサゴカイ										
Magelona japonica		モロテゴカイ										
Mediomastus sp.		イトコカイ科の一種						10				
Micronephtys sphaerocirrata orientalis		コブシロガネゴカイ										
Nectoneanthes latipoda		オウキゴカイ		10	10	10			40		20	
Nephtys oligobranchiata		コバシロガネゴカイ	30		40		100		70			
Odontosyllis sp.		シリシ科の一種										10
Ophiodromus angustifrons		モグリオトヒメ										
Parapriopio sp. Type B		スピオ科の一種							10		10	
Phyllodoce japonica		イトサシハ										
Polydora sp.		スピオ科の一種										
Prionospio pulchra		イトエラスピオ	10					30				
Sigambra tentaculata		ハナオカキゴカイ			10		10				60	
Spiochaetopterus costarum		アシビキツバサゴカイ										
Sthenelais boa		オロチウロコムシ	90		120		10				20	
甲殻類	Ampelisca brevicornis	クビナカスガメ										
	Athanas sp.	テッポウエビ科の一種							10			
	Atypopeneaeus stenodactylus	マイマイエビ									10	
	Corophium acherusicum	アリアケト'ロクタ'ムシ							10			
	Corophium kitamorii	タイカ'ート'ロクタ'ムシ							30			
	Eucrate crenata	マルバガニ										
	Iphinoe sagamiensis	ホソナギ'サケ'マ			50				120		120	
	Photis sp.	イシクヨコエビ科の一種										
	Protomima initatrix	ムカシワレカラ										20
	その他	Actinaria	イソキン'チャク'目							30		
Heteronemertini		ヒモシ'目									20	
NEMERTINEA		ひも'形動物'門	40		30		50		40		10	
合計		340	10	790	10	1,550		1,530		370		
			7		10		7		13		13	

表2-2 底生生物調査結果 (8月期個体数、個体数/m<sup>2</sup>)

分類	種名		Stn1		Stn2		stn3		Stn7		Stn8		
			1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	
軟体類	Macoma tokyoensis	ゴイサギガイ		10									
	Philine argentata	キセワタガイ			20		10				10		
	Raeta rostralis	チヨノハナガイ											
	Theora lubrica	シズクガイ	10		50				20		1,390		
	Veremolpa micra	ヒメカノアサリ											
多毛類	Amphitritinae	フサゴカイ科の一種	10										
	Aonides oxycephala	ケンサキシビオ	10										
	Bhawania goodei	ナガタンサクコカイ	20										
	Chone sp.	ケヤリ科の一種	10										
	Clymenura sp.	タケフシコカイ科の一種	10										
	Dorvillea sp.	ノロイソメ科の一種	10										
	Eumida sp.	サシハゴカイ科の一種	20										
	Glycera chirori	チロリ	30										
	Glycinde sp.	ニカイチロリ科の一種											
	Lumbrineris longifolia	キボシイソメ科の一種	510		10				10				
	Magelona japonica	モロテコカイ	30										
	Mediomastus sp.	イトコカイ科の一種	80										
	Nectoneanthes latipoda	オウキゴカイ			10		10		10				
	Nephtys oligobranchiata	コノハシロガネコカイ							20				
	Notomastus sp.	イトコカイ科の一種											
	Ophiodromus angustifrons	モグリオトヒメ			10				20				
	Paraprionospio sp. Type B	スピオ科の一種	20				60						
	Prionospio pulchra	イトエラスピオ	20										
	Pseudopolydora sp.	スピオ科の一種	10										
	Sigambra tentaculata	ハナオカカキゴカイ	20		10				10				
	Spiochaetopterus costarum	アシビキツバサコカイ	20										
	Sthenelais boa	オロチウロコムシ											
	Tambalagama fauveli	カニコカイ	80										
	Tharyx sp.	ミスヒキゴカイ科の一種	30										
	甲殻類	Alpheus sp.	テッポウエビ科の一種	10				10					
		Ampelisca brevicornis	クビナガスガメ	10									
		Aoroides columbiae	ブラブラソコエビ	10									
Balanus trigonus		サンカクフジツボ	10										
Corophium kitamorii		タイガートロクダムシ					30						
Eucrate crenata		マルバガニ	10										
Iphinoe sagamiensis		ホソナキサクーマ			20								
Lilieborgia japonica		ホソゲヨコエビ											
Megalopa of Brachyura		短尾類のメガロパ期幼生											
Melita sp.		メリタヨコエビ科の一種					10						
Philyra pisum		マメコブシガニ	10										
棘皮類		Temnopleurus toreumaticus	サンショウウニ		20								
その他	NEMERTINEA	ひも形動物門	40		70		10		30		50		
合計			1,050	30	200		140		120		1,450		
種類数			28		8		7		7		3		

表2-2 底生生物調査結果 (8月期個体数、個体数/m<sup>2</sup>)

分類	種名		Stn10		Stn11		Stn12		Stn13		Stn15		
			1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	
軟体類	<i>Macoma tokvoensis</i>	コイサギカイ					10						
	<i>Philine argentata</i>	キセワタガイ											
	<i>Raeta rostralis</i>	チヨノハナガイ					20		10				
	<i>Theora lubrica</i>	シズクガイ	510		10		480		190		60		
	<i>Veremolpa micra</i>	ヒメカノアサリ			40		10		20				
	多毛類	Amphitritinae	フサコカイ科の一種										
<i>Aonides oxycephala</i>		ケンサキシビオ											
<i>Bhawania goodei</i>		ナカタンザクコカイ											
<i>Chone</i> sp.		ケヤリ科の一種											
<i>Clymenura</i> sp.		タケアシコカイ科の一種											
<i>Dorvillea</i> sp.		リコイツメ科の一種											
<i>Eumida</i> sp.		サシハコカイ科の一種											
<i>Glycera chirori</i>		チロリ							10		10		
<i>Glycinde</i> sp.		ニカイチロリ科の一種							60				
<i>Lumbrineris longifolia</i>		ギボシイソメ科の一種											
<i>Magelona japonica</i>		モロテコカイ											
<i>Mediomastus</i> sp.		イトコカイ科の一種							20				
<i>Nectoneanthes latipoda</i>		オウキコカイ	10						20				
<i>Nephtys oligobranchiata</i>		コノハシロガネコカイ	10		20				10		20		
<i>Notomastus</i> sp.		イトコカイ科の一種					20						
<i>Ophiodromus angustifrons</i>		モグリオトヒメ											
<i>Paraprionospio</i> sp. Type B		スピオ科の一種							10				
<i>Prionospio pulchra</i>		イトエラスピオ											
<i>Pseudopolydora</i> sp.		スピオ科の一種											
<i>Sigambra tentaculata</i>		ハナオカカキコカイ					10		40		20		
<i>Spiochaetopterus costarum</i>		アシビキツバサコカイ					40						
<i>Sthenelais boa</i>		オロチウロコムシ					10		10		20		
<i>Tambalagamia fauveli</i>		カニコカイ											
<i>Tharyx</i> sp.		ミスヒキコカイ科の一種											
甲殻類		<i>Alpheus</i> sp.	テッポウエビ科の一種										
		<i>Ampelisca brevicornis</i>	クビナカスガメ						10				
		<i>Aoroides columbiae</i>	ブラブラソコエビ										
	<i>Balanus trigonus</i>	サンカクフジツボ											
	<i>Corophium kitamorii</i>	タイガードロクダムシ											
	<i>Eucrate crenata</i>	マルバガニ											
	<i>Iphinoe sagamiensis</i>	ホソナキサケマ			10				20		200		
	<i>Liljeborgia japonica</i>	ホソケヨコエビ									10		
	Megalopa of Brachyura	短尾類のメガロパ期幼生							10				
	<i>Melita</i> sp.	メリタヨコエビ科の一種											
	<i>Philyra pisum</i>	マメコブシガニ			10				50				
	棘皮類	<i>Temnopleurus toreumaticus</i>	サンショウウニ										
		その他	NEMERTINEA	80				10		40		60	
	総計			610		90		610		530		400	
種類数			4		5		9		16		9		

表3-1 底生生物調査結果 (5月期湿重量、g/m<sup>2</sup>)

分類群	測点	Stn.1		Stn.2		Stn.3		Stn.7		Stn.8		Stn.10		Stn.11		Stn.12		Stn.13		Stn.15	
		個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量
多毛類	1g以上	1	13.8									1	11.7	1	22.3						
	1g未満	29	12.2	32	3.1	20	7.6	20	7.9	15	15.5	13	6.3	20	10.2	16	1.0	13	6.7	13	5.0
甲殻類	1g以上	1	19.8																		
	1g未満	2	+	1	+	50	0.5	1	0.1	1	+			5	+			17	0.4	15	1.9
棘皮類	1g以上																				
	1g未満																				
軟体類	1g以上																				
	1g未満	32	5.1	7	1.5	5	0.5	3	0.6	17	1.2	17	2.1	51	6.8	134	30.5	116	19.2	6	0.9
その他	1g以上																				
	1g未満	6	1.3	1	+	1	0.2	2	+	5	0.1	4	0.1	3	0.1	5	0.1	7	2.0	3	8.5
合計	1g以上	2	33.6									1	11.7	1	22.3						
	1g未満	69	18.6	41	4.6	76	8.8	26	8.6	38	16.8	34	8.5	79	17.1	155	31.6	153	28.3	37	16.3

表3-2 底生生物調査結果 (8月期湿重量、g/m<sup>2</sup>)

分類群	測点	Stn.1		Stn.2		Stn.3		Stn.7		Stn.8		Stn.10		Stn.11		Stn.12		Stn.13		Stn.15	
		個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量
多毛類	1g以上																				
	1g未満	94	10.1	4	1.6	7	1.4	7	4.9			2	7.3	2	0.4	8	0.9	18	16.7	7	1.1
甲殻類	1g以上																				
	1g未満	6	3.4	2	+	5	+							2	7.7			9	0.4	21	0.1
棘皮類	1g以上																				
	1g未満																				
軟体類	1g以上	1	37.8																		
	1g未満	1	0.1	7	1.6	1	+	2	0.1	140	40.9	51	11.7	5	0.8	52	15.9	22	1.2	6	1.1
その他	1g以上	2	44.9																	1	10.9
	1g未満	4	0.2	7	0.1	1	1.4	3	0.1	5	0.3	8	0.2			1	+	4	0.2	6	0.3
合計	1g以上	3	82.7																	1	10.9
	1g未満	105	13.8	20	3.3	14	2.8	12	5.1	145	41.2	61	19.2	9	8.9	61	16.8	53	18.5	40	2.6

# 貝毒成分・有害プランクトン等モニタリング事業

江崎 恭志

## 1. 貝毒成分等モニタリング事業

福岡県豊前海における貝類の特殊プランクトンによる毒化を監視するとともに、毒化原因プランクトンの出現動向を把握し、食品としての安全性を確保する。

### 方 法

#### (1)調査期間および調査回数

平成10年4,5,6,7,9,11,12月(2回)の計8回

#### (2)調査対象貝類

アサリ, カキ

#### (3)調査点

図1に示す2点(Stn.11,12)で行った。

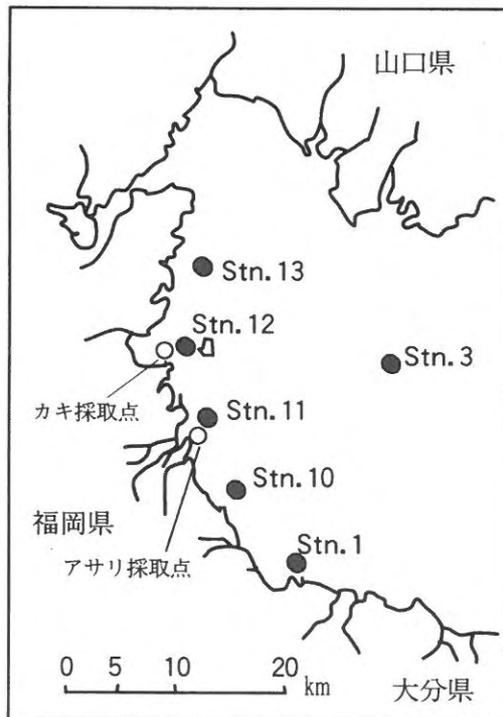


図1 調査点

#### (4)調査項目および方法

##### 1)麻痺性および下痢性毒の監視

アサリ, カキ可食部の麻痺性および下痢性毒の検査については、(財)日本冷凍食品検査協会福岡営業所に委託

して行った。

##### 2)原因プランクトンの出現状況

*Alexandrium*属, *Dinophysis*属, *Gymnodinium*属を対象として、海水11を濃縮し、その全量を検鏡した。

### 結 果

#### (1)毒化状況(表1)

本年度は、アサリ, カキともに麻痺性および下痢性の毒化は認められなかった。

#### (2)原因プランクトンの出現状況および水質環境(表2)

##### 1)*Alexandrium*属

麻痺性貝毒の原因プランクトンである*A. tamarense* および*A. catenella*の出現は調査期間中には認められなかった。

##### 2)*Gymnodinium*属

強毒性である*Gymnodinium catenatum*については、12月に出現が確認されたため、カキ養殖漁場を対象に詳細な調査を実施した。結果を表3に示す。

12月8日、海区南部の宇島~吉富地先のカキ養殖漁場で最高10cells/lが確認された。その後、細胞密度を保ちながら中~北部海域まで分布域を拡大し、13日に最北部のカキ養殖漁場である柄杓田地先にまで達した。またこのとき同時に、南部海域において細胞密度が期間中の最高値を記録した(吉富町地先の底層で46cells/l)。その後、水温の下降とともに減少、27日までに消滅した。

本種の発生期間中、養殖カキの毒化は認められなかった。

##### 3)*Dinophysis*属

下痢性貝毒の原因プランクトンである*D. fortii*は、5月に1cells/l確認された以外は見られなかった。

*D. acuminata*は8,2,3月を除いて観測を行ったすべての月で出現が認められた。出現細胞数は7月の表層で最も多く13cells/l出現していた。

##### 4)水質環境

アサリ採取点に最も近い定点(Stn.11)における5~10月、カキ採取点に最も近い定点(Stn.12)における

表1 貝毒検査結果

貝の種類			採取月日	検査月日	麻痺性毒力 (MU/g)	下痢性毒力 (MU/g)
アサリ	殻長平均	36.5 mm	平成11年 4月1日	平成11年 4月1日～3日	ND	ND
	殻高平均	27.2 mm				
	重量平均	12.2 g				
〃	殻長平均	33.2 mm	5月17日	5月20日～22日	ND	ND
	殻高平均	24.2 mm				
	重量平均	9.2 g				
〃	殻長平均	34.8 mm	6月16日	6月18日～21日	ND	ND
	殻高平均	25.7 mm				
	重量平均	10.4 g				
〃	殻長平均	31.4 mm	7月13日	7月13日～15日	ND	ND
	殻高平均	23.7 mm				
	重量平均	8.7 g				
〃	殻長平均	33.5 mm	9月22日	9月29日～30日	ND	ND
	殻高平均	23.4 mm				
	重量平均	7.9 g				
カキ	殻長平均	107.7 mm	11月19日	11月19日～22日	ND	ND
	殻高平均	49.4 mm				
	重量平均	77.9 g				
〃	殻長平均	114.1 mm	12月16日	12月16日～20日	ND	ND
	殻高平均	54.9 mm				
	重量平均	90.5 g				
〃	殻長平均	121.2 mm	平成12年 1月15日	平成12年 1月17日～18日	ND	ND
	殻高平均	55.2 mm				
	重量平均	94.5 g				

ND:検出限界値以下

表2 貝毒プランクトン出現状況

調査月日	調査点	観測層	麻痺性原因種			下痢性原因種		水温 (℃)	塩分
			<i>A. tamarense</i> (cells/l)	<i>A. catenella</i> (cells/l)	<i>G. catenatum</i> (cells/l)	<i>D. fortii</i> (cells/l)	<i>D. acuminata</i> (cells/l)		
平成11年									
4月15日	Stn. 11	表層	-	-	-	-	-	12.6	32.68
		5m層	-	-	-	-	-	12.5	32.91
5月18日	〃	表層	-	-	-	1	9	20.4	32.51
		5m層	-	-	-	-	6	20.4	32.52
6月16日	〃	表層	-	-	-	-	4	23.8	31.87
		5m層	-	-	-	-	-	23.2	32.28
7月12日	〃	表層	-	-	-	-	13	23.3	30.10
		5m層	-	-	-	-	9	23.1	30.68
8月24日	〃	表層	-	-	-	-	-	27.0	30.68
		5m層	-	-	-	-	-	27.2	31.36
9月14日	〃	表層	-	-	-	-	-	28.0	30.72
		5m層	-	-	-	-	8	27.7	30.91
10月12日	〃	表層	-	-	-	-	1	24.4	31.15
		5m層	-	-	-	-	-	24.2	31.59
11月18日	Stn. 12	表層	-	-	-	-	-	17.4	32.31
		5m層	-	-	-	-	11	17.4	32.31
12月17日	〃	表層	-	-	7	-	2	12.1	32.72
		5m層	-	-	16	-	4	12.1	32.74
平成12年									
1月18日	〃	表層	-	-	-	-	2	9.6	32.52
		5m層	-	-	-	-	5	9.6	32.49
2月10日	〃	表層	-	-	-	-	-	7.8	33.21
		5m層	-	-	-	-	-	7.8	33.34
3月15日	〃	表層	-	-	-	-	-	9.3	33.01
		5m層	-	-	-	-	-	9.2	33.05

-:出現なし

表3 *Gymnodinium catenatum*出現状況と水質環境

調査日	漁場	採水層	水温 (°C)	塩分	細胞数 (cells/l)	調査日	漁場	採水層	水温 (°C)	塩分	細胞数 (cells/l)
H11.12.8	羽島	0m	13.1	32.40		H11.12.17	柄杓田	0m	14.2	32.40	3
		5m	13.0	32.40				5m	14.2	32.40	9
		Bm	13.0	32.50				Bm	14.2	32.50	4
	養島	0m	12.5	32.00			羽島	0m	11.9	32.00	7
		5m	13.1	32.30				5m	12.1	32.30	16
		Bm	13.2	32.40				Bm	12.2	32.40	16
	八屋	0m	11.8	31.70			養島	0m	11.0	31.70	
		5m	11.6	31.70				5m	11.0	31.70	
		Bm	11.6	31.70				Bm	11.0	31.70	
	宇島	0m	12.8	31.90			八屋	0m	11.3	11.30	
		5m	13.1	32.10				5m	11.3	11.30	2
		Bm	13.0	32.10	6			Bm	11.6	11.60	
	吉富	0m	13.3	32.10	10		吉富	0m	11.5	11.50	
		5m	13.1	32.10	6			5m	11.8	11.80	
		Bm	13.0	32.10	10			Bm	11.9	11.90	26
H11.12.12	羽島	0m	13.0	32.10	2	H11.12.21	柄杓田	0m	10.1	計測せず	
		5m	13.1	32.40				5m			
		Bm	13.1	32.30				Bm			
	養島	0m	12.4	31.90			羽島	0m	8.4		
		5m	12.6	32.00	1			5m			
		Bm	12.6	32.10				Bm			
	八屋	0m	11.9	31.70	1		養島	0m	7.7		
		5m	12.2	31.80	10			5m			
		Bm	12.2	32.00	3			Bm			
	宇島	0m	12.8	32.00	4		八屋	0m	8.5		
		5m	13.0	32.10	8			5m			
		Bm	12.9	32.30	2			Bm			
	吉富	0m	13.3	32.00	7		吉富	0m	9.0		
		5m	13.0	32.00				5m			
		Bm	13.0	32.10	4			Bm			1
H11.12.13	柄杓田	0m	13.2	計測せず							
		5m			22						
		Bm			5						
	羽島	0m	12.7		8						
		5m			6						
		Bm			11						
	養島	0m	12.0		9						
		5m			2						
		Bm									
	八屋	0m	11.5		23						
		5m									
		Bm									
	吉富	0m	12.4		8						
		5m			13						
		Bm			9						
				46							

表4 赤潮発生状況

No.	発生時期	発生海域	構成プランクトン	最高細胞密度 (cells/ml)	漁業被害
1	H11.6.8~6.15	豊前市~築上郡吉富町沿岸域 京都郡苅田町苅田港および港外周辺	<i>Heterosigma akashiwo</i>	20,000	蓄養中の稚魚 へい死
2	6.29~7.5	豊前市~築上郡吉富町沿岸域	<i>Prorocentrum</i> spp.	2,200	なし
3	7.19~7.21	京都郡苅田町地先	<i>Noctiluca scintillans</i>	3,600	なし
4	8.26~8.30	北九州市柄杓田~京都郡苅田町沿岸域	<i>Chattonella antiqua</i>	5,700	なし
5	8.11~8.13	築上郡椎田町沿岸域	<i>Heterocapsa circularisquama</i>	1,000	なし

11~3月の表層, 5m層でのそれぞれの水温, 塩分の観測結果をみると, アサリ検体を採取した4月から10月までの水温は, 12~28°C台であった。カキ検体を採取した11月から3月までの水温は7~17°C台であった。

