

實船 試驗에 의한 底層 트롤 漁具에 관한 研究- II  
- 漁具의 水中 形狀에 관하여 -

趙 鳳 坤 · 高 光 錄

群山大學校

(2000년 10월 19일 접수)

**A study on the bottom trawl gear by the trial  
of a stern trawler- II**  
- On the net shape of a bottom trawl gear -

**Bong-Kon Cho and Gwang-Su Go**

Kunsan National University

(Received October 19, 2000)

**Abstract**

To analyze the shape of the net mouth of bottom trawl which is composed with 6 seams net, the field experiment was carried out on the sea near Kokunsan Is, Western sea of Korea.

The distance of otter board, net height, trawl speed and resistance of the fishing gear were respectively measured according to the change of warp length and towing speed.

The results obtained are summarized as follows :

1. The spreading distance of the otter board has been increased straightly according to the increment of towing speed and warp length.

The rate of increase by the warp length has been greatly higher than the rate of increase by the towing speed.

The total variation of the spreading distance was 57.0 - 82.8m, and it was occupied 43-62% of the hand rope, net pendent and the length of nets.

2. The height of net mouth has been decreased straightly according to the increment of towing speed and warp length. The rate of decrease by the towing speed has been greatly higher than the decrease rate of the warp length. The total variation of the net height was 3.1 - 4.0m.

3. When the distance of wing tip is increased, the height of net mouth is decreased, but the ratio of the decreasing rate of the height of net mouth for the increasing rate of the distance of wing tip was gradually low according to the increment of warp length.

4. The ratio of the distance of both wing tip for the height of net mouth has been increased gradually according to the increment of towing speed and warp length, and the total variation of the ratio was 4.17 - 7.81 times.

緒 言

最近 UN 海洋法 발효와 더불어 연근해 漁業資源의 重要性이 強調되고 있어 트롤 漁業은 엄격한 管理對象이 되고 있으며, 연근해는 領海化 되고 특정 魚種에 대해 適定漁獲量을 미리 정하여 漁獲하는 TAC制度의 실시가 확실해지고 있다.

따라서, 앞으로의 트롤 漁業은 漁業資源을 管理 保護하는 책임 있는 漁業을 행하여야 하므로 정확한 어구의 성능규명이 요구된다.

底層 트롤 漁業은 오래 전부터 많은 研究가 진행되어 왔지만 대부분 水槽 實驗이며, 實物 漁具의 直接的인 水中 計測에 의한 漁具 形狀의 解析은 그다지 많지 않다.

트롤 漁具에 관한 研究 중에서 漁具의 水中 形狀과 性能에 관한 중요한 것을 보면 實船 試驗은 高山<sup>1)</sup>, 三浦<sup>2)</sup>, 金 등<sup>3)</sup>이, 그 외 漁具의 水中 形狀과 展開板에 展開力 대한 관련된 研究로는 Crewe<sup>4)</sup>, 小山<sup>5)-6)</sup>, 小山 등<sup>7)</sup>, 李<sup>8)</sup>, 李 등<sup>9)-12)</sup>, 趙<sup>13)</sup> 등이 있다.

본 研究에서는 曳網 중인 漁具의 網口 形狀에 관련되는 展開板의 間隔 및 網高 등을 曳網 速度 別, 끌줄의 길이별로 測定하고, 理論의인 數值 解析 結果와 比較하여 實物 漁具의 水中 形狀을 解析 함으로서 漁具의 효율적인 운용과 漁獲效果의 증대를 위한 基礎 資料를 提供하고자 한다.

材料 및 方法

1. 試驗 漁船 및 漁具

시험에 사용된 어선, 어구, 실험해역, 계측장치의 구성 및 측정방법은 前報와 같다.

結果 및 考察

1. 漁具의 各部 길이

현재 우리 나라에서 사용하는 底層 트롤 6폭 짜리 그물 漁具의 全體 길이에 대한 各部의 길이의 비는 날개 35%, 천장망 10%, 자루 40%, 끌자루 15%가 代表的인 各部의 비율이다.

試驗 漁具의 各部 비율은 날개 33.8%, 끌자루

20.9%로 代表的인 平均치와 比較하면 자루부분과 날개부분이 각각 6%와 1.2% 程度 짧고 끌자루와 천장망은 각각 6%와 1.5% 길었다.

