

## 愛媛県御荘湾におけるマダイのふ化仔魚放流試験の結果について

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: 虫明, 敬一, 伊藤, 捷久, 長谷川, 泉, 佐野, 隆三 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014349">https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014349</a>

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



## 愛媛県御荘湾におけるマダイのふ化仔魚放流試験の結果について

虫明 敬一\*1・伊藤 捷久\*2・長谷川 泉\*1・佐野 隆三\*2

(1989年9月6日受理)

長崎県志々伎湾における西海区水産研究所のマダイ稚魚の生態調査<sup>1)</sup>により、同湾でのマダイ仔稚の現存量には湾口からの海水流入に伴う受精卵の流入が大きく貢献していることが報告されている。また、豊後水道域にはマダイの再生産はないが、移植(放流)によってマダイを生産できるような湾入域が存在する<sup>2,3)</sup>。こうした立地条件を持つ湾域では、マダイの放流、特に生産コストが安く量産可能な受精卵あるいはふ化仔魚を人為的に添加することによってマダイの資源培養が可能かもしれない。また、マダイの再生産過程における初期減耗の程度を具体的に知ることは開放的の海域では至難であるが、このような奥行き深い湾や入江を研究の場として使えば、それは必ずしも不可能ではないと思われる<sup>4)</sup>。こういう観点から、古満目事業場ではマダイのふ化仔魚配付の余剰分を用いて、愛媛県と共同で宇和海南部の御荘湾において昭和56年度からマダイのふ化仔魚放流を行ってきた。

昭和61年度までは、豊後水道沿岸に位置する類似の湾入域での調査結果<sup>2,3)</sup>をも参照しつつ、御荘海域にはマダイの再生産の場はないか、あるいは存在しても無視できる程度との前提のもとに放流後の追跡調査を行い、漁獲された無標識魚は放流したふ化仔魚に由来すると考えて結果の分析を行ってきた。しかしながら、漁獲される無標識魚の中には放流ふ化仔魚群の予想体長を大きく上回り、天然魚と見なした方が妥当と思われる個体も見出される。そこで、天然発生群との完全な識別を図るために昭和62年度からアリザリン・コンプレクソン(以下 ALC と略

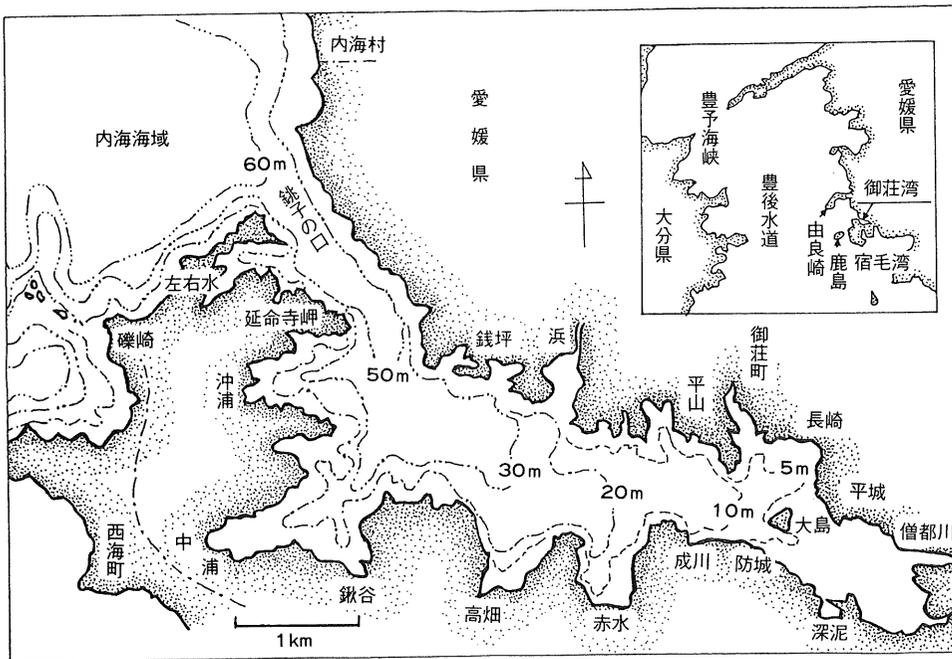


図1 御荘湾略図

\*1 日本栽培漁業協会古満目事業場 (〒788-03 高知県幡多郡大月町古満目)

\*2 愛媛県水産試験場 (〒798-01 愛媛県宇和島市下波 5516)

称する)により全数耳石標識を施したふ化仔魚を放流し、天然魚と識別できるようにした。

ここでは、昭和 62 および 63 年度のマダイふ化仔魚標識放流に併せて、63 年度には 10 mm および 20 mm 稚魚についても ALC による耳石標識放流を行ったので、それらの試験結果について報告する。

## 材料と方法

**御荘湾の立地条件** この湾は愛媛県宇和海沿岸南部(南宇和郡)に位置し、その西北に約 700 m の狭い湾口(通称、銚子の口)をもつ、奥行き約 7 km に及ぶ細長い閉鎖的入江であり、その面積は約 8.1 km<sup>2</sup> である(図 1 参照)。水深は湾口部では 50 m 以上で、50 m 等深線が 2 km 近く湾内に入り込んでいる。また、20 m 以浅の水域は全体の 65% 余りを占めている。一方、湾奥部大島以东一帯は 5 m 以浅で、僧都川河口には干潟が発達し、陸水の影響を強く受け、富栄養化している。湾口から流入する外海水は湾奥部まで到達せず、本湾の海水交流は潮汐型とみなし得る。

**供試魚** 放流に供したふ化仔魚は、昭和 62 年度には当事業場で養成したマダイ親魚(10 歳魚)から 5 月 18 日から 27 日の間に採卵した卵をふ化させたものである。63 年度においては当協会上浦事業場から 5 月 14 日から 25 日の間に 6 回に分けて受精卵 9399 万粒を搬入し、当事業場でふ化させたものである。また、10 mm および 20 mm 稚魚については、上浦事業場で種苗生産した 10 mm 稚魚(平均 TL: 11.1 mm)を 6 月 14 日に 12 万尾を搬入し、直ちに全数に耳石標識を施した後、10 mm 放流分についてはそのまま放流に、20 mm 稚魚については当事業場で一週間飼育した後(平均 TL: 19.2 mm)、再び全数に耳石標識を施して放流に供した。

**耳石標識法** 桑田・塚本<sup>9)</sup>に準じて行った。耳石標識剤には ALC を用い、ふ化仔魚の標識には容量 1 m<sup>3</sup> のふ化器を、また、10 mm および 20 mm 稚魚の標識には 1 m<sup>3</sup> のパンライト水槽を使用した。標識装着時のふ化仔魚、10 mm および 20 mm 稚魚の収容密度は、それぞれ 1 l 当たり 1.2 万尾、100 尾および 10 尾とした。ALC 溶液の濃度ならびに浸漬時間は、ふ化仔魚では 80 mg/l ALC に 12 時間とし、10 mm および 20 mm 稚魚ではそれぞれ 50 mg/l ALC に 24 時間および 200 mg/l ALC に 24 時間とした<sup>9)</sup>。標識液に浸漬中は、いずれの場合も無給餌で止水状態とし、溶存酸素濃度が 9.0 mg/l 以下とならないようにエアレーションならびに酸素通気を施した。標識完了後は、約 12 時間流水状態として海水中に溶解した ALC を除去した。なお、耳石標識はふ化仔魚、10 mm および 20 mm 稚魚でそれぞれドット、一重リングおよび二重リングとなっているので、相互に識別は可能である。

