トロール網漁業と二艘曳機船底曳網漁業の 網成りによる漁獲性能の考察

葉 室 親 正

(1959 年 3 月 24 日受理)

A STUDY ON THE FISHING EFFICIENCY OF THE OTTER TRAWL AND THE TWO-BOAT TRAWL IN OPERATION BY THE SHAPE OF THEIR NET

Chikamasa HAMURO*

In this study, we have measured the shape of the net under operation for the otter trawl and for the two-boat trawl, by means of several precise devices; namely net-height self-recorder, net-against-water speed meter, and self-recording tension meter for head or ground rope and warp. And then, the comparison was made for the fishing efficiencies of both nets (Table 5, Fig. 10).

The results of measurement on net shape show that the otter trawl net was operated in violent state because it is towed speedy, and in the other hand, the two-boat trawl net natural and reasonable by means of slow towing (Fig. 6, Table 3, Fig. 7).

ま え が き

両網漁具の曳網中における実態を知ることは、それらの漁獲性能を高めるために必要である。また現行の網についての網成りの実際と漁獲量に現われた漁獲性能との関係を考察することも、両網の漁具漁法を改善するために大切な方法であろう。この意味から筆者は今までに試作、実験した諸種の測定器（網口高さ計、G.R. 展開計、G.R. 及び H.R. 用張力計、曳索張力計、網速度計、深さ計）によつて得られた記録によつて両漁具の水平的、側面的形状及び各種の動態の変化を調べて考察を試みた。

1. 曳網中の全漁具の水平的、側面的形状について

(a) トロール網 全漁具の水平的、側面的形状の1例を Fig. 1 に示す。曳索は船尾から Otter board までほぼ直線で結ばれている¹⁾。したがつて船の前進速度の遅速（船首での波浪衝撃による）がそのまま

Fig. 1. Plane and side view of the otter trawl net in operation.

* 水産庁生産部漁船研究室 (Fish. Boat Lab., Production Div., Fish. Agency).

Fig. 2. Plane and side view of the two-boat trawl net in operation.

Otter board 及び網に伝わるので、網口の上下動が二艘曳機船底曳網より甚しい。

(b) 二艘曳機船底曳網 全漁具の水平的、側面的形状の1例を Fig. 2 に示す。曳索は曳船側からは全長の 50~60% 附近で接地しており、曳船の前進速度の遅速（船首尾での波浪衝撃による）及び上下動揺は大部分接地点の移動によつて吸収され網に直接影響を及ぼさない。この点は前者と著しく異なる点である。

またトロール網の場合の接地点 (Otter board) 間隔及び袖端間隔と二艘曳網の場合のそれらと較べて、後者が共に遙かに大であることは注目に値する点である。

2. 網 成 り

(a) 水平面的網成り まず、水平面的網成りを論ずるには、その基本となる Ground rope の形状を知る必要がある。トロール網は Otter board によつて、二艘曳網は二艘の曳船間隔によつて展開される。

Fig. 3 はトロール網と二艘曳網の Ground rope の展開状況の各々の例を示したものである。

Fig. 3. Curve of ground rope in operation.

Table 1 は Fig. 3 から求めた Ground rope の主要間隔である。

Table 1.

Kind of net \ Item	The angle between the two warps. Distance between two boats	Wing-Spread of net	Span of middle part of ground rope, 6m. long	Dip of ground rope
The otter trawl net	12.5°	24.6 m	3.3 m	23 m
The two-boat trawl net	400 m	41.1 "	5.1 "	29.3 "
	450 "	45.6 "	5.4 "	27.8 "
	500 "	48.6 "	5.5 "	26.3 "

(b) 側面的網成り 曳網中の網高さは次の部位で代表される。すなわち、袖先、網口脇、網口中央及び身網の傾斜である。通例各部網高さは曳網中の網の対水速度の増大につれて低下する。従来のトロール網と二艘曳網の網高さは若干後者が高いことが測定された。前者が 1.8m 前後、後者が 2m 強であつた。この場合曳網速度は前者が 3~3.6kt, 後者が 1.7~2.5 kt であつた。しかし、従来の球形硝子浮子の他に流体抵抗を利用した翼型フロートを使用することと、網地の抵抗を利用して上網に揚力を生じさせるような細目の目合を持つ網地を、適正に配置した構造の網によって始めて Fig. 4, Table 2 に示すような網高さが得られるようになった。

Fig. 4. Side view of the otter trawl net and the two-boat trawl net in operation.

