

# 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. 親エビの成熟コントロール試験 (成熟促進)

#### 目 的

これまでの試験から、イセエビ早期採卵のための成熟促進条件として、高水温に加えて日長時間の長期化が必要であることが分かった。しかし、日長時間をどの程度の長さで設定することが必要であるかについては不明である。従って、今年度は日長時間を数段階違えてイセエビの飼育を行い、日長時間の違いがイセエビの成熟に及ぼす影響について検討した。

#### 方 法

試験に用いたイセエビは、平成10年12月9日に志摩町和具市場に水揚げされたものの内の雌77個体、雄12個体である。当日の和具地先の水温は17℃、日長時間は約10時間(日の出6時48分、日没16時40分)と、一年を通じて最も短い時期であった。設定した試験区は4区であり、いずれの条件でも水温は25℃に統一し、日長時間が10時間(1日のうち明条件10時間、暗条件14時間:1区)、11.25時間(同明条件11.25時間、暗条件12.75時間:2区)、12.5時間(同明条件12.5時間、暗条件11.5時間:3区)、14時間(同明条件14時間、暗条件10時間:4区)の4段階設定した。試験開始時には雌9個体の生殖腺の状態を調査し、残りの雌68個体を4水槽(容量0.5kℓ)に各17個体と、雄についても3個体を各水槽に収容し、各設定条件で飼育を行った。試験開始の14日後、34日後、60日後に各試験区か3～5個体抽出して生殖腺の成熟状況を調査した。各調査時の生殖腺の成熟度(GI)は以下の計算式で求めた。

$$GI = (\text{生殖腺重量 g}) \times 10^5 / (\text{頭胸甲長 mm})^3$$

試験は3月23日(試験開始後104日目)で終了し、その際にも各試験区における生殖腺の成熟状況を調査した。

#### 結 果

表1に各調査時における各試験区のGIの推移を示した。試験開始時のイセエビのGIは $0.74 \pm 0.08$ であり、生殖腺は活動停止期にあると考えられた。試験開始の14日後、34日後の調査では、いずれの試験区でもGIに変化がなかった(平均 $0.49 \sim 0.63$ )。試験開始60日後の調査では、1区から3区までは試験開始時とほぼ同じGIであり(平均 $0.57 \sim 0.62$ )、生殖腺の色調も白色と成熟の進行が認められなかったが、4区では $3.16$ とかなりの生殖腺の発達が見られ、産卵直前と考えられる個体も認められた。その後、4区では試験開始後69日目に2個体、82日目と94日目に1個体づつ産卵が認められた。試験終了時の104日目の調査では、1区ではGIに変化が見られなかったが、2、3区では若干大きくなっており、特に3区では産卵が近いと考えられる個体も認められた。4区では産卵個体すべてにおいて再び生殖腺の成熟が認められ、2番仔の産卵をうかがわせた。

以上のことから、水温を25℃としてイセエビを飼育した場合、日長時間が10時間では成熟せず、11.25時間、12.5時間では成熟するもののその進行は遅く、14時間では成熟が速く進行することが分かった。したがって、イセエビの成熟を促進するには、日長時間を14時間程度に設定する必要があることが分かった。

表1 成熟コントロール試験における各試験区のGIの推移

試験区	試験開始時	14日後(N=5)	34日後(N=3)	60日後(N=4)	104日後(N=5)
1		$0.49 \pm 0.13$	$0.62 \pm 0.12$	$0.57 \pm 0.05$	$0.65 \pm 0.13$
2	$0.74 \pm 0.08$	$0.62 \pm 0.13$	$0.57 \pm 0.03$	$0.62 \pm 0.09$	$0.90 \pm 0.33$
3	(N=9)	$0.57 \pm 0.09$	$0.57 \pm 0.03$	$0.59 \pm 0.08$	$1.22 \pm 0.63$
4		$0.55 \pm 0.05$	$0.63 \pm 0.15$	$3.16 \pm 2.99$	$3.60 \pm 3.07$

