

マダイの放流効果について — 種苗放流の経済的効果と生物的效果について —

桑 原 昭 彦

(京都府立海洋センター)

1. はじめに

京都府では1979年からマダイの放流事業に取り組みはじめ、すでに10年以上の歳月を経過している。この間にマダイの放流尾数は、1979年に約10万尾であったものが、近年では80万尾を超えるまでに増加している。また、放流マダイの市場での確認の方法でも、事業開始当初には標識（アンカータグなど）の有無によって識別していたものが、最近ではマダイの鼻孔や胸ビレの形状から天然魚と放流魚との区別ができるようになり（宗清ら1985）、作業の簡素化が図られてきている。このように、約10年間にわたるマダイの栽培漁業に係わる種々の技術の向上にともなって、京都府における放流効果もしだいに明らかになりつつある。ここでは、マダイの種苗放流の現状とその効果について経済的側面と生物的側面から取りまとめた。

2. 種苗放流の現状と経済的効果

京都府沿岸域における1988～1990年のマダイの漁獲状況を調べてみると（表1）、釣・延縄での漁獲が60～100トンと多く、次いで定置網での漁獲が多い。他海域では比較的马ダイを多獲している底曳網や刺網による漁獲量は京都府沿岸域の場合少ない。これは、京都府沿岸域では底曳網の操業が水深100m以深でしか、また刺網の操業が共同漁業権内でしかできないなど、両漁業種類の操業海域が制限されていることによるものと考えられる。放流魚の漁獲された全マダイに占める割合、いわゆる混獲率は、釣・延縄で最も高く（12～13%）、底曳網で低い（7～9%）など漁業種類や年度の違いによって、若干異なった値を示すが、全般的にみると10%前後の値となる。すなわち、京都府沿岸域で漁獲されるマダイの10尾のうち約1尾は放流魚ということになる。

表1. 京都府沿岸域におけるマダイの漁業種別の
漁獲量（トン）と混獲率（%）

（釣延縄の漁獲量には遊漁船案内業者を利用した遊漁者による釣獲量を含む）

	昭和63年		平成元年		平成2年	
	漁獲量	混獲率	漁獲量	混獲率	漁獲量	混獲率
定置網	55.0	11.4	60.9	7.9	59.1	11.1
釣延縄	99.6	13.2	69.9	13.5	62.8	12.2
刺網	3.0	15.0	4.7	8.9	10.5	6.5
底曳網	16.1	9.2	10.6	7.2	9.1	8.9
合計	173.7		146.1		141.5	

地域別に混獲率を調べてみると（表2，図1），放流海域近辺での漁獲物が水揚げされる宮津市場での値が約13%と比較的高くなっていた。ただし，他の水揚げ市場においても9～10%の値が得られており，放流魚は京都府沿岸全域で大まかには天然魚と良く混じって漁獲されていたことになる。

次に，京都府における近年のマダイの放流尾数と再捕尾数について説明する。放流尾数は，大きさを考慮に入れなければ1980年以前の約10万尾から，年々増加し，1987年には約230万尾にも達したが（傍島・桑原1991 a），大きさを尾叉長5 cmに換算した場合の近年の放流尾数は表3に示したように80～100万尾である。

表2. 水揚げ地区別の放流マダイの混獲率（1988年）

地 区	舞 鶴	宮 津	間 人	網 野	湊
混 獲 率 (%)	10.5	13.1	9.5	9.2	10.9

表3. 京都府における5 cmサイズマダイの放流尾数（千尾）

年 度	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
放流尾数	471	440	572	852	982	781	1,070

