

資源管理型漁業対策事業

(1) 小型底びき網：3種漁期前調査

宮内 正幸・尾田 成幸

豊前海の小型底びき網漁業は、5月から10月にかけて、主に手繰り第二種えびこぎ網を使用し、11月から翌年4月にかけて、主に手繰り第三種けた網を使用する形態で、周年に渡って操業が行われている。中でもけた網については、越冬期の甲殻類も漁獲できるその漁具特性から、資源に与える影響が指摘されている。本調査は、けた網が解禁となる直前に、海区全体の資源状態を調査することで、その年の漁期中の資源保護策を検討することを目的とした。

方 法

平成25年10月30～31日に小型底びき網漁船を用船し調査を実施した。調査は、海区内に緯度、経度とも5分ごとに区切った試験区を設定し、各試験区内ごとに1カ所で試験操業を行った。調査場所は図1のとおりで、11点で調査を実施した。試験操業には、漁業者が通常操業に使用しているけた網を用い、曳網時間は1地点20分とした。入網物のうち、漁獲対象種を船上で選別し、研究所に持ち帰った。持ち帰ったサンプルについて、体長、体重を測定し集計を行った。また、集計結果については、漁業者に情報提供し、資源保護策の検討材料とした。

結果及び考察

入網物の測定結果の個体数と合計重量を表1, 2に示した。

全体的にエビ類の資源量は多く、まとまった漁獲が見られた点もあった。また、シャコはほぼ全域にわたってまとまった漁獲が見られたが、全長100mm未満の小型サイズがほとんどであった。そこで、これら小型個体の保護が重要であると考えられたため、漁業者に対し小型シ

ャコの保護に努めるよう指導を行った。

また、アカガイも中部沿岸海域でまとまって漁獲されたが、小型個体が多く、小型底曳網漁業者協議会で協議の結果、3種けた網操業期間中は、殻長60mm以下のアカガイの水揚げを禁止する自主規制を行うことを決定した。

さらに、ハモについては、主漁期ではない10月終盤にもかかわらず漁獲がみられ、資源量の増加が伺われた。

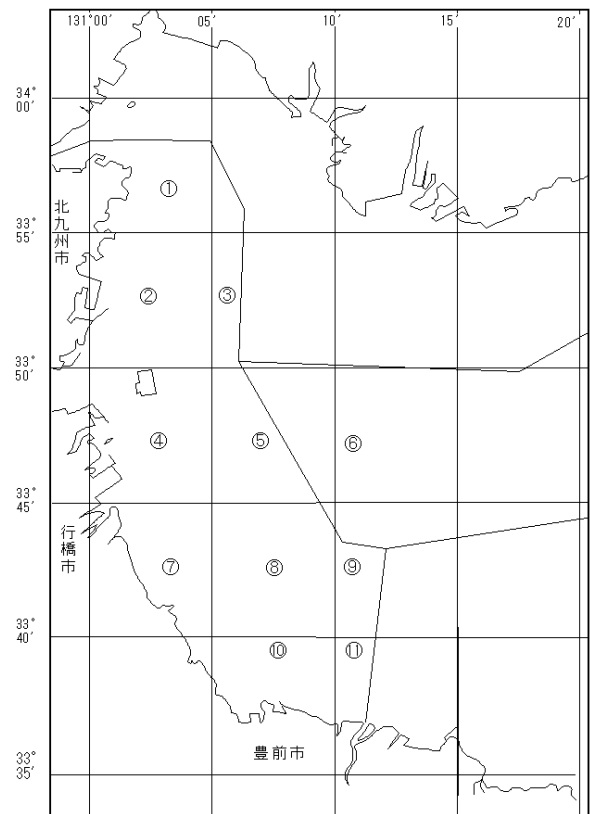


図1 試験区とその番号

表 1 調査点ごとの入網個体数と合計重量（その 1）

調査点		ウシノシタ類	メイタ ガレイ	ハモ	マゴチ	アカエビ	クマエビ	クルマエビ	サルエビ	シバエビ	トラエビ
1	個体数（尾/個）	9		1	5	876	2	5	29	26	
	合計重量（g）	316.0		390.7	5113.0	3247.1	58.2	97.2	191.2	173.9	
2	個体数（尾/個）	7		4		20			21	76	15
	合計重量（g）	366.8		1529.5		63.0			78.0	467.1	46.2
3	個体数（尾/個）	14	1	2	2	6			49	75	30
	合計重量（g）	416.8	21.7	927.5	1180.5	25.5			185.6	474.6	80.3
4	個体数（尾/個）	16	4	4	1	5			13	96	18
	合計重量（g）	575.3	95.0	901.4	1404.3	16.8			48.3	588.9	54.3
5	個体数（尾/個）	31	2	15	1		1		57	70	293
	合計重量（g）	855.1	111.8	4922.8	1129.3		11.7		252.5	463.4	930.3
6	個体数（尾/個）	11	4	3	1	27	5	2	54	1	210
	合計重量（g）	243.6	136.1	1055.9	338.1	96.0	118.4	68.3	230.5	6.7	614.9
7	個体数（尾/個）	23		6	2	9	4	2	8	180	19
	合計重量（g）	796.2		2660.7	2737.9	21.3	40.6	45.5	37.0	1157.0	50.3
8	個体数（尾/個）	19	1	3		14	6	1	25	95	205
	合計重量（g）	580.1	20.4	1361.1		43.7	66.6	29.9	103.7	602.3	482.0
9	個体数（尾/個）	10	2	6	4	21	4	2	33		318
	合計重量（g）	360.9	69.6	1662.0	2377.3	61.0	71.5	49.8	141.2		1042.9
10	個体数（尾/個）	7		1	6	6	5		105	94	109
	合計重量（g）	212.3		91.6	2767.5	19.2	42.4		421.5	543.8	269.3
11	個体数（尾/個）	6		1	1	40	2	1	115	17	427
	合計重量（g）	137.0		156.0	127.5	112.1	15.5	25.6	368.1	108.6	810.7

表 2 調査点ごとの入網個体数と合計重量（その 2）

調査点		ヨシエビ	ガザミ	シャコ	イイダコ	テナガダコ	コウイカ	アカガイ	タイラギ	トリガイ
1	個体数（尾/個）	6		8	49	1	21			
	合計重量（g）	70.2		152.0	2214.6	83.3	1686.7			
2	個体数（尾/個）	11	2	23	23					
	合計重量（g）	164.4		171.3	956.9					
3	個体数（尾/個）	4	4	17	7			3		1
	合計重量（g）	52.5		112.7	419.1			243.8		69.2
4	個体数（尾/個）	60		204	3			4		
	合計重量（g）	800.0		1298.7	331.2			1296.8		
5	個体数（尾/個）	46	7	95	1			4		9
	合計重量（g）	783.2	2449.2	588.2	42.4			823.4		333.1
6	個体数（尾/個）	6	1	87	1		1	1		
	合計重量（g）	105.4		623.7	55.1		6.9	380.2		
7	個体数（尾/個）	74	5	375		1		13	22	
	合計重量（g）	985.5		1959.1		95.8		803.6		
8	個体数（尾/個）	94	4	110	2			3	21	1
	合計重量（g）	1386.2		549.2	214.0			301.1		13.1
9	個体数（尾/個）	40	2	130			2	1	1	1
	合計重量（g）	607.8		767.1			204.5	283.2		21.2
10	個体数（尾/個）	52	3	130	2			5	168	1
	合計重量（g）	586.9		689.4	132.0			306.1		31.6
11	個体数（尾/個）	21	4	90	1			3	3	1
	合計重量（g）	273.8	363.2	440.2	61.9			252.7		16.0

資源管理型漁業対策事業

(2) ハモ生態調査

宮内 正幸・尾田 成幸

豊前海区のハモの漁獲量は、近年増加傾向にあるが、本海区のハモについての知見はほとんどない。そこで、本調査ではハモの資源管理を検討する上で必要となる資源生態や漁獲実態、流通実態を把握することを目的に、各種調査を実施した。

方 法

1. 市場調査

行橋市魚市場において毎月1～3回の市場調査を実施し、水揚げされたハモの背鰭前長を測定し、下記の背鰭前長-全長換算式により全長に換算した。

$$\text{全長(mm)} = 15.96 x^{0.82} \quad (x: \text{背鰭前長})^{1)}$$

また、平成25年度行橋市魚市場仕切りデータからハモの月別取扱数量、月別取扱金額を求めた。ただし、取扱数量は箱数として扱われているので、市場調査から1箱あたりの平均重量を推定し、それを箱数に乗ずることでkg数量に変換した。さらに、そこから月別平均kg単価を求めた。

2. 精密測定調査

6～10月に小型底びき網で漁獲されたハモを毎月約100個体購入し、全長、体重、性、生殖腺重量を測定した。

また、6～9月については30個体分の可食部位を用いて、脂質含量を求めた。

3. 流通調査

東京都中央卸売市場、京都市中央卸売市場、大阪市中央卸売市場、福岡市中央卸売市場、北九州市中央卸売市場の市場年報より、ハモの月別平均取扱数量、月別平均取扱金額、月別平均単価を求めた。

結果及び考察

1. 市場調査

行橋市魚市場仕切りデータによると、平成25年度に行橋市魚市場には約29 tのハモが水揚げされた。月別に見

ると、6～10月頃にかけての水揚げが多く、8月に一旦減少したものの、6,7月と9月にピークが見られた(図1)。また、月別平均kg単価は、4～11月は160円/kgから388円/kgの間を推移したが、取扱量が減る冬場には上昇し、2月に約1,000円/kgとなったが、取扱量は極めて少なかった(図2)。

市場における測定調査では、主に5～10月にハモの水揚げが確認された。全長組成を調べると、5月から10月にかけて全長600～900mmの個体を中心に水揚げされ、650mm前後と800mm前後にモードが確認された(図3)。

2. 精密測定調査

(1) 全長組成・体重組成

標本が入手できた6～10月の雌雄別の全長組成を調べ

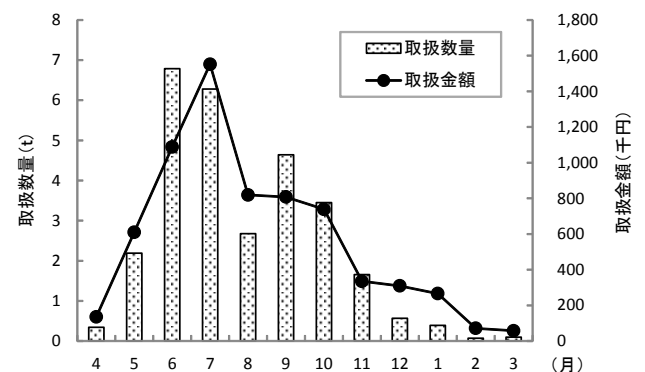


図1 行橋市魚市場におけるハモの取扱数量・取扱金額の推移

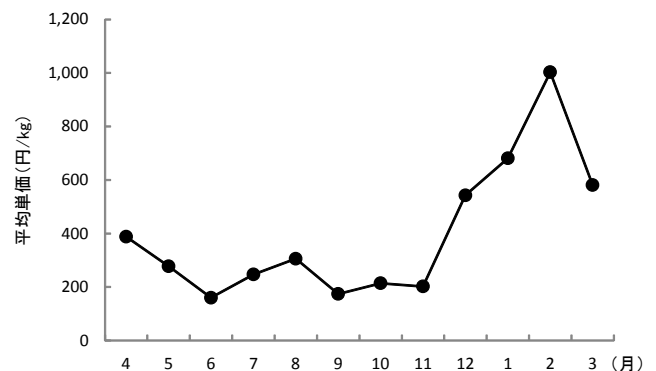


図2 行橋市魚市場におけるハモの kg 単価の推移

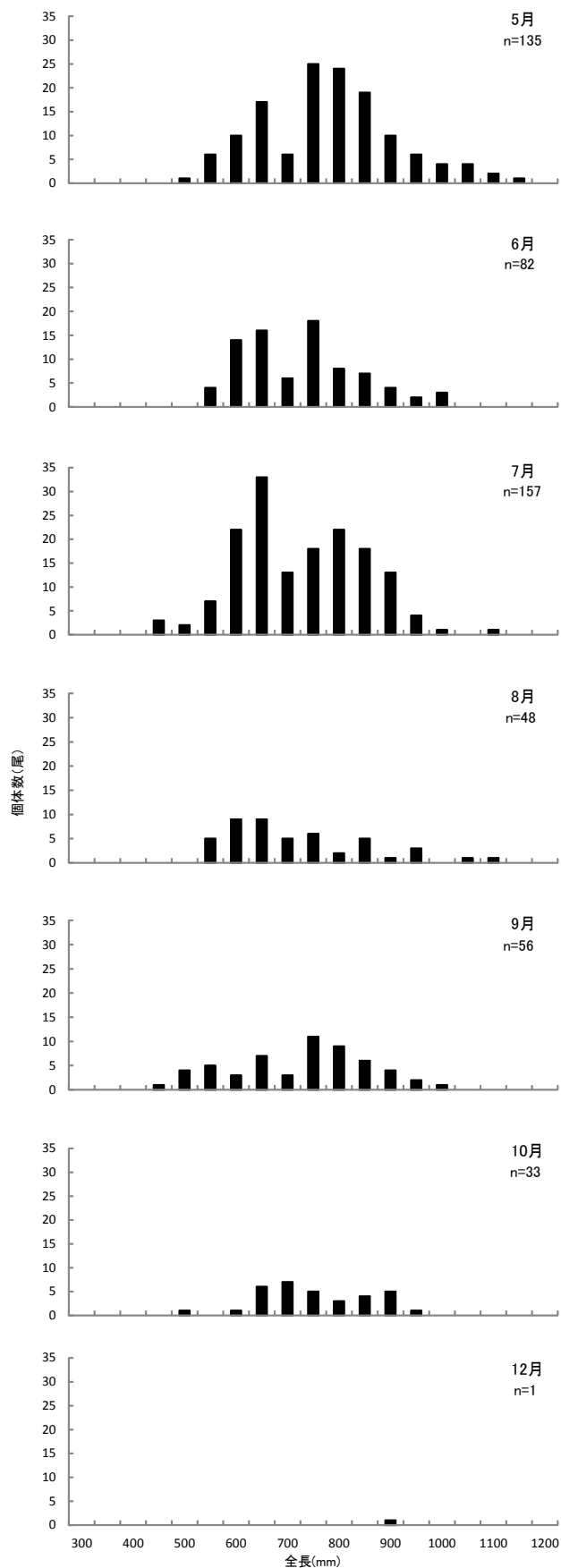


図3 市場調査における全長組成
(4,11月はデータなし)

ると、雄は600mm前後、雌は650mm前後にモードが見られ、800mm以上の個体は雌にしか出現しなかった（図4）。また、同様に体重組成を調べると、雄は200～300g、雌は300～400gにモードが見られ、全体的に雌の方が大きく、600g以上の個体は雌にしか出現しなかった（図4）。

(2) 性比

性比は、雄が0～32.4%、雌が54.3～84.9%、不明が3.9～28.6%の間を推移しており、特に8月は雄が全く確認されなかった（図5）。各月とも性比は明らかに雌に偏っており、雄の割合が多い紀伊水道とは異なった傾向を示した。²⁾

