

大型水槽によるヤイトハタの種苗量産 (海産魚類増養殖試験)

金城清昭*・中村博幸・大嶋洋行・仲本光男

1. 目的

種苗生産の省力化をめざした「ほっとけ飼育」がヒラメの種苗生産を例として提唱されている。¹⁾ また、日本の集約的種苗生産方式の見直しと、台湾の粗放的種苗生産方式の優位性を主張する見解もある。²⁾

本報では、250klおよび60kl水槽を用いて「ほっとけ飼育」や「粗放的種苗生産方式」の概念に基づき、これに独自の「回転飼育法」を取り入れたヤイトハタの種苗量産試験を行ったので報告する。

2. 材料および方法

試験には、屋外250kl八角形コンクリート水槽（直径10m、一辺約4m、深さ3m）2面と屋内60kl八角形コンクリート水槽（直径6m、一辺約2.5m、深さ2.2m）1面を用いた。屋外水槽では、上方の開閉式の遮光幕を閉めて直射日光や雨を防いだ。

ストレーナーやそれを覆う網の目合、中央排水口の蓋の取り付けなどの手順は前報³⁾と同様であった。ただし、250kl水槽の1回目の試験（250kl-1）の後期には、底面からの排水では間に合わなかったため、水槽の壁面にストレーナー（直径約1m、深さ約1.5mの円筒形、目合1mm）を1個備え付けてサイホンで排水した。

各水槽の飼育水量は表1のとおりである。飼育水は卵の収容前に次亜塩素酸ナトリウムで殺菌し、チオ硫酸ナトリウムで中和した。

250kl-1では飼育水は日齢32日までは砂濾過海水を、それ以降は紫外線殺菌した砂濾過海水を用いた。他の二つの水槽は紫外線殺菌した砂濾過海水を用いた。

通気は、角柱型エアストーン（50mm×50mm、高さ170mm）8個を水槽の各壁面の中央に密着させて底から20cmほど上げた位置で通気し、飼育水

を回転させた（図1）。通気量は、水の回り具合や成長に応じて調節した。このような通気方法で飼育水を回転させる種苗生産方法を「回転飼育法」と呼ぶことにする。

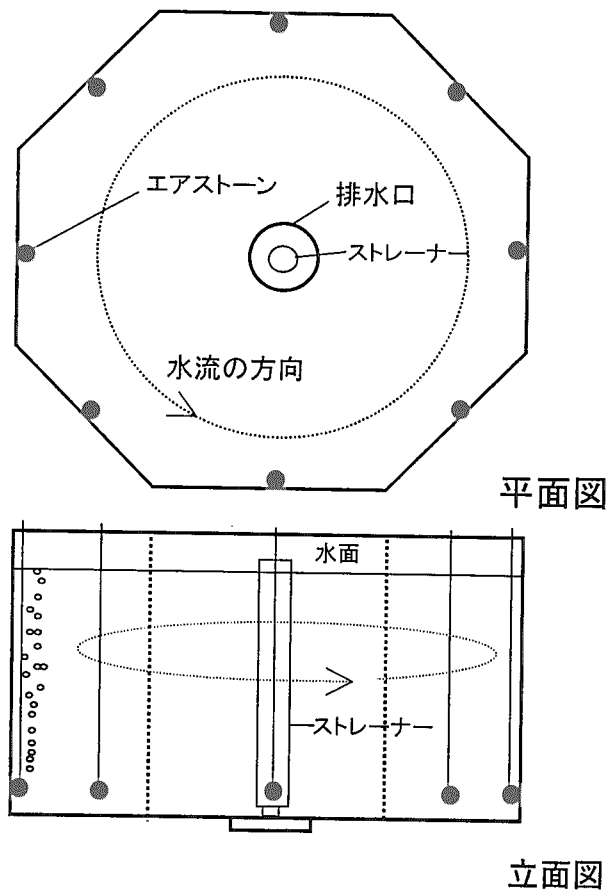


図1 大型水槽によるヤイトハタの種苗量産試験における水槽内のエアストーンの配置（回転飼育法）

飼育初期は止水、その後は流水とし、成長や給餌量の増加あるいは密度に応じて、微流水から20kl/時以上の強流水まで注水量を加減した。水面のゴミなどを除去するために適宜シャワー状の注水を行った。