## 放 流

1. ふ化仔魚放流 昭和 62 年度は ALC で耳石標識を施したふ化仔魚を 5 月 21 日から 30 日の間に 9 回に分けて湾奥部大島東岸に 3442 万尾、降雨による比重低下時には赤水北岸に 3231 万尾の計 6673 万尾を放流した(表 1)。なお、放流はいずれも午前 10 時から 12 時の間に行った。63 年度においては ALC 標識ふ化仔魚を 5 月 17 日から 27 日の間に 10 回に分けて湾奥部大島周辺に 4400 万尾、成川北岸に 417 万尾、赤水北岸に 2202 万尾ならびに湾中央部に 613 万尾の合計 7632 万尾を直接放流した(表 2)。放流はいずれも午後 3 時から 5 時の間に行った。

表 1 昭和62年度におけるマダイふ化仔魚の放流状況

放流月日	放流尾数 (万尾)	放流場所	表 層	
			水温(°C)	比重( $\sigma_t$ )
5. 21	1032	大 島	21.5	13.3
22	658	大 島	22.1	13.5
23	1934	赤 水	21.3	14.6
25	452	赤 水	22.0	21.5
26	545	赤 水	21.5	21.9
27	300	赤 水	19.5	13.9
28	597	大 島	18.5	14.9
29	765	大 島	21.6	21.8
30	390	大 島	21.2	17.8
合 計	6673	平均	21.0	17.0

2. 10 mm および 20 mm 稚魚放流 昭和 63 年度に行った放流では 10 mm 稚魚は 6 月 17 日および 19 日にそれぞれ 1.00 万尾および 4.55 万尾の計 5.55 万尾を湾奥部から赤水にかけて分散放流した。また 20 mm 稚魚は 6 月 27 日に 2.11 万尾を大島の北西と防城の 2 か所に放流した(表 3)。

3. コントロール標識群の放流 これらの小型種苗放流群の生残尾数を推定するためのコントロール放流群として、小型放流に用いた種苗の一部を当事業場で引き続き飼育し、平均全長が約 50 mm および約 110 mm に達した段階でそれぞれ左腹鱗抜去

表 2 昭和 63 年度におけるマダイふ化仔魚の放流状況

放流月日	放流尾数 (万尾)	放流場所	表 層		水深 1 m		水深 2 m		水深 4 m	
			水 温 (°C)	比 重 ( $\sigma_{15}$ )						
5. 17	809	大 島 東	22.1	11.5	—	—	—	—	19.4	25.8
18	523	大 島 東	22.7	12.0	—	—	—	—	—	—
19	760	大 島 東	22.2	13.0	21.0	23.8	19.4	24.9	—	—
"		大 島 北	22.3	13.1	19.6	25.0	19.3	24.9	18.8	25.8
20	529	大 島 西	20.0	26.1	—	—	18.3	25.7	17.9	25.6
21	849	大島北西	18.5	23.1	18.5	24.7	18.3	24.7	—	—
"		大島南東	19.6	21.1	—	—	18.5	23.7	—	—
22	417	成 川	18.9	22.8	18.8	25.8	—	—	18.5	26.3
23	613	湾中央部	19.8	24.4	19.8	25.4	—	—	—	—
24	930	大 島 東	22.0	18.6	21.4	26.6	—	—	19.6	26.0
"		赤 水 西	21.4	26.6	—	—	—	—	20.0	26.0
26	980	大 島 東	21.1	23.8	—	—	20.8	23.3	19.8	25.0
"		赤 水 西	20.5	24.2	—	—	19.6	24.4	19.1	24.9
27	1222	湾中央部	21.8	24.3	—	—	—	—	—	—
合 計	7632	平 均	20.9	20.3	19.9	25.2	19.2	24.5	19.1	25.7

表 3 昭和 63 年度における 10 mm および 20 mm 稚魚の放流状況

放流月日	放流地点	放流尾数 (万尾)	放流サイズ (TL: mm)	表 層		水深 4 m	
				水 温 (°C)	比 重 ( $\sigma_{15}$ )	水 温 (°C)	比 重 ( $\sigma_{15}$ )
6. 17	長崎漁港	1.00	9.6	—	—	—	—
6. 19	大 島 東	4.55	11.4 (10-14)	23.5	13.8	22.6	25.7
	大 島 西			23.5	11.7	23.5	18.9
	防 城			23.0	10.1	22.5	25.2
	赤 水 鼻			23.9	20.0	23.8	23.0
6. 27	大島北西	2.11	19.2 (16-23)	20.8	1.9	22.6	18.1
	防 城			20.9	2.1	23.1	24.3

表 4 昭和 62 および 63 年度におけるコントロール群の放流状況

昭和 年度	コントロール群	放流月日	放流地点	放流尾数 (万尾)	放流サイズ (TL: mm)	表 層		水深 4 m	
						水 温 (°C)	比 重 ( $\sigma_{15}$ )	水 温 (°C)	比 重 ( $\sigma_{15}$ )
62	第 1 コントロール (左腹鰭抜去群)	7. 21	高畑の瀬	4.55	48 (32-63)	—	—	—	—
	第 2 コントロール (アンカー標識群)	9. 3	高畑の瀬	1.30	110 (90-135)	—	—	—	—
63	第 1 コントロール (左腹鰭抜去群)	7. 19	高畑の瀬 {~赤水沖	2.15	50 (30-66)	27.4	24.0	22.8	27.3
	第 2 コントロール (アンカー標識群)	9. 1		高畑の瀬	1.10	107 (89-124)	25.9	23.1	21.2

およびスパゲティ型アンカー標識を施して放流した(表 4)。昭和 62 年度は、第 1 コントロールとしての左腹鰭抜去群を 7 月 21 日に湾中央部の高畑の瀬に 4.55 万尾、第 2 コントロールとしてのアンカー標識群を 9 月 3 日に同じく高畑の瀬に 1.30 万尾放流した。また、63 年度には 7 月 19 日に第 1 コントロールとして左腹鰭抜去群を高畑の瀬から赤水沖にかけて 2.15 万尾、9 月 1 日に第 2 コントロールとしてアンカー標識群を高畑の瀬に 1.10 万尾放流した(図 2, 図 3)。

