

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 (①2017年種苗生産実績)
研究期間 2016～2017年

榎本昌宏・鬼塚裕子・菊地正信
鈴木 信

目 的

2016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

2017年期のホシガレイ種苗生産は、当水産試験場で蓄養した親魚を用いて2017年1月20日、1月23日に採卵した2群(以下、福島採卵群)を用いて実施した他、国立研究開発法人水産研究・教育機構東北水産研究所宮古庁舎から1月7日、1月17日に採卵した受精卵(以下、宮古採卵群)を導入して実施した。一次飼育(前期)では、0.5t～1.2t水槽9面へ、ふ化1～3日齢の仔魚110,000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日齢からシオミズツボワムシ(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マリングロス)を1～10個体/mLとなるよう給餌した。一次飼育(後期)では、0.5t～1.2t水槽6面へ、着底期仔魚19,479尾を収容し、平均全長35mmまで飼育した。飼育水は16.5℃に調温した海水を1.0～2.5回転/日となるよう注水した。なお、外気温の影響により設定水温を下回ったため、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～、㈱日清丸紅餌料 おとひめB2)を給餌した。二次飼育では、0.5t～2.0t水槽6面へ、平均全長38mm稚魚7,664尾を収容し、全長約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。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、30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16日～3月10日まで33～45日間実施した。期間生残率は0～68.3%(平均15.1%)で、平均全長13.0～16.7mmの仔魚26,310尾を取上げた(表1)。斃死が多かったロットは、7～40日齢で飼育を中止した。一次飼育(後期)は2月26日～4月24日まで12～45日間実施した。期間生残率は0～78.0%(平均51.5%)で、平均全長28.3～38.4mmの稚魚11,684尾を取上げた(表1)。福島5回次採卵群(1月20日採卵)は3月18日で飼育を終了し、希釈海水飼育試験に供した。

二次飼育は3月24日～6月9日まで39～70日間実施した。期間生残率は88.2～91.5%(平均90.0%)で、平均全長63.9～70.7mmの稚魚9,174尾を取上げた(表1)。形態異常割合は、眼位が正常に移動していない眼位異常率が1.1～14.8%(平均4.6%)、左右逆の逆位2.9～18.6%(平均9.3%)、正常魚率は77.8～96.6%(平均86.1%)であった(表2)。当期の種苗生産は、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。

なお、生産した種苗は、他の試験で得られた種苗と合わせて、松川浦内に6月6日、6月27日、

7月5日、7月14日、7月19日の5回に分けて15,510尾を放流した(表3)。

表1 ホシガレイ種苗生産実績(2017年)

由来		宮古採卵群(1回次)	宮古採卵群(2回次)	福島採卵群(5回次)	福島採卵群(6回次)	
採卵月日		1/7採卵	1/17採卵	1/20採卵	1/23採卵	
一次飼育 (前期)	飼育期間(日数)	1/16~2/21(36)	1/23~3/13(33)	1/27~3/6(45)	2/2~3/10(36)	
	水槽規模	1.2t×1面	0.5t×4面	0.5t×1面	3.9t×1面、100L×6面	
	収容尾数	20,000	40,000	10,000	50,000	
	取上尾数	7,945	10,037	6,831	1,497	
	平均全長(mm)	13.0	16.7	-	15.6	
	期間生残率	39.7	25.1	68.3	3.0	
一次飼育 (後期)	飼育期間(日数)	2/26~3/24(28)	3/13~4/24(32)	3/6~3/18(12)	3/10~4/24(45)	
	水槽規模	3t×2面	0.5t×4面、1.2t×2面	1.2t×1面	0.5t×1面	
	収容尾数	7,945	10,037	6,831	1,497	
	取上尾数	2,853	7,664	0	1,167	
	平均全長(mm)	28.3	38.1	-	38.4	
	期間生残率	34.4	76.4	-	78.0	
第一回選別	月日	3/24	4/24	/		
	取上尾数	2,853	7,998			
	選別尾数	2,733	6,714			
	同比率	95.8	83.9			
	平均全長(mm)	28.3	38.1			
	内訳	大サイズ	2,733			6,714
	小サイズ	-	-			
形態異常魚	120	1,284	217			
二次飼育 (中間育成)	飼育期間(日数)	3/24~6/2(70)	4/24~6/2(39)	4/24~6/8(45)		
	水槽規模	2t×1面	1.2t×2面	0.5t×4面		
	収容尾数	2,733	3,397	4,267		
	取上尾数	2,300	3,111	3,763		
	平均全長(mm)	70.7	68.8	63.9		
	期間生残率	84.2	91.5	88.2		
第二回選別	月日	6/2	6/2	/		
	取上尾数	2,300	3,111			
	選別尾数	2,300	3,111			
	平均全長(mm)	70.7	68.8			
	内訳	大サイズ	1,249			1,763
	中サイズ	1,051	1,348			
	形態異常魚	-	-			1,761

表2 ホシガレイ稚魚形態異常割合

生産群		宮古(1回次)	宮古(2回次)						福島(6回次)	
採卵月日		1月7日	①	②	③	④	⑤	⑥	1月23日	
サンプル数		-	1,889	2,380	633	1,139	1,222	735	1,167	
正常魚数		-	1,545	1,852	606	956	1,045	710	950	
同比率(%)		-	81.8	77.8	95.7	83.9	85.5	96.6	81.4	
形態異常 割合	内訳	白化	-	-	-	-	-	-	-	
	(%)	眼位異常	-	14.8	3.6	1.1	2.5	2.0	0.5	7.7
		両側有色	-	-	-	-	-	-	-	
		逆位	-	3.4	18.6	3.2	13.6	12.4	2.9	10.9
		白化逆位	-	-	-	-	-	-	-	

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

表3 ホシガレイ種苗放流実績(2017年)

項目	第1回放流	第2回放流	第3回放流	第4回放流	第5回放流	合計(平均)
放流月日	6/6	6/27	7/5	7/14	7/19	
放流場所	松川浦7号水路					
放流尾数(尾)	2,900	6,620	1,970	2,360	1,660	15,510
平均全長(mm)	84.3	72.2	89.0	96.2	88.6	(72.2~88.6)
生産由来	宮古卵	宮古卵	宮古卵/福島卵	宮古卵	宮古卵/福島卵	

