

マダイ種苗の健全性に関する試験-I 粗放的生産魚と集約的生産魚の比較

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 日本栽培漁業協会 公開日: 2025-04-24 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 丸山, 敬悟, 津村, 誠一, 森岡, 泰三 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014301

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



マダイ種苗の健全性に関する試験—I

粗放的生産魚と集約的生産魚の比較

丸山 敬悟*・津村 誠一*・森岡 泰三**

マダイを人工的に生産し、海に放流するという仕事が始って 20 年以上が経過し、種苗生産技術の発達によって、全国で 1,600 万尾以上の種苗が放流されるまでになってきた¹⁾。しかし、一部地域的にはかなりの放流効果が得られている例もあるが²⁾、全体的には十分な効果が上っているとは言い難い。

人工的に生産された種苗を海に放流した場合、そこで生き残って成長できるかどうか放流効果に最も大きくかかわってくるが、それら種苗の質の評価、つまり“種苗の健全性”については、これまであまり検討されていない。種苗生産時において、数量を残すことに技術開発の主眼が置かれてきたことが大きな原因でもあるが、多くの種苗を放流しても必ずしも効果として反映していない現状の中で、あらためて種苗の質の評価の必要性が論じられるようになってきた。

筆者等の所属する、日本栽培漁業協会百島実験地では、瀬戸内海の廃止塩田を利用して、マダイの粗放的育成試験を行なっている。ここでの飼育方式は、施肥を行なった池へ海水を導入し、天然の餌料生物を発生させた中へ、マダイ仔魚 (4~6 mm) を放養し育てるという方法である³⁾。従って、より自然に近い環境での飼育といえるが、ここで生産されたマダイについて、以前より、いわゆる集約的方式で生産されたマダイと比較して、“体が固い”とか“棘が鋭い”といった違いが実感としてあった。この違いを比較することによって、マダイ種苗の健全性を考える一助となり得ることが期待されるため、まずこの違いを確かめる試験を 1984, 1985 年の 2 年間にわたって行った。

材料と方法

1. 供試魚

1) 1984 年の試験

- (i) 伯方島事業場で採卵, 6 月 1 日ふ化, 伯方島事業場で 7 月 24 日まで飼育後, 百島実験地へ輸送し, 池内の小割網で人工的に給餌して飼育——以下ハカタ 84 と呼称
- (ii) 伯方島事業場で採卵, 6 月 17 日ふ化, 以後百島実験地池内 (9,000 m²) で飼育——呼称モモンマ 84

2) 1985 年の試験

- (i) 上浦事業場で採卵, 6 月 8 日ふ化, 伯方島事業場で飼育——呼称ハカタ 85
- (ii) 上浦事業場で採卵, 6 月 16 日ふ化, 百島実験地池内 (9,000 m²) で飼育——呼称モモンマ 85

これらのマダイについて、特に年度を限定しない場合には、伯方島生産魚はハカタ、百島実験地生産魚はモモンマと呼称する。

2. 試験方法

1) 空中乾出試験

サンプリングした種苗を無給餌で 1 日置いた後、30 cm×20 cm×5 cm のプラスチックバットの中で 1 尾

* 日本栽培漁業協会百島実験地

** 同 瀬戸田実験地

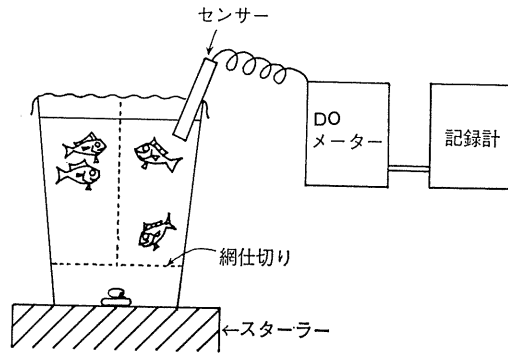


図 1 1985 年低酸素試験装置

ずつ一定時間放置し、その間に跳ねた回数を計測した。その後再び海水に戻し、正常に定位して泳ぎ出すまでの時間を測定し、また回復せずにへい死する個体数を調べた。

1984 年の乾出は 2 分間、1985 年は成長段階に合わせてほとんど跳ねなくなる時間 (3~10 分) 分放置した。

2) 麻酔試験

サンプリングした種苗を 1 日無給餌で置いた後、1/10,000 濃度の MS-222 麻酔液の中へ入れた。1984 年は 1 尾ずつ麻酔液の中へ入れ、麻酔にかかるまでの時間、そしてそれを海水に戻してから定位して泳ぎ出すまでの時間を測定した。

