

種苗生産技術開発に関する基礎研究（メバル）

的場 達人・太刀山 透・篠原 直哉

メバルは一本釣りや遊魚で漁獲され、瀬戸内海では養殖も行われているが、種苗生産に成功した報告はない。本県でも昨年度からメバルの種苗生産技術開発に取り組んでいるが、稚魚の生産には至っていない。昨年より孵化直後からワムシ、アルテミアを摂餌するのを確認したが、18日間ではほとんど成長せずへい死した。天然海域のメバル成魚が抱仔している時期は1月下旬～2月中旬であるとの漁業者の情報は一致しており、水温は13℃前後に当たる。当研究所の水温は10℃を下回ることが多く、仔魚の飼育水温としては不適であると考えられた。

また、餌料生物であるワムシ、アルテミアは海産魚の必須脂肪酸であるDHAが足りないため栄養強化してから仔魚飼育槽に投入する。栄養強化時の水温は28℃であるのに対して、仔魚飼育槽の水温は9～13℃と水温差が大きく、ワムシ、アルテミアがへい死してしまい、仔魚に十分量の餌が与えられてなかったため、仔魚がへい死したものと考えられた。

そこで今年度は、13℃での加温飼育を試みた。また、ワムシ、アルテミアはウォーターバスで水温を13℃まで落とし、仔魚飼育槽との温度差を無くしてから投餌した。また、孵化直後の仔魚の胃内容物を調査することにより、水温別、餌料別の摂餌状況を検討した。

材料および方法

親魚は平成7年2月22日に糸島郡芥屋地先で釣りにより採取した全長 187.5 ± 11.2 mmのメバル18尾を用いた。孵化は2月23日にみられ2,600尾のうち1,500尾の仔魚を200ℓ水槽3基に各500尾収容した。親魚水槽の水温は10.9℃であった。仔魚飼育槽の換水率は1日1回転とし、毎日底掃除を行い、へい死数を計測するとともに1～5日に1度全長を測定した。

初期餌料のS型シオミズツボワムシはDHA強化剤ドコサユングレナ及び海産濃縮クロレラにより、24時間栄養強化した。栄養強化は水温28℃で行い、仔魚飼育水槽との水温格差による、投餌時のワムシのへい死を防ぐため、ウォーターバス方式により30分で13℃まで水温を下げてから、仔魚飼育槽内に投入した。ワムシの投餌密度は10

個/ccとした。

アルテミアは、同じ方法で6時間栄養強化したものをアルテミア（小）、24時間強化したものをアルテミア（大）とした。アルテミア（小）の甲長は $645 \pm 48 \mu\text{m}$ 、アルテミア（大）は $874 \pm 92 \mu\text{m}$ であった。

投餌密度は2個/ccとした。

1. 加温飼育試験

試験区はチタンヒーターにより、13℃に加温する加温区と自然水温で飼育する無加温区で、仔魚の成長、摂餌量を比較した。餌料は両区ともアルテミア（小）を与えた。

摂餌量調査は、投餌から2～4時間後に仔魚10尾を実体顕微鏡下で解剖し、胃内のアルテミアの平均個数で表した。

2. 餌料別胃内容物試験

孵化仔魚の摂餌状況を把握するために、S型シオミズツボワムシ区、アルテミア（小）区、アルテミア（大）区で、それぞれ胃内容物を調査した。アルテミア（大）の全長は $874 \pm 92 \mu\text{m}$ 、（小）は $645 \pm 48 \mu\text{m}$ 、S型シオミズツボワムシの被甲長は100～210 μm であった。

結果および考察

1. 加温飼育試験

仔魚孵化時の親魚槽の水温は10.9℃であった。

孵化仔魚の全長は 6.5 ± 0.2 mmで、既に開口していた。

加温区の水温は図1に示すように12.9～14.9℃で、日

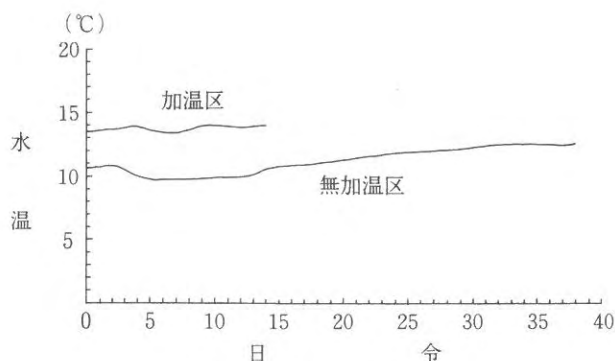


図1 飼育水温の推移

間の最大水温差は1.0℃だった。無加温区は、9.6～12.7℃で日間の最大水温差は1.8℃だった。

加温区は、孵出後15日にサーモスタットの故障により水温が32℃まで急変し試験を中止したが、仔魚の成長は図2に示すように11日令で無加温区の全長が7.08mmに対して、加温区が7.96mmと大きく、また加温区のアルテミア摂餌量も表1に示すように無加温区と比較して多く、仔魚の成長に対する加温飼育の有効性が示唆された。無加温区では孵出後25日で9.1±0.5mmとなったが、38日までに全てへい死した。

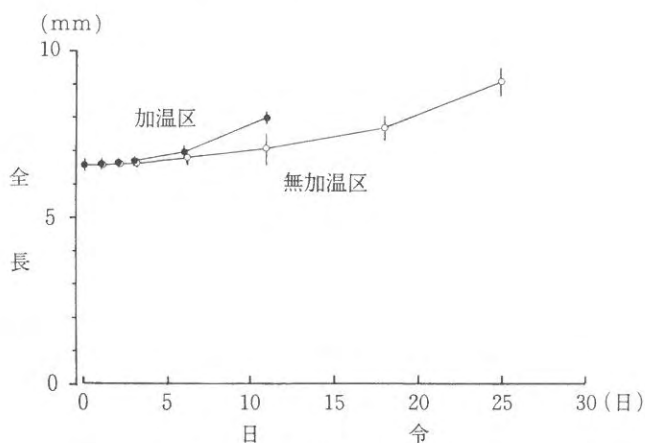


図2 メバル仔魚期の成長

表1 水温別胃内容物調査結果

日 令	1日	2日	3日	6日	11日	25日
加温 (13℃) 区	0.9	2.3	2.9	4.3	10.8	
無 加 温 区	0.0	2.9	0.5	2.6	6.2	5.4

単位： 個 (仔魚胃内のアルテミア(小)の個数)

2. 餌料別胃内容物試験

孵出後6日までの餌料別胃内容物調査の結果は、表2に示すようにアルテミア(大)は摂餌していないのに対して、アルテミア(小)は摂餌が確認された。ワムシ試験区については、孵出後1日に2個体で摂餌していたが、2日以降は1個体も摂餌していなかった。ワムシの栄養強化槽と仔魚飼育槽の水温格差(−15℃)が大きく、今回もウォーターバス方式を用いたが、30分間で急速に水温を落としたため、飼育槽内のワムシが斃死し、摂餌できなかったものと考えられた。今後は、これらの結果を踏まえて、低水温時の投餌技術の検討を計画している。

表2 餌料別胃内容物調査結果

日 令	1日	2日	3日	6日	11日
アルテミア(大) (874±92μm)	0.0	0.0	0.0	0.0	
アルテミア(小) (645±48μm)	0.9	2.3	2.9	4.3	10.8
シオミズツボワムシ (100~210μm)	0.2	0.0	0.0	0.0	

単位： 個 (仔魚胃内の餌料数)

文 献

- 1) 福所邦彦, 平山和次: 初期餌料生物—シオミズツボワムシ, 恒星社厚生閣, 19, (1989)
- 2) 二島賢二, 藤紘和: カサゴの種苗量産化試験, 福岡県水産試験場研究業務報告, 137-142 (1982)

地域特産種量産放流技術開発事業

(1) サザエの種苗生産放流技術開発調査

太刀山 透・的場 達人・篠原 直哉

平成5年度までの事業で、サザエの基本的な生態を明らかにするとともに、種苗生産技術については通常の採卵期（6～7月）での大量生産の見通しを得た。また、放流技術については適正な放流時期、サイズ、場所並びに放流手法の検討を行い、夏季または冬季に殻高25mm以上の種苗を放流することが適当であると考えられた。

しかし、サザエの販売単価は1,000円/kg前後で、事業化され放流効果をあげているアワビの8,000～10,000円/kgに比べると非常に安価である。サザエの事業化を考えた場合、アワビと同様の事業サイクル（中間育成を含め約1年半の育成後放流）では、種苗単価が高く、放流事業としての採算がとれない。

そのため、放流サイズの小型化のための放流技術開発、さらには、それにあわせた種苗生産サイクルの確立並びにコストの低減が重要となっている。

調査地の位置と漁場特性の概略を図1と表1に示した。

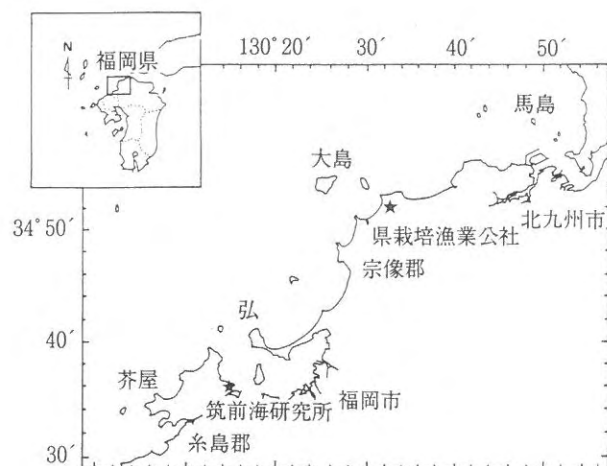


図1 調査地の位置

I. 種苗量産技術開発

1. 早期採卵技術

殻高10mm以下のサザエは低水温期では成長が停滞し、活力及び生残率の低下が起こる。量産技術の安定化のためには、4～5月の早期採卵技術を開発し、低水温期までにより大きなサイズに育成し、生残率の向上を図る必要があり、そのための親貝養成が重要な課題となっている。5年度の試験結果から付着珪藻を主体とする小型の海藻の複合給餌は、大型海藻の単独給餌に比べ、生殖腺の発達が良好で、反応率も高いと考えられた。また、サザエの生物学的零度は水温別飼育試験の結果から6.9℃と推定され、反応率は成熟有効積算温度が1,000℃・日を越えると上昇し、1,500℃・日で最大を示したことから、早期採卵における加温飼育の有効性も示唆された。

そこで、今年度は餌料別に親貝の加温飼育を行い、早期採卵における有効な親貝養成法を検討した。

(1) 4月採卵試験

方 法

供試した親貝は表2に示すように、試験区Ⅰ、Ⅱは平

表2 親貝養成の概要

試験区	採 取 年 月	養成条件 水温 餌料	養成数 (個)	養 成 開 始 日
Ⅰ	4年12月	加温 複合	50	6年1月4日
Ⅱ	〃	自然 複合	50	〃
Ⅲ	5年12月	加温 複合	50	〃
Ⅳ	〃	加温 単独	50	〃
Ⅴ	〃	自然 複合	50	〃
Ⅵ	天然貝	-----	-----	-----

表1 調査を行った場所並びに漁場特性の概略

調査地区名	漁 場 特 性 の 概 略
宗像郡大島地先	筑前海を代表する磯漁場を有し、アラメ域とホンダワラ域が混在する好漁場である。
糸島郡芥屋地先	クロメの優占する海域で、糸島地区の中核漁場である。

成4年12月に、Ⅲ～Ⅴ区は5年12月に、Ⅵ区は採卵直前に宗像郡大島地先のヨ瀬で採取したものである。温度条件としてはⅠ、Ⅲ、Ⅳ区は加温飼育、Ⅱ、Ⅴ区は自然水温で飼育した。餌料条件としてはⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅴ区は付着珪藻及びマクサ、ツルツル等の紅藻類を複合給餌し、Ⅳ区はアラメを単独で与え、乾燥コンブを補助的に用いた。なお、Ⅰ、Ⅱ区は雌のみを選別して用いた。

飼育水温は図2に示すように、自然水温は平年より2

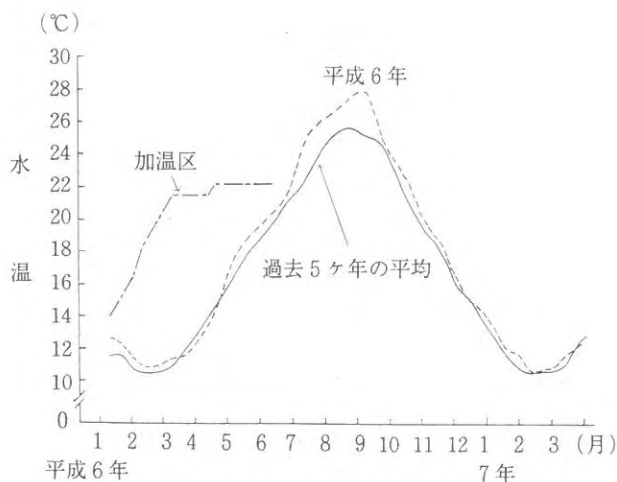


図2 飼育水温の推移

～3℃高めで推移した。加温区は温度調節が可能な1トン水槽で、微換水で飼育し、14℃から段階的に飼育水温をあげ、採卵時には22℃まで昇温した。

養成員の生殖腺熟度を把握するために、養成開始時の6年1月4日に、4年12月採取貝(Ⅰ～Ⅱ区)、5年12月採取貝(Ⅲ～Ⅴ区)のそれぞれ雌雄10個体の生殖腺熟度指数を測定した。生殖腺熟度は25分間煮沸後、網尾¹⁾の方法(1963)に準じて胃盲嚢部直後を切断した後、切断部の全体面積と生殖腺面積を測定し、下式により生殖腺熟度指数として求めた。

$$\text{生殖腺熟度指数} = \frac{\text{生殖腺の面積}}{\text{切断部全体の面積}} \times 100$$

採卵は6年4月5日に行い、誘発刺激は採卵前夜に飼育水の冷却及び止水を行い、翌日にあらかじめ昇温した紫外線照射海水を注水する方法を併用した。

結 果

養成期間中の親貝の生残率は図3に示すように、5年12月採取貝は98%以上の高い生残率であったが、4年12月採取貝は養成期間中を通じてへい死し、養成3ヶ月後の4月4日には自然水温区で77.0%、加温区で64.9%の

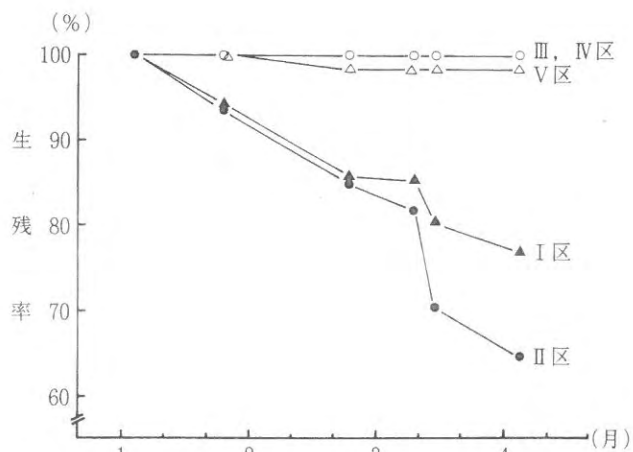


図3 親貝養成時の生残率

生残率となった。

養成開始時の生殖腺熟度指数は表3に示すように、4

表3 養成員別生殖腺熟度指数

採取時期	雌雄	殻高 (mm)	生殖腺熟度指数
4年12月	雌	68.6	73.4
	雄	67.7	36.3
5年12月	雌	68.1	13.3
	雄	64.9	11.5

年12月採取貝は雌が73.4、雄が36.3であり、5年12月採取貝の雌13.3、雄11.5に比べ極めて高い値となった。

採卵結果は表4に示すように、放卵したのはⅠ区のみ

表4 4月採卵試験結果

試験区	親貝数 (個)	水 温 (℃)			反応個数		反応率	採卵量
		飼育	止水	昇温	♀	♂	(%)	(千個)
I	24	23.0	19.0	21~23	14	—	58.3	624
II	25	13.0	13.9	21~23	0	—	0	0
III	50	23.0	19.0	21~23	0	4	8.0	0
IV	50	23.0	19.0	21~23	0	15	30.0	0
V	50	13.0	13.9	21~23	0	0	0	0
VI	50	13.0	13.9	21~23	0	0	0	0

で、反応率は58.3%、採卵量は624千個、受精率は72.1%であった。しかし、幼生の発生が不調でトロコフォラまで至ったのは皆無であった。

このように、1年以上飼育した親貝を用いて、1月から付着珪藻及びマクサ等を給餌し、加温飼育することにより、4月での採卵は可能である。しかし、雌1個あた

りの放卵数は45千個と少なく、幼生の発生も不調であった。この原因として、養成開始時においても高い生殖腺熟度を示すことから、前年の卵を持ち続けていることによる卵質の悪化が考えられ、今後、親貝の養成期間等、再検討をする必要がある。

(2) 5月採卵試験

方 法

供試した親貝は表5に示すように、試験区Ⅰ、Ⅱは4

表5 親貝養成の概要

試験区	採 取 年 月	養成条件 水 温 餌 料	養 成 開 始 日
Ⅰ	4年12月	加温 複合	6年4月18日
Ⅱ	5年12月	加温 複合	〃
Ⅲ	〃	自然 複合	〃
Ⅳ	〃	自然 単独	〃

年12月に、Ⅲ～Ⅳ区は5年12月に宗像郡大島地先のヨ瀬で採取したものである。養成は6年4月18日から開始し、温度条件としてはⅠ、Ⅱ区は加温飼育、Ⅲ、Ⅳ区は自然水温で飼育した。餌料条件としてはⅠ、Ⅱ、Ⅲ区は付着珪藻及び紅藻類を複合給餌し、Ⅳ区はアラメを単独で与え、乾燥コンブを補助的に用いた。なお、Ⅰ区は雌のみ

を選別して試験に用いた。

採卵誘発方法は4月採卵試験と同様である。

結 果

採卵試験は5月2日から5月20日まで計3回行った。採卵結果は表6に示すように、試験期間を通じてⅠ区の反応率が高く、採卵量も合計で6,200千個であった。それに対しⅡ区では雌の反応がみられたのは5月13日の1個体のみで、採卵量も87千個と微量であり、Ⅲ区とⅣ区は雌雄とも全く反応がみられなかった。このことから、長期飼育貝を短期間加温飼育することにより5月での採卵も可能になると考えられた。

2. 安定生産技術

方 法

種苗量産技術の確立並びに放流試験用種苗の確保を目的に、福岡県栽培漁業公社において採卵を行った。採卵誘発方法は早期採卵試験と同様である。

結 果

採卵は6年6月29日～8月3日に計3回行った。採卵結果は表7に示すように、反応率は21.2～37.8%で、採卵数は238～540万粒であった。なお、6月29日及び8月3日採卵群を稚貝生産に用いた。

表6 5月採卵試験結果

採 卵 月 日	試験区	親貝数 (個)	水 温 (℃)			反 応 個 数		反 応 率 (%)	採 卵 量 (千個)
			飼 育	止 水	昇 温	♀	♂		
5月2日	Ⅰ	32	22.0	20.0	23～24	18	—	56.3	4,500
	Ⅱ	13	22.0	20.0	〃	0	5	38.5	0
	Ⅲ	50	19.0	17.0	〃	0	0	0	0
	Ⅳ	50	19.0	17.0	〃	0	0	0	0
5月13日	Ⅰ	47	22.0	18.9	21～23	3	—	6.4	1,250
	Ⅱ	50	22.0	18.9	〃	1	15	32.0	87
	Ⅲ	50	18.3	17.4	〃	0	0	0	0
	Ⅳ	50	18.3	17.4	〃	0	0	0	0
5月20日	Ⅰ	47	22.0	21.0	23～25	2	—	4.3	450
	Ⅱ	50	22.0	21.0	〃	0	0	0	0
	Ⅲ	50	19.5	21.0	〃	0	0	0	0
	Ⅳ	50	19.5	21.0	〃	0	0	0	0
計	Ⅰ	126	—	—	—	23	—	18.3	6,200
	Ⅱ	113	—	—	—	1	20	18.6	87
	Ⅲ	150	—	—	—	0	0	0	0
	Ⅳ	150	—	—	—	0	0	0	0

表7 安定生産試験の採卵結果

採卵 月 日	親貝数	反応個数		反応率 (%)	採卵量 (千個)
		♀	♂		
6月29日	180	39	29	37.8	5,400
7月19日	201	64	33	48.3	2,380
8月3日	193	7	34	21.2	5,440

3. 平成6年度生産稚貝の飼育状況

生産に用いた受精卵は6年5月2日、13日、6月29日及び8月3日採卵群で、5月2日及び13日採卵群は筑前海研究所で、6月29日及び8月3日採卵群は栽培漁業センターで育成した。成長の推移は図4に示すように、5月2日及び5月13日採卵群は7年2月8日で殻高7.5±0.9mm、6年6月29日採卵群は7年3月30日で殻高7.9±2.3mm、6年8月3日採卵群は7年3月30日で殻高6.3±1.5mmであった。