250kl-1では、日齢25日までは濃縮ナンノクロロプシス（20～50億細胞/ml）またはナンノクロロ

*現在の所属：沖縄県水産試験場漁業室

ブシ海水（約1,500万細胞/ml内外）を50万細胞/mlの濃度を目安に飼育水に添加した。250kl-2およびNo.1では、飼育中止時まで濃縮ナンノクロプシスを同様に添加した。

底掃除は、250kl-1では日齢30日から自動底掃除機を用いて数日に1回、飼育後期は毎日行った。水温は毎日午前中に1回、棒状温度計で測定するか、あ

るいは水温モニターの値を記録した。

S型およびタイ産ワムシの培養方法、ワムシとアルテミア幼生の栄養強化方法、配合飼料の給餌方法は前報³⁾と同様に行った。

250kl-1ではS型ワムシのみを給餌した。250kl-2とNo.1では飼育初期にタイ産ワムシを給餌し、その後はS型ワムシのみを給餌した。

表1 ヤイトハタの大型水槽による種苗量産試験の試験設定

水槽No.	水槽容量(kl)	実質水量(kl)	収容卵数	孵化仔魚数	飼育日数	備考
250kl-1	250	210	2,759,900	1,602,674*	57~58	回転飼育
No.1	60	50	2,021,600	874,700	17**	回転飼育
250kl-2	250	249	6,649,420	3,775,498	16~18**	回転飼育, 3日間にわたって受精卵を収容した。

* 孵化仔魚数の計数を行わなかったため、収容した受精卵数を示した。

** エピテリオシステイス類似症のために途中で飼育を中止した。

ナンノクロプシス添加およびワムシ給餌期間中は、飼育水中のそれぞれの濃度と密度を日に1~4回測定した。

各試験区には容積法で計数した202万~665万粒の卵を収容した(表1)。250kl-2では、卵の収容は3日間にわたった。

飼育中の個体数は、前報⁴⁾と同様に50mmの塩化ビニールパイプによる夜間の柱状サンプリングによって計数して推定した。250kl-1では、計数は日齢29日まで不定期に行ったが、その後は他の水槽へのエピテリオシステイス類似症の感染を防ぐために行わなかった。250kl-2とNo.1では、飼育を中止するまで2~3日ごとに行った。250kl-1では、日齢30日から自動底掃除機で吸引されたヘイ死魚を回収して計数した。種苗生産尾数は、飼育終了時に1個体ずつ数えて求めた。

計数時に得られた250kl-1と日中に500mlビーカーですくい取ったNo.1の個体の全長を万能投影機で拡大するか、あるいは直接測定して、成長を調べた。

250kl-1では、不定期に日中のサンプリングを行い、消化管内容物を調べた。

なお、日齢の数は、孵化した日を日齢0日とした。

3. 結果

各水槽の飼育中の水温変化、ナンノクロプシス添加量、ワムシ、アルテミア幼生および配合飼料の給餌量の総量を表2に、日別の量を図2~4に示した。

濃縮ナンノクロプシスおよびナンノクロプシス海水は、どの水槽も50万細胞/mlを目安に添加したが、飼育水中の濃度によっては添加しない日もあった(図2B, 3B, 4B)。飼育水中のナンノクロプシスの濃度は、1~58万細胞/mlの範囲であった(図5A, 6A, 7A)。

タイ産ワムシは、250kl-2では日齢1~5日に計3.3億個、No.1では日齢2~3日に3億個給餌した(表2)。S型ワムシは、250kl-1では日齢2日から、250kl-2では日齢1~3日から、No.1では日齢8日から給餌した。250kl-1では、日齢29日までワムシ密度に応じて、3.5~23.4億個を日に1~3回に分けて与えた(図2C)。250kl-2と60-1では、飼育を中止するまでの間、それぞれに2.2~17.6億個および3~15億個を同様に給餌した(図3C, 4C)。飼育水中のワムシ密度は、250kl-1では0.3~11.4個/mlの範囲で、日齢5~6日には10個/mlを越えた(図5B)。250kl-2では0.8~21.0個/mlの範囲であったが、飼育開始後10日目以降はワムシの給

