

保護水面管理事業

深川 敦平・太刀山 透・篠原 直哉

平成3年10月に水産資源保護法に基づき宗像郡大島地先及び地島地先にアワビを対象とする保護水面が設定された。同法の規定により保護水面内の管理対象種の資源状況を把握するとともに、両地区の資源管理の基礎資料とすることを目的として調査を実施した。

方 法

1. 動植物生息量調査

平成8年6月に地島、10月に大島の保護水面内で動物生息量及び海藻着生量を潜水坪刈りにより調査した。両地区とも動物生息量は2×2m枠で3点、海藻着生量は0.5×0.5m枠で5点実施し、動物は平均体長と単位面積あたりの生息個体数を、海藻は単位面積あたりの着生数及び湿重量を測定した。

2. 資源量調査

アワビの天然資源は、加入量によって大きく左右され、その動態を把握することは、資源管理を進める上で極めて重要な課題である。しかし、加入量の動向を絶対量として把握することは困難であるため、稚幼貝の相対的多寡及び漁獲統計資料から今後のアワビ資源動向の予測を試みた。

(1) 天然稚貝の発生状況

6～8年度に研究所職員2名が、大島保護水面内の水深0～2m域で2時間潜水し、発見したすべてのアワビを計測し、年齢別の生息個体数を調査した。さらに、昭和55年度に実施した大島での同様な時限採捕調査（大規模増殖場開発事業調査）結果を用い、天然アワビ稚幼貝

生息数の相対的多寡を比較した。

(2) 資源変動要因

大島では漁期前に漁獲規制量を設定し、漁期中でも規定の量に達した時点で終漁するという厳しい資源管理を実践している。

総漁獲量規制による資源管理は、資源状態に見合った適正な漁獲規制量を設定することで最大の効果が期待できるものであることから、漁期前に当該漁期の初期資源量を推定し、それに応じた漁獲規制量を決定することが重要となる。しかし、大島では漁獲規制量は遵守されているにもかかわらず資源量は減少している。

そこで、漁業者間の能力差を考慮したDelury法による資源推定により得られた初期資源量及び漁獲率から、来期の初期資源量を予測した。

さらに、資源変動要因を考えるため、昭和63～平成8年度に大島の海士漁で漁獲された天然クロアワビの殻長組成を分離し、漁獲アワビの年齢組成を導き、その年齢から発生年度を推定した。さらに、年別海士の漁獲量を、漁獲された天然クロアワビの平均体重で割り、総漁獲個数を出し、これに年齢別漁獲割合を乗じて発生年別の漁獲個数を推定した。また筑前海における一般的年齢別漁獲割合は、4～6歳が総漁獲の約80%をしめることから、7年度までに4～6歳の漁獲が終了した58～63年発生群について検討した。

結果および考察

1. 動植物生息量調査

平成8年度の大島地区の動物生息量は、表1に示すよ

表1 大島地区保護水面内（二見ヶ浦）の動物生息量

種 類	平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
	個 数 (個/m ²)	体 長 (mm)	個 数 (個/m ²)	体 長 (mm)	個 数 (個/m ²)	体 長 (mm)	個 数 (個/m ²)	体 長 (mm)
ア ワ ビ	0.2	41.1±15.1	0.6	47.6± 4.9	0.2	76.4±11.6	0.4	52.5±21.7
サ ザ エ	1.4	65.1±18.1	0.5	58.0± 3.9	0.4	31.7±23.0	2.1	51.5±14.6
ト コ ブ シ	0.5	60.7± 5.0			0.8	34.3± 4.6	0.9	45.6± 7.5
ア カ ウ ニ	0.5	81.8± 3.4	1.4	54.4±23.1	2.8	55.7±15.2	1.5	55.5±14.4
ム ラ サ キ ウ ニ	1.9	57.1±22.2	4.6	42.6±15.5	5.0	39.4±12.9	4.3	41.9±12.5
バ フ ン ウ ニ	2.4	32.6± 7.2	37.9	24.9± 6.3	8.0	32.7± 4.2	14.8	26.9± 6.1

うに、アワビ0.4個/m²で、7年度に比べ大きな変化はない。サザエは2.1個/m²、バフンウニが14.8個/m²で増加しているが、トコブシ0.9個/m²、アカウニ1.5個/m²、ムラサキウニ4.3個/m²で、大きな変化はない。一方、8年度の地島地区の動物生息量は表2に示すように、アワビ0.3個/m²で、7年度に比べ大きな変化はない。サザエが2.8個/m²、ムラサキウニ2.8個/m²で減少しているが、トコブシ0.2個/m²、アカウニ0.2個/m²、バフンウニ14.8個/m²で、大きな変化はない。

一方、大島地区の海藻着生量は表3に示すように、アラメは7年度に比べ減少しているが、ホンダワラ類は逆に増加している。地島地区の海藻着生量は表4に示すように、アラメは7年度に比べ大きな変化はないが、ホンダワラ類は減少している。

2. 資源量調査

(1) 天然幼稚貝の生育状況

採捕したアワビの年齢と個体数は図1に示すように大島の3歳以下の稚幼貝数は、6年度が164個、7年度が153個、8年度が139個で、これを昭和55年度の70個と比較すると6年度は昭和55年度の約2.3倍、7年度は約2.2倍、8年度は約2.0倍の採捕数となる。

筑前海における一般的なアワビの成長からみて、3歳以下の稚幼貝が漁獲対象の殻長100mm以上に達するためには1～3年を要することから昭和55年度の大島における稚幼貝調査で得られた稚幼貝が漁獲サイズである殻高100mm以上に達するのは昭和59～61年度となる。一方大島のアワビの推定初期資源量は図2に示すように昭和58～平成2年度は20t前後の高い水準であった。

このように6～8年度の稚幼貝数が昭和55年度の水

表2 地島地区保護水面内（桜崎）の動物生息量

種 類	平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
	個 数 (個/m ²)	体 長 (mm)	個 数 (個/m ²)	体 長 (mm)	個 数 (個/m ²)	体 長 (mm)	個 数 (個/m ²)	体 長 (mm)
ア ワ ビ	0.3	51.9±18.6	0.3	93.5±19.8	0.6	76.8±14.6	0.3	83.7±21.3
サ ザ エ	0.3	45.8±10.4	2.3	47.8±18.7	7.5	46.2±14.0	2.8	49.8±11.0
ト コ ブ シ	0.2	41.9±21.0	1.0	40.8±19.8	0.1		0.2	42.7± 1.1
ア カ ウ ニ	0.1	50.5± 0.0	0.1	60.0± 0.0		56.8±	0.2	55.8± 2.6
ム ラ サ キ ウ ニ	3.0	30.2±11.9	3.6	44.4±12.1	4.7	29.5±13.0	2.8	36.8±10.0
バ フ ン ウ ニ	22.5	29.1± 5.6	10.5	26.3± 5.2	13.1	30.8± 4.2	14.8	28.2± 5.2

表3 大島地区保護水面内（二見ヶ浦）の海藻着生量

種 類	平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
	着生数 (本/m ²)	湿重量 (g/m ²)	着生数 (本/m ²)	湿重量 (g/m ²)	着生数 (本/m ²)	湿重量 (g/m ²)	着生数 (本/m ²)	湿重量 (g/m ²)
ア ラ メ	8.0± 5.7	2,433±1,960	20.0± 7.6	9,760±7,281	21.3± 8.5	4,720±2,535	14.4± 3.2	3,584±1,476
ワ カ メ	1.3± 0.0	327± 462	20.0± 9.8	1,768±1,531	16.0±10.6	1,448±1,538		
ホンダワラ類	41.3±13.2	440± 163	11.2±13.0	7,848±8,710	16.0±12.4	1,768±2,121	25.6±12.3	3,688±2,079
アミジグサ		147± 75		2± 3		64± 75		24± 32
ウミウチワ				8± 16		16± 30		20± 18
マ ク サ		47± 25		3± 3		4± 7		3± 4
ユ カ リ	0	47± 25		3± 3		4± 7		18± 16

表4 地島地区保護水面内（桜崎）の海藻着生量

種 類	平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
	着生数 (本/m ²)	湿重量 (g/m ²)	着生数 (本/m ²)	湿重量 (g/m ²)	着生数 (本/m ²)	湿重量 (g/m ²)	着生数 (本/m ²)	湿重量 (g/m ²)
ア ラ メ	25.0±14.1	5,147± 842	16.8± 8.2	8,712±4,145	17.3± 9.9	6,112±5,681	16.8± 6.4	5,224±3,411
ワ カ メ					4.0± 4.5	36± 67		
ホンダワラ類		5,160±5,095	13.6±12.5	1,060± 765	60.0±33.3	4,576±4,762	21.6± 8.2	1,592± 482
アミジグサ		787±1,113		100± 126		304± 315		56± 78
ウミウチワ								
フクロノリ								

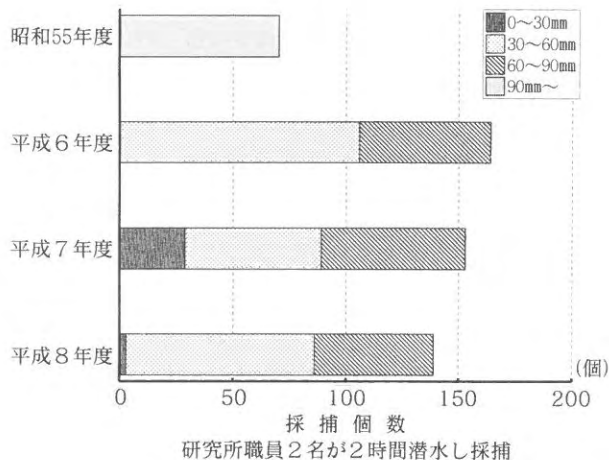


図1 採取したアワビの年齢と個体数

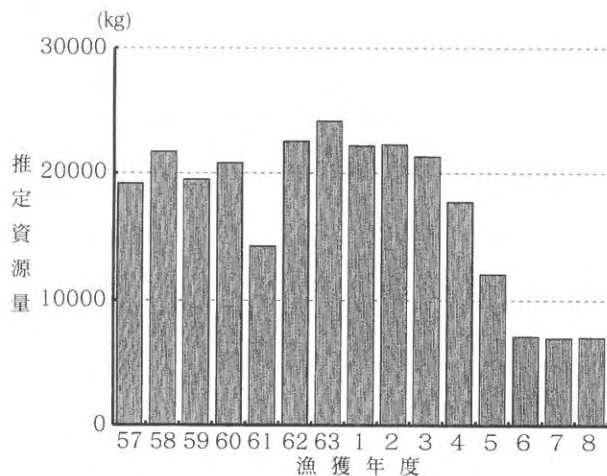


図2 大島のアワビの推定初期資源量の推移

以上であったことから今後アワビ資源は上昇に向かうものと推察される。

(2) 資源変動要因

福岡県及び大島におけるアワビ漁獲量の推移は、図3に示すように、57～3年度までは増加傾向を示し、大島では10～15tの漁獲量であった。しかし、4年度以降減少し、県全体では5年度にピーク時の1/4の50t、大島では1/4の3.5tに減少している。

図2から、漁獲量と同様に、3年度までは20t前後で安定していたが、4年度以降減少し、5年度は12tに減少した。

大島における1日1人あたりの漁獲量(CPUE)を図4に示した。海士(夏季漁)では、3年度の8.6kg/人・日をピークに、磯見(冬季漁)では、2年度の14.8kg/人・日をピークに減少し、5年度はそれぞれ4.3kg/人・日、5.9kg/人・日となった。

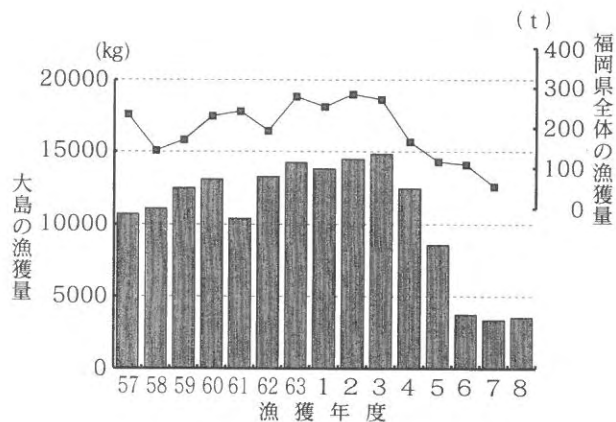


図3 福岡県及び大島のアワビ漁獲量の推移

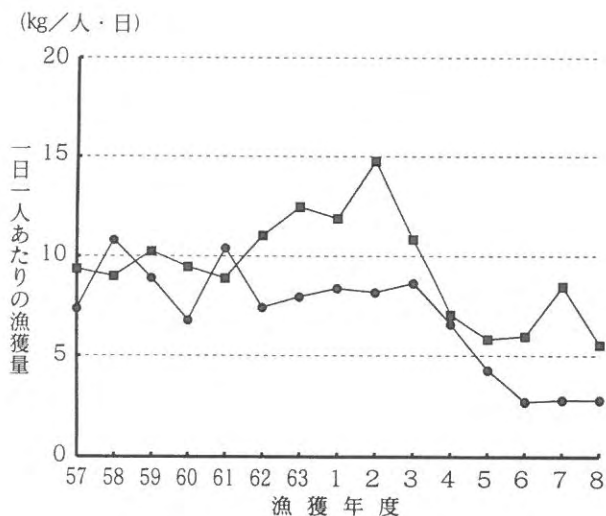


図4 大島における1日1人あたりの漁獲量の推移

大島におけるアワビの漁獲率(資源量に対する漁獲量の割合)を、図5に示した。

57～63年度は、61年度が70%以上と高いものの、60%前後で推移されていたが、平成元年以降上昇し、3～5年度は70%を漁獲し続けていた。

このような高い漁獲率を継続したことが、資源量減少の要因の一つになったと考えられる。

次に、推定した発生年別漁獲個数は、図6に示すように60年以前は1万個を越えていたが61年は8,050個62年が4,800個63年が4,300個となり61年発生群以降の漁獲個数が急激に減少している。

これらのことから昭和61年度以降の天然発生の不調が4年度以降の漁獲の低迷に影響していると推察される。その原因として昭和62年2月に西日本一帯で発生した記録的な大時化が砂の堆積転石の移動や海藻の流出等の磯漁場の環境を変化させアワビ幼生の着底生育生残等に影

