

쌍끌이 中層트롤漁業의 研究 - IV

- 實物漁具의 網口形狀 및 예망깊이에 관하여 -

張 忠 植* · 李 秉 鎭

*慶尙大學校, 釜山水產大學校

(1996년 1월 31일 접수)

A Study on the Midwater pair Trawling - IV

Choong - Sik JANG* and Byoung - Gee LEE

*Kyoungsang University, National Fisheries University of Pusan

(Received January 31, 1996)

Abstract

Full scale experiment was carried out in the southern sea of Korea to compare some important factors tested in the model experiment.

The results obtained can be summarized as follows ;

1. The changing aspect of mouth performance of the full scale net was almost coincided with the results obtained by the model experiment. The vertical opening(H) and the opening area(S) can be expressed as a function of the towing velocity(V) as

$$H = 48.78 \cdot e^{-0.38V} \quad (\text{unit : } m, k't)$$

$$S = 1,443 \cdot e^{-0.25V} \quad (\text{unit : } m^2, k't)$$

2. The changing aspect of working depth of the full scale net was almost coincided with the results obtained by the model experiment. The depth(D) can be expressed as a function of the towing velocity(V) and the warp length(L) as

$$D = 92.49 \cdot V^{1.37} \quad (\text{unit : } m, k't, L = 150m)$$

$$D = - 12.07 + 0.32 \cdot L \quad (\text{unit : } m, V = 2k't)$$

$$D = - 7.90 + 0.22 \cdot L \quad (\text{unit : } m, V = 3k't)$$

3. Some problems were found to operate A - type full scale net by common bottom pair trawlers. The problems can be summarized as follows ; (1) Entangling of wing and square head ropes while net casting.(2) Man power needed and time spent for net hauling by common bottom trawlers increased considerably.(3) Tearing of nettings caused by over - load of tension and entangling of net pendant while net hauling.

To solve these problems, the trawlers are favorable to be equipped with variable pitch propeller and net drum. While the net is favorable to be constructed with trifurcated net pendant in stead of quadrifurcated net pendant used at present.

序 言

中層트롤漁法은 해저 가까이부터 표층에 이르는 魚群을 漁獲하는데, 이곳에 분포해 있는 魚群은 密度가 다소 낮은 경우가 많으므로 漁獲을 효과적으로 수행하기 위해서는 우선 網口面積이 커야하고, 또 網口面積이 크다고 하더라도 깊이가 다른 魚群을 대상으로 하는 경우에는 漁具의 예망깊이를 魚群의 위치에 정확히 일치시켜야만 漁獲效率을 더욱 증가시킬 수 있을 것이다.

網口面積을 크게 하려면 漁具의 크기를 크게 하여야 하는데, 曳網力의 한계 때문에 漁具의 流體抵抗을 줄여야만 한다. 그렇게 하기 위해서 中層트롤 漁具에서는 그물코의 크기를 10m 이상되는 것을 사용하여 d/l (d : 그물실의 굵기, l : 그물코 1개발의 길이)의 값을 줄이기도 하고, 또 매듭의 抵抗을 줄이기 위해 무결절 망지를 많이 사용하기도 한다.

또한, 漁具의 예망깊이를 魚群의 위치에 일치시키는 方案으로는 曳網速度와 끌줄길이를 가지고 조절하는 方案이 있는데, 상황에 따라 曳網速度 또는 끌줄길이만을 사용하기도 하고, 또 병행하여 사용할 수도 있다.

實物漁具에 관한 최근의 研究로는 金(1984), 天下井(1984), 李동(1986a·b, 1987a·b), 朴本등(1986)과 松田(1991)의 報告가 있으나, 이들의 대부분은 외끌이 漁法에 관한 것이고, 또 曳網速度에 따른 實物漁具의 展開特性에만 국한된 것이지 中層트롤선에서 操業中에 조작할 수 있는 曳網速度, 끌줄길이와 兩船間隔과 같은 要素들의 변화에 따른 漁具의 展開性能과 操業特性에 관한 研究는 전무한 실정이다.

그러므로, 本章에서는 實物漁具의 展開性能에 관련된 網口形狀과 예망깊이에 대하여 模型實驗에서 가장 큰 영향을 주는 것으로 판명된 要素들과의 관계인 曳網速度와 網高 및 網口面積과의 관계, 曳網速度 및 끌줄길기와 예망깊이와의 관계 등을 模型漁具 A와 같은 방식으로 제작한 實物漁具를 가지고 確認實驗을 하여 中層트롤선에서 操業時에 상황에 따른 漁具의 操作條件을 보다 명확히 제시하고자 하였으며, 또한 實習船을 가지고 實物漁具의 實驗時에 발생하는 操業特性을 分析·檢討

하여 기존의 쌍끌이 機船底引網漁船으로 中層트롤漁法을 수행할 수 있는 解決方案을 제시하고자 하였다.

材料 및 方法

1. 漁具製作, 實驗期間, 海域 및 使用船船

實物漁具는 前報¹⁾의 Fig. 1과 같이 韓國의 800ps급 쌍끌이 底引網漁船에 맞도록 설계하여 제작하였다.

