

機船權現網의 研究

1. 在來式 漁具의 流体抵抗과 그물뜰에 관하여

李秉錡・梁龍林・徐永台・孫富一

(釜山水產大學) (統營水產高等專門學校)

STUDY ON THE ANCHOVY BOAT SEINE

1. On the Hydrodynamic Resistance and Performance of the Conventional Gear

by

Byoung-gee LEE* , Yong-rim YANG* , Young-tae SU** and Boo-il SON**

(* Pusan Fisheries College
 ** Tong-young Fisheries Junior College)

A boat seine has been used as a major fishing gear for catching anchovy (*Engraulis japonica*) in the southern coastal waters of Korea since 1920s.

The original seine was operated by two rowing boats as the haul seine. The rowing boats were, in recent, replaced by powered boats. The net size was enlarged by more than three times the original net as they began to be operated in the deeper waters of approximately sixty meters. However, there are many problems in the efficiency of the fishing gear to be improved.

The authors studied on the hydrodynamic resistance and performance of the boat seine net of the 1/10 scale model in tow. The results are summarized as follows.

1. The hydrodynamic resistance converted from model experiment into the full scale is:

$$R_1 = 30,000 v^{1.2} \quad (0.2 \leq v \leq 1.0)$$

$$R_2 = 16,000 v^2 \quad (0.2 \leq v \leq 0.6)$$

where R_1 and R_2 denote the resistance of whole gear and of bag net in *kg* respectively, and v the speed of flow in *m/sec*.

2. In the extension wing, approximately seventy percent of the length of the ground rope from the towing end to the inside-wing slopes down from sea level toward the sea bottom, while the thirty percent of the inside of it remains parallel with the sea level. The performance is regarded to be inefficient for driving fish shoal into the inside-wing, especially for the shoal diving suddenly.

3. At the towing speed higher than 0.2 *m/sec*, the trailing edge of the inside-wing is blown backward beyond the seaming line connecting the inside-wing and the mouth of the bag net. It is regarded as an unreasonable performance to drive the fish shoal smoothly into the bag net.

4. At the towing speed higher than 0.2 *m/sec*, the posterior end of the lower bosom is lifted up above the level of the ground rope of the inside-wing. It is considered that the fish shoal diving suddenly can escape through the discrepancy between the lower bosom

and the sea bottom, even if the ground rope of the inside-wing sweeps the sea bottom.

5. The angle of inclination of the upper bosom is estimated as 35~40°. It seems that the inclination is too steep to drive smoothly the fish shoal diving toward the sea bottom into the bag net.

6. In structure, circumference of the posterior section of the bag net is wider by 1.3 times that of the anterior section. Actually in towing at a speed higher than 0.2m/sec, however, the circumference of the posterior section becomes smaller than that of the anterior section. It is recommended to be designed in a long cylindrical form.

緒 言

權現網은 韓國 南海岸에서 멸치를 잡는 漁具, 漁法이다. 이 漁法은 1920년대에 日本에서 도입된 것인데, 도입 초기에는 漁船으로서 槽槽船 두 척을 썼으며 距岸 200m 정도에서 投網, 노를 저어서 陸岸에 도착, 漁船을 陸岸에 계류한 후, 手動式 캡스틴(capstan)에 의하여 漁具를 漁船에 까지 끌어 드리는 순수한 引網漁法을 썼다.

그 후 시대의 추세에 따라 漁船과 裝備는 動力化되었으며, 지금은 曳船으로서 20t, 70~100h.p급 動力船이 쓰이고 漁法도 완전한 引網漁法으로 발달했다. 그러는 동안, 漁具의 크기도 자루 入口 둘레를 기준으로 하면 3~4배나 커졌으나 漁具의 기본 구조는 거의 변하지 않았다.

그런데, 최근 漁場이 점점 遠海로 확대됨에 따라 漁具의 性能에 관한 기본적인 검토가 요청되고 있다. 그동안 이 漁具, 漁法에 관해서는 李¹⁾(1964)와 水産振興院²⁾(1967)에 의하여 漁具構造가 소개된 바는 있으나 漁具學 이루어진 바는 없다. 이에 著者들은 이 漁具·漁法에 관한 계통적인 연구의 첫 단계로서의 연구가서 $\frac{1}{10}$ 크기의 模型漁具를 제작하여 流体抵抗과 曳網중의 그물꼴에 관하여 연구한 바 있으므로 그 결과를 보고한다. 이 실험에 쓰인 漁具의 母型은 忠武市 일원에서 보편적으로 쓰이는 것이다.

