

経済回収率から見た志津川湾におけるホシガレイの放流サイズの検討

小野寺 毅^{*1}・渡邊 一仁^{*1}・芳賀 圭悟^{*2}・伊藤 大介^{*3}・伊藤 博^{*3}・及川 浩人^{*4}

Study on the Relationship between Release Size and economic return rate of spotted halibut *Verasper variegatus*
in Shizugawa Bay, Japan

Takeshi ONODERA^{*1}, Kazuhito WATANABE^{*1}, Keigo HAGA^{*2}, Daisuke ITO^{*3}, Hiroshi ITO^{*3}
and Hiroto OIKAWA^{*4}

キーワード：ホシガレイ 小型種苗 経済回収率 放流サイズ 放流時期

ホシガレイ *Verasper variegatus* は、九州、韓国、中国の黄海、東シナ海沿岸及び岩手県から福島県の三陸沿岸中心に多く見られる。本種は、カレイの中では大型で成長も比較的早いことや市場性も高いことからヒラメに次ぐ栽培漁業種として注目され、全国各地で技術開発が進められてきた。宮城県においても本種の放流は1998年から実施しており、近年、種苗生産技術開発により数万尾単位での放流が可能となった。一方、種苗放流技術では、その放流に適したサイズ、時期、場所、方法等を明らかにして放流魚の生残率を向上させることが求められている。また、単に放流魚の生残率や回収率を高めるだけでなく、栽培漁業を成立させるためには、費用対効果についても考慮しなければならない。これまで、放流に適したサイズに関する研究が様々な魚種について行われてきており、特にヒラメ¹⁾、トラフグ²⁾、サワラ³⁾、マダイ⁴⁾などでは経済的な観点からも議論されている。放流種苗の損益については、経済回収率を用いて北田⁵⁾が検討を行っている。ホシガレイについても放流種苗の小型化⁶⁾や放流サイズ⁷⁾が検討されているが、経済的な観点から議論したものはほとんどない。

そこで本研究では、志津川湾において従来よりも小型の種苗を放流し、この2放流群について回収状況を比較し、経済回収率の観点も考慮に入れて放流サイズを検討したので報告する。

材料と方法

1 放流種苗

2006～2009年の中間育成、放流の結果を表1に示した。また、放流場所を図1に示した。放流種苗は、宮城県水産技術総合センター養殖生産部（以下、「県センター」という）で生産され、概ね全長40mmで南三陸町海浜高度利用施設に搬入され、10 t 角形水槽2槽で中間育成されたものである。放流種苗への標識にはアリザリン・コンプレクソン（以下、「ALC」という）による耳石染色標識を用いた。本試験では、種苗の全長が概ね65 mmに達したとき（以下、「小型種苗」という）に種苗の一部（概ね5～10千尾）に1回目の標識を装着した後に半数ほど放流し、全長が概ね100mmに達したとき（以下、「大型種苗」という）に残りに2回目の標識を装着して放流した。大型種苗の放流場所は2000年から実施している放流場またはその付近とし⁸⁻¹³⁾、小型種苗の放流場所は、本種の仔魚が極浅所に着底する報告⁷⁾があることも考慮して、大型種苗よりも水深が浅い場所から放流した。海水に溶かした20ppm ALC溶液に24時間浸漬する方法により標識を装着し、その後約1週間飼育を続けて標識装着による大きな減耗等がないことを確認した。また、標識状況の確認については、放流前に飼育水槽内から種苗50尾を採

