

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（①2015年種苗生産実績）
研究期間 2014～2015年

渋谷武久・鈴木章一・菊地正信・
鈴木信

目 的

2014年度に実施したホシガレイ優良種苗生産技術開発試験の供試魚を継続飼育し、放流試験用種苗を生産した。

方 法

当期のホシガレイ種苗生産は、2015年1月6日、1月9日、1月13日に採卵した3群を用いて実施した。一次飼育（前期）では、0.5t～1.2t水槽5面へ、ふ化1～3日齢の仔魚90,000尾を収容し、着底期（Gステージ）まで飼育した。水温は20日齢までを10～12℃、21日齢以降を13～16℃とし、20日齢から16.5℃調温海水を1.0回転/日注水した。餌料は8日齢からオシズツボラムシ（以下、ワムシ）を10個体/ml、20日齢からアルテミア（栄養強化：SPマリングラス）を1～10個体/ml給餌した。一次飼育（後期）では、0.5t～3.0t水槽7面へ、着底期仔魚24,400尾を収容し、全長30mmまで飼育した。飼育水は16.5℃調温海水を1.0～2.5回転/日注水し、電気ヒーターとの併用で15.5℃に加温した。餌料はワムシ（～30日齢）、アルテミア（～60日齢）および配合飼料（35日齢～、日清社おとひめB2）を給餌し、35日齢から貝化石を週3回散布（0.15g/l）した。二次飼育では、0.5t～3.0t水槽7面へ、全長30mm稚魚18,600尾を収容し、全長60mmまで飼育した。飼育水は17.5℃調温海水を2.5～6.0回転/日注水し、配合飼料（おとひめC1～C2）を給餌した。三次飼育では、3.0t水槽2面へ、全長60mm稚魚3,047尾を収容し、全長80mmまで飼育した。飼育水は自然海水を6.5回転/日注水し、配合飼料（おとひめEP1）を給餌した。

各飼育段階の終了時に仔稚魚の全数を取り上げ、期間生残率と平均全長を調査するとともに、60日齢において各生産群別に形態異常割合を調査した。

結 果 の 概 要

一次飼育（前期）は1月14日～2月17日まで平均25.6日間実施した。期間生残率は8.5～51.4%（平均28.2%）で、平均全長12.0mmの仔魚25,403尾を取上げた。第1、2回次生産群ではふ化15～20日齢に大量斃死があり、生残率の低下に繋がった。斃死原因は口蓋、腸管異常による減耗と考えられた。一次飼育（後期）は2月9日～4月9日まで平均49.6日間実施した。期間生残率は82.5～98.7%（平均92.5%）で、平均全長32.8mmの稚魚22,594尾を取上げた。二次飼育は3月24日～5月13日まで平均39.3日間実施した。期間生残率は97.8～98.1%（平均98.1%）で、平均全長54.5mmの稚魚18,250尾を取上げた。三次飼育は5月13日～6月19日まで37日間実施した。期間生残率は99.9%で、平均全長75.5mm稚魚3,040尾を取上げた（表1）。

形態異常割合は、白化率が1.2～3.9%（平均2.6%）、眼位異常率が7.9～22.9%（平均17.4%）、両面有色が1.3～8.4%（平均5.6%）、正常魚率は69.8～86.8%（平均78.2%）であった（表2）。

当期の種苗生産は、一次飼育（前期）に第1、2回次生産群で大量斃死が生じた以外は概ね好調であった。通算飼育期間は1月14日～6月23日までの160日間で、全長80mmまでの期間生残率は25.5%であった。なお、生産した種苗は、5/26に全長60mm種苗15,200尾を宇多川河口に、6/23に全長80mm種苗3,000尾を宇多川河口と松川浦7号水路に半分ずつ放流した（表3）。

表1 ホシガレイ種苗生産実績 (2015年)

区分	項目	第1回生産群 (1/6採卵)	第2回生産群 (1/9採卵)	第3回生産群 (1/13採卵)	合計(平均)
一次飼育 (前期)	飼育期間	1/14~2/9(26日)	1/19~2/12(24日)	1/21~2/17(27日)	(25.6日)
	水槽規模	0.5t×2面	0.5t×2面	1.2t×1面	-
	収容尾数(尾)	30,000	30,000	30,000	90,000
	取上尾数(尾)	7,434	2,551	15,418	25,403
	平均全長(mm)	12.0	12.0	12.0	(12.0)
	期間生残率(%)	24.8	8.5	51.4	(28.2)
一次飼育 (後期)	飼育期間	2/9~3/24(43日)	2/12~4/9(56日)	2/17~4/8(50日)	(49.6日)
	水槽規模	3.0t×1面	0.5t×1面	3.0t×2面、1.2t×3面	-
	収容尾数(尾)	7,400	2,000	15,000	24,400
	取上尾数(尾)	6,103	1,681	14,810	22,594
	平均全長(mm)	31.1	34.0	33.2	(32.8)
	期間生残率(%)	82.5	84.0	98.7	(92.5)
二次飼育	飼育期間	3/24~5/13(49日)	4/9~5/13(34日)	4/8~5/13(35日)	(39.3日)
	水槽規模	3.0t×1面	1.2t×1面	3.0t×3面、1.2t×1面、0.5t×1面	-
	収容尾数(尾)	3,880	1,280	13,440	18,600
	取上尾数(尾)	3,800	1,253	13,197	18,250
	平均全長(mm)	55.0	55.0	53.0	(54.5)
	期間生残率(%)	97.9	97.8	98.1	(98.1)
三次飼育	飼育期間				5/13~6/19(37日)
	水槽規模				3.0t×2面
	収容尾数(尾)				3,047
	取上尾数(尾)				3,046
	平均全長(mm)				(75.5)
	期間生残率(%)				(99.9)

表2 ホシガレイ稚魚の形態異常割合 (2015年)

区分	項目	第1回生産群 (1/6採卵)	第2回生産群 (1/9採卵)	第3回生産群 (1/13採卵)	合計(平均)	
形態異常 割合	サンプル数(尾)	83	71	76	230	
	正常魚数(尾)	58	56	66	180	
	同比率(%)	69.8	78.8	86.8	(78.2)	
	内訳	白化	1.2	2.8	3.9	(2.6)
		眼位異常	22.9	21.1	7.9	(17.4)
		両面有色	8.4	7	1.3	(5.6)
		逆位	7.2	0	5.2	(4.3)
		白化逆位	0	0	0	(0)

表3 ホシガレイ放流実績 (2015年)

区分	項目	第1回放流	第2回放流		合計(平均)
放流実績	放流月日	5/26	6/23	6/23	
	放流場所	松川浦宇多川河口	松川浦宇多川河口	松川浦7号水路	
	放流尾数(尾)	15,200	1,500	1,500	18,200
	平均全長(mm)	60.1	81.0	81.0	(60.1~81.2)
	生産由来	第1~3生産群、中小	第1~3生産群、大	第1~3生産群、大	

結果の発表等

なし

登録データ

15-06-001「ホシガレイ種苗生産研究」(07-45-1415)

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ホシガレイ希釈海水飼育試験)
研究期間 2015年

渋谷武久・鈴木章一・菊地正信・
鈴木 信

目 的

ホシガレイ種苗生産において成長と生残の向上が期待される希釈海水飼育について検討した。

方 法

第1回試験

試験は2015年2月16日から同年3月18日まで実施した。試験区は自然海水(塩分濃度33.0psu)と水道水(0psu)の混合割合を3段階に調節した100%海水区(33.0psu)、75%海水区(24.7psu)、50%海水区(16.5psu)を設定した。試験水槽は100ℓパンフレット水槽を各区2面ずつ用い、供試魚として全長 9.8 ± 0.9 mm稚魚を1面当たり500尾ずつ収容し、飼育水温を15℃に、注水量を4.16ℓ/時に設定し、アルテミアおよび配合飼料を給餌して30日間の成長と生残を比較した(表1)。また、終了時に各水槽からサンプル60尾を抽出し、形態異常の割合について調査した。

