

濟州島 周邊海域 고등어 巾着網의 研究

2. 二重潮에 있어서 網의 變形에 관한 模型實驗

朴正埴·青山恒雄·鈴木誠
濟州大學校, 下關水產大校, 東京水產大學
(수리 1986年 10월 2일)

Studies on the Mackerel Purse Seine Operating in the Sea Area of Cheju Island

2. Model Experiment on the Deformation of Net in Two Layer Current

Jeong-Sig BAG

Cheju National University

Tsuneo AOYAMA

Shimonoseki University of Fisheries, Shimonoseki 759-65, Japan

and

Makoto SUZUKI

Tokyo University of Fisheries, Konan, Minato 108, Japan

(Received October 2, 1986)

A model experiment of purse seine by the circulating water tank was carried out on the changes of net shape and the tension of purseline under operation in two layer current. In the circular tank, the two layer current was made by cutting off the current of upper layer and producing the bottom current by the equipment shown in Fig. 1. The model experiment of purse sein was made on a reduced scale 1:400, and the experiment was carried out according to the Tauti's model law.

When the bottom current of 0.5 knot flows to lower part of three-eighths of net, following results are derived.

The depth of sinkerline reached only about 80% of that of no current set. The horizontal shift of sinkerline caused by the bottom current is maximized in tight set.

The enclosed area by the floatline immediately after the completion of set net is 61.5% in tight set, 50.0% in loose set and 54.1% in lateral set of those in the case of no current.

In the first half period of pursing, the tension of the purseline is enhanced by the bottom current and the pattern of increasing is irregular in the tension curves.

緒 論

韓國 고등어 巾着網 漁業의 中心漁場은 濟州島 周邊海域인데, 이 海域은 黑潮系水와 黃海冷水 및 韓國 南海 沿岸水의 接觸에 의해 複雜한 海況을 나타

내고 있다. 그리고 海域에 따라서는 二重潮가 發生하여(辻田, 1965. 市原, 1971) 操業中인 巾着網의 網形을 크게 變化시켜 漁獲性能을 低下시키고(山下, 1961. 小長谷, 1977. 青山等, 1977) 예로는 底層流에 의해 그물이 비틀리며 破網을 일으키기도 하고

濟州島 周邊海域 고등어 巾着網의 研究

심한 경우는 操業中 網船이 顛覆되는 일도 있다.

本 研究에서는 이러한 問題들에 對應하기 爲해서 模型網을 使用한 水槽實驗으로 부터 二重潮에 의한 網形 變化와 漁具特性을 解析하고, 操業에 利用하는 方案을 檢討하였다.

潮流에 따른 網形 變化에 관한 研究로서 飯高 (1954), 小長谷(1971)가 있다. 前者는 그물 全體에 均一한 흐름이 作用한때 그물의 變形을, 그리고 後者는 底層流를 一時的으로 發生시켜서 巾着網의 抵抗에 關하여 報告한 바 있다.

本 研究는 底層流發生裝置를 考案하고, 巾着網 操業中 二重潮에 의한 網形 變化에 關하여 實驗을 實施하였으므로 그 結果를 報告하는 바 이다.

船150톤(총톤수)급이 使用하고 있는 高등어 巾着網을 縮尺 1/400로 하여 Tauti(1934)의 模型網 比較法則에 의해서 製作한 朴(1986)의 것을 使用하였다.

1. 底層流發生裝置

實驗에는 東京水産大學의 回流水槽를 使用했는데, 이 水槽의 觀測部(200L × 120B × 85Dcm)에 透明 아크릴製의 底層流發生裝置(Fig. 1)를 設置하고, 回流水槽의 測定部의 上側의 흐름을 静止시키는 方法으로 Fig. 2와 같이 裝置하여 底層流를 發生시켰다. 이 裝置의 底面下 15cm 部分의 流速을 $V' = \sqrt{\frac{D'(P'-1)}{D(P-1)}}$ = 5.15×10^{-1} 에 의거 實漁場에서 0.5 노트(模型網이 받는 流速 13.2 cm/sec)에 相當하도록 調整하여, 이를 巾着網의 아래자락 部分에 받도록 하였다. 底層流의 流速은 프로펠러型 流速計(SV 101型)로 測定하였으며, 實驗中 流速計의 指示器를 계속 注視하