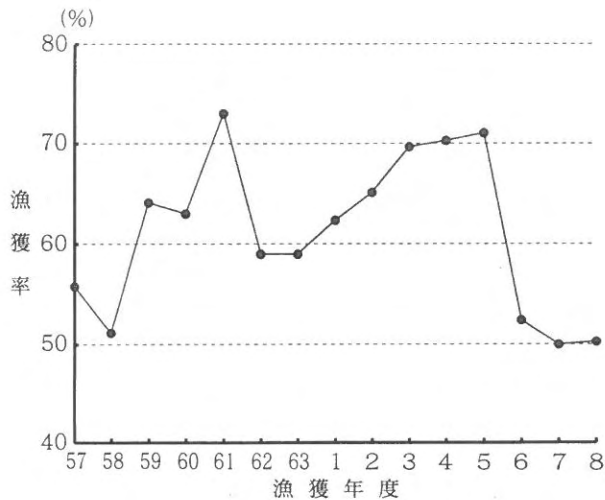


図5 大島におけるアワビの漁獲率の推移

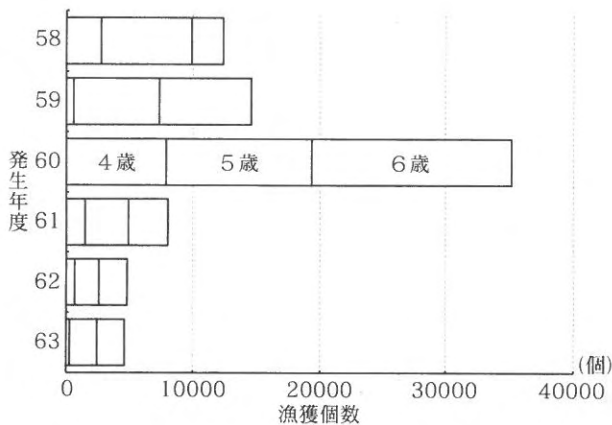


図6 発生年度別漁獲個数

響を及ぼしたと考えられる。

そこで、6～8年度に、試算により得られた次漁期の初期資源量に対する適正漁獲率を50%とし、漁期前に研究所案として漁獲規制量を漁協に提示し、大島におけるアワビの資源管理方式の再構築を図った。

6～8年度は、組合規制量3.5tで操業された。また、大島のアワビ資源量も7t前後で安定している。

さらに、アワビの幼稚貝も増加していることから、資源の回復が期待でき、今後とも、保護水面に代表される幼稚貝の保護に加え、資源管理を徹底することにより、アワビ資源の維持増大を図る必要がある。

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・深川 敦平・篠原 直哉

本年度は、種苗量産技術開発として、4月及び5月の早期採卵試験並びに、より小型サイズでの放流試験を実施した。

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では成長が停滞し、活力及び生残率の低下が起こる。サザエの種苗量産技術の安定化のためには、4～5月に採卵し、サザエの好適水温帯を最大限に利用することにより、低水温期に入る前により大きなサイズまで育成し、生残率の向上を図る必要がある。したがって、早期採卵のための親貝養成が重要な課題となっている。

7年度の試験結果から、5月での採卵は長期（約1年間）飼育貝を約1ヶ月間加温飼育するか、採取直後の親貝を約3ヶ月加温飼育すること、さらに、4月採卵は長期（約1年間）飼育貝を約3ヶ月加温飼育することで可能であることが明らかになった。

そこで今年度は加温養成期間の短縮化を図るために、加温養成期間別の採卵試験を実施した。

方 法

(1) 生殖腺熟度調査

試験に用いた親貝は、平成6年12月17日に糸島郡芥屋地先で採取したサザエを、アラメ、乾燥コンブを餌料とし、屋内の水槽で濾過海水により約1年間流水飼育したもので、加温養成開始時の8年1月9日及びその後約3ヶ月間加温養成した8年4月2日に生殖腺熟度を調査した。なお、8年1月9日測定時には7年12月13日に同漁場にて採取したサザエを、4月2日測定時には、加温区の対照区として自然水温で飼育したサザエを試験に用いた。生殖腺熟度は、供試貝の軟体部を取り出し、網尾¹⁾及び山本ら²⁾の方法により胃盲囊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、以下に示した式により指数として求めた。飼育水温は図1に示したように、8年1月9日から段階的にあげた。

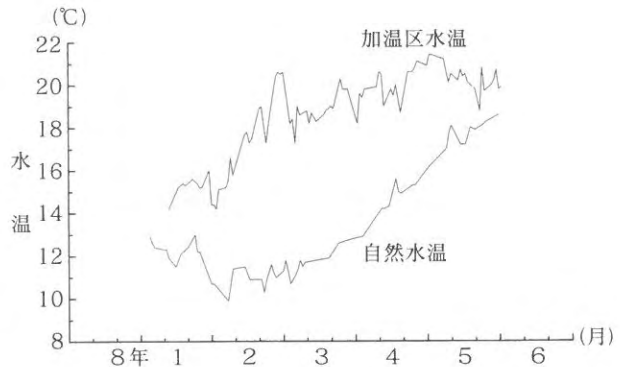


図1 親貝養成時の水温

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

(2) 4月採卵試験

供試した親貝の養成概要を表1に示した。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ区は6年12月17日に糸島郡芥屋地先で採取したもので、雌のみを選別した。加温飼育は、Ⅰ区は8年1月9日から、Ⅱ区は2月1日から、Ⅲ区は3月8日から開始した。Ⅳ区は7年12月13日に同地先で採取したもので、加温飼育は雄雌を8年1月9日から開始した。餌料は各区ともアラメ、乾燥コンブ及び紅藻類（ツルツル、マクサ）を十分量与えた。加温養成時には温度調節が可能な1トンの循環水槽を用い、水質の悪化を防ぐために1日あたり2分の1回転になるように新しい濾過海水を注水した。加温飼育時の飼育水温は図1に示したように、生殖腺熟度調査と同様である。採卵誘発刺激は、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。

表1 4月採卵試験用親貝の養成概要

試験区	採 取 年 月 日	養成条件	養 成 開 始 日
Ⅰ	6年12月17日	加 温	8年1月9日
Ⅱ	〃	加 温	8年2月1日
Ⅲ	〃	加 温	8年3月8日
Ⅳ	7年12月13日	加 温	8年1月9日

(3) 5月採卵試験

供試した親貝の養成概要を表2に示した。Ⅰ、Ⅱ区は6年12月17日に糸島郡芥屋地先で採取したもので、雌のみを選別した。加温飼育は、Ⅰ区は8年1月9日から、Ⅱ区は3月8日から開始した。Ⅲ区は7年12月13日に同地先で採取したもので、加温飼育は雄雌を1月9日から開始した。

餌料、加温養成方法及び採卵誘発方法は4月採卵試験と同様である。

表2 5月採卵試験用親貝の養成概要

試験区	採 取 年 月 日	養成条件	養 成 開 始 日
Ⅰ	6年12月17日	加 温	8年1月9日
Ⅱ	〃	加 温	8年3月8日
Ⅲ	7年12月13日	加 温	8年1月9日

結果および考察

親貝の養成方法別生殖腺熟度指数を表3に示した。8

表3 養成方法別生殖腺熟度指数

試験区	採取時期	8年1月9日	8年4月2日測定	
		測 定	加温区	無加温区
Ⅰ	6年12月17日	57.2±24.7	62.0±12.6	50.2±16.8
Ⅱ	7年12月13日	5.5±1.1	—	—

年1月9日の生殖腺熟度は、6年12月17日に採取し、約1年間研究所で飼育した試験区Ⅰで57.2±24.7、7年12月13日に採取したⅡ区では5.5±1.1であり、飼育貝は採取直後のサザエに比べ、高い生殖腺熟度を維持していた。Ⅰ区のサザエを約3ヶ月間養成した8年4月2日では、加温区は62.0±12.6で、無加温区の50.2±16.8に比べ高く、加温の有効性が確認された。

4月採卵試験は4月3日及び16日の計2回行い、その結果を表4に示した。4月3日では約1年間飼育したサザエを1～3ヶ月間加温養成したⅠ～Ⅲ区で放卵し、特に1ヶ月間の加温飼育を行ったⅢ区でも、反応率33.3%、採卵量1,209千個を得た。一方、採取直後のサザエを3ヶ月間加温養成したⅣ区では両採卵日とも全く反応がみられなかった。

7年度には、4月に採卵するためには約1年間の飼育と3ヶ月間の加温飼育が必要であると報告したが、本年度の試験結果から、4月での採卵は約1年間の飼育貝を1ヶ月間加温飼育することで可能であると考えられる。しかし、4月16日の採卵ではⅢ区でわずかに放卵したものの、他区では反応が見られず、4月では採卵の安定化には至っていない。

5月採卵試験は5月8日及び22日の計2回行い、その結果を表5に示した。5月8日の採取直後のサザエを加温養成したⅢ区を除き、両採卵日とも各区で放卵がみられ、5月8日の採卵量は4,338千個、5月22日では15,660

表4 4月採卵試験の結果

採卵年月日	試験区	飼育期間 (月間)	養成条件	養成期間 (月間)	親 貝 数 (個)	反応個数 (個)	反 応 率 (%)	採 卵 量 (千個)	1 個体の採卵量 (千個)
8年4月3日	Ⅰ	12	加温	3	22	11	50.0	1,881	171
	Ⅱ	13	加温	2	15	3	20.0	158	53
	Ⅲ	14	加温	1	18	6	33.3	1,209	202
	Ⅳ	0	加温	3	34	0	0	0	0
8年4月16日	Ⅰ	12	加温	3	22	22	0	0	0
	Ⅱ	13	加温	2	15	15	0	0	0
	Ⅲ	14	加温	1	18	18	11.1	63	32
	Ⅳ	0	加温	3	34	34	0	0	0

表5 5月採卵試験結果

採卵年月日	試験区	飼育期間 (月間)	養成条件	養成期間 (月間)	親 貝 数 (個)	反応個数 (個)	反 応 率 (%)	採 卵 量 (千個)	1 個体の採卵量 (千個)
8年5月8日	Ⅰ	12	加温	4	♀ 21	♀ 9	42.9	3,384	376
	Ⅱ	13	加温	2	♀ 18	♀ 11	61.1	954	87
	Ⅲ	0	加温	4	♀ ♂ 32	♂ 11	34.4	0	0
8年5月22日	Ⅰ	12	加温	4	♀ 21	}		15,660	
	Ⅱ	13	加温	2	♀ 18				
	Ⅲ	0	加温	4	♀ ♂ 32				

千個と大量の卵が確保できた。なお、栽培漁業公社で実施した大量生産試験は5月22日採卵群の受精卵を用いた。

6～8年度の採卵試験で得られた結果を表6に整理した。5月での採卵は、長期飼育貝を約1ヶ月間加温養成するか、採取直後の貝を約3ヶ月間加温養成することで、4月採卵は長期（約1年間）飼育貝を約1ヶ月間加温養成することで可能である。特に、5月での採卵では、この方法で7年度、8年度とも1,000万個規模で卵を得ており、5月での大量採卵は安定的に可能となった。

2. 飼育による放卵抑制の検討

7年度の試験結果から、4～5月の早期採卵が可能となった加温養成開始時（1～2月）での高い生殖腺熟度維持の要因は、水槽内での飼育による夏季の自然放卵の抑制であることが示唆された。

そこで、飼育による生殖腺熟度の変化を検証するため、飼育貝と天然貝の生殖腺熟度を比較した。

方 法

飼育貝区に用いたサザエは、7年12月13日に宗像郡大島地先にて採取したもので、アラメ、乾燥コンブを餌料として屋内コンクリート水槽で濾過海水により流水飼育した。また、天然貝区は測定直前に同漁場から採取したものである。

これらのサザエを用い1～2ヶ月毎に生殖腺熟度指数を前述した方法で測定した。

結果および考察

天然貝と飼育貝の生殖腺熟度指数の分布を図2に、その平均値を表7に示した。天然貝の生殖腺熟度指数は7年12月13日に 5.5 ± 1.1 であったが、以降夏季に向かい上昇し、8年9月19日には 30.7 ± 14.8 と最高値を示した。

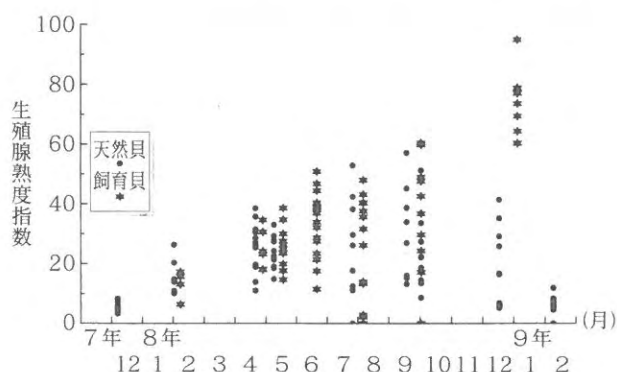


図2 天然貝と飼育貝の生殖腺熟度指数の分布

表7 天然貝及び飼育貝の生殖腺熟度指数の推移

測定年月日	天然貝	飼育貝
7年12月13日	5.5 ± 1.1	5.5 ± 1.1
8年2月12日	16.3 ± 6.2	13.1 ± 4.1
8年5月2日	26.0 ± 7.8	24.6 ± 5.7
8年5月22日	23.5 ± 4.9	25.8 ± 6.5
8年6月24日		30.9 ± 12.1
8年8月8日	25.6 ± 15.9	25.8 ± 16.4
8年9月19日	30.7 ± 14.8	
8年10月3日	23.5 ± 12.1	36.7 ± 18.2
9年1月4日	12.4 ± 11.0	73.4 ± 9.9
9年2月7日	3.4 ± 3.7	

表6 6～8年度の親貝飼育期間及び加温養成期間と採卵状況

年度	採取年月	飼育期間	加温養成 開 始 日	加温養成 期 間	採卵年月日 () 内採卵回数	採 卵 状 況		
						親貝数(個)	反応率(%)	採卵量(千個)
〈4月採卵〉								
6年度	4年12月	13ヶ月	6年1月4日	3ヶ月	6年4月5日 (1回)(♀)	50	58.3	624
7年度	5年12月	13ヶ月	7年1月9日	3ヶ月	7年4月5～25日(4回)(♀)	134	16.4	3,240
8年度	6年12月	13ヶ月	8年1月9日	3ヶ月	8年4月3～16日(2回)(♀)	44	25.0	1,881
	〃	〃	8年2月1日	2ヶ月	(♀)	30	10.0	158
	〃	〃	8年3月8日	1ヶ月	(♀)	36	22.2	1,272
〈5月採卵〉								
6年度	4年12月	16ヶ月	6年4月18日	1ヶ月	6年5月2～20日(3回)(♀)	126	18.3	6,200
	5年12月	5ヶ月	6年4月18日	1ヶ月	〃(♀♂)	113	18.6	87
7年度	5年12月	13ヶ月	7年1月9日	5ヶ月	7年5月11～24日(3回)(♀)	201	—	13,120
	7年2月	—	7年2月8日	3ヶ月	〃(♀♂)	409	—	6,960
8年度	6年12月	13ヶ月	8年1月9日	4ヶ月	8年5月8～22日(2回)(♀)	}		15,660
	〃	16ヶ月	8年3月8日	2ヶ月	〃(♀)			
	7年12月	—	8年1月9日	4ヶ月	〃(♀♂)			

さらに、水温の低下に伴い下降し、10月3日には 23.5 ± 12.1 、9年2月7日には 3.4 ± 3.7 となり、水温変化に同調した生殖腺熟度の変化を示した。一方、飼育貝は生殖腺の減退はみられず、9年1月4日には 73.4 ± 9.9 の最高値を示す右上がりの分布となった。

このように、天然サザエの生殖腺熟度指数の季節変化は、夏季にピークを示し、秋期から冬季に減退する。そして翌年3、4月頃から急速に回復し始める。他方、今回約1年間飼育したサザエの生殖腺熟度指数は、図2に示したように、加温養成を開始する1月時点で73.4と同時期の天然貝の12.4に比べ極めて高い値である。

