

# 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 (①2016年種苗生産実績)  
研究期間 2015～2016年

榎本昌宏・渋谷武久\*・鬼塚裕子・  
菊地正信・鈴木 信・松本育夫

## 目 的

2015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、2015/12/22、12/28、2016/1/1、1/5、1/19、1/26、1/29、2/2に採卵した10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128,000尾を收容し、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日齢からシオミズツボウムシ(以下、ウムシ)を10個体/ml、20日齢からアルテミア(栄養強化:SPマリングロス)を1～10個体/ml給餌した。

一次飼育(後期)では、0.5t～3.0t水槽5面へ、着底期仔魚27,114尾を收容し、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。餌料はウムシ(～30日齢)、アルテミア(～60日齢)及び配合飼料(35日齢～、㈱日清丸紅餌料 おとひめB2(以下、粒径のみ示す))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5面へ、全長30mm稚魚4,837尾を收容し、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(C1～C2)を給餌した。三次飼育では、0.5～3.0t水槽7面へ、全長60mm稚魚3,866尾を收容し、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(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12/28～3/11まで平均28.7日間実施した。期間生残率は0～49.0%(平均25.9%)で、平均全長12.0～13.0mmの仔魚27,114尾を取上げた。第1、2、5、9、10回次生産群では斃死個体が多く、12～26日齢で飼育を中止した。一次飼育(後期)は1/26～4/21まで平均45日間実施した。期間生残率は11.2～67.6%(平均30.1%)で、平均全長31.5～33.0mmの稚魚5,593尾を取上げた。二次飼育は3/10～6/12まで平均38.3日間実施した。期間生残率は77.6～100%(平均84.1%)で、平均全長45.6～63.1mmの稚魚3,978尾を取上げた。(表1)。

形態異常割合は、白化率が0～0.8%(平均0.3%)、眼位異常率が7.3～15.0%(平均10.7%)、両側有色が0%、正常魚率は73.6～88.4%(平均81.1%)であった(表2)。

当季の種苗生産は、一次飼育(前期)で採卵回次ごとの生残率が大きく異なっただうえ、一次飼育(後期)の期間生残率も平均30.1%で、前年度の平均生残率(92.5%)を大きく下回った。

---

\*現 水産事務所

なお、生産した種苗は、宇多川河口域と本流域に6/6、7/4、7/5の3回に分けて3,126尾を放流した(表3)。

表1 ホシガレイ種苗生産実績(2016年度)

		3回次生産群	4回次生産群	6回次生産群	7回次生産群	8回次生産群	合計
		12/28採卵	1/1採卵	1/19採卵	1/19採卵	1/26採卵	(平均)
一次飼育 (前期)	飼育期間(日数)	1/4~1/25(21)	1/7~2/5(29)	1/28~2/26(29) 1/28~2/26(30)	2/2~3/2(28)	2/4~3/11(35)	(28.7日)
	水槽規模	0.5t×1面	0.5t×1面	0.5t×1面 1.2t×1面	1.2t×1面	1.2t×1面	-
	収容尾数	12,500	8,000	12,500 30,000	30,000	35,000	128,000
	取上尾数	3,900	3,930	1,408 8,030	9,500	346	27,114
	平均全長(mm)	12.0	12.5	13.0 12.5	12.5	12.0	(12.4)
期間生残率	31.2	49	11.2 31.4	31.6	0.9	(25.9)	
一次飼育 (後期)	飼育期間(日数)	1/26~3/10(43)	2/6~3/18(40)	2/27~4/21(53)	3/3~4/21(49)	3/12~4/21(40)	(45日)
	水槽規模	0.5t×1面	0.5t×1面	3t×1面	3t×1面	0.5t×1面	-
	収容尾数	3,900	3,930	9,438	9,500	346	27,114
	取上尾数	1,319	442	1,572	2,026	234	5,593
	平均全長(mm)	33.0	31.5	33.3	32.0	-	(32.5)
期間生残率	33.8	11.2	16.7	21.3	67.6	(30.1)	
二次飼育 (中間育成)	飼育期間(日数)	3/10~4/19(40日)	3/10~4/19(40日)、3/18~4/19(32日)	3/18~4/19(32日)	4/21~5/25(34日)	4/21~6/12(52日)	(38.3日)
	水槽規模	1.2t×1面	1.2t×1面	0.5t×1面	3t×1面	0.5t×1面	-
	収容尾数	911	459	383	2,564	520	4,837
	取上尾数	905	380	383	1,989	316	3,973
	平均全長(mm)	58.4	59.0	50.7	63.1	45.6	(55.4)
期間生残率	99.3	82.8	100	77.6	60.8	(84.1)	

表2 ホシガレイ稚魚形態異常割合

生産群		6回次	7回次	8回次	
採卵月日					
サンプル数		1,572	2,021	220	
正常魚数		1,389	1,645	162	
同比率(%)		88.4	81.4	73.6	
形態異常 割合	内訳 (%)	白化	0.8	0.0	0.0
		眼位異常	7.3	9.7	15.0
		両側有色	0.0	0.0	0.0
		逆位	3.4	7.6	11.4
		白化逆位	0.1	0.0	0.0

※白化:眼位正常かつ有眼側白化個体、眼位異常:眼位移行不完全 個体、両眼有色:両面表個体、逆位:眼位逆位個体、白化逆位:逆位かつ有眼側白化個体を指す。

表3 ホシガレイ種苗放流実績(2016年)

項目	第1回放流	第2回放流	第3回放流	合計(平均)
放流月日	6/6	7/4	7/5	
放流場所	宇多川河口域 宇多川本流域	宇多川河口域 宇多川本流域 宇多川河口域	宇多川本流域	
放流尾数(尾)	697 685	374 374 498	498	3,126
平均全長(mm)	83.8 82.3	77.3 76.5 64.5	64.0	(64.0~83.8)
生産由来	3,4回次生産群	6,7,8回次生産群	6,7,8回次生産群	

結果の発表等 なし

登録データ 16-06-001「ホシガレイ種苗生産研究」(07-45-1516)

**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** 2016年

榎本昌宏・鬼塚裕子・菊地正信・  
鈴木 信・松本育夫

## 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

試験区は自然海水と水道水を混合し100%海水区(33.0psu)、50%海水区(16.5psu)を設定した。試験水槽は100Lパンライト水槽を各区3面ずつ用い、供試魚として着底期前の26日齢仔魚を1面当たり500尾ずつ収容し、飼育水温を15℃、注水量を4.16L/時(1回転/日)に設定し、アルテミア及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、形態異常を調査した。

### 第2回試験

試験条件は第1回試験と同様とし、供試魚として着底期の44日齢仔魚を1面当たり300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

第1回試験は2017年2月24日から開始したが、100%海水区での斃死が多く、飼育開始から11日目で3区とも過半数が斃死したため、試験を中止した。一方、50%海水区では99.6~99.8%、平均99.7%の生残率となった。50%海水区での試験終了時の全長は平均15.1mmであった。試験期間中の塩分濃度は、100%海水区が32.4~33.3、32.1~32.9psu、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(表3)。

### 第2回試験

第2回試験は2017年3月10日から開始し、3月31日現在、継続実施中であることから、結果については次年度事業概要報告書に報告予定である。

表1 試験の条件(第1回)