實物漁具의 實驗은 1994년 7월 3일~15일, 10월 20일~30일, 1995년 7월 20일~8월 10일 사이에 남해안의 鴻도와 거문도에 이르는 해역에서 釜山水産大學 實習船 402호(303GT, 1200ps), 404호(160GT, 750ps)와 새바다호(2,276GT, 3,600ps)를 이용하여 하였다. 本船은 404호 또는 새바다호를 사용하였고, 從船은 항상 402호를 사용하였다.

2. 計測裝置 및 方法

網高는 自記水深水溫計(0~150m, Minilog, Canada)의 센서를 投網하기 전에 뜰줄과 발출의 양 끝단에 부착하고, 揚網後에 떼어내어 RS-232C Interface가 내장된 지시계에 꽂아 PC와 연결하여 뜰줄과 발출의 수심 차이로 구하였다.

網幅은 끌줄길기와 목줄길이를 알고 있으므로 Top roller를 빠져나가는 끌줄의 水平角과 垂直角

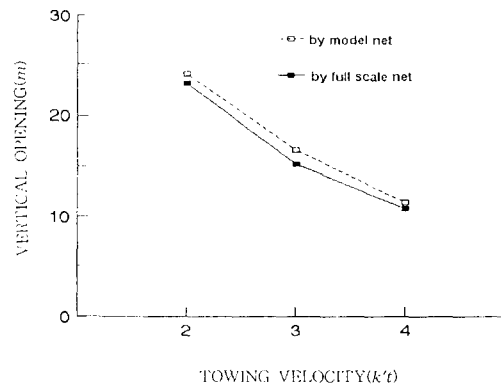


Fig. 1 Vertical opening of the full scale net in comparison with the model net in case of $L=150m$ and $D_b=210m$ according to the towing velocity.

을 측정하여 작도로서 구하였고, 網口面積은 模型漁具의 網口形狀에서와 같이 網高에다 網幅을 곱하여 구하였다.

漁具의 예망깊이는 뜰줄에 부착한 自記水深水溫計의 水深으로 하였다.

曳網速度는 선박에 장치된 GPS와 Doppler log에 의한 값과 선박에서 각목을 투하하여 20m를 통과하는 시간을 측정하여 구한 값을 평균한 것으로 하였다.

網高와 예망깊이는 끌줄길이나 曳網速度를 변화시키기 전의 5분간을 평균한 값으로 하였고, 網幅과 曳網速度는 끌줄길이나 曳網速度를 변화시키기 5분 전에 측정하여 구하였다.

3. 實驗方法

① 本船에서 그물을 投網하기 전에 自記水深水溫計의 센서를 뜰줄과 발줄의 양끝에 부착한 후에 끝자루부터 投網하여 그물목줄이 다 나가면 양쪽의 그물목줄 앞끝을 Stopper로 고정시킨다.

② 本船의 그물목줄이 풀려나가는 동안 從船이 접현하여 Heaving line을 던져주는데, 本船에서는 선수방향에서 오른쪽에 있는 목줄의 앞끝을 Messenger line에 연결하고, 다른 한쪽의 끝을 從船에서 받은 Heaving line에 연결하여 주면 從船에서는 Heaving line을 잡아당겨 Messenger line이 올라오면 드럼으로 감아들인다.

③ Messenger line이 팽팽해지면 本船에서는 Stopper를 해방시키고, 끌줄을 Top roller 통하여 가져와 Weight를 달고 목줄 앞끝과 연결한다.

④ 從船에서는 Messenger line을 감아들여 목줄 앞끝을 Stopper로 고정시킨 후에 本船에서와 같이 끌줄을 Top roller을 통하여 가져와 Weight와 그물목줄과 연결한 후에 本船의 지시에 따라 兩船에서 동시에 Stopper를 해방시킨다.

⑤ 그리고 난 후에 曳網速度를 2k't로 유지하면서 끌줄을 50m 풀어주는 동시에 兩船間隔을 210m까지 넓힌 후에 15분간을 曳網하고, 曳網速度와 兩船間隔을 그대로 유지하면서 다시 끌줄을 50m 풀어주고 15분간 曳網하며, 또 다시 끌줄을 50m 풀어준다.

⑥ 끌줄이 150m가 나가면 Top roller와 트롤린

치 사이의 중간부분의 끌줄에 Wire clip으로 고정하여 張力計를 연결한다.

⑦ 그리고 난 후에 25분간 曳網하고, 끌줄길이나 兩船間隔은 그대로 유지하면서 曳網速度를 3k't로 올리고 25분간 曳網하며, 같은 방법으로 曳網速度를 4k't로 올리고 25분간 曳網한다.

⑧ 그리고 난 후에 끌줄길이나 兩船間隔을 그대로 유지하면서 曳網速度를 3k't로 낮추고 25분간 曳網하고, 曳網速度와 兩船間隔을 그대로 유지하면서 끌줄을 50m 감아드리고 15분간 曳網하며, 같은 방법으로 다시 끌줄을 50m 감아드리고 15분간 曳網한 후에 兩船間隔을 좁히면서 나머지 끌줄을 감아드리고 投網의 逆順으로 그물을 揚網한다.

⑨ 그물이 올라오면 뜰줄과 발줄에 있는 自記水深水溫計의 센서를 떼어내고 다음의 投網을 위하여 그물을 비롯한 뜰줄과 발줄을 정리하면 일련의 實驗過程은 마치게 된다.

