

広島県中東部海域におけるマダイ加入量の推定

誌名	中央水産研究所研究報告
ISSN	09158014
著者	高場, 稔 松田, 裕之 岸田, 達
巻/号	3号
掲載ページ	p. 13-24
発行年月	1991年12月

広島県中東部海域におけるマダイ加入量の推定

高場 稔*¹・松田裕之*²・岸田 達*²

Estimate on Natural Resources of Red Sea Bream, in the Central and Eastern Waters of Hiroshima Prefecture

Minoru TAKABA, Hiroyuki MATSUDA, and Tatsu KISHIDA

Abstract : Yearly recruitment of red sea bream *Pagrus major*, which is one of the important fish resources in the Seto Inland Sea, was set up to clarify the reproduction process of this species. The estimation was taken place by Petersen method, using the ratio of catch number of tagged and released artificially cultured young fish to that of natural ones. These young fish were caught by small trawlers along Hiroshima Prefecture. Marking and releasing of artificially cultured fish was carried out during July and September from 1983 to 1987, at two points near the survey area where the young red sea bream seem to be inhabiting. 3,527,000 fish, being 5 to 7 cm in fork length, were released during the 5 year experiment. There was a positive correlation ($r=0.741$) between the number of fish marked and released and the number of fish recovered, although the rate of recovery in September, when natural and artificial fish seemed to have been mixed and when the catches were highest, fluctuated between 0.0058-0.0145%. Recruitment of red sea bream in the central and eastern waters off Hiroshima Prefecture, estimated to be 21,170,000 fish during the best year, 1984 and 1,499,000 fish during the worst year, 1985, fluctuated more than 10-fold.

マダイ *Pagrus major* は古くから水産上重要な魚種の一つであり、広島県においても年間漁業生産額で16.6億円と、最も多い魚種である。広島県と愛媛県の島々が隣接する瀬戸内海中部の芸予諸島海域は、瀬戸内海西部系群のマダイの再生産海域として古くから知られている¹⁾。

瀬戸内海西部系群の0歳魚の加入量について、瀬戸内海栽培漁業協会²⁾は1200~1700万尾とし、猪子ら³⁾は燧灘、安芸灘を含む中西部海域で1200万尾と推定している。また、瀬戸内海西

1991年2月12日受理 中央水産研究所業績A第13号

*¹ 広島県水産試験場 〒737-12 広島県安芸郡音戸町波多見6-21-1 (Hiroshima Prefectural Fisheries Research Station, Hatami 6-21-1, Ondo-cho, Aki-gun, Hiroshima 737-12, Japan)

*² 中央水産研究所 〒104 東京都中央区勝どき5-5-1 (National Research Institute of Fisheries Science, Kachidoki 5-5-1, Chuo-ku, Tokyo 104, Japan)

部海域の一部である広島県東部海域の加入時の資源尾数について広島水試⁴⁾は、小型底曳網による漁獲物の有標識率から1979年に190万尾とし、また、溝上ら⁵⁾は同年に小型底曳網、小型定置網での再捕尾数から180万尾と推定している。加入量の把握はマダイにとって、その放流海域での資源動態を明らかにする点で重要であると同時に、放流量を決めるにあたり一つの目安を提供すると考えられるが、標識放流により加入量を経年的に求めた知見^{6,7)}は少ない。広島県中東部海域では、1983年から1987年の5年間に毎年2種類の標識群が放流されている。

そこで、広島県中東部海域の加入量の年変動を明らかにするという観点から、広島県のマダイ主漁場である東部海域と中部海域の中程にある大崎上島北東部に位置する多火漁場と八木灘で、その再捕状況から周辺海域の加入量を推定し若干の知見が得られたので報告する。

材料と方法

放流種苗 日本栽培漁業協会伯方島事業場が1983年7月から1987年9月に豊田郡瀬戸町田御寺から毎年15.7~68.9万尾、また、広島県が豊田郡木江町沖浦、豊浜町大浜などから毎年5.1~59.2万尾を放流し、5年間で合わせて約348.4万尾を放流した (Table 1)。

Table 1. Number of released red sea bream. Figures in the parentheses indicate the locations of the point shown in Fig. 1. FL=Fork length.

