

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2 t 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（商品名リビック）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100 g、練り餌区は粉末海藻50 g、濃縮可消化クロレラ10 g、マッシュポテト50 g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2 t 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2 t 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

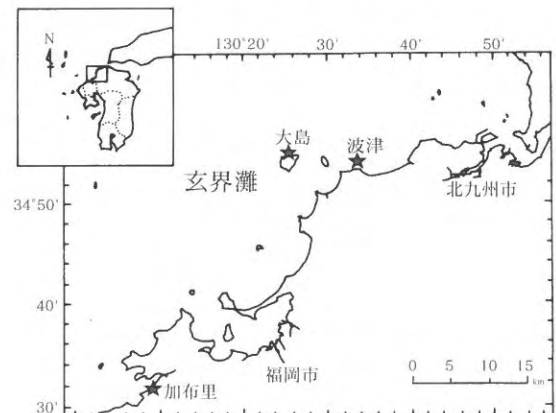


図1 天然アカナマコの採取位置図

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 ± 7.9 mm、体重は 0.87 ± 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 ± 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 (μm)	
	3月23日	4月21日	5月8日	4月21日	5月8日
天然	4.20 ± 2.39	—	0.66 ± 0.86	—	208.1 ± 15.3
練り餌区	4.20 ± 2.39	6.30 ± 2.33	7.19 ± 3.26	92.0 ± 4.2	202.3 ± 1.8
粉末海藻区	4.20 ± 2.39	5.22 ± 2.83	7.13 ± 3.28	92.0 ± 11.4	187.4 ± 2.4
ワカメ区	4.20 ± 2.39	3.63 ± 2.42	5.46 ± 2.71	91.0 ± 3.2	180.7 ± 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 (μm)	
	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 ± 2.39	6.30 ± 2.33	7.19 ± 3.26	92.0 ± 4.2	202.3 ± 1.8
砂なし区	4.20 ± 2.39	6.27 ± 4.26	5.37 ± 4.24	87.0 ± 4.2	178.6 ± 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¹⁾ 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

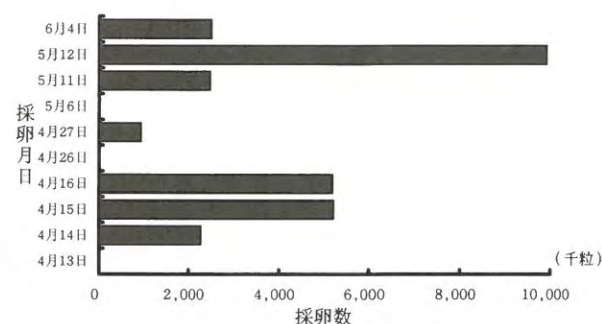


図2 採卵実証試験での採卵数

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³⁾ものの、アオナマコに比べ安定性で劣り、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たが、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²⁾やサザエ³⁾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がたい。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蜷集する傾向があり、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 ± 26 mm）、雄18尾（ 246 ± 30 mm）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¹⁾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²⁾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。

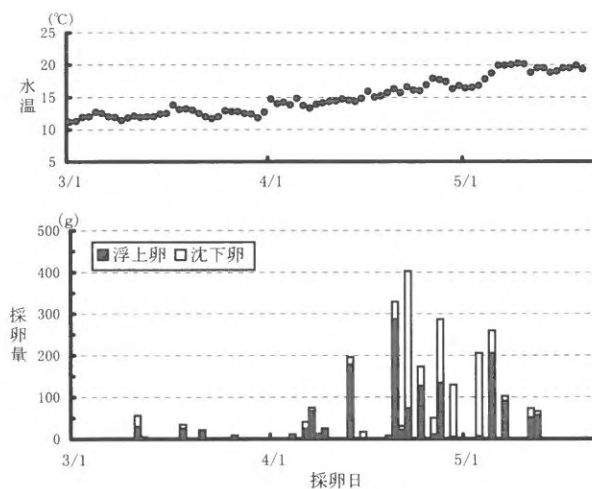


図1 採卵量及び飼育水温の推移

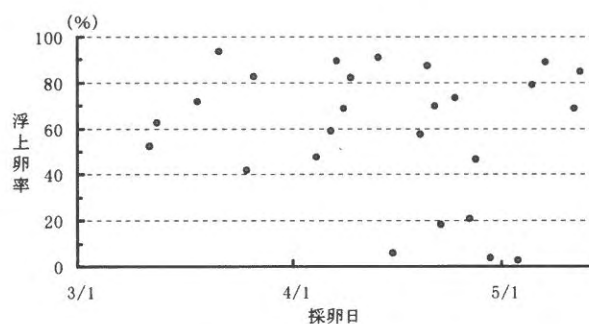


図2 浮上卵率の推移

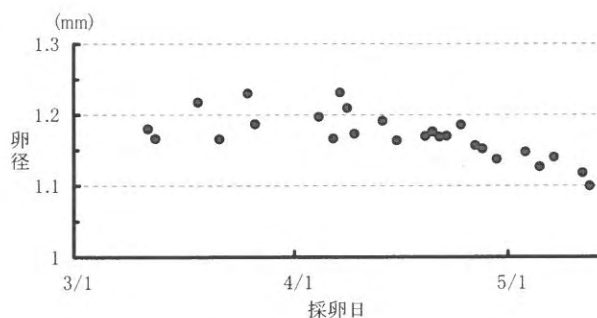


図3 卵径の推移

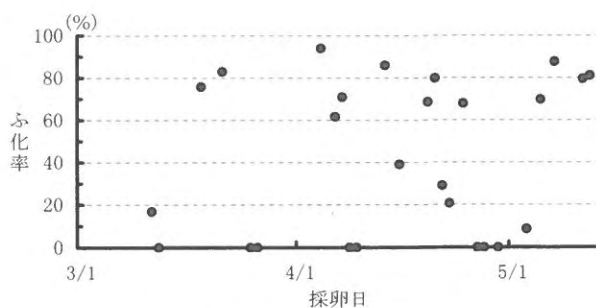


図4 ふ化率の推移

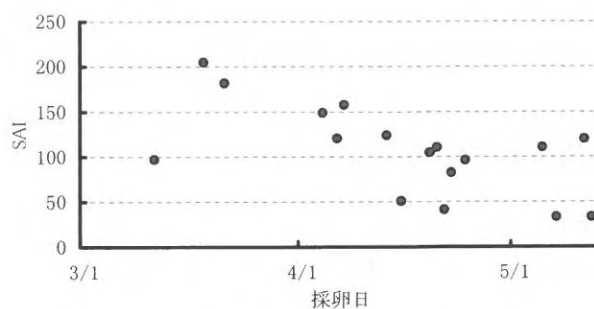


図5 無給餌生残指数 (SAI) の推移

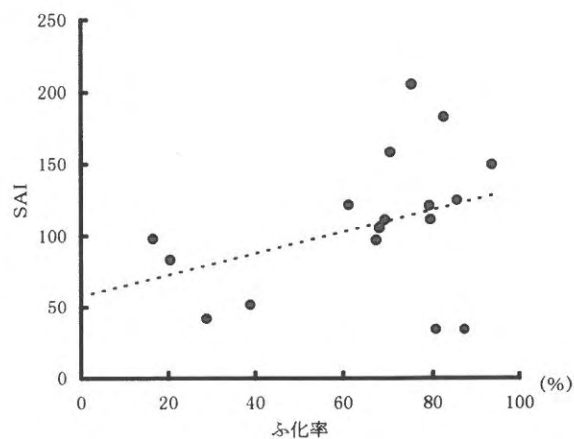


図6 ふ化率とSAIの関係

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。

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³⁾。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^{2) 4)}、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。