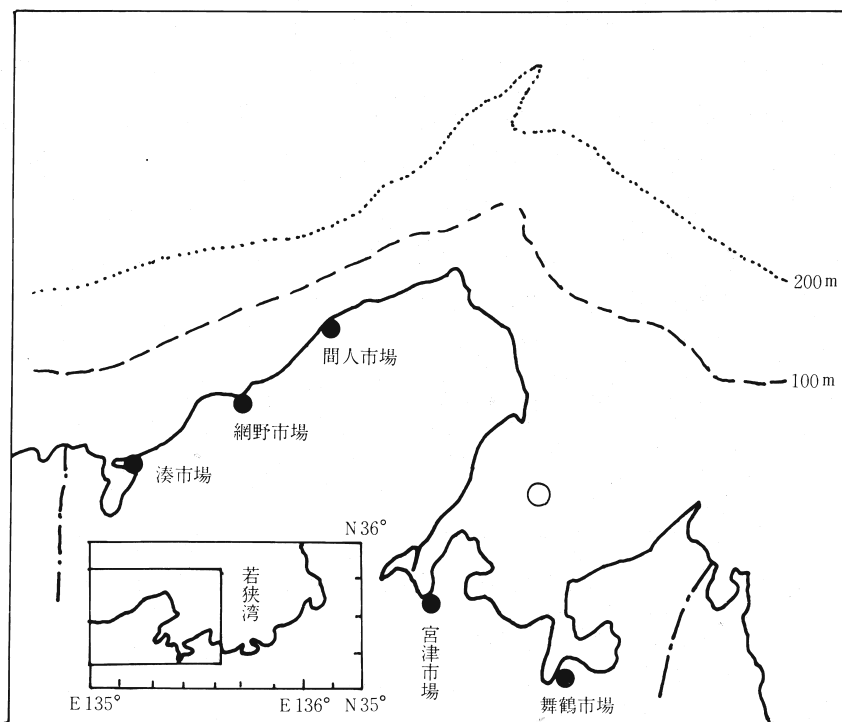


図1. 京都府沿海岸域図（水揚げ市場（●），放流場所（○））

表 4. 放流マダイの年令別再捕率 (%) と再捕尾数 (千尾)

年 令	0	1	2	3	4	5	6	合 計
1988 再捕尾数	1.9	17.4	15.2	9.1	3.5	1.0	0.1	48.4
再 捕 率	0.19	2.04	2.66	2.07	0.75	0.20	0.12	8.03
1989 再捕尾数	5.8	14.9	14.7	7.4	1.7	0.3	0.1	45.3
再 捕 率	0.74	1.52	1.72	1.35	0.39	0.08	0.03	5.83
1990 再捕尾数	0.1	17.9	15.5	6.6	1.4	0.7	0.4	43.4
再 捕 率	0.08	2.29	1.58	0.77	0.25	0.16	0.09	5.22

一方、1988～1990年の再捕結果では1～3才魚の再捕尾数が多く(表4)、4才以降では年令毎に再捕尾数は少なくなっていた。なお、年間での放流魚の全再捕尾数は4.3～4.8万尾であった。また、再捕年令に対応する年の放流尾数で除した再捕率は年間で5～8%で、年令別にみると1～3才での値が高いなど、再捕尾数でみられたのとはほぼ同様の傾向が認められた。ここで、毎年100万尾の種苗放流を続けると仮定すると、年令別の再捕率と市場単価(傍島・桑原1991a)から、放流魚を漁獲することによって得られる水揚げ金額は4～5千万円と計算される。京都府の場合、現在マダイの種苗生産経費は、施設の減価償却費と人件費を除くと、約2千万円である。したがって、京都府におけるマダイの種苗放流事業は一応経済的には成り立っていることになる。

ただし、ここでは取り扱わなかった遊漁船案内業者を利用した遊漁によるマダイの釣獲量を経済的にはどのように評価すべきか(傍島・桑原1991b)とか、またマイボートを利用した遊漁による釣獲量をどの程度に見積もれば良いのか(船田・桑原1991)など、遊漁に関する問題をマダイの経済的放流効果の中にどのように組み込んでいくべきかなど、今後に残されている課題も多い。

