

쌍끌이 中層트롤漁法の 研究 - I *

- 模型漁具의 網口形狀에 關하여 -

李秉鎬 · 金基允 · 李昊在 · 張忠植**

釜山水産大學校, **統營水産專門大學

(1994년 11월 19일 접수)

A Study on the Pair Midwater Trawling - I

- Mouth Performance of the Model Net -

Byoung - Gee LEE, Ki - Yun KIM, Dae - Jae LEE and Choong - Sik JANG**

National Fisheries University of Pusan

**Tong - Yeong National Fisheries College

(Received November 19, 1994)

A model experiment on the pair midwater trawl net applicable to 800 PS class Korean pair bottom trawlers was carried out in the special-prepared experimental tank. The tank was prepared as a reverse trapezoid shape in its vertical section by digging out flat soil. The dimension of the tank showed the 9.6 W×43.0 L(m) of the upper fringe and the 4.8 W×38.0 L(m) of the bottom with 3.0 m in depth. The depth of water was maintained 2.7 m during experiment.

The model net was prepared based on the Tauti's similarity law of fishing gear in 1/30 scale considering the dimension of the experimental tank.

Mouth performance of the model net during towing were determined by the photographs taken in front of the net mouth with the combinations of towing velocity, warp length and distance between paired boats.

The results obtained can be summarized as follows:

1. Vertical opening of the model nets A and B was varied in the range of 0.18~0.88 m and 0.21~0.78 m (which can be converted into 5.4~26.4 m and 6.3~23.4 m in the full-scale net) respectively, and was varied predominantly by towing speed. Vertical opening (H which is appendix m for the model net, f for the full-scale net. A and B for the types of the model nets) can be expressed as the function of towing velocity (V_t) as

* 이 논문은 1993년도 한국학술진흥재단의 대학부설연구소 지원과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

in the model net ($V_t : m/sec$)

$$H_{mA} = 1.67e^{-1.65V_t}$$

$$H_{mB} = 1.15e^{-1.13V_t}$$

in the full-scale net ($V_t : k't$)

$$H_{fA} = 50.27e^{-0.37V_t}$$

$$H_{fB} = 34.46e^{-0.26V_t}$$

2. Horizontal opening of the model nets A and B was varied in the range of 1.03~1.54 m and 1.04~1.55 m (which can be converted into 30.9~46.2 m and 31.2~46.5 m in the full-scale net) respectively, and was varied predominantly by distance between paired boats. Horizontal opening (W , appendixes are as same as the former) can be expressed as the function of distance between paired boats (D_b) as

in the model net

$$W_{mA} = 0.69 + 0.09D_b$$

$$W_{mB} = 0.73 + 0.09D_b$$

in the full-scale net

$$W_{fA} = 20.81 + 0.09D_b$$

$$W_{fB} = 22.11 + 0.09D_b$$

3. Net opening area of the model nets A and B was varied in the range of 0.28~1.04 m² and 0.33~0.94 m² (which can be converted into 252~936 m² and 297~846 m² in the full-scale net) respectively, and was varied predominantly by towing velocity.

Net opening area (S , appendixes are as same as the former) can be expressed as the function of towing velocity (V_t) as

in the model net ($V_t : m/sec$)

$$S_{mA} = 2.01e^{-1.54V_t}$$

$$S_{mB} = 1.40e^{-1.05V_t}$$

in the full-scale net ($V_t : k't$)

$$S_{fA} = 1.807e^{-0.35V_t}$$

$$S_{fB} = 1.265e^{-0.24V_t}$$

4. Filtering volume of the model nets A and B was varied in the range of 0.32~0.55 m³ and 0.37~0.55 m³ (which can be converted into 8,640~14,850 m³ and 9,990~14,850 m³ in the full-scale net) respectively, and was predominantly varied by towing speed. Filtering volume of the model net-A showed the maximum at the towing speed 0.69 m/sec (3 k't in the full-scale net), compared with that of the model net B showed at 0.92 m/sec (4 k't in the full-scale net).

緒 論

우리나라 沿近海에서 조업하는 쌍끌이 底引網 漁船들은 250여통에 달하는데, 최근 底棲魚族資源의 減少로 海底에서 다소 떨어진 魚群도 漁獲할 수 있도록 漁具를 크게하고 있으나, 曳網力의 한계 때문에 漁具의 크기에는 한계가 있으므로 어획 가능한 水層은 역시 底層을 기준으로 一部層에 한정되는 데, 中層에는 아직도 可用資源이 있으므로 그것을 漁獲할 수 있는 中層트롤漁法의 開發이 시

급한 실정이다.

中層트롤漁法에 관한 연구로는 Parrish(1959)가 中層트롤漁具와 運用에 관하여, Larsson(1959)등이 스칸디나비아해의 중층트롤어법에 관하여, Barraclough(1959)등이 中層과 底層에서 사용할 수 있는 청어 트롤漁具의 개발에 관하여, Mc Neely(1965)등이 코브해의 浮魚 트롤漁具의 構成과 運用에 관하여, Schärfe(1969)가 독일식 외끌이 중층트롤에 관하여, 張(1968)이 中層트롤에 관하여, 金(1969)등이 2척식 중층트

를 模型實驗에 관하여, Brant(1971)가 외끌이 中層트롤漁法에 관하여, L. Libert(1973)등이 中層트롤 模型漁具의 水槽實驗에 관하여, 李(1986)등이 실물어구에 의한 한국 근해에 있어서의 中層트롤에 관하여, 松田(1990)등이 中層트롤 시스템의 정적 특성에 관하여, 藤石(1990)등이 초대형 中層트롤의 模型實驗에 관하여, 芮(1993)등이 로프 트롤 그물의 基本性能에 관한 것들이 있으나 이들 대부분은 외끌이 漁法에 관한 것이며, 쌍끌이에 관한 것으로는 金(1969)등의 연구가 있으나 이는 回流水槽에서 실험한 것이고, 漁具의 크기와 형태가 많이 변화하였기 때문에 현재에는 이용하기가 곤란하다.

또한, 中層트롤漁具는 網口形狀이 정상적으로 이루어져야만 漁獲性能을 높일 수 있는 데, 網口形狀에 관한 연구로는 谷口(1967)가 쌍끌이 機船底引網의 模型實驗에 관하여, 曺(1984)이 模型實驗에 의한 트롤어구의 성능에 관하여, 李(1984)가 底曳網의 漁具形狀에 관하여, 柿本(1986)등이 수중관찰에 의한 그물 漁具의 動態에 관하여, 胡(1989)등이 模型實驗에 의한 中層트롤網의 力學的特性에 관한 연구 등이 있으나, 이들은 底層 트롤 또는 외끌이 中層트롤에 관한 것으로 쌍끌이 中層트롤의 網口形狀에 관한 것은 전무한 실정이다.

그러므로, 本 研究에서는 韓國의 800 PS급 쌍끌이 底引網漁船에 적용할 수 있는 쌍끌이 中層트롤漁法の 開發에 관한 前 段階로서 韓國漁船에 알맞도록 덴마크에서 제작한 漁具를 母型으로 해서 그것을 1/30로 축소하여 제작한 것을 模型漁具-A라 하고, 또 크기는 그것과 같으나 漁具의 제작 방식이 韓國에서 일반적으로 쓰이는 방식대로 網地에 成形率을 주어 힘줄을 붙여 제작한 것을 模型漁具-B라 하여 이들에 대하여 曳引速度, 끝줄 길이와 兩船間隔의 변화에 따른 網口形狀의 변화를 曳引水槽에서 예인도중에 카메라로 촬영하여 模型漁具의 網高, 網幅, 網口面積 및 濾過量 등으로 분석검토하여 實物漁具의 제작에 필요한 資料를 제공함과 동시에 적절한 漁具操作方法을 제시

하고자 하였다.

材料 및 方法

1. 模型漁具

模型漁具는 2가지를 썼는데, 그 중 하나(模型漁具-A)는 韓國의 800 PS급 쌍끌이 底引網漁船에 알맞도록 덴마크에서 제작수입한 中層트롤漁具(Fig.1)를 母型으로 하여 Tauti의 漁具比較法則에 맞도록 축소제작한 것인데, 이 어구는 덴마크에서 제작하여 온 實物漁具와 같이 設計圖(Fig.1)에 나타난 폭의 콧수보다 1코씩 더 뜬 후에 여유분의 콧수를 덧감기하여 힘줄을 대신하도록 만든 것이고, 模型漁具-B는 크기는 A와 같으나 韓國에서 일반적으로 漁具를 제작하는 방식대로 網地에 成形率을 주어 힘줄을 붙여서 만든 것이다.

