

海外漁業ニュース No.20

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 海洋水産資源開発センター 公開日: 2025-07-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014842

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.





海外漁業ニュース

1985.3

No. 20

海洋水産資源開発センター

〒102 東京都千代田区紀尾井町 3 番 27

(剛堂会館ビル 6 階) ☎(03) 265-8301~4

中層トロール網に適するシューペルク
リューブ型オッターボードの大きさの選
定……………1
アバディーン海洋研究所の4枚型
トロール網……………4

4枚型トロール網は、曳網中の網高さを
高く保ち、良好な状態に展開する……………14
イギリスのビームトロール船はコサルテ
ックスのコッドエンドを使用する……………17

中層トロール網に適するシューペルク リューブ型オッターボードの大き さの選定

(出典: Scottish Fisheries Information
Pamphlet Number 6, 1981年)

シューペルクリューブ型オッターボードは、
中層或いは準中層トロール網に使用される
最も普通のオッターボードの1種である。
この典型的な型の設計図を図1に示した。

通常高さは長さの2～2.5倍であり、この
比率はアスペクト比 (aspect ratio) と呼ばれ
ている。

開口板の弦の長さに対する彎曲の程度 (深
さ) の比は彎曲度を測るのに使用され、反り
と呼ばれている。シューペルクリューブ型オ
ッターボードには反りがあり、その比率は5～
15%の範囲で、普通は10%である。アスペク
ト比と反りをこの比率で設計したオッターボ
ードは、標準的な平らなオッターボードより
も非常に効率的になる特徴があり、1980年に
フェロ氏 (Ferro) がこれらのオッターボ
ードの実際の作用と装置を明らかにした。

大きさの選択を過った結果

特定な網に対し選定されたシューペルクリ
ューブ型オッターボードの大きさは漁具の全
体的な作動にかなりの影響をあたえるであ

う。4枚型中層トロール網の多くは開口部が
大体4角になるように設計されており、脇網
と同様に浮子網と沈子網はほぼ同じ長さであ
る。沈子網と曳網の重り及びオッターボード
の大きさはそれぞれ網の開口部の垂直と水平
の広がり決定する。もしも、重りやオッター
ボードの選択が不適切であると網の開口部
は四角にならず、網自身はたるみ、或いは張
力によりよじれるであろう。この様な変形は
網破れや魚の逃散の原因となる。オッターボ
ードが大きすぎると網の張り過ぎやよじれを
生じ、沈子網上の浮子網の高さを低くし、燃
油の消費量を増やし、不必要に取扱上の問題
を起こし、漁具の費用は増大するであろう。
しかし、オッターボードが小さすぎると網の
広がりが不足し、浮子網が高くなりすぎ
特に、投網時に漁具の作動が不安定となり、
曳網がねじれて網が閉じ易くなり、オッター
ボードも一緒に閉じる様な状態となる可能性
がある。更に、曳網速度を増減して調節す
ることのできる漁具の作動性を低下させるで
あろう。

オッターボードの大きさは漁船の馬力と関
連があるといわれる事例は多いが、漁船は
曳航の速度をかえる事によっていろいろの
大きさの網を曳く事が出来るので、前述の
オッターボードと馬力との関連づけは誤った

ものとなる。別の観点から言及すると、各々の馬力をもったエンジンは非常に大型の網を低速で、また、非常に小型の網を高速で曳くことができる。漁船が適切な速度で曳網するには各漁具について異なった大きさのオッターボードを必要とするであろう。しかし、漁船の馬力を基準にしてオッターボードを選ぶとすると総ての網型に対応した大きさのオッターボードが選ばれることになるが、オッターボードの大きさを選ぶには網の大きさに関連して選択されることが望ましい。

シューベルクリューブ型オッターボードの適切な大きさの計算

オッターボードの拡網力は設計（例えば、反りやアスペクト比）、曳網速度及び高さに弦の長さ（図1参照）を乗じて表される表面積によって決定される。オッターボードは反りとアスペクト比がおおよそ各々10%と2.25で設計される。曳網速度が増大するとオッターボードの拡網力は大きくなるが、網の抵抗も増大し、これによりオッターボードにかかるワイヤーの張力もスピードとともに増えるので結局かなり広い範囲の曳網速度すなわち2.5～5ノットで一定の広がり維持される。非常に高速の場合は、この報告書の方式であたえられるオッターボードよりもやや小さいものを考慮する必要がある、また、非常に低速の場合はやや大型のオッターボードの方が適切かも知れない。

要請されるオッターボードの大きさは実際には主に網糸の総量である網の大きさにより決定される。網の名目上の網糸の面積（ m^2 ）は、フェロ氏（Ferro）の方法（1981年）で計算することができる。

次の式は、網糸の面積がA（ m^2 ）の特殊なナイロン網に必要なシューベルクリューブ型オッターボードの面積を決定する場合に使用することができる。

$$\text{オッターボードの面積}(m^2)=0.0152 \times A + 1.23$$

この式は網糸の面積が25～350 m^2 のナイロン網に適用できる。

図2のグラフは横軸にあたえられた網糸の面積に対する適切なオッターボードの面積を縦軸に読み取るのに使用出来る。

シューベルクリューブ型オッターボードの適切な重量の計算

オッターボードの重量はコスト面、投網の安定性、網を甲板上で取扱う時の難易に影響を与え、また、漁具の作動すなわち漁類を捕獲する網の水深と操縦性にも、ある程度の影射を与えるので、注意深い考慮が払われるべきである。

上述の方式で算出された面積Bのオッターボードの重量（W）は次式から計算できる。

$$W = 75 \times B^{3/2} \quad (W = \text{kg}, B = m^2)$$

この式は図3に示され、面積は横軸、重量は縦軸で読み取れる。

要約

ナイロン4枚型中層トロール網に使用されるシューベルクリューブ型オッターボードの面積と重量を計算する方式が示された。用いられる数値が変化した場合は付録で述べられている。この方式は網地面積が25～350 m^2 のトロール網に適するオッターボードの大きさを定めるのに使用されるであろう。

〔参考〕

- Ferro, R.S.T. 1980. The rigging and operation of Suberkrub doors for use with pelagic-type trawls. Marine Laboratory Working Paper (80/20), 6 pp.
Ferro, R.S.T. 1981. The calculation of the 'nominal' twine area of a trawl net. Scottish Fisheries Information Pamphlet (5) 6 pp.