試験区	100%海水区	50%海水区
	飼育水槽	各区100L水槽×3面
供試魚	ホシガレイ稚魚(26日齢)500尾	
注水条件	1.0回転/日	
海水比	100%	50%
淡水比	0%	50%
水温条件	ウォーターバス・15℃	
試験期間	2017/2/14~3/6(11日間)	

表2 試験の条件(第2回)

試験区	100%海水区	50%海水区
	飼育水槽	各区100L水槽×3面
供試魚	ホシガレイ稚魚(44日齢)300尾	
注水条件	1.0回転/日	
海水比	100%	50%
淡水比	0%	50%
水温条件	ウォーターバス・15℃	
試験期間	2017/3/10~	

表3 試験結果(第1回)

試験区	水槽 No	開始時		終了時		
		収容尾数	全長(mm)	取上尾数	回収率(%)	全長(mm)
100%海水区	No.1			3	0.6	-
	No.2	500	10.5±0.7	49	9.8	9.2±0.8
	No.3			70	14	9.6±0.7
50%海水区	No.1			499	99.8	16.0±0.7
	No.2	500	10.5±0.7	499	99.8	15.6±1.0
	No.3			498	99.6	15.3±0.6

結果の発表等 なし

登録データ 16-06-002 「ホシガレイ種苗生産研究」(07-45-1617)

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仔魚期水温比較試験)  
研究期間 2016年

榎本昌宏・鬼塚裕子・菊地正信・  
鈴木 信・松本育夫

## 目 的

現在のホシガレイ種苗生産では、仔魚の生残率を重視し飼育水温を15℃とする加温飼育を行っているが、飼育初期の成長促進を目的として従来と異なる温度勾配による16℃の比較試験を行った。

## 方 法

試験区は、ふ化1日齢の水温を10℃とし、ふ化8日齢から0.5℃/日で昇温させ、ふ化1～3日齢を10℃、6～20日齢を12℃、25日齢以降を15℃とする15℃加温区と、1.0℃/日で16℃まで連続して加温する16℃加温区を設定した(図1)。試験水槽は500L円形FRP水槽を2面ずつ使用し、供試魚としてふ化1日齢仔魚を10,000尾/面ずつ収容した。飼育海水は自然海水(約10℃)を使用し、ふ化1～19日齢までを止水管理、20～48日齢までを0.5回転/日とした。餌料はふ化5～33日齢まではシオミズツボウムシ(L型小浜株)を、20～48日齢まではマリングロス((株)マリンテック社製)で栄養強化したアルテミアを給餌した(表1)。

試験期間中は毎日、各試験水槽の水温、塩分、pHを測定するとともに、ふ化48日齢に全尾数を取上げ、仔魚の生残率と平均全長を測定した。

## 結 果 の 概 要

試験は2017年1月25日から3月13日まで実施した。試験期間中の水温、塩分は、16℃加温区が10.6～16.4℃、34.3～37.3psu、15℃加温区が10.3～16.3℃、34.8～36.6psuの範囲にあり、概ね設定どおりの飼育環境が維持できた(図1、表2)。

終了時における生残率は、16℃加温区が18.4～28.1%(平均23.3%)、15℃加温区が19.2～33.4%(平均26.3%)で、明確な差は認められなかった(表3)。

終了時の仔魚の平均全長は、16℃加温区が16.9～18.5mm(平均17.7mm)、15℃加温区が14.9～16.8mm(平均15.8mm)で、16℃加温区の成長が良い傾向にあったが、現存密度に応じて成長差が生じた可能性があるため、成長促進効果については明らかではなかった(表3)。

形態異常割合について比較すると、正常魚率は16℃加温区が0～3.4%(平均1.7%)、15℃加温区が0%で、両区で大きな差は認められなかった。

形態異常の内訳は、16℃加温区は白化>両面有色>眼位異常>逆位>白化逆位の順であったが、15℃加温区では両面有色>眼位異常>白化>逆位>白化逆位の順であり、16℃加温区で白化個体が多い状況となった(表4)。

以上の試験結果から、16℃加温区と15℃加温区で成長に大きな差は認められなかったが、形態異常については、水槽間で異なる結果となり明確な傾向は把握できなかった。

表1 試験の条件

	15°C区	16°C区
水槽	FRP0.5t×2面	FRP0.5t×2面
供試魚	ホシガレイ稚魚(ふ化後5日齢)	
収容尾数	10,000尾/槽	
水温条件	10~15°C	10~16°C
注水条件	止水:0~19日齢、0.5回転/日:20日齢~	
給餌条件	ワムシ:10個体/ml以上(5~33日齢) アルテミア:0.5~3個体(20~48日齢)	
飼育期間	1/25~3/13	

表2 飼育水の水温と塩分

試験区	水槽 No	水温 (°C)	塩分 (psu)
16°C加温区	1	15.3±1.0 (10.6-16.2)	35.8±0.7 (34.3-37.3)
	2	15.3±0.8 (12.7-16.4)	35.9±0.7 (35.0-37.3)
	平均	15.3±0.9 (10.6-16.4)	35.9±0.7 (34.3-37.3)
15°C加温区	1	13.3±1.7 (10.3-16.3)	35.7±0.5 (34.8-36.6)
	2	13.2±1.5 (10.5-15.5)	35.7±0.5 (35.0-36.6)
	平均	13.3±1.6 (10.3-16.3)	35.7±0.5 (34.8-36.6)

表3 試験結果の概要

試験区	水槽 No	開始時(1日齢)		終了時(48日齢)		
		収容尾数	全長(mm)	取上尾数	生残率(%)	全長(mm)
16°C加温区	1	10,000	5.2±0.2	2,813	28.1	16.9±1.1
	2			1,842	18.4	18.5±1.4
	平均			2,328	23.3	17.7±1.5
15°C加温区	1	10,000	5.2±0.2	1,922	19.2	16.8±1.1
	2			3,340	33.4	14.9±1.2
	平均			2,631	26.3	15.8±1.5

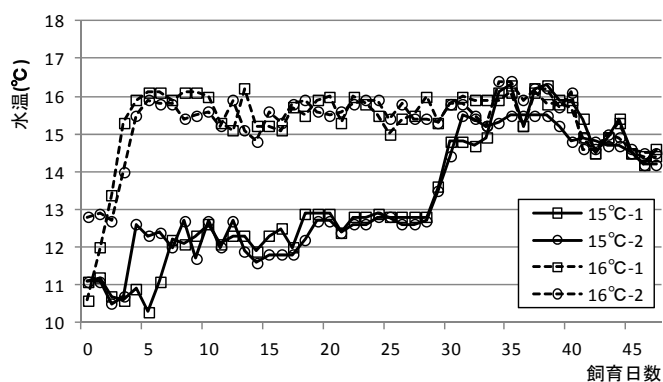


図1 飼育水温の推移

表4 飼育終了時の形態異常割合

試験区	水槽 No	個体数 (尾)	正常魚 (尾)	出現比率 (%)	形態異常の内訳(%)				
					白化	眼位異常	両面有色	逆位	白化逆位
16°C加温区	1	29	1	3.4	3.4	37.9	48.3	6.9	0
	2	31	0	0	90.3	3.2	0	0	6.5
15°C加温区	1	29	0	0	17.2	6.9	72.4	3.4	0
	2	30	0	0	0	40.0	60.0	0	0

