

# 種 苗 研 究 部

**研究課題名** 水産生物の種苗性改善に関する研究

**小課題名** ホシガレイ優良種苗生産技術の開発 (①冷却海水飼育による親魚養成試験)

**研究期間** 2012～2014年

渋谷武久・鈴木俊二・鈴木章一・  
菊地正信

## 目 的

冷水性魚種であるホシガレイは水温 20℃以上の高水温期間に摂餌行動が緩慢となり、肥満度が低下する個体が多く、採卵成績への影響が懸念されている。ここでは、高水温期の摂餌不良に対応するため、冷却海水を用いた飼育により親魚の肥育と採卵成績の向上が図られるか検討した。

## 方 法

**親魚養成試験** 試験は 2013 年 7 月 5 日から同年 12 月 10 日まで実施した。試験区は最高水温を 18℃以下に調整する冷却区と自然海水の対照区を設定し、試験水槽に 3.9t 角丸水槽と 3.6t 角丸水槽を用い、供試魚として 2011 年 10 月から 2013 年 5 月までに本県沿岸で漁獲し、当场で餌付け養成したホシガレイ親魚を雌 10 尾、雄 4 尾ずつ収容した。飼育水として 18℃冷却水または自然海水を毎時 2.0t 注水し、オキアミとホッコクアカエビを週 3 回飽食するまで給餌した。なお、冷却期間は自然海水温が 18℃以上となる 7 月 5 日～11 月 5 日までとした (表 1、2)。試験期間中は毎日定刻に水温と DO を測定し、月に 1 度の頻度で全個体の全長と体重を測定した。

**採卵試験** 供試魚は前述の試験で養成した冷却区の雌 10 尾、雄 4 尾、対照区の雌 8 尾、雄 4 尾を用いた。定法により産卵誘発ホルモン (LHRHa) を作成し、雌全個体へ体重 1kg 当たり 40 μg を投与した (種苗研事報 2007)。採卵は 12 月 13 日から翌年 1 月 24 日まで週 2 回の頻度で実施した。雌全個体を触診し、排卵個体について搾出法により採卵し、採卵回数と採卵数量を調査した。搾出卵に複数雄の精液を媒精し、10℃前後の自然海水で管理し、受精率とふ化率を調査した。

## 結 果 の 概 要

**親魚養成試験** 試験期間中の水温と DO は、冷却区が 12.1～18.5℃、6.3～8.5mg/l、対照区が 12.3～23.5℃、5.3～8.5mg/l の範囲にあり、設定どおりの水温が維持できた (図 1)。終了時の個体数は、対照区で飛出し事故があり雌 2 尾が減少した。全長と体重、肥満度は、雌雄ともにほぼ同様で、試験区間で有意差は無かった (t 検定、 $p > 0.05$ 、表 2)。雌親魚の肥満度を月別に比較すると、10 月までは、摂餌量は冷却区が大幅に対照区を上回る状況にあり、10 月 5 日の肥満度は対照区を 1.0 ポイント上回ったが、10 月以降は冷却区の摂餌量が減少し、逆に対照区の摂餌量が大きく増加したため、12 月 10 日では試験区間で肥満度の差は無かった (図 2)。

**採卵試験** 初回採卵月日は、冷却区が 12 月 13 日、対照区が 12 月 19 日で、採卵傾向は 1 月 14 日に対照区で集中的に採卵できた他は概ね同様であった (図 3)。採卵回数と総採卵数は、それぞれ 32 回、1,161.0 千粒、29 回、1,320.7 千粒で、採卵数は対照区が 10% 程度上回った。平均採卵数は、冷却区が 36.2 千粒、対照区が 45.5% 千粒で、対照区が有意に高かった (t 検定、 $p < 0.05$ 、表 3)。受精率とふ化率は、冷却区が平均 44.2%、6.8%、対照区が平均 42.7%、3.8% で、試験区間で有意差は無かった (角変換、t 検定、 $p > 0.05$ 、表 4)。

本試験は、ホシガレイ親魚の摂餌が低迷する高水温期に 18℃以下の冷却海水飼育を行うことで、摂餌を促進し、十分な肥育を行うことにより産卵数量の増加と卵質の向上を図るものであったが、自然海水飼育下においても水温低下以降に盛んに摂餌を行うことで同等の肥満度に達しており、

冷却水飼育による肥育効果は認められなかった。また、受精率とふ化率においても対照区との差は小さく、採卵成績の点でも冷却海水飼育の有効性は認められなかった。

表1 試験の条件

項目	冷却区	対照区
水槽	角丸3.9tFRP水槽	角丸3.6tFRP水槽
内寸	2.0×2.0×1.15m	2.0×2.0×1.05m
飼育用水	18℃調温海水	自然海水
注水量	2.0 <sup>トン</sup> /h	2.0 <sup>トン</sup> /h
供試魚	♀10尾、♂4尾	♀10尾、♂4尾
收容重量	4.12kg/m <sup>2</sup>	4.12kg/m <sup>2</sup>
調温期間	7/5~11/5	—
試験期間	7/5~12/10	7/5~12/10

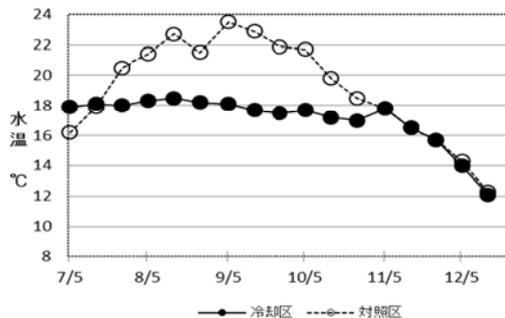


図1 飼育水温の推移

表2 供試魚のサイズ

試験区	開始時7/05				終了時12/10			
	個体数	全長(cm)	体重(kg)	肥満度	個体数	全長(cm)*	体重(kg)*	肥満度*
冷却区	♀ 10	47.4±3.8	1.45±0.22	13.7±1.7	10	49.3±3.6	1.95±0.41	16.2±1.6
	♂ 4	34.5±1.1	0.46±0.04	11.4±1.6	4	35.8±1.1	0.59±0.08	13.1±1.1
対照区	♀ 10	47.2±4.1	1.50±0.33	14.2±1.0	8	50.0±3.3	1.99±0.44	15.7±0.8
	♂ 4	35.4±1.6	0.50±0.05	11.4±0.5	4	36.1±1.4	0.58±0.05	12.3±0.6

注: 数値は平均値±標準偏差を示す

\* 試験区間で有意差なし(Student's t検定 p>0.05)

表3 採卵成績

試験区	採卵率 (%)	採卵回数 (延べ回)	採卵回数 (回/尾)	1回当たり採卵数* (千粒/回)	総採卵数 (千粒)
冷却区	10/10	32	2~5 (3.2)	1.5~87.8 (36.2)	1,161.0
対照区	8/8	29	2~6 (3.6)	7.1~102.4 (45.5)	1,320.7

注: 下段の()は平均値を示す

\* 試験区間で有意差あり(Student's t検定 p<0.05)