第2回試験

第2回試験は2015年3月20日から同年4月20日まで実施した。試験条件は第1回試験と同様とし、供試魚として全長 22.6 ± 1.7 mm稚魚を1面当たり100尾ずつ収容して30日間の成長と生残を比較した(表2)

結 果 の 概 要

第1回試験

試験期間中の塩分濃度は、100%海水区が32.4~33.3、32.1~32.9psu、75%海水区が18.7~26.0、18.7~29.5psu、50%海水区が16.6~17.4、13.4~17.8psuの範囲にあり、概ね設定どおりの塩分条件を維持できた。ホシガレイ稚魚の平均全長は、試験期間中を通して100%海水区と75%海水区に差は無く、30日目の値は、それぞれ、21.5~22.6mm、21.5~21.8mmであった(図1、表3)。なお、50%海水区については、試験開始2日以内に全数が斃死したため試験を中止した。取上尾数と生残率は、100%海水区が384~405尾、76.8~81.0%、75%海水区が425~457尾、85.0~91.4%であり、75%海水区が上回る傾向にあったが、試験区間に有意差は無かった(表3)。正常魚率と白化率、眼位異常率は、100%海水区が61.6~84.1%、3.1~16.6%、9.5~18.3%、75%海水区が87.3~94.3%、5.6~6.3%、0~3.2%であり、75%海水区で形態異常の割合が低くなる傾向にあったが、試験区間に有意差は無かった(表4)。

第2回試験

試験期間中の塩分濃度は、100%海水区が31.3~33.1、30.6~32.4psu、75%海水区が22.1~25.1、21.4~25.3psu、50%海水区が13.8~18.0、14.1~18.4psuの範囲にあり、概ね設定どおりの塩分条件を維持できた。平均全長は、試験期間中を通して試験区間に差は無く、30日目の値は、それぞれ、41.1~42.4mm、41.9~42.7mm、40.9~42.2mmであった(図2、表5)。取上尾数と生残率は、100%海水区が97~100尾、97.0~100.0%、75%海水区が99尾、99.0%、50%海水区が100尾、100.0%であり、全水槽ともにほぼ斃死は無く、試験区間に差は無かった(表5)。

本年度実施したホシガレイ稚魚の希釈海水飼育試験では、第1回試験において75%海水区で僅

かに生残率と正常魚率が向上する傾向にあったが、100%海水区との間には明確な有意差は無かった。また、第1回、2回試験ともに希釈区と100%海水区との間に成長差は無く、希釈海水飼育による成長促進効果については明らかではなかった。

表1 試験の条件 (第1回)

試験区	100%海水区	75%海水区	50%海水区
(塩分濃度psu)	(33.0)	(24.7)	(16.5)
試験水槽	各区 100ℓ水槽×2面		
供試魚	ホシガレイ稚魚(37日齢)・全長9.8±0.9mm・500尾/面		
注水条件	混合海水 4.16ℓ/時(1.0回転/日)		
海水比	100%	75%	50%
淡水比	0%	25%	50%
水温条件	ウォーターバス・15℃調温		
試験期間	2015/2/16~同年3/18(30日間)		

表2 試験の条件 (第2回)

試験区	100%海水区	75%海水区	50%海水区
(塩分濃度psu)	(33.0)	(24.7)	(16.5)
試験水槽	各区 100ℓ水槽×2面		
供試魚	ホシガレイ稚魚(59日齢)・全長22.6±1.7mm・100尾/面		
注水条件	混合海水 4.16ℓ/時(1.0回転/日)		
海水比	100%	75%	50%
淡水比	0%	25%	50%
水温条件	ウォーターバス・15℃調温		
試験期間	2015/3/20~同年4/20(30日間)		

表3 試験結果 (第1回)

試験区	水槽 No.	開始時(0日目)		終了時(30日目)			
		収容尾数	全長(mm)	取上尾数	生残率(%)	角変換値	全長(mm)
100%海水区	1			405	81.0	64.1	21.5±1.5
	2	500	9.8±0.9	384	76.8	61.2	22.6±2.1
	平均			394.5±14.8 ^a	78.9	62.7±2.0 ^a	22.0±1.9 ^a
75%海水区	3			457	91.4	72.9	21.8±1.5
	4	500	9.8±0.9	425	85.0	67.2	21.5±1.7
	平均			441.0±7.7 ^a	88.2	70.1±4.0 ^a	21.6±1.6 ^a
50%海水区	5			0	0	-	-
	6	500	9.8±0.9	0	0	-	-
	平均			0.0	0.0	-	-

異なるアルファベット間では有意差があることを示す(Student's-t検定 P<0.05)

表4 形態異常割合の比較

試験区	水槽 No.	形態異常割合(%)					
		正常魚率	角変換値	白化率	角変換値	眼位異常率	角変換値
100%海水区	1	84.1	66.5	3.1	10.1	9.5	17.9
	2	61.6	51.7	16.6	24	18.3	25.3
	平均	72.8	59.1±10.4 ^a	9.8	17.0±9.8 ^a	13.9	21.6±5.2 ^a
75%海水区	3	87.3	69.1	6.3	14.5	3.2	10.3
	4	94.3	76.1	5.6	13.6	0	0
	平均	90.8	72.6±4.9 ^a	5.9	14.0±0.6 ^a	1.6	5.1±7.2 ^a
50%海水区	5	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-
	平均	-	-	-	-	-	-

異なるアルファベット間では有意差があることを示す(Student's-t検定 P<0.05)

表5 試験結果 (第2回)

試験区	水槽 No.	開始時		終了時(30日目)			
		収容尾数	全長(mm)	取上尾数	生残率(%)	角変換値	全長(mm)
100%海水区	1			97	97.0	80.0	42.4±4.4
	2	100	22.6±1.7	100	100.0	90.0	41.1±3.4
	平均			98.5±2.1 ^a	98.5	85.0±7.0 ^a	41.7±4.0 ^a
75%海水区	3			99	99.0	84.2	41.9±3.8
	4	100	22.6±1.7	99	99.0	84.2	42.7±3.5
	平均			99.0 ^a	99.0	84.2 ^a	42.3±3.6 ^a
50%海水区	5			100	100.0	90.0	42.2±3.7
	6	100	22.6±1.7	100	100.0	90.0	40.9±3.5
	平均			100.0 ^a	100.0	90 ^a	41.5±3.7 ^a

異なるアルファベット間では有意差があることを示す(Tukey法 P<0.05)

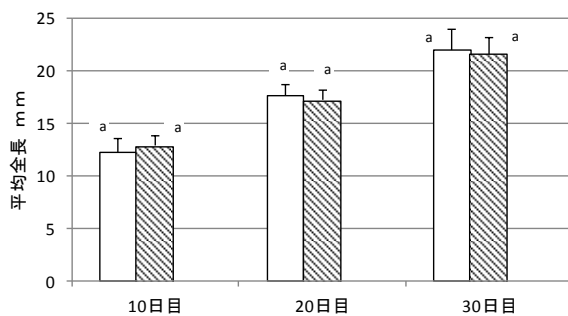


図1 ホシガレイ稚魚の平均全長 (第1回)

□100%海水区 ▨75%海水区 ▩50%海水区

異なるアルファベット間では有意差があることを示す(Student's-t検定 P<0.05)

