

東水試出版物通刊 No. 313

調査研究要報 No. 160

昭和56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 57 年 11 月

東京都水産試験場

# 目 次

はじめに	1
I 種苗輸送技術開発研究	1
1) マダイ受精卵の長時間輸送試験	1
(1) 種苗輸送のための予備試験	1
(2) 船舶による長時間海上輸送	7
2) 輸送後生残卵のふ化養成	10
II 採卵用親魚の長時間輸送	20
III 今後の問題点と方向	22

.....

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つであるマダイの早期大型種苗の出荷を行なうためには小笠原諸島でマダイの種苗生産を行なう必要がある。しかしながら、小笠原諸島周辺海域では、これまでのところ、マダイの生息分布は見られていないため本土から卵、稚仔魚あるいは親魚を持ち込まなければならない。そこで今年度はとりあえず5月に神奈川県からマダイ受精卵を輸送してふ化・養成を試みた。また10月には採卵用親魚を輸送して蓄養し、翌年の採卵に備えた。

## I 種苗輸送技術開発研究

### 1) マダイ受精卵の長時間輸送試験

現在、日本本土と小笠原諸島とを結ぶ最も安全で確実な輸送経路は定期旅客船(3,540トン)を利用することである。東京-父島間の所要時間は26時間、神奈川県三崎-東京間の所要時間及び受精卵の収容作業等、待ち時間を含むと総所要時間は40~50時間と考える必要がある。そこで総所要時間を48時間とし、室内での予備試験を南西海区水産研究所での研修中に行なって輸送条件を検討してから定期船利用による長時間輸送を行なった。

#### (1) 予備試験

マダイ受精卵をビニール袋の中へ海水と共に収容し、酸素ガスを吹き込んで密封する方式をとった。この際、問題となる要因には、①海水の水質悪化(DOの減少、PHの低下、アンモニウム濃度の増加)、②温度の変化(水温の上昇、低下等)及び③振動(トラックの振動、船舶のゆれ)などが考えられる。そこで、まず室内実験でこれらの要因について検討を行ない、本格的な輸送に備えた。

#### (材料および方法)

##### ① 供試受精卵

広島県大竹市阿多田島の養殖業者所有の25トンコンクリート水槽で、マダイ多年魚から得た受精卵を用いた。

##### ② 輸送容器

使用した容器は図1に示した様に6ℓ容量の透明ポリ袋を2枚重ねとし、これに一定量の受精卵および海水を収容してビニールチューブサイフォンを挿入後、酸素ガスを通気・封入した。封入後はポリ袋の口を輪ゴムで固くしばり、またサイフォンはコックで閉じた。なお、酸素ガス吹き込み時には流量計を装着し吹き込み量を測定した。

③ 試験区の設定

試験区を表1に示した。長時間の海上輸送中、受精卵に最も影響をおよぼす要因としては温度の変化および振動（船舶のゆれ）が考えられる。また酸素ガスの封入状態としては海水を袋の口いっぱいまで満たしてから酸素ガスを通気して海水層の上に酸素ガスの気層を設けない場合、および袋の口いっぱいまで海水を満たさずに海水層の上部に酸素ガスの気層を設けた場合を設定した。

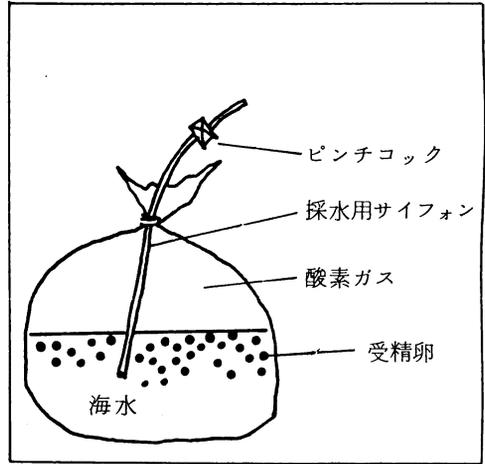


図1 輸送容器

高温区および低温区はヒーターおよびユニットクーラーによる循環水の中に浮かべて収容した。常温区は通常の飼育用ろ過海水の中に浮かべて収容した。常温振動区は50ℓ容量のプラスチック水槽に通常の飼育用海水を満たし、その中に試験区のポリ袋を収容した発泡スチロール製箱を浮べた。振動はプラスチック水槽にセットした通気装置（エアストーン小6個）でエアレーションを施して行なった。

受精卵の収容密度は各区ともに4000粒/ℓ・海水とした。

表1 試験区分

項目 No.	高温 静止区		常 温								低温 静止区	
			静				止 動					
	1-a	1-b	2-a	2-b	2-c	2-d	3-a	3-b	3-c	3-d	4-a	4-b
収容卵数	24000	24000	24000	24000	16000	8000	24000	24000	16000	8000	24000	24000
海水容積	6 <sup>ℓ</sup>	6	6	6	4	2	6	6	4	2	6	6
酸素吹込量	-	7 <sup>ℓ</sup>	-	7	7	14	-	7	7	14	-	7
気層の有無 (容量ℓ)	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-
					(2)	(4)			(2)	(4)		

※ 気層は酸素ガスの層をいう。

#### ④ 観察・測定項目

実験開始時に供試海水の水温、PH、DOを測定した。その後、各試験区について水温は6時間毎に棒状水銀温度計で測定した。また24時間経過後にはビニールチューブサイフォンから採水を行ないPHおよびDOを測定した。PHはガラス電極式PHメーターでまたDOはウィンクラー法で測定した。実験終了時の48時間経過後に再び水温、PH、DOを測定した後に、ポリ袋を開封し腐敗臭の有無を確認してから収容海水及び卵を攪拌混合した。このうち1ℓ採水しそのうちの生残個体(卵・仔魚)を計数して生残率を算出した。

#### (結果)

結果をまとめて表2に示した。

##### ① 高温静止区

1-a、1-b区ともに生存は皆無であった。48時間後には海水は白濁して腐敗臭が認められたほかに、酸素ガスを通気しなかった1-a区では卵形をとどめていないものが大半であった。また、24時間後にはDOも極端に低下して無酸素状態であった。

##### ② 常温静止区

48時間後の生残率はa、b、c、dの順で高くなった。PHは24時間後までほとんど変化が認められなかったが、24時間以降はb、a、c、dの順で低下した。DOについては、24時間後以降はa、b区では急激に減少し48時間後にはほとんど無酸素状態に達した。酸素ガス吹き込み量と生残率との関係については、吹き込み量が多いほど生残率が高かった。また酸素ガス気層を設けた区の方が設けなかった区よりも生残率が高かった。a、b両区は48時間後には海水が白濁し、開封時に腐敗臭が認められた。

##### ③ 常温振動区

48時間後の生残率は静止区と同様に酸素ガス吹き込み量の多い区の方が、また気層を設けた区の方が高かった。PHは気層を持たないa、bでは24時間後に各々7.4、7.6に低下したが、この時点で気層を持つc、dでは8.4と全く変化がみられなかった。48時間後にはa、b、c、d区ともに7.3~7.4へと低下した。一方DOは酸素ガスを全く吹き込まなかったa区では24時間後には無酸素に近い状態となった。また気層を設けなかったb区でもDOの低下が激しかった。しかしながら気層を設けたc、d区ではDOの低下はa、b区と比較してゆるやかであった。

