

築堤式鹹水池を利用するマダイ放流種苗の保護育成について

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2025-04-24
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 水田, 洋之介
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014101

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



築堤式鹹水池を利用するマダイ放流種苗の

保護育成について

水 田 洋之介

(瀬戸内海栽培漁業協会・玉野事業場)*

種苗放流技術における重点は放流後の種苗の減耗を最低に抑えることであるが、瀬戸内海で漁獲されるマダイのうちには1~2年の若令魚がかなり高率で含まれており、自然減耗と併せて種苗放流の効率を低下させる原因になっている¹⁾

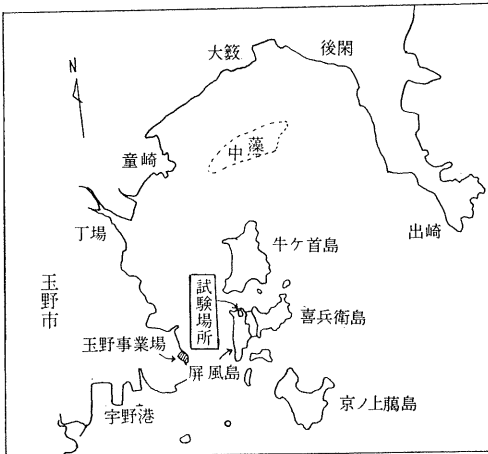
上記の問題を解決するために、協会のマダイ資源培養プロジェクト・チームは2・3の方式を考えて試験を行なってきたが、ここではそのうち築堤式鹹水池を利用する放流種苗の保護育成方式について昭和48・49年に行なった試験の結果を取りまとめて報告する。

I 試験の方法

1) 池とその環境

試験に使用した鹹水池は、玉野事業場の東、対岸700mのところにある屏風島にあり、昭和41年頃までトラフグ・ガザミの蓄養池として使用されていた廃池である(図1参照)。

図1 屏風島実験場所付近の地形



池の面積は約 $10 \times 10^3 \text{ m}^2$ で、そのほぼ中央に約40m²の円形状の小島が存在する。池水と外海水との交流は1個の樋門(1×1.5m)によって行なわれており、樋門は破損して常時開放されている。池の周囲は低い石垣で囲われているが、満潮時の水位は石垣を越える。干満の時間は、外海に較べて約1時間遅れる(図2-a)。

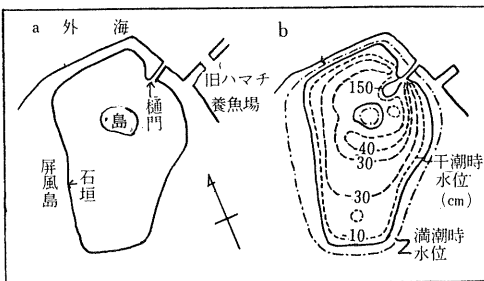
なお、樋門から流入する外海水の主流は小島を中心に右旋回し、樋門の最大流速は約3ノット程度である。

水深 樋門口周辺に面積20m²前後の深みがあり、干潮時でもその水深は1.5m程度である。この部分を除く池の大部分は浅く、干潮時には周囲の石垣から1m前後の巾で干出し、水深30cm以深の面積はほぼ $6 \times 10^3 \text{ m}^2$ になる。池の干満潮位差は約2mである(図2-b)。

底質 池底は大半が砂泥質であり、ヘドロの堆積は著しくない。流速の著しい樋門附近には粗砂質のところがある。なお、樋門の周辺はや、深い場所にアマモの藻場が存在するが、その他の場所にはアオサが点在分布する。

