

## 大津湾における放流マダイの移動と分散

高 間 浩

The movement and diffusion of artificial seed fish of a red sea bream *Pagrus major* (TEMMINCK et SCHLEGEL) released in Ōtsu Bay ascertained by tagging experiments during from 1977 to 1980.

Hiroshi TAKAMA\*

人工種苗を天然水域に放流添加し、自然生産力を利用して成育した放流魚を再捕獲する方法は、いわゆる“栽培漁業”における代表的な生産方式のひとつである。

神奈川県におけるマダイ人工種苗の放流は、1970年に初めて試験的に行われたが、その放流尾数はわずかに94尾であった。その後、種苗の量産技術が進み、1977年に20万尾、1978年に37万尾、1979年に103万尾、1980年には108万尾を県下の適地と判断される海域へ放流した。このうち、東京湾南部での人工種苗放流は1977年に6,200尾を放流したのが最初で、その翌年の1978年に48,300尾、1979年に262,000尾、1980年には310,000尾を数えて年々増加している。(高間 1981)

ところで、人工種苗放流による漁業資源形成の実態は、漁獲量、漁獲物の組成、放流魚の年令別再捕率、放流魚の成長、放流魚の生活空間および放流魚に対する漁業の対応などを明らかにすることにより判明する。

この報文では1977年から1980年にかけて、東京湾南部の走水大津地先の大津湾内で行ったマダイ人工種苗の標識放流調査によって、放流魚の移動と分散について検討した結果、放流魚の年令毎の生活空間と適正放流尾数についての知見が得られたので報告する。

本調査を進めるにあたり、多くの方々のご援助を受けた。特に、標識放流では、マダイ種苗の生産担当者の神奈川県栽培漁業センター、城奈義興主任研究員、武富正和技師はじめ所員各位に、中間育成では横須賀市東部漁業協同組合研究会の各位に、また再捕報告では、絶大なご協力をいただいた関係漁業協同組合の職員および組合員各位に厚くお礼申し上げます。また、千葉県沿岸での再捕報告については千葉県水産試験場の石田修氏をはじめ職

員各位にご協力を得たので記してお礼申し上げます。

### 材料および方法

1977年から1980年の4ケ年にわたり、図1に示した東京湾南部の走水大津地先において、マダイ人工種苗の標識放流調査を実施した。放流年月日、放流尾数、放流時平均尾叉長、標識の種類について表1に示した。

標識放流調査に用いたマダイ人工種苗は、すべて神奈川県栽培漁業センターで生産されたものである。なお、

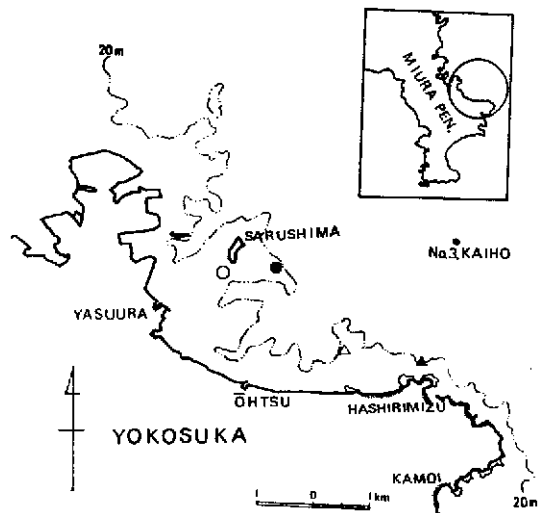


Fig. 1 Location of station where the tagging experiments were carried out during the years from 1977 to 1980.

図1 標識放流地点

1977年 1978年 1979年 1980年

1977年放流魚は横賀須市東部漁業協同組合研究会が走水港内で約1ヵ月間中間育成したものであり、1978年以降の放流魚は県栽培漁業センターが三浦市三崎町小網代湾で中間育成したものである。

1977年に使用した標識はPetersen型で、セルロイド製の標識票（直径6mm、厚さ0.5mm）あるいは黄色ビニールチューブをテグス（1～2号）で第1背鰭基部前方に取りつけた。1978年以降に使用した標識はすべてAnchor型で、標識票はバノック用15mmTag-pinを用い、第1背鰭基部前方に取りつけた。

