

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

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2024-08-06
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 野田, 勉, 長倉, 義智, 熊谷, 厚志
	メールアドレス:
URL	所属:
	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2010473

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



短 報

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

野田 勉*・長倉義智*・熊谷厚志*

Effectiveness of Seedling Production Connected with Harvest Tank of the Extensive Continuous Rotifer Culturing System for Early Stage Rearing of Black Rockfish *Sebastes schlegeli*

Tsutomu NODA, Yoshitomo NAGAKURA, and Atsushi KUMAGAI

We designed a new labor-saving method to simplify black rockfish seedling production. In our method, fish larvae were reared in the harvest tank of the extensive continuous rotifer culturing system until 15 days after birth (DAB). We compared the hours worked, larval survival rates and larval growth with the control plot, and found the new method to result in shorter working hours and higher larval survival rate. Additionally, the differences in total length (TL) at 15 DAB (larger differences cause increased cannibalism) were smaller in the labor-saving method than in the control plot, although the mean TLs were similar. Based on these results, we consider our labor-saving method to be effective in black rockfish seedling production

2009年2月3日受付, 2009年7月15日受理

クロソイ *Sebastes schlegeli* は、北海道から九州までの全域、中国大陸、朝鮮半島の沿岸に広く分布するメバル属の底棲性魚類である¹⁾。本種はソイ・メバル類の中で極めて成長が速く²⁾、放流後の移動範囲も比較的狭いことから³⁾、重要な栽培漁業および養殖の対象種として2006年には全国で190万尾の種苗が生産された⁴⁾。

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（以下、宮古栽培漁業センター）では、1980年からクロソイの種苗生産試験を実施し⁵⁾、年間約50万尾の種苗を平均50%以上の生残率で生産するなど、量産の基礎技術は概ね確立している⁶⁾。一方、種苗放流の効果調査では20%以上の高い回収率が推定された例もあるが、経済回収率は約1.0となっている^{3,7)}。中川らはクロソイの生産コストを調べ、人件費の占める割合が44.8%と最も大きいこと、種苗単価を低減させるには生残率の向上が重要であることを報告した⁸⁾。本種の種苗生産の効率化には、作業時間や生産コストの削減、飼育

10日目までの初期死亡および仔稚魚に生じる成長差が引き起こす共食いの防止などについて検討する必要がある。

種苗生産における飼育作業の省力化と作業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⁾。この方法は、飼育水槽に受精卵とシオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* sp. complex（いわゆるL型ワムシ、以下、ワムシ）を収容し、淡水クロレラ等の植物プランクトンを添加してワムシを増殖させ、これを仔魚が摂餌する仕組みとなっており、ワムシ培養と種苗生産を同時に進行させることができる。

一方、ワムシ培養の安定化、省力化を確立する目的で、閉鎖系のシステムを用いて連続注水、連続給餌、連続収穫による「装置連続培養」が開発された。この培養法に加え、現在では既存の水槽を用いて低密度の粗放的な培養を行う「粗放連続培養」が実用化されている¹²⁾。

* 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
Miyako Station, National Center for Stock Enhancement, FRA 4-9-1 Sakiyama, Miyako, Iwate, 027-0097 Japan.
ttmnoda@affrc.go.jp.

藤浪ら*は、ヒラメの省コスト・安定生産を目的に「ほっとけ飼育」と「粗放連続培養」を組み合わせ、ワムシ収穫槽で魚類を飼育する「ワムシ収穫槽利用飼育」（以下、収穫槽飼育）を開発し、大幅な生産経費削減を実証した。本研究では、この収穫槽飼育をクロソイ種苗生産に応用し、飼育初期における省力化を検討すると共に、生残率の向上の可能性と成長差の縮減効果について明らかにしたので報告する。

胎生魚である本種の試験に用いた仔魚は、1998年に宮古栽培漁業センターで種苗生産された稚魚を養成した親魚群（9歳魚）から、自然出産により得たものである。出産期以外（7月～3月）は150 kℓコンクリート水槽、出産期は加温可能な10 kℓ水槽（以下、出産水槽）で養成を行った。出産水槽の水温は4月中旬まで自然水温とし、それ以降13.0℃まで昇温（0.3℃/日）した¹³⁾。出産された全長約7 mmの仔魚は水面付近を遊泳するため、出産水槽壁面の排水口からオーバーフローした海水とともに500 ℓポリカーボネート製水槽に集めて回収した。回収した仔魚は水槽内で攪拌を行い、1 ℓあたりの尾数を計数し、水槽毎の水量で乗算して仔魚数を求めたのち、速やかにクロソイ飼育水槽へ収容した。なお、本報告では出産日を0日として仔魚の日齢を定めた。