^{*1}水産技術総合センター、^{*2}水産技術総合センター気仙沼水産試験場、^{*3}宮城県庁農林水産部、^{*4}南三陸町

表1 2006～2009年中間育成，放流結果

中間育成 開始年月日	中間育成 開始尾数 (尾)	中間育成 開始時の 平均全長(mm)	放流年月日	放流尾数 (尾)	放流場所	放流時の平均 全長(mm)	標識の種類
2006年4月26日	22,200	44.7	2006年6月15日	5,000	折立地先	65.5	ALC一重
			2006年9月12日	3,700	林地先	105.7	ALC二重
				12,300	林地先	103.4	背鰭後部切除
2007年5月8日	25,000	55.3	2007年6月21日	3,200	折立地先	67.1	ALC一重
			2007年9月6日	3,800	林地先	108.4	ALC二重
				16,000	林地先	99.9	背鰭前部切除
			1,000	平磯地先	105.7	ダートタグ(桃色)	
2008年5月14日	12,000	47.5	2008年7月4日	2,900	波伝谷地先	70.4	ALC一重
			2008年9月11日	2,200	林地先	107.8	ALC二重
				5,200	林地先	110.0	背鰭中央部切除
			1,000	平磯地先	116.1	ダートタグ(緑色)	
—	—	—	2009年8月11日	1,500	波伝谷地先	68.7	ALC一重
			2009年9月11日	1,500	林地先	82.7	ALC二重

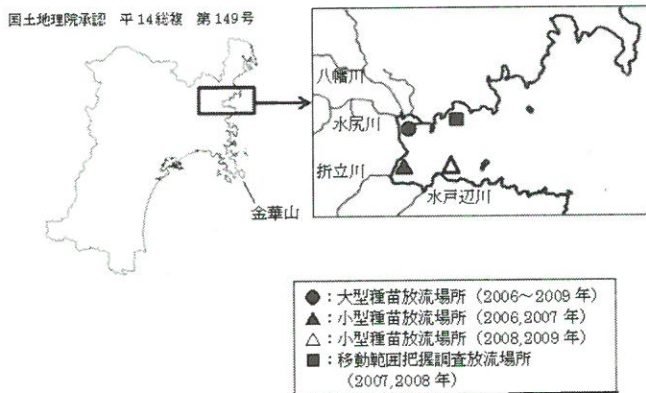


図1 放流場所

※県全体の図は白地図 Kenmap により作成した。

集し，有眼側の扁平石を取り出して蛍光顕微鏡下で観察を行った。

2006年放流群

種苗は4月26日に平均全長44.7mmで南三陸町に搬入され，小型種苗を6月15日に平均全長65.5mmで5千尾，折立地先の水深2mの場所へ放流した。放流場所の折立地先は折立川の河口近くで干潟から伸びる遠浅，底質は砂泥で付近にはアマモが分布している。また，9月12日に平均全長105.7mmで3.7千尾を放流した他に，背鰭切除標識実証試験用に平均全長103.4mmで12.3千尾を林地先の水深3～6mの場所へ放流した。放流場所の林地先は水尻川の河口近くで，底質が砂でアマモが点在している。

中間育成の生残率は94.6%であった。

2007年放流群

5月8日に平均全長55.3mmで南三陸町に搬入され，6月21日に平均全長67.1mmで3.2千尾を折立地先の船揚場のスロープからバケツリレーで放流した。また，9月6日に平均全長108.4mmで3.8千尾の他に，背鰭切除標識実証試験用に平均全長99.9mmで16千尾を林地先に，移動範囲把握調査用に平均全長105.7mmで1千尾を平磯地先に放流した。中間育成の生残率は96.0%であった。

2008年放流群

5月14日に平均全長47.5mmで南三陸町に搬入され，7月4日に平均全長70.4mmで2.9千尾を波伝谷地先の波打ち際へ放流した。放流場所の波伝谷地先は底質が砂でアマモが分布している。また，9月11日に平均全長107.8mmで2.2千尾の他に，背鰭切除標識実証試験用に平均全長110.0mmで5.2千尾を林地先に，移動範囲把握調査用に116.1mmで1千尾を平磯地先に放流した。

2009年放流群

種苗生産が不調のために尾数がまとまらず，南三陸町に種苗を搬入せずに県センターで放流するまで飼育を行った。8月11日に平均全長68.7mmで波伝谷地先に，9月11日に平均全長82.7mmで林地先に放流した。