再捕魚の年令は歴年で示した。すなわち、放流年内（放流後120～150日間）に再捕されたものを0才魚、放流翌年（放流後150～500日間）に再捕されたものを1才魚、放流翌々年（放流後500～850日間）に再捕されたものを2才魚とした。

## 結 果

4カ年間の標識放流尾数は50,165尾で、そのうち、1980年12月末までに518尾（再捕率1.03%）の再捕報告を得た。これら再捕魚の再捕地点と放流地点との直線距離を移動距離とし、その移動・分散について放流年別、年令別に検討した。

各放流群の再捕個体数を経過日数ごとにまとめて表2に示した。

このうち、放流年内に再捕された0才魚は総計358尾、放流翌年に再捕された1才魚は総計127尾、放流翌々年に再捕された2才魚は総計33尾であった。各放流群の0才魚の再捕率 $\left(\frac{\text{再捕尾数}}{\text{放流尾数}} \times 100\right)$ は1977年0.36%、1978

年2.51%、1979年0.64%、1980年0.60%で、1才魚の再捕率は1977年0.42%、1978年2.07%、1979年0.76%で、いずれも1978年放流群の再捕率が高かった。また、2才魚の再捕があったのは1978年放流群のみで、その再捕率は0.99%であった。1977年放流群では2才魚以上の再捕がみられなかった。

次に、各放流群の再捕地点を年令別に図2-(1)～(8)に示した。また、各放流群について年令別に5km毎の移動距離別の再捕割合を図3に示した。

1977年の放流地点は走水港付近であり、0才魚、1才魚の移動範囲は狭く、再捕地点はすべて放流地点より、10km以内であった。しかも、再捕魚の80%以上が5km以内で再捕された。また、0才魚、1才魚とも放流地点南方の鴨居地先で再捕が多かった。

1978年の放流地点は安浦地先の猿島沖であり、0才魚

は放流地点周辺、1才魚は放流地点周辺と鴨居地先、2才魚は鴨居地先において多獲された。放流地点より5km以内の再捕割合は、0才魚で95.1%、1才魚で43.5%、2才魚で21.9%と年令に従って減少したのに対し、5～10km内の再捕割合は、0才魚で4.9%、1才魚で49.3%、2才魚で59.4%と年令に従って増加した。また、1才魚になると対岸の千葉県沿岸での再捕が初めてみられ、20km以上移動して千葉県保田沖で再捕されたものがあった。また、1才魚の再捕水深はおおむね30m以内であるが、浦賀水道の水深50～60mで再捕されるものもあった。さらに、2才魚では25km近く移動して再捕されたものが見られた。

1979年の放流地点は走水地先の黒部礁付近であり、0才魚の移動範囲は1977、'78両年の放流群と同様に狭く、放流地点より5km以内の再捕割合は94.1%を示した。1才魚の再捕は放流地点周辺と鴨居地先で多く、1978年放流群と同様な結果であった。

1980年の放流地点は安浦地先の猿島沖で、1978年の放流地点と近い。0才魚の移動距離別再捕割合は、放流地点より5km以内で43.9%、5～10km内で22.6%、10～15km内で33.5%であり、移動・分散傾向は過去3年の結果と異なり、放流地点付近の再捕割合が低下し、5km以上移動したものの割合が高かった。とくに、10～15km移動して千葉県富津市荻生沖の浦賀水道で刺網により多獲された。この現象は1980年放流群に初めてみられたもので、毎年浦賀水道で漁業を行っている千葉県富津市鋸南町荻生の刺網漁業者も、かつてみられなかったことだ、と述べている。

次に、放流地点の近い1978年と1980年放流群の0才魚の総再捕尾数に対する経過日数別移動距離別の再捕割合を比較して図4に示した。

この図から、1980年放流群は1978年放流群と比較して放流直後（放流後10日間）の分散が大きいことがわかる。また、放流後10日目以降80日目までの移動範囲外縁での分散速度は、1978年が1.4km/10日に対し1980年が、1.1km/10日とあまり差が認められなかった。しかし、放流地点から5km以上移動したものの割合は圧倒的に1980年放流群が多く、集群して移動していた。

## 考 察

### 1. 再捕状況

各放流群の0才魚の再捕率は0.36～2.51%で、1才魚の再捕率は0.42～2.07%で、いずれも1978年放流群の再捕率が高かった。また、2才魚の再捕も1978年放流群で見られたのみで、それ以前の1977年放流群にはみられな

Table 1 Data relevant to tagging experiments the years from 1977 to 1980.