縮小比는 曳引水槽의 크기 등을 고려하여 1/30로 하였다.

2. 曳引水槽 및 曳引裝置

(1) 曳引水槽

水槽는 實驗을 위하여 특별히 제작하였는데, 水槽의 밑면과 벽면은 평지의 흙을 파서 양 옆에 독을 만든 후에, 밑면에는 왕겨를 깔고 벽면에는 비닐하우스에서 사용하는 두께 12mm짜리 보온 덮개를 깔아 屈曲部를 최소화한 다음, 녹색의 타포리 천막으로 덮었다.

水槽의 크기는 Fig.3과 같이 윗면은 9.6 W × 43.0 L(m)이고, 아랫면은 4.8 W × 38.0 L(m)이며, 實驗期間 동안의 水深은 2.7 m가 되도록 하였다.

(2) 曳引裝置

曳引裝置(Fig.2)는 크게 세부분으로 구성되었다. 즉, 그물을 曳引할 수 있는 동력을 내는 驅動裝置, 그물을 직접 예인하는 데 사용되는 曳引裝置, 網口形狀을 측정하는 計測裝置 등이 그것이다.

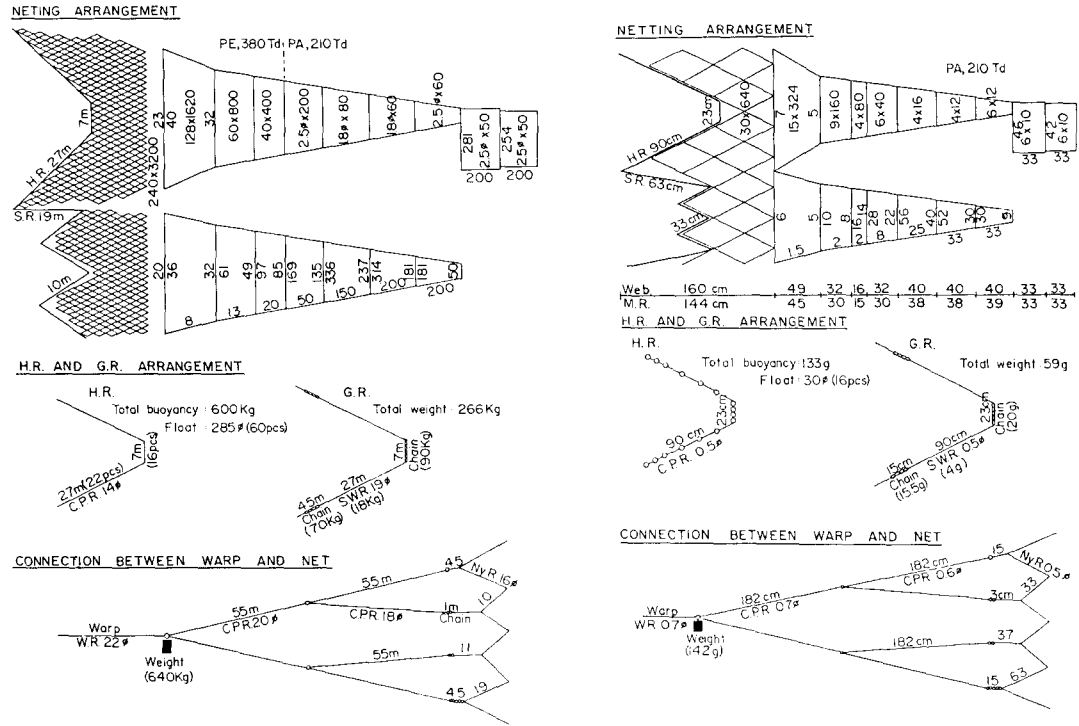


Fig. 1. Developed drawing of the full-scale net and the model net.
(Left : Full-scale net, Right : Model net)

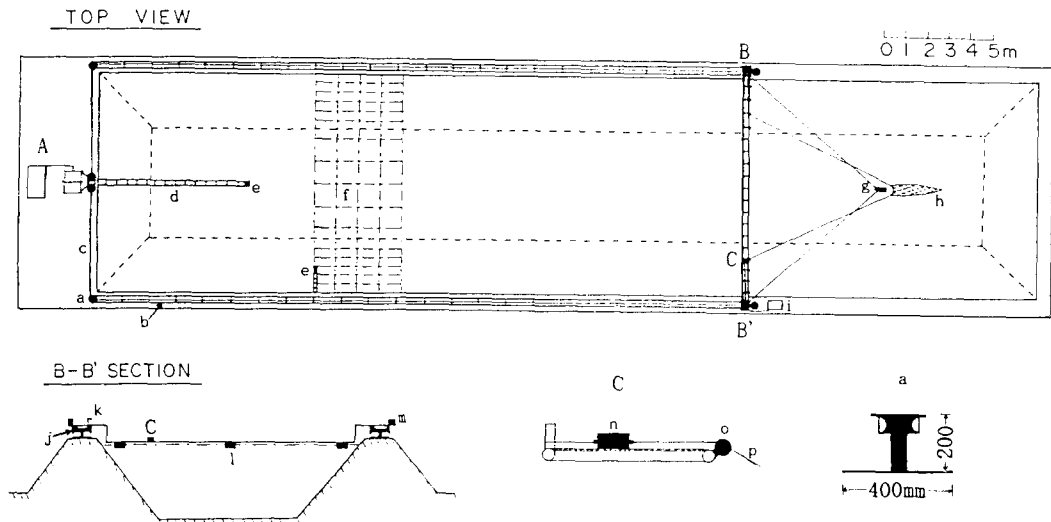


Fig. 2. Construction of the experimental towing tank.

- | | | |
|----------------------|---------------|-----------------------------------|
| A : Towing equipment | B : Trailer | C : Tension measurement equipment |
| a : Stationary table | b : Rail | c : Towing line |
| d : Ladder | e : Camera | f : Observation area |
| g : boat | h : Model net | i : P.C. |
| j, o : Roller | k : Indicator | l : Float |
| m : Weight | n : Load cell | p : Warp |

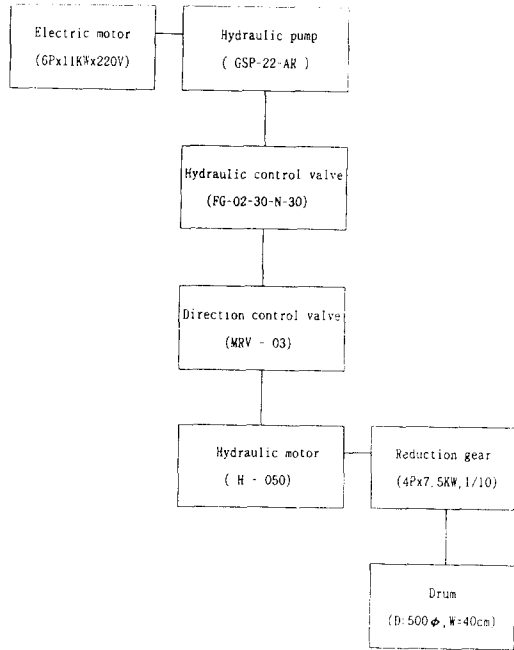


Fig. 3. Block diagram of the towing system.

驅動裝置는 전동모터, 유압펌프, 유량조절밸브, 유향조절밸브, 감속기어 등으로 이루어졌으며, 模式圖는 Fig. 3과 같다.

曳引裝置는 水槽의 양쪽에 레일을 깔고 그것을 가로지르는 트레일러(Trailer: B)를 설치한 것이며, 그 양끝에는 몰리(직경 60 φ, 두께 25 T) 4개를 직사각형의 철판에 달아 레일위를 원활하게 끌러다닐 수 있게 한 것이다. 트레일러는 模型漁具를 일정한 간격으로 예인할 수 있도록 하기 위하여 직경이 30 φ 되는 쇠파이프로써 사다리 모양으로 만든 것이다.

레일은 트레일러가 일정한 높이에서 예인되도록 직경이 22 φ 인 쇠파이프 2줄을 20 cm 간격으로 고정시킨 것이며 길이는 30 m이다.

트레일러를 예인하기 위한 줄(曳引줄)로서는 굵기 1.6 φ 되는 와이어로프를 썼다.

레일의 앞끝과 드럼의 정면에는 예인줄을 원활히 통과시키기 위한 활차가 있다.

