

ヒメジャコのD型浮游仔貝の大きさは0.014 cmであるので、今年度までの結果から測定場所でのヒメジャコの平均的な成長式は $L(\text{cm})=12.61(1-e^{-0.0011-0.1876t})$ で表わされる。この式から貝が穿孔長径値で8 cmに達するには約5年4ヶ月程度要すると計算される。1番成長のよい個体の成長式は $L=14.90(1-e^{-0.0009-0.1561t})$ と表わされ、約4年11ヶ月で8 cmとなる。1番成長の悪い個体の成長式は $L=10.29(1-e^{-0.0014-0.2436t})$ となり、8 cmになるのに約6年2ヶ月が必要となる。両者間では、約1年3ヶ月のひらきがある。今後成長制限因子を究明する必要がある。

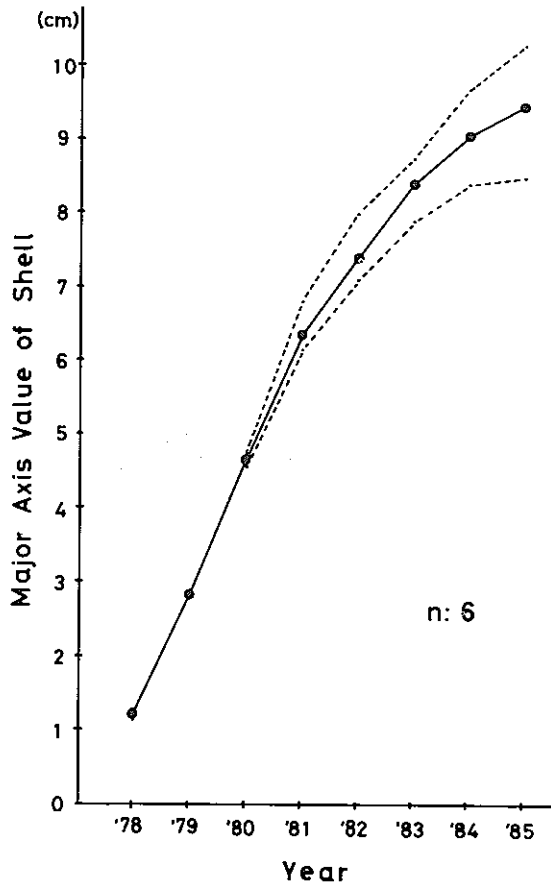


図3 ヒメジャコの成長量

3. ヒメジャコの放流調査（放流技術開発試験）

今年度は1984年（昭和59年）に種苗生産され、屋外水槽で流水によって中間育成したヒメジャコを4～7月に保護水面区域内へ合計15,500個体放流した。大きさは殻長2.4～11.5 mmの範囲であった。

ヒメジャコの放流後の残存個数及び成長量についての調査を継続した。

(1) 埋め込み法

埋め込み法とは貝にあった穴を基質にあけ、その穴へ1つ1つ貝を入れてやる方法である。

調査 I

1979年（昭和54年）に種苗生産し、1980年（昭和55年）5～6月（1区のみは7月）に保護水面区域内に放流した個体について5年後の残存数を調べた。

結果は表1にヒメジャコの残存個体数を、表2にその成長量を示した。成長量は穿孔長径値を測定した。

表1 埋め込み法・調査Iのヒメジャコ残存個数

調査年	調査地点	A	B	C	D	E
1980. 5 ~ 6		25	18	36	40	20
1980. 10		15	4	2	12	5
1981. 6		15	3	2	8	5
1982. 6		15	3	2	4	4
1983. 6		14	3	2	4	3
1984. 6		14	3	2	4	3
1985. 6		14	3	2	4	3

