

栽培漁業センター技報

第4号

平成17年10月

目 次

新たなブリ育成用配合飼料を用いた養成親魚からの採卵の試み 浜田和久・虫明敬一・山本剛史・古板博文・竹内俊郎	1
陸上水槽で養成したハモの摂餌量について 西 明文・加治俊二・足立純一・山崎哲男	6
飼育条件下におけるスジアラの産卵生態について 山本和久・與世田兼三	9
「ほっとけ飼育」によるマダイの種苗生産事例 島 康洋・高橋 誠	14
キハダ仔魚のワムシ摂餌に及ぼす光条件の影響 手塚信弘・中澤昭夫・升間主計	18
イセエビにおける中期フィロソーマまでの適正飼育密度について 村上恵祐・榮 健次	24
銅イオン発生装置によるトラフグのビブリオ病防除の可能性 藤本 宏・岩本明雄	28
80%海水を用いたワムシ粗放連続培養の実証例 熊谷厚志・藤浪祐一郎	32
着底期のマツカワ仔稚魚における小割網飼育法の検討 森岡泰三・鈴木重則・福永恭平・錦 昭夫	38
オニオコゼにおける加工したスパゲティーマーカータグ標識の装着サイズの検討 太田健吾・島 康洋	42
サワラの中間育成における適正水温について 兼松正衛・越智清継・島 康洋	45
トラフグ種苗における耳石の形状異常について 清水大輔・足立純一・崎山一孝	50
長崎県内におけるクエの漁業実態と流通について 齊藤貴行・本藤 靖・服部圭太	56
ネオヘテロボトリウム寄生による貧血症状ヒラメの生体防御機能の測定 森田哲男・山田達哉・塩澤 聡	61
ヒラメ天然魚のベータノダウイルス保有状況の調査 森 広一郎・西岡豊弘・菅谷琢磨・山田徹生・村上恵祐・本藤 靖・太田健吾・岡 雅一・有元 操	65

新たなブリ育成用配合飼料を用いた養成親魚からの採卵の試み

浜田和久^{*1}・虫明敬一^{*2}・山本剛史^{*3}・古板博文^{*3}・竹内俊郎^{*4}

(^{*1} 五島栽培漁業センター, ^{*2} 栽培漁業部, ^{*3} 養殖研究所, ^{*4} 東京海洋大学)

近年、資源造成を目指した放流用種苗の量産のための種苗生産技術開発の進展は目ざましく、2002年には魚類41種、甲殻類15種および貝類その他37種の計93種の種苗放流が実施されている¹⁾。栽培漁業を推進する上で種苗生産の根幹をなす親魚養成技術開発において、最も基本となるのは採卵用親魚の養成のための飼餌料の開発である²⁾。しかし、海産魚の親魚用配合飼料の開発に関する研究は数多くなされてきているが、わが国の重要な栽培対象種の中で基礎研究の成果が実用化に結びついた事例としては、これまでにマダイ、ブリ、ヒラメおよびシマアジの4種であり³⁾、他魚種ではまだ実用化の段階にないのが現状である。また、近年では生餌や魚肉ミンチを利用したモイストペレットを飼餌として給餌する際には、生餌そのものが疾病の発生源となることが懸念されており^{*5}、各魚種での栄養要求に見合った親魚養成用配合飼料の開発は、今後も重要な技術開発課題の一つであることが指摘されている²⁾。

このような状況の中、ブリ *Seriola quinqueradiata* に関しては1990年頃から親魚用配合飼料の開発が行われ、これまでに市販の配合飼料を用いた親魚養成でも成熟および産卵に有効との報告がなされている^{4,6)}。ところが、養殖業界においては魚価の安値に対する策を講じる手段の一つとして、より安価な配合飼料を導入して生産コストの軽減を図る動きが強まった。そのため、従来から使用してきた配合飼料が2003年に急遽製造中止となり、それに変わる代替配合飼料が市販されるようになった。本研究では、この代替飼料を用いた

ブリ親魚養成の有効性を検証するため、従来の配合飼料とこの代替飼料のそれぞれで親魚養成を行い、養成した親魚を用いて採卵試験を行った。その結果、成長、生残および飼料転換効率などの飼育成績では従来の配合飼料給餌と比較しても全く遜色のない結果が得られたが、採卵成績では劣る結果となった。ここでは、これらの試験結果について報告する。

材料と方法

親魚養成 試験に供した親魚は、2002年2月2日に長崎県内の養殖業者から購入したブリ2⁺歳魚を五島栽培漁業センターの海面小割生簀(5m×5m×深さ5m)に収容して、本試験を開始した2003年11月25日までの1年10カ月の間、市販の配合飼料(ハマチソフトドライペレット, 坂本飼料; 以下SDP)を給餌して養成した。この間、体表等に寄生する単生虫 *Benedenia seriolae* は、定期的な網生簀の交換を行う際に約5分間の淡水浴により駆虫した。2003年11月25日にこのロットを18尾(♂:♀=9:9)ずつ二群に分けて、それぞれ別の海上小割生簀(5m×5m×深さ5m)に収容した。一群には従来の市販配合飼料(SDP)を、もう一群には代替の市販配合飼料(ハマチEPキングS, 坂本飼料; 以下EPK)をそれぞれ週に3回の頻度で毎回総魚体重の3%を目安に給餌した(表1)。

親魚の成熟調査は、試験開始0日後(2003年11月25日)、同42日後(2004年1月6日)、同76日後(2月9

表1 試験設定および試験開始時と終了時の供試ブリ親魚の大きさ

配合飼料の種類 ^{*1}	試験期間(日数)	供試親魚								
		由来	年齢	尾数(♂:♀)	平均尾又長±SD ^{*2} (cm)		平均体重±SD(kg)		平均肥満度±SD	
					試験開始時	試験終了時	試験開始時	試験終了時	試験開始時	試験終了時
SDP	2003.11.25~ 2004.4.30 (150日)	養殖 ^{*3}	4	18 (9:9)	77.2±1.8	78.7±1.9	9.9±0.8	11.4±0.9	21.6±1.7	23.6±1.7
EPK	2003.11.25~ 2004.4.30 (150日)	養殖	4	18 (9:9)	77.1±3.3	78.7±3.1	10.1±1.0	11.4±1.7	22.5±1.9	23.0±2.3

*1 SDP:ソフトドライペレット, EPK:EPキング(いずれも坂本飼料製)

*2 SD:標準偏差

*3 養殖とは天然稚魚を養殖業者が約2年間飼育したことを示す。

*5 菅谷琢磨・森 広一郎・西岡豊弘・有元 操・中井敏博(2003)親魚飼料からのベータノダウイルスの検出.平成15年度日本魚病学会講演要旨集, p.25.

日), 同107日後(3月11日) および同150日後(4月24日)に行った。成熟調査では, 最初に親魚の背部筋肉内に装着したピットタグ(MPR製, 長さ18mm × 直径2.1mm)により個体識別し, その後, 両区の雌親魚について生殖孔からカニューレを挿入して卵巣卵の一部を採取した。個体別に採取したサンプルは, 直ちに万能投影機(V-12, ニコン)により卵巣卵の中で最大卵径を有する30粒を測定して平均値を求め, その値をその個体のその時点における平均卵巣卵径とした。いずれの調査時にも麻酔は使用しなかった。

採卵 2004年4月24日に両区のすべての親魚にホルモン(human chorionic gonadotropin: HCG, 帝国臓器)を1kg体重当たり600IUを基準として背部筋肉内に注射した。この時, 親魚の飼育水温を19℃に調整した。

水槽内に産出された卵の回収からふ化までの卵管理の工程は既報⁷⁾に準じた。すなわち, 水槽内の卵は, 水槽内に設置されたサイフォン(直径50mm, 4本)により飼育海水とともに隣接したポリカーボネイト水槽(0.5kl)に設置した採卵ネット(直径70cm × 深さ60cm, ゴース地)に導入してろ過収集する方法で回収した。これらの卵はメスシリンダー(容量2ℓ)を用いて浮上卵と沈下卵に分離させて浮上卵率を求めた後に, 浮上卵のみをふ化水槽(8klコンクリート水槽)に設置したふ化ネット(直径90cm × 深さ75cm, ゴース地)に収容した。卵の発生段階が桑実期以降に達した段階で100粒の卵を検鏡して浮上卵中の受精率を求め, 最終的には総採卵数に対する受精率に換算した。

卵のふ化が完了した時点ではふ化ネット内の仔魚数を計数し, 総採卵数に対するふ化仔魚数の割合でふ化率を算出した。

仔魚の活力判定 仔魚の活力判定は, 毎回得られた仔魚を用いて虫明ら⁸⁾の方法により飢餓耐性試験に基づき無給餌生残指数(survival activity index: SAI)を算出した。同時に, 5月1日に得られた仔魚を用いて小型水槽(0.5kl)による日齢10までの飼育(以下, 初期飼育とする)を行った。初期飼育は通常の餌料系列で行い, 日齢3(開口時)および10(飼育終了時)で生残率の推定と仔魚の全長測定を行った。なお, 小型水槽には両区ともふ化仔魚1,500尾を収容し, 飼育時の水温はウォーターバス方式による加温飼育(19.6~22.2℃)とした。

結 果

成熟調査 各配合飼料を給餌した試験期間を通して, SDP給餌区親魚の平均卵巣卵径の方がEPK区よりも若干大きい傾向がみられたが, 有意な差は認められなかった(図1)。HCG注射を行う直前の最終調査(試験開始150日後, 2004年4月24日)では, SDP区およびEPK区の平均卵巣卵径はそれぞれ $738 \pm 41 \mu\text{m}$ および $709 \pm 58 \mu\text{m}$ と, 両区ともに第3次卵黄球期であった。

採卵結果 4月24日に両区の親魚群にHCG注射を行って水槽内での誘発産卵試験を行った結果, SDP区およびEPK区ではそれぞれ4月26日および4月

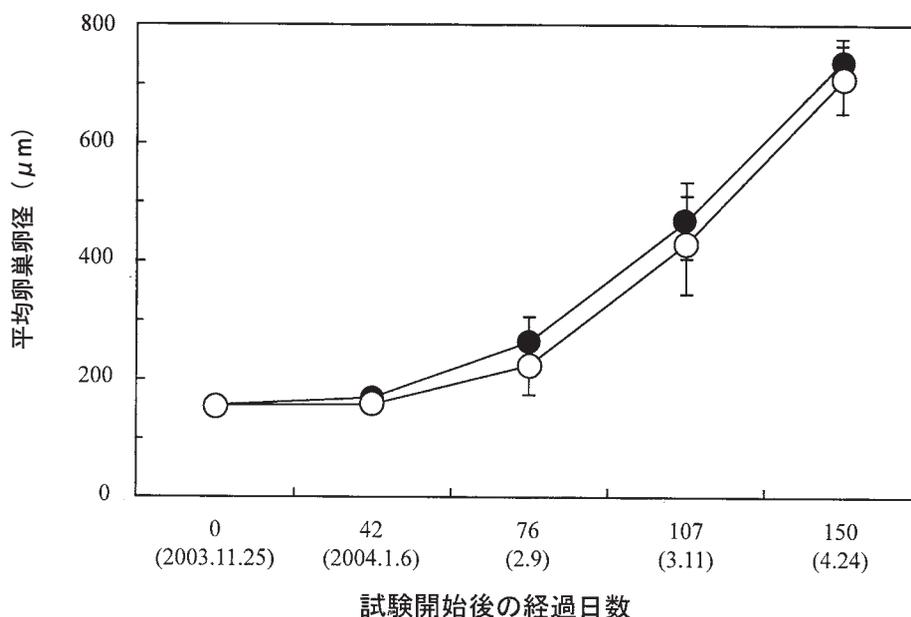


図1 各配合飼料で養成したブリ雌親魚の卵巣卵径の経時的変化

● ハマチソフトドライペレット (SDP) ○ ハマチEPキングS (EPK)

27日から産卵が認められた（図2）。両区とも産卵は4月30日までに各4回認められた。その間に得られたSDP区およびEPK区の総採卵数はそれぞれ238万粒および205万粒と有意な差は認められず、供試した雌親魚1尾当たりの採卵数はそれぞれ26万粒および23万粒であった（表2）。しかし、浮上卵数（浮上卵率）、受精卵数（受精率）およびふ化仔魚数（ふ化率）では有意な差が認められ、SDP区ではそれぞれ177万粒（74.5%）、158万粒（66.3%）および43万尾

（18.2%）得られたのに対し、EPK区ではそれぞれ74万粒（35.8%）、6万粒（2.8%）および0.4万尾（0.2%）に留まった。

仔魚の活力 試験期間を通して得られたふ化仔魚のSAIの平均値は、SDP区が23.8であったのに対して、EPK区では21.3と有意な差は認められなかった（表3）。しかし、初期飼育の結果では、SDP区の日齢3および10での推定生残率がそれぞれ79.0%および65.7%であったのに対し、EPK区ではそれぞれ45.9%

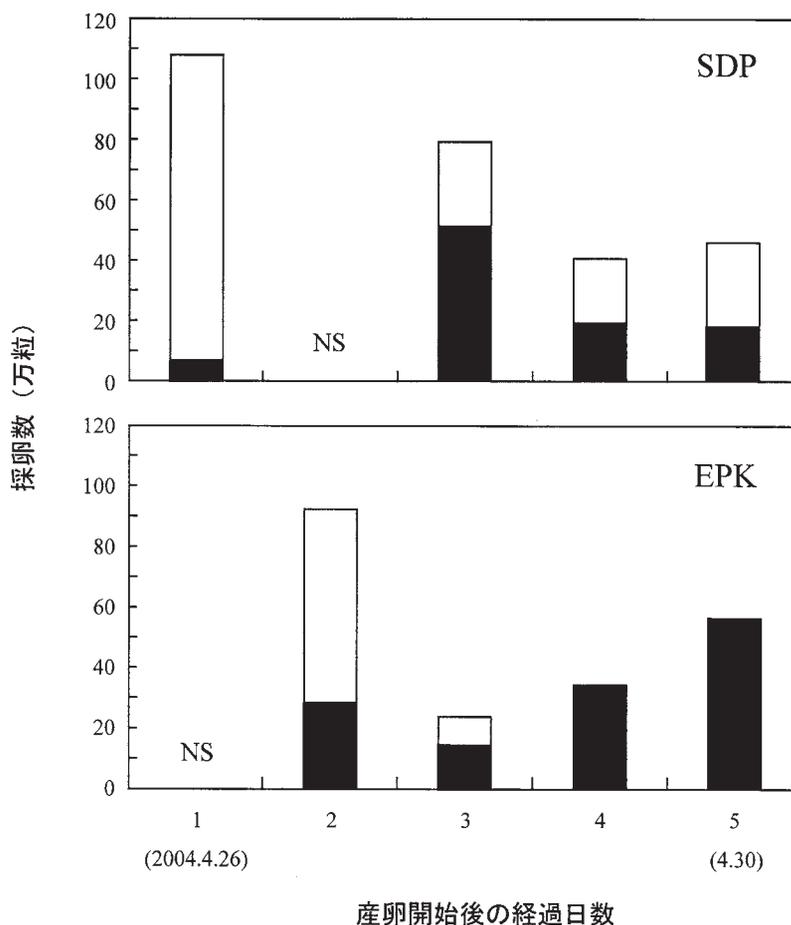


図2 各配合飼料で養成したブリ親魚の誘発産卵状況

□：浮上卵 ■：沈下卵 NS：産卵せず
SDP：ハマチソフトドライペレット
EPK：ハマチEPキングS

表2 各配合飼料を給餌したブリ親魚群のHCG注射による誘発産卵結果

配合飼料の種類 ^{*1}	産卵期間(日数)	総採卵数(万粒)	受精卵		ふ化仔魚数(万尾)	ふ化率 ^{*2} (%)	供試雌親魚1尾当たりの	
			数(万粒)	率(%)			採卵数(万粒)	ふ化仔魚数(万尾)
SDP	2004.4.26~4.30(5日)	237.7	157.6	89.0	43.3	18.2	26.4	4.8
EPK	2004.4.26~4.30(5日)	205.1	5.8	7.9	0.4	0.2	22.8	0.04

*1 SDP：ソフトドライペレット，EPK：EPキング（いずれも坂本飼料製）

*2 ふ化率は総採卵数に対するふ化仔魚数の割合で求めた。

表3 各配合飼料を給餌したブリ親魚群から得られた仔魚の初期10日間の飼育結果

配合飼料の種類 ^{*1}	仔魚のSAI 平均値 (最低-最大)	飼育期間 (日数)	水槽の 大きさ (kℓ)	飼育水温 (°C)	収容尾数 (尾)	日齢0(収容時)の全長(mm)	日齢3(開口時)の		日齢10(終了時)の	
							生残率(%)	全長(mm)	生残率(%)	全長(mm)
SDP	23.8 (23.1~24.6)	2004.5.1~5.10 (10日)	500	19.7~22.2	1,500	3.7±0.4 ^{*2}	79.0 ^{*3}	4.1±0.3	65.7 ^{*3}	5.3±0.2
EPK	21.3 (19.4~22.5)	2004.5.1~5.10 (10日)	500	19.7~22.2	1,500	3.7±0.3	45.9	4.1±0.3	32.9	5.2±0.3

*1 SDP: ソフトドライペレット, EPK: EPキング (いずれも坂本飼料製)

*2 平均全長±標準偏差

*3 EPK区の結果と比較して有意差あり ($p < 0.01$)

および32.9%と有意に低い結果となった。仔魚の全長に関しては両区間で差は認められなかった。

考 察

栽培漁業対象種の親魚養成技術開発では、養成用飼餌料の開発が重要であることは冒頭に述べた通りである。しかし、現段階ではほとんどの魚種でまだ生餌やモイストペレットが多用されているのも事実である²⁾。そのような状況の中、最も重要な対象種の一つであるヒラメでは、天然魚を用いた配合飼料給餌による親魚養成および採卵への有効性が実証されている^{*6}。ブリでは、従来のSDPを給餌して採卵用親魚の養成を行うことにより、生餌やモイストペレット給餌による採卵結果⁹⁾と比較しても全く遜色のない成績が得られている⁵⁾。また、配合飼料に由来する病原微生物の経口感染の可能性が極めて低いといった利点を有する^{2,7)}。親魚の栄養学的観点や疾病対策上の観点から、従来のSDP給餌によるブリ親魚養成技術における飼餌料の開発は、技術的にもほぼ完成された段階にあったと考えられる。

ところが、2003年に前述のように安価な配合飼料の導入に伴う生産コストの軽減を理由に突然SDPの製造が中止され、代替品としてEPKが製造・市販されるようになった。今回の試験において、SDPとEPKのそれぞれの配合飼料を給餌して親魚養成を行った結果、飼育成績では従来の配合飼料(SDP)と比較しても全く遜色のない結果を示し、ブリの育成用配合飼料としての効果には何ら問題がないことがわかった。しかし、このEPKを親魚養成に応用し採卵成績や得られた仔魚の活力についてSDPで養成した場合の成績を比較したところ、浮上卵率、受精率、ふ化率および初期飼育における生残率の4項目において、EPKを給餌した親魚群の採卵成績が大きく劣る結果となった。これは、成熟期においては雌親魚の卵巣卵径の増大に有意な差が認められなかったことから、EPK区

の雄親魚の精子活性あるいは雌親魚の卵巣卵の受精能力に問題があったことも推察されるが、調査を行っていないので断言はできない。いずれにせよ、今回の比較試験において、ブリの採卵用親魚の養成時においては、育成用に開発された配合飼料をそのまま親魚養成用の配合飼料として使用するには、若干問題点が残されていると考えられた。今後、ブリ親魚養成用の飼餌料の開発、特に成熟あるいは産卵に有効な配合飼料の開発に関する早急な取り組みが必要であることを示す結果と考えられる。

文 献

- 1) 水産庁・水産総合研究センター (2004) 平成14年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国). 113 pp.
- 2) 虫明敬一・本藤 靖・崎山一孝・浜田和久・堀田卓朗・吉田一範 (2003) 日本栽培漁業協会における親魚養成技術開発の現状と今後の課題 (総説). 栽培技研, 30, 79-100.
- 3) Watanabe, T. and R. Vassallo-Agius (2003) Broodstock nutrition research on marine finfish in Japan. *Aquaculture*, 227, 35-61.
- 4) Watanabe, T., H. Sakamoto, M. Abiru, and J. Yamashita (1991) Development of a new type of dry pellet for yellowtail. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57, 891-897.
- 5) 虫明敬一・河野一利・Visuthi Verakunpiriya・渡邊 武 (1995) 市販ソフトドライペレットを給餌したブリの採卵結果. 日水誌, 61, 540-546.
- 6) Watanabe, T., V. Verakunpiriya, K. Mushiake, K. Kawano, V. Kiron, and S. Satoh (1996) The first spawn-taking from broodstock yellowtail cultured with extruded dry pellets. *Fisheries Sci.*, 62, 388-393.
- 7) 日本栽培漁業協会 (1999) Ⅲ. 卵管理とふ化, ブ

*6 本藤 靖・村上直人・虫明敬一・津崎龍雄: 天然魚を用いた配合飼料給餌によるヒラメ親魚養成と採卵について. 日水誌, (投稿中).

- りの親魚養成技術開発. 栽培漁業技術シリーズ No.5, 日本栽培漁業協会, 東京, pp. 41-48.
- 8) 虫明敬一・藤本 宏・新聞脩子 (1993) ブリふ化仔魚の活力判定の試み. 水産増殖, **41**, 339-344.
- 9) 虫明敬一・新井 茂・松本 淳・新聞脩子・長谷川 泉 (1993) モイストペレットで飼育した養殖ブリ2年魚の人工採卵. 日水誌, **59**, 1721-1726.

陸上水槽で養成したハモの摂餌量について

西 明文^{*1}・加治俊二^{*1}・足立純一^{*1}・山崎哲男^{*2}

(*1 志布志栽培漁業センター, *2 伯方島栽培漁業センター)

志布志栽培漁業センターでは、2001年よりハモ *Muraenesox cinereus* の親魚養成技術開発に取り組んでいる。親魚養成では、適正な量および質の餌料を与えることが重要である。これまで、ハモの長期養成については上浦栽培漁業センターの事例¹⁾があるが、海面生簀での養成であったためか、摂餌量等について十分な考察はなされなかった。

一方、志布志栽培漁業センター（以下、当センター）では陸上水槽を用いて養成を行っているため、観察が比較的容易で、摂餌状態の把握も可能である。そこで、今後の親魚養成の技術開発に向けて基礎的知見を収集するため、ハモ親魚の摂餌量の周年変動を調べた。

材料と方法

供試魚 試験には、2001～2002年に宮崎県日向灘、鹿児島県志布志湾および八代海で小型底曳網あるいは刺網で漁獲され、志布志栽培漁業センターで1～2年養成した456尾のハモ親魚を供試した。

養成方法 養成には、水量30～330klの4種類の角形コンクリート水槽を用いた。水槽は屋外にあるため、上部を寒冷紗（遮光率80%）で遮光し、水槽底には巣穴として60～80cmに切断した内径50～100mmの塩ビパイプ60～80個を設置した。

飼育水には砂ろ過海水を用い、終日掛け流しの流水飼育で流量は2.1～2.7回転/日に調整した。水温は自然水温とし、毎日午前中に水温測定（U-21XDマルチ水質モニタリングシステム：堀場製作所）を行った。

給餌方法 餌料には冷凍のマアジ、マサバ、スルメイカを用い、それぞれ10～20g程度に切って与えた。マアジ、マサバにはゼラチンカプセル（#2：日本薬局）に詰めた市販ビタミン剤（アトルブランドオリジナル：アトル）を埋め込み、水槽の中央部に投入した。給餌回数は週2回を基本とし、摂餌が活発でない時には週1回とした。給餌量は摂餌状況に応じて調整し、わずかに残餌がみられる程度を目安とした。給餌は夕方に行い、翌朝に残餌を回収して計量し、給餌量から引いた値を摂餌量とした。

また、水槽替えは汚れに応じて低水温期には1.5～2カ月に1回、高水温期には1カ月に1回程度で行い、同時にネオベネデニアを駆除するため5～7分間の淡水浴を実施した。

結果と考察

試験は、2003年10月～2004年9月まで実施した。表1にハモ親魚の養成結果を示した。養成は456尾で開始し、試験期間中の死亡あるいは活力不良により40尾を、成熟度調査で158尾を取り揚げ、試験終了時には258尾となった。収容密度は、試験期間中の減耗やサンプリングなどにより、0.3～1.7尾/m²の範囲で変動した。2004年1～2月に全個体の成長を測定したところ、体重0.72kg（0.24～4.01kg）、全長73.4cm（47.7～114.0cm）、肛門前長29.8cm（21.6～51.6cm）であった。

給餌1回当たりの平均摂餌量と養成水温を図1に示

表1 ハモ親魚の養成結果

試験期間	供試尾数				養成水槽			収容密度 ^{*1} (尾/m ²)	大きさ:平均(範囲) ^{*2}		
	開始時	死亡	成熟調査	終了時	形状	容量(kl)	底面積(m ²)		体重(kg)	全長(cm)	肛門前長(cm)
2003年10月 ～ 2004年9月	456	40	158	258	四角	30	20	0.3～1.2	0.72 (0.24～4.01)	73.4 (47.7～114.0)	29.8 (21.6～51.4)
					四角	130	110	0.4～1.7			
					四角	170	100	0.7～1.3			
					四角	330	144	0.6～1.2			

*1：期間中の各水槽の収容状況が変わっているため、尾数は合計総数のみを示した。

*2：大きさは2004年1～2月に養成個体全数を測定した結果を示した。

した。摂餌が活発な時期は10月上旬～12月中旬と3月下旬～5月上旬で、摂餌量と水温はそれぞれ34～52g/尾/回、16.5～24.9℃、および27～36g/尾/回、18.3～20.0℃であった。一方、摂餌が比較的不活発となった時期は1月下旬～2月中旬、および6月中旬～8月中旬（8月下旬は摂餌不良のため給餌を行わなかった）で、摂餌量と水温はそれぞれ1～9g/尾/回、13.5～15.1℃、および8～11g/尾/回、23.9～29.0℃であった。1年のうち摂餌が最も活発な時期は11月上旬～12月上旬であり、平均水温は20.0～23.7℃であった。

志布志湾や日向灘では、ハモの漁獲水深帯である50～100mの水温は17～25℃²⁷⁾である。また、八代海の漁獲最盛期である夏期の海底付近の水温は21～25℃（鹿児島県水産試験場調査データ、未発表）、瀬戸内海周防灘での生息水温は19～25℃⁸⁾と報告されており、

ハモの生息には17～25℃が適水温範囲と推定され、この水温帯は今回の試験で摂餌が比較的活発となる水温とほぼ一致した。

瀬戸内海での養成事例⁹⁻¹¹⁾によると、海面小割網では水温15℃以下では摂餌が見られず、6～11℃ではほぼ半数が死亡するが、この時期に陸上水槽で12℃以上に加温することで越冬が可能であるとしている。当センターでは、養成水温が15℃以下の日が1～3月には20～30日ほどあり、この時期の摂餌量低下は水温の影響によると考えられた。しかし、3月には、卵巣卵の成熟段階が第2次卵黄球期から第3次卵黄球期初期に達するなど成熟が始まっていることから¹²⁾、低水温期の摂餌量の低下が成熟、産卵に及ぼす影響を把握し、適正な水温管理方法を検討する必要がある。

当センターで養成したハモ親魚の産卵期の盛期は7月（7～9月）であり、平均卵巣卵径は5月に0.8mm

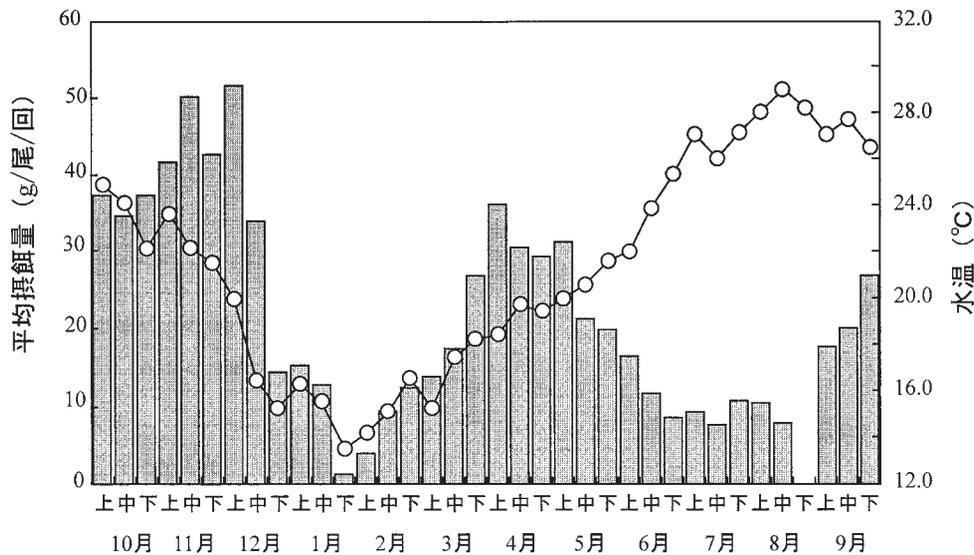


図1 養成ハモの給餌1回当たりの給餌量（旬別平均）と養成水温

■: 平均摂餌量 ○: 水温

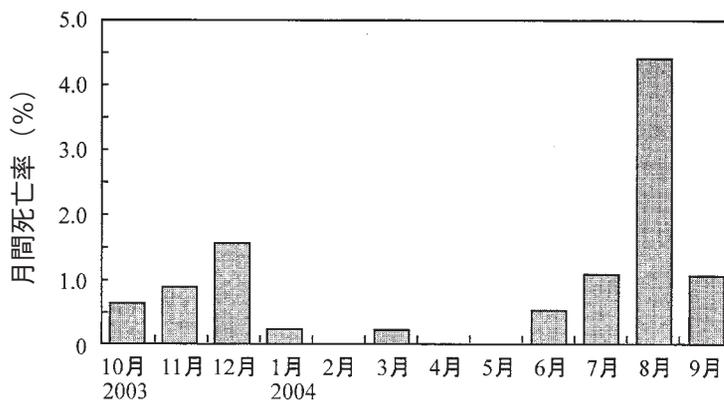


図2 月別の養成ハモの死亡状況

を超え、6月0.9mm、7月1.0mm、8月0.9mmであった¹²⁾。また、GSI(生殖腺重量/体重×100)の月平均値は、5月には雌で13、雄で8まで上昇し、最も高くなるのは雌が7月、雄が6月でそれぞれ20および10を超えた(未発表)。一方、摂餌量の低下は6～8月に最も顕著であるが、摂餌に適した水温帯にある5月中旬～6月中旬(20.4～23.9℃)から既に減少が始まっていた。これは、腹腔内に占める生殖巣の割合が高まることで摂餌が鈍り、この状態が8月まで続くと考えられた。また、8月は死亡率が最も高く(図2)、産卵期¹²⁾に高水温(28℃以上)が加わったことで体力の消耗が大きかったことが原因と考えられた。再び摂餌量が増加する9月は産卵がほぼ終了した時期であり、体力の回復を図るために摂餌の適水温帯より高水温であるにもかかわらず活発な摂餌が始まったと推測された。

文 献

- 1) 広川 潤・藤本 宏(1987) 種苗生産を目的とするハモの採卵について. 栽培技研, 16, 17-24.
- 2) 宮崎県水産試験場(1995) 平成5年度 漁況海況予報事業結果報告書. 49-96.
- 3) 宮崎県水産試験場(1996) 平成6年度 漁況海況予報事業結果報告書. 45-86.
- 4) 宮崎県水産試験場(1996) 平成7年度 漁況海況予報事業結果報告書. 48-89.
- 5) 宮崎県水産試験場(1998) 平成8年度 漁況海況予報事業結果報告書. 93-134.
- 6) 宮崎県水産試験場(1999) 平成9年度 漁況海況予報事業結果報告書. 111-152.
- 7) 宮崎県水産試験場(2000) 平成10年度 漁況海況予報事業結果報告書. 101-142.
- 8) 高井 徹(1959) 日本産重要ウナギ目魚類の形態、生態および増殖に関する研究. 農水講研報, 8, 209-555.
- 9) 野上欣也(1986) III-1 成体の確保と採卵 K-1 ハモ. 日本栽培漁業協会事業年報, 昭和60年度, 39.
- 10) 野上欣也(1988) III-1 成体の確保と採卵 K-1 ハモ. 日本栽培漁業協会事業年報, 昭和61年度, 41.
- 11) 野上欣也(1989) III-1 成体の確保と採卵 K-1 ハモ. 日本栽培漁業協会事業年報, 昭和62年度, 36-37.
- 12) 加治俊二・西 明文・足立純一(2004) 陸上水槽で養成しているハモの成熟状況の季節変化. 栽培漁業センター技報, 1, 16-18.