生産稚貝数は5月2日及び13日採卵群が合わせて33千個（孵化幼生からの生残率0.9%）、6月29日採卵群が70千個（生残率1.8%）、8月3日採卵群が90千個（生残率2.8%）であった。

II. 中間育成技術開発

1. 平面飼育技術

本県の平面飼育時（剥離～殻高10mm）の生残率は低

く、飼育期間を通じて小型個体を中心にした緩慢なへい死が認められる。へい死の原因は明らかでなく、種苗の大量かつ安定的な生産の障害となっている。そのため、本年度は病害並びに飼育方法について検討した。

(1) 病害試験

ア. 病害感染試験

方 法

・同居感染試験

供試験した稚貝は大量へい死が起こっていない神奈川県で種苗生産され、本県に空輸により譲渡されたもので、殻高29.3±3.3mmの大型群及び10.2±1.0mmの小型群各50個を34×51×27cmのプラスチック製の籠に収容した。さらに、福岡県において種苗生産した殻高28.0±2.8mmのサザエ100個を同じ飼育籠に収容し、同居による福岡県産稚貝から神奈川県産への感染の有無を検討した。試験期間は6年4月20日～8月15日の117日間で、飼育水温は流水による自然水温とし、餌料は神奈川県が平面飼育時に使用しているオゴノリ類を与えた。ほぼ毎日生育状況を観察するとともにへい死貝はすみやかに取り上げ計数した。

なお、試験の前後に神奈川県産、福岡県産の稚貝のサンプリングを行い、10%中性緩衝ホルマリンで固定し、組織切片観察用に保存した。

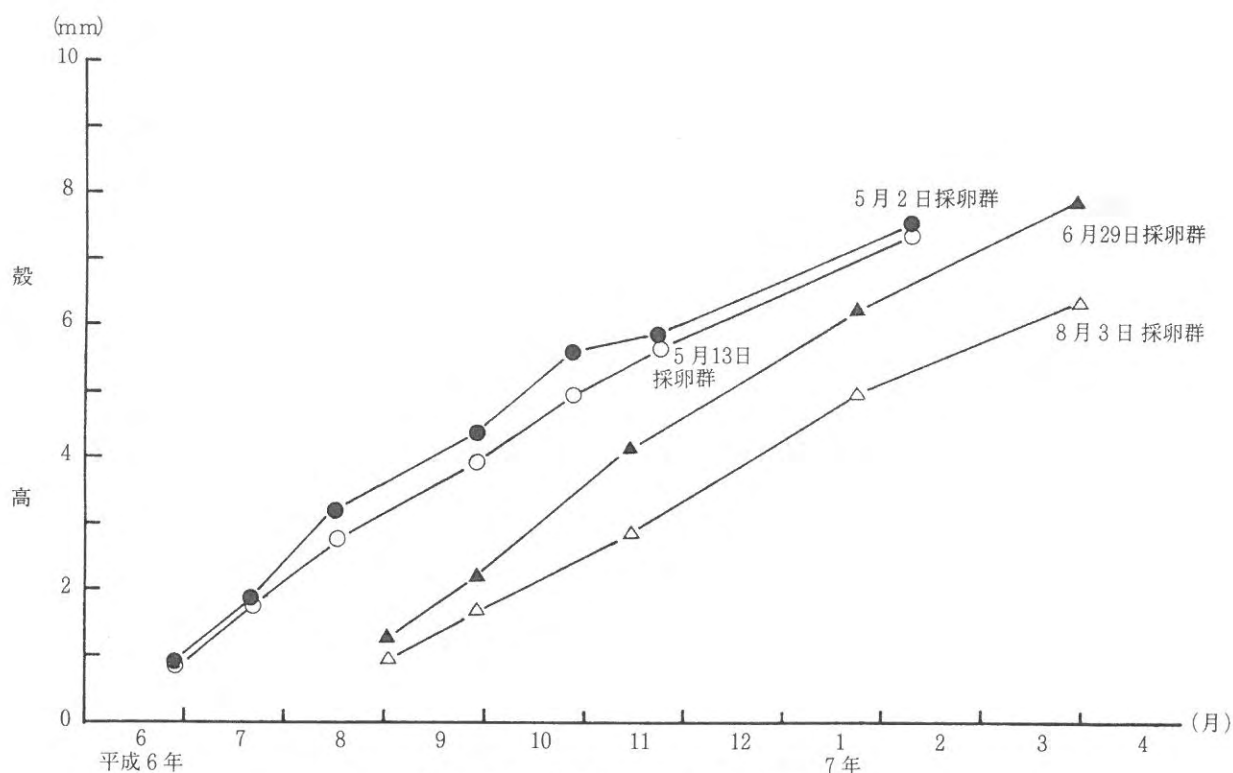


図4 平成6年度生産稚貝の成長の推移

・濾液感染試験

攻撃用の個体は本県生産稚貝で平面飼育時の生残率が非常に低かった群のうち、裏返し反転試験を行って60分経過しても反転しない衰弱したサザエを用いた。この攻撃個体5gを殻付きのまま乳鉢に入れ、6mlの組織培養用ハンクス液を徐々に加えながら磨砕し、15℃で5,000rpm、20分間の遠心分離を行った。上澄み液を0.22 μ mのミリポアフィルターで濾過し5mlの濾液を作成した。この濾液を995mlの滅菌海水に添加して1,000mlとして、殻高29.3 $\pm$ 3.3mmの神奈川県産稚貝を50個入れ、通気しながら60分間浸漬した。対照区は同様に緩衝液5mlを滅菌海水に添加し、濾液感染区と同じ方法で設定した。

各試験とも34 $\times$ 51 $\times$ 27cmのプラスチック製の籠に稚貝を入れ、6年4月20日～8月15日の117日間隔離飼育した。飼育水温は流水による自然水温とし、餌料として神奈川県産のオゴノリ類を与えた。ほぼ毎日飼育状況を観察するとともにへい死貝はすみやかに取り上げた。

なお、試験の前後に神奈川県産、福岡県産の稚貝のサンプリングを行い、10%中性緩衝ホルマリンで固定し、組織切片観察用に保存した。

結 果

同居感染試験によるへい死状況は図5に示すように、神奈川県産の大型群は試験開始から117日を経過した8月15日で100%の生残率であった。また、神奈川県産の小型群は90日目に2個体へい死したのみで試験終了時の生残率は96%と高い結果となった。一方、福岡県産稚貝は76日目までに2個体、90日目までに12個体、試験終了

時には13個体のへい死が認められ、生残率は87%であった。

濾液感染試験によるへい死の状況は図6に示すように、試験開始後113日目に対照区が2個体へい死したのみで、117日を経過した試験終了時の生残率は実験区が100%、対照区が96%であった。このように、同居感染試験及び濾液感染試験の結果、実験区が高い生残率を示すことから今回の試験の範囲では感染症の疑いが低い結果になった。

組織切片は現在作成中であり、ハマトキシリン・エオシン法で染色した後、顕微鏡下で組織の異常等、病変部の有無を確認する計画である。

イ. 薬浴試験

方 法

試験に用いた稚貝は、殻高6.8 $\pm$ 0.6mmの5年度福岡県産稚貝で、試験区は表8に示すように、寄生虫駆除剤としてマリンサワー、マゾテンを、抗細菌剤としてエルバージュ、テラマイシン、イソジンをを用い、各区100個体のサザエ稚貝を薬浴後、34 $\times$ 51 $\times$ 27cmのプラスチック製の籠に収容し、6年9月20日～11月18日の59日間隔離飼育した。また、実験区と同様に飼育する対照区を設けた。餌料は病気の混入を極力防ぐため乾燥コンブを単独で与えた。ほぼ毎日生育状況を観察するとともにへい死貝は速やかに取り上げ計数した。

結 果

生残率の推移は図7に示すように、試験終了時の生残

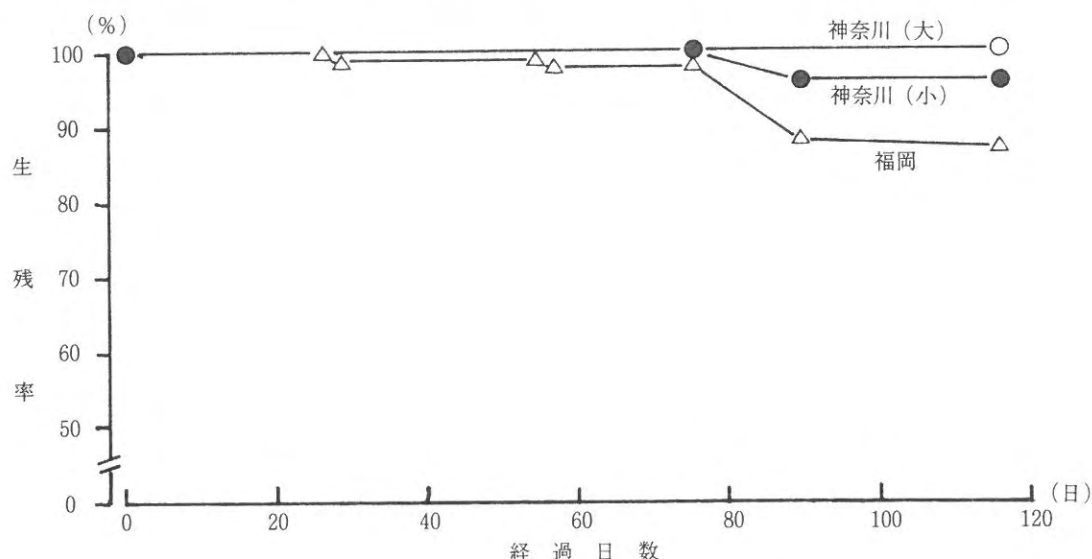


図5 同居感染試験によるへい死状況

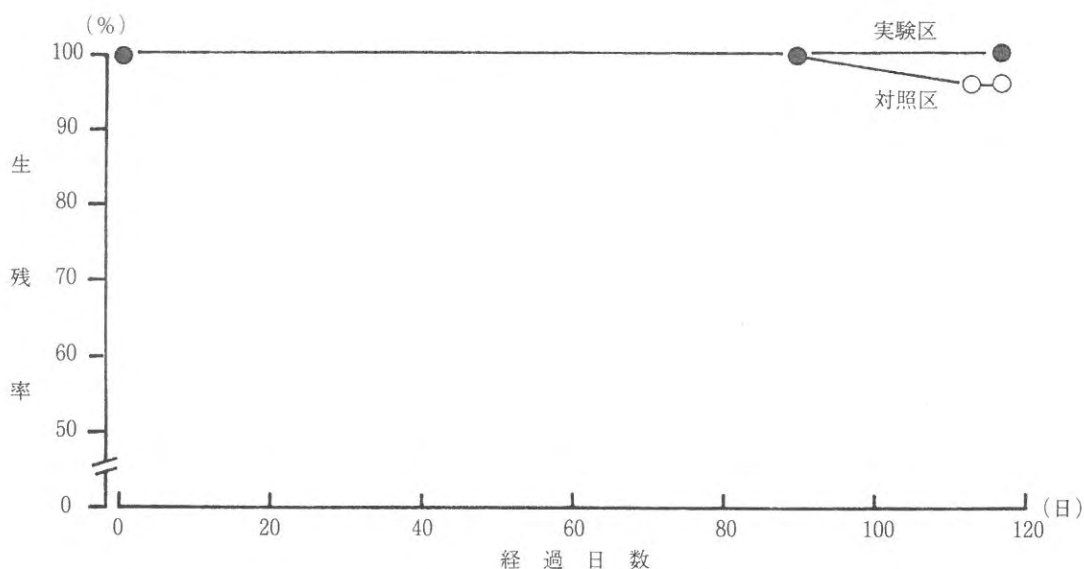


図6 濾液感染試験によるへい死状況

表8 薬浴試験の概要

試験区	使用薬品	濃 度	薬浴時間
I	マリンサワー	0.05 %	3分
II	〃	0.5 %	3分
III	〃	1 %	3分
IV	〃	2 %	3分
V	エルバージュ	100 ppm	2時間
VI	テラマイシン	100 ppm	30分
VII	イソジン	0.5 %	15分
VIII	マゾテン	0.3 ppm	2時間
IX	対 照 区		

率は対照区の47.4%に対し、マリンサワーの0.05%区の生存率が55.6%、0.5%区が59.5%、1%区が56.0%、2%区が45.8%、エルバージュが55.2%、テラマイシン区が45.2%、マゾテン区が22.2%、イソジン区が42.4%で、いずれの試験区とも対照区と差は認められなかった。しかし、マリンサワーの1%区及びエルバージュ区と対照区の生存率を X^2 -検定法により比較すると、両区とも試験開始後13~42日目の生存率は対照区に対し有意水準1%で有意な差があると認められた。このことは、寄生虫駆除剤であるマリンサワーと抗細菌剤であるエルバージュの有効性を支持するものであり、さらには、へい死の原因が寄生虫あるいは細菌であることを示唆する。これは前述の同居感染試験結果と矛盾するため、今後、再試験を行い、感染症の有無を確認する必要がある。

(2) 飼育容器の改良試験

方 法

飼育容器は、従来から使用している1.5mmメッシュの網を内張りした52×34×27cmのプラスチック製かご(かご区)、プラスチック製かごを使用せず1.5mmメッシュの網のみで作成した48×86×45cmの垂下式網(網区)を用いた。

供試した稚貝は6年度に本県で生産した殻高 6.0 ± 0.9 mmのサザエで、かご区には140個、網区には400個収容し、流水飼育した。餌料は各区ともアラメ区、複合海藻(アラメ、マクサ、ツルツル、ホンダワラ類)区を設定し、6年12月16日に試験を開始した。月に1回生存状況及び成長を調査した。

結 果

飼育80日後の7年3月6日の成長及び生存率は表9に示すように、各区とも生存率及び成長に差は認められなかった。今後、試験を継続し、水温上昇期のへい死状況を調査する計画である。

(3) 餌料試験

方 法

供試した稚貝は6年度に本県で生産した殻高 6.0 ± 0.9 mmのサザエで、1.5mmメッシュの網のみで作成した48×86×45cmの垂下式かごに400個収容した。試験区はアラメ区、ホンダワラ類区、紅藻(マクサ、ツルツル)区、

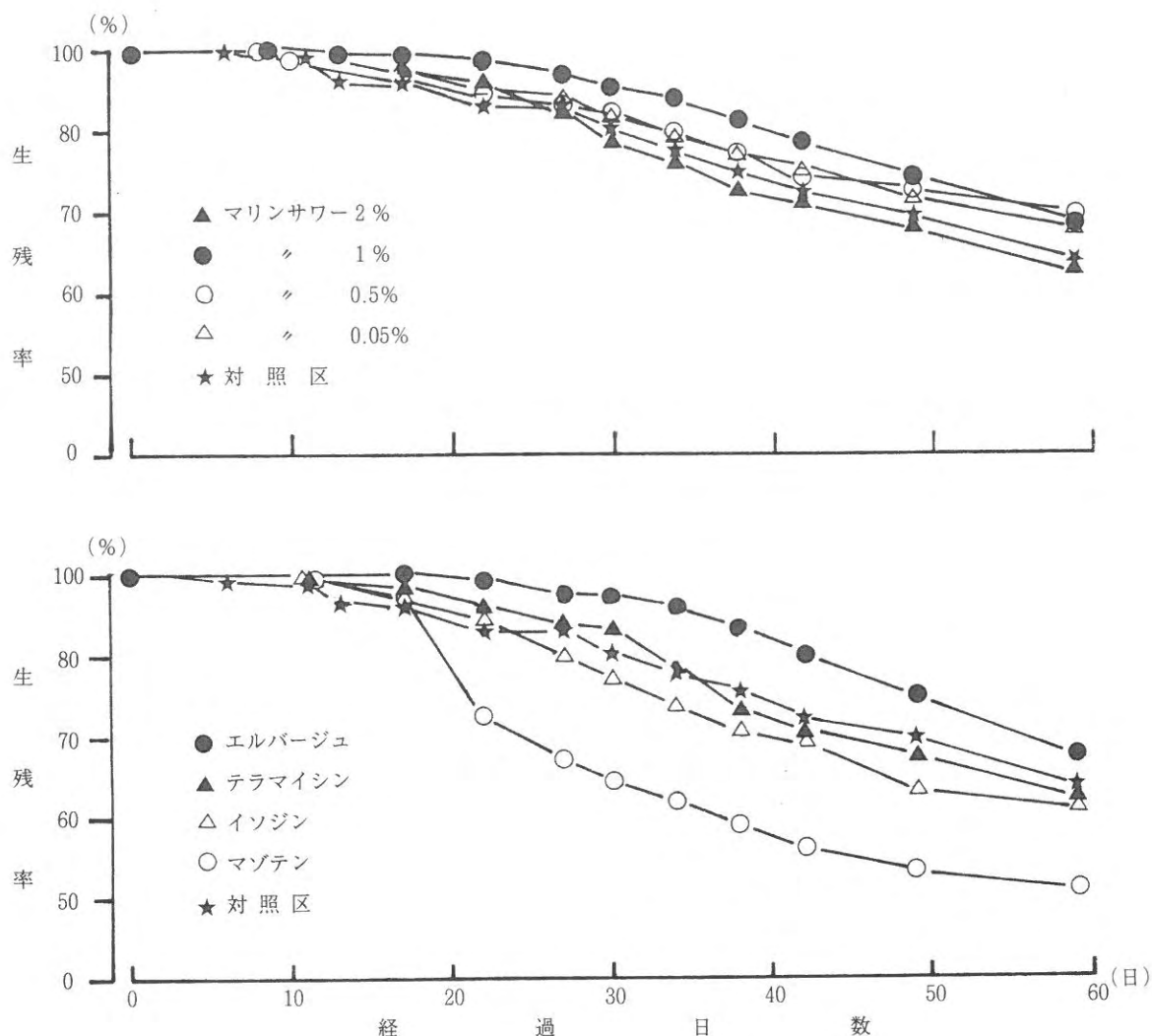


図7 薬浴試験の生残率の推移

表9 飼育容器の改良試験結果

容 器	餌 料	穀高 (mm)	生残率 (%)*
網	ア ラ メ	7.0±1.2	97.2
	複 合	7.6±1.3	84.5
かご	ア ラ メ	7.8±0.7	100.0
	複 合	7.2±0.6	84.3

*12月16日～3月6日(80日間)

配合A(N社)区, 配合B(K社)区, 乾燥コンブ区及び複合海藻区(アラメ, マクサ, ツルツル, ホンダワラ類)とし, 流水飼育した。試験は6年12月16日から開始し, 月に1回生残状況及び成長を調査した。

結 果

飼育80日後の7年3月6日の成長及び生残率は表10に示すように, 各区とも生残率及び成長に差は認められな

かった。今後, 試験を継続し, 水温上昇期のへい死状況を調査する計画である。

表10 餌料試験結果

容 器	穀 高 (mm)	生残率 (%)*
ア ラ メ	7.0±1.2	97.2
ホンダワラ類	6.8±1.0	95.7
紅 藻	7.0±1.2	97.2
複 合 海 藻	7.6±1.3	84.5
配 合 A	7.9±1.1	98.2
配 合 B	8.0±1.1	96.0
乾 燥 コ ン ブ	7.2±1.2	87.5
付 着 珪 藻	7.0±1.0	93.5

*12月16日～3月6日(80日間)

2. 垂下式網による中間育成試験（殻高10mm以上）

昨年度の試験結果から、主餌料の他に育成網に自然に繁茂する小型海藻が成長を促進すると考えられた。そこで、本年度は育成網の改良を行い、成長の比較試験を実施した。

方 法

宗像郡大島のアワビ中間育成用筏に図8に示すような従来使用していた上蓋付きの $1.2 \times 1.2 \times 0.5\text{m}$ の網生簀（有蓋網）、上蓋を付けず裏返し可能な網生簀（無蓋反転網）を垂下した。試験に用いた稚貝は5年度に福岡県栽培漁業公社で生産した殻高 $11.4 \pm 1.8\text{mm}$ のサザエで、6年5月23日に各飼育網に1,000個収容した。

試験区は有蓋網区、無蓋反転網を用いて1ヶ月毎に裏表反転する無蓋反転網区、無蓋反転網を用いたが反転を行わない無蓋網区を設けた。主餌料としてアラメを与え、毎月、成長と生残状況を調査した。

結 果

育成したサザエの成長の推移は図9に示すように、試験を終了した7年2月26日には無蓋反転網区が殻高 $32.1 \pm 3.5\text{mm}$ 、無蓋網区が $29.7 \pm 3.5\text{mm}$ であったのに対し有蓋網区は $24.3 \pm 3.9\text{mm}$ となり、無蓋網は従来から使用していた有蓋網より高い成長を示した。無蓋網は有蓋網に比べ飼育網内の照度が高く、付着珪藻や小型紅藻等の雑多な小型海藻の付着量が多いため、サザエの成長を促進したと考えられた。生残率の推移は図10に示すように、試験を終了した7年2月26日では、無蓋反転網区が60.0