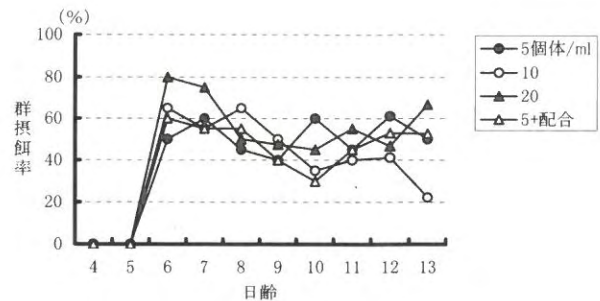


図7 群摂餌率の推移

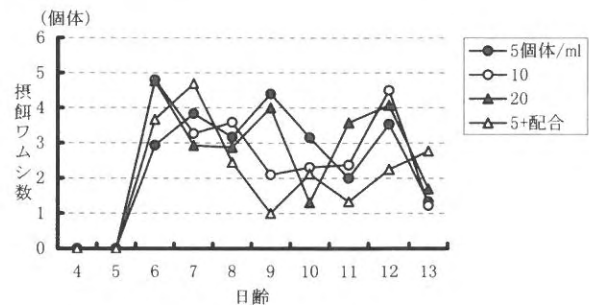


図8 ワムシ摂餌個数の推移

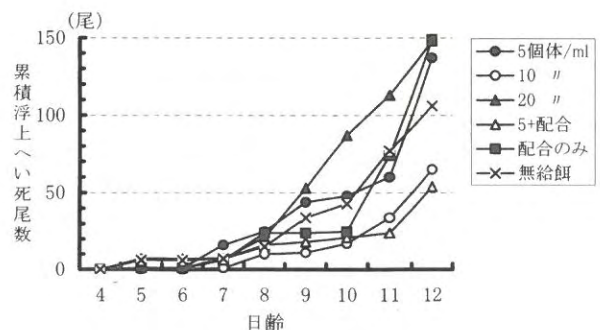


図9 ワムシ摂餌個数の推移

文 献

- 1) 新聞脩子・辻ヶ堂諦：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 (コウライアカシタビ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

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 ± 14.5 mm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収容した。

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^{*1}・渡辺 健二^{*1}
 行武 敦^{*1}・福澄 賢二 *1 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

- Ⅰ 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¹⁾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²⁾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	受精囊	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%
			受精囊	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。

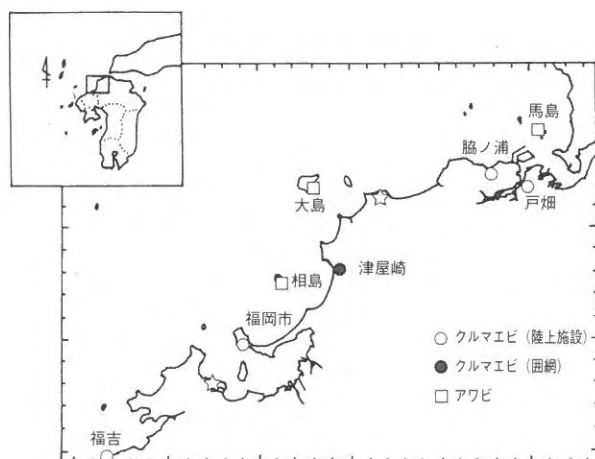


図1 筑前海区における中間育成場の位置

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 μ 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 μ l
血 液	200～500 μ l
受 精 嚢	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 嚢	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を氷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

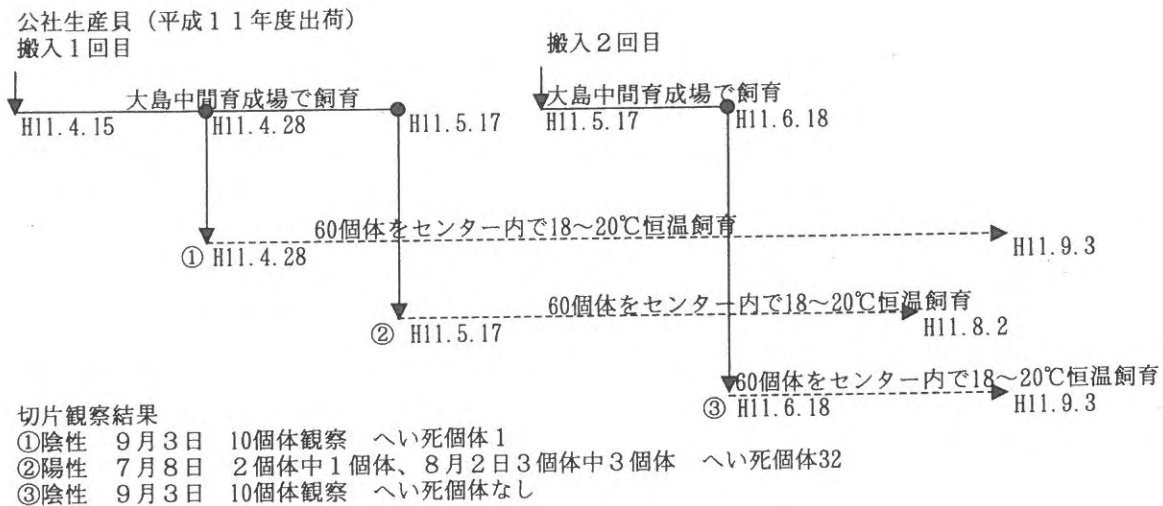


図2 大島中間育成場における無病貝飼育試験経過及び結果

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, 岩渕光伸, 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。¹⁾ 次年度は音響給餌の効果を生体面から把握した。²⁾ 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鰯集魚の出現魚種、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、魚群鰯集魚尾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

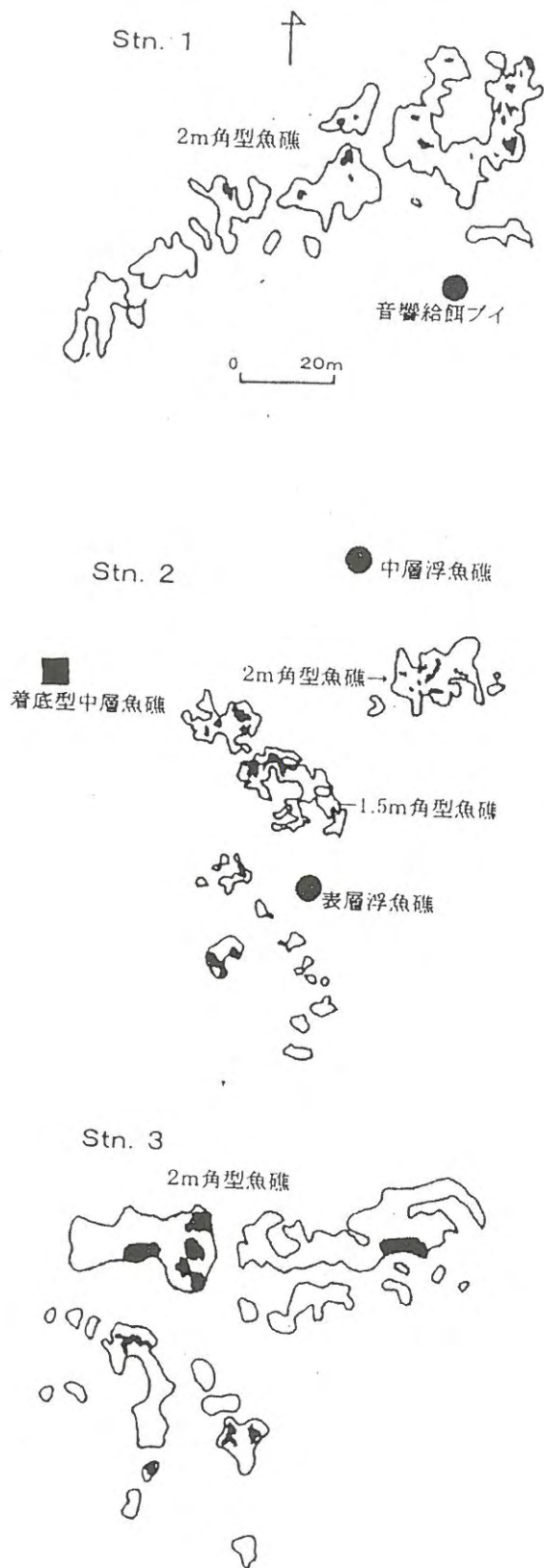


図2 Stn. 1~3の魚礁配置状況
(角型魚礁の黒い部分は2~3段積み)