結果 및 考察

1. 網口形狀

網高의 변화에 가장 큰 영향을 주는 要素는 模型漁具의 實驗에서 曳網速度인 것으로 밝혀졌으므로 曳網速度를 2, 3, 4k't로 하였을 때의 實物漁具의 網高를 나타내면 Fig. 1과 같다.

Fig. 1에서 점선으로 나타낸 것은 模型漁具의 實驗結果에서 얻어진 값을 實物漁具로 환산하여 구한 식

$$H_{FA} = 50.27 \cdot e^{-0.37 \cdot V}$$

으로부터 曳網速度가 2, 3, 4k't일 때의 값을 구하여 나타낸 것이고, 실선으로 나타낸 것은 實物漁具의 確認實驗에서 측정된 값을 나타낸 것이다.

이들 두 값을 비교하면 實物漁具의 값이 模型漁具에 의한 값보다 0.6~1.4m 정도 낮았으나 曳網速度의 변화에 따른 網高는 약간의 차이는 있지만 變化傾向은 일치하였으므로 實物漁具의 網高 $H(m)$ 와 曳網速度 $V(k't)$ 와의 관계를 나타내면(1) 식과 같다.

$$H_{FA} = 48.78 \cdot e^{-0.38 \cdot V} \quad (1)$$

위와 같이 지수곡선식의 상수 a 와 b 에 있어서, a 값은 實物漁具의 것이 模型漁具에 의한 것보다 약간 작았는데, 이것은 변수인 曳網速度가 초기의 값 일 때에는 實物漁具의 網高가 模型漁具에 의한 것보다 약간 낮다는 것을 의미한다. 즉, 曳網速度가 $2k/t$ 일 때는 實物漁具의 網高가 模型漁具에 의한 것보다 약간 낮다는 것인데, 이같은 이유는 그물목 줄이 操業中에 서로 꼬이는 현상이 발생하여 漁具의 전개가 정상적으로 이루어지지 않았기 때문인 것으로 보아진다.

그러므로 作業船에서는 2가닥의 그물목줄이 서로 꼬이는 현상을 줄이기 위하여 Wire rope에 비닐론을 Serving하여 사용하는데 근본적인 解決方案은 못되고 있는 실정이다.

b 값은 實物漁具의 것이 模型漁具에 의한 것보다 약간 컸는데, 이것은 曳網速度의 증가에 따른 網高의 減少率이 약간 크다는 것을 의미한다. 그런데, 그 차이가 0.01로 매우 작으므로 曳網速度의 증가에 따른 網高의 變化傾向은 일치한다고 할 수 있다.

위와 같이 本 研究結果에서 網高가 曳網速度의 증가에 따라 지수함수적으로 감소하는 경향을 보인 것은 胡 등(1989)의 研究結果에서 曳網速度의 증가에 따른 網高가 처음에는 급격히 감소하다가 차츰 완만히 감소한다고 한 것과는 일치하며, 松田 등(1991)이 曳網速度의 증가에 따른 網高가 포물선식으로 감소한다고 한 것과는 약간의 차이는 있지만 操業中에는 曳網速度의 變化範圍가 좁기 때문에 變化傾向은 거의 같다고 할 수 있다.

網口面積의 변화에 가장 큰 영향을 주는 要素는 模型漁具의 實驗에서 曳網速度로 밝혀졌으므로 曳網速度를 2, 3, $4k/t$ 로 하였을 때의 網口面積을 나타내면 Fig. 2와 같다.

Fig. 2에서 점선으로 나타낸 것은 模型漁具의 實驗結果에서 얻어진 값을 實物漁具로 환산하여 구한 식

$$S_{FA} = 1,807 \cdot e^{-0.35 \cdot V}$$

으로부터 曳網速度 2, 3, $4k/t$ 일 때의 값을 구하여 나타낸 것이며, 실선으로 나타낸 것은 實物漁具의 確認實驗에서 측정된 網高와 網幅의 값을 곱하여

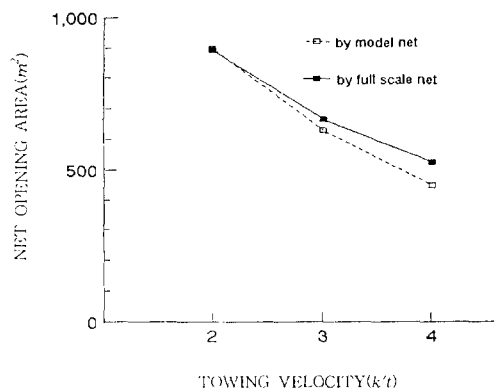


Fig. 2 Net opening area of the full scale net in comparison with the model net in case of $L=150m$ and $D_b=210m$ according to the towing velocity.

구한 값이다.