％、無蓋網区が58.6％、有蓋網区が61.8％で試験区間に大きな差は認められなかった。

無蓋網は有蓋網に比べ成長が良く、生残率も大差ないこと、さらには育成網を引き上げることなく筏の上から給餌できる等、育成管理の面で有利であることから、サザエの中間育成網として有効であると考えられた。

Ⅲ. 放流技術開発

1. 放流種苗追跡調査

通常産卵期（8月）に採卵し、アワビと同様に翌年5月から約1年間、海上生簀で中間育成を実施し、殻高25～30mmで放流すると、1年後の生残率は約60％が見込まれる。しかし、サザエの販売単価は約80円/個で、アワビの1,600円/個に比べ安い。そのため、投資効果をアワビと同程度の5、漁獲サイズでの累積回収率を30％として試算すると、サザエが放流事業として必要となる種苗コストは約5円となる。現在のアワビの種苗コストが約70円/個（中間育成歩留り50％）であることから、サザエはアワビと同じ生産システムでは放流事業として成立しない。

そのため、放流サイズの小型化による種苗コストの低減が重要な課題となっている。

方 法

供試した種苗は平成5年9月に福岡県栽培漁業公社で採卵し、育成したもので、6年11月24日に図11に示した糸島郡芥屋黒磯の水深3m域の転石域に潜水により放流した。放流貝は殻高 $14.2 \pm 2.1\text{mm}$ 、5,442個で、すべて

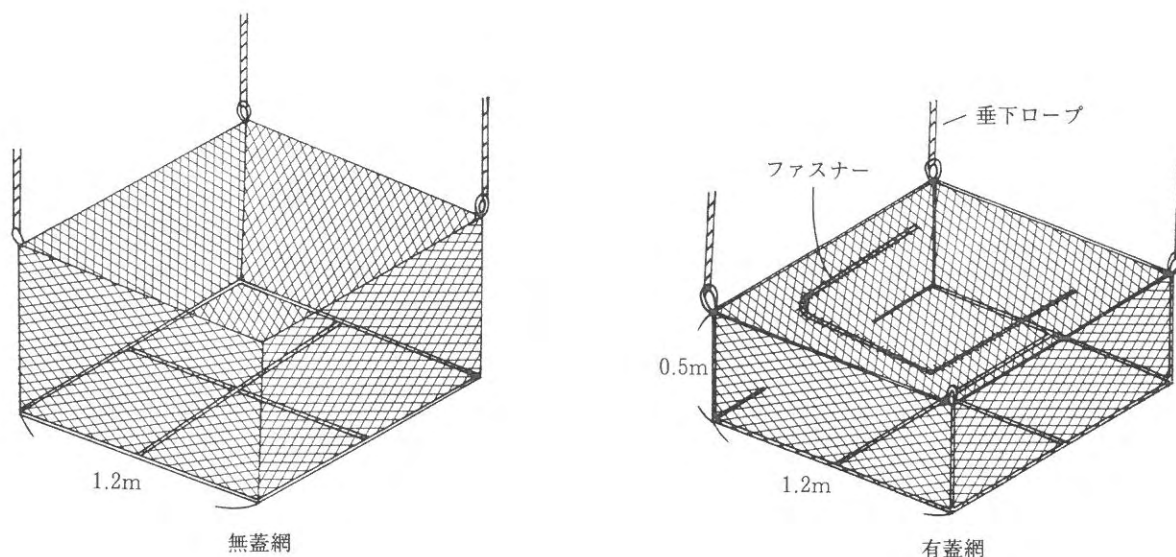


図8 育成網の形状

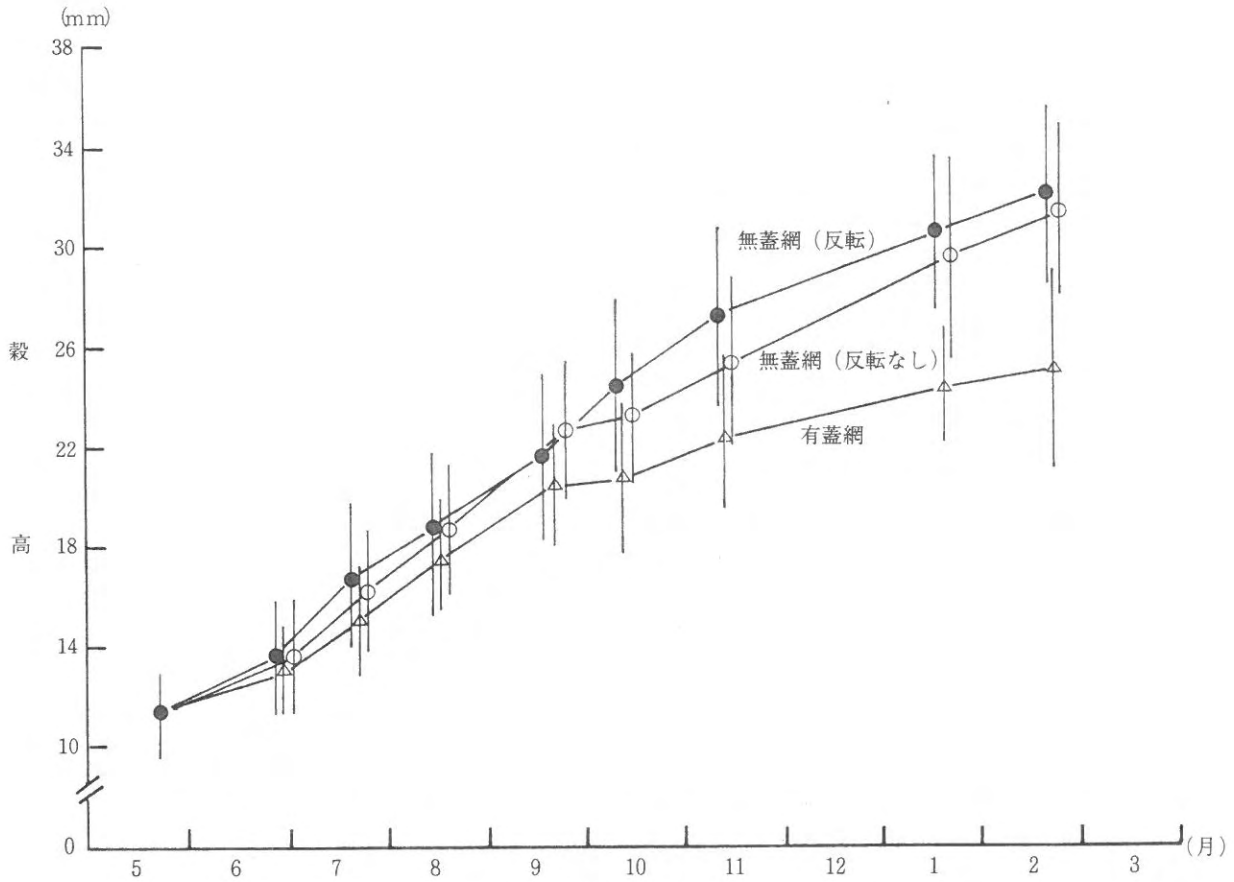


図9 中間育成員の成長の推移

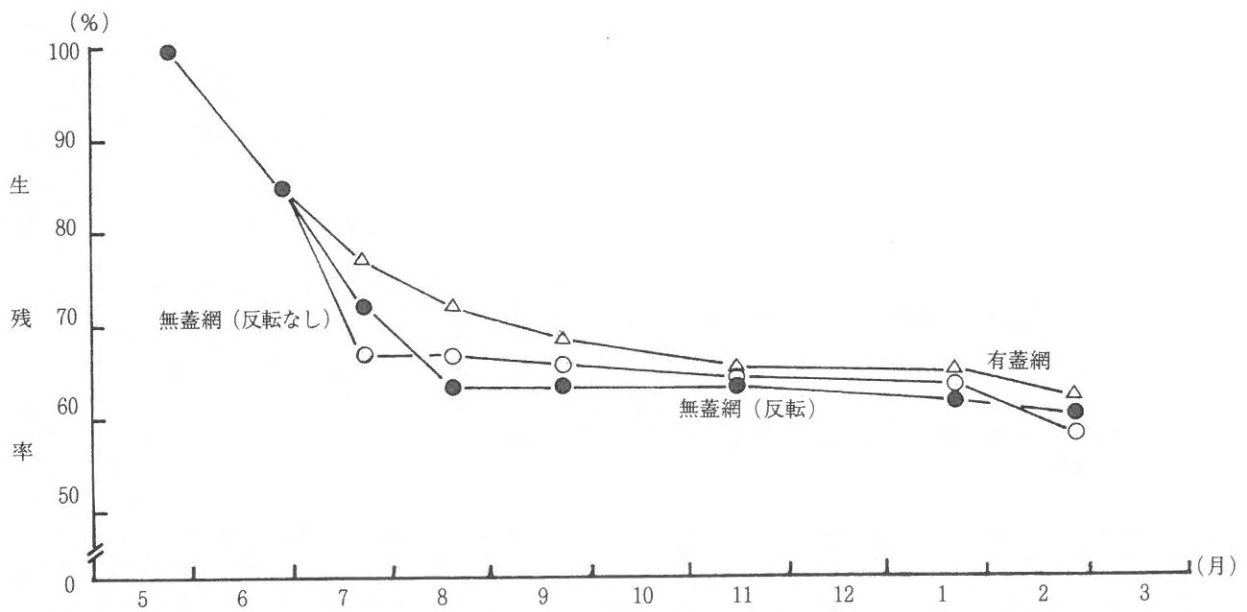


図10 中間育成員の生残率の推移

のサザエにラッカー塗料で標識をつけた。放流時には動物 (2×2m, 2点), 海藻 (0.5×0.5m, 3点) の坪刈りとともに, 放流場所周辺のイトマキヒトデの駆除を行った。なお, 放流漁場周辺は漁協内の自主規制により禁漁

区となっており, 年2回程度, 海士グループによる採取が行われている。

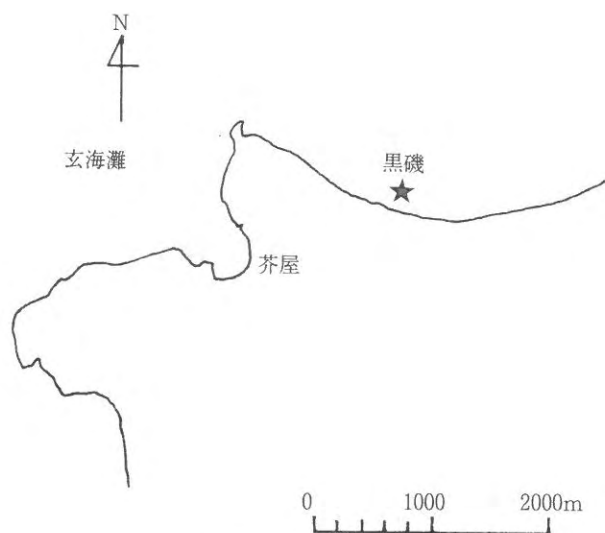


図11 調査場所

結 果

動物の生息量は表11に、海藻着生量は表12に示すように、放流した漁場はウニ類が多く生息するガラモ場である。

7年度以降、海士グループによる採取が行われる時に漁獲物調査を行い、漁獲されたサザエの標識の有無により回収率を調査する計画である。

表11 動物生息量

種 類	個 数 (個/m ²)	大 き さ (mm)
ア カ ウ ニ	0.4	39.1±0.5
ムラサキウニ	0.5	46.9±4.1
バフンウニ	11.4	23.4±6.7
イトマキヒトデ	3.3	
ヤツデヒトデ	0.5	

表12 海藻着生量

種 類	湿重量 (g/m ²)
ト ゲ モ ク	20
イ ソ モ ク	1,020
ジ ヨ ロ モ ク	131
ア ミ ジ グ サ	20
ウ ミ ウ チ ワ	30
ナ ミ ノ ハ ナ	247
有 節 石 灰 藻	27
計	1,495

文 献

- 1) 福岡県福岡水試 1989：昭和63年度地域特産種増殖技術開発事業報告書（巻貝類グループ）133-166
- 2) 福岡県福岡水試 1990：平成元年度地域特産種増殖技術開発事業報告書（巻貝類グループ）福岡1-36
- 3) 福岡県福岡水試 1991：平成2年度地域特産種増殖技術開発事業報告書（巻貝類グループ）福岡1-33
- 4) 福岡県福岡水試 1992：平成3年度地域特産種増殖技術開発事業報告書（巻貝類グループ）福岡1-32
- 5) 福岡県福岡水試 1993：平成4年度地域特産種増殖技術開発事業報告書（巻貝類グループ）福岡1-32
- 6) 福岡県福岡水試 1994：平成5年度地域特産種増殖技術開発事業報告書（巻貝類グループ）福岡1-20

地域特産種量産放流技術開発事業

(2) アワビ大量へい死要因調査

佐々木 和之・大津 隆一*¹・内場 澄夫・的場 達人・稲田 善和*²・柴田 利治*²

I 中間育成漁場における病害発生実態調査

(1) 目的

福岡県栽培漁業公社は昭和54年に初めてクロアワビの種苗生産を事業化した。また、稚貝の中間育成は筑前海の離島である粕屋郡新宮町相島、宗像郡大島村大島及び北九州市馬島の3ヶ所で、専任の管理者を置いて集中管理方式により実施している。(馬島での中間育成は平成6年以降は中止している。)栽培漁業公社では平均殻長10mmの稚貝を相島、大島へ出荷し、約1年間中間育成漁場で飼育し、30mm以上に達した時点で各地の漁場に放流している。事業開始当初の稚貝の生残率は50%以上の高い値を維持していたが、昭和59年に中間育成漁場などで稚アワビの大量へい死が起こり、それ以後生残率は20%以下の低い年も見られるようになってきた。このため、漁場への放流数の減少や放流後の種苗の健全性なども問題となってきている。そこで、中間育成中の稚貝のへい死状況を経年的に把握し病害発生の実態を調べるとともに、健苗育成の指導を行った。

(2) 方法

中間育成漁場は図1に示したように相島、大島の2ヶ所である。稚貝の飼育は縦1.2m×横1.2m×高さ0.5mの網生簀に1,500個の稚貝を収容して行った。平成6年に使用した網は相島では176網、大島では196網とし、この中から中間育成漁場ごとに6網ずつ計12網について、毎月1回生残率を算出するとともに100個体の稚貝の殻長

を測定した。同時に組織観察用に無作為に10個体を採取し10%中性緩衝ホルマリンで固定した。なお、中間育成終了時には総ての稚アワビを計数し、漁場に放流する数を確認した。

(3) 結果および考察

平成5年に栽培漁業公社で種苗生産し、翌6年度に出荷予定であったエゾ、クロアワビ稚貝の生残率の推移を図2に示した。へい死は平成6年2月上旬からエゾ、ク

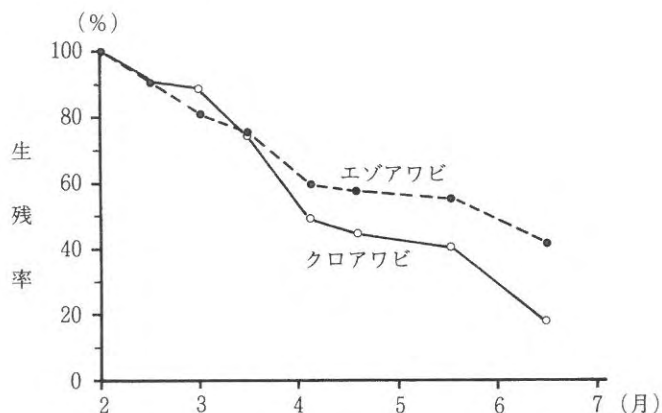


図2 平成5年度栽培漁業公社におけるエゾ、クロアワビ稚貝の生残率の推移

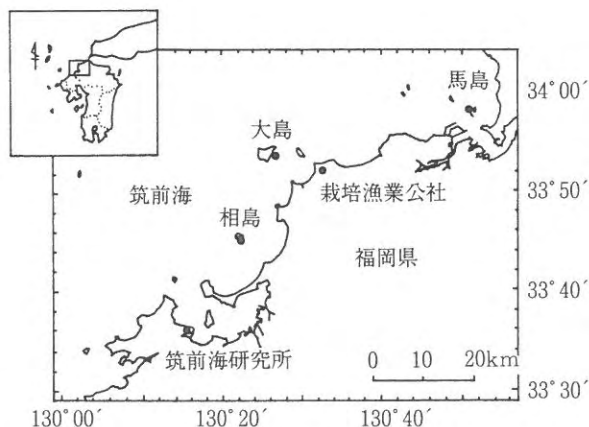


図1 アワビ中間育成漁場図

ロアワビの双方に出始め、出荷の盛期である4月にピークを迎え、その後、6月に入っても終息しなかった。そのため、稚貝数量の確保が難しくなるとともに、病気の稚貝を中間育成漁場に出荷することでさらに生残率が低下することなどの影響を考慮して、平成6年度は稚貝の出荷を全面的に中止し、飼育中の稚貝は6月上旬に総て焼却処分を行った。処分時の飼育個数は出荷予定の600,000個をはるかに下回る335,000個で、殻長16mmのエゾアワビの生残率は42.1%、また、殻長13mmのクロアワビの生残率は18.8%と低かった。栽培漁業公社からの出荷を中止した代わりに東北のI県から477,000個、九州のS県から80,000個の合計557,000個のエゾアワビ稚貝を購入して、相島で263,500個、大島で293,500個を飼育した。平成6年度の相島と大島のエゾアワビ稚貝の生残率の推移を図3に示した。両漁場とも中間育成開始直後に稚貝

*1 福岡県保健環境研究所
*2 福岡県栽培漁業公社

のへい死が始まり10月まで継続した。7～8月のへい死は大島より相島の漁場の方が急激であった。大量へい死は10月以降におさまリ、3月下旬の最終生残率は相島では20.9%、大島では20.8%と両者はほとんど同じ値を示した。

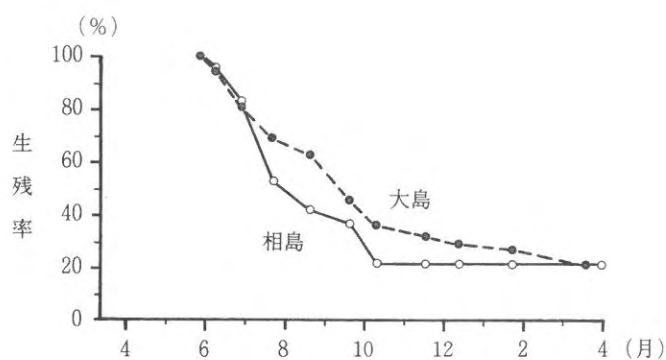


図3 漁場別のエゾアワビ稚貝の生残率の推移

次に、両漁場における産地別エゾアワビ稚貝の生残率の月別推移を図4、5に示した。S県産エゾアワビは相島、大島漁場ともに飼育開始1週間はほとんどへい死が見られなかった。その後へい死が始まったものの1～2ヶ月間はI県産に比べ少なかった。しかし、水温が上昇する7～8月に急激にへい死が始まった。

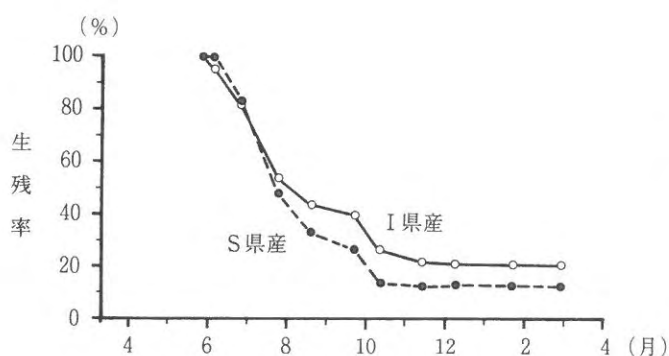


図4 県別エゾアワビ稚貝の生残率の推移 (相島, 平成6年度)

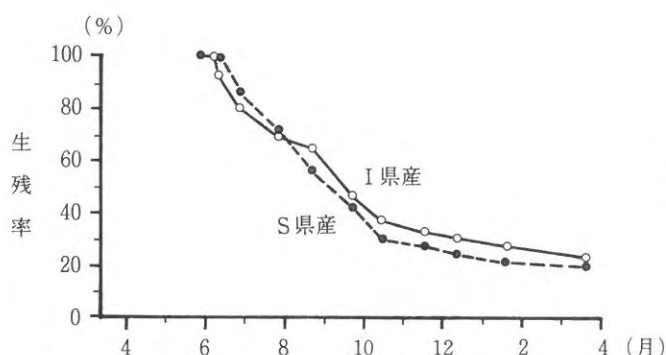


図5 県別エゾアワビ稚貝の生残率の推移 (大島, 平成6年度)