##### ④ 低温静止区

酸素ガスを吹き込んだ区で若干の生残が見られた。PHは両区ともに24時間経過後で

表 2 試 験 結 果

区	時間	開 始 時			2 4 時 間 後			4 8 時 間 後			生 残 率	備 考
		W T	P H	D O	W T	P H	D O	W T	P H	D O		
高 温 静 止	1 - a	18.0	8.4	※cc./ℓ 5.36	24.5	8.0	0.06	24.6	7.2	0.07	0	腐敗・白濁・卵形とどめず 腐敗・白濁
	1 - b	"	"	"	"	7.6	0.09	"	7.1	"	0	
常 温 静 止	2 - a	18.0	8.4	5.36	17.9	8.4	3.58	17.7	7.4	0.12	9.3	腐敗・白濁
	2 - b	"	"	"	"	"	7.89	"	7.2	0.24	11.1	腐敗・白濁
	2 - c	"	"	"	"	"	9.00	"	7.5	7.32	38.8	
	2 - d	"	"	"	"	"	11.28	"	7.5	11.19	43.8	
常 温 振 動	3 - a	18.0	8.4	5.36	20.2	7.4	0.58	19.0	7.3	0.28	0	腐敗・白濁
	3 - b	"	"	"	"	7.6	1.82	"	7.4	0.78	5.4	腐敗・白濁
	3 - c	"	"	"	20.8	8.3	11.87	"	"	8.69	22.4	
	3 - d	"	"	"	"	8.5	13.64	"	"	11.54	37.8	
低 温 静 止	4 - a	18.0	8.4	5.36	13.0	8.2	3.42	15.5	7.4	0.33	0	腐敗・白濁
	4 - b	"	"	"	"	8.4	8.30	"	7.6	0.55	5.7	腐敗・白濁

※ すべての試験区の開始時D Oは卵収容時に用いた海水のD O値で代表した。

はほとんど変化がみられなかったが48時間後には1.0程度低下した。DOは酸素を吹き込まないa区ではゆるやかに低下し48時間後には無酸素に近い状態となった。一方酸素ガスを吹き込んだb区では24時間以降の減少が目立った。

(考 察)

① 温度のおよぼす影響

高温静止区、常温静止区、低温静止区の3区の48時間平均水温と生残率の関係を図2に示した。

一般に酸素吹き込み封入方式で卵・稚仔を遠隔地に輸送する場合に、輸送途中での生体の呼吸や代謝あるいは死卵・死魚等の腐敗・分解によって起きるDOの消費を抑制するために氷やドライアイスによる冷却がみられている。しかしながら、今回の結果では、極端な温度の高低変化は卵に悪影響を及ぼし、むしろ産卵時の水温に近い温度を維持した方が生残率が高い結果となった。

② DOおよび酸素ガス気層の有無と生残率

DOと生残率との関係を図3に示した。ポリ袋内に酸素ガスの気層を設けた場合とそうでない場合の生残率について図4に示した。

一般に卵あるいは開口前の仔魚の酸素要求量は稚魚期のそれと比べると小さいと考えられており、したがって短時間の輸送を行なう際にはポリ袋いっぱい海水を満

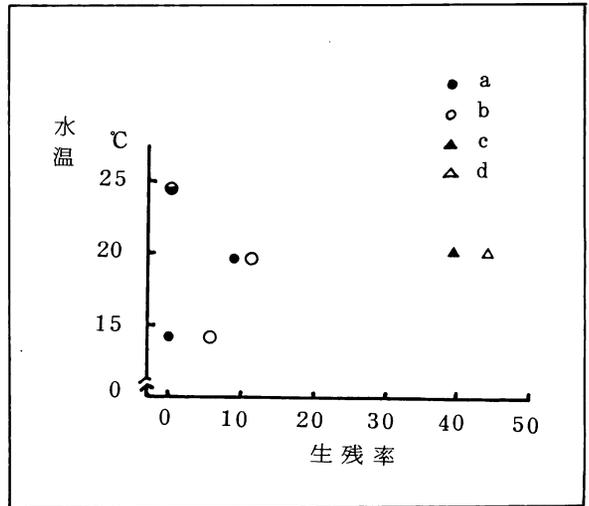


図2 平均水温と生残率

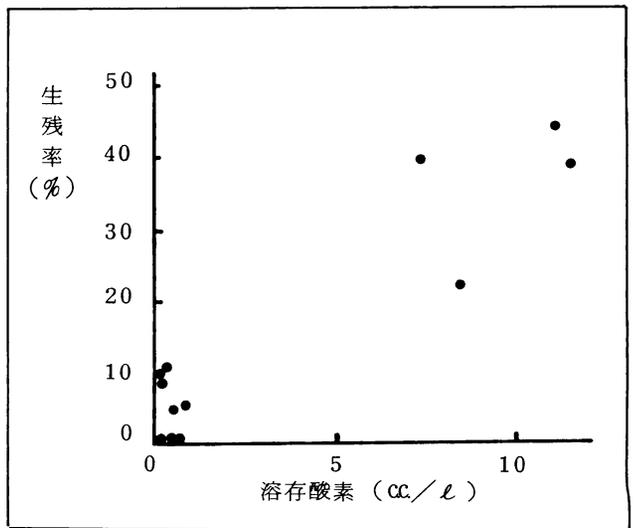


図3 溶存酸素と生残率

たして酸素ガスの気層を設けない方法がとられているようである。しかしながら、今回の結果を見ると酸素ガスの気層を設けて、しかもその容積を大きくした方が生残率が高かった。したがって、卵や開口前の仔魚を輸送する際も稚魚等の輸送と同様に海水量をできる限り少なくして酸素ガス気層を大きくとる事によって生残率の向上が計れるものと考えられる。

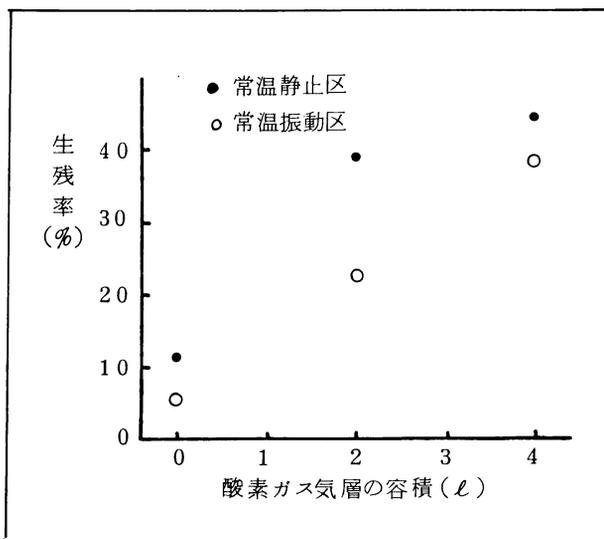


図4 酸素ガス気層の有無・容積と生残率

### ③ 振動の及ぼす影響

常温下における振動の有無と生残率の関係を図5に示した。振動区のDOはどの封入法をとっていても静止区よりも高くなった。

(要約)