## 2. 初期フィロゾーマの飼育技術開発

### 1) 40■アクリル水槽を用いた流水飼育におけるアルテミアの投与密度試験

#### 目的

中型水槽を用いた流水飼育におけるフィロゾーマ幼生への適正なアルテミア投与密度を検討する。

#### 方法

設定したアルテミア投与密度は、飼育水1ml当たりアルテミアノープリウス（体長0.65mm）を0.5個体投与する区（1区）、1個体投与する区（2区）、2個体投与する区（3区）、4個体投与する区（4区）の4条件である。各試験区とも40ℓ水槽2槽用い、それぞれの水槽にふ化直後のフィロゾーマ幼生400個体を収容し、試験を開始した。試験中の飼育方法は、アルテミアの投与密度以外は統一し、従来の方法に従った。

#### 結果

各試験区における各令での生残率を表2に示した。5令時点の生残率は、アルテミア投与密度が1個体/mlの2区でもっとも大きく平均81.8%、次いで密度が0.5個体

/mlの1区で73.6%、2個体/mlの3区で34.2%、4個体/mlの4区で11.7%であった。

各試験区における各令での体長を表3に示した。3令までは各試験区で差は認められないが、以降は3区、4区でやや大きく、1区、2区では小さかった。各試験区において、それぞれの令に到達した日令を表4に示した。5令になった日令は、3区と4区で小さく、2区、1区の順で遅くなった。以上のことから、3令までのアルテミアの適正な投与密度は0.5個体/mlであり、以降は生残を重視した場合1個体/ml、成長を重視した場合は2個体/mlとするのが良いと考えられた。

表2 アルテミアの投与密度試験における各試験区での生残率の推移

試験区	アルテミア密度 (inds./ml)	Tank No.	生残率(%)			
			2令	3令	4令	5令
1	0.5	No.1	84.5	83.8	82.3	74.3
		No.2	91.3	88.3	83.8	72.8
		合計	<b>87.9</b>	<b>86.1</b>	<b>83.1</b>	<b>73.6</b>
2	1.0	No.1	98.8	84.3	90.5	84.8
		No.2	96.5	93.5	88.5	78.8
		合計	<b>97.7</b>	<b>88.9</b>	<b>89.5</b>	<b>81.8</b>
3	2.0	No.1	86.3	83.8	55.5	43.3
		No.2	31.3	30.3	28.3	25.0
		合計	<b>58.8</b>	<b>57.1</b>	<b>41.9</b>	<b>34.2</b>
4	4.0	No.1	27.3	15.0	5.0	5.0
		No.2	27.8	21.8	19.8	18.3
		合計	<b>27.6</b>	<b>18.4</b>	<b>12.4</b>	<b>11.7</b>

表3 アルテミアの投与密度試験における各試験区での体長

試験区	アルテミア密度 (inds./ml)	Tank No.	体長(平均 ± 標準偏差) (mm)				
			1令	2令	3令	4令	5令
1	0.5	No.1		2.04±0.04	2.63±0.08	3.15±0.08	3.60±0.10
		No.2		2.06±0.04	2.64±0.08	3.06±0.12	3.51±0.12
		合計		<b>2.05±0.04</b>	<b>2.63±0.08</b>	<b>3.11±0.11</b>	<b>3.55±0.12</b>
2	1.0	No.1	1.53±0.03	2.04±0.04	2.61±0.06	3.18±0.09	3.60±0.13
		No.2		2.06±0.04	2.61±0.08	3.15±0.11	3.64±0.13
		合計		<b>2.05±0.04</b>	<b>2.61±0.07</b>	<b>3.16±0.10</b>	<b>3.62±0.13</b>
3	2.0	No.1		2.06±0.05	2.65±0.07	3.25±0.08	3.80±0.12
		No.2		2.07±0.05	2.65±0.07	3.24±0.10	3.82±0.13
		合計		<b>2.07±0.05</b>	<b>2.65±0.07</b>	<b>3.24±0.09</b>	<b>3.81±0.12</b>
4	4.0	No.1		2.03±0.05	2.62±0.10	3.17±0.13	3.71±0.16
		No.2		2.06±0.04	2.64±0.08	3.19±0.10	3.76±0.14
		合計		<b>2.05±0.06</b>	<b>2.63±0.09</b>	<b>3.18±0.12</b>	<b>3.74±0.15</b>

