

## 流水連続給餌による二枚貝の種苗生産

高島 葉二・児玉 正碩

### はじめに

外海砂浜性のウバカイ、チョウセンハマグリは、本県の貝桁網漁業の重要な資源であり、栽培漁業の対象種として毎年数十万から数百万個体の人工種苗が放流されている。しかし、その生産過程には、安定生産あるいは計画的生産に関する技術の課題ばかりでなく、飼育水の交換作業、給餌作業、選別作業等を省略化する生産技術も必要になってきている。

このため、止水飼育で毎日飼育水を交換し1日1~2回所定濃度に給餌する従来の飼育方法（以下間欠的給餌飼育方法と称する。）を、流水飼育下で餌料水槽からサイホンで滴下する給餌方法に改善して省略化を試みてきたが、給餌作業は従来の方法と同様に多大な労力を必要としていた。

本研究では流水飼育下で定量ポンプにより連続的に給餌する流水連続給餌飼育方法でウバカイの種苗生産を行い、餌料の運搬・給餌作業の大幅な省略化が図れたので報告する。

本研究は、国補事業の特定研究開発促進事業「二枚貝餌料開発研究」と栽培漁業技術開発事業「地域特産種増殖技術開発事業費」により行った。

### 1. 浮遊幼生期の流水連続給餌飼育

#### 材料と方法

##### ・飼育装置

飼育水槽には壁面上部に塩化ビニル製の幼生流出防止装置を装着した1,000ℓパンライト水槽を用いた（図1）。幼生流出防止装置を図2に示し

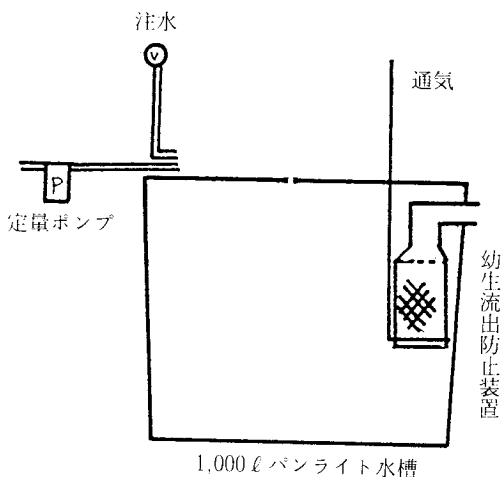


図1 幼生飼育装置

た。内径65mmの塩化ビニル製パイプを主体に作成した。径違いソケット部が流出防止部分である。径違いソケットに径10mmの穴を90ヶ開けその上にタキロン社製ネットを張り、さらにこれをプラシトネットネットで覆ったものである。プラシトネットの外側に針で数カ所穴を開けたビニール管を取り付け、通気することで幼生の付着を防いだ。

用のビニール管と密接させて餌料と飼育水が混合されるようにした。低水温時には貯水槽においてボイラーによる加温を行った。

・幼生飼育

1991年2月から4月の間に自然放卵あるいは切開法により計4回天然ウバカイから採卵し、10例の飼育を行った。採卵した卵を採卵当日に飼育水槽に収容し、0.3~17.5個体/mlの幼生密度で飼育した。流量は貝の成長に従い増加させるようにした。水温、幼生密度、殻長、水槽内の餌料濃度(連続給餌後の飼育水槽の餌料藻の細胞濃度。以下餌料濃度と略す。)の測定は1日1回行った。飼育条件は表1に示した。

餌料には50 l 透明アクリル容器で培養した *Pavlova lutheri*, *Pavlova sp.*, *Isochrysis sp.* を用いた。培養期間は2週間前後で、1,000万細胞/ml前後まで増殖したものを用了。栄養塩組成、培養条件等については別途報告した(茨城水試, 1991 a)。餌料濃度の測定には Coulter Counter (Zb型) を用いた。