- ① マダイ受精卵の長時間海上輸送に備えて予備試験を行なった。
- ② ポリ袋の中に海水を入れその中に受精卵を収容して酸素ガスを通気・封入した。

この際、酸素ガスの吹き込

み量を多くし、また海水層の上に酸素ガスの気層を大きくとることによって海水中のDOの減少を防ぐことができ生残率の向上につながる事がわかった。

- ③ 輸送中の水温についてはできる限り産卵海域の温度を維持することが生残率の向上につな

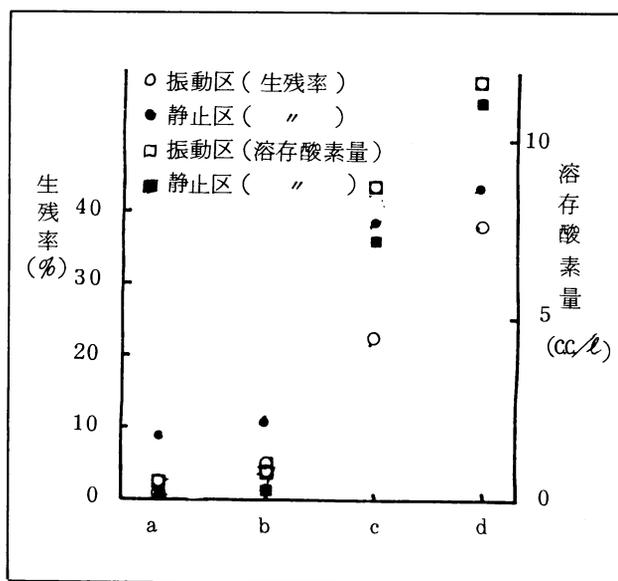


図5 振動の有無と生残率

がることがわかった。

## (2) 定期旅客船利用による長時間輸送

神奈川県栽培漁業センター（神奈川県三浦市城ヶ島）からマダイ受精卵30万粒を小笠原父島へ輸送し生残率について検討した。

### （材料および方法）

#### ① 供試受精卵

供試卵は神奈川県水産試験場屋外飼育池において、昭和56年5月18日および19日夕刻に自然産卵した卵を、ネットで採集後浮上卵のみ集めてゴミ等を除去後、流水水槽に收容して梱包に備えた。供試卵数は5月18日に採卵分が180,000粒、5月19日採卵分が120,000粒の合計300,000粒であった。

#### ② 輸送容器および收容法

容器は図6に示したように、発泡スチロール製箱（62×36×24cm）を用いた。受精卵は予備試験の場合と同様にポリ袋の中に海水とともに收容して酸素ガスを通気し封入した。

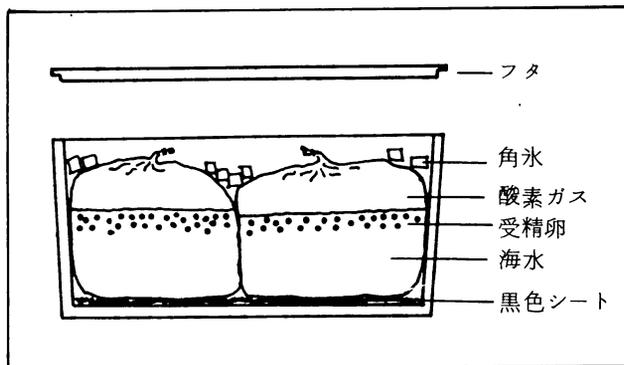


図6 受精卵の梱包状態

收容手順はポリ袋を2重にしてろ過海水を10ℓ入れ、

その中に受精卵を15,000粒收容した。酸素ガスの吹き込みは、まず海水中に7.5ℓ通気し、さらに5ℓ程度の酸素ガスの気層を設けた。輸送箱1箱あたりポリ袋を2袋收容した。但し、收容作業の都合上18,000粒收容した袋もあった。輸送箱は全部で9箱であった。收容状況を表3に示した。

#### ③ 輸送の方法

神奈川県栽培漁業センターから自動車（ライトバン）による陸上輸送で東京港芝浦棧橋まで運び、それから東京-小笠原父島間の定期旅客船（3,540トン）へのせて海上輸送を行なった。輸送経路を図7に示した。

#### ④ 輸送中の保温および水温測定

輸送中、水温の上昇を防ぐために容器の中に氷（ダイヤアイス）を数個入れた。また輸送中の温度変化を知るために数時間毎に棒状水銀温度計を袋と袋の間に差し入れて測温し

表3 受精卵の収容状況

箱 №	収容卵数	採卵月日	収容海水
	粒		ℓ
1	18,000 18,000	5. 18	13
2	18,000 18,000	5. 18	13
3	18,000 18,000	5. 18	13
4	18,000 18,000	5. 18	13
5	18,000 18,000	5. 18	13
6	15,000 15,000	5. 19	10
7	15,000 15,000	5. 19	10
8	15,000 15,000	5. 19	10
9	15,000 15,000	5. 19	10

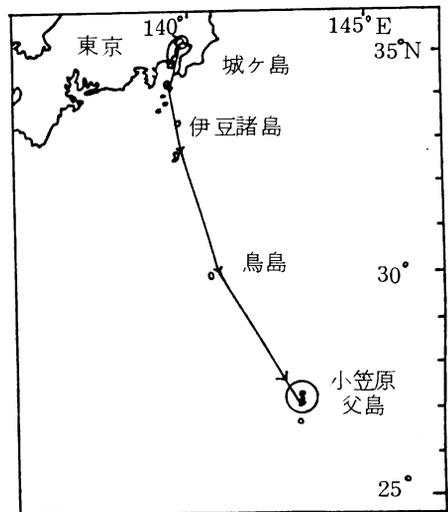


図7 輸送経路

た。

⑤ 到着時の生残個体の計数

到着後直ちにおよそ1時間程度、ポリ袋のまま水槽に浮べて水温馴致を行なった。9箱・18袋のうち4袋については30ℓパンライト水槽へ移して良く攪拌し、そのうちから1ℓ採水して生残個体（ふ化仔魚、生卵等）を計数して全生残個体数を算出した。

（結 果）

輸送箱への収容をはじめから、当センター水槽へ収容するまでの経過を表4に示した。航海中は空調設備の船室内へ置いて、数時間おきに輸送箱の中の温度を測定した。結果を表5に示した。なお、受精卵収容時に用いた海水の温度は17.8℃であった。輸送中各容器内の氷は絶やさずに温度の上昇を抑えた。輸送中の受精卵の発生状況については詳細な観察はできなかったが航海中に数回、肉眼観察を行なった。結果を表6に示した。5月18日採卵分の№1、2では5月20日にはすでにふ化が始まり、したがって5月21日のセンター到着時には多くのふ化仔魚が観察された。しかしながら5月19日採卵分の№6、8では到着時に若干のふ化