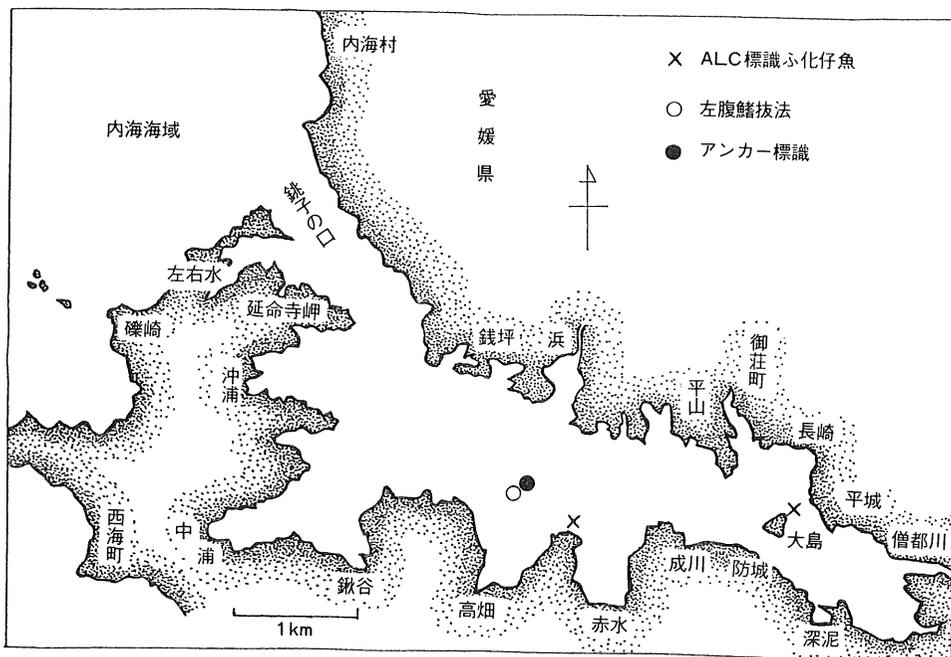


図 2 昭和 62 年度マダイ種苗の放流地点

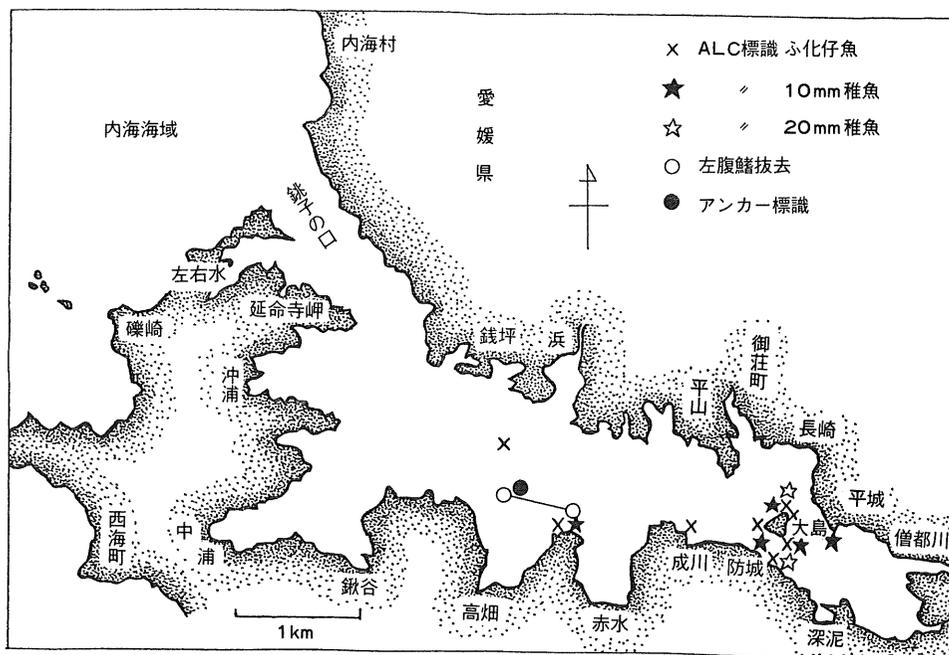


図 3 昭和 63 年度マダイ種苗の放流地点

**放流群の再捕調査** 当地域にはマダイを対象とする漁業は殆どない。御荘漁協への水揚台帳でもマダイの水揚量は年間 2500 kg に過ぎない。したがって、追跡調査は試験漁具によって行った。調査は、昭和 62 年度においては 6 月 4 日から、また 63 年度では 5 月 26 日から、いずれもふ化仔魚放流直後から開始し、両年度とも 12 月末まで継続して行った。再捕漁具は小型地曳網とチヌ籠である。昭和 62 および 63 年度における調査地点をそれぞれ図

