

## 標識装着によるマダイ種苗の放流後初期の 減耗について

内野 憲・船田 秀之助

### On the Higher Mortality Rates of Hatchery-reared Red Sea Bream, *Pagrus major* (TEMMINCK and SCHLEGEL), Due to Marking

Ken UCHINO and Hidenosuke FUNADA

#### Synopsis

The assumption is often made that tagged or marked red sea bream, *Pagrus major* (TEMMINCK and SCHLEGEL), is similar in the mortality to unmarked population. This assumption may not apply to short term effects of marking, specially just after release to natural waters.

In order to see significant differences in mortality rate over about 20-day period after release, a 112,200 marked fish and a 100,000 unmarked fish were released in July and August, 1984. Three kinds of marking method were employed, tattoo mark (57,700 fish), ventral fin-cut mark (29,500 fish) and anchor-tag mark (25,000 fish). These marks were affixed to juvenile red sea bream (3~5 cm in fork length) which was hatchery reared in a large scale tank.

By ten times experimental trawlings, a 1,554 marked fish and a 712 unmarked fish were recaptured, together with a 340 fish of natural population. Over about 20-day period after release, the mortality rates ( $\text{day}^{-1}$ ) could be evaluated as follows.

natural population	0.057
unmarked fish	0.111
tattoo marked fish	0.055~0.183
ventral fin-cut marked fish	0.198
anchor-tag marked fish	0.303

It was observed and to be expected that marked fish suffer a mortality rate higher than that of the unmarked population, more higher than that of the natural population. This additional mortality may be due, in the short term, to the combined effects of wounding and fatigue attributable to marking.

天然海域における余剰生産力を利用して、マダイ *Pagrus major* (TEMMINCK & SCHLEGEL) の生産を増大させる栽培漁業にとって、種苗量産技術が確立した今日、「放流種苗の生き残り」をどのようにして高めるかが放流技術開発の中で重要な課題である。この「放流種苗の生き残り」の技術的な内容とは、放流後の自然死亡の原因として、放流後初期の人工種苗であるがための減耗とか、標識を装着したがための減耗が、その後の回収率に大きな影響を与えていることである。しかし、マダイ小型種苗の放流後の移動・分散等の行動生態については、カゴ網・吾智網などを使用した試験操業による追跡調査や潜水調査などによる各地の報告例があるが、放流後

の減耗についての報告は、山口外水試(1984)、立石(1980)、松宮・木曾(1982)、長崎水試(1983)等の報告はあるもののまだ多くない。

今回、筆者等は数種の標識をほどこした平均尾叉長 3 cm と 5 cm の小型種苗を、丹後海内の島陰地先に放流し、放流後20日間に桁網を使用して集中した追跡調査を実施した。その結果、天然マダイと放流マダイが異なった減耗率で採捕尾数が減少している過程を把握することができた。この両群マダイの減耗率の違いを放流技術の今後の問題として検討した。

この調査をすすめるにあたり、京都府立海洋センター調査船「みさき丸」の乗組員各位および同海洋調査部各

位には、多大の労をいただいた。ここに記して謝意を表する。

### 調査方法

1984年7月13日と8月8日京都府宮津市島陰地先に、京都府栽培漁業センターで生産されたマダイ種苗を無標識で放流するとともに、スミ注入、第1背鰭棘切除、アンカータグ標識を装着して放流し、放流翌日から桁網による試験操業によって放流魚を再捕した。

7月13日には、F.L. モード 2.5~3.5 cm の種苗 (Fig. 1) に、スミ注入方式\*1の標識をつけて27,700尾\*2

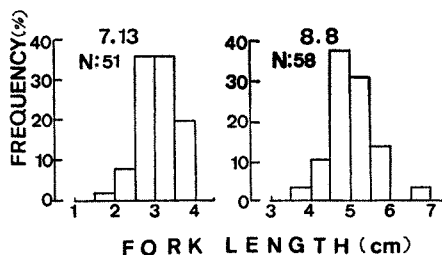


Fig. 1 Fork length compositions of two released juvenile fish (*Pagrus major*) groups in July and August.

