

I S S N 0 5 6 3 — 8 4 6 1

東水試出版物通刊 No. 322

調 査 研 究 要 報 No. 168

昭和57年度 指定調査研究総合助成事業

# 南方海域諸島種苗生産基地化 基礎技術開発研究報告書

昭 和 5 8 年 1 1 月

東 京 都 水 産 試 験 場

# 目 次

はじめに .....	1
I マダイの早期大型種苗生産試験 .....	1
1) マダイ親魚の成熟と産卵 .....	1
2) 人工採卵およびふ化 .....	3
3) ふ化仔魚の養成飼育 .....	9
4) 沖出し飼育 .....	14
II 種苗輸送技術開発研究 .....	17
1) マダイ受精卵の簡易輸送法について .....	17
2) マダイ稚魚の長時間輸送について .....	22
III 考 察 .....	27
IV 要 約 .....	30
V 今後の問題点と方向 .....	30
VI 文 献 .....	31

-----

研究実施機関： 東京都小笠原水産センター（所長 中 川 政 男）

研究担当者： 研究員 村 井 衛  
                  "      青 木 雄 二  
                  主 事 木村ジョンソン

協力機関： 東京都水産試験場 大島分場 調査船 みやこ（127トン）  
                  船 長 青 沼 勇 ほか16名

指導・助言者： 東京水産大学教授 小笠原 義 光  
                  南西海区水産研究所増殖第一研究室長 岡 本 亮

## はじめに

本研究の主要目標の1つであるマダいの早期大型種苗生産のために、昨年度は神奈川県から輸送したマダイ受精卵を小笠原諸島父島でふ化・養成したところ、仔魚の成長・生残率ともに良好であった。そこで、今年度は昨年10月に神奈川県から輸送したマダイ親魚からの採卵・ふ化を実施し、沖出し育成を行なってマダいの早期大型種苗生産を試みた。また、種苗輸送技術開発研究として、生産したマダイ稚魚の長時間海上輸送および受精卵の簡易輸送法についての検討を行なった。

## I マダいの早期大型種苗生産試験

### 1) マダイ親魚の成熟と産卵

#### (材料および方法)

供試マダイ : 神奈川県横須賀市長井より東京都水産試験場大島分場指導船「みやこ」(127トン)の活魚槽(2×2×1.5m)により67時間(1981年10月12日14時～15日9時)かけて輸送した人工養成3年魚マダイ(平均尾叉長31.1cm、平均体重944g)30尾を用いた。

飼育方法 : マダいは10月15日、09:00に、父島二見湾内へ設置した網生簀(4×4×3m)へ収容し、産卵が確認された翌昭和57年2月23日までの132日間養成飼育を行なった。給餌は原則として毎日1回とし、餌料はマイワシ、サバ等にビタミン混合およびビタミンE剤をそれぞれ、外割で3%および1%添加して与えた。給餌量は1日に1.0～2.0kg程度とした。

水温測定 : 水面下3.0m、網生簀の隅へ自記水温計(環境計測システム製、MOX-DTR 1S)を設置して1時間毎の水温を記録した。

#### (結果)

輸送によるマダいのへい死はなかった。

網生簀に収容した直後は、マダいの行動は不活発で投餌しても、全く摂餌行動は見られなかった。しかし、父島到着後6日目の10月19日になると、数個体が摂餌行動を示し、10日目の10月23日には、ほぼ全個体が活発に摂餌するようになった。その後の飼育経過は順調で、摂餌も活発であった。飼育期間中の毎日の水温変化を図1に示した。水温は小刻みな変化を繰り返して除々に低下し、2月2日には18.6℃(日平均水温)とこの冬の最低を記録した。その後は、ほぼ19℃前後で経過したが、2月20日には南風が吹き込んで水温も上昇し、21日には21.0℃を示した。この頃には、すでに雌雄の婚姻色が明らかとなっていた。網生簀内での産卵行動を確認するための観察は2月1日から開始した。観察は毎夕、生簀から約50m離れた防波堤から双眼鏡による産卵行動の観察を行な

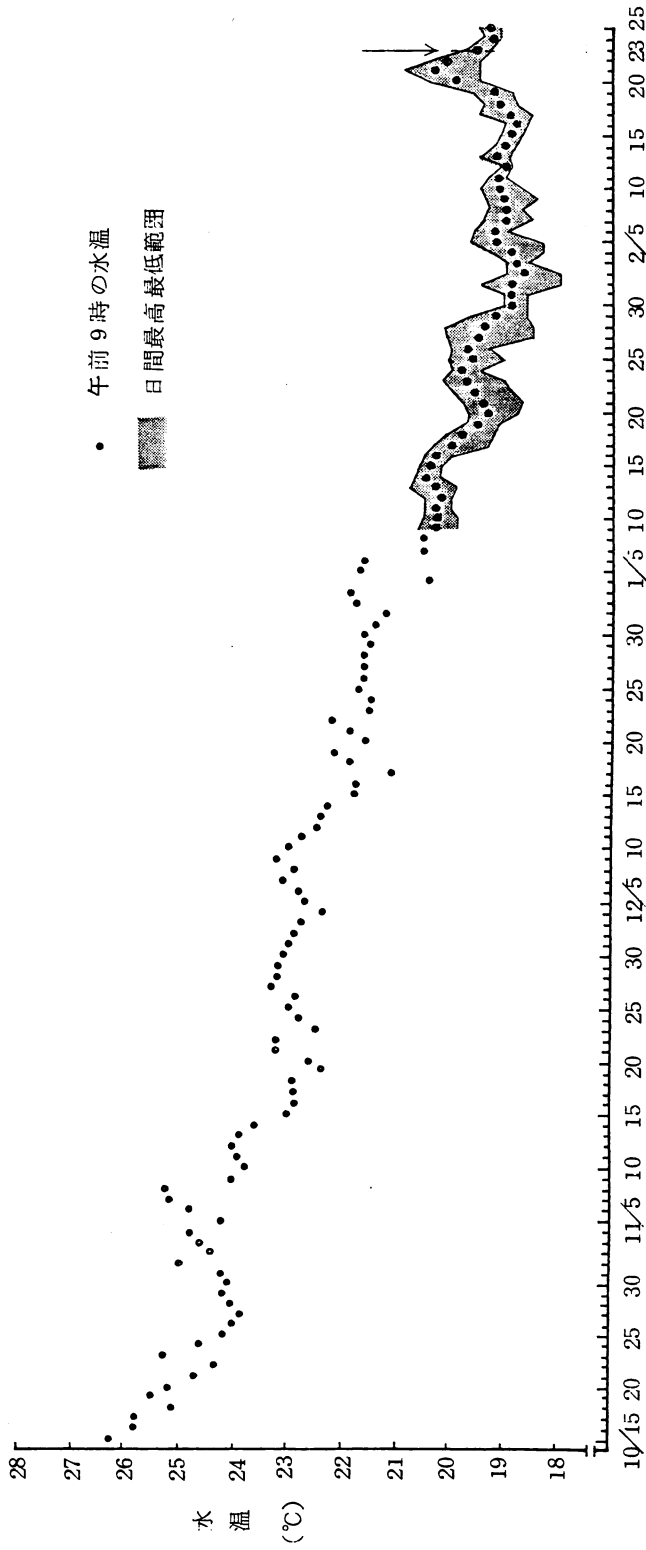


図1 網生簀内の水温変化  
矢印は最初の産卵を確認した日

った。しかし、これだけでは不十分と思われたので、2月10日に生簀網の周囲に油濁防止用オイルフェンスを張り、放出卵の生簀からの流去を極力おさえて浮遊卵の発見を容易にした。その結果、水温が急激に上昇した後、再び低下した、2月23日の朝に網生簀内水面のほぼ全面をネットですくい取ったところ、浮遊魚卵が13粒採集できた。そこで、同日夜間19:30に再びネットですくい取ったところ、367個の受精卵が採集された。この卵の平均卵径は $903 \pm 18.7(\mu)$ また、油球径は $213 \pm 7.8(\mu)$ であった。これらの卵は、直ちに実験室内で1ℓのビーカー内へ収容して、微弱な通気を施し、万能投影機で数時間おきに発生経過を観察した。その結果を表1に示した。また、ふ化率等の結果を表2に示した。

表1 卵の発生経過

月・日・時	経過時間	発生段階※	水温
2/23 20:15	0	4細胞期	18.9℃
23:30	3時間15分	桑実期初期	—
2/24 10:55	14時間40分	胚体原基が見られる。	19.4
12:00	15時間45分	頭部原基が見られる。	19.5
13:45	17時間30分	筋節が見られる。	—
17:20	21時間05分	クッベル氏胞見られる。	19.6
19:25	23時間10分	油球に黒色素胞見られる。	19.7
23:35	27時間20分	眼胚およびレンズらしきものが見られる。	19.9
2/25 03:45	31時間30分	ふ化	20.1

※ 発生段階の判定は福原<sup>1)</sup>によった。

表2 網生簀より採卵した受精卵のふ化状況

採卵数	ふ化に要した時間※	ふ化仔魚尾数(%)	ふ化仔魚の平均全長
367粒	31時間30分	311 (84.7)	2.01 mm

※ 4-細胞期からふ化まで

## 2) 人工採卵およびふ化

(材料および方法)

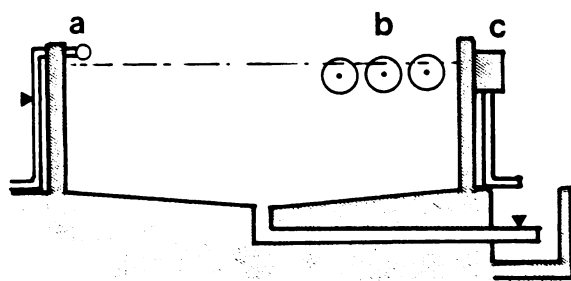
供試親魚 : 海面網生簀で産卵が確認されたマダイ人工養成3年魚、30尾を用いた。

飼育期間および採卵期間 : 親魚は昭和57年2月24日に海面網生簀からとりあげて、陸上採

卵池へ移し5月25日までの83日間飼育した。採卵は、陸上採卵池で産卵が開始された3月7日から産卵が終了した5月18日までの75日間、毎日行なった。

採卵池及び採卵方法：親魚を収容して、採卵を実施した池はコンクリート製円型水槽で構造は図2の通りである。池の大きさは、直径8.0m、有効水深は1.6mで有効水容量は80トンである。