試験は2007年収穫槽飼育区（収穫1区、収穫2区）（図1）と通常宮古栽培漁業センターで実施している量産飼育区（以下、通常飼育区：通常1区、通常2区）を設け、ともに2例ずつ行った。飼育データは、飼育初期の省力化および初期減耗防除の効果を比較するため、両区とも15日齢までとした。飼育には加温が可能なコンクリート製水槽を使用し、飼育水は砂ろ過海水を用いた。

収穫槽飼育区は、20 kℓ水槽（飼育水槽：実水量16 kℓ）を用いた。また、ワムシの粗放連続培養を隣接する20

kℓ水槽（以下、ワムシ培養槽）で行った。ワムシは小浜株を用い、培養水温は20℃を維持した。培養水は海水に水道水を混合して80%希釈海水とし、24時間連続的に注水した。ワムシ培養槽は、発泡ゴム製散気管（空気用ユニホース；株・ユニホース）を用い、弱通気を施した。培養は、収穫1区が2007年4月30日（仔魚収容7日前）にワムシ8億個体を、収穫2区が5月26日（仔魚収容前日）にワムシ15億個体を収容して開始した。ワムシ培養槽および飼育水槽のワムシの密度は毎日計数した。

ワムシ培養の餌料は、高度不飽和脂肪酸を添加した濃縮淡水クロレラ（HG生クロレラV12；クロレラ工業、以下クロレラHG）を使用した。1日分の餌料は、前日からのワムシの密度の変化により、クロレラHG3.5～5.0 ℓを淡水で50 ℓまで希釈し、これを定量ポンプで24時間連続的に給餌した。

ワムシ培養槽から飼育水槽へのワムシの給餌は、0日齢から両水槽間を直径25 mmのフレキシブルホースで連結し、サイホン方式で培養水を流入させて連続的に給餌した。ワムシ培養槽の換水率（注水量/培養水量）は30%/日に調整し、この注水量と同量が飼育水槽に流れるように調節した。

飼育水槽には培養水の流入に加え、水質維持のため海水を連続注水した。海水は0日齢から添加し、換水率は3日齢までは20%/日、4～6日齢は30%/日、7～15日齢は40%/日とした。飼育水温は、収容時に出産水槽と同じ13.0℃に設定し、以降1.0℃/日で18.0℃まで昇温した。飼育水槽はエアブロックを用い、飼育水が循環するように弱通気を施した。試験期間中、底掃除は行わなかった。また、ワムシ培養槽、飼育水槽ともに、水質改善および共存生物相の安定化に伴う培養成績や生産ワムシの質的向上を目的として¹⁴⁾、粒径0.5～1.0 mm

