

西湘地域におけるマダイ大型人工種苗の放流について

高 間 浩

On the large-size seeding liberation of Red Sea
Bream off Seisho region, Kanagawa Prefecture.

Hiroshi TAKAMA

は し が き

神奈川県西湘地域(平塚市以西)におけるマダイ人工種苗放流は1977年に536尾の1, 2歳魚について行われたのが始まりで、以後、1987年までの累積放流尾数は約192万尾に達している。この間、1981~'85年には大型種苗の放流による放流効果の向上と養殖技術の習得を目的に、財団法人相模湾水産振興事業団によって、地域栽培漁業推進拠点整備パイロット事業として、マダイの中間育成、放流が行われた。このうち、1981~'83年の結果については当事業団の報告がある(相模湾水産振興事業団 1984)。

その後、1981年に中間育成後放流した標識魚が6歳魚で再捕されるという、従来の当地域におけるマダイ標識放流再捕記録にはない長期の再捕事例がみられたことから、これらの再捕結果を加えて、大型人工種苗放流の有効性、特に標識放流の再捕率からみたその経済性に視点を置いて検討したので報告する。

本文に先立ち、本研究の基となったマダイ中間育成事業を実施した財団法人相模湾水産振興事業団の平元 貢氏はじめ職員各位および中間育成作業、標識放流作業にご協力いただいた五ツ浦漁業株式会社、大磯定置漁業株式会社の各位に厚く御礼申し上げます。

材料と方法

1. 中間育成

1981~'85年の西湘地域における中間育成実施場所は図1に示すように相模湾湾奥部の二宮、大磯である。生簀網設置は、二宮地区では梅沢漁場内の距岸1,200m、水深60mの海域に生簀網と定置網の側張りを接続して設

置し、大磯地区では照が崎漁場から西方500mの距岸1,200m、水深35mの海域に生簀側張りを独立して設置した。

生簀網の規模は一辺10mの立方体で、水面下10mまで沈下できる浮沈式とした。生簀網の目は稚魚の生育に応じて飼育できるように、12節(2.75cm)、10節(3.03cm)の2種類を用いた。

飼育作業は同地先で定置網漁業を営んでいる五ツ浦漁業株式会社、大磯定置漁業株式会社に委託し、定置網の漁獲物である小型のマイワシ、サバ、タチウオ、その他雑魚を中間育成用餌料として主に用いた。なお、定置網の漁獲物の少ない時には冷凍マイワシを使用した。

2. 種苗放流

1981~'85年の地域栽培漁業推進拠点整備パイロット事業にかかわる西湘地域の種苗放流実績は表1に示すとおりで、種苗はすべて神奈川県栽培漁業センターから入手したものである。

1981年は種苗20万尾の無償配布を受け、そのうち14万尾を大磯、小田原、江之浦に直接放流(その他、葉山へ2万尾を放流)し、平均全長10.3cmの種苗4万尾を大磯、二宮の2カ所で中間育成後放流した。1982年は種苗20万尾を購入し、そのうち、12万尾を江之浦、二宮、大磯に直接放流(その他、葉山、茅ヶ崎にあわせて4万尾放流)し、平均全長10.0cmの種苗4万尾を大磯、二宮の2カ所で中間育成後放流した。1983年は種苗20万尾を購入し、このうち、17万尾を二宮、真鶴に直接放流し、残りの3万尾を小網代湾で中間育成して平均全長12.4cmの種苗にし、さらに大磯、二宮で中間育成した後放流した。1984、'85年は種苗20万尾を購入し、そのうち、12万尾を二宮に直接放流(その他、葉山に6万尾放流)し、平

