

쌍끌이 中層 트롤漁法の 研究 - II *

- 模型漁具의 깊이에 關하여 -

李乘鎬 · 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 - II

- Working Depth 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)

Working depth of the model net was determined by using of the same experimental tank and the same model net that used in the forwarded report in a series studies. The depth of the net which indicates the depth of the head rope from the water surface, was 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. Working depth of model nets A and B was varied in the range of 0.09~1.66 m, and 0.04~1.34 m (which can be converted into 2.7~40.2 m and 1.2~49.8 m in the full-scale net) respectively, and the depth of model net A was slightly deeper than the depth of the model net B.

2. Working depth(D which is appended 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

$$\begin{aligned} & \text{in the model net}(V_t : m/sec) \\ D_{mA} &= (-1.00 + 0.65 L_w) e^{-1.72 V_t} \\ D_{mB} &= (-1.91 + 1.04 L_w) e^{-2.88 V_t} \end{aligned}$$

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

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

$$D_{fA} = (-29.32 + 0.65 L_w) e^{-0.40 V_t}$$

$$D_{fB} = (-57.60 + 1.04 L_w) e^{-0.67 V_t}$$

3. Working depth (D appendixes are as same as the former) can be expressed as the function of warp length (L_w) in the model net, and can be converted into full-scale net as

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

$$D_{mA} = -0.99e^{-1.42V_t} + 0.67e^{-1.59V_t} L_w$$

$$D_{mB} = -2.58e^{-3.77V_t} + 1.16e^{-3.15V_t} L_w$$

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

$$D_{fA} = -29.28e^{-0.32V_t} + 0.67e^{-0.37V_t} L_w$$

$$D_{fB} = -69.10e^{-0.81V_t} + 1.16e^{-0.72V_t} L_w$$

4. Working depth was gradually shallowed according to the increase of the distance between paired boats.

序 言

中層트롤漁法의 대상이 되는 魚群들의 分布 깊이는 그 변화폭이 상당히 크므로 對象魚群의 깊이에 漁具를 맞추는 기술이 문제인 데, 中層의 魚群은 해황 및 주·야간 등에 따라 수직이동이 크며, 심지어는 同一種의 魚群인 경우에도 몇시간 안되는 曳網中에도 여러 요인들에 의해 垂直移動을 심하게 하는 경우가 있으므로 中層트롤漁法에서는 어떻게 對象魚群의 깊이에 漁具를 정확히 맞추느냐가 효과적인 어업을 하는 데 가장 중요한 수단이 된다.

中層트롤漁具의 깊이조절에 관한 연구로는 張(1969)이 현수곡선식을 이용하여 이론적으로 정립한 정도만 있을 뿐 실험을 통하여 연구한 예는 거의 없으며, 쌍끌이 中層트롤선에서 操業中에 魚群의 分布깊이에 따라 漁具 깊이를 조절하는 것은 曳引速度, 끌줄길기와 兩船間隔을 調節하는 方法뿐이다.

따라서 本 研究에서는 쌍끌이 中層트롤 模型漁具의 曳引速度, 끌줄길기와 兩船間隔의 변화에 따른 漁具 깊이의 변화를 曳引水槽에서 模型實驗을 통해 규명하여 쌍끌이 中層트롤漁具의 깊이 조절

방법을 제시하고자 하였다.

材料 및 方法

本 實驗에 사용한 模型漁具, 曳引水槽 및 實驗 方法은 前報¹²⁾와 같다.

模型漁具의 깊이는 前報¹²⁾의 Fig. 4에서와 같이 물의 表面에서부터 뜰줄 양 끝까지의 거리를 평균한 값으로 하였다.

結果 및 考察

1. 曳引速度와 漁具 깊이와의 關係

實物의 曳網速度 2, 3, 4, 5 $k't$ 를 模型의 그것으로 환산한 0.46, 0.69, 0.92, 1.15 m/sec 로 했을 때의 模型漁具-A, B의 깊이는 Fig. 1, 2와 같다. 이것에서 깊이를 보면 模型漁具-A는 0.09~1.66 m (2.7~49.8 m , 이하 괄호안의 숫자는 實物漁具로 환산한 값을 나타낸 것임), 模型漁具 B는 0.04~1.34 m (1.2~40.2 m)의 범위에서 변하고, 曳引速度의 변화에 따라서는 다소 차이는 있지만 變化傾向은 비슷하나 模型漁具-A쪽이 B

쪽보다 약간씩 더 깊다.

