

放流技術開発事業基礎技術開発調査（イセエビ）－Ⅰ

適正種苗開発〈イセエビ種苗生産技術開発〉

松田 浩一・竹内 泰介

1. 初期幼生の飼育技術開発

1) エネルギー効率を指標とした飼育適水温の検討

目的

数段階での水温における初期フィロゾーマ幼生のエネルギー効率を調査し、エネルギー効率の高い飼育水温を明らかにする。

方法

ふ化幼生を 20℃、22℃、24℃、26℃ の 4 水温で 5 令まで 100ml ガラス容器を用いて個別に飼育し、その間の成長量、摂餌量を調査した。試験に供した幼生数は、各水温で 14 個体である。飼育期間中の日長時間は 12 時間に設定した。飼育時の餌料はアルテミア（ノープリウス）を用い、フィロゾーマ幼生によるアルテミア摂餌数を毎日計数して各令における総摂餌数を算定した。水温別酸素消費量の測定は、40 ℓ 水槽において流水で予備飼育していた幼生を用いて、1 令から 5 令までの各令で 1～2 回、ウォーターボトル法で行った。幼生の体長と乾燥重量の関係については、平成10年度の調査（平成10年度三重水技事業報告）で求めたものを用いた。幼生の炭素含有率、及びアルテミア 1 個体当たりの乾燥重量、炭素含有率はそれぞれ 37.3%、2.42 μg、48.8% を用いた（平成 8 年度三重水技事業報告）。これらのデータを用いて炭素分の収支をもとにした幼生の同化効率（摂餌により取り込んだエネルギーのうち、成長及び代謝に費やされたエネルギーの割合）、成長効率（摂餌により取り込んだエネルギーのうち、成長に費やされたエネルギーの割合）を算定した。同化効率（F）、成長効率（K）は以下の算定式で求めた。

$$F = (G+R) \times 100 / I$$

$$K = G \times 100 / I,$$

I：摂餌により取り込んだ炭素分

G：成長に用いた炭素分

R：呼吸に用いた炭素分

なお、脱皮にかかる炭素分については考慮に入れなかった。

結果

生残状況はいずれの水温でも良好であり、水温間で差がなかった。摂餌量においても水温の影響は見られず、1 令から 4 令における各令の総摂餌量は水温にかかわらず一定となった（図 1）。5 令の体長は水温が高いほど大きい傾向があった（図 2）。

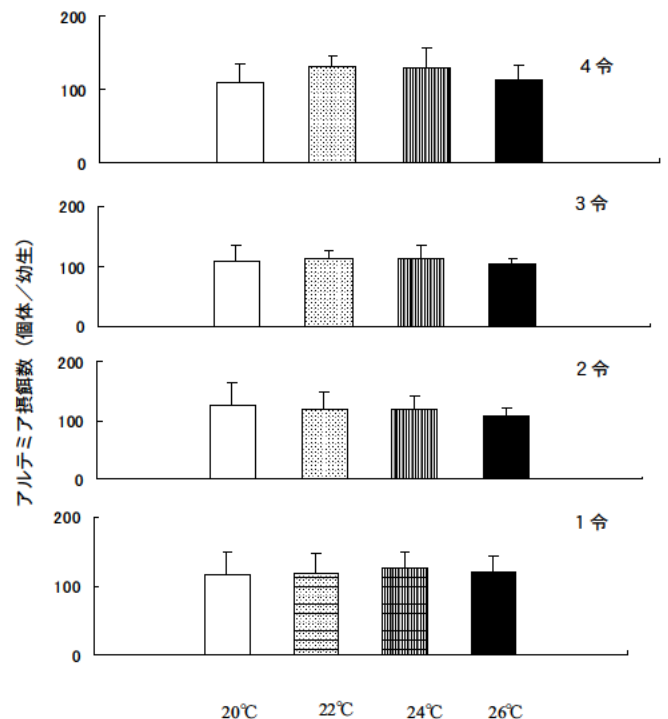


図 1 各水温における令別のアルテミア摂餌数

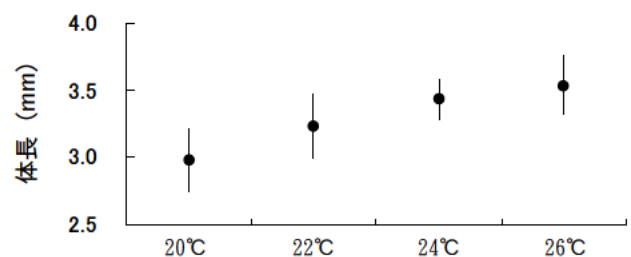


図 2 各水温における 5 令幼生の体長

1令から4令における各令の期間は水温が高いほど短く、20℃における各令の期間は26℃の約2倍であった(図3)。各令での総酸素消費量は24℃、26℃で差がなく、これらより22℃、20℃の順で多くなった(図4)。

