

選別器による定置網混獲幼稚魚の選別

池森貴彦, 大橋洋一
(1997年12月6日受理)

Selection of Bycatch of Juvenile Fish in Set-net with Selector

Takahiko Ikemori and Yoichi Ohashi *

There are approximately 300 set-nets in Toyama Bay off Ishikawa Prefecture. Small mesh size nets (about 20 mm in stretched size) are commonly used in bag-net. Therefore a number of juvenile fish are sometimes caught. In order to reduce the capture of juvenile fish, we investigated three types of sorting methods (slit; mesh; net) and presumed the influence on catch quantity in case of using selector. The selection range (difference of fork length between 25% and 75% selection) of the slit type was the shortest of the three. It was estimated that the 50% retention fork length of the red sea bream *Pagrus major* by using 20mm slit selector was 130mm, and that the 50% retention fork length of the jack mackerels *Trachurus japonicus* by using 15mm slit selector was 136mm. In case of using 20mm slit selector at the Nanao Public Fish Market for one year, about 6,000 individuals (250kg in weight) of juvenile red sea breams will avoid the capture. It is only 1.3% decrease of the total landed value. And in case of using 15mm slit selector at the Notomachi Fishery Cooperation Market for 6 months, about 4,400,000 individuals (65tons in weight) of juvenile jack mackerels will avoid the capture. It is only 0.8% decrease of the total landed value.

キーワード：幼稚魚, 選別器, 定置網, 選択性曲線, マダイ, マアジ

石川県では大小様々な多くの定置網が営まれている。これらの漁獲対象種はブリ *Seriola quinqueradiata*, マダイ *Pagrus major* などの大型魚種のみならず, マアジ *Trachurus japonicus* やマイワシ *Sardinops melanosticta* などの小型魚種まで多岐にわたるため, 魚捕り部は細かい網目 (12~16節) が使用されている。そのためマダイ, マアジなどの有用魚種の幼稚魚が多数漁獲され, それらは低い価格で売買されている。

一方これらの有用魚種の保護を目的に魚捕り部の網の目を拡大することは多大な経費と労力を要するうえ, 小型の有用魚種の漁獲量の減少が見込まれることから実行は容易ではない。今回は漁獲した幼稚魚を生かしたまま他の魚種と選別し再放流や養殖種苗への利用を検討した。

材料と方法

選別器には縦 53cm×横 77cm×高さ 30cmの台形の枠に金属製丸パイプを等間隔に取り付けた「スリット選

別器」と, 同じ大きさの枠に網を張った「網目選別器」および内側に粗い網, 外側に細かい網を張った「選別タモ網」を使用して選別の違いを比較した。

試験に用いた選別器を Fig. 1 に示す。スリットは間隔を 15 mm・20 mm・25 mm の 3 種類, 網は内径で 58.0 mm・71.0 mm・125.5 mm の 3 種類, タモ網は内網が内径 58.0 mm, 外網が内径 25.0 mm を用いた。供試魚はマダイとマアジで, マダイは 1995 年 10 月に地びき網で漁獲された当歳魚約 100 尾と, 11 月に養殖業者から購入した 1・2 歳魚各々 100 尾の計約 300 尾 (尾叉長範囲 71~317 mm) を使用した。マアジは 1996 年 5・6・8 月に定置網で漁獲された約 300 尾 (尾叉長範囲 73~282 mm) を使用した。マアジの選別時にはタモ網の選別時の絞り込みを防止するため鉄製のリングを網内に取り付け, 取り付けしないものとの比較を行った。

試験は 500 ℓ 角形水槽に海水を満たし, その中に選別器を設置した。タモ網ですくった供試魚は選別器が一杯にならない程度に適量投入し, 選別器を 10 秒程海水中に静置したのち選別器を海水中で揺すりながら

*石川県水産総合センター (Ishikawa Prefecture Fisheries Research Center, 3-7 Shinko, Ushitsu, Noto, Fugeshi, Ishikawa 927-0435, Japan)

選別を行った。次に選別器内に残った個体と選別器から抜け出た個体の尾叉長を測定し、得られた選択率(尾叉長ごとのぬける割合)に最尤法¹⁾によりロジスティック曲線をあてはめ、選択性曲線を求めた。

1995年7・9月に定置網船上で、あらかじめ海水を満たした500ℓ角形水槽に選別器を設置し、定置網の魚捕り部を絞り込む前にタモ網ですくった漁獲物をその中に投入し選別を行った。選別器は7月には「スリット15mm」「網目58.0mm」の2種類を、9月には「スリット15mm」「網目58.0mm」「タモ網58.0mm」の3種類を用いた。選別器から抜け出た個体を70ℓ容器に移し、入港まではエアレーションを施し、入港後はエアレーションを施さず約40分かけて室内水槽

に陸送した。水槽収容後海水かけ流し無給餌で1週間蓄養し、毎日2回9時と15時に死亡個体を計数・測定し、選別形状の違いによる生残率の差を比較した。

1994年5月～1995年4月の石川県七尾公設市場において月2回マダイの尾叉長測定を行いその月別尾叉長組成を求めた。また、1995年4月～1996年3月に石川県能都町漁業協同組合において定置網で水揚げされたマアジを月数回抽出測定し、その日のマアジ漁獲量で重みづけして月別尾叉長組成を求め、マダイおよびマアジの幼稚魚の出現状況を調査した。