※白化:眼位正常かつ有眼側白化個体、眼位異常:眼位移行不完全 個体、両眼有色:両面表個体、逆位:眼位逆位個体、白化逆位:逆位かつ有眼側白化個体を指す。

結果の発表等 なし

登録データ 16-06-003「ホシガレイ種苗生産研究」(07-45-1617)

**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（④親魚養成技術開発－採卵・卵管理試験）

**研究期間** 2015～2016年

鬼塚裕子・榎本昌宏・鈴木 信・  
松本育夫・菊地正信

## 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、前年度以前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2013～2015年に相馬市沖で漁獲し、当场で飼育養成したメス親魚7尾とオス親魚6尾（オスメス共に放流種苗由来親魚を含む）を用いた。自然成熟群は、自然成熟したメス親魚5尾を対象に2017年1月5日から同年2月2日までに計10回採卵試験を行い、LHRHa（黄体形成放出ホルモンのアナログ）投与群は、自然成熟しなかったメス親魚2尾を対象に、LHRHaを体重1kg当たり約40 $\mu$ を投与し、1月9日から1月25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、受精率を調査した。また、自然成熟群・LHRHa投与群から得られた受精卵を同採卵日ごとにふ化槽に収容し、ふ化槽から受精卵を500粒程度1Lビーカーに採取し、10℃管理のもとふ化率の測定を行った。また、ふ化槽内で得られたふ化仔魚5群について、それぞれ100尾を1L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、自然採卵群では、延べ採卵回数が20回、1尾・1回あたりの平均採卵数が54.3千粒、総採卵数が1,086千粒、LHRHa投与群では、それぞれ10回、62.4千粒、624千粒で、2群合計1,710千粒の種卵が得られた（表2）。卵管理成績は、自然採卵群では、浮上卵率が22.9%、受精率が84.8%、メス1尾あたりの平均採卵数は217.3千粒、メス1尾あたりの平均受精卵数は46.4千粒であり、LHRHa投与群では、それぞれ、25.3%、82.3%、311.9千粒、51.8千粒であった（表3）。

自然成熟群・LHRHa投与群から得られた良好な受精卵を同採卵日ごとに同一のふ化槽へ収容した回数は計5回であり、これらのふ化率は1.4～60.9%となった。また、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7日から最大17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13.0～88.0%、半数死亡日数は7～17日、SAIは26.37～129.06であり、ふ化仔魚群ごとに差がみられた（表4、図2、3）。

当年度の採卵成績は前年度と比較して同程度の成績であったが、ふ化仔魚の無給餌生残試験結果については前年度の評価（開口時生残率が60%以上、半数死亡日数が20日以上で健康なふ化仔魚とする）を基準にすると、当年度は健康なふ化仔魚とは評価されず、前年度に劣る成績となった。



表1 親魚の全長、体重及びLHRHa投与量

親魚区分	尾数(尾)	全長* (cm)	体重* (kg)	肥満度*	LHRHa投与量* (μg/kg)
自然成熟群	5	56.3±1.5 (55.0-58.2)	3.28±0.40 (2.67-3.75)	18.5±2.3 (16.0-21.8)	-
LHRHa投与群	2	54.1±2.2 (52.5-55.6)	3.07±0.35 (2.28-3.31)	19.4±0.2 (19.3-19.5)	43.7±2.21 (42.3-45.2)

\*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)	延べ採卵回数(回)	1尾あたり*採卵回数(回)	1尾・1回あたり*採卵数(千粒)	総採卵数(千粒)
自然成熟群	2017/1/5 ~2017/2/2	5	20	4.0±1.9 (2-6)	54.3±51.2 (1.4-179.4)	1086
LHRHa投与群	2017/1/9 ~2017/1/25	2	10	5.0±0.0 (5)	62.4±32.6 (13.8-118.8)	624

\*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* (%)	♀1尾当たり平均(千粒・千尾)*	
			採卵数	受精卵数
自然成熟群	22.9 (0.3-46.4)	84.8 (42.8-100)	217.3±205.1 (14.0-544.1)	46.4±59.9 (7.5-135.1)
LHRHa投与群	25.3 (6.8-41.7)	82.3 (35.7-100)	311.9±23.7 (295.1-328.7)	51.8±14.5 (41.5-62.0)

\* 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 ふ化成績, 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	ふ化率* (%)	ふ化仔魚総数(千尾)	開口時生残率 (%)	半数死亡日数(日)	SAI値
仔魚No.1	♀親魚②③④⑤⑥⑧	1/20	27.1	38.6	13.0	7	26.37
仔魚No.2	♀親魚②④⑤⑥⑧	1/23	7.5	4.0	54.0	13	66.50
仔魚No.3	♀親魚④⑤	1/25	10.4	2.6	73.0	15	101.89
仔魚No.4	♀親魚⑤	1/30	60.9	4.1	80.0	17	129.06
仔魚No.5	♀親魚⑤	2/2	1.4	0.1	88.0	14	87.05

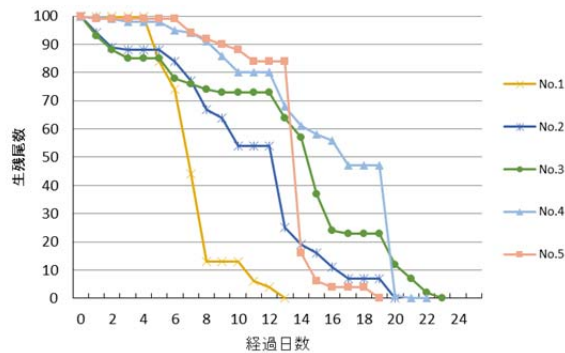


図1 無給餌生残尾数の推移

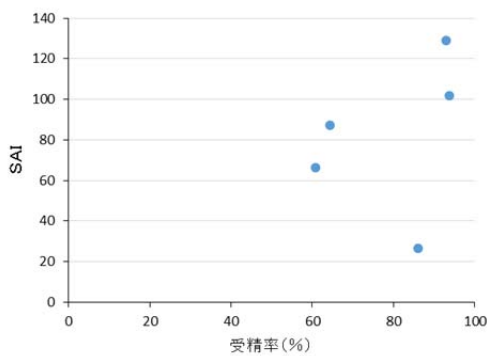


図2 SAIと受精率の関係

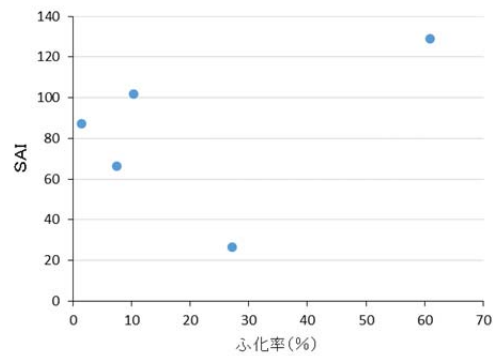


図3 SAIとふ化率の関係

結果の発表等 なし

登録データ

16-06-004 「ホシガレイ種苗生産研究」(07-45-1617)

**研究課題名** 栽培漁業対象種の放流技術に関する研究

**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ヒラメ受精卵に与えるヨウ素剤の影響）

**研究期間** 2016年

鬼塚裕子・榎本昌宏・鈴木 信・  
松本育夫

## 目 的

異体類の種苗生産において大きな被害をもたらす疾病として、ウイルス性神経壊死症（VNN）やアクアレオウイルス感染症等のウイルス性疾病が問題となっている。その原因として親から卵、仔魚への感染（垂直感染）が疑われている。VNN やアクアレオウイルス感染症の対策としてヨウ素消毒が試されており、VNN ウイルスについて、ヨウ素液によるウイルスの不活性化が報告されている。そこで、ヨウ素剤の添加濃度や消毒時間がヒラメ受精卵の発生、ふ化に与える影響について試験した。