結 果

餌料濃度は幼生による摂餌と流量の調節により0.0~5.7万細胞/mlの範囲で変動した。飼育期間中の餌料濃度の平均は予備試験と生産回次1~3で2万細胞/ml以上を、生産回次4~6で1.1~1.6万細胞/mlを、生産回次7~9で1.1万細胞/ml以下であった。流量は予備試験と生産回次1~6では0.2~0.7 l/分の間で、生産回次7~9で0.4~2.0 l/分であった。表2に飼育結果を、図3, 4に生産回次1, 2, 3と生産回次9の餌料濃度・幼生密度・成長経過を示した。生産回次1~3の場合、幼生密度は漸減し、極く少数の沈着稚貝が得られただけであった。予備試験、生産回次4~6でも同様に幼生密度の減少が認められ、沈着稚貝の生産数も少なかった。生産回次9と生産回次7, 8では幼生密度の減少は認められずほ

水槽壁面

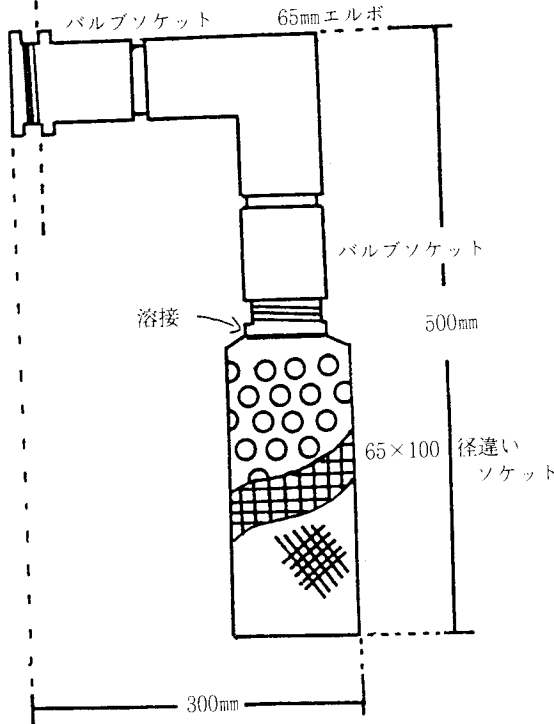


図2 幼生流出防止装置

プランクトンネットの目合は幼生の成長に応じ30, 60, 70, 80, 90, 100 μmに拡大した。飼育水は栽培漁業センターの一次濾過海水をさらにミリポア社製フィルター(5 μm)で濾過したもので8 m<sup>3</sup>の貯水槽に貯えて使用した。流量はAVラボコック(口径6 mm, 旭有機材工業株式会社製)により調節し、ビニール管(内径6 mm)で幼生流出防止装置の反対側から注水した。給餌には定量ポンプ(ペリスタルティックポンプ, 岩城硝子社製)を用いた。餌料培養室から内径3 mmのビニール管により給餌した。給餌用のビニール管は注水

表1 浮遊幼生期の飼育条件

生産回次	幼生密度 個体/ml	流量範囲 ℓ/分範囲	餌料濃度 万細胞/ml	給餌濃度範囲 万細胞/ml	平均餌料濃度 万細胞/ml	水温℃
予備試験	0.3	0.3	0.9-5.7	—	4.1	18.0±1.4
1	1.2	0.3-0.4	0.7-3.6	2.0- 7.0	2.0	17.1±2.0
2	1.4	0.3-0.4	0.7-3.8	2.4- 9.1	2.2	17.3±2.3
3	1.4	0.3-0.6	1.5-4.6	3.6- 9.1	2.5	17.0±2.0
4	0.7	0.2-0.4	0.3-2.4	0.8- 3.8	1.1	17.0±2.0
5	0.9	0.2-0.7	0.3-3.1	0.2- 7.9	1.4	16.3±2.0
6	0.5	0.5-0.6	0.5-5.0	0.7-13.3	1.6	18.1±1.6
7	5.2	0.5-1.0	0.1-4.1	1.0-14.3	0.9	17.7±1.9
8	3.3	0.4-1.0	0.0-2.2	0.1- 6.5	0.9	17.5±1.1
9	17.5	0.5-2.1	0.2-3.7	2.2- 7.6	1.1	17.8±1.1