4月から10月までの塩分は30~32台であり, 11月から3月までは32~33台であった。

## 考 察

麻痺性貝毒原因種 *G. catenatum* の出現は、当海区では初めてであるが、本種は極めて強毒性であることから、増殖の好適水温帯に当たる春期及び晩秋期には強い警戒が必要である。

また平成8年春季に初めて出現した *A. tamarense* は、昨年引きつづき本年度もみられなかったが、底泥中にはシストが存在することから、本種についても今後十分な監視が必要である。

## 2. 有害プランクトン等モニタリング事業

赤潮に関する調査並びに情報の収集、交換を行うことにより、沿岸における漁場の保全および漁業被害の防止・軽減を図る。

## 方 法

調査は平成10年4月から11年3月まで月1回、図1に示す6定点で、海象、水質、プランクトン調査を実施した。赤潮の発生状況は、本事業での調査の他、他事業での海洋観測や漁業者からの通報にも基づいて、その都度確認し、発生状況の把握に努めた。

## 結 果

### (1) 赤潮発生状況

赤潮の発生状況を表4に示す。発生件数は5件で前年と同件数であり、このうち漁業被害は、6月に発生した *Heterosigma akashiwo* による、漁港内に蓄養中の雑魚の斃死被害の1件であった。

### (2) 水質環境

調査日別の水質測定結果を表5に示す。

水温は表層平均7.8~27.7℃、底層平均7.8~26.7℃の範囲で推移していた。

塩分は表層平均30.19~32.95、底層平均31.06~33.07の範囲で推移していた。

酸素飽和度は表層平均90~110%、底層平均64~122%の範囲で推移していた。

DINは表層平均0.89~13.80  $\mu\text{g-at/l}$ 、底層平均0.296~14.13  $\mu\text{g-at/l}$  で推移していた。一方、DIPは表層平均0.01~0.72  $\mu\text{g-at/l}$ 、底層平均0.01~0.80  $\mu\text{g-at/l}$  で推移していた。

クロロフィルaは表層平均1.67~4.81  $\mu\text{g/l}$ 、底層平均1.89~6.34  $\mu\text{g/l}$  の範囲で推移していた。

### (3) プランクトン

出現したプランクトンの類別割合は4月から10月は珪藻類と渦鞭毛藻類の占める割合が高く、11月から3月は珪藻類の占める割合が高かった。珪藻類の主な出現種は *Thalassiosira* spp., *Coscinodiscus* spp., *Chaetoceros* spp., *Nitzschia* spp., 渦鞭毛藻類では、*Ceratium fusus*, *Ceratium furca*, *Prorocentrum* spp., 黄色渦鞭毛藻類では、*Dictyocha* spp.であった。

## 考 察

当海域では、平成9年秋季に *H. circularisquama* 赤潮が初めて発生し、アサリが斃死する被害が生じた<sup>1)</sup>。他の *H.circularisquama* 赤潮発生海域でも、夏から秋の高水温期に発生しており、この時期を重点に *H. circularisquama* 赤潮の調査をする必要があるだろう。

さらに二枚貝に対して影響が強いことから、*H. circularisquama* の初期増殖を把握し、避難等の対策ができるようなモニタリング体制を強化する必要があるだろう。

## 文 献

- 1) 江藤拓也・桑村勝士・佐藤博之：1997年秋季に発生した *Heterocapsa circularisquama* 赤潮の発生状況と漁業被害の概要. 福岡県水産海洋技術センター研究報告, 第8号, 91-96 (1998).

表5 水質測定結果

調査月日	地点	水温 (°C)		塩分		酸素飽和度 (%)		DIN ( $\mu\text{g-at/l}$ )		DIP ( $\mu\text{g-at/l}$ )		クロロフィルa ( $\mu\text{g/l}$ )	
		表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層
平成11年 4月15日	1	12.8	12.4	32.56	33.03	91	113	2.18	1.27	0.28	0.32	1.12	2.50
	3	11.4	11.4	33.22	33.22	94	113	0.86	0.85	0.40	0.68	2.60	2.83
	10	12.4	12.2	32.96	33.12	96	119	0.92	1.09	0.35	0.29	1.75	2.10
	11	12.6	12.5	32.68	32.95	95	114	3.41	2.79	0.36	0.39	2.65	6.52
	12	12.4	12.2	33.03	33.05	94	113	3.91	4.44	0.27	0.39	5.24	5.26
	13	12.5	12.4	32.94	33.00	95	116	3.65	5.30	0.49	0.21	5.00	6.39
	平均	12.4	12.2	32.90	33.06	94	115	2.49	2.62	0.36	0.38	3.06	4.27
5月18日	1	20.4	19.8	32.47	32.58	100	127	1.91	1.67	0.18	0.18	2.43	2.20
	3	18.5	13.4	32.86	33.26	104	125	1.20	1.58	0.14	0.11	1.04	1.40
	10	19.6	19.3	32.59	32.60	100	119	0.99	1.26	0.18	0.18	2.44	2.66
	11	20.4	20.1	32.51	32.54	95	118	2.91	1.94	0.28	0.28	3.97	4.20
	12	19.6	19.5	32.66	32.67	96	118	1.15	1.35	0.23	0.19	3.79	3.68
	13	18.8	18.8	32.97	32.98	97	125	1.33	1.53	0.07	0.15	6.99	7.59
	平均	19.6	18.5	32.68	32.77	99	122	1.58	1.56	0.18	0.18	3.44	3.62
6月16日	1	24.4	23.3	31.89	32.06	100	85	1.62	1.67	0.65	0.62	1.69	3.42
	3	22.3	17.0	32.43	33.22	103	97	0.90	2.26	1.03	0.68	1.59	1.38
	10	23.7	22.5	32.19	32.36	106	105	3.33	1.02	0.53	0.57	2.25	3.67
	11	23.8	22.7	31.87	32.38	102	101	1.22	5.15	0.58	0.59	4.40	4.14
	12	24.0	23.3	31.99	32.32	103	99	0.90	1.78	0.52	0.70	4.40	4.08
	13	23.1	22.4	32.37	32.47	103	99	1.03	2.44	1.02	0.53	3.20	3.85
	平均	23.6	21.9	32.12	32.47	103	98	1.50	2.39	0.72	0.62	2.92	3.42
7月12日	1	24.0	23.6	28.75	30.07	109	112	1.46	1.19	0.08	0.10	3.23	2.60
	3	23.1	18.7	30.89	33.05	103	89	1.36	4.43	0.18	0.19	1.03	4.14
	10	23.2	22.3	30.36	30.72	113	71	1.06	1.31	0.06	0.08	3.50	2.62
	11	23.3	22.9	30.10	30.90	112	112	1.00	1.03	0.05	0.08	3.93	8.09
	12	23.2	23.0	30.28	30.76	107	113	0.42	0.69	0.01	0.10	2.72	9.27
	13	23.0	22.9	30.75	30.84	116	121	1.95	0.81	0.01	0.18	8.78	11.33
	平均	23.3	22.2	30.19	31.06	110	103	1.21	1.58	0.07	0.12	3.87	6.34
8月24日	1	27.5	26.7	30.88	31.60	96	45	1.09	15.31	0.15	0.40	2.70	3.83
	3	26.7	23.0	31.67	31.91	100	67	1.20	3.06	0.13	0.38	1.11	1.59
	10	27.7	26.8	31.35	31.56	98	66	1.67	6.43	0.13	0.12	1.74	5.00
	11	27.0	26.8	30.68	31.55	93	68	3.33	5.42	0.36	0.16	5.27	3.13
	12	27.0	26.7	31.12	31.57	92	60	2.31	7.18	0.12	0.30	3.93	3.61
	13	27.0	26.8	30.87	31.70	104	88	2.26	8.18	0.15	0.38	11.79	2.92
	平均	27.2	26.1	31.10	31.65	97	66	1.98	7.60	0.17	0.29	4.42	3.35
9月14日	1	27.5	27.1	30.79	31.38	97	52	3.27	2.17	0.55	1.72	2.61	2.82
	3	27.0	24.4	31.64	32.27	94	63	1.54	2.05	0.37	0.63	0.65	1.70
	10	28.0	26.6	30.91	31.36	111	28	4.85	2.96	0.46	0.93	1.76	8.59
	11	28.0	27.3	30.72	31.15	104	73	2.71	1.72	0.64	0.66	5.13	6.14
	12	27.7	27.4	31.06	31.12	92	86	2.52	1.78	0.35	0.35	4.18	4.59
	13	27.7	27.1	31.14	31.44	96	80	2.03	2.03	0.22	0.49	3.37	5.28
	平均	27.7	26.7	31.04	31.45	99	64	2.82	2.12	0.43	0.80	2.95	4.85
10月12日	1	24.6	24.5	30.26	30.78	99	82	5.99	10.30	0.62	0.52	4.03	6.48
	3	24.7	24.6	31.55	31.70	103	99	9.01	6.52	0.65	0.38	4.64	3.18
	10	24.7	24.1	30.66	31.56	108	88	6.63	5.19	0.50	0.63	4.42	5.23
	11	24.4	24.1	31.15	31.62	104	94	7.80	6.08	0.38	0.52	6.05	4.15
	12	24.2	24.1	31.63	31.77	98	94	4.06	5.26	0.64	0.50	3.55	4.52
	13	24.4	24.3	31.68	31.76	104	101	4.03	3.31	0.63	0.49	6.19	6.18
	平均	24.5	24.3	31.16	31.53	103	93	6.25	6.11	0.57	0.51	4.81	4.96
11月18日	1	16.7	16.7	32.06	32.05	89	90	13.93	16.63	0.22	0.20	1.28	1.50
	3	18.8	18.8	32.05	32.07	91	91	5.80	4.78	0.29	0.22	1.07	1.73
	10	17.3	17.3	32.28	32.30	91	90	14.99	12.28	0.24	0.29	1.19	1.51
	11	17.1	17.1	32.13	32.17	88	90	16.43	18.14	0.29	0.33	1.41	1.61
	12	17.4	17.4	32.31	32.30	91	88	15.95	15.90	0.26	0.18	2.19	2.31
	13	18.0	18.0	32.50	32.51	92	91	15.67	17.06	0.26	0.33	2.89	2.65
	平均	17.6	17.6	32.22	32.23	90	90	13.80	14.13	0.26	0.26	1.67	1.89
12月17日	1	11.6	11.8	32.02	32.21	102	105	10.08	8.69	0.37	0.31	1.45	1.55
	3	13.4	13.4	32.15	32.36	104	103	6.80	9.39	0.26	0.29	3.82	3.94
	10	11.5	11.5	32.13	32.18	106	107	3.53	3.57	0.20	0.20	1.90	2.02
	11	12.1	12.2	32.57	32.61	103	104	12.75	11.50	0.29	0.26	5.09	5.09
	12	12.1	12.1	32.72	32.80	108	105	3.49	3.86	0.26	0.33	4.18	4.40
	13	14.2	14.2	33.58	33.59	100	99	10.36	9.66	0.35	0.41	4.18	2.57
	平均	12.5	12.5	32.53	32.63	104	104	7.84	7.78	0.29	0.30	3.44	3.26
平成11年 1月18日	1	9.7	9.7	32.26	32.29	97	100	1.61	0.92	0.20	0.08	1.51	1.73
	3	10.4	10.4	32.59	32.59	96	107	1.46	1.30	0.10	0.06	1.16	1.04
	10	9.6	9.6	32.47	32.46	96	101	0.73	0.81	0.06	0.07	1.28	1.51
	11	9.6	9.6	32.46	32.47	96	99	1.67	1.74	0.06	0.08	1.77	1.95
	12	9.6	9.6	32.52	32.54	98	98	1.83	1.88	0.05	0.02	2.55	2.19
	13	11.2	11.2	33.35	33.34	100	118	0.96	1.40	0.05	0.05	2.89	3.00
	平均	10.0	10.0	32.61	32.62	97	104	1.38	1.34	0.09	0.06	1.86	1.90
2月10日	1	6.8	7.1	32.41	32.86	98	99	0.73	0.80	0.00	0.00	2.67	2.78
	3	9.0	9.0	32.75	32.78	89	117	0.76	0.72	0.03	0.05	2.33	2.22
	10	7.2	7.2	32.85	32.93	99	119	1.17	0.99	0.02	0.00	4.85	4.61
	11	7.8	7.8	33.23	33.29	96	123	1.08	1.00	0.00	0.00	6.33	6.21
	12	7.8	7.7	33.21	33.37	89	120	0.75	0.97	0.00	0.00	5.77	7.36
	13	8.2	8.2	32.50	33.14	96	120	0.83	1.27	0.01	0.00	6.91	7.26
	平均	7.8	7.8	32.83	33.06	95	116	0.89	0.96	0.01	0.01	4.81	5.07
3月15日	1	9.1	9.3	32.75	33.09	96	97	1.11	1.02	0.08	0.05	1.57	2.11
	3	8.9	8.8	32.83	32.90	95	113	1.20	2.14	0.10	0.08	1.46	2.35
	10	9.2	9.1	33.09	33.20	97	106	0.98	0.55	0.09	0.04	1.55	1.55
	11	9.3	9.2	32.98	33.12	98	114	2.11	0.89	0.16	0.11	2.13	1.92
	12	9.3	9.1	33.01	33.07	96	114	0.97	0.66	0.09	0.10	2.24	2.38
	13	9.1	9.0	33.01	33.03	105	118	2.13	1.98	0.08	0.16	2.57	2.58
	平均	9.2	9.1	32.95	33.07	98	110	1.42	1.21	0.10	0.09	1.92	2.15

# ヘテロカプサ赤潮等緊急対策事業

江崎 恭志

豊前海区では、慢性的な富栄養化により赤潮が多く発生し、有害種による漁業被害の事例も多い。特に、二枚貝類に対して特異的に高い毒性を有する渦鞭毛藻 *Heterocapsa circularisquama* 赤潮は、アサリ等のへい死被害を引き起こす<sup>1)</sup>など、海区の基幹漁業である採貝やカキ養殖等の漁家経営にとって大きな脅威となっている。

本事業は、平成11年から5年計画で、赤潮の多発する夏季に海洋環境調査・プランクトン調査を行い、その発生要因を解明、発生予察技術を開発し、赤潮による漁業被害の防止・軽減を図ることを目的としている。

## 方 法

- 1 調査水域：周防灘（図1の8定点、うち代表点1）。
- 2 調査期間：平成11年7月下旬から9月下旬まで、毎週1回（合計10回）。また、これら定期調査とは別に、有害赤潮の発生時に臨時調査を実施した（調査期間中2回）。
- 3 調査項目：水温及び塩分（表層・中層（5m）及び

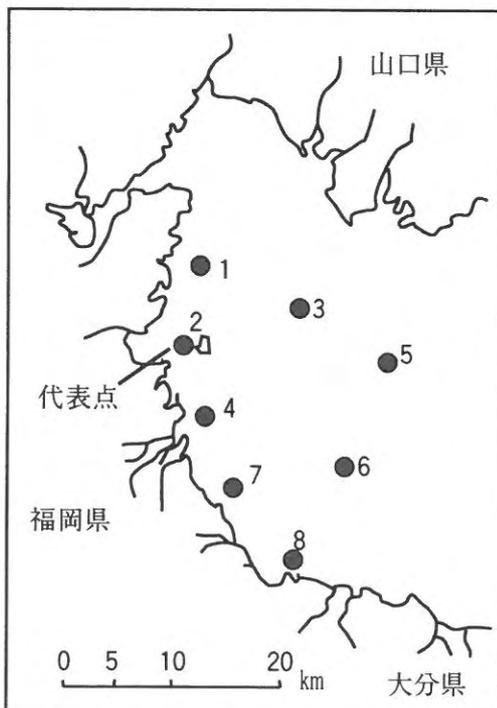


図1 調査点

底層)、溶存酸素飽和度（代表点の表層・中層及び底層、その他は底層）、栄養塩類（代表点）、プランクトン栄養細胞数;*Heterocapsa circularisquama*(以下*H. circularisquama*),*Gymnodinium mikimotoi* (以下*G. mikimotoi*), *Chattonella antiqua&marina* (以下*Chattonella* spp.), 全珪藻類（代表点）。特に*H. circularisquama*について詳細に解析。

## 結 果

### 1 海域環境

測定結果を表1に示す。

#### (1)水温及び塩分

水温(5m層)は、7月下旬に24~25℃台であり、8月初旬に26℃、中旬には28℃台を記録し、ピークに達した。その後、9月中旬まで26~27℃台を保持した。全体として、沿岸部では沖合より若干低い値で推移した。

塩分(5m層)は、調査期間中、29.8~31.9の範囲にあり、大きな変動はなかった。

#### (2)溶存酸素飽和度

底層の溶存酸素飽和度は、8月中旬までは75.4~113.0%の範囲内にあり、顕著な低酸素状態は認められなかった。8月下旬から9月中旬にかけて、中~南部海域沿岸部で40~50%台という低酸素状態を呈したが、下旬には回復した。

#### (3)栄養塩類

DIN 濃度は全層平均で1.29~7.17  $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ の範囲で、DIP濃度は0.084~0.32  $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ の範囲で、それぞれ推移した。N/P比は、8月下旬までは13.5~44.1、8月末以降では4.8~13.4の範囲で推移した。

### 2 プランクトン

プランクトンの出現状況を図2に示す。

#### (1)*H. circularisquama*

本種は8月下旬、豊前海中~南部を中心に初期発生が確認された。このときの細胞数は全層平均で0.1~

表1 水質測定結果

調査月日	地点	水温 (°C)			塩分			酸素飽和度 (%)	
		表層	中層	底層	表層	中層	底層	表層	底層
平成11年 7月28日	1	26.3	25.6	25.6	31.25	30.51	31.15	97	
	2	26.2	25.8	25.7	30.75	31.16	31.17	88	
	3	25.3	25.0	25.1	31.73	31.77	32.03	106	
	4	26.1	25.8	25.6	30.83	31.44	31.44	83	
	5	26.0	25.1	23.7	31.44	31.66	32.08	111	
	6	24.9	24.2	23.7	31.69	31.69	31.77	105	
	7	26.0	25.0	24.2	30.88	31.23	31.46	90	
	8	24.4	24.3	23.7	31.20	31.42	31.68	95	
	平均	25.7	25.1	24.7	31.22	31.36	31.60	97	
8月4日	1	26.6	26.6	26.5	30.93	30.94	31.01	105	
	2	26.7	26.7	26.6	30.58	30.57	30.56	98	
	3	26.0	26.0	25.9	31.60	31.58	31.95	102	
	4	26.5	26.4	26.3	31.30	31.31	31.32	104	
	5	25.7	25.7	25.0	31.75	31.73	31.67	106	
	6	25.6	25.5	25.1	31.24	31.44	31.59	108	
	7	26.2	26.2	26.0	30.87	30.98	31.13	105	
	8	25.7	25.6	25.2	30.77	31.35	31.33	95	
	平均	26.1	26.1	25.8	31.13	31.24	31.32	103	
8月10日	1	27.4	27.4	27.4	31.37	31.38	31.39	111	
	2	27.7	27.7	27.2	30.98	31.07	31.15	102	
	3	26.4	26.3	26.3	31.38	31.37	31.38	113	
	4	27.6	27.1	26.8	30.37	31.26	31.39	97	
	5	26.5	26.5	22.8	31.07	31.28	32.31	75	
	6	26.8	26.3	25.8	30.82	31.20	31.67	102	
	7	26.9	26.7	26.3	30.89	31.06	31.31	100	
	8	26.4	26.3	25.6	30.56	30.28	31.28	79	
	平均	27.0	26.8	26.0	30.86	31.11	31.49	97	
8月17日	1	27.4	27.4	27.4	31.37	31.38	31.39	102	
	2	28.2	28.1	28.0	31.26	31.27	31.29	103	
	3	26.7	26.7	25.4	31.58	31.60	31.94	112	
	4	28.1	28.1	28.0	31.35	31.36	31.35	109	
	5	27.2	27.2	23.5	31.44	31.46	31.89	99	
	6	27.5	27.5	23.8	31.42	31.43	32.18	90	
	7	28.2	28.1	27.9	31.24	31.23	31.27	104	
	8	28.6	28.5	27.4	30.80	30.86	31.33	95	
	平均	27.7	27.7	26.4	31.31	31.32	31.58	102	
8月24日	1	27.0	27.0	26.8	30.87	31.23	31.70	88	
	2	27.1	26.8	26.7	31.02	31.54	31.59	59	
	3	26.7	26.8	25.4	30.94	31.59	31.81	91	
	4	27.5	27.3	26.8	31.00	31.38	31.54	61	
	5	26.6	23.7	23.0	31.67	31.91	32.31	67	
	6	27.0	27.0	25.9	31.30	31.54	31.89	80	
	7	27.5	27.6	26.8	31.19	31.28	31.54	52	
	8	27.5	27.5	26.6	31.12	31.13	31.61	73	
	平均	27.1	26.7	26.0	31.14	31.45	31.75	72	
8月31日	1	27.2	27.2	26.8	31.14	31.16	31.38	95	
	2	27.4	27.2	27.1	31.05	31.19	31.24	101	
	3	26.7	26.5	26.4	31.26	31.27	31.79	78	
	4	27.9	27.4	26.8	30.71	31.12	31.49	53	
	5	27.0	25.1	23.4	31.66	31.64	31.84	66	
	6	27.1	27.0	25.2	31.40	31.58	32.05	77	
	7	27.7	27.3	26.9	31.08	31.21	31.38	86	
	8	27.7	27.6	26.9	30.72	31.41	30.50	99	
	平均	27.3	26.9	26.2	31.13	31.32	31.46	82	

1 cells/mlと少数だった。その後しばらくは低密度で推移したが、9月上旬までには北部海域でも出現し、かつ南部海域で最高16.7cells/mlまで増殖した。その直後の9月11日、南部海域の稚田町海岸に沿って赤潮化した。最高細胞数は1,000cells/mlと比較的低密度で、広範囲には拡大せず、3日間で終息、栄養細胞も全域で観察されなくなった。

調査期間中を通じ、本種による漁業被害は認められなかった。

(2) *Chattonella* spp.