結果の発表等 なし

登録データ 17-06-001「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 (②ホシガレイ希釈海水飼育試験)

研究期間 2017年

榎本昌宏・鬼塚裕子・菊地正信・
鈴木 信

目 的

海産魚類の仔稚魚を希釈海水で飼育すると、浸透圧調節や免疫に費やすエネルギーが削減されることから、生残率が向上すると考えられている。そこで、成長と生残の向上が期待される希釈海水飼育についてホシガレイ種苗生産で検討した。

方 法

1 第1回試験

試験区は自然海水のみの100%海水区(33.0psu)、自然海水と水道水を混合した50%海水区(16.5psu)を設定した。試験水槽は100Lパンライ卜水槽を各区3面ずつ使い、供試魚として、当場において福島県で漁獲された親魚から生産された着底期前の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11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。

2 第2回試験

試験条件は第1回試験と同様とし、供試魚は当場で福島県にて漁獲された親魚を用いて種苗生産された着底期の44日齢仔魚を1面当たり300尾ずつ収容して36日間の成長と生残を比較した(表2)。

結 果 の 概 要

1 第1回試験

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日目まで3区とも過半数が斃死したため、試験を中止した。試験期間中の塩分濃度については、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)。(以上、前年度報告済み)

2 第2回試験

試験は2017年3月10日から同年4月14日まで実施した。試験期間中の塩分濃度は、100%海水区が34.4~35.3、34.4~35.3psu、34.4~35.3psu、50%海水区が18.4~24.1、17.4~21.6、12.8~22.2psu、の範囲にあった。水道水の注水が止まってしまうトラブルがあったことから一時的に塩分濃度が上昇したが、概ね設定どおりの塩分条件を維持できた。

開始時の平均全長が 28.2 ± 2.5 mmであったのに対して、終了時の全長は100%海水区で 30.3 ± 3.2 mm、 31.4 ± 2.7 mm、 27.0 ± 2.8 mm、50%海水区で 26.8 ± 2.8 mm、 28.2 ± 2.5 mm、 27.9 ± 3.2 mmで試験期間中を通して明確な成長が認められなかった(表4)。取上尾数(生残率)は、100%海水区が125尾(41.7%)、114尾(38.0%)、273尾(91.0%)、50%海水区が255尾(85.0%)、236尾(78.7%)、248尾(82.7%)であり、100%海水区で生残率が低い傾向にあった。また、形態異常については、100%海水区、50%海水区ともに大きな差異は認められなかった(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、斃死が多く、生き残った個体の成長

も認められなかったことから、希釈海水による成長促進効果については明らかではなかったが、生残率については50%区で上回る傾向があった。希釈海水の成長促進効果を明らかにするためには、再試験を行い、反復数を増やして検証する必要がある。

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°C	
試験期間	2017/2/24~3/6(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°C	
試験期間	2017/3/10~4/14(36日間)	

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
	平均			40.7	8.1	
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
	平均			498.7	99.7	15.6±0.9

表4 試験結果(第2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			125	41.7	30.3±3.2
	No.2	300	28.2±2.5	114	38.0	31.4±2.7
	No.3			273	91.0	27.0±2.8
	平均			170.7	56.9	30.0±3.7
50%海水区	No.1			255	85.0	26.8±2.8
	No.2	300	28.2±2.5	236	78.7	28.2±2.5
	No.3			248	82.7	27.9±3.2
	平均			246.3	82.1	27.7±3.0

表5 形態異常割合の比較(第2回)

試験区	水槽 No	形態異常割合(%)			
		正常魚	白化	眼位異常	逆位
100%海水区	No.1	93.6	0.0	5.6	0.8
	No.2	93.0	0.0	6.1	0.9
	No.3	86.8	0.0	9.2	4.0
	平均	91.1	0.0	7.0	1.9
50%海水区	No.1	88.2	0.0	5.1	6.7
	No.2	88.2	0.0	5.7	6.1
	No.3	92.7	0.0	3.2	4.0
	平均	89.7	0.0	4.7	5.6

結果の発表等 なし

登録データ 17-06-002「ホシガレイ種苗生産研究」(07-45-1717)

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 地域重要種(ホシガレイ)の増養殖に関する低コスト生産体系の確立

研究期間 2017年

榎本昌宏・鬼塚裕子・菊地正信・
鈴木 信・水野拓治

目 的

一部の魚種において成長促進が期待される緑色 LED 光照射と閉鎖循環システムを併用してホシガレイ稚魚の二次飼育を行い、通常飼育時との生産成績と飼育コストを比較する。なお、本試験は国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センターの委託を受けて行った。

方 法

試験は2017年4月17日から6月19日までの64日間実施した。飼育水槽として3t角型水槽(実用量2kL)4面を用い、自然海水をかけ流す従来の飼育法(以下、流水)と半閉鎖循環(以下、半閉鎖)及び、緑色LEDと自然光を組み合わせた流水緑色LED区、流水自然光区、半閉鎖緑色LED区、半閉鎖自然光区の4区を設定した。

半閉鎖区は有機懸濁物を除去するために泡沫分離装置(四国太陽日酸、実験用小型)を使用した(図1)。また、生物濾過槽として700Lポリエチレン水槽、濾材として牡蠣殻約460kgを使用し、国立研究開発法人水産研究・教育機構東北水産研究所宮古庁舎(以下、東北水研)で分離された硝化細菌株を元種として使用した。試験開始に先立ち、濾材に硝化細菌を繁殖させるため止水で培養を行い、定期的に塩化アンモニウムを添加し、簡易水質検査キットを用いてアンモニアを分解していることを確認した上で濾材として使用した。

流水区の注水量は3~6回転/日とし、半閉鎖区は自然海水の注水を1.44回転/日(2L/min)、生物濾過槽から飼育槽への注水を13回転/日(18L/min)とした。なお、飼育期間中は簡易水質検査キットで飼育水中の三態窒素濃度を測定するとともに、定期的に採水し、試験終了後に東北水研で詳細な測定を行った。

緑色LED照明区は、水槽の周囲を遮光幕及び遮光板で遮光し、照明器具としてスタンレー社製の灯具を使用し、LED光の光量子束密度を水面上で $7\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ とした(図2)。

