

# マダラ増殖試験

塩垣 優・中田 凱久・中西 廣義

昨年度に引き続き、標識放流試験、餌料環境調査並びに種苗生産試験を実施したので、その概要を報告する。標識放流試験は今年度から佐井村漁協牛滝支所、脇野沢村漁協では、漁協の放流事業として実施され、当所ではそのとりまとめを担当することになった。

## I. 標識放流結果

### 標識放流実績

牛滝支所 放流時期：1990年2月5日～同年3月24日までの間  
放流尾数：150尾  
標識：黄色ディスク、青セ1～150

※脇野沢村漁協では都合により実施せず。

### 平成元年度放流群年度内再捕結果

1990年11月までの再捕結果を表1に示した。県外再捕では恵山以東道東海域で5尾、津軽海峡～北海道日本海海域で4尾と、例年になく日本海で再捕された割合が高くなっている。

また、道東海域でのこれまでの再捕例の中で最遠隔地が花咲沖であったものが、今年度はさらに東方海域である歯舞諸島南方水域と記録が更新された(図1)。

### 昭和63年度放流群年内、翌年度再捕結果

昭和63年度放流群の翌年度再捕結果を表2に示した。

同放流群の年内再捕結果(昭和63年度)と併せて、その再捕率について検討すると以下のようになる(表3)。

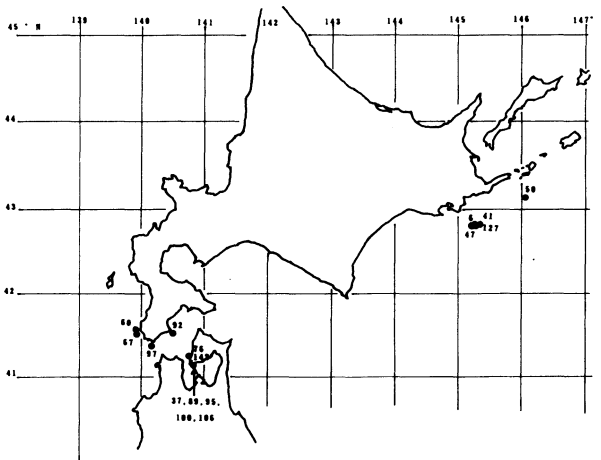


図1 平成元年度放流群の年内再捕結果(図中の数字は標識番号)。

表 1 平成元年度放流群の年内再捕結果

再 捕 地	標識番号	放 流 時 期	漁 法	再 捕 時 期
〈県外再捕分〉				
厚 岸 沖 水深160m (42° 54' N, 145° 15' E)	6	1990. 2. 19	ト ロ ー ル	1990. 5. 14
厚 岸 沖 (42° 54' N, 145° 17' E)	4 1	1990. 2. 6	ト ロ ー ル	1990. 5. 6
厚 岸 沖 (42° 54' N, 145° 15' E)	4 7	1990. 2. 6	ト ロ ー ル	1990. 5. 16
齒 舞 沖 (43° 08' N, 146° 01' E)	5 0	1990. 2. 6	底 刺 網	1990. 10. 19
松 前 町 月 島 水深 200m	6 0	1990. 3. 12	底 刺 網	1990. 10. 5
松 前 町 清 部 沖合 800m	6 7	1990. 3. 12	底 建 網	1990. 4. 7
福 島 町 吉 野 沖 500m	9 2	1990. 2. 5	小 定 置	1990. 4. 18
久 遠 郡 大 成 町 長磯沖 2.8マイル	9 7	1990. 3. 7	延 縄	1990. 9. 8
厚 岸 沖 (42° 54' N, 145° 15' E)	1 2 7	1990. 2. 15	ト ロ ー ル	1990. 5. 7
〈県内再捕分〉				
脇 野 沢 鯛 島 沖	3 7	1990. 2. 5	底 建 網	1990. 2. 15
牛 滝 焼 山 崎	7 6	1990. 2. 15	〃	1990. 3. 31
脇 野 沢 大 崎 沖	8 9	1990. 2. 5	〃	1990. 2. 15
〃 ?	9 5	1990. 2. 5	〃	1990. 2. 10
〃 大 崎 沖	1 0 0	1990. 2. 15	〃	1990. 2. 23
〃 大 崎 沖	1 0 6	1990. 2. 15	〃	1990. 2. 26
牛 滝 焼 山 崎	1 4 3	1990. 2. 25	〃	1990. 3. 1

\* 平成元年度放流実績 (牛滝：黄色ディスク，1～150，放流時期，1990年2月5日～同年3月24日；脇野沢：なし)。

表2 放流翌年、翌々年再捕結果（平成元年度再捕分）

標識番号	放流地	放流時期	再捕場所	漁法	再捕時期
白105	脇野沢青石沖	1989. 1. 18	牛滝黒滝沖	底建網	1990. 1. 12
白316	牛滝今滝沖	1989. 2. 8	焼山, ケヌマ沖	〃	1991. 1. 17
白344	牛滝三十郎澗沖	1989. 2. 9	牛滝大荒川沖	〃	1990. 2. 1
白384	牛滝武士泊沖	1989. 2. 1	脇野沢イボ崎	〃	1990. 1. 7
白390	牛滝武士泊沖	1989. 2. 1	脇野沢大崎沖	〃	1989. 12. 28
白406	牛滝ニゴリ澗沖	1989. 2. 1	牛滝大荒川沖	〃	1990. 2. 5
白415	牛滝黒滝沖	1989. 2. 17	脇野沢大崎沖	〃	1990. 2. 1
白491	牛滝焼山沖	1989. 2. 18	牛滝黒滝沖	〃	1990. 2. 1
白493	牛滝焼山沖	1989. 2. 18	脇野沢穴澗沖	〃	1990. 2. 1
白494	牛滝焼山沖	1989. 2. 18	牛滝ニゴリ澗沖	〃	1990. 1. 29
白499	牛滝三十郎澗沖	1989. 2. 9	脇野沢ナシロ沖	〃	1990. 2. 5

