

昭和60年度指定調査研究事業報告書  
(ヒメマスの海中飼育に関する研究)

昭和61年3月

石川県水産試験場  
石川県内水面水産試験場美川分場

## 調査実施機関および担当者

実施機関 石川県水産試験場  
石川県内水面水産試験場美川分場

### 担当者

区 分	所属機関および職名	氏 名
総 括	石 川 県 水 産 試 験 場 長	内 木 幸 次
計画・実施	石 川 県 水 産 試 験 場 漁 場 開 発 科 長	又 野 康 男 <sup>※</sup>
実 施	石 川 県 水 産 試 験 場 漁 場 開 発 科 技 師	貞 方 勉
	"	安 田 信 也
	"	津 田 茂 美
	石 川 県 水 産 試 験 場 海 洋 資 源 科 技 師	神 崎 和 豊
	石 川 県 内 水 面 水 産 試 験 場 美 川 分 場 技 師	北 川 裕 康
	"	西 尾 康 史

指導および協力機関（氏名） 水産庁養殖研究所日光支所（奥本直人）

# 目 次

目 的 .....	1
I. 1+ 年魚の海中飼育試験 .....	1
1. 方 法 .....	1
(1) 供試魚の由来 .....	1
(2) 供試魚の搬入 .....	1
(3) 収容施設、供試魚の大きさ、収容尾数 .....	1
(4) 飼育管理と諸測定 .....	2
1) 海水温、比重の測定 .....	2
2) 給 餌 .....	2
3) 魚体測定 .....	2
4) 斃死魚の取り揚げと魚体測定 .....	2
2. 結 果 .....	2
(1) 飼育期間中の水温、標準比重 .....	2
(2) 給餌量と摂餌 .....	2
(3) 斃死状況 .....	4
(4) 成 長 .....	6
(5) 魚肉成分組成 .....	7
(6) 天然餌料生物の捕食 .....	7
3. 考 察 .....	8
II. 0+ 年魚の海水馴致試験 .....	9
1. 方 法 .....	9
(1) 供 試 魚 .....	9
(2) 収容海水濃度と収容尾数 .....	9
2. 結 果 .....	9
(1) 発眼から餌付けまでの経過 .....	9
(2) 海水馴致 .....	10
要 約 .....	10
引用文献 .....	10

# 昭和60年度指定調査研究総合助成事業報告書 (ヒメマスの海中飼育に関する研究)

## 目 的

200海里時代の定着に伴い、漁業界における諸情勢の変化に対応するための一施策として、降海性魚類の増養殖事業の推進がはかられている。本調査では種苗生産技術の確立しているヒメマスについて内水面漁業と海面漁業との有機的な結合をはかるため、本種の海水適応能力、海水中での成長、歩留等を究明し、海中養殖企業化へ向けての基礎資料を得る。

## I. 1<sup>+</sup>年魚の海中飼育試験

### 1. 方 法

#### (1) 供試魚の由来

供試魚は昭和59年10月8日に中禅寺湖産の溯上親魚から採卵し、その後、水産庁養殖研究所日光支所で昭和60年11月26日まで養成した1<sup>+</sup>年魚である。

#### (2) 供試魚の搬入

昭和60年11月27日に日光支所から石川県内水面水産試験場美川分場まで約10時間のトラック輸送(1.2トン、ポリタンクに966尾収容、酸素通気)を経て搬入し、海中飼育試験に供した12月10日(飼育試験一I)および昭和61年2月7日(飼育試験一II)まで淡水で継続飼育を行った。海中飼育試験の供試魚は美川分場から石川県水産試験場まで約3時間30分を要してトラック輸送を行った。

#### (3) 収容施設、供試魚の大きさ、収容尾数

収容施設、供試魚の大きさ、収容尾数は表1に示すとおりである。施設の設置海面は水産試験場前面の宇出津港内で水深は約8mである。

表1 海中飼育試験の収容施設、供試魚の大きさ、収容尾数

試験区分	収 容 施 設	供 試 魚 の 大 き さ		収容尾数
		平均尾又長	平均体重	
飼育試験一I	縦 横 深さ 4 m × 4 m × 4 m ナイロンモジ網80径	12.33 cm	18.62 g	631 尾
飼育試験一II	4 m × 6 m × 3 m テトロンラッセル16節	14.48 cm	32.88 g	156 尾

