

# 栽培漁業技術開発研究

第34巻 第2号

2007年3月

---

## 目 次

---

ブリ人工種苗を2年間養成した親魚を用いた12月採卵の成功……………	浜田和久・虫明敬一	73
ガザミ類の中間育成時における生残率向上のための一考察：ガザミ類の中間育成に関するアンケート結果から ……………	小畑泰弘・芦立昌一	79
栄養強化剤の連続添加がワムシの回収率と栄養価に及ぼす効果（短報） ……	小磯雅彦・島 康洋・日野明德	89
イワガキ養殖における早期種苗導入の優位性の検討（短報）……………	野呂忠勝・井ノ口伸幸	93
スズキ目、カレイ目魚類およびクルマエビに投薬した塩酸オキシテトラサイクリンとアルキルトリメチルアンモ ニウムカルシウムオキシテトラサイクリンの筋肉等における残留状況（資料） ……………	渡辺研一・西岡豊弘・今泉 均・崎山一孝・山田徹生・太田健吾・鈴木重則・堀田卓朗・飯田貴次	97
模擬放流試験に用いる素堀池の環境-Ⅲ-池内の人工海藻上に出現した葉上生物-（資料） ……………	清水大輔・崎山一孝・足立純一	107

---

# SAIBAI GYOGYOU GIJUTSU KAIHATU KENKYU

— Technical Reports of Japanese Sea Ranching Programs —

Vol. 34, No.2, 2007

---

## CONTENTS

---

Kazuhisa HAMADA and Keiichi MUSHIAKE	Advanced spawning in December from two-year-old cultured yellowtail <i>Seriola quinqueradiata</i> broodstock
Yasuhiro OBATA and Masakazu ASHIDATE	A study for improving the survival rate during rearing after seed production for portunid crab species: based on a survey of techniques and facilities for rearing portunid crab species after seed production
Masahiko KOISO, Yasuhiro SHIMA, and Akinori HINO	Benefit of continuous provision of enrichment material on recovery and nutritional value of the rotifer <i>Brachionus plicatilis</i>
Tadakatsu NORO and Nobuyuki INOBUCHI	Dominance in early seedling by cultivation of Iwagaki oyster, <i>Crassostrea nippona</i>
Ken-ichi WATANABE, Toyohiro NISHIOKA, Hitoshi IMAIZUMI, Kazutaka SAKIYAMA, Tetsuo YAMADA, Kengo OHTA, Shigenori SUZUKI, Takuro Hotta, and Takaji IIDA	Residue of oxytetracycline hydrochloride and alkyl trimethyl ammonium calcium oxytetracycline in the muscle and mid-gut of Perciforms or Pleuronectiformes fish species and kuruma prawn
Daisuke SHIMIZU, Kazutaka SAKIYAMA, and Jun-ichi ADACHI	Animal assemblage on artificial seaweeds in a simulated fish-release test conducted in a pond- revamped saltpan

---

### ブリ人工種苗を2年間養成した親魚を用いた12月採卵の成功

浜田和久・虫明敬一

12月採卵により得られたブリ人工種苗を約2年間養成した2歳魚(平均尾叉長55cm, 平均体重3.8kg)を採卵用親魚として, 10日間の短日処理(8L16D)と80日間の長日処理(18L6D)を組み合わせた日長および最低水温を19℃に維持する水温の両条件で制御することにより, 雌親魚の卵黄形成の促進を図り, ホルモン(HCG)を用いて産卵を誘発した。その結果, 成熟の同調性も高く, 総採卵数で227.3万粒が採卵でき, 受精率, ふ化率等の成績ならびに得られた仔魚の活力, 成長および生残率も従来の天然魚を養成した親魚と比較して差はなかった。採卵用の親魚に養成するまでの期間がこれまでの3年から2年へ1年間短縮できることが示唆された。

栽培技研, 34(2), 73-77, 2007

### 栄養強化剤の連続添加がワムシの回収率と栄養価に及ぼす効果

小磯雅彦・島 康洋・日野明德

ワムシ栄養強化時の強化剤連続添加がワムシの回収率と栄養価に及ぼす効果について, 従来行われてきた開始時に1回のみ強化剤を添加する方法と比較した。淡水クロレラとパン酵母で粗放連続培養したワムシを, 生クロレラ $\omega$ 3を用いて水温22℃で18時間強化した結果, 回収率とn-3HUFA含量は, 連続添加区が155%と2.42g, 1回添加区が132%と1.64gであった。連続添加における回収率とn-3HUFA含量が優れた理由は, 溶存酸素濃度の低下による死亡や衰弱, 取り込み阻害を招く高い強化剤濃度を回避できたためと考えられる。

栽培技研, 34(2), 89-92, 2007

### スズキ目, カレイ目魚類およびクルマエビに投薬した塩酸オキシテトラサイクリンとアルキルトリメチルアンモニウムカルシウムオキシテトラサイクリンの筋肉等における残留状況

渡辺研一・西岡豊弘・今泉 均・崎山一孝・山田徹生・太田健吾・鈴木重則・堀田卓朗・飯田貴次

12種のスズキ目またはカレイ目魚類およびクルマエビに塩酸オキシテトラサイクリン(OTC)またはアルキルトリメチルアンモニウムカルシウムオキシテトラサイクリン(OTC-Q)を, 体重1kgあたり50mg/日となるように7日間経口投与し, その後, 所定の休薬期間休薬した。投薬および休薬終了翌日の筋肉中のOTC濃度を測定した。投薬後には高濃度のOTCが検出されたが, 休薬後では食品中の動物用医薬品の残留基準値以下の濃度であった。

栽培技研, 34(2), 97-106, 2007

### ガザミ類の中間育成時における生残率向上のための一考察: ガザミ類の中間育成に関するアンケート結果から

小畑泰弘・芦立昌一

ガザミ類の中間育成の現状を把握するためにアンケートを行った。アンケートは, 全国のガザミ類の16種苗生産機関を対象とした。回答率は62.5%であった。最も多く使用されていた施設はコンクリート製水槽であり, その比率は50.0%であった。付着器の使用率は45.5%であった。最も多く使用されていた餌料種類は配合飼料であり, その使用比率は他の餌料との併用を含めると61.9%であった。平成15年度における中間育成の平均生残率は29.2%であった。得られた結果から考えられたいくつかの問題点について考察した。

栽培技研, 34(2), 79-87, 2007

### イワガキ養殖における早期種苗導入の優位性の検討

野呂忠勝・井ノ口伸幸

岩手県において天然イワガキの成熟・産卵期にあわせて採卵して得られた通常群と人為的に成熟促進した親貝より得られた早期群を養殖施設で養成し, それらの成長を比較した。養成2年目の2月から3月の平均殻高は, 早期群は通常群より20mm以上大きく, 早期群の使用により, 冬季低水温時の稚貝のへい死の危険性を低減できると期待される。平均殻高が100mmに達する時期は, 早期群は通常群より1カ月から15カ月早く, 養殖期間の大幅な短縮が示された。以上のことから, 岩手県沿岸のイワガキ養殖では, 早期群は養殖の安定生産上極めて優位である。

栽培技研, 34(2), 93-96, 2007

### 模擬放流試験に用いる素堀池の環境-III 一池内の人工海藻上に出現した葉上生物-

清水大輔・崎山一孝・足立純一

塩田跡地を利用した素堀池(実験池)を放流海域とみなした模擬放流試験において, 実験池に人工海藻を設置することで, 葉上生物の繁殖を促し, どのような餌料環境が得られるか, 3年間にわたり出現状況の調査を行った。その結果, 年による出現量, 種組成に変動があるが, 端脚類や多毛類を中心とした葉上生物が39~87種出現し, 藻場に近い餌環境を人為的に作り出すことができた。なお, 池干しによって出現種数の減少, 種組成の変化が観察されたため, 年間に複数回の試験を行う場合, 葉上生物の減少に注意する必要がある。

栽培技研, 34(2), 107-116, 2007

# ブリ人工種苗を2年間養成した親魚を用いた 12月採卵の成功

浜田和久\*<sup>1</sup>・虫明敬一\*<sup>2</sup>

## Advanced spawning in December from two-year-old cultured yellowtail *Seriola quinqueradiata* broodstock

Kazuhisa HAMADA and Keiichi MUSHIAKE

Two-year-old artificially reared yellowtail *Seriola quinqueradiata* successfully spawned in advance during December. The broodstock had an average body weight of 3.8kg with an average fork length of 55 cm. During the trial, the daylength was set to 8 hours (8L16D) for 10 days followed by a 10-hour daylength extension to 18 hours (18L6D) for the next 80 days, while the water temperature was maintained at 19°C prior to the HCG injection. The total eggs produced were  $2.27 \times 10^6$  with a 31% survival rate after the first 10 days of larval rearing. These values were similar to those obtained from wild broodstock. Previously, the first spawning in wild broodstock was obtained from three-year-old fish, therefore this experiment showed that cultured broodstock were able to mature one year earlier with this advanced spawning technique.

2006年12月27日受理

ブリ *Seriola quinqueradiata* は、定置網や巻き網等の漁業で年間約5万トン、養殖では年間約15万トンの生産量を誇るわが国の水産業の中でも最も重要な魚種の一つである。本種の養殖は1960年頃から西日本を中心に取り組みが始まり、その後、養殖技術の進展に伴い急速に発展してきた。しかし、養殖用種苗は、いまだにほぼ100%を天然種苗（モジャコ）に依存しており、天然海域で成熟した親魚が2～3月に東シナ海から薩南海域で産卵し<sup>1)</sup>、黒潮に乗って北上する流れ藻についた天然種苗が漁獲されて使われている。この養殖用天然種苗は、資源量の豊凶に左右され毎年安定して入手できる保証はないため、養殖用人工種苗の量的かつ安定的確保が強く期待されている。

ブリの人工種苗生産に関する技術開発は、1960年に近畿大学で開始された<sup>2)</sup>。その後、多くの研究者によって取り込まれ<sup>2-13)</sup>、現在では天然種苗から養成された親魚（以下天然養成親魚と記す）を用いて、地先の海水温が19°Cに達する4月下旬から5月上旬の通常の産卵

期における採卵技術はほぼ確立されている。しかし、天然養成親魚から良質な卵を大量かつ安定的に採卵できるようになるまでには、通常、3年以上の養成期間を必要としている<sup>11)</sup>。一方、中田ら<sup>12, 13)</sup>は、天然養成親魚を用いた人工授精による採卵試験において、卵数や卵質に問題が残されるものの、2歳魚でも採卵が可能であったことを報告している。養殖用人工種苗の生産を前提とした若齢魚からの早期採卵技術の開発は、餌料費や人件費などに関わる種苗の生産コストの低減には有用であるだけでなく、生産される種苗は、計画的かつ安定的に種苗の供給が可能という人工種苗本来の利点に加えて、早期採卵により同じ時期の天然種苗より有意に大きいという長所を併せ持つという点でも大いに期待されている。

最近の研究において、独立行政法人水産総合研究センター五島栽培漁業センター（以下五島栽培センターと略記）では、天然養成親魚の飼育環境条件（特に日長と水温の両条件）を制御することにより、これまで

\*<sup>1</sup> 独立行政法人水産総合研究センター 五島栽培漁業センター 〒853-0508 長崎県五島市玉之浦町布浦122-7

(Goto Station, National Center for Stock Enhancement, Fisheries Research Agency, Tamanoura, Goto, Nagasaki 853-0508, Japan)

\*<sup>2</sup> 独立行政法人水産総合研究センター養殖研究所栽培技術開発センター 〒879-2602 大分県佐伯市上浦大字津井浦

の天然養成親魚の産卵期よりも約4カ月、天然親魚よりも約2カ月早い12月における早期採卵技術が開発された<sup>14)</sup>。五島栽培センターでは、この12月産卵試験<sup>14)</sup>で得られた卵を用いた種苗生産試験を行い、陸上水槽で取り上げた人工種苗を海上小割生簀で約1年8カ月養成した。その後、陸上水槽に収容し日長と水温両条件の制御を約3カ月間の行うことにより、人工種苗から養成した親魚（以下人工養成親魚と記す）の満2歳で12月産卵させることに初めて成功した。本稿では、これらの試験結果について以下に報告する。

## 材料および方法

**供試親魚** 試験に供した親魚は、五島栽培センターで平成15年12月に天然養成親魚を用いた早期採卵試験で得られた卵（12月25日採卵分）由来のふ化仔魚を用いて、同センターの陸上水槽（コンクリート製、実容量8kl）で種苗生産し、取り上げた人工種苗を平成16年3月23日に海上小割生簀（角型、縦4m×横4m×深さ4m）に収容し、その後、約1年5ヶ月飼育した人工養成2歳魚（平均尾又長55cm、平均体重3.7kg）28尾（♂：♀＝14：14）である（表1）。これらの人工養成親魚を平成17年8月25日に試験区と対照区に二分し、別の陸上水槽（コンクリート製、実容量80kl）2面にそれぞれ14尾（♂：♀＝7：7）を収容し、市販の配合飼料（ハマチEPキング、坂本飼料製）を週に3回の割合で魚体重の約3%を目安に飽食量を給餌した。また、水槽への馴致を目的として、供試親魚を水槽に収容した後、17日間は自然環境条件下で飼育した。

**環境条件の制御** 供試親魚を陸上水槽に収容し、自然環境条件下で17日間の水槽馴致が終了した翌日（環境制御開始0日後とする：平成17年9月11日）から、試験区では以下に述べる日長および水温の両条件を制御した。

日長条件は短日処理と長日処理を組み合わせで制御した。すなわち、短日処理は8：00から16：00までの8時間は明期として自然光条件下で飼育し、16：00から翌朝8：00までの16時間は水槽全体を遮光幕（遮光率100%；ボンガードZT-2602F、日本ウェーブロック）で覆って暗期とした（8L16D）。短日処理の期間は、9月11

日から9月20日までの10日間とした。長日処理は、短日処理が終了した翌日より6：00から24：00までの18時間タイマー制御により水槽直上部に設置したレフランプ（500W）2灯を点灯して明期とし、24：00から翌朝6：00までの6時間はランプを消灯させて暗期とした（18L6D）。長日処理の期間は、9月21日から12月10日までの80日間とした。なお、対照区は水槽収容直後から試験期間を通して自然日長とした。長日処理期間中のレフランプ点灯時の照度は、レフランプ直下の水面上で2,500～3,000lxであった。

次に、試験区における水温条件は、水槽収容直後から自然条件とし、その後、自然水温が19℃を下回るようになった時点から加温により最低水温を19℃に維持した。一方、対照区では試験期間を通して自然水温とした。なお、自然水温は試験開始時の27℃から徐々に低下し、12月上旬で19℃を下回った。

**成熟度調査と誘発産卵** 水槽収容時（8月25日）、環境制御開始後40日後（短日処理10日+長日処理30日；10月21日）および同90日後（短日処理10日+長日処理80日；12月10日）にカニキュレを用いて卵巣卵の一部を採取し、万能投影機（V-12、ニコン製）を用いて得られた試料の中で最大卵径を有するサンプル30粒の卵径を測定して平均値を求め、平均卵巣卵径と表記して、成熟度の指標とした。平均卵巣卵径は、試験区と対照区との間でStudentのt検定により統計学的検定を行った。また、環境制御開始90日後にはヒト胎盤性生殖腺刺激ホルモン（human chorionic gonadotropin：HCG）をすべての供試魚の背部筋肉内に魚体重1kg当たり600IUとなるように注射し、水槽内での産卵を誘発した。

HCGを注射した2日後に水槽内に産出された卵の回収からふ化までの卵管理の方法は既報<sup>11)</sup>に準じた。すなわち、産出された卵は、水槽内に設置したサイフォン（直径50mm、4本）により飼育海水とともに隣接した採卵用水槽（0.5klポリカーボネイト製円形）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し浮上卵率を求めた後に、浮上卵のみを水温20℃に調温したふ化水槽（8klコンクリート製水槽）に設置したふ化ネット（直径90cm×深さ75cm、ゴース

表1. 12月産卵試験に供した親魚の大きさ

設定区	由来	年齢	尾数 (♂：♀)	平均尾又長±SD*1(cm) (最小～最大)	平均体重±SD(kg) (最小～最大)	平均肥満度±SD (最小～最大)
試験区	人工*2	2	14 (7：7)	55.5±1.2 (53.5～57.0)	3.8±0.3 (3.3～4.2)	22.2±1.1 (20.4～23.4)
対照区	人工	2	14 (7：7)	54.8±1.1 (53.0～56.0)	3.5±0.3 (3.2～4.3)	22.2±1.0 (20.9～24.5)

\*1 SDは標準偏差を示す。

\*2 人工とは人工的に種苗生産された種苗を養成したことを示す。

地)に収容した。そして、ふ化ネット内には通気(700 ml/分)と注水(6.5 l/分)をしながらふ化まで管理した<sup>10)</sup>。ふ化までの間に発生が停止してネット内に沈下した卵は適宜除去した。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、受精率、卵径および油球径を測定した。受精率は、先ず浮上卵中に占める受精卵数の割合で求め、最終的には総採卵数に対する受精率に換算した。ふ化が完了した時点で比容法<sup>11)</sup>によりネット内のふ化仔魚数を計数し、総採卵数に対するふ化率を算出した。

**仔魚の活力判定** 仔魚の活力判定は、採卵を行う毎に得られた仔魚(日齢0;平均全長3.7±0.3 mm)を用いて虫明ら<sup>15)</sup>の方法により水温20℃で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。また、初回産卵で得られた仔魚(日齢0)を用いて小型水槽(0.5 kl)で日齢10までの飼育(以下初期飼育とする)を行い、初期飼育における成長と生残率を調査した。仔魚5,000尾を計数しながら水槽に収容し、飼育水温はウォーターバス方式により19.8~22.3℃に維持した。初期飼育は従来のブリ種苗生産の方法<sup>16)</sup>に準じた。すなわち、餌料にはシオミズツボムシ*Brachionus plicatilis*を給餌し、日齢10(初期飼育終了時)に達した段階で全数を取り揚げて生残尾数を計数して生残率を算出するとともに、30尾について仔魚の全長

測定を行った。

## 結 果

**成熟度調査** 陸上水槽への収容時の試験区および対照区における平均卵巣卵径は、それぞれ127.3±10.9μmおよび125.8±9.8μmであった(図1)。環境制御開始40日後は、それぞれ138.1±8.9μmおよび132.5±8.5μmと両区間で有意な差は認められなかったが、同90日後には対照区で141.0±13.4μmであったのに対して、試験区では734.4±36.2μmと対照区よりも有意( $p < 0.01$ )に大きかった。また、環境制御開始90日後において、HCG注射により採卵が可能な700μm以上の平均卵巣卵径を有する個体は、試験区では供試した7尾中6尾(85.7%)出現したが、対照区では全く確認できなかった。

**誘発産卵と初期飼育** 試験区ではHCG注射から2日後の12月12日から16日までの5日間産卵が見られ、その間の総採卵数は227万粒であった(表2)。総採卵数に対する受精率やふ化率等の成績および受精卵の卵径は、これまでの天然養成親魚での12月産卵成績<sup>14)</sup>と比較しても遜色なかった。また、得られたふ化仔魚のSAIの平均値および日齢10までの初期飼育における仔魚の生残率においても、それぞれ20.7および31.8%と、従来の試験結果とほぼ同様の値を示した(表3)。

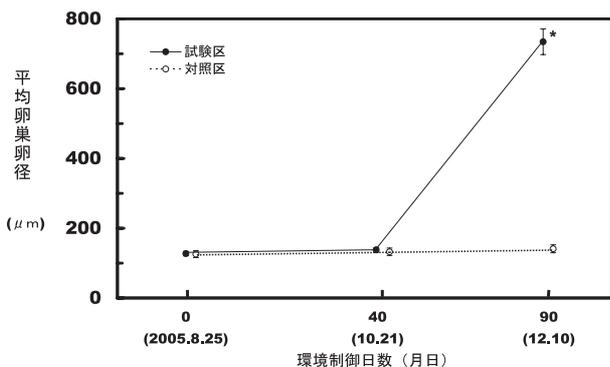


図1. ブリ人工2歳魚による12月採卵試験における平均卵巣卵径の経時的変化  
\*統計的有意差あり( $p < 0.01$ , Student t-test)

## 考 察

今回の試験により、人工養成親魚(満2歳魚)を用いた場合でも、天然養成親魚(満3歳以上)の場合と同様に、飼育環境条件(特に日長と水温の両条件)を制御することにより卵黄形成を促進し、卵巣卵径を有意に増大させ、HCG注射を行うことで12月の採卵が可能であることが初めて判明した。さらに人工養成親魚の場合には、天然養成親魚よりも環境条件の制御を行った際に成熟度の同調性が高かった。すなわち、天然養成親魚を用いたこれまでの12月産卵試験において、環境制御開始90日後の雌親魚の平均卵巣卵径とその標準偏

表2. ブリの人工養成2歳魚における12月産卵の結果

設定区	産卵期間 (日数)	総採卵数 (万粒)	受精卵		平均卵径 (μm)±SD*2	平均油球径 (μm)±SD	ふ化仔魚数 (万尾)	ふ化率*3 (%)	雌親魚1尾当りの	
			数 (万粒)	率*1 (%)					採卵数 (万粒)	ふ化仔魚数 (万尾)
試験区	2005年12月12日 ~12月16日 (5日)	227.3	155.9	68.6	1162.5±28.6	278.2±12.1	31.5	13.9	25.2	3.5
対照区	(0日)	0	-	-	-	-	-	-	-	-

\*1 受精率は総採卵数に対する受精卵数の割合で求めた。

\*2 SDは標準偏差を示す。

\*3 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. ブリの人工養成 2 歳魚から 12 月に得られた仔魚の初期飼育試験の結果

設定区	仔魚のSAI 平均値 (最小～最大)	飼育機関 (日数)	水槽の 大きさ (l)	飼育水温 (℃)	収容尾数 (尾)	日齢 0 (収容時) の全長(mm)	日齢 10(終了時)の	
							生残率 (%)	全長 (mm)
試験区	20.7 (16.4～23.2)	2005年12月15日 ～12月25日 (10日)	500	19.8～22.3	5,000	3.7±0.3*	31.8	5.3±0.4*
対照区	—	—	—	—	—	—	—	—

\* 平均全長±標準偏差

差は 2002 年で  $690 \pm 81 \mu\text{m}$ , 2003 年で  $543 \pm 104 \mu\text{m}$  および 2004 年で  $598 \pm 137 \mu\text{m}$  であったのに対して<sup>14)</sup>, 人工養成親魚では  $734 \pm 36 \mu\text{m}$  と個体間のばらつきが非常に小さかった。また, 中田ら<sup>17)</sup>によってHCG 注射による採卵が可能で平均卵巣卵径は  $700 \mu\text{m}$  以上と報告されているが, その値を有する個体の出現率(平均卵巣卵径が  $700 \mu\text{m}$  以上の個体数/試験に供試した雌親魚数×100)も同様にこれまでの 12 月採卵試験においては, 2002 年 33.3%, 2003 年 0% および 2004 年 20.0%<sup>\*1</sup> に対して, 85.6% と高く, 成熟度の同調性が高いことが示唆された。しかしながら, 天然養成親魚の場合, 年度ごとの結果に大きな変動が認められることから, 今回の結果が人工養成親魚の特性であることを示すには十分でなく, 再現性を確認する必要がある。一方, 仔魚の SAI や初期飼育試験においては, 天然養成親魚を用いた 12 月産卵試験では SAI が 2002 年で 15.3, 2003 年で 19.2 および 2004 年で 19.8, 日齢 10 における仔魚の生残率は 2002 年で 14.1% および 2004 年で 36.7% であったのに対して<sup>14)</sup>, 本試験では SAI が 20.7 および日齢 10 における仔魚の生残率は 31.8% とほぼ遜色ない結果であり, 卵質においても天然養成親魚の 12 月産卵とほぼ同等の成績が得られた。12 月あるいは 2 月の早期採卵の場合, 産卵試験に供する雌 1 尾当たりの産卵数やふ化率などの産卵成績および卵質の向上をもたらすような技術開発が課題とされており<sup>13, 14, 18)</sup>, 人工養成親魚からの 12 月採卵についても同様な結果となった。今後, これらの課題を解決しつつ, 成熟の同調性をさらに高め, より効率的な産卵技術の開発も必要と考えられた。

これまで 4 月下旬から 5 月上旬の通常の産卵期において良質な卵を大量に確保するためには, 天然種苗を 3 年以上養成した満 3 歳以上の天然養成親魚が必要とされてきた<sup>11)</sup>。本試験では人工養成親魚で, かつ満 2 歳魚でも環境条件の制御により, これまで採卵が可能とされていた年齢より 1 歳若く, かつ産卵期も約 4 カ月早い 12 月に採卵が可能であることが実証された。天然養成親魚の 2 歳魚を用いた場合でも, 購入して数カ月間養成し

た後に 3 月に採卵が可能であることは報告されているが<sup>13)</sup>, 12 月に採卵できた事例はない。特に, 養殖用人工種苗の生産を前提とした採卵を目的とした親魚養成において, 従来よりも若齢で小型の親魚が使えることとなり, 親魚の取り扱い等の作業性の向上や親魚養成期間の短縮化に伴う親魚養成コストの大幅な低減が期待できる。一方, これまで養殖用種苗の確保は, 天然種苗に全面的に依存していたために, その資源量の変動に大きく左右されて入手が不安定であったが, 人工養成親魚(2 歳魚)から得られた種苗を養殖用に供することで, 計画的かつ安定的な確保も可能となろう。このことにより, 天然種苗を採捕する必要がなくなり天然資源の保護にも貢献できることが期待される。また, 12 月産卵由来の卵を用いた種苗生産試験で生産された人工種苗は, 同時期と比較すると天然種苗より大きく, かつ 1 年間の飼育で体重 3 kg 前後の出荷サイズまでの育成が可能である<sup>\*2</sup>。これらの結果は, これまで天然種苗(モジャコ)の導入から市場への出荷までに約 2 年間必要とされてきたブリの養殖期間を 1 年に短縮できることを示すものであり, 今後, ブリ養殖に関わる大幅なコストの削減が強く期待される。さらに, これらの人工養成親魚から得られた種苗の継代を繰り返して選抜育種を行うことにより, 12 月産卵に適したブリ養殖用の親魚家系を作出することにも結びつくことが期待される。加えて, これらの採卵および飼育技術はブリだけでなく, 今後, 例えばカンパチ *Seriola dumelli* などの有用な魚類養殖への応用も十分期待できよう。

## 謝 辞

本試験を進めるに当たり, 貴重なご助言を頂いた水産総合研究センターの今村茂生前栽培漁業担当理事と業務推進部の福永辰廣次長を始めとする職員各位および種々のご配慮を頂いた五島栽培漁業センターの服部圭太場長を始めとする職員各位に感謝申し上げます。また, 実際の種苗生産現場で種々の作業に快くご協力

\*1 浜田ら未発表

\*2 浜田未発表

頂いた五島栽培漁業センターの宿輪 仁氏，岩村文一郎氏，竹中次夫氏，田中孝二氏，角田 健氏ならびに川上さつき氏に感謝します。

## 文 献

- 1) 松田星二 (1969) 南西海区水域における魚卵・稚魚の研究— 1 出現種類と出現期. 南西水研研報, **2**, 49-83.
- 2) 原田輝雄 (1965) ブリの増殖に関する研究. 近畿大学農学部紀要, **3**, 1-291.
- 3) 道津喜衛 (1962) 採卵用親魚の育成. 日水誌, **28**, 549-551.
- 4) 榎田 晋・広沢国昭・落合 明 (1969) 高知県古満目漁場に来遊するブリ産卵群とシナホリンによる成熟促進について. 日水誌, **35**, 446-450.
- 5) 榎田 晋・落合 明 (1971) 産卵期前後における養成ブリの成熟について. 魚雑, **18**, 175-181.
- 6) 広沢国昭 (1972) ブリの採卵について. 栽培技研, **1**, 17-24.
- 7) 藤田矢郎・与賀田稔久・飯島秀雄 (1977) 人工ふ化・養成ブリからの採卵. 長崎水試研報, **3**, 16-22.
- 8) 落合 明・榎田 晋・ぶりの成熟と採卵に関する研究. 協会研究資料 12, 瀬戸内海栽培漁業協会, 神戸, pp. 15.
- 9) 有元 操・津崎龍雄・宿輪 仁 (1987) ブリの親魚養成と自然産卵. 栽培技研, **16**, 63-79.
- 10) 虫明敬一 (1996) シマアジおよびブリの親魚養成技術の開発に関する研究. 博士論文, 広島大学, 東広島, pp. 145.
- 11) 日本栽培漁業協会 (1999) ブリの親魚養成技術開発. 栽培漁業技術シリーズ 5, 日本栽培漁業協会, 東京, pp. 72.
- 12) 中田 久・中尾貴尋・荒川敏久・松山倫也 (2001) ブリの人工授精における排卵後経過時間と受精率との関係. 日水誌, **67**, 874-880.
- 13) 中田 久・中尾貴尋・荒川敏久・松山倫也 (2002) 養成ブリ 2 歳魚に対する HCG 投与の排卵誘導効果. 水産増殖, **50**, 235-236.
- 14) 浜田和久・虫明敬一 (2006) 日長および水温条件の制御によるブリの 12 月産卵. 日水誌, **72**, 186-192.
- 15) 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.
- 16) 山崎英樹・塩澤 聡・藤本 宏 (2002) 日本栽培漁業協会におけるブリ種苗生産の現状. 水産増殖, **50**, 503-506.
- 17) 中田 久・中尾貴尋・荒川敏久・松山倫也 (2005) ブリの成熟・排卵誘導における HCG 投与時の卵径と排卵時間, 卵量および卵質との関係. 日水誌, **71**, 942-946.
- 18) Mushiake K, Kawano K, Kobayashi T, Yamasaki T (1998) Advanced spawning in yellowtail, *Seriola quinqueradiata*, by manipulations of the photoperiod and water temperature. *Fish. Sci.* **64**, 727-731.