能都町漁業協同組合において、1994年6月、1996年5月～9月にマアジを「せり山」ごとに無作為抽出して尾叉長を測定し平均尾叉長を求め、尾叉長1cmきざみの尾叉長と価格の関係を調査した。

得られたマダイ・マアジの月別漁獲量・月別尾叉長組成や尾叉長と価格の関係、選択性曲線とを組み合わせることにより定置網で選別器を使用した場合の定置網の漁獲量・金額に与える影響を推定した。

結果および考察

選択性曲線 マダイの選別結果をTable 1, Fig. 2・3に示す。スリット15mm・20mm・25mmの50%選択尾叉長はそれぞれ92mm・130mm・182mmであった。網目58.0mm・71.0mm・125.5mmの50%選択尾叉長はそれぞれ107mm・147mm・263mmであった。

スリット・網目ともに間隔・目合が大きくなるにともない50%選択尾叉長が大きくなり、曲線の傾きは緩やかとなった。また、スリットと網目ではスリットの方が鋭い選択性を示した。

58.0mm網目の選別器と同じ目合のタモ網との選択性曲線を比較すると、タモ網が選別器に比べて緩やかな選択性を示した。これは、タモ網では選別時に網が絞り込まれるため、網の形が一定である選別器に比べ選別の能力が劣るためである。石川県ではマダイ資源の管理の方法として全長130mm未満の小型魚は再放流

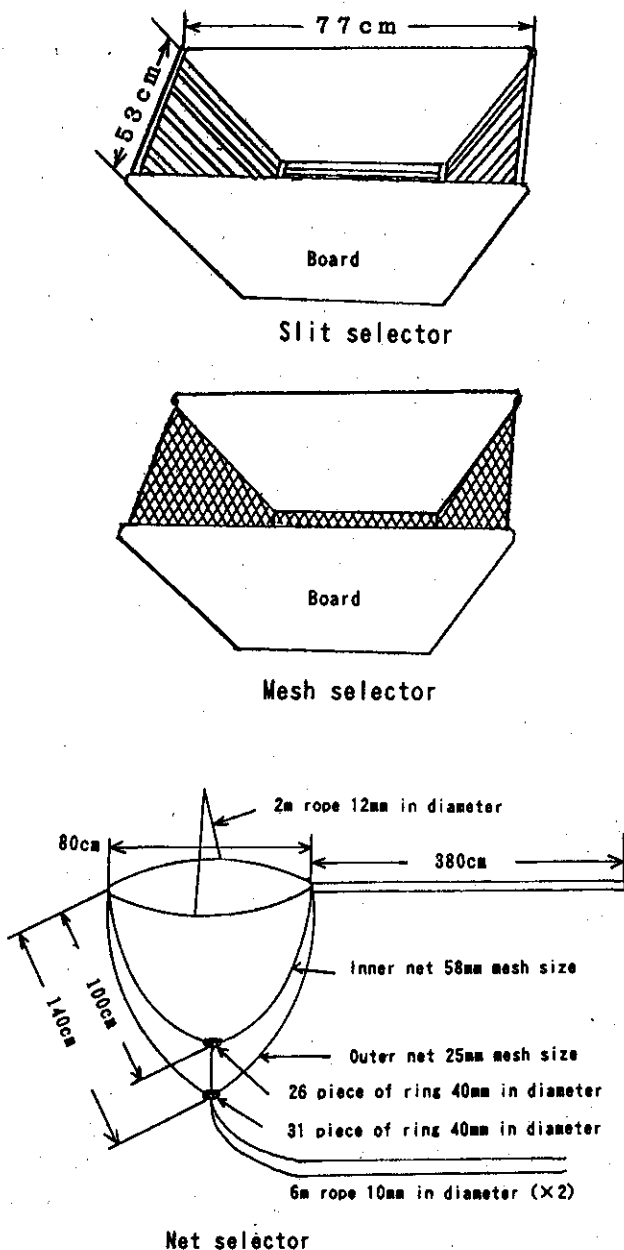


Fig. 1. Schematic diagram of three types selector.

Table 1. Comparison of selection characteristics of six selector for red sea bream

Type of selector	Fork length of selection ratio (mm)			Selection range (mm) (75%-25%)
	25%	50%	75%	
15mm SLIT	91	92	93	2
20mm SLIT	129	130	131	2
25mm SLIT	175	182	188	13
58.0mm MESH	99	107	115	16
71.0mm MESH	136	147	157	21
125.5mm MESH	250	263	277	27