〔付録〕 オッターボードの面積

網糸面積が既知のトロール網を使用した実験期間中に、主として使用されたシューベル

クリューブ型オッターボードの面積に関するデータが集められた。13回の実験のうち、11回について各回の網の広がり具合と垂直の開き具合の測定によつて、オッターボードが適切であったかどうかの評価が行われた。商業漁船の場合はこのような評価はできなかったためデータは集められていない。

実験用トロール網に面積 1.3 ～ 8.4 m² のオッターボードが使用された。総てナイロン 4 枚網で浮子網と脇網の長さの比は 1 ～ 1.16 で、大体正方形の網であった。網地の裁断は大部分の網地で縁辺に沿って 1N4B であったが一部の網では、テーパの浅い 1N2B であった。

付録図 1 は網糸面積に対するオッターボードの面積を示している。各点を結ぶ回帰直線が引かれ、この方程式は前述の公式として採用された。網糸面積 350 m² 以上に対する新たな点が追加されるまでは、この公式の適用は網糸面積 25 ～ 350 m² に限定すべきである。

オッターボードの空中重量

オッターボードがどんな型であっても、その重量は常にその面積と大体比例しているべきである。これはオッターボードの重量(W)は特定寸法の 3 乗に比例し、面積(B)はその 2 乗に比例するからである。従って重量と面積との関係は

$$(W^{1/3}/B^{1/2}) = \text{常数} = 4.22 \quad (W = \text{kg}, B = \text{m}^2)$$

この 4.22 という数値は商業的試験操業と研究実験から、オッターボードに十分な安定性と拡張力を付与する常数として算出された。

$$\begin{aligned} \text{面積} &= 2.63 \times 1.14 = 3 \text{ m}^2 \\ \text{アスペクト比} &= \frac{\text{高さ}}{\text{長さ}} = \frac{2.63}{1.14} = 2.3 \\ \text{反り} &= \frac{0.12}{1.14} \times 100 = 10.5\% \end{aligned}$$

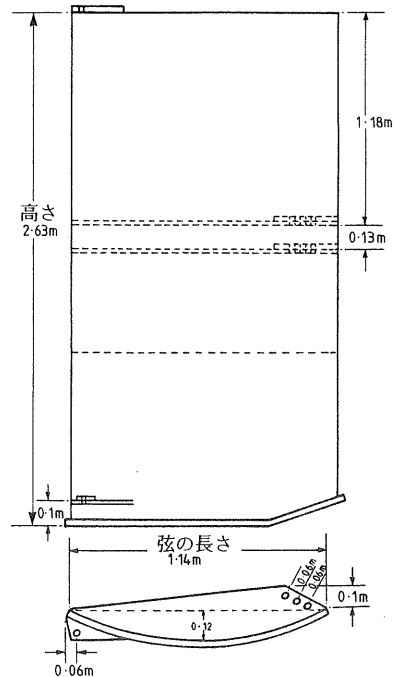


図1 シューペルクリューブ型オッターボードの基本的寸法と特徴 (右舷)

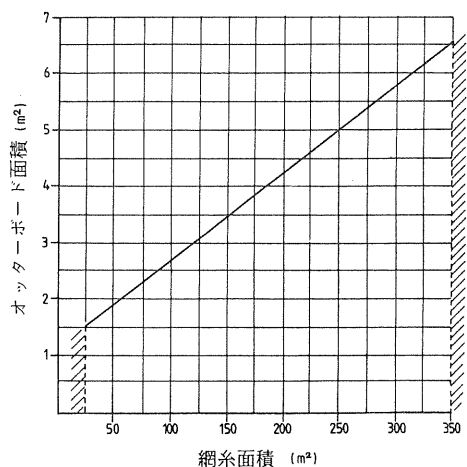


図2 ナイロン 4 枚型トロール網の網地面積とオッターボードの面積 (m²)

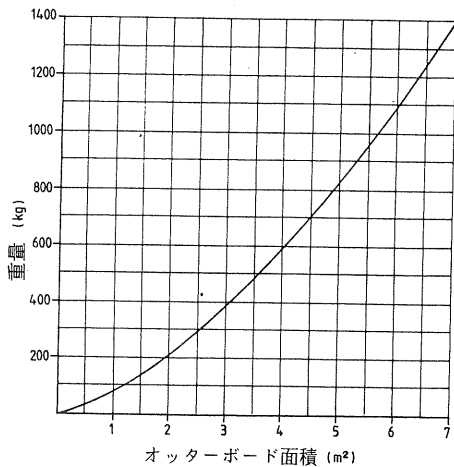
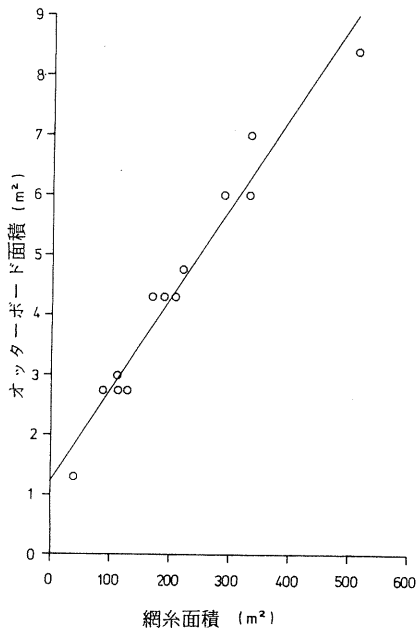


図3 シューペルクリュープ型オッターボードの面積 (m²) と重量 (kg)



付録図1 トロール網(実物大)のオッターボードの面積 (m²) と網糸面積 (m²)

アバディーン海洋研究所の4枚型トロール網

(出典: Scottish Fisheries Information Pamphlet Number 8, 1983年)

緒論

アバディーン海洋研究所は漁具調査の過程において伝統的な、また、実験用の2つの種類のトロール網の設計、作成及び作動について詳細な研究を行った。1973年の初めにトロール工学についての一連の試験研究が調査船スコチア号 (Scotia, 1,300馬力スタン型トロール船) によって行われた (Wileman, Galbraith, Foster, 1974年)。

