

선망의 침강 저항 해석 - d/l 이 다른 모형망의 경우 -

김 석 종 · 박 정 식
제주대학교
(1998년 5월 27일 접수)

An Analysis of Sinking Resistance for Purse Seine

- In the Case of the Model Seine with Different d/l -

Suk-Jong KIM and Jeong-Sik PARK

Cheju National University
(Received May 27, 1998)

Abstract

This study deals with sinking resistance for purse seine, in the case of different d/l , ratio of twine diameter and leg length.

Experiments carried out on the six types simplified reduced model seines which were made of knotless nettings. The nettings were woven in different leg length 4.3, 5.0, 5.5, 6.0, 6.6 and 7.7mm of polyester 28 tex two threads two - ply twine, and each of the seines were named I, II, III, IV, V and VI seine.

Dimension of seine models were 450cm for corkline and 85cm for seine depth, each seines rigged up 160g of float for a floatline and 50g (underwater weight) of lead for a leadline.

Experiments were measured in the observation channel of a flume tank at the static conditions. Sinking motion was recorded by the two sets TV - camera for VTR which were placed in top and side of the model seine, and reading coordinate carried out by the video digitization system.

An analysis were calculated out by simultaneous differential equations for numerical method by Runge - Kutta - Gill sub - routine.

The results obtained were as follows:

1. Average sinking speed of seine of seine margin was fastest for VI seine followed by V, IV, III, II and I seines.
2. The coefficient of resistance for a seine wall was depended upon the ratio of d/l : $K_D = 0.081 (d/l)^{-0.5}$
3. The coefficient of resistance for netting bundle was not depended upon the ratio of d/l : $C_R = 0.91 (\frac{\rho}{\rho_w})$
 d : Twine diameter, l : Leg length, ρ : Density of netting materials, ρ_w : Density of water

서 론

선망 어업의 조업은 투망 준비, 투망, 휩줄죄기, 휩줄의 분리, 양망 및 어획물 수납 등의 복잡한 순서로 이루어지고 있는데, 그중 투망에 대한 침강 저항을 해석하는 일은 그렇게 쉽지 않은 않다. 또한, 선망은 다른 운용 어구에 비해서 그물의 형상은 단순하나 크기가 대형이고, 그물감의 사용량이 매우 많기 때문에 그물코의 크기 차이에 의해서 유체 저항의 크기가 달라져 망형 변화 등 조업 장애 요인이 발생하는데, 이와 같은 그물 어구에 대한 문제 요인을 구명하는 것은 그물 어구를 설계함에 있어서 매우 중요한 일이다. 특히, 그물 아랫자락의 침강속도에는 그물감의 유체 저항과 수중 중량이 크게 관련된다고 할 수 있기 때문에, 이러한 특성을 해명하는 일이 요망되고 있다.

최근 우리 나라 선망 어업도 선단 조업 형태에서 점차 단선 조업 형태로 전환을 시도하려 하고 있기 때문에 어군의 유영속도에 적합한 어구의 규모 및 규격이 필요하며, 이에 알맞은 그물감을 사용하여 어군에 대한 수직적 차단 특성을 더욱 높이고 어구의 성능을 향상시켜야 한다.

지금까지의 선망 어업에 관한 연구로서는 주로 어구의 성능 향상 및 그물 설계와 조업 방법 등을 개선하기 위한 것으로서, Iitaka (1954, 1955, 1956, 1958), Kawakami (1964), Konagaya (1970, 1971), Nomura et al. (1987), Park (1986, 1989, 1991), Kim et al. (1992, 1995, 1997) 등의 연구보고가 있으나, 선망의 조업 과정에서 그물

아랫자락의 전개성과 휩줄 질 때의 망형 변화 등에 영향을 주는 그물감의 코의 크기와 밀도 등의 요인을 이론적으로 검토 해석한 것은 Konagaya (1970)의 연구 보고가 있을 뿐으로 그 외에는 아직까지 보고된바 없는 실정이다.

이 연구는 이러한 문제를 구명하기 위한 기초 연구로서 그물 실의 직경과 발 길이의 비율이 다른 모형 선망의 침강 운동을 「그물 다발」과 「그물 벽」의 운동으로 구분하고 각각의 운동에 대한 유체 저항을 구체적으로 해석하였으므로, 이를 보고한다.