本種は7月末にすでに出現していた。その後、10cells/m未満の低密度で推移したが、8月下旬までには北部海域で数10細胞レベルにまで増殖し、8月26日に北九州市門司区柄杓田～苅田町地先で赤潮化した。最高細胞数は5,700cells/mlで、5日間継続したが、9月上旬までには全域で栄養細胞が観察されなくなった。

調査期間中を通じ、本種による漁業被害の報告はなかった。なお、当研究所が行橋市地先海域に設置していたヨシエビの飼育施設内で稚エビのへい死が認められたが、赤潮との関連は不明であった。

調査月日	地点	水温 (°C)			塩分			酸素飽和度 (%)	
		表層	中層	底層	表層	中層	底層	表層	底層
9月7日	1	27.0	26.9	26.7	30.90	30.95	31.06	109	
	2	27.2	26.9	26.9	30.66	31.06	31.08	108	
	3	26.6	26.6	26.3	31.48	31.59	31.82	104	
	4	27.2	27.0	26.7	30.68	31.11	31.22	90	
	5	26.7	26.6	23.8	31.55	31.62	32.30	65	
	6	27.2	27.1	24.7	30.94	31.11	32.06	69	
	7	27.3	27.3	26.7	30.79	31.07	31.26	83	
	8	27.5	27.2	26.6	29.90	31.09	31.43	60	
	平均	27.1	26.9	26.1	30.86	31.20	31.53	86	
9月14日	1	27.7	27.3	27.1	31.14	31.33	31.44	80	
	2	27.5	27.5	27.4	31.11	31.11	31.11	89	
	3	27.2	27.0	26.3	31.33	31.37	31.65	89	
	4	28.1	27.7	26.7	30.69	30.89	31.34	48	
	5	27.0	26.7	24.4	31.64	31.71	31.72	63	
	6	27.7	27.7	25.9	30.92	30.91	31.91	79	
	7	28.9	27.2	26.7	30.74	30.81	31.43	44	
	8	27.7	27.5	26.7	30.81	31.43	31.55	54	
	平均	27.7	27.3	26.4	31.05	31.20	31.52	68	
9月21日	1	27.5	27.1	27.0	30.34	30.85	30.89	85	
	2	27.7	27.0	27.0	29.84	30.85	30.82	79	
	3	27.0	27.0	26.9	31.04	31.36	31.49	85	
	4	27.4	27.4	27.0	29.90	30.59	30.78	85	
	5	26.9	26.9	24.8	30.91	31.03	32.14	40	
	6	27.0	26.7	26.4	30.99	31.41	31.59	72	
	7	27.4	27.4	27.2	30.37	30.60	30.70	74	
	8	27.2	27.2	27.2	30.68	30.70	31.23	74	
	平均	27.3	27.1	26.7	30.51	30.92	31.21	74	
9月28日	1	26.0	25.8	25.7	29.86	30.09	30.13	87	
	2	25.9	25.9	25.9	29.97	30.13	30.17	88	
	3	26.0	26.0	26.1	30.16	30.59	31.07	82	
	4	25.7	26.1	26.1	29.21	30.43	30.46	80	
	5	26.3	25.9	25.5	30.57	30.67	31.50	83	
	6	26.4	26.2	26.3	30.66	30.71	30.88	76	
	7	26.2	26.4	26.3	29.29	30.13	30.08	67	
	8	26.0	26.0	26.2	29.67	29.81	30.30	94	
	平均	26.1	26.0	26.0	29.92	30.32	30.57	82	

調査月日	DIN (μg-at/l)			DIP (μg-at/l)		
	表層	中層	底層	表層	中層	底層
7月28日	2.55	6.41	7.12	0.30	0.29	0.38
8月4日	6.45	7.60	7.58	0.31	0.29	0.26
8月10日	1.10	1.16	1.11	0.09	0.08	0.08
8月17日	1.10	1.92	2.94	0.11	0.12	0.16
8月24日	4.39	6.93	10.35	0.15	0.15	0.17
8月31日	3.13	3.04	2.33	0.28	0.20	0.27
9月7日	0.92	1.48	1.61	0.32	1.48	1.61
9月14日	1.76	3.00	5.96	0.22	0.21	0.28
9月21日	2.34	2.64	4.40	0.16	0.22	0.41
9月28日	1.59	1.65	2.20	0.24	0.34	0.42
平均	2.64	3.80	4.82	0.22	0.34	0.40

(3) *G. mikimotoi*

本種は、調査期間を通じて出現が確認されなかった。

(4) 珪藻類

珪藻類の細胞密度は、全層平均で14~2,392cells/mlの範囲内だった。調査期間を通じて見ると、8月中旬から下旬にかけて密度が急激に低下、期間中の最低値を記録した。このとき、海水の透明度が異常に上昇する現象が観察された。

考 察

1 水温・塩分と有害プランクトン発生状況との関係

本年度の有害種の初期発生から赤潮形成期間における水温は27℃前後・塩分は31強であり、他海域での発生事例における値の範囲内にあった。

2 栄養塩濃度とプランクトン発生状況との関係

代表点における栄養塩濃度と珪藻密度との関係を図3に示した。

まず、8月4日~8月10日の珪藻の増殖期にDIN・DIP

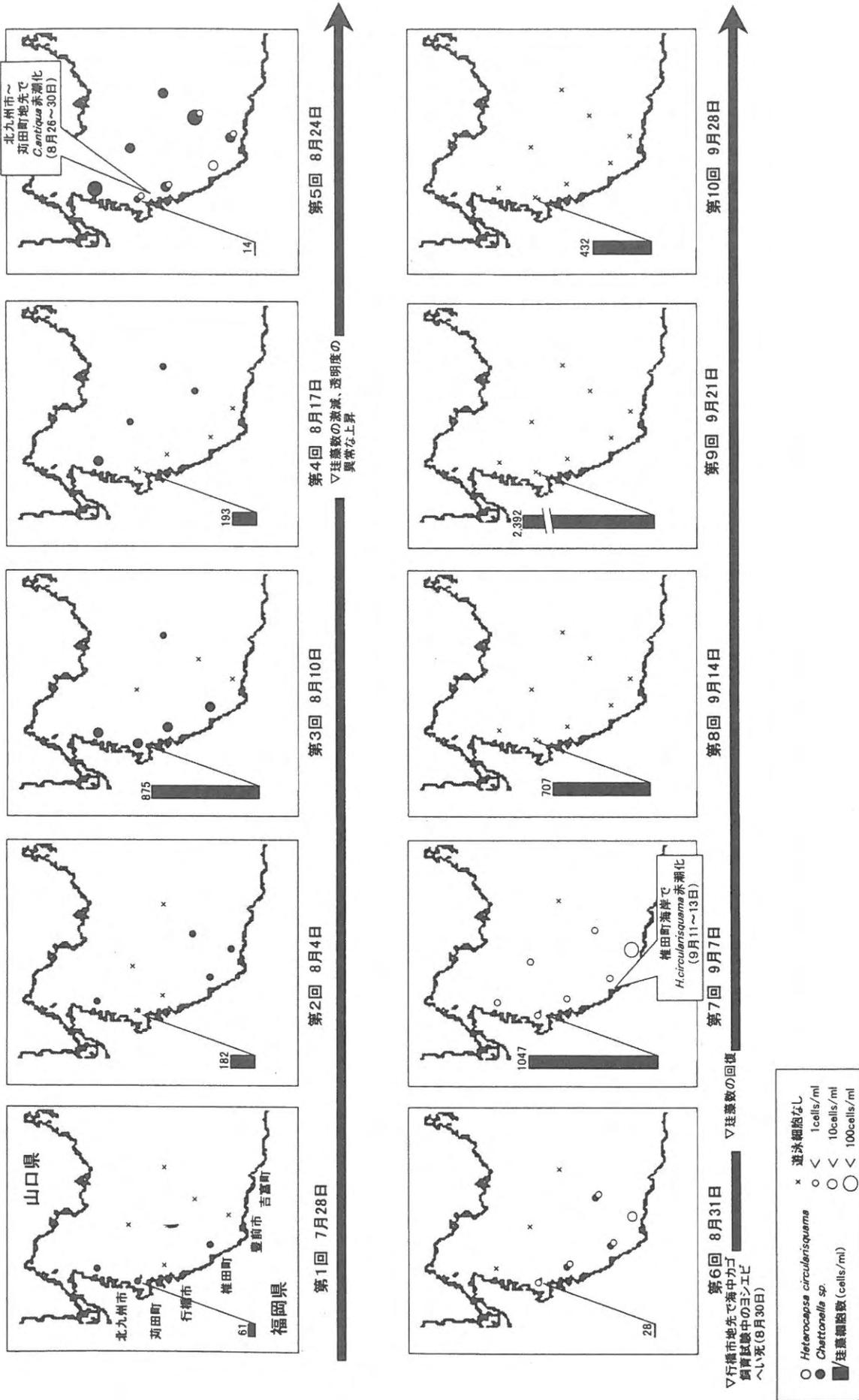


図2 調査期間中のプランクトン出現状況

がともに減少、10日から24日にかけての珪藻密度の激減期に増加している。これは珪藻の消長に伴う栄養塩類の消費・回復による変動と思われる。

また、8月24日～9月7日の期間にDINの減少が認められるが、その期間当該海域では*Chattonella* spp.による赤潮形成、その後入れ替わりに珪藻密度の回復、というイベントがっており、このときDINが消費されたものと思われる。

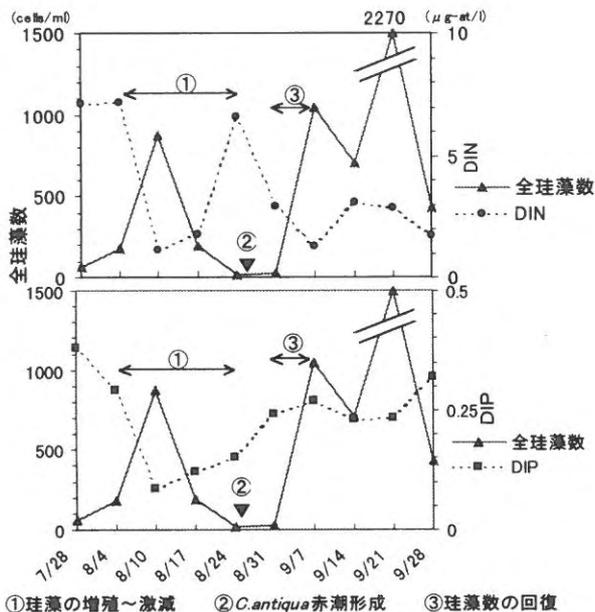


図3 栄養塩濃度とプランクトン発生状況の推移

### 3 溶存酸素飽和度とプランクトン発生状況との関係

調査期間中における底層の低酸素状態は、珪藻細胞数の激減や赤潮の終息といったイベントの後に観察された。

すなわち、珪藻の激減後の8月24日ではSt.2及びび7で、*Chattonella* spp.赤潮終息直後の8月31日にはSt.4で、それぞれ50%台を記録した。また*H. circularisquama*赤潮終息直後の9月14日には、中～南部沿岸のSt.4及びび7で40%台が観察された。これらはいずれもプランクトンの増殖が観察された各海域周辺での観測結果であった。

### 4 プランクトン種間関係

#### (1)*H. circularisquama*

今年度本種が赤潮を形成した時、同時に混在していた珪藻は小型の*Chaetoceros*属であり、密度は721cells/mlとほぼ本種と拮抗していた。

本種は、*Chaetoceros*属を含む、ある種の珪藻類と混在する場合、球形化して一時シストを形成、動きを停

止して底に沈降することが、培養株を用いた室内実験で明らかになっている(内田,1998<sup>2)</sup>)。しかしながら、今回の観察では、本種は遊泳細胞の状態で活発に活動していた。このことについては、珪藻の種類以外にも、天然株と培養株との生理的な差異や環境条件、混在してからの経過時間等の要因が作用している可能性もあるため、今後再検討する必要があるだろう。

#### (2)*Chattonella* spp.

前述のとおり、*Chattonella* spp.は珪藻密度が激減した直後に増殖している。本種はしばしば珪藻類と競合し、互いに分布域を異にして赤潮を形成することが知られており、瀬戸内海東部海域においては、本種赤潮の発生直前に珪藻が極端に減少、海水の透明度の異常上昇が観察された事例がある(水産庁,1988<sup>3)</sup>)。本報告でも、赤潮形成期間前後の珪藻密度は極めて低く、同様の現象が見られている。周防灘において、本種赤潮の発生予察技術を開発する上では、前述の現象に着目する必要があると思われる。

## 文 献

- 1) 江藤拓也・桑村勝士・佐藤博之：1997年秋季に発生した*Heterocapsa circularisquama*赤潮の発生状況と漁業被害の概要。福岡県水産海洋技術センター研究報告,第8号,91-96 (1998)。
- 2) 内田卓志：貝類養殖業を脅かすヘテロカプサ・サーキュラーリスカーマ赤潮 他種植物プランクトンとの相互作用。瀬戸内海,第14号,13-17 (1998)
- 3) 水産庁瀬戸内海漁業調整事務所：昭和62年夏期東部瀬戸内海 シャットネラ赤潮の発生状況と被害の概要,7 (1988)

# 瀬戸内海広域総合水質調査

江崎 恭志

本調査は、環境庁が瀬戸内海の水質汚濁の実態を把握し、総合的な水質汚濁防止対策をはかるため、福岡県環境生活部に委託して行ったものであり、当研究所がその一部を担当したので、その結果について報告する。

## 方 法

調査定点は図1に示した4点である。調査は平成11年5月18日、7月22日、10月19日および平成12年1月18日に実施した。

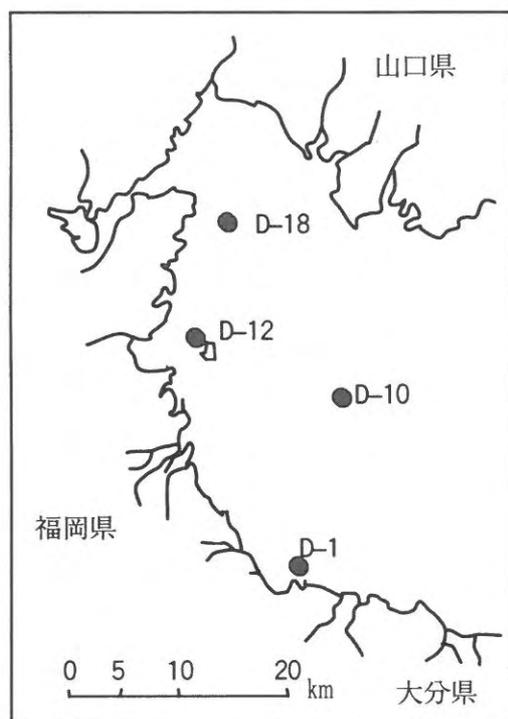


図1 調査定点

測定用試料は、各調査点とも0m、B-2m層から採取した。調査項目は、気象、海象、一般項目（水温、塩分、水色、透明度、pH、DO、COD、クロロフィルa）、栄養塩類（DIN、T-N、PO<sub>4</sub>-P、T-P）である。

## 結 果

当研究所で担当した各定点における水質測定結果および各項目の最小値、最大値、平均値を表1に示した。

項目別にみると水温の年平均値は、D-1、D-12、D-18では平成(D-1:18.6℃、D-12:18.4℃、D-18:18.3℃)に比べ0.3～1.2℃高め、D-10では平成(18.0℃)に比べ0.2℃低めで推移した。

塩分の年平均値は、D-1では平成(31.68)に比べ0.21高め、D-10、D-12、D-18では平成(D-10:32.41、D-12:32.17、D-18:32.80)に比べ0.07～0.24低めで推移した。

pHの年平均値は、各調査点ともに平成(D-1:8.18、D-10:8.20、D-12:8.21、D-18:8.16)に比べ、0.06～0.16高めで推移した。

DOの年平均値は、各調査点ともに平成(D-1:7.72mg/l、D-10:7.75mg/l、D-12:7.66mg/l、D-18:7.38mg/l)に比べ、0.30～1.08mg/l高めで推移した。

CODの年平均値は、各調査点ともに平成(D-1:1.79mg/l、D-10:1.64mg/l、D-12:1.77mg/l、D-18:1.57mg/l)に比べ、0.40～0.76mg/l低めで推移した。

クロロフィルa量の年平均値は、各調査点とも平成(D-1:4.13mg/m<sup>3</sup>、D-10:3.05mg/m<sup>3</sup>、D-12:6.06mg/m<sup>3</sup>、D-18:5.03mg/m<sup>3</sup>)に比べ、0.81～3.24mg/m<sup>3</sup>高めで推移した。

DINの年平均値は、D-1、D-10、D-12では平成(D-1:0.032mg/l、D-10:0.025mg/l、D-12:0.048mg/l)に比べ0.04～0.46mg/l高め、D-18では平成(0.103mg/l)に比べ0.002mg/l低めで推移した。

T-Nの年平均値は、各調査点とも平成(D-1:0.272mg/l、D-10:0.237mg/l、D-12:0.282mg/l、D-18:0.300mg/l)に比べ、0.017～0.087mg/l低めで推移した。

PO<sub>4</sub>-Pの年平均値は、D-1、D-12、D-18では平成(D-1:0.005mg/l、D-12:0.014mg/l、D-18:0.006mg/l)に比べ0.001～0.003mg/l高め、D-10では平成

(0.014mg/l) に比べ0.005mg/l低めで推移した。

18:0.021mg/l) に比べ、0.001~0.008mg/l高めで推移した。

T-Pの年平均値は、各調査点とも平年(D-1:0.020mg/l,D-10:0.018mg/l,D-12:0.019mg/l,D-

表1 各定点における測定値

調査点	調査日	採水層	水温 ℃	塩分	pH	DO mg/l	COD mg/l	DIN mg/l	T-N mg/l	PO4-P mg/l	T-P mg/l	クロロフィルa mg/m3	
D-1	H11. 5.18	0m	20.4	32.47	8.36	7.41	1.35	0.027	0.205	0.006	0.028	2.43	
		B-2m	19.8	32.58	8.41	9.53	1.29	0.023	0.268	0.006	0.025	2.20	
	7.22	0m	24.2	31.21	8.07	5.18	1.26	0.020	0.130	0.003	0.025	5.74	
		B-2m	23.0	31.54	8.00	5.03	1.44	0.017	0.137	0.003	0.028	10.30	
	10.19	0m	22.1	31.24	8.24	9.49	0.61	0.117	0.307	0.019	0.060	1.70	
		B-2m	22.5	31.51	8.28	9.33	0.64	0.224	0.396	0.027	0.032	1.78	
	H12. 1.18	0m	9.7	32.26	8.24	8.94	0.84	0.023	0.251	0.003	0.007	0.72	
		B-2m	9.7	32.29	8.31	9.26	0.83	0.013	0.204	0.001	0.011	1.05	
	最小値			9.7	31.21	8.00	5.03	0.61	0.013	0.130	0.001	0.007	0.72
	最大値			24.2	32.58	8.41	9.53	1.44	0.224	0.396	0.027	0.060	10.30
	平均値			18.9	31.89	8.24	8.02	1.03	0.058	0.237	0.008	0.027	3.24
	D-10	H11. 5.18	0m	19.9	32.62	8.39	8.18	1.26	0.014	0.202	0.006	0.020	0.79
B-2m			15.7	32.93	8.44	8.94	1.54	0.018	0.201	0.006	0.019	0.87	
7.22		0m	22.1	30.85	8.25	7.53	0.88	0.017	0.094	0.006	0.024	0.68	
		B-2m	19.0	32.76	8.16	6.13	0.93	0.049	0.124	0.006	0.029	5.86	
10.19		0m	23.0	31.71	8.37	8.93	0.78	0.238	0.294	0.024	0.032	2.94	
		B-2m	23.0	31.49	8.35	8.25	0.76	0.212	0.386	0.023	0.026	2.97	
H12. 1.18		0m	10.0	32.50	8.25	8.71	0.81	0.010	0.251	0.003	0.007	0.72	
		B-2m	10.0	32.50	8.25	10.16	2.98	0.010	0.204	0.001	0.011	1.05	
最小値			10.0	30.85	8.16	6.13	0.76	0.010	0.094	0.001	0.007	0.68	
最大値			23.0	32.93	8.44	10.16	2.98	0.238	0.386	0.024	0.032	5.86	
平均値			17.8	32.17	8.31	8.35	1.24	0.071	0.220	0.009	0.021	1.99	
D-12		H11. 5.18	0m	19.6	32.66	8.37	7.24	1.37	0.016	0.273	0.007	0.022	3.79
	B-2m		19.5	32.67	8.44	8.87	1.32	0.019	0.266	0.006	0.022	3.68	
	7.22	0m	25.2	31.13	8.10	7.30	1.20	0.006	0.108	0.005	0.027	1.93	
		B-2m	25.0	31.15	8.21	7.47	1.20	0.010	0.107	0.003	0.028	2.67	
	10.19	0m	22.5	31.57	8.52	8.56	0.69	0.152	0.372	0.013	0.048	2.94	
		B-2m	22.3	31.55	8.55	8.40	0.65	0.164	0.387	0.025	0.041	2.80	
	H12. 1.18	0m	9.6	32.52	8.20	9.08	1.47	0.026	0.174	0.002	0.014	2.55	
		B-2m	9.6	32.54	8.20	9.08	1.50	0.026	0.261	0.001	0.011	2.19	
	最小値			9.6	31.13	8.10	7.24	0.65	0.006	0.107	0.001	0.011	1.93
	最大値			25.2	32.67	8.55	9.08	1.50	0.164	0.387	0.025	0.048	3.79
	平均値			19.2	31.97	8.32	8.25	1.18	0.052	0.244	0.008	0.027	2.82
	D-18	H11. 5.18	0m	18.8	33.38	8.32	7.64	0.99	0.051	0.251	0.003	0.021	5.75
B-2m			18.9	33.47	8.40	9.45	1.84	0.050	0.264	0.003	0.021	5.62	
7.22		0m	22.8	31.53	8.24	7.47	1.80	0.016	0.108	0.003	0.023	6.20	
		B-2m	24.6	31.61	8.23	7.80	1.05	0.018	0.175	0.006	0.030	7.46	
10.19		0m	23.4	32.31	8.41	8.92	0.64	0.259	0.281	0.024	0.030	2.42	
		B-2m	23.2	32.29	8.47	8.02	0.70	0.187	0.268	0.021	0.035	2.11	
H12. 1.18		0m	12.1	33.64	8.21	8.78	0.84	0.040	0.188	0.001	0.009	2.09	
		B-2m	12.1	33.64	8.24	9.59	1.00	0.031	0.171	0.001	0.010	2.09	
最小値			12.1	31.53	8.21	7.47	0.64	0.016	0.108	0.001	0.009	2.09	
最大値			24.6	33.64	8.47	9.59	1.84	0.259	0.281	0.024	0.035	7.46	
平均値			19.5	32.73	8.32	8.46	1.11	0.081	0.213	0.008	0.022	4.22	