이들 두 값을 비교하면 曳網速度가 $2k/t$ 로 低速일 때는 實物漁具의 값이 模型漁具에 의한 값보다 $5.5m^2$ 적게 나타났으나 曳網速度가 3, $4k/t$ 일 때는 각각 $33.5, 79.3m^2$ 나 넓게 나타났다. 그런데, 曳網速度의 변화에 따른 網口面積의 變化傾向이 模型漁具에서와 같이 지수함수적인 관계가 있으므로 實物漁具의 網口面積 $S(m^2)$ 와 曳網速度 $V(k/t)$ 와의 관계를 식으로 나타내면(2)식과 같다.

$$S_{FA} = 1,443 \cdot e^{-0.25 \cdot V} \quad (2)$$

위와 같이 지수곡선식의 상수 a 값은 實物漁具의 것이 模型漁具에 의한 것보다 다소 작았는데, 이것은 변수인 曳網速度가 초기의 값일 때는 實物漁具의 網口面積이 模型漁具에 의한 것보다 작았는데, 이것은 변수인 曳網速度가 초기의 값일 때는 實物漁具의 網口面積이 模型漁具의 의한 것보다 작다는 것을 의미한다. 즉, 曳網速度가 $2k/t$ 일 때는 實物漁具의 網口面積이 작다는 것인데, 이같은 이유는 網高에서 설명한 바와 같이 그물이 폭방향으로의 전개가 정상적으로 이루어지지 않았기 때문인 것 같다.

b 값도 實物漁具의 것이 模型漁具에 의한 것보다 다소 작았는데, 이것은 曳網速度의 증가에 따른 網口面積의 減少率이 작다는 것이므로 曳網速度가 증가할수록 實物漁具의 網口面積이 模型漁具에

의한 것보다 커질 수 있다는 것을 의미하는데, 이 같은 이유는 끌줄의 水平角과 垂直角을 측정하여 작도로서 구한 網幅의 값이 模型漁具의 網口面積을 구할 때의 網幅보다 각각 5.6, 8.6m가 넓었기 때문이다. 이같이 작도에 의하여 구한 網幅이 다소 넓은 이유는 曳網中에 배의 동요가 있기 때문에 水平角과 垂直角을 정확히 측정하기가 어려웠고, 특히 曳網速度가 빠른 경우에는 더욱 그러하였으며, 또한 양 선박에서 水平角과 垂直角을 측정하는데 시간차가 있었기 때문에 다소의 오차가 발생한 것 같다.

위와 같이 本 研究結果에서 網口面積이 曳網速度의 증가에 따라 지수함수적으로 감소하는 경향을 보인 것은 胡등(1989)의 研究結果에서 曳網速度를 증가에 따른 網口面積이 처음에는 감소폭이 다소 크다가 차츰 완만히 감소한다고 한 것과는 일치하였다.

2. 漁具의 예망깊이

漁具의 예망깊이에 영향을 크게 주는 要素는 模型漁具의 實驗에서 曳網速度와 끌줄길이라는 것이 밝혀졌으므로, 이들에 따른 예망깊이를 나타내면 각각 Fig. 3, 4와 같다.

曳網速度의 증가에 따른 漁具의 예망깊이를 살펴보면 Fig. 3과 같이 점선으로 나타낸 것은 模型漁具의 實驗結果에서 얻어진 값을 實物漁具로 환산하여 구한 식

$$D_{FA} = (-33.27 + 0.78 \cdot L) \cdot V^{-1.33}$$

으로부터 끌줄길이가 150m이고, 曳網速度가 2, 3, 4k/t 일 때의 값을 구하여 나타낸 것이고, 실선으로 나타낸 것은 模型漁具의 實驗條件과 같이 했을 때의 예망깊이를 實物漁具의 確認實驗에서 측정된 값을 나타낸 것이다.

이들 두 값을 비교하면 實物漁具의 예망깊이가 模型漁具에 의한 것보다 0.2~2.2m 정도 깊었으나 曳網速度의 증가에 따른 예망깊이의 變化傾向은 일치하였으므로 實物漁具의 예망깊이 $D(m)$ 와 曳網速度 $V(m/sec)$ 와의 관계를 식으로 나타내면 (3)식과 같다.

$$D_{FA} = 92.49 \cdot V^{-1.37} \quad (3)$$

위와 같이 포물선식의 상수 a 값은 實物漁具의 것이 模型漁具에 의한 것보다 약간 컸는데, 이것은 변수인 曳網速度가 초기의 값일 때에 實物漁具의 예망깊이가 模型漁具에 의한 것보다 약간 깊다는 것을 의미한다. 이같은 이유는 網高에서 설명한 바와 같이 그물이 폭방향으로의 전개가 정상적으로 이루어지지 않았기 때문인 것 같다.

b 값도 實物漁具의 것이 模型漁具에 의한 것보다 약간 컸는데, 이것은 曳網速度의 증가에 따른 예망깊이의 감소율이 약간 크다는 것을 의미한다. 그런데, 그 차이가 0.04로 매우 작으므로 曳網速度의 증가에 따른 예망깊이의 變化傾向은 일치한다고

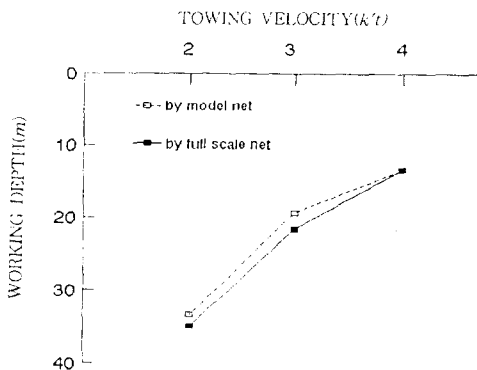


Fig. 3 Working depth of the full scale net in comparison with the model net in case of $L = 150m$ and $D_b = 210m$ according to the towing velocity.