1985 年は 5 尾ずつまとめて 2 分間麻酔し、その後海水に戻して正常に泳ぎ出すまでの時間を測定した。

3) 低酸素試験

サンプリングした種苗を無給餌で 1 日置いた後、1 l 又は 2 l カップに海水を満たした中へ大きさに合わせて数~数十尾ずつ収容した。カップの海水はスターラーで攪拌し、溶存酸素量を測定するとともに、酸素量の低下に伴って横転する種苗の数を、時間を追って計数した。

1984 年はハカタ、モモンマをそれぞれ別のカップで試験したが、1985 年はカップの中をネットで仕切り (図 1)、あらかじめ選別しておいたほぼ同じ大きさの両種苗を、同時にカップに収容し試験を行った。

4) 池内での無給餌飼育試験

小割網の中で約一週間、同じ条件で前飼育した両種苗を、それぞれ左右の腹鰭を切除又は抜去して、ほぼ同数ずつ池の中へ放養し、無給餌で飼育した。その間、定期的にサンプリングを行い、成長、摂餌状況を調べるとともに、最後にすべて取り揚げ生残尾数を比較した。

1984年 通称 2 号池 (7,500 m²) 使用

期 間 9 月 17 日~11 月 27 日 (72 日間)

放養尾数 (平均尾叉長)

ハカタ* 84' 4,314 尾 (72.1 mm)

モモンマ 84 4,455 尾 (68.0 mm)

1985年 通称 1 号池 (9,000 m²) 使用

期 間 10 月 3 日~12 月 3 日 (62 日間)

放養尾数 (平均尾叉長)

ハカタ 85 2,042 尾 (77.7 mm)

モモンマ 85 1,975 尾 (84.4 mm)

* 前述したハカタ 84 と異なる。伯方島事業場で採卵、6 月 13 日ふ化、その後伯方島事業場で飼育

また兩年とも池内飼育と同時に、陸上の 500 l 又は 1,000 l のポリカーボネイト水槽にネット沔過した海水を満たし、その中へマダイを収容して全く餌のない状態で飼育し、池の中のマダイと比較した。

5) 外部形態

ネット曳き、あるいは釣により天然の海より採集されたマダイ（以下テンネン 84, テンネン 85 と呼称）も含めて、外部の形態を測定、調査した。

1984 年は、麻酔した直後の生標本について、全長、尾叉長、体長、体高、体重、背鰭棘長、胸鰭長、腹鰭長を測定した。

1985 年は、10% ホルマリン固定後 1 か月以上経過した標本について、上記の項目に加えて頭長、肛門長、上顎長、体幅、眼径、肝臓重量、胸鰭鰭条数と鰭条異常率を測定した。

結 果

1) 空中乾出試験

1984 年は 7~8 月にかけて 8 回の試験を行った。2 分間の乾出後、海水に戻して回復するまでの時間を測定したが、各時間区分ごとの回復魚の割合をそれぞれの全長グループ別に表 1 に示した。

モモンマ 84 の場合、全長 20 mm のグループを除いて、1 分間以内に回復した個体が 80% 以上であり、へい死する個体が非常に少なかったのに対し、ハカタ 84 では 1 分間以内に回復した個体の割合は、各グループとも 25% 以下であり、また約半数の個体は回復せずにへい死した。

乾出中の跳ね回数について、ハカタ 84, モモンマ 84 とも、各グループの平均で、2 分間に 12 回程度とあまり差はなかったが、傾向としてハカタ 84 の方が最初に多く跳ね、後半跳ねなくなることが観察された。

1985 年は 7~6 月にかけて 6 回の試験を行ったが、各試験ごとに両方の群より同程度の大きさの種苗を選別して供試した。各試験日ともハカタ 85, モモンマ 85 それぞれ 20 尾について行ったが、乾出中の時間区分ごとに跳ねた尾数を計数した結果を図 2 に示した。

9 月 18 日を除くすべての試験日において、モモンマ 85 の方が遅くまで跳ねる個体が多かったことを示している。また、9 月 18 日についても、表 2 に示した海水に戻した際のへい死尾数で、ハカタ 85 の方がずっと高い結果となった。

2) 麻酔試験

1984 年は 7~8 月にかけて 8 回、ハカタ 84 57 尾、モモンマ 84 67 尾について試験を行った。図 3 に麻酔にかかるまでの時間、図 4 に海水に戻してから回復するまでの時間をそれぞれの全長グループ別に平均

