

ワムシの粗放連続培養を活用した連続給餌によるキ ツネメバルの種苗生産

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2025-06-25
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 野田, 勉, 長倉, 義智, 藤浪, 祐一郎, 青野, 英明
	メールアドレス:
URL	所属:
	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014816

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



ワムシの粗放連続培養を活用した連続給餌によるキツネメバルの種苗生産

野田 勉・長倉義智・藤浪祐一郎・青野英明
(宮古栽培漁業センター)

キツネメバル *Sebastes vulpes* は、日本海の沿岸や朝鮮半島南部、銚子以北の太平洋側に生息するメバル属の胎生魚である¹⁾。1994～1995年に岩手県宮古市の魚市場で行った調査では、沿岸性メバル属魚類の中で本種の水揚げ尾数が最も多く重要な漁業対象種となっている²⁾。また、本種は栽培漁業の対象種でもあり、2008年には全国で23万尾の種苗が放流された³⁾。

キツネメバルは、飼育技術がほぼ確立されているクロソイ⁴⁾と同様に量産が可能となっているが、初期成長が遅く⁵⁾、稚魚期までの飼育に水温約15℃で60日以上を要する^(6,8)。種苗生産の過程における飼育作業の省力化と時間の短縮に重点をおいた飼育手法として、ヒラメ、マダイ、オニオコゼでは「ほっとけ飼育」の有効性が確認されている⁹⁻¹¹⁾。ほっとけ飼育は、水槽に対象魚の受精卵とシオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* sp. complex (以下、ワムシ)を收容し、淡水クロレラなどの植物プランクトンを添加することでワムシの増殖、栄養強化および仔魚への給餌を同時に行うため、作業時間の大幅な削減を可能とする飼育手法である。しかし、ほっとけ飼育では対象魚の飼育水温がワムシの培養水温¹²⁾より低い場合、ワムシの増殖が停滞するため、魚種によっては飼育に取り入れることが難しい¹³⁾。

一方、ワムシ培養の安定化と省力化を図る手法として、「粗放連続培養」¹²⁾が実用化されている。また、クロソイの初期飼育では、粗放連続培養とほっとけ飼育を組み合わせ、ワムシの培養槽から仔魚の飼育槽へ連続給餌する「ワムシ収穫槽を利用した飼育 (以下、収穫槽飼育)」の有効性が確認されている^{4,13)}。収穫槽飼育は、仔魚の飼育槽とワムシの粗放連続培養槽 (以下、培養槽) が分離しているため、仔魚の飼育水温とワムシの培養適水温が異なる場合でも実用が可能で、作業時間の削減や飼育初期の生残率の向上を図ることができる^{4,13)}。

収穫槽飼育は他魚種への展開や様々な水槽規模での実証が期待されているものの、本飼育方法を取り入れて生産した報告はクロソイ^{4,13)}やヒラメ (藤浪, 未発表) で数例存在するのみである。そこで、これまで報告されている魚種よりも飼育水温の低いキツネメバルを対象として、収穫槽飼育を用いた種苗生産方法を検討した。

材料と方法

供試魚 試験に用いた仔魚は、2008年2～4月に宮古市内の魚市場で購入した全長28～33cmのキツネメバル雌親魚4尾から得た。親魚を黒色の1kℓポリカーボネート製水槽を用いて4～12℃の自然水温で約1～3カ月養成した後、自然出産により仔魚を得た。ふ出した仔魚 (全長約5mm) は、直ちに水面付近を遊泳するため、水槽の壁面に設けた排水口からオーバーフローにより500ℓポリカーボネート製水槽に回収し、容量法で計数後、速やかに飼育に供した。なお、出産日を日齢0とした。

仔魚の飼育 飼育試験は2回 (1区および2区) 行った。水槽にはFRP製5kℓ水槽を3面用い、1面をワムシ培養に、2面を飼育試験に供した。1区は2008年5月22日に仔魚10万尾 (2.0万尾/kℓ)、2区は5月27日に8.5万尾 (1.7万尾/kℓ) を收容して飼育を開始した。飼育期間は平均全長25mmまでとした。