このように、水槽内で飼育したサザエは天然域のものと異なる生殖腺熟度指数を示している。その要因の一つとして、夏季の自然放卵が抑制されて高い生殖腺熟度を維持していたことが推測される。和歌山県も飼育貝の生殖腺熟度指数の推移から飼育による放卵抑制を示唆している。夏季の放卵抑制が1月の高い熟度維持の要因とすれば、抑制効果が発現する飼育期間を把握することにより、今回必要と考えられた1年間の飼育期間は短縮できると考えられる。

一方、長期飼育により生殖腺が養成開始時の1月や採卵直前に高い熟度を示していても、加温養成を行わないと採卵できないのは、長期飼育により卵を量的に維持することができるものの、質的には未成熟な段階であったことが予測される。すなわち長期飼育することで夏季の放卵が抑制されたまま卵が維持され、加温飼育によりその質的な成熟が促進されたため、4、5月での採卵が可能になったと考えられる。

今回は、主として生殖腺の量的指標である生殖腺熟度指数のみで成熟度を調査したため、組織的な成熟段階の確認には至らなかった。今後、早期採卵の安定化及び効率化を図るために、飼育並びに加温による生殖巣の変化を組織学的に調査し、最適飼育期間及び加温期間を明らかにしていく必要がある。

3. 付着板飼育

早期採卵群浮遊幼生の付着板飼育水槽での適正収容密度を把握することを目的とした。

方 法

5月8日採卵群から得た付着直前のベリジャー幼生を、40、30、20万個/tの密度で、波板を設置した水槽にそれぞれ収容した。使用した水槽は1tの角型で、あらかじめ付着珪藻を培養した45×45cmの波板10枚を1セット

として12セット設置した。波板には*Cocconeissp.*、*Naviculasp.*等の30μm以下の小型の珪藻が優占していた。剥離は9月24～25日に行い、生残個数の計数と殻高測定を行った。

なお、受精卵は洗卵後、0.5tアルテミア孵化槽内に設置した60μmメッシュの円形生簀に収容した。飼育水は紫外線照射海水で、3l/分の流水飼育とし、チタンヒーターで20℃に加温した。孵化した幼生は順次サイフォンで同様の設定をした孵化槽に移槽した。移槽の際には水温差が1℃以下になるように留意した。幼生が着底直前になる時期に合わせて、あらかじめ珪藻付けした波板を設置した飼育水槽の水温を20℃に加温し、移槽時の急激な水温変化による幼生の減耗を防止した。付着を確認した後は流水飼育とし、以降自然水温で飼育した。

波板仕立時及び付着板飼育時には、ブドウガイやニシキウズマキガイ等の付着珪藻を食べる植食性動物を除去するために、10μmの簡易濾過フィルターを通して注水した。

結果および考察

各試験区の剥離時での生残状況及び平均殻高を表8に示した。30万個収容区は付着が認められず、試験を中断した。剥離時での20万個区の収容幼生数からの生残率は5.55%であり、40万個区の2.85%に比べ2.7ポイント高く、結果的に生残個数は両区とも約11千個となった。さらに、平均殻高は20万個区が 5.4 ± 1.5 mmであったのに対し、40万個区が 4.7 ± 1.1 mmで20万個区の成長が良好な結果となった。このように、20万個収容区は40万個収容区に比べ、生残及び成長とも高く、今回の試験の範囲では、幼生の収容密度は20万個/tが有効であると判断された。

表8 幼生の収容密度別飼育試験の結果

収容密度 (万個/t)	剥離時の生残率 (%)	生残個数 (個)	平均殻高 (mm)
40	2.85	11,400	4.7 ± 1.1
30	付着が認められず試験中止		
20	5.55	11,100	5.4 ± 1.5

4. 大量種苗生産試験

大量生産技術の開発及び放流試験用種苗の確保を目的とした。

方 法

用いた受精卵は、5月22日に筑前海研究所で採卵した受精卵を栽培漁業公社に輸送し、同公社において通常の方法で量産試験を行った。なお、平面飼育時の餌料は不稔性アオサ及びアワビ用配合餌料を用いた。

結果および考察

サザエの成長を図3に示した。9年3月21日(日齢300日)には殻高 9.12 ± 3.1 mmになり、約10万個の種苗を得た。

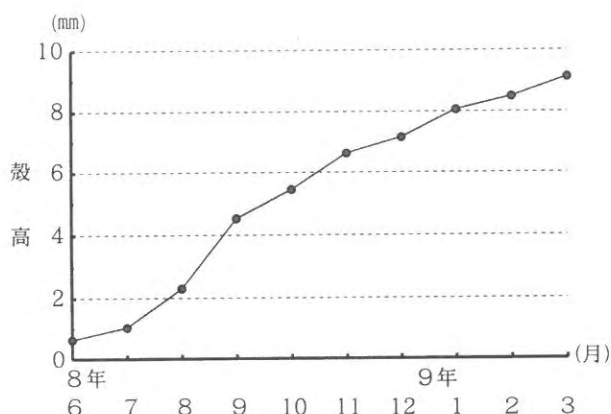


図3 栽培漁業公社におけるサザエ稚貝の成長

Ⅱ. 中間育成技術開発

1. シェルター種類別平面飼育試験

殻高5mm以降の生残率の向上を目的に、シェルターの種類別平面飼育試験を実施した。

方 法

供試貝は、筑前海研究所で8年5月8日に採卵した群のうち平均殻高 5.8 ± 0.8 mmのサザエで、育成方法は、1.5mmメッシュの網で作成した $48 \times 86 \times 45$ cmの垂下式カゴに2,000個づつ収容し、シャワー方式による流水飼育とした。シェルター(付着器)として、家庭用の人工芝を縦に入れた人工芝区、アクリル板を幅5cmに切りそれを十字に組み合わせた十字シェルター区、シェルターを入れない対照区を、それぞれ2水槽づつ設けた。餌料としてアラメ及び乾燥コンブを適宜与え、週に2回水槽を掃除した。試験期間は8年9月10日～9年1月8日までの約4ヶ月間で、各区の生残率を比較した。

結果および考察

各区とも月別の2水槽の生残率の平均値を、試験区毎の生残率として表9に示した。最も生残率が高かったのは十字シェルター区の62.1%で、次いでシェルター無しの対照区の58.0%、最も悪いのが人工芝区の38.7%であった。人工芝区は水の交換が悪かったことが生残率が低い原因であったと考えられた。一方、十字シェルター区では、シェルターが複雑に絡み合うことにより育成網の中が立体的に使用でき、サザエの付着面も増大したこと、さらには、空間が多く、水の交換が良好であったために、高い生残率を得られたと考えられた。

表9 シェルター別平面飼育試験の生残率

単位: %

年月日	人工芝区	十 字 区	対 照 区
8年9月10日	100.0	100.0	100.0
10月4日	83.2	91.1	88.3
11月6日	66.9	78.8	71.8
12月5日	51.5	68.7	59.9
9年1月8日	38.7	62.1	58.0

2. 育成密度別平面飼育試験

シェルターを使用することにより高密度育成を図る。

方 法

供試貝は、筑前海研究所で8年5月8日に採卵した群のうち平均殻高 5.8 ± 0.8 mmのサザエで、育成方法は、1.5mmメッシュの網で作成した $48 \times 86 \times 45$ cmの垂下式カゴに2,000個づつ収容し、シャワー方式による流水飼育とした。シェルター(付着器)としてアクリル板を幅5cmに切りそれを十字に組み合わせた十字シェルターを用い、餌料としてアラメ及び乾燥コンブを適宜与え、週に2回水槽を掃除した。

試験区は2,000個/網区、3,000個/網区、4,000個/網区及び5,000個/網区を設け、試験期間は8年9月10日～9年1月8日までの約4ヶ月間で、各区の生残率を比較した。

結果および考察

各区の月別の生残率を表10に示した。約4ヶ月間飼育した9年1月8日の生残率は、2,000個/網及び3,000個/網区がそれぞれ60.1%、62.1%と60%を超える生残率であったのに対し、4,000個/網は45.1%、5,000個/網区

は33.1%と低く、3,000個/網、いわゆる12,000個/m²までは育成可能であると判断された。

表10 密度別平面飼育試験の生残率

年月日	単位：%			
	2,000個	3,000個	4,000個	5,000個
8年9月10日	100.0	100.0	100.0	100.0
10月4日	89.9	91.4	89.7	83.0
11月6日	79.8	78.8	73.2	61.7
12月5日	72.0	68.7	55.6	45.5
9年1月8日	60.1	62.1	45.1	33.1

Ⅲ. 放流技術開発

1. サイズ別放流試験

サザエの適正放流サイズを把握するため、弘地先において放流試験を実施した。

方 法

供試したサザエは福岡県栽培漁業公社で採卵し育成したもので、7年8月28日に、図4に示した福岡市弘地先の独立した礁からなる投石場（100～560m²）のうちNo. 2とNo. 4漁場に潜水により放流した。

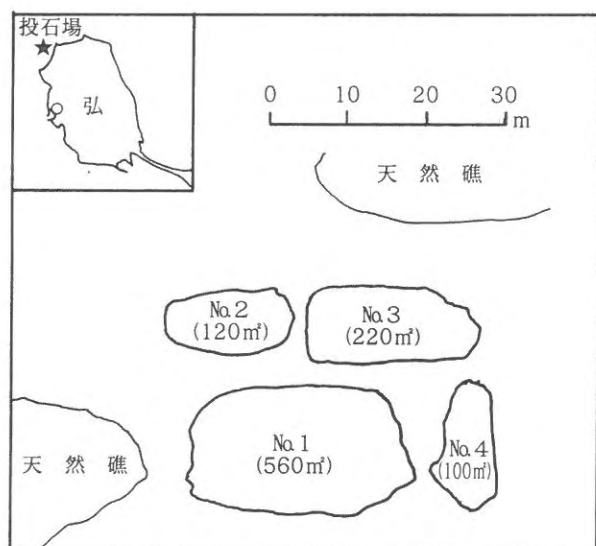


図4 放流漁場の概略図

放流個数及び平均殻高は、表11に示したように、No. 2漁場には7mmサイズを1,000個、15mmサイズを700個、30mmサイズを200個放流し、No. 4漁場には10mmサイズを1,000個、15mmサイズを1,000個、30mmサイズを300個放流した。7mm及び10mmサイズ以外はすべてのサザエにラッカー塗料で標識をつけた。また、放流時には動物（2×2m、1点）と海藻（0.5×0.5m、3点）の坪刈りを行った。さらに、No. 2漁場には7年10月23日に殻高5.5±1.1mmの無標識の稚貝を追加して放流した。なお、両漁場は漁協との話し合いにより2ヶ年間の禁漁とした。

結果および考察

放流前の動物の生息量を表12に示したが、サザエの生息は認められず、ムラサキウニやバフンウニが相対的に多く生息している。海藻着生量は表13に示したように、クロメを主体にNo. 2漁場で1,921g/m²、No. 4漁場で

表12 弘試験漁場の動物生息量

種 類	漁 場 No. 2		No. 4	
	個 数 (個/m ²)	大きさ (mm)	個 数 (個/m ²)	大きさ (mm)
ア カ ウ ニ	0.25	47.6± 0.0	0.25	56.4± 0.0
ムラサキウニ	3.25	49.2± 6.4	5.00	42.8± 9.6
バフンウニ	1.00	28.0± 3.4	1.25	31.3± 2.7
イトマキヒトデ	—	—	3.75	—
ヤツデヒトデ	—	—	0.50	—

表13 弘試験漁場の海藻着生量（湿重量）

種類／漁場	単位：g/m ²	
	No. 2	No. 4
ク ロ メ	1,880	2,013
ユ カ リ	0	13
アミジグサ	7	13
ウミウチワ	7	0
ミ ル	0	1
ナミノハナ	0	7
有節石灰藻	27	280
計	1,921	2,327

表11 弘の試験漁場におけるサザエの放流数及び平均殻高

漁 場	No. 2			No. 4		
平均殻高 (mm)	7.1± 0.3	14.9± 1.2	30.8± 1.5	10.1± 0.6	14.9± 1.2	30.8± 1.5
放 流 数 (個)	1,000	700	200	1,000	1,000	300

は2,327g/m²着生している。追跡調査は、No. 4 漁場で放流 5 ヶ月後の 8 年 1 月 22 日に、No. 2 漁場では放流 1 年 4 ヶ月後の 8 年 12 月 10 日に回収調査を実施した。

No. 4 漁場の回収結果は表14に示したように、30mm放流群の回収率が16.7%であるのに対し、15mm群及び10mm群の回収個数は0.3%（2 個）と0.2%（3 個）にすぎなかった。また、No. 2 漁場の回収結果は表15に示したように、30mm放流群の回収率が1.3%、15mm群が0.7%、5～7 mm群は0.5%と極めて低い結果となった。

各放流群とも死殻も認められなかったことから、発見されなかった個体の多くは移動、あるいは波浪により飛散したと考えられ、回収率の推定には至らなかった。

表14 No. 4 漁場でのサイズ別放流試験結果

放流時		回収時		回収率 (%)
殻 高 (mm)	放流時 (個)	殻 高 (mm)	放流時 (個)	
10.1± 0.6	1,000	12.1± 1.9	3	0.3
14.9± 1.2	1,000	19.5± 1.3	2	0.2
30.8± 1.5	300	40.6± 3.4	50	16.7

表15 No. 2 漁場でのサイズ別放流試験結果

放流時		回収時		回収率 (%)
殻 高 (mm)	放流時 (個)	殻 高 (mm)	放流時 (個)	
5.5± 1.0	12,000	33.4± 6.8	64	0.49
7.1± 0.3	1,000			
14.9± 1.2	700	41.6± 3.8	5	0.71
30.8± 1.5	300	49.4± 1.0	4	1.33

2. 殻高 5 mm サイズでの放流試験

通常の産卵期（8 月）に採苗したサザエを、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、近年、サザエの販売単価は約 80 円/個で、既に事業化されているアワビの 1,600 円/個に比べて安い。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、サザエの放流事業として、アワビと同程度の経済効果をあげるためには種苗コストを約 5 円/個以下にする必要がある。アワビの放流種苗のコストが約 70 円/個（中間育成歩留り 50% として）であることから、サザエは放流サイズの小型化によるコストの低減が大きな課題となる。現在、

種苗生産では剥離サイズ（殻高約 5 mm）までは、高密度の大量生産が可能となっている。そこで、剥離サイズでの大量放流試験を実施した。

なお、試験地として、独立礁でありサザエの移動の影響が軽減できる弘の漁場と、数年前にサザエ稚貝の大発生が見られた地島の漁場を選定した。

方 法

弘漁場では 7 年 9 月 23 日に、図 4 に示した 100～560 m²の独立した礁からなる投石場のうち、No. 1 漁場に殻高 5.2±1.3mm を 70,000 個、No. 3 漁場に 5.5±1.0mm の種苗を 22,000 個、それぞれ潜水により放流した。

地島漁場では 7 年 9 月 26 日に、図 5 に示した宗像郡地島桜崎に設置されている図 6 に示したような稚貝礁 8 基に、殻高 5.9±1.5mm の種苗を 100,000 個、潜水により放流した。