表 1 1984 年空中乾出試験結果
海水に戻してからの時間毎の回復魚とへい死魚の割合

全長グループ	試験尾数	平均全長	海水に戻した後、時間毎の回復魚割合			へい死魚割合	
			0~1 分	1~2 分	2 分以上		
20 mm	モモンマ 84	7尾	28.4 mm	28.6%	28.6%	28.6%	14.3%
30 mm	ハカタ 84	24	36.6	20.8	8.3	16.7	54.2
	モモンマ 84	29	35.2	86.2	13.8	0	0
40 mm	ハカタ 84	13	41.5	23.1	15.4	15.4	46.2
	モモンマ 84	16	44.6	81.3	0	12.5	6.2
50 mm	ハカタ 84	13	54.6	23.1	23.1	7.7	46.2
	モモンマ 84	17	55.6	88.3	0	11.8	0

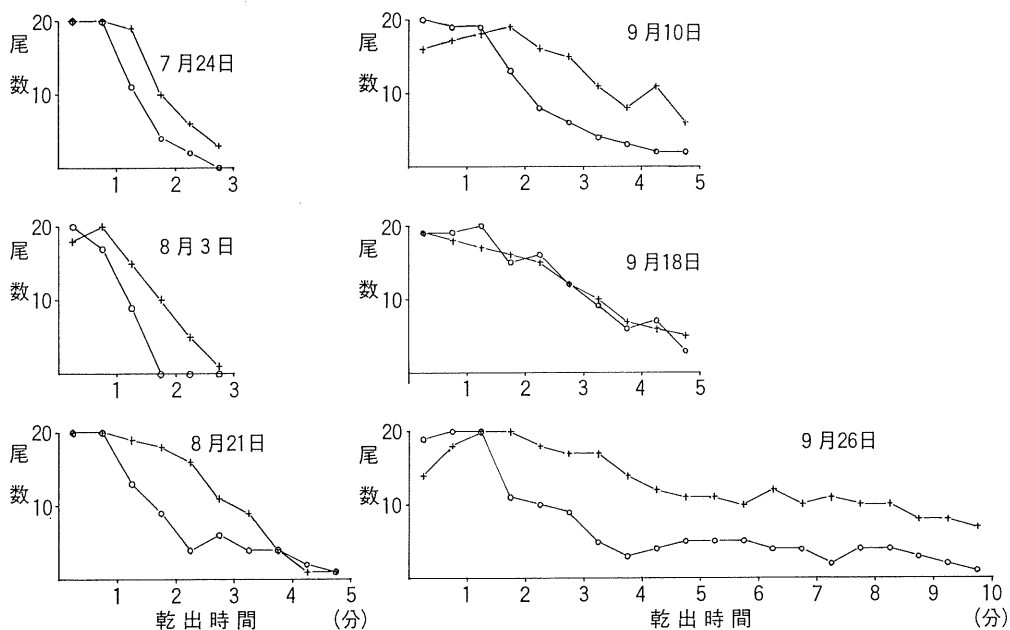


図 2 1985 一空中転出試験結果
各試験日の時間区分毎の跳ねた尾数 —○— ハカタ 85, —+— モモシマ 85

表 2 1985 年空中乾出試験結果

試験月日	区 分	試験尾数	試験魚の 平均全長	乾出時間	海水に戻した後の へい死魚尾数 (割合)	乾出中気温	試験地
7/24	ハカタ 85	20尾	32.7 mm	3分	20尾 (100%)	27.5~30.0°C	伯方島
	モモシマ 85	20	26.7		10 (50)		
8/ 3	ハカタ 85	20	33.8	3	20 (100)	28.2~30.2	伯方島
	モモシマ 85	20	29.8		12 (60)		
8/21	ハカタ 85	20	52.1	5	18 (90)	28.2~30.3	百 島
	モモシマ 85	20	48.8		15 (75)		
9/10	ハカタ 85	20	73.1	5	17 (85)	28.7	百 島
	モモシマ 85	20	74.0		2 (10)		
9/18	ハカタ 85	20	79.7	5	11 (55)	26.9~29.0	百 島
	モモシマ 85	20	82.0		2 (10)		
9/26	ハカタ 85	20	86.1	10	16 (80)	25.0~28.7	百 島
	モモシマ 85	20	86.8		5 (25)		