飼育水温は仔魚の收容時は親魚の養成水温 (1区が10.5℃、2区が11.4℃) とし、收容後は0.5℃/日で15.0℃まで昇温させたが、自然水温が15℃を超えた場合は自然水温とした。1日あたりの換水率は、両区とも飼育開始時の20%から徐々に上昇させ、試験終了時には1区は500%、2区は550%とした。通気は水槽底面の四隅に設置した塩ビパイプ (内径13mm×長さ60cm, 10cm間隔で直径1mmの穴) 4本で行い、通気量は飼育水が緩やかに環流する程度とした。

ワムシの培養 ワムシはL型ワムシ小浜株を用い、1区の飼育開始と同時に培養槽に密度70個体/ml (3.5億個体) となるように收容し、粗放連続培養¹²⁾で約120個体/mlの密度を維持した。培養水には80%希釈海水を用い、換水率 (注水量/培養水量) は20%/日、培養水温は18℃とした。通気は水槽底面の四隅に設置したユニホース (外径26mm×長さ1m) で行い、通気量は培養水が緩やかに環流する程度とした。ワムシの餌料には高度不飽和脂肪酸を含有した濃縮淡水クロレラ (ハイグレード生クロレラV12; クロレラ工業) を用いた。給餌量は1.5～2.0ℓ/日とし、水道水で50ℓに希釈したものを定量ポンプ (NフィーダーPXシリーズ; タクミナ) で24時間かけて連続的に添加した。なお、培養開始時には濃縮淡水クロレラ1ℓを培養槽へ添加した。

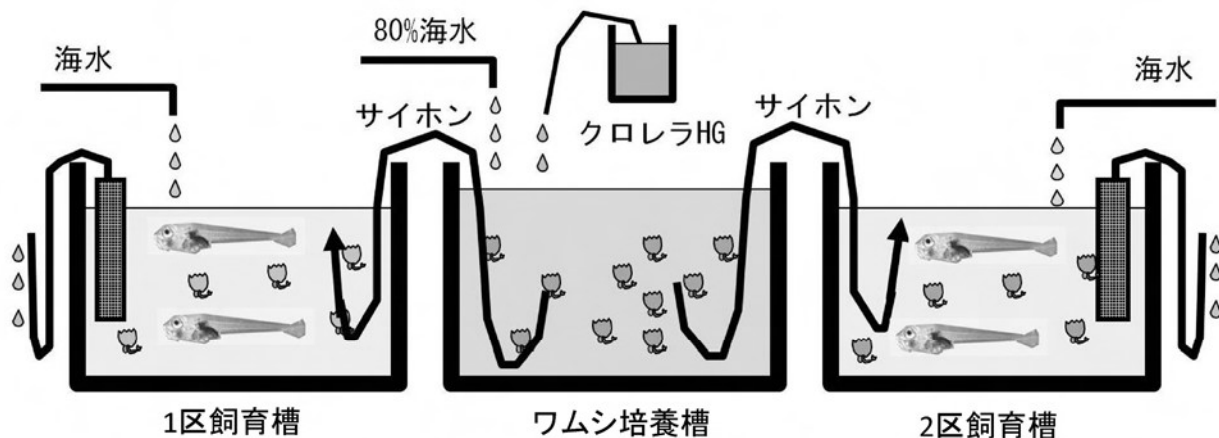


図1 ワムシ収穫槽利用飼育の概要

クロレラ HG：高度不飽和脂肪酸を含有した濃縮淡水クロレラ

培養槽：ワムシの粗放連続培養を行う水槽

飼育槽：ワムシの粗放連続培養における収穫槽。本飼育方法では仔魚の飼育槽となる

培養槽には80% 希釈海水を注水し、飼育槽とサイホンで連結し、ワムシを培養水ごと流入させた。

また、飼育槽にはろ過海水も注水し、余剰分の海水は排水用ネットとサイホンホースを用いて排水した。

仔魚へのワムシの給餌は、内径13mm のホースを用いてサイホン方式で培養槽から2つの飼育槽へ直接培養水を送る方法で行った(図1)。なお、両区への培養水の添加量は、培養槽への注水と濃縮淡水クロレラの添加により増加した分の水量とした。また、培養槽および飼育槽のワムシの密度は毎日計数した。

