

巾着網의 運動特性(I)

- 그물감이 다른 巾着網의 沈降舉動 -

金碩鍾* · 今井健彦** · 朴正埴*

*濟州大學校, **鹿兒島大學

(1995년 9월 23일 접수)

Characteristics on the Motion of Purse Seine(I)

- The Sinking Behaviour of Model Purse Seine by Different Netting Material -

Suk - Jong KIM*, Takehiko IMAI** and Jeong - Sik PARK*

*Cheju National University, **Kagoshima University

(Received September 23, 1995)

Abstract

This study describes with the sinking behaviour for the purse seine. The experiment was carried out using three model purse seines of knotless nettings. The nettings were woven in same leg length(10.5mm) of polypropylene 170 denier, polyamide 210 denier and polyester 250denier two thread ply twine, each of the seines were named PP seine, PA seine and PES seine.

Dimension of purse seine models were 420cm for corkline and 85cm for seine depth, each models rigged 65.8g, 50.6g and 35.8g(weight in water) of lead for a leadline, seine models will have the same weight in water.

Experiments carried out in the observation channel in a flume tank under still water conditions. Sinking motion was recorded by the one set of TV - camera for VTR, and reading coordinate carried out by the video digitization system.

The results obtained were as follows :

- 1) Netting bundle for PP seine was existence on the surface of the water, spread out a netting by sinking force of sinkers.
- 2) Netting bundle for PES seine was existence in the middle of corkline and leadline.
- 3) Average sinking speed of seine margin was fastest for 10.7cm/s of PP seine, followed by 9.7cm/s of PA and 9.2cm/s of PES seines.
- 4) In all seines, the force of horizontal movement for the seine setting was values of ranged in disregard.

緒 論

巾着網 漁業은 外洋性的의 表層魚 및 中層魚를 漁獲 대상으로 하고 있는데, 索餌 및 産卵 등을 위해 형성되는 濃密魚群을 漁獲하거나 集魚燈 등으로 魚群을 誘集시켜 漁獲한다.

對象魚群의 크기 및 魚群의 分布水深 등은 魚種의 習性 및 魚群의 生理狀態, 그리고 魚群이 分布하는 海域의 環境條件 등에 따라 다르고, 또한 漁船의 運航과 漁撈作業時 氣象條件 등의 영향을 받기도 한다.

그래서, 巾着網 操業에 중사하는 漁船은 沿岸의 小型漁船으로부터, 헬리콥터를 탑재해서 魚群을 探索하고 操業하는 大型漁船 등으로 다양하며, 操業形態도 燈船과 運搬船 등을 포함한 수척의 漁船으로 조직되는 船團操業의 형태로부터 1척으로 操業하는 單船操業의 형태 등 그 종류가 많다.

우리 나라의 경우, 沿海 및 近海에서 전갱이, 고등어, 정어리 등을 漁獲對象으로 操業하고 있는데, 이 漁具에 의한 漁獲量은 1983년부터 年間 거의 30萬톤 이상을 漁獲하고 있으며, 단일 漁具로서는 가장 많은 漁獲高를 나타내는 중요한 漁業이다.

巾着網은 旋網類 중에서 漁獲性能이 가장 우수한 漁獲機構로 운영되는 漁具로, 漁具當 가장 많은 漁獲生産量을 올리고 있다. 그래서, 이후 남반구에 棲息하는 미개발의 外洋性 魚種을 漁獲 대상으로 하는 장래를 담당할 중요한 漁具가 될 것으로 예상된다.

그럼에도 불구하고 巾着網 漁具의 設計에 관한 이론은 아직 확립되지 않고 있으며, 다양한 海況에서 여러 가지 行動 習性を 가진 魚種을 漁獲 대상으로 하기 때문에, 漁具의 規模, 形狀, 操業方法, 漁船 및 漁撈裝備 등에 대해 漁獲性能의 향상과 水産生物資源의 관리 등 巾着網 漁具, 그 자체에 관하여 아직 많은 미해결의 문제를 갖고 있다.

이러한 문제와 관련한 巾着網의 연구로서는 Iitaka¹⁻⁶⁾, Ban Yami and Roger⁷⁾, Konagaya⁸⁾ 및朴⁹⁻¹¹⁾ 등이 있다.

巾着網의 操業은 발견한 魚群의 전방으로 신속하게 投網을 시작하여 魚群을 水平的으로 포위함

과 동시에 垂直的으로 차단하여 漁獲하는 방법으로 이루어진다. 따라서, 이러한 漁撈作業 과정에서 일정의 水深까지 그물의 아랫자락 부분을 어떤 방법으로 빨리 沈降시킬 수 있을가 하는 것이 그물 漁具 設計上 중요한 과제이다.

이에 관해서 系統的이면서 物理學的으로 解析한 Konagaya¹²⁻¹³⁾의 연구가 있는데, 巾着網 漁具 設計에 그대로 적용하기에는 많은 문제가 있다.

Kim et al.¹⁴⁾은 이러한 문제와 관련한 巾着網의 차단특성에 대한 基礎研究로서, 무게가 다른 5종류의 그물감의 沈降特性을 이론적으로 解析하여 報告한 바 있다.