調査地点のA、C、D、Eの基質はハマサンゴであり、Bは琉球石灰岩である。A、B、Cは大潮時には干出するが、D、Eは約5～10cm程度水深を保つ場所である。

今年の残存数は1983年（昭和53年）の調査時と同じであった。1980年（昭和55年）の放流時からの残存数（率）はA区は25個体中14個体（56.0%）、B区18個体中3個体（16.7%）、C区36個体で2個体（5.6%）、D区40個体で4個体（10.0%）、そしてE区20個体で3個体（15.0%）であり、全体では139個体で26個体（18.7%）であった。残存数はD区を除いて放流時から4～5ヶ月後の1980年10月の調査結果を維持しており、減少しても1～2個である。このことは放流直後の減耗が激しいことを示している。またA区とC区（写真1）のように同一ハマサンゴの上に場所をかえて試験放流区を2区設けたものであるが、前述のように残存率はA区では56.0%に対し、C区では5.6%とA区の1/10であった。このように放流場所によるバラつきも大きい。

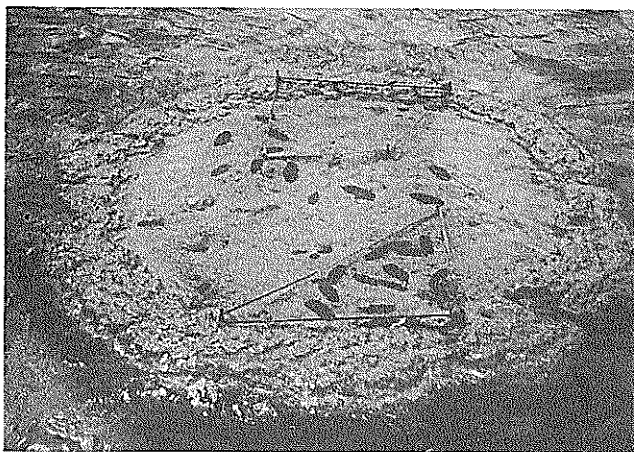


写真1 埋め込み法のA区・C区（手前がA区）

表2 埋め込み法・調査Iのヒメジャコ残存個体の成長量

調査地点 調査年	A	B	C	D	E
1980. 5 ~ 6		0.31 ~ 0.68 0.48 ± 0.09			
1981. 6	1.45 ~ 2.35 1.88 ± 0.22	1.45 ~ 1.60 1.53 ± 0.06	1.40, 1.50 1.45	1.45 ~ 2.35 1.80 ± 0.34	1.85 ~ 2.35 2.00 ± 0.18
1982. 6	3.20 ~ 4.60 3.76 ± 0.38	2.40 ~ 2.70 2.58 ± 0.13	2.50, 3.40 2.95	3.45 ~ 4.30 3.89 ± 0.41	3.60 ~ 4.60 4.00 ± 0.39
1983. 6	4.50 ~ 6.15 5.38 ± 0.43	3.70 ~ 3.95 3.85 ± 0.11	3.80, 5.00 4.40	5.00 ~ 6.25 5.74 ± 0.54	4.85 ~ 6.05 5.30 ± 0.53
1984. 6	5.75 ~ 7.30 6.61 ± 0.40	4.45 ~ 5.15 4.83 ± 0.25	5.45, 6.45 5.95	6.30 ~ 7.90 7.15 ± 0.63	5.70 ~ 6.90 6.17 ± 0.52
1985. 6	6.40 ~ 8.10 7.32 ± 0.48	5.45 ~ 5.95 5.68 ± 0.21	6.80, 7.45 7.13	6.80 ~ 9.10 8.04 ± 0.87	6.50 ~ 7.80 6.98 ± 0.58

(cm) 上段：測定範囲

下段：平均値及び標準偏差

成長は1984年から1985年までの1年間に穿孔長径値で6.39 ± 0.79 cm (4.45 ~ 7.90 cm) から7.19 ± 0.82 cm (5.45 ~ 9.10 cm) となり、成長量は0.80 cmであった。昨年1年間のそれは1.21 cmであった。

A ~ E区までの放流後5年間の年平均成長量から成長式を求めると

$$L = 15.71 (1 - e^{-0.0009 - 0.1164 t})$$

で表わされる。

この式から8 cmになるには6年2ヶ月と計算される。調査個体中、最大成長を示したD区の個体ではその成長式は $L = 24.26 (1 - e^{-0.0006 - 0.0901 t})$ となり、4年6ヶ月で8 cmに達する。また最小成長のB区の個体では $L = 24.54 (1 - e^{-0.0006 - 0.0462 t})$ で表わされ、8年7ヶ月もかかると計算される。この両者の差は4年1ヶ月である。