曳引速度의 변화에 따른 漁具 깊이는 뚜렷하게 일정한 경향을 보이므로 漁具 깊이(D)와 曳引速度(V_t)와의 관계를 식으로 나타내면 (1)식과 같이 지수곡선식으로 나타낼 수 있다.

$$D = a e^{bV_t} \quad (1)$$

a 값은 兩船間隔의 증가에 따라서는 큰 차이가 없으나 끌줄길이의 증가에 따라서는 일정하게 증

가하는 경향을 보이므로 끌줄 길이가 3, 4, 5, 6 m (90, 120, 150, 180 m)일 때의 模型漁具 A, B의 깊이는 각각 (2), (3)식과 같고, 實物漁具로 환산하면 (4), (5)식과 같다.

$$\left. \begin{aligned} D_{mA(3)} &= 1.05 e^{-1.91V_t} & (V_t : m/sec) \\ D_{mA(4)} &= 1.60 e^{-1.66V_t} \\ D_{mA(5)} &= 2.17 e^{-1.60V_t} \\ D_{mA(6)} &= 3.04 e^{-1.69V_t} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

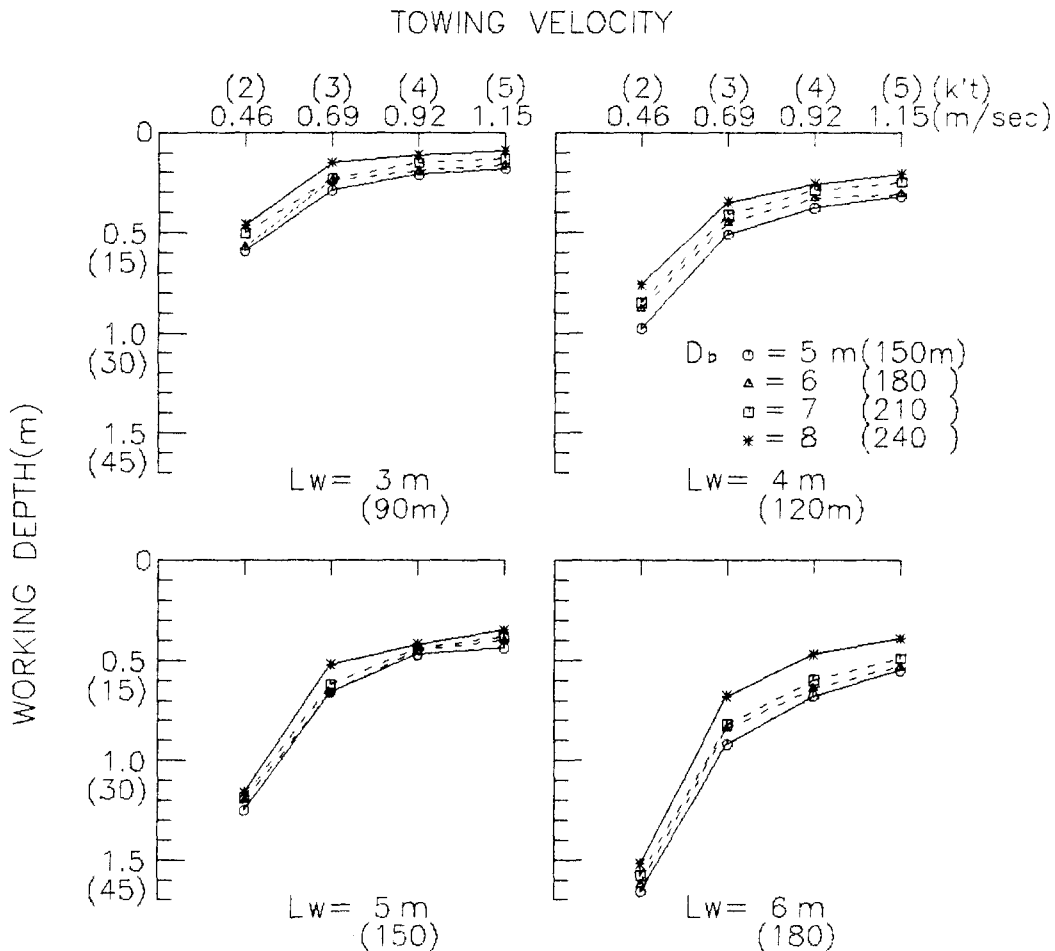


Fig.1. Working depth of the model net-A according to the towing velocity.