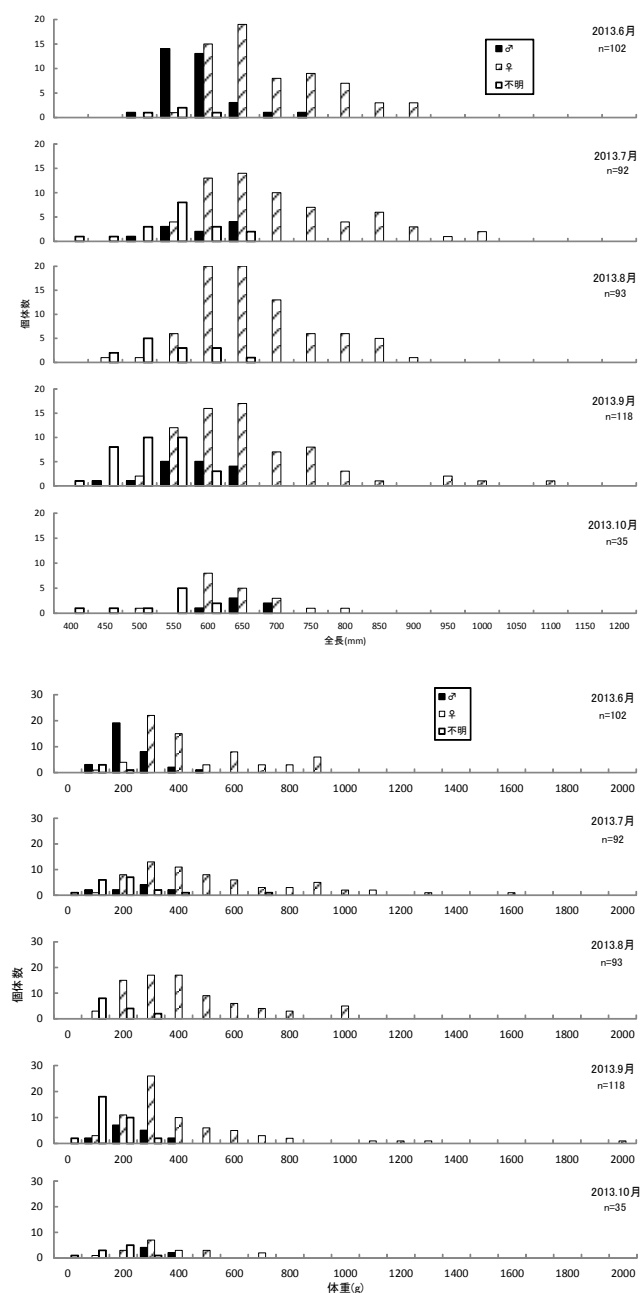


図4 精密測定における全長組成・体重組成

(3) 成熟

成熟を調べるため、GSIを雌雄別・月別・体重別に整理した（図6）。雄は個体数が少なく、GSIの推移に顕著な傾向は見られなかったが、雌は、徳島産ハモ²⁾同様、体重が大きいほどGSIも大きい値を示し、7～8月に高い値を示した後、9月に低下した。特に大型個体でその低下は顕著で、9～10月になると何れのサイズもGSIに差はなくなった。

(4) 肥満度

雌雄別・月別・体重別に肥満度を整理した（図7）。雄は個体数が少なく、明らかなことは言えないが、300g以下の小型個体は肥満度が小さい傾向が見られた。一方雌は、どのサイズも時期による差は特に見られず、雄同

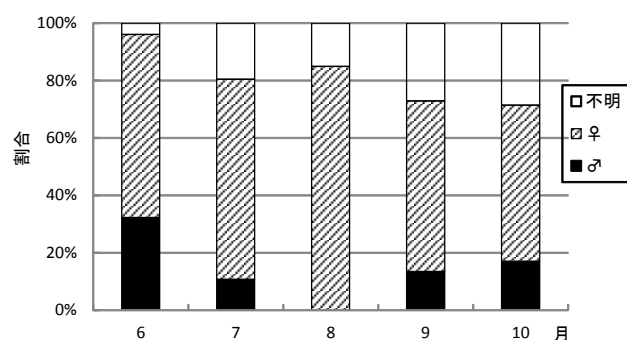


図5 性比の推移

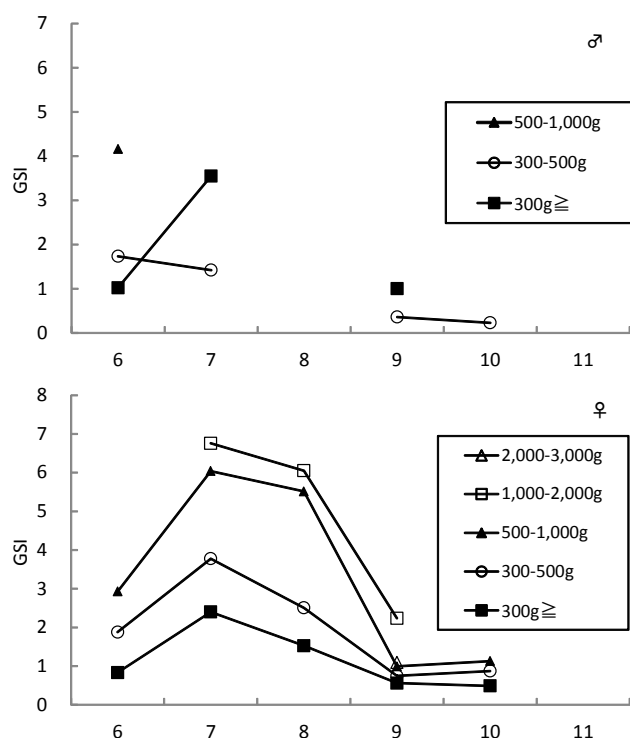


図6 GSIの推移

様300g以下の小型個体では肥満度が小さい傾向が見られた。また、徳島産ハモ²⁾のような9月の急激な肥満度の減少、10月の急激な回復という現象は見られなかった。

(5) 脂質含量

雌雄別・月別・体重別に脂質含量を整理した（図8）。ハモの脂質含量は、高くても3～4%程度で、徳島産ハモの1.4～4.7%（平均2.5%）と同程度であった。³⁾雌雄別では、雄は個体数が少ないため顕著な傾向は見られなかったが、雌の脂質含量は多くのサイズで7月に一旦低下した後、8月に増加した。サイズ別では、300～500g個体の脂質含量が高かった。

3. 流通調査

東京中央卸売市場は平成19～23年、京都市中央卸売市場は平成19～23年、大阪市中央卸売市場は平成21～24年、福岡市中央卸売市場は平成21～23年、北九州市中央卸売市場は平成19～23年の市場年報を使用した。

取扱数量・金額は、京都市及び大阪市中央卸売市場が圧倒的に多く、それぞれ967t・11.2億円、841t・8.2億円であった（図9）。ハモは、京都の祇園祭や大阪の天神祭には欠かすことのできない食材となっており、京阪神地域がハモの消費の中心になっている。⁴⁾また、これらの祭に合わせるように、取扱量は7～8月頃にピークを

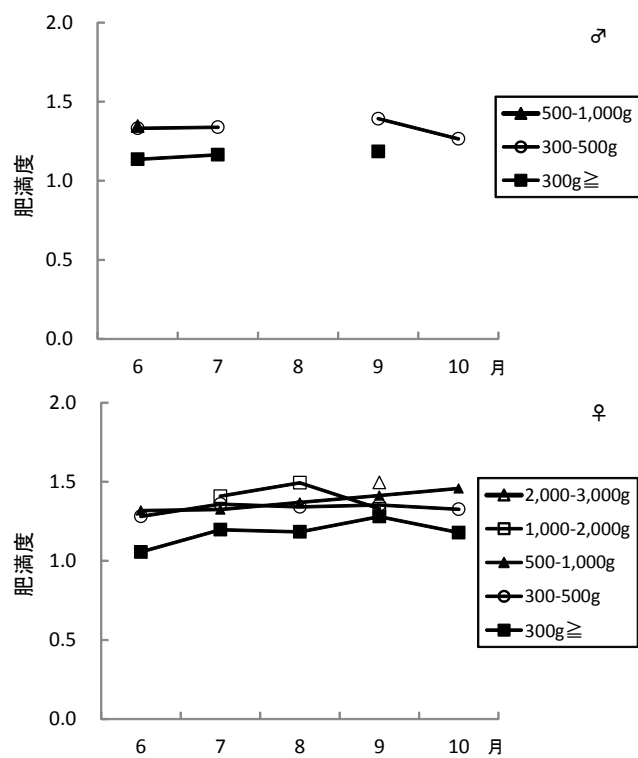


図7 肥満度の推移

迎える。

単価は東京都中央卸売市場が最も高く、京都、大阪がそれに次いだ（図10）。これは、東京市場は取扱数量が少ない上、東京という大消費地を抱えているためではないかと考えられる。

一方、福岡市や北九州市中央卸売市場は取扱量、金額、単価全てにおいて他市場に比べ低かった。これは、福岡ではハモの食文化が乏しいことに加え、ハモの調理には骨切りが必要なため、需要が少ない、流通しにくいという面があるのかもしれない。また、行橋市魚市場の単価は、漁獲の多い6～10月は福岡市、北九州市両市場よりも低く、最も単価が低かった（図2, 10）。今後ハモを高く売るためには、関東や京阪神地域への共同出荷や自動骨切り機の導入による需要の掘り起こし、消費の拡大を検討していく必要がある。

文 献

- 1) 福岡県．平成24年度資源評価調査報告書（資源動向調査）．

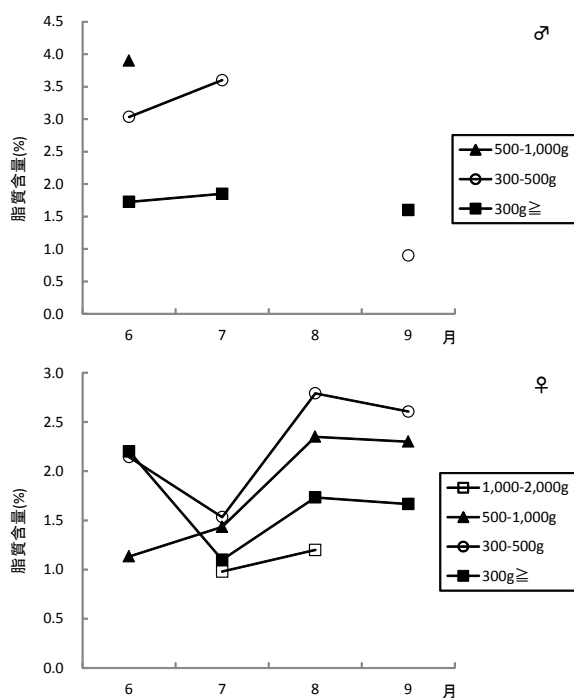


図 8 脂質含量の推移

- 2) 上田幸男．徳島産ハモの漁業生物学的知見．徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所研究報告 2008 ; 6 : 85-90.
- 3) 岡崎孝博, 吉本亮子, 上田幸男, 浜野龍夫．徳島産および韓国産ハモの体成分の比較．日本水産学会誌 2014 ; 80(1) : 2-8.
- 4) 社団法人日本水産資源保護協会．わが国の水産業「はも」．2007 ; 1-16.

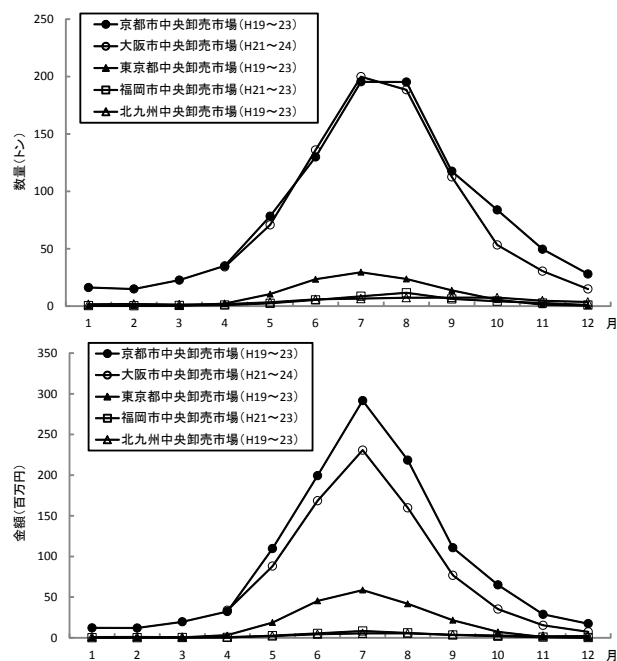


図 9 中央卸売市場における取扱数量・金額の推移

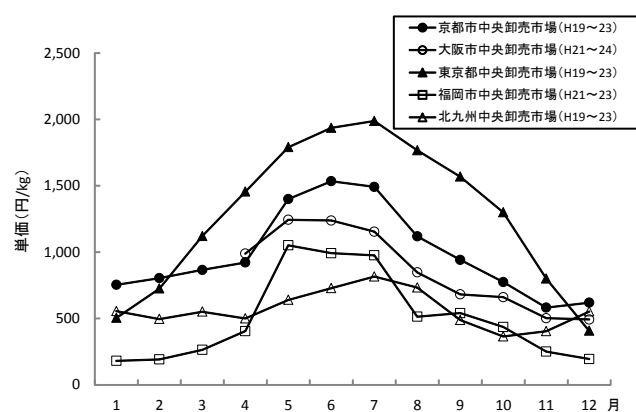


図 10 中央卸売市場における単価の推移

資源管理型漁業対策事業

(3) アサリ資源調査

大形 拓路・伊藤 輝昭・宮内 正幸・山田 京平

アサリを中心とした採貝漁業は、労働面や設備投資面からみて有利な点が多く、特に高齢化が進む豊前海区では重要な漁業種類のひとつである。しかし近年、アサリ漁獲量は30トン台と不漁が続いており、漁業者もアサリ資源の回復を強く望んでいる。当海域の主要3漁場（蓑島、杵尾、吉富）のアサリ資源状況を把握することを目的として調査を行ったので報告する。

方 法

調査は図1に示した行橋市蓑島地先、同市杵尾地先及び築上郡吉富町地先の主要3漁場において、平成25年9月および26年3月に実施した。サンプルの採取は、干潟において100m間隔で格子状に設定した調査点において、30×40cmの範囲内のアサリを砂ごと採取して、現場で目合4mmの篩いを用いて選別した。これを研究所に持ち帰り、各調査定点ごとに

個体数及び殻長を測定し、推定資源量、分布密度及び殻長組成を算出した。

結果及び考察

1. 蓑島干潟

蓑島干潟におけるアサリ分布状況を図2、殻長組成を図5に示した。25年9月の調査において、平均密度は7.6個/㎡、資源量は4.2トンと推定された。26年3月の調査では、平均密度0.5個/㎡、資源量1.3トンと推定され、9月調査時より平均密度、資源量ともに減少した。

2. 杵尾干潟

杵尾干潟におけるアサリ分布状況を図3、殻長組成を図6に示した。平成25年9月の調査では、平均密度は25.6個/㎡、資源量7.7トンと推定された。26年3月の調査では、平均密度0.9個/㎡、資源量1.3トンと推定された。資源量の少なさに加え、蓑島干潟と同様に30mm以上の個体がほとんど確認されず、資源状況は極めて厳しいと考えられた。

