

富山湾におけるマダイの蓄養放流

藤田大介・角 祐二・堀田和夫
(1998年3月12日受理)

Stock and release of juvenile red sea bream *Pagrus major*
in Toyama Bay

Daisuke FUJITA*, Yuji TSUNO* and Kazuo HOTTA*

Abstract

In Toyama Bay, young juveniles of the red sea bream *Pagrus major* have been unavoidably caught in small coastal set nets and mostly discarded, while reared yearlings have been released for stock enhancement. During the course of a resource management project, stock-and-release was proposed as an improved method over catch-and-release. Previously, however, trials were conducted only in the autumn. This paper reports on the results of stock-and-release experiments conducted in other fishing seasons, namely, summer and winter. Summer stock-and-release experiments resulted in recaptures in short time periods and at low rates (5-11 %) as in the autumnal experiments. The highest recapture rate (15 %) was attained in winter release, when the released fish probably moved into deeper waters and avoided being caught in set nets. Existence of the seasonal migration was also suggested by the sharp decrease in monthly catch of *P. major*. Stock-and-release of reared yearlings (with little variation in size) showed slight growth as a result of wintering and the recapture rate (3 %) was the lowest. Stock-and-release project, when confined to *P. major*, may be difficult to continue because of the following problems : irregular occurrence of patterns of young juveniles, difficulty in selecting undamaged living fish, spawning migration (moving out of the bay), restrictions in space and personnel for developing stock culture, high cost and elaboration. Recent increase in prefectural *P. major* catch also makes this project unattractive.

Key words : *Pagrus major*, red sea bream, resource management, Sea of Japan, set net, stock-and-release, tag-release, Toyama Bay

富山県では、1979年以降、マダイ *Pagrus major* の栽培漁業化への取り組みが行われており、毎年、栽培漁業センターで種苗生産した当歳魚が放流されているほか、一部は、種苗の大型化を図るために各地先で中間育成も行われている。しかし、一方では、沿岸の定置網によるマダイ小型

* 富山県水産試験場 (Toyama Prefectural Fisheries Research Institute, Namerikawa, Toyama 936-8536, Japan)

魚の混獲や投棄が問題となり、放流種苗の混獲（短期採捕）も懸念され、1989年以降、資源管理型漁業の推進を目指した調査（武野 1990, 1991, 1992, 1993a, 1994, 堀田 1995, 藤田 1996, 1997）が行われてきた。一連の調査の結果を踏まえ、富山県漁連（1995）は、漁業規制に係る資源管理指針の1つとして、混獲された体長13cm未満の小型マダイを周年再放流することを提唱したが、再放流しても、「浮き鯛となり鳥の餌になる」、「すぐに再漁獲されてしまう」などの声が上がっている（富山県漁連 1995）。資源管理指針では、再放流にあたっては生残率を高めるように努力する必要があると付記されており、武野（1994）と堀田（1995）は、生残率を高める再放流手法の一法として、秋に小型定置網で混獲された小型マダイを一定期間蓄養してから再放流すること（以下、蓄養放流という）を試みた。しかし、富山県のマダイ漁獲量は、1964年以降、大きな変動を繰り返しながらも、長期的には増加傾向が認められており（藤田 1997）、漁業者が多大な労力と経費をかけて蓄養放流を行う必要があるか、甚だしく疑問である。また、毎年、同じように継続実施できるかどうか、確かめる必要がある。そこで、著者らは、1989年以降続けてきた市場調査の結果に基づいて小型マダイの出現状況を整理するとともに、1995～96年の夏と冬にマダイ混獲魚（一部は人工種苗）を用いて蓄養放流試験を実施したので報告する。

材 料 及 び 方 法

マダイの漁獲状況について、季節的変動を調べるために、「富山県の水産の動き」で月別漁獲量（属地）を調べた。小型マダイの出現状況については、1989年以降、水産試験場職員が毎月1～3回氷見市場で尾叉長を測定した結果をとりまとめた。

天然小型マダイを用いた蓄養放流試験は、1995年8月、9月及び12月の合計3回行った。各試験の概要をTable 1, 放流場所周辺の地図をFig. 1に示した。天然小型マダイは、高岡市太田から氷見市女良にかけての沿岸に敷設されている小型定置網で混獲されたもので、当初は再放流の対象となるサイズに限定して集める予定であったが、十分な数を集めたり選別したりすることができなかつたので、尾叉長16cm前後の魚が主体となった。集めたマダイは、再放流の1～2カ月

Table 1. Outline of stock-and-release experiment of red sea bream *Pagrus major*.

Date of release	Site of release	Number and source of released fish	Mean fork length(cm)	Stock culture method before releasing
1995. Aug. 24	Unami	874, Wild	15.5	Lantern net/ None fed
Sept. 5	Mera	336, Wild	16.4	Lantern net/ None fed
Dec. 20	Himi/Ohta	1,283, Wild	16.5	Block net/ Fed MRF**.
1996. Dec. 25	Himi/Ohta	2,025, Reared *	12.5	Block net/ Fed AC***.

* Yearling reared in Toyama Prefectural Sea Farming Center.