# ガザミ類の中間育成時における生残率向上のための一考察： ガザミ類の中間育成に関するアンケート結果から

小畑 泰弘\*・芦立 昌一\*

A study for improving the survival rate during rearing after seed production for portunid crab species, based on a survey of techniques and facilities for rearing portunid crab species after seed production

Yasuhiro OBATA and Masakazu ASHIDATE

We surveyed the present status of techniques and facilities used to rear portunid crab species after seed production. Sixteen institutions that produce juveniles of this species in Japan were selected as survey targets. The reply rate was 62.5%. The facility used most commonly was a concrete tank, at a rate of 50.0%. Shelters were used by 45.5% of respondents. Artificial diets were most commonly used at a rate of 61.9%, including their use in combination with natural foods. The survey data revealed that the mean rate of survival of rearing in 2003 was 29.2%. Several issues that arose from the survey results are considered.

2007年1月4日受理

ガザミ類は日本の暖水域における重要な漁業対象種であり、平成15年度においては、ガザミ (*Portunus tritberculatus*)、タイワンガザミ (*Portunus pelagicus*)、トゲノコギリガザミ (*Scylla Paramamosain*) 及びアミメノコギリガザミ (*Scylla serrata*) の種苗 5,767 万尾が生産され、そのうち 5,112 万尾の種苗が全国で放流されている<sup>1)</sup> 重要な栽培漁業対象種でもある。しかしながら、大量の種苗が放流されているにもかかわらず、放流効果が把握された事例は、ガザミ<sup>2-4)</sup>、トゲノコギリガザミ<sup>5)</sup> の数例にすぎない。この理由の一つとして、これまで有効な標識方法がなかったことが挙げられる。ガザミ類に装着した標識は脱皮により殻とともに脱落するため、放流から漁獲加入までの追跡が困難だったからである。

近年、ガザミ類と同様に脱皮して成長するクルマエビでは、尾肢を切除することにより有効な標識となりうる事が明らかとなり<sup>6-9)</sup>、現在では各地でこの標識を用いた放流調査が行われている<sup>10-13)</sup>。この技術を応用して、ガザミ類においても遊泳脚の指節を切除する標

識手法などによる放流調査が行われ、標識としての有効性が検討されている<sup>15-17)</sup>。遊泳脚の指節を切除するには、作業性から少なくとも第5齢稚ガニ（以下  $C_n$  と略す、 $n$  は齢数を示す）まで成長させる必要がある。クルマエビの尾肢切除標識における長期間の標識としての有効性は、当初切除サイズが体長 56 mm 以上であると報告され<sup>6, 7)</sup>、このサイズで標識放流調査が行われた結果、20%前後の高い回収率が得られた事例<sup>13, 14)</sup> も見られるようになった。クルマエビの放流事業における放流サイズは、平均全長 33 mm である<sup>1)</sup> ことから、標識に合わせて放流サイズを大きくした結果、高い回収率が得られたと考えることもできる。人工種苗放流による栽培漁業の有効性を検討するためには、回収率以外に種苗経費及び中間育成などの放流経費等も勘案する必要があるが、放流効果を把握された事例がほとんどないガザミにおいては、このクルマエビの事例は参考になる。放流効果の把握を最優先に考えるならば、ガザミの場合も一般的な放流サイズである  $C_3$  での放流より、 $C_5$  以上のサイズで放流した方がより明確な放流効果の

\* 独立行政法人水産総合研究センター 玉野栽培漁業センター 〒706-0002 岡山県玉野市築港5-21-1 (Tamano Station, National Center for Stock Enhancement, Fisheries Research Agency, 5-21-1, Chikko, Tamano, Okayama 706-0002, Japan).

得られることが期待される。これまで、ガザミ類の中間育成は、C<sub>3</sub>までの飼育が多くの機関で行われてきたため、C<sub>4</sub>以降の陸上水槽などによる高密度の中間育成技術開発はこれまでほとんど行われていない。このため、C<sub>5</sub>までの飼育技術を確立し、放流効果を把握するとともに、この技術の普及を図ることは、ガザミ類の栽培漁業を促進するために重要であると考えられる。

そこで、より普及性の高い飼育技術の開発を行うため、現在各県で行われているガザミ類の中間育成技術と施設の現状の把握を目的にガザミ類の中間育成に関するアンケートを行った。ここでは、このアンケートのとりまとめ結果と、結果から考えられたいくつかの問題点について、中間育成時の生残率向上の観点から

考察したので報告する。

## 方 法

調査は、図1に示した質問票とこれらの回答を記入できるように表計算ソフト（マイクロソフト Excel）で作成した調査票により平成15年度に行い、中間育成結果は平成15年度の結果を対象とした。調査対象機関はガザミ種苗生産研究会の会員（ガザミ類の種苗生産を行っている機関）のうち、県及び市町村（公益法人等を含む）の16機関とした。調査票を回収した後、回答内容を確認したところ回答に過不足が認められなかったため、事後の電話等による聞き取りは行わなかった。

ガザミ類の中間育成に関するアンケート	
【質問事項】	
1. 中間育成実施機関	実施機関名 ( )
2. 中間育成施設	
1) 施設の所有者	a.実施機関と同じ b.実施機関と異なる ( )
2) 種類	a.陸上水槽 b.築堤式 c.囲い網 d.小割生簀 e.その他 ( )
3) 大きさ	寸法 ( ) m × ( ) m × ( ) m 底面積 ( ) m <sup>2</sup>
4) 付着者の使用（きんらん、モジ網等）	種類 a.きんらん b.モジ網 c.その他 ( ) d.使用していない 量 ( ) 本、または ( ) m × ( ) m を ( ) 枚
3. 飼育方法	
1) 飼育水	a.地先海水 b.ろ過海水 c.殺菌・消毒海水 d.その他 ( )
2) 飼育水量	( ) m <sup>3</sup>
3) 換水量	a.無換水（止水） b.止水換水（換水量 ( )） c.流水（換水量 ( )） d.その他 ( )
4) 餌料種類	a.冷凍アミ b.配合飼料（品名： ( )） c.アルテミアノープリウス d.その他 ( )
5) 給餌量（給餌基準及び給餌回数（1日当たり））	給餌基準 ( ) 1日当たり給餌回数 ( ) 回
4. 本年度の結果	
1) 種苗の入手	入手先 ( ) 入手月日（平成15年 月 日） 入手尾数 ( ) 尾 入手サイズ ( mm)
2) 収容（複数ある場合は以下の項目についてそれぞれ記入してください）	収容尾数 ( ) 尾
3) 取り揚げ	取り揚げ月日（平成15年 月 日） 取り揚げ尾数 ( ) 尾 取り揚げサイズ ( mm)
4) 平均飼育水温	( ) °C

図1. ガザミ類の中間育成に関するアンケート質問項目

## 結 果

アンケートの回答は、16 機関中 10 機関から得られ、回答率は 62.5 % であった。

**中間育成実施機関** 回答のあった 10 機関のうち、1 機関は中間育成を実施していなかった。中間育成を実施していた 9 機関のうち、県の機関においては、県内他機関の中間育成施設等に関する回答もいくつかなされた。この結果、回答のあった中間育成実施機関は、県が 3 機関、県の公益法人が 2 機関、市町村が 5 機関、市町村の公益法人が 1 機関、漁協が 3 機関の計 14 機関であった。14 機関が対象としている種類は、ガザミ、トゲノコギリガザミ、タイワンガザミの 3 種であった。

**中間育成施設** 中間育成を実施した 14 機関が使用していた中間育成施設の所有者は、県が 4 機関、県の公益法人が 1 機関、市町村が 5 機関、市町村の公益法人が 1 機関、漁協が 3 機関の計 14 機関であった。これらの機関が使用している施設は、22 施設、35 水槽であり、施設の内訳は、築堤式が 6 施設、FRP 製水槽が 5 施設、コンクリート製水槽が 11 施設であった（図 2）。FRP 製水槽及びコンクリート製水槽の陸上水槽における形状別施設数

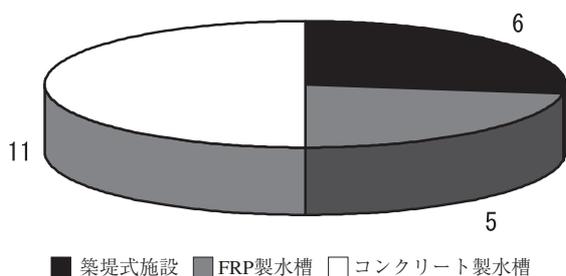


図2. 使用された中間育成施設の内訳  
図内の数字は施設数

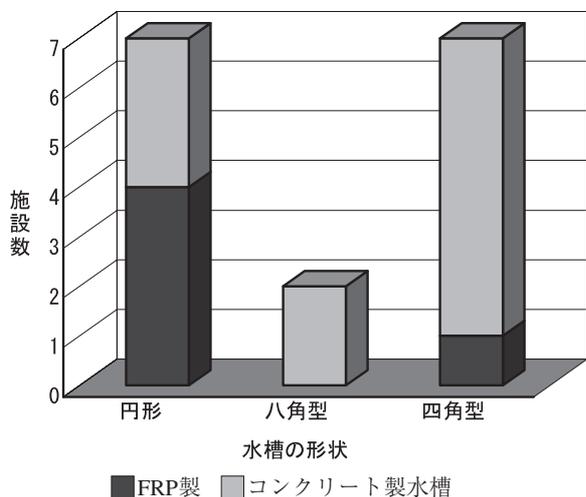


図3. 陸上水槽における形状別施設数の内訳

設数の内訳を図 3 に示した。ガザミ類の中間育成に用いられた陸上水槽の形状には円形、八角型、四角型があり、それぞれ 7 施設、2 施設、7 施設であった。FRP 製水槽は、5 施設中 4 施設が円形であった。施設の大きさは、容積、底面積、高さを表 1 に示した。FRP 製水槽は、容量が 2 kl 及び 3 kl の小型水槽 2 例を除いて集計した。容積の平均値は、FRP 製水槽が 93 kl、コンクリート製水槽が 87 kl であった。底面積の平均値は、FRP 製水槽が 85 m<sup>2</sup>、コンクリート製水槽が 49 m<sup>2</sup>、築堤式施設が 4,549 m<sup>2</sup> であった。水槽の高さの平均値は、FRP 製水槽が 1.1 m、コンクリート製水槽が 1.9 m であった。

次に、付着器の使用とその内訳について、図 4 に示した。付着器を使用している施設は 12 施設、使用してい

表 1. 中間育成施設の大きさ

施設の種類	容積 (kl)	底面積 (m <sup>2</sup> )	高さ (m)
	平均値 (最大-最小)	平均値 (最大-最小)	平均値 (最大-最小)
FRP 製水槽	93 (64-113)	85 (64-113)	1.1 (1.0-1.3)
コンクリート製水槽	87 (45-208)	49 (28-113)	1.9 (1.0-3.5)
対照区	-	4,549 (1,402-11,000)	-

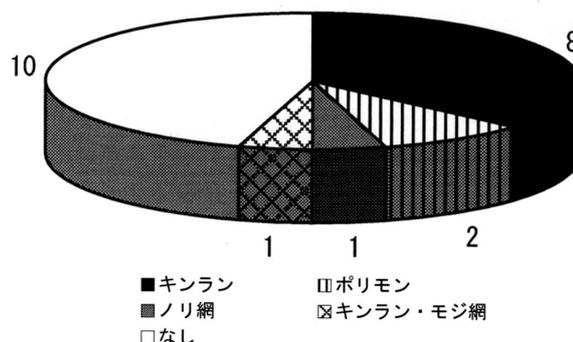


図4. 付着器の使用とその種類の内訳  
図内の数字は施設数

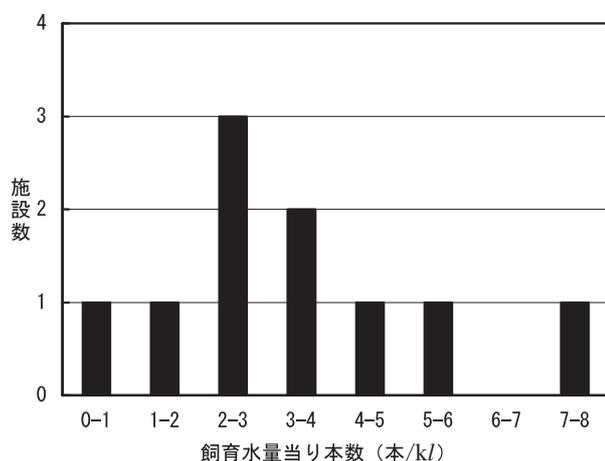


図5. 飼育水量1kl当りのキンラン及びポリモンの使用本数における施設数の頻度

ない施設は 10 施設であった。使用していない施設には、築堤式施設の 5 施設が含まれていた。使用された付着器は、キンラン（長さ 1.5 m, アース（株））が 8 施設、ポリモン（長さ 1 m, アース（株））が 2 施設、ノリ網が 1 施設、モジ網とキンランの併用が 1 施設であった。これ以外に水槽の底に砂を敷いている施設が 1 施設あった。キンランとポリモンを使用していた 10 施設のうち、飼育水量 1 kl 当り使用本数における施設数を図 5 に示した。施設数では 2~3 本/kl が 3 施設と最も多かった。1 kl 当り使用本数は、少ない施設では 0.8 本/kl, 多い施設では 7.5 本/kl であった。

**飼育方法** 14 機関が使用していた飼育水は、自然海水が 10 機関、ろ過海水が 4 機関であった。種苗生産機関は、全てがろ過海水を使用していた。換水方法は、築堤式施設の場合は干満差を利用したものであった。陸上施設は、大きく分けると流水、止水、止水と流水の併用（以下併用）に分けられた。それぞれの割合を図 6 に示した。流水が 10 施設、止水が 2 施設、併用が 4 施設であった。併用には、昼の時間帯が流水で夜の時間帯が止水の場合、育成の途中で止水から流水に切り替える場合などがあった。また、同じ機関であっても施設により換水方法が異なる事例があった。流水及び併用における施設ごとの 1 日当りの換水率について、その割合を図 7 に示した。最も多かった換水率は、50 % の 3

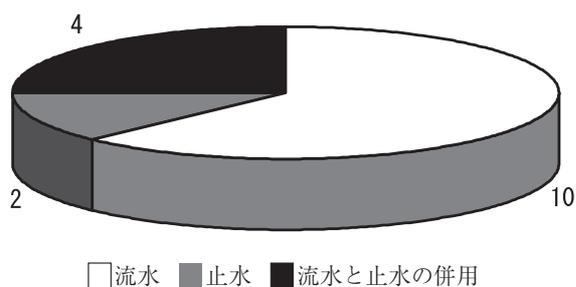


図 6. 換水方法の内訳  
図内の数字は施設数

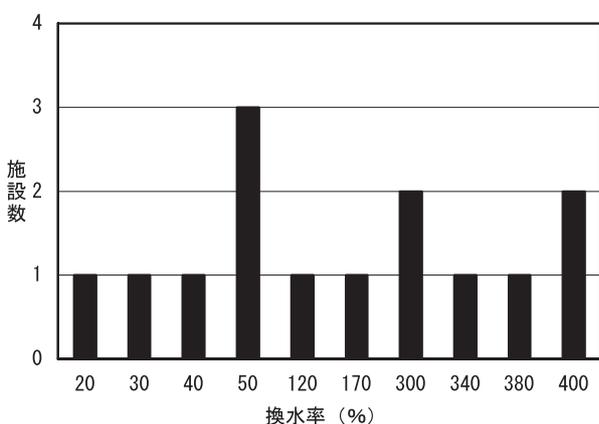


図 7. 1日当り換水率の施設数における頻度

施設であった。換水率は最も少ない施設で 20 %, 最も多い施設で 400 % であった。

使用された餌料の種類の内訳を図 8 に示した。配合飼料が 8 施設、アルテミアノープリウス（以下アルテミア）が 2 施設、生餌（アミエビ, オキアミ, アサリのミンチ等）が 6 施設、配合飼料とアルテミア及び生餌の併用が 5 施設であった。配合飼料は魚類用及びクルマエビ用が用いられていた。なお、調査年度に使用されなかった築堤式の 1 施設は使用餌料に関する報告がなかった。餌料種類別の給餌基準と 1 日当りの給餌回数を表 2 に示した。配合飼料の給餌基準の平均値は稚ガニの総重量の 21 %, 最小値と最大値はそれぞれ 7 %, 33% であった。生餌の給餌基準の平均値は稚ガニの総重量の 150 %, 最小値と最大値はそれぞれ 100 %, 200 % であった。アルテミアの給餌基準は、1 施設から報告があり稚ガニ 1 尾当り 1,000 個体であった。給餌回数の平均値は配合飼料が 2.7 回、生餌が 3 回であった。

**平成 15 年度の中間育成結果** 平成 15 年度に中間育成を実施した 13 機関から 98 飼育例の回答があった。結果はガザミ、タイワンガザミ及びトゲノコギリガザミの 3 種を種別に集計した（表 3）。報告された飼育例数は、ガザミが 9 機関、61 飼育例、タイワンガザミが 1 機関、33 飼育例、トゲノコギリガザミが 3 機関、4 飼育例であった。トゲノコギリガザミの 3 機関はいずれも同じ県で

表 2. 餌料種類別の給餌基準と 1 日当りの給餌回数

種類	給餌基準 平均 (最小-最大)	給餌基準 の単位	1日当りの 給餌回数 平均(最小-最大)
配合飼料	21% (7-33)	総重量当り	2.7 (1-3)
生餌	150% (100-200)	総重量当り	3 (2-4)
アルテミアノープリウス	1,000 個体	1 尾当り	1

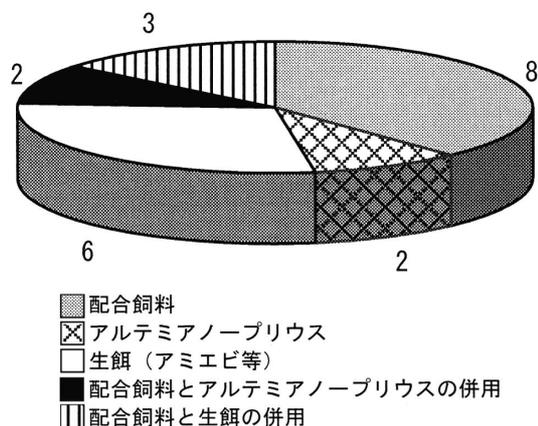


図 8. 中間育成で使用された餌料の内訳  
図内の数字は件数

表 3. 平成 15 年度の種別中間育成結果 (ガザミ, タイワンガザミ, トゲノコギリガザミ)

種名	機関数	飼育例数	収容尾数 (尾)	取り揚げ尾数 (尾)	収容密度 (尾/kl)	取り揚げ密度 (尾/kl)	収容齢期	取り揚げ齢期	生残率 (%)	飼育日数 (日)	飼育水温 (℃)
ガザミ	9	61	248,856 (894-2,043,000)	86,178 (343-934,500)	3,516 (71-11,240)	31,057 (30-4,000)	1-2	2-5	29.1 (5.5-74.7)	7 (3-16)	29.1 (19.8-31.8)
タイワンガザミ	1	33	88,803 (40,000-253,000)	28,366 (3,730-98,640)	2,220 (1,000-6,325)	709 (93-2,466)	1	2-4	31.3 (3.5-60.0)	10 (6-21)	28.6 (23.0-30.0)
トゲノコギリガザミ	3	4	145,667 (37,000-250,000)	4,675 (2,226-7,900)	296 (93-500)	8 (6-10)	1	5-6	7.3 (5.3-10.5)	37 (14-60)	24.6 (24.0-24.1)

上段: 平均値 (単純平均)

下段 (最小値-最大値)

あった。収容尾数の平均値は、ガザミが 3,516 尾/kl、タイワンガザミが 2,220 尾/kl、トゲノコギリガザミが 296 尾/kl であった。ガザミの中間育成が行われた施設には陸上水槽の他に築堤式も含まれているため、収容密度の幅が 71 ~ 11,240 尾/kl と大きくなった。タイワンガザミの中間育成には全て同じ大きさの陸上水槽が、トゲノコギリガザミの中間育成には全て築堤式の施設が用いられていた。生残率の平均値は、ガザミが 29.1 %、タイワンガザミが 31.3 %、トゲノコギリガザミが 7.3 % であった。トゲノコギリガザミの生残率が他の 2 種より低い原因は、取り揚げ齢期が C<sub>5</sub>~C<sub>6</sub> と大きかったためと思われた。飼育水温の平均値は、ガザミが 29.1 ℃、タイワンガザミが 28.6 ℃、トゲノコギリガザミが 24.6 ℃ であった。トゲノコギリガザミの飼育水温が他の 2 種より低かった原因として、飼育期間が比較的水温の低い 5 月から 6 月であったためと思われた。

## 考 察

平成 15 年度におけるガザミ類中間育成の平均生残率は 7.3~31.3 % であった。クルマエビの約 40~50%<sup>18)</sup> と比較して低い数字である。中間育成時の生残率が低くなると、放流尾数が減少し、放流 1 尾当りの単価が高くなるため、放流経費の回収が困難になる。したがって、中間育成時の生残率は、放流事業の効果を評価する上で重要な項目の一つである。以下には、中間育成時の

生残に影響を与える項目について考察した。

**施設の種類の形状** 本アンケート結果において、最も多く使用されていた施設は、FRP 製水槽及びコンクリート製水槽の陸上水槽であった。このアンケートは調査対象機関が種苗生産機関であるため、集計結果が陸上水槽に偏っていることも考えられるため、水産庁はか<sup>1)</sup>によるガザミ類 (ノコギリガザミ, ガザミ, タイワンガザミ) の中間育成方法別機関数を図 9 に示した。これによると、ガザミ類における中間育成方法別の機関数は、陸上水槽が 33 機関と最も多く、築堤式施設にあたる海浜池は 3 機関であった。これ以外の小割り生簀、囲い網、仕切り網は、全てアンケート対象外である漁協等で行われたものであった。これらの結果から、ガザミ類の中間育成において最も多く用いられている施設は、陸上水槽であると考えられた。また、中間育成に用いられた水槽の形状は、図 3 から円形と四角型が多いという結果となり、一般的な形状の水槽が多く用いられていた。