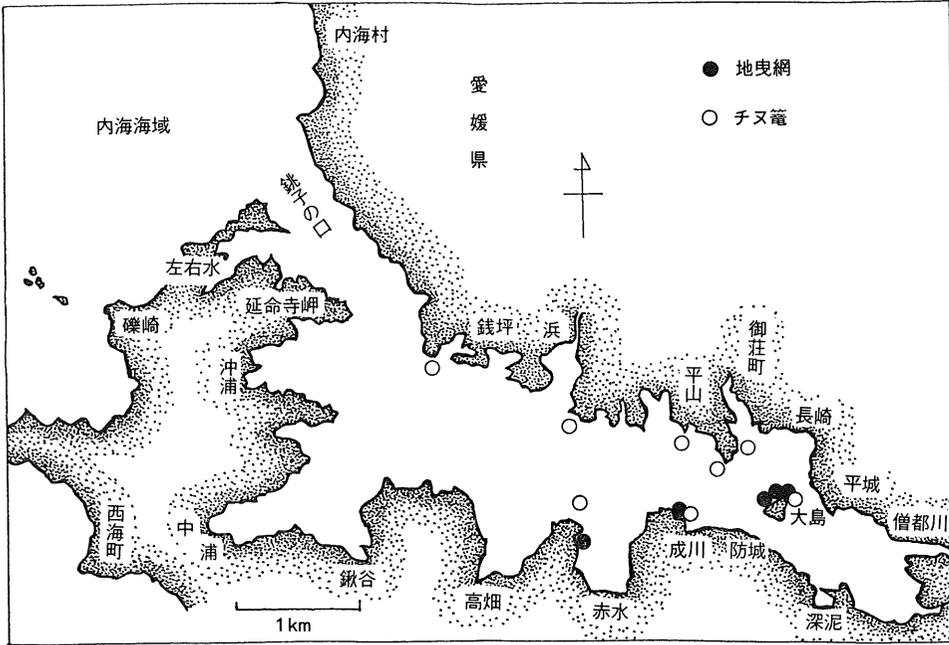


図 4 昭和 62 年度放流マダイの追跡調査地点

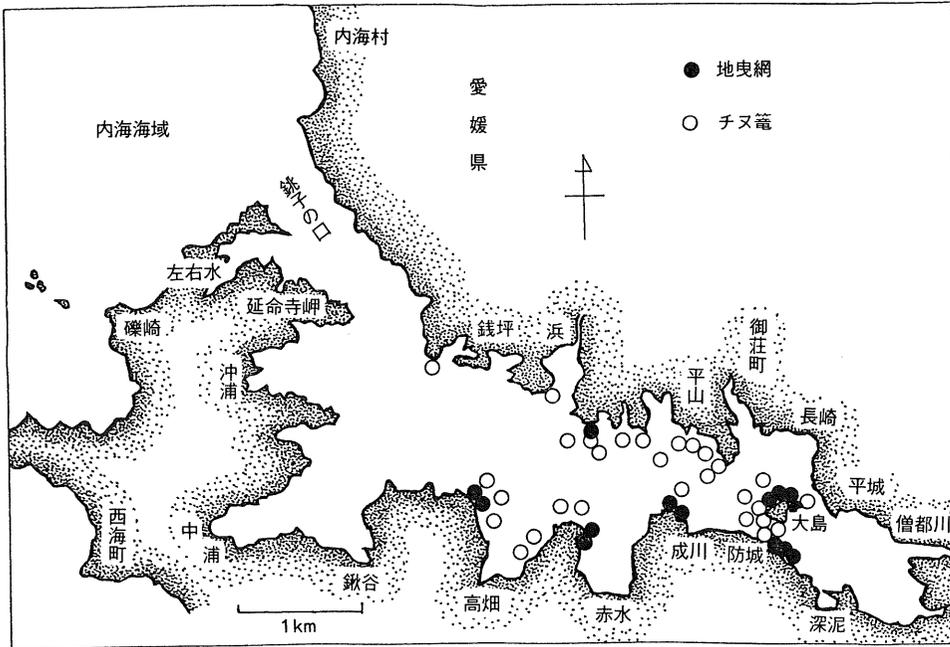


図 5 昭和 63 年度放流マダイの追跡調査地点

4 および 5 に示した。

再捕されたマダイは、事業場に持ち帰り、調査地点別に全長ならびに尾叉長を測定した後、その大きさとふ化仔魚の放流時期から考えて明らかに天然群と思われる個体を除いたすべてのマダイについて実体顕微鏡下でその頭部から耳石（扁平石と礫石）を摘出した。摘出後、各個体ごとに蛍光顕微鏡下で ALC 標識による蛍光発色の有無を

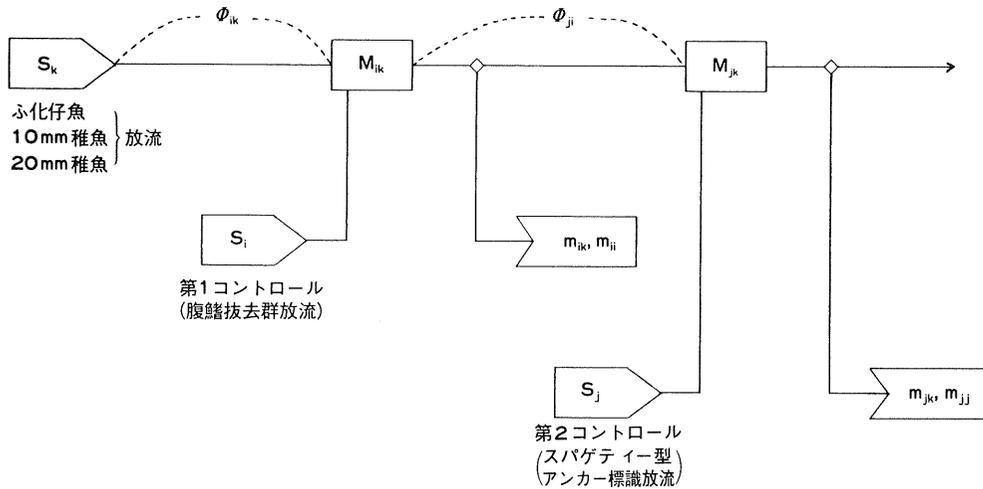


図 6 御荘湾におけるふ化仔魚，10 mm および 20 mm 稚魚放流群の生残尾数推定モデル

調べた。

**生残尾数の推定** 御荘湾におけるふ化仔魚放流実験モデルを田中<sup>6)</sup>にならって図 6 に示した。コントロールを放流した時点での小型放流種苗の生残尾数を，小型放流種苗とコントロールとの再捕尾数の比を手掛かりに推定しようという発想である。

ここで， $k$  を小型種苗（ふ化仔魚，10 mm あるいは 20 mm 稚魚）の放流時点， $i$  を第 1 コントロールの放流時点， $j$  を第 2 コントロールの放流時点，さらに  $S_k$  を小型種苗の放流尾数， $S_i$  および  $S_j$  をそれぞれ第 1 および第 2 コントロールの放流尾数とする。

また，

$m_{ik}$  : 時点  $k$  で放流された小型種苗からの，時点  $i$  以降における再捕尾数の累積値

$m_{jk}$  : 時点  $k$  で放流された小型種苗からの，時点  $j$  以降における再捕尾数の累積値

$m_{ii}$  : 時点  $i$  で放流された第 1 コントロール（腹鰭抜去群）からの，時点  $i$  以降における再捕尾数の累積値

$m_{jj}$  : 時点  $j$  で放流された第 2 コントロール（スパゲティ型アンカー標識群）からの，時点  $j$  以降における再捕尾数の累積値

とおくと，

時点  $k$  で放流された小型種苗の第 1 コントロール放流時点  $i$  における生残尾数  $\hat{M}_{ik}$  は，

$$\hat{M}_{ik} = (S_i \cdot m_{ik}) / m_{ii} \quad (1)$$

と推定される。同様に，第 2 コントロール放流時点  $j$  における小型種苗の生残尾数の推定値  $\hat{M}_{jk}$  は，

$$\hat{M}_{jk} = (S_j \cdot m_{jk}) / m_{jj} \quad (2)$$

である。

したがって，時点  $k$  で放流された小型種苗の時点  $i$  までの生残率  $\hat{\phi}_{ik}$  は，

$$\hat{\phi}_{ik} = (S_i \cdot m_{ik}) / (S_k \cdot m_{ii}) \quad (3)$$

として，また，時点  $i$  から時点  $j$  の間の生残率  $\hat{\phi}_{ji}$  は，

$$\hat{\phi}_{ji} = (S_j \cdot m_{jk} m_{ii}) / (S_i \cdot m_{ik} m_{jj}) \quad (4)$$

として推定できる。

また，式 (3) の  $i$  を  $j$  に入れ替えると，時点  $k$  で放流された小型種苗の時点  $j$  までの生残率  $\hat{\phi}_{jk}$  が推定できる。

ここで，これらのモデルならびに数式が成立する条件として，次の ①～⑥ が挙げられる。

- ① 時点  $k$  における小型放流群（ふ化仔魚，10 mm および 20 mm 稚魚）からの生残個体と時点  $i$  または  $j$  で放流されたコントロールとは，どの漁具についてみても漁獲される確率が等しい。

