

## 湾・入江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: 今泉, 圭之輔 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014107">https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014107</a>

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



# 湾・入江を利用するマダイ放流種苗の

## 保護育成について

今 泉 圭之輔

(瀬戸内海栽培漁業協会上浦事業場)

近年マダイ種苗の量産化にともない、その放流が本格的に行なわれようとしているが、瀬戸内海海域では放流後小型底曳き網などによる混獲を防止するため、その保護育成を行なうことが必要とされている。現在、そのために小割りによる養成方法が多く行なわれているが、大量の種苗を育成するには多くの労力、経費を要するほか、放流された種苗の天然順化に関する問題なども指摘されている。

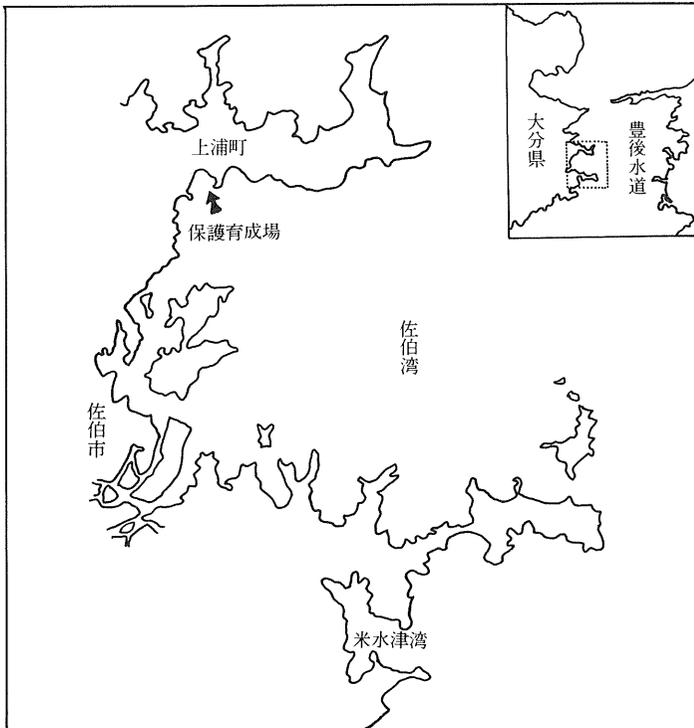
上記の問題を解決し、かつ効率の良い種苗放流の技術を確立するため、当協会のマダイ資源培養プロジェクト・チームは2, 3の方式を考えて試験を行なっているが、ここでは湾あるいは入江を利用する保護育成方式について昭和48, 49年に行なった試験の結果を取りまとめて報告する。

### I 試験の方法

#### 1) 場の環境

試験を実施した保護育成場は、佐伯湾の北西部に位置する上浦事業場地先の地形を利用し、

図1 保護育成場の位置

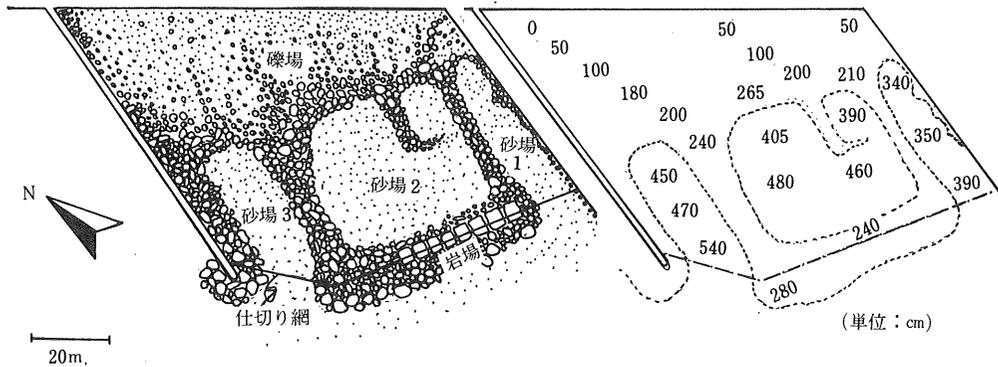


突堤内入江の一部を網仕切りして設けた（図1参照）。仕切り網内の面積は5,600m<sup>2</sup>（最大満潮時）～4,100m<sup>2</sup>（最大干潮時）であった。

**底質** 中央部にコの字型の旧築堤式生簀礎石（30～50cm）が山積みになっていて、北西部の突堤付近にも捨石（50～100cm）が散在している。北東部の防波堤下は砂泥まじりの礫場で南西にかけて深くなり砂泥地となる。砂泥地は上述の礎石で3ヶ所に区分され、ここでは砂場1（南東部）、砂場2（中央部）、砂場3（北西部）と呼ぶこととした。それぞれの砂場の面積は、384、1,537および524m<sup>2</sup>であった（図2参照）。

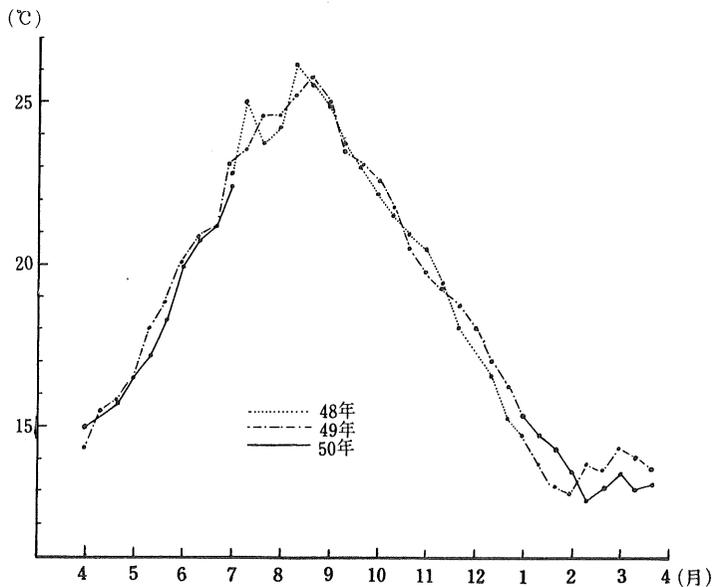
**水深** 最大満潮時にコの字型築堤礎石上で210～280cmで、各砂場の最深部は390、480および540cmであった。場の全水容積はほゞ（11～7）×10<sup>3</sup>トンと見積られる。

図2 底質および水深



**水温** 昭和48年7月から昭和50年7月までの旬平均水温を図3に示した。夏期（7～9月）の最も高い時で27℃前後を記録する日があり、以後漸次下降して冬期（2～3月）には12℃前後になる。

図3 旬平均水温



## 2) 保護育成の手法

仕切り網を使用して育成期間中の逸散を防ぐとともに、食害魚の侵入を防止した。また音響馴致・投餌による餌付けの手法を加え、さらに人工藻場を造成し天然餌料の培養をはかることをこの試験の主眼とした。

**仕切り網** 15節ハイゼックス網3条(長さ×深さ:27×6, 50×3.3, 15×4.2m)を連結し、下部にφ4mmのチェーンをとりつけてその数ヶ所を岩底に固定した。また、網の上部にはフロート(商品名:フロトン, K-7A')50ヶを取付け潮の干満により上下に移動できるようにした。仕切り網の設置は48年度には7月8日, 49年度には5月16日に行なった。48年度に網の上部が沈下し, そこから魚の逸散が観察されたので, 49年度にはフロート(筏用)を用いて強化し, 網の沈下を防いだ。

**小割り生簀および囲い網** 48年度には丸太製筏(7.5×7.5m)2台を仕切り網中央(砂場2上)に繫留し, 小割り生簀2面(240径ナイロン網, 7.5×4×2m)を垂下し, 供試魚を收容した。そこで初期飼育を行なうとともに, 第一次音響馴致を施した。