計測裝置(Fig. 2, d)로는 模型漁具가 예인되는 도중의 網口形狀을 촬영할 수 있는 카메라(Nikon,

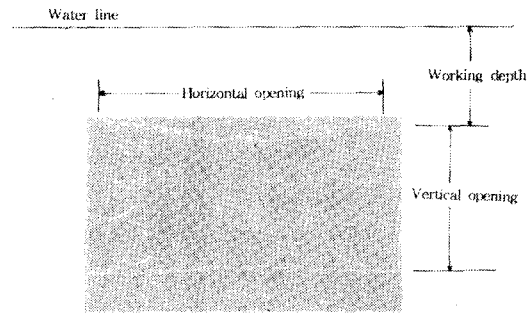


Fig. 4. An example of front-view picture, showing vertical opening, horizontal opening and working depth of the model net.

F-601)가 있다.

(3) 曳引方法

구동장치를 작동시키면 드럼이 회전하여 模型漁具가 예인되는데, 이 때에 예인줄은 드럼의 양가로부터 차례대로 감기도록 하였다. 예인속도는 유압조절밸브의 조작으로 0.2~1.5 m/sec의 범위에서 조절 하였으며, 예인속도는 예인줄의 길이 20 m가 통과하는 시간 간격을 측정하여 조정하였다.

3. 實驗方法

實驗은 模型漁具-A, B에 대하여 曳引速度는 實物漁具의 曳引速度 2, 3, 4, 5 k/t를 模型漁具의 曳引速度로 환산한 0.46, 0.69, 0.92, 1.15 m/sec의 4 단계, 끌줄 길이는 90, 120, 150, 180 m를 模型으로 환산한 3, 4, 5, 6 m의 4 단계, 兩船間隔은 150, 180, 210, 240 m를 模型으로 환산한 5, 6, 7, 8 m의 4 단계로 하였으며, 이들의 각 조합마다 5 회씩 반복 실험하였다.

模型漁具의 網口形狀을 측정하기 위해서는 曳引中에 模型漁具가 카메라 전방 3 m의 위치에 있을 때 슬라이드 사진을 촬영하고, 그물의 曳引이 끝난 후, 가로 세로 2 m되는 정사각형의 틀안에 1 cm 간격으로 구획한 格子를 모형어구가 통과한 위치에 내리고, 위와 같은 방법으로 사진촬영을 하였다.

그리하여, 정사각형 틀을 촬영한 슬라이드를 벽면에 비추어 눈금을 그린 화면 위에 模型漁具를 촬영한 슬라이드를 비추어 각부 길이를 측정하였다. 이 때 길이 단위는 *cm*로 하였으며, 필름 교환 때마다 위와 같은 방법으로 반복하였다. 이 때 網高는 中層트롤漁具의 경우 날개그물의 길이가 짧으므로 실제 어획가능한 높이인 Fig.4와 같이 뜰줄의 끝과 발줄의 끝 사이의 높이로 하였고, 網幅은 뜰줄 양끝 사이의 거리로 하였으며, 網口面積은 網高와 網幅을 곱하여 구하였으며, 물의 濾過量은 網口面積에다 曳引速度를 곱하여 구하였다.

結果 및 考察

1. 網高

曳引速度, 뜰줄 길이와 兩船間隔의 변화에 따른 模型漁具-A, B의 網高는 Fig.5, 6, 7과 같다. 이것에서 網高를 보면 模型漁具-A는 0.18~0.88

m(5.4~26.4 *m*, 이하 괄호안의 숫자는 實物漁具로 환산값을 나타낸 것임), 模型漁具-B는 0.21~0.78 *m*(6.3~23.4 *m*)의 범위에서 변하고, 曳引速度, 뜰줄 길이와 兩船間隔의 변화에 따라 다소 차이는 있지만 變化傾向은 비슷하나 模型漁具-A 쪽이 B쪽보다 變化幅이 다소 크다.

曳引速度의 변화에 따른 網高(Fig.5)는 다른 요소들보다 뚜렷하게 일정한 경향으로 변하므로 模型漁具의 網高(*H*)와 曳引速度(*V_t*)와의 관계를 식으로 나타내면 (1)식과 같이 지수곡선식으로 나타낼 수 있다.

$$H = ae^{bV_t} \quad (1)$$

이 때 상수 *a*와 *b*의 값은 뜰줄 길이와 兩船間隔에 따라서는 차이가 작으므로 평균값을 취하여 模型漁具의 網高와 曳引速度와의 관계를 나타내면 (2)식과 같고, 實物漁具로 환산하여 나타내면 (3)식과 같다.

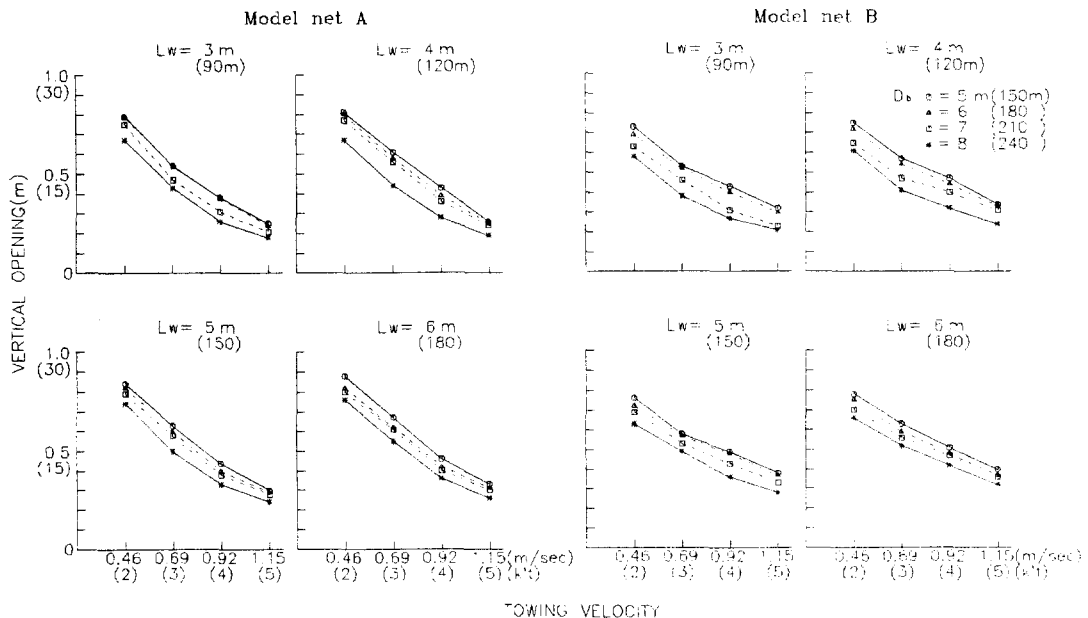


Fig. 5. Vertical opening of the model net according to the towing velocity.

(Bared numerals denote the factors for the model net and the parenthetical numerals denote the factors converted into the full-scale net, *V_t*: Towing velocity, *L_w*: Warp length, *D_b*: Distance between paired boats)

쌍끌이 中層트롤漁法의 研究 - I

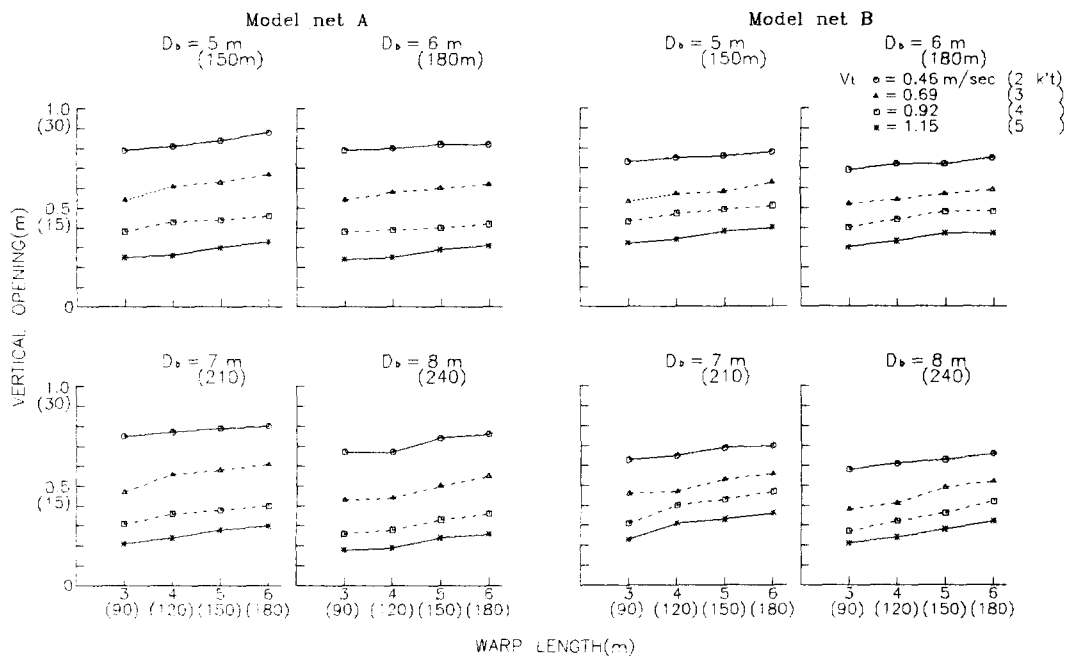


Fig. 6. Vertical opening of the model net according to the warp length.
(Appendant explanation is as same as in the Fig.5)