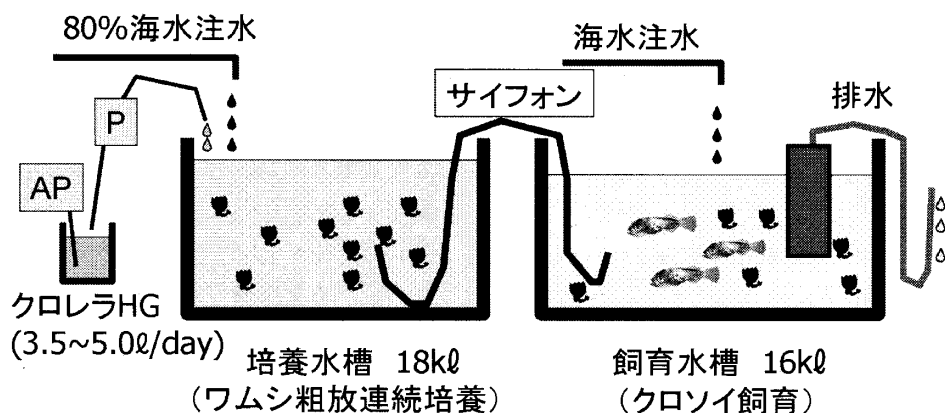


図1. 収穫槽飼育の模式図

P：定量ポンプ

AP：エアポンプ

クロレラ HG：濃縮淡水クロレラ

* 藤浪ら未発表

の貝化石粉末（ロイヤルスーパーグリーン：株・グリーンカルチャ）を 80～100 g/日散布した。

試験期間中の平均全長の変化は、0, 5, 10, 15 日齢時に、無作為に 30 尾ずつ仔魚を採取し、2-フェノキシエタノールで麻酔を施したのち、万能投影機を用いて測定した。また、これらの値から、平均全長、分散、標準偏差、変動係数を算出した。収穫 1 区の生残尾数は、15 日齢ですべての魚を取り上げ、重量法で計数した。一方、収穫 2 区は 16 日齢以降毎日死亡魚を計数し、44 日齢で取り上げた尾数と足し合わせて 15 日齢時点の生残尾数を算出した。生残率は試験終了時の生残尾数を収容尾数で除して求めた。

通常飼育区は、50 kℓ水槽（飼育水槽：実水量 50 kℓ）を用いた。宮古栽培漁業センターの常法として、飼育開始時から餌料はワムシを用いず⁶⁻⁸⁾、水温 20℃でプラスアクアラン（株・BASF ジャパン）を用いて、16～24 時間栄養強化（添加量 50 g/kℓ）したアルテミア *Artemia* sp. 幼生（以下、アルテミア）を主に与える方式で飼育した。1 日あたりの給餌量は 0.4～2.2 億個体/水槽を 2 回に分けて給餌した。また、給餌前に水槽内のアルテミアの密度を計数した。換水は 0 日齢から行い、1 日あたりの換水率は 5 日齢までは 50%、それ以降は 100%とした。飼育水には仔魚が密集するのを防止する目的で、濃縮淡水クロレラ（生クロレラ V12；クロレラ工業）を換水率によって 200～500 ml を 1 日に 1～2 回添加した。通気量は、省力区と同量に設定した。飼育水槽の水温管理及び環境測定、全長測定は、前述の収穫槽飼育区と同様に行った。底掃除は 1 日齢から毎日行い、死亡魚を回収することにより、日間死亡数および日間死亡率を求めた。なお、通常 1 区は 51 日齢、通常 2 区は 49 日齢で取り上げ計数を行ったため、試験終了までの給餌および生残尾数、生残率の算出は収穫 2 区と同様の手法で行った。

種苗生産の手法を経済的に評価するため、中川ら⁸⁾の試算した生産コストのうち、高い割合を占めていた賃金に影響する作業時間と生物餌料費（以下、餌料費）に注目し、以下の方法により各試験区の値を算出した（表 1）。15 日齢までの収穫槽飼育区は、ワムシの計数や培

表 1. 収穫槽飼育区と通常飼育区における作業時間の試算

試験区	作業区分	常勤職員		
		A	B	C
収穫槽飼育区	アルテミア分離	0	0	0
	栄養強化・給餌	0	0	0
	底掃除等	0	0	0
	ワムシ計数・培養	1.0	0	0
	観察・測定	2.0	0	0
	合計	3.0	0	0
通常飼育区*)	アルテミア分離	0	2.0	2.0
	栄養強化・給餌	1.0	1.0	1.0
	底掃除等	3.5	3.5	3.5
	ワムシ計数・培養	0	0	0
	観察・測定	2.0	0	0
	合計	6.5	6.5	6.5

* 中川ら⁸⁾を改変

養などにかかる時間を合計し、収穫槽飼育区 16 日齢以降および通常飼育区は、中川ら⁸⁾に従って算出した。一方、15 日齢までの餌料費について、収穫槽飼育区はワムシの培養に使用したクロレラ HG の総使用量を算出した。これに対し、通常飼育区は、アルテミアの総使用個体数を積算し、クロレラ HG の単価（675 円/ℓ）、およびアルテミアの単価（3,500 円/億個体、2007 年当時）をそれぞれ乗じた。その値を 15 日齢時点での生残数で除して、種苗 1 万尾あたりに用いた餌料経費（以下、餌料経費）を試算した。なお、飼育に供するアルテミアは収容 3 日以前よりふ化させる作業が必要となっている。また、クロレラ HG は、収穫 1 区と収穫 2 区で、飼育開始前までの使用量が異なるため、本試験における全ての餌料経費は、0～15 日齢で積算した。貝化石粉末の値段は約 150 円/kg と単価が低いため、コストの算出からは除外した。

