

濟州島 周邊海域 고등어 巾着網의 研究

I. 靜水에 있어서 網形變化에 관한 模型實驗

朴 正 埴

濟州大學校 海洋科學大學
(1986년 4월 1일 수리)

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

1. Model Experiment on the Changes of Net Shape in Stagnant Water

Jeong-Sig BAG

College of Ocean Science and Technology, Cheju National University

(Received April 1, 1986)

In order to investigate the performance for the mackerel purse seine of one boat purse seiner using in the sea area of Cheju Island, a model net is made of the scale of 1/400 of its full scale, and model test on the shape of net and the tension of purse line is carried out in the stagnant water channel of the circulating water tank. Designing and testing for the model net are based on the Tauti's law.

The obtained results are as follows;

1. The sinking rate of net is maximized the value of 6.40 *m/min* from 5 to 10 minutes after shooting net, and the mean value is 6.13 *m/min*.
2. The enclosed area formed with the float line after pursing operation is 76~84% of the area which is formed immediately after the shooting operation. At that time, purse seine is pulled inward the circle of surrounding net about 26.5% of the diameter.
3. In operating, when longitudinal section area of the central part of the net is maximized, the split area of both the wing-ends is 31~32% of the former.
4. When the time for the completing of pursing is 20 minutes, the maximum tension of the purse line is about 10.2 tons.

緒 論

고등어類를 漁獲하는 巾着網漁具는 비교적 遊泳性이 강한 大型의 魚群을 對象으로 操業이 이루어 지므로, 비록 그 構造는 單調로우나 規模가 크고 使用網地의 量도 莫大하다. 또한 平面構造로서 一定空間의 魚群을 완전히 遮斷, 包圍하여야 하므로 漁具의 操作에는 迅速을 要하며, 漁具 自體의 沈降速度와 漁具形狀이 漁獲에 큰 영향을 미치므로 漁具의 操作方

法에 다른 漁具形狀의 變化를 正確히 파악하고, 이를 充分히 活用하여 漁具를 操作하여야 한다. 巾着網의 漁具性能에 관한 研究로서는 飯高(1954, 1955, 1956, 1957, 1958), 田原 등(1967), 大澤 등(1967), 小長谷(1971), 그리고 朴 등(1980)의 報告가 있으며, 이들 중 朴 등(1980)의 報告를 제외하면 주로 日本의 巾着網에 관한 研究들로서 漁具構成이 다른 우리나라의 巾着網에 그대로 適用하기에는 많은 問題點이 있다. 우리나라 濟州島周邊海域에서 使用되고 있는 巾着網

에 대한 研究로서는 漁具의 剩餘浮力에 관한 朴 (1982)의 報告가 있으나 漁具의 操作方法에 따른 漁具形狀에 관해서는 아직 報告된 바가 없다.

本 研究에서는 濟州島周邊海域에서 使用되고 있는 고등어 巾着網에 관한 一連의 研究로서 靜水時에 있어서의 漁具形狀을 模型實驗으로서 究明하였고, 또한 操業中 底層의 潮流로 인한 網形의 不規則한 變化를 分析할 수 있는 基礎資料를 얻었으므로 그 結

果를 報告한다. 本 研究에서의 實驗은 日本 東京水產大學內의 水槽에서 實施하였다.

材料 및 方法

實驗에 使用한 模型網은 濟州島 周邊海域에서 網船 150톤(총톤수)급이 使用하고 있는 高등어 巾着網을 스케일 1/400로 하여 製作하였으며, 模型網 各部

Table 1. The scale of the model net

	Full scale	Model scale: 1/400	Note	
Scale	Webbing	—	$D'/D = L'/L = 0.26 - 0.27$	
	Speed	—	$V'/V = 5.15 \times 10^{-1}$	
	Time	—	$T'/T = 4.85 \times 10^{-3}$	
	Rope	—	$Dr'/Dr = 2.57 \times 10^{-2}$	
	Force	—	$F'/F = 1.56 \times 10^{-6}$	
Ropes	Cork line	PP 21mm, 963.0m	PP 0.55mm, 240.8cm	Double
	Lead line	PVA 18mm, 1085.7m	PVA 0.47mm, 271.4cm	Double
	Selvage line	PVA 18mm, 97.5m	PVA 0.47mm, 24.4cm	Double
	Bridle	PVA 18mm, 20.0m	PVA 0.47mm, 5.0cm	Double
	Purse line	WR 21mm, 1085.7m	WR 0.21mm, 271.4cm	
Webbing	Bunt	PA 1.66mm, 37.9mm	PA 0.43mm, 9.8mm	
	Main part	PA 0.91mm, 43.3mm	PA 0.24mm, 11.3mm	
	Wing part	PA 1.44mm, 37.9mm	PA 0.37mm, 10.1mm	
	Wing part	PA 1.06mm, 50.5mm	PA 0.28mm, 13.2mm	
Others	Float	PL Buoyancy 6838.0kg	PL 8mm, 11.35g	Full scale (3291.3kg)
	Lead	Lead 2425.3kg	Lead 5.46-1.12=4.34g	Lead 2425.3kg
	Ring etc.	115.0kg	WR, Rings total (weight 1.12g)	WR 751.0kg
	(Weights in Water)			Ring 115.0kg Model 5.46g

