

### 第3章 イタヤガイ稚貝の天然採苗に関する研究

二枚貝のうち、既に養殖量が多いマガキ<sup>88)</sup>、ホタテガイ<sup>89)</sup>などでは、稚貝の付着基質を海中垂下し付着した稚貝を養殖種苗として用いる天然採苗技術が確立されており、同一地域内で繰り返し再生産を行う完結型省エネルギー養殖が行われている。天然採苗は人工種苗生産に比べコストが低く種苗を確保するための優れた手法であり、今後、二枚貝養殖に積極的に導入を図るべき技術であるが、いまだ確立された種は少ない。新たな種において天然採苗を実用化するためには、対象水域における母貝集団の成熟、産卵から浮遊幼生の動態、稚貝の付着時期と量を調査して母貝集団の効果を推定する必要がある。

本章では、母貝集団を造成することで天然採苗の増加を図ることを目的に、検討を行った結果について述べる。

#### 1 隠岐島浦郷湾におけるイタヤガイ母貝集団の造成が天然採苗に及ぼす効果

1980年代後半に急減した天然採苗量を増加させる手段として、隠岐島島前地域浦郷湾内で人為的に母貝集団を造成し、母貝の成熟・産卵状況、浮遊幼生の出現状況、稚貝の付着状況などを調査した結果を解析し、母貝集団が島前地域の天然採苗に及ぼす効果について検討した結果を述べる。なお本検討は、浦郷湾における母貝集団の造成が同湾周辺の天然採苗量の増加に有効であることを示唆する最初のものである。

#### 1.1 材料および方法

##### 1.1.1 母貝の養成

島根県のイタヤガイ養殖では、天然採苗後10ヶ月から1年半の間で殻長8cm以上に成長した個体から順に出荷され、さらに1年持ち越すことはない<sup>17)</sup>。よって養殖個数は多いが、抱卵数が少なく産卵前に出荷されるものが多いことから有効な母貝集団となっていない<sup>90)</sup>。出荷される養殖1齢貝をさらに次の産卵期まで飼育すると抱卵数は2,700万粒を越え、天然に生息する同じサイズの貝の3個体から4個体分の抱卵数となることから、有効な母貝集団となることが示唆されていた<sup>90)</sup>。しかし、1齢貝を次の産卵期まで養殖することは夏期に斃死が多く経

済性が悪いことから行われていなかった。本実験ではこの1齢貝を用いて母貝集団の造成を行った。

母貝としては、1986年4月から6月にかけて天然採苗し、1987年6月まで垂下養成した1齢貝約15,000個体を用いた。この母貝を飼育密度等の影響を検討するためFig. III-1に示すように、5段丸籠(直径50cm, 高さ100cm, 一段の高さ20cm, 目合い約3cm)の一段にそれぞれ2, 5, 7, 10, 15個ずつ収容して(計39個体)、水深5, 15, 25, 35mの位置に各1籠(計4籠)取り付けたものを1連とし、浦郷湾南東部の珍崎付近に設置した延べ縄施設に計96連垂下した。

##### 1.1.2 水温測定

母貝群を垂下した延べ縄施設の水深5mおよび35mにデジタル水温記録計(新日本気象海洋(株)製METOCEAN DTR MODEL MOX-DTR1)を垂下設置し、1987年6月29日より1988年4月20日まで1時間毎に水温を測定した。

##### 1.1.3 1齢貝の生残率と成熟過程の観察

Table III-1に示すように1987年8月から1988年3月まで毎月1回、延べ縄施設で垂下養成している1齢貝のうち1連(4籠)を取り上げ、各水深における1齢貝の生残率および成熟度を調査した。成熟度指数は下記の式により求めた。

$$\text{成熟度指数} = (\text{生殖巣重量} / \text{軟体部重量}) \times 100$$

##### 1.1.4 浮遊幼生および付着稚貝の採取・計測方法

浮遊幼生の採集は、Fig. III-1に示すSt.1からSt.4の4定点においてTable III-1に示すように1987年11月26日から1988年3月15日まで、浮遊幼生の出現予測に応じて各月1から5回、Norpac net(口径45cm, 側長180cm, 目合い95 $\mu$ m)を用いて海底直上2mから表面までの垂直曳きを行い採集した。得られた浮遊幼生は、直ちに10%中性ホルマリン海水で固定し、採集後1ヶ月以内に判別した。なお、計測は明らかにイタヤガイ幼生と判別できる殻頂期および変態期の幼生を対象とした。