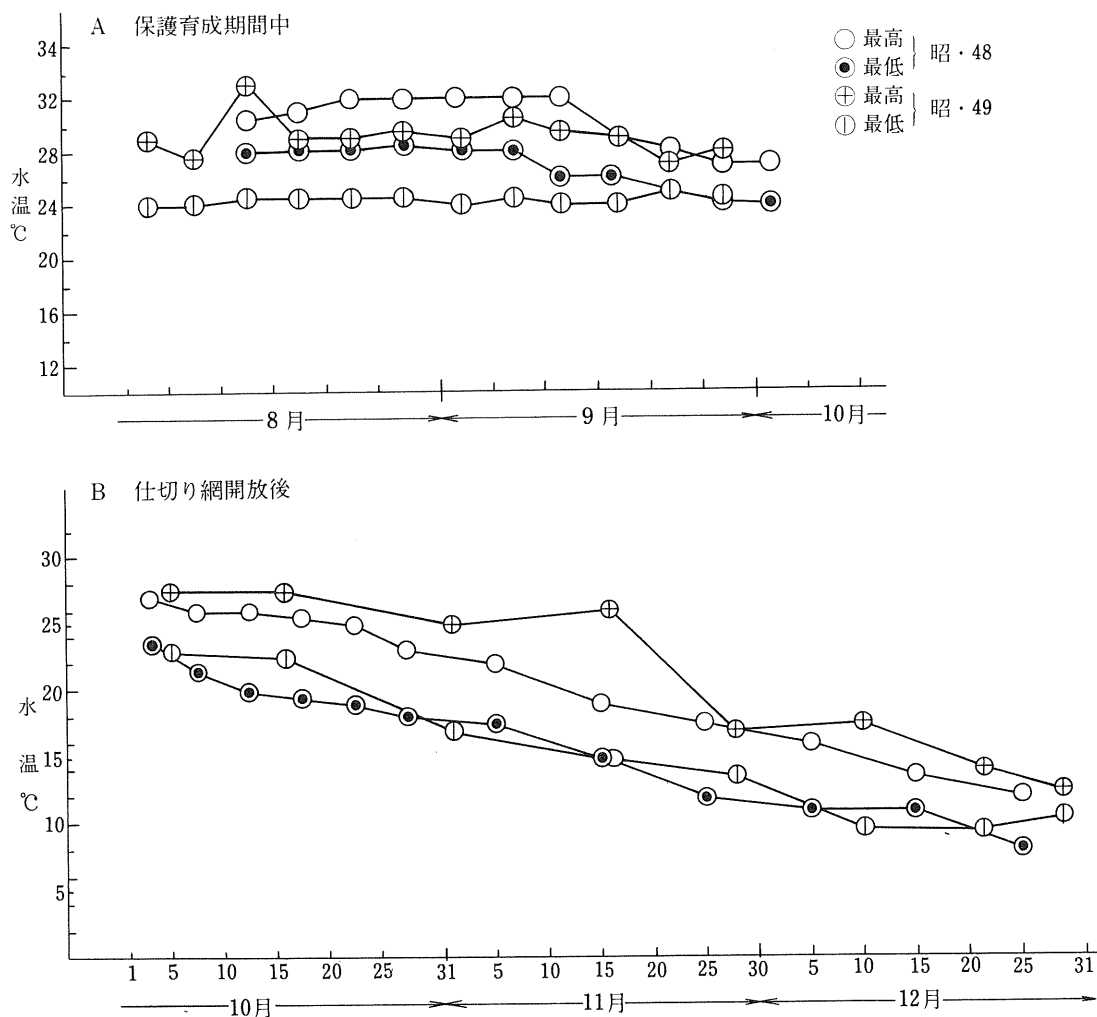
水温 昭和48および49年の試験期間にお

図2 屏風島築堤式鹹水池の全形と等深線図



* 現在、屋島事業場勤務

図3 試験期間中の最高・最低水温の推移



ける5日ごとの最高・最低水温の推移を図3に示した。

期間中の最高水温は、48年には8月下旬から9月中旬にかけて約1ヶ月間32℃を記録し、以後漸次低下した。49年には8月中旬一時的に33℃まで上昇したが、夏期は一般に比較的低温（30～27℃）で経過した。また、最低水温は、48年には12月下旬に8℃、また49年には12月中旬頃9℃余となった。

2) 保護育成

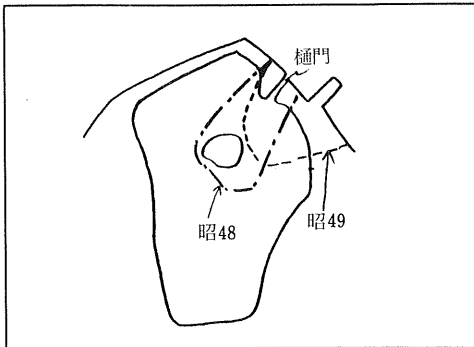
仕切り網 池と外海との交通を遮断するため仕切り網を池内、樋門口周辺に設置した（図4参照）。仕切り網内の面積は、48年には約 $7 \times 10^3 \text{m}^2$ 、49年には約 $8 \times 10^3 \text{m}^2$ とした。

網は、48年には7月下旬に210径モジ網としたが、これでは目合いが過小で、仕切り網内の海水交換が低下し、赤潮が発生して池内の水族が多数斃死した。そこで8月8～9日に網をナイロン結節18節の網に取りかえた。49年には同20節の網を7月25～27日に設置した。この程度の網目であれば特別な事故は起らないようである。仕切り網の設置には図4に併示するやり方をとった。

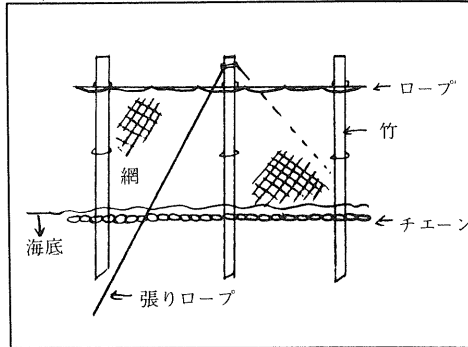
害魚の駆除 48年には前述のように当初仕切り網の目合いが過小であったため、池水の水質が悪化して、めばしい害魚は殆んど死滅したので、特別な駆除作業を実施しなかった。49年

