

## 囲い網によるヒラメ天然馴致について (短報)

本 間 智 晴<sup>1)</sup>

(新潟県栽培漁業センター)

### 緒 言

近年、人工種苗の種苗性が論議されるようになり、放流種苗には高い種苗性が望まれるようになってきた。本県も平成7年度より、放流技術開発事業において、ヒラメの種苗性向上を目的とした研究開発を行う。研究項目は、ヒラメ人工種苗を天然種苗に近づける技術の開発、種苗性判定手法の開発等を予定している。そこで本年は、次年度の予備試験として、囲い網による天然馴致試験及び優劣判定試験を行ったので報告する。

本文に入るに先立ち、この試験に協力いただいた新潟県栽培漁業センターの職員ならびに新潟県立海洋高等学校 渡辺教諭、また指導を承った日本海区水産研究所 野口主任研究官にお礼申し上げます。

### 材料と方法

#### 1 囲い網による天然馴致試験

天然馴致は、ヒラメを天然域で飼育し環境に馴致させることを目的とし、海に設置した囲い網内で飼育する方法とした。天然馴致には、現在新潟県が放流用としている全長50mmサイズの種苗を用いた。

囲い網の設置場所は、消波ブロックにより静穏域となっている地区(真野湾内)の水深0.5~1mの地点とした。設置場所はアマモ場となっており、底質はヒラメの潜砂に適した細砂である。囲い網の構造は、図1に示すとおりとし(5×5×1.5m、目合7×7mm)、底部は30cm幅で折り返し、沈子としチェーンを装着した。囲い網上部の四隅には大型の浮子を、四辺には多数の小型の浮子を装着した。囲い網の設置は、まず網をI字形にし底部を海底につけてから、底部に引きずるように網を開き形を整え、最後に一隅2個ずつのサンドバックで固定する方法とした。その後、囲い網内に存在する大型の生物を取り除いた。囲い網の設置、撤収は3人ほどでできるようにした。

設置した囲い網の中に、ヒラメを33,000尾収容し、天然馴致試験開始とした(1994.8.3)。馴致期間は1週間とした。ヒラメは全てALCで標識されており、収容時の平均全長は46.5±6mmであった。期間中、ヒラメには配合飼料を1日3回給餌した。日間給餌量は、総魚体重の5%を目安に、魚の様子を見ながら増減した。馴致終了後、囲い網を撤去しヒラメをその場で放流した。

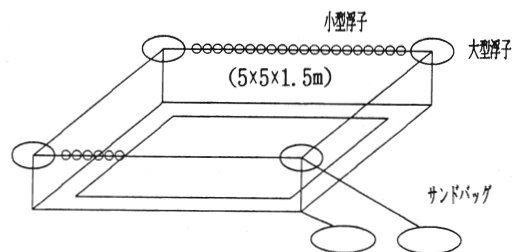


図1 囲い網の構造.

1) 現新潟県水産課

## 2 優劣判定試験

放流種苗の質の評価基準が特にないため優劣判定する方法の検討を行った。供試魚に天然馴致魚、水槽飼育魚及び天然魚を用い、それらの能力を比較検討する優劣判定試験として捕食試験、被捕食試験及び潜砂試験を行った。天然馴致魚は囲い網内での馴致魚を、水槽飼育魚は通常どおり水槽内で飼育された人工種苗を、天然魚は栽培漁業センター地先で曳網により採集したヒラメを用いた。同一水槽に3種の供試魚を収容する場合、試験後の見分け方は、天然魚と人工種苗は体色異常の有無とし、水槽飼育魚と天然馴致魚はALC標識の有無とした。優劣判定試験は天然馴致期間中に2回行い、試験日は天然馴致3日目及び7日目とした。供試魚の大きさは、天然馴致魚は現在新潟県の放流サイズである全長50mm、水槽飼育魚は新潟県の目標放流サイズである全長70mmとし、天然魚は採集された全長50~70mmの個体を用いた。なお、天然魚は試験開始の3日程前から採集を開始し、試験日までは敷砂した水槽で飼育し、餌料としてアミ類を与えた。