** MRF: Minced raw fish. *** AC: Artificial compounds.

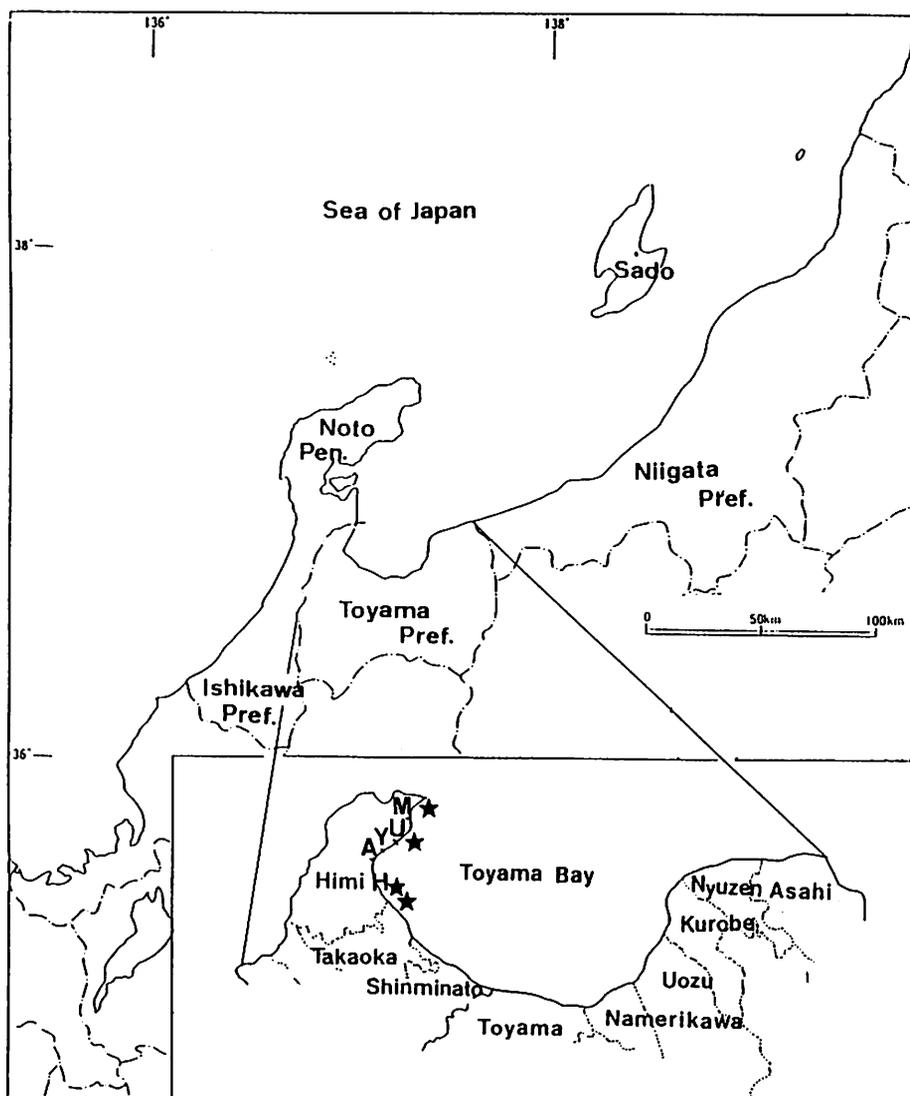


Fig. 1 Map showing location of coastal cities and towns along the coast of Toyama Bay. M : Mera, U : Unami, Y : Yabuta, A : Ao, H : Himi, Asterisk : Site of releasing stocked red sea bream, *Pagrus major*.

前からちょうちん網や小割網に適宜収容し、蓄養した。ちょうちん網は直径約1.5m、深さ約4mで、宇波と女良の小型定置網で1基ずつ2m以深に垂下して使用した。小割網は約6×6×6mで、氷見漁港前の一文字堤の岸側（水深7m）に1基敷設し、周辺漁場から船で直接氷見市場に向かう漁業者が小型マダイを収容した。1995年12月の蓄養放流群は、蓄養期間中、生餌（カツオなどのミンチ）と配合餌料を毎日給餌したほか、小割網内部の様子をSCUBA潜水により観察した。蓄養施設からの取り上げ、船上水槽への移送、アンカータグ標識の装着及び放流は、概ね10人前後の漁業者の協力を得て2～3時間で実施した。標識魚の再捕は、漁業者による報告と試験場職員の市場調査の結果をとりまとめた。なお、1996年12月は、小型マダイが集まらず、5月に県栽培漁業センターで生産された尾叉長12cm前後の人工種苗を小割網に収容し、天然マダイと同様の蓄養と標識放流を実施した。

結 果

月別漁獲量 1989～96年の富山県におけるマダイの月別漁獲量をFig. 2示した。マダイは周年漁獲されているが、例年2～4月は極端に漁獲量が少ないことが判明した。

小型マダイの出現状況 1989～95年の氷見市場におけるマダイの尾叉長組成（尾数割合）の推移をFig. 3に示した。Fig. 3では、便宜的に、尾叉長12cm以下、13cm以上22cm以下、23cm以上32cm以下、33cm以上の4群に分けて示してある。再放流の対象となっている尾叉長12cm以下（＝体長13cm未満）は、毎年、夏から冬にかけて出現するが、年によって変動が大きいことが判明した。また、漁獲されたマダイ尾数の7～8割が尾叉長23cm未満の魚によって占められていることが明らかとなった。

蓄養状況 1995年の8月と9月の蓄養放流群は、特に定置網からの選別に際しては問題はなかったが、12月の蓄養放流群は、大量のカワハギ類やカツオ類の混獲により魚体の損傷が激しかった。特に、皮膚や鰭の擦れ、眼球の白濁または喪失が顕著で、このような魚は、小割網に収容された場合でも非損傷魚の群れに加わらず、網裾に絡まるもの、これらが死んで骨だけになったものも多数認められた。1995年12月の蓄養放流群は、当初、配合餌料を与えたが食いが悪く、生餌に切り替えたところ摂餌が盛んに行われるようになった。逆に、1996年12月の蓄養放流群（人

