

쌍끌이 中層트롤漁業의 研究 - III

- 끌줄의 曳網張力에 關하여 -

張 忠 植* · 李 秉 錡

*慶尙大學校, 釜山水產大學校

(1996년 1월 31일 접수)

A Study on the Midwater pair Trawling - III

Choong - Sik JANG* and Byoug - Gee LEE

*Kyoungsang University, National Fisheries University of Pusan

(Received January 31, 1996)

Abstract

Towing tension of the model nets were determined by the load cell(0~20kg, 20DBBP) in front of warp with the combinations of towing velocity, warp length and the distance between paired boats.

Towing tension of the full scale net was determined by the load cell(0~6ton) in front of warp with the towing velocity.

The results obtained can be summarized as follows ;

1. The changing aspect of towing tensions of the model nets A and B varied by the same tendency in the range of 0.356~2.019kg and 0.352~2.117kg, respectively, depend on the operational factors. Among the factors, the towing velocity was the most influential. The tensions(T) can be expressed as a function of the towing velocity(V) as

$$T_{mA} = 1.57 \cdot V^{1.66} \quad (\text{unit : kg, m/sec})$$

$$T_{mB} = 1.58 \cdot V^{1.90}$$

2. The towing tension of the full scale net was almost coincided with the results obtained by the model experiment. The towing tension(T) can be expressed as a function of the towing velocity(V) as

$$T = 479V^{1.75} \quad (\text{unit : kg, k't})$$

序 言

曳網漁船의 海難事故中에서 가장 높은 比重을 차지하고 있는 것은 機關故障인데, 이는 漁船의 定格出力에 맞는 漁具보다 다소 크게 하여 計劃曳網

速度보다 빠른 速度로 曳網하고 싶은 慾望에서 機關을 무리하게 사용하기 때문이다.

曳網漁法中에서 中層트롤漁法의 경우에는 海底의 상태에 따라 張力이 많이 달라지는 底層트롤漁法과는 달리 장애물이 없는 中層을 曳網하므로 漁

具의 크기와曳網速度에 따른張力을 정확히 구할 수 있으므로 위와 같은 問題을 解決할 수 있을 것이다.

模型漁具의 曳網張力이나 流體抵抗에 관한 研究로는 谷口(1966, 1967), 金등(1969), Kusman등(1978), 唐등(1982), 廉(1984), 胡등(1989), 藤石등(1990)과 芮등(1993)의 報告가 있고, 實物漁具에 관한 研究로는 唐등(1982a, b), 西山등(1982), 金(1984), 李등(1987)과 松田등(1991)의 報告가 있으나 이들의 대부분은 외끌이 漁法에 관한 것이고, 여러가지의 漁具操作條件에 따른 것은 없는 실정이다.

그러므로 本 研究에서는 쌍끌이 中層트롤의 模型漁具를 가지고 中層트롤船에서 操業中에 操作할 수 있는 曳網速度, 끌줄길이와 兩船間隔의 변화에 따른 끌줄의 앞부분에 걸리는 張力을 曳引水槽에서 實驗·分析하고, 이 중에서 가장 큰 영향을 주는 要素인 曳網速度에 대해서는 實物漁具를 가지고 海上實驗을 통하여 確認實驗을 하므로써 漁具의 操作條件에 따른 張力과의 關係를 糾明하고자 하였다.

材料 및 方法

本 實驗에 사용한 模型漁具, 實物漁具, 曳引水槽 및 實驗方法은 前報²⁵⁾와 같다.

模型漁具의 끌줄에 걸리는 曳網張力은 前報²⁵⁾의 Fig. 2의 C와 같이 트레일러에 Load cell(0~20kg, 20DBBP)의 센서를 장치하고, 이 센서와 RS-232C Interface가 내장된 지시계를 통하여 PC로 연결하여 測定·分析하였다.

實物漁具의 張力은 2대의 Load cell(0~6ton)을 本船과 從船의 Top roller와 트롤원치의 중간부분에 설치하여 模型漁具에서와 같은 방법으로 測定·分析하였다.

張力은 模型漁具의 경우에는 曳網이 끝나기 7초 전부터 5초간의 평균값으로 하였고, 實物漁具의 경우에는 曳網速度를 변화시키기 전의 5분간을 평균한 값으로 하였다.