Table 2. Height of the otter trawl net and the two-boat trawl net in their operation.

Kind of the net \ Item	The height of the wing	The height of the middle point of the head line of the ceiling point	The height on the side point of the head line of the ceiling part	Towing speed	The kind of the buoys
The otter trawl	1.2 m	2.93 m	2.15 m	3.7 kts	Glass buoys and wing shaped floats
	0.7 "	2.00 "	1.80 "		Glass buoys and a kite
	0.7 "	1.50 "	1.40 "		Glass buoys
The two-boat trawl	0.8 "	5.70 "	3.05 "	1.7 "	Glass buoys and wing shaped floats (Cremona net)
	0.7 "	4.85 "	2.80 "	1.9 "	" (Manila net)
	0.7 "	3.60 "	2.45 "	2.4 "	Glass buoys (Cremona net)

(c) 網口の動態 網口は魚が最初に通過する門戸であるから、単に高さだけでなく、その動態いかんが魚族の入網に影響を及ぼすであろう。Fig. 5 はトロール網と二艘曳網の網口の動態の1例を示す。

Fig. 5. Records of the height of net in operation to head and fair wind.

したように、曳索が接地部附近でなだらかに彎曲しているので、緩衝作用が働いて、曳船の前進速度の遅速がほとんど曳索側面形状の変形に置換されて網まで直接響かないためであろう。

トロール網の場合、送風曳網時は順風曳網時に較べて漁獲性能が悪い。特にタイショウエビを対象とした場合その低下が目立っている。

逆風、順風曳網時の平均網高さは前者が高く、後者は低い。

Table 3, Fig. 6 は風向と船首方位と網高さの変動関係を示した。

Table 3. Property of the height of trawl net entrance in operation to fair wind and to head wind.

Item	To fair wind	To head wind
Height of net entrance	Low	High
Change of the height of net entrance	Nothing or little	Much
Speed of the net against water and land	Fast and smooth	Slow and irregular
Condition of the movement of the net height	Regular	Irregular
Mean catches	17 cases	6 cases

N. B. 1 case 26 kg

Fig. 6. Relation among the ship's head, the direction of the wind and the dynamic motion of the net height in operation.

Fig. 7. Records of the tension of the otter trawl and the two-boat trawl net in operation to head and fair wind.

トロール網漁船は装備機関の馬力が大きいので、風向のいかんにかかわらず曳網方位を選定出来るのに対して、二艘曳の大部分は風浪を船尾から受けて曳網せざるを得ない。したがって前者は魚族の集約点を追って能率的に曳網針路を選定できるが、後者はある限度まで曳網した後は目的魚族の集約点を再び船尾から風浪を受けて曳網できる点まで航走しなければならない不便がある。しかしトロールは逆にこの非能率な逆風曳網を安易に行い、漁獲性能を低下させることも多い。

(d) 漁具の抵抗 船尾での1本の曳索にかかる張力はトロールの場合普通 2000 kg 弱、二艘曳の場合 1600 kg 前後である。網漁具だけの抵抗は前者が 1300~2000 kg、後者が 1300~1400 kg 程度である（片袖先での張力測定値）。

Fig. 7 は両網漁具の抵抗の特性を示したものである。トロール網と二艘曳網とは顕著な差が認められる。

前者は抵抗の変動が大で (500 kg) 前後あるのに対して、後者は数 kg 程度で、時々数拾 kg の変動が起つている。トロール網の抵抗に、このような大変動が起るのは前述の理由によるが、その変動の内容は次のようであると考えられる。すなわち、小周期の変動は1分間に10回前後起つている。これは曳船と波浪との出合周期と一致している。また大きな周期の変動は Otter board が接地抵抗のため外方への展開をある時間つづけ、それがある限度にくると急に接地抵抗（展開力）が warp 及び Hand rope の抗力に負けて、内側に狭ばまる。この運動が5分間に1回の周期で起つている。

Fig. 8 はこの運動状況を示したものである。Otter board の不規則な動きは網成りにも可成りの影響を及ぼすであろうし、また漁獲性能にも悪い作用となるであろう。一方二艘曳網の場合は海底の泥土に埋まつて斜行する接地曳索のために、その平面的形状が若干ふくらんだり寄せたりしながら進んでいるのであろう。しかし、二艘曳は割合に自然な状態で曳網されている。

Fig. 8. Showing the movement of the otter boards in operation.