表3 昭和63年度放流群の再捕結果内訳（尾数）

区 分	(脇野沢+牛滝) 放流分	牛滝放流分
I 年度内再捕	35	27
(1) 放流海域内再捕	21	16
(2) 県外再捕	14	11
1) 恵山以東～道東	12	9
2) 日本海～海峡	2	2
II 翌年再捕	13	12
合 計	48	39
全再捕率(%)	12.0	19.0
放流海域内年度内再捕 をのぞいた再捕率(%)	7.0	10.0

\* 昭和63年度放流群の漁協別放流尾数：脇野沢，171尾。 牛滝，199尾。

このマダラ放流試験では、放流後その年度内で再捕される場合が殆んどであり、一部翌年度に再捕されており、翌々年度再捕の例は極めて珍しい。従って、放流翌年度までの再捕実績で全体の傾向を把握し得る。ここでは昭和63年分の総括として表3にまとめたように、全体の再捕率で12%、そのうち放流後まもなく放流海域ないしは陸奥湾で漁獲されたものを除外した場合の再捕率は7.0%となり例年の傾向値である8%に近似した値となる。しかし、牛滝放流群についてのみみれば、それぞれ19.0%、10.0%となり、かなり高い値を示した。

## II. 餌料環境調査

前年度に引続き、湾内の餌料環境をコペポダ・ノープリウスの出現量を中心として調査を行った。前年度は、調査期間、調査点共に小規模であったので、今年度は図2に示したように調査点を東湾にも設け、さらに原則として月1回、周年にわたって調査を行った。調査方法は前年度と同様とした。

### 調査結果

今年度行った調査のうち、1990年9月以降の結果は来年度に併せて報告する。

1989年12月7日～1990年7月6日および1989年1月26日、同年3月30日の調査日、各層別のノープリウスの分布密度を図3、A～Lに示した。

出現した動物プランクトンのうち、量的に最も多いものはコペポダのノープリウスであり、他の動物群としてはフジツボのノープリウス、海産ミジンコの枝角類 (Podon, Evadne, Penilia)、海産ワムシ類 (ウミネコワムシ、フサワムシ属の1種) などの出現がみられるがこれらは1ℓ当り数個体以下の分布密度しかなく、仔稚魚の餌料資源としての地位は著しく低いと考えざるを得ない。

コペ・ノープリウス分布密度の季節変動：冬季から初夏までのノープリウスの種組成はカラノイダが主体であるが5月以降ハルバクチコイダの Microsetella sp. が急増し、特に7月の全ノープリウスの7～9割以上を占めていた。また、本種のノープリウスは30m層に多い傾向が示された。12月から7月までの分布密度の傾向としては5月中旬まで、月別の顕著な変動傾向が殆ど認められず、1ℓ当りの密度は数10個体と著しく少なかった。5月下旬以降は顕著な増加傾向が示された。また、層別にみると冬～初夏までは底層で少なく上、中層に多い傾向があるが、夏では逆に上層で激減し、30m層で多い分布がみられた。これは前述したように種組成が異なることによる。一般に、ハルバクチコイダのノープリウスは魚類仔魚の好む餌料とはならず、この意味では夏場は初期餌料プランクトンの分布密度は冬～春の期間に比べて相対的に少ないと言える。