ガザミ類は中間育成時の共食いが激しいため<sup>19,20)</sup>、生残率を上げるためには、低密度の飼育が有効であると報告されている<sup>19, 21)</sup>。また、ノコギリガザミにおいては底面積に比例して生残尾数の決まることが報告されている<sup>21)</sup>。このため、効率的な中間育成を行うには底面積の大きい施設が有利になると考えられる。ここで、中間育成に最も多く用いられていた陸上水槽について、各水槽の飼育水量をそれぞれの底面積で割った値を飼育水深とし、飼育水量を水槽容量で割った値を使用率として計算し、表 4 に示した。飼育水深の平均値は、FRP 製水槽が 0.73 m、コンクリート製水槽が 1.35 m、陸

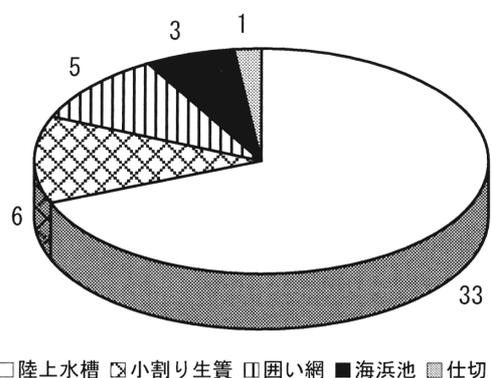


図 9. ガザミ類の中間育成方法別機関数の内訳 (平成 15 年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績)

表 4. 陸上水槽における飼育水量の水槽容量に対する割合 (使用率) と飼育水深

種類	使用率 (%) 平均値 (最小-最大)	飼育水深 (m) 平均値 (最小-最大)
FRP 製水槽	68.8 (39.2-88.5)	0.73 (0.51-0.89)
コンクリート製水槽	74.4 (42.6-100)	1.35 (0.71-2)
計	73.2 (39.2-100)	1.22 (0.51-2)

上水槽全体が1.22 mであった。使用率の平均値は、FRP製水槽が68.8%，コンクリート製水槽が74.4%，陸上水槽全体が73.2%であった。中間育成実施機関が、中間育成時に飼育水深を意識して低くしているのであれば、水槽の高さがあるコンクリート製水槽の使用率が、FRP製水槽より低くなると思われたが、両水槽の使用率には余り差がなかった。このことから、飼育水深は、飼育のし易さなど他の要因で決定されていると考えられた。

**付着器の種類と使用状況** ガザミ類の中間育成時における生残率の向上には、付着器の設置が有効であると報告されている<sup>22, 23)</sup>。回答のあった施設のうち、築堤式施設においては底面積が広いとため、収容尾数を多くしない限り付着器の使用は必要ないと思われる。今回の回答でも築堤式施設6施設中、5施設において付着器が使用されていなかった。図4の付着器の使用内訳から築堤式を除いて陸上水槽で集計し直すと、使用した施設が11施設、使用しなかった施設が5施設となる。これは、約2/3の施設が付着器を使用したことになる。したがって、付着器は陸上水槽において用いられる頻度が多いといえる。付着器の利用は高密度飼育における生残率の向上にも有効と考えられ、高密度飼育が行われる陸上水槽の水槽容量を最大限に利用し、稚ガニの付着面を広げるためにも有効と考えられる。付着器を使用した11の陸上施設のうち、8施設がキンラン、2施設がポリモンを使用していた(図4)。飼育水量1kl当りのキンラン及びポリモンの使用本数は、使用した施設の半数が2-4本であった(図5)。飼育水量1kl当りの平均使用本数を計算すると3.5本となった。本アンケートでは付着器の設置方法に関する設問を設けていない。付着器は水槽の底面に設置する方法が有効であると報告されている<sup>22, 23)</sup>。付着器の設置が有効な要因として、稚ガニの潜伏習性の発達に付着器による着生環境が適合したこと、底層に沈殿した餌料が着生した稚ガニに好適な餌料環境を作り出し、共食いが抑制されたことが考えられている<sup>22)</sup>。このため、付着器の設置にあたっては、水槽の底面積を基準として、設置数を設定する必要があると思われる。ここで、使用頻度の高いキンランの設置基準を考えてみる。キンランの面積をキンランの長さ1.5 m、幅0.2 mで計算し、両面が付着面として利用されると考えて2倍し、キンラン1本当たり0.6 m<sup>2</sup>の付着面が得られると仮定すると、水槽の底面積に対する使用されたキンランの総面積の比の平均値は2.0倍と計算された。このことから、本アンケート結果からはキンランの設置により水槽の底面積の2.0倍、言い換えると底面積1 m<sup>2</sup>当り2.0 m<sup>2</sup>の稚ガニの付着面を新たに作り出していると考えられた。これを本数に換算すると、底面積1 m<sup>2</sup>当り3.4本となった。したがって、水槽の底面積と同等の付着面を新たに作り出すためには、キンランを底面積1 m<sup>2</sup>当り1.7本設置する必要がある

と考えられた。キンラン等の付着器の設置は収容密度を下げる効果があると考えられるので、キンランの設置基準を考えるには、収容密度を考慮する必要がある。収容密度から考えられるキンランの設置基準については、中間育成結果のデータを取り扱う章で後述する。

**餌料の使用状況** ガザミ類は中間育成における共食い等による減耗が大きいと考えられることはすでに述べた。共食いの原因として、飼育密度より給餌量が深く関与していると報告されている<sup>19)</sup>。本アンケート結果からは、配合飼料単独及び配合飼料と生餌の併用が合わせて52% (21施設中11施設)、生餌の単独が29% (21施設中6施設)となり、アルテミアの単独及びアルテミアと配合飼料との併用の19% (21施設中4施設)に比べて高い使用率となった(図8)。このことからガザミ類の中間育成で主に用いられている餌料は、配合飼料と生餌といえる。しかしながら、浜崎・関谷<sup>24)</sup>はガザミの中間育成におけるアルテミアの餌料としての有効性を報告している。アルテミアの使用率が低い理由は何であろうか。ここで、ガザミの中間育成に必要な餌料費について試算してみる。比較する餌料は、配合飼料、生餌(冷凍アミ)及びアルテミアの3種類とする。それぞれの購入金額は、玉野栽培漁業センターの購入実績から、配合飼料が20 kgで20,000円、冷凍アミ(イサザアミ)が15 kgで1,300円、アルテミア耐久卵が1缶(425 g)で3,700円とした。冷凍アミは、調餌作業により80%が残存し、アルテミアは、アルテミア耐久卵1缶から1億個体が得られると仮定した。それぞれの餌料の給餌基準は、表2の給餌基準の平均値とし、ガザミC<sub>1</sub>種苗1尾当りの重量は0.012 gとした。ガザミC<sub>1</sub>種苗10万尾当りの1日分の餌料費は、配合飼料が252円、冷凍アミが195円、アルテミアが3,700円となり(表5)、冷凍アミを1とすると、配合飼料が1.3、アルテミアが19.0となった。仮に、C<sub>1</sub>からC<sub>2</sub>までの生残率が、冷凍アミで50%、アルテミアで100%としても、餌料費の比は9.5となり、およそ10倍の差がある。この餌料費の差が、ガザミ中間育成の餌料において、アルテミアが普及しない理由の一つと考えられる。しかしながら、アルテミアは給餌作業の効率化を図るためには有効で

表5. ガザミの中間育成における第1齢稚ガニ10万尾当りの1日分の餌料種類別費用の比較

種類	第1齢稚ガニ 10万尾当り給餌量*1		
	餌料単価*2	金額(円)	
配合飼料	252	1000	252
冷凍アミ	1,800	108	195
アルテミアノープリウス	100,000,000	0.037	3,700

\*1: 配合飼料及び冷凍アミの単位はg, アルテミアノープリウスの単位は個体。

\*2: 配合飼料及び冷凍アミの単位は円/kg, アルテミアノープリウスの単位は円/1,000個体。

ある<sup>24)</sup>ことから、中間育成コストの比較にあたっては給餌作業にかかる人件費及び設備費なども含めたコストから積算する必要がある。有効な餌料の技術開発にあたっては、コスト、作業量、生残率の面から比較し直す必要があると思われる。

**中間育成結果から考えられる問題点** 回答のあった平成15年度中間育成結果から中間育成時の生残率に影響を及ぼす項目についての検討を行った。トゲノコギリガザミは事例数が4事例と少なかったため、除外した。ガザミ及びタイワンガザミについて、生残率と生残率に影響を及ぼすと考えられる収容密度などの各項目との相関係数を計算した(表6)。計算にあたり、複数の齢期が混ざっていた取り揚げ齢期は大きい方の齢期を取り揚げ齢期とした。その結果、両種とも生残率と収容密度に相関は見られず、取り揚げ齢期及び飼育日数とはそれぞれ弱い負の相関が見られた。これは、ガザミは中間育成時に共食いによる減耗が大きいいため、飼育日数が長く、成長が進むほど生残率が低下するためと考えられた。そこで、両種の取り揚げ齢期ごとに平均生残率を計算した結果、C<sub>2</sub>での取り揚げ事例では両種とも平均生残率が約40%となり、ガザミは齢期が大きくなるにつれて平均生残率が低下したが、タイワンガザミはC<sub>3</sub>では低下したもののC<sub>4</sub>ではC<sub>3</sub>からやや上昇した。ガザミにおいてはC<sub>2</sub>～C<sub>3</sub>の平均生残率が34～39%、C<sub>4</sub>～C<sub>5</sub>が約20%となり、大きく分かれた(図10)。このことから、ガザミの中間育成においてC<sub>3</sub>までの事例とC<sub>4</sub>以降の事例を分けて、その特徴を見てみる。それぞれの生残率の変動係数を計算したところ、C<sub>2</sub>～C<sub>3</sub>が0.31、C<sub>4</sub>～C<sub>5</sub>が0.48となり、C<sub>2</sub>～C<sub>3</sub>で取り揚げの方がC<sub>4</sub>～C<sub>5</sub>で取り揚げより、生残率が安定していた。表6と同様に平均生残率と生残率に影響を及ぼすと思われる項目との相関係数を計算したところ、C<sub>2</sub>～C<sub>3</sub>においては収容密度と弱い負の相関(r=-0.33)が見られた。C<sub>2</sub>～C<sub>3</sub>で取り揚げた事例について生残率の偏差値が55以上(生残率が41%以上)及び45未満(同30%未満)における平均収容密度を計算したところ、前者は2,455尾/kl、後者は4,845尾/klであった。C<sub>2</sub>～C<sub>3</sub>全体の平均収容密度は4,152尾/klなので、高い生残率を得るためには収容密度を低くする必要があると考えられた。ただし、偏差値が55以上の9事例のうち3事例は築堤式施設による収容密度が130尾/kl以下の事例であること、2事例は陸上水槽による7,000尾/kl以上の収容密度によるC<sub>2</sub>までの飼育であることから、これらを除くと、偏

表6. ガザミとタイワンガザミにおける中間育成時の生残率と生残率に影響を及ぼす項目との相関係数

種名	収容尾数	収容密度	取り揚げ 齢期	飼育日数	飼育水温
ガザミ	0.26	0.00	-0.54	-0.31	-0.11
タイワンガザミ	0.09	0.09	-0.37	-0.28	-0.10

差値55以上の平均収容密度は1,675尾/klとなる。したがって、C<sub>3</sub>までの生残率を高めるためには収容尾数を1,700尾/kl程度以下にすることが目安になると考えられた。

しかしながら、この数字は付着器の使用を考慮していない。付着器の種類と使用状況の章で述べたように、付着器の使用は収容密度を低下させることが期待される。中間育成結果のアンケート項目には付着器の使用に関する設問を設けていないが、図1の質問票による付着器に関するアンケート結果から、陸上水槽における水槽の底面積とキンランの付着面を考慮した付着面積当りの収容尾数と生残率の関係、並びにキンランの設置基準について考えてみる。ガザミのC<sub>3</sub>までの取り揚げにおける付着面積当りの平均収容尾数は、キンランを設置された施設が1,236尾/m<sup>2</sup>、付着器を設置されなかった施設が12,415尾/m<sup>2</sup>、両方を合わせた施設全体が4,230尾/m<sup>2</sup>であった。C<sub>2</sub>及びC<sub>2</sub>の混ざったC<sub>3</sub>での取り揚げ事例では、付着器が使用されない事例があったが、C<sub>3</sub>の取り揚げ事例では、全てキンランが使用されていた。C<sub>3</sub>の取り揚げ事例における平均生残率は約32%であったが、この平均値以上の事例における付着面積当りの平均収容尾数は1,016尾/m<sup>2</sup>、平均値未満では1,517尾/m<sup>2</sup>であった。したがって、付着面積当りの収容尾数を基準とする場合には、1,000尾/m<sup>2</sup>程度を目安にすればよいと考えられた。この場合の底面積の平均値は67m<sup>2</sup>、キンランの面積は107m<sup>2</sup>であったので、水槽の底面積に対して約1.6倍の付着面をキンランにより新たに作り出したこととなる。この結果から、水槽の底面積当りのキンランの設置基準本数を計算すると、1m<sup>2</sup>当り2.7本となった。したがって、陸上水槽を用いてC<sub>3</sub>までの中間育成においてより高い生残率を得るためには、使用する水槽の底面積1m<sup>2</sup>当り2.7本のキンランを設置し、付着面積当りの収容密度が1,000尾/m<sup>2</sup>以下になるように種苗を収容する必要があると考えられた。

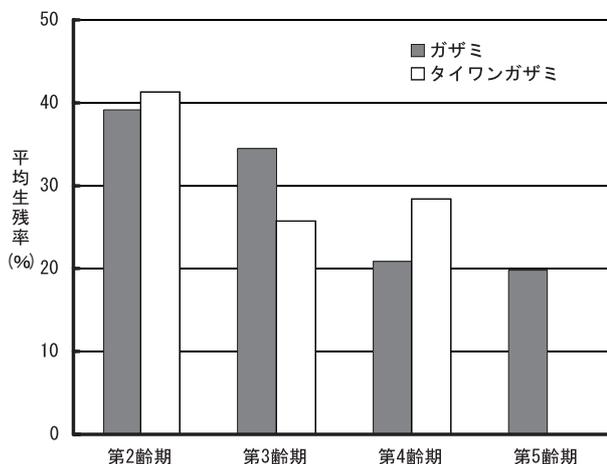


図10. ガザミとタイワンガザミにおける取り揚げ齢期ごとの平均生残率

キンランを設置しない場合においては、底面積当りの収容密度が 1,000 尾/ m<sup>2</sup> 以下を目安に収容尾数を調整すれば良いと思われる。

C<sub>4</sub> ~ C<sub>5</sub> で取り揚げられた事例における平均生残率約 20 % 以上の 13 事例のうち、7 事例が 2 ~ 3 kl の小型水槽によるもの、他の 6 事例が C<sub>3</sub> の混ざった C<sub>4</sub> での取り揚げによるものであった。報告のあった 30 kl 以上の大型水槽における C<sub>3</sub> が混ざらない C<sub>4</sub> 以上での取り揚げにおける生残率は 10 % 前後であること、C<sub>4</sub> 以降の平均生残率は C<sub>3</sub> までと比較して大きく低下したこと (図 10) から、C<sub>4</sub> 以降での中間育成技術は未開発といえる。平均収容密度は小型水槽が 1,252 kl、大型水槽が 3,358 kl であった。C<sub>3</sub> までの取り揚げ事例と同様に、付着面積当りの収容尾数を計算したところ、平均値は大型水槽の事例で 1,404 尾/ m<sup>2</sup> となり、C<sub>3</sub> までの事例とほぼ同じ値となった。水槽の大きさだけではなく、収容密度も生残率に影響を及ぼしている可能性はある。筆者らの飼育試験結果から、ガザミの重量は脱皮ごとに約 2 ~ 3 倍に増加すること\*から、重量を体積ととらえると、中間育成において種苗が成長し、生残率が高くなれば、水槽内の種苗の密度は相対的に増加することとなる。魚類の飼育においては成長に応じて選別及び分槽というサイズを揃え密度を下げる手段がとられるが、ガザミの場合は成長が早いこと、取り揚げ時の種苗の集約時に挟み合いにより脚の脱落が起きやすいことなどから、分槽などは行われていない。分槽を行わないのであれば、高い生残率を得るためには、収容密度を下げるのが現状では最善の方法と思われる。しかしながら、ガザミは 1 水槽の種苗生産で規模にもよるが 100 万尾以上の C<sub>1</sub> 種苗を生産することが可能である。仮に C<sub>1</sub> の取り揚げ密度を 10,000 尾/ kl とすると、中間育成の収容密度を 1,000 尾/ kl とするためには種苗生産と同規模の中間育成水槽が 10 施設必要になる。これは、種苗生産機関のみで対応できる数字ではなく、生産された C<sub>1</sub> 種苗を多数の陸上の中間育成機関に分けるか、数カ所の広大な築堤式の施設に集中するかの方法をとらざるを得ない。C<sub>5</sub> 程度の大型種苗を大量に放流するためには、中間育成時の餌料経費の増大以外に中間育成施設の建設及び維持経費も大きな負担になると考えられる。将来は、これらのことを総合的に勘案して、ガザミ種苗放流における有効な放流サイズを決定し栽培漁業を推進しなければならない。しかし、それらの基礎的知見となる放流効果の把握は、現状で使用できる有効な標識を大型種苗に用いた調査から行わざるを得ないと考える。まず、ガザミの放流効果を定量的に把握することがガザミ栽培漁業における最重要課題である。

\*小畑ら未発表

## 謝 辞

業務ご多用中のところ、本アンケートにご協力いただいたガザミ種苗生産研究会の会員の方々に厚くお礼申し上げます。また、有益なご意見をいただいた編集委員に感謝する。

## 文 献

- 1) 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター・(社) 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) ~ 資料編 ~. 420pp.
- 2) 石岡清英・猪子嘉生 (1982) Cohort の漁獲統計が得られる場合の初期資源量の推定方法—江田島湾のガザミを例として—. 南西水研報, **14**, 33-54.
- 3) 北田修一 (1983) ガザミの種苗放流効果 (I) —漁獲モデルによる期待漁獲量の推定—. 栽培技研, **12**, 37-48.
- 4) 有山啓之 (2000) 大阪湾におけるガザミの生態と資源培養に関する研究. 大阪水試研報, **12**, 1-90.
- 5) OBATA, Y., H. IMAI, T. KITAKADO, K. HAMASAKI, and S. KITADA (2006) The contribution of stocked mud crabs *Scylla paramamensis* to commercial catches in Japan, estimated using a genetic stock identification technique. *Fisheries Research*, **80**, 113-121.
- 6) 宮嶋俊明・豊田幸嗣・浜中雄一・小牧博信 (1996) クルマエビ標識放流における尾肢切除法の有効性について. 栽培技研, **25**, 41-46.
- 7) 豊田幸嗣・宮嶋俊明・上家俊文・松田裕二・大槻直也 (1997) クルマエビ標識放流における尾肢切除法の有効性について—II—. 栽培技研, **25**, 95-100.
- 8) 豊田幸嗣・宮嶋俊明・吉田啓一・藤田義彦・境谷季之 (1998) クルマエビ標識放流における尾肢切除法の有効性について—III—. 栽培技研, **26**, 85-90.
- 9) MIYAJIMA, T., Y. HAMANAKA, and K. TOYOTA (1999) A marking method for kuruma prawn *Penaeus japonicus*. *Fisheries Sci.*, **65**, 31-43.
- 10) 伊藤史郎・江口泰蔵・中島則久・北田修一 (2001) 有明海湾奥部におけるクルマエビ人工種苗の放流効果の検討. 栽培技研, **29**, 35-43.
- 11) 森川 晃・伊藤史郎・山口忠則・金澤孝弘・内川純一・皆川 恵・北田修一 (2003) 有明海におけるクルマエビの放流効果. 栽培技研, **30**, 61-73.
- 12) 谷田圭亮・池脇義弘・青山英一郎・奥山芳生・野坂元道・藤原宗弘 (2003) 瀬戸内海東部海域における放流クルマエビの移動と成長. 栽培技研, **31**, 25-30
- 13) 谷田圭亮・池脇義弘・青山英一郎・奥山芳生・野坂元道・藤原宗弘 (2003) 瀬戸内海東部海域における

- クルマエビの放流効果. 栽培技研, **31**, 31-34
- 14) 京都府立海洋センター (1997) 平成 8 年度及び平成 4 ~ 8 年度 (総括) 重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査報告書.
  - 15) 山口忠則・野田和文・浜崎活幸・伊藤史郎 (2004) ガザミ放流種苗における遊泳脚切り込み標識の有効性. 佐有水研報, **22**, 65-67
  - 16) 高知県 (2004) 平成 15 年度栽培資源ブランド・ニッポン推進事業環境調和型 (甲殻類グループ) 栽培漁業技術開発事業報告書 (ノコギリガザミ). 高知1-高知15.
  - 17) 長崎県 (2005) 平成 16 年度栽培資源ブランド・ニッポン推進事業環境調和型 (甲殻類グループ) 栽培漁業技術開発事業報告書 (ガザミ). 長崎1-長崎14.
  - 18) 浜崎活幸・北田修一 (2005) クルマエビの放流効果—現状と課題—. 栽培技研, **33**, 27-43.
  - 19) 田畑和男・勝谷邦夫 (1973) ガザミの稚ガ二期における共喰い現象について. 栽培技研, **2**, 27-32.
  - 20) 岩谷芳自・中島輝彦・大江秀彦 (1983) ガザミの種苗生産における稚ガ二期の生残率について. 栽培技研, **12**, 19-23.
  - 21) 伏見 浩 (1984) ノコギリガザミ人工種苗の中間育成における密度効果. 栽培技研, **13**, 37-40.
  - 22) 佐々田昭七・松村史朗・北島 力 (1986) ガザミ中間育成における共食い防止について. 栽培技研, **15**, 51-56.
  - 23) 伊藤史郎・金丸彦一郎・後藤政則・杠 学・中村展男 (1990) ガザミ大型種苗の生産試験. 西海ブロック藻類・介類研究会報, **7**, 59-66.
  - 24) 浜崎活幸・関谷幸生 (1998) ガザミ中間育成におけるアルテミアの給餌効果. 栽培技研, **26**, 57-59.

短 報

## 栄養強化剤の連続添加がワムシの回収率と栄養価に及ぼす効果

小磯雅彦\*<sup>1</sup>・島 康洋\*<sup>1</sup>・日野明德\*<sup>2</sup>

Benefit of continuous provision of enrichment material on recovery and nutritional value of the rotifer *Brachionus plicatilis*

Masahiko KOISO, Yasuhiro SHIMA, and Akinori HINO

We examined the survival and nutritional value of the rotifer *Brachionus plicatilis* which received n-3 HUFA (highly unsaturated fatty acids) enrichment by means of continuous provision of "Fresh Chlorella ω3" (200 ml/100 million rotifers) for 18 h at 22°C. Rotifer used had been harvested from "extensive continuous culture" fed on freshwater Chlorella and baker's yeast.

Recovery (survival/inoculum) and nutritional value were 155% and 2.42 g/100 g (DW), respectively, which was better than the values (132% and 1.64 g/100 g DW) obtained from the rotifer that received the conventional enrichment. In the usual method, the excessive concentration of material due to the provision in a batch at the beginning of enrichment may cause a sudden drop of dissolved oxygen and prolonged physiological stresses. These results suggest that continuous provision in small doses improves the stability and efficiency of enrichment.

2007年1月4日受理

一般に、淡水クロレラやパン酵母を餌料として培養されたワムシ類には、海産魚類仔魚の育成に必須である n-3 系列の高度不飽和脂肪酸（以下 n-3HUFA）やアミノ酸、ビタミン類などの栄養成分が不足している<sup>1,2)</sup>。このため、種苗生産現場では大量培養後のワムシ類にそれらの栄養成分を取り込ませる、いわゆる栄養強化が行われている。現在では栄養強化したワムシを給餌することにより、多くの海産仔魚の健苗育成が可能となりつつある<sup>3)</sup>。

ワムシ類の栄養強化では、ワムシが衰弱または死亡する問題に加えて、強化剤の種類やその添加量、水温、時間およびワムシ密度などの要因によって n-3HUFA 含量が異なること<sup>4)</sup>、水槽内にクロレラがあると乳化油脂の取り込みが著しく低下すること<sup>5)</sup>、またワムシの増殖状態により栄養強化の効果が異なること<sup>6)</sup>、などが報告されている。このため、栄養強化を安定的かつ効率的

に行うには、適正な栄養強化方法を把握する必要がある。

小磯ら<sup>7)</sup>は、ワムシへの給餌に関して、連続給餌は餌料を少量ずつ注入することで、至適密度を超えた高すぎる餌料密度や、飢餓および溶存酸素濃度の急激な低下を回避できるため、従来用いられてきた1日あたり1回または2回給餌に比べて増殖率や餌料効率が高くなることを報告している。栄養強化においても、ワムシの衰弱や死亡の発生は油脂系の強化剤を一度に添加した場合にしばしば認められることから、強化剤を少量ずつ連続的に添加することで、ワムシの衰弱や死亡を防止でき、これによって計画的かつ効率的な栄養強化が行えると考えられる。

本研究では、シオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis*（以下ワムシ）の栄養強化における強化剤連続添加の効果を検証するために、従来行われてきた1回添加法と連

\*1 独立行政法人水産総合研究センター 能登島栽培漁業センター 〒926-0216 石川県七尾市能登島曲町15-1-1 (Notojima Station, National Center for Stock Enhancement, Fisheries Research Agency, 15-1-1 Notojima Nanao Ishikawa, 926-0216 Japan).

\*2 東京大学大学院農学生命科学研究科 〒113-8657 東京都文京区弥生1-1-1.

