

## アサリ種苗生産における採卵および幼生飼育技術

上妻 智行  
(豊前海研究所)

Studies on the Spawning and Cultural Technique  
in Mass Cultured Manila Clam *Tapes philippinarum*

Tomoyuki KOUZUMA  
(Buzenkai Laboratory)

アサリは日本各地の沿岸干潟域に生息する有用な浅海性二枚貝資源である。千葉県、愛知県、福岡県等のアサリ主要生産県では、これまでアサリ資源の増殖のため母貝移植、増殖場造成事業等の施策を行っている。これら施策の一手法である種苗放流は古くから天然の稚貝を用いて、各地で行われている。しかし、近年全国的なアサリ資源の減少に伴い、国内での稚貝の入手が困難となっており、一部では韓国、中国からも稚貝の入手を行っている。このため生産現場では種苗を安定して供給できるような人工種苗生産技術の開発に対する期待が年々高まっている。

わが国のこれまでのアサリに関する研究は成長、分布等の生理・生態について、あるいは流通・経営についてなされたものが多い。種苗生産技術に関する研究は、最近になってアサリ主要生産県を中心に始められたばかりである。種苗生産の研究はフランスにおいて既に一応の技術が確立しており民間への技術移転が進んでいる。

本研究所ではフランスでのアサリ種苗生産研究成果を参考に1990年から計画的に大量の種苗を安定的に生産する技術開発に着手してきた。本報告ではアサリ種苗生産における採卵から幼生飼育までの技術的方法を検討した。

### 方 法

アサリの種苗生産過程を採卵と幼生飼育の二つに分け、さらに採卵においては母貝養成方法、採卵方法の二つに分け試験を行った。

#### 1. 採卵技術開発

##### (1) 母貝養成

天然貝の熟度の年変化を調査し、採卵適期をもとめた。さらに、安定的に成熟母貝を確保するため陸上飼育による母貝成熟と光、水温、餌料条件との関係について調べた。

天然貝の熟度調査は90年から93年にかけてアサリの産卵期といわれている春(3~5月)と秋(8~11月)に行った。供試貝は福岡県築上郡吉富町地先で採取したアサリ成貝(殻長35~40mm)を用い、各調査時ごとに約30個体について成熟度を調査した。成熟度の判別方法は作業的に簡便な安田の方法<sup>1)</sup>に従い熟度を3段階にわけ、熟度の低いものからそれぞれ0, 0.5, 1と数値を与え、その平均値を群成熟度として示した(表1)。

光条件の熟度促進効果については、100 l容の角型プラスチック水槽の上部を暗幕と投光機によって光周期を設定し、この水槽にアサリを約300個体収容し、約10日ごとに30個体の熟度を調べた。

表 1 安田らによるアサリ生殖巣の熟度状態判別基準

成熟 段階	数 値	測定 個数	生殖巣の成熟状態
A	1	N1	生殖巣は充満し内臓部及び足部の表面が全体に乳白色を呈し、産卵又は放精を始めるか又は開始直後と思われるもので、卵は球形又は茄子型をなし、個々に分離するもの。
B	0.5	N2	生殖巣は中量又はそれ以下で内臓部の約 1/2 又はそれ以下が乳白色を呈し、既に産卵放精の相当に進んだものか、或いは成熟の途中にあるものと推定されるもの。
C	0	N3	生殖細胞はほとんどなく、雌雄の判別困難なもの。

$$\text{群成熟度} = (N1 \times 1 + N2 \times 0.5 + N3 \times 0) / (N1 + N2 + N3)$$

光周期の設定は 24 時間照射 (24 L) 長日区 (19 L 5 D) 通常区 (14 L 10 D) 短照度区 (8 L 16 D) 暗黒区 (24 D) の 5 段階に設定した。飼育は海水を 1 分間に約 700 ml 流し、餌料として粉ミルクを 1 ppm になるよう連続投餌した。

水温条件と熟度との関係については未成熟の母貝を用い、水温を変化させ熟度を調べた。まず、夏季 (9 月, 水温 28℃) と春季 (5 月, 水温 19℃) に採取したアサリ (殻長 35 ~ 40 mm) を恒温室 (20℃) と室内に設置した 30 l 容水槽に約 150 個体収容し、海水 1 ml あたり  $1 \times 10^5$  細胞となるように *Pavlova lutheri* を投餌し、週 2 回換水する止水飼育のもとで約 15 日ごとに熟度を調べた。各測定項目には約 30 個体のアサリを試した。

餌料条件と成熟との関係については、餌料種類を変化させ熟度を調べた。餌料種は生物餌料として *Pavlova lutheri* を、また人工餌料として粉ミ

ルクを用いた。9 月に採取したアサリ (殻長 35 ~ 40 mm) を恒温室 (20℃) に設置した 30 l 容水槽に約 150 個体ずつ収容し、生物餌料のみ、生物餌料+粉ミルク、粉ミルクのみ、無投餌の実験区を設定し、約半月ごとに熟度を調べた。生物餌料のみの区は *Pavlova lutheri* を海水 1 ml あたり  $1 \times 10^5$  細胞となるように投餌した。生物餌料と粉ミルクの区は *Pavlova lutheri* を海水 1 ml あたり  $5 \times 10^4$  細胞、粉ミルクを 1 ppm となるように投餌した。粉ミルクのみの区は濃度を 1 ppm と 10 ppm になるような 2 段階に設定した。なお各実験とも熟度判定には前述の安田の方法<sup>1)</sup> に従い 30 個体について肉眼で肉眼で行った。