재료 및 방법

실험에는 그물실의 직경 (d)과 발의 길이 (l)의 비율인 d/l 이 다르고 그 이외의 조건은 모두 동일한 선망의 단순 모형을 사용했다. Table 1~2에 나타난 것과 같이 그물실의 직경은 0.45mm (PES 28 tex×2×2)의 것으로 모두 같고, 발 길이는 4.3, 5.0, 5.5, 6.0, 6.6 및 7.7mm로 각각 다르게 편망된 6종류의 무결절 그물감을 사용해서 뜰줄과 발줄의 길이 450cm, 그물의 폭이 85cm인 모형 그물을 제작하고 발의 길이가 짧은 그물, 즉 d/l 이 큰 그물부터 각각 I, II, III, IV, V 및 VI형 그물이라고 이름을 붙였다. 이 그물들의 뜰줄에 中空型 뜰 180개 (총부력 160g), 발줄에 원통형 발돌 275개 (수중중량 50g)를 매달았으며, 주름율은 상하 모두 0.293으로 그물코의 면적이 최대가 되도록 했다. 이들 그물에 사용한 줄類 및 부속구에 관한 규격

Table 1. Specifications of model purse seines

Seine type	Netting material	Type of knots	Construction of netting yarns	Meshes			Hang-in (%)
				upper part	lower part	side part	
I	Polyester	knotless	28 tex×2×2	740	740	140	29.3
II	Polyester	knotless	28 tex×2×2	637	637	120	29.3
III	Polyester	knotless	28 tex×2×2	579	579	109	29.3
IV	Polyester	knotless	28 tex×2×2	530	530	100	29.3
V	Polyester	knotless	28 tex×2×2	482	482	91	29.3
VI	Polyester	knotless	28 tex×2×2	413	413	78	29.3

Table 2. Specifications of d , l , d/l and weights of the model purse seines

Seine type	d (mm)	l (mm)	d/l	Netting density (g/cm^3)	Weight in water		
					netting (g)	leadline (g)	total (g)
I	0.45	4.3	0.105	1.38	102.5	50	152.5
II	0.45	5.0	0.090	1.38	93.6	50	143.6
III	0.45	5.5	0.082	1.38	85.4	50	135.4
IV	0.45	6.0	0.075	1.38	81.2	50	131.2
V	0.45	6.6	0.068	1.38	77.1	50	127.1
VI	0.45	7.7	0.058	1.38	69.0	50	119.0

d : Diameter of twine, l : Length of leg
 d/l : Ratio of twine diameter and leg length

은 Table 3과 같다.

실험에 사용한 그물의 측정 위치를 Fig. 1에 나

의 옆줄에서 수평 방향으로 A, B, C, D, E, F 및 G 선이라고 했으며, 그물 아랫자락으로 부터 위쪽

Table 3. Specifications of riggings of the model purse seines

Item	Material	Diameter (mm)	Shape	Length (cm)	Weight in water (g)	Number (pieces)
Leadline	PVA	0.93	twisted	450		2
Breastline	PVA	0.93	twisted	85		4
Sinker	Lead	2.70 × 4.0	ellipsoidal		0.182	275
Float	plastic	13.10	spherical	(total buoyancy 160g)		180

PE : Polyethylene, PVA : Polyvinyl alcohol

타냈다. 녹화한 화상에서 그물 각 부분의 도달 수심을 측정하기 위해서 그물의 길이와 폭을 각각 8 등분하고 위치 표시를 했는데, 뜰줄의 씹지 부분

방향으로 각각 1부터 8까지의 번호를 부여하고 전자와 후자의 각선에 교점을 측정점으로 정했다.

본 실험에 이용한 실험 장치, 실험 방법 및 해석 방법은 Kim et al. (1995)의 연구에서 보고한 내용과 같다.