3. 吉富干潟

吉富干潟におけるアサリ分布状況を図4、殻長組成を図7に示した。25年9月の調査では、49.0個/㎡、資源量35.9トンと、3漁場の中では最も高い密度と資源量だったが、3月の調査では、平均密度1.5個/㎡、資源量5.7トンと他の漁場と同様に大きく減少した。

直近20カ年のアサリ漁獲量の推移を、図8に示した。豊前海区におけるアサリ漁獲量は、H15年以降極めて低い水準で推移しており、回復の傾向は見られていない。豊前海区では、秋期の調査において稚貝の発生が例年確認されているが、春期の調査では著しく減耗する。この要因として、冬季の波浪によるアサリの逸散や食害生物による捕食が要因として推察される。今後も資源量の推移を注視しながら、秋期に加入した稚貝をこれらの要因から保護する対策を講じる資源回復策を検討していく必要がある。

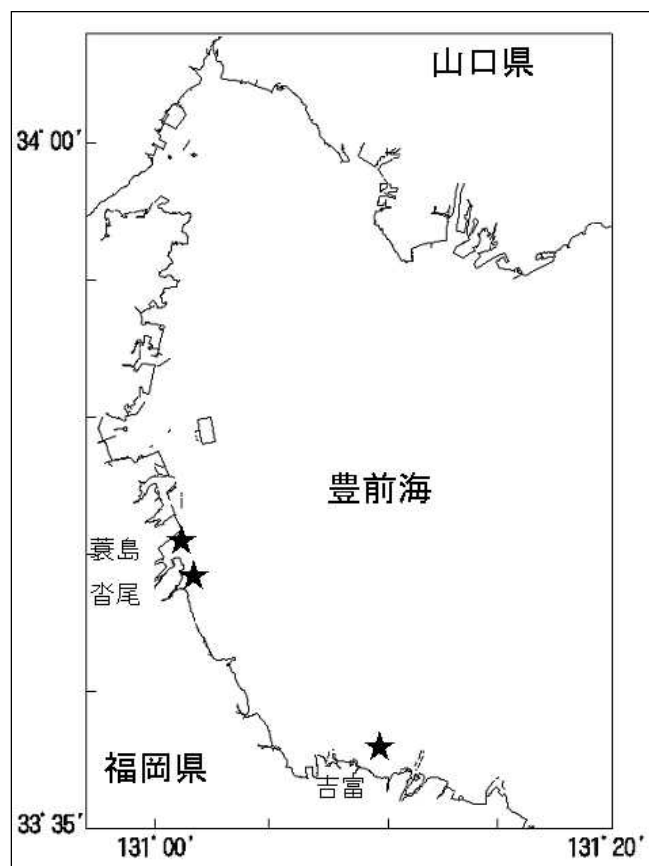
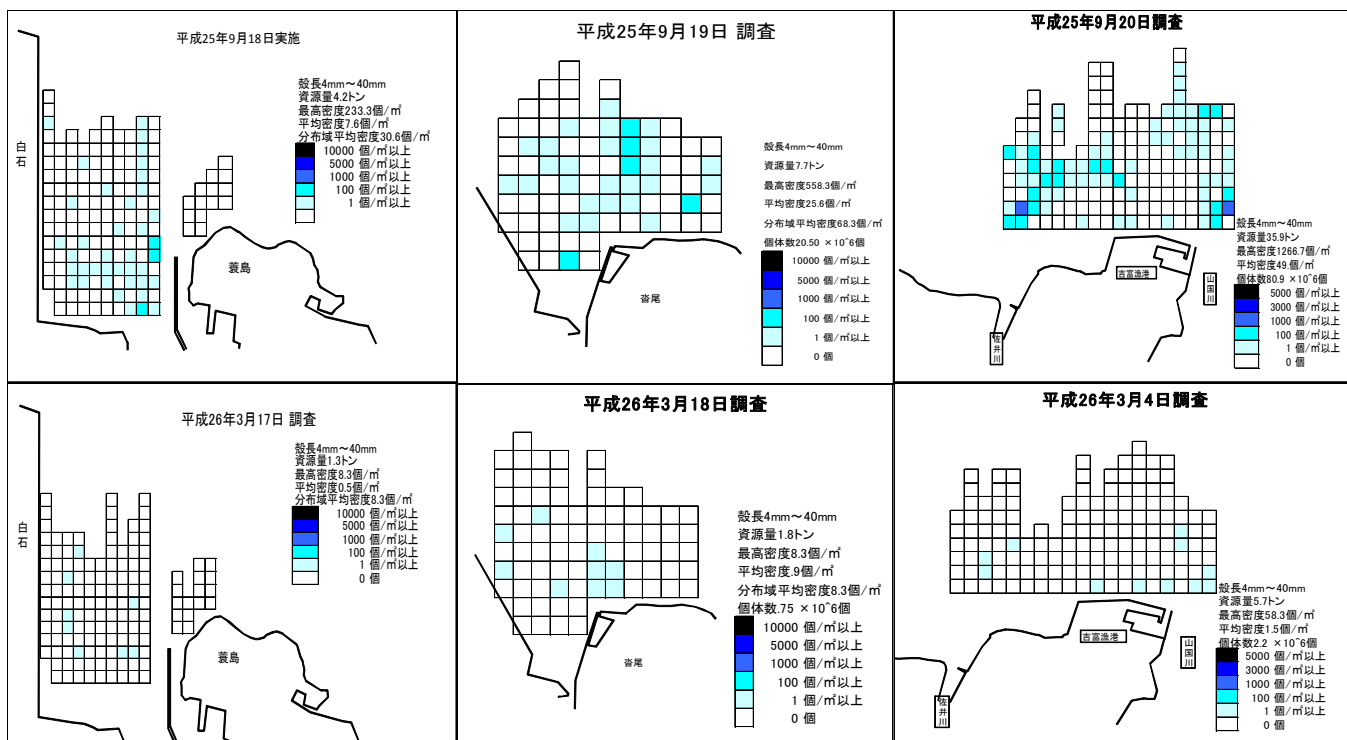


図1 調査場所



2 アサリ分布状況（蓑島）

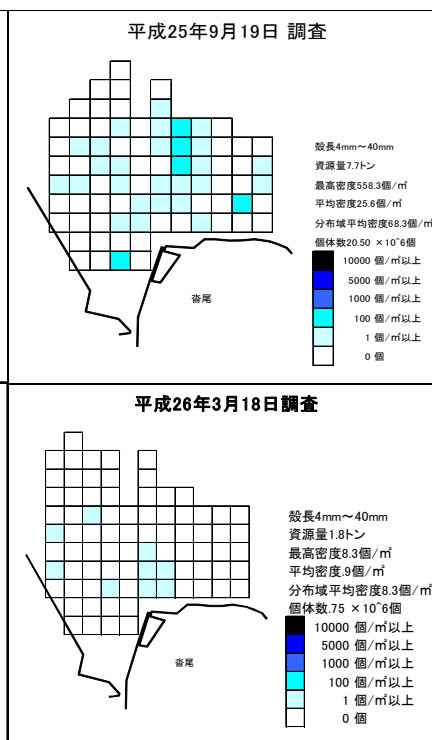


図3 アサリ分布状況（沓尾）

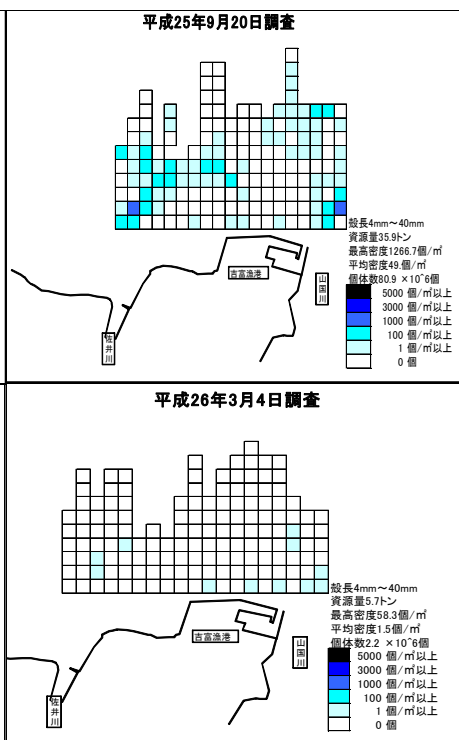


図4 アサリ分布状況（吉富）

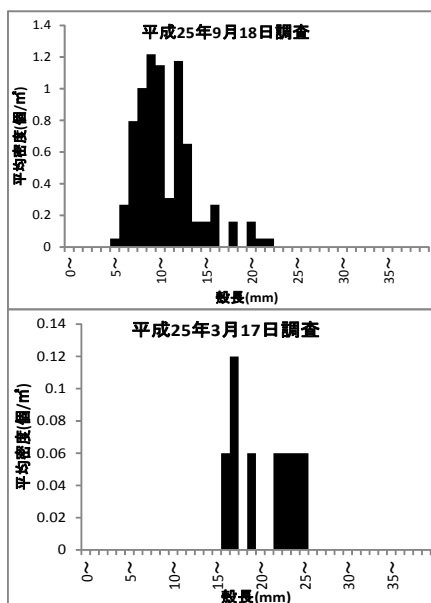


図5 アサリ殻長組成（蓑島）

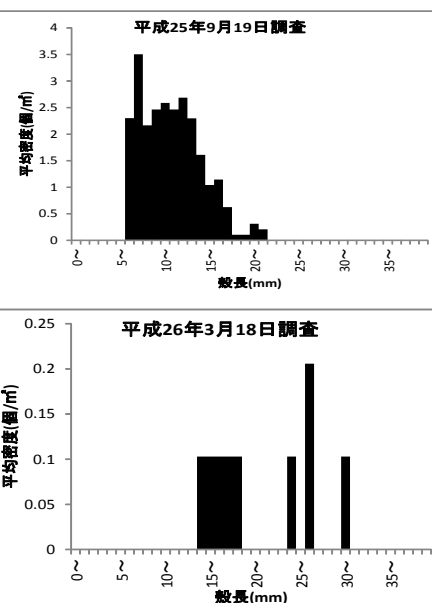


図6 アサリ殻長組成（沓尾）

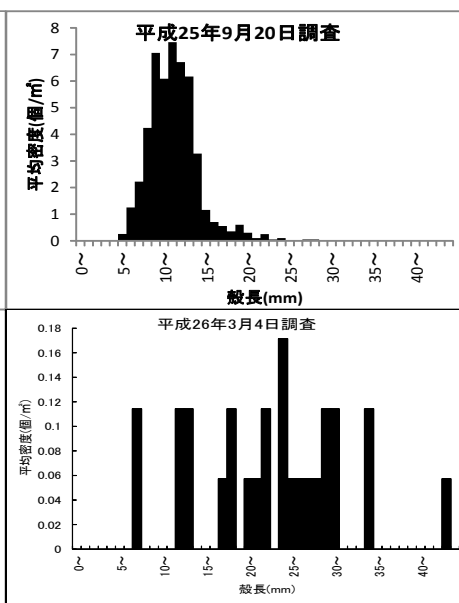


図7 アサリ殻長組成（吉富）

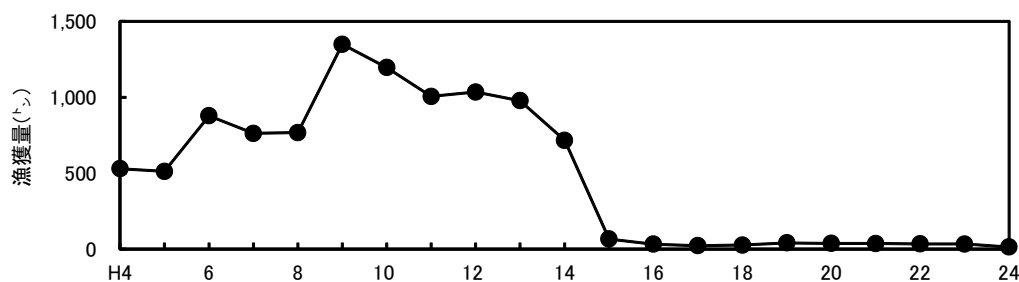


図8 豊前海区におけるアサリ漁獲量の推移

我が国周辺漁業資源調査

(1) 標本船調査

宮内 正幸

本調査は、豊前海の基幹漁業である小型底びき網漁業と小型定置網漁業（柵網）の標本船調査等から、ヒラメ・トラフグ（瀬戸内海系群）及びサワラの月別漁獲実態を把握し、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。

方 法

1. ヒラメ・トラフグ標本船操業日誌調査

ヒラメについては、小型底びき網漁業を調査対象として、行橋市の蓑島漁業協同組合の代表的な経営体3統に1年間操業日誌の記帳（漁獲位置、魚種別漁獲量及び関連事項等）を依頼した。

またトラフグについては、小型底びき網漁業及び小型定置網漁業を調査対象とし、豊前市の豊築漁業協同組合の代表的な経営体（小型底びき網3統、小型定置網2統）に1年間操業日誌の記帳を依頼した。

2. 行橋市魚市場におけるサワラ出荷量調査

行橋市魚市場から入手した市場仕切票から、月毎のサワラ出荷量を集計した。なお、サワラ入数は3kg/箱として換算した。

結果及び考察

1. ヒラメ、トラフグ標本船操業日誌調査

ヒラメとトラフグの月別漁獲量を集計して表1に示した。なお、この調査結果は瀬戸内海水産研究所へ適宜送付した。

2. 行橋市魚市場におけるサワラ出荷量調査

サワラの月別出荷量を整理して表2に示した。なお、この結果は瀬戸内海水産研究所へ適宜送付した。

表1 平成25年度ヒラメ・トラフグ標本船操業日誌調査結果

漁協名	対象魚種	漁業種類	月別漁獲量 (kg/統)											
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
蓑島	ヒラメ	小型底びき網	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.3	0.0	3.7	7.1	0.7	0.9	0.0
豊築	トラフグ	小型底びき網	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0
		小型定置網	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3

表2 平成25年度サワラ出荷量調査結果

魚市場名	対象魚種	月別出荷量 (kg)											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
行橋	サワラ	15	0	0	0	0	0	318	540	39	3	0	6