収穫槽飼育区および通常飼育区の飼育結果の概要を表 2 に示した。仔魚の収容尾数（収容密度）は、収穫 1 区、収穫 2 区、通常 1 区、通常 2 区それぞれ 19.4 万尾（1.21 万尾/kℓ）、17.8 万尾（1.11 万尾/kℓ）、55.7 万尾（1.11 万尾/kℓ）、47.0 万尾（0.94 万尾/kℓ）であった。

試験期間における生残率の推移を図 2 に示した。試験

表 2. 飼育の概要

試験区	試験開始				試験終了			
	年月日	尾数 (万尾)	水槽容量 (kℓ)	密度 (万尾/kℓ)	年月日	尾数 (万尾)	生残率 (%)	密度 (万尾/kℓ)
収穫 1区	2007 5/7	19.4	16	1.21	2007 5/22	17.9	92.3	0.99
収穫 2区	2007 5/27	17.8	16	1.11	2007 6/11	17.0	95.7	0.94
通常 1区	2007 5/19	55.7	50	1.11	2007 6/3	31.9	57.3	0.64
通常 2区	2007 5/23	47.0	50	0.94	2007 6/7	27.3	58.1	0.55

終了時の生残数（生残率）は、収穫1区、収穫2区、通常1区、通常2区それぞれ17.9万尾（92.3%）、17.0万尾（95.7%）、31.9万尾（57.3%）、27.3万尾（58.1%）となった。収穫槽飼育区における生残率の平均は94.0%と高い値を示したが、通常飼育区では58.5%と低い値となった。通常飼育区における日間死亡率の推移を図3に示した。値は通常1区が7.0%，通常2区が6.7%となり、3～10日齢の間に大きな減耗が認められた。

試験における仔魚の平均全長と変動係数の推移を図4および図5に示した。収容時における仔魚の平均全長と標準偏差（変動係数）は、収穫1区、収穫2区、通常1区、通常2区それぞれ 7.36 ± 0.17 mm (0.023), 6.84 ± 0.11 mm (0.016), 6.95 ± 0.10 mm (0.014), 7.09 ± 0.13 mm (0.018) であった。試験終了時の平均全長±標準偏差（変動係数）は、収穫1区、収穫2区、通常1区、通常2区それぞれ 10.72 ± 0.28 mm (0.026), 10.94 ± 0.39 mm (0.036), 11.69 ± 0.76 mm (0.065), 10.71 ± 0.76 mm (0.071) となり、どの試験区も11 mm 前後まで成長した。0日齢から15日齢の間に増加した変動係数の平均値（範囲）は、収穫槽飼育区が0.012 (0.003～0.020), 通常飼育区が0.054 (0.051～0.057) と前者は後者の約1/5であった。試験終了時の平均全長の分散についてF検定を行った結果、両試験区の間に有意な差が認められた ($P<0.01$)

