

1 魚類増殖技術試験

(1) かんすい種苗生産研究

ミルクイ種苗生産

鯉江秀亮・田中健二

山田 智

目 的

昨年度は、*Cheatocecos* sp と *Nanno - chroloopsis oculata* の混合比 1 : 4 で給餌することにより比較的安定したミルクイ沈着初期稚魚を得ることができた。ナンノクロロプシスはキートセロスに比べ培養が容易で屋外での大量培養が可能である。そこで“キートセロスの使用量をどれだけナンノクロロプシスに置き換えることができるか”を調べるため、キートセロスとナンノクロロプシスの混合比を変え、ミルクイの成長、生残に差異があるかどうかを調べた。また、市販の濃縮淡水クロレラ（日本クロレラ製造）を使用してナンノクロロプシスとの比較を行った。

材料及び方法

1 親 貝

親貝は、平成 2 年 10 月 24 日に篠島地先で採取されたもので、25 日から切開するまでの間、砂濾過海水により、完全混合流れ理論 (backmix flow) で、0.6 の換水率になるように流水飼育し、飼育水の餌料濃度がキートセロスを 1,000 cells/ml、ナンノクロロプシスを 40,000 cells/ml になるように定量ポンプで給餌した。

2 採卵と採精

採卵と採精は 10 月 30 日に切開法により行った。試験に用いた雌は殻長 12.3 cm、体重 462.7 g、卵を 8,640 万粒有していた。

雄については殻長 13.1 cm ~ 14.0 cm、体重 434.4 ~ 677.0 g の 3 個体であり、得られた卵を混合して使った。

3 試 験

試験区は表 1 に示すように給餌におけるキートセロスとナンノクロロプシスの混合比を変えることにより 5 区設定した。使用した水槽はすべて FRP 1 m³ 水槽で、受精卵の収容は各水槽ともその密度が 10 inds/ml になるようにした。通気は直径 5 cm 丸型エアーストーン 4 個を使い、受精後 2 日から 5 日まで 0.6 l/min で行い、6 日から 1.6 l/min と強くした。また、換水は受精後 6 日から精密濾過海水により換水率 0.6 となるように行った。給餌量については表 1 に示すように成長に応じて増量した。

サンプリングは昨年と同様に柱状サンプリング法にて行い、幼生の密度と大きさを測定した。残餌は蛍光光度計（ターナーデザイン社 10 型）を使用し、DC MU 法¹⁾により測定し、ミルクイは無選択に海水中の懸濁物を取り込んでいると考えて、予め試験区と同様なキートセロスとナンノクロロプシスの混合比についての検量曲線をつくり、細胞数に読みかえた。その計算式は表 2 に示す通りである。

表1 *Chaetoceros* sp. と *Nannochloropsis oculata* の混合比と給餌量

試験区	細胞数比		給餌密度 (cells/ml)					
	Cheato:Nanno		受精後日数					
	Cheato:*クロレラ(5)	2~3	4~5	6~10	11~15	16~		
1	1 : 10	1,000 : 10,000	2,000 : 20,000	4,000 : 40,000	6,000 : 60,000	8,000 : 80,000		
2	1 : 100	100 : 10,000	200 : 20,000	400 : 40,000	600 : 60,000	800 : 80,000		
3	1 : 1,000	10 : 10,000	20 : 20,000	40 : 40,000	60 : 60,000	80 : 80,000		
4	0 : 1	10,000	20,000	40,000	60,000	80,000		
5	1 : *10	1,000:*10,000	2,000:*20,000	4,000:*40,000	6,000:*60,000	8,000:*80,000		

(* 試験区5のクロレラは淡水濃縮クロレラ)

表2 ターナー計測値から細胞数への変換式

計算式	試験区	a	b
Y = aX + b	1	1.567E+06	3939.98
	2	2.853E+06	3176.27
Y : 細胞数	3	3.234E+06	2588.41
X : ターナー値	4	3.956E+06	-2684.27
	5	1.694E+06	3990.07

結 果

1 飼育時における水温変化の様子は図1からわかるように15~20℃の間で激しく変動しながら推移した。特に受精後8~13日にかけては約3℃, 21~25日で約2.5℃変化し, 日間でも2℃に近い変化を示す時があった。

2 浮遊幼生密度

浮遊幼生の密度変化の様子を図2(右の図は修正指数曲線にあてはめた予測密度²⁾)に示した。密度については昨年と同様に初期の減少が著しかった。水槽別では, 試験区3が比較的高い密度で推移し, 試験区1は受精後16日頃から死亡する個体が多くなり他の水槽に比べ減少傾向が強くなった。また, 死亡個体が増えるにつれて水槽内の原生動物の数も増えた。