Date	Left fin clipping group			Right fin clipping group			
	Released point	Number of Released	mean FL	Date Released	point	Number of Released	mean FL
1983 7.22	Setoda (1)	275,000	49	7.26	Oohama (3)	51,100	50
7.27	Okiura (2)	51,100	40				
7.28	Setoda (1)	72,000	69				
8.26	Setoda (1)	30,000	89				
9. 2	Setoda (1)	9,400	91				
9. 8	Setoda (1)	51,500	87				
9. 9	Setoda (1)	200,000	58				
Total		689,000		Total		51,100	
1984 7. 5	Setoda (1)	110,000	59	7.25	Okiura (2)	27,000	57
8. 1	Setoda (1)	100,900	64	7.25	Oohama (3)	14,300	57
8.10	Setoda (1)	193,000	63	7.27	Okiura (2)	47,400	57
9. 6	Setoda (1)	18,100	83	7.31	Okiura (2)	26,200	55
9.14	Setoda (1)	15,600	77	7.31	Oohama (3)	7,100	55
				8. 7	Oohama (3)	57,400	50
				9.19	Oohama (3)	9,000	69
Total		437,600		Total		188,400	
1985. 7.31	Setoda (1)	77,000	76	8. 1	Okiura (2)	26,037	44
8. 7	Setoda (1)	80,000	91	8. 3	Sagishima (4)	15,786	41
				8. 5	Okiura (2)	29,776	40
				8. 9	Ikunoshima (11)	8,089	35
Total		157,000		Total		79,700	

Table 1. continued

1986.	7.24	Setoda(1)	10,000	69	7.30	Hosonosu (6)	50,500	45
	8.7	Setoda(1)	110,000	59	8.1	Innosshima (5)	31,400	52
	9.12	Setoda(1)	118,000	83	8.1	Utsumi (7)	50,700	44
	9.24	Setoda(1)	97,000	63	8.2	Sagishima (4)	31,400	57
					8.3	Kouneshima (8)	28,900	57
					8.6	Oosaki (9)	24,900	58
					8.7	Usujima (10)	32,000	53
					8.7	Okiura (2)	35,700	53
					8.8	Ikunoshima (11)	33,700	55
Total			335,000		Total			448,000
1987	8.8	Setoda(1)	257,000		8.1	Hosonosu (6)	97,000	53
	8.22	Setoda(1)	100,000		8.2	Ikunoshima (11)	52,000	58
	8.24	Setoda(1)	192,000		8.3	Kouneshima (8)	54,000	59
					8.4	Sagishima (4)	48,000	64
					8.5	Akitsu (11)	60,000	63
					8.6	Okiura (2)	99,000	61
					8.7	Okubishima (13)	5,000	63
					8.8	Oohama (3)	119,000	59
					8.9	Usujima (10)	12,000	64
					8.10	Oosaki (9)	37,000	52
Total			549,000		Total			592,000

放流魚の標識として、日裁協放流魚は左腹鰭の切除または抜去、広島県放流魚は主として右腹鰭の切除または抜去⁸⁾を行った。放流年度により、切除法と抜去法の割合が異なり、1983年

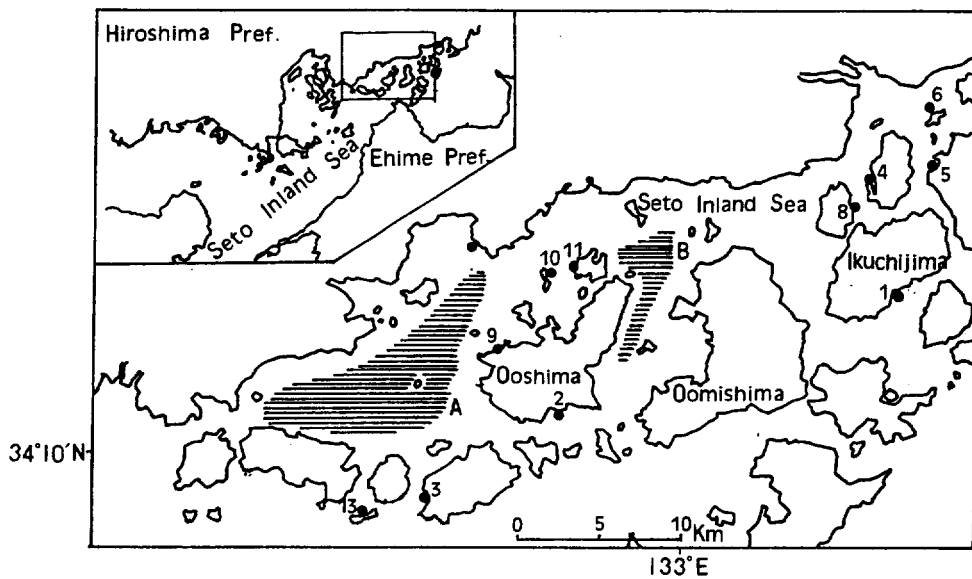


Fig.1. Map of the central and eastern waters off Hiroshima Pref., showing release points (●) of cultured red sea bream and survey area (hatched region).