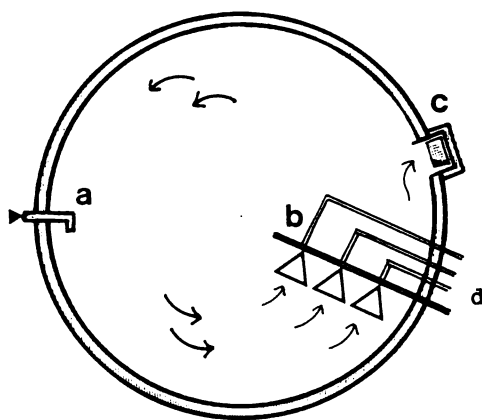
採卵は、池縁辺に取付けてある表層水排水口(コンクリート柵、45×60×80cm)の中へ集卵ネットを張って、オーバーフローして出る表層水を受けることにより、また別に径30cmのプラスチック製ロートを計3個、池水面に設置してそれぞれ径25mmのテロンホースにより集卵ネットへ地層水を導くことにより集卵ネットへ地層水を導くことにより実施した。集卵用ネットの目合はオープニングが531μのナイロンネットであった。採卵方法の概要を図3に示した。



a 給水口  
b 採卵用ロート  
c 表層水採取装置

図2 採卵池の構造

採卵後の処理：採卵は毎朝7時に行ない、浮上卵と沈下卵の分離、卵数の測定を行なった。卵の取扱は、まず4ヶ所の集卵ネットからそれぞれ集卵して30ℓ円型プラスチック製水槽へ、ゴミ等を取り除きながら収容した。この後、ろ過海水を足して30ℓとし、手で軽く一定方向の水流をつくり底中央部に集まる沈下卵を分離し、それぞれをすくい取り方で計数して浮上卵率を算出した。また、浮上卵については、そのままふ化槽(500



a 給水口  
b 採卵用ロート  
c 表層水採取装置  
d 集卵ネットへ

図3 採卵方法

ℓ容円形プラスチック製水槽)へ収容して、微弱な通気を施し、屋内で約30～40時間放置してからふ化率を測定した。ふ化槽の水温は毎朝9時に水銀棒状温度計により測定した。

飼育管理：親魚は網生簀から陸上採卵池へ移してからは、約1週間は摂餌せず動きも不活発であったが、3月1日頃から摂餌を始め、動きも活発となったので採卵期間中も給餌を行なった。給餌は毎朝1回(9時)とし、マイワシ、サバ等をあたえた。給餌量は1日0.5～1.0kgであった。

採卵池には日除けを設置しなかったため、池底に藻類が繁茂することがあり、これが切れて流れ集卵ネットが目づまりを起こすことがあった。そこで、飼育期間中に4回、池底および壁に着生した藻類を除去した。

水温は自記水温記録計（環境計測システム製、DTR1s）により、1時間毎の測定を行なった。また、比重は毎夕（午後4時）1回、塩分濃度屈折計（アタゴS-100）により測定した。

（結 果）

飼育状況：採卵池での飼育結果を表3に示した。飼育期間中（83日間）の歩留は67%であった。へい死10尾のうち6尾については、池からの飛び出しによるものであるが、他の4尾については不明である。6尾の測定結果を表4に示した。飛び出した6尾はすべて雄であって生殖腺は完全に熟しており、G・Iも5.1.1～7.5.7であった。

表3 採卵飼育結果

	月・日	尾数	平均体重	平均尾叉長	歩留	総給餌量
放養時	2月24日	30尾	998g	37.2cm	—	—
とりあげ時	5月25日	20	1,095	38.3	67%	49.8kg

表4 飛び出したマダイの測定結果

月・日	性別	尾叉長	体重	生殖腺重量	G・I <sup>※</sup>
3.22	雄	37.2cm	1,300g	63.2g	5.1.1
3.23	雄	37.0	1,250	82.0	7.0.2
3.23	雄	40.0	1,300	82.0	6.7.3
4.29	雄	36.8	1,040	54.8	5.5.6
5.7	雄	34.8	980	69.0	7.5.7
6.8	雄	37.0	1,310	79.5	6.4.6

※  $G \cdot I = \frac{\text{生殖腺重量}}{\text{体重} - \text{生殖腺重量}} \times 10^3$  で算出した。

水温と採卵ふ化状況：採卵池の水温については自記水温記録計によって、1時間毎に測温したので、毎日の最高、最低、平均水温および比重の変化にあわせて図4に示した。採卵池に収容してから最初に産卵したのは3月7日で、この日の平均水温は19.6℃であった。産卵はその後毎日続き、

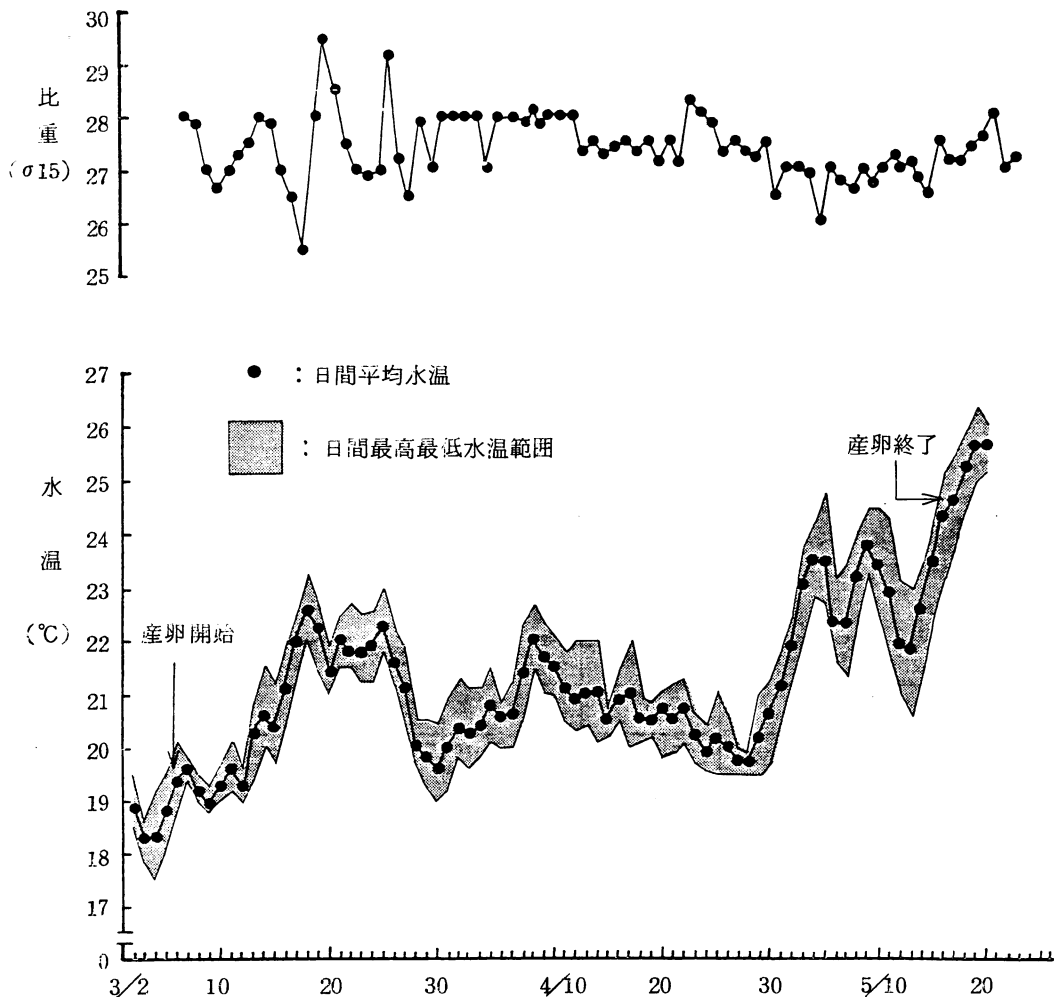


図4 陸上採卵池の水温と比重の変化

5月18日までの75日間採卵を行なった。採卵結果は表5のとおりである。採卵期間を通じて、総採卵数は約2,270万粒、そのうちの浮上卵数は約1,880万粒で通算浮上卵率は83.1%と良好であった。採卵数の変動およびふ化率の変化をあわせて図5に示した。採卵数が最も多かったのは4月7日の約85万粒でそのうち浮上卵数は約73万粒であった。なお、3月30日、4月11日、4月21日、5月8日の採卵量の低下は、池底や内壁に繁茂した藻類が切れて流れたため集卵ネットが目づまりを起こして、採卵率が低下したことによる。採卵量の変動から、産卵のピークは3月30日から4月10日までの間であるが、この期間の最高水温は22.7℃、最低水温は19.0℃で平均水温は20.8℃であった。また、5月に入ると水温が上昇して、平均水温も21℃以上となり5月18日前後は急激に水温が上昇した。



表5 採卵およびふ化状況(通算)

総採卵数	浮上卵数	浮上卵率	沈下卵数	ふ化仔魚総数	ふ化率
22709711粒	18866329粒	83.1%	3906162粒	17827362尾	94.5%

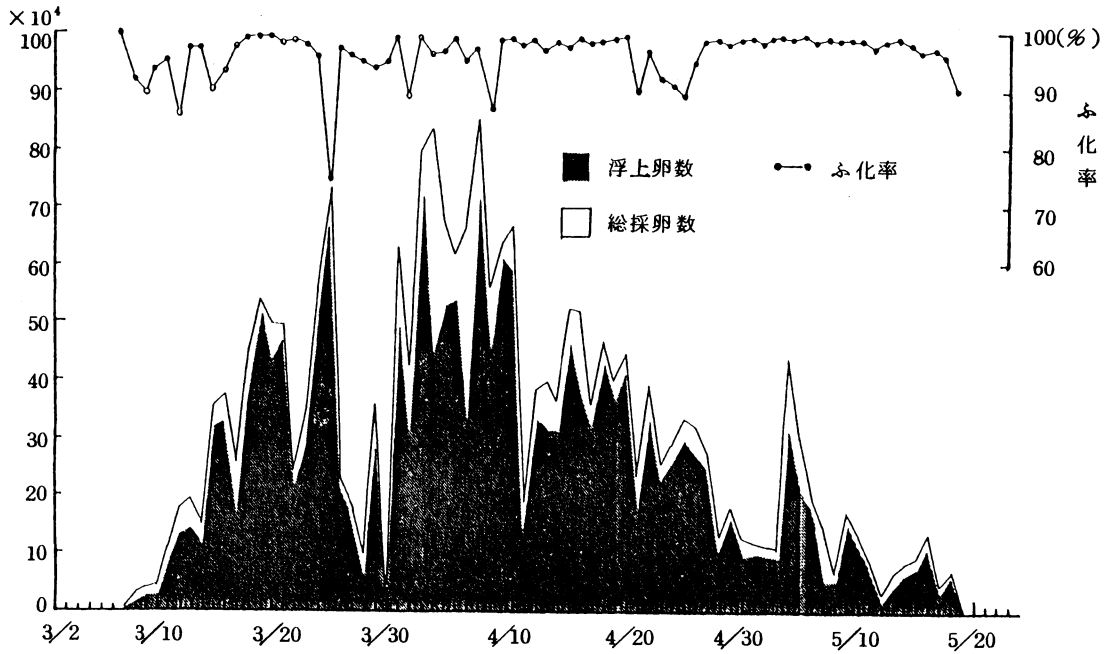


図5 陸上池における採卵およびふ化状況

ふ化状況については、採卵期間を通じて得られたふ化仔魚数は約1,783万尾で通算ふ化率は94.5%と良好であった。ふ化槽の水温および比重の変化は図6のとおりである。ふ化時の水温は全期間を通じて最高24.2℃、最低15.8℃、平均19.5℃であった。5月に入ってからは、ふ化槽の水温も急激に上昇したが、ふ化率の低下は見られなかった。しかし、最後の産卵となった5月18日のふ化率は90%であった。