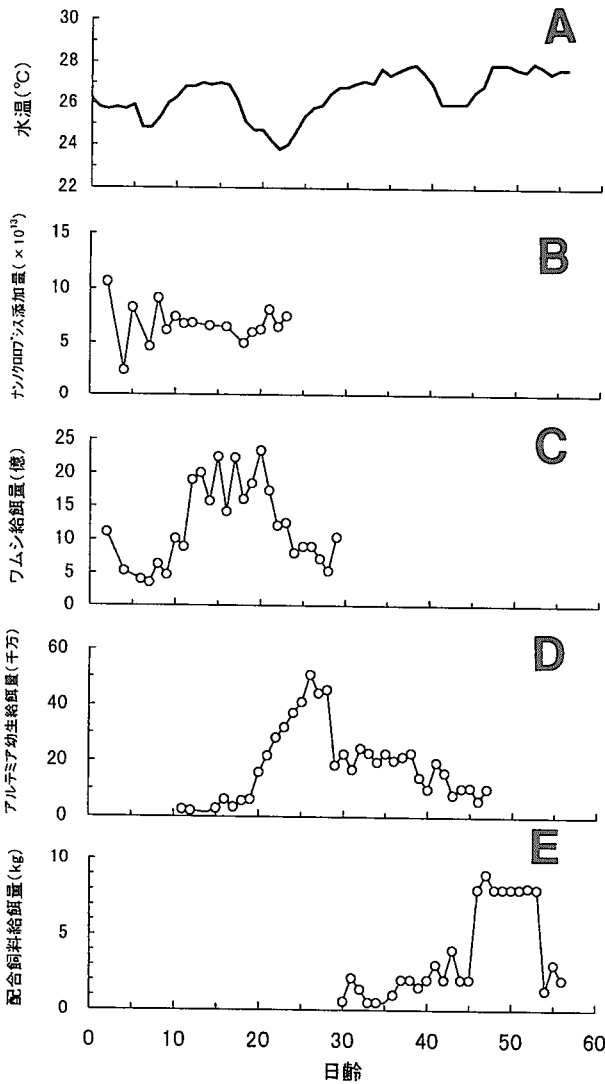


図2 250kl-1水槽での水温 (A), ナンクロロプシス添加量 (B), ワムシ給餌量 (C), アルテミア幼生給餌量 (D) および配合飼料給餌量 (E) の変化