## 方 法

ヨウ素液は、水産用イソジン液 10%（有効ヨウ素 10mg/1ml、Meiji Seika ファルマ(株)）を用いた。試験区は、有効ヨウ素濃度 50mg/L または 100mg/L に 10 分間または 15 分間浸漬する 4 処理区と、濾過海水に 15 分浸漬する無処理区とし、計 5 区にて試験を行った。飼育容器は、硬質ポリ塩化ビニル管（VU-100）に底面に目合い 600 $\mu$ m のプランクトンネットを張って作成し、1 区につき 3 基の飼育容器を用いた。ヒラメ受精卵（胚胎期）を 1,000 粒/基で収容し、ヨウ素液への浸漬を行うことで受精卵消毒を行った。消毒後、各基 1,000 粒のうち 120 粒を 1 L ビーカーに移して止水飼育し、ふ化率・開口時生残率の測定を行った。止水飼育の際はウォーターバスを用い、各ビーカーの飼育水温を等温にした。飼育容器に残った受精卵は、ダイライト水槽内に飼育容器を入れ、海水掛け流し飼育を行い、随時発生状況の観察を行った。ふ化率は、受精卵の 50% がふ化した日をふ化 0 日とし、翌日のふ化数（奇形を含む）を計数した。またふ化から 4 日後に正常ふ化魚数（奇形を含まない）をカウンターで目視測定し、開口時生残率（正常ふ化率）を求めた（表 1）。本実験で用いた海水は全て、カートリッジフィルター（目合い 1.0 $\mu$ m）で濾過した海水を用いた。

## 結 果 の 概 要

ふ化率・開口時生残率の測定に用いた 1L ビーカー内の水温は飼育期間中、16.7~20.5 $^{\circ}$ C で推移した（図 1）。発生状況の観察に用いた飼育容器内の水温は飼育期間中、16.4~18.6 $^{\circ}$ C で推移した。ふ化率は、ヨウ素液 50mg/L $\times$ 10 分区が 50mg/L $\times$ 15 分区に比べて有意に高い結果となったが、最大濃度、最大浸漬時間の 100mg/L $\times$ 15 分は無処理区と差が認められなかった（図 2）。開口時生残率は、ヨウ素液 50mg/L $\times$ 10 分区が他区と比べて有意に低い結果となったが、最大濃度、最大浸漬時間の 100mg/L $\times$ 15 分は無処理区と差が認められなかった（図 3）。以上の結果より、有効ヨウ素濃度 100mg/L に 15 分間浸漬する条件までは、ヒラメ受精卵（胚胎期）のふ化に影響なく利用できると考えられた。

表1 浸漬試験の条件

試験区	ヨウ素 50mg/L 10分	ヨウ素 50mg/L 15分	ヨウ素 100mg/L 10分	ヨウ素 100mg/L 15分	無処理区 濾過海水 15分
供試卵	受精卵(山形県産、胚胎期)、1000粒×3ロット/区				
有効ヨウ素濃度	50mg/L	50mg/L	100mg/L	100mg/L	-
浸漬時間	10分	15分	10分	15分	15分
使用用水	濾過海水(カートリッジフィルター目合い1.0μm)				
測定項目	ふ化率(ふ化翌日)、開口時生残率(ふ化から4日後)				

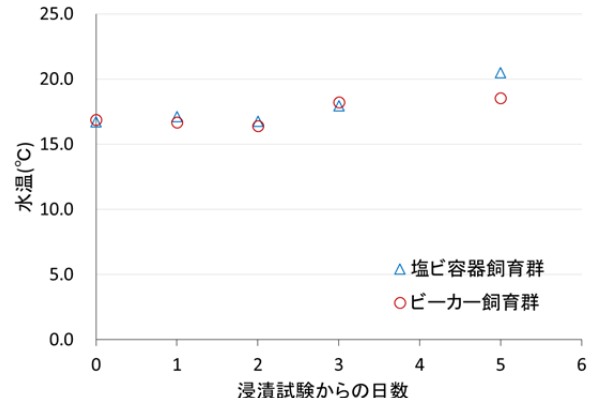


図1 浸漬試験後の飼育容器、ビーカー内の水温の推移

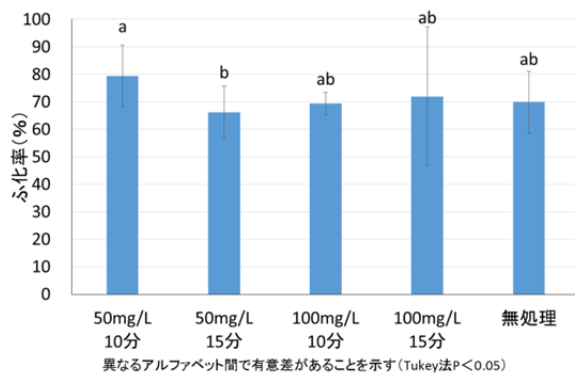


図2 ふ化率

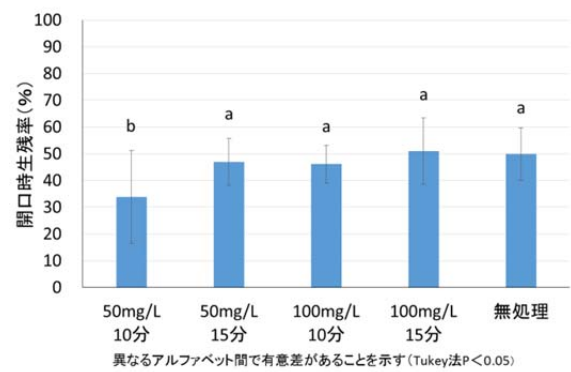


図3 開口時生残率

結果の発表等 なし

登録データ 16-06-005「ヒラメ種苗生産研究」(07-40-1616)

**研究課題名** 栽培漁業対象種の放流技術に関する研究

**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光照射によるヒラメ稚魚の成長促進）

**研究期間** 2016年

鬼塚裕子・榎本昌宏・鈴木 信・  
松本育夫・菊地正信

## 目 的

種苗生産の省力・低コスト化が求められており、ホシガレイ・マコガレイにおいて緑色光照射飼育にて成長促進の報告があることから、福島県栽培漁業対象種であるヒラメ稚魚の特定波長光（緑色光、赤色光、白色光）の照射飼育における成長促進効果について検討した。

## 方 法

LED電球をカラーフィルターで覆い、緑色照射区（緑区）、赤色照射区（赤区）、白色照射区（白区）の3区を設定し、照射時間は06:00から18:00までの12時間とした。各区100Lパンライト水槽2面を用い、ウォーターバスを用いた上で、18℃の調温海水で掛け流し飼育を行った。飼育期間は30日間×2回とした。飼料は、1回次がアルテミアと配合飼料、2回次が配合飼料のみとし、通常飼育に準じて給餌した。