## (2) 採卵方法

有用二枚貝類の採卵方法はこれまでアンモニア注射法<sup>2)</sup>、紫外線照射海水浸漬法<sup>3) 6)</sup>、セロトニン注射法<sup>4) 5)</sup>、その他<sup>7)</sup> 等が知られている (表 2)。

表 2 二枚貝類の産卵誘発法

誘 発 方 法	種 名
アンモニア注射	アサリ ハマグリ
紫外線照射海水浸漬	ホタテガイ トリガイ サザエ
セロトニン注射	イタヤガイ バカガイ シャコガイ ホタテガイ
過酸化水素水浸漬	アワビ イガイ
温度刺激	二枚貝類全般

種苗生産には必要なときに必要量の卵を自由に得ることが理想的である。しかし、アサリに関しては、これらの産卵誘発法では放卵する確率が極めて低く、実用的ではない。従来、二枚貝に用いられてきた5つの採卵法を用いて養成貝と天然貝について採卵実験を行った。

実験は養成貝、天然貝ともにセロトニン注射法、アンモニア注射法、紫外線照射海水浸漬法、温度刺激法、温度刺激+精子添加刺激法で行った。薬剤注射刺激のうちセロトニン注射についてはセロトニンクレアチニン硫酸塩水溶液 2.5 mM を、アサリ 50 個体に 1 個体当たり 0.1 ml 注射した。アンモニアではアンモニア原液を 0.1 mM となるよう希釈したものを、0.1 ml ずつ注射した。両者とも注射後にカゴに收容し、約 20 °C の海水をかけ流して誘発効果を調べた。紫外線照射海水浸漬法は紫外線殺菌装置（セン特殊工学株式会社製）を用い、20 °C の紫外線照射海水をかけ流した。温度刺激法については夜間 15 ~ 16 時間空中にさらしたのち、20 °C と 28 °C の海水を 2 時間ずつ交互に 1 秒間に約 5 l かけ流した。温度刺激+精子添加刺激を組み合わせた刺激法については上述の温度刺激の 28 °C の海水をかけながす昇温刺激時に約 5 個体分の精子を添加し誘発効果を調べた。各実験区とも測定項目は雌雄別の反応個体数、産卵量、ふ化率とした。

## 2. 幼生飼育技術開発

ここでは、幼生飼育時の条件として、收容卵数とふ化率、餌料種類および餌料量と幼生の成長、生残、幼生の收容密度と成長、生残について試験を行った。

收容卵数とふ化率、奇形発生率との関係についてバカガイで報告<sup>8)</sup>されているように、收容可能卵数は收容容器の形状と通気量が影響している。ここでは 20 °C の恒温室において 30 l パンライト水槽を用い、採卵直後の卵を海水 1 ml あたり、50, 100, 150, 200 個とそれぞれ收容し、ふ化状況と奇形状況を調べた。通気量は卵が破壊されない程度の微通気とした。

次に餌料種類と幼生の成長、生残について、種

苗生産用の生物餌料として *Pavlova lutheri*, *Chaetoceros glasilis*, *Nannochloropsis oculata*, *Isocrysis galvana* の 4 種を取り上げた。20 °C の恒温室に設置した 30 l 容のパンライト水槽に D 型幼生を飼育水 1 ml あたり 2 個收容しそれぞれの餌料を  $10^4$  細胞/ml (*Nannochloropsis oculata* については羽田ら<sup>9)</sup>、深山ら<sup>10)</sup>の方法に基づき 8 倍量とした) となるよう投餌し、その後の成長、生残状況を観察した。成長、生残の観察の際には、45  $\mu$ m メッシュのミューラーガーゼで幼生を取り上げ、1 l のビーカーに收容し、海水一定量あたりの生残個体と死亡個体の割合を生残率とした。また、生残個体については約 30 個体の殻長を計測した。取り上げ時には 20 °C に調節していた海水と交換した。

幼生の收容密度試験は 30 l 容のパンライト水槽に幼生を 1, 2, 5, 10, 20 個/ml の 5 段階に分け收容し、*Pavlova lutheri* を飼育水 1 ml あたり  $10^4$  細胞となるように投餌した。生残率、平均殻長は餌料種の試験と同様の方法で求めた。また、換水も同様の方法で行った。

餌料量と幼生の成長、生残に関する試験は *Pavlova lutheri* を  $1 \times 10^3$ ,  $5 \times 10^3$ ,  $1 \times 10^4$ ,  $5 \times 10^4$ ,  $1 \times 10^5$  cells/ml となるように設定した水槽に、幼生を飼育水 1 ml あたり 2 個收容し行った。