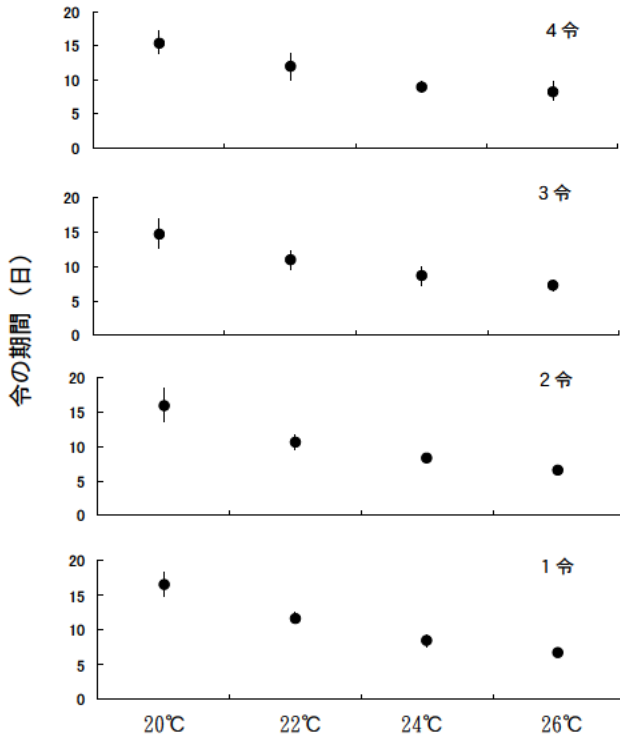


図3 各水温における令別の期間

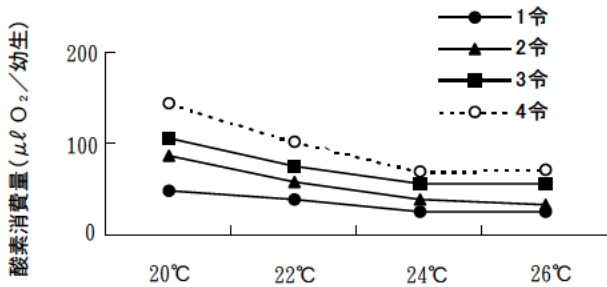


図4 各水温における令別の酸素消費量

各水温における同化効率、成長効率算定結果を図5に示した。同化効率は22℃、24℃、26℃で差がなく、20℃で大きかった。令間の比較では、令が進むほど同化効率は大きくなった。成長効率は、26℃でもっとも大きく、水温が低下するにしたがって低下した。また、同一水温内では、成長に従って成長効率が大きくなる傾向があった。成長効率が大きいほど飼育条件として適当であると考えられるので、初期幼生の飼育水温としては26℃が適当と判断された。

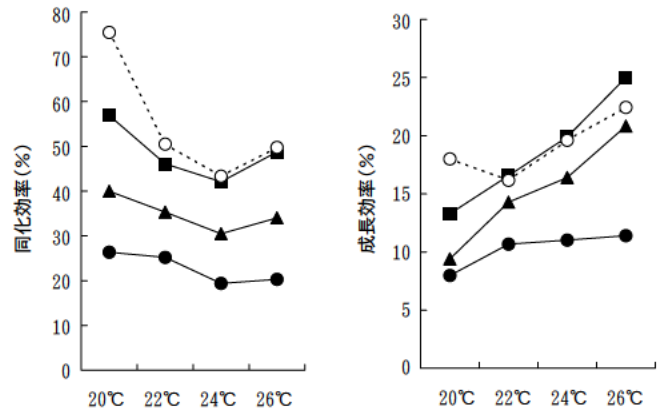


図5 各水温における令別の同化効率、成長効率 (●: 1令, ▲: 2令, ■: 3令, ○: 4令)