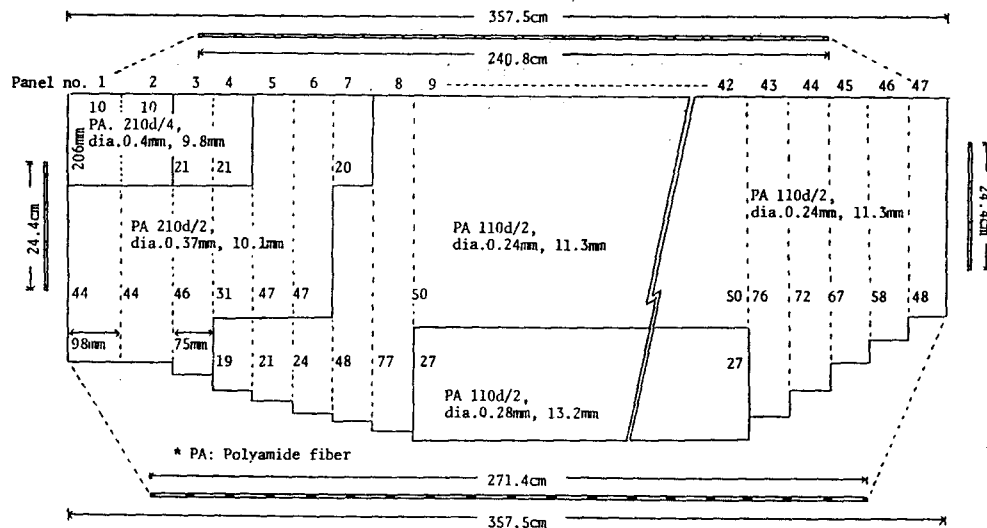


Fig. 1. Construction of the model net used for experiments.

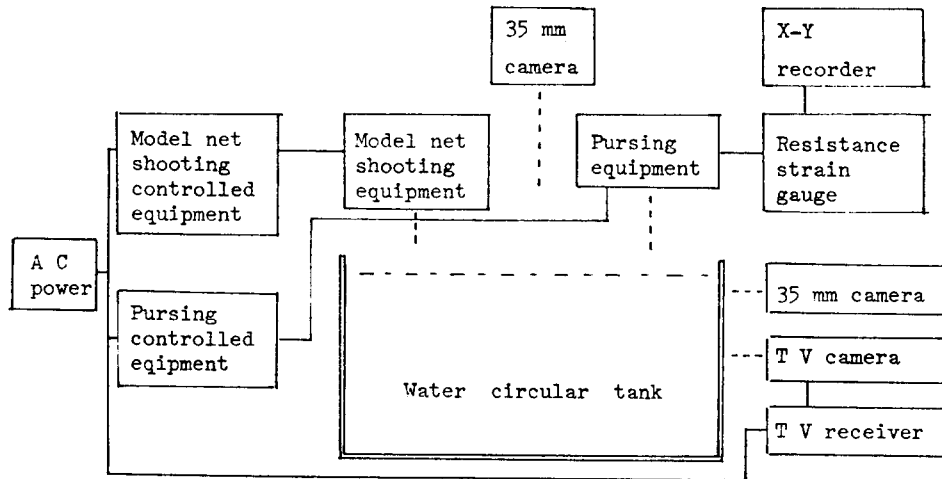


Fig. 2. Arrangement of the experimental equipments for the model purse seine.

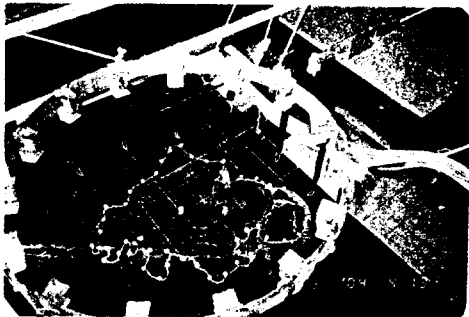


Fig. 3. Setting apparatus for model net.

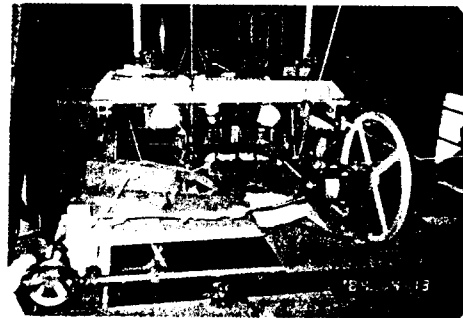


Fig. 4. Pursing apparatus for model net.

