

タイ類投棄魚の削減をめざした小型底びき網の改良

大慶則之

(1997年11月5日受理)

Improvement of the Danish Seine Codend to Decrease Discarded Sea Breams

Noriyuki Okei *

Many small and unmarketable fish were discarded back into the sea after bycatch, because the Danish seine fishermen in Ishikawa Prefecture used small mesh size codend. In order to decrease the number of discarded sea breams (*Pagrus major*, *Evynnis japonica* and *Dentex tumifrons*), the experimental operations were carried out by using three types of the improved Danish seine codends, which were 56 / 72 mm mesh size connected with 31mm mesh size. It was concluded that the 56mm mesh size codend, the end of which was sewed with a rope, was effective and practical in respect of the similarity to the selection made by the fishermen on the deck. This codend decreased the number of discarded sea breams less than half in comparison with the 31mm mesh size codend. Although the decrease of catch of marketable fish is estimated to be about 30%, that of more than 145mm in fork length is estimated to be within 10%.

キーワード：小型底びき網、マダイ、チダイ、キダイ、投棄魚、網目選択性

石川県では、マダイ *Pagrus major*・チダイ *Evynnis japonica*・キダイ *Taius tumifrons* をあわせて、1986～1995年に年平均790トンが漁獲されている。マダイはこのうちの81.3%を占め、3種のなかで最も漁獲量が多い。これらのタイ類は底びき網・定置網・ごち網をはじめとする多様な漁法により漁獲されるが、石川県西岸沖で盛んに営まれるかけまわし式小型底びき網（以下小型底びき網）は、タイ類漁獲量の約20%を占める主要な漁業種類の1つである。タイ類を対象とした小型底びき網の操業には、マアジ・ハタハタ・ニギス等を対象とした操業にも使用される目合の小さい網が多く用いられる。このため、市場価値の低い小型のタイ類が多数混獲され、その多くが選別後に海上で投棄されている。

著者らの調査では、小型底びき網で漁獲された小型のタイ類は、主として揚網時に受ける損傷のため、船上から迅速に放流が行われた場合でも、生残率は10%程度しか期待できないことが判明している。¹⁾したがって、小型のタイ類を効率的に保護するためには、網目選択性を利用してこれらを海中で分離する必要がある。

これまでに、投棄魚の削減を目的とした小型底びき

網の網目選択性の研究はいくつか行われているが、²⁻⁵⁾ 小型底びき網では、市場価値を有する大きさが様々に異なる複数の魚種を漁獲対象とするため、目合の拡大規制を行うことは困難である。このため、主とする漁獲対象種の大きさや混獲魚種の組成に応じて、漁具の選択性を操業現場で容易に変更できる方法の開発が望まれる。著者は、小型底びき網でタイ類を対象とした操業に通常使用されている目合の小さい魚捕りに、目合の大きい魚捕りを連結してこれらを簡便に使い分ける方法を考案し、試験操業により小型のタイ類に対する保護効果を検討したので報告する。

実験方法

試験操業には、小型底びき網漁船が通常の操業に使用している漁具の目合内径31mmの魚捕り末端に、目合の大きい魚捕りを連結した漁具を用いた。連結した魚捕りの目合内径は56mmと72mmの2種類である。操業方法は、魚捕り連結部と後方の魚捕り末端の2ヶ所を結束して「網を絞った状態」で曳網し、魚捕り部を海面まで揚網した後、魚捕り連結部のロープを解いて、前方の魚捕りに止まった小型魚を後方の魚捕りか

*石川県農林水産部水産課 (Fisheries Department of Ishikawa Prefecture, 2-1-1 Hirosaka, Kanazawa, Ishikawa 920-8580, Japan)

ら逃がす方法 (以下タイプI), 魚捕りの連結部を解放し, 後方の魚捕りの末端を結束して「網を絞った状態」で曳網する方法 (以下タイプII), 魚捕りの連結部を解放し, 後方の魚捕り末端を縫い合わせて「網を開いた状態」で曳網する方法 (以下タイプIII) の3通りとした (Fig. 1)。このうち, タイプIの方法は, 有用な小型魚を対象とした操業で, 多数の不要な小型魚の入網が確認された場合に, それらを海中で分離することを意図したものである。

連結した魚捕りの目合毎に3通り, 計6通りの方法により, Fig. 2に示す金沢市沖の水深30~90mの海域で, 小型底びき網漁船1隻 (6.9トン, 2人乗り) による試験操業を, 1992年5月から1993年10月の間に計26回実施した。1方法あたりの操業回数は, 3~5回, 1回の操業に要した曳網時間は通常の操業と同じく約50分であった。

魚捕りを通過した個体は, タイプIでは後方の魚捕り部を目合内径31mmの大型タモ網に收容し, タイプII・タイプIIIでは後方の魚捕りに目合内径31mmのカバーネットを装着して採集した。また, この内8回の操業で得たタイ類は, 選別時の人為的な選択率 (以下全選択率) を調査するため乗組員により出荷個体と投棄個体に選別された。これらを区分して実験室に持ち帰り種別に計数計測した。