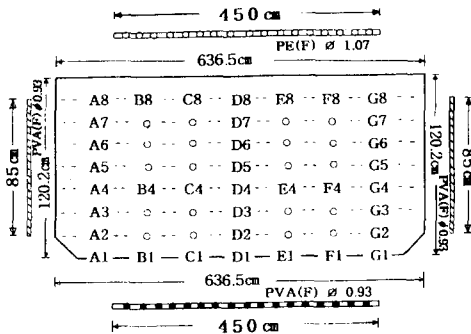


Fig. 1. Construction of the model purse seine. Measuring points showed from A1 to G8 of intersection point.

결과 및 고찰

각 그물의 아랫자락, 즉 측정점 A1, C1, E1 및 G1의 도달 수심을 경과시간 0.5초 간격으로 측정하여 Fig. 2에 나타냈다. 그 결과 각 측정점에 있어서 현저한 차이는 보이지 않았지만 d/l 이 작은 VI형 그물의 침강이 가장 빠르게 나타났다. 각 측정점에서 침강이 종료하였을 때 각 그물의 도달 수심이 차이를 보이는데, 그것은 실험에 사용된 그

물이 설계된 폭까지 전개되지 않았기 때문에 실험식을 이용한 계산에는 실제 전개된 폭의 값을 입력하여 보정했다.

이들 측정점에 대하여 경과 시간과 침강속도의 관계를 Fig. 3에 나타냈는데, 각 그물 아랫자락의 침강속도는 투망 직후에 크게 나타나다가 서서히

감소했으며, 모든 부분에서 VI, V, IV, III, II 및 I 형 그물의 순으로 d/l 이 작은 그물의 침강속도가 가장 빠르게 나타났다. 그리고 이 외의 측정점중 대표되는 양섽 부분인 A3과 G3, A5와 G5 및 A7과 G7에 있어서 시간 경과에 따른 침강속도의 변화를 Fig. 4에 나타냈다. 이 부분의 침강 상태는 거

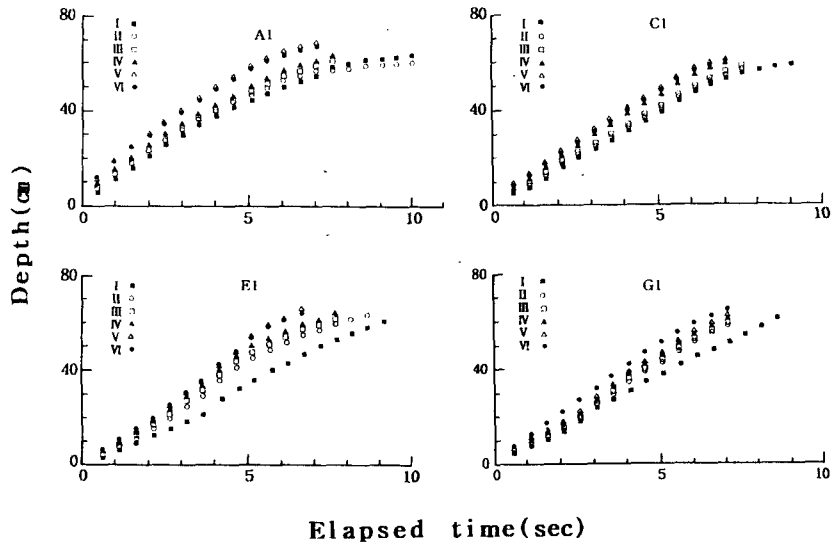


Fig. 2. Relationship between elapsed time (sec) and depth (cm) on the A1, C1, E1, G1 measuring points for the model purse seines.