最小個体の方は基質が琉球石灰岩であることや干出場所であること等条件的な差異は大きいヒメジャコは成長量の個体差の大きい種類であると言える。

試験放流後5年間でA、D区の最良成長個体に8 cmを越す個体が出現してきた。

A区では1つの貝の専有予定面積として約5 × 10 cm²を見込んだが、貝が成長するにつれて当初の穴の位置から方向がずれてくる個体があり、4組の貝と貝との接触が観察された。1組では穿孔方向上避けられなくて一方の貝が一方の貝殻を削っているのがみられた。これらの接触や生息状態が密なためかA区の成長量が急に減少してきた。

調査II

1979年(昭和54年)に種苗生産され、1981年(昭和56年)6月まで八重山支場の屋外コン

クリート水槽で流水飼育していた殻長2～3 cmの稚貝を約8×10cm²に1個体の割合で川平湾のマジャ島礁原部へ試験放流した。

放流場所は調査ⅠのA区から約25 m程度沖側の塊状ハマサンゴの死亡部分である。大潮時にはハマサンゴは干出するが、マイクロアール状になっているので、深さ約5 cm程度に保水される場所である。

1984年8月から1985年8月までの1年間では生残数は減少がなく、23個体、その率は46.0%であった。

表3 埋め込み法・調査Ⅱの放流試験

調査年	残存数 (残存率)	大きさ (cm)*
1981. 6	50 (100.0) ***	2.01～2.99 ** 2.52±0.40
1982. 8	25 (50.0)	3.10～4.80 3.94±0.43
1983. 8	25 (50.0)	3.85～6.65 5.76±0.56
1984. 8	23 (46.0)	4.80～8.15 7.21±0.64
1985. 8	23 (46.0)	5.90～9.25 8.33±0.64

*大きさ：穿孔長径値
 上 段：測定範囲
 下 段：平均値及び標準偏差
 **：1981.6.12の12個体分測定値
 ***：1981.6.19、穴を38個体分追加して50個体で試験開始

穿孔長径の測定値は7.21±0.64 cm (4.80～8.15 cm) から8.33±0.64 cm(5.90～9.25 cm) となり、1年間の成長量は1.12 cmであった。昨年度のそれは1.45 cmであり、減少傾向にある。

放流個体の中で1個体のみが、5.90 cmと成長が著しく悪いが他は全て8 cmを越えた。また生息場所の競合しているものが1組出現した。

調査Ⅲ

1981年に種苗生産し、支場内の屋外流水水槽で中間育成していた殻長0.46～2.20 cm、平均1.04±0.30 cmのヒメジャコ稚貝を1982年(昭和57年)7月8～10日にかけて、八重山漁業協同組合員の協力を得て、川平湾へ試験放流した。放流基質はハマサンゴであり、穴は放流日以前の7月5～7日にあけた。放流個体は2,153個体であった。1983年7月9日の調査では441個体が残存しており、生残率は20.5%であった。1985年度は放流場所内への天然着生個体との識別問題等から残存数の計測はおこなわなかった。成長量については昨年度も測定し、明らかに放流貝として区別出来る60個体の穿孔長径値をはかった。

成長量は昨年の3.65～6.50 cm、平均5.18±0.59 cmから6.00～8.10 cm、平均6.92±0.47 cmとなり、1年間で1.74 cmであった。放流時点に大型個体であったものの中から放流後3年目で8 cmを越える個体が出現した。

(2) 折衷法

この方法は放流地点に先に穴を開けておき、その後その場所へ地まきするやり方である。

1981年(昭和56年)6～7月に殻長0.25～0.50 cm、平均0.38±0.09 cmの稚貝を1個体/10 cm²の密度で放流した分について、放流4年目の調査をおこなった。結果は表4に示した。放流基質はA区とG区はハマサンゴであり、B、C、D、EそしてF区では琉球石灰岩である。また、G区のみが完全なマイクロアトール型であるために大潮干潮期でも約5 cm程度保水される場所である。