我が国周辺漁業資源調査

(2)卵稚仔調査

寺井 千尋

漁業資源調査が、全国的規模で実施されており、豊前海のイワシ類(カタクチ、マイワシ)の卵及び稚仔の分布状況を把握し、当海域の資源評価の基礎資料とする。

方 法

試料は調査船「ぶぜん」で月の月上旬に丸特ネットB型を用い、B-1mから鉛直曳きで採集した。

採集した試料は直ちにホルマリンで固定し、当研究所に持ち帰り、イワシ類(カタクチ、マイワシ)の卵及び稚仔の計数を行った。

結果及び考察

調査点を図1に示した。

出現したイワシ類の卵稚仔は、すべてカタクチのものであった。それらの調査日及び各定点別の出現状況を表1に、月別の出現状況を図2に示した。

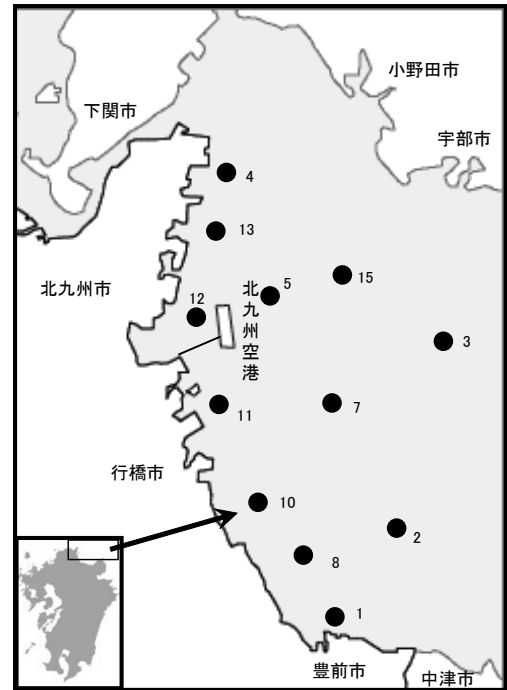


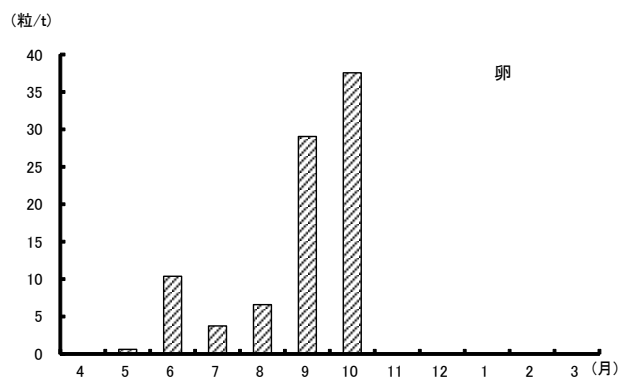
図1 調査海域

表1 調査日及び定点別カタクチイワシの出現状況

単位:粒/t, 尾/t														
調査日		st1	st2	st3	st4	st5	st7	st8	st10	st11	st12	st13	st15	平均
H25.4.8	卵	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	稚仔	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H25.5.7	卵	0	0	9.1	0	1.4	0	0	0	0	0	0.9	0.7	1.0
	稚仔	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H25.6.4	卵	2.0	144.1	7.6	8.1	0	8.7	5.9	10.6	6.3	0	1.9	3.8	16.6
	稚仔	1.0	8.7	2.5	6.1	3.6	8.7	2.0	0	2.5	0	0	0	2.9
H25.7.2	卵	0	45.6	22.1	0	0	1.0	0	0	0	3.2	0	0	6.0
	稚仔	0	32.4	10.9	1.3	0	1.0	4.9	0	1.9	1.6	0	30.4	7.0
H25.8.1	卵	0	101.5	0	0	0	11.3	-	1.4	0	1.7	0	0.0	10.5
	稚仔	13.0	3.5	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	1.5
H25.9.10	卵	160.8	1.3	70.4	1.5	23.4	2.4	53.2	80.3	25.6	5.5	11.0	121.5	46.4
	稚仔	12.5	1.3	1.8	0	0	6.1	4.6	13.0	22.4	0	0	3.6	5.4
H25.10.1	卵	0	712.3	4.5	0	0	0	3.0	0	0	0	0	0	60.0
	稚仔	0	30.4	0	0	0	13.6	0	0	0	0	0	0	3.7
H25.11.5	卵	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	稚仔	0	0	0	0	0	3.6	0	0	0	0	0	0	0.3
H25.12.3	卵	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	稚仔	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H26.1.7	卵	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	稚仔	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H26.2.3	卵	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	稚仔	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H26.3.12	卵	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	稚仔	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	卵	162.8	1004.7	113.7	9.6	24.7	23.4	62.1	92.3	31.9	10.5	13.8	126.0	139.6
	稚仔	26.5	76.2	15.3	7.3	3.6	33.0	11.4	13.0	26.8	1.6	0.0	34.0	20.7

1. カタクチイワシ卵の出現状況

カタクチの卵は5～10月に出現し、6、9、10月に多く、5月は非常に少なかった。出現域は5～8月が沖合域で多く、9月が沿岸南域及び沖合域で多く、10月が南部沖合域が多かった。本年度は、特に秋期の産卵数が卓越していた。



2. カタクチイワシ稚仔の出現状況

カタクチの稚仔は6～11月に出現し、6、7及び9、10月に多く、8、11月は少なかった。出現海域は卵の出現域と同傾向を示した。本年度は、稚仔も卵と同様に秋生まれ群が多い傾向にあった。

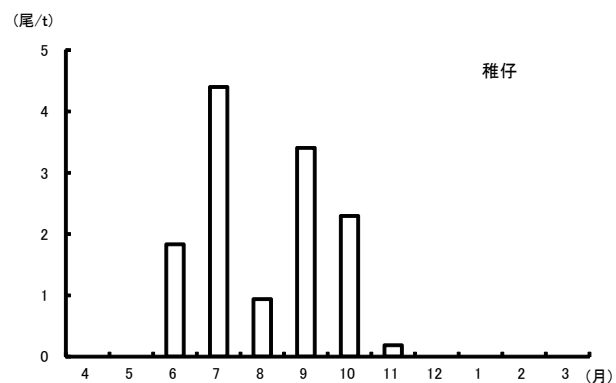


図2 カタクチイワシ卵及び稚仔魚の月別出現状況

我が国周辺漁業資源調査費

(3) 沿岸資源動向調査

宮内 正幸・尾田 成幸

豊前海区では、小型底びき網漁業が主幹漁業であり、主な漁獲物は、シャコ、エビ類、ガザミ等の甲殻類、カレイ類等である。このうち、カレイ類の3種（イシガレイ、マコガレイ及びメイトガレイ）とシャコについては、近年、漁獲量が大きく減少しており、早急な対策が求められる状況となっている。一方、ハモについては近年急激に漁獲量が増加しているものの、資源状態を把握するための調査がこれまで行われていない。本事業は、これら資源の適正利用を行うための基礎資料とすることを目的とした。

方 法

行橋市場において、漁獲物の全長測定を行った。また、小型底びき網標本船のCPUEから資源動向を検討した。

シャコについては、毎月1回小型底びき網漁船を用船し、海域でのサンプリングを併せて行った。入網したシャコは全て持ち帰り、体長及び体重を計測し、海域における体長組成とその推移を調査した。

結果及び考察

1 漁獲物の全長組成

行橋市場における漁獲物の全長測定の結果を図1～図5に示した。イシガレイの全長組成では170～530mmの個体が確認され、全長300mm程度と、全長500mm程度にモードが確認された。体長500mmにモードがある群は、冬季にしかみられないことから、産卵回遊してきた親魚であると考えられた。資源回復のため、これら親魚の保護が重要と考えられる。

マコガレイは、全長250mm程度と、全長340mm程度にモードが確認された。市場での測定数も昨年同様年間で40個体程度にとどまるなど、漁獲量が極端に減っていると考えられる。

メイトガレイでは、多くの漁獲物が全長150mm～250mmであり、漁獲物の小型化が進行している。

一方、ハモについては、全長650～950mmの個体が多く水揚げされており、中には1,000mmを超える大型個体も見

られた。

シャコについては、市場への水揚げが非常に少ない状態が続いている。全長の測定結果では、全長100mm程度の個体がほとんどであり、漁獲対象サイズまで成長した直後に水揚げされる状況が続いている。また、海域でのサンプリング結果（図6）においても、各月とも100mm未満の小型の個体が多く、漁獲対象サイズが少ない状態が続いていると考えられた。

2 CPUEの動向

小型底びき網標本船のCPUEを図7～図11に示した。CPUEは、カレイ類3種については昨年よりさらに低下し、1日1隻あたりの漁獲量が1kgに満たない状態が続いている。シャコのCPUEも、今年は0.13kg/日・隻と昨年よりさらに低下し、回復の傾向が見られていない。カレイ類は、春期に小型底びき網で新規加入群の混獲があり、多くの個体が死亡していると考えられる。小型のカレイを分離する改良漁具の導入、または混獲回避のための目合いの拡大等の措置を急ぐ必要があると思われる。また、シャコについても、混獲された小型個体の保護、再放流の徹底が必要であると考えられる。

一方、ハモについては、7.93kg/日・隻となり、引き続き上昇傾向であるが、資源の年齢組成等のデータが乏しい現状であるので、適正な漁獲量等を今後検討していく必要がある。