続添加法との2通りで栄養強化を行い、強化中の溶存酸素濃度の推移や強化後のワムシの回収率および n-3HUFA 含量を比較した。

## 材料と方法

**供試ワムシ** ワムシは、水産総合研究センター能登島栽培漁業センターで5年以上継代培養している“L型ワムシ小浜株”{携卵個体の背甲長(平均値±標準偏差, n=50): 238 ± 15 μm}を用いた。培養は粗放連続培養<sup>8)</sup>で行い、培養液は水温22℃で塩分20 psuとし、培養水量10 klに毎日4 klの培養液を連続的に注水して同量を連続収穫した。餌料は濃縮淡水クロレラ *Chlorella vulgaris* (生クロレラ V12, 細胞密度  $1.5 \times 10^{10}$  細胞/ml, クロレラ工業, 以下クロレラ) とパン酵母 *Saccharomyces cerevisiae* (オリエンタル酵母工業) をそれぞれ1日あたり3 l と 1.5 kg ずつ混合して定量ポンプ (EH-B10, IWAKI) で連続給餌した。これらの条件でワムシ密度が120 個体/mlで日間増殖率が約50%の定常状態<sup>9,10)</sup>に入ったワムシを収穫し、実験に供した。

**栄養強化** 栄養強化は、能登島栽培漁業センターで通常行われている方法に準拠して行った。その方法は、500 l ポリカーボネイト水槽に塩分26 psuの希釈海水を満たし、チタンヒーターで22℃に加温、ワムシ密度は500 個体/mlで行った。通気には、ユニホース (FAL5000, 長さ60 cm, ユニホース) を用い、ワムシ糞等の懸濁物を除去するためのフィルターマット (サラロック, OM-150, 60 × 60 cm, 旭化成) を水槽底面に設置した。栄養強化剤には、マイクロカプセル化した油脂類を含有した濃縮淡水クロレラ (生クロレラ ω3, クロレラ工業, 以下 MC クロレラ) を用い、添加基準量はワムシ1億個体あたり200 mlとした。強化時間は、多くの種苗生産現場では前日の夕方から当日の朝まで栄養強化を行っているため、一般的な強化時間として18時間とした。強化剤の添加法として、開始時に全量を添加する区 (以下1回添加区) と、開始時に全量の1/3量を添加し、残り2/3量をチューブ式定量ポンプ (MICRO TUBE PUMP, MP-3, EYELA) で17時間かけて連続添加する区 (以下連続添加区) を設けた。連続添加区では、強化剤の品質劣化を防止するために保冷剤入りのクーラーボックスに入れ、一定の濃度で強化剤を添加するために通気により攪拌を行った。

**強化法の評価** 両水槽での培養水中の溶存酸素濃度測定とワムシ計数ならびに、脂肪酸分析用サンプル採取は、開始後0, 3, 6, 12および18時間(終了時)に行い、ワムシ密度は、0.2 ml中の個体数を実体顕微鏡下で計数して求め、この操作を3回繰り返した。ワムシの回収率を以下の式で算出した。

回収率(%) = (実験終了時のワムシ密度) / (開始時のワムシ密度) × 100

溶存酸素濃度は、酸素電極を用いて DO メーター (model 85, YSI/Nanotech) で測定した。ワムシサンプルは淡水で洗浄後、水分を切って-80℃で凍結保存した。ワムシ乾燥重量は110℃での加熱乾燥した後、また、総脂質重量は加熱乾燥後にFOLCHらの方法<sup>11)</sup>により抽出後、測定した。ワムシ脂肪酸組成は、得られた脂質から脂肪酸を抽出し、三フッ化ホウ素-メタノール法によるメチル誘導体としてガスクロマトグラフ (GC-14A型, 島津製作所) で分析後、荒川らの方法<sup>12)</sup>に準拠し、総脂質含量に各脂肪酸の構成比を乗じて定量した。

## 結果

**ワムシ密度** 栄養強化中のワムシ密度は、1回添加区では開始時の490 個体/mlが3時間後に458 個体/mlと一時的に減少したが、以後増加して18時間後には647 個体/mlとなった(図1)。一方、連続添加区では開始から徐々に増加して18時間後には777 個体/mlに達した(図1)。ワムシの回収率は、1回添加区の132%に対して、連続添加区は155%と高かった。

**溶存酸素濃度** 溶存酸素濃度は、1回添加区では開始時の6.7 mg/lに対して、3時間後には3.4 mg/lと急激に低下したが、6時間後には5.1 mg/lまで回復し、開始から6時間の間で大きく変動した(図1)。一方、連続添加区では開始時の6.5 mg/lに対して、3時間後には5.5 mg/lとやや低下し、その後も5.6 mg/l前後を推移した(図1)。溶存酸素濃度の最大低下幅は、1回添加区の3.3 mg/lに対して、連続添加区では1.0 mg/lと小さかった。

**ワムシのn-3 HUFA 含量** n-3 HUFA 含量(乾物重量あたり)は、1回添加区では開始6時間で最大値の1.89

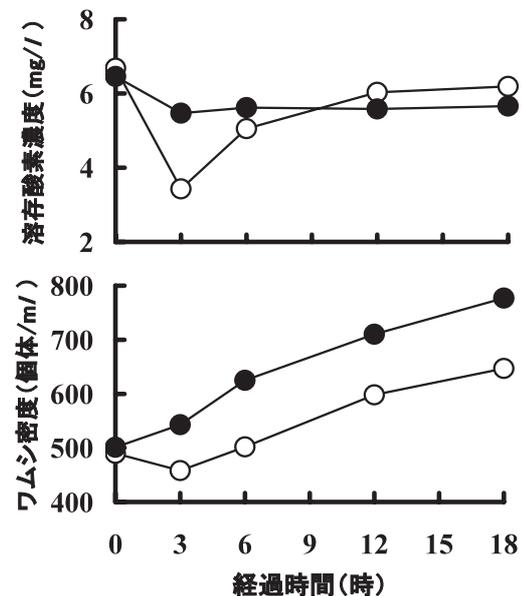


図1. 強化剤の添加方法の違いによる栄養強化中のワムシ密度と溶存酸素濃度の推移  
●: 連続添加区, ○: 1回添加区

g/100g となり、12 時間後には 1.74 g/100g に低下し、18 時間後には 1.64 g/100g となった (図 2)。一方、連続添加区では、開始から徐々に高くなり、18 時間後には 2.42 g/100g に達した (図 2)。強化終了時 (18 時間後) の n-3 HUFA 含量は、1 回添加区に比べて連続添加区では約 1.5 倍高かった (図 2)。この傾向は EPA や DHA 含量においても同様であった (図 2)。

## 考 察

ワムシの回収率に関して、強化剤連続添加区が 1 回添加区よりも優れたことについては、強化中の溶存酸素濃度やワムシ密度が関与していると考えられる。溶存酸素濃度は、1 回添加区では強化開始から 3 時間で低下幅が 3.3mg/l と大幅に低下したが、連続添加区ではわずかな低下にとどまっていた (図 1)。溶存酸素濃度が 6.3mg/l から 4.6mg/l へ急激に低下するとワムシの摂餌量は一時的に低下すること<sup>13)</sup> が示されており、1 回添加区ではこの間に強化剤の取り込みが低下したため、連続添加区よりも高い強化剤濃度であったにもかかわらず、同程度の強化レベルにとどまったと考えられる。なお、同じ時間帯に、ワムシ密度は 1 回添加区で減少したが、連続添加区では徐々に増加した (図 1)。至適密度を超えた高すぎる餌料密度はワムシの増殖を阻害すること

<sup>7,14-19)</sup> から、1 回添加区では溶存酸素濃度の急激な低下と高い強化剤濃度に曝されたことで衰弱や死亡が発生したものと考えられる。

ワムシの n-3 HUFA 含量は、連続添加区では徐々に高くなり、終了時には 1 回添加区よりも高くなったが、1 回添加区では開始 6 時間後にピークとなり、以後低下した (図 2)。1 回添加区では、開始直後から強化槽の水面周辺部に大量の強化剤の付着が観察されたことから、強化剤同士がフロック化して浮上し水中の強化剤が減少したため、強化時間の後半では強化剤がほとんどなくなっていたと考えられる。これに対して、連続添加区では強化剤を少量ずつ時間をかけて添加したことで、1 回添加区のような強化剤の無駄が発生せず、効率的にワムシに取り込まれたことで強化レベルが高くなったと考えられる。

本栄養強化実験でのワムシの n-3HUFA 含量は最大で 2.42g/100g (乾物重量あたり) であったが、マダイ、ブリおよびシマアジ仔魚の n-3 HUFA の要求量が 3 ~ 4g/100g (同) である<sup>3)</sup> ことから、これらの魚種の種苗生産では、ワムシにはさらに高いレベルでの油脂強化を行う必要がある。その場合、強化剤添加量の増加や、より油脂含量の高い強化剤の利用などにより、強化剤 (油脂) 濃度がさらに高くなり、強化剤の取り込みの阻害や溶存酸素濃度の低下を招く結果、ワムシが衰弱・死亡する危険性がさらに高くなると考えられる。このような栄養強化においても、強化剤の連続添加は阻害要因を回避あるいは軽減できると考えられる。

栄養強化剤の連続添加は、使用する強化剤の種類や添加量によって効果の大きさが異なると考えられる。しかし、少なくとも n-3HUFA 含量およびワムシ回収率の向上は栄養強化にかかるコストの低減を可能とし、また、強化剤の取り込みの阻害や溶存酸素濃度の低下を招かないことでワムシの活性を高く維持できることは、仔魚飼育成績の向上に貢献すると考えられる。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、実験の準備等でご協力をいただいた北川貴子氏ならびに有益な御助言・御協力をいただいた水産総合研究センター能登島栽培漁業センターの職員諸氏に深く感謝の意を表す。

## 文 献

- 1) 渡辺 武・北島 力・荒川敏久・福所邦彦・藤田矢郎 (1978) 脂肪酸組成からみたシオミズツボワムシの栄養価. 日水誌, 44, 1109-1114.
- 2) 吉松隆夫 (2001) ワムシ高密度大量培養用餌料の開発. 日水誌, 67, 1144-1145.
- 3) 竹内俊郎 (1991) 魚類における必須脂肪酸要求の多

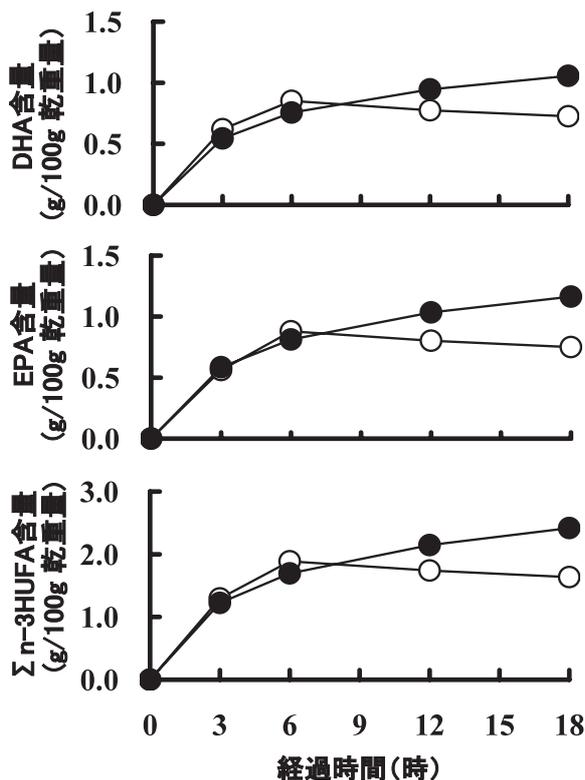


図2. 強化剤の添加方法の違いによる栄養強化中のワムシ密度と溶存酸素濃度の推移  
●: 連続添加区, ○: 1回添加区

- 様性. 化学と生物, **29**, 571-580.
- 4) 高橋隆行 (2000) 生物餌料の栄養強化を左右するもの. アクアネット, **3**, 50-54.
  - 5) YOSHIMATSU, T., H. IMOTO, M. HAYASHI, K. TODA, and K. YOSHIMURA (1997) Preliminary results in improving essential acids enrichment of rotifer cultured in high density. *Hydrobiologia*, **358**, 153-157.
  - 6) 友田 努・小磯雅彦・桑田 博・陳 昭能・竹内俊郎 (2005) 増殖ステージが異なるシオミズツボワムシのヒラメ仔魚に対する餌料価値. 日水誌, **71**, 555-562.
  - 7) 小磯雅彦・友田 努・桑田 博・日野明德 (2005) ワムシの増殖と生産コストに及ぼす連続給餌の効果. 栽培技研, **32**, 1-4.
  - 8) 桑田 博 (2000) 粗放連続培養. 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 No.6, 日本栽培漁業協会, 東京, 92-107.
  - 9) 日野明德 (2000) 新しく開発された連続培養法. 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 No.6, 日本栽培漁業協会, 東京, 80-81.
  - 10) 桑田 博 (2000) 用語の定義. 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 No.6, 日本栽培漁業協会, 東京, 2-4.
  - 11) FOLCH, J., M. LEES, G. H. STANLEY. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem*, **226**, 497-509.
  - 12) 荒川敏久・石崎靖朗・中田 久・清水 健・有元操・竹内俊郎 (2002) 飼育および天然ブリ稚魚の脂質組成および脂肪酸組成の比較. 日水誌, **68**, 374-381.
  - 13) 小磯雅彦・日野明德 (2006) シオミズツボワムシの増殖および摂餌に対する溶存酸素濃度の急激な低下の影響, 水産増殖, **54**, 37-41.
  - 14) HIRAYAMA, K., and S. OGAWA (1972) Fundamental studies on physiology of rotifer for its mass culture— I . Filter feeding of rotifer. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **38**, 1207-1214.
  - 15) 山崎繁久・平田八郎 (1985) シオミズツボワムシ (*Brachionus plicatilis*) の摂餌率および増殖率に及ぼす給餌密度. 水産増殖, **32**, 225-229.
  - 16) 山崎繁久・平田八郎 (1986) L 型及び S 型シオミズツボワムシの摂餌率. 水産増殖, **34**, 137-140.
  - 17) WALZ, N. (1993) Element of Energy Balance of *Brachionus angularis*. in "Plankton Regulation Dynamics", Springer-Verlag, Berlin, pp. 106-122.
  - 18) ROTHHAUPT, K. O. (1993) Rotifers and continuous culture techniques, Model systems for testing mechanistic concepts of consumer-resource interactions. in "Plankton Regulation Dynamics", Springer-Verlag, Berlin, pp. 178-192.
  - 19) AOKI, S., and A. HINO (1996) Nitrogen flow in a chemostat culture of the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Fish. Sci*, **62**, 8-14.

短 報

## イワガキ養殖における早期種苗導入の優位性の検討

野呂忠勝\*<sup>1</sup>・井ノ口伸幸\*<sup>1</sup>Dominance in early seedling by cultivation of Iwagaki oyster,  
*Crassostrea nippona*

Tadakatsu NORO and Nobuyuki INOBUCHI

The early seedling of the Iwagaki oyster, *Crassostrea nippona*, produced from artificially matured parents and the normal seedling produced during the maturity/spawning season from natural oyster on the coast of Iwate prefecture were cultured and their growth was compared. The average shell height of the early seedling group was greater than that of the normal seedling group by 20mm from February to March of the second year. Therefore, it was shown that the early seedling minimized death in low water temperature during the winter season. The early seedling reached an average shell height of 100mm before the normal seedling within 15 months. Therefore, the early seedlings showed a shorter culture period. Thus, the early seedling of *C. nippona*, by cultivation on the coast of Iwate prefecture, is extremely dominant in cultured stable production.

2007年12月22日受理

イワガキ *Crassostrea nippona* は近年、日本各地で種苗生産<sup>1-8)</sup>と養殖<sup>2,7-12)</sup>の技術開発が進められており、岩手県でも年間40万個を超える種苗<sup>\*2</sup>を用いて盛んに養殖されている。

イワガキでは、殻高40mm未満の小型個体の低水温耐性は低いことが確認されている<sup>13)</sup>ことから、岩手県沿岸での養殖生産の安定化を図るには、より大型の個体での養成開始が必須である。そこで、早期採苗による大型種苗導入の優位性について検討し、いくつかの知見が得られたので報告する。

## 材料と方法

試験に供したイワガキ種苗の区分を表1に示した。試験に供した種苗は、通常採苗群（以下、通常群という。）と早期採苗群（以下、早期群という。）の2群である。通常群は、岩手県に生息する天然イワガキの成熟・産

卵期<sup>14)</sup>にあわせて7月から8月に採卵して得られた群である。一方、早期群は、人為的に成熟促進した親貝より4月から5月に得られた群である。試験区は、通常群ではN-0区（2000年8月3日に採卵）、N-1区（2001年8月30日に採卵）およびN-2区（2002年7月12日に採卵）を、一方、早期群ではE-1区（2001年5月28日に採卵）およびE-2区（2002年4月1日に採卵）を設定した。

採卵に供した親貝は、岩手県陸前高田市広田湾で採

表1. 試験に供したイワガキ種苗の区分

供試種苗	採卵日	試験区
通常採苗群	2000年8月3日	N-0
	2001年8月30日	N-1
	2002年7月12日	N-2
早期採苗群	2001年5月28日	E-1
	2002年4月1日	E-2

\*1 岩手県水産技術センター 〒026-0001 岩手県釜石市大字平田3-75-3 (Iwate Fisheries Technology Center, 3-75-3, Heita, Kamaishi, Iwate, 026-0001 Japan)

\*2 平成16年度(社)岩手県栽培漁業協会事業報告「平成16年度のイワガキ種苗供給実績」から推定

捕した。通常群は採捕直後に採卵し、早期群は親貝を陸上水槽で3カ月間飼育し、成熟<sup>8)</sup>させた後に採卵した。採卵から採苗器投入までの飼育は既報<sup>3)</sup>に準じた。平均殻高2mmの種苗が付着した飼育板(殻長11cmのホタテガイの右殻)を釜石市唐丹湾の水深3m層に設置し、養成を開始した。

設置約1.5カ月後に、飼育板1枚当たりの付着稚貝数を両面合計で5~9個に調整した。この飼育板をロープ(φ12mm, 20m)に約25cmの間隔で挟み込み、海面に浮玉で設置した延縄に垂下した。

その後、試験区毎に、3枚の飼育板に付着するイワガキ全個体の殻高を定期的に測定した。なお、測定間隔は3カ月で、4~5カ年間にわたって行った。

## 結 果

平均殻高の推移を図1に示す。2年目の2月から3月の平均殻高は、早期群では58~59mm(E-1, E-2)であった。一方、通常群では15~42mm(N-0, N-1, N-2区)であった。このように2年目の2月から3月の平均殻高は、早期群は通常群より20mm以上大きいことが示された。

平均殻高が100mmに達する時期は、早期群は3年目の1月から9月(E-1, E-2)であった。一方、通常群は3年目の8月から4年目の3月(N-0, N-1)であり、さらにN-2区は4年目の1月であっても100mmに達しなかった。このように平均殻高が100mmに達する時期は、早期群は通常群より1カ月から15カ月早いことが示された。

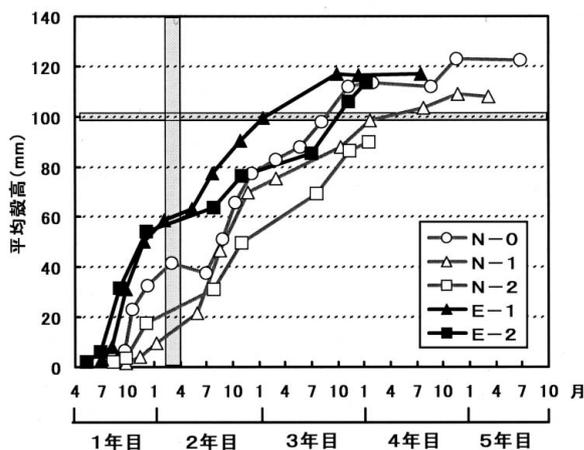


図1. 各試験区におけるイワガキの平均殻高の推移  
 N-0は2000年4月から2004年10月まで  
 E-1とN-1は2001年4月から2005年10月まで  
 E-2とN-2は2002年4月から2006年10月まで

## 考 察

イワガキでは、殻高40mm未満の小型個体の低水温

耐性は低く、冬季低水温時のへい死の危険性が高いことが示されている<sup>13)</sup>。岩手県沿岸では例年、2月から3月に最低水温になり、この時期に親潮が接岸すると5℃以下になる<sup>15)</sup>ことから、通常群(平均殻高が15~42mm)ではへい死の危険性が高い一方、早期群(平均殻高が60mm)では危険性は低いと考えられる。したがって、早期群の使用により、稚貝のへい死の危険性を低減できると期待される。

岩手県では、養殖イワガキは殻高100mm以上で出荷されている\*ことから、このサイズに達する時期の比較を行ったところ、早期群は通常群より最大で15カ月前期に出荷できることから、養殖期間の大幅な短縮が示された。

以上のことから、岩手県沿岸のイワガキ養殖では、早期群は養殖の安定生産上極めて優位である。

## 謝 辞

調査を実施するにあたり、多大なご協力をいただいた唐丹町漁業協同組合の職員と生産者の方々、とりわけ養殖漁場でのイワガキの養成管理をしていただいた川原敬氏に深く感謝します。なお、本研究の一部は水産庁補助事業「海面養殖業振興対策事業」で行いました。

## 文 献

- 1) 山田英明(1995)イワガキの種苗生産。「養殖」, 394, 緑書房, 東京, pp.75-74.
- 2) 中上光・勢村均・沖野晃(1996)鳥根県隠岐島前湾における養殖イワガキの成長(予報). 日本海ブロック試験研究集録, 33, 71-74.
- 3) 藤原正夢(1995)イワガキの種苗生産技術の開発と問題点. 京都海洋センター研報, 18, 14-21.
- 4) 藤原正夢(1997)イワガキの効率的な採苗方法. 京都海洋センター研報, 19, 14-21.
- 5) 藤原正夢(1997)イワガキの沖出し方法の検討(短報). 京都海洋センター研報, 19, 73-75.
- 6) 藤原正夢(1998)イワガキの効率的な採苗技術開発—通気時間と幼生収容数の検討—. 京都海洋センター研報, 20, 8-12.
- 7) 藤原正夢・井谷匡志(1999)知りたい貝類養殖の新潮流—イワガキ。「養殖」, 446, 緑書房, 東京, pp.46-49.
- 8) 松浦裕幸・森勝義(2005)イワガキ。「水産増養殖システム3 貝類・甲殻類・ウニ類・藻類」(森勝義編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.269-278.
- 9) 勢村均・石田健次・中上光・林育夫(2001)鳥根県隠岐島島前湾における垂下養殖イワガキの成長.

\* 2004年度釜石湾漁協販売実績

- VENUS, **60**, 93-102.
- 10) 藤原正夢 (1998) イワガキ養殖における開始時最適付着稚貝数と最適養殖水深について. 京都海洋センター研報, **20**, 13-19.
  - 11) 井谷匡志・葭矢護 (1999) 養殖イワガキの成長について. 京都海洋センター研報, **21**, 22-27.
  - 12) 中上光 (1999) イワガキに賭ける夢—特産化を目指して—. 「水産技術と経営」, **45**, 水産技術経営研究会, 東京, pp.85-91.
  - 13) 野呂忠勝・武蔵達也・井ノ口伸幸 (2006) 低水温がイワガキの生残に及ぼす影響について. 栽培技研, **34**, 59-65.
  - 14) 野呂忠勝・長洞幸夫 (2004) 岩手県沿岸における天然イワガキの生態に関する研究. 岩手水技セ研報, **4**, 1-12.
  - 15) 岩手県林業水産部 (1984) 昭和 59 年 (1984 年) 岩手県沿岸域における異常低水温と水産生物への影響. 岩手県普及資料, **39**, 1-103.

## 資料

## スズキ目, カレイ目魚類およびクルマエビに投薬した塩酸オキシテトラサイクリンとアルキルトリメチルアンモニウムカルシウムオキシテトラサイクリンの筋肉等における残留状況

渡辺研一<sup>\*1</sup>・西岡豊弘<sup>\*2</sup>・今泉 均<sup>\*3</sup>・崎山一孝<sup>\*4</sup>・山田徹生<sup>\*4</sup>・  
太田健吾<sup>\*5</sup>・鈴木重則<sup>\*6</sup>・堀田卓朗<sup>\*1</sup>・飯田貴次<sup>\*7</sup>

## Residue of oxytetracycline hydrochloride and alkyl trimethyl ammonium calcium oxytetracycline in the muscle and mid-gut of Perciforms or Pleuronectiformes fish species and kuruma prawn

Ken-ichi WATANABE, Toyohiro NISHIOKA, Hitoshi IMAIZUMI, Kazutaka SAKIYAMA,  
Tetsuo YAMADA, Kengo OHTA, Shigenori SUZUKI, Takurou HOTTA, and Takaji IIDA

This study examined twelve fish or shrimp species: the sea bass *Lateolabrax japonicus*, the Pacific mackerel *Scomber japonicus*, the horse mackerel *Scomber australasicus*, the bluefin tuna *Thunnus thynnus*, the skipjack *Trachurus japonica*, the striped jack *Pseudocaranx dentex*, the Japanese parrot fish *Oplegnathus fasciatus*, the Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*, the marble sole *Pleuronectes yokohamae*, the barfin flounder *Verasper moseri*, the spotted halibut *Verasper variegatus*, and the kuruma prawn *Penaeus japonicus*. These fishes and shrimp were fed raw fish or dry pellet containing 50 mg/kg (BW) of oxytetracycline hydrochloride (OTC) or alkyl trimethyl ammonium calcium oxytetracycline (OTC-Q) for seven days (prescription period). Thereafter, feeds containing no antibiotic were provided to these fishes and shrimp continuously for 20 or 40 days (OTC-Q Perciforms or Pleuronectiformes fishes) and 30, 40 or 25 days (OTC Perciforms fishes, Pleuronectiformes fishes or shrimp) (resting period). The muscles of these fishes and shrimp were individually sampled and stored at -80°C until analysis. The mid-gut of shrimp was also sampled and stored. Sampling was conducted the day after the prescription and the resting periods. Residue of these specimens as oxytetracycline was analyzed using high-performance liquid chromatography. Specimens which were sampled after prescription showed high concentrations of OTC. However, rested specimens showed values lower than those set under food safety standards for human consumption.

2006年12月20日受理

<sup>\*1</sup> 独立行政法人水産総合研究センター 養殖研究所 病害防除部 種苗期疾病研究グループ 〒788-0315 高知県幡多郡大月町古満目330 (Komame Station, National Research Institute of Aquaculture, Fisheries Research Agency, 330, Komame, Ohtsuki, Kouchi 788-0315, Japan) .

<sup>\*2</sup> 独立行政法人水産総合研究センター 養殖研究所 魚病診断・研修センター 〒516-0193 三重県度会郡南伊勢町中津浜浦422-1.

<sup>\*3</sup> 独立行政法人水産総合研究センター 奄美栽培漁業センター 〒894-2414 鹿児島県大島郡瀬戸内町俵崎山原955-5.