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ヵ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。²⁾ 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) 魚礁別の魚群の蠕集状況

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

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蠕集量が最も多く、次いで着底型中層魚礁であり、表中層浮魚礁の蠕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蠕集量が多く、ベラ類、マハタでは角型魚礁と着底型中層魚礁の蠕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蠕集量が最も多かった。表中層浮魚礁では各魚種とも蠕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蠕集がみられた。

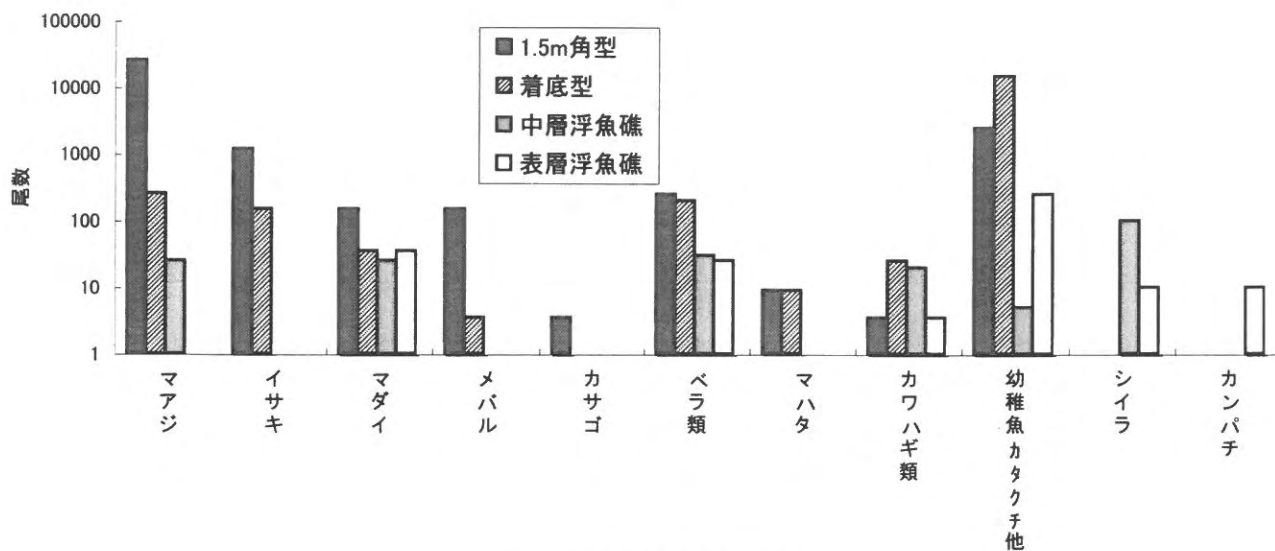


図3 魚礁別魚種別蛸集尾数の比較

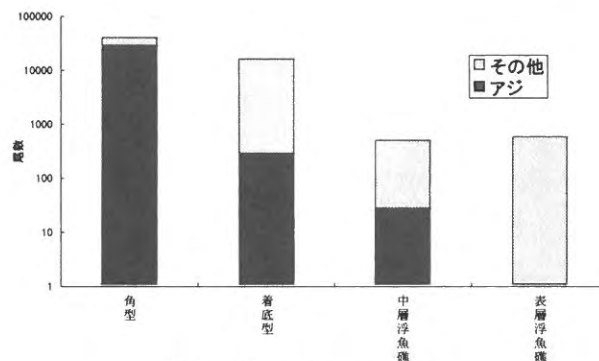


図4 魚礁別蛸集尾数の比較

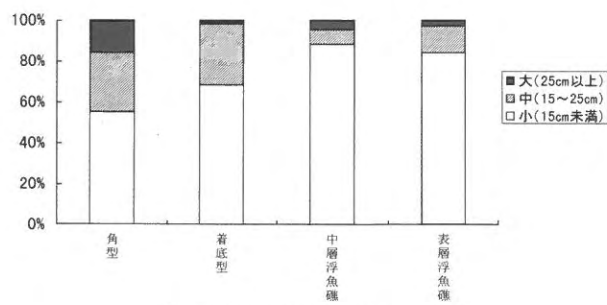


図5 魚礁別蛸集魚の大きさの比較

全体の蛸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。

蛸集魚の大きさも魚礁により差があり、表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蛸集はみられず、底層の魚礁に見られたことに一致する。³⁾これらのことから表層浮魚礁ではマアジの蛸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、カンパチが蛸集しており、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^3 当たりの蛸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^3 当たりの蛸集量が高く、全体では着底型250尾に対し、角型30尾となり、着底型魚礁の蛸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。⁴⁾

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所で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、⁵⁾ 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いえる。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蟄集尾数は約500尾、平均蟄集尾数約200尾でこれらの値は着底型中層魚礁の蟄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尾の蟄集が見られた。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、瞬間的に蟄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蟄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蟄集していた。このように着底型中層魚礁には様々な魚種を蟄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蟄集がみられた。着底型中層魚礁でも魚礁の頭頂部にマアジの蟄集がみられたことから、マアジは魚礁の上部に蟄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)。

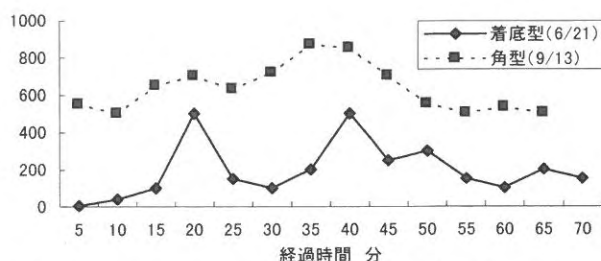


図6 水中ロボットカメラ観測によるマアジ蟄集量の時系列変化

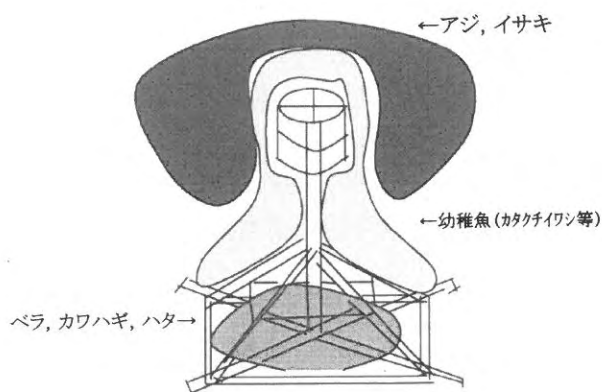


図7 着底型中層魚礁における魚群蟄集状況

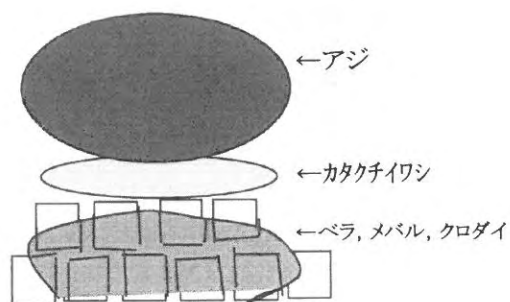


図8 角型魚礁における魚群蟄集状況

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蟄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での通常の年間総水揚額を1,000千円、音響給餌ブイによるマアジ蟄集効果を最大値3.8倍で試算すると、²⁾ 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、ある程度の蜆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，度福岡水海技セ事報,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蜆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 蛸集尾数 サイズ	着底型中層魚礁 蛸集尾数 サイズ	中層浮魚礁 蛸集尾数 サイズ	表層浮魚礁 蛸集尾数 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	+			
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	+			
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	+			
ウマツラハギ				
ササノハベラ	+			
キュウセン	+			
イトベラ	+			
ホンベラ	△ 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				
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				
ニジギンボ				
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

* 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状況 (H11年7月31日)