表1 標識放流調査概要

Date of release	Number of fish released	Mean fork length of fish	Type of tag
Aug. 19, 1977	3.340	65.2mm	Petersen Tag
Sep. 7, 1978	3.341	81.4mm	Anchor Tag 15mm pin white color
Aug. 27, 1979	5.824	74.0mm	Anchor Tag 15mm pin yellow color
Aug. 25, 1980	37.660	69.2mm	Anchor Tag 15mm pin(fine) white color

Total 50.165

Table 2 Number of fish recovered during the days after liberation.

表2 放流経過日数毎の再捕個体数

Number of days after release		1	11	21	31	41	51	61	71	81	91	101	111	121	131	141	Total
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	
Number of fish recovered	1977 release	1	0	0	4	0	1	0	1	2	0	1	1	1	0	0	12
	1978 release	2	4	11	4	21	12	18	1	4	1	1	5	0	0	0	84
	1979 release	3	2	1	0	1	2	4	5	2	10	6	0	1	0	0	37
	1980 release	7	16	9	3	4	8	10	9	56	56	22	20	5	-	-	225

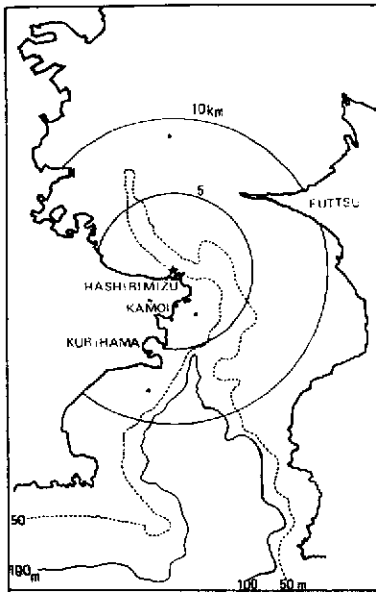
358

Number of days after release		151	201	251	301	351	401	451	Total	501	551	601	651	701	751	801	Total
		200	250	300	350	400	450	500		550	600	650	700	750	800	850	
Number of fish recovered	1977 release	1	0	9	2	2	0	0	14								
	1978 release	5	5	19	33	7	0	0	69	0	2	7	6	13	0	5	33
	1979 release	8	2	10	14	7	2	1	44								

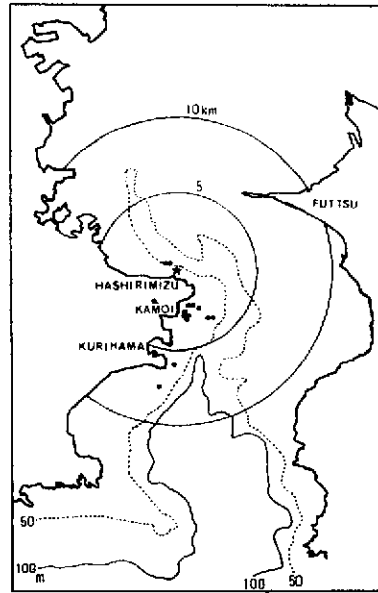
127

33

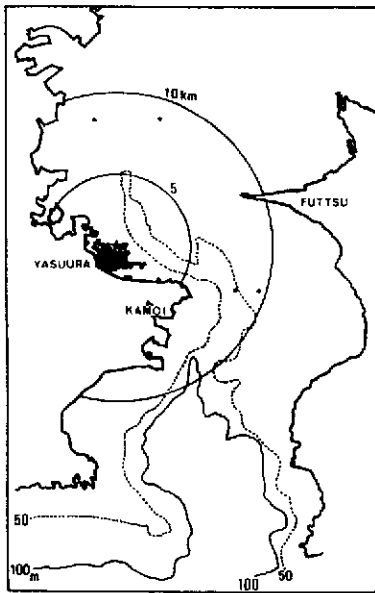
Total 518



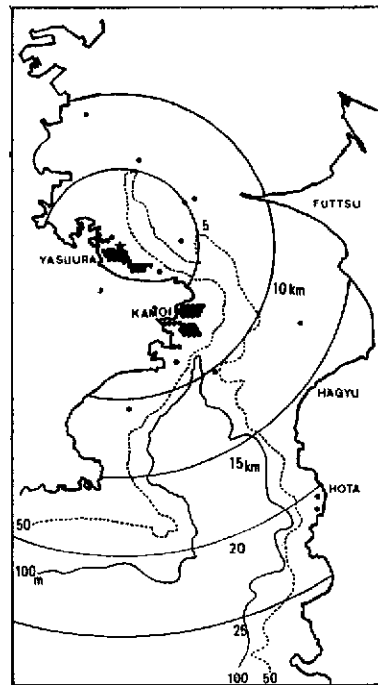
(1) 0 age released in 1977  
(1) 1977年放流群0才魚