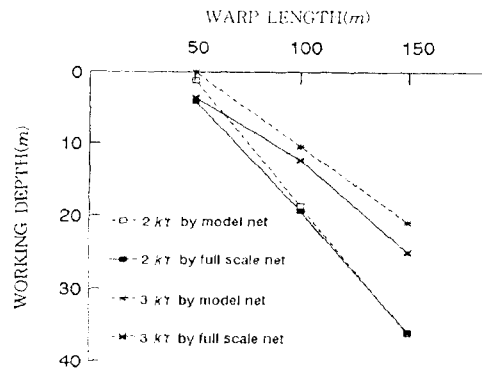


Fig. 4 Working depth of the full scale net in comparison with the model net in case of $D_b = 210m$ according to the towing velocity.

할 수 있다.

위와 같이 本研究結果에서 漁具의 期望깊이가 曳網速度의 증가에 따라 포물선식으로 알아지는 경향을 보인 것과 松田등(1991)의 報告에서 曳網速度를 증가시킬 경우에 처음에는 期望깊이의 감소폭이 다소 크다가 차츰 완만히 작아진다고 한 것과는 일치하는 傾向을 보였으나 李등(1988)의 報告에서 직선식으로 알아진다고 한 것과는 약간의 차이가 있다.

끌줄길이의 증가에 따른 漁具의 期望깊이를 살펴보면 Fig. 4와 같이 점선으로 나타낸 것은 模型 漁具의 實驗結果에서 얻어진 값을 實物 漁具로 환산하여 구한 식

$$D_{fA} = -33.96 \cdot V^{-1.06} + 0.81 \cdot V^{-1.22} \cdot L$$

으로부터 曳網速度가 2, 3k't이고, 끌줄길이가 50, 100, 150m일 때의 값을 구하여 나타낸 것이고, 실선으로 나타낸 것은 模型 漁具의 實驗條件과 같이 했을 때의 期望깊이를 實物 漁具의 確認實驗에서 측정 한 값을 나타낸 것이다.

이들 두 값을 비교하면 實物 漁具의 값이 模型 漁具에 의한 것보다 曳網速度가 2k't이고 끌줄길이가 150m인 경우에 0.2m 얕은 것을 제외하고는 항상 0.7~3.5m 정도 깊었다

그러나, 끌줄길이의 증가에 따른 期望깊이의 變化傾向은 직선적인 관계가 있으므로 曳網速度가 2, 3k't일 때의 實物 漁具의 期望깊이 $D(m)$ 를 끌줄길이 $L(m)$ 과의 關係式으로 나타내면 각각(4), (5) 식과 같다.

$$D_{f2) = -12.07 + 0.32 \cdot L \quad (4)$$

$$D_{f3) = -7.90 + 0.22 \cdot L \quad (5)$$

위와 같이 직선식에 있어서 기울기인 b 값은 實物 漁具의 값이 模型 漁具에 의한 것보다 曳網速度가 2k't일 때는 약간 작았으나 曳網速度가 3k't일 때는 오히려 약간 컸다. 그런데, 그 차이가 각각 0.03, 0.01로 매우 작으므로 끌줄길이의 증가에 따른 期望깊이의 變化傾向은 일치한다고 할 수 있다.

위와 같이 本研究結果에서 끌줄길이의 증가에 따라 직선적으로 깊어지는 경향을 보인 것은 李등(1988)의 報告에서 전개판의 깊이가 끌줄길이에

비례하여 깊어진다고 한 것과 松田등(1991)의 報告에서는 전개판과 그물의 깊이가 끌줄길이에 비례하여 깊어진다고 한 것과는 일치하였다.

3. 操業特性

(1) 漁具操作上的 問題點

韓國의 800ps급 쌍끌이 機船底引網漁船에 맞도록 덴마크식으로 제작한 實物 漁具를 가지고 기존의 漁船으로 操業하는데 발생하는 漁具操作上的 問題點들로는 첫째 고정피치 추진장치를 가진 漁船에서는 投網이 어렵다는 것이고, 둘째는 그물의 길이가 150m 정도 되기 때문에 기존의 작업갑판에서는 揚網時에 많은 人力과 時間이 소요된다는 것이며, 셋째는 큰 코를 사용하는 자루그물의 앞부분에서 파망사고가 빈번히 발생한다는 것이고, 넷째는 그물의 投·揚網時에 그물목줄이 서로 꼬여 그물전개에 악영향을 준다는 것이다.

첫번째 問題點의 원인은 기존의 船舶인 경우에 그물을 갑판에 정리하여 놓았다가 投網을 하게 되는데, 이때에 船速을 half ahead로 유지하면서 投網을 계속하는 것이 불가능하므로 엔진을 stop과 half ahead를 병행하여 사용하게 된다. 그러나 뜬 줄이 投網되고 난 후에 엔진을 stop하면 推進力이 없어서 뜬이 자유롭게 떠 있다가 엔진을 half ahead로 하면 갑자기 推進力이 작동하여 뜬이 그물 앞쪽의 큰 코사이로 들어가게 되어 파망사고를 유발하기도 하고, 그물의 전개가 정상적으로 이루어지지 않아 다시 揚網을 하여 정리한 후에 投網을 하여야 하므로 많은 人力과 時間을 소모하게 된다.