表 4 輸 送 経 過 の 概 略

時 刻	経過時間	作 業 内 容	
5. 19 18:00	h m 0.0	受精卵の輸送容器への収容・梱包開始	
	21:00	3.0	9箱すべて梱包完了
5. 20 04:00	10.0	神奈川水試発ライトバンにて陸上輸送	
	05:45	1 1 4 5	東京港芝浦棧橋着、定期船へ積み込む
	10:00	1 6.0	東京港発、父島二見港まで海上輸送
5. 21 14:30	44.30	父島二見港着、トラックにて陸上輸送	
	15:00	4 5.0	当センター着
	16:00	4 6.0	生残率の測定後、直ちに放養

表 5 輸 送 中 の 箱 内 温 度 変 化 (℃)

月日 時刻 経過時間 箱 宛	5. 20			5. 21	
	06:15	10:10*	20:52*	06:35*	15:00
	h m 1 2.1 5	1 6.1 0	2 6.5 2	3 6.3 5	4 5.0
室 温	2 2.0	2 3.5	2 3.0	2 4.2	2 5.0
1	1 5.3	1 5.5	1 5.2	1 6.2	1 6.9
2	1 5.5	1 5.6	1 5.2	1 6.4	1 7.6
3	1 5.4	1 5.4	1 4.8	1 6.0	1 6.8
4	1 5.5	1 5.9	1 5.2	1 6.4	1 7.0
5	1 5.3	1 5.7	1 5.3	1 6.5	1 7.1
6	1 5.5	1 5.5	1 5.0	1 6.4	1 7.3
7	1 5.6	1 5.7	1 5.1	1 6.7	1 7.4
8	1 5.4	1 5.7	1 5.1	1 6.5	1 7.4
9	1 5.6	1 6.0	1 5.4	1 6.8	1 7.5
平均値	1 5.5	1 5.7	1 5.1	1 6.4	1 7.2

\* 航海中

仔魚が認められた程度であった。輸送に要した時間は総計46時間であった。センター到着時の場内飼育池の水温は22.8℃であったので、輸送容器内の平均水温17.2℃とは5.6℃の差があった。そこで1時間程度水温馴致を行なった後に開封してプラスチック水槽に収容した。このうち輸送容器2箱、ポリ袋4袋については生残率を概算した。結果を表7に示した。生残率は1袋だけ除いて、すべて60%以上となり、平均生残率は59.7%であった。したがって全生残個体数は推定で179,000粒(ふ化仔魚も含む)となった。生残個体についてはすべて養成試験に供するため500ℓパンライト水槽5面に分けて収容した。

## 2) 輸送後生残卵のふ化養成

神奈川県栽培漁業センターから輸送したマダイ受精卵のうち、生残個体(生残卵およびふ化仔魚、およそ179,000尾)についてふ化養成した。

(材料および方法)

### ① 供試受精卵およびふ化仔魚

上記生残卵およびふ化仔魚179,000尾を用いた。

### ② 飼育期間

昭和56年5月21日から7月29日までの69日間であった。飼育容器は次のとおりである。

5月21日～6月22日(33日間) 500ℓパンライト水槽5面  
 6月23日～7月8日(15日間) 13トンコンクリート水槽1面  
 7月9日～7月29日(21日間) 4m×4m×2m海面生簀

表6 輸送中のふ化状況

箱 №	5/20	5/21	
	06:15	06:35	16:00
1	+	++	++
	+	++	++
2	+	++	++
	+	++	++
6	-	-	+
	-	-	+
8	-	-	+
	-	-	+

-: ふ化仔魚認められず

+: " " 認められる

++: " " 多数認められる

表7 生残状況

箱 №	袋 №	生残率	平均生残率
2	1	60.3	} 59.7%
	2	42.0	
7	1	69.3	
	2	68.0	

### ③ 飼育の方法

輸送容器からプラスチック水槽へ収容する際に、死卵や死魚を取り除けなかったため、そのまま、生残個体と共に収容した。パンライト水槽は外気温の上昇に影響されないようにコンクリート水槽(9 m×1.5 m×1 m)のなかに設置して周囲に海水を流しウォーター・バス方式とした。またパンライト水槽の周囲は農業用の黒色ビニールシートで覆った。飼育海水は急速ろ過海水を使用した。飼育は当初止水とし、飼育開始後3日目から0.2回/日の換水率とした。通気は当初はエアストーン(小)1個で水面いっぱい気泡がゆきわたる程度としたが、仔魚の成長に応じて徐々に増やした。給水は小径の散水孔をあけた径40%の塩化ビニール管に飼育海水を導水し、水面上30 cmの位置から散水した。排水は径20%の塩化ビニール管でサイフォンを作り、排水口には仔魚の成長段階に応じた目合のネットで覆った。

### ④ 餌料

初期餌料はシオミズツボワムシを主体としてチグリオバス、アルテミア幼生を給餌した。ワムシは乾燥パン酵母で高密度培養した後、12～20時間程度海産クロレラで2次培養を行なった。チグリオバスは仔魚の全長が9.0 mmとなった、ふ化後20日目の6月10日から給餌した。アルテミア幼生は、耐久卵を約24時間クロレラ海水(60%海水)中で通気・攪拌してふ化させ、更に乳化オイル(オリエンタル酵母(社)製)を5 ml/30 l培養海水の割合で添加して24時間培養したノウブリウスを仔魚に給餌した。ミンチ餌はふ化後25日目から給餌した。内容はムロアジ身肉を主体にして、アサリ、オキアミを適量加え、更にビタミン・ミックス(ハーバー処方)を外割で5%加えた。仔魚の成長に応じて餌料の粘度を小麦グルテンで調整した。

### ⑤ 測定

仔魚の成長は、数日おきに水槽からサンプリングして観察し全長を測定した。また陸上水槽での飼育期間中は毎日午前8時に水温、比重、PHを測定した。

### ⑥ 沖出し

沖出しは7月9日に行なった。海面生簀は父島二見湾内に設置した4 m×4 m×2 mの生簀を用いた。沖出し後の餌料はミンチ餌を主体とし、一部マス餌付用配合飼料も併用した。

以上、飼育期間と餌料種類をまとめて図8に示した。

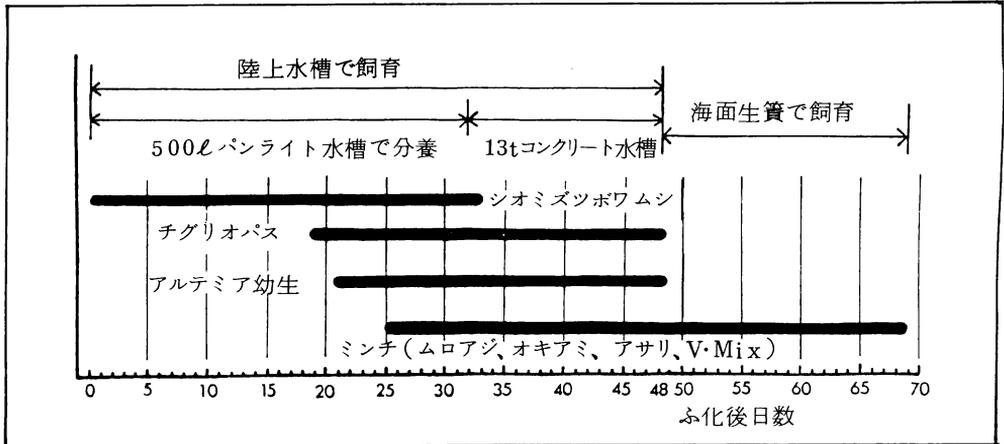


図 8 飼育期間と餌料種類

(結 果)