<sup>\*4</sup> 独立行政法人水産総合研究センター 瀬戸内海区水産研究所 栽培資源部 栽培技術研究室 〒722-0061 広島県尾道市百島町1760.

<sup>\*5</sup> 独立行政法人水産総合研究センター 瀬戸内海区水産研究所 栽培資源部 栽培技術研究室 〒794-2305 愛媛県今治市伯方町木浦甲2780.

<sup>\*6</sup> 独立行政法人水産総合研究センター 南伊豆栽培漁業センター 〒415-0156 静岡県賀茂郡南伊豆町石廊崎183-2.

<sup>\*7</sup> 独立行政法人水産総合研究センター 養殖研究所 病害防除部 〒516-0193 三重県度会郡南伊勢町中津浜浦422-1.

水産用医薬品は、その有効性、安全性、残留性等の試験結果に基づき、薬事・食品衛生審議会が用法・用量、休薬期間等を十分審査した後、農林水産大臣が承認し、販売されている。審査は、「水産動物への使用を目的とする動物用医薬品の製造（輸入）承認に必要な試験実施細目」（以下、「ガイドライン」という。）により、「目」ごとに代表魚種で試験した資料を基に行われてきた。一方で食の安全に対する消費者の要求が高まっており、安全な水産物を消費者に供給する観点から、薬事・食品衛生審議会により、「目」ごとに代表魚種以外の魚種の残留性を検証し、暫定残留基準を超える残留が認められた場合はガイドラインの見直しおよび休薬期間の変更等を進めていかなければならないと指摘されている。このことから、承認対象目ごとに代表魚種以外の魚種の魚体内における抗生物質の残留性を検証するための試験を実施する必要があるが、前報<sup>1)</sup>で我々は、スズキ目魚類 12 種に投薬された塩酸オキシテトラサイクリン (OTC) とアルキルトリメチルアンモニウムカルシウムオキシテトラサイクリン (OTC-Q) の筋肉中における残留状況を調査した。その結果、投薬後に OTC 濃度が上昇し、休薬期間経過後には食品としての暫定残留基準値を超える OTC の残留がないことを明らかとした。

本報は、平成 16 年度に引き続き農林水産省消費・安全局長が、独立行政法人水産総合研究センター理事長に委託して平成 17 年度に実施した試験結果をとりまとめたものである。

## 材料と方法

**試験の実施** 本試験は前報<sup>1)</sup> に準じて実施した。そのため、前報と異なる場合には詳述するが、準じた場合には概要を述べる。前報と同様に、農林水産省生産局畜産部衛生課薬事室長が、(社)日本動物薬事協会理事長に対して平成 12 年 3 月 31 日に通知 (12-33) した「動物用医薬品関係事務の取扱いについて（以下、「通達」という）」の「残留性試験」に規定される点に留意した。

**対象医薬品** 対象となる医薬品を、前報と同様に塩酸オキシテトラサイクリン (OTC) とアルキルトリメチルアンモニウムカルシウムオキシテトラサイクリン (OTC-Q) とした。なお、クルマエビでは OTC-Q の承認がないため、OTC のみを対象とした。

**対象目と魚種** 対象となる分類群をスズキ目、カレイ目、クルマエビとした。スズキ科のスズキ *Lateolabrax japonicus*、サバ科のマサバ *Scomber japonicus*、ゴマサバ *Scomber australasicus*、クロマグロ *Thunnus thynnus*、アジ科のマアジ *Trachurus japonica*、シマアジ *Pseudocaranx dentex*、イシダイ科のイシダイ *Oplegnathus fasciatus*、ヒラメ科のヒラメ *Paralichthys olivaceus*、カレイ科のマコガレイ *Pleuronectes yokohamae*、マツカワ *Verasper*

*moseri*、ホシガレイ *Verasper variegatus* およびクルマエビ *Penaeus japonicus* の合計 12 魚種を対象に試験を行った。

**試験実施場所と魚種** 飼育試験は 7 カ所の独立行政法人水産総合研究センターの栽培漁業センターで行った。マサバについて上浦栽培漁業センター（現養殖研究所上浦栽培技術開発センター）、クロマグロについて奄美栽培漁業センター、ヒラメについて伯方島栽培漁業センター（現瀬戸内海区水産研究所伯方島栽培技術開発センター）、マツカワについて厚岸栽培漁業センター（現北海道区水産研究所厚岸栽培技術開発センター）、ホシガレイについて宮古栽培漁業センター、クルマエビについて百島栽培漁業センター（現瀬戸内海区水産研究所百島実験施設）、スズキ、ゴマサバ、マアジ、シマアジ、イシダイ、マコガレイについて古満日栽培漁業センター（現養殖研究所上浦栽培技術開発センター古満日分場）で試験を行った。前報と同様に、1 魚種について 1 カ所で実施した。

**供試魚** 供試魚として、マサバ、ゴマサバ、マアジ、シマアジ、イシダイ、マコガレイについては天然魚由来、スズキ、クロマグロ、ヒラメ、マツカワ、ホシガレイ、クルマエビについては人工生産した魚およびエビを用いた。前報と同様に、投薬歴がないか、最終投薬日から休薬期間の 2 倍以上経過している魚およびエビを用いた。

**試験水槽** マサバとクロマグロは海上小割網で、ゴマサバの OTC 区は陸上水槽に設置した小割網と海上小割網を用いて試験を行ったが、その他では陸上水槽を用いた。

**試験供試尾数** 前報と同様に、1 試験区 20 尾を供試することを基本としたが、試験水槽の大きさや対象種の大きさおよび摂餌状況等を勘案して適宜増減した。

**試験魚の収容** 抗生物質の投与 1 週間程度以前から試験水槽ないしは小割網に試験魚またはエビを収容し、試験水槽に馴致した。

**試験魚の大きさ** 前報と同様に、分析試料を無理なく採材可能な大きさとした。

**試験実施時期** 前報と同様に、予想される水温と試験魚の大きさを考慮して、水温に併せて設定することとした。

**餌の種類** 前報と同様に、給餌する餌に抗生物質を添加して 7 日間給餌した。休薬期間は、抗生物質を含まない配合飼料等を給餌した。スズキ、クロマグロ、マサバ、イシダイでは生餌を給餌した以外は、市販の配合飼料を給餌した。

**給餌法** 前報と同様に、手撒きで全ての魚介類に均等に配合飼料等が行き渡るように給餌した。

**投薬量** 前報と同様に、承認されている用法用量に従って抗生物質を投与することとし、魚体重 1 kg 当たり OTC では 50 mg/1 日、OTC-Q でも 50 mg/1 日となるように投与した。

**抗生物質の添加法** 配合飼料では前報と同様に、OTC または OTC-Q が飼料内に吸着されるまで混合し、フィードオイルでコーティングした後、給餌した。生餌では、規定量の OTC または OTC-Q を振りかけて混合した後、展着剤を含んでいる総合ビタミン剤（水産用サイアコートミックスマリック C, 上野製薬）を外割で1% となるように振りかけて混合し、給餌した。

**観察項目** 試験期間中の、水温、給餌量、摂餌状況、死亡状況などについて、データを収集し、記録した。

**分析用試料の採材** 分析に用いる部位は魚類では背部筋肉のみ、クルマエビでは筋肉と中腸腺とし、1試料について20g以上を採材した。魚種別、抗生物質別、サンプリング時期別に5試料ずつ採材した。1尾で20g以上を採材できない場合には、数尾をプールした。プールする場合もクルマエビの投薬後の中腸腺で3試料であった場合を除き、5試料ずつ採材した。

**試料の保管** 前報と同様に、-80℃で凍結保存した。

**試料の採取時期** 前報と同様に、投与期間終了の翌日に採材して抗生物質の取り込みを確認した。休薬後の抗生物質の残留状況を確認するため、次のように試料を採取した。スズキ目では前報と同様に OTC で31日後、OTC-Q で21日後とした。カレイ目の OTC と OTC-Q は、休薬期間40日とされていることから、41日後に試料を採取した。クルマエビの OTC は、休薬期間25日とされていることから、26日後に試料を採取した。

**分析の依頼** 前報と同様に、財団法人日本食品分析センターに OTC, OTC-Q, いずれの抗生物質を投薬した試料も、オキシテトラサイクリンの残留状況の分析を依頼した。

**分析方法** 前報と同様に、藤田らの方法<sup>2)</sup>を用いて分析した。

**統計検定** 前報と同様に、投薬後の筋肉中における OTC 濃度が魚種ごとに差があるかどうかについて、目ごとに Tukey 法を用いて多重比較を行った。シマアジでは前報と本報の結果について、*F* 検定を用いて分散の差の検定を行った後、*t* 検定を用いて平均値の差の検定を行った。

## 結果と考察

### 1. 飼育結果

2005年における抗生物質の残留状況検証試験における飼育試験結果の概要を表1に示す。また、同試験における分析用試料のサンプリングの詳細を表2に示す。

**スズキ** スズキは、民間養殖業者が種苗生産し、養殖した2歳魚を用いて、古満目栽培漁業センターの陸上水槽で試験を行った。試験期間は6月15日から11月28日までであった。試験期間中に死亡は認められなかった。平均水温は OTC を投与した区（以下 OTC 区）で22.7℃、OTC-Q を投与した区（OTC-Q 区）では22.3℃

であり、通達で規定される水温範囲であった。1試料につき1個体の筋肉を採取した。

**マサバ** マサバは、民間養殖業者が養殖中の1歳魚を用いて、上浦栽培漁業センターの海上小割網で試験を行った。試験期間は6月27日から8月4日までであった。試験期間中に死亡する個体はなかった。平均水温は OTC 区で23.5℃、OTC-Q 区では23.3℃であり、通達で規定される水温範囲であった。1試料につき1個体の筋肉を採取した。

**ゴマサバ** ゴマサバは、高知県幡多郡大月町古満目地先の定置網で漁獲された当歳魚を用いて、古満目栽培漁業センターの陸上水槽または海上小割網で試験を行った。試験期間は6月15日から11月28日までであった。試験期間中に、水槽からの飛び出しによる死亡がいずれの試験区でも認められ、生残率は92～95%であった。平均水温は OTC 区で22.8℃、OTC-Q 区では21.7℃であり、通達で規定される水温範囲であった。1試料につき1個体の筋肉を採取した。

**クロマグロ** クロマグロは、奄美栽培漁業センターが種苗生産した当歳魚を用いて、同センターの海上小割網で試験を行った。試験期間は8月29日から9月30日までであった。試験期間中に多くの死亡が認められ、生残率は33～34%と低かったが、傷痕から衝突死と判断した。平均水温は OTC 区で28.3℃、OTC-Q 区では28.4℃であり、通達で規定される水温より4℃程度高かった。投薬期間は台風の影響により給餌作業ができず、OTC 区で4日、OTC-Q 区で5日となった。休薬期間も台風の影響により OTC 区を27日に短縮した。OTC-Q 区は規定通り20日の休薬を行った。分析用サンプル1試料につき1～2個体の筋肉を採取した。

**マアジ** マアジは、民間養殖業者が養殖中の年齢不明魚と高知県幡多郡大月町地先で採捕され、安満地地先の海上小割網で飼育した年齢不明魚を用いて、古満目栽培漁業センターの陸上水槽で試験を行った。試験期間は6月15日から11月28日までであった。試験期間中にいずれの試験区でも飛び出しによる死亡が認められ、生残率は81～88%であった。平均水温は OTC 区で22.8℃、OTC-Q 区では21.7℃であり、通達で規定される水温範囲であった。1試料につき1個体の筋肉を採取した。

**シマアジ** シマアジは、古満目栽培漁業センター地先で採捕されたものを、同センターの海上小割網で飼育した1歳魚を用い、同センターの陸上水槽で試験を行った。試験期間は6月15日から11月28日までであった。試験期間中に死亡は認められなかった。平均水温は OTC 区で22.8℃、OTC-Q 区では21.7℃であり、通達で規定される水温範囲であった。1試料につき1個体の筋肉を採取した。

**イシダイ** イシダイは、民間養殖業者が養殖中の年齢不明魚を用いて、古満目栽培漁業センターの陸上水槽

表 1. 2005 年における抗生物質の残留状況検証事業における飼育結果の概要

魚種	試験実施場所	抗生物質	試験期間	投薬期間	供試魚の大きさ		収容尾数	死亡尾数	採材尾数	生残率 (%)	水温 (%)	備考
					全長 or 尾叉長 (cm)	体重 (g)						
スズキ	古満目	OTC	6.15-7.22	6.15-6.21	43.0 (39.5-45.5)	1,013 (795-1,140)	24	0	10	100	22.7 (21.4-24.3)	
		OTC-Q	11.1-11.28	11.1-11.7	45.3 (40.3-48.4)	1,171 (735-1,550)	28	0	10	100	22.3 (20.2-24.1)	
マサバ	上浦	OTC	6.27-8.4	6.27-7.4	29.3 (26.7-30.8)	387 (342-451)	24	0	10	100	23.5 (21.9-25.9)	
		OTC-Q	6.27-7.25	6.27-7.4	24.5 (21.2-26.3)	202 (150-255)	21	0	10	100	23.3 (21.9-23.8)	
ゴマサバ	古満目	OTC	11.1-11.28	11.1-11.7	24.5 (21.2-26.3)	202 (150-255)	100	7	10	92	22.8 (21.4-24.3)	飛び出しによる死亡
		OTC-Q	6.15-7.22	6.15-6.21	18.1 (17.1-19.5)	72 (63-96)	65	3	10	95	21.7 (18.0-24.3)	飛び出しによる死亡
クロマグロ	奄美	OTC	8.30-9.30	8.30-9.2	11.6 (9.5-14.1)	204 (106-386)	95	53	15	34	28.3 (27.5-29.2)	ほとんどが衝突死
		OTC-Q	8.29-9.23	8.29-9.2	11.6 (9.5-14.1)	204 (106-386)	51	19	15	33	28.4 (27.5-29.2)	ほとんどが衝突死
マアジ	古満目	OTC	11.1-11.28	11.1-11.7	20.0 (19.5-21.2)	120 (105-132)	60	6	11	88	22.8 (21.4-24.3)	飛び出しによる死亡
		OTC-Q	6.15-7.22	6.15-6.21	21.2 (19.5-22.5)	166 (105-209)	41	6	10	81	21.7 (18.0-24.3)	飛び出しによる死亡
シマアジ	古満目	OTC	11.1-11.28	11.1-11.7	28.1 (26.5-30.0)	454 (387-566)	20	0	10	100	22.8 (21.4-24.3)	
		OTC-Q	6.15-7.12	6.15-6.21	31.9 (30.2-33.1)	691 (517-850)	20	0	10	100	21.7 (18.0-24.3)	
イシダイ	古満目	OTC	6.15-7.22	6.15-6.21	測定せず	520	24	0	10	100	22.7 (21.4-24.3)	
		OTC-Q	11.1-11.28	11.1-11.7	24.2 (22.0-26.9)	360 (291-486)	20	0	10	100	22.3 (20.2-24.1)	
ヒラメ	伯方島	OTC	10.27-12.13	10.27-11.2	24.6 (23.2-27.1)	162 (136-220)	20	0	10	100	19.9 (15.4-22.4)	
		OTC-Q	10.27-12.13	10.27-11.2	25.4 (21.3-32.0)	182 (99-340)	20	0	10	100	19.9 (15.4-22.4)	
マコガレイ	古満目	OTC	5.27-7.13	5.27-6.2	29.1 (21.3-38.8)	362 (159-770)	37	0	10	100	22.5 (20.5-24.3)	
		OTC-Q	5.27-7.13	5.27-6.2	28.5 (24.5-36.0)	331 (186-637)	37	0	10	100	2.5 (20.5-24.3)	
マツカワ	厚岸	OTC	8.8-9.24	8.8-8.14	43.9 (38.5-51.0)	1,560 (990-2,180)	20	0	10	100	15.7 (13.0-17.0)	
		OTC-Q	8.8-9.24	8.8-8.14	44.9 (39.5-50.0)	1,560 (810-2,700)	20	0	10	100	15.7 (13.0-17.0)	
ホシガレイ	宮古	OTC	8.12-9.28	8.12-8.18	21.9 (20.0-24.3)	146 (116-220)	20	0	10	100	20.8 (18.7-22.5)	
		OTC-Q	8.12-9.28	8.12-8.18	21.8 (20.1-24.1)	140 (108-192)	20	0	10	100	20.8 (18.7-22.5)	
クルマエビ	百島	OTC	10.31-12.2	10.31-11.6	17.1 (15.1-18.2)	62.0 (46.6-75.8)	150	12	100	76	22.4 (22.0-22.8)	原因不明の死亡

大きさと水温は、平均値と（最小値－最大値）で示す

生残率は、生残尾数÷(収容尾数－サンプリング尾数)×100で示す

表 2. 2005 年における抗生物質の残留状況検証事業におけるサンプリングの概要

魚種	抗生物質	サンプリング月日		全長or尾叉長 ( cm )		体重 ( g )	
		投薬翌日	休薬後	投薬翌日	休薬後	投薬翌日	休薬後
スズキ	OTC	6.22	7.22	43.7 (38.7-47.9)	44.0 (41.5-46.5)	1,062 (875-1,310)	1,093 (915-1,300)
	OTC-Q	11.8	11.28	48.2 (41.3-51.7)	51.8 (48.2-55.2)	1,366 (1,205-1,745)	1,609 (1,530-1,690)
マサバ	OTC	7.5	8.4	30.6 (29.5-33.2)	31.6 (30.3-32.8)	411 (356-508)	447 (362-562)
	OTC-Q	7.5	7.25	30.3 (28.5-31.7)	31.5 (30.0-32.8)	389 (320-470)	449 (410-475)
ゴマサバ	OTC	11.8	11.28	25.0 (24.5-25.6)	28.7 (28.0-30.0)	231 (220-250)	360 (325-395)
	OTC-Q	6.22	7.12	18.6 (17.9-19.5)	20.6 (20.2-21.2)	77 (64-87)	114 (107-120)
クロマグロ	OTC	9.3	9.30	14.4 (13.6-15.0)	24.3 (23.0-25.0)	41.8 (31.8-46.6)	212.4 (164.0-249.8)
	OTC-Q	9.3	9.23	14.8 (13.7-15.8)	23.8 (18.1-25.5)	42.0 (32.8-51.8)	208.6 (83.7-249.5)
マアジ	OTC	11.8	11.28	21.8 (21.5-22.1)	24.2 (23.0-25.0)	175 (155-195)	273 (229-319)
	OTC-Q	6.22	7.12	21.2 (20.3-22.8)	22.0 (21.1-22.5)	174 (139-204)	200 (180-208)
シマアジ	OTC	11.8	11.28	32.8 (30.7-34.7)	34.0 (32.5-37.0)	816 (645-940)	942 (845-1,135)
	OTC-Q	6.22	7.12	28.1 (26.5-30.0)	28.7 (27.3-29.8)	454 (387-566)	502 (455-535)
イシダイ	OTC	6.22	7.22	28.6 (26.8-33.0)	28.2 (27.0-28.7)	503 (378-691)	517 (418-555)
	OTC-Q	11.8	11.28	29.5 (28.7-31.4)	29.3 (26.3-33.5)	629 (545-720)	652 (475-920)
ヒラメ	OTC	11.3	12.13	25.8 (24.2-27.2)	26.2 (25.5-27.5)	186 (162-221)	204 (181-231)
	OTC-Q	11.3	12.13	27.3 (25.8-29.5)	29.1 (26.0-32.5)	223 (182-270)	268 (188-350)
マコガレイ	OTC	6.3	7.13	32.2 (27.7-36.0)	27.4 (25.6-29.2)	513 (352-715)	281 (203-306)
	OTC-Q	6.3	7.13	27.8 (25.4-29.5)	28.6 (26.5-31.4)	318 (250-430)	387 (304-497)
マツカワ	OTC	8.15	9.24	45.5 (41.0-48.5)	50.8 (44.6-54.6)	1,720 (1,160-2,330)	2,250 (1,470-2,700)
	OTC-Q	8.15	9.24	43.6 (40.0-48.0)	50.5 (48.7-53.5)	1,420 (810-2,030)	2,190 (1,190-2,540)
ホシガレイ	OTC	8.19	9.28	22.7 (21.8-25.0)	26.8 (24.4-28.8)	158 (142-212)	274 (206-304)
	OTC-Q	8.19	9.28	23.7 (21.5-27.1)	27.1 (25.4-28.9)	144 (123-162)	288 (242-338)
クルマエビ	OTC	11.7	12.2	17.0 (15.9-18.6)	16.8 (15.2-18.4)	53.2 (48.5-58.9)	63.1 (48.6-79.7)

全長または尾叉長と体重は、平均値と（最小値－最大値）で示す

で試験を行った。試験期間は6月15日から11月28日までであった。試験期間中に死亡は認められなかった。平均水温はOTC区で22.7℃、OTC-Q区では22.3℃であり、通達で規定される水温範囲であった。1試料につき1個体の筋肉を採取した。

**ヒラメ** ヒラメは、伯方島栽培漁業センターが種苗生産した1歳魚を用いて、同センターの陸上水槽で試験を行った。試験期間は10月27日から12月13日までであった。試験期間中に死亡は認められなかった。平均水温は19.9℃であり、通達で規定される水温範囲であった。1試料につき1個体の筋肉を採取した。

**マコガレイ** マコガレイは、愛媛県今治市周辺の瀬戸内海で漁獲された年齢不明魚を用いて、古満目栽培漁業センターの陸上水槽で試験を行った。試験期間は5月27日から7月13日までであった。試験期間中の死亡は認められなかった。平均水温は22.5℃であり、通達で規定される水温範囲であった。1試料につき1個体の筋肉を採取した。

**マツカワ** マツカワは、厚岸栽培漁業センターが種苗生産した2歳魚を用いて、同センターの陸上水槽で試験を行った。試験期間は8月8日から9月24日までであった。試験期間中の死亡は認められなかった。平均水温は15.7℃であり、通達で規定される水温範囲を2℃下回った。1試料につき1個体の筋肉を採取した。

**ホシガレイ** ホシガレイは、宮古栽培漁業センターが種苗生産した1歳魚を用いて、同センターの陸上水槽で試験を行った。試験期間は8月12日から9月28日までであった。試験期間中の死亡は認められなかった。平均水温は20.8℃であり、通達で規定される水温範囲であった。1試料につき1個体の筋肉を採取した。

**クルマエビ** クルマエビは、上浦栽培漁業センターが種苗生産し、百島栽培漁業センターの素堀池で養成した1歳エビを用い、百島栽培漁業センターの陸上水槽で試験を行った。試験期間は10月31日から12月2日までであった。試験期間中の生残率は76%であったが、死亡原因は不明であった。平均水温は22.4℃であり、通達で規定される水温範囲であった。筋肉は10個体から1試料を採材し、中腸腺は10～17個体から1試料を採材した。

いずれの魚種でも、ほぼ順調にサンプリングが行われ、死亡原因として疾病の発生が疑われる事例はなかったことから、本試験の飼育経過は順調であったと考えられた。

## 2. 抗生物質の残留状況に関する分析結果

抗生物質の残留を分析した結果を表3に示す。

**スズキ** OTCまたはOTC-Qを投薬したスズキの筋肉中には、投薬終了翌日に平均0.82 ppmまたは0.63 ppmのOTCが残留していた。休薬期間経過後は、OTC区では検出限界未満、OTC-Q区では0.02～0.08 ppmであったが食品安全委員会が定める食品中の動物用医薬品の残

留基準値の0.2 ppm未満であった。

**マサバ** OTCまたはOTC-Qを投薬したマサバの筋肉中には、投薬終了翌日に平均0.84 ppmまたは0.80 ppmのOTCが残留していた。休薬期間経過後は、OTC区では検出限界未満から0.04 ppm、OTC-Q区では検出限界未満～0.02 ppmであったが、いずれも残留基準値未満であった。

**ゴマサバ** OTCまたはOTC-Qを投薬したゴマサバの筋肉中には、投薬終了翌日に平均0.42 ppmまたは0.77 ppmのOTCが残留していた。休薬期間経過後は、OTC区では検出限界未満、OTC-Q区では0.04～0.05 ppmであったが、いずれも残留基準値未満であった。

**クロマグロ** OTCまたはOTC-Qを投薬したクロマグロの筋肉中には、投薬終了翌日に平均0.29 ppmまたは0.34 ppmのOTCが残留していた。ただし、OTC-Qを投薬した1試料のOTC濃度は0.03 ppmであった。この試料は2個体の筋肉を集めた物であるが、本試験で用いたクロマグロ当歳魚は摂餌しないと速やかに死亡するため、これらの個体が摂餌しなかったことによりOTC濃度が上昇しなかったとは考えにくい。そのため摂餌したものの筋中濃度が上昇していない異常値と判断し、このデータを除いて平均値を算出した。休薬期間経過後は、いずれの区もOTC濃度は検出限界未満であった。

**マアジ** OTCまたはOTC-Qを投薬したマアジの筋肉中には、投薬終了翌日に平均1.06 ppmまたは0.77 ppmのOTCが残留していた。休薬期間経過後は、OTC区では検出限界未満、OTC-Q区では検出限界未満～0.02 ppmであったが、いずれも残留基準値未満であった。

**シマアジ** OTCを投薬したシマアジの筋肉中には、投薬終了翌日に平均0.29 ppmまたは0.25 ppmのOTCが残留していた。休薬期間経過後は、いずれの抗生物質を投与した場合も筋肉中のOTC濃度は検出限界未満であった。

**イシダイ** OTCまたはOTC-Qを投薬したイシダイの筋肉中には、投薬終了翌日に平均0.57 ppmまたは0.49 ppmのOTCが残留していた。休薬期間経過後は、いずれの区もOTC濃度は検出限界未満であった。

**ヒラメ** OTCを投薬したヒラメの筋肉中には、投薬終了翌日に平均0.44 ppmのOTCが残留していた。ヒラメのOTC残留量については、北海道立中央水産試験場資源増殖部により、承認された用量で5日間投与後の筋肉に0.73 ppmの残留が認められたとの報告<sup>3)</sup>がある。今回の試験結果より約2倍の残留量であったが、試験水温、供試魚の大きさ、分析法などの詳細が明らかではないため、単純な比較はできない。OTC-Qを投薬したヒラメの筋肉中には、投薬後に平均0.61 ppmのOTCが残留していた。ただし、1試料からはOTCが検出されなかったため、筋中濃度が上昇していない異常値と判断し、このデータを除いて平均値を算出した。休薬期間経過後は、OTC区では0.03～0.04 ppm、OTC-Q区では検出