値で示した。それらによると、モモシマ 84 の方が、麻酔にかかるまでの時間が長いにもかかわらず、海水に戻してから早く回復したことがわかる。

1985 年は、8~9 月にかけて 5 回試験を行ったが、各試験日に両群からはほぼ同程度の大きさの種苗を選別して供試した。2 分間の麻酔後、海水に戻してからの回復時間を、各試験日ごも平均値で表 3 に示した。

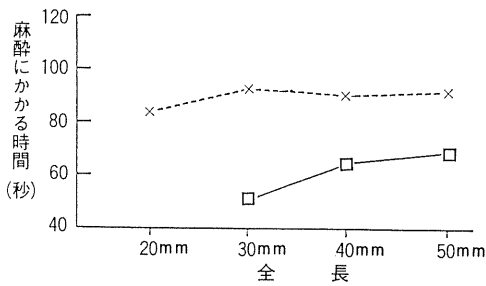


図 3 1984 年麻酔試験における麻酔にかかるまでの時間
全長グループ別平均値
□—□ ハカタ 84, ×····× モモジマ 84

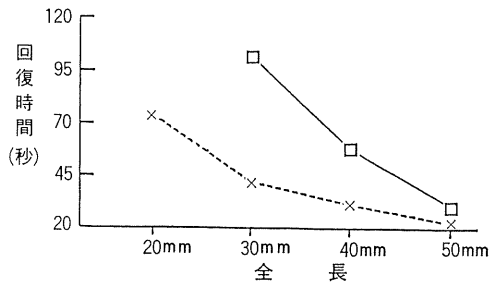


図 4 1984 年麻酔試験における海水に戻してから
の回復時間
全長グループ別平均値
□—□ ハカタ 84, ×····× モモジマ 84

表 3 1985 年麻酔試験結果 (2 分間麻酔後海水に戻してからの平均回復時間)

試験月日	区 分	試験尾数	試験魚の 平均全長	海水に戻した後の 平均回復時間	へい死尾数
8 月 5 日	ハ カ タ 85	25尾	29.9 mm	86.5秒	13尾
	モモジマ 85	24	28.3	44.5	1
8 月 21 日	ハ カ タ 85	20	49.0	127.5	6
	モモジマ 85	20	47.0	53.8	1
8 月 28 日	ハ カ タ 85	10	60.3	57.3	0
	モモジマ 85	10	60.3	36.8	0
9 月 10 日	ハ カ タ 85	20	73.7	54.5	0
	モモジマ 85	20	73.5	35.8	0
9 月 26 日	ハ カ タ 85	20	85.9	57.5	0
	モモジマ 85	20	88.9	47.0	0

各試験日とも、ハカタ 85 の方が回復までに長い時間を要し、8 月 5 日の試験では、試験魚の約半数が回復せずにへい死した。ただ、両群の回復時間の差は、種苗が大きくなるに従って小さくなっているが、これは 2 分間の麻酔時間が種苗の大きさに対して十分でなかったことが原因と考えられる。

3) 低酸素試験

1985 年は 8~9 月にかけて 5 回の試験を行ったが、各試験ごとにほぼ同じ大きさの種苗を選別して供試した。

ネットで仕切ったカップの中へ同尾数ずつ収容し、どちらかの群が全部横転した時点で試験を終了した。図 5 に、各試験日について経過時間ごとの横転率を示したが、9 月 18 日までの 4 回の試験においては、いずれもハカタ 85 の方が先に全部横転し、また海水に戻した際のへい死率も、表 4 に示したとうり非常に高くなっている。ただ、最後の 9 月 26 日の試験では、両者の間にほとんど差がみられなかった。

1984 年に行った試験についても、その結果に明らかな差がみられたが、両者を別々に試験したこと、試験魚の大きさが違っていたことなど試験方法に若干問題があったため、ここでは除外した。