収穫槽飼育区におけるワムシの培養密度の推移を図6

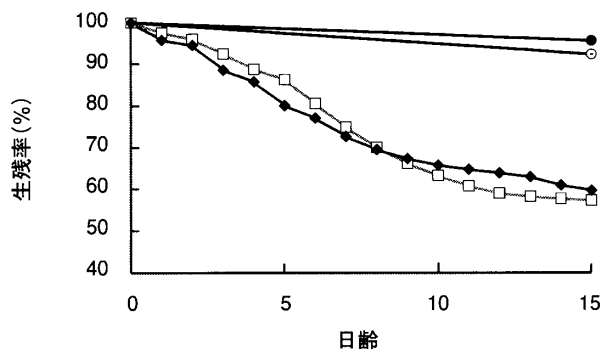


図2. 収穫槽飼育区および通常飼育区における生残率の推移
—○— 収穫1区 —●— 収穫2区 —□— 通常1区 —◆— 通常2区

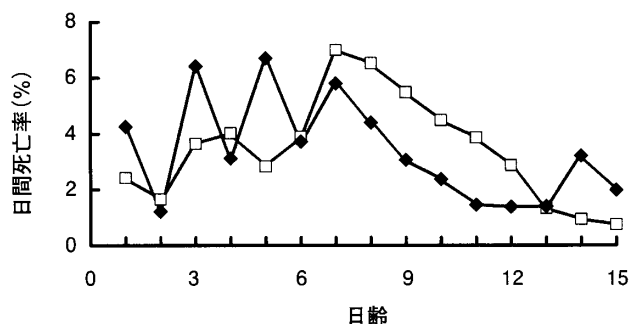


図3. 通常飼育区における日間死亡率の推移
—□— 通常1区 —◆— 通常2区

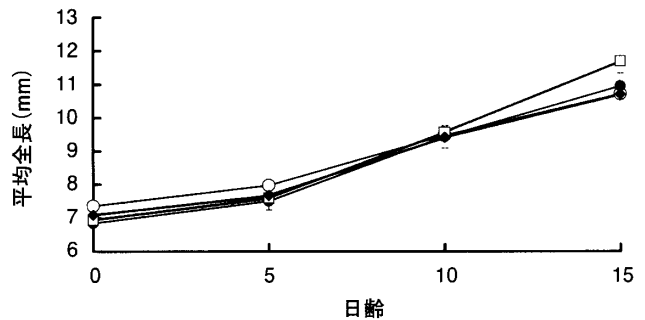


図4. 収穫槽飼育区および通常飼育区における平均全長の推移

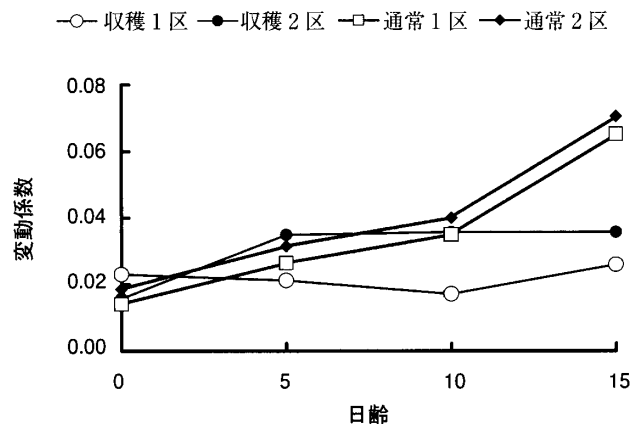


図5. 収穫槽飼育区および通常飼育区における変動係数の推移

—○— 収穫1区 —●— 収穫2区 —□— 通常1区 —◆— 通常2区

に示した。ワムシ密度は約100個体/mlで安定し、培養は順調であった。一方、飼育水中の餌料密度の推移を図7に示した。収穫槽飼育区の飼育水中のワムシ密度は、概ね5～40個体/mlで推移したが、通常飼育区のアルテミアの密度は、給餌前には常に0個体/mlであった。

作業時間に関する試算結果を表3に示した。収穫槽飼育期間（15日齢まで）における作業時間は、環境測定やクロレラHGの給餌、観察などを職員が1人で行うため、作業時間合計は、職員45.0時間、非常勤0.0時間で、通常飼育区の97.5時間および195.0時間と比較すると、前者が53.8%，後者が100%の削減となった。また、日齢55までの飼育を行った場合、収穫槽飼育区は職員が305時間、非常勤が520時間を要し、通常飼育区に比べ前者が14.7%，後者が27.3%の時間が削減できると算出された。

餌料経費に関する試算結果を表4に示した。収穫1区、収穫2区におけるクロレラHGの総使用量（金額）は、72.5 l (48,938 円), 64.0 l (43,200 円) であった。餌料経費は、それぞれ2,734 円, 2,541 円となり、平均は2,638 円であった。一方、通常1区、通常2区におけるアルテミアの総使用個体数（金額）は、24.65 億個体 (86,275 円), 22.50 億個体 (78,750 円) であった。餌料経費は、それぞれ2,705 円, 2,885 円となり、平均は2,795 円であった。収穫槽飼育区の餌料経費の平均は、通常飼育区の平均よりも約5%低い値を示した。