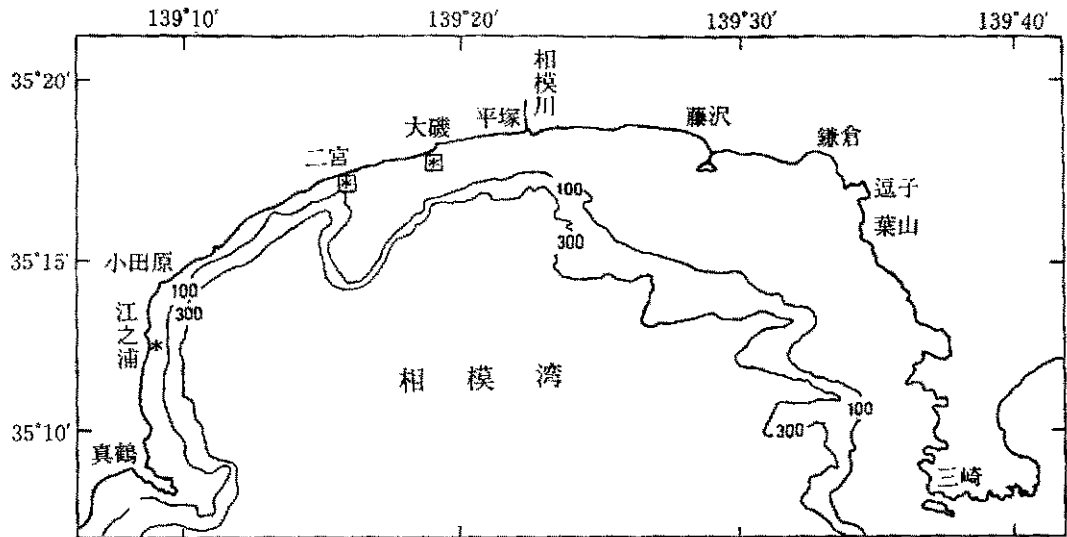


図1 西湘地域におけるマダイ中間育成実施場所 ()

(* : 標識放流場所)

表1 西湘地域マダイパイロット事業放流実績

放流群	放流年月日	放流場所	放 流 尾 数		放流サイズ (平均尾叉長)
			直 接 放 流	中 間 育 成 放 流	
81S E1	1981. 8. 18	大磯	60,000		5.8cm
	2 8. 19	小田原	40,000		6.4
	3 "	江之浦	40,000		6.4
	6 11. 30	"		9,312*	11.3
	7 12. 1	二宮		7,000*	12.6
	8 12. 10	大磯		17,000*	11.7
		合 計	140,000	33,312	
82S E1	1982. 8. 24	江之浦	40,000		7.3
	2 "	二宮	40,000		7.3
	3 8. 25	大磯	40,000		7.2
	4 12. 21	"		17,000	11.4
	5 1983. 1. 7	二宮		16,800*	10.8
		合 計	120,000	33,800	
83S E1	1983. 8. 22	二宮	70,000*		7.6
	2 8. 23	真鶴	100,000		7.7
	3 12. 24	二宮		13,000	12.1
	4 1984. 1. 9	"		13,000*	12.2
		合 計	170,000	26,000	
84S E1	1984. 8. 13	二宮	100,000*		6.2
	2 8. 29	"	20,000		8.5
	3 1985. 1. 19	"		14,000*	12.4
		合 計	120,000	14,000	
85S E1	1985. 8. 28, 30	二宮	120,000*		7.6
	2 1986. 1. 13	"		17,000*	12.3

* : 標識放流魚を含む。

均全長11.0～11.3cmの種苗2万尾を二宮地先で中間育成後放流した。

各年の中間育成放流群にはその一部について標識放流したが、1983～'85年には直接放流群と中間育成放流群の比較のため直接放流群についてもその一部を標識放流した。

中間育成放流群の各年の地先別標識放流尾数は、1981年が江之浦に9,312尾、二宮に7,000尾、大磯に8,000尾の合計24,312尾、1982年が二宮に4,800尾放流した。

1983～'85年に二宮へ放流した年別、直接放流群、中間育成放流群別標識放流尾数は、1983年3,500尾（直接放流群）、4,000尾（中間育成放流群）、1984年4,700尾、3,900尾、1985年9,000尾、2,000尾であった。なお、標識には長さ15～19mmのタッグピンを用いた。

結 果

1. 中間育成結果

5年間の中間育成の結果概要は表2のとおりで、9月下旬～10月下旬に1カ所1.5～2.0万尾の種苗を受け入れ、12月上旬～1月中旬まで飼育し、中間育成歩留りは70～87%であった。

中間育成開始サイズは全長10.0～12.5cm、中間育成終了サイズは全長12.1～13.4cmであった。

中間育成総経費（給餌費、生簀網張り立て費、網替え作業費、施設補修資材費、放流費等の直接経費のみ）は、1981年5,124,500円、1982年8,697,820円、1983年8,492,440円、1984年3,889,000円、1985年4,946,000円であった。中間育成総経費を中間育成終了尾数で割り、