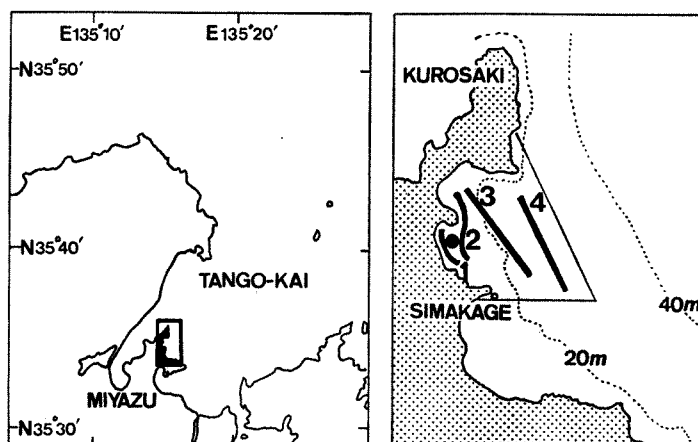


Fig. 2 Map showing the survey area and the sites of experimental fishing by the beam trawl net. ●: site of fish release ■: beam trawling tracks.

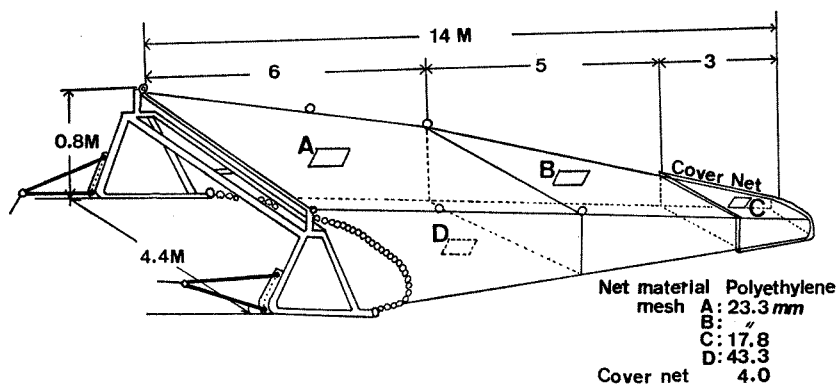


Fig. 3 Schematic construction of the beam trawl net used.

\*1 インシュリン用注射器によって背鰭後方にロットリング用インクを注入する方法で、放流後30日位の間は、標識の有効性は保たれていた。

\*2 死亡個体を除く、実放流尾数である。なお、標識付け作業による死亡率は、スミ注入群13.1% (7月13日)~7.7% (8月8日)、第1背鰭棘切除群6.7%、アンカータグ装着群15.6%であった。

(A, A' 群)を放流した。また8月8日に放流したF.L.モード 4.5~5.0 cm の種苗 (Fig. 1) は、無標識魚 100,000尾 (B群), スミ注入方式の標識をつけた30,000尾 (C群), 第1背鰭棘を切除した29,500尾 (D群), アンカータグ (スバゲティ型) を装着した25,000尾 (E群) であった。これら全ての種苗を調査海域である島陰地先水深 10 m 域 (Fig. 2) に同時に放流した。

Fig. 2 に示した種苗放流と桁網追跡調査を実施した島陰海域は、京都府下における天然マダイ稚魚の主生息域の一つである。この海域周辺は水深 20 m 域までの底質は砂質で、ヒメジ *Upeneus bensasi* (TEMMINCK & SCHLEGEL), アミメハギ *Rudarius ercodes* JORDAN et FOWLER, ハオコゼ *Hypodytes rubripinnis* (TEMMINCK & SCHLEGEL), アラメガレイ *Tarphops oligolepis* (BLEEKER), ハゼ類 *Gobiidae* sp. が主に生息し、水深 30 m になると貝殻と泥との混合した底質で、マエソ *Sauridia undosguamis* (RICHARDSON), テンジクダイ *Apogon Lineatus* (TEMMINCK & SCHLEGEL), オキヒイラギ *Leiognathus rivulatus* (TEMMINCK & SCHLEGEL) が多く生息している海域である (京都海セ, 1984)。

試験操業に使用した桁網は、Fig. 3 に示したように幅 4.4 cm, 高さ 0.8 cm の鉄製桁に、長さ 14 m, 網目合 14 節 21 本 (魚取り部にはモジアミのカバーネット装着

の規格であった。この桁網を調査船「みさき丸」(15.83 トン, 馬力数ディーゼル 50PS) により、Fig. 2 に示す 4 定線上を約 2 ノットの速力で等深線に沿って曳網した。曳網時間は定線 1 では 5 分間、定線 2 では 10 分間、定線 3 と 4 では 20 分間であった。調査は 7 月 14 日から 8 月 27 日の間に 10 回実施され、総曳網回数は 40 回であった。放流種苗が天然に馴化するまでの期間は、放流魚の体成分が天然魚と同じになった時期などを基準にしている。多くの放流事例によると 7 日から 20 日前後で、早くて 1 日、遅くて 40 日である (福井栽培セ, 1983; 長崎水試, 1975; 秋田栽培セ, 1981; 松宮・木曾, 1982; 立石 1980 等)。したがって、本調査の目的である放流後初期の減耗を検討するための期間は放流後 20 日間とした。