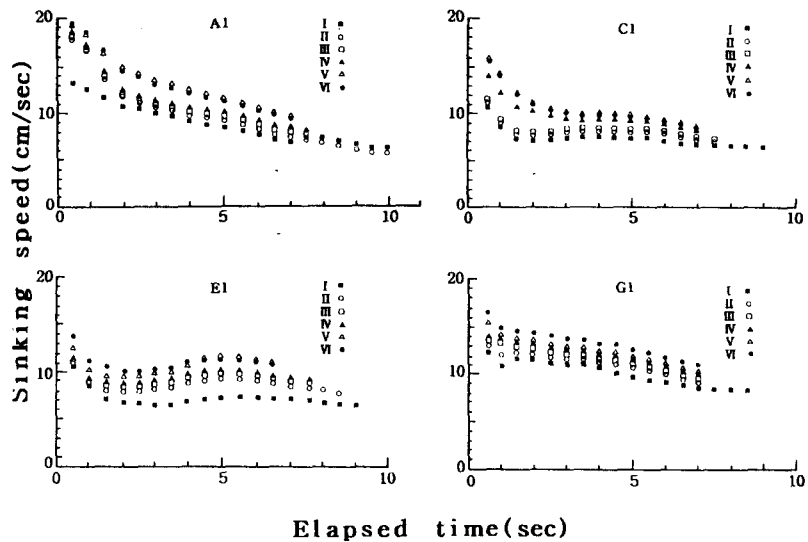


Fig. 3. Relationship between elapsed time (sec) and sinking speed (cm/sec) on the A1, C1, E1, G1 measuring points for the model purse seines.

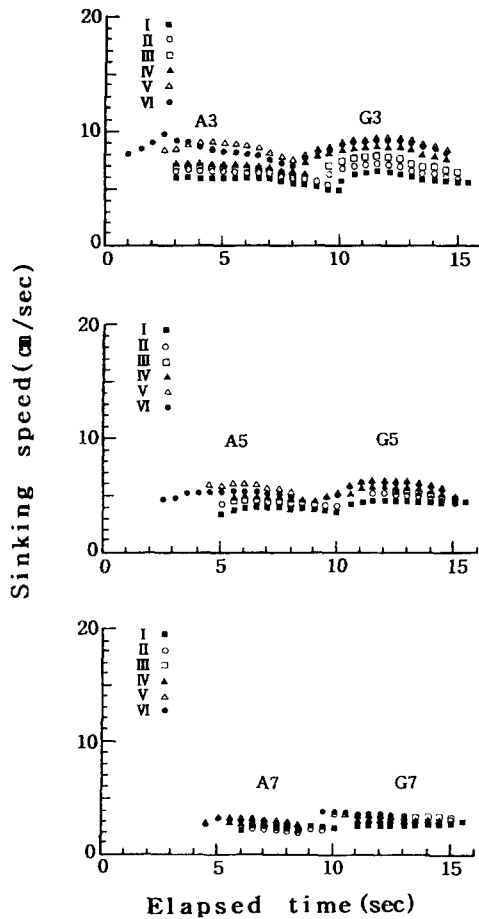


Fig. 4. Relationship between elapsed time (sec) and sinking speed (cm/sec) on the A3-A7, G3-G7 measuring points for the model purse seines.

의 불룩한 곡선형으로 투망 초기에 속도가 느리다가 시간이 경과함에 따라 완만하게 증가하면서 감소하는 반복 현상을 보였다.

실험용 그물은 Polyester계 (밀도 1.38g/cm^3) 그물감을 이용하여 제작했는데, 이 그물감으로 만들어진 그물의 침강 상태는 투망 직후에 뜰줄과 발줄 사이에 그물 다발이 생기고, 이 그물 다발을 중심으로 상하 양쪽에 그물의 벽을 만들어 가면서 수직으로 침강해 간다 (kim et al., 1995). 이와 같은 특성에 따라서 본 연구에서는 선망 그물의 침강 운동을 「그물 다발의 운동」과 그물 다발에서 만들어진 「그물 벽의 운동」으로 나누어 해석하였

는데, 먼저 그물 다발의 침강운동에 있어서 전체 운동량 P_1 은 다음 (1)식과 같이 나타낼 수 있으며,

$$P_1 = \rho\sigma(l_s - y_3) \frac{dy_2}{dt} \quad (1)$$

그물 다발에서 아래 부분에 위치한 그물 벽의 운동량 P_2 는 (2)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_2 = \{m + \rho\sigma(y_3 - y_2)\} \frac{dy_3}{dt} \quad (2)$$

따라서, 그물 다발의 운동방정식은 다음의 (3)식과 같으며, 그물 다발에서 아래 부분의 운동방정식은 (4)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{dP_1}{dt} = (\rho - \rho_w)(l_s - y_3)\sigma g - R(l_s - y_3) \left(\frac{dy_2}{dt}\right)^2 \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \frac{dP_2}{dt} = & (m - V_L \rho_w)g + (\rho - \rho_w)\sigma g(y_3 - y_2) \\ & - D\left(\frac{dy_3}{dt}\right)^2 - K(y_3 - y_2) \frac{dy_3}{dt} \end{aligned} \quad (4)$$