表2 浮遊幼生飼育結果

生産回次	予備試験	1	2	3	4	5	6	7	8	9
沈着稚貝生産数 (万個体)	0	7.4				181.9	0	608	289	1,265
生残率 %	0	—	—	—	—	—	—	100	87.4	72.3

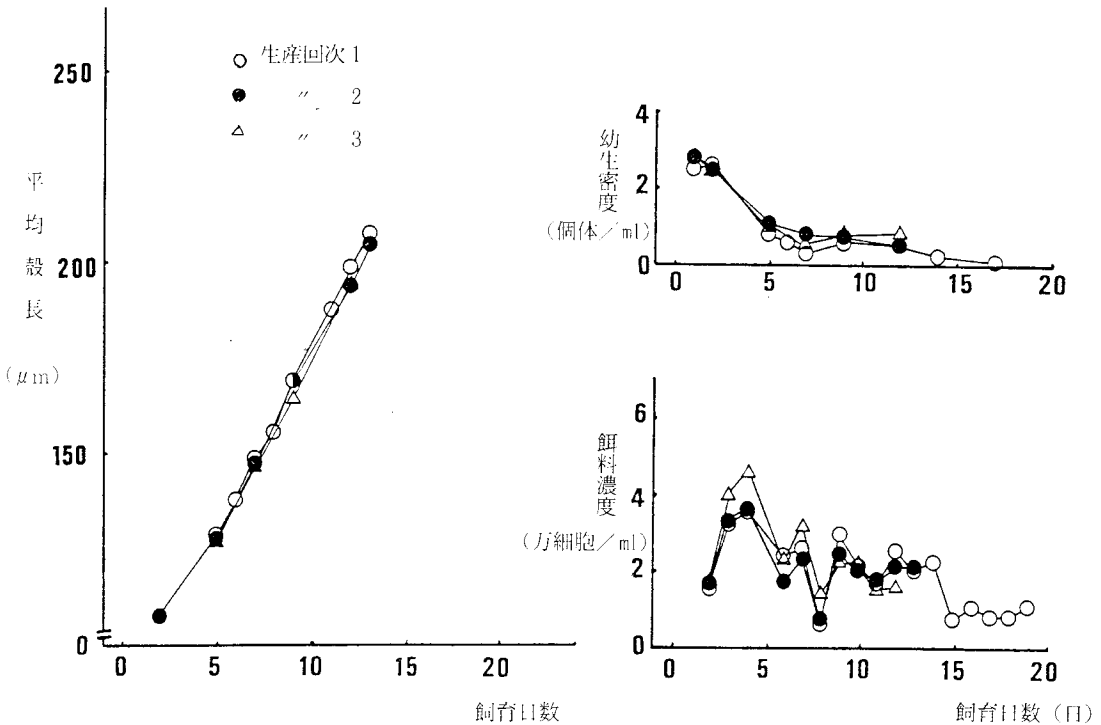


図3 ウバカイ浮遊幼生飼育における成長、餌料濃度、幼生密度の変化 (生産回次1~3)