試験用トロール網のうち、2つ (Granton型と96インチ Stella型トロール網) は商業用に仕立てられ、他の2つ (119インチ Stella型トロール網と White Sea型トロール網) は開口を大きくして漁獲能力を向上させるように実験用として設計された。

Stella 型トロール網は天井網を広げ、袖網を伸して Granton 2枚型トロール網の拡大型として作成された。

最初の試験操業がノルウェーのノースケイプ (North Cape) で行われたので White Sea トロール網と呼ばれているこの網は4枚型構造であった。White Sea トロール網は、広く開く漁具として設計されたポリエチレン製の目合いの大きい4枚型の着底トロール網を研究所が改良したものである。

実験した4つのトロール網のうち、White Sea トロール網は改善の余地が最も大きいことが明らかとなった。4枚型網を設計することは、実験に経費がかかるが浮子網を高く維持するように改善された、荒い海底でも操業できる着底トロール網をつくり出すためには、最も役立つであろうと思われた。このために小型のトロール網が調査船 Mara 号

(200馬力のサイド型トロール船)用に設計されたが、この実験に適用された水中観測技術と曳網に用いられている測定技術はすでにかなり確立されていた(Hemmings, 1971年, 1973年)。当時 Mara 号を使用して同様の潜水及び計測作業により網地の縮結の割合、裁断の仕方、目合い及び網地の大きさの影響についての調査が行われており、この仕事は前述の縮小型 White Sea トロール網の研究に引継がれた。

設計目標

水産業界が要請した浮子網を高く維持し、荒い海底でも操業できる着底トロール網——伝統的なボビントロール網を使用するが開口の状態の改善により、漁獲能力が向上し、また、どんな状態の海底でも使用できる漁具——の実現には若干の期間が必要であった。漁具と燃油の価格が上昇を続けるにつれて、網の製作費と操業経費が競合することは避けられなかった。また、漁具は現存の漁船を使用して、これまでの操作で操業できるものでなければならなかった。

このため、トロール網の基本的な設計目標は以下のように定められた。

1. 袖端間隔を維持しながら網口高さを増加させる。
2. 漁具の抵抗を大きくしない。
3. 海底から被害を受ける可能性を低下させる。
4. 現在の取扱方法の変更を最小限にとどめ且つ、取扱いを容易にする。
5. 製作費を他のトロール網と競合し得る水準とする。

実験方法

最初の実験が調査船“Mara 号”により Lossiemouth 沖の水深18～22mの水域で行われた。

この水域は前年曳網の潜水調査を行った所で、海底は大部分が砂あるいは砂利で、隣

接する海底は岩や丸石が交雑しており、荒い海底におけるトロール網の潜水調査に好適の場所となっていた。

まず、曳網の場合と似た技術が適用された。すなわち、潜水者が背中にテープレコーダーを背負って、スチール、及びシネカメラで撮影したが、曳航された潜水艇から潜水者が操作する低照度テレビジョンの進歩により船上からの直接観察が可能となった。(Main, Sangster, 1976年, 1978年)。この技術は網の仕立の変更に対する効果を監視するのに特に価値があることが明らかとなった。従って、更に深い水域で稼動する遠隔操作テレビ潜水艇による伝達技術が進歩したことは観察技術上重要な発展であった(Wardle, Piestley, 1976年)。これらの観察は、網の高さ、ひろがり、抵抗、曳網速度のような漁具のパラメータを測定する水中及び船上の計測作業により補完された(Urquhart, 1981年)。

実験を通じて、網口が垂直に自由に開くように、2本のペンネントを取付けたが(図1)これらの長さを最少27.5m(15フェズム)とした場合に満足し得る開口となった。曳網の長さは137m(75フェズム)であった。原型を縮小した網(図2(a))には1.63mの平板な木製のオッターボードを付けたが、最初の観察で数個所の設計上の欠陥が見いだされた。最も大きな歪みと緊張があった場所は天井網と三角網であった。天井網と三角網の仕立て直しを数回試みた後に天井網の縦目を60目に短縮することで問題は大幅に軽減された。

(図2(b))。Lossie A として知られるこのトロール網は、更に袋網の目合数を減らし、三角網の形を整え Lossie B あるいは標準型(図3)に改良した。これらの一連のトロール網は Lossiemouth が実験地に近いので Lossie 型トロール網の名称で知られるようになった。

標準型の網は幅が足りず、ベレー網は海底に近付き過ぎると思われた。上下の網地はひ

ろげたが、長さは標準型の網と同様にし、海底から受ける被害を防ぐためにベレー網を上げるように網地の裁断を急勾配にした。上側は網地を2枚使用し、1枚は25目（目合いは140mm）、他の1枚は50目増やし、落し目はそれぞれ7:30、3:10とした（図3(a)）。同様に、下側の網地は25目（目合いは140mm）増やし、落し目は7:30とした（図3(b)）。いろいろな組合せによって形成された網口開口部の状態は潜水者と測定計器によって明らかにされた（図4）。平板なオッターボードはLossie C型トロール網を適切に展開させるには大きさが不足したので、これよりも効率的な鉄製の反りのある長さ1.63mのオッターボードに取り換えた。このオッターボードはLossie D型、E型トロール網にも使用された。

Lossie C型及びE型トロール網のように開口部が風船型となる組合せでは上部の網地は下部の網地よりも広く、浮子綱を高く保つが、かなりの歪みが上部の網地などにはっきり現れた。これに対してLossie D型トロール網の組合せでは上下の網地が25目広ろげられ、非常に満足できる結果となった。更に、この組合せでは浮子綱の高さと袖端の展開は適度に維持され、歪みは最も小さくて、荒い海底から被害を受ける可能性も低く、良くバランスがとれていた。これに続いて、目合いと網糸の大きさや脇網と袖網の裁断の仕方を変えた実験が行われたが、Lossie D型（商業用としてはLossie J型として知られるようになった）の基本的な考え方はその後、作成された一連のトロール網の基礎となるものであった。

設計ノート

海洋研究所が4枚型トロール網を設計する場合の背景となっている基本的概念の一つは網にかかる張力はできるだけ網地の枠となる添網と縁網に沿うようにし、網地を自由に開かせるようにすべきであるということであっ