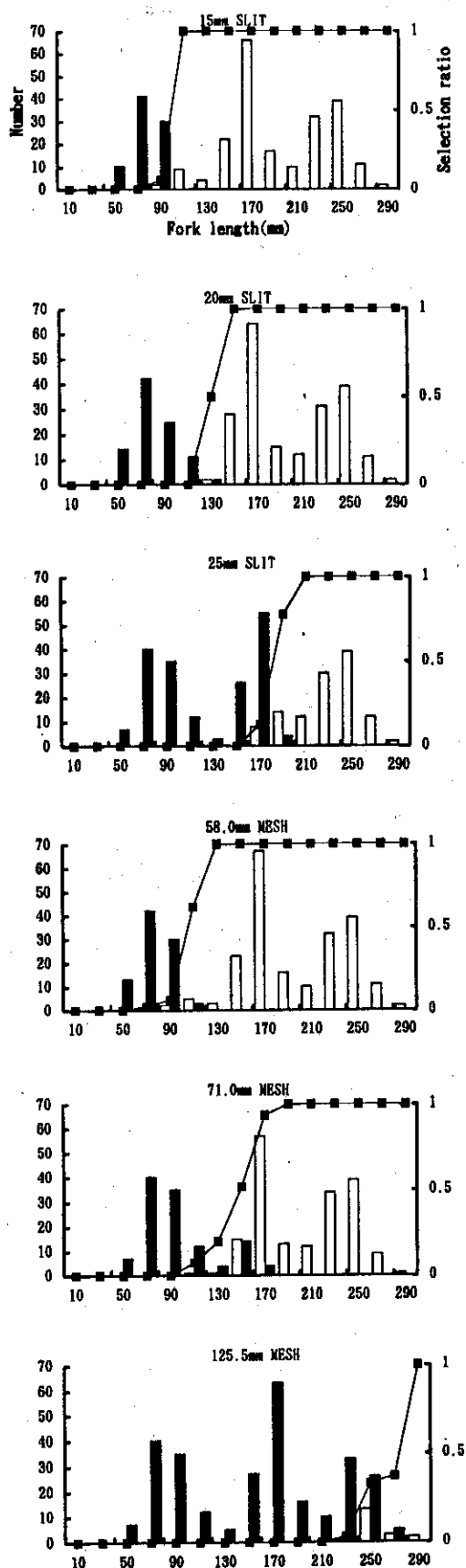


Fig. 2. Fork length distributions of red sea bream selected by six selector.

White bars show the number of each length class caught in the selector and black bars show the number of each length class passed through the selector.

を実施している。その大きさのマダイの再放流には、選択性曲線が他の選別器に比べ鋭く、なおかつ 50% 選択尾叉長が 130 mm である 20 mm スリット選別器が最も適当と考えられた。

マアジの選別結果を Table 2, Fig. 4 に示す。スリット 15 mm・20 mm・25 mm 選別器及び 58.0 mm タモ網・リングタモ網の 50% 選択尾叉長はそれぞれ 136 mm・174 mm・240 mm・197 mm・200 mm であった。マダイの場合と同様にスリット選別器についてはスリットの間隔が大きくなるにともない、より大きなマアジが

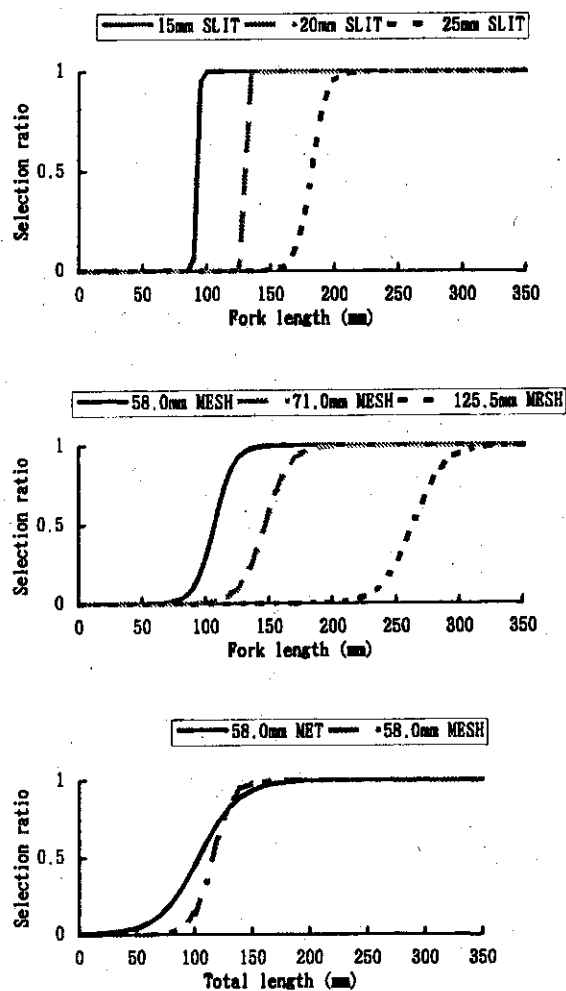


Fig. 3. Selection curve for red sea bream represented by logistic equations.