得られたタイ類の測定結果を尾叉長階級幅10mmごとに集計し, 魚捕りに残った個体数を入網総個体数で除して尾叉長別選択率を算定した。次に, 尾叉長と尾叉長別選択率の関係に非線形最小二乗法によりロジスティック曲線をあてはめ, 50%選択尾叉長, 選択幅 (75%選択尾叉長と25%選択尾叉長の差) および任

意の尾叉長範囲における選択率 (当該尾叉長の個体が魚捕りに残る割合) を算定した。全選択率調査では出荷個体と投棄個体を同様に集計処理した。

結 果

漁獲種の組成 計26回の試験操業で約1.5トン・51,000個体の魚類, 甲殻類および頭足類が漁獲された。主要な漁獲種をTable 1に示した。マダイ・チダイ・キダイは個体数・重量ともに上位3位に位置し, 3種の計は総漁獲重量の56.1%, 総漁獲尾数の

37°40'N

37°N

36°10'N

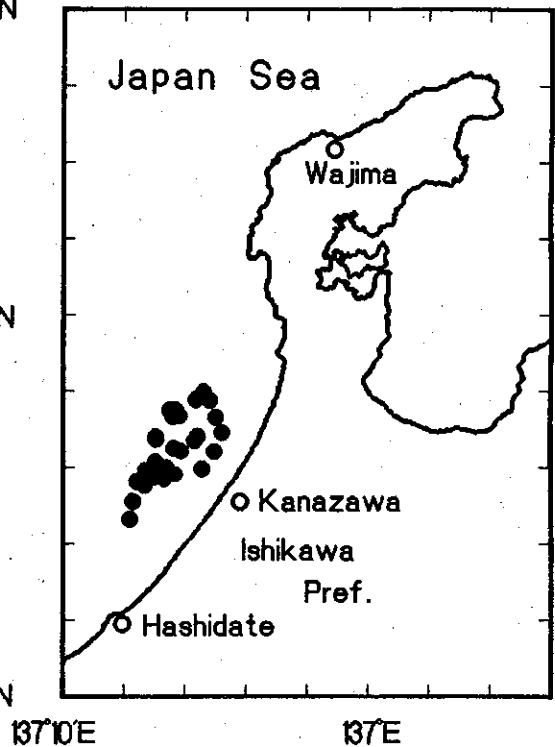


Fig. 2. Map showing the sites where experimental operations were carried out (filled circles) off Ishikawa Prefecture.

Table 1. Species composition of the fishes caught in a series of experimental operations

Species name	Catch			
	in weight (Kg)	%	in number	%
<i>Evynnis japonica</i>	384	24.7	16,592	32.3
<i>Pagrus major</i>	259	16.7	8,082	15.7
<i>Dentex tunifrons</i>	228	14.7	6,831	13.3
<i>Lepidotrigla spp.</i>	157	10.1	5,431	10.6
<i>Zeus faber</i>	119	7.7	570	1.1
<i>Thamnaconus equula</i>	72	4.6	850	1.7
<i>Kaiwarinus equula</i>	56	3.6	1,319	2.6
<i>Trachurus japonicus</i>	38	2.5	5,739	11.3
Others	241	15.4	5,975	11.4

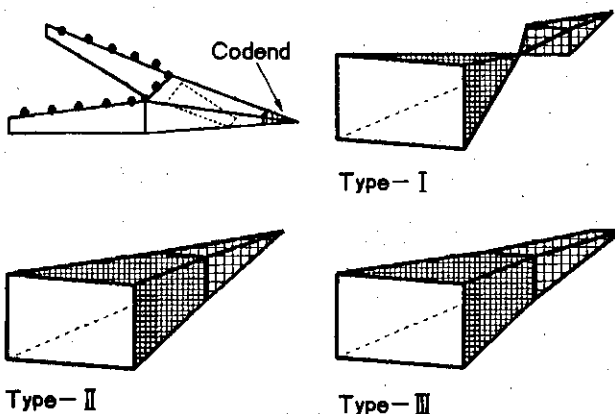


Fig. 1. Schematic diagram of Danish seine and three types of codend used in the experimental operations.

Large mesh size codend (mesh size 72mm, 56mm) was connected with the end of small mesh size codend (mesh size 31mm).