1尾当り中間育成経費を求めると、1981年154円、1982年257円、1983年327円、1984年278円、1985年291円となる。ただし、1983年は小網代湾で5.0cmサイズから12.4cmサイズまで中間育成した後さらに大磯、二宮で中間育成したので、5.0cmサイズ（直接放流サイズ）から大磯、二宮での中間育成開始サイズまでの中間育成経費が含まれる。

中間育成用種苗購入費は1尾54円（58年は20円）であったことから、中間育成終了時点の種苗経費は1尾当り1981年208円、1982年311円、1983年347円、1984年332円、1985年345円となる。ただし、1981年の中間育成用種苗は無償配布であったが1尾54円で購入したものと計算した。

なお、中間育成施設（生簀側張り資材、生管網、チョッパー、浮標灯）費は13,920,840円であった。

2. 標識放流結果

(1) 再捕率

標識放流再捕結果を表3に示す。

1981年の中間育成放流群については江之浦、二宮、大磯の3カ所に標識放流したが、1987年末現在、江之浦放流群の2尾、二宮放流群の1尾が6歳魚となって再捕されている（神奈川県栽培漁業協会 1988）。3放流群の合計では、年齢別の再捕率は0歳魚0.78%、1歳魚6.92%、2歳魚0.45%、3歳魚0.19%、4歳魚0.04%、5歳魚0.004%、6歳魚0.01%である。

1982年以降の標識放流はすべて二宮で行ったが、82年の中間育成放流群の年齢別再捕率は1歳魚2.60%、2歳魚0.25%、5歳魚0.02%で、3、4歳魚の再捕はなかつ

表2 西湘地域マダイ中間育成概要

年 度	中間育成 場 所	中間育成 開始尾数	中間育成	中間育成	中間育成期間	中間育成	歩留り	中間育成 総 経 費	1尾当り 育成経費	
			開始サイズ	終了サイズ		終了尾数				
			尾平均全長cm	尾平均全長cm	日	尾	%			
1981	大 磯	20,000	10.3	12.5	9/24～12/10	78	17,000	85	5,124,500	154
	二 宮	20,000	10.3	13.4	9/24～12/ 1	69	16,312	85		
	計	40,000					33,312	85		
1982	大 磯	20,000	10.0	12.3	10/18～12/21	65	17,000	85	8,697,820	257
	二 宮	20,000	10.0	11.9	10/19～ 1/ 7	81	16,800	85		
	計	40,000					33,800	85		
1983	大 磯	15,000	12.5	13.4	10/26～12/24	60	13,000	87	(8,492,440)*	(327)*
	二 宮	15,000	12.2	13.3	10/ 7～ 1/ 9	95	13,000	87		
	計	30,000					26,000	87		
1984	二 宮	20,000	11.3	12.8	10/ 8～ 1/19	104	14,000	70	3,889,000	278
1985	"	20,000	11.0	12.3	10/16～ 1/13	90	17,000	85	4,946,000	291

中間育成費の主な経費は、給餌費、生簀網の張り立て費、網替え作業費、施設補修資材費、放流経費である。

* : 50mmサイズから中間育成開始サイズまでの経費を含む。

表3 標識放流魚再捕結果

放流年度	放流群	放流場所 放流尾数	年齢別再捕報告尾数・再捕率(%)						
			0	1	2	3	4	5	6 歳
1981	81S E6	江之浦	93	237	70	9	4	1	2
		9,312	1.00	2.55	0.75	0.10	0.04	0.01	0.02
	7	二宮	92	1074	17	23	4	0	1
		7,000	1.31	15.34	0.24	0.33	0.06		0.01
	8	大磯	4	372	29	13	2	0	0
8,000		0.05	4.65	0.36	0.16	0.03			
	合計		189	1683	116	45	10	1	3
		24,312	0.78	6.92	0.45	0.19	0.04	0.004	0.01
1982	82S E5	二宮		125	12	0	0	1	
		4,800		2.60	0.25			0.02	
1983	83S E1*	二宮	10	8	6	2	0		
		3,500	0.29	0.23	0.17	0.06			
	5	二宮		93	25	7	0		
		4,000		2.33	0.63	0.18			
1984	84S E1*	二宮	3	12	1	0			
		4,700	0.06	0.26	0.02				
	3	二宮		375	27	1			
		3,900		9.62	0.69	0.03			
1985	85S E1*	二宮	17	17	4				
		9,900	0.17	0.17	0.04				
	3	二宮		37	5				
		2,000		1.85	0.25				