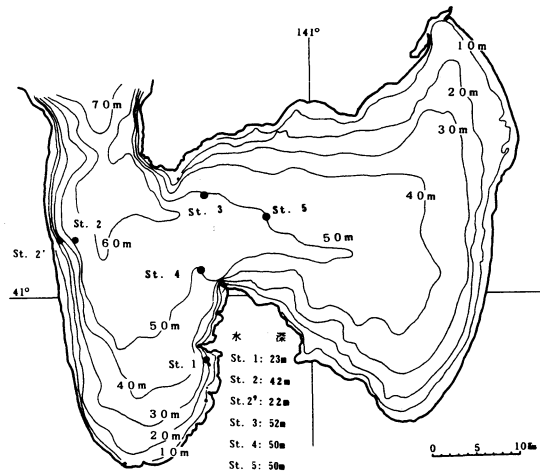


図2 餌料環境調査地点図

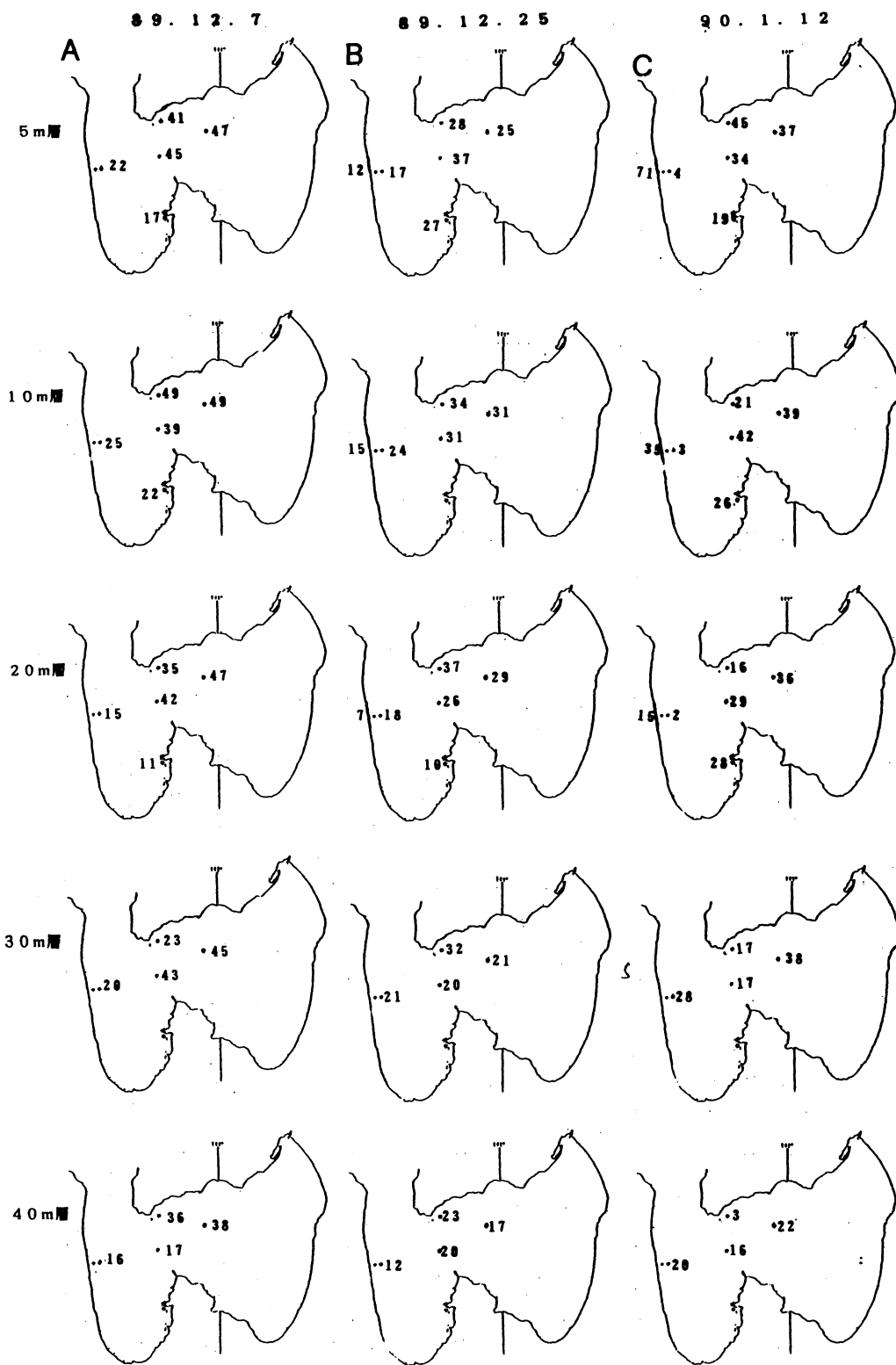


図3 陸奥湾におけるコペポダ・ノープリウスの1ℓ当り層別分布密度。

A~J、1989年12月~1990年7月；K~L、1989年1月、3月

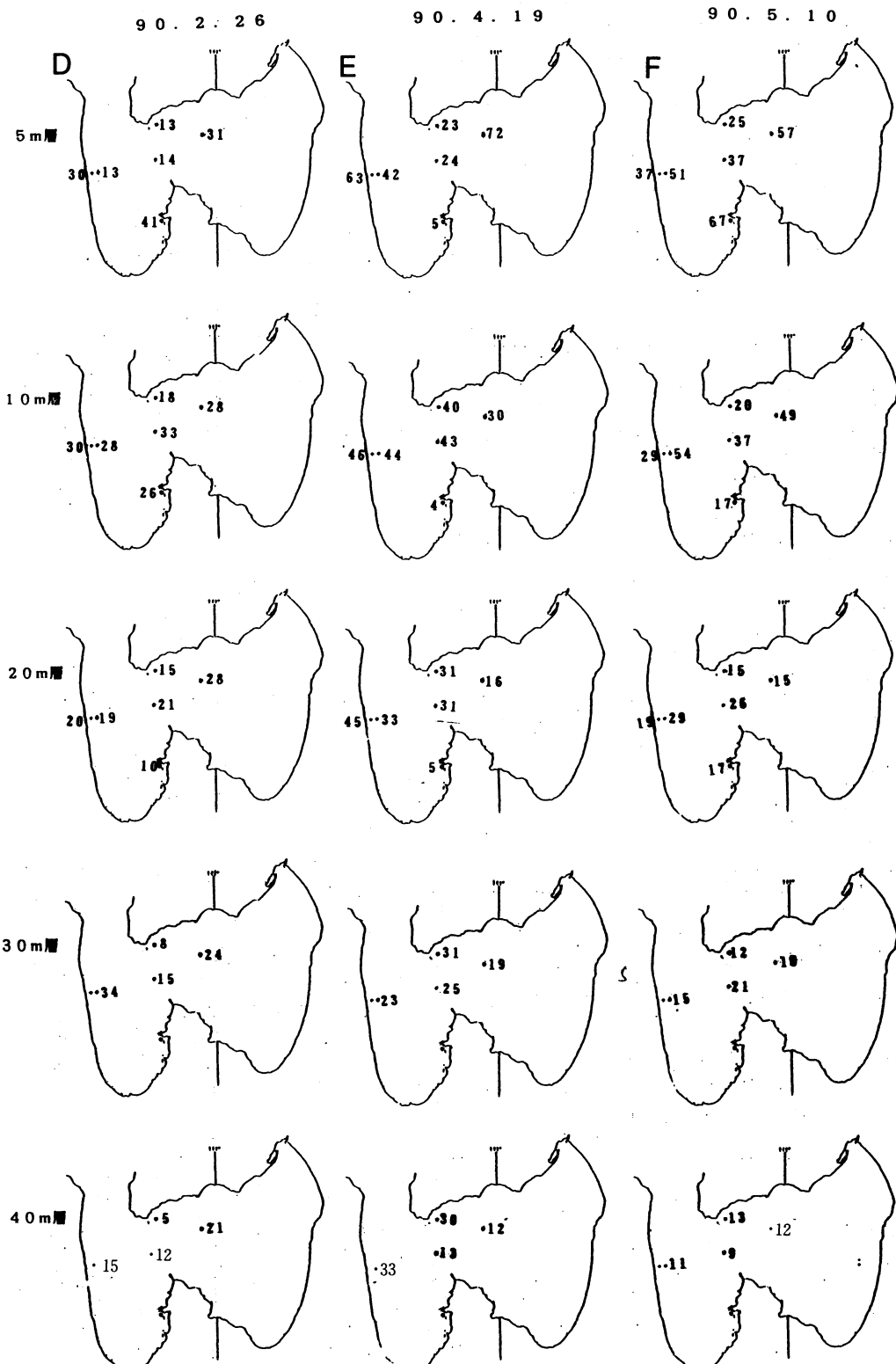