3. 資源の現状

(1) 漁獲物の年令組成と年令別漁獲尾数

漁獲物の年令組成などのデータを調べることによって、漁獲への完全加入年令や全減耗係数などの情報を得ることができる。京都府沿岸域におけるマダイの場合、尾叉長が約9cm以上に成長すると商品価値を持つようになり、定置網や刺網で漁獲されたものが出荷されるようになるが、量的には多くない。そして、20cm前後の1才魚以上になると全ての漁業種類で漁獲され始める。精力的な調査が行われた1988～1990年の3年間の年令組成では、年により若干の相違がみられるものの、1才と2才での漁獲割合はほぼ同程度で、3才以降になって減少する傾向がみられる(図2)。すなわち、京都府沿岸域におけるマダイの完全加入年令は2才であると考えて良さそうだ。なお、完全加入年令が2才であるということは他海域と比較して少し高いように思われるが、これは京都府沿岸の100m以浅の海域では0～1才のマダイを積極的に漁獲する小型底曳網などの漁業種類の操業が行われていないためであろう。

次に、完全加入後の全減耗率を推定してみた。1988～1990年の完全加入年令後の2才から5才までの年令別の漁獲尾数を対数グラフにプロットしてみると(図3)、年令ごとの漁獲尾数は3年間ともほぼ同程度であり、しかも直線的に減少していた。この年令ごとの減少の程度から、2才以降

の全減耗率は年に約46%，すなわち全減耗係数で約0.62と推定された。また，年令別の漁獲尾数が3年間ともほとんど変わらなかったということは，ここ数年の京都府沿岸海域へのマダイ幼魚の加入尾数や漁獲努力量などが概ね一定であったことを示唆しているものと考えられる。

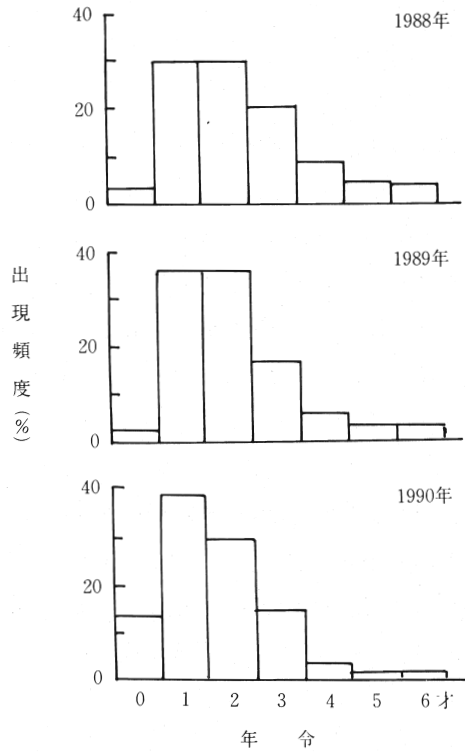


図2. 漁獲物の年令組成

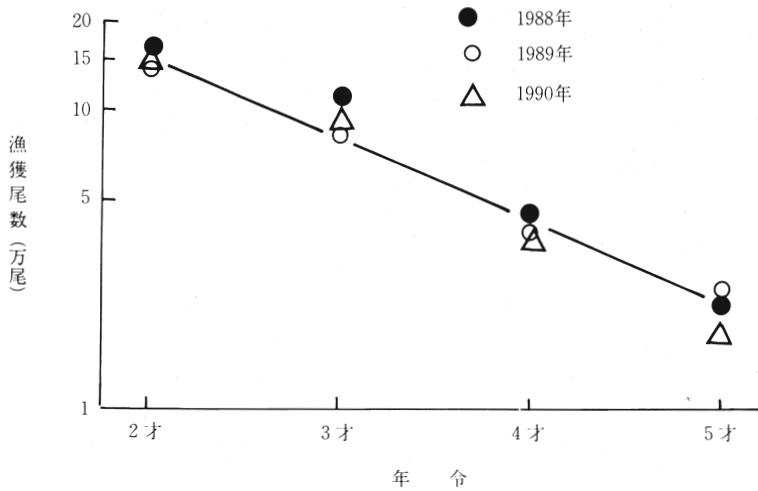


図3. 2才以降の年令別漁獲尾数

(2) 年令による混獲率の変化

京都府沿岸海域で漁獲されるマダイに占める放流魚の割合、すなわち混獲率は、前述したように漁業種類や地域別で見るとほぼ10%前後と一定した値となっている。しかし、マダイの大きさ別に整理すると、小さなサイズで高く、大きなサイズで低くなる傾向が認められている（傍島・桑原1991a）。例えば、1988～1990年の平均値で見ると（図4）、0才で14.6%、4才で6.2%、5才で3.7%となり、3～4才を境として混獲率が減少している。しかし、年毎の放流尾数や天然魚の加入尾数