* : 直接放流群

た。

1983~'85年は直接放流，中間育成放流両群について標識放流を行ったが，'83年では両群の年齢別再捕率は0歳魚0.29%（直接放流群），1歳魚0.23%（直接放流群），2.33%（中間育成放流群），2歳魚0.17%，0.63%，3歳魚0.06%，0.18%で，両群とも4歳魚の再捕はなかった。1984年では両群の年齢別再捕率は0歳魚0.06%（直接放流群），1歳魚0.26%（直接放流群），9.62%（中間育成放流群），2歳魚0.02%，0.63%，3歳魚0%，0.03%であった。1985年では両群の年齢別再捕率は0歳魚0.17%（直接放流群），1歳魚0.17%（直接放流群），1.85%（中間育成放流群），2歳魚0.04%，0.25%であった。

各年の標識放流の年齢別再捕率から1歳魚以上の累積再捕率を求め図示すると図2のとおりである。

直接放流群では全般に再捕率は低く，年齢ごとの再捕

率の差は少ないのに対し，中間育成放流群はいずれの年も1歳魚での再捕率がとくに高く，引き続き2歳魚の再捕率も比較的高い。したがって，両群の累積再捕率の差は2歳魚までの再捕率の差に起因する。

直接放流群と中間育成放流群の1歳魚以上の累積再捕率を比較すると，表4のとおりである。

これによると，両群とも標識放流した1983~'85年の中間育成放流では直接放流の6.83~36.93倍も再捕率が高い。

(2) 成長

6歳魚まで再捕のあった1981年中間育成放流群において，再捕時体長の判明している再捕魚489尾についてふ化日（6月1日）からの経過日数（X日）と尾叉長（Y cm）との関係を求めると図3のとおりで，