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

$$\left. \begin{aligned} D_{mB(3)} &= 1.30 e^{-2.73V} \\ D_{mB(4)} &= 2.17 e^{-2.94V} \\ D_{mB(5)} &= 3.25 e^{-2.91V} \\ D_{mB(6)} &= 4.42 e^{-2.93V} \end{aligned} \right\} (3)$$

$$\left. \begin{aligned} D_{fA(90)} &= 31.42 e^{-0.44V} \\ D_{fA(120)} &= 47.94 e^{-0.38V} \\ D_{fA(150)} &= 64.91 e^{-0.37V} \\ D_{fA(180)} &= 91.06 e^{-0.39V} \end{aligned} \right\} (4) \quad (V_t = k't)$$

$$\left. \begin{aligned} D_{fB(90)} &= 38.94 e^{-0.63V} \\ D_{fB(120)} &= 65.13 e^{-0.68V} \\ D_{fB(150)} &= 97.59 e^{-0.67V} \\ D_{fB(180)} &= 132.71 e^{-0.68V} \end{aligned} \right\} (5)$$

여기서 아래첨자 m과 f는 模型漁具와 實物漁具를, A와 B는 漁具 A, B형을, 괄호안의 숫자는 끌줄 길이를 의미한다.

위의 (2), (3)식에서 a와 b의 절대값이 모형어구 B쪽이 A쪽보다 컸다. 이와 같이 模型漁具 B쪽이 A쪽보다 크다는 것은 曳引速度의 증가에 따른 漁具 깊이의 減少率이 크다는 것, 즉 빨리 알아진다는 것을 의미한다.

또, 위의 (2), (3), (4), (5)식에서 a값은 끌줄 길이(L_w)에 따라 일정하게 증가하므로 이들 사이의 관계를 식으로 나타내면 각각 (6), (7)식과 같다.

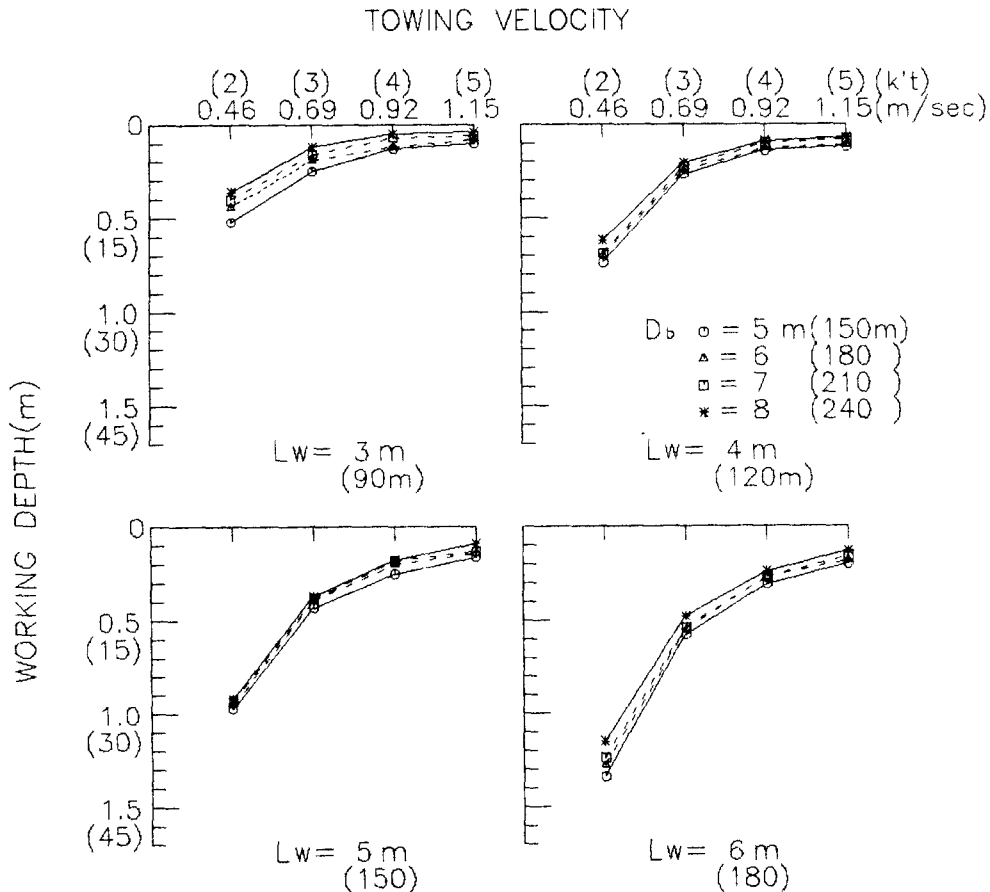


Fig.2. Working depth of the model net-B according to the towing velocity.
 (Appendant explanation is same as in Fig.1)

$$\left. \begin{aligned} a_{mA} &= -1.00 + 0.65L_w \\ a_{mB} &= -1.91 + 1.04L_w \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

$$\left. \begin{aligned} a_{fA} &= -29.32 + 0.65L_w \\ a_{fB} &= -57.60 + 1.04L_w \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

그리고 b값은 끌줄 길이에 따른 차이가 작으므로 평균값을 취하면 각각 -1.72(-0.40), -2.88(-0.67)이 된다.