飼育条件下におけるスジアラの産卵生態について

山本和久・與世田兼三
(八重山栽培漁業センター)

スジアラ *Plectropomus leopardus* はハタ科スジアラ属に属し、本邦南西諸島から西部オーストラリア、およびインド洋に分布する魚類である¹⁻³⁾。沖縄県ではアカジンと呼ばれ、市場では最も高値で取引されている重要な沿岸漁業資源の一つである。1999～2003年の八重山漁業協同組合の漁獲台帳によると、本種の漁獲量は1999年に13.9トンと最も高く、それ以降は4.2～5.4トンで推移しており、本種の漁獲量は減少傾向にあるといえる。

八重山栽培漁業センターでは、1985年から種苗生産試験への良質卵を安定的に確保・供給する目的で本種の親魚養成技術開発に取り組んでおり、天然から活け込んだ親魚を3年以上養成し、安定して採卵できる技術を確立している。

本種の産卵生態については、オーストラリアのグレートバリアリーフで産卵期に成熟した雌雄がリーフエッジに集まり、月齢に同調して産卵するとの興味深い知見が報告されている^{4,5)}。一方、水槽内での産卵行動とホルモン注射による誘発産卵については照屋ら⁶⁾が報告している。近年では、自発産卵で自然条件下と同様に産卵期の4～9月に、月齢に同調した産卵周期が観察されている。

本報告では、2002～2004年に行った飼育条件下におけるスジアラ親魚の産卵周期と産卵結果についての概要を報告する。

材料と方法

供試魚と養成方法 産卵試験に供した親魚は、石垣島周辺の珊瑚礁域において一本釣り漁で漁獲された個体を、3～10年間陸上水槽で養成したものである。本種は雌性先熟型の性転換⁷⁾を行い、養成した親魚では魚体重6 kg以上で雄が出現する。供試魚の雌雄判別は、産卵期に腹部を搾出して精子を出す個体を雄とした。2002～2004年の試験では、いずれの年も産卵期直前の2～3月に雌雄の選別を行い、25尾(雌:雄=22:3)を収容した。親魚の養成および産卵水槽には屋外の角型200kℓコンクリート水槽(10×10×2 m)1面を使用した。飼育水は、2002年と2003年はろ過海水、2004年にはオゾン殺菌処理(オゾンバリア OZF-010:荏原製作所)を施したろ過海水を用いた。いずれの年も流量は10kℓ/時とした。

供試魚の平均体重は、雌4.1～4.9kg、雄6.8～7.8kg、平均肥満度は雌18.5～21.1、雄18.3～20.6であった(表1)。

餌料は、冷凍タカサゴ(地方名:グルクン)に総合ビタミン剤(ビタミックスE:マリンプロジェクト)を添着したものを1週間に3回、飽食するまで与えた。親魚の魚体測定と寄生虫および卵内寄生虫の防除を目的に、淡水浴を兼ねた水槽替えを行った。水槽替えの時期と回数は、産卵期の4～9月は新月の2～5日前

表1 産卵試験に供試したスジアラ親魚の大きさ

年	性別	尾数(尾)	平均全長(cm)	平均体重(kg)	平均肥満度
2002	雌	22	59.7 (52.0～70.0)	4.08 (2.45～7.10)	18.5 (16.5～21.7)
	雄	3	75.2 (74.0～77.5)	7.81 (7.18～8.49)	18.4 (17.7～19.1)
2003	雌	22	60.9 (52.5～68.0)	4.33 (2.92～6.48)	18.8 (16.2～22.1)
	雄	3	72.3 (70.0～76.0)	6.95 (6.24～8.04)	18.3 (18.2～18.4)
2004	雌	22	61.6 (55.0～69.0)	4.93 (3.22～6.42)	21.1 (18.5～24.9)
	雄	3	69.0 (68.0～69.5)	6.77 (6.49～6.97)	20.6 (19.3～21.8)

と満月の1～3日後に、また産卵期以外は毎月1回の割合で行った。

採卵と卵の計数 養成水槽の外側には、ゴース地ネット製の産卵ネット(90×180×水深90cm)を張った採卵水槽(100×200×水深100cm)を設置し、養成水槽からのオーバーフロー海水を受けて集卵した。受精卵は、毎日午前9時前後に採集し、紫外線照射海水(フロンライザー：千代田工販)で洗卵後に100ℓアルテミアふ化槽に収容し、沈下卵を除去した。浮上卵数および受精卵数の計数は、ふ化槽内をエアレーションで十分に攪拌して10ml(5ml×2回)量を採水し、採水中の浮上卵数と受精卵数から容量法で総卵数を求めた。

結 果

初回産卵 各年の初回の産卵日は、2002年4月13日、2003年4月24日および2004年4月14日であった(図1)。また、初回産卵時の水温は、それぞれ23.9℃、25.1℃および24.3℃であった。各年の1月から初回産卵までの積算水温は、2002年が2,195℃、2003年が2,465℃、および2004年が2,234℃となり、積算水温と初回産卵日に有意な相関は認められなかった。

産卵周期 各年とも産卵は複数回見られ、2002年は4月13日～7月23日に4回、2003年は4月24日～8月12日に4回、および2004年は4月14日～9月30日に6回であった(図2)。2002年と2003年は4回目、2004年は6回目の産卵が終了した時点で採卵を終了した。各産卵周期中における平均産卵日数は、2002年が16日(13～19日)、2003年が21日(14～28日)、2004年が23

日(18～27日)であった。

月齢と産卵との関係 初回産卵日は、2002年は新月に、2003年は新月の7日前、2004年は新月の5日前に観察され、月齢との関係が認められた(図2)。さらに、産卵周期と月齢の関係では、2002年は新月の平均3日前に産卵が始まり満月の平均2日前に終了した。同様に、2003年の産卵周期は新月の平均6日前～満月の日、2004年は新月の平均4日前～満月の平均3日後であった。いずれの年も月齢に同調し、新月の0～6日前から産卵が始まり、満月の0～3日後に終息する周期が認められた。

産卵周期中における産卵のピーク 各産卵周期において、産卵開始からピークまでの日数は、2002年は平均7日(新月から2日後)、2003年は平均8日(新月から1日後)、および2004年は平均11日(新月から5日後)であった。

各年における産卵数と卵径 各年の総採卵数(表2)は、2002年が12,048万粒、2003年が28,228万粒、2004年は47,141万粒であった。総採卵数に占める浮上卵の割合は2002年が79.6%、2003年が89.2%、2004年が83.7%と年度によるばらつきが認められた。浮上卵中の受精卵の割合は、2002年が91.1%、2003年が95.2%、2004年が99.6%と経年的に向上した。

2002～2004年の受精卵の平均卵径(表2)は、それぞれ 0.84 ± 0.04 mm、 0.85 ± 0.02 mm、および 0.85 ± 0.03 mmと顕著な差は認められなかった。また、各年における産卵周期別の平均卵径は1回目が平均0.88mm(0.87～0.89mm)、2回目が平均0.85mm(0.84～0.87mm)、3回目が平均0.83mm(0.83～0.84mm)、および4回目が平均0.82mm(0.81～0.83mm)となり、

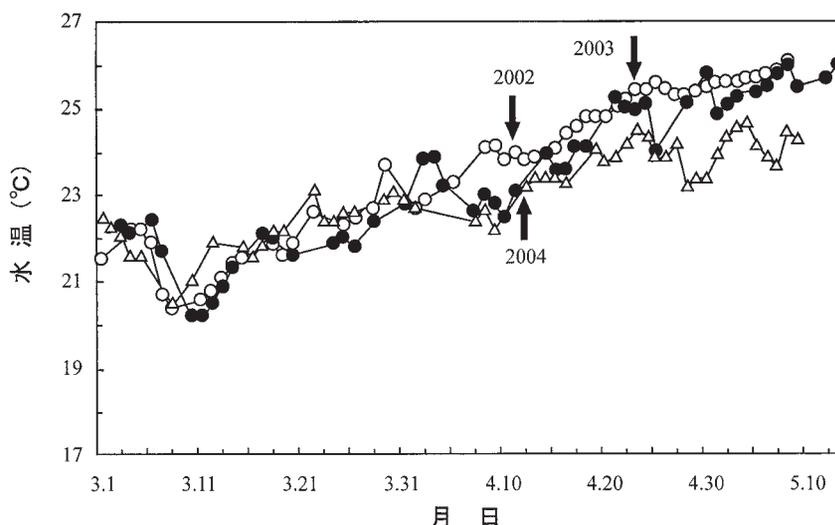


図1 スジアラの養成水温と初回産卵日

○-2002年 ●-2003年 △-2004年 → 初回産卵

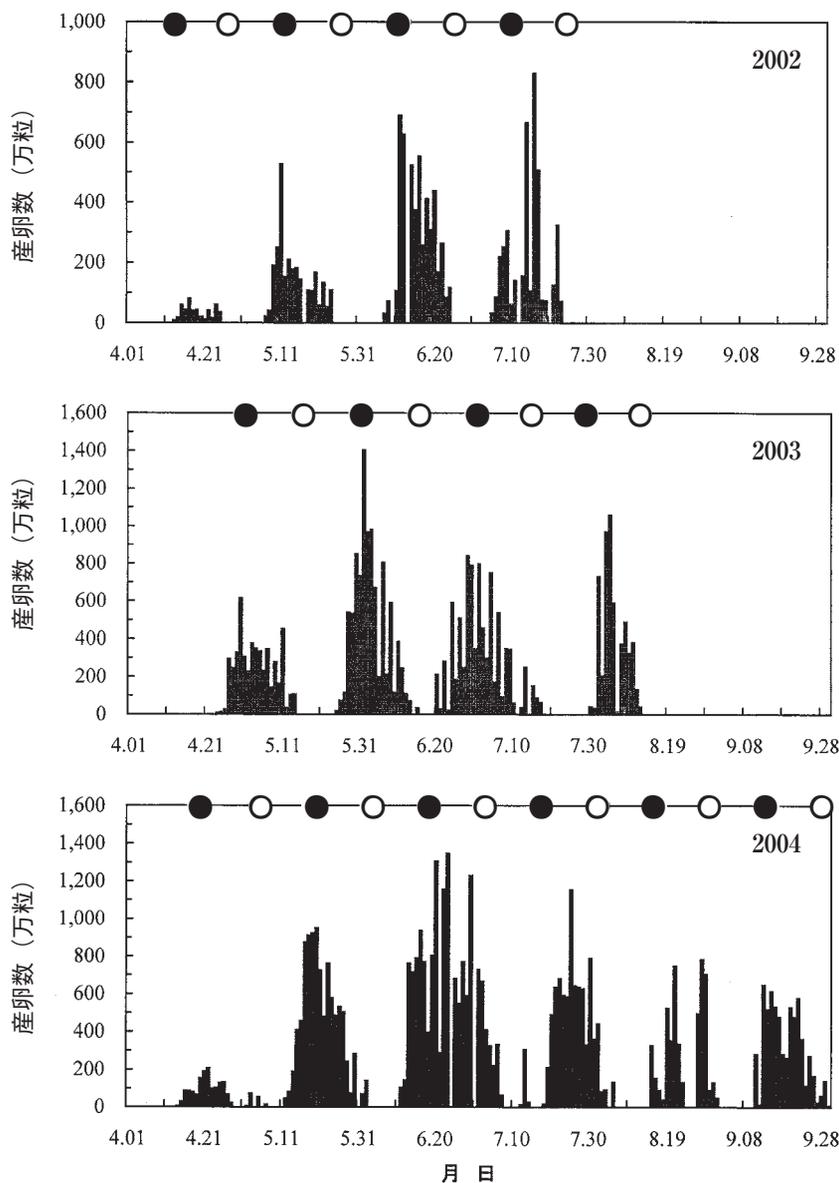


図2 月齢とスジアラの産卵周期および産卵数

● 新月 ○ 満月

産卵の後期になるに従って平均卵径が小さくなる傾向が認められた。

考 察

飼育条件下のスジアラ親魚では、初回産卵時の水温は年度によって23.4～25.1℃と幅が認められたが、初回産卵はいずれの年も4月の新月の0～7日前に観察された。このことから、スジアラの産卵を誘発する要因は、水温よりも日長リズムや月齢との同調が考えられた。

4～9月の産卵周期中における産卵回数は、13～27

回と年度毎に大きな変動が認められたが(図2)、スジアラ親魚の産卵は新月で始まり満月で終息することが明らかになった。

マダラハタ⁸⁾でも、産卵は5月の新月前後に始まり8月の新月前後に終息し、30日間の月齢周期と同調するが、1回の産卵周期における産卵期間が3～4日と短いのがスジアラとの大きな違いである。月齢と同調して産卵する魚種としてはアイゴ類^{9,11)}やシーバス *Lates caliarifer*¹²⁾などが報告されている。月齢との同調産卵では、生育場への仔魚の拡散¹³⁾、親魚が特定の場所に集まって一度に大量産卵することで卵の食害を回避する¹⁴⁾などの理由が示されているが、明確な産

表2 スジアラ親魚の採卵結果 (2002~2004年)

年	産卵 周期 (回)	平均産卵 回数(回)	浮上卵数		沈下卵数		受精卵数		総採卵数		各産卵期における平均卵径(平均±標準偏差: mm)				
			万粒	(%)	万粒	(%)	万粒	(%)	万粒	(%)	1回目	2回目	3回目	4回目	平均
2002	4	17	9,586	(79.6)	2,461	(20.4)	8,736	(72.5)	12,048	(100)	0.89±0.03 (0.79~0.96)	0.84±0.02 (0.77~0.92)	0.83±0.03 (0.68~0.90)	0.81±0.03 (0.75~0.88)	0.84±0.04 (0.68~0.96)
2003	4	21	25,176	(89.2)	3,054	(10.8)	23,990	(85.0)	28,228	(100)	0.87±0.02 (0.84~0.92)	0.85±0.02 (0.82~0.88)	0.84±0.01 (0.81~0.85)	0.83±0.01 (0.81~0.85)	0.85±0.02 (0.81~0.92)
2004	6	23	39,467	(83.7)	7,673	(16.3)	39,300	(83.4)	47,141	(100)	0.89±0.02 (0.86~0.91)	0.87±0.02 (0.83~0.88)	0.84±0.01 (0.82~0.87)	0.82±0.01 (0.80~0.84)	0.85±0.03 (0.80~0.91)

卵機序については十分に解明されていない。

オーストラリアのグレートバリアリーフに生息するスジアラは、春から初夏(9~11月)にかけてリーフエッジに雌雄が集まって産卵し、産卵行動は水温が25℃を超えると最も活発となり、新月で始まり満月で終息するとされている^{4,5)}。今回の試験では、養成魚でも天然魚とほぼ同様の産卵生態を示し、また産卵数は経年に伴って増加傾向が認められた。これは雌の加齢に従い、抱卵数が増加し、さらに産卵回数が増加したためと考えられる。各年とも、産卵周期は複数回見られたが、産卵盛期はいずれの年も5~6月にあり、各産卵周期の産卵のピークは新月の2~7日後に生じることが明らかになった。これらの知見は、計画的に種苗の生産を行う上で重要なデータとなる。また、スジアラ受精卵の卵径は、初回の産卵時が最大であり、産卵後期になるに従って小さくなる傾向が認められたことから、飼育には卵径の大きい5月前後の受精卵を用いることが重要であると考えられた。

本種では、ホルモン処理を施さない自発産卵で大量に採卵できる技術が確立されつつあるが、計画的な採卵を可能とするには、日長や水温などの環境制御技術の開発が必要である。今後は、飼育条件下における成熟制御技術の開発を進めていく。

文 献

- 1) 片山正夫(1984)ハタ科. 日本産魚類大図鑑解説(益田一・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫編). 東海大学出版会, 東京, pp. 123-124.
- 2) 瀬能 宏(1993)ハタ科. 日本産魚類検索(中坊徹次編). 東海大学出版会, 東京, pp. 601-603.
- 3) Randall, J. E. (1990) Serranidae in "Fishes of the great barrier reef and coral sea". (ed. by J. E. Randall, C. R. Allen, and R.C. Steene), University of Hawaii Press, Honolulu, pp. 116-119.
- 4) Samoilys, MA. and L. Squire (1994) Preliminary observation on the spawning behavior of coral trout, *Plectropomus leopardus* (Pisces:Serranidae), on the Great Barrier Reef. *Bull. Mar. Sci.*, **54**, 332-342.
- 5) Zeller, DC. (1998) Spawning aggregation : pattern of movement of the coral trout *Plectropomus leopardus* (Serranidae) as determined by ultrasonic telemetry. *Mar. Eco. Pro. Ser.*, **162**, 253-263.
- 6) 照屋和久・升間主計・本藤 靖(1992)水槽内でのスジアラの産卵および産卵行動. 栽培技研, **21**, 69-72.
- 7) Ferreira, BP. (1995) Reproduction of the common coral trout *Plectropomus leopardus* (Serranidae : Epinephelinae) from the central and northern Great Barrier Reef, Australia. *Bull. Mar. Sci.*, **56**, 653-669.
- 8) 多和田真周(1989)マダラハタ養成親魚の産卵. 水産増殖, **37**, 105-108.
- 9) 多和田真周(1988)魚類の増養殖. アイゴ類, さんご礁域の増養殖(諸喜田茂充編). 緑書房, 東京, pp. 111-124.
- 10) Hara, S., MN. Duray, M. Parazo, and Y. Taki (1986) Year-round spawning and seed production of the rabbitfish, *Siganus guttatus*. *Aquaculture*, **59**, 259-272.
- 11) Hoque, MM., A. Takemura, and K. Takano (1998) Annual changes in oocyte development and serum vitellogenin level in the rabbitfish *Siganus canaliculatus* (Park) in Okinawa, southern Japan. *Fisheries Sci.*, **64**, 44-51.
- 12) Garcia, L.M.A.B. (1992) Lunal synchronization of spawning in sea bass, *Lates calarifer* (Bloch) : effect of luteinizing hormone-releasing hormone analogue (LHRHa) treatment. *J. Fis. Biology*, **40**, 359-370.
- 13) Moore, R. (1982) Spawning and early life history barramundi, *Lates calcarifer* (Bloch), in Papua New Guinea. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, **33**, 647-661.

- 14) Garcia, L. and B. Ma (1989) Development of an ovarian biopsy technique in the sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch). *Aquaculture*, **77**, 85-96.

「ほっとけ飼育」によるマダイの種苗生産事例

島 康洋^{*1}・高橋 誠^{*2}

(^{*1} 能登島栽培漁業センター, ^{*2} 伯方島栽培漁業センター)

マダイ *Pagrus major* の種苗生産技術の開発は、1970年代から多くの機関で取り組まれ、2003年には全国12機関でそれぞれ百万尾を超える種苗が生産された¹⁾。生産機関の多くでは、種苗生産の手法として飼育初期からの飼育水の換水や栄養強化したワムシの給餌、さらに底掃除を実施するといった生産方式(従来型)が行われている。一方、マダイと同様に大量の種苗が生産されているヒラメでは、従来型の他に作業の軽減や疾病の発生抑制の他、骨格異常率の軽減にも有効とされている「ほっとけ飼育」²⁾の手法が行われている。

伯方島栽培漁業センターでは、作業の軽減を目的にマダイ種苗生産において「ほっとけ飼育」に準じた飼育を行い、従来型の飼育と同様の良好な結果が得られたので報告する。

材料と方法

飼育水槽は、八角形50kℓ水槽(5.5×5.3×2.1m)を使用した。飼育に供した卵は、当センターの養成親魚から自然産卵により得られたもので、集卵した浮上卵をポビドンヨード剤(有効ヨウ素濃度50ppm, 水産用イソジン液10%:明治製菓)で1分間消毒し、さらに沈下卵を除去した後、浮上卵350g(約66.5万粒)を秤量して5月16日に飼育水槽に収容した。ふ化は翌日から始まり、ふ化が終了した5月18日を飼育開始(日齢0)とした。

飼育水は、中圧紫外線殺菌装置(UV500M:荏原インフィルコ)で殺菌したもので、飼育開始から日齢14までは止水とし、以降徐々に注水量を増加させて日齢20からは換水率100%/日とした。水槽側面底部の4長辺には、長さ40cmのエアーブロック(ユニホース:ユニホース社)を1個ずつ設置し、通気により緩やかな回転流を作った。なお、エアーブロックは高さ約30cmの位置に設置されている加温用チタン管に取り付けた。また、水槽中央部の4カ所にはエアストーン(直径30×50mm)を垂下して通気した。通気量は、「ほっとけ飼育」のマニュアル²⁾に従い止水期間の日齢14までは微通気とし、換水開始後は徐々に強くした。

飼育水温は、受精卵の収容時は採卵水温とほぼ同じ19℃に設定し、ふ化後徐々に加温して日齢7以降は22℃を維持した。飼育水には濃縮したナンノクロロプシ

ス(密度50~100億細胞/ml)または濃縮淡水クロレラ(生クロレラV12:クロレラ工業)を添加した。濃縮ナンノクロロプシ(以下、ナンノ)は膜濃縮装置(クロレラ濃縮用精密ろ過膜装置4M1:三井造船)を用いて作製し、冷蔵庫で保存したものである。飼育水へのナンノの添加量は、日齢0および日齢3~5では4ℓ、日齢6では6ℓを1日1回、また日齢7~12では4ℓを1日2回、それぞれ200ℓの海水で希釈して添加した。濃縮淡水クロレラは、日齢13~18に朝夕2ℓずつ200ℓの淡水で希釈して添加した。

餌料には、S型ワムシ(以下、ワムシ)、アルテミア幼生、配合飼料を用いた。ワムシは日齢2に5億個体を無強化で給餌した。アルテミア幼生は、日齢16(全長約7mm)から日齢26まで給餌し、水温28℃、24時間でふ化させたものを給餌前にDHAc(添加量50ml/kℓ, オリエンタル酵母工業)で12~24時間栄養強化した。配合飼料(おとひめ:日清丸紅飼料)は、日齢20(全長10mm)から給餌した。

飼育環境として、水温、pH(pHメーターHM-50G:東亜DKK)と全アンモニア態窒素濃度(イオンメーターModel 920A:ORION)を測定した。測定は毎日行い、水温とpHは7時ごろ、全アンモニア態窒素は10~12時に行った。また、飼育水中のワムシ密度と卵数(分離卵も含む)を計数した。

水槽上方の上屋には寒冷紗を設置し、飼育終了まで半開の状態である一定の水面照度を維持した。底掃除は、取り揚げ前日と当日以外は行わなかった。

また、マダイの健苗性の指標の一つとして、左右の鼻孔隔皮の形成状況を観察した。鼻孔隔皮の状態は、前鼻孔と後鼻孔が隔皮により分離したものを正常とし、それ以外を異常と判断した。

結 果

飼育結果の概要を表1に、マダイ仔稚魚の成長と生残を図1に示した。ふ化仔魚の収容尾数は、60.7万尾(ふ化率91.3%)であった。29日間の飼育で平均全長15.0mmの稚魚35.3万尾(生残率58.2%)を取り揚げた。取り揚げた稚魚の左右の鼻孔隔皮とも正常な個体の出現率(以下、正常率)は91.6%であった。また、右側だけの正常率は95.8%、左側だけの正常率は93.7%であった。

飼育期間中の水温と換水率の推移を図2に示した。飼育水温は、計画通りに昇温・維持できた。換水は、日齢15から開始して日齢20まで徐々に増加し、以後は100%/日の換水率とした。飼育期間中のpHと全アンモニア態窒素濃度の推移を図3に示した。pHは、ワムシの給餌後8.2から7.5まで徐々に低下したが、日齢15からの換水開始により徐々に上昇した。全アンモニア態窒素は日齢7から急激に増加し、日齢17には8.89ppmまで上昇したが、40%/日以上換水により急速に低下した。

飼育水に添加したナンノは2,000万細胞/ml換算で30.6kl、濃縮淡水クロレラは22lであった。ワムシは日齢2に5億個体を給餌しただけで、追加給餌は行わなかった。ワムシ密度は、給餌直後には13個体/mlであったが、翌日には18個体/ml、日齢16で69個体/mlとなった。飼育期間を通じてワムシの卵率は、おおむね20~40%で推移した(図4)。アルテミア幼生と配合飼料の給餌量は、それぞれ9.8億個体、12.2kgであった。

考 察

今回の飼育試験では、ヒラメの種苗生産で実績のある「ほっとけ飼育」の手法をマダイで応用し、好結果を得ることができた。

飼育水槽中のワムシ密度は、マダイの摂餌が活発となる全長5mm(日齢8)には30個体/mlを超え(図4)、ヒラメの「ほっとけ飼育」における標準的な増殖経過をたどり、飼育期間中にワムシの追加給餌の必要はなかった。この結果、ワムシの培養、栄養強化、給餌といったワムシに関連する作業が大幅に削減された。

ヒラメの「ほっとけ飼育」マニュアルでは、受精卵収容時にナンノを1,000~1,500万細胞/mlの密度で添加し、その後は飼育水中の密度を観察しながら適時追加するが、本飼育試験では受精卵収容時ではなく、ふ化日(日齢0)に添加し、添加密度も100万細胞/mlとした。飼育環境の急激な悪化を防止することができたのは、ナンノ添加量が少なかったことが主原因と考

表1 マダイ「ほっとけ飼育」の飼育結果の概要

収容		ふ化		取り揚げ					
月日	卵数 (万粒)	尾数 (万尾)	ふ化率 (%)	月日	日齢	尾数 (万尾)	全長(mm) (最小~最大)	生残率 (%)	鼻孔隔皮 正常率(%)
2004.5.16	66.5	60.7	91.3	2004.6.16	29	35.3	15.0(10.7~20.5)	58.2	91.6 〔右側 95.8 左側 93.7〕

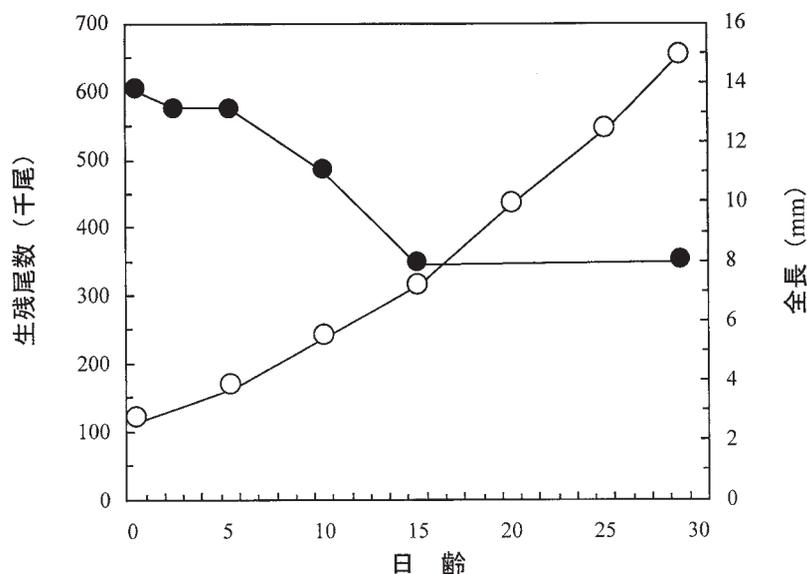


図1 「ほっとけ飼育」によるマダイ仔稚魚の成長と生存

●: 生残尾数 ○: 全長

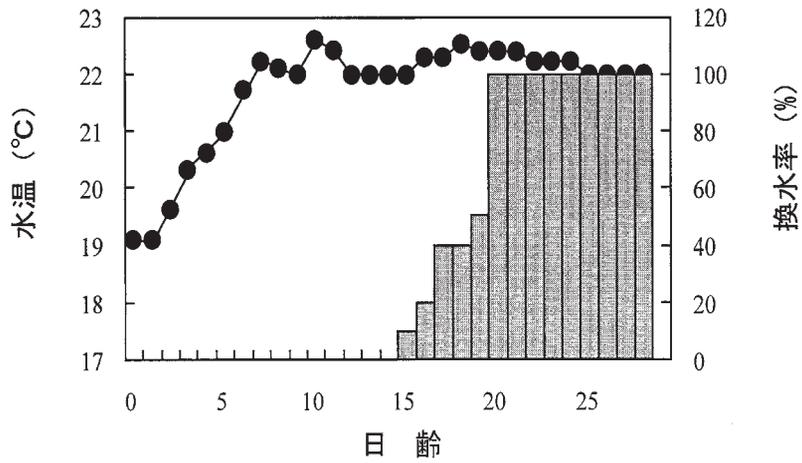


図2 「ほっとけ飼育」における水温および換水率の推移

■: 換水 ●: 水温

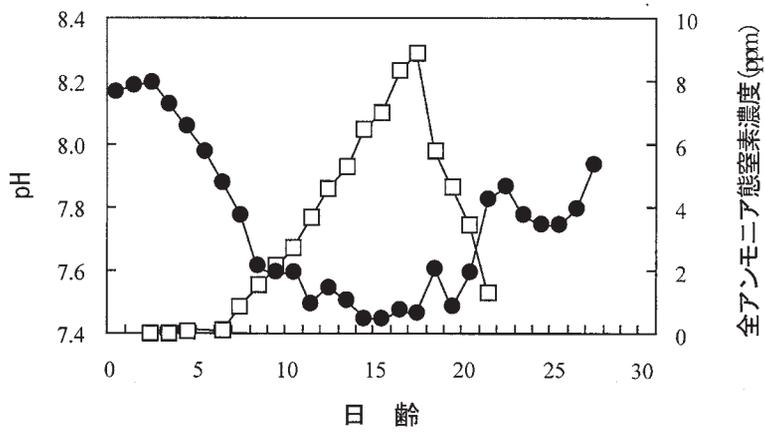


図3 「ほっとけ飼育」における pH および全アンモニア態窒素濃度の推移

●: pH □: 全アンモニア態窒素濃度

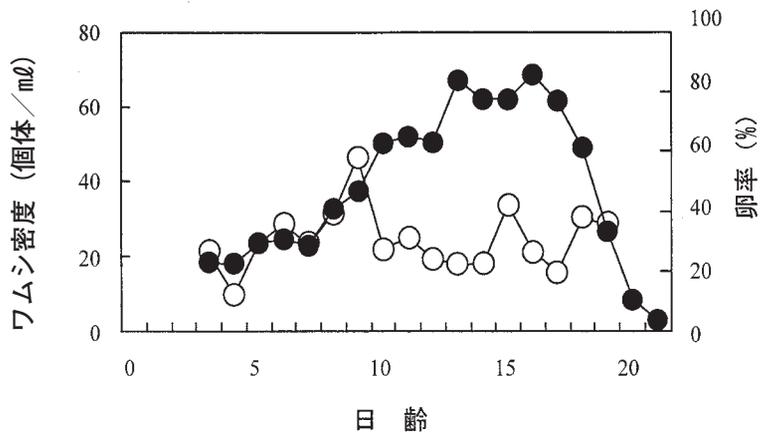


図4 「ほっとけ飼育」におけるワムシ密度と卵率の変化

●: ワムシ密度 ○: 卵率

えられる。「ほっとけ飼育」において重要なことは、飼育初期にワムシを安定増殖させることである。一般のワムシ大量培養では、環境の負荷が少ない場合、給餌量に応じた増殖が期待できる³⁾。飼育水槽内でワムシの止水培養を行う「ほっとけ飼育」においても、環境の負荷を少なくすることが重要であり、そのためには仔魚が必要とするワムシ密度を明らかにし、ワムシの増殖とナンノの添加量の関係を明らかにすることが重要と考えられる。

本試験で使用したナンノは、当センターで培養し、濃縮冷蔵保存したものであった。「ほっとけ飼育」には、飼育水に添加する水量が少量で済み、飼育環境へ与える影響が少ない濃縮ナンノの利用が適している。しかし、濃縮ナンノの生産はナンノ培養の好不調に影響されやすいため、これらの影響を受けにくい濃縮冷凍ナンノや濃縮淡水クロレラ、不飽和脂肪酸を強化した濃縮淡水クロレラの利用も検討する必要がある。

従来型による魚類の種苗生産では、ワムシの培養や給餌作業の他に、水槽底面に堆積する残餌や糞を排除するために適宜換水や底掃除を行うのが一般的である。一方、ヒラメ「ほっとけ飼育」では、換水や底掃除を行わず、ヒラメの変態着底前に新しい水槽に移槽することにより飼育作業を省力化しており、マダイでも、飼育初期は止水飼育とし、飼育終了2日前の日齢

28までは底掃除を行わなかった。その結果、全アンモニア態窒素濃度の増加が認められたものの、換水の開始とともに急速に低下し、水質は改善された。また、外見からも判断できる重篤な形態異常魚は確認されず、鼻孔隔皮の正常率も高かったことから、換水や底掃除を行わないことによる悪影響は無かったものと考えられる。

今後、「ほっとけ飼育」によるマダイ種苗生産を定着させるためには、飼育水槽へ添加する植物プランクトンの種類や量とワムシ増殖率の関係を把握するとともに、効率的な飼育を行うための飼育水温やワムシ給餌期間の延長を検討する必要がある。

文 献

- 1) 水産庁・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会 (2005) 平成15年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国), 420pp.
- 2) 高橋庸一 (1998) ヒラメの種苗生産マニュアルー「ほっとけ飼育」による飼育方法ー. 栽培漁業技術シリーズ, 4, 57pp.
- 3) (社) 日本栽培漁業協会 (2000) 海産ワムシ類の培養ガイドブック. 栽培漁業技術シリーズ, 6, 137pp.

