

平成5年度 事業報告書

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2025-03-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2013603

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



平成5年度

事業報告書

(社)日本栽培漁業協会

小浜事業場



平成5年度 事業報告 目次

I. ヤナギムシガレイ

- | | | | | | | | |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. 親魚の養成 | - | - | - | - | - | - | 1 |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|

II. ヒラメ

- | | | | | | | | |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|----|
| 1. 種苗生産 | - | - | - | - | - | - | 34 |
| 2. 無眼側における体色異常の防除 | - | - | - | - | - | - | 47 |

III. トヤマエビ

- | | | | | | | | |
|--------------|---|---|---|---|---|---|----|
| 1. 親エビの確保と養成 | - | - | - | - | - | - | 54 |
| 2. 種苗生産 | - | - | - | - | - | - | 71 |
| 3. 稚エビの飼育 | - | - | - | - | - | - | 80 |
| 4. 資源添加 | - | - | - | - | - | - | 81 |

IV. ズワイガニ

- | | | | | | | | |
|------------------|---|---|---|---|---|---|----|
| 1. 親ガニの養成と種苗生産試験 | - | - | - | - | - | - | 99 |
|------------------|---|---|---|---|---|---|----|

V. 餌料培養

- | | | | | | | | |
|--------------|---|---|---|---|---|---|-----|
| 1. ナンノクロロプシス | - | - | - | - | - | - | 111 |
| 2. シオミズツボウムシ | - | - | - | - | - | - | 117 |
| 3. アルテミア | - | - | - | - | - | - | 126 |

VI. その他

- | | | | | | | | |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|-----|
| 1. 場内普及・指導活動 | - | - | - | - | - | - | 127 |
| 2. 現地研修および講師派遣等、普及啓蒙活動 | - | - | - | - | - | - | 128 |
| 3. 地先水温と塩分 | - | - | - | - | - | - | 129 |

I. ヤナギムシガレイ

ヤナギムシガレイ親魚養成

友田 努

1. 天然親魚の入手および採卵

i) 過去の親魚入手経緯

昭和59年～平成4年度の間における長期養成用親魚の入手は、刺網および底曳網で漁獲された魚の中から比較的に魚体の損傷が少ないものを購入し、活け込みを試みるという方法をとってきた。しかし、本種は、漁獲時の損傷に対して非常に脆弱であるため、生残するものは非常に稀であった。結局、入手した親魚（合計 1,352尾）の内、約1年間にわたり生残したのは昭和59年度に入手した雌 2尾のみであった（表 1）。

ii) 刺網で漁獲された魚からの採卵

表 2-1に福井県高浜町におけるヤナギムシガレイの漁獲量の推移を示した。例年、刺網漁獲魚を主体に採卵を行ってきたが、今年度は刺網漁による漁獲量が13kgと過去最低であり採卵用親魚が得られなかったため、採卵は行えなかった。近年の漁獲状況から、今後高浜町での親魚入手および採卵は期待できないと思われる。

iii) 小型底曳網漁船の傭船による生態調査および親魚入手

現時点では、親魚養成を行っていく上で必要とされる天然魚の年間成熟周期および棲息生態（稚魚の生育場、食性、時季的浅深移動など）の知見は、ほとんど明らかにされていない。加えて今後、種苗の量産化を進める上で親魚の保有尾数の不足が生じてくることも予測される。近年、高浜町刺網漁と相反して小浜市底曳網漁におけるヤナギムシガレイの漁獲量は増加傾向にある（表 2-2）。そこで、基礎的知見の収集および採卵用親魚候補としての若齢個体（3～4才魚）の入手を目的として、小型底曳網漁船の傭船による試験操業を試みた。

(1) 産卵期前の試験操業（12月傭船）

1) 操業方法

①操業日時：平成4年12月10日（AM 3:30 ～ PM 3:30）

②操業場所：漁業海区 No.0898（図 1参照）

③傭船船名：“第五久栄丸”（小浜市漁協西津支所所属）

④曳網回数：計5回

⑤漁 具：12節（28 m/m）の通称“エソ網”

⑥活け込み：漁獲後直ちに、生存個体を 9～10℃に冷却した 200ℓ断熱水槽に収容し、ニフルスチレン酸ナトリウム（エルバジュ：有効濃度 5ppm）で薬浴した。

水温と水質の管理は、現場水温および漁獲魚の活力などの状況に応じて調整した。通気は、船に設置されたブローアおよび当事業場より搬入した活魚用の固形酸素発生剤により行った。なお、当場に搬入後は外傷が治癒するまで定期的に薬浴を行い、外部からの感染症予防のために循環閉鎖水系（4 m³ FRP水槽）にて 9℃前後で飼育した。餌付けは、遊泳力が回復した頃から行った。

2) 結果

表 3に試験操業の概要を、図 1に回次別の曳網ラインを示した。当初は1日当たり計8

回の曳網（前3回は通常通りの50分曳き、後5回は活け込み主体の25分曳き）を計画していたが、時化により網の広がり具合、漁獲状況の悪化および船上での作業に支障が出てきたため、5回次の曳網終了後に操業を断念した。各回次とも生存個体の割合は低く、漁獲されたヤナギムシガレイの内、約4割弱であった。この原因として、揚網時の水温差による斃死の可能性は考えられず、むしろ曳網から揚網時にかけての他の混獲魚による物理的圧迫、網ズレなどの外傷の方が致命的であったと考えられる。

表4に全漁獲物の組成を示した。各回次とも、投棄対象であるニギスの混獲が目立ち、その次にヤナギムシガレイ稚魚捕食の可能性が考えられるマアナゴが多く見られた。表から推察すると、ヤナギムシガレイの漁獲割合は投棄魚を含めた総漁獲重量の約4%程度と考えられた。

図2にヤナギムシガレイの総漁獲個体および雌個体の全長組成を示した。漁獲魚は平均的に4才魚サイズのものが多く見られ、漁獲された296尾の内、雌個体は39尾（13.2%）で、その内採卵に供試可能と思われる全長170mm以上のサイズの雌は32尾（10.8%）であった。

表5にヤナギムシガレイの活け込みと生残状況を示した。合計296尾（TL 164.4mm, BW 34.8g）を得、その内の生存個体111尾（TL 168.0mm, BW 39.4g）を長期養成用として活け込んだが、ほとんどの個体が脱鱗、目スレ、内出血などの外傷が悪化し、3日以内に斃死した。結局、収容後11日目までに全て斃死した。

(2) 産卵期後の試験操業（5月傭船）

1) 操業方法

- ① 操業日時：平成5年5月24日（AM 3:00 ～ PM 4:00）
- ② 操業場所：漁業海区 No.0898（図1参照）
- ③ 傭船船名：“信吉丸”（大島漁協所属）
- ④ 曳網回数：計7回
- ⑤ 漁具：14節（23 m/m）の通称“キス網”
- ⑥ 活け込み：活力のある生存個体のみを漁獲後2段階に分けて選別し、8～10℃に冷却した200ℓ断熱水槽に収容した。今回は、薬浴を行わなかった。
水温と水質の管理は前回同様に、現場水温および漁獲魚の活力などの状況に応じて調整した。通気は、当事業場より搬入した酸素ボンベおよび活魚用の固形酸素発生剤により行った。なお、当場に搬入後も薬浴を行わず、外部からの感染症予防のために循環閉鎖水系（4 m³ FRP水槽）にて9℃前後で飼育した。餌付けは、前回同様に遊泳力が回復した頃から行った。

2) 結果

表6にヤナギムシガレイ採捕時の操業記録を、図1に回次別の曳網ラインを示した。当初は1日当たり計10回の曳網（前3回は通常通りの50～60分曳き、中3回は試験的な15、30、45分曳き、後4回は活け込み主体の効率的な短時間曳き）を計画していたが、通常の曳網でも予想以上にヤナギムシガレイの漁獲が得られたため、計7回の曳網で操業を終了した。当傭船では、4～7回次において、曳網速度、揚網時速度および揚網時間などを考慮した活け込み方法を検討し、その結果、前回傭船時よりも場内収容後の生残率が向上した。

表 7に全漁獲物の組成を示した。当回は平均的に、ソウハチおよびムシガレイの混獲が目立ち、マアナゴはあまり多く見られなかった。なお、投棄対象物に関しては、前回と比較してニギスの割合は少なかったが、活け込み時の支障になると考えられるクモガニが多く漁獲された。前回と同様にヤナギムシガレイの漁獲割合を重量比率から推察すると、投棄魚を含めた総漁獲重量の約20%程度となり、前回の約5倍近い漁獲となった。

表 8にヤナギムシガレイの活け込みと生残状況を示した。合計 1,300尾を得、その内の生存個体 311尾を長期養成用として活け込んだが、288尾の個体が外傷の悪化が顕著となり、3日以内に斃死した。斃死の原因は前回同様、揚網時の水温差によるものではなく、曳網から揚網時にかけての外傷であったと考えられる。平成6年2月末時点の生残尾数は2尾（生残率 0.6%）である。

(3) 試験操業における考察

12月の傭船では、時化のため活け込みを目的とした25分間の短時間曳きはできなかったが、50分間の通常曳きでも漁獲されたヤナギムシガレイの内、約4割弱の生残が得られたことから、短時間曳きによる活け込み後の生残率向上は大いに期待できると考えられた。

5月の傭船においては、曳網時間をそれほど大幅には短縮できなかったが、海況が凪であり、各曳網回次ごとに速度、曳索捲き上げなどの操業方法の改善に対処できたため、前回よりも幾分か良い結果が得られた。

これら2回の傭船結果から、試験操業は冬期よりも海況の穏やかな春先または秋口の方が、少々海面水温が高くなるものの、活け込みには適当なのではないかと考えられた。

今後はさらに、活け込みを行う時期、漁区、操業方法（曳網速度、時間および揚網時速度、加速時間、揚網時間）などの検討が必要であろう。

II. 人工生産魚の養成および採卵

1. 水温処理試験

これまでの養成経過から、本種は従来の飼育条件下では、卵黄形成後期までは成熟が進行するものの、それ以降の最終成熟から産卵に至る過程において過半数の個体で卵の退行が見られ、自然産卵が誘起されないか、または自然産卵に至っても天然より約2～3カ月程時期が遅れることが明らかとなってきた。そして、この原因は環境面あるいは餌料面での不備によるものではないかと考えられた。

今年度は、まず第一に環境面からの取り組みを検討するために、未産卵の人工生産魚を供試して水温試験を行い、飼育水温の変動が卵成熟および産卵誘起に対してどのような影響を及ぼすかを調査した。

(1) 低水温処理による卵成熟効果の検討

漁業者から得られた知見では、本種は天然海域において産卵期前の数カ月間は水温の低い150m以深に分布し、産卵期になると水温の少々高い浅瀬（100m以浅）へ接岸するという生態が確認されている。

そこで、産卵期前における長期間の低水温飼育が卵成熟に対してどのような影響を及ぼすかを調査した。

i) 方法

カニキュレーションにより卵巣卵径の測定を行い、卵の成熟過程を追跡した。

①実験区分

以下の2区を設定し、それぞれの区でさらにカニキュレーション処理を行う区（処理区）とカニキュレーション処理を行わずに自然産卵の有無のみを確認する区（無処理区）を設けた。

- ・対照区：従来通りの一定水温下における飼育区分
- ・試験区：天然環境をシュミレートし産卵期前の数カ月間に低水温処理を与える飼育区分

②供試魚と飼育水槽

飼育には 0.7m³ FRP 水槽 4面を用い、それぞれに3才魚（平成1年度生産魚）の雌 7尾と雄 7尾を収容した。なお、雌はラテックスにより個体識別した。

③飼育水温の設定

- ・対照区

試験期間中、9月上旬～4月上旬の約 210日間を通し、水温10℃で飼育を行った。

- ・試験区

産卵期前：9月上旬～10月中旬の約40日間は、水温10℃で飼育した。

10月下旬～1月中旬の約90日間は、水温を 6℃前後に下げて飼育した。

産卵期中：1月下旬～4月上旬の約80日間は、再び水温を10℃に上げて飼育した。

④養成餌料

配合飼料を用い、2日に1回、魚体重の2%量を投餌した。

⑤飼育水の管理

両区とも、生物濾過による循環冷却で循環率20回転／日、新水注水率 100% ／日とした。

⑥カニキュレーション

両区とも雌 7尾に対して試験期間中、35日間隔で5回のカニキュレーションを行った。

⑦卵巣卵径の測定

カニキュレーションにより採り出した卵巣卵は海産硬骨魚類用リングル液で洗浄後、直ちに卵径を万能投影機で測定した。1尾当たりの測定卵数は50～100粒程度とした。

ii) 結果

図 3に飼育水温の経過を示した。水温は、計画水温をほぼ維持できた。

表 9に卵巣卵径の推移を示した。まず、卵巣卵の成熟経過を平均卵巣卵径で比較してみると、カニキュレーション第1回次（平成4年10月9日）は両区ともに 540～550 μm で、第2～4回次（平成4年11月16日～平成5年1月25日）も差がなく、第5回次（3月2日）もともに 830～840 μm となり、試験期間中を通して顕著な差は見られなかった。図 4に実験区間で見た卵巣卵の成熟経過を示したところ、平均卵巣卵径に差は見られなかったが、第4回次（1月25日）辺りから卵径構成に差が見られ始めた。

次に、表10に卵径構成の推移および産卵個体の出現状況を示した。卵巣卵の成熟経過を卵径構成で比較してみると、第4、5回次の成熟卵（卵径 1,000 μm 以上）の出現状況は対照区が優れた（ χ^2 検定、 $P < 0.05$ ）が、第5回次以降（4月6、30日）の産卵個体の出現状況に関しては両区に差は認められず、卵成熟促進と産卵結果は一致しなかった。この表をもとに、図 5に実験区間で見た卵径構成の推移を示した。図中には産卵期前におけ

る天然魚の卵径構成も記したが、成熟卵の出現割合は天然魚の方が同時期サンプリングの人工生産魚と比較して有意に大きかった (χ^2 検定、 $P < 0.001$)。

図 6 に個体別に見た卵巣卵の成熟経過を示した。試験開始時は、両区とも卵径に個体間のばらつきが大きかったが、経時的に試験区の方のばらつきが徐々に小さくなっていく傾向が見られたことから、低水温処理による卵成熟の同調性が考えられた。

なお、図 7 に体重増加率と卵径増加率の関係を示して見たところ、卵黄形成期から成熟期にかけての卵巣卵径と体重の増加には正の相関が認められた ($r = 0.863$)。

(2) 高水温刺激による産卵誘起効果の検討

マダイ、ヒラメ、ブリなどでは、卵黄形成終了後の水温上昇刺激が産卵誘起に対して有効であることが確認されており、本種に関しても天然魚における産卵生態からその可能性が推察される。

そこで、今回は予備的試験として産卵間近における短期間の水温上昇および高水温飼育が産卵誘起に対してどのような影響を及ぼすか試験を行った。

i) 方法

カニキュレーションにより卵巣卵径の測定を行い、卵の成熟過程を追跡した。同時に産卵誘起効果の検討も行った。

① 実験区分

以下の 2 区を設定した。

- ・ 対照区：従来通りの一定水温下における飼育区分
- ・ 試験区：産卵間近の数日間において高水温刺激を与える飼育区分

② 供試魚と飼育水槽

供試魚には、1.5 m^3 FRP 水槽で養成中の 5 才魚（昭和 63 年度生産魚）雌 39 尾、雄 9 尾の内、対照区では雌 34 尾、雄 4 尾を、試験区では雌 5 尾、雄 5 尾を用いた。対照区の飼育には 1.5 m^3 FRP 水槽を試験区の飼育には 0.7 m^3 FRP 水槽を用いた。なお、カニキュレーションに供試する雌はラテックスにより個体識別した。

③ 飼育水温の設定

- ・ 対照区

試験期間中、3 月中旬～4 月下旬の約 40 日間を通し、水温 10℃ で飼育を行った。

- ・ 試験区

試験初期：3 月中旬の 10 日間、水温 10℃ からチタンヒーターにより 0.5℃/日の割合で加温し、水温 14℃ まで上昇させた。

試験中、後期：3 月下旬～4 月下旬の 30 日間、水温 14℃ で飼育を行った。

④ 養成餌料

配合飼料を用い、2 日に 1 回、魚体重の 2% 量を投餌した。

⑤ 飼育水の管理

- ・ 対照区

生物濾過による循環冷却で循環率 15 回転/日、新水注水率 100% / 日とした。

- ・ 試験区

濾過海水の掛け流しで注水率 15 回転/日とし、加温はチタンヒーターにより行った。

⑥ カニキュレーション

卵黄形成後期以降の成熟段階にある雌個体を2尾ずつ供試し、試験期間中、7～14日間隔で5回のカニュレーションを行った。なお、カニュレーション処理を行わなかった雌個体は自然産卵の有無のみを確認した。

⑦ 卵巣卵径の測定

カニュレーションにより採り出した卵巣卵は海産硬骨魚類用リングル液で洗浄後、直ちに卵径を万能投影機で測定した。1尾当たりの測定卵数は50粒程度とした。

ii) 結果

図8に飼育水温の経過を示した。水温は、計画水温をほぼ維持できた。

表11に卵巣卵径の推移を示した。カニュレーション第1回次は両区で8日間のズレがある（平成5年3月18、26日）が、成熟状態は各個体（カニュレーション処理に供試した雌4尾）とも平均卵径760 μ m前後でほとんど差がなかった。しかし、カニュレーション第3、4回次（4月12日）辺りから成熟状態に差が見られ始めた。

図9に個体別に見た卵巣卵の成熟経過、図10に体重変化を示した。両区の卵巣卵の成熟経過をこれらの図から比較すると、両区とも個体間で顕著な差が見られる。対照区では1尾で急激な体重増加が見られ排卵および自然産卵が確認されたが（図10、♀N0.2）、もう1尾では顕著な体重増加は見られず徐々に卵巣卵が退行していくのが確認された（図9、♀N0.1）。一方、試験区では、2尾とも水温上昇につれいったん卵の成熟が進行したものの、それ以降は体重の減少と同時に急激に退行へと向かう傾向が見られた（図10、♀N0.1、2）。しかし、その内1尾では退行後、新規に小型卵径群が成熟してくるのが確認された（図9、♀N0.2）。この点に関しては、高水温刺激（水温上昇および高水温飼育）により卵成熟から退行変性、さらに新規成熟への過程が促進されたのではないかと考えられた。

(3) 水温試験における考察

低水温処理：産卵期前の処理（10→6→10℃）により、対照区に比べ卵成熟が遅滞し産卵誘起にも差が見られなかったことから、今回の低水温処理は卵成熟の促進には効果がなかったと考えられる。また、両区とも試験期間中に退行卵が約2～3割観察され、産卵時期も天然魚のそれと比べ約2カ月の遅れが見られたことから、更なる飼育水温の検討が必要である。

高水温刺激：産卵間近の刺激（10→14℃）により、体重の減少および卵巣卵の退行が進み産卵に至らなかったことから、今回の高水温刺激は産卵誘起に対して効果がなかったと考えられる。しかし、退行から新規卵成熟への過程が急速に進んだ個体が見られたことから、若干ではあるが卵成熟を促進させる可能性が示唆された。

今後、卵成熟の促進や産卵の誘起を目的とした水温試験を行う場合は、処理方法（下降時期、上昇時期、下限水温、上限水温）の再検討が必要である。このため、天然親魚の入手および生態調査を目的とした小型底曳漁船の傭船時において、年間月別の分布水深帯の把握、STDによる調査を行い、飼育水温検討のための基礎的データの蓄積に努める予定である。

2. HCG打注試験

平成3年度よりホルモン（サケ脳下垂体、HCGなど）投与による産卵誘起試験を開始し、人工採卵および自然産卵による受精卵の確保が可能となってきたが、ホルモンの適正投与量および投与時期（成熟段階）の基準作成には至っていない。

そこで今年度は、HCG打注後の卵成熟経過、人工授精に供試可能となる時間および打注後の時間経過に伴う受精率の推移を把握するため、産卵前の人工生産魚を用いてHCGの打注濃度を変え卵巣卵の成熟促進と人工採卵の試験を行った。なお、引き続き、これらの供試魚を用い自然産卵を試みた。

(1) HCG濃度別の卵成熟効果の検討

カニュレーションにより卵巣卵径の測定を行い、卵成熟に対して有効なHCG打注濃度を検討した。

i) 方法

供試魚を2-フェノキシエタノール（和光純薬）400ppmで約2分間麻酔した後、HCG（JTB社：帝国臓器）を背部筋肉内に打注した。なお、HCGは海産硬骨魚類用リンゲル液に溶解させ使用し、注射液の量を魚体重の0.3%とした。

打注後、供試魚をニフルスチレン酸ナトリウム（エルバジュ：上野製薬）7ppmで約40分間薬浴し、再び飼育水槽内へ収容した。

①実験区分

以下の4区を設定した。

・対照区…HCGを打注しない区分（計1区分）

リンゲル液のみを打注した。雌3尾の内1尾は1回のみ打注し、残りの2尾に対しては4日間隔を空けて2回打注した。

・打注区…HCGを濃度別に打注する区分（計3区分）

HCGを各区それぞれ、300、600、900IU/kgの割合で打注した。打注方法は対照区と同様とした。

②供試魚と飼育水槽

供試魚は、何れも卵黄形成中～後期の成熟段階にある4才魚（平成1年度生産魚）雌を用い、各区とも雌3尾とし、4区計12尾を0.7m³FRP水槽1面に共に収容した。なお、雌はラテックスにより個体識別した。

③養成餌料

配合飼料を用い、2日に1回、魚体重の2%量を投餌した。

④飼育水の管理

生物濾過による循環冷却（水温10℃）で循環率20回転/日、新水注水率100%/日とした。

⑤カニュレーション

各区とも打注1回のみ雌（以下、1回打注雌）1尾に対しては24時間間隔で5回とさらにその96時間後に1回の計6回行った。打注2回の雌（以下、2回打注雌）2尾に対しては24時間間隔で計9回行った。

⑥卵巣卵径の測定

卵巣卵は海産硬骨魚類用リンゲル液で洗浄後、直ちに卵径を万能投影機で測定した。

1尾当たりの測定卵数は50粒程度とした。

ii) 結果

表12に第1回目打注後の卵巣卵径の推移を示した。まず、卵巣卵の成熟経過を平均卵巣卵径の推移で比較すると、打注時（平成5年2月15日）には対照区690μm、打注区740

～760 μm であり、96時間後（2月19日）には対照区 730 μm 、打注区 770～800 μm となり、実験区間に顕著な差はなく打注効果は見られなかった。なお、対照区の1尾で打注96時間後に排卵が見られたが、打注区では見られなかった。

図11に第1回目打注における卵径構成の推移を示した。卵巣卵の成熟経過を卵径構成の推移で比較すると、打注時から96時間後にかけての成熟卵（卵径 1,000 μm 以上）の出現状況は実験区間で顕著な差はなく、若干300IU/kg区が900IU/kg区より優れた（ χ^2 検定、 $P < 0.05$ ）のみであった。

次に、表13に第2回目打注後の卵巣卵径の推移を、図12には個体別に見た卵巣卵の成熟経過を示した。対照区では、前述の1尾で1回目打注96時間後（2月19日）に排卵が確認されたのみであった。300IU/kg区では、1回打注雌で打注192時間後（2月23日）に、2回打注雌ではそれぞれ打注24、48時間後（2月20、21日）に排卵が確認された。600IU/kg区では、1回打注雌で打注120～144時間後（2月20～21日）に、2回打注雌ではそれぞれ打注24、96時間後（2月20、23日）に排卵が確認された。900IU/kg区では、1回打注雌で打注120～144時間後（2月20～21日）に、2回打注雌では内1尾のみで打注120時間後（2月24日）に排卵が確認された。なお、最終のカニユレーション時（2月23日）に人工採卵が可能となった雌は、対照区0尾、300IU/kg区2尾、600IU/kg区2尾、900IU/kg区1尾であった。

以上の結果より、卵径 750 μm 以下（720～730 μm ）の成熟段階では300IU/kgの1回打注により192時間後に、600および900IU/kgの1回打注により120～144時間後に排卵に至り、完熟卵の状態は300IU/kg打注区が最も良好であった。さらに、卵径 800 μm 付近（780～840 μm ）の成熟段階では300IU/kgの1回打注により24～48時間後に排卵に至ったが、それ以上の600および900IU/kg打注区ではやや過熟へ移行気味であった。

図13にHCGを1回のみ打注した個体における卵巣卵の成熟経過を示した。各区の192時間後の成熟状態を比較すると、1回のみ打注ではHCG濃度が高くなるにつれて完熟卵（卵径 1,200 μm 以上）の出現頻度が高くなったが、完熟卵は過熟気味であった。さらに、2回目の打注でもHCG濃度が高くなるにしたがって卵成熟が阻害された（図12）。なお、試験期間中は各区とも、24時間間隔のカニユレーションによるストレスで衰弱する個体が目立ち、これによる卵成熟に対する悪影響も考えられた。

図14に個体別に見た体重変化を示した。急激な体重増加（約5～10%強）が見られたのは、1回打注雌では300、600、900IU/kg区とも各1尾、2回打注雌では300IU/kg区2尾、600IU/kg区1尾、900IU/kg区0尾であり、これらの雌で体重増加と同時に排卵が確認された（図12）。このことから、高濃度の反復打注による弊害が考えられた。

よって、今回の試験結果から平均卵巣卵径が 750 μm 付近の時点に300IU/kgを1回打注すれば排卵誘起効果が期待でき、従来のような高濃度の多回処理は過熟になり、投与時期（成熟段階）によってはむしろ成熟に対する阻害要因となり得る可能性があることが示唆された。

(2) 打注濃度別の人工採卵試験

打注後に人工授精が可能となるまでの時間、および時間経過に伴う受精率の推移について、打注したHCGの濃度別に検討した。

i) 方法

①供試魚

『(1) 打注濃度別の卵成熟効果の検討』で用いた4才魚の雌計12尾(各区、雌3尾)と4才魚の雄8尾を供試した。

②採卵

(1) でのカニュレーションにより各区の個体ごとに卵が搾出可能となる時点を確認し、その翌日から隔日毎に計3回の人工授精を試みた。人工授精には4才魚雄の精巢懸濁液を使用し、等調法で媒精した。採卵方法は、『3. 人工採卵試験の i) 方法』を参照。

ii) 結果

表14に人工採卵試験の概要を示した。卵成熟経過から、人工授精が可能となる時点は、卵径 $750\mu\text{m}$ 以下 ($720\sim 730\mu\text{m}$) の成熟段階で300IU/kgを打注した場合は240時間後に、600および900IU/kgの打注の場合には168～192時間後であった。また、卵径 $800\mu\text{m}$ 付近 ($780\sim 840\mu\text{m}$) の成熟段階で300IU/kgを打注した場合は72～96時間後に、600IU/kgの打注の場合には72～144時間後であったが、900IU/kgの打注では退行卵が多く採卵できなかった。以下に、回次別の結果を記す。

①第1回次採卵(2月24日)

搾出できた個体は、対照区1尾、300IU/kg区2尾、600IU/kg区2尾、900IU/kg区2尾で、総採卵数はそれぞれ210粒、4,500粒、2,770粒、3,920粒であった。受精卵数は、900IU/kg区で1,593粒と好結果が得られたが、対照区、300IU/kg区および600IU/kg区では受精卵は得られなかった。

②第2回次採卵(2月26日)

搾出できた個体は、対照区0尾、300IU/kg区3尾、600IU/kg区3尾、900IU/kg区1尾で、総採卵数はそれぞれ0粒、9,380粒、5,250粒、4,410粒であった。受精卵数は、300IU/kg区1,424粒、900IU/kg区1,975粒であったが、対照区および600IU/kg区では受精卵は得られなかった。

③第3回次採卵(2月28日)

搾出できた個体は、対照区1尾、300IU/kg区3尾、600IU/kg区3尾、900IU/kg区1尾で、総採卵数はそれぞれ950粒、9,310粒、11,200粒、6,550粒であった。受精卵数は、それぞれ17粒、3,030粒、10粒、1,340粒であった。

以上の3回の人工採卵により、採卵できた回数と総採卵数が最も多かったのは300IU/kg区であった。受精卵数は900IU/kg区が最も多かったが、個体別で総採卵数に対する受精卵数の割合を比較すると、300IU/kg区の雌(♀N0.2)で最も良い結果が得られた(表15)。

今回の試験結果から、平均卵巣卵径が $800\mu\text{m}$ 付近の時点で300IU/kgを1回打注すれば、72～96時間後に人工採卵が可能になると考えられた。また、採卵が可能になる時点は排卵の24～48時間後にあたり、これは平均卵径 $800\mu\text{m}$ 付近でのHCG打注(打注濃度に限らず)により体重が5%以上増加した時点と推察された。しかし、各区とも、いずれの採卵回次においても搾出された卵が若干過熟気味であったためか、高い受精率(65.4～96.8%)にも関わらず受精卵は2～4細胞期で発生停止となりほとんどふ化に至らなかった。この原因として、HCGの打注時期と打注濃度または養成餌料由来の卵質面での欠陥が示唆された。

(3) 自然産卵試験

人工採卵後の雌個体を引き続き飼育し、自然産卵の状況を観察した。

i) 方法

①供試魚と飼育水槽

『(1) 打注濃度別の卵成熟効果の検討』および『(2) 打注濃度別の人工採卵試験』で用いた4才魚の雌11尾と6～7才魚の雄6尾を0.7㎡FRP水槽1面に収容した。

②養成餌料および飼育水の管理

(1)と同様にした。

③採卵

産出卵は、オーバーフロー方式で回収し、洗卵後300mlメスシリンダーに収容、静置し、浮上卵と沈下卵に分離した。浮上卵数および沈下卵数は、それぞれ2ℓ計量カップに収容し攪拌後、10ml中の卵数を計数し容量法により求めた。浮上卵は受精率を確認し、受精状態が良好であればふ化に供試した。卵径は浮上卵のみを50粒程度、万能投影機で測定した。

ii) 結果

自然産卵結果を表16の4才魚1区の項および図15に示した。自然産卵は、第3回次人工採卵(2月28日)から6日目(3月6日)に確認され、約40日間にわたり続いた。その結果、総産卵数78,390粒、浮上卵3,740粒(浮上率4.8%)、受精卵729粒(受精率19.5%)を得た。産出された卵の9割以上が過熟であったため卵質は悪く、受精卵はいずれも2～4細胞期で発生停止となり、ふ化には至らなかった。

産卵期間中の浮上卵の平均卵径は1.30mm前後で、昭和60年度に天然魚が自然産卵を行った時の平均卵径1.23mmと比較して大差はなかった。

今回の自然産卵試験では、供試魚がストレスによりかなり衰弱していたため、受精率は低く、さらに産卵期間中に雌11尾中5尾(対照区1尾、300IU/kg区2尾、900IU/kg区2尾)が斃死し、正常な状態の産卵ではなかったと考えられる。

(4) HCG打注試験における考察

今回の試験結果から、従来のような高濃度の多回処理による弊害が示唆されたため、今後はさらなる打注時期(成熟段階)および打注濃度の検討が必要であろう。

現時点において、人工生産魚による自然産卵はホルモン投与または無投与の両方で確認されているが、いずれも天然の産卵期(1～2月)より約2～3カ月の遅れが見られ、産出された卵も大半が過熟傾向である。この原因として、飼育水温などの長期の環境的要因の不備により卵成熟が遅れ、さらに排卵から産卵に至る過程においては何らかの環境的刺激(光条件、雌雄比など)の欠如により排卵された卵が卵巣腔内に長期滞留していることが示唆される。加えて、受精卵がほとんどふ化に至らないのは、養成餌料由来の卵質面での不備が考えられる。

今後、ホルモン投与による採卵に関しては、ムシガレイで効果が確認されているLH-RH投与による卵成熟促進の検討や、ブリやマガレイで効果的とされる電照刺激による産卵誘起および退行卵の出現防止の検討も必要かと思われる。また、卵質に由来すると考えられるふ化率の向上については、養成餌料の検討を行うことで改善していく必要がある。

3. 人工採卵試験

ホルモン無投与の人工生産魚を用いて人工採卵を行い、受精卵の大量確保を試みた。

i) 方法

供試魚には、配合飼料を給餌し水温10℃で養成中の親魚を用いた。

雌は、卵巢部分が膨満した4、5才魚（昭和63、平成1年度生産魚）を選定した。雄は、比較的大型の4才魚を選定し、精巢を摘出後、海産硬骨魚類用リングル液中ですり潰した精子懸濁液を使用した。精子活性の確認は媒精時に検鏡により行った。人工授精は、湿導法または等調法で行った。

人工授精した卵は、洗卵後1ℓビーカーに収容、静置し、浮上卵と沈下卵に分離した。浮上卵数および沈下卵数は、それぞれ2ℓ計量カップに収容し攪拌後、10ml中の卵数を計数し容量法により求めた。浮上卵は受精率を確認し、300ℓ角型ポリエチレン水槽に設置したゴースネット（大：φ50cm×D40cm、または小：φ30cm×D30cm）内に収容した。ゴースネット内へはろ過海水の微注水を行い、弱い通気で攪拌し卵が水面上に集まらないようにした。卵管理水温は、自然水温（12～13℃）とした。卵は、ふ化直前の段階で飼育水槽に収容しその中でふ化させることを原則とした。

ii) 結果と考察

採卵結果を表16の4才魚2区および5才魚区の項に示した。人工採卵は、3月16日から4月14日の間に各区ともそれぞれ2回の計4回行った。

4才魚2区では合計雌36尾、雄10尾、5才魚区では合計雌5尾、雄4尾を用い、採卵できたのは4才魚2区で雌32尾、5才魚区で雌4尾であった。平均全長および平均体重は、それぞれ4才魚雌で171.4mm、70.1g、5才魚雌で197.0mm、108.8g、4才魚雄で142.1mm、27.2gであった。

4才魚2区では総採卵数250,500粒、浮上卵48,200粒（浮上率19.2%）、受精卵32,140粒（受精率66.7%）を得たが、ふ化仔魚は得られなかった。雌1尾当たりの受精卵数は1,199粒であった。

5才魚区では総採卵数44,100粒、浮上卵24,800粒（浮上率56.2%）、受精卵14,250粒（受精率57.5%）、ふ化仔魚276尾（ふ化率1.9%）を得た。雌1尾当たりの受精卵数は4,238粒で、4才魚2区の約3.5倍となった。

その結果、計4回の人工授精により総採卵数294,600粒、浮上卵73,000粒（浮上率24.8%）、受精卵46,390粒（受精率63.5%）、ふ化仔魚276尾（ふ化率0.6%）を得た。両区とも受精卵の平均卵径は1.35mm前後で、昭和60年度に天然魚が自然産卵を行った時の平均卵径1.23mmと比較して若干大きかった。

なお、人工授精を湿導法により行った回次（5才魚区の4.2採卵時）は、等調法による他の回次よりも受精率が著しく低下し（約4～5割）、媒精方法の欠陥が示された。また、得られた受精卵の大半が4～8細胞期で発生停止したため、ふ化率が著しく低下した。この原因として、前述のHCG打注による人工採卵試験と同様に、排卵された卵が卵巢腔内に長期滞留しており過熟気味であったことと親魚の養成餌料由来による卵質面での不備が考えられた。

近年、従来通りの飼育水温下（周年10℃前後）においても、天然の産卵期に比べ若干時期は遅れるものの自然産卵が可能になってきたことから、次年度は飼育水温の検討を一旦

保留とし、主に卵質改善を目的とした養成餌料別（配合飼料区、モイストペレット区）の飼育試験を行い卵成熟経過、自然産卵状況およびふ化仔魚の活力などの差を検討する予定である。

なお当面は、親魚養成に関する基礎的知見の解明を主な目的とし、天然魚と人工生産魚について定期的（年５～６回程度）なカンデュレーションによる卵巣卵径の測定および卵巣卵の組織学的観察を行い、両者の成熟状態を比較検討する計画である。

Ⅲ．ふ化仔魚の活力

例年、ふ化仔魚の活力判定基準としてＳＡＩ試験を行っているが、今年度は天然親魚および人工生産魚ともふ化仔魚がほとんど得られなかったため、試験を行えなかった。

表 1. ヤナギムシガレイ天然魚採捕における過去の経緯（1984～1992年）

区 分	採捕地	漁 法	水深帯 (m)	採捕期間	採捕 回数	採捕 尾数	生残 ^{*1} 尾数	最長 ^{*2} 日数
'84-1	山口県長門	底曳網	140	'84. 2. 20, 3. 28	2	53	0	3
'84-2	福井県小浜	底曳網	140	'83. 12. 7 ~ '84. 5. 27	12	853	2	404
'85-1	福井県小浜	底曳網	140	'84. 12. 9 ~ '85. 4. 2	11	76	0	3
'85-2	新潟県村上	底曳網	140	'85. 2. 14	1	2	0	3
'85-3	京都府舞鶴	底曳網	140	'85. 3. 3	1	3	0	0
'85-4	福井県高浜	底刺網	80	'85. 3. 4, 3. 6	2	60	0	18
'85-5	京都府宮津	桁 網	130～150	'85. 8. 28	1	5	0	1
'86-1	京都府舞鶴	底曳網	130～140	'86. 10. 5	1	68	0	19
'87-1	福井県小浜	底曳網	130～140	'87. 3. 5 ~ 4. 14	16	187	0	4
'89-1	福井県小浜	底曳網	140～150	'89. 3. 31 ~ 5. 5	5	41	0	27
'92-1	福井県高浜	底刺網	90～100	'92. 2. 6 ~ 3. 9	4	4	0	4
計					56	1352	2 (0.15%)	

* 1 活け込み 1ヶ月後の生残尾数

* 2 最も長く生残した個体の飼育日数

表 2-1. ヤナギムシガレイ漁獲量の推移（福井県高浜町）

年度別	1月	2月	3月	4月	5～12月 ^{*2}	合計
91年度						
漁獲量 (Kg) ^{*1}	14	34	69	1	0	118
漁獲高 (千円)	71	206	371	4	0	652
92年度						
漁獲量 (Kg)	11	32	18	1	0	62
漁獲高 (千円)	67	166	89	2	0	324
93年度						
漁獲量 (Kg)	6	5	1	1	0	13
漁獲高 (千円)	24	24	5	5	0	58

* 1 漁獲は、いずれの年月も刺し網漁によるものである

* 2 禁漁期間

表 2-2. ヤナギムシガレイ漁獲量の推移（福井県小浜市）

年度別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7～ 9月 ^{*2}	10月	11月	12月	合計
91年度											
漁獲量 (Kg) ^{*1}	83	11	55	270	567	3	0	261	67	1,000	2,317
漁獲高 (千円)	578	95	418	1,430	2,259	16	0	1,558	425	6,014	12,793
92年度											
漁獲量 (Kg)	176	122	185	821	1,567	14	0	61	212	1,393	4,551
漁獲高 (千円)	970	602	970	2,902	5,239	29	0	276	910	5,756	17,654
93年度											
漁獲量 (Kg)	762	80	558	704	1,240	4	0	161	1,367	1,936	6,812
漁獲高 (千円)	2,400	324	2,154	2,669	4,628	22	0	657	5,776	10,708	29,338

* 1 漁獲は、いずれの年月も底曳網漁によるものである

* 2 禁漁期間

表 3. 試験操業の概要 (1992年12月10日)

	1 回次	2 回次	3 回次	4 回次	5 回次	総 計
天 候	曇	曇	曇	小雨	強雨	—
海 況	凪	凪	うねり弱	うねり中	うねり強	—
操業水深	135m	152m	150m	153m	127m	—
曳網速度			1.0~1.5 kt			—
揚網時速度			3.0~3.5 kt			—
加速時間			10~15分間			—
曳網時間	55分間	45分間	55分間	50分間	50分間	—
揚網時間			12~15分間			—
漁獲尾数	98尾	52尾	58尾	82尾	6尾	296尾 ^{*2}
生存尾数 ^{*1}	35尾	20尾	20尾	30尾	6尾	111尾 ^{*3}
斃死尾数 ^{*1}	63尾	32尾	38尾	52尾	0尾	185尾

* 1 揚網時の生存および斃死尾数

* 2 総漁獲個体、平均全長 164.4mm (87~345), 平均体重 34.8g (3.9~367.7)

* 3 活け込み個体、平均全長 168.0mm (125~295), 平均体重 39.4g (13.0~245.9)

表 4. 全漁獲物の組成 (1992年12月10日)

魚 種	漁獲量 (箱)	比率 ^{*1}	魚 種	漁獲量 (箱)	比率 ^{*1}
ヤナギムシガレイ	4	1.00	カマス	3	0.75
ガンゾウビラメ	6	1.50	カナガシラ	2	0.50
ムシガレイ	4	1.00	ナマコ	1	0.25
ヒラメ	5	1.25	ノドグロ	1	0.25
メイタガレイ	1	0.25	シマガツオ	1	0.25
マダイ	3	0.75	他、イカ類	1	0.25
チダイ・キダイ	4	1.00	アマダイ	4尾	0.50
イボダイ	3	0.75	トラフグ	2尾	
マアナゴ	24	4.00	タチウオ	5尾	
ヤリイカ	6	1.50	その他 (投棄魚)		
アンコウ	4	1.00	ニギス	総漁獲量の約 4 割程度	

* 1 漁獲物重量 3.5kg/1箱, ヤナギムシガレイ漁獲量を1.00、として概算した重量比率

表 5. ヤナギムシガレイの活け込みと生残状況 (1992年12月10日)

船上活け込み			事業場内飼育					
収容時	生残尾数	水温 (°C)	収容時	1日後	2日後	3日後	11日後	水温 (°C)
111尾	46尾 (41.4%)	9.0~10.0	46尾	13尾 (11.7%)	2尾 (1.8%)	1尾 (0.9%)	0尾 (0.0%)	9.1 (8.6~10.1)

表 6. ヤナギムシガレイ採捕時の操業記録 (1993年 5月24日)

曳網 回次	曳網 速度*1 (kt)	揚網時 速度 (kt)	曳網 時間 (分間)	曳網 距離 (km)	揚網 時間 (分間)	操業地点および水深			
						曳網開始点		曳網終了点	
1	1.3~2.3 (1,600rpm)	3.0~4.5	62	3.0	15	N 35° 44' 50" E 135° 34' 95"	133.5m	N 35° 45' 50" E 135° 36' 54"	156.0m
2	1.3~2.3 (1,600rpm)	3.0~4.9	50	2.1	15	N 35° 44' 54" E 135° 35' 71"	133.5m	N 35° 45' 22" E 135° 36' 75"	151.5m
3	1.1~1.9 (1,100rpm)	2.3~3.6	40	2.0	10	N 35° 44' 83" E 135° 35' 16"	141.0m	N 35° 45' 53" E 135° 36' 08"	157.5m
4	0.8~2.1 (1,100rpm)	2.4~4.0	55	2.2	20	N 35° 45' 01" E 135° 36' 05"	147.0m	N 35° 44' 31" E 135° 37' 28"	126.0m
5	0.3~2.1 (1,050rpm)	1.6~4.1	40	2.2	20	N 35° 45' 39" E 135° 34' 65"	150.0m	N 35° 44' 58" E 135° 35' 82"	135.0m
6	0.6~1.1 (950rpm)	2.1~4.0	55	2.4	20	N 35° 44' 25" E 135° 35' 83"	127.5m	N 35° 44' 88" E 135° 37' 18"	142.5m
7	0.1~1.6 (1,100rpm)	2.1~3.0	50	2.0	20	N 35° 44' 84" E 135° 36' 17"	141.0m	N 35° 43' 79" E 135° 36' 61"	120.0m

* 1 () 内はエンジンの回転数を示す

表 7. 全漁獲物の組成 (1993年 5月24日)

魚 種	漁獲量 (箱)	比率*1	備 考	魚 種	漁獲量 (kg)	比率*1	備 考
ヤナギムシガレイ	25	1.00	1,300尾	ヒラメ	16.6kg	0.19	6尾
ソウハチ	13	0.52	549尾	メイタガレイ	10.7kg	0.12	
ムシガレイ	4	0.16	304尾	アマダイ	0.7kg	0.01	4尾
マアナゴ	4	0.16	43尾	メバル	0.7kg	0.01	
カナガシラ	2	0.08	34尾	合計		2.93	漁獲の約6割
ミズダコ	10	0.40	26尾	その他 (投棄魚)			
キダイ	1	0.04	9尾	ニギス			総漁獲量の約4割程度を占める
他カレイ類	5	0.20		クモガニ			
ノドグロ	1	0.04		アンコウ			

* 1 漁獲物重量 3.5kg/1箱, ヤナギムシガレイ漁獲量を1.00、として概算した重量比率

表 8. ヤナギムシガレイの活け込みと生残状況 (1993年 5月24日)

船上活け込み			事業場内飼育						
収容時	生残尾数	水温 (°C)	収容時	3日後	5日後	7日後	10日後	1ヶ月後	水温 (°C)
311尾	130尾 (41.8%)	7.0~11.7	130尾	23尾 (7.4%)	12尾 (3.9%)	8尾 (2.6%)	5尾 (1.6%)	5尾 (1.6%)	8.0~ 9.6

表 9. 低水温処理 (10→6→10℃) によるヤナギムシガレイの卵巣卵の成熟経過

試験区	供試魚の大きさ TL(mm) BW(g)	個体 番号	カニキュレーション回次別の平均卵巣卵径(最小～最大)、単位: μm					
			第1回次 (10/ 9)	第2回次 (11/16)	第3回次 (12/21)	第4回次 (1/25)	第5回次 (3/ 2)	
対照区 (水温一定)	♀ 1	143	37.6	644.7 (383～1094)	695.6 (379～1141)	734.1 (479～1156)	697.6 (518～972)	843.5 (678～1442)
	♀ 2	170	51.4	503.9 (292～765)	543.0 (346～1209)	641.6 (484～964)	685.7 (514～1177)	881.8 (651～1362)
	♀ 3	157	52.2	573.8 (334～842)	655.1 (368～937)	736.8 (499～1176)	803.1 (564～1198)	884.0 (673～1333)
	♀ 4	192	94.4	498.9 (336～889)	528.5 (355～790)	632.8 (484～951)	657.3 (518～936)	755.2 (616～900)
	♀ 5	146	35.1	546.0 (362～695)	609.3 (369～1209)	660.6 (461～1063)	728.1 (545～1053)	834.6 (621～1138)
	♀ 6	157	36.7	376.0 (348～404)	495.6 (363～698)	629.5 (461～1039)	725.0 (531～1170)	838.4 (635～1216)
	♀ 7	174	62.0	512.3 (342～769)	561.9 (382～895)	651.3 (486～907)	747.5 (533～1101)	859.0 (674～1158)
$\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$			546.9 $\pm$ 135.0 (n = 237)	585.2 $\pm$ 142.3 (n = 600)	675.3 $\pm$ 127.5 (n = 870)	720.6 $\pm$ 125.6 (n = 700)	842.4 $\pm$ 126.8 (n = 700)	
試験区 (水温処理)	♀ 1	164	58.5	519.8 (289～768)	618.6 (463～870)	652.2 (460～1218)	699.7 (512～1138)	849.7 (613～1355)
	♀ 2	177	68.3	494.6 (320～627)	603.5 (475～1003)	626.4 (508～1055)	686.3 (511～1200)	833.2 (645～1151)
	♀ 3	166	56.2	493.7 (328～666)	531.6 (396～703)	617.3 (490～901)	689.1 (520～1195)	838.8 (655～1150)
	♀ 4	145	37.1	656.4 (427～877)	571.7 (407～838)	680.1 (500～885)	672.9 (498～954)	830.0 (653～1205)
	♀ 5	181	71.8	510.5 (330～708)	543.7 (379～860)	645.1 (485～911)	714.8 (514～1093)	850.1 (651～1156)
	♀ 6	185	77.6	551.8 (387～693)	566.5 (402～869)	735.7 (480～1131)	696.3 (510～1131)	813.3 (642～1086)
	♀ 7	160	48.6	552.2 (347～912)	600.1 (387～955)	648.2 (492～836)	668.8 (465～861)	803.2 (646～1011)
$\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$			541.7 $\pm$ 119.9 (n = 290)	577.8 $\pm$ 99.4 (n = 480)	654.7 $\pm$ 106.1 (n = 750)	688.6 $\pm$ 108.7 (n = 670)	831.2 $\pm$ 110.8 (n = 700)	

表 11. 高水温刺激 (10→14℃) によるヤナギムシガレイの卵巣卵の成熟経過

試験区	個体番号	供試魚の大きさ		経時的カニキュレーションによる平均卵巣卵径の推移（最小～最大）、単位：μm				
		TL(mm)	BW(g)	加温前（3/18）*1	加温後（3/25,26）*2	加温 7日後（4/1）	加温18日後（4/12）	加温32日後（4/26）
対照区 （水温一定）	♀ 1	164	51.8	-	758.2（606～946）	841.8（675～1137）	800.7（677～985）	756.8（597～975）*5
	♀ 2	209	124.4	-	758.8（639～893）	830.1（680～1041）	871.7（684～1377）*3	913.1（672～1477）*4
	$\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$	186.5	88.1	-	758.5 ± 66.7（n=100）	836.0 ± 96.1（n=100）	836.2 ± 133.0（n=100）	843.6 ± 199.5（n=90）
試験区 （水温刺激）	♀ 1	154	42.7	762.9（601～966）	806.1（651～1026）	780.3（646～1114）	697.6（598～831）*5	645.0（562～816）
	♀ 2	198	104.2	763.1（619～956）	798.3（640～1054）	782.4（650～936）	674.5（532～821）*5	792.5（554～1340）*6
	$\bar{x} \pm \sigma_{n-1}$	176.0	73.5	763.0 ± 76.5（n=100）	802.2 ± 91.0（n=100）	781.4 ± 101.3（n=100）	686.1 ± 61.2（n=100）	767.9 ± 147.5（n=60）