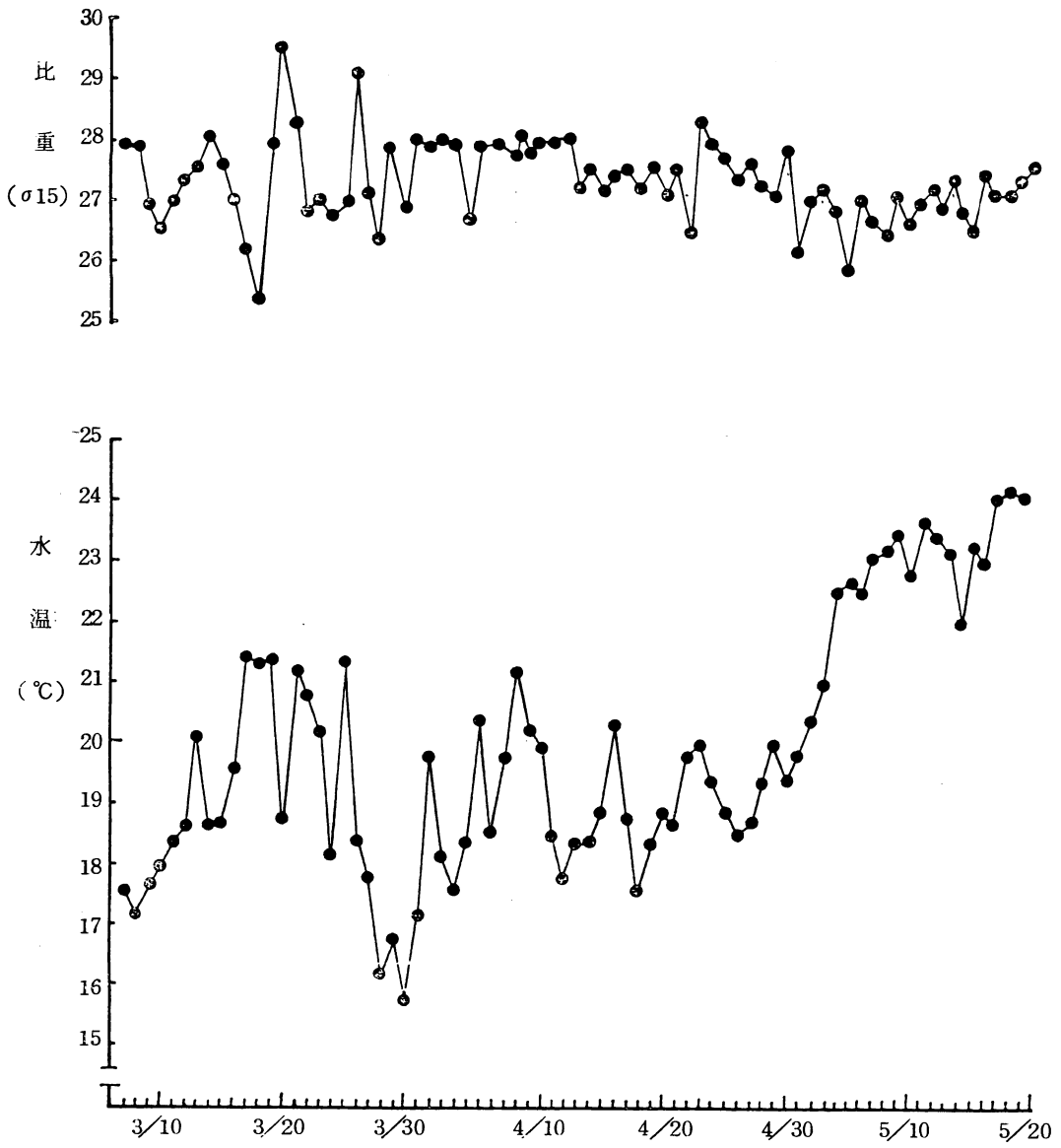


図6 ふ化槽の水温と比重(σ<sub>15</sub>)の変化

### 3) ふ化仔魚の養成飼育

(材料および方法)

供試ふ化仔魚 : 昭和56年10月に神奈川県より輸送した人工養成3年魚を親魚とし、昭和57年4月5日～15日に採卵・ふ化したふ化仔魚、計135000尾を用いた。

飼育槽および仔魚の収容 : 飼育は仔魚の全長が10mm前後になるまでの期間を0.5トンプラスチック製水槽9面を用い、またそれ以降は13トンコンクリート水槽2面を用いた。供試ふ化仔魚の収容状況を表6に示した。なお、水温変動を防ぐため0.5トン槽はすべてコンクリート水槽の中へ設置し(図7)、周囲へは海水を流して(水深約30cm)ウォーターバス方式とした。また、ふ化仔魚の収容はふ化率の測定が終了したふ化槽から、すくい取り法で計数して海水と共にポリビーカーで飼育槽へ移した。

表6 ふ化仔魚の収容状況

水槽No.	採卵月日	ふ化月日	ふ化率	収容月日	収容尾数
1	4. 5	4. 7	97.4	4. 8	15000
2	4. 5	4. 7	97.4	4. 8	15000
3	4. 8	4. 10	99.0	4. 11	15000
4	4. 8	4. 10	99.0	4. 11	15000
5	4. 10	4. 12	98.6	4. 13	15000
6	4. 11	4. 13	96.9	4. 14	15000
7	4. 12	4. 14	99.2	4. 15	15000
8	4. 13	4. 15	98.0	4. 16	15000
9	4. 13	4. 15	98.0	4. 16	15000

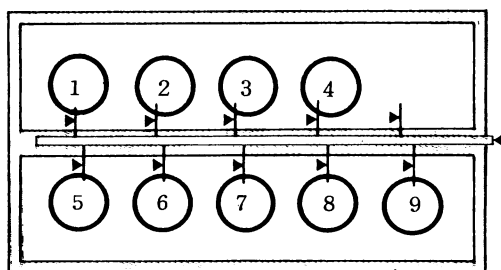


図7 飼育槽の配置

餌料 : 初期餌料にはシオミズツボワムシ(以下、ワムシと略)、チグリオパス、および天然プランクトン等の餌料生物とビタミン、ミネラル類を添加した魚貝肉(アサリ、マイワシ、ムロアジ)ミンチを用いた。

飼育管理 : 飼育は当初、止水方式とし通気を施こすと共にクロレラ海水を添加して水質の安定を計った。また、毎朝1回、各飼育槽の水温を水銀棒状温度計により、PHをガラス電極式PHメーターにより、塩分量を塩分屈折計(アタゴS-100)により測定した。

(結果)

飼育経過 : 飼育経過を図8に示した。0.5トン槽にはそれぞれ、ふ化日の異なる仔魚を收容したので、No.1とNo.9へ收容した仔魚では成長の点で差が出てくる。そこで、飼育管理上、4月7、10日にふ化した仔魚を收容したNo.1~4までをA区とし、また4月12、13、14、15日にふ化した仔魚を收容したNo.5~9までをB区として扱った。

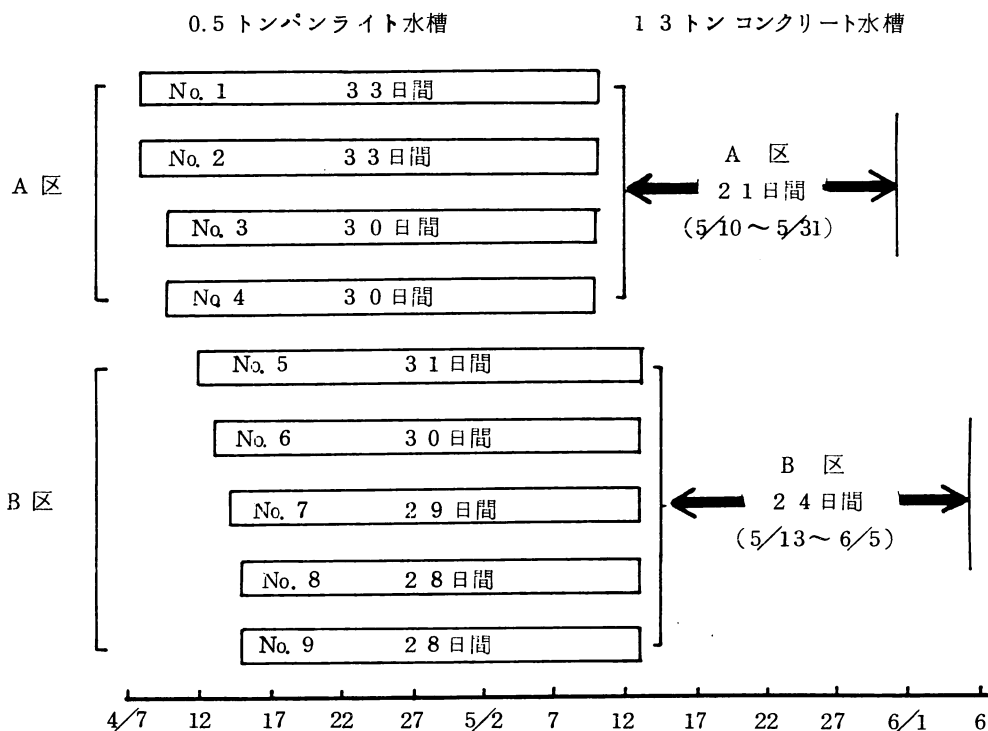


図8 飼育経過(飼育槽および飼育期間)

餌料 : 餌料系列は図9のとおりである。ワムシは、乾燥パン酵母で高密度培養(150~200 個体/CC)を行なったものを、3~6時間海産クロレラで2次培養した。ワムシはふ化後4日目から給餌し始めた。給餌方法は、飼育水1CCあたりのワムシの密度が常時20個体を維持するように給餌した。また、ふ化後40日以降については小型電動ポンプを用い毎日08:00から17:00までの間ワムシを飼育槽へ連続給餌した。また、ワムシ給餌の際には、やや濃度の高い(3,000万細胞/CC)クロレラ海水も10ℓ程度添加した。チグリオパスは仔魚の全長が7mmとなったふ化後16日から給餌した。天然プランクトンは、父島二見湾内へ設置した採集装置にて、夜間採集したものを給餌した。なお、採集したプランクトンは、仔魚の大きさに合わせて、適宜ネットで大きさを選別してあたえた。魚目肉ミンチについては、仔魚の全長が12mmとなったふ化後34日目からあたえた。最初の5日間は冷凍アサリむき身の解凍したものにビタミン混合物(ハルパー処方)およびミネラル混合物(USP Saltmix, Trace elements)をそれぞれ5%、2%を加えてミンチとし、これを小麦グルテンで粘度を調整して給餌した。40日以降はムロアジ身肉、マイワシのミンチにビタミン、ミネラルを加えた餌料を給餌した。飼育期間中の総給餌量は表7のとおりである。

b ワムシ                      np 天然プランクトン  
t チグリオパス              fm アサリ、魚肉ミンチ(ビタミン5%、ミネラル2%添加)