た。総ての添網と縁網の長さは、網地ができるだけ半分の縮結すなわち網目が50%開く様に計算された。各網地は丁度この様には開かなかったが、この方法によると張力は添網に伝わり、網地自身の抵抗が押さえられるだけで網地は自由に横に開いた。

開きの大きいトロール網は必然的に大きい網地を必要とし、これは結局抵抗を増大させるので、注意深く仕立て網地を節約せねばならなかった。伝統的な代替手段即ち、目合いを大きくしたり、網糸を細くすることは海底からの被害を受けやすくするので採用されなかった。これらのやり方を採用すると網の使用者が魅力を感じなくなるような目合いや網糸となったかも知れない。

総ての網地（パネル）は最小の網地で最大の面積となるように長さの区分毎に組み合わせられており網地との間のたるみはない。

海底からの被害を最も受け易いベレーの一反目と下側の脇網地の仕立てに特に注意が払われた。

4枚型トロール網では、構造上袖網と脇網は通常海底から多少とも垂直に立つので、海底と接触するこの他の網地すなわちベレーの部分は海底の損傷から最大限に保護されるように仕立てられているのを確認することが重要であった。これについては、ベレーの落し目を1:4或いはこれ以上とし、また、対応する下側の脇網の落し目を1:6として、ベレー部分がボビンからゆっくりと上方及び後方へ流れ、網の開口部の下側を、保護グラントの上部と後方プレートに維持することにより実現させた（図1(a), (b)）。

実際、上下の縁網とフィッシングラインの交点まで下袖網を奥袖部分から浮かせることにより荒い海底でも操業できることが明らかとなった（図1(c)）。

漁具の発展

漁具の一般的な型とその設計が定められると、次には曳網力の異なった漁船に適する各種のトロール網の大きさを決定することが必要となった。

これまでの体験により、単に比例的に大きくしたり、小さくしたりしても滅多に成功しないことがわかっていたので、このシリーズのトロール網の設計では全体的なデザインの特徴は残すが別々のものとして独立して発展させるべきであるとの方針を決定した。当初の意図は遠洋漁船の漁具の改善に専念することであったが、対象となる漁船の範囲を変えるとすると近海や沿岸の漁船も含まれ、荒い海底でも操業する50馬力以下の着底トロール船が使用するトロール網も考慮せねばならなかった。

50～2,000馬力の漁船に適する新しい一連のトロール網を設計する仕事のかなりの部分は、スコットランド北東部などのイギリスの各地域の漁業者の善意や寛容による行動に少なからず支援された。これらのトロール網の設計が成功するためには、当初から基本設計や工学に関する研究に加えて漁獲能率をたえず評価することが必要であった。これは以前に行った漁獲の比較調査で経費のかかることがわかり、また、しばしば結論を得られない場合もあったので商業船の自発的な参加を含む直接的な代替方針の下に研究が行われた。新しい漁具に興味を示したアバディーンとその近くの基地の船長には商業的な評価をしてもらうために原型の網が提供された。最初のうちは研究所の指導者も一緒に調査を行ったが、研究が進むとともに船長が自分で網を操作して、各航海の終りに指導者へ報告した。漁業者はこのような努力と専門の技術の投入に時間をさき、彼等から多くの批判と提言があったが、これらは網の設計とこれに関連する機装にとり入れられた。トロール網の使用され

る範囲がひろまるにつれて Industrial Development Unit of the Sea Fish Industry Authority (以前の White Fish Authority) もイギリスの他の地域へ4枚型トロール網を導入する仕事を受持つこととなった (Corrigall, Watson, 1977年)。

この一連の研究の対象は、要請された総ての漁船に適用される漁具へと拡大されたので、商業的な評価と併行して、研究所の調査船によって設計と工学に関する研究が行われた。大型のトロール網の縮尺モデルについての広範な研究はハルにある Sea Fish Industry Authority の流水槽を利用して行われ (White Fish Authority Industrial Development Unit, 1981), 沿岸用の実物大の漁具については前述の水中テレビジョン技術による精密な調査が行われた。最後に商業的な操業の下に実験された総てのトロール網の設計が完了し、9つの漁具の詳細な仕様が付録に記載されている。典型的な曳網速度における漁具の作動パラメーターは表1に総括されている。これらのデータを使用して網の抵抗を予測する方法が提案されたので (MacLennan, 1981年), この方式を9つのトロール網のデータとともに表2に示した。

総ての網にポリエチレンの網糸が使用された。目合いと網糸の大きさは、大部分が設計された漁具の対象となっている漁業で広く使用されているものと同様であった。これらの網は前述のように実験地域に基づいて遠・中距離トロール網は White Sea, Faroe 型, 近海トロール網は North Sea 型, 沿岸トロール網は Lossie 型と名付けられた。

漁具の作動

4枚型トロール網の投網と揚網の方法は、同じオッターボード、グランドロープ、浮子、その他の機材を取付けた着底トロール網と同様である。沿岸漁船に好まれる総金属のV字型オッターボードは小型の網に、近海及び中

距離漁船用の網には一般に矩形の平板な木製オッターボード、最も大型の網には polyvalent のオッターボードが使用されている。伝統的な漁具装備と可成り異なっている唯一の艀装は対になっているペンネットである (図5)。

C 型の艀装は、海底の凹凸に沿って曳網し、同時に袖網を海底からの被害を受けないようにする必要のある、凸凹の海底で操業するために発展させたものである (写真 1(d))。

A 型と B 型の艀装では上側ペンネットを長くすることによって浮子綱の高さをより高く維持し、海底の接触を軽減させることができる。下側のペンネットは海底でタラの様な魚種を漁獲することが難しい場合にしばしば伸されるが海底からの被害を受け易くする。

4 枚型トロールでは上下ペンネットの長さを等しくしても浮子綱が引張られる傾向があり、漁獲が無いという不満がある場合は、一般に網が海底から離れており、これは主にグランドロープの重量が不足しているためである。この様なことにならないように、以前の観察でグランドロープの浮上が最も大きかった箇所の適当な部分、すなわちベレー前縁部、下側の縁網の出ている奥袖部分及び袖網とフィッシングラインの接合点などに穴のあいたボビンを取付けた。小型の漁具では沈子綱のこれらの箇所に短い鎖を巻きつけて同様の目的に役立たせた。海底の接触を軽減させることは荒い海底を操業する場合明らかに有利であるが、海底を具合良く曳網しないと漁獲能率は低下する。