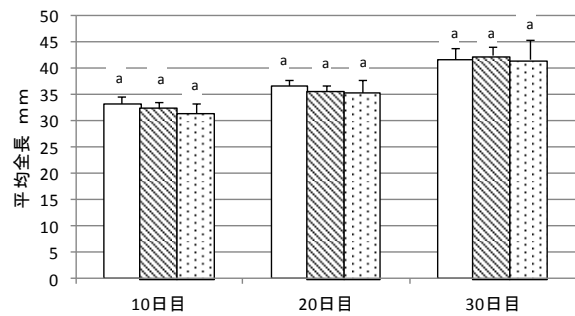


図2 ホシガレイ稚魚の平均全長 (第2回)

□100%海水区 ▨75%海水区 ▩50%海水区

異なるアルファベット間では有意差があることを示す(Tukey法 P<0.05)

結果の発表等 なし

登録データ 15-06-002「ホシガレイ種苗生産研究」(07-45-1415)

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（③親魚養成技術開発－採卵・卵管理試験）

研究期間 2015～2016年

渋谷武久・鈴木章一・菊地正信・
鈴木信

目 的

ホシガレイ種苗生産研究に供するふ化仔魚を生産するため、前年度に導入した親魚を用いて採卵試験を行い、採卵数量、受精率等の採卵成績を調査するとともに、ふ化仔魚の無給餌生残試験を行い、開口時生残率、無給餌生残指数（以下、SAI）等について調査した。

方 法

供試魚は2014年に相馬市沖で漁獲し、当场で飼育養成した♀親魚16尾と♂親魚6尾（♀♂共に放流種苗由来親魚を含む）を用いた。第1期採卵は、自然成熟した♀親魚10尾を対象に2015年12月22日から翌1月15日までに計6回、第2期採卵は、第1期に自然成熟しなかった♀親魚6尾を対象に、黄体形成放出ホルモンのアナログ（以下、LHRHaとする）を体重1kg当たり約40 μ を投与し、1月19日から2月5日までに計6回の採卵試験を行った（表1）。採卵は搾出法により行い、個体別に採卵回数と採卵数量を、搾出卵別に浮上卵率、受精率、ふ化率を調査した。また、第2期採卵試験で得られたふ化仔魚8群について、それぞれ100尾を10ビーカーに採取し、10℃管理のもと日々の斃死尾数を数え、開口時（ふ化10日齢）生残率、半数死亡日数、無給餌生残指数を求めた。

結 果 の 概 要

採卵成績は、第1期採卵では、採卵率が100.0%、延べ採卵回数が40回、総採卵数が2,077千粒、第2期採卵では、それぞれ、83.3%、23回、924千粒で、合計3,001千粒の種卵が得られた（表1）。卵管理成績は、第1期採卵では、浮上卵率が15.7%、受精率が22.2%、ふ化率が10.1%、ふ化仔魚総数が96千尾、第2期採卵では、それぞれ、43.0%、63.6%、20.0%、182千尾で、合計278千尾のふ化仔魚が得られた（表2）。今期の採卵では、LHRHa投与によらず半数以上の♀親魚が早期に自然成熟する状況にあったが、水温は通常年と大きな差はなく、早期自然成熟に関与した環境条件については不明であった。

無給餌状況における仔魚の生残状況は、ふ化仔魚群毎に様々であり、最短6日から最大29日で全ての仔魚が死亡した（図1）。ふ化仔魚群の開口時生残率は0～97.0%、半数死亡日数は2～23日、SAIは2.29～238.20であり、ふ化仔魚群毎に健苗性に差があるものと考えられた（表4）。調査したふ化仔魚8群のうち、開口時生残率が60%以下となったものは4群（No.1, 2, 3, 6）、半数死亡日数が20日以下は5群（No.1, 2, 3, 6, 8）であり、残る3群（No.4, 5, 7）のみが健康なふ化仔魚であったものと考えられた。

SAIと受精率、ふ化率の関係を調査すると、SAIは受精率、ふ化率の双方と相関が認められず、受精率やふ化率等の卵管理成績からふ化仔魚の健苗性を推定することは困難であった（図2, 3）。ホシガレイ種苗生産の現場においては、仔魚前期（ふ化15～20日齢）に生じる大量斃死が課題となっているが、こうした健苗性に劣るふ化仔魚の使用が大量斃死要因の一つになっているものと考えられた。

表1 親魚の全長、体重及びLHRHa投与量

親魚区分	採捕期間	尾数(尾)	全長*(cm)	体重*(kg)	肥満度*	LHRHa投与量*(μg/kg)
第1期採卵	2014/5/23	10	51.3±2.0	2.00±0.29	15.0±1.3	41.9±4.4
自然成熟	~同年12/15		(47.0-54.0)	(1.70-2.70)	(13.4-17.1)	(36.5-47.5)
第2期採卵	"	6	46.3±2.1	1.40±0.14	14.0±0.6	-
LHRHa投与			(44.0-49.5)	(1.20-1.60)	(13.1-14.7)	-

* 上段は平均値(又は平均値±標準偏差)、下段の()は数値の範囲を示す

表2 採卵成績

試験区分	採卵期間	採卵尾数(尾)	採卵率(%)	延べ採卵回数(回)	1尾当たり*採卵回数(回)	1尾-1回当たり*採卵数(千粒)	総採卵数(千粒)
第1期採卵	2015/12/22	10	100.0	40	4.0±0.8	51.9±27.9	2,077
自然成熟	~2016/1/15				(1-6)	(6.5-140.2)	
第2期採卵	2016/1/19	6	83.3	23	3.8±1.2	40.2±29.6	924
LHRHa投与	~2016/2/5				(0-5)	(3.1-129.9)	

* 上段は平均値(又は平均値±標準偏差)、下段の()は数値の範囲を示す

表3 媒精および卵管理成績

親魚区分	浮上卵率*(%)	受精率*(%)	ふ化率*(%)	ふ化仔魚総数(千尾)	♀1尾当たり平均(千粒・千尾)*		
					採卵数	受精卵数	ふ化仔魚数
第1期採卵	15.7	22.2	10.1	96	213.4±130.9	20.6±34.6	9.5±18.4
自然成熟	(0-73.4)	(0-93.4)	(0-70.0)		(88.1-446.8)	(0-114.6)	(0-59.0)
第2期採卵	43.0	63.6	20.0	182	173.1±123.8	79.6±95.2	36.4±51.5
LHRHa投与	(0-95.5)	(0-96.3)	(0-73.8)		(70.8-379.3)	(19.0-248.9)	(0-127.4)

* 上段は平均値(又は平均値±標準偏差)、下段の()は数値の範囲を示す

表4 ふ化仔魚の無給餌生残試験結果

仔魚区分	親魚区分	採卵月日	開口時生残率(%)	半数死亡日数(日)	SAI値
仔魚No.1	♀親魚⑭	1/19	38.0	7	45.28
仔魚No.2	♀親魚⑫	1/19	0.0	2	2.29
仔魚No.3	♀親魚⑭	1/22	52.0	11	79.64
仔魚No.4	♀親魚⑫	1/26	97.0	23	238.20
仔魚No.5	♀親魚⑭	1/26	91.0	23	227.40
仔魚No.6	♀親魚⑫	1/29	32.0	9	36.19
仔魚No.7	♀親魚⑭	1/29	96.0	23	218.30
仔魚No.8	♀親魚⑭	2/2	90.0	16	119.70