Table 2. Comparison of selection characteristics of five selector for jack mackerel

Type of selector	Fork length of selection ration (mm)			Selection range (mm) (75%-25%)
	25%	50%	75%	
15mmSLIT	131	136	142	11
20mmSLIT	166	174	182	16
25mmSLIT	230	240	250	20
58.0mmNET	173	197	221	49
58.0mmNET AND RING	185	200	215	29

選別器から抜け落ち、選択性曲線の傾きは緩やかとなった。タモ網ではリングを取り付けたタモ網が無いものに比べて鋭い選択性を示した。このことからリングの装着による網の絞り込み防止は有効であった。

以上より選択性曲線は「スリット選別器」>「網目

選別器」>「選別タモ網」の順で選択性に優れ、「選別タモ網」はリングにより網の絞り込みを軽減することを明らかにした。

マダイとマアジについて、尾叉長をスリットの間隔や網目で除したものと網目選択率とから求めたマスターカーブ^{2,3)}を Fig. 5 に示す。スリット選別器ではマアジのマスターカーブは、マダイのものに比べて緩やかで、右側に寄っていた。これはマアジとマダイの体型の違いによるものと考えられる。

選別後の生残率 選別器から抜け出したマアジの生残率を Fig. 6 に示す。漁獲から水槽収容までにへい死はなく、水槽収容から1時間~1時間40分後の午前9

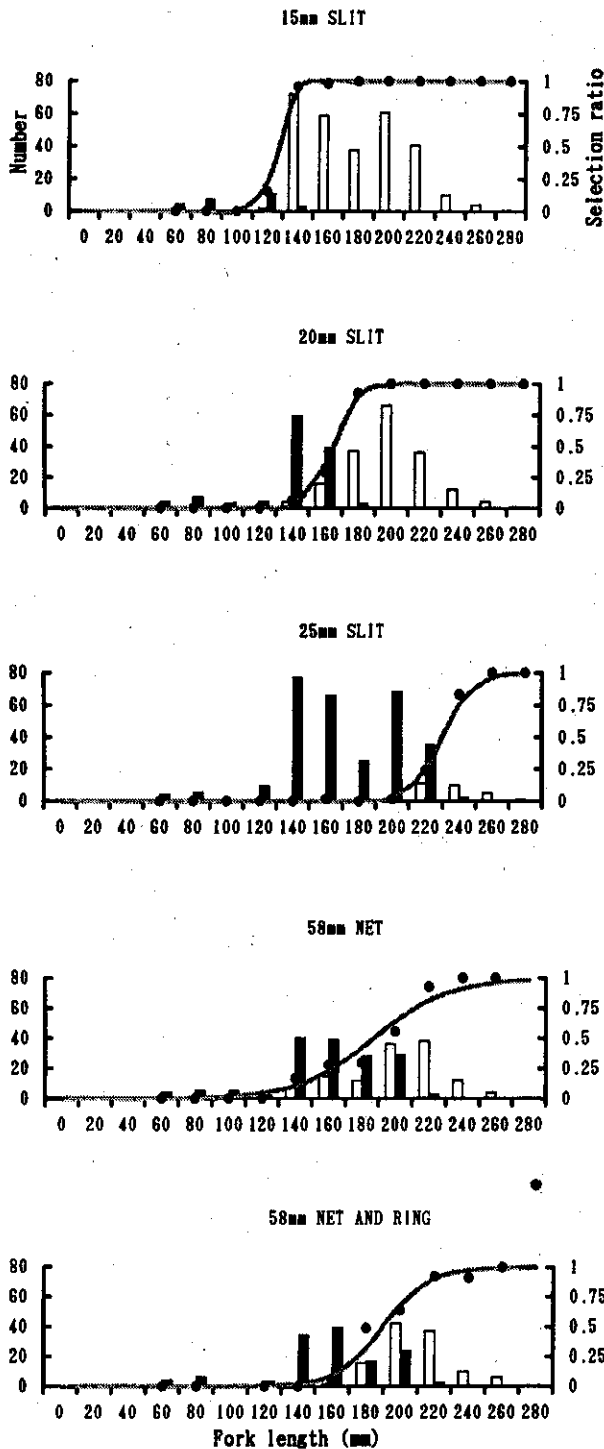


Fig. 4. Fork length distributions and selection curve represented by logistic equations of jack mackerel selected by five selector.

White bars show the number of each length class caught in the selector and black bars show the number of each length class passed through the selector.

