

8. ヒラメ栽培漁業事業化促進事業（県指導事業）

古田晋平・西田輝巳・山田英明・宮永貴幸

事業目的

ヒラメ人工種苗の放流事業の事業化を効率的に促進するため事業主体（財団法人鳥取県栽培漁業教会）と漁業者に技術的な指導を行う。また、指導のために必要な調査や、さらに、より効率的な放流技術を開発するための調査研究を併せて行う。

実施内容

以下の調査結果に基づいて放流技術の指導を行った。

調査結果の概要

1. 餌料生物環境調査

放流を行った4海域（浦富，賀露，青谷，淀江）と泊村石脇地先においてソリネットを用いた調査を行い，アミ類の分布量を水深別に比較した。その結果，放流海域のうち，浦富と賀露では4月下旬においてもアミ類が極めて豊富に分布するが，淀江ではごく少なかった。また，全調査海域における採集結果（図1）から，これら浅海砂浜域におけるアミ類の分布量は3月に増加しはじめ，4月下旬から5月に最大となり，6月には急減したと考えられた。なお，この傾向は過去に本県中東部海域（砂丘，気高地先）で行われた多くの調査結果ともよく一致することから，当海域におけるアミ類の季節的分布傾向と考えられる。

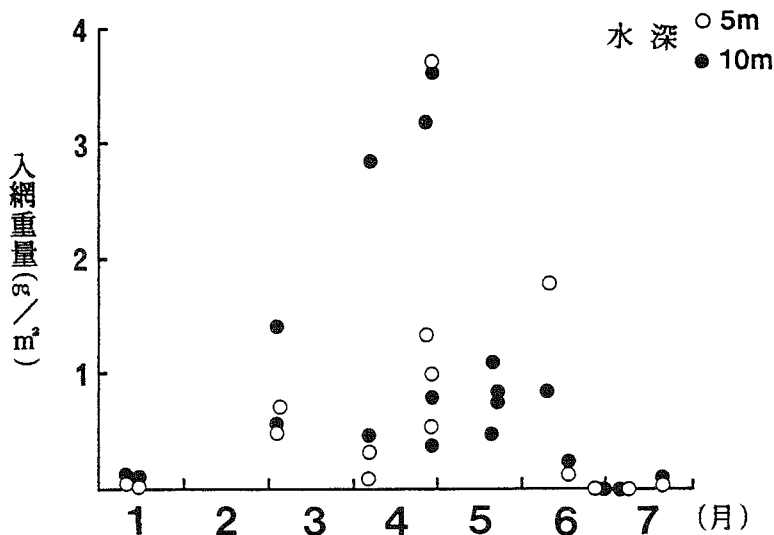


図1 浅海域におけるアミ類の分布量の季節的变化

2. 天然稚魚の動態調査

泊村石脇地先においてヒラメ天然稚魚の動態（分布量・成長・摂餌率・肥満度）を調査した。また、同海域に多く分布するヒラメ未成魚（1-2歳）によるヒラメ稚魚の捕食実態を胃内容調査によって推定した。なお、当海域において13年間続けてきた人工種苗の放流調査を今年度は行わず、人工種苗放流による影響のない状態として過去の知見と比較した。

その結果、稚魚の分布量は6月上旬（着底加入末期）に最大値（0.15個体/m²）を示し、その後急激に減少傾向に転じ、6月下旬までのわずかの間に1/3（0.05個体/m²）に、さらに7月上旬には1/6（0.025）になったことが判った（図2）。稚魚の減少要因の一つに成長に伴う沖合いへの移動が考えられるが、沖合い拡散は餌料の主体をそれまでのアマミ類から魚類に転換できる全長10cm以上で行われると考えられていることと、2峰型を示した全長組成のモードの推移から、稚魚のほとんどは全長10cmに達することなく当海域で減耗したと推定された。なお、7月上旬に当海域の沖合い（水深30m）で採集したヒラメ当歳魚の全長組成には調査海域で減少した稚魚の全長組成のほとんどがつながりにくいことから、稚魚の減少要因が浅海域における減耗であることが裏付けられた。

この間の稚魚の体調を摂餌率で見ると、各サイズ段階とも6月上旬から下旬の間に急激に減少し、7月以降ほぼ皆無となっている（図3）。また、肥満度もこれを反映して6月中に明かな減少傾向を示し、この間、当海域に分布するほとんどの稚魚に飢餓が進行したことを示している。

一方、同期間に当海域から採捕したヒラメ未成魚の胃内容調査の結果、ヒラメ稚魚は6月後半から7月後半にかけて同種未成魚に多く被食されていることが判った（図4）。当海域には例年、6月以降に数千個体のヒラメ未成魚が分布することが知られていることから、稚魚の減耗の多くにはこのような同種未成魚による