キハダ仔魚のワムシ摂餌に及ぼす光条件の影響

手塚信弘*¹・中澤昭夫*²・升間主計*³

(*¹ 能登島栽培漁業センター, *² 海外漁業協力財団, *³ 奄美栽培漁業センター)

キハダ *Thunnus albacares* は熱帯, 亜熱帯に分布する商業的に重要なサバ科魚類の一種であり, 養殖や栽培漁業に関する興味が高まっている^{1,2)}。日本では日本栽培漁業協会が1985年から, 海外では全米熱帯マグロ委員会 (IATTC) のアチョチネス研究所が1992年から, 天然のキハダ幼魚を活け込んで親魚まで養成し, さらに採卵と仔稚魚の飼育に着手した歴史がある。これらの研究により, 親魚については養成技術および成熟と産卵^{3,5)}, 仔稚魚については飼育技術⁵⁾, 成長⁶⁾, 外部形態や消化機構の変化¹⁾, 摂餌量^{5,7)}, および内分泌²⁾ 等に関する知見が蓄積されつつある。しかし, 仔魚の摂餌条件はまだ未解明な部分が多く残されている。

筆者らは仔魚の摂餌条件の解明を目的として, 光条件のうち明期の長さがキハダ仔魚の1日に摂餌するワムシの数 (総摂餌数) や成長・生残に及ぼす影響について検討し, 知見が得られたので報告する。

材料と方法

仔魚の飼育方法 飼育は, パナマにある全米熱帯マグロ委員会 (IATTC) のアチョチネス研究所で行った。本試験で行った仔魚の飼育について, 共通する飼育方法を以下に示した。餌料にはS型ワムシ (以下, ワムシ) を用い, 約10個体/mlの密度を維持するように1日2回給餌した。1日の給餌時間は, 日齢3は5時と13時, 日齢4以降は7時と13時とした。ワムシは, 給餌12~16時間前にアクアラン (理研ビタミン, 添加量200g/kℓ) で栄養強化を行った。飼育水には, ナンノクロプシス (約1,000万細胞/ml) を1日2回 (5時と13時), 25万細胞/mlの密度になるように添加した。通気と注水は, 飼育開始当初から微量で行い, 通気量は期間中一定に保った。注水には孔径5 μmのフィルターでろ過した海水を用い, 換水率100~150%の範囲で順次増加させた。飼育水の加温は行わず, 飼育水温は25.0~26.3℃の範囲にあった。

キハダ仔魚のワムシ総摂餌数と排泄時間の推定 ワムシ摂餌数の計数には, 5~30尾の仔魚を無作為に採取し, m-アミノ安息香酸エチルメタンスルホネートで麻酔して全長を測定後, カバールグラスで仔魚を漬して生物顕微鏡下で消化管内のワムシ数を数えた。また, 日齢3, 5, 7および9の14:00に, 自然光区 (後述)

の摂餌を確認した仔魚約100尾を採集して30ℓ水槽に収容し, 無給餌状態で20~60分ごとに5~10尾の仔魚を取り揚げ, 消化管内のワムシ数を数えた。

照明時間がワムシの摂餌に与える影響 試験区として, 8:00~17:30を照明する9.5時間照明区と, 6:30~18:30を照明する12時間照明区を設けた。飼育水槽には700ℓ FRP水槽を用いた。ふ化仔魚の収容尾数は, 9.5時間照明区が3,800尾, 12時間照明区が3,100尾であった。照明は, 水面50cm上に設置した蛍光灯 (40W×2本) で行った。照度の測定には照度計 (Model LI-189: 盟和電工) を用い, 水槽中央部の水面上で測定した。消化管内のワムシ数は, 日齢3, 5および7の6:00~19:30に行い, 0.5~1.5時間間隔で5~30尾の仔魚を採集して計数した。

連続照明がワムシの摂餌数に与える影響 試験区は, 24時間照明する連続照明区と自然光区を設けた。飼育水槽には8kℓ FRP水槽を用いた。ふ化仔魚の収容尾数は, 連続照明区が14,000尾, 自然光区が18,000尾であった。照明は水面50cm上に設置した蛍光灯 (40W×4本) で行った。照度の測定と消化管内のワムシ数の計数は, 日齢5, 7, 9の午前0時~翌日0時に行い, 0.5~1.5時間間隔で測定および計数した。

結果と考察

絶食状態での経過時間と胃内容物重量の関係については, 富山⁸⁾ がチダイにおいて指数モデルと平方根モデルを検討し, 指数モデルの方がよく当てはまるとしており, 今回のキハダ仔魚における絶食状態での経過時間と消化管内のワムシ数の関係についても指数モデルを採択した。また, この指数モデルの絶食開始時における傾きをキハダ仔魚のワムシ排泄速度と考え, 排泄速度と仔魚の消化管内ワムシ数からキハダ仔魚の1時間当たりのワムシ摂餌数を推定した。仔魚が1日に摂餌するワムシの総数 (総摂餌数) は1時間当たりのワムシ摂餌数を累計して求めた。

日齢3, 5, 7および9のキハダ仔魚の消化管内ワムシ数は, 絶食時間の経過に伴って減少した (図1)。摂餌数と経過時間に指数関数の関係式を当てはめたところ, 富山⁸⁾ の結果と同様, 高い負の相関が見られた (表1)。ワムシ排泄速度は, 日齢3が0.60個体/分, 日齢5が0.65個体/分, 日齢7が0.74個体/分, およ

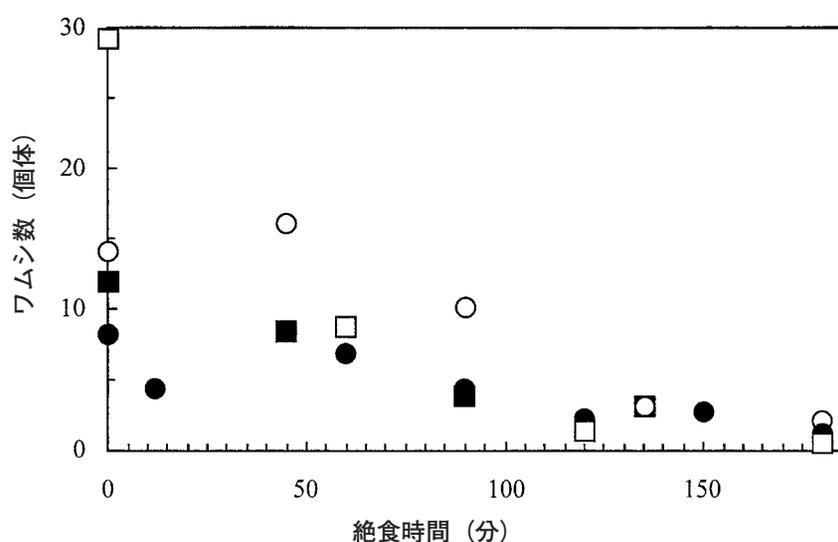


図1 絶食させたキハダ仔魚の消化管内ワムシ数の変化
●：日齢3 ■：日齢5 ○：日齢7 □：日齢9

表1 絶食時間 (x：分) と消化管内 (y：個体) ワムシ数の関係式
およびキハダ仔魚のワムシ排泄速度

日齢	関係式	相関係数	データ数	排泄速度* (個体/分)
3	$Y = 8.5 \exp^{-0.60x}$	0.902	7	0.60
5	$Y = 12.0 \exp^{-0.65x}$	0.979	4	0.65
7	$Y = 20.3 \exp^{-0.74x}$	0.932	5	0.74
9	$Y = 30.9 \exp^{-1.45x}$	0.997	4	1.45

注：関係式における傾きを排泄速度とした。

び日齢9が1.45個体/分であり、仔魚の成長に伴って排泄速度が速くなる傾向が認められた（表1）。

照明時間の違いがキハダ仔魚のワムシ摂餌に与える影響を見ると（図2），9.5時間照明区と12時間照明区では，6：00～8：30に摂餌された平均ワムシ数に最も顕著な差が認められた。これは6：00から照明したことにより，12時間照明区で摂餌数が増加したためと推察された。一方，8：30以降の平均照度と平均ワムシ摂餌数には両試験区間で顕著な差が認められず，キハダ仔魚の摂餌量を増やすには，早朝から人為的に照度を上げることで効果が期待できると考えられた。

自然光および24時間の連続照明が，キハダ仔魚のワムシ摂餌数に与える影響を図3に示した。自然光区のキハダ仔魚のワムシ摂餌数は，日齢に伴って摂餌数が

増加したが，摂餌は照度のある6：00～20：00までの間で確認できた。照度1,000～1,800lxを維持した連続照明区でも，摂餌数は日齢に伴って増加したが，摂餌時刻は日齢5では6：00～22：30であった。日齢7の仔魚では24：00でも摂餌が確認でき，日齢9ではほぼ24時間の摂餌が認められたが，いずれも夜間には摂餌量が低下する傾向が認められた。このことから，キハダ仔魚の摂餌には明るさが重要であり，さらに日齢7以降のキハダ仔魚では，24時間の照明によりほぼ1日中ワムシを摂餌させることができると考えられた。

仔魚の生残と成長およびワムシ総摂餌数を図4に示した。日齢3～8の生残率は，連続照明区で82～55%と自然光区（54～11%）より高く，また平均全長も連続照明区で向上した。日齢5～9の仔魚のワムシ

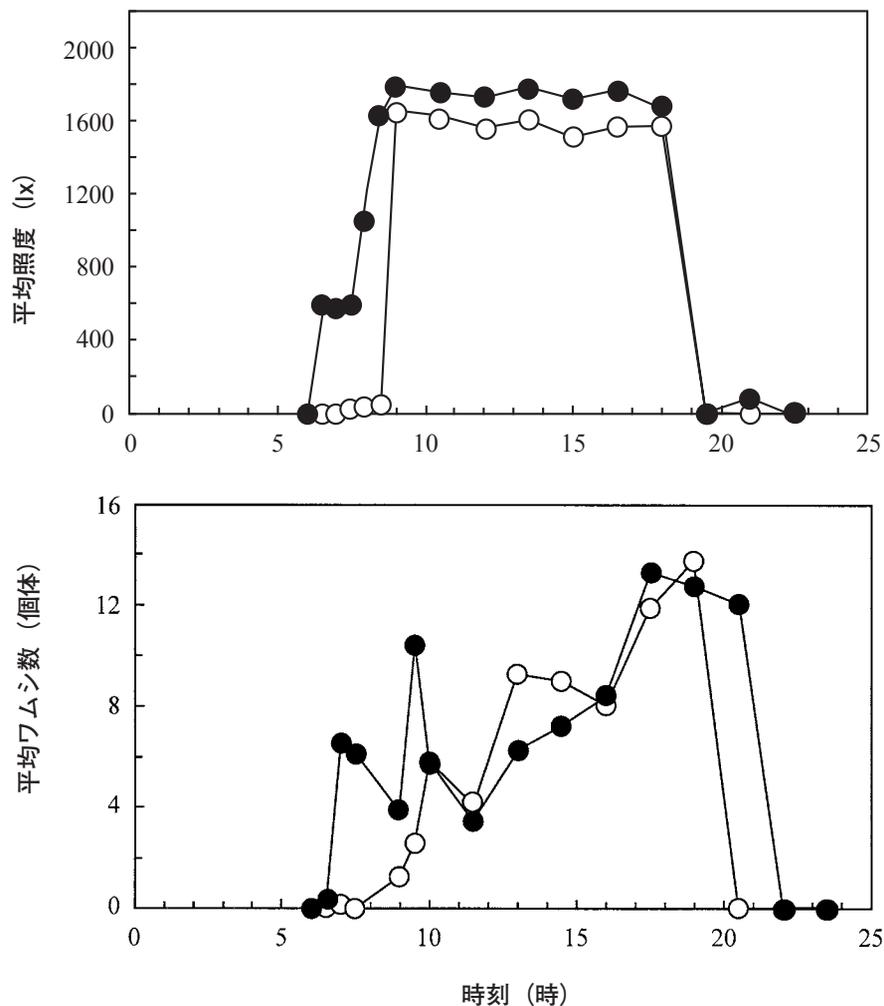


図2 1日の照明時間を変えた場合の平均照度とキハダ仔魚の消化管内の平均ワムシ数の関係
 ○: 9.5時間照明区 ●: 12時間照明区

総摂餌数の推定値は、連続照明区で92~380個体/日と、自然光区の44~245個体/日の1.5~2倍であった。照明時間を長くすること、あるいは24時間の連続照明により、生残や成長が向上する傾向は、マハタ *Epinephelus septemfasciatus*⁹⁾、ゴマアイゴ *Siganus guttatus*¹⁰⁾、ヨーロッパシーバス *Dicentrarchus labrax*¹¹⁾ 等で報告されている。キハダでも、人工的に明期を長くすることで仔魚の摂餌時間が長くなり、このためワムシの総摂餌数が増加し、成長・生残が向上

したと考えられた。

なお、今回の試験で、連続照明区では深夜に摂餌されたワムシは、仔魚の消化管内で生残しているのが観察されたことから、照明下であっても夜間には仔魚の消化機構が十分に機能していない可能性が示唆され、摂餌や消化機構の日周期性が関与している可能性が考えられた。今後、健全なキハダ仔魚を飼育するには、仔魚の摂餌や消化機構の日周期性を調べ、適正な明期の長さを検討する必要がある。

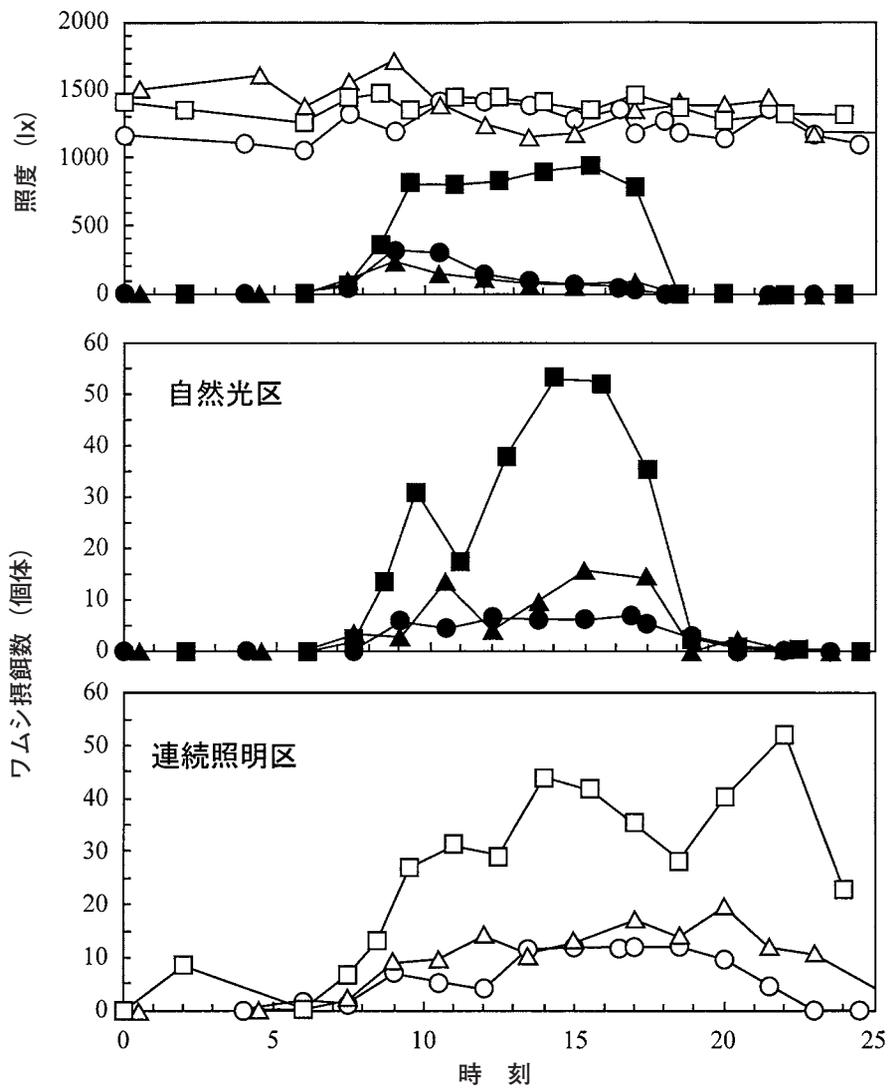


図3 24時間の照明がキハダ仔魚のワムシ摂取数に与える影響

○ : 連続照明区 日齢5 △ : 連続照明区 日齢7 □ : 連続照明区 日齢9
 ● : 自然光区 日齢5 ▲ : 自然光区 日齢7 ■ : 自然光区 日齢9

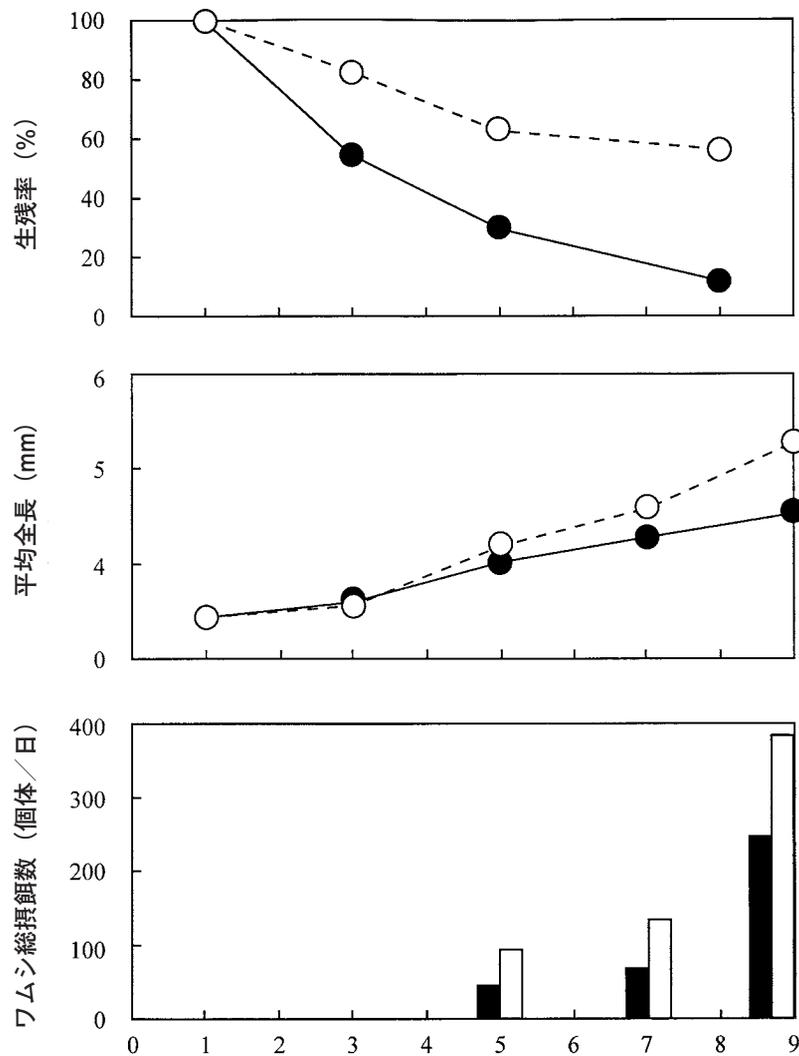


図4 連続照明区と自然照明区の生残率, 平均全長, ワムシ総摂餌数の変化

○, □ : 連続照明区 ●, ■ : 自然光区

文 献

1) Kaji, T., M. Tanaka, M. Oka, H. Takeuchi, S. Ohsumi, K. Teruya and J. Hirokawa (1999) Growth and Morphological development of laboratory-reared yellowfin tuna *Thunnus albacares* larvae and early juveniles, with special emphasis on the digestive system, *Fisheries Sci.*, **65**, 700-707.

2) Kaji, T., M. Oka, H. Takeuchi, J. Hirokawa and M. Tanaka (1999) Development of growth hormone cells of laboratory reared yellowfin tuna *Thunnus albacares* larvae and early juveniles. *Fisheries Sci.*, **65**, 583-587.

3) Masuma, S. and M. Oka (1997) Rearing of bluefin and yellowfin tuna in subtropical areas. Proceeding of the international aquarium congress Tokyo, 67-70.

- 4) Wexler, J. B., V. P. Scholey, R. J. Olson, D. Margulies, A. Nakazawa, J. M. Suter (2003) Tank culture of yellowfin tuna, *Thunnus albacares* : developing a spawning population for research purposes. *Aquaculture*, **220**, 327-353.
- 5) 手塚信弘・升間主計 (1993) 3. 回遊性魚類(2) キハダ. 日本水産学会誌, **61**, 262-263.
- 6) Margulies, J. B. D., S. Masuma, N. Tezuka, K. Teruya, M. Oka, M. Kanematsu and H. Nikaido (2001) Age validation and growth of yellowfin tuna *Thunnus albacares*, larvae reared in the laboratory. *Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Commis.*, **21**, 52-91.
- 7) Margulies, D., W. J. Wexler, K. T. Ventler, J. M. Suter, S. Masuma, N. Tezuka, K. Teruya, M. Oka, M. Kanematsu and H. Nikaido (2001) Food selection of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, larvae reared in the laboratory. *Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Commis.*, **21**, 9-51.
- 8) 富山 実, 首藤宏幸, 畦田正格, 田中 克 (1985) 志々伎湾におけるチダイ当歳魚の摂餌日周期性と日摂食量. 日水誌, **51**, 1616-1625.
- 9) 土橋靖史, 栗山 功, 黒宮香美, 柏木正章, 吉岡 基 (2003) マハタの種苗生産過程における仔魚の活力とその生残に及ぼす水温, 照明およびフィードオイルの影響. 水産増殖, **51**, 49-54.
- 10) Duray, M. and H. Kono (1988) Effects of continuous lighting on growth and survival of first-feeding larval rabbitfish *Siganus guttatus*. *Aquaculture*, **72**, 73-79.
- 11) Baranona-Fernandes M.H., (1979) Some effects of light intensity and photoperiod on the sea bass larvae (*Dicentrarchus labrax* (L.)) reared at the centre oceanologique de Bretagne. *Aquaculture*, **17**, 311-321.

イセエビにおける中期フィロソーマまでの適正飼育密度について

村上恵祐・榮 健次
(南伊豆栽培漁業センター)

イセエビ *Panulirus japonicus* フィロソーマは、人工飼育環境下では概ね300日以上を要してプエルルスに変態し、さらに2～3週間で稚エビに到達する。このうち、ふ化後30日までの初期飼育では比較的安定した飼育が可能となってきたが、特にふ化後100日以降の中期から後期における飼育では不安定要素が多く、生残や成長を安定させるための飼育手法は確立されていない。

また、フィロソーマ中期から後期の飼育では、胸脚欠損を防止することが飼育を安定させる上で重要なポイントであり、プエルルスへの正常変態率や稚エビへの正常脱皮率が向上するものと考えられている¹⁾。胸脚欠損は、主に脱皮直後のフィロソーマ同士の個体干渉により起こるものと考えられる。そのため、フィロソーマ初期から中期に当たるふ化後34～150日までの飼育密度と胸脚欠損の関係について明らかにし、フィロソーマ中期までの飼育適正密度を把握することを目的として、密度別の飼育試験を実施した。

材料と方法

本試験では、飼育密度が胸脚欠損の発生に及ぼす影響を調査するとともに、飼育水中の細菌数や抗生物質による薬浴の有無が胸脚欠損に及ぼす影響の把握を目的とした。試験では、0.2 μ mの中空糸フィルターでろ過し、さらに紫外線殺菌(サニトロンSS-151G:アース)処理した海水(処理量、一般細菌で360 ℓ /時)を使用するUV区と、中空糸フィルターろ過した海水をアンピシリン20ppmで15時間の薬浴処理する薬浴区を設定した。

試験には、7月19日にふ化したフィロソーマをふ化後34～35日(UV区はふ化後34日、薬浴区は同35日)まで飼育したものを供試した。なお、親エビの入手、ふ化までの養成方法等は前報²⁾に準じた。予備飼育に当たるふ化後34～35日までの飼育では、UV区に供したフィロソーマには抗生物質による薬浴を行わなかった。薬浴区に供したフィロソーマには、5日間隔でアンピシリン20ppm、15時間の薬浴を行った。

両試験区とも、飼育密度50尾(50尾UV区、50尾薬浴区)、75尾(75尾UV区、75尾薬浴区)、および100尾(100尾UV区、100尾薬浴区)の試験区を設けた(表1)。試験期間は2003年8月6日～12月3日(ふ化後34～153日)で、ほとんどの個体がムラサキイガイ生殖腺に餌付くふ化後35日(脱皮齢で5～6齢)を開始の目安とし、また従来飼育で胸脚欠損個体が多く認められるふ化後150日を終了の目安にした。試験には実水量50 ℓ の亚克力製ボウル型水槽を使用し、注水量は0.7～1.2 ℓ /分(1日当たり20～35回転)で、フィロソーマの成長に合わせて増加させた。飼育水槽はUV区では5日ごと、薬浴区では7日ごとに交換した。飼育水温は26～27 $^{\circ}$ Cに設定した。

餌料は、体長3mm以上に養成したアルテミアとムラサキイガイ生殖腺の細片を併用し、1日1回給餌した。アルテミアの給餌量は、1水槽当たり300～500個体とした。

胸脚欠損個体の割合(胸脚欠損個体/生残個体 \times 100;以下、胸脚欠損率)は、UV区ではふ化後34日目と53日目に、薬浴区では35日目と69日目に、さらに各試験区とも胸脚の欠損個体が多く出現し始めるふ化後100日以降の水槽交換時に算出した。試験終了時に

表1 フィロソーマの密度別飼育試験の概要

試験区	収容尾数 (尾)	移槽間隔 (日)	薬浴 ^{*2} 間隔 (日)	飼育水の処理	試験開始時		
					日齢	体長(mm)	胸脚欠損率(%) ^{*1}
50尾UV区	50	5	-	0.2 μ m中空糸フィルターろ過 +紫外線殺菌	34	3.51 \pm 0.130	0
75尾UV区	75	5	-				
100尾UV区	100	5	-				
50尾薬浴区	50	7	5	0.2 μ m中空糸フィルターろ過	35	3.31 \pm 0.103	0
75尾薬浴区	75	7	5				
100尾薬浴区	100	7	5				

*1: 胸脚欠損率(%): 生残個体のうち1本以上胸脚が欠損した個体の割合

*2: アンピシリン20ppm, 15時間

は、試験区ごとに生残個体の胸脚欠損本数を調べた。また、飼育に使用した海水中の細菌数は、毎月1回 Marine Agar 2216と TCBS Agar (DIFCO)を用いて、総細菌数と Vibrio 属の細菌数を調査した。

結 果

本試験の結果の概要を表2に、生残率の変化を図1

に示した。各試験区の生残状況は、50尾UV区が試験終了時まで90%以上の生残率を示したのに対し、他のUV区ではふ化後80日以降に大量減耗が見られ、75尾UV区がふ化後120日、100尾UV区ではふ化後94日までにすべての個体が死亡した。一方、50尾葉浴区、75尾葉浴区、100尾葉浴区ともに試験終了時まで生残率には顕著な差はなく、いずれも70%以上であった。試験終了時の成長は、3区とも生残した葉浴区では飼育

表2 フィロソーマの密度別飼育試験結果

試験区	ふ化後50日目	ふ化後100日目	ふ化後152~153日目			
	生残率 (%)	生残率 (%)	生残率 (%)	体長 (mm)	胸脚欠損率*1 (%)	胸脚欠損本数*2
50尾UV区	98.0	94.0	90.0	12.97±0.475	86.7	2.20
75尾UV区	97.3	56.0	0	-	-	-
100尾UV区	98.0	0	-	-	-	-
50尾葉浴区	96.0	84.0	78.0	11.89±0.596	41.0	0.59
75尾葉浴区	94.7	86.7	81.3	11.98±1.275	72.1	1.34
100尾葉浴区	91.0	85.0	75.0	12.01±1.199	70.7	1.45