(e) 網中の流速について 網は元来流体抵抗によつてふくらみ、網成りを保たせるのが自然であつて、

Fig. 9. Diagram of relative speed of the net and water in operation.

浮子その他はその補助的（この場合網口を高くする力の割合をいうのではない）なものと考えるべきであろう。しかしこのために網中での流速が甚しく低下することは魚の入網を妨げる*2)と思われる。Fig. 9 にトロール網と二艘曳網との網と網内外の水との相対速度差を示した。図中の二艘曳改良網は、上網に揚力を生じさせるような細目の網地を用い、脇網は極力抵抗を抜くような広目の目合の網地を使用したものである。このことにより脇網の彎曲度合を小さくして網高さを増し、しかも網中の水の通りを良好にした。

トロール網では網内外の速度差が 0.4m/sec もあるのに対して、二艘曳網では 0.2m/sec、その改良網では 0.03m/sec となつている。これは網の構成が根本的に異なつているためと、曳網速度の大小とによるためで、前者は速い速度で強引に魚を入網させている漁具といえる。後者は極く自然に魚を入網させているといえ、前者より

後者の方が漁具として理想的であると考えられる。

(f) 1 曳網間の掃海容積 * 両網の多くの網高さ測定値から求めた平均の網高さで、曳網中の網の進行方向の射影面積を求めると、トロール網では $1.5\text{m} \times 10.6\text{m} \times 2 + 3\text{m} \times 3.3\text{m}$ （袖部分の平均高さ $\times$ 射影長 $\times 2$ + 網口部の平均高さ $\times$ 射影長） $\div 42\text{m}^2$ 、二艘曳網では $1.5\text{m} \times 18\text{m} \times 2 + 3.5\text{m} \times 5\text{m} \div 72\text{m}^2$ となる。

両網の射影面積は二艘曳の方が遙かに大である。Table 4 は両網の 1 時間及び 1 曳網間の掃海容積を示したものである。

Table 4. The sweeping capacity of the nets per an hour or an operation.

	The sweeping capacity of the net per an hour	The sweeping capacity of the net per a operation	Towing period	Towing speed
The otter trawl	257,040 m ³	771,120 m ³	3 hours	3.3 kts
The two-boat trawl	308,880 m ³	463,320 m ³	1.5 "	2.3 "

3. トロール網と二艘曳機船底曳網の漁獲性能

以西漁場における両漁業の 1947 年以後 10 年間の 1 曳網当りの平均漁獲高*を示したのが Table 5, Fig. 10 である。これは両漁業とも黄海、東支那海漁場で周年に亘る漁獲をその曳網回数で除したもので両漁業ともほぼ同じ条件であるとみてよろしい。

** 水産年鑑，昭和 31 年，水産週報社。

Table 5. The catches per an operation of the otter trawl and the two-boat trawl

Item Year	The otter trawl	The two-boat trawl
1947	944.6 kg	850.5 kg
1948	886.5 "	679.1 "
1949	703.1 "	575.6 "
1950	465.4 "	519.0 "
1951	672.4 "	605.3 "
1952	826.1 "	614.6 "
1953	689.0 "	548.0 "
1954	674.3 "	598.5 "
1955	581.8 "	602.3 "
1956	476.3 "	557.6 "

Table 5, Fig. 10 にみられるように、同一曳網時間（1.5 時間）での平均漁獲高はトロール網で 347 kg、二艘曳網で 615 kg となつている。このようにトロール網が二艘曳機船底曳網より劣つているのはいかなる理由によるかを考察すると次のように推察される。