3 浮遊幼生の成長

図3が示すように浮遊幼生の成長については, 受精後16日頃までは試験区1の

成長が最もよく試験区5がそれについてよかった。しかし, その後殻長が約200μmになるにつれて成長量が減り, 他の試験区との差は少なくなった。また, 最も成長が悪かったのは試験区3であった。受精後1日から25日まで3日毎に約20個体の殻長を測定し, 単回帰分析をおこなった結果を表3に示した。これから判断しても, 試験区1, 5, 2, 4, 3の順で成長がよかった。

4 生残率

表4に生残率を示した。最も生残率が高かったのは試験区5で3, 2, 4, 1の順であった。

5 残 餌

蛍光光度計により測定して求めた残餌量の様子を図4に示した。それによればナンノクロロプシスのみとキートセロスの給餌量の少なかった試験区について残餌が多かった。

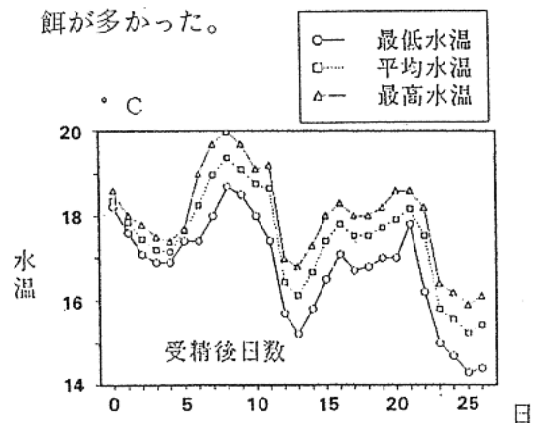


図1 飼育時の水温変化

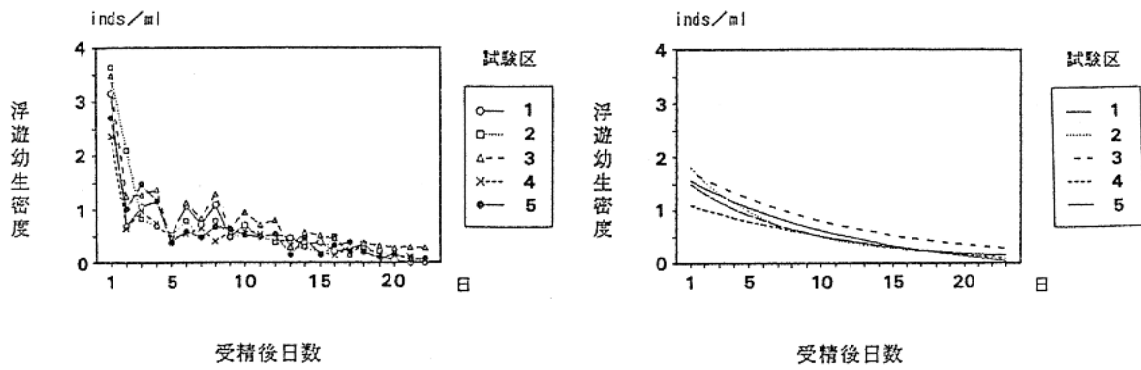


図2 浮遊幼生の密度変化

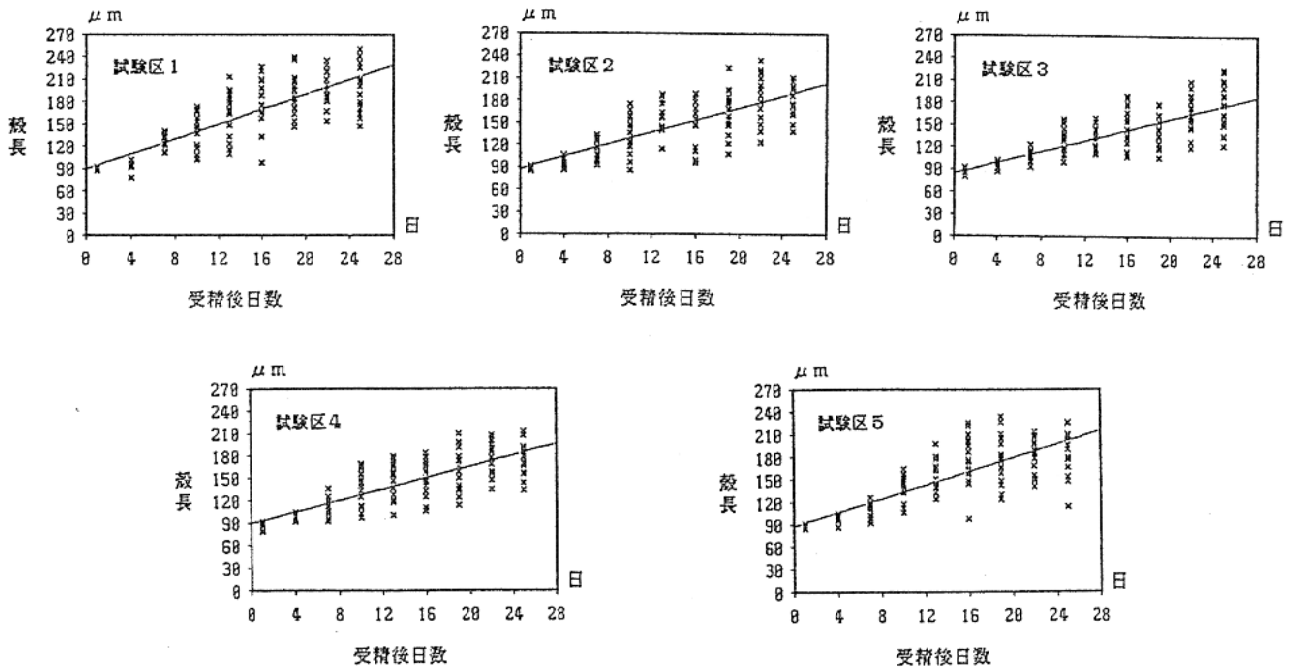


図3 各試験区についての成長の様子