# 周防灘水質監視測定調査

江崎 恭志

公共用水域の水質汚濁防止を目的として、福岡県が行う豊前海の水質監視測定調査の一部を分担し、調査を実施した。この調査は福岡県環境生活部の委託によって行ったものであり、その結果を報告する。

なお、当海域は公害対策基本法の第9条により水産1級を含むA類型の水質の達成維持が指定されている。

## 方 法

調査は、図1に示す3定点で、平成11年5月18日、7月22日、10月19日および平成11年1月18日に実施した。

試料の採取は、満潮時および干潮時に各調査点の0mと5m層で行った。

当研究所担当の調査項目は、気象、海象、生活環境項目（pH、DO、COD、SS、T-N、T-P）である。

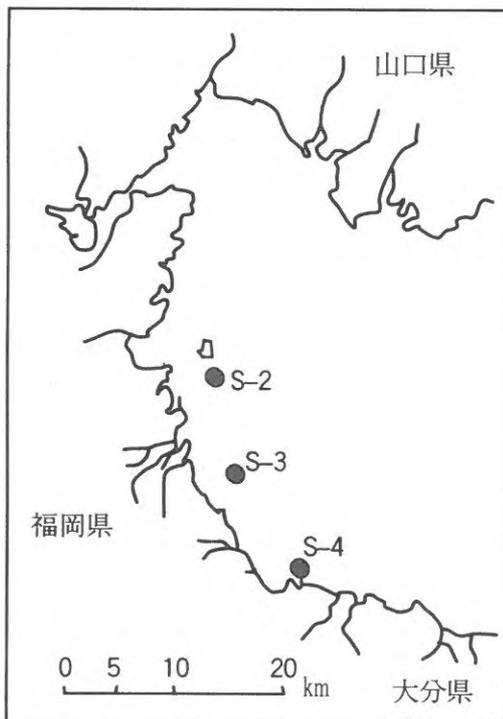


図1 調査定点

なお、生活環境項目の大腸菌とN-ヘキサン抽出物質、健康項目、特殊項目については、福岡県保健環境研究所が分析を担当した。

## 結 果

当研究所で担当した各定点における水質測定結果および各項目の最小値、最大値、平均値を表1に示した。

項目別にみると、pHの年平均値は、各調査点ともに前年（平成10年度の年平均値S-2:8.16、S-3:8.18、S-4:8.21）と比較して、0.03~0.19高めで推移したが、A類型の基準値7.80~8.30の範囲内であった。

DOの年平均値は、各調査点ともに前年（平成10年度の年平均値S-2:7.96mg/l、S-3:7.79mg/l、S-4:7.90mg/l）と比較して0.20~0.76mg/l高めで推移し、A類型の基準値7.5mg/l以上を満たしていた。

CODの年平均値は、各調査点ともに前年（平成10年度の年平均値S-2:1.62mg/l、S-3:1.72mg/l、S-4:1.86mg/l）と比較して0.40~0.47mg/l低めで推移した。

SSの年平均値は、各調査点ともに前年（平成10年度の年平均値S-2:3.50mg/l、S-3:3.31mg/l、S-4:2.88mg/l）と比較して0.50~1.12高めで推移した。

T-Nの年平均値は、各調査点ともに前年（平成10年度の年平均値S-2:0.277mg/l、S-3:0.270mg/l、S-4:0.259mg/l）と比較して0.030~0.056mg/l低めで推移した。

T-Pの年平均値は、各調査点ともに前年（平成10年度の年平均値S-2:0.021mg/l、S-3:0.022mg/l、S-4:0.023mg/l）と比較して0.001~0.009mg/l高めで推移した。

表1 各定点における測定値

調査点	調査日	干満	採水層	pH	DO mg/l	COD mg/l	SS mg/l	T-N mg/l	T-P mg/l	
S-2	H11. 5.18	干潮	0m	8.39	6.92	1.30	3.00	0.248	0.029	
			5m	8.38	8.36	1.51	3.00	0.284	0.030	
		満潮	0m	8.44	7.03	1.89	8.00	0.260	0.034	
			5m	8.44	8.45	1.94	10.00	0.282	0.034	
	7.22	干潮	0m	8.17	6.77	2.08	3.00	0.193	0.025	
			5m	8.16	6.85	1.32	4.00	0.111	0.026	
		満潮	0m	8.23	5.48	0.95	2.00	0.125	0.026	
			5m	8.24	8.07	1.03	3.00	0.098	0.064	
	10.19	干潮	0m	8.60	9.14	0.49	4.00	0.424	0.034	
			5m	8.54	8.83	0.29	5.00	0.340	0.036	
		満潮	0m	8.51	9.25	1.05	3.00	0.333	0.032	
			5m	8.54	9.18	0.75	3.00	0.234	0.044	
	H12. 1.18	干潮	0m	8.24	8.91	1.11	4.00	0.242	0.018	
			5m	8.24	9.13	0.93	4.00	0.249	0.019	
		満潮	0m	8.25	8.94	1.59	3.00	0.187	0.010	
			5m	8.27	10.01	0.81	3.00	0.234	0.015	
	最小値				8.16	5.48	0.29	2.00	0.098	0.010
	最大値				8.60	10.01	2.08	10.00	0.424	0.064
	平均値				8.35	8.21	1.19	4.00	0.240	0.030
	S-3	H11. 5.18	干潮	0m	8.38	7.54	1.62	8.00	0.246	0.017
5m				8.38	9.17	1.53	9.00	0.243	0.022	
満潮			0m	8.42	7.57	1.51	4.00	0.219	0.024	
			5m	8.43	9.19	1.54	4.00	0.099	0.024	
7.22		干潮	0m	8.23	7.03	1.00	3.20	0.077	0.026	
			5m	8.23	7.41	0.93	2.00	0.201	0.026	
		満潮	0m	8.25	6.96	0.90	3.00	0.082	0.022	
			5m	8.25	7.95	1.31	3.00	0.075	0.024	
10.19		干潮	0m	8.49	8.83	0.67	4.00	0.483	0.035	
			5m	8.47	9.55	0.67	4.00	0.301	0.036	
		満潮	0m	8.40	9.38	0.73	2.00	0.321	0.037	
			5m	8.42	9.28	0.62	4.00	0.325	0.038	
H12. 1.18		干潮	0m	8.26	8.90	1.27	2.00	0.179	0.013	
			5m	8.26	9.16	3.98	1.00	0.201	0.012	
		満潮	0m	8.24	8.95	0.93	2.00	0.185	0.011	
			5m	8.24	9.92	0.83	2.00	0.192	0.010	
最小値				8.23	6.96	0.62	1.00	0.075	0.010	
最大値				8.49	9.92	3.98	9.00	0.483	0.038	
平均値				8.33	8.55	1.25	4.00	0.214	0.023	
S-4		H11. 5.18	干潮	0m	8.38	8.12	1.94	3.00	0.280	0.026
	5m			8.40	8.70	1.67	3.00	0.247	0.029	
	満潮		0m	8.31	7.45	2.53	2.00	0.216	0.019	
			5m	8.45	9.41	1.10	3.00	0.195	0.020	
	7.22	干潮	0m	8.05	5.36	1.96	6.00	0.141	0.025	
			5m	8.03	5.54	1.14	14.00	0.156	0.025	
		満潮	0m	8.12	5.58	0.90	7.00	0.111	0.026	
			5m	8.07	5.57	1.51	9.00	0.165	0.024	
	10.19	干潮	0m	8.27	9.61	0.51	3.00	0.338	0.034	
			5m	8.24	9.46	0.92	4.00	0.357	0.030	
		満潮	0m	8.32	9.31	0.30	1.00	0.324	0.039	
			5m	8.29	8.71	0.73	2.00	0.224	0.043	
	H12. 1.18	干潮	0m	8.25	9.10	0.81	1.00	0.241	0.011	
			5m	8.25	9.24	1.29	2.00	0.226	0.013	
		満潮	0m	8.21	9.04	1.91	2.00	0.222	0.010	
			5m	8.22	9.37	0.93	1.00	0.224	0.007	
	最小値				8.03	5.36	0.30	1.00	0.111	0.007
	最大値				8.45	9.61	2.53	14.00	0.357	0.043
	平均値				8.24	8.10	1.26	4.00	0.229	0.024

# 豊前本ガニ育成事業

池浦 繁・中川 清

本事業は、平成9年度から3年間で豊前海で漁獲されるガザミの特産品化を図るものである。初年度はガザミの摂餌量の把握、施設の耐久性の検討、流通実態の把握及び特産品化を図るための愛称を募集した。10年度は、ガザミの流通実態、蓄養におけるエサの種類について検討をした。3年目である11年度は、消費者の意識調査を実施した。

## 方 法

### 1.漁獲動向調査

近年漁獲量が減少傾向にあるガザミの漁獲動向を把握するため、統計資料及び市場調査のデータを整理・解析した。

### 2.消費者意識調査

料理店等へガザミを出荷する場合の方策を検討するため、豊前市内の1料理店に試食用ガザミを提供し、客に対してアンケートを実施し、ガザミに対する意識を調査した。試食実施時期は11年12月～12年1月で、試食するガザミは中サイズを基本とし、1人当たり1尾でアンケートを実施した。アンケート内容は表2に示した。なお、豊前海産魚介類の需要を把握するための項目も設定した。

### 1.漁獲動向調査

過去10年間の漁業種別ガザミ漁獲量を図1示した。

2年に429トン、3年に372トン記録したが、9年以降は減少傾向を示し、11年は136トン(速報値)に低下した。かご漁業は軟甲個体の漁獲が多く、短期蓄養の主体となるガザミを漁獲する漁業であるが、9年以降の漁獲量の減少が著しい。

10年と11年の市場におけるガザミの単価を表1に示した。

ガザミ漁獲量が少なかったため、全体として価格は高めである。特に、11年の9月は前年と比較して中サイズで348%となっている。

### 2.消費者意識調査

アンケートの有効回答数は39であった。

年齢構成を図2に示した。20～80代と広範囲であったが、最も多かったのは30代であった。

性別は男女ほぼ1:1であった。

魚介類を外食する回数について図3に示した。5～10回/年の人が最も多かったが、25回/年以上の人13.2%いた。

魚介類を外食する際に使用する金額について図4に示した。5,000～8,000円/回の人最も多かった。

## 結 果

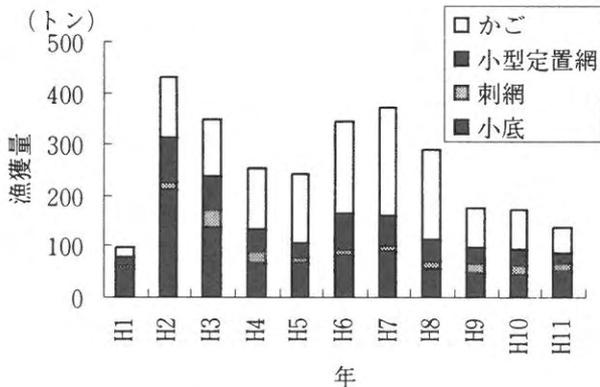


図1 豊前海区における漁業種別ガザミ漁獲量の推移

表1 平成10・11年のガザミ市場単価

平成10年市場単価 (円/kg)							
サイズ	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
～150mm	1,727	1,369	2,225	1,003	931	857	2,647
151～180mm		1,716	1,831	686	1,266	1,867	1,990
181mm～	2,975	1,745	1,447	1,635	1,672	2,208	1,415

平成11年市場単価 (円/kg)							
サイズ	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
～150mm	1,451				1,018	1,130	1,498
151～180mm	2,050	1,528	4,857	2,385	1,174	1,201	
181mm～	3,962	1,411	957	1,744	2,227	1,161	3,289

平成11年の10年に対する比較							
サイズ	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
～150mm	84%				109%	132%	57%
151～180mm		89%	265%	348%	93%	64%	
181mm～	133%	81%	66%	107%	133%	53%	232%

表2 ガザミアンケート内容

設問内容	回答支
1 在住市町村	
2 年齢	
3 性別	
4 職業	
5 魚介類を外食する回数(回/年)	
6 魚介類を外食する際に使用する金額	
7 好きな魚介類 (複数回答可)	
8 豊前本ガニを知っているか	はい・いいえ
9 ガザミを食べる頻度(回/年)	よく食べる・時々食べる・食べない
10 ガザミの味について	旨い・普通・まずい・その他
11 ガザミ1尾の量	多い・適当・少ない・その他
12 ガザミ1尾に支払う金額	
13 その他食べたい豊前海産魚介類 (複数回答可)	ガザミ、シャコ、スズキ、コタイ(コシヨウダイ)、カレイ、その他

豊前本ガニの知名度は、知っていると答えた人が48.7%であった。

ガザミを食べる頻度について図5に示した。よく食べる、時々食べる人を合わせて62%であった。

味については、旨いと答えた人が69.2%、普通が30.8%で、まずいという人はいなかった。

料理としてのガザミ1尾の量について図6に示した。適当という人が76.3%であり、ガザミ1尾で適量であると考えられた。

ガザミを注文する場合の金額について図7に示した。1品当たり1,000~2,000円が主体であり、3,000円以上は13.9%であった。男女別のガザミを注文する場合の金額について図8~9に示した。男性が1,000~2,000円が22%で最も多かったのに対し、女性は2,000~3,000円が25%で最も多く、女性の方が高い傾向があった。しかし、3,000円以上払って良いという人は男性は11.1%であったが、女性では2.8%であり、男性の方が高額な代金を払ってもよいという人が多い傾向があった。

豊前海産魚介類で食べたい種類では、シャコ(19.7%)、ガザミ、カレイ(ともに15.8%)、コシヨウダイ(11.8%)、スズキ(10.5%)の順であった。

### 考 察

ガザミの漁獲動向に関して、ガザミ漁獲量の減少は本事業の主目的である短期蓄養による安定供給に重大な影響を及ぼすものである。ガザミの短期蓄養は技術的には十分可能であるが、軟甲個体を蓄養により品質向上させて冬季に出荷するためには、9~10月のかご漁業による

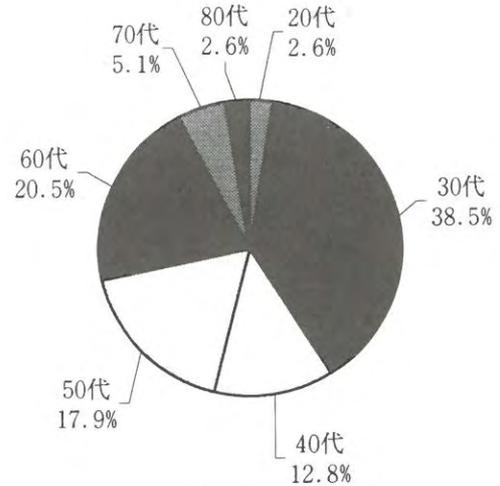


図2 年齢構成

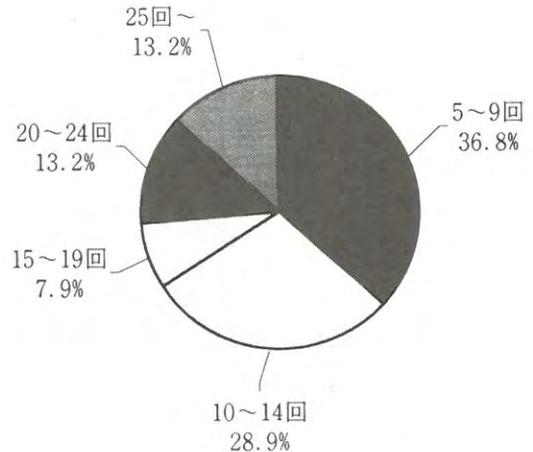


図3 魚介類を1年間に外食する回数

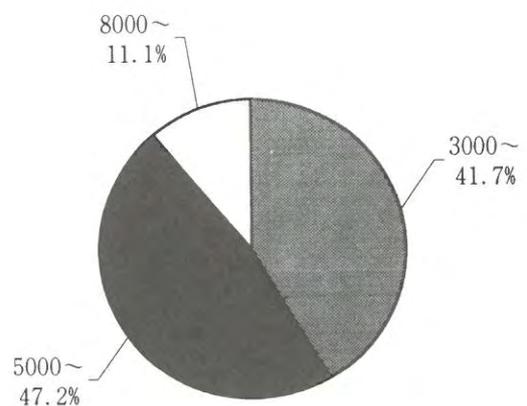


図4 魚介類の外食1回当たりに使用する金額

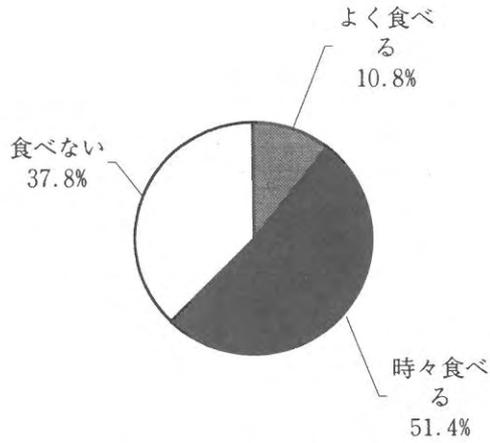


図5 ガザミを食べる頻度

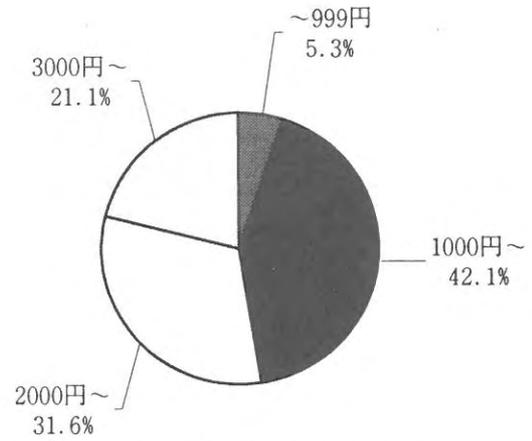


図8 ガザミ料理1品に払う金額 (男性)