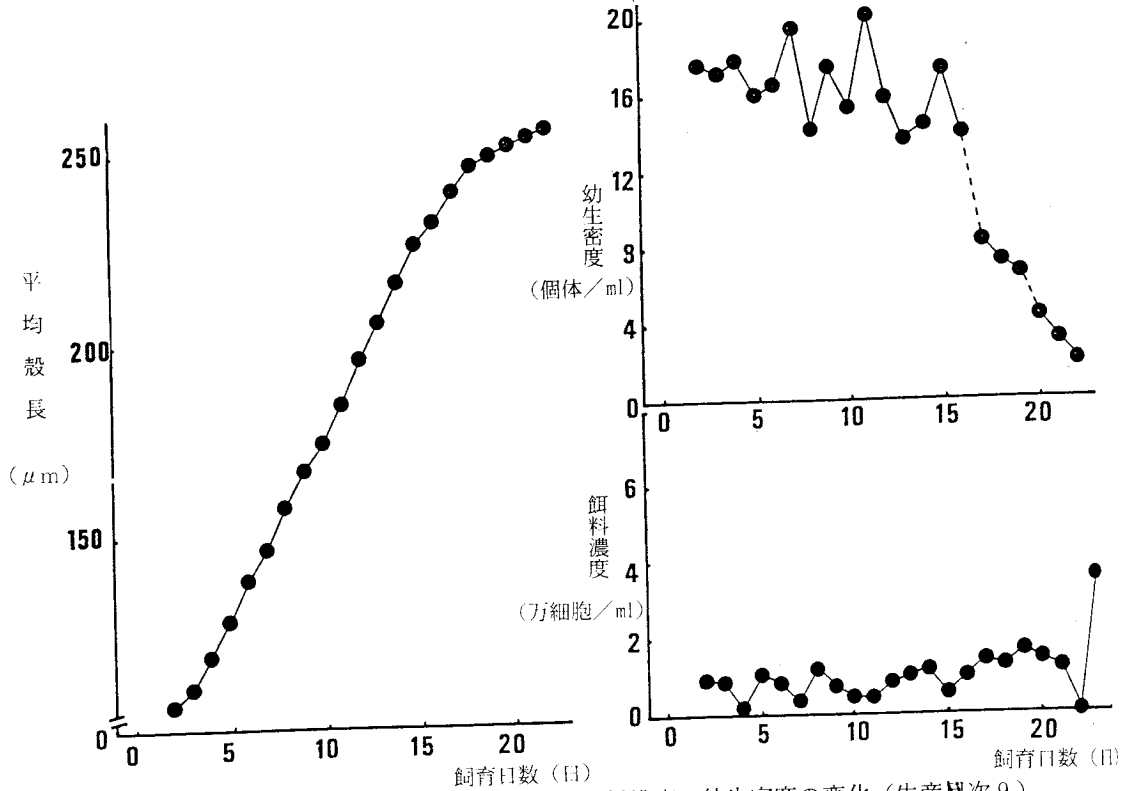


図4 ウバカイ浮遊幼生飼育における成長、餌料濃度、幼生密度の変化 (生産回次9)