두번째 問題點의 원인은 기존의 船舶은 작업갑판의 길이가 짧기 때문에 揚網을 할 때 또아릿줄(strop)로 그물을 묶어 센터 윈치로 감아올리는 작업을 10회 가량 반복하여야 하므로 時間과 人力이 많이 들고, 또 그물을 投網하기 좋도록 정리하는데에도 많은 時間과 人力이 든다.

세번째 問題點의 원인은 힘줄을 붙이지 않고 그물감을 폭방향으로 4~8코씩 여유있게 사단하고, 이 여유분을 항을 쳐서 힘줄의 역할을 하게 하였으나 그물코가 큰 부분에서는 그 역할을 제대로 하지 못하기 때문이다. 즉, 이같이 여유분의 코를 항쳐서 힘줄로 사용하는 경우에는 길이방향으로의 성

형율을 100% 준 것에 해당되나 실제에는 등판 앞 끝의 成形率이 45%이므로 길이방향으로의 成形率은 90% 정도만 주어야 정상적이다. 그런데, 10%를 더 주었기 때문에 길이가 실제의 형상보다 1코에 30cm 정도 길기 때문에 줄이 쳐져 힘줄의 역할을 못하기 때문이다. 즉, 뜬줄과 발줄에 전달된 張力이 힘줄에 전달되는 것이 아니라 직접 그물 실로 전달되기 때문에 과망사고가 많이 발생하게 된다.

네번째 問題點의 원인은 그물목줄의 構成方式에 있다. 즉, 끌줄 1가닥에 앞 그물목줄 2가닥을 연결한 후에 다시 앞 그물목줄 1가닥에 뒷 그물목줄 2가닥을 연결하는, 즉 1+2 방식으로 구성하였기 때문에 조를 이루는 2가닥의 그물목줄이 서로 꼬이게 된다. 꼬이는 주원인은 그물목줄의 높이 차가 적어 揚網時에 작업갑판 맨 뒤에 있는 선미롤러를 거쳐 올라오면서 앞부분이 꼬이기 시작하면 어느 정도 길이까지는 자동적으로 꼬이게 된다. 특히, 그물목줄을 從船에 전달할 때에 Messenger line을 PP 로프로 된 끈 로프를 사용하기 때문에 끈 방향으로 돌아가려는 성질이 있어 그물목줄이 꼬이기 시작하는 경우도 매우 빈번히 발생하였다.

(2) 操業시스템에 대한 考察

덴마크식 中層트롤漁具를 가지고 기존의 선미식 쌍끌이 機船底引網漁船으로서 漁撈作業을 할 때에 발생되는 問題點들을 改善하기 위한 方案으로는 Net drum, 가변피치 추진기, 힘줄 등의 사용, 그물목줄의 構成方式의 변환 등을 비롯하여 기타 여러가지 등이 있으므로 이에 대하여 考察해보고자 한다.

① Net drum의 사용

韓國의 기존 쌍끌이 底引網漁船들은 각종 줄들은 Wire reel로 감아드리고, 그물은 갑판위에 놓고 投·揚網을 하기 때문에 本 海上實驗에 사용한 中層트롤漁具와 같이 대형인 경우에는 작업갑판의 길이가 길어야만 한다. 그러나 投網을 할 때에 그물이 한꺼번에 풀려나가므로 뜬줄이 나가는 경우에는 뜬줄에 달린 뜬들이 서로 꼬이거나 그물코 사이에 끼는 경우가 빈번히 발생한다.

本 海上實驗時에도 投網時間이 작게는 30분, 길

게는 2시간 이상이 걸린 경우도 있었으나 대부분이 1시간 이상 걸렸다. 投網時間이 길어지는 주원인은 뜬줄이 정상적으로 전개가 되지 않기 때문이었는데, 특히 부산 404호를 本船으로 사용하는 경우에는 작업갑판이 좁아 그물을 정리할 수가 없어서 1회의 試驗操業을 하고나서는 인근의 항구에 들어가 부둣가에서 漁具를 정리한 후에 다시 漁場으로 나가 試驗操業을 하곤 했다.

따라서 Drum으로 그물을 감아드리면 전진하면서 揚網을 하므로 그물이 가지런히 팽팽하게 감기게 되어 投網을 할 때에 속도를 조정하면서 그물을 풀어주면 뜬줄이 꼬이거나 그물코에 들어가지 않고 순조롭게 진행된다. 그러나 기존의 Wire reel식으로는 곤란하므로 本船의 경우에는 새로이 Drum을 설치해야만 하는데, 그물을 감아드리는 Net drum은 Wire reel이 놓여 있는 곳의 중앙에 설치하고, 끌줄과 그물목줄을 감아드리는 소형의 Drum을 Net drum의 양가에 붙여서 설치하면 된다. Net drum의 경우 뜬줄과 발줄도 감아드리므로 뜬이 차지하는 부피가 커서 매우 크게 제작하여야 하는데, 기존의 선박에다 설치를 하는 경우에는 선박의 무게중심이 변할 수도 있으므로 반드시 復原性檢査를 받은 후에 漁撈作業을 임해야만 할 것이다. Drum을 구동시키는 동력원의 模式圖를 나타내면 前報⁷⁾의 Fig. 4와 같으나 發電機는 별도로 설치하는 경우도 있으나 대부분의 경우에는 Main engine에 연결하여 하는데, 이 경우에는 高速으로 曳網중인 경우에 漁具의 예망깊이를 조정하기 위하여 Drum을 사용하게 되면 부하가 많이 걸리기 때문에 부득이 曳網速度를 낮추어야만 하고, Drum을 사용할 때는 반드시 Main engine를 작동시켜야만 하나 별도의 發電機를 설치할 필요가 없다는 장점이 있으므로 대부분이 채택하고 있다.