位的 材料는 Tauti (1934)의 模型網 比較法則에 의해서 Table 1과 같이 하였다.

模型網의 構成은 Fig.1과 같으며, 이때 網地材料는 實物網의 材料와 같은 포리아미드系 섬유를 사용하여 製作하였다. 實驗은 Fig.2와 같이 260×120×85cm 크기의 水槽 위에 각종 實驗機器를 配置하여 實施하였다.

1. 投網裝置

Fig.3에서 나타낸 바와 같이 直徑 76cm의 鐵製링에 電磁石에 의해서 作動하는 15개의 프랜저를 等間隔으로 配置하고, 각 소레노이드를 로우터리 스위치에 接續시켜 이들 프랜저가 차례로 作動할 수 있도록 만든 投網裝置를 考案製作하였다. 模型網은 소레노이드部의 고무 벨트의 일단에 固定시키고, 他端은 실로서 링을 만들어 프랜저로 作動하는 L字型的의 쇠에 걸리도록하여 고무 벨트의 테 속에 그물이 대달릴 수 있도록 裝置하였다. 投網時는 로우터리 스위치를 回轉시켜 고무벨트가 차례로 풀리어 投網이 되도록 하였고, 投網速度는 로우터리스위치의 回轉速

도를 調整하여 調節하였다.

2. 罈줄찌기 및 張力計測裝置

罈줄찌기의 裝置는 Fig 4에서 나타낸 바와 같으며, 모우터(100V, 25W, 60 Hz 可變)에 부착된 減速機로서 罈줄찌기의 速度에 맞추어 드럼이 回轉되도록 하였다. 罈줄에 걸리는 張力은 罈줄이 그물축의 로울러와 드럼 사이에서 等角이 되도록 裝置한 pulley에 load cell (UT, ± 1 kg)을 부착하고 이를 張力記錄計(X-Y Recorder, D-73B)에 연결하여 自動記錄되도록 했다.

3. 撮影裝置

實驗中 漁具操作의 各段階에서 나타나는 網形의 變化를 立體的으로 測定하기 위하여 사진촬영을 행하였는데, 촬영 간격은 實驗條件에 따라 1~2秒로 하고, 模型網의 上方과 前面에서 同時 촬영되도록 하였다. 또 前面의 카메라 옆에는 텔레비전 카메라를 裝置하여 網의 形狀과 經過時間을 連續的으로 錄畫하였다.

Table 2. The conditions of the model experiment of purse seine

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	Front	1.5	5.0	160.5	192.6	1.5	5.0	4.4	15.0	81.3	72.4
		"	"	"	"	2.9	10.0	5.8	20.0	61.6	54.3
	Side	"	"	"	"	5.8	20.0	7.3	25.0	49.0	43.4
		1.5	5.0	160.5	192.6	1.5	5.0	4.4	15.0	81.3	72.4
		"	"	"	"	2.9	10.0	5.8	20.0	61.6	54.3
		"	"	"	"	5.8	20.0	7.3	25.0	49.0	43.4

* MV: Model value, AV; Actual value.

實驗은 投網速度, 投網後 罟줄리기 開始까지의 待機時間 및 罟줄리기의 速度를 변수로하여 실시하였으며, 網口 지점에서 이들 時間間隔을 整理하여 Table 2에 나타내었다.