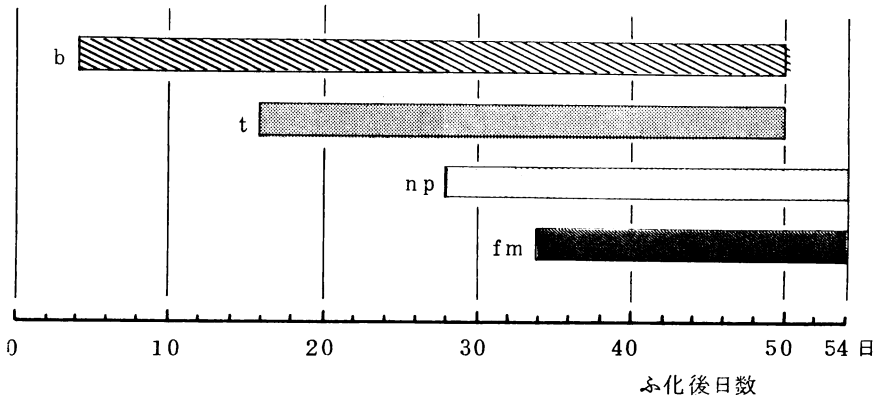


図9 餌料系列

表7 初期餌料の給餌量

餌料の種類	総給餌量
ワムシ	$116.6 \times 10^8$ 個体
チグリオパス	$769.2 \times 10^4$ 個体
天然プランクトン	749g
魚肉ミンチ	307.4kg

水質管理 : ふ化仔魚を収容してから仔魚が開口するまでは止水とし、微弱な通気のみで、換水は行なわなかった。しかし、飼育水には50~100万細胞/ccの濃度となるように適宜クロレラを添加した。換水を開始したのは仔魚が開口シワムシの給餌を開始した。ふ化後4日目からであった。完全な流水式としたのは、A区については4月25日、B区については4月26日であった。この時の換水率は2~3回/日とし、また夜間は排水ネットの目づまりによるオーバーフローを防ぐために換水率をやや低目にした。13トンコンクリート水槽へ移してからは、換水率を高くし、ミンチ餌を給餌するようになってからは、4~5回/日とした。図10に飼育期間中の水質変化を示した。水温は4月中は17℃~20℃の範囲で推移したが、5月に入ってからは急激に上昇して21℃~25℃の範囲で変動した。PHについては、4月24日に低下したが、直ちに底掃除を実施し流水式としたため26日には回復した。塩分量については、極端な変動はなく、36.0~38.0‰の範囲内で推移した。

仔魚の成長と生残 : 仔魚の成長は良好で、ふ化日が最も早かったNa. 1およびNa. 2の仔魚の成長は表8のとおりであった。ふ化後日数と平均全長との関係は、ふ化後2日で3.02mm、10日で4.00mm、20日で8.86mm、34日で12.0mm、41日で20.0mm、54日で32.1mmであった。0.5トン槽での飼育期間中の生残状況を表9に、また13トン槽での飼育期間中の生残状況を表10に示した。0.5トン槽飼育での生残率

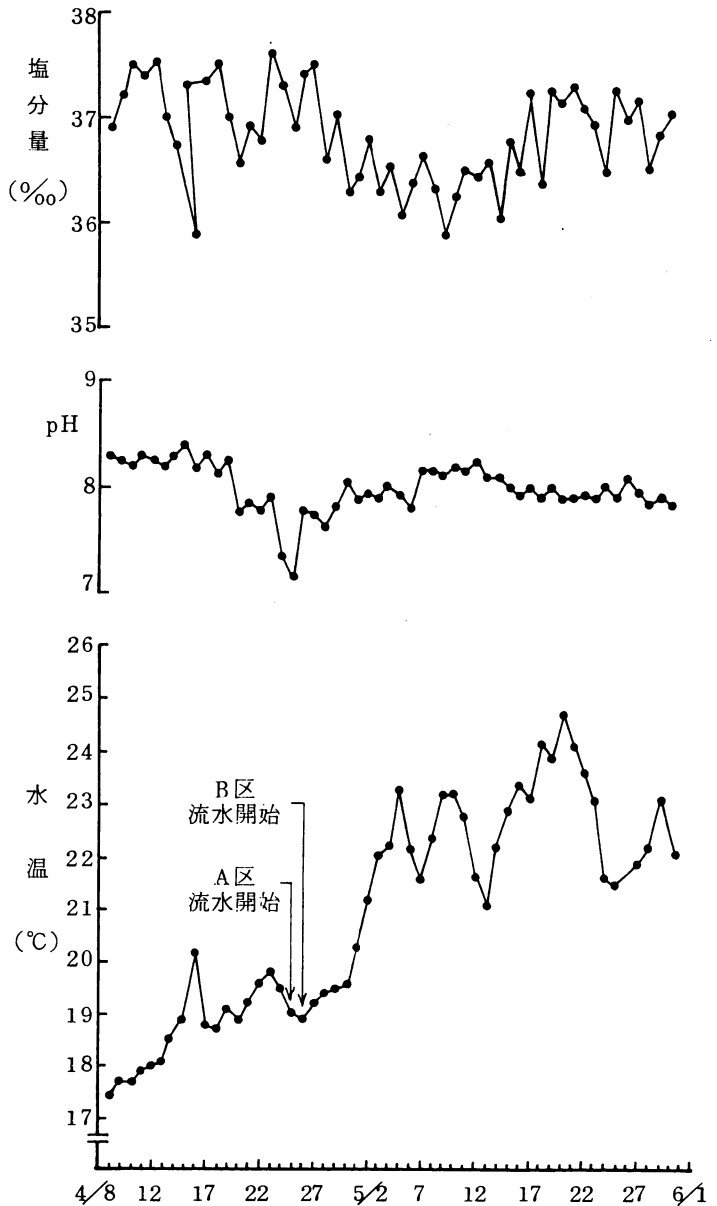


図10 飼育槽の水温、PH、塩分量の変化 (各飼育槽の平均値)

は37.3～75.9%、平均すると60.7%と良好であった。また、13トン槽での生残率は、平均すると55.4%となった。仔魚の成長にもなり生残率はそれぞれ、飼育開始時から全長10mmまでは72.9%、全長12mmまでは45.4%となった。さらに、飼育開始時から全長33mmまでは通算すると26.9%となった。

表8 供試魚の成長(4月7日ふ化)

測定月日	ふ化後日数	平均全長	範 囲	標準偏差	測定尾数
4. 9	2	3.02 mm	2.9～3.2 <sup>mm</sup>	0.08	20
4. 13	6	3.22	3.1～3.45	0.23	20
4. 17	10	4.00	3.7～4.25	0.26	20
4. 20	13	4.53	3.8～5.0	0.32	27
4. 23	16	7.05	6.7～8.0	0.93	20
4. 27	20	8.86	6.9～9.3	0.98	20
4. 30	23	9.55	8.6～11.8	0.86	20
5. 4	27	11.2	9.5～13.3	1.00	20
5. 11	34	12.0	9.6～14.5	1.14	20
5. 18	41	20.0	18.0～28.4	2.02	20
5. 31	54	29.1	23.2～33.7	4.51	20

表9 0.5トン槽飼育での生残率

No.	放養尾数	飼育日数	とりあげ尾数	とりあげ時の全長	生残率
1	15000尾	32日	5600尾	12.1 mm	37.3%
2	15000	32	7680	12.1	51.2
3	15000	30	8338	11.8	55.6
4	15000	30	5633	11.8	37.6
5	15000	31	10902	10.1	72.7
6	15000	30	10947	10.1	72.9
7	15000	29	10351	10.1	69.0
8	15000	28	11123	10.1	74.2
9	15000	28	11388	10.1	75.9

表 1 0 1 3 トン槽での生残率

区	放養尾数	放養時の全長	飼育日数	とりあげ尾数	とりあげ時の全長	生残率
A	27251 尾	12.0 mm	21日	16128 尾	33.2 mm	59.2%
B	54711	10.1	24	28184	32.1	51.5

注) A区は0.5トン槽1～4のとりあげ個体を收容した。

B区は0.5トン槽5～9のとりあげ個体を收容した。

#### 4) 沖出し飼育

(材料および方法)

供試魚 : 昭和57年4月5日および8日に採卵し、ふ化養成した稚魚(平均全長33.2mm、平均体重0.6g)16,128尾を用いた。

飼育方法 : 父島二見港内に設置した網生簀(4×4×3m)にナイロン製モジ網(90径)を張って飼育した。供試魚は陸上13トンコンクリート水槽から計数しながら沖出しした。沖出しは、センター前岸壁から小型船で約15分間海上輸送を行なって実施した。飼育は昭和57年6月1日～7月9日までの39日間行なった。最終とりあげの7月9日には、生簀内の全個体を計数した。

給餌方法 : 給餌は手まきとし、6月1日～30日の間は5～6回/日、それ以降は2～3回/日とした。餌料はマイワシ、サバ、アジ等をミンチしたものにビタミン混合物(水産用パラミックスF)5%、ビタミンE剤(ユベラフード)1%を加えたものを用いた。また、マス餌付用クランブル(Na1)も補助的にあたえた。

飼育管理 : へい死魚については、毎日2回(朝・夕各1回)とり出して計数記録した。生簀内の水温については水面下2mに設置した自記水温計(環境計測システム製MOX DTR1s)にて1時間毎の水温を測定した。

#### (結果)

飼育結果を表11に示した。沖出し直後に、すれに起因すると考えられる大量へい死が起きた。そこで6月8日からへい死がおさまった13日まで5日間、塩酸オキシテトラサイクリン(水産用テラマイシン散)を0.5g/kg/日の割合でミンチ餌に混合して投与した。この間のへい死尾数は2,439尾であった。その後はへい死も少なく生残率も良好であった。飼育期間中の総給餌量は約202kg、日間給餌率は19.6%、飼料効率は27.7%となった。供試魚の成長を表12に、また生残率の変化を、あわせて図11に示した。成長は良好で、飼育開始時の全長33.2mm、体重0.59gであった魚



体は、終了時には全長 63.2 mm、体重 4.52 g となった。また、飼育期間を通じての生残率は 77.5 % となった。飼育期間中の水温を表 13 に、またその変化を図 12 に示した。飼育期間を通じての最低水温は 22.7℃、最高水温は 26.9℃、平均水温は 24.6℃であった。