49年度には丸太製筏(13×13m)1台を準備し, それに囲い網(140径ナイロン網, 12×12×5.5m)を垂下して, そこで初期飼育を行なった。囲い網の下部にはφ4mmのチェーンを取付けて砂上に固定した。

**人工藻場・人工魚礁** 48年度には使用済みのノリ箕網(1×15間)5~7条を1組にして3ヶ所に設置し(6月25~28日), 人工藻場とした。また古網(モジ網60径, 15×15×5m)2条も使用した。人工魚礁としてはスレート水槽(113×113×68cm)4個を十字形に砂場2に沈設した(8月5日)。

49年度には附着生物をより多くするために設置時期を前年より2ヶ月ほど早くした(4月中旬~下旬)。前年度用いたノリ箕網のほか古網(90径, 60径および10節など)を使った。また囲い網内にもこれらを垂下した。使用した網の面積は約850m<sup>2</sup>(48年度), 900m<sup>2</sup>(49年度)および100m<sup>2</sup>(49年度囲い網内)であった(図4参照)。また49年度にはSP-3下にスレート水槽10ヶを沈設し, 音響馴致場所SP-3(後述)の海底目標とした。

図4 人工藻場および筏

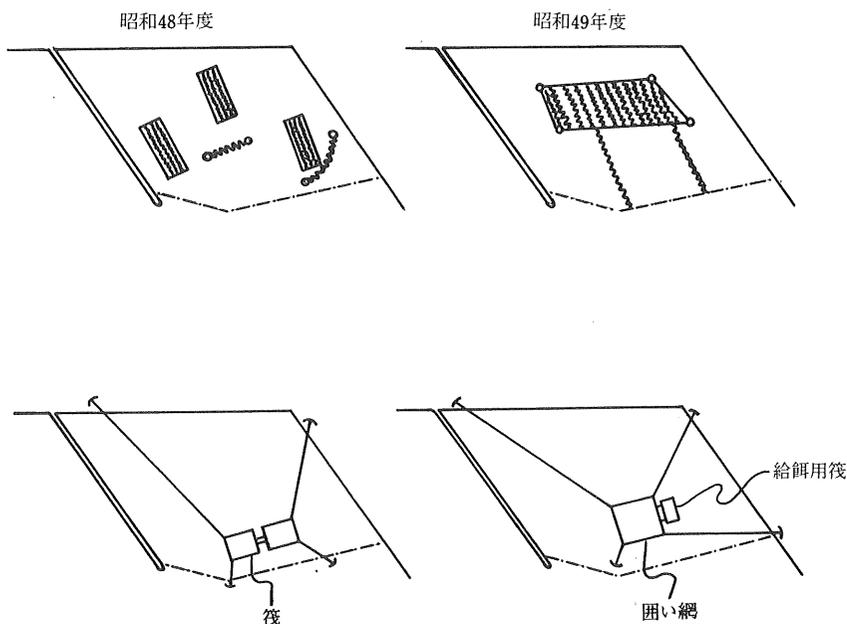


表1 駆除魚

(体長:cm)

和名	漁具		籠		刺網		釣		アナゴトール		計
	尾	体長(最大~最小)	尾	体長(最大~最小)	尾	体長(最大~最小)	尾	体長(最大~最小)	尾	体長(最大~最小)	
1	マアジ						1	13.5			1
2	マサバ						11	17.3(19.0~14.0)			11
3	マダイ			1	12.5		7	14.0(16.0~12.0)			8
4	チダイ			1	15.0						1
5	メジナ	90	11.6(16.0~8.0)	53	14.1(19.0~13.0)	211	11.5(17.0~10.0)				354
6	クエ			2	35.5(46.0~25.0)						2
7	タカノハダイ			4	22.1(25.5~21.0)						4
8	オオスジシモチ	13	10.5(11.5~10.0)	1	10.0						14
9	カサゴ	120	14.4(23.5~10.0)	73	16.4(25.1~11.5)	12	12.3(14.5~10.5)				205
10	メハル	21	11.5(17.0~10.0)	25	15.1(18.5~8.5)	1	16.0				47
11	マゴチ	2	9.0(10.0~8.0)								2
12	アナハゼ	1	9.5	2	13.7(16.0~11.5)						3
13	ボラ	7	14.0(14.5~13.0)	3	21.3(25.5~15.0)	13	10.7(13.0~8.5)				23
14	コノシロ			3	17.0(18.6~15.0)						3
15	サツパ			1	18.0						1
16	クサフグ	3	14.8(16.0~13.0)								3
17	ハコフグ			2	9.0						2
18	キタマクラ	11	10.7(12.5~8.0)	5	13.1(14.0~12.0)						16
19	キュウセン	20	15.0(17.5~12.0)	3	16.0(18.5~13.0)	1	18.0				24
20	ウミタナゴ	67	7.3(8.0~6.0)	24	16.9(18.0~7.5)						91
21	ニザダイ	2	5.5(7.0~4.0)	1	14.0						3
22	アイゴ			2	15.5(17.0~14.0)						2
23	イダテンギンボ	1	18.0						12	16.7(19.0~13.5)	13
24	スズメダイ	3	8.5(9.0~8.0)								3
25	マコガレイ			1	29.0						1
26	ゴンズイ	33	15.9(18.5~14.0)	1	19.0						34
27	マアナゴ	4	45.1(49.5~40.0)						28	43.2(70.5~33.5)	32
28	ウツボ	1	106.0						1	88.0	2
29	タツノオトシゴ			1	10.0						1
30	イシガニ	32	-	117	-						149
31	ベッコウガニ			2	-						2
32	マンジュウガニ			7	-				1	-	8
33	シャコエビ			1	-						1
34	ナマコ類			18	-						18
35	ウニ・ヒトデ類	4	-	3	-						7
36	サザエ			34	-						34
37	タコ	5	-								5
38	イカ	1	-								1
39	アメフラシ	2	-	39	-						41

**害魚の駆除** 48年度には害魚の駆除を殆んど行わず、如何なる魚種が害魚になるかを観察した。その結果によるとこの保護育成場ではカサゴ、アナゴが主なる食害魚となり、マアジ、メジナおよびボラなどが投与した餌を横取ることが判明した。そこで49年度にはこれらの魚種を中心に駆除を行ない、漁具として籠、刺網、釣およびアナゴトール（商品名）を用いた。駆除は5月下旬から囲い網開放までを重点的に行ない、籠16回、刺網15回、釣5回およびアナゴトール9回であった。これらで採捕した魚類、甲殻類、棘皮動物および軟体動物は39種におよび、総計 1,172尾（魚類の総重量は79.9kg）であった（表1参照）。ただし駆除が完全に行なわれたわけではなく、仕切り網下部と岩の間隙から魚の出入が観察されることもあった。表1の中で主な食害魚となるのはカサゴ、クエ、マアナゴ、ウツボのほかタコなどであり、これらの魚体重は合計32kgであった。

マアジは前記の漁具では採捕が困難であるが49年度には仕切り網内への侵入は僅少であった。

**供試魚** 48年度には開口後51～62日目の種苗758×10<sup>2</sup>尾（平均全長27.2mm）を、7月10日、26日、30日および8月3日の4回に分けて前記の小割り生簀に収容し第一次音響馴致飼育を行なったのち、仕切り網内に放養した。ただし4回目は仕切り網内の砂場1に直接放養した。

49年度には開口後48、51日目の種苗449×10<sup>2</sup>尾（平均全長30.5mm）を7月23、26日の2回に分けて前記の囲い網内に放養した（表2）。供試魚は48、49年度とも上浦事業場で生産された種苗である。

**音響馴致と給餌方法**

(1) **音響装置**：水中スピーカー（パイオニアUL-3）、テープレコーダー（ソニーTC 5100）およびアンプ（ナショナルWA-500）を用いたタイマーで自動的（手動も可）に音響を発振するようにした。