이때, 발들의 저항 계수 D , 그물감의 저항 계수 K 및 그물 다발의 저항 계수 R 은 Kim et al. (1995)의 보고에서 기술한 내용과 같은 원리에 의해 (5), (6) 및 (7)식과 같은 근사식을 이용하여 구하였는데, C_D 의 값은 0.65였다.

$$D = \left(\frac{C_D}{2}\right) \rho_w S_L \quad (5)$$

$$K = K_D \left(\frac{\rho}{\rho_w}\right)^q \mu \left(\frac{A}{S_o}\right) \quad (6)$$

$$R = \left\{ \frac{C_R}{2} \left(\frac{\rho}{\rho_w}\right)^p \rho_w l \right\} \quad (7)$$

그리고, 계산에서 구해진 (6)식의 K_D 와 q 의 값은 Table 4에 나타낸 것과 같이 얻어졌는데, 이 결과에서 얻어진 K_D 값이 d/l 의 크기에 의존한다고 추정하고 d/l 과 K_D 의 관계를 Fig. 5에 나타냈다. 양자의 관계를 나타내는 회귀직선식 (8)식을 구하고 Fig. 5에 실선으로 나타냈으며, (6)식에 대입해서 d/l 의 크기를 보정한 그물 벽의 저항식 (9)식을 구했다.

$$K_D = 0.081 (d/l)^{-0.5} \quad (8)$$

$$K = \left\{ 0.081 (d/l)^{-0.5} \left(\frac{\rho}{\rho_w} \right)^q \mu \left(\frac{A}{S_o} \right) \right\} \quad (9)$$

또한, 그물 다발의 저항식 (7)식에서의 C_R 은 d/l 의 크기에 의존하지 않은 다음 (10)식으로 나타낼 수 있었다.

$$C_R = 0.91 \left(\frac{\rho}{\rho_w} \right) \quad (10)$$

여기서의 실험 조건은, 해수의 밀도 $\rho_w : 1.0 \text{ g/cm}^3$, 그물감의 밀도 $\rho : 1.38 \text{ g/cm}^3$, 발들의 체적 $V_L : 10.74 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$, 중력 가속도 $g : 980 \text{ cm/sec}^2$, 발들의 투영 면적 $S_L : 6.75 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$, 점성 계수 $\mu : 8.55 \text{ g/cm} \cdot \text{sec}$ 로 했으며, 이 외에 그물감에 대한 규격을 Table 5에 나타냈다.

얻어진 실험식을 검증하기 위해서, 각 그물에 대해 경과 시간 0.5초 마다의 측정점 A1, C1, E1 및 G1의 도달 수심의 실험값 (meas.)에 대응하는 계산값 (cal.)을 구하고 양자의 관계를 회귀직선식에 의해 비교하였다. 그 결과 Fig. 6에 나타낸 것과 같이, 각 그물에 있어서 계산에서 얻어진 값과 실험에서 측정 한 값은 거의 일치하여, I형 그물 meas.=0.98cal., II형 그물 meas.=1.07cal., III형 그물 meas.=0.98cal., IV형 그물 meas.=0.98cal., V형 그물 meas.=1.02cal. 및 VI형 그물 meas.=0.96cal. 였다.

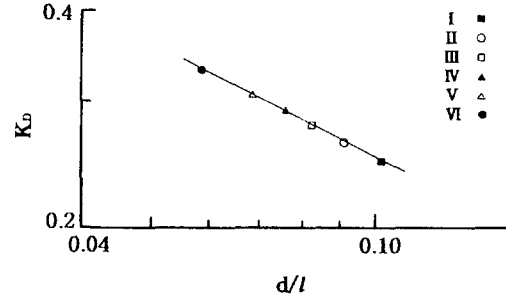


Fig. 5. Relationship between d/l and K_D of coefficient for the model purse seines. Solid line shows the regression line to Eq. (8).