結果 및 考察

1. 模型漁具의 曳網張力

(1) 曳網速度와의 관계

實物漁具의 曳網速度 2, 3, 4, 5K't를 模型漁具의 曳網速度로 환산한 0.46, 0.69, 0.92, 1.15m/sec로 했을 때 끌줄에 걸리는 曳網張力을 보면 模型漁具-A는 0.356~2.103kg(1,602~9,464kg-實物漁具로 환산한 값임), 模型漁具-B는 0.352~2.117kg(1,584~9,527kg)의 범위에서 변하고, 曳網速度의 변화에 따라 거의 차이가 없이 일치하는 變化傾向을 보였다.

끌줄길이가 5m이고, 兩船間隔이 7m일 때의 曳網速度의 변화에 따른 模型漁具의 曳網張力을 나타내면 Fig. 1과 같이 뚜렷하게 일정한 경향을 보이므로 漁具의 曳網張力 $T(Kg)$ 와 曳網速度 $V(m/sec, 實物은 k't)$ 와의 關係를 나타내면 (1)식과 같이 포물선식으로 나타낼 수 있다.

$$T = a \cdot V^2 \quad (1)$$

이식의 a 와 b 값을 최소자승법으로 구하면 Table 1과 같다.

Table 1에서 a 와 b 의 값은 끌줄길이와 兩船間隔에 따라 차이가 작으므로 평균값을 취해 模型漁具-A, B에 대하여 나타내면 a 값은 각각 1.57, 1.58이고, b 값은 각각 1.86, 1.90이었다.

이값을(1)식에 대입하여 模型漁具의 曳網張力과 曳網速度와의 關係를 나타내면(2)식과 같고, 實物漁具로 환산하여 나타내면(3)식과 같다.

$$T_{mA} = 1.57 \cdot V^{1.86} \quad (2)$$

$$T_{mB} = 1.58 \cdot V^{1.90}$$

$$T_{fA} = 458 \cdot V^{1.86}$$

$$T_{fB} = 438 \cdot V^{1.90} \quad (3)$$

위식에서 상수 a 와 b 값이 模型漁具-A, B에 따라서는 차이가 아주 작게 나타났는데, 이는 漁具의 構成方式에 따른 曳網張力의 차이가 작기 때문이며, b 값에 있어서 模型漁具-B쪽이 0.04가 큰 것은 曳網速度의 증가에 따른 曳網張力의 增加率이 약간 크다는 것을 의미하는데, 이같은 이유는 曳網

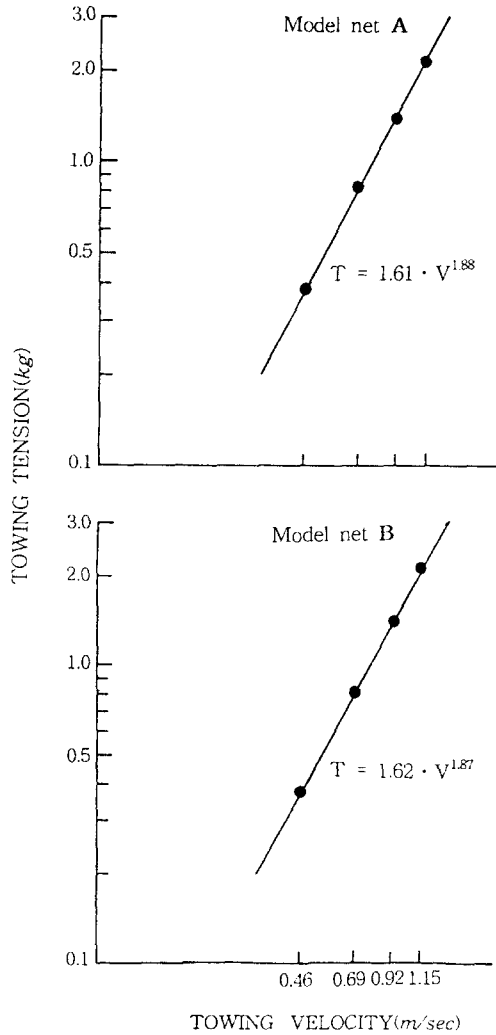


Fig. 1 Full - logarithmic drawing of the towing tension of the model net in case of $L=5m$ and $D_b=7m$ according to the towing velocity.