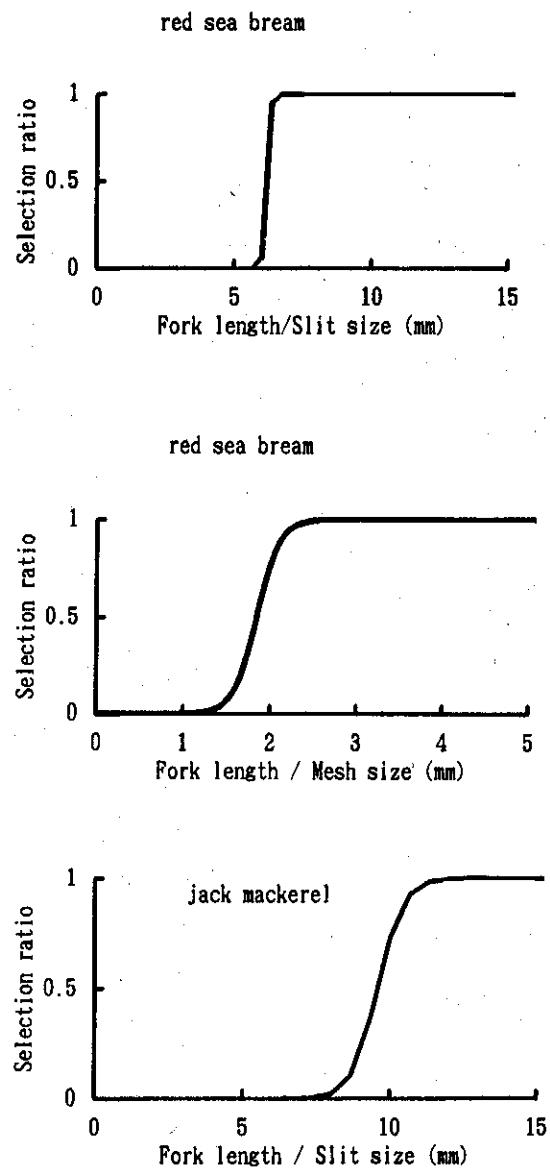


Fig. 5. Master selection curves for red sea bream and jack mackerel selected by slit and mesh selector.

時には大量のへい死が見られた。このへい死は2回次では80%に達している。蓄養2日後ではほぼへい死が止まった。

1回次の試験では7日後の生残率は58.0mm網目で17%、15mmスリットで9%で、網目選別器の方が生残率が高かった。しかし、25日の15時までは15mmスリット選別器の方が生残率が高かった。これは供試魚が15mmスリットでは69尾、58.0mm網目が2,614尾と尾数の差が大きかったためではないかと考えられる。2回次の試験では15mmスリット266尾、58.0mm網目513尾を用いて試験を行った。7日後の生残率は58.0mm網目で6%、15mmスリットで18%であり、スリットと網目の選別器の生残率には1%の危険率で有為な差が見られた{検定値 $5.02 > u(0.01) = 2.58$ }。タモ網で選別したマアジは翌日の9月5日午前9時には全滅していた。

選別器から抜けたマアジのへい死については、その外部所見からスレが原因と推察された。タモ網により選別したマアジが翌日全滅したのも同じ網目の選別器と比較して選別時に網が絞り込まれるため魚体に受けたスレがより激しかったためと考えられる。

選別後の幼稚魚の生残率は「スリット選別器」>「網目選別器」>「選別タモ網」の順で高かった。

漁獲物の体長組成 七尾公設市場でのマダイの尾叉長を月別に10mmごとの階級に分けた月別尾叉長組成をFig. 7に示す。1994年はマダイ幼稚魚の水揚げが多く、9月から1月にかけて出現が顕著で、幼稚魚の尾叉長モードは9月100~110mm、10月130~140

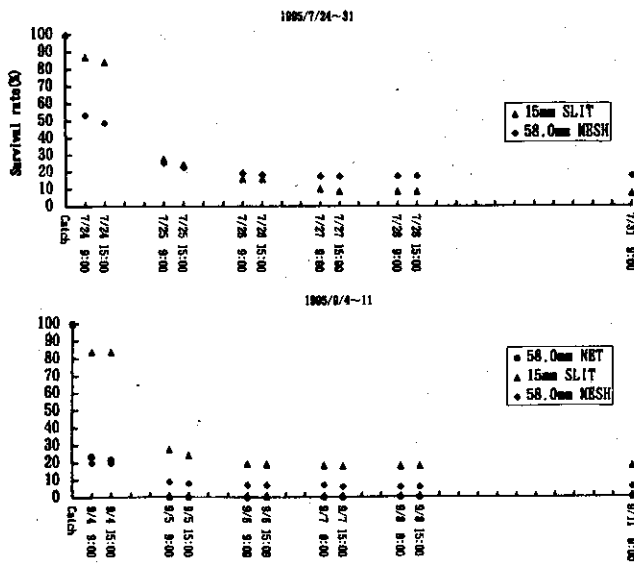


Fig. 6. Survival rate of jack mackerel passed through the selector.

mm, 11月140~150mm, 12月140~150mm, 1月150~160mmであった。

能都町漁業協同組合でのマアジの尾叉長を月別に10mmごとの階級に分けた月別尾叉長組成をFig. 8に示す。幼稚魚は6~9月にかけて多く出現し、その尾叉長モードは6月40~50mm、7月50~60mm、8月70~80mm、9月100~110mmであった。また1996年1月~3月にかけてはその組成の殆どが150mm以下であった。

尾叉長と価格 マダイの尾叉長と1kgあたりの価格の関係式は、七尾公設市場での1989年4~12月の

$$P = -1.878854 \times FL^2 + 189.245068 \times FL - 1136.150564 \quad (FL: \text{cm})$$

を用いた。⁴⁾ 60mm以下では価格が付かず、70mm以上では尾叉長の増大とともに価格は増大していくが、その傾きは減少していく。500mmで傾きは0になり、それより大きくなると価格は減少していく。

能都町漁業協同組合での1994年6月、1996年5月~9月のマアジの尾叉長と1kgあたりの価格をFig. 9に示す。110~170mmの大きさでは安く横ばいであり、180~230mmでは急激に上昇し、240mm以上では緩やかな上昇となった。100mm以下では110~170mmに比べ高価であった。これはこの大きさのマアジが田楽やマリネ等の加工用として、また延縄の餌として利用されるためと考えられる。