Table 4. Coefficient of K_D and index of q in the Eq. (6) for the model purse seines with different d/l

Seine type	K_D	q	d/l
I	0.251	1	0.105
II	0.266	1	0.090
III	0.283	1	0.082
IV	0.298	1	0.075
V	0.316	1	0.068
VI	0.332	1	0.058

선망은 다른 어구에 비해서 대형일 뿐만 아니라 투망하는 과정에 시간을 요하는 등 복잡한 과정으로 조업이 이루어져 어군 포획에 어려움이 많은

Table 5. Parameters in the differential equation of the model purse seines

Item	Parameters					
	I seine	II seine	III seine	IV seine	V seine	VI seine
$\sigma \text{ (cm}^2\text{)}$	1.12×10^{-2}	1.14×10^{-2}	1.15×10^{-2}	1.46×10^{-2}	1.18×10^{-2}	1.18×10^{-2}
$ls \text{ (cm)}$	64.5	72.0	67.5	76.5	72.5	69.5
$d \text{ (cm)}$	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
$l \text{ (cm)}$	0.43	0.50	0.55	0.60	0.66	0.77
$i \text{ (number)}$	140	120	109	100	91	78
$j \text{ (number)}$	740	637	579	530	482	413

σ : Cross sectional area of netting element

ls : Seine depth

d : Diameter of twine

l : Leg length

i : Mesh numbers along the twinewise direction

j : Mesh numbers along the normal direction

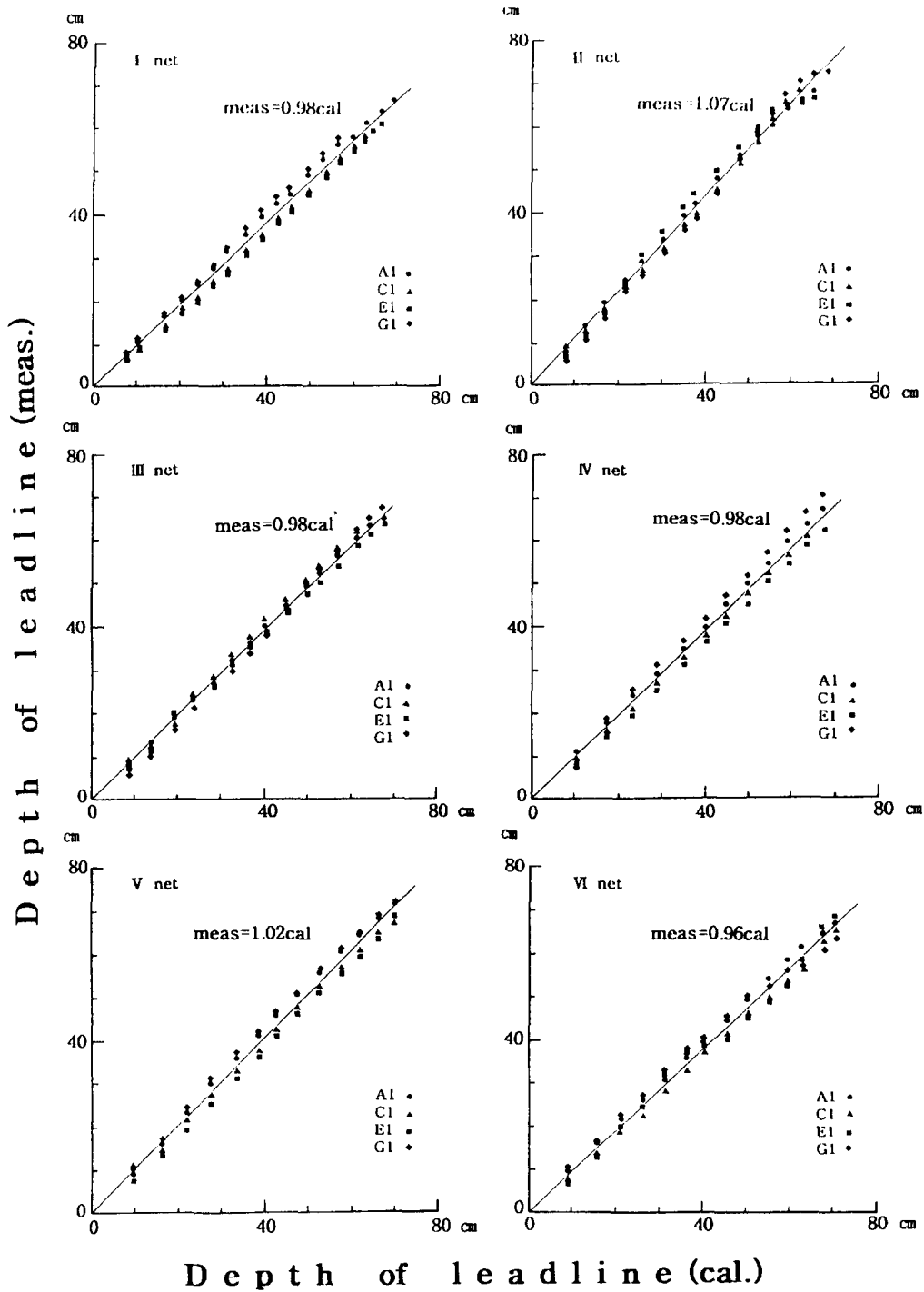


Fig. 6. Relationship between calculated (cal.) and measured values (meas.) of depth (cm) of leadline (on the A1, C1, E1 and G1 measuring Point) for the I, II, III, IV, V and VI seines. Calculated values were derived from Eqs. (1), (2), (3) and (4). Solid line shows the regression line.