結果 및 考察

1. 網의 沈降速度

投網이 시작되어 罟줄 리기가 완료될 때 까지 罟

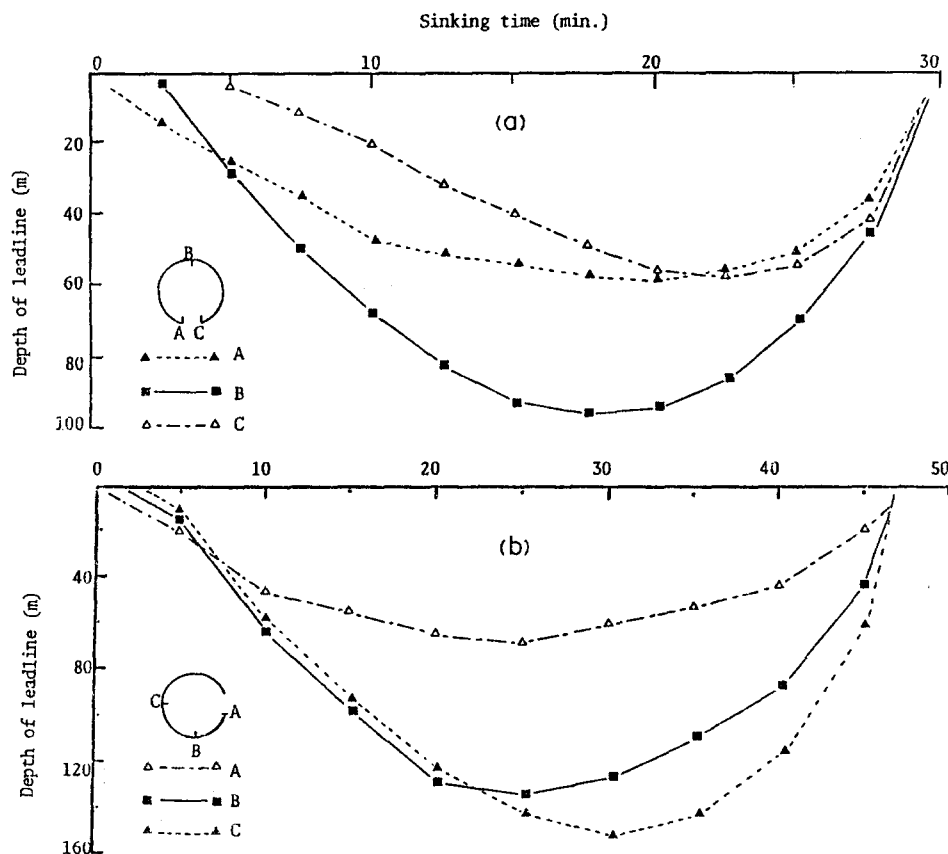


Fig. 5. Sinking time and depth of the leadline during the experiment in stagnant water (exchanged into full scale). Case of the measurement by photography in the direction of wing-end part (a) and quarter part from bunt-end of model net (b).

濟州島 周邊海域 高등어 巾着網의 研究

그물 부분과 網의 側面(魚捕部로부터 그물길이의 1/4되는 部分)에서 관찰한 그물자락의 沈降狀況을 實際의 스케일로 환산하여 Fig.5에 나타내었다.

Fig.5의 (a)는 巾着網의 一般의인 操業條件에 따라 投網 5分, 待機 5分 그리고 壼줄리기 時間 20分 計 30分間에 있어서의 網의 深度 變化를 經過時間에 따라 플롯한 것이다. 이 그림에서 沈降速度는 그물자락의 位置에 따라 다른데, 그물 길이의 中央部에 있어서 投網後 15分間의 沈降速度는 平均 6.13 m/min 이고, 最大 沈降速度는 投網後 5~15分 사이에서 나타나며 6.40 m/min 였다. 兩날개 部分은 中央部보다 沈降速度가 낮은데, 특히 最後에 投網되는 섰그물 部分은 平均 3.67 m/min 로 더욱 낮다. 一般의인 操業條件에서 그물자락의 到達水深은 86~94 m 로 추정된다. Fig.5의 (b)는 前記 操業條件에서 待機時間을 20分으로 延長하여 操業時間을 計 45分間으로 하였을 때 그물자락의 沈降速度를 測定한 結果이다.

이것은 그물 앞선으로부터 그물길이의 1/4되는 部分의 前方에서 測定한 것으로, 그림에서 나타낸 B點과 C點에서 거의 같은 沈降速度를 보이는 데 投網後 5~20分 사이의 平均 沈降速度는 B點에서 6.40 m/min , C點에서 6.20 m/min 였다, 한편, 그물의 中央部가 最大 深度에 達할 때 까지의 沈降速度는 平均 5.17 m/min 로 壼줄 리기의 初期段階에서 그물의 沈降이 阻止되고 있음을 나타낸다.

小長谷(1971)는 그물자락이 一定한 水深까지 沈下할 때의 沈降速度는 주로 沈子の 沈降力의 平方根에 比例한다고 한다. Fig.6는 實物漁具의 그물部別別 浮力과 沈降力의 配置를 나타내고 있으며, Fig.7는 이 그물 中央部の 沈降狀況을 포착한 넷드존데의 記錄像이다.

Fig.6에서 볼때 그물 양선 부분은 다른 부분에 비하여 沈降力이 크도록 配置되어 있음을 알 수 있다. 그러나 模型實驗에서는 이 부분의 沈降速度는 현저히 낮아지며 이것은 이 부분의 그물 폭이 좁고 投網

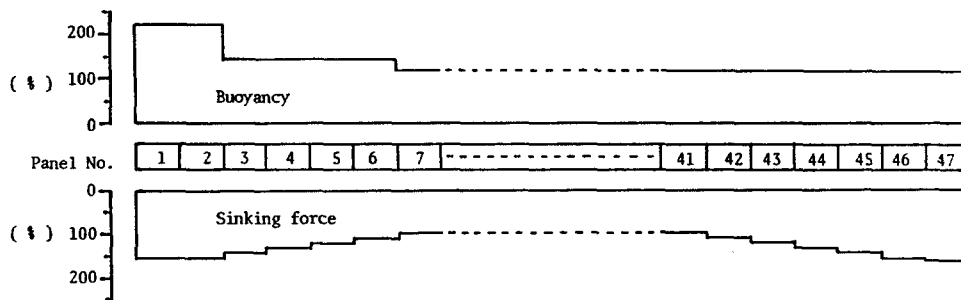


Fig.6. The disposition of buoyancy and sinking force in the net panel of the purse seine. Percentages are standardized the sinking force in number 7 to 41 of the net panel.