魚種	1.5m角型魚礁 集尾数 サイズ	着底型中層魚礁 集尾数 サイズ	中層浮魚礁 集尾数 サイズ	表層浮魚礁 集尾数 サイズ
マアジ	○ 小	+	△ 小	—
イサキ		△ 小	○ 小	
カタクチイワシ				
ブリ				
カンパチ				
カサゴ		+		
メバル	△ 中	+	△ 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	+			
ヘダイ				
イシダイ				
イシガキダイ				
マハタ		+		
コモンフグ				
ハコフグ				
カワハギ	+	+		+
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		+	+
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	+			
ウミタナゴ				
スズメダイ	○ 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		+		
ニジギンボ				
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

付表3 潜水観察による魚礁別魚群集状況 (H11年8月20日)

魚種	1.5m角型魚礁 集尾数 サイズ		着底型中層魚礁 集尾数 サイズ		中層浮魚礁 集尾数 サイズ		表層浮魚礁 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				
ニジギンボ					+	小		
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

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 集尾数 サイズ	着底型中層魚礁 集尾数 サイズ	中層浮魚礁 集尾数 サイズ	表層浮魚礁 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	+			
メバル	△ 中	+		
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	△ 大			
イシガキダイ				
マハタ	+	+		
コモンフグ	+			
ハコフグ	+			
カワハギ	+	+	+	+
ウマヅラハギ		+	+	+
ササノハベラ	△ 小	△ 中	+	+
キュウセン	+	△ 中	△ 中	
イトベラ	+	+		
ホンベラ	○ 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				△ 中
イスズミ				
クロダイ	△ 大	+	+	+
ウミタナゴ				
スズメダイ	○ 小			
ソラスズメダイ	△ 小			
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	◎ 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	△ 小	○ 小
ニシキハゼ				
ニジギンボ			+	+
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

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 蛸集尾数 サイズ	着底型中層魚礁 蛸集尾数 サイズ	中層浮魚礁 蛸集尾数 サイズ	表層浮魚礁 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	+	+		
メバル	○ 大	+		△ 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	+		
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	
ササノハベラ	△ 小	△ 中	+	△ 小
キュウセン	△ 小	△ 中	+	+
イトベラ	+	+		
ホンベラ	+	+	+	+
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				
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	△ 小			
オヤビツチャ				△ 小
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	△ 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		+		
アイナメ				
サビハゼ	○ 小	○ 小		
ニシキハゼ	+	+		
ニジギンボ	△ 小	△ 小	+	○ 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

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。

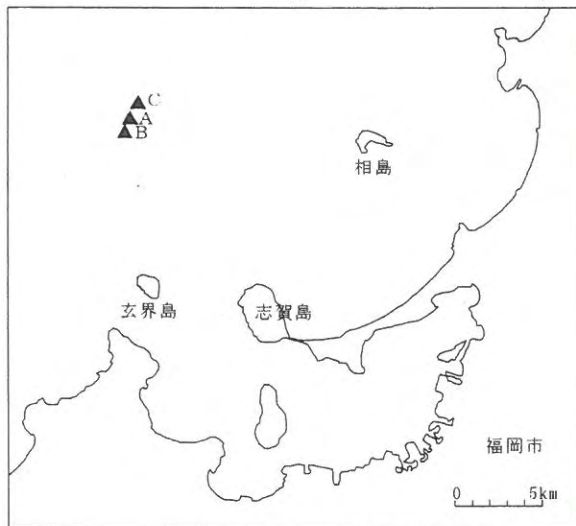


図1 調査海域

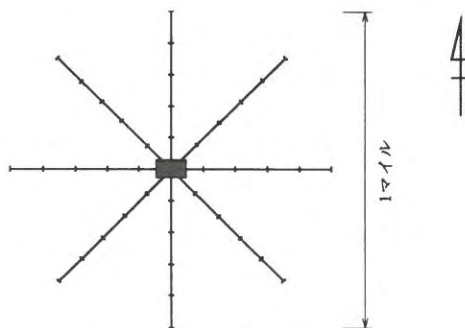


図2 調査定線 (■：魚礁設置域)

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。

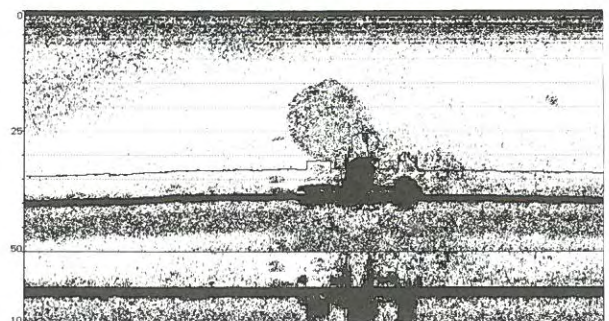


図3 計量魚探記録図

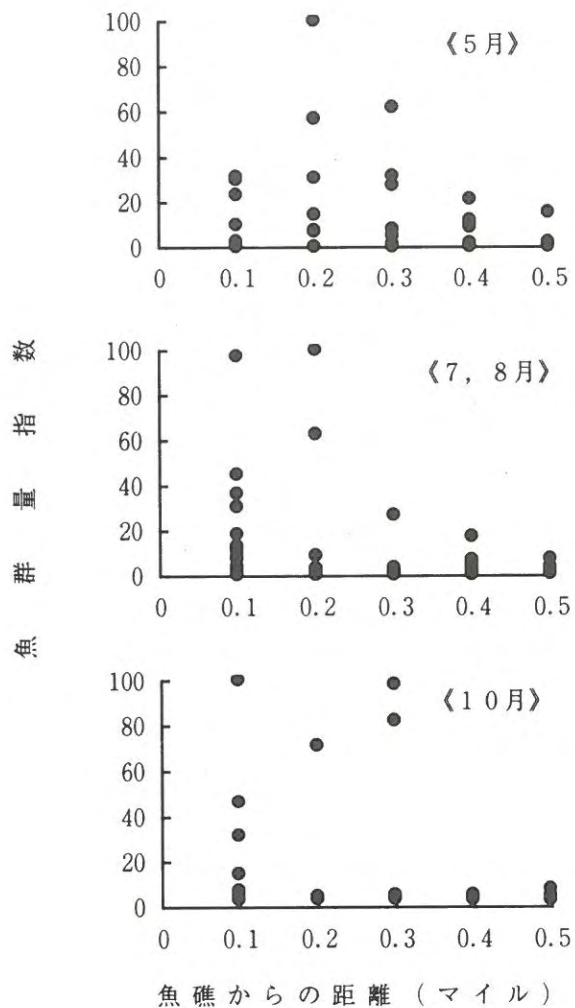


図4 魚礁からの距離と魚群量との関係

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尾程度の群がりで観察された。

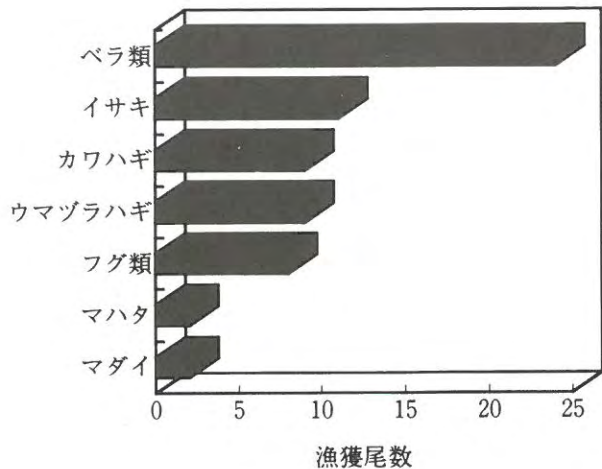


図5 釣獲試験

その他、カワハギやウマツ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、浮魚が群れて確認された。

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・ウマツラハギがそれぞれ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、ウマツラハギが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・岩渕 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^{1)～4)}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。

