一重, 二重網地コッドエンドの漁獲選択性

松下吉樹, 井上喜洋, Anatoly. I. Shevchenko

(1995年6月14日受付)

The Mesh Selectivity Experiments of Single and Double Codends
in the Pacific Coast of Kuril Islands

Yoshiki Matsushita,*1 Yoshihiro Inoue,*1 and Anatoly. I. Shevchenko*2

Mesh selectivity experiments were carried out using single and double codends in order to reduce the capture of small sizes of fish by northern trawlers in the Pacific coast of the Kuril Islands in September 1991. The mesh selectivity of the single codend was compared with that of the double codend commonly used in the experimental area. The estimated selection curves indicate the double codend has a for lower mesh selectivity for Walleye pollack and flounders than the single codend. It is suggested from underwater observations by video camera that the overlapped meshes decrease the mesh area, resulting in the low efficiency of mesh selection. From the results obtained the single codend of the presently employed mesh size is desirable to release undersized fish.

キーワード: トロール網, 北転船, コッドエンド, 網目選択性

北洋トロール漁業のなかで, 北転船はロシア水域において合併事業の形態をとって存続し, 地域経済を支えるわが国水産業の基幹業種のひとつである。しかし近年, 資源水準の低迷によりその経営は悪化し, 窮地に立たされている。この背景にはわが国のトロール漁法が漁船機関の大型化による漁具規模の拡大と高速曳網がある。換言すると, 漁場の特性, 資源量を無視して大量漁獲を目指した発展があり, 最終的に乱獲につながったと推察される。

現在ロシア経済水域内においては, 漁獲物の最小サイズはスケトウダラで30 cm, カレイ類で21 cmと定められており, コッドエンド目合については網目の一脚長が30 mm以上の網地を使用するよう義務づけられている。¹⁾しかし漁獲過程の最終段階である漁具のコッドエンド部は, 機関馬力, 漁具規模の拡大とともに大量漁獲に備えて網糸を太くし, 荒場操業に耐えるよう網地を内張りと外張りの二重構造にしているのが現状である。特に北転船の使用するコッドエンド(以下コッド)では内張り, 外張りともに同じ目合の網地を重ねて使用しており, このような構造では二枚の網地が重なりあうことによって網地本来の選択性が阻害されると予想される。

近年, 国際的に混獲回避の問題が大きく取り上げられ

ており,²⁾選択漁獲の一手法として漁具の選択性の向上が推進されている。³⁾我が国のトロール漁業においても解決のための対策が試みられ, これまで大, 中型トロール漁具のコッド網地の選択性については青山⁴⁾が試験操業により, Fujiishi⁵⁾が理論解析により解明している。しかし, 網地が二重になった場合の選択性についての知見は見あたらない。そこで本研究では実際の北転船の操業に使用されている二重コッドの選択性を調べるため一重コッドとの比較試験を行い, 両者の選択性について比較検討した。

資料と方法

操業試験は1990年9月上旬にFig. 1に示すクリル諸島太平洋側のロシア海域において着底トロール操業により実施した。供試船は北転船第107星徳丸(349トン, 2,800 h.p.)で, 調査期間前半の昼間帯に一重コッドで11回, 後半に二重コッドで10回の曳網を実施した。試験中の曳網速力は3.5~4.5ノットで, 曳網時間は漁具が着底した後15~60分間とした。

比較試験にはコッドを除き通常操業に使用している着底トロール網漁具を用いた。試験用コッドとしてはFig. 2に示す構造のコッドを一重コッドとし, この網

*1 水産工学研究所 (National Research Institute of Fisheries Engineering, Ebikai, Hasaki, Kashima, Ibaraki 314-04, Japan).

*2 ロシア太平洋海洋漁業研究所 (Pacific Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690600, Russia).