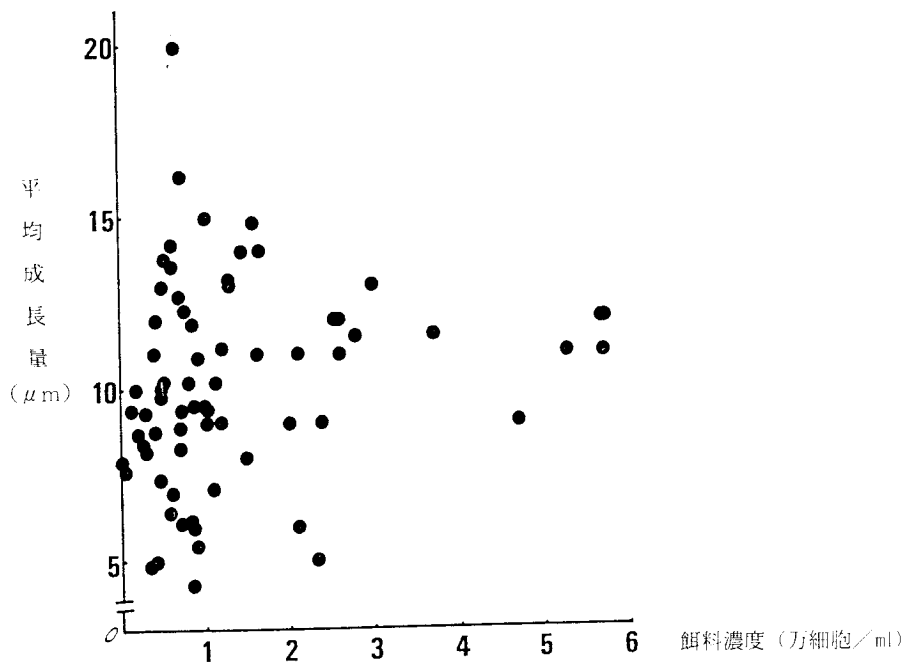


図5 餌料濃度と平均成長量の関係

水流連続給餌による二枚貝の種苗生産

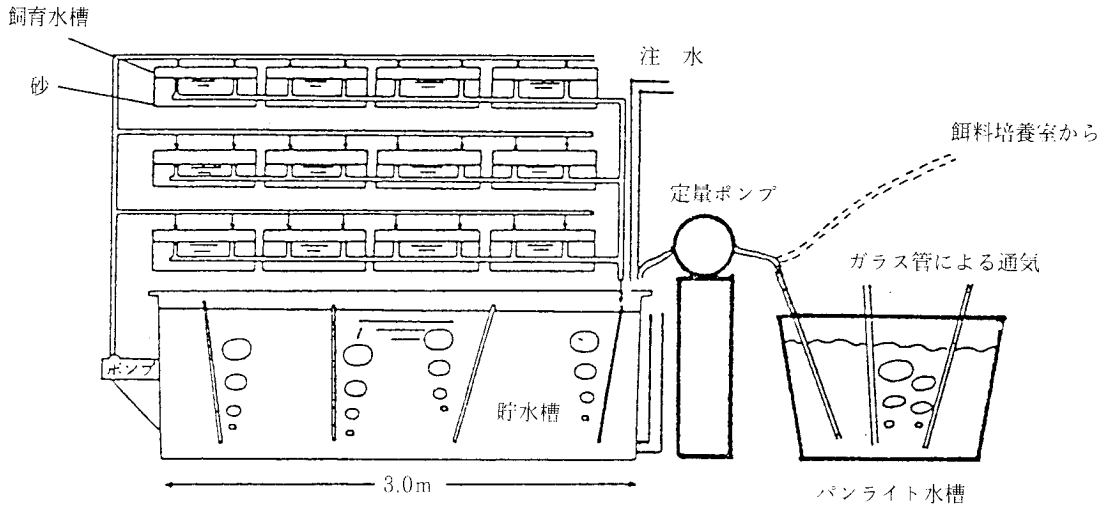


図6 多段式水槽による流水連続給餌模式図

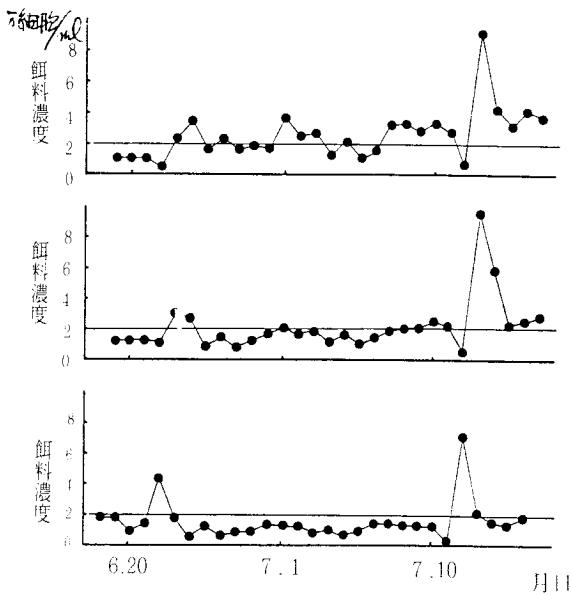


図7 1mmサイズ以降の餌料濃度の推移  
(上から水槽番号1, 2, 3)