海面施設への供試魚の収容は輸送用タンク内の淡水水温と海水水温との水温差(飼育試験一Iでは淡水9.7℃、海水15.3℃、飼育試験一IIでは淡水5.4℃、海水9.9℃)を調整するために輸送用タンク内に約1時間30分に亘って海水を注入後に行った。

#### (4) 飼育管理と諸測定

##### 1) 海水温、比重の測定

海面下1mの水温と比重の測定を原則として毎日、午前(9時)と午後(15時)に各1回ずつ実施した。

##### 2) 給餌

ライトリッツの給餌率を参考にして、市販マス用配合飼料を毎日、午前と午後各1回ずつ投与した。

##### 3) 魚体測定

各月の中旬に無作為に30尾ずつ取り揚げて、体重、尾叉長を測定後、開腹して性の判別を肉眼もしくは検鏡によって行った。一部の魚体は天然餌料生物の捕食状況と肉質分析に供した。

##### 4) 斃死魚の取り揚げと魚体測定

斃死魚は観察される毎に取り揚げて体重、尾叉長の測定と性の判別を行った。

## 2. 結果

### (1) 飼育期間中の水温、標準比重

図1に飼育試験—Iを開始した昭和60年12月10日から昭和61年3月20日までの午前中の水温と標準比重の変化を旬毎の平均値で示した。旬平均水温は12月中旬(13.7℃)から3月上旬(8.9℃)までの旬を経るにしたがって降温したが、3月中旬では水温上昇の兆がみられた。日別では7.8~15.3℃で変動した。標準比重は旬平均値では23.49~24.79で変動し、水温の低下に伴って高くなる傾向を示したが、日別では21.98~25.60の範囲にあり、飼育施設の設置場所である宇出津港内では港内に注ぐ河川流入量の多寡が標準比重を左右し、施設設置場所は富山湾沖合域と比較して低鹹、低水温であった。

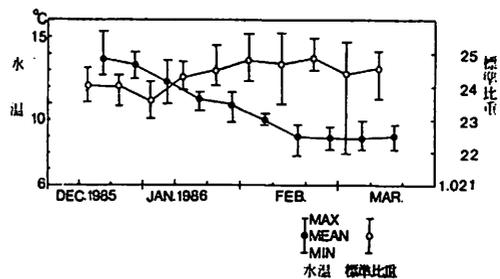


図1 海水飼育期間中の旬平均水温と標準比重の変化

### (2) 給餌量と摂餌

飼育期間中の給餌量と日間摂餌率を表2に示した。飼育試験—Iでは供試魚を収容した翌日から市販マス用2号ペレットに淡水を外割50%の添加で投与したが、粒径の小さい飼料を良く摂餌する状況が観察されたため、収容後11日目から37日目までマス用クランブルに淡水を外割50%で添加して投与した。39日目以降は魚体の成長と摂餌状況が好転したことから再びマス用2号ペレットに切り換え、87日目以降は淡水無添加とした。日間給餌率は魚体測定から次の魚体測定の間期毎に求めたが、1.1~1.3%であった。供試魚は飼育当初から表

層に浮上、巡回遊泳を行って摂餌したが、一部（推定約20%）の魚は全く浮上せず、生簀の中層～底層付近で緩慢な遊泳を行い、それらは摂餌していないように思われた。この中・底層緩慢遊泳群は昭和61年3月20日現在でも観察されるが、飼育魚に占める比率は飼育当初より減少したと思われる。

飼育試験Ⅱでは収容当初からマス用2号ペレットに淡水を外割50%で添加して投与したが、収容後28日目からは淡水無添加とした。飼育魚は餌料投与時に生簀の底層から表層へ浮上して摂餌するものの、巡回遊泳することはなく、摂餌後、直ちに底層へ潜行した。収容当初から9日間は全く、あるいは僅かに摂餌するのみで日間摂餌率は0.8%であった。