度は切除法が多く、1985年以降は全て抜去法となっている⁸⁾。

標識魚再捕尾数 腹鰭標識魚はアンカータグやスパゲティタグの場合と異なり、一般漁業者や遊漁者からの再捕報告はほとんど期待できない。そのため、各放流群とも放流後6ヶ月間、**Fig.1**に示した多火漁場と八木灘で操業する小型底曳網当業船(26~36隻)にマダイ幼魚収集用の5l容標本瓶を預け、任意の日に採集されたマダイ当歳魚を保存するように依頼した。これを月単位に回収して、魚体測定後、左右腹鰭の測長、標識の確認をした。

資源尾数の推定方法 これまでのタグを装着した標識魚の移動・分散状況から、種苗生産されたマダイの幼魚はその多くが各放流点から当調査海域に移動することが確認されており⁹⁾、また、天然魚も小型底曳網での漁獲状況からみて同様の移動分布するものと考えられることから、資源尾数を推定する海域は**Fig.1**に示した範囲とした。

資源尾数はPetersen法により推定した。この方法では N 尾からなる資源のうち S 尾に標識を付けて放流し、その後その中から漁獲した総数 n 尾のうち標識魚 m 尾が含まれた場合 $N = n \cdot S / m$ により資源尾数を推定する¹⁰⁾。本報告の場合、標識魚は種苗生産によるものでありその海域から漁獲された天然魚ではない。したがって、資源尾数は次式により推定した。

$$N_L = \frac{n}{m_L} \times S_L - S_L$$

$$N_R = \frac{n}{m_R} \times S_R - S_R$$

ただし、

N_L : 左腹鰭標識魚より推定した資源尾数

N_R : 右腹鰭標識魚より推定した資源尾数

n : 全漁獲尾数

m_L : 左腹鰭標識魚再捕尾数

m_R : 右腹鰭標識魚再捕尾数

S_L : 左腹鰭標識魚放流尾数

S_R : 右腹鰭標識魚放流尾数

とした。また、 N_L 、 N_R の95%信頼区間はそれぞれ

$$N_L \times (1 \pm 2 / \sqrt{m_L}),$$

$$N_R \times (1 \pm 2 / \sqrt{m_R})$$

とした。

以上の方法によって求めた幼魚の資源尾数を広島県中東部海域への加入量とみなす。

結果および考察

標識放流魚尾数と再捕尾数の関係 多火、八木灘両漁場を合計したマダイの漁獲および再捕尾数を**Table 2**に示す。両腹鰭標識魚は5か年で左腹鰭標識群が897尾(再捕率0.041%)、右腹鰭標識群が593尾(0.044%)、合わせて1,490尾(0.042%)が再捕された。年間再捕尾数は左腹鰭標識群が81~358尾(0.019~0.065%)、右腹鰭標識群が14~254尾(0.027~0.043%)であった。各標識群別の月別再捕は放流開始時期により異なるが、右腹鰭標識群は1983年、1986

Table 2. Number of captured and recovered fish by survey boats. *B*; number of survey boats, *N*; number of natural fish captured, *L*; number of left fin clipping fish recovered, *R*; number of right fin clipping fish recovered.