2 経済回収率

放流サイズ別に損益分岐回収率⁵⁾を求めるために、以下のシミュレーションを行った。

(1) 県センターにおける種苗生産経費

ホシガレイの種苗経費については、2005年度の県センターの種苗生産全体（ホシガレイ、マコガレイ、ヒラメ、クロソイ）での経費を下記に示した方法で計算した。この経費を種苗生産尾数107,900尾で除し、県センター出荷段階における1尾当たりの種苗経費を算出した。

1) 燃料費

旬ごとに魚種ごとの使用水量および水温から熱量を算出し、燃料費を按分した。

2) 電気料

旬ごとに魚種ごとの使用水量を算出し、電気料を使用水量で按分した。

3) 資材、餌代

2005年度の使用実績とした。

4) 人件費

人件費については、下記のとおり仮定して算出した。

- ① 人数はホシガレイの種苗生産に関わった正職員1.5人、臨時職員3人とした。
- ② 期間は県センターが生産を始め、南三陸町へ出荷するまでの1～4月の4ヵ月間とした。
- ③ 正職員の給与は2006年当時の公務員平均年収とし、臨時職員の月収は2006年実績とした。

なお、生産経費の中に施設の減価償却は含めていない。

(2) 放流サイズ別の放流魚1尾あたりの種苗生産経費

放流サイズ別に放流魚1尾あたりの種苗経費を下記に示した方法で1日毎に計算した。なお、南三陸町への搬入尾数と搬入サイズは、本県の計画に従い、それぞれ20,000尾と40mmとした。

- ① (1)で算出した県センター出荷段階における1尾当たりの種苗経費に搬入尾数20,000尾を乗じた金額に種苗輸送経費を加えた。なお、種苗輸送経費は2005年実績とした。
- ② 放流サイズは40mmから120mmまでを仮定し、中間育成期間中の日間成長量を0.551mm/日(2000～2006年の平均値)とした。
- ③ 中間育成期間中の日間生残率を0.999(中間育成が安定した2003～2006年の平均値)とし、放流尾数を計算した。計算したサイズ別の放流尾数を表2に示した。

表2 放流サイズ別放流数

中間育成 日数	放流サイズ (mm)	放流尾数 (尾)
0	40	20,000
18	50	19,563
36	60	19,136
45	65	18,926
55	70	18,695
73	80	18,286
91	90	17,887
109	100	17,496
127	110	17,114
145	120	16,740

- ④ 1日あたりの電気料については、2005年実績からホシガレイ飼育期間中の1月当たりの電気料から飼育期間外の1月当たり電気料を差し引いた額を30日で除した金額を用いた。
- ⑤ 1日の給餌量を魚体重の3%と与えることとし、餌料代は2005年当時の金額を用いて、消費した袋単位で計算した。なお、中間育成中の全長(x)と体重(y)の関係式は $y(g) = 0.0095 \times x^{3.1988} (cm)$ (2006年測定値)とした。
- ⑥ 中間育成期間中に1人雇用しており、その人件費を2005年宮城県の最低賃金(日額)とした。

(3) 放流魚1尾あたりの回収金額

放流魚1尾あたりの回収金額を下記の手順で計算した。

- ① 年齢別回収率を次のように算出した。
 - i 気仙沼及び志津川魚市場における2006年末時点の2000～2004年放流群の年齢別回収尾数(表3)¹⁴⁾から年齢別回収率を算出し、その平均値と各年齢別回収率の回収率全体に占める割合(以下、「年齢別回収率の割合」という)を求めた(表4)。

表3 2000～2004年放流群年齢別回収尾数(2006年末時点)

放流年	放流尾数 (尾)	年齢別回収尾数(尾)					
		1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳
2000	4,500	16	154	103	40	0	0
2001	4,700	7	209	82	17	19	
2002	5,800	7	135	102	113		
2003	22,200	13	258	208			
2004	6,030	23	180				