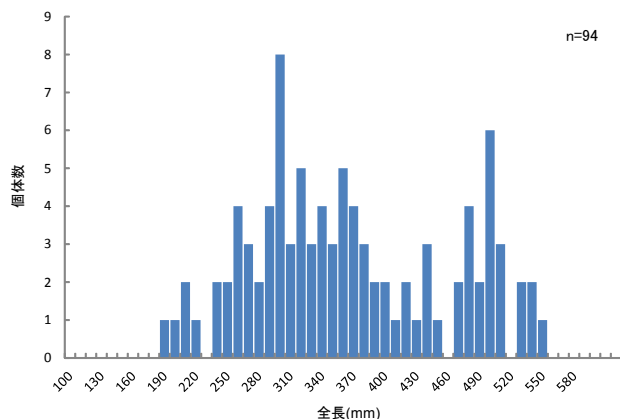


図1 イシガレイの全長組成

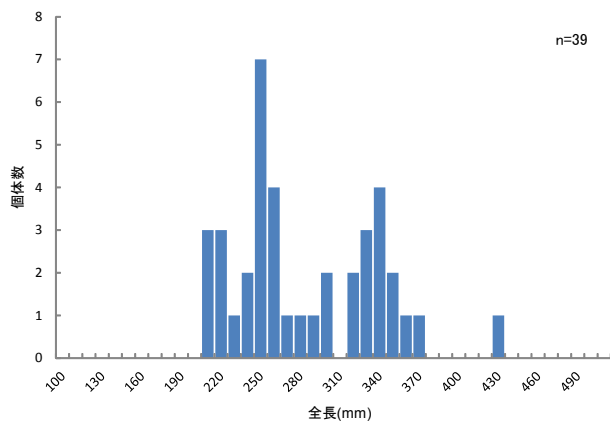


図 2 マコガレイの全長組成

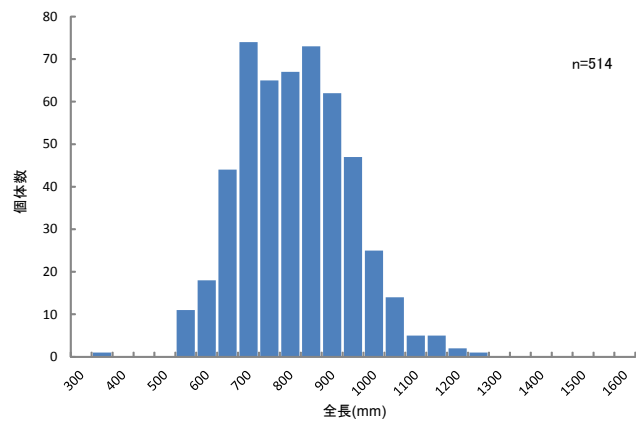


図 4 ハモの全長組成

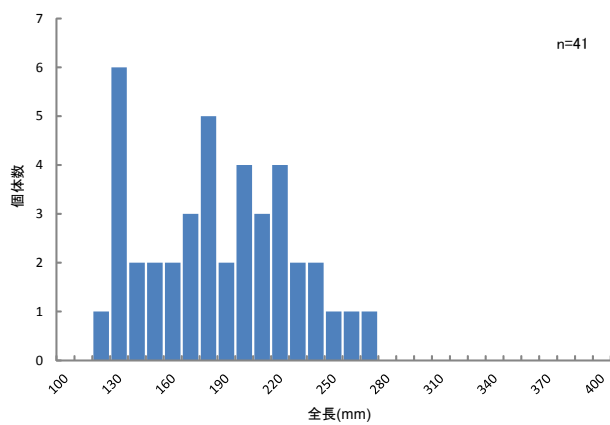


図 3 メイトガレイの全長組成

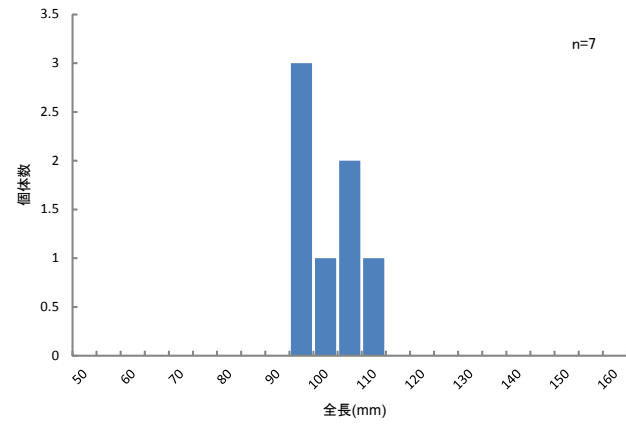


図 5 シャコの全長組成

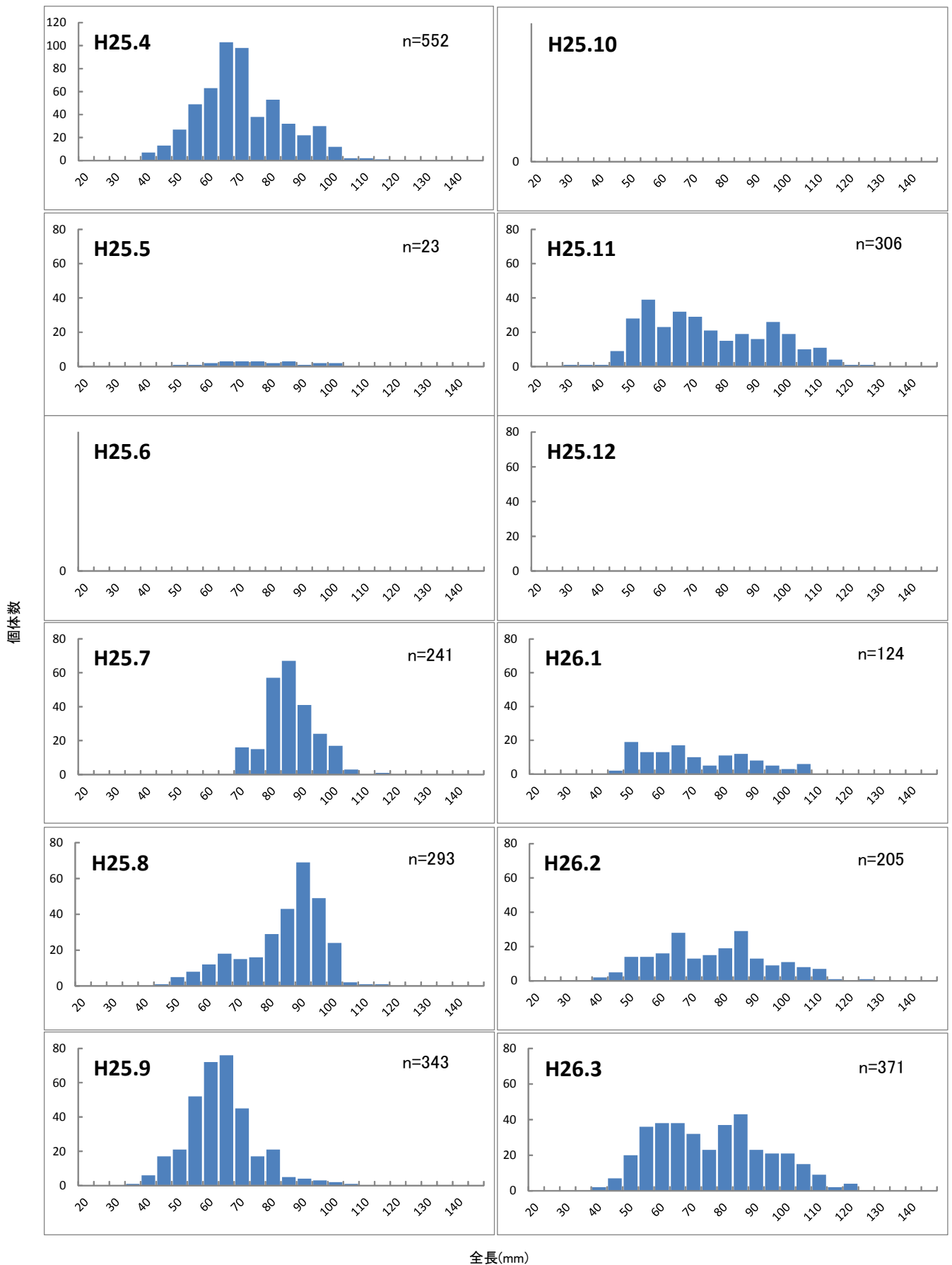


図 6 各月のサンプリングで採捕されたシヤコの全長組成とその推移

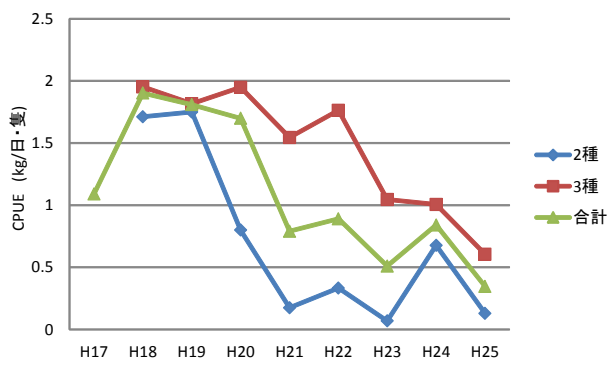


図7 イシガレイにおける標本船CPUE

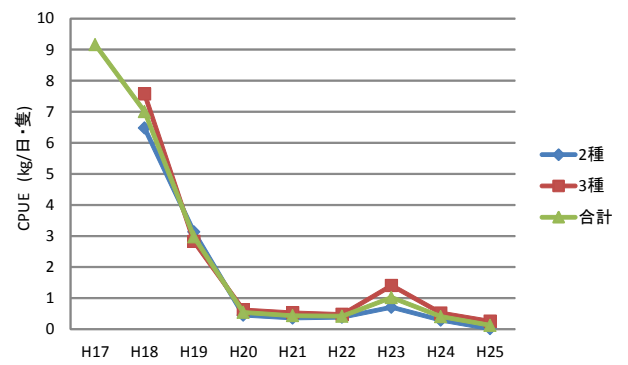


図10 シヤコにおける標本船CPUE

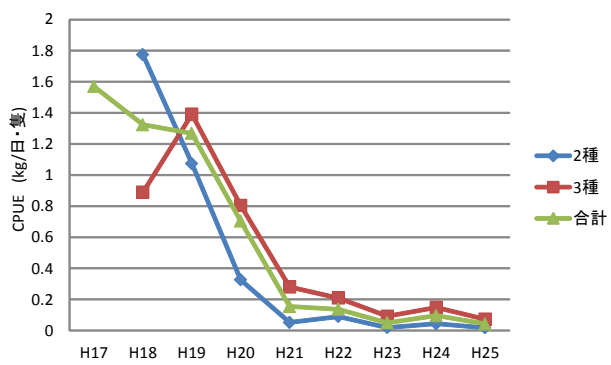


図8 マコガレイにおける標本船CPUE

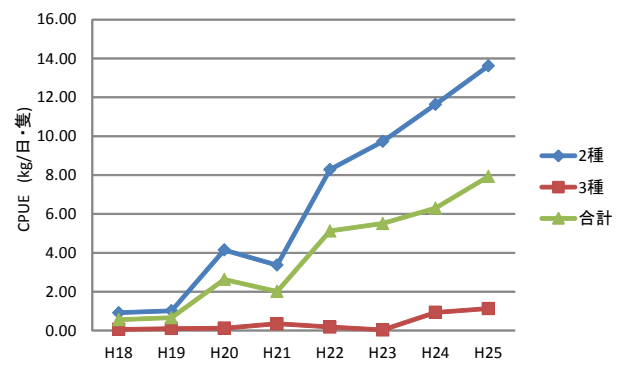


図11 ハモにおける標本船CPUE

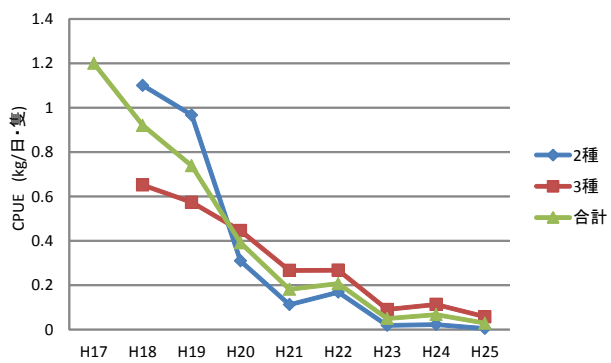


図9 メイタガレイにおける標本船CPUE

資源管理体制強化実施推進事業 -浅海定線調査-

山田 京平・尾田 成幸

本事業は周防灘西部海域の海況等の漁場環境を把握し、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ことを目的とし、当該調査を実施した。

水温、塩分及び透明度の測定結果は、毎月調査後直ちに関係漁業協同組合、沿海市町等へFAX等で情報提供するとともに、ホームページに掲載した。

COD、クロロフィルa

なお、気温以外の項目は、表層及び底層で定点全点を平均し、標準化値を行った。標準化値とは、測定値と過去30年間(1981～2010年)の平均値との差を標準偏差(中数から離れている範囲)を基準としてみた値で、表現の目安は以下のとおりとした。

*標準化値の目安

平年並み	: 標準化値 $<0.6\sigma$
やや高め・やや低め	: $0.6\sigma \leq$ 標準化値 $<1.3\sigma$
かなり高め・かなり低め	: $1.3\sigma \leq$ 標準化値 $<2.0\sigma$
甚だ高め・甚だ低め	: $2.0\sigma \leq$ 標準化値

結 果

各項目の経月変化と標準化値を図2～図9に示した。

1. 一般項目

(1) 水温

表層: 9.1～28.5℃の範囲で推移した。2月に9.9℃(平年差+1.90℃)で「甚だ高め」となった。その他の月は「やや高め」～「やや低め」で推移した。

底層: 9.1～25.7℃の範囲で推移した。2月に9.7℃(平年差+1.7℃)で「かなり高め」となった。その他の月は「やや高め」～「やや低め」で推移した。

(2) 塩分

表層: 29.42～33.02の範囲で推移した。9月に29.42(平年差-2.06)で甚だ低めとなった。その他の月は「やや高め」～「やや低め」で推移した。

底層: 30.88～33.17の範囲で推移した。9月に30.88(平年差-1.44)で「甚だ低め」、7月に31.30(平年差-0.83)で「かなり低め」となった。その他の月は「やや高め」～「やや低め」で推移した。

(3) 透明度

3.1～5.7mの範囲で推移した。10月に4.7m(平年差+1.1m)、12月に5.7m(平年差+1.6m)、3月に5.7m(平年差+1.3m)の「かなり高め」となった。その他の月は「やや高め」～「やや低め」で推移した。

方 法

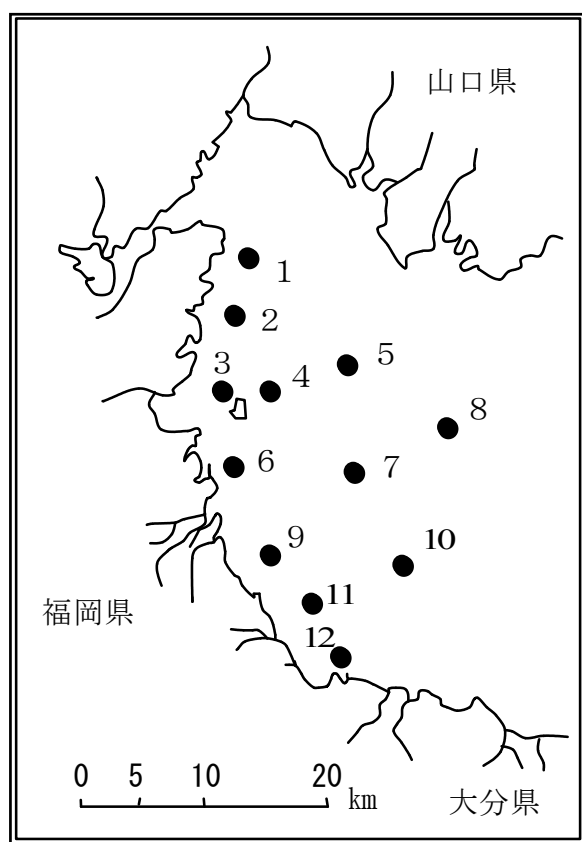


図1 調査定点

調査を毎月月上旬に図1に示す12定点で行った。観測層は表層(0m)、5m層、10m層及び底層(底上1m層)で、調査項目は以下のとおりである。

1. 一般項目

水温、塩分、透明度、気温

2. 特殊項目

溶存性無機態窒素(DIN: $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$), リン酸態リン($\text{PO}_4\text{-P}$), 酸素飽和度,

2. 特殊項目

(1) 栄養塩

1) 溶存性無機態窒素(DIN)

表層：0.74～2.87 $\mu\text{mol/l}$ の範囲で推移した。年間を通じて「やや高め」～「平年並み」で推移した。

底層：0.52～2.96 $\mu\text{mol/l}$ の範囲で推移した。5月に「かなり低め」となった。その他の月は、「やや高め」～「やや低め」で推移した。

(2) リン酸態リン($\text{PO}_4\text{-P}$)

表層：0.02～0.26 $\mu\text{mol/l}$ の範囲で推移した。1月に「かなり低め」となった。その他の月は「平年並み」～「やや低め」で推移した。

底層：0.01～0.30 $\mu\text{mol/l}$ の範囲で推移した。1月に「かなり低め」となった。その他の月は「平年並み」～「やや低め」で推移した。

(2) 酸素飽和度

表層：98～125%の範囲で推移した。9月に「甚だ高め」となった他、5月、11月、12月、1月及び2月に「かなり

高め」となった。その他の月は「やや高め」～「やや低め」で推移した。

底層：55～107%の範囲で推移した。年間を通じて「やや高め」～「やや低め」であった。

(3) COD

表層：0.16～0.87mg/lの範囲で推移した。3月に「甚だ低め」となった。その他の月は「平年並み」～「やや低め」で推移した。

底層：0.19～0.84mg/lの範囲で推移した。3月に「甚だ低め」となった。その他の月は「平年並み」～「やや低め」で推移した。

(4) クロロフィル

表層：0.86～4.30 $\mu\text{g/l}$ の範囲で推移した。2月、3月に「かなり低め」となった。その他の月は「平年並み」～「やや低め」で推移した。

底層：1.23～4.94 $\mu\text{g/l}$ の範囲で推移した。2月及び3月で「かなり低め」となった。その他の月は「平年並み」～「やや低め」で推移した。

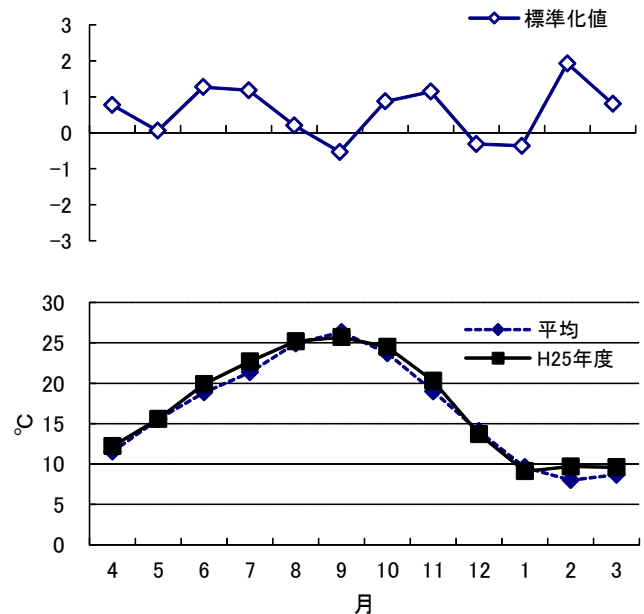
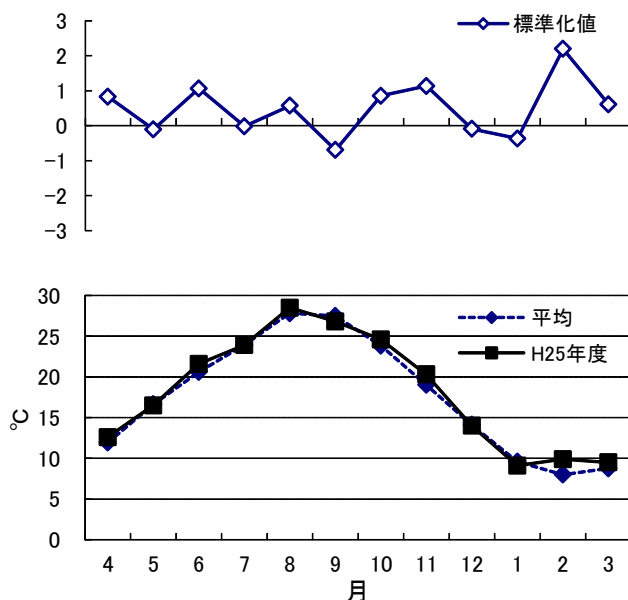


図2 水温の変化(左：表層, 右：底層)