一方、I県産エゾアワビは飼育開始直後からへい死が始まるなど、産地別による違いが見られた。この原因として東北地方と本県地先の海水の温度差が6℃もあったことも一因と考えられる。3月下旬の生残率はS県産が相島で13.9%、大島で20.7%、I県産は相島で21.4%、大島で24.0%と両漁場ともS県産エゾアワビが悪かった。

次に、平成5年に大島で実施した県内産エゾアワビとクロアワビの生残率の変化を図6に示し、種によるへい死の違いを比較するとともに、県内産稚貝と県外産稚貝のへい死状況も併せて検討した。クロアワビ稚貝の数は中間育成開始のわずか1～2ヶ月間に半減し、その後夏場をはさんで9月までへい死が見られた。

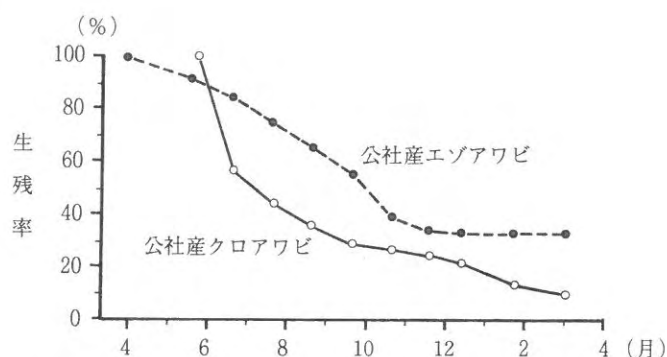


図6 大島の中間育成漁場におけるエゾ、クロアワビ稚貝の生残率の推移 (平成5年度)

一方、エゾアワビ稚貝はクロアワビ稚貝のように短期間で急激なへい死は見られず、秋までに徐々に減少する傾向が見られた。平成6年の他県産のエゾアワビについてもほぼ同様な傾向を示した。

次に、アワビの種苗生産が事業化され本格的に漁場へ大量に稚アワビが放流されるようになった、昭和55年から平成6年度の15ヶ年のクロアワビとエゾアワビの生残率の推移を図7に示した。事業開始当初の4ヶ年間のク

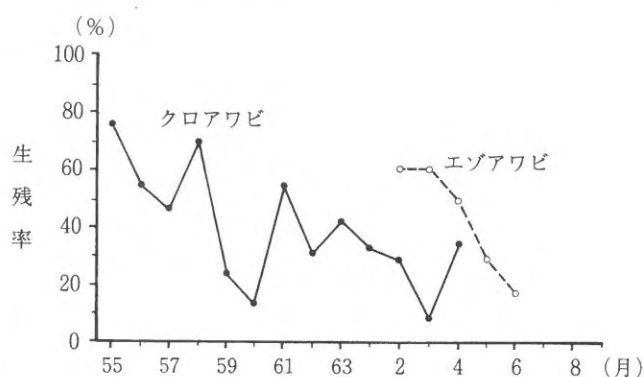


図7 県全体の中間育成漁場のエゾ、クロアワビの生残率の推移

クロアワビ稚貝の生残率は50%以上あったが、その後年々低下の傾向が見られている。本県のクロアワビ稚貝の大量へい死は昭和59年に初めて認められ、昭和59～60年及び平成3年の生残率は20%にも満たない低い結果となっている。漁場への稚貝の放流数の減少を補うため、平成元年に東北地方から在来種ではない北方系のエゾアワビを導入して種苗生産を開始した。エゾアワビの中間育成は翌年の平成2年に開始し、4年まではクロアワビと併用した生産体制であった。エゾアワビを導入した最初の3年間の生残率は60%以上を示し、クロアワビの減少分をエゾアワビで十分補充することができた。しかし、クロアワビの種苗生産が不調でエゾアワビのみの生産となった平成5年の生残率は29.5%、6年は20.9%とクロアワビと同様にへい死し始めた。そのため、平成6年度からは従来のクロアワビのみの生産に戻した。

II アワビ中間育成漁場における環境調査

(1) 目的

アワビの成長と生残率に大きな影響を及ぼす水温、塩分、溶存酸素について漁場調査を行い、へい死との関係を検討した。

(2) 方法

相島と大島の中間育成漁場において、平成6年5月～7年2月に毎月1回採水して水温、塩分、溶存酸素を測定した。観測層は表層、底層及び飼育籠を垂下している2m層の3層である。塩分は鶴見精機のサリノメーターで、溶存酸素はウインクラー法で測定した。

(3) 結果および考察

代表的な中間育成漁場である大島における環境の変化を図8に示した。まず、表層の水温について見ると、中間育成開始前の5月中旬の19℃から徐々に上昇し8月には28.1℃の最高を示した。その後、秋から冬場にかけては降下し、1月には13.1℃に低下した。このような温度変化は2m層及び底層でもほぼ同様な傾向を示した。最高水温は表層に比べ2m層で0.1℃、底層で0.7℃低かった。一方、2m及び底層の最低水温は表層に比べ0.2℃高い値を示した。平成6年7～10月の4ヶ月間の水温は例年に比べ高く、特に7～9月は最高5℃も高い値で推移した。しかし、冬場は各層間の温度差は少なかった。

次に、表層の塩分は5月の34.5から9月にかけて最低33.48まで低下し、その後、冬場に34.7まで回復した。塩分は2m層、底層ともに同様な季節変化を示した。前年に比べると、塩分の年変動は小さくかつ高塩分で推移した。

溶存酸素について見ると5～6月は表層、2m層など上層部で100%を越す過飽和状態を示し、夏場にかけて80%台に低下した。表層の溶存酸素は大きく変動したのに対して、底層では平均95%で推移し、年間を通してほぼ一定していた。このように平成6年度の海況は例年に比べ高水温、高塩分で推移したため、エゾアワビの飼育は難しかったものと思われる。

III 剥離時のへい死原因調査

1 アワビ剥離に及ぼす薬剤の影響

(1) 目的

前報¹⁾では、健全な種苗を用いれば餌料に起因する大量へい死は起こらないことを報告した。しかし、稚アワビを付着板飼育から平面飼育に移した直後にしばしばへい死が起こることが良く知られている。稚貝を付着板から剥離する場合、数量が少ない場合は麻酔剤を使用しないで物理的にはがすことが可能であるが、栽培漁業公社などでは一度の作業で数万～数十万単位で稚貝を剥離する必要があり、麻酔剤を使用しないでこの作業を行うことは不可能である。現在は、単価が安く取扱いが簡単で安全なエチルアルコールが麻酔剤として広く使用されている。今回はこのエチルアルコールと魚類などの変温動物に広く使用されているFA-100の2種類の麻酔剤を用いて、これらが稚貝の剥離に及ぼす影響について検討した。

(2) 方法

剥離試験には平成5年秋に筑前海研究所で種苗生産し、縦40cm×横40cmの亚克力製の波板で飼育中の平均殻長5.8mmのクロアワビ稚貝を用いた。麻酔剤の濃度区分としてエチルアルコールでは、1、2、3及び4%の5区、FA-100では0、 1.25×10^{-2} (1/8,000希釈)、 2.5×10^{-2} (1/4,000希釈)、 5.0×10^{-2} (1/2,000希釈)及び 10.0×10^{-2} (1/1,000希釈)の5区を設定した。それぞれの濃度に希釈した麻酔剤を10lずつ準備し、稚貝が付着した付着板を1枚ずつ浸漬し、1、2、3、4、5、10、15、20及び30分後に付着板から離れた稚アワビの数を計数した。また、剥離試験終了後にそれぞれの濃度で剥離した稚貝10個体ずつ飼育し、48時間後の生残率を調べた。なお、麻酔中は無通気で剥離を行い、飼育中は乾燥コンブを与えた。

(3) 結果および考察

クロアワビ稚貝の剥離に及ぼすエチルアルコールおよびFA-100の影響を図9、10に示した。総てのエチルアルコール区では時間の経過とともに剥離数は増加の傾

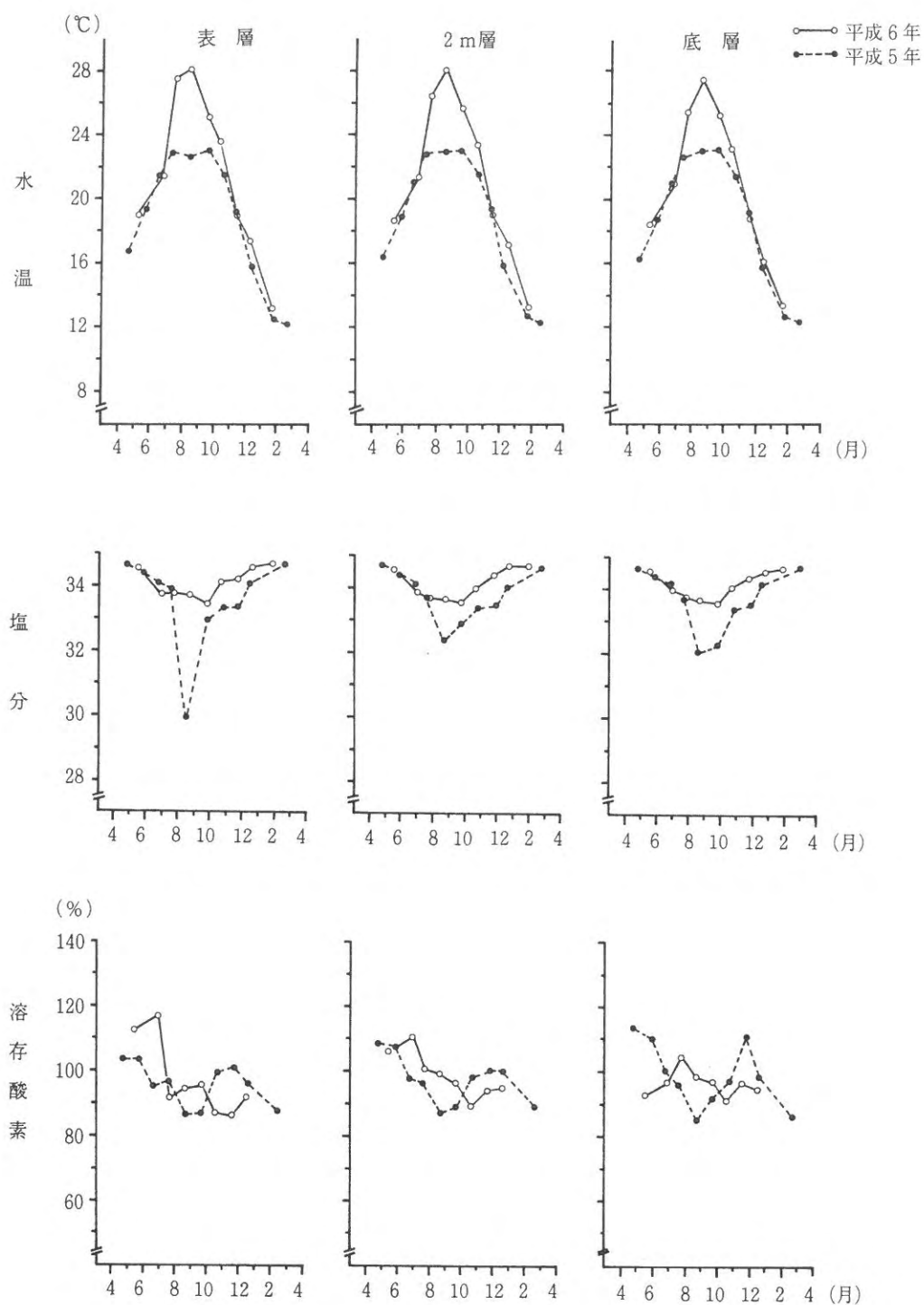


図8 大島の中間育成漁場における環境の変化

向が見られた。2%以上の濃度の高い区では5分以内にはほぼ半数の稚アワビが剥離し、特に、1分以内に剥離する個体が多数認められた。15分後の剥離数は4%区では87%、3%区では78.5%、2%区では72.7%と高かった。30分後には4%区で90.7%、3%区で84.9%、2%区で83.0%と次の15分間の剥離数はわずかであった。

一方、1%区では5分までに16.3%が剥離したが、その後はほとんど剥離せず30分後では23.8%であった。対

照区でも30分後に18.2%の剥離が見られたが、大部分は2分以内に剥離したものである。このように剥離率から見るとエチルアルコールを使用した場合、2%以上の濃度で最低15分間浸漬すれば約7割の稚貝の剥離が可能であり、それ以下での剥離率は極めて低い結果となった。

一方、FA-100でも総ての実験区で時間の経過とともに剥離数は増加の傾向が見られた。1/1,000区は浸漬直後の1分以内に20%近くが剥離し、15分後では44%の

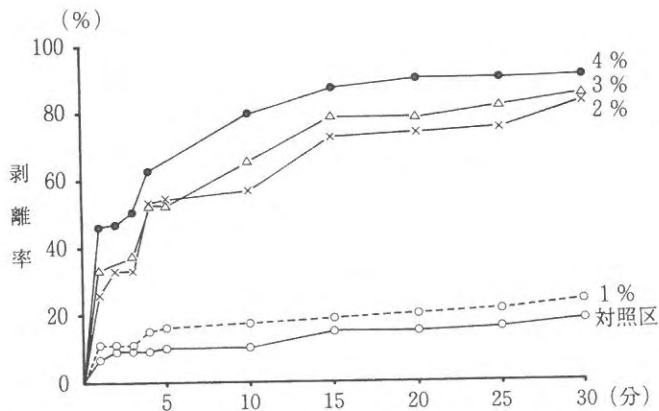


図9 クロアワビ稚貝の剥離に及ぼすエチルアルコールの影響

剥離率であったが、それ以降はほとんど剥離せず、30分後にはわずか2.7%の増加に過ぎなかった。1/2,000区では15分後では40.5%、30分後で58.1%と時間の経過とともに剥離数は増加の傾向にあった。

一方、濃度の低い1/4,000区及び1/8,000区では浸漬直後は急激な剥離は見られなかったが、その後時間の経過とともに剥離数は増加し、30分後では1/8,000区で55.6%、1/4,000区で75%を示した。30分後の剥離数は1/8,000区を除いて濃度の低い区ほど剥離数は多い傾向が見られた。1/8,000区は他の区と異なり30分以後も剥離数の増加が見込める傾向にあり、もっと処理時間を延長すれば、最終剥離数は濃度の薄い順になっていた可能性が大きかった。濃度の高い区ほど浸漬直後だけ剥離し、その後はあまり剥離しなかった理由として麻酔のストレスが強すぎて、稚貝が付着板に強くはりついて防御体制をとっていたと考えられる。対照区では4分までに若干の剥離が見られ、30分後の剥離率は6.2%であった。

稚貝の付着数とエチルアルコール及びF A-100による稚貝の48時間後の生残率を表1、2に示した。稚貝の付着数は付着板1枚当たり62~117個であった。1%区で78%、3%区で60%とエチルアルコールでは薄い濃度で剥離した個体ほど生残率は高かった。対照区では全くへい死は見られなかった。F A-100でも1/8,000区の

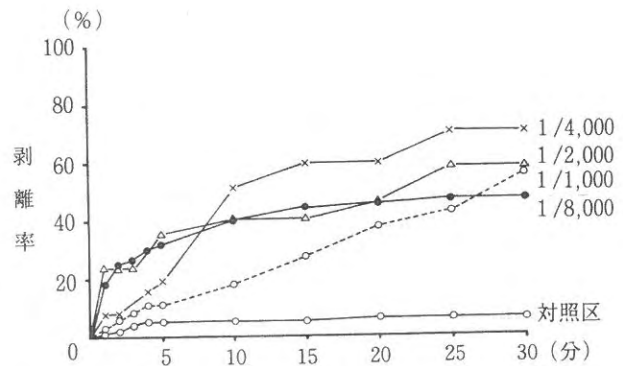


図10 クロアワビ稚貝の剥離に及ぼすF A-100の影響

ように低い濃度で剥離した個体ほど生残率は90%と高く、逆に、1/2,000区では10%、1/1,000区では全く生存が見られないなど、高い濃度のF A-100はエチルアルコールに比べ稚貝への影響が大きかった。

2 稚貝の生残に及ぼす麻酔時間の影響

(1) 目的

前述の実験でエチルアルコールでは3%、F A-100では1/4,000の濃度が稚貝の剥離とその後の生残率に有効であることが判明したため、この濃度における麻酔処理時間の影響について検討した。

(2) 方法

供試したクロアワビ稚貝は付着板飼育していた平均殻長7.2mmのもので、50個体ずつを手作業で剥離し、ネッ

表1 稚貝の剥離および生残に及ぼすエチルアルコールの影響

エチルアルコール濃度(%)	付着板1枚当たりの稚貝数(個)	30分後の剥離数(個)	30分後の剥離率(%)	48時間後の生残率(%)
0	88	16	18.2	100
1	80	19	23.8	78
2	88	73	83.0	70
3	93	79	84.9	60
4	108	98	90.7	70

表2 稚貝の剥離および生残に及ぼすF A-100の影響

F A-100濃度(%)	付着板1枚当たりの稚貝数(個)	30分後の剥離数(個)	30分後の剥離率(%)	48時間後の生残率(%)
0	97	6	6.2	100
1.25×10^{-2} (1/8,000)	117	65	55.6	90
2.50×10^{-2} (1/4,000)	72	54	75.0	60
5.00×10^{-2} (1/2,000)	62	36	58.1	10
10.00×10^{-2} (1/1,000)	75	35	46.7	0

トに収容した。3%のエチルアルコール及び1/4,000濃度のFA-100の麻酔液に稚貝を50個ずつ入れたネットを5, 10, 15, 30及び60分間浸漬した。48時間飼育した後生残率を調べた。なお、浸漬期間中は稚貝の衰弱を防ぐため通気した。

(3) 結果および考察

稚貝の生残に及ぼすエチルアルコール及びFA-100の浸漬時間の影響を表3に示した。48時間後の生残率はFA-100の方がエチルアルコールに比べ全体にやや高い傾向が見られた。3%のエチルアルコール及び1/4,000濃度のFA-100では、いずれも浸漬時間が30分を越えると生残率が低下し影響が出始めることが判明した。なお、前回の濃度別試験に比べ今回の試験では高い生残率を示したのは、麻酔中の通気が影響しているのかも知れない。現在、栽培漁業公社では3%濃度のエチルアルコールを使用してアワビの剥離を行っているが、剥離後のへい死の原因の一つとして麻酔剤の影響も考えられる。

表3 稚貝の生残に及ぼす麻酔処理時間の影響

処理時間(分)	48時間後の生残率(%)	
	エチルアルコール	FA-100
0	98	100
5	96	100
10	98	100
15	100	98
30	94	95
60	80	90

IV 病理組織学的調査

(1) 目的

種苗生産及び中間育成中の稚貝や採卵用に飼育している親貝の神経幹や鰓組織の切片を作成し、筋萎縮症²⁾の特徴である病変を形成しているかどうかを観察するとともに、これらのへい死の状況についても検討した。

(2) 方法

供試した稚貝は平成5年9～10月に栽培漁業公社で種苗生産し、平成6年1月下旬の時点で生育が良好な水槽と摂餌がやや悪くなった水槽から10個ずつ採取したエゾアワビである。また、2月上旬にクロアワビのへい死が出始めた水槽の中から、シェルターの裏に生息し付着力の強い正常と思われる稚貝と、シェルターの表面に出て、だんご状に重なっている個体及びシェルターを持ち上げると簡単に剥離する付着力の弱い衰弱個体をそれぞれ5

個体ずつ採取した。さらに、エゾアワビ稚貝についても同様な基準で正常と異常と思われる稚貝を5個体ずつ採取した。また、平成6年5～6月にI県から購入し、中間育成漁場に搬入する直前のエゾアワビ稚貝を無作為に18個体採取した。加えて、平成4, 5年度に種苗生産に用いたエゾアワビの親貝を10個体採取し、それぞれ10%中性緩衝ホルマリンで固定した。神経幹および鰓組織を中心にパラフィン切片を作成し、ヘマトキシリン・エオシン染色を行った後顕微鏡で病変の発生の有無、発生場所などを観察した。

(3) 結果および考察

栽培漁業公社産のエゾアワビ稚貝30個体、クロアワビ稚貝15個体の切片観察の結果を表4に示した。1月22日に摂餌が悪くなった水槽から採取したエゾアワビは10個体中4個体で神経幹に病変が認められ、症状も中程度であった。また、一見良好な成育と思われる水槽から採取した稚貝からも10個体中3個体ですでに同様に病変が認められた。最低水温を示す2月上旬にへい死が始まったのは平成6年が初めてであり、1月下旬にはすでに組織の内部に病変が確認され、ほぼ全水槽に病気が感染していたと推定された。また、2月8日に採取したエゾアワビについても正常貝、異常貝ともに病変が認められ、付着力の弱い稚貝に病変の発生割合が高い傾向が見られた。

一方、2月8日に採取したクロアワビの正常貝、だんご状に重なった稚貝及び衰弱個体でも神経幹組織に病変が認められた。特に、だんご状に重なった稚貝で病変発生割合が高い傾向が見られるとともに、シェルターの裏に生息し付着力の強い稚貝でも病変が確認された。その後、水温が上昇し始めた3～6月にかけて図2に示したような大量へい死が起こったものと考えられる。