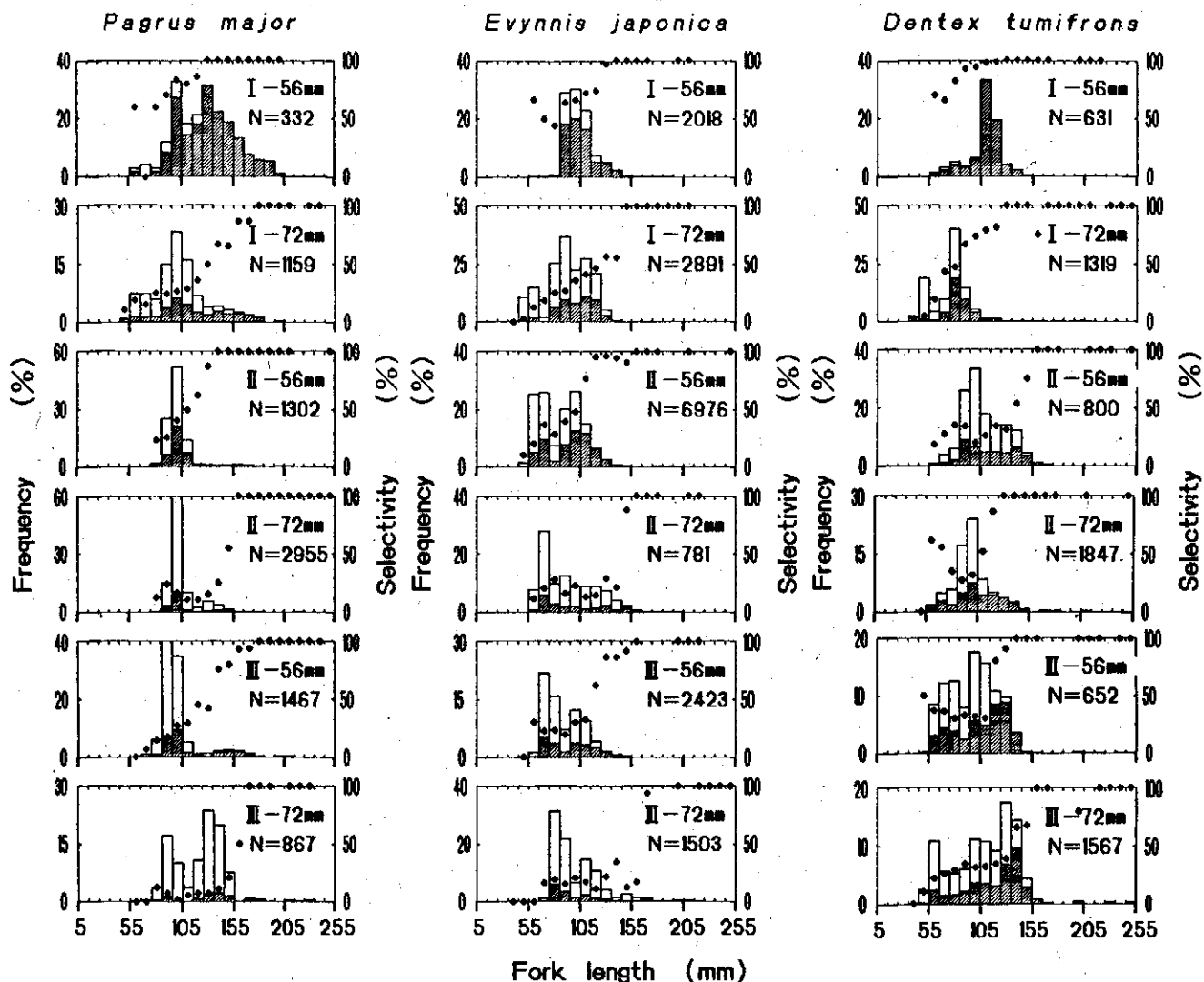


Fig. 3. Distribution of fork length and mesh selectivity rates for three species, *P. major*, *E. japonica* and *D. tumifrons* caught by each codend.

Gray bars show the frequency distribution of the fork length of fishes caught in the codend. Open bars show the frequency distribution of the fork length of fishes caught in the cover net. Filled circles show the mesh selectivity rates.

61.3%を占めた。タイ類以外の魚種では、カナガシラ類・マトウダイ・ウマツラハギ・カイワリ・マアジが量的に多数を占めた。

タイ類の尾叉長組成と選択率曲線 各試験方法により採集されたタイ類3種の尾叉長組成と尾叉長別選択率をFig. 3に、全選択率調査に供したタイ類3種の尾叉長組成と尾叉長別全選択率をFig. 4に示した。尾叉長組成のモードは3種とも100mm以下に多く認められ、小型個体が高い割合を占めた。

得られた網目選択曲線と各魚種的全選択曲線をFig. 5に示した。また、これらの選択曲線から算定した50%選択尾叉長・選択幅・尾叉長50mm~200mmの範囲における選択率(以下指標選択率)をTable 2に示

した。

魚種別・操業方法別に大小2種類の目合で得られた結果を比較すると、50%選択尾叉長は目合内径72mmを用いた場合に、目合内径56mmを用いた場合よりもマダイで34.4~47.1mm、チダイで43.2~50.2mm、キダイで26.9~35.5mm大きな値を示した。選択幅は目合内径72mmを用いた場合に小さくなる場合が多く認められた。目合内径の拡大に伴う選択幅の変化はキダイよりマダイ・チダイで大きく、タイプII・タイプIIIでは両種を選択性の先鋭化が認められた。指標選択率は目合内径72mmを用いた場合に、マダイで22.9~28.7%、チダイで23.1~33.2%、キダイで14.2~20.5%いずれも低下した。