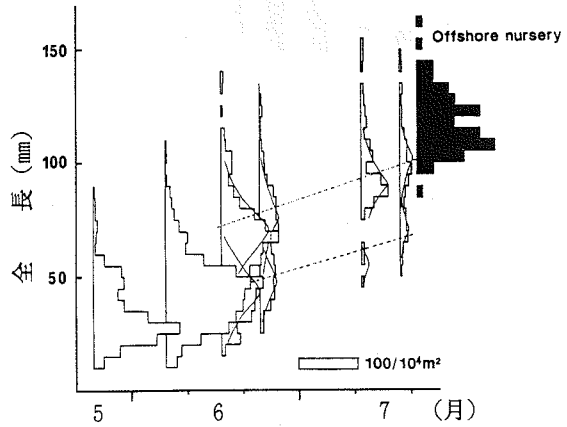


図2 浅海域におけるヒラメ天然魚の全長組成の季節的变化（泊村石脇地先）

□ 水深13m浅 ■ 水深30m

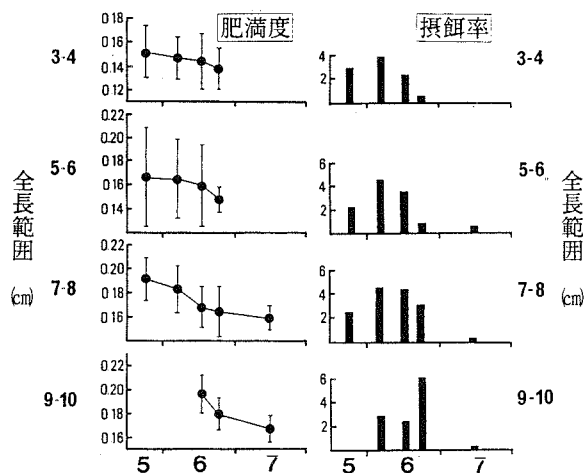


図3 浅海域に分布する天然稚魚の摂餌率と肥満度の推移

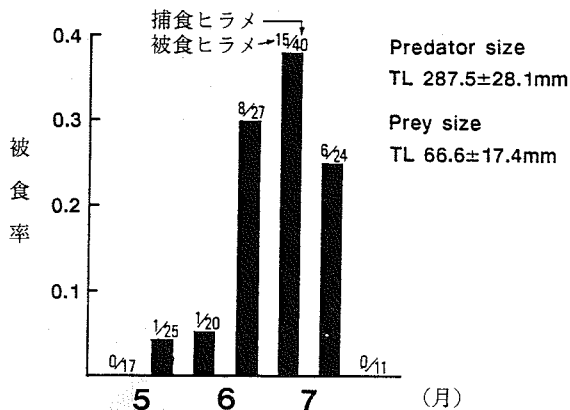


図4 浅海域におけるヒラメ稚魚の被食率の季節的变化

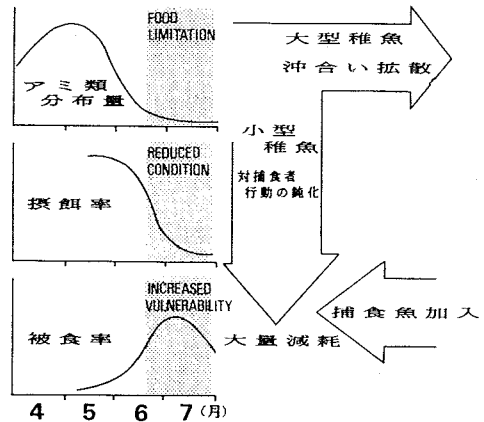


図5 浅海域における天然魚の減耗過程

被食が起因していると考えられた。

ところで、ヒラメ稚魚には、ごく短期間（7日以内）の絶食による飢餓で摂食行動が鈍化し、より捕食されやすい特性に変化することが判っている。これより、6月以降に示された天然稚魚の急激な減耗には、主要な餌料生物であるアミ類の減少に起因するヒラメ稚魚の飢餓の進行と、同時期に浅海域での分布量を増加するヒラメ未成魚による捕食が関わっていることが考えられる（図5）。ただ、幅広い稚魚の全長組成のうち、アミ類の減少期より前に餌料転換可能な全長10cmに達した個体は飢餓を迎えることなく沖合いに移動し、餌料の主体を魚類に変えて成長を続けることができると考えられる。即ち、人工種苗の放流においても、このような天然稚魚の減耗範囲に資源を添加していたのでは十分な効果は期待できないことになる。つまり、当海域においては、6月上旬に全長10cmを超える時期とサイズを想定して放流計画を立案することが重要である。

3. 放流魚の追跡調査（早期放流効果の検証）

（財）鳥取県栽培漁業協会が本年度に放流を実施した4海域において、ビームトロールと潜水によってヒラメ人工種苗と天然稚魚を採集し、全長、胃内容、および肥満度を調査した。なお、本年度は上記（天然稚魚の動態）を考慮して、従来（1992年以前、以下「従来放流」と記す）より約1ヶ月早い時期に同等サイズの人工種苗を放流（以下「早期放流」と記す）している。

追跡調査の結果を表1に示した。このうち、放流10日後から14日後の追跡調査を実施した3海域（浦富、賀露、青谷）について見ると、放流海域内における人工種苗の分布量は天然魚の30.8%から49.0%と、放流初期に分布量が激減していた従来放流では得られなかった極めて高い放流初期の生残実態が示された（図6、図7、図8）。また、この間の摂餌率（胃内容重量/胃内除去重量×100）は放流翌日のごく低い値に比べて急激に増加して、同海域に分布する同等サイズの天然魚とほぼ同じ値となっている（図9）。このような良好な摂餌状態を反映して肥満度も放流時に比べて同等あるいは増加の傾向を示し、同海域に分布する天然魚を上回る値を示した（図10、

表1 放流魚の追跡調査結果

地区	採集日(放流経過)	由来	個体数	全長(mm)	湿重量(g)	肥満度(湿)	肥満度(乾)	摂餌率(%)	空胃率	白化率	採集水深	採集方法	
淀江	1994.5.10(放流)	人工	100 (30)	45.7±7.8 (54.7±3.8)	(1.31±0.01)	(0.78±0.06)	(0.159±0.014)	---	---	---	放流時抽出	---	
		人工	18	45.3±6.9	0.68±2.51	0.74±0.23	0.151±0.013	0.40±0.69	72.2	(24.5)	上記の一部を抽出測定	潜水	
	浦富	天然	63	17.0±4.3	---	---	---	---	---	---	---	-5m~-15m	ソリネット
		人工	100	54.2±9.5	---	---	---	---	---	---	---	放流時抽出	---
		人工	39	52.9±5.1	1.10±0.38	0.71±0.07	---	0.72±1.19	59.0	(17.3)	上記の一部を抽出測定	潜水	
		人工	201	62.3±9.2	2.19±1.02	0.84±0.12	0.170±0.023	5.55±3.93	3.5	---	---	-3m~-12.5m	ビームトロール
		天然	410	54.3±9.9	1.33±1.00	0.73±0.09	0.157±0.017	5.41±2.73	0.8	---	---	-3m~-12.5m	ビームトロール
		人工	0	---	---	---	---	---	---	---	---	-3m~-15m	ビームトロール
		天然	78	79.6±23.3	4.19±4.11	0.62±0.08	0.154±0.029	0.23±0.69	64.1	---	---	-3m~-15m	ビームトロール
		天然	135	16.3±2.2	---	---	---	---	---	---	---	-5m~-15m	ソリネット
賀露	5.17(放流)	人工	100	56.9±9.6	---	---	---	---	---	---	放流時抽出	---	
		人工	30	(62.0±4.7)	(2.04±0.47)	(0.84±0.09)	(0.164±0.024)	---	---	(5.5)	上記の一部を抽出測定	潜水	
	青谷	人工	42	55.1±6.6	1.28±0.46	0.74±0.09	0.160±0.019	0.47±0.88	72.5	---	---	-10.0m	潜水
		人工	179	72.1±10.5	3.66±3.47	0.86±0.09	0.182±0.034	未測定	17.9	0.0	3m~-12.5m	ビームトロール	
		天然	576	48.5±16.0	---	---	---	---	---	---	---	3m~-12.5m	ビームトロール
		人工	1	103.0	9.26	0.85	0.195	0.00	100.00.0	(8.7)	---	上記の一部を抽出測定	放流時抽出
		天然	83	87.1±23.2	5.18±4.11	0.65±0.08	0.150±0.023	0.17±0.56	66.3	---	---	3m~-12.5m	ビームトロール
		人工	100	59.1±10.5	---	---	---	---	---	---	---	3m~-12.5m	ビームトロール
		人工	30	(59.1±5.2)	(1.71±0.48)	(0.74±0.06)	(0.165±0.017)	---	---	---	6.5	上記の一部を抽出測定	放流時抽出
		人工	37	56.5±7.5	1.38±0.55	0.73±0.06	0.158±0.018	1.02±1.51	56.8	---	---	-10.0m	潜水
人工	141	63.0±2.0	2.02±0.97	0.74±0.08	0.155±0.018	4.48±3.08	5.7	0.0	0.03m~-12.5m	ビームトロール			
天然	458	45.2±15.3	---	---	---	---	---	---	---	3m~-12.5m	ビームトロール		
			(276)	(53.6±13.6)	(1.34±1.56)	(0.69±0.37)	(0.147±0.024)	(3.60±2.26)	(2.2)	---	上記の一部を抽出測定	---	