- ② 時点 k における小型放流群からの生残個体と時点 i または j で放流されたコントロールとはサンプリング終了時まで同じ自然死亡（逸散を含む）で生き残る。
- ③ 各放流群はよく混合している。
- ④ すべての放流群で標識は識別される。
- ⑤ コントロールには放流直後の減耗がない。
- ⑥  $\hat{\phi}_{ji}$  はサンプル尾数  $m_{ik}$ ,  $m_{ii}$  をカウントしていない。即ち、本来ならば (4) 式は

$$\hat{\phi}_{ji} = (\hat{M}_{jk} - m_{jk} - m_{ii}) / \hat{M}_{ik}$$

であるが、 $\hat{M}_{jk}$  に比べて  $(m_{ik} + m_{ii})$  が小さいので、これを無視した。

上記 ① および ② の条件をできるだけ満足させるよう小型放流に用いた種苗の一部を引き続き育成してコントロールとして用いた。

## 結 果

### 再捕結果

昭和 62 年度 小型曳網とチヌ籠による試験操業でのマダイの再捕結果を表 5 に、また、それらの体長を図 7 に示した。試験漁獲は 6 月 4 日から 12 月 25 日までの間に計 24 回行い、合計 961 尾のマダイ当歳魚を再捕した。このうち、明らかに天然魚と思われる 177 尾を除いた 784 尾について耳石検査を行ったところ、5 尾に ALC 標識が確認され、放流したふ化仔魚群に由来することがわかった。また、漁獲された 961 尾のうち、24 尾は左腹鰭抜去群で、43 尾はスパゲティ型アンカー標識群であり、残りの 712 尾については何ら標識が確認できなかった。

表 5 昭和 62 年度の試験操業によるマダイ当歳魚の再捕結果

調査日	ALC 標識ふ化仔魚	左腹鰭抜去群	アンカー標識群	無標識群	計
(5 月 21 日～30 日：ふ化仔魚放流 6673 万尾)					
62. 6. 4	0	—	—	140	140
6. 17	0	—	—	36	36
6. 26	0	—	—	94	94
7. 4	0	—	—	67	67
7. 14	0	—	—	62	62
(7 月 21 日：左腹鰭抜去放流 4.55 万尾)					
7. 23	0	5	—	32	37
8. 4～5	0	1	—	37	38
8. 11	0	3	—	17	20
8. 18	2	4	—	24	30
8. 28	0	4	—	30	34
(9 月 3 日：スパゲティ型アンカー標識放流 1.30 万尾)					
9. 9	1	1	3	55	60
9. 17	0	0	9	27	36
10. 1	0	0	3	10	13
10. 8	0	2	2	56	60
10. 23	0	0	5	5	10
10. 29	1	1	4	7	13
11. 5	0	0	0	19	19
11. 12	1	1	6	21	29
11. 19	0	1	0	25	26
11. 26	0	0	2	19	21
12. 4	0	0	2	29	31
12. 10	0	1	1	27	29
12. 18	0	0	1	18	19
12. 25	0	0	5	32	37
合 計	5	24	43	889	961

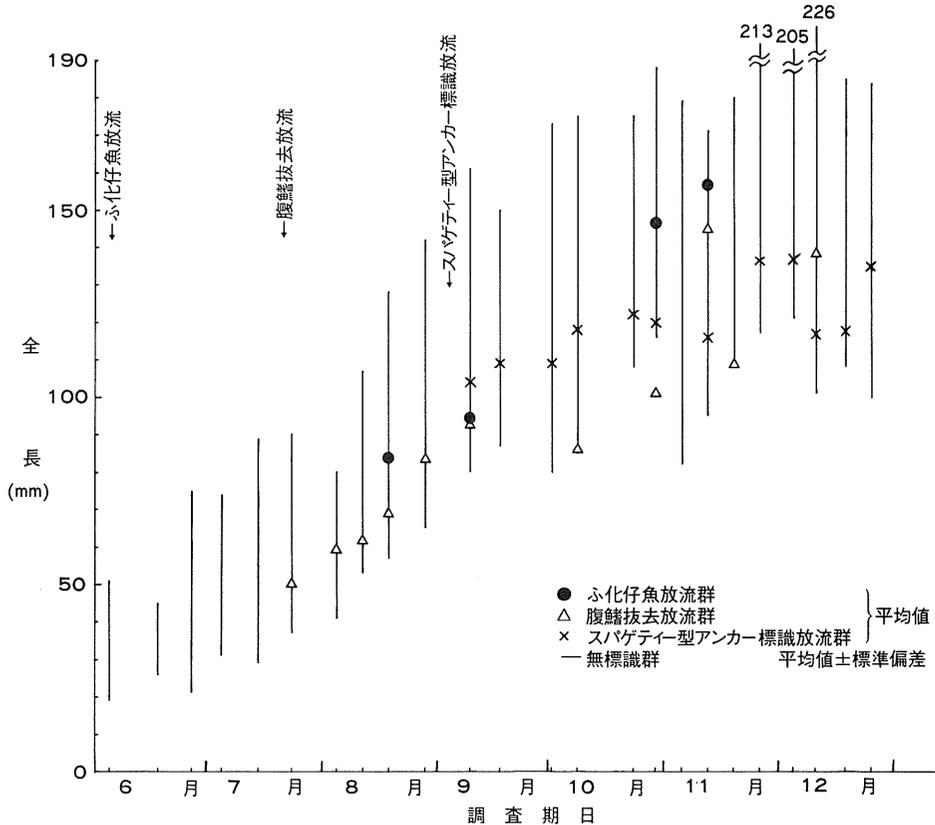


図 7 昭和 62 年度御荘湾で捕獲されたマダイの体長

昭和 63 年度 再捕結果を表 6 に、それらの体長を図 8 に示した。試験漁獲は 5 月 26 日から 12 月 27 日までの間に計 46 回行い、合計 2105 尾のマダイ当歳魚を再捕した。このうち、明らかに天然群と判断される 796 尾を除いた 1309 尾について耳石検査を行った結果、150 尾に ALC 標識が確認された。その内訳は、ふ化仔魚、10 mm および 20 mm 稚魚として放流したものがそれぞれ 21 尾、74 尾および 55 尾であった。また、38 尾は左腹鱗抜去群で、50 尾はアンカー標識群であった。残りの 1071 尾は無標識魚であった。

#### 小型放流種苗の生残率の推定

これらの再捕結果をもとに、先に示した推定式を用いて放流した小型種苗の生残尾数とその生残率を推定した(表 7, 表 8)。

昭和 62 年度 推定基準日を第 1 コントロールの放流日である 7 月 21 日(ふ化仔魚放流 57 日後\*)とし、7 月 23 日から 12 月 25 日までの累積再捕尾数を用いて推定すると、全長約 5 cm におけるふ化仔魚の生残推定尾数は 9749 尾で、その生残率は 0.014% となった。また、基準日を第 2 コントロールの放流日である 9 月 3 日(放流 101 日後)とし、9 月 9 日から 12 月 25 日までの累積再捕尾数を用いて推定すると、全長約 11 cm における生残推定尾数は 907 尾で、その生残率は 0.001% となった。

昭和 63 年度 再捕結果(表 6)のうち第 1 コントロール(腹鱗抜去群)の放流後 10 日間における漁獲が異常に多く、コントロールが小型放流群と十分に混合していないおそれがあると判断されたので、放流後 1 週間、即ち 7 月 22 日と 26 日の再捕データは用いなかった。