魚種別・目合別に3通りの操業方法で得られた結果

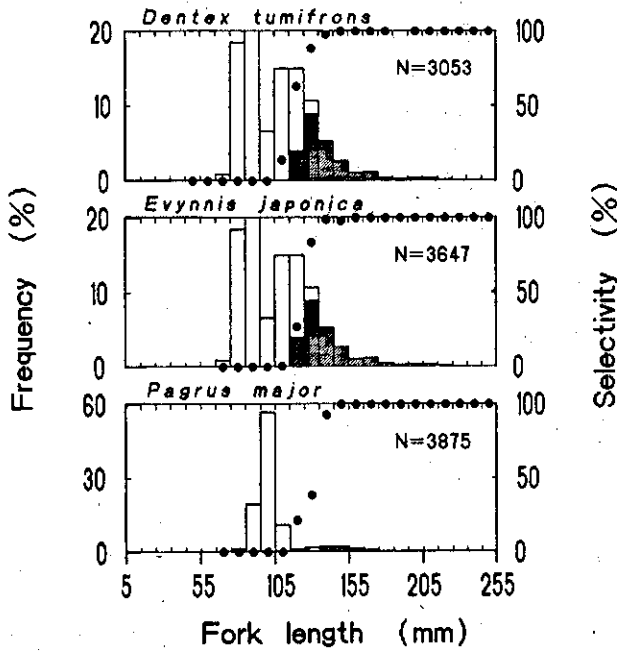


Fig. 4. Distribution of fork length and artificial selectivity rates for three species, *P.major*, *E.japonica* and *D.tumifrons*.

Gray bars show the frequency distribution of the fork length of fishes landed at a fish market. Open bars show the frequency distribution of the fork length of discarded fishes. Filled circles show the artificial selectivity rates.

Table 2. 50% selectivity fork length (L_{50}), selection range (L_{75-25}) and selectivity between 50mm and 200mm (S_{50-200}) in fork length for three species, *Pagrus major*, *Evynnis japonica* and *Dentex tumifrons* in each codend

Species name	Type of codend	Mesh size (mm)	L_{50} (mm)	L_{75-25} (mm)	S_{50-200} (mm)
<i>Chrysophrys major</i>	I	56	77.4	42.1	79.0
		72	124.5	56.9	50.3
	II	56	106.5	33.2	62.1
		72	146.5	14.8	35.6
	III	56	124.0	41.2	50.7
		72	158.4	12.1	27.8
<i>Evynnis japonica</i>	I	56	66.1	75.0	78.7
		72	115.9	50.0	55.6
	II	56	112.0	39.8	58.4
		72	162.2	14.9	25.2
	III	56	120.2	41.3	53.1
		72	163.3	5.4	24.2
<i>Dentex tumifrons</i>	I	56	48.9	48.9	91.4
		72	81.6	38.4	77.2
	II	56	90.2	57.2	70.1
		72	125.7	56.7	49.6
	III	56	94.1	66.4	67.0
		72	121.0	68.5	52.2

を比較すると、3種の50%選択尾叉長はいずれもタイプIで最小値を示し、タイプII・タイプIIIではタイプIより、マダイで22.0~46.6mm、チダイで45.9~54.1mm、キダイで39.4~45.2mm大きな値を示した。一方、マダイ・チダイの選択幅はタイプIで最大値を示したが、キダイの選択幅は逆にタイプIで最小値を示した。3種の指標選択率はいずれもタイプ