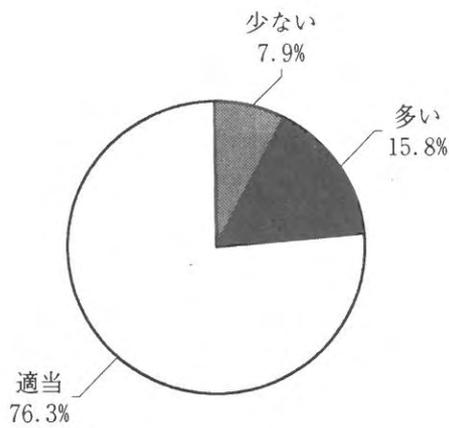


図6 料理としてのガザミ1尾の量

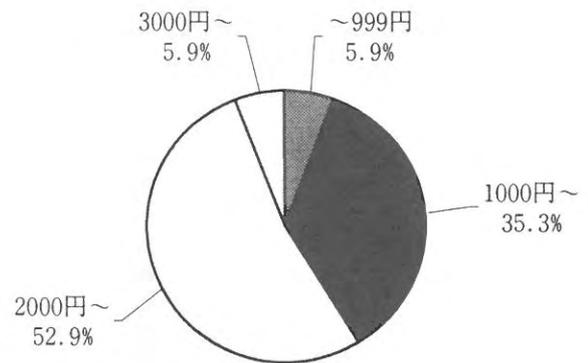


図9 ガザミ料理1品に払う金額 (女性)

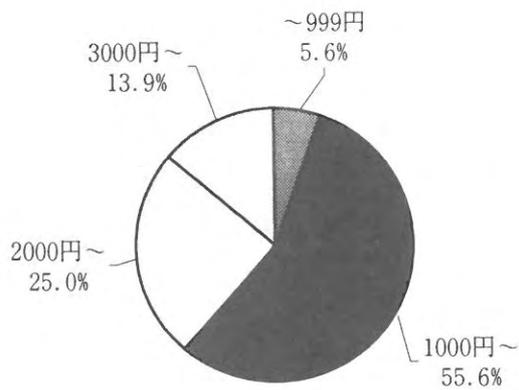


図7 ガザミ料理1品に払う金額

漁獲は重要であり、かご漁業の漁獲減は漁業者による蓄養の実施困難な状況になった大きな要因であった。

価格については、11年は近年で最も不漁であったため、不漁であった10年よりも全体的に高値で取り引きされた。特に、本来であれば安価で蓄養に適した9～10月のガザミが高値で取り引きされたため蓄養によるメリットが生じにくい状況であった。今後の短期蓄養実施のためにも漁獲の回復が期待される。

不漁に加えて台風18号による蓄養施設の損壊により平成11年度は蓄養は実施されなかった。しかし海上施設に加え、陸上の中間育成施設による短期蓄養も平成10年に実施されるなど漁業者の期待は大きく、今後漁獲が回復傾向になれば蓄養は再開されると考えられる。現在、ガザミの種苗放流が海区全域で実施されているが、今後資源の回復のために抱卵ガザミの再放流など、より一層

の漁業者の努力が求められる。

消費者の意識に関しては、豊前本ガニの知名度は、48.7%という高い結果であった。これは豊前市と中津市在住の人が半数以上を占めると言うことを考えても高い。公報や地元の祭等でのPRの効果と考えられるが、今回の調査対象となった魚介類指向の人に豊前本ガニという名前が浸透していることがうかがえる。

ガザミ料理一品に支払う金額は、2,000円以上は38.9%であったが、冬場のガザミの卸値は中サイズで1尾当たり700～1,000円、2,000～3,000円/kgである。料理店等では価格の3割程度が原材料費であるため、ガザミ料理1尾では3,000円程度の価格でなければ収益性が低いと考えられる。3,000円以上払ってよいと答えたのは男性で11.1%に対し、女性では2.8%であったことから、今回の料理店のような観光的な性格のない場所では、男性客が有望なターゲットであることがうかがわれた。

他に食べたい豊前海産魚介類では、シャコ、ガザミが上

位にあがったが、これらは料理店に並ぶことが少ない魚種である。しかし豊前海の主要魚種であり、今後は料理店等への出荷体制の構築等出荷先の多様化が必要であると考えられる。

全体的な問題点としては、豊前本ガニの定義が不明確であったことが上げられる。当初は冬季の蓄養ガザミを豊前本ガニとして取り扱う予定であったが、漁獲量の減少により蓄養が困難な状況に対しては、夏季の天然物のうち硬銘柄のガザミも豊前本ガニとして取り扱うなど豊前海で漁獲されるガザミ全体に豊前本ガニを広げる必要があったと考えられる。

販売面では、今回の調査結果からもわかるように、ガザミは高額商品でありいわゆる小料理屋や居酒屋への出品は難しい。漁業者による直販等の拡大や旅館等とタイアップした観光を含めた販路拡大への対応が今後必要となる。

# 短期蓄養技術開発調査事業

寺井 千尋・中川 浩一・中川 清

豊前海区では、各種漁業で季節的に来遊する種々の魚類を特定の期間に集中して漁獲している。特に、小型定置網では、この傾向が強く、ボラ等を短期間に大量漁獲する事があり、しかも出荷先の産地市場は小規模なため価格が暴落し極めて不安定な経営を余儀なくされている。また、幼魚で漁獲されるためある程度の大きさになれば価格が高くなる魚種が安価で取り引きされている。そこで、大量漁獲時に短期蓄養による出荷調整を行うことにより魚価の大幅な低下を防ぐこと及び給餌蓄養することで価格の上昇を目的として本事業を行った。

## 方 法

宇島漁港内に直径約5m、深さ2.5m、六角形の海上生け簀を設置した。春期に小型定置網で大量に漁獲され、価格がつかなくなる時期のボラを、秋季には、しらす浮きびき網で混獲される150~250円/尾の安価なトラフグ幼魚の蓄養を行った。

### 1.ボラ

4月24~26日に小型定置網で漁獲されたボラを漁船の活け間に入れ運搬、海上で選別し、できるだけ損傷のないもの220尾を生け簀に収容した。

無給餌で1カ月蓄養後、市場に漁業者が鮮魚で試験出荷した。

### 2.トラフグ

10月5~7日にかけてしらす浮きびき網で漁獲された全長170~244mm、体重92~324gのものを83尾、上下歯を魚体に影響のない程度に軽く切除、エルバージュで薬浴後、生け簀へ収容した。

給餌は、小型底びき網で漁獲された売り物にならない低脂肪の小型シタビラメ、稚コウイカ、ジンドウイカ、テナガダコ、雑エビ等を魚体重の80%になるように搾餌しやすい大きさにして、1日2回給餌した。

蓄養2ヶ月後から市場に漁業者が活魚で試験出荷した。

## 結果及び考察

表1に蓄養の結果を示した。

表1 ボラとトラフグの蓄養結果

魚種	生残尾数		蓄養期間	生残率	給餌	取引価格
	収容尾数	(出荷尾数)				
ボラ	220	109(68)	4/23~5/23	58.6	無	¥600~¥1,000
トラフグ	83	76(58)	10/5~12/7	91.6	有	¥3,000~10,000

### 1.ボラ

生け簀に収容後、へい死は2日目からはじまり1週間までが一番多く、出荷までの生残率は約59%であった。へい死の原因は、漁獲時のスレ、打撲によるものと考えられ、できるだけ魚体を傷つけないよう生け簀に収容する工夫及び痛んでいるものは即日出荷する方が良いと思われた。

1カ月後、中津魚市場に鮮魚で出荷し、価格は150~250円/尾であった。中津魚市場の場合、ボラの1日最大取扱可能量は、約200尾、発泡ケース50箱で、それ以上のボラが大量に出荷された場合は値段がつかなくなる。したがって、大量に漁獲された場合、状態の良いものは蓄養して、市場での出荷量を見ながら出荷するよう調整を行うことで経営の安定に役立つと思われた。

### 2.トラフグ

生け簀に収容後、1週間内に7尾のへい死が出た後は、へい死はみられず、2カ月の蓄養期間中、病害等の発生も見られなかった。また、上下の歯を切除したため化繊網での飼育が可能で、鰭等の損傷もなく、魚体は健全であった。

トラフグの成長は、収容時、平均体重206gが、1カ月後では平均体重310gに、2カ月後には平均体重441gに増重した。

12月初旬から北九州魚市場、中津魚市場に活魚出荷し、価格は750円~2,500円/尾であった。トラフグの価格は年末から養殖物が大量に出まわるため、価格の低下が見られ、それに引きずられて蓄養物も価格が下がった。したがって、蓄養物の出荷時期は12月初旬~中旬までが適当と思われた。



内 水 面 研 究 所



# 有明海地域特産種増殖事業

## エツ種苗生産技術開発

福永 剛・浜崎 稔洋

エツ (*Coilia nasus*) は、筑後川が流入する有明海湾奥部に生息しているカタクチイワシ科の魚である。その産卵期は5月から8月で、筑後川の感潮域に親魚が遡上し、産卵する。この時期の遡上群は流し刺網で漁獲され、郷土料理として珍重されている。

エツの漁獲量は昭和49年には174 tであったが、その後徐々に減少し、近年では数十 t で推移しており、種苗放流等による資源増殖への要望が強い。そこで、本研究所ではエツ資源の維持、増大のための一手法として種苗生産技術に関する検討を行っている。

今年度は受精水の最適塩分の再試験およびシオミズツボワムシの餌料密度の検討および人工ワムシ給餌試験を行った。

## 方 法

### 1. 供試卵

エツ供試卵には平成11年7月5日および7月16日の夜間に筑後川(下田大橋付近)で採卵・採精を行い、その場で受精したものを用いた。いずれも、雌1腹に対して雄3尾の精子を用いて受精を行った。

### 2. エツ受精液の開発

受精時に塩分を0, 0.5, 1.0, 1.5, 3.0, 6.0, 15.0に調整した人工海水を受精液として用いた。受精卵は研究所に持ち帰り卵数を計数した。2日後には孵化仔魚数を計数し、各塩分濃度での孵化率を算出した。

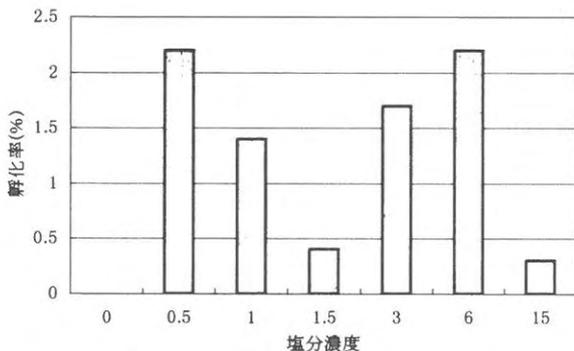


図1 各受精液における孵化率 (第1回試験)

### 3. 初期給餌法の検討

#### (1) 供試魚

供試魚には平成11年7月5日および8月4日に得られた受精卵から孵化した3~4日令の仔魚を用いた。

#### (2) シオミズツボワムシ給餌試験

15 l 水槽に対して200尾のエツ仔魚を收容し、シオミズツボワムシの濃度を0, 10, 25, 50, 100個/mlに設定して給餌した。試験中の水温は26.0~26.7℃で、飼育水の塩分は1.6に設定した。また、飼育中に水質の悪化が見られた場合には、循環濾過によって改善を図った。

#### (3) 人工ワムシ給餌試験

初期餌料として人工ワムシ (BMC, イースター株式会社) を用いて給餌試験を行った。試験方法は15 l 水槽に300尾の孵化仔魚 (4日令) を收容し、1日あたり0.5 g の人工ワムシを与えて行った。飼育水温は28~29℃で、塩分は1.5とした。また飼育水は常時循環濾過法とした。

## 結果および考察

### 1. エツ受精液の開発

各塩分濃度受精液における孵化率を図1および図2に示した。第1回試験では最も孵化率が高かった塩分は、0.5および6.0であった。また、第2回試験においては

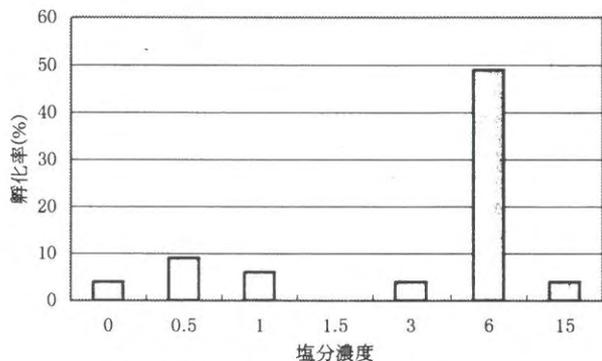


図2 各受精液における孵化率 (第2回試験)

塩分6.0が49%と著しく高い値を示した。ついで、0.5,1.0の順だった。このように、これまでの試験結果では、1～3を中心とした1峰型であったのに対して、今年度の結果では0.5および6.0をピークとする2峰型になったのが特徴的であった。

## 2. 初期給餌法の検討

### (1) シオミズツボワムシ給餌試験

シオミズツボワムシの摂餌は孵化後9日後に100個/ml区で確認できた。20日後の生残率は100個/ml区で13%、そのときの体長は1.7mmであったが、他の試験区では全滅した。また、20日間の飼育期間中に観察した限りでは、シオミズツボワムシの濃度が高いほど、成長や生残率が高い傾向が認められた。しかし、今回試験に用いた実験水槽は、500lや1tなどの大きな水槽と比較して供試魚の生存期間が短く明確な傾向をつかむことが困難であった。

### (2) 人工ワムシ給餌試験

シオミズツボワムシのサイズは80～120ミクロンといわれている。シオミズツボワムシ給餌試験ではワムシのうち仔虫を十分に与えるために、高密度の給餌を行った。その点、人工ワムシは50～100ミクロンとシオミズツボワムシと比較して小さめであるため、エツの初期餌料として優れているのではないかと思われ、給餌試験を行った。その結果、摂餌は孵化後5日目に確認でき、シオミズツボワムシより4日ほど早かった。しかし、1週間目から急激なへい死がおり、10日目には全滅した。このことは、物理的な摂餌は十分可能であるものの、栄養的に不足していると考えられた。今後は、他の人工ワムシについても検討するとともに、ワムシ給餌との組み合わせについても考えていく必要がある。

# オイカワ放流技術開発

浜崎 稔洋・福永 剛

オイカワは福岡県でハヤと呼ばれており、特に筑後地方で需要が多い。加工品は「ハヤの飴煮」として珍重され、高価格で取り引きされている。県の内水面漁業協同組合ではアユと並ぶ重要種として増殖を図っている。しかし、近年、資源が著しく減少し従来の方法での資源増大が困難となっている。前年度までに種苗生産技術を開発し標識方法を確立した。本年度は、種苗生産技術向上試験と人工種苗が河川へ定着することを確認するため標識放流試験を行った。

## 方 法

### 1.種苗生産

採卵親魚約2,000尾は、25 t コンクリート水槽に毎分約20 ℓの濾過河川水を給水して飼育した。採卵には昨年準じ、人工産卵床（直径45cm×高さ20cm）<sup>1)</sup>を使用し週3日間行った。試験生産には7月20日～8月13日に得られた卵を用いた。

ふ化仔魚は、ふ化後1日間ふ化瓶中で無給餌飼育した後、30 ℓ水槽に収容し淡水ツボワムシと配合飼料を与え1週間後、野外の1 t FRP水槽に移した。1週間分の仔魚を1つの水槽にまとめたため、1 t FRP水槽は3個用いた。野外に移した直後は止水で、大きくなるに従い地下水を毎時約50 ℓまで漸増して給水し、配合飼料を給餌した。配合飼料には、初期は「アユ餌付け」を用いた。9月21日に3水槽の稚魚を4 t FRP水槽1つにまとめ、「コイ用マッシュ」を給餌した。12月6日に25 t コンクリート水槽に移し毎分50 ℓの河川水を給水しアユ稚魚用飼料を給餌した。平成12年3月31日に全ての稚魚を取り上げて計数・計測した。

### 2.仔魚期の適水温試験

試験は9月14日採卵し、ふ化後2日目の仔魚を用いて9月20日開始し、10月10日に全数を取り上げ計数・計測した。試験区として水温22℃～30℃の2℃間隔の5区設け、それぞれ30 ℓ水槽に仔魚100尾を収容した。各区には地下水を毎時約1 ℓ給水し、淡水ツボワムシを3日毎に給水に混入し与えた。アユ用配合飼料を1日1～

2回与え、最も良く食べる区と同一量とした。また、1～2日毎に底掃除した。

### 3.天然河川標識魚放流

放流魚には人工種苗および花宗川（矢部川水系）で平成11年1月に採捕した天然魚を用いた。標識方法には鰓蓋の一部切除を用いた（図1）。天然魚は右鰓蓋を切除、人工種苗は左鰓蓋を切除後、平成11年4月23日に矢部川の支流星野川（上陽町北河内公園禁漁区）に放流した。放流尾数と大きさは、天然魚が5,272尾平均体長58.1mm(38.1～122.9)、人工種苗が6,876尾平均体長28.8mm(19.7～47.5)であった。再捕調査は平成11年10月8日（水温18.4℃）、漁業者3名により刺し網（目合7.6mm）を用いて行った。

## 結果および考察

### 1.種苗生産

試験生産結果を表1に示した。ふ化仔魚からの生残率は87.6%で、昨年の試験結果25.7%の3倍以上であった。これは、初期餌量に淡水ツボワムシを併用したためと思われる。

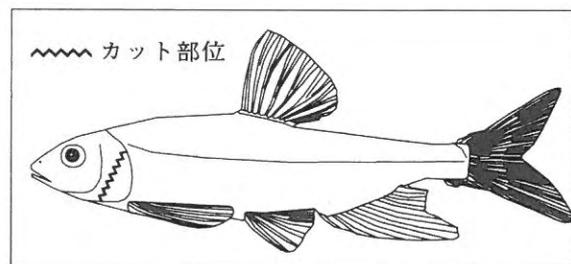


図1 オイカワ鰓蓋切除標識

表1 平成11年オイカワ種苗生産試験結果

採卵数	ふ化尾数(ふ化率)	生産尾数(生残率)
35,597粒	19,466尾(54.7%)	17,051尾(47.9%)

試験期間以外を含めた全採卵数は76,408粒、ふ化尾数44,533尾、ふ化率58.3%であった。

### 2. 仔魚期の適水温試験

結果を図2, 3に示した。摂餌量が多かったのは28, 30℃区であった。22, 24℃区は残餌が多く水黴が発生した。成長は28℃区が最も良く21.5mm, 24, 26, 30℃区は20mm以上に成長していたが, 22℃区は17.1mmと悪かった。生残率は30℃区が最も高く96%, 28, 26℃区は90%以上で比較的良かったが, 24℃区は56%, 22℃区は31%と最も悪かった。この結果から最適水温は28℃付近と考えられた。

### 3. 標識魚放流試験

標識放流魚の再捕結果を表2に示した。4月～10月の試験期間中に台風等の影響で数度の出水があったが人工種苗, 天然魚共に放流魚は放流場所に定着し成長が確認

できた。平均体長は放流天然魚>在来天然魚>人工種苗の順であった。再捕率は天然魚が高かったが, これは放流時のサイズが大きかったからだと思われる。また, 再捕試験が刺網によるため, 捕獲サイズの下限の体長が約73mmであり, 小型サイズが捕獲できなかったことが考えられた。

この試験により, 人工種苗が天然河川に定着できることが確認されただけでなく, 移植放流天然魚の定着も確認された。また, 鰓蓋切除標識の天然河川での5ヶ月余りの有効性が実証された。

## 文 献

- 1) 浜崎稔洋・筑紫康博：オイカワ種苗生産における採卵方法の検討, 年福岡県水産海洋技術センター研究報告, 第5号, 21-23(1996)

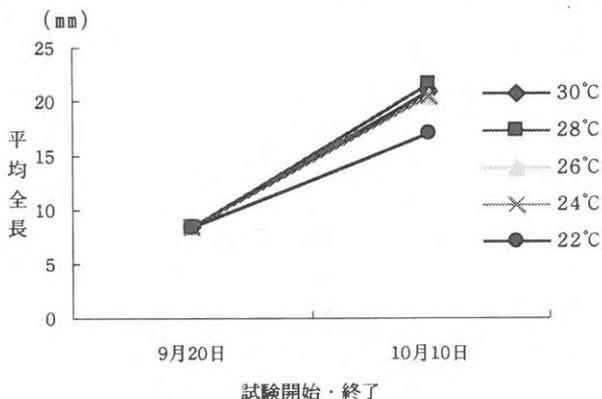


図2 オイカワ仔魚の水温別成長

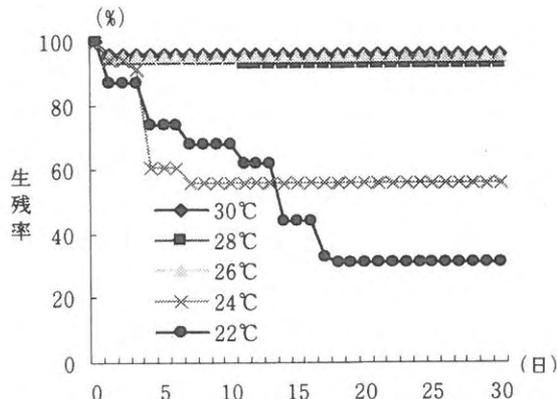


図3 オイカワ仔魚の水温別生残率の推移

表1 オイカワ標識放流調査結果

種 類	採捕尾数	平均体長 (mm)	再捕率 (%)
人工種苗	14尾	83.97	0.20
放流天然魚	36尾	92.14	0.68
在来天然魚	84尾	86.95	—