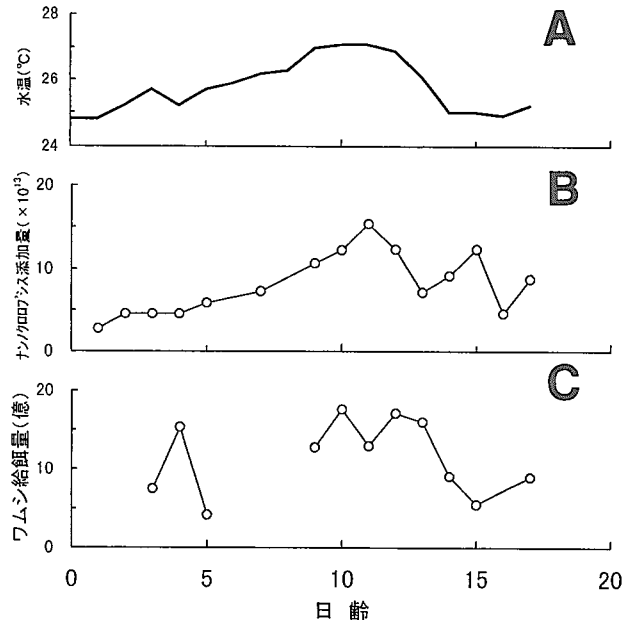


図3 250kl-2水槽での水温 (A), ナンクロロプシス添加量 (B), ワムシ給餌量 (C) の変化

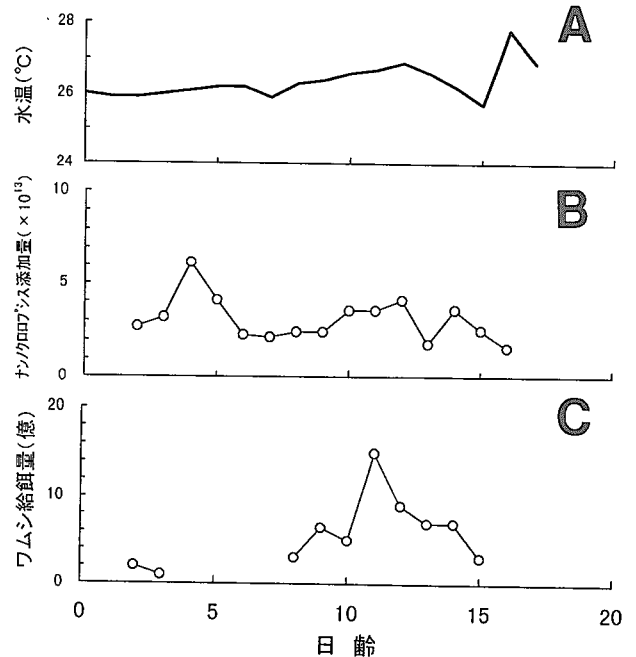


図4 No.1水槽での水温 (A), ナンクロロプシス添加量 (B), ワムシ給餌量 (C) の変化

表2 ヤイトハタ種苗生産におけるナンクロロプシス添加量, タイ産およびS型ワムシ, アルテミア幼生および配合飼料の給餌量

水槽No.	水温範囲 (°C)	ナンクロロプシス添加量 ($\times 10^{12}$)	タイ産ワムシ給餌量 (億個)	S型ワムシ給餌量 (億個)	アルテミア幼生給餌量 (億個)	配合飼料給餌量 (kg)
250kl-1	23.8~28.0	1,149.2	-	316.6	65.7	97.9
No.1	25.9~27.8	462.2	3.0	58.5	-	-
250kl-2	24.8~27.1	1,223.6	3.3	123.8	-	-