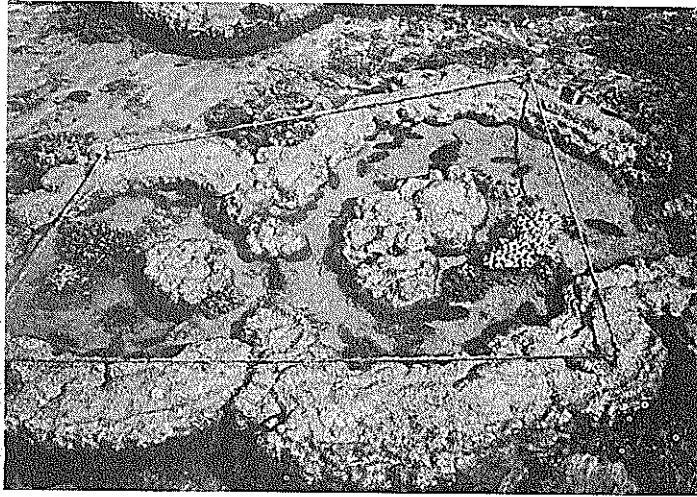


写真2 折衷法 G区

表4 折衷法・ヒメジャコの残存個数

調査地点 調査年	A	B	C	D	E	F	G
1981.6～7	1,000	1,000	1,000	1,000	2,000	500	300
1981.9	129	14	5	39	14	6	56
1983.7	74	1	0	1	2	0	35
1984.7	53	1	0	1	2	0	35
1985.7	53	1	0	1	2	0	35

1984年と1985年の残存個数には変化はなかった。特にG区は1983年より残存個数は同数である。残存率は全体的に低くなってしまっているが、A区は5.3%、G区は11.7%と他の区の0～0.1%に比較して高い値を示している。

成長量は調査地点で残存する個体の中で比較的大型個体の穿孔長径値を測定した。

結果は表5に示した。

表5 折衷法・ヒメジャコ残存個体の成長量

調査地点 調査年	A	B	C	D	E	F	G	\bar{x}_{A-G}
1981.6 ~ 9				0.25~0.50 0.38±0.09				0.38±0.09
1981.9	0.70~1.15 0.94±0.17	0.85~1.15 0.94±0.09	1.40~1.60 1.47±0.09	1.15~1.55 1.36±0.13	1.10~1.30 1.21±0.07	0.95~1.45 1.18±0.16	0.80~1.25 0.94±0.15	1.05±0.21
1982.6	1.20~2.15 1.56±0.27	1.80 -	-	2.00, 2.55 2.28	1.60~2.25 1.85±0.29	-	1.40~2.25 1.71±0.23	1.63±0.30
1983.7	2.00~4.15 3.20±0.54	2.85 -	-	3.00 -	2.80, 3.05 3.00	-	3.30~4.75 4.16±0.47	3.21±0.75
1984.7	3.50~4.75 4.26±0.47	3.65 -	-	3.75 -	4.05, 4.15 4.10	-	4.50~6.65 6.07±0.64	5.04±1.03
1985.7	5.35~6.60 5.98±0.37	4.90 -	-	5.05 -	5.00, 5.50 5.25	-	6.70~8.45 7.53±0.47	6.52±1.00

(cm) 上段：測定範囲
下段：平均値及び標準偏差

1984年から1985年の1年間の成長量は5.04±1.03 cmから6.52±1.00 cmとなり1.48 cm増加した。また1981年の放流から4年間での成長量は6.14 cmであった。

A区は残存個体間での接触が観察され出した。このことと干出の影響のためかA区はG区と比較して成長量が全体的に低い値となっている。

(3) 人工基質法（セメントブロック法）

ヒメジャコの資源回復策の一端として穿孔基質である琉球石灰岩や塊状サンゴが損失した場所での基質の提供や受精卵の大量供給場所を人為的に形成する（親貝団地）ために人工基質法の試験に着手した。現在はその中の一つとしてセメントブロック法の試験を進めている。セメントブロック法とは、セメントブロックに貝を埋め込んで貝が安定するまで中間育成し、その後海へ出す方法である。1983年度からの試験及びその経過を述べる。