供試魚として東北水研宮古庁舎で採卵・飼育された稚魚12,000尾(3,000尾/槽)を使用した。

結果の概要

飼育期間中、水温は 15°C 前後を推移したが、期間後半には外気温の影響を受けて上昇する傾向にあった(図3)。また、飼育水中の溶存酸素は $6\sim 8\text{mg}/\text{L}$ で推移したが、期間後半には低下する傾向が見られた(図4)。飼育水中の三態窒素のうち、アンモニア態窒素(NH_4^+)は飼育期間を通して蓄積する傾向にあった。亜硝酸態窒素(NH_2^-)と硝酸態窒素(NH_3^-)は、流水区では低位で推移し、蓄積は認められなかったが、半閉鎖区では蓄積が認められ、50日頃に最大となり、その後低下する傾向が見られた(図5)。

供試魚の成長は両区ともに良好であった(図6-1、6-2)。流水区では自然光区に対して緑色LED区の成長に有意差が認められた。これに対し、半閉鎖区では期間途中では自然光区に対して緑色LED区の成長に有意差が認められていたものの、最終日の測定では有意差が認められなかった。

使用水量は流水区が飼育槽2面で1,300kLだったのに対し、半閉鎖区では飼育槽2面で362kLであり、流水区の28%であった。

これらの結果から、量産規模においても半閉鎖循環で従来の流水飼育と遜色ない飼育が可能であり、使用水量を大幅に削減することが可能であることが示された。緑色LEDの効果については、有効であることが示唆されたが、自然光区に対する成長差がそれほど大きくなかったことから、更に検証する必要がある。

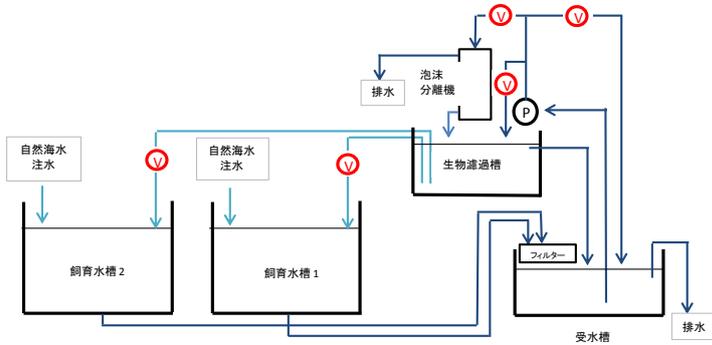


図1 半閉鎖循環飼育装置の模式図

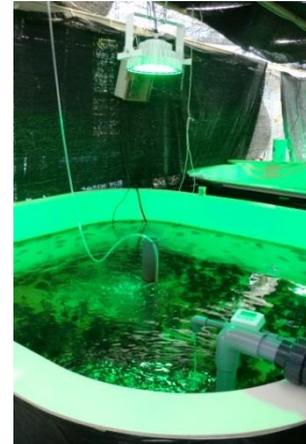


図2 緑色LED照明

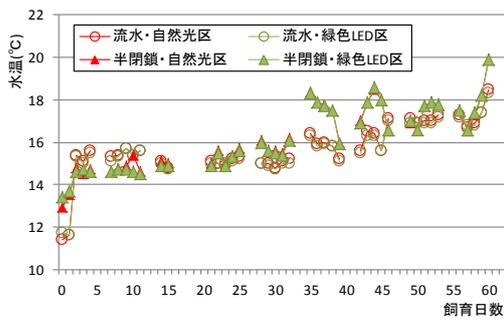


図3 飼育期間中の水温推移

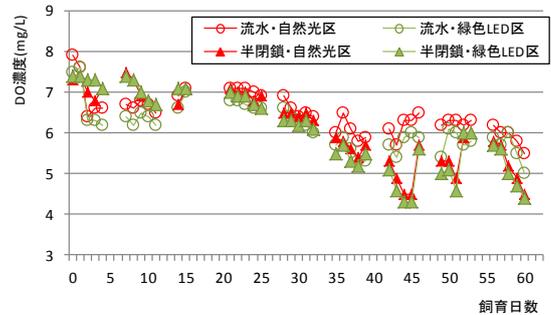


図4 飼育期間中の溶存酸素濃度の推移

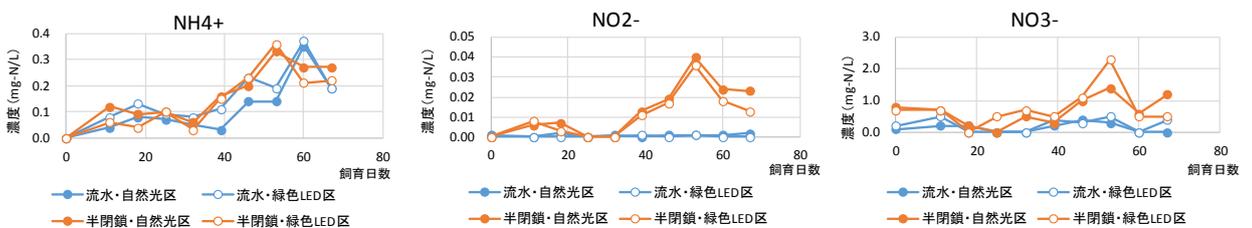


図5 飼育水中の三態窒素の推移

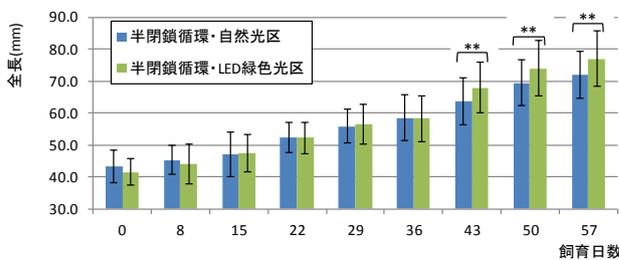


図6-2 中間育成試験における全長の推移(半閉鎖区)