付着稚貝の採集は、市販のタマネギ袋(38×86cm, 目合い2mm)に定置網の古網を袋がふくらむ程度に収容して採苗袋とし、1本のロープに5m

間隔で計9袋取り付けて1連の採苗器とした。この採苗器を1齡貝が垂下されている延べ縄施設に1987年11月より1988年2月まで毎月1連設置し、設置後1ヶ月で引き上げ付着稚貝数を計測する方法と11月から2月まで各月毎に遅延的に1本ずつ設置し、すべてを6月に引き上げ付着した総稚貝数を計測する二つの方法で付着稚貝数を計測した。

## 1.2 結果

### 1.2.1 水温の変動

Fig. III-2に5mおよび35mにおける水温の変化を示した。測定期間中において6月下旬から9月下旬までは成層期であった。水深5mの水温は、7月下旬に入ってから25°Cを越え、最高水温は8月31日の26.1°Cであり、27°Cを越えることはなかった。その後9月1日に24°C前後まで急低下したが9月中旬までは25°C前後で推移し、それ以降は徐々に低下して循環期に入り、3月上旬に最低水温である11°C台まで低下した。水深35m層の水温は、成層期において5m層の水温より約3°C低く推移し、この傾向は8月下旬まで続き、最高水温は8月31日の25.5°Cであった。その後短期的に変動を繰り返す、10月以降は循環期となり5mとの水温差はほとんどなくなり、3月上旬の最低水温期（水温11°C台）まで徐々に水温が低下した。

### 1.2.2 1齡貝の生残率

Fig. III-3に水深5, 15, 25, 35m層に垂下した5段丸籠に收容された1齡貝の生残率を示した。籠各段の收容密度の違いによる生残率は試験期間を通じて一定の傾向が観察されなかったため、1籠に收容されている39個体全体の生残率を表した。月毎に全ての垂下層を平均した生残率は、8月には84%と高かったが9月から11月にかけては70%台、12月から3月にかけては60%台に低下した。

また垂下層別の生残率は、35m層が8月にすでに61.5%と低くなっており、そのまま低い値が続いて最終的に翌年3月に53.8%と各層で最も低くなった。一方、25m層では試験期間中80%以上であり生残率が最も高かった。この原因として、35m層に垂下した籠では籠の下段が海底に近接しており、底泥の影響により下段に收容された貝の斃死が増加したためと考えられる。また、5m, 15m層では11月頃より收容されていた貝に付着物が著しく多くなり、翌年3月の生残率はそれぞれ64.1%, 66.7%であっ

た。

### 1.2.3 1齡貝の成熟度

Fig. III-4に5, 15, 25, 35mの各水深に垂下した1齡貝の、1987年8月から1988年3月までの成熟度指数の月毎の変化を示した。月毎に全ての垂下層を平均した成熟度指数（以下平均成熟度指数と略す）は、8月に1.85、9月には2.44とわずかな上昇であったが、卵巣の色調は、すでに薄橙色の個体が約20%観察され、濃橙色の個体もみられた。平均成熟度指数は10月には7.17、11月には10.88と大きく上昇し、11月には生殖巣の色調・大きさから、すでに産卵を行ったと思われる個体も観察された。12月には平均成熟度指数は11.23と最も高くなり、2月には5.8と急激に低くなった。すなわち産卵は11月から始まり12月および1月が盛期であったと推定された。

また垂下層別に成熟度指数を観察すると、水深5m層では11月に成熟度指数が11と最も高く、12月から1月にかけて9から10.5で推移し、2月には7.2まで低下した。水深15m層および25m層では、11月には11.0から11.4となり、12月に11.7から12.7と5m層より約1ヶ月遅れて最も高くなった後、1月には9.9から10.4と低下が始まり、2月には5.5から5.9へと大きく低下した。水深35m層では、成熟度指数の変化が他の垂下層のように明確ではなく、11月から1月にかけて9.1から10.0の間で推移し、2月に4.9へ低下した。すなわち、各垂下層別には水深が浅いほど成熟度指数が早期に最大となる傾向があったが、1月から2月には各層とも大きく指数値が低下した。

### 1.2.4 浮遊幼生の出現状況

Fig. III-5に1987年11月26日から1988年3月15日にかけての浦郷湾内の浮遊幼生の水平分布を採集日毎に示した。また、Fig. III-6に各採集日に得られた浮遊幼生の変態期と殻頂期の割合を示した。

浮遊幼生は11月下旬には出現が観察され、12月9日には浦郷湾西側の3定点に、12月15日には全点に出現し、定点1, 2で出現密度が高かった。平均出現密度は12月9日に0.4個体/m<sup>3</sup>、12月15日に1.1個体/m<sup>3</sup>であった。変態期幼生の占める割合は、12月9日に15%、12月15日に38%であった。12月21日から1月12日にかけては散発的に低密