本 연구에서는 Kim et al.¹⁴⁾의 實驗結果를 검증하는 단계로서 우선, 실제 어장에서 행해지고 있는 操業方法과 가장 類似的한 방법으로 投網할 수 있는 投網裝置를 考案 製作하였다. 그리고, 材料가 다른 세 種類의 그물감을 사용하여 그물의 水中 總重量이 一定하게 되도록 발들의 양을 조절한 巾着網의 單純模型을 製作하고 實驗을 실시하여, 그물감의 材料에 의한 沈降運動의 差異를 究明함과 동시에 投網時 영향이 있을 것으로 豫測되는 水平方向의 運動力에 대해서도 추가하여 검토를 행하였다.

裝置 및 方法

1. 實驗裝置

巾着網은, 다양한 海況에서 여러 가지 行動習성을 가진 魚種을 漁獲대상으로 하기 때문에 그 漁具의 規模와 操業方法은 大型이고 매우 複雜하다. 따라서, 本 研究에서는, 실제의 操業方法과 가장 가까운 狀況이 再現될 수 있는 投網裝置를 考案하여 실험을 행했다.

實驗裝置의 配置를 Fig. 1에 나타냈다. 실험에 사용한 裝置는 投網시스템, 攝影시스템 및 畫像處理시스템의 세 種類로 나누어진다.

投網시스템은, 이 裝置를 움직이게 하는 制御裝置의 信號에 따라 投網裝置가 정확하게 작동한다. 이 投網시스템은 旋回 半徑을 10cm~90cm까지, 圓運動 角度를 0°~350°까지 조정이 가능하도록 했다. 그리고, 攝影시스템은 비디오 카메라, 비디오

오 타이머 및 VTR로構成되고, 畫像處理시스템은 VTR, 畫像處理보드 및 Computer로構成되어 있다.

Fig. 2에 나타낸 바와 같이, 回流水槽(관측수로 : $6L \times 2B \times 1Dm$) 觀測部 水路上에 設置한 投網裝置의 旋回臺 끝에 붙어 있는 그물 장치대에 그

물을 쌓고, 旋回半徑 $70cm$, 始點角度 10° , 終點角度 345° , 投網速度 $50cm/s$ 의 실험조건으로 旋回臺를 회전시켜 罟子부터 차례대로 靜止水面에 投網되도록 하였다. 이때의 실험조건은 그물의 길이와 예비실험에서 얻은 결과를考慮해서 그물이 자연스럽게 水面에 펼쳐질 때에 얻어진 값으로 設定하였다.

巾着網의 沈降狀態를 錄畫하기 위해서, 觀測水路 側面에 비디오 카메라를 設置하였다. 각각의 그물에 대해서 5회씩 投網하고 投網시작부터 그물이 충분히 展開할 때까지의 시간을 攝影 錄畫하였다.

畫像處理 시스템의 概要를 Fig. 3에 나타냈다. 촬영한 畫像으로부터 경과시간 $0.5초$ 간격으로 그물 각 부분의 測定點의 座標를 읽고, 그것들의 平均值를 實驗值로 하였다. 한편, 그물의 沈降終了의 判定은 그물 아랫자락의 到達水深值가 일정할 때까지 읽고, 이를 沈降終了로 간주했다.

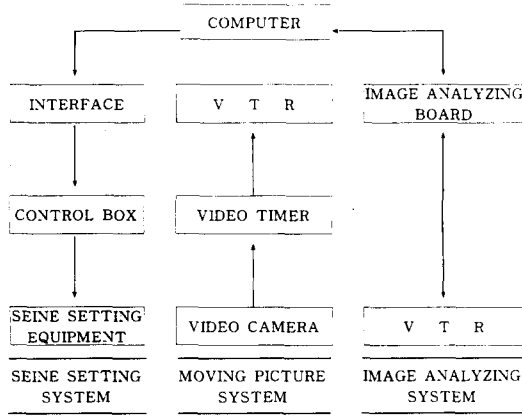


Fig. 1. Block diagram of the equipment for the seine setting system, the moving picture system and the image analyzing system.