YEAR		Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1983	<i>B</i>	5	5	4	5	5	2	26
	<i>N</i>	243	397	350	68	70	33	1,161
	<i>L</i>	37	47	50	6	7	12	159
	<i>R</i>	2	3	4	2	3		14
	Total	282	447	404	76	80	45	1,334
1984	<i>B</i>	4	5	5	6	6	6	32
	<i>N</i>	124	1,316	1,116	673	469	358	4,056
	<i>L</i>	4	16	22	12	13	14	81
	<i>R</i>	5	13	11	3	5	5	42
	Total	132	1,345	1,149	688	487	377	4,179
1985	<i>B</i>	6	6	6	6	6	6	36
	<i>N</i>	1	31	133	75	34	151	425
	<i>L</i>		20	15	24	12	24	95
	<i>R</i>		17	6	7	1	10	41
	Total	1	68	154	106	47	185	561
1986	<i>B</i>	5	6	6	6	6	6	35
	<i>N</i>	1	55	349	206	69	129	809
	<i>L</i>		3	50	99	13	39	204
	<i>R</i>	4	89	65	37	16	31	242
	Total	5	147	464	342	98	199	1,255
1987	<i>B</i>	6	6	5	6	6	4	33
	<i>N</i>	15	224	266	136	78	116	835
	<i>L</i>		225	49	16	29	39	358
	<i>R</i>		132	56	24	23	19	254
	Total	15	581	371	176	130	174	1,447
Total	<i>B</i>	26	28	26	29	29	24	162
	<i>N</i>	383	2,023	2,214	1,158	720	787	7,286
	<i>L</i>	41	311	186	157	74	128	897
	<i>R</i>	11	254	142	73	48	65	593
	Total	435	2,588	2,542	1,388	842	980	8,776

年には7月から、その他の年は8月からみられ、1983年、1984年は9月、1985年は12月に多く再捕され、天然魚の漁獲尾数の多い月に標識魚も多く再捕された。放流尾数 S (万尾) と再捕尾数 m (尾) の間には、5%水準では有意ではないものの、正の相関がみられ

$$m = 3.73S + 17.5 \quad (r = 0.741)$$

で表された (Fig.2)。ただし、天然魚と放流魚が混ざり合った後とみなされ漁獲量も多かった9月の資料を用いて再捕率をみると (Table 3)、年によって0.0058~0.0145%の開きがあり、必ずしも一定ではないことがわかる。

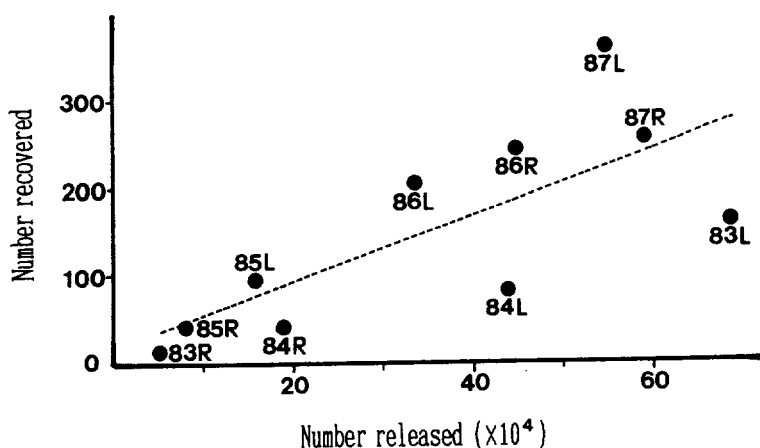


Fig.2. Relationship between number of fish marked and released, and number of fish recovered. Figures indicate the year. L and R denote left and right fin clipped group, respectively.

資源尾数の推定 再捕率の年による違いを考慮せずに9月の資料を用いて求めた資源尾数を推定した結果、左腹鰭標識魚（日裁協放流分）からの推定では1983年は482万尾であったが、1984年には2,220万尾と急激に増加した後、1985年には139万尾と急落し、1986、1987年はそれぞれ234、298万尾であった。一方、右腹鰭標識魚（広島県放流分）からの推定では1983年には447万尾、1984年には1,911万尾と急増し、1985年には177万尾と、左腹鰭標識魚による推定と同様急落し、以後1986年、1987年は241万尾、281万尾と推定された（Table 3）。

Table 3. Estimation of number recruited. S ; number of cultured fish released, n ; number of whole young fish caught by small trawlnet in September, m ; number of recaptured fish in September, N ; estimated number of recruitment. CI; confidence interval. L, R ; left and right fin clipped fish, r ; total. m/S is expressed as %.