2) 注水量の検討

目的

初期フィロゾーマ幼生の流水飼育時における適注水量を明らかにするため、注水量が幼生の生残、成長に及ぼす影響について調査した。

方法

試験に用いた飼育水槽は日本栽培漁業協会型40ℓアクリルボウル水槽(以下、日裁協式水槽)であり、設定した注水量は1時間当たり0.2回転(8ℓ)、0.5回転(20ℓ)、0.7回転(28ℓ)、1回転(40ℓ)の4条件である。各試験区で2水槽用い、それぞれの水槽にふ化幼生を400個体収容して5令になるまで飼育を行った。餌料としてアルテミア(ノープリウス)を用い、各条件とも2個体/mlの密度で投与した。飼育水温は26℃に設定し、日長時間は12時間とした。

結果

各試験区2水槽の試験終了時における生残率、5令の平均体長、5令へ到達したふ化後日数を表1に示した。生残率は、注水量が毎時1回転の飼育区で最も高く、注水量が減少するに従って低下する傾向が見られた。5令の体長、5令への到達日については、各試験区で差が見られなかった。以上のことから、日裁協式水槽を用いた1令から5令までの幼生飼育時の注水量としては、実験設定の範囲内では毎時1回転が最も適当であると考えられた。

表1 注水量試験結果の概要

	注水量(回転/時間)							
	0.2		0.5		0.7		1.0	
	No. 1	No.2	No. 1	No.2	No. 1	No.2	No. 1	No.2
生残率(%)	74.8	53.3	81.5	72.0	87.8	75.5	90.8	98.0
5令の平均体長(mm)	3.71	3.57	3.59	3.64	3.65	3.69	3.68	3.63
平均5令到達日(日)	32.1	32.2	31.9	31.9	32.2	32.2	32.6	33.0

2. 中後期幼生の飼育技術開発

1) ムラサキイガイ生殖腺の投与量試験

目的

流水飼育時におけるムラサキイガイ（以下、イガイ）生殖腺投与量の違いが中期幼生の成長、生残に及ぼす影響を調査し、中期幼生へのイガイ生殖腺適投与量を明らかにする。

方法

設定した試験区は、1mm³程度に細かく切ったイガイ生殖腺の投与量を、2日に1度50粒(1区)、毎日50粒(2区)、毎日100粒(3区)、毎日200粒(4区)とした4区である。用いた幼生は平均体長8.2mmのものであり、各試験区とも日裁協式水槽に50個体を収容し、77日間飼育した。なお、水温は24℃に設定し、各条件ともイガイ生殖腺の他に約2週間培養したアルテミアを毎日0.2個体/m^lの密度で投与した。

結果

結果の概要を表2に示した。飼育開始後54日目までは各試験区の幼生の体長に差が見られなかった。試験終了時の77日目においても1区から3区で差は見られなかったが、4区では1区、2区と比べて大きかった。生残では、54日目、及び77日目の調査で4区の生残率が他区より低下しており、その他の区では差がなかった。飼育水

槽の底面の汚れの程度は、イガイ生殖腺投与量が多いほど大きかった。4区の生残率が他区より劣った原因は不明であるが、4区の飼育水槽の汚れと関係がある可能性が考えられた。以上のことから、体長8~10mm程度の幼生50個体程度を日裁協式水槽で飼育する場合のイガイ生殖腺投与量としては、飼育成績に悪影響が見られず、かつ飼育水槽の汚れが少ない2日に50粒の投与量が最も適当と判断された。

2) 飼育水槽形状試験

目的

流水飼育での量的飼育に適した飼育水槽を開発するため、2種類の水槽で幼生を飼育し、幼生飼育に必要な水槽の条件について検討した。

方法

用いた水槽は、従来の日裁協式水槽と平成10年度に当センターが作成した新型水槽（以下、三重県式水槽）である。両水槽の水量はともに30ℓとした。水槽の底面積は三重県式水槽で0.3m²であるのに対して、日裁協式水槽では0.075m²と三重県式水槽の方が4倍広く、それに関連して水深は三重県式水槽で10cm、日裁協式水槽で30cmと、三重県式水槽ではかなり水深が浅くなっているのが特徴である。試験に供した幼生は平均体長4.2mmのもので、水槽毎に200個体を収容し約1ヶ月間飼育した。注水量は両水槽とも1時間当たり60ℓ、餌料にはアルテミアとイガイ生殖腺を併用し、水温は26℃とした。両水槽の飼育成績の比較は、生残率、幼生の体長のほか、1個体あたりの胸脚の欠如数を算定して行った。