度で出現したが、1月19日から2月2日にかけては再び全点に出現し、1月19日には定点2で、2月2日には定点1で出現密度が高かった。平均出現密度は1月19日に0.9個体/m<sup>3</sup>、1月26日に0.4個体/m<sup>3</sup>、2月2日に1.2個体/m<sup>3</sup>であった。変態期幼生の占める割合は1月19日に65%、1月26日に71%、2月2日に12%であった。

すなわち、浮遊幼生の出現には11月26日から翌年3月15日にかけて2回のピークが観察された。1回目のピークは12月9日から15日であり、2回目は1月19日から2月2日であった。また、同時期には変態期幼生も出現し、2回目のピーク時の方が浮遊幼生中に占める割合が高い傾向であった。

### 1.2.5 付着稚貝の出現状況

採苗器を1987年11月から1988年2月にかけて毎月垂下し、約1ヶ月後に回収して稚貝数を計測した結果、および同時期に垂下し、6月に一斉に回収して稚貝数を計測した結果をTable III-2に示した。

採苗器を1987年11月から1988年2月にかけて毎月垂下し、約1ヶ月後に回収して稚貝数を計測したところ、11月9日から12月15日には計38個、12月15日から1月12日には計6個、1月12日から2月16日には計355個、2月16日から3月10日には計19個と、1月から2月の間垂下した採苗器から最も多くの稚貝が得られた。

稚貝の殻長は、11月から12月の平均が1,163μm、12月から1月は欠測、1月から2月の平均が1,111μm、2月から3月の平均が822μmと、垂下時期が早いほど大きかった。

また、1987年11月から1988年2月にかけて毎月垂下し、6月に回収して稚貝数を計測したところ、11月から6月で計349個、12月から6月で計1,075個、1月から6月で計549個、2月から6月で計65個の稚貝が得られ、12月から6月まで設置した採苗器で最も多くの稚貝が採集され、1月から6月まで設置した採苗器がそれに次いだ。11月に垂下した採苗器の付着稚貝数が少なかったのは、12月の幼生が多く出現した時に採苗袋が付着に適さない状態になっていたか、設置期間が最も長かったので採苗器の目詰まりが起り、付着した稚貝が斃死したためと考えられる。

なお、付着した稚貝の平均殻長は、11月から6月まで設置した採苗器で21.1mm、12月から6月まで設置した採苗器で19.5mm、1月から6月まで設置

した採苗器で17.3mm、2月から6月まで設置した採苗器で17.4mmと設置期間が長いほど大型であった。

稚貝の付着状況から推定すると、付着は1月12日から2月16日にかけて最も多く、次いで11月9日から12月15日にかけて多かったと考えられる。

## 1.3 考察

### 1.3.1 母貝の適正垂下水深

イタヤガイは水温27°C以上で斃死が多くなると報告されており<sup>17)</sup>、母貝集団を造成するとき高水温は1齡貝の生残率を低下させ、集団を十分機能させるための阻害要因となる。本試験期間中1齡貝は、25m層が最も生残率が高かったが5m層および15m層においても最終的に60%以上となり比較的高い値となった。この原因は1987年夏期が比較的低水温であったためと考えられた。しかし、垂下水深5mおよび15m層では11月以降付着物が多くなり、貝殻の変形などの母貝への悪影響が見られたが、25m層では年間を通して付着物もあまりみられず、産卵を終了するまでの生残率は最終的に80%以上と高い値が得られた。また、籠各段の収容密度の違いによる生残率は試験期間を通じて一定の傾向が観察されなかった。以上の結果から母貝集団造成には1齡貝を5段丸籠の1段当たりの収容密度を15個以下とし、水深20mから30mに垂下することにより、水温や付着物の影響が小さく、産卵期までの生残りが良くなると考えられる。

### 1.3.2 母貝の再生産

調査結果によれば、1齡貝は11月9日に既に産卵を行った個体が観察され、2月16日には成熟度指数が3月と同様の低い値になっていたことから、産卵期は11月上旬から翌年2月上旬と考えられた。また、12月15日に成熟度指数が最も高く、翌年1月12日にやや低下し、2月16日には低い値となったことから、産卵盛期は12月下旬から1月下旬と考えられた。

産卵から付着まで冬期の現場水温で飼育した記録はないが、水温17°Cから18°Cで飼育した場合21日前後で付着サイズとなったとの記録<sup>44)</sup>があるため、この値を参考に1齡貝の産卵期から変態期幼生の出現時期を推定した。

産卵期は11月上旬から2月上旬と推定されるため、便宜上、上旬の基準日を5日と定め、浮遊期間の21日を加えると変態期幼生の出現時期は11月

26日から翌年2月26日と算出される。また、産卵盛期は12月下旬から翌年1月下旬と推定されるため、下旬の基準日を便宜上25日と定め、浮遊期間を加えると、変態期幼生の出現時期は1月16日から2月16日と計算される。