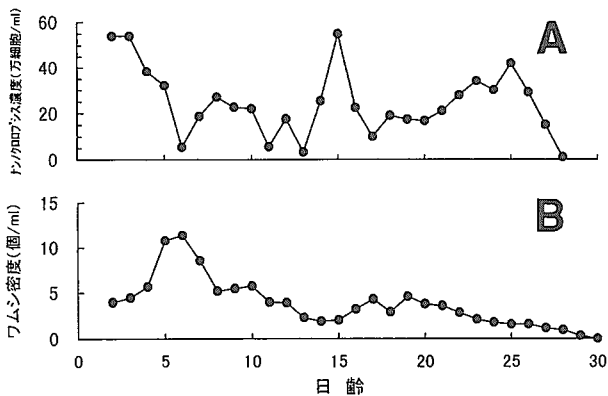


図5 250kl-1水槽でのナンクロロプシス濃度 (A), およびワムシ密度 (B) の変化

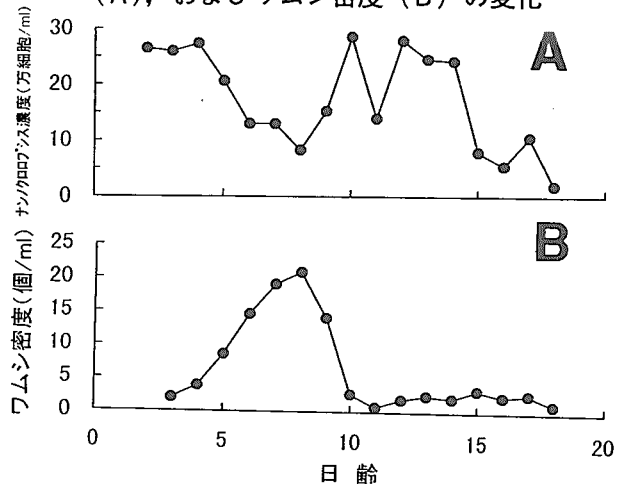


図6 250kl-2水槽でのナンクロロプシス濃度 (A), およびワムシ密度 (B) の変化

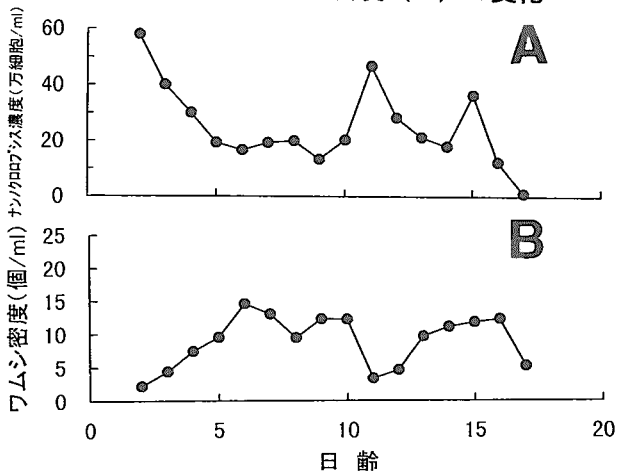


図7 No.1水槽でのナンクロロプシス濃度 (A), およびワムシ密度 (B) の変化

餌量を増やしても密度は上がらなかった(図6B)。60-1では2.2~14.5個/mlの範囲で、日齢6~7日、9~10日および14~16日に10個/ml以上の密度であった(図7B)。ワムシ密度の変化パターンは、各水槽ごとに異なっていた。