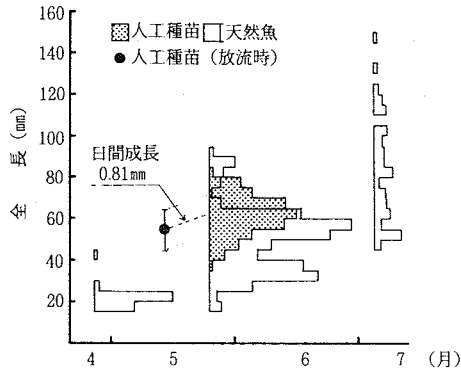


図6 人工種苗と天然魚の全長組成と分布量(浦富)

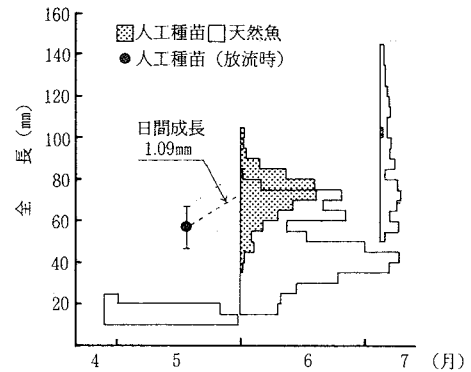


図7 人工種苗と天然魚の全長組成と分布量(賀露)

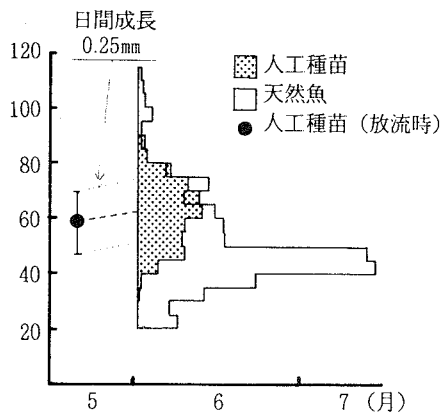


図8 人工種苗と天然魚に全長組成と分布量(青谷)

図11). 従来放流では放流後10日程度の間は摂餌率は極めて低く、肥満度も低下傾向を示して明かに飢餓状態を呈していることが多く、生残率も短期間にごく低いレベルにまで減少する場合はほとんどだったことを考えると、このような放流初期の人工種苗の良好な状態は従来放流では得られなかった早期放流の顕著な効果と言える。

一方、県中部の沿岸で操業する小型底曳網漁船による標本船調査の結果、人工種苗の混獲は7月以降に始まり、年内の混獲率は平均7.4%となった(表2)。また、これら混獲個体のサイズは年内に平均全長20cmを超え、成長の早い個体の一部は水揚げ可能なサイズ(全長25cm)に達したことが判った(図12)。投棄物を対象としたこのような調査では、販売可能な大型個体を得ることが次第に困難となるため、放流魚の正確な成長を把握することはできないが、翌年2月に市場で行った販売魚を対象とした調査では平均全長が30cmを超えた大型個体が既に混入していることが判った。このような成長は、従来放流した人工種苗では得ることができなかった極めて早いものと言える。

以上の調査結果から、早期放流によって従来放流にはなかった高い放流効果が期待できることが予測されるが、このような効果は前述の天然稚魚の動態調査の結果で示された餌料条件（アミ類分布量）の季節的变化との適合が大きな要因になっていると考えられる。また、例年、浅海域で捕食魚類（ヒラメ未成魚、マゴチ）の分布量が増加する時期（6月以降）より早く放流が実施されたことによって、放流初期の主要な減耗要因とされていた被食が生じにくかったことも直接的に作用していることが考えられる。人工種苗の対捕食者行動が天然魚と同等になるためには豊富な餌料条件の下で約1週間程度を要することが実験的に確かめられているが、これからも、十分な餌料に恵まれた放流海域にあっても、この間、

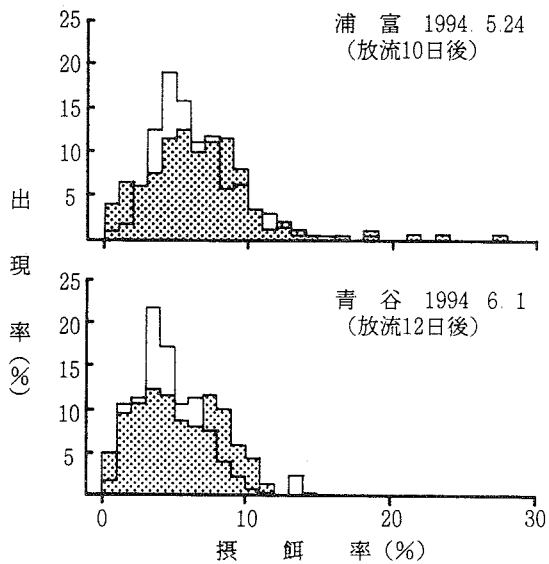


図9 放流初期の摂餌率

■ 人工種苗 □ 天然魚

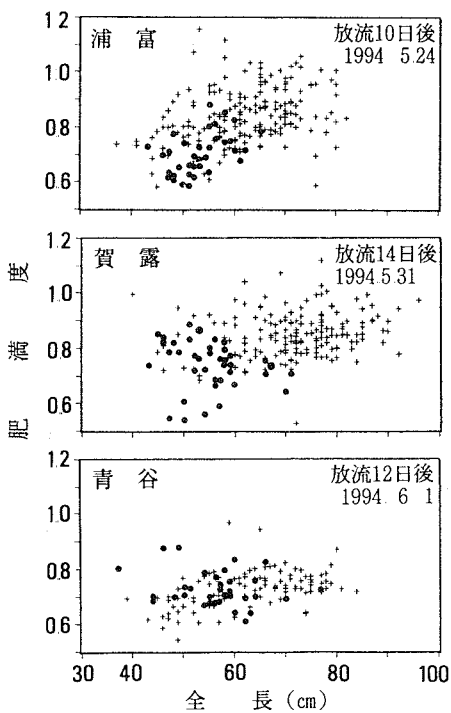


図10 放流初期の肥満度（人工種苗）
● 放流時、+ 調査時

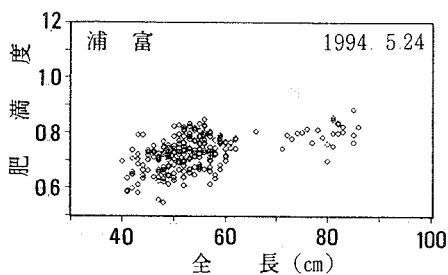


図11 放流海域に分布する天然魚の肥満度

表2 小型底曳網標本船による混獲調査結果

年月	調査個体数	放流魚個体数	混獲率(%)	平均全長(mm)	測定日平均(日)
1994.7	233	12	5.2	147 ± 17	21.6
8	202	11	5.4	179 ± 36	6.7
9	18	1	5.6	213 ± 4	13.5
10	173	19	11.0	208 ± 38	16.3
11	346	31	9.0	208 ± 38	12.5
12	48	1	2.1	225 ± 35	7.1
計	1020	75	7.4	---	---
1995.2*	413	38	9.2	319 ± 29	24.0