*1：胸脚欠損率(%)：生残個体のうち1本以上胸脚が欠損した個体の割合

*2：胸脚欠損本数：生残個体1尾当たりの胸脚欠損本数

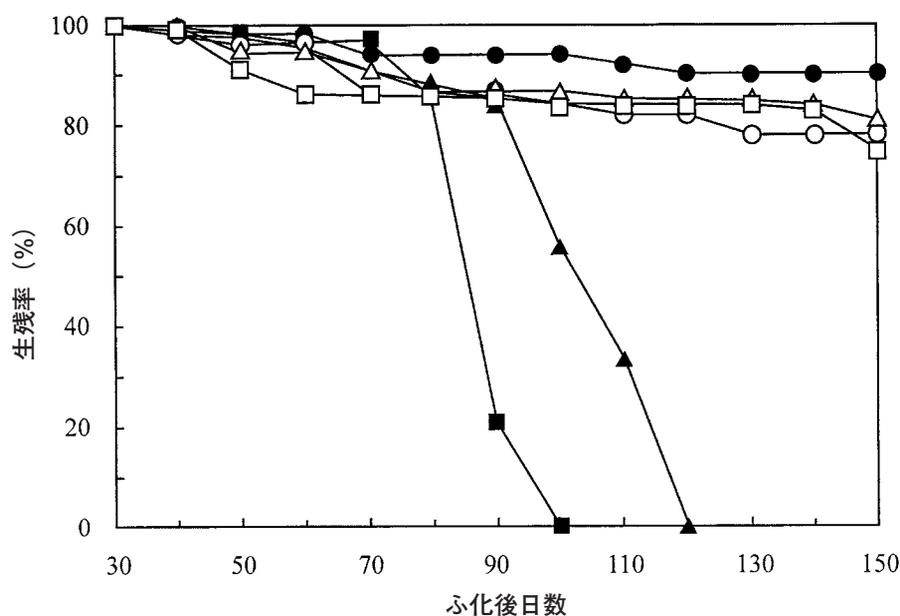


図1 フィロソーマ密度別飼育試験の生残率

● 50尾UV区 ▲ 75尾UV区 ■ 100尾UV区
○ 50尾葉浴区 △ 75尾葉浴区 □ 100尾葉浴区

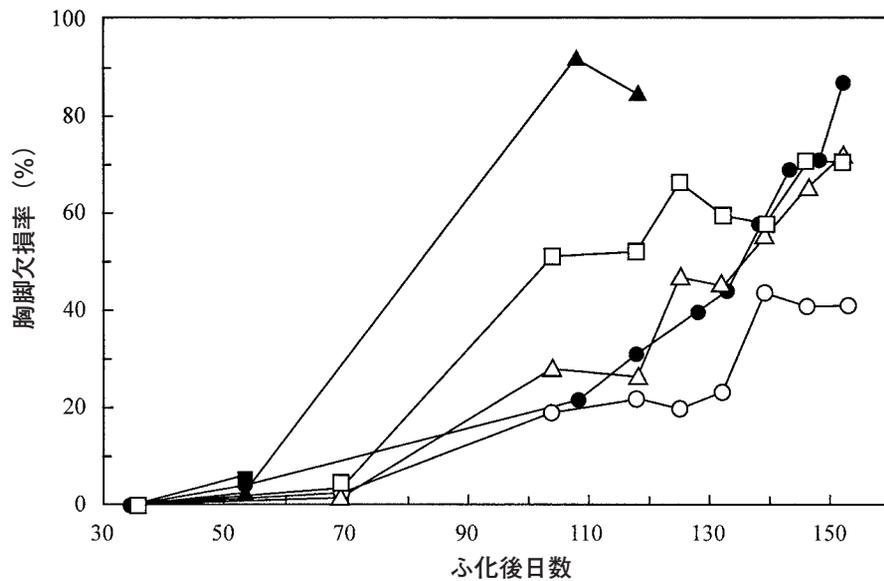


図2 フィロソーマ密度別飼育試験の胸脚欠損率

● 50尾UV区 ▲ 75尾UV区 ■ 100尾UV区
○ 50尾薬浴区 △ 75尾薬浴区 □ 100尾薬浴区

密度の違いによる成長差は認められなかった。

飼育経過に伴う胸脚欠損率の変化を図2に示した。胸脚欠損率は、いずれの試験区でもふ化後100日以降に急激に増加する傾向がうかがわれた。ふ化後100～120日におけるUV区の胸脚欠損率は、75尾区の85.0～92.0%に対して、50尾区は21.7～31.1%と低い値を示した。しかし、50尾区においてもその後急激に増加し、試験終了時には86.7%となった。薬浴区の胸脚欠損率はUV区より低かったが、飼育密度が高い試験区ほど胸脚欠損率が高く、試験終了時には50尾区が41.0%、75尾区72.1%、100尾区が70.7%に達した。

試験終了時の1個体当たりの平均胸脚欠損本数は、50尾UV区が2.2本であった。薬浴区ではUV区より欠損本数は少なかったが、50尾薬浴区0.59本、75尾薬浴区1.34本、100尾薬浴区1.45本と、飼育密度が高いほど欠損本数が多くなる傾向が認められた。

試験期間中の使用海水中の細菌数は、薬浴区が3,078CFU/ml (20～27,300 CFU/ml)、UV区では薬浴区よりさらに1～2オーダー低い108CFU/ml (0～450CFU/ml)であった。また、Vibrio属の細菌は、今回のTCBS培地では出現しなかった。

考 察

本試験の結果から、飼育密度の増加とともに胸脚欠

損個体の割合が高くなり、個体干渉の多さが胸脚欠損を生じる主要因と考えられた。一方、UV区と薬浴区の結果を比較すると、UV区では同じ飼育密度であっても、薬浴区より胸脚欠損率が早期に高くなる傾向があることから、薬浴による胸脚欠損防除の効果は大きいと考えられた。UV区では、死亡個体が増加する頃にはフィロソーマの体表の汚れが激しく、遊泳が緩慢で摂餌しない個体が増加した。生残個体が多かった50尾UV区でも、試験終了時には90%近い個体が胸脚欠損を起こしており、試験終了後のふ化後160～170日以降には死亡個体が多くなった。50尾UV区が生残個体のうち、体表の汚れが認められる一部の個体について、試験終了後に抗生物質による薬浴を施したところ、体表の汚れが解消され、遊泳および摂餌とも活発になり活力が回復した。このことから、体表の汚れには付着性の細菌が関与しているものと推察され、胸脚欠損を予防するためには抗生物質による薬浴処理が不可欠であると考えられた。

前報²⁾では、ふ化後30日までのフィロソーマにおける絶食の影響を成長や生残から評価した。今回、フィロソーマの胸脚欠損はふ化後100日以降、各試験区で顕著に増加した。特に、試験終了まで全試験区が生残った薬浴区において、ふ化後100日以降、飼育密度は生残や成長よりも胸脚欠損に大きな影響を及ぼした。以上のことから、中期以降のイセエビフィロソ-

マでは、生残や成長よりも胸脚欠損率や個体別の平均欠損本数が活性指標としてより有効である可能性を示している。

薬浴区におけるふ化後100日以降の胸脚欠損率は、飼育日数の長期化に伴って増加したことから、欠損率が急増する前に密度調整を行うことが飼育の安定化に必要である。今回の試験結果から、50ℓボウル型水槽を使用する場合、胸脚欠損を予防する飼育密度は、ふ化後70日までは100尾、ふ化後120日までは50尾が限界であり、ふ化後120日以降ではさらに低い密度に調整する必要があるものと推察された。今後は、ふ化後100以降の中期から後期フィロソーマにおける胸脚の

欠損を効果的に予防できる適正密度について、明らかにする必要がある。

文 献

- 1) 村上恵祐・橋本 博 (2004) イセエビ種苗生産試験-2002年度飼育開始群における飼育結果の概要. 栽培漁業センター技報, 1, 38-42.
- 2) 村上恵祐・西田航介 (2005) イセエビふ化フィロソーマの絶食耐性について. 栽培漁業センター技報, 3, 25-29.

銅イオン発生装置によるトラフグのピブリオ病防除の可能性

藤本 宏・岩本明雄
(屋島栽培漁業センター)

銅には微量金属作用による殺菌作用があることが知られており、古くから水瓶や水道管等に使用されている。

屋島栽培漁業センターでは、1997年に体重150～170gのトラフグ *Takifugu rubripes* 当歳魚を用いて、銅イオン発生装置を使用した白点虫駆除試験を行った。その結果、銅イオン濃度を80～83ppbとした試験区で、試験開始後9日目に体表に付いた白点虫を駆除できることがわかった。その後、親魚養成において市販の銅イオン発生装置を使用し、白点病の防除を試みたところ、現在まで発生は確認されていない。

一方、トラフグの種苗生産では、ピブリオ病や滑走細菌症等の細菌性疾病に対する承認医薬品がないことから、その防除対策が課題となっている。トラフグの種苗生産では、全長20～30mmサイズ以上で噛み合いが激しくなり、これに起因して細菌性疾病へ感染する確率が高まる。そこで、今回は全長30mmサイズのトラフグ稚魚を対象に、銅イオン発生装置が細菌性疾病の防除に対して効果を有するか確認する試験を行ったので報告する。

材料と方法

試験区は、ろ過海水を注水する対照区と、ろ過海水の注水口へ銅イオン発生装置を取り付け、濃度を変え

て飼育水へ銅イオンを添加する2試験区を設けた。銅イオン添加区の銅イオン濃度は、前述した白点虫駆除試験で使用した80ppbを基準とし、50ppb (50ppb区) と100ppb (100ppb区) とした。

試験は2004年5月25日に開始し、試験期間は10日間とした。供試魚は、30kℓコンクリート水槽 (5m × 5m × 1.3m, 実容量25kℓ) で種苗生産した日齢58, 平均全長30.6mm (20.6～38.9mm) の稚魚約2万尾の中からそれぞれ約3,000尾ずつを用いた。試験水槽には8kℓコンクリート水槽 (5 × 2 × 0.8m, 実容量6kℓ) 3面を用い、供試魚は魚数計 (稚魚カウンター FCH-10: 日本海洋) とフィッシュポンプ (活魚移送ポンプ Z-65L: ヤンマー) を用いて収容した。

銅イオン発生装置は、和光技研製のCK-65型を用いた。本装置は、円筒形の電極ユニット並びに電流を調節するコントロールユニットで構成されている。電極ユニットの内部構造を図1に示した。この円筒形ユニット内壁には陰電極の銅板が張られており、さらにユニット中央部に陽電極の銅棒が取り付けられている。この電極へ微電流を通電し、銅板と銅棒の間を流れる海水中へ銅イオンを添加する構造で、銅イオン濃度は円筒形の電極ユニット内を流れる海水の流量と電流値で決定される。飼育水中の銅イオン濃度は、分光光度計 (DR/2000: HACH) を用いてポリフィリン法で適宜測定した。

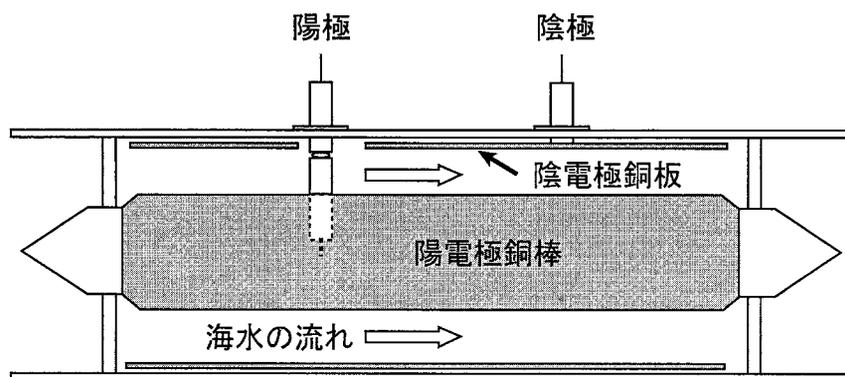


図1 銅電極ユニットの内部構造

試験期間中の餌料は、配合飼料（えづけーる：中部飼料）と冷凍イサザアミを用い、配合飼料は総魚体重の3%を目安に自動給餌器（YDF-220BO：ヤマハ発動機）を用いて16回/日に分けて給餌した。冷凍イサザアミは、魚体重の20~30%を目安に2回/日に分けて解凍して給餌した。

飼育水の加温は行わず自然水温とし、換水率は3回/日とした。底掃除は毎日行い、この時排出された魚を計数して死亡数を求め、この累積死亡数を基に生残率を算出した。

試験開始後1, 6, 9日目の給餌前に、飼育水中の生菌数を寒天培地を用いた希釈法で計数した。培地は、市販の TCBS 培地（Becton : Dickinson）に塩化ナトリウムを添加して塩分を2%に調整したものをを用いた。衰弱魚が発生した際には、衰弱魚の肝臓から BHI 寒天平板培地を用いて菌分離を試み、コロニーの色や形状から区分したそれぞれの菌へ抗血清を用いた凝集

反応により鑑別を行った。

試験終了時の生残率はカイ自乗検定で、全長は分散分析で、それぞれ試験区間の有意性を検定した。

結 果

試験結果の概要を表1に示した。試験期間中の水温は、対照区18.9℃（18.2~19.8℃）、50ppb区18.9℃（18.2~19.7℃）、100ppb区18.9℃（18.2~19.8℃）であった。また、飼育水中の銅イオン濃度は、対照区が飼育期間を通して0ppb、銅イオンを添加した50ppb区が58~59ppb、100ppb区は96~102ppbであった。

試験期間中のトラフグ稚魚の生残状況を図2に示した。対照区では、試験開始5日目からビブリオ病の症状である遊泳不良、体色の黒化等を呈する個体が観察された。死亡個体数は飼育6日目から増加し、7~8日目にそれぞれ約100尾が死亡した。飼育6日目の

表1 トラフグの飼育水への銅イオン添加試験の概要

試験区	収 容		飼育水中の銅イオン濃度 (ppb)	取り揚げ		
	尾数	全長 (mm)		尾数	全長 (mm)	生残率 (%)
対照区	3,100	30.6 (20.6~38.9)	0.0	2,810	40.5 (31.2~51.0)	90.6
50ppb区	3,300	〃	58~59	3,282	40.0 (32.1~49.0)	99.5
100ppb区	3,200	〃	96~102	3,166	40.9 (33.2~46.8)	98.9

試験期間：2004. 5. 25~6. 4（10日間）

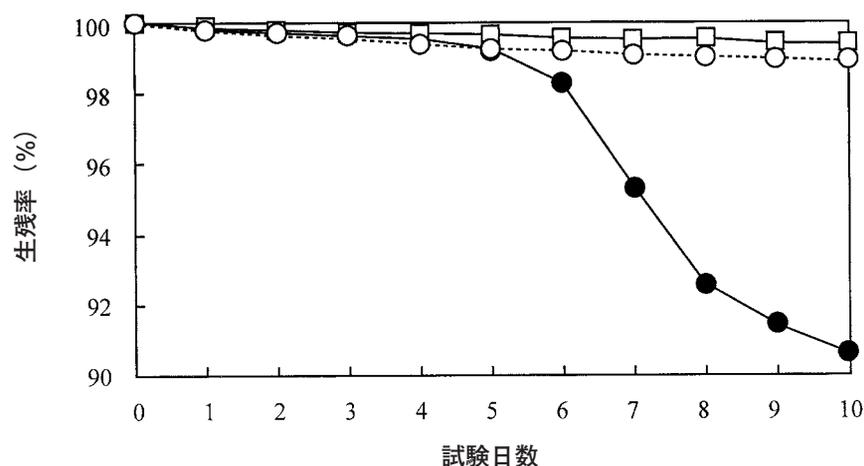


図2 飼育水への銅イオン添加によるトラフグの生残状況

●: 対照区 □: 50ppb区 ○: 100ppb区

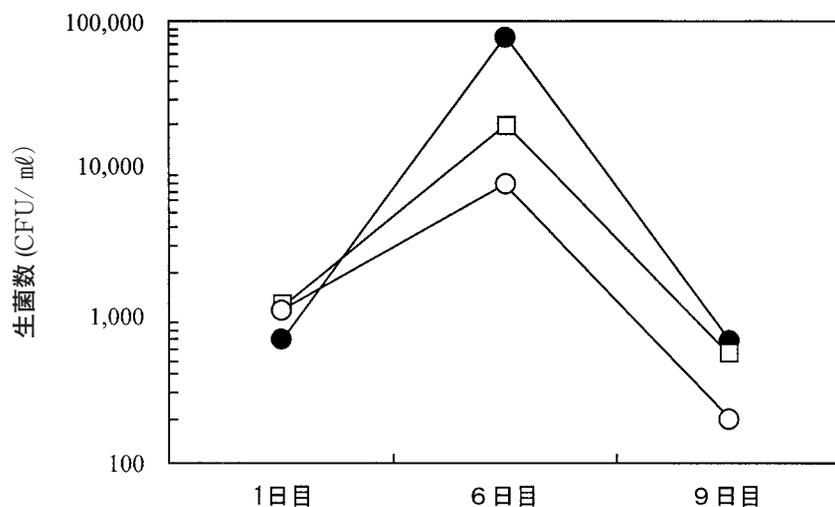


図3 銅イオンを添加したトラフグ飼育水中の生菌数

●: 対照区 □: 50ppb区 ○: 銅イオン100ppb区

衰弱個体6尾から菌分離を行ったところ、いずれの個体からも同様のコロニーが純粋分離状に観察され、それらのうち3株を抗血清を用いて鑑別した結果、いずれも *Vibrio anguillarum* Cタイプと判定された。飼育9日目の飼育水から分離した4種類のコロニーからは、*Vibrio anguillarum* は検出されなかった。一方、銅イオンを添加した試験区では、両区ともビブリオ病の症状を示す個体は観察されなかった。

試験終了時の生残率は、ビブリオ病が発生した対照区で90.6%、銅イオン50ppb区が99.5%、100ppb区が98.9%となり、対照区と銅イオンを添加した試験区の間で有意差が認められた ($P < 0.05$)。50ppb区と100ppb区間では顕著な差は認められなかった。平均全長は、対照区 40.5 ± 5.4 mm、50ppb添加区 40.1 ± 4.9 mm、100ppb区 40.9 ± 3.9 mmであり、3区間で有意差は認められなかった ($P > 0.05$)。

TCBS培地で分離された飼育水中の生菌数を図3に示した。飼育1日目の生菌数は、3試験区とも 10^3 CFU/ml前後であった。一方、対照区でビブリオ病罹病個体が確認された6日目の生菌数は、対照区 8×10^4 CFU/ml、50ppb区 2×10^4 CFU/ml、100ppb区 8×10^3 CFU/mlと増加したが、9日目には減少した。

考 察

今回の試験では、対照区の6日目の衰弱個体から

Vibrio anguillarum Cタイプが検出されたが、銅イオンを添加した区からはビブリオ病の症状を示す個体は観察されなかった。6日目の生菌数は、100ppb区で 8.0×10^3 CFU/mlと少なかったものの、対照区が 8.0×10^4 CFU/ml、50ppb区で 2.0×10^4 CFU/mlと顕著な差は認められなかったが、今回の試験結果の範囲では銅イオンの添加によるビブリオ病の防除効果が認められた。

取り揚げ時の生残率は、銅イオンを添加した試験区が対照区より高く、全長は3試験区間で有意差が認められなかったことから、本試験で設定した50~100ppbの銅イオン濃度は、全長30mmのトラフグ稚魚に悪影響を及ぼす可能性は少ないと考えられた。

今回初めて、トラフグの種苗生産段階で銅イオン発生装置を使用したのが、他魚種も含めて仔稚魚飼育への本装置の使用報告は見あたらない。本報告で使用した装置のマニュアルによると、全長5cmのヒラメの白点病対策における適正濃度は20~50ppbとされている。今回の試験では、全長30mmサイズで50ppbと100ppbの濃度を設定したが、両区ともビブリオ病の発生は認められず、トラフグにおけるビブリオ病防除の可能性と効果の範囲が示された。ヒラメに対する適正な銅イオン濃度から推察して、さらに低濃度でも防除できる可能性があり、さらに使用可能な種苗の大きさや適正濃度について検討を進めたい。

水道法による水道水の水質基準では、銅イオンの含

有濃度は1 ppm 以下¹⁾とされており、これは今回設定した濃度の10～20倍に相当する。また、銅は厚生労働省の定める「栄養機能食品」に認可されており、安全面においても微量の銅イオンを飼育水へ添加することに問題ないと考えられる。しかし、甲殻類に対しては金属イオンの毒性が広く知られており、恒常的な使

用には慎重を要する。

文 献

- 1) 吉岡栄夫・北村新蔵 (1970) 浄水施設. 地人書館, 東京, pp. 17-19.

80%海水を用いたワムシ粗放連続培養の実証例

熊谷厚志・藤浪祐一郎
(宮古栽培漁業センター)

宮古栽培漁業センターでの海産ワムシ類の培養は、2002年6月まではナンノクロロプシスと濃縮淡水クロレラ、およびパン酵母を餌料に用いた植え継ぎ培養か間引き培養によって行われてきた。しかし、この培養方式では長期間の安定供給に支障を来すことがあったため、能登島栽培漁業センターで開発された培養の安定性に優れた粗放連続培養を試みることにし、2002年11月～2003年2月に実証試験を行った¹⁾。

その結果、培養状態は概ね安定しており、従来よりも増殖率が高く、省力化および効率化も大きく進展した。しかし、60%海水(海水60%+淡水40%)で培養したワムシを100%海水で栄養強化したところ、ワムシの活力低下や個体数の減少などの問題が生じた¹⁾。そこで、今回の試験では、80%海水でワムシを培養し、海水の希釈濃度が培養や栄養強化時のワムシに及ぼす影響を量産規模で検討した。

材料と方法

試験用の元種は、能登島栽培漁業センターで粗放連続培養によって生産したL型ワムシ小浜株(携卵雌個体の平均背甲長236 μ m)7.6億個体で、2003年4月3日に高密度輸送により宮古栽培漁業センターに輸送・搬入した。

培養水槽は、20klコンクリート水槽2面とした。培養期間は、生産区分20-1が2003年4月3日～6月4日まで、生産区分20-2が2003年4月8日～7月2日まで、生産区分20-3が同年6月5日～7月1日までとした(表1)。

培養、計数と観察、増殖率と収穫数の計算の方法は、桑田^{2,3)}に準拠した粗放連続培養とし、淡水での希釈率を変えて80%海水にした点以外は前報¹⁾に準じた。収穫ワムシの単価の試算にあたり、市販濃縮淡水クロ

表1 L型ワムシ粗放連続培養方法

生産区分	培養期間	実水量(kℓ) (使用水槽数)	培養水温 (°C)	塩分濃度*1 (psu)	安定連続培養期の 目標収穫率	安定連続培養期の 1日の給餌量		備考
						淡水クロレラ (ℓ)	パン酵母 (kg)	
20-1	2003.4.3～6.4	20 (1)	20	27	0.36～0.39	3	1.5	輸送ワムシを収容
20-2	2003.4.8～7.2	20 (1)	20	27	0.32～0.36	4	2	連続培養ワムシを元種に収容
20-3	2003.6.5～7.1	20 (1)	20	27	0.36～0.42	4	2	連続培養ワムシを元種に収容

*1: 27psuは80%淡水希釈海水に相当する

表2 20kl水槽でのワムシ培養結果の概要

生産区分	培養方式	培養日数	平均水温 (°C)	ワムシ密度 (個体/ℓ)	平均総卵率 (%)	平均日間 増殖率 (%)	収穫数*1 (億個体)	単位生産*2 (億個体/kl/日)	総給餌量	
									濃縮淡水クロレラ (ℓ)	パン酵母 (kg)
20-1	粗放連続培養	63	19.8 (19.0～20.5)	71 (42～111)	62.2 (33.3～94.2)	44.7 (-17.1～130.7)	268	0.236	181	81.0
20-2	粗放連続培養	86	20.5 (20.0～21.6)	91 (26～137)	59.5 (19.7～97.6)	43.5 (-14.8～126.9)	533	0.310	321	159.0
20-3	粗放連続培養	27	19.8 (19.2～20.9)	104 (78～149)	53.8 (23.3～77.4)	40.0 (-16.5～93.6)	152	0.315	101	49.5
平均			20.0	89	58.5	44.1		0.287		
合計		176					953		502	289.5

*1 収穫数: (培養槽から収穫槽への移槽の計算値の合計) + (最終日培養槽回収個体数) - (接種個体数)

*2 単位生産: (収穫数合計) / (培養水槽累計水量)

レラは500円/ℓ, パン酵母は360円/kgとした。

結 果

表2にワムシ培養結果の概要を, 図1~3に各事例

の培養経過を示した。高密度輸送ワムシを元種に用いた生産区分20-1では, 収容翌日の死亡割合が高く43%に達したが, 3日目には3%以下に減少し, 7日目以降ではほとんど見られなくなった(図1)。生産区分20-1のワムシを植え継いだ20-3では, 収容当初から死

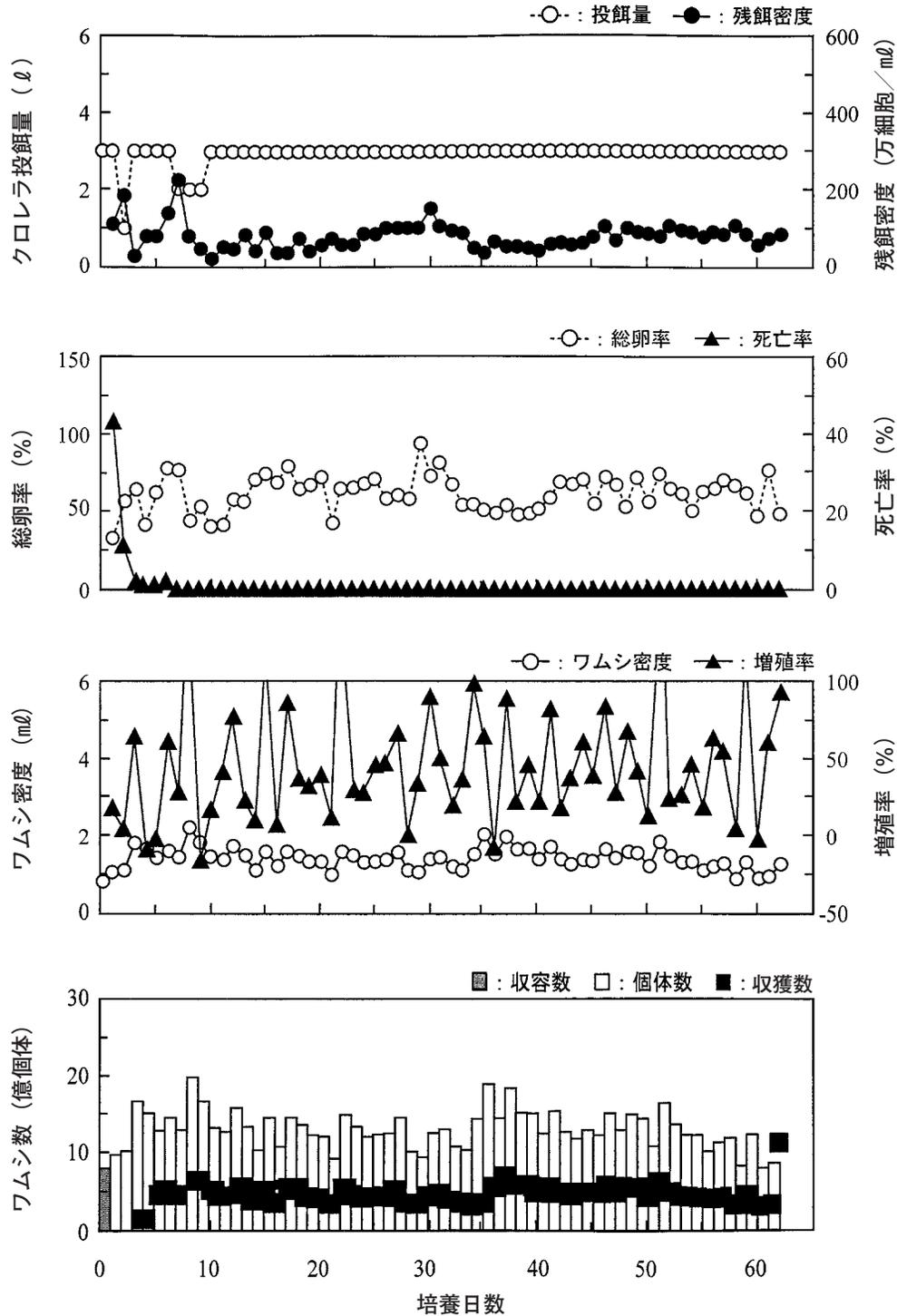


図1 L型ワムシ小浜株の粗放連続培養結果(生産区分20-1)

亡はほとんど見られなかった(図3)。20-1では、安定連続培養期に移った5日目以後のワムシ密度は、約70個体/ml前後で推移した(図1)。しかし、21日目および29日目に密度が約50個体/mlまで低下し、一方で残餌密度が70~100万細胞/mlを超えたため、貝化

石粉末を1日1回12日間連続して散布するとともに、培養29日目からフィルターを垂下して培養槽内の懸濁物の除去に努めた。その結果、ワムシ密度は約100個体/mlまで回復し、貝化石粉末散布の有効性がうかがえた。しかし、培養60日目には再び密度が44個体/ml

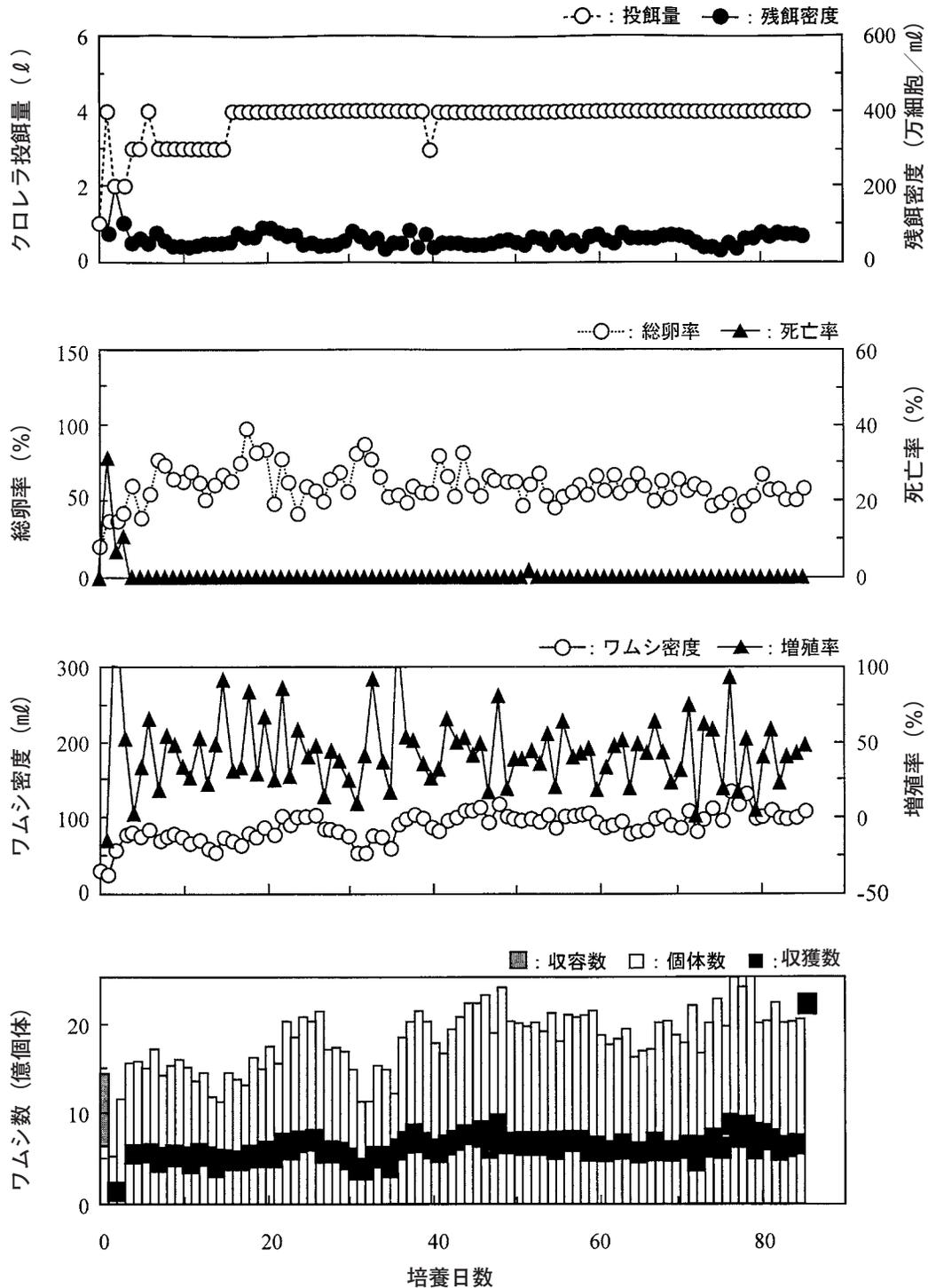


図2 L型ワムシ小浜株の粗放連続培養結果(生産区分20-2)