② 가변피치 추진기의 사용

기존의 漁船으로 조업할 때에 가장 문제가 되는 것이 投網인데, 投網을 원활히 수행하기 위해서는 미속의 조정이 되어야 하는데, 기존의 고정피치 추진기를 사용하면 half ahead는 너무 빠르기 때문에 half ahead와 stop engine을 교대로 하여 船速을 조정하므로 “漁具操作上的 問題點”에서 살펴본 바와 같은 問題點이 발생하게 된다.

그러므로 가변피치 추진기를 사용하면 상황에 따라 速度調整이 용이하므로 投·揚網이 수월하게 될 것인데, 기존의 고정피치 추진기를 가변피치 추진기로 교체하는 것은 어려우므로 위에서 설명한 Net drum을 사용하면 Drum의 速度를 船速에 맞추어 投網하면 이러한 문제는 많이 해결할 수 있게 된다.

③ 힘줄의 사용

本實驗에 사용한 漁具와 같이 여유분의 코를 향쳐서 힘줄을 대신하도록 하면 킴과운드 로프로 된 힘줄을 사용하는 것보다 Net drum에 쉽게 감을 수 있고, 漁具製作이 다소 수월하다는 장점이 있는 반면에 파망사고가 빈번히 발생한다는 단점도 있다. 本海上實驗時에도 매회 試驗操業을 하고나서 파망된 부분을 수리한 후에 다시 하곤하였는데, 처음 試驗操業에서 曳網速度를 5k't로 올리는 순간에 뜰줄과 발줄에 연결된 앞부분에서 폭방향으로 완전히 토막나는 파망사고가 발생하였다. 그리하여 파망된 코크기가 큰 부분의 망지를 완전히 교체한 후에 다시 試驗操業을 할 때에는 曳網速度를 4k't 이하로 하였다.

따라서, 큰 코를 사용하는 부분만이라도 망지에 일정한 成形率을 주어 나일론 또는 쿠랄론 로프를 붙여 힘줄의 역할을 하도록 하면 Net drum으로 감는데에도 수월할 것이고 이같은 問題도 해결될 것으로 생각된다.

④ 그물목줄의 구성

그물목줄을 1+2의 방식으로 반복하여 구성하였으므로 조를 이루는 그물목줄끼리 서로 꼬이게 되는데, 이같은 현상을 줄이기 위하여 作業船에서는 그물목줄을 Wire rope에 비닐론을 serving하고 양끝에 도래를 부착하여 사용하며, 또 중간부분에도 추가하여 도래를 부착하기도 하는데 꼬임을 방지하는데는 큰 도움이 못되고 있다. 本海上實驗時에도 매 試驗操業마다 從船에 넘겨주는 쪽(본선의 선수방향에서 오른쪽)의 그물목줄의 경우에는 너무 많이 꼬여 다시 풀어서 바르게 감은 후에 投網을 하였고, 다른 쪽의 경우는 꼬이는 정도가 약하므로 3~4회 조업마다 정리작업을 한 후에 投網을 하였다.

따라서, 이것을 해결하기 위해서는 그물목줄을

1+3의 방식으로 구성하여 그물목줄 사이의 간격을 다소 넓게 하고, 또 날개끝 추의 무게를 증가시키면 꼬이는 현상이 크게 줄일 수 있을 것으로 생각되며, 이같이 할 때에 그물목줄의 길이가 길어지므로 양끝과 중간부분에 도래를 부착해야만 할 것이다.

또한, 從船과 그물목줄의 앞부분을 전달하는 과정에서 꼬임의 발생이 많으므로 Messenger line을 땅은 로프를 사용하고, 그물목줄로 사용하는 Wire rope의 꼬임방향을 엇갈리게 구성하면 꼬임을 더욱 줄일 수도 있을 것으로 생각된다.

⑤ 기타

앞 추(Front weight)를 길이 5~7m되는 매우 굵은 체인을 사용하기 때문에 톱물러의 직경을 300mm 정도로 크게 하여야 한다. 그러면, 그물의 投·揚網時에 체인이 톱물러를 자유롭게 통과하므로 그물목줄과 끌줄의 연결작업을 하는데 매우 편리하게 된다.

그리고, 그물을 Drum에 감을 때에 뜰이 차지하는 부피가 매우 크기 때문에 Drum을 크게 하여야만 하는데, 뜰의 수를 줄일 수 있다면 다소 작게 하여도 될 것이다. 즉, 뜰을 뜰줄의 양끝에만 달고 중앙에 Kite를 장치하여 뜰의 역할을 하도록 하는 방안을 생각할 수 있을 것이다.