따라서 漁具 깊이와 曳引速度와의 관계식은 (1)식에서 a값 대신에 (6), (7)식을, b값 대신에 -1.72(-0.40), -2.88(-0.67)를 각각 대입하면 (9), (10)식과 같고, 實物漁具로 환산하면 (11), (12)식과 같이 구해진다.

$$\left. \begin{aligned} D_{mA} &= (-1.00 + 0.65 \cdot L_w)e^{-1.72V_i} (V_i : m/sec) \\ D_{mB} &= (-1.91 + 1.04 \cdot L_w)e^{-2.88V_i} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

$$\left. \begin{aligned} D_{fA} &= (-29.32 + 0.65 \cdot L_w)e^{-0.40V_i} (V_i : k't) \\ D_{fB} &= (-57.60 + 1.04 \cdot L_w)e^{-0.67V_i} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

이 實驗 結果에서 模型漁具-A쪽의 깊이가 B쪽보다 깊은 것은 模型漁具-B의 경우는 끌그물류를 만들때 하는 방식대로 그물감에 成形率을 주어서 힘줄을 붙였는데 비하여 模型漁具-A는 힘줄을 쓰지 않고 그물감과 그물감을 그대로 연결하여 제작한 것과도 관계가 있는 것 같다.

또, 曳引速度의 증가에 따라 어구의 깊이가 지수곡선식으로 알아지는 경향을 보인 것은 曳引速度를 증가시키면 그에 따라 그물의 抵抗이 커져서 추(Front weight: 142 g)를 끌어올리기 때문인 것으로 생각된다.

그러므로 分布 깊이가 다른 魚群을 대상으로 하는 경우 低速으로 曳引中인 경우에는 速度를 조금만 변화시켜도 漁具 깊이를 비교적 쉽게 조절할 수 있으나, 이 때에 고려해야 할 사항은 前報¹²⁾에서 논의한 바와 같이 網口面積도 지수곡선식으로 감소한다는 점이다.

2. 끌줄 길이와 漁具 깊이와의 관계

끌줄 길이를 實物의 90, 120, 150, 180 m것을

模型의 그것으로 환산한 3, 4, 5, 6 m로 했을 때의 模型漁具-A, B의 깊이는 Fig.3, 4와 같이 직선적으로 변한다.

그러므로 漁具의 깊이(D)와 끌줄 길이(L_w)와의 관계를 식으로 나타내면 (11)식과 같이 직선식으로 나타낼 수 있다.

$$D = a + bL_w \quad (11)$$

a와 b의 값이 兩船間隔의 증가에 따라서는 차이가 크지 않으나 曳引速度의 증가에 따라서는 차이가 크므로 曳引速度가 0.46, 0.69, 0.92, 1.15 m/sec(2, 3, 4, 5 k't)일 때의 模型漁具-A, B의 깊이는 (12), (13)식과 같고, 實物漁具로 환산하면 (14), (15)식과 같다.

$$\left. \begin{aligned} D_{mA(0.46)} &= -0.54 + 0.36 L_w (V_i : m/sec) \\ D_{mA(0.69)} &= -0.35 + 0.20 L_w \\ D_{mA(0.92)} &= -0.26 + 0.14 L_w \\ D_{mA(1.15)} &= -0.20 + 0.12 L_w \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

$$\left. \begin{aligned} D_{mB(0.46)} &= -0.40 + 0.28 L_w \\ D_{mB(0.69)} &= -0.22 + 0.12 L_w \\ D_{mB(0.92)} &= -0.09 + 0.07 L_w \\ D_{mB(1.15)} &= -0.03 + 0.03 L_w \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

$$\left. \begin{aligned} D_{fA(2)} &= -16.20 + 0.36 L_w (V_i : k't) \\ D_{fA(3)} &= -10.43 + 0.20 L_w \\ D_{fA(4)} &= -7.88 + 0.14 L_w \\ D_{fA(5)} &= -6.08 + 0.12 L_w \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

$$\left. \begin{aligned} D_{fB(2)} &= -11.93 + 0.28 L_w \\ D_{fB(3)} &= -6.45 + 0.12 L_w \\ D_{fB(4)} &= -3.38 + 0.07 L_w \\ D_{fB(5)} &= -0.98 + 0.03 L_w \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