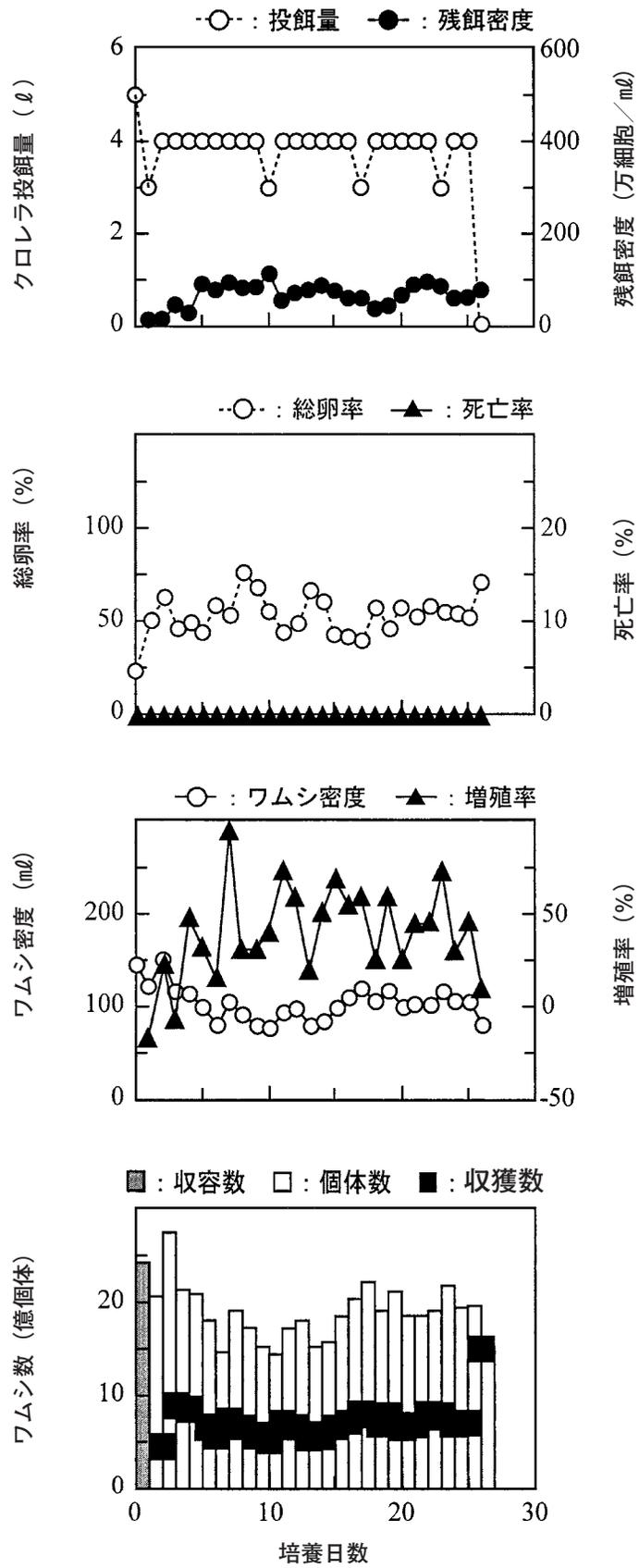


図3 L型ワムシ小浜株の粗放連続培養結果 (生産区分20-1)

表3 安定連続培養期の給餌量とワムシ収獲数

生産区分	安定連続培養期 培養日数範囲	平均 収獲率	1日給餌量		ワムシ収獲数 (億個体/日)		濃縮淡水クロレラ1ℓとパン酵母 0.5kg当たりの収獲個体数*1 (億個体)	
			濃縮淡水クロレラ (ℓ)	パン酵母 (kg)	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
20-1	5~54	0.357	2.94	1.38	4.71	1.08	1.66	0.38
20-2	3~84	0.347	3.83	1.90	6.36	1.25	1.67	0.33
20-3	3~25	0.376	3.87	1.93	6.82	0.97	1.77	0.25
加重平均*2		0.354					1.68	0.33

*1: 濃縮淡水クロレラ製品1ℓの乾燥重量を135g, パン酵母1kgの乾燥重量を432gとして計算

*2: 培養日数により加重平均

まで低下したため、62日目に全量を収獲して培養を終えた。その後、洗浄した水槽に再収容し、生産区分20-3の培養に引き継いだところ、80~120個体/mlの密度で推移し、安定的に培養が継続された(図3)。一方20-2は、培養開始から週2回の貝化石粉末散布を継続したところ、85日間にわたって安定した培養が行えた(図2)。

生産区分20-1の培養日数、単位生産および収獲数は、それぞれ63日、0.236億個体/kℓ/日および268億個体であった(表2)。同様に20-2ではそれぞれ86日、0.310億個体/kℓおよび533億個体、20-3ではそれぞれ27日、0.315億個体/kℓ/日および152億個体であった。2水槽での3培養事例により、4月3日~7月2日の91日間に合計953億個体を収獲した。

収獲率と給餌量をほぼ固定した条件で、安定連続培養期の濃縮淡水クロレラ1ℓとパン酵母0.5kgの給餌量に対するワムシ収獲数は、生産区分20-1では1.66±0.38億個体、20-2では1.67±0.33億個体、20-3では1.77±0.25億個体であった(表3)。

考 察

高密度輸送ワムシを収容した生産区分20-1では、収容翌日の死亡率が43%と高かったが、その後の培養状態に問題がないことから、輸送状態が良くない場合でも生き残ったワムシは培養の元種として問題ないことが示された。また、死亡個体の混入は培養や細菌叢の不安定要素になる可能性があるため、輸送と収容方法および収容後の管理方法に更なる工夫が必要である。

前報¹⁾では、20kℓ水槽を用いて60%海水で培養を行った場合、平均日間増殖率が43.5%、安定連続培養期の濃縮淡水クロレラ1ℓとパン酵母0.5kg給餌あたりの平均ワムシ収獲数が1.64億個体であることを報告した。今回の試験では、塩分濃度を80%海水に上げて培養を行った結果、それぞれの値は40.0~44.7%、1.66~1.77億個体となり、前回の試験とほぼ同等の結果が得られた(表2, 3)。また、60%海水での培養試験¹⁾では、期間中の平均総卵率は52%であったが、今回の80%海水では59%とやや高くなった。塩分濃度が異

表4 粗放連続培養の60%海水での冬期培養結果と80%海水での夏期培養結果の比較

年度 (時期)	生産区分	培養方式	設定水温 (℃)	塩分濃度*1 (psu)	純生産量*2 (億)	給餌総量		ワムシ1億個体 生産に要する餌料費*3 (円/1億個体)
						市販濃縮淡水クロレラ (ℓ)	パン酵母 (kg)	
2003 (冬期)	5-1	粗放連続培養	20	20	181.4	99.8	49.0	
	5-2	"	20	20	108.0	64.6	32.5	
	20-1	"	20	20	254.1	141.0	70.5	
	20-2	"	20	20	231.2	155.0	76.5	
合計					774.7	460.4	228.5	403
2003 (夏期)	20-1	粗放連続培養	20	27	268.0	181.0	81.0	
	20-2	"	20	27	532.0	321.0	159.0	
	20-3	"	20	27	152.0	101.0	49.5	
合計					952.0	603.0	289.5	426

*1: 20psuは60%淡水希釈海水に、27psuは80%淡水希釈海水に相当する

*2: 収獲ワムシ数から収容ワムシ数を引いた増殖分

*3: 市販濃縮淡水クロレラは500円/ℓ, パン酵母は360円/kgとして計算

なることで生理代謝が異なるため一概に比較できないが、ワムシの活性は悪くなかったと考えられる。また、海水の希釈濃度を上げたことによる懸濁物の増加は認められなかった。以上の事から、海水の希釈割合を60%から80%に上昇したことによるワムシ培養への影響はほとんどなかったと考えられる。

前回の培養試験では、60%海水で培養したワムシを100%海水で栄養強化したところ、強化中にワムシの死亡が増加し、給餌後に水槽底面に沈む個体が多く見られる問題が生じた¹⁾。今回、80%海水で培養したワムシは、4月27日～6月4日に合計39回、100%海水で栄養強化を行ったが、ワムシの状態は良好で密度の低下は見られなかった。このことから、前回生じた問題は培養水の希釈濃度を80%に高めることで解決できることが明らかとなった。能登島栽培漁業センターでは、60%海水で培養したワムシを、80%海水で栄養強化した後に、全海水の飼育水槽中に給餌しており、ワムシの状態の悪化はないとしている。どちらの方法を採用するかは、培養効率と作業性の他に、仔魚飼育での結果も勘案して検討すべきであると考えられる。

先にも述べたが、生産区分20-1において培養21日目以降、個体密度が50個体/mlを下回るなど不安定であったため(図1)、培養62日で生産区分20-3に植え継ぐとともに給餌量を増加した。植え継ぎ前(20-1)の平均日間増殖率は44.7%、安定連続培養期のワムシ収穫数の平均値は4.71億個体であったが、植え継ぎ後(20-3)はそれぞれ40.0%、6.82億個体となり、培養密度も100個体/ml前後で安定した(表3、図3)。粗放連続培養は、バッチ培養や間引き培養と比較して培養の状況が安定的であることが大きな特徴となっている^{2,3)}。しかし、一定給餌量あたりの収穫ワムシ数が減少した場合は、今回のように植え継ぎを行うことによって培養状態を改善できる可能性が示された。また、給餌量は、植え継ぎ前後でほぼ同様の淡水クロレラ約4ℓ/日とパン酵母約2kg/日とした結果、収穫数もほぼ同等となり、ケモスタット式管理の効果が明確に示された(表3)。

宮古栽培漁業センターにおいて、今回が2回目の粗放連続培養であった。前回同様、今回の培養試験でもL型ワムシの長期培養が可能で、20kℓ水槽1面で1日当たり約4.7～6.8億個体が安定して収穫できた。前報¹⁾

では、粗放連続培養を行うことにより培養作業の省力化、効率化が図れ、時間の短縮により他の作業が可能となることを報告したが、今回も同様の結果が得られた。20kℓ水槽の単位生産量も、前회가0.29億個体/kℓ/日、今回が0.287億個体/kℓ/日とほぼ同等であった。今後は、需要に応じて、計画的に無駄なくワムシ密度と収穫数を調整することが必要である。

ワムシ1億個体生産に要する餌料費は、前회가403円、今回が426円であった。小磯⁴⁾は、L型ワムシ近大株を用いた水温25℃のバッチ培養において塩分濃度別の餌料コストを比較し、塩分濃度20psuに対して27psuでは1.49倍となることを報告している。小磯の報告とは株も培養方法も培養水温も異なるため同列の比較はできないが、小磯の報告よりも塩分濃度差による影響が少ないことは、80%海水でも効率良く培養ができたことを示している。より効率的な培養を目標として、今後も培養方法のさらなる検討が必要である。

前回と同様に、培養試験では貝化石粉末を定期的に培養水に添加し、培養の安定化を試みた。20-1の培養不安定時には、添加の頻度をあげることにより、状況が好転した。このように貝化石粉末の添加効果が見られたが、作用機序も不明であり、添加量、添加時期、添加期間等の詳細な使用方法の検討が行われていないため、今後も使用方法と量の検討が必要である。

文 献

- 1) 熊谷厚志・有瀧真人・藤浪祐一郎(2004) 宮古栽培漁業センターにおけるワムシ粗放連続培養技術の実証例. 栽培漁業センター技報, 1, 84-90.
- 2) 桑田 博(2001) ワムシの粗放連続培養 既存水槽で行う低予算・省力化培養. アクアネット, 4, 22-28.
- 3) 桑田 博(2001) 日本栽培漁業協会におけるワムシ大量培養技術開発の取り組み. 日本水産学会誌, 67, 1140-1141.
- 4) 小磯雅彦, 日野明徳(2001) 培養水の塩分がシオミズツボワムシの増殖, 培養コスト, 栄養強化に及ぼす影響. 水産増殖, 49, 41-46.

着底期のマツカワ仔稚魚における小割網飼育法の検討

森岡泰三・鈴木重則・福永恭平・錦 昭夫
(厚岸栽培漁業センター)

マツカワ *Verasper moseri* の種苗生産では、着底が始まる全長約12mm以降の底掃除に多大な時間と労力を要する。このため、全長約12~13mmに達した時点で取り揚げて小割網に收容し、約30mmになるまで育成する手法を検討した。小割網での飼育により、仔稚魚に底掃除による負荷をかけることがなく、また移槽も簡単にできるので飼育管理が大幅に簡素化される。しかし、小割網で飼育された仔稚魚の成長や生残率が、水槽飼育に劣らないことを確認する必要がある。さらに、マツカワはマガレイ¹⁾ やホシガレイ²⁾ などと同様、変態後に有眼側の白化や両面有色等の形態異常の出現が問題となってきた。このため、小割網飼育による形態異常への影響についても調べた。

本試験では、2002~2004年に小割網飼育と水槽飼育、ならびに小割網の網地の色合いによって成長、生残率、形態の正常率の違いを調べた。その結果、小割網飼育は青色または茶色の網地の色合いに関わらず、通常の水槽飼育と同様の成長、生残、形態の正常率を示す結果が得られたので報告する。

材料と方法

供試魚の確保 試験に供試した平均全長12mm以上(着底開始期)のマツカワ仔稚魚を確保するため、以下

の予備飼育を行った(表1)。予備飼育は5回実施した。

予備飼育には、角形コンクリート水槽(5.4×3.5×1.2m, 実容量17kℓ)を用いた。飼育に用いたふ化仔魚(平均全長5.7~6.3mm)は、厚岸栽培漁業センターの陸上水槽内で養成した親魚から人工授精で得たもので、6,000~10,600尾/kℓの密度で收容した。餌料にはL型シオミズツボワムシ(以下、ワムシ)と北米産のアルテミア幼生(以下、アルテミア)を用い、両者とも給餌前にマリングロス(クロレラ工業)で16~24時間の栄養強化を行った。ワムシとアルテミアは、それぞれ1日当り8,500~18,000万個体および340~5,100万個体を2回に分けて給餌した。また、市販の配合飼料(おとひめA1, B1:日清飼料)50gを1日3回に分けて給餌した。各餌料の給餌期間は表1に示した。

飼育は水温9~17℃のろ過海水による掛け流し(1~2回転/日)で33~47日間行い、7日齢(開口)~30日齢にマリンアルファ(日清マリンテック)を1水槽当り500ml/日添加した。その結果、平均全長12.2~15.1mmの仔魚35.2万尾(生残率35.7~87.9%)を取り揚げた(表1)。

試験1:小割網飼育魚と水槽飼育魚の成長、生残率、形態正常率の比較 予備飼育で得られた仔魚を用いて4回の比較試験(試験群A~D)を実施した(表2)。

表1 マツカワの予備飼育における飼育結果の概要

飼育回次	年度 月日		収容 ^{*1}			飼育			取り揚げ		
	年度	月日	全長 ^{*2} (mm)	尾数 (尾)	収容密度 (尾/kℓ)	日数 (日間)	餌料 ^{*3}	水温 ^{*2}	全長 ^{*2} (mm)	尾数 (尾)	生残率 (%)
1	2002	4月7日	5.81±0.21	117,800	6,900	39	Rot. (8~32) Ar. (17~38) DP(34~38)	13.1 (9.0-15.1)	12.3±0.83	42,000	35.7
2	2002	4月13日	5.72±0.22	180,300	10,600	47	Rot. (8~46) Ar. (16~46) DP(34~46)	13.0 (9.5-14.5)	12.2±0.99	78,200	43.4
3	2002	4月3日	6.30±0.17	168,000	9,900	36	Rot. (5~35) Ar. (15~36)	13.3 (11.0-14.1)	12.2±1.11	67,000	39.9
4	2003	4月30日	5.98±0.28	112,500	6,600	33	Rot. (7~30) Ar. (13~33)	13.9 (10.5-17.1)	13.5±1.11	70,000	62.2
5	2004	4月8日	5.82±0.16	108,000	6,000	36	Rot. (6~36) Ar. (16~36)	13.1 (9.3-13.9)	15.1±1.10	94,900	87.9

*1 実容量17kℓの角形コンクリート製水槽を使用、ただし、5回次の実容量は18kℓ。

*2 平均±標準偏差

*3 Rot. : シオミズツボワムシ, Ar. : アルテミアノープリウス, DP : 配合飼料, 括弧内は給餌期間(日齢)を示す。

表2 試験1におけるマツカワ仔魚の収容と飼育条件

予備飼育	収容 ^{*1}				飼育	
	試験群	試験区 ^{*2}	全長 ^{*3} (mm)	尾数 (尾)	日齢 (日間)	餌料 ^{*4}
1	A	小割網	12.3±0.83	21,000	39~78 (39)	Ar (39~61)
		水槽飼育		21,000		DP (39~78)
2	B	小割網	12.2±0.99	22,000	47~86 (39)	Ar (47~75)
		水槽飼育		22,000		DP (47~86)
3	C	小割網	12.2±1.11	24,000	37~81 (44)	Rot (37~53)
		水槽飼育		24,000		Ar (37~81) DP (54~81)
4	D	小割網	13.5±1.11	24,000	47~86 (39)	Ar (47~75)
		水槽飼育		24,000		DP (47~86)

*1 実容量17kℓの角形コンクリート製水槽を使用，ただし，5回次の実容量は18kℓ。
 *2 小割網区：17kℓ水槽1面に小割網(2×2.75×1m)2面を設置。網地の色は青または茶。
 *3 平均±標準偏差
 *4 Rot.：シオミズツボワムシ，Ar.：アルテミアノープリウス，DP：配合飼料，FC：冷凍コペポダ。
 括弧内は給餌期間（日齢）を示す。

表3 試験2におけるマツカワ仔魚の収容と飼育条件

予備飼育	収容 ^{*1}			飼育		
	試験群	試験区 ^{*2}	全長 ^{*3} (mm)	尾数 (尾)	日齢 (日間)	餌料 ^{*4}
3	E	青網	12.2±1.11	12,000	37~81 (44)	Rot (37~53)
		茶網		12,000		Ar (37~81) DP (54~81)
4	F	青網	13.5±1.11	12,000	47~86 (39)	Ar (47~75)
		茶網		12,000		DP (47~86)
4	G	青網	13.5±1.11	12,000	47~86 (39)	Ar (47~75)
		茶網		12,000		DP (47~86)
5	H	青網	15.1±1.10	12,000	36~67 (31)	Ar (36~50)
		茶網		12,000		DP (36~67)

*1 実容量17kℓの角形コンクリート製水槽を使用，ただし，5回次の実容量は18kℓ。
 *2 17kℓ水槽1面に網地の色が青と茶の小割網(2×2.75×1m)各く1面を設置。
 *3 平均±標準偏差
 *4 Rot.：シオミズツボワムシ，Ar.：アルテミアノープリウス，DP：配合飼料，FC：冷凍コペポダ。括弧内は給餌期間（日齢）を示す。

各試験群とも，角形コンクリート水槽内での直接飼育（水槽区）と小割網（2×2.75×1m，目合い2mm）を設置した区（小割網区）と設置しない区を設けた。供試魚の平均全長は12.2~13.5mmで，収容尾数は試験群Aの21,000尾から群ごとに1,000~2,000尾増やし，Dでは24,000尾とした。試験期間は，全長30mmまでとし約40日間の飼育を行った。飼育水は平均水温12.8~13.6℃のろ過海水の掛け流し（3回転/日）とした。

餌料には，ワムシ（試験群Dのみ），アルテミア，配合飼料（おとひめB2，C1，C2：日清飼料）を用い，各試験区とも同量の給餌を行った。ワムシは8個体/ml，アルテミアは2~4個体/mlの密度を維持

するように，1日2回に分けて給餌した。配合飼料は，1日当たり魚体重の5%を目安に4~5回に分けて与えた。試験終了時に全長と生残尾数を調べ，さらに形態異常を正常，有眼側の白化，両面有色に区分し，全個体数に占める正常個体数の割合を形態正常率とした。

試験2：小割網の網地の色がマツカワの成長，生残率，形態正常率に与える影響 比較試験は4回（試験群E~F）実施した（表3）。試験では，小割網（2×2.75×1m，目合い2mm：日東製網）の網地の色を青（網地品番：NYL-BL）と茶（網地品番：NYL-BROWN）に変えた試験区を設け，それぞれ青網区，

茶網区とした。なお、青の小割網はブル-A (NKMコーティングス) で染色されており、色の定量表示に用いられているマンセル値は5PB3 / 8である。茶の小割網は、60131-BROWN (東洋インキ製造) で染色されており、マンセル値は7.5R3 / 6である。各試験区には平均全長12.2~15.1mmの仔魚を12,000尾ずつ収容した。試験期間は、全長30mmまでとし約40日間の飼育を行った。飼育水は平均水温12.6~13.2℃のろ過海水の掛け流し (3回転/日) とした。餌料には、ワムシ、アルテミア、配合飼料 (おとひめB2, C1, C2) を用い、各試験区とも同量の給餌を行った。ワムシ、アルテミア、配合飼料の給餌方法、および試験終了時の調査項目は、試験1と同様である。

解析 小割網区と水槽区間および青網区と茶網区

との間で、マツカワ稚魚の平均全長、生残率、形態正常率の差を調べた。平均全長の比較は *t* 検定を用いて試験群毎に行い、生残率や形態正常率の比較は逆正弦変換値について、試験区間と試験群間の両方を二元配置分散分析法により検討した。有意水準は5%に設定した。

結果と考察

試験1の試験結果を表4に示した。試験終了時のマツカワ稚魚の平均全長は、小割網区が水槽飼育区より有意に大きいと判断されたものは4例中1例、水槽飼育区が有意に大きかったのは2例であった (*t* 検定, $p < 0.05$)。生残率と形態正常率も、試験区の間では

表4 試験1におけるマツカワの全長、生残率、形態正常率

予備飼育	試験群	試験区	飼育水温 (°C)	全長*1 (mm)	尾数 (尾)	生残率 (%)	形態正常率
1	A	小割網	13.6 (13.1~14.4)	28.4±2.5 ^a	17,164	81.7	95.9
		水槽飼育	13.6 (13.1~14.5)	29.5±2.9	17,256	82.2	95.0
2	B	小割網	13.6 (13.2~14.0)	34.5±3.9	19,637	89.3	84.1
		水槽飼育	13.7 (13.2~14.6)	34.8±4.4	18,446	83.8	78.1
3	C	小割網	13.0 (12.4~13.4)	31.8±3.3 ^a	21,400	89.2	56.3
		水槽飼育	13.1 (12.6~13.5)	28.5±3.2	21,900	91.3	57.6
4	D	小割網	12.8 (12.2~13.6)	30.5±2.3 ^a	21,700	90.4	91.1
		水槽飼育	12.9 (12.1~13.4)	31.7±3.1	23,500	97.9	89.5

*1 平均±標準偏差

a : 水槽区との間で平均全長に有意差あり (*t* 検定, $p < 0.05$)

表5 試験2におけるマツカワの全長、生残率、形態正常率

予備飼育	試験群	試験区	飼育水温 (°C)	全長*1 (mm)	尾数 (尾)	生残率 (%)	形態正常率
3	E	青網	13.0	32.2±3.4 ^a	11,300	94.2	63.2
		茶網	(12.4~13.4)	29.5±3.3	10,100	84.2	49.4
4	F	青網	12.8	30.1±2.5	10,600	88.3	90.2
		茶網	(12.2~13.6)	30.9±2.2	11,100	92.5	92.3
4	G	青網	12.6	30.5±3.2 ^a	9,700	80.8	97.4
		茶網	(12.1~13.4)	32.2±2.5	10,300	85.8	94.4
5	H	青網	13.2	28.4±2.2	10,909	90.9	41.4
		茶網	(12.8~13.8)	28.8±2.3	10,984	91.5	43.0

*1 平均±標準偏差

a : 茶網区との間で平均全長に有意差あり (*t* 検定, $p < 0.05$)

有意差が認められなかった。一方、試験群間（A～D）では有意差が認められた（二元配置分散分析）。以上より、小割網で飼育したマツカワの全長、生残率、形態正常率は、水槽飼育とほぼ同等であると判断された。

試験2の試験結果を表5に示した。各試験区のマツカワ稚魚の平均全長を見ると、網地の色による成長差に一定の傾向は認められなかった。また、生残率と形態正常率でも、試験区間で有意差が認められなかった。一方、試験群間（E～H）では有意差が認められた（二元配置分散分析）。以上より、小割網飼育で、網地の色がマツカワ稚魚の全長、生残率、形態正常率に与える影響はないと判断された。

今回の試験により、マツカワ仔稚魚は小割網や水槽での直接飼育でも、また小割網の網地の色を変えた飼

育でも、成長や生残率、形態正常率に顕著な差が生じないことが明らかとなった。一方、形態正常率は試験群によって異なる結果が得られたことから、マツカワの形態異常は予備飼育の期間中にほぼ決定されている可能性が考えられた。

文 献

- 1) 有瀧真人（1995）カレイ類の変態と形態異常. 月刊海洋, 27, 732-739.
- 2) 有瀧真人, 太田健吾, 堀田又治, 田中 克（2004）異なる飼育水温がホシガレイ仔稚魚の発育と形態異常の出現に及ぼす影響. 日水誌, 70, 8-15.

オニオコゼにおける加工したスパゲティアンカータグ標識の 装着サイズの検討

太田健吾^{*1}・島 康洋^{*2}

(*1 伯方島栽培漁業センター, *2 能登島栽培漁業センター)

オニオコゼ *Inimicus japonicus* は、飼育技術の進展に伴って10万尾単位での生産が可能となり、2002年の放流を目的とした全国の種苗生産尾数は86.6万尾に達している¹⁾。

本種の放流調査用の標識には、アリザリンコンプレクソン（以下、ALC）による耳石の蛍光染色、背鰭切除およびスパゲティアンカータグ標識の装着などの方法が用いられている。ALCは一度に大量の種苗に装着でき、小型の種苗への装着も可能であること、装着率もほぼ100%であることなど、他の方法に比べて汎用性が高い。しかし、ALC自体が高価であり、調査には耳石を精査するために試料を買い取る必要があるなど、標識装着と放流効果の調査に要する時間と経費の両面において課題が残されている。また、背鰭切除は安価であるが、作業に熟練を要し時間がかかること、切除後の再生率が高いことなどから、標識魚の検出が困難になることが問題となっている。一方、スパゲティアンカータグ標識はALCに比べて安価であり、背鰭切除よりも短時間で装着できること、および外部標識のため漁業者からも情報を得られることなどが利点として挙げられる。しかし、この標識は装着時や装着後の物理的負荷が供試魚の生残や標識の残存に影響を及ぼす可能性があるため、本種では全長140mm以上の比較的大型の種苗に装着される場合が多い²⁾。

本試験では、小型種苗に有効な外部標識の開発を目

的に、アンカー部分と標識チューブの長さを変えたスパゲティアンカータグ標識を作製し、大きさの異なるオニオコゼに装着して、生残率、成長、および標識の残存状況から有効性を検討した。

材料と方法

供試魚 供試魚には、伯方島栽培漁業センターで2001年に生産した当歳魚400尾を用いた。

標識の加工 標識は、市販のスパゲティアンカータグ標識（Xピン15mm、：科研共栄会）のアンカー（8mm）およびチューブ（15mm）の一部をカッターで切断し、それぞれ長さを6mmと10mmとしたものを用いた。（図1）

試験区 試験区は、供試魚が平均全長50mm、60mm、70mm および80mm に達した時点で標識を装着する4試験区を設けた。供試尾数は1試験区当たり50尾とし、各サイズとも標識を装着しない対照区を設けた。

試験方法 標識は、市販のタグガン（303XL：バノック）を用いて装着した。装着部位は背鰭第13～15棘直下の担鰭骨帯の下側付近とし、タグガンの針を左側後方から右側前方に約45°の角度で挿入して、針先が右側皮下に到達し、かつ貫通しない位置で標識を装着した。

装着個体は、2kℓ円型FRP水槽（水深35cmに設定）

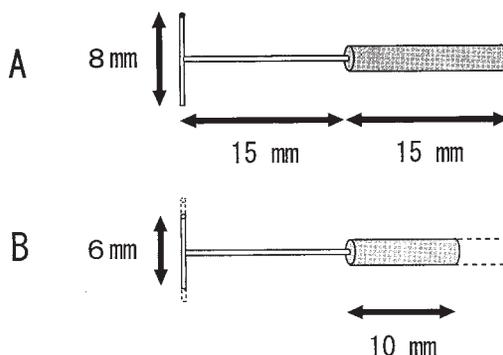


図1 スパゲティアンカータグ標識の加工方法

A：科研共栄会製 15mmXピン

B：Aのチューブとアンカーの一部を切除

に浮かべたプラスチック製のカゴ (40×30×15cm) に試験区毎に収容した。

飼育には自然水温の砂ろ過海水を用い、注水量 1 kl/時で流水管理を行った。餌料は市販配合飼料 (おとひめEP-F 2~6 : 日清飼料) を 30~50g/区/日の割合で給餌した。試験期間は 2001 年 12 月 10 日から 2002 年 12 月 19 日までの 374 日間とし、対照区と装着後の生残率を比較しながら、標識の残存状況を観察した。なお、残存状況は次式の標識残存率から判定した。

標識残存率 (%) = 標識残存個体数 / 生残個体数 × 100

結 果

標識の装着 加工した標識は、従来のタグガンを用いて市販品を装着する場合と同様に容易に装着でき、作業に特別な煩雑が生じることはなかった。

成長と生残率 試験結果を表 1 に示した。試験区間で成長に大差は認められず、対照区と同等の成長が得られた。試験終了時の平均全長は 105.7~116.8mm であった。試験終了時 (各サイズでの標識装着後、124~374 日目) の生残率は、80mm 装着区で装着後 1 週間以内に約半数の個体が死亡したため、52% となった以外は概ね 80% 以上を示した。