した。また、コードに水中ビデオカメラ⁶⁾を取り付け、曳網中の網地の重なり状況を観察した。

網目から逸出した小型個体を捕獲し、網目選択性を推定するために、本試験ではコードの外側に目合 36 mm の細目の覆い網を取り付けたカバーネット法を採用した。カバーネット法では覆い網が逃避魚の逸出を阻害し、選択性を低く見積もらせるマスキング効果の問題がこれまで種々論議されている。^{4,7)} 本研究ではマスキング効果を最小にするよう、覆い網の周囲長、全長をコードに対して約 1.5 倍に設計し、^{8,9)} 曳網時間を短くすることによってカバーネットに逃避魚が充満することを避けた。

揚網後、コッド部分と覆い網部分での漁獲物をそれぞれ別々に取り出し、漁獲物組成、漁獲量、尾叉長組成を調べた。漁獲が大量であった場合にはそれぞれ100尾以上の標本の無作為抽出を行い、測定を実施した。

得られた漁獲標本のスケトウダラ *Theragra chalcogramma* およびカレイ類（主にシュムシュガレイ *Lepidopsetta bilineata*）について、スケトウダラでは1 cm、カレイ類では2 cm ごとの体長階級に整理し、各

代表体長階級別にコッド内の漁獲尾数と全漁獲尾数の比からコッドの選択率を求め、これを最尤法¹⁰⁾によりロジスティック曲線で近似して推定した。

結 果

コッドエンド網目の検討 網地の測定の結果、網目内径、網糸直径および結節の縦横の大きさは Table 1 に示すとおりであった。結節部は曳網方向に長い楕円に近い形をし、網目内径は太い網糸を使用しているため結節部が大きくなり、公称目合に比べて約 20 mm 小さい 88 mm であった。

水中ビデオカメラによる曳網中の二重コッドの網目形状の観察結果を Fig. 3 に示す。この図より、二重コッドの網糸と結節が相互に重なって網目面積が狭くなり、結果的に網目選択性を低下させる原因になっていることが明らかである。Fig. 4 は菱目網に 3 割の縮結を与えて正方形網目とし、二枚の網目の重なった状態を模式化したものである。二重コッドの網地の重なりは様々な場合が考えられる。この状況は漁具の構造、操業状況などにより異なり、経時的にも変化する。網目の大きさは二枚の網目が完全に重なったときに最大となり、結節部が網目の中心に位置した場合に最小となる。二枚の網地にずれが生じた場合、2 つの網目で構成される間隙は 4 分割され、最大の間隙面積 (S_1) が漁具の通過に最も関与すると考えられる。 S_1 は網糸の太さ Δl により、元来の網目の間隙面積 ($S = (l - \Delta l)^2$) に対して、 $(l/2 - \Delta l)^2 \geq S_1 \geq (l - \Delta l)^2$ の間で変化する。すなわち、結節部が網目の中心に位置した場合で網目内径 88 mm に対して 2 枚の網地によりできる間隙は内径 31.5 mm の目合に四等分される。また、2 枚の網目が網糸直径分 (Δl) だけ相対的にずれた場合においても網目の間隙は網糸の太さにより 1 枚の網目の間隙面積に対して 70% に低下してしまう。

漁獲状況 試験操業期間中の漁獲物組成を Fig. 5 に示した。主要漁獲種はスケトウダラ、カレイ類、マダラ *Gadus macrocephalus* で総漁獲量の約 98% を占めている。このうち、マダラについては魚体が大きく、コッド

Table 1. The measured inner mesh size and twine diameter of the codend used

	mean size (mm)	S.D. (mm)
Inner mesh size (2 bars+1 knot)	88.2	2.01
Twine diameter	6.8	0.18
Diameter of knot (Vertical direction)	25.2	1.36
Diameter of knot (Horizontal direction)	20.3	0.76

Fig. 3. Overlapped two mesh shapes observed by an underwater video camera during towing.

Fig. 4. Schematic drawing of the mesh shape overlapping with another mesh.