(2) 1 age released in 1977  
(2) 1977年放流群1才魚



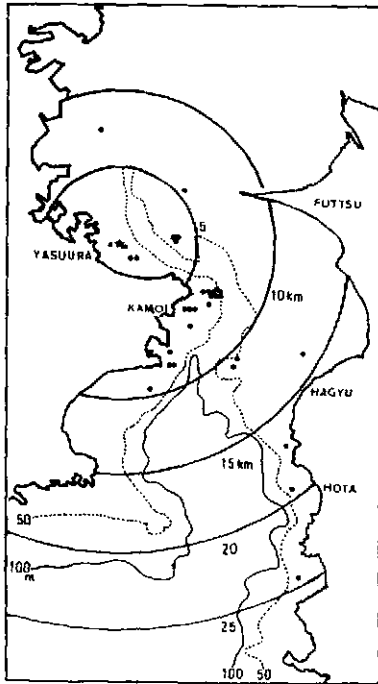
(3) 0 age released in 1978  
(3) 1978年放流群0才魚



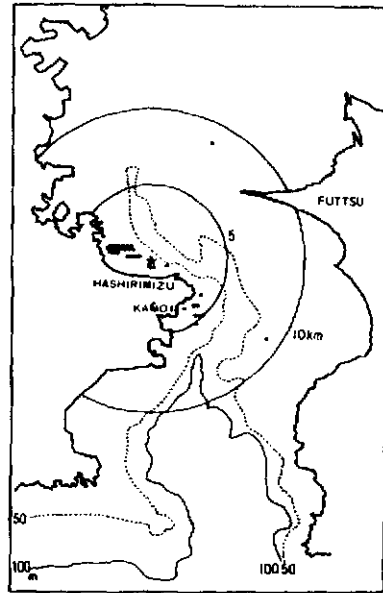
(4) 1 age released in 1978  
(4) 1978年放流群1才魚

Fig. 2 Map showing release and recovery station of tagged red sea bream.

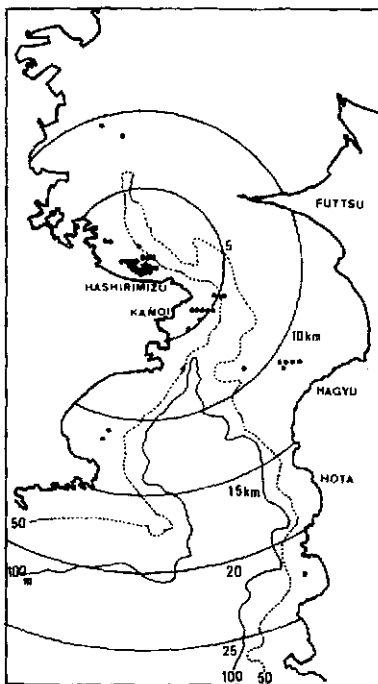
图2 - (1)~(8) 年令別再捕地点



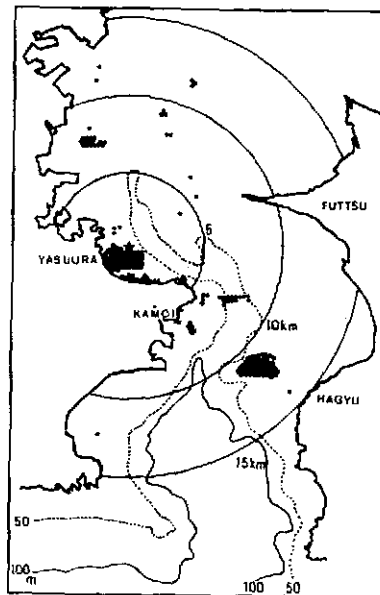
(5) 2 age released in 1978  
 (5) 1978年放流群2才魚