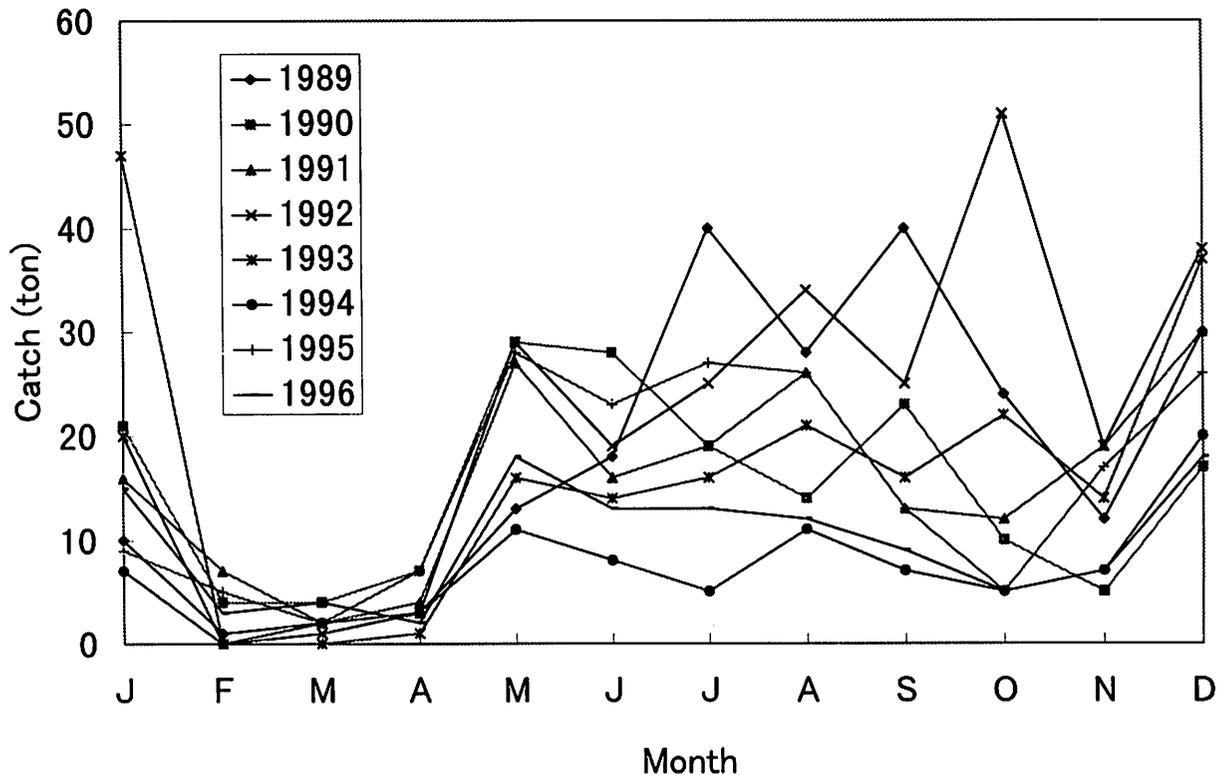


Fig. 2 Monthly catch data of red sea bream, *Pagrus major*, from 1989 to 1996.

Note the sharp decrease from February to April, suggesting the possibility of a seasonal migration (moving into deeper waters).

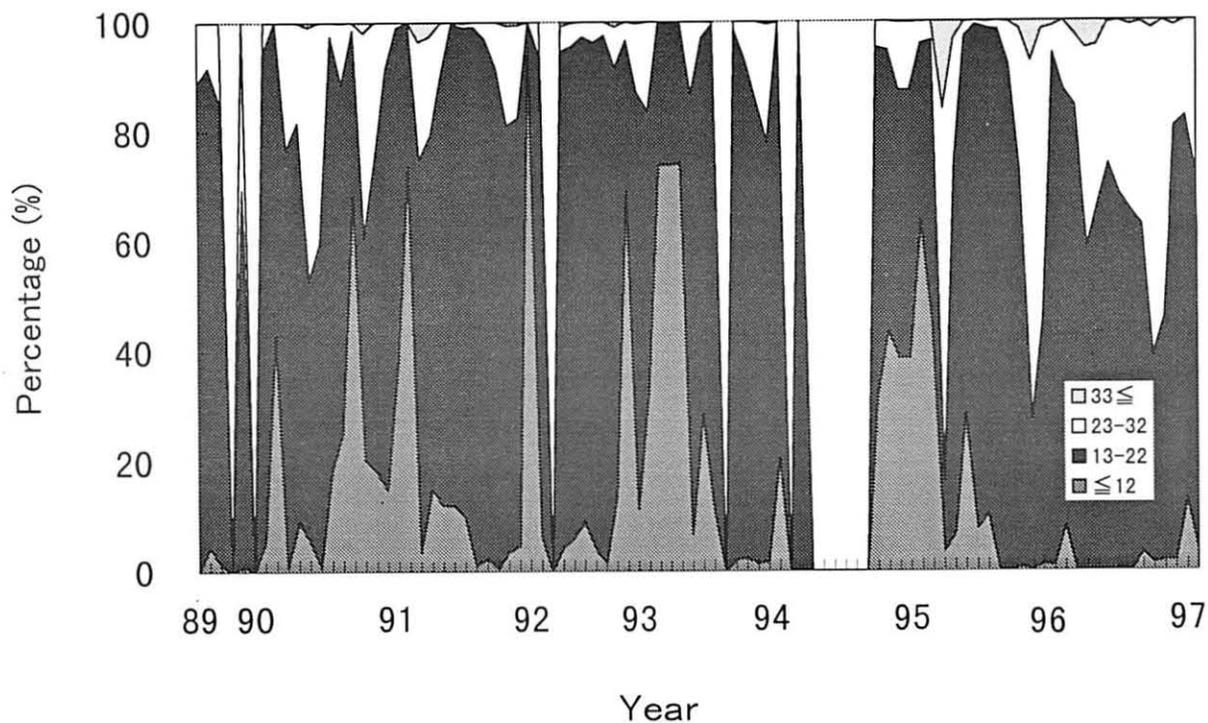


Fig. 3 Fork length data on red sea bream *Pagrus major*, in Himi Fish Market from 1989 to 1996.