次に、平成4～5年度の2ケ年にわたって種苗生産に使用した10個体のエゾアワビ親貝の組織切片の観察の結果を表5に示した。この親貝は平成4年度にF県から導入したエゾアワビである。平成6年6月下旬に親貝の採取を行ったため、すでに産卵時期が過ぎており雌雄の判別は大部分不可能であったが、10個体中3個体は雌と認められた。殻長は10.1～13.3cm、体重は120～304gであった。外見上の特徴として外套膜や内臓が非常に痩せたものや殻の真珠層に異常が認められる個体があった。組織観察の結果、病変が認められない親貝は2割に過ぎず、残り8割の個体で神経幹もしくは鰓組織に筋萎縮症の症状が認められた。特に、神経幹より鰓組織に病変部が多数認められることが特徴であった。一方、稚貝と同様に外見上正常に見える個体でも、組織観察の結果では病変

表4 平成5年度栽培漁業公社生産のアワビ稚貝の組織観察

種 類	採取年月日	育成状況	水槽番号	稚貝No	観察結果
エゾアワビ	H 6 . 1 . 22	不調 (摂餌が悪い水槽)	室内A F - 7	No 1	神経幹に病変が認められる
				2	良好
				3	良好
				4	神経幹に中程度の病変が認められる
				5	神経幹に中程度の病変が認められる
				6	良好
				7	良好
				8	良好
				9	良好
				10	神経幹にわずかに病変が認められる
	H 6 . 1 . 22	良好 (摂餌が良好の水槽)	室内A F - 21	No 1	良好
				2	神経幹にわずかに病変が認められる
				3	良好
				4	良好
				5	神経幹にわずかに病変が認められる
				6	良好
				7	良好
				8	鰓付近に病変が認められる
				9	良好
				10	良好
クロアワビ	H 6 . 2 . 8	良好 (シェルター裏に生息)	室内A F - 21	No 1	良好
				2	良好
				3	良好
				4	神経幹にわずかに病変が認められる
				5	良好
	H 6 . 2 . 8	不調 (付着力が弱い衰弱個体)	室内A F - 21	No 1	良好
				2	良好
				3	神経幹にわずかに病変が認められる
				4	良好
				5	神経幹にわずかに病変が認められる
	H 6 . 2 . 8	良好 (シェルター裏に生息)	屋外A - 28	No 1	神経幹に中程度の病変が認められる
				2	良好
				3	神経幹にわずかに病変が認められる
				4	神経幹にわずかに病変が認められる
				5	神経幹にわずかに病変が認められる
	H 6 . 2 . 8	不調 (だんご状に生息)	屋外A - 28	No 1	神経幹にわずかに病変が認められる
				2	神経幹に中程度の病変が認められる
				3	神経幹にわずかに病変が認められる
				4	神経幹にわずかに病変が認められる
				5	良好
	H 6 . 2 . 8	不調 (付着力が弱い衰弱個体)	屋外A - 28	No 1	良好
				2	良好
				3	良好
				4	神経幹にわずかに病変が認められる
				5	良好

が確認されるものが大部分を占めた。栽培漁業公社では事業開始当初から平成6年まで年によっては親貝の補充や一部入替えはあったもの年間を通して親貝の飼育が行われていた。更に、親貝飼育水槽が稚貝水槽と近接して

いるため、たとえ健全な卵および稚貝が得られたとしても、親貝から稚貝へ病気の水平感染が起こっていたものと推定される。

次に、平成6年6月に購入した18個体のI県産エゾア

表5 平成4, 5年度に栽培漁業公社で種苗生産に用いたF県産エゾアワビ親貝の組織切片観察

No	雌雄	殻長(cm)	体重(g)	観察結果	外見上の特徴
1	不明	12.1	192	神経幹は異常なし、鰓に病変が多数認められる	非常にやせている
2	不明	12.2	234	神経幹、鰓ともに異常なし	正常
3	雌	12.2	253	神経幹は異常なし、鰓に病変が認められる	殻に異常が認められる
4	不明	13.3	281	神経幹は異常なし、鰓に病変が認められる	殻に異常が認められる
5	不明	13.1	304	神経幹は異常なし、鰓に病変が認められる	正常
6	雌	11.7	206	神経幹は異常なし、鰓に病変が認められる	正常
7	不明	12.2	214	神経幹は異常なし、鰓に病変が認められる	正常
8	不明	10.9	162	神経幹に病変が認められ、鰓は異常なし	正常
9	雌	12.3	216	神経幹、鰓ともに異常なし	正常
10	不明	10.1	120	神経幹は異常なし、鰓に病変が認められる	正常

ワビ稚貝の観察結果を表6に示した。観察した半数の個

表6 I県産エゾアワビ稚貝の組織切片観察

症 状	個数	割合(%)
神経幹に病変有り	1個	5.6
組織に異常は認められない	10個	55.6
不 明	7個	38.8
合 計	18個	100

体では異常は認められなかったものの、1個体については現在大量へい死の原因とされている筋萎縮症を呈する典型的な病変部が認められた。そのため、これらの病変が原因で中間育成直後から慢性的なへい死が起こり、大量へい死につながった疑いが極めて強い。なお、I県産エゾアワビの飼育個数は477,000個で全体の85.6%を占めるため、I県産稚貝のみ組織観察を行った。なお、神経幹組織が正常か異常かの判断がつかねたものを不明として取り扱った。

V 原因究明調査

1 病原体の検出

(1) 目 的

前報¹⁾で健全なアワビ種苗を用いれば稚貝の大量へい死は餌料に起因するものではないこと、また、衰弱個体の磨砕濾液を用いた攻撃試験では健全な個体でも感染が成立することなどから、本病の原因はウイルスとの疑いが強まってきている。そこで透過型電子顕微鏡を用いて直接病原体の検出を試みた。

(2) 方 法

本調査は福岡県保健環境研究所との共同研究として取り組んだ。電子顕微鏡を用いてネガティブ染色とエポキシ樹脂包埋による病変部の超薄型組織切片観察を行った。ネガティブ染色に用いた試料は表7に示したように平成3年6月、4年6月及び6年2月に栽培漁業公社で大量へい死した時の衰弱個体、平成6年10～11月に当研究所で種苗生産し、現在飼育中のクロアワビ稚貝並びに平成3年6月に京都府栽培漁業センターで採取した衰弱個体である。また、親貝は当研究所で飼育していた長崎県野

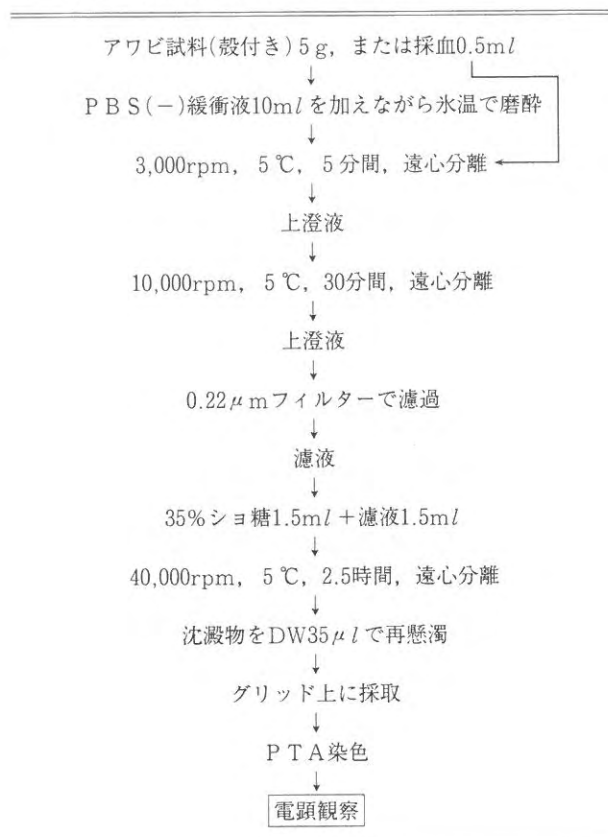
表7 ネガティブ染色観察

採取年月日	採取場所	稚貝/親貝	殻長(mm)	採取状況	観察結果
H3.6.16	福岡県栽培漁業公社	稚貝	10	衰弱個体の磨砕液	多数の粒子を確認
H3.6.22	京都府栽培漁業センター	稚貝	9	〃	多数の粒子を確認
H4.6.3	福岡県栽培漁業公社	稚貝	9	〃	多数の粒子を確認
H6.2.8	〃 栽培漁業公社	稚貝	7	〃	粒子は非常に少ない
H7.1.26	〃 筑前海研究所(長崎県野母産)	稚貝	7	健全個体の磨砕液	多数の粒子を確認
H7.1.26	〃 筑前海研究所(豊前海産)	稚貝	6	〃	多数の粒子を確認
H7.1.26	〃 筑前海研究所(長崎県野母産)	親貝(雌)	114	健全個体の囲心腔から採取	多数の粒子を確認
H7.1.26	〃 筑前海研究所(長崎県野母産)	親貝(雄)	105	〃	多数の粒子を確認
H7.1.26	〃 筑前海研究所(島根県隠岐島)	親貝(雄)	123	〃	多数の粒子を確認

母及び島根県隠岐産のものである。

ネガティブ染色の作業手順を表8に示した。氷温下で

表8 電子顕微鏡観察のためのネガティブ染色操作



稚貝5gをPBS(-)緩衝液10mlを加えながら乳鉢で良くすりつぶし、磨砕液を5℃、3,000rpmで5分間、さらに、5℃、10,000rpmで30分間の遠心分離を行った後、上澄液を0.22μmのフィルターで濾過した。35%のショ糖液1.5mlに濾液1.5mlを加え、さらに、5℃、40,000rpmで2.5時間かけて超遠心分離を行った。得られた沈澱物をコロジオン膜を貼ったグリッド上に取り上げ、リン・タングステン染色を行った後、電子顕微鏡で観察した。親貝の心臓からシリンジで0.5～1ml採血し、稚貝と同じ方法により観察を行った。組織観察用のサンプルとして平成6年4月1日に筑前海研究所で飼育していた殻長6～7mmのクロアワビ稚貝300個を用いて感染実験を開始した。稚貝のへい死状況を把握するとともにほぼ毎日3個体ずつ採取し、パラフォルムアルデヒドで固定した。神経幹組織を中心にエポキシ樹脂による包埋を行い、電顕用の切片を作成した。

(3) 結果および考察

稚貝の磨砕液及び親貝の血液のネガティブ染色の電子顕微鏡観察結果を表7に示した。本県を始め京都府から

採取した総ての衰弱個体から、また、各県から購入して当研究所で飼育している親貝の血液中からも、図11に示した直径30nm×長さ32nmの円柱状の粒子が多数確認された。ただし、平成6年2月に福岡県栽培漁業公社で採取したサンプルでは粒子の数は非常に少なかった。この粒子がへい死の原因とすれば、平成6年の稚貝はへい死開始直後の2月上旬に採取したもの、他の年は6月のへい死の盛期に採取したものであったためとも考えられる。いずれにしても、ネガティブ染色で確認された粒子の同定を行うとともに、病原性との関連や生体内の挙動を早急に解明する必要がある。

組織観察用のサンプルとして図12に示したようにへい死のピークを迎えた40日目の5月10日の稚貝を用いて組織切片を作成した。現在電子顕微鏡観察を行っているがネガティブ染色観察で確認した粒子や他の病原体は見つからない。

2 感染時期の解明

(1) 目的

前報¹⁾では平均殻長17.1mmの稚貝を用いて感染実験を行い、このサイズでは十分に感染しへい死に到ることを報告した。平成6年は水温が最低を示す2月上旬にへい死が始まるなど栽培漁業公社では年々へい死の開始時期が早まり、小型貝の段階で感染する傾向が見られている。そこで今回はどの時点で感染が成立するかを特定するために、産卵直後の卵及び孵化幼生を用いて感染実験を行った。

(2) 方法

供試した卵及び孵化幼生は、平成6年11月11日に長崎県平戸産の親貝を用いて種苗生産したものである。感染源としては平成6年6月に栽培漁業公社で大量へい死したクロアワビ稚貝を凍結保存したものをを用いた。稚貝約5gを解凍し、PBS(-)緩衝液10mlを加えながら乳鉢で磨砕し、15分間、3000rpmで遠心分離を行った。得られた上澄液を0.45μmのフィルターで濾過し濾液を作成した。1lのビーカーに約1万粒の未受精卵または受精後4日目の1万個の孵化幼生と4mlの濾液を入れ、通気しながら15分間浸漬した。稚貝の磨砕液を加えない対照区も同様な処理を行った。その中から、それぞれ約500個体を10枚2組の付着板を入れた水槽に移して飼育した。

(3) 結果および考察

未受精卵を用いた攻撃試験区では、15分間の浸漬処理を行った後媒精させても卵割は全く行われず、孵化しなかった。一方、対照区では15分間処理の後、受精させる

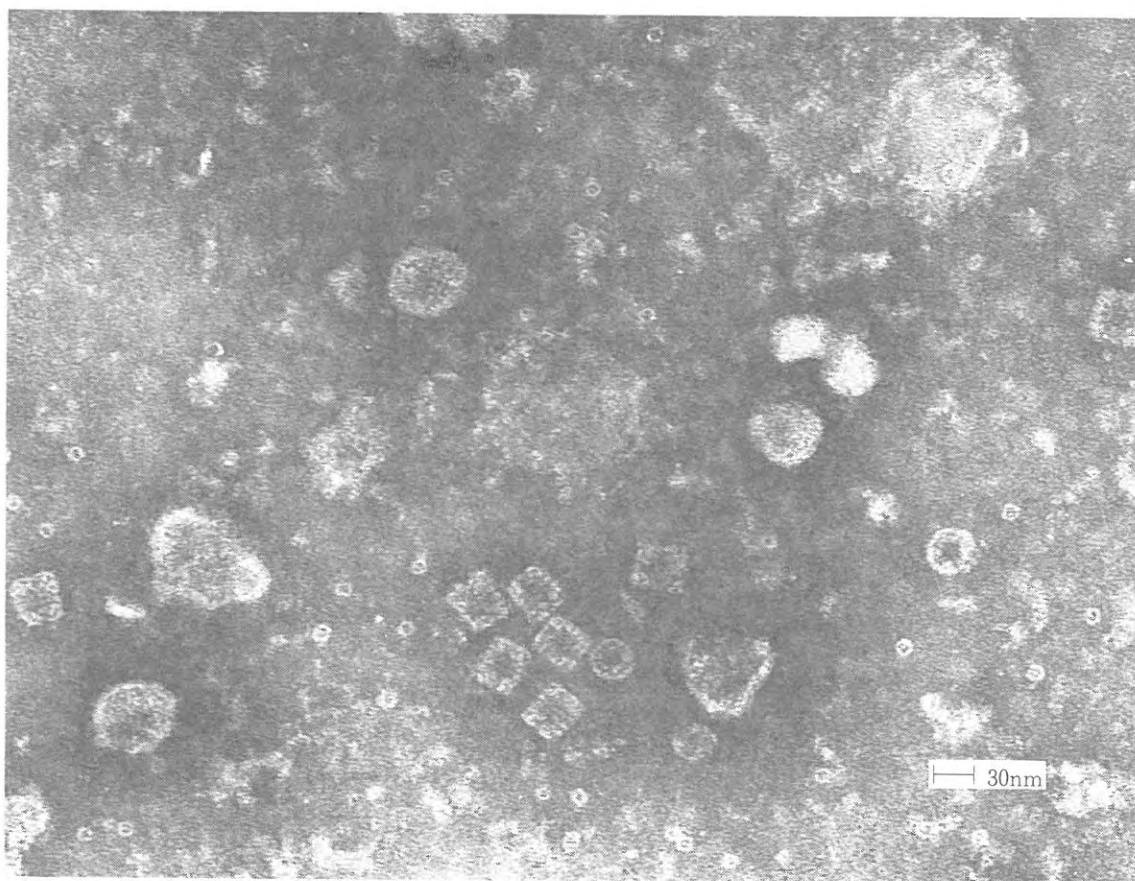


図11 電子顕微鏡で観察された粒子

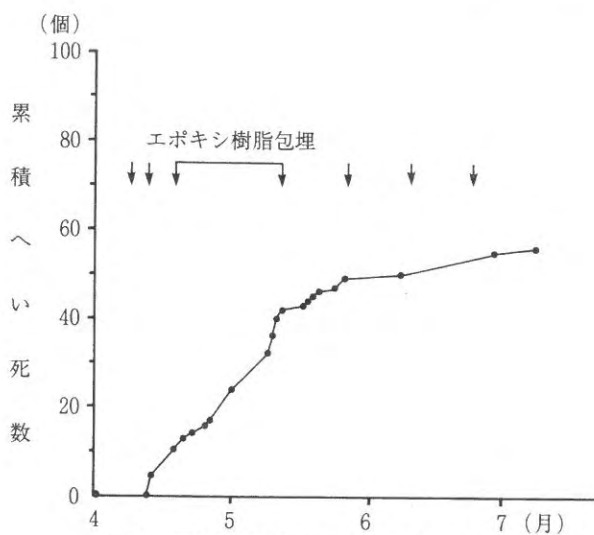


図12 電子顕微鏡観察のための感染試験

と卵は正常に分割して幼生へと発生した。また、孵化幼生を用いた実験では実験区、対照区ともに正常に発生が進み、平成7年2月17日時点ではへい死は見られず、殻長は約3mmに成長している。攻撃試験を行った未受精卵はいくら受精させても発生が進まない現象は、予備実験を行った前年でも見られ、病原体が卵の発生に何らかの影響を与えていることを示唆しているのかも知れない。

VI 研究所における健苗生産及び病害予防対策

(1) 目的

大量へい死に対する有効な防疫対策方法を確立するとともに、感染実験などに用いるための健全な種苗を確保することを目的に、当研究所で種苗生産を実施した。

(2) 方法

平成5年度に長崎県野母、田平及び福岡県豊前海から天然クロアワビを30～100個採取または購入し、当研究所内で1tのFRP水槽で隔離飼育を行った。水槽は海水の飛沫を防ぐために蓋を取り付け、親貝を収容する前に500ppmの次亜塩素酸ナトリウムで消毒し十分乾燥させた。餌からの病原菌の混入を防ぐため乾燥コンブを単独で与えた。採卵用施設及び稚貝飼育水槽等は使用する前に同じく500ppmの次亜塩素酸ナトリウムで消毒を行った。採苗は平成6年10～11月上旬に行い、紫外線照射海水で産卵誘発を行うとともに、得られた卵及び受精卵も同様に紫外線照射海水で数回洗浄した後、孵化させ付着板飼育に移した。

(3) 結果および考察

平成6年度に当研究所で行った産地別のクロアワビの種苗生産結果及び平成7年4月下旬の生残率を表9に示

表9 筑前海研究所で飼育中のクロアワビ稚貝の育成状況

親貝の産地	採卵日	幼生数 (個)	付着数 (個)	付着率 (%)	平成7年4月下旬 の生残率(%)
福岡県豊前海	H6.10.14	5,000	3,496	69.9	99.8
		10,000	3,921	39.2	99.7
長崎県野母	H6.10.19	5,000	1,706	34.1	99.6
		10,000	3,492	34.9	98.6
長崎県田平	H6.11.11	10,000	2,017	20.1	99.8

した。付着板10組を入れた水槽5個に孵化幼生を5,000個ないしは10,000個を収容した。付着率は20.1～69.9%で、現在、1水槽当たり1,706～3,921個の稚貝を飼育している。平成7年4月下旬の生残率は各水槽とも98%以上を示しており、へい死はほとんど見られていない。これらの事実から、天然クロアワビ親貝を採取し、完全に隔離飼育して種苗生産を行い、得られた稚貝も消毒した施設で隔離飼育すれば、健全な稚貝を生産することが可能と考えられる。

Ⅶ 栽培漁業公社における種苗生産体制の見直し

(1) 目的

前述したように平成5年に栽培漁業公社で種苗生産したエゾ、クロアワビ稚貝が早い時期にへい死し始め、出荷時期になっても大量へい死が止まらなかったため、平成6年度の稚貝の出荷は不可能となった。このような状況は初めてで、栽培漁業公社の運営に大きな障害が出ると共に、天然漁場への影響、また、漁業者の信頼を損いかねない状況になってきている。このような事態を解消するためには、早急に現在の栽培漁業公社でのアワビ種苗生産体制を全面的に見直し、立直しを図る必要がでてきた。解決の手がかりとして当研究所において、新規の天然クロアワビ親貝の採取、施設の消毒、親貝の隔離飼育を行い稚貝も隔離して飼育すると大量へい死を防げた

こと、また、へい死の原因として栽培漁業公社で採卵し、得られた卵の一部を当研究所で隔離飼育すると大量へい死は見られず、引き続き栽培漁業公社で飼育した稚貝では大量へい死が起こったことなどを考え合わせると、病気の感染は栽培漁業公社内で起こり、特に、組織切片観察の結果から親貝からの水平感染が強く疑われてきた。このような事実を総合的に判断して、改めて栽培漁業公社でのアワビ種苗生産に取り組んだ。