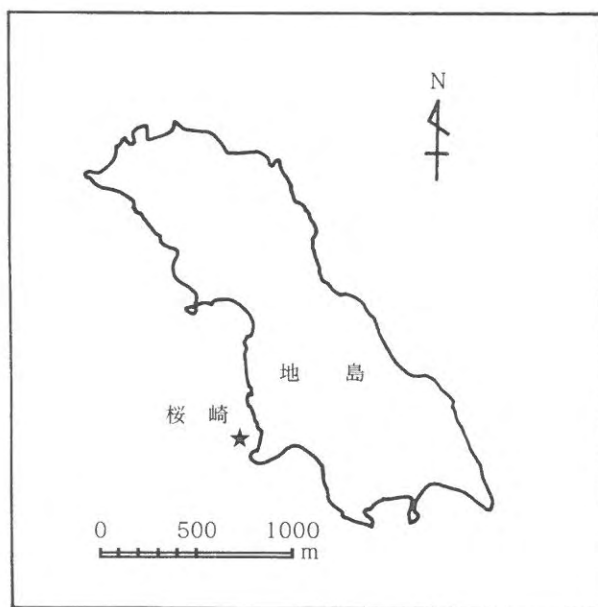


図 5 調査漁場

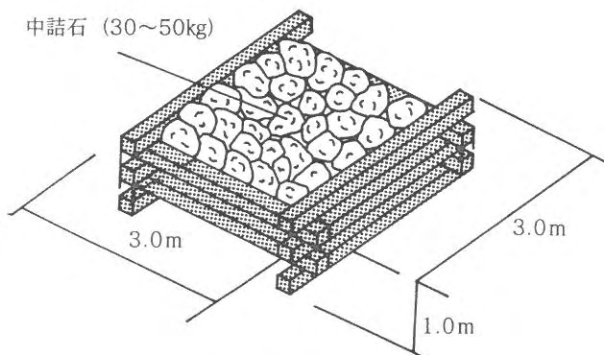


図 6 稚貝保護礁の形状

結果および考察

弘漁場では8年12月10日に潜水による追跡調査を実施し、No.1漁場で147個（回収率0.2%）、No.3漁場で123個（回収率0.6%）の放流種苗とみられる殻高30mm程度のサザエの生息を確認した。しかし、礁外の天然礁でも同様のサイズのサザエが生息し、さらに、礁内には放流時に認められなかった天然貝の生息もみられた。試験設定時には、試験漁場が砂域に囲まれた独立礁であることから、放流貝並びに天然貝の移出入はほとんど無視できると考えていたが、殻高5mm程度のサザエでも砂域を含めた移動をしていることが示唆された。また、放流サイズが殻高5mmと小さく、付着力も弱いことから、波浪による逸散も十分考えられることから、回収率の推定には至らなかった。

地島漁場では8年6月11日に追跡調査を実施したが、移動によると見られる放流貝の拡散、天然貝の混在により、放流貝の特定が不可能であった。

3. 殻高10mmサイズでの放流試験

早期採卵より種苗生産施設が1年1サイクルで育成できる殻高10mmサイズでの放流後の回収率を把握することを目的とした。

方 法

供試した種苗は福岡県栽培漁業公社で採卵し育成した殻高 12.2 ± 1.1 mmのサザエ12,000個で、8年7月24日に福岡市唐泊地先の水深約5mの造成礁（造成2年目）に潜水により放流した。放流時には動物（ 2×2 m, 1点）と海藻（ 0.5×0.5 m, 3点）の坪刈りを行った。

結果および考察

海藻着生量は表16に示したが、試験礁が造成2年目であることから、小型の海藻類主体の組成を示し、ミルやウミウチワがみられ、マメダワラが点在している。動物の生息状況は、サザエは生息しておらず、ムラサキウニが 1.25 個/ m^2 わずかに認められた。放流1年後（9年7月）に回収調査を実施し、生残率を把握する計画である。

表16 唐泊の海藻着生量

種類／漁場	単位：g/ m^2
	湿重量
ク ロ メ	467
マメダワラ	69
ウミウチワ	1,229
ミ ル	1,280
アミジグサ	20
ツ ノ マ タ	7
有節石灰藻	7
計	3,079

文 献

- 1) 網尾勝：海産腹足類の比較発生学ならびに生態学的研究，水産大学校研究報告，第12巻，第2，3号，22-23（1963）。
- 2) 山本哲生，山川紘：サザエの生殖巣成熟に関する研究，日水誌，51（3），357-364（1985）

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

筑紫 康博・大津 隆一^{*1}・稲田 善和・深川 敦平・柴田 利治^{*2}・行武 敦^{*2}

本県では、昭和54年からクロアワビの種苗生産事業を開始した。栽培漁業公社で生産した殻長10mmの稚貝を、粕屋郡新宮町相島、宗像郡大島村の2カ所（平成5年度までは3カ所）の中間育成場へ出荷している（図1）。

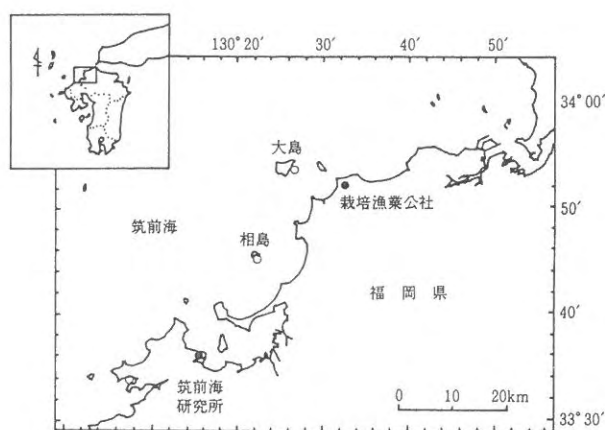


図1 アワビ中間育成漁場図

中間育成は、専任の管理者によって集中管理方式で実施し、約1年間育成を行い、殻長30mmに達した時点で県内の各地先に放流している。放流後の漁場からの回収率は高く、重要な栽培漁業種として先進的な役割を果たしてきた。

事業開始当初は、種苗生産・中間育成とも順調に行われていたが、数年後から大量へい死が発生するようになり、中間育成の生残率が10%を割る年も見られるようになった。また、平成2年度からはクロアワビの生産不足を補うために、北方系エゾアワビの導入を行った。導入当初は高い生残となったが、エゾアワビも開始数年後にはクロアワビと同様に、大量へい死するようになった。このため、放流数の減少による漁場資源の枯渇、健苗性の問題等が危惧される事態となり、原因究明と防疫体制の確立が急務となった。

これを受けて、研究所では、(1)種苗生産・中間育成時の病害発生状況調査、飼育環境調査(2)原因究明調査(3)栽

培漁業公社と一体となった病害予防対策を実施して、防疫体制の確立を目指している。

I. 種苗生産・中間育成時における病害発生実態調査

1 種苗生産

(1) 目的

種苗生産時の稚貝のへい死状況、成長を把握することを目的として、調査を行った。

(2) 方法

種苗生産時のへい死状況の把握は、生産している水槽毎に、ほぼ毎日サイフォンで、死貝を取り上げ計数する事により行った。

(3) 結果及び考察

栽培漁業公社での稚貝のへい死状況を図2に示した。

これは、平成7年度に筑前海研究所で採卵をしたものを公社で採苗し、平成8年度出荷分として生産を行ったものである。へい死発生時期及び生残率の推移が類似した水槽をグループ分けして示した。

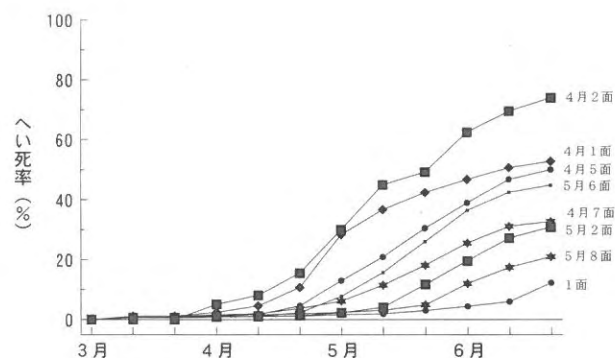


図2 栽培漁業公社におけるアワビ稚貝へい死状況

4月上旬から2水槽でへい死が発生し、その後もへい死が続き6月下旬のへい死率は約75%となった。その他の水槽も時間の経過と共にへい死が発生し始め、最終的に施設内の水槽全てにへい死が発生した。若干の食い違

* 1 福岡県保健環境研究所

* 2 福岡県栽培漁業公社

いはあるものの、概ねへい死の発生時期が早いものほど最終的な生残率も低いという結果になった。へい死が落ちついた平成8年7月上旬の全体の最終生残率は、約49%であった。

過去の公社でのへい死は、全水槽ではほぼ同時に始まっていたが、今回も昨年度と同様に4月上旬から6月下旬の約3カ月に亘って各水槽に順次発生した。

昨年度は、水槽毎のへい死発生時期と最終的な生残率によってかなり明確にグループ分けができたのに対して、今年度は、へい死は4月から6月にかけて、水槽毎に連続的に発生しており、最終的な生残率も、水槽毎に約10%から75%の間で連続的なものとなった。

これらのことから、本年度のへい死は、公社内の特定の感染源からの水平感染の疑いが考えられた。

無病が確認された親貝からの受精卵を用いた稚貝生産、アワビ飼育施設の外部からの隔離、作業前の消毒、飼育器具の消毒、飼育器具を各水槽専用とする等の防疫対策をとっているにも関わらず病害が発生することから、公社内の感染源の特定と除去、感染経路としての飼育水の可能性等を検討する必要がある。

2 中間育成

(1) 目的

中間育成時の稚貝のへい死状況、成長を把握することを目的として、調査を行った。

(2) 方法

中間育成は、粕屋郡新宮町相島、宗像郡大島村の2カ所で行われ、大サイズ（出荷時23mm）、中サイズ（出荷時17mm）の稚貝を区別して中間育成を行った。

網生け簀は、縦1.2m×横1.2m×高さ0.5mであった。1網に大サイズ約750個体、中サイズ約1,000個体の稚貝を収容した。

育成個数は、相島では大サイズ32網、中サイズ131網で計158,300個体、大島では、大サイズ28網、中サイズ131網で計150,900個体であった。

各育成場で飼育している網の中から、漁場毎に、大サイズの稚貝が収容されている3網、中サイズの稚貝が収容されている6網を調査網に設定し、飼育開始時から毎月1回、へい死貝の計数を行った。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。

(3) 結果及び考察

大島及び相島における中間育成の生残率の推移を図3に、成長の推移を図4に示した。

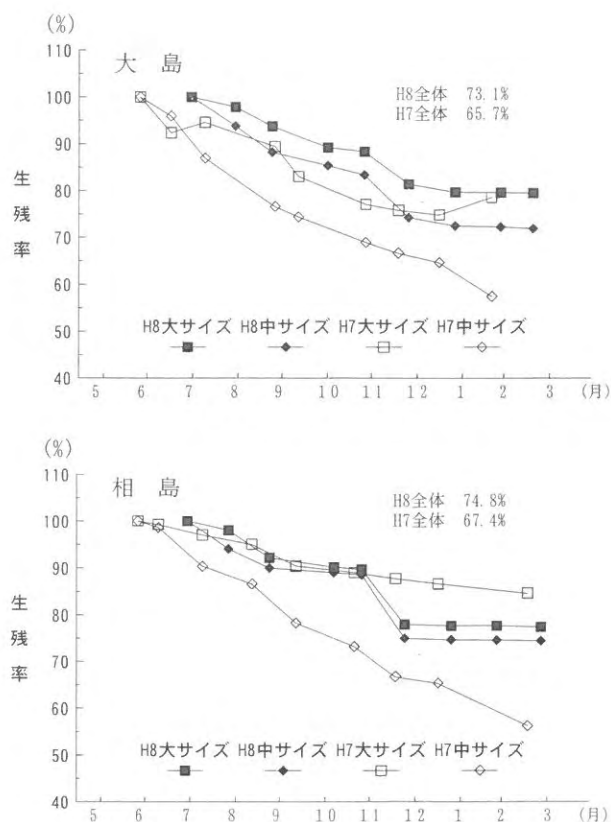


図3 大島及び相島における中間育成生残率の推移

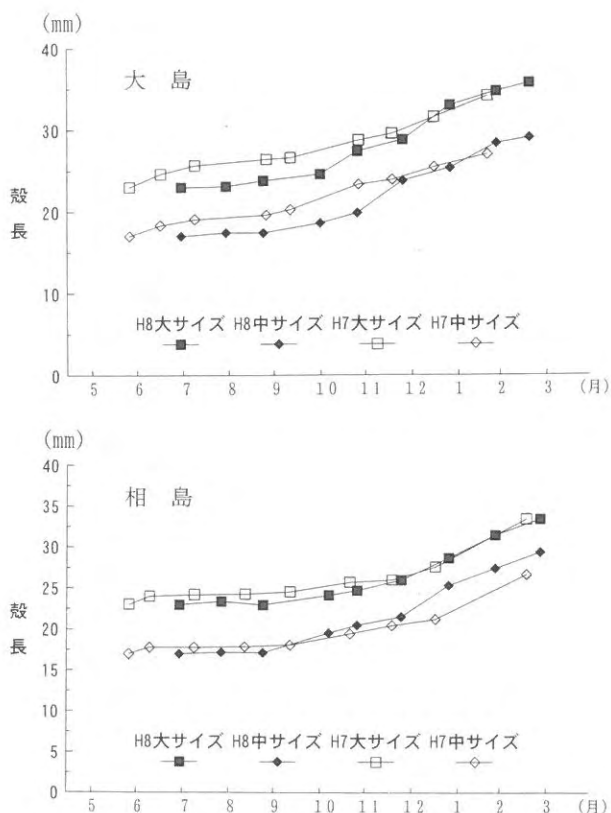


図4 大島及び相島における中間育成成長

昨年度よりも約1カ月後の7月下旬、8月上旬から3月下旬まで中間育成が行われた。開始時期の稚貝のサイズはほぼ同じであった。

大島全体の最終の生残率は、73.1%で、昨年度よりも高い値となった。7月下旬から3月下旬までの育成期間中に大量へい死が発生することはなかった。中サイズの稚貝は大サイズよりも約5%生残率が低かった。成長については、育成開始時期の遅れを反映して、12月までは昨年に比べて小型であったが、1月以降は徐々に追いつき始め、3月末には、大サイズ35.7mm、中サイズ29.1mmと昨年度と同程度の殻長になった。

相島においても、最終の生残率は、74.8%と高く、昨年度よりも高かった。また、育成期間中に大量へい死が発生することもなかった。図3で、12月から1月にかけて、生残率が急激に低下しているように見えるのは、1月の調査時に、生残していた稚貝の個数を全数計数しているためである。大・中サイズの生残率は、昨年度大サイズの生残率よりも低かったが、昨年度中サイズのそれよりも高い値となった。成長については、昨年度より約1カ月育成開始時期が遅れたにも関わらず、終始昨年度と同様の殻長であり、3月末には、大サイズ33.6mm、中サイズ29.6mmであった。