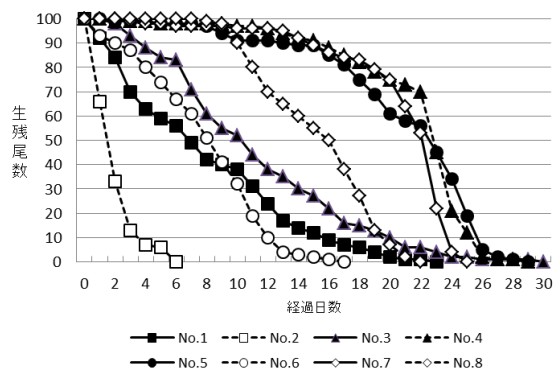


図1 無給餌生残尾数の推移

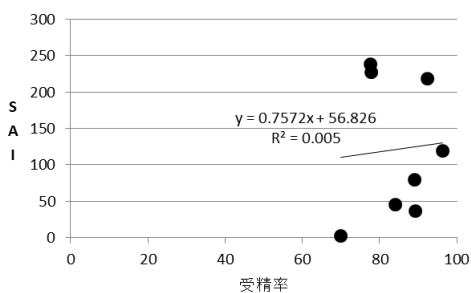


図2 SAIと受精率の関係

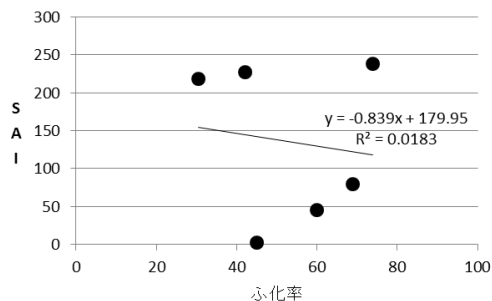


図3 SAIとふ化率の関係

結果の発表等

なし

登録データ

15-06-003 「ホシガレイ種苗生産研究」(07-45-1515)

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ヒラメ希釈海水飼育試験）

研究期間 2015年

渋谷武久・鈴木章一・菊地正信・
鈴木信

目 的

前年度に実施した濃度別希釈海水飼育試験（100～25％）において、75％海水区の一部でヒラメ稚魚の成長促進効果が認められたことから再現試験を実施した。

方 法

第1回試験

試験は2015年6月15日から7月15日まで実施した。試験区は自然海水（塩分濃度33.0psu）を単独注水する100％海水区と、水道水（0psu）を25％混合して注水する75％海水区（24.7psu）を設定した。試験水槽は100ℓバソライト水槽を各区3面ずつ用い、供試魚として全長 11.1 ± 0.7 mmのヒラメ稚魚を1面当たり100尾ずつ収容し、飼育水温を概ね20℃に、注水量を4.16ℓ/時に設定し、配合飼料を給餌して30日間の成長と生残を比較した（表1）。

第2回試験

第2回試験は7月22日から8月21日まで実施した。試験条件は第1回試験と同様とし、供試魚として全長 27.4 ± 1.2 mmのヒラメ稚魚を1面当たり30尾ずつ収容し、30日間の成長と生残を比較した（表2）。

結 果 の 概 要

第1回試験

試験期間中の水温は、100％海水区が19.1～22.9℃（平均21.4℃）、75％海水区が19.3～23.2℃（平均21.4℃）、塩分は、それぞれ、30.8～32.7psu（平均32.4psu）、19.3～26.3psu（平均25.0psu）の範囲にあり、概ね試験設定どおりの環境条件を維持できた（表3）。ヒラメ稚魚の平均全長は、15日目から差が見られ始め、終了時（30日目）の時点では、100％海水区が 35.7 ± 7.5 mm、75％海水区が 39.2 ± 6.4 mmで、75％海水区が有意に大きかった（図1）。取上尾数と生残率は、100％海水区が16～38尾（平均24.0尾）、16.0～38.0％（平均24.0％）、75％海水区が34～52尾（平均44.3尾）、34.0～52.0％（平均44.3％）であり、75％海水区が上回る傾向にあったが、試験区間に有意差はなかった（表4）。

第2回試験

試験期間中の水温は、100％海水区が20.4～25.5℃（平均22.9℃）、75％海水区が20.4～25.8℃（平均23.0℃）、塩分は、それぞれ、31.8～32.8psu（平均32.4psu）、21.1～29.2psu（平均25.2psu）の範囲にあり、概ね試験設定どおりの環境条件を維持できた（表5）。ヒラメ稚魚の平均全長は、試験期間を通してほぼ同様で、終了時（30日目）の時点では、100％海水区が 72.4 ± 8.1 mm、75％海水区が 70.8 ± 9.5 mmであった（表6）。取上尾数と生残率は、100％海水区が24～25尾（平均24.5尾）、80.0～83.3％（平均81.6％）、75％海水区が22～25尾（平均23.5尾）、73.3～83.3％（平均78.3％）であり、試験区間に有意差は無かった（表6）。

本年度の試験では、全長11.1mm稚魚を用いた第1回試験では75％海水飼育による成長促進が

認められたものの、全長 27.4mm 稚魚を用いた第2回試験では成長差は認められず、これは前年度の試験結果とほぼ同様であった。このことから希釈海水飼育における成長促進効果はヒラメ稚魚の供試サイズが小さいほど顕著であるものと考えられた。

表1 試験の条件 (第1回)

試験区	100%海水区 (塩分濃度psu) (33.0)	75%海水区 (24.7)
試験水槽	100ℓ水槽×3面	100ℓ水槽×3面
供試魚	ヒラメ稚魚(25日齢)・全長11.1±0.7mm・100尾/面	
注水条件	混合海水 4.16ℓ/時(1.0回転/日)	
海水比	100%	75%
淡水比	0%	25%
水温条件	ウオーターバス・自然海水	
試験期間	2015/6/15～同年7/15(30日間)	

表2 試験の条件 (第2回)

試験区	100%海水区 (塩分濃度psu) (33.0)	75%海水区 (24.7)
試験水槽	100ℓ水槽×2面	100ℓ水槽×2面
供試魚	ヒラメ稚魚(50日齢)・全長27.4±1.2mm・30尾/面	
注水条件	混合海水 4.16ℓ/時(1.0回転/日)	
海水比	100%	75%
淡水比	0%	25%
水温条件	ウオーターバス・自然海水	
試験期間	2015/7/22～同年8/21(30日間)	

表3 飼育水の環境条件 (第1回)

試験区	水槽 No.	水温(°C)		塩分(psu)		pH	
		範囲	平均±SD	範囲	平均±SD	範囲	平均±SD
100%海水区	1	19.1-22.9	21.4±0.9	30.8-32.7	32.3±0.4	8.48-8.72	8.59±0.08
	2	19.2-22.9	21.4±0.9	31.9-32.7	32.5±0.2	8.34-8.75	8.61±0.13
	3	19.3-22.8	21.4±0.9	31.9-32.7	32.4±0.2	8.50-8.77	8.66±0.08
	平均	-	21.4±0.9 ^a	-	32.4±0.3 ^a	-	8.62±0.10 ^a
75%海水区	4	19.3-23.2	21.4±0.9	19.3-26.3	24.4±1.3	8.30-8.88	8.62±0.18
	5	19.3-23.1	21.4±0.9	19.3-23.1	21.4±0.9	8.23-8.78	8.59±0.18
	6	19.3-23.2	21.4±0.9	19.3-23.2	24.9±1.9	8.33-8.78	8.63±0.15
	平均	-	21.4±0.9 ^a	-	25.0±1.5 ^b	-	8.61±0.17 ^a

異なるアルファベット間で有意差があることを示す(Student's-t検定 P<0.05)

表4 試験結果 (第1回)

試験区	水槽 No.	開始時(0日目)		終了時(30日目)			
		収容尾数	全長(mm)	取上尾数	生残率(%)	角変換値	全長(mm)
100%海水区	1			16	16.0	23.5	31.9±7.8
	2	100	11.1±0.7	38	38.0	38.0	37.3±7.0
	3			18	18.0	25.1	35.6±7.6
	平均	100	11.1±0.7	24.0±12.1 ^a	24.0	28.9±7.9 ^a	35.7±7.5 ^a
75%海水区	4			47	47.0	43.2	40.2±5.8
	5	100	11.1±0.7	34	34.0	35.6	42.1±5.7
	6			52	52.0	46.1	36.4±6.4
	平均	100	11.1±0.7	44.3±9.2 ^a	44.3	4.16±5.4 ^a	39.2±6.4 ^b