表 11 沖出し飼育結果

飼育期間	放養時(6/1)	6/1~6/9	6/10~6/21	6/22~7/2	7/3~7/9
飼育尾数(尾)	16128	13689	12572	12558	12497
平均体重(g)	0.6	1.4	1.8	2.9	4.5
総重量(g)	9677	19165	22629	36921	56486
へい死尾数(尾)	-	2439	1117	14	61
生残率(%)	100	84.9	91.8	99.9	99.5
給餌量(g)	-	27590	64310	58720	51780
飼料効率※(%)	-	40.5	16.6	24.4	38.2
日間給餌率(%)	-	22.5	25.9	18.3	16.1

※ へい死魚による補正を行なった。

表 12 供試魚の成長

月・日	測定個体数	全長±S. D	体重±S. D
6. 1	30尾	33.2 ± 3.5 mm	0.59 ± 0.25 g
9	58	43.1 ± 7.5	1.35 ± 0.89
21	36	50.7 ± 6.4	1.80 ± 0.91
7. 2	78	56.1 ± 9.9	2.94 ± 1.97
9	48	63.2 ± 8.0	4.52 ± 1.81

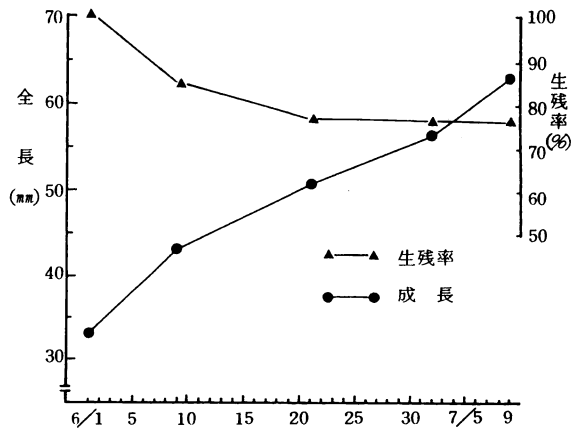


図 11 供試魚の成長と生残

表 1 3 飼育期間中の水温

月・日	最低	平均	最高	月・日	最低	平均	最高
6. 1	23.9℃	24.4℃	25.0℃	21	23.6℃	25.6℃	26.7℃
2	24.0	24.5	25.1	22	23.3	24.3	25.8
3	24.6	25.1	26.5	23	22.7	23.3	24.8
4	24.0	24.1	26.1	24	23.0	23.9	24.5
5	24.2	25.0	26.1	25	23.0	24.3	24.8
6	23.0	24.9	25.7	26	23.5	24.2	24.8
7	24.3	25.2	25.9	27	23.5	23.9	24.3
8	25.0	25.5	26.1	28	23.0	23.5	24.0
9	23.6	24.7	25.3	29	23.6	24.1	24.6
10	23.4	24.8	25.5	30	24.1	24.5	24.9
11	24.2	25.2	26.0	7. 1	23.6	23.8	24.2
12	25.0	25.4	25.8	2	22.8	23.4	23.8
13	24.1	24.7	25.0	3	23.5	23.8	24.0
14	24.6	24.9	25.4	4	24.0	24.9	25.5
15	23.8	24.8	25.2	5	24.7	25.1	25.9
16	23.2	23.2	25.2	6	24.0	24.5	25.0
17	23.1	25.0	26.0	7	24.3	24.8	25.5
18	25.2	25.8	26.9	8	24.7	25.2	26.0
19	24.4	25.4	26.6	9	25.0	25.6	26.9
20	23.9	25.1	26.5				

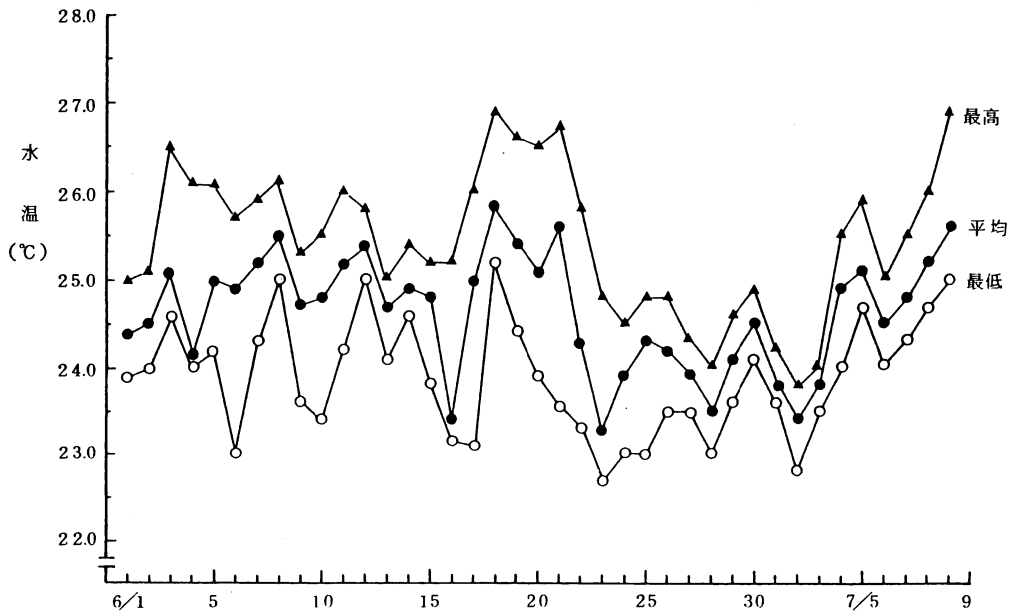


図 1 2 沖出し飼育期間の最高、最低、平均水温の変化

## II 種苗輸送技術開発研究

### 1) マダイ受精卵の簡易輸送法について

(材料および方法)

供試卵 : 3月12日から4月23日までに得られた受精卵を用いた。各実験区ごとの卵性状は表14の通りである。

表14 供試卵の性状

区 分	採卵月日	浮上卵率	ふ化率	実験開始時の発生段階
1	3. 13	79.8 %	97.5 %	クッペル氏胞出現
2	3. 14	88.4	90.0	〃
3	4. 2	79.8	96.9	〃
4	4. 12	52.6	97.4	受精直後
5	4. 14	88.2	99.0	クッペル氏胞出現
6	4. 15	73.0	99.8	〃
7	4. 18	91.4	99.8	〃
8	4. 22	88.5	92.8	〃
9	4. 25	86.7	91.0	〃

輸送容器 : 図13に示したように、透明ガラスシャーレ(直径90mm、深さ20mm)に濾紙を間隙ができないように敷き、この中に供試卵を収容して蓋をかぶせて密閉した後、各条件下に放置した。

なお、海水量は表15に示した。

実験条件 : 表15に示した6区分計81の試験区を設定した。実験1から4までについては、輸送時間の長短、実験5では低温状態、実験6では容器内の海水量の多少、実験7では卵の収容密度が各々の供試卵のふ化率・生残率におよぼす影響を検討した。また、実験8では、4トン容量の円型水槽に毎分10~15ℓの通気を施し、輸送容器を収容した発泡スチロール箱を浮かべることにより、振動が各々の供試卵におよぼす影響を検討した。実験9では、本法で輸送した受精卵のふ化仔魚に及ぼす影響を検討するために、30ℓ水槽に各50尾のふ化仔魚を収容して、15日間の飼育を行ない、各区の生残率、変形個体仔魚の出現、成長等について比較した。

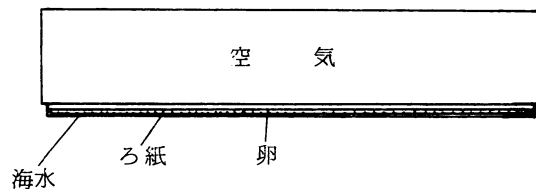


図13 輸送容器

表 1 5 実 験 区 分

区分	試 験 項 目	試験区分	輸送時間	収容卵数	水 量	温 度
		区	h	粒	cc	℃
1	輸送時間の長短による影響	9	4	505-1250	5	19.2-20.2
2	”	9	8	463-810	5	21.1-24.2
3	”	7	12	565-1000	5	22.0-24.7
4	”	18	46	366-968	5	20.2-22.6
5	低温のおよぼす影響	9	8	603-1068	5	15.0
6	水量の多少による影響	7	8	396-744	2-15	20.0
7	密度による影響	9	8	435-5220	5	20.0
8	振動のおよぼす影響	9	8	790-937	5	16.0-19.2
9	輸送がその後の飼育に及ぼす影響	4	12	578-720	5	21.2-23.7

ふ化率および生残率の測定 : 輸送容器を開封後 500 ml 容量のガラス製ビーカーに各々の供試卵を収容した。通気は微弱とし、全ての浮上卵がふ化終了後にふ化仔魚尾数、へい死尾数、死卵粒数を全数計数することによりふ化率、生残率を算出した。なお、各々の試験区には対照区を設けた。

( 結 果 )

輸送時間の長短による影響(試験区1~4) : 結果は図14のとおりである。ふ化率・生残率に多少のばらつきが見られたが、対照区のそれと比べると8時間を越さない場合には同等のふ化率・生残率が得られた。また、28時間の場合でも生残率、ふ化率は70%以上であった。しかし、30時間を越した場合は、ふ化する個体があらわれ、生残率は急激に低下した。

低温環境のおよぼす影響(試験区5) : 結果は図15のとおりである。5時間区でふ化率、生残率の低下がみられたが、6、7、8時間区では回復した。いずれの区でも90%以上となり良好な結果が得られた。