(6) 0 age released in 1979  
 (6) 1979年放流群0才魚



(7) 1 age released in 1979  
 (7) 1979年放流群1才魚



(8) 0 age released in 1980  
 (8) 1980年放流群0才魚

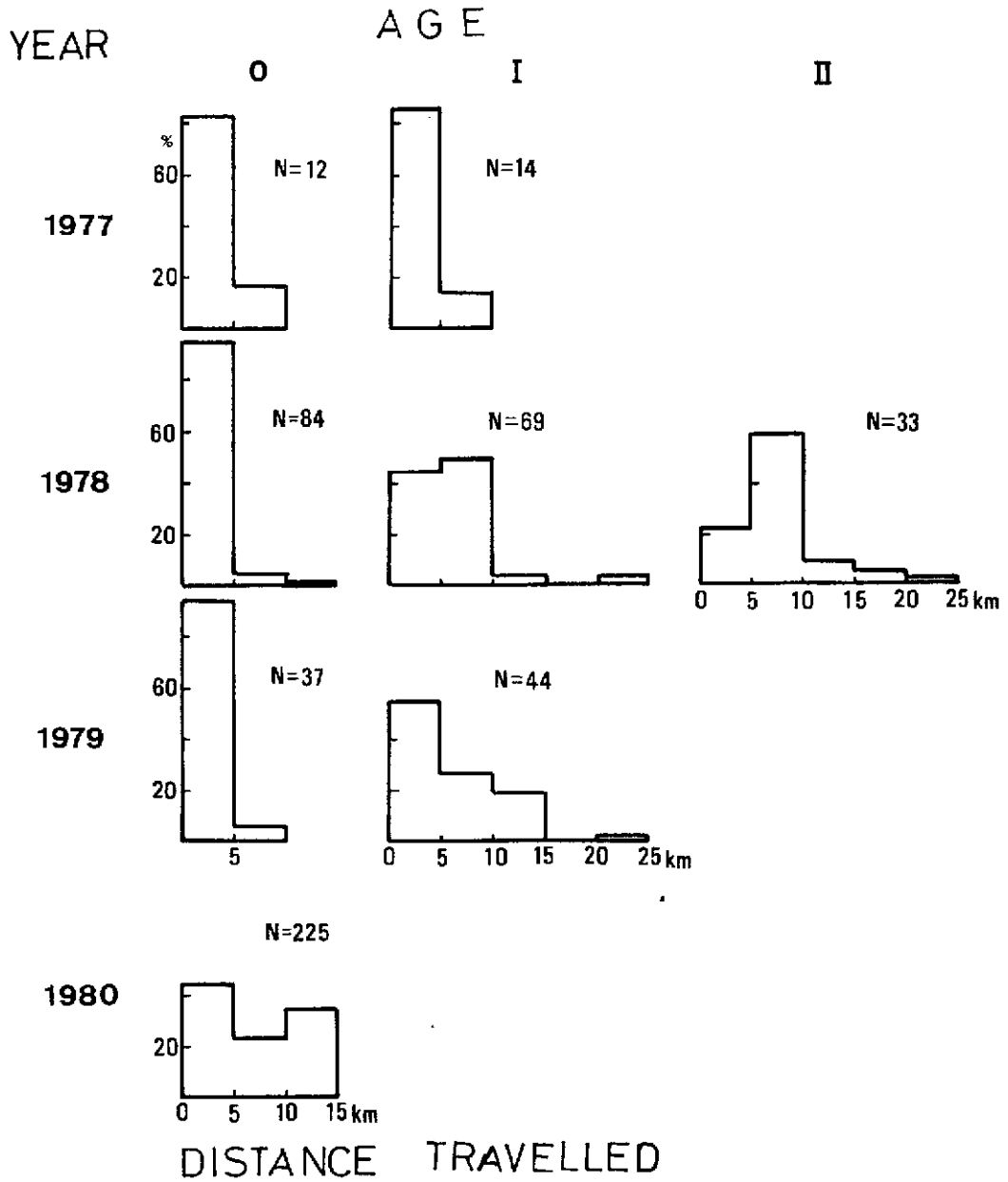


Fig. 3 Relationship between a percentage of number of recovered fish and the distance travelled.