① 仔魚の生残と成長

陸上水槽における飼育期間中の生残と成長を表 8 および図 9 に示した。パンライト水槽から 13 トンコンクリート水槽へ移す際には、全生残尾数を計数しながら収容した。この

表 8 陸上水槽での飼育期間中の生残率

飼育期間	飼育水槽		収容尾数	とりあげ尾数	生残率
5.22～6.22 (33日間)	500ℓ プラスチック 水槽	1	35,800尾	3,188尾	8.9%
		2	35,800	3,773	10.5
		3	35,800	3,765	10.5
		4	35,800	2,592	7.2
		5	35,800	2,687	7.5
	合計		179,000	16,005	8.9
6.23～7.8 (15日間)	13トン コンクリート 水槽		16,005	14,644	91.5%

ときの仔魚の平均全長は 13 mm であった。13 トンコンクリート水槽での飼育期間中は毎日の底掃除の際にへい死魚を取り除きながら計数・記録した。仔魚の成長は順調で、ふ化直後が 2.5 mm、10 日で 5.0 mm、20 日で 9 mm、30 日で 12 mm、40 日で 25 mm、沖出

し直前の48日目には34mmとなった。特に13トンコンクリート水槽へ移してから成長が良好であった。

沖出しは、13トンコンクリート水槽から5000尾計数し、ボートに搭載した水槽に收容して、十分なエアレーションを施しながら約10分間海上輸送して海面生簀へ放養した。沖出し後の給餌はムロアジ主体のミンチ餌を1日あたり5~6回行なった。沖出し後の飼育結果を表9に示した。沖出し期間中の成長、生

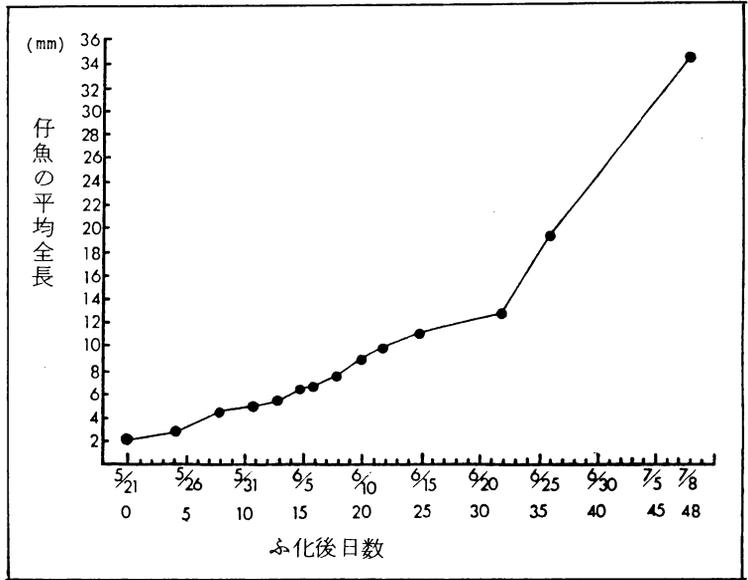


図9 ふ化仔魚の成長

表9 沖出し飼育結果

	放養時(7/8)	とりあげ時(7/29)
尾数	5,000尾	4,828
平均全長 (範囲)	3.44 mm (2.42~5.50)	5.70 (4.40~6.70)
平均体重 (範囲)	0.7 g (0.3~3.2)	3.3 (1.5~5.2)
尾数歩留り	—	96.6%

残ともに順調であった。放養時およびとりあげ時の全長組成を図10に示した。

② 餌料の種類と給餌量

陸上水槽における飼育期間中に給餌した餌料の種類別日間給餌量を図11に示した。総給餌量は表10の通りである。ワムシ単独での飼育期間中(5/21~6/8)は原則として朝1回20個体/CCの密度となるように給餌し、夕方に密度をチェックして10個体/CC以下であれば補給した。またワムシ給餌の際には必ずクロレラ海水を同時に添加した。日中の飼育海水中のクロレラ密度は50万~100万 cells/CCを維持するように