(2) 方法

栽培漁業公社におけるアワビの病害の防疫体制をとるため①感染源の撤去、②施設の消毒、③健全種苗の確保の三つの柱を中心に事業を進めた。

(3) 結果および考察

栽培漁業公社におけるアワビの撤去状況を表10に示した。栽培漁業公社の採卵用及び展示館用の親貝を合わせて456個、エゾアワビ稚貝26.3万個、クロアワビ稚貝7.2万個を6月下旬に総て処分し、栽培漁業公社の施設内からアワビを一掃した。

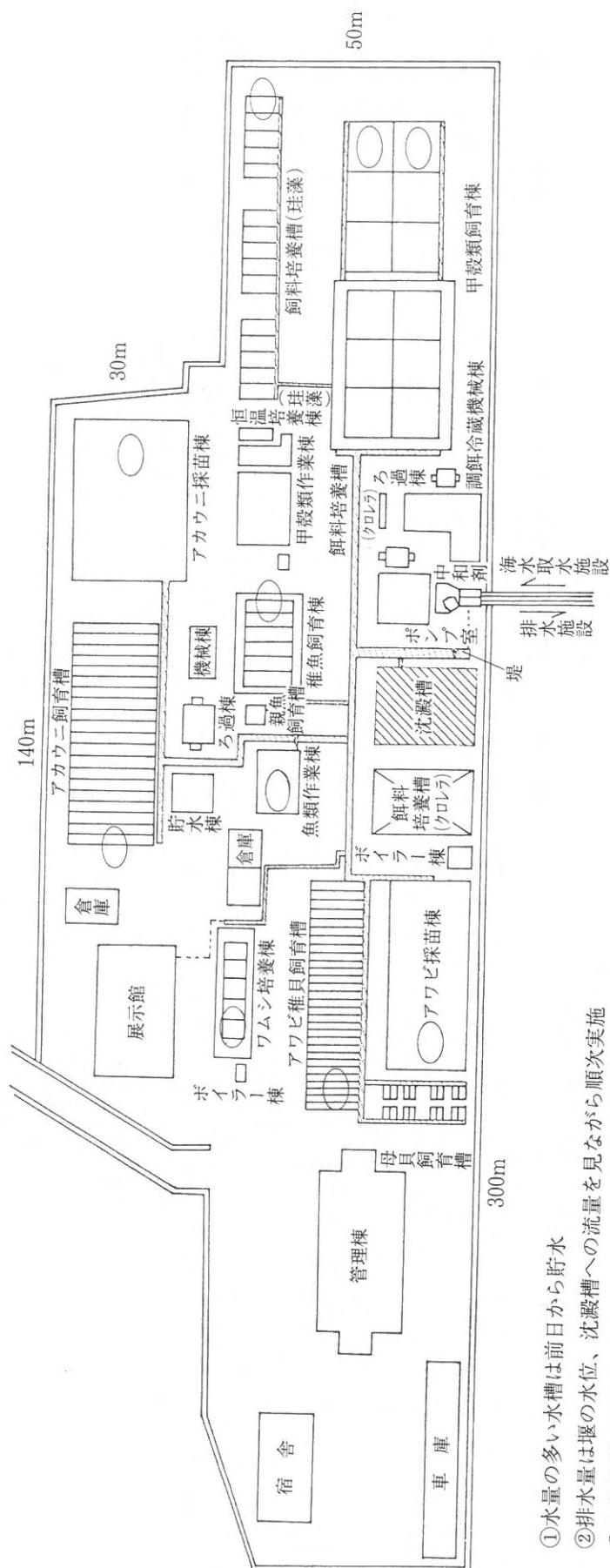
次に、施設の消毒の状況を図13に示した。消毒が不可能な生産中のクルマエビ、サザエ関係の水槽、餌料用に培養しているウルベラの水槽、展示館内の施設を除く総ての水槽及び排水路さらに器具などを100～500ppmの次亜塩素酸ナトリウムとオズバン液で消毒を行った。なお、排水路には砂や泥、イガイ等の付着物が多量に堆積して

表10 栽培漁業公社におけるアワビ処分の状況

年月日	親貝/稚貝	種類	個数(個)	飼育場所	処分方法
H6.6.29	親貝	エゾアワビ	222	栽培公社	破棄
		エゾアワビ	171	〃	別機関に移動
		クロアワビ	71	〃	破棄
		クロ、エゾ	13	展示館	破棄
H6.6.29	稚貝	エゾアワビ	260,000	栽培公社	焼却
		エゾアワビ	3,000	〃	新漁場で中間育成
		クロアワビ	45,000	〃	焼却
		クロアワビ	27,000	〃	新漁場で中間育成

ZZZZ 排水路：次亜塩素酸ナトリウム500ppm

○ 貯水：次亜塩素酸ナトリウム100ppm
塩素排水時は他の飼育水は一時的に停止



- ①水量の多い水槽は前日から貯水
- ②排水量は堰の水位、沈澱槽への流量を見ながら順次実施
- ③甲殻類飼育棟は塩素の混入に注意

図13 栽培漁業公社における施設の消毒

いたため、バキューム車を用いてこれらを吸い上げて除去した後、500ppmの次亜塩素酸ナトリウムで消毒を行った。消毒は平成6年7月1日、22日及び8月30日の計3回実施した。

次に、種苗生産に必要な健全種苗を確保するために、アワビの人工種苗が全く放流されていない本県豊前海の漁場から平成6年5月にクロアワビの親貝を34個採取した。この親貝を当研究所の500ℓポリエチレン蓋付き角型水槽4基に収容して、隔離飼育を行った。餌からの感染を防ぐため乾燥コンブのみを与えて飼育した。採卵は平成6年10月11日と14日の2回当研究所において行った。得られた1,370万粒の受精卵を紫外線照射海水で十分洗卵した後、消毒が済んだ栽培漁業公社へ搬入し、孵化させた。孵化率は95%と高く、卵質は良好と考えられた。平成6年12月19日～7年1月12日に160万個の稚貝を剥離した。そのうち7mm以上の稚貝110万個を平面飼育に移し、残りは破棄した。平面飼育の成育状況については平成7年3月上旬まではほとんどへい死も見られず、殻長は出荷サイズの10mmをはるかに越える14.0mmと過去に例を見ないくらい良好であった。しかし、3月2日ごろから若干のへい死が始まり、3月下旬のへい死率は5.9%に達した。その後もへい死は増加の傾向にある。へい死が発生した原因については、施設の消毒が不十分であったため汚染施設から感染した可能性や飼育水、餌料から感染の可能性、また、親貝から卵を通して垂直感染した可能性などが考えられる。しかし、現在のところ病原体はウイルス³⁾と推定されてはいるものの、特定まではいたっておらずはっきりしたことは不明である。特に、卵からの垂直感染の疑いについては、栽培漁業公社へ搬入した受精卵の一部は当研究所においても飼育しており、前述した表9に示す通りほとんどへい死が見られていない。このことから卵を介しての垂直感染の疑いは少ないと考えられる。天然貝にも病原体が存在し卵からの垂直感染があったと仮定すれば、今回種苗生産に用いた親貝は、現在考えられる最も良好な漁場で採取した天然クロアワビであり、現在の技術からすれば大量へい死を未然に防ぐことは難しいと考えられる。次に、汚染された施設から感染したとすれば、アワビ以外の生物、例えばサザエ、クルマエビなどからの感染が考えられるが、これらの確証は今のところない。また、餌料などからの感染についても同様である。今後の取り組みとしては前述した粒子が豊前海産親貝にも存在するかどうかを確認するとともに、病原性との関係を解明するとともに、当面徹底した施設の消毒と新規の親貝を確保して、改めて

採卵を行う必要があると考えられる。

Ⅷ 要 約

(1) 平成5年秋に福岡県栽培漁業公社で種苗生産したエゾアワビ稚貝が、翌6年2～5月に大量へい死したため、海上で実施している中間育成漁場への出荷を中止した。代わりに、I県から平均殻長13mmのエゾアワビ稚貝477,000個、S県から平均殻長9.2mmのエゾアワビ稚貝80,000個を購入して6月から約1年間中間育成を行った。全体の歩留りは20.8%で、中間育成を開始した過去15年間では、昭和60年のクロアワビで見られた13.8%に次いで2番目に悪い結果となった。

(2) 空輸されて中間育成漁場に搬入する直前のI県産エゾアワビ稚貝の組織切片を観察した結果、18個体中1個体に神経幹に典型的な病変が認められた。

(3) I県及びS県産エゾアワビは6月上旬の搬入直後から10月まで毎月ほぼ10%づつへい死し、10月の時点で生残率は40%以下であった。11月以降のへい死は極めて少なかった。4～6月の短期間に急激にへい死が起こるクロアワビに比べて、エゾアワビは夏場をはさんで長期間にわたって緩慢なへい死が続いた。このような傾向は、平成元年に初めてエゾアワビの種苗生産を開始し、翌年から中間育成を実施して以来一般的に見られるものである。

(4) 中間育成漁場におけるへい死時の水温は、クロアワビ稚貝では16～21℃、エゾアワビでは16～26℃とエゾアワビ稚貝の方が高い水温でもへい死が見られた。

(5) 平成6年の大島の中間育成漁場における夏場の水温は最高28℃を示し、前年に比べ5℃も高かった。また、塩分は周年33～35と高いまま推移し、梅雨時期でも塩分低下は見られず、少雨による典型的な高塩分、高水温の年であった。

(6) クロアワビ稚貝の剥離に及ぼす麻酔剤の影響については、エチルアルコールでは2%濃度で15分間処理、FA-100では1/8,000濃度で15分間処理が剥離率及び生残率から見て有効かつ経済的であった。なお、麻酔剤と大量へい死の関係は不明であった。

(7) 栽培漁業公社で平成4年、5年の2ヶ年間にわたって種苗生産に供し、その稚貝に病変が認められ大量へい死が起こったエゾアワビ母貝をホルマリンで固定し、組織切片を作成して観察した。その結果、10個体中8個体で神経幹或いは鰓もしくは双方に病変が認められた。栽培漁業公社では母貝と稚貝飼育水槽が近接しているため、病原体が同親から稚貝へと伝播した可能性が強く示唆された。

(8) ネガティブ染色による電子顕微鏡観察の結果、本県の栽培漁業公社で平成3年、4年及び6年に大量へい死した時のクロ、エゾアワビ衰弱個体及び平成3年の他県産クロアワビ稚貝の摩砕液から、さらに、クロアワビ母貝の血液中から直径30nm、長さ32nmの円筒型の粒子を多数検出した。

(9) 平成6年に栽培漁業公社において感染源となる稚、親アワビを全て処分し、塩素による場内施設の消毒を3回行った。また、今まで全く人工種苗が放流されたことも無く、生息の報告が無かった本県の豊前海からクロアワビを採取し当研究所で隔離飼育した。この母貝を用いて当研究所で種苗生産を行い、得られた授精卵のみを消

毒が済んだ栽培漁業公社の飼育施設へ搬入した。3月末現在殻長15～17mmの稚貝約103万個を飼育しているが、残念ながら平成7年3月上旬からへい死が始まり3月末で累積へい死率は5.9%に達している。

IX 文 献

- 1) 水産庁：アワビ大量へい死要因調査報告書，(1994)
- 2) 中津川俊雄他：筋萎縮を伴うクロアワビ稚貝の病理学的所見，魚病研究，23，203-204 (1988)
- 3) 中津川俊雄：筋萎縮症を伴うクロアワビ稚貝の疾病の伝染性，魚病研究，25，207-211 (1990)

トラフグ放流技術開発事業

内田 秀和・濱田 弘之・吉村 研治*

1. 種苗生産

放流試験に供したトラフグの種苗生産は、例年どおり福岡県栽培漁業公社に委託して行った。

(1) 採卵及びふ化

本年は山口県下関市南風泊市場と広島県吉和町で採卵した。卵は受精後ビニール袋に入れ酸素封入し、1～3時間かけて輸送した。採卵及びふ化状況は表1に示すとおり350万粒の卵から185万尾がふ化し、ふ化率は52.9%であった。

表1 採卵及びふ化状況

回次	採卵月日	採卵数 (万粒)	受精率 (%)	ふ化仔魚数 (万尾)	ふ化率 (%)	採卵場所
1	4. 23	100	75.2	30.0	30.0	山口県下関市
2	5. 9	250	90.1	155.0	62.0	広島県吉和町
計		350	85.8	185.0	52.9	

(2) 幼稚仔飼育

ふ化仔魚185万尾は屋内50トン水槽3面と屋外100トン水槽にはほぼ均等に収容した。日齢10日までは止水とし、配合飼料を与えた日齢10日以降には徐々に換水を行い、換水率は1日当たり5回転から最大20回転まで上げた。

餌料はワムシ、アルテミアおよび市販配合飼料を使用した。配合飼料は自動給餌機により午前5時から午後8時まで15～30分おきに投与した。ワムシは日齢3～40日の間、アルテミアは日齢5～50日の間、配合飼料は日齢15日目から与えた。

種苗生産の結果は表2に示す。

出荷サイズを全長31～49mmと昨年より大きくしたところ生残率は低く4.6%であった。20mm以上に成長するとかみ合い等による減耗が急激に大きくなる。一方小型化して20～25mmで出荷すると輸送による減耗や中間育成初期の魚肉への不慣れによる摂餌不足などで出荷後短期間で大量死が生じる¹⁾。このことから、出荷は30mm程度で行うとともに、一方で種苗生産時において密度を現在より小さくして生残率を高くする必要がある。

表2 種苗生産の結果

生産 回次	収 容		出 荷				
	尾数 (万尾)	飼育開 始水槽	全長 (mm)	体重 (g)	重量 (kg)	尾数 (千尾)	生残率 (%)
1	30	50t×1面	48.9	3.28	38.6	11.8	3.9
2	155	50t×1面	31.7	1.00	15.4	15.4	4.7
			37.3	1.96	32.1	16.4	
			31.3	1.04	8.2	7.8	
			38.4	2.39	36.0	15.1	
		100t×1面	46.3	2.34	42.0	18.0	
計	185				172.3	84.5	4.6

2. 中間育成

中間育成は昨年度と同様に、ふぐ延縄漁業に従事する鐘崎及び姫島漁協に委託した。

鐘崎漁協での中間育成には30～47mmの種苗を供した。種苗の受入れは7月4日と13日に行い、沖出して育成を開始した。種苗は漁港内に設置した長方形の筏2基(12×18m)に、海面小割生けす12面を張り収容した。生けすは大きさが5×5×3.5m、目合い10mmのナイロンもじ網を使用した。種苗は栽培漁業公社から漁港の岸壁までトラックで運び、船に積んだパンライト水槽に移し生けすまで運搬した。餌料は冷凍イカナゴを1日4～6回投与した。イカナゴは給餌開始後1週間はミンチ、その後はスコップで細かく砕いて与えた。

姫島漁協で中間育成する種苗は、鐘崎漁協で21日間育成した63mmの群で、調査船の水槽(1.5t×4槽)に入れて約2時間半かけて姫島へ輸送し、8月3日から育成した。育成施設は漁港内に設置した長方形の筏2基(11×6m)で、海面小割生けすを4面張った。生けすは大きさが4×4×3mで、目合い15mmの網を使用した。

餌料は冷凍イカナゴを1日3～4回投与した。中間育成の結果は表3に示す。

鐘崎漁協で中間育成のために受け入れた種苗は、合計84,327尾であった。育成した種苗は、35～45日間育成して全長60、80および90mmの3つのサイズで取り上げ、6つの群(A～F)として放流試験を行った。このうちの60mm群(63mm)は姫島に輸送し、中間育成をさら

*福岡県栽培漁業公社

表3 中間育成の結果

育 成 場 所	放 流 群	受 入 れ			取 上 げ			飼育日数 (日)	生残率 (%)
		月 日	全長 (mm)	尾 数 (尾)	月 日	全長 (mm)	尾 数 (尾)		
鐘 崎	A	7. 13	36.6	15,071	8. 18	80.7	2,731	36	18.1
	B	7. 13	35.4	16,362	8. 17	82.6	4,281	35	26.2
	C	〃	46.9	11,756	〃	88.0	3,437	35	29.2
	D	7. 4	30.3	15,360	8. 17, 18	93.7	8,387	44, 45	54.6
	E	7. 4	30.7	7,820	8. 18	79.5	3,001	45	38.4
	F	7. 13	43.0	17,958	8. 3	63.3	7,045	21	39.2
小 計				84,327			28,882		34.3
姫 島	F	8. 3	63.3	6,545	9. 9	134.8	4,170	37	63.7
合 計				84,327			26,007		30.8

に続けて135mm (F群) で放流した。

各群で育成開始時の収容密度を変えたところ、生残率は18.1~54.6%とかなり差が生じた。生けす別の育成密度と生残率の関係を図1に示した。

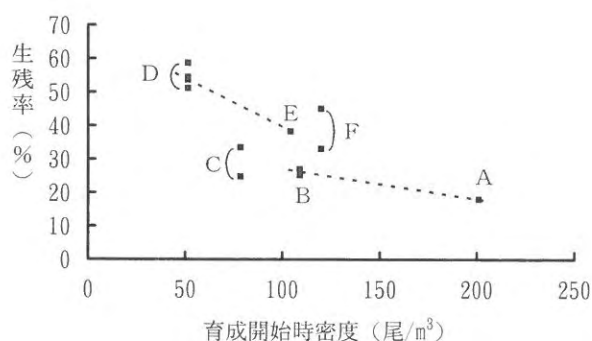


図1 育成密度と生残率

育成開始サイズや終了サイズが各群で異なるので単純な比較はできない。しかし、その条件がほぼ同じであるAとB群 (約35mmから80mmまで育成)、DとE群 (約30mmから80~90mmまで育成) についてそれぞれ比較すると、育成密度と生残率には負の相関関係が認められた。特に小型の30mmから育成したD、E群ではこの関係が顕著である。密度を1トン当たり200尾から100尾あるいは100尾から50尾に半減すると、生残率は約1.5倍に達する。密度以外の育成条件、例えばサイズを考慮した生残率についても検討する必要がある。

次に、生けす別の育成密度と日間成長率の関係は図2に示すとおり、D、E群で差が認められ、密度を小さくすると成長が良くなっているが、AとB群でははっきりした傾向が認められない。成長率はサイズが大きいほど

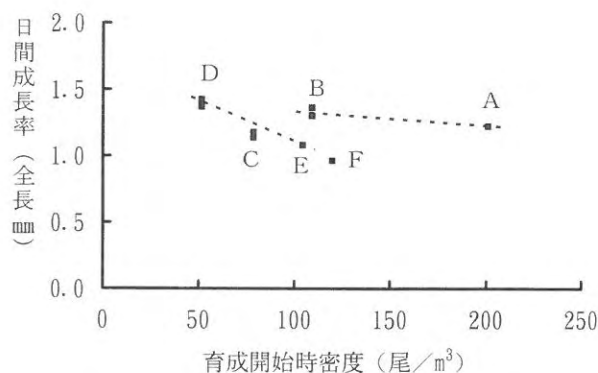


図2 育成密度と成長

高いが、密度が低いD群は育成開始サイズが小さいにもかかわらず、1.4mmと最も高い成長率を示した。

生けす別の飼育中における1尾当たりの平均かみ跡数 (体表面のみで鰭は除く) は、図3に示すとおりB、C、D群では密度が高いほど多くなっている。しかし、密度を200尾/トンまで上げたA群のかみ跡数はそれ程増えておらず、8ヶ所が生存個体の上限値かも知れない。かみ跡数を減らすには、100尾以下にする必要があると考え

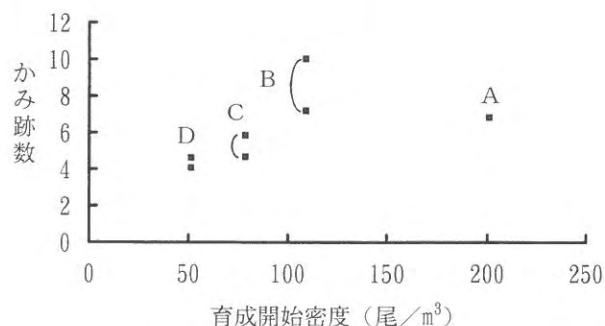


図3 育成密度とかみ跡数 (/1個体)

表4 標識放流の概要

放 流 群	場 所	放 流		月 日	中間育成 飼育密度 (尾/トン)	A L C 標 識			
		全長 (mm)	尾数 (尾)			標 示 リング	大きさ (μ)	染色時全長 (mm)	
80mm群	A群	福岡湾	80.7	2,731	8. 18	201	1 重中	45.5	17.5
	B群	〃	82.6	4,281	8. 17	109	2 重	36.6	14.1
90mm群								63.2	30.3
	C群	〃	88.0	3,437	〃	78	1 重大	75.0	39.3
	D群	〃	93.7	8,387	8. 17, 18	51	1 重小	37.7	14.1
小 計			18,836						
80mm群	E群	鐘 崎	79.5	3,001	8. 18	104	1 重中	45.5	17.5
135mm群	F群	姫 島	134.8	4,170	9. 9	87	無 し	—	—
合 計			26,007						