表4 アルテミアの投与密度試験の各試験区において各令に到達した日令

試験区	アルテミア密度 (inds./ml)	Tank No.	日令			
			2令	3令	4令	5令
1	0.5	No.1	7.99±0.40	14.68±0.64	22.19±1.17	31.31±1.81
		No.2	7.95±0.42	14.56±0.66	22.23±1.30	31.43±1.84
		合計	<b>7.97±0.41</b>	<b>14.62±0.65</b>	<b>22.21±1.23</b>	<b>31.37±1.82</b>
2	1.0	No.1	8.00±0.35	14.52±0.64	21.28±0.96	30.19±1.65
		No.2	7.97±0.44	14.45±0.68	21.45±0.92	30.11±1.64
		合計	<b>7.98±0.40</b>	<b>14.49±0.66</b>	<b>21.36±1.02</b>	<b>30.15±1.64</b>
3	2.0	No.1	7.92±0.53	14.25±0.66	20.88±0.92	28.47±1.59
		No.2	8.02±0.53	14.31±0.70	20.91±0.96	28.59±1.43
		合計	<b>7.95±0.53</b>	<b>14.27±0.67</b>	<b>20.88±0.93</b>	<b>28.52±1.53</b>
4	4.0	No.1	8.01±0.57	14.24±0.85	20.46±1.00	27.95±1.19
		No.2	7.79±0.71	14.09±0.78	20.63±0.99	28.14±1.08
		合計	<b>7.88±0.66</b>	<b>14.16±0.81</b>	<b>20.57±1.00</b>	<b>28.09±1.10</b>

## 2) フィロゾーマ幼生の摂餌、成長に及ぼす水温の影響 目的

水温条件を変えた場合のエネルギー効率を明らかにするために、20~26℃の水温におけるフィロゾーマ幼生の成長及び摂餌量について調査する。

### 方法

設定した水温は、20℃、22℃、24℃、26℃の4条件である。用いたフィロゾーマ幼生は、7月1日にふ化したもので、各水温で5個体を個別で1令から5令まで飼育した。飼育に用いた水槽は100mlのガラス製蒸発皿で、そこに20mlの海水を飼育水として入れた。各水槽には餌料としてアルテミアのノープリウスを飼育水1ml当たり4個体になるように入れた。すべての個体において各令における体長、期間を記録した。飼育水は毎朝全量を交換し、その際にアルテミアの残数を計数し、摂餌量を算定した。

### 結果

表5に各飼育条件におけるフィロゾーマ幼生の体長、各令の期間、摂餌数を示した。体長は水温が高いほど大きく、また令の期間は水温が高いほど短くなった。摂餌数は水温による差は見られなかった。以上のことから、フィロゾーマ幼生の飼育水温として、設定した4条件の中では26℃が最も優れていると考えられた。

表5 水温別飼育試験の結果

		水温			
		20℃	22℃	24℃	26℃
体長 (mm)	1令	1.49±0.02	1.50±0.04	1.54±0.02	1.52±0.03
	2令	1.81±0.05	1.91±0.04	2.01±0.05	1.99±0.02
	3令	2.11±0.08	2.36±0.05	2.36±0.05	2.57±0.03
	4令	2.42±0.15	2.79±0.10	2.79±0.10	3.09±0.05
	5令	2.78±0.14	3.15±0.17	3.15±0.17	3.50±0.13
期間 (日)	1令	16.60±0.55	12.00±0.71	9.20±0.45	7.00±0.00
	2令	15.50±0.58	10.20±0.45	8.50±0.58	7.00±0.00
	3令	15.25±1.89	11.00±0.71	8.75±0.50	7.40±0.55
	4令	16.67±0.58	12.00±1.41	9.50±0.58	8.80±1.48
摂餌数 (個体)	1令	130.0±19.1	131.5±21.7	138.7±21.2	137.5±9.7
	2令	120.1±23.4	125.3±16.1	119.4±35.0	110.5±11.3
	3令	98.3±26.1	107.6±6.6	105.3±9.6	98.8±8.6
	4令	98.2±9.4	122.6±14.3	115.6±16.6	101.9±14.9