① セメントブロックの作成

材料は市販のセメントと生物由来物の多い地元の海浜砂を使用した。海浜砂は3mmのふるいを通した。配合はセメント1に対し砂7の割合で混合した。建築用の小ブロック（縦19×横39×高さ10cm）の上にベニヤ板で枠をつくり、厚さ7cmに練ったセメントを付着させた。ブロック100個分に要したセメントは40kg入り3袋であった。

2週間後、出来上がったセメントブロックにマイナスドライバーで1ブロック10ケずつ放流貝の大きさに合わせて縦0.8×横0.3×深さ0.5cm程度になるように穴を開けた(1982年度生産貝:0.30~0.69cm、0.41±0.09cm)。その後約2週間屋外流水池でアク抜きをした。

② 中間育成

先に開けたセメントブロックの穴に1個体ずつ埋め込み、貝がその穴に安定するまで陸上池に置く(写真3)。期間は通常約2週間~1ヶ月程度を要する。

貝は与えられた穴にそのまま付着する場合と穴から出て他の穴やブロックの上や横、またブロックとブロックのすき間に移動する場合がある。貝の取り扱いやアク抜き不足のためか穴の中で死亡する個体もある。

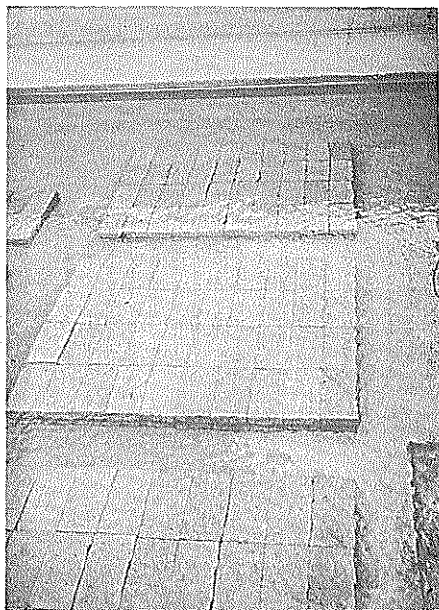


写真3 セメントブロック法の中間育成

表6に中間育成中の経過を示した。

表6 中間育成中の稚貝の移動(1983年度)

日数 測量	0 (1983.5.26)	1	3	5	7	9	11	計
残存個体数	1,000	896	916	950	967	968	970	-
移動個体数	0	104	84	50	33	32	30	333
回収個体数	0	63	100*	38	35*	32	26	294
死亡個体数	0	7	4	4	9	9	4	37
追加個体数	0	48	0	4**	7	9	8	76

*: 日数1の未回収分と思われる

** : 日数3の残り12個体を使用

移動個体数は中間育成開始後の日数と共に減少していく傾向にある。1983年度の場合は陸上池の使用状況から12日目に放流せざるを得なかったが、稚貝が完全に移動しなくなるまでは1ヶ月近くを必要とする。未回収及び死亡のために追加した個体は76個体(7.6%)であった。

③ 放 流

中間育成開始後11日目の午後に川平湾のマジャ島の礁原部側にコンクリートブロックを運んだ。

中間育成開始後11日目の午前中に移動個体及び死亡個体の追加をおこない、午後に放流したので陸上池からの取り上げ時や海への沈設時に穴からはずれた貝もあった。このために放流翌日の残存数971個体を実験開始数とした。

放流後の残存率及び成長量は図4に示した。

残存率は放流後10日目まで急減少し、30日目位から安定し始める。その後の残存率の減少は緩やかとなる。60日目から92日目までは0.5% (5個体)の減少であり、92日目から370日目(放流後約1年目)では減少率は1.4% (14個体)であった。60日目から370日目までの約10ヶ月間の減少は1.9% (19個体)にとどまった。しかしながら370日目から730日目までのそれは8.1% (78個体)の減少となり、また減少し始めた。

成長は放流時に殻長0.30~0.69 cm (0.41 ± 0.09 cm)であったものが92日目には穿孔長径値で1.00~1.40 cm (1.20 ± 0.15 cm)となり、約1年後には1.45~2.95 cm (2.16 ± 0.35 cm)となった。2年後には3.20~5.15 cm (3.93 ± 0.41 cm)に成長した。放流後1年目の年間成長量は平均値で1.75 cm、2年目は1.77 cmであった。