昭和55年から平成8年までのアワビ中間育成生残率の推移を図5に示す。

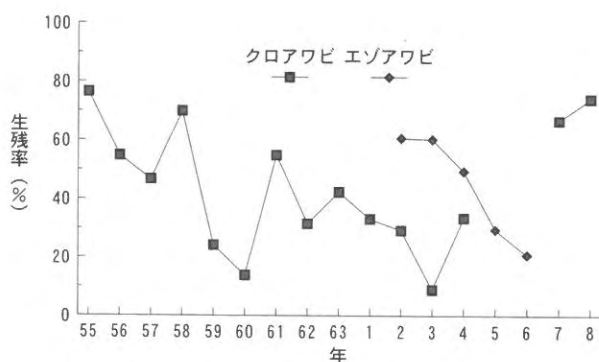


図5 本県におけるアワビ中間育成生残率の推移

稚貝の大量へい死は、本県では昭和59年に始めてみられた。

生残率は、年によって上下変動はあるものの、徐々に低下し、昭和60年、平成3年には20%にも満たない結果となっている。

クロアワビ生産数量の不足を補うために、平成2年からは北方系のエソアワビを導入した。開始当初は高い生残を示していたが、その後クロアワビと同様の経過を辿

り、平成7年以降は従来通りのクロアワビのみの生産体制をとっている。

本年は、昨年同様、大型の稚貝を公社でのへい死が収まった時点で出荷したことにより、事業開始当初並の高い生残となった。これは、中間育成場での再感染源となる罹病稚貝の持ち込み数が少なくできることやサイズの違いによる抵抗力の差等が考えられる。

このように中間育成場での生残率は昨年同様に高いものとすることができた。しかしながら、種苗生産時からの生残率を考慮すると、依然として大量へい死の問題は解決しておらず、無病貝の生産という根本的な取り組みが必要である。

Ⅱ 中間育成漁場における環境調査

(1) 目的

中間育成場における病害発生状況の把握と同時に、稚貝の成長や生残等に影響を及ぼすと考えられる漁場環境についても把握しておく必要があるため、調査を行った。

(2) 方法

稚貝が出荷された7月下旬、8月上旬から月に1回、大島及び相島の中間育成場で、表層及び飼育網を垂下している2m層の水温、pH、塩分、溶存酸素の測定を行った。測定は堀場製作所の水質チェッカーによって行った。

(3) 結果及び考察

pHは8.0~8.5、塩分は33.0~34.5‰、溶存酸素は85~110%の範囲であった。大島及び相島のいずれの漁場においても、pH、塩分、溶存酸素は特に異常な値は観測されなかった。水温については、いずれの漁場においても、昨年度よりも1~2℃高めで推移した。

Ⅲ 原因究明調査

1 電子顕微鏡による観察

(1) 目的

昨年度までの電顕観察^{1)~2)}によって、衰弱貝の摩細ろ液のネガティブ染色で直径約30nm×長さ32nmの円筒形の粒子、組織の超薄型切片から直径約80~100nmの球形のウイルス様粒子をそれぞれ検出した。この粒子の感染性を確認し、病原因子としての特定をするためには、粒子を濃縮、精製する必要がある。このため、濃度勾配による粒子の濃縮精製を試みた。

(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。

衰弱稚貝の摩細ろ液を用いて、濃縮液及びバンドを得

て、それぞれについて、ネガティブ染色を行い観察を行った。

また同時に、同衰弱稚貝の神経管付近の組織をパラフォルムアルデヒド固定、エポキシ樹脂包埋を行い、超薄型切片を作成してウイルス様粒子の検出をするために観察を行った。

試料は、平成8年6月に栽培漁業公社で大量へい死が発生した時の衰弱個体である。

作業手順を図6に示した。

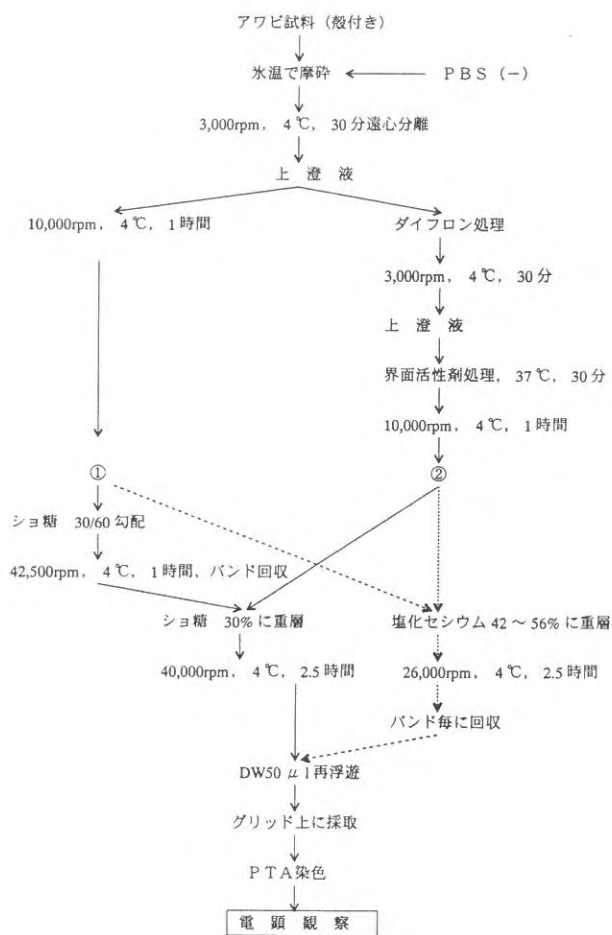


図6 電顕観察作業手順

氷温下でPBS（－）緩衝液を加えて乳鉢で良くすりつぶし、4℃、3,000rpm、30分遠心分離した。その上澄液に対して、(1)ダイフロン処理及び界面活性剤による処理を行うものと、(2)行わないものの2種類の操作を行った。(1)については、処理後に4℃、10,000rpm、1時間の遠心分離を、(2)については、4℃、10,000rpm、1時間の遠心分離を行った後、さらに30/60%ショ糖濃度勾配液に重層した後、4℃、42,500rpm、1時間の超遠心分離を行った。それぞれの操作を行った液を、30%のショ

糖に重層し、4℃、40,000rpmで2.5時間の超遠心分離を行った。得られた沈殿物をコロジオン膜を張ったグリッド上に取り上げ、リンタングステン酸で染色を行った後、電子顕微鏡による観察を行った。

また、(1)、(2)の液をそれぞれ42～56%塩化セシウムの不連続濃度勾配液に重層し、4℃、26,000rpm、2.5時間で超遠心分離を行い、形成されたバンド毎に回収し、上記と同様に染色を行った後、電子顕微鏡による観察を行った。

(3) 結果及び考察

濃縮液及びバンドからは、80～100nmのウイルス様粒子の検出はできなかったが、昨年度までと同様に、円筒形の粒子が観察された。

組織観察では、ウイルス様粒子が観察されたが、粒子数が少なく、確定的なものとはならなかった。

ウイルス様粒子は生体中に極めて少量しか存在していないために、ろ液中に検出できなかったと考えられる。しかし、粒子としての形態をとっていない状態で生体内に存在している可能性がある。

今後は、濃度勾配によるバンド毎の感染試験、連続勾配を用いたろ液の電顕観察等を行い粒子の同定を急ぐ必要がある。

2 孔径別ろ液による感染試験

(1) 目的

感染因子の大きさを特定するために、孔径の異なるフィルターによるろ液を用いて感染試験を行った。

(2) 方法

試験は、平成9年1月20日から3月27日まで行った。試験区は、対照区、50nm区、100nm区、220nm区、450nm区の5区で、各区の個体数は40個体であった。供試貝は、平成7年10月に豊前海研究所飼育の豊前海産親貝から採卵、育成された無病と思われるクロアワビ稚貝である。

感染源は、平成8年6月に栽培漁業公社で大量へい死が発生した時の衰弱個体であり、電顕観察に用いた試料と同じ群である。

衰弱個体80g（殻付き）にPBS（－）緩衝液60mlを加えて乳鉢で良くすりつぶした後、4℃、10,000rpm、30分の遠心を行った。これを450nmのフィルターでろ過し、このろ液を必要量だけPBS（－）緩衝液で10倍量に希釈し、さらに50nm、100nm、220nmのフィルターを通してろ液を作成した。それぞれの試験区に孔径別のろ液をガスクロ用のマイクロシリンジを用いて、6マイクロリ

ずつ筋注を行った。対照区には、ろ液の代わりにPBS（－）緩衝液を筋注した。

筋注が終わった稚貝は、30l角形ガラス水槽に吊した網籠内に収容した。微注水とし、通気を十分に行いながらヒーターで水温約18℃に調整した。飼育中は、2～3日おきに、投餌とへい死個体や衰弱個体の確認を行った。餌料は乾燥コンブを与えた。

試験終了時には、組織観察用の試料とするために、各区から無作為に10個体を採取し、10%緩衝ホルマリンで固定した。

(3) 結果及び考察

各区とも収容直後に若干のへい死があったが、その後は収まり、終了時の生残率は約85～90%で、大きな差はなかった。

収容直後のへい死は、筋注操作等により、稚貝が弱ったためではないかと考えられる。組織観察を行う必要があるが、衰弱個体の動向やへい死状況などから、感染が成立していない可能性が高い。

感染に用いたろ液の感染力の不足、筋注操作の未熟等が考えられ、十分検討を行う必要がある。

IV 防疫体制

(1) 目的

前述のとおり、本県では栽培漁業公社の種苗生産段階から、アワビ稚貝の大量へい死が発生し、栽培漁業の推進上大きな障害となっている。このため、無病稚貝を生産することを目指して、研究所と公社が一体となった防疫の取り組みを行った。

(2) 方法

防疫、種苗生産体制として、研究所では、(1)天然親貝の採取と隔離飼育(2)稚貝生産と無病の確認(3)無病を確認した親貝を用いた採卵を行い、栽培漁業公社では、(1)感染源となるアワビ類の撤去(2)施設の消毒(3)研究所から受精卵のみの持ち込み(4)アワビ稚貝の隔離生産という一連の対策を行った。

(3) 結果及び考察

平成8年8月中旬に出荷残の稚貝を全て処分した。ま

た、消毒は、8月26日～27日に従来行っていなかったろ過槽や配管内について行い、8月31日には公社の施設全体を対象として、アワビ生産施設と排水路を中心に、500～1,000ppm次亜塩素酸ナトリウム、エターノール、熱湯等を用いて行った。アワビ生産水槽にはFRPの板が張ってあるため、板と水槽壁との隙間に海水が貯まっていることが考えられたため、FRPの板に穴を開けて塩素を入れ消毒を行った。また、取水、排水ピット間に漏水が発見されたが、発見時期が遅かったため、アワビ生産がすでに行われていた平成8年11月21日に補修を行った。

採卵は、平成8年10月15日に、豊前海研究所で隔離飼育された豊前海産母貝を用いて行った。受精卵を紫外線照射海水で十分に洗浄した後、公社に搬入した。

平成8年12月17日～平成9年1月21日に剥離を行い、稚貝138万個体を平面飼育に移行した。

公社生産アワビ稚貝の加温飼育による罹病予測を行ったが、平成9年3月現在、生産中のいくつかのロットの加温飼育水槽において、へい死と組織中の病変が確認された。本年度も大量へい死が起こる可能性が高いと考えられる。

取水、排水、水槽の構造等を考慮した消毒方法の再検討、公社内での感染時期の特定、感染源の存在場所の特定と除去を同時に進め、完全な防疫を実現する必要がある。

文 献

- 1) 水産庁：平成6年度地域特産種量産放流技術開発事業報告書（あわび大量斃死要因調査），（1995）
- 2) 水産庁：平成6年度地域特産種量産放流技術開発事業報告書（あわび大量斃死要因調査），（1996）
- 3) 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）
- 4) 中津川俊雄他：筋萎縮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）

放流技術開発事業

—エゾアワビ、アカウニの放流技術開発調査—

太刀山 透・深川 敦平・篠原 直哉・小島 茂明¹⁾

南方域における放流エゾアワビの放流技術開発、並びにアカウニの放流効果の向上を目的とした。

なお、野外調査は図1に示した場所で行った。

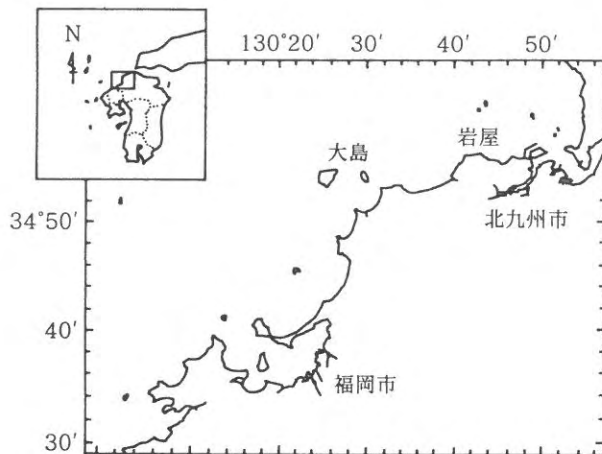


図1 調査実施場所

1. 南方域におけるエゾアワビの分布生態

福岡県でのエゾアワビ (*Haliotis discus hannai*) の放流はクロアワビ (*Haliotis discus discus*) の病害による種苗放流数の減少に対する暫時的対策として実施された。また、漁業者サイドでも、民間種苗生産業者か

らの購入により、種苗を入手し、放流する形態が定着しており、現在では年間40~50万個が放流されている。しかしながら、暖海域における放流エゾアワビの生態は明らかにされておらず、事業が先行しているのが現状である。放流漁場におけるスキューバ潜水による観察では、エゾアワビは放流後、漁場の最も浅い水深帯へ移動し、潮間帯の低潮線付近（水深1m付近）の岩表面及び側面に生息している傾向がみられている。そこで放流エゾアワビと在来種であるクロアワビの分布生態の比較を行うために漁場における両種の生息状況の観察を行うとともに、屋内模擬漁場での実験と漁場への試験放流を実施し、表出状況の違いを観察した。

方 法

(1) 漁場における試験放流貝の表出状況調査

1) 大島（離岸から連続した海底地形を有する）

供試した種苗は表1に示したように、殻長約30mm, 50mm, 80mmのクロアワビ及びエゾアワビで、割ピン及びディスクタグにより標識を施した。8年5月27日に宗像郡大島の山振地先の水深5mの15×15mの人頭大の投石からなる造成礁に潜水により放流した。また、放流時には動物（2×2m, 1点）と海藻（0.5×0.5m, 3点）の坪刈りを行った。

表1 大島でのアワビ放流試験の概要

種 類	放流（8年5月27日）			追跡調査（8年5月28日）					追跡調査（8年8月21日）				
	個数 （個）	殻 長 （mm）	回収個数 （個）	回収率 （％）	付着場所の割合（％）			回収個数 （個）	回収率 （％）	付着場所の割合（％）			
					表 出	間 隙	底 面			表 出	間 隙	底 面	
クロアワビ													
80mm	30	83.7± 6.6	5	16.7	20	0	80	2	6.7	50	0	50	
50mm	16	46.3± 4.8	2	12.5	0	0	100	3	18.8	67	33	0	
30mm	396	29.1± 1.5	138	34.8	8	25	67	1	0.3	0	0	100	
エゾアワビ													
80mm	50	87.7± 2.5	11	22.0	27	18	55	11	22.0	64	9	27	
50mm	200	45.9± 1.7	37	18.5	16	41	43	3	1.5	33	33	33	
30mm	500	29.4± 2.9	84	16.8	11	35	55	6	1.2	0	0	100	