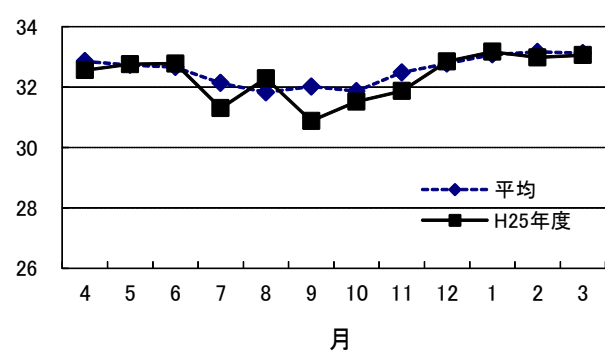
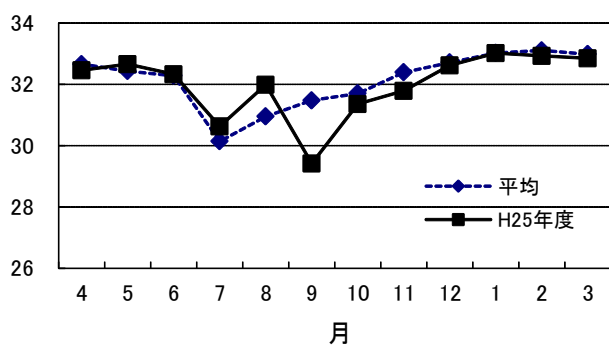
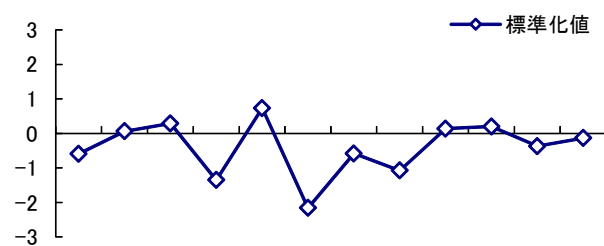
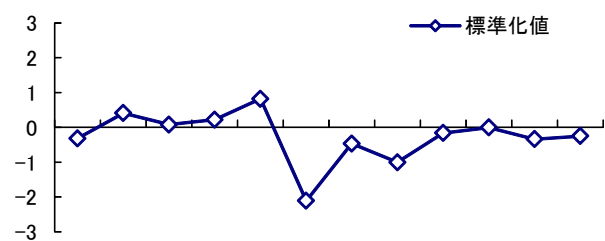


図3 塩分の変化（左：表層，右：底層）

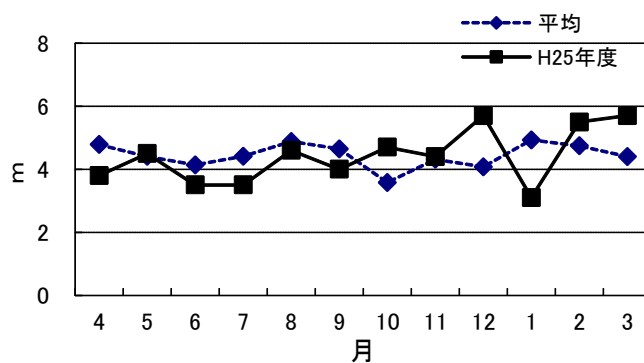
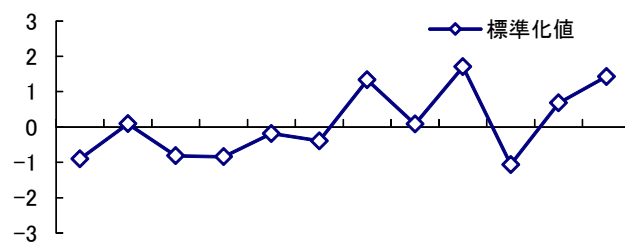


図4 透明度の変化

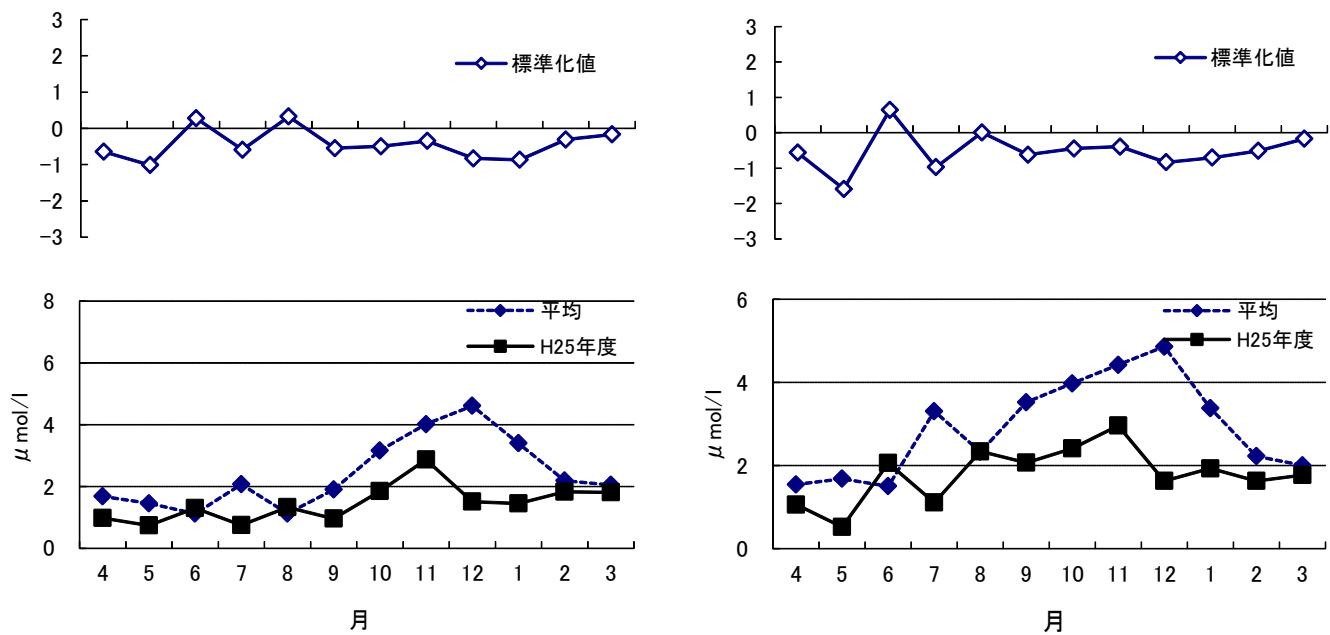


図5 DIN の変化 (左：表層，右：底層)

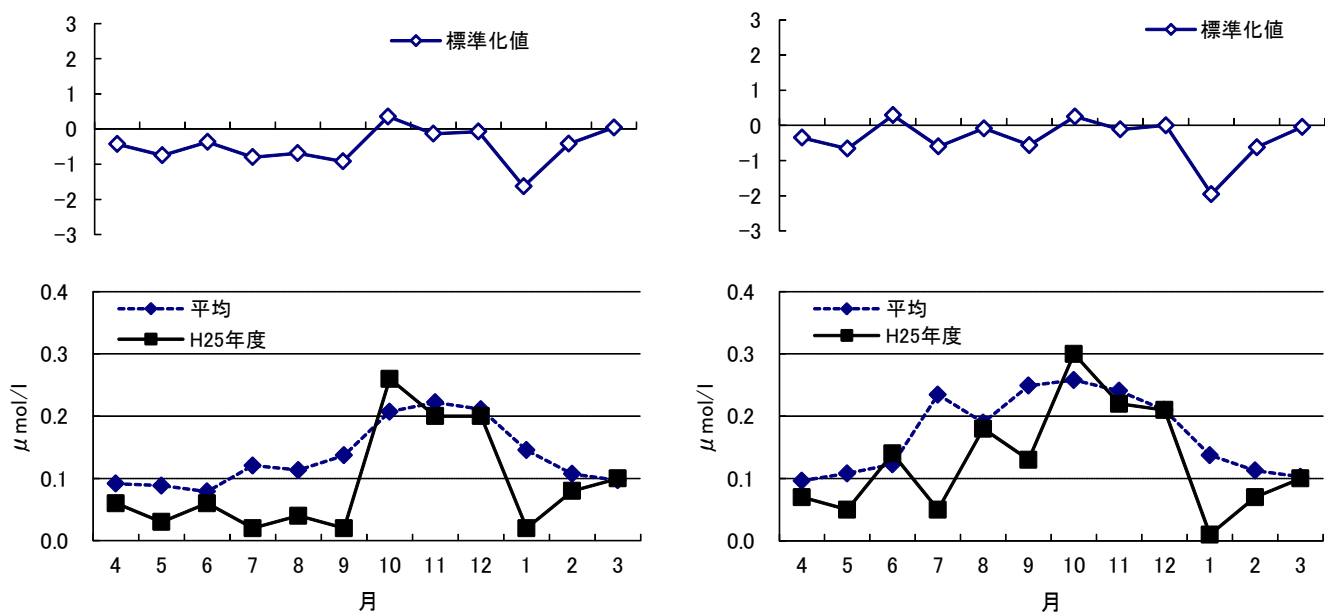


図6 $\text{PO}_4\text{-P}$ の変化 (左：表層，右：底層)

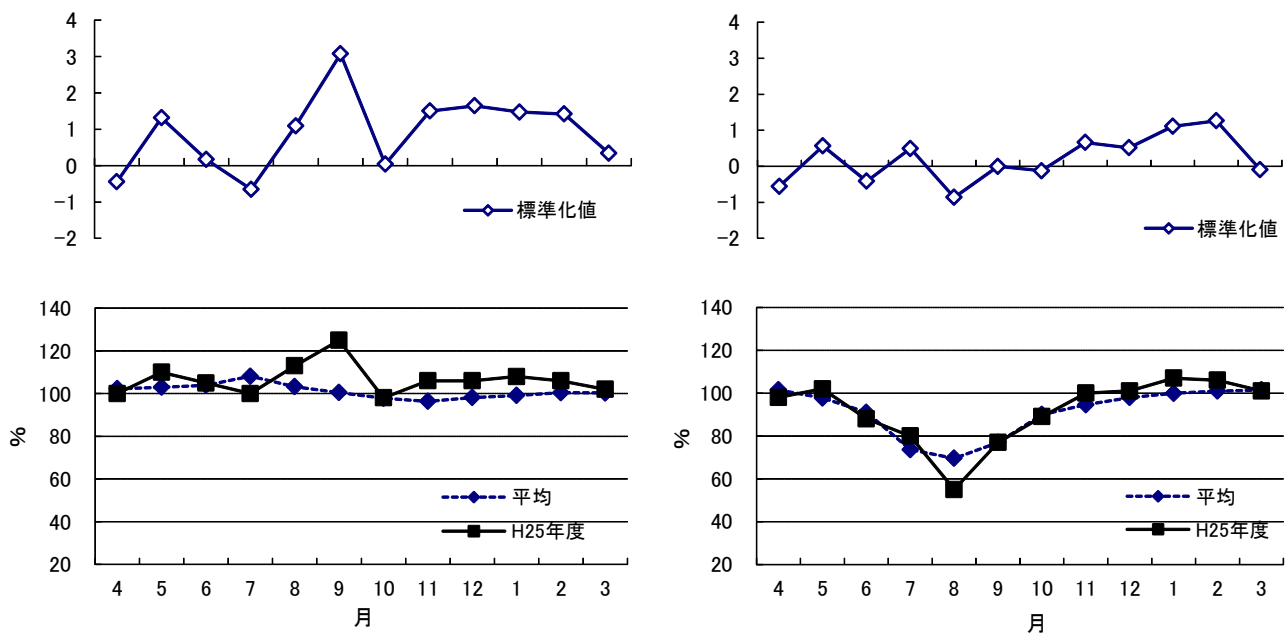


図7 酸素飽和度の変化（左：表層，右：底層）

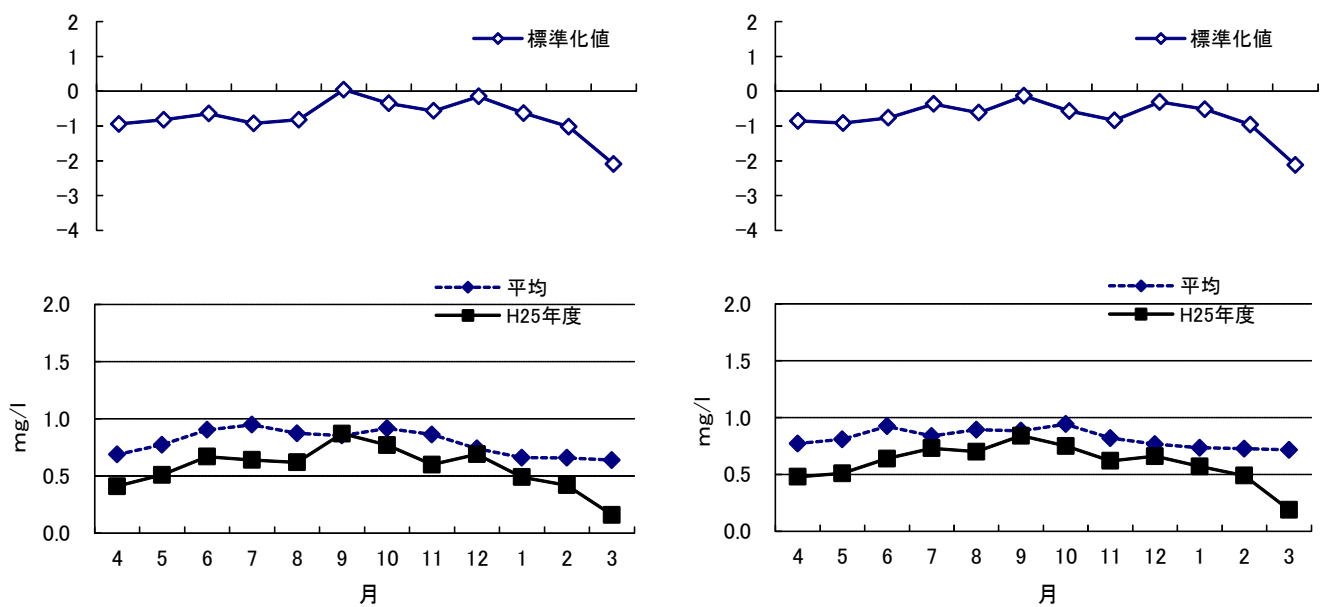


図8 CODの変化（左：表層，右：底層）

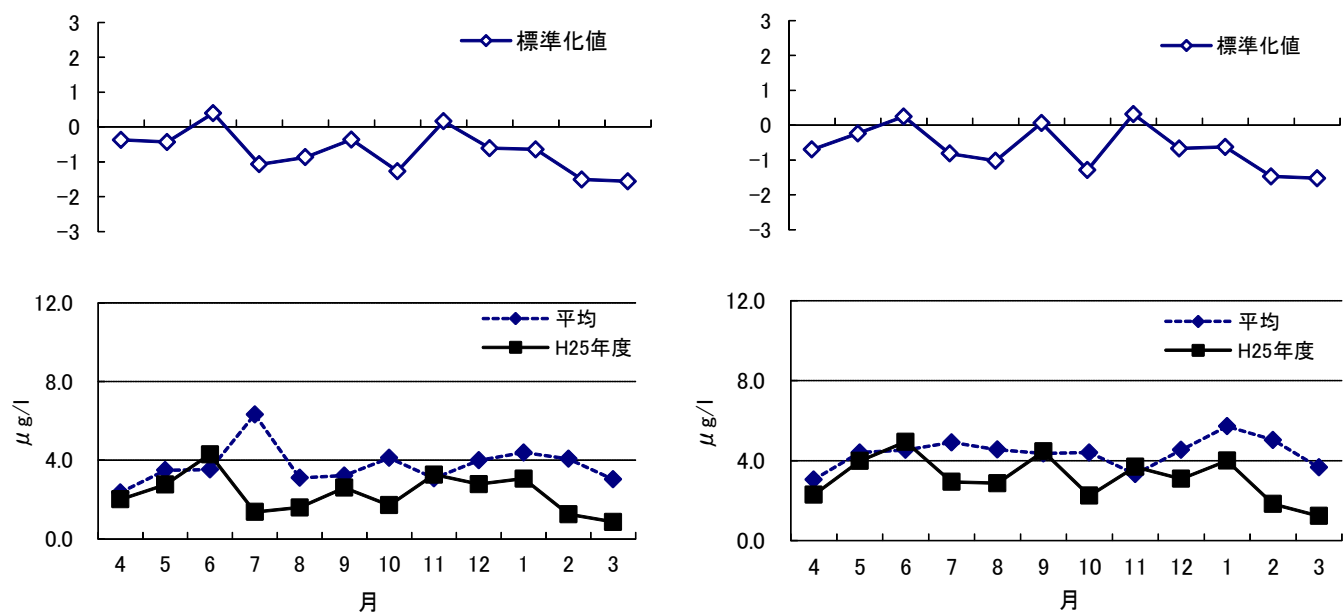


図9 クロロフィル a の変化（左：表層，右：底層）

水産資源調査 —ナマコ放流用種苗生産—

寺井 千尋

豊前海では、冬期の漁業としてナマコ桁網が盛んである。最近、生食用より加工用への需要が増加しているが、その一方、資源量は漁場環境の悪化等で年によって大きく変動し、漁獲圧も大きくなっている。少しでもその資源量の増加を図るためマナコ（アオナマコ）の種苗生産及び放流を行ったので、その概要について報告する。