1. ふ化仔魚 推定基準日を 7 月 19 日(ふ化仔魚放流 58 日後)とし、7 月 29 日から 12 月 27 日までの累

\* ふ化仔魚放流後の日数は、ふ化仔魚放流期間の中間日を放流日として起算した。

表 6 昭和 63 年度の試験操業によるマダイ当歳魚の再捕結果

調査日	ALC 標識群			左腹鱗抜去群	アンカー標識群	無標識群	計
	ふ化仔魚	10 mm 稚魚	20 mm 稚魚				
(5 月 17 日～27 日: ふ化仔魚放流 7632 万尾)							
63. 5.26	0	—	—	—	—	113	113
6. 6	4	—	—	—	—	187	191
6. 8	7	—	—	—	—	196	203
6.13	0	—	—	—	—	192	192
6.15	0	—	—	—	—	129	129
6.17	2	—	—	—	—	124	126
(6 月 17・19 日: 10 mm 稚魚放流 5.55 万尾)							
6.21	0	15	—	—	—	54	69
(6 月 27 日: 20 mm 稚魚放流 2.11 万尾)							
6.27	0	4	18	—	—	55	77
6.29	0	3	14	—	—	43	60
7. 4	0	2	1	—	—	39	42
7. 6～7	0	1	0	—	—	34	35
7.11	0	0	1	—	—	46	47
7.15	1	0	0	—	—	25	26
(7 月 19 日: 左腹鱗抜去放流 2.15 万尾)							
7.22	0	5	0	15	—	58	78
7.26	1	10	18	0	—	39	68
7.29	1	3	1	5	—	32	42
8. 2	0	7	0	2	—	28	37
8. 5	1	4	0	0	—	18	23
8. 9	0	4	0	2	—	31	37
8.11	1	3	0	0	—	22	26
8.17	0	0	0	1	—	6	7
8.23	0	0	0	0	—	4	4
8.25	0	2	0	0	—	37	39
8.30	0	1	0	0	—	15	16
(9 月 1 日: スパゲティ型アンカー標識放流 1.10 万尾)							
9. 6	0	0	0	0	0	7	7
9. 8	0	0	0	0	3	20	23
9.13	0	3	0	0	2	24	29
9.19	0	1	0	0	4	27	32
9.26	0	0	0	0	2	26	28
9.29	0	3	0	0	4	18	25
10. 4	0	0	0	1	4	16	21
10. 6	1	0	0	3	6	36	46
10.12	0	0	0	1	2	11	14
10.14	2	0	0	0	4	24	30
10.18	0	0	1	1	2	20	24
10.20	0	1	1	0	3	23	28
10.25	0	0	0	2	3	9	14
10.27	0	1	0	2	1	21	25
11. 1	0	0	0	2	5	15	22
11. 8	0	0	0	0	0	9	9
11.15	0	1	0	0	1	5	7
11.22	0	0	0	0	1	7	8
11.29	0	0	0	0	2	6	8
12.13	0	0	0	0	1	1	2
12.20	0	0	0	0	0	10	10
12.27	0	0	0	1	0	5	6
合 計	21	74	55	38	50	1867	2105

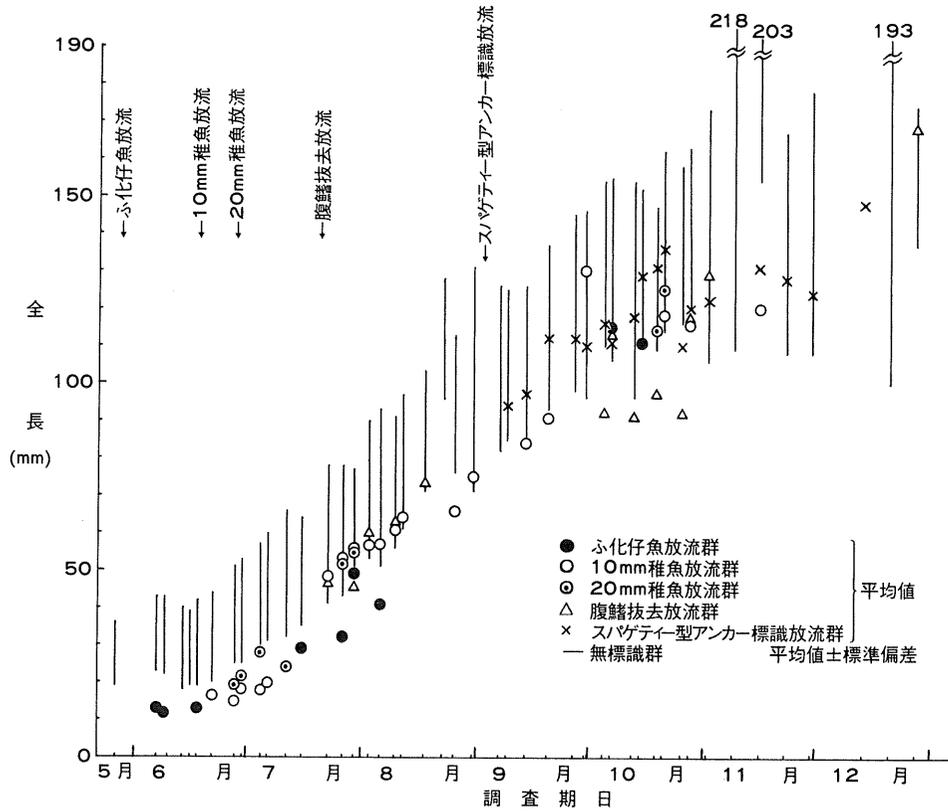


図 8 昭和 63 年度御荘湾で捕獲されたマダイの体長

表 7 昭和 62 および 63 年度における放流ふ化仔魚の生残尾数推定結果

昭和 年度	【推定基準日】 (放流後経過日数) 資料使用期間	第 1 コントロール (左腹鰭抜去群)*				第 2 コントロール (アンカー標識群)**			
		再捕尾数		推定尾数 (尾)	生残率 (%)	再捕尾数		推定尾数 (尾)	生残率 (%)
		ふ化仔魚	コントロール			ふ化仔魚	コントロール		
62	【7月21日】 (57)	5	24	9749	0.014				
	7.23-12.25								
62	【9月3日】 (101)					3	43	907	0.001
	9.9-12.25								
63	【7月19日】 (58)	6	23	5609	0.007				
	7.29-12.27								
63	【9月1日】 (102)					3	50	660	0.001
	9.6-12.27								