* 1. カニキュレーションは試験区のみ実施 * 2. 試験区は 3/25 に、水温一定区は 3/26 にカニキュレーションを実施

* 3. 排卵 * 4. 過熟 * 5. 退行変性 (過半数の割合を占める) * 6. 小型卵径群が新規成熟

表10. 低水温処理によるヤナギムシガレイの卵径構成および産卵個体の出現状況

試験区	卵 巢 卵 径	カニユレーション回数別の卵巣卵径の構成個数 (個)					産卵尾数 (尾)	
		第1回次(10/ 9) ^{NS}	第2回次(11/16) ^{NS}	第3回次(12/21) ^{NS}	第4回次(1/25)*	第5回次(3/ 2)*	産卵観察時(4/ 6) ^{NS}	取り揚げ時(4/30) ^{NS}
対照区 (水温一定区)	250～ 500μm	89 (37.6)	191 (31.8)	23 (2.6)	0 (0)	0 (0)	-	-
	500～ 750μm	132 (55.7)	325 (54.2)	627 (72.1)	455 (65.0)	176 (25.1)	-	-
	750～1000μm	13 (5.5)	75 (12.5)	205 (23.6)	223 (31.9)	446 (63.7)	-	-
	1000～1250μm	3 (1.2)	9 (1.5)	15 (1.7)	22 (3.1)	72 (10.3)	-	-
	1250μm ～	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0.9)	-	-
計		237	600	870	700	700	2 (28.6)	4 (57.1)
試験区 (水温処理区)	250～ 500μm	109 (37.6)	99 (20.6)	15 (2.0)	2 (0.3)	0 (0)	-	-
	500～ 750μm	157 (54.1)	355 (74.0)	604 (80.5)	504 (75.2)	152 (21.7)	-	-
	750～1000μm	24 (8.3)	25 (5.2)	126 (16.8)	156 (23.3)	496 (70.9)	-	-
	1000～1250μm	0 (0)	1 (0.2)	5 (0.7)	8 (1.2)	48 (6.8)	-	-
	1250μm ～	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (0.6)	-	-
計		290	480	750	670	700	0 (0)	2 (28.6)

両区とも供試魚を3才魚(平成1年度生産魚)雌 7尾とし、カニユレーションにより採出した卵巣卵の成熟段階(卵黄形成初期、中期、後期および核移動期、成熟期、完熟期の5段階)を上記の卵巣卵径の幅で分け、両区の比較を行った。

NS: Not significant, *: P<0.05

1) 第1, 2, 3回次における成熟期以降に達した卵巣卵の出現状況……水温一定区=水温刺激区(有意差なし)

2) 第4, 5回次における成熟期以降に達した卵巣卵の出現状況……水温一定区>水温刺激区(有意差あり)

3) 産卵観察、取り揚げ時における自然産卵個体の出現状況……水温一定区=水温刺激区(有意差なし)

表15. HCG打注によるヤナギムシガレイの人工採卵結果

親魚区分	第1回 目打注 (2/15)	第2回 目打注 (2/19)	第1～3回次採卵合計 (2/24～28)				
			採卵 ^{*2} 回数	総採卵 数(粒)	浮上卵 数(粒)	受精卵 数(粒)	受精卵 率 ^{*3} (%)
対 照 区	♀1	-	0	0	-	-	-
	2	-	2	1,160	110	17	1.5
	3	-	0	0	-	-	-
計			2	1,160	110	17	1.5
300IU/kg区	♀1	有 ^{*1}	3	5,090	0	-	-
	2	有	2	6,570	5,350	4,439	67.6
	3	有	3	11,530	30	15	0.1
計			8	23,190	5,380	4,454	19.2
600IU/kg区	♀1	有	3	8,300	30	4	0.0
	2	有	3	7,550	0	-	-
	3	有	2	3,370	30	6	0.2
計			8	19,220	60	10	0.1
900IU/kg区	♀1	有	3	14,860	5,890	4,908	33.0
	2	有	0	0	-	-	-
	3	有	1	20	0	-	-
計			4	14,880	5,890	4,908	33.0

*1 HCG打注を実施

*2 計3回の人工採卵において採卵が可能であった回数

*3 総採卵数に対する受精卵数の割合

表12. HCG打注によるヤナギムシガレイの卵巣卵の成熟経過（第1回目打注）

試験区	個体番号	供試魚の大きさ		経時的カニキュレーションによる平均卵巣卵径の推移（最小～最大）、単位：μm				
		TL(mm)	BW(g)	打注時 (2/15)	24時間後 (2/16)	48時間後 (2/17)	72時間後 (2/18)	96時間後 (2/19)
対照区	♀ 1	193	81.3	643.7 (513～903)	671.3 (563～930)	661.3 (540～1018)	664.2 (529～1036)	674.5 (572～914)
	♀ 2	178	65.9	707.9 (530～1049)	719.7 (594～1249)	719.2 (596～968)	751.4 (610～1032)	826.4 (598～1409)* ¹
	♀ 3	186	84.5	708.6 (541～952)	675.1 (555～1064)	675.7 (554～1017)	725.9 (603～1049)	696.3 (590～1019)
	X ± σ _{n-1}	185.7	77.2	686.7 ± 99.6 (n=150)	688.7 ± 98.6 (n=150)	685.4 ± 89.5 (n=150)	713.9 ± 107.3 (n=150)	732.4 ± 152.9 (n=150)
300IU/kg区	♀ 1	160	46.1	724.7 (531～904)	757.6 (550～1212)	765.1 (599～965)	797.3 (557～1005)	780.4 (576～1174)
	♀ 2	165	54.4	732.7 (565～1089)	780.9 (585～1290)	769.3 (570～981)	811.5 (593～1200)	800.6 (618～1113)
	♀ 3	151	34.2	794.2 (593～1044)	813.8 (617～1118)	818.3 (582～1078)	834.6 (659～1311)	835.3 (642～1166)
	X ± σ _{n-1}	158.7	44.9	750.5 ± 105.4 (n=150)	784.1 ± 122.1 (n=150)	784.2 ± 107.0 (n=150)	814.5 ± 122.6 (n=150)	805.4 ± 117.6 (n=150)
600IU/kg区	♀ 1	168	62.0	775.5 (543～1152)	900.9 (655～1380)	800.4 (596～1065)	803.3 (625～1055)	838.3 (590～1208)
	♀ 2	162	52.0	726.3 (567～1158)	742.0 (591～1191)	750.9 (620～1084)	746.8 (626～1044)	727.4 (602～1104)
	♀ 3	163	50.6	774.8 (571～1099)	749.2 (581～1036)	750.9 (551～995)	762.4 (589～1183)	793.6 (603～1047)
	X ± σ _{n-1}	164.3	54.9	758.9 ± 127.0 (n=150)	797.4 ± 151.6 (n=150)	767.4 ± 105.4 (n=150)	770.8 ± 110.5 (n=150)	786.4 ± 119.9 (n=150)
900IU/kg区	♀ 1	191	80.7	723.2 (524～1230)	727.9 (569～906)	761.0 (554～1077)	789.3 (622～1092)	783.4 (602～974)
	♀ 2	163	49.0	742.6 (552～1037)	725.0 (556～1026)	746.9 (555～1074)	758.2 (617～1009)	737.7 (599～1084)
	♀ 3	144	34.8	773.4 (576～1124)	852.6 (555～1376)	798.6 (622～1053)	821.4 (611～1203)	793.5 (634～1236)
	X ± σ _{n-1}	166.0	54.8	746.4 ± 131.3 (n=150)	768.5 ± 149.3 (n=150)	768.8 ± 117.3 (n=150)	789.6 ± 119.7 (n=150)	771.5 ± 108.9 (n=150)

* 1. 排卵（現時点では、まだ人工搾出が不可能）

表13. HCG打注によるヤナギムシガレイの卵巣卵の成熟経過（第2回目打注）

試験区	個体番号	第2回目打注の有無	経時的カニキュレーションによる平均卵巣卵径の推移（最小～最大）、単位：μm				
			打注時（2/19）*1	24時間後（2/20）	48時間後（2/21）	72時間後（2/22）	96時間後（2/23）
対照区	♀ 1	有	674.5 (572～914)	684.4 (586～803)	675.8 (551～842)	685.3 (569～881)	704.3 (560～1097)
	♀ 2	無	826.4 (598～1409)*2	-	-	-	819.9 (560～1530)*2
	♀ 3	有	696.3 (590～1019)	723.8 (589～1156)	727.6 (588～1027)	684.2 (581～890)	747.3 (619～999)
	X ± σ n-1		732.4 ± 152.9 (n = 150)	-	-	-	757.2 ± 125.6 (n = 150)
300IU/kg区	♀ 1	有	780.4 (576～1174)	817.4 (609～1520)*2	794.8 (634～1361)	908.7 (671～1462)	1038.0 (623～1428)*3
	♀ 2	無	800.6 (618～1113)	-	-	-	824.4 (622～1420)*2
	♀ 3	有	835.3 (642～1166)	788.2 (622～977)	849.8 (662～1435)*2	923.7 (651～1460)	1022.1 (634～1592)*3
	X ± σ n-1		805.4 ± 117.6 (n = 150)	-	-	-	961.5 ± 272.8 (n = 150)
600IU/kg区	♀ 1	有	838.3 (590～1208)	870.5 (594～1266)*2	848.0 (647～1319)	867.0 (654～1548)	901.0 (728～1494)*3
	♀ 2	無	727.4 (602～1104)	-	-	-	958.3 (639～1302)*3
	♀ 3	有	793.6 (603～1047)	755.5 (626～908)	768.1 (610～964)	789.5 (615～1199)	824.3 (625～1438)*2
	X ± σ n-1		786.4 ± 119.9 (n = 150)	-	-	-	894.5 ± 208.8 (n = 150)
900IU/kg区	♀ 1	無	783.4 (602～974)	-	-	-	1060.1 (671～1362)*3
	♀ 2	有	737.7 (599～1084)	753.5 (598～1041)	715.5 (614～869)	723.3 (600～1071)	750.3 (619～962)
	♀ 3	有	793.5 (634～1236)	849.4 (632～1129)	808.3 (622～1157)	825.2 (638～1213)	818.9 (682～1174)
	X ± σ n-1		771.5 ± 108.9 (n = 000)	-	-	-	876.4 ± 216.1 (n = 150)

- * 1. 第1回目のHCG打注時より96時間後
 * 2. 排卵（現時点では、まだ人工採出が不可能）
 * 3. 産卵（現時点で、人工採出が可能となった）

表14. HCG打注によるヤナギムシガレイの人工採卵試験の概要

鯉魚区分	第1回目 打注日 (2/15)	第2回目 打注日 (2/19)	最終 の成熟段階 (2/23)	第1回採卵(2/24)*2				第2回採卵(2/26)*2				第3回採卵(2/28)*2			
				採出可能 個体	総採卵数 (粒)	浮上卵数 (粒)	受精率 (%)	採出可能 個体	総採卵数 (粒)	浮上卵数 (粒)	受精率 (%)	採出可能 個体	総採卵数 (粒)	浮上卵数 (粒)	受精率 (%)
対 照 区	♀1	-	-	卵黄形成中	×			×				×			
	2	-	-	完 熟	○	210	60	0	-	-	-	○	950	50	34.0
	3	-	-	卵黄形成中	×			×				×			17
計				1尾	210	60	-	-	0尾	-	-	1尾	950	50	-
300IU/kg区	♀1	有*1	有	完 熟	○	1,200	0	-	-	0	-	○	1,850	0	-
	2	有	-	完 熟	×			○	2,540	2,000	71.2	○	4,030	3,350	90.0
	3	有	有	完 熟	○	3,300	0	-	-	0	-	○	3,430	30	50.0
計				2尾	4,500	0	-	-	3尾	9,380	2,000	-	1,424	3尾	3,030
600IU/kg区	♀1	有	有	完 熟	○	1,570	10	0	-	0	-	○	5,020	20	20.0
	2	有	-	完 熟	○	1,200	0	-	-	0	-	○	4,250	0	-
	3	有	有	完 熟	×			○	1,440	0	-	○	1,930	30	20.0
計				2尾	2,770	10	-	-	3尾	5,250	0	-	-	3尾	10
900IU/kg区	♀1	有	-	完 熟	○	3,900	1,800	88.5	1,593	0	-	○	6,550	2,050	65.4
	2	有	有	卵黄形成中	×			×				×			1,340
	3	有	有	前成熟	○	20	0	-	-	-	-	×			-
計				2尾	3,920	1,800	-	1,593	1尾	4,410	2,040	-	1,975	1尾	1,340

*1 HCG打注を実施。

*2 人工授精は、いずれの回次も等調法による。

表16. 平成5年度ヤナギムシガレイ採卵結果

産卵魚区分	採卵期間	水槽 容量 (m ³)	供試 尾数	供試魚の大きさ 全長 (mm)	産卵 尾数	採卵 方法	総採卵数 (粒)	浮上卵数 (%)	受精卵数 (%)	孵化供試 卵数 (粒)	孵化仔魚 数 (%)	備 考
4才魚 1区 (H 1. 生産魚)	2. 24	-	♀ 12 ♂ 4	170.2 144.3	7	人 (A)*1	11,400	1,870 (16.4)	1,593 (85.2)	1,593	0	HCG打注による人工採卵試験 1.
	2. 26	-	♀ 12 ♂ 2	170.2 154.5	7	人 (A)	19,040	4,040 (21.2)	3,399 (84.1)	3,399	0	HCG打注による人工採卵試験 2.
	2. 28	-	♀ 12 ♂ 2	170.2 150.5	8	人 (A)	28,010	5,530 (19.7)	4,397 (79.5)	4,397	0	HCG打注による人工採卵試験 3.
	3. 6~4. 15	0.7	♀ 11 ♂ 6	170.8 189.0	7	自 (A)*2	78,390	3,740 (4.8)	729 (19.5)	729	0	HCG打注による自然産卵試験. 人工採卵試験に供試後の♀を使用.
4才魚 2区 (H 1. 生産魚)	3. 16	-	♀ 27 ♂ 4	171.0 145.5	24	人工*3	114,000	29,000 (25.4)	18,700 (64.5)	18,700	0	媒精には、4才魚♂ 4尾を供試. 精子活性は、5. +++.
	4. 13	-	♀ 36 ♂ 6	171.4 145.3	32	人工*3	136,500	19,200 (14.1)	13,440 (70.0)	13,440	0	媒精には、4才魚♂ 6尾を供試. 精子活性は、5. +++.
5才魚 (S63. 生産魚)	4. 2	-	♀ 2 ♂ 2	202.0 138.0	2	人工*4	17,600	9,000 (51.1)	2,700 (30.0)	2,700	180 (6.7)	媒精には、4才魚♂ 2尾を供試. 精子活性は、3. +++.
	4. 14	-	♀ 5 ♂ 2	197.0 130.0	4	人工*3	26,500	15,800 (59.6)	11,550 (73.1)	11,550	96 (0.8)	媒精には、4才魚♂ 2尾を供試. 精子活性は、5. +++.
合計					45*5		431,440	88,180	56,508	56,508	276	

* 1. 人工授精 (ホルモン打注, 等調法による)

* 2. 自然産卵 (ホルモン打注による)

* 3. 人工授精 (ホルモン無処理, 等調法による)

* 4. 人工授精 (ホルモン無処理, 湿導法による)

* 5. 採卵に供試した♀の内、重複分の尾数を除く

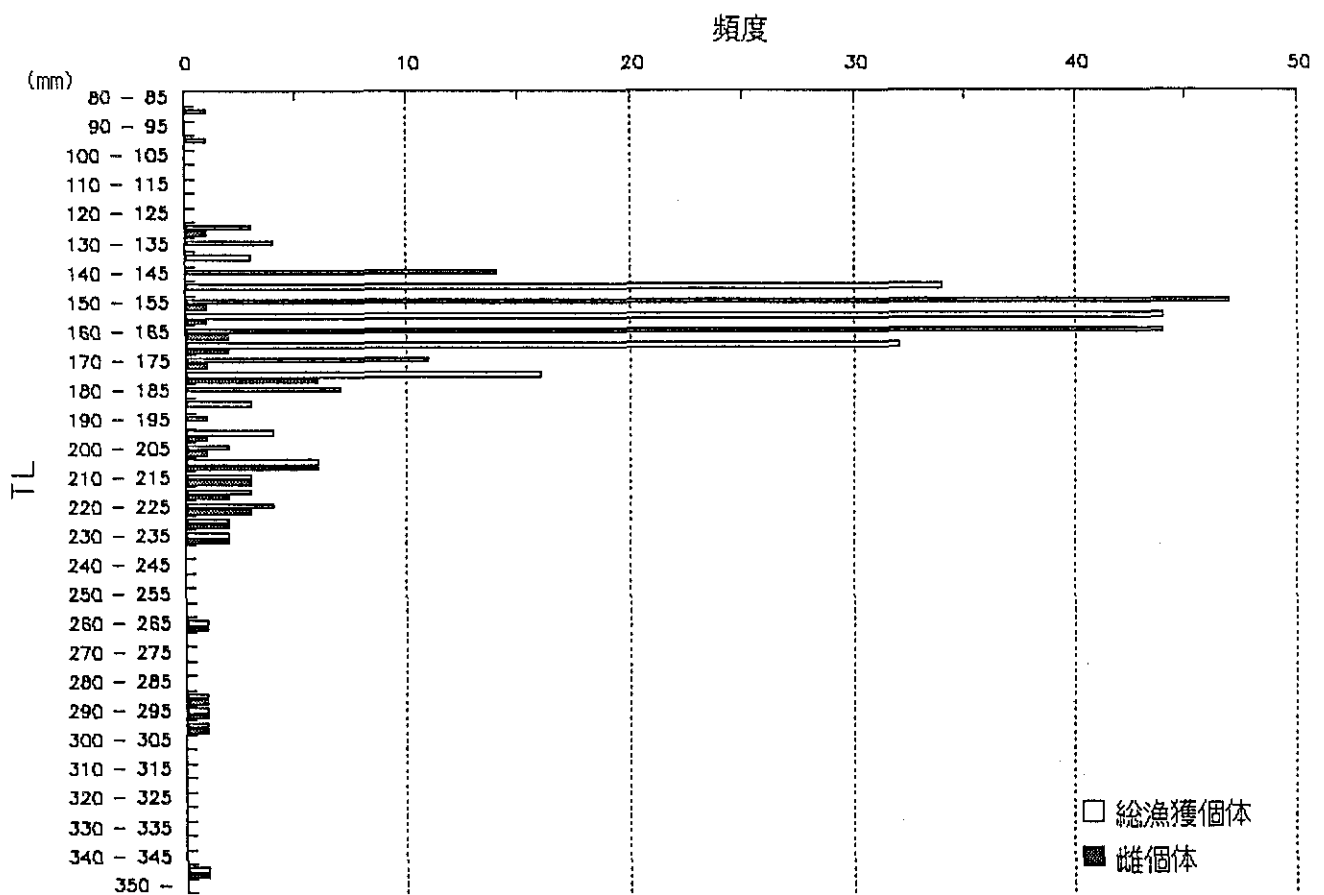
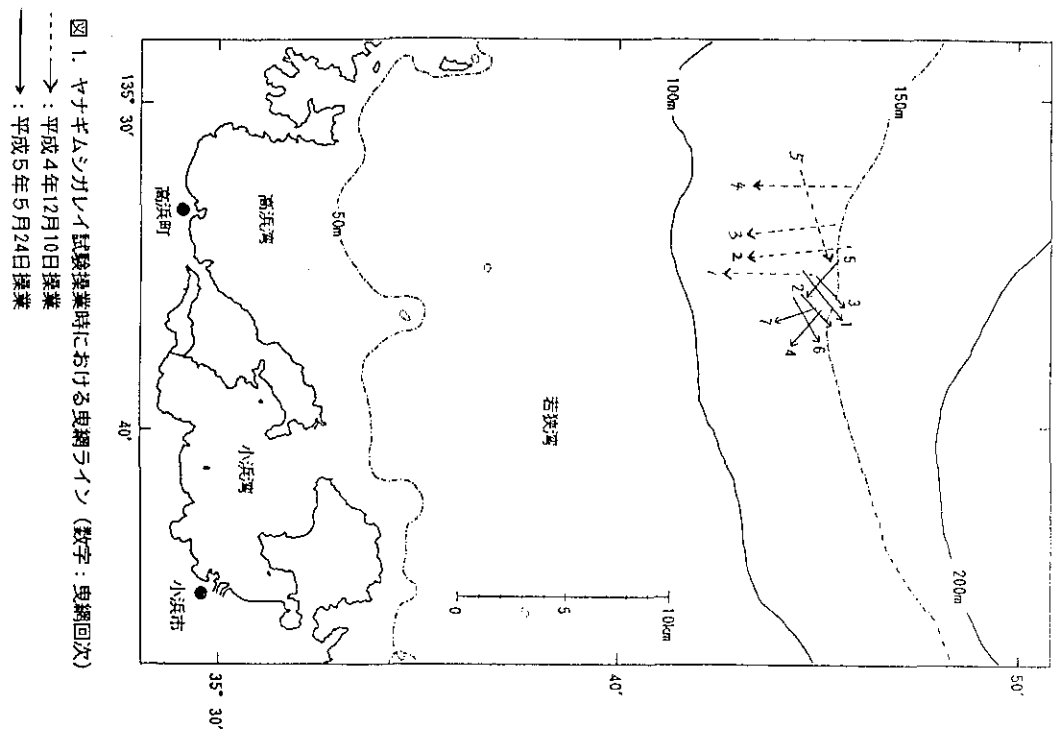


図 2. ヤナギムシガレイの総漁獲個体および雌個体の全長組成 (平成4年12月10日操業)

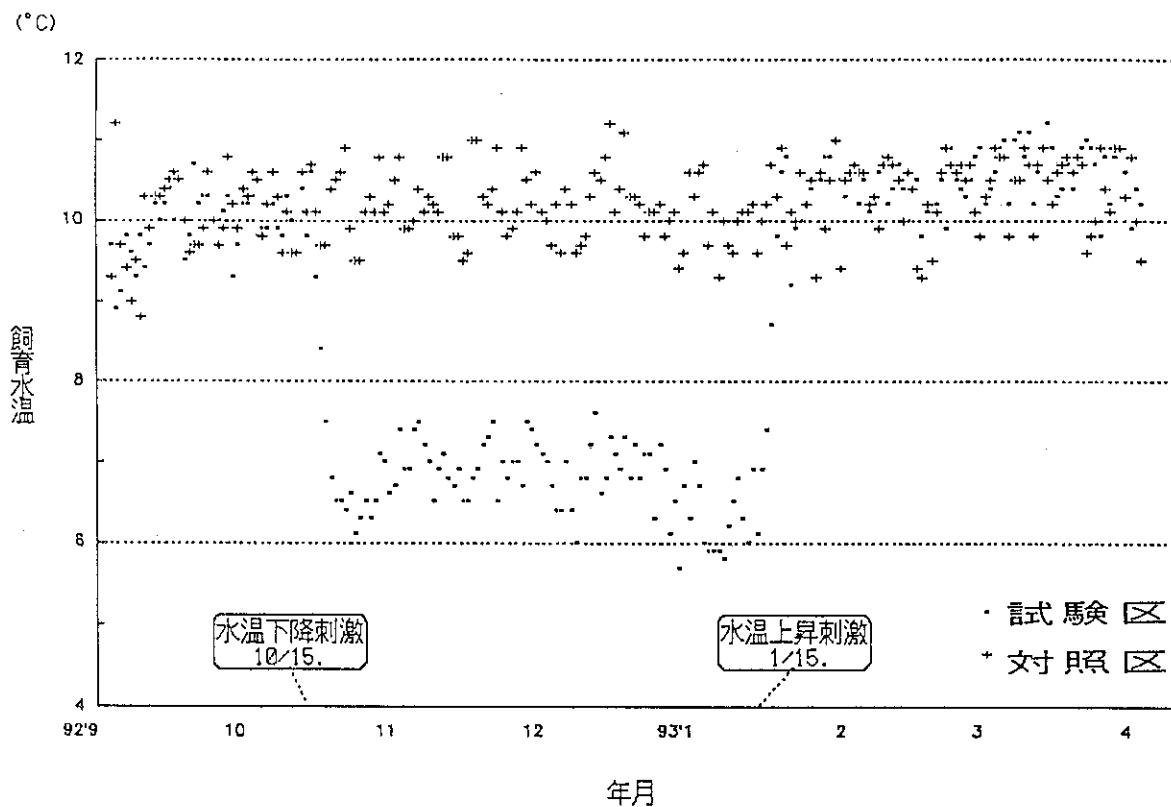


図 3. 飼育水温の経過（低水温処理試験）

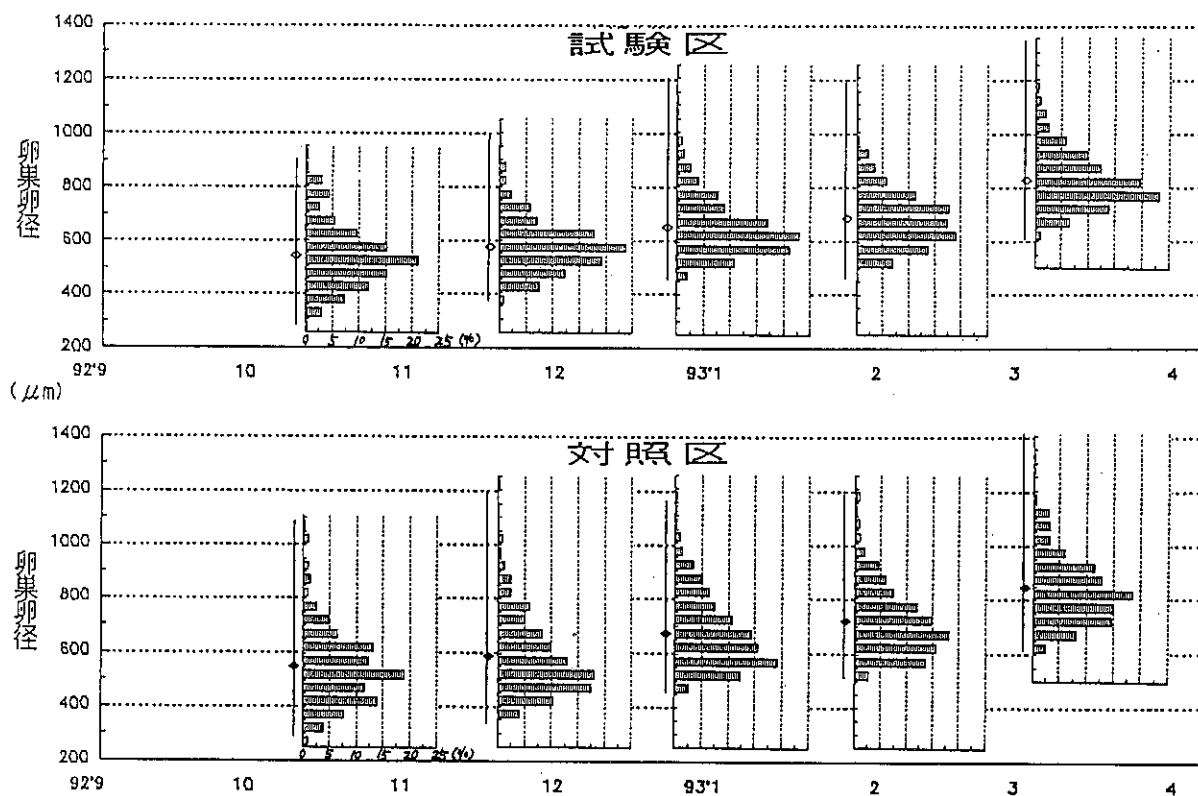


図 4. 実験区間で見た卵巢卵の成熟経過（低水温処理試験）
 高低グラフは平均卵径（最小～最大）
 ヒストグラムは回次別の卵巢卵径の構成比率

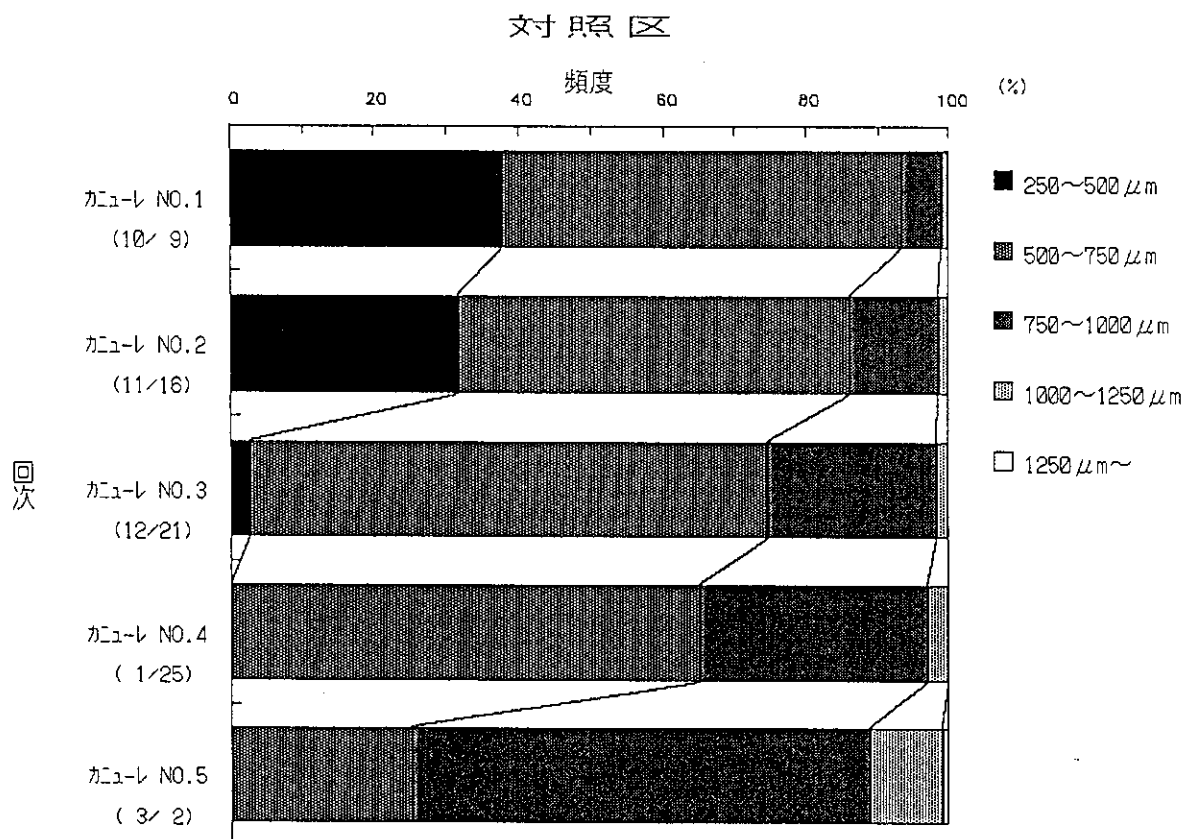
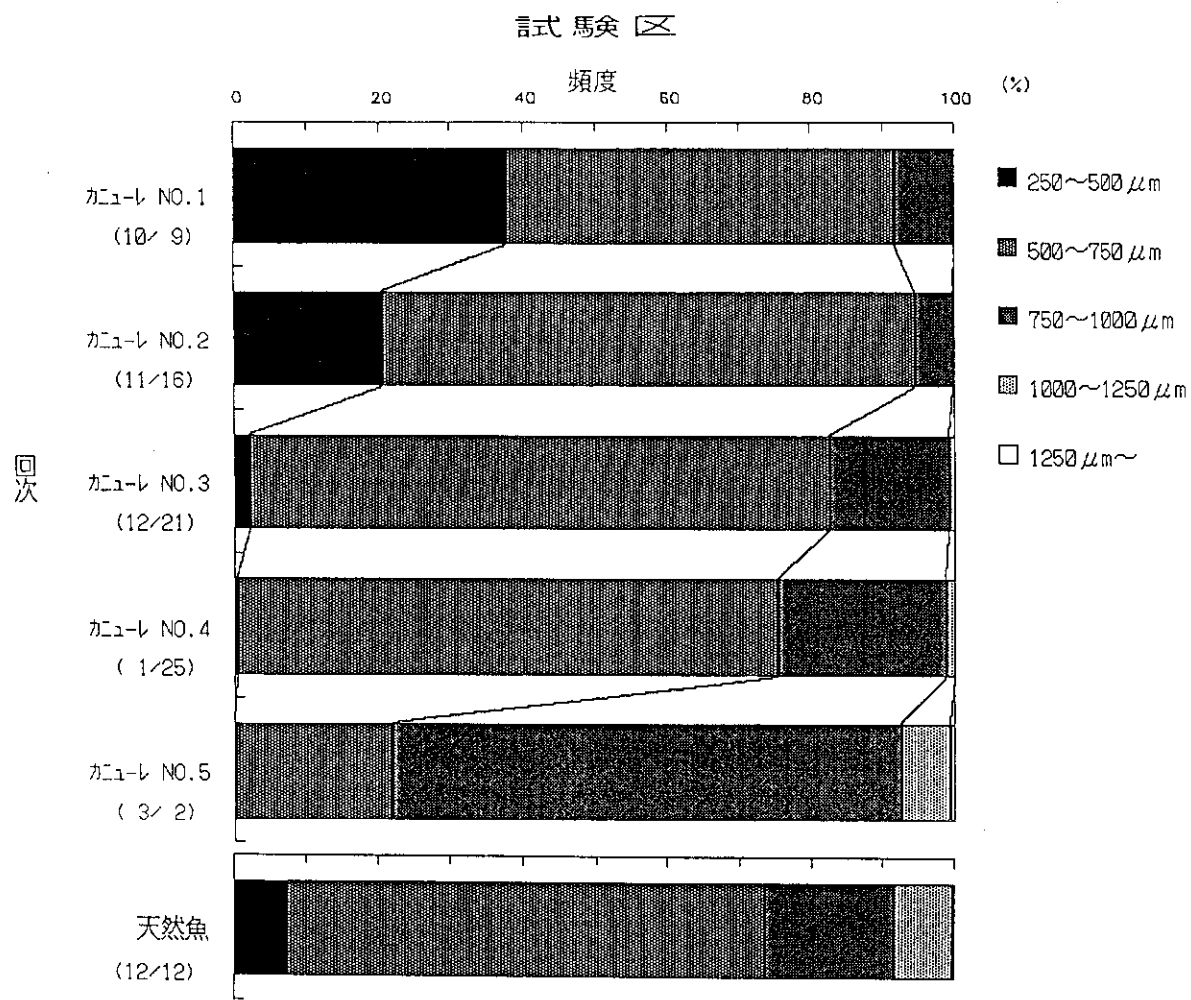


図 5. 実験区間で見えた卵径構成の推移 (低水温処理試験)

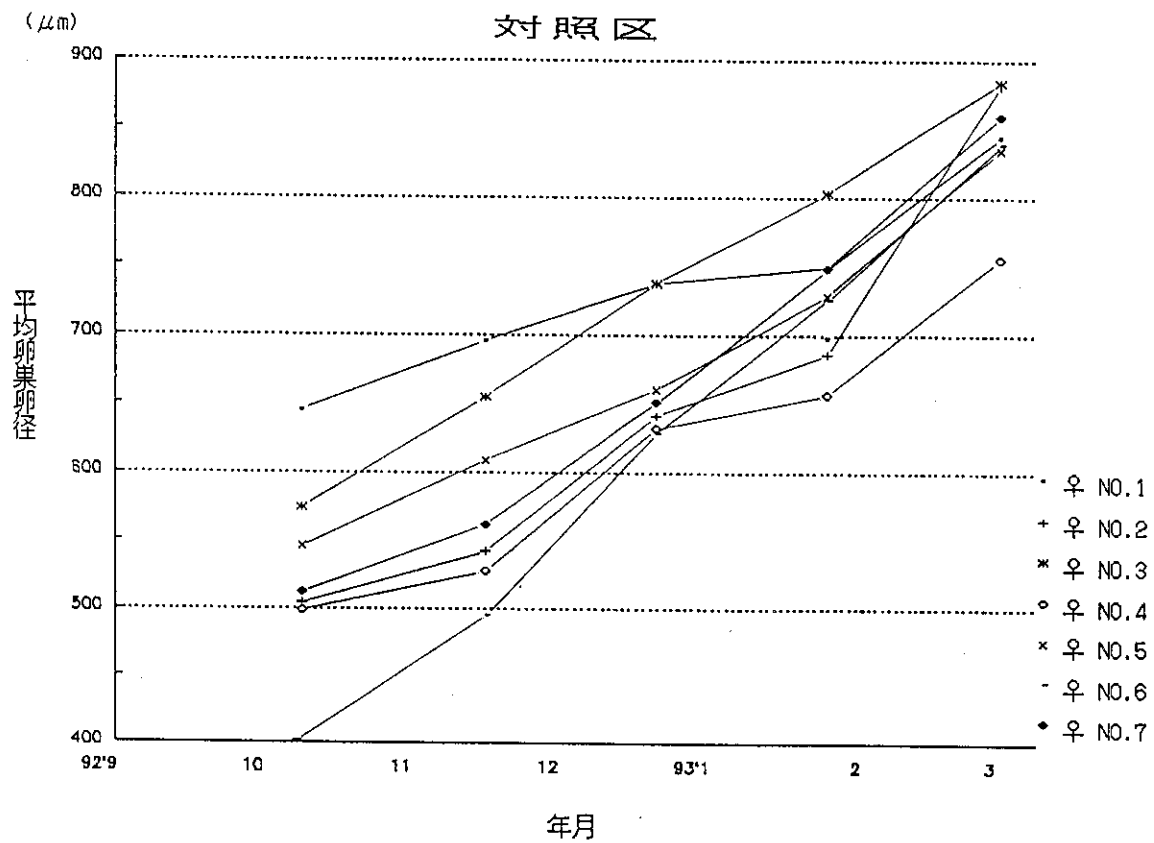
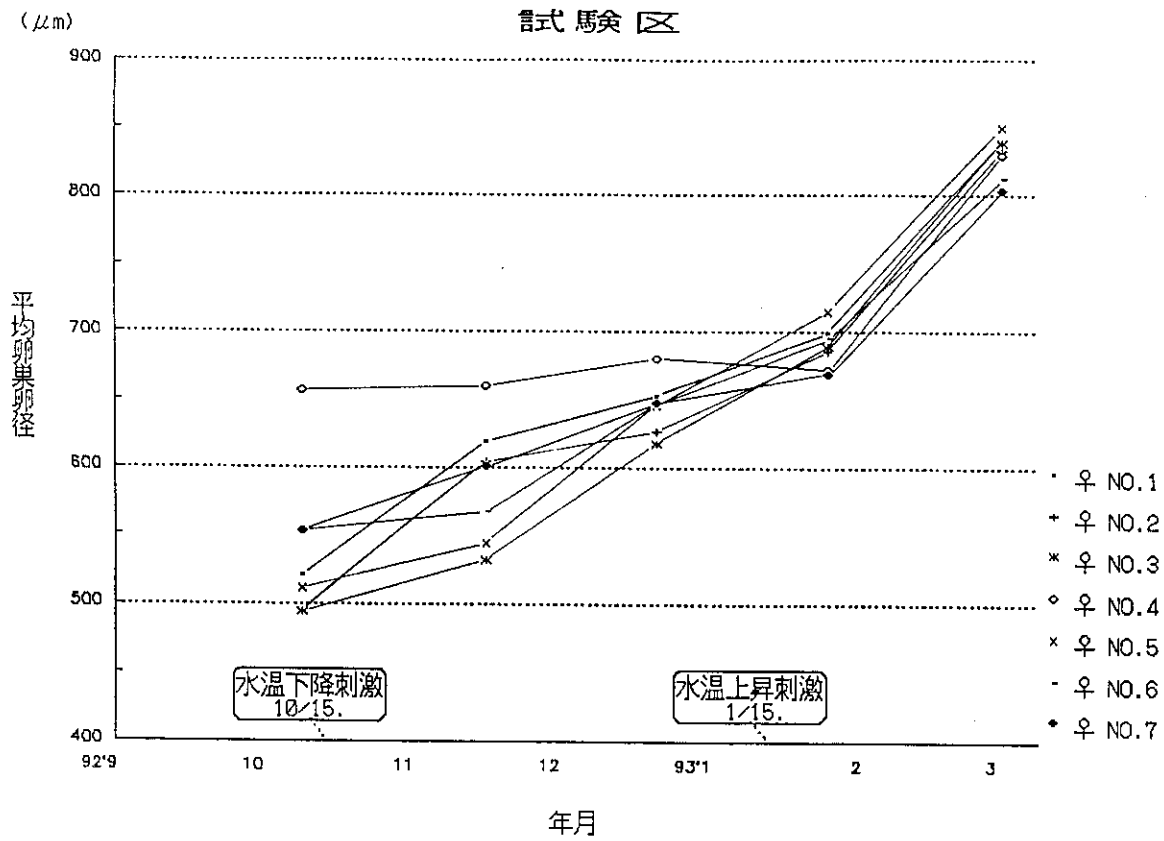


図 6. 個体別に見た卵巣卵の成熟経過 (低水温処理試験)

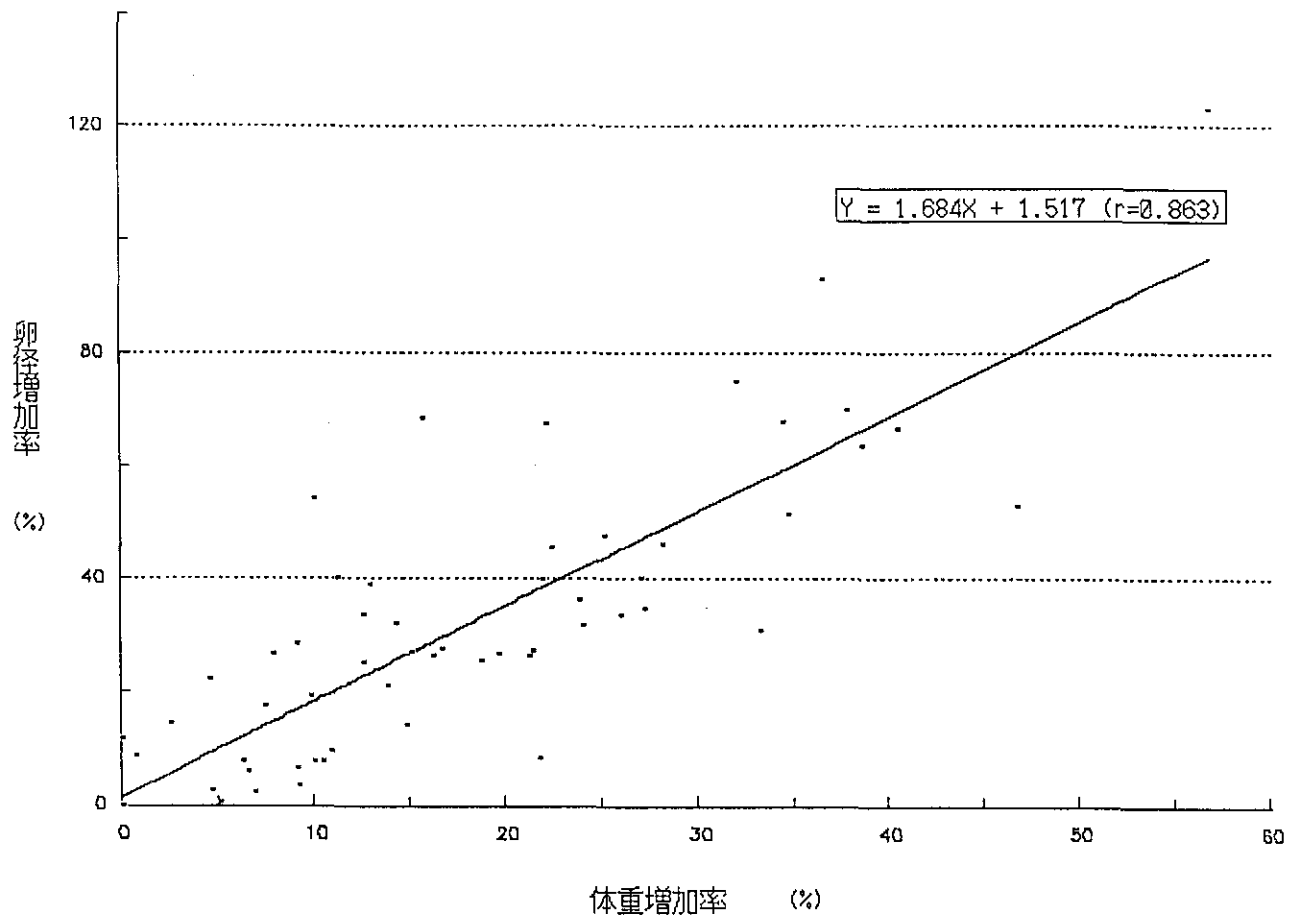


図 7. 体重増加率と卵径増加率の関係（低水温処理試験）
 第 1 回次の卵巣卵径および体重を基準（1.00）として、その時点からの時間経過に伴う体重増加率を X 軸に、卵径増加率を Y 軸にとった散布図であり、図中のマーカー（・印）は両区の雌 1 尾、カニュレーション 1 回当たりのデータである。

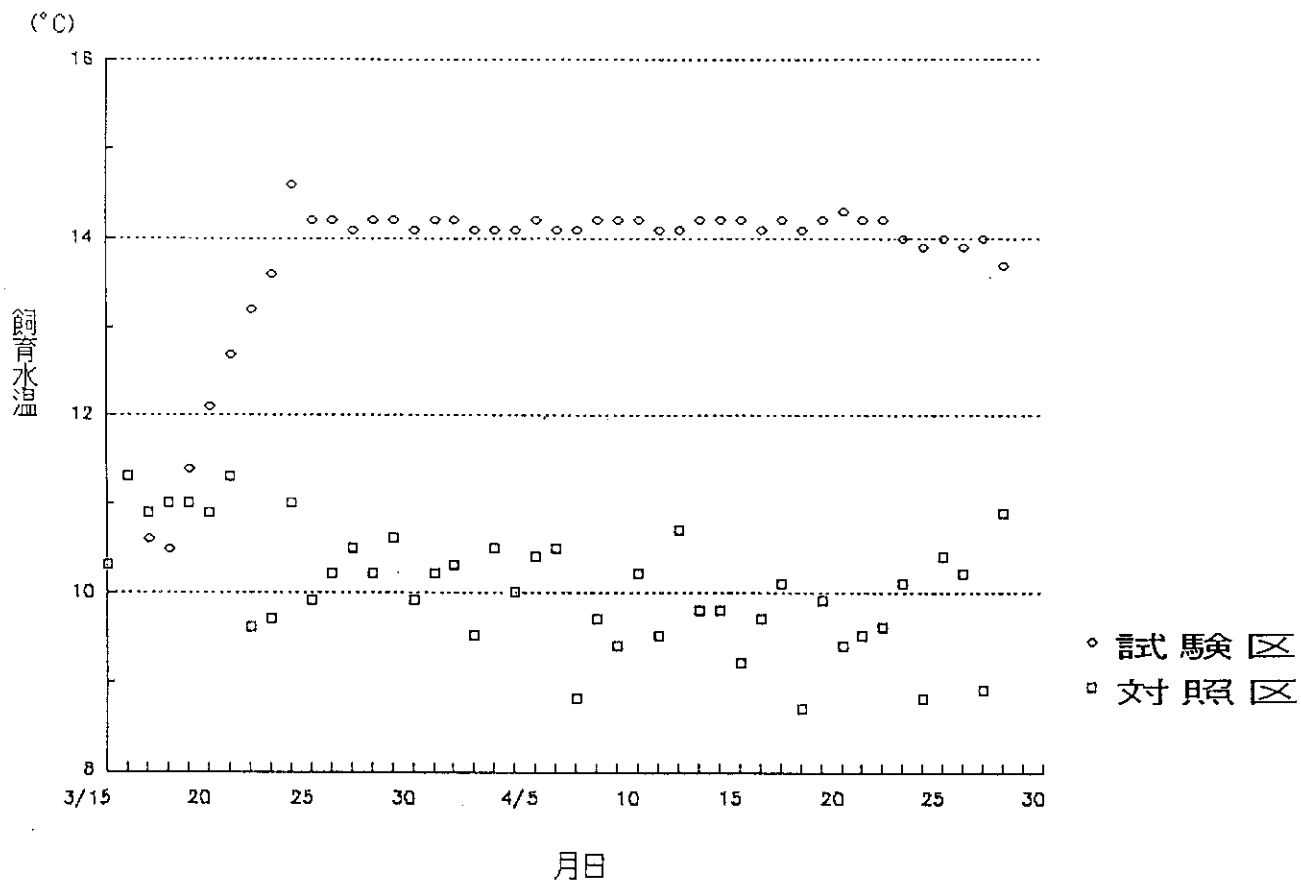


図 8. 飼育水温の経過 (高水温刺激試験)