4) 池内での無給餌飼育試験

1984, 1985 年の池内での無給餌飼育試験の結果をそれぞれ表 5, 6 に示した。

1984 年は 72 日間の飼育で、最終生残率がハカタ 84' 8.8%, モモジマ 84 27.7% であり、1985 年で

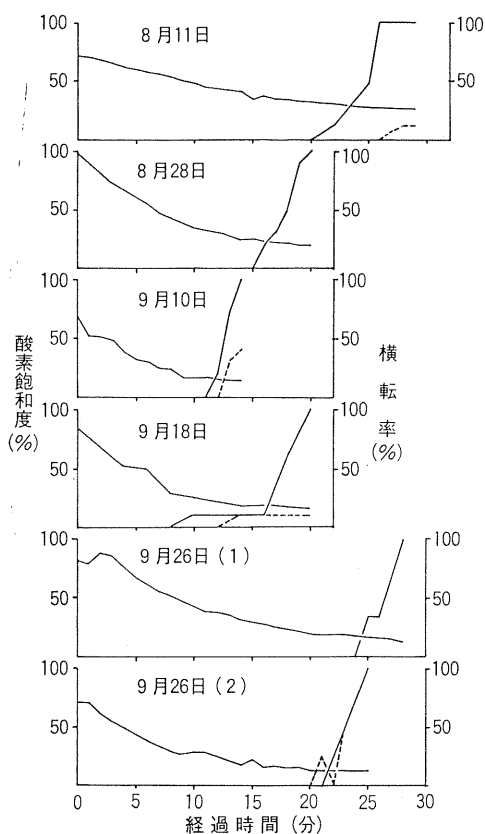


図5 1985年低酸素試験結果
各試験日での経過時間毎のマイ横転率
—— ハカタ 85, モモシマ 85

は 68 日間の飼育でのそれは、ハカタ 85 8.7%, モモシマ 85 22.7% と偶然的ながら良く似た結果となった。飼育期間中の水温変化は、図 6 に併せて示した。1984 年は期間中の水温はゆるやかに減少したが、1985 年では飼育後期の 11 月中旬以後、やや急激に低下した。

兩年のハカタ、モモシマとも、取り揚げ時の尾叉長、体重が放養時より少し大きくなっている。これは、大き目の個体が生き残ったと考えられ、したがってこの間、両者ともほとんど成長しなかったといえる。

図 7, 8 に肥満度の変化を、ポリカーボネイト水槽で行った飼育の結果を併せて示した。兩年とも、スタート時点でモモシマの方がやや肥満度が高かったが、その後の減少傾向にはあまり大きな差はみられない。ただ、1985 年のハカタ 85 において、飼育後半の 11 月 14 日から 12 月 3 日の終了時にかけてやや急激な減少がみられた。両群とも、点線で示したポリカーボネイト水槽での飼育に比較すると、肥満度の低下がゆるやかであり、池内の天然餌料を摂餌していたものと思われる。

図 9 に 1984 年の摂餌状況を大野等⁴⁾が使用している充満度により示した。これは、目視観察による 6 段階の評価指数であるが、3 以上で良好な摂餌状態と考えられている。それに従えば、10 月 29 日のモモシマ 84 を除けば常に餌不足の状態にあったと

表 4 1985 年低酸素試験結果

試験月日	区 分	試験尾数	試 験 魚 量 試 総 重 量	試験時間	海水戻し後の へい死魚割合	水 温
8 月 11 日	ハ カ タ 85	17尾	16.6 g	29分	100%	28.5°C
	モモシマ 85	17	16.3		11	
8 月 28 日	ハ カ タ 85	10	36.7	20分	100	26.5~28.7
	モモシマ 85	10	34.0		0	
9 月 10 日	ハ カ タ 85	10	60.4	14分	100	28.0
	モモシマ 85	10	56.8		0	
9 月 18 日	ハ カ タ 85	10	101.9	20分	30	26.9
	モモシマ 85	10	104.1		0	
9 月 26 日	ハ カ タ 85	3	38.3	28分	0	24.6
	モモシマ 85	3	36.6		0	
	ハ カ タ 85	4	38.5	25分	25	
	モモシマ 85	4	37.6		0	

表 5 1984 年池内での無給餌飼育結果

区 分	放 養				間引き尾数 ^⑧
	月 日	尾 数 ^④	平均尾又長 ±SD	平均体重 ±SD	
ハカタ 84'	9月17日	4,341 尾	72.1 mm±10.02	8.3 g±3.44	655 尾
モモシマ 84		4,455	68.0 ± 8.79	7.3 ±2.81	697
区 分	取 り 揚 げ				生 残 率 ⑧/④-⑧×100
	月 日	尾 数 ^⑤	平均尾又長 ±SD	平均体重 ±SD	
ハカタ 84'	11月27日	326 尾	79.4 mm±8.39	9.0 g±3.59	8.8%
モモシマ 84		1,040	78.2 ±8.95	8.8 ±3.98	27.7