表 3. 抗生物質の残留状況検証試験における筋肉中の OTC 残留量分析結果の概要

魚種	抗生物質	投薬翌日	休薬後	
		残留濃度 (ppm)	残留濃度 (ppm)	基準値との比較
スズキ	OTC	0.82 (0.57-1.10)	— (<0.02-0.02)	基準値未満
	OTC-Q	0.63 (0.54-0.81)	0.05 (0.02-0.08)	基準値未満
マサバ	OTC	0.84 (0.59-1.20)	— (<0.02-0.04)	基準値未満
	OTC-Q	0.80 (0.58-1.20)	— (<0.02-0.02)	基準値未満
ゴマサバ	OTC	0.42 (0.23-0.62)	<0.02	基準値未満
	OTC-Q	0.77 (0.62-0.96)	0.05 (0.04-0.05)	基準値未満
クロマグロ	OTC	0.29 (0.20-0.41)	<0.02	基準値未満
	OTC-Q	0.34 (0.11-0.92)	<0.02	基準値未満
マアジ	OTC	1.06 (0.88-1.30)	<0.02	基準値未満
	OTC-Q	0.77 (0.16-1.10)	— (<0.02-0.02)	基準値未満
シマアジ	OTC	0.29 (0.20-0.41)	<0.02	基準値未満
	OTC-Q	0.25 (0.09-0.36)	<0.02	基準値未満
イシダイ	OTC	0.57 (0.35-0.84)	<0.02	基準値未満
	OTC-Q	0.49 (0.39-0.60)	<0.02	基準値未満
ヒラメ	OTC	0.44 (0.32-0.56)	0.04 (0.03-0.04)	基準値未満
	OTC-Q	0.61 (0.46-0.71)	— (<0.02-0.08)	基準値未満
マコガレイ	OTC	0.16 (0.06-0.27)	<0.02	基準値未満
	OTC-Q	0.48 (0.17-0.70)	<0.02	基準値未満
マツカワ	OTC	0.18 (0.13-0.24)	<0.02	基準値未満
	OTC-Q	0.15 (0.11-0.20)	<0.02	基準値未満
ホシガレイ	OTC	0.14 (0.09-0.22)	<0.02	基準値未満
	OTC-Q	0.19 (0.16-0.28)	<0.02	基準値未満
クルマエビ	筋肉	0.16 (0.06-0.22)	<0.02	基準値未満
	中腸腺	0.49 (0.46-0.52)	<0.02	基準値未満

残留 OTC の値は、平均値と（最小値-最大値）で示す

基準値：食品安全委員会が定める食品中の動物用医薬品の残留基準値（0.2 ppm）

限界未満～0.08 ppmであったが、いずれも残留基準値未満であった。

**マコガレイ** OTCまたはOTC-Qを投薬したマコガレイの筋肉中には、投薬終了翌日に平均0.16 ppmまたは0.48 ppmのOTCが残留していた。ただし、OTCを投薬した3試料からはOTCが検出されなかったため、筋中濃度が上昇していない異常値と判断し、このデータを除いて平均値を算出した。休薬期間経過後は、いずれの抗生物質を投与した場合も筋肉中のOTC濃度は検出限界未満であった。

**マツカワ** OTCを投薬したマツカワの筋肉中には、投薬終了翌日に平均0.18 ppmのOTCが残留していた。マツカワのOTC残留量については、北海道立中央水産試験場資源増殖部により、承認された用量で5日間投与後の筋肉からはOTCが検出されず、2倍の用量で5日間投与した場合に検出限界以下～0.5 ppmの残留が認められたとの報告<sup>3)</sup>があり、本試験結果と異なった。この要因として、本試験では承認された用量で7日間投与しているため投与方法が異なること、当該報告では試験水温、供試魚の大きさ、分析法などの詳細が明らかではなく、試験条件が異なる可能性があることが考えられる。

OTC-Qを投薬したマツカワの筋肉中には、投薬後に平均0.15 ppmのOTCが残留していた。ただし、1試料からはOTCが検出されなかったため、筋中濃度が上昇していない異常値と判断し、このデータを除いて平均値を算出した。

休薬期間経過後は、いずれの抗生物質を投与した場合も筋肉中のOTC濃度は検出限界未満であった。

**ホシガレイ** OTCまたはOTC-Qを投薬したホシガレイの筋肉中には、投薬終了翌日に平均0.14 ppmまたは0.19 ppmのOTCが残留していた。休薬期間経過後は、いずれの抗生物質を投与した場合も筋肉中のOTC濃度は検出限界未満であった。

**クルマエビ** OTCを投薬したクルマエビの筋肉中また

は中腸腺には、投薬終了翌日に平均0.16 ppmまたは0.49 ppmのOTCが残留していた。休薬期間経過後は、いずれの抗生物質を投与した場合も筋肉中のOTC濃度は検出限界未満であった。

**試験結果の総括** OTC、OTC-Qいずれの抗生物質も、投薬翌日の試験魚またはエビの筋肉および中腸腺にOTCの残留が認められた。また、それぞれの抗生物質に規定されている休薬期間経過後の筋肉および中腸腺に、食品安全委員会が定める食品中の動物医薬品の残留基準値0.2 ppmを超えるOTCの残留は認められなかった。

**投薬終了翌日の総括** 試験した12魚種で、投薬翌日の筋肉に抗生物質の残留が確認された。スズキ目のOTCまたはOTC-Q投薬後の筋肉中におけるOTCの残留状況を図1または図2に、それぞれ魚種ごとに示した。OTCを投与した場合スズキ、マサバ、マアジの残留濃度が高く、ゴマサバ、クロマグロ、シマアジ、イシダイで低かった。OTC-Qを投与した場合、スズキ、マサバ、ゴマサバ、マアジで高く、クロマグロ、シマアジ、イシダイで低かった。

それぞれの抗生物質ごとに、筋肉中のOTC残留量について多重比較した結果を表4に示した。OTCでは、スズキ、マサバ、マアジはゴマサバ、クロマグロ、シマアジより統計的に有意に残留量が多かった。マアジではイシダイよりも有意に多かった。OTC-Qでは、マサバ、ゴマサバ、マアジとシマアジの間に統計的に有意な差が認められ、シマアジの残留量が少なかった。

以上の結果から、今回の試験条件において、単位体重あたりの抗生物質の投与量を一定とした場合、マサバとマアジでもっとも筋肉中にOTCが残留しやすいと考えられた。次にスズキ、ゴマサバ、イシダイが残留しやすく、クロマグロとシマアジはもっとも残留しにくいと考えられた。クロマグロはマサバと同じサバ科でありながら、OTCの残留状況は著しく異なった。こ

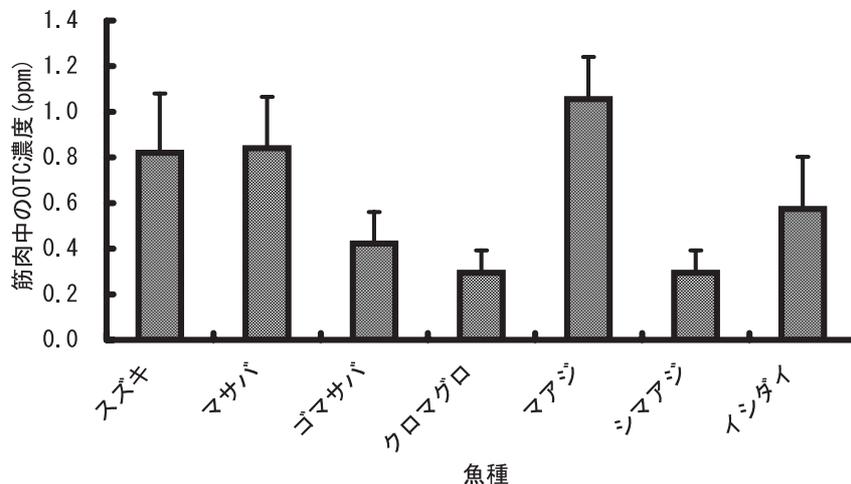


図1. スズキ目の抗生物質の残留状況検証試験におけるOTC投薬翌日の筋肉におけるOTC濃度の平均値(棒グラフ)と標準偏差(直線)

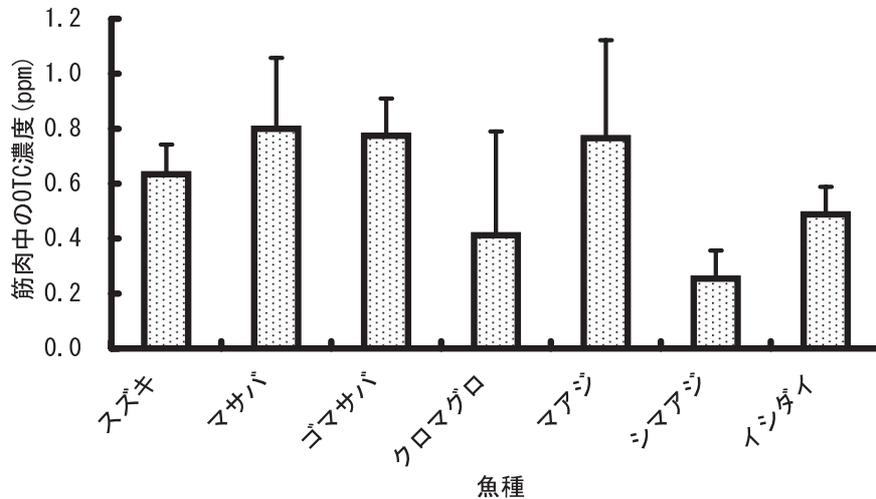


図2. スズキ目の抗生物質の残留状況検証試験におけるOTC-Q投薬翌日の筋肉におけるOTC濃度の平均値(棒グラフ)と標準偏差(直線)

表4. スズキ目の投薬翌日の筋肉中のOTC濃度についてチューキー法を用いて多重比較検定を行った結果

魚種	残留濃度 (ppm)	塩酸オキシテトラサイクリン						
		スズキ	マサバ	ゴマサバ	クロマグロ	マアジ	シマアジ	イシダイ
アルキルトリメチル アンモニウム カルシウム オキシテトラサイクリン	スズキ			*	**		**	
	マサバ			*	**		**	
	ゴマサバ					**		
	クロマグロ					**		
	マアジ						**	**
	シマアジ		*	*		*		**
	イシダイ							**

\* :  $p < 0.01$

\*\* :  $p < 0.05$

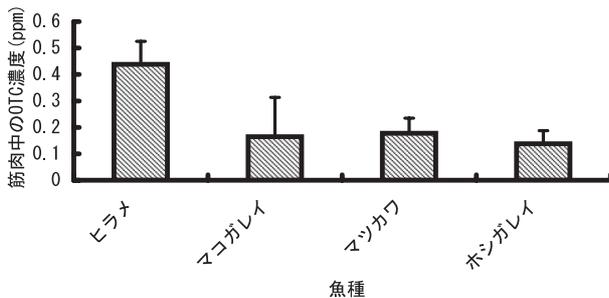


図3. カレイ目の抗生物質の残留状況検証試験におけるOTC投薬翌日の筋肉におけるOTC濃度の平均値(棒グラフ)と標準偏差(直線)

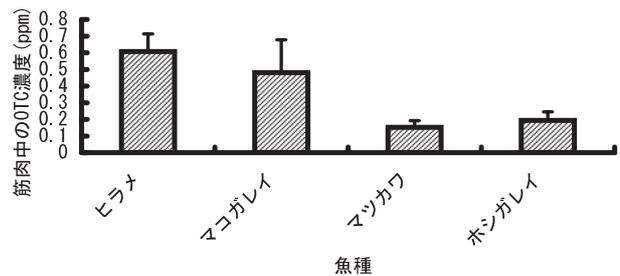


図4. カレイ目の抗生物質の残留状況検証試験におけるOTC-Q投薬翌日の筋肉におけるOTC濃度の平均値(棒グラフ)と標準偏差(直線)

の要因として魚種の特異性が考えられる。クロマグロでは1年で体重4kg程度に成長する<sup>4)</sup>のに対して、マサバでは300g程度<sup>5)</sup>である。この急激な成長が、投与したOTCの代謝を早めている可能性が考えられる。

シマアジについては、前報<sup>1)</sup>でも同様の試験を実施した。筋肉におけるOTCの平均残留濃度を前報と本報で比較すると、それぞれOTC区が0.34, 0.29 ppm, OTC-Q区が0.22, 0.25 ppmであった。OTCまたはOTC-Qいずれの抗生物質を投与した場合も残留OTC濃度に統計

的な有意差は認められなかった。前報では体重約300gのシマアジを生育適水温の下限<sup>6)</sup>である20℃未満で、本報では約500~800gのシマアジを適水温帯<sup>6)</sup>である22℃で試験した。より詳細な比較が必要ではあるが、シマアジは筋肉中のOTC濃度が上がりにくい魚種であることが示唆される。

カレイ目魚類のOTCまたはOTC-Q投薬後の筋肉中におけるOTCの残留状況を図3または図4に示した。それぞれの抗生物質ごとに、筋肉中のOTC残留量につい

表 5. カレイ目の投薬翌日の筋肉中の OTC 濃度についてチューキー法を用いて多重比較検定を行った結果

魚種	残留濃度 (ppm)	塩酸オキシテトラサイクリン			
		ヒラメ	マコガレイ	マツカワ	ホシガレイ
アルキルトリメチル	ヒラメ		**	**	**
アンモニウム	マコガレイ				
カルシウム	マツカワ	**	**		
オキシテトラサイクリン	ホシガレイ	**	*		

\* :  $p < 0.01$

\*\* :  $p < 0.05$

て多重比較した結果を表 5 に示した。OTC では、ヒラメの残留量が多く、その他で少なかった。多重比較を行ったところ、ヒラメはマコガレイ、マツカワ、ホシガレイより統計的に有意に残留量が多かった。OTC-Q では、ヒラメとマコガレイで残留量が多く、その他で少なかった。多重比較したところヒラメ、マコガレイとマツカワ、ホシガレイの間に統計的に有意な差が認められ、マツカワとホシガレイの残留量が少なかった。

以上の結果から、今回の試験条件において、単位体重あたりの抗生物質の投与量を一定とした場合、ヒラメでもっとも筋肉中に OTC が残留しやすいと考えられた。次にマコガレイが残留しやすく、マツカワとホシガレイはもっとも残留しにくいと考えられた。しかしながら、試験水温や成長段階によっても残留量が変化することが容易に予想されるため、種としてのマツカワやホシガレイが OTC の残留しにくい魚種であると結論付けるのは早計である。

**休薬後の総括** 試験した 12 魚種では、休薬後の筋肉および中腸腺から食品中の動物用医薬品の残留基準値である 0.2 ppm を超えて OTC が検出される例は観察されなかった。したがって、安全な水産物を消費者に供給する観点から、薬事・食品衛生審議会より、「目ごとに代表魚種以外の魚種の残留性を検証し、残留基準を超える残留が認められた場合はガイドラインの見直しおよび休薬期間の変更等を進めていかなければならない」との指摘があるが、今回試験したスズキ目、カレイ目の魚種とクルマエビについては、現状の休薬期間で問題ないものと考えられた。また、ガイドラインの見直しを直ちに進める必要はないものと考えられた。

## 謝 辞

本報告にあたり、試験の実施に多大なご協力をいた

だいた独立行政法人水産総合研究センター今村茂生元理事、業務企画部チーフ研究開発コーディネーター有元 操博士、業務企画部研究開発コーディネーター佐野元彦博士、養殖研究所栽培技術開発センター長虫明敬一博士、瀬戸内海区水産研究所栽培資源部山崎哲男栽培技術開発室長、養殖研究所栽培技術開発センター廣川 潤チーム長、錦 昭夫元厚岸栽培漁業センター場長、宮津栽培漁業センター場長升間主計博士、業務推進部栽培管理課岡 雅一技術開発コーディネーター、宮古栽培漁業センター場長有瀧真人博士に深謝の意を表する。

## 文 献

- 1) 渡辺研一・島 康洋・芦立昌一・西岡豊弘・佐藤純・堀田卓朗・飯田貴次 (2006) スズキ目魚類に投薬した塩酸オキシテトラサイクリンとアルキルトリメチルアンモニウムカルシウムオキシテトラサイクリンの筋肉における残留状況. 栽培技研, **33**, 93-101.
- 2) 藤田和弘・伊藤嘉奈子・荒木恵美子・丹野憲二・村山三徳・斉藤行生 (1997) 畜水産食品中の残留オキシテトラサイクリンの分析法. 食衛誌, **38**, 12-14.
- 3) 中央水産試験場資源増殖部 (2004) マツカワのエドワジエラ症に対する OTC の投薬効果. 水産試験研究最新成果集 VOL.5, 北海道立水産試験場・北海道立水産孵化場, 51-52.
- 4) 澤田好史 (2005) クロマグロ. 水産増養殖システム 1 海水魚, 熊井英水編, 173-204.
- 5) 山本眞司 (2005) マサバ. 水産増養殖システム 1 海水魚, 熊井英水編, 291-310.
- 6) 滝井健二 (2000) シマアジ. 最新海産魚の養殖, 熊井英水編著, 131-139.

資料

## 模擬放流試験に用いる素堀池の環境-Ⅲ 一池内の人工海藻上に出現した葉上生物一

清水大輔<sup>\*1\*2</sup>・崎山一孝<sup>\*1</sup>・足立純一<sup>\*3</sup>

### Animal assemblage on artificial seaweeds in a simulated fish-release test conducted in a pond-revamped saltpan

Daisuke SHIMIZU, Kazutaka SAKIYAMA, and Jun-ichi ADACHI

A survey of animal assemblage on artificial seaweeds in an experimental pond was conducted during 1998-2000. Basic data was collected during this study in order to conduct further experiments on simulated fish-releasing tests using reconditioned salt ponds as experimental releasing grounds. Abundance and species composition varied with the year, 39 to 87 species of animals appeared on the artificial seaweeds mainly on Amphipoda and Polychaeta, and a similar feed environment as the algae ground was made. The abundance and species composition of animals decreased as the pond dried up. It is necessary to consider the decrease of animals when multiple examinations are conducted.

2006年1月17日受理

独立行政法人水産総合研究センター百島栽培漁業センターでは、1998年から塩田跡地を利用した素堀池（以下、実験池）を放流海域とみなした模擬放流試験を行い、放流した人工種苗の減耗要因の究明や放流魚としての適正を評価する方法の開発に取り組んできた。模擬放流試験を進めるにあたり、実験池の物理的、化学的および生物的環境特性を明らかにすることは、試験の計画立案や結果を考察する上で重要である。そこで1998～2000年の3年間、実験池の基礎的な環境調査を行い、これまで物理・化学的な環境特性<sup>1)</sup>と生物的環境特性としてプランクトン<sup>1)</sup>およびベントス<sup>2)</sup>の出現状況について報告した。

本報では、放流魚のシェルターおよび餌料生物等の付着基盤として設置した人工海藻上に付着した葉上生物の出現状況を報告する。

#### 材料と方法

**実験池** 本試験は模擬放流試験用の1号実験池（125×42.5 m, 底面積 5,300 m<sup>2</sup>, 底質は砂泥で潮汐差を利用した換水方式）で1998～2000年の3年間実施した。なお、実験池の詳細については既報<sup>1)</sup>に示した。

**付着基質** 付着基質には全長150 cmのナイロン製でブラシ状の人工海藻（S.S.P-3 エスラン, 水産増殖施設, 幹の太さ1 cm, 枝の長さ10 cm, 枝の太さ1.5 mm）を用いた。人工海藻60本を塩ビパイプ製フロート（φ50 mm, 1 m×1 m 角）に垂下し、実験池の注水口, 中央部および排水口の3ヵ所に設置した（図1）。

**生物調査** 1998年は5月20日～9月6日（109日間）、1999年は4月20日～8月6日（108日間）に試験を行

<sup>\*1</sup>独立行政法人水産総合研究センター 百島栽培漁業センター（現 瀬戸内海区水産研究所 百島実験施設）

〒722-0061 広島県尾道市百島町1760（Momoshima Station, National Center for Stock Enhancement, Fisheries Research Agency, Onomichi, Hiroshima 722-0061, Japan）

<sup>\*2</sup>現独立行政法人水産総合研究センター 宮古栽培漁業センター 〒027-0097 岩手県宮古市崎山4-9-1

<sup>\*3</sup>現独立行政法人水産総合研究センター 志布志栽培漁業センター 〒899-7101 鹿児島県志布志市志布志町夏井205

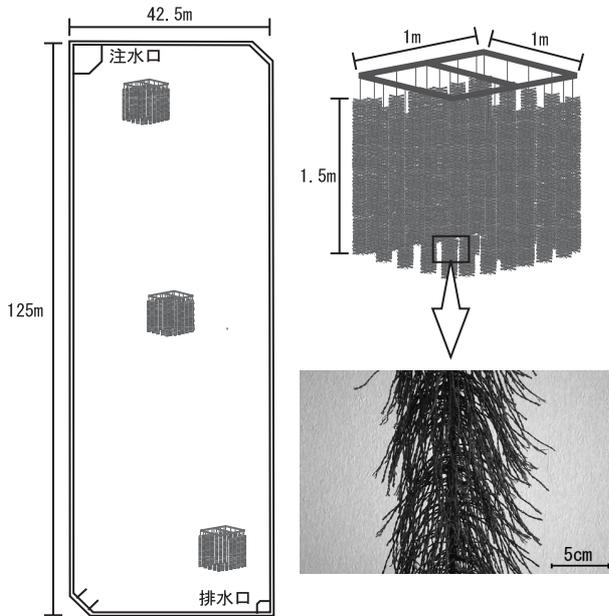


図1. 葉上生物の付着試験に用いた人工海藻と実験池における設置場所

い、葉上生物の出現状況調査については試験終了時に1回調査した。2000年は4月20日～8月28日(129日間)に試験を行い、出現する葉上生物の季節変化を把握するために、試験終了までに6回の調査を行った。なお2000年は、同実験池で複数回の模擬放流試験を行う際に、試験と試験の間に行う池干しが葉上生物に与える影響を明らかにするため、7月25日に約24時間の池干しを行った。なお、人工海藻は毎年新しいものを使用したが、2000年は上記の理由から交換は行わなかった。

葉上生物の調査は、1998年は人工海藻1本分(長さ1.5m)に付着している生物を、1999年と2000年は人工海藻の先端20cm分の生物を網目幅200 $\mu$ mのプランクトンネット(NYTAL 7XX, 田中三次郎商店)で採取し、10%ホルマリンで固定した。採取した生物は、可能な限り種までの同定を行い、分類区分ごとに個体数と湿重量を求めた。

なお、試験期間中の平均水温と範囲は、1998年が26.9 $^{\circ}$ Cおよび21.0 $^{\circ}$ C(5月)～31.2 $^{\circ}$ C(8月)、1999年が22.6 $^{\circ}$ Cおよび15.7 $^{\circ}$ C(4月)～28.6 $^{\circ}$ C(8月)、2000年が23.3 $^{\circ}$ Cおよび14.9 $^{\circ}$ C(4月)～29.8 $^{\circ}$ C(8月)であった。

**統計処理** 出現した種類数、人工海藻1m当りの個体数(以下、単位個体数)、および人工海藻1m当りの湿重量(以下、単位湿重量)の年度間、設置場所による比較には、繰り返しのない2元配置分散分析で検定した。

## 結 果

**出現生物量の傾向** 人工海藻上に出現した葉上生物の種類数は、1998年が10門11綱20目33科の39種、1999年が10門14綱29目61科の78種、2000年は6回の調査で10門12綱21目49科の71種であった。資料1に、出現した種類と単位個体数を示した。なお、群体性の海綿動物、触手動物、原索動物および卵塊は、量的な評価が困難であるため資料1では出現した種を(+)で表した。

1998年、1999年および2000年の調査で、注水口、中央部および排水口に出現した葉上生物の種類数、および単位個体数と単位湿重量を図2に示した。なお、単位個体数では量的な評価が困難な群体性種(海綿動物、

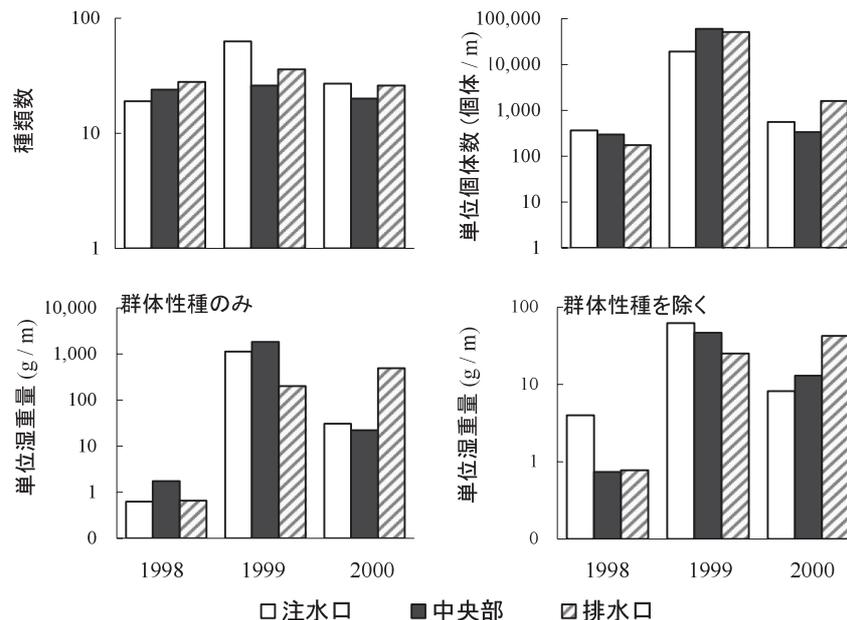


図2. 実験池の人工海藻に出現した葉上生物の種類数、および単位個体数と単位湿重量。個体数には群体性種の海綿動物、触手動物、原索動物および卵塊は含まない。また、湿重量は群体性種とそれ以外の生物を分けて示した。