또 이 研究는 機船權現網漁業協同組合의 研究助成費에 의한 것임을 밝혀 謝意를 표한다.

方 法

1. 模型漁具의 제작

模型漁具의 제작은 Tauti (田内)³⁾의 比較法則에 의거했으며 세부 구조는 다음과 같다. 다음 글 중 添字 1은 實物漁具를, 2는 模型漁具를 의미한다.

① 模型漁具의 크기 λ_2 는 實物漁具의 크기 λ_1 의 $\frac{1}{10}$ 로 했다. 즉

$$V = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{1}{10}$$

② 대응하는 각 부분에 있어서의 그물실의 재료, 굵기 및 그물코의 크기는 實物이나 母型이나 같도록 했다. 즉 실의 직경을 d , 그물코의 펼힌 길이를 $2l$, 실의 비중을 ρ 라 하면

$$\frac{d_1}{l_1} = \frac{d_2}{l_2}, \quad \rho_1 = \rho_2$$

③ 따라서 曳網速度도 實物이나 模型이나 같다. 즉 流速을 v , 그 비를 V 라 하면

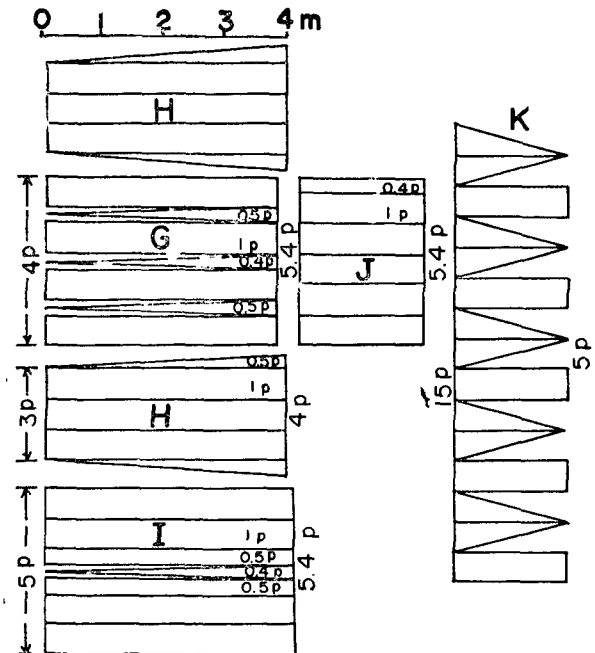


Fig. 3. Drawing of the bag net model.

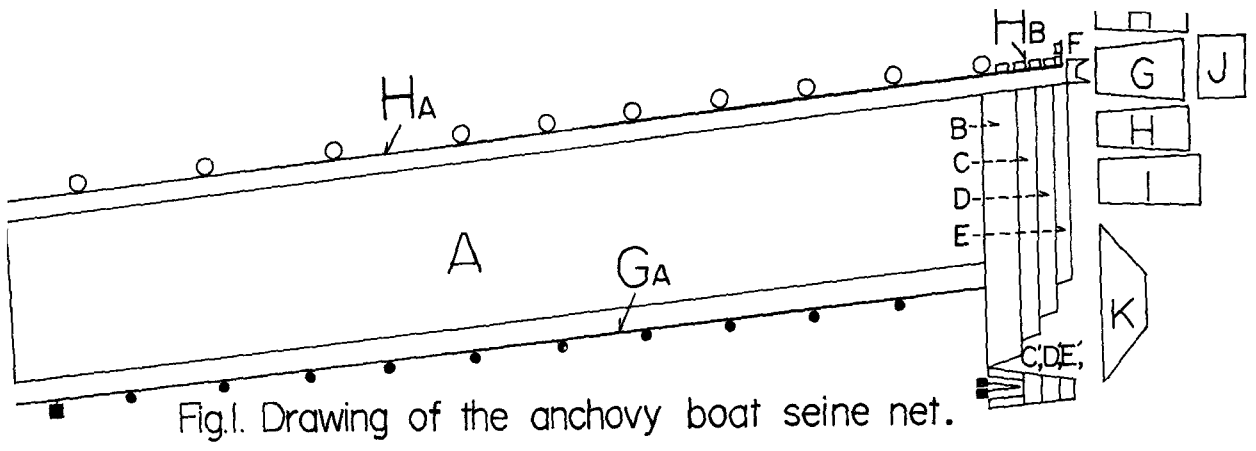


Fig.1. Drawing of the anchovy boat seine net.