## 3. 中後期フィロゾーマの飼育技術開発

### 1) アルテミアのサイズ試験

#### 目的

2種類のサイズのアルテミアをフィロゾーマ幼生に投与し、フィロゾーマ幼生の摂餌量および成長を調査することにより、アルテミアの適切な投与サイズを明らかにする。

#### 方法

設定した試験区は4区で、体長2.6mmのアルテミアとムラサキイガイの生殖腺を与える区(1区)、体長5.2mmのアルテミアとムラサキイガイの生殖腺を与える区(2区)、体長5.2mmのアルテミアのみを与える区(3区)、ムラサキイガイの生殖腺のみを与える区(4区)である。飼育試験に用いたフィロゾーマ幼生は、40ℓ水槽で流水飼育していたもののうちの20個体で、試験開始時の体長は平均7.8mm、日令は102であった。試験時の飼育は、120mlガラスカップを用いて止水で行い、飼育水温は26℃に設定した。アルテミアの投与量は、アルテミア単独区(3区)で飼育水100ml当たりアルテミア乾燥重量を2.5mg、イガイとの併用区(1区と2区)ではその半分量の1.2mgとなるように設定し、イガイについては単独区(4区)で各水槽4粒、併用区(1区と2区)では2粒とした。試験期間中は、すべての個体で各脱皮後の体長、脱皮間隔を記録するとともに、試験期間中に6回、アルテミアとイガイの残餌量を調べて摂餌量を算出した。試験は各個体が始後3回脱皮した時点で終了した。

#### 結果

試験終了時の各試験区の生残数は、1区と2区で5(生残率100%)、3区と4区で4(生残率80%)であり、試験区による差は認められなかった。表6に各試験区における各脱皮後の体長、および脱皮間隔を示した。体長では3、4区で若干小さく、脱皮間隔では1区で他区と比較して短かった。1日当たりの平均摂餌量は、1区でイガイ0.7個、アルテミア189.3mgDW、2区でイガイ1.1個、アルテミア460.0mgDW、3区でアルテミア654.4mgDW、4区でイガイ1.1個であった。従って、アルテミアのサイズは大きいほうが摂餌量は多くなることが明らかとなった。しかし、アルテミアの摂餌量の多さが直接成長の大きさに結びつくことはなかった。この理由として、大きなアルテミアを与えることによる飼育水の悪化や、栄養価の変化等が考えられた。また、餌料としてアルテミア、イガイを単独で投与するよりこれらの餌料を併用して与えたほうが成長は良かった。

表6 アルテミアのサイズ試験における各試験区のフィロゾーマ幼生の体長, 脱皮間隔, 摂餌量

	1区	2区	3区	4区
体長(mm)				
開始時	7.72±0.89	7.74±1.17	7.79±1.17	7.89±1.07
脱皮1回後	8.47±0.91	8.44±1.07	8.45±1.07	8.60±1.13
脱皮2回後	9.36±0.96	9.29±1.05	8.91±1.05	9.38±1.39
脱皮3回後	10.20±1.01	10.15±1.16	9.43±1.25	9.96±1.46
脱皮間隔(日)				
脱皮1→2	10.20±1.10	12.60±1.14	14.00±1.22	13.00±0.82
脱皮2→3	10.60±1.14	12.40±1.52	13.00±1.41	15.50±3.70
摂餌量(1日あたり)				
イガイ	0.7個	1.1個	—	1.1個
アルテミア	189.3mgDW	460.0mgDW	654.4mgDW	—