* 賀露漁協市場調査による測定値

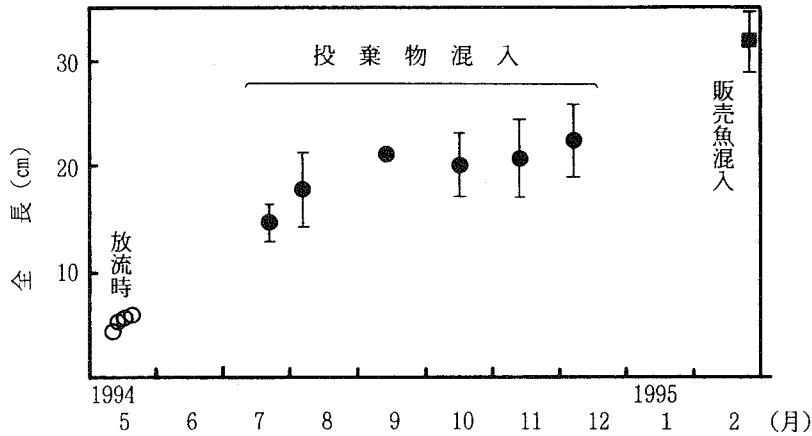


図12 小型底曳網混獲魚の全長組成 (泊村漁協標本船)

捕食者に遭遇しないことが生残効果を高める上で重要な要素となっていることが考えられる。

なお、ヒラメ稚魚は全長10cm程度で餌料の主体をそれまでのアミ類から魚類に変え、それとともに分布域をより深所に広げることが多くの調査で報告されている。また、稚魚期においては特異な例（アミ類の分布が少ない場合や魚類シラスの一時的な増加）を除いてアミ類の専食性が非常に強いことも知られている。一方、鳥取県の浅海砂浜域におけるアミ類の分布量は6月以降に急減することがこれまで行われた多くの調査によって一般的と考えられている。従って、放流時期を決定する場合、放流された人工種苗がアミ類の急減する時期までに全長10cm程度に達することのできる成長のスケジュールを考慮して、サイズも含めた検討を行うことが重要であると考えられる。

4. 早期放流した人工種苗の被食

鳥取県における従来放流では放流初期に捕食魚（ヒラメ未成魚，マゴチ）による被食が大量に

発生し、10万個体レベルの放流にあっても短期間に壊滅的な被害を受ける実態が明かにされている。そこで、例年、捕食魚の分布量が急増する6月より早い時期に放流を行うことによって被食減耗を軽減させることを一つの目的に早期放流が実施されている。しかし、このような早期においても、前2種以外の捕食者が放流海域に分布している可能性もある。鳥取県の浅海砂浜域に多産するヒラツメガニも食性、分布時期および分布量から早期の捕食者として注目する必要があると考えられた。

そこで、放流海域（青谷、浦富）において、放流直後に設置した刺網に翌朝までに羅網したヒラツメガニの胃内容を調査した。その結果、青谷海域では胃内容から魚類が高い頻度で出現し、そのほとんどがヒラメ人工種苗だった（図13）。また、浦富海域でもヒラメ人工種苗の被食が確認され、早期放流においても被食による減耗の可能性があると判った。なお、浦富海域では人工種苗の被食を防止するための刺網1000mが約100m間隔で4本設置されており、これがヒラメ人工種苗を捕食するためのヒラツメガニの行動を阻害した可能性が考えられるが、早期放流においても、ヒラツメガニを含めた新たな捕食者の把握とその被食対策に注目する必要がある。