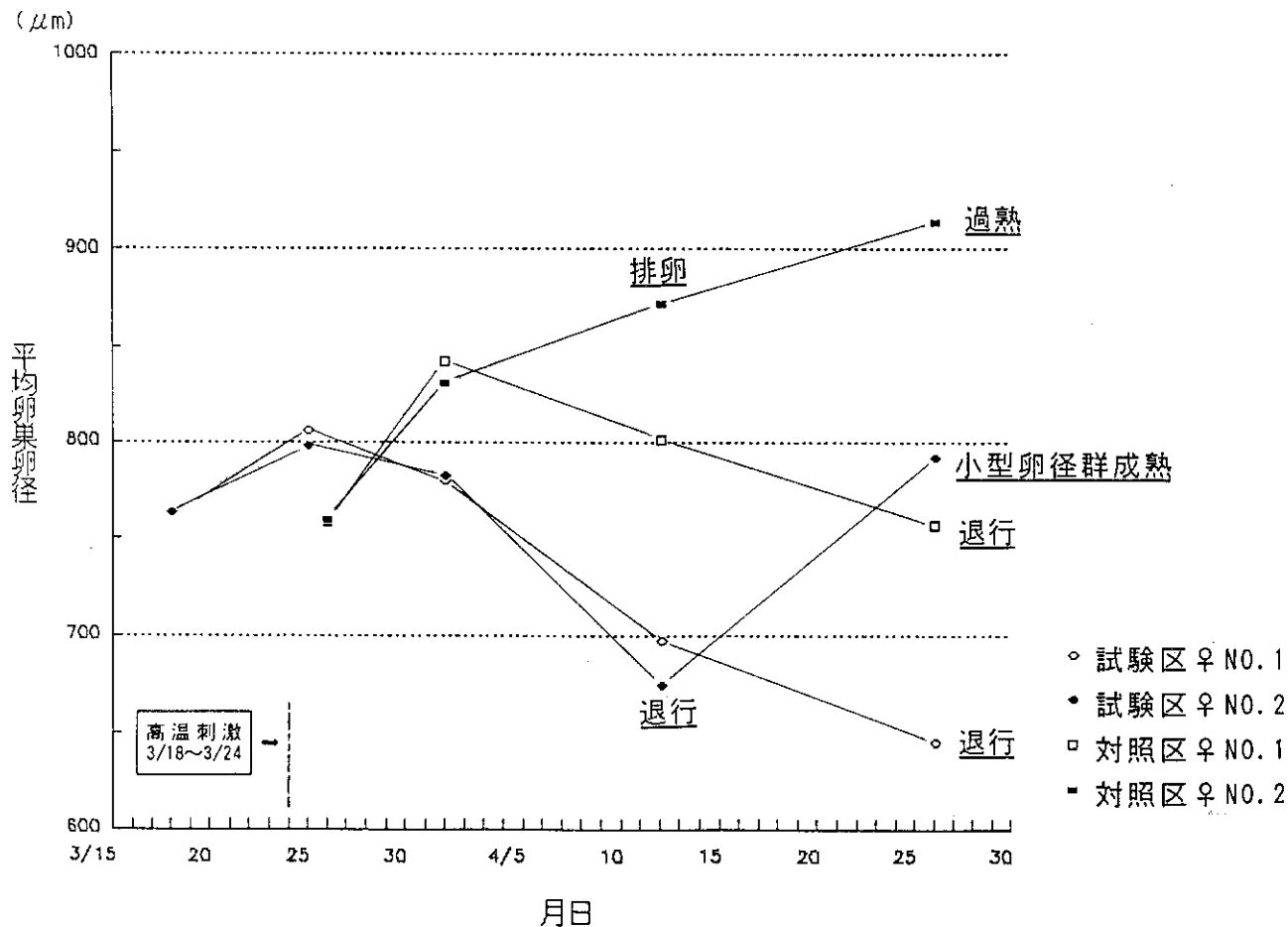


図 9. 個体別に見た卵巣卵の成熟経過 (高水温刺激試験)

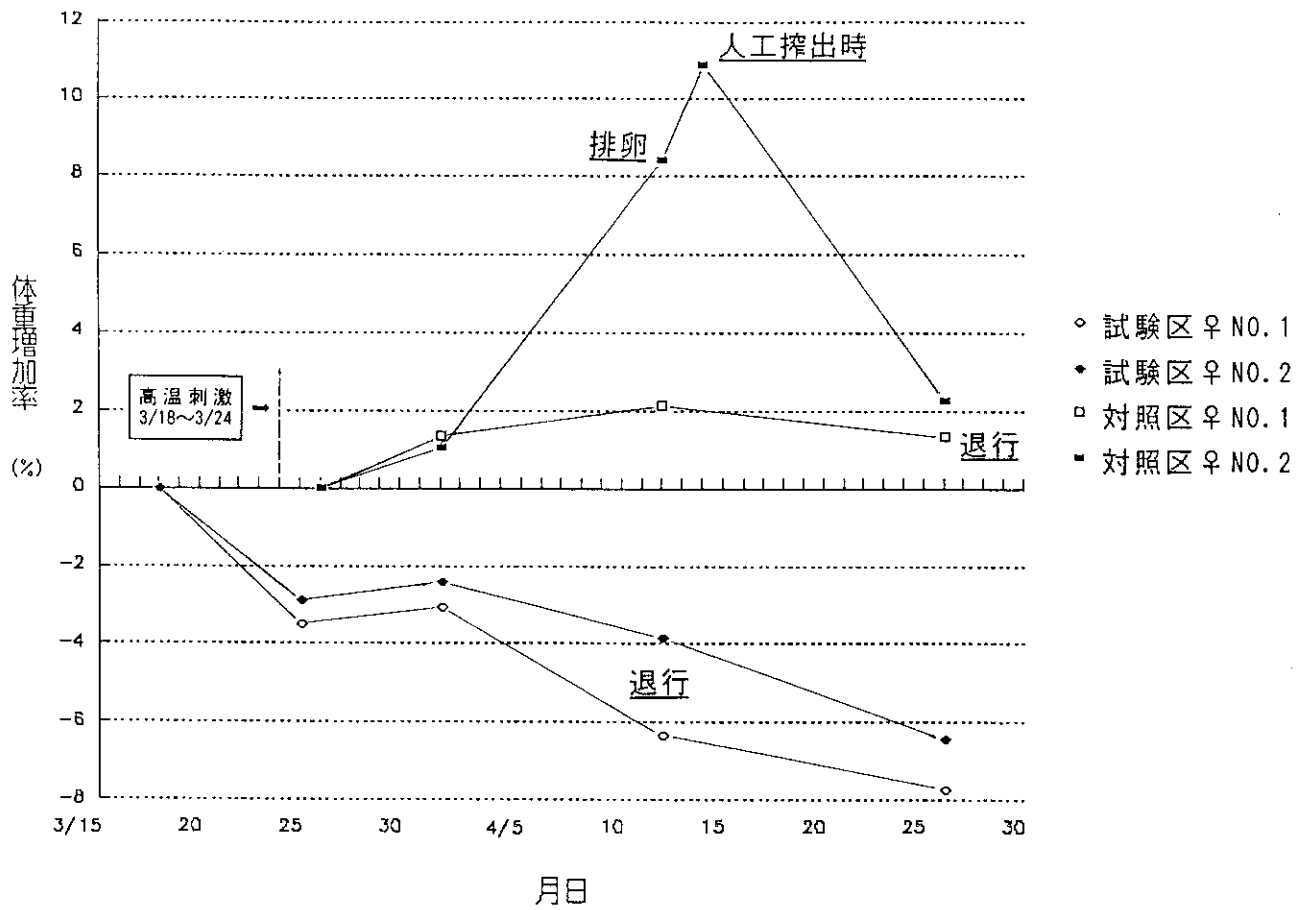


図10. 個体別に見た体重変化 (高水温刺激試験)

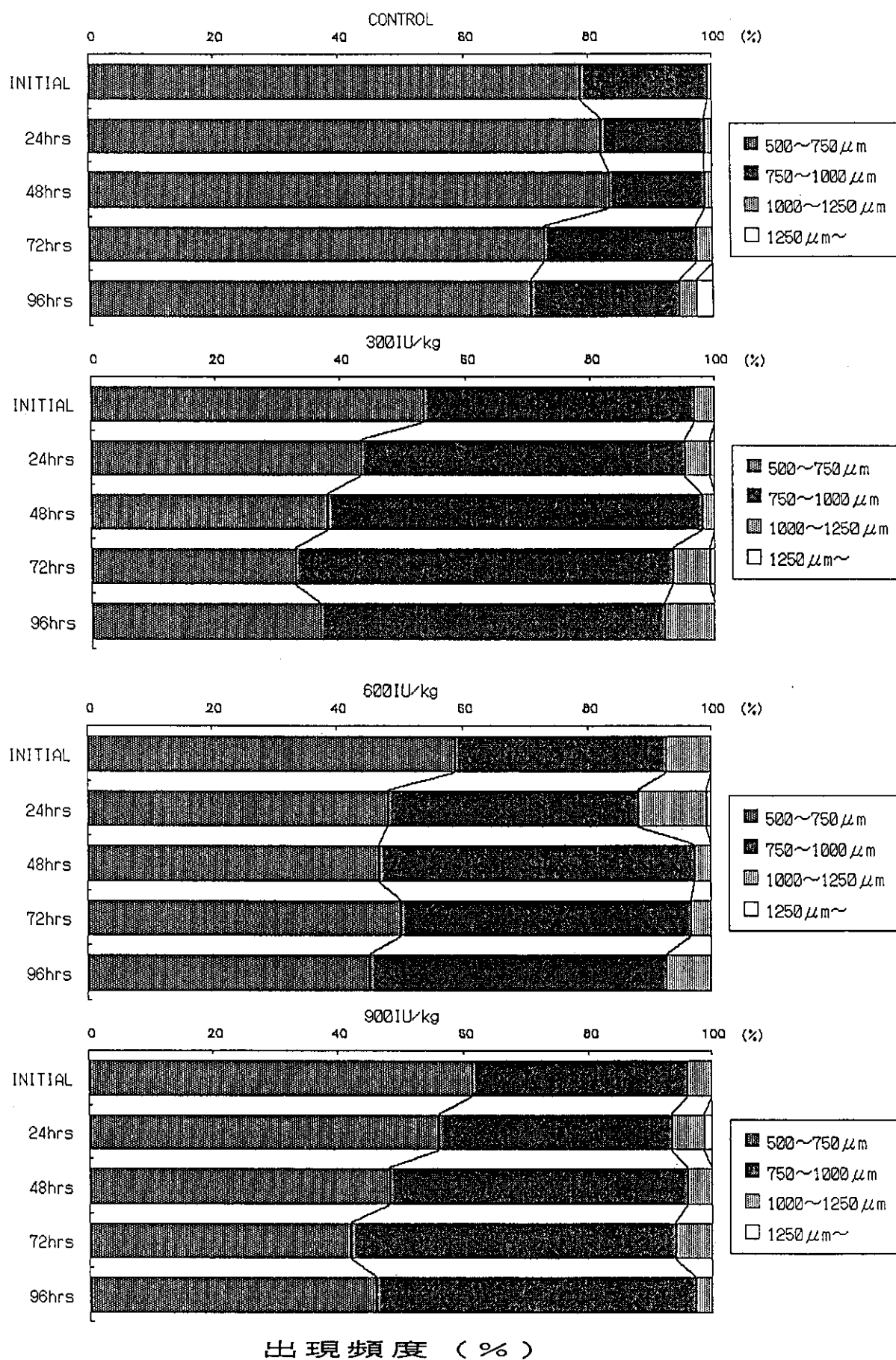


図11. 第1回目HCG打注における卵径構成の推移 (各区、♀ 3尾, N=150)

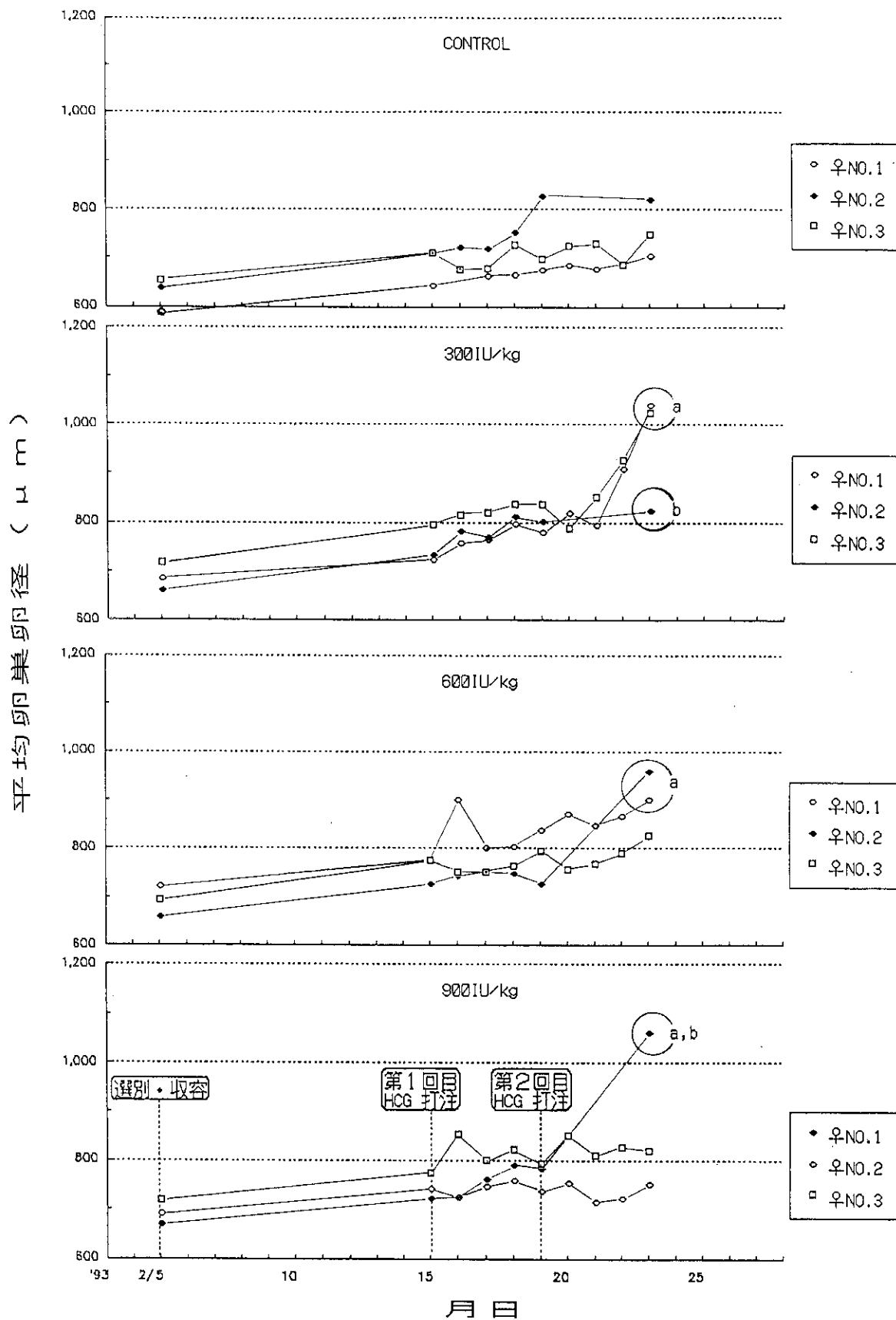


図12. 個体別に見た卵巣卵の成熟経過 (HCG打注試験)

●印の個体は1回のみ打注した個体 ○, □印の個体は2回とも打注した個体

a印は、最終観察時 (2/23. 時点) に人工採卵が可能となった個体

b印は、最終観察時以降の人工採卵により高い受精率で受精卵が得られた個体

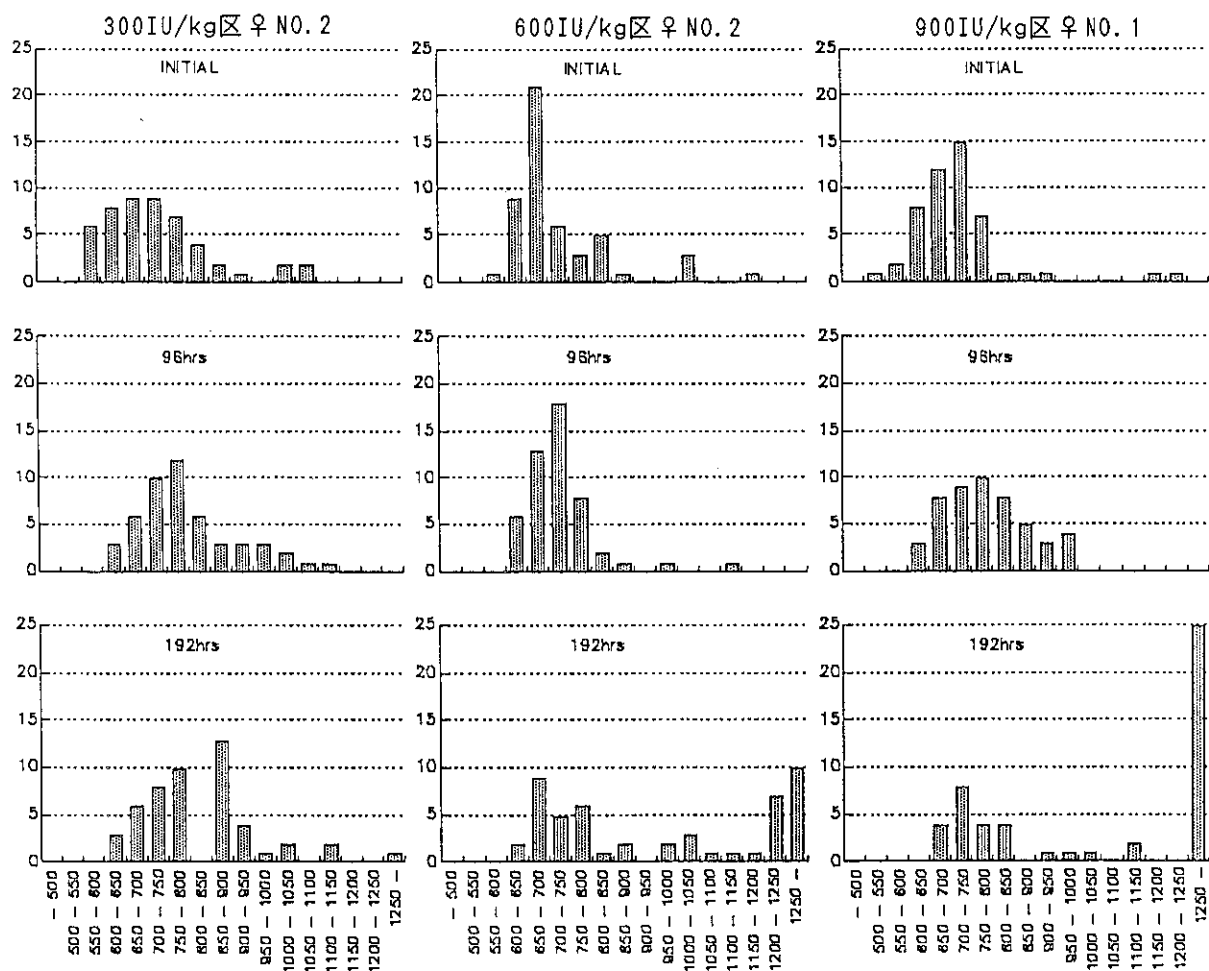


図13. HCGを1回のみ打注した個体における卵巣卵の成熟経過
(第2回目のHCG打注なしで、人工採卵が可能であった個体. 各個体 N=50)

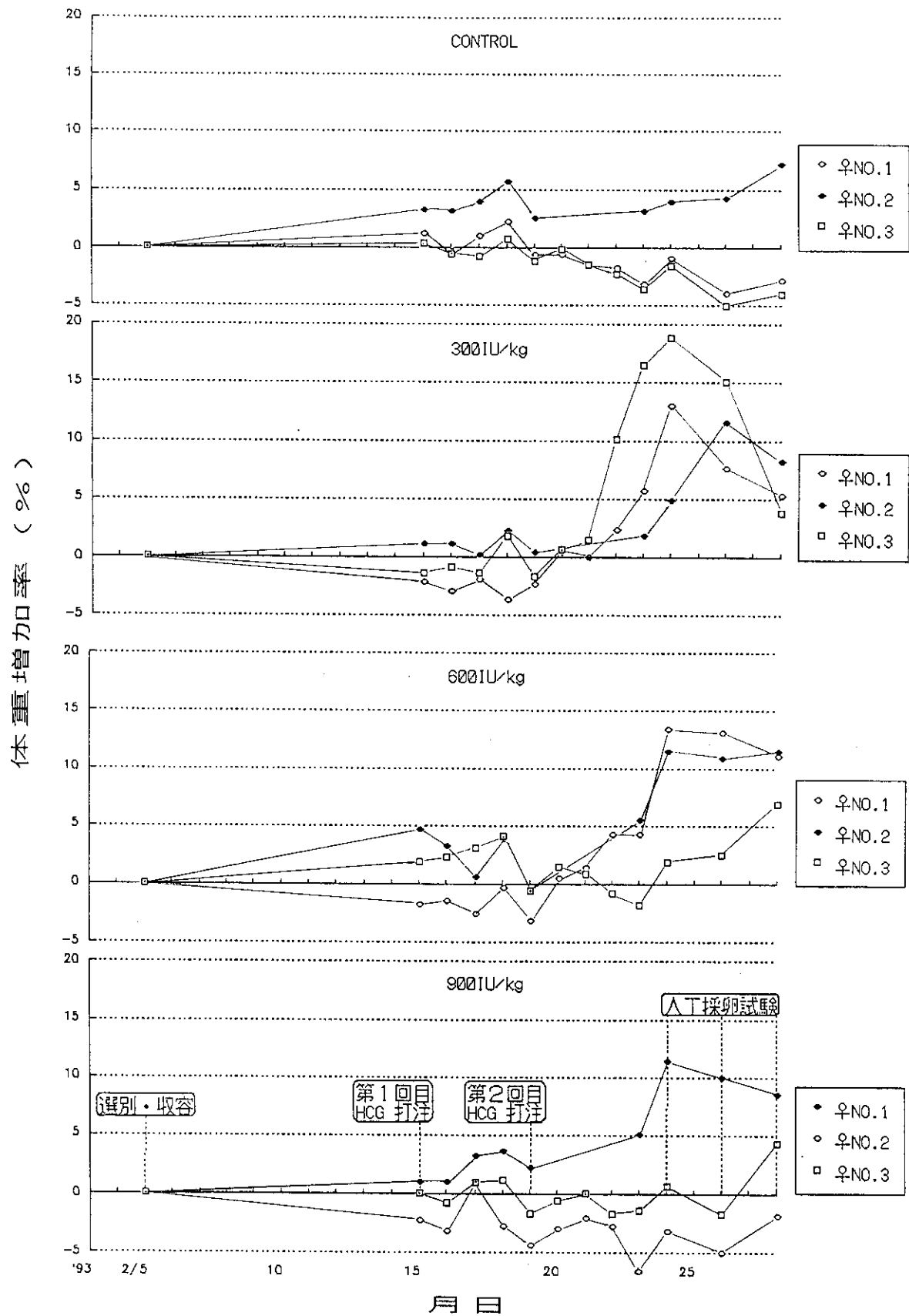


図14. 個体別に見た体重変化 (HCG打注試験)
 体重増加率は、試験開始時 (2/5) の体重を基準 (1.00) として算出した。
 各個体別のマーカー (○, ●, □) は、第1, 2, 3回次の人工採卵時
 (2/24, 26, 28) を除きカンニュレーション処理を行った時点を表す。

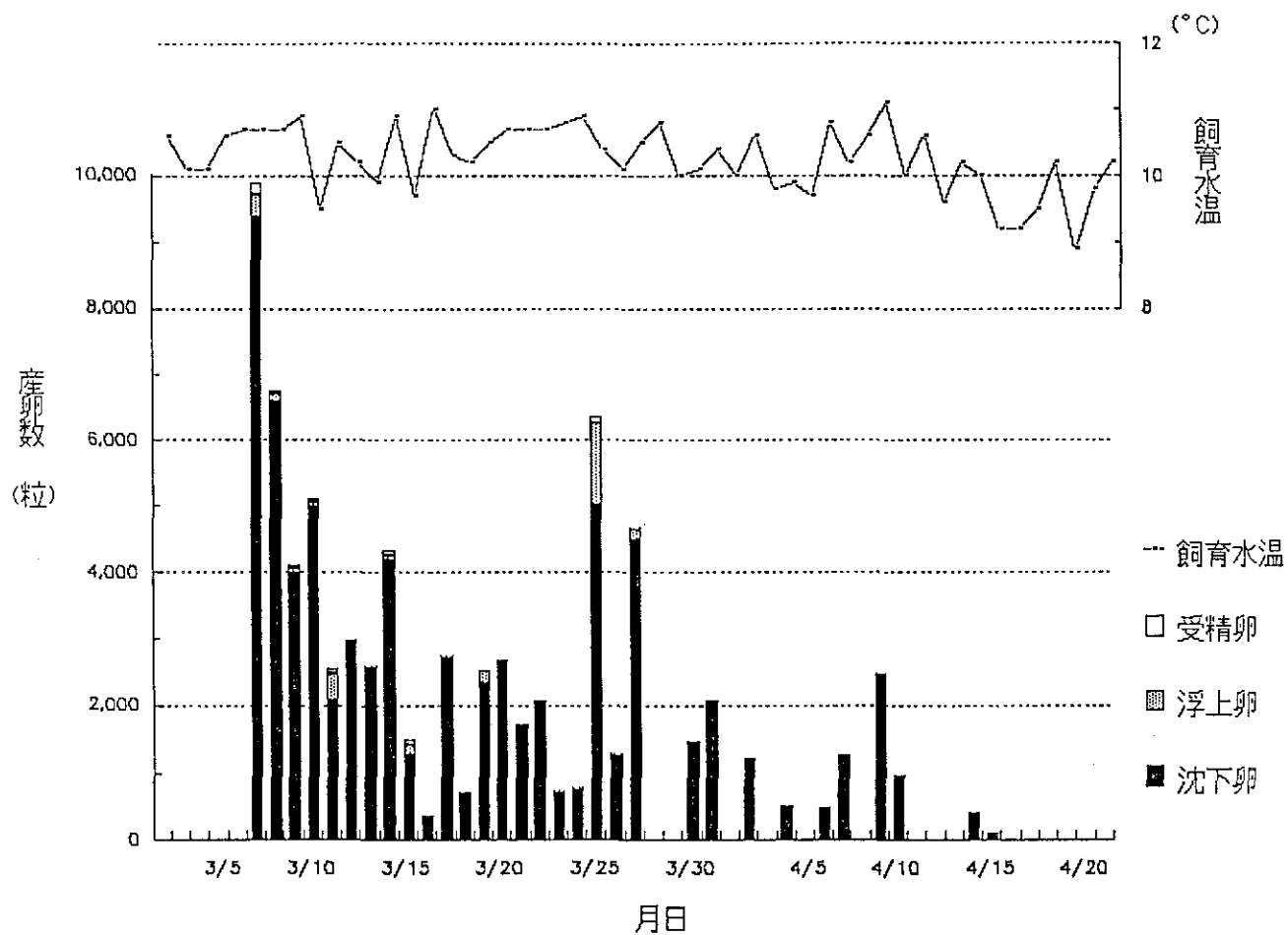


図15. 自然産卵状況 (HCG打注試験)

II. ヒ ラ メ

I. 目的

本年度も、飼育水に高濃度のナンノクロロプシスを添加し、ワムシの培養とヒラメ仔稚魚の飼育を同時に行う、いわゆる「ほっとけ飼育」により種苗生産を行った。

平成4年度は、生産効率の向上の目的としてヒラメふ化仔魚の高密度飼育、飼育水中のワムシの餌料として市販の濃縮淡水クロレラを用い、全長20mmの稚魚100万尾を生産した。今年度は、昨年の成果の再現性と、ナンノクロロプシス濃縮機の導入により、濃縮ナンノクロロプシスの活用性の検討を行った。また、本年度はヒラメふ化仔魚の飼育密度を昨年度の5万尾/㎡から6万尾/㎡へと高めた試験を合わせて行った。

II. 飼育方法

1. 飼育水槽の準備と水作り 飼育水槽は50㎡角型コンクリート水槽を使用した。50㎡水槽にろ過海水を50㎡まで溜め、次亜塩素酸ナトリウム100ppmを添加し、24時間後、チオ硫酸約3Kgで中和し、洗浄した。次に施肥の行っていない全アンモニア態窒素濃度が0.05ppm以下のナンノクロロプシスを30㎡と、ろ過海水10㎡を加えた。

2. 卵の輸送と卵収容 卵は宮津事業場より譲り受けた受精卵を使用した。受精卵の輸送方法は二重にしたポリエチレン製の袋に受精卵を海水とともに袋の8分目まで入れ、酸素を注入した。その後、発泡スチロールに収容し、輸送後、あらかじめふ化水温に設定しておいた飼育水槽に20～30分袋ごと浮かべて放置しておいた。この間に受精率を確認し、受精卵を飼育水中内に収容した。

3. 飼育環境 水温は、宮津事業場でのふ化水温に設定し、ふ化直後から水温を18～19℃へ徐々に上げていった。水温の調整は温水循環装置によって行った。通気はエアストーンにより角型50㎡水槽の12か所から行った。環境測定は水温、pH、全アンモニア態窒素(TA-N)、亜硝酸態窒素(NO₂-N)、ワムシ密度およびナンノクロロプシス密度を測定した。

4. 換水 フムシ投餌期間中は、通常はふ化後20日目まで極力止水とするが、止水期間中に飼育水のTA-Nが10ppm 近くに達した場合に換水を開始した。終日換水を開始する時期は全長9mm（ふ化後20日目）から開始し、全長10mm（ふ化後25日目）までに飼育水を透明にした。排水はアンドン枠にアンドンネットを取り付け、Φ50mmのサクションホースを設置し、サイフォンをかけることによって行った。アンドンネットは成長に応じて目合いを40目、30目、24目、18目と交換していった。

5. 餌料系列 餌料はフムシはL型フムシ、米国産のアルテミア幼生、配合飼料を用いた。

フムシ密度が低下した場合は、2,000万cells/ml前後のナンノクロロプシスで24時間栄養強化したフムシを添加した。栄養強化に用いるナンノクロロプシスはアンモニア濃度が0.05ppm以下のものを使用した。

アルテミア幼生は、ヒラメ仔魚が全長8mm前後に達した時点で投餌開始した。使用するアルテミア幼生は水温28℃で48時間かけてふ化させた。ふ化したアルテミア幼生に、マリンオメガをアルテミアふ化槽200ℓに対して500mlを添加し、24時間の栄養強化を行った。

配合飼料はオリエンタル酵母工業のマダイ用前期飼料NO.2、NO.3、NO.4、協和醗酵のB-400、B-700、C-1000を使用した。これらの配合飼料の投与方法は、粒径の異なった種類のものを2～3種類を組み合わせで投与した。

配合飼料の開始時期は全長10mmから行い、餌付け時は午前中に6回に分けて投与し、餌付けが終了すれば成長するに従って、1日に5～6回と投与間隔をあけて行った。

6. ナンノクロロプシス密度の維持 飼育水中のナンノクロロプシスの密度が200万cells/ml以下に低下した場合、濃縮ナンノクロロプシスを添加した。濃縮ナンノクロロプシスの作成方法は、細胞密度が2,000万cells/ml前後のナンノクロロプシス15～20m³を50m³円形水槽に収容し、中空糸濾過膜で濾過することによって濃縮した。添加方法は、100～150億cells/mlのナンノクロロプシスを5～8ℓ、濾過海水200ℓをアルテミアふ化器に入れ、エアレーションで攪拌しながら、ビニールホースにより、飼育水槽の中央部からバルブ調節により5～6時間で滴下した。

7. 移槽と選別 全長11mm前後の着底直前の仔魚を新しい水槽に移槽した。移槽方法はΦ50mmのサクションホースによりサイフォンにより行った。サイフォンをかける場所は昼間では稚魚のパッチ部分に設置し、夜間は仔魚が光りに集まるため、サイフォンの口の真上（水面10cm位）の位置に集魚電灯を設置した。なお、夜間は1～2度の見回りを行い、仔魚の集まり具合とホース内のエア抜きを行った。移槽終了後、約半数の個体で着

底を確認後、再度サイフォンによる移槽を行い、浮遊個体と着底個体を分けることにより選別を行った。

全長20mm以降の個体では鱗が完成しているため、この時期での分槽は、目の細かい金魚ネットですくい取る方法で行った。

8. 生残尾数の計数方法 計数は重量法で行った。手順としては、あらかじめ1,000尾前後の稚魚をサンプルとして確保し、そのサンプルの総重量から1尾あたりの体重を求めた。次にバケツに1/3程度の海水を入れたものをデジタル量りで0点調節を行った。さらに、そのバケツへネットですくった稚魚を収容し、重量を測定した。1水槽での総重量を計測し終えた時点で、サンプルにより求めた1尾当たり体重により、総収容尾数を算出した。

Ⅲ. 飼育結果

今年度は1回次のみの生産を行った。収容密度を246万尾と昨年に比べ、さらに高密度で開始した。

1. 成長と生残 ヒラメの種苗生産の概要を表-1に、成長と生残を図-1に、全長と体重の変化を図-2に示した。ふ化仔魚数は、246万尾（ふ化率87.2%）で開始し、ふ化仔魚の初期減耗は見られなかった。仔魚の開口はふ化後4日目に観察され、この時の全長は3.8mmであった。今回の生残率は全長5mmで233.6万尾（95%）、10mmで190万尾（77.2%）、15mmで135.5万尾（55.0%）、20mmで90万尾（36.6%）となった。また、全長と体重の変化では、重量法によりヒラメ稚魚1尾当たりの体重を成長別に求めた。全長20mmでは0.07g/尾、26mmで0.169g/尾、30mmで0.21g/尾、47mmで0.695g/尾、50mmで1.147g/尾だった。

今回の生産では、接種したワムシの活力が不良で、飼育密度高かったことから餌不足となり、仔稚魚に大きな成長差が生じた。また、着底期以降の共喰いを防止するため分槽を行ったが、生残尾数が多く、分槽する水槽がたらなくなった。その結果、ふ化後20日目以降から共喰いが生じ、減耗が著しかった。

2. 飼育環境 水温とpHの測定結果を図-3に、TA-NとNO₂-Nの測定結果を図-4に、濃縮ナンノクロプシスの添加量を図-5に示した。水温は、ふ化後3日目まで16～17℃の範囲を維持し、ふ化後4日目以降に温水循環装置により、18℃前後まで昇温させた。pHはふ化後8日目までは7.81～8.23を維持していたが、ふ化後9日目から7.51に低下し、12日目まで7.60以上に上昇することはなかった。 TA-N

は、ふ化直後から次第に上昇し、ふ化後19日目で5.72ppm に上昇した。また、NO₂-N はふ化後0日目で19.78ppbと高い値を示した。しかしその後、徐々に低下し始め、5日目から15日目までは3.91~7.37ppb を維持したが、19日目には11.18ppbに上昇したため、19日目から換水を開始した。

3. ワムシとナンノクロロプシスの密度 ワムシの密度変化とワムシの添加量を図-6に、ナンノクロロプシスの密度変化と濃縮ナンノクロロプシスの添加量を図-7に示した。

ワムシの添加は、ふ化後1日目に5.4 億個体（添加密度12.5個体／ml）を添加した。添加後、5日目までは17~24個体／mlを維持していたが、6日目には7.5 個体／mlまで低下したため、さらに5.4 億個体を添加したが、その後もワムシの増殖状態が悪く、8日目から20日目まで3~12億個体／日のワムシを添加した。

ナンノクロロプシスの添加は、ヒラメ卵がふ化する2日前に行い、ふ化後0日目に1718万cells/mlで開始したが、ふ化後7日目には293 万cells/mlまで低下したため、濃縮ナンノクロロプシスを7日目から17日目までで5.7 ~16ℓを添加した。また、今回のヒラメの収容尾数が、昨年度の5万尾／m³から6万尾／m³とさらに高密度であり、ワムシの活力が活力が不良であったため、濃縮ナンノクロロプシスの添加する回数および添加量が多くなった。

4. 餌料の使用量 生物餌料の使用量と投餌期間を表-2に、配合飼料の総使用量と全長10~30mm間の投餌量を表-3に、全長30~60mm間の配合飼料の総使用量を表-4に示した。

ワムシの投餌は、ふ化後22日目まで行い、使用量は100.8 億個体であった。アルテミア幼生は、ふ化後15日目から48日目の34日間与え、使用量は合計54.1億個体であった。ヒラメ稚魚1尾あたりの使用量をみると、ワムシで5,305 個体／尾（全長10mm時）、アルテミア幼生で6,011 個体／尾（全長20mm時）であった。

ワムシの使用量は、従来の飼育結果（約5,000 個体／尾）と同程度であった。アルテミア幼生は、ヒラメ仔魚の収容密度が246 万尾と高密度であったこと、さらに養成アルテミアを使用しなかったことから昨年度に比べて投餌量が多くなった。配合飼料の投餌は全長9.8mm（ふ化後23日目）から開始し、全長30.6mm（ふ化後60日目）までで合計53.97Kg、1尾あたりの使用量は29.1mg／尾であった。また、ふ化後60日目から88日目の配合飼料の総投餌量は64.07Kg であった。

5. 体色異常個体の出現状況 有眼側および無眼側の体色異常個体の出現状況を表-5に示した。

有眼側および無眼側とも、色素の出現状況をそれぞれ4つのタイプに分類した。まず、色素の有無により正常個体と異常個体の2つに分け、さらに異常個体では、色素の出現状況によって、3段階に分けた。有眼側では、 $W \leq 1/2$ ならば白化部分が体表面の $1/2$ 以下に出現している個体、 $W > 1/2$ ならば白化部分が体表面の $1/2$ 以上に出現している個体、白化は体表面に全く色素が出現していない個体を表した。無眼側では、 $B \leq 1/2$ ならば体表面の $1/2$ 以下に黒化部分が出現している個体、 $B > 1/2$ ならば体表面の $1/2$ 以上に黒化部分が出現している個体、黒化は体表面全体に色素が出現した個体のことを表した。

観察時の平均全長は24.6mm(ふ化後51日目)であった。有眼側の体色異常個体の出現状況を見ると正常個体の出現率は86.4%、異常個体の出現率は $W \leq 1/2$ が2.8%、 $W > 1/2$ が8.5%、完全白化個体は5%であった。無眼側の体色異常の出現状況は、正常個体の出現率は54.5%、 $B \leq 1/2$ の個体は45.5%となり、 $B > 1/2$ の個体および完全黒化個体は観察されなかった。

6. ALC 標識放流 本年度の放流試験は、昨年度同様、全長20mmの人工種苗を天然海域に放流し、着底直後に無眼側の体色異常がある個体が、放流後自然環境の中で成長に従い、無眼側の色素が増加する傾向にあるのか、あるいは縮小する傾向にあるのかを知る目的で行った。

ALC 染色には1 m³パンライト5面を使用し、各水槽には目合い3mmの円形小割網を設置し、強めのエアレーションを行った。また、染色個体の酸素欠乏症による斃死を防止するため、酸素ポンベによる酸素注入を行った。1水槽には約1万尾程度の稚魚を収容し、ALC 試薬を80g ずつ添加し、24時間の染色を行った。染色を終了した個体は再び20m³水槽に収容し、放流は5月28日に行い、小浜市内付近の西津海岸に放流した。本年度の放流状況点を表-6に、放流点および放流場所を図-8に示した。全長20.7mm(18.0~24.0mm)の稚魚91,000尾にALC 染色を施した。

7. 配付状況 配付状況を表-7に示した。本年度の配付は5月28日には福井県に平均全長20.7mm(18.0~24.0)で11万尾、21.3mm(18.0~26.0)で4万尾の合計15万尾、6月8日には新潟県へ30.5mm(25.0~26.0)で10万尾、6月11日には31.2mm(25.0~38.0)で11万尾の合計21万尾、7月6日には日水研へ57.4mm(55.0~75.0)でALC 染色を施した8万尾を配付し、総計で44万尾であった。

次に協会内の利用状況を表－８に示した。協会内利用状況は５月２７日には宮津事業場へ平均全長21.8mm(19.0 ～24.0) で16.3万尾、６月２日には宮津事業場へ26.2mm(24.0 ～29.0) で5.2 万尾、５月２８日には当事業場により、ALC 標識放流のため20.6mm(18.0 ～23.0) で9.1 万尾、総計で30.6万尾を利用した。

表-1. 1993年度ヒラメ種苗生産の概要

卵收容日	ふ化日	飼育水槽 (実水量)	收容尾数 (万尾)	收容密度 (万尾/m ²)	飼育開始時の ナノクロプシス密度 (万細胞/ml)	生残尾数 (万尾)						平均 水温 (°C)
						生残 尾数 (TL10mm)	生残率 (%)	生残 尾数 (TL20mm)	生残率 (%)	生残 尾数 (TL30mm)	生残率 (%)	
4.6	4.7	40m ²	246	6.15	1,718	190.0	77.2	90.0	36.6	31.0	12.6	18.2

表-2. 生物餌料の使用量と投餌期間

ワムシ (TL10mm 時)		アルテミア幼生 (全長20mm時)		濃縮ナンノクロプシス総使用量	
総使用量 (億個体)	稚魚1尾当り (個体/尾)	総使用量 (億個体)	稚魚1尾当り (個体/尾)	2,000 万cells/ml 換算値 (m ²)	濃縮時の細胞 密度
100.8 (0-22)	5,305	54.1 (15-46)	6,011	39.8 (7-17)	100 ~140 億万cells/ml

表-3. 配合飼料の総使用量 (Kg) とTL10~30mm間の投餌量

配合飼料の種類 NO.2	B-400	NO.3	B-700	NO.4	C-1000	合計	稚魚1尾当りの使用量 (TL20mm時)
配合使用時の 全長の範囲 (9.8-12.7)	(9.8-16.0)	(11.4-22.1)	(13.4-25.5)	(19.0-30.6)	(25.5-30.6)		
投餌量 (Kg)	3.12	7.89	16.34	9.30	12.68	4.64	53.97
投餌期間 (日)	(23-31)	(23-38)	(27-48)	(33-52)	(44-60)	(52-60)	29.1mg/尾

表-4. 配合飼料の総使用量 (Kg) とTL30~60mm間の投餌期間

配合飼料の種類 NO.4	C-1,000	C-2,000	C-3,000	合計
配合使用時の 全長の範囲 (30.6-35.2)	(30.6-43.3)	(35.2-57.4)	(43.3-57.4)	
投餌量 (Kg)	14.82	38.01	8.29	2.95
投餌期間 (日)	(60-67)	(60-76)	(68-88)	(74-88)
				64.07

表-5. 体色異常個体の出現状況

全 長 (mm)	観 察 尾 数	有眼側体色異常個体の出現状況 (%)				無眼側体色異常個体の出現状況 (%)			
		正常	W≤1/2	W>1/2	白化	観 察 尾 数	正常	B≤1/2	B>1/2 黒化
24.6	213	184 (86.4)	6 (2.8)	18 (8.5)	5 (2.3)	213	116 (54.5)	97 (45.5)	0

※正常-----正常個体。
W≤1/2 -----有眼側の白化部分が体表面の1/2 以下出現している個体。
W>1/2 -----有眼側の白化部分が体表面の1/2 以上出現している個体。
白化-----有眼側に色素がまったく出現していない個体。
B≤1/2 -----無眼側の黒化部分が体表面の1/2 以下出現している個体。
B>1/2 -----無眼側の黒化部分が体表面の1/2 以上出現している個体。
黒化-----無眼側の体表全面に色素が出現した個体。

表-6. 平成5年度におけるヒラメの放流状況

担当事業場	放流点	放流月日	放流尾数		放流サイズ (mm)	標識のタイプ	放流のねらい等
			全尾数 (尾)	内標識尾数 (尾)			
小浜	小浜湾 (西津海岸)	5.28	91,000	91,000	20.7 (18 ~24)	ALC	放流後における無眼側の体色異常異常出現状況の調査

表-7. 配付状況

配付月日	配付尾数 (尾)	全 長 (範囲) (mm)	配付先
5. 28	110,000 40,000 (150,000)	20.7 (18.0-24.0) 21.3 (18.0-26.0)	福井県
6. 8	100,000	30.5 (25.0-36.0)	新潟県
6. 11	110,000 (210,000)	31.2 (25.0-38.0)	新潟県
7. 6	80,000	57.4 (55.0-75.0)	日水研
合計	440,000		

表-8. 協会内利用状況

月日	利用 内容	利用尾数	全 長 (範囲) (mm)
5. 27	宮津事業 場配給	163,000	21.8 (19.0-24.0)
5. 28	西津海岸 放流	91,000	20.6 (18.0-23.0)
6. 2	宮津事業 場配給	52,000	26.2 (24.0-29.0)
合計		306,000	

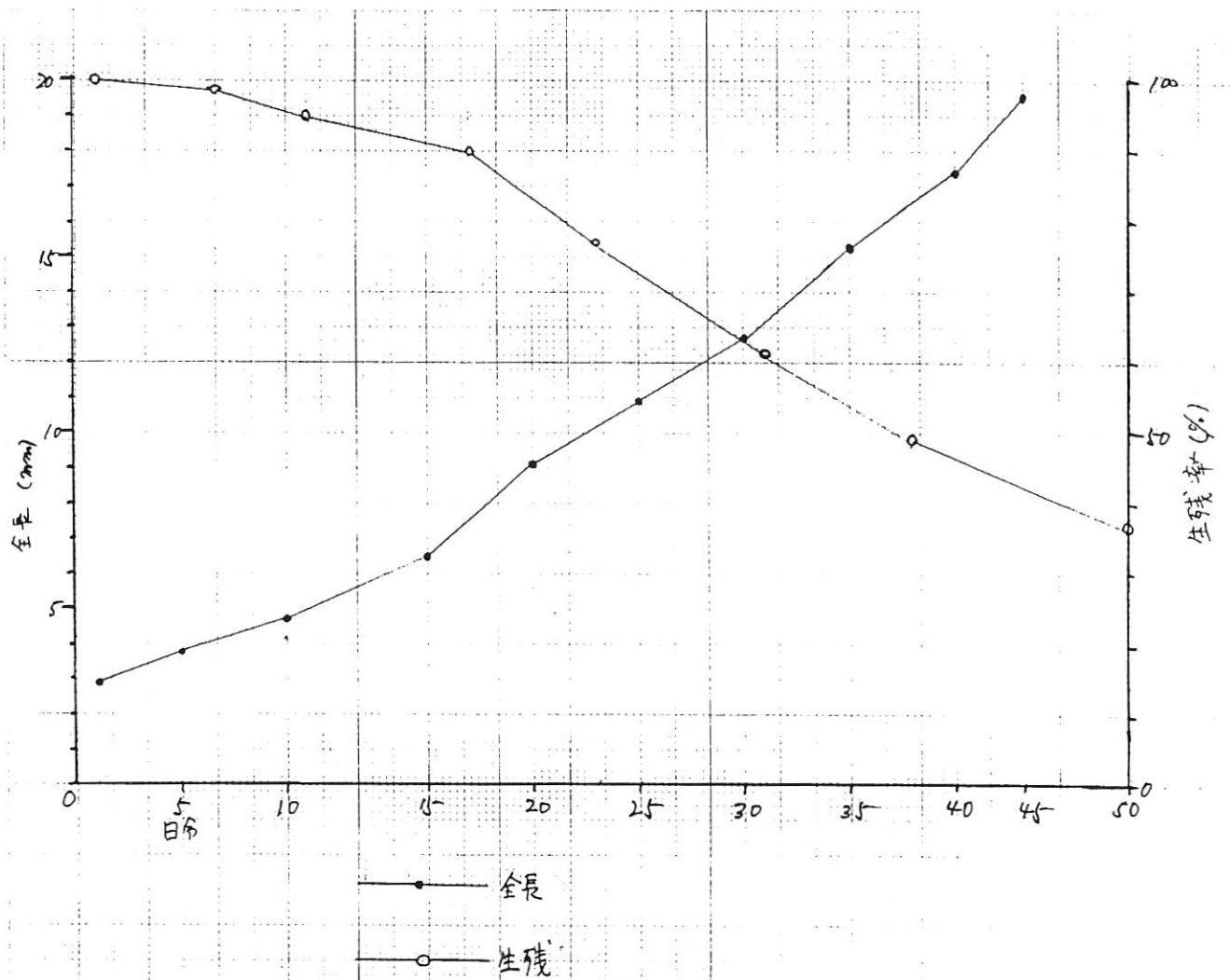


図-1. 3.化後50日間の成長と生存の経過

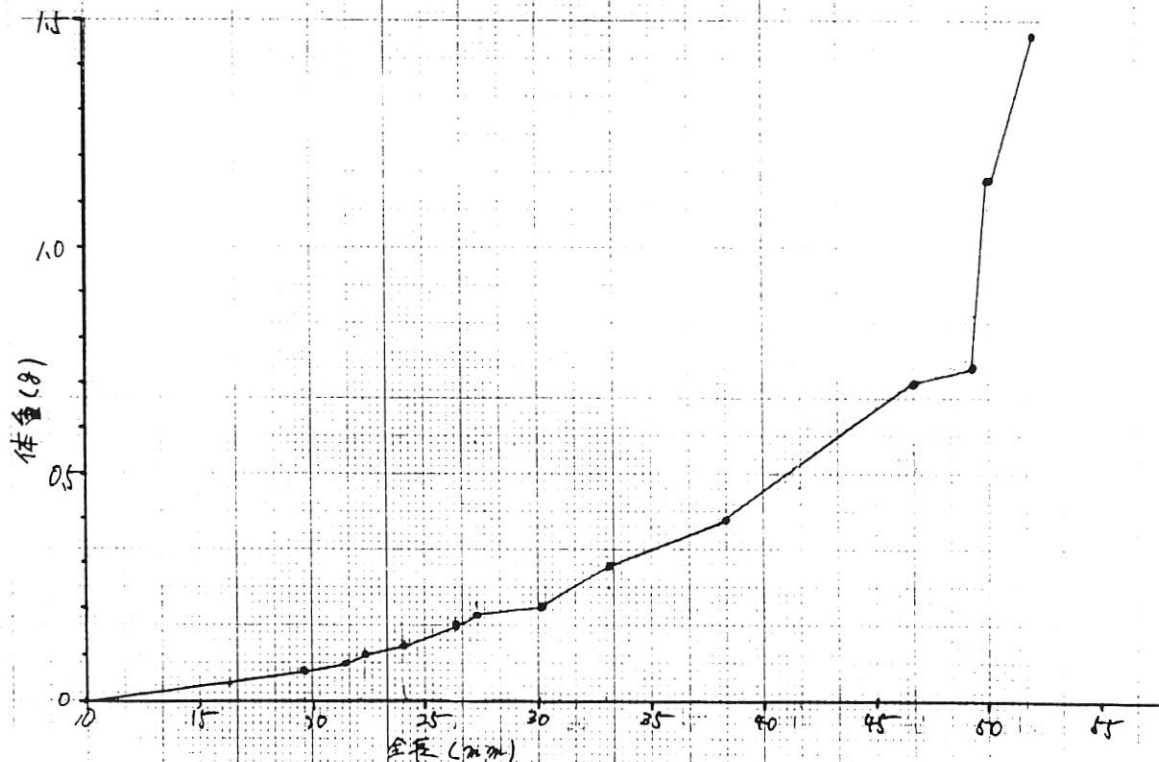
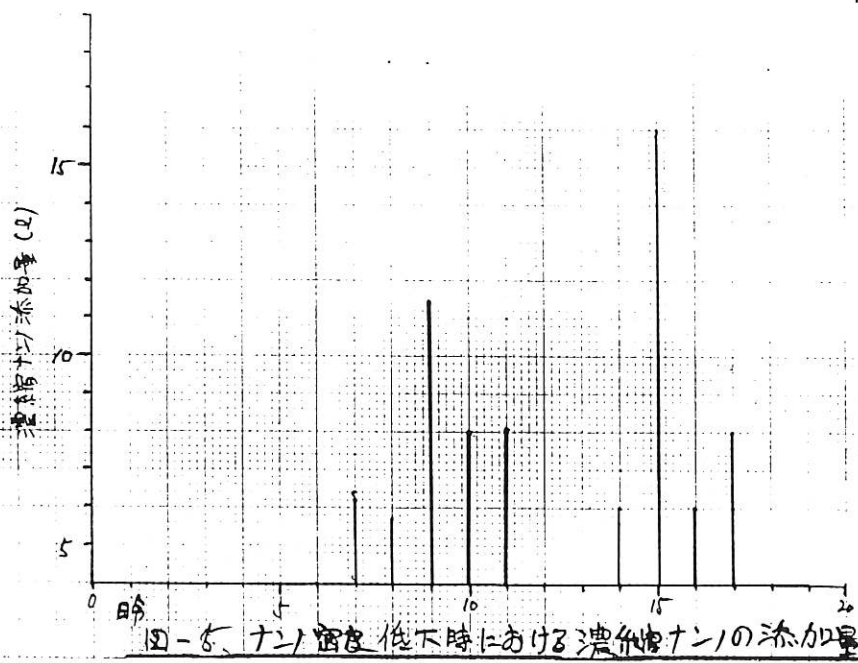
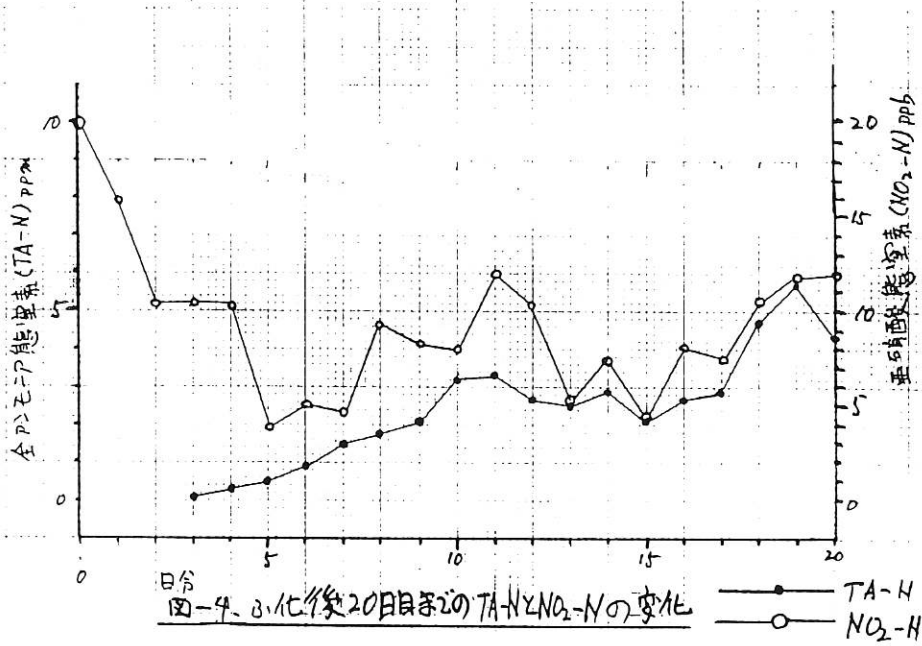
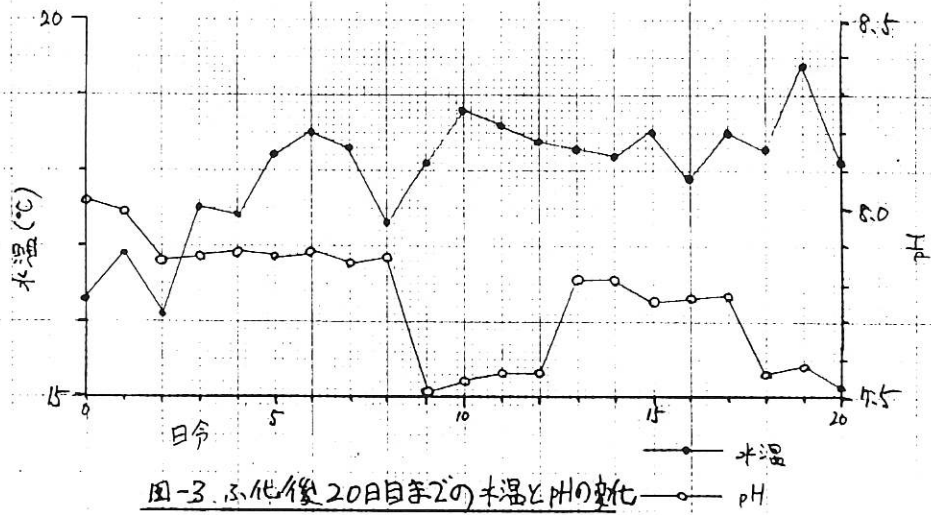