## 2) 流水式水槽の検討

### 目的

流水飼育の際の飼育水槽の交換を容易にすることを目的に水槽を考案し, その効果を調べた。また, 考案した水槽への適切な注水量を把握するため, 注水量を2通り設定し, 生残・成長に及ぼす影響についても併せて検討した。

### 方法

図1の水槽をフィロゾーマ幼生の飼育に用いた。水槽の容量は約25ℓである。飼育は10月15日から実施した。40ℓ円形アクリル水槽で飼育していた59個体(平均体長9.90±1.01mm)を2群に分け, 新型水槽2槽に収容した。注水は各水槽で2ヶ所から行い, 注水量は1水槽(以後A水槽)では2ℓ/分, 他方(同B水槽)はその半分の1ℓ/分とした。餌料はアルテミアとムラサキイガイの生殖腺を用い, 水温は24℃とした。水槽の交換は1週間に2度行った。水槽の交換は, 別に用意した2つの水槽を各飼育水槽にジョイントさせた後に仕切板をとり,

光条件をコントロールしてフィロゾーマ幼生を新しい水槽へ移動させた後, 再び仕切板をすることにより行った。試験は11月16日までの1ヶ月間行った。

### 結果

飼育期間中は, A, B水槽ともにフィロゾーマ幼生の遊泳毛や触覚の腐敗によるへい死が多く見られ, 終了時の生残数は, A水槽で16個体(生残率55.2%), B水槽では14個体(生残率46.7%)と, ともに生残率は低かった。試験終了時の体長は, A水槽で12.05±1.27mm, B水槽で11.39±0.65mmであった。このことから, 換水率が大きいほうが若干飼育成績は良いと判断された。

試験終了後は, A, B水槽のフィロゾーマのうち比較的状态が良いもの27個体を1水槽に収容し, A水槽の条件で飼育を継続した。5月31日現在で27個体中10個体がプエルルスに変態し, フィロゾーマ幼生として10個体が生残しており, 生残率の高さ, プエルルスへの変態状況から判断して, この水槽はフィロゾーマ幼生の飼育に有効であると考えられた。

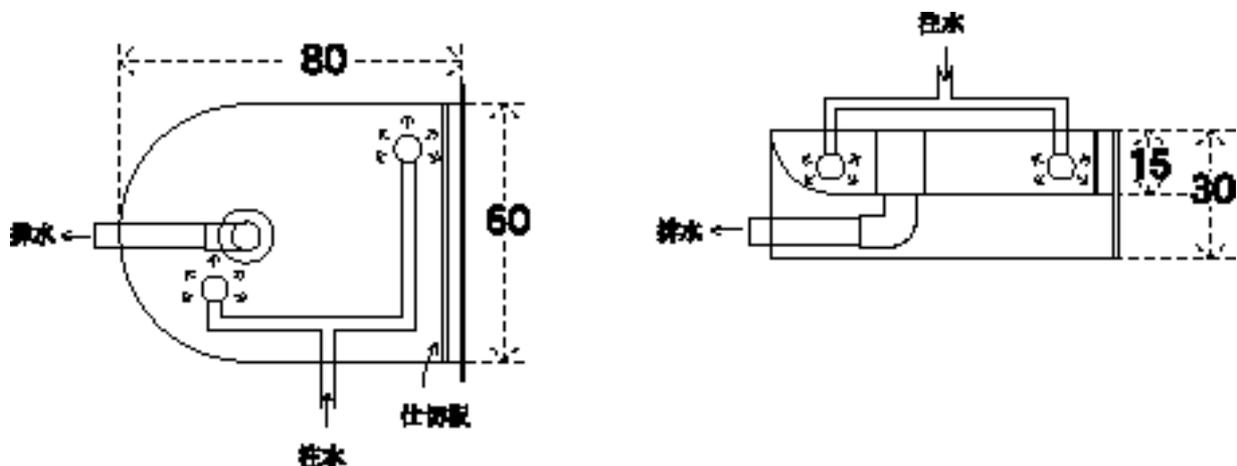


図1 流水飼育に用いる新型水槽(単位はcm)