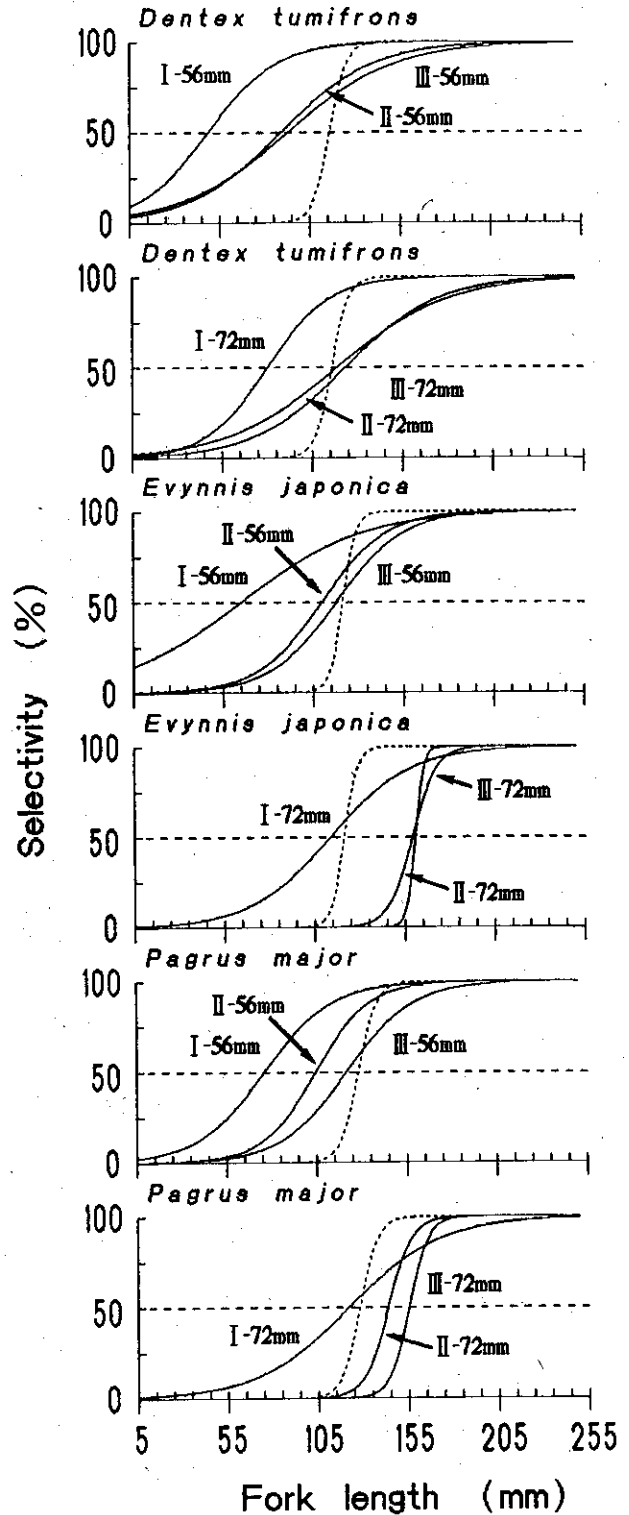


Fig. 5. Mesh selectivity curves of each codends for three species, *P.major*, *E.japonica* and *D.tumifrons* represented by logistic equations. Dotted lines indicate artificial selectivity curves.

Iで最大となり、タイプII・タイプIIIではタイプIより、マダイで14.7~28.3%、チダイで20.3~31.4%、キダイで21.3~27.6%低下した。また、タイプIIとタイプIIIを比較すると、3種の指標選択率は1例

(目合内径 72 mmにおけるキダイ)を除きタイプIIよりタイプIIIで低下した。タイプIIとタイプIIIの指標選択率の差はチダイ・キダイと比較してマダイで大きな値を示した。

同一条件で得られた3魚種の結果を比較すると、50%選択尾叉長は、マダイはキダイと比較して16.3~42.9 mm, チダイはキダイと比較して17.6~42.7 mm大きく、マダイ・チダイはキダイと比較して相互に近似した値を示した。選択幅は、タイプIではキダイがマダイ・チダイと同等以下の値を示したが、タイプII・タイプIIIでは、キダイはマダイと比較して24.0~56.4 mm, チダイと比較して17.4~63.1 mm大きな値を示した。指標選択率はいずれもキダイで最大値を示し、マダイはキダイと比較して8.0~26.9%, チダイはキダイと比較して11.7~28.0%低い値を示した。また、マダイとチダイには概ね近似した指標選択率が認められた。

3種の全選択曲線はいずれも選択幅10 mm前後の非常に鋭い選択性を示した。50%全選択尾叉長は、マダイ・チダイ・キダイの順に大きく、マダイとキダイには12.3 mmの差が認められた (Table 3)。

Table 3. 50% artificial selectivity fork length (L_{50}) and selection range (L_{75} - L_{25}) for three species, *P. major*, *E. japonica* and *D. tumifrons*

Species name	L_{50} (mm)	L_{75} - L_{25} (mm)
<i>Chrysophrys major</i>	130.3	11.2
<i>Eyunnis japonica</i>	123.8	8.2
<i>Dentex tumifrons</i>	118.0	10.4

考 察

以上に述べたとおり、目合内径が同じ場合でも、操業方法によって連結した魚捕りの各魚種に対する選択性は変化することが分かった。3通りの操業方法を比較すると、タイプIは海面まで揚網された魚捕り内で、団塊状に集合した漁獲物に対して網目選択が短時間作用するのに対し、タイプII・タイプIIIは曳網中に、入網する漁獲物に対して網目選択が長時間作用する。タイプIと比較してタイプII・タイプIIIで3種の網目選択率が低下したのは、このような網目選択性の発現条件の相違が原因と考えられる。

一方、同一条件ではキダイの指標選択率がいずれもマダイ・チダイと比較して高い値を示したように、マダイとチダイに対する網目選択性にはキダイと異なる特徴が認められ、マダイ・チダイはキダイと比較して網目を抜けやすい性質を有することが示唆された。魚

体の外部形状の相違は網目選択性に影響をもたらす要因とされ、⁶⁾ 東海ら³⁾は、小型底びき網のメイタガレイとマコガレイに対する網目選択性の差異が、同一体長に対する体高の差によって生じたことを報告している。マダイ・チダイ・キダイの体型を観察すると、キダイは他2種と比較して体高が高く、側扁した印象を受ける。このため、これら3種の体高と網目選択性の関連について以下に検討を行った。