図-2. 全長と体重の変化



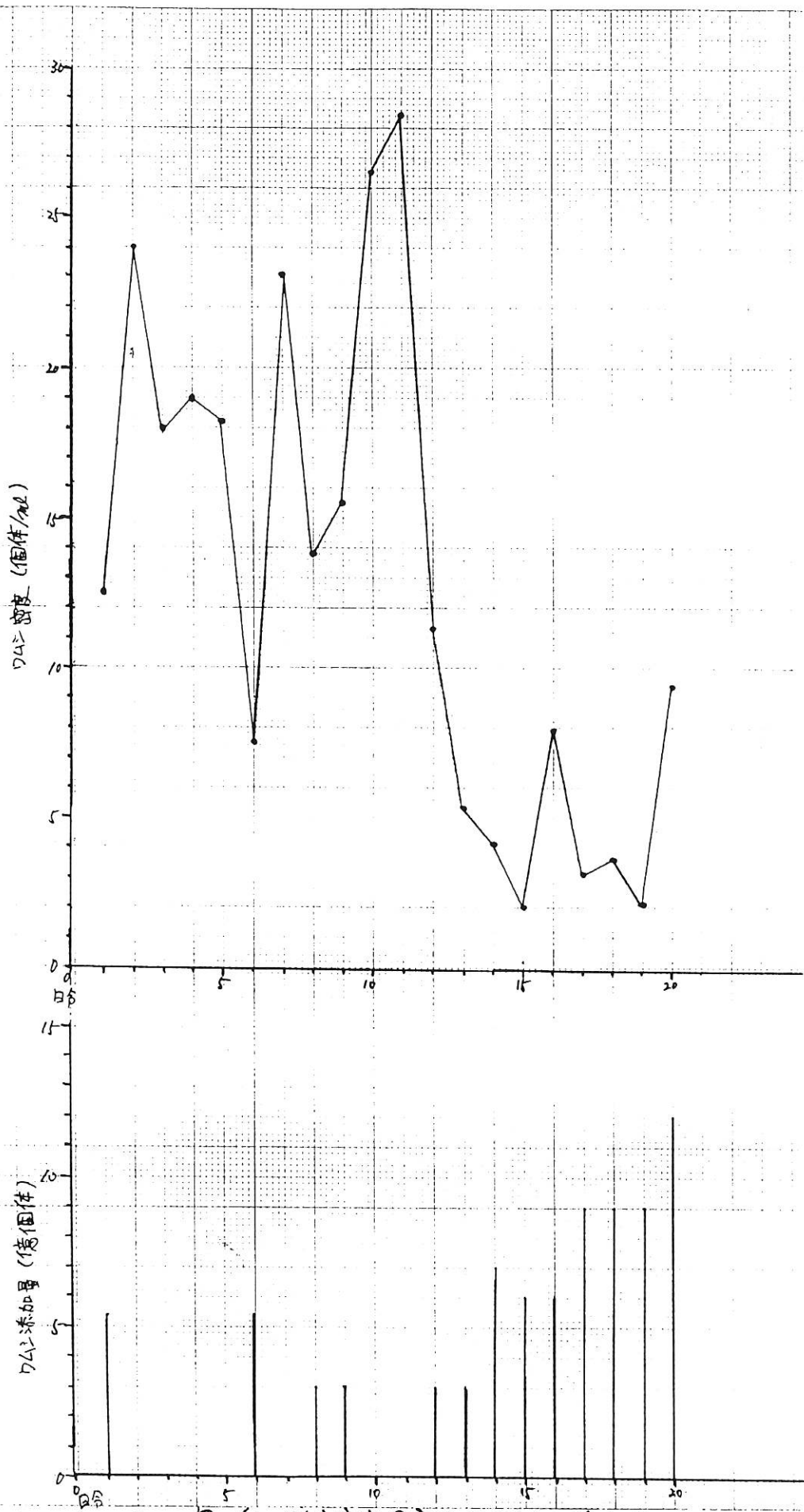


図-6 ワムニ密度の変化とワムニの添加量

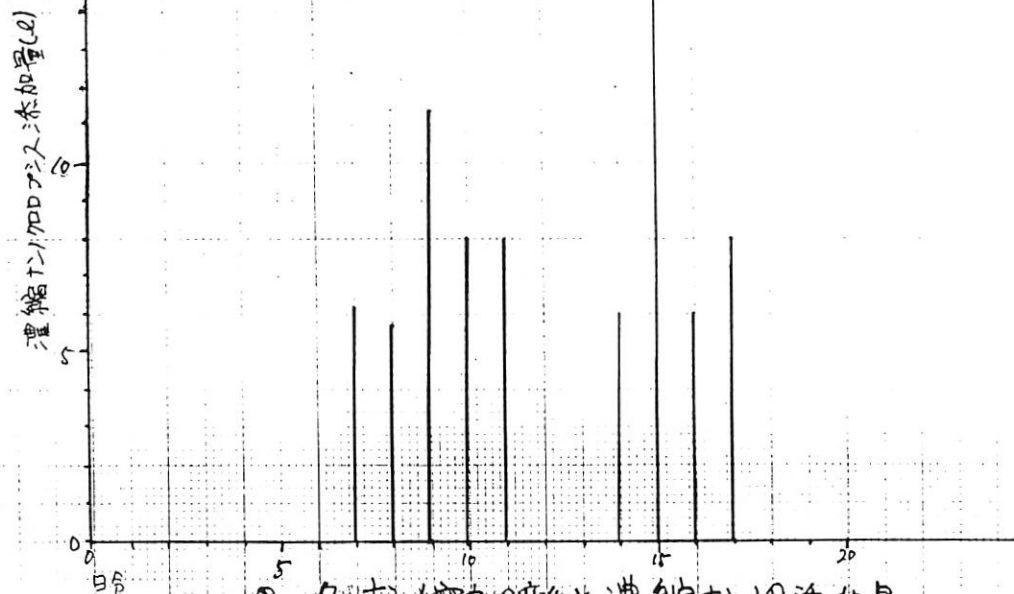
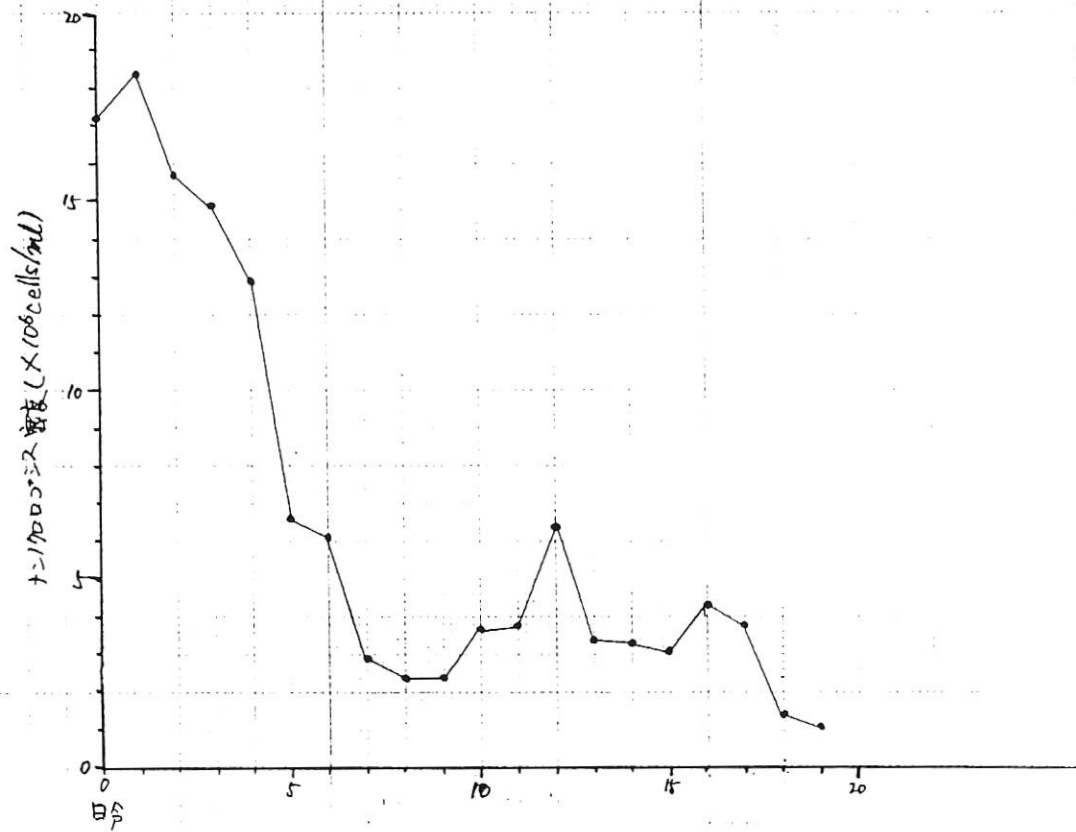


図-6. タンノ密度の変化と濃縮タンノの添加量

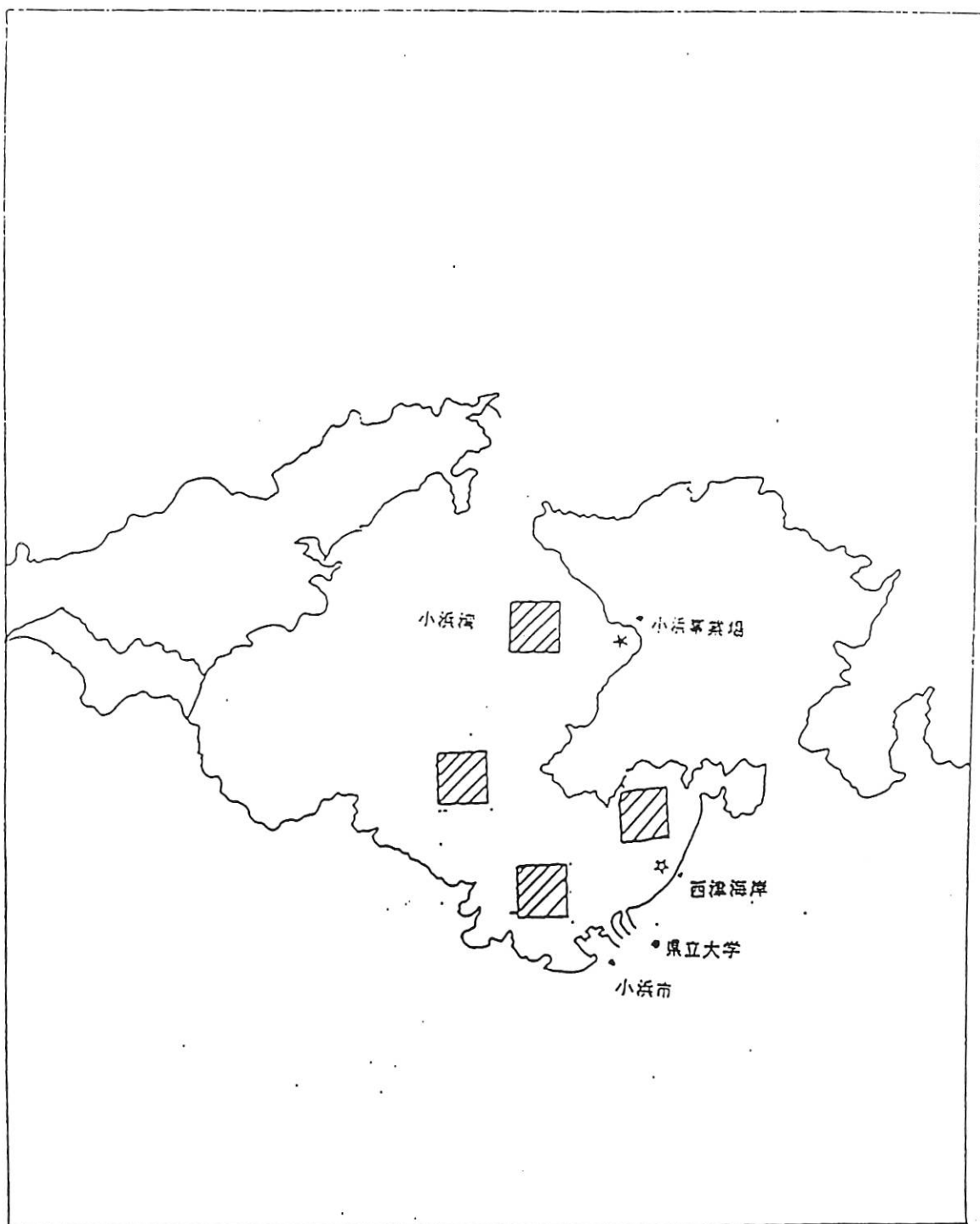


図-8. ヒラメの放流点および採集場所

* ----- 平成4年度放流点

☆ ----- 平成5年度放流点

 ----- 採集場所

ヒラメの無眼側における体色異常の防除

高橋 庸一

I. 試験の目的

1. 有眼側と無眼側の体色異常

ヒラメの有眼側の体色異常防除については、これまで多くの試験が行われてきた。日裁協で行った試験結果については、日裁協特別研究報告書（No.3）に報告した。これらの試験で得られた成果は量産現場へ応用され、さらに現場サイドでの親魚の養成技術開発による卵質の向上や種苗の飼育技術の向上等により、有眼側体色異常の防除は、実用面ではほとんど問題のない結果が得られるようになってきた。

一方、放流した人工種苗の標識には無眼側の体色異常、いわゆる黒化が利用されているが、黒化の防除を目的として行われた試験は少なく、ほとんどが有眼側の防除試験の一部として報告されているに過ぎない。しかし、ヒラメの放流事業が盛んになり、漁獲物に占める放流魚の割合が増えるに従い、ヒラメ成魚の無眼側に出現する色素は、商品価値の低下をもたらす等、経済面での新たな問題となり、早急な防除対策の確立が望まれている。そこで、種苗の量産を念頭に、無眼側の体色異常防除試験を開始した。

2. 無眼側の体色異常防除への取り組み

1) 種苗生産期における無眼側体色異常の防除

すでに知られているように、無眼側の体色異常には変態完了時にすでに認められ、種苗生産に由来すると考えられるタイプ（以下、浮遊期型異常）と、着底以降の中間育成の段階で出現するタイプ（以下、底生期型異常）がある。底生期型異常の防除方法としては、種苗生産時に有眼側の正常個体を生産することと、養殖過程において無眼側へ光が当たらないような飼育方法を開発することの2点が挙げられている。従って、無眼側の体色異常を防除するには、まず有眼側体色異常の防除が重要であるといえる。浮遊期型の異常は、種苗生産過程での何らかの要因によるものと推定され、まず餌料面および飼育方法からの取り組みを考えている。餌料面では、配合飼料の投餌過多、または早期からの投餌が関係しているのではないかと推定の元に検討を加える。飼育方法の面では、飼育密度の影響がすでに指摘されており、飼育密度と色素の出現状況の因果関係の究明を行う。

2) 小浜湾に放流した小型種苗の色素出現状況

一方、無眼側の体色異常個体を天然海域に放流した場合、成長に伴い色素が消失または薄くなるという考え方と、消失しないという考え方がある。仮に、天然海域に放流した種苗の無眼側色素が成長とともに消失に向かうならば、小型種苗で放流する場合、無眼側の異常は漁獲対象時には問題ない程度であると考えられ、特に体色異常の防除が必要であるとは言えない。また、大型種苗で放流する場合は、遮光幕を用いる等の飼育方法の改善により、放流までの間、底生期型異常の出現を防除すれば良い。しかし、放流後も成長に伴い色素が出現する可能性があるなら、無眼側体色異常の防除は浮遊期型異常のレベルでの防除を必要とする。成長に伴う無眼側色素の消長は、実験室内で砂を敷いた容器で飼育され調べられているが、飼育条件が天然とはどうしても異なるため、必ずしも天然での状態を代表しているとは言い難い。そこでこの問題を解明するため、底生期型異常が出現する前の小型種苗（浮遊期型異常は出現）を用い、天然海に放流した個体の成長に伴う色素の

出現状況の把握を行う必要がある。当事業場では、平成4年度からALC染色した小型種苗（全長20mm）を小浜湾に放流し、10～20cm頃に再捕し耳石の調査と色素の出現状況を調査している。

II. 種苗生産期における無眼側体色異常の防除

1. 実験区の設定

1) 密度試験

ヒラメの浮遊期後期（ステージG以降）の飼育密度が、無眼側の体色異常個体の出現に及ぼす影響を検討した。

①実験区として、対照区（収容密度10,000尾/㎡）、低密度区（1,000尾/㎡）、高密度区（30,000尾/㎡）を設定した。

②実験水槽は、100ℓ透明ポリカーボネイト水槽を使用した。なお、各実験区とも2水槽を設定しそれぞれNo.1、No.2とした。

③餌料は主として市販の配合飼料を使用した。投餌回数は、配合飼料を成長に合わせ5～4回/日、アルテミア幼生を夕方1回50～100個体/尾の見当で投餌した。

④飼育は全長11.5mm（ふ化後27日目）から開始し、ふ化後42日目（全長約20mm）まで行った。

2) 餌料試験

ヒラメの浮遊期後期における餌料の種類が、無眼側の体色異常個体の出現に与える影響を検討した。

①実験区として、配合飼料区と生物餌料区を設定した。

②収容密度は5,000尾/㎡とし、配合飼料区の結果が密度試験のそれと比較できるようにした。

③投餌方法は、配合飼料区では密度試験と同様の方法で行った。生物餌料区では、午前中2回配合飼料を与え、その後はアルテミア幼生を3～4回/日、それぞれ飽食量を与えた。

④他の飼育方法は、密度試験と同様である。

2. 試験結果

1) ダブル試験間の比較

①成長と生残の比較（表－1）

全実験区とも、2水槽間で平均全長に有意差は認められなかった。生残率では、対照区と低密度区では有意差は認められなかったが、高密度区ではNo.1の生残率が有意に高くなった。生物餌料区では、No.2の生残率が高くなったが、生残率は両水槽とも90%以上と高く、特に顕著な差があるとは言えない。配合飼料区のNo.1では事故で大量斃死した。

②体色異常個体の出現状況（表－2）

無眼側では、高密度区で正常率に差が認められたが、その他の実験区では2水槽間で有意差は認められなかった。有眼側では、すべての実験区で2水槽間で有意差は認められなかった。

2) 実験区間の比較

① 成長と生残の比較 (表-3, 図-1)

飼育密度が成長に与える影響は、低密度区>配合飼料区=対照区>高密度区の順になった。ただし、有意差がある場合は(>)、ない場合は(=)で示した。生残率では、低密度区=配合飼料区>対照区>高密度区となり、成長、生残率とも飼育密度に密接に関連した。餌料試験では、成長、生残率とも配合飼料区=生物餌料区となり餌の種類は成長、生残に影響しなかった。

② 体色異常個体の出現状況 (表-4, 図-1)

無眼側の正常率は、低密度区>対照区>高密度区となり飼育密度と密接な関係が認められた。また、生物餌料区の正常率は他の全ての区より有意に高く、無眼側の体色異常は飼育密度と配合飼料の使用に強く影響される結果が示された。有眼側の正常率は、低密度区=配合飼料区=対照区=高密度区となり、密度との関連性は認められなかった。また、配合飼料区の正常率は高密度区を除く全ての区より有意に低く、有眼側の体色異常防除には配合飼料の投餌に効果が示された。

3. 今後の試験の方針

今回の試験結果では、無眼側における浮遊期型異常の防除には、飼育密度を極力下げて成長差をなくし、さらに配合飼料の投餌を控え、生物餌料の比率を増すことで対処できる可能性が示された。このことは、種苗生産における浮遊期型異常の防除の面からは、現行の量産方法である生産の効率化を目的とした高密度飼育と、作業の簡素化のための配合飼料中心の投餌方法について見直しが必要なることを示唆している。今後、飼育密度を中心とした飼育環境面と、餌料の栄養面からのさらに深い検討が必要であり、まず飼育密度の影響を受ける時期(ステージ)の正確な把握、配合飼料の投餌時期と投餌量等についての詳細な検討を行うことが重要であると考えられる。

III. 小浜湾に放流した小型種苗の色素出現状況

1) ヒラメ稚魚の放流状況

1992年度(H.04)は、全長22mmの個体 110,000尾にA L C染色(80ppm × 24時間)を施し、事業場地先海域に放流した。1993年度の放流は、全長21mmの個体91,000尾にA L C染色を施し、放流地点を小浜湾奥部の砂浜部に変えて行った(図-2)。

2) 再捕状況 (表-5, 6)

① 1992年度の再捕状況

ヒラメ幼魚は、エビ曳き網またはナマコ曳き網で漁獲されたものを譲り受けた。採集した当才および2才魚 180尾を調べたが、耳石が染色した個体は認められなかった。

無眼側または有眼側の体色異常を有する個体で、耳石の染色が見られない個体は、福井県が放流した個体であると考えられる。

② 1993年度の再捕状況

小型底曳き船を傭船し、操業試験によるヒラメの採集を行っている(継続中)。これまで採集したサンプル 505尾について耳石の観察を行ったが、耳石が染色された個体は見られていない。本年度は、天然幼魚が多く漁獲され、体色異常個体は7月8日にわずか1尾観察されただけである。

表-1. 無眼側体色異常防除試験におけるヒラメ稚魚の成長と生残率

実験区	収容密度 (尾/m ²)	生残率 (%)	平均全長±SD (mm)
対照区			
No. 1	1,000 (10,000)	85.8	18.7±2.9
No. 2	1,000 (10,000)	87.9	19.3±2.6
計	2,000	86.9	19.0±2.8
低密度区			
No. 1	100 (1,000)	90.0	20.3±2.7
No. 2	100 (1,000)	96.0	21.6±3.3
計	200	93.0	21.0±3.1
高密度区			
No. 1	3,000 (30,000)	89.4	17.9±1.8
No. 2	3,000 (30,000)	80.0	18.4±2.5
計	6,000	84.7	18.2±2.2
配合飼料区			
No. 1	500 (5,000)	29.6	18.1±2.0
No. 2	500 (5,000)	95.0	19.9±3.2
計	1,000	47.5	19.1±2.8
生物餌料区			
No. 1	500 (5,000)	91.2	19.7±2.4
No. 2	500 (5,000)	95.0	19.4±2.2
計	1,000	93.1	19.5±2.3

NS: Not significant, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$.

表-2. 無眼側および有眼側の体色異常個体の出現状況

実験区	観察尾数 (尾)	体 色 異 常 個 体 の 出 現 率 (%)							
		無 眼 側				有 眼 側			
		N	W>1/2	W<1/2	B	N	W<1/2	W>1/2	W
対照区									
No. 1	200	79.5	19.5	1.0	0	85.0	1.0	8.0	6.0
No. 2	200	80.0	20.0	0	0	88.5	1.0	3.5	7.0
計	400	79.8	19.8	0.5	0	86.8	1.0	5.8	6.5
低密度区									
No. 1	90	92.2	7.8	0	0	85.6	2.2	7.8	4.4
No. 2	94	87.2	12.8	0	0	88.3	2.1	5.3	4.3
計	184	89.7	10.3	0	0	87.0	2.2	6.5	4.3
高密度区									
No. 1	200	64.0	31.5	4.5	0	86.0	3.0	8.0	3.0
No. 2	200	76.5	23.5	0	0	81.0	1.0	11.0	7.0
計	400	70.3	27.5	2.3	0	83.5	2.0	9.5	5.0
配合飼料区									
No. 1	143	83.9	15.4	0.7	0	88.1	1.4	4.9	5.6
No. 2	200	84.5	14.5	1.0	0	83.5	1.5	11.5	3.5
計	343	84.3	14.9	0.9	0	85.4	1.5	9.5	4.4
生物餌料区									
No. 1	200	99.5	0.5	0	0	80.0	2.0	11.0	7.0
No. 2	200	98.5	1.5	0	0	77.0	4.5	11.0	7.5
計	400	99.0	1.0	0	0	78.5	3.3	11.0	7.3

N: 正常個体、W<1/2: 体表の1/2以上の部位に色素が出現した個体、W>1/2: 色素の出現部位が体表の1/2以下の個体、B: 完全黒化個体、W: 完全白化個体。

表-3. 実験区間における成長 (t 検定) と生残率 (χ^2 検定) の比較.

実験区	低密度区		高密度区		配合飼料区		生物餌料区	
	全長	生残率	全長	生残率	全長	生残率	全長	生残率
対照区	***	*	**	*	NS	***	NS	***
低密度区			***	**	**	NS	*	NS
高密度区					NS	***	*	***
配合飼料区							NS	NS

表-4. 無眼側および有眼側体色正常個体の出現率の比較 (χ^2 検定).

実験区	低密度区		高密度区		配合飼料区		生物餌料区	
	無眼側	有眼側	無眼側	有眼側	無眼側	有眼側	無眼側	有眼側
対照区	**	NS	**	NS	NS	NS	***	***
低密度区			***	NS	NS	NS	***	*
高密度区					***	NS	***	NS
配合飼料区							***	*

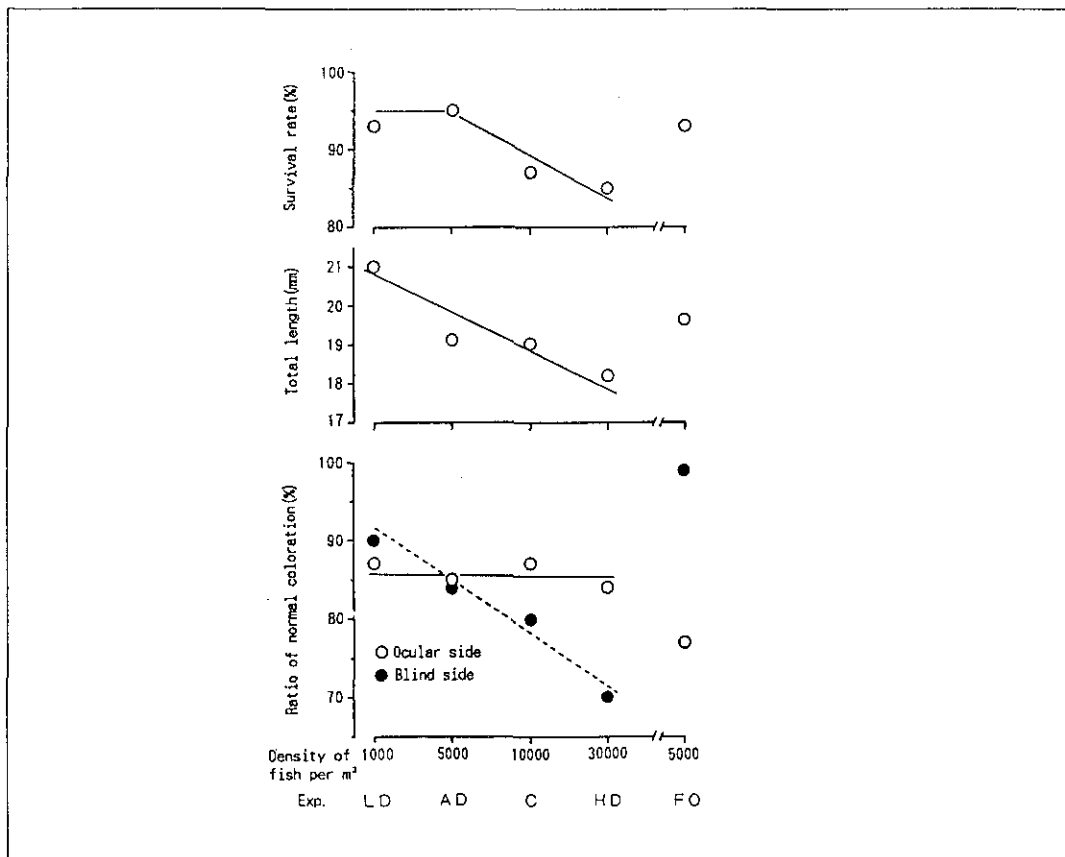


図-1. 各実験区ごとの生残率、平均全長および正常個体の出現率
LD: 低密度区、AD: 配合飼料区、C: 対照区
HD: 高密度区、FO: 生物餌料区

表-5. 小浜湾内の小型底曳き網によるヒラメの採集
(1992-1993年)

放流群	採集月日	採集尾数 (尾)	全 長 (mm)
'92年群	'92. 7. 29	11	106.8 (93-127)
	8. 11	5	125.6 (76-153)
	8. 28	17	140.8 (115-165)
	10. 2	53	133.2 (93-203)
	10. 28	7	147.6 (131-165)
	11. 19	14	167.8 (121-214)
	12. 1	10	174.4 (132-230)
	12. 5	1	133
	12. 9	1	145
	'93. 2.	42	188.9 (122-238)
	4. 21	5	234.2 (209-269)
	4. 29	8	183.7 (147-221)
	8. 20	3	272.3 (262-287)
	9. 10	3	237.0 (225-250)
計		180	
'93年群	'93. 7. 8	170	83.3 (48-119)
	8. 12	75	150.4 (94-179)
	8. 20	101	147.6 (86-192)
	9. 10	69	164.9 (90-208)
	9. 24	34	171.6 (105-211)
	10. 15	39	177.7 (139-223)
	11. 2	17	173.1 (128-222)
計		505	

表－6．ヒラメ採集個体における体色異常の出現状況（１９９２－１９９３年）

放流群	採集月日	観察尾数 (尾)	有 眼 側 (%)				無 眼 側 (%)			
			N	W<1/2	W>1/2	W	N	W>1/2	W<1/2	B
'92年群	'92.6.11*	206	97.2	0	2.8	0	4.5	95.0	0.5	0
	7.29	11	100	0	0	0	100	0	0	0
	8.11	5	100	0	0	0	100	0	0	0
	8.28	17	100	0	0	0	100	0	0	0
	10.2	53	84.9	5.7	9.4	0	28.3	60.4	9.4	1.9
	10.28	7	100	0	0	0	57.1	42.9	0	0
	11.19	14	78.6	21.4	0	0	50.0	42.9	7.1	0
	12.1	10	100	0	0	0	100	0	0	0
	12.5	1	100	0	0	0	100	0	0	0
	12.9	1	100	0	0	0	100	0	0	0
	'93.2.	42	95.2	2.4	2.4	0	88.1	11.9	0	0
	4.21	5	100	0	0	0	100	0	0	0
	4.29	8	75.0	25.0	0	0	25.0	75.0	0	0
	8.20	3	100	0	0	0	0	100	0	0
	9.10	3	100	0	0	0	66.7	33.3	0	0
'93年群	'93.5.28*	213	86.4	2.8	8.5	2.3	54.5	45.5	0	0
	7.8	170	100	0	0	0	99.1	0.9	0	0
	8.12	75	100	0	0	0	100	0	0	0
	8.20	101	100	0	0	0	100	0	0	0
	9.10	69	100	0	0	0	100	0	0	0
	9.24	34	100	0	0	0	100	0	0	0
	10.15	39	100	0	0	0	100	0	0	0
	11.2	17	100	0	0	0	100	0	0	0

*：放流時における体色異常個体の出現状況

III. トヤマエビ

1. 天然親エビの入手と親エビ養成

1. 親エビ入手

親エビは、種苗生産用、放流用および次年度以降の養成用として、能登半島西岸域産のものを入手した。

(1) 輸送方法

入手する親エビは、漁獲後直後から 0～2℃に調温した水槽に收容してあるもののうち、比較的活力の良い個体を選別して、当事業場まで輸送した。輸送水槽は、容量 500ℓの冷却器付き水槽で、輸送の際、水槽内でのエビ同士およびエビと水槽壁との接触による斃死を防止するため、水槽内にウツを 3～10本投入した。

(2) 入手結果

天然親エビの入手結果を表1に示した。

親エビは、平成 5年 2～4月の約2ヶ月間に計 6回入手した。輸送時間は約 5時間で、輸送水温は 0.3～2.4℃であった。入手した親エビは、抱卵している雌では、卵発生後期の卵を持った雌（以下抱卵後期雌）および卵発生初期の卵を持った雌（以下抱卵初期雌）の2群に、抱卵していない雌では、卵巢が頭胸部の 2/3以上を満たしておりほぼ成熟していると考えられる雌（以下成熟雌）および腹肢に付着毛を持っており卵巢が未熟な状態の雌（以下未熟雌）の2群に分けられ、これらに雄を加えた計5群に分けられた。入手尾数は、抱卵後期雌群が 282尾、抱卵初期雌群が12尾、成熟雌群が56尾、未熟雌群が27尾、雄群が 1,338尾の計 1,715尾であった（表1参照）。

2. 親エビの養成

(1) 養成方法

飼育水槽は、大きさ1.8×0.8×0.3mで底面積1.44㎡、水量0.36㎡の水槽（水深約25cm）を2槽並列にして2～3段に組合わせた水槽（以下多段式水槽）を使用した。飼育水系は循環冷却方式で、新鮮海水の換水量は1日当たり全水量の約50%で、天然入手の親エビの飼育水温は約3℃、人工生産群は約8℃を維持した。また親エビの飼育水系には真菌病の感染予防対策として、UV殺菌装置を組み込んだ。UV殺菌装置は、大腸菌群で7㎡/hrの処理能力のものを3本使用した。餌料は、天然入手の親エビには湿物状態で硬度を調節するために約7%のゼラチンで固めた配合飼料*1（以下ゼラチン配合）を、人工生産群にはゼラチン配合（5才群）および配合飼料*2（3才群）を使用した。

養成親エビは、入手年度、卵巢の成熟状態、外仔卵（腹肢に付着している産卵後の卵）の有無および成長などにより以下の14群に区分し、飼育を行った。

①雄H3群→平成 3年 2～5月に雄で入手し、4年 8月までに卵巢が成熟し、抱卵した個体群（飼育開始尾数 3尾）。

*1: 協和醗酵社製 クルマエビ成エビ低水温期用配合飼料

*2: 協和醗酵社製 クルマエビ成エビ低水温期用配合飼料と 同社製初期飼料C-4000を1:2の割合で混合して作成

- ②未熟雌H3群→平成 3年 2～5 月の入手時には腹肢に付着毛を有し、卵巢が未熟な状態であった群で、平成 4年 7～9 月までに卵巢が成熟して抱卵した個体群(21尾)と同時期に卵巢が未熟なままであった個体群(1 尾)。
- ③抱卵後期雌H3群→平成 3年 2～3 月の入手時には卵発生後期の卵を持っていた群で、4 年 7～8 月までに卵巢が成熟して抱卵した個体群(15尾)と同時期に卵巢が未熟なままであった個体群(5 尾)。
- ④抱卵初期雌H3群→平成 3年 3～5 月の入手時に卵発生初期の卵を持っていた群で、4 年 2月のふ出終了後、4 年 9月までに卵巢が成熟して抱卵した個体群(1 尾)と同時期に卵巢が未熟な状態であった個体群(13尾)。
- ⑤成熟雌H3群→平成 3年 2～5 月の入手時には卵巢がほぼ成熟していた群で、その後場内で抱卵し、4 年 4月までにふ出が終了して卵巢が未熟な状態であった個体群(31尾)。
- ⑥雄H4群→平成 4年 2～4 月の入手時に雄であった個体群(101尾)。
- ⑦未熟雌H4群→平成 4年 2～4 月の入手時に腹肢に付着毛を有し、卵巢が未熟な状態であった個体群(47尾)。
- ⑧抱卵後期雌H4群→平成 4年 2～3 月の入手時に卵発生後期の卵を持っていた群で、4 年 4月までにふ出が終了して卵巢が未熟な状態であった個体群(193 尾)。
- ⑨抱卵初期雌H4群→平成 4年 3～4 月の入手時に卵発生初期の卵を持っていた個体群(19 尾)。
- ⑩成熟雌H4群→平成 4年 2～4 月の入手時には卵巢がほぼ成熟していた群で、4 年 7月までに抱卵した個体群(101 尾)。
- ⑪抱卵後期雌H5群→平成 5年 2～3 月の入手時に卵発生後期の卵を持っていた個体群(282 尾)。
- ⑫成熟雌H5群→平成 5年 2～4 月の入手時に卵巢がほぼ成熟していた個体群(54尾)
- ⑬5才群→昭和63年度に生産した 5才Eで、平成 4年11月時点で卵巢が未熟な状態であった個体群(2 尾)
- ⑭3才群→平成 2年度に生産した 3才Eで、平成 4年11月時点で雄であった個体群(79 尾)

(2) 親E養成の結果

養成親E各群における卵巢の状態や抱卵および幼生のふ出に至る経過を図1に、養成親E各群からの成熟雌および抱卵雌の養成結果を表2に示した。

①雄H3群

平成 4年 8月に抱卵した個体(3尾)は、抱卵から約 8～9ヶ月後の 5年 4～5 月までに2個体が生残し(生残率66.7%)、幼生がふ出した。入手時に雄であった個体群から、養成によって性転換し、卵巢が成熟した後に抱卵し、これらの個体が幼生をふ出した例は過去にはなかった。

②未熟雌H3群

平成 4年 7～9 月までに抱卵した個体(21尾)は、約9ヶ月後(5 年 4月)のふ出開始時点で12個体が生残(生残率57.1%)し、幼生がふ出した。このように入手時に卵巢が未熟状態であった雌の群を約 2年間養成することにより抱卵し、幼生のふ出に成功した例は今

年度が初めてであった。

平成 4年 7月時点で卵巣が未熟な状態であった個体(1尾)は、平成 5年 1月までに卵巣が成熟し、1月20日に交尾および産卵前の脱皮(以下産卵脱皮)を行い、1月24日に抱卵した。この抱卵個体では平成 5年10月 7日にふ出が開始しており(ふ出期間10月 7～31日)、産卵から幼生のふ出開始までの日数は 256日(積算水温 768 °D)であった。なお、この個体の幼生のふ出状況についての詳細は平成 6年度に報告する。

③抱卵後期雌H3群

平成 4年 7～8月に抱卵していた個体(15尾)は、平成 5年 4月から幼生のふ出が始まり、この時点で11個体が生残した(生残率73.3%)。この個体群でも未熟雌H3群と同様、入手から約 2年間の養成によりふ出幼生が初めて得られた。

平成 4年 7～8月時点で卵巣が未熟であった個体(5個体)は、その後の養成により 2個体の卵巣が成熟(成熟率40.0%)し、5年 6月25日と 7月26日にそれぞれ産卵脱皮したが、抱卵に成功したのは 1個体(6月29日、抱卵率50.0%)であった。

④抱卵初期雌H3群

平成 4年 9月に抱卵した 1個体は、5年 5月下旬～ 6月下旬に幼生をふ出した。

4年 9月時点で卵巣が未熟な状態であった個体群(15尾)は、5年 4～ 6月時点で10個体が生残しており(生残率76.9%)、生残個体のうち 4個体の卵巣が成熟した(成熟率40.0%)。成熟した 4個体は、5年 4月 3日～ 6月11日の間に産卵脱皮し、4個体すべてが 4月 6日～ 6月15日に抱卵した(抱卵率100%)。

⑤成熟雌H3群

平成 4年 4月時点で卵巣が未熟であった31個体のうち、卵巣の成熟が完了した 5年 7～8月時点で23個体が生残した(生残率74.2%)。この時点で卵巣が成熟したのは14個体(成熟率60.9%)で、残りの 9個体は卵巣が未熟なままであった。卵巣が成熟した個体は、4年 1月31日～10月15日の間に10個体が産卵脱皮し(脱皮率71.4%)、4個体は産卵脱皮前に斃死した。産卵脱皮した個体のうち抱卵に成功したのは 2個体(2月 6日と 8月12日、抱卵率20.0%)であった。脱皮後に斃死したのは 5個体で、産卵後に抱卵できなかったのは 1個体、産卵しないまま卵巣が退行したのは 2個体であった。

⑥雄H4群

平成 4年の入手時にはすべて雄であったが、4年 8～12月頃に雌へ性転換する個体が確認され、5年 5月時点で生残していた88個体(生残率87.1%)のうち16個体が性転換個体であった。性転換した個体のうち卵巣が成熟したのは14個体(成熟率87.5%)で、5年 5月 9日～10月 9日の間にすべての個体が産卵脱皮した。産卵脱皮後に抱卵したのは 8個体(5月13日～ 9月 4日、抱卵率57.1%)で、産卵後抱卵できなかったのは 3個体、産卵できずに卵巣が退行したのは 2個体、脱皮直後に斃死したのは 1個体であった。

⑦未熟雌H4群

平成 4年の飼育開始から約 1年後の生残は36個体(生残率76.6%)で、このうち28個体の卵巣が成熟した(成熟率77.8%)。成熟個体は、産卵脱皮前に 4個体が斃死したが、24個体は 3月21日～10月25日の間に産卵脱皮を行った。産卵脱皮した個体のうち、産卵前に 7個体が斃死したが、14個体は抱卵に成功(抱卵率58.3%)した。脱皮後抱卵できなかったのは 1個体、卵巣が退行したのは 2個体であった。

⑧抱卵後期雌H4群

平成 4年のふ出終了後の飼育開始から約 1年後の 5年 4～ 5月時点での生残は 114個体（生残率59.1%）であった。このうち卵巣が成熟した個体は79個体（成熟率69.3%）で、産卵脱皮したのは70個体（脱皮率88.6%）であった。産卵脱皮の期間は 4月20日～ 9月20日で、この間に合計35個体が抱卵した（抱卵率50.0%）。脱皮後抱卵に失敗したのは 6個体、卵巣が退行したのは 4個体、脱皮後斃死したのは25個体であった。産卵脱皮期間の初期の 4～6 月に、脱皮直後に斃死する個体が多かった。

⑨抱卵初期雌H4群

飼育開始時（入手時）に抱卵されている卵は卵発生初期のものであり、その後の養成により 7～8ヶ月後の平成 4年11月頃から幼生のふ出が開始した。幼生をふ出した親Eは11個体で生残率は57.9% であった。各個体の卵は、ふ出開始までほとんど斃死は認められなかった。

⑩成熟雌H4群

飼育開始から約 9～10ヶ月後の平成 5年 1月下旬より幼生のふ出が開始した。幼生をふ出したのは49個体で、生残率は48.5% であった。各個体の卵は、抱卵期間中の 4年 9月頃（発眼期前）より斃死が顕著となり、ふ出開始期には生残している卵は各個体ともわずかであった。また、卵の斃死に伴い、親Eの腹部筋肉部が壊死して白濁した後、斃死する個体が多く認められた。なお、白濁した筋肉部を取り出して検鏡したところ、真菌類の菌糸は認められなかった。

⑪抱卵後期雌H5群

入手から約 2週間後の平成 5年 2月中旬から幼生のふ出が開始し、合計 222個体が幼生をふ出した（生残率78.7%）。ふ出終了から約8ヶ月後の 5年12月末の生残は 172個体、生残率は77.5% であった。12月末時点で生残しているほとんどの個体では、外見上卵巣は成熟途中である。

⑫成熟雌H5群

入手した54個体のうち、H5年 2月23日～ 6月28日の間に42個体が産卵脱皮し、残りの個体は脱皮前に斃死した。産卵脱皮した個体のうち、抱卵したのは34個体（3月 4日～ 6月27日、抱卵率80.9%）、産卵後抱卵に失敗したのは 2個体、脱皮後産卵までに斃死したのは 6個体であった。

抱卵個体の 5年12月末時点の生残は31個体で、生残率（91.2%）は高いが、ほとんどの個体で卵の斃死が顕著で、 8個体では卵が全滅した。

⑬ 5才群

平成 5年 4月時点（5才時）で生残していた雌 1個体が成熟し、 5月29日に産卵脱皮後に交尾し、 6月 1日に産卵したが抱卵に失敗した。

⑭ 3才群

飼育開始時点では雄であったが、平成 5年 2月時点で生残していた58個体のうち19個体が性転換しており、このうち14個体の卵巣が成熟していた（成熟率73.7%）。産卵脱皮したのは、 4月19日～ 9月 5日の間に12個体であった（脱皮率85.7%）。産卵脱皮した個体のうち、抱卵したのは 2個体（4月25日～ 5月 2日、抱卵率16.7%）、産卵後抱卵に失敗したのは 4個体、産卵しないまま卵巣が退行したのは 3個体、脱皮直後に斃死したのは 3

個体であった。

抱卵した個体の体長は 110mm前後で、天然入手の親魚では雄の大きさであった。抱卵した 2 個体は 5 年 12 月末時点でともに生残しており、卵の斃死もほとんどない状態で、6 年 2～3 月頃に人工生産魚において最初の幼生のふ出が期待される。