表3 受精後日数と殻長の単回帰分析

回帰式	試験区	相関係数	a	b
$Y = aX + b$	1	0.846	4.98238	89.8067
	2	0.820	4.11407	87.3967
	3	0.832	3.68449	84.1527
	4	0.816	3.82124	89.4532
	5	0.835	4.56358	87.9606

表4 生残率

試験区	生残率
1	0.12%
2	0.39%
3	0.60%
4	0.12%
5	1.15%

収容卵数に対する生残率
(受精後27日)

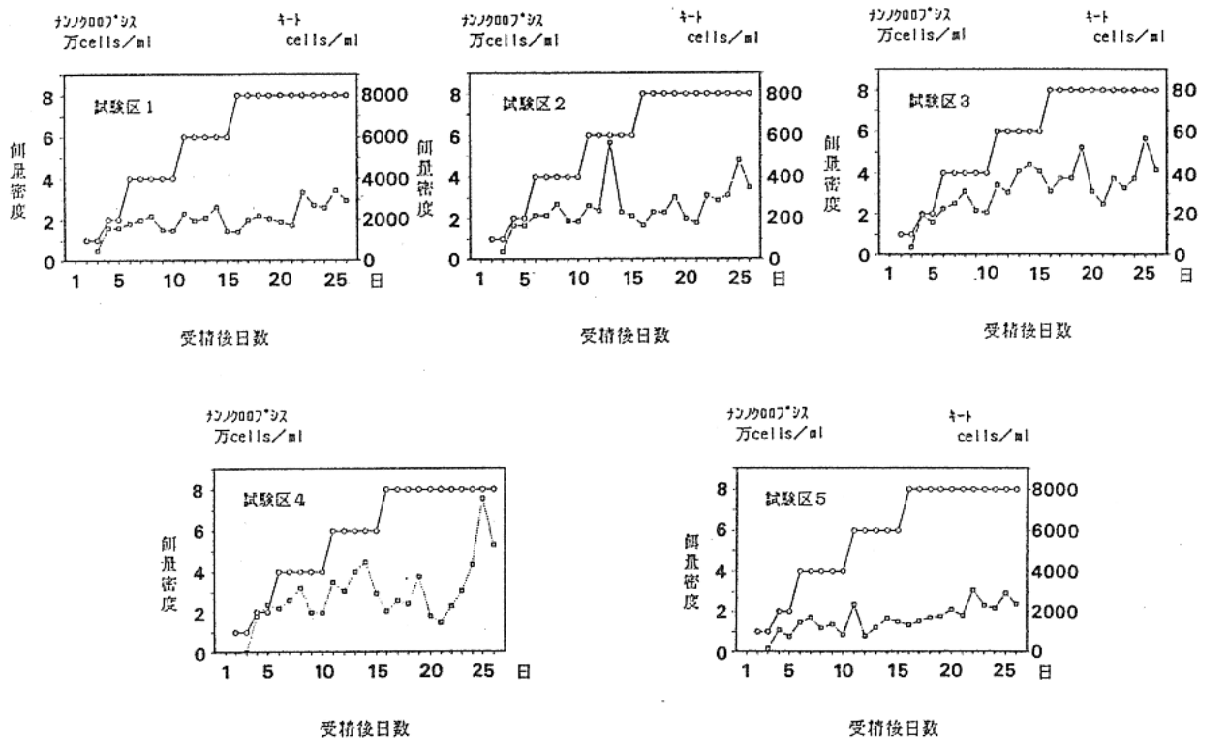


図4 各試験区の残餌量
○—：給餌量 □…：残餌量

考 察

1 餌料効果

今回の試験の結果では、キートセロスの給餌量の多い試験区について成長がよかった。ナンノクロロプシス単独あるいは極少量のキートセロスの給餌では、残餌も多く成長も遅れた。成長の側面から、この試験の目的である“キートセロスの使用量をどれだけナンノクロロプシスに置き換えることができるか”という点について述べるには、さらに試験区1（キートセロス：ナンノクロロプシス＝1：10）と試験区2（1：100）の間を検討する必要があると思われる。淡水クロレラ