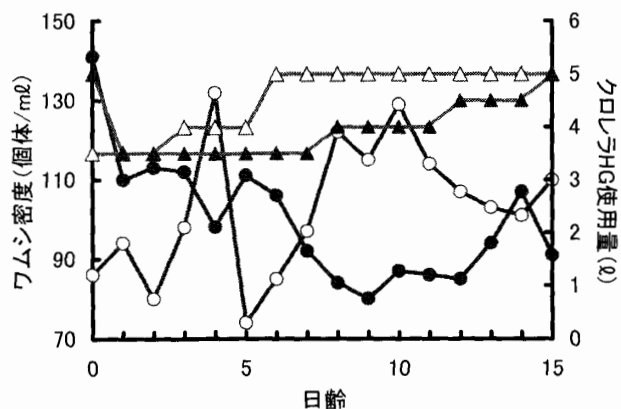


図6. 省力飼育区におけるワムシ培養結果

○ 収穫1区：密度 ● 収穫2区：密度
△ 収穫1区：クロレラHG ▲ 収穫2区：クロレラHG

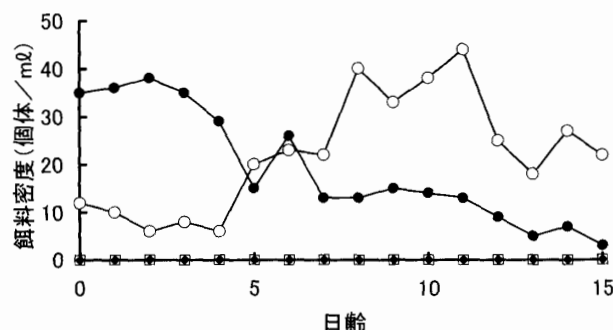


図7. 省力飼育区および通常飼育区における餌料密度の推移

○ 収穫1区 ● 収穫2区 □ 通常1区 ◆ 通常2区

* 省力飼育区は1日1回のワムシ計数時、通常飼育区はアルテミア給餌前の密度

従来の種苗生産における作業は、餌料の栄養強化や給餌に加え、水槽底面に堆積する死亡魚や残餌、排泄物などを排除するための底掃除に占める割合が大きい^{15,16)}。これに対し、収穫槽飼育区では底掃除を行わなかったことに加え、飼育水槽内のワムシ密度はクロソイの摂餌が活発となる9 mm以降も高い値を示し、試験期間中にワムシを追加給餌する必要はなかった。このように収穫槽飼育区は底掃除や給餌などが基本的には不要であるため、作業時間を大幅に削減できることが明らかとなった。

ホシガレイでは、換水量を減らしたことで水質の急激な変化が減少し、仔魚に適した環境になる「少換水飼育」の有効性が確認されている¹⁷⁾。また、注水をほとんど行わない「閉鎖循環システム」を用いたマダイの種苗生産でも、流水区を上回る生残率が得られている¹⁸⁾。さらに、ヒラメの「ほっとけ飼育」は、飼育水中に出現する菌の種類が制限されるため、細菌相の安定性の面で優れている¹⁹⁾。一方、給餌作業や底掃除・換水などによって、飼育水槽内の餌料密度のみならず、細菌相や細菌数も急激に変化すると考えられている¹¹⁾。クロソイの種苗生産では、一般的に種苗生産初期の概ね3～7日齢において摂餌不良や発育の遅れが確認され、大量死亡が多発する⁷⁾。また、アルテミアには仔魚が卵殻を摂餌することで消化管が詰まり、衰弱する個体が出現する問題も指摘されている⁶⁾。しかし、収穫槽飼育区では、空胃の個体はほとんど観察されなかった。また、試験終了時の生残率は約90%と、通常飼育区に比べ30%以上も高く、初期死亡はほとんど生じなかった。以上のことから、本飼育手法は他の換水を抑えた飼育同様に安定した環境を構築できたことに加え、粗放連続培養によって餌料価値の高いワムシ²⁰⁾が生産できた上に、十分な餌料密度が維持されるといった好条件が整ったため、仔魚の

表3. 収穫槽飼育区と通常飼育区における合計作業時間の比較

		職員				非常勤職員			
		人数	時間	日数	日・時・人	人数	時間	日数	日・時・人
収穫槽飼育区		1	3.0	15	45.0				
		1	6.5	40	260.0	2	6.5	40	520.0
合計				55	305.0			40	520.0
通常飼育区		1	6.5	15	97.5	2	6.5	15	195.0
		1	6.5	40	260.0	2	6.5	40	520.0
合計				55	357.5			55	715.0
削減割合 (%)	15日齢まで				53.8				100.0
	55日齢まで				14.7				27.3

表 4. 収穫槽飼育区と通常飼育区における餌料経費の試算

試験区	クロレハHG		アルテミア		積算金額 (円)	1万尾あたり 餌料経費 (円)
	総使用量 (ℓ)	単価 (ℓ/円)	総使用量 (億個体)	単価 (億個体/円)		
収穫1区	72.50	675			48,938	2,734
収穫2区	64.00	675			43,200	2,541
通常1区			24.65	3,500	86,275	2,705
通常2区			22.50	3,500	78,750	2,885