圖3 年令別移動距離別再捕割合

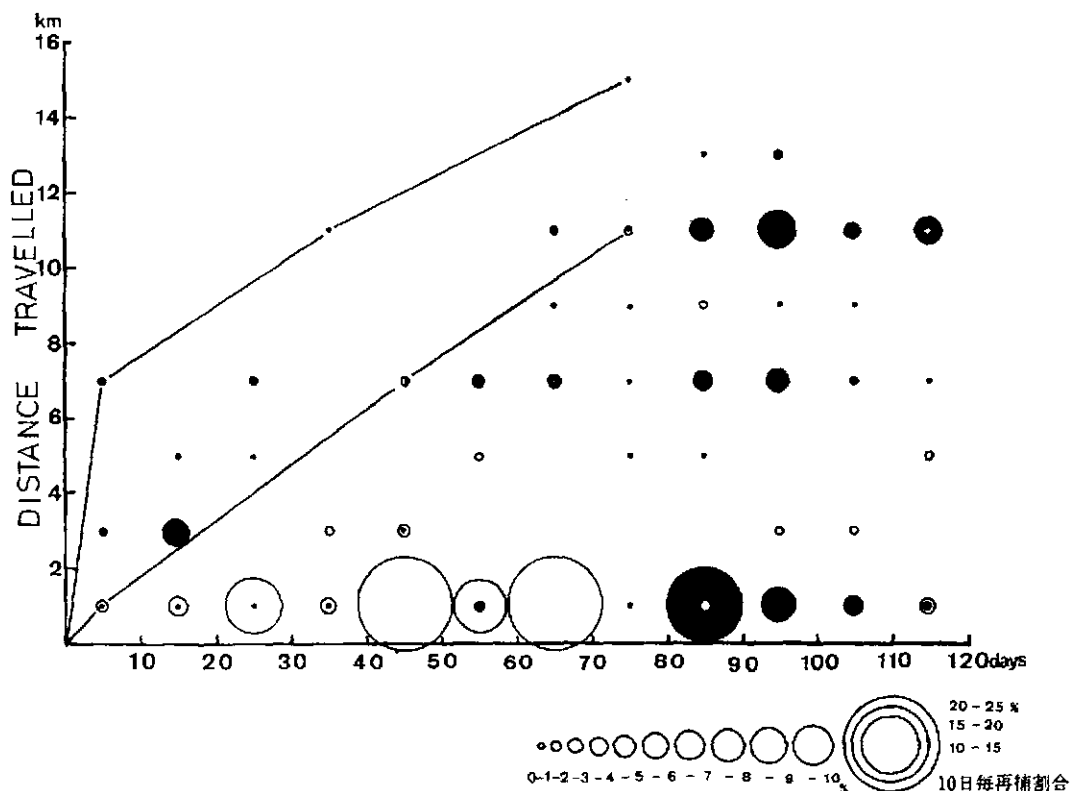


Fig. 4 Relationship between the distance travelled and days spent released in 1978 and 1980.

図4 放流経過日数・移動距離別再捕割合

1978年 1980年

かった。瀬戸内海西部海域マダイ班(1976)によれば、Anchor型とPetersen型の長期標識脱落試験では11カ月経過すると生残率に著しい差がみられ、Anchor型標識が長期標識としてすぐれているとしており、さらに、サイズ別の脱落試験ではAnchor型、Petersen型とも尾叉長の小さい個体ほど脱落が多く、8cm級の個体になると装着初期にはまったく脱落が見られないとしている。このことから、Anchor型標識を大型個体に装着させて放流した1978年群の再捕が多かったものと考えられ、Petersen型標識を尾叉長の最も小さな個体に装着させて放流した1977年群の再捕が少なく、そのためもあって2才魚以上の再捕が全く見られなかったものと考えられる。

また、1979年放流群の標識はAnchor型の黄色を使用した、1才魚以上のものでは着色料がはがれて記号や番号が消失したものが多くみられた。このため、この群については報告率が低く、その結果、再捕率が低くなった可能性も考えられる。いずれにしてもその原因については推測の域を出ないが、標識や放流サイズによる再捕率の差については、今後、更に検討する必要がある。

## 2. 年令別の生活空間

0才魚の再捕は、放流尾数の多かった1980年放流群を除き、放流地点で圧倒的に多く、移動分散が少ない。つまり、放流魚は大津湾内によく滞留していたと考えられ、マダイ放流種苗(FL60~80mm)の放流場所として、大津湾が適地であると推察される。