表2 飼育期間中の給餌量と日間摂餌率

飼育期間	飼育試験Ⅰ			飼育試験Ⅱ	
	クランブル	2号ペレット	日間摂餌率	2号ペレット	日間摂餌率
60. 12. 10 ~ 20	118 g	1,091 g	12. 10 ~ 1. 15 1. 30 %		
12. 21 ~ 31	1,815				
61. 1. 1 ~ 10	1,940	150	1. 16 ~ 2. 14 1. 29 %	47 g	2. 7 ~ 3. 16 0. 80 %
1. 11 ~ 20	824.5	750			
1. 21 ~ 31		2,422	2. 15 ~ 3. 16 1. 14 %	360	
2. 1 ~ 10		1,810		475	
2. 11 ~ 20		2,150		455.5	
2. 21 ~ 28		1,780		523	
3. 1 ~ 10		1,538			
3. 11 ~ 20		2,078.7			
合計	4,697.5	13,769.7		1,860.5	

$$\text{日間摂餌率} = \frac{F}{\frac{N_0 + N_t}{2} \times \frac{W_0 + W_t}{2} \times t} \times 100$$

$N_0$  : 飼育開始時の尾数

$N_t$  :  $t$ 日飼育後の尾数

$W_0$  : 飼育開始時の平均体重

$W_t$  :  $t$ 日飼育後の平均体重

$F$  : 飼育期間中の総給餌量

$t$  : 飼育日数

なお、飼育試験Ⅱに供試するまで淡水で飼育を継続していた魚（収容尾数300尾）の昭和60年12月15日～昭和61年1月15日までの総給餌量はクランブル2,640gで日間給餌率は

1.16%であった。魚の摂餌状況は良好で、池底面に落下した餌料も取り尽くす状態を示していた。

### (3) 斃死状況

飼育期間中の当初収容尾数に対する旬毎の斃死率と累積斃死尾数を図2に示した。飼育試験一I（収容尾数631尾）では収容当初から10日間で10.3%（斃死尾数65尾）の斃死がみられ、その後の旬では0.5~2.2%（斃死尾数3~14尾）の斃死であった。昭和61年3月20日までの累積斃死尾数は142尾で、累積斃死率は22.5%であった。飼育試験一IIの当初収容尾数156尾に対する各旬の斃死率は0.6~5.1%（斃死尾数1~8尾）で、飼育試験一Iでみられた収容初期の大きな減耗はみられなかった。累積斃死尾数は24尾、累積斃死率は15.4%であった。

斃死魚と魚体測定魚の尾叉長組成、肥満度組成(肥満度:  $B.W. \times 10^3 / F.L.^3$ )を図3に、斃死魚と魚体測定魚の平均肥満度と性比(雌の尾数/雄と雌の尾数)を表3にそれぞれ示した。斃死魚は一般に測定魚より小型に偏する傾向を示し、また肥満度も低く、ヤセ魚の多いことが判る。しかし、飼育試験一Iの昭和61年2月15日~