音響は、上浦町東雲小学校教諭深田昌子氏の作曲、演奏によるピアノ曲をエンドレステープ

表2 供試魚の収容状況

昭和48年度				
	月 日	尾 数	全 長 (mm)	開口からの日数
1 回 目	7-10	30,500	20.1 (10～33)	51
2 回 目	7-26	8,100	26.5 (19～37)	59
3 回 目	7-30	19,000	27.2 (18～41)	59
4 回 目	8- 3	18,200	35.1 (21～61)	62
計		75,800	27.2 (10～61)	

昭和49年度				
	月 日	尾 数	全 長 (mm)	開口からの日数
1 回 目	7-23	25,800	28.8 (17～37)	48
2 回 目	7-26	19,100	32.9 (24～46)	51
計		44,900	30.5 (17～46)	

に吹き込み（演奏時間約1分10秒/1曲）、水中スピーカーを通じて海中に発振した。なお水中スピーカーは筏から海面下約50cmに垂下した。

音響馴致の場所は図5に示すように仕切り網内に2ヶ所（SP-1、SP-2）、網外に2ヶ所（SP-3、SP-4）、計4ヶ所を設けた。

(2) **音響馴致の期間と給餌方法**：48年度には期間中、下記の経過で実施した。

(i) 小割り生簀収容から放養6日目まで（7月10日～8月9日）：1日の馴致回数を6回とし、音響発振を3分30秒間行なった後、約40秒間給餌した。給餌には図6に示す給餌機を作成

図5 音響馴致の場所

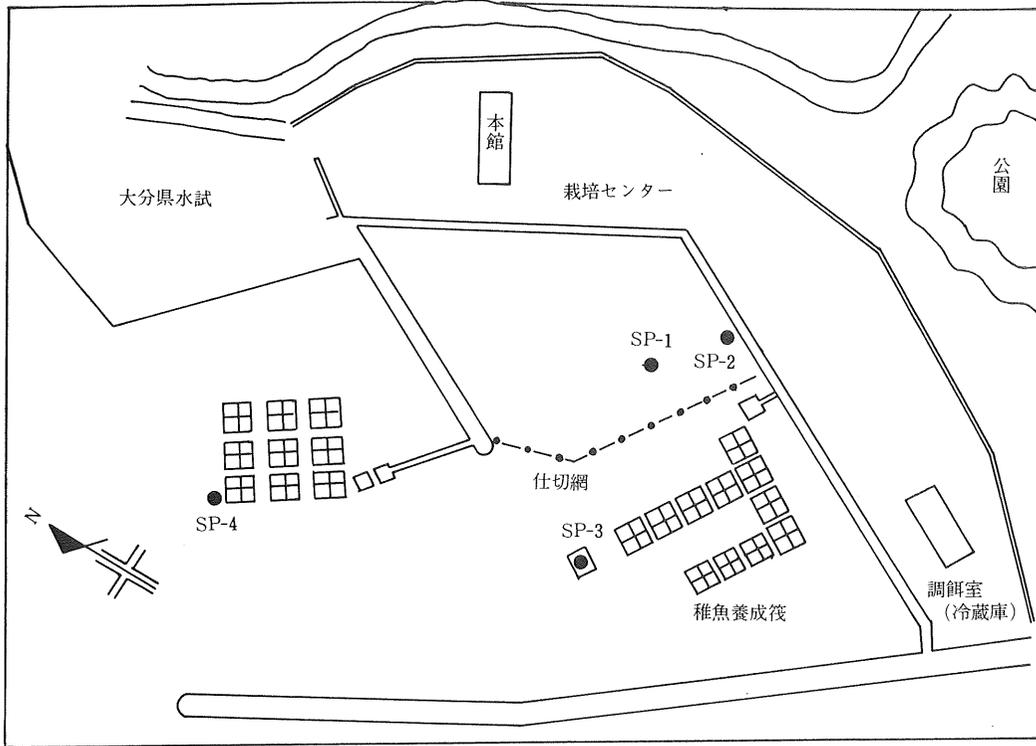
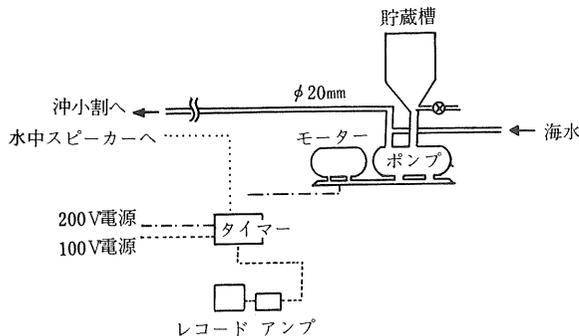


図6 自動給餌機および音響発振装置



して生餌（冷凍アミおよび冷凍アカエビをミンチにしたもの）の自動給餌を行なった。音響装置と給餌機をタイマーで連動して冷蔵庫から生簀まで（約 160m）パイプを通して生餌を送った。給餌機の作動は常に生海水を流しているパイプにポンプ（IWAKI Neo Flex-pump Model NF320）で生餌を強制的に注入する方法をとった。

生餌のほかにもチクワ\*およびザルに練餌（冷凍赤エビをミンチし、配合

飼料で練ったもの）をおいて海中に垂下して集魚させる方法も併用した。生簀内での音響馴致を一次馴致とし開放後を二次馴致とした。

(ii) 生簀網開放後（8月10日～9月7日）：二次馴致を仕切り網開放まで続した。音響発振時間を15～30分間に延長し、給餌中（3～5分間）も発振するようにした。餌も生餌から配合飼料に切替えた。市販のハイザー（商品名）を改良し給餌機を作成した。

(iii) 仕切り網撤去後（9月7日～9月17日）：音響発振時間を30～60分間とさらに延長し、自動給餌機による配合飼料の給餌を行なった。給餌機は日本農産KK試作TX3B型を用いた。49年度には次のように行なった。

(i) 囲い網収容から音響馴致開始まで（7月23日～8月29日）：すべて手撒きによる給餌を

\* 約50cmの竹棒に練餌をつけたもの

行ない育成した。

(ii) 音響馴致期間（8月30日～10月9日）：仕切り網撤去（9月14日）までは、SP-1で馴致を行ない、給餌4分前から給餌終了までの約10分間音響を発振した。仕切り網撤去後は馴致場所をSP-3に移し、給餌前10分から30分間音響を発振し、いずれも1日に5回馴致による集魚を行なった。給餌機は前年使用したTX3B型を用いた。

**給餌量** 期間中に給餌した総量を表3に示す。48年度にはアユ4号、マダイ1号の配合飼料を167.4kg、冷凍アミ、赤エビ、冷凍サバ、雑ガニなどを602.4kg使用した。

49年度には、TP-1、TP-2（イースターKK）、アユ4号、マダイ1号、ハマチ育成用およびウナギシラス用などの配合飼料を779.3kg、冷凍アミ、赤エビおよび雑ガニなどを616.2kg使用した。

表3 期間中に与えた餌の種類と量

(単位:kg)

餌料		48年度	49年度
配合飼料	TP-1	—	39.8
	TP-2	—	14.0
	アユ4号	132.5	199.6
	マダイ1号	34.9	220.0
	ハマチ育成用	—	225.9
	ウナギシラス用	—	80.0
	小計	167.4	779.3
生餌	冷凍アミ	182.1	289.5
	赤エビ	277.3	293.7
	冷凍サバ	118.4	—
	雑ガニ	24.6	33.0
	小計	602.4	616.2
その他	ブライン	—	0.4
	総合ビタミン	—	0.4

**天然餌料の増殖** 前述のようなノリ簀網や古網を利用した人工藻場により附着生物の増殖をはかり、天然餌料の補給に役立たせることにした。網に着生した生物はヨコエビ、ワレカラが主体であり、ほかにゴカイ類、貝類、カニ類、ヒトデ類および藻類（主としてアオサ）などであった。附着生物の定量は実施しなかった。