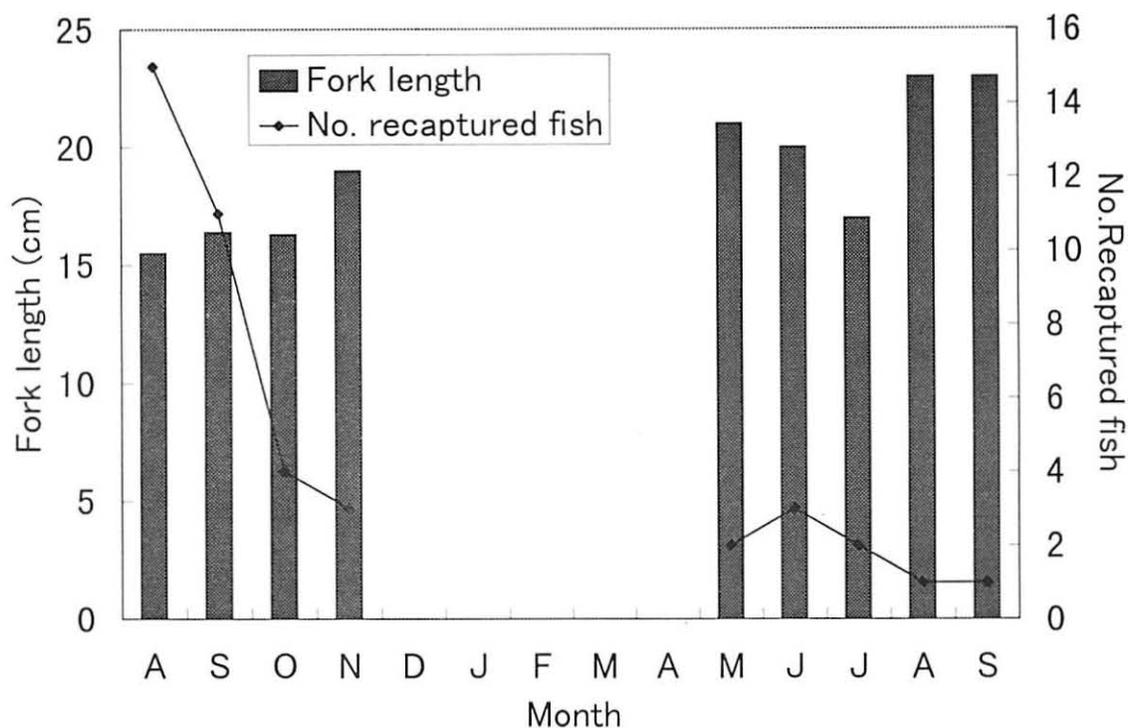


Fig. 4 Mean fork length and number of recaptured fish in the first summer stock-and-release experiment (released on 1995 Aug. 24) using bycatch of red sea bream, *Pagrus major*.

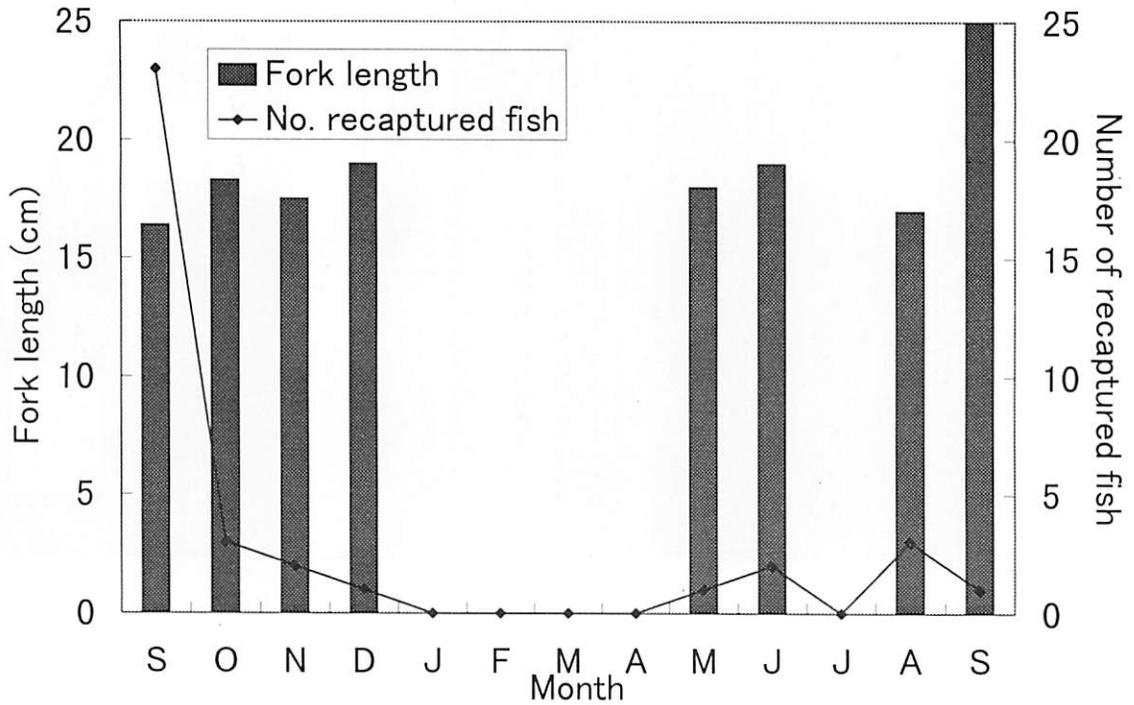


Fig. 5 Mean fork length and number of recaptured fish in the second summer stock-and-release experiment (released on 1995 Sept. 5) using bycatch of red sea bream, *Pagrus major*.