選別器を使用した場合の影響 1994年5月~1995年4月に七尾公設市場に定置網によって水揚げされたマダイのうち、20mmスリット選別器を用いた時に選別される漁獲量・漁獲金額をTable 3に示す。同市場でのマダイの月別尾叉長組成 (Fig. 7) と尾叉長と体重 $BW = 1.3390 \times 10^{-5} \times FL^{3.1155}$ (FL: mm) の関係式および同市場での同時期の月別漁獲量から尾叉長10mmきざみの階級ごとの漁獲尾数を算出した。そしてマダイの20mmスリット選別器での選択性曲線 (Fig. 3) から各階級ごとに選別器から抜ける尾数を月別に算出し、算出された尾数を体重に変換して選別器から抜ける月別重量を推定した。あわせて尾叉長と1kgあたりの価格の式より選別器から抜ける月別金額を推定した。

七尾公設市場において定置網によって水揚げされたマダイのうち、選別され再放流される漁獲尾数は年間約6,000尾と推定された。これは漁獲される尾数の15.5%である。しかし定置網に与える金額的損失は年間漁獲金額の1.3%・23万円と僅かであった。

1995年4月～1996年5月に能都町漁業協同組合において定置網によって水揚げされたマアジのうち、15mmスリット選別器を用いた時に選別される重量・金額を、尾叉長組成 (Fig. 8), 尾叉長と体重の関係式 $BW = 1.23 \times 10^{-5} \times FL^3$ (FL: mm), 尾叉長と価格 (Fig. 9), および月別漁獲量を用いてマダイと同様に推定した結果を Table 4 に示す。

選別器を周年使用した場合には、年間漁獲尾数の

89.4%が抜け、金額では年間漁獲金額の4.4%にあたる1,378万円相当のマアジ幼稚魚が抜けると推定された。

しかし、80～90mmのマアジは比較的価格が高いため、この大きさのマアジが出現する7月～9月と、1月～3月については選別器を使用せず、それ以外の6カ月間に選別器を用いて選別すればよい。その場合には選別され再放流される漁獲尾数は年間で約

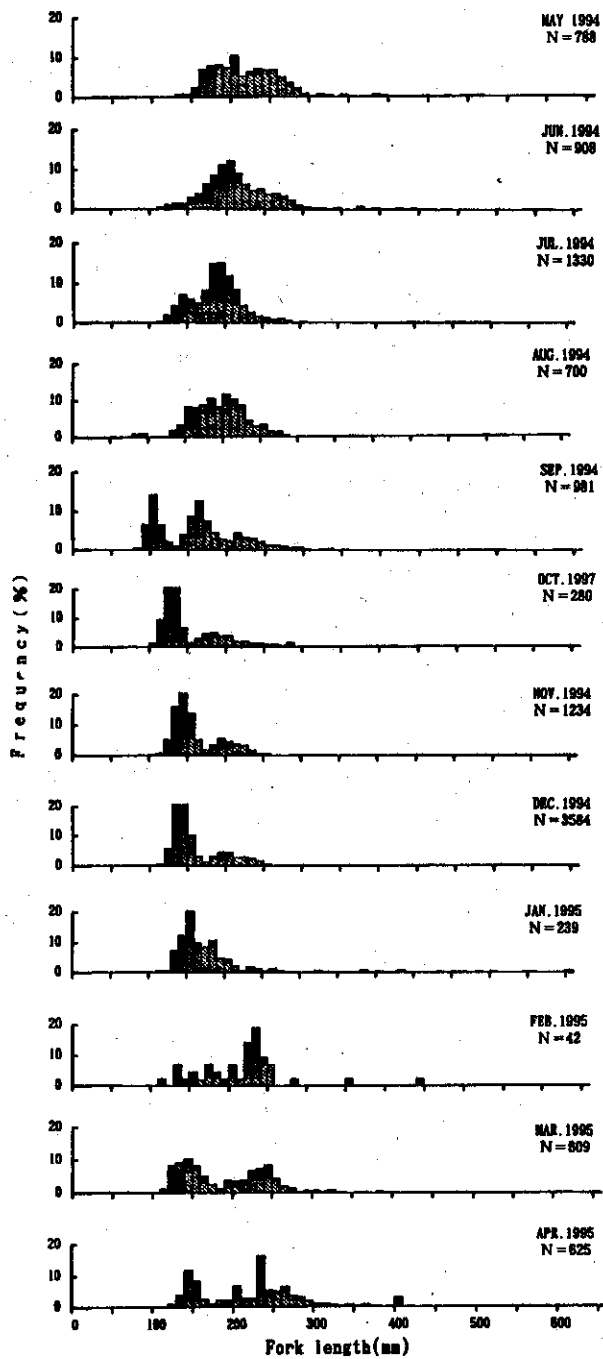


Fig. 7. Fork length distributions of red sea brem in Nanao Public Fish Market.