### (3) 仕切り網の撤去

48年には9月7日、49年には9月14日に仕切り網を撤去し、保護育成魚を放流した。その後は馴致場所をSP-3に移して集魚を試み、それぞれ9月17日および10月9日に魚群を湾内に滞留させるための馴致実験を終了した。

### (4) 標識

48年には標識は全く行なわなかった。49年度には、(i)囲い網内あるいは仕切り網内の現存量の推算のため尾鰭上端切除による標識（ $2 \times 10^3$ 尾）を、(ii)また放流後の移動分散を調べるためにプラスチック・ディスク標識板（ $\phi 7$ mm、カフス式）を背鰭基部前方に装置した\*（ $3 \times 10^3$ 尾、標識率約16%）。そのうち $1 \times 10^3$ 尾には通し番号を付け個体識別を可能にした。

\* 大分県水試の協力を戴いた。

## II 試験の結果

### 1) 保護育成中のマダイの生態

**仕切り網内の分布** 48年度には、生簀網開放直後、マダイ稚魚はいっせいに海底に向かって遊泳沈下し、砂場2の底から約10cmのところ群をなした。1日後には砂場2および3で約1~3尾/m<sup>2</sup>が認められた。人工藻場附近にはほとんど見あたらなかった。8月3日頃から仕切り網に付き始め、網の付着生物を盛んに摂餌していた。また夜間になると仕切り網壁に付いて静止しているのが観察された(推定約2万尾)。

全長50mm以上になると、昼夜とも砂泥上(砂場1~3)に分布し、昼間は4~5群を形成して遊泳し、夜間は砂上に腹鰭を拡げるようにして静止(睡眠)しているのが観察された。

岩場やスレート魚礁には全く近よらず、夜間でも岩陰にいるのは全く見られなかった。しかし北東側の小石、礫場(水深0.5~1m)附近では群をつくらない単独魚がみられた他に、メジナの群(体長3~6cm, 数10尾)に加入している個体が観察された。前述のようにマダイ稚魚が仕切り網に付いて人工藻場に付かなかつたのは、両者の構造的な相違に由来するのだろう。マダイ幼稚魚のための人工藻場は海底から上にのびるようにするか、もしくは海面から垂下する場合には海底まで達するように配慮すべきと思われる。

49年度の場合、囲い網収容後は従来の小割り生簀の場合とほぼ同様の遊泳状態を示したが、夜間になると網壁上部から下部までほぼ一様の分布で(200~250尾/m<sup>2</sup>)、付着するように静止していた。砂底上は0~60尾/m<sup>2</sup>程度の密度であった。底質の悪化は認められなかった。網内に垂下した人工藻場網にはアオサが付着している部分に数尾/m<sup>2</sup>程度が認められたが、石灰藻が付着している部分にはほとんど見られなかった。先に指摘したように網を張る構造の他に、水通しの問題があるように思われる。

囲い網開放後はほとんど砂場2附近を群遊していたが、1~2日後には砂場1および3にも分散していった。砂場1に移動した群はSP-1で撒餌しても集魚しなかった。

**仕切り網撤去後** 仕切り網撤去後は馴致場所をSP-3に移して集魚を行なった。詳細は後述する。SP-3の海底に沈設したスレートタンク魚礁が海底地形の目標になっていたかどうかは判然としなかった。

**音響馴致** 48年度は以下にのべるような状況であった。

生簀網内：音響発振1~2日後にはすでに反応を示す個体があられ、他の個体も連鎖的に反応を示した。4~5日後には音響発振が始まると一瞬動きが止まり、すぐにスピーカー附近に蝸集するが、間もなく離散した。餌が流入しだすと再び蝸集し70~80%の個体が摂餌した。しかし網壁にもたれるようにしてほとんど反応を示さない個体もあった。

第1~3回収容群は収容1日後からビブリオ症状による斃死が見られたので、一次馴致期間を予定より短縮し、4~5日間後に仕切り網内に放養した。放養2~3日後には体色も鮮やかになり、疾病個体もいなくなった様子だった。

7月22日~8月9日：音響に反応して浮上する個体もなく、自動給餌の生餌も海中に散乱するので、1週間後には自動給餌による方法を中止した。一次馴致の条件付けが不充分だったと思われる。そこでチクワおよびザルによる置き餌(海底上1~2m)を試みたところ数千尾の蝸集が見られた。8月4日以後は1日に1回潜水して練餌による飼付けを試みた。給餌中は音響発振を続けた。

仕切り網撤去まで：8月10日以後は筏上(SP-1)より手撒きによる馴致飼育を併用した。4~5日後には、観察者が伝馬舟で筏に近づくと、魚群が浮上し舟の回りを遊泳するようになった。また潜水者にもよく反応を示し(2~5)×10<sup>3</sup>尾が追泳した。約2週間後には砂場2の生息群はよく反応を示すようになり(3~5)×10<sup>3</sup>尾の蝸集が見られた。しかし砂場1の群は

ほとんど反応を示さなかった。そこで8月31日から9月7日までの約1週間、馴致場所をSP-1およびSP-2の2ヶ所として同時に馴致を施した結果、1週間後にはSP-2の生息群も反応を示すようになり、結局、SP-1に約 $4 \times 10^3$ 尾、SP-2に $(2 \sim 3) \times 10^3$ 尾が集魚するようになった。

仕切り網撤去後：馴致場所をSP-3に移して集魚を試みた。約1週間後には $(3 \sim 4) \times 10^3$ 尾の集魚が見られるようになった。しかし1日のうちでも反応を示して浮上蟬集が見られる時と全く反応を示さない時とがあった。マダイ以外にもマアジ、ボラ、クロダイなどの集魚が見られ、特にボラ(体長30~50cm)、クロダイ(体長20~50cm)群の回遊と関連があるように思われた。

49年度の場合は以下のように実施した。

8月30日から馴致飼育を開始した。当初は練餌から配合飼料(ペレット)に変わったためか蟬集が弱くなったが、4~5回後には反応を示すようになり、蟬集も $(5 \sim 8) \times 10^3$ 尾と増加した。その後2~3日もすると馴致中SP-1下の水面が激しく波立つのが見られ、蟬集して摂餌している様子が岸壁上からも観察された。また潜水者に追泳している群が、音響発振と同時にスピーカー付近に向かって激しく遊泳していくのが見られた(馴致開始後8日目)ことなどから判断して、ほぼ1週間で条件づけが成立したようである。馴致前に餌付けによる集魚を充分施していたことで、馴致期間が短縮されたのであろう。

仕切り網撤去後：馴致場所をSP-3に移して、発振時間も10分間に延長するとともに、給餌時間を15~30分間と延長した。放流後3日目ごろから約 $3 \times 10^3$ 尾の集魚が見られるようになった。

他魚種の反応 音響発振給餌中にはマダイの他にトウゴロウイワシ、マアジ、メジナ、マハタ、ボラおよびクロダイなどが集魚した。48年度には特にマアジの集魚が著しく、SP-1~SP-3馴致の期間中、数千尾が蟬集し、餌の半分程度が横取りされたと思われる。49年度には仕切り網内では害魚の駆除を行なったため、マアジ、メジナが数百尾程度集魚したにすぎなかったが、SP-3での馴致ではマアジが約 $2 \times 10^2$ 尾集魚した。

体色 48年度の場合は、生簀網開放後2~3日で体色は鮮やかなピンク色となり、ルリ色の斑点も明瞭になってきた。別途に養成していた小割り養成群と較べ明らかに区別でき天然馴化が順調に進行していると判断された。

しかし49年度の場合は、前年度ほどの鮮やかさはなく黒っぽい個体が目立った。囲い網での育成に問題があるのかも知れない。しかし放流以後2~3ヶ月もするとほぼ前年と同様の鮮やかな体色を示すようになった。

## 2) 歩留り

48年度の場合：8月5日および9月5日の2回に亘って、分布密度調査による生残個体数の推定を試みた。昼間、コードラート(塩ビ枠 $1 \times 1$  m)を砂底上に沈下しておき、夜間潜水して枠内に静止している魚の数を計数した。コードラート設置場所は砂場1に2点、砂場2に7点および砂場3に3点、計12点とした。