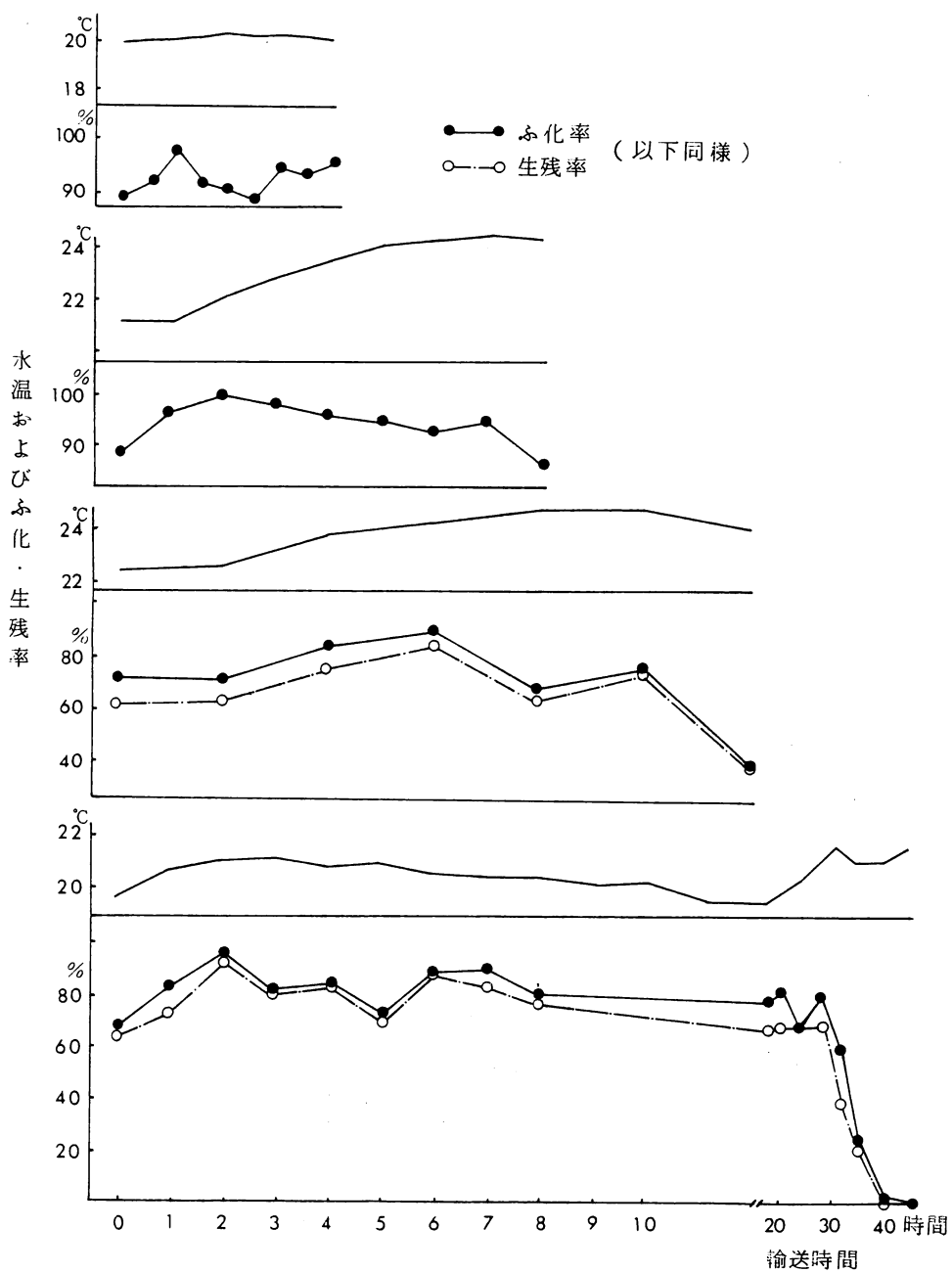


図 1 4 輸送時間が生残率に  
及ぼす影響(試験区 1~4)

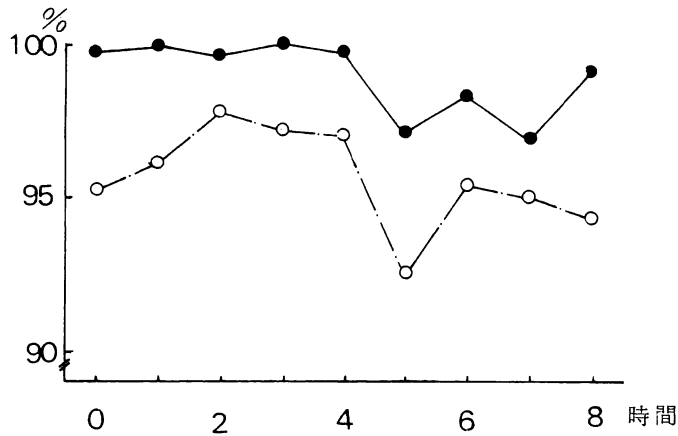


図15 低温環境が生残率に及ぼす影響(試験区5)

容器内の水量がおよぼす影響(試験区6) : 結果は図16のとおりである。2mlから8mlまでは対照区を上回る90%以上のふ化率・生残率が得られたが、10mlを越えると急激に低下した。

収容密度がおよぼす影響(試験区7) : 結果は図17のとおりである。対照区を上回った区は435粒・1050粒(7粒/cm<sup>2</sup>・16粒/cm<sup>2</sup>)の2区のみであった。しかし、2400粒(38粒/cm<sup>2</sup>)までは平均85.7%のふ化率となった。

振動がおよぼす影響(試験区8) : 結果は図18のとおりである。3時間区、8時間区の両区ではふ化率・生残率がやや低下したが、他の区はいずれも良好で平均して94.5%のふ化率が得られた。

輸送後の飼育結果(試験区9) : 結果を表16、図19に示した。輸送にともなうふ化率は平均94.0%でいずれも高い値であった。また、15日間の飼育結果をみると平均生残率69.3%、平均全長5.1mmで、輸送にともなう有意差は見られず、また変形魚の出現も皆無であった。

表16 輸送条件および結果

区分	輸送時間	収容卵数	水量	水温	ふ化率	生産率
1	0時間	720粒	5cc	20℃	95.0%	89.6%
2	4	578			97.3	93.5
3	8	678			93.5	90.0
4	12	640			90.8	88.0

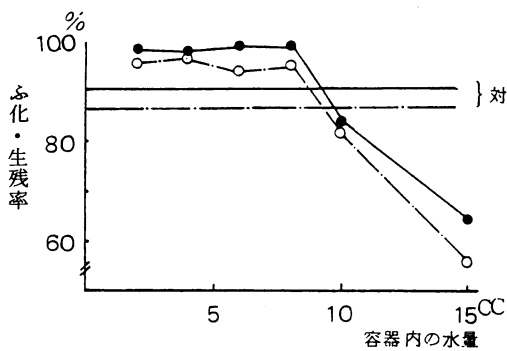


図16 輸送容器内の水量が生残率におよぼす影響(試験区6)

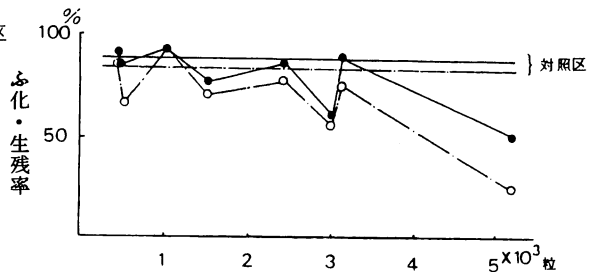


図17 収容卵数が生残率におよぼす影響(試験区7)

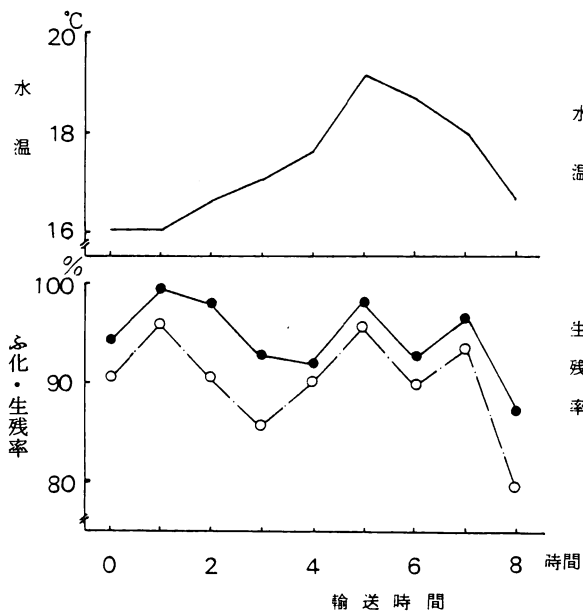


図18 振動のおよぼす影響(試験区8)

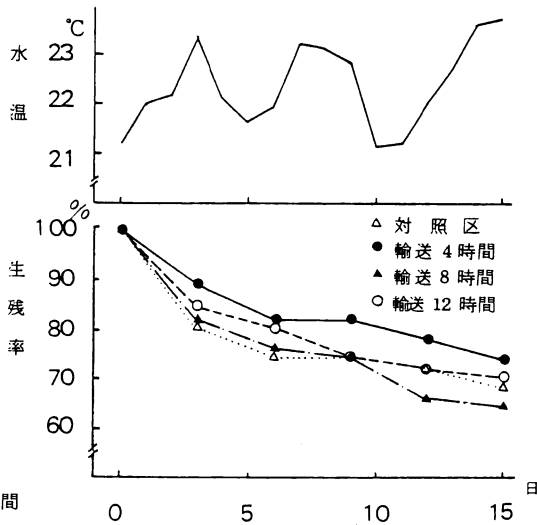


図19 飼育期間中の水温・生残率(試験区9)

## 2) マダイ稚魚の長時間輸送について

### (材料および方法)

供試魚 : 沖出し飼育終了後、大型個体(平均全長79.9mm、平均体重10.5g)2,540尾を選別し、陸上13トン水槽に收容して2日間流水飼育を行なって輸送に備えた。なお、收容当日は網ずれによる疾病予防のため、塩酸オキシテトラサイクリン(水産用テラマイシン)を0.5g/kg/日の割合でミンチ餌に加えて投与した。それ以降は無給餌とし、48時間絶食させて輸送に備えた。

輸送方法 : 昭和57年7月11日に陸上13トン水槽より海水と共にバケツで運び、指導船「みやこ」の活魚槽へ收容した。活魚槽の大きさは2×2×1.5m(約6トン)で換水は電動ポンプによる連続強制換水方式で、換水率は毎分0.5トンであった。

輸送経路および経過 : 輸送は東京都小笠原村父島二見港から東京都大島町波浮港まで行なった。大島到着後直ちに、波浮港内の網生簀へ收容した。輸送経路を図20に示した。

マダイを船内の活魚槽に收容してから、波浮港の網生簀へ收容するまでの所要時間は61時間45分であった。内訳は航行時間が48時間09分、二見港内での待ち時間が13時間36分であった。

航行中の輸送管理 : 航海中は6時間おきに活魚槽の排水部より採水し、直ちに水温、PHを測定した。水温は棒状水銀温度計、PHは比色法によった。また採水した海水は取水びんに入れて保存