標識の残存状況 いずれの試験区も、試験終了時に生残したもので標識の脱落は認められず、標識残存率は 100% であった。また、試験期間中に死亡した個体でも標識の脱落は認められなかった。

考 察

今回の試験結果では、全長 50mm 以上のオニオコゼに装着するスパゲティーアンカータグ標識を小型化することで、高い生残率が得られ、また長期間脱落がな

いことがわかった。また、装着するサイズが従来の約 1/3 程度であっても、装着による魚体への影響は極めて軽度であることもわかった。

アンカー型標識は、マダイ *Pagrus major*³⁾、クロダイ *Acanthopagrus schlegelii*⁴⁾、ヒラメ *Paralichthys olivaceus*⁵⁾ などの多くの魚種の標識素材に用いられている。しかし、マダイでは装着時に生じる魚体の損傷が、標識魚の生残や標識の残存状況に及ぼす影響が懸念されており、異体類のイシガレイ *Kareius bicoloratus*⁶⁾、マコガレイ *Pleuronectes yokohamae*⁶⁾、アカガレイ *Hippoglossoides dubius*⁷⁾ なども、同様の理由から、標識にはアンカー型よりもピーターセンディスク型の方が適しているとされている。また、マダラ *Gadus macrocephalus* でも装着サイズが全長 10cm 以上であれば、複数の事例で生残率がいずれも 100% を示したのに対し、全長 10cm 未満では 13~67% まで低下することが報告されている⁸⁾。この様に、従来のアンカー型標識は、装着時に魚体に及ぼす物理的影響が大きいことが窺われるが、今回の標識加工を応用することで、オニオコゼ以外の魚種でも従来よりも小型のサイズで標識を装着できる可能性も考えられる。

一方、今回の試験では、標識の大きさや装着方法が同じであったにも関わらず 80mm 装着区が生残率だけが著しく低下した。この試験区では、標識装着時期が夏季の最高水温期に重なっており、標識の装着が及ぼす負荷の度合いは、水温等の条件によっても変化する可能性が示唆された。里森⁵⁾ は、ヒラメにアンカータグとピーターセンディスクタグを装着して生残率を比較した結果、双方に差は認められず、脱落率および魚体の損傷の度合いは異体類に有効とされているピーターセンディスクタグの方が高いことから、その原因は装着部位の選定や装着技術の優劣に起因すると述べている。本種でも、標識の大きさの他に装着時期や装着

表 1 スパゲティーアンカー型標識のオニオコゼにおける装着試験結果

試験区	試験開始		試験終了*1			
	月日	平均全長 (mm)	平均全長 (mm)	装着日数	生残率 (%)	標識残存率 (%)
50mm 装着区	2001. 12. 9	53.2 (46~60)	106.1 (73~128)	374	90	100
〃 対照区	2001. 12. 9	52.1 (45~62)	105.7 (70~124)	〃	88	-
60mm 装着区	2002. 1. 21	60.3 (57~65)	110.8 (80~138)	332	80	100
〃 対照区	2002. 1. 21	59.7 (56~65)	114.7 (98~145)	〃	78	-
70mm 装着区	2002. 5. 7	68.5 (63~78)	114.4 (92~138)	226	82	100
〃 対照区	2002. 5. 7	67.4 (62~73)	112.9 (80~127)	〃	82	-
80mm 装着区	2002. 8. 17	82.1 (75~95)	116.4 (91~129)	124	52	100
〃 対照区	2002. 8. 17	80.1 (70~93)	116.8 (96~132)	〃	90	-

*1 2002 年 12 月 19 日

*2 標識残存率 = 標識残存個体数 / 生残個体数 × 100

部位の違いなどが、供試魚の生残や標識の残存状況に影響を及ぼす可能性について、更にデータの集積が必要である。また、本種は潜砂の習性を有することから、標識魚の潜砂行動に伴う物理的負荷と標識の残存状況との関係を把握することも必要である。

文 献

- 1) 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター (2004) 平成14年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国) ~資料編~, 25-26.
- 2) 清川智之・曾田一志・佐々木 正 (2000) 島根県東部沿岸における放流オニオコゼ人工魚の再捕状況について. 栽培技研, **28**, 17-23.
- 3) 増村和彦・佐藤正明 (1974) マダイの標識方法について. 栽培技研, **3**, 1-7.
- 4) 米司 隆・溝上昭男・平田貞郎・高場 稔 (1985) クロダイの鰭切除による標識法について. 広島県水産試験場研究報告, **15**, 13-22.
- 5) 里森 修 (1982) ヒラメの標識比較試験. 栽培技研, **11**, 17-22.
- 6) 富山 昭・陣之内征龍 (1974) カレイ類の標識放流試験. 栽培技研, **3**, 23-30.
- 7) 広瀬太郎・南 卓志 (2004) 日本海におけるアカガレイの標識放流. 日本海区水産試験研究連絡ニュース, No.404, 1-5.
- 8) 門間春博・草刈宗晴 (2001) マダラ放流技術開発. 平成11年度北海道立函館水産試験場報告書, 147-151.

サワラの間育成における適正水温について

兼松正衛^{*1}・越智清継^{*2}・島 康洋^{*3}

(^{*1} 伯方島栽培漁業センター, ^{*2} 東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科, ^{*3} 能登島栽培漁業センター)

瀬戸内海におけるサワラ *Scomberomorus niphonius* の漁獲量は、1986年には6,255トンであったが、1998年には196トンに急減し、以降低水準の状態が続いている¹⁾。そこで水産庁では、サワラ瀬戸内海系群を資源回復計画の第1号に指定し、2002年4月より5カ年計画で資源の持続的利用や回復に取り組んでいる。この資源回復計画では、屋島栽培漁業センターは瀬戸内海東部海域に、伯方島栽培漁業センターは同西部海域に各々放流する健全な人工種苗の生産技術開発を分担している。加えて、屋島栽培漁業センターでは放流試験を、伯方島栽培漁業センターでは中間育成の技術開発に取り組んでいる。

資源回復計画の初年度である2002年6月は、瀬戸内海西部海域で取り組んだ愛媛県および広島県の中間育成における成長・生残(事例数3事例, 生残率0~24.6%, 日間成長量2.6~3.1mm/日)が、東部海域の岡山県および香川県(同7事例, 41.9~73.3%, 3.5~6.0mm/日)に比べて著しく低い結果となった。これは、同時期の表面水温が、瀬戸内海東部海域で22~25℃であったのに対し、西部海域では18~22℃と低かったことが一因ではないかと考えられた。そこで飼育水温に着目し、サワラの間育成における適正水温について検討した。

材料と方法

供試魚 採卵用の親魚は、愛媛県河原津漁協所属のサワラ流し刺網漁船が、燈籠で夜間操業により漁獲した。漁獲直後の天然親魚(雌1尾, 雄3尾)を用いて船上で人工授精を行い、受精卵16.0万粒を直ちに伯方島栽培漁業センターに輸送し、ふ化仔魚14.8万尾(ふ化率92.5%)を得た。そのうち、3.2万尾のふ化仔魚を20kℓ水槽1面へ収容して、マダイ、ヒラメのふ化仔魚および冷凍イカナゴを給餌して26日間飼育し、平均全長34.7mmの種苗1.8万尾(生残率56.3%)を生産して、本試験に供試した。

試験設定 飼育水槽には50kℓ水槽(実水量45kℓ)3面を用い、水温19℃区(自然水温)、22℃区および25℃区の3試験区を設けた。それぞれの試験区に、サワラ種苗を順に2,066尾, 1,901尾, 1,968尾ずつフィッシュカウンター(日本海洋)で計数して収容した。飼育期間は2002年6月9~29日の20日間とした。

各飼育水温への馴致では、3試験区とも種苗収容時の水温は19℃とし、その後、22℃区と25℃区では1.5℃/日ずつ加温し、それぞれ試験開始2日後、4日後に設定水温まで昇温した。

餌料には、冷凍イカナゴに総合ビタミン剤を外割で1~1.5%展着したものをを用い、毎日6:00~18:00の間に8~10回給餌した。毎回、給餌開始30分程度で飽食量となるよう給餌した。

試験期間中のサワラ種苗の大きさの測定、体成分分析用の試料のサンプリングは、試験開始後0, 5, 10, 15および20日目に行った。種苗の採取にはタモ網を用いて、空胃の状態である夜明け前に行った。採取した種苗は、全長と湿重量を測定した後、一部の個体を用いて乾燥重量を測定し、残りの個体は体成分分析用に-80℃のディープフリーザーで冷凍保存した。試験最終日には巻網で全数を取り揚げた。

体成分分析 冷凍保存したサンプルを解凍した後、全長・体重を測定して肝臓を取り出し、肝臓中の総蛋白質、トリグリセライドおよびリン脂質量を測定した。各成分の定量は、総蛋白質はLowry法、トリグリセライドはGPO・DAOS法、リン脂質はコリンオキシダーゼ・DAOS法で行った。

結 果

生残と成長 試験終了時(試験開始20日目)の各試験区の生残率と全長を表1に示した。飼育水温と生残との関係では、19℃区では体色が黒化して死亡する個体が、25℃区では共食いによる死亡が多く観察された。しかし、22℃区では、このような現象による死亡は少なかった。その結果、19℃区、22℃区および25℃区の試験終了時の生残率は、それぞれ52.8%, 69.9%および45.3%であり、22℃区が最も高かった。

飼育水温と成長との関係では、19℃区、22℃区および25℃区の試験終了時の平均全長は、それぞれ85.8mm, 99.1mmおよび119.6mmであり、水温が高いほど成長が早い傾向が認められた。全長と体重の日間増加量(成長量)は19℃区、22℃区、25℃区の順に、全長で2.56mm/日, 3.22mm/日および4.25mm/日、体重で185mg/日, 280mg/日および540mg/日であった。25℃区の成長速度は、19℃区と比べて全長で1.7倍、体重で2.9倍であった。

体成分分析結果 異なる水温で飼育したサワラ種苗の成長と比肝重 (%) の変化を表 2 に、肝臓の単位重量当たりの総蛋白質量、トリグリセライド量、リン脂質量およびトリグリセライド／リン脂質比 (以下、TG/PL 比) を表 3 に示した。

試験期間中の比肝重は、各試験区とも概ね 1.5~2.3 % の範囲で推移したが、飼育水温が低いほど大きくなる傾向が認められた (図 1)。

肝臓中の成分のうち、いずれの試験区においても総蛋白質量は 100mg/g 前後、リン脂質量は 30mg/g 前後で推移し、飼育水温による顕著な差は認められなかった (表 3)。一方、トリグリセライド量は全ての

試験区で飼育日数の経過に伴って増加し、その増加傾向は飼育水温により異なった (図 2)。当初 19℃ 区が最も高く推移したものの 20 日目には 22℃ 区もほぼ同レベルに達し、25℃ 区ではいずれの日数でも低いレベルであった。

TG/PL 比 (図 3) も、トリグリセライド量の変化とほぼ同様の傾向がみられ、19℃ 区が最も高く推移したが 20 日目には 22℃ 区も同レベルに達した。

考 察

本試験におけるサワラ種苗の中間育成方法では、飼

表 1 異なる水温で飼育したサワラ種苗の成長と生残率の比較

試験区	飼育水温 (°C)	開始時		試験期間 (日)	サンプリング数 (尾)	取り揚げ時			
		収容尾数 (尾)	平均全長 (mm)			生残尾数 (尾)	生残率*1 (%)	平均全長 (mm)	不明率*2 (%)
19℃区	19.5 (18.9~20.3)	2,066	34.7	6/9~29 (20)	654	633	52.8	85.8	22.3
22℃区	21.7 (20.2~22.6)	1,901			706	715	69.9	99.1	12.7
25℃区	24.8 (20.2~25.9)	1,968			663	452	45.3	119.6	35.0

*1 生残率：試験途中にサンプリングした尾数についてはその時点での推定生残率により収容時相当尾数に補正して計算した。途中生残率の推定は、共食いによる減耗が全期間等分に発生したと仮定して計算した。
*2 収容尾数から毎日底掃除により排出した死亡尾数を引いた行方不明尾数の割合。共食いによる減耗と考えられる。

表 2 異なる水温で飼育したサワラ種苗の成長と比肝重の変化

経過日数	19℃区					22℃区					25℃区				
	尾数	全長 (mm)	体重 (g)	肥満度	比肝重 (%)	尾数	全長 (mm)	体重 (g)	肥満度	比肝重 (%)	尾数	全長 (mm)	体重 (g)	肥満度	比肝重 (%)
0	50	30.1	0.19	6.87	1.6										1.6
5	30	36.0	0.33	7.05	2.1	30	39.7	0.45	7.07	2.0	30	38.8	0.40	6.72	1.5
10	30	50.4	0.86	6.44	2.3	30	56.7	1.27	6.82	2.1	25	63.1	1.62	6.23	1.9
15	10	65.1	1.98	6.49	1.3	10	81.3	3.25	5.91	1.8	10	90.6	4.78	6.28	1.7
20	10	87.1	4.00	5.95	2.1	10	101.7	6.54	6.10	1.5	10	125.8	12.21	6.08	1.5

表 3 異なる水温で飼育したサワラ種苗の肝臓成分 (総蛋白質, トリグリセライド, リン脂質およびトリグリセライド／リン脂質比) の変化

経過日数	19℃区				22℃区				25℃区			
	TP (mg/g)	TG (mg/g)	PL (mg/g)	TG/PL	TP (mg/g)	TG (mg/g)	PL (mg/g)	TG/PL	TP (mg/g)	TG (mg/g)	PL (mg/g)	TG/PL
0	118	37	32	1.2	118	37	32	1.2	118	37	32	1.2
5	93	103	34	3.0	100	77	34	2.3	98	70	32	2.2
10	79	132	30	4.4	92	123	33	3.7	99	76	26	2.9
15	117	167	34	4.9	99	142	34	4.2	92	122	25	4.9
20	101	144	30	4.8	103	153	31	4.9	99	86	25	3.4

* TP: 総蛋白質, TG: 中性脂質 (トリグリセライド), PL: リン脂質の略。

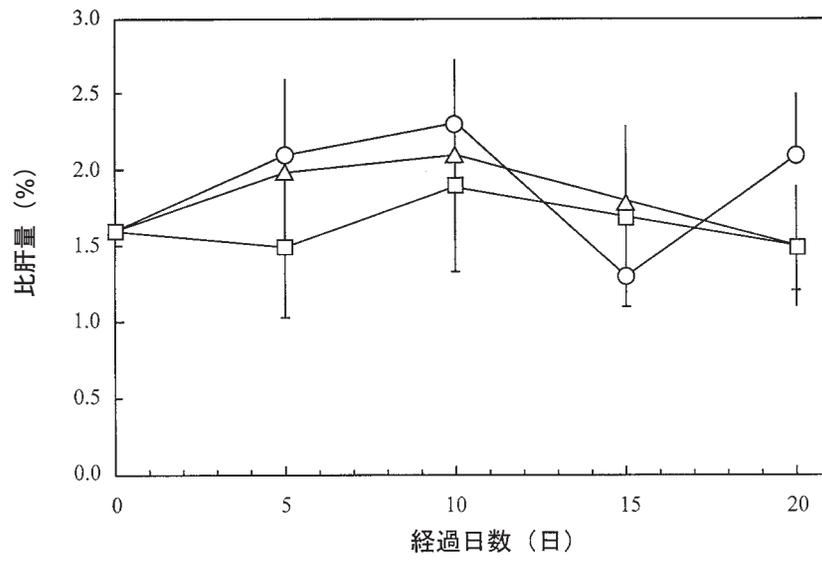


図1 異なる水温で飼育したサワラ種苗の比肝重の変化

○ 19°C区 △ 22°C区 □ 25°C区

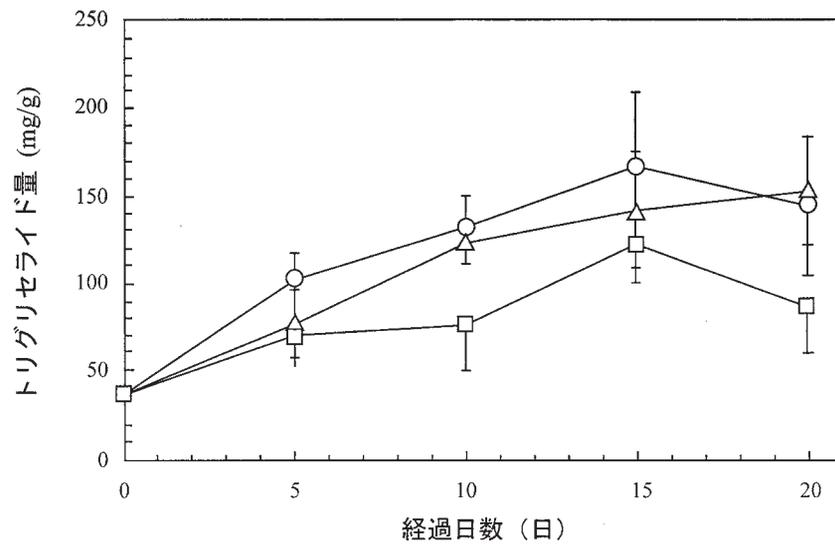


図2 異なる水温で飼育したサワラ種苗の肝臓中のトリグリセライド量の変化

○ 19°C区 △ 22°C区 □ 25°C区

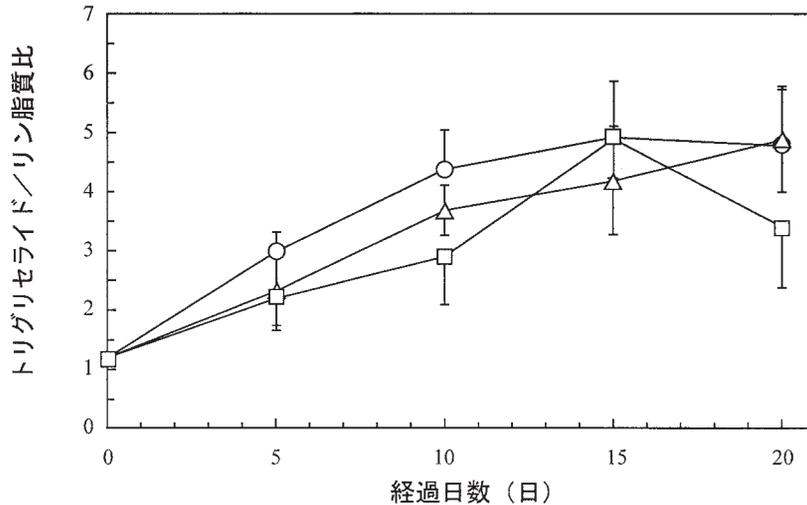


図3 異なる水温で飼育したサワラ種苗の肝臓中のトリグリセライド／リン脂質比の変化
 ○—19°C区 △—22°C区 □—25°C区

育水温が高いほど成長が早い傾向が認められ、25°C区の試験終了時の全長は19°C区の1.7倍、体重は2.9倍となった。一方、生残率は22°C区が69.9%で最も高く、次いで19°C区は52.8%であり、25°C区は45.3%と最も低かった。

飼育水温と、肝臓中のTG/PL比との関係を見ると、成長がもっとも良好な25°C区は、22°C区や19°C区に比べて、その割合が低く推移した。リン脂質は細胞膜の主要構成成分であるため、細胞当たりのリン脂質量が一定であると仮定するとTG/PL比は細胞量当たりの貯蔵エネルギー量の指標、すなわち、飢餓耐性の強さを示す指標と考えられている²⁾。このことから、25°C区では、餌料から摂取したエネルギーはほとんど成長に利用され、体内に貯蔵する割合が低かったものと考えられる。したがって、他区に比べてエネルギー量の不足(空腹)した個体の割合も高かったものと推察され、共食い多発の一因になったのではないかと考えられた。

成長が劣った19°C区は、22°C区と25°C区に比べて肝臓中のTG/PL比が高く推移しており、摂取したエネルギーは体内に蓄積され、成長に利用される割合は低いと考えられた。また、19°C区は他の試験区に比べて低く、サワラ種苗の飼育水温としては下限に近いものと考えられた。

一方、最も生残率の高い22°C区では、成長は25°C区にはやや劣ったものの、肝臓中のTG/PL比は安定した増加傾向を示しつつ、試験開始20日目には19°C区と同等かつ最大となった。このことは、飼育水温22°Cで飼育したサワラ種苗は、比較的良好に成長しながら、

体内にエネルギーを蓄積していることを示している。飢餓耐性が他区よりも長いと考えられることから、放流直後の飢餓による初期減耗の軽減も期待できる。以上の結果から、今回の試験で設定した給餌条件(給餌回数8~10回/日、1回当たり30分の飽食量給餌)では、22°Cが適水温であると判断された。

今回の試験結果から、2002年に中間育成を実施した瀬戸内海東部海域と西部海域における生残率と日間成長率が大きく異なっていたことは、同時期の表面水温が瀬戸内海東部海域で22~25°Cであったのに対し、西部海域では18~22°Cと低かったことが一つの要因であったものと推測された。20°C以下の低水温で中間育成を開始した西部海域では、成長速度が遅いため放流サイズ10cmまでの育成期間が長くなり、飼育上の問題も生じやすかったものと考えられた。

今後、水温の低い瀬戸内海西部海域では、表面水温が20°C以上に上昇する時期に合わせて中間育成を開始する必要があり、そのためには種苗生産の開始時期を遅らせることや種苗生産時の飼育水温を低く抑えて取り上げ時期を引き延ばす等の方策を検討する必要がある。一方、23°C以上の高い水温で中間育成を実施する東部海域では、サワラ種苗の代謝速度が速いため、共食い防除のために十分な給餌管理を行う必要がある。

サワラの中間育成については体系だった技術マニュアルがまだ確立されておらず、中間育成現場の担当者の判断で実施されている現状であるが、今後は飼育水温に合わせた適正な給餌管理を実施することが重要であると考えられる。

文 献

- 1) 永井達樹 (2003) サワラの資源状況と資源回復計画. 日水誌, **69**, 99-103.
- 2) 銭谷 弘 (2001) 太平洋岸域におけるマイワシの資源変動に関連した初期生態に関する研究. 瀬戸内水研報, **3**, 1-45.

トラフグ種苗における耳石の形状異常について

清水大輔^{*1}・足立純一^{*2}・崎山一孝^{*1}

(*1 百島栽培漁業センター, *2 志布志栽培漁業センター)

トラフグ *Takifugu rubripes* 人工種苗に出現する耳石の形状異常は、山口県、長崎県、三重県などで報告¹⁾されているが、体系的にまとめられた報告はない。そこで、トラフグ天然種苗の耳石を基準に、人工種苗における耳石の形状異常の出現状況を調査、分類し、形状異常の判別基準について検討した。

材料と方法

供試魚 調査は2002年と2004年に、天然種苗および人工種苗について行った。天然種苗は、岡山県笠岡市の大島漁業協同組合の小型定置網で漁獲された個体で、2002年は78尾（以下、天-1）、2004年は50尾（天-2）を調査した。人工種苗は、屋島栽培漁業センターで生産されたトラフグを用い、2002年は平均体長31mmの種苗（人-1）68尾と、さらに平均体長77mmまで育成した51尾（人-2）を調査した。2004年は、平均体長54mmの人工種苗（人-3）50尾を調査した（表1）。供試魚は採集後直ちに冷麻酔を行い、-30℃で凍結保存した。

耳石調査 供試魚の耳石は、2002年は左右の偏平石、星状石および礫石を、2004年は偏平石のみを摘出し、実体顕微鏡下でそれぞれの形状を観察するとともに耳石長と耳石高（図1）を測定し、耳石長/耳石高比（以下、W/H比）を算出した。

形状の分類 耳石の観察は全て実体顕微鏡下で行い、天-1の78尾で最も多く観察された形状を正常とし、正常および異常の判別を行った。また、耳石の形状異常を分類し、それぞれの出現率を調べた。なお、耳石の測定部位や名称は、渡邊ら²⁾を参考とした。

結 果

形状異常の分類と出現頻度 正常および異常がある耳石の形状を分類し、その模式図を図1に、さらに各耳石の異常率を表2に示した。

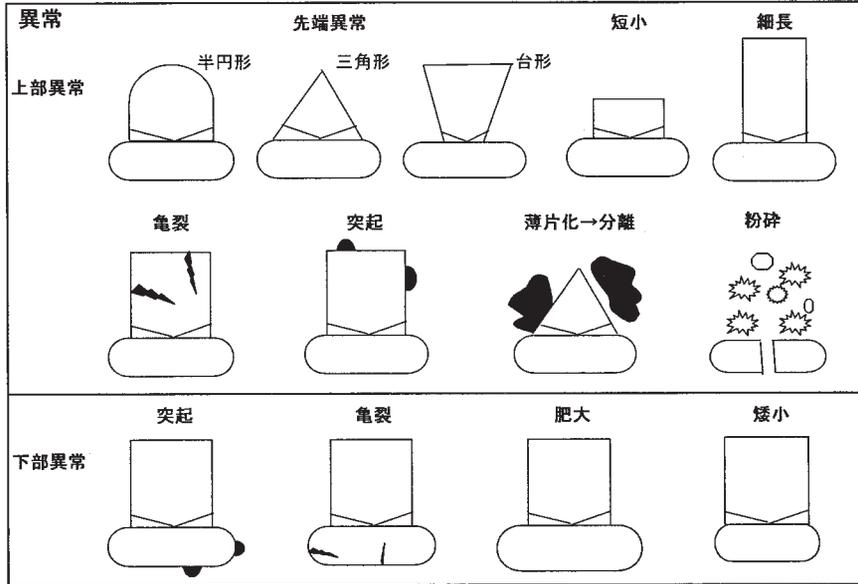
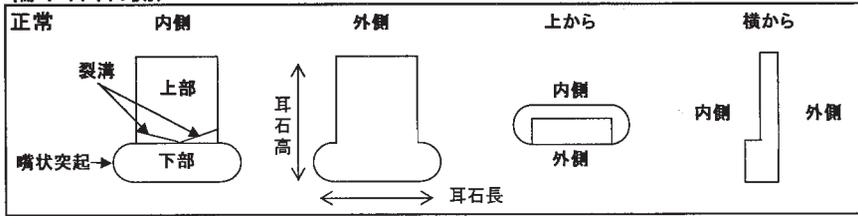
偏平石 偏平石では、形状を上部と下部に分けて観察した（図1）。正常な偏平石は、上部の形状はほぼ正方形で、下部は上部に比べて肉厚で楕円形であった。耳石上部に見られる主な形状の異常は、先端部が半円形や三角形を呈し矮小なもの、また耳石の粉碎に繋がると考えられる薄片化やその薄片が分離しているものも多く見られ8種類に分類された。また下部では、矮小や肥大および薄片状の突起など4種類に分類された。分類した異常ごとの出現率を図2に示した。偏平石の形状異常は、耳石下部に比べて上部で多く観察された。また、形状異常の出現状況は調査群によって異なった。さらに2002年の同一生産群でも、小型群（人-1）は耳石上部の短小が多く見られたが、長期飼育した大型群（人-2）では耳石上部が細長い形状を呈するものや亀裂および突起が多く見られ、形状異常の出現状況が異なった。

星状石 正常な星状石は米粒状を呈し、嘴状突起、上部嘴状突起とともに鈍角で前部開口切刻部からの裂溝の切れ込みが少ないものとした（図1）。形状異常は、前部開口切刻部からの裂溝の著しい切れ込み、嘴状突起の欠損、全体の矮小化、片側中央部の隆起や屈曲など7種類が観察された。分類した形状異常ごとの出現率を図3に示した。星状石も偏平石と同様に、形状異常の出現状況は調査群によって異なり、また同一生産群でも小型群（人-1）では片側中央部の隆起や屈曲

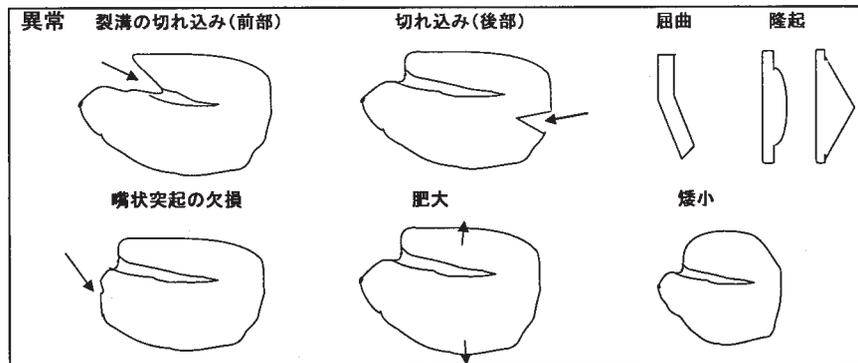
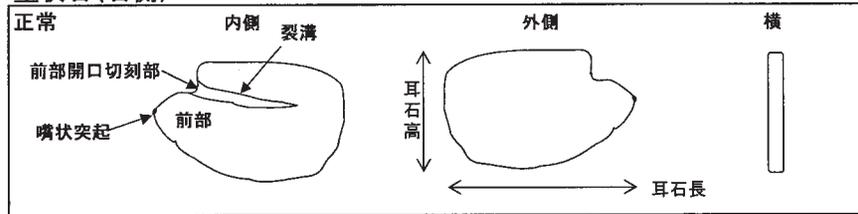
表1 調査に供した天然種苗と人工種苗の概要

区分	調査群	採集日	観察数	平均体長 (mm)
天然	天-1	2002. 7. 25	78	57
	天-2	2004. 7. 24	50	56
人工	人-1	2002. 6. 22	68	31
	人-2	2002. 7. 27	51	77
	人-3	2004. 7. 27	50	54

偏平石(右側)



星状石(右側)



礫石(右側)

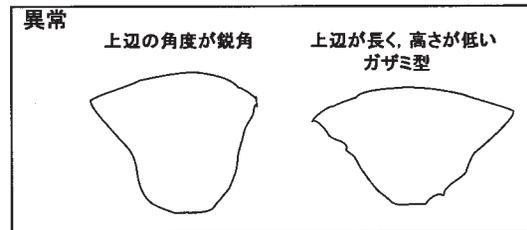
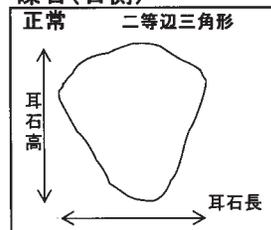


図1 トラフグ耳石の正常および異常形状の模式図

2002年に調査した平均体長57mmの天然種苗78尾で最も多く観察された形態を正常とした。

表2 各耳石における調査群ごとの異常率

耳石	調査群	正常	右側異常	左側異常	両側異常
扁平石	天-1	42.3	9.0	7.7	41.0
	天-2	60.0	16.0	18.0	6.0
	人-1	19.1	2.9	2.9	75.0
	人-2	13.7	9.8	7.8	68.6
	人-3	18.0	24.0	22.0	36.0
星状石	天-1	37.2	9.0	21.8	32.1
	天-2	-	-	-	-
	人-1	1.5	2.9	16.2	79.4
	人-2	27.5	11.8	15.7	45.1
	人-3	-	-	-	-
礫石	天-1	39.7	3.8	12.8	43.6
	天-2	-	-	-	-
	人-1	7.4	10.3	7.4	75.0
	人-2	17.6	13.7	0.0	68.6
	人-3	-	-	-	-