異なるアルファベット間で有意差があることを示す(Student's-t検定 P<0.05)

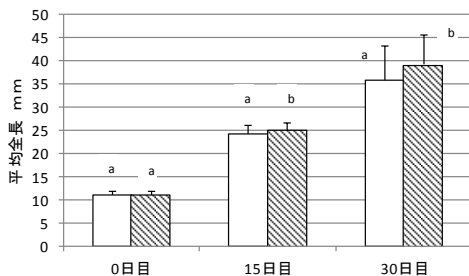


図1 ヒラメ稚魚の平均全長 (第1回)

□100%海水区 □75%海水区

異なるアルファベット間で有意差があることを示す(Student's-t検定 P<0.05)

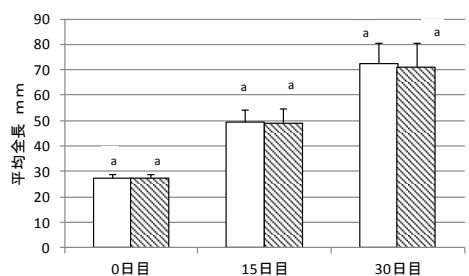


図2 ヒラメ稚魚の平均全長 (第2回)

□100%海水区 □75%海水区

異なるアルファベット間で有意差があることを示す(Student's-t検定 P<0.05)

表5 飼育水の環境条件 (第2回)

試験区	水槽 No.	水温(°C)		塩分(psu)		pH	
		範囲	平均±SD	範囲	平均±SD	範囲	平均±SD
100%海水区	1	20.7-25.5	22.9±1.4	31.8-32.8	32.3±0.2	8.38-8.79	8.58±0.14
	2	20.4-25.5	22.9±1.4	32.1-32.8	32.6±0.2	8.56-8.88	8.70±0.09
	平均	-	22.9±1.4 ^a	-	32.4±0.2 ^a	-	8.64±0.13 ^a
75%海水区	3	20.6-25.8	23.1±1.4	21.6-27.6	25.3±1.3	8.45-8.87	8.68±0.15
	4	20.4-25.7	23.0±1.4	21.1-29.2	25.0±2.1	8.39-8.84	8.67±0.15
	平均	-	23.0±1.4 ^a	-	25.2±1.7 ^b	-	8.68±0.15 ^a

異なるアルファベット間で有意差があることを示す(Student's-t検定 P<0.05)

表6 試験結果 (第2回)

試験区	水槽 No.	開始時(0日目)		終了時(30日目)			
		収容尾数	全長(mm)	取上尾数	生残率(%)	角変換値	全長(mm)
100%海水区	1			24	80.0	63.4	77.0±6.9
	2	30	27.4±1.2	25	83.3	65.8	68.0±6.7
	平均			24.5±0.7 ^a	81.6	64.6±1.6 ^a	72.4±8.1 ^a
75%海水区	3			22	73.3	58.8	72.4±10.2
	4	30	27.4±1.2	25	83.3	65.8	69.3±8.9
	平均			23.5±2.1 ^a	78.3	62.3±4.9 ^a	70.8±9.5 ^a

異なるアルファベット間で有意差があることを示す(Student's-t検定 P<0.05)

結果の発表等 なし

登録データ 15-06-004「ヒラメ種苗生産研究」(07-40-1515)

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閉鎖循環飼育試験)

研究期間 2015年

渋谷武久・鈴木章一・菊地正信
鈴木 信

目 的

前年度に好成績が得られた閉鎖循環システムを用いたいヒラメ種苗生産試験について再現試験を行うとともに、新たに成長促進効果が期待できる希釈海水飼育区を追加し、生産成績と海水使用量について検討した。

方 法

試験区は自然海水(100%海水)を掛け流す流水区、自然海水(100%海水)を循環再利用する循環区-1、上水で希釈した75%海水(体積比)を循環再利用する循環区-2を設定した。試験水槽は各区ともに0.5t円形FRP水槽を1面ずつ用い、自然海水または循環飼育水を250ℓ/時ずつ注水した。供試魚はふ化45日齢のヒラメ稚魚(平均全長25.6mm)を250尾/面ずつ収容し、配合飼料を給餌し、放流規格(全長100mm)に達するまで無選別状態で45日間飼育した(表1)。循環区-1,2には閉鎖循環システムとして、200ℓ受水槽、25ℓ砂濾過槽(濾材13.5ℓ)、75ℓ生物ろ過槽(流動担子15ℓ)、泡沫分離機、投入式クーラーを設置し、循環ポンプにより受水槽と生物ろ過槽の間を500ℓ/時で循環濾過した(図1)。

試験期間中は毎日、水温、塩分、pH、D₀および三態窒素(アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素)を測定し、15日毎に各水槽から稚魚30尾を抽出し全長を測定した。試験終了時には稚魚の全数を取上げ、生残率を求めるとともに、稚魚60尾の全長と体重を測定した。また、循環区-1,2については、泡沫分離機と底清掃時の排水量を毎日測定し、流水区との海水使用量を比較した。

結 果 の 概 要

試験期間中の水温、塩分、pHおよびD₀は、流水区が20.0~25.0℃、31.6~32.8psu、8.67~8.79、5.6~7.1mg/ℓ、循環区-1が20.2~24.5℃、32.4~33.5psu、8.16~8.78、5.0~6.9mg/ℓ、循環区-2が20.7~24.6℃、24.3~32.7psu、7.96~8.79、4.6~7.6mg/ℓの範囲にあり、概ね設定どおりの環境条件が維持された(表2)。三態窒素は、循環区-1では目立った上昇はなく、終了時の値はアンモニア態窒素が0.2mg/ℓ、亜硝酸態窒素が0.2mg/ℓ、硝酸態窒素が5.0mg/ℓ、循環区-2では、開始直後に硝酸態窒素の急激な上昇が見られたものの、以後は低下し、終値はそれぞれ、0.2、0.05、5.0mg/ℓであり、試験期間中を通して硝酸態窒素の蓄積は認められなかった(図2,3)。

試験終了時のヒラメ稚魚の取上尾数(生残率)は、流水区が105尾(42.0%)、循環区-1が125尾(50.0%)、循環区-2が130尾(52.0%)で、噛み合いにより幼弱個体の多くが斃死したため生残率は50%程度に留まった(表3)。平均全長は、流水区が97.1±6.9mm、循環区-1が97.3±4.8mm、循環区-2が101.0±6.2mmで、流水区<循環区-1<循環区-2の順に高く、流水区と循環区-2の間で有意差が認められた(表3)。

循環区と流水区の生産成績(生残、成長)と海水使用量を比較すると、循環区-1の生産成績は前年度と同様に流水区を上回っており、更に希釈海水飼育(75%海水)を取り入れることで成長促進が期待できることが分かった。また、海水使用量は、流水区の270ℓに対して、循環区-1が8640ℓ、