触手動物、原索動物、卵塊)は図に示さず、単位湿重量は群体性種とそれ以外の生物を分けて示した。また、2000年は池干し前の7月25日のデータを用いた。

出現した種類数は1998年は注水口が19種、中央部が24種、排水口が28種であり、1999年はそれぞれ63種、26種、36種、2000年はそれぞれ27種、20種、26種であった。ベントス調査<sup>2)</sup>では種類数は注水口>中央部>排水口の順で減少したが、葉上生物では付着基質の設置場所による種類数に有意差は認められなかった。また、年度間でも有意差はなかった(図2)。

1998年の単位個体数は注水口が367個体/m、中央部が297個体/m、排水口が175個体/mであり、1999年はそれぞれ19,185個体/m、60,475個体/mおよび51,555個体/m、2000年はそれぞれ560個体/m、335個体/mおよび1,610個体/mであった。調査地点間で単位個体数に有意差は認められなかったが、年度間では有意差( $p < 0.05$ )があり、特に1999年は他の年度と比較して約150倍と多かった(図2)。

群体性種の単位湿重量は、1998年は注水口が1g/m、中央部が2g/m、排水口が1g/mであり、1999年はそれぞれ1,122g/m、1,823g/mおよび202g/m、2000年はそれぞれ31g/m、22g/mおよび491g/mであった。また、群体性種を除く生物では、1998年は注水口が4g/m、中央部が1g/m、排水口が1g/mであり、1999年はそれぞれ62g/m、47g/mおよび25g/m、2000年はそれぞれ8g/m、13g/mおよび43g/mであった。単位湿重量では群体性種とそれ以外の生物のどちらも、調査地点間、年度間で有意差は認められなかった(図2)。

**出現生物の組成** 葉上生物には、付着基質の表面に固着して生活する固着性動物(sessile type)と、表面を這ったり基質間の水中を泳いで生活する移動性動物(vagile type)に分けられる<sup>3)</sup>。本報では、放流魚の餌として重要な移動性動物を中心に論議を進め、群体性の固着性動物である海綿動物、触手動物、原索動物、卵塊は除外した。

出現した葉上生物を綱または目レベルで、多毛類、腹足類、二枚貝類、アミ類、端脚類およびその他の6群に分けた。実験池の注水口、中央部および排水口に出現した主要な葉上生物の個体数と湿重量の組成比を図3に示した。また、出現上位3種の単位個体数と単位湿重量を調査地点ごとに表1に示した。なお、湿重量では1個体の重量が大きいカニ類等を含む「その他」の生物は除き、多毛類、腹足類、二枚貝類、アミ類および端脚類を示した。

1998年の個体数の組成比は、各調査地点で同様の組成を示し、端脚類が36~55%を占め最も多く、続いてアミ類(12~26%)、腹足類(2~28%)の順であった。アミ類の個体数は注水口で最も多く、次いで中央部、排水口の順に減少した。腹足類は注水口で個体数が少なく、中央部と排水口で多く出現した。また、湿重量では注水口で二枚貝類(63%)と多毛類(28%)が多く出現し、中央部と排水口では腹足類がそれぞれ75%、79%と優占した。端脚類は、個体数では最も多かったが、湿重量による組成比は4~8%であった(図3)。

種ごとの出現状況を比較すると(表1)、個体数では端脚類のエンマヨコエビ科の一種 *Paradexamine* sp. が3

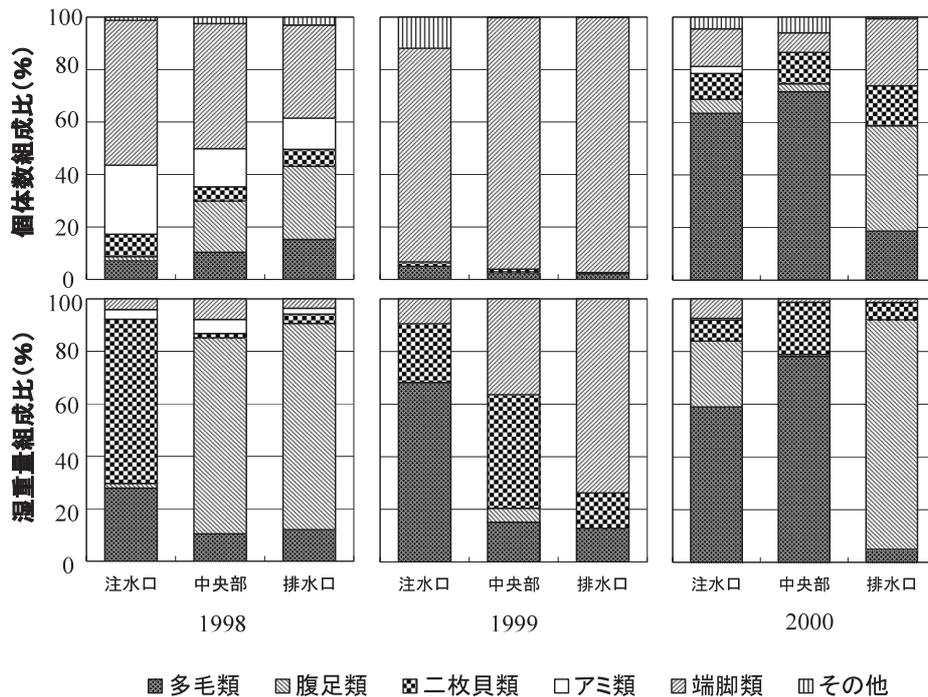


図3. 実験池に出現した主要な葉上生物の個体数(上)と湿重量(下)の組成比率

表 1. 模擬放流実験池に出現した上位 3 種類の葉上生物の単位個体数と単位湿重量

注水口							
年	順位	生物名	単位個体数 <sup>*1</sup>		単位湿重量 <sup>*2</sup>		
			個体	組成率 %	生物名	g	組成率 %
1998	1	<i>Aoroides</i> sp.	107	29.2	<i>Musculus senhousia</i>	1.28	62.6
	2	<i>Siriella</i> sp.	97	26.3	<i>Platynereis bicanaliculata</i>	0.57	27.8
	3	<i>Paradexamine</i> sp.	44	12.0	<i>Paradexamine</i> sp.	0.05	2.2
1999	1	<i>Aoroides</i> sp.	5,440	28.4	<i>Terebella</i> sp.	15.46	32.1
	2	<i>Corophium acherusicum</i>	4,960	25.9	<i>Crassostrea gigas</i>	9.75	20.2
	3	<i>Elasmopus</i> sp.	4,480	23.4	<i>Harmothoe imbricata</i>	8.06	16.7
2000	1	<i>Platynereis bicanaliculata</i>	225	40.2	<i>Platynereis bicanaliculata</i>	1.26	36.9
	2	<i>Harmothoe imbricata</i>	80	14.3	<i>Dendrodoris nigra</i>	0.69	20.1
	3	<i>Ampithoe lacertosa</i>	70	12.5	<i>Nicolea</i> sp.	0.44	12.8

中央部							
年	順位	生物名	単位個体数 <sup>*1</sup>		単位湿重量 <sup>*2</sup>		
			個体	組成率 %	生物名	g	組成率 %
1998	1	<i>Paradexamine</i> sp.	72	24.3	<i>Australaba picta</i>	0.48	69.9
	2	<i>Pontogeneia</i> sp.	49	16.6	<i>Platynereis bicanaliculata</i>	0.07	9.8
	3	<i>Siriella</i> sp.	43	14.6	<i>Paradexamine</i> sp.	0.03	4.2
1999	1	<i>Aoroides</i> sp.	57,625	95.3	<i>Aoroides</i> sp.	16.65	35.7
	2	<i>Musculus senhousia</i>	620	1.0	<i>Mytilus edulis</i>	16.59	35.6
	3	<i>Platynereis bicanaliculata</i>	540	0.9	<i>Platynereis bicanaliculata</i>	6.06	13.0
2000	1	<i>Platynereis bicanaliculata</i>	200	59.7	<i>Platynereis bicanaliculata</i>	1.67	62.0
	2	<i>Thelepus</i> sp.	30	9.0	<i>Mytilus edulis</i>	0.48	17.9
	3	<i>Mytilus edulis</i>	25	7.5	<i>Thelepus</i> sp.	0.41	15.1

排水口							
年	順位	生物名	単位個体数 <sup>*1</sup>		単位湿重量 <sup>*2</sup>		
			個体	組成率 %	生物名	g	組成率 %
1998	1	<i>Paradexamine</i> sp.	46	26.3	<i>Australaba picta</i>	0.50	71.3
	2	<i>Australaba picta</i>	29	16.8	<i>Platynereis bicanaliculata</i>	0.07	10.0
	3	<i>Siriella</i> sp.	21	11.8	<i>Musculus senhousia</i>	0.02	3.6
1999	1	<i>Corophium acherusicum</i>	43,920	85.2	<i>Corophium acherusicum</i>	15.12	63.1
	2	<i>Aoroides</i> sp.	2,950	5.7	<i>Platynereis bicanaliculata</i>	2.32	9.7
	3	<i>Elasmopus</i> sp.	2,340	4.5	<i>Elasmopus</i> sp.	1.90	7.9
2000	1	<i>Haloa japonica</i>	640	39.8	<i>Haloa japonica</i>	35.64	86.6
	2	<i>Hiatella flaccida</i>	225	14.0	<i>Hiatella flaccida</i>	2.58	6.3
	3	<i>Corophium acherusicum</i>	200	12.4	<i>Platynereis bicanaliculata</i>	1.73	4.2

\*1 人工海藻 1 m 当りの個体数 \*2 人工海藻 1 m 当りの湿重量

地点に共通して最も多く (12 ~ 24 %), 続いてアミ科の一種 *Siriella* sp. (12 ~ 26 %), 注水口で最も多く出現した端脚類のアオラ科の一種 *Aoroides* sp. (2 ~ 29 %) の順であった。また, 湿重量では注水口で二枚貝類のホトトギスガイ *Musculus senhousia* (63 %) と多毛類のツルヒゲゴカイ *Platynereis bicanaliculata* (28 %) が大量に出現し, 中央部と排水口では腹足類のシマハマツボ *Australaba picta* がそれぞれ 70 %, 71 % を占めた。

1999 年は, 各調査地点とも端脚類の個体数が最も多く 82 ~ 97 % を占めた。多毛類および二枚貝類の組成比は小さかったが, 個体数は 1998 年と比較して多毛類が約 45 倍, 二枚貝類が約 20 倍出現した。また, 湿重量

では注水口で多毛類 (68 %), 中央部で二枚貝類 (43 %) と端脚類 (36 %), および排水口では端脚類 (74 %) が優占した (図 3)。

種ごとの出現した個体数は (表 1), 注水口では端脚類の *Aoroides* sp. (28 %), アリアケドロクダムシ *Corophium acherusicum* (26 %), メリタヨコエビ科の一種 *Elasmopus* sp. (23 %) の順で多く, 中央部では *Aoroides* sp. が 95 % (57,625 個体/m), 排水口ではアリアケドロクダムシが 85 % (43,920 個体/m) と大量発生した。また, 湿重量では注水口で多毛類のフサゴカイ科の一種 *Terebella* sp. (32 %), マダラウロコムシ *Harmothoe imbricata* (17 %) と二枚貝類のマガキ

*Crassostrea gigas* (20%), 中央部は *Aoroides* sp. (36%) とムラサキイガイ *Mytilus edulis* (36%), 排水口ではアリアケドロクダムシ (63%) が優占した。

2000年は、個体数では注水口と中央部で同様の傾向を示し、多毛類が64~72%を占めた。排水口では腹足類(40%)と端脚類(26%)が優占した。また、湿重量では注水口と中央部で多毛類(59%, 78%), 排水口では腹足類(87%)が優占した(図3)。

種ごとの出現した個体数は(表1), 各調査地点ともツルヒゲゴカイ(7~60%)が多く出現した。排水口では腹足類のブドウガイ *Haloa japonica* (40%), 二枚貝類のキヌマトイガイ *Hiatella flaccida* (14%), およびアリアケドロクダムシ(12%)が大量発生したため、排水口の組成は注水口や中央部とは異なり、多毛類の組成比は小さかった。

**出現生物の推移と池干しの影響** 2000年の調査で、葉上生物の主要6群(多毛類, 腹足類, 二枚貝類, アミ類, 端脚類およびその他)について、月ごとの種類数の推移を図4に、単位個体数の推移を図5に示した。なお、アミ類は調査期間を通して *Siriella* sp.の一種のみの出現であったため、図4には示さなかった。

さらに、多毛類, 腹足類, 二枚貝類および端脚類の主要4群について、季節または池干しによる種の構成や個体数の量的組成の変化を確認するため、群ごとに連続した2回の調査間の類似度指数  $C_s$ <sup>4)</sup>を以下の式により算出し、その推移を図6に示した。なお、 $C_s$ は0から1の範囲をとり、値が大きいほど良く類似していることを示す。

$$C_s = \frac{2 \sum_i n_{iA} \cdot n_{iB}}{(\lambda_A + \lambda_B) N_A N_B}$$

$$\text{但し, } N_A = \sum_i n_{iA}, N_B = \sum_i n_{iB}, \lambda_A = \frac{\sum_i n_{iA} (\lambda n_{iA} - 1)}{N_A (N_A - 1)},$$

$$\lambda_B = \frac{\sum_i n_{iB} (n_{iB} - 1)}{N_B (N_B - 1)}$$

$n_{iA}, n_{iB}$ : A群とB群に於ける種iの個体数

多毛類は、2000年の調査期間を通して13種が認められた(資料1)。個体数, 種類数ともに春から夏にかけて増加し、種類数は7月下旬の10種(図4), 単位個体数では6月上旬がピークであった(図5)。多毛類の種類数と個体数は、人工海藻の設置場所による差は認められなかったが、池干しによって両者はともに著しく減少した(図4, 5)。また、7月下旬~8月上旬間で  $C_s$ が0.1と大幅に減少し、種の組成は大きく変化した(図6)。

腹足類は6種が認められた(資料1)。5月上旬には出現個体は無かったが、春から夏にかけて増加し、種類数, 個体数ともにピークは7月下旬であった(図4, 5)。しかし、池干しにより種類数, 個体数および  $C_s$ が大幅に減少し、種の組成も大きく変化した(図6)。特に池干し前はブドウガイが最も多く出現したが、池干し後は新たにウミユナ科 POTAMIDIDAEが優占した。

二枚貝類は6種が認められた(資料1)。種類数と個体数は、3調査地点とも春から夏にかけて増加したが、実験池内の場所による出現傾向に差は認められなかった(図4, 5)。また、池干しによって種類数, 個体数お

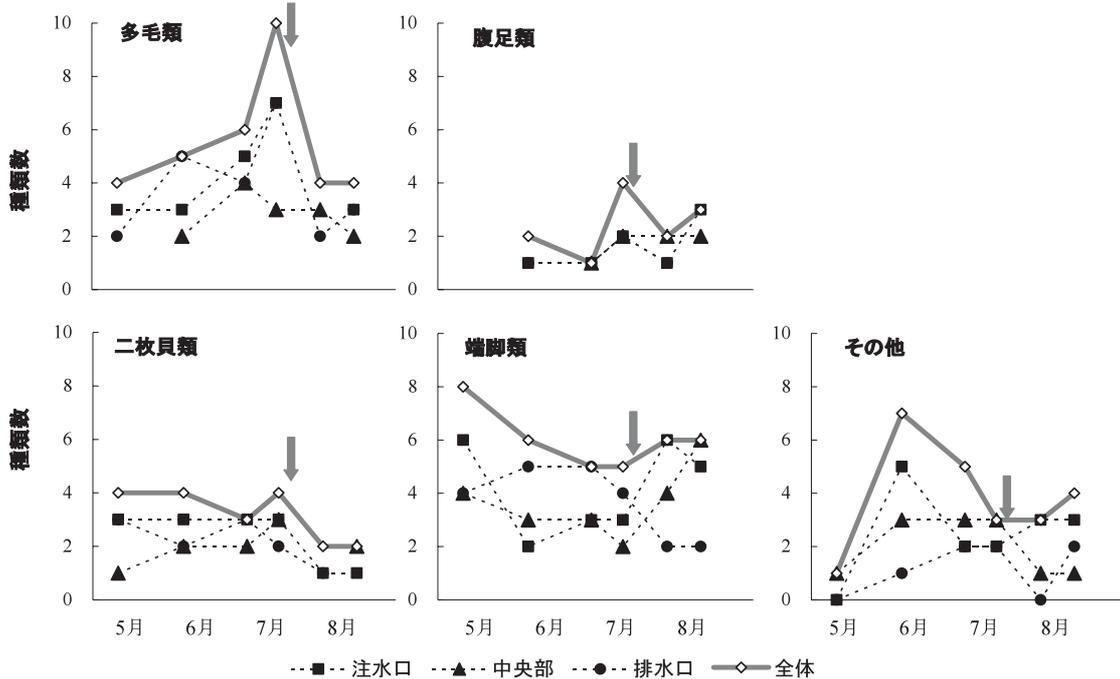


図4. 実験池に出現した主要な葉上生物群の種類数の推移(2000年)7月25日に1日間の池干しを行った(↓)

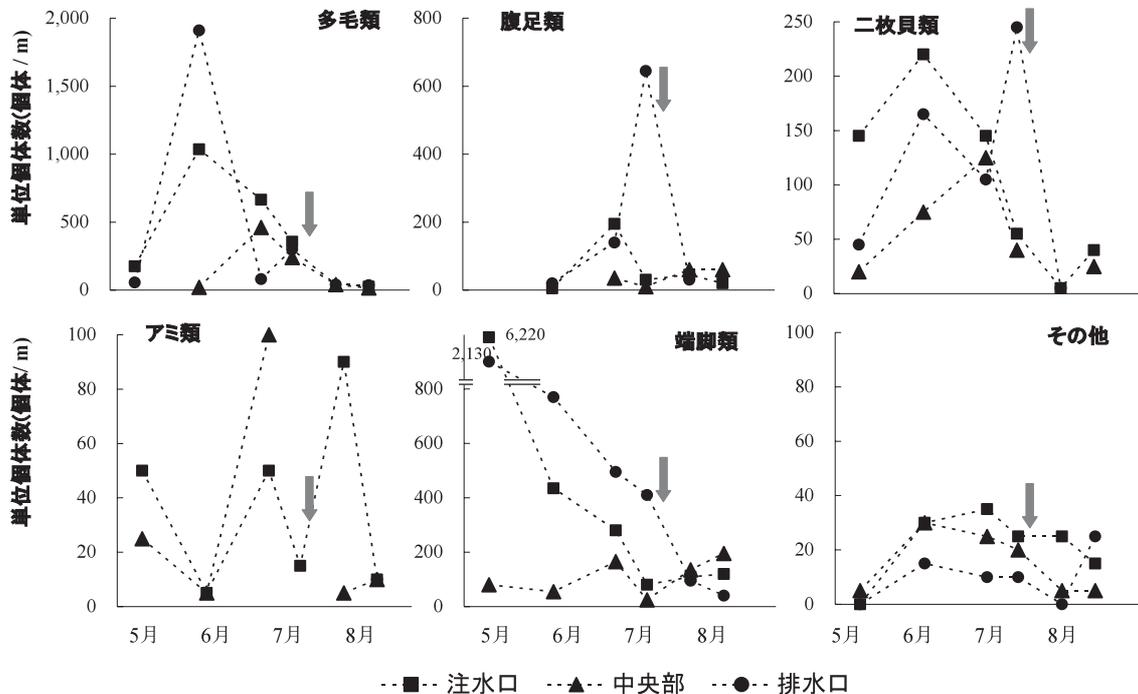


図5. 実験池に出現した主要な葉上生物群の個体数の推移 (2000年)  
7月25日に1日間の池干しを行った (↓)

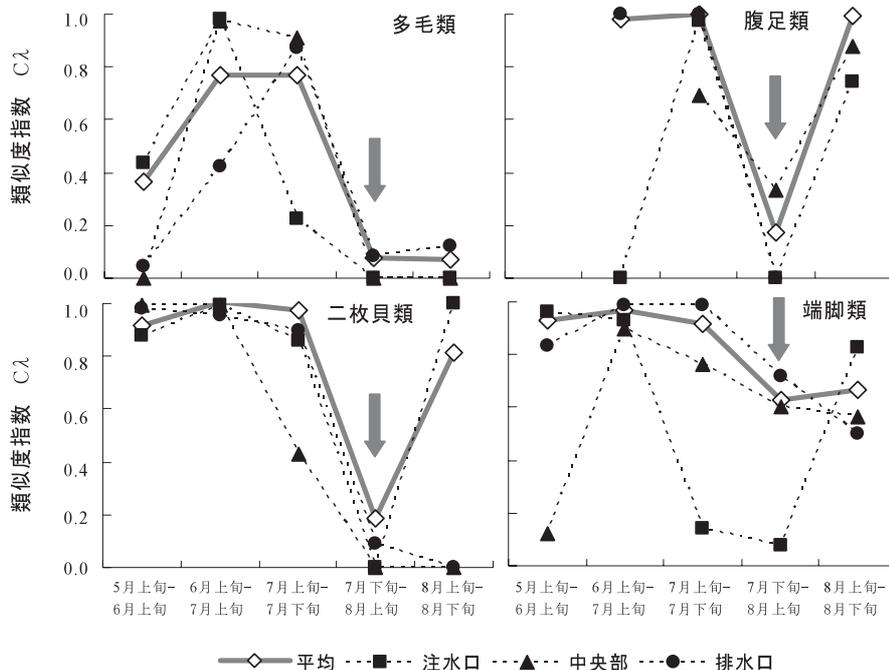


図6. 実験池に出現した主要な葉上生物群の連続した2回の調査間の類似度指数 $C_s$  (2000年)  
7月25日に1日間の池干しを行った (↓)

よび  $C_s$  は大幅に減少した (図6)。種組成も大きく変化し、池干し前は全調査地点でキヌマトイガイが最も多く出現したが、池干し後は出現しなかった。

アミ科の *Siriella* sp. は、調査時期によって個体数は大きく変動し、池干しによる影響は見られなかった。調

査地点間では、アミ類の個体数は海水の流入する注水口が最も多く、排水口はほとんど出現しなかった (図5)。

端脚類は、10種が認められた (資料1)。種類数、個体数ともに5月上旬が最も多く、特に個体数は注水口で6,220個体/m、排水口で2,130個体/mと大量発生した

(図5)。6月以降は種類数、個体数共に減少傾向にあった。端脚類は、他の分類群と比較して池干しによる影響は少なく、個体数の減少や種組成の変化も小さかった(図5, 6)。

## 考 察

藻場は魚類を含む動物群集の生活空間を作り上げるとともに、葉上生物という独特の動物群集を形成している<sup>5,6)</sup>。葉上生物は魚類の餌生物として重要であり、藻場は餌場としての機能も合わせ持っている<sup>7,8)</sup>。本調査では、実験池に人工海藻を設置することで葉上生物の繁殖を促し、どのような餌料環境が得られるかを把握した。

3年間の調査では、人工海藻上に出現した生物は、個体数では端脚類が、湿重量では多毛類が中心であった。出現した種はいずれの年度においても、瀬戸内海における普遍的な種であった<sup>5)</sup>。2000年の経時的な調査では、人工海藻を設置した1ヵ月後から多くの葉上生物が出現し、出現生物群の多くは春から夏にかけて個体数、種類数ともにピークを迎えた。この傾向は天然海域に人工海藻を設置した試験<sup>9)</sup>やアマモ場の調査<sup>8)</sup>と同様であった。実験池は潮汐を利用して換水を行うため、実験池の環境は周辺海域の環境と類似していると考えられることから、池内に出現した生物相の変化は、周辺海域のそれらを反映している可能性が大きいと推察された。したがって天然海域に放流される人工種苗の放流直後の追跡調査と解析が一般的に困難な中で、実験池活用の有効性が示唆される。

実験池内の採集地点間では種類数、個体数および分類群ごとの組成に大きな差はないが、多毛類や端脚類など分類群内の種組成は大きく異なった。これは池内での海水の移動が、常に注水口から排水口への一方通行であるために、葉上生物は池内に均一に分散しておらず、同一種が集中してパッチ状になって分布していると考えられた。

これらのことから、年毎に餌環境は大きく変わるものであり、実験池内でも餌環境は均一でないため、実験池を2分割した比較放流試験を行う場合や、複数年度にわたる試験データを比較する場合には、餌料環境の違いを念頭におき、餌不足で試験区間に差が出ないような試験期間や放流尾数を設定する必要がある。

模擬放流試験では試験終了時に放流魚を取揚げるため、実験池内の海水を排水し池干しを行う。24時間の池干しを行った場合、再注水後の調査では、特に多毛類や巻貝類は個体数、種類数が減少し、種組成も大きく変化した。また、再注水後1ヵ月以上経過しても出現個体数は少ないまま推移した。そのため年間に複数回の模擬放流試験を行う場合は、特に出現生物の調査を実施し餌料環境を把握する必要がある。

## 謝 辞

本試験を進めるに当たり、調査にご協力いただいた百島栽培漁業センターの職員各位、並びに有益なご助言をいただいた水産総合研究センター本部栽培漁業部の高橋庸一調整官(現 小浜栽培漁業センター場長)に感謝いたします。

## 文 献

- 1) 足立純一・高橋庸一(2002) 模擬放流試験に用いる素堀池の環境-I 水底質と出現プランクトン. 栽培技研, **29**, 107-120.
- 2) 足立純一・河原郁恵・高橋庸一(2003) 模擬放流試験に用いる素堀池の環境-II ベントスの出現状況. 栽培技研, **30**, 111-119.
- 3) 向井 宏(1994) 藻場(海中植物群落)の生物群集(2). 海洋と生物, **16**, 19-22.
- 4) MORISITA, M. (1959) Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Mem. Fac.Sci.Kyushu Univ.,Ser.E (Biol.)*, **3**, 65-80.
- 5) MUKAI, H. (1971) The phytal animals on the thalli of *Sargassum serratifolium* in the *Sargassum* region, with reference to their seasonal fluctuations. *Mar.Biol.*, **4**, 170-182.
- 6) 菊池泰二(1993) 藻場生態系, 海洋学講座9「海洋生態学」, 東京大学出版会, 東京, pp.93-36.
- 7) 大島泰雄(1954) 藻場と稚魚の繁殖保護について. 水産学の概観, 日本学術振興会, 東京, pp.128-181.
- 8) 高間 浩(1980) アマモ場での葉上付着生物の組成と季節変化. 神奈川水試研報, **1**, 73-79.
- 9) 吉原喜好・宮内俊一・添田秀男(1977) 人工海藻の付着生物について. 日本大学農獣医学部学術研究報告, **34**, 274-283.