図4 仕切り網の設置場所とその方法

A 仕切り網の設置場所



B 設置の方法



には7月27～31日の期間、三枚網20反を繰り返し投網して駆除を行なった。この際、採捕した魚類、エビ・カニ類は総計1450尾で、その内訳は表1に示すとおりである。ただし、駆除が完全に行なわれたわけではない。

表1 駆除魚類の種類と大きさ

魚 種	尾 数	全長平均(範囲) (cm)
マ ダ イ	370	14.4 (11.9～17.2)
マ コ ガ レ イ	276	9.8 (8.5～11.1)
イ シ ガ レ イ	180	9.7 (8.8～10.9)
タ ナ	77	10.5 (9.3～11.2)
ウ ロ ハ ゼ	57	17.5 (11.5～20.5)
セ イ	29	15.1 (13.5～16.7)
ボ ラ	26	25.7 (21.0～33.0)
チ ヌ	21	17.3 (14.9～19.5)
ア イ ナ メ	9	14.4 (12.6～16.0)
ク サ フ グ	5	12.9 (9.9～16.9)
メ イ タ ガ レ イ	5	12.2 (11.2～13.0)
ネ ズ ッ ポ	4	15.9 (14.3～18.2)
メ バ ル	3	13.9 (12.6～18.2)
ヒ ラ メ	2	17.0 (15.8～18.2)
コ チ	2	26.3
ア ミ メ ハ ギ	2	6.5
ム ラ ソ イ	1	8.6
ウ マ ズ ラ ハ ギ	1	12.5
ハ オ コ ゼ	1	9.9
ア ナ ゴ	1	51.7
サ ヨ リ	1	11.5
ク ル マ エ ビ	66	*12.9 (11.5～15.5)
テ ッ ポ ウ エ ビ	8	* 5.1 (4.5～ 5.5)
ヨ シ エ ビ	3	* 9.5
イ シ ガ ニ	300	—

* は 体長平均 (範囲)

なお、表示の魚類のうち、マダイ (2年魚) 370尾が含まれているが、これは48年に同じ池から放流された魚であると思われる (後述)。

供試魚 48年および49年に仕切り網内に放養したマダイ種苗の数量は、それぞれ11,600尾および24,300尾であり、供試魚の大きさ、収容尾数の内訳けなどの詳細は表2に示すとおりである。

48年の供試魚の飼育前歴は伯方島事業場で生産された種苗を屏風島鹹水池の小割りで育成したものを7月25日に池内に設置した20×30mの囲い網 (パイレン製、24目網) にそれぞれ4305尾 (全長平均26.5mm, 範囲16.0～53.2mm) および20,525尾 (平均21.5mm, 範囲14.5～32.0mm) を収容し、配合飼料、冷凍アミで簡単な音響馴致飼育を行ない、8月10～20日に9630尾 (全長平均39.9mm, 範囲24.0～72.0mm) を、また、玉野事業場素堀り池で育成した2,000尾 (平均49.1mm, 範囲37.0～85.0mm) を取揚げて試験に使用した。

表2 マダイ種苗の仕切り網内収容の経過
昭和48年

月 日	8. 10～20	8. 12	計
尾 数	9,630	2,000	11,630
全長(mm)	39.9 (24.0～72.0)	49.1 (37.0～85.0)	
飼育前歴	20×30m 囲網 (屏風島)	素堀り池 (玉野事業場)	

表2 マダイ種苗の仕切り網内収容の経過（続）

昭和49年

月 日	8. 1	8. 12	8. 30	計
尾 数	11,000	4,200	9,100	24,300
全長(mm)	33.3(19.5~64.5)	35.0(21.0~77.0)	65.9(46.0~85.0)	
飼育前歴	上 浦 事 業 場	玉 野 事 業 場	伯 方 島 事 業 場	

49年には上浦、玉野、伯方島の各事業場で育成された魚を供試した。供試魚は一時、玉野事業場の水槽で飼育したが、多少の鹹水性白点病罹病魚および輸送時のすれがみられたので、ジユンマイシン薬浴を行なった。

給 餌 48年にはマス用配合飼料（オリエンタル酵母K.K.）のNo.3 と5を使用し、2～3日に1回、8月10日から9月10日までの約1ヶ月間に0.5～1.2kg/回、9月11日～10月6日（仕切り網開放）に1.2～2.2kg/回、合計40kgを投餌した。49年には冷凍アミとマダイ用配合飼料No.1 クランブル（日本農産K.K.）を投与した。冷凍アミは配合飼料と混合して初期13日間使用し、それ以後は配合飼料のみとした。給餌量は冷凍アミ81kg（湿重量）、配合飼料404kgである（図5参照）。