材料 및 方法

實驗에 使用한 模型網은 濟州島 周邊海域에서 網

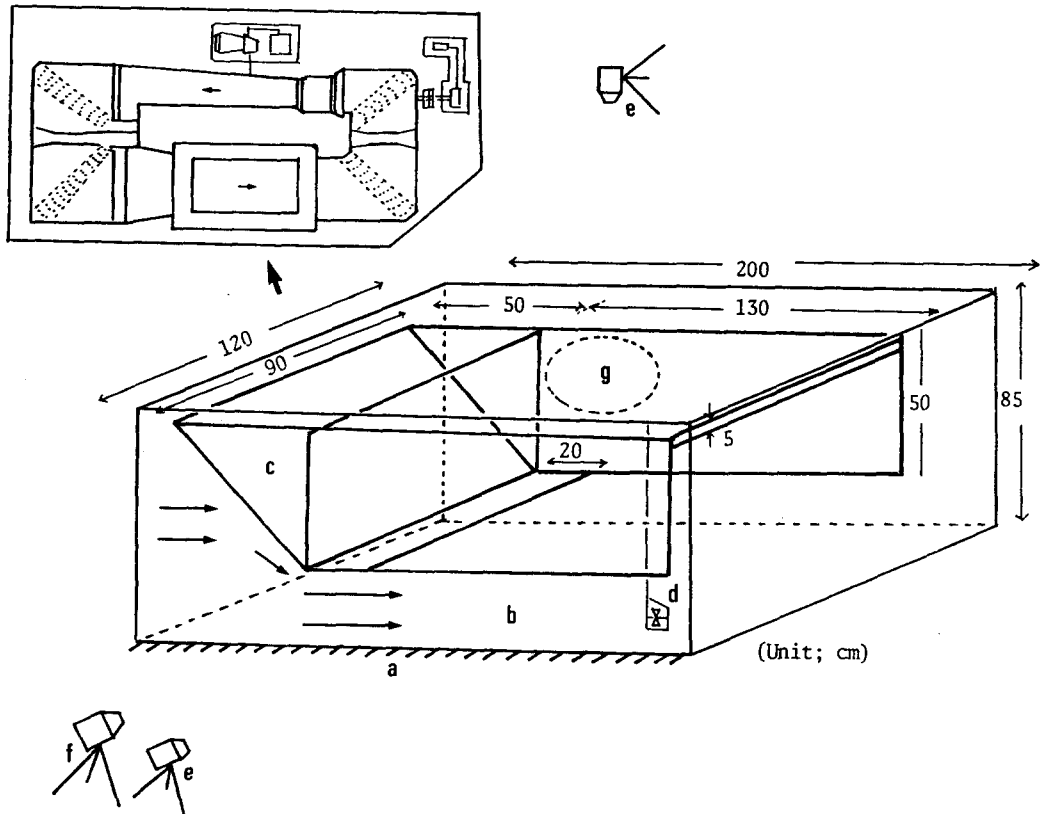


Fig. 1. Diagrammatic sketch of the method for producing under water current.

* a; Circular tank, b; Water channel, C; Under water current producer, d; Current meter, e; 35mm camera, f; TV camera, g; Net casting equipment.



Fig. 2. Bottom current producer in water circulating channel.

면서 一定 流速을 確認하였다. 水槽의 觀測部에 있어서 底層流發生裝置를 水面에서 42 cm 沈下시켜서 上記의 流速을 維持시켰을 때 水槽內的 測定部에 있어서 水平 및 鉛直斷面의 流速分布는 Fig. 3과 같은 데, 이는 實驗目的에 適合한 流速分布를 보였다.

2. 實驗方法

實驗에 利用된 投網裝置, 締結裝置, 張力計測裝置 그리고 攝影裝置는 朴(1986)에 의했으며, 實驗裝置는 Fig. 4와 같이 配列하여 實驗을 行하였다. 模型網

