

ヒラメ人工種苗の短期馴致効果の検討

古田 晋 平

(鳥取県栽培漁業試験場)

鳥取県におけるヒラメ人工種苗の放流は、1981年度以降、全長 3 cm から 6 cm を対象に検討が進められてきた。その結果、放流手法としては、同海域に分布する天然稚魚を上回るサイズで、有眼側に色素異常（白化）の著しくない人工稚魚を、餌料となるアミ類の豊富な砂浜域（水深 3 ~ 5 m）に、分散して放流するという方式（以下「従来放流」と記す）が定着してきた（鳥取県栽培漁業試験場 1984, 1985）。

ところで、このような人工種苗の放流効果は、漁獲物中に占める無眼側体色異常魚の割合、即ち混獲率を基礎として追跡されているが、市場での混獲率に比べて、放流初期に、放流域周辺で入網する稚魚を対象とした混獲率の方がより高いと考えるのが自然である。従って、放流効果追跡の基礎として、放流初期の混獲率の動向を把握しておくことが、その根拠となるだけではなく、放流技術を進める上で重要な要素となると考えられる。

そこで、放流種苗の減耗要因について、特に放流初期に焦点をしばって検討を行い、更に初期の生残効果を向上させるための短期馴致手法の検討を進めたので、その概要を以下に述べる。

1. 種苗放流初期の減耗実態

放流した人工稚魚の生残を追跡することは、調査範囲からの放流魚の逸散、採捕具の漁獲効率のばらつきなど困難な問題が多く、放流魚の減耗については、その時期、要因に明確なものが得られにくい。そこで、放流域、及びその周辺に設定した曳網定線より、そりネットによって採捕されるヒラメ稚魚を対象に放流稚魚（無眼側体色異常魚）の混獲率の推移を追跡した。

このうち、1985年と1986年に、図 1 に示した 2 地区で行った従来放流について、初期の混獲率の推移を図 2 に示した。この図からも、全長 3 cm サイズ、または 5 ないし 6 cm サイズで放流した種苗共に、

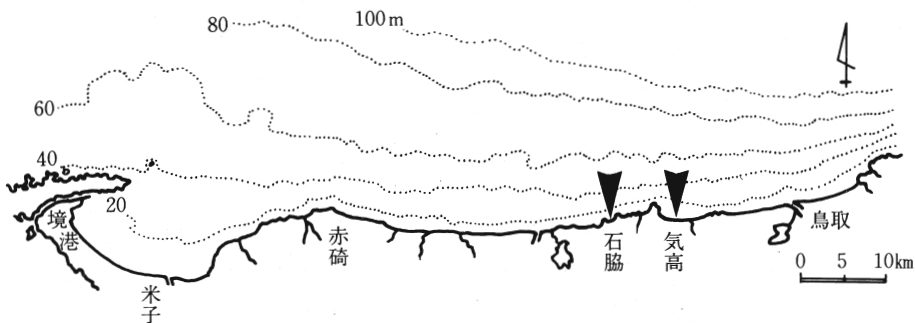


図 1 種苗放流調査位置

調査海域から、ほぼ1ヵ月以内に、その混獲率がごく低いレベルにまで落ちていることがわかる。この放流初期の急激な混獲率の減少が、放流魚の調査域内からの逸散に起因するものであれば、分散範囲に対して調査範囲、頻度が過少だったことになる。しかし、周辺海域で入網した放流稚魚がないこと、更には1地区194千~601尾という、放流量からも、やはり、その要因としては放流初期の減耗が大きく影響していることが推定される。

2. 放流初期減耗要因の検討

放流初期の減耗要因としては、食害、捕食能力の欠如、更には放流作業に伴う魚体の損傷などが考えられる。このうち、捕食能力について、図2に示した放流種苗の摂餌状況を、同海域に分布する天然稚魚と比較して図3、図4に示した。この図からも、放流稚魚は胃内容重量比、空胃率共に、放流