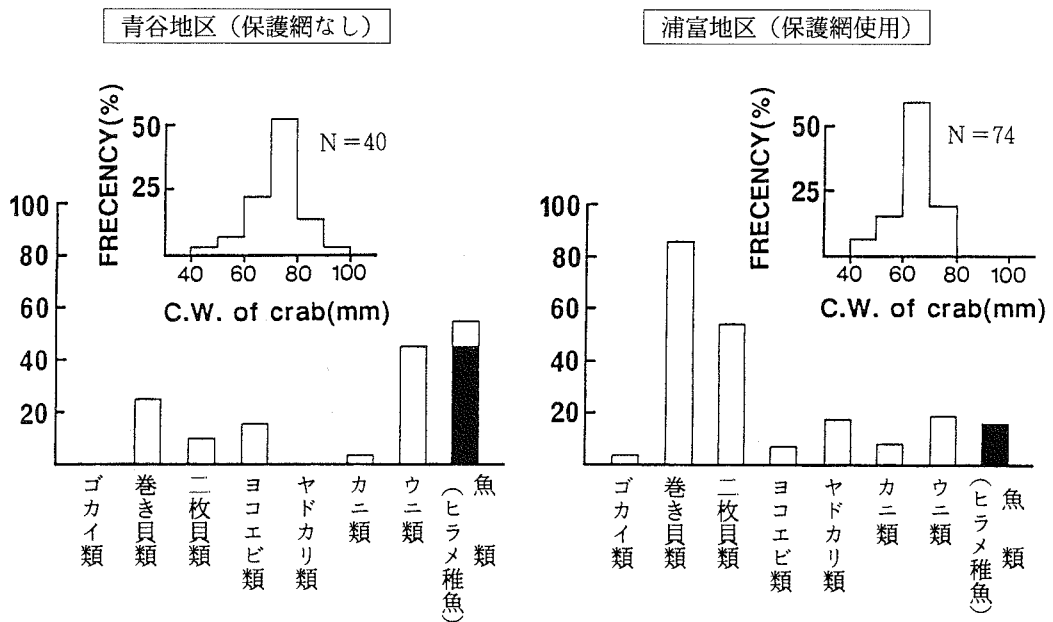


図13 放流海域で採捕したヒラツメガニ（チョコガニ）の胃内容

9. ヒラメ中間育成施設造成調査*

古田晋平・松本 勉・西田輝巳

目 的

鳥取県中部砂浜域汀線に造成したヒラメ中間育成施設¹⁾を用いて種苗性の高いヒラメ人工種苗の効率的な生産技術を開発する。

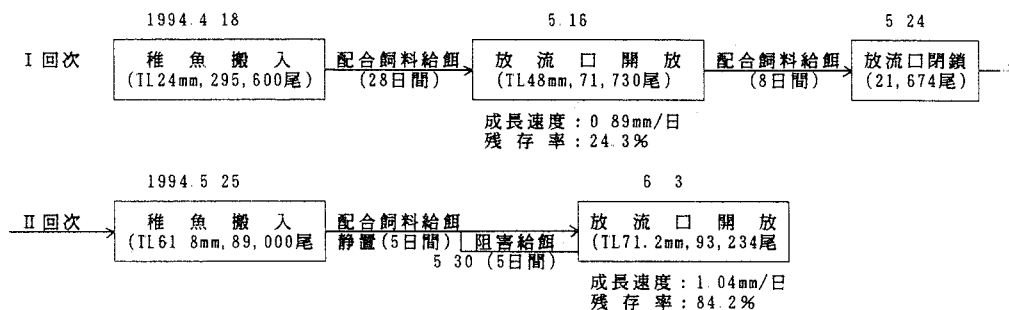


図1 中間育成過程

材料と方法

1994年に鳥取県栽培漁業センターで生産されたヒラメ人工種苗を中間育成施設に移して2回の飼育実験を行った(図1)。

1回次 1994年4月18日にふ化後68日の稚魚(平均全長25mm)295,600個体を中間育成施設に搬入し、5月16日までの28日間飼育を行った。搬入時の稚魚の容器には合成樹脂の籠(36×26×13cm)を用い、これに稚魚800-900個体収容し、さらに0.5㎡の海水を満したタンクにこれを約30籠ずつ入れて約5-10分のトラック輸送後に稚魚を中間育成施設に放した。施設への移入には放流点までの落差と距離による魚体の損傷防止と労力の軽減に考慮してシューター(図2)を用いてA地点で行ったが、集中的な分布の片寄りを懸念して一部を別のタンクに移して施設内の各所に運んで放した。

飼育のための餌料にはヒラメ用配合飼料を用い、1日2回を午前と午後に分けて、施設内全体

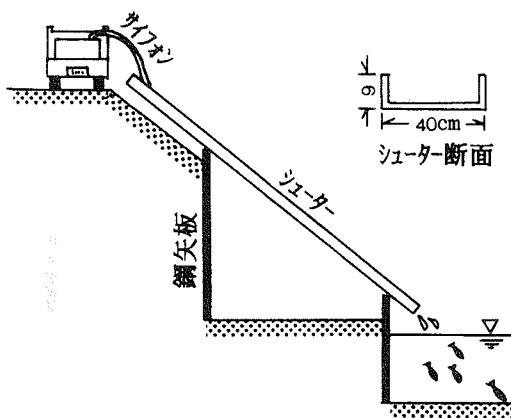


図2 シューターを用いたA地点への放流方法の見取り図

* 水産省振興部開発課委託研究

に散布して給餌した。1日の給餌量は、飼育開始当日から20日後までは2kgから3kgを、21日後から28日後までは4kgとした。また、飼育期間中には入水施設に3箇所設けられた開部に設置した鉄製堰板を入水量に応じて開閉して流量を調節した。飼育開始28日後の5月16日に、施設東縁に設置した放流9穴と排水口を開けて稚魚を開放した。開放後も施設内に残留した稚魚の飢餓による種苗性の低下を懸念して6日間の給餌を開放前と同様に続けた。

この間、稚魚の成長を把握するため、飼育期間中、午前の給餌前に20個体をA地点から抽出し、全長と湿重量を測定した。また、飼育開始28日後には午後の給餌終了後に抽出した個体から餌料の摂餌量を調査した。さらに、採集地点のPH、水位、水温、塩分量、溶存酸素量を測定し施設内の水質環境を調査した。

5月16日の開放直前と開放8日後の5月24日に、施設内の43定点(図3)において潜水によるコドラート調査(1×1m)を行い、施設内における稚魚の現存量を推定した。

一方、中間育成個体と通常の陸上飼育個体との行動特性を比較するため、この間、鳥取県栽培漁業センター内に設置した円形水槽(ポリカーボネイト製1.0m³)に搬出時に同じ飼育経歴の稚魚3,000個体を収容し、配合飼料を用いて飼育を継続した(対照群)。中間育成開始27日後にそれぞれの稚魚から15個体(5個体×3組)を抽出し、摂食行動の離底時間を実験的に比較した。実験には昨年度までと同じ方法¹⁾を用いた。

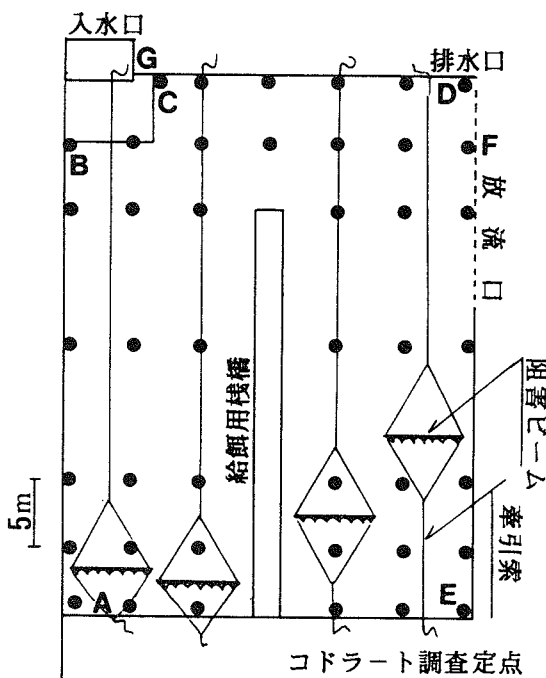


図3 水質とコドラートの調査定点

2回次 1994年5月25日に平均全長61.8mmの稚魚89,000個体を中間育成施設に搬入し、6月3日までの10日間飼育を行った。搬入時には合成樹脂の籠(60×35×7cm)を使用し、これに稚魚を約500個体ずつ収容し、1回次と同様に輸送後、施設内のほぼ同地点で集中的に放した。飼育のための餌料にはヒラメ用配合飼料を用い、1日2回、朝と夕に分けて、それぞれ4-5kgずつ1回次同様に給餌した。また、稚魚を阻害することによる行動の野生化(阻害学習効果)を検討するため、飼育開始5日後の夕方以後からは、給餌直後に施設内全底面上で阻害ビーム(図3)を動かし稚魚を脅かした。

一方、中間育成個体と通常の陸上飼育個体との行動特性を比較するため、稚魚搬出時に一部の個体(500個体)をアクリル水槽(90×45×45cm)に収容し、この間、配合飼料を給餌して飼育を行った(対照群)。

中間育成個体の阻害学習効果を検討するため、阻害を行わないで5日間の飼育を行った個体

(5月29日B定点より抽出)と、その後、給餌後の阻害を行って5日間の飼育をした個体(6月4日B定点より抽出)の摂食行動を実験的に比較した。また、6月4日には対照群の摂食行動も同時に比較した。摂食行動の比較方法は1回次と同じとした。