- ii 年齢別回収率の割合は、回収率が変動しても変わらないものと仮定する。回収率が3～13%に変動したときの各年齢別回収率を表5に示した。表4で示した年齢別回収率に表2に示した

放流サイズ別放流尾数を乗じて、放流サイズ別の年齢別回収尾数を算出する。

表4 2000～2004年放流群年齢別回収率とその平均値(2006年末時点)

放流年	年齢別回収率(%)					合計
	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	
2000	0.36	3.42	2.29	0.89	0.00	6.96
2001	0.15	4.45	1.74	0.36	0.40	7.11
2002	0.12	2.33	1.76	1.95		6.16
2003	0.06	1.16	0.94			2.16
2004	0.38	2.99				3.37
平均値	0.21	2.87	1.68	1.07	0.20	6.03
年齢別回収率の割合(%)	3.53	47.56	27.89	17.68	3.35	100.0

表5 年齢別回収率(%)

回収率(%)	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳
3.00	0.11	1.43	0.84	0.53	0.10
4.00	0.14	1.90	1.12	0.71	0.13
5.00	0.18	2.38	1.39	0.88	0.17
6.00	0.21	2.85	1.67	1.06	0.20
7.00	0.25	3.33	1.95	1.24	0.23
8.00	0.28	3.80	2.23	1.41	0.27
9.00	0.32	4.28	2.51	1.59	0.30
10.00	0.35	4.76	2.79	1.77	0.34
11.00	0.39	5.23	3.07	1.94	0.37
12.00	0.42	5.71	3.35	2.12	0.40
13.00	0.46	6.18	3.63	2.30	0.44

③ 気仙沼及び志津川魚市場調査から放流年を推定するために用いた Age-Length Key を放流年から全長に変換するためにまとめ直したものを表6に示した。これを用いて、②で算出した年齢別回収尾数を全長別回収尾数に変換する。

表6 年齢と全長の相関表(雌雄込み)

	30cm未満	30cm以上 35cm未満	35cm以上 40cm未満	40cm以上 45cm未満	45cm以上 50cm未満	50cm以上
	1才	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2才	0.68	0.23	0.07	0.02	0.00	0.00
3才	0.29	0.29	0.18	0.22	0.00	0.02
4才	0.10	0.00	0.20	0.20	0.40	0.10
5才	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.50

④ 全長別回収尾数に全長の各階級の中央値を下記の全長(TL)と体重(BW)の関係式により体重に変換し、尾数に乗じて全長別回収重量とする。

$$BW(kg) = 0.0122 \times TL(cm)^{3.0081} \times 1,000$$

⑤ ④で算出した全長別回収重量にホシガレイの体色異常魚(活魚)の平均全長別単価を乗じて放流魚の水揚金額を算出した。表2で算出した放流尾数で除して放流魚1尾当たりの回収金額を算出した。なお、平均全長別単価については、2000～2006

年に地方卸売市場気仙沼市魚市場(以下、「気仙沼魚市場」)および南三陸町地方卸売市場(以下、「志津川魚市場」)へ水揚げされたホシガレイの活魚について体色異常の有無別に単価調査した結果であり、体色異常魚の単価を表7に示した。

表7 気仙沼及び志津川魚市場に水揚げされたホシガレイ体色異常魚の単価

	30cm未満	30cm以上 35cm未満	35cm以上 40cm未満	40cm以上 45cm未満	45cm以上 50cm未満	50cm以上
単価(円/kg)	660	1,622	2,374	3,038	4,089	5,000