循環区-2 が 868ℓ であり、前年度と同様に 1/100 以下に海水使用量を削減することができ、閉鎖循環システムが有効であることが再確認された。

表1 試験の条件

試験区	流水区	循環区-1	循環区-2
試験水槽	0.5t水槽×1面	0.5t水槽×1面	0.5t水槽×1面
供試魚	ヒラメ稚魚(45日齢)・全長25.6±2.3mm・250尾/面		
使用用水	自然海水	100%海水	75%海水
(塩分濃度psu)	(33.0)	(33.0)	(24.7)
注水条件	掛け流し	閉鎖循環	閉鎖循環
	250ℓ/時(0.5回転/時)	250ℓ/時(0.5回転/時)	250ℓ/時(0.5回転/時)
ろ過条件	無し	砂濾過槽25ℓ、生物濾過槽75ℓ(流動担子15ℓ)	
		濾過槽内循環率:500ℓ/時(5.0回転/時)	
水温条件	無調節	冷却装置(レイシ-LX180)により自然海水水温に調節	
試験期間	2015/7/14～同年8/28(45日間)		

表3 試験結果

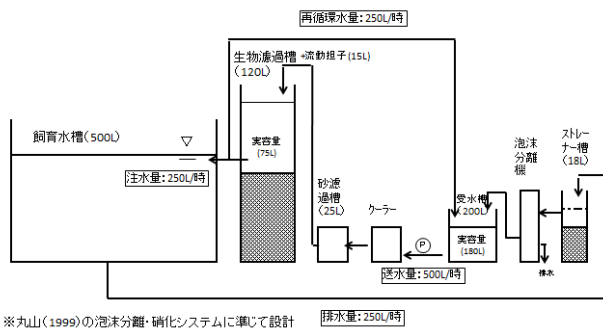
試験区	水槽No.	開始時(0日目)		終了時(45日目)		
		収容尾数	全長(mm)	取上尾数	生残率(%)	全長(mm)
流水区 1	1			105	42.0	97.1±6.9 ^a
循環区-1 2	2	250	25.6±2.3	125	50.0	97.3±4.8 ^{ab}
循環区-2 3	3			130	52.0	101.0±6.2 ^b

異なるアルファベット間で有意差があることを示す(Tukey法 P<0.05)

表2 飼育水の環境条件

試験区	水槽No.	水温(°C)	塩分(psu)	pH	DO(mg/l)	NH ₄ -N(mg/l)	NO ₂ -N(mg/l)	NO ₃ -N(mg/l)
流水区 1	1	22.4±1.3 ^a (20.0-25.0)	32.5±0.2 ^a (31.6-32.8)	8.74±0.04 ^a (8.67-8.79)	6.6±0.3 ^a (5.6-7.1)	0 ^a	0 ^a	0 ^a
循環区-1 2	2	22.2±1.1 ^a (20.2-24.5)	32.8±0.2 ^a (32.4-33.5)	8.52±0.18 ^b (8.16-8.78)	6.1±0.4 ^b (5.0-6.9)	0.19±0.04 ^b (0-0.2)	0.10±0.11 ^b (0-0.5)	2.44±2.42 ^b (0-10.0)
循環区-2 3	3	22.1±1.1 ^a (20.7-24.6)	25.6±1.4 ^b (24.3-32.7)	8.50±0.20 ^b (7.96-8.79)	6.2±0.7 ^b (4.6-7.6)	0.22±0.11 ^b (0-0.5)	0.35±0.57 ^c (0-2.5)	6.41±7.22 ^c (0-25)

欄の上段は平均値±標準偏差、下段の()は数値の範囲を示す
異なるアルファベット間で有意差があることを示す(Tukey法 P<0.05)



※丸山(1999)の泡沫分離・硝化システムに準じて設計

図1 閉鎖システムの概略図

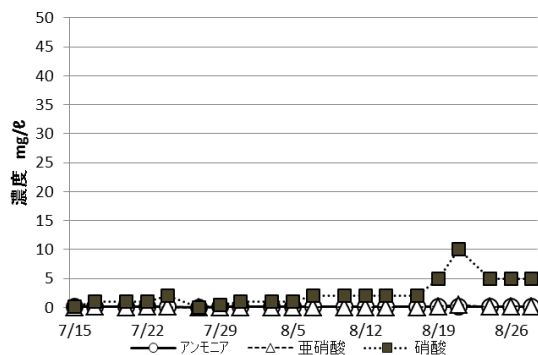


図2 飼育海水中の無機態窒素濃度(循環区-1)

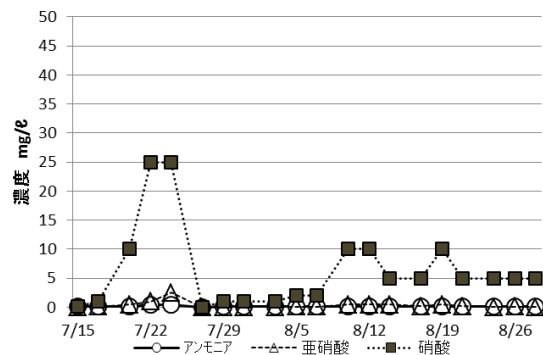


図3 飼育海水中の無機態窒素濃度(循環区-2)

結果の発表等 なし

登録データ 15-06-005「ヒラメ種苗生産研究」(07-40-1515)

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～2015年

鈴木章一・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ついて、サケ稚魚の安定生産を図るための技術指導を行う。

方 法

2015年10月から2016年3月までの間に、宇多川、真野川、新田川、夏井川及び今年度から新たに再開した木戸川の5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した。

結 果 の 概 要

今年度は、津波により被災し新たに施設を整備して再開する木戸川を含め採卵前の9月末から3月中旬まで、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。今年度は豪雨等天候の変動は少なく気温が高めに推移したこともあり卵収容時から飼育期間中の水温はやや高めであった。

昨年のような高水温はみられなかったものの、各ふ化場ともふ化槽収容初期の未受精卵、死卵がやや多く見られた。

宇多川：発眼卵管理中に一部が酸欠と思われる症状によりへい死したが、その後の管理は順調であった。3月上旬から放流を開始し、例年2月上旬以降の水温が低いことから餌付けが遅れる等の影響を考慮し真野川に輸送して育成を依頼した約80万尾とともに3月下旬頃までに放流を終了した。

真野川：外池に放養した1面に鰓病が発生し稚魚の一部がへい死したが、その他の池では特に大きなへい死等なく順調に飼育が行われ、2月中旬に放流を終了した。

新田川：津波の被害で破損しているふ化施設での初期の卵管理を諦め、真野川の施設を借りて発眼まで管理を行ったが、発眼前後に大量へい死がみられ生残卵はわずかであった。

今年度はふ化槽への卵収容数が多かったことから、飼育水が十分に行き渡らず酸欠症状をおこしたのではないかと考えられた。放流数は約7万尾に止まった。

夏井川：例年よりやや早めの10月中・下旬に採卵を行い、発眼までは若干の水かび、死卵の発生はみられたものの大きな問題はなかった。しかし、屋外ハウス収容後のふ化からふ上にかけて大量へい死があり、放流数は目標の1/3程度に止まった。同時期に指導に当たった（国）水産総合研究センター東北区水産研究所の見解でも原因の特定には至らなかった。