結 果

10 回の試験操業によって、340 尾の天然魚 (N 群), 712 尾の無標識放流魚 (B 群), 1,554 尾の標識装着魚 (A, C, D, E 群) を採捕した。採捕されたそれぞれのマダイの調査日別尾数と平均尾叉長を Table 1 に、調査日別採捕尾数の変化を Fig. 4 に示した。

基準日からの経過日数 ( $t$ ) と採捕尾数 ( $n$ ) とを曲線回帰式  $\ln n = \alpha - \beta t$  に近似させ、天然魚および各放流群の  $\alpha, \beta$  の値を求めた。なお、経過日数の基準日と

Table 1 The numbers of natural, marked and unmarked red sea bream collected by beam trawl, and the average fork length, in the short term after releasing

Date	Elapsed days after release		Number of the fish collected							Average fork length (cm)					
			Populations							Populations					
			N	A	B	C	D	E	N	A	B	C	D	E	
July	14	1	22	200						3.06	3.53				
	16	3	21	174						3.39	3.63				
	18	5	32	116						3.33	3.77				
	21	8	34	143						3.45	4.03				
	28	15	30	46						3.90	4.60				
August	1	19	49	29						3.87	4.51				
	11	29	3	82	26	117	145	155	348	4.72	5.37	5.74	4.47	4.20	4.20
	13	31	5	27	15	78	95	99	223	5.01	5.38	5.58	4.36	4.33	4.37
	17	35	9	21	10	28	21	38	87	5.31	5.85	5.87	4.49	4.40	4.74
	27	45	19	22	9	0	6	8	54	5.83	6.60	—	5.65	5.56	5.23
Total			340	768	223	267	300	712							

N: natural fish, A: hatchery reared fish with tattoo mark, released in 13 July, B: hatchery reared fish without mark, released in 8 August, C: hatchery reared fish with tattoo mark, released in 8 August, D: hatchery reared fish with ventral-fin cut mark, released in 8 August, E: hatchery reared fish with anchor-tag mark, released in 8 August.

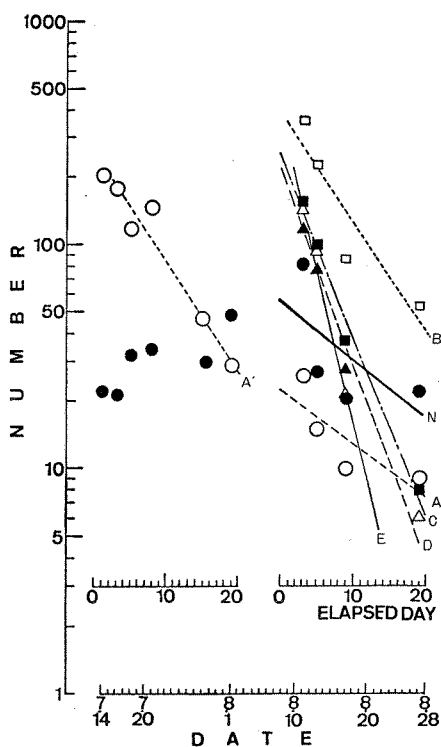


Fig. 4 Changes in number of natural and hatchery reared red sea bream (*Pagrus major*) with and without mark, caught by beam trawl net in short term after releasing. Key as in Tables 1 and 2.

は、放流種苗に対しては放流日の7月13日と8月8日を、天然魚については採捕尾数が増加傾向から減少傾向に転じた時期 (Fig. 4 から8月8日) とした。

上式の  $\beta$  が全減少係数 ( $Z_a(\text{day}^{-1})$ ) であるから、放流20日後の生残率 ( $S_a$ ) は、 $S_a = e^{-20 \cdot Z_a}$  より求まる。Table 2 に天然魚と各放流群の  $Z_a$  と  $S_a$  および曲線回帰式の定数  $\alpha$  と相関係数  $r$  の各値を示した。

Table 2 Estimated values of constant  $\alpha$ , mortality rate  $\beta = Z_a(\text{day}^{-1})$  or survival rate  $S_a$ , correlation coefficient  $r$ , from the logarithmic plots shown in Fig. 4

populations	$\alpha$	$\beta = Z_a$	$r$	$S_a$
N	3.975	0.0573	0.636	0.318
A	5.521	0.1107	0.967	0.109
A'	3.114	0.0553	0.819	0.331
B	5.927	0.1109	0.920	0.109
C	5.487	0.1832	0.995	0.027
D	5.377	0.1984	0.968	0.019
E	5.836	0.3026	0.997	0.002

A': hatchery-reared fish with tattoo mark, released in 13 July.