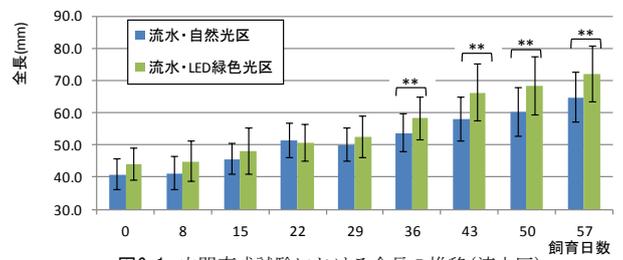


図6-1 中間育成試験における全長の推移(流水区)

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」(07-45-1415)

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 地域重要種(ホシガレイ)の増養殖に関する低コスト生産体系の確立

研究期間 2015～2017年

鬼塚裕子・榎本昌宏・鈴木 信・
菊地正信・水野拓治

目 的

ヒラメに次ぐ栽培漁業対象種として漁業者から強い要望のあるホシガレイについて、安定して種苗を量産できる親魚養成技術の検討のため、2017年に導入したメス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した。また、卵質評価のため、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。なお、本試験は、カレイ類種苗生産に係る親魚養成の低コスト化を目的とし、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センターの委託を受けて行った。

方 法

供試魚は、2017年に相馬市沖で漁獲し当场で飼育養成したメス親魚12尾と、2016年以前に漁獲し当场の閉鎖循環システムで飼育養成したオス親魚4尾を用いた(オス・メス共に放流種苗由来魚を含む)。自然成熟したメス親魚1尾を自然成熟群とし、2018年1月5日から同年1月29日までに搾出採卵試験を計8回行った。自然に排卵しなかったメス親魚のうち3尾は、体重1kg当たり約40 μ gのLHRHa(黄体形成放出ホルモンのアナログ)を投与してLHRHa投与群とし、2月16日から2月26日までに搾出採卵試験を計7回行った(表1)。個別別に採卵回数と採卵数量を、回次ごとに浮上卵率と受精率を調査した。自然成熟群・LHRHa投与群から得られた浮上卵はふ化槽に収容し、ふ化率等を測定した。また、ふ化槽内で得られたふ化仔魚について、それぞれ100尾を1Lビーカーに採取し、10 $^{\circ}$ C管理のもと日々の斃死尾数を数え、開口時(10日齢)生残率、半数死亡日数、SAI値を求めた。

結 果 の 概 要

自然成熟群の採卵成績は、延べ採卵回数が8回、1尾・1回あたりの平均採卵数が8.76万粒、総採卵数が70.07万粒となり、LHRHa投与群では、それぞれ7回、8.32万粒、58.27万粒であり(表2)、閉鎖循環システムによる親魚養成での採卵が確認できた。受精およびふ化成績は、自然成熟群では、浮上卵率が74.8%、受精率が58.8%、メス1尾あたりの平均浮上卵数は5.94万粒、平均受精卵数は3.69万粒、平均ふ化率は12.9%、平均ふ化仔魚数は0.94万尾であった。LHRHa投与群では、それぞれ26.2%、5.0%、1.19万粒、0.12万粒で、ふ化仔魚は得られなかった(表3)。

自然成熟群より得られた仔魚の無給餌生残試験では、22～25日で全ての仔魚が死亡した(図1)。ふ化仔魚の開口時生残率は34.0～94.0%、半数死亡日数は4～20日、SAI値は50.87～152.80であった(表4)。

表1 親魚サイズ及びLHRHa投与量

親魚区分	飼育尾数 (尾)		全長* (cm)		体重* (kg)		肥満度*		LHRHa投与量* ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	
自然成熟群	4	12	38.0 \pm 2.5 (33.9-40.3)	53.0 \pm 4.8 (41.1-60.0)	0.64 \pm 0.11 (0.48-0.80)	1.84 \pm 0.4 (0.94-2.53)	11.7 \pm 1.0 (10.0-12.4)	12.3 \pm 1.9 (9.7-16.3)	-
LHRHa投与群	3	3	40.3	52.0 \pm 3.7 (46.9-55.5)	2.05 \pm 0.3 (1.68-2.27)			14.6 \pm 1.3 (16.3-13.3)	40.1 \pm 0.1 (40.0-40.2)

*上段は平均値(又は平均値 \pm 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回当たり* 採卵数(万粒)	総採卵数 (万粒)
自然成熟群	2018/1/5 ~2018/1/29	1	8	8	8.76 \pm 2.88 (5.35-13.76)	70.07
LHRHa投与群	2018/2/16 ~2018/2/26	3	7	2.3 \pm 0.5 (2.0-3.0)	8.32 \pm 1.92 (5.79-11.34)	58.27

*上段は平均値(又は平均値 \pm 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	浮上卵数 (万粒)	浮上卵率* (%)	受精卵数 (万粒)	受精率* (%)	ふ化仔魚数 (万尾)	ふ化率(%)	雌1尾当たり平均(万粒・万尾)*		
							浮上卵数	受精卵数	ふ化仔魚数
自然成熟群	41.70	74.8 \pm 12.3 (50.5-95.3)	21.20	58.8 \pm 15.0 (29.0-79.7)	6.59	12.9 \pm 12.4 (0.0-30.0)	5.94 \pm 1.80 (3.20-8.50)	3.69 \pm 1.26 (0.93-4.96)	0.94 \pm 0.96 (0.0-2.40)
LHRHa投与群	9.52	26.2 \pm 30.1 (0.0-73.4)	0.99	5.0 \pm 6.4 (0.0-15.6)	0	0	1.19 \pm 0.99 (0.00-25.4)	0.12 \pm 0.12 (0.0-0.40)	0

*上段は平均値(又は平均値 \pm 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

回次	採卵月日	ふ化率 (%)	ふ化仔魚総数 (万尾)	開口時生残率 (%)	半数死亡日数 (日)	SAI値
自然成熟群-1	1/5	25.9	2.20	44.0	10	89.97
自然成熟群-2	1/17	30.0	2.40	80.0	20	150.80
自然成熟群-3	1/12	10.9	0.84	34.0	4	50.87
自然成熟群-4	1/15	23.5	1.15	94.0	20	152.80