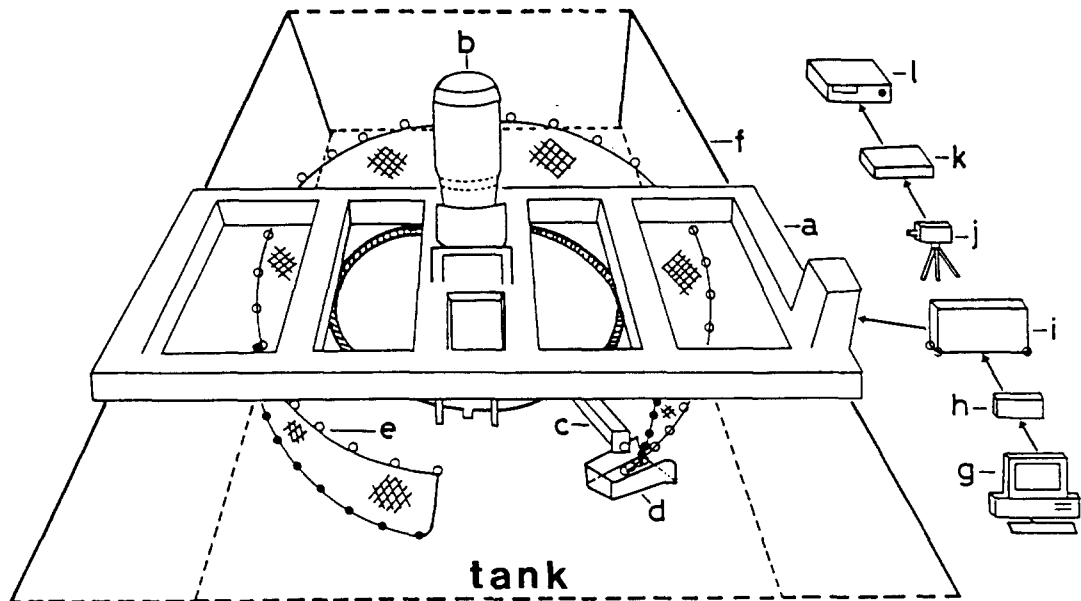


Fig. 2. Apparatus used to determine the sinking characteristics of the model seine (for the seine setting and moving picture system).

- | | |
|---|-----------------------|
| a : Seine setting equipment | g : Computer |
| b : Gear motor(rotationradius, potentiometer) | h : Interface |
| c : Rotation arm | i : Control box |
| d : Seine bin | j : Video camera(CCD) |
| e : Seine | k : Video timer |
| f : Observing window | l : VTR |

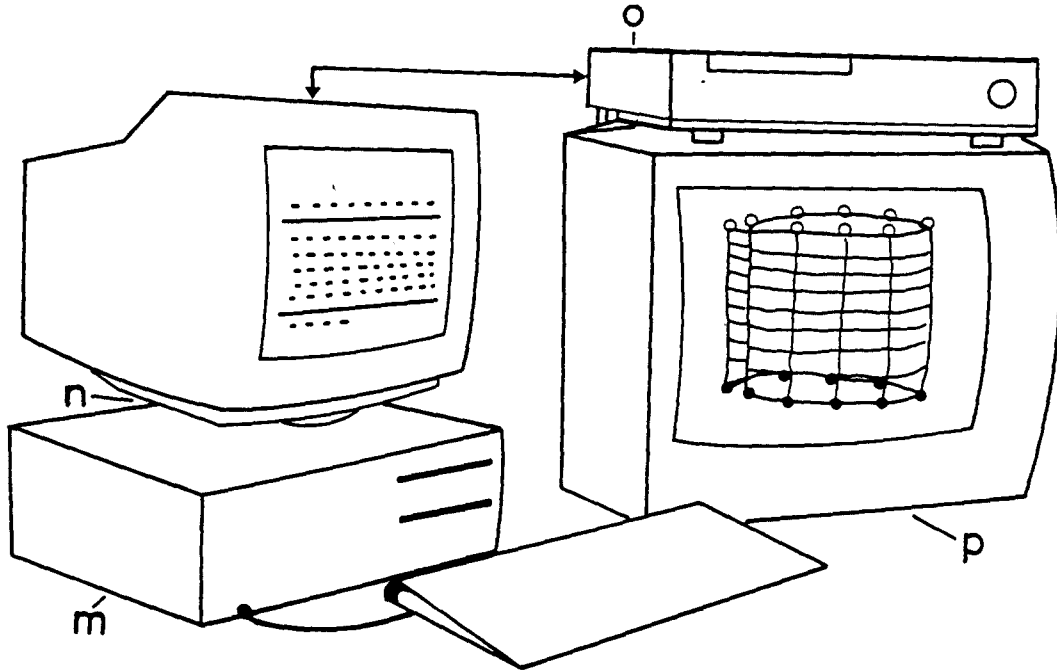


Fig. 3. Apparatus of the image analyzing used to determine measured values.

m : Computer, n : Image processing board, o : VTR, p : Monitor

2. 模型漁具

실험에 사용한 巾着網 模型은, 그물실의 直徑이 같고 密度가 다른 매듭 없는 그물감을 使用했다. Table 1에 나타낸 것과 같이, 폴리프로피렌系 170 데니어 4 합사, 폴리아미드系 210 데니어 4 합사 및 폴리에스터系 250 데니어 4 합사(각각의 그물실의 直徑 0.45mm, 발의 길이 10.5mm)로 構成된 매듭 없는 그물감에서 길이 方向으로 283코, 폭 方向으로 58코의 그물감을 裁斷하였다. 완성된 뜰줄 및 발줄의 길이는 420cm, 그물의 폭은 86cm이고, 주름률은 상하 모두 0.293으로 그물코의 面積이 最大가 되도록 製作하였다. 이 그물들의 總重量(水中重量)이 같게 되도록 하기 위해 발줄에 65.8 g,

50.6g, 35.8g의 圓筒型 발들을 매달아서, 각각 PP 그물(폴리프로피렌系, 密度 0.91g/cm³), PA그물(폴리아미드系, 密度 1.14g/cm³) 및 PES그물(폴리에스터系, 密度 1.38g/cm³) 이라고 하고, 그 規格을 Table 2에 나타냈다. 그리고, 각 그물의 뜰줄에 中空型 뜰 170개(총부력 150g)를 붙였다. 그물에 使用한 줄 및 附屬具에 관한 規格은 Table 3과 같다.