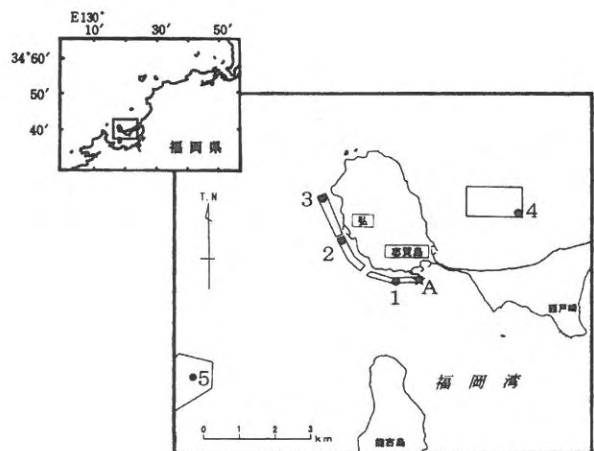
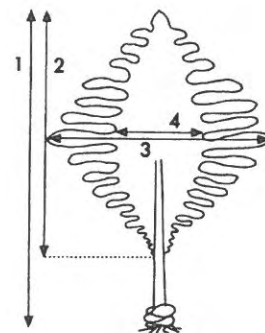


図1 調査点及び試験区位置



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^{5) 6)}。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、これは藻体の老成化に伴う「末枯れ」による先端部の流失量以上に、

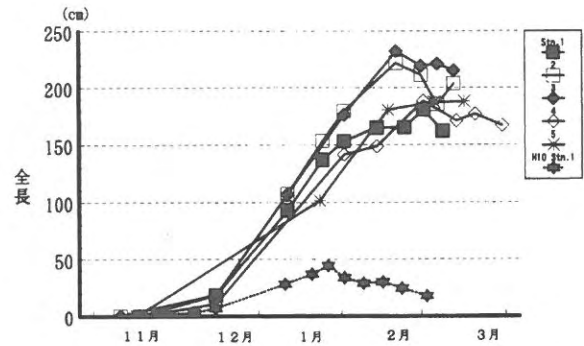


図3 全長の推移

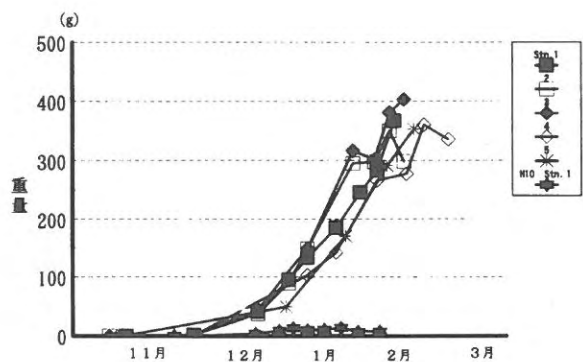


図4 重量の推移

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

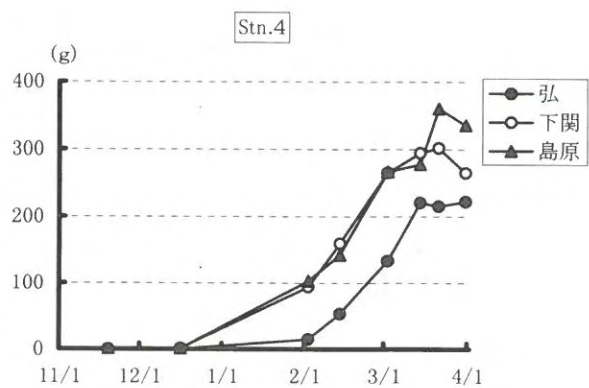
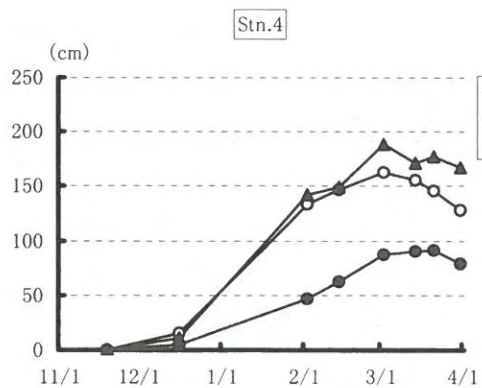
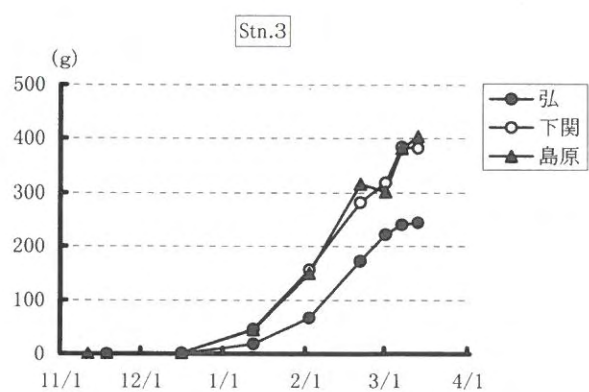
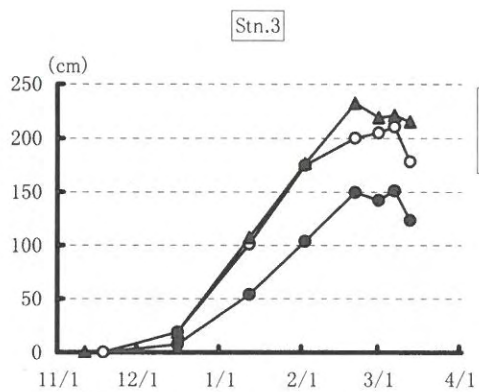
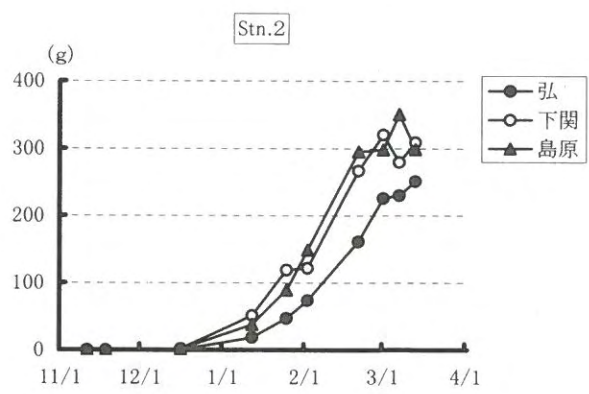
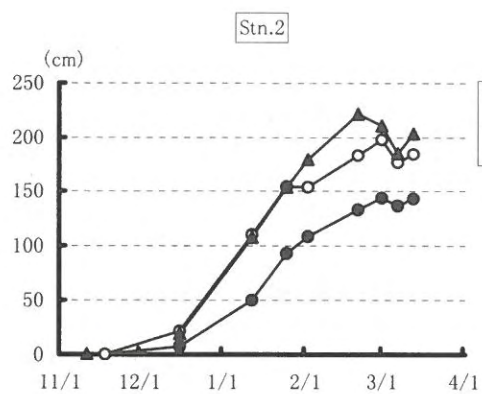
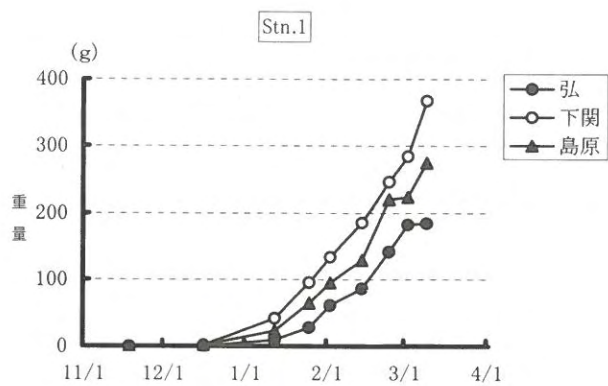
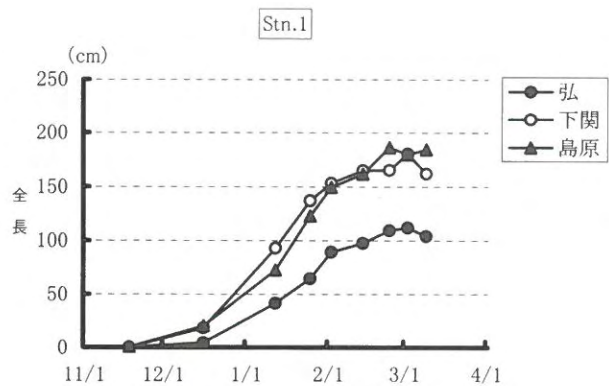