특징 때문에 특히, 대상 어종에 적합한 그물코의 그물감을 사용하여 되도록 그물 아랫자락의 침강을 빠르게 할 필요가 있다.

Konagaya (1970)는 이러한 문제와 관련한 기초 실험에서 그물코와 밀도가 다른 그물감을 이용한 5종류의 선망의 침강 특성을 해석하였는데, 선망 아랫자락의 침강을 빠르게 하기 위해서는 그물감의 코의 크기는 조업여건 등에 지장이 없는 범위 내에서 가능한 한 크게 하고 그물실은 가늘게 하며, d/l 이 작을수록 침강속도는 빠르다고 보고하고 있다. 이때 사용한 그물의 d/l 의 범위는 0.016 ~ 0.058였으며, 또한 이들 그물 아랫자락의 침강 특성을 아래 방정식을 이용하여 해석했다.

$$(M+ay)\frac{dv}{dt}+(a+b+cy)v^2=\left[M\left(1-\frac{\rho_w}{\rho_s}\right)+\left(1-\frac{\rho_w}{\rho_n}\right)\right]g \quad (11)$$

여기서, M 은 단위 길이당 발들의 질량, a 는 단위 면적당 그물감의 질량, b 는 발들의 저항 계수, c 는 그물감의 저항 계수, y 는 시간 t 에 있어서 발들의 수심, ρ_w 는 해수의 밀도, ρ_s 는 발들의 밀도, ρ_n 는 그물감의 밀도, g 는 중력 가속도이다.

위의 (11)식을 이용하여 본 실험에서 사용된 각 그물에 대해서 그물 아랫자락의 도달 수심을 계산한 결과, 실험 결과와는 20%정도의 차이를 보여서 오차 범위가 크게 나타났다.

본 실험에서 사용한 그물의 d/l 의 범위는 0.058 ~ 0.105로 현재 우리 나라 선망어업에 사용되는 그물 전체를 포함할 수 있는 범위였고, 그물 다발로부터 그물감을 끌어내리면서 수중을 수직으로 침강하는 그물의 벽이 받는 유체 저항 계수는 그 그물을 구성하는 그물감의 d/l 과는 $1/\sqrt{d/l}$ 의 관계에 있었다.

본 연구에서는 완성된 그물의 폭이 설계한 깊이 보다 짧게 제작되므로 인하여 세밀한 유체 저항 계산에 중요한 항목인 그물코의 형상을 정확하게 만들 수 없었던 것 등 어려운 문제가 어느 정도 포함되어 있다.

요 약

그물실의 직경과 발 길이의 비율 d/l 이 선망의

침강 운동에 어떤 영향을 끼칠 것인가를 해명하기 위해서 그물실의 직경은 0.45mm (PES 28 tex×2×2)의 것으로 모두 같고, 발 길이는 4.3, 5.0, 5.5, 6.0, 6.6 및 7.7mm로 각각 다르게 편망된 6종류의 무결절 그물감을 사용해서 뜰줄의 길이 450cm, 그물의 폭 85cm가 되도록 제작하고 뜰 160g과 발 돌 50g을 매달아서, 각각 I, II, III, IV, V 및 VI형 그물이라고 했다.