#### 4. フィロゾーマ期全般

##### 1) 日長時間が脱皮時刻、成長に及ぼす影響

###### 目的

フィロゾーマ幼生飼育の際の日長時間を3条件設定し、脱皮時刻の変化を調査するとともに、日長時間の違いがフィロゾーマ幼生の成長に及ぼす影響についても合わせて調査した。

###### 方法

設定した日長時間は、実験室の蛍光灯を8時30分から20時30分まで点灯する12時間（1区）、10時30分から20時30分まで点灯する10時間（2区）、8時30分から22時30分まで点灯する14時間（3区）の3段階である。点灯時の照度は150~300lxとした。実験に用いたフィロゾーマ幼生は、7月27日にふ化したものの内の30個体で、7令になるまで1区の日長時間のもとで飼育し、全個体が7令になった9月14日に各日長条件に10個体ずつ移して試験を開始した。試験中の飼育の方法は昨年度の試験と同じである。

###### 結果

5月31日現在の各試験区におけるプエルルス幼生への変態数は、1区及び3区で各3個体、2区で1個体であり、またフィロゾーマ幼生として1区で2個体、2区で5個体、3区で2個体生残している。このことから、いずれの試験区においても生残状況は良好であり、試験区による差は認められないが、変態数では2区でやや劣ると考えられる。

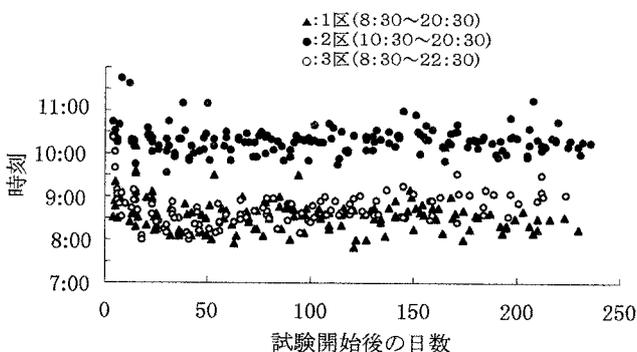


図2 各試験区における脱皮時刻

試験で設定した日長条件に移す前の脱皮は、8時28分から9時00分に起こっていた。各条件に移した後においても、8時30分に電灯が点灯する1区、3区で脱皮時刻にほとんど変化が見られず、一方10時30分に点灯する2区ではすみやかに10時30分の点灯前後に脱皮を行うようになった（図2）。従って、フィロゾーマ幼生は日長時間にかかわらず、いずれの条件でも蛍光灯の点灯時に脱皮を行うことが分かった。

表7に10令、15令、18令、21令、24令時の体長及び、それぞれの令期間を示した。1区でやや体長が大きいものの、各試験区間で一定の傾向が見られないことから設定した範囲内の日長時間ではフィロゾーマ幼生の成長に違いがないと考えられる。

表7 日長試験における各試験区の体長及び令の期間

	1区(8:30~20:30)	2区(10:30~20:30)	3区(8:30~22:30)
体長(mm)			
7令	5.2±0.3	5.1±0.2	5.2±0.3
10令	7.7±0.4	7.5±0.7	7.5±0.8
15令	11.5±0.9	11.2±1.2	11.4±1.4
18令	14.5±1.2	13.5±1.4	13.9±1.7
21令	18.0±2.7	16.1±1.6	16.8±2.3
24令	22.8±4.6	20.4±2.7	20.9±3.6
期間(日)			
10令	11.6±1.7	9.5±1.2	10.3±0.9
15令	11.8±1.2	11.7±1.4	11.9±1.1
18令	11.9±0.7	12.0±1.1	12.3±1.0
21令	13.0±1.7	13.0±1.1	13.9±2.0
24令	13.0±1.3	12.9±1.1	13.3±1.5