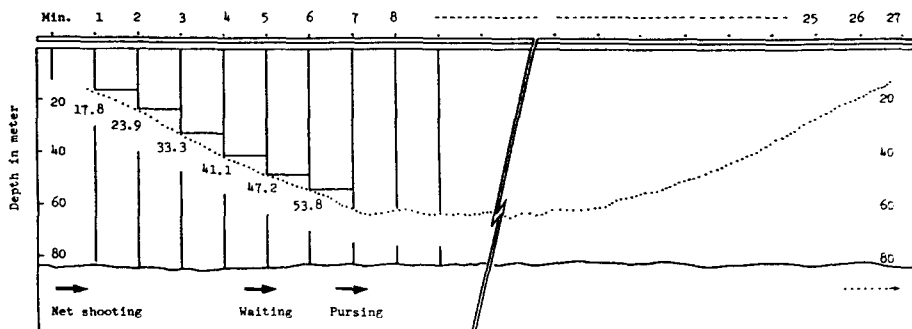


Fig.7. Showing the sinking movement of the net margin of the purse seine measured by the net-zonde used in the Korean purse seiners.

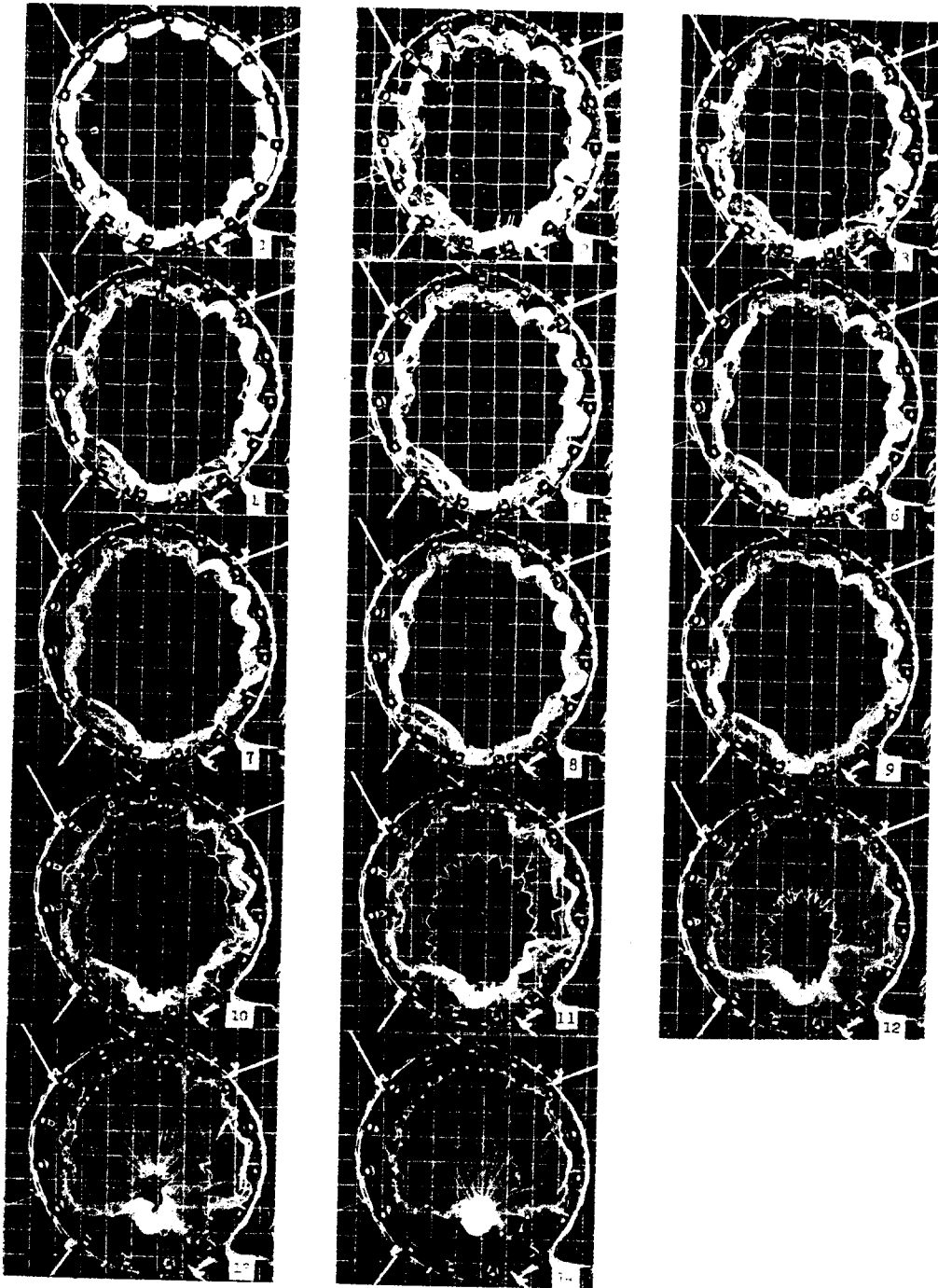


Fig. 8. Changes in the plan net configuration after shooting till the finished pursing for the model purse seine in stagnant water.

후의 沈降中에는 그물의 중앙부 쪽으로 당겨져서 緊張된 때문이라 생각된다.

模型網은 實物網의 沈降速度 8.97 m/min 보다 多少 늦게 나타나고 있는데 이는 Tauti (1934)의 比較法則에 따른 假定과는 달리 模型網地가 약간의 硬直性을 갖고 있고, 또한 漁具構成에 있어서도 橫目으로 網地를 配置하고 있으므로 沈降時 網糸의 硬直性으로 인한 網目の 垂直 展開가 나빠지므로서 沈降速度가 더욱 늦어진 것으로 추정된다.

2. 網形 變化

旋網圈의 形狀: 投網直後 뜬줄에 의해 포위되는 旋網圈의 直徑은 뜬줄의 길이로서 求한 直徑의 90% 가량으로 形成되었다. 投網後 旋網圈의 形狀變化를 Fig. 8에 寫眞으로 나타내었다. 이에 의하면 罾줄찌기 以前까지는 거의 變化가 없으나 罾줄찌기가 始作된 뒤 부터 뜬줄이 水中으로 약간 당겨내려가는 狀態로 되면서 凹凸의 形狀으로 不規則하게 變한다.