表 6 1985 年池内での無給餌飼育結果

区 分	放 養				間引き尾数 ^⑧
	月 日	尾 数 ^④	平均尾又長 ±SD	平均体重 ±SD	
ハカタ 85	10月3日	2,042 尾	77.7 mm±9.68	10.0 g±3.69	415 尾
モモシマ 85		1,975	84.4 ±6.00	13.1 ±2.53	392
区 分	取 り 揚 げ				生 残 率 ⑧/④-⑧×100
	月 日	尾 数 ^⑤	平均尾又長 ±SD	平均体重 ±SD	
ハカタ 85	12月3日	141 尾	85.2 mm±8.83	11.3 g±3.99	8.7%
モモシマ 85		359	88.4 ±9.79	13.6 ±4.33	22.7

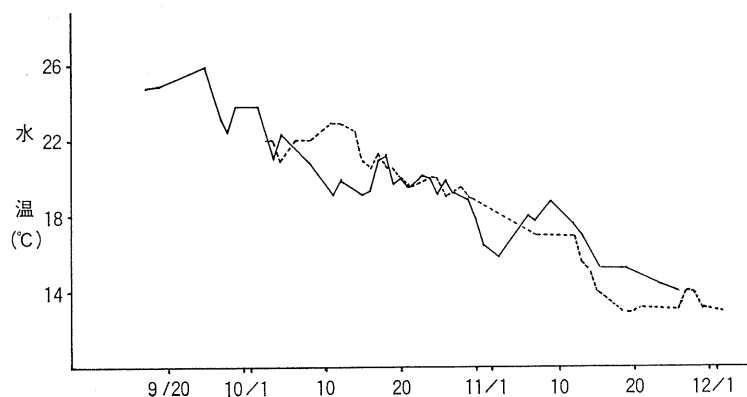


図 6 1984, 1985 年の池内無給餌飼育期間中の水温変化
— 1984 年, 1985 年

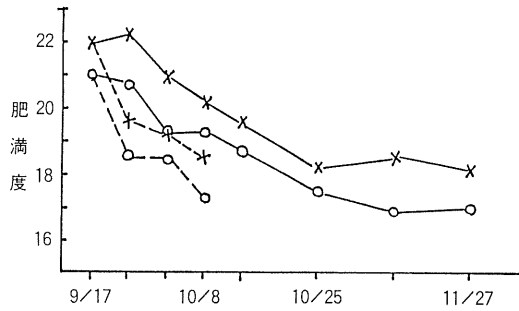


図 7 1984 年池内無給餌飼育における肥満度* の変化 (点線は陸上ポリカーボネイト水槽飼育)

○—○ ハカタ 84', ×—× モモシマ 84' * BW/FL³×1000

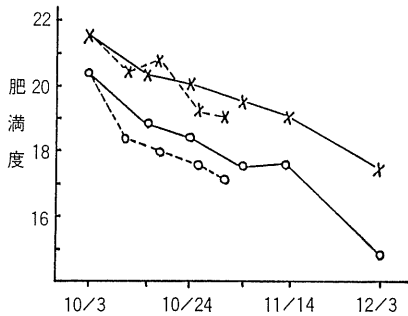


図 8 1985 年池内無給餌飼育における肥満度* の変化 (点線は陸上ポリカーボネイト水槽飼育)

○—○ ハカタ 85', ×—× モモシマ 85' * BW/FL³×1000

推定される。主な摂餌生物は、ハルパクチコイダを主体としたコペポード類、端脚類、多毛類等であったが、10月29日の調査でハカタ84'、モモシマ84'ともマダイと思われる魚類の体の一部が発見されたことより、共食いも起っていたと推定される。

そのほか図10に、1985年の飼育期間中の各サンプリング日におけるハカタ85'、モモシマ85'の捕獲尾数割合を示したが、飼育前半ではハカタ85'の捕獲される割合が多く、逆に後半ではモモシマ85'の方が多くなっている。これについて、サンプリングのネット曳は池内の岸に近く浅い場所で行っているが、ハカタ85'は最初から岸の近くで良く見えたこと、また飼育後半ではモモシマ85'も含めて、全体