餌料系列と栄養強化 餌料系列は仔稚魚の発育ステージ⁵⁾に合わせて以下のように切り替えた。

A期；ふ化から棘条出現前までの時期は、ワムシのみ

B期；全長9mm以降で棘条が出現する時期は、ワムシとアルテミア幼生の併用

C期；全長10mm以降で胸鰭や腹鰭の鰭条が定数に達する時期は、アルテミア幼生のみ

D期；全長13~17mm以降で鰭条の分枝が開始する時期は、アルテミア幼生と配合飼料の併用

E期；全長25mmで浮遊期稚魚期への移行後は、配合飼料のみ

アルテミア幼生は、水温24℃、48時間でふ化させた後、プラスアクアラン(科学飼料研究所)で栄養強化(添加量100g/kl、16~24時間)した。アルテミア幼生の給餌量は、クロソイ⁴⁾を参考に、B期は30~600個体/尾、C期は600~1,600個体/尾およびD期は250~1,600個体/尾を1日2回に分けて与えた。また、用いた配合飼料(C700;協和発酵)の粒径は700μmで、給餌量は魚体重の5~10%を基準とした。

飼育環境の維持 飼育期間中は、ワムシの質的向上

や水質改善を目的として^{14,15)}、各区とも粒径0.5~1.0mmの貝化石粉末(ロイヤルスーパーグリーン;グリーンカルチャア)を100g/日散布した。なお、A~C期の間は底掃除を行わなかったが、配合飼料の給餌を開始したD期以降は毎底掃除を行った。

環境測定 試験期間中の環境測定として、飼育水温、溶存酸素濃度(以下、DO)およびpHの測定を毎日行った。

仔魚の成長と生残 試験期間中は、5日ごとに各区から仔魚を無作為に30尾ずつ採取し、海水で1%以下に希釈した2-フェノキシエタノールで麻酔を施した後、50日齢までは万能投影機を用いて10倍に拡大し、以降は実測によりノギスで全長を測定した。生残尾数の推定は、飼育試験終了時に全数を取り上げて、重量法により行った。

結 果

飼育結果の概要を表1に示した。飼育期間は1区が68日間、2区が66日間であった。試験終了時の生残尾数(生残率)は、1区が2.3万尾(22.9%)、2区が5.2万尾(60.9%)であった。

仔稚魚の成長を図2に示した。仔魚の発育状況は、B期とC期の開始と期間に違いが見られ、B期は2区(12日間)>1区(6日間)であったのに対して、C期は1区(22日間)>2区(10日間)となった。しかし、両区で全長に差は見られず、日齢55までの日間成

表1 キツネメバルの飼育試験結果の概要

試験区	年月日	尾数 (万尾)	平均全長および 標準偏差(mm)	密度 (万尾/kl)	試験終了時の 日齢	生残率 (%)
1区	開始時	2008.5.22	10.0	5.3±0.1	2.00	
	終了時	2008.7.29	2.3	26.8±3.9	0.46	68
2区	開始時	2008.5.27	8.5	5.0±0.1	1.70	
	終了時	2008.8.1	5.2	25.7±3.8	1.04	66