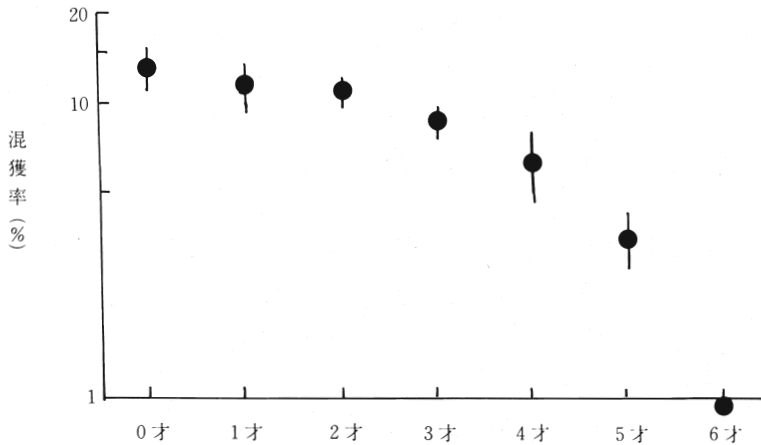


図4. 年令別の混獲率

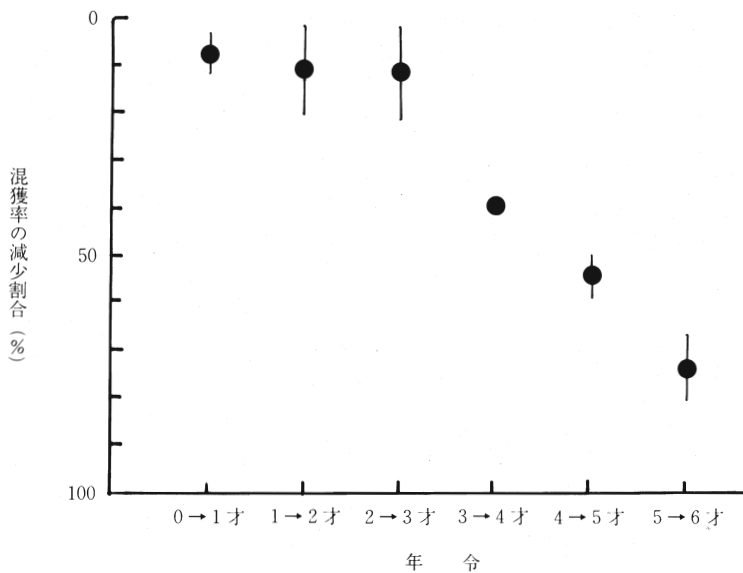


図5. 年令の増加に伴う混獲率の減少割合

(1→2才)は $\{(1\text{才時の混獲率} - 2\text{才時の混獲率}) / 1\text{才時の混獲率}\} \times 100$ を表している。

は必ずしも同じではないので、図4の結果をそのまま比較することはできない。

そこで、放流尾数や加入尾数などが変化していても年毎に比較できるように、同一放流群の連続した2年の混獲率の減少割合、例えば $\{(1\text{才時の混獲率} - 2\text{才時の混獲率}) / 1\text{才時の混獲率}\} \times 100$ 、を計算して図5に示した。混獲率の減少割合は、(0→1才)から(2→3才)までは10%前後ではほぼ一定しているが、それ以降(3→4才)では約40%、(4→5才)では約55%と年々大きくなる傾向を示していた。以上のように、年令が大きくなるにしたがって混獲率の減少割合が大きくなるということは、対象海域内で放流魚の数が相対的に減って、その分天然魚が増加していることを意味する。ここで、放流後ある程度の時間が経過すれば放流魚と天然魚とはよく混合し、しかも両者の行動に大きな差異はないとすれば、混獲率の減少は海域の内と外でマダイの群れの一部が入れ替わることによって起っているものと考えられる。