一方、湾内の浮遊幼生の出現には12月9日から12月15日の小さいピークと翌年1月19日から2月2日までの大きいピークがあり、後期には変態期幼生も多く出現し、1齢貝の成熟度から推定した変態期幼生の出現時期とほぼ一致する。さらに、付着稚貝を1ヶ月ごとに取り上げた結果では、1月12日から2月16日まで垂下した採苗器で付着が最も多く、11月9日から12月15日まで垂下した採苗器がそれに次ぎ、浮遊幼生の出現状況とほぼ一致した。

以上のように1齢貝の成熟・産卵状況と浮遊幼生出現状況、稚貝の付着状況が関連づけられた。また、Table III-3に示すように1986年から1988年にかけて島根県が行った採苗量調査<sup>91)</sup>によれば、島前地域の外海に面した採苗場所と浦郷湾を含む島前湾に面した採苗場所における稚貝の採苗量は、島前湾内の浦郷付近で1988年に顕著に増加していた。

このことから、今回造成した母貝集団由来の稚貝が同区域の天然採苗量の増加に寄与していたと推測される。

久保ら<sup>92)</sup>は浦郷湾の流況調査を行い、湾口付近に形成される循環流の影響が大きく、湾口から1km程度は海水交換が極めて良いことが窺われること、また、湾奥域では風、気圧変動、内部波など何らかの原因で時として比較的大きな流動が生じ、湾奥の海水が大きく更新されることを報告している。流動の影響を最も大きく受けるステージは浮遊幼生であると考えられる。調査期間を通じて浮遊幼生は海水交換の良い湾口部付近の定点での出現頻度が高かった。この区域では循環流による海水の持ち出しとともに持ち出された海水の環流も想定されているため、いったん湾外に持ち出された母貝集団由来の幼生は再び湾内に戻ってくる。しかし、母貝集団由来の幼生とともに天然母貝由来の幼生も湾内に流入してくると考えられることから<sup>92)</sup>、湾口付近の定点に出現した幼生のうち母貝集団由来の幼生が占める割合は推定できなかった。また、産卵期間から推定して出現が期待された2月中・下旬に浮遊幼生群が出現しなかったが、この原因として湾内に時として生

じる大きな流動の影響により湾外に搬出された可能性も考えられる。

今回の調査では、人為的に形成した母貝集団由来と考えられる浮遊幼生が湾内に出現し、稚貝の天然採苗量の増加に寄与していると推定された。しかし、従来から養殖用に採取されている、天然海域に生息する母貝に由来すると考えられる稚貝がどの程度混入しているか推定できなかったため、人為的に造成した1万個体規模の母貝集団から生産された稚貝量の推定はできなかった。

浦郷湾を含む島前海域では1980年から1988年にかけて毎年16万枚から80万枚のイタヤガイを養殖し、天然採苗後10ヶ月から1年半の間で殻長8cm以上に成長した0齢貝や1齢貝を順に出荷していた。しかしFig. III-7に示すように、1980年から1988年までの島前海域の養殖イタヤガイの年間生産量と、それらの貝に由来すると考えられる同年の稚貝天然採苗量との間には相関があまり見られないこと、また天然採苗された貝の最初の産卵期は翌年4月から6月にかけてとされているが<sup>93)</sup>、その時期には天然採苗がほとんど期待できなかったことから<sup>94)</sup>、漁業者が養殖していたイタヤガイは母貝集団としてはほとんど機能していなかったと考えられる。

## 2 まとめ

母貝集団造成には1齢貝を5段丸籠の1段当たりの収容密度を15個以下とし、水深20mから30mに垂下することにより、水温や付着物の影響が小さく、産卵期までの生残りが良くなると考えられる。

また、今回の調査では、人為的に造成した母貝集団由来と考えられる浮遊幼生が湾内に出現し、稚貝の天然採苗量の増加に寄与していると推定された。しかし、従来から養殖用に採取されている、天然海域に生息する母貝に由来すると考えられる稚貝がどの程度混入しているか推定できなかったため、人為的に形成した1万個体規模の母貝集団から生産された稚貝量の推定はできなかった。

以上より、イタヤガイ母貝の越夏場所としては水深20m～30mが適当であることが分かった。また、湾内に母貝集団を造成することで天然採苗量が増加したことから、母貝集団の造成が天然採苗に有効であることが分かった。