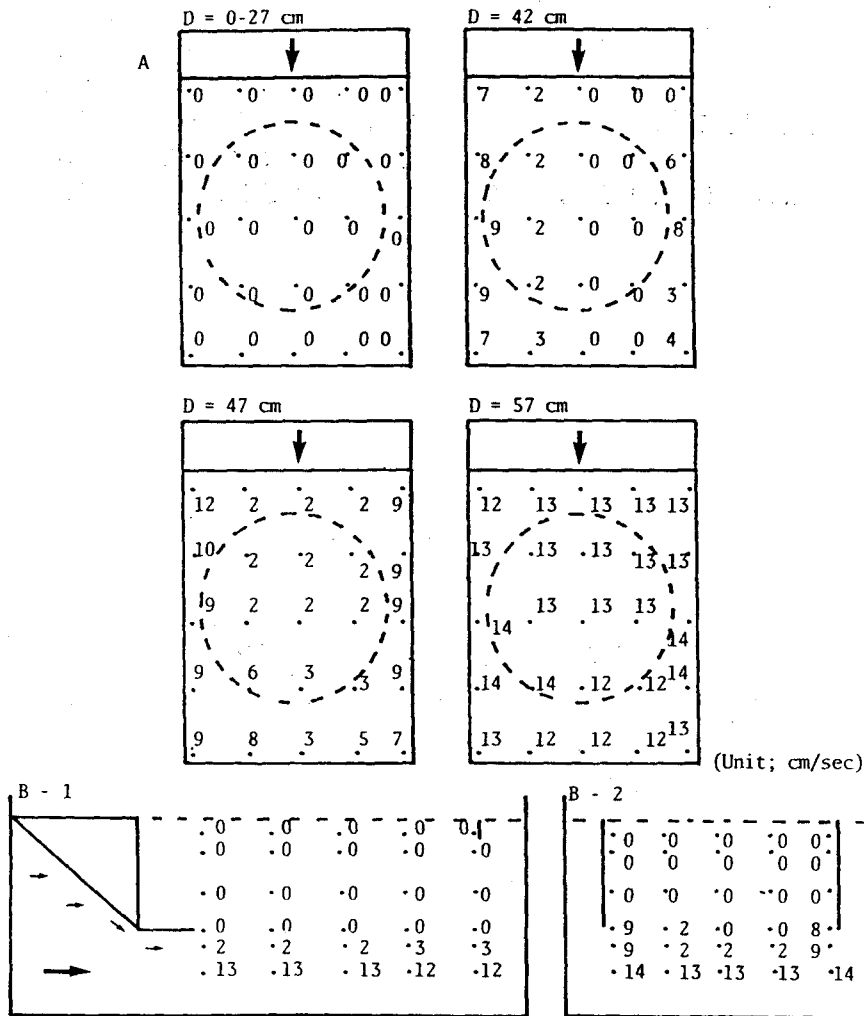


Fig. 3. Distribution of flow speed under the bottom current producer on the channel. The case of the bottom current producer is set horizontally from surface to 42 cm deep in the water.

* A; Horizontal distribution of flow speed (D; Depth).
 B; Vertical distribution of flow speed.
 B-1; Central lateral section, B-2; Central cross section.

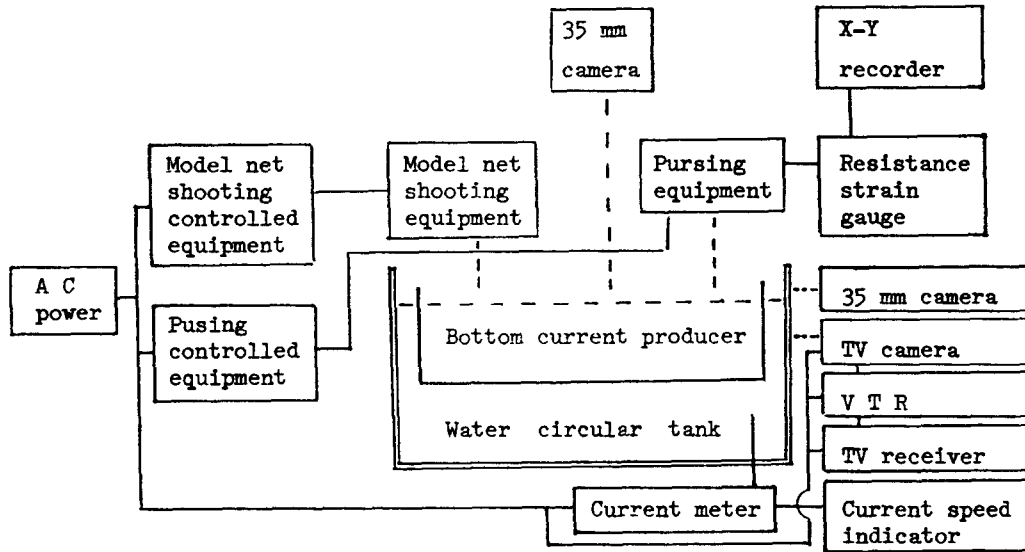


Fig. 4. Arrangement of the experimental equipments for the model purse sein.