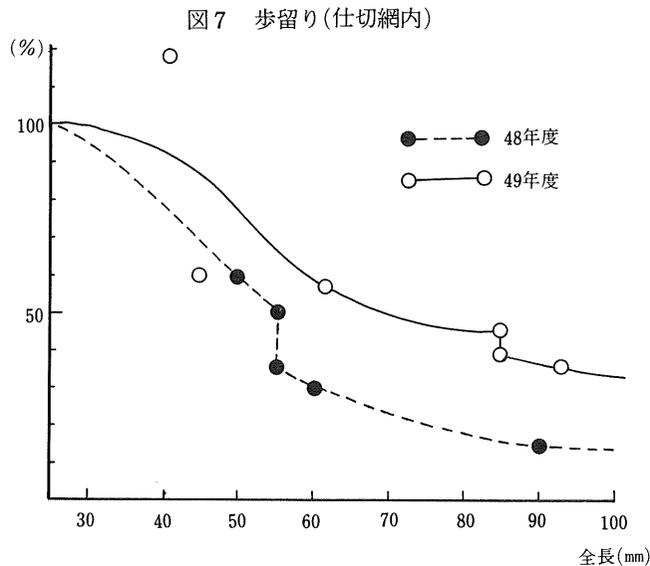
8月30日の調査では、砂場1で2.7尾/ $m^2$ 、砂場2で4.5尾/ $m^2$ および砂場3では2.8尾/ $m^2$ であり、砂場面積から算出すると、それぞれ1,065、6,918および1,485尾となり合計9,468尾となった。9月5日の調査では、1,837、4,475および775尾、合計7,086尾であった。砂場以外の小石、礫場(約2,000 $m^2$ )にも0~2尾/ $m^2$ の分布が見られたことから、これまでの生残尾数は $(9 \sim 11) \times 10^3$ 尾程度と推定した。

以上のことおよび潜水などの餌付け観察から総合的に判断して、8月10日、約60%(全長約50mm)、8月15~20日、約30%(約55mm)、9月7日(放流時)には15%弱程度(約97mm)と推定した。

主たる減耗要因は1) 網外逸散, 2) 食害があげられる。1) では仕切り網にフサコケムシが群棲して網が沈下したことおよび台風のため網の上部が沈下したり下部が岩底から離れたため数千尾の逸散が認められた。2) ではカサゴ, マハタおよびアナゴなどによる食害によるものだろう。

8月3日の刺網で捕獲されたカサゴ6尾(体長15~18cm), マハタ1尾(体長20cm)の胃内容物観察によると, 全長2~4cmの稚ダイ4尾が確認された。また9月5日の潜水観察ではアナゴ類による食害と思われる個体(全長約8cm)もあった。仕切り網内にはマアナゴ, オキアナゴのほかウツボなどが多数棲息しており, 夜間稚ダイの活動が低下している時にこれらの夜行性魚の食害に遭うものと思われる。

49年度の場合: コードラート法(前年度と同様)およびフィンカット法の2種の推定方法を用いた。囲い網開放時で85%, その後台風による逸散(約8%)などで減少し, 仕切り網撤去時で35%程度と推定された。放流尾数は網外逸散を含めて約 $19 \times 10^3$ 尾(43%)と考えてよからう(図7参照)。



本年度の場合, 1) 食害魚を駆除したこと, 2) 囲い網での生残を高めたこと, 3) 仕切り網の沈下を防止し初期での逸散を少なくしたことなどが前年度より歩留り向上に役立ったと言えよう。台風での逸散は, 馴致を施した後であれば問題はないと考えられる。

### 3) 成長

保護育成期間中のマダイの成長を図8に示す。標本の採集にはすべて前述の籠を用いた。48年度の魚群の方が成長は良好であった。

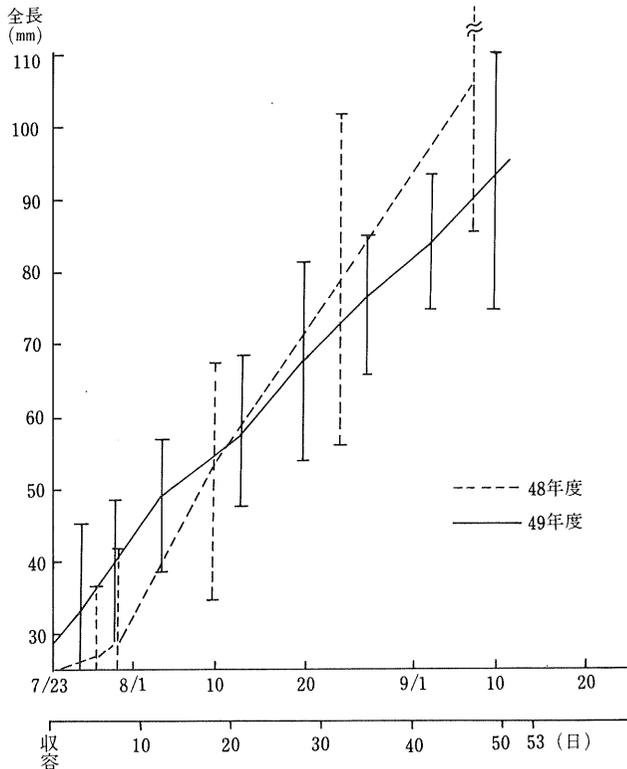
### 4) 天然餌料摂餌量の推算

保護育成場で増殖した天然餌料およびマダイの摂餌量についての直接のデータは欠けているが, マダイ群の成長量と投餌量から天然餌料の摂取量を推算してみよう(水田と同様の試算<sup>1)</sup>)。

48年度の場合 試算期間の推定生残尾数は8月3日( $N_0$ ):  $70 \times 10^3$ 尾, 8日( $N_1$ ):  $40 \times 10^3$ 尾, 15日( $N_2$ ):  $20 \times 10^3$ 尾, 31日( $N_3$ ):  $10 \times 10^3$ 尾であり, 成長についてみると平均全長は, 3日37mm, 8日49mm, 15日63mmおよび31日91mmで, それぞれの体重は $W_0: 0.75g$ ,  $W_1: 1.9g$ ,  $W_2: 4.2g$ ,  $W_3: 15g$ となる。この期間中の配合飼料, 生餌の投与量は86kgおよび265kgである。

このうち, 網内にいたマアジその他の魚種にその半量程度が横取りされたと仮定すると, 配

図8 成長



合飼料40kg, 生餌 130kgがマダイに摂餌されたことになる。

ここで上記の生餌を配合飼料換算(係数値3.6)すると  $130/3.6 \approx 36\text{kg}$  となる。したがって摂餌量は配合飼料換算で76kgとなる。

上記期間中の成長量は  $[(W_1 - W_0) \times (N_0 + N_1)/2] + [(W_2 - W_1) \times (N_1 + N_2)/2] + [(W_3 - W_2) \times (N_2 + N_3)/2]$  であるから  $(6.33 + 69 + 162) \approx 294\text{kg}$  となる。

このうち天然餌料によって期待される成長量を  $W_n(\text{kg})$ , 配合飼料による増肉係数を1.84とすると,  $(294 - W_n) \times 1.84 = 76$  が成り立ち,  $W_n \approx 253\text{kg}$  となる。

$W_n$  に見合う天然餌料の増肉係数を8~10程度と考えると, 天然餌料の摂餌量は  $253 \times (8 \sim 10) = 2,024 \sim 2,530\text{kg}$  となり, 約2.0~2.5トン程度と推算される。