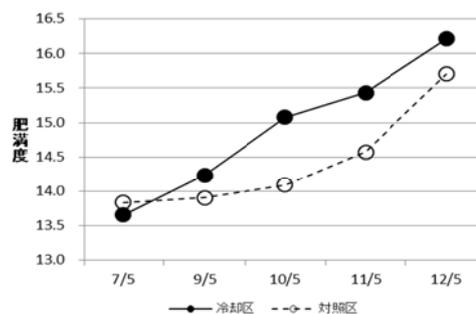


図2 平均肥満度の推移

表4 卵管理成績

試験区	浮上卵率* (%)	受精率* (%)	ふ化率* (%)	ふ化仔魚数 (千尾)	♀1尾当たり(千粒・尾)		
					採卵数	受精卵数	ふ化仔魚数
冷却区	0~98.0 (38.7)	0~91.0 (44.2)	0~86.3 (6.8)	79.9	116.1	19.9	7.9
対照区	0~96.8 (33.3)	0~87.0 (42.7)	0~59.6 (3.8)	50.8	165.0	23.5	6.3

注: 下段の()は平均値を、受精率は浮上卵中の受精率を示す

\* 試験区間で有意差なし(角変換 Student's t検定 p>0.05)

## 結果の発表等

なし

## 登録データ

13-06-002「ホシガレイ種苗生産研究」(07-45-1213)

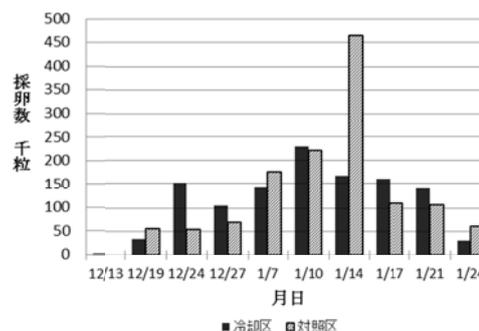


図3 試験区別の採卵数量

**研究課題名** 水産生物の種苗性改善に関する研究  
**小課題名** ホシガレイ優良種苗生産技術の開発（②ホシガレイ仔魚のワムシ摂餌と照度の関係）  
**研究期間** 2013年～2014年

渋谷 武久

## 目 的

ホシガレイ種苗生産において、仔魚飼育時の表面照度を設定する際の資料とするため、開口直後のホシガレイ仔魚を対象に水槽の表面照度とワムシ摂餌数との関係を調査した。

## 方 法

試験はホシガレイ仔魚の開口1、2、5日目に実施した。試験区は高圧ナトリウムランプ（400W、2500K、白色）を光源に用い、10水槽を寒冷紗で遮光し、水槽の表面照度を0～5,000ルクスに調節した8区を設定した。供試魚は2014年1月7日に現場で採卵したふ化仔魚を用いた。試験の前処理として12時間以上餌止めした後に、仔魚を水槽1個当たり50尾以上収容した。次にワムシを10個体/ml、ナンノクロブシスを100万cells/mlの濃度で添加し、10℃管理のうえ、常法に準じてワムシ摂餌のため4時間の明処理を施した（表1）。

試験後の供試魚は、麻酔処理（FA100）の後、10%ホルマリン海水で固定し、各区30尾について仔魚の腸管を切り出し、腸管内に残存するワムシ咀嚼器を生物顕微鏡観察下（200倍）で計数し、仔魚1尾あたりの平均ワムシ摂餌数（以下、ワムシ摂餌数）と観察個体に占める摂餌個体の割合（以下、群摂餌率）を求めた。また、対照として供試前の仔魚のワムシ摂餌数を同様に調査した。

## 結 果

開口1日目では、仔魚は表面照度の強度に頼らない一定の摂餌を示した。群摂餌率は60.0～76.6%、ワムシ摂餌数は4.7～10.8個の範囲にあり、250～5,000ルクスの広範囲でワムシ摂餌数が高まる一方で、0ルクスにおいても50%程度の摂餌数が確認された（図1）。開口3日目では、仔魚は表面照度が高まるにつれワムシ摂餌が活発となる傾向を示した。群摂餌率は800～5,000ルクスで90%以上を示し、ワムシ摂餌数は5,000ルクスで最大値36.4個を示した（図2）。開口5日目では、仔魚の照度依存は更に強まり、照度の強度に応じて群摂餌率とワムシ摂餌数の双方が高まる傾向を示した。群摂餌率は1,500～5,000ルクスで90%以上を示し、ワムシ摂餌数は5,000ルクスで最大値22.6個を示した（図3）。

以上の試験結果から、ホシガレイ仔魚のワムシ摂餌行動は照度と強い関係があることが示された。開口1日目の仔魚は照度への依存は弱く、250～5,000ルクスの広範囲で高い摂餌を示す一方で、0ルクスでも摂餌が可能であった。開口3日目以降は3,000ルクス以上の照度で80%以上の群摂餌率と高いワムシ摂餌数が得られ、成長とともに高照度の要求が高まることが分かった。

ホシガレイ仔魚のワムシ摂餌を表面照度との関係から見ると、ホシガレイ種苗生産の水面照度としては、開口直後を250ルクス以上に、3日目以降を3,000ルクス前後に設定することで十分な摂餌が得られるものと考えられた。

表1 試験の条件

試験区	照度試験区(ルクス)							
	0	100	250	500	800	1,500	3,000	5,000
試験水槽	1ℓ水槽×1個							
供試魚	孵化仔魚(開口1,3,5日目)							
収容数	50尾以上							
藻類添加量	ナンノクロロプシス・100万cells/ml							
ワムシ添加量	10個体/ml							
管理条件	止水・10℃管理							

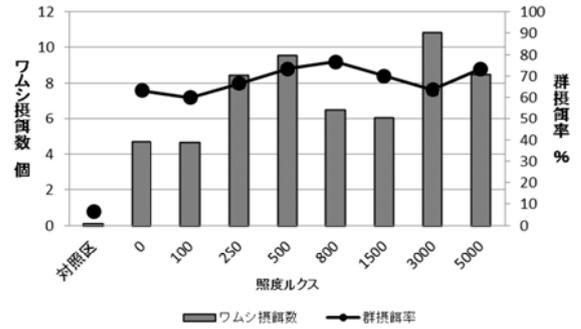


図1 照度別摂餌動向 (開口1日目)

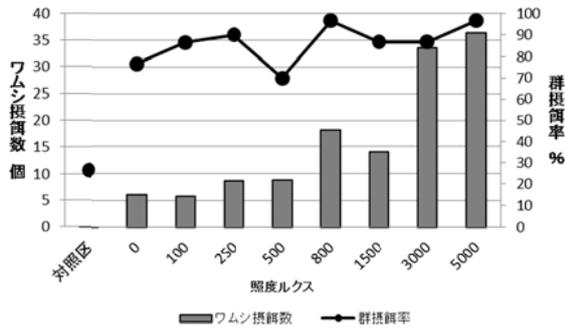


図2 照度別摂餌動向 (開口3日目)