Table 1. The conditions of the model experiment of purse seine in the bottom current.

Net Direction	Net shooting				Waiting			Pursing		
	Time		Speed		Time		Time		Speed	
	MV* (sec)	AV* (min)	MV (cm/sec)	AV (m/min)	MV (sec)	AV (min)	MV (sec)	AV (min)	MV (cm/sec)	AV (m/min)
No current set										
Tight set	2/8** 3/8**				1.5	5.0	4.4	15.0	81.3	72.4
Loose set	2/8 3/8	1.5 5.0	160.5 192.6		2.9 5.8	10.0 20.0	5.8 7.3	20.0 25.0	61.6 49.0	54.3 43.4
Lateral set	2/8 3/8									

* MV ; Model value, AV ; Actual value.

** The ratio of net in the bottom current to the net height.

은 底層流를 網口로 向하게 한 경우(順潮反對), 向하게 한 경우(逆潮) 및 橫으로 向하게 한 경우(橫潮)에 대하여, 그물의 아랫자락에 있어서 展開깊이의 2/8 및 3/8이 되는 部分에 底層流를 받도록 設定하였다.

그물의 操作은 投網速度, 投網後 罈줄 죄기 速度를 變數로 하여 實施하였는데, 이들 時間 間隔을 Table 1에 나타내었다.

經過時間에 대한 網形의 變化는 投網開始時 부터 罈줄 죄기가 끝날 때 까지를 VTR로 錄畫하고, 이를 再生한 各 段階別 停止畫面에서 各 部位의 座標를 測定하여 模型網의 變形을 解析하였다.

結果 및 考察

I. 旋網圈의 形狀

投網後 罈줄의 죄기 終了時 까지의 經過時間을 5 等分하여 旋網圈의 形狀 變化를 Fig. 5에 나타냈다. 이 그림은 靜水時 그리고 順潮, 逆潮 및 橫潮時에 대하여 그물의 아랫자락에 있어서 그물의 展開깊이의 3/8의 部分에 底層流를 받도록 設定한 경우이다. 이 그림에 의하면 靜水時에 比하여 底層流 作用時는 罈줄의 展開形狀이 不定圓形으로 罈줄 變化가 크며, 이에 따라 網內의 容積이 減少되는데 逆潮와 橫潮時에 더욱 甚하다.