48年の給餌量が49年の1/10程度であるのは、この年度には池の天然餌料を専ら摂取させることを考えたからである。この点については更に後述する。

図5 給餌の種類と量の配分

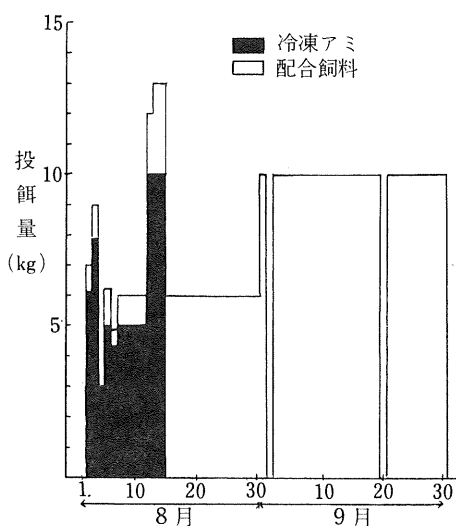
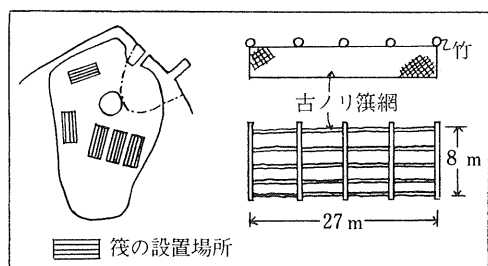


図6 天然餌料生物着生筏の設置場所と構造



天然餌料生物の増殖 48年には、とくにこのような操作を加えなかったが、後述のように餌料の不足が魚群の成長に影響しているように考えられたので、49年には附着生物の増殖を図り、天然餌料の補給に役立たせることを考えた。

その方法として、使用済みの古ノリ筏網（1間×5間）を使用し、8×27mの筏に2枚1組の古網を2m間隔に5組取付けて垂下し、その5台を予め図6のように配置した。古網に着生した生物は、ヨコエビが優先種で、他にワレカラ、ゴカイ類、クマシア、貝類、カニ類、ヒトデ類、藻類（主としてアオサ）などであった。

音響馴致 48・49年の両年とも、給餌前5分間前後、船底をたいて音響を發振させた後投餌を行ない、引続いて断続的に音響發振と給餌を繰返すやり方で馴致を行なった。

3) 仕切り網の解除

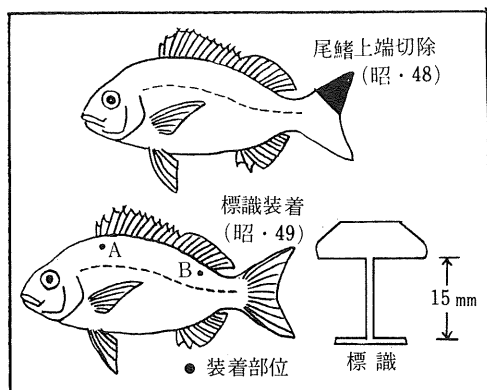
48年には10月6日、49年には10月9日に仕切り網を取除き、供試魚を開放した。開放後はとくに給餌を行わず、飼い付けによって条件づけられたマダイ種苗の池からの逸散状況を観察調査した。

4) 標 識

48年には供試魚の現存あるいは残留尾数の推

算を行うため、尾鰭上端切除による標識放流を行なったが、開放後の逸散を調べるために特別な標識を附すことなく終った。しかし、49年には図7に示すようにプラスチック標識を背鰭下前方あるいは後方に装着して、池内および屏風島北の「中藻」に放流して（10月9日）その分散移動を調べた。

図7 標識部位と標識



ここに多数定着しないのはこの装置が隠れ場としての役割りを十分に果していないのかどうか問題であり、マダイ放流種苗の保護育成場の造成と関連して今後の研究課題となろう。

音響馴致 音響に対して蜻集する魚の数は徐々に増加し、試験開始後1週間ぐらいまでは海底近くを遊泳していたものが10日目頃から次第に表面に浮び上るようになり、2週間後には蜻集した群が旋回遊泳を行なうようになった。音響馴致、あるいは音響を媒介する飼付けが成立するに要する期間は、このばあい2週間程度と考えてよいであろう。

天然餌料の摂取 配合飼料を投与する前に採集した供試魚の消化管内容物は、昭和48年の例では、当初（全長24～65mm）ヨコエビが主体であり、その他にクマシア、ゴカイ類などがみられた。放養12日目（全長36～78mm）にはそれがゴカイ類を主として、他にアミ、カニ類のゾエア、二枚貝類、コペポダなどという組成に変った。また、49年の例では、8月にエビ類のポストラーバ、9月にはヨコエビが主食となり、他にゴカイ類、貝類、アミ、コペポダ、ヤドカリ、テッポウエビなどのエビ類、ワレカラなどが捕食されていた。これらのうちには、天然餌料を補給するため設置した古ノリ箕網に着生する種類もみられるが、予期した効果は判然としない。

2) 供試魚の歩留り

供試魚の池中の現存数量については、前述のように、尾鰭上端切除を標識として、それから推定した。

昭和48年には仕切り網解除前の10月1日に調査を行ない、その結果現存尾数は約8000尾と推定された。これは放養尾数 11600尾に対して69%の歩留りである（推定生存尾数に対する標識率は22.5%である）。