### (1) 捕食試験

天然馴致魚、水槽飼育魚及び天然魚の捕食能力差を調べるために、水槽内で天然餌料を捕食させ、その捕食率を調査した。試験は、水槽内に前日から餌止を行った天然馴致魚、水槽飼育魚及び天然魚を10尾ずつ収容し、1時間後に餌料生物を収容して開始とした。翌朝、供試魚を取り揚げ麻酔をかけた後ホルマリンで固定し、その後胃内容物を調べ捕食状況を調査した。試験水槽は円型1t水槽(FRP製、底面積1.3m<sup>2</sup>)を用い、水槽内には砂を2cm程度の厚さで敷いた。餌料生物には、アミ類(*Nipponomysis toriumii* が殆どである)及びエビジャコ(平均体長15.2±2.6mm)を用いた。試験区は2区設定し、1回目の試験では、それぞれ餌料生物の収容量を変えた。2回目の試験も、試験区の設定を1回目の試験設定と同様にする予定であったが、天然魚の採集尾数が少なかったために設定を変更し、1区では供試魚を天然馴致魚、水槽飼育魚及び天然魚とし、2区では天然馴致魚及び水槽飼育魚とした。なお、餌料生物の収容量は両区で同量とし、1回目の試験より増量した(表1)。

表1 補食試験設定条件

試験区		供試魚数(尾)			餌料生物数(尾)	
		天然魚	水槽飼育魚	天然馴致魚	エビジャコ	アミ
1回目試験	1区	10	10	10	100	100
	2区	10	10	10	200	100
2回目試験	1区	12	12	12	400	800
	2区	—	30	30	400	800

### (2) 被捕食試験

天然馴致魚、水槽飼育魚及び天然魚の捕食されやすさを調べるために、水槽内で捕食魚に供試魚を捕食させ、その生残率を調査した。試験は試験水槽に捕食魚を入れ、その翌日に供試魚を収容し開始とし、開始翌日に捕食魚及び供試魚を取り揚げる方法とした。試験水槽は円型7t水槽(FRP製、

底面積 7 m<sup>2</sup>)を用い、水槽内には砂を 2 cm 程度の厚さで敷いた。水槽内には供試魚の餌料として、エビジャコを收容した。捕食魚には当センターで養成中のヒラメ 1 歳魚を用い、それらには試験開始 1 週間前から前日までヒラメ人工種苗を餌として与え続けた。

1 回目の試験では 1, 2 区ともに捕食魚は 3 尾とし、供試魚は天然馴致魚、水槽飼育魚及び天然魚を 10 尾ずつ用いた。翌朝、捕食魚のみを取り揚げ調査した結果、捕食率が悪いので捕食魚をさらに 5 尾收容し、試験日を 1 日延長した。2 回目の試験では天然魚の採集尾数が少なかったために、1 区では供試魚を天然馴致魚、水槽飼育魚及び天然魚を 18 尾ずつとし、2 区では天然馴致魚及び水槽飼育魚を 30 尾ずつとした。なお、捕食魚は 1, 2 区とも 5 尾とした。

### (3) 潜砂試験

天然馴致魚、水槽飼育魚及び天然魚の潜砂能力差を調べるために、それぞれを水槽内で潜砂行動させ潜砂率を調査した。試験は、天然馴致魚、水槽飼育魚及び天然魚それぞれを、敷砂してある個々の試験水槽に收容し、体表の 90% 以上を潜砂させた個体(目視調査)を計数する方法とした。試験水槽は円型 0.5 t 水槽(ポリカーボネイト製)を用い、水槽内には砂を 2 cm 程度の厚さで敷いた。各試験水槽は水面上の照度がほぼ等しくなるように設置した。取り揚げ時のストレスを解消するために、試験水槽に設置した網に供試魚を收容し、30 分の休息を与えてから網を返し、試験開始とした。潜砂個体の計数は、開始 0, 1, 5, 30, 60 分後及び刺激を加えた後の 6 回行った。刺激は、水槽を蹴り衝撃を与える方法とした。供試魚は天然馴致魚、水槽飼育魚及び天然魚を 30 尾ずつ用いた。2 回目の試験では、天然魚の採集尾数が少なかったために、天然魚のみ 24 尾となった。供試サイズは表 2 に示す。