られる。

姫島では63mmの種苗から37日間の中間育成により、全長135mmの種苗（F群）を4,170尾生産し、歩留りは63.7%と高い結果が得られた。種苗は尾鰭カットを行い標識放流試験に用いた。

3. 放流及び追跡調査

育成した種苗は、8月中旬に福岡湾内の西戸崎地先において1.9万尾（A～Dの4群、平均全長80.7～93.7mm）を、それぞれALC耳石染色により識別できるようにして標識放流した。この他鐘崎漁港内で8月中旬に0.3万尾（E群、79.5mm）、9月上旬に唐津湾の姫島漁港内で0.4万尾（F群、134.8mm）の合計6群の2.6万尾を放流した。トラフグ標識放流の概要は表4に、放流場所は図4に示すとおりである。

このうちA～D群について調査結果を述べる。

放流した幼魚は福岡湾でのタグ標識魚の再捕結果から、12月までは湾内に留ることが明かになっている^{2,3)}。従って、福岡湾を対象に放流魚が湾外に逸散しない8～12月に追跡調査を行えば、放流直後の生残状況を明らかにすることができる。放流魚の放流後4ヶ月程度の短期間の生残状況を知り、放流手法の検討を行うため、標識脱落がないALC標識を用いて、昨年に続き追跡調査を行った。放流場所は福岡湾内でも小型底びき網の禁漁区域であり放流直後の混獲による減耗が少ない西戸崎地先で行った⁴⁾。この水域は小型底びき網の操業区域内での放流と比較して90mmサイズで11月以降には1.8倍の生残率を示すことから、放流適地であることがわかっている¹⁾。また、この場所で昨年はサイズが5、7および10cmで標識放流を行い、7cm以下では10cmに比べてかなり低い生残率（1/5.5以下）であることがわかった⁵⁾。

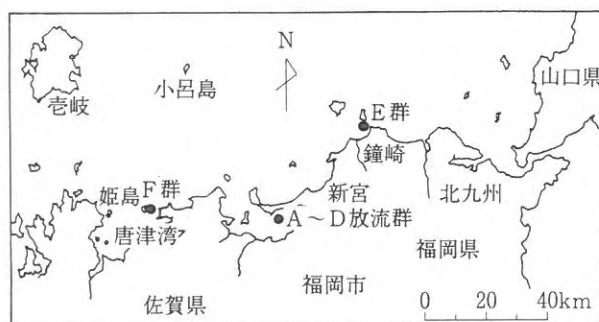


図4 放流場所

この結果から放流適正サイズは7～10cmにあると考えられるので、本年は8、9cmで同様の放流を実施した。

福岡湾ではクルマエビ、カレイなどを対象として、約100隻の小型底びき網漁船が湾口部を中心に4～12月に操業している。そこで放流魚の追跡は、福岡湾内で夏～秋に小型底びき網により漁獲される幼魚の耳石を検鏡し、標識魚を識別して行った。放流場所と小型底びき網の操業範囲は図5のとおりである。

ALC染色は50トンの飼育水槽の海水を10トンまで減らし、止水状態でALCを25ppmの濃度にして21時間行った。止水状態での収容密度は、稚魚のサイズによって多少変え、20mmでは1～2万尾/トン、30mmを越えた時は0.5～1万尾/トンを目安とした。染色開始2時間後（14:00）の水温は21～23度、酸素濃度は4.5～5.5ppm、pHは7.7～8.0で酸素濃度およびpHに低下がみられたが、その後安定したので染色を続けた。染色終了後の死亡は、染色を実施していない水槽と同程度でごくわずかったので、染色による生残率の低下はほとんどなかったと考えられる。

標本は調査日ごとに、福岡市漁協の1支所に所属する

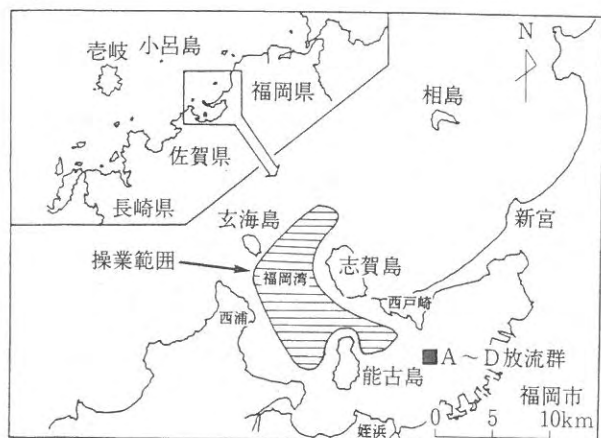


図5 福岡湾におけるALC耳石標識魚の放流場所と小型底びき網漁船の操業範囲

小型底びき網漁船20隻が漁獲した全数を購入した。入手した幼魚は485尾、そのうち460尾について、耳石標識により天然群と各放流群の識別ができた。各放流群の放流後の生残状況は半月単位のCPUEの経時変化から検討した。CPUE（単位努力量当りの漁獲量）はここでは一日一隻当たりの漁獲尾数とし、各放流群で放流1万尾当たりに補正した上で天然群と各放流群の値を比較した。各放流群は中間育成場所や放流日、放流場所等が同じであるが、放流後の生残に大きく影響すると思われる放流サイズと中間育成開始時の収容密度を変えている。これら4つの群を同時に放流して適正放流サイズと収容密度の検討を行った。

表5と図6に放流群別のCPUEを示した。放流約半月後の9月上旬から4ヶ月後の12月までについて、半月ごとにデータを集計した。放流直後の9月上旬には放流魚が分散しておらず、CPUEが高い。10月になると魚

群が分散して一時漁獲が少なくなる。CPUEが比較的安定する10月下旬以降について、放流群別にCPUEの平均値を求め比べると、放流群間の生残率を相対的に比較することができる。A群のCPUEを1.0として他の群の値を相対値で示すと、サイズが最も大きく、収容密度を下げてかみ合いを少なくして飼育したD群で、予想通り1.29と最も大きい値を示した。C群はD群に次いで放流サイズが大きく収容密度が小さいが、CPUEの相対値は最も小さく0.481であった。一方、A群は4群の中では放流サイズが最も小さく、収容密度が最も大きいいため、生残率が最も低いと予想されたが、実際にはD群に次いで高い生残率を示した。これらの結果から、放流サイズはA群の全長80mmで十分であることが明らかになった。また、放流サイズ以外にかみ合いの程度が放流後の生残に大きく影響すると考えられ、収容密度を下ればかみ合いを抑制することができて、生残率も向上すると考えられるが、収容密度と生残率の間には明瞭な関

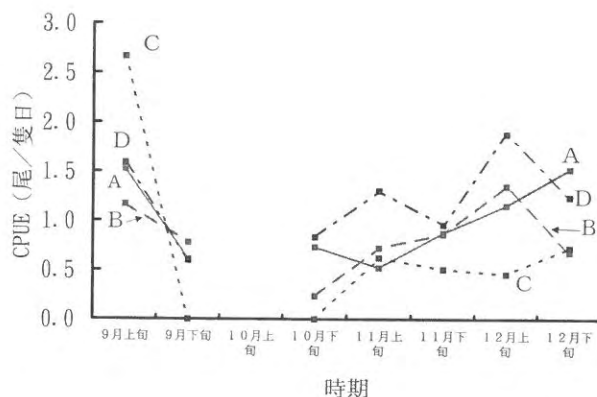


図6 放流群別放流1万尾当たりCPUE

表5 放流群別放流1万尾当たりCPUE（尾/隻日）

期	間	放流サイズ 育成開始密度	A群 80.7±9.8mm 201尾/m ³	B群 82.6±10.3mm 109尾/m ³	C群 88.0±12.4mm 78尾/m ³	D群 93.7±9.9mm 51尾/m ³
	9月上旬	(9/8)	1.526	1.168	2.667	1.590
	9月下旬	(9/27)	0.610	0.779	0.000	0.596
	10月上旬					
	10月下旬	(10/26-11/2)	0.732	0.234	0.000	0.835
	11月上旬	(11/7-15)	0.523	0.723	0.623	1.306
	11月下旬	(11/18-30)	0.876	0.863	0.506	0.959
	12月上旬	(12/5-9)	1.156	1.352	0.459	1.883
	12月下旬	(12/15-20)	1.526	0.681	0.727	1.242
CPUE平均値(10月下旬以降)			0.963	0.771	0.463	1.245
CPUE平均値の相対値(A群=1.0)			1.000	0.801	0.481	1.293

係がみられなかった。生けす網からの取り上げや輸送、放流時の取り扱いなどの条件が、放流後の生残率へ影響している可能性もあるので、それらの点を含めて放流後の生残率の向上策を検討する必要がある。

成長は各放流群について全長、体長、体重及び肥満度の経時的变化を比較して検討した。これら測定値には天然、人工群間において5%の危険率で有意差が認められたが、人工群どうしでは差がなかった。全長は図7に示すとおり、人工群が天然群よりも約30mm小さい。体長は図8のとおりで、全長と同様に人工群が約10mm小

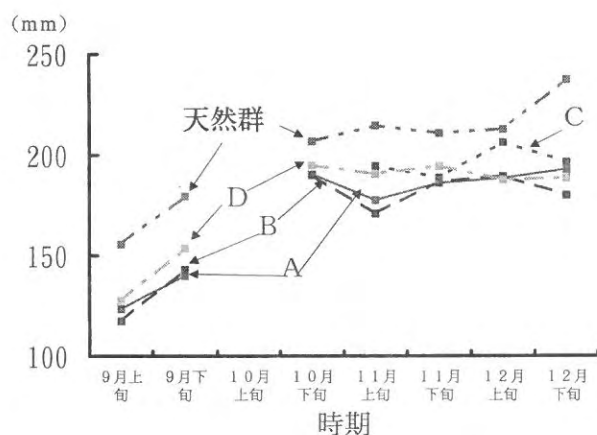


図7 放流群別全長の推移

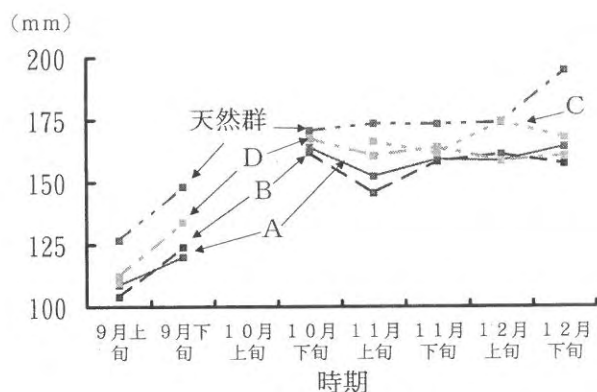


図8 放流群別体長の推移

い。この差は主として天然群と人工群の産卵期の違いによるものである。また、全長の差には人工群の中間育成中のかみ合いによる尾鰭の欠損も起因している。さらに、人工群間でみられる全長差はかみ合いによる尾鰭の長さの違いによるものであって、人工群の体長および体重には差がない。したがって、人工群の成長は互いにはほぼ等しいと推定される。10月下旬以降はいずれの群でも、水温の低下とともに成長が停滞する。また、肥満度も人工

群は天然群に比べて小さい。なお、肥満度は次式で求めた。

$$\text{肥満度} = \text{体重(g)} \div (\text{体長(mm)})^3 \times 10^5$$

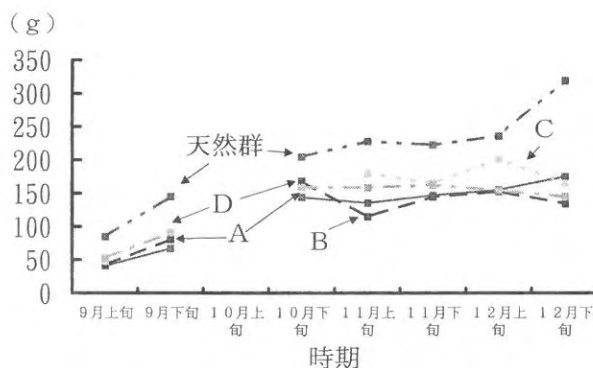


図9 放流群別体重の推移

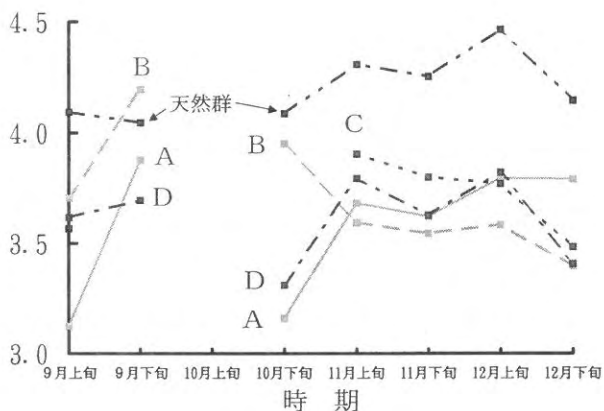


図10 放流群別肥満度の推移

4. 種苗性評価方法の検討

各放流群の活力を判定するとともに、かみ合いが活力に与える影響について検討するため、空中干出に対する耐性試験を行った。試験は1回につき10尾のトラフグを海水中から取り上げ、一定時間空中に干出した後、再び海水中に戻して生残尾数を調べた。供試魚の中には海水中に戻した直後には死んでいるようにみえても、しばらくすると動きだす個体があり生死の判断が付きにくかった。そこで、今回の試験では腹部を上にして浮き、しかも動かない個体は死んだものとみなして試験を行った。A～DおよびF群について行った試験の結果は図11に示すとおりで、供試魚の平均全長が63mmと小さいF群は、半数生残時間が約20分で活力が小さかった。また、全長がほぼ同じ(81～94mm) A～D群では、A、CおよびD群が約60分、B群で約40分と活力に差がでた。さらにA～D群の供試魚について図12に示すように、活力と体表のかみ跡数との関係を検討した。かみ跡は尾鰭を除く

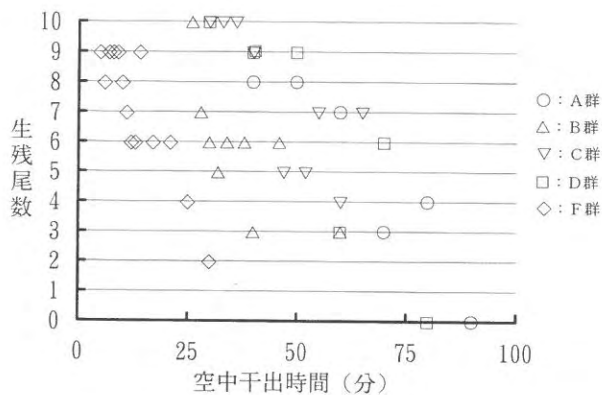


図11 放流群別活力試験

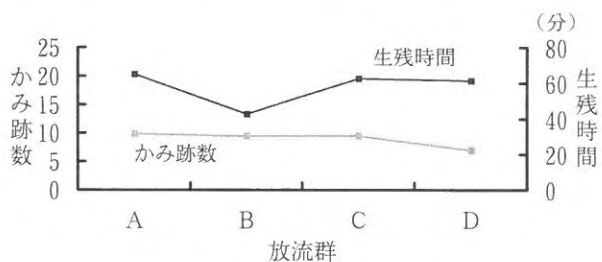


図12 放流群別かみ跡数と活力

体表には丸い輪となっており、比較的容易にその数を識別できた。活力が低かったB群でかみ跡数が多いことが予想されたが、結果はD群を除いてA～C群ではほぼ同じ数であった。

今回は試験に用いるための輸送および飼育中のかみ合いを十分防がなかったため、予想された結果が出なかった可能性がある。中間育成中のかみ合いは放流種苗の種苗性(健苗性)低下の大きな原因になると考えられるので、次回は供試魚の管理を十分行った上で試験を行うとともに、空中干出試験に比べて短時間で実施できる他の試験方法についても検討する必要がある。

5. 漁港内放流試験 (F群)

幼魚の生息域であり、また放流適地である内湾域浅海域では、小型底びき網による放流魚の混獲が生じる。そこで放流後短期間における混獲を低減するために、漁港内放流が有効ではないかと考えて試験を行った。本年はまず、放流10日後における放流魚の港内での生息状況を明らかにした。

追跡調査は図13に示すとおり港内7ヶ所において、目視観察、釣獲試験および潜水により行い、分布状況を明らかにした。目視観察は冷凍イカナゴの撒き餌により行った。放流魚は放流点や漁港口付近には全く生息しなかったが、港内では各調査点で2～30尾が観察された。このうち最も多かったA点とついで多かったB点において釣獲試験を行い魚体測定と胃内容物調査を行った。その結

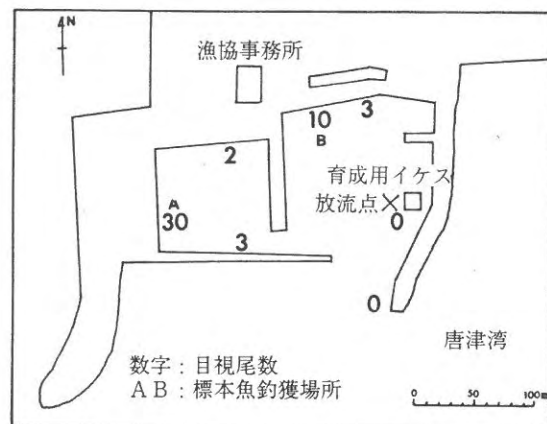


図13 姫島漁港内放流F群の追跡調査

果は表6のとおり、A点で採集した標本7尾は4尾が空胃であった。これに対しB点の標本8尾はすべて摂餌していたが、肥満度がA点の標本よりも小さかった。ほぼ同じ体長の天然魚(福岡湾で漁獲)とA、B点で採集し

表6 釣獲試験の結果

(A点)		t r : 痕跡あり				
個体NO	全長 (mm)	体長 (mm)	体重 (g)	肥満度	胃内容物 重量(g)	内容
1	122	104	47.5	4.223	t r	
2	152	136	82.3	3.272	0	
3	151	135	91.4	3.715	0.52	魚類
4	148	130	82.9	3.773	0.54	〃
5	132	120	77.5	4.485	0	
6	136	124	63.1	3.310	0	
7	135	104	45.1	4.009	0	
平均値	139.4	121.9	70.0	3.827		
標準偏差	10.39	12.45	16.93	0.416		

(B点)						
個体NO	全長 (mm)	体長 (mm)	体重 (g)	肥満度	胃内容物 重量(g)	内容
1	152	134	91.8	3.815	1.41	エビ類他
2	137	122	65	3.580	0.26	不明
3	142	125	75.8	3.881	0.64	魚類
4	135	129	86.1	4.011	1.02	〃
5	141	126	68.7	3.434	t r	
6	140	121	56.2	3.172	0.24	不明
7	127	113	49.1	3.403	t r	
8	137	119	62.3	3.697	1.07	魚類
平均値	138.9	123.6	69.4	3.624		
標準偏差	6.62	6.00	13.59	0.262		

表7 人工群と天然群の比較

	全長 (mm)	体長 (mm)	体重 (g)	肥 満 度	標 本 数
A 点の標本	139.4±10.4	121.9±12.5	70.0±16.9	3.83±0.42	7
B 点の標本	138.9± 6.6	123.6± 6.0	69.4±13.6	3.62±0.26	8
天然群 (9/8)	155.7±12.1	126.8±10.9	84.9±22.1	4.16±0.45	47

* B 点の標本と天然群では肥満度で有意差あり (5 % の危険率)

* 肥満度 = 体重 (g) / (体長 (mm))³ × 10⁵

た人工群で肥満度を比較すると、表7のとおり天然魚とB点の人工魚間に5%の危険率で有意差が認められ、B点の標本は天然魚よりもやせていたことが明らかになった。放流後10日間と短い期間ではあるが港内での滞留を確認した。放流魚は福岡湾の放流魚同様にやせていたが、15個体中11個体が摂餌していた。餌は漁港内の天然餌料の他に漁業者が与える釣り餌等の鮮魚であった。今後は港内での滞留量や滞留期間を明らかにする必要がある。

6. 福岡県ふぐ延縄漁船の操業実態調査

平成5年漁期（平成5年9月～6年4月）において鐘崎漁協4隻および玄界島2隻の合計6隻に操業日誌を依頼し、月別の漁区別操業状況を明らかにした。本県のふぐ延縄漁船約70隻による漁獲量は100～200トンで推移している。5年漁期の月別漁獲量は図14に示すとおり、12