### 第1回試験

1回次は6月29日～7月29日の30日間で特定波長光照射飼育を行った。供試魚には、ヒラメ稚魚（全長 $11.6 \pm 0.7$ mm、20日齢）を用い、500尾を各区2面ずつ収容し、10、21、30日後に50尾ずつ取り上げ全長を測定した。加えて生残尾数の比較を行った（表1）。

### 第2回試験

2回次は、8月1日～8月31日の30日間で特定波長光照射飼育を行った。供試魚には、ヒラメ稚魚（全長 $47.9 \pm 4.2$ mm、53日齢）を用い、250尾を各区2面ずつ収容し、10日後に50尾、19日後に60尾、30日後に全数取り上げ全長を測定した。加えて、生残尾数の比較を行った（表2）。

## 結果の概要

### 第1回試験

1回次は、試験開始時の全長 $11.6 \pm 0.7$ mmであり、30日間の特定波長光照射飼育により、緑区が $38.4 \pm 6.4$ mm、赤区が $37.9 \pm 7.0$ mm、白区が $38.0 \pm 5.6$ mmとなった。どの区においても成長差は認められなかった（図1）。生残率は緑区、赤区、白区の順に71.7%、78.1%、80.8%であった（表3、図3）。

### 第2回試験

2回次は、試験開始時の全長 $47.9 \pm 4.2$ mmであり、30日間の特定波長光照射飼育により、緑区が $72.2 \pm 8.3$ mm、赤区が $73.4 \pm 9.0$ mm、白区が $73.9 \pm 8.0$ mmとなった。19日目で、赤区が緑区に比べ有意に大きい結果となったが、試験終了時には差が認められなかった（図2）。生残率は緑区、赤区、白区の順に61.4%、56.1%、60.7%であった（表4、図3）。

以上より、本試験において緑色照射区が赤色・白色照射区と比較して優位に成長する結果は得られなかった。これは、LED光より自然光が強すぎたことが原因である可能性が考えられる。よって、遮光率の高い空間にて再度実験を行う必要がある。

表1 試験の条件 (第1回)

試験区	緑色照射区	赤色照射区	白色照射区
試験水槽	各区 100Lパンライト水槽×2面		
供試魚	ヒラメ稚魚(20日齢)・全長11.6±0.7mm・500尾/面		
照射光	緑色光	赤色光	白色光
水温条件	ウォーターバス・18℃調温		
試験期間	2016/6/29~同年7/29(30日間)		
測定項目	全長、生残尾数		

表2 試験の条件 (第2回)

試験区	緑色照射区	赤色照射区	白色照射区
試験水槽	各区 100Lパンライト水槽×2面		
供試魚	ヒラメ稚魚(53日齢)・全長47.9±4.2mm・250尾/面		
照射光	緑色光	赤色光	白色光
水温条件	ウォーターバス・18℃調温		
試験期間	2016/8/1~同年8/31(30日間)		
測定項目	全長、生残尾数		

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(尾)	全長(mm)	生残尾数(尾)	生残率(%)	全長(mm)
緑色照射区	1			265	66.3	40.0±6.7
	2	500	11.6±0.7	308	77.2	36.8±5.7
	平均			287±30.4	71.7	38.4±6.4 <sup>a</sup>
赤色照射区	1			320	80.2	38.1±7.6
	2	500	11.6±0.7	304	76	37.8±6.4
	平均			312±11.3	78.1	37.9±7.0 <sup>a</sup>
白色照射区	1			337	84.3	37.4±5.7
	2	500	11.6±0.7	309	77.3	38.6±5.6
	平均			323±19.8	80.8	38.0±5.6 <sup>a</sup>

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4 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(尾)	全長(mm)	生残尾数(尾)	生残率(%)	全長(mm)
緑色照射区	1			91	65.0	72.2±7.9
	2	250	47.9±4.2	81	57.9	75.3±8.5
	平均			86.0±7.1	61.4	72.2±8.3 <sup>a</sup>
赤色照射区	1			79	56.4	72.7±8.1
	2	250	47.9±4.2	78	55.7	77.3±9.3
	平均			78.5±0.7	56.1	73.4±9.0 <sup>a</sup>
白色照射区	1			97	69.3	74.1±7.7
	2	250	47.9±4.2	73	52.1	73.1±8.7
	平均			85.0±17.0	60.7	73.9±8.0 <sup>a</sup>

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)

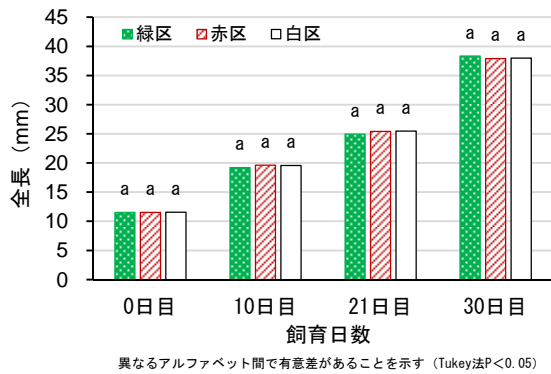


図1 ヒラメ稚魚の平均全長 (第1回)

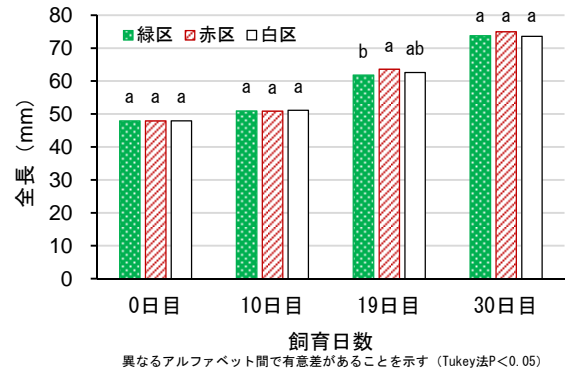


図2 ヒラメ稚魚の平均全長 (第2回)

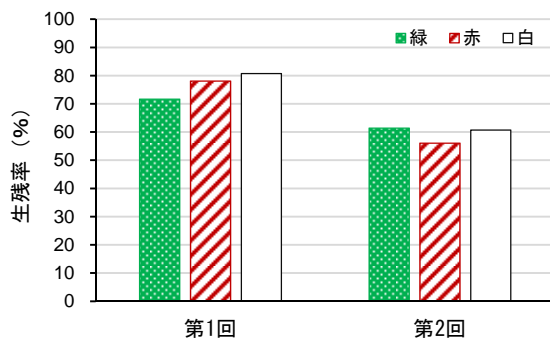


図3 ヒラメ稚魚の生残率 (第1回、第2回)

結果の発表等 なし

登録データ 16-06-006「ヒラメ種苗生産研究」(07-40-1616)