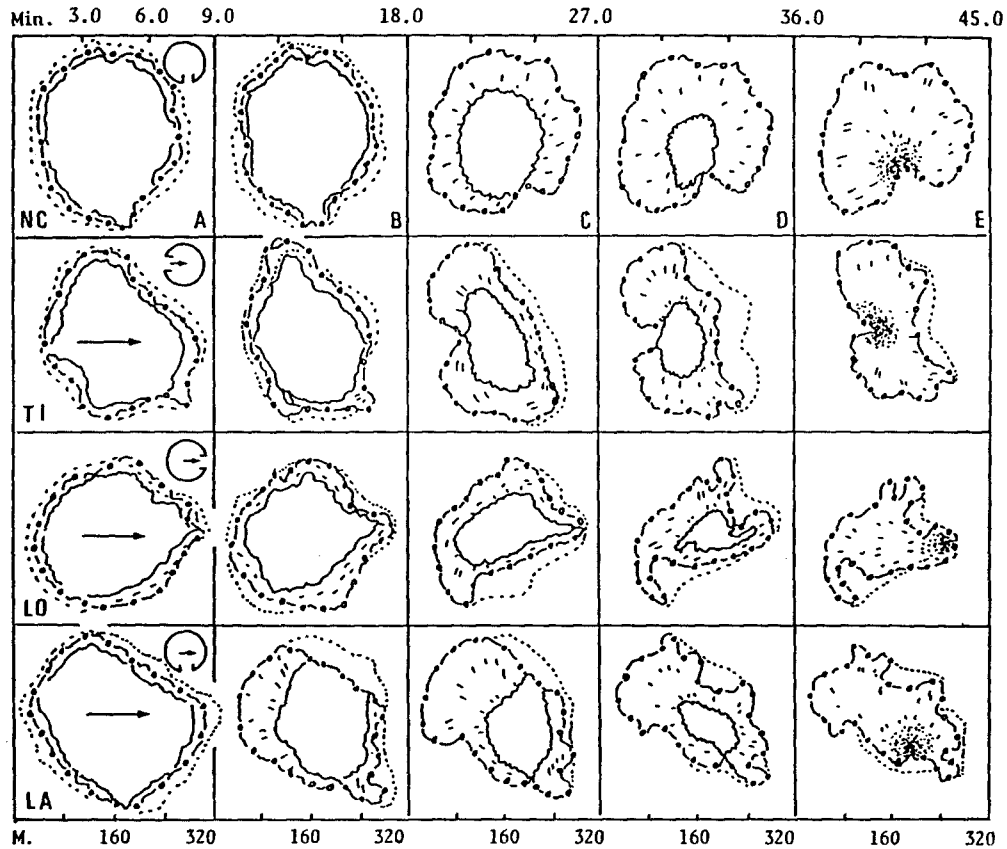


Fig. 5. Successive net configurations of the model net during the operations.

A, B, C, D and E in the figures correspond to each stage of the net.

* NC; No current set, TI; Tight set, LO; Loose set, LA; Lateral set.

Table 2. The ratio of the enclosed area and the axis of the floatline obtained immediately after pursuing (exchanged into full scale).

Net direction		Ratio of enclosed area *($s = 7.38 \times 10^4 \text{m}^2$)			Ratio of axis	
		** s' (10^4m^2)	(s'/s) X 100	($s'/\text{NC. } s'$) X 100	(Min. axis/ Max. axis) X 100	Variance of axis
No current set***	—	5.89	79.8	100.0	73.3	8.6
Tight set	2/8	3.97	53.2	67.4	72.7	12.1
	3/8	3.62	49.1	61.5	70.5	24.5
Bottom Loose	2/8	3.60	48.8	61.1	48.2	26.2
Current set	3/8	2.95	40.0	50.0	40.3	36.2
Lateral set	2/8	3.84	52.0	65.2	54.4	25.6
	3/8	3.18	43.1	54.1	48.6	28.9

* S; Calculated area from the length of floatline.

** S'; Measured encircled area by the floatline in various conditions.

NC; No current set.

*** The ratio of net in the bottom current to the net height.

Table 2는 罾줄의 收기가 終了된 直後에 있어서 뜬줄로 包圍된 部分의 面積을 比較한 것이다. 뜬줄의 길이에서 얻어진 圓의 面積을 S , 罾줄을 收後에 測定된 面積을 S' 로 해서, 底層流를 받는 方向別로 나타냈는데, 底層流에 의해 그 面積은 훨씬 減少하여 靜水時의 50—60% 가량으로 축소되었다. 또 長軸과 短軸의 比率 그리고 16等分한 直徑의 分散도 表示했는데, 逆潮와 橫潮時에는 變形이 큰을 알 수 있다. 그물의 아랫자락에 있어서 그물의 展開 깊이의 2/8의 部分에 底層流를 받는 경우는 Table 2와 같이 그 變形의 程度가 앞의 경우 보다 약간 적음을 알 수 있다.

底層流가 있는 경우 模型網이 沈降할 때의 狀況은 靜水時와 달라 그물의 아랫자락이 底層流의 領域에 達하기 前에도 靜水時와 다른 形狀을 보인다. 즉, 模型網이 微弱한 흐름에 의해 그물의 形狀變化를 일으키는데, 이것이 旋網圈의 形狀을 投網 即後 부터 變化시킨다.

本 實驗裝置에 의한 流速分布는 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 流速計에는 感知되지 아니하는 弱한 흐름이 上·中部에 分布하고 있는 것으로 보이며 이것이 低比重의 폴리아미드製 模型網에 영향을 주게 된다고 推定된다. 巾着網이 沈降할 때의 網形은 靜水時에는 圓筒形에 가깝고, 이 때 旋網圈의 形狀은 罾줄 收기가 始作되기 前까지는 거의 圓形인데, 底層流를 받는 경우 旋網圈의 形狀은 不定圓形으로 變한다. 實際 操業에 있어서도 旋網圈의 形狀變化로 부터 水中의 網形變化를 推定할 수 있다.

2. 網의 側面形狀

底層流 作用時 巾着網은 底層流를 받는 方向에 따라 그 形狀이 變하는데 順潮, 逆潮 및 橫潮時 別로 Fig. 6—1, 2, 3에 나타내었다.