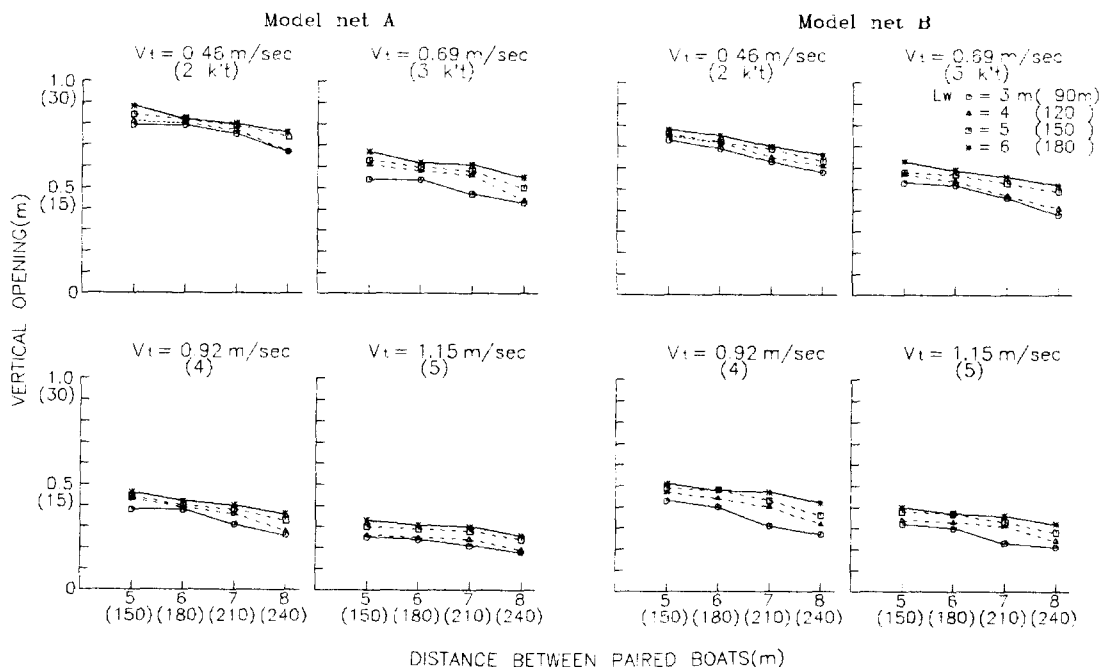


Fig. 7. Vertical opening of the model net according to the distance between paired boats.
(Appendant explanation is as same as in the Fig.5)

$$\left. \begin{aligned} H_{mA} &= 1.67e^{-1.65V} & (V_t : m/sec) \\ H_{mB} &= 1.15e^{-1.13V} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} H_{fA} &= 50.27e^{-0.37V} & (V_t : k't) \\ H_{fB} &= 34.46e^{-0.26V} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

여기서 아래첨자 m과 f는 模型漁具와 實物漁具를, A와 B는 模型漁具-A, B형을 의미한다. (2), (3) 식에서 a와 b의 절대값이 模型漁具-A 쪽이 B쪽보다 크다는 것은 曳引速度의 증가에 따른 網高의 減少率이 크다는 것, 즉 網高의 변화가 크다는 것을 의미한다.

끌줄 길이의 변화에 따른 網高(Fig.6)는 다른 요소들과는 달리 길이를 길게함에 따라 網高가 완만히 증가하는 경향을 보이며, 兩船間隔의 변화에 따른 網高(Fig.7)는 間隔이 넓어짐에 따라 網高가 완만하게 낮아지는 경향을 보인다.

이 實驗의 結果에서 模型漁具의 網高의 변화에 가장 큰 영향을 주는 要素는 曳引速度이며, 이들 사이의 관계를 식으로 나타내면 지수곡선식이 되고, 網高의 減少率은 模型漁具-A쪽이 B쪽보다 크며, 또한 網高는 曳引速度和 兩船間隔과는 반비례 하나 끌줄 길이와는 비례함을 알 수 있다.

이같이 曳引速度의 증가에 따라 網高가 지수곡선적으로 감소하는 것은 曳引速度를 증가시키면 그물의 流體抵抗이 커지므로 끌줄에 걸리는 장력이 급격히 커지고, 그에 따라 밧줄이 끌려올라가기 때문인 것 같다.

그리고, 끌줄 길이를 길게하면 網高가 높아지는 것은 끌줄이 길어지면 끌줄과 曳引方向과 이루는 각이 작아지기 때문에 網幅은 좁아지고 網高는 높아지나, 양선각격을 넓게하면 반대로 網高는 낮아진다고 생각된다.

위와 같은 결과는 김(1969)등의 결과에서 網高와 流速과의 관계가 쌍곡선식의 관계가 있다고 한 것과 胡(1989)등의 결과에서 網高가 流速의 증가에 따라 급격히 감소하다가 점차 감소정도가 작아진다고 한 것과는 일치하는 경향을 보인다.

2. 網幅

曳引速度, 끌줄 길이와 兩船間隔의 변화에 따른 模型漁具-A, B의 網幅은 Fig.8, 9, 10과 같다. 이것에서 網幅을 보면 模型漁具-A는 1.03~1.54 m (30.9~46.2 m), 模型漁具-B는 1.04~1.55 m (31.2~46.5 m)로 변화 범위가 거의 같으며, 曳引速度, 끌줄 길이와 兩船間隔의 변화에 따라서도 같은 變化傾向을 보인다.

曳引速度의 변화에 따른 網幅(Fig.8)은 速度의 증가에 따라 다소 넓어지는 경향을 보여 模型漁具-A, B 다 같이 0.23 m/sec(1 k't)씩 증가할 때 마다 각각 0.03, 0.02 m(0.9, 0.6 m) 정도씩 증가한다.

끌줄 길이의 변화에 따른 網幅(Fig.9)은 다른 요소들과는 달리 길이의 증가에 따라 일정한 경향으로 감소하여 模型漁具-A, B 다 같이 끌줄 길이를 1 m(30 m)씩 증가할 때 마다 각각 0.03~0.07 m (0.9~2.1 m), 0.07~0.08 m(2.1~2.4 m)씩 감소한다.

兩船間隔의 변화에 따른 網幅(Fig.10)은 다른 要素들보다 뚜렷하게 일정한 경향으로 변화므로 網幅(W)과 兩船間隔(D_b)과의 관계를 식으로 나타내면 (4)식과 같이 직선식으로 나타낼 수 있다.

$$W = a + bD_b \quad (4)$$

이 때 상수 a와 b의 값은 曳引速度和 끌줄 길이에 따라서는 차이가 작으므로 평균값을 취하여 模型漁具의 網幅과 兩船間隔과의 관계를 나타내면 (5)식과 같고, 實物漁具로 환산하여 나타내면 (6)식과 같다.

$$\left. \begin{aligned} W_{mA} &= 0.69 + 0.09D_b \\ W_{mB} &= 0.73 + 0.09D_b \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

$$\left. \begin{aligned} W_{fA} &= 20.81 + 0.09D_b \\ W_{fB} &= 22.11 + 0.09D_b \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

(5), (6)식에서 기울기인 b값이 같다는 것은 兩船間隔의 증가에 따른 模型漁具-A, B의 網幅增加率이 같다는 의미이며, 실제의 값으로 나타내어도

쌍갈이 中層트롤漁法의 研究 - I

模型漁具-A, B는 모두 兩船間隔을 1 m(30 m)씩 넓힐 때마다 0.09 m(0.27 m)씩 증가를 보였다.