위의 (12), (13), (14), (15)식에서 a, b의 값이 曳引速度(V_i)에 따라 일정하게 변하므로 이들 사이의 관계를 식으로 나타내면 (16), (17)식과 같고, 實物漁具로 환산하면 (18), (19)식과 같다.

$$\left. \begin{aligned} a_{mA} &= -0.99 e^{-1.42V_i} (V_i : m/sec) \\ a_{mB} &= -2.53 e^{-3.68V_i} \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

$$\left. \begin{aligned} b_{mA} &= 0.67 e^{-1.59V} \\ b_{mB} &= 1.16 e^{-3.15V} \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{fA} &= -29.28 e^{-0.32V} \\ \alpha_{fB} &= -69.10 e^{-0.81V} \end{aligned} \right\} \quad (18) \quad (V_i : k't)$$

$$\left. \begin{aligned} b_{fA} &= 0.67 e^{-0.37V} \\ b_{fB} &= 1.16 e^{-0.72V} \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

따라서 模型漁具 깊이와 끌줄 길이와의 관계식은 (20)식과 같고, 實物漁具로 환산하면 (21)식

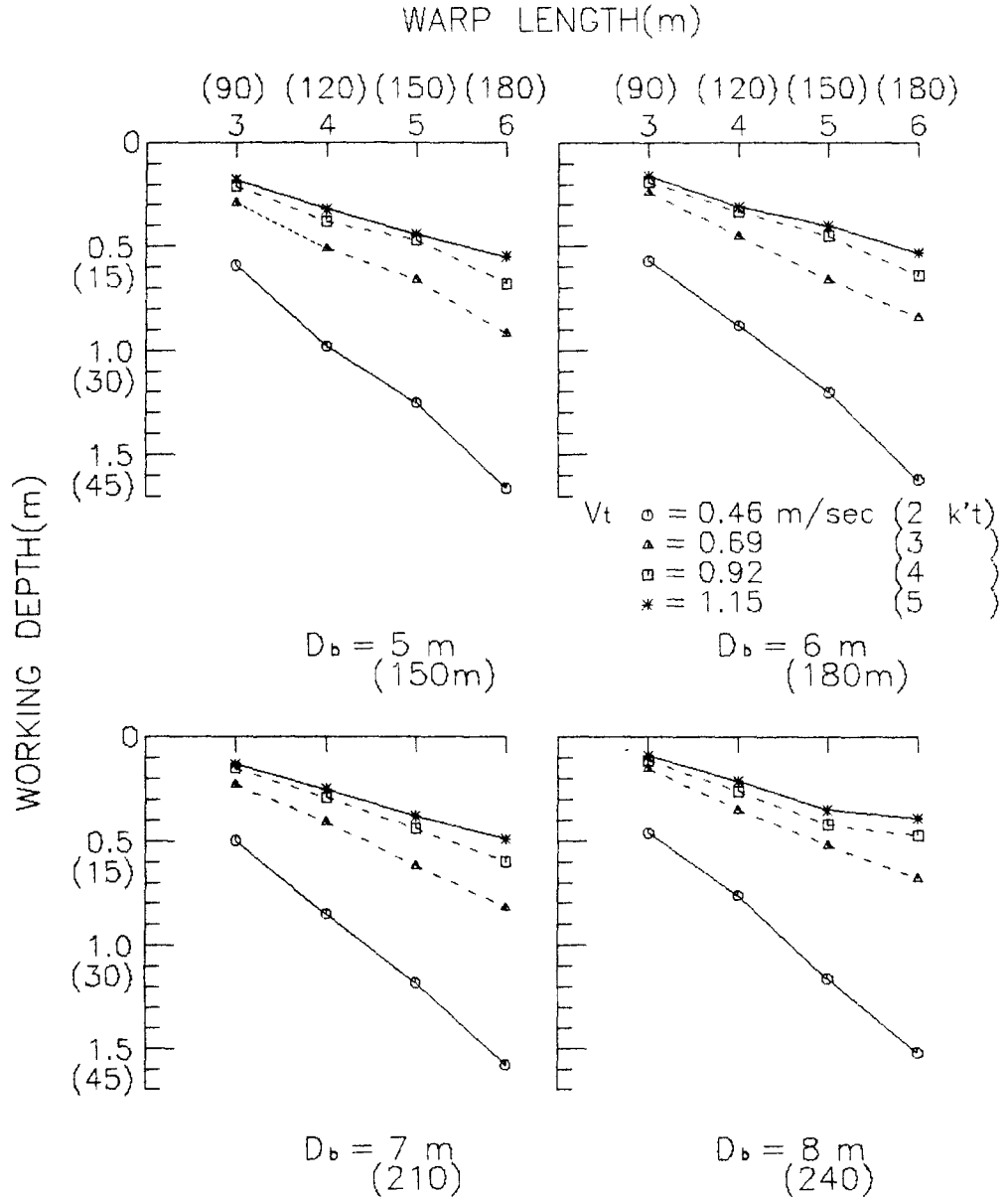


Fig.3. Working depth of the model net-A according to the warp length.
(Appendant explanation is same as in Fig.1)