1才魚の再捕は、放流年や放流地点の差にかかわらず放流地点から南方への移動性が認められ、鴨居地先で多く放流地点周辺での再捕が少なくなった。したがって、放流地点の大津湾内にも1才魚の生息場はあるが、それ以上に鴨居地先の水深20~30mに好適地があるものと考えられる。さらに、2才魚の再捕も鴨居地先で多いことから、1・2才魚の生息場として鴨居地先が好適地であると言える。かつて、第3海堡周辺、観音崎沖大根、鴨居香山根沖浦賀水道など鴨居周辺ではマダイ一本釣の好漁場があったが、近年その漁獲量は減少しマダイの一本釣漁業が衰退している。そこで、上に述べたように、マダイ生息場としての適地が存在するならば、種苗放流による加入量の増大を計ることにより漁獲量の増加を期待することができよう。

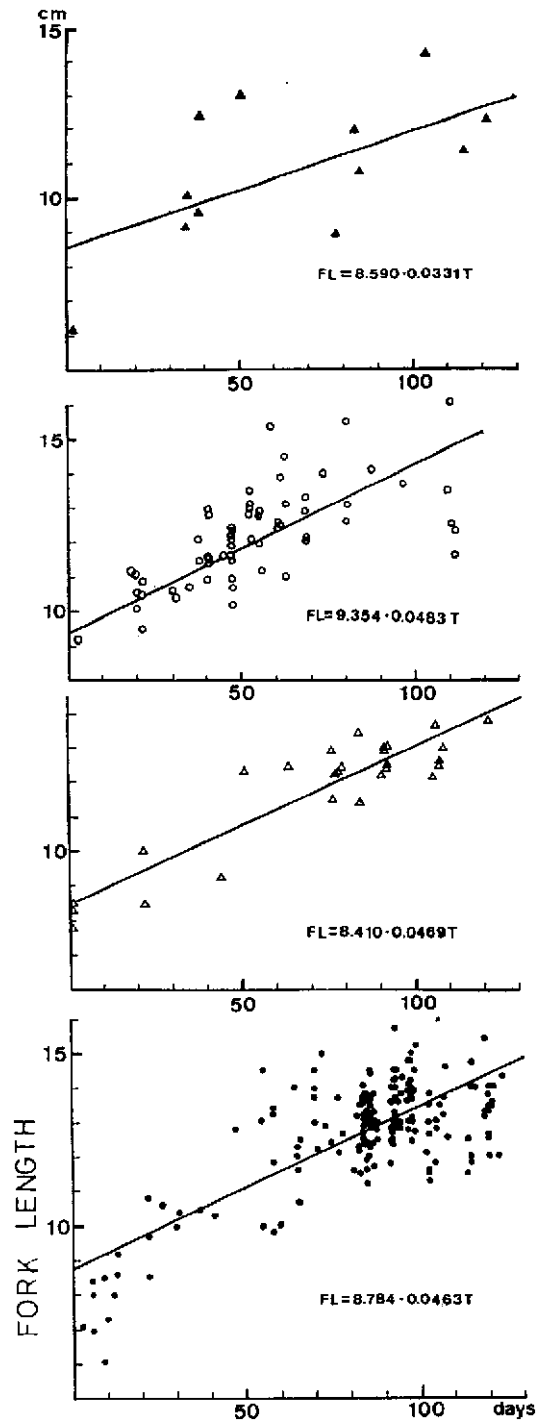


Fig. 5 Relationship the fork length of 0 age and days spent.

図5 各放流群の0才魚の成長 1977年 1978年 1979年 1980年



2才魚の移動範囲は1才魚とほぼ同様である。したがって、この海域では放流地点より10km以内に漁場が形成されたといえる。また、3才魚の再捕に関しては、三浦半島西岸での放流調査の結果、1978年放流群の再捕が認められ、その再捕場所は放流地点からほぼ10km以内であったことから、東京湾内放流群についても、3才魚までは遠方へ移動しないものと考えられる。また、2才魚までには千葉県側への移動が若干認められるが、三浦半島を南下して三浦半島西岸への移動は認められないことから、松輪～大房岬線以北の東京湾の水深100m以浅を生活空間とする東京湾群という地先群が想定されるので、種苗の大量放流によってこの生活空間での放流魚による漁業資源形成の可能性が示唆される。