天然魚の  $Z_a$  は  $0.0573 \text{ day}^{-1}$  であった。8月上旬から下旬の間、調査海域である島陰海域で、天然魚を漁獲する漁業は操業されていない。したがって、ここで求めた天然魚の  $Z_a$  は、逸散係数を含んだ同海域における日間自然死亡係数である。

7月13日に放流したスミ注入標識群 (A群) の放流後20日間の  $Z_a$  は  $0.1107 \text{ day}^{-1}$  であったが、8月8日以後20日間の  $Z_a$  は  $0.0553 \text{ day}^{-1}$  であった。この  $Z_a$  の値は、上に述べた天然魚の  $Z_a = 0.0573 \text{ day}^{-1}$  とよく近似している。

一方、同一条件で放流した8月8日放流群の各群の  $Z_a$  は、標識方法の違いによって異なり、無標識群の全減少係数が一番低く  $0.1109 \text{ day}^{-1}$ 、次いで低いのがスミ注入群で  $0.1832 \text{ day}^{-1}$ 、第1背鰭棘切除群で  $0.1984 \text{ day}^{-1}$  と推定された。全減少係数が一番高かったのは、スパゲティ型アンカータグ標識群で、その値は  $0.3026 \text{ day}^{-1}$  であった。

### 考 察

短い期間における天然魚と各放流群の全減少係数を推

Table 3 Comparison of mortality rates  $Z_a$  of the O-age natural red sea bream with other localities

$Z_a (\text{day}^{-1})$	Fork length (cm)	Location
0.015~0.025	6.5~7.5	NAGASAKI SHIJIKI (1977)
0.0446	9.6~	〃 OOMURA (1974)
0.037~0.045	2 ~7	ISHIKAWA NOTO (1975, 1976)
0.0573	4 ~6	KYOTO SHIMAKAGE (1984)
0.028	2 ~7	〃 (1983)
0.023	6 ~9	〃 (1982)

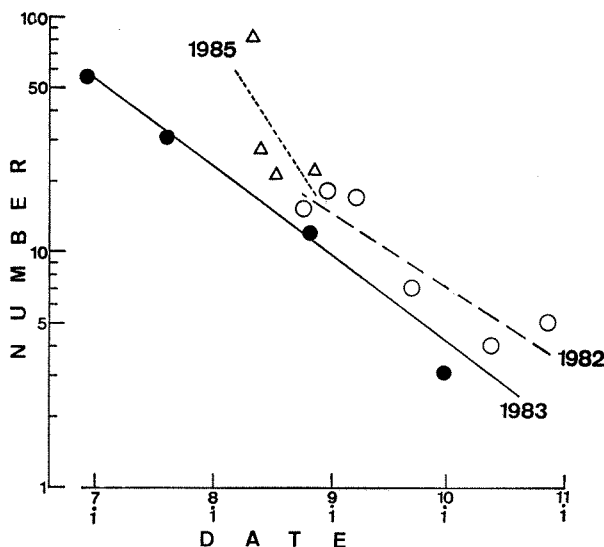


Fig. 5 Three examples of changes in number of natural red sea bream from summer to early winter.

定することができたが、ここで注目したいことは、(1) 島陰海域の天然魚の全減少係数、すなわち逸散を含む自然死亡係数はどの程度なのか、(2) 無標識放流群の放流初期の減耗が天然魚の減耗とどの程度の違いがあるか、(3) 標識方法の違いによって減耗はどれだけ異なるかの三点である。これらについて以下のように考察した。