速度的 증가에 따른 網口面積의 減少率이 약간 작기 때문인 것으로 보아진다.

위와 같이 本 研究結果에서 끌줄에 걸리는 曳網張力이 曳網速度的 증가에 따라 포물선식으로 증가하는 경향을 보인 것은 谷口(1966, 1967), 金등(1969), Kusman등(1978), 唐등(1982), 廉(1984), 胡등(1989)의 報告에서 漁具의 流體抵抗이나 曳網張力이 曳網速度的 증가에 따라 포물선식으로 증가한다고 한 것과는 일치하나 藤石등(1990)과 芮등(1993)의 報告에서 직선식으로 증가한다고 한

Table 1. Values of the constant a and b of the experimental formula 1 in case of Fig.1

$L(m)$	$D_b(m)$	Model net A		Model net B	
		a	b	a	b
3	5	1.51	1.84	1.55	1.89
	6	1.56	1.84	1.60	1.89
	7	1.54	1.81	1.57	1.87
	8	1.54	1.82	1.56	1.88
4	5	1.53	1.86	1.54	1.90
	6	1.57	1.87	1.61	1.90
	7	1.59	1.83	1.61	1.90
	8	1.58	1.87	1.58	1.90
5	5	1.53	1.88	1.56	1.90
	6	1.56	1.88	1.61	1.93
	7	1.62	1.87	1.61	1.88
	8	1.58	1.85	1.58	1.88
6	5	1.55	1.89	1.55	1.91
	6	1.59	1.90	1.58	1.91
	7	1.62	1.88	1.63	1.89
	8	1.58	1.86	1.61	1.91
Mean		1.57	1.86	1.58	1.90

것과는 약간의 차이가 있다. 포물선식의 상수 a와 b값에 있어서 a값은 實驗條件에 따라 다양하므로 b값을 비교하여 보면, 谷口(1966, 1967)가 3가지 형태의 쌍끌이 機船底引網에 관한 報告에서 각각 1.93, 1.61, 1.30이라고 했고, 金등(1969)이 中層 트롤漁具에 관한 報告에서 2에 접근한다고 했으며, 廉(1984)이 트롤漁具에 관한 報告에서 1.89라고 했고, 胡등(1989)이 中層 트롤漁具에 관한 報告에서 1.84라고 했는데, 本 研究結果에서도 模型漁具 - A, B가 각각 1.86, 1.90이었으므로 위의 값들과 비교하여 볼 때 큰 차이가 없었다.

(2) 끌줄길이 및 兩船間隔과의 관계

曳網速度가 0.92m/sec이고, 兩船間隔이 7m일 때의 끌줄길이의 변화에 따른 模型漁具의 曳網張力을 나타내면 Fig. 2와 같고, 曳網速度가 0.92 m/sec이고, 끌줄길이가 5m일 때의 兩船間隔의 변화에 따른 模型漁具의 曳網張力을 나타내면 Fig. 3과 같다.

Fig. 2에서와 같이 끌줄길이의 증가에 따른 模型漁具 - A, B의 曳網張力은 차이가 거의 없이 일정한 경향을 보였다. 이같은 이유는 網口面積이 끌줄길이의 증가에 따라 일정했기 때문인 것 같다.