실험에 使用한 模型漁具의 測定位置를 Fig. 4에 나타냈다. 錄畵한 畵像에서 그물 각 부분의 到達水深을 測定하기 위해서, 그물의 길이와 폭을 8等分하고 표시를 했는데, 뜰줄의 岍지 부분에서 수평방향으로 36, 71, 106, 141, 176, 211 및 246코의 位置를 A, B, C, D, E, F 및 G 線이라고 했다. 또한, 그물 아랫자락으로부터 위로 8, 15, 22, 29, 36, 43

Table 1. Specification of knotless netting for the modle seines

Material	Twine size	Diameter (mm)	Mesh size(mm)	Mesh number			Hanging - in
				corkline	leadline	depth	
Polypropylene	170d/4	0.45	21.0	283	283	58	0.293
Polyamidel	210d/4	0.45	21.0	283	283	58	0.293
Polyester	250d/4	0.45	21.0	283	283	58	0.293

Table 2. Specification of the weighted model seines

Seine type	Netting density(g/cm^3)	Weight in water		
		netting(g)	leadline(g)	seine(g)
PP seine	0.91	-5.8	65.8	60
PA seine	1.14	9.4	50.6	60
PES seine	1.38	24.2	35.8	60

Table 3. Specification of riggings for the model seines

Items	Material	Diameter (mm)	Shape	Length (cm)	Weight in water per piece(g)	Number (pieces)
Corkline	PE	1.07	twisted	420		2
Leadline	PVA	0.93	twisted	420		2
Breastline	PVA	0.93	twisted	90		4
Sinker	lead	2.70×4.0	ellipsoidal		0.18	
Float	plastic	13.10	spherical		(total buoyancy 150g)	170

PE : Polyethylene, PVA : Polyvinyl alcohol

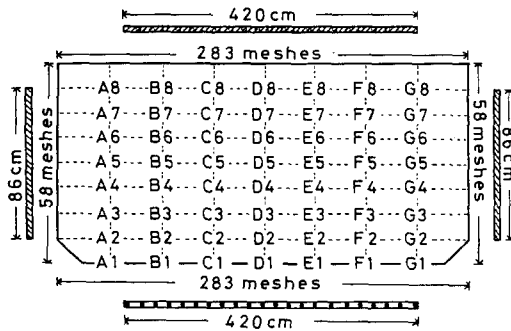


Fig. 4. Construction of the model seine. The three models have the same weight in water. Measuring points showed from A1 to G8 of intersection point.

및 50코의 위치를 각각 第1線에서 부터 第8線이라고 하고, 前者와 後者의 各線의 交點 56點을 차례대로 測定點 A1~G8이라고 이름을 붙였다.

結果 및 考察

沈降運動의 一例를 Fig. 5에 寫眞으로 나타냈다. 그물이 投網되어 沈降이 시작되면 여분의 그물감은 다발이 된 후 展開해 나간다. Kim et al.¹⁴에서 定義한 것과 같이, 이 다발을 그물다발(Netting bundle)이라고 부르기로 하였다.

PP그물의 경우, 그물다발은 수면 부근에 있고, 발줄에 매단 발줄에 作用하는 重力에 의하여 그물의 벽을 展開하면서 沈降한다. PES그물의 경우는,

그물다발이 뜰줄과 발줄 사이, 즉 그물 폭의 거의 중간부분에 位置하여 이 그물다발을 中心으로 양쪽에서 그물의 벽을 展開하면서 沈降한다. 이때, 그물다발의 沈降特性을 檢討하기 위해 그물다발에서 펼쳐져나온 直上의 測定點과 直下의 測定點의 平均을 그물다발의 中心으로 보고 그물다발의 水深을 測定하였다.

經過時間 0.5초 간격으로 測定點 A1~G1까지, 즉 그물 아랫자락의 到達水深을 프롯트하여 Fig. 6에 나타냈다. 이때의 A1~G1의 到達水深은 각각 經過時間 0.5, 1.0, 2.5, 3.0, 5.0, 6.0 및 7.5초부터 測定이 가능하였다. 그리고, C1과 D1의 到達水深에서 차이를 보이는 것은, 앞에서 投網된 그물감이 다른 부분의 그물감과 畫面上 겹쳐서 測定할 수 없었기 때문이다. 모든 測定點에서 일정한 水深까지의 그물 아랫자락의 到達水深은 PP그물이 가장 빠르게 나타났으며, 그물 아랫자락의 沈降狀態는 모두 같은 경향의 彎曲된 形狀을 나타냈다.