## 結 果

### 1. 採卵技術開発

#### (1) 母貝養成

#### 天然における群成熟度の推移

天然貝の熟度推移を図 1 に示した。群成熟度は年 2 回春季と秋季に高くなっていった。春季は 4 月上旬から熟度は高くなり、5 月中旬以降には低下した。春季の群成熟度は年により大きく変動し、90, 93 年における群成熟度は 0.5 以上にならなかった。一方、秋季の熟度は 9 月上旬から高くなり、10 月下旬に最も高くなった。秋季の熟度は春季と比べ、順調に促進していった。安田ら<sup>1)</sup>はアサリの熟度変化には地域差があり、水温あるいは

その他の環境条件との関係を示唆しているが、今回の同一地域での成熟度もその年の主に水温条件等により変化するものと考えられる。

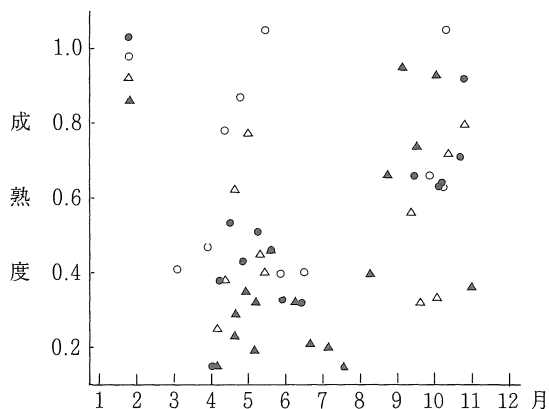


図1 天然アサリの群成熟度変化

### 飼育条件とアサリの熟度

光条件による熟度促進試験の結果を図2に示した。いずれの実験区とも、天然貝より早く熟度の促進が認められた。しかし、暗黒区、短日区では全日区、長日区より熟度の促進が遅れる傾向がみられた。最も効果が認められた長日区では開始後42日目に0.7と高い熟度を示した。この期間の自然での日照時間は14時間程度であり、これより日照時間を長くすることで熟度が促進された。

水温条件と熟度との関係について、夏季の養成試験結果を図3に、春季の試験結果を図4に示した。まず、夏季では低温処理した実験区で処理後直ちに急激に熟度が促進し、約30日後には0.7以上の高い熟度を示した。一方、室温で飼育した実験区では熟度の促進は遅れたが、約30日後には低温処理区と同様に熟度が促進した。春季における実験ではいずれの処理区でも熟度は徐々に上昇し、2カ月後には0.7以上の高い値を示した。

餌料条件と成熟との関係を図5に示した。生物餌料のみを用いた区では実験後直ちに熟度が促進し、明らかに天然の成熟より早かった。また、生物餌料+粉ミルク区、粉ミルク少量区でも生物餌料のみの区とほぼ同様の熟度の促進を示した。