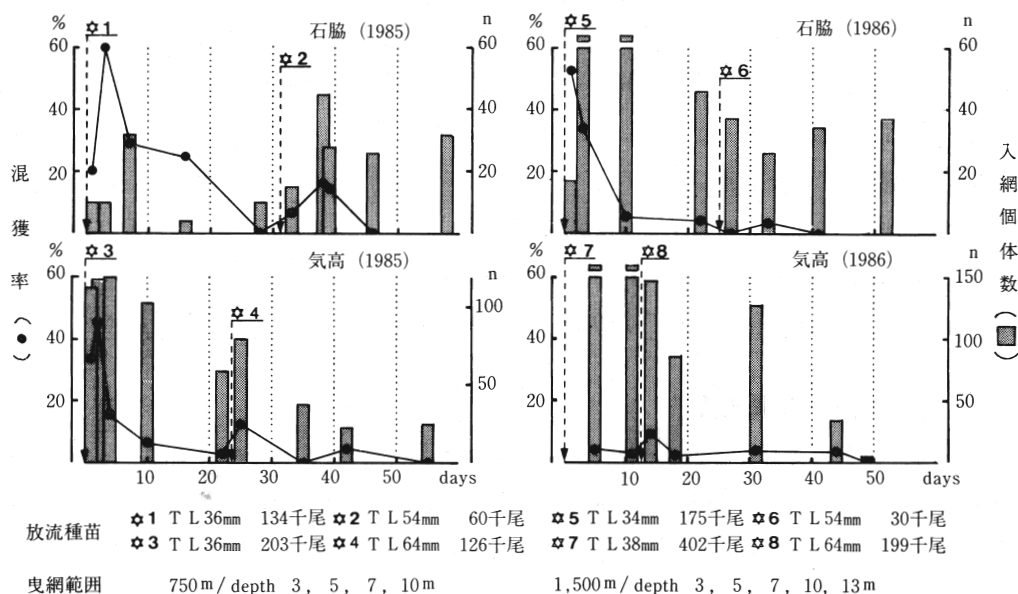


図2 種苗放流後の人工稚魚混獲率の推移

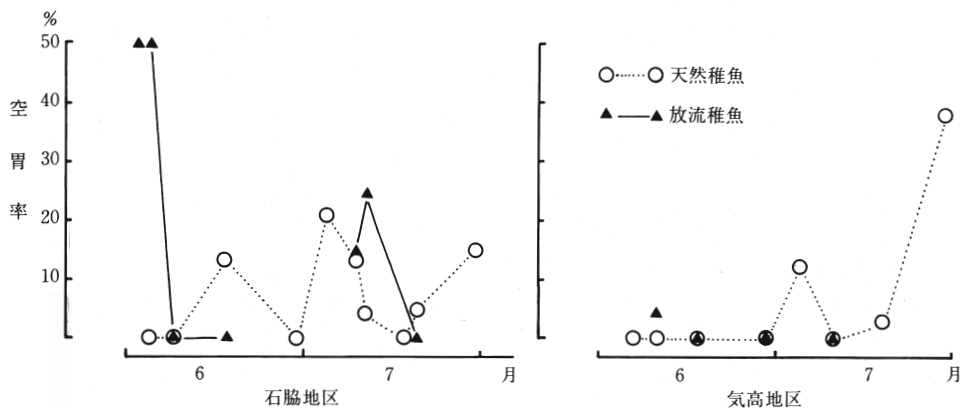


図3 種苗放流後の摂餌状況 (1985)

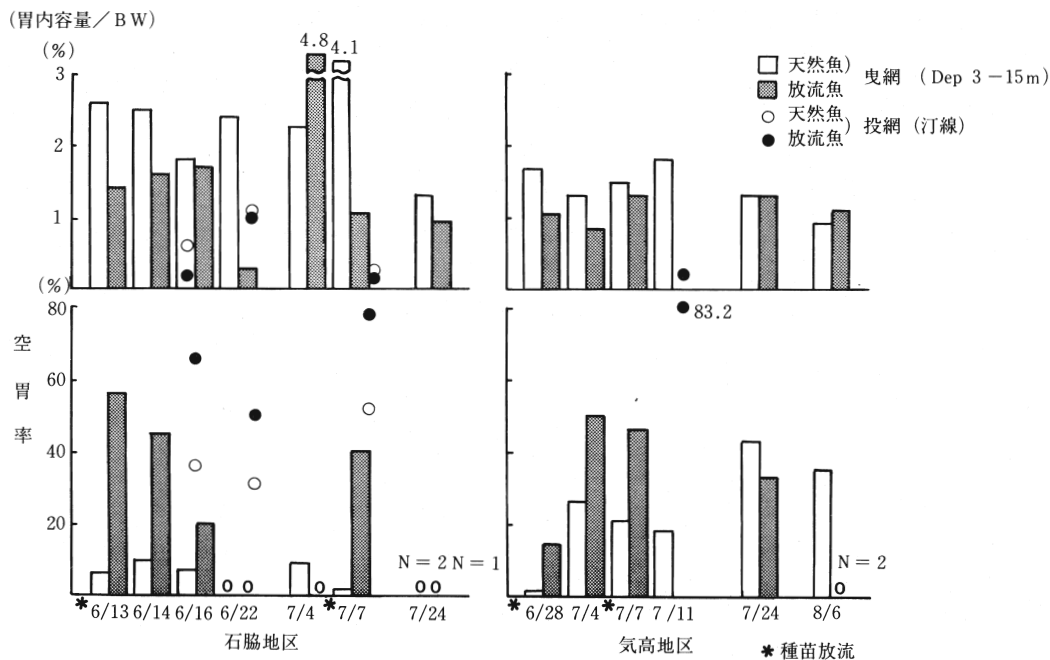


図4 種苗放流後の摂餌状況 (1986)
(胃内容重量比, 空胃率)

後数日の単位で天然稚魚と同等になっていることがわかる。また、このサイズの稚魚を、このような数日の単位で絶食しても生残には影響がない(三木私信)ことから、捕食能力の欠如が放流初期の重大な減耗要因となっているとは考えにくい。更に、放流作業に伴う魚体の損傷については、同様の作業過程で出荷される養殖用種苗に、その後の生残に大きな変化がない(三木私信)ことから、これも重大な減耗要因とは考えられない。

しかし、食害については、1986年に種苗放流域から採捕した3魚種の胃内容を示した表1からも、特にヒラメ(未成魚)、マゴチには放流後ごく初期に無視できない量で影響を受けていることが伺える。ただ、この表からも、同海域に放流稚魚と同等またはそれ以上の量で分布する天然稚魚についてはほぼ食害を受けていないことがわかる。従って、この点に人工稚魚と天然稚魚との間にある重大な能力の差、即ち食害回避能力の差が示されているものと考えられる。

3. 人工魚の食害回避能力の検討

放流初期の人工稚魚の行動が、天然稚魚に比べて遅い、即ち逃避能力に劣る点については従来の観察結果などからも知られている(岩手県栽培漁業センター1983)。しかし、このような人工稚魚の、所謂野性化については、その評価手法に適確なものがない現状にある。そこで、前述した食害要因に注目し、これがどのような状況下で発生するのかをヒラメ未成魚、またはマゴチを対象に検討すると、いずれも放流稚魚が海底面を離れた時に最も危険性が高まることが想定される。なお人工稚魚も活力