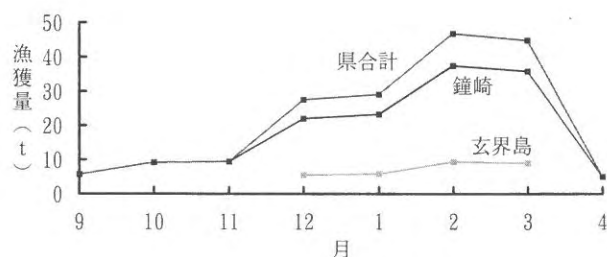


図14 福岡県ふぐ延縄漁船のトラフグ漁獲量

～3月が盛漁期であり中でも2～3月の占める比重が高い。ふぐ延縄漁業には底延縄と浮延縄の2種類の漁法があり、図15に示すように月別使用鉢数で努力量の推移を見ると、9～11月及び4月は底延縄、12～3月は浮延縄が主として行われている。漁区別の漁獲量は図16のとおり、筑前海～山口県沖が主漁場であるが、対馬の西沖の日韓共同規制水域も重要な漁場となっている。この他に五島周辺海域もわずかに操業が行われている。

さらに月別の漁場を明らかにするために、月別漁区別漁獲量を図17～24に示した。

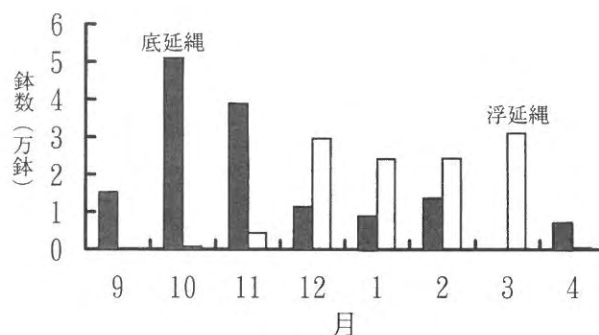


図15 使用鉢数

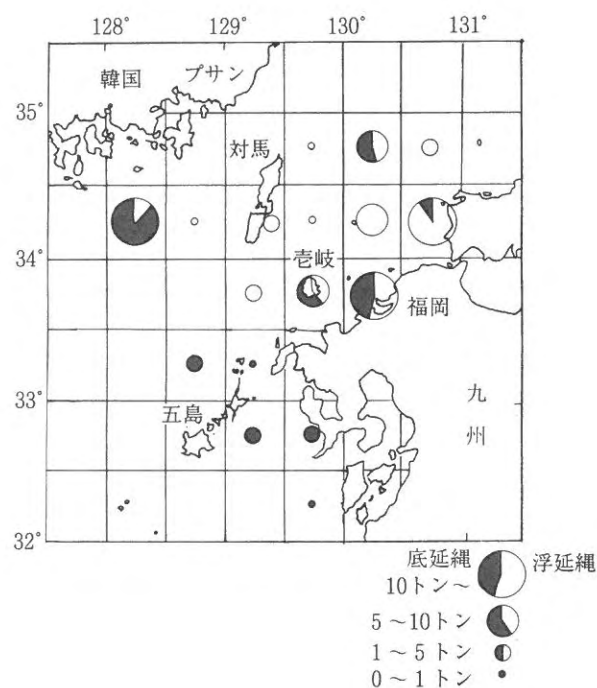


図16 漁区別漁法別の漁獲量（平成5年）

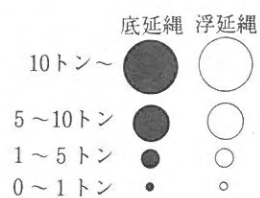
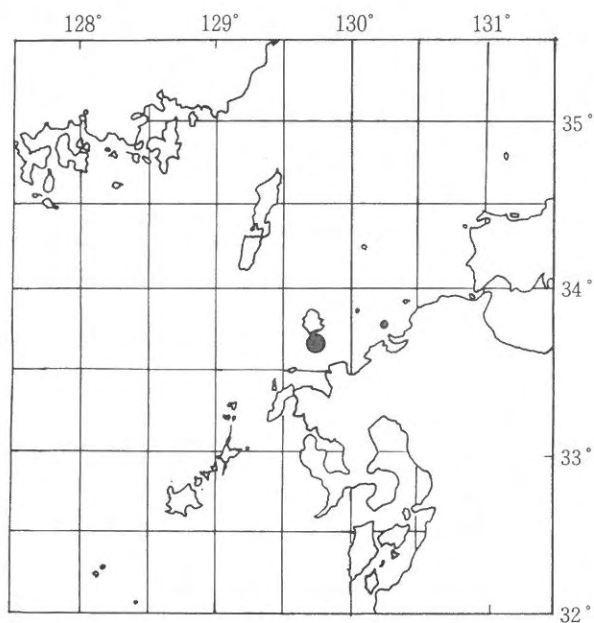


図17 月別の漁区別漁獲量（9月）

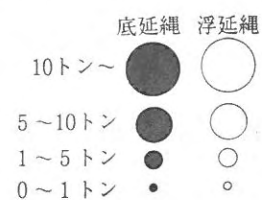
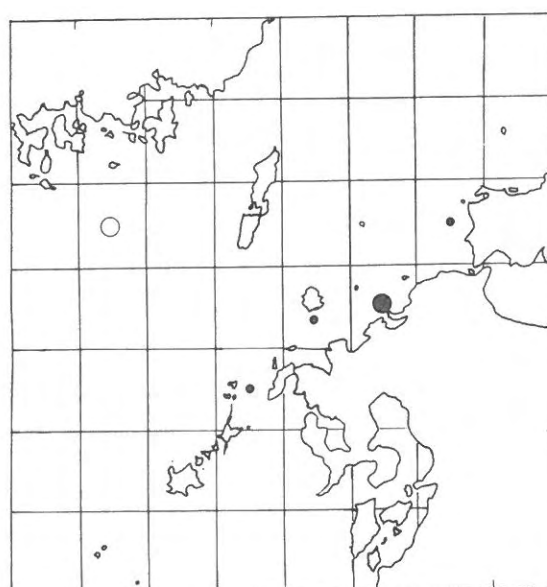


図19 月別の漁区別漁獲量（11月）

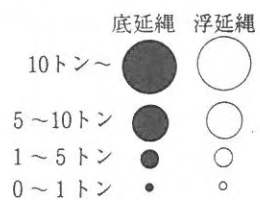
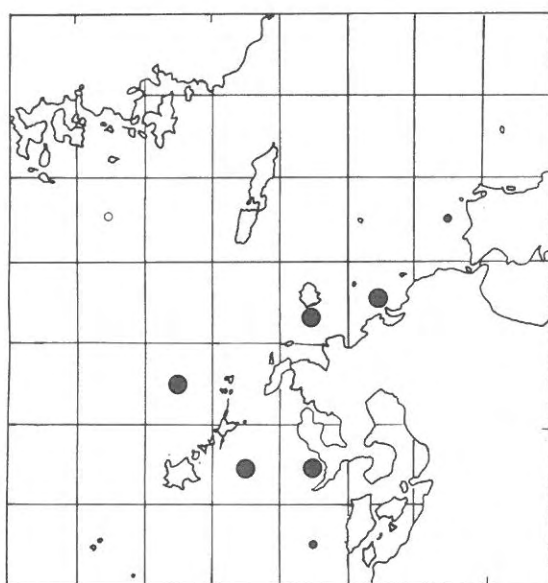


図18 月別の漁区別漁獲量（10月）

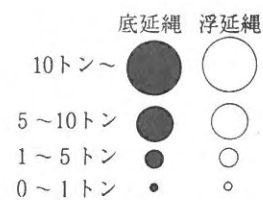
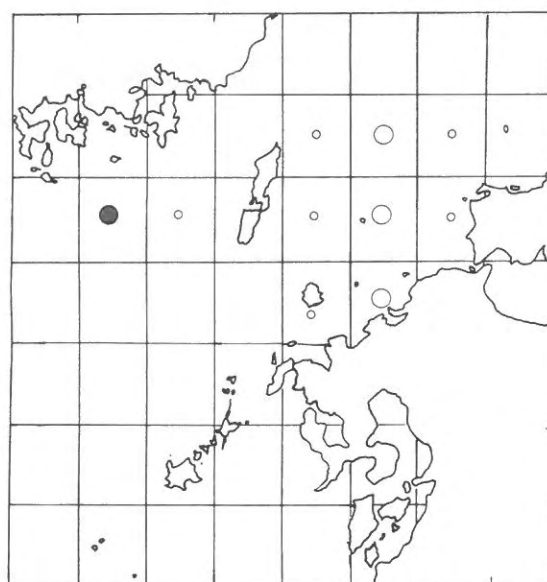


図20 月別の漁区別漁獲量（12月）

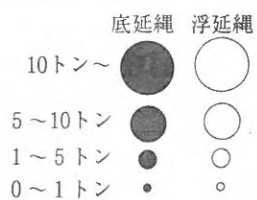
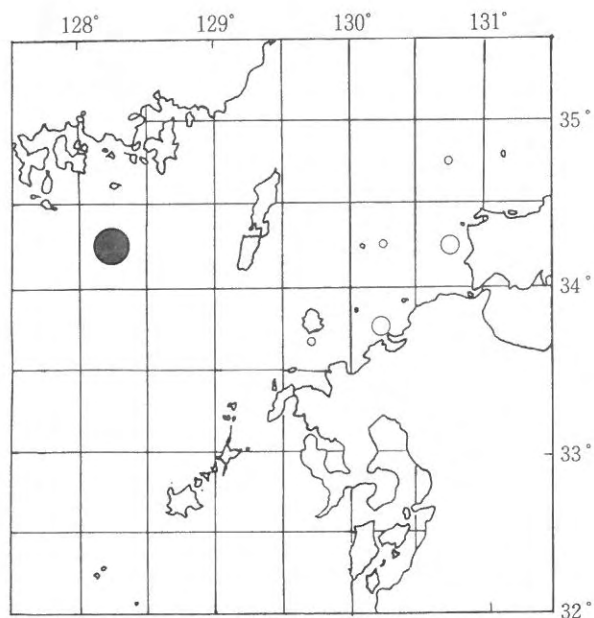


図21 月別の漁区別漁獲量（1月）

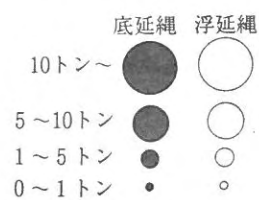
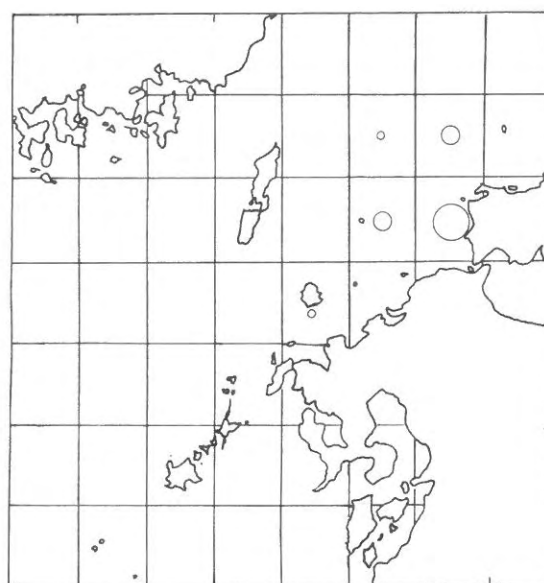


図23 月別の漁区別漁獲量（3月）

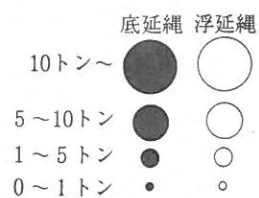
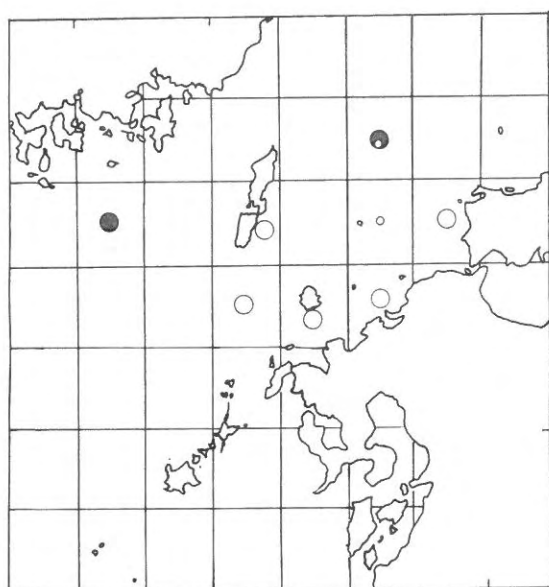


図22 月別の漁区別漁獲量（2月）

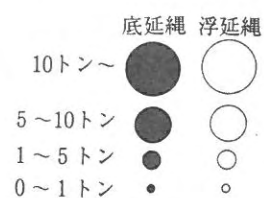
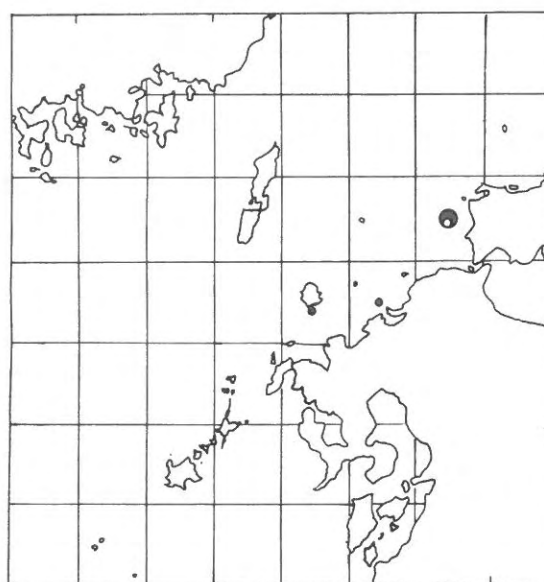


図24 月別の漁区別漁獲量（4月）

本県のふぐ延縄漁業は底延縄により筑前海～壱岐海域で9月に始まる。10月には操業隻数が増え海域も五島周辺まで広がる。11月には日韓共同規制水域で浮延縄による漁獲が始まり、12月になると筑前海での浮延縄の解禁により多くの漁船が浮延縄へ漁法を変えるが、底延縄も共同規制水域など比較的沖合いの海域で続けられる。しかし、3月にはすべて浮延縄に変わり、接岸する産卵群を漁獲対象とするため、漁場も沿岸域になる。4月には漁法が底延縄にvari, 出漁隻数が減少する。漁法は筑前海～山口県沖では主に浮延縄、それ以外の海域では底延縄である。漁法別に努力量（使用鉢数）の漁区別分布をみると図25のとおり、筑前海への集中状況が明らかであり、10～20年前の済州島西沖まで出漁していた時代とは大きく異なる。尾鰭変形魚の漁区別尾数割合は、図26のとおり放流を行っている福岡湾沖の他に日韓共同規制水域でも高い。変形魚の尾数割合は図27に示すとおり年齢別では1～2歳の未成年で高く、全年齢では10%程度である。南風泊り魚市場での外海産トラフグを対象にした平成5年漁期の変形魚調査結果（16%）と比べると⁵⁾、割合が少し低い。これは他県海域での放流効果が高く、市場では変形魚の割合が高くなっているためと考えられる。4月は調査尾数が少ないため、除外して考えた。

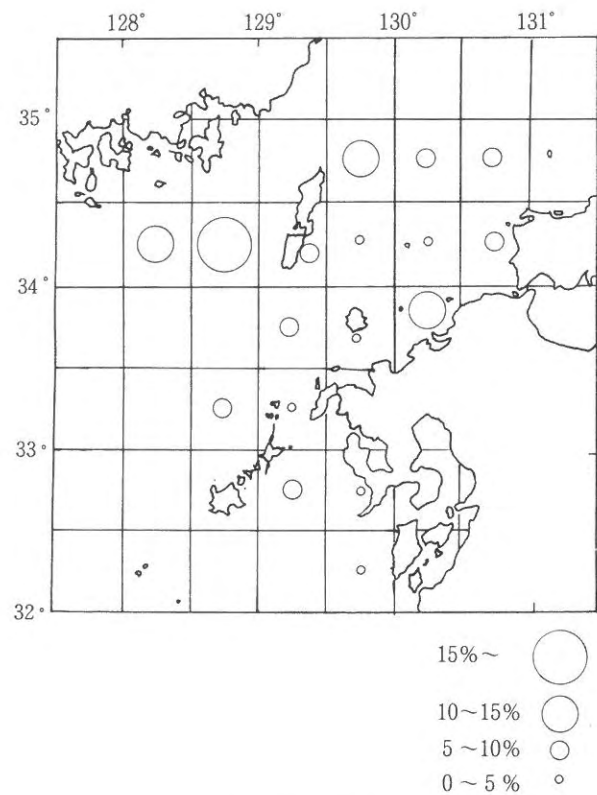


図26 漁区別尾鰭変形魚の割合（尾数%）

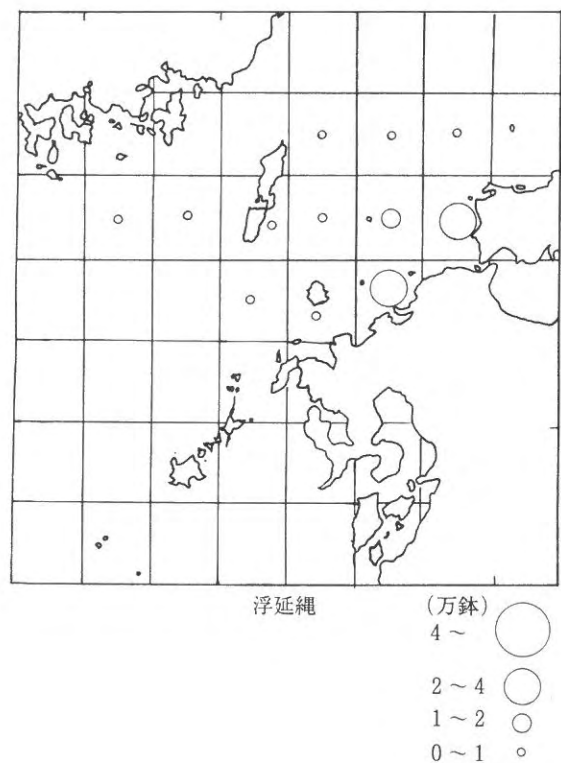
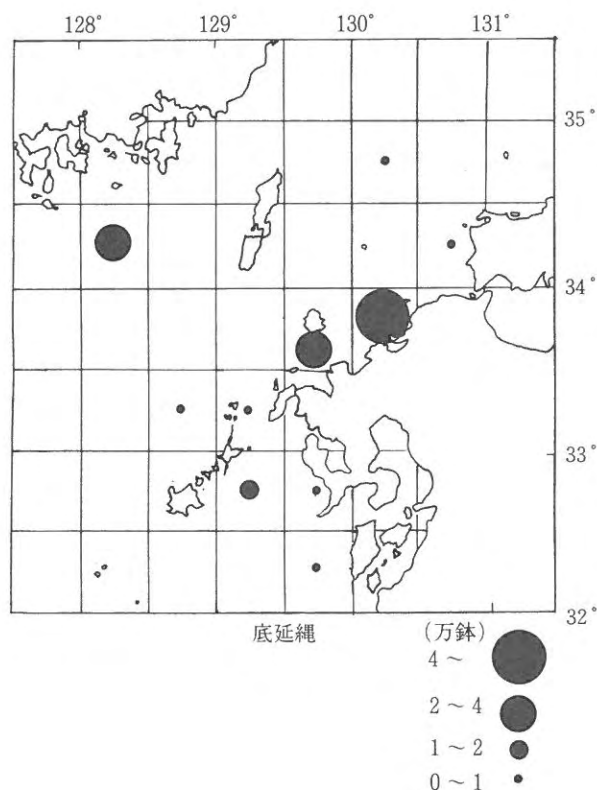


図25 漁区別使用鉢数

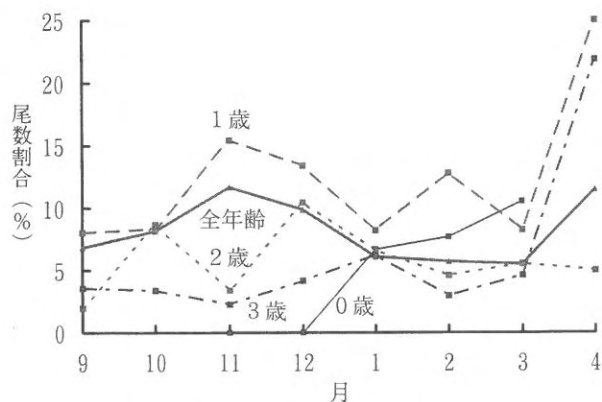


図27 年齢別尾鰭変形魚の割合

文 献

- 1) 福岡県福岡水技セ 1993:平成4年度トラフグ放流
技術開発事業報告書 福1-16
- 2) 福岡県福岡水試 1989:昭和63年度トラフグ放流
技術開発事業報告書 福1-17
- 3) 福岡県福岡水試 1990:平成元年度トラフグ放流
技術開発事業報告書 福1-15
- 4) 福岡県福岡水技セ 1992:平成3年度トラフグ放流
技術開発事業報告書 福1-16
- 5) 福岡県福岡水技セ 1994:平成5年度トラフグ放流
技術開発事業報告書 福1-16