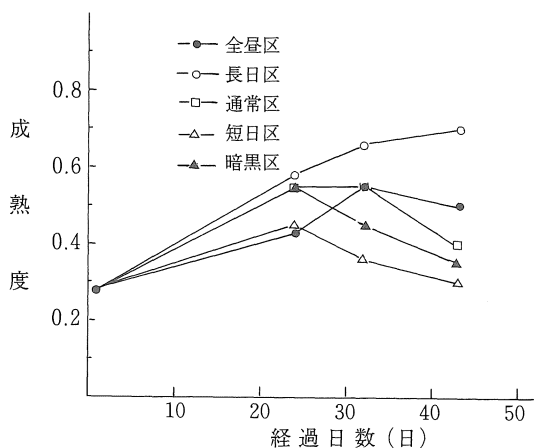


図2 日照時間とアサリ成熟度

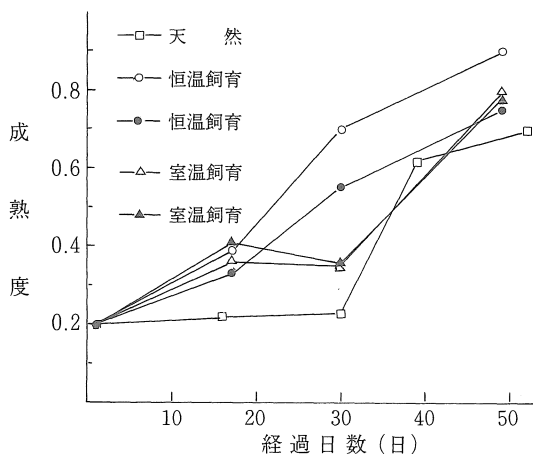


図3 夏期養成試験結果

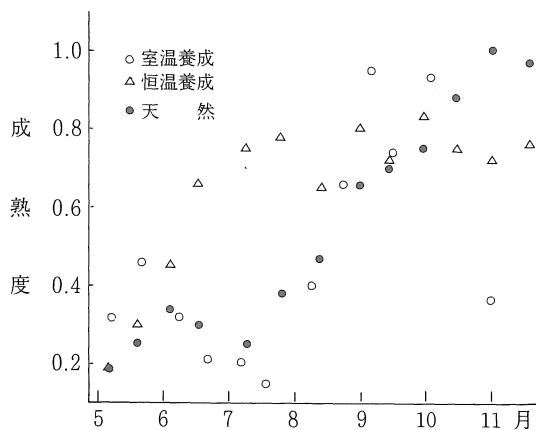


図4 春期養成試験結果

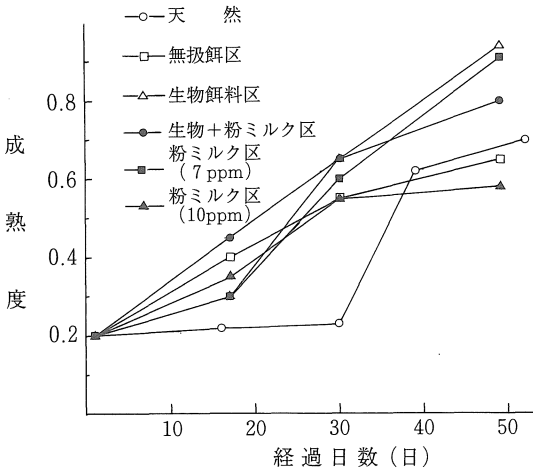


図5 餌料種類とアサリの成熟

## (2) 採卵方法

### 各種採卵方法の比較

養成員の産卵誘発試験結果を表3に、また天然貝の試験結果を表4に示した。養成員を用いた温度処理試験では、5回の実験中放精、放卵反応がみられたのは4回であった。このうち反応が顕著で、100万個以上の大量産卵が認められたのは2回であった。放精、放卵は実験開始後1～4日後に起こり、昇温刺激後、早めに反応した。アサリは雄が先に放精を行い、精子の濃度が高まると雌が放卵した。5回の実験の総卵量は2,000万個を越え、雌1個体あたりの卵量は約46万個であった。温度刺激+精子添加区では5回の実験中、いずれも放精、放卵反応がみられ、また100万個以上の大量産卵であった。雄の放精は精子添加直後に多くみられ、実験開始から放精、放卵にいたるまでの日数が0～2日後と温度刺激のみに比べ短かった。5回の実験の総卵量は4,000万個を越え、雌1個体あたりの卵量は温度刺激の場合に比べやや多く約67万個であった。ふ化率は温度刺激、温度刺激+精子添加刺激ともほぼ変わらず約70%であった。アンモニア注射法では5回の実験中いずれも放精、放卵反応がみられた。また、反応個体数も多く、6割以上の個体が反応を示した。しかし、産卵量は極めて少なく、5回の実験中の総産卵量でも300万個以下であり、ふ化率も14

%にとどまった。アンモニア注射処理のアサリの動作は、温度や温度+精子添加のものとは異なり、出水管や入水管を長くのばすこともなく、注射直後から少量ずつ放精、放卵を始めた。雌雄の反応時間の差は認められず、ほぼ同時に反応し、明らかに他の処理と異なる動作であった。

紫外線照射海水かけ流し法は、5回の処理中1回の反応みられ、630万個の卵が得られたが、その他では誘発刺激中全く反応しなかった。またセロトニン注射法では、処理後直ちに足を細かに振動させ殻外に出す動作が認められたが、放精、放卵はみられなかった。

天然貝を用いた産卵誘発は、温度刺激だけの場合、5回の実験中反応がみられたのは2回あった。そのうち100万個以上の大量産卵がみられたのは1回のみであった。温度刺激+精子添加刺激を用いた場合は5回の実験中4回放精、放卵がみられた。この4回のうちすべてが100万個以上の大量産卵であった。温度のみ、温度刺激+精子添加刺激のいずれにおいてもアサリの動作は養成員を使用した場合と同じであった。アンモニア注射法の場合では、5回の実験でいずれも放精、放卵反応は認められたものの、養成員を用いた場合と同様に卵量は少なく、ふ化率も低かった。紫外線照射海水かけ流し法、セロトニン注射法は5回の実験中、いずれにおいても反応は認められなかった。

## 2. 幼生飼育技術開発

### (1) 浮遊幼生飼育

#### ふ化時の収容卵量

卵の収容密度とふ化率、奇形率との関係を表5に示した。

ふ化率は150個/mlまで60%以上の値を示した。また、収容密度が200個/mlになると51%に低下したが、実験した収容個数の範囲内では、収容密度はふ化率に顕著な影響を及ぼさなかった。

収容密度と奇形率であるが収容密度100個/ml以下であれば奇形率は極めて低い値を示した。150個/ml以上で奇形率が高くなり、200個/mlではほぼ全個体が奇形となった。奇形個体の形状は幼生の殻が不自然に湾曲し、殻口部分がかみ合