# モクズガニ増殖手法開発

浜崎 稔洋・福永 剛

モクズガニは、近年資源が激減しており高価格で取引  
きされている。天然種苗放流に頼らない栽培漁業化をめ  
ざすためには、モクズガニの人工種苗生産および放流技  
術を開発する必要があり、本年度は放流効果調査を行っ  
た。

## 方 法

### 1.放流種苗追跡調査

大分県漁業公社国東事業場から3万尾の稚ガニを購入  
し、天然モクズガニがいないダム上流に放流した。放流  
の場所と日時は寺内ダム上流の筑後川水系佐田川が平成  
10年7月23日、日向神ダム上流の矢部川水系縦鶴川が平成  
11年8月20日であった。

佐田川では放流～翌年11月の間5回、縦鶴川では平成  
11年10月に1回、たも網および素手で稚ガニを再捕し  
甲幅長と重量を測定した。

### 2.種苗生産試験

平成11年10月27日山口県宇部市産の抱卵雌ガニ10  
尾を50ℓパンライト水槽に収容した。人工海水を用い  
て無給餌・止水でふ化ゾエアが得られるまで毎日1回飼  
育水を全交換し飼育した。得られたゾエアを2tFRP  
水槽で生海水（塩素で殺菌後ハイポで中和）を用い循環  
濾過により飼育した。餌には1週間目はシオミズツボワ  
ムシのみを使用し、2週間目からはアルテミアを併用し、  
ゾエアV期以降はアルテミアのみを給餌した。飼育用水  
には珪藻（chaetoceros sp.）を薄く色が付く程度添加  
した。

## 結果及び考察

### 1.放流種苗追跡調査

#### 1) 佐田川

図1に佐田川に放流した人工種苗の成長を示した。稚  
ガニは順調に成長し、放流時の平均甲幅長3.9mm、平  
均体重0.028gが469日後には最大甲幅長46.7mm、体  
重47.7gに成長し、来年の秋には漁獲サイズになると

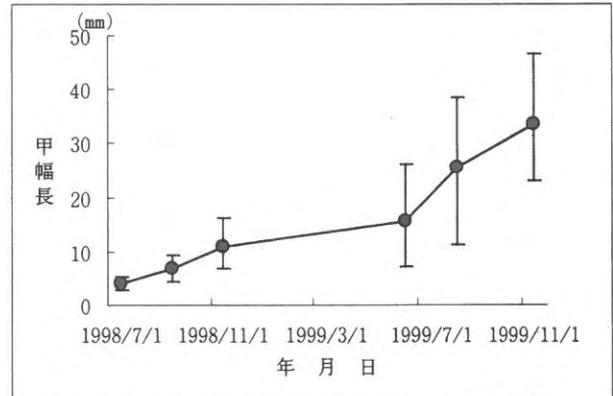


図1 佐田川における放流人工種苗の成長

思われた。しかし、最小個体は甲幅長23.0mmと成長に  
大きな差があり、全個体が漁獲サイズになるには2～3  
年の差があるものと思われた。

#### 2) 縦鶴川

放流時の平均甲幅長は4.16mm、平均体重は0.035g  
であった。67日後の11年10月26日には1個体のみ甲幅  
長が5.70mm、体重が0.101gに成長していたが、他の  
個体は成長していなかった。縦鶴川の放流直後の成長が  
佐田川より悪かったのは放流が1ヶ月ほど遅かったの  
で、すでに水温下降期に入っていたためと思われる。

これまでの調査で佐田、縦鶴川ともに定着と成長が確  
認され人工種苗の放流効果はかなり高いと思われる。

また、大型個体ほど大きな石に隠れることからたも網  
および素手では再捕しにくくなったので、来年の佐田川  
においては笠等により下りガニの再捕を試み、放流効果  
を明らかにする必要がある。

### 2.種苗生産試験

11月1日に29万尾のゾエアがふ化したので、そのう  
ち17千尾を2tFRP水槽に収容した。しかし、11月  
12日第IV期ゾエアで大量へい死があり生残率は10%以  
下となった。11月29日にはほとんどがメガロツパに変  
態したが、生残は100尾程度であった。12月25日に水  
温が15℃を下回ったので、約20℃に加温した。生残が  
10尾以下になったため平成12年1月20日に試験を中止

した。試験期間中の水温は13.9～20.6℃であった。

へい死の原因は濾過槽内に海水用の亜硝酸還元細菌が自然発生できなかったことにより亜硝酸濃度が10ppmを越え、試験終了まで高いままであったことが考えられる。

次年度は、海水用の細菌を添加し濾過槽の機能強化を図り亜硝酸濃度を低下させる方法を試みたい。

#### 参考文献

- 1) 石田雅俊(1976):モクズガニの生態と増殖に関する研究.昭和49年度福岡豊前水試事報, 29-31.

# 河川の増殖適種選定と増殖対策調査

## 室見川

浜崎 稔洋・福永 剛

室見川は背振山を水源に福岡市早良区を流下、河口付近で金屑川と合流し博多湾に注ぐ2級河川で、漁業権が設定されている。上流には福岡市の水瓶の1つである曲淵ダムがあり、また、河口付近の新道井堰からも水道用水が取水されている都市に隣接した河川である。この新道井堰の下流は感潮河川で、春には江戸時代からシロウオやな漁が営まれている。

本年度は室見川の形態、生物、水質を調査し、環境状況を把握することで、種苗放流や禁漁設定等の増殖対策や漁場利用方法の検討に役立てることを目的とした。

### 方 法

表1 平成11年度室見川における調査点

調査点名	調査点の位置
室見1	金屑川合流点の直上流
室見2	新道井堰直下流
室見3	乙井手堰直下流
室見4	椎原川合流点
室見5	落合橋直上流
金屑川	室見川合流点の直上流

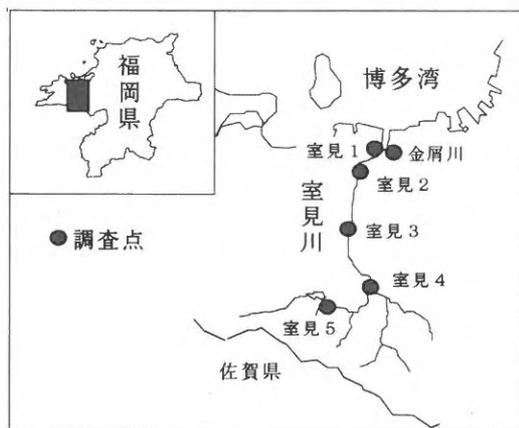


図1 調査点図

### 1.水質調査

表1および図1に示した6定点において平成11年6月～平成12年2月に4回調査し、次の項目について測定を

行った。

室見2においては、水温および水位を毎週測定した。

#### (1) 気象

天候、気温、風

#### (2) 水質等

水温	: アルコール水温計
pH	: ガラス電極法
DO	: DOメーター
COD	: アルカリ法JISK0102
NH <sub>4</sub> -N	: インドフェノール法
NO <sub>2</sub> -N	: Strickland.Persons法
NO <sub>3</sub> -N	: 銅・カドミウム還元法
PO <sub>4</sub> -P	: Strickland.Persons法
SiO <sub>2</sub> -Si	: モリブデン黄法
クロロフィル a	: アセトン抽出後吸光法
SS	: ろ過法

### 2.生物調査

室見2～室見5の4定点で平成11年6月および12月に調査を行った。

#### (1) 底生動物調査

浅瀬において瀬全体を約3分間足で底を掻き回し舞い上がった底生動物を1mm目合いのナイロンネットを用いて採取した。全ての底生動物は10%ホルマリンで固定し持ち帰り、BMWP法<sup>1-3)</sup>によるASPT値を求めた。

#### (2) 付着藻類調査

3個の石表面の5×5cmの付着物を全て採取し、5%ホルマリンで固定し持ち帰り、沈殿量、湿重量、乾燥重量および強熱減量を測定した。

#### (3) 魚類相調査

漁具には刺網、すくい網、投網を用いた。採捕物は、種名を同定し、全長、体長、体重を測定した。また、採

捕できなかった魚種については、漁業者や遊漁者からの聞き取りを行った。

## 結 果

### 1.水質調査（資料1、2参照）

室見2における年間の水温範囲は4.5~27.5℃、水位は1.74~2.72mであった。全点の測定結果を水産用水基準のpH、DO、SSと比べると室見5は水産1級、他の調査点は6月9日調査の室見3のpH6.14を除くと全てが水産2級の範囲内であった。

### 2.生物調査

#### (1) 底生動物調査（資料3~6参照）

種類を比較すると上流ほど種類数が多く、カゲロウ類、トビケラ類が優先し、下流になるほど種類数が減り、ミミズが最優先となった。

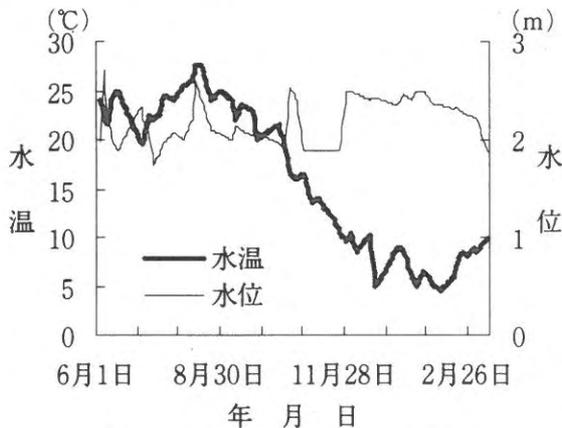


図1 室見川における水温および水位の変動

表2 室見川における付着藻類の沈殿量 (ml)

調査年月	室見2	室見3	室見4	室見5
平成11年6月	2.4	2.9	2.5	1.7
平成11年12月	2.5	1.1	1.2	1.5

ASPT値の比較では、室見2における塩分の影響を無視すると室見5>室見4>室見3>室見2であり、水質環境を良く表していると思われた。

#### (2) 付着藻類調査（資料3、4参照）

表2に付着藻類の現存量を沈殿量で表した。最上流と最下流は6月と12月での沈殿量の差が少なかったが、中流は6月が多かった。

### (3) 魚類相調査（資料7参照）

魚類20種、甲殻類4種、貝類が4種確認された。また、全国的には希少種であるオヤニラミについても採捕された。カワムツについてはA、Bの2型共に確認され、A型はB型より上流に生息していた。

## 考 察

上流域は水質が非常に良くヤマメが生息している。中流域は、アユ、オイカワが多く生息しており水質が良く基礎生産力も高い。下流域は、春になるとシロウオが遡上し産卵場が形成され、河川生息のハゼ類、モクズガニおよびテナガエビの再生産の場として重要な役割を果たしていた。全域で水質は良く保たれており基礎生産力は良いが、水量不足が欠点であった。今年は特にアユの遡上数が多かったため成長が悪かった。都市に隣接した河川であるための問題であるが、水道用水の取水はアユの降下遡上を妨げているとともに取水による水量不足が生産性を下げていると思われた。

アユの増殖は今までどおりで十分であるので、他の漁業権魚種のうちヤマメ、オイカワ、モクズガニの増殖が有効であろうと推察された。

## 参考文献

- 1) Armitage,P.D.,Moss,D.,Wright,J.f.and Furse,M,T.(1983):The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. Water Res., 17(3):333-347.
- 2) 野崎隆夫・山崎正敏(1995):大型底生動物による河川環境評価簡易化の試み. 水環境学会誌 18(12):13-17.
- 3) 山崎正敏・野崎隆夫・藤澤明子・小川剛(1996):河川の生物学的水域環境評価基準の設定に関する研究-全国公害研究協議会環境生物部会共同研究成果報告-全国公害研究会誌 21(3):114-145.

# 魚類防疫体制推進整備事業

稲田 善和・浜崎 稔洋・福永 剛・筑紫 康博・篠原 直哉

この事業は水産庁の補助事業として、平成10年度まで5年間実施された「養殖水産動物保健対策推進事業」に代わって、11年度から改めて実施されるものである。事業内容は魚類防疫推進と養殖生産物安全対策に大別される。

## 方 法

### 1. 魚類防疫推進

魚類防疫対策を推進するため、種苗の検査、養殖魚の検査を実施するとともに、全国魚類防疫会議（年2回）、関係地域対策合同検討会に参画し、また、県内防疫会議（年1回）を開催した。

11年度から施行される「持続的養殖生産確保法」と、それに基づき特定疾病となるコイ科の春ウイルス病（SVC）に関して、この新法の内容周知と防疫対策の普及、意識向上を図るため、コイ科魚類の養殖関係者を対象として防疫講習会を開催した。

魚病診断技術対策として、担当職員が関係会議に出席した。また、緊急魚病発生に際して対策を講じた。

### 2. 養殖生産物安全対策

水産用医薬品の適正使用について養殖漁家および関係者の指導を行うとともに、5魚種について出荷前の医薬品残留検査を簡易検査法によって行った。また、医薬品の使用状況についてアンケート調査を実施した。

ワクチンの使用推進については、使用希望があれば積極的に指導することとした。

## 結果および考察

### 1. 魚類防疫推進

#### 疾病検査

種苗検査として、アユの冷水病について種苗生産と中間育成段階の種苗をPCR法によって保菌検査した。その結果いずれの種苗にも原因菌は検出されなかった。また、輸出用の錦ゴイも生産する業者のコイ種苗について培養EMCを用いてSVCの一次検査を実施したが、今年

度も全て陰性であった。

養殖魚の疾病について、内水面では随時検査を行ったが、通常疾病であり、緊急に防疫対策を要する疾病はみられなかった。海面では中間育成中のクルマエビとヒラメの検査を行ったが、特に異常はみられなかった。

#### 防疫対策会議

第30回全国魚類防疫推進会議が11年9月14日に東京都で開催され、魚病情報、持続的養殖生産確保法の内容等について論議された。第31回会議は12年3月17日に東京都で開催され、魚病情報、防疫センターの事業、持続的養殖生産確保法の運用等が論議された。

県内防疫対策会議を12年3月2日に開催し、委員によって、河川でのアユ冷水病発生状況、11年度魚病発生状況、10年度の魚病被害と医薬品使用状況アンケート調査結果、持続的養殖生産確保法等について検討された。このうち、初めて冷水病魚がみられた筑後川については、病魚の処分や保菌検査など漁協と研究所の速やかな対応が評価され、今後の監視の重要性が勧告された。10年度のアンケートによる魚病被害は、内水面では食用魚が3,305kg、1,394千円、観賞魚は2,110kg、18,470千円。海面では748kg、1,543千円となった。内水面ではコイの「穴あき病」、海面では「エドワジェラ症」による被害が特に多い。医薬品の使用については、特に不適正な使用はみられず、日常指導の効果と思われる。

関係地域合同検討会として、11年11月18~19日、上田市で開催された「アユ冷水病部会」、12月15~16日横浜市で開催された「アユ冷水病対策研究会・分科会・全体会議」に、また、PAVに関して、11年11月18~19日、宮崎市で開催された「九州・山口ブロック魚病分科会」にそれぞれ担当職員が参加した。

#### 水産動物防疫講習会

12年1月13日に当研究所において「コイ科魚類の春ウイルス病SVC防疫講習会」を開催した。講師として水産庁養殖研究所の反町稔病理部長、水産庁九州漁業調整事務所の羽島達也振興課長を招聘し、それぞれ「養殖新法発効と特定疾病への対応について」、「養殖水産動物の輸入における注意事項について」の講演の後、質疑応答が行われた。また、当研究所から連絡名簿の整理と輸

出入時の検査事務手続きについて説明を行った。参加者は33名であった。その他、錦ゴイの漁家から特に「新型穴あき病」に対する国、県、大学による試験研究の要望が示され、本疾病による被害の深刻さが関係者に再認識された。

#### 魚病診断技術対策

最新の魚病診断技術研修として、11年6月30日~7月2日と12年1月31日~2月3日に魚類防疫センターで開催された再教育コース、および12年3月23~24日に東京都で開催された「11年度技術開発研究連絡会議」にそれぞれ1名づつの担当職員が参加した。

#### 緊急魚病発生対策

対象となったものは前述の筑後川での6月上旬の冷水病アユの発見であったが、直ちに漁協に緊急理事会の開催を要請し、現状を把握するとともに、病魚が漁獲された場合は出荷せず、消却または埋却処分する事の周知徹底、無作為サンプルの保菌調査を実施する事などが合意された。調査の結果、6月下旬以降病魚はみられず、7月中旬以降保菌魚もみられなくなり、その後の漁獲も堅調であった（別記事業報告参照）。

その他、豊前海研究所管内の吉富町で中間育成中のヨシエビに9月中旬PAVが発生し、直ちに殺処分と施設の消毒が実施された。ちなみにPAVの11年度の発生は県内ではこの1件のみであり、防疫体制整備が効を奏しつつあると考えられる。

## 2. 養殖生産物安全対策

### 医薬品の適正使用指導

種苗検査や疾病検査時、講習会および巡回によって適時適正使用を指導した。ただ、観賞魚については、食用でないため、獣医師の指示書が必要な動物薬が用いられる事も多く、指導に限界があるのも否めない。

### 医薬品適正使用実態調査

アンケート調査を実施した（集計12年度）。

### 医薬品残留検査

水産庁の指示により、本事業からこれまでの公定法に代えて簡易検査法（生物学的検査法）による検査を行うこととなった。検査を食用ゴイ（11件）、ウナギ（5件）、アユ（6件）、ヤマメ（8件）、マダイ（6件）について行ったが、いずれの場合も薬剤残留は認められなかった。検査結果については、検体を提供してくれた漁家または漁協へハガキにより通知した。

### ワクチン使用推進

今年度ワクチン使用を希望する漁家はなかった。

# アユ冷水病対策試験

福永 剛・浜崎 稔洋

冷水病は*Flavobacterium psychrophilum*を病原体とする細菌性の疾病である。本県においても1994年に初めて養殖アユに発病がみられて以来、散発的な被害が生じている。また、本年6月に筑後川で漁獲されたアユから本菌が分離され、養殖業のみならず河川漁業に対しても、健全な種苗の供給など、本疾病への対応が必要となっている。そこで本年度は放流用種苗ならびに筑後川天然アユにおける保菌調査を行ったので報告する。

## 1. 放流用種苗保菌調査

### 方 法

#### (1) 検査サンプル

矢部川漁業協同組合養殖場および内水面研究所で採卵され、その後、福岡県栽培漁業公社において海水で飼育されていた10水槽のアユについて検査した。

#### (2) 検査方法

1水槽について約100尾をホモジナイズし、その中から10mg、6検体をサンプルとして使用した。テンプレートDNAの抽出法およびPCR法は泉、若林の方法を用いて行った。TaqポリメラーゼはTakara社のものを用い、プライマーについてはグライナー・ジャパン社に依頼作成した20F、1500R (1stPCR)、PSY-1、PSY-2 (2ndPCR) を用いた。DNAの増幅にはPCR System2400 (PERKIN ELMER社) を使用した。

### 結 果

今回検査した仔魚からは冷水病原菌は検出されなかった。

## 2. 筑後川河川アユにおける冷水病保菌検査

### 調査に至る経緯

平成11年6月10日、原鶴温泉地先で鶴飼によって漁

獲されたアユの中に穴あき症状を呈するものが多く認められた。そこで、そのアユ18尾について検査を行ったところ、18尾中11尾の体側に穴あき症状が見られ、PCR検査によって15個体から冷水病菌が検出された(検出率83.3%)。このサンプルは、漁獲群の中から人為的に穴あき症状の個体を抽出しているために検出率が高かったと思われる。また、同時期に検査したオイカワ、コイ、フナからは冷水病菌は検出されなかった。これらの結果を受けて、筑後川上中流域の河川アユについて広く保菌検査を行うこととなった。

### 調査方法

#### (1) 検査に使用した魚

平成11年6月22日から8月2日にかけて、図1に示した筑後川の各地点で漁獲された河川アユについて検査を行った。採取されたアユは多いところで28尾、少ないところで7尾であった。

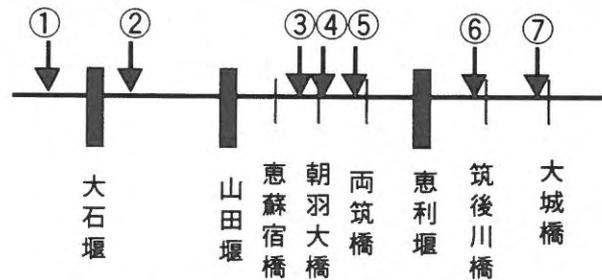


図1 検査したアユのサンプリング地点

#### (2) 検査方法

供試アユの鰓および腎臓、体表に穴あき症状がある場合は患部と腎臓を切り取り、前述と同様の方法でPCR検査を行った。検査したいずれかの部位で陽性が見られた場合、その個体を陽性個体とし、保菌率を算出した。

### 調査結果および考察

表1にPCR検査結果を示した。冷水病菌の保菌が認められたのは大石堰の上流から朝羽橋付近までで、保菌率は6.7%から28.6%であった。朝羽橋より下流側では保菌個体は認められなかった。また、調査期間中の平均