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 2016年

榎本昌宏・鬼塚裕子・菊地正信・鈴木 信・松本育夫

## 目 的

2015 度に好成績が得られた閉鎖循環システムを用いたヒラメ種苗生産試験について再現試験を行い、生産成績と海水使用量について検討した。

## 方 法

自然海水を掛け流す流水区、飼育水を循環再利用する循環区を設定して試験を行った。試験水槽は各区ともに 0.5t 円形 FRP 水槽を 1 面ずつ使い、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 46 日齢のヒラメ稚魚 (平均全長  $41.3 \pm 4.1$ mm) を 300 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 59 日間飼育した (表 1)。循環区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 (LSS-Laboratory 社リーフオクトパス ISE-XP1200EXT)、冷却用クーラーを設置し、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、DO 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 30 尾の全長を測定した。また、循環区については、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 及び DO は、流水区が  $18.8 \sim 20.4^{\circ}\text{C}$ 、 $31.8 \sim 34.8$ psu、 $8.7 \sim 9.5$ 、 $5.7 \sim 7.5$ mg/L、循環区が  $18.5 \sim 19.5^{\circ}\text{C}$ 、 $33.1 \sim 34.6$ psu、 $6.3 \sim 9.3$ 、 $5.1 \sim 7.8$ mg/L の範囲であった。pH は循環区で試験開始後から低下し始め 36 日目には pH6.3 に急落した。炭酸水素ナトリウムの添加により一時的に pH8.0 以上に回復したが、再び低下し、試験終了時には pH7.0 となった。pH が低下しても稚魚の摂餌状況は良好で残餌もなかったことから、摂餌に停滞は生じなかったと考えられた。(表 2)。硝酸態窒素は、循環区において一時的に 200mg/L まで増加したが、期間終了時には 50mg/L に低下した (図 2)。

試験終了時のヒラメ稚魚の取上尾数 (生残率) は、流水区が 152 尾 (50.7%)、循環区が 253 尾 (84.3%) であった。流水区では寄生虫 (スクーチカ) による斃死があったため、循環区の生残率を下回る結果となった。循環区における斃死原因は噛みあいによるものであった (表 3)。平均全長は、流水区が  $118.4 \pm 7.7$ mm、循環区が  $117.3 \pm 6.9$ mm で明確な差は認められなかった (表 3)。

流水区と循環区の生産成績 (生残、成長) と海水使用量を比較すると流水区の 354t に対して、循環区 1.2t であり (表 4)、流水区に対して循環区は 0.3% 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。

また、飼育期間中の電気代を試算したところ、流水区が 575,834 円、循環区が 11,192 円と計算され (表 5、6)、循環区は流水区の 2% にとどまり大幅なコスト削減が可能であることが明らかとなった。

表1 試験の条件

試験区	流水区(対照区)	循環区
試験水槽	0.5t水槽×1面	
収容尾数	300尾/面	
供試魚 全長	41.3±4.1mm	
日齢	46日齢	
使用用水	調温海水掛け流し	閉鎖循環
注水条件	250L/時(0.5回転/時)	250L/時(0.5回転/時)
水温条件	18°C	クーラー冷却(18°C)
試験期間	7/25~9/21(59日間)	
測定項目	水温、塩分、DO、pH、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素	

表2 飼育水の水質環境

	水温 °C	塩分 psu	pH	DO mg/L	アンモニア態窒素 mg/L	亜硝酸態窒素 mg/L	硝酸態窒素 mg/L
流水区	平均±SD 18.8±0.5 (最小-最大) (18.1-20.4)	33.7±0.7 (31.8-34.8)	9.3±0.1 (8.7-9.5)	6.7±0.4 (5.7-7.5)	-	-	-
循環区	平均±SD 18.9±0.2 (最小-最大) (18.5-19.5)	33.5±0.3 (33.1-34.6)	8.3-0.7 (6.3-9.3)	6.4±0.6 (5.1-7.8)	1.0±1.7 (0.2-10)	1.0±1.7 0.05-10	42.7±32.6 0.7-200

表3 飼育結果

試験区	開始時		終了時		
	収容尾数	全長(mm)	回収尾数	生残率(%)	全長(mm)
流水区	300	41.3±4.1	152	50.7	118.4±7.7
循環区			253	84.3	117.3±6.9

表4 使用水量(L)の比較

試験区	流水区	循環区
連続注水(L)	354,200	-
初期注水(L)	-	642
泡沫分離装置排水(L)		12
補給水(L)	-	583
合計(L)	354,200	1,238
対比(%)	100	0.3

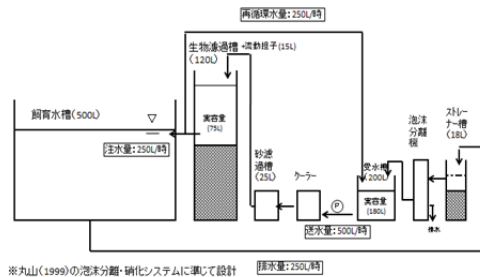


図1 閉鎖循環システムの概略図

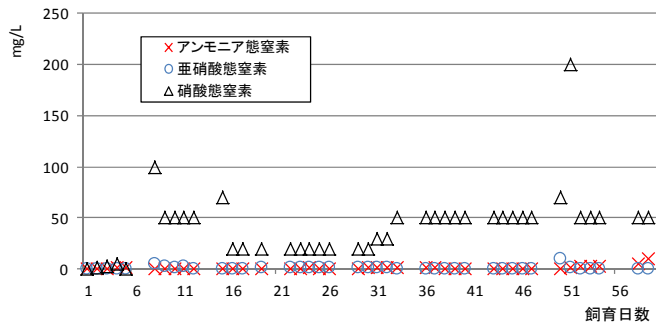


図2 飼育期間中の無機体窒素の推移

表5 流水区に要した電気代試算

項目	数量	(単位)
揚水量	5,445	(t)
電気代	8,851,104	(円)
単価	1,626	(円/t)
使用水量	354	(t)
	575,834	(円)

表6 循環区に要した電気代試算

品名	消費電力	日数	稼働時間	kWh	kWh単価	金額(円)
循環ポンプ	130 W	59	1,416	184		2,945
砂濾過槽循環ポンプ	25 W	59	1,416	35		566
泡沫分離機ポンプ	39 W	59	1,416	55	16.0 円/kWh	884
クーラー	300 W	59	1,416	425		6,797
サーモスタット	0 W	59	1,416	0		0
合計						11,192

結果の発表等 なし

登録データ 16-06-007「ヒラメ種苗生産研究」(07-40-1616)

**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** ホシガレイの放射性セシウムの取込・排出過程の解明（放射性セシウム蓄積試験）

**研究期間** 2011年～2016年

鬼塚裕子・榎本昌宏・鈴木 信・  
松本育夫・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、栽培漁業対象種であるヒラメを用い、放射性セシウム（以下Cs）の蓄積・排出試験を行ってきた。本年度は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、Csを含む飼料を与えて飼育し、ホシガレイ体内へのCs蓄積状況を調査した。2016年度までCs濃度の上昇、下降状況にて評価を行ってきたが、本年度は個体識別をすることで、飼育期間中の成長（体重増加）による濃度希釈を除き、1個体あたりのCs量についても調査した。

この試験は国立研究開発法人水産研究・教育機構中央水産研究所からの委託により行った。

## 方 法

ホシガレイはCs非汚染の1歳魚（2017年1月で満2歳、福島県産、体重 $457.2 \pm 134.4$ g）を3.0トンFRP水槽1面に60尾収容し、注水はヒートポンプによる18℃調温海水を掛け流しにて飼育した。飼料は $^{137}\text{Cs}$ を含むドライペレット（ $^{137}\text{Cs}$ 濃度約800Bq/kg）を用い、試験魚が飽食するまで給餌した。飼育期間は、2016年10月17日から1月10日までの85日間とした。2週間に1回の頻度で全数を取り上げ、全長、体重を測定し、そのうちの5尾を抽出サンプルとしてゲルマニウム半導体検出器による $^{137}\text{Cs}$ 濃度の測定を行った（表1）。 $^{137}\text{Cs}$ 濃度の測定の際は、筋肉のみを試料として用いた。また、検出された $^{137}\text{Cs}$ 濃度(Bq/kg)に魚体重(kg)をかけることで、概算 $^{137}\text{Cs}$ 量(Bq/尾)とした。