要約

50～2,000 馬力の漁船に適する浮子綱を高く保ち、荒い海底で操業できる 4 枚型トロール網の発展について記述した。

これらの漁具を使用した漁業者の報告は、はっきりと好評であった。多くの人達は、特にハドックやホワイティングのような丸形の魚が海底を離れた時に漁獲率が上昇するのは浮子綱が高く保持されているからであると実感している。事実、これらのトロール網を使った総ての漁業者は、荒い海底の操業が目立って改善され、また、より荒い海底でも漁獲能率が向上したこと報告している。

これらの網の製造コストは伝統的な網と大差なく、多くの船長は 4 枚型漁具を使用すれば海底の被害を少なくするので時間と資材が節約され、経費効率が高くなると信じている。イギリスの多くの漁網メーカーは国内及び国外向けのこれらのトロール網を製造している。

このシリーズで最も広く使用されている網型の一つは 600 馬力用 North Sea Trawl 型 (BT 130 C) で、1978 年の FAO Catalogue of Fishing Gear Designs に記載されている。遠距離用の漁具はヨーロッパ北部のみならずグリーンランドやオーストラリア南部のような遠い海域でも成功を収めている。

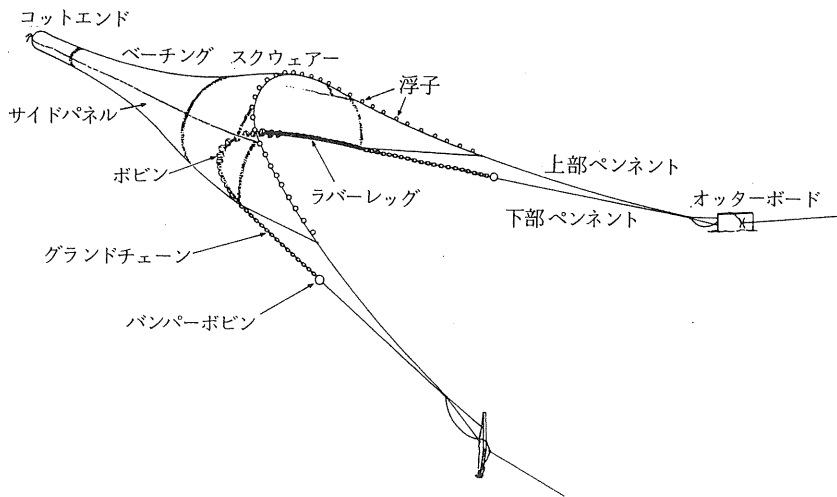


図1 4枚型トロール網のペンネット艀装

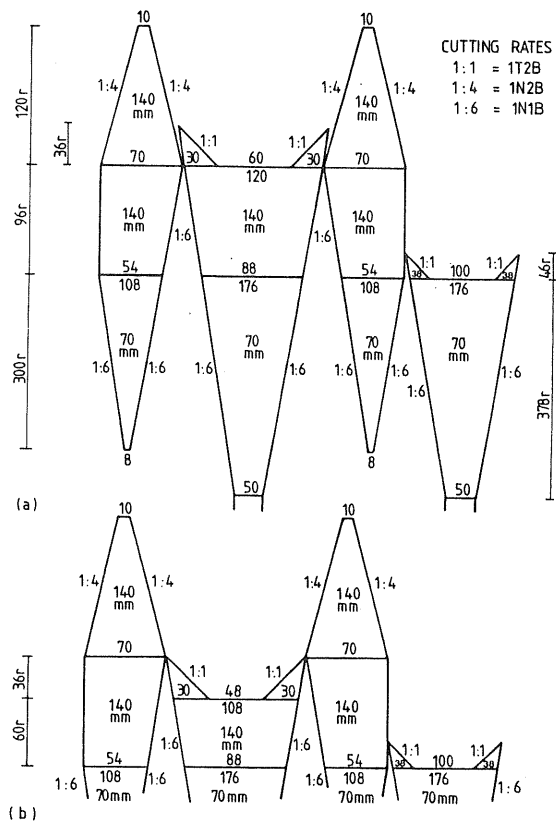


図2 (a) 縮小型 White Sea Trawl (200 馬力)
(b) Lossie A型トロール網 (White Sea
トロール型の天井網部の裁断)