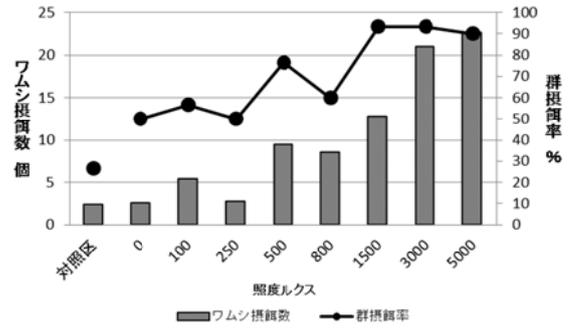


図3 照度別摂餌動向 (開口5日目)

結果の発表等

なし

登録データ

13-06-004 「ホシガレイ種苗生産研究」(07-45-1313)

**研究課題名** ホシガレイ優良種苗生産技術の開発 (③仔魚期における照明・通気量の検討)  
**小課題名** 水産生物の種苗性改善に関する研究  
**研究期間** 2014年

渋谷武久・鈴木俊二・鈴木章一・  
菊地正信

## 目 的

ホシガレイ仔魚飼育時の生残率向上のため、大量斃死要因として想定される仔魚前期 (C~D ステージ) における飢餓と後期 (E~F ステージ) における沈降対策を目的として24時間照明および強通気飼育の効果について検討した。

## 方 法

### 試験1 仔魚前期における24時間照明の検討

試験は2014年1月15日から同年2月5日まで実施した。試験区は自然光と蛍光灯 (夜間照度5,000ルクス) を常時併用する24照明区と自然光単独とする自然光区を設定した。試験水槽は100ℓパンライト水槽を各区4面ずつ用い、供試魚としてCステージ仔魚 (1/14ふ化) を1,500尾/面ずつ収容した。餌料はワムシ (10個体/ml) を給餌し、12~15℃の水温で管理した (表1)。試験期間中は毎日定刻に水温とpHを測定し、仔魚の成長と生残を調査した。また、仔魚の開口1,2,3日目 (午前8時) に各区20尾 (5尾/面) を抽出し、腸管内のワムシ摂餌数を調査した。

### 試験2 仔魚後期における24時間照明+強通気の検討

試験は2月5日から2月26日まで実施した。試験区は試験1の24照明区に強通気 (1.5ℓ/分) 又は微通気 (0.15ℓ/分) を併用する試験区1,2と、自然光区に強通気 (1.5ℓ/分) 又は微通気 (0.15ℓ/分) を併用する試験区3,4を設定した。試験水槽は100ℓパンライト水槽を各区2面ずつ用い、試験1で取上げたEステージ稚魚を1,000尾/面ずつ収容した。餌料はワムシ (10個体/ml) とアマテミア (2~4個体/ml) を給餌し、水温15℃で管理した (表2)。試験期間中は毎日定刻に水温とpHを測定し、仔魚の成長と生残を調査した。

## 結果の概要

### 試験1 仔魚前期における24時間照明の検討

試験期間中の水温とpHは、24照明区が11.7~15.4℃、8.1~8.4、自然光区が12.5~15.4℃、8.1~8.4の範囲にあった。開口1~3日目のワムシ摂餌数は、24照明区が5.9~22.0個/尾、自然光区が10.2~28.4個/尾で、試験区間の差は無かった (t検定、 $p>0.05$ 、表3)。終了時の平均全長と平均生残率は、24照明区が $7.5\pm 0.5$ mm、81.4%、自然光区が $7.4\pm 0.6$ mm、77.7%であり、試験区間で有意差は無かった (一元配置分散分析、 $p>0.05$ 、表4、5)。

### 試験2 仔魚後期における24時間照明+強通気の検討

試験期間中の水温とpHは、試験区1が13.5~15.1℃、8.2~8.4、試験区2が13.5~14.9℃、8.2~8.4、試験区3が13.8~15.1℃、8.3~8.4、試験区4が13.5~14.9℃、8.2~8.4の範囲にあった。終了時の平均全長と平均生残率は、試験区1が $16.8\pm 0.6$ mm、63.1%、試験区2が $16.7\pm 0.7$ mm、70.8%、試験区3が $16.5\pm 0.9$ mm、77.3%、試験区4が $15.9\pm 0.4$ mm、67.4%であり、試験区間で有意差は無かった (二元配置分散分析、表6、7)。

本県のホシガレイ種苗生産では、大量斃死が生じる仔魚期の生残率向上 (通常10%程度) が最大の課題である。本試験では、仔魚期の斃死要因を前期は飢餓、後期は沈降によるバクテリア感

染と想定し、マツカワやハタ類で有効であった24時間照明と強通気飼育を試みたが、いずれの試験においても大量斃死は見られず、高い成長と生残が得られた。好成績の要因は不明であるが、今回の試験結果から照明と通気条件は仔魚の成長、生残に影響を与えないと考えられた。

表1 試験1の条件

試験区	24照明区	自然光区
試験水槽	100ℓ水槽×4面	100ℓ水槽×4面
照明条件	自然光+150W蛍光灯	自然光単独
通気条件	微通気(0.15ℓ/分)	微通気(0.15ℓ/分)
供試魚	1,500尾/面	1,500尾/面
給餌条件	ワムシ:10個体/ml	ワムシ:10個体/ml
水温条件	1/15~1/30(12℃)、1/31~2/5(15℃)	
注水条件	1/15~1/30(止水)、1/31~2/5(0.5回転/日)	

表2 試験2の条件

試験区	試験区1	試験区2	試験区3	試験区4
試験水槽	100ℓ水槽×2面	100ℓ水槽×2面	100ℓ水槽×2面	100ℓ水槽×2面
照明条件	自然光+150W蛍光灯	自然光+150W蛍光灯	自然光単独	自然光単独
通気条件	強通気(1.5ℓ/分)	微通気(0.15ℓ/分)	強通気(1.5ℓ/分)	微通気(0.15ℓ/分)
供試魚	1,000尾/面	1,000尾/面	1,000尾/面	1,000尾/面
給餌条件	2/5~2/12(ワムシ:10個体/ml)、2/5~2/26(アルテミア:2~4個体/ml)			
水温条件	15℃	15℃	15℃	15℃
注水条件	2/5~2/17(0.5回転/日)、2/18~2/26(1.0回転/日)			

表3 仔魚のワムシ摂餌状況(試験1)

試験区	サンプル数	平均摂餌数±SD(個/尾)		
		開口1日目 (1/23)*	開口2日目 (1/24)*	開口3日目 (1/25)*
24照明区	20	5.9±5.3	22.0±17.6	16.0±9.4
自然光区	20	10.2±11.2	28.4±19.5	13.9±14.7

\* 試験区間で有意差無し(Student's t検定 p>0.05)

表5 仔魚の生残(試験2)

試験区	収容尾数 (尾)	取上尾数 (尾)	生残率 (%)	角変換値* (%)
24照明区-1	1,500	1,315	87.6	69.4
24照明区-2	1,500	1,240	82.6	65.3
24照明区-3	1,500	1,162	77.4	61.6
24照明区-4	1,500	1,167	77.8	61.9
全体平均	1,500.0	1,221.0	81.4	64.5
自然光区-1	1,500	1,202	80.1	63.5
自然光区-2	1,500	1,533	100.0	90.0
自然光区-3	1,500	1,158	77.2	61.5
自然光区-4	1,500	769	51.2	45.7
全体平均	1,500.0	1,165.5	77.7	61.8