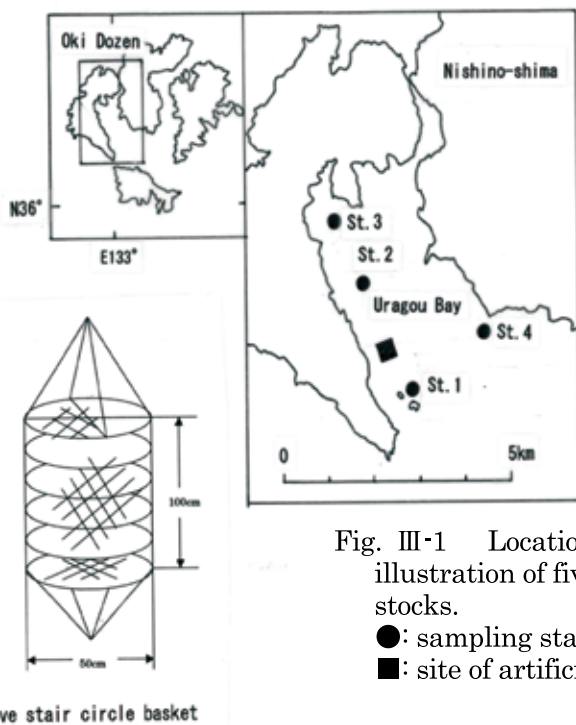


Fig. III-1 Location of investigation site in Uragou Bay, and illustration of five stair circle basket for making artificial parental stocks.

●: sampling stations for velliger  
 ■: site of artificial parental stocks and natural spat collection

Table III-1 List of investigation days with each object.

Date	Year	1987												1988											
	Month	8	9	10	11	12					1			2			3			6					
	Date	10	19	9	9	26	3	9	15	21	28	6	12	19	21	2	9	11	16	23	1	8	10	15	6
Maturity index and survival ratio of one-year old bay scallop		●	●	●	●			●				●						●					●		
Collecting velliger	St. 1					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	St. 2					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	St. 3					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	St. 4					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Collecting spat (○: set up) (●: period)					○			●				●						●					●		
				○				○				○						○					●	●	