図3 陸奥湾におけるコペポダ・ノープリウスの1ℓ当り層別分布密度。

A~J、1989年12月~1990年7月；K~L、1989年1月、3月

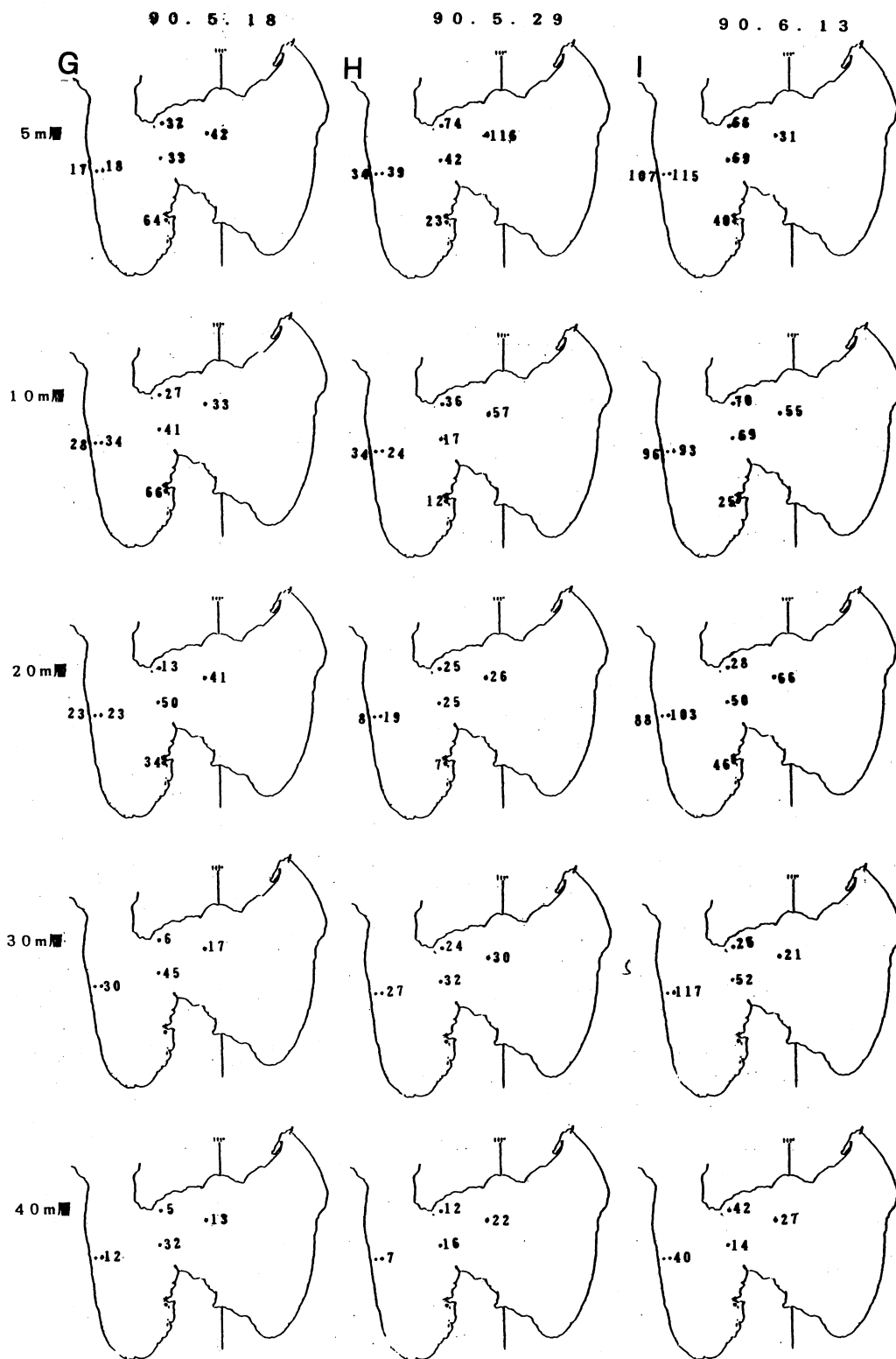


図3 陸奥湾におけるコペポダ・ノープリウスの1ℓ当り層別分布密度。

A~J、1989年12月~1990年7月；K~L、1989年1月、3月

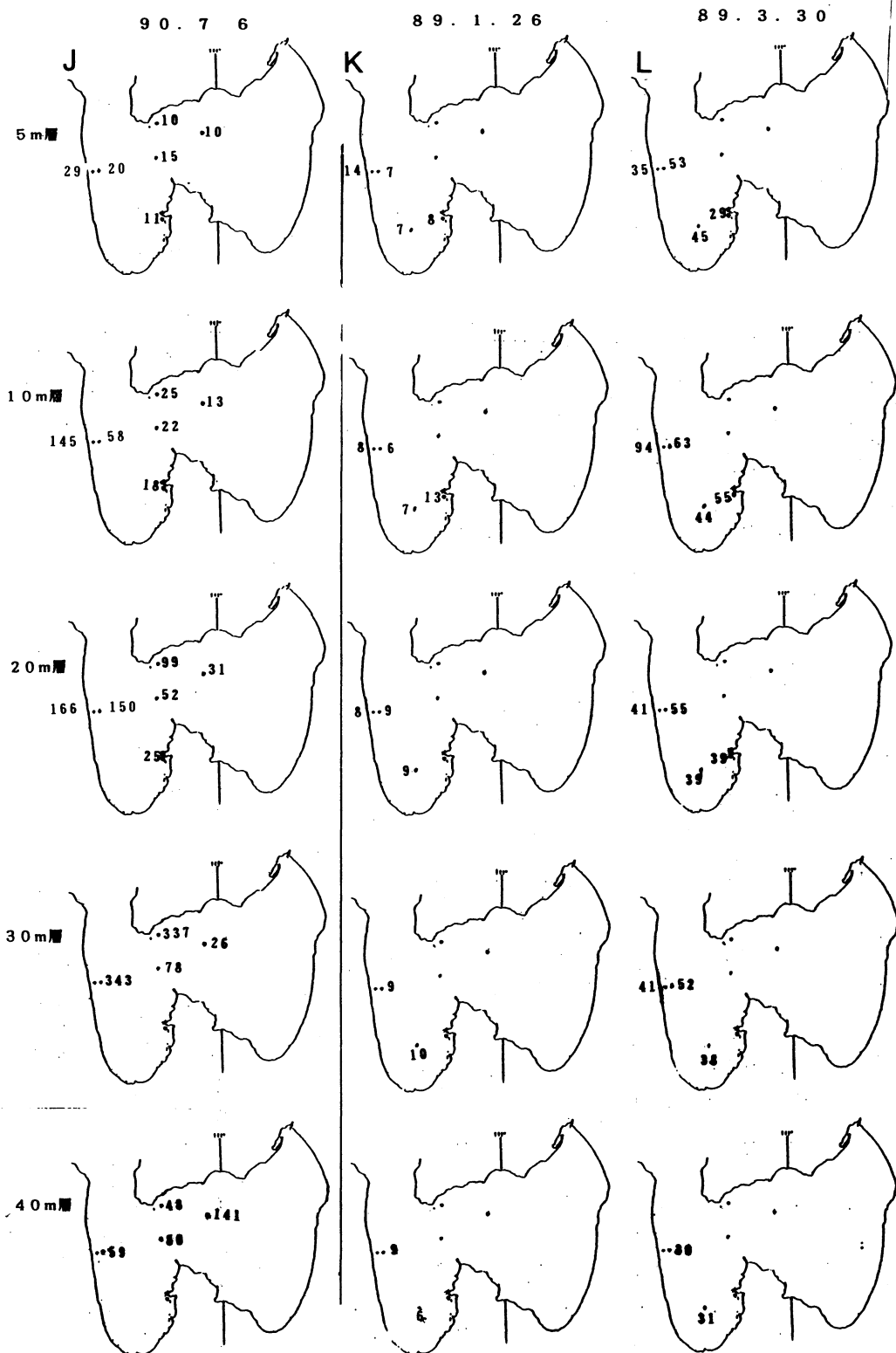


図3 陸奥湾におけるコペポダ・ノープリウスの1ℓ当り層別分布密度。

A~J, 1989年12月~1990年7月; K~L, 1989年1月、3月



地点間の分布状況：外海水の流入が大きいと考えられる湾口に近いSt. 2と、東湾のSt. 5の2点を注目して、その出現状況を見ると、冬～4月頃まではほぼ常に東湾で分布密度が高く、逆に5月以降では西湾で高くなる傾向が明瞭である。この点はマダラの産卵場が湾奥と考えられる点とよく合致する。