(3) 京都府沿岸域でのマダイの資源の現状

ここで、近年の尾叉長9cmサイズでの現存量を約280万尾(桑原ら1992)とし、完全加入した2才以降の全減耗係数や年令別漁獲尾数はここ数年ではほぼ一定、また自然減耗係数は年令によって変わらないと仮定すれば、上記の結果を用いることによって年間の自然減耗率を推定することができ、約33%という値が得られる。さらに、これらの推定値から京都府沿岸域のマダイの年令別現存尾数の概略を知ることができる(表5)。表から、0才で約280万尾加入したマダイが4才時には約十分の一減少してしまうことが判る。また、完全加入後の各年級群の漁獲による減耗率は年間13~16%程度であり、自然減耗率と比較して約二分の一程度しかない。すなわち、京都府沿岸域におけるマダイ資源に対する漁獲の影響はそれほど大きくないことを示している。これは、前述したように京都府沿岸域ではマダイを漁獲する漁業種類としては定置網と釣・延縄が主体であり、他海域でマダイを多獲している底曳網が当海域における水深100m以浅では操業されていないこと、また刺網も共同漁業権外漁場ではほとんど操業されていないことなどによるものと思われる。ともあれ、京都府沿岸域におけるマダイ資源は獲りすぎ(=乱獲)状態にはなっていないことになり、資源、特に放流資源をより有効に利用していくためには、もう少し漁獲努力量を増やした方が良いことになる。

次に、京都府沿岸域でのマダイ資源の管理について考えてみる。京都府沿岸域に0才時に加入したマダイの群れ(天然魚+放流魚)の場合、自然減耗は年間約33%であるが、これとは別に3才までは年間10%程度ずつが海域外のマダイの群れと入れ替わる。一方、4才以降になると海域外の群れとの交換率は年間40~70%と大きくなり、海域内で成長したマダイの多くは海域外へ逸散し、代

表5. 京都府沿岸域におけるマダイ資源の現状(千尾)

	0才	1才	2才	3才	4才	5才	6才~
資源尾数(放流を含む)	2,840	1,870	1,099	580	300	160	(160)
漁獲尾数	30	160	150	90	40	20	(30)
自然減耗尾数	940	620	360	190	100	50	
放流魚の残留尾数	417	247	125	59	18	4	

わりに海域外から新たな群れが加入して来ているものと考えられる。この結果は、京都府沿岸域で漁獲されているマダイ資源の生活領域が、当然のことながら、京都府沿岸域だけではないことを示している。このような3～4才以降のマダイの比較的大きなスケールでの移動・逸散は天然魚の標識放流の再捕結果などからもある程度予想されており（宗清・傍島1981）、若狭湾周辺海域においては一般的な現象と考えられる。したがって、海域内と外とでマダイの群れの交換率が低い0才から4才までは、京都府沿岸域だけで資源の管理がある程度可能である。しかし、交換率が高くなる4才以降の場合には毎年漁獲されているマダイの群れが異なっているのだから、京都府沿岸域だけでこのようなマダイの群れの資源管理を行なう訳にはいかない。より広域的な資源管理の実施が必要となってこよう。

4. 種苗放流の生物学的効果（？）と群れ構造

ここでは、放流マダイの天然資源への貢献度と利用の仕方について少し考えてみる。放流マダイの尾叉長9cmの加入時の生残尾数と0才時の混獲率及び年令ごとの混獲率の減少割合から放流マダイの年令ごとの海域内での生残尾数を推定することができる（表5）。放流マダイの海域内の全資源尾数に占める割合は、0才では約14%、3才でも10%以上と高い値を示すが、4才以降になると急減し、4才で6%、5才では3%以下となる。したがって、放流マダイを少しでも多く回収しようとする栽培漁業の視点に立った場合には、放流魚が海域から逸散してしまう前の3～4才までにもっと効率よく漁獲し、放流魚の再捕率を高めていく努力が必要であろう。しかし、再生産まで考えた放流効果を求めていこうとする場合には、マダイの生活領域に見合った海域（少なくとも京都府沿岸域よりも広い海域）においてマダイ資源に対して放流マダイがどの程度貢献しているのか考えていくべきであろう。