과 같다.

$$\left. \begin{aligned} D_{mA} &= -0.99e^{-1.42V} + 0.67e^{-1.59V} L_w (V_t : m/sec) \\ D_{mB} &= -2.53e^{-3.68V} + 1.16e^{-3.15V} L_w \end{aligned} \right\} (20)$$

$$\left. \begin{aligned} D_{fA} &= -29.98e^{-0.32V} + 0.67e^{-0.37V} L_w (V_t : k't) \\ D_{fB} &= -69.10e^{-0.81V} + 1.16e^{-0.72V} L_w \end{aligned} \right\} (21)$$

(12), (13), (14), (15)식에서 b값이 模型漁

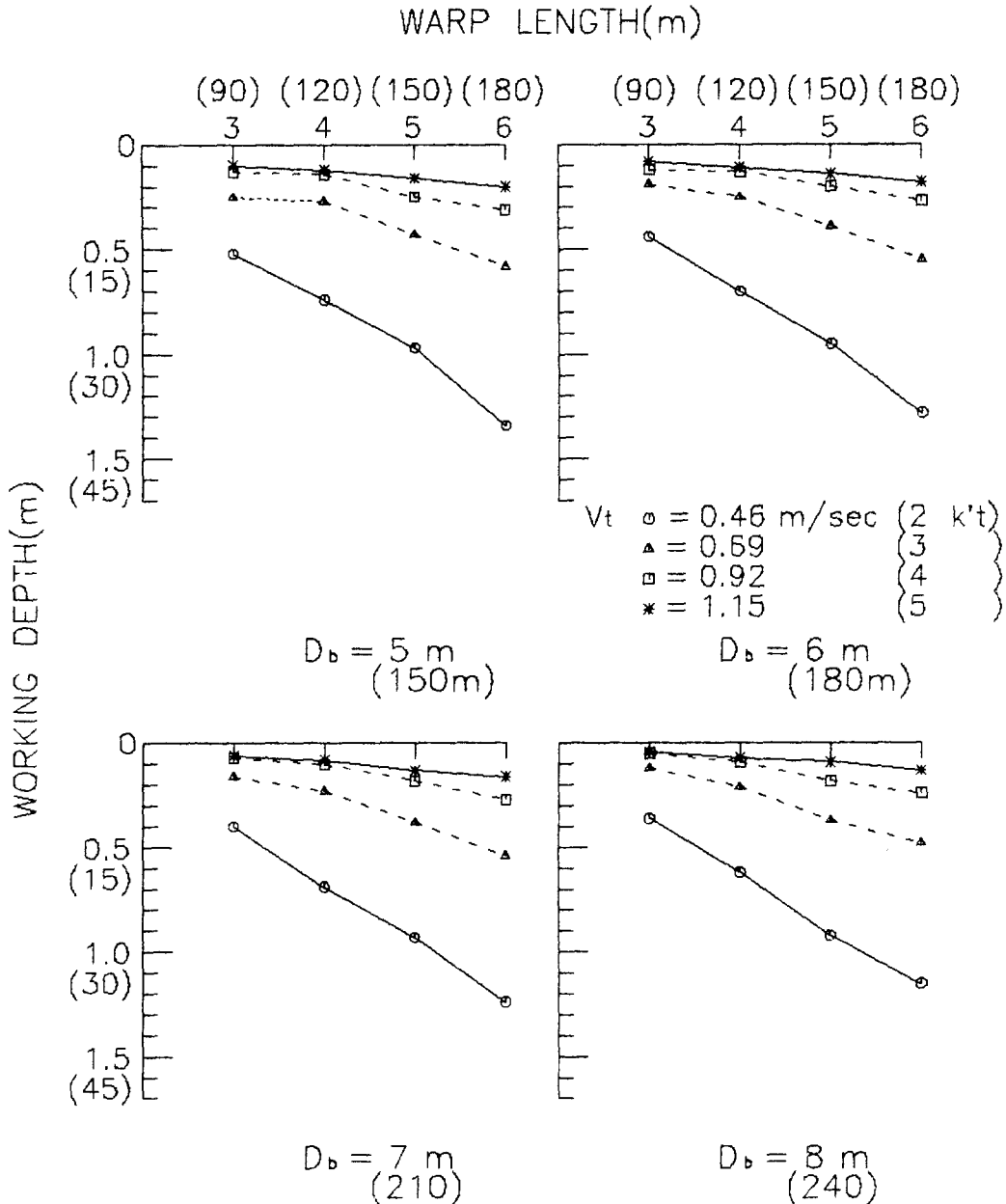


Fig. 4. Working depth of the model net-B according to the warp length.
(Appendant explanation is same as in Fig.1)