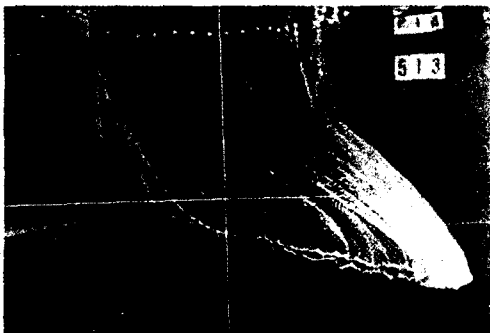


Fig. 6-1. Side view of model net in tight set.

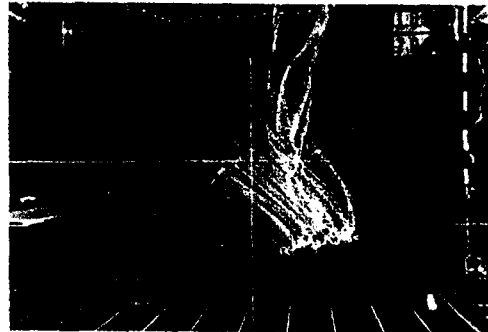


Fig. 6-2. Side view of model net in loose set.

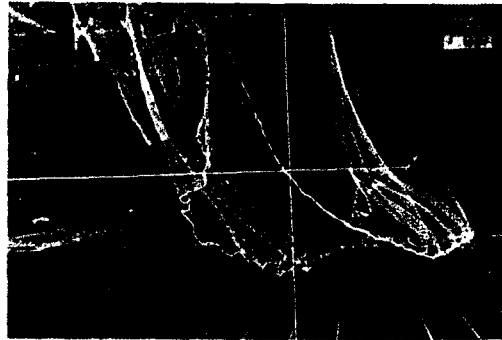


Fig. 6-3. Side view of model net in lateral set.

底層流에 의해 남줄이 潮下側으로 移動할 때, 潮上側의 水平移動距離를 L , 潮下側의 水平移動距離를 R , 網의 깊이를 H , 底層流로 인하여 그물의 길이 가 줄어진 部分의 垂直距離를 H' 그리고 投網 直後의 旋網圈의 直徑을 D 로 하여, 그물의 水平, 垂直移動距離의 比率를 Table 3에 나타내었다.

그물의 아랫자락의 移動은 逆潮時 潮上側에서 流向으로 D 의 40.0%, 順潮時 潮下側에서 28.3%로 각각 最大値를 보이는데 이는 底層流를 받는 그물의 方向에 따라 그 形狀과 移動距離가 크게 變하는 것 을 의미한다. 그리고 網의 到達水深도 알아져서 靜水時에 비해 H' 는 逆潮時 最大로 21.7%인데, 20% 가량 그물의 到達水深이 줄어들을 알 수 있다.

網形變化에 따른 網內容積의 變化를 알기 위하여 操業中 流向으로 網의 中心縱斷面積의 變化를 求하여 Fig. 7에 나타내었다. 最大 中心縱斷面積은 底層流에 의해서 줄어드는데 靜水時보다 順潮時 13.6%, 逆潮時 22.7% 그리고 橫潮時 18.2% 減少하는 傾向을 보였다.

一般的으로 靜水에 있어서는 投網後 罾줄의 收기가 始作되기 前까지, 뜬줄 및 남줄로서 자기 形成되는 두 圓의 中心의 水平位置는 거의 同一點이나, 罾

Table 3. Horizontal and vertical shift the leadline of the model purse seine caused by the bottom current.

Net direction		Ratio of horizontal movement		Ratio of vertical movement
		* $(L-D) \times 100$	$(R/D) \times 100$	$(H'/H) \times 100$
No current set	—	0.0	0.0	0.0
Tight set	2/8	2.0	20.0	15.2
	3/8	5.0	28.3	18.8
Bottom Loose	2/8	14.8	5.6	16.0
Current set	3/8	40.0	10.8	21.7
Lateral set	2/8	5.0	15.8	16.7
	3/8	15.9	23.9	20.3

* L ; Horizontal shift of the leadline caused by the upper stream.
 R ; Horizontal shift of the leadline caused by the down stream.
 D ; Diameter of model net immediately after the shooting.
 H ; Net depth. H' ; Vertical shift caused by bottom current.
 ** The ratio of net in the bottom current to the net height.