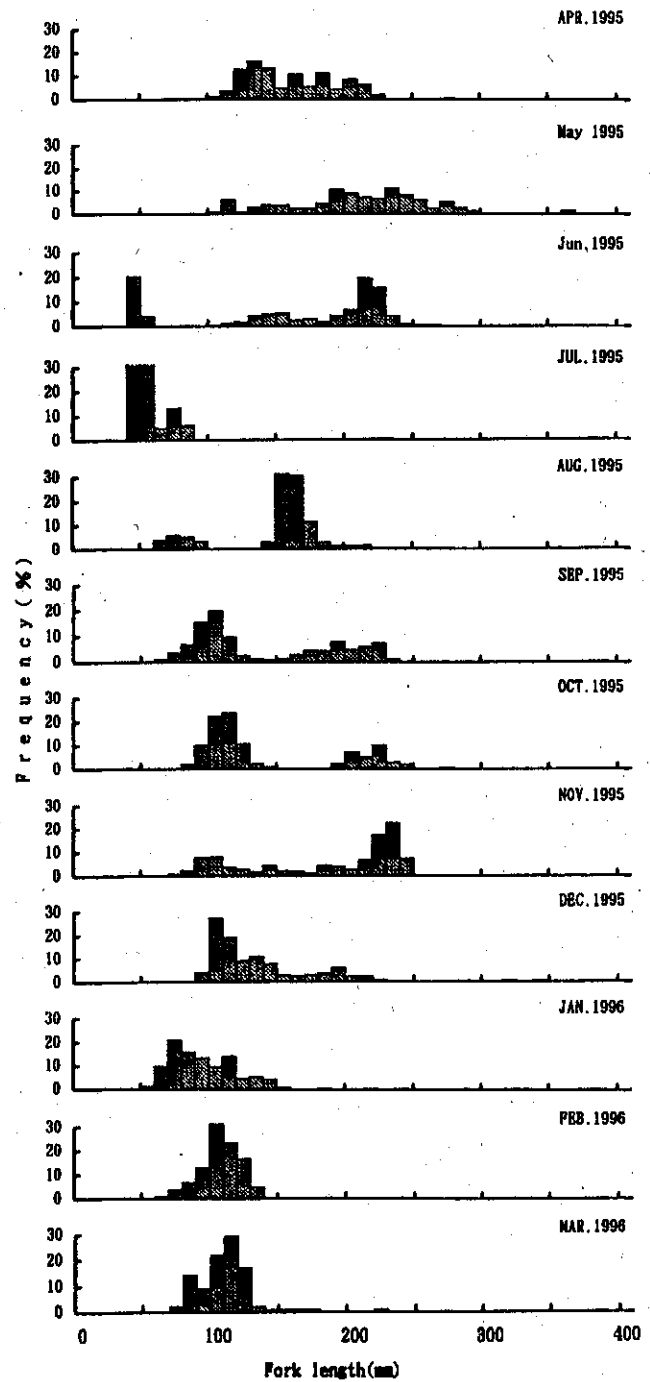


Fig. 8. Fork length distributions of jack mackerel in Notomachi Fishery Cooperation Market.

4,400,000尾と推定された。これは漁獲される尾数の6.1%である。定置網に与える金額的損失は0.8%・248万円と推定された。

定置網で漁獲される幼稚魚を魚捕り部の網目を拡大することによって保護する方法については検討されている。^{5・6)} しかしながら、石川県的大型定置網は一部の網を除いて1ヶ統の網しか所有せず、夏季に補修のため網揚げする時以外は周年同じ網を使用している。就業者の老齢化等により、労力的・資本的に予備の網を持つことは難しい状況にある。このため労働力・経費を極力増加させない副漁具として選別器を検討し、ある程度の効果を示した。選別形状としては今回用いた3種の内では「スリット」型が選択性・生残率とも

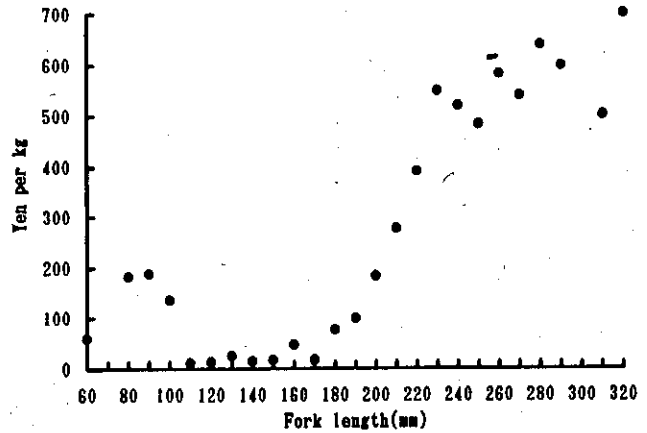


Fig. 9. Fork length and price of jack mackerel in Notomachi fishery cooperation Jun. 1994 and from May to Sep. 1996.