表3 養成母貝を用いた産卵誘発試験結果

		誘発開始日 (年月日)					合 計
		92/10/12	92/10/19	92/10/22	93/10/12	93/10/28	
温度 刺激	産卵日(月日)	10/14	10/21	10/23	10/16	-	
	総個体数(個)	50	50	50	50	50	250
	反応個体数(個)	11	39	5	38	0	93
	♂反応数(個)	7	20	4	18	0	49
	♀反応数(個)	4	19	1	20	0	44
	総産卵量(×10 <sup>4</sup> 粒)	78	890	15	1,050	0	2,033
	総産卵量/反応♀数(×10 <sup>4</sup> 粒)	19.5	46.8	15.0	52.5	-	46.2
	総産卵量/総個体数(×10 <sup>4</sup> 粒)	1.6	17.8	0.3	21.0	-	8.1
	ふ化率(%)	52	72	38	68	-	69
温度+ 精子	産卵日(月日)	10/13	10/21	10/22	10/13	10/28	
	総個体数(個)	50	50	50	50	50	250
	反応個体数(個)	35	33	27	34	17	146
	♂反応数(個)	19	15	13	23	10	75
	♀反応数(個)	16	18	14	16	7	71
	総産卵量(×10 <sup>4</sup> 粒)	780	1,190	800	1,430	520	4,720
	総産卵量/反応♀数(×10 <sup>4</sup> 粒)	48.8	66.1	57.1	89.4	74.3	66.5
	総産卵量/総個体数(×10 <sup>4</sup> 粒)	15.6	23.8	16.0	28.6	10.4	18.9
	ふ化率(%)	67	65	71	75	69	70
アンモ ニア	産卵日(月日)	10/12	10/19	10/20	10/12	10/28	
	総個体数(個)	50	50	50	50	50	250
	反応個体数(個)	38	41	32	35	21	167
	♂反応数(個)	20	23	19	19	10	91
	♀反応数(個)	18	18	13	16	11	76
	総産卵量(×10 <sup>4</sup> 粒)	82	63	59	72	15	291
	総産卵量/反応♀数(×10 <sup>4</sup> 粒)	4.6	3.5	4.5	4.5	1.4	3.8
	総産卵量/総個体数(×10 <sup>4</sup> 粒)	1.6	1.4	1.2	1.4	0.3	1.2
	ふ化率(%)	20	11	14	9	13	14
紫外 線	産卵日(月日)	-	10/21	-	-	-	
	総個体数(個)	50	50	50	50	50	250
	反応個体数(個)	0	32	0	0	0	32
	♂反応数(個)	0	17	0	0	0	17
	♀反応数(個)	0	15	0	0	0	15
	総産卵量(×10 <sup>4</sup> 粒)	0	630	0	0	0	630
	総産卵量/反応♀数(×10 <sup>4</sup> 粒)	-	42.0	-	-	-	42.0
	総産卵量/総個体数(×10 <sup>4</sup> 粒)	-	12.6	-	-	-	2.5
	ふ化率(%)	-	75	-	-	-	75
セロ トニ ン	産卵日(月日)	-	-	-	-	-	
	総個体数(個)	50	50	50	50	50	250
	反応個体数(個)	0	0	0	0	0	0
	♂反応数(個)	0	0	0	0	0	0
	♀反応数(個)	0	0	0	0	0	0
	総産卵量(×10 <sup>4</sup> 粒)	0	0	0	0	0	0
	総産卵量/反応♀数(×10 <sup>4</sup> 粒)	-	-	-	-	-	-
	総産卵量/総個体数(×10 <sup>4</sup> 粒)	-	-	-	-	-	-
	ふ化率(%)	-	-	-	-	-	-

表4 天然母貝を用いた産卵誘発試験結果

		誘発開始日(年月日)					合 計
		92/10/12	92/10/19	92/10/22	93/10/12	93/10/28	
温度刺激	産卵日(月日)	-	10/23	-	10/16	-	
	総個体数(個)	50	50	50	50	50	250
	反応個体数(個)	0	7	0	35	0	42
	♂反応数(個)	0	5	0	17	0	22
	♀反応数(個)	0	2	0	18	0	44
	総産卵量(×10 <sup>4</sup> 粒)	0	81	0	920	0	1,001
	総産卵量/反応♀数(×10 <sup>4</sup> 粒)	-	40.5	-	51.1	-	50.1
	総産卵量/総個体数(×10 <sup>4</sup> 粒)	-	1.6	-	18.4	-	4.0
ふ化率(%)	-	50	-	86	-	83	
温度+精子	産卵日(月日)	10/14	10/21	-	10/15	10/29	
	総個体数(個)	50	50	50	50	50	250
	反応個体数(個)	30	28	0	10	13	81
	♂反応数(個)	15	16	0	7	9	47
	♀反応数(個)	15	12	0	3	4	34
	総産卵量(×10 <sup>4</sup> 粒)	790	380	0	120	390	1,680
	総産卵量/反応♀数(×10 <sup>4</sup> 粒)	52.7	31.7	-	40.0	97.5	49.4
	総産卵量/総個体数(×10 <sup>4</sup> 粒)	15.8	7.6	-	2.4	7.8	6.7
ふ化率(%)	71	63	-	52	61	66	
アンモニア	産卵日(月日)	10/12	10/19	10/20	10/12	10/28	
	総個体数(個)	50	50	50	50	50	250
	反応個体数(個)	24	21	31	41	32	149
	♂反応数(個)	14	10	18	21	15	78
	♀反応数(個)	10	11	13	20	17	71
	総産卵量(×10 <sup>4</sup> 粒)	23	41	8	69	33	174
	総産卵量/反応♀数(×10 <sup>4</sup> 粒)	2.3	3.7	0.6	3.5	1.9	2.5
	総産卵量/総個体数(×10 <sup>4</sup> 粒)	0.5	0.8	0.2	1.4	0.7	0.7
ふ化率(%)	21	5	9	15	12	12.6	
紫外線	産卵日(月日)	-	-	-	-	-	
	総個体数(個)	50	50	50	50	50	250
	反応個体数(個)	0	0	0	0	0	0
	♂反応数(個)	0	0	0	0	0	0
	♀反応数(個)	0	0	0	0	0	0
	総産卵量(×10 <sup>4</sup> 粒)	0	0	0	0	0	0
	総産卵量/反応♀数(×10 <sup>4</sup> 粒)	-	-	-	-	-	-
	総産卵量/総個体数(×10 <sup>4</sup> 粒)	-	-	-	-	-	-
ふ化率(%)	-	-	-	-	-	-	
セロトニン	産卵日(月日)	-	-	-	-	-	
	総個体数(個)	50	50	50	50	50	250
	反応個体数(個)	0	0	0	0	0	0
	♂反応数(個)	0	0	0	0	0	0
	♀反応数(個)	0	0	0	0	0	0
	総産卵量(×10 <sup>4</sup> 粒)	0	0	0	0	0	0
	総産卵量/反応♀数(×10 <sup>4</sup> 粒)	-	-	-	-	-	-
	総産卵量/総個体数(×10 <sup>4</sup> 粒)	-	-	-	-	-	-
ふ化率(%)	-	-	-	-	-	-	