表 2 潜砂試験供試魚サイズ (mm)

	天 然 魚	水槽飼育魚	天然馴致魚
1 回目試験	70.1±8.2	71.0±4.2	55.3±4.0
2 回目試験	69.3±9.2	73.4±3.1	57.6±4.4

## 結 果

### 1 囲い網による天然馴致試験

收容してから 2, 3 日までは浮上している小型の個体が見られ、しかも囲い網の上部より逃避する様子も見られた。また、囲い網の網目から逃避する小型の個体や、囲い網と砂の隙間から逃避する個体も見られた。馴致 3 日目及び 1 週間後に体長測定用にサンプリングした個体(1 回目の給餌前に採集)100 尾ずつの胃内容物を調査した結果、空胃がほとんどで、その他は消化された配合飼料であった。期間中水温は 28.5~31.5℃ 間で推移し(図 2)、ヒラメにとってはかなりの高水温であったが、摂餌活動の低下等は見られなかった。收容時は全個体の体色が濃かったが、收容翌日からは薄くなり砂色となっていった。しかし、若干黒ずんでいる個体も見られ完全に保護色になっているとは言えなかった。ところが、馴致 3 日目には体色が完全に砂と見分けがつかなくなり、砂上でている個体も容易には確認できなくなった。行動に関して、数値化はできなかったが、目視観察では日々機敏な行動を示すようになった。陸上水槽で飼育すると、人が水槽に近づくだけで条件反射的に給餌時間と思ひヒラメ

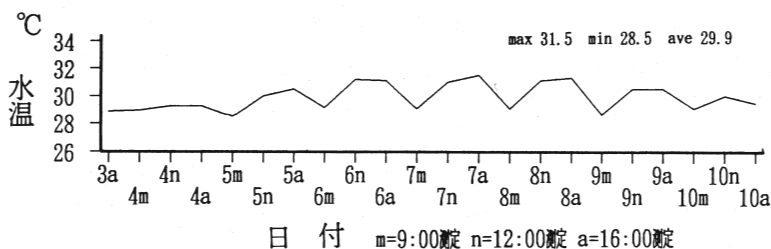


図2 天然馴致期間中水温.

が浮き上がる様子が見られるが、今回の囲い網内での飼育では人が近づいても動き出す様子は見られず、逆に物音に対しては敏感になっていると感じられた。試験期間中の全長は収容時 $46.5 \pm 6.0$ mm、馴致3日目 $54.1 \pm 6.1$ mm、馴致7日目 $55.3 \pm 6.1$ mmとなった。7日目の馴致終了時の残存率は、ピーターセン法を用いて調査した結果では48.6%となった。

## 2 優劣判定試験

### (1) 捕食試験

試験結果を表3に示す。胃内容物調査では、エビジャコはアミ類よりも消化が遅く、かなり消化されても眼などが残っているため捕食個体数の確認が容易であった。そのため試験結果には尾数確認の精度の高いエビジャコのみを対象として示した。消化が進んでいないエビジャコ(0.01g～)は測定を行い胃内容物重量を求めた。

1回目の試験では両区とも、天然魚と人工種苗(天然馴致魚、水槽飼育魚)間では捕食率に差がみられたが、天然馴致魚と水槽飼育魚間では特に差はみられなかった。2区は、1区の2倍の餌料生物を