\* 試験区間で有意差無し(一元配置分散分析 p>0.05)

表4 仔魚の成長(試験1)

試験区	サンプル数	平均全長±SD(mm)			
		1/15*	1/22*	1/29*	2/5*
24照明区-1	20	5.0±0.1	6.1±0.2	6.8±0.5	7.3±0.3
24照明区-2	20	5.0±0.1	6.2±0.1	7.2±0.3	7.4±0.3
24照明区-3	20	5.0±0.1	6.1±0.1	6.9±0.4	7.7±0.5
24照明区-4	20	5.0±0.1	6.0±0.2	7.0±0.4	7.6±0.5
全体平均	20	5.0±0.1	6.1±0.2	7.0±0.4	7.5±0.5
自然光区-1	20	5.0±0.1	5.9±0.2	6.2±0.3	7.6±0.5
自然光区-2	20	5.0±0.1	6.1±0.1	6.4±0.2	7.4±0.7
自然光区-3	20	5.0±0.1	6.2±0.1	6.6±0.7	7.1±0.7
自然光区-4	20	5.0±0.1	6.1±0.1	7.0±0.5	7.7±0.4
全体平均	20	5.0±0.1	6.1±0.1	6.6±0.5	7.4±0.6

\* 試験区間で有意差無し(一元配置分散分析 p>0.05)

表6 仔魚の成長(試験2)

試験区	試験条件	サンプル数	平均全長±SD(mm)			
			2/05*	2/12*	2/19*	2/26*
試験区1-1	24h照明+強通気	20	7.4±0.3	11.6±0.5	12.5±1.2	16.6±0.5
試験区1-2	24h照明+強通気	20	7.6±0.5	11.9±0.7	13.2±0.7	17.2±0.6
全体平均		20	7.5±0.4	11.7±0.6	12.8±0.9	16.8±0.6
試験区2-1	24h照明+微通気	20	7.6±0.3	11.1±0.2	13.0±6.0	16.3±0.6
試験区2-2	24h照明+微通気	20	7.7±0.5	11.7±0.5	13.0±2.1	17.1±0.6
全体平均		20	7.5±0.5	11.4±0.8	13.0±1.4	16.7±0.7
試験区3-1	自然光+強通気	20	7.4±0.7	10.9±0.7	12.9±1.0	16.4±0.7
試験区3-2	自然光+強通気	20	7.7±0.4	11.3±0.8	11.8±0.5	16.7±1.0
全体平均		20	7.5±0.6	11.1±0.7	12.3±0.9	16.5±0.9
試験区4-1	自然光+微通気	20	7.6±0.5	11.7±0.8	12.8±0.9	16.0±0.3
試験区4-2	自然光+微通気	20	7.1±0.7	11.0±0.4	12.9±1.7	15.9±0.5
全体平均		20	7.3±0.6	11.3±0.7	12.8±1.3	15.9±0.4

\* 試験区間で有意差無し(二元配置分散分析 p>0.05)

表7 仔魚の生残

試験区	試験条件	収容尾数 (尾)	取上尾数 (尾)	生残率 (%)	角変換値* (%)
試験区1-1	24h照明+強通気	1,000	790	79.0	62.7
試験区1-2	24h照明+強通気	1,000	472	47.2	43.4
全体平均		1,000.0	631.0	63.1	52.6
試験区2-1	24h照明+微通気	1,000	759	75.9	60.6
試験区2-2	24h照明+微通気	1,000	657	65.7	54.2
全体平均		1,000.0	708.0	70.8	57.3
試験区3-1	自然光+強通気	1,000	778	77.8	61.9
試験区3-2	自然光+強通気	1,000	768	76.8	61.2
全体平均		1,000.0	773.0	77.3	61.5
試験区4-1	自然光+微通気	1,000	767	76.7	61.1
試験区4-2	自然光+微通気	1,000	580	58.0	49.6
全体平均		1,000.0	673.5	67.4	55.2

\* 試験区間で有意差無し(二元配置分散分析 p>0.05)

結果の発表等 なし

登録データ

13-06-003 「ホシガレイ種苗生産研究」  
(07-45-1213)

**研究課題名** 水産生物の種苗性改善に関する研究

**小課題名** 栽培漁業の再建に資する省力・低コスト生産技術の開発（①ヒラメ仔魚のワムシ摂餌と照度の関係）

**研究期間** 2013年～2014年

渋谷 武久

## 目 的

ヒラメ種苗生産において、初期餌料であるワムシの摂餌不良を原因とする生産不調を予防するため、開口直後のヒラメ仔魚を対象に水槽の表面照度とワムシ摂餌数との関係を調査した。

## 方 法

試験はヒラメ仔魚の開口1、2、6日目に実施した。試験区は高圧ナトリウムランプ(400W、2500K、白色)を光源に用い、10水槽を寒冷紗で遮光し、水槽の表面照度を0～5,000ルクスに調節した8区を設定した。供試魚は財団法人山形県水産振興協会から購入した受精卵より得られたふ化仔魚を水槽1個当たり50尾以上収容した。次にワムシを10個体/ml、ナンノクロプシスを100万cells/mlの濃度で添加し、15℃管理のうえ、常法に基づき消化のための暗処理2時間とワムシ摂餌のための明処理4時間を施した(表1)。

試験後の供試魚は、麻酔処理(FA100)の後、10%ホルマリン海水で固定し、各区30尾について仔魚の腸管を切り出し、腸管内に残存するワムシ咀嚼器を生物顕微鏡観察下(200倍)で計数し、仔魚1尾あたりの平均ワムシ摂餌数(以下、ワムシ摂餌数)と観察個体に占める摂餌個体の割合(以下、群摂餌率)を求めた。また、対照として供試前の仔魚のワムシ摂餌数を同様に調査した。

## 結 果

開口1日目では、表面照度が高まるにつれワムシ摂餌が活発となる傾向を示した。群摂餌率は高照度の3,000ルクスと5,000ルクスで80%以上を示し、ワムシ摂餌数は、それぞれ、4.70、6.76個で、5,000ルクスで最大となった(図1)。開口3日目では、群摂餌率は250ルクス～3,000ルクスの広範囲で80%以上を示した。ワムシ摂餌数は中間照度の500ルクス～1,500ルクスで高く、500ルクスで最大値となった(図2)。開口6日目では、群摂餌率は更に広範囲の100ルクス～5,000ルクスで80%以上を示し、ワムシ摂餌数は7.1～21.3個の範囲にあり、1,500ルクスで最大値となった(図3)。

以上の試験結果から、ヒラメ仔魚のワムシ摂餌行動は照度と強い関係があることが示された。特に開口初期の仔魚は照度への依存が強く、群摂餌率80%以上の活発な摂餌を行うためには3,000ルクス以上の高照度が必要であった。また、開口3日目以降は仔魚の高照度の要求は弱まり、100～5,000ルクスの広範囲に適応し、500～1,500ルクスの中間照度で群摂餌率80%前後の活発な摂餌が得られた。ヒラメ仔魚のワムシ摂餌を表面照度との関係から見ると、ヒラメ種苗生産の水面照度としては、開口直後を3,000ルクス以上に、3日目以降を1,500ルクス前後に設定することで十分な摂餌が得られるものと考えられた。