資料 1. 人工海藻1mあたりの葉上生物年別出現個体数

門 綱 目	科	学名	種名等	単位個体数(個体/m)								
				1998	1999	2000						
						5月上旬	6月上旬	7月上旬	7月下旬	8月上旬	8月下旬	
海綿動物												
石灰海綿												
異腔	ケツボカイメン	<i>Sycon misakiensis</i> <i>Sycon</i> sp.	ミサキケツボカイメン	+	+	+	+	+				
	ヘテロピディア	HETEROPIIDAE	ヘテロピディア科		+			+	+			
	グランチ	<i>Leucandra</i> sp.			+			+				
尋常海綿												
磯海綿	イソカイメン	<i>Halichondria</i> sp.			+	+	+	+				
単骨海綿	カワナシカイメン	<i>Haliclona</i> sp.			+							
腔腸動物												
花虫												
	イソギンチャク	ACTINIARIA	イソギンチャク目		47							
扁形動物												
渦虫												
	多岐腸	POLYCLADA	多岐腸目	2	235		7	7	5			
紐形動物												
無針												
	異紐虫	リネウス	LINEIDAE	リネウス科		13						
有針												
	針紐虫	エムプレクトマ	<i>Emplectonema gracile</i>	ホソミドリヒモムシ	0	2						
		アムフィポールス	<i>Amphiporus punctatulus</i>	マダラヒモムシ		5						
		テトラステマ	<i>Tetrastemma nigrifrons</i> <i>Tetrastemma</i> sp.	メノコヒモムシ		12		2				
						2						
環形動物												
多毛												
	遊在	ウロコムシ	<i>Harmothoe imbricata</i> <i>Lepidonotus tenuisetosus</i>	マダラウロコムシ フサウスウロコムシ	0	102	40	28	57	32	2	
		タンザクゴカイ	<i>Chrysopetalum</i> sp.			2						
		サシバゴカイ	<i>Anaitides</i> sp. <i>Eumida sanguinea</i> <i>Eulalia viridis</i> <i>Nipponophyllum</i> sp.	マダラサシバ サミドリサシバ		2				2	2	
		オトヒメゴカイ	<i>Ophiodromus</i> sp.		0							
		シリス	<i>Amblyosyllis</i> sp. <i>Sphaerosyllis</i> sp. <i>Typosyllis fasciata</i>	モノシリス		167						
			AUTOLYTINAE	アウトリツス垂科	1	33		2	3		3	
		ゴカイ	<i>Nereis</i> sp. <i>Platynereis bicanaliculata</i> <i>Platynereis dumerilii</i>	ツルヒゲゴカイ イソツルヒゲゴカイ		7		2		5		
					17	257	18	35	125	180	2	15
		ノリコイソメ	<i>Schistomeringos</i> sp.			2					5	
						13						
	定在	スピオ	<i>Polydora</i> sp.			2						
		オフェリアゴカイ	<i>Polyophthalmus pictus</i> <i>Armandia</i> sp.	カスオフィリア	8	52				2	22	
					0	2						
		イトゴカイ	<i>Capitella</i> sp.			27					2	
		フサゴカイ	<i>Terebella</i> sp. <i>Lanice</i> sp. <i>Nicolea</i> sp. <i>Polycirrus</i> sp. <i>Thelepus</i> sp.			58						
								2				
								20	7			
						3						
						15			12			
		ケヤリ	<i>Sabella</i> sp.			13						
		カンザシゴカイ	<i>Serpula</i> sp.		0							
			<i>Hydroides ezoensis</i>	エゾカサネカンザシゴカイ		143						
		ウズマキゴカイ	<i>Dexiospira</i> sp. SPIROBIDAE	ウズマキゴカイ科		307						
							17	920	197	55	3	

資料 1. (つづき)

門 綱 目	科	学名	種名等	単位個体数(個体/m)							
				1998	1999	2000					
						5月上旬	6月上旬	7月上旬	7月下旬	8月上旬	8月下旬
触手動物											
苔虫											
唇口	フサコケムシ	<i>Bugula neritina</i>	フサコケムシ	+		+	+	+	+	+	+
	トゲコケムシ	<i>Tricellaria occidentalis</i>	ホソフサコケムシ			+	+	+	+	+	+
	イタコブコケムシ	<i>Celleporaria</i> sp.			+	+					+
	カタグチコケムシ	HIPPOPODINIDAE	カタグチコケムシ科			+					
	ヒラコケムシ	<i>Schizoporella unicornis</i>	コブヒラコケムシ		+						
	ガラスコケムシ	<i>Dakaria subovoidea</i>	チゴケムシ		+	+	+	+	+		+
	ガラスコケムシ	EXOCELLIDAE	ガラスコケムシ科				+				
	モングチコケムシ	<i>Cryptosula pallasiana</i>	モングチコケムシ		+	+	+	+	+		+
軟体動物											
ヒザラガイ											
ウスヒザラガイ	ヒゲヒザラガイ	<i>Placiphorella japonica</i>	ババガセ		3						
腹足											
原始腹足	リュウテンサザエ	<i>Lunella coronata</i>	スガイ	0							
中腹足	リソツボ	<i>Alvania ogasawarana</i>	オガサワラリソツボ	1							
	チャツボ	<i>Barleeia bifasciata</i>	チャツボ	6						38	22
		POTAMIDIDAE	ウミナナ科								
	モツボ	<i>Clathrofenella stricta</i>	マキミノズズメモツボ	6				2			3
	オニツノガイ	<i>Australaba picta</i>	シマハマツボ	22	2		2				
新腹足	タモトガイ	<i>Zafra pumila</i>	ノミニナ	0							
		<i>Zafra mitriformis</i>	ノミニナモドキ	2							
		<i>Mitrella bicincta</i>	ムギガイ					2			
頭楯	タマゴガイ	<i>Haloa japonica</i>	ブドウガイ		27		7	123	223	7	2
	キセワタガイ	<i>Philine argentata</i>	キセワタガイ	0							
無楯	アメフラシ	<i>Petalifera punctulata</i>	ウミナメクジ		3						
裸鰓											
カンザシウミウシ		<i>Polycera</i> sp.		0							
ドーリス		<i>Dendrodoris nigra</i>	クロシタナシウミウシ						2		
軟体動物											
二枚貝											
翼形	イガイ	<i>Musculus senhousia</i>	ホトギスガイ	20	278	25	17	18	2	2	20
		<i>Musculus cupreus</i>	タマエガイ		30						
		<i>Mytilus edulis</i>	ムラサキイガイ	17	3	25	22	18	2		
	イタヤガイ	<i>Chlamys</i> sp.	カミオニシキガイ属	3		2		2			
	ミノガイ	<i>Mantellum orientale</i>	ユキミノガイ								2
		LIMIDAE	ミノガイ科		2						
	ナミマガシワガイ	<i>Monia umbonata</i>	シマナミマガシワモドキガイ			2					
イタボガキ	<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ		3							
異歯	アサジガイ	<i>Theora lata</i>	シズクガイ		27						
無面	キヌマトイガイ	<i>Hiatella flaccida</i>	キヌマトイガイ		18	40	110	85	92		
節足動物											
甲殻											
完胸	フジツボ	<i>Balanus amphitrite</i>	タテジマフジツボ	0							
		<i>Balanus trigonus</i>	サンカクフジツボ		5						
アミ	アミ	<i>Siriella</i> sp.		54	2	25	3	50	5	32	10
タナイス	タナイス	<i>Zeuxo</i> sp.			480		2				
等脚	ムンナ	<i>Munna</i> sp.	ムンナ属		2						
端脚	ヒゲナガヨコエビ	<i>Amphioe lacertosa</i>	ニッポンモバヨコエビ	4	3	92	115	103	93	15	7
		<i>Amphioe</i> sp.			5	5	5				
	アナミキシス	<i>Anamixis</i> sp.				127					
		<i>Paranamixis</i> sp.				53					
	アオラ	<i>Grandidierella japonica</i>	ニホンドロソコエビ	3						13	53
		<i>Aoroides</i> sp.			39	22,005					
	コロマスティクス	<i>Colomastix</i> sp.			2						
	ドロクダムシ	<i>Corophium acherusicum</i>	アリアケドロクダムシ	2	16,302	2,243	287	167	67	42	12

資料 1. (つづき)

門	綱	目	科	学名	種名等	単位個体数(個体/m)							
						1998	1999	2000				8月上旬	8月下旬
								5月上旬	6月上旬	7月上旬	7月下旬		
節足動物													
甲殻													
		端脚	カマキリヨコエビ	<i>Erichthonius pugnax</i>	ホソヨコエビ	2		2			5	13	
			エンマヨコエビ	<i>Paradexamine</i> sp.		54	245	425	10	28	3	35	32
			アゴナガヨコエビ	<i>Pontogeneia</i> sp.		30	105	22		13		3	
			マルハサミヨコエビ	<i>Leucothoe</i> sp.			32						
			テングヨコエビ	<i>Parapleustes</i> sp.		0							
			メリタヨコエビ	<i>Elasmopus</i> sp.			2,382	2	2	2	7		
				<i>Melita japonica</i>									2
			ワレカラ	<i>Caprella scaura diceros</i>	トゲワレカラ		3	20	2		2		
		十脚	モエビ	<i>Heptacarpus geniculatus</i>	コシマガリモエビ					2			
				<i>Eualus leptognathus</i>	ヤマトモエビ					5			
				<i>Eualus sinensis</i>	イソモエビ							2	
			テナガエビ	<i>Palaemon macrodactylus</i>	ユビナガスジエビ	1			5	10	8	7	3
			イワガニ	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ケフサイソガニ	1	2	2		3	5		8
				<i>Nanosesarma gordonii</i>	ヒメベンケイガニ	0							
			クモガニ	<i>Pugettia quadridens quadridens</i>	ヨツハモガニ				3				
棘皮動物													
ウニ													
		ホンウニ	サンショウウニ	<i>Temnopleurus toreumaticus</i>	サンショウウニ	1				2			
			オオバフンウニ	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	バフンウニ						2		
原索動物													
尾索													
		腸性	ボリクリニ	<i>Aplidium</i> sp.					+	+	+		
			ジデムニ	<i>Didemnum moseleyi</i>	シロウスボヤ		+					+	
				<i>Leptoclinum</i> sp.			+		+			+	
			キオナ	<i>Ciona intestinalis</i>	カタユウレイボヤ		+	+	+	+	+	+	
				<i>Ciona savignyi</i>	ユウレイボヤ		+			+			
			アスキジア	<i>Ascidia ahodori</i>	ナツメボヤ				+	+	+		
				<i>Ascidia sydneyensis samea</i>	スジキレボヤ		+			+	+		
		壁性	ボトリルス	BOTRYLLIDAE	ボトリルス科		+	+	+	+			
			スチエラ	<i>Styela plicata</i>	シロボヤ	+	+			+	+		
				<i>Styela partita</i>	フタスジボヤ		+						
				<i>Styela clava</i>	エボヤ					+	+		
脊椎動物													
硬骨魚													
		スズキ	ハゼ	<i>Eviota abax</i>	イソハゼ							2	2
				<i>Mugilogobius abei</i>	アベハゼ								2
				GOBIIDAE	ハゼ科	0							
		カサゴ	カジカ	<i>Furcina ishikawae</i>	サラサカジカ		2						
					卵塊		+						
出現種数						39	78	28	38	37	40	20	25
合計						280	43,738	2,983	1,598	1,037	835	230	217

# 栽培漁業技術開発研究 投稿要領

## [投稿の資格]

投稿者は、栽培漁業に関する技術開発および研究に従事するものとする。ただし、編集委員長が特に認めた場合についてはこの限りではない。

## [投稿原稿の種類]

報文は原著論文及び総説、短報、資料とする。

短報・資料は、論文としてまとまらないが、限られた部分に関する実験結果や、新しい手法など情報として価値があるものや、栽培漁業技術の発展に寄与すると考えられる技術情報等とする。

## [投稿原稿]

1. 投稿原稿は和文とする。
2. 投稿原稿は別に定める「原稿の書き方」にしたがって作成する。
3. 投稿原稿は、表題、著者名、所属および所在地、英文表題、英文著者名、英文要旨のあとに、本文、文献、表、図・写真、和文要旨の順に綴る。
4. 原則として、同一著者の同一シリーズの論文は1号につき1編を掲載する。

## [投稿の方法]

原稿を投稿する場合には、以下の印刷物の原本（各1部）および原稿を保存した電子媒体を編集事務局宛て送付する。電子媒体での送付が不可能な場合には、原稿の原本1部と写し（コピー）2部および投稿用紙1部を事務局あて郵送するものとする。

1. 所定の様式にしたがって作成した原稿
2. 投稿用紙（用紙は事務局あて請求するか、水産総合研究センターのホームページからダウンロードのこと <http://www.jasfa.or.jp/03kankou/03index.html>）

## [投稿原稿の取り扱い]

投稿された原稿は、編集委員会において審査する。内容について再検討を要すると判断された原稿は、コメントを付して著者に返送し、修正を求めることがある。

## [著者校正]

誤植防止のため、校正は原則として著者が行う。校正では原則として印刷所のミスによる誤り以外の訂正、変更をしてはならない。

## [別刷]

著者が別刷を希望する場合は、著者の実費負担にて印刷する。

## [写真]

掲載する写真は原則としてモノクロームとする。著者の希望により編集委員長が認めた場合にはカラー印刷を可とする。

## [刊行]

「栽培漁業技術開発研究」は、原則として年2回、4月および10月に刊行するとともに、電子ファイルにて水研センターのホームページに掲載する。

本誌掲載文の著作権は、水研センターに帰属する。

## [投稿要領の変更]

本要領は栽培技研編集委員会の承認により変更することができる。

(平成 5 年 10 月 27 日一部改訂)

(平成 13 年 6 月 18 日一部改訂)

(平成 16 年 4 月 1 日一部改訂)

(平成 18 年 5 月 17 日一部改訂)

# 栽培漁業技術開発研究 原稿の書き方

## [原稿用紙]

原稿は原則としてワードプロセッサ（パソコン）を用いて作成する。用紙はA4判白紙とし、縦長に置き、上下左右に各2 cm以上の十分な余白を設け、35字×25行の十分に行間を取った横書き形式で、文字の大きさは11あるいは12ポイント、字体は特に指定する以外は明朝体（MS明朝、平成明朝等）で作成する。手書きの場合には、A4版原稿用紙（400字詰）に明瞭な楷書で横書きとする。本文、和文・英文要旨、文献には行番号を付し、全てのページにページ番号を付すこと。

## [原稿の長さ]

原稿の長さは、概ね以下の通りとする。

短報：刷り上がり2頁程度

その他の報文：刷り上がり10頁を限度とする

ただし、編集委員会が認めた場合、及び、編集委員会が特に依頼した総説等の原稿はその限りではない。

## [原稿の構成]

投稿原稿は、表題、著者名、所属及び所在地、英文表題、英文著者名、英文要旨のあとに、本文、文献、表、図・写真、和文要旨の順に綴る。

## [表 題]

1. 表題は、論文内容を適切に表現する簡潔な文とし、英文表題を添える。
2. 和文表題での生物名は原則として標準和名のみとし、学名は併記しない。
3. 英文表題での生物名は英名に続けて学名を記入しイタリックで指定する。

## [著 者 名]

英文著者名はローマ字で書き、名（first name）、姓（family name）の順とする。姓の最初の文字はキャピタル、2番目以降の文字はスモールキャピタルで指定する。

連名の場合、和文著者名では中点「・」で、英文著者名では「,」と「and」で連ねる。

(例)

ヒラメの成熟に及ぼす水温の影響について

鈴木一郎<sup>\*1</sup>・山田二郎<sup>\*1</sup>・田中三郎<sup>\*2</sup>

Effect of Water Temperature on the Maturation of the Flounder *Paralichthys olivaceus*

Ichiro SUZUKI, Ziro YAMADA, and Saburo TANAKA

## [所属および所在地]

和文著者名の右肩にアスタリスク「\*」（ただし共著者のある場合には\*1, \*2, …）を付けて指定し、本文第1頁の下段に脚注として記載する。第一著者は所属する機関名とその所在地を和文と英文で記載し、第二著者以下については、所属機関名と所在地を和文で記載する。(例)

\*1 独立行政法人水産総合研究センター 玉野栽培漁業センター 〒706-0002 岡山県玉野市築港 5-21-1 (Tamano Station, National Center for Stock Enhancement, FRA 5-21-1 Chikko, Tamano, Okayama, 706-0002 Japan).

\*2 独立行政法人水産総合研究センター 玉野栽培漁業センター 〒706-0002 岡山県玉野市築港 5-21-1

## [要 旨]

要旨は和文と英文を併載する。

和文要旨はA4版用紙に横書きで作成し、表題、著者名を含めて300字以内とする。

英文要旨はA4版用紙に横書きで作成し、表題、著者名を除いて200語以内とする。ただし、著者が英訳を編集事務局に依頼する場合は、事務局が要旨の英訳を行う。

## [本文の構成]

1. 原著論文の場合、本文の記載は、原則として、まえがき、材料と方法、結果、考察、謝辞、要約（必要な場合）、文献の順序に従う。
2. 原著論文以外の報文は、方法、結果、考察など項目に細分しなくてもよい。
3. 見出しは左寄せで記載しゴシック指定を行う。ただし、まえがきの見出しはつけない。
4. 材料と方法や結果の項等の小見出しはゴシック指定を行い、番号は付けず、本文は追い込みとする。さらに細分化した見出しが必要な場合には、番号を、1, 2, …, (1), (2), …, 1), 2), …の順に使用して区分する。A, B, は用いない。番号および小見出しは並字で記載する。この場合も本文は追い込みとする。

(例)

## 材料と方法

親魚の飼育 採卵に用いた親魚は、20〇〇年〇月〇日に…

⋮

1. 餌料 親魚用の餌料としてイカナゴ、イワシ、などの鮮魚と配合飼料を…
- 1) 配合飼料 市販の配合飼料を…

## [文 献]

1. 引用した文献は、引用順に連番号をつける。本文中では以下の例のように肩付き番号（上付き文字で指定する）で示し、「田中（1993）は…」のような引用は行わない。著者が複数の場合、2名までは姓を連記し、3名以上の場合には筆頭著者の姓に「ら」または「*et al.*」を付けて示す。
2. 外国語の文献を引用する場合は、著者名はキャピタル・スモールキャピタルで指定する。
3. 句読点の箇所に引用番号を付ける場合には、句読点の前に付ける。

(例)

田中<sup>1, 2)</sup>は…, …が知られている<sup>3-6)</sup>。

鈴木ら<sup>7)</sup>は…

GULLAND<sup>8)</sup>は…

4. 文献のリストは、本文の末尾にまとめて引用番号順に記載する。
5. 雑誌に掲載された論文を引用する場合は、以下の例に示すように、引用番号、著者名、年、表題、雑誌名、巻、ページの順に記載する。雑誌名は、慣用法にしたがって略記する。巻数はゴシックで指定する。欧文雑誌から引用する場合、雑誌名はイタリックで指定する。
6. 単行本から引用する場合は、引用番号、著者名、年、書名、出版社、出版地、ページの順に記載する。
7. 文献リストでは、著者が3名以上の場合でも著者名は全て記載する。また、同一著者や同一題名が続く場合にも「-」のように省略しない。
8. 事業報告書等で、著者名が明示されていない文献から引用する場合には、引用番号、報告県名（機関名）、年、報告書、ページの順に記載する。

(例)

• 雑誌の場合

- 1) 吉村研治・宮本義次・中村俊政（1992）濃縮淡水クロレラ給餌によるワムシの高密度大量培養。栽培技研, 21, 1-6.
- 2) NOGAMI, K., and M. MAEDA (1992) Bacteria as biocontrol agents for rearing larvae of the crab *Portunus trituberculatus*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49, 2373-2376.

• 単行本（引用箇所が1ヶ所の場合）

- 3) 田中昌一（1985）水産資源学総論。恒星社厚生閣，東京，pp. 181-183.
- 4) GULLAND, J. A. (1983) Fish stock assessment. Wiley, New York, pp. 83-96.

- 単行本（同一の本から複数ヶ所を引用している場合）
- 5) 田中義麿・田中 潔（1980）科学論文の書き方。裳華房，東京，365 pp.

- 6) COCHRAN W. G. (1977) Sampling techniques. Wiley, New York, 428 pp.

- 単行本（複数の論文を集めた本の中の1編を引用する場合）

- 7) 廣瀬慶二（1992）最近の成熟・産卵制御法。「海産魚の産卵・成熟リズム」（廣瀬慶二編），恒星社厚生閣，東京，pp. 125-137.

- 8) ALLENDORF, F. W., and N. RTMAN (1987) Genetic management of hatchery stocks. in "Population genetics & fishery management" (ed. by N. RYMAN, and F. UTTER), Univ. of Washington Press, Seattle, pp. 141-160.

- 事業報告書（著者名が明示されていないもの）

- 9) 茨城県（1992）平成2年度放流技術開発報告書，太平洋ヒラメ班。茨 21-茨 63.

- 10) 海洋水産資源開発センター（1992）平成2年度沖合漁場総合整備開発基礎調査，日本海大和推海域（本文編）。216 pp.

9. 私信，未発表（投稿中を含む）や学会講演，シンポジウム要旨，修士論文などは文献の項には記載しない。必要なら引用箇所に上付き指定でアスタリスク（\*<sub>1</sub>, \*<sub>2</sub>…）をつけ，脚注とする。

## [図・写真・表]

1. 投稿原稿に添付する原図は、そのまま印刷可能なものを原則とする。ただし、図の説明や数字、記号は原図コピーに鉛筆書きしたものでも良い。
2. 図、写真、表の原稿は、本文とは別葉とし、挿入箇所を本文原稿中の右の欄に赤字で指定する。
3. 図、写真、表の原稿の大きさは、A4版を越えないことを原則とする。刷り上がりの時の大きさは、横幅が16 cm または 8 cm となるので、縮小率または刷り上がり時の大きさを必ず明記する。
4. 図、写真、表には番号と和文の説明文をつける。
5. 図、写真の番号及び説明文は、「図 1.…」，「写真 1.…」として原図の下部に直接記入する。表の番号及び説明文は、「表 1.…」として表の原稿の上部に直接記入する。

## [脚 注]

脚注は、1箇所なら「\*1」、複数箇所の場合は連番号を使用し、「\*1」, 「\*2」のように上付きで指定して関連頁の下段に入れる。

## [文 字]

- 下記のとおり赤字で字体の指定を行う。  
イタリック：abcd, abcd → *abcd*  
ゴシック：abcd, abcd → **abcd**  
スモールキャピタル：ABCD → ABCD  
キャピタル：abcd, ABCD → ABCD  
キャピタル・スモールキャピタル：  
abcd, ABCD → ABCD  
上付き：m<sub>2</sub>, m<sub>2</sub> → m<sup>2</sup>  
：山田<sup>1)</sup>, 山田<sup>1)</sup> → 山田<sup>1)</sup>  
下付き：O<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> → O<sub>2</sub>
- 数式の上付き, 下付きの記号, およびギリシャ文字は明瞭に指定する。

## [生 物 名]

生物名は標準和名をカタカナで書く。学名を入れる場合には本文中の初出の箇所に記載し、イタリックで指定する。原則として命名者名を省略する。

## [電子ファイル原稿の提出要領]

- 提出する電子媒体は、3.5 インチフロッピーディスクまたは3.5 インチ MO ディスク (容量 640MB 以下) または CD-R ディスクとする。
- フロッピーディスクおよび MO ディスクは MS-DOS フォーマットとし、CD-R ディスクは ISO9660 フォーマットとする。
- 原稿は、Windows あるいは Macintosh の MS Office や一太郎で投稿することが望ましい (その他対応ソフトウェアは表 1 を参照のこと)。文字化けなどトラブル時の内容確認のためにテキストファイルも同時に提出すること。どうしても表1に掲載したソフトウェアのファイルで投稿できない場合はテキストファイルのみを提出すること。
- 写真などの画像を電子ファイルで入稿する際には、必ず別ファイルとすること。また、300dpi 以上の TIFF か EPS ファイルとすること。JPEG も可能であるが、破壊的圧縮方法であることに留意すること。また、色再現性を高めるために、オリジナル写真、版下あるいはプリントアウトしたものを必ず添付すること。
- 日本語は全角を、英数字、小数点および斜線は半角を使用する。英文要旨や図表に全角特殊記号 (÷, 凸, ∴, ♀, ℃, ¥, ☆, ◎, △, →, ※, ℓ など) を使用しない。

- 改行マークは文章の段落の区切りのみに使用する。
- スペースキーは英単語などの区切りにだけ使用し、文献などの字下げには使用しない。
- 電子媒体を郵送する際には、ラベルに整理番号、連絡者氏名、原稿の表題、ファイル名、および原稿作成に使用したソフトウェアを明記する。ラベルが使用できない場合は別紙に明記し、電子媒体に同封して郵送すること。
- 電子媒体の郵送に際しては、物理的な破損を防ぐために丈夫なケースで保護すること。
- 提出する電子ファイルはバックアップコピーをとり、印刷終了時まで著者の手元に保管する。

表 1. 電子ファイル投稿時の推奨ソフトウェア

プラットフォーム	ソフトウェア
Windows	MS Office, 一太郎, Illustrator, 花子, CorelDraw
Macintosh	MS Office, 一太郎, Illustrator

## [そ の 他]

その他の記載様式は、栽培技研の最新号に記載された論文を参照する。

(平成 5 年 4 月 14 日一部改訂)  
(平成 5 年 10 月 27 日一部改訂)  
(平成 6 年 4 月 21 日一部改訂)  
(平成 8 年 4 月 22 日一部改訂)  
(平成 10 年 12 月 21 日一部改訂)  
(平成 13 年 6 月 18 日一部改訂)  
(平成 16 年 4 月 1 日一部改訂)  
(平成 17 年 10 月 1 日一部改訂)  
(平成 18 年 5 月 17 日一部改訂)  
(平成 18 年 12 月 5 日一部改訂)