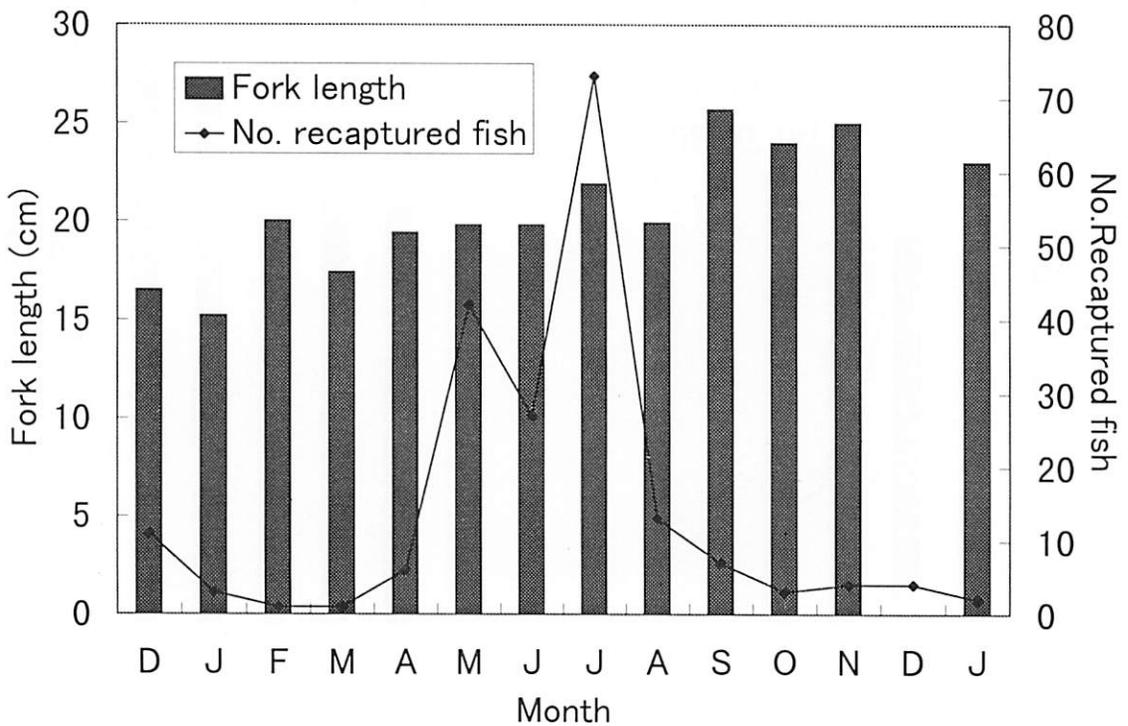


Fig. 6 Mean fork length and number of recaptured fish in the winter stock-and-release experiment (released on 1995 Dec. 20) using bycatch of red sea bream, *Pagrus major*.

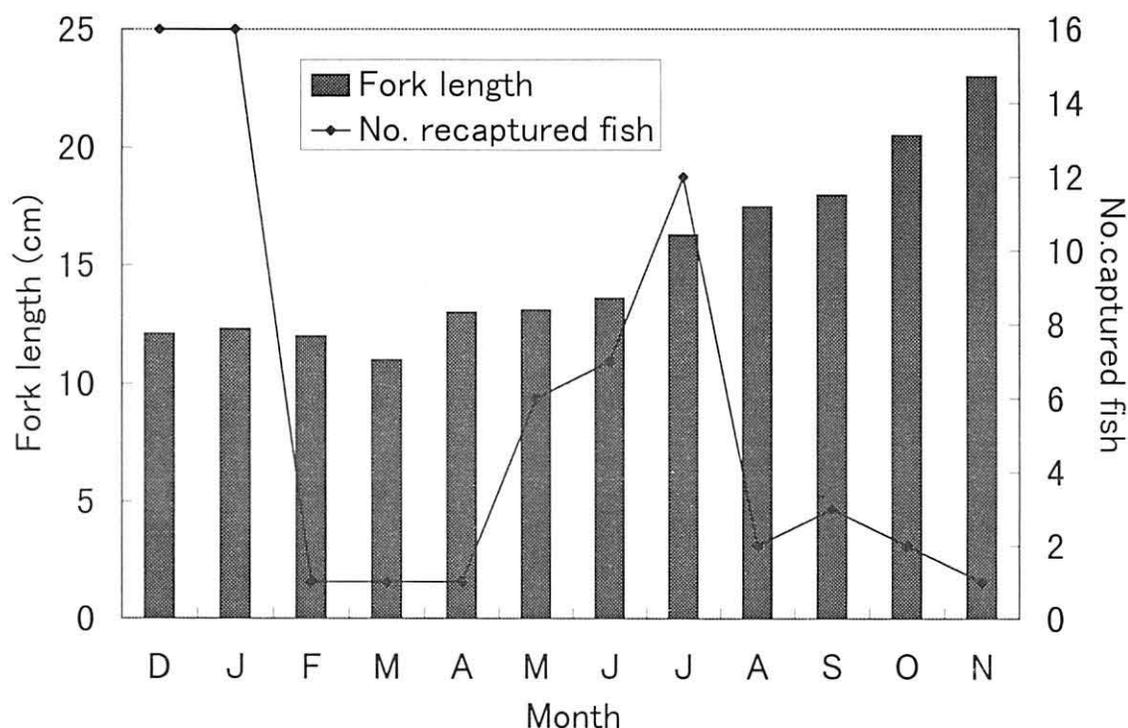


Fig. 7 Mean fork length and number of recaptured fish in the winter stock-and-release experiment (released on 1996 Dec. 20) using reared yearling of red sea bream, *Pagrus major*.