木戸川：採卵から稚魚飼育で特に問題になるようなことはなく順調に飼育されたが、放流数は施設整備の遅れもあり今年度目標の1/2程度であった。

表1 ふ化場指導状況

ふ化場	月 日	水温 (℃)	DO(mg/L)	DO (%)	備 考
宇多川	11月20日	12.4	11.2	107.1	10/20~30
	12月9日	4.1	9.29	84.3~90.2	400万粒採卵
	1月20日	5.3~5.5	10.8~11.11	87.0~89.4	
	2月4日	4.5~5.1	9.0~11.5	70.0~89.5	
	3月2日	5.2~5.6	7.0~10.0	55.4~78.5	
真野川	10月16日	—	—	—	施設状況確認
	11月20日	16.2	8.1~8.6	83.1~86.6	11/6~17
	12月9日	13.8	7.48~8.30	71.66~80.9	511万粒採卵
	1月20日	11.4~11.9	8.40~9.69	77.9~89.5	
	2月4日	8.5~9.2	5.0~8.4	32.5~73.3	
	3月2日	10.9~11.2	7.2~8.3	64.9~74.8	
新田川	9月29日	—	—	—	施設状況確認
	11月20日	16.4	8.54	85.1	11/15~19
	12月9日	13.6	8.43	83.9	130万粒採卵
	1月20日	—	—	—	施設状況確認
木戸川	9月29日	—	—	—	施設状況確認
	10月15日	—	—	—	〃
	11月19日	13.1	10.5~10.8	102.5~108.2	11/7~17
	12月8日	8.8	11.3~11.8	98.5~99.2	155万粒採卵
	1月20日	4.9~5.4	11.3~11.8	98.5~99.2	
	2月4日	6.5~6.7	9.2~11.3	73.3~94.9	
	3月1日	6.7~6.9	10.3~11.1	83.5~90.3	
夏井川	10月15日	—	—	—	施設状況確認
	11月19日	12.7~12.8	10.0~11.8	94.9~97.3	10/20~29
	12月8日	6.7~6.8	12.9~13.2	97.5~103.3	165万粒採卵
	1月7日	6.1~6.2	9.76~10.90	78.4~84.7	
	1月19日	4.6~4.7	11.1~11.9	86.5~91.6	
	2月15日	3.5~4.2	12.49~13.51	94.4~97.3	
	3月14日	6.5	11.3~12.0	91.9~97.8	

結果の発表等

なし

登録データ

15-06-006 「サケふ化場指導」 (07-29-1515)

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
(放射性セシウム蓄積試験)

研究期間 2011年～2015年

鈴木章一・鈴木 信・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事故直後に比べ濃度が低くなったとはいえ放射性セシウム（以下、Cs）が依然検出されていることから、これまで行ってきたものよりも大型のCs非汚染ヒラメを対象として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。

また、同じ栽培漁業対象種であり底生性魚類でもあるホシガレイについて、併せて予備試験を行った。

この試験は（国）水産総合研究センター中央水産研究所（以下、中央水研）からの委託により行った。

方 法

ヒラメはCs非汚染の4歳魚（秋田県産：平均全長401.8mm、平均体重774.1g）を3.6トンFRP水槽1面に、ホシガレイは1歳魚（福島県産：平均全長309.2mm、平均体重457.5g）を1.2トンFRP水槽1面にそれぞれ30尾収容し、注水はヒートポンプによる調温海水（18～20℃）主体で飼育水温が17℃以上となるようにして飼育した。

餌料は中央水研で作製したCsを含むドライペレット（Cs濃度約3,000Bq/kg-dry）を用い、試験魚が飽食するまで与えた。

飼育期間は、ヒラメが2015年11月2日から12月24日までの52日間、ホシガレイが12月27日までの55日間とした。

1週間から2週間に1度の頻度で全数を取り上げ、フェノキシエタノールによる麻酔をかけた後全長、体重を測定し、中央水研から搬入したNaI測定器により個体別の体内のCs濃度を推定した。そのうちの3尾についてはゲルマニウム測定器によるCs分析用サンプルとして中央水研へ送付した。

結果の概要

飼育水温は17.2～19.7℃で、概ね18℃台を維持したが、11月20日～29日までは夜間揚水停止に伴い水温が13～15℃台まで低下した（図1）。

試験期間中における試験魚の平均体重は、ヒラメが774.1～921.3g、ホシガレイが457.5～499.8gの間で推移したが両魚種とも体重の増加は少なかった。（図2）

また、Cs餌料の摂餌状況は不活発で、摂餌する個体としない個体に分かれ、その摂餌率は0.1～0.2%であった。

ヒラメ、ホシガレイともNaIによる測定結果では筋肉中のCs濃度の上昇は緩やかで、ヒラメで最大123.3Bq/kg、ホシガレイが168.6Bq/kgであった。また個体によってはマイナス数値の個体が見られる等バラツキが大きかった。（図3,4）

終了時のCs濃度は、平均値でヒラメが48.2Bq/kg、ホシガレイが85.0Bq/kgであった。

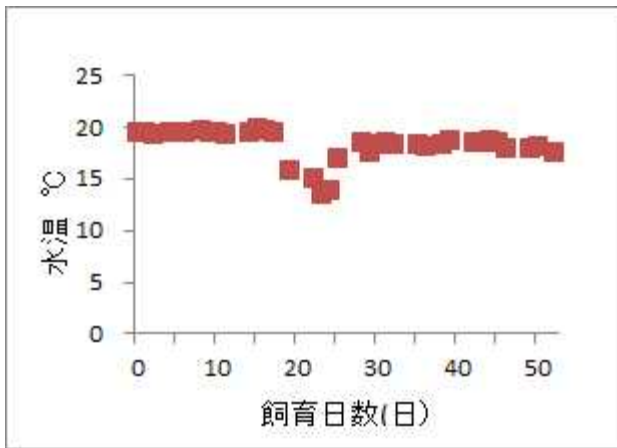


図1 Cs蓄積試験期間中の水温経過

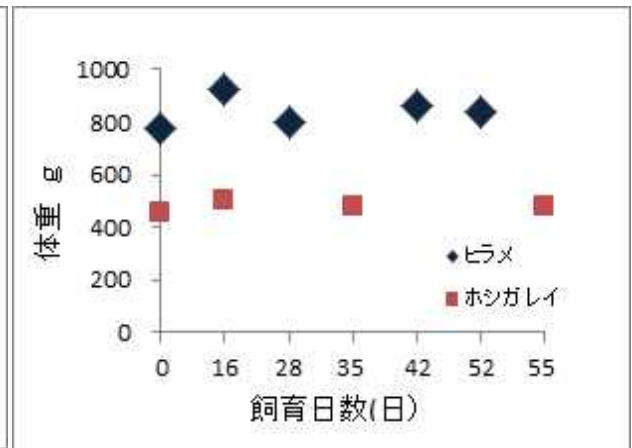


図2 試験魚の平均体重の推移

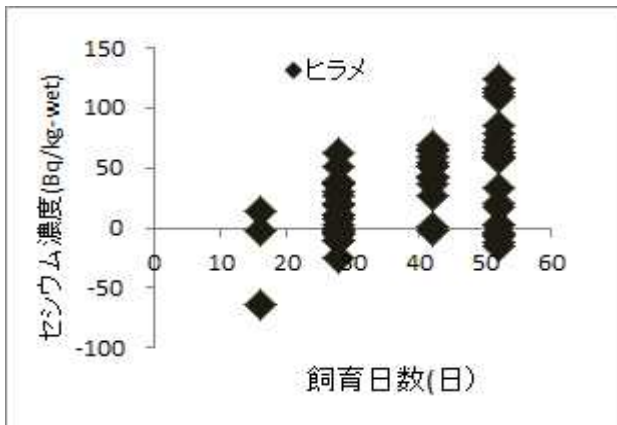


図3 ヒラメ個体別のCs濃度

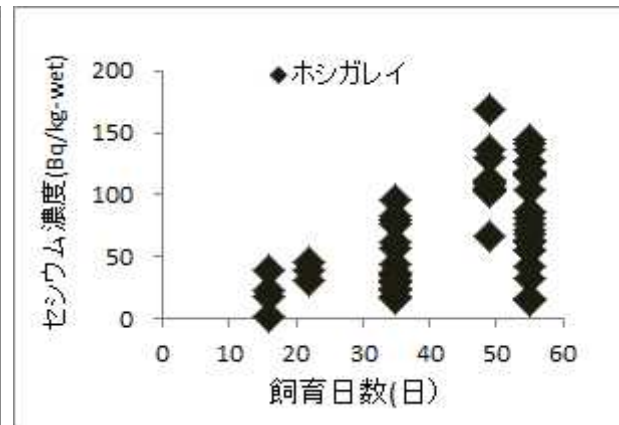


図4 ホシガレイ個体別のCs濃度

結果の発表等

なし

登録データ

15-06-007 「セシウム蓄積試験」 (10-69-1515)