49年度の場合 囲い網収容時(7月23日)  $N_0: 45 \times 10^3$  尾, 開放時(8月4日)  $N_1: 38 \times 10^3$  尾, 仕切り網撤去時(9月14日)  $N_2: 19 \times 10^3$  尾とし, 平均全長はそれぞれ30mm ( $W_0: 0.4\text{g}$ ), 50mm ( $W_1: 2\text{g}$ ), 96mm ( $W_2: 17\text{g}$ ) であり, 期間中の投餌量は配合飼料563kg, 生餌583kgであった。そのうちの約7~8割をマダイが摂餌したとして算出すると, 天然餌料の摂餌量は1,992~2,490kgとなり前年度とほぼ同量になる。

### 5) 条件づけられたマダイの誘導

音響発振場所を変えながら魚群の誘導実験を試みた。

48年度の9月2日にSP-1からSP-2へ, 9月7日にSP-1からSP-3へ, また9月17日にはSP-3からSP-4へと誘導を試みた。各地点間の距離はそれぞれ約20, 45, 95mであった(図5参照)。

(1) SP-1→SP-2の誘導 SP-1で音響を発振して集魚させた約  $3 \times 10^3$  尾に約5分

間給餌した後、同地点での発振を停止して、SP-2での発振に切り替えた。砂場1附近にいた(2~3)×10<sup>3</sup>尾の群はすぐさま浮上の気配を示し、約10分後給餌を開始すると、たちまち蜻集し盛んに摂餌した。しばらくするとSP-1からSP-2へ向かって遊泳する群(1×10<sup>3</sup>尾程度)が観察された。それまでにはSP-1~SP-2間の移動は観察されていなかったから、音響に反応したものと思われる。しかし他の要因、例えば蜻集による水音、摂餌音などに誘われた疑いもある。

(2) SP-1→SP-3への誘導 仕切り網撤去後SP-3で発振を約30分間行なったが集魚の様子はなかった。そこで潜水者(2名)による誘導を試みた。SP-1附近の群に餌を与えながらSP-3へ向って遊泳すると、約3×10<sup>3</sup>尾が追泳してきた。しかし南西側の旧築堤石積を約10m越えたところで、約半数が急にUターンしてもとのSP-1附近に戻った。残りの半数は音響を発振しているSP-3へと誘導し、給餌ペレットにつけることができた。

(3) SP-3→SP-4への誘導 10月17日に伝馬舟に発電機および音響発振装置を積み込み発振場所を移動する方法でSP-4への誘導を試みた。

1回目はSP-3から約30m離れた位置で発振を5分間行なったが、集魚しなかった。そこでSP-3から約10m離れた位置まで近づき発振したところ、ただちに約2×10<sup>3</sup>尾が集魚した。ペレットを与えながら魚群を約50m誘導したところで、約2%のマダイはUターンしてしまい、SP-4附近まで誘導できたのは(5~8)×10<sup>2</sup>尾程度であった。

#### 6) 仕切り網撤去後のマダイの逸散および再捕

48年度の場合 仕切り網撤去(9月7日)後はSP-4で馴致、集魚を継続した。約3×10<sup>3</sup>尾程度の蜻集がみられたが、17日にSP-4に発振場所を切り替えた頃から湾外の深みへと分散移動したらしく、SP-4に集魚したのはマアジ、ボラ、クロダイなどの群でマダイは激減して数10尾が認められるに過ぎなかった。しかし籠による採捕調査\*から判断すると、群の一部は湾口または湾内の砂泥地に棲息していたことはほぼ確実で、10月に入ってからそれらの群も北側の沿岸にそって湾外へと移動する傾向が窺えた。10月末にSP-4での発振を停止した。

その後、12月になると湾内ではマダイはほとんど認められなくなった。

49年度の場合 放流後は、SP-3で馴致による集魚を継続したが、約3×10<sup>3</sup>尾程度の蜻集しかみられなかった。放流魚の大半は、湾口または湾内の砂泥地の深所へと移動し、その一部は湾外への逸散が見られた。10月9日にSP-3での発振を停止した後は、いっそうその傾向が強まった。翌年1~2月になると湾内に残留している個体は殆んど認められなくなるが、3~4月になり水温の上昇とともに再び湾内およびその周辺に接岸する傾向が見られた。このように放流魚は4~7月ごろまで湾内およびその沿岸周辺に滞留が認められたが、8月には再び離岸して深所へ移動した様子である。

再捕の方法：遊漁者などの情報を収集するとともに、籠、釣などによる再捕調査を行なった。籠による再捕調査は、(1) 9月15日~10月4日、延べ23回、湾内を中心に4~5点、(2) 9月28日~50年3月17日、延べ22回、湾内および湾外約1km以内に12の定点を設けて採捕を行なった(図9参照)。(3) 50年4月21日~7月28日、湾内筏周辺、延べ19回を実施した。釣による再捕は10月4日および50年5月21日~7月21日まで延べ25回行なった。刺網は11月8~9日に2回、チョウチョウ島附近の岩礁および礫場で行なった。

再捕結果：これらの調査および情報で得られた再捕結果を表4に示す。総再捕尾数は7,120尾であった。放流尾数は約19×10<sup>3</sup>尾(推定)だったので、再捕率は30%強に当たるが、この値はSP-3での集魚期間中の再捕が含まれているので著しく高くなっている。この期間中を除くと1,195尾(再捕率6.2%)であった。

\* 大分水試に協力して戴いた。

図9 湾外の水深および調査定点

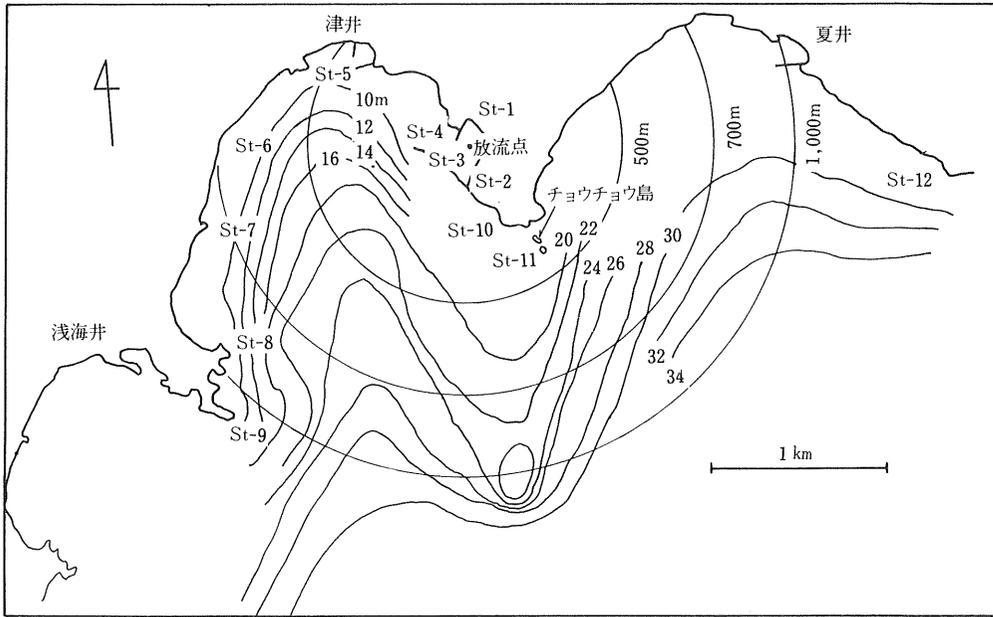


表4 再捕状況(昭和49年度)

(単位:尾)

	期 間	無標識魚	カフス付魚	カフス <sub>N</sub> 付魚	計
罾	(1) 9 ~ 10月	4,602	881	168	5,651
	(2) 9 ~ 3月	893	190	71	1,154
	(3) 4 ~ 7月	37	-	-	37
	小 計	5,532	1,071	239	6,842
釣	10-4, 5-21~7-21	36	2	3	41
遊漁者など	9-25~7-4	124	74	39	237
計		5,692	1,147	281	7,120

Ⓢ 再捕合計 7,120尾のうち、再放流を 6,807尾行なった。

表5 湾内および湾外の定点再捕(昭和49年度)