A와 G線의 각 測定點에 있어서 經過時間과 沈降速度의 關係를 Fig. 7에 나타냈다. 測定點 A1과 G1의(Fig. 7-a) 平均 沈降速度는 PP그물이 각각 10.5cm/s, 12.3cm/s로 가장 빠르게 나타났다. PA 그물에서는 각각 9.9cm/s, 10.7cm/s였으며, PES 그물에서는 각각 9.3cm/s, 10.1cm/s였다. 이때, 沈降速度는 거의 直線의 曲線으로 감소하였다. 그리고, 그 외의 測定點에서는 緩慢한 凸形의 曲線狀으로 沈

巾着網の運動特性(I)

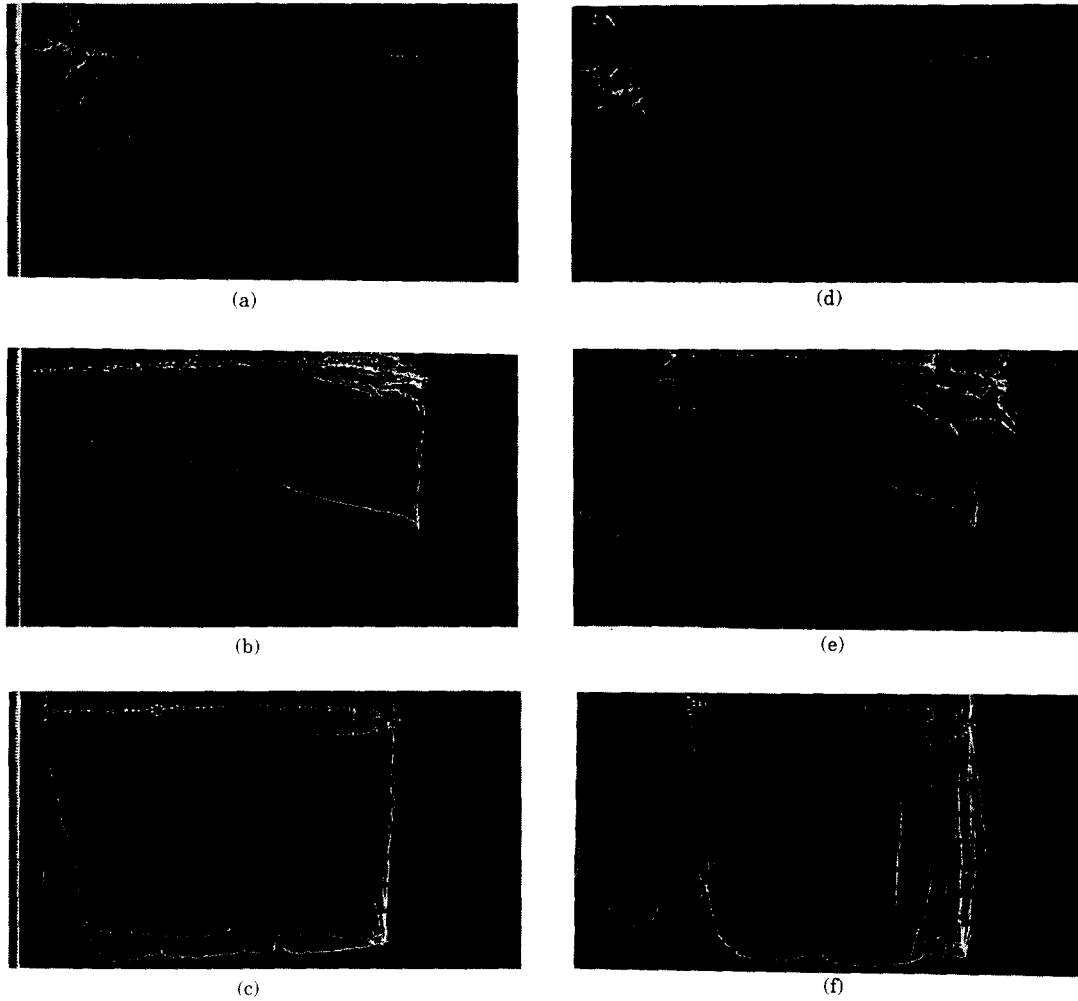


Fig. 5. Example of sinking motion.

a~c : Elapsed time 2, 5 and 8 second for the PP seine
 d~f : Elapsed time 2, 5 and 9 second for the PES seine

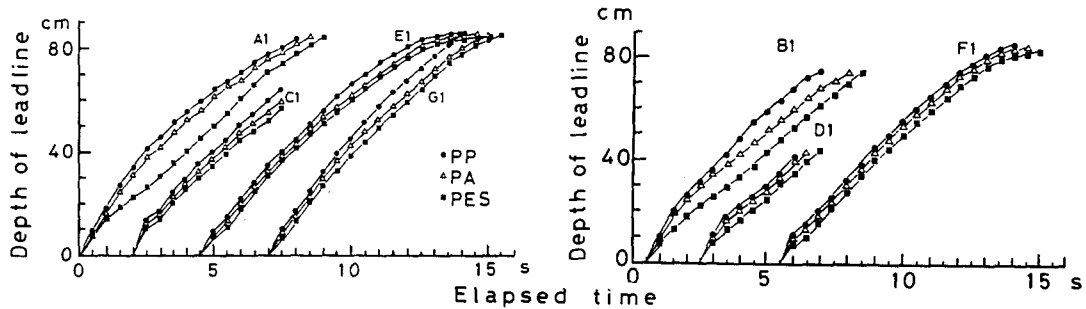


Fig. 6. Relationship between elapsed time(s) and depth(cm) of leadline, from A1 to G1 measuring points for the model seines.