図5 各種苗の全長の推移

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長く、横幅が広い形態を示していることになる。このことは、兩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、兩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実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プ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)

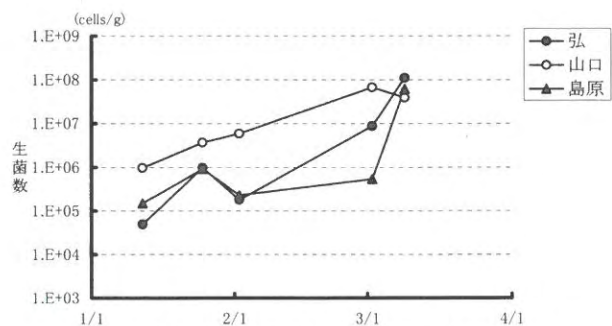


図7 藻体先端部の一般生菌数の推移

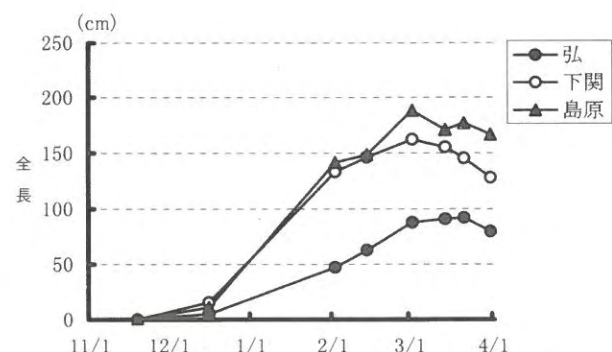


図8 養殖開始時期別 全長の推移

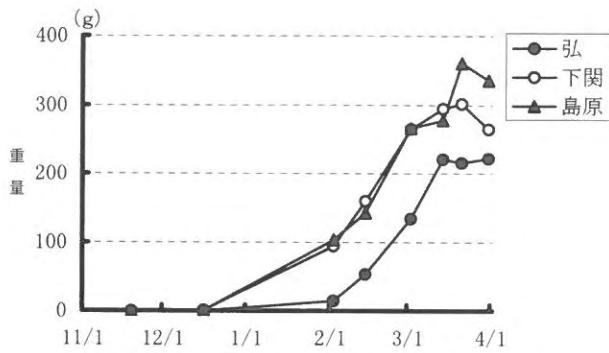


図9 養殖開始時期別 重量の推移

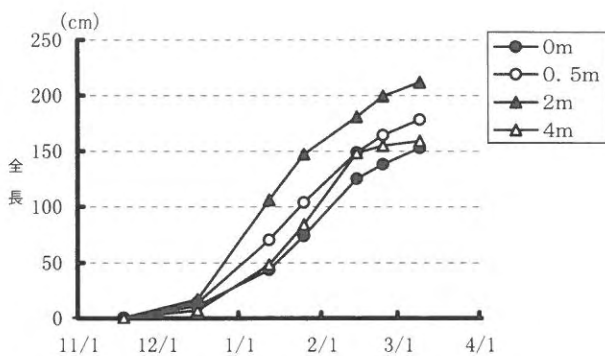


図10 養殖水深別のワカメ全長の推移

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

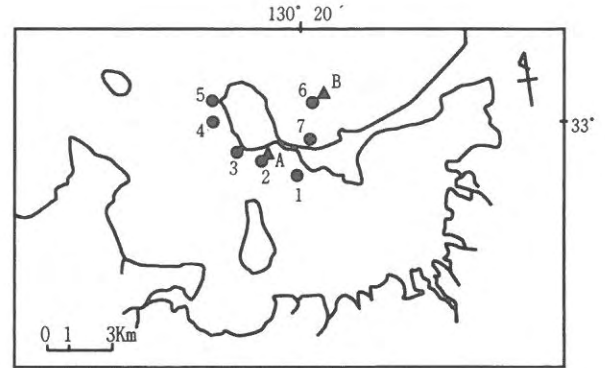
方 法

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⁷⁾。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。

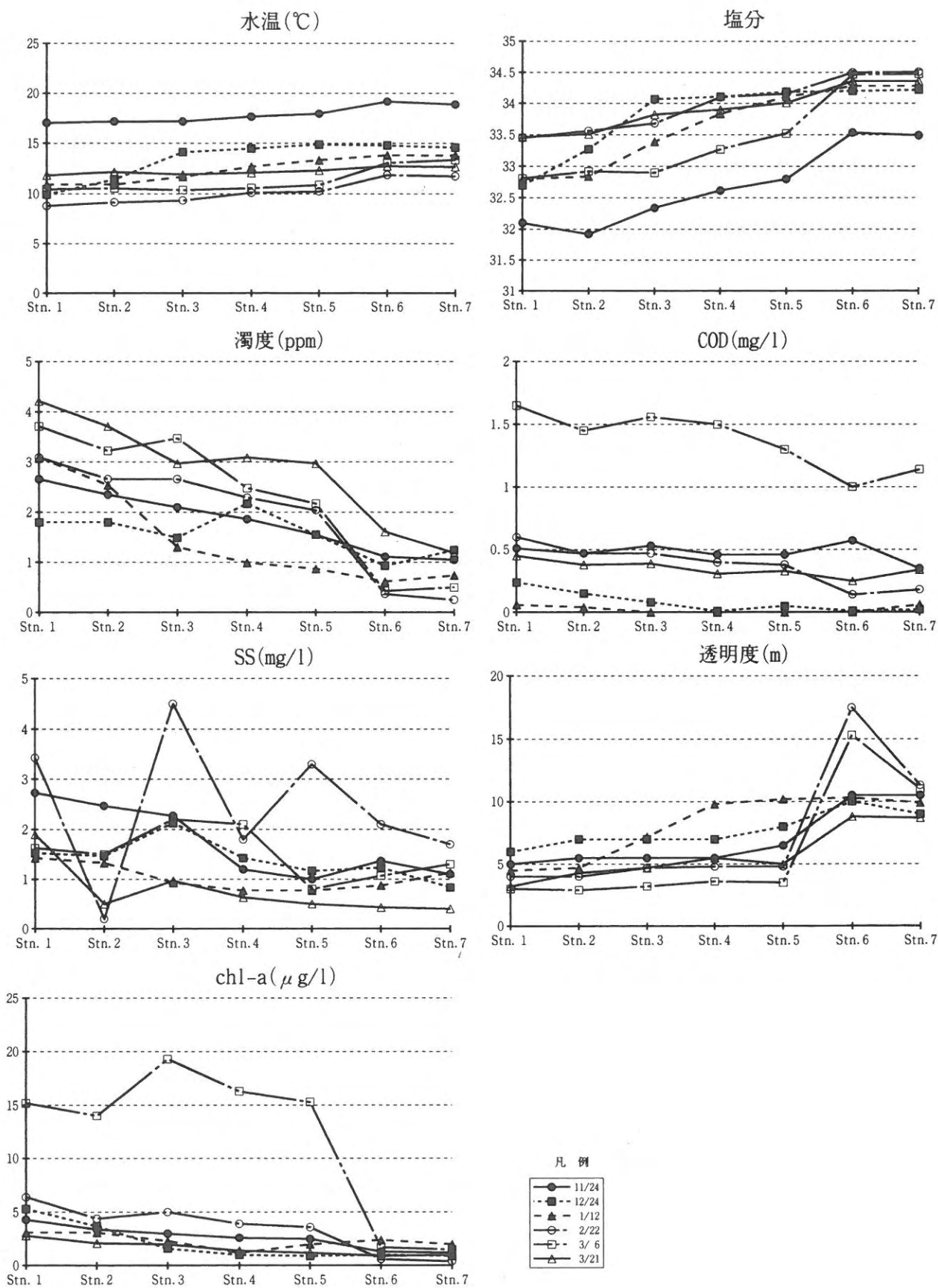


図12 調査点別変化(Stn.1~5:湾内,Stn.6~7:湾外)