今年度の各個体群の養成結果から、入手時（または養成開始時点）に雄であった個体（例：雄 H3 群）や卵巢が未熟であった個体（例：未熟雌 H3 群、抱卵後期雌 H3 群）を約 2 年間養成することにより、卵巢の成熟および抱卵に至り、ふ出幼生が得られるようになった。昨年度までは卵巢の成熟および抱卵までは達していたが、抱卵個体や卵の斃死により、ふ出幼生を得るには至らなかった。昨年度より、養成期間中の餌料に着目して飼育試験を行い（試験結果は後述）、生餌から配合飼料を中心とした餌料への転換を図ったことで、成熟率、産卵脱皮率、抱卵率が向上したものと考えられ、抱卵個体のふ出開始までの生残の向上にも効果があったものと推察される。

天然での卵巢の成熟、抱卵の時期や状態を、卵巢が成熟した状態で入手した個体（例：成熟雌 H5 群）の養成結果で代表するものとして養成群（例：雄 H4 群、未熟雌 H4 群、抱卵後期雌 H4 群）と比較すると、養成群の成熟率や産卵脱皮率については 70～80% 以上の結果を得ており、天然の状態に近い結果を得ることができたと考えられる。しかし、成熟や抱卵の時期については天然の状態よりも 2～3 ヶ月程度遅れており、この時期が雄の交尾不可能な時期と重なってくるため、結果的に養成群の抱卵率を 50% 程度に留めている要因になっているものと考えられる。今後、抱卵雌の養成技術の確立のためには、成熟の時期を早めるための要因を明確にすることが重要となるものと考えられる。

また、卵巢が成熟した状態で入手した個体（例：成熟雌 H4 群）を養成して得られた抱卵個体は、抱卵期間中に卵の斃死が多く、ふ出幼生数が少ない結果が得られている。これは、卵巢卵が最終成熟期に向かう時期での漁獲や輸送などのストレスが、摂餌行動に影響し、産卵前の卵巢卵の卵質に悪影響を与えていることが原因ではないかと考えられる。これに対し、卵巢が未熟な状態で入手して養成することにより得られた抱卵個体（例：未熟雌 H3 群、抱卵後期雌 H3 群）の方がむしろ、抱卵期間中の親魚や卵の生残が良好で、ふ出幼生数も多い結果（後述）が得られている。したがって、今後養成によって抱卵個体を得るには、卵巢が成熟している個体よりも未熟な状態の個体を入手して養成する方が、より安定的に抱卵個体を得ることができるものと考えられる。

3. ふ出

(1) ふ出方法

雄 H3 群、未熟雌 H3 群、抱卵後期雌 H3 群、抱卵初期雌 H3 群、抱卵初期雌 H4 群、成熟雌 H4 群、抱卵後期雌 H5 群の抱卵個体を、各群ごとに多段式水槽に分けて収容し、幼生のふ出を待った。成熟雌 H4 群では、平成 4 年 3 月 6 日～ 5 月 15 日に抱卵した前期群（以下成熟雌 H4 群前期）と 4 年 5 月 16 日～ 7 月 12 日に抱卵した後期群（以下成熟雌 H4 群後期）に分けて幼生をふ出させた。抱卵後期雌 H5 群では、入手直後に斃死した抱卵個体（14 尾）から卵を取り外し、容量 100 ℓ のアルミふ化槽に収容し、攪拌機で底層付近を攪拌しながら底面より注水して、約 3℃で管理した（以下卵管理 H5 群）。なお、攪拌機の回転スピードは 5～6

秒／回転に設定した。

ふ出幼生の回収は、ふ出幼生の走光性を利用し、夜間に水槽の オーバーフロー付近に照明をあてて回収ネット（目合い 150 μ 、容量約30ℓ）に集めた。ふ出幼生の計数は容量法で行った。

（2）ふ出結果

抱卵個体各群のふ出状況を表3に示した。

①雄H3群

平成 4年 8月に抱卵した個体群で、幼生がふ出したのは 2個体、ふ出期間は 5年 4月 6日～ 5月24日（49日間）であった。ふ出幼生数は計 1,200尾、親ヱ 1個体当たり 600尾、1日当たり平均20尾（最高 230尾）であった。

②未熟雌H3群

平成 4年 7～9月に抱卵した個体群で、幼生がふ出した親ヱは12個体、ふ出期間は 5年 3月31日～ 6月14日（76日間）であった。ふ出幼生数は計 4,400尾、親ヱ 1個体当たり 400尾、1日当たり平均60尾（最高 400尾）であった。

③抱卵後期雌H3群

平成 4年 7～8月に抱卵した個体群で、計11個体から幼生がふ出した。ふ出期間は 5年 4月 1日～ 6月10日（71日間）であった。ふ出幼生数は計22,700尾、親ヱ 1個体当たり 2,100尾、1日当たり平均 260尾（最高 1,700尾）であった。

④抱卵初期雌H3群

平成 4年 9月に抱卵した個体群で、1個体から幼生がふ出し、ふ出期間は 5年 5月21日～ 6月24日（35日間）であった。ふ出幼生数は計 4,500尾、1日当たり平均 130尾（最高 600尾）であった。

⑤抱卵初期雌H4群

平成 4年 3～4月に入手した天然の抱卵個体で、計11個体から幼生がふ出し、ふ出期間は、4年10月30日～ 5年 2月 3日の97日間であった。ふ出幼生数は計67,700尾で、親ヱ 1尾当たり 6,200尾、1日当たり平均 700尾（最高 2,900尾）であった。

⑥成熟雌H4群

平成 4年 3～5月に抱卵した成熟雌H4群前期では、計29個体から幼生がふ出した。ふ出期間は、5年 1月17日～ 3月25日の69日間であった。ふ出幼生数は計 2,100尾、親ヱ 1尾当たり70尾、1日当たり平均30尾（最高 240尾）であった。

平成 4年 5～7月に抱卵した成熟雌H4群後期では、計20個体から幼生がふ出した。ふ出期間は、5年 2月 8日～ 4月23日の69日間であった。ふ出幼生数は計 4,700尾、親ヱ 1尾当たり 210尾、1日当たり平均60尾（最高 210尾）であった。

⑦抱卵後期H5群

平成 5年 2～3月に入手した天然の抱卵個体で、幼生をふ出した個体は 222尾であった。ふ出期間は、平成 5年 2月17日～ 6月 8日の 112日間であった。ふ出幼生数は計 194.24 万尾、親ヱ 1尾当たり 8,800尾、1日当たり平均17,300尾（最高95,000尾）であった。

卵管理H5群では、入手直後に斃死した抱卵個体から取り外した計91,600粒（親ヱ14個体

分、1個体当たり 6,500粒)の卵を収容し、収容翌日からふ出が認められた。ふ出期間は、平成 5年 2月17日～ 4月16日の59日間であった。ふ出幼生数は、計66,500尾でふ出率は72.6%と良好な結果であった。親E 1尾当たりに換算したふ出幼生数は4,800尾で、1日当たり平均 1,100尾(最高4,300尾)の幼生がふ出した。

雄H3群、未熟雌H3群、抱卵後期雌H3群、抱卵初期雌H3群の4群は、入手から約2年間の養成によって今年度初めて幼生が得られたもので、天然の抱卵個体である抱卵初期雌H4群や抱卵後期雌H5群のふ出幼生数と比較すると大差が認められる。特に親E 1個体における幼生数で見ると、天然の抱卵個体では6,000～8,000尾程度の幼生が得られるが、養成個体では400～4,500尾で幼生数にかなり巾が認められる。また1日当たりの幼生数も養成個体では少なく、養成期間が長くなるほど各個体間のふ出の同調性が低くなる傾向が認められる。

成熟雌H4群前期(入手から1～2ヶ月以内に抱卵した個体群)は、成熟雌H4群後期(入手から2ヶ月以上経過して抱卵した個体群)と比べると、合計のふ出幼生数や親E 1個体当たりの幼生数が明らかに少なく、入手個体の摂餌力が回復した後に抱卵した成熟雌H4群後期の方が、幼生のふ出状況が比較的良好になるものと考えられる。

抱卵後期雌H5群の卵管理H5群においてふ出率が良好であったことから、攪拌機を利用して底面注水を行い、卵塊を常に浮遊状態にすることにより、親Eが斃死しても卵質さえ良ければ、ある程度多量の卵を管理してふ出幼生が得られるものと考えられる。

(3) ふ出幼生の活力

今年度は、無給餌飼育とアルテミア給餌飼育の生残曲線の変化でふ出幼生の活力を比較した。無給餌飼育を行ったのは、抱卵後期雌H3群、成熟雌H4群前期、成熟雌H4群後期、抱卵初期雌H4群、抱卵後期雌H5群および卵管理H5群で、アルテミア給餌飼育を行ったのは、無給餌飼育を行った個体群のうち抱卵初期H4群を除く各個体群であった。なお、抱卵後期雌H3群の無給餌およびアルテミア給餌飼育の結果は、後述する餌料別飼育試験の項で報告する。

無給餌およびアルテミア給餌飼育は、約500mlの容器に各群とも20尾ずつふ出幼生を収容して、3～4日毎の全換水および水温約10℃の条件で行った。またアルテミア給餌飼育は全生残個体が稚Eに達するまで行った。

各個体群のふ出幼生の活力を判定するため、最も天然の状態に近く活力が高いと考えられる抱卵後期雌H5群の結果を各個体群の結果に対する対照区として設定した。

成熟雌H4群の前期と後期、抱卵初期H4群および抱卵後期H5群からふ出した幼生の無給餌飼育における生残曲線を図2-1に、成熟雌H4群の前期と後期、抱卵後期H5群からふ出した幼生のアルテミア給餌飼育の生残曲線を図2-2に示した。抱卵後期雌H5群と卵管理H5群からふ出した幼生の無給餌およびアルテミア給餌飼育における生残曲線は、図2-3、4に示した。

無給餌飼育の結果から、抱卵初期H4群と成熟雌H4群後期の生残傾向は、抱卵後期雌H5群と大差なく、全個体斃死までの経過日数は20日前後であったが、成熟雌H4群前期では、急激な斃死が始まる経過日数が11日と他の群に比べてやや早く、全個体斃死までの経過日数も16日と短い結果となった(図2-1)。アルテミア給餌飼育においては、成熟雌H4群後期は

抱卵後期雌H5群と生残傾向において大差なかったが、成熟雌H4群前期では初期の生残がやや低い結果で、ふ出幼生の活力は成熟雌H4群後期>成熟雌H4群前期と考えられる。この傾向は、ふ出状況における成熟雌H4群の前期と後期の結果を裏付ける結果となった(図2-2)。しかし、アルテミア給餌飼育における稚Eまでの生残率は、成熟雌H4群後期では90%、前期では80%であり、種苗生産を行う上では、ふ出幼生の活力そのものは比較的良好であるものと考えられる。

卵管理H5群と抱卵後期雌H5群では、無給餌およびアルテミア給餌飼育ともに生残曲線において大差ない結果であった(図2-3、4)。卵管理H5群のアルテミア給餌飼育における稚Eまでの生残率は90%で、今回の方法での卵管理により得られた幼生は、種苗生産に利用するのに十分な活力を有しているものと考えられる。

4. 親E養成における餌料別飼育試験

昨年度までの親E養成では、場内で卵巣が成熟した後抱卵し、幼生のふ化まで至った例はなかった。この原因として、成熟に必要な餌料中の栄養素の不足や成熟バツンにあった飼育環境が不明であることなどが考えられる。平成3年度以降、まず栄養面に着目し、餌料別の飼育試験を行い、各餌料区における生残、成熟、抱卵状況などを比較してきた。

平成3年度に開始した試験では抱卵後期雌H3群の個体を、4年度に開始した試験では抱卵後期雌H4群の個体をそれぞれ供試した。

(1) 抱卵後期雌H3群における餌料別飼育試験

①方法

試験区は、アサリ、ゼラチン配合、モイストベレット、コレステロール入りモイストベレット(以下コレステロールモイストベレット)の4種類の餌料を用いて4区設定した。モイストベレットの成分は、イカ:アミエビ:アサリ:イカナゴ:雑Eビ=3:3:3:2:1の割合で混合し、総合ビタミン3%、マリンシグマ3%、イカ肝油1%、レシチン1%、ハイドロビットAD₃E0.7%を添加したもので、バインダーとして15%のゼラチンを使用した。コレステロールモイストベレットは、上記のモイストベレットに0.5%のコレステロールを添加した。

飼育試験には抱卵後期雌H3群において、ふ出終了後2回目の脱皮を終えた個体(卵巣卵の卵黄蓄積が急速に進むと考えられる前の時期の個体)を各試験区17尾ずつ使用した。飼育密度は脱皮時の共喰いが起こりにくいように、通常の飼育密度の半分(25尾/m²)程度を目安とした。飼育水槽は前述の多段式水槽を使用した。

②結果

アサリ区、ゼラチン配合区、モイストベレット区、コレステロールモイストベレット区(以下コレステロール区)の各試験区の生残、成熟、および抱卵状況を表4-1に示した。

試験開始から抱卵までの詳細な結果は、平成4年度の報告を参照するものとして、ここでは抱卵から幼生のふ出までを中心として報告する。

試験開始から抱卵までの結果を簡単にまとめると、生残率、成熟率、産卵脱皮率、抱卵率においてアサリ区の結果が最も良好で、次いでゼラチン配合区であり、モイストベレット区とコレステロール区は他の2区より劣っていた。

抱卵個体はいずれの試験区でも得られたが、モイストベレット区とコレステロール区では抱卵個体が斃死してしまったため、ふ出状況についてはアサリ区とゼラチン配合区で比較するものとする。

アサリ区とゼラチン配合区ともに得られた抱卵個体すべてが幼生のふ出開始まで生残し、すべ

ての個体から幼生がふ出した。アサ区およびゼラチン配合区のふ出結果を表4-2に、両区から得られた幼生の無給餌飼育およびアルテミア給餌飼育における生残曲線を図3-1、2に示した。

アサ区の抱卵個体(8尾)からは計15,100尾の幼生がふ出し、ふ出期間は平成5年4月1日～6月10日の71日間であった。また、ふ出幼生数は親エビ1個体当たり1,880尾で、1日当たり210尾であった。配合区では3尾の抱卵個体から計7,700尾の幼生がふ出し、ふ出期間は5年4月8日～6月26日の80日間であった。ふ出幼生数は親エビ1個体当たり2,550尾で、1日当たり100尾であった(表4-2)。

アサ区およびゼラチン配合区からふ出した幼生の活力は、幼生の活力が最も高いと考えられる抱卵後期雌H5群からふ出した幼生の無給餌飼育とアルテミア給餌飼育における生残傾向と比較することにより判定した。無給餌飼育における急激な斃死が起こるまでの経過日数は、抱卵後期雌H5群が13日であったのに対し、ゼラチン配合区では11日、アサ区では5日と11日の2回であった。また、全個体が斃死するまでの経過日数は、抱卵後期雌H5群が20日、ゼラチン配合区が19日、アサ区が16日であった。アルテミア給餌飼育での稚エビまでの生残率は、抱卵後期雌H5群が100%、ゼラチン配合区が75%、アサ区が55%であった。

これらの結果から、ゼラチン配合区から得られた幼生の活力は、抱卵後期雌H5群の幼生にはやや劣るものの、アサ区から得られた幼生よりも優れていることが示唆された。成熟率や抱卵率は、ゼラチン配合区よりもアサ区の方が高かったにもかかわらず、親エビ1個体当たりの幼生数や幼生の活力ではゼラチン配合区の方が優れている結果が得られたことから、アサだけの単一餌料では栄養的に不足しているものと考えられた。今後養成により得られた抱卵個体から幼生をふ出させる技術を確立するには、少なくともゼラチン配合をベースにした養成餌料の検討が必要と考えられる。

(2) 抱卵後期雌H4群における餌料別飼育試験

抱卵後期雌H3群における餌料別飼育試験において、ゼラチン配合を餌料にした場合に良好な結果が得られたため、抱卵後期雌H4群の個体を供試して、ゼラチン配合をベースにしてビタミンEおよびコレステロールを添加した餌料で飼育試験を行った。

①方法

試験区は、ゼラチン配合、ビタミンEを強化したゼラチン配合、コレステロールを強化したゼラチン配合の3種類の餌料を用いて3区設定(以下ゼラチン配合区、ビタミンE強化区、コレステロール強化区)した。ビタミンEおよびコレステロールの添加量は、0.5%とした。

飼育試験には抱卵後期雌H4群で、ふ出終了後2回目の脱皮を終えた個体(卵巣卵の卵黄蓄積が急速に進むと考えられる時期の個体)を各試験区38尾ずつ使用した。飼育密度は、脱皮時の共食いを防止するため、25尾/㎡程度とした。飼育水槽は多段式水槽を使用した。

②結果

抱卵後期雌H4群における餌料別飼育試験の結果を表4-3に示した。

各区の試験開始時から卵巣の成熟がほぼ完了した時点までの生残率は、3区とも100%であった。卵巣の成熟がほぼ完了した時点の生残尾数に対する成熟率は、ゼラチン配合区とコレステロール強化区が68.4%、ビタミンE強化区が71.1%であった。成熟尾数に対する産卵脱皮率

は、ビタミン配合区が96.2%、ビタミンE強化区が85.2%、コレステロール強化区が84.6%であった。また、産卵脱皮尾数に対する抱卵率は、ビタミン配合区が52.0%、ビタミンE強化区が56.5%、コレステロール強化区が40.9%であった。抱卵以降5年12月末時点までの生残率では、ビタミン配合区が100%、ビタミンE強化区が84.6%、コレステロール強化区が88.9%であった(表4-3)。

生残率、成熟率、産卵脱皮率ともに各試験区で大差なく、抱卵率ではコレステロール強化区がやや低い結果が得られた。各区とも抱卵されている卵は比較的斃死も少なく、平成6年3～4月頃に幼生のふ出が期待される。

本試験の最終結果は、各試験区におけるふ出結果およびふ出幼生の活力を比較した上で検討したい。また現在、外部機関(日本冷凍食品検査協会)に卵巣の成熟完了時点の卵巣内の脂肪酸組成、コレステロール含量、ビタミンE含量の測定を依頼しているため、これらの結果を含めて平成6年度に報告する。

5. 生産稚Eの成長

昭和63～平成5年度に生産した稚Eを、生産年度順にそれぞれ5才E(63年産)、4才E(平成1年産)、3才E(平成2年産)、2才E(平成3年産)、1才E(平成4年産)、当才E(平成5年産)とした。

(1) 飼育方法

飼育水槽は各年令群とも当才時と1才時は20㎡水槽を、2才以降は多段式水槽を使用した。

飼育水系の新鮮海水の換水率は、当才時および1才時は約50～100%/日、2才時以降は無換水とした。飼育水温は、各年令群とも当才時の7～8月に水温を下げ、それ以降昭和63年～平成2年産は8～9℃、平成3年～5年産は9～12℃を循環冷却方式で維持した。

餌料として、昭和63年産には当才～1才時はアミとカガ、2才時は配合飼料、3才時はモイストレット、4～5才時はビタミン配合を、平成1年産には当才時にアミ、1才時以降に配合飼料を、2年～5年産には配合飼料をそれぞれ1週間に3～5回投餌した。なおモイストレットとビタミン配合は、親E養成の項で紹介したモイストレットと同様のものを使用した。配合飼料は、63年産は協和発酵社製のクルマE用のものを、1～5年産には同社製の初期餌料(C-1～5)とクルマE用を3:2の割合で併用した。

(2) 飼育経過

63年産では、1才時に平均全長95mm(最大105mm)、2才時に平均128mm(最大136mm)、3才時に平均140mm(最大153mm)に達した。4才時には大型個体が斃死したため、3才時よりも全長が小さく、平均135mm(最大145mm)で、5才時には150mmであった。生残尾数は1才時に550尾(5.2%)、2才時に130尾(1.2%)、3才時に24尾(0.23%)、4才時に4尾(0.04%)、5才時に2尾(0.02%)であった。

平成1年産は1才時に平均88mm(最大100mm)、2才時に平均131mm(最大140mm)、3才時に平均146mm(最大156mm)、4才時に153mmに達し、生残尾数は1才時に650尾(6.5%)、2才時に123尾(1.2%)、3才時に10尾(0.1%)、4才時に2尾(0.02%)であった。

2 年産は 1才時に平均87mm(最大101mm)、2才時に平均 124mm(最大132mm)、3才時に平均 138mm(最大145mm) に達し、生残尾数は 1才時に4,480 尾(44.8%)、2才時に 582尾(5.8%)、3才時に62尾(0.6%)であった。当才Ⅰ時に収容密度を 500尾/㎡と低くしたことで、1才時および 2才時の生残率としては過去最高であった。

3 年産は 1才時に平均95mm(最大111mm)、2才時に平均 128mm(最大137mm) に達し、生残尾数は 1才時に1,950 尾(18.8%)、2才時に 250尾(2.5%)であった。2年度産と同程度の収容密度であったにもかかわらず、1才時に生残率が低かったのは、当才時に水温が15～16℃に上昇した時期があり、斃死個体が増加したことによるものと考えられる。

4 年産は 1才時に平均 100mm(最大114mm) に達し、生残尾数は 1才時に1,710 尾(10.2%)であった。なお、当才時の収容密度は750 尾/㎡であった。

5 年産は、稚Ⅰ15,300尾を20㎡水槽に収容して飼育を開始し、12月末時点で平均全長78.2mm(最大89mm)に達し、生残尾数は約7,000 尾(45.8%)と推定される。

2年産および 3年産では、当才時の収容密度を 500尾/㎡(20㎡水槽)程度にすることで、1才時の生残率はそれぞれ44.8% と18.8% が得られた。4年産では収容密度を 750尾/㎡程度としたところ 1才時の生残率が大幅に低下した(10.2%)。今後 1才時の生残率を向上するには、当才時の稚Ⅰ収容密度を 500尾/㎡(飼育水槽20㎡、収容10,000尾)程度まで低くし、餌料に配合飼料を使用することが必要と考えられる。

表1 トヤマエビ親エビの入手結果

入手 回次	入手 年月日	輸送時水温 (℃)	入手尾数 (尾)	雄 (尾)	雌 (尾)	雌 の 内 訳 (成熟* ¹ 未熟* ² 抱卵* ³ 新抱* ⁴)	産地
1	H5. 2. 3	0.6~1.5	529	498	31	(16・1・14・0)	能 登 産
2	2. 16	0.7~2.1	405	271	134	(22・2・110・0)	
3	2. 19	0.9~1.7	391	356	35	(2・2・31・0)	
4	3. 3	0.3~1.3	313	213	100	(14・5・81・0)	
5	3. 19	0.5~1.9	66	0	66	(1・16・46・3)	
6	4. 30	1.8~2.4	11	0	11	(1・1・0・9)	
計	H5. 2. 3 ~4. 30	0.3~2.4	1,715	1,338	377	(56・27・282・12)	

* 1 : 卵巣卵が成熟した雌

* 2 : 卵巣卵が未熟な雌

* 3 : 卵発生後期(ふ出間近)の抱卵雌

* 4 : 卵発生初期の抱卵雌

表2 親エビ飼育における成熟雌及び抱卵雌の養成

飼育開始時		ふ 出		成 熟 完 了 時			産卵脱皮		抱 卵	
親エビ区分	尾 (抱卵)	尾数	生残率(%) * ¹	尾数(%)	性転換(%)	成熟(%) * ²	尾数	脱皮率(%) * ³	尾数	抱卵率(%) * ⁴
雄H3群* ⁵	(3)	2	66.7	—	—	—	—	—	—	—
未熟雌 H3群* ⁶	1(21)	12	57.1	1(100)	—	1(100)	1	100	1	100
抱卵後期雌 H3群* ⁷	5(15)	11	73.3	5(100)	—	2(40.0)	2	100	1	50.0
抱卵初期雌 H3群* ⁸	13(2)	1	50.0	10(76.9)	—	4(40.0)	4	100	4	100
成熟雌 H3群* ⁹	31(0)	—	—	23(74.2)	—	14(60.9)	10	71.4	2	20.0
雄H4群* ⁵	101(0)	—	—	88(87.1)	16(18.2)	14(87.5)	14	100	8	57.1
未熟雌 H4群* ⁶	47(0)	—	—	36(76.6)	—	28(77.8)	24	85.7	14	58.3
抱卵後期雌 H4群* ⁷	193(0)	—	—	114(59.1)	—	79(69.3)	70	88.6	35	50.0
抱卵初期雌 H4群* ⁸	(19)	11	57.9	—	—	—	—	—	—	—
成熟雌 H4群* ⁹	(101)	49	48.5	—	—	—	—	—	—	—
抱卵後期雌 H5群* ⁷	(282)	222	78.7	—	—	—	—	—	—	—
成熟雌 H5群* ⁹	54(0)	—	—	—	—	54(100)	42	77.8	34	80.9
5才群* ¹⁰	2(0)	—	—	1(50.0)	—	1(100)	1	100	0	0
3才群* ¹⁰	79(0)	—	—	58(73.4)	19(32.8)	14(73.7)	12	85.7	2	16.7

* 1 : 抱卵雌の飼育開始からふ出開始までの生残率, * 2 : 各群の卵巣が成熟した個体数とその割合,

* 3 : 卵巣が成熟した個体のうち産卵脱皮した個体の割合, * 4 : 産卵脱皮した個体のうち抱卵に至った個体の割合,

* 5 : 入手時に雄であった個体群, * 6 : 入手時に未抱卵で、腹肢に付着毛を有しており、卵巣が未熟であった個体群,

* 7 : 入手時に卵発生後期の卵を持っていた抱卵雌群, * 8 : 入手時に卵発生初期の卵を持っていた抱卵雌群,

* 9 : 入手時に卵巣が成熟していた個体群, * 10 : 人工生産した個体群.

表3 トヤマエビ幼生のふ出状況

親エビ群	ふ出方法	親エビ 尾数 (尾)	ふ出期間 (日数)	ふ出尾数 (万尾)	親1尾当りの ふ出尾数(尾)	ふ出尾数/日 (最高尾数/日)	ふ出水温 (°C)	備考
雄 H3群* ¹	自然	2	4. 6~5. 24 (49)	0. 12	600	20 (230)	2. 9~3. 4	H4年 8月 抱卵
未熟雌 H3群* ²	自然	12	3. 31~6. 14 (76)	0. 44	400	60 (400)	2. 8~3. 1	H4年 7-9月 抱卵
抱卵後期雌 H3群* ³	自然	11	4. 1~6. 26 (87)	2. 27	2, 100	260 (1, 700)	2. 8~3. 2	H4年 7-8月 抱卵
抱卵初期雌 H3群* ⁴	自然	1	5. 21~6. 24 (35)	0. 45	4, 500	130 (600)	2. 8~3. 2	H4年 9月 抱卵
抱卵初期雌 H4群* ⁵	自然	11	10. 30~2. 3 (97)	6. 77	6, 200	700 (2, 900)	2. 8~3. 2	天然抱卵
成熟雌 H4群* ⁶	前期 自然	29	1. 17~3. 25 (68)	0. 21	70	30 (240)	2. 7~3. 1	H4年 3-5月 抱卵
	後期	20	2. 8~4. 23 (75)	0. 47	210	60 (210)		H4年 5-7月 抱卵
抱卵後期雌 H5群* ⁷	自然	222	2. 17~6. 8 (112)	194. 24	8, 800	17, 300 (95, 000)	2. 7~3. 3	天然抱卵
	卵管理	14	2. 17~4. 16 (59)	6. 65 (ふ出率72. 6%)	4, 800	1, 100 (4, 300)	2. 8~3. 4	天然抱卵 収容9. 16万粒
計		322	10. 30~6. 26 (240)	211. 62	6, 600		2. 7~3. 4	

* 1 : 平成 3年 2~5 月の入手時には雄であったが、H4年 8月に場内で抱卵した群

* 2 : 平成 3年 2~5 月の入手時に未抱卵で、腹肢に付着毛を有しており、卵巣が未熟であった雌の群

* 3 : 平成 3年 2~3 月の入手時に卵発生後期の卵を抱卵していた雌の群

* 4 : 平成 3年 3~5 月の入手時に卵発生初期の卵を抱卵していた雌の群

* 5 : 平成 4年 3~4 月の入手時に卵発生初期の卵を抱卵していた雌の群

* 6 : 平成 4年 2~4 月の入手時には卵巣が成熟しており、H4年 3~7 月の間に場内で抱卵した雌の群

* 7 : 平成 5年 2~3 月の入手時に卵発生後期の卵を抱卵していた雌の群

表4-1 抱卵後期雌H3群における餌料試験結果(試験開始平成 3年)

試験区	飼育開始	成熟完了時			産卵脱皮	抱卵成功	抱卵失敗	ふ出	備考
	尾数	尾数 (%)	未熟 (%)	成熟 (%) ^{*1}	尾数 (%) ^{*2}	尾数 (%) ^{*3}	尾数 (%) ^{*4}	尾数 (%) ^{*5}	
アサリ区	17	17 (100)	1 (5.9)	16 (94.1)	16 (100)	8 (80.0)	0	8 (100)	産卵脱皮直後 サナガ 6尾
ビタミン 配合 ^{*6} 区	17	17 (100)	5 (29.4)	12 (70.6)	12 (100)	3 (42.9)	0	3 (100)	産卵脱皮直後 サナガ 5尾
モイスト ベレット ^{*7} 区	17	16 (88.2)	3 (18.8)	13 (81.3)	10 (76.9)	2 (40.0)	0	0	産卵脱皮直後 サナガ 5尾
コレステ ロール ^{*8} 区	17	16 (88.2)	3 (18.8)	13 (81.3)	10 (76.9)	2 (40.0)	2 (40.0)	0	産卵脱皮直後 サナガ 5尾

* 1 : 卵巣が完熟したと考えられる個体数およびその割合 (成熟尾数 (A) / 生残尾数 × 100%)

* 2 : 成熟雌のうち産卵脱皮した個体数およびその割合 (産卵脱皮尾数 (B) / A × 100%)

* 3 : 産卵脱皮した成熟雌 (サンプリング個体数を除く) のうち産卵まで生残し抱卵に至った個体数およびその割合 (抱卵成功尾数 (C) / B × 100%)

* 4 : 産卵脱皮した成熟雌 (サンプリング個体数を除く) のうち産卵まで生残したが抱卵できなかった個体数およびその割合 (抱卵失敗尾数 / B × 100%)

* 5 : 抱卵雌のうち幼生をふ出させた個体数およびその割合 (ふ出尾数 / C × 100%)

* 6 : 協和醸酵社製 カルピ成低水温期用配合飼料に7%のゼチンを添加して固めたもの

* 7 : アミ、アサリ、カ、イカ、雑魚を 3:3:3:2:1の割合で混合したものに外割でマリンダマ 3%・総合ゼラチン 3%・ビタミン 1%・魚肝油 1%・ハイポビ
トAD₃E 0.7%を添加し 15%のゼチンで固めたモイストベレット

* 8 : モイストベレットに コレステロールを 0.5% 添加したもの

表4-3 抱卵後期雌H4群における餌料試験結果(試験開始平成 4年)

試験区	飼育開始	成熟完了時			産卵脱皮	抱卵成功	抱卵失敗	卵巣退行	脱皮後 斃死した	H5年12月 抱卵雌
	尾数	尾数 (%)	未熟 (%)	成熟 (%) ^{*1}	尾数 (%) ^{*2}	尾数 (%) ^{*3}	尾数 (%) ^{*4}	尾数 (%) ^{*5}	尾数 (%) ^{*6}	尾数 (%) ^{*7}
ゼチン 配合 ^{*8} 区	38	38 (100)	12 (31.6)	26 (68.4)	25 (96.2)	13 (52.0)	4 (16.0)	0	8 (32.0)	13 (100)
ビタミンE 強化 ^{*9} 区	38	38 (100)	11 (28.9)	27 (71.1)	23 (85.2)	13 (56.5)	0	2 (8.7)	8 (34.8)	11 (84.6)
コレステ ロール 強化 ^{*10} 区	38	38 (100)	12 (31.6)	26 (68.4)	22 (84.6)	9 (40.9)	2 (9.1)	2 (9.1)	9 (40.9)	8 (88.9)

* 1 : 卵巣が完熟したと考えられる個体数およびその割合 (成熟尾数 (A) / 生残尾数 × 100%)

* 2 : 成熟雌のうち産卵脱皮した個体数およびその割合 (産卵脱皮尾数 (B) / A × 100%)

* 3 : 産卵脱皮した成熟雌のうち産卵まで生残し、抱卵に至った個体数およびその割合 (抱卵成功尾数 (C) / B × 100%)

* 4 : 産卵脱皮した成熟雌のうち産卵まで生残したが抱卵できなかった個体数およびその割合 (抱卵失敗尾数 / B × 100%)

* 5 : 産卵脱皮した成熟雌のうち産卵しないまま卵巣が退行した個体数およびその割合 (卵巣退行尾数 / B × 100%)

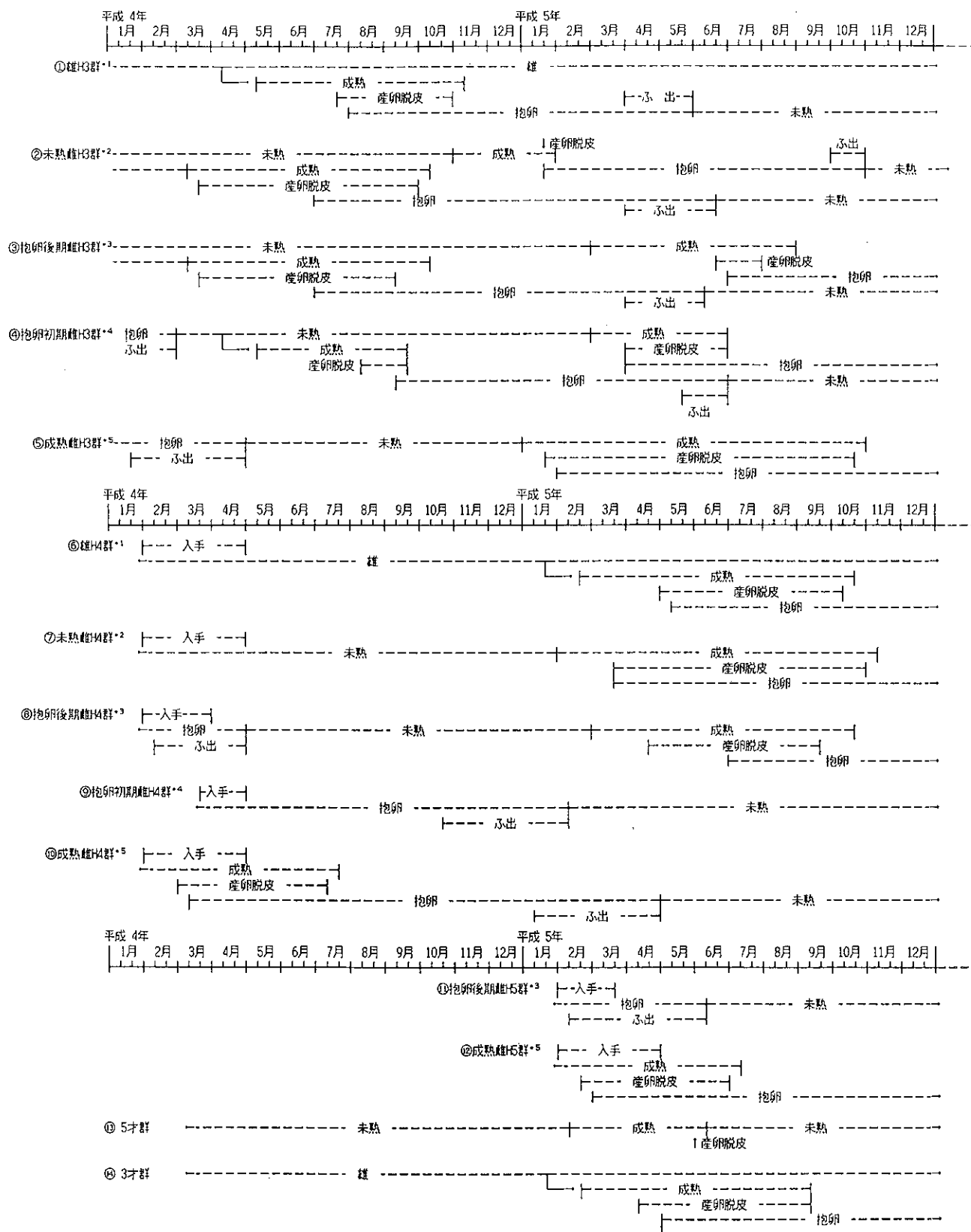
* 6 : 産卵脱皮した成熟雌のうち産卵までに斃死した個体数およびその割合 (脱皮後斃死した尾数 / B × 100%)

* 7 : 抱卵雌のうち平成 5年12月末時点で生残していた個体数およびその割合 (生残尾数 / C × 100%)

* 8 : 協和醸酵社製 カルピ成低水温期用配合飼料に7%のゼチンを添加して固めたもの (ゼチン配合)

* 9 : ゼチン配合に ビタミンE を 0.5% 添加したもの

* 10 : ゼチン配合に コレステロールを 0.5% 添加したもの



* 1 : 入手時に雄であった個体群。 * 2 : 入手時に未抱卵で、腹肢に付着毛を有しており、卵巣が未熟であった個体群。 * 3 : 入手時に卵発生後期の卵を抱卵していた個体群。
 * 4 : 入手時に卵発生初期の卵を抱卵していた個体群。 * 5 : 入手時に卵巣が成熟していた個体群。

図11 親エビ養成における各群の成熟および抱卵に至る経過

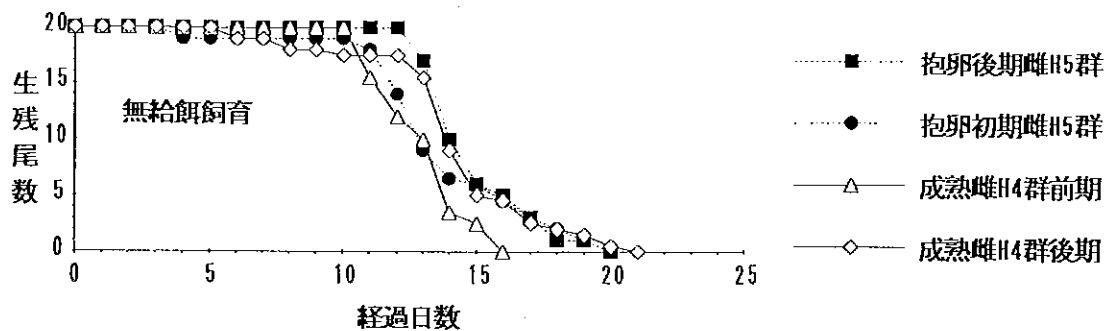


図2-1 成熟雌H4群の前期および後期と抱卵初期雌H5群、抱卵後期雌H5群からふ出した幼生の無給餌飼育

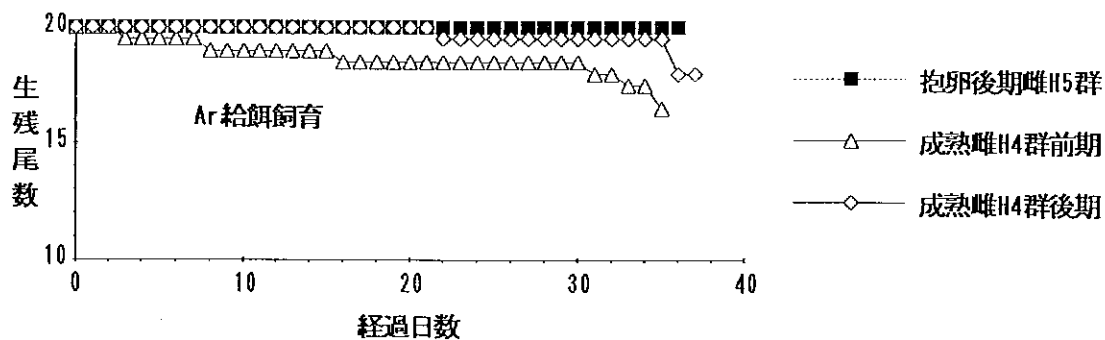


図2-2 成熟雌H4群の前期および後期と抱卵初期雌H5群、抱卵後期雌H5群からふ出した幼生のAr 給餌飼育

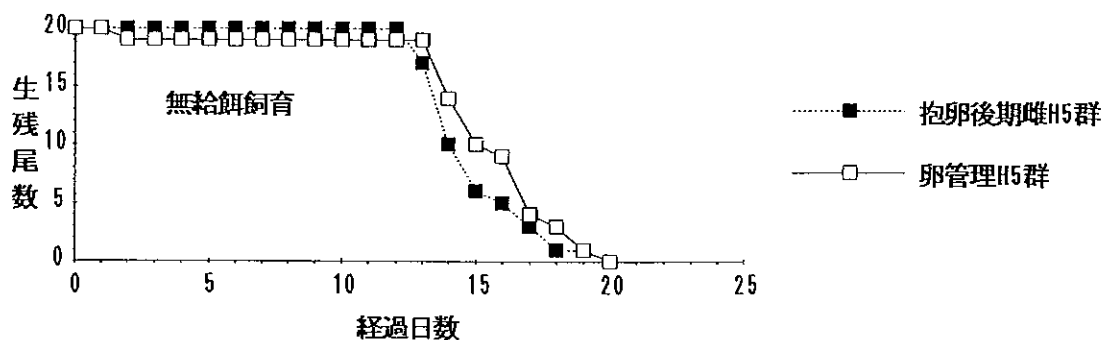


図2-3 抱卵後期雌H5群および卵管理H5群からふ出した幼生の無給餌飼育

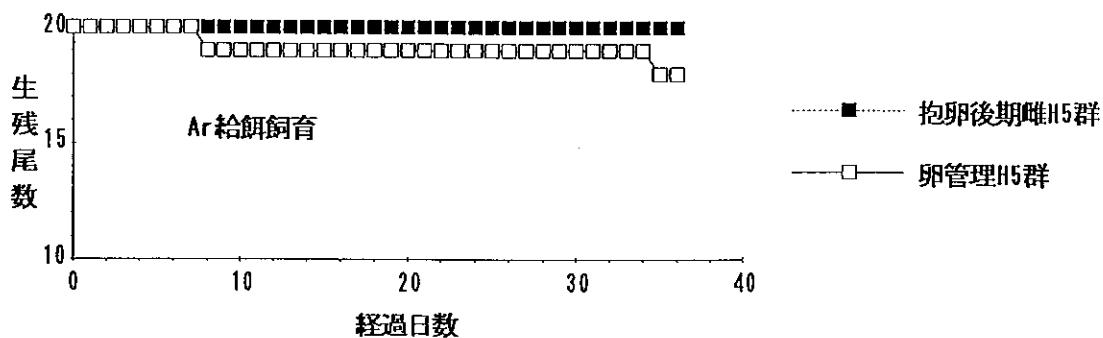


図2-4 抱卵後期雌H5群および卵管理H5群からふ出した幼生のAr 給餌飼育

表4-2 抱卵後期雌H3群における餌料試験のふ出結果

試験区	抱卵成功 尾数 (尾)	ふ出 親エビ数 (尾)	ふ出期間 (日数)	ふ出尾数 (尾)	親1尾当りの ふ出尾数(尾)	ふ出尾数/日 (最高尾数/日)	ふ出水温 (℃)	備考
7㍻区	8	8	4. 1~6. 10 (71)	15,100	1,880	210 (1,100)	2.8~3.1	H4年 7-8月 抱卵
㍻ ₁ 配合区	3	3	4. 8~6. 26 (80)	7,700	2,550	100 (600)	2.8~3.2	H4年 8月 抱卵
計	11	11	4. 1~6. 26 (87)	22,800	2,060		2.8~3.2	

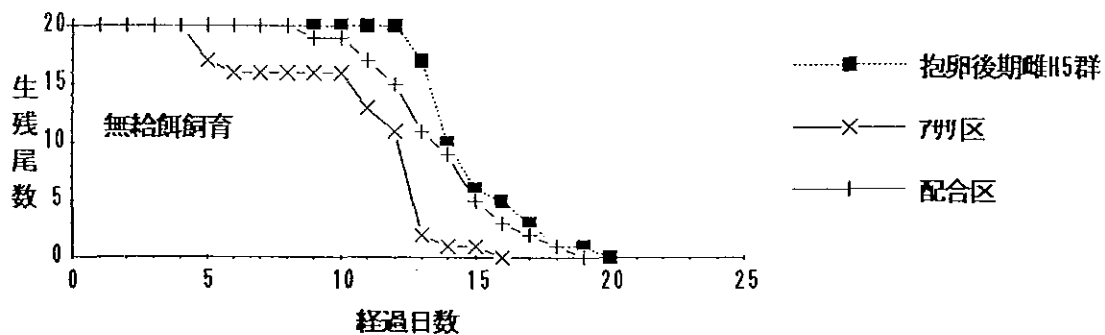


図 3-1 抱卵後期雌H3群における餌料別試験と抱卵後期雌H5群からふ出した幼生の無給餌飼育

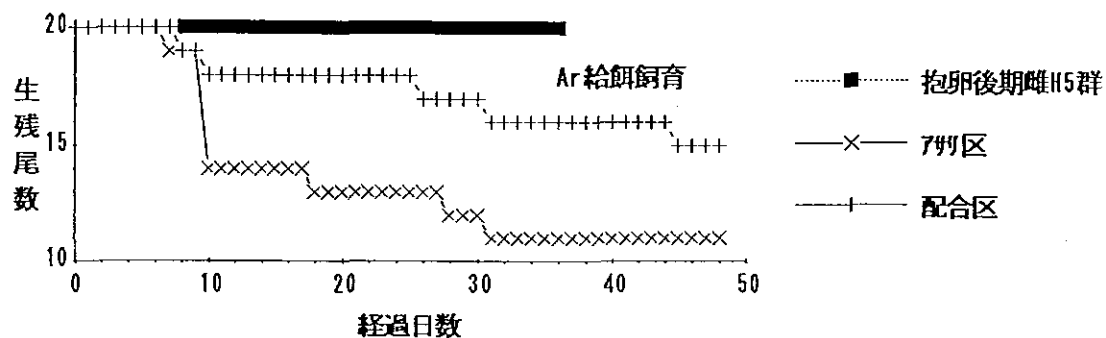


図 3-2 抱卵後期雌H3群における餌料別試験と抱卵後期雌H5群からふ出した幼生のAr給餌飼育

II. 種苗生産

今年度の種苗生産では、中腸腺白濁様症状が認められる疾病（以下仮称としてVibrio感染症）の発生状況の解明と防止および予防対策を目的とした飼育試験を中心に行った。

1. Vibrio感染症の感染試験

近年、種苗生産期間中に幼生の中腸腺が白濁するVibrio感染症が発生し、大量斃死することが多い。そこで、平成4年度に日本獣医畜産大学の畑井教授に原因菌の分離と同定を依頼したところ、原因菌はVibrio属の新種の細菌（以下Vibrio sp.）であることが判明した。

(1) 材料および方法

本試験では、本疾病の原因菌であるVibrio sp.の感染力を調査することを目的として、ふ出幼生Z₁を供試して感染試験を行った。

供試した菌株は、トヤマE幼生Z₄の罹病幼生から畑井教授によって分離された株で、MARINE AGAR 2216（DIFCO LABORATORIES社製）寒天培地上において継代培養したものを使用した。

試験に供した幼生は、水温約3℃で飼育している抱卵雌からふ出した後1日以内のもの（以下Z₁）で、供試する前に約3℃の滅菌海水に収容した。供試するZ₁の飼育水温は、約7時間かけて約3℃から試験水温である約14℃まで上昇させた。

菌液は、100ccをMARINE AGAR 2216寒天培地上において約15℃で10日間培養した平板3枚分を使用し、各平板に約3mlずつ滅菌海水を入れた後、コラーズ棒で菌を掻き取って懸濁させたものを原液とした。なお、菌懸濁液の菌濃度は 8.4×10^9 CFU/mlであった。

試験区は菌濃度 10^8 個/ml区（以下 10^8 区）、 10^6 個/ml区（ 10^6 区）、 10^4 個/ml区（ 10^4 区）、 10^2 個/ml区（ 10^2 区）、対照区の計5区を設定した。感染試験は、 14 ± 1 ℃に設定した恒温室内で行った。試験容器は50mlビーカーで、各試験区にZ₁を10尾ずつ使用した。

試験期間は、生残個体が次の幼生ステージ（Z₂）に達するまで（6日間）とした。観察は毎日行い、感染の有無は、中腸腺の白濁状況により判定した。試験期間中、斃死個体が認められた場合には試験容器から除去した。なお、試験期間中は幼生への給餌は行わなかった。

(2) 結果および考察

Z₁の各試験区における生残尾数の変化を図4-1、累積感染率の変化を図4-2に示した。生残尾数では、 10^8 区と 10^6 区が試験開始から2日目に全滅し、 10^4 区は3日目の生残が1尾となり、 10^2 区は6日目に全個体が斃死した。また、対照区では6日目の生残が5尾であった。菌浴を行った各試験区で累積感染率が50%以上になった日数は、 10^8 区と 10^6 区が1日目、 10^4 区が2日目、 10^2 区が3日目で、試験開始から1～5日目で対照区を除くすべての試験区の幼生で感染が成立した。攻撃した菌濃度が高いほど生残日数が短く、早く感染が成立する傾向が認められた。

Vibrio感染症に罹病した幼生から分離された菌による攻撃試験で、幼生の中腸腺が白濁する症状が見られたことで、本疾病の原因菌は今回試験に使用したVibrio sp.であることが実証されたものと考えられる。

2. Vibrio感染症発生条件別の飼育試験

本疾病は、過去の飼育結果では、3～4月の自然海水の水温上昇期に、Z₃以降の幼生で発生していたことから、昨年度に疾病の発生状況について飼育開始時期と飼育水温について試験を行った。昨年度の試験結果では、12月の飼育では飼育水温に関係なく疾病は発生しなかったが、3月および4月の13℃区では疾病が発生した。また、3月および4月の10℃区では疾病の発生が認められず、高い生残率が得られた。今年度は、昨年度の再現試験として飼育試験を行なった。

(1) 方法

試験は、ふ出幼生がまとまって得られる12月、3月、4月に開始した。試験区は、各試験開始時期ごとに、10℃区と13℃区を設定した。

供試した幼生は、12月の飼育では抱卵初期雌H4群から得られたふ出幼生で、3月と4月の飼育では抱卵後期雌H5群から得られたふ出幼生であった（抱卵雌の群の詳細は親E養成の項を参照）。