中間育成個体の成長、肥満度、摂餌状態を把握するため、1日から3日の間隔で約30個体を給餌直後に抽出し測定に供した。なお、中間育成開始10日後の6月3日に放流口を12穴開放し稚魚の放流を開始したが、その直前に施設内において1回次と同様のコドラート調査を行い稚魚の現存量を推定した。

また、施設内部の5定点と外部の1定点において水温、PH、DO、塩分量および濁度を測定し、位置による違いと時刻による違いを検討した。

結 果

(1回次)

輸送と搬入 搬入時にA地点で集中的に放した稚魚は、直後より次第に分散し、約5時間後の午後の給餌の際には最も離れたD地点でも多く観察されたことから、このような集中的な搬入方法には大きな問題はないと考えられた。また、放流後に損傷、または死亡した個体がほとんど見られなかったことから、シューターを用いた移入方法にも問題はないと考えられた。

稚魚の成長 4月18日に平均全長24mmで搬入した稚魚は28日後の5月16日には平均48mmとなった。飼育期間中に抽出した稚魚の全長と体重の測定値を、それぞれ最大値と最小値から5個体ずつと、残る10個体に分けて図4と図5に示した。この内、全長では飼育開始3日後までと、20日後以降とに比較的成長が速い結果が示されたが、飼育開始初期には全ての個体が餌に付いていなかったこと、小型個体の中には浮遊

しながら施設外部へ逸散したものが多く観察されたこと、当飼育期間が海水温の上昇期と重なっていたこと(後述)から、前者では飼育開始初期に小型個体が選択的に施設内から減少したことが、後者では成長速度の増加が要因していることが考えられる(図5)。ただ、全行程を通した成長速度は0.89mm/日と、同時期に陸上施設で無加温で行っている通常の飼育を上回る値だった

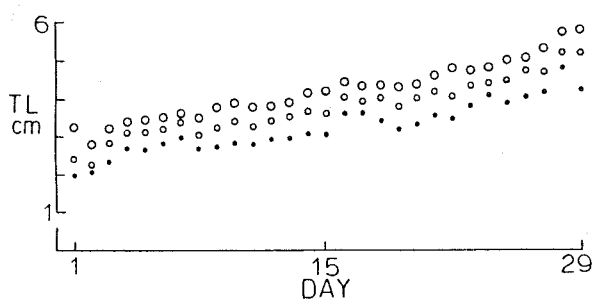


図4 中間育成魚の全長測定結果

大型5個体、小型5個体および中間10個体の平均全長

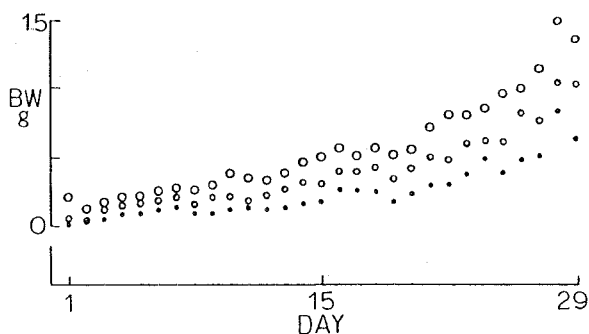


図5 中間育成魚の湿重量測定結果

大型5個体、小型5個体および中間10個体の平均重量

ことから、このような中間育成環境が稚魚の成長促進に何らかの効果を持つ可能性もあることが考えられた。

一方、体重では大型個体と小型個体との差が開いてゆく傾向が顕著に示された(図6)が、このような傾向は全長では顕著でなかったことから、これはそのまま大型個体と小型個体の肥満度の格差が経過日数とともに開いたことを示したものと考えられる。

現存量と分布 放流口開放直前(5月16日)に行ったコドラート調査の結果を基に区画法によって推定した施設内における稚魚の現存量は71,730個体と搬入時に比べて24.3%の残存率となった。この値は陸上施設で行う通常の飼育に比べて極めて低い。この原因としては施設内における中間育成期間中の減耗と施設外部への逸散が考えられるが、中間育成初期に排水口から多くの稚魚が逸散するのが観察されたことや、入水口の内側に設けた整流槽にも多量の稚魚が侵入し、反射波とともに外部に逸散するのが観察されたことから、このような低い残存率の原因には逸散が関わっている可能性が大きいと考えられる。

なお、放流口開放直前に行ったコドラート調査の結果、施設内における稚魚の分布は西縁と排水口付近に集中していた。昨年度、一昨年度にも同様な傾向が示されたが、この位置には外部から流入した海水が豊富なことから、稚魚にとってはこのような豊富な外海水に嗜好性が高いことが考えられる。

一方、放流口開放8日後に行ったコドラート調査の結果では、施設内にはなお21,674個体の稚魚が残留していることが推定された。これは、放流口を開放することによって短期間にほとんどの稚魚が施設内部から逸散するとして従来¹⁾の結果と大きく異なっているが、その原因としては従来行わなかった、放流口開放後の給餌の継続による外部逸散の抑制効果が影響していることが考えられる。