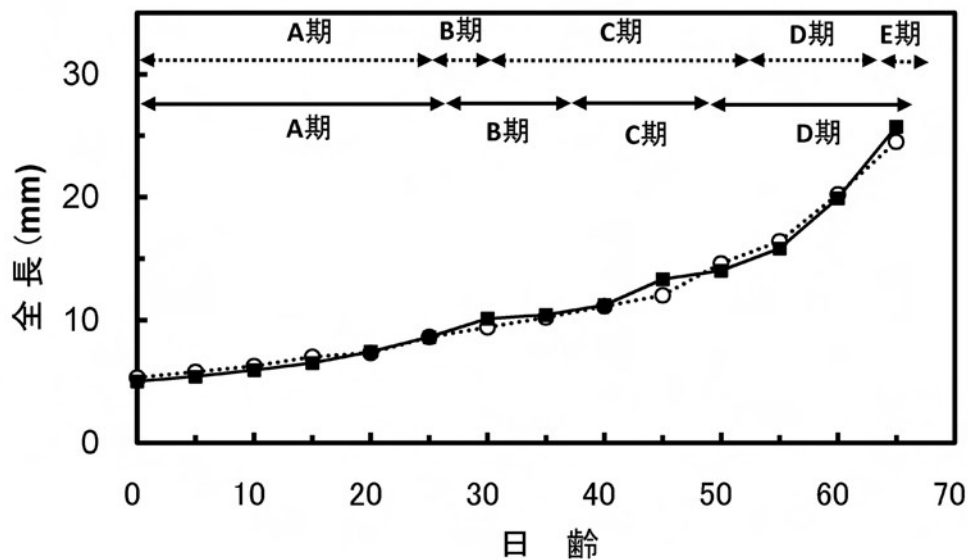


図2 キツネメバル種苗生産における仔魚の成長

---○--- 1区 —■— 2区

A～E期は、点線が1区、実線が2区における仔魚の発育段階を示す。

各期の開始の基準は永沢2001⁵⁾に準じた。

A期：ふ化から棘条出現前までの時期

B期：全長9mm以降で棘条が出現する時期

C期：全長10mm以降で胸鰭や腹鰭の鰭条が定数に達する時期

D期：全長13～17mm以降で鰭条の分枝が開始する時期

E期：全長25mmで浮遊期稚魚期への移行後の時期

長は両区とも0.1～0.5mm/日、56日齢以降は0.4～1.2mm/日であった。

培養槽および飼育槽におけるワムシ密度の推移を図3に示した。70個体/㎖で開始した培養槽のワムシ密度は、培養7日目には140個体/㎖まで増加したが、培養13日目には69個体/㎖まで減少し、密度に変動が見られた。15日目以降の密度は110～140個体/㎖で推移した。一方、A期における飼育槽中のワムシ密度は、両区とも4～40個体/㎖で推移したため、ワムシの追加給餌は行わなかった。

日齢40以降の飼育水温は、自然水温の上昇のため、15℃を超え、試験終了時の水温は、1区では18.0℃、2区では18.7℃であった。

培養槽におけるDOとpHの推移を図4に示した。DOは 5.4 ± 1.4 mg/ℓ (2.5～7.5mg/ℓ)、pHは 7.56 ± 0.17 (7.28～7.80)で、培養開始後18日までは両者の値は低下する傾向が見られたが、19～20日には増加し、以降のDOは6～8mg/ℓ、pHは7.5～7.8であった。