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等の放射性セシウムの取り込み・排出過程の解明
(放射性セシウム排出試験)

研究期間 2011年～2015年

鈴木章一・鈴木 信・渋谷武久・
菊地正信

目 的

ヒラメの放射性セシウム（以下、Cs）排出速度を把握するため、体内にCsを蓄積した大型ヒラメに非汚染餌料を与えて飼育した場合の体内Cs濃度の状況を調査した。また、栽培漁業対象種であるホシガレイについて、併せて予備試験を行った。

この試験は（国）水産総合研究センター中央水産研究所（以下、中央水研）からの委託により行った。

方 法

本年度のCs蓄積試験によりCsを蓄積させたヒラメ4歳魚およびホシガレイ1歳魚を3.6トンFRP水槽1面と1.2トンFRP水槽1面にそれぞれ30尾ずつ収容し、18℃調温海水を掛け流して飼育した。

餌料はCsを含まない市販配合飼料で、試験魚の摂餌状況をみながら適宜与えた。

飼育期間はヒラメが2015年12月24日から、ホシガレイが12月27日から2016年2月7日までの45日および42日間とした。

期間中は水温、DOのほか、1週間から2週間に1度の頻度で両魚種とも全数を取り上げて全長、体重を測定し、フェノキシエタノールで麻酔処理をした後中央水研から搬入したNaI測定器により個体別にCs濃度を推定した。そのうちの3～4尾についてはゲルマニウム測定器によるCs分析用サンプルとして中央水研へ送付した。

結果の概要

飼育期間中の水温は16.7～18.4℃で、概ね17℃台を維持した（図1）。

期間中のヒラメの平均体重は開始時が837.0g、終了時が805.2gであり、成長は認められなかった。また、ホシガレイは開始時の平均457.5gから終了時497.1gと若干の体重増加に止まった（図2、3）。

Cs濃度は、ヒラメ、ホシガレイともバラツキがみられるものの、ヒラメが開始時平均48.2Bq/kgから終了時の平均で29.3Bq/kgに、ホシガレイが開始時平均85.0Bq/kgから終了時平均29.6Bq/kgにそれぞれ減少した。

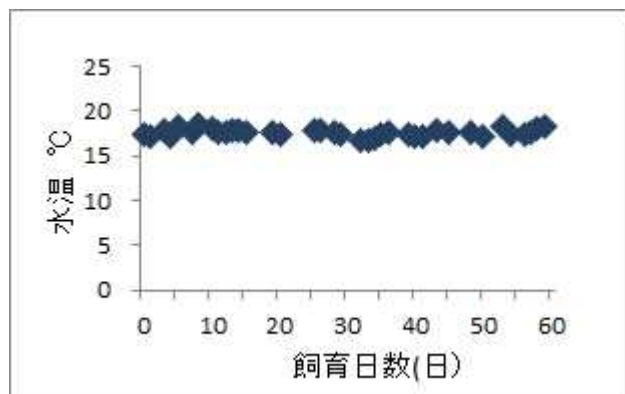


図1 排出試験の水温経過（ヒラメ飼育）

これらの計測値の推移から体重1kgあたりの放射性セシウムの実効半減期を推定すると、ヒラメが49.5日、ホシガレイが27.7日となった。また、1尾あたりの体重で換算し直した実効半減期ではヒラメが86.6日、ホシガレイが34.7日となった（図4、5）。

本年度は供試魚が大型でありその数も少ないことから、魚を生きのまま麻酔処理してNaI測定器によりCs濃度を測定したが、一部麻酔が不完全であったこと等による数値のバラツキ

がみられ、Cs濃度の推移について傾向を得るに止まった。

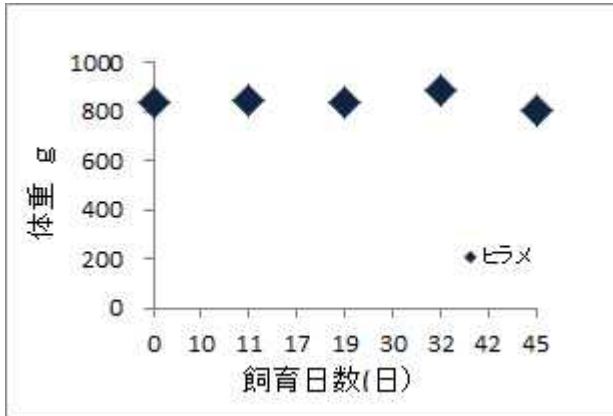


図2 ヒラメの平均体重の推移

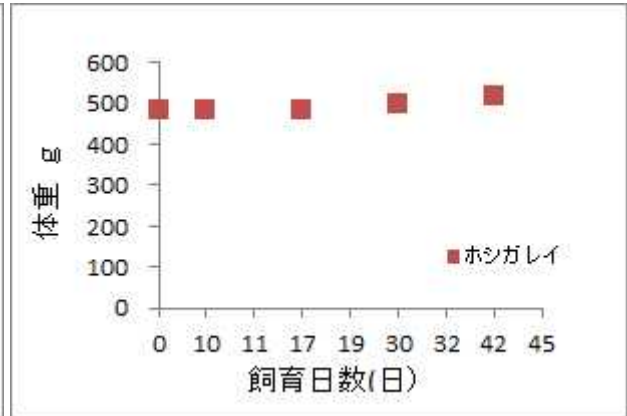


図3 ホシガレイの平均体重の推移

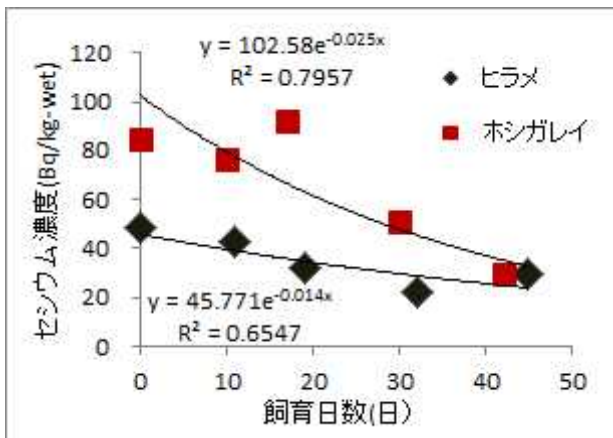


図4 Cs濃度と近似曲線 (1kgあたり)

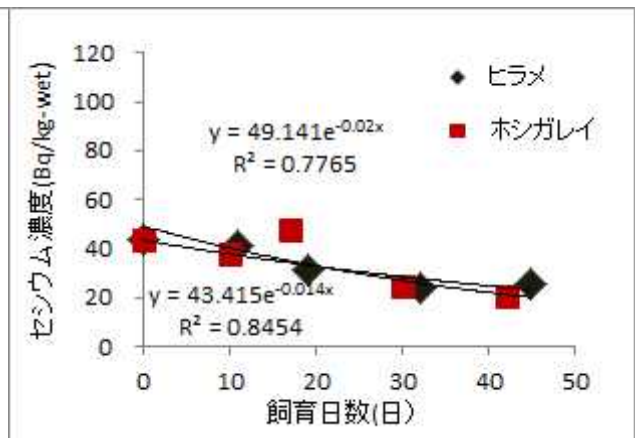


図5 Cs濃度と近似曲線 (1尾あたり)

結果の発表等

なし

登録データ

15-06-008 「セシウム排出試験」 (10-69-1515)