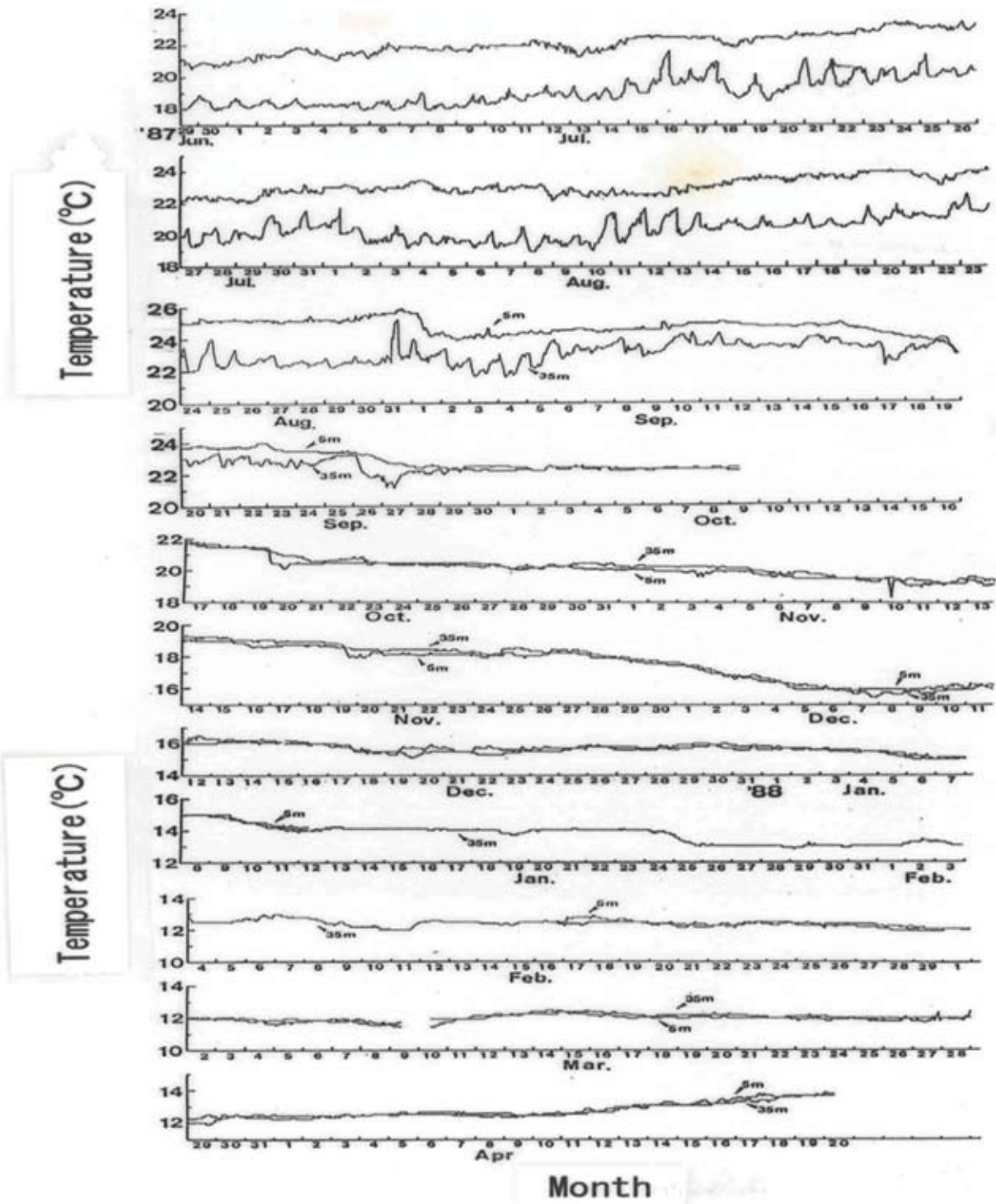


Fig. III-2 Seasonal changes of temperature on 5 m and 35 m depth at the site of parental stocks.

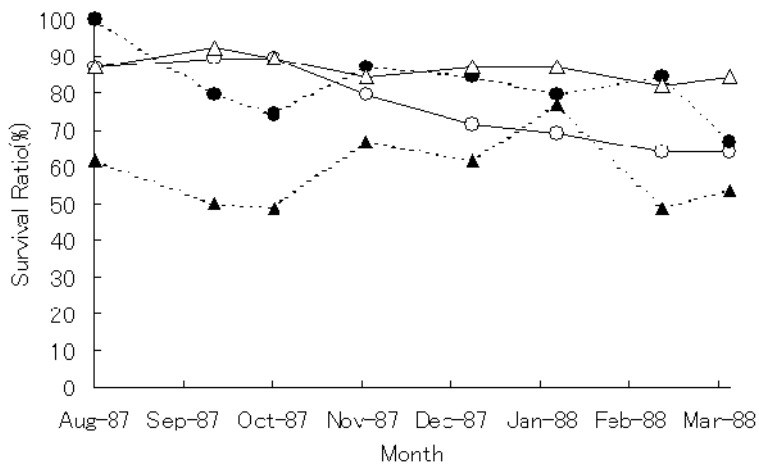


Fig. III-3 Temporal survival ratio changes of one-year old bay scallop *Pecten albicans* hanging on 5 m, 15 m, 25 m and 35 m depth.  
○: 5 m, ●: 15 m, △: 25 m, ▲: 35 m

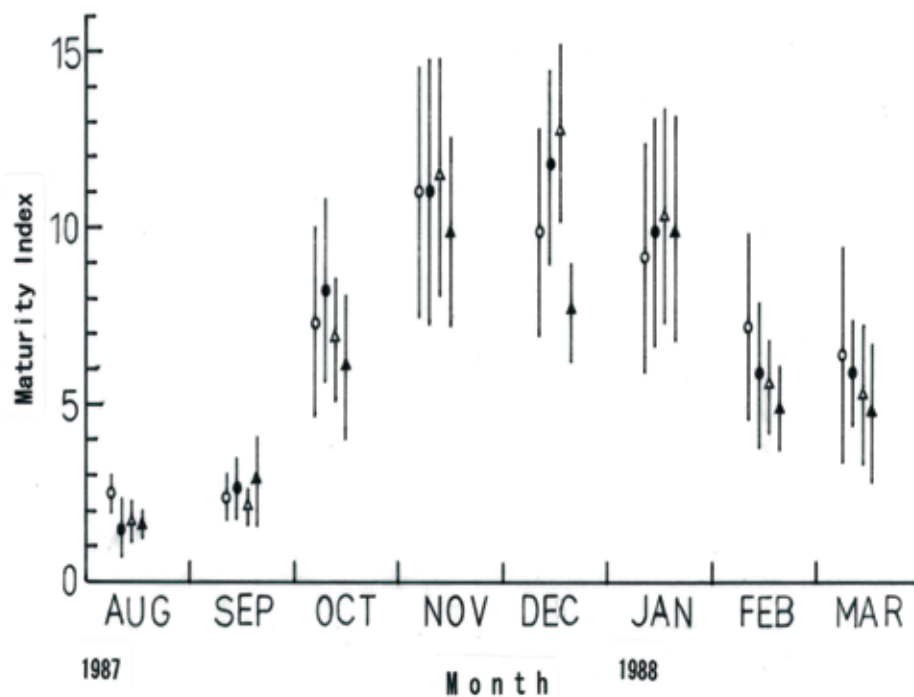


Fig. III-4 Temporal maturity index changes of one-year old bay scallop *Pecten albicans* hanging on 5 m, 15 m, 25 m and 35 m depth denoted with standard deviation ( $\pm 1$  S. D.).  
○: 5 m, ●: 15 m, △: 25 m, ▲: 35 m