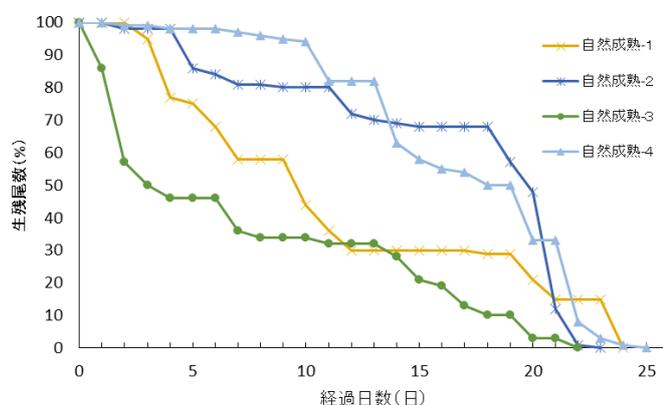


図1 無給餌生残尾数の推移

結果の発表等 なし

登録データ 17-06-004「ホシガレイ種苗生産研究」(07-45-1717)

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
研究期間 2016～2017年

鬼塚裕子・鈴木 信・榎本昌宏
菊地正信・水野拓治

目 的

種苗生産の省力・低コスト化が求められており、2016年度に行ったヒラメ稚魚の特定波長光の照射飼育における成長促進試験について、自然光の影響を除去する設定で再試験を行った。

方 法

緑色光照射区（照射時間 6:00～18:00 の 12 時間）と自然光区を設置し、それぞれ 100L パンライト水槽 3 面を用い、ウォーターバスを用いた上で、20℃の調温海水で掛け流し飼育を行った。緑色光照射区は自然光の影響を除去するため、暗幕で飼育設備を覆い、試験は 30 日間×2 回で実施した。第 1 回、第 2 回試験のどちらも試験期間中は両区で同量の配合飼料を自動給餌器で給餌し、摂餌量が多い緑色光照射区については手まきによる給餌を追加した。

1 第 1 回試験

2017 年 7 月 18 日から同年 8 月 17 日までの 30 日間飼育した。供試魚はヒラメ稚魚（46 日齢，全長 23.4 ± 3.3 mm，体重 0.11 g）を用い、10 日毎に 30 尾取り上げ、全長・体重の測定を行った（表 1）。

2 第 2 回試験

2017 年 8 月 21 から同年 9 月 20 日までの 30 日間飼育した。供試魚はヒラメ稚魚（80 日齢，全長 84.4 ± 4.8 mm，体重 5.95 g）を用い、15 日毎に 15 尾取り上げ、全長・体重の測定を行った（表 2）。

結 果 の 概 要

1 第 1 回試験（表 3、図 1、図 3）

30 日間の飼育結果、自然光区に対して緑色光照射区の平均全長、平均体重に有意差が認められた。期間中の日間成長量は緑色光照射区で 1.35 mm/日、自然光区で 1.08 mm/日となり、緑色光照射区は自然光区に対し 1.24 倍の日間成長量となった。日間増重量は緑色光照射区で 0.08 g/日、自然光区で 0.05 g/日となり、緑色光照射区は自然光区に対し 1.54 倍の日間増重量となった。（自然光区のうち、1 槽は飼育中の斃死が多かったため評価から除外した）。

2 第 2 回試験（表 4、図 2、図 4）

30 日間の飼育結果、自然光区に対して緑色光照射区の平均全長、平均体重に有意差が認められた。期間中の日間成長量は緑色光照射区で 1.30 mm/日、自然光区で 0.87 mm/日となり、緑色光照射区は自然光区に対し 1.49 倍の日間成長量となった。日間増重量は緑色光照射区で 0.41 g/日、自然光区で 0.27 g/日となり、緑色光照射区は自然光区に対し 1.53 倍の日間増重量となった。

第 1 回、第 2 回試験共に緑色光照射区において有意な成長が確認されたことから、緑色光照射による成長促進効果が示唆された。次年度、再試験を行い再現性を確認する。

表1 試験の条件 (第1回)

試験区	緑色照射区	白色照射区
試験水槽	各区 100Lパンライト水槽×3面	
供試魚	ヒラメ稚魚(46日齢)・全長23.4±3.3mm・500尾/面	
使用海水	調温海水:20°C	
水温調整	ウォーターバス:20°C	
試験期間	2017/7/18~同年8/17(30日間)	
中間測定	10日毎にn=30 取上固定	

表2 試験の条件 (第2回)

試験区	緑色照射区	白色照射区
試験水槽	各区 100Lパンライト水槽×3面	
供試魚	ヒラメ稚魚(80日齢)・全長84.4±4.8mm・50尾/面	
使用海水	調温海水:20°C	
水温調整	ウォーターバス:20°C	
試験期間	2017/8/21~同年9/20(30日間)	
中間測定	15日毎にn=15 取上固定	

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) 体重(g)	取上げ尾数(尾)	生残率(%)	全長(mm) 体重(g)	
緑色照射区	1	200	23.4±0.11	77	55	62.3±7.5	2.19±0.81
	2			86	61.4	64.4±6.6	2.36±0.69
	3			73	52.1	64.7±8.3	2.49±0.82
	平均			78.7±6.7	56.2±4.8	63.8±7.5 ^a	2.35±0.78 ^a
自然光区	1	200	23.4±0.11	75	53.6	59.4±5.6	1.89±0.64
	2			61	43.6	52.4±5.6	0.85±1.20
	平均					44.2±9.9	31.6±9.9

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)
生残率は、(生残尾数÷(収容尾数-抽出尾数)×100)により算出した。

表4 試験結果 (第2回目)

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) 体重(g)	取上げ尾数(尾)	生残率(%)	全長(mm) 体重(g)	
緑色照射区	1	50	84.4±4.8	31	88.6	122.7±8.7	18.5±3.9
	2			33	94.3	124.6±9.9	17.4±3.8
	3			33	94.3	123.0±9.2	18.1±3.8
	平均			32.3±1.2	92.4±3.3	123.5±9.2 ^a	18.0±3.8 ^a
自然光区	1	50	84.4±4.8	34	97.1	111.0±9.3	13.8±3.5
	2			33	94.3	109.9±6.5	13.6±3.5
	3			35	100.0	110.9±7.7	13.7±2.9
平均			34.0±1.0	97.1±2.9	110.6±7.8 ^b	13.7±8.7 ^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)
生残率は、(生残尾数÷(収容尾数-抽出尾数)×100)により算出した。