2. 자루그물 입구의 규격

試驗 漁具의 사용된 자루그물 입구 둘레는 등판, 밑판과 그 양쪽에 붙는 삼각 망지 및 옆판의 6 폭으로 構成되었으며, 자루 입구 둘레 各部 폭의 비율은 Table 1과 같으며, 李(1977)와 比較하면 밑판이 5% 程度 작았다.

Table 1. Size of each panel around the mouth of net

Section	Girth of net mouth	Baiting (t)	Side panel (s)	Belly (b)	Baiting delta (d)	$\frac{t+2d}{b}$	$\frac{d}{s}$
Stretched length(m)	58.72	12.00	9.2×2	17.76	5.28×2	1.27	0.57
Ratio	100	20.4	31.4	30.2	18.0		

3. 試驗 漁具의 水中 形狀

試驗 漁具의 끌줄 길이와 曳網 速度를 단계적으로 變化 시켜가며 測定한 끌줄을 제외한 漁具의 全抵抗, 展開板의 間隔, 網高 및 식(3)에 의해 計算

Table 2. Recorded values of stern trawl net used in the No.1 HAERIM

Length of warp (m)	Towing Speed (m/s)	Depth of bottom (m)	warp depth	Distance of both O.B(m)	Height of net (m)	Width of wing net mouth(m)	Width Height
120	1.31	58.4	2.05	57.0	4.0	16.67	4.17
120	1.39	58.4	2.05	59.2	3.9	17.32	4.44
120	1.85	58.4	2.05	60.7	3.6	17.76	4.93
120	1.90	58.4	2.05	63.0	3.4	18.43	5.42
180	1.23	62.5	2.88	64.3	3.8	18.81	4.95
180	1.44	62.5	2.88	67.5	3.6	19.75	5.49
180	1.70	62.5	2.88	70.9	3.4	20.74	6.10
180	1.85	62.5	2.88	71.5	3.3	20.91	6.34
230	1.23	63.7	3.61	68.4	3.7	20.00	5.41
230	1.29	63.7	3.61	71.0	3.6	20.77	5.77
230	1.59	63.7	3.61	76.4	3.4	22.35	6.57
230	1.90	63.7	3.61	78.9	3.2	23.08	7.71
260	1.23	63.9	4.07	73.5	3.6	20.70	5.97
260	1.39	63.9	4.07	76.5	3.5	22.10	6.38
260	1.54	63.9	4.07	80.1	3.3	23.80	6.89
260	1.79	63.9	4.07	82.8	3.1	24.20	7.81

같다.

(1) 展開板의 展開間隔

트롤 漁具의 曳網 中 水中 形狀은 漁具의 展開 狀態, 漁船과 漁具와의 거리에 따라 달라지므로, 다음과 같은 假定下에서 水中 形狀을 解析하였다.

- ① 끌줄 후리줄 등의 줄은 直線上으로 뻗는다.
- ② 후리줄의 延長線은 그물의 자루그물 뒤 끝에서 만난다.

위와 같은 假定下에서 試驗漁具의 各部 展開間隔을 Fig. 1과 같이 추정하였다.

Fig. 1에서 試驗漁具의 展開板 展開間隔  $D_o$ 는  $D_o = 2L_o \sin \alpha + t$ 에 의해 추정할 수 있으나, 實際로 끌줄의 展開각  $\alpha$ 를 精確하게 測定하기는 어려우므로 Fig. 2와 같이 比例法을 사용하는 것이 便利하다. 양 톱로올러에 있어서 끌줄 間隔을  $d$ , 그 1m 뒤에 있어서의 間隔을  $d'$ 라 하면

$$D_o = (d' - d) L_o + t \quad (1)$$

$$D_o : L_h + L_p + L_n = D_w : L_n \quad (2)$$

따라서, 날개 끝의 展開間隔은

$$D_w = \frac{L_n \cdot D_o}{L_h + L_p + L_n} \quad (3)$$

이다.

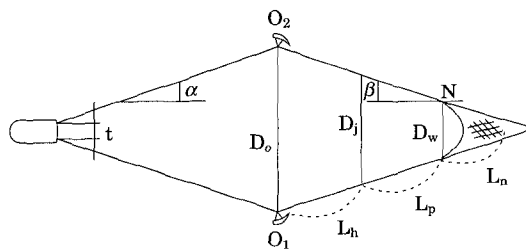


Fig. 1. Developing distance of each part of trawl fishing gear.