飼育槽におけるDOとpHの推移を図5に示した。

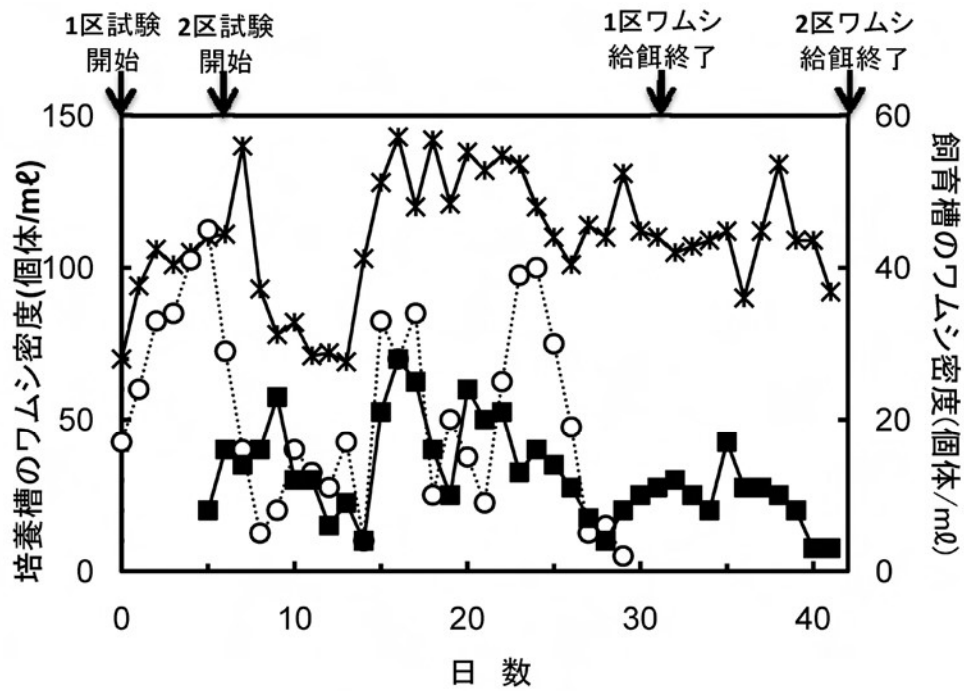


図3 ワムシ培養槽および飼育槽中のワムシ密度の推移

—*—ワムシ培養槽 ...○...1区 —■—2区

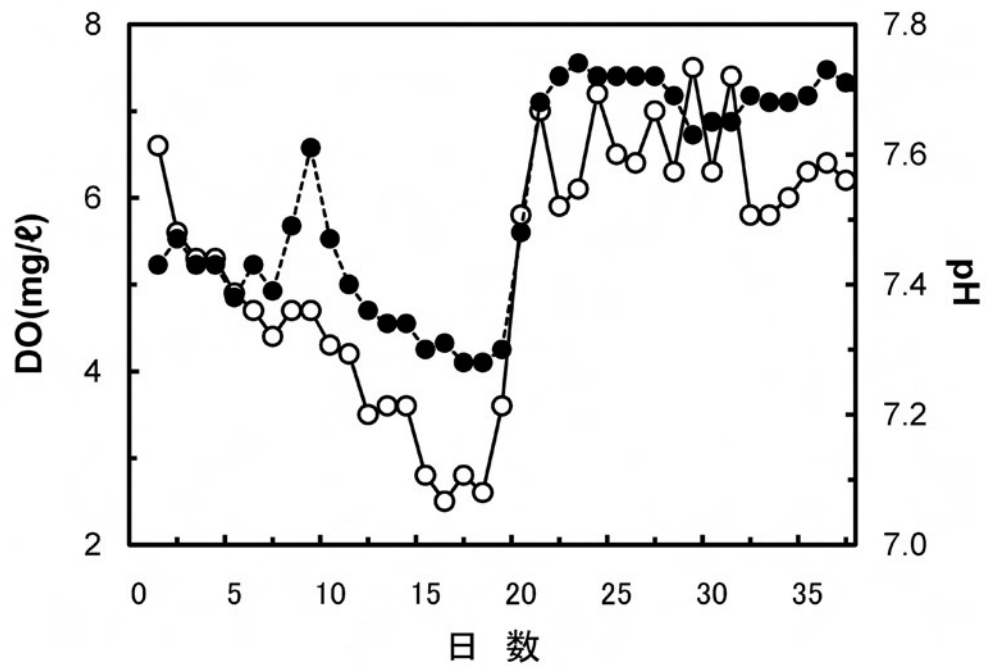


図4 ワムシ培養槽のDOおよびpHの変化

—○—DO --●--pH

DO は、1 区では $7.5 \pm 1.0 \text{ mg/l}$ ($5.2 \sim 12.4 \text{ mg/l}$)、2 区では $7.4 \pm 0.8 \text{ mg/l}$ ($5.2 \sim 8.9 \text{ mg/l}$)、pH は、1 区では 8.20 ± 0.20 ($7.70 \sim 8.34$)、2 区では 8.18 ± 0.11 ($7.95 \sim 8.35$) で、ワムシの培養水を飼育槽へ添加する A 期および B 期（1 区：日齢 30、2 区：日齢 37 まで）の DO は 7.0 以下、pH は 8.0 以下に低下したが、ワムシ給餌を終了した C 期以降は 8.2 以上を維持した。また、2 つの飼育槽の DO、pH の値は培養槽より高い値であったが、1 区の DO および pH の値は 2 区の値より変動が大きかった。