表3 捕食試験結果

試験区	供試魚	平均全長 (mm)	供試 個体数	捕食率 (%)	胃内容物 総重量(g)	胃内容物 総個体数
1回目試験 1区	天然魚	$80.5 \pm 11.4$	10	30	0.09	4
	水槽飼育魚	$74.8 \pm 3.5$	10	10	0.02	1
	天然馴致魚	$52.2 \pm 5.8$	9 <sup>a)</sup>	0	—	0
1回目試験 2区	天然魚	$65.9 \pm 7.5$	10	50	0.2	6
	水槽飼育魚	$73.2 \pm 3.0$	10	20	0.3	4
	天然馴致魚	$53.7 \pm 2.5$	10	10	0.5	1
2回目試験 1区	天然魚	$68.3 \pm 7.1$	12	100	1.18	37
	水槽飼育魚	$69.3 \pm 3.3$	12	41.7	0.17	5
	天然馴致魚	$56.6 \pm 3.0$	12	33.3	0.16	4
2回目試験 2区	水槽飼育魚	$70.6 \pm 3.2$	30	13.3	0.02	4
	天然馴致魚	$55.8 \pm 4.7$	30	20	0.14	8

a) 斃死のため9尾となった。

収容しているため、それぞれの捕食率は全体に1区の結果を上回る結果となった。2回目の1区の試験結果では、1回目の試験結果と同様に、天然魚と人工種苗(天然馴致魚、水槽飼育魚)間では捕食率に差がみられたが、天然馴致魚と水槽飼育魚間では特に差はみられなかった。また、1回目試験の2区の2倍の餌料生物を収容していることもあり、捕食率は全体に1回目の試験を上回る結果となった。2区においては、天然馴致魚が水槽飼育魚を捕食率、胃内容物等において上回る結果となった。

1、2回目の試験結果ともに言えることであるが、餌料生物として用いたアミ類は翌日には水槽内には存在していなかったが、エビジャコはかなり生存していた。

### (2) 被捕食試験

試験結果を表4に示す。1、2回目の試験とも、供試魚を収容してすぐに捕食魚が興味を示し捕食行動を示すことはなかった。また、しばらく観察しても供試魚が多少移動することはあっても捕食魚が移動することはなかった。試験結果を見ると、2回目試験の2区の結果を除いては水槽飼育魚の生残率が他より若干下回った。また1回目試験の1区では天然魚の生残率が天然馴致魚を下回る結果となった。

生残率は供試魚の生残魚を全数取り揚げる方法と、捕食魚の胃内容物を調査し捕食数から求める方法の2通り考えられたが、捕食魚の胃内容物を調査する方法は消化が進んでおり尾数の確認が困難であったため方法としては不向きであった。

表4 被捕食試験結果

試験区	供試魚	平均全長 (mm)	捕食魚平均全長 (mm)	生 残 率 (%)
1回目試験 1区	天 然 魚	66.3 ± 6.0	275.6 ± 23.7	60 (6/10)
	水槽飼育魚	73.0 ± 4.4		50 (5/10)
	天然馴致魚	54.9 ± 3.6		90 (9/10)
1回目試験 2区	天 然 魚	67.2 ± 7.0	275.9 ± 24.4	70 (7/10)
	水槽飼育魚	73.3 ± 3.9		30 (3/10)
	天然馴致魚	55.4 ± 3.3		50 (5/10)
2回目試験 1区	天 然 魚	65.3 ± 5.6	276.6 ± 15.3	83.3 (15/18)
	水槽飼育魚	74.1 ± 3.1		61.1 (11/18)
	天然馴致魚	57.4 ± 5.0		87.5 (14/16) a)
2回目試験 2区	水槽飼育魚	70.9 ± 1.6	285.8 ± 27.3	86.7 (26/30)
	天然馴致魚	57.3 ± 4.5		83.3 (25/30)

a) 斃死のため16尾となった。

### (3) 潜砂試験

試験結果を図3に示す。2回の試験とも天然魚>天然馴致魚>水槽飼育魚という順で優劣がみられた。天然魚、天然馴致魚は体色が砂色をしているために、砂上に出ている体表の一部が露出してい