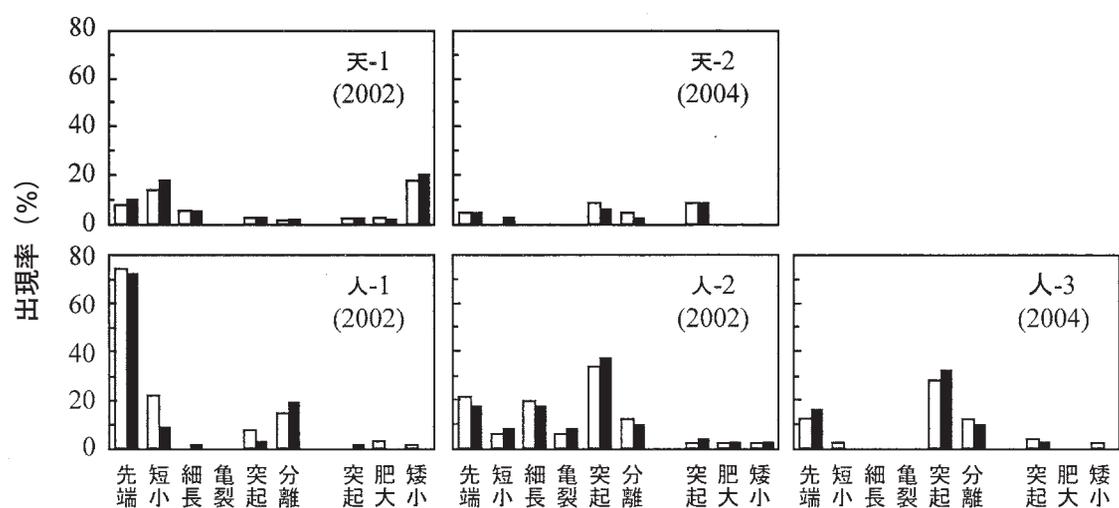


図2 扁平石に見られる形状異常の出現状況

□ : 左 ■ : 右

上部異常 : 先端, 短小, 細長, 亀裂, 突起, 分離

下部異常 : 突起, 肥大, 矮小

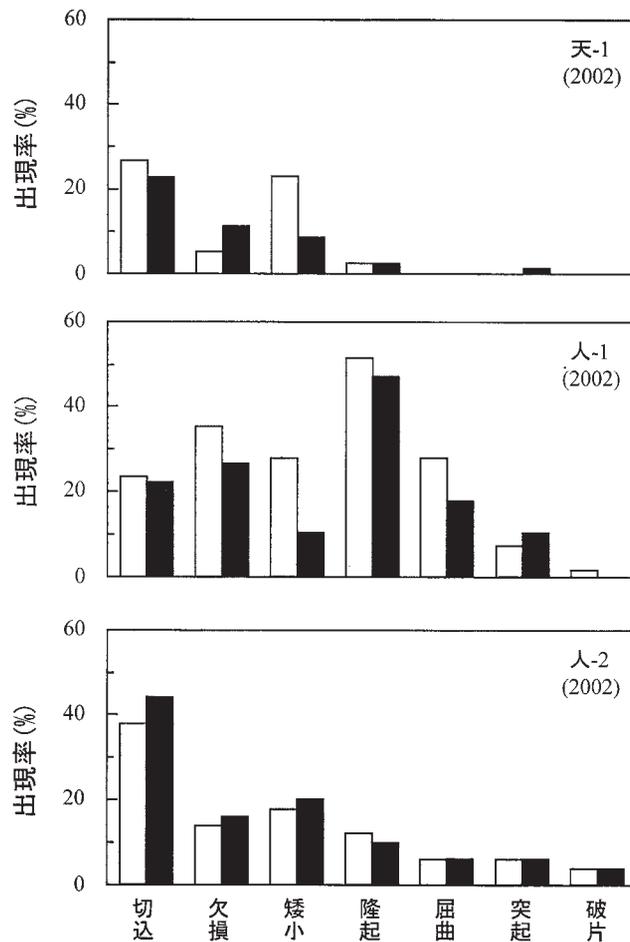


図3 星状石に見られる形状異常の出現状況
□ : 左 ■ : 右

などの異常が、大型群（人-2）では裂溝の著しい切れ込みが多く観察された。

礫石 縦長の二等辺三角形の礫石を正常な形状とした（図1）。形状異常としては、上辺が耳石高に比べ長く、ガザミの甲羅型を呈するものが多く見られた。

左右の整合性 天-1では、左右対の耳石がともに正常な個体は、偏平石で42.3%、星状石で37.2%、礫石で39.7%であった（表2）。しかし、全ての耳石の形状が正常な個体は、わずか5.1%（図4）であった。

人工種苗では、左右対の耳石がともに正常な個体は、人-1では偏平石で19.1%、星状石で1.5%、礫石で7.4%、人-2では偏平石で13.7%、星状石で27.5%、礫石で17.6%であった（表2）。全ての耳石の形状が正常な個体は、人-1が0%、人-2が2.0%（図4）であった。

耳石長／耳石高比 各耳石のサイズとその比率を表3に示した。偏平石の耳石長と耳石高の平均値およびW／H比は、天-1がそれぞれ0.65mm、0.59mmお

よび1.11、天-2ではそれぞれ0.66mm、0.60mmおよび1.10であった。同様に星状石では、天-1がそれぞれ0.46mm、0.35mmおよび1.32、礫石ではそれぞれ0.41mm、0.34mmおよび1.22であった。

人工種苗では、偏平石の耳石長と耳石高の平均値およびW／H比は、人-1でそれぞれ0.48mm、0.45mmおよび1.08であった。星状石は、それぞれ0.36mm、0.28mmおよび1.28、礫石ではそれぞれ0.52mm、0.37mmおよび1.42であった。同様に、人-2では、偏平石がそれぞれ0.69mm、0.64mmおよび1.08、星状石が0.52mm、0.40mmおよび1.29、礫石が0.74mm、0.52mmおよび1.43であった。また、人-3では、それぞれ0.65mm、0.58mmおよび1.12であった。

人工種苗の偏平石では、生産年度によってW／H比が異なった。2002年の同一生産群内では、小型群（人-1）と大型群（人-2）の形状異常の出現状況は異なったが、W／H比ではいずれの耳石においても両群

で顕著な差は認められなかった。また、天然種苗と比較すると、2002年生産群（人-1、人-2）は、偏平石では耳石長に比べて耳石高が低く、礫石では耳石長に比べて耳石高が高い傾向にあった。

考 察

今回調査したトラフグ稚魚期の耳石の形状は、天然種苗および人工種苗ともに個体差が顕著であり、同一個体でも左右が相称形でないなど、非常に多様であった。そこで、客観的な形状異常の判別方法としてW/H比を算出したが、目視によって正常と判別された天然種苗の耳石のW/H比の平均値（最小～最大）は、偏平石が1.10（1.07～1.16）、星状石が1.50（1.42～

1.61）、礫石が1.14（1.08～1.21）であり、目視判別による明らかな形状異常の多くもこの範囲内に含まれた。そのためW/H比は、多様な形状異常を示す指標には不十分であった。

飼育水温、摂餌率および光周期などの生息環境の変化によって、魚類の耳石中に含まれるカルシウムとタンパク質層の厚さが変わり、特定のマークが付くことが知られており、さけ・ます類では耳石標識として利用されている³⁾。トラフグにおいても、天然種苗に比べて人工種苗の耳石形状の異常が多いこと、生産年度によって形状異常の出現状況やW/H比が異なることから、種苗生産期の環境要因によって耳石が変形したものと考えられる。

2002年生産の人工種苗では、小型群（人-1）の偏

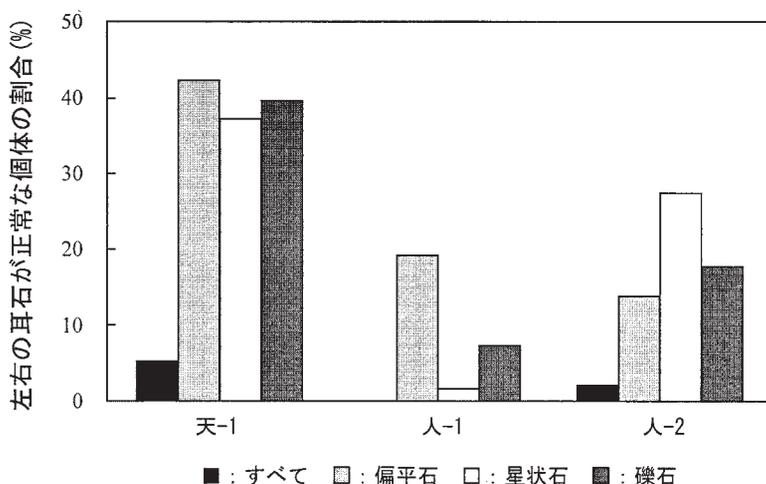


図4 トラフグ種苗における左右対になった耳石の正常率

表3 各耳石における耳石長、耳石高および耳石長/耳石高比

耳石	調査群	耳石長 (mm)		耳石高 (mm)		耳石長/耳石高比	
		平均	(最小～最大)	平均	(最小～最大)	平均	(最小～最大)
偏平石	天-1	0.65	(0.57～0.82)	0.59	(0.50～0.69)	1.11	(1.00～1.26)
	天-2	0.66	(0.60～0.90)	0.60	(0.50～0.68)	1.10	(0.97～1.29)
	人-1	0.48	(0.41～0.62)	0.45	(0.36～0.57)	1.08	(0.93～1.25)
	人-2	0.69	(0.59～0.89)	0.64	(0.41～0.82)	1.08	(0.93～1.25)
	人-3	0.65	(0.55～0.88)	0.58	(0.42～0.70)	1.12	(0.94～1.27)
星状石	天-1	0.46	(0.40～0.54)	0.35	(0.30～0.40)	1.32	(1.16～1.50)
	人-1	0.36	(0.33～0.45)	0.28	(0.23～0.32)	1.28	(1.15～1.50)
	人-2	0.52	(0.47～0.64)	0.40	(0.33～0.46)	1.29	(1.15～1.50)
礫石	天-1	0.41	(0.35～0.46)	0.34	(0.27～0.40)	1.22	(1.06～1.39)
	人-1	0.52	(0.48～0.54)	0.37	(0.29～0.39)	1.42	(1.21～1.61)
	人-2	0.74	(0.68～0.77)	0.52	(0.41～0.56)	1.43	(1.21～1.61)

平石の上部が矮小した個体が多く見られ、由来が同一の長期飼育の大型群（人-2）では減少した。本調査では、形状異常の分類を平均体長57mmの天然種苗を基準に行ったため、同サイズの天然種苗と照らし合わせて比較することができなかった。そのため、異なる飼育環境における人工種苗の耳石形成の過程を追跡するとともに、様々な成長段階の天然種苗の耳石を調査する必要がある。

耳石は魚体の平衡調節や音受容の機能を持っており⁴⁾、トラフグ人工種苗のこのような耳石の形状異常が、トラフグの行動に影響を与える可能性が考えられる。そのため、耳石の形状異常が放流後の生残に及ぼす影響についても検討する必要がある。

文 献

- 1) 山口県・福岡県・長崎県・三重県・愛知県・静岡県・秋田県（2000）平成7～11年度放流技術開発事業報告書（トラフグ）. 139pp.
- 2) 渡邊 光・大泉 宏・川原重幸（2004）日本近海に生息する魚類の耳石による種類同定マニュアル, CD-ROM Version 1.1J. 独立行政法人水産総合研究センター遠洋水産研究所.
- 3) 浦和重彦（2001）さけ・ます類の耳石標識：技術と応用. さけ・ます資源管理センターニュース, 7, 3-11.
- 4) 羽生 功（1977）機械的感覚. 「魚類生理学概論」（田村 保編）, pp.252-274.

長崎県内におけるクエの漁業実態と流通について

齊藤貴行・本藤 靖・服部圭太
(五島栽培漁業センター)

クエ *Epinephelus bruneus* は、ハタ類の中でも体長が1m近くまで成長する大型種であり、九州、四国、沖縄から台湾、フィリピンにまたがる温帯から亜熱帯海域に分布し、外洋に面した沿岸の岩礁域に生息している。九州ではアラと呼ばれており、漁獲は主に一本釣りや延縄で行われている。肉質は白身で、クエ鍋に代表されるように冬場における需要が高く、市場では5,000~10,000円/kgの価格で取引される高級魚である。特に近年は、長崎県の漁業関係者および県外の漁業関係者からも種苗放流の要望が高まっている。しかし、本種の漁獲量については農林水産統計にも計上されておらず、長崎県内の漁獲量さえ把握されていないのが現状である。今後、本種の放流技術開発を進める上で、クエの漁業実態および長崎県内の流通経路について調査しておくことは必要不可欠と考えられる。

そこで今回、特に長崎県内の五島周辺を中心にクエの漁業実態、流通経路等について聞き取り調査を行ったので、その調査結果を報告する。

材料と方法

聞き取り調査は、2004年12月に長崎県内でクエを

対象とした漁業が行われている大瀬戸町漁業協同組合（以下、大瀬戸漁協）、五島管内の福江島にある五島福江漁業協同組合（以下、五島福江漁協）と五島漁業協同組合（以下、五島漁協）で行い、クエの漁業実態を把握するとともに、水揚げ台帳より漁獲量と水揚げ金額を調査した。なお、五島福江漁協には6カ所、五島漁協には12カ所の支所があり、これらの水揚げ台帳も調査した。また、長崎県内で漁獲されたクエが集荷される長崎市の長崎魚市株式会社（以下、長崎魚市場）と、五島市の福江市魚市有限会社（以下、福江魚市場）で水揚げ台帳よりクエの取扱量を調査するとともに、入荷先や出荷先等の流通経路と流通形態を聞き取り調査した。

結 果

漁業実態（大瀬戸漁協、五島漁協、五島福江漁協）

漁場 大瀬戸漁協の漁場は、大瀬戸町と上五島町の中間の海域と、小値賀島周辺から中通島の西側および福江島南側の富江、大宝沖で、いずれも水深40~50mの瀬の際や瀬の上である。また、五島漁協および五島福江漁協の漁場は主に福江島周辺全域である

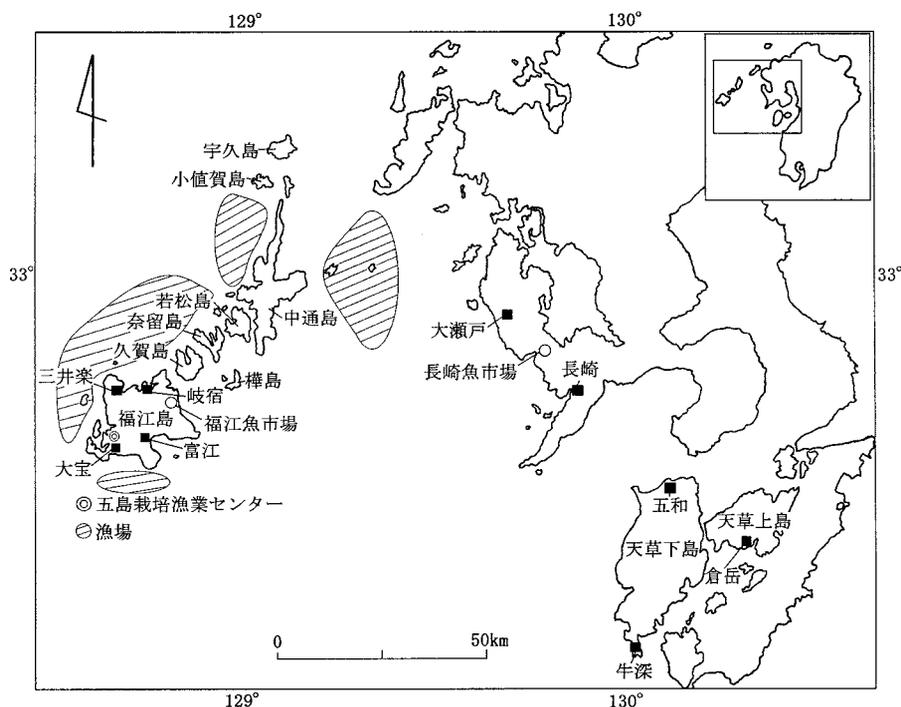


図1 長崎魚市場にクエを出荷している地区および漁場

が、五島漁協のクエ漁獲量の72%を占める三井楽支所では、近年は約70km離れた男女群島まで遠征している(図1)。クエの漁場は沿岸から、より遠方へと移動しており、前述したとおり、福江島の漁業者の多くは男女群島を中心にクエ漁を行っている。

漁期 漁期は概ね10月～2月で、盛期は11月～12月である。

漁法 いずれも延縄漁が主体である。大瀬戸漁協では1隻当たりの使用鉢数は5～10鉢、1鉢の針数は40～60本(タルメ針35号等)、枝針の間隔は10～18mで、幹縄は全長約500～1,000m(クレモナ糸30～35号)である。漁船の大きさは5～9トンで、1～2人乗りで操業し、1日に2回の操業を行う。餌(サバ、マルソウダ)を取り付けながら仕掛けを投縄する。投縄に要する時間は約50分で、投縄終了後30分から1時間程でサイドローラーにより揚げ縄を開始する。揚げ縄に要する時間は3～4時間である。

漁獲量と水揚げ金額 大瀬戸漁協の2001年～2003年のクエ漁獲量は5,700～6,500kgで、水揚げ金額は3,200～4,000万円であった(表1)。本漁協でのクエの占める割合は、全漁獲量の5～7%、全水揚げ金額の23～28%で、重要な収入源となっている。五島

漁協各支所の1999～2002年における漁獲量の合計は3,900～5,400kgで、水揚げ金額は約1,900～3,200万円であった(表2)。そのうち三井楽支所が72%、富江支所が16%、岐宿支所が6%を占めている。なお、三井楽支所の漁獲量を1999年と2002年で比較すると約1,000kg、水揚げ金額にして約1,000万円増加していることが特筆される。なお、五島福江漁協各支所に関しては、今回の調査で漁獲量のデータは入手できなかったが、2001～2003年の水揚げ金額は390～840万円であった。漁業者からの聞き取り調査では、福江島周辺の漁獲量は数年前に比べ減少傾向にあり、福江島周辺では漁業が成り立たなくなっている。

単価 大瀬戸漁協の漁獲量と水揚げ金額から求めた浜値の平均単価は5,500～6,990円/kg、五島漁協は4,800～5,960円/kgであった。五島漁協三井楽支所では魚体の大きさによって単価が異なり、小アラ(1～3.9kg)で6,000～6,240円/kg、上アラ(4～14.9kg)で6,000～6,840円/kg、大アラ(25～34.9kg)で6,000～7,020円/kgであったが、体重が35kg以上になる特大アラでは4,500～5,460円/kgと単価が下がる。また、体表がスレていたり、体色の悪いものは正常魚に比べて単価は70～80%低下する。なお、五島福江漁協の平

表1 大瀬戸町漁業協同組合におけるクエの漁獲量(kg)と金額(千円)

年度	10月		11月		12月		クエ		全魚種		漁獲量*1 (%)	金額 割合 (%)
	漁獲量 (kg)	金額 (千円)	漁獲量 (kg)	金額 (千円)	漁獲量 (kg)	金額 (千円)	漁獲量合計 (kg)	金額合計 (千円)	漁獲量合計 (kg)	金額合計 (千円)		
2001	830	40,822	2,444	50,961	2,864	65,080	5,780	40,446	108,142	156,863	5.3	25.8
2002	472	36,249	1,891	42,459	3,723	61,749	6,463	39,471	89,773	140,457	7.2	28.1
2003	849	42,720	2,296	45,947	2,686	53,959	5,831	32,216	105,102	142,626	5.5	22.6

*1: クエ漁獲量合計/全魚種漁獲量合計×100

*2: クエ金額合計/全魚種金額合計×100

表2 五島漁業協同組合各支所におけるクエの漁獲量(kg)と金額(千円)

年度	富江		黒瀬		大宝		玉之浦		岐宿		三井楽	
	漁獲量 (kg)	金額 (千円)										
1999	428	1,707	112	403	237	1,217	197	828	177	545	2,758	14,107
2000	412	1,231	46	144	112	531	193	634	292	1,287	3,268	16,186
2001	263	3,613	30	81	71	308	300	1,295	81	98	3,761	21,461
2002	578	5,277	92	387	63	163	192	693	476	1,674	3,984	23,456

年度	丸福		本所		合計	
	漁獲量 (kg)	金額 (千円)	漁獲量 (kg)	金額 (千円)	漁獲量 (kg)	金額 (千円)
1999	0	0	0	0	3,909	18,807
2000	0	0	0	0	4,323	20,013
2001	0	0	0	0	4,506	26,856
2002	17	19	0	0	5,402	31,669

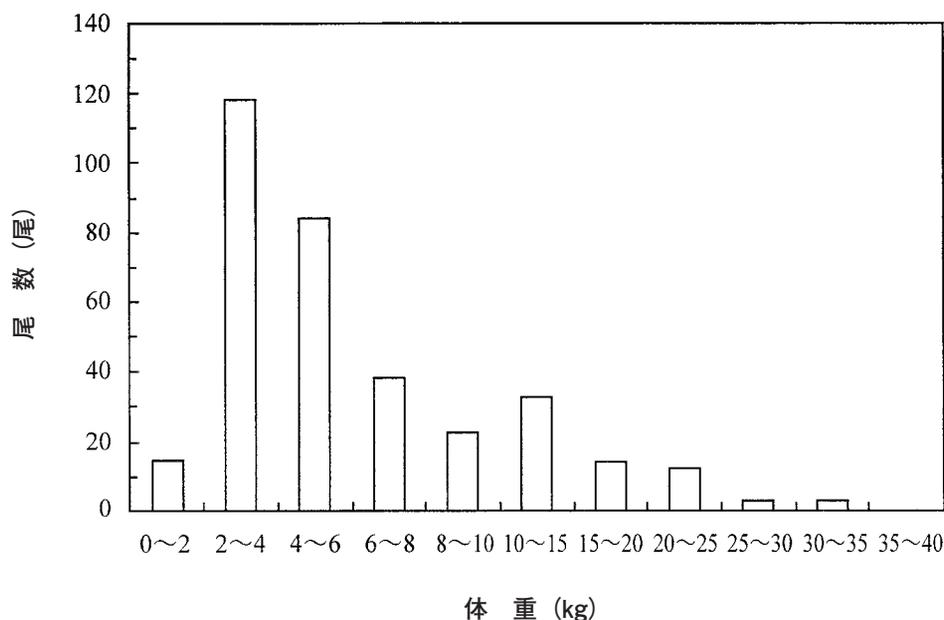


図2 三井楽漁協で漁獲されたクエの体重組成
(2002.10.1~12.29)

均単価は前述した理由から算出できなかった。

出荷先 大瀬戸漁協ではすべて活魚で販売している。そのため、漁獲物は漁協に設置された5kℓ水槽4面へ畜養し、週一回漁協の活魚車で大阪魚市場、和歌山魚市場などへ直接出荷している。なお、これらの漁獲物は長崎魚市場を通さないで流通されている。五島漁協三井楽支所も活魚扱いが主で、漁獲物は漁協に設置された4kℓ水槽2面で畜養され、長崎県内の仲買業者が約10日間隔で来島し、入札制度により単価が決定され、主に関西方面と長崎魚市場へ出荷している。なお、漁業者によっては漁協へ水揚げせず、直接、長崎魚市場に出荷することもある。三井楽支所以外の五島漁協各支所、五島福江漁協各支所は主に福江魚市場に出荷しており、扱いは活魚が主体である。

体重組成 五島漁協三井楽支所の水揚げ台帳から、抽出したクエの体重組成を図2に示す。2002年10月1日~12月19日の期間に343尾が漁獲され、そのうち、2~4kgサイズが118尾と最も多く、次いで4~6kgサイズが84尾で、これらのサイズが全体の約60%を占めた。聞き取り調査でも数年前に比べてかなり小型化していることが明らかとなった。

流通（長崎魚市場、福江魚市場）

形態 長崎魚市場、福江魚市場ともに、ほとんどが活魚で扱われており、鮮魚での扱いは全体の約1割である。

入荷先 長崎魚市場の入荷先漁協は、長崎県内では五島漁協三井楽支所（操業船17隻）、小値賀町漁協（同3隻）、宇久町漁協（同7隻）で、他県からの入荷は、熊本県の牛深市漁協（同8隻）、あまくさ漁協五和町統括支所（同8隻）、倉岳町漁協（同1隻）である（図1）。福江魚市場は、福江島周辺の嵯峨の島、椛島、奈留島、久賀島、および福江島の各漁協より入荷されている。

取扱量と単価 長崎魚市場における2003年度の年間のクエ活魚の取扱量は約20トンであった。取扱時期は7月後半から翌年1月までで、特に10月から12月が最盛期である。競り前の仕分けは、4kgまでは1kg単位で区切り、4kgからは4~10kg、10~25kg、25~30kg、30kg以上となっている。競り値は4~10kgを基準の単価としており、それ以上、それ以下では基準の何%として価格が決められる。同市場におけるクエの月別取扱量、平均単価（中値）を図3に示す。平均単価および取扱量共に12月に高くなる傾向が見られるが、平均単価は漁獲量の少ない2月が8,500円と最も高く、最も低い4月の4,000円と比較すると4,500円の差がある。最盛期の取扱量は1日200kgから800kgである。長崎魚市場のクエを専門に取り扱う仲買業社は5~6社あるが、福江魚市場は規模も小さく、個人販売なども含めて仲買業者は約60人である。福江魚市場の月別取扱量は今回入手できなかったが、年間の取扱金額、取扱量は各漁協の水揚げ金額から算出すると、取扱金額は900~1,400万円、取扱量は1,200~2,500kg

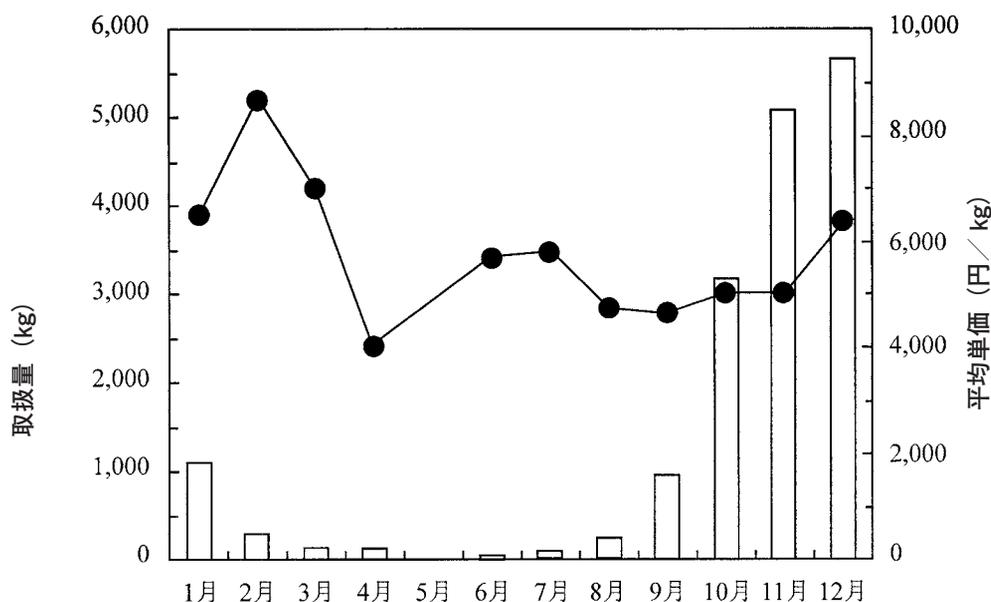


図3 長崎魚市場におけるクエの月別取扱量と平均単価（2003年）

□ 取扱量(kg) ● 平均単価（中値）

と推定される。

出荷先 長崎魚市場で競り落とされたクエの出荷先は主に関西方面で、わずかな量が一部関東方面にも出荷されている。なお、仲買業社によっては、活魚で競り落としたクエを取引相手（料亭など）から指定された方法で加工し、冷凍した状態で出荷している。福江魚市場では、魚体重が1～2kgサイズのものには主に地元で消費されているが、それ以上の大きさになると、長崎市や佐世保市へ出荷している。

考 察

今回の漁業実態調査から、何れの漁協もクエが重要な収入源であることが明らかとなった。しかし、福江島周辺を漁場としている漁業者からの聞き取り調査では、福江島周辺の漁獲量は減少傾向にあり、漁場も沿岸からより深場へと移動しているとのことであった。五島漁協の漁獲量の約7割を占める三井楽支所では、福江島周辺での漁業が成り立たなくなってきたため、現在では男女群島まで遠征している。五島漁協の漁獲量・水揚げ金額は、ここ数年増加傾向に見えるが、今後、クエ漁業に従事している漁師の人数、延縄の数や出漁回数など、漁獲努力量の変化を調査し漁獲努力量に対する漁獲量の値を出す必要がある。福江島周辺で漁獲されるクエの大きさは不明だが、この男女群島で

漁獲されるクエの大きさをみると、2～6kgの大きさが全体の約6割を占め、漁業者からの聞き取り調査でも数年前に比べてかなり小型化しているということであった。これらのことから、クエの資源量が減少していることが考えられ、今後、種苗放流等による資源管理が必要と思われる。

五島栽培漁業センターでは1997年より福江島周辺海域で放流試験を行ってきた¹⁾。本種は極めて定着性の強い魚種であることから、長期間放流点周辺に滞留するように築磯等への放流試験が数年間行われてきた¹⁾が、適正な放流手法については未だ十分に開発されていない。しかし、同センターでのクエの放流調査では放流後1～3年経過したクエが再捕されていることが報告されている²⁾ことから、今後、放流海域に定着させるようなクエの適正な放流方法の開発が必要と思われる。

放流効果を実証していくためには、放流後の調査態勢をどのように組み立てていくかが重要である。本調査ではその参考にするべく長崎県内のクエの流通についても調べてみた。その結果、流通形態は大半が活魚で扱われていること、福江島周辺および男女群島の漁獲物である約20トンは長崎魚市場に集荷されること、大瀬戸漁協の漁獲物約10トンは直接関西の市場へ出荷されること等が明らかとなった。まず、放流魚の移動範囲を把握する必要があるが、当面は福江島周辺を

調査範囲と考えると、少なくとも三井楽支所以外の五島漁協各支所と五島福江漁協各支所が出荷する五島福江魚市場は押さえる必要がある。また、福江島南側の富江、大宝沖を漁場とする大瀬戸漁協も調査範囲に入れる必要がある。その他に長崎魚市場には、福江島の漁業者が直接入荷した漁獲物と、五島漁協三井楽支所が男女群島まで遠征してきた漁獲物を取り扱われている。福江島周辺で放流した放流魚が男女群島まで移動するのかどうかは不明であるが、少なくとも市場で漁獲物の入手先がきちんと分けできているのかどうかは確認する必要がある。また、クエは流通形態が活魚であるため、調査では極力魚体に触れず、外観で放流魚を確認する必要がある。したがって、標識としては腹鰭抜去などの外部標識が適当と思われる。さらに、人工魚は鼻孔隔皮欠損が確認されるため、これも標識として活用できると考えられる。これら標識を元にした放流調査では、クエの漁獲量が多く、それら漁獲物を独自に流通させている五島漁協三井楽支所、大瀬戸漁協では漁業者、漁協職員の協力による調査が重要であり、福江島のクエが集荷される福江魚市場では常駐の調査員が必要と思われる。また、1～2kgまでの小型のクエに関しては、買い取りによる調査も可能

と思われる。今回の調査で上五島地区の宇久島および小値賀島等にも新たにクエ漁業があることがわかったが、さらに詳細な調査範囲を設定するためにも、今後、本調査で行ったような現場での聞き取り調査をさらに継続し、調査範囲を絞り込むとともに、前述したように流通形態が活魚ということを考えると、漁業者とのネットワーク作りを進めることが必要と思われる。

冒頭にも述べたようにクエを漁獲している漁協・漁業者にとって、クエは非常に重要な魚種であると考えられる。今後、地元長崎県を始め、クエの種苗生産および放流技術開発を行っている関係機関とも連携を図りながらクエ資源の増大を図っていくことが重要と思われる。

文 献

- 1) 井出健太郎(2000) 4. 資源添加技術開発(クエ). 平成9年度日本栽培漁業協会五島事業場事業報告, 157-160.
- 2) 井出健太郎(2002) 5. 地域型底層性魚類の放流技術開発(クエ). 平成12年度日本栽培漁業協会事業年報, 332-333.