表1 保菌検査結果

調査点	場所	試料採取月日	検査尾数	陽性個体数	保菌率 (%)
1	大石堰上流	7月15日	7	1	14.3
2	杷木町昭和橋	6月23日	28	4	14.3
3	恵蘇宿橋-朝羽橋	7月6日	15	1	6.7
4	朝羽橋	6月22日	7	2	28.6
5	朝羽橋-両筑橋	7月23日	15	0	0
6	筑後川橋	8月2日	10	0	0
7	大城橋	7月5日	10	0	0
合計および平均			92	8	8.7

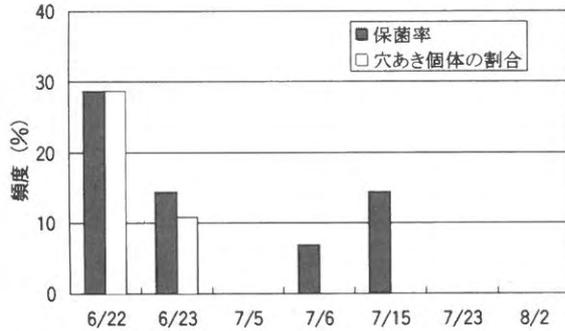


図2 冷水病菌の保菌率及び穴あき個体の割合の経時変化

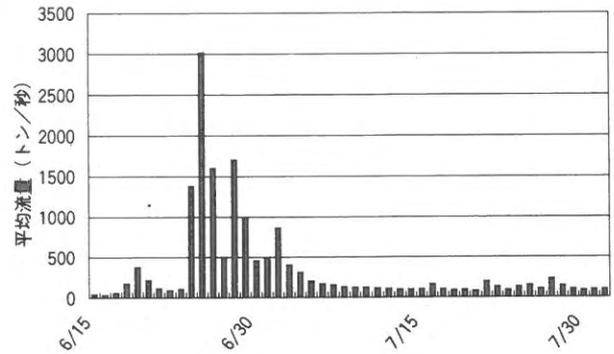


図3 調査期間における筑後川日平均流量 (瀬の下)

保菌率は8.7%であった。

次に保菌率と冷水病による穴あき症状を呈していた個体の割合の経時変化を図2に示した。保菌率が最も高いのは調査初回の6月22日で、28.6%であった。その後7月15日まで保菌がみられ、7月23日以降は認められなかった。また、冷水病による穴あき症状を呈していた個体の割合は6月22日に28.6%、6月23日に10.7%であったが、その後は認められていない。穴あき症状を呈する個体は冷水病の感染が進み、魚体も衰弱していたと考えられるので、6月下旬の出水(図3)によって下流に流されたのではないかとと思われる。

# 水産生物育種の効率化基礎技術開発

## アユの耐病性系統作出技術の開発

福永 剛・浜崎 稔洋

本研究では、ビブリオ病耐病選抜群を材料として、生体防御因子の活性を基にした耐病性を検討するとともに、繰り返して耐病選抜を行うことでより強度な耐病性系統群の作出技術を開発することを目的としている。今年度は選抜群、無選抜群およびクローンの7系統のアユの耐病性を比較するとともに、有明海産アユ3群について耐病選抜群を作出した。また、耐病性をDNAレベルで検討するため、AFLP法を用いることとしているが、今年度はその基礎的知見としてプライマーの組み合わせによる増幅断片の検出数について検討した。

### 方 法

#### 1. 各耐病選抜群の耐病性評価

##### (1) 供試魚

供試魚として海産F<sub>12</sub>、F<sub>3</sub>（筑後川産）、F<sub>3</sub>（矢部川産）の3耐病選抜群、その対照（無選抜群）3群ならびにクローンを用い、下記の耐病形質について比較した。

##### (2) ビブリオ病による人為感染試験

人為感染試験は各供試魚30尾ずつ用い、10<sup>4</sup>CFU/mlレベルに調整した*Vibrio anguillarum* PT-479株で浸漬感染し、その後約10日後の生残率を比較して行った。

##### (3) ビブリオ病に対する血中抗体価の個体変異の比較

各供試魚10~50尾に*V.anguillarum* PT-479株のホルマリン死菌（FKC;1mg/cc PBS）を0.05mlまたは0.1ml腹腔内に注入し、ワクチン処理とした。処理後30日目に供試魚から採血を行い、血清を分離採取し、実験に供するまで-80℃に保存した。抗体価はマイクロタイター法によって測定した。

#### 2. 耐病選抜群の作出

##### (1) 供試魚

耐病選抜の供試魚として海産F<sub>12</sub>、F<sub>3</sub>（筑後川産）、F<sub>3</sub>（矢部川産）の3耐病選抜群各1000尾について、第2回目となる耐病選抜を行った。

#### (2) 選抜方法

供試魚群は予備飼育を行った後10<sup>4</sup>CFU/mlレベルに濃度を調整した菌液（1%食塩水：100 l）に5分間浸漬したのち、それぞれ半数ずつを1 t FRP水槽で流水飼育を行った。へい死魚はそのつど取り上げた。

#### 3. DNA解析におけるプライマーの検討

アユ1個体から抽出したDNAについて、61種類のプライマーの組み合わせで、AFLPフィンガープリントを行い、増幅断片数を比較した。

### 結果および考察

#### 1. 各耐病選抜群の耐病性評価

##### (1) ビブリオ病による人為感染

図1に示したように、海産F<sub>12</sub>およびF<sub>3</sub>（矢部川産）については選抜群の生残率が高く選抜の効果が認められた。しかし、F<sub>3</sub>（筑後川産）については、選抜群よりも無選抜群の方が生残率が高かった。

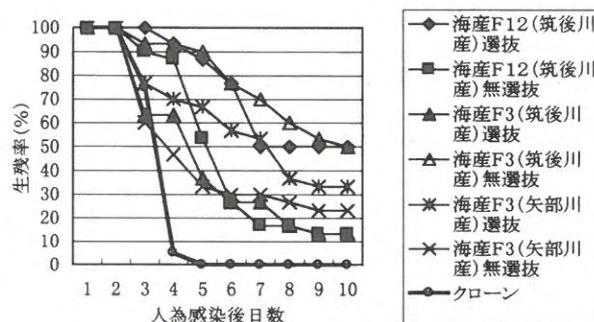


図1 人為感染試験結果

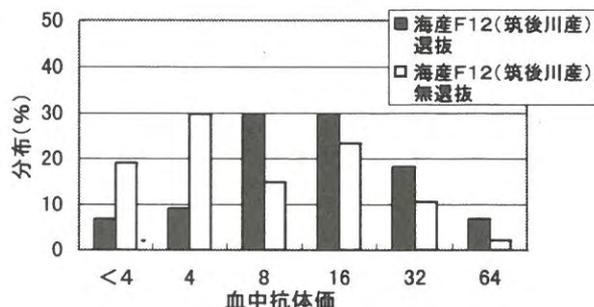


図2 海産F<sub>12</sub>における抗体価の個体変異

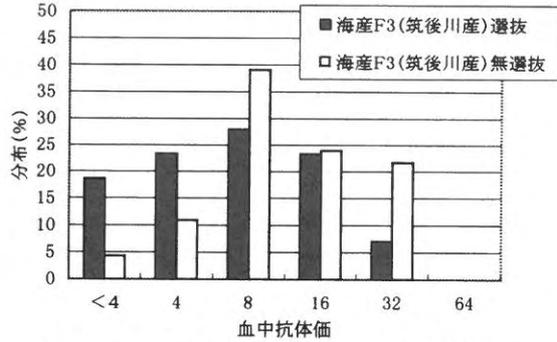


図3 海産F<sub>3</sub>(筑後川産)における抗体価の個体変異

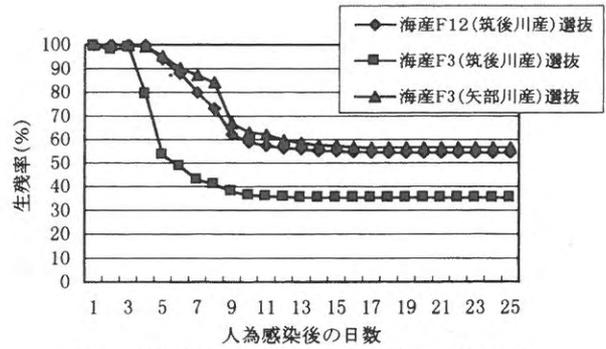


図5 各系統群における耐病選抜結果(第2回目)

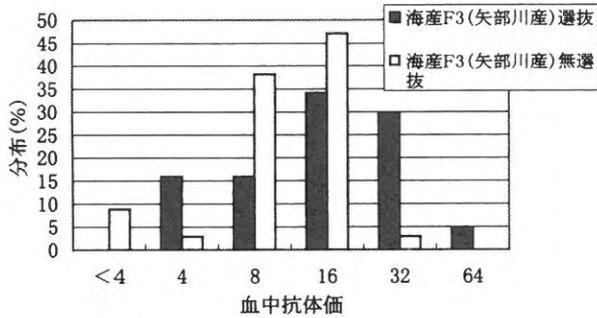


図4 海産F<sub>3</sub>(矢部川産)における抗体価の個体変異

(2) ビブリオ病に対する血中抗体価

図2、3および4に示したように海産F<sub>12</sub>およびF<sub>3</sub>(矢部川産)では、選抜群の方が抗体価がやや高めに分布した。しかし、F<sub>3</sub>(筑後川産)については、無選抜群の方が高い傾向がみられた。この傾向は人為感染後の

生存率の結果と類似していた。F<sub>3</sub>(筑後川産)について選抜の効果が現われなかったかについては不明である。

2. 耐病選抜群の作出

最終生存率(選抜圧)は海産F<sub>12</sub>で54.3%、F<sub>3</sub>(筑後川産)で35.2%、F<sub>3</sub>(矢部川産)で56.6%であった(図3)。

3. DNA解析におけるプライマーの検討

表1にAFLPフィンガープリントを行う際の、各プライマーの組み合わせにおける増幅断片数を示した。今回行ったどのプライマーの組み合わせでも、31~78の増幅断片が認められ、アユのDNA解析が可能であることがわかった。

表1 各プライマーペアにおける増幅断片数(AFLP)

Mse I	CTT	CAC	CAG	CAT	CTA	CTC	CTG	CAA
EcoRI								
ACT	57	56	57	62	64	46	59	68
ACA	71	72	56	61	41	59	55	73
AAC	44	42	59	55	47	38	47	47
AGG	54	52	62	64	52	47	51	54
AGC	37	49	39	40	35	38	36	31
AAG	59	44	50	58	49	39	46	62
ACC	57	55	32	50	52	47	54	60
ACG	59	61	55	78	52	-	-	-

# 主要河川の生産力調査

## 筑後川におけるアユ資源の動向

浜崎 稔洋・福永 剛

本県の主要河川である筑後川では、毎年50～100トンのアユが漁獲されている。人工種苗も毎年約20万尾放流されているが、天然種苗の遡上数の変動が漁獲量に反映されている。そこで、本河川でのアユ資源変動を把握するため産卵時期、仔魚の降下動向、稚魚の遡上状況、人工種苗標識放流による移動生態を調査した。

### 方 法

#### 1. 降下仔魚調査

調査は神代橋において昨年と同じ方法で行った。2時間毎の調査は平成11年11月2日～3日の18時から翌朝6時に行った。調査点は河川を横断する3点で、中間層に仔魚ネットを設置した。仔魚ネットは入り口が30×50cmで、橋上から10分間垂下し、捕れたサンプルはすぐにホルマリンで固定し持ち帰り計数した。10分間当たりの降下仔魚数は次式により算出した。

全仔魚数 = 採捕数 × 河川の断面積 ÷ ネット入口の断面積

調査時の夜間の全降下数は10分間当たりの降下数に時間をかけて算出した。

夜間連続調査は9月28日から12月17日までの間11回、神代橋の流心付近に夜間14時間連続で仔魚ネットを設

置した。仔魚ネットには入り口が15×25cmのものを使用した。11月2日～3日の2時間毎の調査により算出された1晩当たりの全降下仔魚数と、同時に行った夜間連続調査により採捕された仔魚数とで係数を求め、他の調査日の1晩当たりの全降下数を次式により算出した。

全降下仔魚数 = 係数 × 夜間連続調査採捕尾数

#### 2. 遡上稚魚調査

調査は筑後大堰の左岸魚道において平成12年3月7日から4月28日の間に6回、投網による採捕及び目視観察を行った。採捕魚は持ち帰り体長、体重を測定した。

#### 3. 標識アユ放流試験

平成11年4月9日に筑後大堰の下流約500mにおいて脂鰭カット稚魚60,917尾を両岸に約半数に分けて放流した。放流魚には当研究所で継代生産した平均体長93.4mm (70.0～123.5mm)、平均体重12.7g (4.0～28.1g) のものを用いた。放流後筑後大堰の魚道で当日から1週間毎に天然遡上魚調査と同時に標識魚遡上を調査した。また、標識放流魚の一部を解禁日まで筑後大堰魚道で採捕した天然魚と一緒に2tFRP水槽で河川水を用いて飼育した。

筑後川漁業協同組合の組合員30名に図1に示した漁場別の漁獲量および標識魚の尾数を操業日誌に記帳してもらった。

### 結果及び考察

#### 1. 降下仔魚調査

図2に11月2～3日夜間の10分間当たりの降下数を示した。

時間帯別降下のピークは、昨年同様3峰型であった。昨年は18時が最大であったのが、本年は2時であったことから主産卵場は年により異なると推察された。図3に1晩当たりの降下仔魚数を示した。本年の降下ピークは昨年より1ヶ月ほど早い10月上旬であった。これは9、10月の平均水温が昨年より約1.7℃低かったためと思われる(図4参照)。また、期間も長く降下総数は4,623

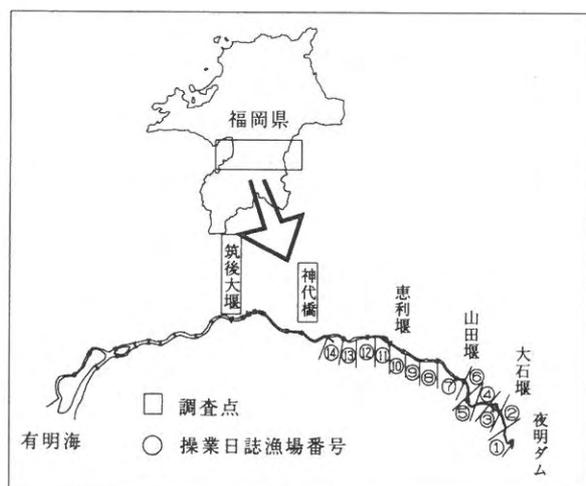


図1 福岡県における筑後川の位置及び調査点

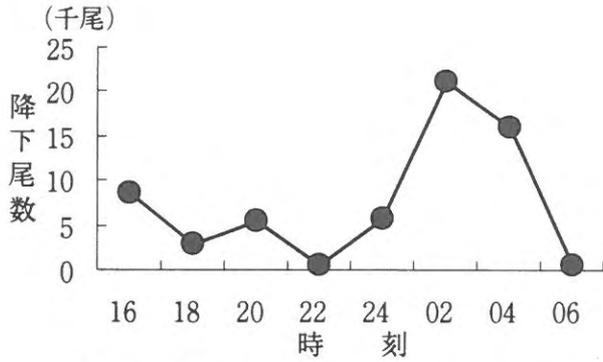


図2 神代橋における10分間当たりの降下アユ仔魚数

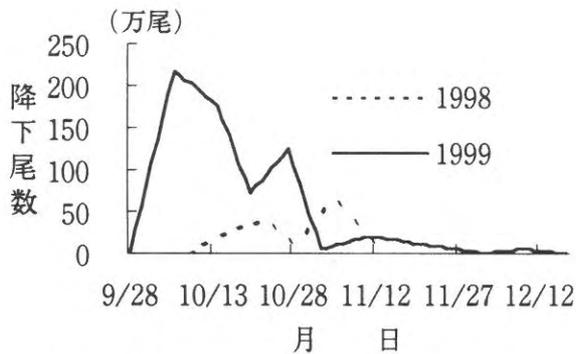


図3 神代橋における1晩当たりの降下アユ仔魚数

万尾と推定され、昨年の993万尾の4倍強で一昨年を上回る降下数であった。

### 2. 遡上稚魚調査

調査結果を表1に示した。筑後川大堰事務所によると遡上開始は昨年より1週間ほど遅い3月8日に確認されている。遡上稚アユの体長は初期に大きく徐々に小さくなった。遡上数は昨年より若干少ないが昨年はかなり多い年だったので、全体としては平年並みであろう。

### 3. 標識アユ放流試験

標識放流に用いた種苗は池中養殖において、放流日から解禁日までへの死は見られなかった。

操業日誌は26名から回収された。漁業種類は、刺網、鵜飼、釣りであった。表2に操業日誌のまとめを示した。CPU Eは43.9尾/日、4.41Kg/日で、昨年の24.8尾/日、3.17Kg/日と比べ高かった。漁獲尾数が最も多かったのは8月で、標識魚の再捕数が最も多かったのは6月だった。標識魚の混獲率から試験漁場内におけるアユの全数は456万尾と試算された。このうち放流魚が

表1 平成12年筑後大堰遡上稚アユ調査結果

月日	天候	水温(℃)	遡上	平均体長(mm)
3/8	晴れ	11.1	なし	—
3/16	雨	11.1	多い	73.7
3/21	晴れ	12.7	やや多	—
4/3	晴れ	12.5	やや多	66.7
4/13	曇り	15.3	少ない	63.3
4/28	曇り	17.8	極少	—

表2 平成11年アユ操業日誌集計 (26名)

月	全漁獲量		1日1人当たりの漁獲量	
	尾数	標識尾数	尾数	重量 (Kg)
5月	5,061	151	48.7	3.19
6月	6,998	265	47.3	3.43
7月	13,309	137	45.3	3.91
8月	24,567	194	50.7	5.91
9月	4,957	17	33.5	4.13
10月	2,299	0	18.4	2.25
合計	57,191	764	43.9	4.41

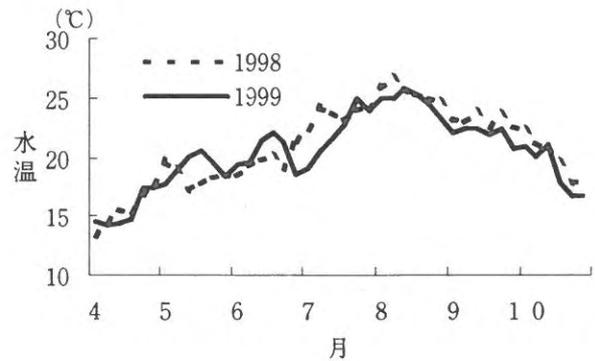


図4 片の瀬における水温の推移

約25万尾であるため、天然遡上魚は約431万尾と推定された。昨年の推定遡上尾数約28万尾に比べると15倍強の遡上数であった。4月～10月の片の瀬における平均河川水温は20.4℃で昨年の20.8℃に比べ0.39℃低かった(図4)。漁期を通じての平均魚体重は今年が100.5g、昨年は129.0gであり、前年比77.9%と小型化した。これは今年の資源量が多かったうえに水温も低かったためだと思われる。

図5に漁場別の漁獲状況を示した。漁場別で見ると漁獲が最も多いのは漁場7であったが、標識魚の混獲率は漁場6で最も高く4.87%であった。全体での標識魚の混

獲率は1.34%であった。

図6に2年分の標識魚の再捕尾数を示した。再捕尾数が昨年より少ないのは今年の資源量が多かったためと思われる。漁場別に見ると昨年と似た傾向を示した。2年ともに大石堰の上流部（漁場1, 2）では標識魚がほとんど再捕されなかったことから大石堰の魚道はアユにとって遡上が困難であると思われた。

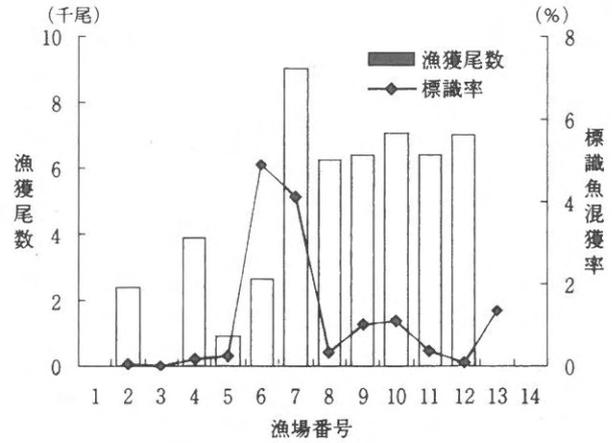


図5 漁場別漁獲尾数と標識魚混獲率

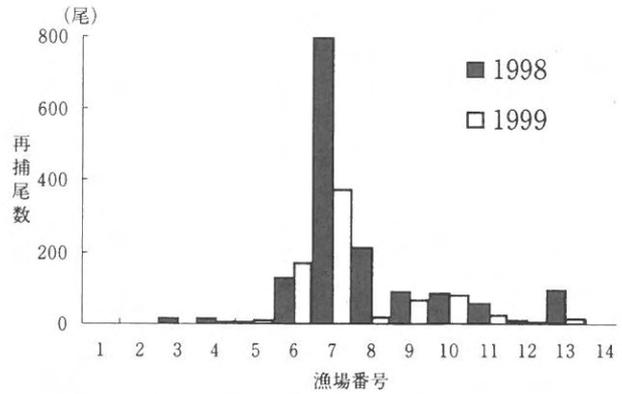


図6 漁場別標識魚の再捕尾数

# 待網によるシラスウナギ採捕試験

浜崎 稔洋・秋本 恒基\*・浜田 豊市\*・石田 祐幸\*・篠原 直哉\*

\*水産振興課 資源管理係

近年ウナギ養殖業は、種苗代等の経費の高騰により経営が圧迫されている。福岡県ではシラスウナギ採捕はすくい網による許可で行っているが、資源の年変動が大きいことや採捕者の高齢化により種苗の入手はますます厳しい状況にある。