については、割合についての検討を要するが試験区5からキートセロスと混合することにより餌料として利用できそうなことが窺われた。しかし、生残率からは各水槽ともばらつきが大きく、試験区による明瞭な差を見ることができなかった。

2 残 餌

残餌計数盤による残餌量の計数は時間がかかることから、この試験では、その測定に蛍光光度計によるDCMU法を使用した。蛍光光度計による測定では餌料のロットにより若干の差が生じるが、残餌の様子を見る一つの手段になると考えられた。

3 問題点

成長の様子は、昨年では受精後日数を経る毎にその成長量が増したのに対して、本年の試験では受精後13日から16日頃を境にして成長量が減少した。また、最も成長のよかった試験区1の個体の死亡が目立ち始めたのもこの頃であった。さらに殻長が200 μm になると成長量が極度に減り、しかも変態できずに死ぬ個体が多かった。それらの原因については不明であるが、水温変化が激しかったことがその一因と考えられる。したがって、今後、水温変化が個体に与え

る影響についても検討する必要がある。また、受精後15日には給餌密度を上げていることから、給餌量過多により成長阻害が生じた可能性もあるので、給餌量についての再検討も必要と考えられる。

文 献

- 1) SLOVACEK, R. E: In vivo fluorescence determinations of phytoplankton chlorophyll a. *limnol. Oceanogr.* 22, 919 - 925 (1989)
- 2) 田中健二 他: 愛知水試業務報告, 3 - 6, 愛知県 (1989)

ミルクイ生態調査 (アリザリンレッドSによる標識試験)

田中健二・鯉江秀亮・山田 亮

目 的

種苗放流後の追跡調査を行うには、天然群と識別するために標識をつける必要がある。そこで、アカガイ等で試験されているアリザリンレッドSを用いて^{1),2)}ミルクイ稚貝を生体染色し、標識をつけられるかどうかを検討した。

材料および方法

1 供試個体

ミルクイ稚貝は、1989年10月23日に尾張分場で人工採苗した種苗(殻長4.7~8.6mm, 平均殻長7.0mm)を用いた。

2 生体染色

(1) 試験区

アリザリンレッドS (Sodium Alizarin sulfonate, 和光純薬製, 試薬特級)を、0 (Control), 35, 70及び140ppmになるように海水で調整し、表1に示す個体数を収容した。

表1 試験区の設定

試験区 アリザリンレッドS濃度 (PPM)	供試個体数
Control (0)	40
35	46
70	37
140	42

(2) 飼育方法

飼育水槽は、FRP100ℓ水槽を用い、各水槽に直径50mmの丸形エアーストーン1個で通気した。

飼育海水は、試験区で設定したものと同濃度のアリザリン海水を1日1回全交換し、餌料として、*Cheatocecos*

sp.と*Nannochloropsis Okukata*をそれぞれ5,000 cells/mlと20,000 cells/mlになるように与え、1990年4月11日から5日間染色した。

3 潜砂試験

生体染色後の生残個体は、約10cmの厚さに砂を敷設した25ℓ容のポリスチレン水槽に収容し、潜砂状況を30分間隔で5時間観察した。

結果および考察

染色期間中の定時水温を図1に示した。また、この間の最高~最低水温は13.4℃~15.7℃で比較的安定していた。

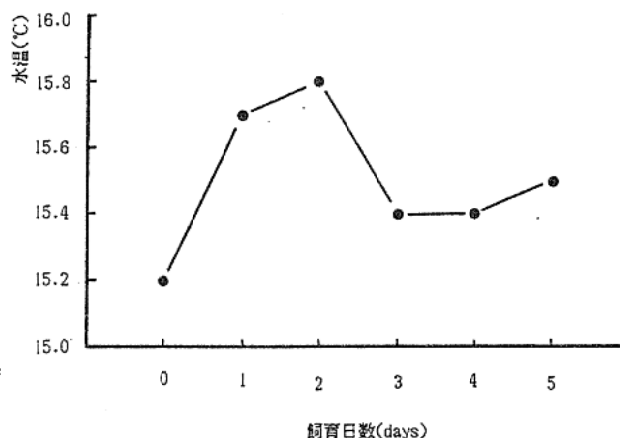


図1 染色中の飼育水温 (10:00 AM)