表1 放流種苗の食害状況 (1986年種苗放流後の食害対象魚胃内容物)

石巻地区							気高地区						
月日	放流後経過日数	採捕魚種	TL(cm(g))	胃内容物		備考	月日	放流後経過日数	採捕魚種	TL(cm(g))	胃内容物		備考
				放流稚魚	その他						放流稚魚	その他	
6.14	1	クロウシノシタ	30.0	8尾	不明	潜水	6.24	1	ヒラメ	24.5	7	-	潜水
6.14	2	ヒラメ	23.5	4	-	曳網	6.25	2	マゴチ	48.5 (860)	56	-	潜水
			20.8	0	アミ	潜水				54.9 (1,183)	0	-	
		クロウシノシタ	35.0	13	-	曳網				43.5 (591)	4	イソコノシ	
			29.5	0	不明	潜水				56.5 (1,359)	0	-	
			31.0	骨片	々	々				54.0 (1,074)	2	-	
			31.0	0	々	々				41.0 (461)	12	-	
			29.5	0	々	々				48.5 (762)	0	-	
6.16	4	ヒラメ	22.5	0	不明	々	38.2 (317)	3	エビ類1				
			24.0	0	々	々	43.8 (564)	1	-				
		クロウシノシタ	25.8	0	々	々	45.5 (716)	0	-				
			29.0	0	々	々	43.5 (582)	55	シャコ1				
			31.0	0	々	々	43.8 (559)	15	シャコ1				
			28.5	0	々	々	43.8 (596)	34	ネズッポ1				
			28.8	0	々	々	43.8 (585)	1	-				
			27.8	0	々	々	46.0 (569)	40	キシエビ1				
			27.5	0	々	々	39.0 (398)	2	-				
			29.8	0	々	々	36.5 (340)	2	-				
			25.5	0	々	々	35.0 (269)	0	不明				
			29.3	0	々	々	32.0 (252)	8	-				
			23.5	0	々	々	34.3 (290)	0	-				
							30.5 (169)	7	-				
				33.2 (222)	1	不明魚							
				ヒラメ	22.0	0	イカ類						
				クロウシノシタ	31.2	2	不明						
7.7	2	マゴチ	58.0	7	-	々	7.7	2	ヒラメ	22.5	1	-	曳網
		ヒラメ	24.5	0	-	々			クロウシノシタ	33.5	1-2	-	
7.11	6	マゴチ	44.0 (573)	0	-	曳網	7.11	6	ヒラメ	22.5 (163)	2	-	曳網

に問題が無ければ放流直後から潜砂する能力を持っていること (鳥取県栽培漁業試験場1985) より、着底時にそれほど食害の危険性が高いとは考えにくい。また、実際、放流稚魚が海底から浮上して、アミ類を捕食する行動を起こした直後に、ヒラメ未成魚に捕食される状況が観察されている。

以上の点に着目して、放流稚魚が明らかに海底を離れる状態となる、水面放流から着底までの間 (以下「着底時間」と記す) と、浮遊するアミ類を捕食する際の所要時間 (以下「捕食離底時間」と記す) を天然稚魚と比較する実験を行った。実験に供した人工稚魚は表2に示したA区からC区とし、対照区として天然稚魚をD区に設定した。まず着底時間を、水深2.8mの水槽を用いて測定した結果を図5に示した。この図より、A区とD区間に明らかな差が認められると共に、より低密度で短期間の飼育 (以下「馴致」と記す) を行ったB、C区にはA区を上回る時間の短縮が認められた。ただ、B、C区についても、D区に対しては未だ劣位にあることが伺える。

次に、捕食離底時間を各実験区から抽出した30個体について測定した結果を図6に示した。なお、

表2 比較実験区の設定内容

実験区	飼育内容
A	種苗生産用室内コンクリート水槽 (150m ³) にて飼育継続中の個体。飼育密度1,760尾/m ² (魚体無限側面積の206%) 餌料としてイカナゴミンチ投与。
B	A区より取り上げ、屋外網生簀 (ビニールシート底 1.5×1.0×0.4m) にて2, 3日間の低密度飼育 (834尾/m ² 魚体無限側面積の100%) をした個体。餌料としてイカナゴミンチ投与。
C	A区より取り上げ、底砂を敷いた屋外円型水槽 (7m ² φ3.5m) にて2, 3日間の低密度飼育 (33尾/m ²) をした個体。餌料として水槽内に朝夕活力のあるアミ類を放養。
D (対照区)	天然域より投網にて採捕し、C区にて1~3日間蓄養した個体。
供試個体全長	人工魚 70.4±5.3mm (A, B, C) 天然魚 81.4±11.1mm (D)