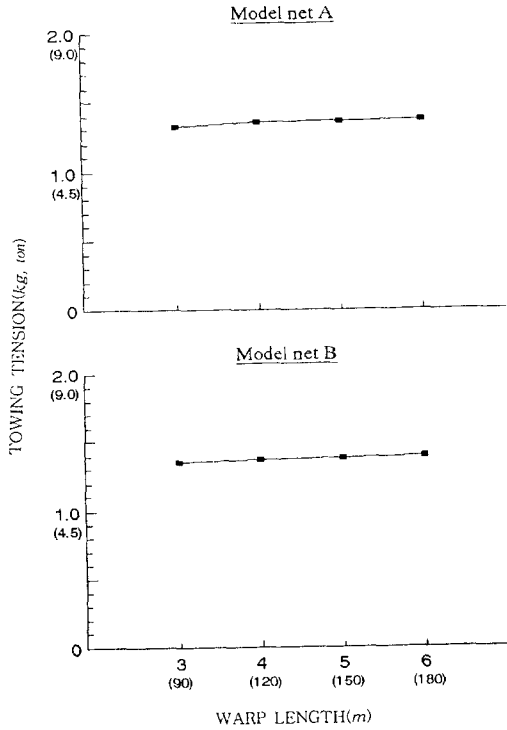


Fig. 2 Towing tension of the model net in case of $V=0.92m/sec(4k't)$ and $D_b=7m(210m)$ according to the warp length.

(Bared numerals denote the factors the model net and parenthetical numerals denote the factors converted into the full scale net)

Fig. 3에서와 같이 兩船間隔의 증가에 따른 模型漁具 -A, B의 曳網張力도 차이가 거의 없이 일정한 경향을 보였다. 이같은 이유는 끝줄길이에서와 같이 兩船間隔의 증가에 따라서도 網口面積이 일정했기 때문인 것 같다.

2. 實物漁具의 曳網張力

曳網張力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 曳網張力을 나타내면 Fig.4와 같다.

Fig. 4에서 점선으로 나타낸 것은 模型漁具의 實驗結果에서 얻어진 값을 實物漁具로 환산하여 구한(3)식

$$T_{fA} = 458 \cdot V^{1.86}$$

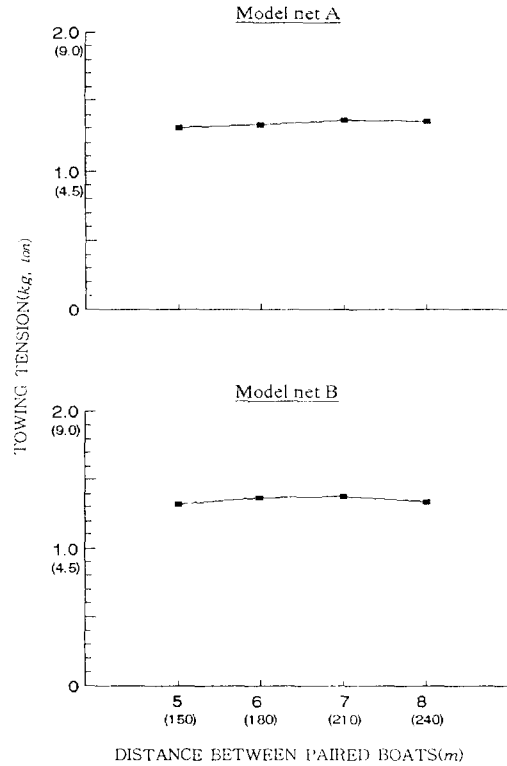


Fig. 3 Towing tension of the model net in case of $V=0.92m/sec(4k't)$ and $L=5m(150m)$ according to the distance between paired boats.

(Appendant explanation is as same as in the Fig. 2)

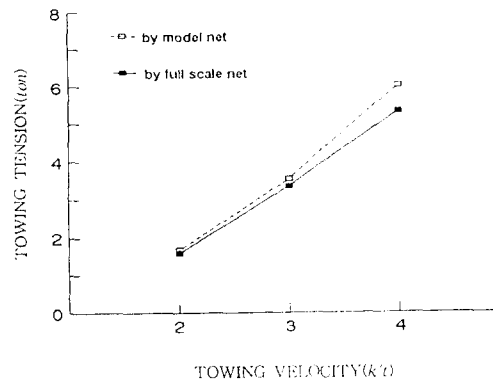


Fig. 4 Towing tension of the full scale net in comparison with the model net in case of $L=150m$ and $D_b=210m$ according to the towing velocity.

으로부터 曳網速度가 2, 3, 4k't일 때의 값을 나타낸 것이고, 실선으로 나타낸 것은 實物漁具의 確認

實驗에서 얻어진 값을 나타낸 것이다.