染色期間中の供試個体数に対するへい死個体数の累積百分率を図2に示した。これによると各試験区とも同じ勾配でほぼ直接的にへい死個体数が増加している。

染色終了時の生残状況を表2に示した。この結果に対するカイ二乗検定では、有意水準5パーセントで試験区とへい死個体数の間には関連があるとは言えなかった。

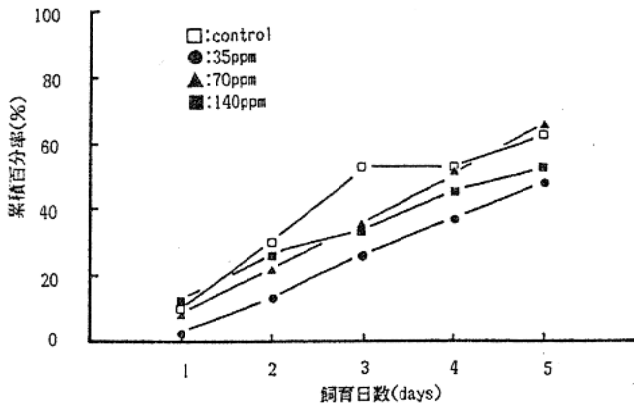


図2 へい死個体数の累積百分率

表2 染色後の生残状況

試験区 アリザリンレッドS濃度 (PPM)	生残個体数	へい死個体数
Control(0)	15	25
35	24	22
70	13	24
140	20	22

潜砂試験では、いったん潜砂した個体が再び砂の上にてできたり、活発に砂上を匍匐する個体も観察された。これらの状況を潜砂試験での供試個体数に対する潜砂個体数の累積百分率の経時変化として図3に示した。コントロール区は潜砂個体数の割合が低いままであるが、5時間後にはどの試験区も約40~50%の個体が潜砂した。その後の潜砂個体数にはほとんど変動がなかったため、この結果を表3に示した。また、この結果に対するカイ二乗検定では、有意水準5パーセントで試験区と潜砂個体数に関連はあるとは言えなかつた。

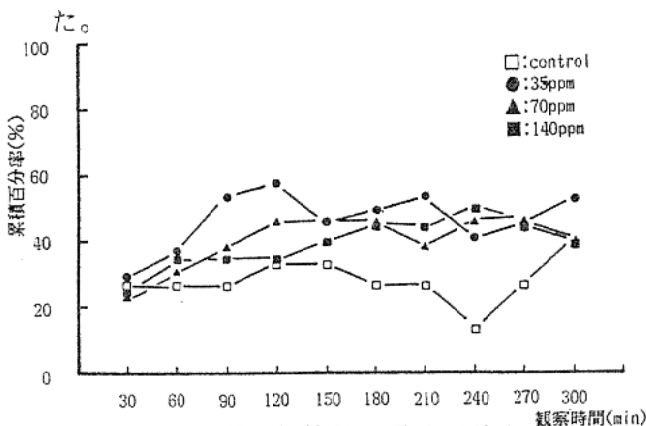


図3 潜砂個体数の累積百分率

表3 潜砂試験結果

試験区 アリザリンレッドS濃度 (PPM)	潜砂個体数	非潜砂個体数
Control(0)	6	9
35	13	11
70	7	6
140	8	12

アリザリンレッドSは、海水により凝集し、浮泥を生じやすく、その浮泥が外套腔や水管に詰まっているのが観察されることから飼育環境をかなり悪化させると思われるが、各試験区間の生残率と潜砂試験結果に差がなかったことからアリザリンレッドSの濃度が140ppmの範囲内であればミルクイに及ぼす影響は少ないと考えられた。

貝殻全体へ直接染色された部分はアリザリンレッドSの濃度に応じた濃さで赤紫色に染まるが、約1カ月後では識別可能なものの薄桃色に退色し、その色も爪で擦ると容易に取れることから、標識としての有効性は少なく、あってもせいぜい数カ月しか持たないものと考えられた。一方、体内に取り込まれたアリザリンレッドSは成長とともに輪脈を形成すると予想されたが、染色1カ月後、腹縁部分に形成された濃い赤紫色のすじは殻皮様のものであり、輪脈中に着色したものではなかった。したがって、体内に取り込まれたアリザリンレッドSは貝殻には残らず排出される可能性がある。ただ、今回の試験では供試個体の状態が悪く、染色1カ月後の生残個体数もわずかであったことからこのことについては再度確認する必要があるものと考えられた。

参考文献

- 1) 田中弥太郎：生体染色による二枚貝類幼・稚子の標識実験。水産増殖，28(3)，160~164(1980)
- 2) 青森県他：地域特産種増殖技術開発事業報告書(二枚貝グループ)。(1988)