- (1) 曳網中の網の射影面積がトロール網が二艘曳網より甚しく小さい。
- (2) 1 曳網間の掃海容積は逆にトロール網が大で（二艘曳網の約 2 倍）あるが、魚族の存在密度が海底から 0~2m, 2~4m, 4~10m で 1: 5: 4 程度の比になつているのに、トロール網は密度の最小の 0~2m を掃海し、二艘曳網は最も多い 2~4m 層すなわち 0~3.5m を曳くためであろう。ただしトロール網も次第に改良され網高さが 3m 及びそれ以上になつたものもある。これはタイショウエビに対して顕著な成績を挙げている。すなわち、トロール網もこの点は改良されてきている。
- (3) 曳網中漁船の風浪の受け方によつて網口高さの変動が甚しく、網口で魚を嚇すことになつて容易に魚の入網を許さない。
- (4) 網中で水が網外の流速（網と水との相対速度）程流れず、トロール網では 0.4 m/sec も低下している。このことは魚に網口でその異常を感じさせ^{*2)}、つづいて網の存在を認識させて、網口からの逸脱を試みる機会が多くなる。
二艘曳網ではこの流れの低下がトロール網の $\frac{1}{2}$ の 0.2 m/sec でしかない（改良網では 0.03 m/sec）ので、これによる漁獲性能の低下が少ないと思われる。
- (5) Otter board の不規則な運動のため、両 Otter board 間の魚族に威嚇を与え、また網の異常な運動の原因ともなり、魚族の入網を困難にさせる。
- (6) トロール網は漁船からの距離が割合近く、漁船の発する音響（可聴、不可聴音）の影響が多く^{**}、

* 前頁* と同じ。

** タチウオを目的とした trawl の場合、Steam trawler が Diesel trawler より漁獲がすぐれており、同じ Steam trawler の場合も propeller が bronze 製と cast iron 製の場合とでは後者がすぐれている事実が漁獲統計から割り出されている。

Fig. 10. Comparison of catch of the otter trawl with the two-boat trawl.

- 1: Catches of the otter trawl in 1.5 hours
1': Catches of the otter trawl in 3 hours
2: Catches of the two-boat trawl in 1.5 hours

二艘曳網はその距離がトロールの場合の約 2.5~3 倍あつて、しかも両曳船の間を通るためその影響が少ないと考えられる。

またトロール網が二艘曳機船底曳網より優れている点をあげると次のようである。

(1) 曳網速度が速いので魚を追いつめ込む点が優れている。

(2) Otter board により起される泥の煙幕が漁獲性能の向上に役立つと巷間にいわれている。

しかし、(1) は同時に現在のトロール網では網口で乱流が起り、必ずしも漁獲性能上の長所とはならない。また (2) は潮流によつて異なるが、Otter board の後方に並びいて、網口をかくすような状態にならず³⁾、両袖の外側に 20~25 m* 程度離れたところを通り、煙幕の効果はない⁴⁾ようである。

む す び

トロール網漁業と二艘曳機船底曳網漁業はともに海底附近に棲息している魚族を漁獲する漁業であるが、漁具学的にみて後者が勝つていると思われる。

しかし、トロール網の網成り（広義の）を二艘曳機船底曳網程度に改善することができれば、トロール網の漁獲性能は二艘曳機船底曳網を上廻るであろう。すなわち、前者は曳網速度が後者より 1 kt 以上速いだけその可能性がある。しかし、このためには網そのものの仕立て方を二艘曳網のように 4 枚合わせにすることが望ましい。また Otter board による直接間接の魚族に対する威嚇を防止するのも残された問題である。

文 献

- 1) 熊凝武晴・葉室親正・石井謙治：漁研技報，6，p. 78~79. (1955).
- 2) Marine Laboratory, Torry, Aberdeen : World Fishing Dec. (1952).
- 3) Fish Industry, Sep. (1952).
- 4) 三浦定之助：魚の話，興亜日本社，東京，pp. 1~316. (1941).

* Otter board 間隔は大体 70~75 m に対して、袖間隔は 25 m 程度であるから、煙幕の中心と袖端との間隔は $\frac{75-25}{2} = 25 \text{ m}$ となる。