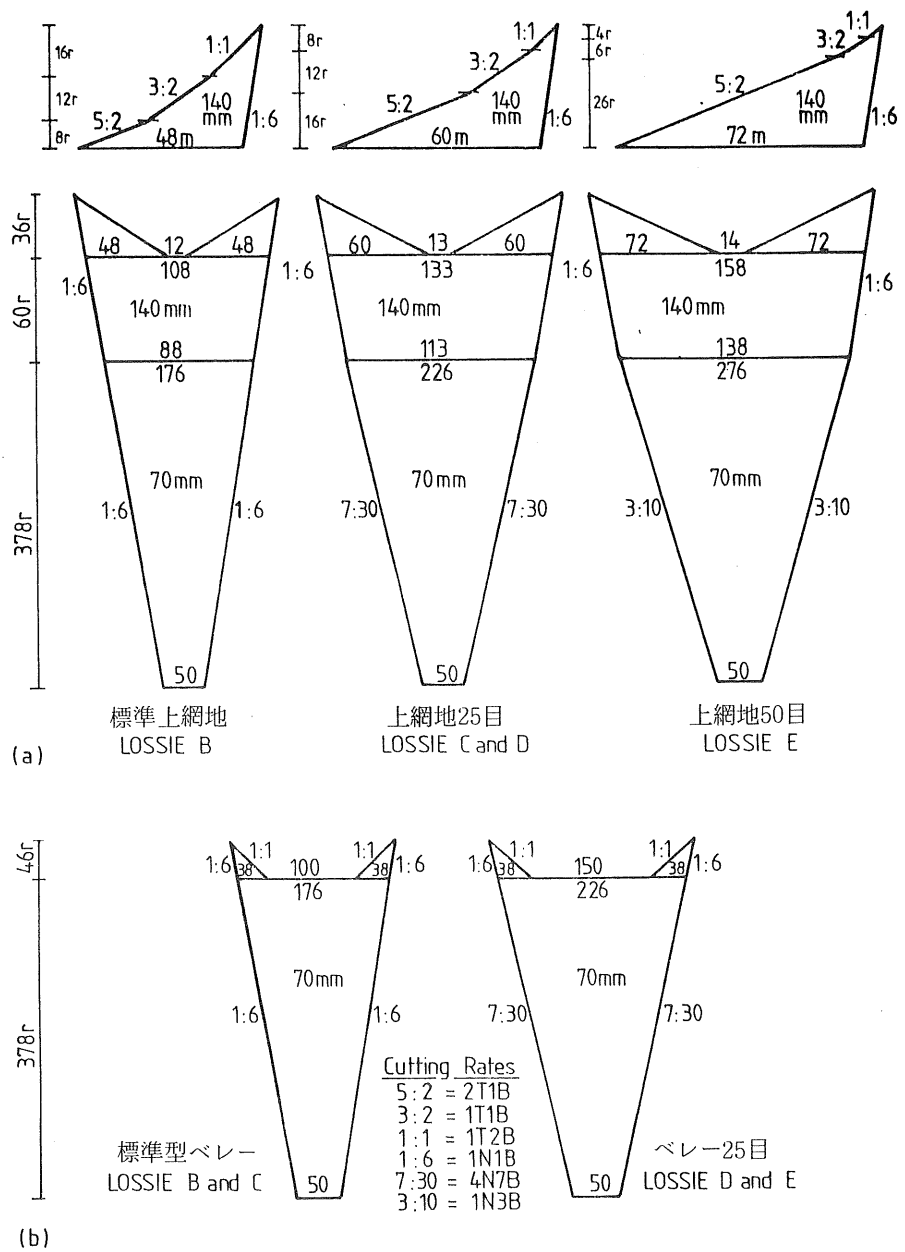
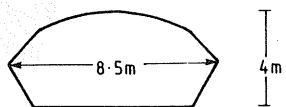


図3 実験用 Lossie型トロール網, B, C, D及びE型

- (a) 三角部分の付いた上側網地
(b) 下側網地

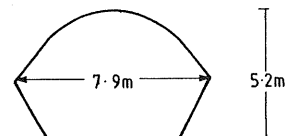
標準型
平板・木製
オッターボード

- LOSSIE B



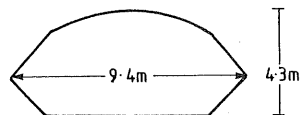
上側網地25目
平板・木製
オッターボード

- LOSSIE C



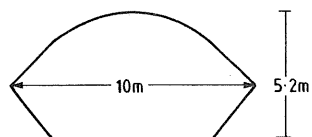
上側網地25目
反り型・鉄製
オッターボード

- LOSSIE C



上下網地25目
反り型・鉄製
オッターボード

- LOSSIE D



上下網地25目
反り型・鉄製
オッターボード

- LOSSIE E

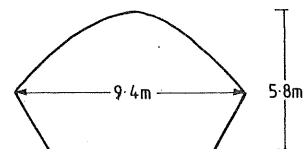


図4 実験用Lossie 型トロール網 2.75 ノットの場合の開口状態
— 上下の網地を広げる効果 —

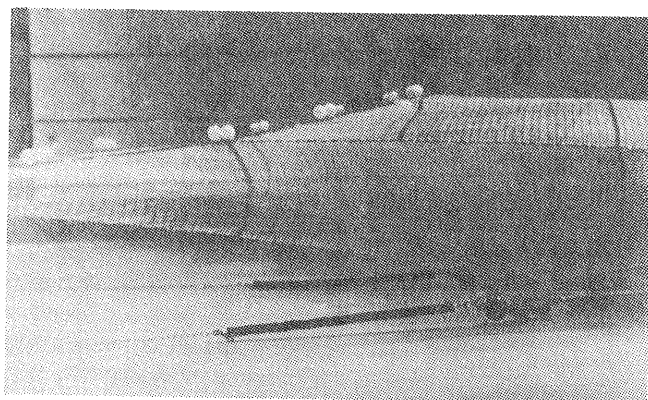
- (a) 標準艀装A, 下側網地は海底からはずれている。



- (b) 標準艀装(A)網口のクローズアップ



- (c) 艀装(B)浮き上がっている袖網



- (d) ダンレノボビンと三角板
図5 参照

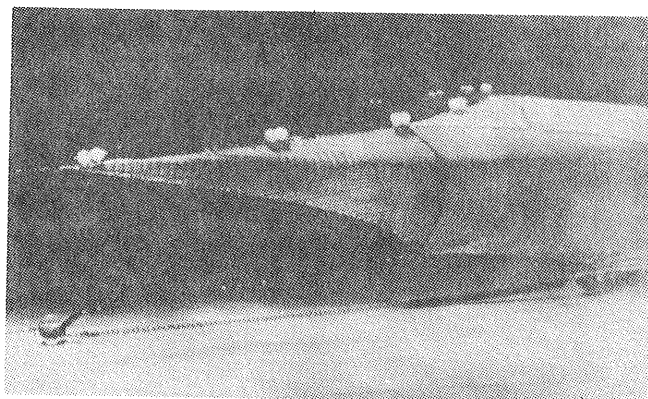
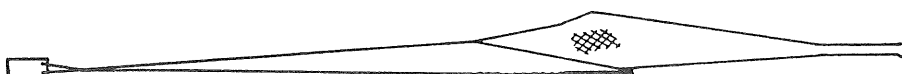


写真1 Noth Sea 型トロール網 (600馬力用)($\frac{1}{10}$ に縮小)ハルの
Sea Fish Industry Authorityの実験水槽にて

a) 袖網を保護するペンネット



b) 袖網を浮き上げるペンネット



c) ダンレノボビンと三角板を取り付けたペンネット

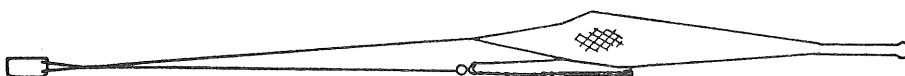


図5 対のペンネット取付法 (写真1 参照)