トラフグ種苗生産

長尾成人・鯉江秀亮・山田 智

目 的

伊勢湾口を中心としたトラフグ漁は平成元年、2年と大豊漁となり資源的にも重要視されつつある。種苗放流も近年いくつかの漁協で試みられ、種苗の需要増とともに種苗生産の要望が高まってきている。種苗生産は西日本各地で行われているが各事業所とも親魚不足、共食い等の問題を抱えている。これらの諸問題を含め本県での種苗生産について検討してみた。

材料および方法

受精卵は三重県安乗漁協で水揚げされた親魚より平成2年4月9日および4月16日に採卵して得られた卵より約30万粒を500ℓふ化槽に収容し、4月21日と25日にふ化した仔魚を種苗生産に供した。飼育は一次と二次に分け、一次飼育はふ化0日目から40、44日目まで、二次飼育はふ化41、45日目から52、56日目まで行った。

(一次飼育)

飼育には4m²水槽4面を用い、飼育水は3日目まで止水とし、その後徐々に換水を行い35日目には4回転となるようにした。餌料に

はイカ肝油と可消化処理クロレラで強化したシオミズツボウムシ、イカ肝油と可消化処理クロレラで強化したアルテミア、トラフグ用配合飼料を用いた。

(二次飼料)

飼育には4m²水槽6面と10m²水槽1面を用い、飼育水は換水率4~6回転となるようにした。餌料にはイカ肝油と可消化処理クロレラで強化したアルテミアとトラフグ用配合飼料を用いた。

結 果

一次飼育における結果は表1に示したとおりとなった。収容尾数は全体で211,870尾に

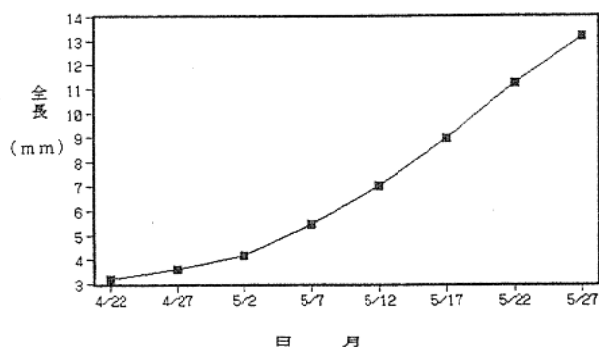


図1 1次飼育期間中の成長

表1 トラフグ1次飼育結果

水槽番号	収容尾数 (尾)	取上尾数 (尾)	歩留まり (%)	取上サイズ (mm)	給 餌 量		
					ワムシ* ¹	アルテミア* ¹	配合飼料* ²
4 2	49,770	17,505	35.2	12.2	1419.8	134.2	665.5
4 3	49,770	20,763	41.7	12.8	1452.1	134.2	663.5
4 4	49,770	14,776	29.7	13.2	1384.6	157.0	1072.0
4 5	62,560	13,221	21.1	14.5	1595.9	181.4	1242.0
合計	211,870	66,265	31.3	13.1	5852.4	606.8	3643.0

*1 : ×10⁶個体

*2 : g

対し取り上げ尾数は66,265尾,平均歩留まりは31.3%であった。へい死は生産開始当初は認められなかったが,ふ化19日目頃より顕著に認められるようになり,一次飼育が終了する時点でも認められた。成長は図1に示したとおりで一次飼育終了時に全長は13.1mmであった。

二次飼育における結果は図2に示したとおりとなった。収容尾数は全体で66,265尾に対し取り上げ尾数は32,057尾,平均歩留まりは48.4%であった。顕著なへい死はふ化後46日目頃まで続いたがその後おさまった。しかし歩留まりは水槽によって11.3%から76.5%と大きな差が認められた。成長は図2に示したとおりであった。