- $L_o$  : Length of warp
- $L_h$  : Length of hand rope
- $L_p$  : Length of net pendant
- $L_n$  : Length of net from wing tip to end of cod end
- $D_o$  : Distance between the both otter boards
- $D_j$  : Distance between the front tip of both net pendants
- $D_w$  : Distance between the both wing tips
- $t$  : Distance between the both top rollers
- $2\alpha$  : Developing angle of warp
- $2\beta$  : Developing angle of hand rope

그러나, 실제로는 배의 曳引점부터 展開板에 이르는 끌줄의 平面 形狀은 直線이 아니고, 展開각이 展開板 쪽으로 갈수록 조금씩 커진다는 것이 알려져 있다.

Crewe(1964)의 實驗에서 선미에서의 展開각에 의하여 計算한 展開 間隔  $D_1$ 과 실측된 間隔  $D_2$  사이에는 速度  $3k'ts$  程度에서  $D_2$ 가  $D_1$ 보다 15% 程度 크며, 速度가 빨라질수록  $D_2/D_1$ 은 약간 커지는 傾向을 보였다. 이와 같은 현상은 曳網시 끌줄에 작용하는 흐름의 영향 때문인 것으로 分析된다.

그러므로, 실측치는 후릿줄이나 그물 목줄을 直線이라고 보고 計算한 값보다는 상당히 큰 것은 사실이며, 실용적인 曳網 速度의 범위에서 최대 4m 程度의 차가 있고, 또 후릿줄의 길이가 길수록 그 차이가 크다고 하였다.

중요한 점은, 후릿줄이나 그물목줄의 길이를 길게 해 주면 展開板의 間隔은 커지나 날개 끝의 間隔은 작아진다는 것을 염두에 두고 漁具를 조정해야 하는 것이다

즉, 展開板의 間隔은 대체로 후릿줄·그물목줄·그물 길이(끌자루 제외)등의 總 길이의 52% 程度 되어야 한다.

Table 2에 의하면 展開板의 展開間隔은 끌줄의 길이와 曳網 速度의 增加에 따라 현저한 增加를 보이고 있는데 그 變化 폭은 57.0~82.8m로서 후릿줄과 그물목줄 및 그물 길이(끌자루 제외)를 합한 것의 43~62%(平均 52.5%)였다.

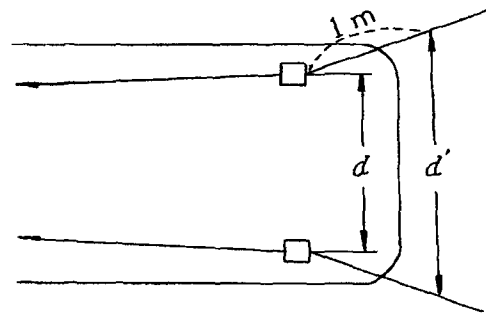


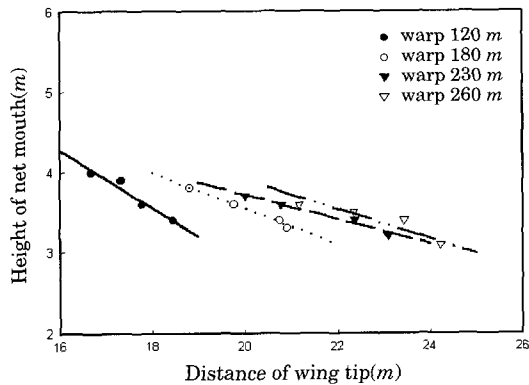
Fig. 2. Measurement of the distance between the warp.

- $d$  : Distance between the both warp at the top roller
- $d'$  : Distance between the both warp at the 1m behind top roller



**Table 3. The ratio of the measuring height of net mouth to the height of net mouth design of the trial fishing gear.**

Length of warp (m)	Towing Speed (m/s)	Measuring Height of net mouth(m)	Height of net mouth on the design(m)	Ratio of height of net mouth(%)
120	1.31	4.0	6.4	63
120	1.39	3.9	6.4	61
120	1.85	3.6	6.4	56
120	1.90	3.4	6.4	53
180	1.23	3.8	6.4	59
180	1.44	3.6	6.4	56
180	1.70	3.4	6.4	53
180	1.85	3.3	6.4	52
230	1.23	3.7	6.4	58
230	1.29	3.6	6.4	56
230	1.59	3.4	6.4	53
230	1.90	3.2	6.4	50
260	1.23	3.6	6.4	56
260	1.39	3.5	6.4	55
260	1.54	3.3	6.4	52
260	1.79	3.1	6.4	48