3 放流魚の採集

放流種苗のほとんどに無眼側に黒化が認められるため^{14,15)}、2008～2010年に魚市場へ水揚げされたホシガレイの中からこれらの一部をサンプルとして購入した。サンプルを購入した魚市場の位置を図2に示した。志津川魚市場では、主として放流場所である志津川湾の漁獲物が水揚げされる。また、放流場所から約30km北に位置している気仙沼魚市場、本県でホシガレイの水揚量が一番多く、本県全体の約3～5割を占める石巻市水産物卸売市場石巻売場(以下、「石巻魚市場」)からも購入した。購入したホシガレイは、魚体測定後に耳石を採取し、ALC標識の確認と輪紋による年齢査定を行った。

国土地理院承認 平14総復 第149号



図2 放流魚を採集した魚市場の位置
※地図は Kenmap により作成した。

結果

1 経済回収率

回収率を3~13%に変動させたときの放流種苗1尾あたりの種苗経費と回収金額の関係を図3に示した。損益分岐回収率は、中間育成をしない(全長40mm) 場合では5.2%, 小型種苗(全長65mm) の場合では7.0%, 大型種苗(全長100mm) の場合では10.7%以上であった。

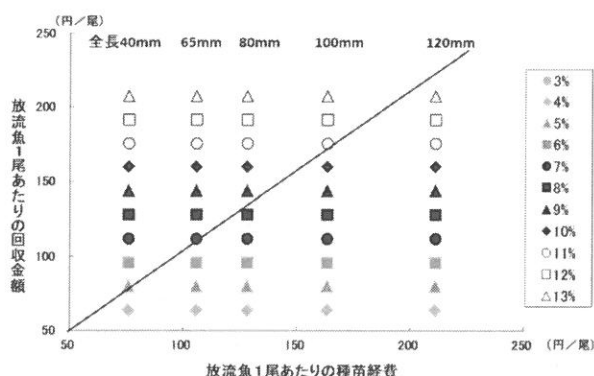


図3 放流魚1尾当たりの種苗経費と回収金額

2 小型種苗と大型種苗の回収

2006~2009年各放流群のALC標識は、観察した個体すべて明瞭に観察され、小型種苗、大型種苗ともに標識率は100%であった。

購入したサンプル数は、気仙沼、志津川両魚市場から94尾、石巻魚市場から196尾であった。2006~2009年各放流群毎の放流尾数、購入したサンプルの中からALC標識が確認された尾数(以下、「確認尾数」と確認率(確認尾数÷放流尾数×100)を表8に示した。2009年を除く各放流群とも小型種苗の確認率が大型種苗のそれよりも大きかった。また、確認率を県北部に位置する気仙沼、志津川両魚市場と石巻魚市場に分けてみると、気仙沼、志津川両魚市場から購入した2006年放流群のサンプルを除き、小型種苗の確認率は大型種苗のそれよりも大きかった(表9)。石巻魚市場で採集したすべてのサンプルが、小型底曳船または沖合底曳船で漁獲されたものであった。なお、2010年度に気仙沼、志津川魚市場から購入したサンプルについては、耳石を採取したものの2011年3月11日に発生した津波により、ALC標識を確認する前に滅失した。また、気仙沼、志津川魚市場から購入したサンプルの魚体測定データについても

滅失した。

表8 ALC 標識魚の確認尾数と確認率 (%) (2010 年度末時点)

放流年		小型種苗	大型種苗
2006	放流尾数(尾)	5,000	3,700
	確認尾数(尾)	20	11
	確認率(%)	0.40	0.30
2007	放流尾数(尾)	3,200	3,800
	確認尾数(尾)	18	7
	確認率(%)	0.56	0.18
2008	放流尾数(尾)	2,900	2,200
	確認尾数(尾)	11	3
	確認率(%)	0.38	0.14
2009	放流尾数(尾)	1,500	1,500
	確認尾数(尾)	0	0
	確認率(%)	0.00	0.00
計	放流尾数(尾)	12,600	11,200
	確認尾数(尾)	49	21
	確認率(%)	0.39	0.19