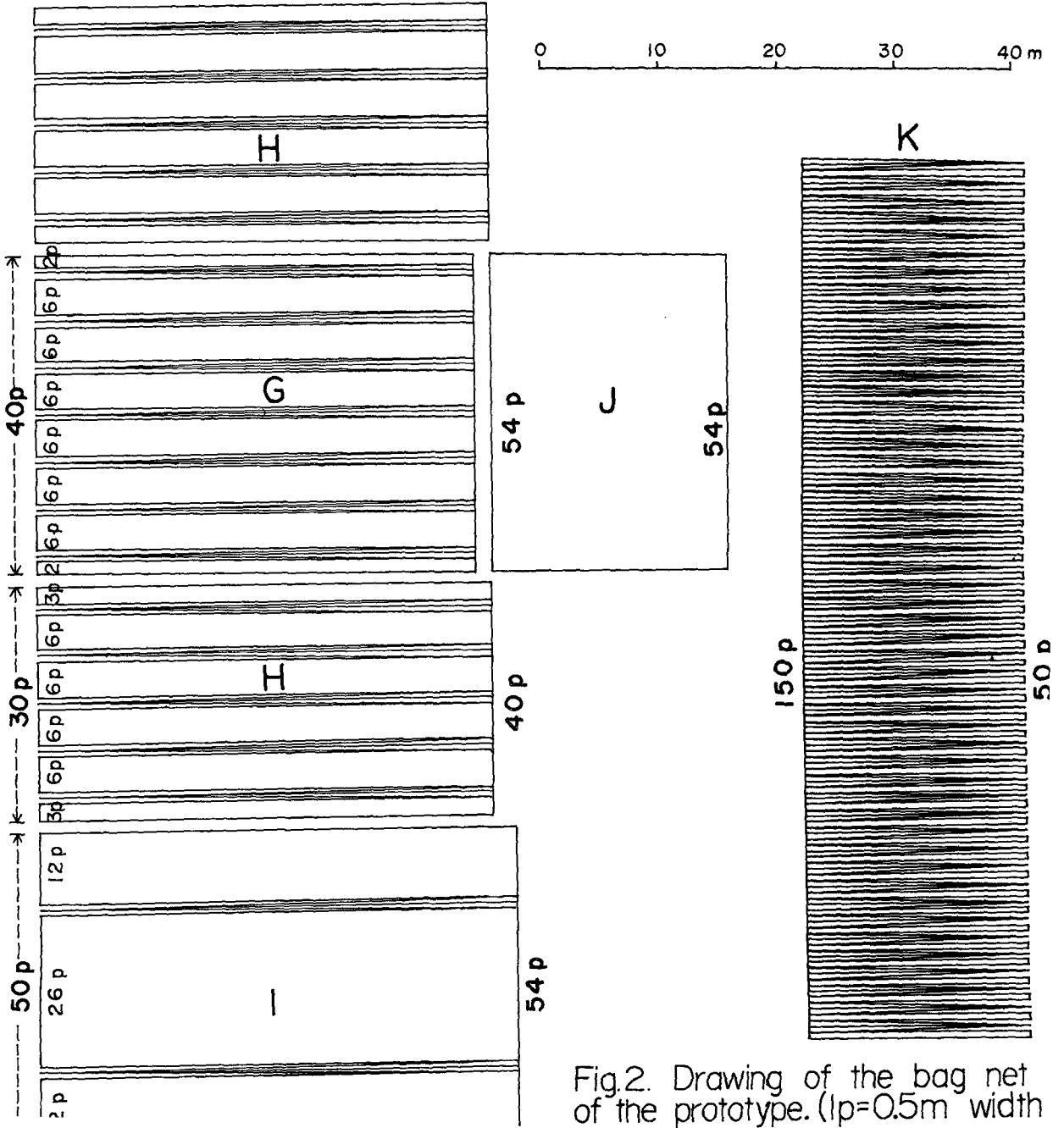


Fig.2. Drawing of the bag net of the prototype. (1p=0.5m width)

$$V^2 = \frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{d_2(\rho_2 - 1)}{d_1(\rho_1 - 1)} = 1$$

④ 그물의 각 부분에 미치는 張力, 즉 浮力이나 沈降力의 비는 $\frac{1}{10}$ 이다.