表1 試験の条件

試験区	照度試験区(ルクス)							
	0	100	250	500	800	1,500	3,000	5,000
試験水槽	12水槽×1個							
供試魚	孵化仔魚(開口1,3,6日目)							
収容数	50尾以上							
藻類添加量	ナンノクロロプシス・100万cells/ml							
ワムシ添加量	10個体/ml							
管理条件	止水・15℃管理							

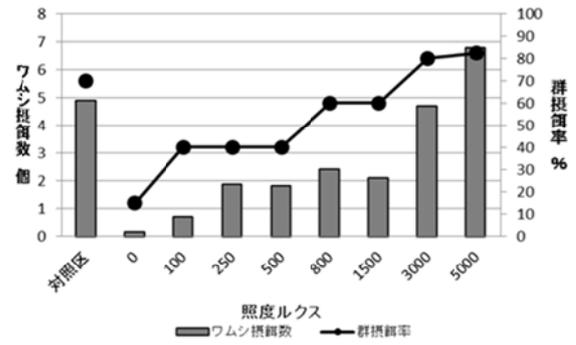


図1 照度別摂餌動向 (開口1日目)

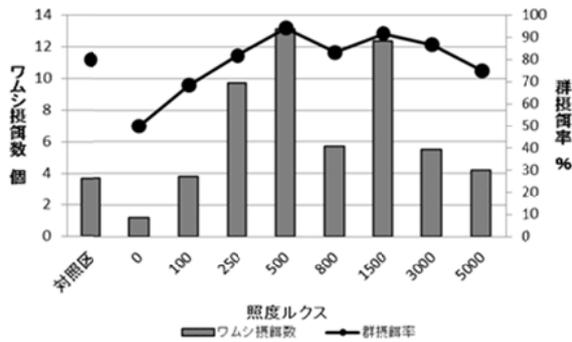


図2 照度別摂餌動向 (開口3日目)

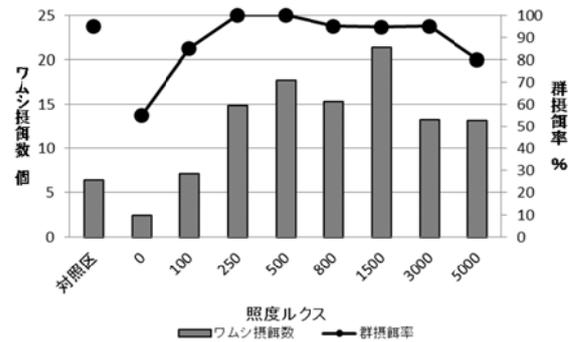


図3 照度別摂餌動向 (開口6日目)

結果の発表等

平成 25 年度普及成果 (行政支援情報)

登録データ

13-06-005 「ヒラメ種苗生産研究」(07-40-1313)

**研究課題名** 水産生物の種苗性改善に関する研究

**小課題名** 栽培漁業の再建に資する省力・低コスト生産技術の開発（②アワビ親貝循環飼育試験）

**研究期間** 2013年～2014年

渋谷 武久

## 目 的

採卵用親貝を確保するため 19℃加温飼育を必要とするアワビ親貝を対象に用水と加温コストの削減に効果が期待される閉鎖循環飼育技術について検討した。

## 方 法

試験区は飼育水をチタンヒーター（2kw）で 19℃に加温し循環再利用する加温循環区と、ヒートポンプ（27.7kw）で加温した 19℃海水を掛け流す加温流水区と、無加温の自然海水を掛け流す自然流水区の 3 区を設定し、600ℓ水槽（または 300ℓ）1 面ずつに、2013 年 9 月に下神白地先で漁獲したアワビ親貝を 15 個体ずつ収容し、2013 年 12 月 3 日から 2014 年 3 月 5 日までの 92 日間飼育した。給餌は乾燥コンブ（釧路産養殖）を週 3 回飽食するまで与え、週 1 回の頻度で水槽清掃を行った。注水量は全区毎時 300ℓとし、更に加温循環区については泡沫分離機と生物濾過槽、調整水槽を設置し、生物濾過槽と調整水槽の間で毎時 600ℓ・5 回転の循環濾過を行い、清掃と泡沫分離機の排水量を測定し補給した（表 1、図 1）。

試験期間中は毎日定刻に水温、pH、DO を測定し、試験終了後の殻長、体重、熟度から成長、生残、熟度維持効果を求めた。また、同時に試験区間の用水量を比較し、使用水量と加温熱量の削減効果を検討した。

## 結 果

試験期間中の水温は、加温循環区が 18.1～18.6℃、加温流水区が 14.1～18.9℃、自然流水区が 6.4～11.4℃、pH は、7.7～8.2、8.0～8.3、8.1～8.4、DO は、5.6～6.6ppm、5.7～8.2ppm、7.4～9.4ppm の範囲にあった。加温流水区ではヒートポンプ運転の都合から 2/4 より 15℃海水の供給となったため、全期間を通した設定温度の維持はできなかった。

生残率は、自然流水区の 100%に対して加温循環区と加温流水区が 93.3%ではほぼ同様であったが、日間増重率は、自然流水区>加温流水区>加温循環区の順に高く、極端な摂餌不良が見られた加温循環区の成長が劣った。開始時と終了時の熟度の差（以下、熟度偏差とする）は、加温流水区>自然流水区>加温循環区の順で高かった。加温循環区では、いったん放卵・放精された卵・精子が産卵誘発となり、水槽内の多くの親貝が連鎖的に放卵・放精したため大きく熟度が低下した。このことから親貝の加温飼育装置としては循環システムは不適切であると考えられた（表 2、図 2）。

1 日当たりの用水使用量と加温熱量は、加温循環区が 49.2ℓ、22,467kcal、加温流水区が 7,200ℓ、93,600kcal、自然流水区が 7,200ℓ、0kcal であり、加温循環区では飼育用水の循環再利用により用水量を 0.68%、加温熱量を 24.0%に削減することができた。なお、加温熱量は実際の電力使用量の把握が困難なため、最低外気温を 5℃に仮定し、最大値を算出した（表 3、4）。

本試験では、飼育水の循環再利用により用水量を 1/150、加温熱量を 1/4 程度に削減でき、循環システムの面では大きな効果が認められた。しかし、生物飼育の面では水質悪化（pH、DO 低下）や成長不良をまねき課題が残された。今後は水質維持のための濾過手法や酸素供給手法について検討する必要があると考えられた。

表1 試験条件

試験区	加温循環区	加温流水区	自然流水区
試験水槽	600ℓ水槽×1面	300ℓ水槽×1面	300ℓ水槽×1面
供試員	アワビ親貝 15個体	アワビ親貝 15個体	アワビ親貝 15個体
加温条件	19℃加温 2kwチタンヒーター	19℃加温 ヒートポンプ	無加温
注水条件	閉鎖循環 300ℓ/時	掛け流し 300ℓ/時	掛け流し 300ℓ/時
試験期間	2013/12/3 ~ 2014/3/5		
その他	生物濾過槽(120ℓ) 600ℓ/時・5回転/時 調整水槽(200ℓ) 泡沫分離機		