\* 第 1 コントロールは、昭和 62 および 63 年度においてそれぞれ 7 月 21 日および 7 月 19 日に放流した。

\*\* 第 2 コントロールは、昭和 62 および 63 年度においてそれぞれ 9 月 3 日および 9 月 1 日に放流した。

表 8 昭和 63 年度における 10 mm および 20 mm 放流稚魚の生残尾数推定結果

放流 サイズ (mm)	【推定基準日】 (放流後経過日数) 資料使用期間	第 1 コントロール (左腹鰭抜去群: 7月19日放流)				第 2 コントロール (アンカー標識群: 9月1日放流)			
		再捕尾数		推定尾数 (尾)	生残率 (%)	再捕尾数		推定尾数 (尾)	生残率 (%)
		放流稚魚	コントロール			放流稚魚	コントロール		
10	【7月19日】 (30) 7.29-12.27	34	23	31783	57.3				
	【9月1日】 (74) 9.6-12.27					10	50	2200	4.0
20	【7月19日】 (22) 7.29-12.27	3	23	2752	13.0				
	【9月1日】 (66) 9.6-12.27					2	50	440	2.1

積再捕尾数を用いて推定すると、全長約 5 cm での生残推定尾数は 5609 尾で、その生残率は 0.007% となった。また、基準日を 9 月 1 日 (放流 102 日後) とし、9 月 6 日から 12 月 27 日までの累積再捕尾数を用いて推定すると、全長約 11 cm での生残推定尾数は 660 尾で、その生残率は 0.001% となった。

2. 10 mm および 20 mm 稚魚 これらの放流稚魚についても、その生残尾数ならびに生残率についてふ化仔魚と同様に推定を行った。推定基準日を 7 月 19 日 (10 mm および 20 mm 稚魚放流後それぞれ 30 日および 22 日) とし、7 月 29 日から 12 月 27 日までの累積再捕尾数を用いて推定すると、放流約 1 か月後の 10 mm および 20 mm 稚魚の生残率は、それぞれ 57.3% および 13.0% となった。また、基準日を 9 月 1 日 (それぞれ放流後 74 日および 66 日) とし、9 月 6 日から 12 月 27 日までの累積再捕尾数を用いて推定すると、放流約 2 か月後の生残率はそれぞれ 4.0% および 2.1% となった。

## 考 察

昭和 62 および 63 年度の ALC 標識を付したふ化仔魚放流試験の結果、放流 2 か月後の全長約 5 cm 段階でのふ化仔魚の生残率は 0.007%~0.014%、放流 100 日後の全長およそ 11 cm 段階では 0.001% と推定された。これまで行ってきた生残率の推定では、ふ化仔魚放流約 100 日後の生残率は 57 年放流群では 0.015%<sup>4)</sup>、58 年群では 0.26%<sup>4)</sup>、59 年群では 3.3%<sup>7)</sup>、60 年群では 0.25%<sup>7)</sup>、61 年群では 0.12%<sup>8)</sup> となっており、今回の結果と比べると 1 桁以上大きく評価されている。

先にも述べたように、ALC 標識法が未だ導入されていなかった 61 年度以前の推定では御荘湾では天然マダイの量は極めて少なく、漁獲されるマダイは放流したふ化仔魚に由来するという前提のもとにデータの解析を行ってきた。

しかし、ALC 標識を導入し、天然魚と放流魚の識別を行ってみると、表 5 や 6 に示されるように予想を大きく上回る天然魚の混獲が確認されるとともに、図 7 や 8 に示されるように小型放流群の平均体長に極めて近い体長の天然魚 (無標識魚) も出現することがわかった。したがって、漁獲マダイをすべて放流魚と見なす従来のデータ処理法では、天然魚も放流魚と見なされるために、放流魚の再捕が過大に見積もられることになる。このようにして、おそらく 61 年度以前の生残率の推定値は過大評価となっているのであろう。

また、10 mm 稚魚の生残率推定結果については、当協会上浦事業場がほぼ同時期に大分県入津湾で行った小型マダイ放流試験での生残率推定結果 (0.97%)<sup>9)</sup> よりも高い値を示している。これは、第 1 コントロールとして放流した腹鰭抜去群の再捕効率が低すぎた結果に起因すると思われる。これについては後述する。なお、第 2 コントロ

ールを基準にして推定すると生残率は4%になり、この値は20mm稚魚の生残率よりむしろ高くなっている。その20mm稚魚の生残率は、第2コントロールから推定すると2.1%（放流66日後）となり、入津湾における同サイズ放流群の推定値1.9%（放流68日後）\*に近似した値となっている。

ここで得られた生残率の推定値は、いろいろな原因によって影響を受けている。推定モデルの仮定は、海の中の対象母集団とコントロールとの混合比が標本においても等しいということであり、この仮定からのずれが推定値に偏りを与えたこともありうる。また、母比率に対して標本数が小さく推定値の誤差が大きくなったとも考えられる。

上述したようにコントロールとして放流した群のうち、63年度腹鱈抜去群の再捕効率が悪かった。これは表6に示されているように、腹鱈抜去群の放流直後この群が集中的に再捕された時に小型種苗放流群との混獲が余り見られなかったこと、また図8に見られるように、その後再捕された腹鱈抜去群が著しく小型個体に偏っていたこと等から推して、腹鱈抜去群は小型種苗放流群とは十分に混合せず、例えば、群の分布の中心は今回実施した水域の外側にあった、あるいは大型個体の調査水域外への逸散という考え方も出来る。今後、コントロールの放流方法についてはさらに検討が必要で、特に、放流点の選択に当たっては先行して放流した小型種苗群の分布状況を考慮する等の工夫が必要であろう。さらに、一か所に集中的に放流するのではなく、小型種苗群の分布域を広くカバーするように分散放流することも検討すべきであろう。

もう一つ考えられることは、何らかの理由で腹鱈抜去群に放流直後の減耗があり、実効放流尾数は実際の放流尾数より少なくなっていたのではないかとすることである。この群の放流サイズは約50mmであった。そして、このサイズでは放流直後にある程度の減耗があるのではないかと考えるのである。しかし、上浦事業場が入津湾で行った小型種苗の放流試験<sup>9)</sup>の結果では、放流サイズが40mmを越えると生残効率が著しく向上することが示唆されている。また、太平洋中區栽培漁業協議会・技術部会ではマダイ幼魚の生態を考慮しつつ、放流サイズを4~7cmと考えてこの範囲で種々の放流実験を行っている<sup>10)</sup>。さらに、現実に全国各地で放流されているマダイの放流サイズの頻度分布<sup>11)</sup>を見ると最頻サイズは約5cmである。これらの点を考慮して、コントロールとしての腹鱈抜去群の放流サイズを約5cmとしたのである。しかし、放流群の取り扱いを丁寧にしなるとより大型の放流群より減耗が大きくなる可能性は否定できない。このサイズの放流群については放流に当たって、例えば、放流現場で一時中間育成する等の細心の注意が必要であろう。

昭和62年度の追跡調査においては、調査地点が湾奥に集中しすぎた点、限られた地点でしか調査を行っていない点、さらに放流直後の調査回数も少ない点など調査体制に大きな問題点が残された。昭和63年度は推定精度を高めるためにふ化仔魚放流時の水質環境や放流時刻も考慮し、また、曳網もより小型のものを用いて機能化を図るとともに調査回数も増やしてマダイ放流群の大量採捕を目的に試験操業を行ったが、得られたサンプル量は期待するほど多くはなかった。これは、御荘湾内に設置された多数の真珠筏やマガキの着生した礫岩のために十分な曳網ができなかったことにも起因するが、今後は調査環境に適したより効率的な再捕漁具を用いる必要があると考えられる。