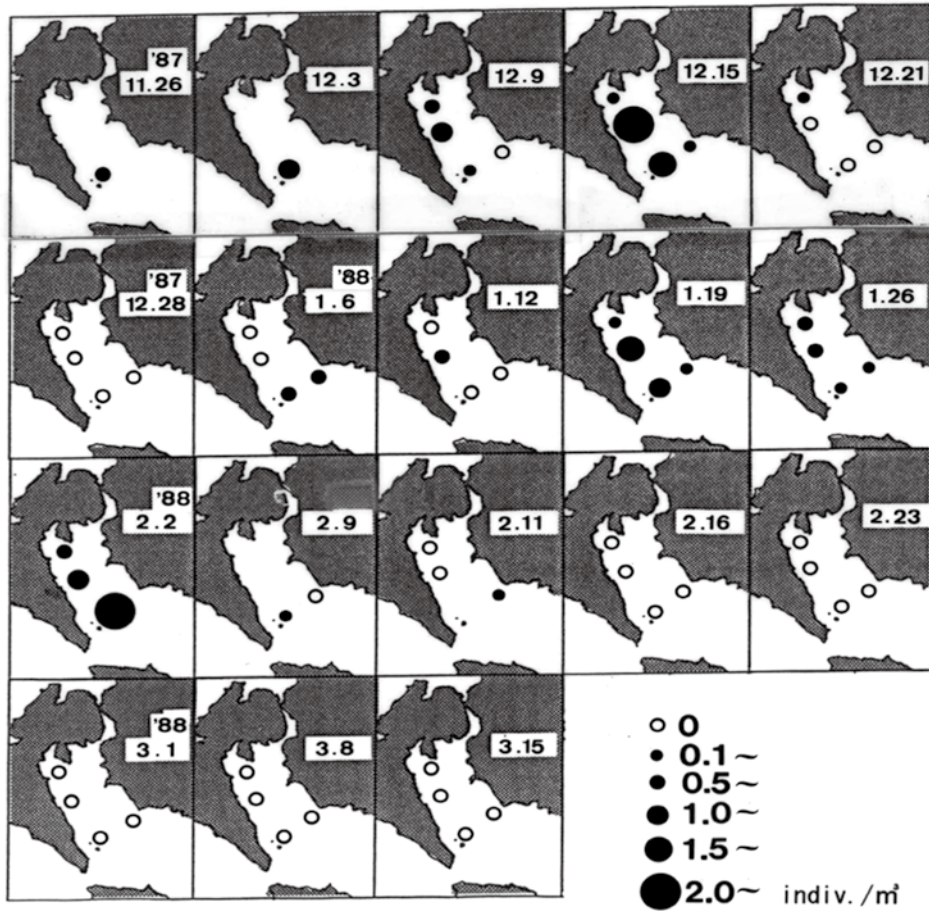


Fig. III-5 Temporal horizontal distribution changes of bay scallop *Pecten albicans* veller in Urugou Bay.

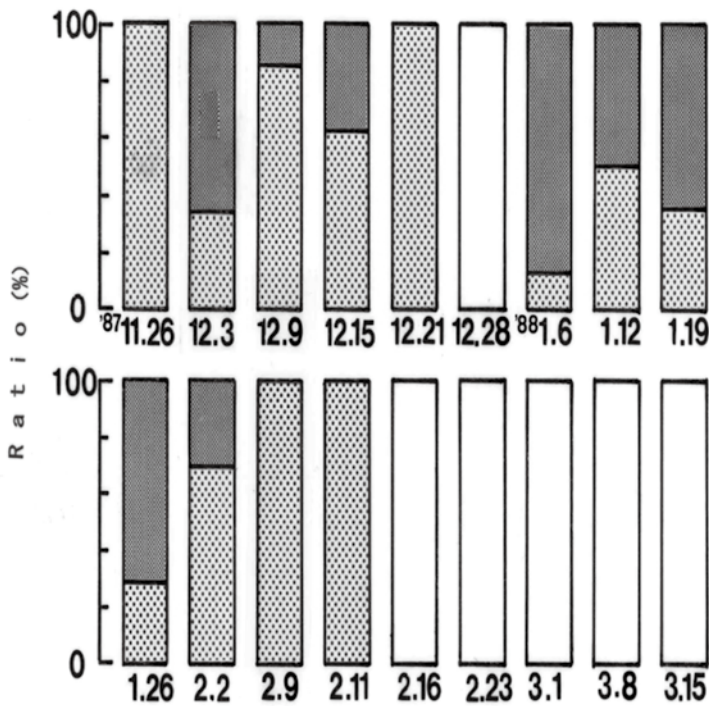


Fig. III-6 Ratios of umbo stage veller and full grown stage veller at each collecting day.  
 □ : not collection  
 ▨ : umbo stage  
 ■ : full grown stage



Table III-2 The number of spat by natural spat collection in different hanging period.