49年には4回の調査を行なった。試験開始日から8月28日までの歩留りは放養尾数 11000尾に対して58%であった。その後8月30日に 9,100尾が追加放養され、それから9月30日までの間に更に3回の調査を行なった。このばあいの歩留りは56～60%であって、8月30日の放養（第3回）以後の歩留りは98%と非常に高率となった（図8参照）。

48年における減耗の主原因はサギ類による被害と仕切り網を通しての逃亡であるが、49年のそれは放養後1ヶ月間に生じており、供試魚自体に罹病魚があったことが主原因のように考えられる。いづれにしても49年9月以降には極めて減耗が少なかったのであるが、上記の結果か

II 試験の結果

1) 保護育成中のマダイの生態

池中の分布 昼間の分布域は、48年と49年とでは多く蜻集する場所に相違があるが、概して仕切り網に沿って、それから5m前後離れた場所である。48年には部分的群泳が認められたのに対し、49年には殆んど群泳行動がみられなかった。これは古ノリ網筏の設置と関係があるかも知れない。たゞし、筏への蜻集またはその周辺における高密度分布は観察されていない。古ノリ網に着生する小動物は後述のような捕食されていることは確実であるが、マダイ幼魚がそ

図8 保護育成期間中のマダイ種苗の歩留り

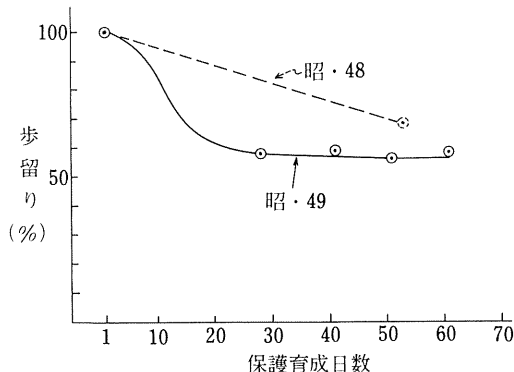
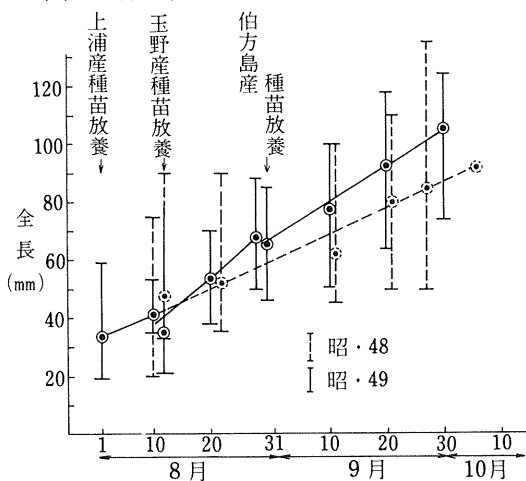


図9 保護育成期間中のマダイ種苗の成長



ら考えると、特別な事故さえなければ、このような保護育成方式でもかなり高い（少なくとも70%以上）歩留りが期待できると言えるであろう。

3) 成長

保護育成期間中のマダイ種苗の成長を図9に示す。

標本の採集には1ヶ所に固定した藻曳き網に魚群を追込む方法を使った。たゞし、48年の9月10日の採集は大型魚について採集漏れがあったと考えられる。全長9～10cm程度になると魚の分布が変わり、行動が活発になるので採集方法の検討が必要である。

昭和48年の8月10日～10月6日の成長経過は、平均全長について、ほぼ $Y = 0.88X + 41.6$ （ X ：育成日数、 Y ：平均全長、mm）で表わし得る。49年には8月中に3回の放養が行なわれているので、8月30日～9月30日の期間をとると、それはほぼ $Y = 1.25X + 66.1$ となる。

これで見ると、日間成長量は48年には0.88mm/日、また49年には1.25mm/日であるが、いづれにしても魚群の成長は明かに49年の方が良好であった。

4) 天然餌料摂取量の推算

前述のマダイ種苗の成長は投餌量が僅かであるから、天然餌料に依存するところが多い筈である。そこで、次にこのばあいの天然餌料摂取量について概算してみよう。

昭和48年のばあい 放養時（8月10日）の収容尾数（ N_0 ）は11,600尾、その平均全長は41.5mmであり、保護育成終了時（10月6日）の現存尾数は8,000尾、その平均全長は91.5mmである。各平均全長に見合う平均体重を上浦事業場の資料²⁾によって求めると前者（ W_0 ）は1.1g、後者（ W_t ）は15gとなる。

また、上記の期間に使用した配合飼料は40kgであるが、その8割が摂取されたとして、その摂餌量（ F ）を32kgと仮定する。また、マダイの総増重量は $(W_t - W_0) \times (N_0 + N_t) / 2 \div 136$ kgである。