今後のウナギ養殖業安定化のため待ち網によるシラスウナギ採捕の効率性や同漁法による種苗性への影響を調査した。

## 方 法

### 1. 操業日誌調査

塩塚川、花宗川、釣川、竹馬川の4河川では待ち網、矢部川、花宗川、沖端川、釣川、竹馬川の5河川ではすくい網を用いた漁獲について操業日誌を依頼した。調査期間はシラスウナギ特別再捕期間で、有明地区が平成11年1月15日～3月10日、筑前・豊前地区が平成11年2月1日～4月30日であった。用いた待ち網は袖網の高さ2m長さ8m、魚捕部が長さ約8m目合い0.5mm以下であった。

### 2. 水質および混獲物調査

平成11年2月25日および3月6日に塩塚川の待ち網採捕時の水質および同日混獲された魚介類の一部を持ち帰り同定、計測した。

### 3. 種苗性試験

塩塚川での待ち網と矢部川でのすくい網採捕のシラスウナギを用い生残比較試験を行った。

60×30×30cmの水槽の中に、20×20×20cm、目合い0.04mmの網生け簀を2基浮かべ、3月7日に採捕方法の異なるウナギを30尾ずつ收容した。用水としては地下水を毎分300ℓ注水し、無給餌で10日間飼育した。

## 結 果

### 1. 操業日誌調査

図1に塩塚川の漁獲量と筑後川（大堰）における水温

の推移を示した。シラスウナギの遡上ピークは水温が急上昇した2月24日～3月6日にかけての大潮時に見られた。塩塚川における1日当たりの最大漁獲量は3月1日の1,200gであった。

表1および2に全漁期間の漁獲量を示した。

待ち網では塩塚川以外はほとんど捕れなかった。竹馬川では待ち網設置場所の水位が高くほとんど操業されなかった。釣川では潮位差が小さいことから上げ潮時の上流への流れが遅く待ち網には不適であった。花宗川では腐泥による目詰まりで網が破れたため操業できなかった。

C P U E（1日1統（人）当たりの漁獲量）で比較してみると、待ち網は塩塚川が最も良く竹馬川、釣川の順であった。すくい網では矢部川が最も成績が良く竹馬川が最も悪かった。両漁業種をC P U Eだけで比較すると塩塚川の待ち網が最も良いように見えるが、待ち網の操業には3～4人が必要であり、1人当たりに換算すると矢部川のすくい網が最も良かった。

### 2. 水質および混獲物調査

表3に待ち網調査時の水質を示した。水温10℃以下でもシラスウナギの遡上が確認された。

混獲物は、アユ、コイ、ギンブナ、オイカワ、カワムツB型、モツゴ、シロヒレタビラ、タイリクバラタナゴ、

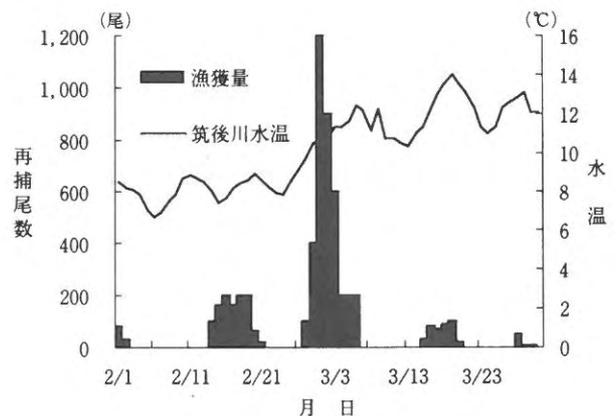


図1 塩塚川における漁獲量と筑後川の水温の推移

表1 平成11年待ち網による漁獲結果

調査河川	全漁獲量 (g)	延べ統数 (統)	C P U E 漁獲量/1日/1統
塩塚川	5,600.0	31	180.6
竹馬川	10.4	2	5.2
釣川	2.2	7	0.3
花宗川	—	—	—

表2 平成11年すくい網による漁獲結果

調査河川	全漁獲量 (g)	延べ人数 (人)	C P U E 漁獲量/1日/1人
矢部川	11,694.0	144	81.2
花宗川	11,618.0	170	68.3
沖端川	2,095.0	50	41.9
釣川	336.0	14	24.0
竹馬川	200.0	10	20.0

表3 平成11年塩塚川における水質調査結果

調査日	2月15日	3月6日
調査時刻	18:30~21:00	21:34~23:30
天候	晴れ	晴れ
気温	0.7 ~ 4.2	7.9 ~ 8.9
水温	7.1 ~ 9.1	13.2 ~ 14.3
pH	8.71 ~ 9.12	7.29 ~ 8.34
DO	11.90 ~ 13.85	7.47 ~ 9.74
塩分	0.029~ 0.058	0.035~ 0.075
シラスウナギ漁獲量	160g	200g

メダカ、カダヤシ、チチブ、他ハゼ類、ボラ類、テナガエビ、スジエビ、他エビ類、アミ類で、魚類が14種、甲殻類が5種類であった。アユ稚魚については3月6日に少量の混獲が確認されたが再放流時半数以上は生きていた。

### 3. 種苗性試験

試験中の水温は17.6~18.6℃であった。10日間のへい死は両区ともみられなかった。

### 考 察

待ち網で採捕したシラスウナギの種苗性には問題がないと思われた。

混獲問題では、作業時の空中露出時間も短く気温が低いのでへい死は少ないと思われ、混獲魚介類の再放流は効果が高いと思われた。最も危惧されたアユについても放流時には半数以上が元気であったことと、1晩で捕れる数も10尾以下で資源上影響はほとんどないと思われた。

待ち網は期待したより漁獲が少なかったため、すくい網との採捕効率の比較についてはすくい網の方が良い結果となった。竹馬川では平成8年にも調査したがやはりすくい網と大差がなかったことから、竹馬川での漁獲効率は待ち網よりすくい網が良いと思われた。しかし、待ち網は一度設置準備すれば、日々の操業は網入れと網上げの2回だけであり実働時間は短かった。待ち網は設置場所と設置方法に熟練が必要であり河川状況にも大きく左右されるので、労力を加味した漁獲効率については一概に優劣は付けられないと思われた。

# 主要河川・湖沼の漁場環境調査

福永 剛・浜崎 稔洋

内水面における資源増殖や漁場環境改善の方策検討の基礎資料を得るため、県内の主要河川・湖沼の水質調査を実施した。

## 方 法

### 1.調査時期

平成11年度の偶数月毎に、年間6回の調査を行った。

### 2.調査地点

調査地点は表1および図1に示したとおり、矢部川で5カ所、筑後川で5カ所、日向神ダムで2カ所および江川ダム、寺内ダムでそれぞれ1カ所ずつとした。なお筑後川C1（筑後大堰）では底層についても調査を行った。

### 3.調査項目および方法

#### (1) 気象

天候、気温および風力について観測ならびに測定を行った。

#### (2) 水質

水質に関する調査は以下の項目と方法によって行った。

水温：水温計

透視度：透視度計

SS：試水濾過後、濾紙上の懸濁物の重量を測定

pH：ガラス電極法

DO：ウインクラーアジ化ナトリウム変法

COD：アルカリ法 JISK0102

NH<sub>4</sub>-N：インドフェノール法

NO<sub>2</sub>-N：Strickland-Person法

NO<sub>3</sub>-N：銅カドニウムカラム還元法

PO<sub>4</sub>-P：Strickland-Person法

SiO<sub>2</sub>-Si：モリブデン黄法

クロロフィルa：アセトン抽出後吸光法

## 結果および考察

調査項目別に、定点ごとの平均値、最小値および最大値を表2に、各定点の測定値を別表1～3に示した。

### 1.水温

水温は7.0～25.5℃の範囲で推移し、平年並みと考えられた。

### 2.DO

DOは5.36～15.06ppmの間で推移し、すべての調査点で、水生生物の生息に十分な溶存酸素量を示していた。

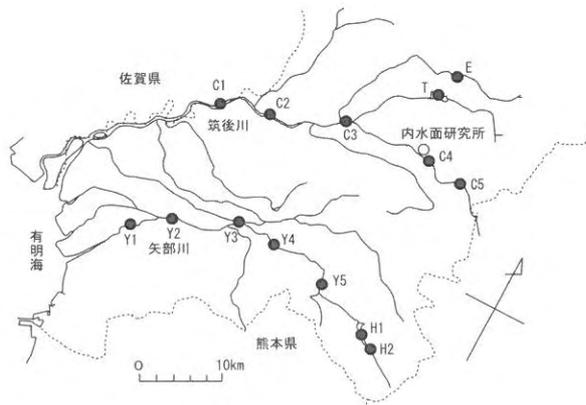


図1 調査点

表1 調査地点

定点番号	定点の位置	河口からの距離(km)
<矢部川>		
Y1	瀬高堰上右岸	12
Y2	南筑橋左岸	17
Y3	花宗堰右岸	23
Y4	四条野橋右岸	32
Y5	火籠橋左岸	40
H1	日向神ダム中央部左岸	48
H2	日向神ダム鬼塚	52
<筑後川>		
C1	筑後大堰上左岸	23
C2	神代橋右岸	33
C3	片瀬橋左岸	41
C4	恵蘇野宿橋右岸	52
C5	昭和橋右岸	60
E	江川ダム	22
T	寺内ダム	11

### 3.pH

pHは6.59~10.21で推移し、平年並みであった。また、例年のようにダム湖では10を超える高い値を示す場合があった。

### 4.COD

CODは0~3.51ppmの間で推移した。この中で特に高い値を示したのは、ダムや堰のある地点（Y1およびC1）など水が停滞している場所であった。

### 5.SS

SSは0~24.8ppmの間で推移した。

### 6.三態窒素

三態窒素は0.16~2.48ppmの間で推移した。調査点の中で比較する限り、DINは矢部川の方が筑後川よりやや高い傾向が認められた。

### 7.SiO<sub>2</sub>-Si

SiO<sub>2</sub>-Siは5.2~17.4ppmの間で推移した。筑後川では矢部川のほぼ2倍の濃度が認められた。

### 8.PO<sub>4</sub>-P

PO<sub>4</sub>-Pは0~0.069ppmの間で推移した。

### 9.クロロフィル a

クロロフィル a は0.02~148.36 μg/lの間で推移した。

表2 各定点の平均値、最小値および最大値

		水温 (°C)	pH	DO (ppm)	COD (ppm)	SS (ppm)	NH <sub>4</sub> (ppm)	NO <sub>2</sub> (ppm)	NO <sub>3</sub> (ppm)	DIN (ppm)	SiO <sub>2</sub> (ppm)	PO <sub>4</sub> (ppm)	Chl. a (μg/l)
矢 部 川	Y1	17.2	7.34	9.90	0.98	3.91	0.0340	0.0104	1.7124	1.7569	6.7081	0.0124	11.97
	Y2	16.2	7.50	9.12	1.07	2.91	0.0601	0.0073	1.7528	1.8202	6.9911	0.0139	1.53
	Y3	15.5	7.72	9.83	0.52	3.33	0.0171	0.0049	1.6438	1.6630	7.2401	0.0130	1.55
	Y4	15.1	8.03	10.00	0.50	2.68	0.0157	0.0036	1.1058	1.1251	8.1565	0.0108	1.39
	Y5	14.7	7.95	9.91	0.29	2.92	0.0148	0.0023	1.1435	1.1606	7.6652	0.0190	0.61
	H1	17.4	7.91	8.21	0.94	2.66	0.0168	0.0040	0.5011	0.5396	7.5147	0.0045	5.23
	H2	14.2	8.34	10.15	0.28	3.42	0.0257	0.0019	0.3666	0.3883	7.4066	0.0073	1.20
	最小 最大	7.0 24.8	6.86 8.74	5.36 12.36	0.00 3.51	0.00 15.30	0.0000 0.2490	0.0009 0.0157	0.2189 2.4575	0.2334 2.4793	6.0269 9.0869	0.0000 0.0339	0.0000 58.33
筑 後 川	C1	16.8	7.55	8.57	1.08	5.46	0.1111	0.0201	0.8237	0.9549	13.7738	0.0394	9.08
	C2	16.3	7.29	8.56	0.70	4.90	0.0425	0.0156	0.8436	0.9016	14.1316	0.0400	3.59
	C3	16.1	7.26	8.67	0.71	4.32	0.0459	0.0137	0.8805	0.8939	12.7174	0.0427	11.97
	C4	15.7	7.58	9.59	0.70	4.40	0.0488	0.0137	0.6628	0.7252	13.1301	0.0399	1.53
	C5	16.0	7.61	9.94	0.74	7.33	0.0514	0.0124	0.4947	0.5585	15.7794	0.0379	1.55
	最小 最大	7.2 25.5	6.59 8.16	6.19 15.06	0.36 1.61	0.10 24.80	0.0233 0.1777	0.0088 0.0295	0.3153 1.6492	0.3666 1.7035	5.4715 17.4444	0.0180 0.0686	0.0000 25.58
ダ ム 湖	E	17.4	8.34	9.28	1.16	6.67	0.0196	0.0037	0.5987	0.6220	5.2074	0.0043	12.22
	最小 最大	8.5 25.5	7.22 10.10	7.82 11.59	0.52 2.09	1.30 21.23	0.0101 0.0264	0.0021 0.0054	0.3385 0.7504	0.3549 0.7792	4.3475 5.7623	0.0000 0.0063	1.75 27.47
	T	17.1	8.88	9.41	1.63	3.41	0.0295	0.0103	0.5385	0.5782	6.3812	0.0028	40.34
	最小 最大	7.6 25.0	7.77 10.21	6.36 13.00	0.52 3.35	2.91 3.91	0.0036 0.1283	0.0079 0.0141	0.1350 0.8239	0.1567 0.8432	5.1807 7.4154	0.0010 0.0048	2.08 148.36

# 漁場保全推進対策事業

浜崎 稔洋・福永 剛

県内の主要河川である筑後川および矢部川における水生動植物の現存量，生息密度を指標として漁場環境の長期的な変化を監視することを目的とする。

## 方 法

図1に示した筑後川および矢部川に調査定点6点を設置し，付着藻類と底生動物を調査した。矢部川は6月1日，12月24日に筑後川は6月2日，12月27日に調査した。

### 1.付着藻類調査

付着藻類は各調査点で4個の石の5×5cm角の付着藻類を削りとり，5%ホルマリンで固定し持ち帰った。試料は沈殿量，湿重量，乾重量および強熱減量を測定した。また，両河川の中流部においては種類毎の細胞数を調べた。

### 2.底生動物調査

底生動物は30×30cmサーバネットを用いて採集後10%ホルマリンで固定し持ち帰った。試料は，昆虫類は目，その他は類まで同定し個体数，湿重量の測定を行った。また，BMWP法<sup>1-3)</sup>によるASPT値を求めた。

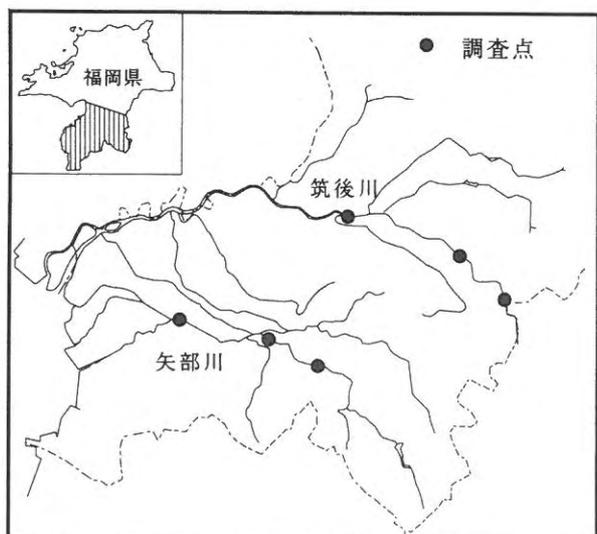


図1 筑後川および矢部川における調査定点

## 結果及び考察

### 1.付着藻類 (別添資料1~5参照)

#### (1) 矢部川

付着藻類量を沈殿量で見るとは6月の調査では，中流域が最も多く，上流域，下流域の順であった。12月は下流域，中流域，上流域の順であった。月別では上流域を除き6月より12月が多かった。中流域の類型組成としては，6月は珪藻がほとんどを占めたが，12月は珪藻71%，藍藻27%であった。緑藻は少量出現した。

#### (2) 筑後川

付着藻類量を沈殿量で見るとは6月の調査では，中流域，上流域，下流域の順であった。12月は下流域，中流域，上流域の順であった。月別では12月は6月より多かった。中流域の類型組成としては6，12月ともに珪藻類が多くを占め次に藍藻類が少量出現し，緑藻類は極めて少なかった。

### 2.底生動物 (別添資料6~13参照)

#### (1) 矢部川

個体数では6月の上流域がその他の甲殻類が優先であるが，6月の中，下流域，12月の全域ではカゲロウ類が最優占であった。湿重量では6月の上流域はその他の甲殻類，中流域はカゲロウ類，下流域は巻貝類が最も多く，12月は全域でトビケラ類が最も多かった。個体数，

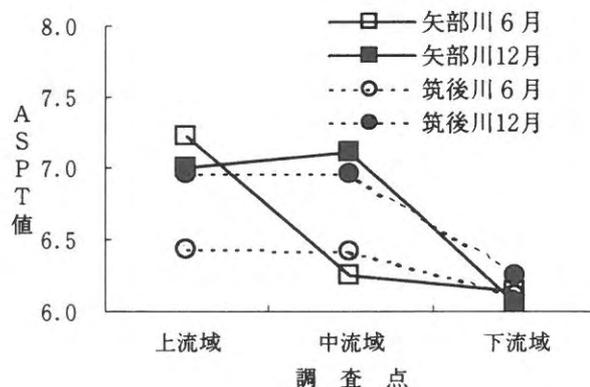


図2 平成11年度筑後川、矢部川におけるASPT値

湿重量ともに12月が6月より多かった。

ASPT値を見ると6月は上流>中流>下流、12月は中流>上流>下流であった。

## (2) 筑後川

個体数では6月の上流域はトビケラ類、中流域は貧毛類、下流域はカゲロウ類が最優占であった。12月の上流域はトビケラ類、中・下流域は貧毛類が優占であった。湿重量では6月の上流域はトビケラ類、中流域は貧毛類、下流域はカゲロウ類が最も多く、12月の上・下流域はトビケラ類、中流域は双翅類が最も多かった。個体数、湿重量ともに6月が12月より多かった。

ASPT値を見ると6、12月共に上流>中流>下流であった。

## 参考文献

- 1) Armitage.P.D.,Moss,D.,Wright,J.f.and Furse,M,T.(1983):The performance of a new bio-logicalwater quality score sysytem based on macroinvertebratesover a wide range of un-polluted running-water sit-es.Water Res.,17(3):333-347.
- 2) 野崎隆夫・山崎正敏(1995):大型底生動物による河川環境評価簡易化の試み.水環境学会誌 18(12):13-17.
- 3) 山崎正敏・野崎隆夫・藤澤明子・小川剛(1996):河川の生物学的水域環境評価基準の設定に関する研究-全国公害研究協議会環境生物部会共同研究成果報告-.全国公害研究会誌 21(3):114-145.



## 平成11年度 福岡県水産海洋技術センター事業報告

---

発 行 平成13年3月

発行者 福岡県水産海洋技術センター  
所長 藤 紘和

福岡県水産海洋技術センター

企画管理部 〒819-0165 福岡市西区今津1141-1  
TEL 092-806-0854 FAX 092-806-5223

研 究 部 〒819-0165 福岡市西区今津1141-1  
TEL 092-806-0876 FAX 092-806-5223

有明海研究所 〒832-0055 柳川市大字吉富町728-5  
TEL 0944-72-5338 FAX 0944-72-6170

豊前海研究所 〒828-0022 豊前市宇島76-30  
TEL 0979-82-2151 FAX 0979-82-5599

内水面研究所 〒838-1306 朝倉郡朝倉町大字山田字網張2449  
TEL 0946-52-3218 FAX 0946-52-3324

---



福岡県行政資料	
分類記号 P G	所属コード 0804508
登録年度 11	登録番号 5