飼育水槽は0.5m³水槽を使用し、ふ出幼生の収容尾数は、12月の試験が4,600尾、3月が7,300尾、4月が10,000尾とした。

飼育水の換水は、2～3回転／日の流水とした。飼育水温は、10℃区では冷却海水により、13℃区ではヒートパイプでの加温により調整した。餌料は、マリンメグで24時間強化したアルミアを使用し、稚E出現以降は配合飼料（協和発酵社製初期餌料C-1）を併用した。各試験区ともZ₄以降共食い防止のため、水槽上面からモリを吊した。

真菌病予防のため、投入時のホルマリン濃度が50ppmになるようZ₃とZ₄に1回ずつ薬浴し、流水状態のまま飼育した。Vibrio感染症の発生は、幼生の中腸腺が外見上白濁した個体の出現状況で確認した。

(2) 結果および考察

試験結果を表5に示した。

12月に開始した試験区では、10℃区、13℃区共に中腸腺の白濁個体の出現や、飼育期間中の斃死はほとんど認められなかった。各試験区の稚Eまでの生残率は、10℃区が84.8%、13℃区が87.0%であった。

3月と4月の試験においては、10℃区、13℃区共に疾病が発生し、斃死個体が認められた。稚Eまでの生残率は3月の10℃区が32.9%で13℃区が20.5%、4月の10℃区が45.0%で13℃区が0%であった。

昨年度および今年度に行なったVibrio感染症の飼育開始時期別の水温別飼育試験における生残率を図5に示した。

昨年度と今年度の飼育試験結果で共通していたのは、12月に行なった試験では疾病の発生はなく10℃区、13℃区共に高い生残率を示し、3月および4月に行なった試験では、13℃区よりも10℃区の方が生残率が高かったことであった。昨年度に行なった3月および4月の試験においては、10℃区では疾病の発生がなく高い生残率で、13℃区では疾病が発生し、稚Eまでに全滅するという飼育水温による明らかな差が認められたが、今年度の試験では10℃区でも疾病が発生し、飼育水温10℃での飼育による本疾病の防除効果は昨年度ほど明らかではなかった。

昨年度と今年度の試験結果から、本疾病は少なくとも3月以降に発生し、同時期に水温

約13℃で飼育することにより大量斃死が起こることが判明した。また、水温約10℃で飼育することで、疾病の発生を防除することはできないが、生残率は向上する傾向があるものと考えられた。

3. *Vibrio*感染症の感染経路の解明試験

*Vibrio*感染症の原因菌である *Vibrio* sp. の侵入源を明らかにすることを目的として、飼育試験を行なった。今回行なった試験では、原因菌は濾過海水または餌料に使用する *アルテミア* (以下 *アルテミア*) から侵入するものと想定して試験区を設定した。

(1) 方法

試験区は、飼育水に濾過海水、UV殺菌海水およびO₃殺菌海水を使用する区を設定し、それぞれの試験区において投餌前の *アルテミア* を薬浴する区としない区を設けた。またUV殺菌海水を使用した区では飼育水温10℃に設定した区も同時に設定した。試験区の詳細は以下の通りである。

- 1区：飼育水は濾過海水、*アルテミア* の薬浴無し、飼育水温は自然水温（12～16℃）。
- 2区：飼育水は濾過海水、*アルテミア* の薬浴有り、飼育水温は自然水温（12～16℃）。
- 3区：飼育水はUV殺菌海水、*アルテミア* の薬浴無し、飼育水温は自然水温（12～16℃）。
- 4区：飼育水はUV殺菌海水、*アルテミア* の薬浴有り、飼育水温は自然水温（12～16℃）。
- 5区：飼育水はO₃殺菌海水、*アルテミア* の薬浴無し、飼育水温は自然水温（12～16℃）。
- 6区：飼育水はO₃殺菌海水、*アルテミア* の薬浴有り、飼育水温は自然水温（12～16℃）。
- 7区：飼育水はUV殺菌海水、*アルテミア* の薬浴無し、飼育水温は10℃。

なお、*アルテミア* の薬浴は *Vibrio* 属の細菌に感受性が高いとされる ニフスチン酸ナトリウム を使用し、薬浴濃度は 10ppm、薬浴時間は 2時間とした。

飼育水に使用する海水の殺菌には、10,000 μw/h の照射量のUV殺菌装置（大腸菌で 7m³/hの処理能力）とO₃発生量4gx2ℓ/minのオゾンシステム（発生材ソルトは活性炭で除去）を使用した。

試験開始の時期は、本疾病が発生しやすいと考えられる 4月とした。

供試したのは、抱卵後期雌H5群からふ出した幼生であった。試験に使用した水槽は0.1 m³水槽で、幼生の収容尾数は各試験区共 1,300尾（密度13,000尾/m³）とした。

飼育水の換水は、2～3 回転/日の流水とした。餌料は、マリンメイトで24時間強化した *アルテミア* を使用し、稚E出現以降は配合飼料（協和発酵社製初期餌料C-1）を併用した。

各試験区において、飼育開始から 5日間隔で、飼育水中の生菌数を調査した。生菌数は、飼育水を 150 μ の ネットで濾過した後、MARINE AGAR 2216（DIFCO LABORATORIES 社製）寒天培地上で 5～7 日間培養して計数した。

(2) 結果および考察

*Vibrio*感染症の感染経路の解明試験における結果の概要を表6に、各試験区における生菌数の経日変化を図6に示した。

各試験区のうち、中腸腺が白濁した個体が認められたのは1区と2区で、3～7区では疾病への感染個体は認められなかった。

各試験区の稚Eまでの生残率は、1区が 40.8%、2区が3.8%、3区が 69.2%、4区が 87.7%、5区が 78.7%、6区が 83.1%、7区が 93.1%であった。

飼育水中の生菌数は、飼育開始から 2 日目が $10^2 \sim 10^3$ CFU/ml で、17～22 日目に $10^3 \sim 10^4$ CFU/ml に達し、27 日目以降は減少傾向であった。生菌数においては各試験区間で大差は認められなかった。

飼育水に濾過海水を使用した 1 区および 2 区で、アルテミアの薬浴の有無に関係なく疾病が発生し、UV または 0.3 殺菌した海水を使用した 3～7 区で疾病が発生しなかったことから、本疾病の原因菌の侵入源は濾過海水と考えられる。また今回の試験結果から、アルテミアのニフルスリン酸ナトリウムによる薬浴は、顕著な疾病の防除効果が認められなかったが、飼育水に使用する海水の殺菌は本疾病を予防する効果があるものと考えられる。

4. 量産水槽における Vibrio 感染症の防除対策試験

本疾病の原因菌を使用した感染試験および小型水槽での各種飼育試験の結果、本疾病の発生条件や防除方法についてある程度知見が得られた。そこで、量産水槽を使用して、飼育水に使用する海水の殺菌を中心とした Vibrio 感染症の防除試験を行った。

(1) 方法

試験区は以下に示す 3 区を設定した。

1 区：飼育水は濾過海水で、飼育水温は自然水温（ $10 \sim 13^\circ\text{C}$ ）とした。

2 区：飼育水は UV 殺菌海水で、飼育水温は自然水温（ $10 \sim 13^\circ\text{C}$ ）とした。

3 区：飼育水は約 10°C の冷却海水（殺菌なし）で、飼育水の水質は、試験開始時に ナノクロプス を 50 万 cells/ml になるように添加し、生物濾過槽と飼育水槽間を約 2 回転/日で循環させて維持した。なお、換水は試験開始から稚エビ取揚げまで行わなかった。

飼育水槽は 20 m^3 水槽を使用した。流量は 1 区および 2 区が約 2 回転/日で、3 区では止水飼育であるため、循環量を約 2 回転/日とした。3 区に設置した生物濾過槽は開放式で、濾材は、サゴ 71.5 kg、小石 20.2 kg、クリパル 13.4 kg を使用した。

飼育には抱卵後期 H5 群からふ出した幼生を使用した。ふ出幼生は、各試験区毎に収容尾数が 20～25 万尾になるまで、 1 m^3 水槽 3～4 面に分けて収容し、飼育水温を $3 \sim 4^\circ\text{C}$ に維持しながら、飼育水槽収容時の幼生ステージを揃えるために予備飼育を行った。

餌料は、マリンオメガで 24 時間強化したアルテミアを使用し、稚エビ出現以降は配合飼料（協和発酵社製初期餌料 C-1）を併用した。投餌するアルテミアの薬浴は、各試験区ともニフルスリン酸ナトリウム 10 ppm で 2 時間行った。

Z₄以降は、共食い防止のため、各試験区毎に 53 本ずつ水槽上面からキランを吊した。また真菌病の予防として、Z₄期と Z₅期にそれぞれ 1 回ずつホルマリンを 50 ppm になるように飼育水に添加した。

3 区では止水状態での飼育を設定したため、水質の指標として飼育水中の pH、全アンモニア態の窒素（以下 $\text{NH}_3\text{-N}$ ）、亜硝酸態の窒素（ $\text{NO}_2\text{-N}$ ）を毎日測定した。

各試験区において、飼育水槽（ 20 m^3 水槽）への収容時から 5 日間隔で、飼育水中の生菌数を調査した。生菌数は、 $150\ \mu$ のネットで濾過した飼育水を、MARINE AGAR 2216 寒天培地上で 5～7 日間培養した後計数した。

(2) 結果および考察

試験結果の概要は表 7 に、飼育水中の生菌数の変化を図 7 に示した。各試験区における収容尾数および収容密度は、1 区が 233,000 尾、 $13,700\text{ 尾}/\text{m}^3$ で、2 区が 248,000 尾、

14,600尾/m³ で、3区が 235,000尾、13,800尾/m³ であった。

1区では、飼育開始から28日目のZ₄からZ₅への脱皮期に中腸腺が白濁した個体が認められるようになり、31～40日目のZ₅～Z₆の間に1日当たり1～1.5万尾の大量斃死が起こった。生残した個体がすべて稚Ⅱに変態した41～42日目頃から、新たな斃死個体は認められなくなり、51日目の稚Ⅱ取揚げ時には106,000尾（生残率45.5%）が生残した。

2区では、26～32日目のZ₅～Z₆の間に1日当たり約1万尾の斃死個体が認められたが、生残個体の約30%程度の個体が稚Ⅱに達した33日目以降は、新たな斃死は起こらなかった。飼育開始から44日目に稚Ⅱを取揚げたところ、生残尾数および生残率は179,000尾、72.2%であった。

3区において飼育水に添加したナノクロプシスの濃度は、飼育開始時には52万cells/mlであり、15日目には98万cells/mlにまで上昇したが、16日目以降は徐々に減少し、36日目にはナノクロプシスはほとんどなくなった（1万cells/ml以下）。飼育期間中の水質の測定結果は、pHが7.68～8.37、NH₃-Nが0.02～0.73ppm、NO₂-Nが6.2～499.6ppbであった。中腸腺が白濁した個体はZ₄からZ₅への脱皮期である28日目に出現し、斃死個体はZ₅～Z₆の30～42日目に多く認められ、この間の1日当たりの斃死個体は1～2万尾であった。生残個体がほぼ稚Ⅱとなった43日目以降は、新たな斃死個体は認められず、54日目の取揚げ時の生残尾数および生残率は28,000尾、11.9%であった。

各試験区における飼育水中の生菌数は、2区の飼育開始時に約10²CFU/mlであった外は、いずれの区でも10⁵～10⁷CFU/mlで推移しており、各試験区間で特徴的な差は認められなかった。

飼育水温を約10℃にすることにより、本疾病を発生しにくくすることを計画した3区では、水温維持のために止水としたことが逆効果となり、結果的に飼育水中および生物濾過槽内で原因菌を増殖させることになったものと考えられる。

飼育水として使用する海水をUV殺菌した2区では、前述の小型水槽における飼育試験の様に疾病を防除することはできなかったが、生残率の向上が認められたことから、本疾病の防除方法として有効であるものと考えられる。

今後、疾病の発生自体を防除するためには、飼育に使用する海水の殺菌を中心として、更に効果的な防除方法を検討する必要がある。

5. 種苗生産尾数

本年度の種苗生産では、3月以降に行った飼育でVibrio感染症が起こったが、飼育水に使用する海水の殺菌などにより、昨年度のような極端な大量斃死は回避することができた。本年度は、0.1m³水槽7例、0.5m³水槽12例、20m³水槽3例の計22例の飼育を行い、合計生産尾数は357,000尾、平均生残率は44.5%（昨年度20.3%）であった。生産した稚Ⅱの平均全長は14.4mm（9.6～18.4mm）であった（表8）。

6. 種苗生産における次年度の課題

(1) Vibrio感染症の防除

①Vibrio感染症の原因菌（*Vibrio* sp.）を用いた幼生期および稚Ⅱに対する攻撃試験

水温別および幼生ステージ別の感染試験や原因菌の薬剤感受性試験を行い、疾病の特徴を把

握する。

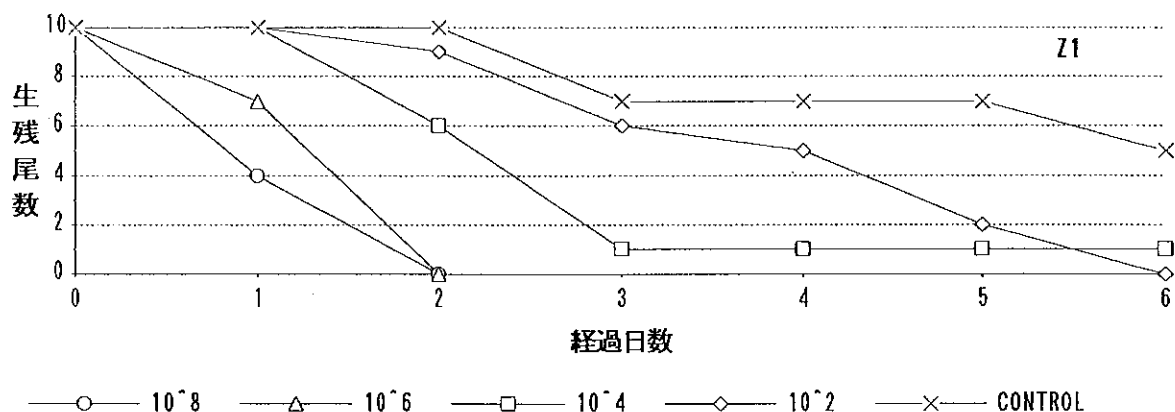
②Vibrio感染症の防除方法の検討

①の試験結果から、より効果的な疾病の予防および防除方法を検討する。主に、量産試験での殺菌処理の方法について飼育試験を行う。

(2) 真菌病の感染パターンの解明

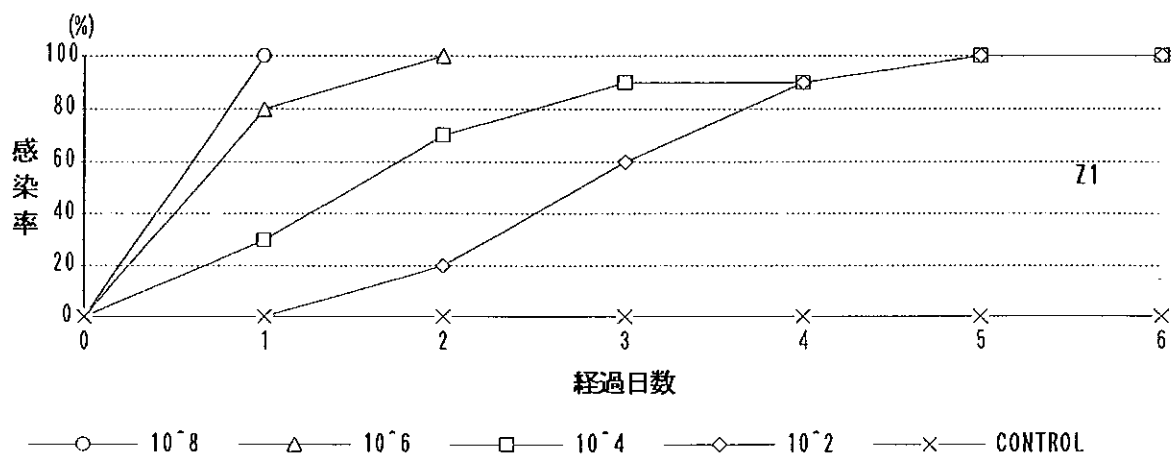
①原因菌のL. myophilumによる感染試験

L. myophilumの幼生に対する感染試験として、遊走子の感染濃度、感染が起こる浸漬時間および感染水温について検討する。



Vibrio sp. 原液菌濃度 8.4×10^{-9} CFU/ml

図4-1 トマヒビ 幼生 Z1におけるVibrio sp. 感染試験の生残尾数



Vibrio sp. 原液菌濃度 8.4×10^{-9} CFU/ml

図4-2 トマヒビ 幼生 Z1におけるVibrio sp. 感染試験の感染率

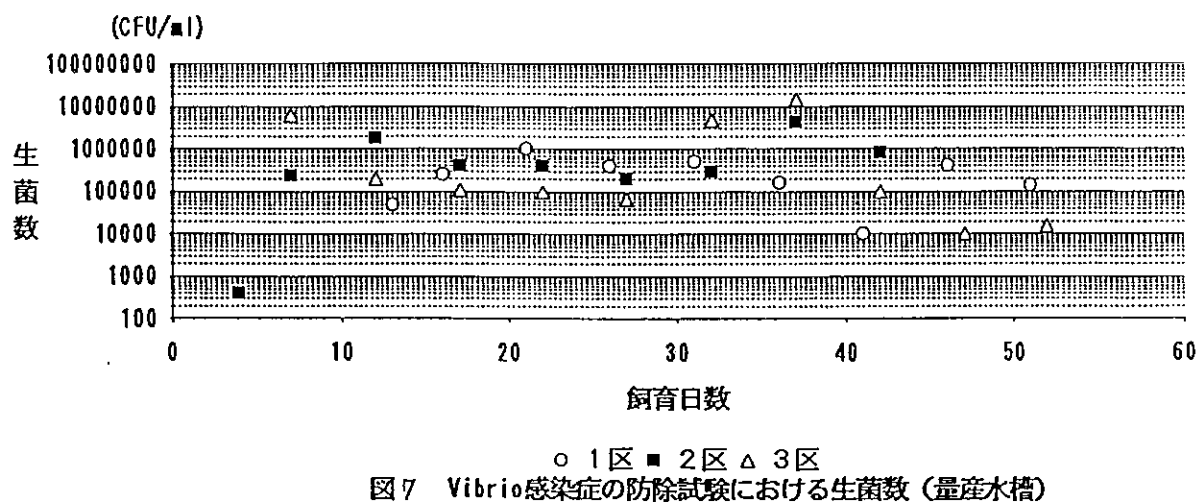
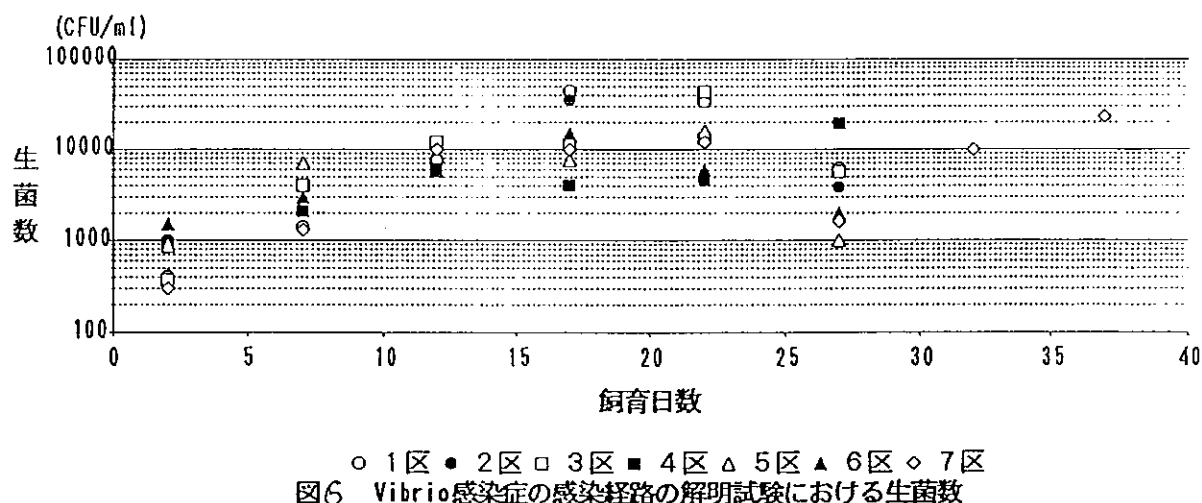
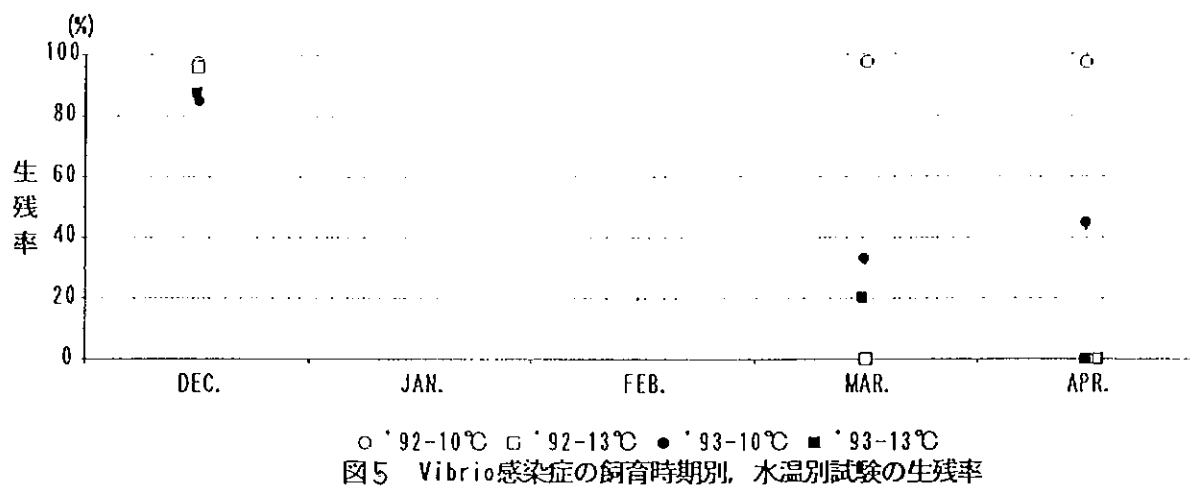


表5 Vibrio感染症(仮称)の発生条件別の飼育試験結果

試験区	飼育時期	設定水温 (°C)	収容尾数 (尾)	収容密度 (尾/m ³)	飼育水温 (°C) (最低～最高)	稚児	
						生残尾数	生残率(%)
1	12月	10	4,600	9,200	9.7 (8.6～10.7)	3,900	84.8
2	12月	13	4,600	9,200	13.1 (11.5～13.4)	4,000	87.0
3	3月	10	7,300	14,400	9.9 (8.2～11.2)	2,400	32.9
4	3月	13	7,300	14,400	12.9 (8.3～13.4)	1,500	20.5
5	4月	10	10,000	20,000	9.6 (8.9～10.1)	4,500	45.0
6	4月	13	10,000	20,000	12.8 (11.4～13.3)	0	—

註：飼育水槽は 0.5m³

表6 Vibrio感染症(仮称)の感染経路の解明試験結果

試験区	使用する 飼育水	投餌する Arの薬浴* ³	設定水温 (°C)	収容尾数 (尾)	収容密度 (尾/m ³)	飼育水温 (°C) (最低～最高)	稚児	
							生残尾数	生残率(%)
1	濾過海水	無	自然	1,300	13,000	14.1 (12.3～15.4)	530	40.8
2	濾過海水	有	自然	1,300	13,000	14.1 (12.3～15.5)	50	3.8
3	UV海水* ¹	無	自然	1,300	13,000	13.9 (12.1～15.3)	900	69.2
4	UV海水* ¹	有	自然	1,300	13,000	14.2 (12.4～15.9)	1,140	87.7
5	O ₃ 海水* ²	無	自然	1,300	13,000	14.2 (12.2～15.7)	1,020	78.5
6	O ₃ 海水* ²	有	自然	1,300	13,000	14.1 (12.3～15.7)	1,080	83.1
7	UV海水* ¹	無	10	1,300	13,000	10.3 (9.4～11.3)	1,210	93.1

*1：UV殺菌装置により濾過海水を殺菌後飼育水に使用

*2：O₃装置により濾過海水を殺菌し、発生残渣を除去後飼育水に使用

*3：アルテミナ-ガウスを投餌前に ニルスリン酸トリウム 10ppm で 2時間薬浴

註：飼育水槽は 0.1m³

表7 量産水槽におけるVibrio感染症(仮称)の防除対策試験結果

試験区	使用する 飼育水	投餌する Arの薬浴* ²	設定水温 (°C)	収容尾数 (尾)	収容密度 (尾/m ³)	飼育水温 (°C) (最低～最高)	稚児		備考
							生残尾数	生残率(%)	
1	濾過海水	有	自然	233,000	13,700	11.6 (10.3～13.0)	106,000	45.5	2回転/日 流水
2	UV海水* ¹	有	自然	248,000	14,600	11.6 (10.3～13.3)	179,000	72.2	2回転/日 流水
3	冷却海水* ³	有	10* ³	235,000	13,800	10.6 (9.5～13.5)	28,000	11.9	2回転/日 循環止水

*1：UV殺菌装置により濾過海水を殺菌後飼育水に使用

*2：アルテミナ-ガウスを投餌前に ニルスリン酸トリウム 10ppm で 2時間薬浴

*3：水槽内の 砂バグ に冷媒を流しながら熱交換して飼育水を10°Cに維持し、生物濾過槽と飼育水槽間を 2回転/日の循環量で止水飼育を行った。

註：飼育水槽は 20 m³

表8 トヤマエビ種苗生産結果

飼育例	飼育期間 (日数)	飼育水槽 (㎡)	収容尾数 (尾/㎡)	収容日数 (水温℃)	飼育水温 (℃) (最低～最高)	取 柄 (修正)			生産尾数 (尾/㎡)	Ar使用量 (個/体)	配合飼料 ^{*1} 使用量 (Kg)	幼 生 の 由来
						月日	尾数(X)	全長mm (最低～最高)				
小型水槽の 飼育試験	12.19～5.25 (158)	0.1㎡x7面 0.5㎡x12面	85,800 (12,800)	1～7 (2.9)	12.0 (8.2～17.1)	1.19～ 5.25	44,000 (51.3)	12.6 (9.6～17.4)	6,400	5,969	0.099	抱卵初期雌H群 ^{*2} 抱卵後期雌H群 ^{*3}
量産試験	3.1～5.7 (68)	20㎡ x3面	716,000 (14,000)	4～9 (4.5)	11.2 (9.5～13.5)	4.20～ 5.7	313,000 (43.7)	14.6 (10.2～18.4)	6,100	53,435	3,430	抱卵後期雌H群 ^{*3}
計	12.19～5.25 (158)	66.7 (57.7)	801,800 (13,900)		11.9 (8.2～17.1)		357,000 (44.5)	14.4 (9.6～18.4)	6,200	59,404	3,529	

*1: 協和醗酵社製の初期餌料 C-1.

*2: 平成 4年 3～4 月の入手時に卵発生初期の卵を持っており、入手後約6月間養成した後幼生がふ出した抱卵雌群.

*3: 平成 5年 2～3 月の入手時に卵発生後期の卵を持っており、入手後約 2週間で幼生がふ出した抱卵雌群.

III. 稚エビの飼育

1. 飼育方法

飼育例 1は、種苗生産における小型水槽の飼育試験から得られた稚エビを、平成 6年度の標識放流用および親養成用として、飼育例 2は、量産試験から得られた稚エビを本年度の無標識放流用として飼育した。

飼育水槽は、飼育例 1が20㎡水槽、飼育例 2が70㎡水槽を使用した。

餌料は配合飼料を使用し、稚エビの湿重量の 3～5%を目安として 1日 2回に分けて投餌した。なお、配合飼料は協和発酵社製の初期餌料 C-1～3 を使用した。

飼育水温は自然水温（10～19℃）とした。

ワラは共食い防止用として、20㎡水槽では50本、70㎡水槽では 100本をそれぞれ水槽上面から吊した。

(2) 結果および考察

飼育結果の概要を表 9 に示した。

本年度は、種苗生産終了時および稚エビ以降の飼育期間中に新たな疾病の感染個体の出現は認められなかったため、疾病対策は特に行わなかった。

飼育例 1は、飼育日数が 137日間で、取揚げ時の平均全長は50.2mm（46.0～53.0mm）で、取揚げ尾数は15,300尾、生残率は56.5%であった。

飼育例 2の飼育日数は42日間で、取揚げ時の生残尾数は 212,200尾、生残率は 67.9%であった。飼育例 2で収容した稚エビは、中腸腺が白濁する疾病により大量斃死が起こった量産区から得られた稚エビも含まれていたが、稚エビ以降の飼育ではこの疾病の影響と考えられる斃死は認められず、斃死の主な原因は共喰いと考えられた。

今年度は、飼育例 1～2 で合計 227,500尾（平均生残率67.0%）を取揚げ、このうち 15,300尾を親エビ養成用として、水温 9～10℃で飼育を継続し、212,200尾を富山湾への放流用とした。

表 9 トヤマエビ稚エビ以降の飼育結果

飼育例	使用水槽 (実水量㎡)	飼育期間 (日数)	収容尾数 (収容密度)	全長(mm) (最高～最低)	水温(℃) (最高～最低)	取揚げ尾数 (生残率%)	全長(mm) (最高～最低)	配合* (kg)	取揚げ計数月日 種苗の用途	稚エビ由来 種苗生産時の試験
1	20 (17)	2.9～6.25 (137)	27,100 (1,600)	13.1 (11.0～17.4)	13.1 (10.0～17.8)	15,300 (56.5)	50.2 (46.0～53.0)	C-1～3 14.68	6.25 親エビ養成用	小型水槽の 飼育試験
2	70 (60)	4.20～5.31 (42)	312,700 (5,200)	14.6 (10.2～18.4)	15.1 (13.3～17.4)	212,200 (67.9)	29.2 (23.4～36.3)	C-1～3 16.68	5.31 6.1 富山湾放流	20㎡水槽の 量産試験
計	90 (77)	2.9～6.25 (137)	339,800 (4,400)	親エビ養成用 富山湾放流用	27,100 尾 312,700 尾	227,500 (67.0)	親エビ養成用 富山湾放流用	15,300 尾 212,200 尾		

*：配合飼料は協和発酵社製初期餌料 C-1～3 を使用（湿重量の 3～5%/日を目安に投餌）、1～2 回/日に分けて投餌

IV. 資源添加

1. 放流

昨年度までのように稚イビを無標識のまま多数放流しても、放流効果の判定が困難であるため、今年度以降は稚イビの放流尾数を減らし、親イビおよび 1才イビを中心とした標識放流を行うこととした。なお、今後の稚イビ放流尾数は、種苗量産試験の結果生産された尾数に依存するが、20～30万尾程度と考えられる。

今年度の放流回数は、稚イビでは 6月に 1回、1才イビでは 6月と10月の 2回、親イビでは 6月、8月、10月の 3回であった。なお、8月の親イビ放流は無人潜水艇 "DOLPHIN 3K" の調査のために行なった。

(1) 放流月日

平成 4年 6月 1日 (稚イビ、1才イビ、親イビ)、8月25日 (親イビ)、10月27日 (1才イビ、親イビ)

(2) 放流地点

- ① 稚イビ (6月 1日) → N 36° 47.45' ~ 47.57'
E 137° 20.56' ~ 20.89' 水深 161~168m
- ② 1才イビ (6月 1日) → N 36° 48.01' E 137° 20.39' 水深 320m
(10月27日) → N 36° 46.35' E 137° 17.88' 水深 245m
- ③ 親イビ (6月 1日) → N 36° 48.00' E 137° 20.44' 水深 315m
(8月25日) → N 36° 47.82' E 137° 20.30' 水深 290m
(10月27日) → N 36° 46.68' ~ 46.72'
E 137° 18.12' ~ 18.18' 水深 238~255m

(3) 放流尾数と大きさ

① 稚イビ (無標識)

平均全長 29.2mm (23.4 ~ 36.3mm) 212,000 尾

② 1才イビ (手術用縫合糸による標識)

・ 6月 1日放流群 (標識 : ナイロン糸青色)

平均全長 100.5mm (85 ~ 114mm)
平均体長 72.9mm (64 ~ 83mm)
平均頭胸甲長 20.1mm (17.7 ~ 22.9mm) 715 尾

・ 10月27日放流群 (標識 : ナイロン糸白色)

平均全長 113.3mm (98 ~ 125mm)
平均体長 82.2mm (74 ~ 91mm)
平均頭胸甲長 23.7mm (21.0 ~ 26.1mm) 331 尾

・ 合計

平均全長 104.6mm (85 ~ 125mm)
平均体長 75.8mm (64 ~ 91mm)
平均頭胸甲長 21.2mm (17.7 ~ 26.1mm) 1,046 尾

③ 親イビ

・ 6月 1日放流群 (標識 : リボンタグ青色)

平均体長 101.2mm (90 ~ 118mm)

平均頭胸甲長	28.1mm	(25.7～33.4mm)	
平均体重	17.1 g	(12.9～26.1g)	505 尾
・ 8月25日放流群 (標識 : リボンタグ緑色)			
平均体長	104.0mm	(93 ～ 115mm)	
平均頭胸甲長	28.5mm	(25.5～31.8mm)	
平均体重	18.9 g	(13.5～24.9g)	157 尾
・ 10月27日放流群 (標識 : リボンタグ黄色)			
平均体長	122.7mm	(93 ～ 132mm)	
平均頭胸甲長	34.6mm	(25.5～37.7mm)	
平均体重	31.1 g	(13.5～38.7g)	477 尾
・ 合計			
平均体長	110.6mm	(90 ～ 132mm)	
平均頭胸甲長	30.9mm	(25.5～37.7mm)	
平均体重	23.2 g	(12.9～38.7g)	1,139 尾

2. 放流装置

今年度の放流においては、昨年度に引き続き油圧方式 (タイマー制御) の開閉装置を備えた放流器を用いた。放流器は、電気系統の接触不良による若干の故障はあったものの、油圧ポンプ及び油圧シリンダを納めている容器の耐圧能力を昨年度よりも強化したものを使用したため、海水の容器内への侵入などもなく、底板の開閉はおおむね良好であった。

富山湾のような急斜面が多い海底では、風波が強い天候時ほど目標とする放流点に一定時間船を留めることが困難である。今回開発した放流器は、緩やかな海底地形を有する場所では十分利用可能と考えられるが、開閉装置はタイマー制御であるため、海底に急斜面が多い富山湾ではやや不利であるものと考えられる。

3. 放流後の調査

放流Eを採捕することを目的として親Eおよび1才Eの標識放流を行い (水深100m地点)、放流後の6月、8月、11月に採捕調査を行った。また、今回は報告できないが、平成6年2月にも採捕調査を予定している。なお、稚E放流地点を中心に、放流前の5月に天然稚Eの採集を目的とした放流事前調査を行った。

採捕調査地点は、事前調査では稚Eの放流予定地点付近、6月および8月の調査では6月の標識Eの放流地点付近、11月の調査では10月の標識Eの放流地点付近でそれぞれ行った。なお、11月の調査海域は9～10月にトマEが多く漁獲されている地点であった。

採捕調査は、富山県水産試験場の調査船を使用して、放流地点を中心に水平距離で10m間隔にE籠25個×2ライツを設置し、2日後に籠揚げを行う方法で行った。E籠は、大きさ40×65×40cmの直方体で、側方から漁獲する形式のもので、網目の大きさは3mm目 (140経) を使用した。E籠内に取付ける餌は、5月の事前調査では冷凍ガ、6月の調査では冷凍ガ (籠の奇数番号) と冷凍スライガ (当事業場のスライガ 親ガ養成期間中に斃死したもの、籠の偶数番号)、8月と10月の調査では冷凍スライガ (Aライツ) と冷凍イガ (Bライツ) を使用

し、1籠当たり2～3尾ずつとした。6月、8月、11月の調査では餌料別の漁獲状況を比較した。

稚エビ放流前の事前調査における籠揚げは5月21日、標識エビ放流後の採捕調査での籠揚げは6月4日と8月19日と11月2日であった。5月21日の事前調査で採捕された漁獲物の種類と尾数を表10-1、2に、6月と8月と11月の調査で漁獲されたものはそれぞれ表11-1、2と表12-1、2と表13-1、2に示した。また、11月の調査で採捕されたトヤマエビの頭胸甲長の頻度分布を図8に示した。

事前調査の漁獲物は、円口類1種、魚類4種、甲殻類5種、頭足類1種、腹足類1種、貝類3種、棘皮動物1種の計16種で、トヤマエビは採捕されなかった。甲殻類ではトヤマエビと同属のスエビが水深145～202mで2尾、ホッコクアカエビが224mで1尾漁獲された(表10-1、2)。また、トヤマエビやスエビの食害魚と考えられるニジガサは合計49尾採捕されたが、胃の中にはスエビやヨコエビがあったが、トヤマエビは認められなかった。

6月の調査における漁獲物は、魚類1種、甲殻類4種、貝類4種の計9種であった。甲殻類ではトヤマエビが水深262～326mで3尾(いずれも天然雄個体)、ホッコクアカエビが256～333mで12尾漁獲された。6月の調査で漁獲されたもののうち、通常水揚げ対象となるトヤマエビ、ホッコクアカエビ、ガバエビは、いずれも冷凍スライスを餌として使用した偶数番号の籠で採捕された。(表11-1、2)

8月の調査における漁獲物は、魚類2種、甲殻類7種、頭足類1種、腹足類1種、貝類2種の計13種であった。甲殻類ではトヤマエビの天然雄個体が水深248～277mで6尾、ホッコクアカエビが272mで1尾、モトグサアカエビが246～277mで40尾採捕された。餌料別の採捕では、冷凍スライスのAラインでトヤマエビが5尾、ホッコクアカエビが1尾、モトグサアカエビが39尾で、イシガニのBラインでトヤマエビが1尾、モトグサアカエビが1尾であった(表12-1、2)。魚類では、ホッケが計64尾採捕されたが、胃内にはトヤマエビは認められなかった。

11月の調査における漁獲物は、魚類3種、甲殻類8種、貝類2種の計13種であった。甲殻類ではトヤマエビの天然雄個体および性転換個体が水深272～321mで91尾(性転換個体は2尾)、標識親エビ(10月親エビ放流群)が272～306mで7尾、ホッコクアカエビが272～334mで18尾、モトグサアカエビが281～317mで11尾、スエビが272～300mで34尾漁獲された。餌料別の採捕では、冷凍スライスのAラインでトヤマエビが53尾、ホッコクアカエビが10尾、モトグサアカエビが8尾で、イシガニのBラインでトヤマエビが45尾、ホッコクアカエビが8尾、モトグサアカエビが3尾であった(表13-1、2)。また、採捕されたトヤマエビの天然個体のうち、当才エビと考えられる体長39～50mm(頭胸甲長10～14mm)の個体が、水深272～300mで11尾採捕された(Bラインのみ、図8)。魚類では、ホッケが2尾、ニジガサが1尾、クダガサが1尾採捕されたが、トヤマエビは捕食されていなかった。

6月および8月の調査ではトヤマエビの採捕尾数はわずかであったが、11月の調査では標識個体も含めて多数採捕された。この採捕尾数の差は、11月の調査地点が9～10月に漁業者によって多く漁獲されていた海域であることから、調査海域の差に主に起因するものと考えられる。11月の調査では、当才エビと考えられる個体が水深272～300mで採捕されたことから、少なくとも11月にはすでに大型の雄個体と同水深帯に棲息するものと考えられる。また、トヤマエビの採捕水深から、海底地形が比較的急斜面になっている場所に多く分布するものと考えられる。

籠に取り付ける餌料については、冷凍サザミ、冷凍スライスを、冷凍イシガニについて比較したが、

トマエを中心とした同属の甲殻類は、イガニ やイガニを餌にした方がガよりも明らかに多く漁獲され、イガニよりもイガニの方がやや多く漁獲できるものと考えられる。

4. 再捕

昭和60年以降稚エ、1才エ、親エの放流を行ってきた。

昭和60年～平成4年の放流実績を表14に示した。再捕があったのは、昭和61～平成5年度の親エ放流群と5年度の1才エ放流群で、平成5年12月末現在で、親エ放流群が合計111尾、1才エ放流群が合計2尾の再捕報告があった。放流から再捕までの経過日数は、親エ放流群が5～501日目、1才エ放流群が113～138日で、再捕率は親エ放流群が平均3.1%(0.4～9.1%)、1才エ放流群が平均0.1%(0～0.2%)であった。このうち平成2年度の富山湾放流群では、放流尾数が197尾と少なかったにもかかわらず18尾の再捕があり、9.1%の高い再捕率であった。

今年度の放流群については、平成5年12月末現在までに、親エ放流群が71尾(再捕率6.2%)、1才エ放流群が2尾(0.2%)の再捕報告があり、1才エ放流群での再捕は今年度が初めてであった。

来年度以降も、長期間に渡る天然海域での移動分散状況および天然海域における成熟生態を調査する目的で、放流用親エを確保して500～1000尾程度の標識放流を行いたい。また、放流個体の再捕を安定させるために、できるだけ漁獲が多い海域(10月の放流地点)を来年度以降の放流地点として選定したい。

5. 漁獲物調査

富山県滑川市場に水揚げされる富山湾産トマエの雄個体における、年級群分離および各年齢群の成長を明らかにすることを目的として、平成4年6月から水揚げ個体の採集を開始した。今後の採集計画は、1回/2ヶ月の間隔で5年後の平成9年6月まで行う予定である。ここでは、平成5年10月までの途中経過について報告する。

採集は、採集月にエ籠1隻で水揚げされる個体を300～500尾を目安として行なった。採集回数は、平成4年6月、9月、12月、5年2月、4月、6月、8月、10月の計8回であった。1回当たりの採集の操業回数は1～3回で、1回当たりの採集に要した日数は1～8日であった。

各採集月毎の天然雄個体の体長の頻度分布を図9-1、頭胸甲長の頻度分布を図9-2に示した。

水揚げされる雄個体の群は、採集月によって異なるが、1～3群認められ、1個の群がいずれの採集月においても卓越していた。また漁獲に加入する群は頭胸甲長19～24mm(体長69～85mm)の大きさで、6月頃から認められた。また、漁獲にもっとも早く加入した個体は、2月の採集時に認められ、大きさは体長60mm、頭胸甲長17mm、体重4gであった。なお、漁獲に新たに加入した群の年齢は不明である。

今後の採集により、漁獲に新たに加入する年齢を明らかにするとともに、年級群の分離を行ない、各年齢群の成長量を推定する予定である。

6. 標識試験

甲殻類の小型個体における標識は、現在までのところ有効とされるものが開発されていない。本種の親Ⅾにおける標識は リボタグが 2～3 年間程度有効であることが判明しているが、小型個体については有効な標識はない。そこで本種の人工生産した当才および 1才Ⅾを用いて、手術用の縫合糸の標識としての有効性を検討した。

供試したのは、平成 4年に生産した当才Ⅾと 3年に生産した 1才Ⅾで、標識装着時の大きさは当才Ⅾが全長80.0mm(64～88mm)、体長57.4mm(53～74mm)、1才Ⅾが全長118.7mm(106～125 mm)、体長86.8mm(78～90mm)であった。

使用した標識は、市販の手術用の縫合糸で、材質はナイロン製であった。標識の装着部位は頭胸甲と第 1腹節の間の体節の背縁部とした。標識は、装着後に糸の両端を燃やして球状にした。

当才Ⅾおよび 1才Ⅾを供試した、手術用縫合糸による標識試験の結果を表 1 5 に示した。

表 1 5 当才Ⅾと 1才Ⅾの手術用縫合糸を用いた標識試験

試 験 区	標 識 装 着 時		装 着 約 1 年 後		
	尾数	全長mm(最低～最高)	生 残 (%)	脱皮尾数	脱 落 (%)
当才Ⅾ					
標識区	50	80.0 (64～88)	11(22.0)	184	20(40.0)
対照区	50	80.0 (64～88)	16(32.0)	136	—
1 才Ⅾ					
標識区	50	118.7(106～125)	9(18.0)	159	21(42.0)
対照区	50	118.7(106～125)	13(26.0)	141	—

試験終了時

当才Ⅾ：標識区－体長 87.1mm(78～94mm)

 対照区－体長 89.6mm(83～99mm)

1 才Ⅾ：標識区－体長 102.8mm(99～108mm)

 対照区－体長 101.1mm(90～112mm)

標識の装着によるへい死はなく、脱皮時の形態以上は認められなかった。標識装着後約 1年間飼育を行ったが、生残率は対照区と比較してやや低かったものの、脱皮数は対照区よりも多く、成長も大差ないことから、標識装着による影響は比較的少なかったものと考えられる。しかし、当才および 1才Ⅾとも、標識区では装着後3ヶ月間で、標識の脱落が脱皮時に多く認められ、約 1年後における標識の累積脱落率は40% 程度であった。今回使用した標識はナイロン製であったため、装着後も糸が滑りやすく、水槽壁などに接触すると標識が動きやすい状態にあった。

標識装着の約 1年後に生残した個体のうち70% 前後は標識が残存したが、累積の脱落率が高いことから、今回の標識は小型個体の標識としては有効とはいえないものと考えられる。

来年度は、金銭を利用して、より小型の個体(全長20～30mm)で標識としての有効性を検討したい。

7. 来年度の計画

(1) 放流

- ①稚エビの放流尾数は20～30万尾とし、親エビと1才エビを中心とした標識放流を行う。
- ②放流回数は5～6月に1回、放流水深は稚エビが100～150m地点、親エビと1才エビが250～300m地点の2ヶ所とする。

(2) エビ籠による追跡調査

- ①稚エビの放流後の追跡調査として放流日前後で2回の採捕調査を行う。
- ②標識個体の追跡調査および天然個体の分布調査の回数は年4回とし、調査海域は平成5年11月の調査海域を中心とする。
- ③市場における漁獲物調査は年6回（偶数月）行い、平成4年度からの継続として、天然の雄個体の年級群分離と各年令群の成長および生態的特徴を明らかにすることを目的として行う。

(3) 水中カメラによる観察

- ①「しんかい2000」での潜水により標識個体および天然個体の観察を行う。

(4) 標識試験

- ①当才エビ
 - ・外エビなどで標識として利用されている金線の標識試験を行う。

表10-1 トヤマエビ放流事前採捕調査('93.5/21 A347)

カゴ No.	水深 (m)	円口類	魚 類				甲 殻 類					貝 類			棘皮動物	計
		マツカサ	ニギハク	トヲス	小計	エビ	スズメ	ヒメ	イサナ 目	小計	マツカサ	ヒメ	小計	アサギ		
1	168	1		1	1											2
2	165		1		1											1
3	162		3		3											3
4	159								1	1				2		3
5	156	1	2		2			1		1						4
6	154		1		1											1
7	152	1	1		1											2
8	149	1	1	1	2											3
9	147	1														1
10	145		1		1		1			1	1		1	2		5
11	144		1		1			1		1	5		5			7
12	142	1	1		1						6		6			8
13	140		2		2						4		4			6
14	138	1	2		2						3		3			6
15	136	5									4		4			9
16	134										13	2	15			15
17	132	1	1		1						20		20			22
18	129	1									23		23			24
19	126	1	1		1						37		37			39
20	125	2	1		1						30		30			33
21	124	1	1		1	1				1	20		20			23
22	122		2		2	1				1	42		42			45
23	120	1									35		35			36
24	118					2		1		3	2		2			5
25	116	1	1		1						2	1	3			5
計		20	23	2	25	4	1	3	1	9	247	3	250	4		308

*: 未同定

注: カゴNo. 1位置 N 36° 49.51' , E 137° 20.40'、カゴNo. 25 位置 N 36° 47.32' , E 137° 20.64'、餌はサバ

表 10-2 トヤマエビ放流事前採捕調査('93.5/21 日付)

カゴ No.	水深 (m)	円口類	魚 類				甲 殻 類				頭足類	腹足類	貝類	計
		アサギ	ニギハク	アサギ	カサ	小計	カサ アサギ	アサギ	アサギ カサ	小計	ミナミ	アサギカサ	カサ	
1	224						1			1				1
2	222		1			1								1
3	219				1	1								1
4	217		2			2						1		3
5	215		2		1	3								3
6	213				2	2			6	6				8
7	211		2		1	3								3
8	209		1			1						1		2
9	207		1			1					1	1		3
10	205		2			2						1	1	4
11	204		1			1								1
12	202			1		1		1		1				2
13	200													0
14	197											1		1
15	195		1			1							1	2
16	192		2			2								2
17	189		3			3								3
18	187		1			1						2		3
19	185	1	1			1						3		5
20	182	1	1			1						2		4
21	180	1	1			1					1	3		6
22	177		2			2						2		4
23	175	1	1			1						5		7
24	172		1			1						4		5
25	170											1		1
計		4	26	1	5	32	1	1	6	8	2	27	2	75

*: 未同定

註: カゴNo.1位置 N 36° 47.75' , E 137° 30.85'、カゴNo.25 位置 N 36° 47.48' , E 137° 21.02'、餌はサバ

表11-1 第1回トヤマエビ採捕調査('93.6/4 55℃)