考察

志津川湾における本種の回収率が求められているのは、2000年放流群以降である。2007年12月末日時点でほぼ回収が終了していると考えられた2000、2001年放流群の回収率はそれぞれ6.96%、6.70%であり¹³⁾、放流サイズはそれぞれ118.1mm⁸⁾、106.7mm⁹⁾であった。これらの結果から、従来の放流方法(大型種苗の放流方法)による回収率が7.0%と仮定すると、経済回収率は0.66となり、回収金額よりも種苗経費が上回る結果となった。回収率が7.0%で、経済回収率が1を上回るのは、小型種苗の放流サイズである全長65mmの場合である。本試験の結果により、小型種苗の確認率が大型種苗のそれと同等あるいは上

表9 魚市場別 ALC 標識魚の確認率 (%) () 内は尾数

放流年	気仙沼・志津川 魚市場		石巻魚市場	
	小型種苗	大型種苗	小型種苗	大型種苗
2006	0.14 (7)	0.16 (6)	0.26 (13)	0.14 (5)
2007	0.28 (9)	0.16 (6)	0.26 (9)	0.03 (1)
2008	0.38(11)	0.14(3)	—	—

回ったことから、小型種苗放流による回収率は、大型種苗のそれと同等あるいはそれ以上となる可能性があり、経済回収率も1を上回ることが期待される。

一般的に、放流サイズは大きい方が生き残りがよいと考えられており、放流種苗の減耗の直接的な要因は被食であると考えられている¹⁶⁾。小型種苗の確認率が大型種苗のそれと同等あるいは上回る理由として放流時期による餌料環境の違いが考えられる。放流種苗の減耗の直接的な要因が飢餓によるものとは考えにくい。古田¹⁷⁾はヒラメ天然稚魚の飢餓による被食が増加することを指摘しており、森岡¹⁸⁾はマツカワの放流時期により餌料環境が異なるため、放流魚の成長と生残に影響を与える大きな要因となっていると指摘している。これまで、志津川湾において時期別に餌料環境や放流魚の摂餌状態を調査した結果はないが、隣県である岩手県の宮古湾では、7月上旬にホシガレイ稚魚の好適な餌料となる表在性のヨコエビが豊富に存在するが、8月末には餌料環境が悪化していた⁷⁾ことが報告されている。また、同じく隣県である福島県の松川浦では、全長80mmで放流する場合、餌料環境面からアミ類が多く出現する8月までに放流することが望ましいとしている¹⁹⁾。これらのことから、志津川湾における餌料環境の時期別の推移についても同様と考えられ、このことが小型種苗の減耗を軽減している可能性が考えられた。一方、大型種苗の平均全長は105.7~108.4mmであるが、本種は、全長100mmで餌料がヨコエビ類(端脚目)からヤドカリ、エビ、カニ類(十脚目)に変化すると報告がある⁷⁾。乃一²⁰⁾は形態、体色、行動、餌料が変化する等、生活上何らかの転換期に成長や活力の劣勢な個体が被食などによって減耗している可能性を指摘している。このことから大型種苗は、餌料が変化する転換期に放流されるために、小型種苗と比べて生残に不利である可能性が考えられた。

また、食害は捕食者と被食者のサイズに依存しており、放流サイズを検討する際に放流場所の捕食者も考慮する必要がある。山下¹⁶⁾は、ヒラメでは捕食者と被食者の全長比が約3倍を越えると捕食が増大し、放流場所で採集したアイナメ等の捕食者のサイズから全長10cm前後で放流するのが効率的であるとした。和田⁷⁾は、ホシガレイ種苗の全長が70mm以上であればヒラメからの捕食が受けにくく、80mm以上であれば被食回避に極めて有効であるとしている。本試験の小型種苗の全長は65.5~70.4mmであり、和田が指摘する被食を回避する有効なサイズまでは至っていない。一方、聞き取り調査によれば、放

流場所である志津川湾奥は、志津川湾口部や湾外よりも大型のヒラメが少ないとのことであり、このことが志津川湾奥で小型種苗の減耗を軽減している可能性の一因と考えられた。