## 結果の概要

飼育水温は15.8～18.2℃で、概ね17℃台を維持した（図1）。試験期間中における試験魚の平均体重は、オスで348.2～404.7g、メスで525.0～708.0gの間で推移した（図2）。抽出サンプルにおける試験開始前から取り上げ時の間の増重量について、オスはメスに比べて少なく42日目以降からオスの増重量が滞った。メスの増重量は概ね増加し、成長し続けた（図3）。

$^{137}\text{Cs}$ 蓄積濃度は、オスに比べてメスの方が高い傾向にあり、メスで最大187Bq/kg（70日目）、オスで最大148Bq/kgであった（図4）。 $^{137}\text{Cs}$ 蓄積濃度(Bq/kg)に魚体重(kg)をかけて求めた、1尾あたりの $^{137}\text{Cs}$ 蓄積量は、オスメス共に飼育期間中増加し続け、オスに比べてメスの方が著しく多く、メスで最大143.7Bq/尾、オスで最大53.1Bq/尾であった（図5）。

また、増重量が大きい個体ほど、 $^{137}\text{Cs}$ 蓄積量が多い結果となり、増重量322gのメスの個体にて、最大 $^{137}\text{Cs}$ 蓄積量143.7Bq/尾であった（図6）。



表1 試験の条件

供試魚	Cs非汚染ホンガレイ1歳魚(2017年1月で満2歳) 自県生産魚・体重457.2±134.4g・60尾
飼育水槽	3.0t水槽×1面
使用用水	18°C調温海水・掛け流し(0.5回転/時)
飼料	Cs汚染飼料( <sup>137</sup> Cs濃度:800Bq/kg)
飼育期間	2016.10.17~2017.01.10(85日間)
測定項目	全長・体重(全数)・ <sup>137</sup> Cs濃度(5尾)
測定頻度	2週間に1回

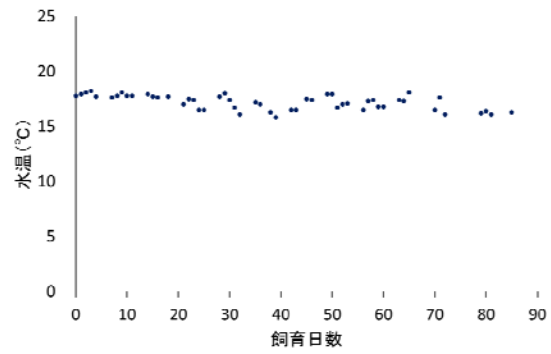


図1 飼育水温の推移

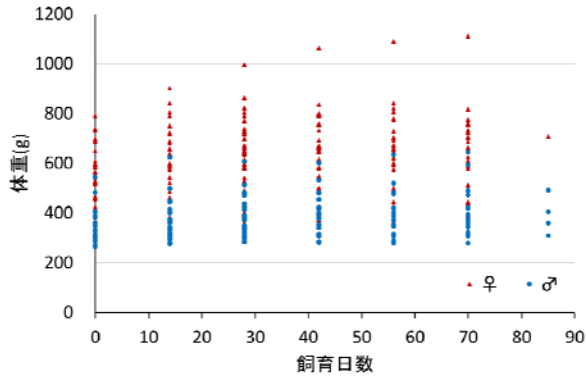


図2 全サンプルの体重推移

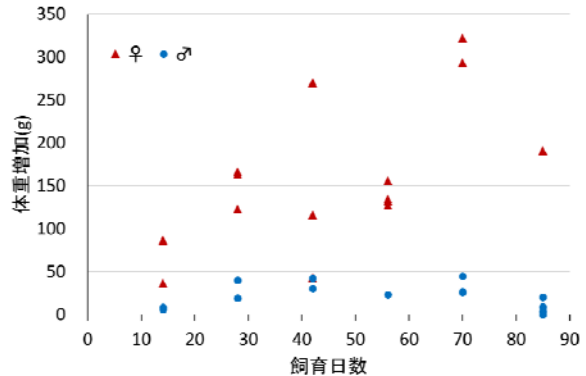


図3 抽出サンプルの体重増加推移

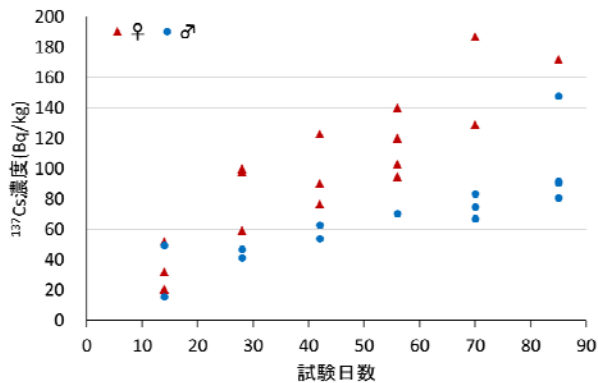


図4 <sup>137</sup>Cs蓄積濃度

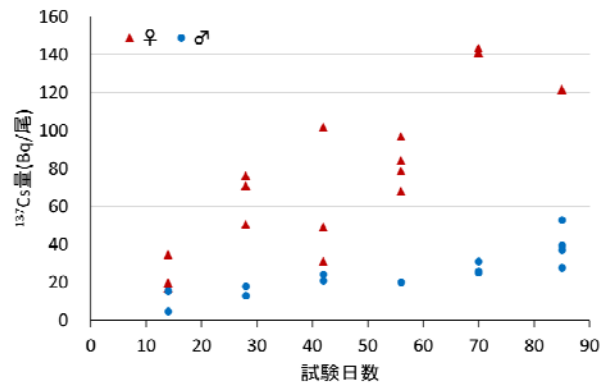


図5 <sup>137</sup>Cs蓄積量

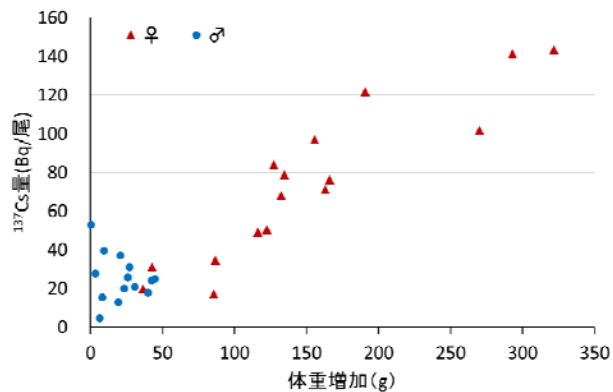


図6 体重増加と<sup>137</sup>Cs蓄積量の関係

結果の発表等 なし

登録データ 16-06-008 「セシウム蓄積試験」 (10-69-1616)

**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** ホシガレイの放射性セシウムの取込・排出過程の解明（放射性セシウム排出試験）

**研究期間** 2011年～2016年

鬼塚裕子・榎本昌宏・鈴木 信・  
松本育夫・菊地正信

## 目 的

福島県の栽培漁業対象種であるホシガレイの放射性セシウム（以下、Cs）排出状況を把握するため、体内にCsを蓄積したホシガレイに非汚染飼料を与えて飼育した場合の体内Cs濃度、Cs量の状況を調査した。