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がい、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 10m 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。

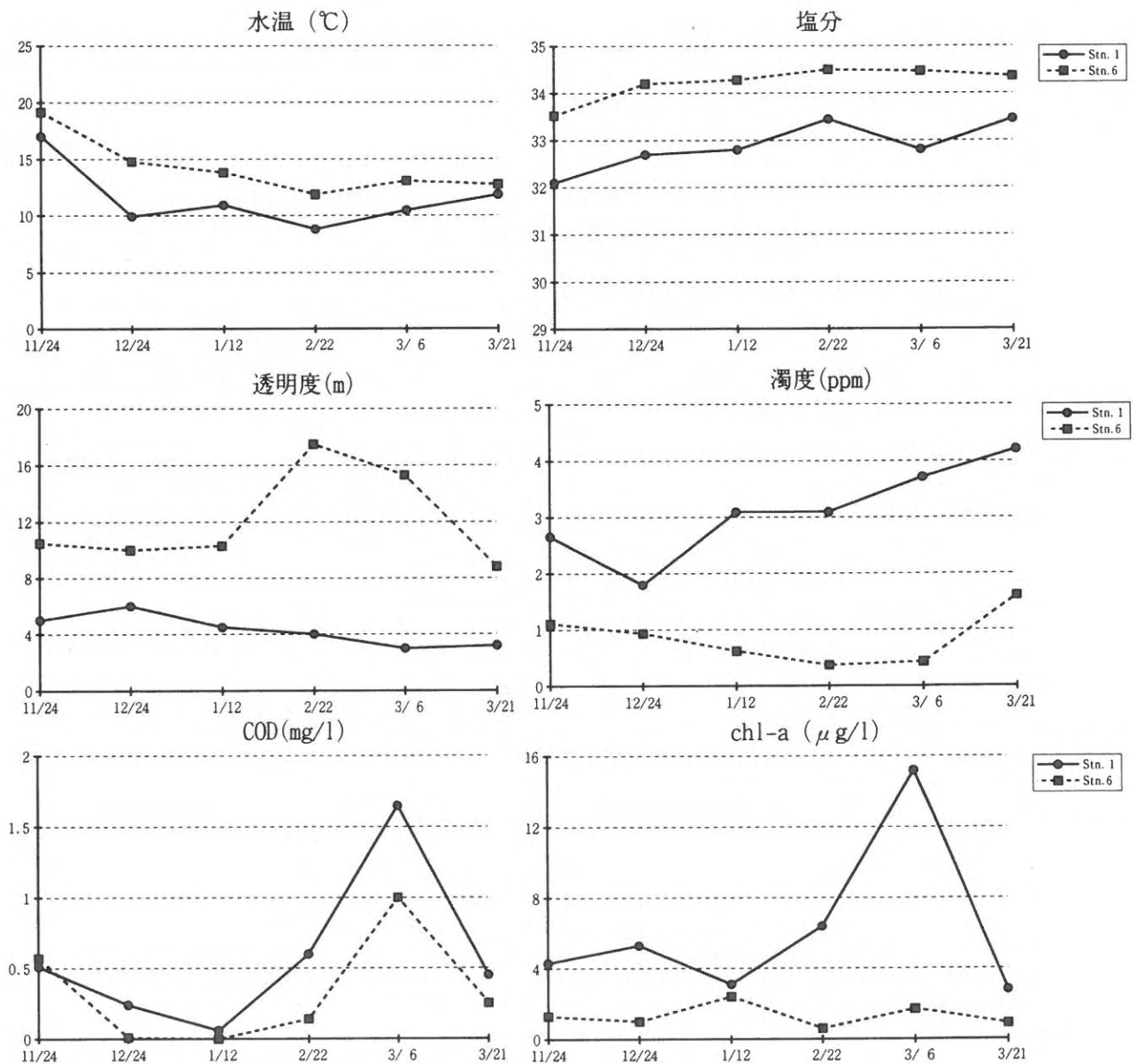


図13 湾内(Stn.1)と湾外(Stn.6)の各測定結果の変化

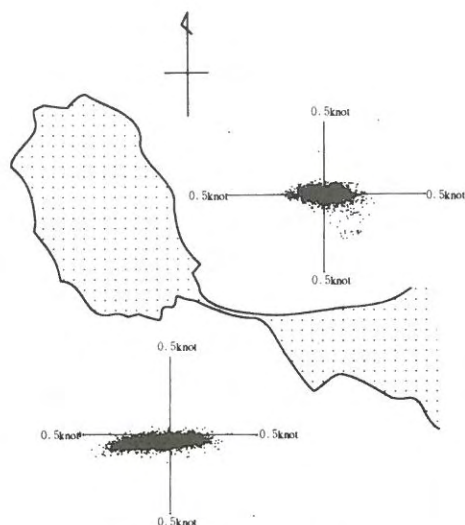


図14 実測流の散布図

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。