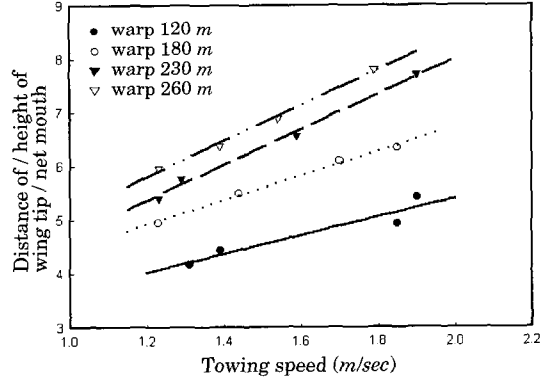
**Fig. 5. Relation between the distance of wing tip and the height of net mouth.**

았다.

또한 끌줄 길이에 따른 網高비의 變化를 살펴보면 120~260m까지에서 10~7%차이를 보였으나, 速度 變化에 따라 6~5%의 變化를 보여 速度에 따른 網高비가 낮았다.

Fig. 5은 양 날개 끝의 間隔과 網高와의 關係를 끌줄 길이 별로 圖示한 것이다.

양 날개 끝의 間隔과 網高는 부의 상관關係를 가지고 있어 양 날개 끝의 間隔이 클수록 網口 높이는 낮아지는데 끌줄의 길이가 길어지면 直線의



**Fig. 6. Relation between the towing speed and the ratio of distance of wing tip to height of net mouth.**

기울기가 작아져 날개 間隔의 增加율에 대한 網口 높이의 減少율의 비가 점차 작아지고 있다.

이는 끌줄길이가 길어지면 漁具의 양 날개 끝의 초기 間隔이 커짐과 동시에 초기의 網高도 낮아져 있으므로 이후에는 양 날개 끝의 間隔이 변하여도 網口 높이의 減少는 상대적으로 적어지기 때문에 分析된다.

網口의 變化에 대한 小山(1965)의 實驗 結果(2,900M/T, 3,150PS)에서 曳網 速度  $v$ 와 網高  $h$ 의 關係를 대수 그래프에 나타냈는데, 結果를 보면 양자의 關係는 거의 直線 關係를 보여 준다. 그리고 曳網 速度가 크게 됨에 따라 網高는 저하한다고 했으며  $v$ 와  $h$ 의 關係의 近似値는  $h = kv^n$ 는 지수關係를 보여주며, 여기에서  $h$  및  $n$ 의 값을 구하면  $k=10, n=0.839$ 가 되었다.

또한 李(1977)에 의하면 曳網 速度가 빨라짐에 따라 網高는 거의 直線적으로 낮아진다고 했는데, 이는 초기의 網高를  $h_0$ , 曳網 速度  $v$ 인 때의 網高를  $H_2 = h_0 - kv$ (단  $k$ 는 비례 상수)로 나타낼 수 있다. 본 實驗에서는  $H = -0.88V + 5.14$ 와  $H = -0.92V + 4.75$ 사이의 범위에서 거의 直線적으로 낮아졌다.

網高는 曳網 速度와 끌줄 길이의 增加에 따라 直線적으로 減少하고 있으며 끌줄 길이에 의한 減少보다는 曳網 速度에 의한 減少가 뚜렷하게 나타났다.

網高의 變化는 그물 漁具의 抵抗과 양 날개 끝의 間隔에 의하는데 끌줄 길이의 增加에 따른 양

날개 끝 간격의 증가에 의한網高減少보다는曳網速度 증가에 따른 그물漁具의抵抗의 증가에 의한網高減少가 크기 때문에分析된다.

Fig. 6은曳網速度와網口 높이에 대한 양 날개 끝의 간격의 비를 끌줄 길이 별로圖示한 것이다.

網口 높이에 대한 양 날개 끝 간격의 비는曳網速度와 끌줄 길이의 증가에 따라 커지는데 이는曳網速度와 끌줄 길이가 증가하면網口 높이는 점차 낮아지고 양 날개 끝의 간격은 커지는 것을 의미한다. 또한 끌줄의 길이가 길어질수록網口 높이에 대한 양 날개 끝 간격의 비는 증가율이 낮아지는데 이는 끌줄 길이의 증가율 보다展開板의展開間隔, 즉 양 날개 끝의 간격의 증가율이 작아지기 때문으로 생각된다.