アルテミア幼生は、250kl-1では日齢11日に初めて給餌し、日齢14~47日まで毎日与えた(図2D)。1日の給餌量は飼育魚の数や残餌量によって異な

り、1400万~5億個を、日に1~3回に分けて与えた(図2D)。

配合飼料は、250kl-1では日齢30日から給餌し始め、成長に応じて餌の大きさや量を変えてアルテミア幼生から移行させた。日給餌量は最高9kgで、

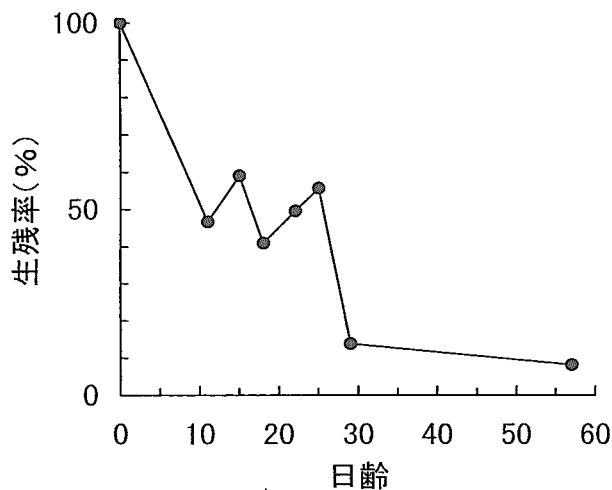


図8 250kl-1水槽における生残率の変化

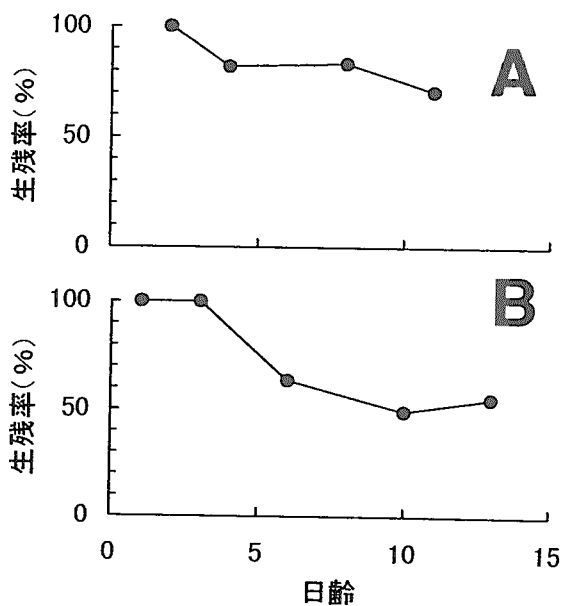


図9 250kl-2水槽 (A) およびNo.1水槽 (B) における生残率の変化

日齢48日からは配合飼料だけを与えた(図2E)。

受精卵からの生残率は、250kl-1では日齢11~25日までは41~51%の高い値を示したが、日齢29日以降は見かけ上低下した(図8)。250kl-2の平均日齢2日からの生残率は日齢4~11日で83~70%、No.1の孵化仔魚からの生残率は日齢6~13日で49~63%と、両水槽とも高い値を示した(図9)。

250kl-1の底掃除で回収されたヘイ死魚数は、日齢32~34日に1日に6.8~20万尾に達した(図10)。

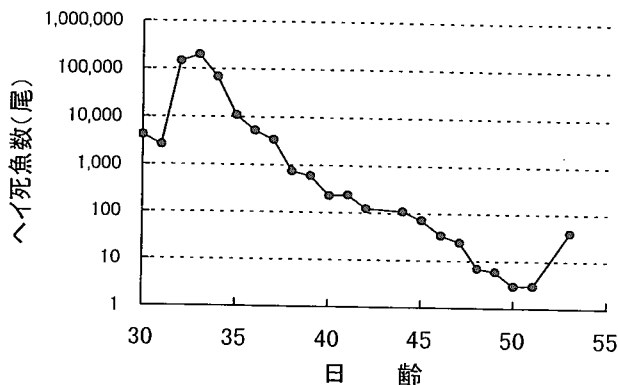


図10 250kl-1水槽における日齢30日以降のヘイ死魚数の変化

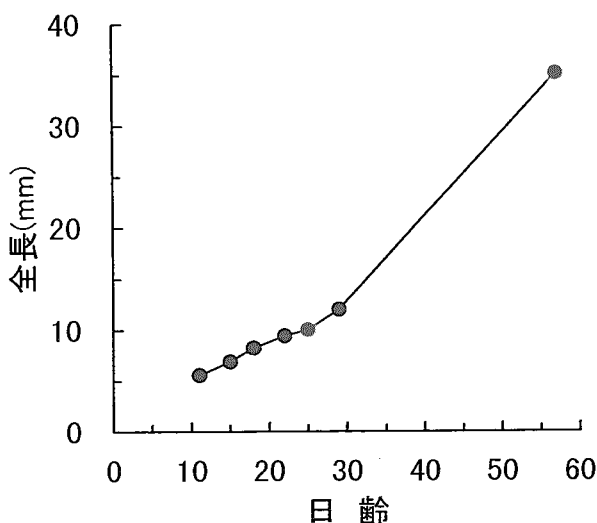


図11 250kl-1水槽における飼育魚の成長

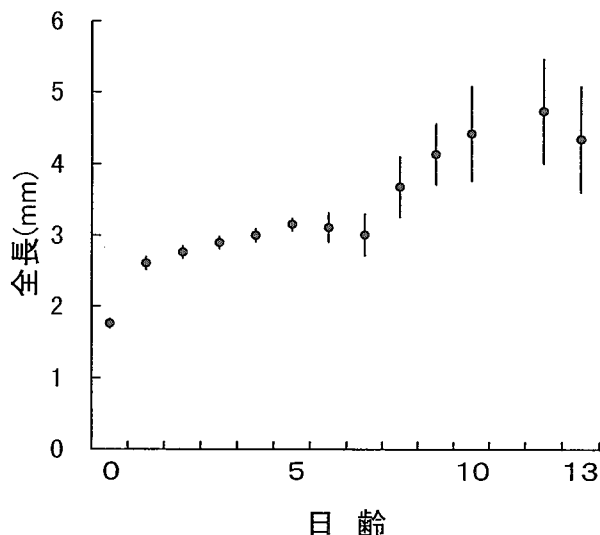


図12 No.1水槽における飼育魚の成長

その後、ヘイ死魚数は減少して日齢38日に千尾未滿となり、大量ヘイ死は終息した(図10)。日齢34日にヘイ死した飼育魚の全長は10.9~13.5mm(平均全長12.1mm)の範囲であった。大量ヘイ死の原因は、エピテリオシステイス類似症の感染であった。