	1983	1984	1985	1986	1987
S_L	689,000	437,600	157,700	335,000	549,000
$n_L (=nr - m_R)$	400	1,138	148	399	315
m_L	50	22	15	50	49
m_L/S_L	0.0073	0.0050	0.0096	0.0149	0.0089
m_L/n_L	0.125	0.0193	0.1014	0.1253	0.1556
N_L	4,823,000	22,198,200	1,392,000	2,338,300	2,980,200
95%CI(Max.)	6,187,100	31,663,500	2,110,800	2,999,600	3,831,600
(Min.)	3,458,800	12,732,800	673,100	1,676,900	2,128,700

Table 3. continued

S_R	51,100	188,400	79,700	448,000	592,000
$n_R (=n_T - m_L)$	354	1,127	139	414	322
m_R	4	11	6	65	56
m_R/S_R	0.0078	0.0058	0.0075	0.0145	0.0095
m_R/n_R	0.0113	0.0098	0.0432	0.1570	0.1739
N_R	4,471,200	19,114,000	1,766,600	2,405,400	2,812,000
95% CI(Max.)	8,942,400	30,640,100	3,209,000	3,002,100	3,563,500
(Min.)	0	7,587,800	324,100	1,808,600	2,060,400
S_T	740,100	626,000	236,700	783,000	1,141,000
n_T	404	1149	154	464	371
m_T	54	33	21	115	105
m_T/S_T	0.0073	0.0053	0.0089	0.0147	0.0092
m_T/n_T	0.1337	0.0287	0.1364	0.2478	0.2830
N_T	4,796,900	21,170,100	1,499,100	2,376,200	2,890,500
95% CI(Max.)	6,102,400	28,540,500	2,153,300	2,819,300	3,454,600
(Min.)	3,491,300	13,799,600	844,800	1,933,000	2,326,300

左腹鰭標識魚から推定された資源尾数を N_L 万尾、右腹鰭標識魚からの資源尾数を N_R 万尾とすると、

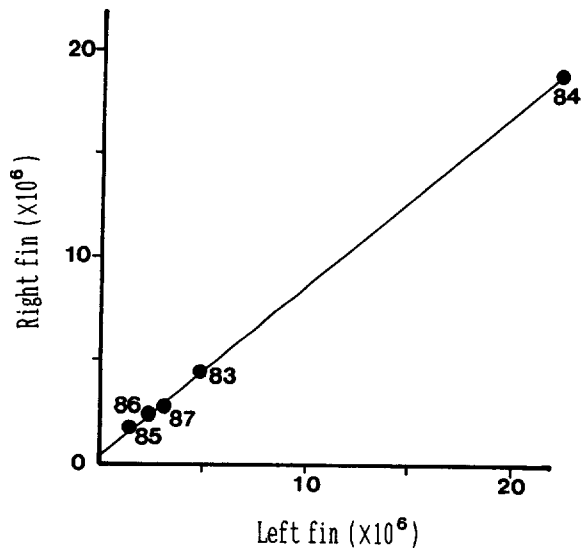


Fig.3. Relationship between numbers of recruitment estimated from different two groups, namely left fin clipped group and right fin clipped group.

$$N_R = 0.84N_L + 44.4 \quad (r=1.000)$$

の関係式が得られ、両者には極めて高い正の相関がみられた (Fig.3)。左腹鰭標識群 (日裁協

放流分)による推定尾数 N_L は右腹鰭標識群 (広島県放流分) による推定尾数 N_R に比べ加入量が278万尾以上の時は高めに推定された。両標識群の推定値の差は再捕率 m/s の差に依存している。加入尾数が多い時に N_L が N_R より大きくなる傾向は、日裁協放流地点の方が漁場に遠いため、高密度時には分散域が拡大して再捕率が小さくなり、資源量が多少過大に推定されているのではないかと考えられる。

上田・高森¹¹⁾は当海域周辺において着底期のマダイ (体長9.8~13.6 mm) の採集状況から天然発生量は年により100倍の変動があることを報告している。本報告で推定された資源尾数の大きさは放流時点の大きさ、即ち尾叉長5~7 cmであり、上田・高森が報告した魚体長に比べると大きい。このサイズになってもなおかつ天然魚の資源発生量には10倍以上という大きな年変動がみられた。