S : area of mesh shape. S_1 : area composed of overlapping meshes. l : length of 1 bar. Δl : diameter of mesh twine. a, b : gap between each mesh.

のみで漁獲されたため選択性の資料として用いなかった。1 網当たりの平均漁獲量は約 1.58 トンであった。魚種組成、各魚種の尾叉長組成は曳網ごとに異なったが、ここでは魚種ごとに試験操業をまとめて選択曲線を求めた。

スケトウダラに対する選択性 スケトウダラについては 15~70 cm の体長階級範囲の個体が試験期間中に漁獲された。一重および二重コッド網地のスケトウダラに対する選択曲線を Fig. 6 に、得られた曲線をロジスティック曲線に近似した場合のパラメータを Table 2 に示す。

一重コッド試験では選択域全域において資料が得られたのに対して、二重コッド試験では選択率が小さい領域における資料が得られなかった。このため、網目を通して体長階級の個体の漁獲資料を用いて選択曲線全体を推定した。近似式により求められた 50% 選択体長および選択スパンは Table 3 に示す通りで、一重コッドでは

Fig. 5. Catch composition by species during the experiment.

Fig. 6. Selection curves of Walleye pollack *Theragra chalcogramma*.
(○): Single codend, (□): Double codend.

二重コッドに比べて50% 選択体長は約8 cm 大きかった。また、25~75% 選択体長間範囲では一重コッドの選択域は二重コッドに比べて狭かった。

カレイ類に対する選択性 カレイ類では試験中に12~49 cm の個体が漁獲された。本種の選択曲線を

Table 2. Adjustable parameters (a, b) of the selection curve approximated with a logistic equation, $\text{Retention} = \exp(a + b \cdot \text{FL}) / (1 + \exp(a + b \cdot \text{FL}))$, for Walleye pollack and flounders by codend

Codend	No. of tows	Walleye pollack		flounders	
		a	b	a	b
110 mm Single	11	-10.29	0.350	-15.50	0.809
110 mm Double	10	-7.52	0.345	—	—

Fig. 7. Selection curves of flounder.
(○): Single codend, (□): Double codend.

Fig. 7 に、これをロジスティック曲線に近似したときのパラメータを Table 2 に示す。本種については二重コッドを通過してカバーネットに漁獲された個体は非常に少なく、二重コッドの選択曲線の推定はできなかった。しかし、Fig. 7 の□印から推察されるように選択率の高い部分では二重コッドの選択率は一重コッドに比べて体長の小さい方に分布する傾向があった。このことからカレイ類に対する選択性はスケトウダラの場合と同様の傾向を示すと考えられる。

考 察

本試験の結果では操業条件がほぼ同一であるにもかかわらず、二重コッドの漁獲個体の体長範囲は一重コッドの場合と異なり、小型個体の選択性については十分な資料が得られなかった。このため、推定された二重コッドの選択曲線について詳細な検討を行うにはさらに資料を加える必要がある。しかし、今回の試験結果からも二重

Table 3. Estimated 50% retention lengths (L 50) and selection span (L 25-L 75) of Walleye pollack and flounders by codend

Codend	L 50(cm) of Walleye pollack	Selection span(cm) of Walleye pollack	L 50(cm) of flounders	Selection span(cm) of flounders
110 mm Single	29.4	6.3	19.2	2.7
110 mm Double	21.8	6.4	—	—

Fig. 8. Size distributions of Walleye pollack *Theragra chalcogramma*.

The upper graph shows the sizes of individuals caught. The lower graph shows the sizes landed.