또한, 中層트롤漁法은 대상 魚群의 밀도가 크면 좋겠지만, 이러한 경우에는 旋網漁法을 하는 것이 더 유리할 경우가 많다. 그런데, 從船의 역할은 曳網中에 끌줄을 잡고 曳網만 하면 되므로 漁撈裝備가 크게 요구되지 않으므로 선미에 Power block을 설치하여 상황에 따라 旋網漁法이 유리하다고 판단되면 旋網漁法을 할 수 있도록 한다면 漁獲效率를 더욱 높일 수도 있을 것이다.

要 約

쌍끌이 中層트롤漁具의 展開性能과 操業特性을 파악하기 위하여 韓國의 800ps급 쌍끌이 機船底引網漁船에 맞도록 제작한 實物漁具를 가지고 模型漁具의 展開性能에 관한 실험에서 중요한 要素로 입증된 曳網速度와 網高, 網口面積 및 예망깊이 등과의 관계, 끌줄길이와 예망깊이와의 관계 등에

대하여 確認實驗한 結果를 要約하고, 海上實驗時에 發生하는 操業特性들을 파악하여 改善方向을 제시하면 다음과 같다.

1. 實物漁具의 展開性能에 관한 確認實驗의 結果는 약간의 차이는 있지만 模型實驗의 結果와 變化傾向은 일치 하였다.

2. 實物漁具의 網高 $H(m)$ 와 曳網速度 $V(k't)$ 와 的 關係를 式으로 나타내면 다음과 같다.

$$H_f = 48.78 \cdot e^{-0.38 \cdot V}$$

3. 實物漁具의 網口面積 $S(m^2)$ 와 曳網速度 $V(k't)$ 와 的 關係를 式으로 나타내면 다음과 같다.

$$S_f = 1,443 \cdot e^{-0.25 \cdot V}$$

4. 끌줄길이가 150m일 때 實物漁具의 예상깊이 $D(m)$ 와 曳網速度 $V(k't)$ 와 的 關係를 式으로 나타내면 다음과 같다.

$$D_f = 92.49 \cdot V^{-1.37}$$

5. 曳網速度가 2, 3k't일 때 實物漁具의 예상깊이 $D(m)$ 와 끌줄길이 $L(m)$ 과의 關係를 式으로 나타내면 각각 다음과 같다.

$$D_f(2) = -12.07 + 0.32 \cdot L$$

$$D_f(3) = -7.90 + 0.22 \cdot L$$

6. 漁具操作上的 問題點으로는 投網의 어려움, 揚網時 많은 人力과 時間의 소모, 빈번한 파망사고와 그물목줄의 꼬임 등이 있는데, 이러한 問題點을 解決하기 위한 改善方案으로는 가변피치 추진기, Net drum과 힘줄의 사용, 그리고 그물목줄을 3가닥으로 줄이고 날개끝 추의 重量을 증가시키는 것들이 있다.

參考文獻

- 1) 井上喜洋(1990) : 沖合中層曳トロール漁法技術의 開發, 漁船, 290, 563~574.
- 2) 井上喜洋(1990) : トロール網漁法研究의 現狀, 漁船, 294, 404~412.
- 3) 唐逸民·神田獻二(1982) : 離底オッタートロール의 研究, 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.
- 4) 唐逸民·神田獻二(1982) : 離底オッタートロール의 研究, 離底曳と底曳兼用漁法について, 東水研報, 69(1), 57~65.
- 5) 松田 皎·胡 夫祥·佐藤 要(1991) : 中層トロールシステム의 靜的特性에 關する 海上實驗, 日水誌, 57(4), 661~666.
- 6) 李秉錡(1989) : 現代트로울漁法, 太和出版社, 184~202.
- 7) 李秉錡·金基允·李昊在·張忠植(1995) : 쌍끌이 中層트롤漁法의 研究 - I, 模型 漁具의 網口形狀에 關하여, 漁業技術, 31(1), 29~44.
- 8) 李秉錡·金基允·李昊在·張忠植(1995) : 쌍끌이 中層트롤漁法의 研究 - II, 模型 漁具의 깊이에 關하여, 漁業技術, 31(1), 45~53.
- 9) 李秉錡·朴丞源·金鎮乾(1989) : 沿近海漁業概論, 太和出版社, 246~300.
- 10) 李秉錡·李大在(1993) : 近海底引網·트롤漁法, 太和出版社, 146~172.
- 11) 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 展開性能, 漁業技術, 22(4), 41~48.
- 12) 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, 漁業技術, 22(4), 49~55.
- 13) 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, 漁業技術, 23(1), 1~5.
- 14) 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, 漁業技術, 23(1), 6~10.
- 15) 李秉錡·金珉奭(1988) : 韓國 近海에 있어서의 中層 트로울의 研究 - V, 展開板에 大型뚝을 달았을 때의 展開性能, 漁業技術, 24(2,3), 78~82.
- 16) 趙삼광·이주희·장충식(1995) : 중층용 쌍끌이 기선저인망의 모형실험, 漁業技術, 31(3), 212~223.