マダラ仔魚の発育期の出現状況：マダラ仔魚が初期餌料としてコペ・ノープリウスを摂餌する期間は12月下旬～1月下旬を産卵盛期とすれば1月中旬～3月下旬頃までと考えられる。この期間のコペ・ノープリウスの中～底層での分布密度がマダラ仔魚の生残を左右する最も重要な要素となるものと考えられる。この期間に相当する調査結果としてはC、Dの2回分しかないが、マダラ仔魚の分布層と考えられる30～40m層の分布密度は10～40個体/ℓと決して多くはない。この値と、前年度のほぼ同時期の調査であるK、Lのそれは1月で極端に少なく、逆に3月では30～50個体/ℓとやや高い。

一方、北大水産学部漁場学講座による陸奥湾におけるマダラ仔稚魚の分布量調査結果（未発表）をみると、前年度のマダラ仔稚魚発生量に比べて今年度は著しく少ないことが判明している。このことと、今年度のマダラ仔魚発育期のコペ・ノープリウス分布密度が小さかったことはよく符号する。しかし、その分布密度の差は予想外に小さく、この程度の差でマダラ仔魚の生残が左右されるのかどうか、今後も両調査を併行して行いその関連をより明らかにする必要がある。

さらに、コペ・ノープリウス分布調査は1～3月の期間に集中して行う必要があり、来年度は月2回と頻度を高くし、さらに、東湾中央40m線に1点を追加する必要がある。

### Ⅲ. 種苗生産試験

本年度は、コペ・ノープリウスを初期餌料とした餌料効果試験を主眼に試験を行う予定であったが、ユーリテモラの培養が思うようにならず、途中で中止した（仔魚前期飼育）。その後は試験区をとり止めて、一槽にまとめ、飼育を継続した（仔魚後期飼育）。

仔魚後期飼育では、アルテミア幼生が主餌料となる。しかし、これまでの種苗生産試験ではアルテミアのノープリウスでは全くその餌料効果が認められず1%以下の生残歩留しか期待できないことが判明している。また、2日令以降のアルテミア幼生に餌料プランクトンの1種であるフェオ (*Phaeodactylum tricornutum*) を摂餌させ栄養強化を図ったものでも顕著な効果を認め得なかった。一方生物餌料から配合餌料に切替えてからの成長、生残率の良好なことがヒラメ、クロソイ等の魚種で確認されていることから、配合餌料そのものは全く摂餌しないマダラ仔魚に対して、一旦、アルテミアに配合餌料を取りこませたものを給餌することにより、間接的に配合餌料を摂餌させる新しい手法を試みた。

採卵：1990年1月10日、脇野沢漁協に水揚げされた親魚より乾導法により人口受精した。

卵管理：採卵当日、当所に運搬後、すぐアトキンス式孵化箱に収容。同月22日、孵化間近となり、同日、500ℓアルテミア卵孵化槽に収容。底から新鮮な海水を噴射し、常に卵が流動するように注水量を調整した。ふ化仔魚は同型の水槽にサイフォンで集めた（図4）。卵管

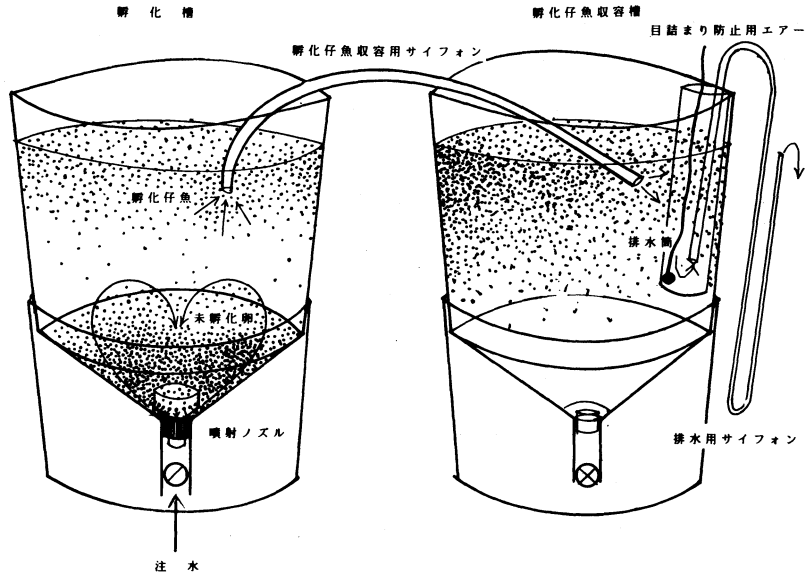


図4 マダラ卵の孵化、ふ化仔魚收容槽（アルテミア孵化槽500ℓ改造）。

表4 試験区の設定（仔魚前期飼育）

水槽番号	試験区	收容尾数	餌料内容
1	I	3,000	8~15日令、ナシクロワムシ；16~22日令、コベ・ノープリウス
2	I	3,000	0.15~0.3個体/ml（1日1回）；23~31日令、IIと同じ。
3	II	3,000	8~16日令、ナシクロワムシ（朝、夕）
4	II	3,000	17~31日、ナシクロ・ωYワムシ（朝）、ωYワムシ（夕）

表5 各試験区の成長（全長mm）

水槽番号	日 令			最終生残率 %
	17	24	31	
1	5.94 ± 0.34	6.29 ± 0.38	6.92 ± 0.40	72.4
2	5.94 ± 0.30	6.13 ± 0.32	6.34 ± 0.34	55.6
3	5.99 ± 0.23	6.60 ± 0.28	6.88 ± 0.31	56.8
4	5.69 ± 0.26	6.48 ± 0.24	6.88 ± 0.41	56.2