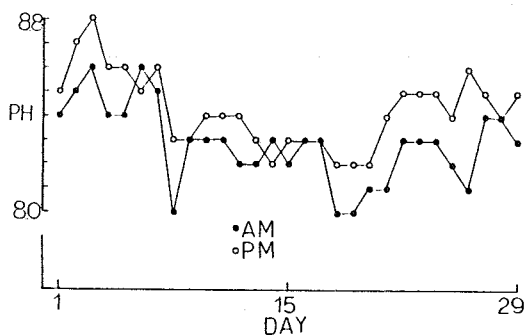


図6 定点AにおけるPH測定結果
午前と午後の対比

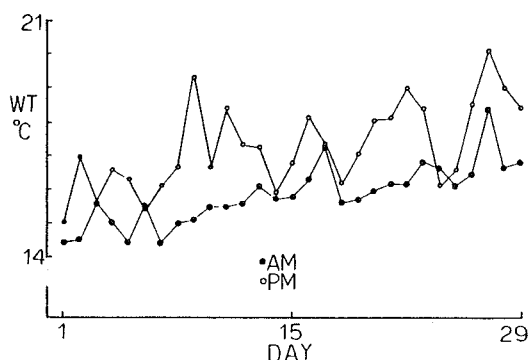


図7 定点Aにおける海水温度測定結果
午前と午後の対比

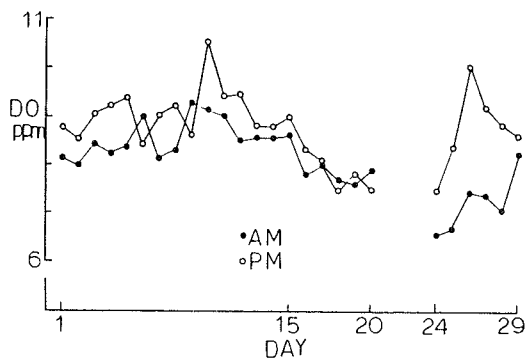


図8 定点Aにおける溶存酸素測定結果
午前と午後の対比

水質環境 中間育成期間の施設内における水質環境の測定結果を図6, 図7および図8に示した。この内, PHは8.0から8.8の間で変化し, 飼育開始20日までは低下傾向を, また20日後から後に再び上昇傾向を示した。また, 測定値には午前に比べて午後の上昇する傾向が強く示された。これらの理由として, 前者では飼育行為による底質の酸化や, 藻類繁茂による還元といった底質の変化に伴う要素が, 後者では日中における藻類光合成活動の活発化が考えられるが, 何れにしても十分に健全な飼育ができる範囲内にあった。海水温は14.4℃から20.0℃の間で経過日数とともに上昇したが, その測定値にはPH同様, 午前に比べて午後の上昇する傾向が強く, 1日の差は最大4.3℃にも達した。また, この値は同時期に沿岸域で測定した値に比べて高かった。これは, 日中の日射によるものと考えられるが, 閉鎖性の強い当施設においてはこの時期, このような加温効果が得られることが考えられた。DOでは飼育開始10日後から23日後までの間に低下傾向が示されたが, その値は6.5ppmから10.5ppmの間と稚魚の飼育に障害となる範囲ではなかった。なお, DOにも午後の上昇する傾向が示されたが, これはPH同様, 光合成の活発化に起因することが考えられた。

種 苗 性 中間育成開始28日後に行った摂食行動の比較実験の結果, 中間育成個体が対照飼育個体に比べてより離底時間の平均値が低く, ばらつきも少なかった(図9)。また, その平均値はこれまで天然稚魚を用いて行われた同様の実験で得られた値にごく近い³⁾ことから, この中間育成によってごく野生的な行動特性のある人工稚魚が得られるものと考えられた。

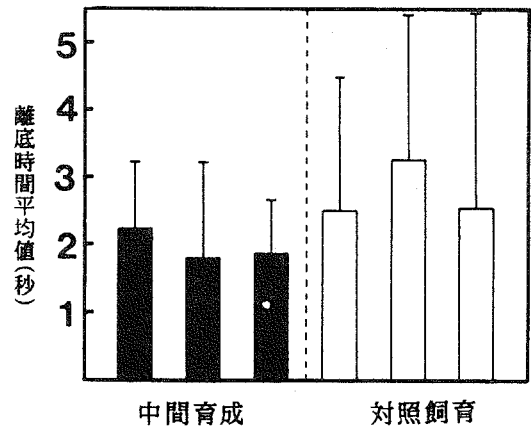


図9 接触行動(離底時間)測定結果(1回次)

施設管理 入水口に設けた3箇所の堰板は, 飼育開始2日後までは稚魚の逸散のために全部閉鎖し, その後は2箇所のみを開放して入水を得たが, この間, 堰板の隙間や排水口から常に量的な海水の流入が見られた。なお, 前述の水質測定結果からも, 入水量に不足はなかったと考えられるが, 逆に, 高潮時や波浪時の過剰な入水による底質の攪拌, 飛砂の流入と堆積, およびごみの流入には管理上の障害が大きかった。

また, 排水口では, 施設内の海水の流出とは別に大量の外海水が周期的に入出する様子が多く観察された。これは, 比較的周期の長い波浪や潮汐によるものと考えられるが, 特に波浪時にはその量が著しく多いことから, 稚魚の流出や施設, 底面の保全には障害が大きかった。

なお, 施設内における潜水調査の結果, 中間育成後半以降, 底面には藻類の着生, 流れ藻(アナオサ主体)の堆積, および底質の泥化や硫化物の発生が部分的に観察された。このような底質範囲は施設中央付近と南縁を主体として分布し, そこには稚魚の分布も極めて少なかった。

(2 回 次)

輸送と搬入 A地点において集中的に放した稚魚には直後より逸散が見られ, 翌日の朝には35

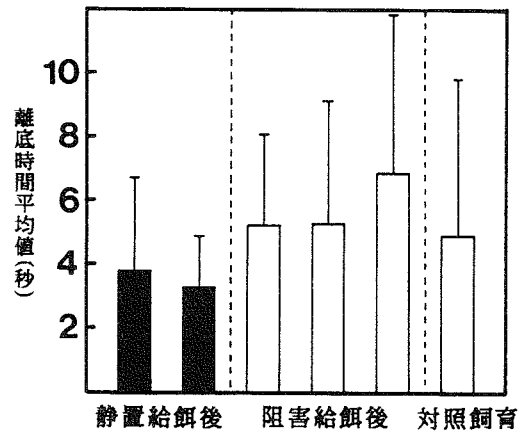
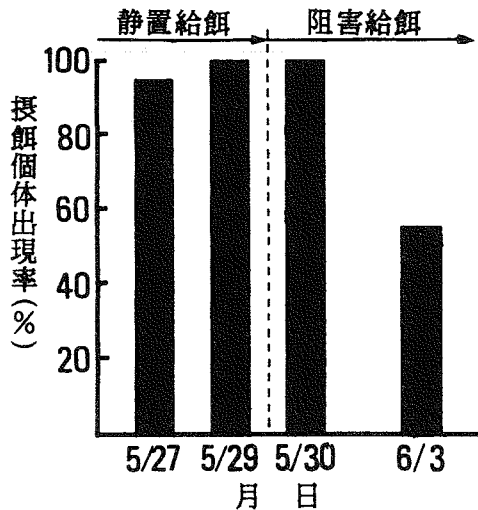


図11 中間育成個体の摂餌個体出現率

図12 摂食行動(離底時間)測定結果(2回次)

m離れたB地点と50m離れたD地点に比較的集中して分布しているのは観察された。これより、1回次同様、このような集中的な搬入には問題はないと考えられた。

稚魚の成長 5月25日に平均全長61.8mmで搬入した稚魚は10日後の6月3日には71.2mmとなり、この間1.04mm/日の成長速度を示した。また、B地点から抽出した稚魚の肥満度には期間中に大きな変化はなく、湿重量比で 0.69 ± 0.10 から 0.74 ± 0.10 、間重量比で 0.16 ± 0.02 から 0.17 ± 0.06 の範囲で推移した(図10)。ただ、給餌直後に抽出したこれらの稚魚の胃内容で調査した配合飼料に対する摂餌個体出現率は、阻害行為を行っていない5月30日までの値に比べて阻害行為を5日間続けた後の6月3日には極めて低い値となった(図11)。これより、この原因としては阻害行為による餌付きの低下が関わっている可能性が大きいと考えられる。

現存量と分布 放流口開放直前(6月3日)に行ったコドラート調査によって得られた値から推定した施設内における稚魚の現存量は93,234個体と、2回次搬入個体数の104.75%と増加する結果となったが、この値には放流口閉鎖時に残留していた1回次の個体が加わっているため、仮にこれらの個体が全てその後11日間生残したとしてこれを単純に差し引くと2回次の残存個体数は71,560個体となり80.40%の残存率が推定される。ただ、当然1回次の残存個体にも減耗があったと考えると2回次の残存率はこれを上回ることになる。