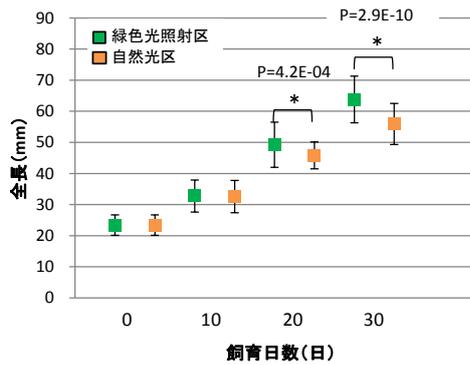


図1 第1回の全長推移
(t検定*: 有意差あり(p<0.05))

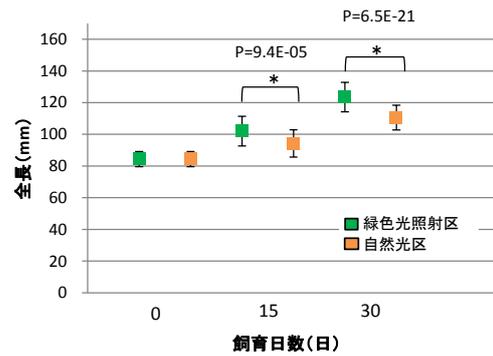


図2 第2回の全長推移
(t検定*: 有意差あり(p<0.05))

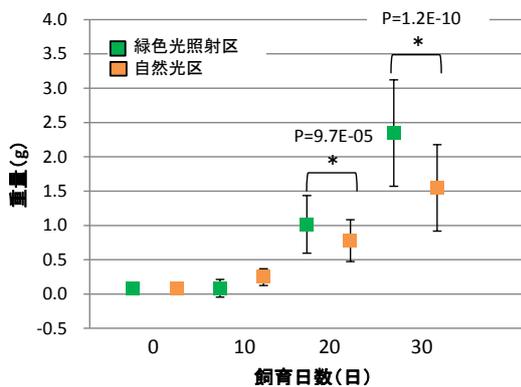


図3 第1回の体重推移
(t検定*: 有意差あり(p<0.05))

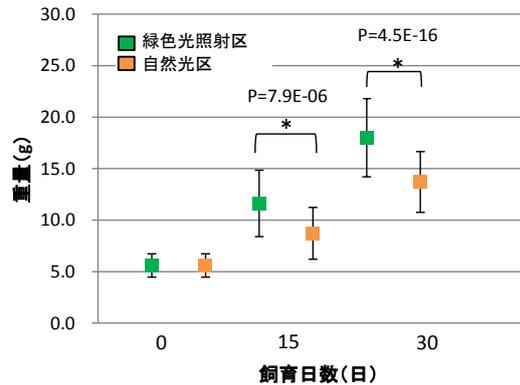


図4 第2回の体重推移
(t検定*: 有意差あり(p<0.05))

結果の発表等 なし

登録データ 17-06-005 「ヒラメ種苗生産研究」(07-40-1617)

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 カレイ類の放射性セシウム取込・排出過程の解明（放射性セシウム蓄積試験）

研究期間 2011年～2017年

鬼塚裕子・鈴木章一・榎本昌宏

鈴木 信・菊地正信・水野拓治

目 的

2015、2016年度に行った放射性セシウム取込みの蓄積試験において課題となった個体差、雌雄差の要因が摂餌量以外に存在するかを確認するため、1尾ずつ放射性セシウムを含有する配合飼料を給餌し、摂餌量を一定にした条件にて飼育する蓄積試験を行い蓄積状況を把握した。

異体類は雌雄で成長が異なり雌の方が大型化することが観察されており、放射性セシウムの蓄積に雌雄差が影響するのかを検討した。

なお、本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委託（平成29年度超高濃度汚染魚発生状況の把握とセシウム代謝に関わる飼育試験）を受けて行った。

方 法

蓄積試験に使用したホシガレイは1歳魚（22月齢）10尾（×2回の試験）、体重185g～323g、平均体重247g（標準偏差37.5g、n=20）であった。蓄積試験1回目は10月15日～10月23日の8日間、蓄積試験2回目は10月23日～10月31日の8日間、1尾ずつ区画化して飼育した。餌料には、2,200 Bq/kgの¹³⁷Csを含む配合飼料を、1尾に対し1日につき1.2g（¹³⁷Csで2.64 Bq相当）を摂餌させた。試験開始後4日目、8日目に取り上げ、筋肉中の¹³⁷Cs濃度をゲルマニウム半導体検出器で測定した。さらに、測定した¹³⁷Cs濃度に魚体重をかけて、1個体あたりの¹³⁷Cs量とし、体に取り込まれた量の目安とした。

¹³⁷Csの初期値として試験開始時、対照として試験期間中に試験魚と同じ水槽で市販配合飼料を給餌して、8日間飼育したホシガレイの筋肉中の¹³⁷Cs濃度についても測定した。

結 果 の 概 要

2017年の蓄積試験1回目、2回目ともに、全個体で所定量の放射性セシウムを含む飼料を摂餌させ、4日目に取り上げた個体は累積で10.6 Bq、8日目に取り上げた個体は21.1 Bqの¹³⁷Csを摂取した（図1, 2）。筋肉中の¹³⁷Cs濃度の測定結果から10.4～58.3 Bq/kgとばらつきがみられるが、1個体あたりの¹³⁷Cs量に換算することで1回目は 4.0 ± 0.63 Bq（4日目）、 9.7 ± 1.34 Bq（8日目）、2回目は 4.4 ± 0.48 Bq（4日目）、 10.5 ± 0.72 （8日目）と極めてまとまった数値となった（図3, 4）。¹³⁷Cs量の結果から、個体別に等量の餌、等量の¹³⁷Csを投与する条件において、個体間、雌雄間に蓄積の差はみられなかった。（図3, 4）。また、初期値は検出下限値未満（<1.15 Bq/kg-wet）であり、対照として試験期間中に試験魚と同じ水槽で8日間飼育したホシガレイの筋肉中の¹³⁷Cs濃度も検出下限値未満（<1.06 Bq/kg-wet）であった。以上より、取込みに関する生理的な雌雄差は極めて小さいことが考えられた。また、2017年度排出試験の結果を含め、2016年度試験にみられた同一飼育群内の蓄積の雌雄差の主要因は、異体類特有の雌が雄より大きくなるという雌雄の成長様式の違いに基づく摂餌量の差であることが強く示唆された。