$$\text{関係式} \quad Y = 0.5240 X^{0.5828}$$

が得られた。

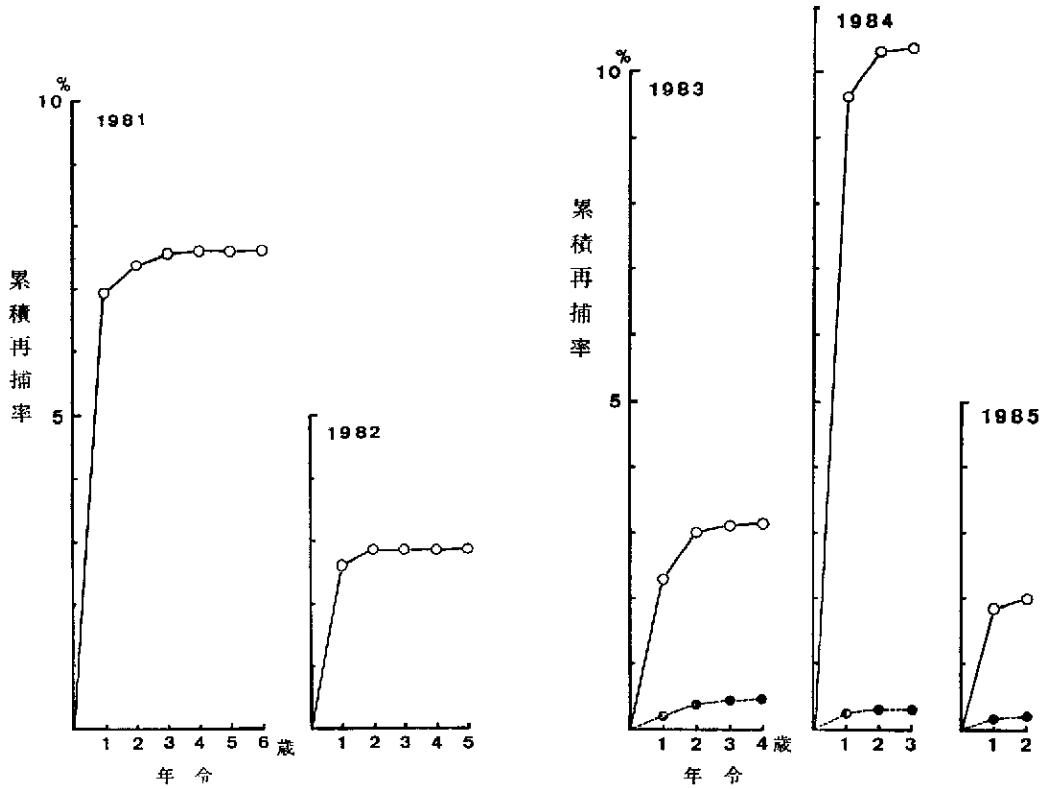


図2 1歳魚以上再捕魚の放流年別累積再捕率
(○：中間育成放流群 ●：直接放流群)

表4 中間育成放流と直接放流の再捕率の差

放流年度	対象年齢	累積再捕率(%)		倍率 (A/B)
		中間育成放流(A)	直接放流(B)	
1981	1～6	7.61		
1982	1～5	2.87		
1983	1～4	3.14	0.46	6.83
1984	1～3	10.34	0.21	36.93
1985	1～2	2.10	0.21	10.00

この関係式から年齢別の平均尾丈長を求めると、満1年で16.3cm、2年で24.4cm、3年で31.0cm、4年で36.6cm、5年で41.7cm、6年で46.4cmとなる。

さらに、再捕時の体長と体重の判明している再捕魚220尾について尾丈長(F L cm)と体重(B W g)との関係を求めると図4のとおりで、

関係式 $BW = 0.0366 FL^{2.8592}$
が得られた。

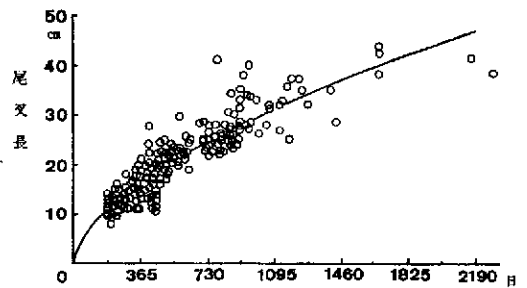


図3 1981年中間育成放流群のふ化日から経過日数と尾丈長との関係

この関係式と年齢別尾丈長から年齢別の体重を求めると、満1年で107g、2年で339g、3年で672g、4年で1,080g、5年で1,569g、6年で2,129gとなる。

つぎに、1983年放流の直接放流群(83SE1群)と中間育成放流群(83SE5群)の3年間の成長を比較する

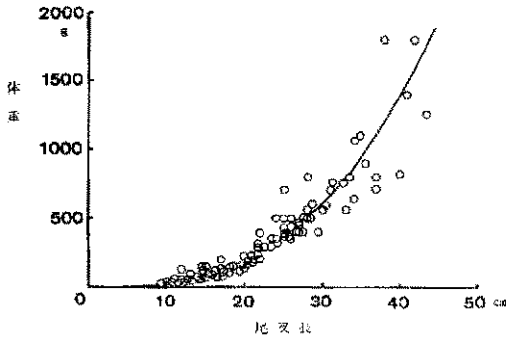


図4 1981年中間育成放流群の尾叉長と体重との関係

と図5のとおりで、放流後の経過日数（X日）と尾叉長（Y cm）との関係を直線式で表わすと、

直接放流群は $Y = 0.024 X + 9.01$

中間育成放流群は $Y = 0.020 X + 15.12$ となり、両群の成長には大差がない。

また、両群の年齢別尾叉長は1981年放流群から求めた年齢別尾叉長と大差がない。

(3) 移動

1983～'85年放流の直接放流群と中間育成放流群の移動状況を図6に示した。

放流魚の移動範囲は年によって異なるが、直接放流群では江之浦～城ヶ島間、中間育成放流群では静岡県下田沖～松輪間の範囲である。しかし、両群とも江之浦～葉山間より遠方へ移動した例は数例にすぎない。

放流魚の多獲場所は毎年ほとんど変化がなく、直接放流群、中間育成放流群の両群とも国府～小田原間であるが、とくに中間育成放流群は放流場所の二宮周辺での再捕割合が著しく高い。