3種の尾叉長と体高の関係をFig. 6に示した。両者の関係はいずれも有意な回帰直線で表され、共分散分析の結果、3種の回帰係数には危険率1%で有意差が認められた。これより尾叉長60~160 mmの範囲で尾叉長を揃えた場合、キダイの体高が最も大きく、尾叉長135 mmまではチダイよりマダイの体高が大きいことが判明した。そこで、得られた尾叉長と体高の関係式を用いて25・50・75%選択尾叉長を体高に換算し、50%選択体高と選択幅を求めて両者の関係をFig. 7に示した。Fig. 7では、測定長に体高・尾叉長のいずれを用いた場合も、3種の50%選択長と選択幅の間に顕著な変化は認められず、マダイ・チダイ・キダイは尾叉長に対する体高の相対成長が異なるものの、体高差は網目選択性に差を生じる要因ではないと考えられた。

曳網中の遊泳による疲労や、揚網時の水圧変化によって遊泳力を失った入網魚は、能動的な網目の通過が困難になると考えられる。試験操業時には、揚網に伴う急激な水圧変化のため、鰾が膨張して浮上する魚類が多数観察されたが、仰向け又は横転状態にもかかわらず遊泳を続ける個体や正常な体位を保持して遊泳

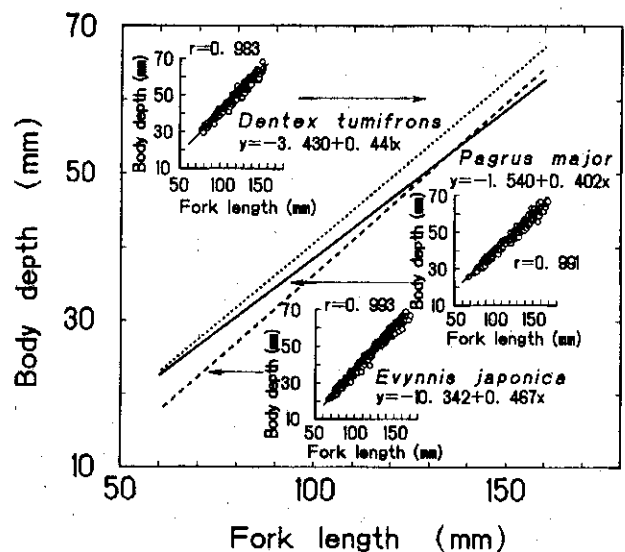


Fig. 6. Relationships between fork length and body depth for three species, *P. major*, *E. japonica* and *D. tumifrons*.

する個体はマダイに多く、逆に遊泳力を失った個体はキダイに多く観察された。したがって、魚体の遊泳能力や水圧変化に対する耐性が網目選択性に影響を与える可能性が推察されるが、この点については今後さらに詳細な検討を加える必要がある。

次に、各操業方法の投棄魚に対する選択的な削減効果を比較検討するため、Fig. 8に示すとおり50%全選択尾又長の前後で選択率が0%から100%に変化する状態(50%全選択尾又長での絶対選択)を理想状態として、各魚種について尾又長50mmから50%全選択尾又長までの個体が網に止まる割合(以下投棄サイズを選択率: S1)と、50%全選択尾又長から尾又長200mmまで個体が網を抜ける割合(以下水揚サイズの逸出率: S2)を算定した。この結果をFig. 9に示した。S1とS2がともに低い方法は選択的な漁獲に適すると判断される。S1とS2の和はマダイ・キダイでは目合内径72mmを用いたタイプII、チダイでは目合内径56mmを用いたタイプIIIで最小となった。3種のS1とS2の総和は、目合内径72mmを用いたタイプIIで119%、目合内径56mmを用いたタイプIIIで123%、目合内径56mmを用いたタイプIIで126%と低い値を示し、これらはタイ類投棄魚の選択的な削減効果が高いと判断された。また、出荷サイズの個体の減少を考慮すれば、目合内径72mmを用いたタイプIIよりも、S2の低い目合内径56mmを用いたタイプIIIまたはタイプIIがより実用性に優れると考えられた。

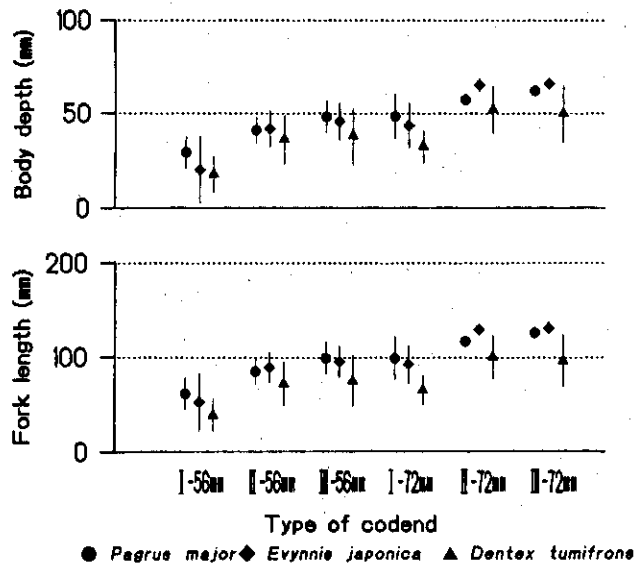


Fig. 7. Comparison of 50% selectivity fork length and 50% selectivity body depth for three species, *P. major*, *E. japonica* and *D. tumifrons* calculated from regression equations of body depth against fork length. Vertical bars indicate selection range.