### 3. 移動・分散からみた適正放流尾数

マダイ種苗の放流事業において、それぞれの地先での適正放流尾数を求めることは大きな課題である。その算定方法として、放流調査、漁獲統計、ベントス（餌料生物）生産量、基礎生産量、などの資料から推定している例がある（豊後水道海域マダイ班1980、山口県水試 1980）。ここでは、の方法により若干の考察をした。

1980年放流群の0才魚は、放流地点から10～15km移動して再捕されたものが多く、この現象は、対象海域を放流地点から10km以内と限定すれば、毎年の種苗放流によって放流地点からより遠方にまで分布密度が広がる“はみ出し現象”と考えられる。つまり、大津湾内でのマダイ種苗放流尾数は1977年6,200尾（累計6,200尾）、1978年28,300尾（34,500尾）、1979年201,800尾（236,300尾）1980年300,000尾（536,300尾）に達している。この結果、森下（1950）の唱えた密度平衡保持機構が働き、1980年の0才魚において、移動範囲が拡大し、かつ、移動範囲の外縁まで分布密度の増加が起こったとも考えられる。もしもこのような密度平衡保持機構が働いたとすると、放流規模を決める際の重要な根拠となる。そこで今回の調査結果から大津湾周辺10km圏内の適正放流規模を推測すると、1979年の種苗放流尾数は約20万尾であったが10km圏外への“はみ出し現象”はみられなかったことから、1980年の放流尾数30万尾の間に適正な放流規模が存在するものと考えられる。ただし、森下（1950）が指摘しているように、開放空間においてはたとえ場所の収容力にまだ余裕が残されていても分散率は増大して密度の高まりは抑制される傾向を示すものであるから、ここの適正放流規模は飽和量とは意を異にする。

大分県米水津湾における放流規模の算定の根拠の一つとして、最適放流尾数を超過した場合には、漁獲尾数は

増加するが成長量が低下したり、前年放流群の分散が顕著となる“追い出し現象”が認められたとしている（豊後水道海域マダイ班 1980）。しかし、大津湾における各年の0才魚の成長は図5のとおりで、1978～80年の間に成長量の差は認められない。また、1才魚の成長率も、1977年群0.032cm/day、1978年群0.029cm/day、1979年群0.031cm/dayであり、放流年度間の差は認められない（高間 1981）。

さらに、図2 - (5)、(7)、(8)にみられるように、1980年の放流によって前年あるいは前々年放流群の分散が特に著しいといった“追い出し現象”も認められない。

このことは、閉鎖的な米水津湾の場合では、その海域の飽和量に近い量までマダイ種苗が詰め込まれた結果であり、開放的な大津湾の場合では、飽和量に達する以前に移動・分散による密度平衡保持機構が働いた結果であることを示しているように推察される。

マダイの種苗放流により特定の漁場区域内での回収を期待するとすれば、その漁場区域内での許容量があり許容量を越したものは漁場区域外に必然的に分散し、許容量以上の放流は東京湾群といった他県海域を含めた地先群の増大にはなるが、当該漁場区域の漁獲量増大には結びつかないといえる。しかし、東京湾群という地先群の資源を増大させることが再生産機構を通じて結果的に放流地先の漁獲対象資源の増大に結びつくと考えれば、適正な放流場所での大量放流も意義のあることと考えられる。

このように、放流適正規模は、その対象海域の地理的条件、範囲、漁業の対応などによっても異なるだろうから、今後十分に検討しなければならない課題である。

### 引用文献

- 豊後水道海域マダイ班（1980）：昭和54年度放流技術開発事業報告書，115 - 124．
- 森下正明（1950）：ヒメアメンボの棲息密度と移動 - 動物集団についての観察と考察 - . 京大生理生態学研究業績，65，1 - 149．（森下正明生態学論集第1巻，1979，思索社，131 - 242．より引用）
- 瀬戸内海西部海域マダイ班（1976）：昭和50年度放流技術開発事業報告書，80 - 82．
- 高間 浩（1980）：放流と追跡調査．昭和54年度放流技術開発事業報告書，神水試資料No.269，12 - 42．
- 高間 浩（1981）：昭和55年度回遊性魚類共同放流実験調査事業報告．神水試資料No.278，1 - 40．
- 山口県水産試験場（1980）：山口県におけるマダイ放流技術開発調査．昭和54年度日本海西部栽培漁業放流技術開発調査，1 - 34．