でも確認しづらかったが、水槽飼育魚は体色が濃いために、体表の一部でも露出していれば確認できた。全般に、天然魚は人工種苗よりも深く潜砂する傾向がみられた。また天然魚は2回の試験とも開始5分後には全個体が完全に潜砂していた。経過時間とともに潜砂率をみると、全ての供試魚において30分を過ぎる頃になると、潜砂率が低下する様子がみられた。天然魚の2回目の試験結果ではこの様子が現れていないが、目視で潜砂が浅くなっている様子を確認した。刺激を与えた後では、天然魚及び天然馴致魚は100%の潜砂率を示したが、水槽飼育魚の潜砂率は刺激前の潜砂率の最大値ほどしか上昇しなかった。また、天然魚及び天然馴致魚は刺激を与えると多少移動してから潜砂する個体や、その場で更に深く潜砂する行動を示す個体が水槽飼育魚より多くみられた。なお、2回の試験とも天候は晴天であり、各試験水槽の水面上の照度は25,000lx前後であった。

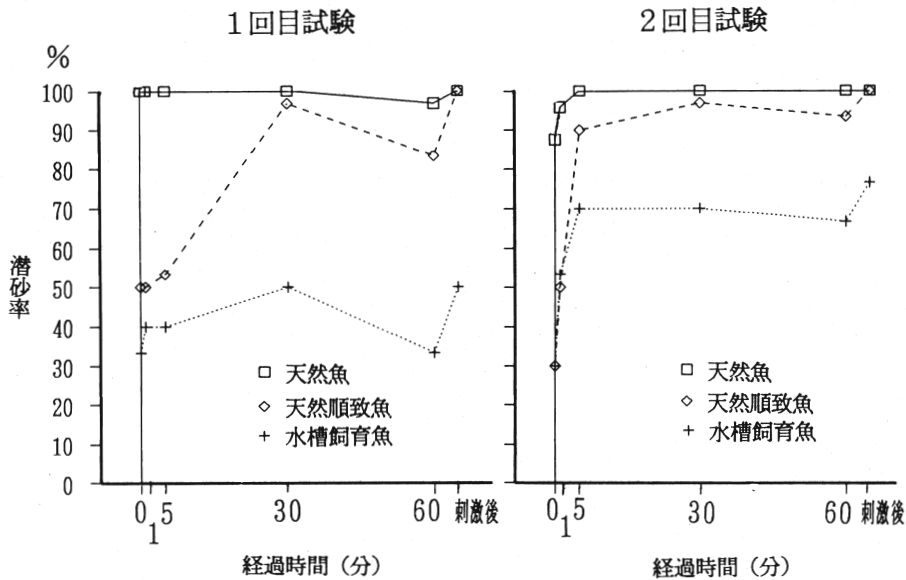


図3 潜砂試験結果.

## 考 察

囲い網による天然馴致を行うことにより目視観察上であるが、浜中ら(1990)も報告しているとおり、ヒラメは機敏な行動を示すようになった。また、潜砂試験においても天然馴致魚は天然魚に近い潜砂率を示し、刺激に対しても敏感に反応するようになった。馴致3日目からは全個体の体色が水槽飼育魚に見られる濃い体色ではなく完全に砂色となり、天然魚と区別のつかない体色となった。この2点だけで考えると、仮にそれらの獲得が数時間で行われ数日間も必要ないとしても、それまでは水槽飼育魚は天然魚に劣っていると思われ、それを保護する上でも天然馴致は有効であると考えられる。また囲い網を撤収することが放流となるため、一般放流の様なハンドリングによるストレスはなく、放流方法としても適していると考えられた。今回は給餌しながらの天然馴致であったが、ヒラメは全長