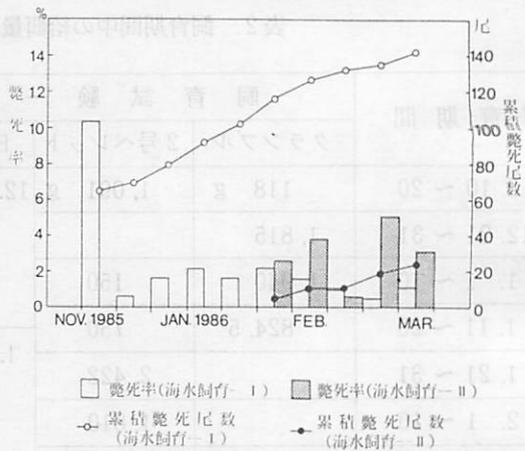


図2 当初収容尾数に対する旬毎の斃死率と累積斃死尾数

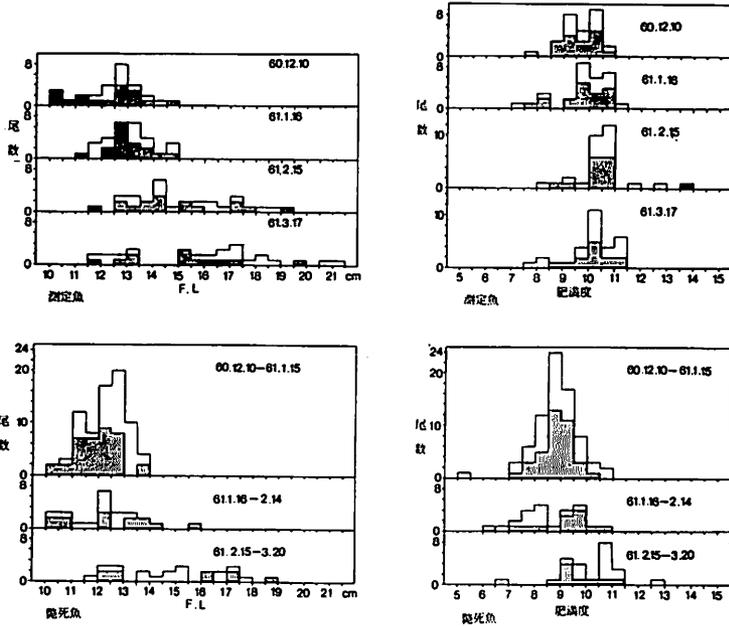
の期間における斃死魚とそれ以前の斃死魚の斃死要因は相違すると考えられる。斃死の要因については未だ明らかではないが、比較的肥満度の高い魚体では皮膚のピラン、脱鱗などの外観症状が観察され、細菌性疾患の疑いがもたれた。

なお、飼育試験一Iの測定魚には肥満度9以下のヤセ魚がみられたが、これは先に述べた飼育当初から全く摂餌しなかった魚群に属するものと思われた。飼育試験一IIに供した魚の淡水飼育期間中(昭和60年12月15日~昭和61年1月15日)における斃死尾数は収容尾数300尾のうち、2尾のみで、斃死要因は鳥害であった。

表3 斃死魚および測定魚の性比と肥満度

試験区分	斃死魚			測定魚		
	期間	性比	平均肥満度	測定年月日	性比	平均肥満度
海水飼育—I	60.12.10~61.1.15	0.49	8.73	60.12.10	0.61	9.68
	61.1.16~2.14	0.52	8.59	61.1.16	0.57	9.77
	61.2.15~3.20	0.38	10.09	61.2.15	0.50	10.48
				61.3.17	0.43	10.07
海水飼育—II	61.2.7~3.20	0.43	9.96	61.2.7	0.75	10.71
				61.3.17	0.53	10.42

飼育試験—I



飼育試験—II

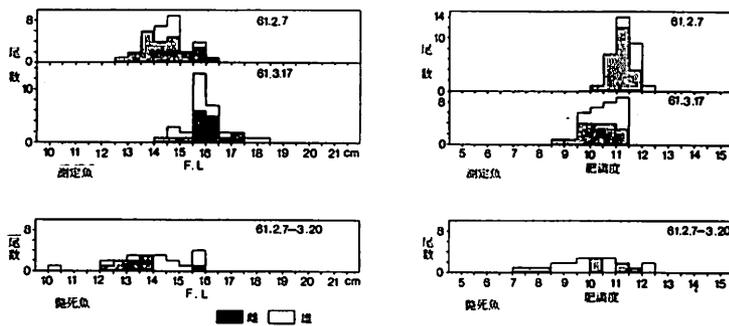


図3 斃死魚と測定魚の尾叉長組成と肥満度組成

(4) 成 長

表4-1~4-3に供試魚の成長を測定回次毎に示した。飼育試験-Iでは図3からも明らかのように魚体の不揃いが大きく、体重と尾叉長の変動係数は飼育期間を経過するに従って大きくなり、昭和61年3月17日の測定魚は最大体重103.5g、最小体重13.68gで、その差89.82g、最大の魚は最小の魚の約7.6倍の体重を示した。他方、飼育試験-IIは変動係数に大きな変化はなく、飼育試験-Iと比較してその値は小さく、成長に伴う不揃い化はみられなかった。測定間期毎の日間成長率は飼育試験-Iでは0.45~1.79%、飼育試験-IIでは0.68%であった。しかし、飼育試験-Iの日間成長率が1.79%であった飼育期間の増肉係数は0.83で、1以下の値を示したことから測定魚の抽出が不適当で成長が過大に評価されたものと考えられ、これは魚体間の成長差が著しかったことに起因する。淡水飼育期間中の日間成長率は0.84%を示し、増肉係数は1.38であった。淡水飼育と海水飼育との成長を比較することにはデータが不適正なことや、データが少ないこと、飼育開始時の魚体重が異なること等、諸問題があり結論を引き出すことは避けたいが、飼育試験-IおよびIIの飼育開始後約1ヶ月間の成長は海水順応の悪影響によって淡水飼育より劣ったと思われる。