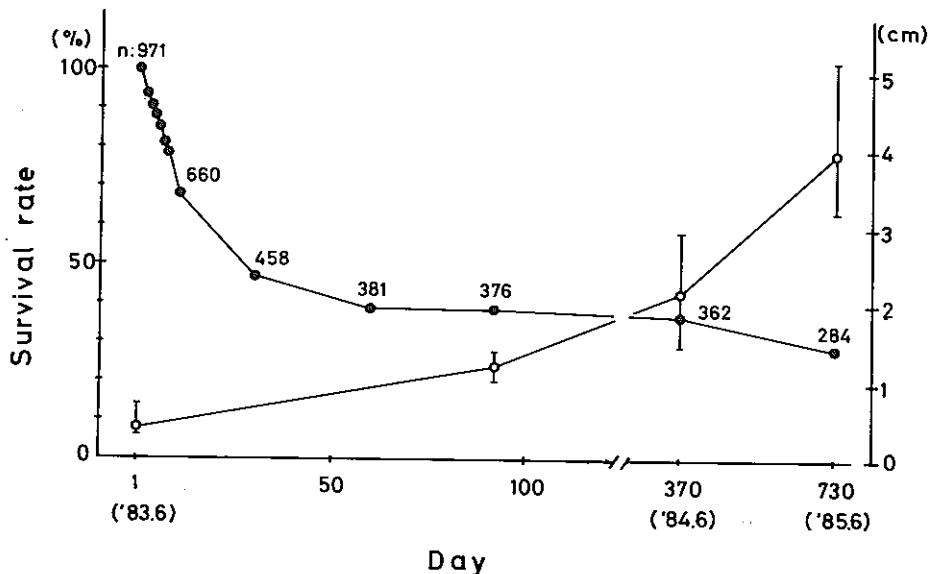


図4 コンクリートブロック法・放流後の残存率及び成長量

④ 問題点と今後の試験

セメントブロック法は作業量が多い割には残存数が安定しない等、まだ問題が多いので問題点と今後の課題について述べる。

作業量：この問題は生物学的な調査観点から少しそれるが、本法の実施にはセメントブロックの作成、中間育成そして放流までに多くの作業量を要する。セメントブロックを試験的に100個体作成し、1,000個体の稚貝を放流した時の作業量を参考までに示した。

表7 セメントブロック法の作業量

(ブロック数 100個
放流稚貝数 1,000個体)

作業内容	人員	所要時間(のべ時間)	備考
①砂ふるい	男 2	2 (4)	
②セメントブロック作成	男 6	1 (6)	・小型コンクリートミキサー使用
③ブロック穴あけ	男 3	3 (9)	
	女 1	5 (5)	
④ブロックアク抜き (陸上池へ)	男 6	0.25 (1.5)	
⑤中間育成場への ブロック移動・設置 (陸上池へ)	男 12	0.75 (9)	・200m移動、0.5トン車使用
⑥貝の埋め込み	男 1	3.5 (3.5)	
	女 1	3.5 (3.5)	
⑦移動個体の観察 及び追加	男 1	6.0 (6.0)	・中間育成11日間で6日間 1時間/日
	女 1	6.0 (6.0)	
⑧放流作業	男 12	1.5 (18)	・車及び船外機使用

作業量 (のべ時間) 男：57.0時間 女：14.5時間 計 71.5時間

作業量のはべ時間で男57.0時間、女14.5時間、計71.5時間を要している。しかし、これらは試験であるために現在は①～⑧までの作業が一連のものとして計算されているためで量産体制に入れば①～⑤(48.3%)は対象範囲外となることが可能である(業者発注)。⑥、⑦(26.6%)も施設との関連で当面、公的機関で実施することになる。これらのことから実質、漁民の作業量は⑧(25.2%)のみであり¼に軽減される。

残存数：残存数は表4に示したように天然基質への埋め込み法の優良区(表1A、表3)よりも低い。また天然基質への放流の場合には残存数の減少は放流後4～5ヶ月でおさまり1年後は安定するが、ブロック法では放流2～3ヶ月後に減少がおさまり、それが1年後まではほぼ継続するが2年後になるとまた減少し始める傾向にある。