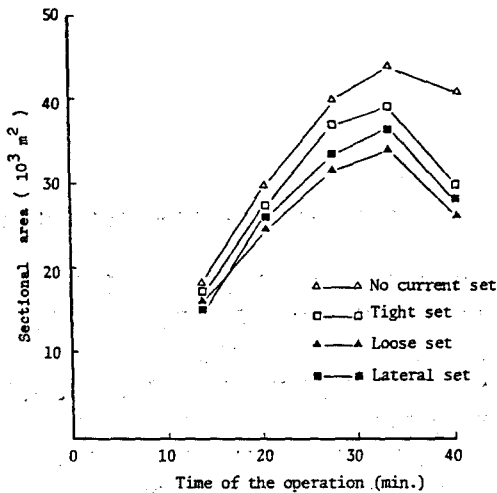


Fig. 7. Changes in the sectional area in a longitudinal section through the center of the model net during the operations (exchanged into full scale).

기가始作되면 두 中心의 水平距離는 조금씩 增加한다. 그런데 底層流의 影響을 받게 되면 網의 水平移動은 커지고 두 中心의 水平距離는 더욱 늘어났는데, 逆潮時는 網의 收縮이 始作된 後에도 그 距離는 계속 增加하나, 靜水, 順潮 및 橫潮時는 水平距離가 增加된 뒤에 減少하는 變化를 보이므로 逆潮時의 網形變化가 큰 것을 推定할 수 있다.

網船은 網의 收縮이 進行되는 동안 旋網圈內로 끌려 들어가게 되고 網形은 變化하는데, 양 網의 끝 부분의 移動되는 距離를 測定하여 網船의 移動距離를 推定하고 이를 Fig. 8에 나타냈다. 網

船의 移動距離는 順潮時에 가장 큰데, 그 理由는 網으로 包圍된 面積이 커서 그 容積이 逆潮와 橫潮時보다 크므로 網에 張力이 크게 作用하는 때문인 것으로 推定된다. Fig. 9에 의하면 網의 收縮에 所要되는 時間에 따라 網船의 移動距離가 다른데, 順潮時 網의 收縮에 所要되는 一般의 操業條件인 20分보다 짧은 15分의 경우, 그 距離는 6.1% 짧고, 25分인 경우는 13.5% 긴 距離를 보인다. 이러한 變化는 靜水時에 비해 逆潮와 橫潮時에는 약간 큰 값을 보인다.

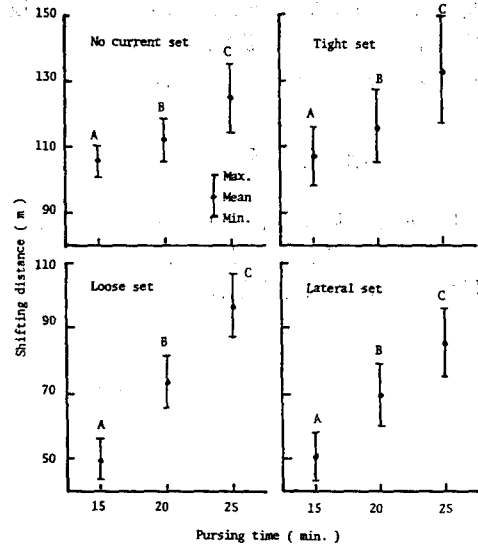


Fig. 8. Shift of the purse seiner into the encircled net during the pursing operations (exchanged into full scale).

* Time for the pursing operation, A ; 15 min., B ; 20 min., C ; 25 min..

3. 罾줄의 張力

그물에 底層流가 作用하는 경우 罾줄 張力의 變化를 靜水時 그리고 順潮, 逆潮 및 橫潮時 別로 Fig. 9 에 나타내었다.

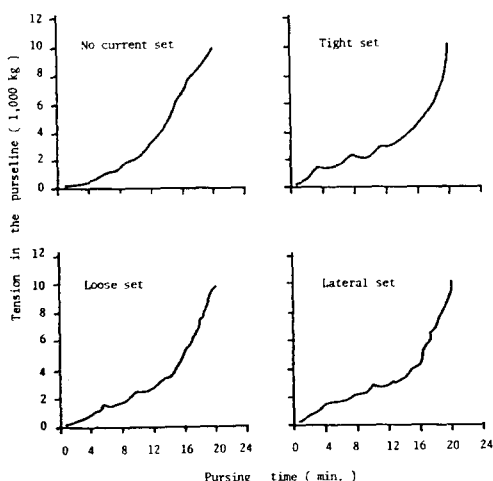


Fig. 9. Comparison of the recording curves of the tension in cases the bottom current is absent and present (exchanged into full scale). Case of the bottom current at 0.5 knot in 3/8 of net to the height.