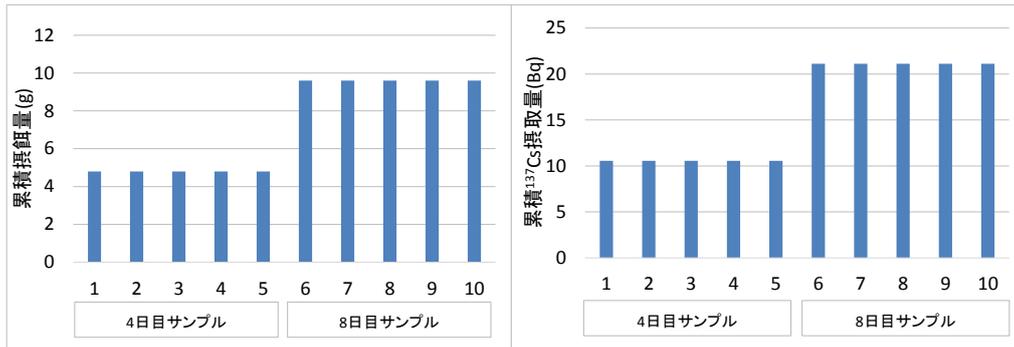


図1 2017年蓄積試験1回目の摂餌量

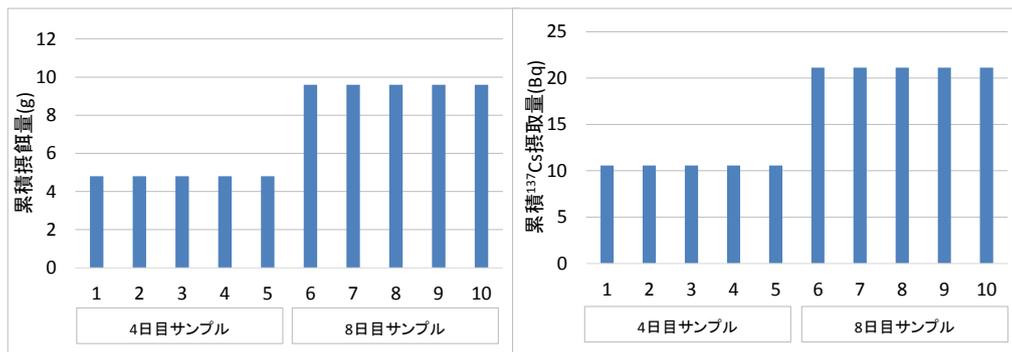


図2 2017年蓄積試験2回目の摂餌量

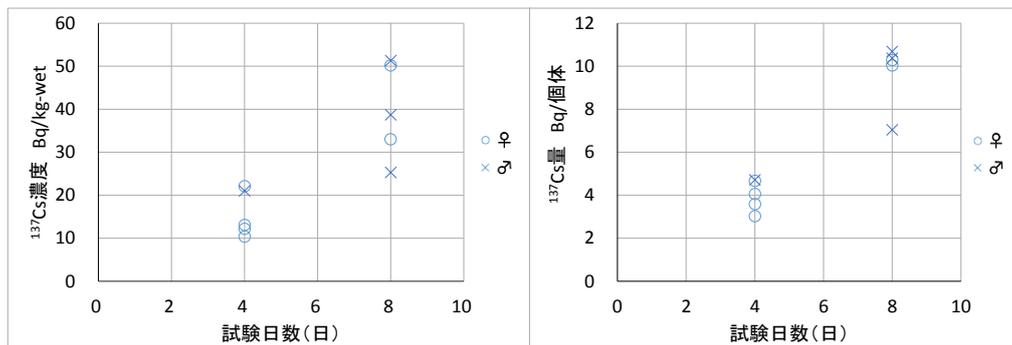


図3 2017年蓄積試験1回目の結果

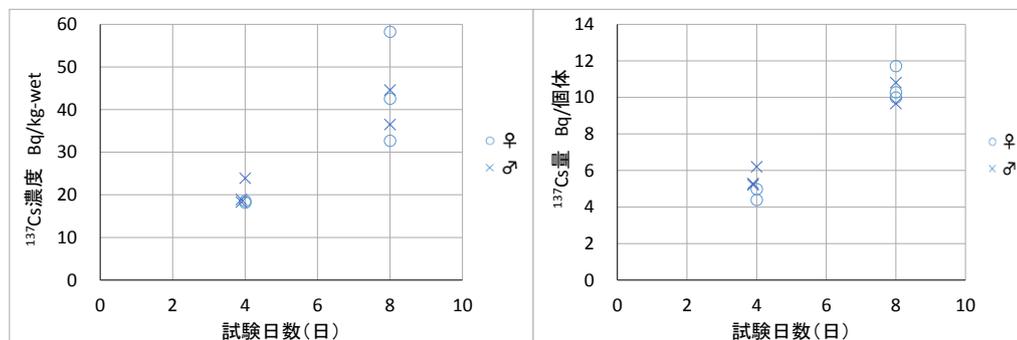


図4 2017年蓄積試験2回目の結果

結果の発表等 平成29年度放射性物質挙動調査事業報告書（国立研究開発法人水産研究・教育機構）

登録データ 17-06-006 「セシウム蓄積試験」（10-69-1717）

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 カレイ類の放射性セシウム取込・排出過程の解明
(放射性セシウム排出試験)
研究期間 2011年～2017年

鬼塚裕子・鈴木章一・榎本昌宏
鈴木 信・菊地正信・水野拓治

目 的

2015、2016年度に行った放射性セシウム取込みの蓄積試験において課題となった個体差、雌雄差の要因が摂餌量以外に存在するかを確認するため、1尾ずつ放射性セシウムを含有する配合飼料を給餌し、摂餌量を一定にした条件にて飼育する排出試験を行い排出状況を把握した。なお、本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委託（平成29年度超高濃度汚染魚発生状況の把握とセシウム代謝に関わる飼育試験）を受けて行った。