ネオヘテロボツリウム寄生による貧血症状ヒラメの生体防御機能の測定

森田哲男・山田達哉・塩澤 聡
(小浜栽培漁業センター)

ネオヘテロボツリウム *Neoheterobothrium hirame* は、ヒラメ *Paralichthys olivaceus* の鰓または咽頭に特異的に寄生する吸血性単生虫である¹⁾。寄生されたヒラメは、本虫の吸血により顕著な貧血症状を示し、鰓や肝臓の褪色および血液性状の異常を呈することが知られている²⁾。貧血状態のヒラメは血液中の溶存酸素量が減少しやすいため人為的ストレスに弱いと考えられ、活魚での流通に適していないだけでなく、食感が悪くなるため市場価値は低下する。また、天然海域においても免疫能力が落ちていることが考えられ、感染症などを発症しやすくなっていると推察される。しかし、天然海域におけるこれらヒラメの免疫能力、つまり、生体防御能力を計測した事例は見当たらない。

そこで、本試験ではネオヘテロボツリウムの寄生したヒラメの貧血状態をヘマトクリット値等で計測し、これらの違いによる生体防御能力を調査した。

材料と方法

供試魚および試料の作成 供試魚は、2002年12月16日に、福井県小浜市の小浜湾内で底曳網漁業により漁獲された天然または放流1歳魚24尾を用いた。年齢の推定は全長により行い、漁獲されたヒラメの内、150~250mmの個体を1歳魚とした。小浜栽培漁業センター搬入後、無眼側色素異常の有無により天然魚、人工魚を区分し、さらに全長、体長、体重、鰓または咽頭に寄生しているネオヘテロボツリウム数を計数した。翌日17日にヘパリンを含んだ1ml注射器により尾静脈から血液を採取し、採取した血液の一部はヘマトクリット管に入れ、遠心分離機により処理(5M×12,000G)した後、ヘマトクリット値(以下、Ht値)を計測した。ヒラメには麻酔をせず迅速に処理し、採血量は0.8mlを目安にした。Ht値の測定は2回行い平均値を求めた。残りの血液は、生体防御能力の指標としてリゾチーム活性およびレクチン活性の測定に供するため、遠心分離機で血漿を分離(15M×3,000G)後、-80℃で冷凍保存した。

リゾチーム培地の調整 既報³⁾に従い、pH6.5に調整した32mM KH_2PO_4 と32mM K_2HPO_4 の混合液に1%アガロース(DIFCO)と0.1g/100mlの *Micrococcus luteus* (Sigmaの乾燥粉末)を懸濁させ、オートクレーブで滅菌処理後、10mlずつシャーレに分注してリゾチー

ム活性測定平板培地(以下、リゾチーム培地)とした。

活性の測定 リゾチーム活性の測定は、ストローで直径4mmの正円穴を開けたリゾチーム平板培地に自然解凍した血漿10 μl を注入し、37℃で72時間インキュベート後の溶菌円の面積を計測する方法で行った。レクチン活性は、既報³⁾に従い、希釈体液の2倍希釈系列(25 μl)をマイクロプレート上で作製し、燐酸緩衝液(PBS)で洗浄した5%ウサギ赤血球25 μl を加えてプレートミキサーで10秒間攪拌後、25℃で24時間静置して凝集反応の有無を観察し、凝集反応が生じる最大希釈値とした。それぞれの活性の測定は2回行い、平均値を求めた。

結 果

測定に供したヒラメは平均全長185.0mm(160.0~223.0mm)、平均体重51.6g(32.8~82.0g)であった。また、24尾のうち放流魚は5尾であった。天然魚は、平均全長185.0mm(133.0~223.0mm)、平均体重50.0g(19.9~82.0g)であり、19尾中17尾でネオヘテロボツリウムの寄生が確認され、平均寄生虫数は7.0個体(0~25個体)、平均Ht値は8.3(2~15)であった。一方、放流魚は、平均全長183.6mm(170.0~200.0mm)、平均体重57.5g(42.0~65.5g)であり、全ての個体でネオヘテロボツリウムの寄生が確認され、平均寄生虫数は10.0個体(1~19個体)、平均Ht値は2.9(1~5)であった。天然魚と放流魚の違いによる寄生虫数およびHt値に有意な差は認められなかったため、以下の結果では両者をまとめて示した。

全個体におけるネオヘテロボツリウム寄生数(y)とHt値(x)には、 $y = -1.01x + 14.83$ ($R^2 = 0.30$)の関係式が得られ、Ht値は必ずしもネオヘテロボツリウム寄生数に影響されなかった。

リゾチーム活性は、462.7mm²(284.1~639.4mm²)であった。ネオヘテロボツリウム寄生数とリゾチーム活性の関係を図1に、またHt値とリゾチーム活性の関係を図2に示した。両者の関係式は、それぞれ以下のようになった。

$$y_1 = -8.37x_1 + 526.58 \quad (R^2 = 0.34)$$

$$y_1 = 23.01x_2 + 298.30 \quad (R^2 = 0.76)$$

y_1 : リゾチーム活性, x_1 : ネオヘテロボツリウム寄生数, x_2 : Ht値

ネオヘテロボツリウム寄生数とリゾチーム活性の相関は高くなかったが、Ht 値とリゾチーム活性には高い相関が得られ、Ht 値が高いほどリゾチーム活性は

高くなった。

また、ネオヘテロボツリウム寄生数とレクチン活性の関係を図3に、Ht 値とレクチン活性の関係を図4

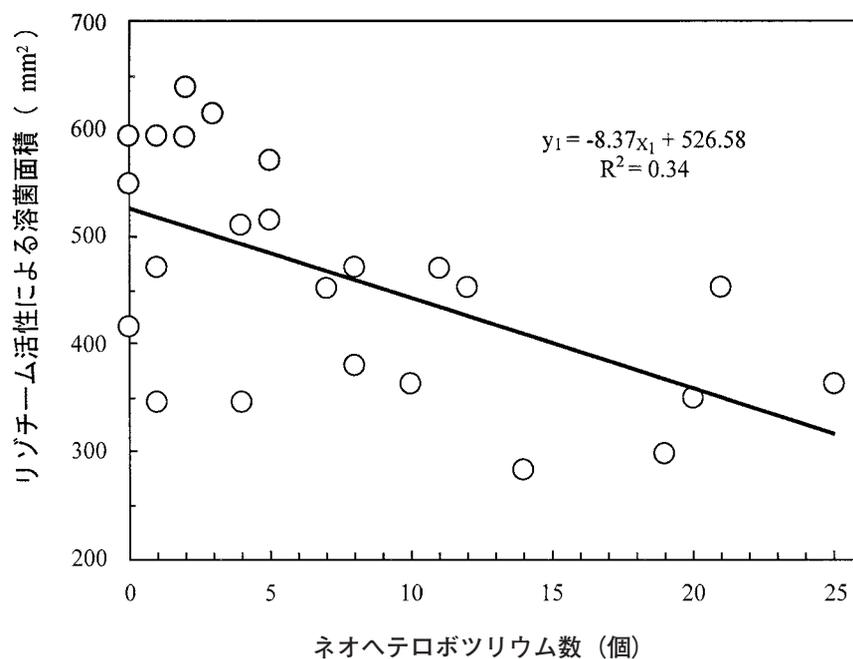


図1 ネオヘテロボツリウム寄生数とリゾチーム活性の関係

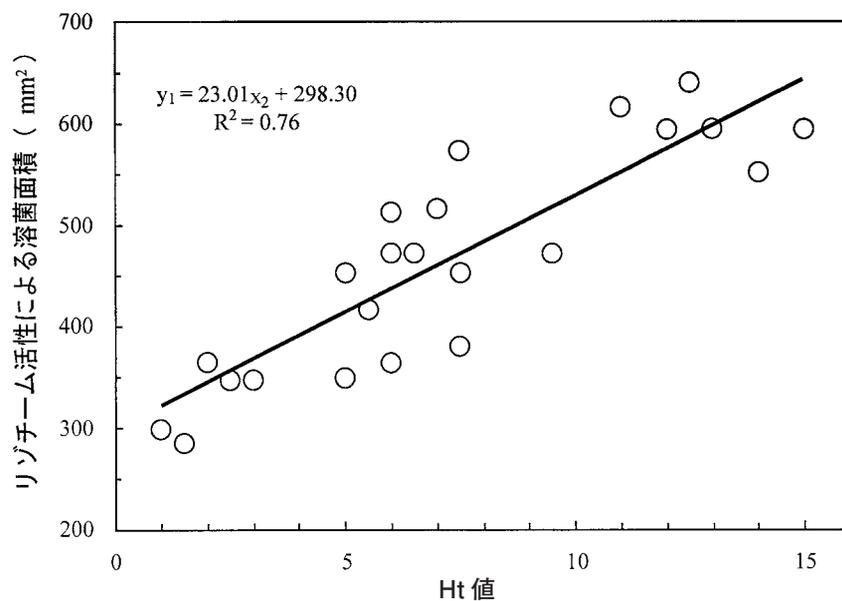


図2 Ht 値とリゾチーム活性の関係

に示した。両者の関係式は、

$$y_2 = -9.14x_1 + 178.45 \quad (R^2 = 0.16)$$

$$y_2 = 32.25x_2 - 121.72 \quad (R^2 = 0.57)$$

y_2 : レクチン活性

となり、レクチン活性とネオヘテロボツリウム寄生数、
Ht 値には相関関係がなかった。

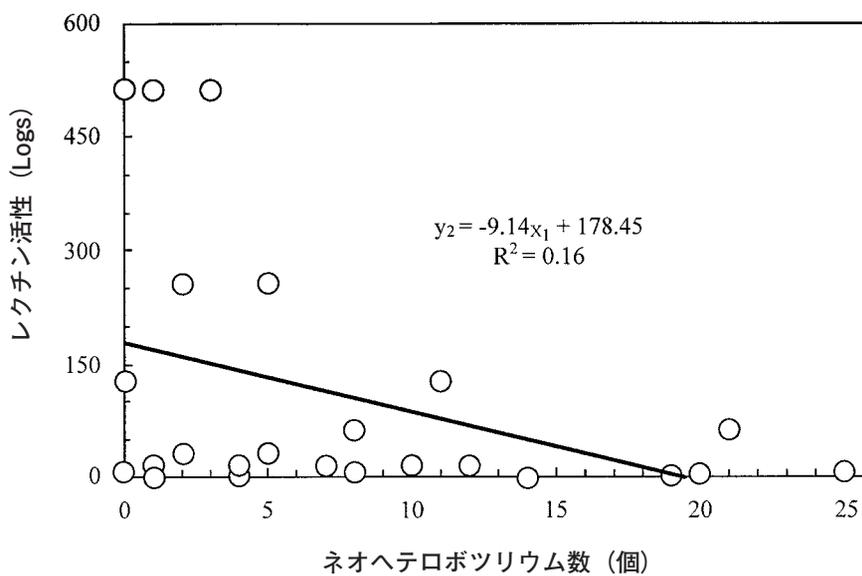


図3 ネオヘテロボツリウム寄生数とレクチン活性の関係

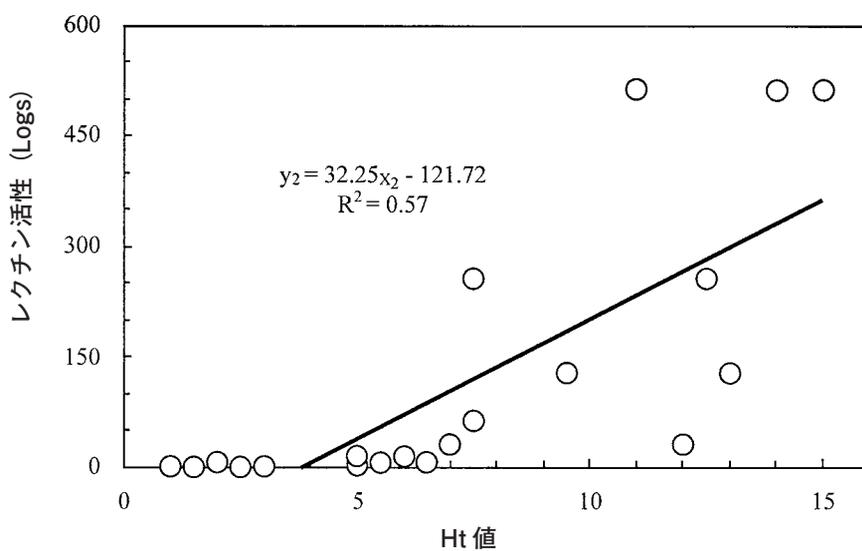


図4 Ht 値とレクチン活性の関係

考 察

魚類のリゾチーム活性は、コイ⁴⁾、サケ⁵⁾、キンメダイ⁶⁾、アユ⁶⁾など多彩な魚類で認められており、魚類の生体防御の一翼を担っていると推測されている。一方、レクチン活性については、ウイルスから哺乳類まで生物界に広く存在し、魚類ではウナギ、ナマズ、ネズミゴチ、クサフグなどで高い凝集反応があることが知られて、異物認識や細菌凝集、食細胞の機能の活性化など生体防御に関与していると推測されている。

本試験では、Ht 値とリゾチーム活性との間に高い相関関係が見られたことから、Ht 値の低いヒラメではリゾチーム活性に変化が生じている可能性が窺われた。これは、貧血症により生体防御能の変化が生じた可能性と生体防御関連物質を含めた血液成分が薄められた可能性の2通りが想定されるが、本試験では断定できなかった。一方、Ht 値とレクチン活性はリゾチーム活性のように相関は高くなく、Ht 値の低いヒラメでも必ずレクチン活性は低くなるとは言えないと考えられた。

Ht 値とネオヘテロボツリウム寄生数との相関は低いことがわかった。これは、Ht 値はネオヘテロボツリウム寄生数に影響されない、もしくは、ネオヘテロボツリウムに寄生してからの日数が個体毎に異なっているためと考えられる。このため、リゾチームおよびレクチン活性とネオヘテロボツリウム寄生数についても相関は小さく、ネオヘテロボツリウム寄生数から生体防御能を推測することは困難である結果となった。

これらのことから、Ht 値の低いヒラメは免疫能力、特にリゾチーム活性が低下していることが推察され、天然海域で Ht 値が低下した場合、貧血状態による直接的な死亡だけでなく、感染症等による二次的な死亡が生じている可能性が窺われた。

文 献

- 1) Ogawa, K (1999) *Neoheterobothrium hirame* sp. (nov. Monogenea: Diclidophoridae) from the Buccal cavity wall of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Fish Pathol.*, **34**, 195-201.
- 2) 三輪 理・井上 潔 (1999) 日本沿海で発生している貧血を特徴とするヒラメの疾病の病理組織学的研究, *魚病研究*, **34**, 113-119.
- 3) 森田哲男 (2004) リゾチーム活性等によるヒラメ仔稚魚の生体防御機能測定を試み. *裁セ技報*, **2**, 22-26.
- 4) 高橋幸則・伊丹利明・古根川紀潮 (1986) コイの体表粘液から分離したリゾチーム様酵素の性状. *日水誌*, **52**, 1209-1214.
- 5) 望月 篤・松宮正弘 (1981) 海産魚のリゾチーム分布. *日水誌*, **47**, 1065-1068.
- 6) 伊丹利明・高橋幸則・川原逸郎 (1986) アユにおける溶菌性物質の分布ならびに性状. *日水誌*, **52**, 1443-1447.

ヒラメ天然魚のベータノダウイルス保有状況の調査

森 広一郎^{*1}・西岡豊弘^{*1}・菅谷琢磨^{*1}・山田徹生^{*2}・村上恵祐^{*3}

本藤 靖^{*4}・太田健吾^{*5}・岡 雅一^{*1}・有元 操^{*6}

(*1: 上浦栽培漁業センター, *2: 宮古栽培漁業センター, *3: 南伊豆栽培漁業センター,

*4: 宮津栽培漁業センター, *5: 伯方島栽培漁業センター, *6: 栽培漁業部)

ウイルス性神経壊死症 (viral nervous necrosis: VNN) は海産魚の種苗生産および育成過程で問題となっており, 1990年に我が国のイシダイで初めて発生が報告されて以来, 国内ではシマアジ, ヒラメ, ハタ類等, 海外では VNN と同一の疾病 (ウイルス性脳・網膜症)¹⁾ がバラマンディー, ターボット, ハリバット, スズキ, ハタ類等で報告されている。国内外を合わせると発生魚種は14科30種となり, 本病は多くの魚種で世界的に大きな問題となっている^{2,3)}。

本病の原因ウイルスであるベータノダウイルス (以下, NNV) の感染経路については, シマアジでの発生事例で, 親魚生殖腺から高率にウイルスが検出され, ふ化直後にウイルスの急激な増殖によって本病が発生することから, 親魚からの垂直感染であることが明らかにされている。そのため, ウイルス検査で陰性の親魚だけを産卵に用いることにより VNN の発生率を低下させることに成功している^{4,5)}。しかしながら, その他の魚種では, ふ化直後に本病が発生することは希で, 稚魚期以降の中間育成過程でも発生する事例があるなど, 他魚種での NNV の感染経路については不明な点が多く残されている。

ヒラメにおいても, 1992年以降, 種苗生産過程の稚魚に本病が発生し大きな問題となっているもの⁶⁾, 感染経路については未だ明らかにされていない。本研究では, 親魚候補として種苗生産場に導入するヒラメ天然魚が種苗生産過程での本病の感染源になる可能性の有無を明らかにするため, 天然海域で漁獲されたヒラメを入手し NNV の保有状況を調査した。

材料と方法

供試魚 宮古湾, 駿河・相模湾, 若狭湾および瀬戸内海西部の4海域で, 2001年2月から2004年10月の間に漁獲されたヒラメ (平均体重535g, 範囲204~1,293g) 合計586尾を購入し, 上浦栽培漁業センターに搬入した (表1)。搬入後速やかに解剖し, それぞれの個体の眼球 (網膜組織) および脳を検査サンプルとして採取した。その際, 生殖腺を観察して雌雄を判別するとともに, 無眼側黒化等の体色異常を観察し, 色素異常を有する個体を放流魚と判定した。なお採取

したサンプルは, いずれも検査に供するまで-80℃で冷凍保存した。

PCRによるウイルス検出 採取したサンプルに9倍量のHBSS (Hank's balanced salt solution) を加え磨砕し, 0.45 μmのメンブレンフィルターでろ過後, 磨砕濾液の一部から市販の核酸抽出試薬であるISOGEN (ニッポンジーン) を用いRNAの抽出を行った。得られたRNAを適量のジエチルピロカーボネート処理した超純水に溶解し, これを核酸試料とし以下の検査に用いた。検査は, RT-PCR⁷⁾ および nested PCR⁸⁾ により実施した。すなわち, RT-PCRにはT4領域 (RNA2の427bの領域) の増幅用プライマーとしてF2 (5'-cgtgtcagtcattgtctgcct-3') とR3 (5'-cgagtcaacacgggtgaaga-3') を, 逆転写酵素にSuperScriptII Reverse Transcriptase (Invitrogen) を, Taq DNA合成酵素にTakara EX Taq (Takara) を用い, サーマルサイクラー (GeneAmp PCR System 9700: アプライドバイオシステムズ) によって, 逆転写反応を42℃で30分間行ったのち, 熱変性 (95℃-40秒間), アニーリング (55℃-40秒間) および伸長 (72℃-40秒間) の一連のPCR反応を30サイクル繰り返した。nested PCRには, Nishizawa et al. (1997) が報告したNNVの4つの遺伝子型⁹⁾ に対し, 各遺伝子型を特異的に検出できる4組のプライマーを用いた。すなわち, SJNNVタイプに特異的なプライマーには, SJ-669f (5'-acctgaggacaccaccgctc-3') とSJ-926r (5'-cagtcacaagtaccaccgagg-3') を, RGNNVタイプには, RG-669f (5'-acctgaggagactaccgctc-3') とRG-926r (5'-cagcgaaccagcctgcagg-3') を, BFNNVタイプには, BF-669f (5'-acctgaagatacattcgtc-3') とBF-926r (5'-cagtggaaccaccccgagg-3') を, そして, TPNNVタイプには, TP-669f (5'-acctgaggaaacattcgtc-3') とTP-926r (5'-caatccaagaagcctgcagg-3') を用いた。前述のRT-PCRで増幅したPCR反応液を核酸試料とし, サーマルサイクラーを用いて95℃ (30秒間), 65℃ (30秒間) および72℃ (30秒間) でPCR反応を30サイクル繰り返した。そして, RT-PCRおよび nested PCRの増幅産物の解析は, トリスホウ酸/EDTA緩衝液 (0.46M Tris, 0.46M ホウ酸, 0.01M EDTA) で調製した2.0% NuSieve 3:1 Agarose

表1 PCR法によるヒラメ天然魚からのベータノダウイルス検出結果

漁獲場所	調査年月	調査尾数 (♂/♀/放流魚)*1	平均体重 (g) (最小~最大)	検出率%					
				RT-PCR	nested PCR				
					SJNNV タイプ	RGNNVタイプ	BFNNV タイプ	TPNNV タイプ	
宮古湾	2001年3月	12 (3/9/0)	470 (330~740)	0	0	0	0	0	
	2001年4月	9 (0/9/0)	538 (390~685)	0	0	0	0	0	
	2001年5月	10 (4/6/0)	557 (490~675)	0	10	0	0	0	
	2002年4月	13 (6/7/1)	593 (335~910)	0	0	0	0	0	
	2002年5月	7 (0/7/1)	711 (460~850)	0	0	0	0	0	
	2002年7月	16 (6/10/0)	695 (329~1,293)	0	0	0	0	0	
	2002年10月	22 (10/12/1)	418 (204~818)	0	0	0	0	0	
	2003年1月	16 (8/8/1)	604 (328~1,000)	0	0	0	0	0	
	2003年5月	13 (5/8/0)	647 (333~1,000)	0	0	0	0	0	
	2003年7月	17 (1/16/0)	686 (290~1,006)	0	0	0	0	0	
	2003年11月	3 (1/2/1)	426 (394~470)	0	0	0	0	0	
	2004年5月	21 (8/13/1)	417 (262~731)	0	0	0	0	0	
	2004年10月	32 (ND*2/ND/8)	419 (332~560)	0	0	0	0	0	
	駿河・相模湾	2001年3月	9 (5/4/0)	568 (490~685)	0	0	0	0	0
2001年4月		10 (7/3/0)	995 (630~1,300)	0	0	0	0	0	
2002年5月		16 (10/6/0)	823 (575~1,200)	0	0	0	0	0	
2002年11月		10 (6/4/0)	486 (435~541)	0	0	0	0	0	
2003年1月		14 (10/4/0)	598 (321~1,111)	0	0	0	0	0	
2003年5月		15 (8/7/0)	853 (485~1,358)	0	0	0	0	0	
2003年11月		5 (5/4/0)	608 (508~758)	0	0	0	0	0	
2003年12月		4 (5/4/0)	534 (448~595)	0	0	0	0	0	
2004年1月		11 (6/5/1)	776 (645~917)	0	0	0	0	0	
若狭湾		2001年3月	10 (7/3/2)	683 (575~970)	0	0	0	0	0
		2001年4月	11 (ND/ND/2)	475 (165~1,070)	0	0	0	0	0
		2001年6月	10 (3/7/0)	402 (255~535)	0	0	0	0	0
		2002年4月	22 (7/15/2)	697 (380~1,135)	0	0	0	0	0
		2002年7月	14 (7/7/0)	525 (262~939)	0	0	0	0	0
	2002年10月	20 (12/8/1)	467 (332~725)	0	0	0	0	0	
	2003年1月	15 (9/6/0)	642 (456~1,029)	0	0	0	0	0	
	2003年5月	14 (10/4/1)	620 (418~1,029)	0	0	0	0	0	
	2003年6月	19 (10/9/3)	558 (230~745)	0	0	0	0	0	
	2004年1月	5 (3/2/0)	665 (510~910)	0	0	0	0	0	
	瀬戸内海西部	2001年2月	11 (4/7/1)	667 (420~1,170)	0	0	0	0	0
		2001年3月	9 (3/2/0)	776 (485~1,135)	0	0	0	0	0
		2001年4月	15 (14/1/0)	963 (745~1,155)	0	0	0	0	0
		2002年4月	20 (20/0/1)	834 (615~1,090)	0	0	0	0	0
2002年11月		9 (4/5/1)	337 (206~471)	0	0	0	0	0	
2002年12月		7 (7/0/0)	253 (120~380)	0	0	0	0	0	
2003年1月		20 (13/7/1)	706 (386~1,088)	0	0	0	0	0	
2003年4月		17 (14/3/0)	1,290 (963~1,906)	0	0	0	0	0	
2004年1月		20 (13/7/2)	594 (332~838)	0	0	0	0	0	
2004年4月		20 (19/1/1)	698 (471~1,050)	0	0	0	0	0	
全体		2001年2月~ 2004年10月	586 (296/247/31)	535 (204~1,293)	0	0.17	0	0	0

*1: 調査群の雄、雌および放流個体の尾数を示した。
*2: ND: 雌雄の判別ができなかったことを示す。

(Cambrex Bio Science) で電気泳動を行い、DNA 分子量マーカーとして ϕ X174Hae III digest (Takara) を用いて増幅産物の分子量を確認し、NNV 遺伝子の増幅の有無を確認した。

結 果

4 海域から入手した合計586尾のヒラメ天然魚を調査したところ、RT-PCR ではいずれの海域で漁獲された個体からも NNV は検出されなかった (表1)。しかしながら nested PCR では、宮古湾で2001年5月に漁獲された10個体のうち1個体から SJNNV タイプの NNV が検出された。調査海域全体では、SJNNV

タイプの検出率は0.17%であった (表1)。なお、SJNNV タイプ以外の NNV はいずれの個体からも検出されなかった。なお、今回調査した586尾のうち、296尾は雄、247尾は雌 (不明が43尾) で、このうち体色の異常から放流魚と判断される個体は合計31尾確認されたが、これらの個体からは NNV は検出されなかった。また、NNV が検出された個体は雄で眼球からのみ検出された。

考 察

これまでに、NNV の天然魚からの検出例は、カナダの winter flounder *Pleuronectes americanus*¹⁰⁾ や、

我が国のキジハタおよびマアジ^{11,12)}、最近では増養殖場付近で採取された数種の天然魚¹³⁾からの検出例が報告されている。これらの報告例の中で、winter flounder の事例では、NNV の検出率は0.23%と報告されており、これに比べると本報のヒラメでの検出率(0.17%)は若干低い。一方、キジハタの事例では、検出率はRT-PCR で7.9~16.7%, nested PCR で15.8~46.7%, マアジの事例では、検出率はRT-PCR で85%, nested PCR で90%と報告されており、これらに比べると本報のヒラメでの検出率は明らかに低い結果となった。

前述のようにヒラメの種苗生産には親魚として天然魚が用いられているが、今回の調査では親魚候補となる天然魚から高率にウイルスは検出されなかった。今回の調査結果から、導入したヒラメ天然魚が感染源となり、種苗生産場に侵入したNNV が原因となって種苗生産過程で本病が発生する可能性は否定できないものの、確率的には非常に低いことが予想される。これまでに、冷凍餌料として利用されているマアジが本ウイルスを保有していることが報告されており、このような生餌餌料から種苗生産場にウイルスが持ち込まれ本病が発生する可能性が指摘されている¹²⁾。今後、ヒラメについては、餌料等を含む飼育環境についても調査し、本病の感染源を特定する必要がある。

文 献

- 1) 日本魚病学会 (2004) 選定された魚病名 (2004年改訂). 魚病研究, **39**, 223-233.
- 2) 室賀清邦・古澤 徹・古澤 巖 (1998) 総説: シマアジのウイルス性神経壊死症. 水産増殖, **46**, 473-480.
- 3) Munday, B.L., J.Kwang, N.Moody (2002) Betanodavirus infections of teleost fish : a review. *J. Fish Dis.*, **25**, 127-142.
- 4) Mushiake, K., T.Nishizawa, T.Nakai, I.Furusawa and K.Muroga (1994) Control of VNN in striped jack: Selection of spawners based on the detection of SJNNV gene by polymerase chain reaction (PCR). *Fish Pathol.*, **29**, 177-182.
- 5) Mori,K., K.Mushiake and M.Arimoto (1998) Control measures for viral nervous necrosis in striped jack. *Fish Pathol.*, **33**, 443-444.
- 6) Nguyen,H.D., T.Mekuchi, K.Imura, T.Nakai, T.Nishizawa and K.Muroga (1994) Occurrence of viral nervous necrosis (VNN) in hatchery-reared juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*.*Fish.Sci.*, **60**, 551-554.
- 7) Nishizawa,T., K.Mori, T.Nakai, I.Furusawa and K.Muroga (1994) Polymerase chain reaction (PCR) amplification of RNA of striped jack nervous necrosis virus (SJNNV). *Dis.Aquat.Org.*, **18**, 103-107.
- 8) 森 広一郎・西岡豊弘・有元 操・中井敏博 (2001) 魚類ノダウイルスのPCR 検出系の再検討. 平成13年度日本魚病学会春季大会.
- 9) Nishizawa, T., M. Furuhashi, T. Nagai, T. Nakai and K. Muroga (1997) Genomic classification of fish nodaviruses by molecular phylogenetic analysis of the coat protein gene. *Appl. Environ. Microbiol.*, **63**, 1633-1636.
- 10) Barker,D.E., A.Mackinnon, L.Boston, M.D.B.Burt, D.K.Cone, D.J.Speare, S.Griffiths, M.Cook, R.Ritchie and G.Olivier (2002) First report of piscine nodavirus infecting wild winter flounder *Pleuronectes americanus* in Passamaquoddy Bay, New Brunswick, Canada. *Dis.Aquat.Org.*, **49**, 99-105.
- 11) 西岡豊弘・森 広一郎・菅谷琢磨・有元 操・冲中 泰・中井敏博 (2003) キジハタ天然魚からのベータノダウイルスの検出. 平成15年度日本魚病学会大会.
- 12) 菅谷琢磨・西岡豊弘・森 広一郎・有元 操・中井敏博 (2003) 親魚餌料からのベータノダウイルスの検出. 平成15年度日本魚病学会大会.
- 13) Gomez, D.K., J. Sato, K. Mushiake, T. Isshiki, Y. Okinaka and T. Nakai (2004) PCR-based detection of betanodaviruses from cultured and wild marine fish with no clinical signs. *J. Fish Dis.*, **27**, 603-608.

栽培漁業センター技報第4号

平成17年10月25日 発行

編集人
発行

独立行政法人 水産総合研究センター

〒220-6115

神奈川県横浜市西区みなとみらい2-3-3

クイーンズタワー B 15F

電話 045 (227) 2715

印刷所

日昇印刷株式会社

東京都中央区湊1-14-14

電話 03 (3553) 3161 (代)