(単位:尾)

例	月 日	日数	場所	St1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	9-28	14	日									1			29
2	30	16													10
3	10-4	20							1						1
4	7	23			25	45	34	1							15
5	14	30			19		2							4	
6	16	32		62	84	77									
7	21	37		50	28	59	14								3
8	28	44		18	5		50	1						7	
9	11-5	52			8	17	86								6
10	6	53			1	12	17								
11	11	58		42	2	29	48				1	1	2	3	
12	18	65				14	47							4	
13	25	72			1	1			1					7	2
14	12-2	79				12	5	1							
15	9	86		17	3	28	22							6	4
16	16	98		16		18	1								
17	23	100		1		14									5
18	1-20	128		1		1									1
19	29	137				1									
20	2-3	142		2	2										
21	17	156				1									
22	3-3	170													
23	17	177													
計				209	178	324	326	4	1	0	1	2	30	79	0

籠による定点再捕の結果を表5に示す。表中のSt-10, St-11は瀬もしくは瀬と砂泥の混在した所で、比較的潮流が早い。この附近に、小さい群で棲息していたのは興味深い。St-7~9附近ではチダイ幼魚が混獲されたが、マダイは少なかった。St-10,11で刺網を用いた際にはマダイは再捕されなかった。表6に混獲魚を示した。

再捕の経過日数と移動距離：放流後20日以内に総再捕尾数の82%、しかもその大部分が1km以内で再捕されている。このことは前述の理由による。1km以上5km以内で再捕されたのは放流後330日までに合計37尾(0.5%)にすぎなかった。マダイの行動生態から推察すると佐伯湾周辺に逸散していることは充分考えられるので、情報不足および調査が不充分だといわざるを得ない。しかし放流200日以後も0~250m以内で約80尾の再捕結果から判断すると越冬後再び接岸した傾向を示しているといえよう。

再捕の経過日数と移動距離を表7-1)では総再捕個体について、表7-2)ではそのうち番号付個体について、表7-3)では遊漁者による情報のうち釣について、および表7-4)に刺網その他について、それぞれの結果を示した。

表6 混獲物(昭和49年度)

(単位:尾)

	和名	籠(1)	籠(2)	刺網	籠(3)	計
1	マアジ	594	162	—	2	758
2	チダイ	75	26	—	—	101
3	タロダイ	1	2	—	1	4
4	メジナ	71	136	—	7	214
5	マハタ	3	19	—	—	22
6	シロギス	1	—	—	1	2
7	トラギス	—	3	—	—	3
8	タカノハダイ	1	—	1	—	2
9	オオスジシモチ	—	5	—	—	5
10	カサゴ	17	59	—	42	118
11	メバル	—	17	—	5	22
12	マゴチ	—	—	1	—	1
13	カワハギ	1	7	1	—	9
14	ウマヅラハギ	60	205	2	—	267
15	ナガハギ	—	5	—	1	6
16	ボラ	110	23	—	—	133
17	クサフグ	59	81	—	27	167
18	ハコフグ	3	3	—	1	7
19	キタマクラ	4	8	—	2	14
20	キュウセン	69	67	—	12	148
21	ササノハベラ	—	8	—	1	9
22	ウミタナゴ	6	4	—	—	10
23	ニザダイ	6	6	—	3	15
24	スズメダイ	20	18	—	—	38
25	マアナゴ	2	2	—	2	6
26	ゴンズイ	—	8	—	1	9
27	タコ	2	2	—	—	4
28	イカ	—	—	2	—	2

表7 再捕の経過日数と移動距離(昭和49年度)

1) 総 個 体 (単位:尾)

経過日数	移動距離	0~250m	250~500m	500~1,000m	1~5km	計	%
0 ~ 10		1,974	356	305		2,635	37
11 ~ 20		2,191	328	651	1	3,171	45
21 ~ 30		172	11		2	185	2
31 ~ 60		763	2	14	14	793	11
61 ~ 90		173	1	1	1	176	2
91 ~ 120		52	1		2	55	1
121 ~ 150		7		1		8	0.1
151 ~ 180		1				1	-
181 ~ 210					3	3	-
211 ~ 240		7			2	9	0.1
241 ~ 270		10			8	18	0.3
271 ~ 300		42			4	46	0.6
301 ~ 330		20				20	0.3
計		5,412	699	972	37	7,120	100
%		76	10	13.5	0.5	100	

2) 番号付標識魚再捕 (単位:尾)

経過日数	移動距離	0~250m	250~500m	500~1,000m	1~5km	計	%
0 ~ 10							
11 ~ 20		1			1	2	2
21 ~ 30		18	1			19	18
31 ~ 60		55	1	1	1	58	55
61 ~ 90		9			1	10	10
91 ~ 120		1	1		1	3	3
121 ~ 150							
151 ~ 180		1				1	1
181 ~ 210					2	2	2
211 ~ 240					2	2	2
241 ~ 270		1			4	5	5
271 ~ 300					2	2	2
301 ~ 330							
計		86	3	1	14	104	100
%		83	3	1	13	100	

註 S.49 10-4 以後のサイズ測定個体のみ

3) 釣 (遊漁者による情報)

(単位:尾)

経過日数 \ 移動距離	0~250m	250~500m	500~1,000m	1~5 km	計	%
0 ~ 10						
11 ~ 20	95	17			112	55
21 ~ 30	26	11			37	18
31 ~ 60	46	1		7	54	27
61 ~ 90						
91 ~ 120						
121 ~ 150						
151 ~ 180						
181 ~ 210						
211 ~ 240						
241 ~ 270						
271 ~ 300						
計	167	29		7	203	100
%	82	14		4	100	

4) 刺網他 (遊漁者による情報)

(単位:尾)

経過日数 \ 移動距離	0~250m	250~500m	500~1,000m	1~5 km	計	%
0 ~ 10						
11 ~ 20				1	1	3
21 ~ 30				2	2	6
31 ~ 60		1		6	7	20
61 ~ 90				1	1	3
91 ~ 120		1		2	3	9
121 ~ 150						
151 ~ 180						
181 ~ 210				3	3	9
211 ~ 240				1 (1)*	2	6
241 ~ 270	3			1 (7)**	11	32
271 ~ 300				4	4	12
計	3	2		29	34	100
%	9	6		85	100	

\* : マス網

\*\* : 底曳き網

図10 多回再捕個体の移動状況

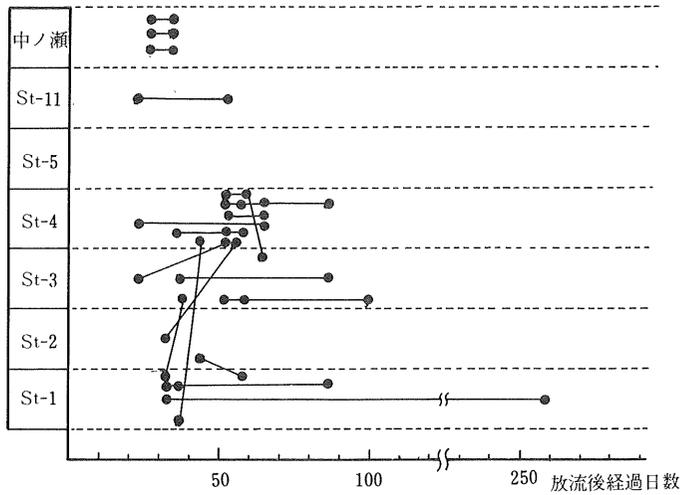


図11 放流群の成長(尾叉長)