方 法

1. 採卵

親ナマコは、豊前海産を使用した。

産卵誘発には、昇温刺激法（親ナマコの飼育水温より5℃程度昇温した紫外線滅菌海水に浸漬。）とホルモン注射法（クビフリン）を併用した。得られた受精卵は、洗卵の後、0.5t黒色ポリエチレン水槽に収容し、ふ化させた。

2. 浮遊幼生飼育

浮遊幼生の飼育は、孵化幼生を0.5tの黒色ポリエチレン水槽に1～2個体/mlの密度で収容し、紫外線滅菌海水を50及び1μmカートリッジで精密濾過し、適宜、飼育水を交換しつつ、ドラオラリア幼生が大多数を占めた段階で、珪藻付けした波板を付着板として投入し、稚ナマコに変態するまで飼育した。

飼育期間中の餌料は、市販（ヤンマー社製）の濃縮Chae-toceros gracilis を餌料として適量を与えた。

3. 稚ナマコ飼育

付着板に採苗した稚ナマコは、屋外の2tキャンバス水槽に収容し、照度は水槽直上と上部によしずを2段に張って調整し、50及び1μmカートリッジで精密濾過し、流水飼育を行った。餌料は収容後、初めの1週間は波板に付着した付着珪藻と前述の浮遊珪藻を、その後は波板に付着した付着珪藻を主に、適宜、粉末海藻（商品名：リビック）及び市販の配合餌料（商品名：海鼠 grows）を与えた。

結 果

採卵は4/22、5/16、5/29の3回行い、計約234万個の受精卵を得た。幼生飼育中に、4/22及び5/16に採卵分の水槽で大量へい死が起こったので、一部の水槽分を破棄した。

採苗した着底稚ナマコを野外水槽で飼育中、4月下旬、5月中旬に採卵した分はチグリオパスの発生により減耗し、最終的に採卵3回分を合わせて、稚ナマコを約1万8千個を得た。その後、2月中旬まで中間育成を続け、北九州空港東側に放流した。

放流場所を図1に示した。

放流時の稚ナマコの平均標準体長は30.6mm、放流数は約1万6千個であった。

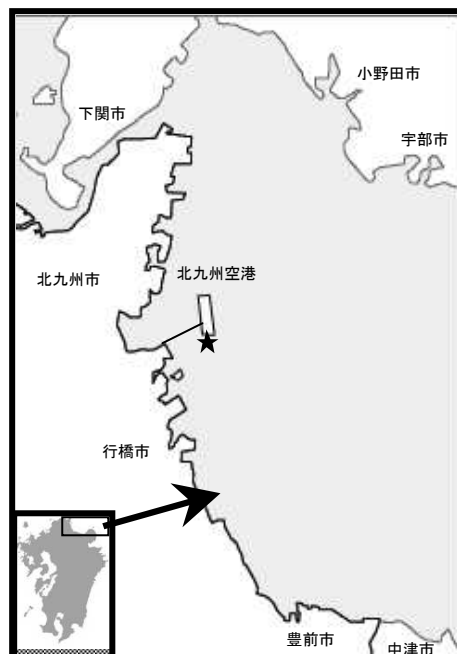


図1 放流海域：北九州空港東側（黒星印）

文 献

- 1) 青森県産業技術センター水産総合研究所：ナマコ種苗生産マニュアル，青森県，（2010）
- 2) 青森県産業技術センター水産総合研究所：ナマコ種苗放流マニュアル，青森県，（2012）

豊前海アサリ資源回復対策事業

大形 拓路・伊藤 輝昭

アサリ漁業はかつて豊前海の基幹漁業であったが、アサリの漁獲量は昭和61年の11,377 tをピークに減少し、現在では極めて低水準で推移している。アサリ資源回復について漁業者の要望は強く、これまで干潟への杭打ちによるアサリの着生、網の被覆によるアサリ稚貝の保護等対策を講じてきたが、資源量回復には至っていない。

栽培漁業において、微小な初期のアサリ稚貝の生産は容易であるが、このサイズの放流では、波浪により逸散し資源回復効果が低い。そのため、放流に適した大型種苗の生産が各地で行われているが、生産コストが高く、資源回復に至る程の大量生産には至っていないのが現状である。

今般、豊前海研究所では、放流用アサリを低コストで生産することが可能な、アサリ稚貝育成装置（かぐや方式）を考案した。本事業では、その実用化に向けた最適な使用条件について検討することを目的とする

方 法

試験は行橋市沓尾の漁港内で行った（図1）。本試験に用いた装置は、長さ10 cmに切断した塩化ビニル管（φ100mm）とソケットとの間にナイロンメッシュ（φ300～1,000 μm）を挟み込み作成した。後述する4.の試験を除いて、装置は、1組7本ずつ野菜簗（45cm×30cm×16 cm）に収容し、それを堤防岸壁からロープを用いて垂下する方法で設置した。以下の試験では本装置内にアサリ稚貝を投入後、上蓋としてナイロンメッシュを装着した。後述の1、2および3の試験では、基準区を設け、各項目の生残と成長の比較を行った。基準区は、投入時の殻長1.0mmのアサリを試験開始時に筒当たり2,000個投入し、D.L.0.7mの地点に設置した。試験開始時のメッシュの目合いはφ500 μmを使用し、投入後約14日後に目合いを750 μm、1ヶ月後に1000 μmに交換した後、試験終了時まで交換は行わなかった。

1. 殻長別飼育試験

試験は平成25年7月25日から10月22日の計90日間試験を行った。投入初期の適切な殻長を検討するため、投入

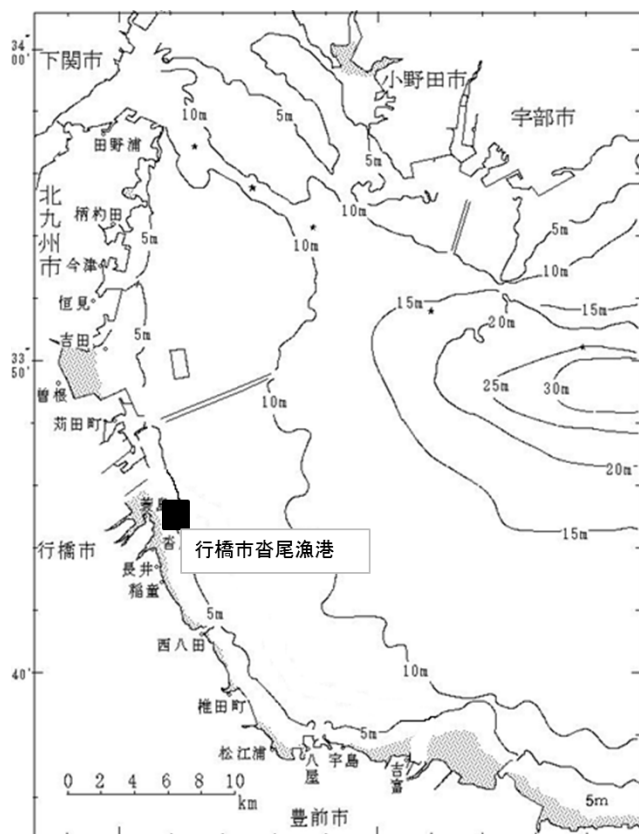


図1 試験位置図

サイズを2段階設定し（殻長0.3mm、0.5mm）、生残と殻長を基準区と比較した。試験開始時のメッシュの目合いは、アサリが逸脱しないように、殻長0.3mmの試験区ではφ150 μm、0.5mmの試験区ではφ300 μmを使用し、アサリの成長に応じて目合いを大きくした。基準区以外の試験区は殻長1.0mmのアサリを投入し、D.L.0.7mの地点に装置を設置した。

2. 初期収容密度の検討

試験は平成25年7月25日から10月22日の計90日間行った。投入時の適切な収容密度を検討するため、投入密度を2段階設定し（4,000個、8,000個/筒）、生残と殻長を基準区と比較した。基準区以外の試験区は殻長1.0mmのアサリを投入し、D.L.0.7mの地点に装置を設置した。

3. ネット交換の必要性の検討

試験は平成25年7月25日から10月22日の計90日間試験を行った。メッシュ交換の必要性を検証するために、基

準区と設置時の目合いから交換しない試験区（以下；交換無し区）を設け、生残と殻長を比較した。交換無し区の投入時のネットはφ500μmを使用した。基準区以外の試験区は殻長1.0mmのアサリを投入し、D.L.0.7mの地点に装置を設置した。

4. 収容ネットから装置上端の高さの検討

試験は平成25年4月14日から6月12日の計60日間試験を行った。収容ネットから装置上端の高さを100cm, 50cm, および10cmの3段階設定し、各試験区における試験終了時の生残と殻長を測定した。本試験では装置が長く野菜簗に収容できないため、1本ずつ堤防岸壁からロープを用いて垂下する方法で設置した。各試験区、殻長1.0mmのアサリを投入し、D.L.0.7mの地点に装置を設置した。

5. 収容ネットの段数に関する検討

試験は平成25年9月10日から11月10日の計61日間試験を行った。装置は、通常使用する1段式と、段数を確保するため、ソケット本体の上端約2cmを切断し作成した2段式、および3段式を設定し、各試験区における試験終了時の生残と殻長を比較した。また、装置は野菜簗に収容できるよう、収容ネットから装置上端の高さを2段式は8cm, 3段式は5cmに設定した。装置の各段に殻長1.0mmのアサリを2,000個/筒投入し、D.L.0.7mの地点に設置した。

結果および考察

1. 殻長別飼育試験

試験期間における生残率および殻長を図2に示した。殻長0.3mmの試験区は、開始後2週間で著しく減耗し、試験終了時には全滅が確認された。試験終了時の基準区の生残率は $30.0 \pm 2.3\%$ 、殻長は $10.2 \pm 0.1\text{mm}$ であった。殻長0.5mmの生残率は $25.5 \pm 11.0\%$ 、殻長は $9.9 \pm 0.2\text{mm}$ であった。投入時の殻長に比例して生残率は高くなるが、一方で、初期投入稚貝の殻長が大きくなる程、室内飼育の期間が長期化し、種苗コストが高くなるため、0.5mmから海上飼育することが適正と考えられた。

2. 初期収容密度の検討

試験期間における生残率および殻長を図3に示した。終了時の生残率は、4,000個/筒が $32.5 \pm 17.5\%$ 、8,000個/筒が $21.5 \pm 2.6\%$ であった。終了時の殻長は、4,000個/筒が $6.4 \pm 0.1\text{mm}$ 、8,000個/筒が $5.8 \pm 0.3\text{mm}$ であった。これらのことから、基準区と比較して初期投入密度が4,000個/筒までは2,000個/筒と同等の生残が見込め

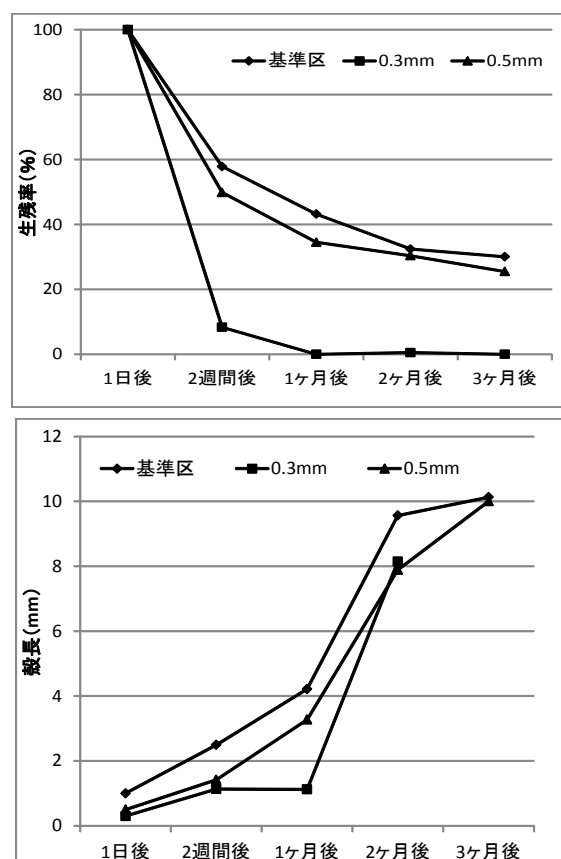


図2 殻長別試験における生残率および殻長の推移

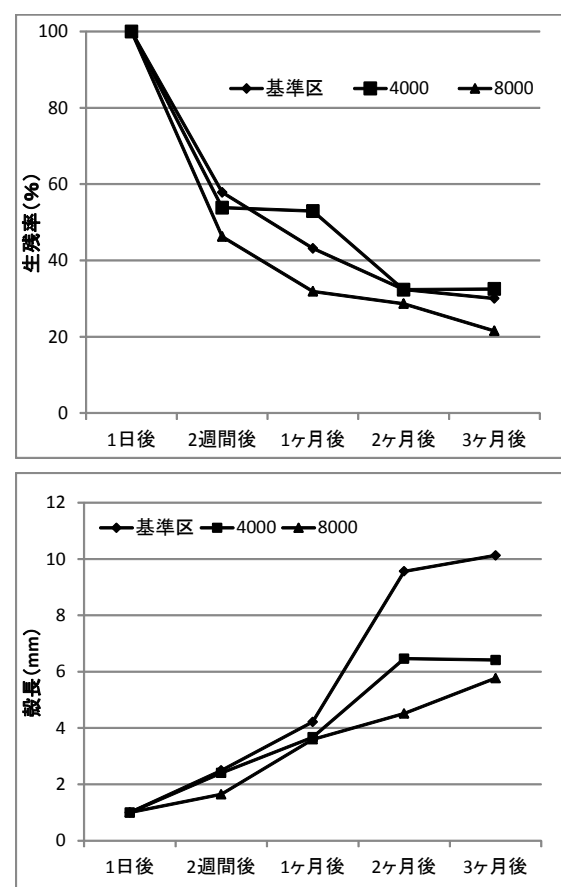


図3 初期収容密度別の生残率および殻長の推移

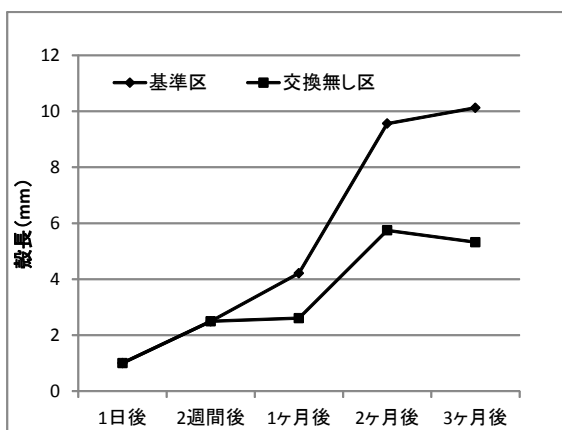
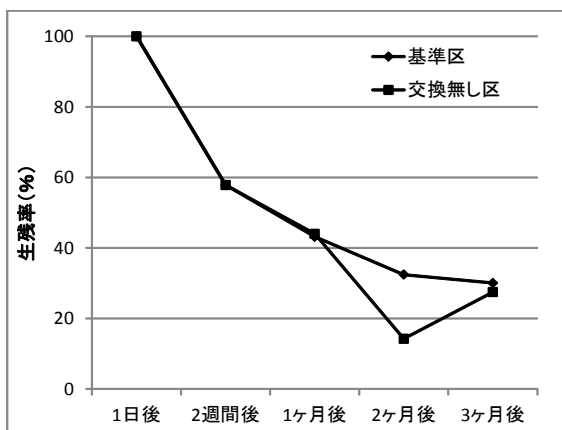