上記の総増重量のうち天然餌料によって期待される増重量を W_n (kg)とし、配合飼料による増肉係数を1.84（北島力、他、1964）³⁾とすると、配合飼料の摂餌量は32kgであるから、 $(136 - W_n) \times 1.84 = 32$ 。これから $W_n \div 119$ kgということになる。更に、 W_n に見合う天然餌料の増肉係数を8～10程度と考えると、天然餌料の摂取量は949～1,188kg、大ざっぱに約1トンと見積られる。

49年のばあい 試算期間を前期（8月1～29日）と後期（8月30日～9月30日）に分けて、それぞれの期間における天然餌料の摂餌量を概算する。

前、後期の成長は、前期では8月1日～29日に平均全長33.3mm（換算体重、 $W_0 = 0.5$ g）から69.0mm（ $W_t = 6$ g）となり、また後期では8月30日～9月30日に、67.4mm（ $W_0 = 5.4$ g）から105.9mm（ $W_t = 26$ g）となった。更に放養尾数と最終日の現存尾数は前・後期でそれぞれ15,200

(No)～8,800(Nt)尾および17,700(No)～17,500尾(Nt)であった。

投餌量は前期が冷凍アミ81kg, マダイ用配合飼料102kgであるが, 生餌料を配合飼料に換算して,* 総計を求めると $81 \times \frac{1.8}{8} + 102 \div 120$ kgとなり, 前例にしたがい, その8割が摂餌されたとすると摂餌量は約96kgぐらいに見積られる。また後期の投餌量は配合飼料302kgであって, その摂餌量を同様に $302 \times 0.8 \div 242$ kgと見積ることになる。

両期間の総重量は, 前期66kgおよび後期365kgである。

48年のばあいと同様に, 天然餌料によって期待される増重量を W_n (kg) とすると, 配合飼料に依存する増重量は, 前期では $(66 - W_n) \times 1.84 = 96$ から $W_n \div 14$ kg, 後期では $(365 - W_n) \times 1.84 = 242$ から $W_n \div 131$ kgということになる。天然餌料の増肉係数を仮りに8～10とすると, 上記の増重量に対応する天然餌料の摂餌量は, 前期では112～140 kg, 後期では $1,048 \times 1,310$ kg となって, 49年に供試魚によって利用された天然餌料は合計1,160～1,460kgで, ほぼ1.3トン程度とみなされるであろう。

なお, 49年の総摂餌量($338 + 1,310 \div 1,648$ kg)における天然餌料の占める比率は $(13,100 / 1,648) \times 100 \div 80\%$ で, 48年の $(1,060 / 1,092) \times 100 \div 97\%$ より低い。また, 試験最終日のマダイ総重量に対する総摂餌料の割合をみると, 48年には $120 / 136 \div 0.88$ (魚1 kgの生産に要した摂餌量(kg)) で, 49年には $455 / 365 \div 1.24$ であり, これからみても49年には48年よりも餌が豊富な条件下で試験が実施されたことが判る。たゞ, 49年に池内に設備した天然餌料補給のための施設の効果は, 投餌量が前年よりかなり多かったこともあって, このばあいにも判然としない。

5) 仕切り網解除後のマダイの逸散

昭和48年には10月6日に, また49年には10月9日に仕切り網を解除し, マダイ育成魚が池外に自由に逸出することができるようにした。48年における解除後の池中残留尾数の逸散による減少傾向は表3に示すとおりである。これによると10月末までは大部分の個体が池中に残留し

表3 仕切り網解除後の池中残留尾数の減少経過

昭・48 月 日	解放後 経過日数	推定残留尾数		備 考
		尾 数	%	
10. 6		8,000	100	仕切り網解放 尾鰭先端切除 標識による推定 肉眼計測 〃
29	23	7,400	93	
11. 28	53	3,510	44	
12. 12	67	2,150	27	
20	75	1,300	16	
27	82	数尾	—	

ていた模様で, 11月に入ってから急速に逸散が行なわれ, 12月27日には肉眼の観測であるが, 数尾しか発見できないようになった。11月5日～12月27日の日間最低水温はこのばあい14.7℃から8.0℃に降下している(図3参照)。49年には, とくに残留尾数の追跡を実施しなかったが, 12月下旬には矢張り数10尾が観測されただけである。なお, この頃の日間最低水温は10.2～9.8℃であった。