Hanging period of collectors	Number of spat per collector
1987/11/9-1987/12/15	38
1987/12/15-1988/1/12	6
1988/1/12-1988/2/16	355
1988/2/16-1988/3/10	19
1987/11/9-1988/6/6	349
1987/12/15-1988/6/6	1,075
1988/1/12-1988/6/6	549
1988/2/16-1988/6/6	65

Table III-3 Collecting numbers of natural spat at three collecting sites in Dozen Bay and open sea area, from 1986 to 1988 ( $\times 1,000$  indiv.).  
Data source was reference 91)

Year	1986	1987	1988
Dozen Bay			
Uragou	100 <sup>1)</sup>	140 <sup>1)</sup>	500 <sup>1)</sup>
Collecting site			
Ama	20 <sup>1)</sup>	28 <sup>1)</sup>	40 <sup>1)</sup>
Open sea area			
Minami	45 <sup>1)</sup>	75 <sup>1)</sup>	68 <sup>1)</sup>

1) Collecting numbers( $\times 1,000$  indiv.)

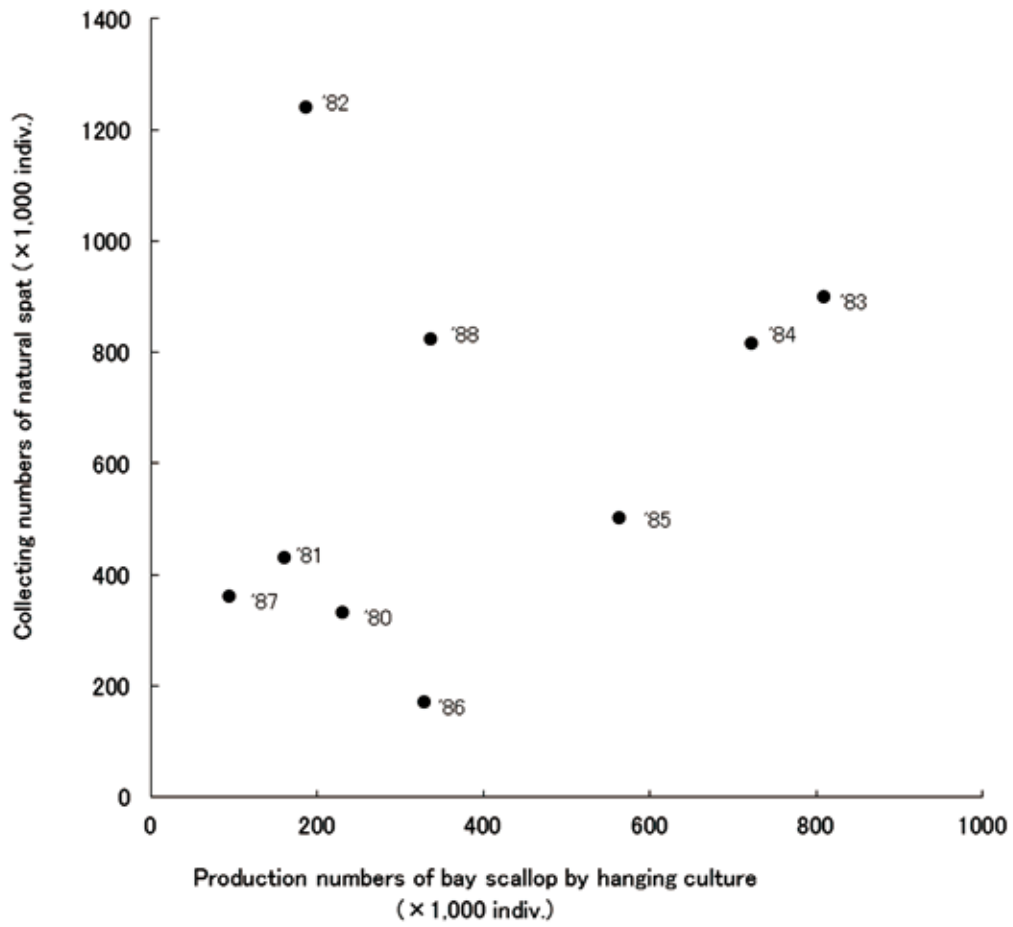


Fig. III-7 Relationship between collecting numbers of natural spat and production numbers of bay scallop *Pecten albicans* by hanging culture in Dozen sea area including Urugou Bay from 1980 to 1988.