方 法

排出試験に使用したホシガレイは1歳魚（22月齢）10尾、体重184 g～321 g、平均252 g（標準偏差48.9 g、n=10）であった。放射性セシウムを含む飼料を給餌する蓄積過程は10月15日～10月23日の8日間、市販配合飼料を給餌する排出過程は10月23日～10月31日の8日間、自然海水にて1尾ずつ区画化して飼育した。餌料について、蓄積過程は2017年度蓄積試験同様、 ^{137}Cs が2,200 Bq/kgの配合飼料を、1尾に対し1日につき1.2 g (^{137}Cs 2.64 Bq) 摂餌させた。排出過程では市販配合飼料を1尾に対し1日につき1.2 gを摂餌させた。排出過程開始後4日目、8日目に取り上げ、筋肉中の ^{137}Cs 濃度をゲルマニウム半導体検出器で測定した。

結果の概要

蓄積過程において、概ね全個体8日間で21.1 Bqの ^{137}Cs を摂取させることができたことから、2017年度蓄積試験1回目の8日目と同程度の ^{137}Cs を蓄積したと考えられる（図1）。排出過程において、全個体で等量の市販配合飼料を摂餌させた（図2）。

過年度の排出試験においては、初期値にばらつきが大きかったため排出状況の把握を行うことが困難であった（図3）。これは、1つの飼育槽に複数個体を収容し、群単位で放射性セシウムを含む飼料を給餌して、Cs蓄積魚を作成したことに起因する。それに対し、2017年度は個体ごとに放射性セシウムを含む飼料を給餌し、1尾ごとの1日における摂餌量を一定にしたことで、初期値のばらつきが少ない供試魚を得ることが可能となった。それらを用い排出試験を行ったが、8日間における明確な排出は確認されなかった（図4）。

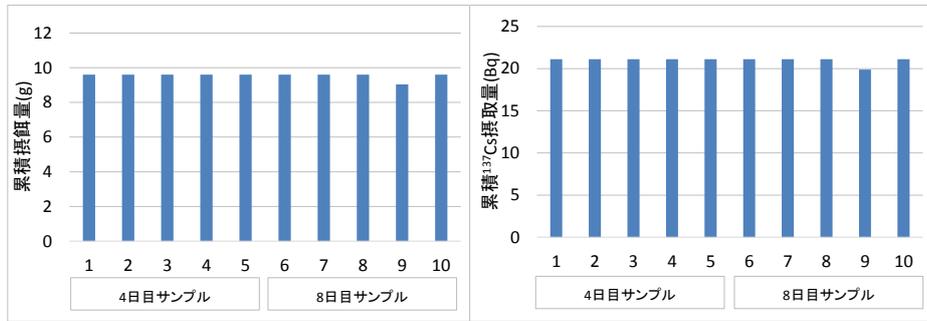


図1 排出試験（蓄積過程）の摂餌量

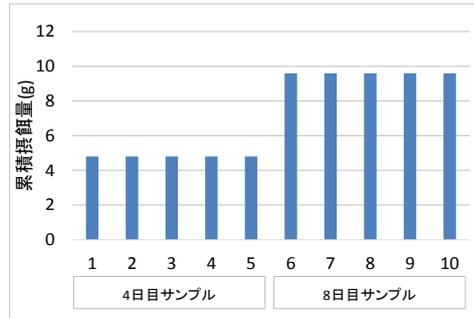


図2 排出試験（排出過程）の摂餌量

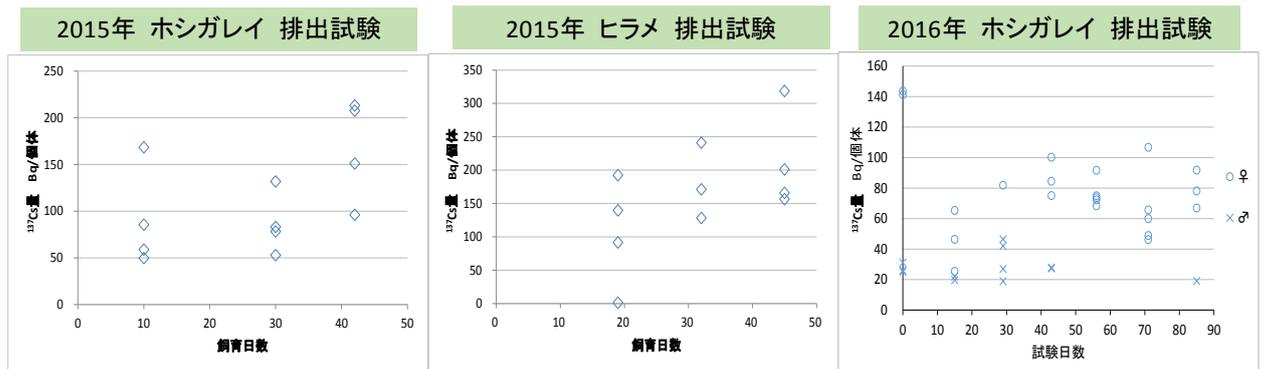


図3 2015年、2016年排出試験結果

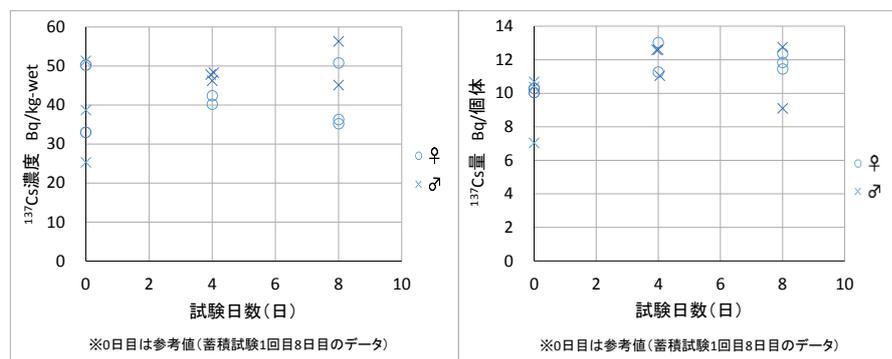


図4 2017年排出試験結果

結果の発表等 なし

登録データ 17-06-007 「セシウム蓄積試験」 (10-69-1517)