天然魚の全減少係数は、生息海域の環境条件によって決まる値であるから、島陰海域の値を他海域における推定値と比較した (Table 3)。島陰海域の全減少係数  $Z_d = 0.0573 \text{ day}^{-1}$  は他水域の値と比べるともっとも高く推定された。ところで、過去の島陰海域における調査によると (京都海セ, 1983, 1984)、同海域における10月下旬頃までの天然魚の全減少係数は、 $0.023 \text{ day}^{-1}$  (1982年)、 $0.028 \text{ day}^{-1}$  (1983年) であった (Fig. 5)\*<sup>1</sup>。この値は、対象とした期間が1982年は67日、1983年は115日と長いから、今回の結果と比較することに問題はあがあるが、1984年の  $Z_d$  よりかなり低い。しかし、他海域の  $Z_d$  と比べると  $0.023 \text{ day}^{-1}$  と  $0.028 \text{ day}^{-1}$  は妥当な値と思われる。したがって、今回求めた島陰海域の8月上旬から下旬にかけての天然魚の高い  $Z_d$  は、自然現象による逸散・死亡の率が高い年であったと考えられる。また、同様の現象がA群からE群までの全ての群の減少率にも作用し、通年より高い値として推定された可能性

がある。

次に、天然魚の全減少係数と無標識放流群のそれとを比較してみよう。天然魚 (Table 2 における N 群) と無標識放流群 (B 群) の  $Z_d$  の差は  $0.0536 \text{ day}^{-1}$  である。この差は、8月8日放流の無標識放流群が、「種育苗」であったために増大した減耗率である。これを放流20日後の生残率で比べると、その比率は0.339で、放流種育苗は天然魚の34%しか生残しないことになる。この理由を明らかにすることは難かしいが、立石 (1980) によると、放流種育苗は天然魚に比べ行動能力が劣るため、餌生物との遭遇の度合いが低く摂餌率が悪くなることや害敵からの逃避能力が乏しいため減耗が高くなったものと推察している。あるいはまた、マダイ幼魚の資源量と生残率の間に負の関係があることから、餌料に係わる逸散の要素が大きい (花淵, 1981) ために放流群の減耗が高くなったとも思われる。しかし、今回の調査では、いずれの理由によるものかは解明できなかった。今後、放流種育苗が天然の環境下でどのような馴化の過程をたどるか、天然マダイの生息状況と比較しながら、明らかにしたい。また、Fig. 4 に見るように、天然マダイの調査ごとの採捕尾数の変動が大きいことから、推定された  $Z_d$  の精度が低いから、調査方法を再度検討する必要がある。

最後に、同一種育苗を使用した場合の無標識放流群と各種標識放流群との間の減耗の違いを検討した。無標識放流群 (B 群) とスミ注入群 (C 群)、第1背鰭棘切除群

\*<sup>1</sup> 調査前日を基準日として算出した。1982年は6月28日が、1983年は8月23日が基準日である。

(D群), スパゲティ型アンカータグ装着群 (E群) との  $Z_d$  の差は標識装着の影響によって生じた減耗の増大と考えられる。そこで, B群とC, D, E群との  $Z_d$  の差を求めてみると, アンカータグ標識装着が放流種苗の減耗に一番大きな影響を与え, 減耗率の差は  $0.192 \text{ day}^{-1}$ , 次いで第1背鰭棘切除方式  $0.088 \text{ day}^{-1}$ , スミ注入方式  $0.072 \text{ day}^{-1}$  であった。放流20日後の生残率  $S_d$  によって比べてみると, 標識装着の影響がいかに大きいか分かる。すなわち, アンカータグ装着群は, 無標識放流群の2%, 第1背鰭棘切除群は18%, スミ注入群は26%しか生残しない。同様に, 天然魚と各種標識装着魚とを比較するとすれば, 上述の%値に「人工種苗」であるための減耗が追加される。試算してみると, アンカータグ装着群の放流20日後の生残は天然魚の1%, 第1背鰭棘切除群は6%, スミ注入群は8%しか生き残らないことになる。

当然のことながら, 各標識装着の影響は, 魚体の大きさによって異なる。山口外水試の調査によれば (山口外水試, 1984), F.L. 4.0, 4.5, 5.2 cm の種苗を腹鰭切除して同時に同域に放流した場合, 放流後20日間の全減少係数は, 4 cm 群の  $0.045 \text{ day}^{-1}$ , 4.5 cm 群  $0.154 \text{ day}^{-1}$ , 5.2 cm 群  $0.118 \text{ day}^{-1}$  であった。長崎県志々伎湾の場合, 天然魚の  $Z_d$  は  $0.015 \sim 0.025 \text{ day}^{-1}$  であるが, F.L. 7 cm の種苗を背鰭棘切除して放流した時の  $Z_d$  は  $0.088 \text{ day}^{-1}$  で, 背鰭棘切除魚の放流20日後の生残は天然魚の26%である (長崎水試, 1982, 1983)。山口県深川湾で F.L. 12 cm の種苗にアンカータグ標識と腹鰭切除をほどこして放流した場合, 放流50日後のアンカータグ標識群の生残は腹鰭切除群の66%である (山口外水試, 1983)。