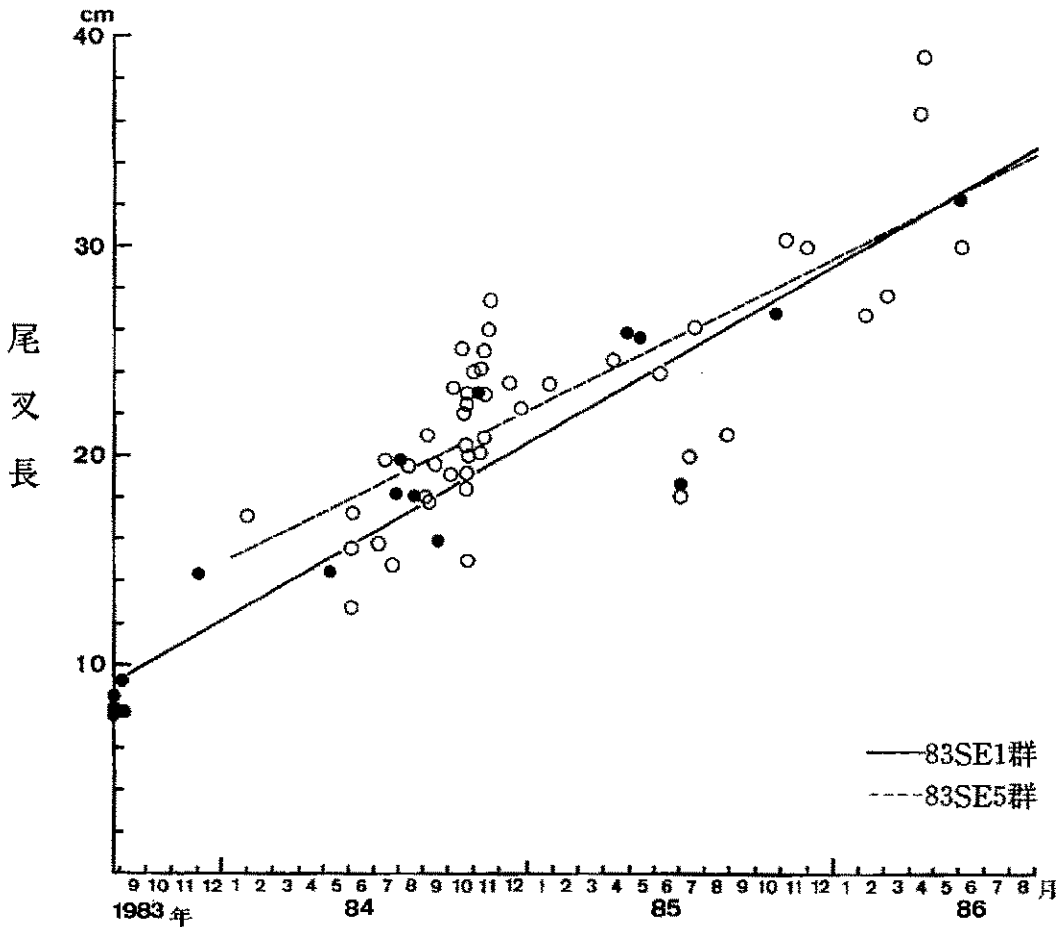


図5 中間育成放流群（83SE5群）と直接放流群（83SE1群）の成長

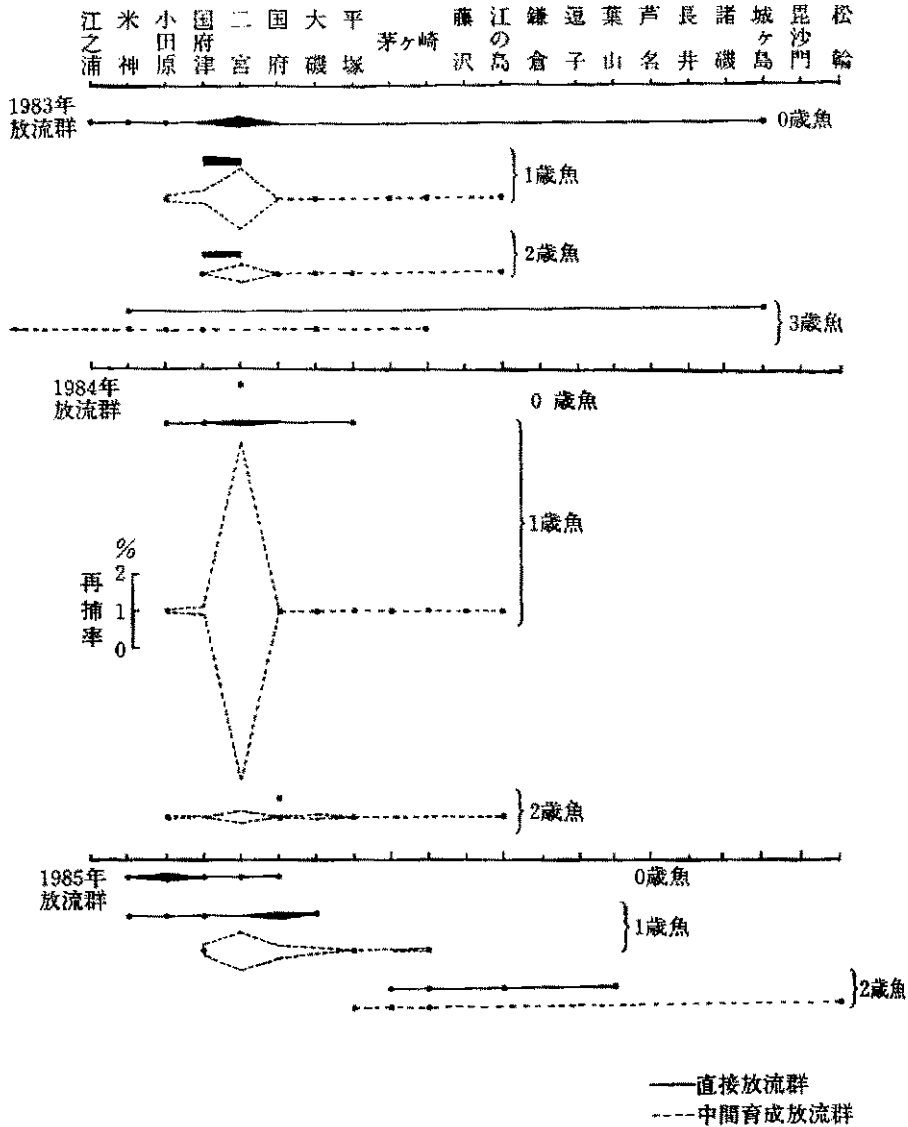


図6 放流魚の移動状況

考 察

マダイに限らず多くの魚類では、その発育段階によって要求する餌料あるいは棲み場が変化する。

神奈川県では、体長3cm前後のマダイ稚魚が藻場あるいはその周辺の砂泥域などに出現する。その後、マダイ稚魚は成長に伴って次第に生活領域を広げ、体長8~9

cmに達する8~9月頃には水深20~30mの砂泥域あるいは岩礁域にまで分布し、体長15cm前後に達する12月頃からは、水温の低下に伴い、更に深い越冬場へと移動する。

神奈川県でマダイ人工種苗の大量放流が始まったのは1978年であり、'87年現在まで約925万尾の種苗が県下に放流されているが、その放流サイズは5~8cmのものが多し。

西湘地域の海底地形は図1に示したように概して急深な地形であり、先に述べたマダイ稚魚の生活様式からみると、小型種苗の放流適地面積が比較的狭いことが考えられる。そこで、越冬期に大型種苗放流を行い、越冬場への集積を図り、放流直後の遠方への逸散率を低く押えることを意図して、中間育成放流を実施した。

今回の中間育成放流の結果、中間育成放流群は直接放流群と比較して再捕率が高く、直接放流群の37倍もの再捕率を得た年もあり、当地域のマダイ放流効果の向上には大型種苗放流は有効と考えられる。また、中間育成放流群は放流地先周辺で多く再捕され放流場所での滞留率が高く、当初意図した放流直後の遠方への逸散を低く押えることにも有効であったと考えられる。

次に、経済性についてみてみると、直接放流種苗単価が20~25円に対し、今回の中間育成後の単価は208~347円となっている。単純に考えると、中間育成放流種苗は直接放流種苗の8~17倍の経費がかかっており、この倍率以上の再捕率が得られなければ経済的に収支が合わない。直接放流群と中間育成放流群の両群に標識放流を実施した1983~'85年では、累積再捕率から見ると1984年のみが経済的に成り立つ結果となっている。