##### 2) フィロゾーマ幼生の湿重量、乾燥重量の測定

###### 目的

フィロゾーマ幼生の成長の特徴を捉えるとともに、エネルギー収支などの算定するうえで重要な資料となるフィロゾーマ幼生の体長と湿重量、乾燥重量の関係を明らかにする。

###### 方法

平成10年7月27日にふ化したフィロゾーマ幼生のうち2,000個体を40ℓアクリル水槽2槽に収容し、流水式で飼育を行った。飼育方法は昨年までの方法に準じた。湿重量、乾燥重量の測定は、フィロゾーマ幼生が5令になるまでは、各令で2~3回（各回1令で150個体、2令で120個体、3令で90個体、4令で60個体、5令で30個体）、その後日令150までは1週間に1度5個体、日令150以降は1~2週間に1度3個体をサンプリングして行った。湿重量の測定は、フィロゾーマ幼生を3.5%蟻酸アンモニウムで2度洗浄した後、ろ紙で水分を除去し、あらかじめ秤量してあったアルミニウム皿に載せて行った。乾

乾燥量の測定は、湿重量の測定後、60℃のオーブン中に24時間保持して完全に乾燥させた後、デシケーター中に置き、室温になるのを待って行った。

### 結果

飼育開始から5月31日までの間に、体長1.5mmから25.6mmまでのフィロゾーマ幼生の湿重量、乾燥重量を測定した。それらと体長との関係を図3に示した。これらの関係は以下の式に表わされる。

$$\text{湿重量} (\mu\text{g}) = 66.263 \times \text{体長}^{2.2253} \quad (R^2=0.993)$$

$$\text{乾燥重量} (\mu\text{g}) = 20.084 \times \text{体長}^{2.2164} \quad (R^2=0.989)$$

フィロゾーマ幼生の水分含有率は図4に示した。水分含有率は個体差が多少見られ、60~80%程度となっている。アサヒカニ幼生の水分含有率の変化で見られているように、これは脱皮直後では水分含有率が大きく、次第に水分含有率が小さくなるという令内での変化が原因していると考えられる。

### 関連報文

静岡県・三重県・徳島県・高知県 1999：平成10年度放流技術開発事業報告書（基礎技術開発グループ）

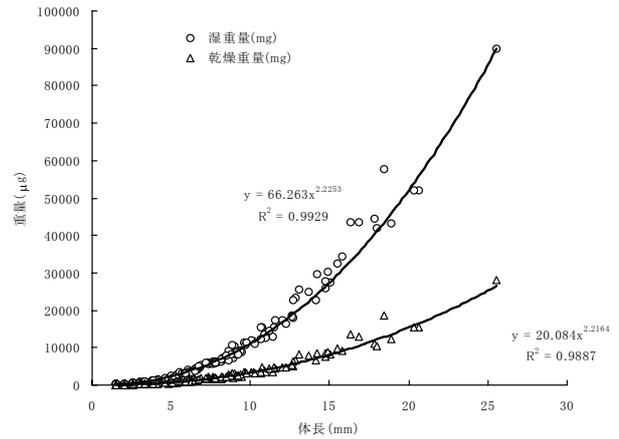


図3 フィロゾーマ幼生の体長と湿重量、乾燥重量の関係

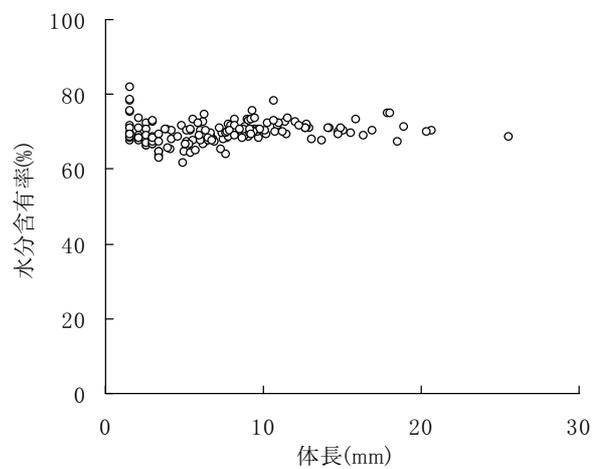


図4 水分含有率の推移