表4と同じ資料でセメントブロック1個につき、10個体の貝を埋め込んだ残存数の内容の経時変化を図5に示した。放流当初は10個体(100%)とも残存しているブロックが多いが、次第に減少していき放流1ヶ月後には100%ブロックがなくなり、0%が出現した。3ヶ月後で1番多いブロックは残存数3～4個体(30～40%)であった。1年後もほぼ同様

の傾向を保ったが、2年後には残存数2個体と0個体が増加し、全体の残存数は再び低下し始めた。

しかしながら、数量は少ないが7~8個体残存しているブロックがある。このことは放流2年目までは現法でも残存率向上の可能性を示唆している。

昨年度に報告したように3.45~5.20 cm ($\bar{x} = 4.51 \pm 0.56$ cm) の貝11個体が放流3年目に全個体行方不明になった例、1.60~4.15 cm ($\bar{x} = 2.86 \pm 0.76$ cm) の貝105個体が1年後の放流2年目に3.95~6.15 cm ($\bar{x} = 4.94 \pm 0.68$ cm) に達したが、その数は19個体に激減した例、そして今回の放流例でも2年後にまた減少し始めていることを合わせると現在のコンクリートブロック法では放流直後の小型個体数の減耗と少し成長してからの減耗とがある。前者の方は天然基質への放流と共通しており、後者の方は前述したようにブロック法だけの現象である。貝の穿孔状態を観察すると多くの貝は成長するにつれて、天然貝や天然基質へ放流した貝に比べて丸味を帯び(殻幅が広い)、穿孔が天然基質より少し浅くなって貝の縁が穿孔基質面より高い状態にある。

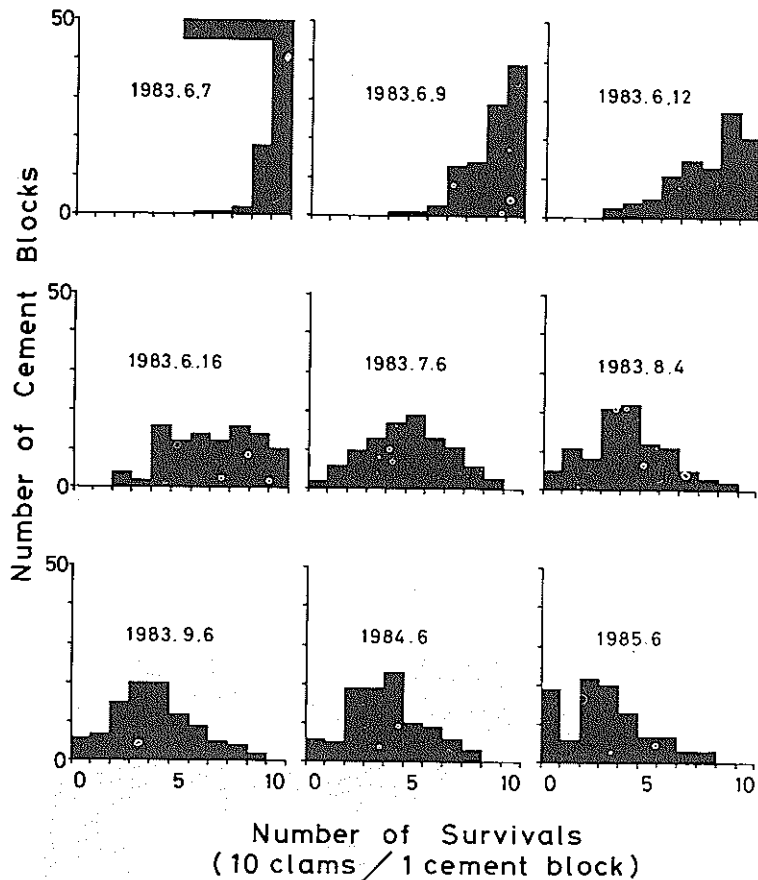


図5 セメントブロック法・放流後の残存数の経時変化

図6に天然で採集した貝の殻長(SL)と殻幅(SW)との関係と、コンクリートブロック法での同関係を図示した。この図でみると両者は違う回帰直線を動いている。天然での $SW/SL \times 10^2$ 値は $\bar{x} = 53.5$ に対し、同法では $\bar{x} = 63.8$ であり、t検定で危険率0.1%