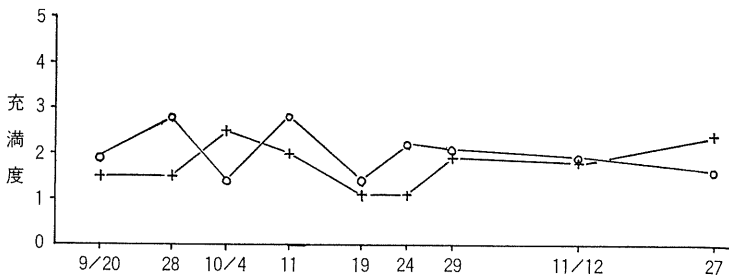
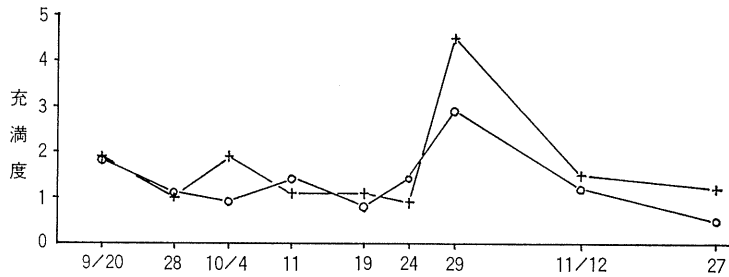


図 9 1984 年池内無給餌飼育におけるマダイ消化管充満度の経日変化

上段 胃, 下段 腸 ○—○ ハカタ 84', +—+ モモシマ 84'

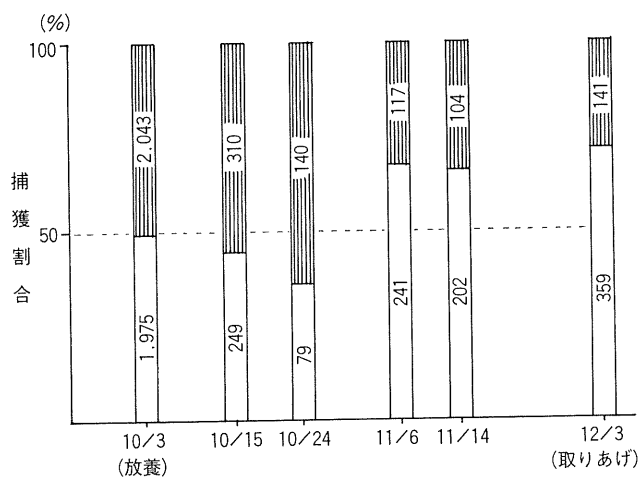


図 10 1985 年池内無給餌飼育における両生産魚の捕獲割合の経日変化 (図内の数字は実際の尾数)

ハカタ 85, モモンマ 85

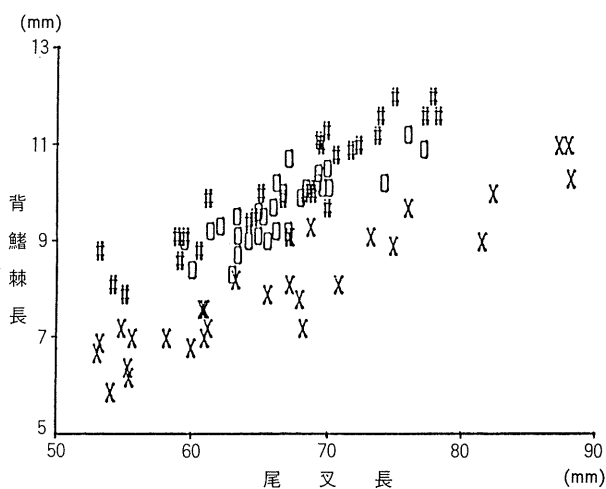


図 11 ハカタ 85 (X), モモンマ 85 (O), テンネン 85 (#) の尾叉長と背鰭棘長の関係

表 7 胸鰭鰭条数と鰭条異常割合 (1985 年)

区 分	採集月日	調査尾数	胸 鰭 鰭 条 数		鰭条異常割合
			14本以下割合	15本以上割合	
テンネン 85	8 月 27 日	32尾	6.3%	93.7%	3.1%
モモンマ 85	9 月 12 日	28	5.1	94.9	14.3
ハ カ タ 85	9 月 12 日	29	27.1	72.9	75.0

に水表面近くに上ってきたことなど考えあわせると、興味のある結果といえる。

5) 外部形態

図 11 に 1985 年の背鰭棘長の測定結果を、尾叉長との関係で示したが、この図で代表されるように、ハカタでは背鰭、胸鰭、腹鰭の長さが非常に短かくなっている。そのほか、体高、上顎長でモモシマの方がテンネンに近い傾向がみられたが、測定尾数が少ないので明確には断言できない。