理中、マラカイトグリーンによる卵消毒を数回実施した。

ふ化仔魚飼育：1990年1月23日朝までに孵化した仔魚約100万尾のうち、1万2,000尾を飼育用とした。

1. 仔魚前期飼育（日令1~31まで）

試験区：0.5㎡パンライト槽2面ずつを1組として表4に示した2試験区を設定した。4面は、5㎡FRP槽1面にウォーターバス方式で收容し、パネルヒーター2基

(1.5KW) を投入して加温した。当初7℃台から徐々に加温し、31令で11℃台とした(図5)。

成長、生残率：コベ・ノープリウス区は16～22日令の期間しか投与できず、また投与密度も0.15～0.3個体/mlと少なく、また1日1回しか投与しなかった。そのため、ワムシ区と比べて、成長は大差なく、No. 1の生残率が72%台とやや高かった程度であった。

ωYワムシの効果：ワムシの強化法として従来のナクロ・ωY(油脂酵母)併用強化に替わって夕方の餌のみωYのみを用いた。しかし、ナクロ・ωYワムシのみを用いた場合の成長に比べてかなり劣り、その効果を認めなかった。

## 2. 仔魚後期飼育(日令32～106)

飼育槽：5 m<sup>3</sup>FRP槽1面

飼育仔魚：仔魚前期飼育で生残した約1万尾

餌料：餌料系列を図5に示したように、アルテミア・ノープリウス→3令Boアルテミア→4-5令Boアルテミア→4-5令(Bo+V<sub>E</sub>)アルテミア→凍結養成アルテミア→アミ・ミンチ→アミ・配合Boミンチの順で用いた。それぞれの餌料については図5の説明を参照のこと。Boアルテミアは3日令以降フェオにBoをジューサーでよく攪拌して微粒子としたあと、40μm目のネットで粗大な粒子を除去して添加し、夕方用で9AM～4PMまで処理、朝用は夕方用の残り半量を新たなフェオ+Boに植継ぎ4PM～9AMまで処理した。マダラ仔魚は生きたアルテミアはよく摂餌するが、ミンチには中々餌付かない。そこで、生アルテミアから凍結アルテミアに切替え、その後凍結アミミンチに餌付させた。その後、配合Boをアミミンチに混ぜて強化したミンチを用いた。マダラ幼魚はアミミンチはよく摂餌するため、効率よく配合を摂餌させるのには良い手法である。

成長：飼育期間中の成長を図5と表6に示した。日令38-73日間成長量は314μmと仔魚前期飼育期間の74μmに比べて著しい向上が認められた。さらに、日令81～106では後半でアミ・配合ミンチに餌付いたため日間成長量656μmと2倍以上の成長がみられた。しかし、個体間の成長差は著しく大きくなり、共喰いがみられた。

生残率：49日頃から浮上斃死個体の出現がみられたが、斃死魚のとりあげ計数をしなかったため、最終とりあげ時の歩留しか把握できなかった。しかし、57日令以降、毎日斃死魚をとりあげ計数した累積斃死魚数が850尾程度であったこと、最終とりあげ尾数が1,200尾と生残率12%にすぎなかったことから、収容後25日の間に少なくとも70%の斃死があったことになり、初期減耗が著しく高かった。

## 3. 中間育成試験(日令106-155)

施設：当所前、海面筏の網生簀(1面：5×5×3)