通常使用される目合内径31mmの魚捕りを、目合内径56mmを用いたタイプIIIに変更した場合の3種の尾又長組成の変化を、計26回の試験操業で得られた尾又長組成と全選択率曲線及び網目選択性曲線から推定し、Fig. 10に示した。目合内径31mmの魚捕りで漁獲されたマダイ・チダイ・キダイのうち投棄サイズの個

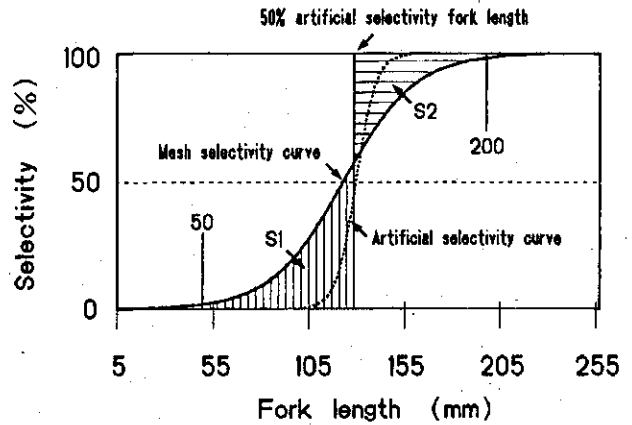


Fig. 8. Diagram of the method to evaluate conformity of mesh selectivity to artificial selectivity.

S1 shows the selectivity from 50mm in fork length to 50% artificial selectivity fork length. S2 shows the passing rate from 50% artificial selectivity fork length to 200mm in fork length.

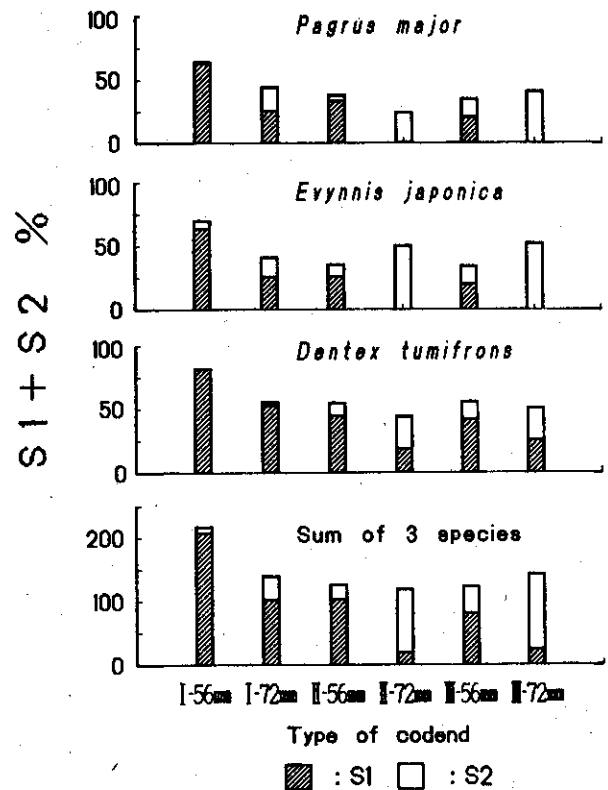


Fig. 9. Evaluation value of each codend for three species, *P. major*, *E. japonica* and *D. tumifrons*. S1, S2 as in Fig. 8.

体が占める割合は各々 85.6%・86.7%・72.8%に達するが、目合内径 56 mmを用いたタイプⅢを採用すれば、これらの投棄魚数がマダイ・チダイでは約 1/4、キダイでは約 1/2に減少すると推定された。

方、出荷サイズに相当する個体は、マダイ・チダイ・キダイそれぞれ 73.2%・64.9%・76.8%に減少するが、長叉長 145 mm以上の漁獲個体数の減少は約 10%にとどまると推定された。また、投棄魚数の減少に伴って、漁獲個体に占める出荷対象魚の割合が 1.4~2.4 倍に上昇することから、選別に要する労力の軽減が推察された。

小型底びき網の操業では、多様な対象種の選択的漁獲に適した漁具を各々用意し、これらを適切に使い分けることは、経費的にも労力的にも非常に困難である。今回の調査では、目合内径の小さい魚捕りに目合内径の大きい魚捕りを連結し、これらを使い分ける簡便な操業方法によって、タイ類投棄魚を効果的に削減できることが判明した。今後は、様々な対象魚種に適した目合についてさらに知見を収集し、操業現場への選択的漁法の導入と普及に努め、より合理的な操業の実現を図ることが重要であると考えられる。