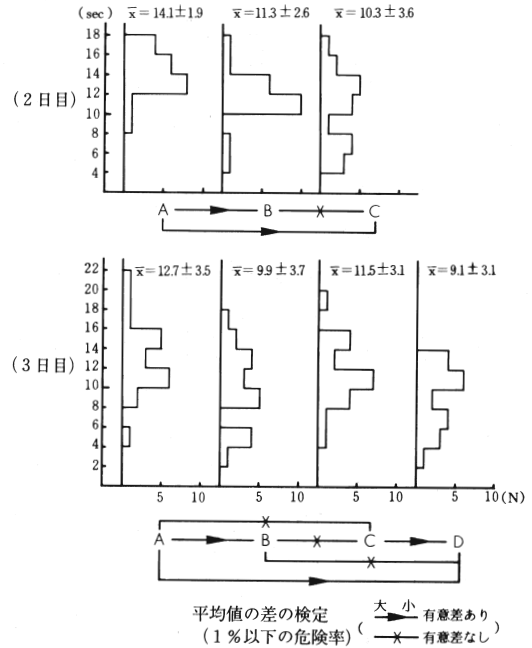


図5 人工稚魚及び天然稚魚の着底速度の比較

測定は、各抽出個体をそれぞれアクリル水槽 (60×30×45cm, 砂敷, 流水) で24時間絶食した後、別途蓄養したアミ類をこれに投与して誘発した捕食行動を側面からビデオカメラで撮影し、さらにこの画像を1/10速で再生して行った。この図より、前述の着底時間と同様、人工稚魚と天然稚魚の間の明らかな較差と共に、馴致による平均所要時間の短縮が認められた。

以上の結果より、高密度飼育を余儀なくされる人工稚魚は、天然稚魚に比べて食害を回避する能力に劣ることが予測されるが、このような人工稚魚も、低密度の飼育環境に移すことによって、短期間に、より天然魚に近い能力が得られる可能性が示された。

4. 短期馴致期間の検討

それでは、どれくらいの馴致期間で、人工稚魚に天然稚魚と同等の食害回避能力が得られるのかという問題を次に検討した。なお、馴致方法には、実際の放流過程でより現実的な手法と考えられる囲い網を用い、これを水深1.5mから2.0mの砂底域に方形 (10×10m) に設置した。また、馴致期間を3, 5, 7日の3段階とし、表3に示した人工魚をそれぞれ100尾ずつラテックス標識で識別して2日間隔で同一の囲い網に放養していった。従って取り揚げは同時となり、同海域から採捕した天然稚魚を対照区に比較実験に供した。比較実験の方法は前述の捕食離底時間とした。

この結果、図7に示したとおり、馴致期間の延長に応じた捕食離底時間平均値の減少傾向が伺えた。また、それぞれの平均値の差を検定した結果、A群とD群の間だけに1%以下の危険率で有意な差が認められた。更に、所用時間の組成を対比すると、C群とD群とに極めて近似した度数分布が示され

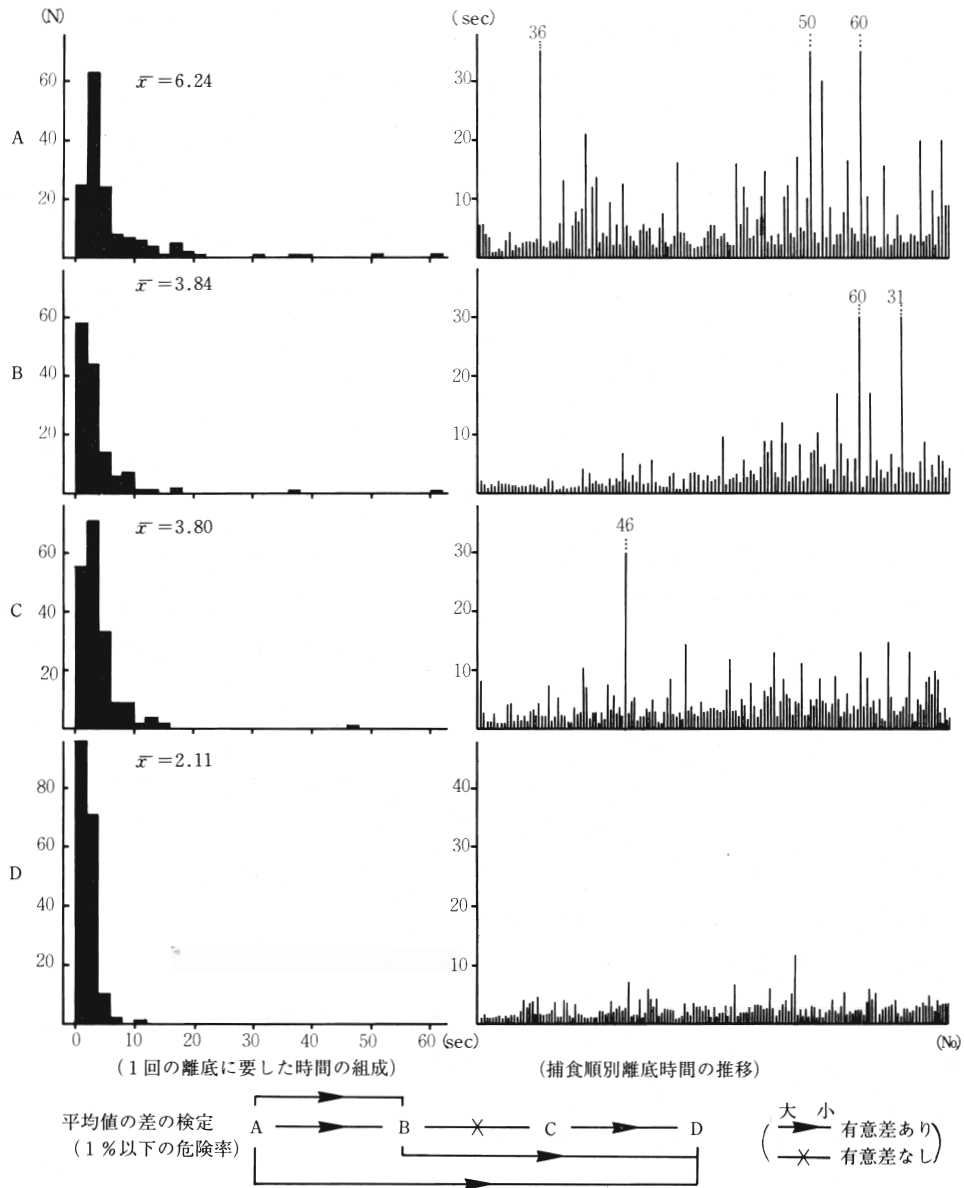


図6 人工稚魚及び天然稚魚の捕食離底時間の比較

表3 馴致期間比較実験の供試稚魚 (1987)