コッドの選択性が一重コッドの選択性に比べて低いことは明らかである。すなわち、スケトウダラの場合には25~30 cmの、カレイ類の場合には20~22 cmの小型個体のコッド内残存率は二重コッドが明らかに高く、二重コッド選択性の低下が推察できた。Lowry^{*3}はCod, Haddockの同じ網目合のコッドに対する選択性は網糸が太くなると低下したことを報告している。二重コッドの二枚の網目が完全に一致した場合でも網地の厚さが魚類の通過方向に2倍になり、網目選択性が変化することが考えられる。今回の一重コッドの試験結果では紡錘形の魚体断面形状を持つスケトウダラと扁平形のカレイ類についてサイズ選択性は体長差で約7 cm異なり、ロシア水域における魚種別規制値における差とはほぼ同様の結果が得られた。しかし、通常選択性の低い二重網を使用して操業が行われているため、規制値以下の個体を多数漁獲してしまうことになる。Fig. 8に通常操業の北転船により漁獲されたスケトウダラの尾叉長組成の一例を示した。漁獲した直後と水揚げ時の尾叉長組成は異な

り、規制値以下の個体が投棄されたことがわかる。このような無駄を少なくするためには一重コッドでは50%選択体長がスケトウダラで29.4 cm、カレイ類で19.2 cmであったので、従来の二重構造を一重構造にすることによって充分対応できる。

近年では資源管理型漁業の推進で一重コッドの使用も普及しはじめているが、多くの底曳網では未だ二重網、三重網を使用しているのが現状である。また、海底との摩擦による漁具の損耗を防止するためにコッド下面を中心に擦れ網を取り付けるのが一般的である。しかし、近年の漁業資材の発達により、コッド下部のみに擦れ網を装着した一重コッドの使用は技術的にも充分可能であると考えられる。また、二重コッドを使用する場合には、北海トロール漁業における角目網ウインドウ¹¹⁾の導入のように網内の魚類行動を把握し、トロール漁具の選択性を向上させる対応策が必要であろう。

終わりに

試験操業を実施するに当たり、ご協力いただいた第107 星徳丸佐々木政雪漁労長および乗組員諸氏に深く感謝します。

文 献

- 1) 北洋漁業研究会：1991年ソ連水域における我国漁船操業の手引き、新水産新聞社、東京、1991、pp. 12-19.
- 2) D. L. Alverson, M. H. Freeberg, S. A. Murawski, and J. G. Pope: A global assessment of fisheries bycatch and discards. *FAO Fish. Tech. Paper*, No. 339, 233 (1994).
- 3) A. Duthie: The Canadian report of the 1994 international expert consultation for the code of conduct for responsible fishing. *Department of Fisheries and Oceans. Report*, No. 5023, 18 (1994).
- 4) 青山恒雄：底びき網の選択作用とその以西底びき網漁業資源管理への応用。西海区水研報, 23, 1-63 (1961).
- 5) A. Fujiishi: A theoretical approach to the selectivity of the net gears-III. On the effect of differences in fish shape. *J. Shimonoseki Univ. Fish.*, 23, 41-62 (1974).
- 6) 井上喜洋, 松下吉樹, 後藤道夫：タイマー録画式水中テレビ装置の開発。水工研技報(漁業生産), 5, 9-14 (1991).
- 7) R. S. T. Ferro: Selection and catch comparison trials of seine net codends on MFV KESTREL-April 1990. *Scottish Fisheries Working Paper*, No. 3/91, 2-6 (1991).
- 8) M. J. Holden (ed.): Report of the ICES/ICNAF Working Groups on selectivity analysis. *Coop. Res. Rep. ICES*, Ser A, No. 25, 23-28 (1971).
- 9) J. A. Pope, A. M. Margetts, J. M. Hamley, and E. K. Akyuz: Manual of methods for fish stock assessment. Part III. Selectivity of fishing gear. *FAO Fish. Tech. Paper*, No. 41, 9-14 (1975).
- 10) 平松一彦：水産資源学における最尤法とAICの適用例, 「水産資源解析と統計モデル」(松宮義晴編), 恒星社厚生閣, 東京, 1993, pp. 9-21.
- 11) Fishing News International: Square mesh laws, 34(3), 48 (1995).

*3 N. Lowry: The effect of twine diameter on trawl cod-end selectivity, ICES Fish Capture Committee (1995).