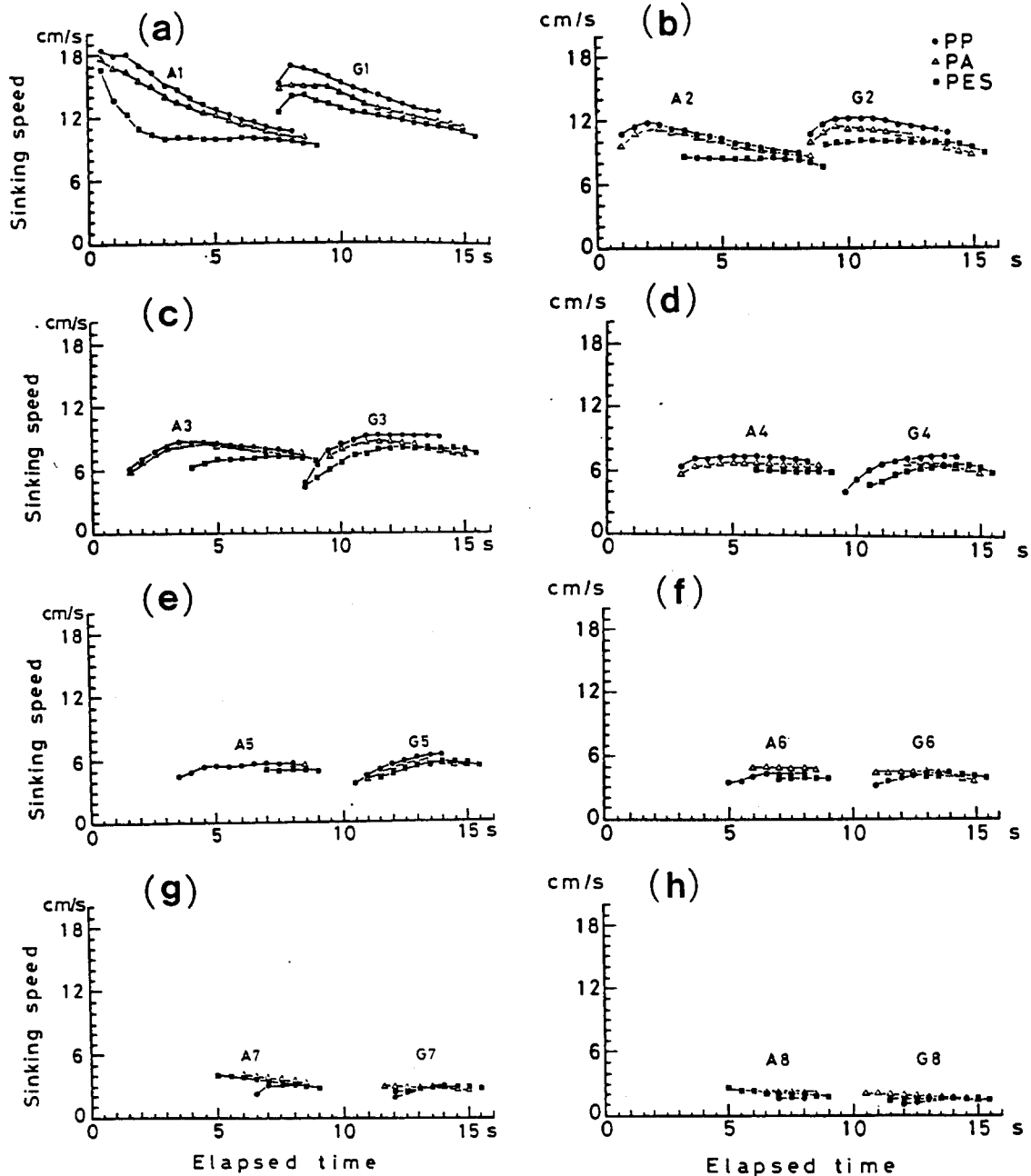


Fig. 7. Relationship between elapsed time(s) and sinking speed(cm/s) on the measuring points from A1 to A8, from G1 to G8 for the model seines.

降하며, 密度가 작은 그물감으로 구성된 그물의 沈降速度가 가장 빠르게 나타났다.

Fig. 8에서, 그물이 沈降하는 狀態를 圖式的으로 나타냈다. 여기서, 그물다발의 沈降特性을 검토하

기 위해서, PP그물에서는, 발줄에서부터 그물 아랫자락까지의 到達水深을 y_1 , 그물의 폭을 l_s 라고 하고, PA그물 및 PES그물에서는 뜰줄로부터 그물 다발까지의 水深을 y_2 , 뜰줄로부터 그물 아랫자락

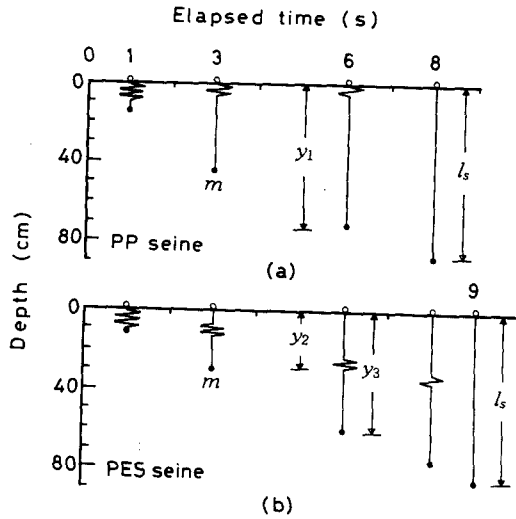


Fig. 8. Schematic drawing of the sinking characteristics of the model seines.