群	人工・天然	馴致期間(日)	全長(mm)
A	人工	3	84.4+6.4
B	人工	5	86.7+8.9
C	人工	7	79.3+6.1
D	天然 (対照区)	—	75.3+8.3

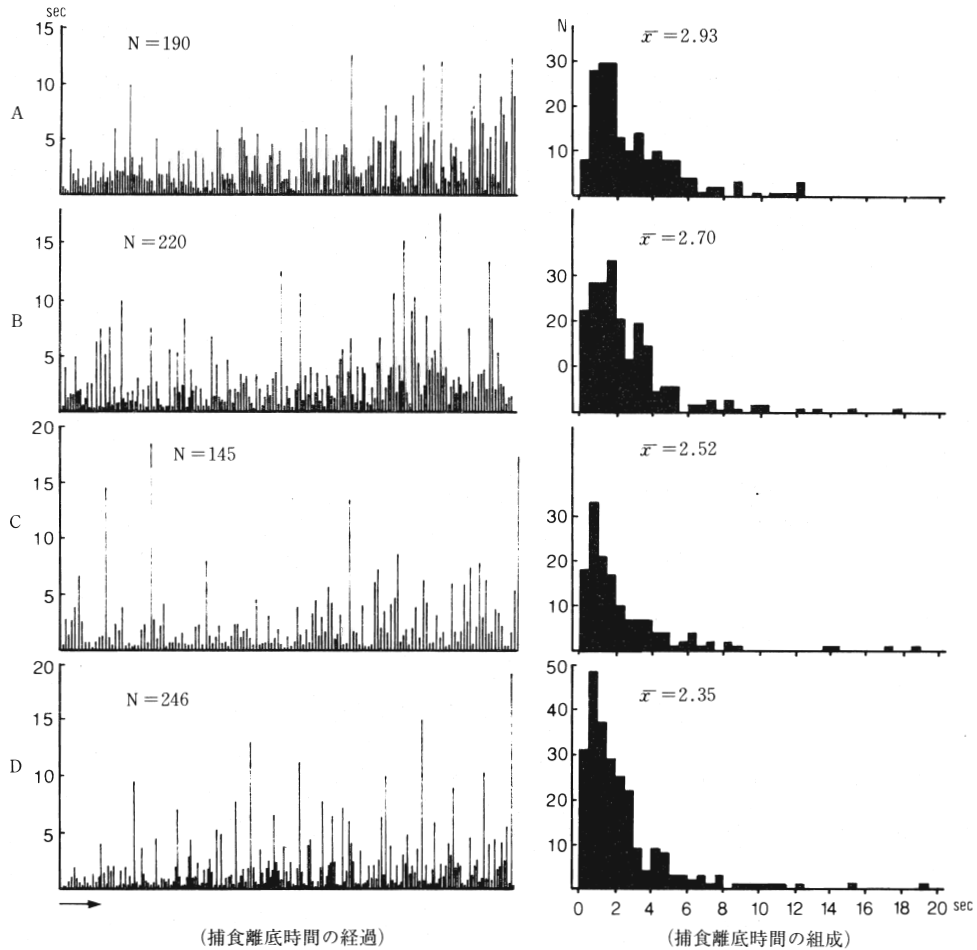


図7 馴致期間の異なる人工稚魚の捕食離底時間の比較

ていることから、当馴致手法により、人工稚魚にも比較的短期間に天然稚魚とほぼ同等の捕食離底時間が得られることがわかった。

5. 短期馴致種苗の放流結果

以上の結果を基に、囲い網を用いた短期馴致、及び放流を行い、その生残効果を従来放流と比較した。放流場所は従来と同じく図8に示す石脇、気高の2地区とし、種苗は比較のために表4に示した各群に分け、それぞれ2万尾ずつをラテックス標識で識別した。このうち、両地区のA群は従来放流とし、B群は囲い網内へ放流した。また、

表4 比較放流種苗の内容 (1987)

地区	群	放流尾数	標識尾数	飼育条件	放流位置
石	A	30,000	20,000	—	水深5m域
	B	150,000	20,000	—	囲い網内
	C	20,000	20,000	低密度*	囲い網内
	D	20,000	20,000	低密度	汀線域
計		20,000	80,000		
気	A	20,000	20,000	—	水深5m域
	B	360,000	20,000	—	囲い網内
高計		380,000	40,000		

*放流前1週間低密度飼育の実施群 (体表面積の100%)

石脇地区については、このほか囲い網に放流する前に1週間の低密度飼育をしたC群と、囲い網外の汀線域に放流したD群を加えた。なお、汀線域については、漸深域に比べてヒラメ稚魚の分布密度が高い傾向があること（鳥取県栽培漁業試験場1987）からげこれが放流稚魚の生残に及ぼす影響を検討するためにD群を設定した。囲い網の構造は網丈1.5m、延長600mの刺網型とし、更に水中での直立性を高めるために沈子重量と浮子浮力を増加したものとした。ただ、波浪によるふかれの影響を考慮して目目を5cmとしたため、食害魚の侵入は防げても放流魚の逸散は防げない構造となった。