* 1 . 東京大学海洋研究所

追跡調査は、潜水により発見した放流種苗について、種別の生息場所及び殻長を記録した。

2) 岩屋（沖に独立した岩礁を有する）

供試した種苗は表2に示したように、クロアワビは殻長約30mm群、エゾアワビは殻長30mm及び50mm群の計2,000個で、割ピン及びディスクタグにより標識を施した。8年7月23日に北九州岩屋地先に潜水により放流した。また、放流時には動物（2×2m、1点）と海藻（0.5×0.5m、3点）の坪刈りを行った。

表2 岩屋でのアワビ放流の放流状況

種	類	殻 長 (mm)	個 数 (個)
クロアワビ	30mm群	29.1± 1.5	500
エゾアワビ	30mm群	29.4± 2.9	1,000
エゾアワビ	50mm群	46.2± 2.1	500

(2) 屋内模擬漁場における表出状況観察

用いた施設は、図2に示したように、屋内角型コンクリート水槽（3×3m）に人頭大の岩を積み上げた1.5×1.5mの岩礁域、砂域及びレキ域（テニスボール〜こぶし大）からなる模擬漁場である。この施設にクロアワビとエゾアワビを同数収容した。両種の投入サイズは年級ごとに分布生態の比較を行うために殻長30mm、50mm、80mmの3サイズとした。

実験は2回に分けて行い、7年11月6日～8年1月8日に殻長30mm及び80mmの2サイズについて、8年1月23日～11月11日に30mm、50mm、80mmの3サイズについて表出状況の観察を行った。30mm、50mmサイズのクロアワビ及びエゾアワビは5年度に福岡県栽培漁業公社で生産されたもので、80mmサイズのクロアワビ

及びエゾアワビは宗像郡大島で採取したものである。それぞれの殻長と個数を表3に示した。また、天然の漁場環境に近づけるために、アカナマコ、サザエ、ウニ類（アカウニ、ムラサキウニ、バフンウニ）及びトコブシを供試アワビに影響のない範囲で数個収容し、餌料としてアラメ、ホンダワラ類を岩に固定し、適宜交換した。2回の実験を通じて、以下の2項目について観察結果をまとめた。

1) 水温別表出状況

調査期間は7年11月6日～8年11月11日の1年間で、水温の変化に伴うエゾアワビ、クロアワビの表出状況をみるために、毎日9時に種別及びサイズ別の表出個体数と水温を記録した。

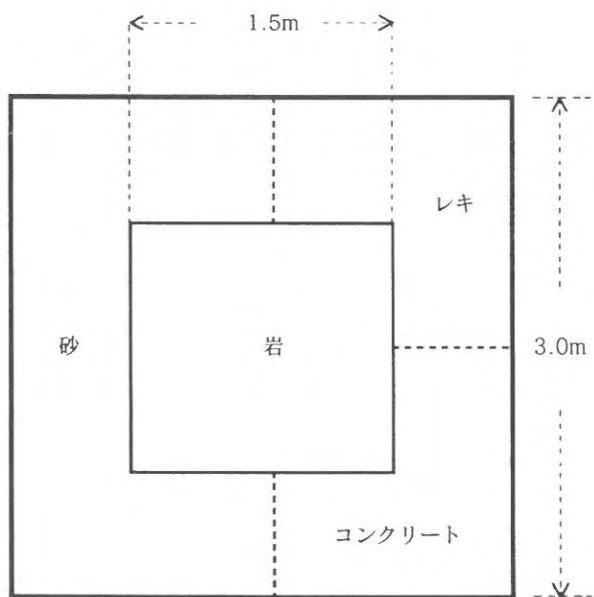


図2 水槽の形状

表3 模擬漁場における試験概要

2サイズによる試験				3サイズによる試験			
種・サイズ・個数	殻 長			種・サイズ・個数	殻 長		
	試験開始時	試験終了時			試験開始時	試験終了時	
クロアワビ				クロアワビ			
80mmサイズ 10個	78.4± 4.7	81.5± 5.4		80mmサイズ 10個	81.5± 5.4	81.5± 5.4	
50mmサイズ 20個	30.6± 1.7	43.9± 1.8		50mmサイズ 20個	43.9± 1.8	43.9± 1.8	
				30mmサイズ 20個	26.9± 1.9	26.9± 1.9	
エゾアワビ				エゾアワビ			
80mmサイズ 10個	84.9± 2.5	90.2± 2.6		80mmサイズ 10個	90.2± 2.6	96.2± 4.2	
50mmサイズ 20個	32.0± 2.1	43.3± 2.8		50mmサイズ 20個	43.3± 2.8	61.4± 3.7	
				30mmサイズ 20個	30.0± 2.6	48.2± 4.3	

2) 時間別表出状況

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

結果及び考察

(1) 漁場における試験放流貝の表出状況調査

1) 大島（離岸から連続した海底地形を有する）

放流場所の動物生息量を表4に、海藻着生量を表5に示した。当漁場は転石が積み重なっていることから、バフンウニ主体の動物組成であり、海藻はノコギリモクを主体とするホンダワラ類が主体で、ツルアラメやアラメもみられ、着生量は6,653g/m²であった。

表4 大島（山振）の動物生息量

種 類	個 数 (個/m ²)	大 き さ (mm)
サ ザ エ	0.25	66.3± 0.0
ア カ ウ ニ	0.25	84.0± 0.0
バ フ ン ウ ニ	3.25	36.5± 3.3
ア カ ナ マ コ	3.75	—
イトマキヒトデ	0.25	—
ヤ ツ デ ヒ ト デ	0.25	—

表5 大島（山振）の海藻着生量

単位：g/m ²	
種 類	海藻着生量（湿重量）
ツ ル ア ラ メ	800
ア ラ メ	680
ヤ ナ ギ モ ク	920
ノ コ ギ リ モ ク	3,853
マ メ ダ ワ ラ	27
ユ カ リ	360
有 節 石 灰 藻	13
計	6,653

追跡調査は、放流1日後の8年5月28日及び3ヶ月後の8年8月21日に実施し、その結果を表1に示した。

放流1日後の8年5月28日では、クロアワビ全体の回収率が32.8%、エゾアワビでは17.6%と低い。死殻も数個体しか発見できなかったことから、放流直後の大きな移動が考えられた。特に、放流3ヶ月後の8年8月21日では、礁内を徹底して回収したにもかかわらず、回収率はクロアワビで1.4%、エゾアワビで2.7%と極めて低い結果となり両種の放流後の生残率の差を得ることはでき

なかった。

また、両種のサイズ別の生息場所の差を明らかにすることを本試験の目的のひとつとしていた。放流1日後ではエゾアワビはクロアワビに比べ若干表出する傾向が高いが、放流直後であることから、その行動が安定していないことが予測される。一方、放流3ヶ月後では、回収個数が少ないため、ここで得られた付着場所の割合は有意な結果とは言えない。

2) 岩屋（沖に独立した岩礁を有する）

当漁場は隆起した岩礁域であり、岩盤の上部の水深は5m程度である。放流場所の動物生息量を表6に、海藻着生量を表7に示した。動物はサザエやウニ類がみられ、海藻はツルアラメが主体のアラメ域で、着生量は4,987g/m²であった。

表6 岩屋の動物生息量

種 類	個 数 (個/m ²)	大 き さ (mm)
サ ザ エ	0.25	73.1± 0.0
ア カ ウ ニ	0.50	61.1± 6.8
ム ラ サ キ ウ ニ	0.50	53.8± 0.1
ア カ ヒ ト デ	0.25	—

表7 岩屋の海藻着生量

単位：g/m ²	
種 類	海藻着生量（湿重量）
ツ ル ア ラ メ	3,493
ア ラ メ	1,000
ノ コ ギ リ モ ク	427
ア ミ ジ グ サ	27
ウ ミ ウ チ ワ	40
計	4,987

今後、追跡調査を実施し、隆起岩礁域におけるエゾアワビのサイズ別の移動、生息状況を把握する計画である。

(2) 屋内模擬漁場における表出状況

1) 水温別表出状況

水温下降期の水温別サイズ別の表出割合を図3に示した。全般にエゾアワビはクロアワビに比べて表出割合が高く、なかでも、水温が下降する秋（16℃）から冬（12℃）の大サイズのエゾアワビの表出割合は50～80%で、クロアワビの10～30%に比べ非常に高い値を示した。

水温上昇期の水温別サイズ別の表出割合を図4に示した。水温下降期と同様に全般にエゾアワビはクロアワビ

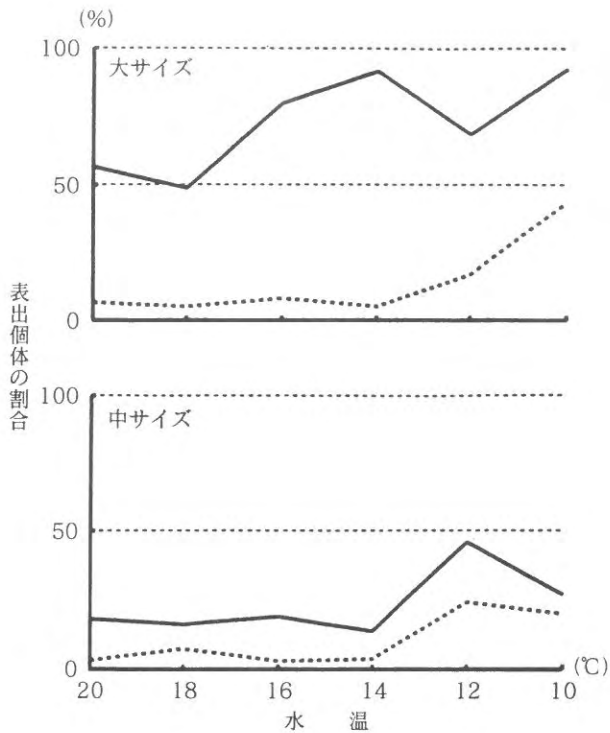


図3 水温別サイズ別表出割合の推移
(実戦はエゾアワビ, 点線はクロアワビ)

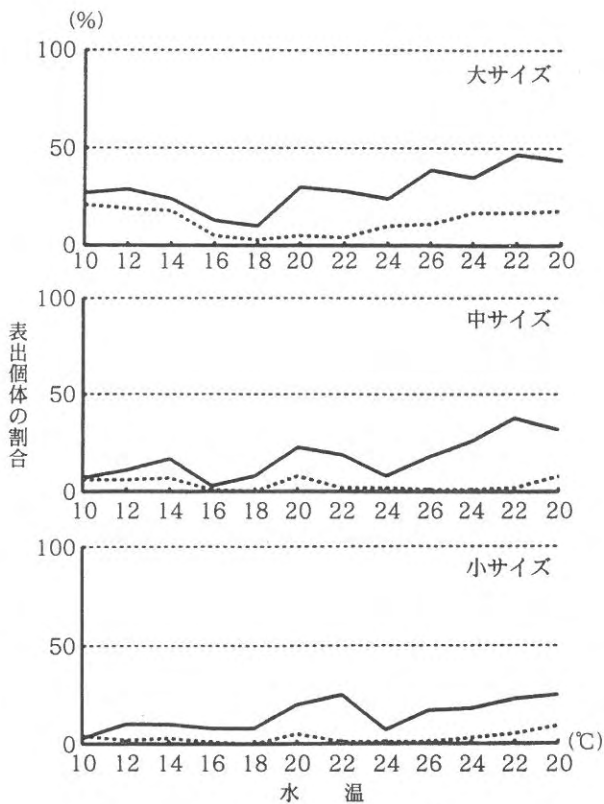


図4 水温別サイズ別表出割合の推移
(実戦はエゾアワビ, 点線はクロアワビ)

に比べて表出割合が高いが、10℃では、大サイズのエゾアワビの表出割合はクロアワビに比べ高いものの、両種の表出割合の差は小さかった。水温16～18℃前後で両種とも表出割合は最も低く、その後は両種とも再度上昇した。

このように、年間を通して、各サイズともエゾアワビがクロアワビに比べ表出割合が高い傾向は変わらなかった。また、両種の表出割合の差は水温下降期で大きく、水温上昇期には小さかった。また、大サイズでは両種の表出割合の差が最も大きく、中型、小型の順で低くなった。

2) 時間別表出状況

各水温別の時間別表出割合を図5 (大サイズ), 図6 (中サイズ), 図7 (小サイズ) に示した。エゾアワビは昼夜問わず表出傾向が高いが、クロアワビは、18～2時までの夜間に表出割合が高くなり、日中には隠棲する傾向が強い、周期性を示した。

一方、年間を通じて両種が積極的に活動し、摂餌行動をとっていたのは18～2時であった。

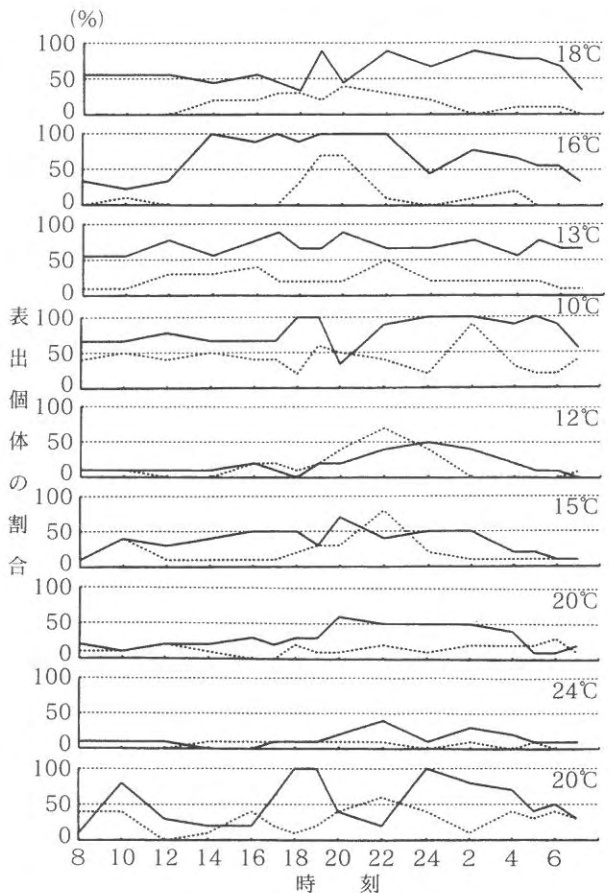


図5 水温別時間別表出割合の推移 (大サイズ; 80mm)
(実戦はエゾアワビ, 点線はクロアワビ)