でも有意である位、コンクリートブロック法の方は殻幅が大きくなっている。

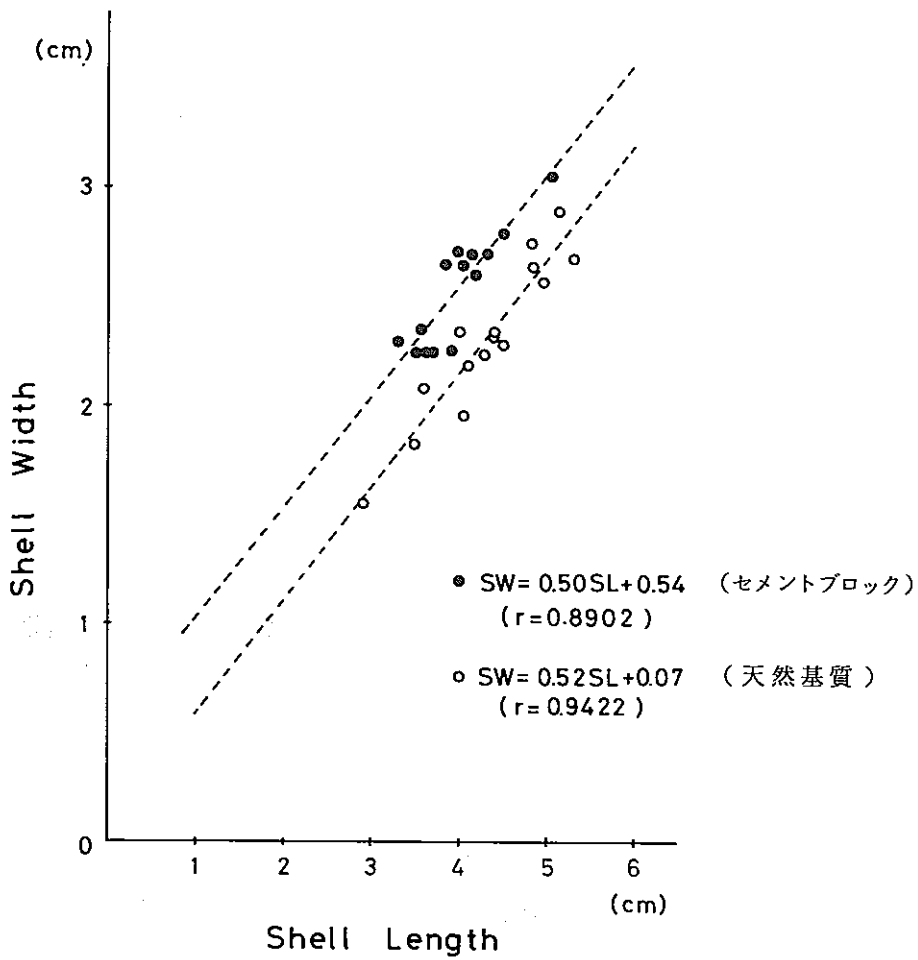


図6 ヒメジャコの天然基質とセメントブロック法での殻幅の関係

天然での成貝（写真4）は周囲の基質を割らなければとり出せないが、ブロック法の貝で特に穿孔の浅い個体はこれらのために引っ張るととれる。

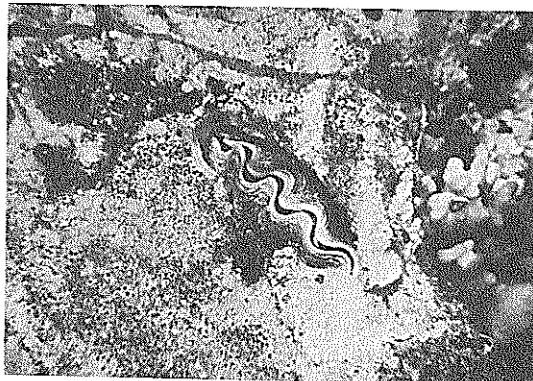


写真4 天然での成貝の穿孔状態