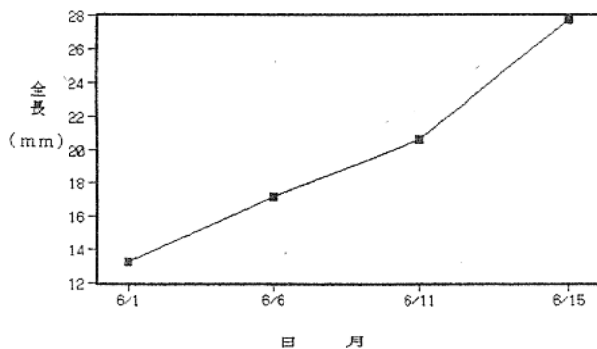


図2 2次飼育期間中の成長

考 察

トラフグの卵,ふ化仔魚もサイズが大きいいためふ化20日目頃までの飼育は比較的容易である。しかし,全長が6mm以上に達し餌料がワムシからアルテミア,配合飼料へと餌料が転換する時期に十分量の餌料を投与しているにもかかわらず多くのへい死が認められる。これらのへい死魚の体表には共食いによるかみ合いによって生じたと考えられるかみ傷が多く認められ,この傷が原因でへい死しているのではないかと考えられる。今回の歩留まりが47番水槽で低かったのはかみ合い以外の原因による突然の大量へい死のためであるが,他の水槽の減耗の原因はかみ合いのためだと考えられ,歩留まりが43.2~76.5%と大きい差が認められた。この差は共食いの発生状況が各水槽によって違っていたためであるが,発生状況が同一条件にして飼育したにもかかわらず水槽間でこのように違う原因は不明で,仔魚の収容サイズと収容密度,仔魚の健康度,餌料等が微妙に関与しているようである。

表2 トラフグ2次飼育結果

水槽番号	収容尾数 (尾)	取上尾数 (尾)	歩留まり (%)	取上サイズ (mm)	給 餌 量 アルテミア ^{*1}	配合飼料 ^{*2}
4 2 ^{*3}	7,291	3,954	54.2	20.1	30.5	1,001
4 3 ^{*3}	7,485	3,953	52.8	28.4	28.0	1,001
4 4 ^{*3}	7,661	5,861	76.5	28.5	27.4	1,199
4 5 ^{*3}	5,560	4,226	76.0	28.6	24.9	1,236
4 6 ^{*3}	8,778	4,101	46.7	27.7	39.4	1,257
4 7 ^{*3}	8,727	990	11.3	27.1	42.2	866
1 0 2 ^{*4}	20,763	8,972	43.2	26.6	82.4	3,319
合計	66,265	32,057	48.4	26.9	274.8	9,879

* 1 : $\times 10^6$ 個体

* 2 : g

* 3 : 4 m³ 水槽

* 4 : 5 m³ 水槽

初期幼生用餌料プランクトン安定供給試験

長尾成人・山田 智・鯉江秀亮

目 的

海産魚の種苗生産現場においてシオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* (以下ワムシ) の大量培養は不可欠である。ワムシ培養には一定培養期間後すべてのワムシを収穫する植え継ぎ法と長期間培養を行い定期的に一定量のワムシを収穫する間引き法がある。栽培漁業センターのように大量のワムシを必要とする機関では作業量も少なく容易である点から大型培養水槽を利用して間引き法による培養を採用している機関が多い。しかし間引き方は大型培養水槽では安定して行われているのに対し小型培養水槽での知見はあまりない。そこで少量種苗生産に必要な量を確保できる 2 m³水槽を用いたワムシの間引き法による培養について検討してみた。

材料および方法

培養水槽には水温調整が可能な屋内 2 m³水槽 (1 m×2 m×1 m) を用い、1 水槽当りワムシ 1～2 億個体接種後長期培養を試みた。培養期間中水温は 23℃、水量は 1.9 m³ をできるだけ保つようにした。エアレーションは 50 mm 径のエアストーン 4 個で行い、ろ材にはエアフィルターを用いた。餌料にはパンイーストとナンクロロプシスまたは濃縮クロレラを与えた。パンイーストは 1 日当りワムシ 100 万個体に対し 0.8 g を与え、培養密度が 400 個体/cc を超えると 0.7 g、450 個体/cc を超えると 0.6 g に減らした。ナンクロロプシスは 1 日当りワムシ 1 個体に対し 16,000 細胞を与え、ナンクロロプシスが不足して投与できない場合は市販の淡水濃縮クロレラ (日本ク

表 1 各回次のシオミズツボワムシ培養結果

回次	水温*1	期間 (日)	密度*2	卵密度*3	現存量*4	総収穫量 (億個体)	1日当り収穫量 (億個体)
1	23.3 ± 0.4	21	511.4 ± 144.3	160.1 ± 57.5	7.6 ± 2.4	28.8	1.4
2	23.3 ± 0.8	68	424.1 ± 90.3	111.8 ± 29.0	7.7 ± 1.7	66.4	1.0
3	22.9 ± 0.9	61	423.2 ± 84.8	129.2 ± 40.0	7.7 ± 1.9	77.1	1.3
4	23.2 ± 1.2	34	422.4 ± 71.0	130.3 ± 40.9	7.9 ± 1.4	38.7	1.1
5	23.0 ± 1.2	23	418.7 ± 114.3	136.0 ± 48.1	7.7 ± 2.6	32.8	1.4
6	22.7 ± 0.7	25	351.2 ± 96.8	114.6 ± 37.1	5.9 ± 2.4	18.6	0.7
7	23.1 ± 1.0	14	401.2 ± 127.6	129.4 ± 30.4	7.5 ± 2.6	22.5	1.6
8	21.9 ± 3.8	14	398.4 ± 131.9	138.8 ± 69.3	5.0 ± 2.0	10.5	0.8