이들 두 값을 비교하면 實物漁具의 값이 模型漁具에 의한 값보다 78~689Kg 정도 작았는데, 曳網速度가 빠를수록 차이가 다소 컸다. 그러나 曳網速度의 증가에 따른 變化傾向은 포물선식의 관계가 있으므로 實物漁具의 曳網張力 $T(kg)$ 와 曳網速度 $V(k't)$ 와의 관계를 식으로 나타내면(4)식과 같다.

$$T_{FA} = 479 \cdot V^{1.75} \quad (4)$$

위와 같이 實物漁具의 曳網張力이 模型漁具에 의한 것보다 작은 것은 模型漁具의 경우 수공편망을 하였고 때문에 매듭이 있으나 實物漁具의 경우에는 제일 큰 코(3,200mm)를 사용한 부분에만 수공편망이라 매듭이 있고, 나머지 부분은 모두 매듭이 없는 망지를 사용하였기 때문인 것 같다.

위와 같이 本 研究結果에서 曳網張力이 曳網速度의 증가에 따라 포물선식으로 증가하는 경향을 보인 것은 唐등(1982a, b), 西山등(1982), 金(1984), 李등(1987)과 松田등(1991)의 報告와 일치하는 경향을 보였으나 포물선식의 상수 a와 b값은 研究者에 따라 차이가 있었다.

포물선식에서 상수 a값은 實驗條件에 따라 차이가 있을 수 있으므로 b값만을 비교하면, 金(1984)은 6매식과 8매식 트롤그물의 流體抵抗에 관한 報告에서 1.8이라고 했고, 李등(1987)은 외끌이 中層트롤漁具의 流體抵抗에 관한 報告에서 1.12라고 했으며, 松田등(1991)은 외끌이 中層트롤漁具의 끌줄에 걸리는 曳網張力에 관한 報告에서 1.85라고 하였다. 이 중에서 本 研究에서와 같이 中層트롤이고, 또 끌줄에 걸리는 曳網張力에 관한 松田등(1991)의 報告와는 0.1의 차이밖에 나지 않아 거의 일치하는 傾向을 보였는데, 本 研究結果의 값이 약간 작은 것은 松田등(1991)의 報告에서 사용한 그물은 6매식이고 최대 코크기가 800mm인데 비하여 本 研究에 사용한 그물은 4매식이고 최대 그물 코크기도 3,200mm로 4배나 크고, 또 쌍끌이 漁法이라 전개판을 사용하지 않기 때문에 인 것 같다.

要 約

쌍끌이 中層트롤漁法에서 漁具의 操作條件에

따라 끌줄에 걸리는 張力을 알아보기 위하여 模型漁具를 가지고 中層트롤船에서 操業中에 操作할 수 있는 曳網速度, 끌줄길이와 兩船間隔의 變化에 따른 끌줄의 張力을 曳引水槽에서 實驗·分析하고, 이 중에서 가장 큰 영향을 주는 要素인 曳網速度에 대해서는 實物漁具를 가지고 海上實驗을 통하여 確認實驗을 한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 模型漁具 - A, B의 끌줄에 걸리는 曳網張力은 漁具의 操作條件에 따라 각각 0.356~2.109Kg (1,602~9,491Kg), 0.352~2.117Kg(1,584~9,527Kg)범위에서 같은 傾向으로 변하였고, 曳網張力 $T(kg)$ 와 曳網速度 $V(m/sec)$, 실물은 $k't$ 와의 관계식은 다음과 같다.

$$T_{mA} = 1.57 \cdot V^{1.86}$$

$$T_{mB} = 1.58 \cdot V^{1.90}$$

2. 끌줄길이와 兩船間隔의 증가에 따른 模型漁具 - A, B의 끌줄에 걸리는 曳網張力은 거의 일정한 傾向을 보였다.