した。

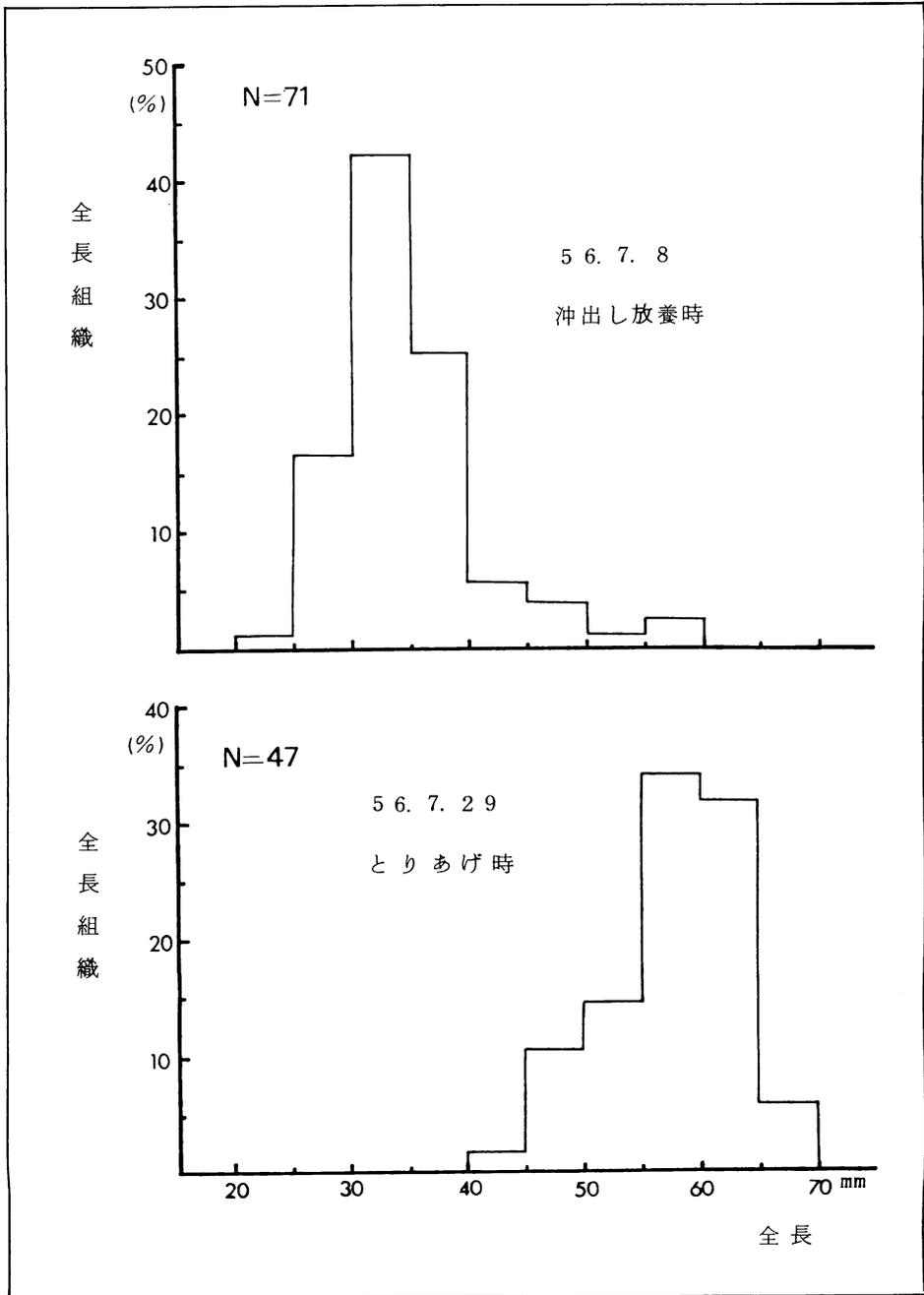


図10 海面生簀放養時(上)ととりあげ時(下)の全長組織

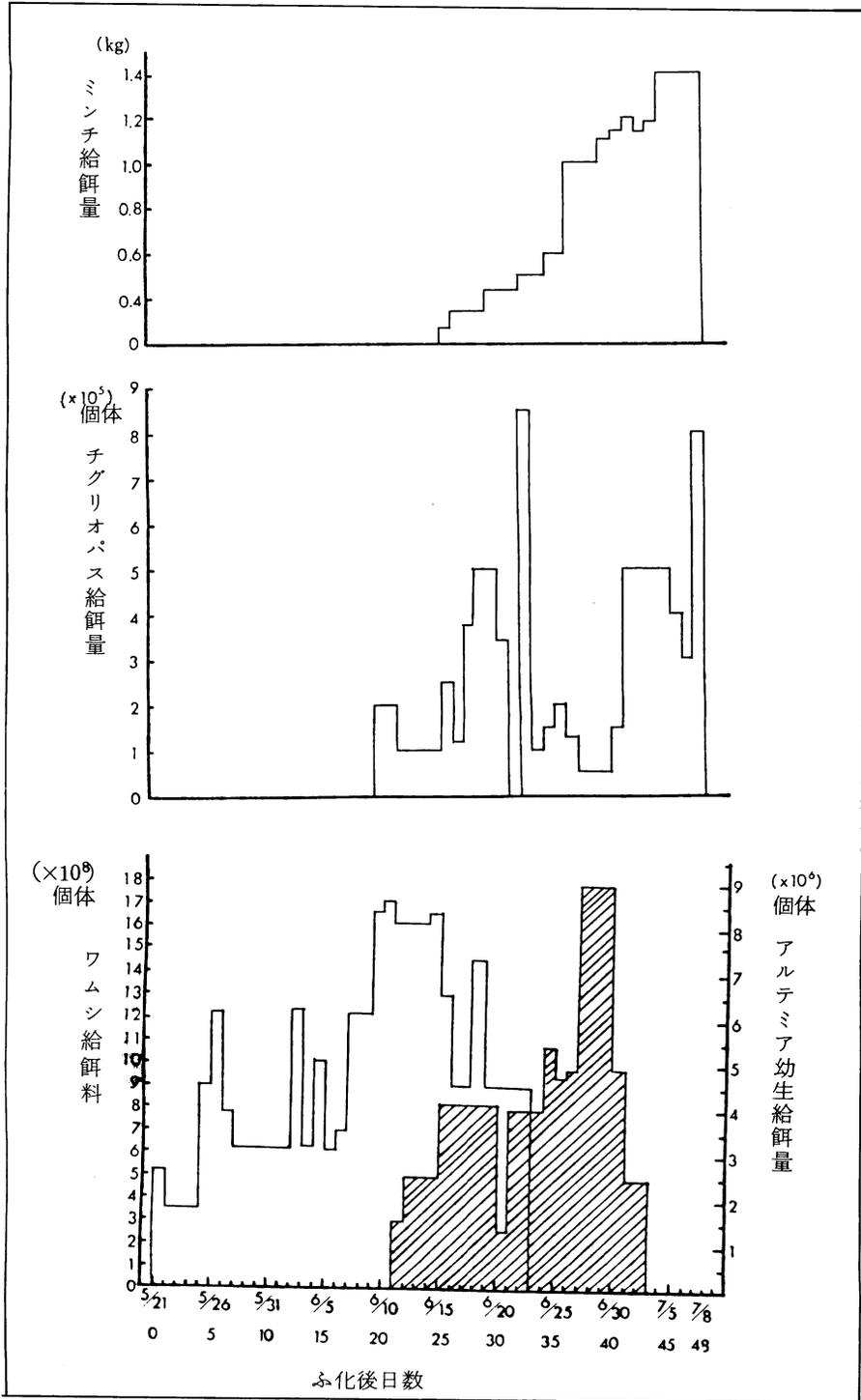


図 1.1 餌料種類別日間給餌量

表10 陸上水槽における飼育期間中の給餌量

種 類	給 餌 期 間	総 給 餌 量
シオミズツボワムシ (ふ化後)	5/21~6/23 (0~33日)	$3.3 \times 10^{10}$ 個体
チグリオバス	6/8~7/8 (18~48日)	$7.6 \times 10^6$ 個体
アルテミア幼生	6/11~7/3 (21~43日)	$9.5 \times 10^7$ 個体
ミンチ餌	6/13~7/8 (23~48日)	19.8 kg

### ③ 水 質

陸上水槽における飼育期間中の水質変動を図12に示した。受精卵が到着した日から6月10日頃までは梅雨期のため、毎日雨が降り水温は低目であったが、梅雨あけと考えられる6月10日過ぎからは晴天が続き水温も上昇した。換水はふ化後3日目から行ない、5日目からは流水式とした。しかしながら15日目に取水トラブルからろ過海水が得られず、生海水をポンプ・アップして用いたが、雨水や濁り水の混入で沈殿池を通さねばならず給水量不足のため換水率が大幅に低下した。この間エアレーションの通気を強くして飼育海水の水質悪化防止に努めた。この状態は12日間続いたが、6月18日には回復したので換水率を一挙に2.7とした。また13トンコンクリート水槽に収容してからは換水率を3~4程度とした。飼育期間中、比重については大きな変化は見られなかったが、PHについては餌料がミンチに替わり、また水温も上昇してきたため40日を過ぎた頃から8.0下回る様になった。

沖出し飼育中の海面生簀内の水温変動を図13に示した。水温測定は毎朝9時に実施した。

### ④ 体形異常魚

沖出し時に、肉眼で認められた体形異常魚の出現率を表11に示した。なお、この時の稚魚の平均全長は34.4mm、平均体高10.7mm、平均体重0.7gであった。最も多く見られたのは鰓蓋異常で、下顎の不整合がこれに次いだ。また、明らかな短軀個体が2例あり、“くびれ”および“キャプオール”もそれぞれ2例見られた。明らかに肉眼で認められる体形異常魚の出現率は2.7%であった。