(a) Polypropylene netting used (PP seine).

(b) Polyester netting used (PES seine).

m : Mass of sinker

y_1, y_3 : Depth from corkline to leadline

y_2 : Depth from corkline to netting bundle

l_s : Seine depth

까지의 水深을 y_3 , 그물의 폭을 l_s 라고 하여, $y_3 - y_2 = y_1$ 의 式에서 y_1 을 求하고 解析에 이용했다.

Fig. 9에, 經過時間에 따른 y_1, y_2 의 到達水深을 나타냈다. y_1 의 到達水深은 그물감의 密度가 가장 작은 PP그물이 가장 깊게 나타났으나, y_2 의 到達水深은 그물감의 密度가 큰 PES그물이 깊게 나타났다. 이것들의 經過時間 변화에 따른 沈降速度를 Fig. 10에 나타냈다. 이때, 沈降速度는 y_1 과 y_2 모두 測定點에 의한 차이보다도 그물감의 密度에 의한 차이가 크게 나타났으며, y_2 에서는 그물감의 密度가 큰 PES그물의 沈降速度가 PA그물의 沈降速度보다 빠르게 나타났다. 그리고, PA그물과 PES그물의 沈降速度의 차이는 y_1 에서의 차이보다 작게 나타났다.

巾着網 操業에서는 投網할 때, 그물이 그물積荷場에서 接線方向으로 끌어내려지며 그물이 投下된다. 따라서, 沈降運動을 解析할 때에는 水平方向으로 作用하는 運動力의 크기를 考慮하여야 할 필요가 있다. 이 문제를 검토하기 위해서 모든 그물에 대하여 水平方向의 運動力이 가장 작을 것으로 판단되는 測定點 G1의 到達水深과 그 이외의 測定

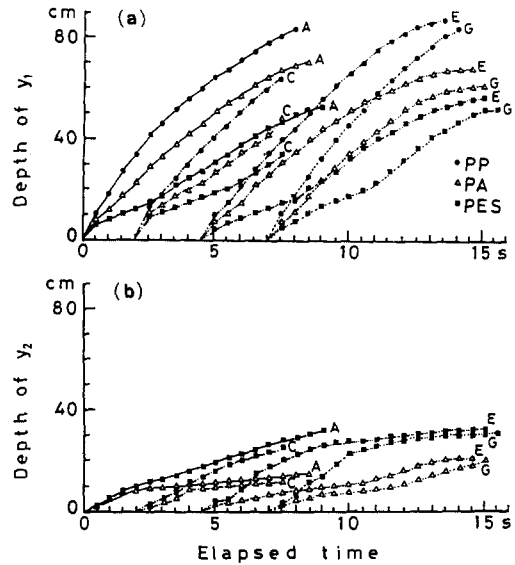


Fig. 9. Relationship between elapsed time(s) and depth(cm) of y_1 and y_2 (on the A, C, E and G measuring lines) for the model seines.

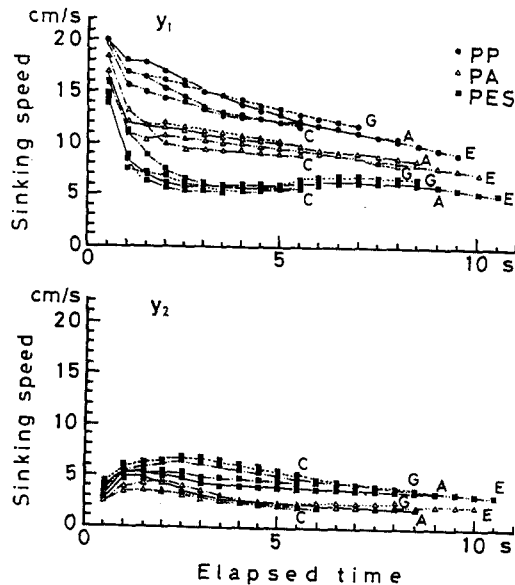


Fig. 10. Relationship between elapsed time(s) and sinking speed(cm/s) of y_1 and y_2 (on the A, C, E and G measuring lines) for the model seines.

點 A1, B1, C1, D1, E1 및 F1의 到達水深과의 관계를 Fig. 11에 나타냈다. 그 結果, 兩者의 關係는 $A1 \sim F1 = 0.97G$ 이었으며, 測定線에 의한 차이는 거의 보이지 않았다.