考 察

ワムシの粗放連続培養における収穫槽を利用したキツネメバルの収穫槽飼育を行ったところ、これまで「ほっとけ飼育」で問題となっていたワムシの培養水温（18℃）より低い飼育水温（飼育開始時に約 10℃）で種苗の生産が可能であった。本手法による生残率は、2 区では通常の方法（41.8～52.0%）⁶⁻⁸⁾ と遜色ない結果が得られた。一方、1 区では生残率が 22.9% と低かったが、1 区は 2 区よりも飼育槽のワムシ密度の変動が大きく、飼育環境が不安定であった可能性が考えられる。

収穫槽飼育の利点は、ワムシの培養、栄養強化およ

び給餌を同時に行うため、種苗生産の行程を省力化できることである^{4,13)}。また、粗放連続培養を用いて生産したワムシは、植え継ぎ培養法で生産したワムシよりも餌料価値が高いことが確認されており¹⁶⁾、良質な餌料の密度を十分維持できることも本飼育法の特徴である。当飼育法が飼育環境に与える影響を見ると、ワムシを主餌料とする A 期および B 期は、ワムシの培養水を飼育槽へ添加するため、飼育槽内の DO および pH の低下が見られた。DO の低下は酸欠を引き起こすが、本試験の 1 区では DO が 5.2 mg/l まで低下したことから、酸欠が起こった可能性が考えられる。一方、pH の値の影響については、ヒラメ仔魚では低下が徐々であれば 7.3～7.5 でも悪影響は認められていない⁹⁾。しかし、本試験の 1 区の pH は日齢 3 で 7.70 まで急激に低下したため（図 5）、急激な環境の変化がキツネメバルの仔魚に影響を与え、生残率が低下したと考えられた。

坂本ら¹⁷⁾ は、「ほっとけ飼育」の止水期間中の細菌叢を調べた結果、総菌数は流水飼育に比べて 10 倍多いが、細菌叢は単純で安定しており、疾病の防除に効果がある可能性を示唆している。本試験での培養槽におけるワムシ密度は、培養開始後 7 日で 140 個体/ml に増加したが、13 日目には 69 個体/ml に減少したこと、

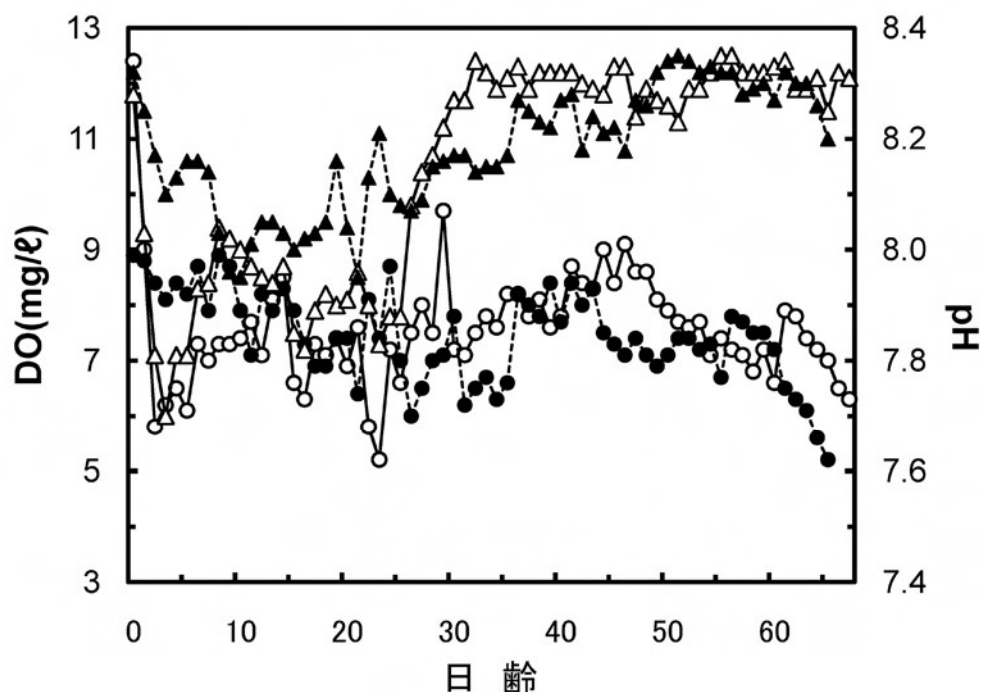


図 5 飼育槽の DO および pH の変化

—○— 1区DO -●- 2区DO
—△— 1区pH -▲- 2区pH

20日目までは DO や pH の低下が見られたことから、ワムシの培養が安定せず、細菌叢が不安定であったと考えられる。また、収穫槽飼育では B 期以降のアルテミアの給餌や D 期以降の底掃除の開始に伴い、細菌叢が変化する。本試験では疾病の発生は認められなかったが、ワムシ密度や DO, pH の環境要因の変動、餌料系列の切り替えに伴う細菌叢の変化については、今後の検討課題である。