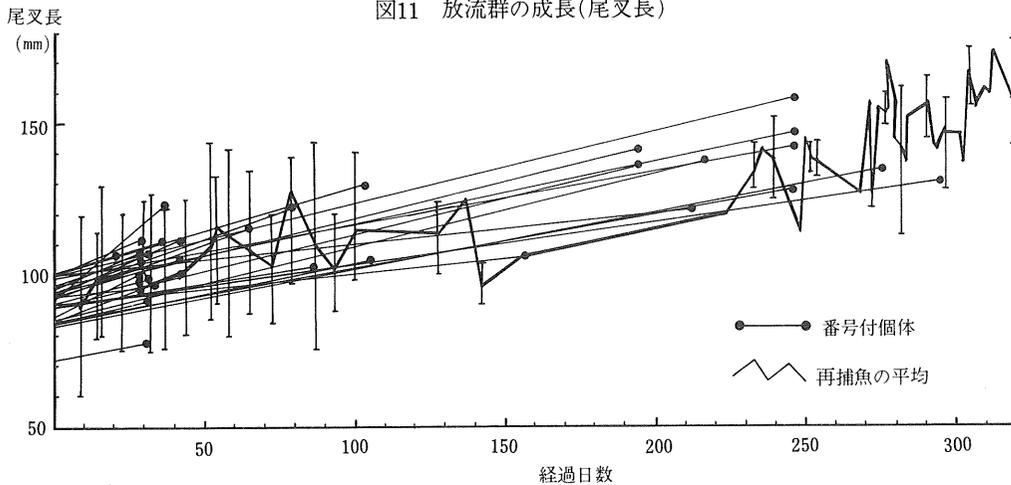


表7-2)の再捕 104尾のうち2回以上の再捕が18尾あり、これらの2回以上再捕個体についての移動の様子を図10に示した。

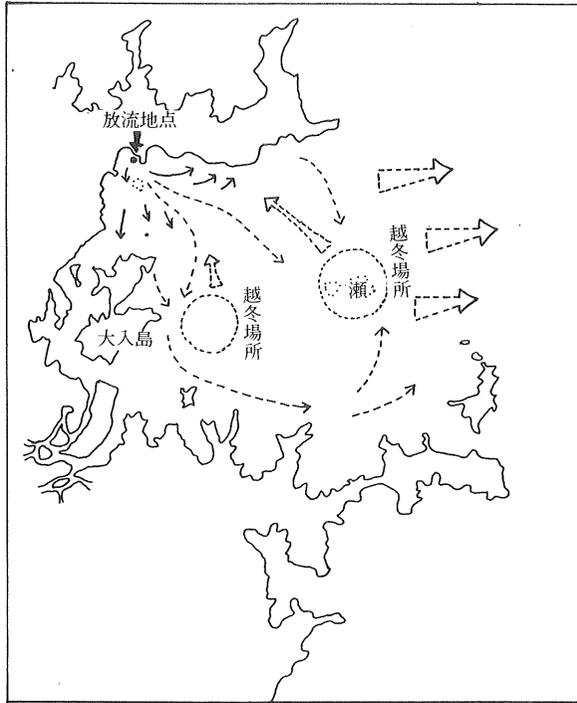
再捕魚の成長：図11に示すような成長であった。この図からでは、標識魚と無標識魚の成長の差は認められない。

再捕魚の胃内容物：再捕魚のほとんどが籠中の餌の消化物であった。ただ小型底曳き網で再捕(50年5月18日)された7尾(全長11.5~17.5cm)については識別された。2尾についてはその胃内でカタクチ(全長7cm)、6尾については、胃および腸内でワレカラ(約1cm)が認められ、1尾は空胃であった。ワレカラのみ専食していた個体は、その数は $2 \times 10^3$ 個にも達していた。

### 7) その後の移動分散

これまでの調査で放流群の移動分散の様子を模式化するのは早計であるが、主として49年度について推測すると図12に示すようになる。放流点より沿岸ぞいに分散し瀬または、砂泥地を索遊する。水温が下降する冬季には、大入島の東側および佐伯湾口の瀬附近で越冬し、水温上昇とともにその一部は再び接岸する。沿岸周辺を索餌廻遊し、再び湾内の深所へと移動する。

図12 放流群の移動経路の想定図



そのころから、つまり生後 1.5～2 年には更にその分布範囲を拡大してゆくと思われる。

### Ⅲ 考 察

以上述べたように仕切り網を使用するこの方式は、従来の小割り養殖での問題点を解決でき、しかも大規模に展開できる可能性をもっているといえよう。しかし音響馴致で条件づけられたマダイ群の制御および古網を利用して天然餌料を増殖させる手法は、技術的に未熟であり、初期の目的を十分に果たしたとは言えない。単にマダイ群と餌料の結びつきではなく、適当な場の存在がマダイ群が棲息していく上で重要なことであるから、今後は与えられた水域における場の構成と魚群の行動との関係を追求することが主要な課題であろう。

豊後水道海域はもともと天然マダイ幼稚仔が少ない所ではあるが、いわゆる幼稚仔の棲息場といわれる藻場は年々減少もしくは消失の傾向にある<sup>2)</sup>。この現状において、環境保全はもちろんのこと何か積極的な施策を講じるべきであろう。

藻場の特性が1) 餌の供給、2) 隠れ家としての役割りを持つものであるならば、人為的にそうした物を造成することは必ずしも困難なことではないであろう。餌について言えば、天然のマダイ幼魚(体長3.7～4.3cm)は *Pseudodiatomus marinus* を主とし、これにワレカラ、Gammaridae を混ぜ合せて捕食しているという報告<sup>3)</sup>もあるが、ワレカラ、ヨコエビについては本実験の古網を使った方法でも増殖させることは容易であった。

マダイの場合には、幼魚の生息環境として外海型地形から内海型地形まで、またその底質も藻場から砂質、さらに礫、岩礁と多様であるが<sup>4)</sup>、成長段階で一つの様型を示すと、藻場に付いているのは体長2～10cm程度の時期であり<sup>5)</sup>、それ以後は藻場を離れる。この時期まで人工藻場は有効となろう。その後は砂と少量の貝殻が混ったような瀬などが生息地となるといわれている<sup>6)</sup>。食性もこの頃から底棲性動物に変化している<sup>7)</sup>。この時期になると従来から実施されている

魚礁、築磯などの造成が効果をあげることになる。この場合、他の大型捕食魚を誘致することがあるので、他の漁業との関連において充分配慮されなければならない。

ここ数年来、この種の試験が各地で行なわれているが<sup>1),8),9)</sup>、次々に展開され、やがて事業段階に移ることになると考えられるが、地域によってマダイを漁獲する生産の実態が異なる点に留意して、これに即応した技術展開を更に考慮することが必要であろう。

終りにのぞみ、御指導と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。また多方面に渡り御支援、御協力を載いた大分県水産試験場木谷益邦場長ならびに同職員諸氏に感謝する。終始御指導御支援を戴いた鶴川正雄氏にも重ねて御礼を述べる。また実験をともに行なった清水敏夫氏（山口県水産課）、安藤隆氏および上浦事業場職員各位に厚く御礼を述べる。

### 参考文献

- 1) 水田洋之介（1975）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，栽培技研，4(1)，33～44
- 2) 南西海区水産研究所（1974）瀬戸内海の藻場
- 3) 布施慎一郎（1962）アマモ場における動物群集，生理生態，11(1)
- 4) 小林克一（1974）筑前海域におけるマダイ栽培漁業の方向，昭和48年度東シナ海栽培漁業漁場資源生態報告書
- 5) 宇都宮正（1955）藻場に出現する生物について，日本水産学会誌
- 6) 小林克一，齊藤彰男（1967）筑前海域におけるごち網漁業の資源と漁場に関する研究，福岡県水産試験場報告，12
- 7) 角 健造（1975）筑前海域におけるマダイ栽培漁業の展開，昭和49年度東シナ海栽培漁業漁場資源生態調査報告書
- 8) 南西海区水産研究所（1973）マダイの音響馴致について，南西海区水産研究所報告
- 9) 宮崎県水産課・水産試験場（1973）魚の公園設置事業におけるマダイ音響馴致飼育放流について，栽培技研2(2)，11～16