50mm程度の時期，数日間無給餌状態におかれると体内に蓄えたエネルギーをかなり消費することが報告されている(涌井 1990)ことも考慮すると，やはり馴致期間中の給餌は必要であり，給餌しながらの天然馴致はエネルギーを消費せず能力の向上が望めると考えられる．なお，馴致3日目及び7日目にヒラメの胃内容物を調査した結果，配合飼料の消化物が空胃のどちらかであり，日中の観察でアミ類が囲い網内に入る様子も確認していないことから，期間中にヒラメが天然餌料を捕食している可能性はないと考えられた．収容時と3日目では平均全長で約9mmの差があるため日間成長率が3mm/日となり，かなりの成長率であるが，これは小型種苗の網上部や網目からの逃避があったため，収容時に比べ小型種苗の割合が低下し，その結果，3日目の平均全長が大きくなったことによるものと考えられる．また3日目と7日目では逆に平均全長で約1mmしか差がなく成長が停滞している様に思われるが，これは馴致7日目ではヒラメがかなり敏感になり，採集用に網を入ただけでヒラメが逃げださうまく採集できず，小型の種苗の割合が多いサンプルとなり，平均全長が実際より小さめに現れたためであると考えられた．期間中の残存率は48.6%と低いが，斃死魚はほとんど見られなかったことから，小型種苗の逃避によるものが大きな原因と考えられた．

次に今回の優劣判定試験について考えてみる．まず初めに捕食試験についてである．今回はアミ類とエビジャコを餌料生物として用いたが，実際に用いるとアミ類よりもエビジャコの方が丈夫なこともあり材料としては使用しやすかった．1回目の試験の捕食率ならびに試験終了時でもエビジャコがかなり生存していたことを考えると，エビジャコは潜砂するために，全長5～7cmのヒラメにとっては摂餌しにくい餌料生物であることは明らかであった．嗜好性によるものかと疑われたが，砂のない水槽で水槽飼育魚を用い捕食試験を行うと，活発に摂餌することから，嗜好性は十分にあると思われる．さて，全ての試験結果を単位面積あたりのヒラメ1尾に対するエビジャコの密度と捕食率の関係として表してみると，図4の様な結果となった．値が少ないが，天然魚と水槽飼育魚は1，2回目の試験での種苗の質が同様であるとみなして計算すると図4の様に正の相関関係がみられた．明らかに，天然魚は捕食能力が高いことがわかる．ヒラメは全長35mm以上で放流した場合，1日後には再捕された個体の全てがアミを捕食していたという報告(浜中ら 1990)もあることから，今回の人工種苗の供試サイズでは十分にアミに対する捕食能力はあると考えられる．ところが，餌料生物が潜砂する様な

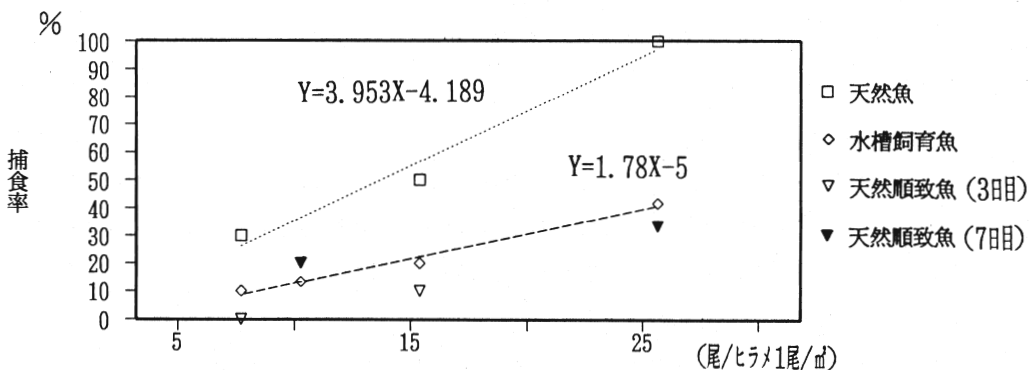


図4 単位面積当たりのヒラメ1尾に対するエビジャコの密度と捕食率の関係.