謝 辞

本論文のとりまとめにあたり、飼育業務に御協力いただいた、宮古栽培漁業センターの熊谷厚志氏、菊地哲子氏、前川裕弥氏に厚くお礼を申し上げる。

文 献

- 1) 益田 一・尼岡邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫 (1984) 日本産魚類大図鑑, 東海大学出版会, 297-299 pp.
- 2) 野田 勉・中川雅弘・熊谷厚志 (2007) 宮古魚市場に水揚げされた沿岸性メバル属魚類の年および季節変動. 栽培漁業センター技報, 6, 43-49.
- 3) 水産庁・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会 (2010) 平成20年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国). 8-9 pp.
- 4) 野田 勉・中川雅弘・服部圭太・青野英明・有瀧真人 (2010) クロソイの栽培漁業技術ー定着種の種苗生産と放流効果調査ー. 栽培漁業技術シリーズ, 15, 59 p.
- 5) 永沢 亨 (2001) 日本海におけるメバル属魚類の初期生活史. 日水研研報, 51, 1-132.
- 6) 青森県水産総合研究センター・青森県水産総合研究センター増養殖研究所・青森県水産総合研究センター内水面研究所 (2007) 平成18年度青森県水産総合研究センター事業概要年報. 87-88 pp.
- 7) 青森県水産総合研究センター・青森県水産総合研究センター増養殖研究所・青森県水産総合研究センター内水面研究所 (2008) 平成19年度青森県水産総合研究センター事業概要年報. 75-76 pp.
- 8) 青森県水産総合研究センター・青森県水産総合研究センター増養殖研究所・青森県水産総合研究センター内水面研究所 (2009) 平成20年度青森県水産総合研究センター事業概要年報. 71-72 pp.
- 9) 高橋庸一 (1998) ヒラメの種苗生産マニュアルー「ほっとけ飼育」による飼育方法ー. 栽培漁業技術シリーズ, 4, 57 p.
- 10) 島 康洋・高橋 誠 (2005) 「ほっとけ飼育」によるマダイの種苗生産事例. 栽培漁業センター技報, 4, 14-17.
- 11) 清水智之・佐々木正 (2005) オニオコゼ仔稚魚飼育における大量斃死軽減のための 2, 3 の試み, 栽培技研, 32 (1), 5-13.
- 12) 日野明徳・桑田博・小磯雅彦・山下貴示・藤浪祐一郎 (2000) 海産ワムシ類の培養ガイドブック. 栽培漁業技術シリーズ, 6, 137p.
- 13) 野田 勉・長倉義智・熊谷厚志 (2009) ワムシ粗放連続培養の収穫槽と連結したクロソイの種苗生産初期飼育の有効性. 水産技術, 2 (1), 49-55.
- 14) 熊谷厚志・藤浪祐一郎・清水大輔 (2008) ワムシ培養における貝化石の添加効果について. 栽培漁業センター技報, 7, 29-32.
- 15) 小金隆之・兼松正衛 (2004) 飼育水への貝化石の添加がクエの成長, 生残および水質に及ぼす影響. 栽培漁業センター技報, 2, 17-21.
- 16) 友田 努・小磯雅彦・島 康洋 (2007) 植え継ぎ培養法と粗放連続培養法で生産したシオミズツボワムシの栄養強化における餌料価値. 日本水産学会誌, 73 (3), 505-507.
- 17) 阪本憲司・高橋庸一・岡 雅一・板垣恵美子 (1998) 止水方式におけるヒラメ初期飼育水の細菌相. 栽培漁業技術開発研究, 27, 1-5.