이 實驗 結果에서 模型漁具의 網幅의 變化에 가장 큰 영향을 주는 要素는 兩船間隔이며, 이들 사

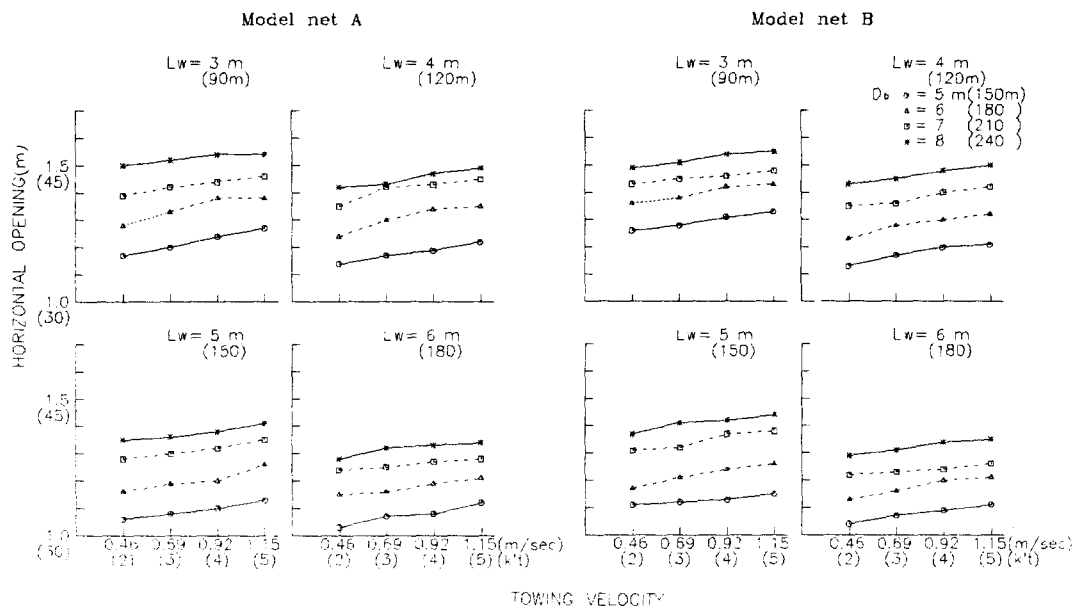


Fig. 8. Horizontal opening of the model net according to the towing velocity. (Appendant explanation is as same as in the Fig.5)

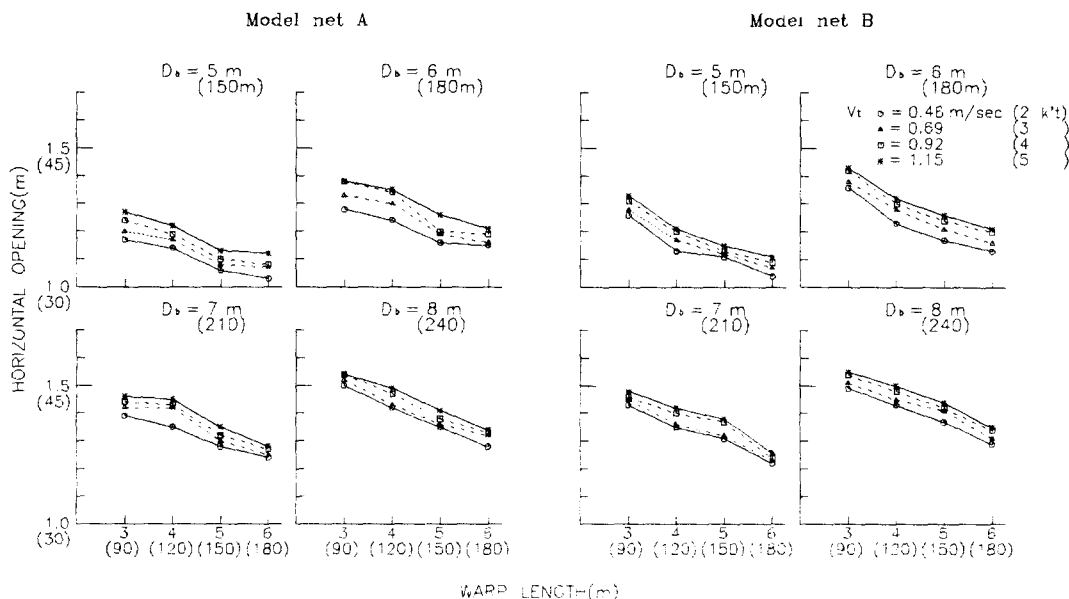


Fig. 9. Horizontal opening of the model net according to the warp length. (Appendant explanation is as same as in the Fig.5)

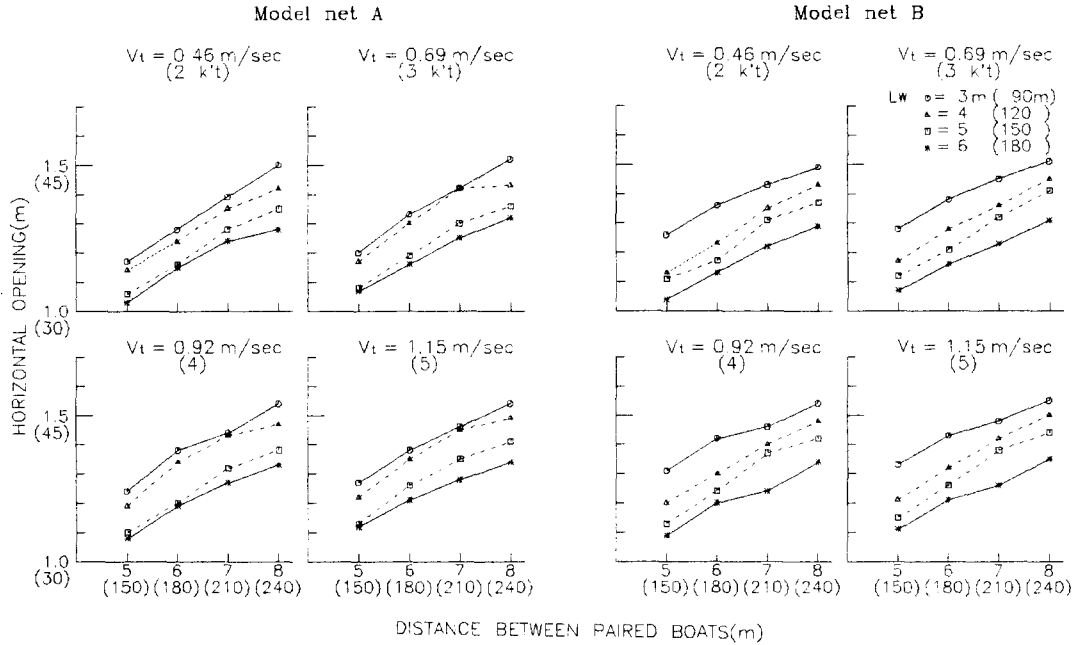


Fig. 10. Horizontal opening of the model net according to the distance between (Appendant explanation is as same as in the Fig.5) paired boats.

이의 관계를 식으로 나타내면 직선식이 되고, 網幅의 增加率은 模型漁具-A, B가 서로 같으며, 또한 網高의 結果와는 반대로 網幅은 曳引速度와 兩船間隔과는 비례하나 끌줄 길이에는 반비례함을 알 수 있다.

이같이 曳引速度의 증가에 따라 網幅이 다소 증가하는 것은 曳引速度를 증가하면 날개에 받는 물의 압력이 증가하게 되는데, 이 압력중에서 그물을 벌리는 양력(전개력)이 커지기 때문이며, 끌줄 길이의 증가에 따라서는 網幅이 다소 감소하는 것은 網高에서 설명한 것과 반대의 원인 때문이다.

위와 같은 결과는 金(1969)등의 결과에서 網幅은 流速의 증가에 따라 증가한다고 한 것과는 일치하나, 胡(1989)등과 芮(1993)등의 결과에서는 流速의 증가에 따라 網幅이 증가하나 流速이 어느 이상으로 빨라지면 일정해진다고 한 것과는 다소 차이가 있는 데, 이는 외끌이와 쌍끌이의 어법상의 차이 때문인 것 같다.

3. 網口面積

網口形狀中에서 가장 중요한 網口面積을 模型漁具-A, B에 대하여 曳引速度, 끌줄 길이와 兩船間隔의 변화에 따라 나타내면 Fig.11, 12, 13과 같다. 이것에서 網口面積을 보면 模型漁具-A는 0.28~1.04 m^2 (252~936 m^2), 模型漁具-B는 0.33~0.94 m^2 (297~846 m^2)의 범위에서 변하고, 曳引速度가 0.46, 0.69 m/sec (2, 3 kt)로 低速인 경우에는 模型漁具-A쪽이 B쪽보다 넓으나 曳引速度가 0.92, 1.15 m/sec (4, 5 kt)로 高速인 경우에는 模型漁具-B쪽이 A쪽보다 넓으며, 曳引速度, 끌줄 길이와 兩船間隔의 변화에 따라서는 다소 차이는 있지만 變化傾向은 비슷하다.