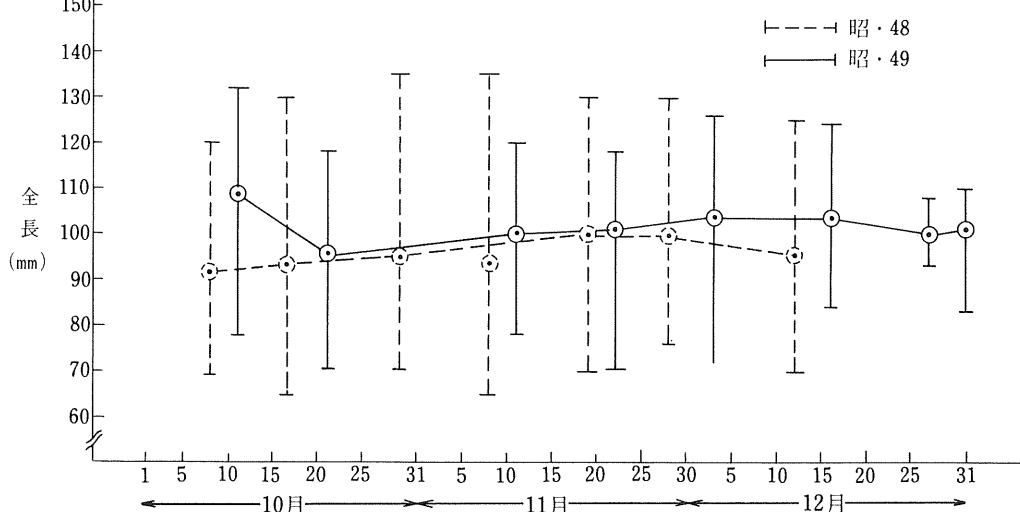
以上のように水温の低下は池外へマダイを逸散させる1つの条件になることは言うまでもないが, 次に示す個体の成長, これに伴う生態の変化も観過できない条件と考えられる。

仕切り網解除後の池中に残留するマダイの全長の範囲および平均値を期日を追って調べた結果を図10に示す。こゝで注目される点は残留魚群の平均全長が9.5～10.5cmで, 期日の経過に伴ってほとんど変化していなっこと, またその最大全長が13.5cmを越えることがないことである。この点は, 48・49年の両年ともほぼ同様の結果であったが, 解除時およびその後の経過において, ある程度の大きさに成育すると池外へ逸散することを示すものである。

南西海区水研(1972)⁴⁾によるとマダイの幼稚魚は9月になると全長8～9cmに成長し, それまでの棲所から離れて小型底曳き漁場へと移動するという。上記の成長した個体が池外に逸散

* 生餌料の摂餌量(F) : (F)の配合飼料換算値 = 生餌料の増肉係数 : 配合飼料の増肉係数 $\div$ 8 : 1.8と仮定。

図10 仕切り網解除後の池中に残留するマダイの全長の期日の経過にともなう変化



するもの、恐らくこの棲所に対する欲求条件の変化によるものであろう。たゞ、池のばあいには飼付けが行なわれたため、それが遅れて発現したと考えることができるであろう。

6) 逸散魚の再捕

保護育成池から外海に出たマダイの逸散・移動については、昭和48年には尾鰭先端切除を標識として 2,255尾を池内に放流し、また49年には図11に示したように、プラスチック標識を背鰭前方下部に装着した魚 8,462尾を池内へ、更に背鰭後方下部に装着した魚 1,344尾を屏風島北の「中藻」にそれぞれ放流した(10月9日)。これらの再捕の状況は次のとおりである。

昭和48年の再捕 年内の再捕尾数27尾で、まず網で漁獲された2尾を除くその他はすべて遊漁者の陸岸における釣りによるものであった。再捕地点の分布は図11に示した。また、再捕魚の大きさは全長76～184mmであり、屏風島附近で再捕された魚は76～112mmであった。