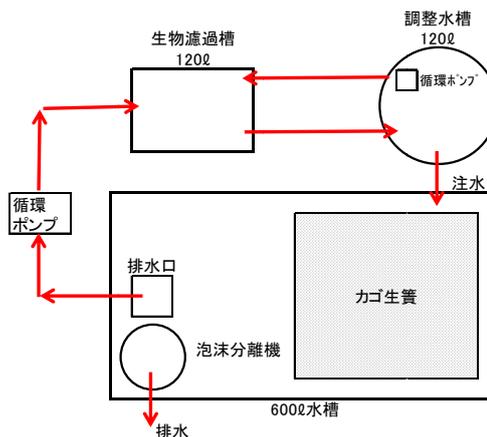


図1 飼育水槽の構造

表2 試験結果

試験区	開始時				終了時				日間増重率 (%/日)	生残率 (%)
	個体数	殻長(mm)	体重(g)	熟度	個体数	殻長(mm)	体重(g)	熟度		
加温循環区	15	112~139 (123.5)	182~346 (267.1)	0~3 (2.3)	14	113~138 (128.1)	193~337 (275.2)	0~3 (1.3)	-0.20~0.13 (0.02)	93.3
加温流水区	15	119~134 (125.2)	195~323 (235.7)	0~3 (1.1)	14	120~130 (125.4)	113~362 (251.4)	0~3 (0.8)	-0.46~0.20 (0.07)	93.3
自然流水区	15	116~139 (124.2)	156~361 (256.3)	0~3 (2.4)	15	117~142 (126.2)	154~413 (280.7)	0~3 (1.6)	-0.15~0.25 (0.10)	100.0

注: 下段( )は平均値を示す

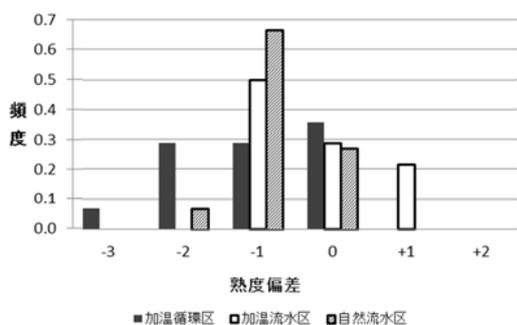


図2 熟度偏差の分布

表3 1日当たり用水量

単位: ℓ

試験区	加温循環区	加温流水区	自然流水区	備考
連続注水	0	7,200	7,200	掛流注水300ℓ×24時
補給水1	6.5	0	0	初期注水: 600ℓ/92日
補給水2	30	0	0	泡沫分離機(5%/日)
補給水3	12.7	0	0	水槽清掃(15%/回)90ℓ/ 回×13回/92日
合計	49.2	7,200	7,200	
(相対比)	(0.68)	(100)	(100)	

表4 1日当たり加温熱量(推定値)

単位: kcal

試験区	加温循環区	加温流水区	自然流水区	備考
注水分加温	640	93,600	0	6℃→19℃加温
放熱分加温	21,827	0	0	19℃→5℃放熱
合計	22,467	93,600	0	
(相対比)	(24.0)	(100)	(0)	

注1: 放熱分加温熱量 $qT(kcal/h) = \alpha (tw - ta) A$ ,  $\alpha$ : 熱伝導率(8kcal/m<sup>2</sup>・h・°C)

tw: 水温(19℃), ta: 外気温(5℃), A: 水槽表面積(8.12m<sup>2</sup>)

## 結果の発表等

なし

## 登録データ

13-06-001 「アワビ種苗生産研究」(07-53-1213)

**研究課題名** 魚類の防疫に関する研究  
**小課題名** サケ増殖指導事業  
**研究期間** 2011年～2013年

鈴木章一・長澤静雄・岩崎高資・  
鈴木 信

## 目 的

東日本大震災及び原発事故の被害を免れて生産を行うサケ増殖団体に対して技術指導を行い、サケ稚魚の安定生産を図る。

## 方 法

2013年11月から2014年3月までの間に、宇多川、真野川、夏井川の3ふ化場を巡回し、卵や稚魚の管理状況、疾病の有無等を調査し、問題等が発生した場合には飼育担当者等へ適宜指導を行った。

## 結 果 の 概 要

11月13日の宇多川、真野川を最初として、各ふ化場の巡回を実施した。各ふ化場とも10月末から11月中旬にかけて採卵し、昨年並みかやや多めの受精卵を収容した。宇多川、真野川では台風や高水温で採卵がやや遅れ、真野川、夏井川についてはふ化槽収容初期の未受精卵、死卵がやや多く見られたものの卵管理中は特に大きな問題はなかった。

宇多川では2月上旬以降の水温低下で餌付けが遅れる等やや影響が見られた。真野川が2月上旬頃、夏井川では3月中旬頃、鰓病の疑いによるへい死魚がみられた。

今年度は新田川での採卵・飼育は行わず、宇多川から輸送した浮上仔魚（餌付け前）を育成したもの及び真野川からの育成稚魚を放流した。

宇多川から輸送した仔魚は輸送によるストレス等による減耗が多くみられたことから、新田川においては次年度以降、育成手法の検討が必要である。

放流数量は新田川を除き当初の予定数量若しくはやや下回る程度であった。

表1 ふ化場指導状況

ふ化場	月 日	水温 (°C)	DO(mg/L)	DO (%)	備 考
宇多川	11月13日	11.7	12.4	114.0	10/30~
	11月27日	11.4~11.5	10.9~11.6	101.0~107.0	394万粒採卵
	12月11日	9.8~9.9	8.6~11.6	76.0~97.0	
	12月26日	7.5~7.6	8.3~9.1	68.0~75.0	
	1月8日	6.9	7.9~10.2	70.0~86.0	
	1月22日	5.1~5.2	9.4~11.6	77.0~94.0	2月上旬
	2月5日	4.4~4.5	8.1~9.7	66.0~78.0	新田川分200千尾
	2月19日	4.3~4.5	8.5~11.0	68.0~88.0	真野川へ
	3月5日	5.3~5.4	7.6~9.7	62.0~79.0	
真野川	11月13日	16.3	9.60	96.0	11/8~
	11月27日	14.5~14.6	8.3~8.9	84.0~88.0	496万粒採卵
	12月11日	13.7~13.9	9.7~10.2	94.0~99.0	
	12月26日	12.1~12.2	7.6~8.0	71.0~74.0	
	1月8日	11.0~11.1	8.5~9.1	78.0~84.0	
	1月22日	9.2~9.3	6.4~7.5	58.0~68.0	
	2月5日	7.6~7.7	7.1~7.9	61.0~67.0	新田川分100千尾
	2月19日	8.4~8.5	6.6~7.4	58.0~66.0	
	3月5日	9.1	3.9~5.8	35.0~51.0	
夏井川	11月14日	7.3	14.0~14.2	115.0~116.9	11/1~
	12月17日	6.1~6.2	12.0~13.5	96.2~108.0	160万粒採卵
	1月14日	2.3~2.6	13.1~14.0	95.2~100.1	
	2月26日	4.6~4.8	10.5~13.9	80.8~106.7	
	3月26日	9.8~9.9	9.1~12.1	80.3~106.1	