工種苗)は生餌の食いが悪く、配合餌料との併用が必要であった。各放流群とも、蓄養施設での成長や生残率は調べていないが、1995年8月と9月の蓄養放流用に集めた魚、1996年12月の蓄養放流用に収容した人工種苗は殆ど死なず、1995年12月の蓄養放流用に集めた魚は損傷魚に限って大半が死亡したと考えられた。

再捕状況 放流魚の月別再捕状況と成長をFig. 4～7に示した。まず、再捕尾数の推移をみると、1995年8月 (Fig. 4) と9月 (Fig. 5) の蓄養放流群はいずれも放流1～2カ月に再捕のピークが認められ、翌春以降の再捕は少なかった。この傾向は、1993年11月と1994年10月に行われた同様の蓄養放流試験 (武野 1994, 堀田 1995) においても認められている。これに対して、1995年12月の蓄養放流群 (Fig. 6) は、放流1カ月以内の再捕も若干認められたが、翌春以降の再捕例の方が多かった。一方、1996年12月の蓄養放流群 (Fig. 7) は、放流1～2カ月に再捕のピークがあったが、冬期間の減少後、すなわち、翌春以降に再捕数が再び増え、天然混獲魚を用いた夏の蓄養放流群と冬の蓄養放流群の中間的な様相を示した。なお、武野 (1994) と堀田 (1995) が実施した蓄養放流試験では、放流後、次々年度に再捕された個体が若干あったが、今回実施した4回の試験については、次々年度における確かな再捕例は1個体もなかった。以上、4回の蓄養放流結果について、再捕率と越年再捕率 (全再捕数のうち4月以降に捕まった魚の数の割合) を求め、Table 2に示した。再捕率、越年再捕率ともに、95年12月の蓄養放流群が最も高い値を示した。

いずれの実験においても、蓄養放流時から最終採捕時 (約1年後) まで、採捕魚の尾叉長は約10cm増加した (Fig. 4～7)。人工種苗 (Fig. 7) は、放流当初のサイズが比較的均一であったの

Table 2. Recapture rates of stocked-and-released red sea bream, *Pagrus major*, at coastal areas as shown in Table 1.

Released fish	Date of release	Recapture rate (%)	Recapture after wintering	
			total recapture	×100 (%)
Bycatch of small set nets	1995. Aug. 24	5	21	
	Sept. 5	11	19	
	Dec. 20	15	92	
Reared yearling*	1996. Dec. 25	3	50	

* Reared in Toyama Prefectural Sea Farming Center.

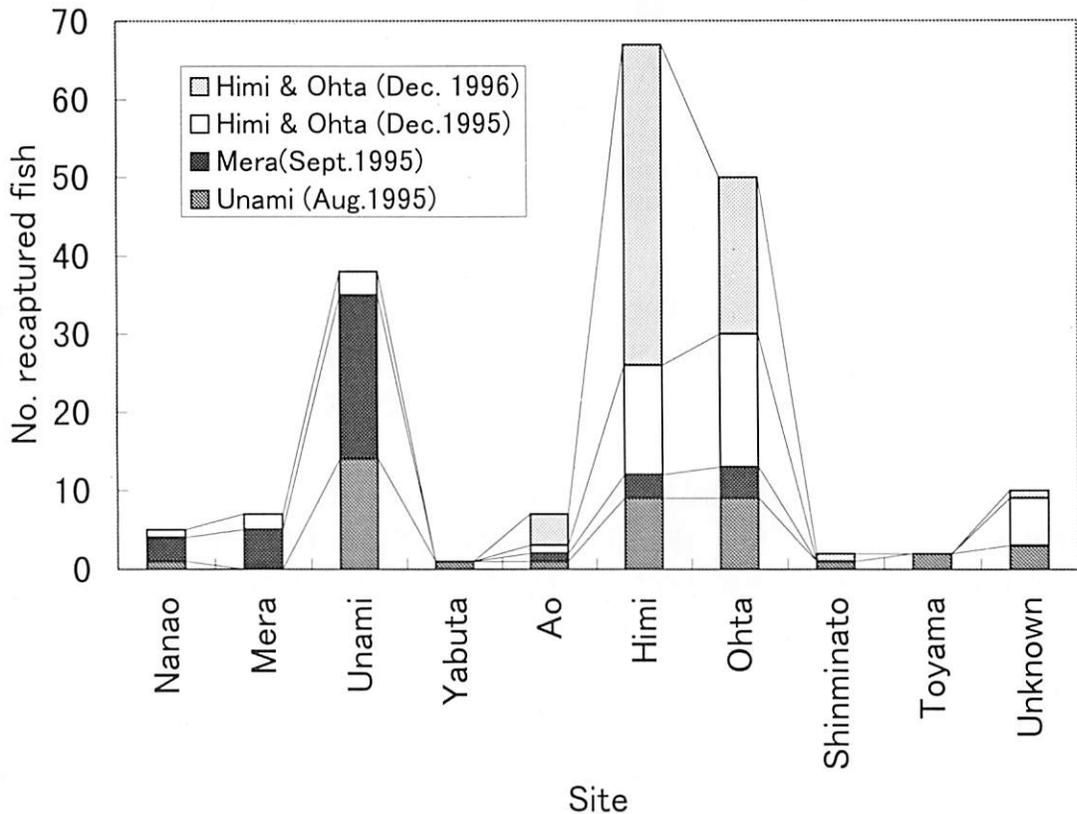


Fig. 8 Location of areas where stocked-and-released red sea breams, *Pagrus major*, were recaptured in four experiments.