具-A쪽이 B쪽보다 큰 것은 끌줄 길이의 증가에 따른 漁具 깊이의 변화가 模型漁具-A쪽이 B쪽보다 크다는 것을 의미하는데, 그 이유는 曳引速度에서 설명한 바와 같이 어구구성상의 원인에 의한 것으로 생각된다.

垂直分布가 다른 魚群을 대상으로 하는 경우에 漁具 깊이를 조절하는 방법으로서는 보통의 漁船에서는 주로 끌줄 길이로써 조절하는데, 이는 計劃曳引速度로 曳引中에는 速度를 증가시킬 수 있는 여분의 機關出力이 없고, 또한 網口面積이 曳引速度의 증가에 따라 지수곡선식으로 감소하기 때문인 것으로 생각된다.

그러나, 끌줄 길이로써 漁具 깊이를 조절하는데에도 문제점은 있는데, 그 중에 하나는 다소 빠른 速度로 曳引하는 경우에 끌줄을 감아 드릴 수 있으나 하는 트롤 원치의 동력문제이고, 둘째는 魚群의 깊이가 상당히 다를 때 끌줄을 감거나 풀어주는 데 소요되는 시간에도 문제가 있다.

또, 高速으로 曳引하는 경우에는 끌줄 길이와 曳

引速度의 변화에 따른 漁具 깊이의 변화가 작으므로 漁具 깊이를 빈번히 변화시키기는 매우 어렵다.

따라서, 漁具 깊이를 쉽게 조절하기 위해서는 漁具 크기를 다소 크게 하고 曳引速度를 느리게 하여 機關出力에 다소 여유분을 갖도록 하는 것이 좋다고 생각된다.

3. 兩船間隔과 漁具 깊이의와의 관계

兩船間隔을 實物의 150, 180, 210, 240 m를 模型의 그것으로 환산한 5, 6, 7, 8 m 했을 때의 模型漁具-A, B의 깊이는 Fig 5와 같이 약간씩 알아지는 경향을 보였으나 그 정도는 매우 작았다.

이같은 경향은 兩船間隔을 넓히면 끌줄이 그물을 벌리게 되는데, 이 때에 그물을 약간 들어올리는 역할을 하기 때문인 것 같다.

要 約

中層트롤漁法の 대상이 되는 깊이가 다른 여러

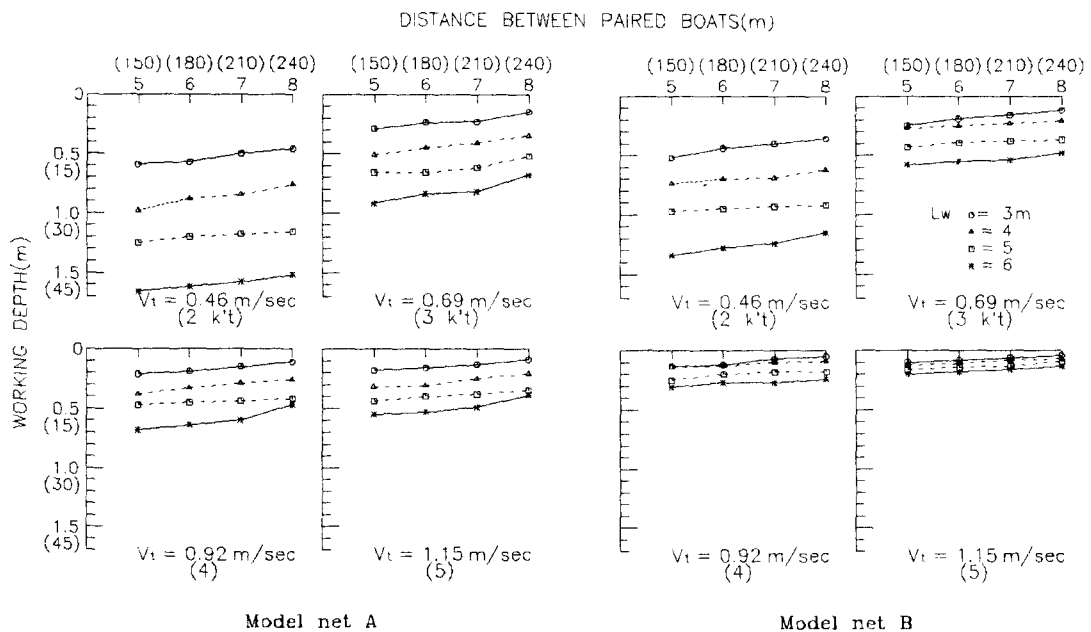


Fig.5. Working depth of the model net according to the distance between paired boats.
(Appendant explanation is same as in Fig.1)