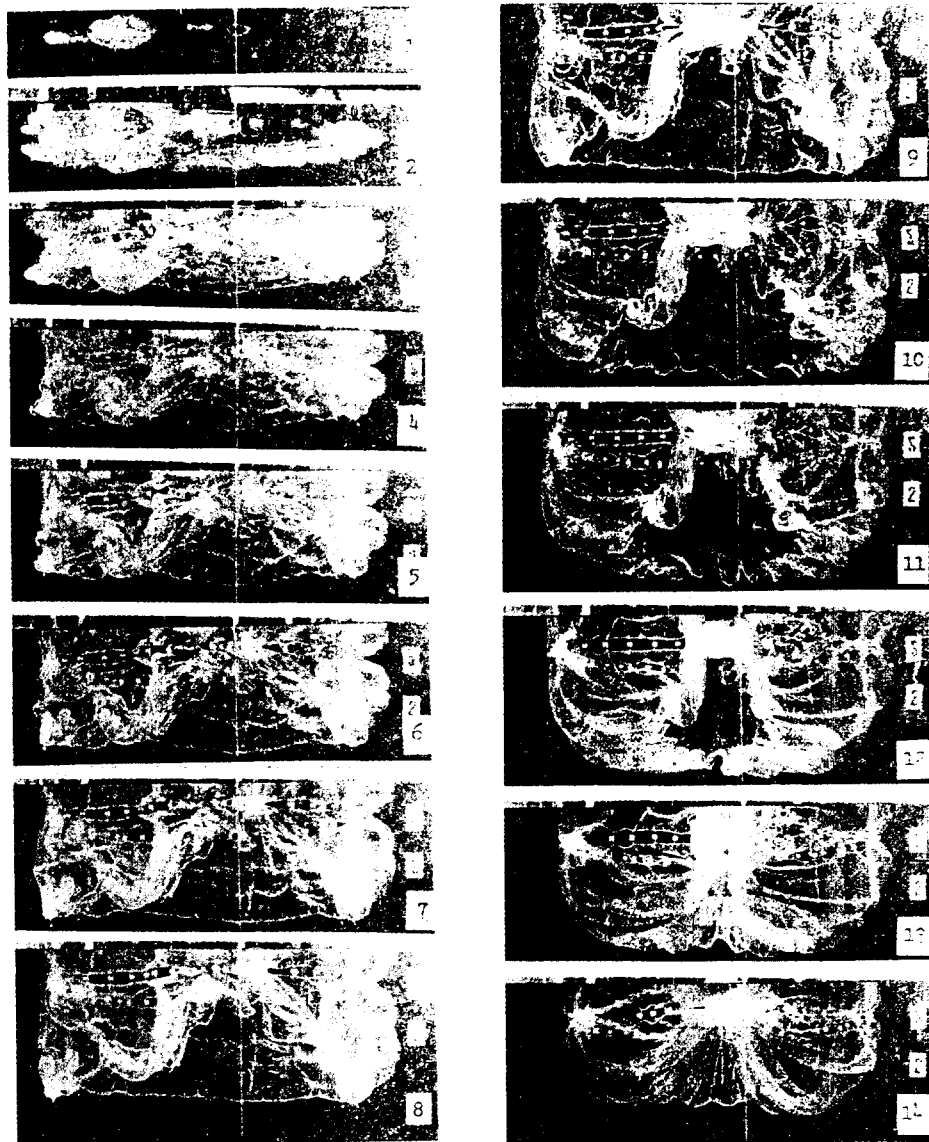


Fig. 9. Changes in the side shape of the net after shooting till the finished pursing for the model purse seine in stagnant water.

이와같은 變化와 함께 뜰줄에 의해 포위되는 面積도 줄어 지는데, 罾줄짜기가 완료되었을 때는 뜰줄의 길이로서 求한 圓形面積의 75.8~83.8%로 축소되었다. 그리고 網船은 罾줄을 죄는 過程에서 旋網圈의 안쪽으로 끌려 들어가게 되는데, 그 거리는 최초 旋網圈 직경의 26.5% 정도이며, 이로 인해서도 網形도 變한다.

발줄의 形狀: 投網 直後 발줄에 의해서 포위되는 形狀은 旋網圈과 같고 罾줄 짜기 以前까지는 거의 變化가 없다. 그러나, 罾줄 짜기가 시작되는 초기의 5分間에는 沈子網이 약간 緊張되면서 沈降이 沮止되고, 그 以後부터는 발줄에 의해서 形成되는 圓形도 罾줄이 당겨지는 方向으로 약간 긴 圓形으로 變化하며, 水深 35~40 m 층에서 조임고리가 한데 모여 지게되어 그물의 아래자락 부분은 完全히 조여지는 상태가 된다.

側面形狀: 投網 直後부터 罾줄 짜기가 終了될 때까지의 그물의 側面形狀 變化를 Fig. 9에 寫眞으로서 나타내었다. 이들사진에서 보면, 그물 양옆사이의 간격은 罾줄 짜기의 開始까지 상당히 넓게 벌어져서 그물의 中心縱斷面積이 最大인때에 網端 間격의 面積이 31~32%로 測定되었다.