昭和56年度より実施してきたマダイふ化仔魚放流調査に昭和62年度以降ALC標識を導入することによって、天然魚と放流魚の識別が可能となり、従来より確実にふ化仔魚放流の効果を評価できる可能性が大きくなったと考えている。62年度から63年度にかけての放流試験の結果、放流されたふ化仔魚の生残率は、放流後約100日目（全長約11cm、ほぼ漁獲開始体長に一致する）の時点で2年間とも0.001%（ $10^{-5}$ ）と推定された。生残率を高めるためには初期減耗に対する保護措置が必要であるという栽培の基本姿勢を裏書きする結果と受け取るべきであろう。

ただし、ふ化仔魚が放流される水域の条件によっては異なった結果を生ずる可能性は依然として残されている。ふ化仔魚の生残条件のよい水域ではふ化仔魚の放流効果は期待できるはずで、そのような条件を把握することがむしろ今後の課題であろう。

今回の調査のもう一つの成果は、「調査モデル」を明確にするとともに、このモデルに則って現場調査を確実に進行させるための手法について検討を進めることができたことである。モデル自体は図6に示したようにむしろ単純な組立になっているが、このモデルを満足させるために、

① 小型放流群と同じ自然死亡率や漁獲死亡率を持ったコントロールを確保する方法

\* 日本栽培漁業協会上浦事業場未発表

② 小型放流群とコントロールとの混合を確実にするための放流方法

③ コントロールが比較的小型の場合に、放流直後の減耗をできるだけ抑制する方法

等の確立が必要であり、これらについて具体的な手法、あるいは考え方の整理をある程度進めることができたと考えている。

## 謝 辞

稿を終るに当たり、本調査を行う機会を与えられ、終始御指導下さった当協会大島泰雄博士、須田 明常務理事、古澤 徹技術部長ならびに実験モデルの組み立てや生残数の推定について種々御教示いただいた北田修一調査課長に心から御礼申し上げます。また、放流種苗を快く提供頂いた今泉圭之輔場長をはじめとする上浦事業場の職員各位、ALC 耳石標識では貴重な御助言を頂いた東京大学海洋研究所塚本勝巳博士と上浦事業場桑田 博技術員に謹んで感謝の意を表する。さらに、追跡調査では大変御世話になった御荘町役場ならびに御荘町・南内海両漁業協同組合の関係各位に御礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 志々伎湾マダイ調査グループ（西海区水研）（1979）マダイの資源培養をめざして、志々伎湾におけるマダイのモデル調査。水産振興（東京水産振興会刊），13(6)，第 138 号，pp. 34.
- 2) 小川和敏・能津純治（1978）大分県米水津湾を中心とする海域におけるマダイの種苗放流効果—II. 栽培技研，7(2)：1-16.
- 3) 金丸昌洋（1979）宮崎県浦城湾におけるマダイ種苗放流—II. 種苗の放流と追跡。栽培技研，8(1)：9-24.
- 4) 松本 淳・市川 衛・武智昭彦・佐野隆三・長谷川泉・大島泰雄（1985）愛媛県宇和海，御荘湾におけるマダイふ化仔魚放流試験の結果について。協会研究資料，No. 30，pp. 11.
- 5) 桑田 博・塚本勝巳（1987）アリザリン・コンプレクソンによるマダイ稚仔魚の耳石標識—I 標識液の濃度と標識保有期間。栽培技研，16(2)：93-104.
- 6) 田中昌一（1985）水産資源学総論。恒星社厚生閣，東京：287-292 pp.
- 7) 日本栽培漁業協会（1986）昭和 60 年度日本栽培漁業協会事業年報，IV 資源添加技術開発の概要，A マダイ：268-271.
- 8) 日本栽培漁業協会（1988）昭和 61 年度日本栽培漁業協会事業年報，IV 資源添加技術開発の概要，A マダイ：312-315.
- 9) 日本栽培漁業協会（1989）昭和 62 年度日本栽培漁業協会事業年報，IV 資源添加技術開発の概要，A マダイ：263-269.
- 10) 太平洋中区栽培漁業推進協議会技術部会（1987）太平洋中区海域のマダイ資源の培養，さいばい叢書 2，pp. 146.
- 11) 須田 明（1987）放流強度指数（仮称）についての考え方とその近似計算例。栽培技研，16(1)：37-46.

- 10) Fishery Market News (1942) The Alaskan King crab. *U.S. Fish and Wildl. Serv., Fishery Market News*, 4 (5a), May 1942-Supplement: 1-107.
- 11) WALLACE, M. M., C. J. PERTUIT and A. R. HVATUM (1962) Contribution to the biology of the king crab, *Paralithodes camtschatica* (Tilesius). *U.S. Dep. Int. Fish. Wildl. Serv. Fish. Leaf.*, 340: 1-49.
- 12) Fisheries Agency of Japan (1960) Report of research on king crab in the eastern Bering Sea. *Int. North Pac. Fish. Comm. Ann. Rep.*, 1959: 72-78.
- 13) United States Bureau of Commercial Fisheries (1960) King crab investigations. *Int. North Pac. Fish. Comm. Ann. Rep.*, 1959: 113-116.
- 14) SIMPSON, R. R. and H. H. SHIPPEN (1968) Movement and recovery of tagged king crab in the eastern Bering Sea, 1955-63. *Int. North Pac. Fish. Comm. Bull.*, 24: 111-123.
- 15) 藤田 轟, 竹下貢二, 川崎正和 (1973) 標識放流からみた東部ベーリング海における成体雄タラバガニの季節的移動. 遠洋水研報, 9: 89-107.
- 16) POWELL, G. C. (1967) Growth of king crab in the vicinity of Kodiak Island, Alaska. *Alaska Dept. Fish and Game, Inform. Leaf.*, 92: 1-106.
- 17) 竹下貢二, 松浦修平 (1989) 北太平洋のタラバガニ—I 生殖と成長. 栽培技研, 18 (1): 35-43.
- 18) 竹下貢二, 藤田 轟, 川崎正和 (1983) 成体タラバガニにおける個体群構造の季節変化. 生態学静岡地区会講要集: 9-10.
- 19) GRAY, G. W. Jr. and G. POWELL (1966) Sex ratios and distribution of spawning king crabs in Alitak Bay, Kodiak Island Alaska (Decapoda Anomura, Lithodidae). *Crustaceana*, 10(3): 303-309.
- 20) POWELL, G. C. and R. B. NICKERSON (1965) Reproduction of king crabs, *Paralithodes camtschatica* (Tilesius). *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 22 (1): 101-111.
- 21) POWELL, G. C., K. E. JAMES and C. L. HURD (1974) Ability of male king crab, *Paralithodes camtschatica*, to mate repeatedly, Kodiak, Alaska, 1973. *Fish. Bull.*, 72 (1): 171-179.