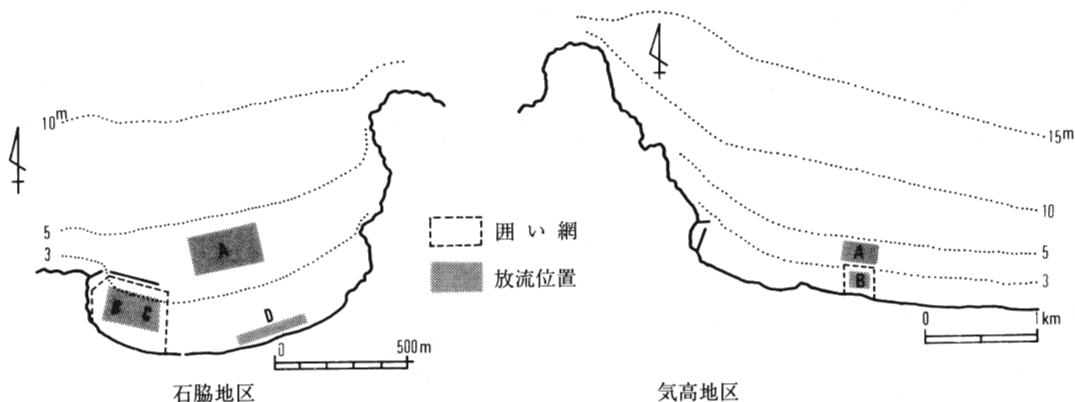


図8 比較放流種苗の放流位置

放流は両地区共各群同時に行ったが、囲い網の設置期間は、やはり波浪条件悪化のため石脇地区で4日間、気高地区で6日間に終わった。このうち、石脇地区については放流後の人工稚魚と天然稚魚の分布状況を潜水計数で追跡した結果を図9に示した。この図より、当初、囲い網中央に分布の多かったB、C群が徐々に沖側へ移り、更に外部にも逸散したことが推定される。なお、潜水計数の際、特に囲い網の沖面に沿う形でアミ類が多量に浮遊しているのが見られ、同じく囲い網周辺に高い密度で分布する放流稚魚が、これを盛んに捕食するのが観察された。従って、放流魚の摂餌状況は図10に示したとおり、ごく初期より、天然稚魚に対して特に劣るものは何えなかった。

次に、そりネットと投網を用いた追跡により入網した各放流群の混獲率の推移を図11に示した。更に、入網個体数の減少傾向を自然対数値または全減少係数として図12、及び表5に示した。なお、このうちそりネットは水深3～15mの間に設定した定線（石脇：750m、気高：1,500m）を、また投網は放流域を囲む汀線（石脇：1km、気高：3km）を追跡範囲としている。これらの図表より、両地区とも囲い網に放流したB群に従来放流をしたA群を上回る推移が示されている。ただ、囲い網に放流したにもかかわらず比較的減少傾向の著しかった石脇地区のC群については、放流前の低密度飼育中に死亡する個体が多く続いたことから活力に問題があったものと考えられる。反面、汀線域に放流したD群には比較的緩やかな減少傾向が示された。なお、両地区ともこれ以後0才魚の沖合拡散時期に入り追跡を終了した。

ちなみに、放流域周辺から採捕した食害対象魚の胃内容物検出結果は表6のとおりとなり、各放流群の食害状況は、前述の減少傾向に対応するものとなった。

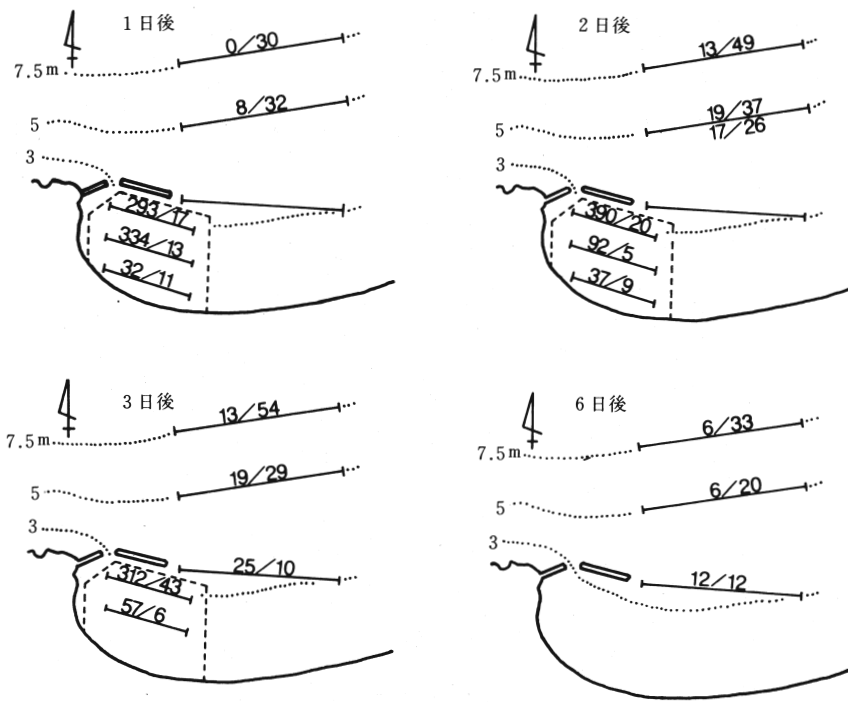


図9 石脇地区における放流初期のヒラメ稚魚分布状況 (人工/天然)