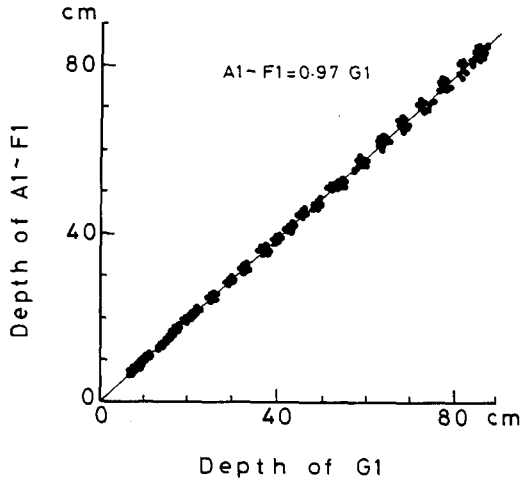


Fig. 11. Relationship between G1 and depth(cm) on the measuring points from A1 to F1 for the model seines of PP, PA and PES seine. Solid line shows the regression line.

本 研究의 結果, 그물감의 密度가 작은 PP그물의 沈降速度가 가장 빠르게 나타났고, 그물의 密度가 가장 큰 PES그물의 沈降速度가 가장 늦게 나타났다. 그리고, 水平方向의 運動力은 무시 가능한 범위의 작은 값으로 巾着網의 沈降運動에 그다지 영향이 없는 것으로 나타났다.

要 約

巾着網의 沈降에 관한 動態解析을 위한 基礎 研究로서, 그물감의 材料가 다른 세 種類의 巾着網을 總重量(水中重量 60g)이 일정하게 되도록 발들의 양을 조절하고, 이것들의 沈降特性을 究明하였다. 실험에 사용한 巾着網은 그물실의 直徑 및 발의 길이 같은 폴리프로피렌系, 폴리아미드系 및 폴리에스터系の 매듭 없는 그물감을 사용하여, 뜰줄의 길이 420cm, 그물의 폭 86cm가 되도록 製作하고, 각각 PP, PA 및 PES그물이라고 하였다.

回流水槽의 水路上에 投網裝置를 설치해서 靜止狀態의 水中에 投網하고 側面에 설치한 비디오 카메라를 이용하여 撮影 錄畫하였다. 그리고, 그물에 표시한 測定點의 座標를 畫像解析 裝置로 읽고 실험의 測定值을 求하였으며, 이를 解析한 結果는 다음과 같다.

1. PP그물의 그물다발은 항시 水面 부근에 있

고, 발들에 作用하는 沈降力에 의해 그물감이 展開해 간다.

2. PES그물의 그물다발은 뜰줄과 발줄 사이의 部分, 즉 그물 폭의 거의 中間에 있다.

3. 그물 아랫자락의 平均 沈降速度는 PP그물이 10.7cm/s로 가장 빠르고, PA그물이 9.7cm/s, PES그물이 9.2cm/s의 順으로 늦게 나타났다.

4. 投網할 때 作用하는 水平方向의 運動力은 무시 가능한 범위의 값이었다.

參考文獻

- 1) Iitaka Y.(1954) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada - I . Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 20(7), 571 - 575.
- 2) Iitaka Y.(1955) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada - II . Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 21(1), 6 - 11.
- 3) Iitaka Y.(1955) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada - III . Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 21(7), 459 - 462.
- 4) Iitaka Y.(1956) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada - IV . Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 22(7), 389 - 392.
- 5) Iitaka Y.(1958) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada - V . Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 23(9), 511 - 513.
- 6) Iitaka Y.(1958) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada - VI . Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 24(6&7), 407 - 410.
- 7) Ben Yami M. and Roger E. Green(1968) : Designing an improved California tuna purse seine. Fishery industrial research, 4(5), 183 - 207.
- 8) 朴正埴(1986) : 濟州島 周邊海域 고등어 巾着網의 研究 - 1, 靜水에 있어서 網形變化에 관한 模型實驗. 韓國漁業技術學會誌 22(2), 7 - 15.
- 9) 朴正埴(1986) : 濟州島 周邊海域 高등어 巾着網의 研究 - 2, 二重潮에 있어서 網의 變形에 관한 模型實驗. 韓國漁業技術學會誌 22(4), 32 - 40.
- 10) 朴正埴(1989) : 濟州島 周邊海域 高등어 巾着網의 研究 - 3, 網船의 船級別 漁獲性能. 韓國漁業技術學會誌 25(2), 61 - 69.
- 11) 朴正埴(1991) : 濟州島 周邊海域 高등어 巾着網의

巾着網의 運動特性(1)

- 研究 - 4, 漁獲量의 特性과 漁具의 性能. 韓國漁業技術學會誌 27(4), 247 - 254.
- 12) Konagaya T.(1971) : Studies on the purse seine - Ⅱ, Effect of the Mesh and the specific gravity of webbing. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 37(1), 8 - 12.
- 13) Konagaya T.(1971) : Studies on the design of the purse seine. Jour. Fac. Fish., Mie Univ. 8(3), 209 - 296.
- 14) Kim, S. J. , Imai T. and Kikukawa H.(1992) : An analysis on the sinking characteristics of weighted netting. Nippon Suisan Gakkaishi 58(6), 1037 - 1042.