曳引速度의 변화에 따른 網口面積(Fig.11)은 다른 요소들보다 뚜렷하게 일정한 경향으로 변하므로 網口面積(S)과 曳引速度(Vt)와의 관계를 식으로 나타내면 (7)식과 같이 지수곡선식으로 나타낼 수 있다.

$$S = ae^{bv} \quad (7)$$

이 때 상수 a 와 b 의 값은 끌줄 길이와 兩船間隔에 따라서는 차이가 작으므로 평균값을 취하여 模型漁具의 網口面積과 曳引速度와의 관계를 나타내면 (8)식과 같고, 實物漁具로 환산하여 나타내면 (9)식과 같다.

$$\left. \begin{aligned} S_{mA} &= 2.01e^{-1.54V} & (V_i : m/sec) \\ S_{mB} &= 1.40e^{-1.05V} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

$$\left. \begin{aligned} S_{mA} &= 1.807e^{-0.35V_i} & (V_i : k't) \\ S_{mB} &= 1.265e^{-0.24V_i} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

(8), (9)식에서 a 와 b 의 절대값이 模型漁具-A 쪽이 B쪽보다 크다는 것은 曳引速度의 증가에 따른 網口面積의 減少率이 크다는 것, 즉 網口面積의 변화가 크다는 것을 의미한다.

끌줄 길이의 변화에 따른 網口面積(Fig.12)은 模型漁具-A, B 다 같이 길이를 길게함에 따라 큰 변화없이 거의 일정한 경향을 보인다.

兩船間隔의 변화에 따른 網口面積(Fig.13)은

차이는 작지만 模型漁具-A, B 다 같이 약간씩 증가하다가 감소하는 경향을 보인다. 즉, 模型漁具-A에서는 끌줄 길이가 3 m(90 m)로 짧은 경우에는 兩船間隔이 6 m(180 m)일 때 網口面積이 최대가 되나 끌줄 길이가 4 m(120 m) 이상인 경우에는 兩船間隔이 7 m(210 m)일 때 網口面積이 최대가 된다. 또, 模型漁具-B에서는 끌줄 길이가 3, 4 m(90, 120 m)로 짧은 경우와 끌줄 길이가 5 m(150 m)이고 曳引速度가 0.92, 1.15 m/sec (4, 5 k't)로 高速인 경우에는 兩船間隔이 6 m(180 m)일 때 網口面積이 최대가 되나 나머지 경우에는 兩船間隔이 7 m(210 m)일 때 網口面積이 최대가 된다.

이 實驗 結果에서 模型漁具의 網口面積의 변화에 가장 큰 영향을 주는 要素는 曳引速度이며, 이들 사이의 관계를 식으로 나타내면 지수곡선식이 되고, 網口面積의 減少率은 模型漁具-A쪽이 B쪽보다 크며, 兩船間隔에 따라서는 정도의 차이가 작지만 間隔이 어느 정도까지는 網口面積이 증가하다가 그 이후부터는 감소하며, 網口面積이 최대

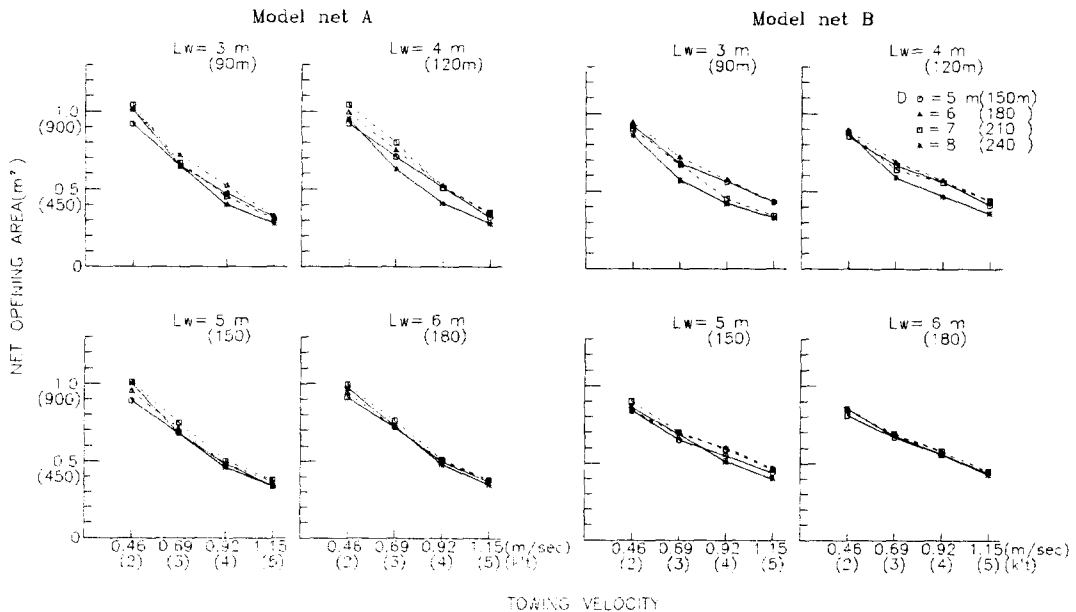


Fig. 11. Net opening area of the model net according to the towing velocity.
(Appendant explanation is as same as in the Fig.5)

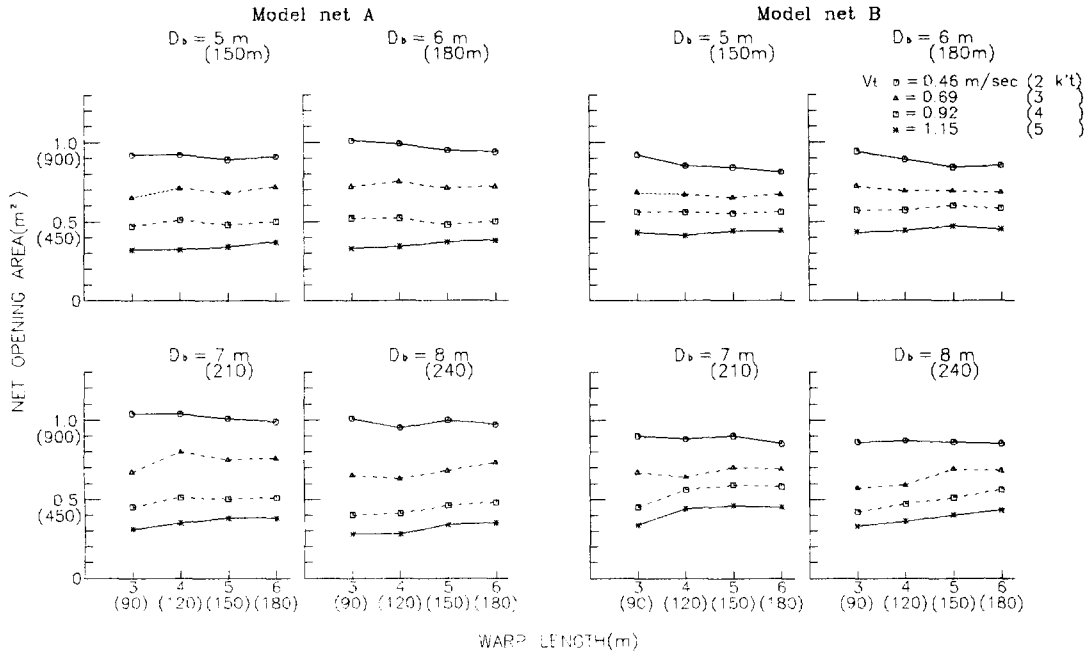


Fig. 12. Net opening area of the model net according to the warp length.
(Appendant explanation is as same as in the Fig.5)