カゴ No.	水深 (m)	魚類	甲 殻 類					貝 類					計
		カサガシ	トヤマエ	オシロイカサ	シマアサギ エビ*	ヒラキ エビ*	小計	カサガシ	アサギ-A*	アサギ-B*	アサギ-C*	小計	
1	308					1	1						1
2	305	1			1	1	2	4	3			7	10
3	304							1				1	1
4	300							4	3			7	7
5	296				1		1						1
6	294			1			1	7	3			10	11
7	290				2	1	3						3
8	286					1	1	2	1			3	4
9	280					1	1						1
10	276							4	8			12	12
11	273				4	1	5						5
12	270				3	2	5	2	5			7	12
13	267												
14	262		1				1		3			3	4
15	258				5	1	6						6
16	256			1			1						1
17	253				3	3	6						6
18	252				1		1	4				4	5
19	250				4	1	5						5
20	250							1				1	1
21	250				2	3	5	1				1	6
22	250				2		2	1	2			3	5
23	250												
24	250				2	1	3	3	2			5	8
25	250				3	1	4						4
計		1	1	2	33	18	54	34	30	0	0	64	119

*: 同定されていない

註: カゴNo.1位置 N 36° 47.69', E 137° 20.01'、カゴNo.25 位置 N 36° 47.61', E 137° 20.18'、偶数番号の餌はカニ、奇数番号はサバ

表11-2 第1回トヤマエビ採捕調査('93.6/4 85℃)

カゴ No.	水深 (m)	魚類	甲 殻 類					貝 類					計
		ノリガサ	トヤマエ	ホリガサ	シマガサ モロ	ヒラガサ モロ	小計	カサガイ	ルイ-A*	ルイ-B*	ルイ-C*	小計	
1	336												
2	333	1		3			3	2				2	6
3	332										1	1	1
4	331			3	1		4	1	4			5	9
5	330												
6	328			1			1	3	1			4	5
7	327												
8	326		1		2		3	1	3	1		5	8
9	325									1		1	1
10	324		1				1	5	10			15	16
11	322												
12	321					1	1	5	6			11	12
13	320												
14	319				1		1		4			4	5
15	318												
16	316			1			1		4			4	5
17	315					1	1						1
18	314							1	3			4	4
19	313				1		1						1
20	312			1	1	1	3	2	12			14	17
21	310												
22	309								9			9	9
23	308												
24	307			1			1	2	4			6	7
25	306												
計		1	2	10	6	3	21	22	60	2	1	85	107

*: 同定されていない

註: カゴNo.1位置 N 36° 47.90' , E 137° 20.27'、カゴNo.25 位置 N 36° 47.92' , E 137° 20.15'、偶数番号の餌はカニ、奇数番号はサバ

表12-1 第2回トヤマエビ採捕調査('93.8/19 A50)

カゴ No.	水深 (m)	魚 類			甲 殻 類						頭 足 類	腹 足 類	貝 類			計
		ホウ ホウ	ヒメ ホウ	小 計	トマエ エビ	ホウ エビ	ホウ エビ	正 エビ	トマエ エビ*	小 計	タ リ	タ リ	ホウ エビ	ホウ エビ	小 計	
1	259	1	1	1								1				3
2	260	2		2					5	5		2				9
3	261	1		1												1
4	262										1			2	2	3
5	263	2		2	1				1	2			9		9	13
6	264	2		2												2
7	265	1		1									9		9	10
8	266												4		4	4
9	268											1				1
10	270	1		1									1		1	2
11	272	2		2		1			3	4			8		8	14
12	274												1	1	2	2
13	276	1		1									10	1	11	12
14	276		1	1												1
15	276						2			2			18	3	21	23
16	276				1		1	1		3						3
17	276						2			2						2
18	277				2		20		1	23						23
19	277						6			6						6
20	277				1		6			7			3		3	10
21	276															
22	276	1		1												1
23	276								1	1						1
24	276						1			1						1
25	275						1			1						1
計		14	2	16	5	1	39	1	11	57	1	4	63	7	70	148

*: 未同定

注: カゴNo.1位置 N 36° 48.21', E 137° 21.13'、カゴNo.25 位置 N 36° 48.13', E 137° 20.97'、餌はズワイガニ

表12-2 第2回トヤマエビ採捕調査('93.8/19 65℃)

カゴ No.	水深 (m)	魚 類			甲 殻 類						蟹 足 類	貝 類			計
		ホウ ガイ	ヒメ ガイ	小計	トマ正	トマ 7カ正	トマ 10カ正	トマ 15カ正	トマ 20カ正	小計		カキ	ムシ	小計	
1	260											2		2	2
2	260	3		3			1			1			1	1	5
3	258	3		3			3			3		1	1	2	8
4	256	3		3							1	3	4	7	11
5	255										1		1	1	2
6	254	4		4								2	1	3	7
7	253	4		4									2	2	6
8	251	4		4								3	2	5	9
9	250	1		1									7	7	8
10	250						1			1					1
11	250	1		1				1	2	3		10	7	17	21
12	250	2		2								1	1	2	4
13	250	4		4								7	5	12	16
14	250	2		2			1			1		3		3	6
15	251	4		4											4
16	251	1		1											1
17	252	1		1								1		1	2
18	252	2		2											2
19	253	2		2								2	8	10	12
20	253	4		4			2			2		1	3	4	10
21	253						2			2		3	6	9	11
22	253	1		1								4		4	5
23	250	2		2											2
24	248				1					1		1		1	2
25	246	2	1	3		1				1			2	2	6
計		50	1	51	1	1	10	1	2	15	2	44	51	95	163

*: 未同定

註: カゴNo.1位置 N 36° 47.84', E 137° 20.41'、カゴNo.25 位置 N 36° 48.05', E 137° 20.96'、餌はイシガニ

表 13-1 第3回トヤマエビ採捕調査('93.11/2 以降)

カゴ No.	水深 (m)	魚 類			甲 殻 類							計
		ホウ	知多	小計	トヤマエビ 天然	トヤマエビ 保護	ホウ カビ	Pandalus sp.*	トヤマエビ	ヒラキ モエ*	小計	
0	293				11						11	11
1	294							6	1		7	7
2	296				2			7	2		11	11
3	298				2	1		3	1		7	7
4	301				3	1					4	4
5	303		1	1	4	2			1		7	8
6	304				1						1	1
7	306				4	1	3		1		9	9
8	308				8						8	8
9	310				3				1		4	4
10	312				3						3	3
11	314				3						3	3
12	316				1		2				3	3
13	317				1			1	1		3	3
14	319						1			1	2	2
15	321				2		1				3	3
16	324											0
17	327											0
18	330											0
19	332											0
20	333											0
21	334						3				3	3
22	336	1		1								1
23	337											0
24	339											0
25	342											0
計		1	1	2	48	5	10	17	8	1	89	91

*: 未同定

注: カゴNo.1位置 N 36° 46.95', E 137° 18.20'、カゴNo.25 位置 N 36° 47.00', E 137° 18.18'、傾はズワイガニ

表13-2 第3回トヤマエビ採捕調査('93.11/2 8月)

カゴ No.	水深 (m)	魚 類			甲 殻 類									貝 類			計
		初	二	小 計	トマ		初	ト	ス	マ	ヒ	正	小 計	初	中	小計	
					天	標	標	標									
1	273	1		1					2		1		3				4
2	274		1	1					7				7				8
3	274				3				4				7				7
4	274				2				6	3	1		12				12
5	274				2				4				6				6
6	274				2					1			3				3
7	272				1				2				3	1		1	4
8	272				2	1	2		2	16	1		24	3		3	27
9	272				2					2			4				4
10	272						1			5			6	2		2	8
11	272						1			14			15	1		1	16
12	272				1					1			2				2
13	272				1		1			2		1	5				5
14	272				5								5				5
15	273				1	1	1			1			4	1	1	2	6
16	274				1				1	14	2		18				18
17	275						1					1	2				2
18	278				2				4	1			7		1	1	8
19	281				1			2					3	1		1	4
20	284				5				1				6	30		30	36
21	287				1								1	21	6	27	28
22	290				2								2	5	4	9	11
23	295				3								3	1	1	2	5
24	300				3		1	1	1				6	8	2	10	16
25	305				3					1			4	3		3	7
計		1	1	2	43	2	8	3	34	61	5	2	158	77	15	92	252

*: 未同定

注: カゴNo.1位置 N 36° 46.63', E 137° 19.85'、カゴNo.25 位置 N 36° 46.84', E 137° 17.89'、餌はイシガニ

表 4- 放流実績 (昭和60年~平成 5年)

年度	放流場所	稚 1 匹 *		1 才 1 匹			親 1 匹			再 捕		
		尾数	全長 (mm)	尾数	標蓋	全長 (mm)	尾数	標蓋	体長 (mm)	経過日数	尾数	再捕率 (%)
昭和 60年	富山湾	26,000	34.3 (29.4~41.6)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	若狭湾沖	9,100	26.4 (16.1~38.3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
昭和 61年	富山湾	107,100	16.4 (9.7~47.5)	898	外付ス 眼柄切除	61.5 (43.5~74.0)	231	外付ス	123.7 (94~178)	8,116	2 (親 1 匹)	0.9
	若狭湾沖	40,400	12.9 (9.7~16.0)	459	外付ス	67.8 (57.0~73.5)	170	外付ス	108.1 (91~151)	7~246	7 (親 1 匹)	4.1
昭和 62年	富山湾	160,200	12.9 (10.5~17.4)	—	—	—	300	外付ス	127.0 (93~174)	?	3 (親 1 匹)	1.0
	若狭湾沖	139,100	15.4 (9.3~19.3)	800	無標蓋	56.4 (45.0~67.5)	285	外付ス	119.3 (89~179)	246	1 (親 1 匹)	0.4
昭和 63年	富山湾	57,600	19.3 (14.6~32.6)	83	リボン	86.5 (74.0~95.0)	235	リボン	104.9 (104~124)	207	1 (親 1 匹)	0.4
	若狭湾沖	55,900	21.3 (13.0~30.0)	84	リボン	86.5 (74.0~95.0)	295	リボン	104.9 (104~124)		0	
平成 元年	富山湾	67,800	28.3 (16.9~37.0)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	若狭湾沖	123,000	15.7 (12.8~19.7)	—	—	—	180	リボン	128.8 (108~150)	389	1 (親 1 匹)	0.6
平成 2 年	富山湾	381,900	15.0 (10.7~38.9)	—	—	—	197	リボン	150.0 (132~189)	22~501	18 (親 1 匹)	9.1
平成 3 年	富山湾	752,000	27.1 (21.9~37.9)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
平成 4 年	富山湾	213,000	23.8 (12.8~38.1)	—	—	—	502	リボン	111.1 (86~164)	118~297	7 (親 1 匹)	1.4
平成 5 年	富山湾	212,000	29.2 (23.4~36.3)	1,046	縫合糸	104.6 (85.0~125.0)	1,139	リボン	110.6 (90~132)	5~168 113~138	71 (親 1 匹) 2 (親 1 匹)	6.2 0.2
合計	富山湾	1,977,600	22.0 (9.7~47.5)	2,027	—	84.8 (43.5~125.0)	2,604	リボン	116.2 (86~189)	5~501 113~138	102 (親 1 匹) 2 (親 1 匹)	3.9 0.1
	若狭湾沖	367,500	16.4 (9.3~38.3)	1,343	—	62.2 (45.0~95.0)	930	リボン	114.5 (89~179)	7~389	9 (親 1 匹)	1.0

* : 稚 1 匹はすべて無標蓋で放流

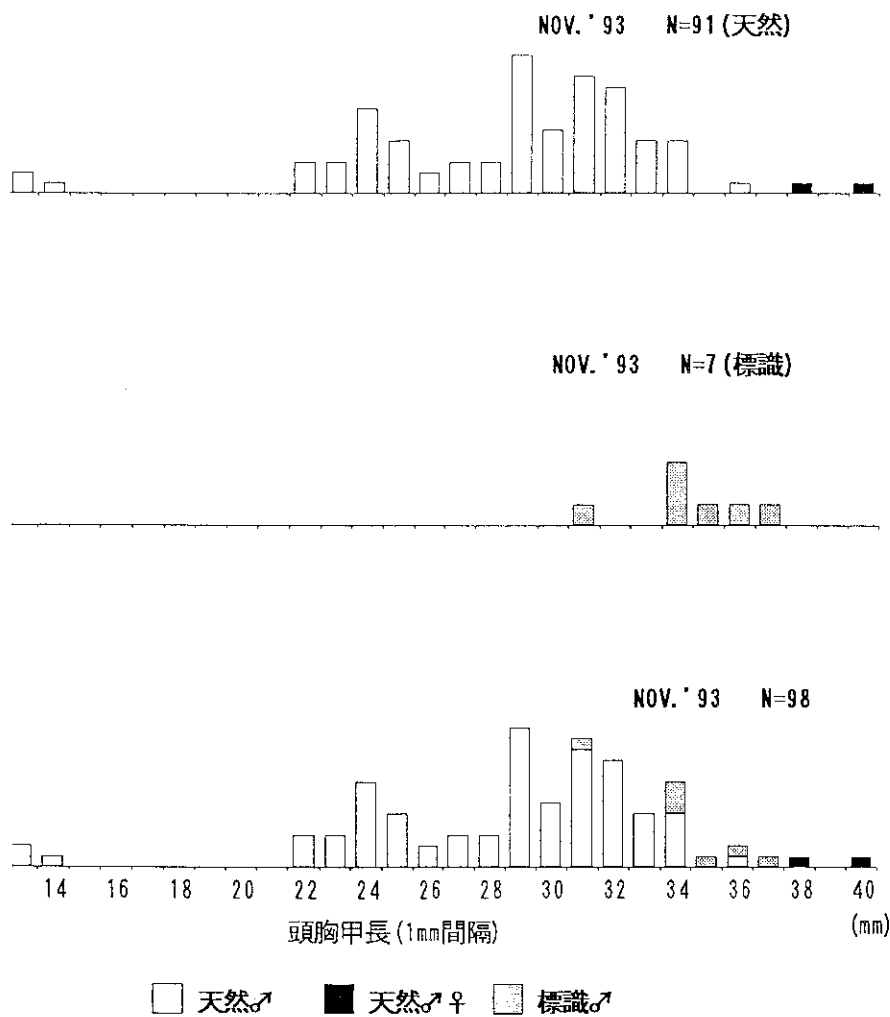


図 8 富山湾カゴ調査採捕個体の頭胸甲長頻度分布 (1mm間隔)

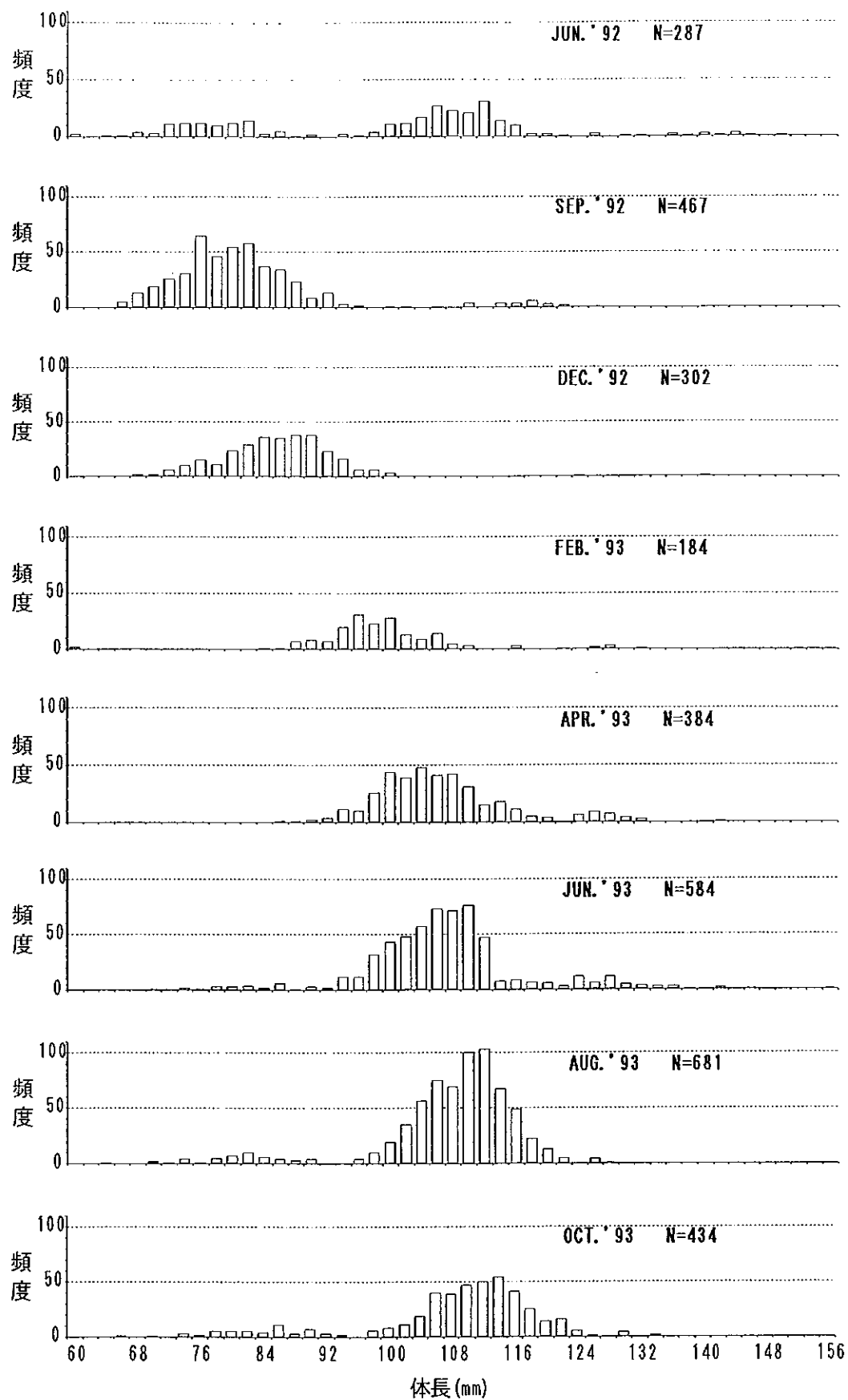


図 4-1 富山湾滑川市場に水揚げされたトヤマエビ雄個体の体長の変化

IV. ズワイガニ

ズワイガニ種苗生産試験

高橋 庸一

I. 親ガニ養成とゾエアのふ出

1. 天然親ガニの購入

1993年度の親ガニ購入は、福井県越前町漁協の底曳船により漁獲されたものを購入した。購入尾数は51尾で、すべてふ出直前の卵を持ついわゆる「黒仔」であった。

2. ゾエアのふ出

ふ出に用いた親ガニは、1991年度に購入し2年間養成した養成2年群98尾、1992年に購入し1年間養成した養成1年群209尾、および今年度購入した天然群51尾の計358尾であった（表-1）。親ガニの養成水槽として、2年養成群および天然群はそれぞれ1 m³ FRP水槽を、養成1年群は4 m³ FRP水槽を用いた。

ふ出したゾエアの採集は、親ガニ養成水槽からオーバーフロー水を40mm塩ビパイプで受けて500ℓポリエチレン水槽（黒色）に集めた。ゾエアの計数は、水槽内の水を攪拌し、容積法で行った。

ゾエアのふ出状況を表-1に示した。ふ出開始は養成2年群で1992年10月18日と最も早かったがふ出期間は39日間と短く、また、ふ出尾数も親ガニ1尾当たり0.76万尾と昨年度の結果（2.25万尾）より低下した。養成1年群では、ふ出は11月24日から始まり、70日間で計1,480.7万尾、親ガニ1尾当たり7.08万尾であった。天然群では、ふ出は1993年1月28日から始まり、61日間で計275.1万尾、親ガニ1尾当たり5.39万尾であった。

3. 親ガニの産卵状況と養成

ふ出終了後の産卵状況（表-1）は、天然群、養成1年群とも100%の産卵率であった。養成2年群の産卵率は56.8%と昨年度（52.5%）と同程度であった。次年度から、種苗生産試験が基礎試験中心となるためゾエアの必要量が減少する。このため、養成する親ガニを整理し、各群とも良好な状態（親の健康状態および卵の状態）の40～50個体のみを残した。処分の対象となった親ガニは、ほとんどの個体が脚のとれた状態で、加えて甲羅部が黒くなったいわゆるススガニ状態であったため、焼却処分した。

II. 種苗生産試験

1. 試験の目的

これまで、20年来行われてきたズワイガニの小規模の飼育試験では、稚ガニの出現には至るものの、いずれも生残率は極度に低く、これらの飼育方法が飼育技術として確立されているとは言い難い。たとえば、ゾエア1期（以下、Z₁）の試験として餌料や飼育環境の様々な試験を組んでも、生残率が不安定でかつ低いため、試験結果の安定性、再現性が乏しく、試験の特性値を生残状況から判断することはほとんど不可能であった。そして、このことが試験規模のステップアップへの最大の障害となり、ズワイガニの種苗生産試験の進捗を遅らしてきた最も大きな原因であると考えられる。

従って、本年度からは再度基礎試験に取り組み、安定した生残率と再現性のある試験結

果が得られる飼育方法を確立することとした。基礎試験では、 Z_1 からメガロパ出現までの飼育において、餌料の栄養強化の面および飼育環境面からの取り組みを行い、安定した生残率（次の令期への脱皮率）を得ることを目的とした。本年度は、特に Z_1 からゾエア2期（以下、 Z_2 ）の飼育に重点を置き、餌料の栄養強化および飼育環境の面から、安定した生残率および次の令期への脱皮率を得るための試験を行った。

2. 実験方法

1) 飼育方法

共通した飼育方法は以下の通りである。

飼育には透明30ℓポリカーボネイト水槽を用い、300尾／槽のふ出ゾエアを収容尾数した。各実験区とも、2槽ずつを設けたダブル試験とした。飼育水槽は、500ℓのWater-bathに収容し、10～11℃を維持するように加温した。換水は、止水換水方式で行い、3日毎に $\frac{1}{3}$ 量を換水した。換水方法は、2ℓカップで飼育水をすくい取り、この中に入ったゾエアをガラス管のピペットで極力ショックを与えないように吸い出して、元の水槽に戻した。このような作業を水槽容量の $\frac{1}{3}$ について行った後、新たに調温したろ過海水を添加した。

餌料には北米産アルテミア幼生を用い、餌料密度1個体／mlを維持するように適宜添加した。飼育水には50～100万細胞／ml程度のナンノクロロプシスを添加した。アルテミア幼生の栄養強化、およびマリンシグマ等の添加については、試験の目的に従って行った。

Z_1 の生残状況を調べるため、ふ出14日目にすべての個体を取り上げて生残尾数を計数した。計数した個体は、新しい水槽に収容し飼育を継続した。また、 Z_2 では、脱皮が終了した時点で全個体を取り上げ、生残尾数と湿乾重量を測定した。

2) 実験区の設定

実験は、栄養強化試験を4例、環境試験を1例行った。

①栄養強化試験Ⅰ－飼育水中でのアルテミア幼生の栄養強化の方法として、これまで飼育水に添加することで効果の見られたマリンシグマ（MS）を中心に、ユーグレナ（EG）およびスーパーアルテミア（SA）について効果を検討した。各栄養強化剤の添加量は、それぞれ5g／m³／日、10g／m³／日および15g／m³／日の3段階とし、無添加の対照区を含め10区を設定した。なお、投餌するアルテミア幼生には、栄養強化を行わなかった。

②栄養強化試験Ⅱ－マリンオメガ（MQ）、EGおよびSAで直接3～6時間の栄養強化したアルテミア幼生をゾエアに与え、生残率および脱皮率を調べた。全実験区とも、飼育水にはMSを添加した（10g／m³／日）。対照区では、未強化のアルテミア幼生を用いた。なお、MQ、EGおよびSAの強化方法は、それぞれの既成のマニュアルに従って行った。

③栄養強化試験Ⅲ－従来から問題となっているワムシの併用効果（ワムシ併用区）について検討した。対照区はアルテミア幼生の単独投餌（アルテミア区）とし、アルテミア幼生はMQで数時間の栄養強化を行った。また、ワムシはナンノクロロプシスで12～24時間の二次強化を行った。

④栄養強化試験Ⅳ－餌料の密度は、従来1個体/mlを目安としてきたが、MQで強化した餌料を毎日添加し、対照区（1個体/ml維持）より高い餌料密度を維持することが初期の生き残りと脱皮率に与える影響を検討した。

⑤環境試験Ⅰ－飼育水の維持方法がゾエアの生残状況に与える影響を検討した。従来の量産試験で行ってきた無換水による飼育を対照区とし、栄養強化試験で基準とした3日毎の換水と毎日換水を比較した。

3. 試験の結果

1) 栄養強化試験Ⅰ

表－2－1に試験の結果を示した。ふ化後14日目におけるZ₁の生残状況を見ると、対照区（10区）の生残率26.7%と比較（ χ^2 検定）して、MΣを添加した2および3区、EGを添加した6区、およびSAを添加した7区で生残率が向上した（表－2－2）。SA区では、10g/m³/日以上以上の添加（8および9区）では水質の悪化が顕著となり、逆に生残率が低下する結果となった。

Z₂の、Z₁の収容尾数に対する脱皮率を比較すると、2および3区（MΣ10g/m³/日以上添加）と5～7区（EG10g/m³/日以上添加、およびSA5g/m³/日）で脱皮率が対照区より有意に高くなった（表－2－3）。特に、対照区（未強化のアルテミア幼生投餌）では、Z₁の生残率は30%程度見られたもののZ₂への脱皮率が低く、ゾエアが脱皮するには何らかの栄養素が必要であること示された。また、その栄養素は飼育水へ添加する方法により、アルテミア幼生を介して間接的にゾエアに摂取される可能性が示唆された。栄養強化の方法として、従来から使用していたMΣで最も安定した結果が得られた。

2) 栄養強化試験Ⅱ

表－3－1に試験の結果を示した。14日目の生残状況を見ると、同一試験区のダブル試験において、同じ環境および餌料条件で飼育した水槽間でも、SA区を除いて生残率に有意差が見られ、ズワイガニ飼育試験における試験の再現性の難しさを伺わせる結果となった。なお、試験Ⅱを含め、以降の試験で実験区間の比較を行う場合は、ダブル試験結果の平均値を用いた。

ふ化後14日目における実験区間の生残率の比較を表－3－2に示した。MQおよびSAで強化したアルテミア幼生は、未強化のアルテミア幼生を投餌した区（対照区）に比べ、いずれも生残率は向上した。MQとSAでは、両者の間に有意差は認められなかった。EG区の生残率は、他の3実験区より有意に低くなり、逆に生残への悪影響が示される結果となった。Z₂への脱皮率は、各実験区ともダブル試験間で有意差は認められなかった。実験区間の比較（表－3－3）で、Z₁の収容尾数（サンプリング尾数を除く）に対するZ₂の生残尾数では、対照区に比べてMQおよびSA区で生残率の向上が認められた。また、MQ区の生残率はSA区より有意に高く、アルテミア幼生の栄養強化の方法として、MQの使用に安定した効果が認められた。EG区ではZ₁と同様に生残率は低下し、効果は認められなかった。

3) 栄養強化試験Ⅲ

表－４－１に試験の結果を示した。14日目の生残率は、ワムシ併用区のダブル試験で水槽間に差が認められた（表－４－２）。実験区間の比較では、 Z_1 の生残率はアルテミア区で有意に高く、ワムシの併用効果は見られなかった。しかし、 Z_2 の出現率を見ると、ワムシ併用区に比べアルテミア区ではほとんど出現が見られず、ワムシを併用することで Z_2 への脱皮率向上に効果があったと考えられる。

アルテミア区の飼育方法は、試験ⅠおよびⅡで、収容尾数に対する Z_2 の出現率が20%程度得られた方法と同様である。しかし、試験Ⅲのアルテミア区で Z_2 の出現が見られなかったことは、使用したゾエアの由来が天然親で、しかもふ出の末期（3月20日）に当たるものを使用したことが原因ではないかと考えられる。これまでの試験結果と同様に、ゾエアの由来およびふ出時期がその後の生残状況に大きく影響するのではないかという懸念は大きく、ふ出ゾエアの「質」の判定は、種苗生産を行う上で重要な問題となる可能性が強いと考えられる。

4) 栄養強化試験Ⅳ

表－５－１に試験の結果を示した。14日目の生残率は、対照区のダブル試験で水槽間に有意差が認められた（表－５－２）。実験区間の比較では、両区の生残率に差は認められず、餌料密度は1個体/ml程度を維持すれば良いと考えられる。

Z_2 の出現状況は、試験Ⅲと同様に脱皮直前の大量斃死が見られ、ゾエアの質の問題が懸念された。

5) 環境試験Ⅰ

表－６－１に試験の結果を示した。14日目の生残率を実験区間で比較すると（表－６－２），無換水区の生残率は3日毎の換水区および毎日換水区に比べて有意に低く、従来20m³水槽の飼育で行ってきた無換水飼育は、ゾエアの生残状態に悪影響を及ぼしていたのではないかと考えられた。一方、換水を行う場合でも、毎日換水に比べ3日毎の換水のほうが生残率が有意に高くなった。これは、換水時にゾエアに与えるストレスの影響が、毎日換水区でより大きかったことが原因であると考えられる。

Z_2 の出現状況（表－６－３）を見ると、3日毎の換水区の脱皮率が最も高く、 Z_1 の場合と同様に、無換水での飼育がゾエアの生残に悪影響を及ぼす結果が示された。また、毎日換水区の脱皮率は無換水区より低く（有意差はなし）、脱皮前後の時期のゾエアの手扱いの難しさが示された。

Ⅲ. 稚ガニの養成試験

1. 試験の方針

本年度の試験では、 Z_2 までの飼育に重点を置いたため、 Z_2 以降の飼育はほとんど行わなかった。このため、稚ガニの生産尾数は12尾であった。これらの稚ガニを用い、飼育水温と餌料（配合飼料と冷凍アサリ）について試験を行った。

これまで、稚ガニの養成は8～10℃の水温で行ってきたが、6令期稚ガニ（以下、 C_6 ）までは約半年で達するものの、それ以降の成長が遅く脱皮に至らないまま斃死に至る例が

多い。このことは、稚ガニの適水温が成長に伴って変わる可能性を示唆していると考えられる。すなわち、 C_6 以降の稚ガニの適水温は、親ガニと同様に 3°C 以下ではないかと考え、今年度は 3°C 区と 8°C 区を設け稚ガニの成長を比較した。

また、養成時の餌料として、従来は冷凍アサリを中心に用いてきたが、餌料の質が稚ガニの成長（脱皮）に与える影響も大きいと考えられることから、アサリを与える実験区と市販の配合飼料を与える区を設け、稚ガニの成長に与える影響を調べた。

2. 実験方法

1) 実験区の設定

実験区として以下の3区を設けた。

① 8°C －アサリ区

② 8°C －配合飼料区

③ 3°C －アサリ区

各実験区あたり1令期稚ガニ (C_1) 3尾ずつ用いた。

2) 飼育方法

飼育容器として深型シャーレ ($\phi 90 \times 100\text{mm}$) を用い、海砂を1 cm程度敷いた。飼育は個体別に行った。シャーレは、それぞれの設定水温に調温された水槽 (3°C 区はトヤマエビ養成水槽、 8°C 区はズワイガニ稚ガニ養成水槽) に収容した。投餌は2回/週行い、同時に残餌の除去、脱皮および死亡個体の確認等を行った。底の砂が還元層等で汚れた場合は、適宜新しい砂に取り替えた。

3. 稚ガニの成長

1993年11月現在の稚ガニの生残状況は、 8°C アサリ区では C_1 と C_4 の時点でそれぞれ1尾が斃死し、1尾のみ C_5 で生残している。 8°C 配合飼料区では現在3尾とも生残し、それぞれ C_6 に達している。また、 3°C アサリ区では、2尾が C_3 に、1尾が C_4 に達している。

図-1に各令期に達した日数（ふ化後）を示した。これを見ると、同じ水温の飼育では配合飼料の投餌で最も成長が良く、また 3°C より 8°C の飼育で成長が良い。各令期毎の甲幅長を見ても（図-2）、 8°C 配合飼料区で最も成長が良かった。このことから、少なくとも C_6 までは、 8°C で配合飼料を餌に飼育する方法が、稚ガニの成長および生残の面で適していると考えられる。

現在、飼育を継続中である。

表－１．親ガニの購入とゾエアのふ出状況（１９９３年）

親ガニの種類	購入月日	ふ出に供した	ゾエア	ゾエア	親ガニ１尾 当たりの ゾエアふ出 尾数（万尾）	親ガニの産卵状況
		親ガニ尾数 （尾）	ふ出期間	ふ出尾数 （万尾）		産卵数／生残数 （産卵率）
天 然*	' 93. 1. 7	51	' 93. 1. 28-3. 30	275. 1	5. 39	48／48 (100%)
養成１年	' 91. 12. 18	209	' 92. 11. 24	1480. 7	7. 08	97／97 (100%)
	' 92. 1. 12		- ' 93. 2. 2			
養成２年	' 91. 1. 12	98	' 92. 10. 18 -11. 26	74. 9	0. 76	50／88 (56. 8%)

*：購入尾数51尾

表-2-1. 飼育水に添加した栄養強化剤が
ゾエアの生残に与える影響（栄養強化試験Ⅰ）

実験区	収容尾数	ふ化後14日目（1月11日計数）					ゾエア2期（ふ化後27日目）			
		生残尾数 （尾）	生残率 （%）	湿重量 （mg）	乾重量 （mg）	測定尾数 （尾）	継続飼育* ¹ 尾数 （尾）	脱皮尾数 （尾）	収容尾数に 対する脱皮 率* ² （%）	14日目の生残 尾数に対する 脱皮率* ³ （%）
1	300	65	21.7	0.751	0.161	19	46	23	8.2	50.0
2	300	147	49.0	0.784	0.160	29	118	72	26.6	61.0
3	300	103	34.3	0.841	0.152	30	73	29	10.7	39.7
4	300	92	30.7	0.796	0.156	30	62	5	1.9	8.1
5	300	71	23.7	0.788	0.154	20	51	20	7.1	39.2
6	300	128	42.7	0.778	0.157	30	98	54	20.0	55.1
7	300	204	68.0	0.886	0.146	30	174	84	31.1	48.3
8	300	91	30.3	0.716	0.131	30	61	8	3.0	13.1
9	300	72	24.0	0.744	0.120	30	42	2	0.7	4.8
10	300	80	26.7	0.765	0.145	30	50	6	2.2	12.0
ふ化後日目				0.370	0.053	130				

試験開始：'92.12.28、ゾエア由来：養成1年親、試験規模：30ℓパンライト

1区：マリンΣ5g/m²/日添加、2区：マリンΣ10g/m²/日添加、3区：マリンΣ15g/m²/日添加、
4区：ユーグレナ5g/m²/日添加、5区：ユーグレナ10g/m²/日添加、6区：ユーグレナ15g/m²/日添加、
7区：スーパーAr5g/m²/日添加、8区：スーパーAr10g/m²/日添加、9区：スーパーAr15g/m²/日添加、
10区：対照区（アルテミア幼生未強化）

*1：ふ化後14日目以降の継続飼育尾数、*2：（脱皮尾数）／（収容尾数－Z₁測定尾数）、

*3：（脱皮尾数）／（14日目の生残尾数－Z₁測定尾数）

表-2-2. ふ化後14日目の生残状況の対照区との比較

実験区	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	—	***	*	—	—	**	***	—	—

—：有意差なし、*：5%有意、**：1%有意、***：0.1%有

表-2-3. ゾエア2期出現尾数の対照区との比較

実験区	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	**	***	***	—	**	***	***	—	—

表-3-1. アルテミア幼生の栄養強化の方法
がゾエアの生残に及ぼす影響
(栄養強化試験II)

ふ化後14日目(2月8日計数)						
実験区	収容尾数	生残尾数 (尾)	生残率 (%)	湿重量 (mg)	乾重量 (mg)	測定尾数 (尾)
対照1区	300	154 >***	51.3	0.757	0.150	30
対照2区	300	100	33.3	0.723	0.150	30
マリンオメガ1区	300	190 >***	63.3	0.796	0.157	30
マリンオメガ2区	300	143	47.7	0.816	0.157	30
スーパ-Ar1区	300	153 >-	51.0	0.805	0.169	30
スーパ-Ar2区	300	158	52.7	0.778	0.158	30
ユーグレナ1区	300	129 >***	43.0	0.720	0.143	30
ユーグレナ2区	300	84	28.0	0.693	0.133	29

ゾエア2期(ふ化後27日目)							
実験区	継続飼育 尾数*1 (尾)	脱皮尾数*2 (尾)	収容尾数に 対する脱皮 率*3 (%)	14日目の生残 尾数に対する 脱皮率*4 (%)	湿重量 (mg)	乾重量 (mg)	測定尾数 (尾)
対照1区	124	34 >-	12.6	27.4	2.08	0.38	10
対照2区	70	26	9.6	37.1	2.02	0.30	10
マリンオメガ1区	160	77 >-	28.5	48.1	2.18	0.42	10
マリンオメガ2区	113	57	21.1	50.4	2.16	0.37	10
スーパ-Ar1区	123	36 >-	13.3	29.3	2.30	0.40	10
スーパ-Ar2区	128	48	17.8	37.5	2.06	0.33	10
ユーグレナ1区	99	14 >-	5.2	14.1	2.40	0.36	9
ユーグレナ2区	55	14	5.2	25.5	1.41	0.26	8

試験開始: '93.1.25、ゾエア由来: 養成1年親、試験規模: 30ℓパンライト
共通飼育方法: 飼育水温10℃維持、マリンΣ10g/m²/日添加、ナンノクロロブシス添加、
1/3換水/3日、換水時に1~1.5万個体投餌アルテミア幼生強化時間3~6時間
実験区: 対照区-アルテミア幼生未強化。マリンオメガ区-アルテミア幼生をマリンオ
メガ(2.5ml/m²)で強化。スーパ-Ar区-アルテミア幼生をスーパ-Ar(200g/m²)で強化。
ユーグレナ区-アルテミア幼生をユーグレナ(200g/m²)で強化。

表-3-2. ふ化後14日目の生残状況の比較

実験区	MΩ区 (55.5)	SA区 (51.8)	UG区 (35.5)
対照区 (42.3)	***	***	*
MΩ区 (55.5)		-	***
SA区 (51.8)			***

表-3-3. ゾエア2期出現尾数の実験区間の比較

実験区	収容尾数	生残尾数	生残率	χ ² 検定
対照区	540	60	11.1	] ***] *] ***] ***
MΩ	540	134	24.8	
SA	540	84	15.6	
EG	541	28	5.2	

表－４－１．ワムシの併用がゾエアの生残に及ぼす影響（栄養強化試験Ⅲ）

ふ化後14日目（4月3日計数）							
実験区	収容尾数	生残尾数 (尾)	生残率 (%)	湿重量 (mg)	乾重量 (mg)	測定尾数 (尾)	水槽底 の汚れ
Ar 1 区	300	180	60.0	0.831	0.173	30	+
Ar 2 区	300	164	54.7	0.863	0.165	30	+
Ar+R 1 区	300	110	36.7	0.860	0.197	29	++
Ar+R 2 区	300	182	60.7	0.837	0.200	30	++

ゾエア 2 期（ふ化後27日目）							
実験区	継続飼育 尾数* ¹ (尾)	脱皮尾数* ² (尾)	収容尾数に 対する脱皮 率* ³ (%)	14日目の生残 尾数に対する 脱皮率* ⁴ (%)	湿重量 (mg)	乾重量 (mg)	測定尾数 (尾)
Ar 1 区	150	3	1.1	2.0	2.11	0.24	3
Ar 2 区	134	Z ₂ 出現せず					
Ar+R 1 区	90	39	14.4	43.3	2.39	0.38	9
Ar+R 2 区	151	112	41.5	74.2	2.34	0.36	10

試験開始：'93.3.20、ゾエア由来：天然親（1個体）、試験規模：30ℓパンライト
共通飼育方法：飼育水温11℃維持、マリンΣ10g / m³ / 日添加、ナンノクロロブシス添加
1/3換水 / 3日アルテミア幼生強化時間3～6時間、ワムシはナンノクロロブ
シスで培養。

実験区：Ar区－Arのみ投餌。餌料密度2個体 / ml程度維持。Ar+R区－ワムシの併用。
餌料密度は両者合わせて2個体 / ml程度維持。

表－４－２．ふ化後14日目の生残状況の比較

実験区	生残尾数	χ ² 検定
Ar 1	180	]
Ar 2	164	
Ar+R 1	110	]
Ar+R 2	182	

		**

表－５－１． 餌料密度がゾエアの生残に
及ぼす影響（栄養強化試験Ⅳ）

ふ化後14日目（4月1日計数）							
実験区	収容尾数	生残尾数 (尾)	生残率 (%)	湿重量 (mg)	乾重量 (mg)	測定尾数 (尾)	水槽の 汚 れ
対照1区	300	180	60.0	0.763	0.167	30	+++
対照2区	300	122	40.7	0.767	0.165	30	++
毎日投餌1区	300	137	45.7	0.820	0.163	30	++
毎日投餌2区	300	151	50.3	0.790	0.176	30	++

ゾエア2期（ふ化後27日目）							
実験区	継続飼育 尾数*1 (尾)	脱皮尾数*2 (尾)	収容尾数に 対する脱皮 率*3 (%)	14日目の生残 尾数に対する 脱皮率*4 (%)	湿重量 (mg)	乾重量 (mg)	測定尾数 (尾)
対照1区	150	ふ化後19日目ゾエア1期の生残2尾、終了					
対照2区	92	7	2.6	7.6	1.57	0.20	5
毎日投餌1区	107	ふ化後18日目大量斃死					
毎日投餌2区	121	9	3.3	7.4	2.05	0.26	9

試験開始：'93.3.18、ゾエア由来：天然親（ふ出末期）、試験規模：30ℓパンライト
共通飼育方法：飼育水温11℃維持、マリンΣ10g／m³／日添加、ナンノクロロプシス添加
1/3換水／3日アルテミア幼生強化時間3～6時間

実験区：対照区－餌料密度1個体／ml程度を維持、不足時は適宜1万個体程度を投餌
毎日投餌区－餌料密度にかかわらず、毎日1万個体程度投餌

表－５－２．ふ化後14日目の生残
状況の比較

実験区	生残尾数	χ ² 検定
cont. 1	180	***
cont. 2	122	
exp. 1	137	-
exp. 2	151	

表一 6 - 1 . 換水方法がゾエアの生残に
及ぼす影響 (環境試験 I)

ふ化後14日目 (3月10日計数)						
実験区	収容尾数	生残尾数 (尾)	生残率 (%)	湿重量 (mg)	乾重量 (mg)	測定尾数 (尾)
無換水1区	300	88 >***	29.3	0.710	0.136	30
無換水2区	300	183	61.0	0.783	0.161	29
3日毎1区	300	218 >-	72.7	0.757	0.160	30
3日毎2区	300	217	72.3	0.761	0.168	30
毎日1区	300	199 >**	66.3	0.793	0.166	30
毎日2区	300	164	54.7	0.760	0.156	30

ゾエア 2 其月 (ふ化後25日目)							
実験区	継続飼育*1 尾数 (尾)	脱皮尾数*2 (尾)	収容尾数に 対する脱皮 率*3 (%)	14日目の生残 尾数に対する 脱皮率*4 (%)	湿重量 (mg)	乾重量 (mg)	測定尾数 (尾)
無換水1区	58	16 >**	5.9	27.6	1.96	0.288	12
無換水2区	154	17	6.3	11.0	1.80	0.288	10
3日毎1区	188	70 >-	25.9	37.2	1.99	0.304	10
3日毎2区	186	64	23.7	34.4	2.01	0.358	10
毎日1区	169	10	3.7	5.9	1.97	0.285	4
毎日2区	134	ふ化後19日目に全滅					

試験開始 : '93. 2. 24、ゾエア由来 : 天然親、試験規模 : 30ℓパンライト
 共通飼育方法 : 飼育水温10~11℃維持、マリンΣ10g / m³ / 日添加、ナンノクロロプシス添加
 アルテミア幼生強化時間3~6時間無換水区 : ゾエア2期出現まで無換水、
 ナンノクロロプシス密度低下時には適宜添加、
 3日毎区 : 3日毎に1/3量の換水。換水時に1~2万個体程度の投餌、毎日区 : 毎日1/3量の換水。
 換水時に1~2万個体程度の投餌。

表一 6 - 2 . ふ化後14日目の
生残状況の比較

実験区	3日毎区 (72.5)	毎日区 (60.5)
無換水区 (45.2)	***	***
3日毎区 (72.5)		***

表一 6 - 3 . ゾエア2期出現尾数の実験区間の比較

実験区	収容尾数	生残尾数	生残率	χ ² 検定
無換水	541	33	6.1	***] -] ***
3日毎	540	134	24.8	
毎日	270	10	3.7	

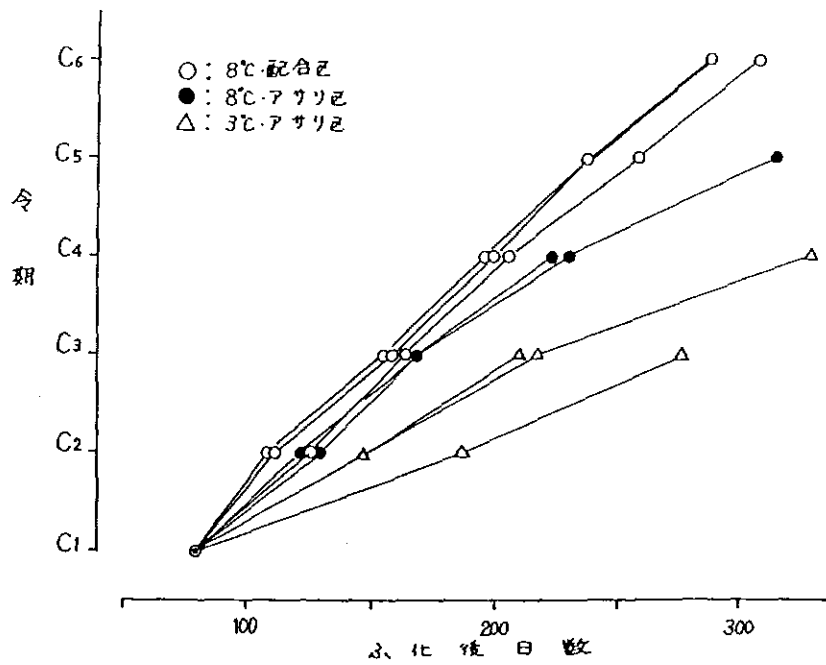


図-1. 個体別に飼育した稚ガニの成長（令期とふ化後日数の関係）

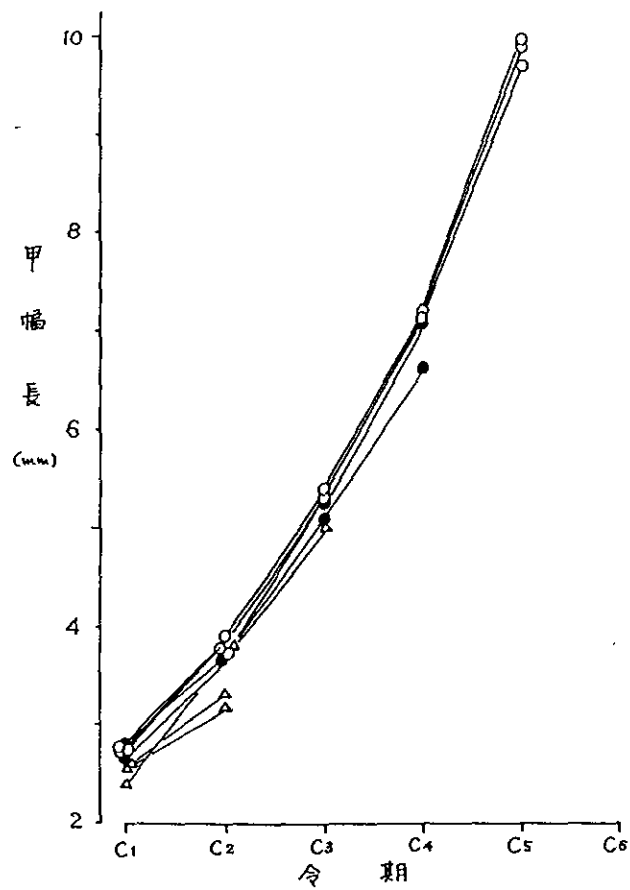


図-2. 個体別に飼育した稚ガニの甲幅長

V. 餌料培養

ナンノクロロプシスの培養

西川 敬之

平成5年度のナンノクロロプシスの培養は、ワムシの培養、およびズワイガニ、ヒラメの種苗生産への利用、ナンノクロロプシス濃縮機の導入より、濃縮ナンノクロロプシスの利用を主な目的として行った。

1. 培養方法

1) 種の拡大方法

平成5年度のナンノクロロプシスの培養は、平成4年7月15日に宮津事業場より5 m³分を分与されたものを元種として用いて開始した。種の拡大方法には1 m³パンライトを屋外に設置し、細胞密度が1,500 万cells/mlで開始し、2,500 万cells/ml前後に達した時点で濾過海水（0.1 μm カートリッジフィルターで濾過）を注水し、2,000 万cells/mlに希釈した。1 m³パンライト5～6面まで拡大し、それらの中から最も増殖の良好な水槽3面を4 m³角型水槽に移槽して、2,500 万cells/ml程度まで増殖させた後、さらに50 m³キャンバス水槽に植え継いだ。

2) 大量培養

ナンノクロロプシスの量産に用いた水槽は、屋外キャンバス水槽（Φ8.0m×D1.0m, 実質水量50 m³）9面を使用し、野外キャンバス水槽4面は、冬期間（平成4年11月13日～平成5年5月19日）は保温のため、水槽上面をナイロン製のテントで覆った。

大量培養時の増殖方法は、種培養の拡大方法と同様に1,500 万cells/ml前後で開始し、2,000 万cells/ml前後に達した時点で注水（1.0 μm カートリッジフィルターで濾過した海水）による希釈または、植え替えを行った。

環境測定は水温、pH、細胞密度を1日おきに測定した。施肥は、海水1 m³当たり硫酸アンモニウム80g、第一磷酸カリウム15g、クレワット5gを基準にし、天候と水温を考慮しながら10～14日間隔で5 m³分／回の施肥量を投与した。通気はエアブロックで行い、常時水中ポンプにより攪拌を行った。