また、表 7 に 1985 年に測定した胸鰭の鰭条数と鰭条異常個体率を示したが、ハカタ 85 では胸鰭の鰭条数が少なく、鰭条異常（乱れ⁵⁾）の個体が多かった。

考 察

これまで述べてきたように、1984、1985 年の 2 年間の試験の結果、空中乾出等の外的刺激、池内での無給餌飼育における生残率、外部形態などにおいてモモシマとハカタの両種苗の間に明らかな差がみられた。これにより両者間に何か質的な違いがあることが示唆されるが、この差の意味を追求することによって、種苗の健全性を考えるための有効な材料が得られる可能性がある。

ただ、この段階でさらに必要な点として、この差が、実際に海へ放流された際の生き残りの差につながるかということである。現在“種苗の健全性”あるいは“健苗”という言葉が良く使われるが、その意味は明確に定義されていない。しかし、栽培漁業における種苗生産一種苗放流という仕事の中で“種苗の健全性”を考えた場合、海に放流した後良く生き残って成長できる種苗ということが出来る。したがって、そのための能力、たとえば天然餌料の索餌能力、あるいは害敵からの逃避能力といった点についての違いが確かめられなければならない。さらに、実際に両者を海に同時に標識放流し、その結果を比較することも必要である。

それらが確認された上で、人為的に設定された条件下において、両種苗を使って比較試験を行うことにより、“健全性”判定の基準作りに貢献できると考えられる。それと同時に、これらの差が何故、どのようにして起ってくるのかを多方面から調べることにより、健全な種苗とはどういう種苗かという意味づけがなされ、さらにはそのための種苗作りの方法へと発展していく可能性もある。

ここで明らかにされた両種苗の差を考える上で、やはり福原⁶⁾のいうように、次の 2 つの方向、つまり遺伝的（先天的）な要因と後天的な要因（ここでは飼育方式の違い）によるといったとらえ方が必要である。

前者について、百島実験地における粗放的種苗生産方式というのは、未だ開発段階の域にあり、放流サイズまでの歩留りがせいぜい 10% 程度である。それに対し、伯方島事業場での集約的方式でのそれは、70% 以上も可能となっている。先述したように、百島実験地での飼育方式は、より自然に近い環境であるため、質的に劣っている魚は生き残っていない可能性もある。

また、百島実験地のマダイでは、摂餌している餌料が自然海でのマダイの場合（木曾⁷⁾）と同様なものが多い。しかもそれらを自分で選択して索餌することなどにより、栄養的な面、あるいは行動的な面からも海に放流されても十分生活していける形質を獲得している種苗であるかも知れない。

したがって、仮に粗放的方式で生産されたマダイ種苗がより良質の種苗であるとする場合、それは先述した 2 つの要因の両方によると考えて、調査を進めていくのが現段階では妥当であろう。

最近サケについて、生化学的な立場から成長をとらえ、形態学的変化と関連させて種苗の質を検討する研究が行われている（中野⁸⁾）。今回の試験により明らかにされたマダイ種苗の差を解明するためには、そういった手法の導入も不可欠である。

今後、栽培漁業を進展させていく上で、種苗の質的評価は避けて通れない問題であるが、中でも当面の重要な課題である放流種苗の大きさ、中間育成の方法といった面でも、この試験を通して得られる知見が大いに役立つと考えられる。

終わりに、本試験を行う機会を与えられるとともに、貴重な御助言をいただいた日本栽培漁業協会西日本支部古沢徹第 1 技術部長、伯方島事業場今村茂生主任、そのほかこの試験を行うにあたり、多大なる御協力をいただいた伯方島事業場職員各位に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 水産庁・日本栽培漁業協会 (1986) 昭和 59 年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国): 15.
- 2) 資源協会 (1983) 最新版つくる漁業: 526-575.
- 3) 福永辰広・丸山敬悟・小金隆之・勝山明里・河原省悟 (1983) 百島実験地におけるマダイの祖放的種苗生産, 日本栽培漁業協会研究資料: 1-37.
- 4) 大野 淳・日高俊次・武智明彦 (1983) 粗放的育成池におけるマダイ仔稚魚の摂餌, 日本栽培漁業協会研究資料: 39.
- 5) 宗清正廣・傍島直樹・船田秀之助 (1985) 胸鱗の形状によるマダイ人工魚と天然魚との識別, 栽培技研, 14 (2): 79-84.
- 6) 福原 修 (1985) 種苗の健全性. マダイの資源培養技術, 恒星社厚生閣: 26-36.
- 7) 木曾克裕 (1980) 平戸島志々伎湾におけるマダイ当歳魚個体群の摂餌生態-I. 西海区水産研究所研究報告: 291-306.
- 8) 中野 広 (1985) 昭和 60 年度増養殖推進会議議事要録: 35-43.