Fig. 10은 投網後 操業時間의 差에 따른 그물의 包

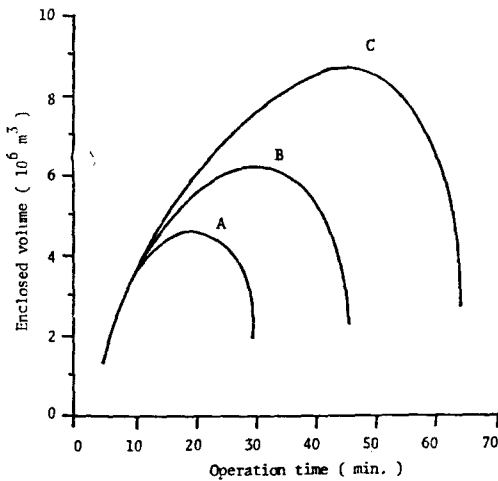


Fig. 10. Changes in enclosed volume of model net caused by operation time in stagnant water (corrected to full scale).

	A	B	C
Conditions			
Shooting time	5.0	5.0	5.0
Waiting time	5.0	20.0	40.0
Pursing time	20.0	20.0	20.0
Elapsed time	(30.0)	(45.0)	(65.0)

圍容積의 變化를 나타낸것으로서 待機時間이 길어짐에 따라 그 容積도 크게 늘어나고 있다. 즉 待機時間 20分인 B는 待機時間 5分인 A의 1.38倍이고, C는 A의 1.93倍로 增加하는데, 이러한 現象은 罾줄 짜기가 完了된 以後에도 계속되어 각 容積은 A, B, C 順으로 조금씩 增大되고 있다. 이 容積의 크기에 따라서 罾줄의 張力도 늘어난다.

3. 罾줄張力

罾줄에 걸리는 張力은 罾줄짜기에 所要되는 時間에 따라 큰 變化를 보이는데, Fig. 11은 罾줄짜기의 所要時間에 따라서 15分, 20分 그리고 25分을 A, B, C로 區分하여 張力의 變化를 나타낸 것이다. 罾줄 짜기 開始 初期의 張力은 그물과 발줄의 水中重量이 一部 張力으로 作用한 것인데, 罾줄 짜기의 所要時間이 20分인 경우, 最初의 약 5分間이 이에 해당된다.