表4-1 飼育試験-Iにおける成長

測定年月日	体 重 (g)			尾 叉 長 (cm)			前回測定値に対する増加率		日 間 成長率	餌 料 転換効率	増 肉 係 数
	平均	範 囲	変 動 係 数	平均	範 囲	変 動 係 数	体 重	尾 叉 長			
60. 12. 10	18.62	8.63~29.79	0.28	12.33	10.00~14.69	0.09	—	—	0.45	5.14	19.45
61. 1. 16	22.02	12.41~35.28	0.27	13.01	11.37~14.80	0.07	18.3	5.5			
2. 15	38.28	14.34~73.11	0.41	15.12	11.94~19.23	0.13	73.8	16.2	1.79	120.7	0.83
3. 17	44.14	13.68~103.50	0.51	15.86	11.8~21.3	0.16	15.3	4.9	0.47	18.45	5.42

表4-2 飼育試験-IIにおける成長

測定年月日	体 重 (g)			尾 叉 長 (cm)			前回測定値に対する増加率		日 間 成長率	餌 料 転換効率	増 肉 係 数
	平均	範 囲	変 動 係 数	平均	範 囲	変 動 係 数	体 重	尾 叉 長			
61. 2. 7	32.88	20.90~44.80	0.18	14.48	12.86~16.13	0.06	—	—	0.68	35.17	2.84
3. 17	42.65	27.14~65.71	0.17	15.96	14.3~18.0	0.05	29.7	10.2			

表 4-3 淡水飼育における成長

測定年月日	体 重 (g)			尾 叉 長 (cm)			前回測定値に 対する増加率		日 間 成長率	餌 料 転換効率	増 肉 係 数
	平均	範 囲	変動 係数	平均	範 囲	変動 係数	体 重	尾叉長			
60. 12. 15	20. 60	12.3 ~ 31.4	0. 24	12. 52	10.74 ~ 14.39	0. 08	—	—	0. 84	72. 73	1. 38
61. 1. 16	27. 00	14.00 ~ 35.72	0. 18	13. 61	11.46 ~ 15.20	0. 05	31. 1	8. 7			

$$\text{日間成長率} = \frac{W_t - W_0}{\frac{W_0 + W_t}{2} \times t} \times 100$$

$$\text{餌料転換効率} = \frac{N_t W_t - N_0 W_0}{F} \times 100$$

$$\text{増肉係数} = \frac{F}{N_t W_t - N_0 W_0}$$

No : 飼育開始時の尾数

Nt : t日飼育後の尾数

Wo : 飼育開始時の平均体重

Wt : t日飼育後の平均体重

F : 飼育期間中の総給餌量

t : 飼育日数

(5) 魚肉成分組成

魚体測定時毎に5尾ずつ抽出して筋肉部(皮付き)を混合し、成分組成の分析に供した。分析の結果は表5に示すとおりである。飼育試験—Iの昭和60年12月10日の供試魚は淡水飼育魚であるが、それ以降の供試魚は海水飼育魚である。魚肉成分組成は水分75.0~76.3%、粗蛋白質18.1~20.1%、粗脂肪2.6~3.6%、灰分1.4~1.9%で、海水飼育期間の延長とともに粗蛋白質の含有率は増加し、粗脂肪と灰分の含有率は減少する傾向を示した。このような成分組成の変化は給餌飼料の成分組成によって異なるほか、魚体の成長の程度によっても相違すると考えられる。一方、淡水で継続飼育した魚体では飼育期間が短期間であったため、成分組成の変化を把握するには至らなかった。なお、ヒメマスと同じサケ科に属するニジマスの筋肉成分組成の1例を表すと<sup>1)</sup>、水分76.0%、粗蛋白質19.5%、粗脂肪3.8%、粗灰分1.7%で、両魚種の筋肉成分組成は近似していた。

表 5 魚肉成分組成の変化

(6) 天然餌料生物の捕食

測定時毎に測定魚の胃内容物を調査し、天然海域に対する順応の検討を試みた。試料は現在調査中であるが海水飼育を開始して38日目の魚体でCopepodaやIsopodaの捕食が観察された。