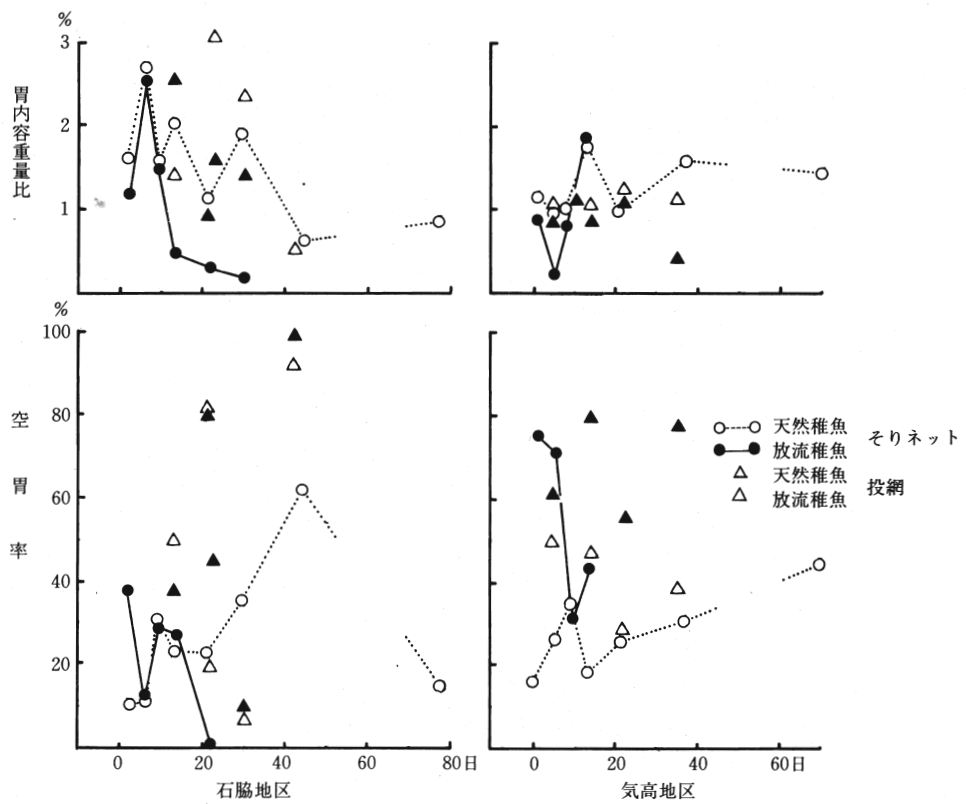


図10 放流稚魚の摂餌状況

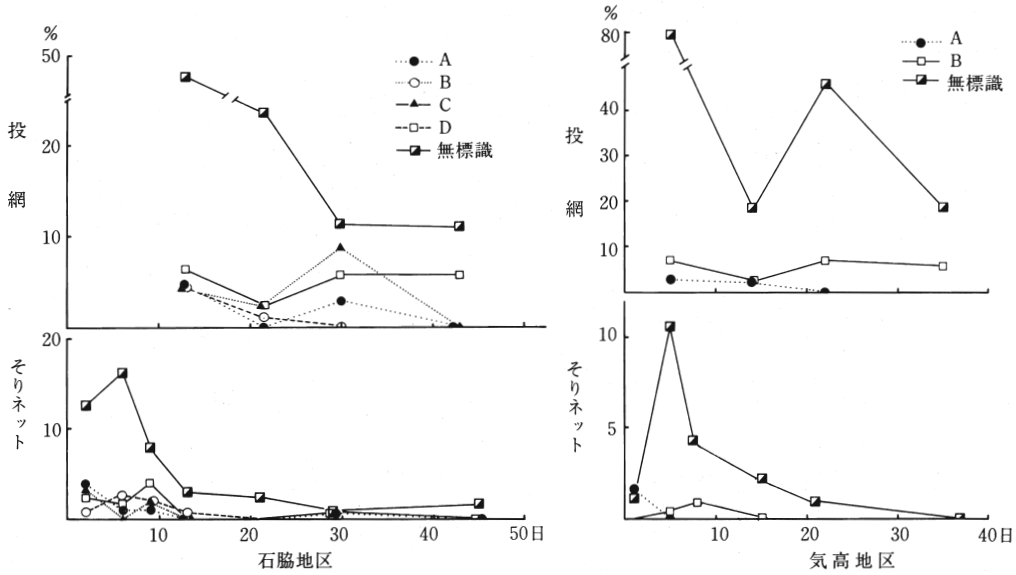


図11 放流後の混獲率の推移 (放流群別)

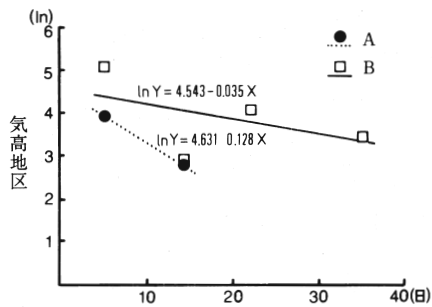
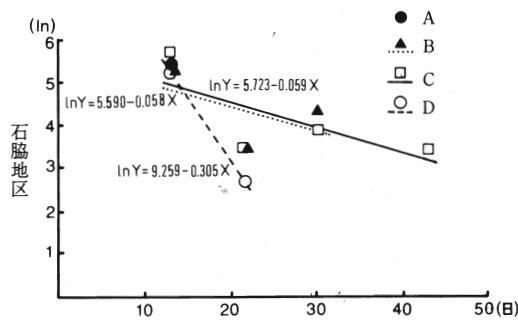