表5 収容卵数とふ化率・奇形率

収容密度(個/ml)	ふ化率(%) <sup>1)</sup>	奇形率(%) <sup>2)</sup>
50	65	0
100	63	1
150	75	12
200	51	98

1)ふ化率=D型幼生数/収容卵量×100

2)奇形率=奇形個体数/全個体数×100

わなない形態で出現した。また、奇形個体は遊泳能力が弱く、顕微鏡観察では規則的な円運動をした。奇形個体は通常飼育で120～130 $\mu$ m程度まで成長するが、その後すべてへい死した。卵黄の栄養で、ある程度まで成長は進むが、その後の餌料摂取能力に弱いため、へい死するものと考えられる。餌料種類と幼生の成長、生残

餌料種類と幼生の成長、生残数との関係を表6に示した。

*Pavlova lutheri*を用いた実験区では、成長は実験開始後5日目で平均143 $\mu$ m、10日目で190 $\mu$ m、15日目には殻長212 $\mu$ mにまで成長した。また、15日目までの生残率は70%であった。*Chaetoceros glasilis*を用いた区では*Pavlova lutheri*を用いた区より成長が遅く、5日目で平均134 $\mu$ m、10日目で145 $\mu$ m、15日目でも151

$\mu$ mにしか成長せず、成長のばらつきが大きかった。生残率も低く、15日目までに約50%がへい死した。*Isocrysis galvana*を用いた実験区では成長は良好で、開始後5日目で142 $\mu$ m、10日目で186 $\mu$ m、15日目には平均殻長215 $\mu$ mにまで成長し、*Pavlova lutheri*を用いた区とほぼ同じ成長であった。生残率も高く15日目までで68%であった。*Nannochloropsis oculata*を用いた区では成長、生残ともに、この4種の中では最も遅く、10日目までに133 $\mu$ mに成長した後に、全てへい死した。

アサリの餌料としてこの4種の中で*Pavlova lutheri*、*Isocrysis galvana*が適しており、*Chaetoceros glasilis*、*Nannochloropsis oculata*は餌料として不適であることがわかった。特に*Nannochloropsis oculata*では奇形個体と同じ成長段階でへい死していることから、餌料に不適といえる。

#### 幼生の収容密度と成長、生残

幼生の収容密度と成長生残試験結果を表7に示した。収容密度を1、2個/mlとした実験区では成長、生残ともに良く、15日目まで平均殻長約230 $\mu$ m、生残率約80%であった。5個/mlの区では成長がやや遅れ、15日目までに207 $\mu$ mであったが、生残率は1個/ml、2個/mlの区とほぼ変わらず、75%であった。幼生の収容密度が

表6 餌料種類と幼生の成長・生残

餌料種類	殻長( $\mu$ m) <sup>1)</sup>				生残率(%) <sup>2)</sup>			
	収容後経過日数				収容後経過日数			
	3	5	10	15	3	5	10	15
<i>Pavlova lutheri</i>	120±2.8	143±2.3	190±5.2	212±7.2	87	80	75	70
<i>Chaetoceros glasilis</i>	119±2.0	134±3.8	145±7.3	151±14.6	85	78	71	53
<i>Isocrysis galvana</i>	120±2.9	142±2.5	186±5.7	215±5.4	90	84	77	68
<i>Nannochloropsis oculata</i> *	117±2.5	129±5.5	133±6.9		83	78	69	0

\**Nannochloropsis oculata*については細胞の大きさを考慮し、 $8 \times 10^4$  cells/mlとした。

1)殻長=平均殻長±標準偏差

2)生残率=生残個体数/収容個体数×100



10 個/ml から高くなるにつれて成長および生残は低下した。

成長は収容密度が高くなるにしたがって遅くなり、個体間の生長差が大きく、生残率も低下した。

餌料濃度と幼生の成長生残

餌料濃度と幼生の成長、生残の関係を表 8 に示した。

収容密度を  $1 \times 10^3$  個/ml とした実験区では成長が遅く、5 日目で  $118 \mu\text{m}$ 、10 日目で  $135 \mu\text{m}$