状況においては、人工種苗は天然魚に比べ捕食能力の低さが目立った、これは捕食が困難であり、捕食するためにはさらなる能力が必要となった場合、より種苗間の能力の差が現れることを示しているのではないだろうか。そのように考えると、今回の試験設定は捕食能力に明らかに差があるような場合には、その能力差を調査するのに有効であると考えられた。しかし、捕食能力差が少ない場合にはこの方法で調査するのに有効かどうかは確認できなかった。そのために、人工種苗は天然魚に比べ捕食能力が劣っていることは判明したが今回の天然馴致により捕食能力が向上したかどうかは不明であり、それらの確認は今後の課題である。

2番目として被捕食試験についてである。本藤(1993)\*は捕食者としてスズキを使用し同様な試験を行っており、その結果では天然魚ならびに人工種苗はすべて捕食され、なかでも人工種苗は30分以内に全て捕食されたと報告している。また人工種苗は潜砂行動を行わない場合、砂上では体色が濃く、非常に目立ってしまい、スズキに簡単に見つかったとも報告している。今回の試験でも、水槽飼育魚は体色が濃く人間の目から見ても明らかに目立っていたが、各試験区で生残率に際だった差は見られなかった。これは捕食魚が底性魚類であったため、被捕食魚が目立つ目立たないというよりは、被捕食魚が捕食魚に近づくか否かということが捕食される条件となった可能性があると考えられた。今回の試験設定では、天然魚と人工種苗とでさえも生残率に差が現れず今後捕食魚を変更するなどの設定条件の見直しが必要である。

3番目として潜砂試験について考えてみる。図3のとおり、天然馴致魚、水槽飼育魚及び天然魚の潜砂能力差が現れ、天然魚>天然馴致魚>水槽飼育魚という順で優劣が現れた。このことにより天然馴致は潜砂能力の向上につながると考えられた。結果で示すとおり、水槽飼育魚は潜砂率の上昇が緩やかであり1時間経過しても90%以上には至らなかった。休息を与えてから試験を行った結果がこのとおりであるために、70mmサイズの実際の放流ではハンドリング等のストレスもあるために更に潜砂率は低下するものと考えられた。潜砂率のみだけを注目して考え場合、今回の結果から放流して1時間以内であれば70mmサイズの水槽飼育魚(従来の飼育方法によるもの)よりも天然馴致された50mmサイズのヒラメの方が優れていると考えられる。全ての供試魚において開始30分以降になると、潜砂率が低下する様子がみられたが、これは天然魚においても見られていることから、ヒラメの通常の行動と推定された。とすると体色の濃い水槽飼育魚は、放流後すぐに潜砂し外敵から身を守っても、その後には砂上に出ることにより、目立ち被捕食のリスクが高くなる可能性があると考えられた。刺激に対しては天然馴致魚も天然魚並に敏感に反応したが、水槽飼育魚は刺激を加えても特に潜砂率が向上した様子もなく、どちらかという刺激になれているという感じであった。これは陸上で飼育されているために、人の足音等に馴れ、特に刺激に対して過敏に反応しなくなっているのではないかと考えられた。今回、2回の試験とも同様な結果が得られたことから、今後の試験設定では大幅な変更は必要ないと思われる。ただ、潜砂が完全でない個体や、潜砂が浅い個体もいることから、潜砂率だけでなく潜砂の様子も含めた調査が必要であると考えられる。

最後に今回の一連の試験では、潜砂能力の向上が結果として現れたのみであるが、目視観察等も含

\* 本藤 靖 (1993) 放流種苗としての種苗性把握実験. 第3回ヒラメ種苗性検討会資料.



めて考えると、囲い網による天然馴致の有効性が見られたと感じる。また今回の優劣判定試験はあくまでも陸上の試験であるため、次年度以降の調査により判明する今回の放流魚の混獲率等と結び付け、放流効果も含めた種苗性の判定として有効かどうか考えていきたい。

## 文 献

浜中雄一・榮 健次・竹野 巧・今泉 均（1990）内湾域におけるヒラメの放流技術開発－I．栽培技研，18，101－105.

涌井邦広（1990）全長50mmヒラメの飢餓耐性試験．昭和62・63年度福島県水産種苗研究所業報，16－19.