なお、放流口開放直前の施設内における稚魚の分布は1回次同様に施設西縁と排水口付近、および北縁と外海水の流入しやすい位置に高い密度で集中する傾向が強かった。

水質環境 中間育成施設内外の各調査定点において5月28日の午後から6月1日の午後までの間に6回の水質測定を行った(表1)。この内、海水温は外部に比べて常にやや高く、また午前より午後が高かったが、内部の各定点における違いは明瞭ではなかった。DOでは内部、外部とも明瞭な違いは示されなかったが、何れも午前に比べて午後が高くなった。PHでは何れにも大きな変化は示されなかった。濁度は外部に比べて内部に高く、特に入水口から最も離れたE定

表1 水質測定結果

1994. 5.28 (PM 6:00)						1994. 5.29 (PM11:00)					
定点	PH	水温(°C)	DO(ppm)	塩分量	濁度	定点	PH	水温(°C)	DO(ppm)	塩分量	濁度
A	8.58	20.4	8.00	3.21	4	A	—	19.0	6.88	3.21	3
B	8.55	20.2	8.05	3.25	3	B	—	18.8	7.42	3.26	2
C	8.00	20.3	8.16	3.24	3	C	—	18.7	6.98	3.19	2
D	8.45	20.4	8.17	3.26	3	D	—	18.7	7.08	3.22	2
E	8.41	20.3	7.97	3.24	4	E	—	18.7	7.13	3.24	3
F	8.44	20.1	7.80	3.27	1	F	—	18.7	7.80	3.28	2

1994. 5.29 (PM 5:00)						1994. 5.30 (PM 6:30)					
定点	PH	水温(°C)	DO(ppm)	塩分量	濁度	定点	PH	水温(°C)	DO(ppm)	塩分量	濁度
A	8.01	19.8	8.07	3.29	3	A	7.97	18.9	6.28	3.30	3
B	8.03	19.7	8.18	3.31	2	B	8.02	19.0	6.88	3.34	2
C	8.07	19.6	8.14	3.36	2	C	7.99	18.8	6.18	3.31	2
D	8.07	19.7	8.24	3.27	2	D	8.04	18.7	7.20	3.38	2
E	8.07	19.7	8.20	3.24	4	E	8.06	18.9	7.62	3.35	3
F	8.07	19.6	8.21	3.42	2	F	8.02	18.8	6.44	3.32	1

1994. 5.30 (PM 3:15)						1994. 6. 1 (PM 4:00)					
定点	PH	水温(°C)	DO(ppm)	塩分量	濁度	定点	PH	水温(°C)	DO(ppm)	塩分量	濁度
A	8.05	20.2	7.50	3.35	3	A	8.08	21.1	7.51	3.43	3
B	8.08	20.0	7.59	3.40	3	B	8.12	21.0	8.16	3.39	2
C	8.09	20.2	7.65	3.36	3	C	8.12	21.1	8.11	3.37	2
D	8.10	20.2	7.68	3.37	3	D	8.15	21.1	8.45	3.39	2
E	8.11	20.0	7.67	3.38	4	E	8.15	21.2	8.56	3.38	5
F	8.11	20.1	7.72	3.41	4	F	8.16	20.8	8.59	3.43	1

点で顕著に高い値が示された。これらの結果から、水温とDOでは飼育に支障はないが、濁度の片寄りから施設内部の海水の交流の不均一が大きいことが推定された。

種 苗 性 摂食行動の比較実験の結果、対照飼育した稚魚や中間育成10日後に抽出した稚魚に比べて5日後に抽出した稚魚に摂食行動がやや低い値が示された(図12)。これより、5日後

以降行った給餌直後の阻害行為には稚魚の摂食行動の俊敏性を向上する効果はなく、反対に俊敏性を低下させたことが考えられる。これは、前述のとおり10日後の給餌直後に抽出した稚魚の摂餌率が阻害給餌開始前に比べて著しく低下していたことと、ヒラメ稚魚の摂食行動の離底時間には短期間の絶食で鈍化する特性があること²⁾から、摂餌不良に伴う飢餓の進行がその要因となったことが考えられる。ただ、何れの実験区とも1回次の中間育成個体に比べて摂食行動は鈍く、十分な種苗性の向上は得られなかったと考えられる。

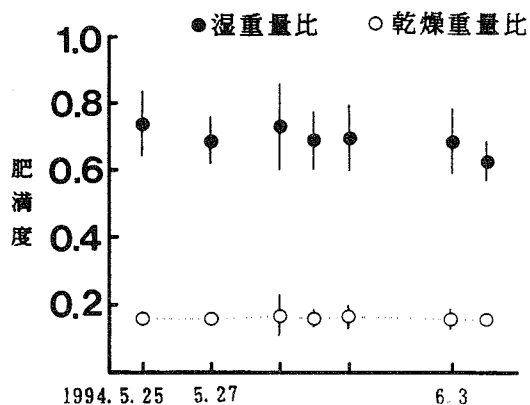


図10 中間育成魚の肥満度の推移 (2回次)

考 察

1. 中間育成の早期化と開始サイズの小型化の利点について

本年度の1回次の中間育成は、これまで行ってきた当調査の内、最も早い時期により小型サイズの人工種苗をより高密度に搬入しての試みだった。これは、昨年度の中間育成がそれまでに比べてより早期で小型での開始を試み、順調な生育と高い種苗性を得たことを受けた内容だった。中間育成のこのような方向性には、陸上施設を用いた従来の種苗生産より低コストで高い種苗性が得られる点で大きい利点があると考えられる。従って、中間育成の開始サイズは可能な限り小さい方がメリットが高いと言えることから、今後もさらに小型化の方向で検討を進める必要がある。

一方、近年の野外調査によって、本県浅海域におけるヒラメ稚魚の育成場では例年6月以降の生物環境は5月に比べて稚魚の生残に不利な要素が多いことが指摘されている³⁾。従って、中間育成個体の放流時期も当然これに併せてより早期に行うのが好ましいと考えられる。さらに、このような放流の早期化によって開放時の外海における餌料条件が向上すれば給餌停止後の飢餓による種苗性の低下に対する懸念も少なくなることが考えられる。

ところで、これまでの実験によって、放流後の行動に俊敏性に欠ける特性が認められる通常の種苗生産過程の人工稚魚も、ごく低密度で潜砂できる底砂があり、さらに豊富な天然餌料(遊泳性のアミ類)があれば、ごく短期間に天然稚魚に近い俊敏性が得られることが知られている⁴⁾。しかし、当中間育成施設ではこれらの条件の内、天然餌料が欠けていることから、2回次の結果が示したとおり、短期間での種苗性の向上には困難がある。ただ、1回次で試みたようなより小型サイズからの比較的長期間にわたる中間育成では、ごく天然稚魚に近い高い種苗性が得られることが過去3年間の当調査によって示されている。従って、より小型サイズからの中間育成には種苗性の点にも大きなメリットがあると考えられる。