であった。生残率は 10 日目以降急激に低下し、15 日目では 3% となった。  $5 \times 10^3$  区では  $1 \times 10^3$  区より成長は早く、5 日目で  $136 \mu\text{m}$ 、10 日目で  $144 \mu\text{m}$ 、15 日目で  $169 \mu\text{m}$  であった。生残率も高く 15 日目までで 73% であった。  $1 \times 10^4$  区では成長が早く、5 日目で  $142 \mu\text{m}$ 、10 日目で  $189 \mu\text{m}$ 、15 日目で  $215 \mu\text{m}$  となった。生残率も高く 15 日目までで 69% の生残であった。  $5 \times 10^4$  区では 10 日目まで  $1 \times 10^4$  区とほぼ変わ

表 7 餌料濃度と幼生の成長・生残

餌料濃度 ( $\times 10^4$ cells/ml)	殻長 ( $\mu\text{m}$ ) <sup>1)</sup>				生残率 (%) <sup>2)</sup>			
	収容後経過日数				収容後経過日数			
	3	5	10	15	3	5	10	15
1	110±2.7	118±7.3	135±12.4	-	81	80	73	3
5	118±2.4	136±3.7	144±7.5	169±14.8	88	83	79	73
10	121±2.0	142±2.4	189±4.7	215±5.4	87	85	77	69
50	124±1.9	147±4.4	187±12.1	-	85	81	10	5
100	125±2.6	149±6.9	-	-	83	10	3	0

投餌種は *Pavlova lutheri* を使用

1) 殻長 = 平均殻長 ± 標準偏差

2) 生残率 = 生残個体数 / 収容個体数  $\times 100$

表 8 幼生の収容密度と成長・生残

収容密度 (個/ml)	殻長 ( $\mu\text{m}$ ) <sup>1)</sup>				生残率 (%) <sup>2)</sup>			
	収容後経過日数				収容後経過日数			
	3	5	10	15	3	5	10	15
1	120±2.2	144±2.1	189±4.5	232±6.1	87	85	78	78
2	121±2.1	143±2.2	188±2.7	220±6.8	89	87	84	80
5	116±2.4	140±3.8	172±4.2	207±7.5	85	85	80	75
10	114±1.6	123±5.2	149±13.7	185±19.4	87	80	35	21
20	106±4.2	117±7.5	145±16.4	170±24.2	78	32	5	3

投餌種は *Pavlova lutheri* を使用

1) 殻長 = 平均殻長 ± 標準偏差

2) 生残率 = 生残個体数 / 収容個体数  $\times 100$

らない成長、生残を示したが、15日目では生残率が急激に低下し、5%となった。1×10<sup>5</sup>区では5日目から生残率が急激に低下し、10日目では3%、15日目では全滅した。

## 考 察

天然貝群成熟度調査から秋季の群生熟度は毎年0.7以上の高い値を示すが、春季は安定して毎年高い値にならない。また、成熟時期については年により、春季、秋季ともに半月程度のずれがある。豊前海のアサリは年2回春季と秋季に産卵し、漁獲対象となる資源は秋季発生群であるといわれている。天然貝を用いた種苗生産には秋季母貝が適している。春季については毎年必ず産卵するとは限らず、資源添加効が不安定ではないかと推定される。

室内における人為的な成熟促進試験では春季の未成熟貝の長日飼育、恒温飼育、夏季未成熟貝の低温飼育で熟度の促進が認められた。日照時間とアサリの成熟については、過去に調査された例がなく因果関係が明らかでないが、今後、再試験をする必要がある。春季の恒温養成については、熟度促進が緩やかであるが、長期にわたり高い熟度を維持することができた。夏季の低温飼育では短期間で熟度が高くなり、秋季の早期採卵に期待がもてる資料となった。しかしながら、これらは小規模な実験系内での結果であり、いまのところ大量採卵には天然母貝に頼らざるを得ないのが現状である。大量採卵をめざした母貝の大量養成方法の検討が必要であろう。

採卵方法について従来の二枚貝類の採卵に用いられてきた方法のうち、セロトニン注射法、紫外線照射海水かけ流し法では、いずれも産卵、放精は認められなかった。アンモニア注射法は反応率は高いが、卵量が少なく、採卵後のふ化率も低く、実用には不適である。温度処理は比較的有效な方法であるが、同時に精子液を添加することにより反応率も高まり、かなり実用的な採卵方法である。鳥羽らの報告<sup>11)</sup>でも精子液の添加はアサリの採卵方法として有効であると報告しており、本試験

と一致した。天然母貝を用いた場合と養成母貝を用いた場合では、養成母貝の方が反応率が高い。天然では、生息場所の環境変化が大きく、常に刺激が与えられ、誘発刺激に対して反応しにくいのではないかと考えられる。

ふ化時の最大収容密度は海水1mlあたり100個までが限界であり、現場における作業では1t水槽当たり5,000万個程度の収容量であれば特にふ化率に影響しない。

浮遊幼生飼育時の餌料は *Pavlova lutheri*, *Isocrysis galvana* が適している。投餌量は飼育水1mlあたり10,000 cells程度とし、幼生飼育密度を飼育水1mlあたり5個以下で飼育するのが良い。