調査年月日		60. 12. 10	61. 1. 16	61. 2. 18	61. 3. 17
飼 育 試 験 I	供試魚の平均尾叉長cm	12. 3	14. 0	16. 6	17. 9
	平均体重g	19. 2	28. 4	49. 3	60. 2
	水 分%	75. 2	76. 3	76. 0	75. 0
	粗蛋白質%	18. 1	18. 2	19. 0	20. 1
	粗脂肪%	3. 6	3. 3	2. 6	2. 6
	灰 分%	1. 9	1. 7	1. 5	1. 4
調査年月日		60. 12. 15	61. 1. 16		
淡 水 飼 育	供試魚の平均尾叉長cm	12. 0	13. 0		
	平均体重g	19. 5	29. 7		
	水 分%	76. 0	77. 0		
	粗蛋白質%	18. 9	18. 2		
飼 育	粗脂肪%	2. 4	2. 6		
	灰 分%	1. 6	1. 2		

### 3. 考 察

今回、1<sup>+</sup>年魚の海中飼育にあたって海水馴致を経ず、淡水飼育魚を直接海面に設置した網生簀内に収容した。収容後101日目（飼育試験—I）および42日目（飼育試験—II）までの当初収容尾数に対する斃死率はそれぞれ22.5%と15.4%である。収容後の斃死は海中飼育—Iでは飼育開始後10日間に集中し、累積斃死尾数の約50%を占めた。飼育試験—IIでは飼育初期に集中して斃死する傾向はみられず、各旬の斃死率は0.6～5.1%である。供試魚の大きさは飼育試験—Iでは平均尾叉長12.33cm、飼育試験—IIでは平均尾叉長14.48cmで、飼育試験—IIの供試魚が大型である。ヒメマスの海水馴致について小倉・五十嵐<sup>2)</sup>は0年魚より1年魚の方が生理的な影響が大きく、また同一年級群でも小型サイズより大型サイズで生理的な影響が大きいとしている。一方、今回の海中飼育試験の斃死魚は小型魚に偏し、小型魚を供試した飼育試験—Iでは海水中へ収容後短期間に斃死が集中していることから、小型魚の方で海水への順応性が低いことが推察された。斃死魚は肥満度が低いことも特徴的であるが、サクラマスも海水馴致による生理的障害から体色の黒化したヤセ魚が出現し、血液性状から体液減少が窺われ<sup>3)</sup>ヒメマス斃死魚の低肥満度も海水順応不全によるものと思われる。つぎに性別による海水への順応性についてみる。海水馴致中における斃死率はマスノスケでは雄で高いこと<sup>4)</sup>やサクラマスの沿岸滞留群の性比が雌に片寄ることなど、概して雌雄による海水順応性の相違が指摘されているが、ヒメマスでは斃死魚の性比がほぼ0.5に近似することから雌雄による相違は殆んどないものと思われる。ヒメマスの海中飼育における成長については飼育試験—Iでは魚体の不揃いのために正確に把握できず、また、飼育試験—IIでは飼育期間が短期間（42日間）であったことから検討し得るデータに乏しいが、体重の日間成長率を飼育試験—IIの0.68とし、ヒメマスの生息適水温7～18℃<sup>2)</sup>の期間を石川県内浦海域の水温資料から12月～6月中旬の約200日間と仮定すると飼育開始時の約3.9倍に成長することになる。この試算で求められる数値の妥当性は今後の飼育試験に待たねばならないが、今回供試した平均体重18.62gの魚体では商品性の評価の高い大型魚の生産は困難であると考えられる。以上のことからヒメマスの海中飼育企業化についてみると、ヒメマスは魚体の大きさによっては海水馴致を必要としないこと、雌雄による海水順応性に差がなく飼育魚の雌雄選別を要しないことなどの利点が考えられる。反面、成長が遅い可能性が示唆され、大型種苗の導入と成長促進技術の開発が大きな課題として提起されよう。

## II. 0+ 年魚の海水馴致試験

### 1. 方 法

#### (1) 供 試 魚

供試魚は昭和60年10月23日に中禅寺湖産湖上親魚から得られた卵を水産庁養殖研究所日光支所で発眼期まで卵管理を行ない、昭和60年11月27日に日光支所から石川県内水面水産試験場美川分場へ20,000粒搬入してふ化、浮上、餌付けの各段階を経たふ化後40~44日の稚魚である。供試魚の平均体重は120mg、平均尾叉長は2.78cmである。