Table 3. Catch and price influence of red sea bream in case of using 20 mm slit selector at the Nanao Public Fish Market

Month	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Total
Total catch (number)	2,802	1,174	6,941	3,787	1,571	5,487	4,229	9,459	776	514	1,017	1,484	39,242
Lost by using selector (number)	14	35	329	135	487	2,469	629	1,714	42	31	151	46	6,083
Percentage of lost	0.5	3.0	4.7	3.6	31.0	45.0	14.9	18.1	5.4	6.0	14.9	3.1	15.5
Total catch (kg)	1,170	413	1,328	852	343	656	485	1,054	257	156	353	523	7,590
Lost by using selector (kg)	1	1	15	4	12	100	28	81	2	1	6	2	254
Percentage of lost	0.1	0.3	1.1	0.4	3.5	15.3	5.9	7.6	0.8	0.8	1.8	0.4	3.3
Total price (¥1,000)	3,216	1,082	2,769	1,892	875	1,298	865	1,825	723	388	961	1,364	17,258
Lost by using selector (¥1,000)	1	1	14	3	8	89	27	77	2	1	6	2	230
Percentage of lost	0.0	0.1	0.5	0.2	0.9	6.9	3.1	4.2	0.3	0.3	0.6	0.2	1.3

Table 4. Catch and price influence of jack mackerel in case of using 15 mm slit selector at the Notomachi Fishery Cooperation Market

Month	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Total
Total catch (number/1000)	580	3,075	4,985	56,301	207	311	1,451	563	970	1,213	1,843	307	71,805
Lost by using selector (number/1000)	246	427	1,783	56,301	62	188	1,024	165	718	1,175	1,821	292	64,202
Percentage of lost	42.3	13.9	35.8	100.0	30.2	60.7	70.6	29.3	74.0	96.9	98.8	95.2	89.4
Total catch (tons)	31	389	359	111	9	14	66	52	31	14	26	5	1,106
Lost by using selector (tons)	6	10	17	111	1	2	15	3	13	12	26	4	222
Percentage of lost	21.2	2.6	4.8	100.0	14.7	16.6	23.3	4.9	42.3	89.8	98.0	82.1	20.0
Total price (¥1,000)	3,559	148,860	106,054	8,064	434	2,815	18,518	21,221	2,868	1,003	1,767	419	315,581
Lost by using selector (¥1,000)	137	217	331	8,064	56	227	947	188	662	946	1,756	249	13,780
Percentage of lost	3.8	0.1	0.3	100.0	12.9	8.1	5.1	0.9	23.1	94.4	99.4	59.5	4.4

In case of using 15 mm slit selector for 6 months

Month	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Total
Total catch (number/1000)	580	3,075	4,985	56,301	207	311	1,451	563	970	1,213	1,843	307	71,805
Lost by using selector (number/1000)	246	427	1,783	0	0	0	1,024	165	718	0	0	0	4,363
Percentage of lost	42.3	13.3	35.8	0.0	0.0	0.0	70.6	29.3	74.0	0.0	0.0	0.0	6.1
Total catch (tons)	31	389	359	111	9	14	66	52	31	14	26	5	1,106
Lost by using selector (tons)	6	10	17	0	0	0	15	3	13	0	0	0	65
Percentage of lost	21.2	2.6	4.8	0.0	0.0	0.0	23.3	4.9	42.3	0.0	0.0	0.0	5.9
Total price (¥1,000)	3,559	148,860	106,054	8,064	434	2,815	18,518	21,221	2,868	1,003	1,767	419	315,581
Lost by using selector (¥1,000)	137	217	331	0	0	0	947	188	662	0	0	0	2,481
Percentage of lost	3.8	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	5.1	0.9	23.1	0.0	0.0	0.0	0.8

に優れていた。また、マダイとマアジについてのみではあるが、選別器を使用した場合を想定しその金銭的損失を推定したところ、年間漁獲金額の損失は、単一魚種では0.8～1.3%とその影響は僅かであり、それにより漁獲尾数のうち、6.1～15.5%と多数の幼稚魚の再放流が可能であると推定された。将来的には定置網操業で使用されるタモ網について二重構造とし、内側をスリット形状にすること等によりさらに利便性を向上することが可能であり、定置網の網目の変更なしに幼稚魚の保護・活用が可能であると考えられる。また、今回の調査では再放流された幼稚魚が成長し再び漁獲されることへの検討はなされていないが、再放流後の生残率とあわせて再放流後の成長と再捕率についても検討が必要であろう。今後は選別器の利便性の向上の検討と併せて、幼稚魚の再放流後の成長と再捕について、さらに検討を加えていきたい。

文 献

- 1) 平松一彦：最尤法による水産資源の統計学的研究—パラメータ推定とモデル選択—, 遠洋水研報, 29, 57-114(1992).
- 2) 東海正：底びき網における網目選択性曲線決定法の考え方について, 南西水研ニュース, 44, 8-12(1990)
- 3) 東海正, 伊藤弘, 正木康明, 上城義信, 横松芳治, 安東欣二：小型底びき網(手繰第2種, エビ漕ぎ網)のカレイ類に対する網目選択性, 南西水研報, 22, 35-46(1989).
- 4) 日本海中部海域マダイ斑(石川県増殖試験場他)：昭和58年度回遊性魚類共同放流実験調査事業報告書, 99-123(1984).
- 5) 上野陽一郎, 和田洋蔵, 田中雅幸, 中西雅幸：定置網漁業の資源管理に関する研究—II—, 京都府立海洋センター研報, 18, 46-49(1995).
- 6) 戸嶋孝, 藤田真吾：箱網揚網実験によるマダイ幼魚の網目選択性, 日水誌, 63(3), 333-339(1997).