3. 實物漁具의 끌줄에 걸리는 曳網張力 $T(kg)$ 와 曳網速度 $V(k't)$ 와의 관계를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$T_f = 479 \cdot V^{1.75}$$

參考文獻

- 1) Kusman Mangunsukarto and Shigero Fuwa (1978) : Studies on Trawl net model experiment of three types of trawl net, Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ., 27(1), 115~165.
- 2) N. G. Buxton and J.T. DeAlteris(1992) : Quantification of water flow and net drag in midwater trawl, Fisheries Research, 16, 165~178.
- 3) 天下井 清·川島利兵衛(1984) : 船尾トロール漁船におけるワーフ0張力豫測について, 北海道水大報, 50(9), 1487~1494.
- 4) 今井健彦·平川榮一(1977) : 平面網地の流水抵抗に關する基礎的研究 - I, 網地素材の比較實驗, 麗大水紀要, 26, 157~164.
- 5) 今井健彦·平川榮一(1977) : 平面網地の流水抵抗に關する基礎的研究 - II, 網地模型實驗, 麗大水紀要, 26, 165~171.

- 6) 今井健彦·平川榮一(1977): 平面網地の流水抵抗に關する基礎的研究-Ⅲ, 網地模型の流水抵抗特, 麗大水紀要, 26, 157~164.
- 7) 谷口武夫(1966): 二隻曳機船底曳網の模型實驗-Ⅲ, 東水研報, 15(1), 27~39.
- 8) 谷口武夫(1967): 二隻曳機船底曳網の模型實驗Ⅳ, 東水研報, 16(2), 31~43.
- 9) 唐逸民·神田獻二(1982a): 離底オッタートロールの研究, 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.
- 10) 唐逸民·神田獻二(1982): 離底オッタートロールの研究, 離底曳と底曳兼用漁法について, 東水研報, 69(1), 57~65.
- 11) 西山作藏·三浦汀介·清水晋(1982a): 中層トロール網の靜的力學特性, 日水誌, 48(8), 1095~1100.
- 12) 西山作藏·三浦汀介·中村秀男·清水晋(1982b): 中層トロール網の動特性について, 日水誌, 48(8), 1101~1105.
- 13) 胡夫祥·松田皎·小池篤(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的比較, 日水誌, 55(5), 785~790.
- 14) 胡夫祥·松田皎(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.
- 15) 不破茂(1978): 底曳網の網類にかかる張力についての考察, 麗大水紀要, 27(1), 147~154.
- 16) 不破茂(1978): 張力記録からみた二曳網動態について, 麗大水紀要, 27(1), 147~154.
- 17) 松田皎·胡夫祥·佐藤要(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.
- 18) 金大安(1995): 그물漁具의 流水抵抗과 模型守則, 流水抵抗의 解析 및 平面 그물감의 資料에 의한 검토, 韓水誌, 28(2), 183~193.
- 19) 金大安(1995): 그물漁具의 流水抵抗과 模型守則, 자루形 그물의 流水抵抗, 韓水誌, 28(2), 194~201.
- 20) 金鎮乾(1984): 새바다호에서 사용하는 트로울 그물의 流體抵抗에 관하여, 韓水誌, 17(1), 1~8.
- 21) 金千德·金大安(1969): 2척식 중층트로울 모형실험, 漁業技術 5, 14~20.
- 22) 廉末九(1984): 모형실험에 의한 트로울 어구의 성능, 韓水誌, 17(1), 9~14.
- 23) 芮英姬·李秉錡(1993): 로프 트롤그물의 基本性能에 관한 模型實驗, 漁業技術, 29(3), 200~213.
- 24) 李秉錡(1989): 現代트로울漁法, 太和出版社, 184~202.
- 25) 李秉錡·金基允·李昊在·張忠植(1995): 쌍끌이 중層트로울漁法の 研究 I, 模型 漁具의 網口形狀에 관하여, 漁業技術, 31(1), 29~44.
- 26) 李秉錡·金基允·李昊在·張忠植(1995): 쌍끌이 중層트로울漁法の 研究 II, 模型 漁具의 깊이에 관하여, 漁業技術, 31(1), 45~53.
- 27) 李秉錡·朴承源·金鎮乾(1989): 沿近海漁業概論, 太和出版社, 246~300.
- 28) 李秉錡·李昊在(1993): 近海底引網·트로울漁法, 太和出版社, 146~172.
- 29) 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.
- 30) 張志元·徐斗玉(1982): 漁具工學, 新韓出版社, 25~30, 119~142.
- 31) 조삼광·이주희·장충식(1995): 중층용 쌍끌이 기선서인망의 모형실험, 漁業技術, 31(3), 212~223.