魚群들에 따라 漁具 깊이를 조절하는 방법을 알아 보기 위하여 前報¹²⁾에서와 같은 模型漁具를 가지고 쌍끌이 중층트롤선에서 操業中에 조작할 수 있는 曳引速度, 끌줄길이와 兩船間隔의 변화에 따라 曳引水槽에서 직접 曳引하면서 漁具 깊이를 측정하여 분석한 結果를 요약하면 다음과 같다.

1. 曳引速度, 끌줄길이와 兩船間隔의 변화에 따른 模型漁具-A, B의 깊이는 각각 0.09~1.66 m (2.7~49.8 m), 0.04~1.34 m (1.2~40.2 m)의 범위에서 변하고, 模型漁具-A쪽이 B쪽보다 깊다.

2. 模型漁具-A, B의 깊이(D)와 曳引速度(V_t)와의 관계식과 實物漁具로 환산한 식은

$$D_{mA} = (-1.00 + 0.65L_w)e^{-1.72V_t} \quad (V_t : m/sec)$$

$$D_{mB} = (-1.91 + 1.04L_w)e^{-2.88V_t}$$

$$D_{fA} = (-29.32 + 0.65L_w)e^{-0.40V_t} \quad (V_t : k't)$$

$$D_{fB} = (-57.60 + 0.65L_w)e^{-0.67V_t}$$

과 같다.

3. 模型漁具-A, B의 깊이(D)와 끌줄 길이(L_w)와의 관계식과 실물어구로 환산한 식은

$$D_{mA} = -0.99e^{-1.42V_t} + 0.67e^{-1.59V_t} L_w \quad (V_t : m/sec)$$

$$D_{mB} = -2.53e^{-3.68V_t} + 1.16e^{-3.15V_t} L_w$$

$$D_{fA} = -29.98e^{-0.32V_t} + 0.67e^{-0.37V_t} L_w \quad (V_t = k't)$$

$$D_{fB} = -69.10e^{-0.81V_t} + 1.16e^{-0.72V_t} L_w$$

과 같다.

4. 兩船間隔의 증가에 따른 漁具 깊이는 間隔의 증가에 따라 약간씩 알아지는 경향을 보인다.

參考文獻

1) Akio Fujiishi(1990) : Model test of a high-speed midwater rope trawl for estimating the optimum buoyancy-weight ratio. Nippon Suisan Gakkaishi, 56(12), 2011-2018.
2) David Thomson(1978) : Pair Trawling and Pair Seining. The Technology of

Two-boat Fishing. Fishing News Books Ltd, 77-103.
3) 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.
4) 唐 逸民 등(1982) : 離底オッタートロールの研究 I, 離底曳網の實物網と模型網實驗の比較, 東水研報 68(1), 49-55.
5) _____ (1982) : 離底オッタートロールの研究 II, 離底曳網と底曳兼用漁法について, 東水研報 69(1), 57-65.
6) 藤石昭生(1990) : 高速曳網用超大目中層トロール網の模型實驗, 日水誌 56(5), 785-790.
7) 胡 夫祥 등(1988) : 模型實驗によるキャンバス式とオッター式の中層トロール網の力學的特性の比較, 日水誌 55(5), 785-790.
8) _____ (1991) : 中層トロールシステムの靜的特性の解析法, 日水誌 57(4), 661-666.
9) 張志元(1968) : 中層트롤의 研究, 釜山水大研報 8(1), 1-9.
10) _____ (1969) : 중층트롤의 깊이 바꿈, 漁業技術 5, 2-6.
11) 김천덕 등(1969) : 2척식 중층트롤 모형실험, 漁業技術 5, 14-20.
12) 李秉錡 등(1995) : 쌍끌이 中層트롤漁法の 研究 - I, 模型漁具의 網口形狀에 關하여, 漁業技術, 31(1).
13) _____ (1983) : 沿近海漁業概論, 太和出版社, 240-293.
14) _____ (1985) : 現代트로울漁法, 太和出版社, 184-202.
15) 西山作藏 등(1982) : 中層トロール網の靜的力學特性, 日水誌 48(8), 1095-1100.
16) 松田 皎 등(1991) : 中層トロールシステムの靜的特性に關する海上實驗, 日水誌, 57(4), 661-666.