#### (2) 収容海水濃度と収容尾数

海水馴致は諸般の事情により、100%海水（標準比重24.23、海水温10.2℃）を貯水した2トン容角型水槽に1,000尾、海面の網生簀（2×2×2m、ナイロンモジ網240径、標準比重24.06、海水温9.9℃）に15,500尾収容した。

### 2. 結 果

#### (1) 発眼から餌付けまでの経過

美川分場へ発眼卵を搬入した後の経過を表6に、また、卵管理期間中の水温の旬平均値の変化を図4に示した。

卵管理期間中の旬平均水温は昭和60年11月下旬~昭和61年1月上旬まで地下水を用いていたため12℃台で推移したが、その後河川水に切り換えたため、8℃台となった。

表6 発眼卵移殖後の経過

年 月 日	60. 11. 27	60.12.24~30	61.1.13~16	61. 1. 25
事 項	発眼卵移殖 20,000粒	ふ化 19,670尾 (98.35%)	浮上 19,370尾 (98.47%)	餌付け開始
採卵からの積算水温	316.2℃	656.2~727.9℃	899.7~935.1℃	946.6℃

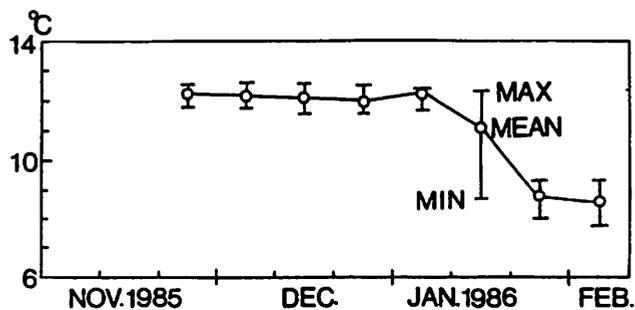


図4 卵管理期間中の旬平均水温の変化

## 2) 海水馴致

ふ化後40～44日を経過した稚魚を標準比重 24.06 と 24.23 の海水へ直接収容した直後では水槽や生簀網の側壁上層と底層に分れて分布したが、狂奔するような異常遊泳は観察されなかった。しかし、収容翌日には2トン水槽に収容した稚魚の93.9%、また生簀網に収容した稚魚の約97.9%が斃死し、翌々日には総べて斃死し、稚魚の海水に対する順応性は見い出せなかった。今回の試験では各海水濃度に対する耐性比較ができなかったが、今後は海水濃度を細分した試験区を設けて実施する必要がある。

### 要 約

ヒメマス1<sup>+</sup>年魚の海中飼育と0<sup>+</sup>年魚の海水馴致試験を実施して次の結果を得た。

1. ヒメマスの海中飼育における斃死魚は小型で低肥満度に偏する傾向がみられ、大型魚で海水順応性が優れていると考えられた。
2. 雌雄の別による海水順応性には相違がないと思われた。
3. 海中飼育におけるヒメマスの成長には海水に対する順応性の魚体間の相違から不揃いがみられた。また、淡水飼育と比較して飼育初期では海水順応の影響によって劣ることが推察された。
4. ふ化後40～44日目の稚魚の100%海水に対する順応性は見い出せなかった。

### 引 用 文 献

- 1) 原 田 雄四郎 : (1980)、スカム飼料のニジマス・ウナギに対する成長と影響の検討、昭和54年度多獲性赤身魚の高度利用技術開発水産加工廃棄物等利用技術開発研究成果の概要、水産庁研究部研究課, 583-631.
- 2) 小倉大二郎・五十嵐照明 : (1978)、海産魚類蕃養試験 ヒメマス・サクラマスの海水飼育試験、青森県水産増殖センター事業概要, 164-172.
- 3) 又野康男・古沢優・吉田敏泰 : (1978)、サクラマスの海水馴致、石川県増殖試験場事業報告書, 11-13.
- 4) 大家正太郎・清水舜一・堀川芳明・山本慎一・中村元二 : (1984)、マスノスケの淡水及び海水飼育、近畿大学水産研究所報告第2号, 129-142.