活力が高い状態で維持され、高い生残率が得られたと考えられる。

本研究で実施したクロソイの収穫槽飼育区では、試験終了時には背鰭に棘が形成されるステージに相当する平均全長 11 mm 前後まで²¹⁾、通常飼育区とほぼ同様に成長した。一方、通常飼育区に比べ全長の変動係数が小さく、成長差縮減効果が認められた。先にも述べたとおり、収穫槽飼育区ではワムシ培養槽から連続給餌するため、飼育水槽内には常に十分な量の餌料が存在するが、通常の飼育では給餌作業によって飼育水槽内の餌料密度は大きく変動する。従って、ワムシの安定した餌料環境は、成長差の縮減の効果ももたらしたと推察される。クロソイは飼育段階で生じる仔稚魚の成長の差が共食いを誘発し、生残率が大きく低下する⁷⁾。同様の現象はヒラメやオニオコゼ、ブリなど多くの魚種でも認められており、種苗生産の大きな問題となっている²²⁻²⁴⁾。共食いの防除について、多くの魚種では大小のサイズ選別が有効な手法として用いられているが、種苗生産の初期において成長差の拡大を防ぐことができれば根本的な解決となる。ヒラメでは、アルテミアや配合飼料の給餌開始時期を遅らせつつ、やや小さい粒径の餌料を多く与える手法で成長差を縮減した事例が報告されている²⁵⁾。加えて、大小選別も有効であるが、今後は収穫槽飼育における摂餌量や成長に伴う摂餌状態の変化などを詳細に観察し、成長差縮減効果の要因を把握することが重要である。

クロソイの種苗生産において、今回試験を終了した 15 日齢以降はアルテミアや配合飼料の給餌量が急増するため、換水量も大幅に増える時期にあたる。ヒラメなどでは、「ほっとけ飼育」後、通常の飼育に移行する際には、全個体を新しい水槽に移す手法が確立している⁹⁾。今後は、ワムシ単独給餌の状態をどの段階まで継続可能かを明らかにするのに加え、飼育環境へ負荷の高いアルテミアや配合への移行手法の確立など、稚魚期までの一貫した飼育手法を検討する必要がある。また、CURNOW *et al.*²⁶⁾ は、スズキ目アカメ科の *Lates calcarifer* の種苗生産過程で、アルテミアを餌料系列から省略し、「ワムシ-配合飼料」という餌料系列での育成が可能であることを明らかにしている。本試験では収穫槽飼育に

おける餌料コストの大幅な削減効果は認められなかったが、アルテミアを給餌しない種苗生産が実現できれば、種苗生産工程全体で極めて大きな省コスト、省力化が実現可能となる。将来的にはこのような技術の開発にも着手すべきであろう。

ワムシ培養に適した水温は、S 型で 30℃ 付近、L 型で 20 ~ 25℃¹²⁾とされているが、クロソイを含めた冷水性の魚類ではこれより低い水温で飼育するため、「ほっとけ飼育」ではワムシの増殖にとって好適な水温とならない。しかし、収穫槽飼育はワムシ培養槽と魚類の飼育水槽が分離していることから、ワムシの適水温で培養が可能で、活性や増殖率が高い状態を維持できると考えられる。宮古栽培漁業センターでは、飼育開始時の水温が 10℃ 以下のメバル、キツネメバルでも収穫槽飼育を実施し、種苗の生産に成功している*。今後は他魚種への展開に加え、様々な飼育条件での利活用が期待される。

謝 辞

本論文のとりまとめにあたり、多忙のなか有益なご助言を頂いた西海区水産研究所有明海・八代海漁場環境研究センターの有瀧真人センター長に深く感謝する。また、飼育業務に御協力いただいた宮古栽培漁業センター職員の藤浪祐一郎氏、清水大輔氏、非常勤職員の坂井厚子氏、菊地哲子氏、前川裕弥氏に厚くお礼を申し上げます。

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) 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, 51, 1-132.
- 3) NAKAGAWA, M., OKOUCHI H., and ADACHI J. (2004) Stocking Effectiveness of Black Rockfish *Sebastes schlegelii* Released in Yamada Bay Evaluated by a Fish Market Census. In "Stock Enhancement and Sea Ranching" (ed. By K. M. LEBER, S. KITADA, H. L. BLANKENSHIP and T. SVASAND), Blackwell, Oxford, 501-511.