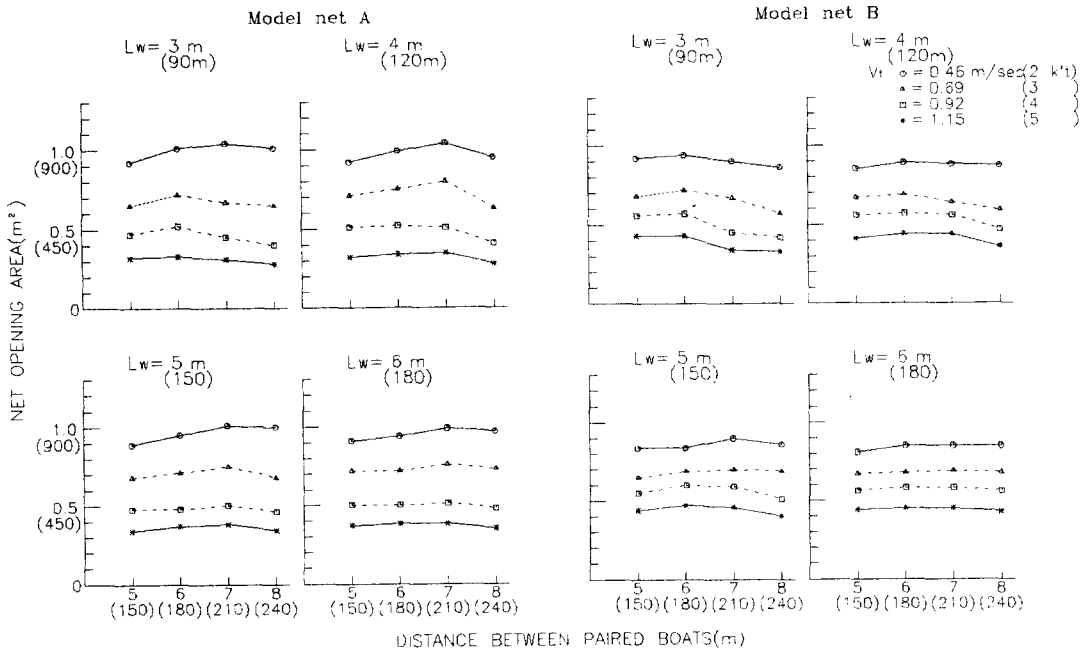


Fig. 13. Net opening area of the model net according to the distance between paired boats.
(Appendant explanation is as same as in the Fig.5).

가 되는 兩船間隔은 끌줄 길이가 길수록 약간씩 넓어진다는 것을 알 수 있다. 또, 低速으로 曳引하는 경우에는 模型漁具-A쪽이 B쪽보다 유리하고, 高速으로 曳引하는 경우에는 模型漁具-B쪽이 A쪽보다 유리하다는 것도 알 수 있다.

이같이 曳引速度의 증가에 따라 網口面積이 지수곡선적으로 감소하는 것은 曳引速度의 증가에 따라 網幅의 증가는 작은 데 비하여 網高가 지수곡선적으로 크게 감소하기 때문이고, 끌줄 길이의 증가에 따라서는 網口面積이 일정한 경향을 보인 것은 끌줄 길이의 증가에 따라 網高는 약간씩 증가하나 網幅도 약간씩 감소하기 때문이다. 또한, 兩船間隔의 증가에 따라서는 網口面積이 증가하다가 감소하는 경향을 보인 것은 網高는 약간씩 감소하나 網幅은 직선적으로 증가하므로 網高와 網幅의 길이비가 적당한 곳에서 최대치를 보이기 때문이며, 끌줄 길이가 길수록 網口面積이 최대가 되는 兩船間隔이 넓어지는 경향을 보인 것은 끌줄 길이가 길수록 網幅은 좁아지고 網高는 높아지나 어느 정도는 網幅이 되

어야만 網口形狀이 정상적으로 전개되기 때문인 것으로 생각된다.

위와 같은 결과는 芮(1993)등의 결과에서 網口面積이 流速의 증가에 따라 직선적으로 감소한 것과는 다소의 차이가 있는데, 이것은 국한된 범위에서 나타낸 것이므로 직선식이나 지수곡선식이나 차이는 크지 않은 것으로 생각된다.

4. 濾過水量

魚群이 일정하게 분포하여 있다고 가정하면 그 물안으로 들어와 빠져나가는 물의 량에 따라 漁獲量이 결정되므로 網口面積에다 曳引速度를 곱하여 구한 模型漁具-A, B의 濾過水量은 Fig.14와 같다. 이것에서 濾過水量을 보면 模型漁具-A는 $0.32 \sim 0.55 \text{ m}^3 (8,640 \sim 14,850 \text{ m}^3)$, 模型漁具-B는 $0.37 \sim 0.55 \text{ m}^3 (9,990 \sim 14,850 \text{ m}^3)$ 의 범위에서 변하고, 網口面積에서와 같이 曳引速度가 0.46, 0.69 $\text{m/sec} (2, 3 \text{ k't})$ 로 低速인 경우에는 模型漁具-A쪽이 B쪽보다 많으나 曳引速度가 0.92, 1.15 $\text{m/sec} (4, 5 \text{ k't})$ 로 高速인 경우에는 模型漁

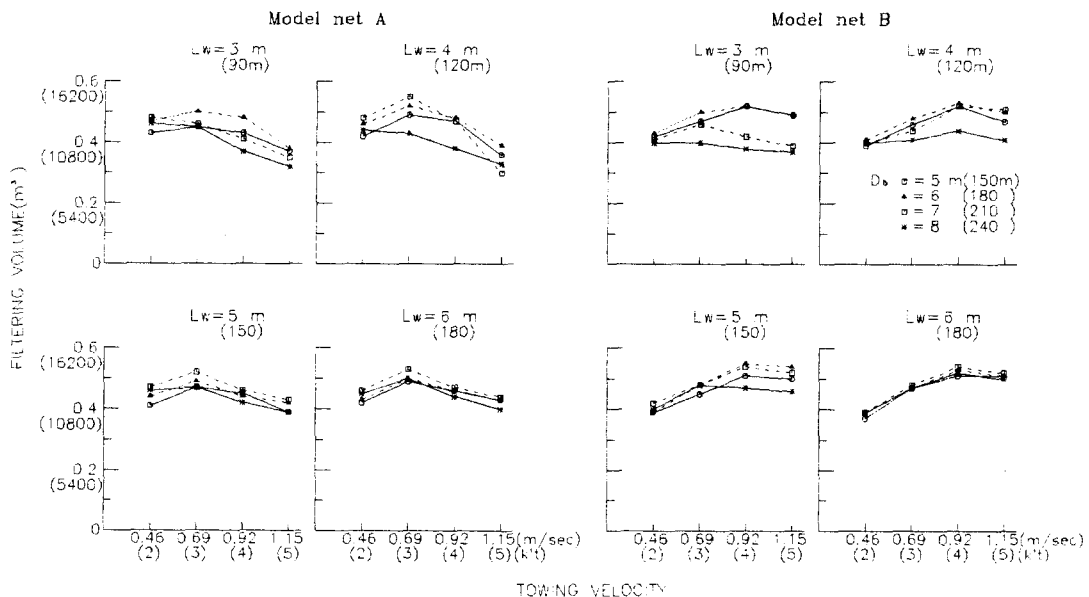


Fig. 14. Filtering volume of the model net according to the towing velocity.
(Appendant explanation is as same as in the Fig.5)

要 約

具-B쪽이 A쪽보다 많으며, 曳引速度, 끌줄 길이와 兩船間隔의 변화에 따라서는 다소 차이는 있지만 變化傾向은 비슷하다.

曳引速度의 변화에 따른 濾過水量(Fig.14)은 模型漁具-A, B 다 같이 증가하다가 감소하는 경향을 보인다. 즉, 模型漁具-A에서는 끌줄 길이가 3, 4 m(90, 120 m)로 짧고 兩船間隔이 7, 8 m(210, 240 m)로 넓은 경우에는 0.46 m/sec(2 kt)일 때 濾過水量이 최대가 되나 나머지 경우는 모두 0.69 m/sec(3 kt)일 때 濾過水量이 최대가 된다. 또, 模型漁具-B에서는 끌줄 길이가 3 m(90 m)로 짧고 兩船間隔이 7, 8 m(210, 240 m)로 넓은 경우에는 0.69 m/sec(3 kt)일 때 濾過水量이 최대가 되나 나머지 경우는 모두 0.92 m/sec(4 kt)일 때 濾過水量이 최대가 된다.

끌줄 길이와 兩船間隔의 변화에 따른 濾過水量은 網口面積과 같은 경향을 보인다.

이 實驗 結果에서 模型漁具의 濾過水量의 변화에 가장 큰 영향을 주는 要素는 曳引速度이고, 濾過水量이 최대가 되는 曳引速度가 模型漁具-A의 경우에는 0.69 m/sec(3 kt)이나 模型漁具-B의 경우에는 0.92 m/sec(4 kt)이며, 또한 網口面積에서와 같이 低速으로 曳引하는 경우에는 模型漁具-A쪽이 B쪽보다 유리하나 高速으로 曳引하는 경우에는 模型漁具-B쪽이 A쪽보다 유리하다는 것을 알 수 있다.