회류 수조의 수로 상에 투망 장치를 설치해서 정지 상태의 수중에 선망 그물을 투망하고 상방과 측면에 설치한 비디오 카메라를 사용하여 그물의 침강과정을 촬영 녹화했으며, 그물에 표시한 측정점의 좌표를 화상 해석 장치로 읽고 실험 값을 구했다. 그리고, Runge-Kutta-Gill법에 의한 연립 미분방정식 해법을 이용하여 수치 해석을 행하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 그물 아랫자락의 침강속도는 d/l 이 가장 작은 VI형 그물이 가장 빠르고, V, IV, III, II 및 I형 그물 순으로 늦게 나타났다.
2. 그물 벽에 대한 저항 계수는 d/l 의 크기에 의존하여
 $K_D=0.081(d/l)^{-0.5}$ 의 관계식으로 나타낼 수 있었다.
3. 그물 다발의 저항 계수는 d/l 의 크기에 의존하지 않은

$$C_R=0.91\left(\frac{\rho}{\rho_w}\right) \text{의 관계식으로 나타낼 수 있었다.}$$

참고문헌

- Iitaka Y. (1954) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada-1, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 20(7), 571-575.
- Iitaka Y. (1955) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada-2, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 21(1), 6-11.
- Iitaka Y. (1955) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada-3, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 21(7), 459-462.
- Iitaka Y. (1956) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada-4, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 22(7), 389-392.

- Iitaka Y. (1958) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyganada -5, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 23(9), 511-513.
- Iitaka Y. (1958) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada -6, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 24(6&7), 407-410.
- Kawakami T. (1964) : The theory of desiging and testing fishing nets in model, Modern Fishing Gear of the World- I . Fishing News Books. London, 471-481.
- Kim S. J., T. Imai and H. Kikukawa (1992) : An analysis on the sinking characteristics of weighted netting, Nippon suisan gakkaiishi, 58(6), 1037-1042.
- Kim S. J., T. Imai and J. S. Park (1995) ; Characteristics on the motion of purse seine-1, The sinking behaviour of model purse seine by different netting material. Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 31(4), 362-371.
- Kim S. J. and J. S. Park (1995) : Characteristics on the motion of purse seine-2, An analysis on the sinking characteristics of model purse seine by different netting material. Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 31(4), 372-378.
- Kim S. J. (1995) : An analysis on the sinking characteristics of model purse seine, On the effect of netting and sinkers. Bull. Mar. Res. Inst. Cheju Nat. Univ., 19(1), 17-23.
- Kim S. J., J. S. Park and S. K. Kim (1997) : A study on the behaviour of fish schools in the process of catch of the purse seine fishing method, Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 31(4), 372-378.
- Konagaya T. (1970) : Studies on the design of the purse seine- I , Effect of the mesh and the specific gravity of webbing. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 37(1), 8-12.
- Konagaya T. (1971) : Studies on the design of the purse seine. Jour. Fac. Fish. Pre. Univ. Mie, 8(3), 209-296.
- Nomura M., K. Mori, Y. Tawara and K. Kumura (1987) : Study on behaviour of purse seine- 4, Large scale model experiment of horse mackerel purse seine. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 49, 63-80.
- Park J. S. (1986) : A study on the fishing ability of the mackerel purse seine operating and the fishing condition in the sea area of Cheju Island. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 22(3), 42-46.
- Park J. S. (1986) : 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. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 22(2), 7-15.
- Park J. S., T. Aoyama and M. Suzuki (1986) : 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. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 22(4), 32-40.
- Park J. S. (1989) : Studies on the mackerel purse seine operating in the sea area of Cheju Island- 3, Fishing ability of purse seiner by classes of boat size. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 25(2), 61-69.
- Park J. S. (1991) : Studies on the mackerel purse seine operating in the sea area of Cheju Island- 4, The characteristics of catch and ability in purse seine. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 27(4), 247-254.