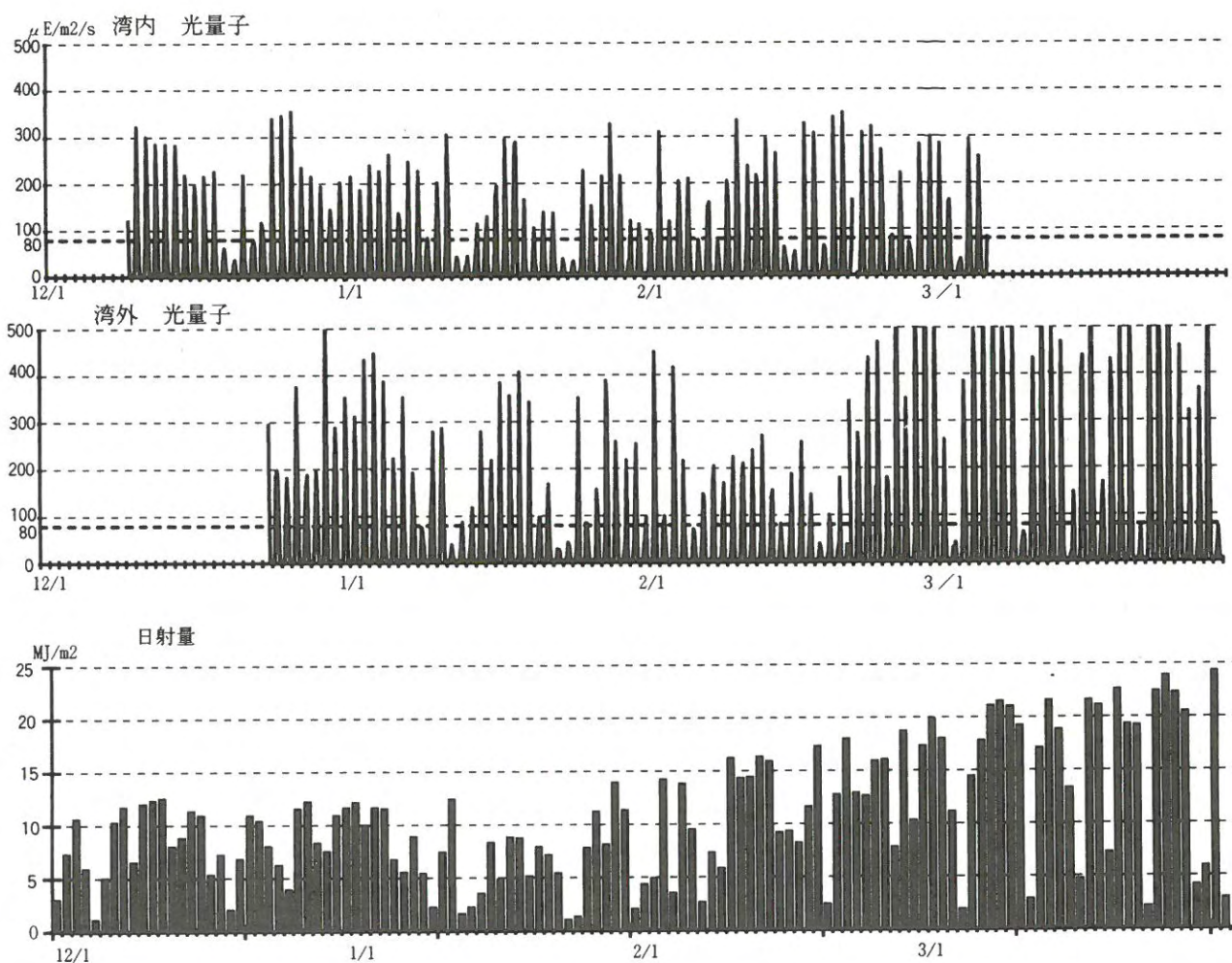


図15 湾内、湾外の光量子量と日射量の変化

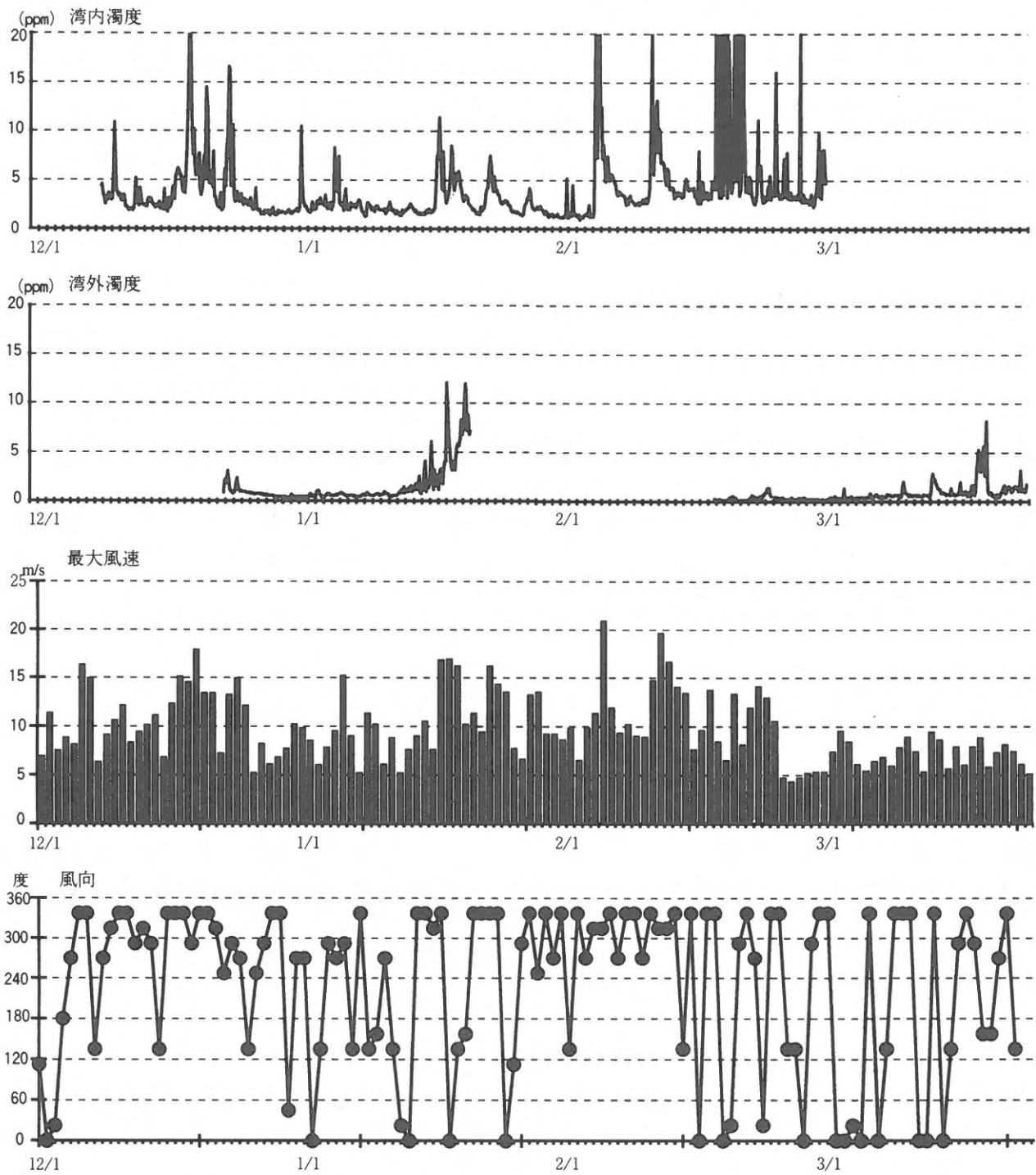


図16 湾内、湾外の濁度と最大風速、風向の水位

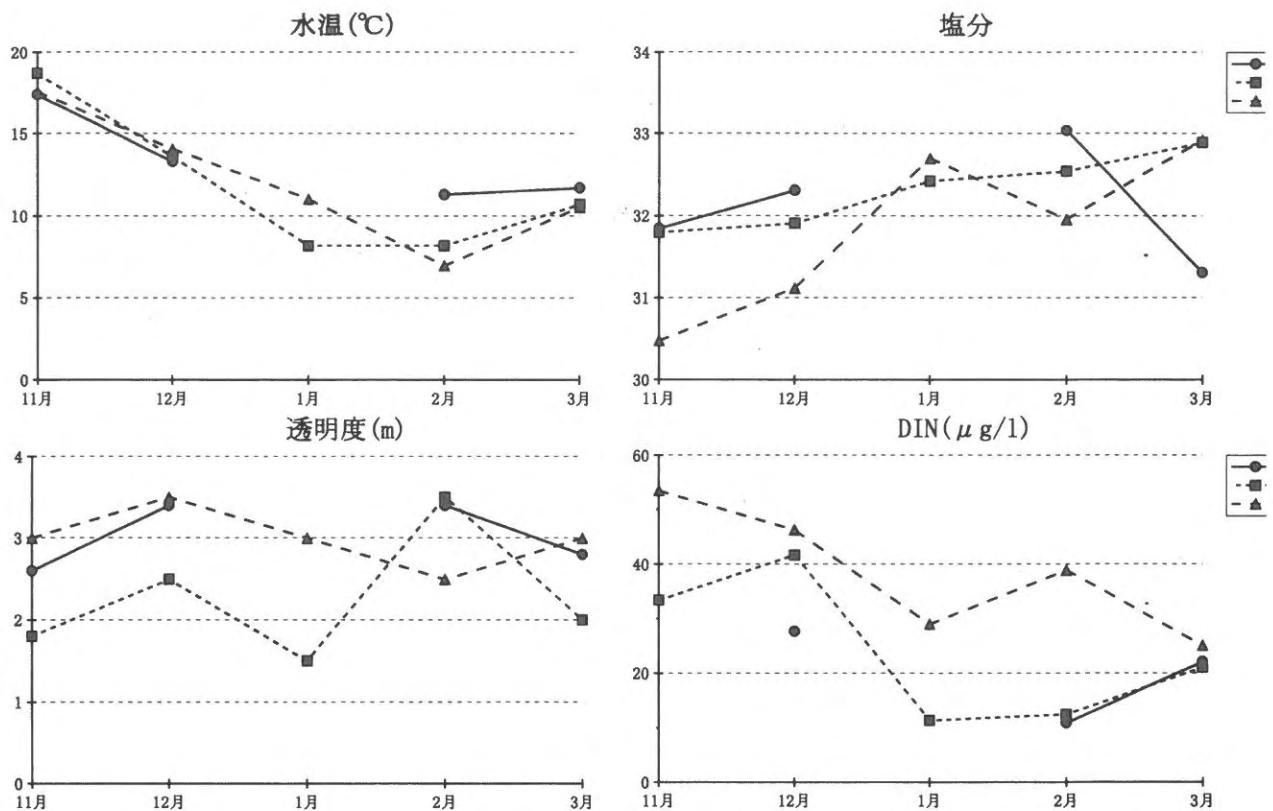


図17 年度別変化(湾奥部)

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，541-566 (1986)
- 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)