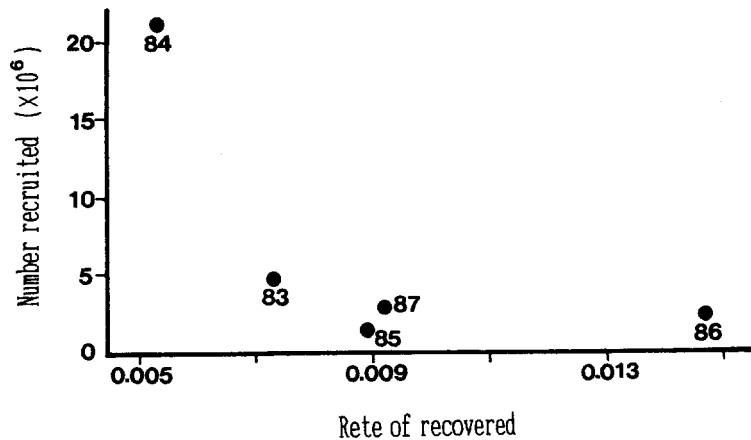


Fig.4. Relationship between the rate of recovery (m/s) and the number of recruitment in September.

再捕率と加入量の関係を見ると (Fig.4), 5%水準で有意とはならないものの、負の相関がみられた ($r=-0.649$)。つまり天然の加入量の多い年には放流種苗の死亡率が高かったか、逸散が大きかったことを示しているとも考えられる。しかし、このような密度依存的な現象が実際に起こっているか否か今回は検討できなかったため、年による再捕率の差異の要因分析は行わなかった。

CPUE と資源尾数 調査海域における天然0歳魚の月別 CPUE (尾/月隻) をみると、資源尾数が最も多いと推定された1984年と次に多かった1983年は7月から漁獲があり、逆に資源尾数が少ないと推定された1985~1987年の7月の漁獲は、ほとんどなかった (Fig.5)。このことから、この海域ではその年の加入量の多寡は7月の CPUE である程度の予測が可能と考えられた。最多漁獲月は資源尾数が多かった1984年は8月、他の年は9月であった。しかし、1984年は9月にも8月と同程度の CPUE があった。

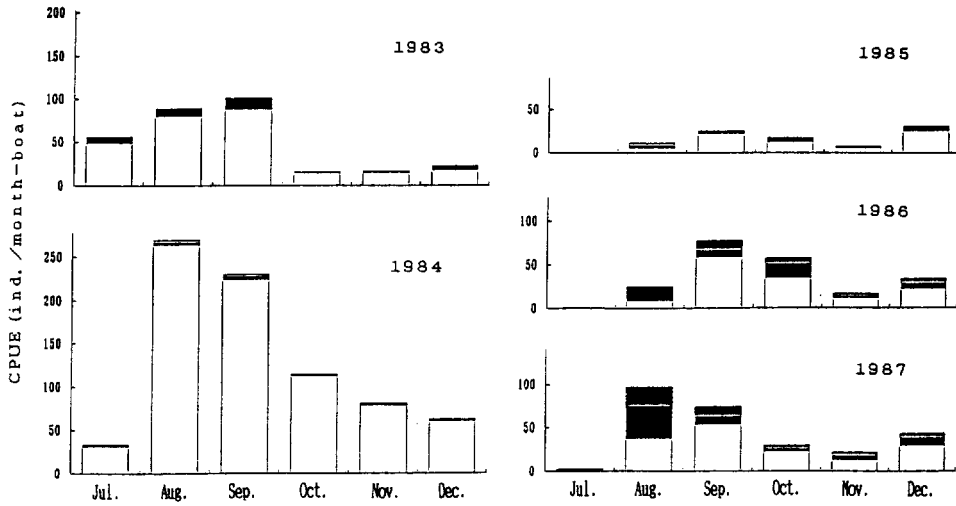


Fig.5. Monthly CPUE of young red sea bream by small trawlers in the survey area. CPUE is expressed as individuals per month-boat. Open part, hatched part, and filled part in the column denote natural fish, left fin, and right fin clipped fish, respectively.

調査海域で操業する小型底曳網漁船の7月から12月の月平均CPUEの合計と両標識群から推定された資源尾数(両者の平均)との関係を見ると (Fig.6),

$$N = 2.95 \times C - 164 \quad (r = 0.994)$$

但し、 N は資源尾数(万尾)、 C は7~12月のCPUE(尾/月隻)の合計となり、正の相関がみられた。この式を用いればマダイの加入量は7~12月のCPUEを調査することでおおよその推定が可能となろう。