これによるヘイ死魚数は合計約44万尾であった。

エピテリオシステイス類似症の感染が、250kl-2で平均日齢14日に、60-1で日齢16日にそれぞれ確認され、数日のうちに生残尾数が激減したので、いずれも日齢17日で飼育を中止した。

飼育魚の全長は、250kl-1では日齢29日で平均12.0mm、取り上げ時(日齢57日)には平均35.1mmであった(図11)。No.1では、日齢12~13日で平均全長4.5mmで、飼育日数が経過するに連れて全長のばらつきが大きくなった(図12)。

250kl-1の日齢14日の飼育魚(全長5.3~6.9mm)では、ワムシとコペポダが消化管内容物にみられ、日齢15日ではワムシとワムシ卵を摂餌している個体や、アルテミア幼生とコペポダを摂餌している個体がみられたが、両者の全長は6.8~7.2mmの範囲で差はなかった。日齢19日の7.6~9.4mmの個体では、消化管内容物にアルテミア幼生を主体にワムシとワムシ卵が認められた。

日齢37日では共食いが観察されたが、全般的にはそれほど顕著ではなかった。

250kl-1の取り上げ尾数は132,029尾で、収容した受精卵からの生残率は8.2%であった。

4. 考察

飼育初期にタイ産ワムシを給餌したことによって、生残率が向上した例が、ヤイトハタ、³⁾キジハタ、⁵⁾ハマフエフキ⁶⁾で報告されている。

前報⁴⁾のS型ワムシ給餌区では、日齢9日の生残率は9%と低かった。一方、本報の250kl-1では、飼育初期からS型ワムシを給餌し、タイ産ワムシはまったく与えなかったが、日齢11日の収容受精卵からの生残率は50%近い高い生残率であった。これは、前報⁴⁾の二つのタイ産ワムシ区の生残率と同程度か、それをやや上回っていた。また、日齢25日前後の生残率は、前報⁴⁾では15~32%であったのに対して、本報の250kl-1では50%前後と高かった。本報の生残率は収容受精卵からの計算値であったのに対して、前報⁴⁾は孵化仔魚からの値であったことを考慮すると、両者の値の差はさらに大きいと考えられる。また、タイ産ワムシを給餌した本報の250kl-2とNo.1では日齢10~11日の生残率は49~70%で、

前報⁴⁾のタイ産ワムシ区よりも高い値であった。

本報の250kl-1と前報⁴⁾の飼育方法には、水槽の大きさ、飼育当初から回転飼育であるか否か、屋外と屋内水槽の違いがあった。使用海水についても、砂濾過海水と紫外線殺菌した砂濾過海水の違いがあった。また、本報では日齢20日まではシャワー状注水だけでほぼ止水状態であったが、前報⁴⁾では日齢4～5日からは微流水であった。

ナンノクロプシスの添加期間は、本報が日齢25日まで、前報⁴⁾が日齢10日までで、両者に長短があったが、添加期間中の飼育水のナンノクロプシス濃度には大きな違いはなかった。ワムシ密度の変化パターンには両者で違いが認められ、本報では日齢5日に極大が、前報⁴⁾では日齢5日と10日に二つの極大がみられ、全体的には前報⁴⁾で密度が高かった。

本報と前報⁴⁾では、飼育手法やワムシ密度などに違いがみられたが、どの要因が生残率の差をもたらしたかは明らかではない。

250kl-1水槽では日齢14～15日の飼育魚の消化管内容物に給餌していないコペポダが見出された。これは飼育前半に用いた海水が紫外線殺菌していない砂濾過海水であったこと、飼育水中のナンノクロプシスの添加にナンノクロプシス海水も併用したことによって、コペポダが飼育水に混入したためと考えられる。コペポダと併せて、水槽内で増殖した種々の原生動物が餌料となり、飼育魚の生残率向上に寄与した可能性も考えられる。