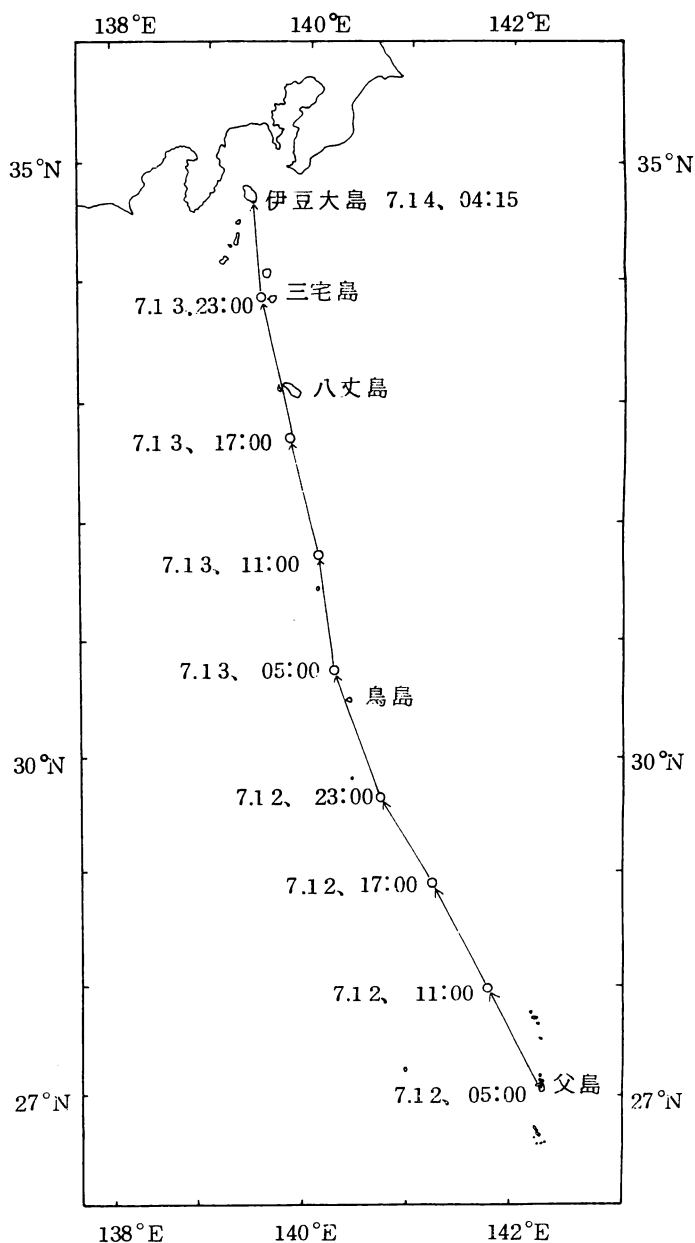


図20 輸送経路



し、大島到着後、直ちにオート・ラブ社製サリノメーター（モデル601、MK-Ⅲ型）で塩分量を測定した。

輸送後の飼育試験：長時間輸送がマダイ稚魚におよぼす影響を知るために、波浮港内に設置した網生簀（1×2×2m、2組）で、昭和57年7月14日から22日までの9日間飼育を行なった。

（結果）

陸上水槽へ収容した2,540尾のうち4尾はすれがひどく、また1尾は跳び出しにより計5尾がへい死した。

輸送中の経過状況と活魚槽内の水質を表17に示した。また、輸送中の活魚槽内の水温と塩分量の変動を父島二見港出港時を基準として図21に示した。水温は輸送中に3.7℃低下した。また、塩分量は0.86‰低下した。輸送中の供試魚の生残状況と活魚槽内での行動は表18のとおりである。

表17 輸送経過と輸送中の環境

月・日・時	積込後 経過時間	航海位置※1	海上※2 風力階級	活魚槽内の水質		
				水温	PH	塩分量
7.11 15:30	0	二見港停泊中	1	25.5℃	8.3	34.70‰
17:30	2・0 時間分	二見港停泊中	1	25.3	8.3	34.70
7.12 05:06	13・36	二見港発	2	25.1	8.3	34.69
11:00	20・30	28° 00.02' N 141° 41.04' E	4	26.3	8.4	34.54
17:00	26・30	28° 57.17' N 141° 08.89' E	4	25.7	8.4	34.65
23:00	32・30	29° 49.91' N 140° 39.32' E	4	24.8	8.4	34.47
7.13 05:00	38・30	30° 46.42' N 140° 14.56' E	5	25.5	8.4	34.32
11:00	44・30	31° 43.15' N 140° 01.55' E	5	26.0	8.4	34.18
17:00	50・30	32° 42.15' N 139° 46.95' E (八丈小島並航)	3	24.0	8.4	34.18
23:00	56・30	33° 44.11' N 139° 27.00' E	3	23.0	8.4	34.20
7.14 04:00	61・30	34° 40.30' N 139° 27.00' E	3	22.0	8.3	33.88
04:15	61・45	大島波浮港着	2	21.8	8.3	33.84

※1 航海位置はロランCによった。

※2 ビコフォート風力階級によった。

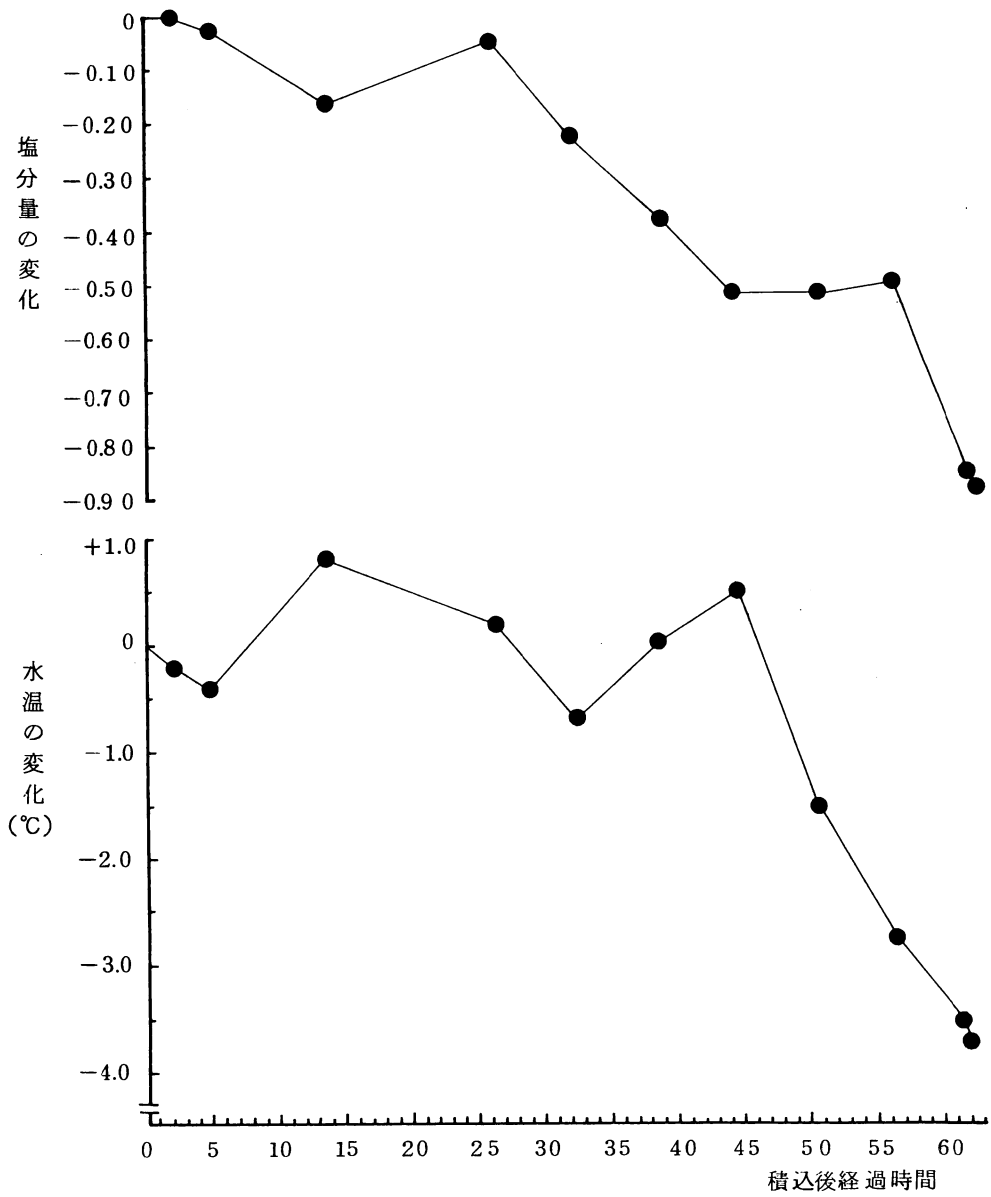


図 2 1 輸送中の活魚槽内の水温、塩分量の変動

表18 輸送中の生残状況と供試魚の状況

月・日・時	生残尾数	へい死尾数	生残率	活魚槽内のマダイの行動
7.11 15:30	2,535	0 尾	100%	積込み完了、槽内に均一に分布する。
17:30		0	100	絶食のため、食欲旺盛で指を水面に入れると食いつく。
7.12 05:06		0	100	出港後、船体の動揺が始まると、マダイは壁面に沿ってゆっくり上昇し、中央部で下降するパターンが見られる。
11:00		0	100	同 上
17:00		0	100	海上はシケ模様となってきた。活魚槽の上部に分布している数十尾は横転する。
23:00		0	100	船体の動揺が大きくなり、マダイの動きも活発となる。尾鰭の動きが速くなる。
7.13 05:00		2	99.9	へい死魚2尾が見られる。へい死個体に他の個体が多数群がる船体の動揺が激しくなる。マダイは尾鰭を盛んに動かしている。船底のズシーンという音が大きい時には、中央附近で分散している個体はあつまって一塊になって下降する。
11:00		0	99.9	一部の個体は盛んに槽内で垂直移動を行なう。海上模様は相変わらず悪いが、ほとんどの個体は船体の動揺になれてきたせいか尾鰭の動きはそれほど早くない。
17:00		0	99.9	同 上
23:00		0	99.9	シケもややおさまって、船体の動揺もさほど激しくなくなってきた。マダイの動きも壁面に沿ってゆっくり上昇し、中央部で下降するパターンにもどった。
7.14 04:15		0	99.9	同 上
05:06	2,531	2	99.7	波浮港内の網生簀へ計数しながら収容した。

海上がおだやかな場合のマダイの行動パターンは、活魚槽の壁にそって、ゆっくり上昇して中央部でゆっくり下降するというのが普通に見られた。この時の槽内での分布は、ほぼ均一であった。しかし、海上がシケ模様になってくるとマダイの動きも活発となり、特に尾鰭の動きが目立つようになってくる。しかも、ほとんどの個体が槽内下方にあつまってくる傾向が見られた。

輸送中も給餌を行なわなかったため絶食期間は114時間(4日と18時間)となったが、輸送中のへい死魚は2尾のみで生残率は99.7%と良好であった。なお、収容密度は423尾/トンであった。長時間輸送の影響をみるために、波浮港内へ設置した網生簀で飼育を行なった。飼育経過は表19のとおりである。給餌は1日2回にわけて行なった。餌料はマイワシのミンチ70%に、マダイ用配

合飼料30%の割合で加え、更にビタミンミックスを外割で7%加えて良く混合したものを用いた。なお、7月15日から18日までの4日間は疾病予防の目的で塩酸オキシテトラサイクリン（水産用テラマイシン散）を0.5g/kg体重/日の割合で飼料に混入してあたえた。飼育期間中、終始マダイの摂餌は活発で、へい死も1尾のみであり、生残率は99.9%と良好で長時間輸送による影響はまったく見られなかった。網生簀周辺の水質は表20のとおりであった。7月22日に網生簀から100尾抽出して全長、体重の測定を実施した。結果は表21のとおりで、平均全長で10.2mm、平均体重で3.9g増加した。

表19 マダイ長時間輸送後飼育経過

月・日	生残尾数	へい死尾数	生残率	給餌量
7. 14	2531 尾	0 尾	100 %	5.2 kg
15	2531	0	100	5.2
16	2531	0	100	5.2
17	2530	1	99.9	5.2
18	2530	0	99.9	5.2
19	2530	0	99.9	5.2
20	2530	0	99.9	5.2
21	2530	0	99.9	} 放流に備えて 無給餌
22	2530	0	99.9	