3) 濃縮ナンノクロロプシス作成方法

濃縮ナンノクロロプシスの作成方法は、細胞密度が2,000 万cells/ml前後のナンノクロロプシス15~20m³をジャバラハウス内の50m³円形水槽に収容し、中空糸濾過膜で濾過することによって濃縮した。濃縮されたナンノクロロプシスは、-40℃の冷凍室で冷凍することによって保存した。冷凍したナンノクロロプシスはワムシの餌料として使用した。

2. 培養結果

1) ナンノクロロプシス培養結果

表-1に平成5年度の生産結果を示した。屋外キャンバスでの培養期間は平成4年9月1日から平成5年5月19日までの261日間で、総生産量は737.5 m³ (2,000 万cells/ml換算)、日間平均増殖量は2.8 m³/日、日間平均増殖率は2.2%/日であった。平均水温は昨年度に比べて0.5℃低い9.0℃であった。pHは8.98であった。

2) 冬期におけるナンノクロロプシス培養結果

冬期間の培養結果を表-2に示した。また、屋外キャンバスでは培養期間が1月1日から3月31日の90日間で総生産量は187.5 m³であった。日間平均増殖量は1.2 m³/日、日間平均増殖率は1.5%/日であった。平均水温は7.3℃、pHは8.34であった。

3) 濃縮ナンノクロロプシス生産結果

昨年度に導入したナンノクロロプシス濃縮機により、濃縮ナンノクロロプシスを作成した。濃縮ナンノクロロプシスの生産結果を表-3に示した。濃縮を開始したのは、平成5年5月6日から5月29日で、合計で104 m³分を濃縮した。濃縮したナンノクロロプシスの細胞密度は3,100 ~ 4,200 万cells/mlのものを使用し、最終的に約150 億cells/ml前後まで濃縮した。濃縮過程の所要時間は23~28時間であった。

4) 供給量の内訳および保有量

図-1に保有量を図-2に供給量を、表-4に供給量の内訳を示した。

供給量の内訳はワムシで421.8 m³、ヒラメで45.3m³、ズワイガニに2 m³、その他は317.9 m³となり合計で787.0 m³となった。図-2を見ると最も多く供給したのは12月の122.7 m³で、この時期からナンノクロロプシスの濃縮およびキャンバス水槽への植え継ぎ等に利用されたため供給量が多くなった。次に保有量を見ると最も多い時期で92年12月の440 m³、最も少ない時期で9月の2.8 m³となった。

3. 今後の課題

現在、当事業場では、種苗生産期が冬期で、この時期でのナンノクロロプシスの培養は日照不足、天候不純等の悪条件により、大量培養が不安定なものとなる。そのため、常時再生可能な冷蔵保存された濃縮ナンノクロロプシスの利用が必要となる。また、冬期では培養水温が低くナンノクロロプシスの増殖が活発に行われなため、低温株の開発が必要となる。そこで今後の課題としては以下のような事を目的に遂行する。

(1) 濃縮ナンノクロロプシスの長期保存方法の開発

比較的培養が安定している3月～6月、9月～10月の期間にナンノクロロプシスを大量培養し、濃縮ナンノクロロプシスを大量に作成する。そして、その濃縮ナンノクロロプシスを冬期の再生用の種として、ワムシの餌料として利用するため保存方法の開発が必要となる。そこで、保存方法の検討、濃縮物の収容方法の検討、保存温度の検討等を中心に濃縮ナンノクロロプシスを長期にわたって保存可能な方法を解明する。

(2) 低温株の開発

冬期の悪条件の中でも培養可能な株の開発として、低温でも増殖が活発な株の保有が必要となってくる。このため、水温10℃前後の低水温で増殖が可能な種の開発および保存が必要である。そこで、現在、インキュベーター内で2ℓフラスコにより8℃前後で種培養を行っている。これらの種の中から増殖の良好と思われるものを選定し、寒天培地に植え継いで培養を行う。次に水温試験として500ml フラスコでインキュベーター内で様々な低水温による小試験、植え継ぎ密度の検討、施肥量の検討等により低温株の開発を行う。

表－１．平成５年度ナンノクロロプシス生産結果

水槽名 (水槽数)		培養期間 (日数)	総生産量 (m ³)	日間平均 増殖量 (m ³)	日間平均 増殖率 (%)	スタート密度* (万cells/ml)	収穫密度* (万cells/ml)	収穫回数 (回)	平均水温 (℃)	pH
50m ² 屋外 タンク	9	4.9.1 ~ 5.5.19	737.5	2.8	2.2	1,831	2,730	54	9.0 (5.5 ~27.7)	8.98 (7.57~10.12)
合計	9		737.5	2.8	2.2		2,730	54	9.0	8.98

* : 2,000 万cells/ml換算値

表－２．冬期間におけるナンノクロロプシスの生産結果

50m ³ 屋外 タンク 水槽名 (水槽数)	培養期間 (日数)	総生産量 (m ³)	日間平均 増殖量 (m ³)	日間平均 増殖率 (%)	スタート密度* (万cells/ml)	収穫密度* (万cells/ml)	収穫回数 (回)	平均水温 (℃)	pH	
50m ³ 屋外 タンク	9	5.1.1 ~ 3.31	187.5	1.2	1.5	2,144	2,618	33	9.3 (5.5 ~14.0)	8.34 (7.57~9.77)
合計	9		187.5	1.2	1.5		2,618	33	9.3	8.34

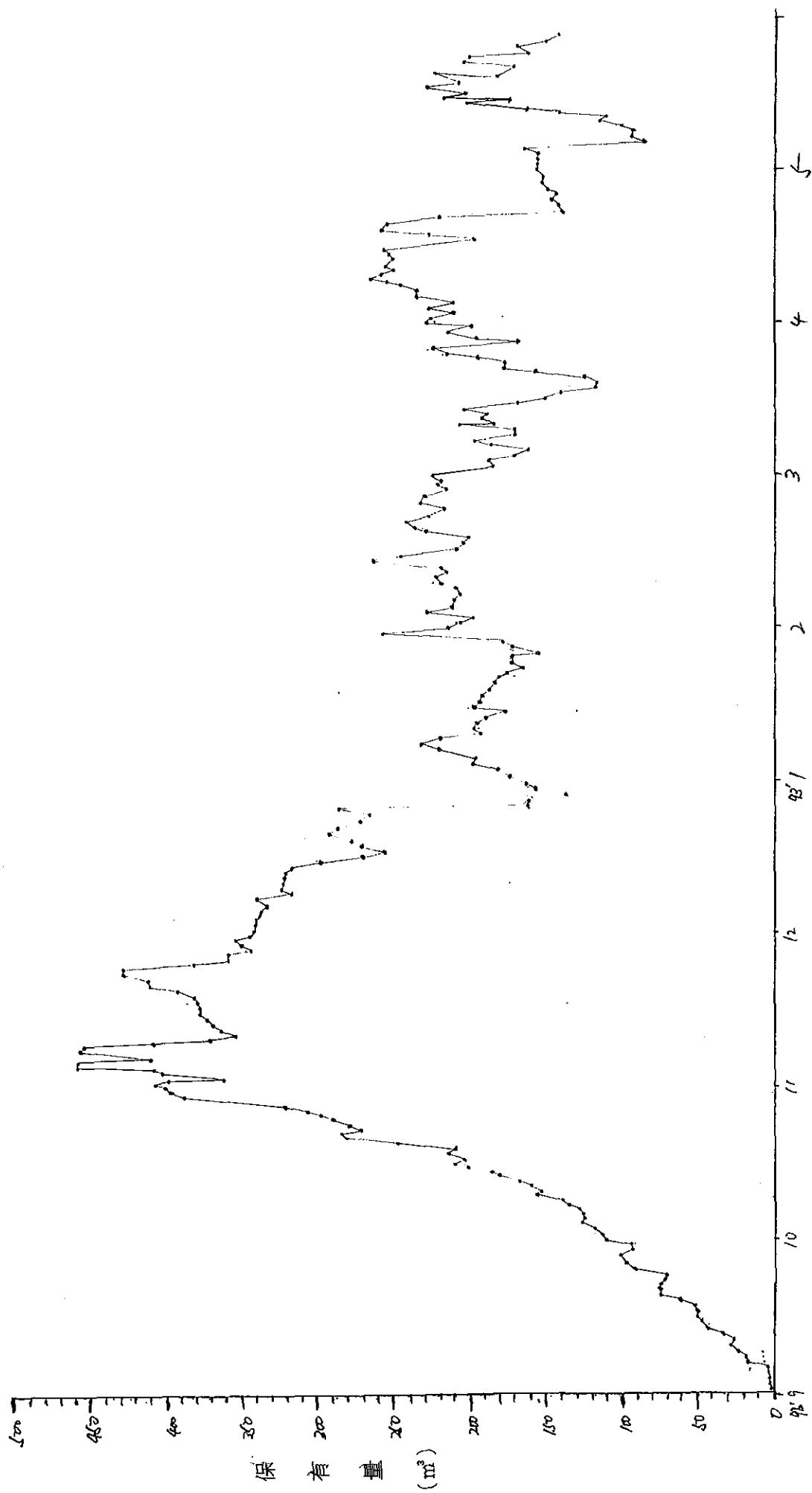
* : 2,000 万cells/ml換算値

表－３．濃縮ナンノクロロプシス生産結果

濃縮開始月日	濃縮処理前の細胞密度 (万cells/ml)	濃縮処理前の水量 (m ³)	濃縮所要時間 (時間)	濃縮処理後の細胞密度 (億cells/ml)	濃縮処理後の水量 (ℓ)
5. 6	3,560	15	28.0	122.5	19.0
5. 9	3,690	26	25.5	153.7	10.0
5. 19	4,240	18	23.6	137.0	23.5
5. 29	3,140	45	24.5	135.0	21.0
合計および平均	3,660	104	25.4	137.1	18.4

表－４．ナンノクロロプシス供給量の内訳

シオミズツボウムシ	ズワイガニ	ヒラメ	その他	合計
421.8m ³	2.0 m ³	45.3m ³	317.9 m ³	787.0m ³



図一 1 ナンノクロロプシス保有量

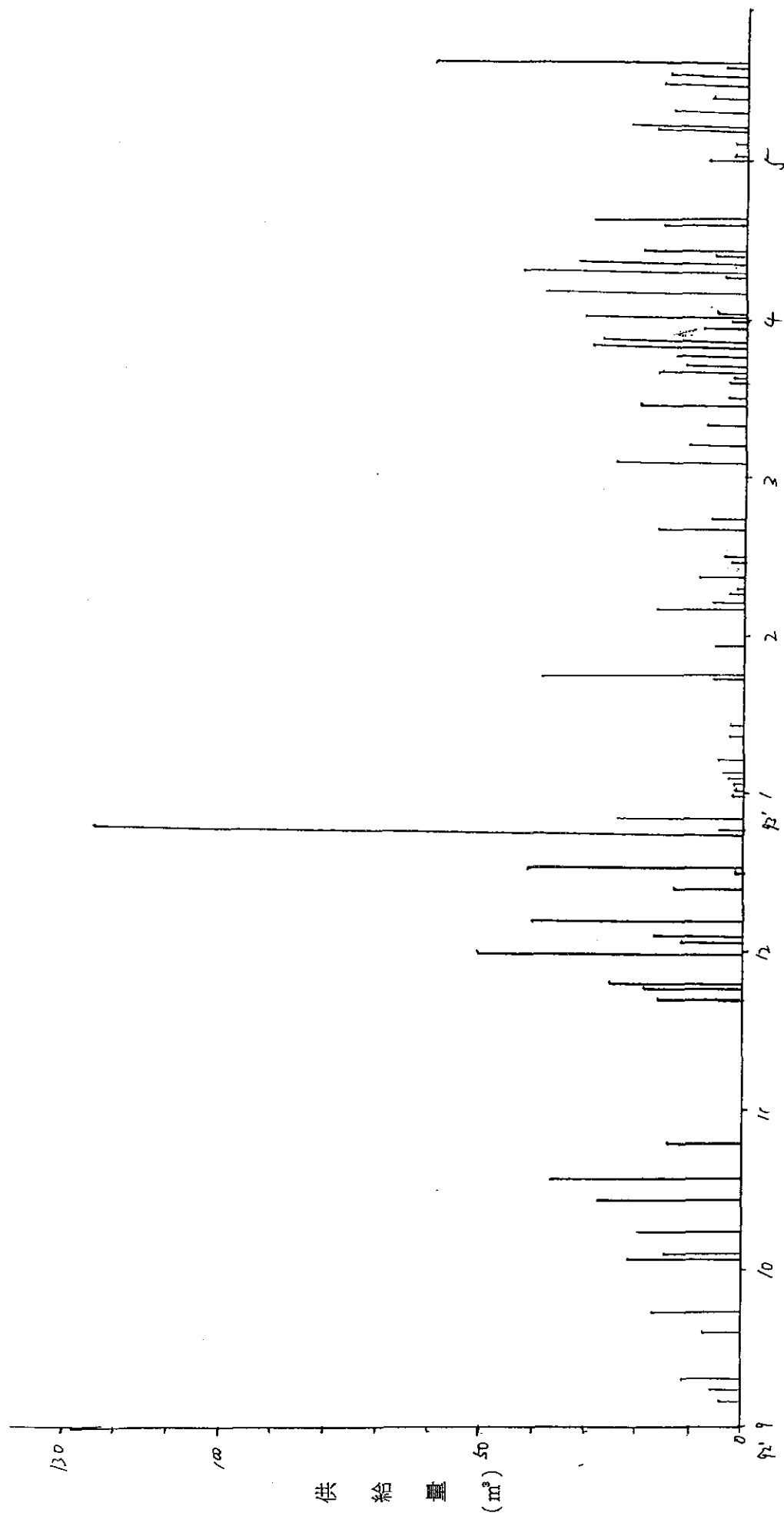


図-2 ナノクロブス供給量

シオミズツボウムシの培養

友田 努

1. 量産試験

ズワイガニ、ヤナギムシガレイ、ヒラメの3魚種に供給する目的で、12月下旬に培養を開始し、ヒラメの種苗生産への供給が終了する5月中旬まで培養を行った。

1. 材料および方法

(1) 元種

100ℓ円型パンライト水槽で、13～15℃で維持していたL型ワムシを元種とした。

(2) 培養水槽

1m³円型パンライト水槽2～5面、20m³角型コンクリート水槽を1～3面を使用した。

(3) 培養方法

1m³パンライトおよび20m³コンクリート水槽とも、基本的には培養水温を15～17℃とし、抜き取り方式による短期培養（1～2週間）を行った。なお、1m³パンライト水槽においては、カビ様寄生体（厚岸，宮古，能登島事業場で観察された、菌糸あるいは鞭毛状のものを有しワムシの体表や携帯卵に付着する生物：以下、カビ）発生時のみにメチレンブルー 0.5～1.0ppmで薬浴しながら、13～15℃、48～72時間バッチ方式で培養を行った。

接種密度は 100～140 個体/ml を、収穫密度は 150～200 個体/ml を目安とした。

収穫は、64μm プランクトンネットを用いて行った。

通気は、エアブロック方式およびエアーストーンにより行った。

培養水中のフロック状のゴミまたはワムシの排泄物などの除去は、20m³コンクリート水槽では水槽中央部に排水処理用の接触濾材（1.0 × 1.2 × 0.5 m 容、1 基）を垂下し、さらに水面に設置したエアフィルター（1.0 × 1.0 m、3 枚）を入れたバケツ内にエアリフトで揚水し濾過して行った。接触濾材は培養終了時のみに、エアフィルターは毎日、取り上げて洗浄した。なお、1m³パンライト水槽では、水槽中央部にエアフィルター（0.4 × 0.4 m、2 枚）を垂下した。

換水は、培養が10日間以上に長引いた場合と培養水中に繊毛虫などが発生した場合に、64, 100 μm プランクトンネットを用いて行った。

換水量は、培養水の汚濁およびワムシの増殖状況に応じて総水量の25～50%とした。

(4) 餌料

餌料は、ナンノクロロプシス（野外培養および冷蔵，冷凍濃縮保存）、イースト（カネカイースト：㈱鐘淵化学工業）、濃縮淡水クロレラ（生クロレラ V₁₂ 150億cells/ml：㈱クロレラ工業）を使用した。3月下旬までの拡大期には濃縮淡水クロレラを、4月上旬以降のヒラメ種苗生産期には濃縮ナンノクロロプシス（冷蔵および冷凍保存）を、主に使用した。

ワムシ接種時のナンノクロロプシス密度は、1,000～2,000 万cells/mlとした。

ワムシ 1億個体当たりの給餌量は、ナンノクロロプシスでは 0.1～0.3 m³分（2,000万cells/ml換算）、濃縮淡水クロレラの場合は 100～300 ml（150億cells/ml）とした。

イーストはナンノクロロプシスまたは濃縮淡水クロレラの補助的餌料として用い、給餌量をワムシの増殖状況に応じて適宜増減させ、ワムシ 1億個体当たり25～50g を給餌し

た。

なお、各餌料とも、1日当たりの給餌量を朝夕2回（2：3）に分けて給餌した。

2. 結果および考察

表1、2に生産結果および供給量内訳を、図1に生産期間中の保有量と供給量の推移を示した。生産期間は平成4年12月24日から平成5年5月13日までの141日間で、1m³パンライト水槽において10例、20m³コンクリート水槽において10例の培養を行った。生産期間中、カビの大量発生による増殖の減退が頻繁に見られたが、能登島および宮津事業場から元種として合計83,390億個体（L型）を譲り受けることにより、培養および供給を継続することができた。

総生産量はL型226.959億個体であり、昨年度の約1/2の生産結果となった。なお、生産期間中、S型の混入は見られなかった。

餌料の総使用量は、ナンノクロロプシス421.8m³（2,000万cells/ml換算値）、イースト52.3kg、濃縮淡水クロレラ62.1ℓであった。

表1の1区はカビ発生時、2区は未発生時における1m³パンライト水槽での培養例、3区はヒラメ種苗生産期における20m³コンクリート水槽での培養例であり、各区の増殖状況は1区で日間平均増殖率10.9%、日単位生産量0.126億個体/m³、2区で17.0%、0.243億個体/m³、3区では12.3%、0.166億個体/m³であった。1、2区を比較すると、カビ発生時は薬浴処理にもかかわらず未発生時よりも増殖がかなり劣った。3区では、昨年度の20m³コンクリート水槽での増殖状況（日間平均増殖率13.7%、日単位生産量0.170億個体/m³）と比較して大差はなかった。

図2に平均培養水温と増殖状況（日単位生産量，日間平均増殖率）、図3に平均培養密度と増殖状況の関係を示した。各図とも、H5.1t水槽，H5.20t水槽は今年度の培養事例、H4.20t水槽は昨年度の培養事例であり、図中のa，bは20m³コンクリート水槽での培養好調例（日間平均増殖率20%、日単位生産量0.25億個体/m³以上の事例）を表す。図2では培養水温16.0～16.5℃付近で、図3では培養密度160～180個体/ml付近で増殖の停滞が見られた。

図4には図2，3同様、今年度と昨年度の各培養事例別に平均給餌率と増殖状況の関係を示した。なお、給餌率の算出は、山崎・平田¹⁾および丸山ら²⁾を参考にした。この図から、給餌率が増加するにつれて増殖が減退し150%付近以降になると停滞する傾向が見られるが、これはイーストおよび濃縮淡水クロレラ等の給餌量増加にともなう培養水の汚濁が原因であると思われる。山崎・平田¹⁾の報告では、L型ワムシの飽食率は1日当たり体重の約480%に達し、餌料効率の最も高い単位摂餌量は体重の約300%/日と推定されており、それから判断すると、当場の給餌基準100%（50～140）はかなり低い値であるように感じられる。しかし、今年度の20m³コンクリート水槽での培養においては、昨年度より約45%も低い給餌率で（日間平均給餌率：今年度89.1%，昨年度133.8%）、前述のように増殖状況に大差ない効率的な培養結果が得られたことから、今後は給餌率についての再検討が必要であろう。

なお、各培養事例において、総給餌量に対するナンノクロロプシス給餌比率（乾重量比）と増殖状況の関係を比較してみると、日単位生産量，日間平均増殖率とも給餌比率25～30%付近以降は停滞する傾向が感じられた（図5参照）。この点に関しても、検討が必

要であろう。

長期間にわたる高密度培養を行う場合、従来の培養方法におけるイーストおよび濃縮淡水クロレラの給餌量増加は培養水の汚濁またはカビの発生を促進することにつながるため、頻繁な換水作業なしでは安定培養は困難である。しかし、給餌率を抑え、かつ培養水をあまり汚さない濃縮ナンノクロロプシスを主体餌料として使用することにより、従来よりもさらに長期間の高密度培養が可能と思われる。

よって次年度は、安定的な量産を行うために、まず元種維持の段階においてカビの発生防除方法の検討を、さらに量産の段階においては濃縮ナンノクロロプシスを利用した効率的な長期培養方法（最適給餌率，ナンノクロロプシスとイーストの給餌比率，定期的な換水率など）の検討を行う予定である。

文献

- 1) 山崎繁久・平田八郎 (1986): L型及びS型シオミズツボワムシの摂餌率. 水産増殖, 34, 137-140.
- 2) 丸山 功・金丸彦一郎・中村展男・安藤洋太郎・平山和次 (1990): ビタミンB₁₂含有クロレラ給餌によるシオミズツボワムシの開放培養. 水産増殖, 38, 227-231.

II. ワムシ培養時におけるカビ様寄生体対策について

メチレンブルー薬浴では、カビ様寄生体（以下、カビ）を完全に終息させることが困難であったため、より効果的であるとされるマラカイトグリーンによるカビ対策を検討した。今年度はまず、マラカイトグリーンがワムシの増殖および活性に影響を及ぼす浸漬濃度と浸漬時間を把握する目的で耐性試験を行った。

1. 方法

(1) 実験区分

以下の6区（各区、4小区分＝計24小区分）に対して、それぞれ24, 48, 72時間の浸漬時間を設定した。

- ・対照区：ナンノクロロプシスのみ（マラカイトグリーン濃度 0 ppm区）
- ・試験1区：マラカイトグリーン濃度 0.1 ppm区
- 2区：マラカイトグリーン濃度 0.5 ppm区
- 3区：マラカイトグリーン濃度 1.0 ppm区
- 4区：マラカイトグリーン濃度 2.0 ppm区
- 5区：マラカイトグリーン濃度 5.0 ppm区

(2) 収容方法

- ・収容容器：組織培養用のマルチウェルプレート（4×6列の計24ウェル）3個を使用した。
- ・収容密度：1小区分当たりワムシ10個体を携卵率，総卵率に関わらず、ランダムに収容した（10個体/ml）。
- ・収容水温：振盪培養器内にて15℃に設定した。
- ・餌料密度：開始時にナンノクロロプシス密度 500万cells/mlとした。なお、追加の給餌は行わなかった。

(3) 観察項目

各実験区ごとに、収容時からのワムシの経時的な増殖状況（収容時からの増殖比率）および活性（遊泳率）をそれぞれ24, 48, 72時間後観察用に分別した3個のマルチウェルプレートにおいて観察した。各観察区分（マルチウェルプレート）ともハンドリングの影響を考慮して観察後は取り揚げることにした。なお、結果の判定は経時的な増殖が見られかつ遊泳率が70%以上と高かった実験区および浸漬時間を耐性ありとした。

2. 結果および考察

表 3にマラカイトグリーン耐性試験におけるワムシの増殖状況を、表 4にワムシの活性を示した。表 3から円滑な増殖が確認されたのは、対照区およびマラカイトグリーン濃度 0.1, 0.5 ppm区では収容72時間後まで、1.0 ppm区では24時間後までであり、2.0, 5.0 ppm区では収容直後から増殖の停滞または減退が見られた。

表 4から高い活性（遊泳率70%以上）が確認されたのは、対照区では収容72時間後まで、マラカイトグリーン濃度 0.1 ppm区では48時間後まで、0.5, 1.0 ppm区では24時間後までであり、2.0, 5.0 ppm区では収容直後から活性の減退が見られた。

これらの結果から推察すると、ワムシの増殖および活性に影響を及ぼさないマラカイトグリーンの浸漬濃度は 0.1～0.5 ppmの間で、その浸漬時間は48～72時間以内が適当ではないかと思われた。今回の試験では、いくつかの実験区において浸漬時間ごとの増殖経過および活性に若干のばらつきが見られたが、その点に関しては収容時におけるワムシの個体差などの影響が考えられる。

なお、本試験に供試したワムシはカビ発生時のものではなかったため、カビの増殖を阻止、終息させるマラカイトグリーンの効果に関しては全く分からなかった。今後は、カビ発生時の緊急対策として、浸漬濃度および時間についての再検討を行う必要がある。

表 1. シオミズソウポムシ生産結果

生産 区分	培 養 水 槽 (水槽数)	生 産 期 間 (日数)	培 養 例数	平 均 水 温 (℃)	ス タ ー ト 密 度 (個体/㎡)	収 穫 密 度 (個体/㎡)	収 穫 回 数 (回)	総生産量 (個体)	日間平均増殖量 (個体/日)	日間平均 給餌率(%) ⁻¹	日間平均 増殖率(%)	日単位生産量 (個体/㎡)	ポムシ1個体生産量当りの給餌量		備 考	
													イネ(kg)	生カブ ₁₂ (g)		ナンガ ₁₀ (㎡)
1	円型 60×110 1㎡ (2)	12.24~3.9 (76)	2	13.9 (12.5~15.0)	110.3 (60~177)	148.8 (77~261)	23	17,576	0.234	102.1	10.9	0.123	0	1.065	3.072	カビ被害発生時 (48~72hパッチ方式)
2	円型 60×110 1㎡ (5)	3.19~5.13 (56)	8	16.1 (13.3~21.3)	138.7 (37~238)	234.1 (80~335)	14	25,538	0.464	81.2	17.0	0.243	0.036	0.266	1.686	“ 未発生時 (抜き取り方式)
3	角型 120×120 20㎡ (3)	3.23~5.3 (42)	10	16.2 (13.9~18.5)	109.7 (45~143)	149.9 (77~338)	24	183,845	4.484	89.1	12.3	0.166	0.279	0.199	1.766	ヒラメ種菌発生期 (抜き取り方式)
計		141	20				61	226,959	1.746		12.0	0.154				

*1 山崎・平田¹⁾および丸山²⁾を参考に、以下の計算式により求めた。

$$\begin{aligned} \text{イネ乾重量(g)} &= \text{湿重量(kg)} \times 520.0 & \text{ナンガ(㎡)乾重量(g)} &= \text{容量(㎡)} \times 78.0 \\ \text{生加/イネ乾重量(g)} &= \text{容量(l)} \times 100.0 & \text{7日乾重量(g)} &= \text{個体数(10^5)} \times 40.0 \end{aligned}$$

表 2 供給量内訳 (個体)

ヒラメ	廃棄	元種	計
119,575	192,559	-83,390	228,744

表 3. マラカイトグリーン耐性試験におけるワムシの増殖状況

実験区分	生存個体数 (増殖率: %)* ¹			
	収 容 時	24時間後	48時間後	72時間後
CONTROL	40 (-)	37 (- 7.5)	48 (+20.0)	48 (+20.0)
0.1ppm区	40 (-)	45 (+12.5)	46 (+15.0)	51 (+27.5)
0.5ppm区	40 (-)	44 (+10.0)	46 (+15.0)	53 (+32.5)
1.0ppm区	40 (-)	44 (+10.0)	44 (+10.0)	53 (+32.5)
2.0ppm区	40 (-)	40 (0.0)	47 (+17.5)	53 (+32.5)
5.0ppm区	40 (-)	8 (-80.0)	14 (-65.0)	7 (-82.5)

* 1 増殖率は収容時比を示す。

== ⇒ 経時的な増殖が見られたライン

表 4. マラカイトグリーン耐性試験におけるワムシの活性

実験区分	生存個体の活性 (遊泳率: %)* ¹			
	収 容 時	24時間後	48時間後	72時間後
CONTROL	40++ (100.0)	28++, 9+ (75.7)	33++, 15+ (68.8)	37++, 11+ (77.1)
0.1ppm区	40++ (100.0)	35++, 10+ (77.8)	33++, 13+ (71.7)	32++, 19+ (62.7)
0.5ppm区	40++ (100.0)	33++, 11+ (75.0)	20++, 26+ (43.5)	37++, 16+ (69.8)
1.0ppm区	40++ (100.0)	35++, 9+ (79.5)	16++, 28+ (36.4)	25++, 28+ (47.2)
2.0ppm区	40++ (100.0)	25++, 15+ (62.5)	20++, 27+ (42.6)	27++, 26+ (50.9)
5.0ppm区	40++ (100.0)	1++, 7+ (12.5)	6++, 8+ (42.9)	7++, 0+ (100.0)

* 1 生存個体の活性は以下の判定基準で示す。

なお、生存個体の内、遊泳個体の占める割合を遊泳率とする。

{ ++ ⇒ 遊泳個体 (活発または緩慢遊泳個体)
 { + ⇒ 振動個体 (濾水運動のみの振動個体)
 { == ⇒ 70%以上の遊泳率が見られたライン

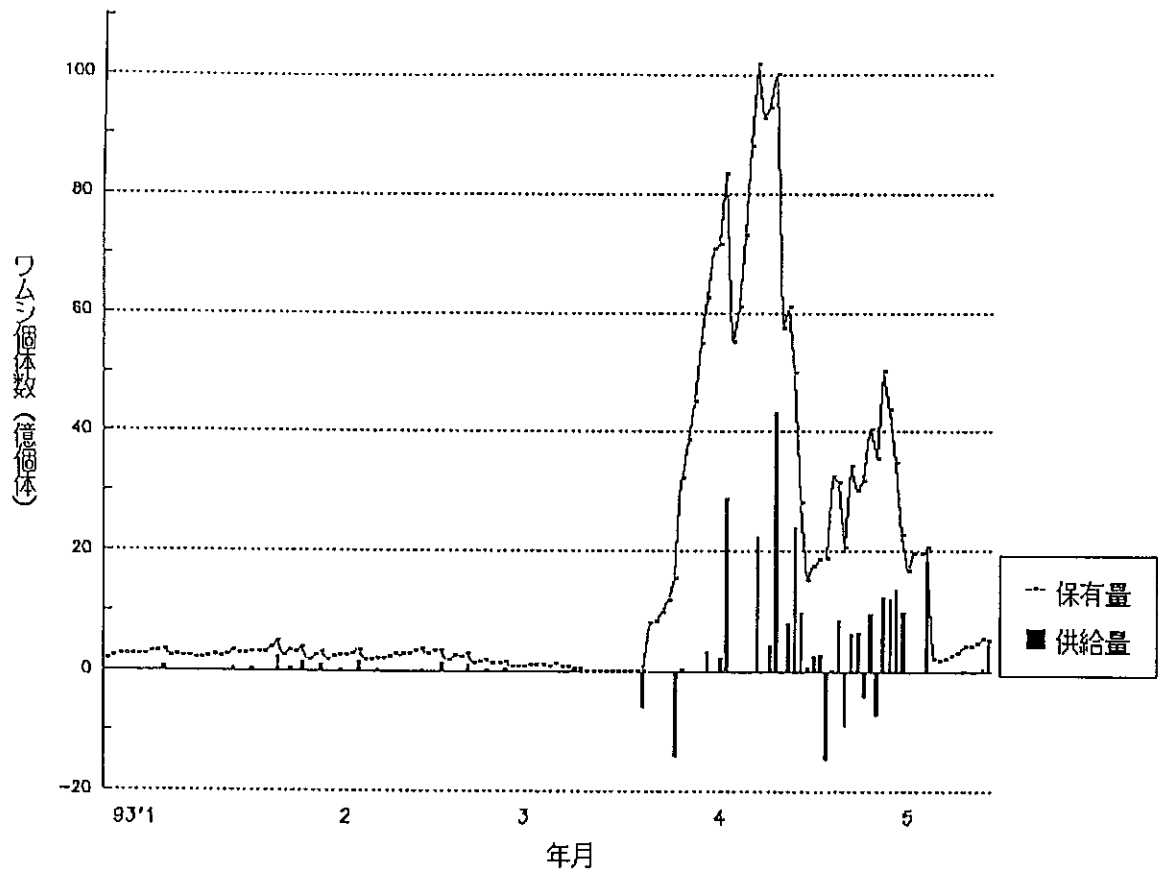


図 1. 保有量と供給量

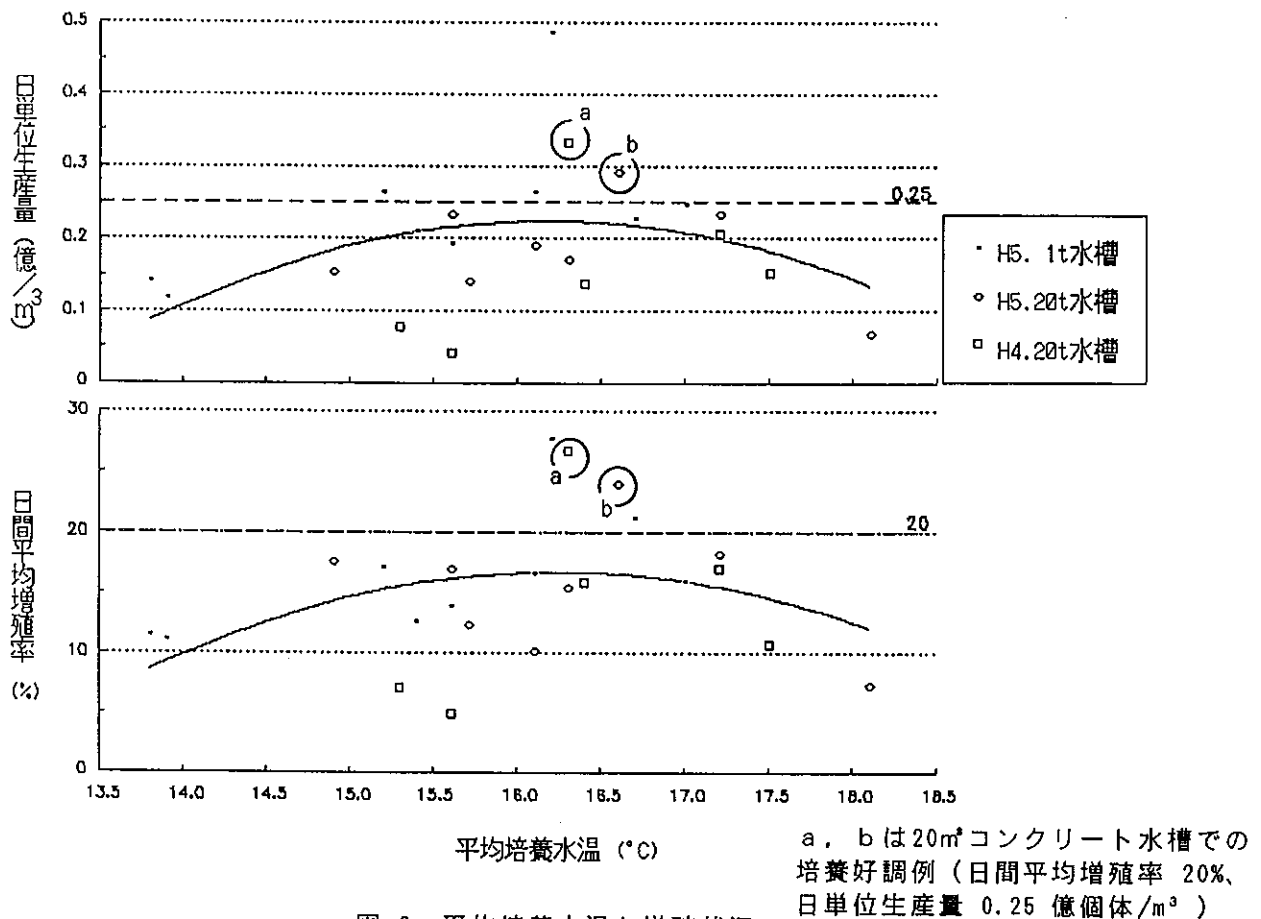


図 2. 平均培養水温と増殖状況

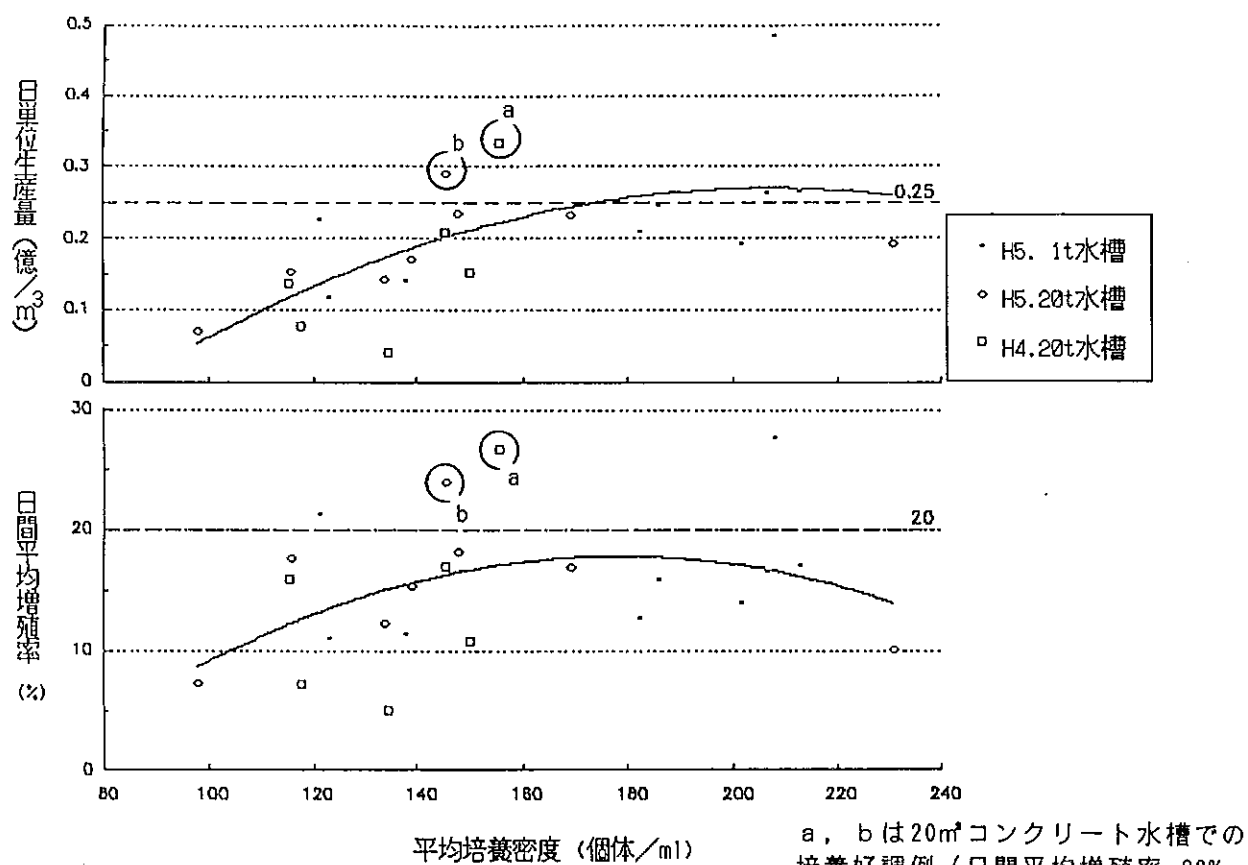


図 3. 平均培養密度と増殖状況

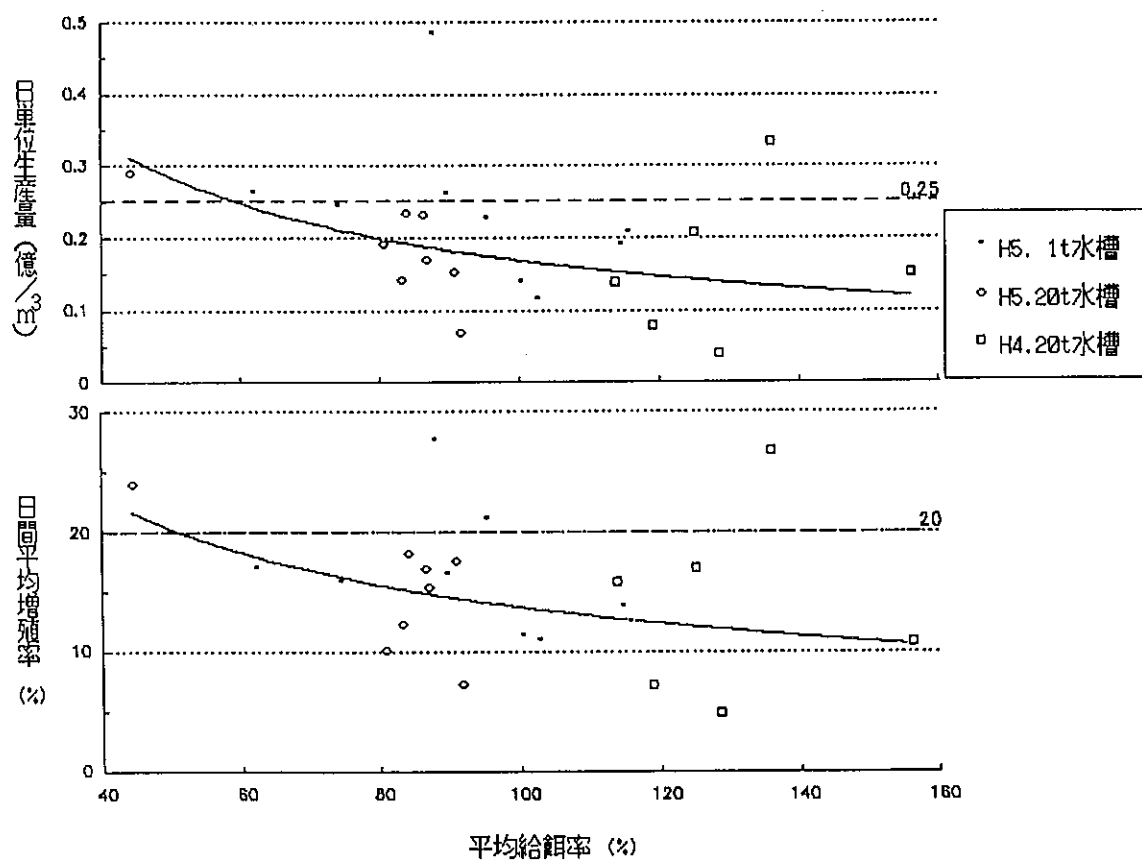


図 4. 平均給餌率と増殖状況

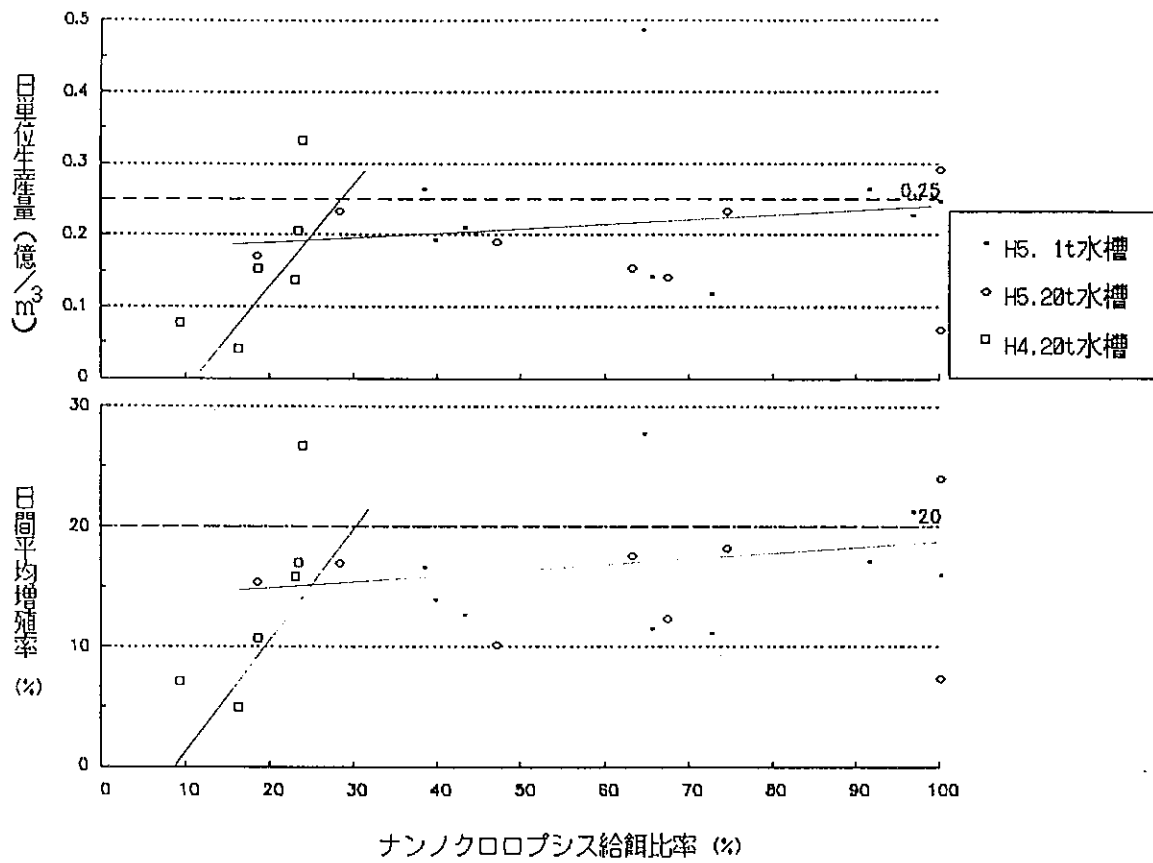


図 5. ナンノクロロプシス給餌比率と増殖状況

当事業場で アルテミアナリウスを餌料として使用するのは、スライム、トヤマビ、ヤギムシガイ、ヒラメの4種であるが、本年度はヤギムシガイの種苗生産が行われなかったため、ヤギムシガイ以外の3種に アルテミアナリウスを供給した。また養成アルテミアは、本年度のヒラメの種苗生産においては使用されなかった。生産期は、昨年度入手したトヤマビの抱卵雌からふ出した幼生を飼育する12月中旬から、ヒラメの種苗生産が終了する6月中旬までとした。

1. アルテミアナリウスのふ化と使用状況

(1) ふ化方法

アルテミアナリウスは、約28℃に加温した全海水に卵を収容しふ化させた。卵の収容密度は、最大1kg/500ℓとした。卵は、ミヤ化学社製の北米産のものを使用した。ふ化したアルテミアナリウスの回収は、卵収容の約48時間後に行った。

(2) アルテミアナリウスの使用状況

アルテミアの卵の収容およびふ化したナリウスの回収は、平成4年12月19日～5年6月14日であった。

表1 アルテミアナリウスの使用状況

供給先	使用量(万個体)
スライム	650
トヤマビ	594,040
ヒラメ	541,000
その他	376,310
計	1,512,000

アルテミア卵の使用量は、500g入りの缶で合計127缶であった。ふ化したアルテミアナリウスの使用状況を表1に示した。スライム、トヤマビおよびヒラメに使用したアルテミアナリウスは、マリノオガ(日清ファインケミカ社製)を2.5ℓ/m³添加して24時間栄養強化した。栄養強化の際のアルテミアナリウスの培養密度は、20～40万個体/ℓであった。

平成4年12月19日～5年6月14日の178日間に、合計151.2億のアルテミアナリウスをふ化させた。

2. アルテミア 養成

今年度は、生きた養成アルテミアおよび冷凍の養成アルテミアともに各魚種の種苗生産には使用しなかったため、培養は行わなかった。

VI. その他

平成5年 場内普及・指導活動一覧

月	水産関係		一 般		学 生		合 計	
	件 数	人 数	件 数	人 数	件 数	人 数	件 数	人 数
1	-	-	2	2	-	-	2	2
2	2	3	-	-	-	-	2	3
3	1	1	-	-	-	-	1	1
4	1	1	-	-	-	-	1	1
5	2	3	1	22	-	-	3	25
6	-	-	-	-	-	-	-	-
7	3	4	-	-	-	-	3	4
8	-	-	-	-	-	-	-	-
9	1	3	1	2	-	-	2	5
10	3	14	-	-	-	-	3	14
11	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-
計	13	29	4	26	-	-	17	55

平成5年度 映画フィルム等貸出し状況

貸出し実績なし

平成5年 地先水温と塩分

水 温 (℃)			塩 分 (‰)		
1 月 上 旬	13.3	32.6	7 月 上 旬	20.3	34.1
中 旬	13.1	32.8	中 旬	22.3	33.2
下 旬	12.2	33.0	下 旬	22.3	33.4
月	12.8	32.9	月	21.7	33.5
2 月 上 旬	11.0	32.8	8 月 上 旬	22.6	33.6
中 旬	11.1	33.2	中 旬	21.2	33.7
下 旬	11.0	33.1	下 旬	23.5	33.0
月	11.0	33.0	月	22.5	33.4
3 月 上 旬	11.0	33.7	9 月 上 旬	23.7	32.8
中 旬	10.8	33.4	中 旬	23.1	33.2
下 旬	11.2	33.8	下 旬	23.1	32.2
月	11.0	33.7	月	23.3	32.7
4 月 上 旬	11.8	33.9	10 月 上 旬	22.3	31.7
中 旬	12.1	34.1	中 旬	21.8	32.0
下 旬	13.6	34.8	下 旬	20.9	32.3
月	12.6	34.3	月	21.7	32.0
5 月 上 旬	14.3	35.3	11 月 上 旬	19.5	32.8
中 旬	15.0	34.4	中 旬	18.8	33.1
下 旬	16.2	34.3	下 旬	17.8	33.2
月	15.1	34.7	月	18.8	33.0
6 月 上 旬	17.1	34.4	12 月 上 旬	16.7	33.4
中 旬	17.6	34.6	中 旬	14.8	32.9
下 旬	19.4	34.3	下 旬	13.8	33.0
月	18.0	34.4	月	15.3	33.1
平成5年 年平均			17.0	33.2	
平成4年 年平均			17.0	33.0	
平成3年 年平均			17.0	33.1	