表1 海洋研究所の4枚型網のパラメーター

漁具番号		曳網速度 (ノット)	浮子綱高さ (m)	オッターボード の広がり(m)	袖端の広がり (m)	添索の角度 (度)	網の抵抗 (トン)	漁具の抵抗 (トン)	馬力
BT 124R	Lossie Trawl (50-100 hp)	2.75	2.75	20.7	9.1	11.4	0.64	0.81	15
BT 124Q	Lossie Trawl (100-200 hp)	2.75	4.0	28.0	10.1	9.1	0.93	1.35	25
BT 124J	Lossie Trawl (250-400 hp)	2.75	4.4	22.9	12.2	10.5	1.27	1.70	32
BT 130D	Faroe Trawl (600 hp)	3.0	3.1	58.2	—	—	2.15	3.62	73
BT 130C	North Sea Trawl (600 hp)	3.0	4.6	43.9	15.2	14.3	2.29	3.63	74
BT 130B	North Sea Trawl (800 hp)	3.0	5.2	45.7	15.5	15.1	2.84	4.78	97
BT 130E	North Sea Trawl (1000-1500 hp)	3.0	4.5	69.2	24.0	15.2	4.13	5.85	119
	"	4.0	4.0	68.6	24.7	14.7	6.08	8.02	217
BT 134	White Sea Trawl (1000-1500 hp)	3.0	5.6	77.7	26.1	17.4	3.87	5.60	114
	"	4.0	5.0	75.6	25.3	16.9	5.81	7.74	210
BT 135	White Sea Trawl (2000 hp)	3.0	8.1	73.2	26.7	15.6	5.59	7.51	153
	"	4.0	7.2	72.0	27.6	14.9	8.25	10.34	280

表2 網糸面積と網の抵抗

(MacLeman, 1981年)

$$D = R [61.2 + 46.6 V^2 / (1 + 0.0641 V)] / 9807$$

D = 抵抗 (トン)

R = 網糸面積 (㎡)

V = 速度 (ノット)

この数式により同じ型で大きさが異なる4枚型トロール網の抵抗値を推定する事が出来る。

網糸面積の計算については Ferro (1981年) を参照。

漁具番号	網糸面積 (㎡)	3ノットの場合の 抵抗 (トン)
BT 124 R	11.6	0.49
BT 124 Q	23.5	0.99
BT 124 J	30.8	1.30
BT 130 D	40.5	1.71
BT 130 C	48.9	2.06
BT 130 B	55.6	2.34
BT 130 E	97.9	4.12
BT 134	99.1	4.17
BT 135	123.1	5.18

4枚型トロール網は、曳網中の網高さを高く保ち、良好な状態に展開する

(出典：National Fisherman ,
1984年6月号)

曳網中の網高さを高く維持し、展開の具合が良いという特徴を持つ着底トロール網への関心が高まっており、多くの漁業者は4枚型トロール網を見なおすようになっている。これらのトロール網は新しいものではなく、このうちのいくつかは60年前スカンジナビアの漁業に使用されていた。

アメリカで最も良く知られている4枚型トロール網は、カナダ漁業開発部のウエス・ジ

ョンソン氏 (Wes Johnson) が開発した西部大西洋型シリーズの1つであった (図1参照)。

ある人達は、これらのデザインはベレーの部分に傷める傾向があり、特に海上で網を修理しなければならない場合には特殊な手間のかかる問題となりがちであると指摘し、また、海底の状態が良くない場合には適していないという批判もあった。

トロール網の設計の改善についての研究は高馬力のスタン型トロール工船が出現したことにより始められた。最初に、2枚型グラントン (Granton) トロール網のような標準的設計の網が天井網を広げ、上袖網を延長するように修正された。このグラントン型はステラ (Stella) 型となり、最終的にはバルタ (Balta) 型トロール網に修正された。

1973年のはじめに、ノールウェーのノースケープ (North Cape) 水域で使用されているグラントン型トロール網を拡大したこれらの2枚型トロール網と4枚型トロール網の比較実験が行われた。4枚型トロール網は "White Sea Trawl" と名付けられたが、アバディーンの海洋研究所に所属するスコットランドのトロール網の設計者達は、海底の条件が悪くとも操業できる浮子網の高さと網の展開の状態を改善した4枚型トロール網の作成と評価を開始した。この他の設計基準もあったが4枚型トロール網は2枚型トロール網よりも標準的な仕立て方が容易で、ベレーの傷みが少なくなるように作成されることになっていた。設計者達は、4枚型網が船上で操作しやすくなり、曳網抵抗が2枚型網よりも大きくならないことを望んだが、最終的には価格面で競争できるものでなければならなかった。

4枚型トロール網の原型は前述の "White Sea Trawl" であった。最初の海上実験中に数箇所の欠陥があらわれた。最も重大な欠陥は天井網に過度の張力が加えられたことと袖

網の三角網部分が短いことであった。ベレーが海底に接近しているのに、凹凸のある海底で操業する場合に破損する可能性のあることも示された。

網地とロープの取付けを変えてみた後、張力の問題を解決するには、天井網の深さを浅くし、ベレーの目数を減らし、三角網部分の型を変える必要があることが判明した。この一連の網型は、“Lossie”型トロール網として知られるようになった。

基本的な設計概念が実地に示されると、次いで改善のための研究対象は開口部を拡大することに集中した。この基本的な設計は天井網の深さを浅くすることから発展させたもので、アバディーン研究者達は天井網とベレーを拡張させることを目指した。

要請された網口の面積を維持し、ベレーを汚れないようにするには天井網を25目増やし、4N7Bの割合で切断して細めていく修正の仕方が最良であることが明らかになった。ベレーの網地も同様に拡大された。天井網をいろいろと変化させてみた結果はふくれる効果があるだけで、網がかなりねじれることがはっきりした。

設計者は原型の網地に作用する張力を軽減する為に曳網抵抗をできるだけ添網と三角網のロープにかかるようにしたが、この為に添網と三角網のロープの部分の総て2:1の縮結で仕立てた。これについての背景となる理論は、網地のひろがりというものは、網地自身の抵抗による制約があるだけで本来自由でなければならないということであった。