表20 生簀飼育期間中の水質（水面下1m）

月・日	水 温	PH	比 重	D.O
7. 15	20.6 °C	8.2	—	4.47 ppm
16	20.6	—	—	—
17	21.0	8.4	23.9	4.82
18	20.3	—	—	—
19	21.3	—	—	—
20	21.6	8.2	23.7	5.07
21	21.0	—	—	—
22	21.8	—	—	—

表 2 1 輸送前後の供試魚の大きさ

項目 \ 月・日	7 月 1 1 日 (積込時)	7 月 2 2 日 (輸送後1週間飼育)
測定個体数	100 尾	100
全長		
平均値	79.9 mm	90.1 mm
範囲	49.0~107.0 mm	52~117 mm
標準偏差	13.2 mm	12.9 mm
体重		
平均値	10.5 g	14.4 g
範囲	3.5~27.8 g	3.6~31.3 g
標準偏差	4.8 g	5.8 g

## Ⅱ 考 察

マダイ親魚を父島二見湾内の海面網生簀へ収容してからの海水温は小刻みな変動をくり返しながら低下を続けて、昭和57年2月1、2日に最低水温18.0℃を記録しその後徐々に上昇する傾向にあった。マダイの産卵を確認したのは2月23日で、前日及び前々日は急激に水温が上昇していたところから、急激な水温変化が産卵を促進したものと考えられる。原田ら<sup>2)</sup>は加温水槽におけるマダイの飼育水温と自然産卵との関係を検討して、加温することによってマダイの早期採卵が可能であること、また、飼育水温を急激に上昇(2~3℃)させることが産卵促進に有効であることを明らかにしている。今回の試験においては、平均水温が2日間で1℃上昇し、更に2日間で1℃低下した直後に産卵がみられた。養成マダイの2月産卵に関する報告は少ない。三重県尾鷲水産試験場では<sup>3)</sup>、加温海水を利用することによって冬季の飼育水温を19~20℃にしたところ、2月15日に産卵が始まり、その後65日間にわたって正常な産卵状態を持続させることができた。また、静岡県温水利用研究センターでは<sup>4)</sup>、やはり発電所温排水を利用して冬季の飼育水温を17~23℃に保つことにより、2月15日に産卵させることに成功している。しかしながら、加温せずに自然海水を利用して2月以前に産卵した例はこれまでに沖縄県水産試験場八重山支場による報告<sup>5)</sup>があるのみで、1月10日から2月26日にかけて数回、未受精ではあったが産卵が確認されている。今回の試験では、産卵を確認した後は、直ちに陸上水槽へ

収容して採卵に備えたが収容してから11日間は産卵は見られなかった。しかし、3月7日には産卵行動がみられ、良質の受精卵を得ることができた。産卵はその後毎日続き5月18日まで75日間採卵を行なうことができた。また、採卵期間を通じて、浮上卵率、ふ化率ともに良好な結果を得られたことから、採卵した受精卵も正常であり、今後マダイの早期採卵を事業的規模で行なう際にも問題はないものと考えられる。

ふ化仔魚の養成飼育については、生残、成長ともに順調であった。0.5トンパンライト水槽による飼育例では<sup>6)</sup>、収容密度30,000尾/トン、とりあげ時の平均全長が10mm前後の場合、生残率は35～54%である。今回の1次飼育結果では、放養密度30,000尾/トン、とりあげ時の平均全長が、10.9mmで生残率は37.3%～75.9%、平均で60.7%となったことから生残率も良好と言える。成長についても藤田<sup>7)</sup>によれば、日本本土海域でのマダイは、ふ化後5日目で全長が3.4mm、20日で7.3mm、30日で9.8mm、40日で15.0mm、50日で30mmになるという。今回の飼育結果では明らかにこの事例をうわまわる成長を示した。また、沖出し後の飼育経過も順調で7月9日には、平均全長で63.2mm、体重4.52gとなった。以上のように、ふ化仔魚の養成飼育結果についても本土海域での飼育事例を上まわる結果が得られたことから、ふ化仔魚の育成においても事業的にほぼ問題はないものと考えられる。

最近のマダイ養殖に用いられる種苗のサイズは全長で50～70mmのものが圧倒的に多い<sup>8)</sup> したがって、今回の飼育結果から考えると7月上旬にはすでに養殖用種苗として十分な大きさのマダイが生産できることになる。また、今回の試験では初期餌料の生産量に制限されたので最も早期で4月7日のふ化仔魚を用いたが、浮上卵率やふ化率から考えると2～3月に採卵したふ化仔魚でも養成飼育は充分可能であると思われる。この場合には、さらに1ヶ月近く早まり、5～6月には養殖用種苗としてのサイズになるので、マダイ養殖の早期大型種苗として通用するであろう。

受精卵の輸送手段については、海水をほとんど用いないで輸送できれば、経費や労力の節減につながる。トラフグ卵については<sup>9)</sup>、湿潤な環境を保つことにより長時間輸送に成功している。今回の試験結果では、輸送容器内の海水容量はガラスシャーレ1枚あたり2～8mlで充分であること。また、卵の適正収容密度が20粒/cm<sup>2</sup>であることから、ガラスシャーレ1枚で、およそ1,300粒は輸送可能であることが分った。輸送時間についても、水温環境がほぼ一定であれば、ふ化が始まるまでの時間(ほぼ30時間)内であれば、70%を越すふ化率・生残率が得られることがわかった。

マダイ稚魚の船舶による長時間活魚輸送に際しては、活魚槽への適正収容量は経験的に成魚の場合の10分の1から100分の1程度とされている<sup>10)</sup>。小笠原諸島から伊豆大島へマダイを輸送する場合は、成魚の際とは逆に、高水温・高塩分濃度の海域から途中、黒潮を横断して、低水温・低塩分濃度の海域へ輸送することになるので槽内の水質変化が大きい。また、輸送期間は無給餌であるため、絶食時間が長くなり魚体の各種ストレスに対する抵抗力も弱まるものと考えられる。そこで、収容密度については、

マダイ稚魚を長距離輸送する際の経験的限界収容量である槽内水量の0.6%よりも低目の0.4%とした。その結果、輸送期間中の生残率はほぼ100%に近く、また到着後の飼育結果をみても、成長、生残ともに良好で長時間輸送による影響はまったく見られなかった。しかしながら、事業的規模で輸送する場合には収容密度と輸送時間、稚魚のサイズ等について、更に検討が必要であると考えられる。

最近、マダイ養殖における早期大型種苗の需要は大きく、養殖業者のなかには冬季低水温期にボイラー加温を行なって、1月あるいは2月に採卵を行なっている例が少なくない。しかしながら、ボイラー加温をすることによって養殖用種苗の生産コストは高いものとなり、養殖漁家の経営におよぼす影響は大きい。そこで、冬季でも最低水温が18℃を下まわらない小笠原諸島海域では、加温する必要もなく、しかも自然産卵方式で2～3月に採卵できることがわかった。したがって、今後は、早期に採卵して、早期に生産した種苗を本土海域へ輸送コストを低くするために種々の検討を加える必要がある。

## Ⅳ 要 約

- (1) マダイ親魚30尾を神奈川県より前年10月に輸送し、小笠原諸島父島で飼育を行ったところ翌年の2月23日に産卵を確認した。
- (2) 陸上採卵池へ収容してから、12日目3月7日に産卵を開始し、その後は5月18日まで75日間毎日採卵することができた。産卵のピークは3月中旬から4月上旬であった。
- (3) 総採卵数は約2270万粒で通算平均浮上卵率は83.1%、またふ化率についても94.5%と良好であった。
- (4) ふ化仔魚の飼育経過も順調で、成長、生残ともに良好な結果となった。沖出し後の飼育経過も良好で、7月9日には平均全長63.2mm、平均体重4.5gとなった。
- (5) ガラスシャーレを用いて、マダイ受精卵の簡易輸送法を検討した。ガラスシャーレ1枚あたり、海水2～8ml、収容可能卵数はおよそ1300粒で、輸送時間が30時間を越えなければ70%の生残率が得られることがわかった。
- (6) 沖出し飼育後、大型個体(全長79.9mm、体重10.5g)2540尾を選別して、伊豆大島まで船舶による長時間活魚輸送を行なったところ、輸送中の生残率は99.7%と良好であった。また、大島到着後の短期間飼育(9日間)結果も良好で、養殖用種苗として充分利用できることがわかった。

## Ⅴ 今後の問題点と方向

- 1 マダイ親魚候補の越夏養成と早期採卵、早期種苗生産試験
- 2 マダイ種苗船舶輸送の収容密度・輸送時間の検討
- 3 亜熱帯海域の特性を生かした新魚種(アジ類、ハタ類)の親魚の確保、産卵期の確認
- 4 新魚種の種苗生産試験



## VI 文 献

- 1) 福原 修(1970): マダイの卵発生と初期における形態の変異についての観察、水産増殖、17(2)、71～76
- 2) 原田輝雄・熊井英水・水野兼八郎・中村元二・宮下盛・古谷秀樹(1970): プリ・マダイ・イシダイ・イシガキダイからの加温による早期採卵、日本水産学会昭和45年秋季大会講演要旨、62～63
- 3) 三重県尾鷲水産試験場(1973): 温海水飼育によるマダイの早期産卵について、魚類種苗生産研究—II、1～6
- 4) 静岡県温水利用研究センター(1982): 昭和57年度タイ類(マダイ・ヘダイ)種苗生産結果、昭和57年度太平洋中区栽培漁業推進協議会技術部会種苗生産分科会資料
- 5) 沖縄県水産試験場八重山支場(1982): 南方海域諸島種苗生産基地化基礎技術開発研究、昭和57年度研究開発促進事業中間報告書、沖縄県水産試験場八重山支場
- 6) 山口正男(1978): タイ養殖の基礎と実際、恒星社厚生閣、161～171
- 7) 藤田矢郎(1975): 稚魚の大量飼育、水産学シリーズ8、稚魚の摂餌と発育、恒星社厚生閣100～113
- 8) 水産庁日本栽培漁業協会(1982): 昭和55年度種苗生産事業一覧表(魚類・養殖用)、栽培漁業種苗生産、入手・放流(全国)、昭和55年度実績
- 9) 藤田矢郎(1965): フグ受精卵の簡易輸送法、水産増殖12(4)
- 10) 永山三平(1982): 輸送方法と問題点、活魚輸送、日本水産学会編、恒星社厚生閣、東京103—112

Publication of The Tokyo Metropolitan

Fisheries Experiment Station №322

Memoir of The Tokyo Metropolitan

Fisheries Experiment Station №168

昭和58年11月 発行

印刷物規格表第2類  
印刷番号(58)758  
刊行物番号(I)316

南方海域諸島種苗生産化基礎技術開発研究

編集・発行 東京都水産試験場技術管理部  
〒125 東京都葛飾区水元公園1-1  
電話 03-600-2873

印刷会社名 原口印刷株式会社  
〒101 東京都千代田区猿樂町1-5-19  
電話 03-291-8819