結果の発表等

なし

登録データ

13-06-006 「サケふ化場指導」 (99-29-1113)

研究課題名 水産物における放射性物質低減技術の開発

小課題名 給餌飼育におけるヒラメ稚魚の放射性セシウムの取り込み・排出過程の解明  
(放射性セシウムの蓄積及び排出試験)

研究期間 2011年～2013年

鈴木章一・鈴木俊二・渋谷武久・  
菊地正信

## 目 的

東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所の事故以降、福島県の実産生物からは高濃度の放射性セシウム（以下、Cs）が検出されていることから、現地海水下でCs非汚染のヒラメ稚魚にCsを含んだ餌料を与えて飼育し、ヒラメ体内への経時的な蓄積状況を把握する。

## 方 法

Cs非汚染のヒラメ稚魚（山形県産：平均全長140.6mm、平均体重27.3g）を0.5トンFRP水槽1面に60尾収容し、自然海水の掛け流しとした。

蓄積試験は（独）水産総合研究センター中央水産研究所（以下、中央水研）で作製したCsを含む餌料（300Bq/kg-dry）を、蓄積試験終了後の排出試験は市販の配合飼料を試験魚体重の1～2%を目安に飽食するまで給餌した。

飼育期間は、蓄積試験が2013年9月3日から10月22日までの49日間、排出試験が10月22日から12月17日までの56日間であった。

1週間から2週間に1度の頻度で全数取り上げて全長、体重を測定し、そのうちの6尾については全長、体重の測定後に中央水研に送付してCs分析を行った。

## 結果の概要

飼育水温は、蓄積試験開始時の24.3℃から排出試験終了時の18.1℃まで徐々に低下したがヒラメの飼育適水温内と考えられた（図1）。

蓄積試験期間中のヒラメ稚魚は、平均体重が開始時の27.3gから終了時には106.7gに増加したが、排出試験では稚魚の成長が鈍り体重は106.7gが134.5gとなるに止まった（図2）。

摂餌率は蓄積試験開始当初の2%以上から蓄積終了時には1.2%まで低下し、さらに、排出試験終了時には1.0%以下となった（図3）。

蓄積期間中の筋肉のCs濃度はほぼ直線的に上昇し、終了時には平均91.1Bq/kgとなった。

一方、排出期間中のヒラメ筋肉のCs濃度は、開始時の91.1Bq/kgから緩やかに減少し、終了時には47.8Bq/kgに低下した（図4）。

排出期間中のうち摂餌率、成長とも比較的良かった28日間における生物学的半減期をみると、49.5日と推定され、昨年行った試験とほぼ同様の値となった。

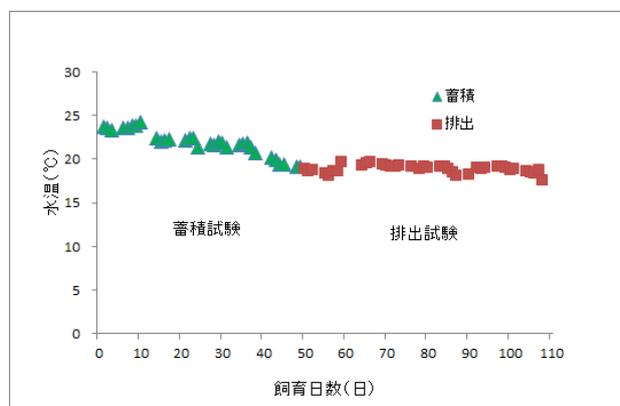


図1 蓄積試験中の水温

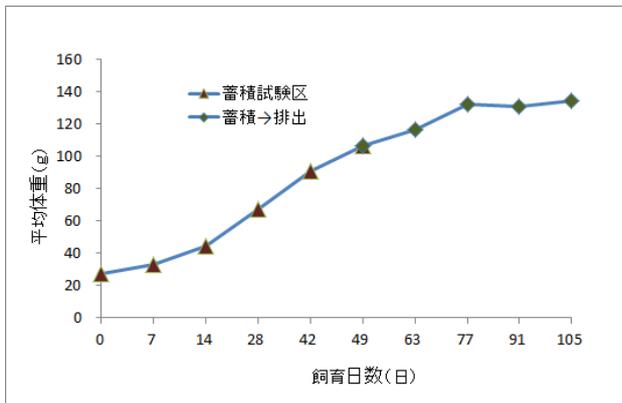


図2 試験魚の成長

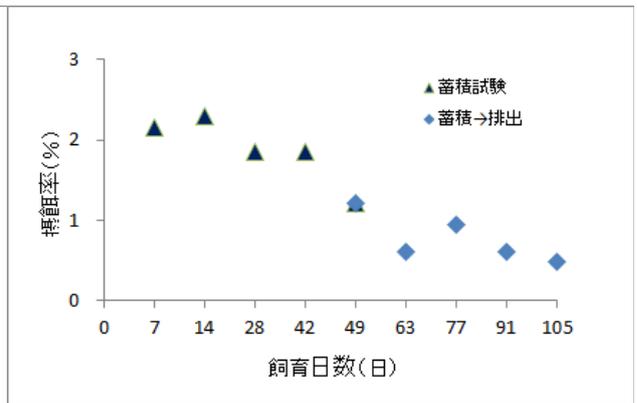


図3 試験期間中の摂餌率

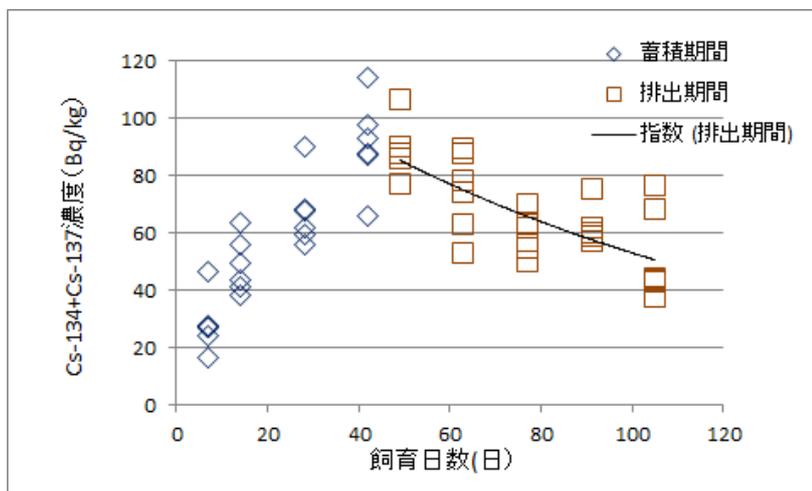


図4 ヒラメ稚魚のCs濃度 (蓄積～排出)

結果の発表等

なし

登録データ

13-06-007 「ヒラメセシウム蓄積試験」 (10-40-1113)

**研究課題名** 水産物における放射性物質低減技術の開発

**小課題名** 給餌飼育によるヒラメ稚魚の放射性セシウムの取り込み・排出過程の解明  
(低塩分海水飼育による放射性セシウム排出比較試験)

**研究期間** 2011年～2013年

鈴木章一・鈴木俊二・渋谷武久・  
菊地正信

## 目 的

体内に高濃度の放射性セシウム（以下、Cs）を蓄積したヒラメ稚魚に非汚染餌料を与え、異なる塩分濃度の海水で飼育した際におけるCs排出速度を比較し、Csの排出促進条件を検討する。