で、再捕個体の尾叉長の変化を成長とみなすと、1年間で約10cm成長したものの、6月頃まではほとんど成長しなかったと判断された。

各蓄養放流群が再捕された地区をFig. 8に示した。一部が石川県七尾市、新湊市及び富山市などで再捕されたのを除き、大半が氷見市と高岡市（太田）沿岸で再捕され、特にそれぞれの放流地点での再捕個体数が際立って多くなっている。

考 察

マダイについては、冬の低水温期に深所へ移動して越冬することが知られている（大内 1986）が、富山県沿岸では2～4月が深所移動期に相当し、この動きに同調するような再放流を行えば、比較的高い生残効果が期待できると考えられ、これが12月期の蓄養放流試験を実施するための根拠となった。その結果、夏から秋（8～11月）にかけて小型マダイを蓄養してから放流しても、武野（1994）や堀田（1995）の示した通り、短期間のうちに再捕されてしまうのに対して、冬（12月）の場合には、少なくとも年度内の短期再捕を相当減らすことができることが判明した。冬の蓄養放流群で翌春以降の再捕個体数が多かったことから、マダイは、当初の予想通り、水温が低下する時期に深所へ移動し、冬から春にかけて再漁獲を免れたものと考えられた。しかし、この場合においても、翌秋以降は殆ど再捕されなくなることが判明した。

富山湾で漁獲されるマダイの主体を占める尾叉長23cm未満の魚は、武野（1993b）を参考にすると0～2歳に相当する。これまで、富山湾ではマダイの産卵場は知られておらず、湾内のマダイは成長すると、石川県能登沖や新潟県上越沖など、周辺海域の産卵場へ移動すると考えられており、今回の蓄養放流群も湾外へ移動した可能性が高い。

また、成長については、天然混獲魚の場合、放流時点で尾叉長に相当ばらつきがあったにもかかわらず、特に選別や個体識別を行っていないので、再捕個体の尾叉長の変化が必ずしも成長を反映しているとは限らない。しかし、比較的放流サイズが均一であった人工種苗の結果では、翌夏までの約半年間は殆ど成長しておらず、天然魚の場合も越冬期間とその直後の成長はあまり期待できないと考えられる。なお、人工種苗の場合に12～1月と5～7月の2回に採捕のピークがあった原因としては、他の群と異なり人工種苗であったこと、12月の水温低下が前年より遅れたことなどが考えられた。

このほか、蓄養放流の実施に当たって、マダイ当歳魚出現状況が年によって異なり、毎年同じように集めるのが困難であること（例えば、1996年）、カワハギ類の混獲により損傷魚の割合が高いこと（例えば、1995年）、蓄養に参加できる漁業者が限られ、多大な労力や経費に見合うだけの受益保障がないこと、事業規模が拡大した場合には、蓄養施設周辺の水質・底質の悪化が懸念されること、などが問題点として考えられた。

以上のことから、少なくともマダイだけを対象とする限り、蓄養放流は継続が困難であり、効果についても、自ずと限界あるものと考えられた。なお、小型マダイ蓄養放流の試みを通じて蓄養の経験を積んだ漁業者は、習得した技術を活用してマダイに代わる定着性の強い魚種（クロダイやキジハタなど）へ転換することを希望しており、今後この方面での事業展開が望まれる。なお、藤田（1998）は、定置網が主流となっている富山県の沿岸漁業では、バックフィッシュ方式の再放流（魚種を問わず、混獲された小型活魚を数個体ずつ再放流する方式）が最も導入しやすく、大多数の漁業者の参加が期待できると考えており、マダイ以外の魚種も含め、栽培漁業対象種、資源減少種を中心に、再放流適期を明らかにし、再放流カレンダーを作成することを提唱している。

富山県の資源管理指針では、もう一つの項目として、マダイ種苗放流の継続が盛り込まれてい

る。今回、1996年12月の人工種苗は、県内の放流種苗としては大型（尾叉長12cm前後）で、しかも、蓄養放流、つまり、中間育成による馴致放流とも言える、手間をかけた放流であったにもかかわらず、再捕率は3%にすぎなかった。今回の蓄養放流試験と富山県における過去のマダイ人工種苗放流試験の再捕率（比較のために、放流年内及び翌年度の再捕率に限った。引用文献は前報（藤田 1997）を参照のこと）をFig.9に示した。人工種苗放流の再捕率は、今回の結果も含め、1, 2の例外を除き概ね10%未満であり、蓄養放流結果より低い場合が多かった。富山県のマダイ放流事業では、通常、試験放流よりもはるかに小さい尾叉長2cmないし5cmで放流されており、その再捕率はさらに低いことも予想され、今後の放流事業のあり方については十分な検討が必要であろう。