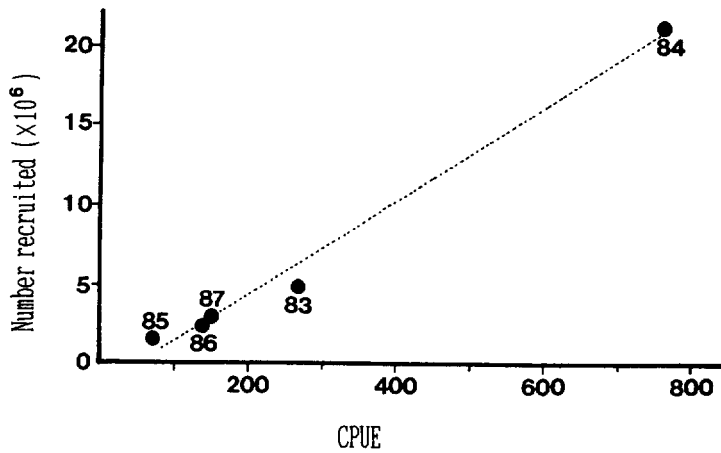


Fig.6. Relationship between average CPUE (from July to December) of young red sea bream caught by small trawlers and the number of recruitment.

変動要因 加入量の変動には種々の要因が考えられる。ここでは加入量が多かった1984年と非常に少なかった1985年に主に着目し、以下に示すいくつかの要因について検討した。

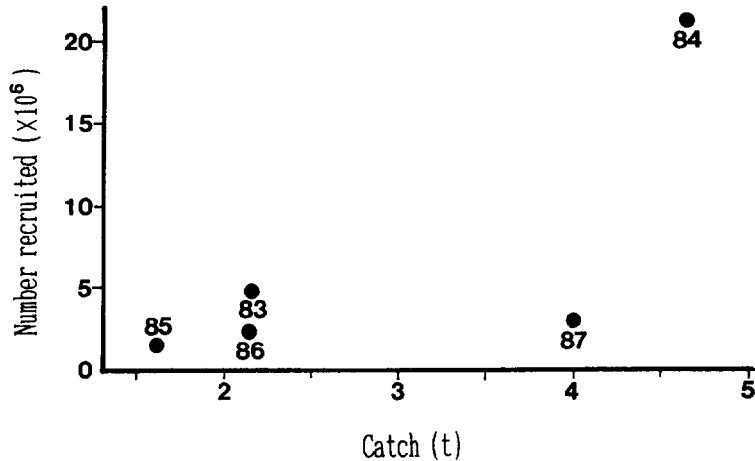


Fig.7. Relationship between catch of large (over 1 kg) red sea bream near Toyoshima Island in May and recruitment of the year.

まず、親魚量についてみるため、県下の主要漁場である豊島周辺海域での1983年から1987年までの産卵期である5月に漁獲された1 kg 以上の大ダイの漁獲量とその年の天然魚の推定加入量との関係を Fig.7 に示す。1984年は大ダイの漁獲量が多く、加入量も多い。1985年は両者の値が共に最も少なかった。しかし1987年のように親魚量が多くても、加入量が少なかった年もあり、さらに資料を蓄積して検討する必要があるが、産卵期に大ダイの漁獲量が多い年には加入量が多い傾向がみられる。

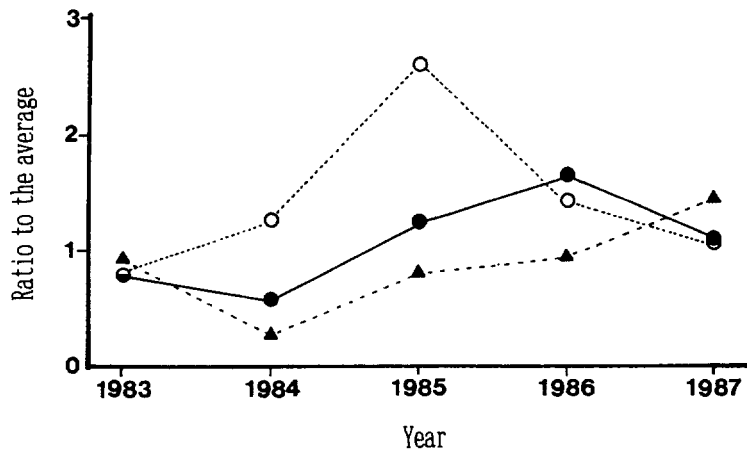


Fig.8. Monthly change in the ratio of precipitation to the average year (after Hiroshima Meteorological Observatory). □ : May, + : June, ◇ : July.