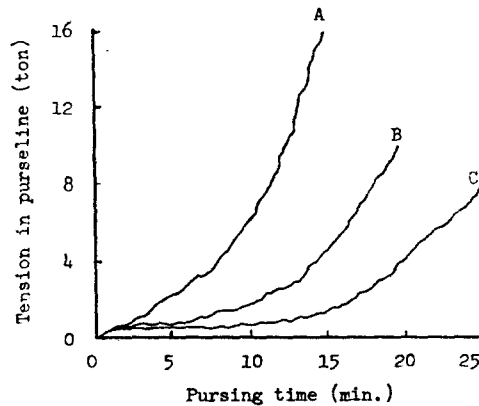


Fig. 11. Changes of the tension in the purseline of the model net during pursing in stagnant water (corrected to full scale).

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

田内(1963)에 의하면 罾줄이 e만큼 引出되었을 때 罾줄의 張力 T는

$$T = (D/L) \frac{\lambda/t}{\sqrt{D(\rho_n - 1)}} \cdot W \cdot f\left(\frac{e}{\lambda}\right)$$

로 나타내어진다. 이때 λ 는 그물의 길이 t 는 罾줄 짜기의 時間이다. 一般의 操業에서 罾줄 짜기의 時間은 20分인데 이 때의 罾줄速度는 53.4 m/min이다. 이 경우 罾줄짜기에 所要되는 張力은 最大 약 10.2톤이었으며, t 가 15分인 경우, 罾줄을 2/3以後에 罾줄의 張力은 急히 上昇하여 16.0톤 가량으로 增加됨을 보였다. 그러나 t 가 25分인 경우에는 罾줄의 張

濟州島 周邊海域 고등어 巾着網의 研究

力이 最高 7.8톤 가량으로 극히 緩慢하게 增加하는 傾向을 보였다.

要 約

濟州島 周邊海域에서 使用中인 高등어 巾着網의 模型網을 縮尺 1/400로 製作하고, 靜水에서 網形과 張力의 變化에 關하여 實驗하였다. 模型網의 製作과 實驗은 Tauti의 比較 法則에 의했으며, 그 結果는 다음과 같다.

1. 網의 沈降速度는 그물 길이의 中央部에 있어서 投網後 5~15分間이 最大이며 6.40 m/min 이고, 平均 6.13 m/min 였다.
2. 罈줄짜기가 終了했을때 뜰줄에 의하여 形成되는 旋網圈의 面積은 投網 直後의 76~84%로 減少된다. 그리고 이때 網船은 旋網圈 안쪽으로 최초 旋網圈 直徑의 26.5% 정도 끌려 들어 간다.
3. 網의 使用中, 그 中心 縱斷面積이 最大인 때 兩網端 間격의 面積은 縱斷面積의 약 31~32%이다.
4. 罈줄짜기의 所要時間을 20分으로 하였을 때, 最大張力은 10.2톤 가량이고, 이 보다 빠른 速度로 罈줄을 죄는 경우는 罈줄의 張力이 急激히 上昇한다.

文 獻

朴正植·孫泰俊 (1980): 巾着網의 研究. 漁業技術 16(2), 55-59.
 朴正植(1982): 濟州島近海 高등어 巾着網의 剩餘浮

力에 關하여, 濟州大, 海資研報6, 33-39.
 飯高勇之助(1954): 日向灘イワシ巾着網模型實驗-I. 日本誌20(7), 571-575.
 _____(1955): 日向灘イワシ巾着網模型實驗-II. 日本誌21(1), 6-11.
 _____(1955): 日向灘イワシ巾着網模型實驗-III. 日本誌21(7), 459-462.
 _____(1956): 日向灘イワシ巾着網模型實驗-IV. 日本誌22(7), 389-392.
 _____(1957): 日向灘イワシ巾着網模型實驗-V. 日本誌23(9), 511-513.
 _____(1958): 日向灘イワシ巾着網模型實驗-VI. 日本誌24(6, 7), 407-410.
 小長谷庸夫(1971): 巾着網의 設計理論에 關する 基礎 研究. 三重大水産紀要8(3), 209-296.
 大澤要一·野村正桓·森敬四郎·田原陽三·久村欽一 (1967): 巾着網의 漁具特性에 關する 研究-II. 東海水研報49, 41-51.
 田原陽三·野村正桓·森敬四郎·大澤要一·久村欽一 (1967): 巾着網의 漁具特性에 關する 研究-I. 東海水研報49, 11-39.
 Tauti, M. (1934): A relation between experiments on model and on full scale of fishing net. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 3(4), 171-177.
 田内森三郎(1963): 演習漁業物理學. 恆星社學生閣, 71-74.