結果

試験終了時における三重県式水槽及び日裁協式水槽の生残率、幼生の体長には差が見られなかったが、1個体

表2 ムラサキイガイ生殖腺投与量試験結果の概要

	2日に50粒(1区)		毎日50粒(2区)		毎日100粒(3区)		毎日200粒(4区)	
	体長(mm)	生残率(%)	体長(mm)	生残率(%)	体長(mm)	生残率(%)	体長(mm)	生残率(%)
開始時	8.2±0.6	100	8.2±0.6	100	8.2±0.6	100	8.2±0.6	100
32日目	9.7±1.1	90	9.8±0.8	88	9.8±0.5	90	9.8±0.8	84
54日目	10.7±0.8	86	10.7±1.0	88	10.9±1.1	84	11.3±0.7	70
77日目	11.0±1.0	84	11.5±0.8	88	11.8±1.0	84	12.5±0.9	64

当たりの胸脚欠如数は三重県式水槽で平均 1.0 本であったのに対し、日裁協式水槽では平均 2.3 本と、三重県式水槽の方が少なかった(表 3)。胸脚の欠如は摂餌能力の低下を招くことから、胸脚の欠如が少ない飼育方法の開発が必要と考えられる。従って、容量が同じであっても、水槽底面積が広い水槽のほうが狭い水槽より飼育水槽として適していると判断された。

表 3 飼育水槽形状試験の結果概要

	日裁協式水槽	三重県式水槽
生残率(%)	91.5	90.0
体長(mm)	7.5±1.4	7.6±0.5
胸脚欠如数(本)	2.3±1.4	1.0±1.2

3) アルテミアの栄養強化法の検討

目 的

現在、フィロゾーマ幼生の飼育時の餌料にはアルテミアとイガイ生殖腺を用いている。アルテミアについて、中後期幼生には珪藻の 1 種である *Phaeodactylum tricorutum* で 2~3 週間養成したものを投与しているが、この養成アルテミアの餌料価値は低く、それ単独では 1 脱皮当たりの成長量が少なく、良好な成長が得られない。従って、アルテミアの餌料価値を高めるため、2 種類のアルテミア栄養強化剤の効果について検討した。

方 法

試験に用いた栄養強化剤は DHA 強化を目的に販売されている、A 社製 a 剤と B 社製 b 剤の 2 種である。アルテミアの栄養強化は、規定の 2 倍量 (a 剤：海水 1 ℓ 中に 0.3 g, b 剤：海水 1 ℓ 中に 4mℓ) の栄養強化剤を混合した海水 5 ℓ にアルテミア 25,000 個体を 2 時間収容することにより行った。これら栄養強化処理したアルテミアと、処理を施さない対照としてのアルテミアを餌料として、止水式による幼生の飼育実験を行った。用いた幼生数は各試験区 7 個体であり、平均体長は 11.2mm であった。試験は 100mℓ のガラスカップを用いて、個別に幼生を収容して行った。すべての幼生において、試験開始後 4 回脱皮するまで飼育を継続し、その間の脱皮あたりの成長量、脱皮間隔を調査した。投与したアルテミアの体長は約 2~3 mm であり、試験中の餌料にはこれらのアルテミアを単独で用いた。給餌量は 1 カップ当たりアルテミア約 50 個体とした。

なお、これらの方法で栄養強化したアルテミアの脂質

含有量と、脂肪酸中に占める EPA と DHA の割合についての分析を、(財) 食品環境検査協会に委託して行った。アルテミアの分析は、栄養強化の過程の終了直後にサンプリングし、冷凍保存 (20℃) したものをを用いた。

結 果

飼育試験結果の概要を表 4 に示した。試験終了時の生残率、及び平均脱皮間隔には各区間で差が見られなかった。脱皮当たりの成長量は a 剤区で大きかった。従って、幼生の餌料としてアルテミアを用いる場合、a 剤を用いて栄養強化することが有効と考えられた。

アルテミアの体成分分析の結果、脂質含有量は対照のアルテミアで湿重量 100 g 中 0.6 g, a 剤強化アルテミアで同 0.8 g, b 剤強化アルテミアで 0.9 g であった。脂肪酸中の EPA と DHA 含有率については、DHA はいずれのアルテミアでも検出されず、EPA の含有率は対照のアルテミアで 18.8%, a 剤強化アルテミアで 22.9%, b 剤強化アルテミアで 18.7% と、a 剤強化アルテミアで大きかった。3 種類のアルテミアに含まれる EPA の絶対量は不明であるが、a 剤強化アルテミアを餌料として用いた幼生の 1 脱皮当たりの成長量が大きかったことと、このアルテミアの EPA 含有率が大きかったことには、何らかの関連がある可能性があると考えられた。