また、小型種苗の確認率が高くなった要因として、魚体の大きな個体が志津川湾外へ移動分散する一方、魚体の小さな個体は湾内、あるいはその付近に留まってそれらが多く漁獲された可能性がある。中村⁶⁾は成長が遅く、放流翌年の夏までにあるサイズに達しなかった個体は、夏以降もそのまま放流地点周辺に留まり成長を続ける可能性を指摘している。本試験の結果では、気仙沼及び志津川両魚市場と石巻魚市場別に比較しても、小型種苗の確認率が大型種苗のそれよりも同等あるいは高かった(表9)。放流魚の採集場所である気仙沼及び志津川両魚市場は、放流場所近くの沿岸で刺網、定置網の漁獲物が水揚げされる一方、石巻魚市場では放流場所から離れた場所で操業する沖合底曳や小型底曳の漁獲物も水揚げされる。小型底曳の操業海域は、金華山頂上を通る緯線以南から宮城県と福島県との県界真東の線に至る宮城県沖海面となっていることや沖合底曳では概ね水深130m以上は操業禁止となっていることから小型種苗が湾内あるいはその周辺に多く留まって漁獲されたものではなく、生残の差によるものと考えられた。

以上のことから、志津川湾では6月中旬から7月上旬に湾奥の河口付近の波打ち際から放流するのが経済的である可能性が示唆された。今後は、小型放流についての実証試験を実施する必要があると考えられる。また、本試験で試算した経費は2005年当時のものであり、現在では光熱費や餌代が上がっているため、さらに経費を削減し経済的な効果を高めるようにしてはならない。そのためには、量産技術を確立することに加え、経費を削減するために中間育成を含めて集約的な生産体制を検討する必要があると考えられる。一方、放流効果を上げるためには、放流種苗に認められる白化や逆位等の形態異常魚が水揚げ時にほとんど確認できないことから、形態異常魚の発生率を減少させる生産技術の向上が必要である。また、他の海域で放流するには、被食されにくい全長80mm以上⁷⁾で、餌料環境の良い月に放流する必要がある。そのためには、水温の高い場所で中間育成し成長を早めることを検討する必要がある。実際に県センターで生産された種苗は、南三陸町で中間育成を開始する時期に本県南部の七ヶ浜町でも中間育成を開始しているが、2006、2007年には6月下旬にそれぞれ平均全長86、88mmに成長し、放流している^{21,22)}。さらに、経済的な効果を高める

ためには、ブランド化を図っていくことや現在実施している自主的な漁獲全長制限を30 cmから高級商材として取り引きされるサイズの35 cmに引き上げることを検討する必要がある。また、本報告では、放流サイズ別に損益分岐回収率を求めるために、生産経費は単年で試算し、回収金額についてはシミュレーションを用いた。今後は、複数年に渡って試算を行い、経済回収率を評価することが必要である。

要 約

宮城県北部に位置する志津川湾において、平均全長65mmのホシガレイ種苗を6月下旬から7月上旬に放流し、平均全長100mmで9月上旬から中旬に放流し、両者の回収状況を比較した。
 1) 6月下旬から7月上旬に放流した小型種苗の回収状況は、9月上旬から中旬に放流した大型種苗のそれと同等あるいは上回った。
 2) 従来の放流方法で実施した大型種苗の経済回収率は0.66で

あったのに対し、小型種苗のそれは1以上であった。

3) 志津川湾では6月中旬から7月上旬に湾奥の河口付近の波打ち際から平均65mmで放流するのが経済的である可能性が示唆された。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、(独)水産研究センター西海区水産研究所有明海・八代海漁場環境研究センターの有瀧真人センター長、東北区水産研究所資源増殖グループの大河内裕之グループ長、藤浪祐一郎主任研究員、清水大輔研究員、野田勉研究員には調査計画からご指導を賜った。放流魚を採取するにあたっては、気仙沼漁業協同組合、宮城県漁業協同組合志津川支所の職員の方々より多大な御協力を頂いた。また、本稿をまとめるにあたり、福島県水産試験場の和田敏裕副主任研究員から貴重な御意見、文献をいただいた。ここに厚く御礼申し上げます。なお、本研究は、ブランド水産物資源増大事業、先端技術を活用した農林水産高度化事業により実施した。