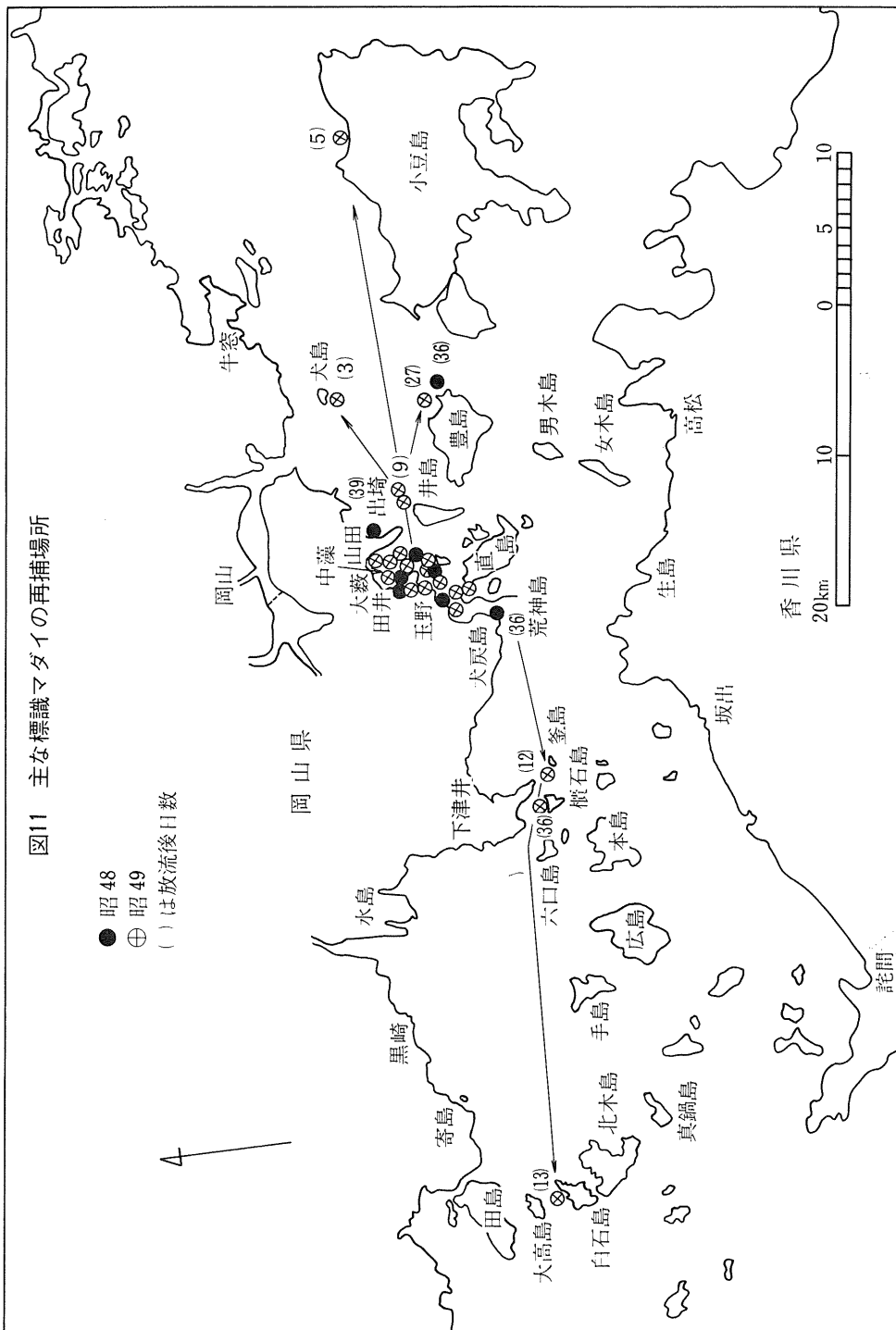
なお、49年7月、保護育成試験の開始前に池内で374尾のマダイが採捕された。全長平均144mm(範囲119～172mm)であり、前年の試験開始前には池内でマダイが1尾も採捕されていないこと、採捕魚の尾鰭先端に再生の認められるものが混在することなどから、恐らく48年の放流魚であると考えられる。48年12月下旬には池内に残留する魚は数尾を数えるに過ぎなかったもので、池外の屏風島周辺で越冬した放流魚が少数であるが、池内に再び戻ったのであろう。

49年の再捕 年内の再捕尾数は、池内に放流した魚14尾、「中藻」に放流した魚32尾である。再捕率はそれぞれ0.17%および2.38%で、池内に放流した魚の再捕率はかなり低い。鹹水池を利用する放流種苗の保護育成方式は、この点からみても充分その目的を達成し得たと考えてよいであろう。

再捕魚の大きさは全長70～132mmで、再捕地点の主な分布については図11に示すとおりである。なお、池内に放流した魚の最大移動距離は20km(再捕地点：櫃石島付近)、また「中藻」に放流した魚のそれは42km(再捕地点：白石島付近)であった。

Ⅲ 考 察

以上述べた鹹水池を利用する方式は、特別な事故さえなければ、歩留りよく、また投餌に大きな経費をかけることなく、マダイ放流種苗の保護育成を達成することができると考える。とくに瀬戸内海のばあいには、当年魚を小型底曳き網の混護から保護する上からかなり有効な方法となる。



なお、今回の試験で池中の天然餌料を補充する目的で実施した古ノリ簀網を筏から垂下して施置する方法は、技術的に未熟であって十分な効果を挙げ得なかったが、こうした一種のシェルターの造成は、海域における放流種苗の保護育成にも不可欠の施設であり、今後の研究課題として注目すべきであろう。岩石あるいはブロックによる人工魚礁の採用は、このばあい幼稚魚の捕食魚を誘致することになるので、むしろ有害無益である。

終りにのぞみ、終始有益な御指導と懇切な御校閲を賜った瀬戸内海栽培漁業協会大島泰雄常務理事に深謝の意を表する。また多方面に渡り御指導御支援を下さった樋口生産部長と玉野事業場職員各位に厚くお礼を述べる。

参 考 文 献

- 1) 南西海区水産研究所・瀬戸内海栽培漁業協会(1973) 瀬戸内海におけるマダイ資源の培養と種苗放流事業の在り方、瀬戸内海栽培漁業協会刊行物
- 2) 瀬戸内海栽培漁業協会・上浦事業場(1973) 昭和48年度マダイ海面生産報告、プリント
- 3) 北島力・他(1964) 配合飼料によるマダイの養殖試験、広島県水産試験場報告, 24(2)
- 4) 南西海区水産研究所(1972) 本州四国連絡架橋漁業影響調査委員会生物資源班取りまとめ結果—マダイについて、本州四国連絡架橋漁業影響調査報告, P198~206