図12 放流後の投網入網個体数の減少傾向 (ln 値)

表5 放流後のそりネット入網個体数の全減少係数

地区	放流群	放流位置	全減少係数
石脇	A	囲い網外	0.068
	B	囲い網内	0.055
	C	囲い網内	0.068
	D	汀線	0.055
脇	無標識	囲い網内	0.063
	天然魚	—	0.045
気高	A	囲い網外	0.140
	B	囲い網内	0.077
	無標識	囲い網内	0.104
	天然魚	—	0.049

表6 放流種苗の食害状況 (1987年比較放流後の食害対象魚胃内容物)

石 脇 地 区

月日 放流経 過日数 (日)	魚 種			全長 (cm)	胃 内 容 魚 (ヒラメ)					天然 魚	識別 不明 魚	計 (尾)	採捕位置	
	ヒラメ	マゴチ	クロウ シノシ タ		人 工 魚									
					橙 A	青 B	赤 C	緑 D	無					
6. 24 (1)	●			23			1		2	3		3	囲網外縁 水深7.5m	
		●		39							11	11		
6. 25 (2)	●			20					1	1		3	囲網内	
	●			21					1	1		2		囲網外縁 5.0m
	○			31									5.0m	
	○			21										5.0m
			●	60	3	2	1		17	23		9	32	
			●	45	1	1			3	5		14	19	
6. 26 (3)	●			23					1	1		3	5.0m	
	●			21				1	1		1	2		7.5m
		●		38			1		6	7		3	10	
		●		55			2		11	13		6		19
		●		45	1		1		9	11		1	12	
		●		53	1		2		3	6		?		6
		●		57			1	1		2			2	
		●		41	1			2	4	7		6	13	
		○	30										0-3.0m	
		○	42											
		○	34											
6. 29 (6)	●			18					1	1			1	
	○			22										
計	9尾	9	3		7	3	9	4	59	82	11	48	141	
※	6/9	/9	0/3											

気 高 地 区

月日 放流経 過日数 (日)	魚種 マゴチ	全長 (cm)	胃内容魚 (ヒラメ)				識別 不明 魚	計 (尾)	採捕位置
			青 A	橙 B	無	計			
7. 2 (1)	●	53	1			1	7	8	
	●	43		3	7	10	2	12	
	●	49	25		6	31	8	39	
	●	45	1	1	2	4	2	6	
	●	38	13		7	20	3	23	
	●	40	6		5	11	0	11	
7. 3 (2)	●	46				0	13	13	囲網外縁
	●	50			1	1	2	3	
	●	48	1			1	1	2	
	●	38		1	1	2	2	4	
	●	48		1	1	2	2	4	
	○	43							
	○	38							
	●	43		1	1	2	3	5	
	●	47		1	3	4	13	17	
	●	41	2	3		5	14	19	
	●	49		1		1	7	8	
●	40					10	10		
○	54								
7. 4 (3)	●	42			1	1	1	2	
	●	45					10	10	
	●	38					7	7	
計		22尾	49	12	35	96	107	203	
※		19/22							

※：捕食個体/採捕個体, ●：捕食個体, ○：空胃個体

以上の結果、各群の入網傾向にはやや明瞭さに欠ける点もあるが、放流後1カ月を超えて沖合拡散時期まで続いた両地区放流魚の混獲は従来放流との対比からも、短期馴致による初期減耗の軽減を示したものと考えられる。ただ、放流初期に囲い網内から逸散した個体の被食状況が示すように、短期馴致効果をより明瞭に得るためには放流稚魚の逸散を防ぐ囲い網の構造、設置方法を、波浪条件を考慮して検討する必要がある。また、汀線域の生残効果については、その要因を明らかにして短期馴致手法に取り入れることによって、更に高い生残を得る可能性があると考えられる。

引用文献

- 岩手県栽培漁業センター（1983）昭和57年度放流技術開発事業報告書（ヒラメ班），1－22。
鳥取県栽培漁業試験場（1984）昭和58年度放流技術開発事業報告書（ヒラメ班），155－191。
鳥取県栽培漁業試験場（1985）昭和59年度放流技術開発事業報告書（ヒラメ班），145－185。
鳥取県栽培漁業試験場（1987）昭和61年度放流技術開発事業報告書（日本海ブロック・ヒラメ班），(1)，127－170。

[質疑応答]

- 小林（日水研） 食害調査で、表6に人工魚と識別できないものが含まれていたが、その中には天然魚も含まれていると考えられるか。
- 古田 同表に示したように天然魚の食害事例もあることから当然その可能性はあるが、識別が明瞭な個体に占める割合からも、人工魚に比べはるかに少ないものと考えられる。
- 輿石（日水研） 馴致効果には運動能力の向上と学習効果が考えられるが囲い網による馴致効果はどのような要因によるものか。
- 古田 いずれの能力によるかは判別できないが、運動性が増し、離底行動がすばやくなることが食害の低下に結びついて効果をあげていると思われる。
- 南（日水研） 夜間にも食害を受ける可能性があると思うので、それについての調査もされたらどうか。アナゴ類などに食べられている可能性があるのではないか。
- 古田 夜行性の食害対象種についてはこれまで検討していなかった。今後、この点について検討する必要がある。