参考文献

- 1) (社)日本栽培漁業協会(1989)宮古湾におけるヒラメ種苗放流効果調査 14, 日本栽培漁業協会, 東京
- 2) 松村靖治(2005)有明海におけるトラフグ*Takifugu rubripes*人工種苗の当歳時の放流効果と最適放流方法. 日水誌, 71(5), 805-814
- 3) 小畑泰弘・山崎英樹・竹森弘征・岩本明雄・奥村重信・藤本宏・山本義久・北田修一(2007)異なるサイズで放流したサワラ人工種苗の資源添加効率の比較. 日水誌, 73(1), 55-61
- 4) 宍道弘敏・北田修一(2007)鹿児島湾におけるマダイの種苗放流効果. 日水誌, 73(2), 270-277
- 5) 北田修一(2001)栽培漁業と統計モデル分析, 41-64. 東京, 共立出版, 329pp
- 6) 中村良成・山田敦・照井方舟(2006)東京湾におけるホシガレイ小型種苗の放流Ⅲ(50mmサイズの放流群の移動分散と回収状況). 神水セ研報, 1, 21-33
- 7) 和田敏裕(2007)栽培化による資源再生へ向けた希少種ホシガレイの生態解明. 博士論文, 京都大学, 68-98
- 8) 宮城県(2001)平成12年度資源増大技術開発事業報告書 魚類Cグループ
- 9) 宮城県(2002)平成13年度資源増大技術開発事業報告書 魚類Cグループ
- 10) 宮城県(2003)平成14年度資源増大技術開発事業報告書 魚類Cグループ
- 11) 宮城県(2004)平成15年度資源増大技術開発事業報告書 魚類Cグループ
- 12) 宮城県(2005)平成16年度栽培漁業技術開発事業報告書 魚類Cグループ
- 13) 宮城県(2006)平成17年度栽培漁業技術開発事業報告書 魚類Cグループ
- 14) 平成18年度宮城県水産試験研究成果要旨集. 平成19年7月, 宮城県水産研究開発センター・宮城県気仙沼水産試験場・宮城県内水面水産試験場・宮城県水産加工研究所・宮城県栽培漁業センター, 20-25
- 15) 津崎龍雄(1995)ホシガレイの種苗生産の現状と問題点. 水産増殖, 43, 273-276

- 16) 山下洋・山本知稔・長洞幸夫・五十嵐和昭・石川豊・佐久間修・山田秀秋・中本宣典（1993）岩手県沿岸における放流ヒラメ種苗の被食. 水産増殖, 41, 497-505
- 17) 古田晋平（1998）ヒラメ天然魚の摂餌行動及び被食に及ぼす飢餓の影響. 日水誌, 64 (4), 658-664
- 18) 森岡泰三・山本義久・福永恭平・鈴木重則・神保忠雄・錦昭夫（2004）放流時期がマツカワ放流魚の成長と生残に与える影響. 栽培センター技報, 2, 66-71
- 19) 福島県（2003）平成15年度資源増大技術開発事業報告書 魚類Cグループ
- 20) 乃一哲久・Subiyanto・平田郁夫（2006）九州西岸の砂浜海岸におけるホシガレイ着底仔稚魚の出現と食性. 日水誌, 72 (3), 366-373
- 21) 平成18年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績（全国）～資料編～ . 平成20年3月, 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター・（社）全国豊かな海づくり推進協会, 225
- 22) 平成19年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績（全国）～資料編～ . 平成21年3月, 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター・（社）全国豊かな海づくり推進協会, 214