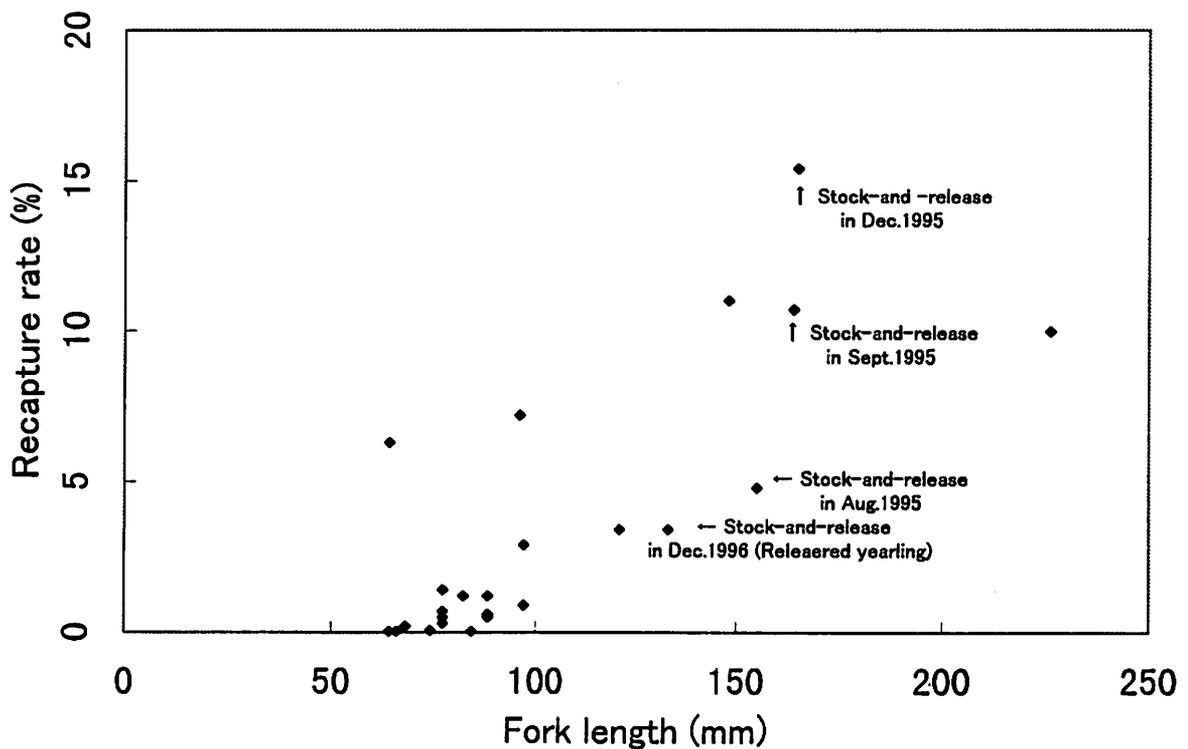


Fig.9 Relationship between fork length and recapture rate (in two years after release) in the releasing experiments of reared fish and bycatch of red sea bream, *Pagrus major*.

要 約

富山県では、マダイの資源増大のための種苗放流が行われる一方で、沿岸定置網による小型魚の混獲が問題となっており、資源管理型漁業推進事業により、混獲された小型マダイの蓄養放流が提唱された。これについては、秋の試験しか行われていないので、本研究では夏と冬の試験を実施した。その結果、夏の蓄養放流では、秋の試験結果と同様、短期間のうちに再捕されてしまい、再捕率も低く5%ないし11%に留まったのに対して、冬の蓄養放流には再捕率が最高値15%に達した。冬の場合には、県月別マダイ漁獲量の2～4月の落ち込みからも想定されるように、放流魚が深所速やかに移動したことにより短期漁獲を免れたためと考えられる。人工種苗（サイ

ズのバラツキが小さい)についても同様の蓄養放流を試みたが、越冬期間中、ほとんど成長せず、再捕率も最低(3%)であった。蓄養放流は、対象となる小型魚の出現が不規則であること、非損傷活魚の選別が困難であること、成魚は産卵回遊のために湾外に移動すること、参加できる漁業者や場所が限られること、経費や労力が嵩むことなど、問題点が多々ある。近年の県マダイ漁獲量が変動を繰り返しながらも増加傾向にあることを考えると、今後の継続は困難である。

謝 辞

小型定置網組合の皆様には、園 亀吉会長を始め、マダイ小型魚の収容、蓄養、標識放流に際して全面的にご協力いただいた。また、富山県水産試験場の武野泰之主任研究員には、貴重なデータを使わせていただいた。ここに厚くお礼を申し上げる。

文 献

- 藤田大介 1996. 広域栽培資源放流管理手法開発調査 pp.44-53, 平成7年度資源管理型推進総合対策事業報告書(広域回遊資源). 富山県.
- 藤田大介 1997a. 広域栽培資源放流管理手法開発調査 pp.63-79, 平成8年度資源管理型推進総合対策事業報告書(広域回遊資源). 富山県.
- 藤田大介 1997. 富山県における最近のマダイ漁獲量の傾向と年変動パターン. 富山水試研報, 9:1-17.
- 藤田大介 1998. マダイの蓄養放流 - 転ばぬ先の資源管理? -. pp.33-38. 平成9年度富山県水産試験場研究発表会講演資料. 富山県水産試験場.
- 堀田和夫 1995. 広域栽培資源放流管理手法開発調査 pp.30-44, 平成6年度資源管理型推進総合対策事業報告書(広域回遊資源). 富山県.
- 大内康敬 1986. 幼魚の生態とその漁業. p.75-90. 水産額シリーズ59 マダイの資源培技術(田中・松宮編). 恒星社厚生閣. 東京.
- 武野泰之 1990. 栽培資源調査. pp.24-29. 平成元年度広域資源培養管理推進事業報告書. 富山県.
- 武野泰之 1991. 栽培資源調査. pp.51-84. 平成2年度広域資源培養管理推進事業報告書. 富山県.
- 武野泰之 1992. 栽培資源調査. pp.53-98. 平成3年度資源管理型推進総合対策事業報告書(広域回遊資源). 富山県.
- 武野泰之 1993a. マダイ調査. pp.23-30. 平成4年度資源管理型推進総合対策事業報告書(広域回遊資源). 富山県.
- 武野泰之 1993b. 富山湾におけるマダイの年齢と成長 日本海ブロック試験研究集録, 29:1-7.
- 武野泰之 1994. マダイ調査. pp.17-28. 平成5年度資源管理型推進総合対策事業報告書(広域回遊資源). 富山県.
- 富山県漁業協同組合連合会 1995. 平成6年度資源管理型漁業推進総合対策事業報告書(広域回遊資源) 25p.