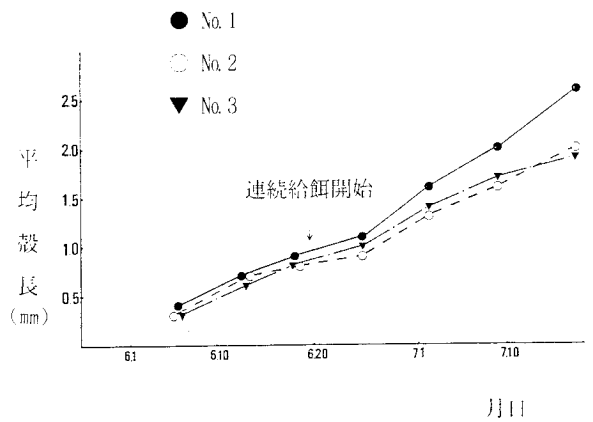


図8 1mmサイズ以降連続給餌飼育における  
成長経過

表3 1 mmサイズ以降の餌料濃度別飼育試験結果

水槽番号	1	2	3
収容固体数 (万固体)	120.0	233.5	104.5
生産数量 (万固体)	19.9	43.0	50.1
終了時平均殻長 (mm)	2.6±0.4	1.9±0.3	2.0±0.3
総注水量 (m <sup>3</sup> )	160.8	124.0	56.8
平均餌料濃度 (万細胞/ml)	2.55	2.13	1.54
平均水温 (°C)	19.2±1.5	19.4±1.4	19.7±1.3
連続給餌開始後 の平均水温 (°C)	20.0±1.4	20.2±1.3	20.3±1.2

ほぼ直線的な成長を示し高い生残率で沈着稚貝が得られた。生産回次9では17.5個体/mlの高い幼生密度から生残率72.3%で1,265万個体の沈着稚貝が得られた。

これらの結果から、当日の餌料濃度と前日から当日までの1日当りの平均成長量との関係を図5に示した。餌料濃度が0.5万細胞/ml以下の場合と2万細胞/mlを越えた場合には10μm以下の成長量が多かったが、1万細胞/ml前後では10μm以上の成長量を示す場合が多く、20μmの高い成長量も示した。

## 2. 1 mmサイズ以降の流水連続給餌による飼育

### 材料と方法

#### ・飼育装置

稚貝飼育に用いた多段式飼育水槽(児玉・部1984)による連続給餌の模式図を図6に示した。多段式飼育水槽は、貯水槽(FRP製 3,000ℓ容水槽)の上部に、砂を敷いた飼育水槽(アクリル製0.6×0.6×0.2m)を1段当り8水槽で3段に重ねた計24水槽を設置した状態のものである。飼育水は幼生飼育と同じ海水を用い流量を調節したマグネットポンプにより各飼育水槽に注水した後再び貯水槽に流下させた。多段式飼育水槽の近傍に餌料槽として500ℓパンライト水槽を設置してこの水槽から定量ポンプ(ローラーポンプPRL

V型, 古江サイエンス社製)1台により多段式飼育水槽3セットに分配して連続して給餌した。幼生飼育と同様に給餌するビニール管と注水口を密接させて給餌した。餌料の運搬には水中ポンプを用いた。

#### ・稚貝の飼育

間欠的給餌飼育方法で生産したウバカイの沈着稚貝を多段式飼育水槽番号1で120.0万個体、同2で233.5万個体、同3で104.5万個体を収容し流水により飼育した。1mmサイズまでの飼育は、間欠的給餌飼育方法により行った。平均1mmサイズに達してから定量ポンプによる連続給餌飼育を行った。

水槽番号1では給餌量を53~56ml/分、流量を2~3.85ℓ/分で、水槽番号2では51~64ml/分と2.5~3.1ℓ/分で、水槽番号3では33~52ml/分と1.36~3.5ℓ/分で飼育した。水槽番号1の餌料濃度は2万細胞/ml前後を、水槽番号2は2万細胞/ml弱を、水槽番号3では1万細胞/ml前後になるように、貝の成長に応じ餌料水槽の餌料濃度を66万細胞/mlから892万細胞/mlを増加させた。餌料藻種には、*Pavlova lutheri*, *Pavlova sp.*, *IsochrYSIS sp.*等を用いた。成長の比較は週1回飼育水槽の数カ所から駒込ピペットでサンプリングした稚貝の平均殻長により行った。