図4 各試験区の生残率および殻長の推移

るが、殻長10mmの大型種苗を生産するには初期の投入個数は2,000個／筒が適正であると考えられた。

3. ネット交換の必要性の検討

試験期間における生残率および殻長を図4に示した。交換無し区の試験終了時の生残率は $27.4 \pm 0.5\%$ 、殻長は $5.3 \pm 0.1\text{mm}$ となり、基準区と比較して成長が鈍化した。これらのことから、メッシュの交換の有無は生残には影響しないが、大型種苗を生産するには適時交換する必要があると考えられた。

4. アサリ収容ネットから装置上端の高さの検討

試験期間における生残率および殻長を表1に示した。生残率は、100cmが $44.2 \pm 6.6\%$ 、50cmが $48.1 \pm 9.5\%$ 、10cmが $48.9 \pm 1.0\%$ であった。殻長は100cmが $6.6 \pm 0.1\text{mm}$ 、50cmが $6.4 \pm 0.1\text{mm}$ 、10cmが $6.5 \pm 0.1\text{mm}$ であった。今回

表1 試験終了時における各試験の生残率および殻長

	100cm	50cm	10cm
生残率	44.2 ± 6.6	48.1 ± 9.5	48.9 ± 1.0
殻長	6.5 ± 0.1	6.4 ± 0.1	6.5 ± 0.1

表2 各段式における各試験の生残率および殻長

		生残率(%)	終了時殻長(mm)
1段式		26.0 ± 2.1	8.0 ± 0.8
2段式	上	38.5 ± 13.4	6.7 ± 0.1
	下	31.7 ± 14.4	7.0 ± 0.3
3段式	上	5.5 ± 1.7	9.2 ± 0.2
	中	5.8 ± 0.7	8.1 ± 0.3
	下	2.6 ± 0.9	9.8 ± 0.1

の結果では、筒の長さにより生残率および成長に大きな差は見られなかった。また、筒の長さが長くなる程、装置の作成コストは増大し、稚貝の単価も高くなることから、装置の長さは短い方が望ましいと考えられた。

5. 収容ネットの段数に関する検討

試験終了時の生残率および殻長を表2に示した。生残率は、1段式が $26.0 \pm 2.1\%$ 、2段式の上部が $38.5 \pm 13.4\%$ 、下部が $31.7 \pm 14.4\%$ 、3段式の上部が $5.5 \pm 1.7\%$ 、中部が $5.8 \pm 0.7\%$ 、下部が $2.6 \pm 0.9\%$ で、2段式が良好であった。殻長は、1段式が $8.0 \pm 0.8\text{mm}$ 、2段式の上部が $6.7 \pm 0.1\text{mm}$ 、下部が $7.0 \pm 0.3\text{mm}$ 、3段式の上部が $9.2 \pm 0.2\text{mm}$ 、中部が $8.1 \pm 0.3\text{mm}$ 、下部が $9.8 \pm 0.1\text{mm}$ であった。3段式はネットの枚数が多く、目詰まりが起こり、筒内部の海水交換が悪く、生残率が著しく低かったと考えられる。終了時の殻長がもっとも大きかったことは、筒内の密度が他の試験区より低かったためであろう。2段式の殻長が1段式よりも小さかったことも同様に、終了時の生残率が要因の一つとして考えられる。2段式の殻長については、投入期間を長期化することより、1段式と遜色ない大型種苗の生産が可能と推察される。これらのことから、本方式による育成は2段式が適正であると考えられた。

養殖技術研究

(1) ノリ養殖状況調査

尾田 成幸

豊前海ののり養殖業は海区の主幹漁業として発展してきたが、昭和40年代以降、漁場環境の変化や価格の低下、設備投資の増大等によって経営状況が悪化し、経営体数は急激に減少している。現在は1漁協でわずかに数経営体が着業するほどに衰退しているが、近年は徹底したコスト削減による経営改善策によって、一部では新規着業者も現れるなど、新たな展開もみられている。

一方、生産者からは採苗時の芽付き状況の確認や養殖環境の把握及び病害状況等に関する指導や情報提供を求められており、本事業において調査等を実施しているところである。

方 法

1. 水温・比重の定点観測結果

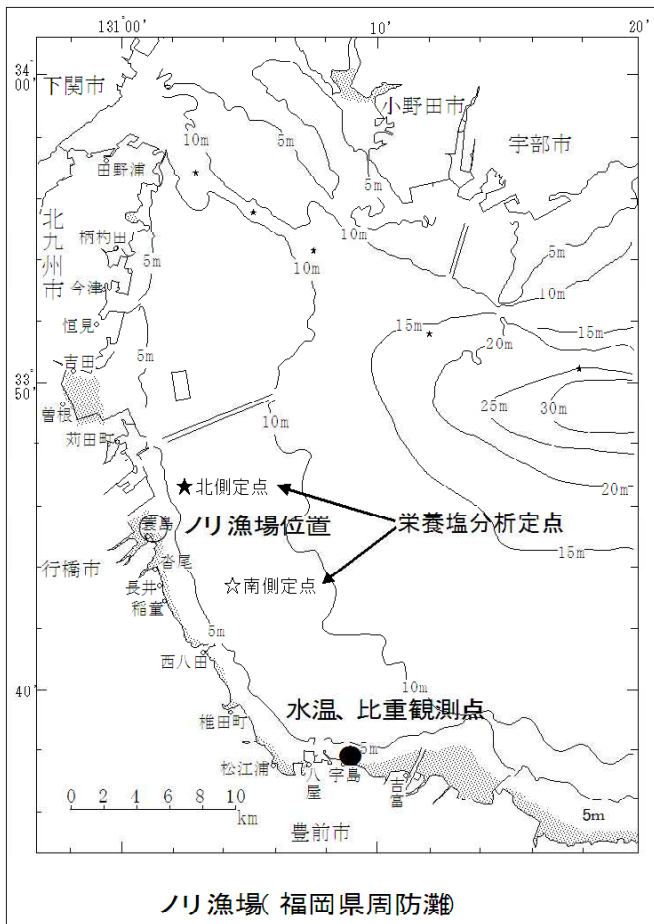


図1 ノリ養殖漁場及び調査位置図

ノリ漁期前の10月～翌年3月にかけて図1に示す豊前市宇島漁港内の表層における水温、比重を測定した。

2. ノリ漁場における環境調査

(1) 水温・比重(塩分)の分布

採苗日の10月28日の翌日に図2に示すA、Bの2定点で、秋芽網1回目摘採の始まる12月2日の満潮時に図2に示す生産漁場の5定点で水温と比重(塩分)を測定した。

(2) 行橋市沖のDIN, PO₄-Pの推移

ノリ漁期前の10月上旬から翌年3月にかけて、図1に示す行橋市沖の北側と南側の2定点で、表層水のDINとPO₄-P濃度を測定した。

3. ノリの生育状況

採苗後、行橋市養島地先漁場において、芽付き状況及び芽痛み等の健病性について調査を行った。

結果及び考察

1. 水温・比重の定点観測結果

水温と比重の定点観測結果を図3に示した。

水温は、10月中旬には採苗に適した23℃台まで順調に低下し、採苗日の10月28日には19℃台に低下した。

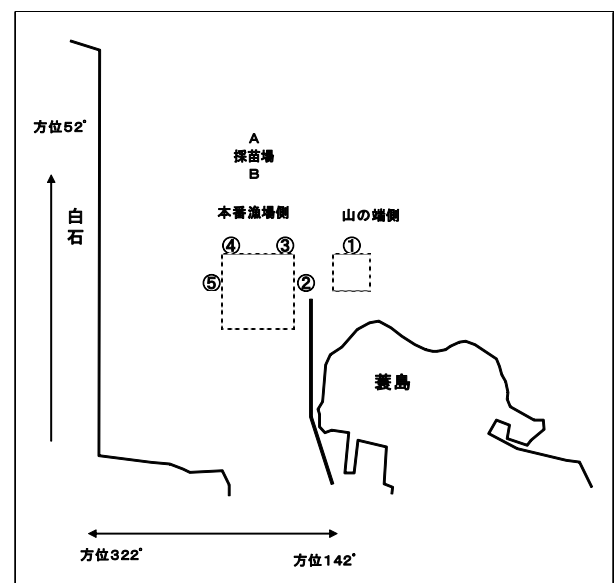


図2 養島地先ノリ養殖漁場拡大図

その後は、12月まで平年値よりも低めで推移し、2月上旬に平年よりも高めとなったが、概ね低めで推移し、3月以降は高めで推移した。

比重は10月から11月中旬まで低めで、その後は平年並みから高めで推移し、2月以降に低めで推移した。

2. ノリ漁場における環境調査

(1) 水温・比重(塩分)の分布

蓑島地先ノリ漁場における水温と比重(塩分)の測定結果を表1に示した。

採苗時には比重が 19.4 (塩分 26.5) まで低下していたが、その後のノリの生育には問題はなかった。

(2) 行橋市沖のDIN, PO₄-Pの推移

行橋市沖の2定点におけるDINとPO₄-Pの推移を図4に示した。

DINは0.47~3.06 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ の範囲で推移し、北側定点では2月上旬まで2 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 以下で推移し、2月下旬から3月上旬に2 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ を超えるピークが認められ、3月下旬には低下し1 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ を下回った。一方、南側定点では増減が激しく10月上旬、11月下旬、12月下旬、2月上旬、及び3月下旬に2 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ を超えた。

PO₄-PはND~1.74 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ の範囲で推移し、北側定点では11月上旬と1月上旬を除いて0.5 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 以下で推移した。一方、南側定点では、1月上旬に0.5 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 以上のピークが認められたが、それ以外は0.5 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 以下で推移した。

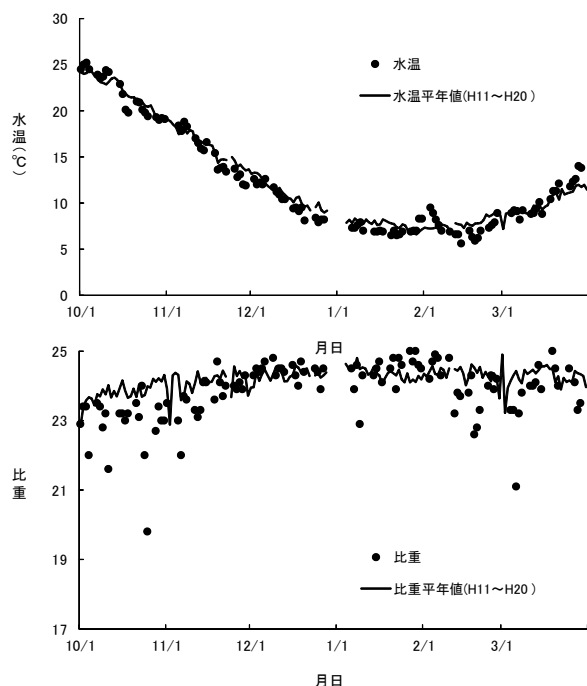


図3 定点観測による水温と比重の推移

3. ノリの生育状況

(1) 採苗状況

図2に示す蓑島地先のA, Bの海域において、10月28日の早朝からズボ方式による採苗が行われた。

採苗後の芽付き検鏡では十分量の芽付きが認められ、3~4日後にはカキガラは全て撤去された。

(2) 育苗初期~秋芽網生産期における状況

本番漁場への展開は11月上旬から開始され、中旬に終了した。今年度漁期は、水温が低めで推移したことによる生長の遅れから、摘採は12月上旬から開始された。このとき、小雨による栄養塩の低下で軽微な「色落ち」が発生し、品質の低下が認められた。

(3) 冷凍網生産期における状況

冷凍入庫は11月下旬に行われ、張り込みは1月下旬から2月上旬にかけて行われた。初摘採は2月下旬から行われた。12月から1月にかけて低下していた栄養塩はその後回復し、製品の質も概ね良好で、4~5回摘採され終了した。

表1 蓑島ノリ漁場の水温、比重調査結果

調査日	10月29日		12月2日				
調査点	A	B	①	②	③	④	⑤
漁場	採苗場		生産漁場				
水温(°C)	19.6	19.4	12.2	12.4	12.5	11.9	12.1
比重	20.6	19.4	24.5	24.3	24.4	24.4	24.4
塩分	28.0	26.5	33.1	32.8	32.9	32.9	32.9

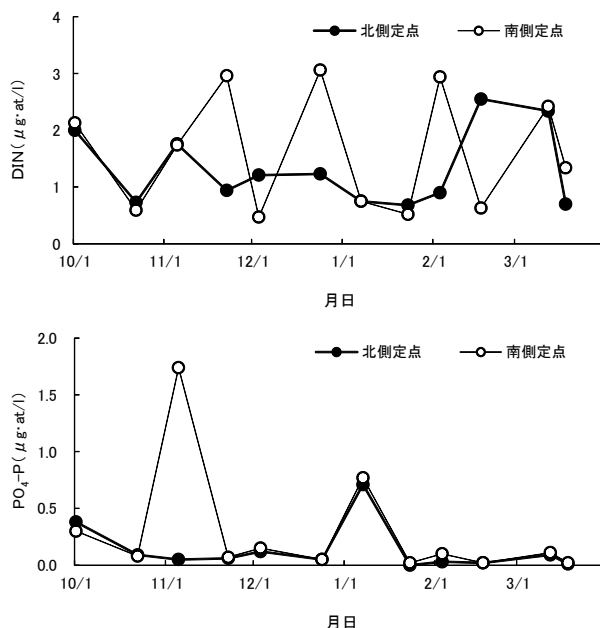


図4 行橋市沖におけるDINとPO₄-Pの推移