回転飼育法では、八角形水槽の各壁面にエアストーンを密着させ、やや強めに通気する。これによって水槽内の水は反時計回りに回転する。これは水槽壁面付近の水面が通気によって盛り上がり中央部よりも高くなる。そのため、水槽内の水は外周部から中央部に向かって流れようとする。この中央部へ向かう流れにコリオリの力が働き、水は反時計回りに回転する。回転速度は、通気量の多少によって調節することができる。

回転飼育では、飼育水は緩やかに一定方向に流れるので、飼育魚は流れに定位して頭部は上流に向く。一方、ワムシは下流に流されるので、上流に頭部を向けている飼育魚には、流下してくるワムシが視認しやすくなって摂餌が容易となり、十分な餌を得る

ことができる。その結果、回転飼育では高い生残率が得られたと推測されるが、飼育水中の飼育魚の定位の状態や摂餌の状況などについてはまったく明らかではない。

これらの未解明な問題を明らかにするために、今後、大型水槽での回転飼育法による飼育事例を重ね、かつ詳細な実験を行う必要がある。

ワムシの総給餌量は、本報の250kl-1が317億個に対して、前報⁴⁾の生残率の良かった区では105～145億個で、給餌量には2.1～3倍の違いがあった。アルテミア幼生の総給餌量は、前者が66億個、後者が27億個前後で2.4倍、配合飼料の総量ではそれぞれ98kgと、41～45kgで2.2～2.4倍の違いがあった。

本報の250kl-1と前報⁴⁾では、飼育水量には9.1倍、種苗生産尾数には3.6～4.5倍の違いがあったことを考慮すると、単位水量および生産尾数あたりの給餌量は、ワムシ、アルテミア幼生、配合飼料のいずれもが本報の250kl-1水槽が前報⁴⁾に比べて少ない。

給餌や底掃除など池管理の面からも、大型水槽での回転飼育は、小型水槽(30kl)に比べて手が掛からず、省力化や生産効率の点で優れていると考えられる。

エピテリオシスティス類似症の感染による大量ヘイ死は日齢38日までに終息した。この前後の飼育魚の全長から、本症は全長13mmを越えるまでは致命的なダメージを与えるが、これより大きい個体では感染しても克服可能であると考えられる。

本報の250kl-2の例のように、大型水槽ではいったん魚病が発生した場合には壊滅的な被害を受ける危険性が高い。したがって、本手法による安定生産には、使用海水や生物餌料からの感染を遮断する防疫体制の確立が重要である。

文 献

- 1) 高橋庸一(1998)：ヒラメの種苗生産マニュアル「ほっとけ飼育」による飼育方法一。栽培漁業技術シリーズNo.4, pp.57, 日本栽培漁業協会。
- 2) 鈴木敬二(1996)：種苗生産基地へと変貌する台湾養殖業界。養殖, 33(12), 24-27。

- 3) 金城清昭, 中村博幸, 大嶋洋行, 仲本光男
(1999) : 1997年のヤイトハタ種苗生産の概要
(海産魚類増養殖試験) . 平成9年度沖縄水試
事業報告書, 139-141.
- 4) 金城清昭, 中村博幸, 大嶋洋行, 仲本光男
(1999) : ヤイトハタ種苗生産におけるタイ産
ワムシとアルテミア幼生の給餌効果の検討 (海
産魚類増養殖試験) . 平成9年度沖縄水試事業
報告書, 149-154.
- 5) 福永恭平, 野上欣也, 吉田儀弘, 浜崎活幸, 丸
山敬悟 (1990) : 日本栽培漁業協会・玉野事業
場における最近のキジハタ種苗生産量の増大と
問題点について. 栽培技研, 19 (1), 33-40.
- 6) 多和田真周, 勝俣亜生, 仲村伸次 (1995) : ハ
マフエフキの種苗生産. 平成5年度沖縄県栽培
漁業センター事業報告書, 13-16.