なお、各飼育水槽への注水口の目詰まり防止用

に貯水槽のポンプ吸入部に設けたゴミ取りネットの洗浄と飼育水の交換のため貯水槽部分の飼育水を随時交換した。

## 結 果

図7に連続給餌飼育期間中の餌料濃度の推移を、図8に成長経過を、表3に生産数量、平均水温、平均餌料濃度、流水量などを示した。餌料濃度は、一時的に高くなったものの概ね設定条件に維持され、平均餌料濃度は水槽番号1で2.55万細胞/ml、水槽番号2で2.13万細胞/ml、水槽番号3で1.54万細胞/mlであった。生産数量は水槽番号1で20万個体、水槽番号2で43万個体、水槽番号3で50万個体であった。生産終了時の平均殻長は水槽番号1で2.6mm、水槽番号2で1.9mm、水槽番号3で2.0mmであった。水槽番号1の平均殻長は水槽番号2、3より大きく、成長経過を見ると連続給餌後2週間程度で成長差が認められ、徐々にその差が大きくなっている。飼育期間中に使用した総水量は水槽番号1で160m<sup>3</sup>、水槽番号2で124m<sup>3</sup>、水槽番号3で56.8m<sup>3</sup>であり水槽番号1が最も多かった。餌料濃度を高く維持し流水量が多かった水槽番号1では、生産数量は少なかったものの成長は早かった。

## 考 察

本研究で浮遊幼生期、稚貝期とも定量ポンプを用い流水下で連続的に給餌する方法により生産が可能であることが示された。現在はウバカイとチョウセンハマグリで浮遊期から3mmサイズの生産終了まで一貫して流水飼育を行い、定量ポンプにより餌料培養室から直接給餌して種苗生産を行っており、従来手作業で行っていた1日数十～数百ℓの給餌作業が大幅に省力化されている。

浮遊幼生の成長量は餌料濃度が1万細胞/ml前後で最も高い値を示し、これより高くなっても低くなっても成長量は小さくなっていることからウバカイの浮遊幼生期の適正餌料濃度は1万細胞/ml

前後にあるものと思われる。1万細胞/mlの場合成長量の低いこともあるがこれは1日1回の測定のため餌料濃度が増加中の場合と減少中の場合とを区別できないためか、餌料環境条件以外の原因によるものと考えられる。いずれにせよ高い餌料濃度環境は、浮遊幼生数を減少させ低い生残率であり沈着稚貝を生産できなかった。逆に低い餌料濃度では、総量としての餌料不足になり成長量が低かったと考えられる。従来の間欠的給餌飼育方法では高い餌料濃度の場合幼生密度の低下を経験しており、餌料濃度を低く抑えるために10個体/ml程度を上限としていた。流水連続給餌飼育により低い餌料濃度を維持しながら総給餌量を多くすることができるようになり、流水量を多くし飼育環境条件を良好に保つことで高密度での飼育が可能になり大量の沈着稚貝を生産することが可能になった。

1mmサイズ以降の連続給餌飼育では2万細胞/ml前後の餌料濃度では、2.55万細胞/mlの高い餌料濃度を維持し、流水量が多い水槽番号1で早い成長であった。飼育密度の差もあろうが、餌料濃度を高く維持し、流水量を多くして環境条件を良好に保つことで早い成長になるものと思われる。

止水飼育によるウバカイ、チョウセンハマグリの種苗生産で *Pavlova lutheri* を餌料として与える場合8万細胞/ml以上の給餌を続ける飼育では斃死貝が認められることが経験されている。間欠的給餌飼育方法の場合には、翌日の残餌がないように給餌量を漸増させる餌料管理を行ってきたが、流水連続給餌飼育で高い餌料濃度を維持することは斃死の危険を大きくするとともに餌料の損失を大きくすることにつながる。一方、ウバカイの濾水量は成長にともない著しく増大することが知られており(茨城水試 1991b)、今後稚貝のサイズに応じた適正な餌料濃度、流水量、総給餌量(摂餌量)を明らかにする必要があるものと考え

られた。

### 参考文献

- 1) 茨城県水産試験場 (1991 a). 平成 2 年度水産業特定研究開発促進事業, 二枚貝餌料開発研究報告書 (ウバカイ・チョウセンハマグリ).
- 2) 児玉 正碩・蔀 伸一 (1984). ホッキガイの種苗生産について, 昭和58年度東北ブロック増養殖研究連絡会議報告書.
- 3) 茨城県水産試験場 (1991 b). 平成 2 年度地域特産種増殖技術開発事業報告書.