放流魚の再捕率は年により変化があるので、表5に示すように1983~'85年の3年間について直接放流と中間育成放流両群の平均再捕率を求め、これを基に中間育成放流が経済的に成り立つための種苗単価について検討してみる。

表5 中間育成放流と直接放流の平均再捕率(%)

年 齢	中間育成放流			直接放流		
	最小	最大	平均	最小	最大	平均
1 歳	1.85	9.62	4.60	0.17	0.26	0.22
2	0.25	0.69	0.52	0.02	0.17	0.08
3	0.03	0.18	0.12	0	0.06	0.03
計			5.24			0.33

放流による粗利益(I)は放流尾数(N)と年齢別回収率(R_n)及び年齢別1尾当り水揚げ金額(P_n)から次式で表わされる。

$$I = N (R_1 \times P_1 + R_2 \times P_2 + \dots + R_n \times P_n)$$

ただし、N 1000とする。

ここで平均魚価を2,400円/kgとすると、放流魚の年齢別体重から1尾当り水揚げ金額は1歳魚257円(P₁)、2歳魚814円(P₂)、3歳魚1,613円(P₃)となる。

1983~'85年の3ヶ年間の直接放流群と中間育成放流

群について、年齢別の平均再捕率を用いて放流による粗利益を求め、直接放流群に対する中間育成放流群の粗利益の倍率を求めると10.5倍となる。したがって、直接放流の種苗単価を20円とすれば中間育成放流種苗単価は210円以下であれば経済的に収支があうこととなる。ただし、ここでは3歳魚までのデータによるものであって、4~6歳魚での直接放流群と中間育成放流群との再捕率の差が大きくなれば粗利益の倍率はさらに高くなるものと考えられる。

今回の結果では、中間育成経費は比較的割高で、年々増加する傾向にあった。これは、今回の中間育成施設が外海域の西湘地域で初めてのマダイ中間育成であったことから安全性を十分考慮して設計したので一般の生簀と比較してかなり高くなっており、したがって、施設補修資材等の経費も割高となったものと考えられる。

しかし、今回の結果でも1981年には中間育成放流種苗単価が210円以下となっていることから、施設関連の経費の低減化を図れば、経済的にも十分メリットのある中間育成放流が行えるものと考えられる。

要 約

1981~'85年に西湘地域において行われた、マダイ大型種苗の放流による放流効果の向上を目的とした中間育成放流について、つぎのことが明らかとなった。

- 1 中間育成放流種苗単価は1981年208円、'82年311円、'83年347円、'84年332円、'85年345円である。
- 2 中間育成放流魚は6歳魚までの再捕が認められた。

中間育成放流群の再捕率は直接放流群に比べ高く、特に1, 2歳魚での再捕率が高い。

- 3 中間育成放流群の成長について、ふ化日からの経過日数(X)と尾叉長(Y)の関係式

$$Y = 0.5240X^{0.5828}$$

尾叉長と体重の関係式

$$BW = 0.0366 F L^{2.8592} \text{ が得られ、}$$

これらの式から年齢別の尾叉長、体重は満1年で16.3cm、107g、2年で24.4cm、339g、3年で31.0cm、672g、4年で36.6cm、1,080g、5年で41.7cm、1,569g、6年で46.4cm、2,129gとなる。

また、直接放流群と中間育成放流群との成長差は認められない。

- 4 放流魚の移動傾向は直接放流群と中間育成放流群とで大差はないが、中間育成放流群では放流場所周辺での再捕割合が著しく高い。
- 5 中間育成放流の経済性について、3ヶ年間の放流に

よる粗収益の直接放流群に対する中間育成放流群の倍率を求めると10.5倍となり、直接放流種苗単価を20円とすれば、中間育成放流種苗単価は210円以下であれば経済的に収支があうこととなる。

引用文献

- 相模湾水産振興事業団(1984): 相模湾地域栽培養殖推進活動パイロット事業報告書. 1 48.
- 神奈川県栽培漁業協会(1988): 昭和62年度広域栽培パイロット事業報告書. 1 40.