試験魚：仔魚後期飼育で生残した平均全長41.6mm、1.151個体

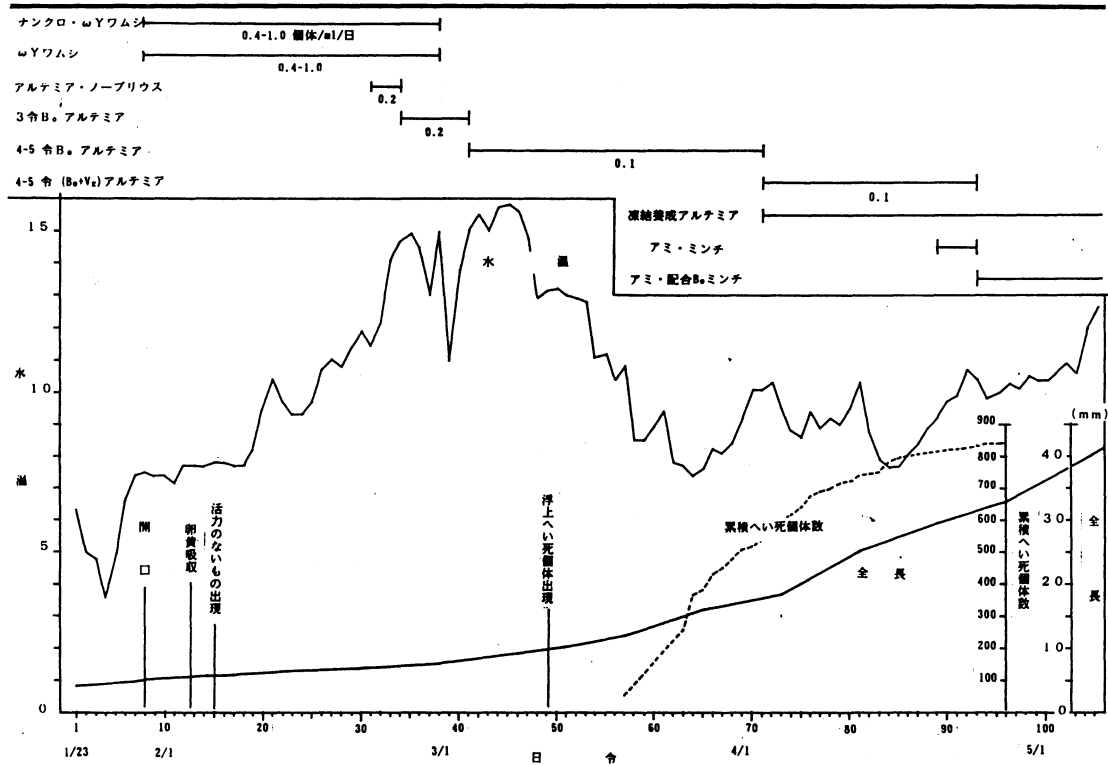


図5 平成元年度のマダラ種苗生産の概要。(試験期間：1990年1月23日－5月7日)。飼育槽：30令まで0.5m<sup>3</sup>5面；31令からは生残個体約1万尾を5m<sup>3</sup>1面に収容。ナンクロ・ωYワムシ，ナンノクロロプシスとωY（ワムシ100万個体当たり0.3g）で二次培養；ωYワムシ，ωYのみで二次培養（ワムシ100万個体当たり0.5g）；3令Boアルテミア，2令までフェオ，3令でフェオと配合Boで二次培養したもの（アルテミア100万個体当たり配合Bo2－3g添加）；(Bo+V<sub>B</sub>)アルテミア，配合Bo+ユベラフード100を2g添加；凍結養成アルテミア，フェオのみで植継培養した5－10mmの養成アルテミア；アミ・配合Bo。ミンチ，冷凍アミに配合BoないしB<sub>1</sub>をミンチにしたもの。

表6 平成元年度のマダラ種苗生産における成長（全長mm）

測定月日	日 令	平均 ± S D	日 間 成 長
1月23日	1	4.43 ± 0.09 (n=58)	
1月29日	7	4.81 ± 0.11 (n=27)	
1月30日	8	5.17 ± 0.12 (n=30)	
2月5日	14	5.57 ± 0.25 (n=28)	8-31日令
2月8日	17	5.99 ± 0.23 (n=30)	74 μm
2月15日	24	6.60 ± 0.23 (n=30)	
2月22日	31	6.88 ± 0.31 (n=30)	
-----			
3月1日	38	7.64 ± 0.75 (n=30)	
3月9日	46	9.29 ± 1.47 (n=30)	
3月14日	51	10.30 ± 1.74 (n=30)	38-73日令
3月20日	57	11.98 ± 1.15 (n=51)	314 μm
3月28日	65	15.99 ± 3.67 (n=30)	
4月5日	73	18.62 ± 3.81 (n=31)	
-----			
4月12日	81	25.17 ± 4.41 (n=32)	
4月20日	89	29.55 ± 4.97 (n=30)	81-106日令
4月27日	96	32.91 ± 4.56 (n=30)	656 μm
5月7日	106	41.57 ± 7.27 (n=30)	
-----			
6月25日	155	61.12 ± 11.23 (n=58)	106-155日令 399 μm

餌料：アミジュース+配合（C<sub>1</sub>～C<sub>3</sub>）。凍結アミをジューサーにかけて液状にしたものを配合に吸収させ、配合そのものを軟らかくしたもの。

試験期間：1990年5月7日～6月25日まで。

海面水温：5月上旬で11～13℃、6月上旬で17℃台、6月下旬で19～20℃。

結果：マダラ幼魚は水温20℃前後で摂餌不良となり活力の低下がみられた。この間の生長状況を表6に示した。日間成長量が平均399μmに低下しており、これは高水温障害と、完全にアミ・配合に餌付かない小型個体の成長不良が原因と考えられた。155日令の取揚尾数は647と生残歩留56.2%にとどまった。生残個体には第1背鰭カットの標識後、全数を放流した。

## 考 察

マダラの初期餌料として開発した浮遊性コペポダの1種ユーリテモラの冬期間における安定培養は著しく困難であり、ノープリウスの確保が十分にできなかった。今後、コペ培養用の有効な餌料

の開発がなければ種苗量産のための実用価値はないものと判断せざるを得ない。

そこで、ワムシの新しい強化法として、従来方式のナシクロ・ $\omega$ Yによる強化ワムシと併用して $\omega$ Yのみによる強化ワムシの餌料効果をみたが、従来ワムシのみに比べて著しく成長が劣り効果を認めなかった。これは成長に関与する要素が油脂のみではなくタンパク等が量的に不足したためと考えられる。

ワムシの次の餌料として、改めて配合餌料をフェオと共にとり込ませたアルテミアを用い、これまででない良い歩留がみられた。しかし、いまだに満足できる生残率とはいえず、さらに工夫する必要がある。配合・アルテミアの欠陥として考えられるのは強化槽内での配合に含有される油脂の酸化の問題であり、その改善のためには処理時間の短縮あるいは油脂源そのものを配合とは別の酸化されにくいものを用いる等、今後の課題となろう。

さらに、アルテミア強化用の餌料藻であるフェオのDHA生産量を高める培地の工夫等も残された重要な課題となろう。