ここまで、放流魚の初期生残率や自然減耗率など種々のパラメーターを推定することによって、京都府沿岸域におけるマダイ資源の概略的な状況について検討してきた。その中で、当海域におけるマダイ資源は獲りすぎの状態にはなっておらず必ずしも効率的には利用されていないこと、また0才で海域に加入してきた（放流魚をも含む）マダイの群れは3～4才までは海域内での定着性が高いが、それ以降には逸散率が高くなることなどが解ってきた。特に、京都府沿岸域におけるマダイの群れの構造は、単一の群れで成り立っているのではなく、複数の群れが重層するかたちになっていて、単純ではない。

ここで、少し大胆ではあるが、年令ごとの混獲率の減少割合から当海域における地元発生群（天然の0才時加入群+放流群）と他海域での発生群の概略の割合を計算してみると、1才で90%と10%、2才で80%と20%、3才で70%と30%、4才で40%と60%、5才で20%と80%、6才で5%と95%となる。マダイやヒラメなどの魚種の場合、その資源管理などの仕方について、標識放流の結果などに基づいて移動が大きい回遊群とほとんど移動しない地付き群とに分けて論議されることが多い。しかし、このような考え方は、上述したような海域間で起こっている群れの連続的な交換現象をある時間断面でしか捉えていないのかもしれない。

何れにせよ、上記のようなマダイ資源状況が京都府沿岸域を含めた日本海西部海域で普遍的なことであるならば、天然資源の利用や管理の仕方などと共に、マダイ栽培漁業の進め方についても今後は一定の見直しが必要になる場合もでてこよう。

文 献

- 船田秀之助・桑原昭彦（1991）京都府におけるマダイ遊漁の実態—マイボート100人のアンケート—。さいばい，60，44—49。
- 桑原昭彦・傍島直樹・船田秀之助（1992）京都府におけるマダイの栽培漁業の現状—種苗放流結果からみた資源の動向—。水産の研究，11(3)，109—113。
- 京都府立海洋センター（1986）昭和61年度回遊性魚類共同放流実験調査事業（日本海中部海域マダイ班）報告書。
- 京都府立海洋センター（1987）昭和62年度回遊性魚類共同放流実験調査事業（日本海中部海域マダイ班）報告書。
- 宗清正廣・傍島直樹（1981）京都府沿岸域におけるマダイ群の回遊パターン。京都研報，5，1—16。
- 傍島直樹・宗清正廣・船田秀之助（1986）阿蘇海におけるマダイ小型種苗放流の試み—I。栽培技研，15(2)，169—175。
- 傍島直樹・桑原昭彦（1991 a）京都府におけるマダイ栽培漁業の現状（上）。水産の研究，10(5)，57—61。
- 傍島直樹・桑原昭彦（1991 b）京都府におけるマダイ遊漁の実態。水産の研究，10(6)，92—97。

[質 疑 応 答]

佐藤（山形水試） ①年齢別の漁獲尾数と資源尾数の推定にはどのような方法を用いたか。②京都府では底曳網やごち網といった若齢魚を多獲する漁業がないことが資源が安定的に推移している原因ではないのか。

桑原（京都海洋セ） 年齢別の漁獲尾数は市場でのパンチング調査結果をひきのばした。資源尾数は全減耗率，漁獲尾数，加入尾数等から自然減耗率は年齢によって変わらないという仮定のもとに推定した。②そう思う。

藤川（島根水試） 尾叉長5～9 cmまでの自然死亡率はどのような手法で推定したのか。

桑原 尾叉長5 cmのマダイを放流している海域へ9 cmのマダイを放流し，両群の放流尾数とその後の再捕尾数の関係から概略的に推定した。