以上のように, 標識装着によるマダイ放流種苗の減耗は大型の種苗であっても相当高い。そして, 上述した各標識による放流初期の減耗の差, 言いかえると生残率の差は, 今後事業規模で大量に無標識種苗を放流するマダイ種苗放流の効果 (回収率) を検討する上で, 重要な指標である。この調査で注目した放流後初期の生残量は後の回収率を左右するもので, いかに大量に種苗を放流しても初期に高い減耗があると低い再捕量しか期待できない。したがって, 今後, 健康な種苗の生産に向けての技術開発と平行して, 放流種苗の初期減耗をいかに低くするのへの努力が早急に望まれる。

## 要 約

1984年7月と8月に, 平均 F.L. 3 cm と 5 cm のマ

ダイ小型種苗を, 数種の標識をほどこして丹後海内の島陰地先に放流し, 放流後20日間, 桁網を使用して集中した試験操業を実施した。その結果, 天然魚, 無標識放流魚, 各種標識放流魚の全減少係数から, 標識装着によるマダイ種苗の放流後初期の減耗について検討した。

1. 天然群と放流群の全減少係数 ( $Z_d$ ) と放流20日後の生残率 ( $S_d$ ) は下記のように推定された。

天然群	$Z_d=0.057 \text{ day}^{-1}$	$S_d=0.318$
無標識放流群	$Z_d=0.1107 \text{ day}^{-1}$	$S_d=0.109$
スミ注入群	$Z_d=0.183 \text{ day}^{-1}$	$S_d=0.027$
第1背鰭棘切除群	$Z_d=0.198 \text{ day}^{-1}$	$S_d=0.019$
スパゲティ型アンカータグ標識群	$Z_d=0.303 \text{ day}^{-1}$	$S_d=0.002$

2. 天然群と無標識放流群の  $Z_d$  の差を「人工種苗であるためにおきた減耗」とし, また無標識放流群と各標識放流群との差を「標識装着による減耗」をみなし検討を加えた。種苗の放流初期の減耗に与える標識の影響は, アンカータグ標識が一番強く, 次いで第一背鰭棘切除, スミ注入の順であった。

## 文 献

- 秋田県栽培漁業センター. 1981. 昭和55年度回遊性魚類共同放流実験調査事業報告書 (日本海中部海域マダイ班), PP. 19.
- 福井県栽培漁業センター. 1983. 昭和57年度回遊性魚類共同放流実験調査事業報告書 (日本海中部海域マダイ班), PP. 136.
- 花刈信夫. 1981. 底生生活初期における資源培養に関する諸問題. マダイの資源培養に関する検討会報告書 (九州水産振興開発協議会発行), PP. 21.
- 京都府立海洋センター. 1983. 昭和57年度回遊性魚類共同放流実験調査事業報告書 (日本海中部海域マダイ班), PP. 188.
- 京都府立海洋センター. 1984. 同上昭和58年度報告書, PP. 192~196.
- 松宮義晴・木曾克裕. 1982. 平戸島志々伎湾における人工マダイ放流魚の動向と順応過程. 西水研報, (58): 89~98.
- 長崎県水産試験場. 1975. 昭和49年度栽培漁業漁場資源生態調査報告書, 長崎水試登録, (382): 3~25.
- 長崎県水産試験場. 1982. 昭和56年度九州西海・日本海西部回遊性魚類共同放流実験調査事業マダイ共同報告書, PP. 43.
- 長崎県水産試験場. 1983. 同上昭和57年度報告書, PP. 38~41.
- 尾形哲男・伊東 弘・加藤史彦. 1980. 能登海域におけるマダイ資源の補給機構 (2) 着底期. 資源培養方式開発のための沿岸域における若令期タイ類補給機構に関する研究, PP. 26~40.

立石 賢. 1980. マダイ放流種苗の追跡. 「種苗の放流効果」(日本水産学会編): 102~114. 恒星社厚生閣, 東京.  
山口県外海水産試験場. 1983. 昭和57年度九州西海・日

本海西部回遊性魚類共同放流実験調査事業マダイ共同報告書, PP. 17~22.  
山口県外海水産試験場. 1983. 同上昭和58年度報告書, PP. 37~42.