開口部を高く維持する総てのトロール網は2枚型或いは4枚型であっても網地の量を多くする必要がある。このことは結局漁具からの抵抗を大きくする。

この曳網抵抗値を軽減するための目合を大きくし、網糸を細くするこれまでの方法は抵抗値を合理的な範囲にとどめることができる。

しかし、着底トロールでは海底の条件が悪い場合に下側の網地が傷む可能性が増大する。更に、上側の網地の目合いを大きくすると上下の網地の適切な仕立てがより複雑となり、船上で修理する場合に好ましくない欠陥が現われるかも知れない。このため、原型のLossie型トロール網では、総ての部分で縮結の割合はできるだけ同様に保たれている。

荒い海底を通過する下側網地の作動を更に改善するため、この部分の仕立に特別の注意を払う必要がある。ベレー部を2N1B、下側脇網部を1N1Bに仕立てればベレーは沈子綱から上方へ流れ、網地はボビンの後方へ保護される位置にくる。荒い海底で作動させるためには下袖網を天井網の方向へ浮上させ、またはダンレノをグランドの先に付ければ被害を軽減させるであろう。

トロール網で漁獲を行う場合その先端は2本のペンネントで真直ぐにオッターボードに取付けられるべきである。このペンネントは少なくとも15フェヅムなければならない。このようにすればペンネント先端部の浮子綱に対する角度を小さくして浮子綱を下方へ引張る力を軽減する。海底の状態が比較的良好の場合にはグランドワイヤーはペンネントとオッターボードの間にくる。

上下のペンネントの長さを少し変え、網を海底に対して軽くすることができる。すなわち、上のペンネントを長くすれば浮子綱の高さが最大となり漁具を軽くする。この反対の場合では漁具は海底の状態に良く対応するけれども荒い海底では破損を受け易くなる。

網の高さの高いトロール網は網地から生ずる浮力により軽くなる傾向があるので漁具の下側の重量配分を注意深く行うことが肝要である。Lossie型トロール網シリーズでは中央グランド両端と下袖網後端に鎖を付加せねばならなかった。

これにより海底との接触が良好に保たれ、

漁獲量が増加した。オッターボードの選択は低～中位馬力船（50～500 馬力）ではV型あるいは平板型，大型船では polyvalent のものが使用されている。

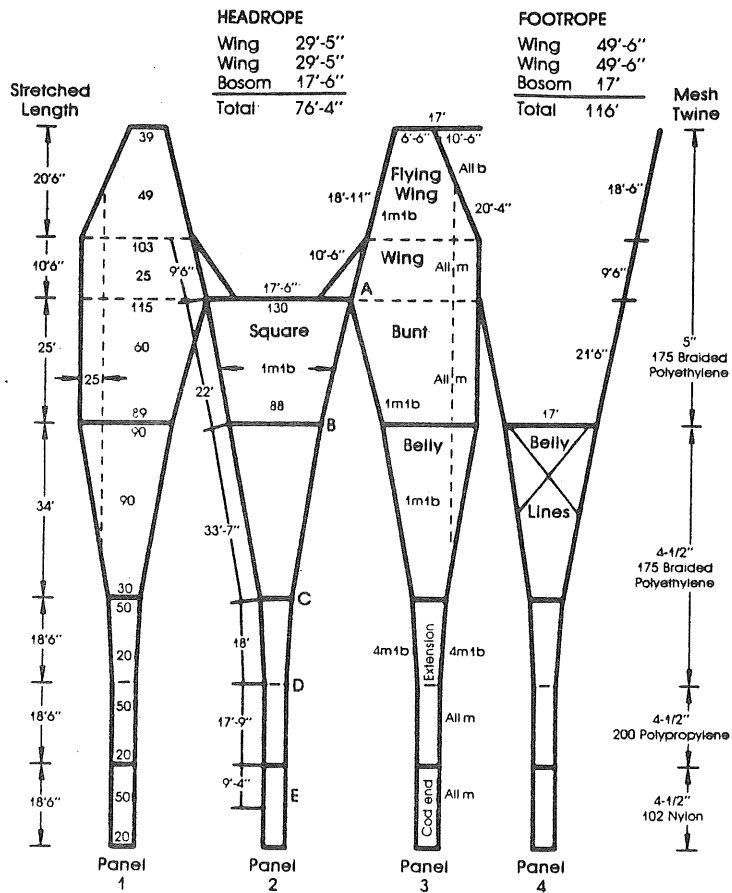


図1 北アメリカで最も普及している Atlantic Western 型トロール網

イギリスのビームトロール船はコサルテックスのコッドエンドを使用する

(出典：Fishing News International
1984年2月号)

コサルツ社 (Cosalt) の処理済ナイロンコッドエンドはヨーロッパのビームトロール船の間で非常に成功したので、現在イギリスの小型ビームトロール船——特に Brixham 南西部、Plymouth, Newlyn の港を基地とする——に採用されつゝあることは注目に値する。

Brixham のビームトロール網を使用する漁業者は非処理のナイロンベレーとコッドエンドを特に軟かい海底で使った場合には膨張、収縮、摩滅をひどく蒙ることに気付いた。ある場合には、砂が撚り合せた網糸の間に入り4倍の太さになった。砂は網地摩滅を速やめ、目合いは50%縮小する。これらは総て処理済コッドエンドを使用すれば解決するといわれている。この処理方法はコサルテックス (COSALTEX) と呼ばれコサルツ社のグリ

ムスビー工場で開発されたものである。

第1の処理段階は冷水による網糸収縮性の除去であるが、これは網を真空の過熱蒸気を通した状態で引張ることにより達成される。この結果網地を冷水に入れても収縮性はなくなり、結節は硬くなる。次の段階は網をコサルテックス液に浸す。これにより、作業時の撚糸の摩滅、機械的収縮、砂の侵入についての問題は解決される。

網地と結節を固定し、浸漬した後乾燥させ、非常に高い温度で処理する。

コサルツ社は、コサルテックスで処理した網の耐用年数は、非処理網と比較すると3～4倍長くなると主張している。ヨーロッパ市場での評判は非常に良好であったといわれており、現在コサルツ社のナイロン撚糸製品の売上額の90%はこのコサルテックスで処理した網で占められている。この様に高度に加工されたナイロン撚糸でつくられた網は高価であり、これを早期のうちに消耗させることは高価な事業となる。