### 要約

底層트롤實物漁具를 이용한海上實驗을 통하여曳網 중인漁具의網口形狀에 관련되는展開板의間隔 및網高 등을曳網速度별, 끌줄의 길이 별로測定하고,理論的인數值解析結果와比較하여實物漁具의水中形狀을解析함으로써漁具의效率的인運用과漁獲效果의增大를 위한基礎資料를提供하고자 한다.水中形狀을解析한結果를要約하면 다음과 같다.

1. 展開板의展開間隔은曳網速度와 끌줄 길이의 증가에 따라直線的으로增加하며 끌줄 길이에 의한增加率은曳網速度에 의한增加率보다 현저히 크게 나타났으며, 그間隔의變化는57.0~82.8m로서 후릿줄과 그물목줄 및 그물길이全體의43~62%를 차지하였다.
2. 網口의 높이는曳網速度와 끌줄 길이의 증가에 따라直線的으로減少하며,曳網速度에 의한減少率은 끌줄 길이에 의한減少率보다顯著히 크게 나타났는데 그 높이의變化는3.1~4.0m로 나타났다.
3. 양 날개 끝의間隔이 커지면網高는 낮아지나 끌줄 길이가增加할수록 날개 끝間隔의 증가에 대한網口 높이減少率의 비는 점차 작아졌다.
4. 網高에 대한 양 날개 끝間隔의 비는曳網速

도와 끌줄 길이의 증가에 따라 점차 커졌는데, 그 비는4.17~7.81로 나타났다.

### 參考文獻

- 1) 高山武夫(1965): 大型트롤러에於ける數種の트롤漁具についての實驗結果とその考察, 東海水研業績 A 第 225號, 13-71.
- 2) 三浦汀介·清水晋·西山作藏(1991): 中層트롤 시스템에於ける網とオッターボードの運動解析, 日水誌, 57(1), 57-62.
- 3) 金仁振·李春雨(1999): 中層 트롤 漁具의 網口 形狀 解析, 韓國漁業技術學會誌, 35(2), 118-128.
- 4) Crewe, P.R.(1964): Some of the general engineering principles of trawl gear design, M.F.G.- II.
- 5) 小山武夫(1965): 大型트롤러에於ける數種の트롤漁具についての實驗結果とその考察, 東海水研報, 第43號, 13-71.
- 6) 小山武夫(1974): 船尾트롤에於ける實驗的考察, 東海水研報, 第77號, 171-247.
- 7) 小山武夫·矢島信一·荒井和則·佐藤秀明(1972): 小型船에於ける船尾트롤의研究-I. 小型트롤網의抵抗およびあて舵狀態に於けるオッターボードの展開距離, 東海水研報, 第71號, 69-78.
- 8) 李秉錡(1977): 現代트롤漁法, 太和出版社, 58-163.
- 9) 李秉錡·崔宗和·朴相吉·張鎬榮(1986): 韓國近海에 있어서의 中層 트로울의 研究-I. 展開板의動作狀態와 全開性能, 韓國漁業技術學會誌, 第 22卷 第4號, 41-48.
- 10) 李秉錡·金鎮乾·崔宗和·張鎬榮(1986): 韓國近海에 있어서의 中層 트로울의 研究-II. 漁具의 水平展開度, 韓國漁業技術學會誌, 第 22卷 第4號, 49-55.
- 11) 李秉錡·金鎮乾·崔宗和·張鎬榮(1987): 韓國近海에 있어서의 中層 트로울의 研究-III. 漁具의 垂直展開度, 韓國漁業技術學會誌, 第 23卷 第1號, 1-5.
- 12) 李秉錡·金鎮乾·崔宗和·張鎬榮(1987): 韓國近海에 있어서의 中層 트로울의 研究-IV. 漁具의 流體抵抗과 展開板의 性能, 韓國漁業技術學會誌, 第 23卷 第1號, 6-10.
- 13) 趙鳳坤(1982): 트로션의 主機關 馬力數와 漁具規模와의 關係에 대하여 - 北洋 트로션을 中心으로 -, 群山水大研報, 16(3), 171-176.