この試験は国立研究開発法人水産研究・教育機構中央水産研究所からの委託により行った。

## 方 法

当年度のCs蓄積試験により $^{137}\text{Cs}$ を蓄積させたホシガレイ2歳魚（福島県産、体重 $554.4 \pm 157.5\text{g}$ ）を用い、2.0トンFRP水槽1面に30尾ずつ収容し、 $18^\circ\text{C}$ 調温海水を掛け流して飼育した。飼料はCsを含まない市販配合飼料（おとひめEP-6）で、試験魚の摂餌状況をみながら適宜与えた。飼育期間は2016年12月27日から2017年3月21日までの85日間とした。飼育期間中は水温のほか、2週間に1度の頻度で全数を取り上げて全長、体重を測定し、そのうちの5尾を抽出サンプルとして、ゲルマニウム半導体検出器による $^{137}\text{Cs}$ 濃度の測定を行った。また、検出された $^{137}\text{Cs}$ 濃度（Bq/kg）に魚体重（kg）をかけることで、概算 $^{137}\text{Cs}$ 量（Bq/尾）を算出した。

## 結果の概要

飼育期間中の水温は $15.0 \sim 17.8^\circ\text{C}$ で、概ね $17^\circ\text{C}$ 台を維持した（図1）。飼育期間中のホシガレイの平均体重は、オスで開始時 $377.8\text{g}$ 、終了時 $352.1\text{g}$ 、メスで開始時 $630.0\text{g}$ 、終了時 $650.8\text{g}$ であり、体重の推移はほぼ横ばいとなった（図2）。また、抽出サンプルにおける試験開始時から取り上げ時の間の増重量は極めて少なく、オスでは抽出サンプルの全数、メスでは抽出サンプルの半数が減量した（図3）。

$^{137}\text{Cs}$ 濃度は開始時の平均 $108.3 \pm 44.8\text{ Bq/kg}$ 、終了時の平均で $105.3 \pm 30.0\text{ Bq/kg}$ となり、明瞭な下降は認められなかった（図4）。また、 $^{137}\text{Cs}$ 濃度（Bq/kg）に魚体重（kg）をかけて求めた、1尾あたりの $^{137}\text{Cs}$ 量は開始時平均 $73.4 \pm 56.4\text{ Bq/尾}$ から終了時の平均で $64.0 \pm 27.4\text{ Bq/尾}$ となり、Cs量についても明瞭な減少は認められなかった（図5）。 $^{137}\text{Cs}$ 量と体重増加の関係は、体重増加の大小に関わらない結果となった（図6）。

表 1 試験の条件

供試魚	Cs汚染ホシガレイ2歳魚(2017年1月現在) 自県生産魚・体重554.4±157.5g・60尾
飼育水槽	2.0t水槽 × 1面
使用用水	18°C調温海水・掛け流し(0.5回転/時)
飼料	Csを含まない飼料
飼育期間	2016.12.27~2017.03.21(85日間)
測定項目	全長・体重(全数)・ <sup>137</sup> Cs濃度(5尾)
測定頻度	2週間に1回

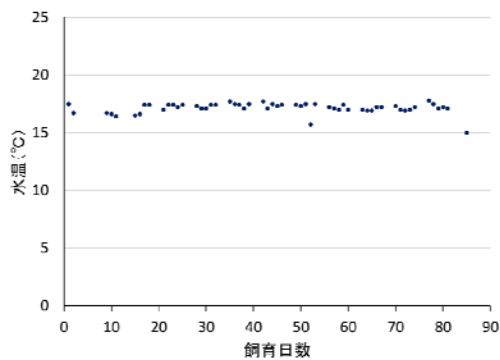


図 1 飼育水温の推移

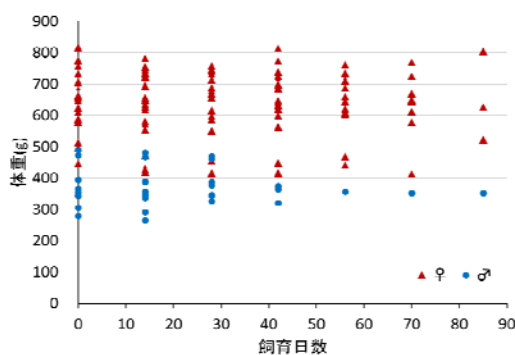


図 2 全サンプルの体重推移

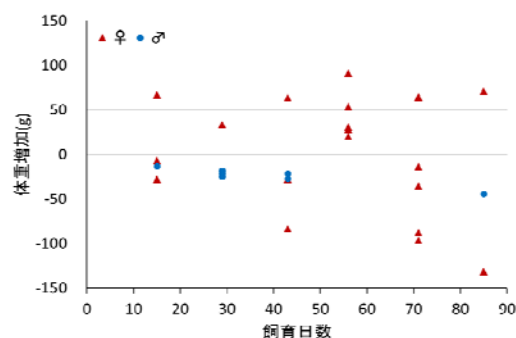


図 3 抽出サンプルの体重増加推移

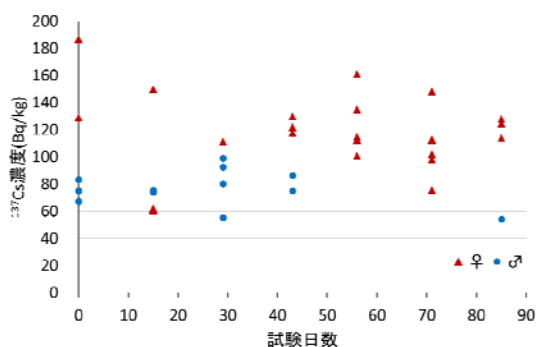


図 4 抽出サンプルの<sup>137</sup>Cs濃度

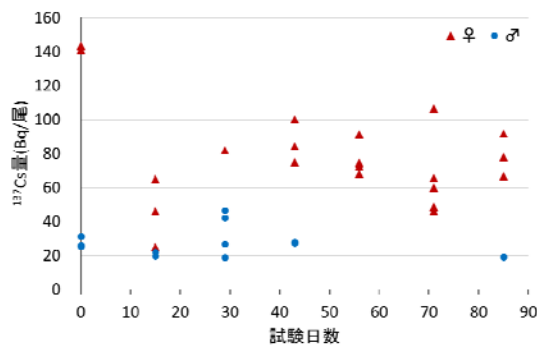


図 5 抽出サンプルの<sup>137</sup>Cs量

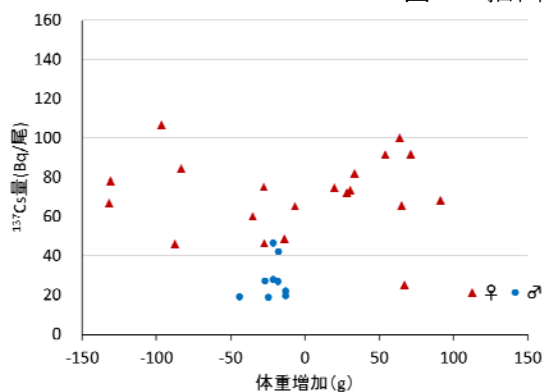


図 6 体重増加と<sup>137</sup>Cs量の関係

結果の発表等 なし

登録データ 16-06-009 「セシウム排出試験」 (10-69-1616)