次に、気象条件のうち広島気象台の月間降水量¹²⁾をみると (Fig.8), 天然発生群が着底期に入る6月下旬から7月上旬にかけて1985年は連日の降雨があり、月降水量は平年を大きく上回ったのに対し、1984年は5、7月が平年値を下回っていた。河川水の流入による塩分の変化と生活史初期のマダイの生残の関係、密度の鉛直勾配を生じることによる海況の変化と生残の関係などについては今のところ知られていないが、検討の余地はある。

また、1985年は加入量が極めて多かった1984年級群が1歳となり、それらが本来当歳魚の生息場所となるべき場所に多数かつ長期間分布していたこと¹³⁾が指摘されている。このような一種の密度効果によって当歳魚の生き残りが悪くなったことも考えられる。

以上、述べたように広島県中東部海域のマダイ加入量には大きな年変動がみられ、変動要因の一例としては、親魚の量、着底期から幼魚期の海況、さらに前年発生群の密度効果などが考えられるが、それぞれがどの程度の影響を持っているか、ということについては更に資料を蓄積して検討する必要がある。

要 約

瀬戸内海における重要な漁業資源の一つであるマダイ *Pagrus major* の再生産過程を明らかにするために、年別の加入量を推定した。

推定は広島県下の小型底曳網漁船による、天然の幼魚と標識放流種苗の漁獲尾数の比から Petersen 法によって行った。種苗の標識放流は、1983年から1987年の7～9月に、マダイ幼魚の生息場とみられる調査海域に近い2ヶ所で行われた。種苗は尾叉長5～7 cmで、5年間の放流総数は、352.7万尾であった。

9月には天然魚と放流魚が混ざり合ったと考えられ漁獲量も多かった。この月の再捕率は年によって0.0058～0.0145%の変動があったが、全体的には放流尾数と再捕尾数の間には正の相関がみられた ($r=0.741$)。

広島県中東部海域における天然マダイの加入量は最大の年(1984年)で2117万尾、最低の年(1985年)で149.9万尾と10倍以上の変動が認められた。

謝 辞

本報告の取りまとめにあたり、日本栽培漁業協会北田修一博士に有益な助言をいただいた。また、マダイ幼魚の収集には幸崎、竹原市、安芸津漁業協同組合の方々にご協力いただいた。ここに記して、心から感謝の意を表する。

文 献

- 1) 梶山英二 (1937) : 鯛, 杉山書店, 東京, 1937, 41-63.
- 2) 瀬戸内海栽培漁業協会 (1973) : 瀬戸内海におけるマダイ資源培養と種苗放流の在り方, 1-13
- 3) 猪子嘉生・伊東 弘・沢田茂樹 (1981) : 本四架橋漁業影響調査報告書, 29 (3), 632-645
- 4) 広島県水産試験場 (1983) : 生産力応用技術開発 (I) 放流マダイの追跡調査, 日本栽培漁業協会研

究資料 No24.66-105

- 5) 溝上昭男・高場 稔・猪子嘉生 (1981) : 本四架橋漁業影響調査報告書, **29** (3), 398~419
- 6) 岡田啓介 (1967) : 東シナ海・黄海産マダイ資源の研究—IV, 1964年の標識放流調査によって推定された黄海産マダイの資源量, 日水誌, **33** (12), 1099-1107
- 7) 岡田啓介 (1969) : 東シナ海・黄海産マダイ資源の研究—VI, 1965年の標識放流調査によって推定された黄海産マダイの資源量, 日水誌, **35** (1), 18-24
- 8) 高場 稔 (1986) : マダイの種苗放流・追跡—V 腹鰭標識放流魚の腹鰭再生について, 栽培技研, **15** (2) 177-186
- 9) 広島県水産試験場 (1984) : 生産力応用技術開発 (II) 放流マダイの追跡調査 (昭和57~58年度), 日本栽培漁業協会研究資料 No26. 1-47
- 10) 田中昌一 : 水産資源学総論, 284-341, 恒星社厚生閣, 東京 (1985)
- 11) 上田和夫・高森茂樹 (1980) : 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, 3-1 マダイ人工生産種苗の放流添加実験. 農林水産技術会議研究成果**129**, 223-235
- 12) 広島気象台 : 昭和58年~昭和62年広島県気象月報
- 13) 広島県水産試験場 (1986) : 昭和60年度回遊性魚類共同放流実験調査事業瀬戸内海西部海域総合報告書—広島県の部, 1-35