이같이 濾過水量이 曳引速度의 증가에 따라 점차 증가하다가 감소하는 것은 曳引速度는 일정하게 증가하나 網口面積이 지수곡선적으로 감소하기 때문이며, 濾過水量이 최대가 되는 曳引速度가 模型漁具-A에서는 0.69 m/sec(3 kt)이나 模型漁具-B에서는 0.92 m/sec(4 kt)인 것은 模型漁具-A쪽이 B쪽보다 曳引速度의 증가에 따른 網口面積의 減少率이 크기 때문이다.

위의 결과는 芮(1993)등의 결과에서 濾過水量이 최대가 되는 流速이 0.4 m/sec(4 kt)인 것과는 模型漁具-B의 경우와 일치한다.

쌍끌이 中層트롤漁具의 操業中の 網口形狀을 알기 위하여 韓國의 800 PS 급 쌍끌이 底引網漁船에 알맞도록 덴마크에서 제작한 漁具를 母型으로 해서 그것을 1/30로 축소하여 제작한 것을 模型漁具-A라 하고, 또 크기는 그것과 같으나 漁具의 제작방식이 韓國에서 일반적으로 쓰이는 방식대로 網地에 成形率을 주어 힘줄을 붙여 제작한 것을 模型漁具-B라 하여, 이들에 대하여 曳引速度, 끌줄 길이와 兩船間隔의 변화에 따른 網口形狀의 변화를 曳引水槽에서 예인하는 도중에 카메라로 촬영하여 模型漁具의 網高, 網幅, 網口面積, 濾過水量 등을 분석한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 模型漁具-A, B의 網高는 각각 0.18~0.88 m(5.4~26.4 m), 0.21~0.78 m(6.3~23.4 m)의 범위에서 변하고, 網高變化에 가장 큰 영향을 주는 要素는 曳引速度이며, 網高(H)와 曳引速度(V_t)와의 관계식과 實物漁具로 환산한 식은

$$H_{mA} = 1.67e^{-1.65V_t} \quad (V_t : m/sec)$$

$$H_{mB} = 1.15e^{-1.13V_t}$$

$$H_{fA} = 50.27e^{-0.37V_t} \quad (V_t : kt)$$

$$H_{fB} = 34.46e^{-0.26V_t}$$

과 같다.

2. 模型漁具-A, B의 網幅은 각각 1.03~1.54 m(30.9~46.2 m), 1.04~1.55 m(31.2~46.5 m)의 범위에서 변하고, 網幅變化에 가장 큰 영향을 주는 要素는 兩船間隔이며, 網幅(W)과 兩船間隔(D_b)과의 관계식과 實物漁具로 환산한 식은

$$S_{mA} = 2.01e^{-1.54V_t} \quad (V_t : m/sec)$$

$$S_{mB} = 1.40e^{-1.05V_t}$$

$$S_{fA} = 1,807e^{-0.35V_t} \quad (V_t : kt)$$

$$S_{fB} = 1,265e^{-0.24V_t}$$

과 같다.

3. 模型漁具-A, B의 網口面積은 각각 0.28~1.04 m²(252~936 m²), 0.33~0.94 m²(297~

846 m²)의 범위에서 변하고, 網口面積의 變化에 가장 큰 영향을 주는 要素는 曳引速度이며, 網口面積(S)과 曳引速度(V_t)와의 관계식과 實物漁具로 환산한 식은

$$S_{mA} = 2.01e^{-1.54V_t} \quad (V_t : m/sec)$$

$$S_{mB} = 1.40e^{-1.05V_t}$$

$$S_{mA} = 1.807e^{-0.35V_t} \quad (V_t : k't)$$

$$S_{mB} = 1.265e^{-0.24V_t}$$

과 같다.

4. 模型漁具-A, B의 濾過水量은 각각 0.32~0.55 m³(8,640~14,850 m³), 0.37~0.55 m³(9,990~14,850 m³)의 범위에서 변하고, 濾過水量의 變化에 가장 큰 영향을 주는 要素는 曳引速度이며, 濾過水量이 최대가 되는 曳引速度는 模型漁具-A의 경우 0.69 m/sec(3 k't)이나 模型漁具-B의 경우 0.92 m/sec(4 k't)이다.

參 考 文 獻

- 1) Akio Fujiishi(1990) : Model test of a high-speed midwater rope trawl for estimating the optimum buoyancy-weight ratio. Journal of Japanese Fisheries Society.56(12), 2011-2018.
- 2) Barraclough, W.E.et al(1959) : On the simple estimation of a new herring trawl for use in midwater or on the bottom. M.F.G.-I.
- 3) Brant, A.V.(1971) : One boat midwater trawling. M.F.G.-II.
- 4) David Thomson(1978) : Pair Trawling and Pair Seining. The Technology of Twoboat Fishing, Fishing News Books Ltd, 77-103.
- 5) Kusman Mangunsukarto and Shigero Fuwa(1978) : Studies on Trawl net model experiment of three types of trawl net. Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ. Vol. 27, No.1, 115~165.
- 6) Larsson, K.(1959) : Scandiavian experience with midwater trawling.M.F.G.-I.
- 7) Mc Neely, R.L. et al(1965) : Construction and operation of the Cobb pelagic trawl. Commercial Fisheries Review 27(10).
- 8) Schärfe, J.(1969) : The German one-boat midwater trawl. Protokolle zur Fischereitechnik, H. 54, Bd.12.
- 9) 唐 逸民 등(1982) : 離底オッター트롤의 研究 I, 離底曳網의 實物網과 模型網實驗의 比較, 東水研報 68(1), 49-55.
- 10) (1982) : 離底オッター트롤의 研究 II, 離底曳와 底曳兼用漁法について, 東水研報 69(1), 57-65.
- 11) 藤石昭生(1990) : 高速曳網用超大目中層트롤網의 模型實驗, 日水誌 56(5), 785-790.
- 12) 谷口武夫(1961) : 二隻曳機船底曳網의 模型實驗-I, 東水研報 10(3).
- 13) (1961) : 二隻曳機船底曳網의 模型實驗-II, 11(2).
- 14) (1966) : 二隻曳機船底曳網의 模型實驗-III, 15(1), 27-39.
- 15) (1967) : 二隻曳機船底曳網의 模型實驗-IV, 16(2), 31-43.
- 16) 胡 夫祥 등(1988) : 模型實驗によるキャンバス式과 오ッター式의 中層트롤網의 力學的 特性의 比較, 日水誌 55(5), 785-790.
- 17) (1991) : 中層트롤 시스템의 靜的 特性의 解析法, 日水誌 57(4), 661-666.
- 18) 張志元(1968) : 中層트롤의 研究, 釜山水大研報 8(1), 1-9.
- 19) (1969) : 中층트롤의 깊이 바꿈, 漁業技術 5, 2-6.
- 20) 김천덕 등(1969) : 2척식 中층트롤 모형실험, 漁業技術 5, 14-20.
- 21) 李珠熙(1983) : 底曳網의 形狀에 關する 基礎的 研究-I, 單純化した 袋網模型을 2點で 支えた

- 時の断面形状について, 北水研報 34(4), 323-333.
- 22) (1984) : 底曳網の形状に関する基礎的研究-II, 單純化模型에 의한 4쪽 짜리 자루그물의 断面形状에 관해서, 漁業技術 20(2), 65-71.
- 23) (1985) : 底曳網の形状に関する基礎的研究-III, 構成網地の 多空率과 자루그물의 断面形状에 관하여, 漁業技術 21(2), 89-98.
- 24) 李秉錡 등(1986) : 韓國近海에 있어서의 中層 트로울의 研究-I, 展開板의 動作狀態와 展開性能, 漁業技術 22(4), 41-48.
- 25) (1986) : 韓國近海에 있어서의 中層 트로울의 研究-II, 漁具의 水平展開度, 漁業技術 22(4), 49-55.
- 26) (1987) : 韓國近海에 있어서의 中層 트로울의 研究-III, 漁具의 垂直展開度, 漁業技術 23(1), 1-5.
- 27) (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, 漁業技術 23(1), 6-10.
- 28) (1988) : 韓國近海에 있어서의 中層 트로울의 研究-V, 展開板에 大型 뜰을 달았을 때의 展開性能, 漁業技術 24(2), 78-82.
- 29) (1983) : 沿近海漁業概論, 太和出版社, 240-293.
- 30) (1985) : 現代트로울漁法, 太和出版社, 184-202.
- 31) 西山作藏 등(1982) : 中層트롤網의 靜的力學特性, 日水誌 48(8), 1095-1100.
- 32) 松田 皎 등(1991) : 中層트롤시스템의 靜的特性에 關する海上實驗, 日水誌, 57(4), 661-666.
- 33) 芮英姬 등(1993) : 로프 트롤 그물의 基本性能에 關한 模型實驗, 漁業技術29(3), 200-213.