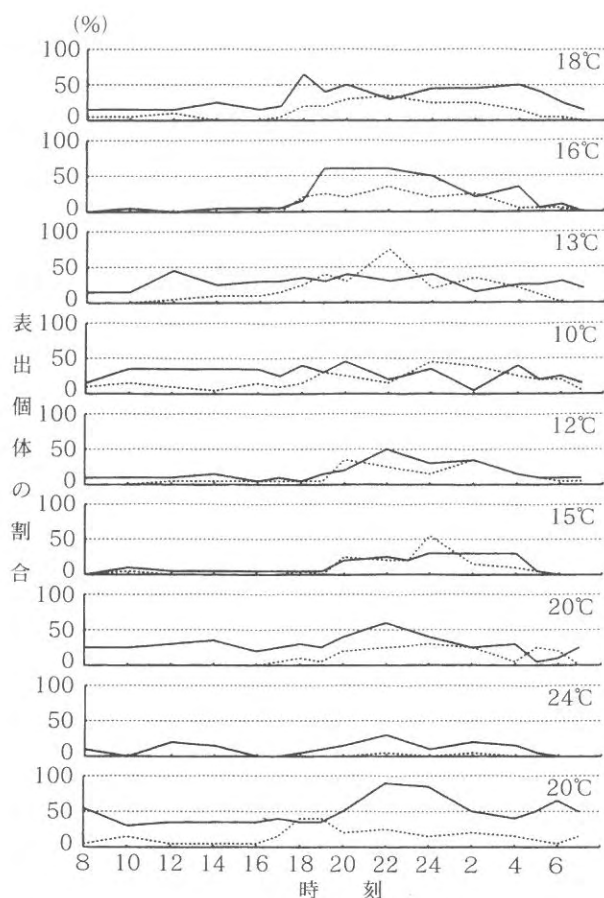


図6 水温別時間別表出割合の推移（中サイズ；50mm）
（実戦はエゾアワビ，点線はクロアワビを示す）

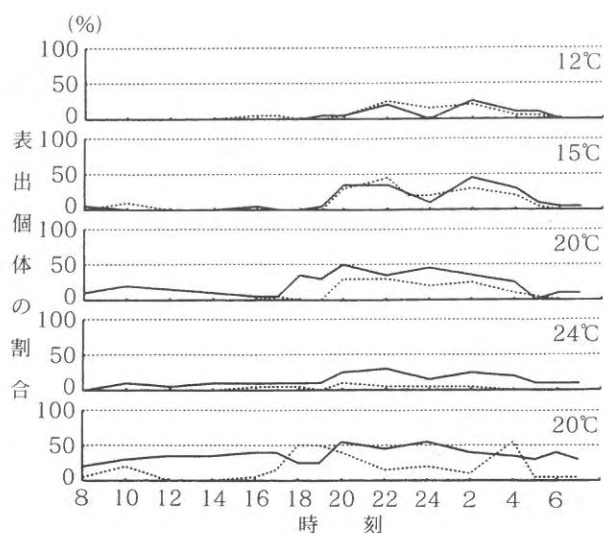


図7 水温別時間別表出割合の推移（小サイズ；30mm）
（実戦はエゾアワビ，点線はクロアワビ）

2. エゾアワビの回収率の把握

方 法

放流したエゾアワビの累積回収率を把握するため、宗像郡大島において、海士（夏季）漁並びに磯見（冬季）漁時に各2～3回、漁獲されたアワビの殻長の測定及び種類（エゾアワビ、クロアワビ、メガイアワビ、マダカアワビ）の識別を行った。

回収アワビの年齢の推定は、漁法別殻長組成から5～6年級群に分離し、それぞれの年齢から放流年度を特定し、任意の放流年度の回収群を累計することにより、累積回収率を導いた。

殻長約30mmで放流したクロアワビは、放流後3年目から漁獲され始め、その後5～6年間でほぼ回収が終了する。また、さらに、漁獲され始めてから3年間で総回収個数の約80%を漁獲する¹⁾。さらに、エゾアワビとクロアワビの成長には大きな差は認められない²⁾ことから、本報では、6～8年度の3年間に回収が終了した2年度放流群について解析した。

結果及び考察

調査対象とした2年度の放流数は、エゾアワビ68,000個、クロアワビ10,000個であり、放流時の平均殻長は両者とも約30mmであった。

6～8年度に実施した、アワビ漁獲物調査での、総漁獲個数に占める調査した標本数の割合（標本抽出率）を表8に示した。調査したアワビの数は976～1,742個で、標本抽出率は6.5～12.3%であった。

表8 漁獲物調査の標本抽出率

調査年度	漁獲個数 (個)	標 本 数 (個)	抽出率 (%)
6	14,960	976	6.5
7	13,436	1,418	10.6
8	14,176	1,742	12.3

2年度放流群のエゾアワビ、クロアワビの6～8年度の累積回収率を図8に示した。累積回収率はエゾアワビで1.5%、クロアワビで5.0%と極めて低い結果であった。

同じ大島における昭和56～59年度のクロアワビ放流群の累積回収率は23～37%であり¹⁾、2年度クロアワビ放流群の5.0%に比べ5～7倍の回収結果であった。

アワビの放流後の生残は、放流時の環境条件（害敵の生息、活動状況等）や種苗の活力に大きく影響される。

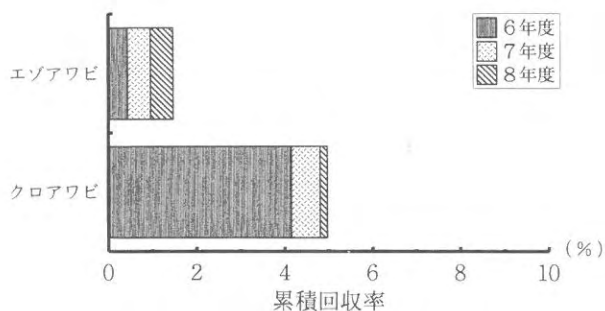


図8 エゾアワビ、クロアワビの放流貝
(2年度放流群)の累積回収率

このように、2年度クロアワビ放流群が過去の大島における回収結果と大きく異なるため、今回得られた2年度エゾアワビ放流群の回収率1.5%をその種がもつ一般的回収率と考えがたい。

今後、他の放流年度の回収状況を調査し、一般的な南方域でのエゾアワビの回収率を把握する必要がある。

3. 南方域におけるエゾアワビの再生産の確認

(1) ミトコンドリアDNAによる種の識別

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

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

最近10年の、PCR法やダイレクトシーケンシング法の普及により、集団解析に十分な個体数のサンプルについて、遺伝子上の変異を直接定量化することが比較的短時間、低コストで行えるようになってきた。遺伝子の情報は、組織や細胞の種類、個体の発生段階によらず安定している。加えて、蛋白質遺伝子のうちアミノ酸配列を変えないような変異は、自然選択を受けないので、これまで行われてきたアイソザイム分析に比べ、より環境の影響をうけず、異なる環境下にある地方集団を、同じ尺度

で比較することができる。また、極少量のサンプルで解析が行えるので、幼生期や定着直後の個体についても、個体毎に分析することが可能である。このような意図のもと、様々な遺伝子マーカーを用いた判別法が研究されている^{3), 4)}。

小島らは日本各地で採集されたサザエについて、ミトコンドリアDNA・チトクロームオキシダーゼI (COI) 領域の最も個体変異の大きな下流域の塩基配列を解析した結果、サザエ個体は、遺伝的に異なる2つのグループに分類されることを発見し、それぞれの主な生息地にちなみ、黒潮型・対馬暖流型と命名した。わが国におけるサザエ分布域をカバーする12ヶ所の集団について、2つの遺伝子型の個体出現頻度を比較したところ、①黒潮流域集団と対馬暖流域の集団の間には、大きな遺伝的差異が存在する。②瀬戸内海と日本海の間で、遺伝的交流がみられることが明らかになった^{5), 6)}。

図9に日本周辺における両遺伝子型個体の頻度分布を示す。サザエは暖流域にしか生育できず、黒潮と対馬暖流は九州沖で分岐した後、2度と合流しないので、2つの遺伝子型は各暖流域に隔離され分化したもので、最近(約5,000年前)の関門海峡の形成の後、日本海集団と瀬戸内海集団の間で個体の交流が起り、現在の分布パターンが形作られたと考えられている。

そこで、同様の手法を用いて、クロアワビ及びエゾア

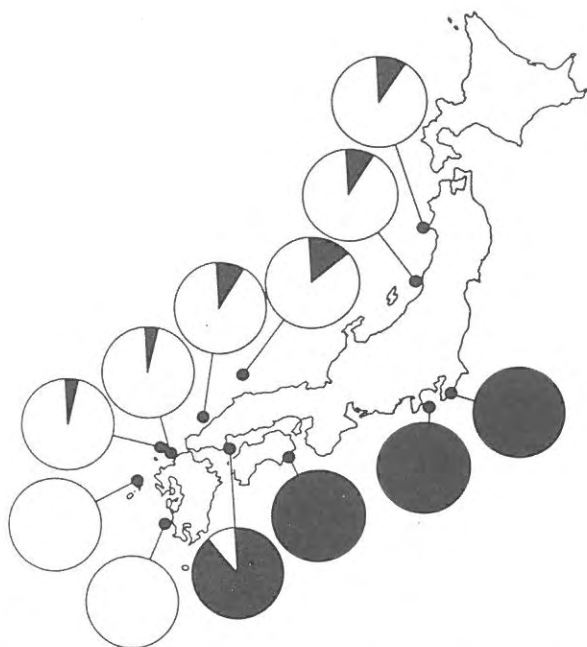


図9 日本周辺におけるサザエ集団の遺伝的構造。各集団20個体について、黒潮流域型ミトコンドリアDNAを持つ個体(黒)と対馬暖流域型ミトコンドリアDNAを持つ個体(白)の割合を示す。

ワビのミトコンドリアDNAの塩基配列を解析し、クロアワビとエゾアワビの天然集団と種苗について、集団の特性を解析、比較した。なお、試料の解析及び評価は東京大学海洋研究所小島茂明助手に委託した。

方 法

1) ミトコンドリアDNAの抽出

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

- a. アワビの中腸腺を緩衝液中ですりつぶす。
- b. 4℃, 毎秒2,300回転で遠心分離する。
- c. 沈殿物(細胞片や核)を取り除く。
- d. 4℃, 毎秒12,000回転で遠心分離する。
- e. 沈殿物(ミトコンドリア文画)を緩衝液で2回洗浄する。
- f. SDSで、ミトコンドリア膜を破壊する。
- g. 塩化ナトリウムを添加し、SDSを沈殿させ、取り除く。
- h. フェノール/クロロフォルムによりタンパク質を除く。
- i. ジメチルエーテルによりフェノールを除く。
- j. エチルアルコールを加え、DNAを沈殿させる。
- k. 4℃, 毎秒12,000回転で遠心し、DNAを回収する。
- l. 70%エチルアルコールで洗浄し、塩類を取り除く。
- m. 乾燥し、滅菌蒸留水に溶解する。
- n. 冷凍保存する。

2) PCR反応

PCR反応を阻害する物質を除くため、反応に先立ち、GeneReleaser(BioVenture社)による処理を行う。

PCR反応条件は、

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

PCRプライマーとして、

COI-3 (5'-GTNTGRGCNCAYCAYATRTT
YACNGT-3')

COI-6 (5'-CCNCGNCGNTAY (TA) (CG)

NGAYTAYCC-3')

を使用した。これらは、後生動物汎用プライマーとして設計された⁷⁾もので、ミトコンドリアDNA・COI領域の下流部分、約450塩基対を増幅することができる。

反応終了後、少量をミュージッド電気泳動装置(ADVANCE社)で泳動し、産物の量を確認する。

3) シークエンス

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

4) RFLP分析

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

結果及び考察

福島産エゾアワビ種苗と長崎産クロアワビ種苗、各10個体からミトコンドリアDNAを抽出し、PCR法でミトコンドリアDNA・COI領域下流部の増幅を試みた。最小サイズの種苗1個体からも、この操作に十分な量の試料が得られた。

各PCR産物の塩基配列を決定したところ、無脊椎動物のCOI遺伝子とよく一致することからPCR産物が、正しく該当領域を増幅したものであることが、また配列が一通りに決まることから、他個体のDNAによって汚染されていないことが示された。

個体間の変異は、すべてアミノ酸配列を変えないタイプのもので、大きく2つのグループ配列に分けられた。(図10)福島産エゾアワビ種苗個体は、すべて同じグループ(以下E型とする)に属し、一方長崎産クロアワビ種苗では、2個体のみが福島産の個体と同じタイプのミトコンドリアDNAをもっていたのを除き、別のグループ(以後K型とする)に分類された。

図10にみられるように、K型とE型は、3ヶ所(図10の1～3)で完全に異なる塩基に固定している。うち、2ヶ所は、制限酵素HinfI(配列GATCを認識)およびTspEI(同AATT)のサイト中に存在した。制限酵素は、特定の短い塩基配列の部分のみを切断する性質を持つ酵素で、上記の配列を認識・切断する。したがって、K型の配列では、HinfIにより図10の下線aの部分

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

今回の解析により以下のことが明らかになった。

- ①クロアワビ・エゾアワビ集団は、遺伝的に異なる2つのグループ(K型/E型)から構成される。
- ②クロアワビ集団では、一般にエゾアワビ集団に比べK型個体の頻度が高い。
- ③種苗の、K型・E型比は、その由来により大きく変動する。

解析結果(表10)をサザエの場合(図9)と比較すると、日本海の外側の九州西岸と太平洋岸で、異なる遺伝子型の個体がほぼ独占的に出現する点が一致している。最終氷河期の最盛期(3万年-2万年前)の日本海は、還元化がすすみ、多くの海洋海底生物が絶滅したと考えられている⁸⁾。現在、九州西岸や三陸海岸に生息する集団は、それぞれ日本海の外で氷河期を生き延びた集団の子孫であり、異なる遺伝子型(九州西岸はK型、太平洋岸はE型)の個体にはほぼ固定していたと考えられる。氷期後、サザエが対馬暖流により対馬海峡のみから日本海に再侵入したのに対し、クロアワビは、南からのルートに加え、親潮によって北からも再侵入したことが想定される。ここで注意したいのは、今回の研究で、西九州の唯一のデーターが、種苗を材料にしている点である。種苗は少数の母貝から生産されることが多いため、母貝の遺伝的組成に偏りがあると、天然集団と組成が大きく異なる危険がある。したがって、この件について最終的に結論する前に、西九州の天然集団の個体のデーターを得る必要がある。

サザエの場合、日本海集団には、太平洋岸と共通する遺伝子型の個体が、1割程度出現するが、大部分は九州西岸集団と共通する遺伝子型の個体で構成されている。これに対し、クロアワビでは形態がクロカエゾによらず、九州西岸との共通型(K型)が、むしろ少数派である。これは、放流による人為的な攪乱の結果である可能性がある。別の可能性として、「最終氷期以後の日本海へ、津軽海峡由来のE型個体と対馬海峡由来のK型個体が侵入し、交雑した結果である」と考えることができるかも

しれない。この仮説の検証のためには、北日本海のエゾアワビ、太平洋のクロアワビ、九州西岸のクロアワビをはじめとして、より多くの地方天然集団の解析が必要であろう。

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

(2) クロアワビ×エゾアワビ交雑1代目・2代目の再生産

太刀山ら⁹⁾は、室内試験においてクロアワビとエゾアワビの正逆交雑1代目の発生を確認している。又門間¹⁰⁾はクロアワビ♀×エゾアワビ♂の交雑1代目と、それらを親貝に用いた交雑2代目の発生を確認しているが、その他の組み合わせについては検討されていない。

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

方 法

1. 孵化幼生確認試験

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

試験区は表11に示した16区をそれぞれ各2セット設定した。受精は1ℓビーカー内で行い、800ccの紫外線照射海水を入れ、未受精卵を10粒/cc(8000粒/区)の密度で収容し、媒精した。受精後は同ビーカーを用い止水にして弱い通気を行い、コイトロンにて20℃恒温状態とし12時間照明、12時間暗黒状態で飼育した。