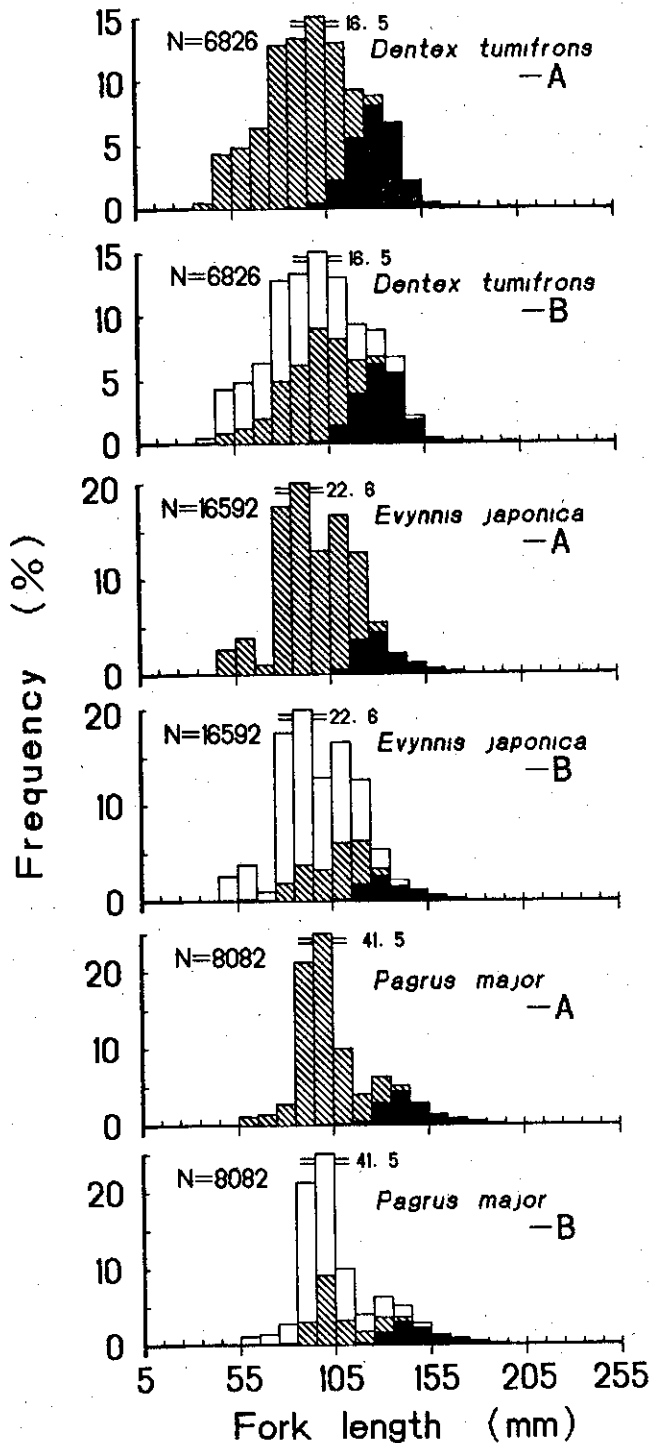


Fig. 10. Changes in the distribution of fork length for three species, *P. major*, *E. japonica* and *D. tumifrons* caught by whole experimental operations, in case where the improved codend was used. Filled bars, gray bars and open bars show the landed fish, the discarded fish and the preserved fish, respectively. A: 31mm mesh codend, B: Type III 56mm mesh codend.

謝 辞

試験漁具の考案と製作および試験操業の実施に多大な協力をいただいた、金沢港漁業協同組合宝信丸知田信二船長と乗組員に深く感謝する。また乗船調査に協力いただいた当時石川県増殖試験場の職員一同と、報文のとりまとめに際し、貴重な助言を賜った石川県水産総合センター大橋洋一専門員にお礼申し上げる。

文 献

- 1) 石川県：栽培資源調査。平成2年度広域資源培養管理推進事業報告書，43-44 (1991)。
- 2) 東海 正，伊東 弘，山口義昭：小型底びき網（手繰第3種，桁網）による異体類3種の網目選択性に関する予備的検討。南西水研研報，22，29-34 (1989)。
- 3) 東海 正，伊東 弘，正木康昭，上城義信，横松芳治，安東欣二，山口義昭：小型底びき網（手繰第2種，エビ潜ぎ網）のカレイ類に対する網目選択性。南西水研研報，22，35-46 (1989)。
- 4) 清水詢道：東京湾の小型底びき網の漁業資源に関する研究-I。神水試研報，11，27-33 (1990)。
- 5) 清水詢道：東京湾の小型底びき網の漁業資源に関する研究-II。神水試研報，11，35-39 (1990)。
- 6) 藤石昭生：網目選択性に関する理論的研究-I。水大校研報，22 (1)，1-28 (1973)。