### (考 察)

マダイ受精卵を46時間かけて輸送した例はこれまでに報告がない。武田<sup>1)</sup>らは、マダイ

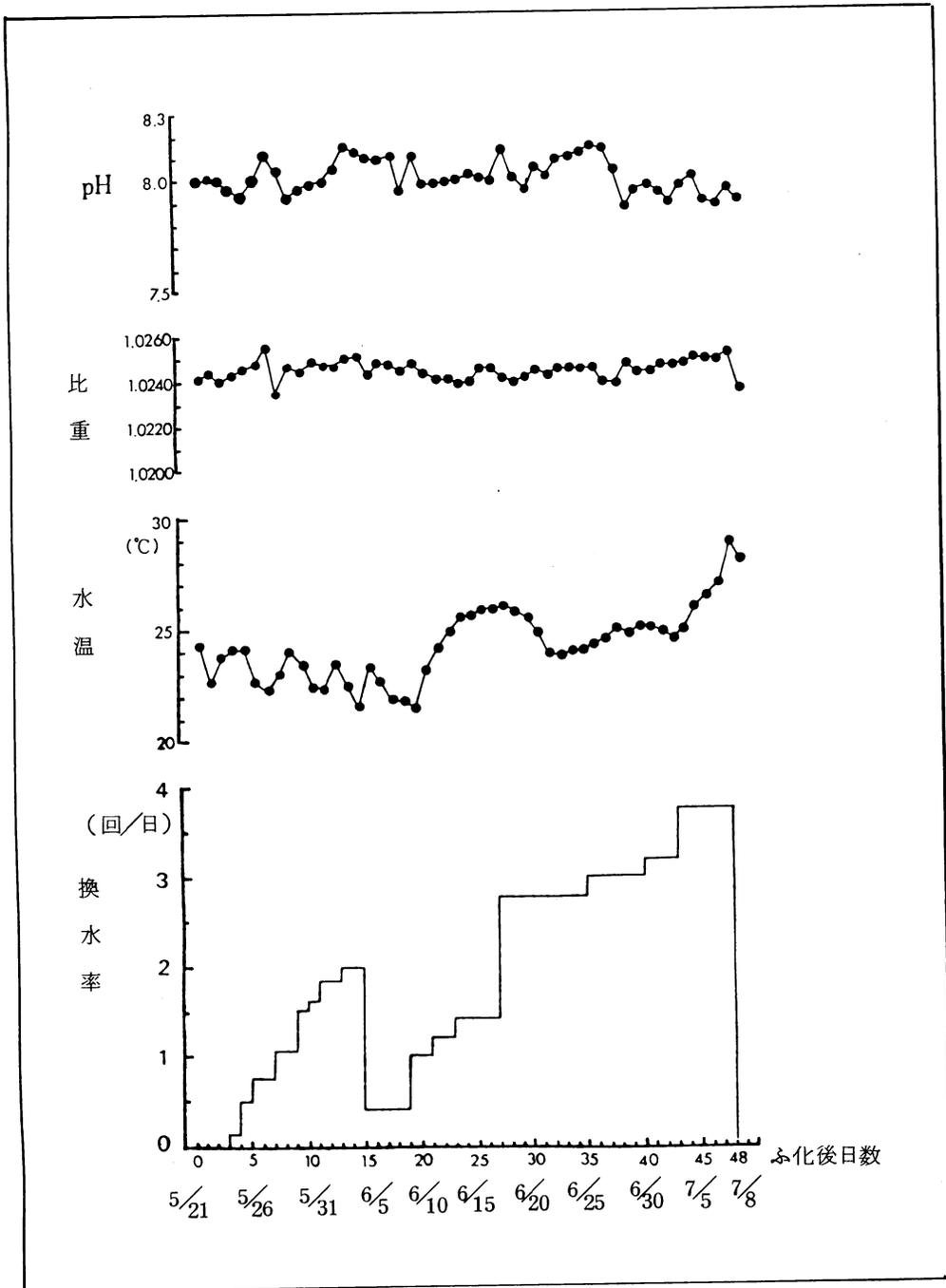


図 1 2 飼育期間中の水質変動

受精卵 75 万粒およびふ化仔魚 60 万尾を 13 時間かけて海上輸送したところ、輸送した卵のふ化率は 71% であり、ふ化仔魚の 30 日間飼育後（全長 1.0~1.5 mm）の生残率は 8.7% であったと報告している。今回の結果では、輸送直後の生残率は 59.7% で、また 33 日間飼育後（全長 13.2 mm）の生残率は 8.9% であった。輸送結果を比較すると輸送直後の生残率がやや低かった。また事業的規模における平均的な生残率はふ化後 35 日で 40% と報告されており<sup>2)</sup>、これと比較しても生残率が低い。しかし、マダイ種苗生産における有効種苗段階での生残率は、4~7% と報告されている。<sup>3)</sup>したがって、今回の結果からすると、この点でも長時間輸送の影響は事業上ほとんどなかったと考えられる。

日本本土海域でのマダイの成長は、藤田<sup>4)</sup>によれば、ふ化後 5 日で全長 3.4 mm、20 日で 7.3 mm、30 日で 9.8 mm、40 日で 15.0 mm、50 日で 30 mm であるという。今回の飼育結果では明らかにこの事例を上回る成長を示した。マダイの成長については、水温が高くなる地域の方が速いことが知られており、<sup>5)</sup>小笠原海域は亜熱帯に属するため、水温も 20℃ を下回る期間は短かく、年間を通じて日本本土各地より高温である。したがって、得られた良好な成長は、飼育水温によるところが大きいと考えられ、事業的に有利な養殖環境と言えよう。なお、表 7 に示したとおり、13 トン水槽に移したふ化後 3 日目頃から急激に成長が良くなっているが、これは、飼育密度がトンあたり 6,400 尾から 1,230 尾に減少したことにも関係するとみられ、飼育管理の検討により成

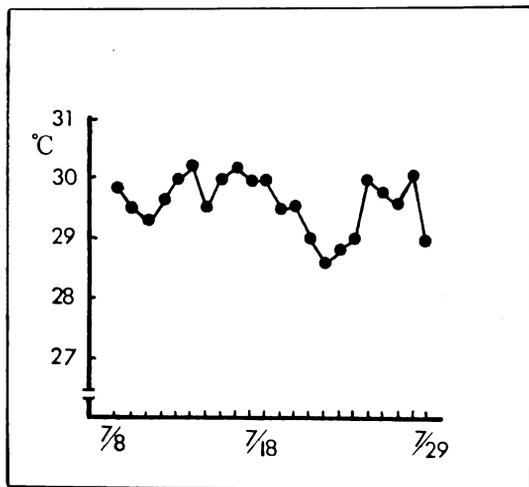


図 1.3 海面生糞の水温変化

表 1.1 体形異常魚出現状況

形態異常の別	出現尾数	出現率 (%)
正常魚	72	78.3
異常魚	20	21.7
鰓蓋異常	8	8.7
口部異常	6	6.5
キャブオール	2	2.2
短軀症	2	2.2
くびれ症	2	2.2
計	92	100

長はさらに上まわる事が予測される。また、沖出し飼育期間中の生残も良く水温が30℃を越す日もあったが、稚魚の食欲もおとろえず良好な飼育結果が得られた。

体形異常魚の出現率は仔魚の全長が34mmの時点で21.7%であった。従来、人工採苗マダイではかなりの割合で体形異常魚が出現し、外観上10～20%程度の出現率は通常とされている。<sup>6)7)</sup>したがって、今回の出現率は決して高い値とは言えないが、卵輸送との直接的因果関係については、さらに検討を要する。