底層流가 作用하는 경우는, 罾줄을 卷는 前半部分에서 張力이 不連續的으로 增大되는 일이 많은데, 이때는 커브에 凹凸이 많은 特徵을 볼 수 있다. 이는 底層流에 의해 커지는 張力으로 인하여 罾줄이 絞고리를 스프-스하게 通過하지 못하는 때문인 것으로 觀察되었다. 또 張力의 變化는 罾줄의 收기가 始作된 뒤 經過時間 1/2-3/4 範圍 내에서는 底層流가 있는 경우 靜水時 보다 張力이 증가한다. 이 영향은 順潮와 橫潮時 현저하나 逆潮時에는 나타나지 않는데 그 원인은 投網後 그물의 아랫자락 부분이 沈下되는 機能보다 潮下側으로 밀리는 때문인 것으로 판단된다. 또 網이 3/4 가량 進行된 뒤의 張力은 靜水時 보다 증가하지 않는 傾向을 보인다. 이는 底層流에 의해 그물의 全體의인 形狀이 일그러져서 그 包圍容積이 減少되고, 底層流의 領域을 벗어난 때문인 것으로 보인다. 이러한 條件下에서는 底層流가 있는 경우라도 最大張力은 靜水時 보다 增加되지 않는 것으로 판단된다. 그리고 橫潮時에는 罾줄을 卷 때, 底層流에 의해 牽력은 그물의 아랫자락 부분이 絞고리 위에 걸쳐져서 環喰現象이 일어나기 容易

한 狀態로 되는것이 確認되었다.

要 約

濟州島 周邊海域에서 使用中인 高등어 巾着網의 縮尺 1/400 模型網으로 二重潮에 의한 網形 變化를 測定하기 위하여 底層流 發生裝置를 考案하고 回流水槽에서 網形과 張力의 變化에 關於하여 實驗을 行하였다. 模型網의 實驗은 Tauti의 模型網法則에 의했으며, 그물의 아랫자락에 있어서 그물 전개 깊이의 3/8의 部分에 0.5 노트의 底層流를 받는 경우의 網形 變化에 關한 실험에서 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 그물의 到達水深은 靜水時的 約 80%인데, 이는 底層流를 받는 그물의 方向에 따라 약간 差가 있다. 또 底層流에 의한 그물의 아랫자락 部分이 水平移動하는 距離는, 潮上側은 順潮時 그리고 潮上側은 逆潮時에 가장 크다.

2. 旋網圈의 形狀 變化를 罾줄로서 包圍되는 面積을 보면, 靜水時에 비해 順潮時 61.5%, 逆潮時 50.0% 그리고 橫潮時 54.1%이고, 旋網圈의 長軸과 短軸의 比로서 보면 順潮時 70.5%, 逆潮時 40.3% 그리고 橫潮時 48.6%이다.

3. 罾줄리기의 前半에 있어서 罾줄에 걸리는 張力은, 底層流가 있는 경우 靜水時 보다 크며 張力의 不規則的인 增大 現象이 보인다. 그러나 張力의 最大値는 靜水時 보다 더 增加하지 않으며, 橫潮時는 環喰現象이 일어나기 容易한 狀態로 되는것이 確認되었다.

文 獻

青山恒雄・北島忠弘(1977): 東シナ海大陸棚斜の海況と分布する魚類. 第23回西海區水研ブロック漁海況連絡會議報告, 15-23.
朴正埴(1986): 濟州島周邊海域고등어 巾着網의 研究 (I). 漁業技術, 22(2), 7-15.
市原厚(1971): 水溫分布かう見た暖水域の變動と旋網漁況. 漁況研究の進め方, 西海水研, 17-22.
飯高勇之助(1954): 日向灘イワシ 巾着網模型網實驗-I. 日水誌20(1), 571-579.
小長谷庸夫(1971): 巾着網の研究-V. 日水誌, 37(10), 939-943.

- _____ (1977) : 漁具漁法の問題點, イワシアジ,
サバまき網漁業. 日本學會, 20-3.
- Tauti, M. (1934) : A relation between experiments
on model net and on full scale of fishing net.
Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 3(4), 171-177.
- 辻田晴美 (1965) : 漁場の水理構造と海況の變動. 東シ
ナ海の浮魚資源, 日本水資保協, 43-46.
- 山下秀夫 (1961) : 巾着網の一網平均獲量に関する研究.
日水誌, 27(1), 1-15.