* 野田ら未発表

- 4) 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 (2008) 平成 18 年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国), 8-12 pp.
- 5) 岩本明雄・芦立昌一 (1982) クロソイの種苗生産. 栽培技研, 11, 35-44.
- 6) 中川雅弘・大河内裕之 (2007) アルテミア単独給餌によるクロソイ *Sebastes schlegeli* 仔魚の成長, 発育段階組成および生残に与える影響. 水産増殖, 55, 607-612.
- 7) 中川雅弘 (2008) クロソイの栽培漁業技術開発に関する研究. 水研センター研報, 25, 223-287.
- 8) 中川雅弘・大河内裕之・有瀧真人 (2006) クロソイの種苗単価の試算. 栽培漁業センター技報, 5, 28-33.
- 9) 高橋庸一 (1998) 栽培漁業技術シリーズ No.4 ヒラメの種苗生産マニュアル, -「ほっとけ飼育」による飼育方法-. 日本栽培漁業協会, 東京, 57 p.
- 10) 島 康洋・高橋 誠 (2005) 「ほっとけ飼育」によるマダいの種苗生産事例. 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, 5-13.
- 12) 桑田 博 (2000) 栽培漁業技術シリーズ No.6 海産ワムシ類の培養ガイドブック. 日本栽培漁業協会, 東京, 137 p.
- 13) NAKAGAWA, M. and K. HIROSE (2004) Individually specific seasonal cycle of embryonic development in cultured broodstock females of the black rockfish, *Sebastes schlegeli*. *Aquaculture*, 233, 549-559.
- 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) 高橋庸一 (1990) ヒラメ種苗生産における生物餌料の軽減と飼育作業の簡素化. 水産増殖, 38, 23-33.
- 16) 高橋庸一 (1993) ヒラメの種苗生産工程における飼育作業の評価と作業の効率化の検討. 栽培技研, 21, 81-92.
- 17) 兼松正衛・熊谷厚志・太田健吾・島 康洋 (2008) ホシガレイ種苗生産における少換水飼育の有効性について. 栽培漁業センター技報, 8, 14-20.
- 18) 鴨志田正晃・山崎英樹・山本義久 (2006) 閉鎖循環システムを用いたマダいの種苗生産. 栽培技研, 33, 67-76.
- 19) 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. 栽培技研, 27, 1-5.
- 20) 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. 日水誌, 73, 505-507.
- 21) 草刈宗明 (1995) クロソイの種苗生産に関する生殖生物学的研究. 北水試研報, 47, 41-124.
- 22) 山崎幸夫・柳田洋一・都 伸一・児玉正碩 (1988) ヒラメが共食いを起こす体長差について. 茨城水試研報, 26, 193-197.
- 23) 八木秀志 (1996) オニオコゼ種苗生産時に共食いが発生する条件について. 栽培技研, 24, 121-122.
- 24) 藤本 宏・山本義久・山崎英樹・崎山一孝・高橋 誠・西岡富弘・塩澤 聡 (2006) 栽培漁業技術シリーズ No.9 ブリの種苗生産技術開発. 独立行政法人水産総合研究センター, 東京, 83 p.
- 25) 畑中宏之 (2007) ヒラメ・トラフグの種苗生産ーストレスにどう配慮するかー平成 18 年度栽培漁業技術中央研修会テキスト集, 全国豊かな海づくり推進協会, 東京.
- 26) CURNOW J.・KING J.・BOSMANS J. and KOLKOVSKI S. (2006) The effect of reduced *Artemia* and rotifer use facilitated by a new microdiet in the rearing of barramundi *Lates calcarifer* (BLOCH) larvae. *Aquaculture*, 257, 204-213.

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

野田勉・長倉義智・熊谷厚志

クロソイの種苗生産における効率化のため、ワムシの粗放連続培養の収穫槽で本種の仔魚を飼育する「ワムシ収穫槽利用飼育」を15日齢まで行い、作業時間、生残率、成長について従来の飼育方法と比較した。その結果、職員の作業時間は大幅に短縮できた。また、生残率は90%以上で、対照区で確認された生残率の大幅な低下は起こらなかった。さらに、対照区と同様のサイズまで成長したことに加え、成長差が少なく、クロソイの種苗生産後期で起こる共食いの防止に効果的と考えられた。

水産技術, 2 (1), 49-55, 2009