#### (要 約)

マダイ受精卵を神奈川県水産試験場より46時間かけて小笠原父島まで輸送して全長34mmまで飼育し、輸送による影響を検討した。

- 1) 小笠原到着時の生残率は59.7%であった。
- 2) 輸送後の生残個体についてはふ化・養成を試みた。養成試験は500ℓパンライト水槽5面、13トンコンクリート水槽1面、海面生簀1面(4×4×2m)を用いて、5月21日から7月29日まで69日間行なった。
- 3) 仔魚の成長は良好で、ふ化後10日で全長5mm、20日で9mm、30日で12mm、40日で25mm、48日で34mm、69日で57mmとなった。
- 4) 生残率はふ化後33日(全長13.2mm)で8.9%また48日(全長34.4mm)で8.2%であった。
- 5) ふ化後48日の肉眼で認められる体形異常魚の出現率は21.7%であった。
- 6) 以上の結果より、受精卵については46時間程度の比較的長時間の輸送を行なっても、事業的には何等支障ないことがわかったが、本来的には現地において親魚の飼育から採卵までを一貫して行なうことが妥当である。

#### (文 献)

- 1) 武田年秋・鳥島嘉明・平島 裕(1972): マダイの受精卵およびふ化仔魚の海上輸送について、栽培技1(1)。
- 2) 福所邦彦・原 修・吉尾二郎(1976): 大型水槽によるマダイの種苗量産、長崎水試研報2。
- 3) 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。
- 4) 九州・山口ブロック水産試験場マダイ種苗生産研究会(1977): マダイ種苗生産技術の現状と問題点、資源保護協会。

## Ⅱ 採卵用親魚の長時間輸送

受精卵からのふ化養成について一応の目安が得られたので、次年度は親魚から採卵、ふ化養成を行なってマダイの早期大型種苗を生産することとした。そこで、日本本土から親魚を持ち込んで蓄養し、採卵に備えた。

(材料および方法)

### ① 輸送マダイ

供試マダイは神奈川県栽培センター産種苗を2年間育成した神奈川県長井港の養殖業者から30尾(平均体重1kg)購入し用いた。

### ② 輸送期間

昭和56年10月12日～10月15日

### ③ 輸送手段

東京都水産試験場・大島分場所属・調査指導船「みやこ」(127トン)を用いた。積み込みは養殖生簀からタモで直接、活魚槽へ移した。活魚槽の大きさは2×2×1.5m(6トン)で換水率は毎分0.5トンであった。

(結果および考察)

輸送経過を表1に示した。長井港より父島二見港まで56時間要したが輸送中1尾のへい死

表1 輸 送 経 過

日	時	積込後経過時間	位 置
10月12日	14:00	0 時間	神奈川県長井港
	18:00	4	伊豆大島波浮港沖
	24:00	10	八丈島 北
13日	06:00	16	八丈島小島並航
	12:00	22	青ヶ島 南
	18:00	28	スミス島 南
	24:00	34	鳥島 南
14日	06:00	40	↓
	12:00	46	
	18:00	52	小笠原聳島列島・北の島 北北西
	22:00	56	父島二見港
15日	09:00	67	活魚槽より父島二見湾内へ設置した生簀へ移す

も見られなかった。表2に輸送中の海上状況および活魚槽内の水温、PH、塩分濃度等の変動を示した。水温および塩分量ともに父島に近づくに従って高くなった。水温の変化は+4.0℃、塩分濃度は+0.653 $\frac{0}{\infty}$ であった。PHはほとんど変化が見られなかったことから水質の悪化は無かったものと考えられる。輸送途中に船体の揺れが少ないときは水面近くまで遊泳する

表2 輸 送 中 の 環 境

日	時	積込後経過時間	海上風力階級	水 温	P H	塩分量 <sup>※※</sup>
		時間		℃		$\frac{0}{\infty}$
10/12	14:00	0	1	23.2	8.3	33.947
	15:00	1	3	23.2	8.3	33.950
	18:00	4	3	23.4	8.3	34.370
	24:00	10	3	23.2	8.4	34.461
10/13	06:00	16	3	23.5	8.4	34.362
	12:00	22	4	24.4	8.3	34.474
	18:00	28	4	25.3	8.4	34.635
	24:00	34	4	24.7	8.4	34.518
10/14	06:00	40	4	25.2	8.4	—
	12:00	46	4	25.6	8.4	34.615
	18:00	52	3	27.0	8.4	34.601
	22:00	56	1	27.2	8.4	34.602
10/15	09:00	67 <sup>※</sup>	1	27.3	8.4	34.600

※：二見港内へ停泊、その間活魚槽にて待機（11時間）

※※：サリメーターによる。

個体が見られたが、揺れが激しい時にはほとんどの魚が活魚槽底へ集まる。そのため遊泳行動が抑制されて、互いにつかりあう個体が見られた。しかしながらこの程度の輸送密度（トンあたり5尾）ではほとんどストレスが生ずることもなく、したがって薬浴も行なわなかった。父島到着後は二見湾内に設置した海面生簀（4×4×2m）へ収容した。収容してから4日目には摂餌行動が見られる様になり、6日目には水面上をはねて摂餌するほど活発となった。

（要 約）

次年度の採卵に備えて、神奈川県長井港内の養殖業者よりマダイ親魚（平均体重1.0kg）30

尾を購入し、56時間かけて小笠原父島二見港まで活魚輸送を行なった。

その結果

- 1) 輸送中のへい死はなく生残率は100%であった。
- 2) 輸送中の海上状況は良好であったが、南下するに従って水温は+4℃、塩分濃度は+0.653‰の変動を示した。
- 3) 到着後、約1週間ほどで本格的に摂餌するようになり、長時間輸送の影響はほとんど見られなかった。

### Ⅲ 今後の問題点と方向

- 1) 今年度は受精卵から中間育成まで行なったので、次年度以降に採卵から中間育成まで一貫した生産体制のもとでマダイの早期大型種苗生産試験に入る。
- 2) 輸送した親魚を養成飼育し、成熟の有無、産卵期の確認、受精卵の確保を行なう。
- 3) 初期餌料であるシオミズツボムシ・チグリオパス等の安定生産をめざす。
- 4) 出荷用サイズである50mm程度まで養成し、本土向け輸送試験を行なう。
- 5) 亜熱帯海域で年内にどの程度のサイズまで成長するかの検討を行なう。
- 6) マダイの種苗生産試験の結果を基に、亜熱帯海域の特性を生かした新魚種の種苗生産技術開発に取り組む。

おわりに、本研究を遂行するのに御協力下さった神奈川県水産試験場および同県栽培漁業センターに深く感謝致します。

Publication of The Tokyo Metropolitan

Fisheries Experiment Station №313

Memoir of The Tokyo Metropolitan

Fisheries Experiment Station №160

昭和56年度

印刷物規格表第2類  
印刷番号(57)839

南方海域諸島種苗生産化基礎技術開発研究

昭和57年11月

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 株式会社 東 邦