- *1: 平均±標準偏差 (単位: °C)
 *2: 平均±標準偏差 (単位: 個体/cc)
 *3: 平均±標準偏差 (単位: 個/cc)
 *4: 平均±標準偏差 (単位: 億個体/日)

ロレラ社製 VP 600) をワムシ 1 億個体に対し 80 ml 投与した。毎日全水量の 3 分の 1 を換水し、フィルターも洗浄した。培養密度と卵密度の計数は毎日行い、必要に応じてワムシの収穫も行った。培養は全部で 8 回行い各回次の培養期間、培養密度、卵密度、ワムシの現存量、収穫量について比較してみた。

結 果

各回次の培養結果は表 1 に示したとおりとなった。2 回次と 3 回次は培養期間が 60 日以上となり総収穫量も 60 億個体を超えたのに対し 7 回次と 8 回次は培養期間はわずか 14 日間であった。6 回次は培養密度が他の回次ではほぼ 400 個体/cc 以上であるのに対し 350 個体/cc と低く、1 日当り収穫量も 0.7 億個体と少なかった。

図 1 に 3 回次、図 2 に 6 回次の培養量、収穫量、卵率(卵密度×100/培養密度)の変化を示した。3 回次は 18 日を経過した時点で卵率が 20% 近くまで一度下がったが、培養量はそれほど下がらずその後卵率も再び上がり培養も継続できた。50 日を経過した時点で再び卵率が低下し収穫もできなくなったため培養を終了した。6 回次は 3 回次と同じく 18 日を経過した時点で卵率が 20% 以下となり培養量も低下し収穫できなくなったため培養を終了した。

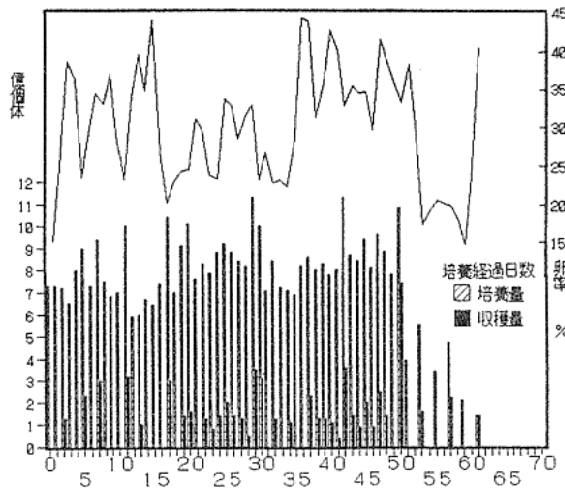


図 1 培養第 3 回次における卵率、培養量、収穫量の変化

考 察

今回の試験では 6 回次のように卵率が低下し培養量が減少し、収穫できず 14 日間で培養を終了した回次がある一方、3 回次では卵率が途中で低下してもその後再び高くなり 60 日以上の長期間培養が可能であった。しかし両回次とも培養量が低下しはじめた時点には卵率が低下してきている。このことより 2 m² 規模の間引き法によるワムシ培養において卵率が 20% 以下に低下してもすぐには収穫不可能とはならないが、卵率の低下状態がある程度つき培養量が低下すると収穫も不可能となり培養を終了しなければいけないようになる。したがって卵率を高い状態で培養を維持し、たとえ卵率が低下してもその状態を継続させ再び上昇させることが間引き法では重要と考えられる。

卵率低下の原因は今回の試験では究明できなかったが各回次でも培養終了間際には水槽壁に付着していた汚れが落ちて培養水に入り水質悪化を導き卵率低下の一因となっていたようである。水槽壁からの汚れが培養水に入らないようにして培養することが重要である。

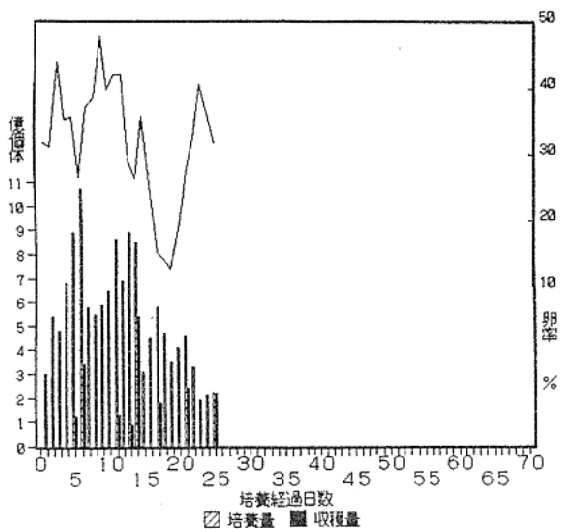


図 2 培養第 6 回次における卵率、培養量、収穫量の変化