表 4 アルテミア栄養強化試験結果の概要

	対照区	a 剤区	b 剤区
開始時の体長(mm)	11.2±0.9	11.1±0.6	11.3±0.6
終了時の体長(mm)	12.4±0.8	12.8±0.5	12.7±0.5
生残率(%)	85.7	71.4	71.4
脱皮間隔(日)	15.1±2.4	15.6±2.9	15.3±2.6
脱皮当たりの成長量(mm)	0.39±0.17	0.53±0.15	0.44±0.12

4) ムラサキイガイ生殖腺の成分の変化

目 的

フィロゾーマ幼生飼育時の重要な餌料であるイガイ生殖腺成分を調査し、幼生の安定飼育のための基礎資料を収集する。

方 法

イガイの生殖腺を平成 11 年 11 月から平成 12 年 2 月まで月 1 回サンプリングし、水分、タンパク質、脂質、炭水化物の各含有量、及び脂肪酸中の高度不飽和脂肪酸 (アラキドン酸, EPA, DPA, DHA) 含有率を分析した。生殖腺のサンプリングは、餌として用いることが可能な状態のもの (過熟、及び産卵後で生殖腺が充実していな

いのを除いたもの)を選別して行った。生殖腺成分分析は、(財)食品環境検査協会に委託して行った。

結果

分析結果を図6, 7に示した。イガイ生殖腺の水分含有率は73.9~82.5%, タンパク質は10.2~14.9%, 炭水化物は1.7~5.6%, 脂質は1.9~3.6%であり, 11月では他の月と比較して若干水分含有率が低く, タンパク質含有率は高かった。高度不飽和脂肪酸含有率の調査結果においても, 調査月により各高度不飽和脂肪酸含有率の傾向に若干の違いがあったが, 一般にEPAとDHAの含有率が大きく, それぞれ全脂肪酸の15~25%を占めていた。なお, イガイ生殖腺をサンプリングした平成11年11月から平成12年2月の間のイセエビ幼生の飼育成績は概ね安定しており, イガイ生殖腺の成分の変化が飼育成績に影響を与えることはなかったと考えられる。

今回のイガイ生殖腺の成分分析結果と, 上記のアルテミア栄養強化試験で分析したフェオダクチラムでの培養によるアルテミアの成分分析結果とを比較すると, イガイ生殖腺は水分含有率が低く, 蛋白質含有率は高かった(アルテミアの水分含有率93%, 蛋白質3.8%)。EPAとDHAの合計の含有率についても, 上記のアルテミア分析結果と比較して比較してイガイ生殖腺のほうが高かった(アルテミアの含有率:EPA 18.8%, DHA 0%)。アルテミアよりイガイ生殖腺のほうが, 幼生に対する餌料価値が大きいことは, これら餌料の成分含有率の違いに関係がある可能性があると考えられた。

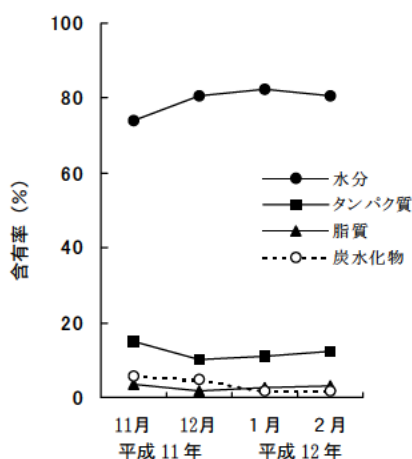


図6 ムラサキイガイ生殖腺構成成分量の推移

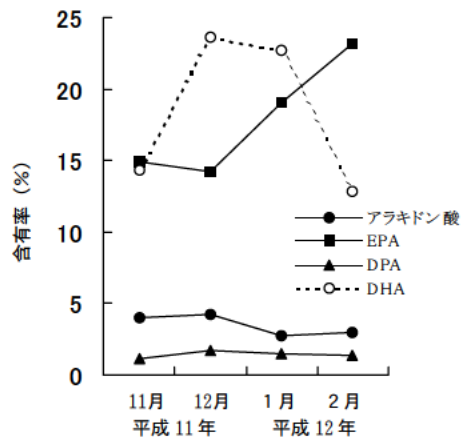


図7 ムラサキイガイ生殖腺脂肪酸中に占める各高度不飽和脂肪酸の割合の月別変化

関連報文

静岡県・三重県・徳島県・高知県 2000:平成7~11年度放流技術開発事業総括報告書(基礎技術開発グループ, イセエビ)