## 方 法

（独）水産総合研究センター中央水産研究所（以下、中央水研）で放射性セシウムCs-134を含む海水により体内に高濃度のCs-134を蓄積させたヒラメ稚魚（Cs-134濃度：約1,000Bq/Kg）を2群に分け、0.5トンFRP水槽2面にそれぞれ85尾ずつ収容し、自然海水と水道水で海水のおよそ50%に調整した低塩分区と自然海水掛け流しの対照区を設定し、ウォーターバスや調温海水で飼育水温をおよそ20℃として飼育を行った。給餌はCsを含まない市販配合飼料を試験魚体重の1～2%を目安に飽食するまで給餌した。

飼育期間は2013年7月16日から10月8日までの84日間であった。

なお、対照区については長期間の飼育によるCsの減衰状況をみるために、2014年1月21日までの189日間飼育を継続した。

期間中は水温、D0、塩分濃度のほか、1週間から2週間に1度の頻度で各試験区とも全数取り上げて全長、体重を測定し、そのうちの6尾を中央水研に送付してCs分析を行った。

## 結果の概要

飼育期間中の水温は18.4～24.3℃で、概ね20℃台を維持した（図1）。

低塩分区の塩分濃度は9.1～20.0psuで、海水と水道水調整の不備を除き対照区である地先自然海水（30.1～33.4psu）の40～60%で推移した（図2）。

ヒラメ稚魚の成長は、低塩分区と対照区にほとんど差はみられず、84日間で平均体重が約6g（低塩分6.1g、対照5.9g）から約90g（低塩分87.5g、対照91.5g）に成長した（図3）。

ヒラメ筋肉のCs-134濃度は開始時の1,369.3Bq/kgから指数関数的に低下し、84日目には低塩分区が22.0Bq/kg、対照区が22.1Bq/kgとなり、塩分濃度の違いによる差はみられなかった。

また、継続飼育していた対照区のCs-134濃度低下は84日目以降緩やかになり、終了時の189日目で10.0Bq/kgであった。

ヒラメ稚魚筋肉のCs-134減衰状況から放射性セシウムの生物学的半減期を推定すると、低塩分区が14.1日、対照区が13.9日と計算された。（図4、5）。

この結果から、両区の差はほとんどみられずヒラメ稚魚のCs排出に関しては50%程度までの塩分の影響は特にないものと思われた。

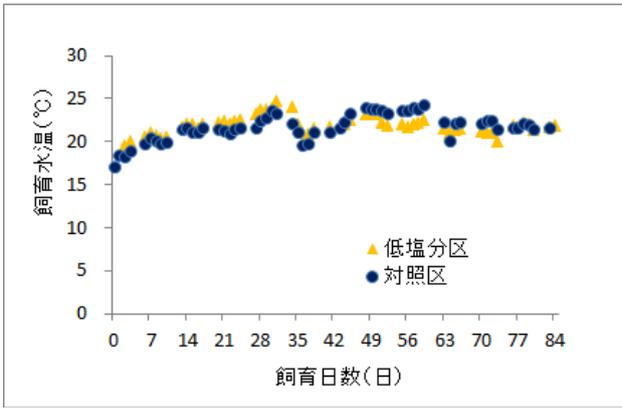


図 1 排出試験期間中の水温

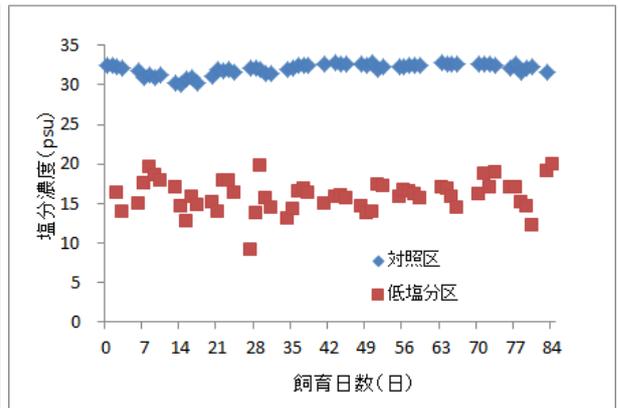


図 2 期間中の塩分濃度

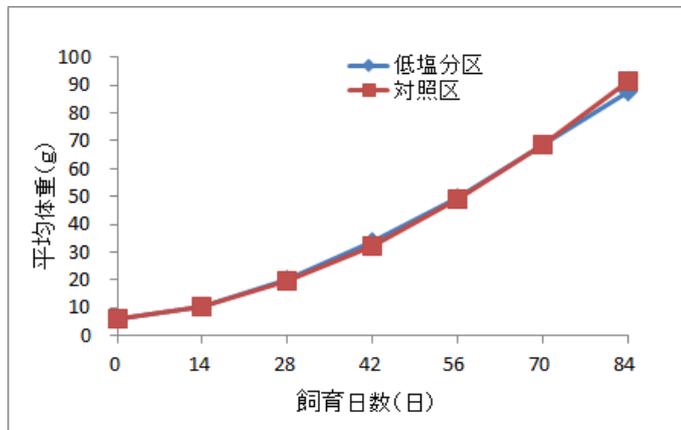


図 3 試験魚の成長

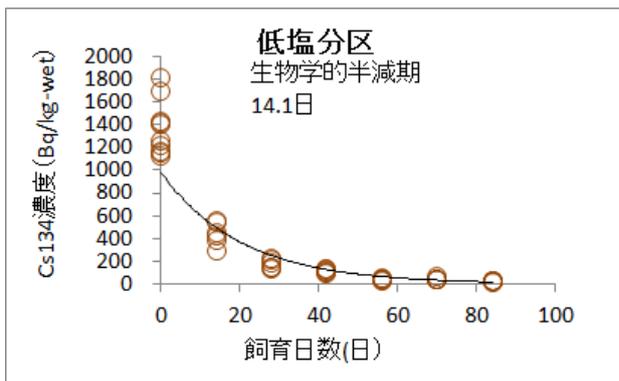


図 4 Cs濃度と近似曲線 (低塩分区)

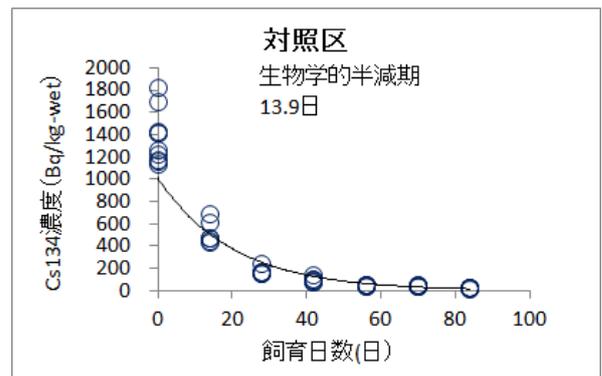


図 5 Cs濃度と近似曲線 (対照区)

結果の発表等

なし

登録データ

13-06-008 「ヒラメセシウム排出試験」 (10-40-1113)