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

2. 着底確認試験

親貝は孵化幼生確認試験と同じものを用い、採卵は8

表11 孵化幼生確認試験区の概要

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

◎は既に幼生までの発生が確認されているもの

年11月12日（水温19.3℃）に行った。誘発刺激は紫外線照射海水、暗黒処理、干出2時間及び3.7℃の加温を行った。

試験区は図11に示した8区を設定し、受精は30ℓパンライト水槽内で行った。

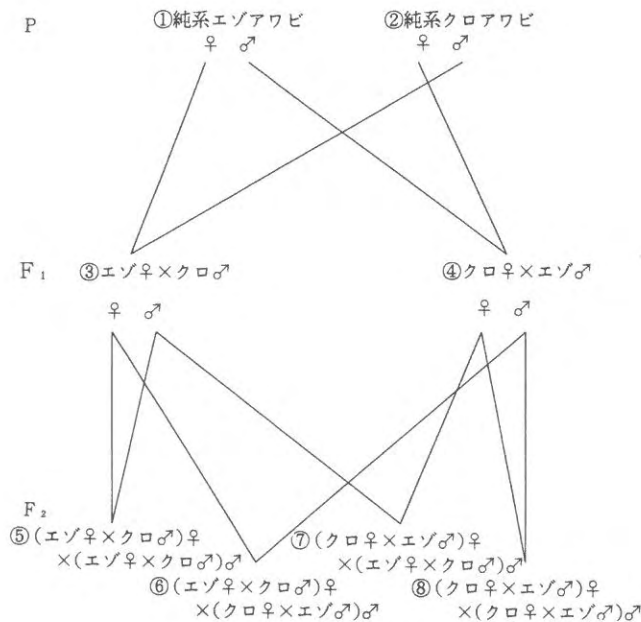


図11 着底確認試験区の概要

受精後は、200ℓ角形水槽に1.0粒/cc（200千粒/区）の密度で収容し、砂濾過海水を微流水にして弱い通気を行って飼育した。採苗時には予め珪藻をつけた波板を30枚収容した。着底は、波板上に付着した稚貝の有無によって確認した。

結 果

親貝（雌）の殻長及び放卵数を表12に示した。交雑1代目のエゾアワビ♀×クロアワビ♂（平均殻長87.5cc）8個体は10,575千粒、クロアワビ♀×エゾアワビ♂（平均殻長69.7mm）6個体は6,945千粒を放卵した。また交雑1代目の雄についても十分な放精が見られた。

各試験区における受精率を図12に、孵化率を図13に示

表12 母貝の放卵状況

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

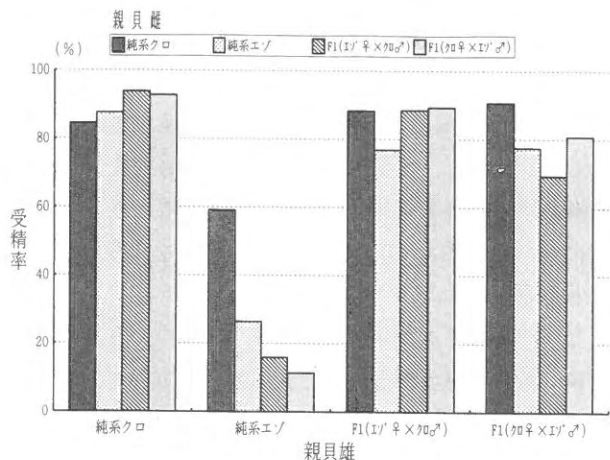


図12 各試験区における受精率

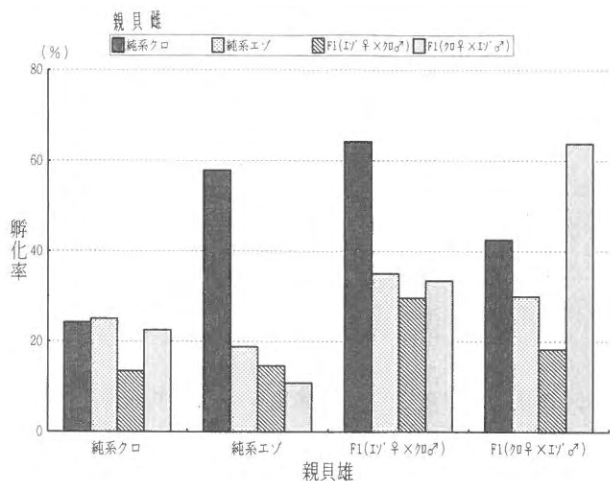


図13 各試験区における孵化率

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

着底確認試験では、全試験区で付着稚貝が確認された。

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

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

しかし、筑前海における放流エゾアワビの成長は在来種であるクロアワビと差がないこと²⁾、今回の実験で少なくとも交雑1代目のエゾアワビ♀×クロアワビ♂は殻長97.6mm、エゾアワビ♀×クロアワビ♂は殻長74.5mmで放卵することから、図14に示すように、4年秋にはクロアワビとエゾアワビの交雑1代目が、8秋には交雑2代目が発生している可能性も否定できない。

4. 漁場におけるアワビの異常へい死（ヤセ貝）状況の把握

昭和60年6月に宗像郡地島でアワビの異常へい死が初めて報告され、以降、平成2, 3, 4年の6月に地島で、4年8月に岩屋で、6年6月には筑前海一帯でへい死の

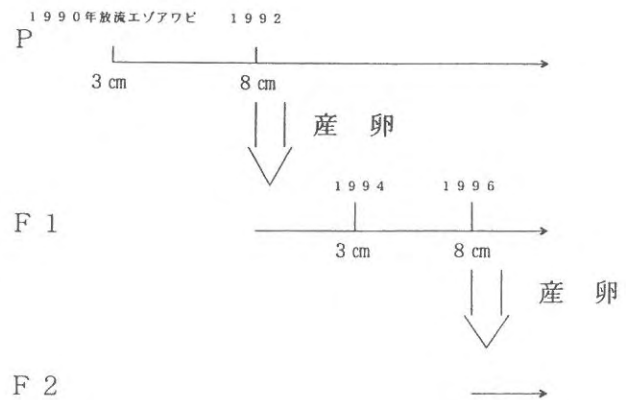


図14 筑前海域における交雑種出現の可能性

報告があった。また、極めて肥満度の低い「ヤセ貝」も認められている。

そのため、漁場における「ヤセ貝」の発現状況を調査した。

方 法

(1) 飢餓試験

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

(2) 漁場における「ヤセ貝」発現状況

8年7月22日、7月29日、9月12日、12月26日及び9年1月13日に宗像郡大島で、漁獲された全てのアワビのうち外観上で極めて肥満度の低い「ヤセ貝」を抜き取り、「ヤセ貝」の発現状況を調べた。また、ヤセ貝が認められた9年1月13日調査分では、「ヤセ貝」及び「正常貝」の殻長、体重、軟体部重量を測定し、肥満度を比較した。

結果及び考察

(1) 飢餓試験

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

9年1月8日試験終了時に測定した肥満度を表13に示

した。肥満度（軟体部重量/体重）の平均は、無給餌区は 0.53 ± 0.02 に対し、給餌区は 0.64 ± 0.04 であり、両者に有意な差（ $\alpha = 0.01$ ）が認められた。

(2) 漁場における「ヤセ貝」発現状況

識別したアワビの総数は、海士（夏季）漁で1,155個体、磯見（冬季）漁で700個体であった。そのうち、外観で肥満度が低い個体は、海士漁では0個体、磯見漁では8個体（1.1%）であった。磯見漁において肥満度が低かった8個体のうち6個体について肥満度を測定し、その結果を表13に(1)の飢餓試験結果とあわせて示した。

表13 アワビの肥満度

試験区	肥満度（難体部重量/重量）
飢餓試験	
無給餌区	0.53 ± 0.02
給餌区	0.64 ± 0.04
漁場	
痩せた貝	0.62 ± 0.03
正常貝	0.71 ± 0.02

肥満度の平均値は痩せた貝が 0.62 ± 0.03 で、正常貝にの 0.71 ± 0.02 に比べ低い値であった。

5. アカウニの移動生態調査

(1) 標識技術の開発

アカウニの移動生態、回収率の推定のためには、標識放流による追跡調査が有効な手段となる。ウニ類の標識に関しては、ナイロン糸でダイモテープ切片をウニの外面に貫通させ装着する方法¹¹⁾やALCによる染色法等があるが、へい死率が高いことや、内部標識であるため継続観察が不可能であること等の問題がある。さらに、標識の装着によってアカウニの移動や成長に影響があつては、意味をなさない。

そこで、標識ウニの生態に対する影響が少なく、継続観察が可能な標識を検討した。

方 法

8年12月6日に、アカウニ（殻径34.6～66.1mm）の肛門部周辺にステンレス製のコーデッドワイヤータグ（以下CWTとする）を装着した。標識装着時には、CWTがアカウニの殻の中に止まり、腹腔内に入らないように注意した。アカウニに標識が装着されていることを調べるため、標識したウニをろ過海水で洗浄した後、金属探知器を用いて確認した。

飼育方法は標識アカウニ60個体と、無標識個体30個体

を45×30×38cmの籠にそれぞれ30個体ずつ収容し、流水飼育した。

標識の装着後、約1ヶ月を経過した9年1月16日と、約3ヶ月を経過した、3月5日にへい死個体数と、標識の脱落状況を金属探知器を用い調べた。

結果及び考察

CWTによる標識脱落率及びへい死率を表14に示した。1月16日までに、標識区で7個体（11.7%）、対照区で5個体（16.7%）のアカウニがへい死したが、その後3月5日までは両区ともへい死がなかった。標識区と対照区でへい死率に差がないことから、標識直後に見られたへい死は、標識装着作業時のハンドリングによるものと判断され、CWT標識は、アカウニの生残に影響しないと考えられた。

表14 CWTによる標識脱落率及びへい死率

試験区 個数	へい死（へい死率）		脱落数（脱落率）	
	1月16日	3月5日	1月16日	3月5日
標識区 60	7 (11.7%)	0 (11.7%)	15 (25.0%)	6 (35.0%)
対照区 30	5 (16.7%)	0 (16.7%)	—	—

試験期間 平成8年12月6日～9年3月5日

標識の脱落は、1月16日までに15個体（25.0%）、さらに3月5日までに6個体（35.0%）であった。3月5日までの殻径別標識脱落結果を表15に示した。50～60mmサイズの脱落率は57.1%であったのに対し、35～40mmサイズでは35.3%と低く、60～66mmではすべての個体に標識が認められた。このように、サイズ別の脱落率に傾向は見られなかった。

表15 殻径別標識脱落結果

殻 径 (mm)	個 数 (個)	脱 落 数 (個)	脱 落 率 (%)
35～40	17	6	35.3
40～50	22	7	31.8
50～60	14	8	57.1
60～66	7	0	0.0

また、3月5日に標識の有無を確認した際、アカウニの側部及び口部周辺で金属探知器が反応した個体がみられた。装着した標識が、時間をかけて吐き出される可能性もあり、今後試験を継続し、CWTの有効期間、CWTの存在部位、及びより小型サイズでのCWT標識の有効

性を把握する必要がある。

(2) 移動生態調査

これまでの調査から、アカウニの主たる漁獲漁場である浅所での漁獲率は70～80%で、漁期後のアカウニの生息数は漁期前の20～30%になるにもかかわらず、次年度の漁期には資源が回復していること、稚ウニの生息は浅所より深所に多く認められたこと、さらには、深所に移植放流した天然アカウニの放流後の水深別生息密度の変化から、アカウニ資源は深所から浅所へ補給されると考えられた。

そこで、本年度はアカウニを標識放流し、移動状況を確認することとした。

方 法

調査場所は漁業者からの聞き取り調査の結果、アカウニの優良な漁場で、生息数も多いと判断された大島のヨ瀬を選定した。ヨ瀬の海底地形は図15に示した。ヨ瀬は東側が隆起した岩盤域、西側が砂域であり、その間幅約20mに転石域が存在する。

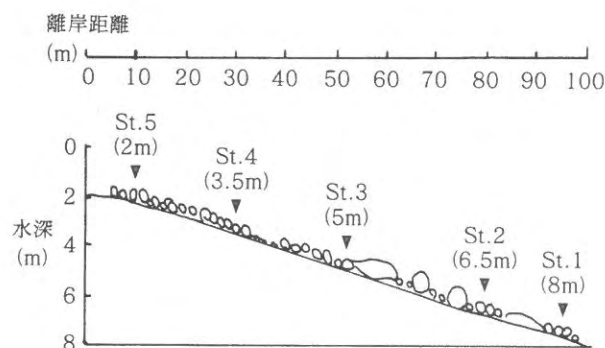


図15 大島（ヨ瀬）の海底地形模式図及び調査定点

8年10月18日及び24～25日に、潜水により採取した天然アカウニに船上でCWTを装着し、水深8m域に放流した。

標識放流したアカウニの殻径組成は、図16に示したように、殻径21.8～73.8mm、1,165個体で、今後、追跡調査を行い、移動状況を把握する計画である。

文 献

- 1) 太刀山 透・二島賢二：筑前海におけるアワビの種苗放流効果，福岡県水産海洋技術センター研究報告，

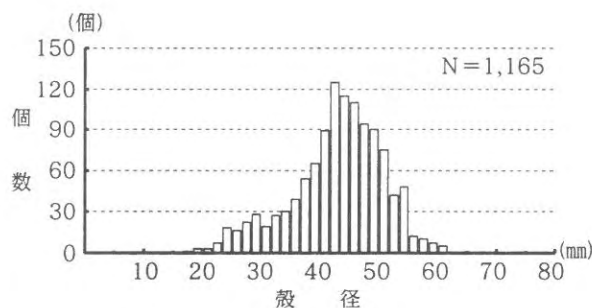


図16 標識放流したアカウニの殻径組成

第1号，129～136，1992。

- 2) 深川敦平・伊藤輝昭：筑前海域におけるエゾアワビの成長について，福岡県福岡水産試験場研究報告，18，47～52。（1992）
- 3) 朝日田卓・高見秀輝・河村和彦・山田潤一・斉藤和敬・山下洋：秋田県産天然アワビと放流エゾアワビのミトコンドリアDNA塩基配列比較，平成8年度日本水産学会秋期大会。（1996）
- 4) 清本節夫・水上譲・梅沢敏・小林正裕・藤吉栄次・皆川恵，アワビ核DNAのフィンガープリント，平成8年度日本水産学会秋期大会。（1996）
- 5) 小島茂明・瀬川涼子・林育夫：ミトコンドリアDNAによる日本周辺におけるサザエ集団の遺伝的構造の解析，1995年度ベントス学会大会。（1995）
- 6) 小島茂明・瀬川涼子・林育夫：太平洋・日本海間にみられるサザエ集団の遺伝的差異，1996年度海洋学会春季大会。（1996）
- 7) 渡辺公綱・横堀伸一：ミトコンドリア遺伝子の進化，日本生化学会編「新化学実験講座16，分子進化実験法」科学同人，241～259。（1993）
- 8) 佐藤任弘：氷河時代の日本海「日本列島をめぐる海」，岩波書店，237～247。（1987）
- 9) 太刀山透・的場達人・柴田利治：栽培漁業技術推進事業（1）エゾアワビの放流技術開発試験，福岡県水産海洋技術センター事業報告，43～46。（1994）
- 10) 門間春博：V 貝類種苗培養技術開発試験 1. エゾアワビ，北海道立栽培漁業総合センター事業報告書，27～29。（1989）
- 11) 岩手県：平成5年度放流技術開発事業報告書（放流漁場高度利用技術開発事業 あわび・うに類），9～10