餌料量を高くし、収容密度を上昇させることは可能であるが、成長、生残のばらつきが大きく、種苗生産は不安定である。大橋ら<sup>12)</sup>は収容密度1.5~3個/mlで飼育を行い、沈着サイズまで飼育を行っているが、今回の実験から *Pavlova lutheri* を餌料とし、投餌量を10,000 CELLS/mlに固定した場合には、収容密度は5個/ml以下が安定生産の一つの目安となると考えられる。

餌料面では現場での大量飼育時には屋外の大型水槽で大量培養した餌料を使用しているが、培養環境、特に光量、水温の変化が大きく、夏季には恒温室内ほど高密度にかつ長期間培養することはできないのが現状である。今後、こういった生物餌料に変わる人工餌料の開発が必要であろう。

飼育密度は5個/ml以下であれば正常飼育が可能であるが、大型水槽を用いた場合、実験レベルでの小さな水槽での飼育条件を忠実に再現できず、収容密度を低くする必要がある。これまでの経験から1t以上の水槽を用いる場合の飼育密度は、飼育水1mlあたり2個程度にとどめるのが良い。

このように、浮遊幼生飼育時までのおおよその飼育条件は抽出できた。これまでの生産試験の経験から、アサリの場合、これまで手がけてきたトリガイやバカガイのように浮遊幼生飼育時に大量へい死を起こす確率が低いようである。アサリとトリガイを同じ水槽で混合飼育してもトリガイだ

けがへい死し、アサリは沈着稚貝まで特にへい死もなく生産できた事例もあり、アサリはトリガイに比べ、飼育条件の許容範囲が広く、浮遊期幼生を比較的容易に飼育できる種類であると考えられる。

## 要 約

1) 天然における群成熟度は春季(4月上旬~5月上旬)、秋季(9月上旬~11月上旬)に上昇する。春季については年変動が大きい、秋季は毎年安定して高い熟度を示す。人為的な熟度上昇試験では長日処理、秋季の恒温飼育、夏季の低温飼育で未成熟貝の熟度上昇が認められた。また人工餌料でも熟度促進効果が認められた。

2) 温度刺激をベースとした採卵方法、特に温度刺激+精子添加刺激法が採卵方法として適している。また、天然母貝より養成母貝のほうが反応率が高い。

3) ふ化時の卵収容量は飼育海水1mlあたり100個以下が正常ふ化の目安となる。

4) 幼生飼育時の餌料種類として適しているのは *Pavlova lutheri*, *Isocrysis galvana* であった。*Chaetoceros glasilis*, *Nannochloropsis oculata* については特に餌料価値は認められなかった。

5) ふ化直後の幼生の収容密度は飼育海水1mlあたり5個以下が正常飼育の目安となる。

6) 餌料量は *Pavlova lutheri* を使用した場合、飼育海水1mlあたり  $1 \times 10^4$  が適当である。

## 文 献

- 1) 安田治三郎, 浜井生三, 堀田秀之: アサリの産卵期について. 内海区水産研究所研究報告, 20 (4), 277 - 279 (1945).
- 2) 相良順一郎:  $\text{NH}_4\text{OH}$  による二枚貝の産卵誘発. 日本水産学会誌, 23 (9), 505 - 510 (1958).

- 3) 西広富夫: トリガイの人工採苗に関する研究-I 産卵誘発と初期発生. 京都府立海洋センター研究報告, 4, 13 - 17 (1980).
- 4) 田中弥太郎・村越正慶: セロトニン注射によるイタヤガイの放精・放卵誘起. 養殖研究所研究報告, 7, 9 - 12 (1985).
- 5) 藤本敏昭, 小林信, 鶴島治市: バカガイ *Mactra chinensis Philippi* の種苗生産企業化研究-I. 福岡県豊前水産試験場研究報告, 1, 95 - 111 (1988).
- 6) 藤本敏昭: トリガイ *Fulvia mutica* Reeve の種苗生産技術開発-I 量産化試験. 福岡県豊前水産試験場研究報告, 2, 135 - 142 (1989).
- 7) 岩田清二: カリウム塩注射によるアサリ, ハマグリ, バカガイ等の放卵放精現象. 日本水産学会誌, 13 (6), 237 - 240 (1948).
- 8) 藤本敏昭, 小林信, 鶴島治市: バカガイ *Mactrachinensis Philippi* の種苗生産研究量産技術開発研究. 福岡県豊前水産試験場研究業務報告, 140 - 156 (1987).
- 9) 林政博, 羽田好孝: アコヤガイ稚貝の餌料について. 三重県栽培漁業センター事業報告書, 55 - 64 (1983).
- 10) 深山義文, 鳥羽光晴: アサリ種苗生産試験-III アサリ浮遊幼生に対する8種の微細藻の餌料価値. 千葉県水産試験場研究報告, 48, 93 - 96 (1990).
- 11) 鳥羽光晴, 深山義文: アサリ産卵誘発方法の比較. 水産増殖学会誌, 40 (3), 303 - 316 (1992).
- 12) 大橋裕, 河本良彦, 岩本哲二: アサリ *Ruditapes philippinarum* (Adam set Reeve) 種苗生産試験, 18, 1 - 9 (1990).