즉
$$\frac{T_2}{T_1} = \Delta V^2 = \frac{1}{10}$$

⑤ 流体抵抗의 비는 $\frac{1}{100}$ 이다.

즉
$$\frac{R_2}{R_1} = \Delta^2 V^2 = \frac{1}{100}$$

Fig. 1은 漁具의 전체적인 配置를, Fig. 2는 實物의 자루 부분의 網地配置를, Fig. 3은 模型의 자루 부분의 網地配置를, Table 1은 實物과 模型의 材料 및 세부 구조를 나타낸다.

Table 1. Specification of the Materials and the Construction of the Actual Net and the Model

legend	parts of the gear	item	actual net	model net
A	extension wing (오 비 기)	material	P. E. & abacca mixed twine 2 ply., $\phi 5.0mm$Ⓐ	"
		mesh size	3.6m	"
		mesh long	125M	12.5M
		mesh deep	60M	6 M
		hanging line to head rope, and ground rope	same as Ⓐ, length 1.5m	"
B~E	inside-wing (수 비)	material	P. E. & abacca mixed twine 2 ply, $\phi 3.5mm$Ⓑ	"
		mesh size	B=1.08m, C=0.9m	"
		mesh long	D=0.78m, E=0.6m B=16.5M, C=8.5M	B=1.5M, C=1M
		mesh deep	D= 7.5M, E=7.5M 300M	D= 1M, E=1M 30M
B'	lower bosom (앞 치 마)	material	same as Ⓐ	"
		mesh size	3 m	1.62m
		mesh long	6 M	1M
C', D', E',	upper bosom (문 턱)	mesh wide	7 M	1M
		material	same as Ⓑ	"
		mesh size	same as C, D, E, of the inside-wing	"
F	square (앞창)	mesh long	same as above	"
		mesh deep	30M	3M
		material	same as Ⓑ	"
		mesh size	0.35m	"
G	bag net (자루)	mesh wide	30M	3M
		mesh long	20M	2M
	baiting (동판)	material	kuralon	"
		spec. of netting	square mesh, 0.5mm in 1 leg, 4ply×4ply	"
no. of panel at leading edge	no. of panel at trailing edge	40P	4P	
	length of netting	54P	5.4P	
		37.5m	3.75m	

棧船權現網의 研究

H	side panel (옆 판)	leading edge	30P	3P
		trailing edge	40P	4P
		length	39m	3.9m
I	belley (밑 판)	leading edge	50P	5P
		trailing edge	54P	5.4P
		length	40.5m	4.5m
J	back panel (등 판)	upper edge	54P	5.4P
		lower edge	54P	5.4P
		length	20m	2.0m
K	flapper (갈매기)	leading edge	150P	15P
		trailing edge	50P	5P
		length	18.7m	1.87m
Ha Hb Hc	head rope (뚝 출)	material	manila rope, ϕ 21mm	" , ϕ 15mm
		length		
		(ext. wing)	432m(one side)	43.2m(one side)
		(inside-wing)	31.8m(")	3.4m(")
Ga Gb	ground rope (발 출)	material	manila rope, ϕ 30mm	"
		length		
		(ext. wing)	450m	45.0m
O □	floater (large) (뚝)	material	plastic, ϕ 400mm	" ϕ 180mm
		buoyancy	30kg	buoyancy 3.3kg
□	(small)	attached No.	28pcs (both side)	26 pcs(both side)
		hanging line	same as ㉔, length 1.5m	" , 0.15m
		material	sponge, buoyancy 500g	" , 110g
● ■	sinker (small) (발돌)	attached No.	180pcs(both side)	64 pcs (both side)
		(total buoyancy)	$30kg \times 28 + 0.5kg \times 180 = 930kg$	$3.3kg \times 26 + 0.11kg \times 64 = 92.8kg$
● ■	sinker (large)	material	stone, 2.7kg in water	cement, 0.3kg in water
		attached No.	50 pcs (both side)	45 pcs (both side)
		material	stone, 3.5kg in water	stone, 0.4kg in water
■	(total weight in water)	attached No.	4 pcs (both side)	4 pcs (both side)
		weight of the ground rope (0.2kg \times 900m)+weight of the sinkers 2.7kg \times 50+4kg \times 4=331kg	weight of the ground rope(0.2kg \times 90m)+ weight of the sinkers 0.3kg \times 45+0.4kg \times 4 =33.1kg	

(Note): Legends are as the same as Fig. 1.

P means number of panel, and the width of 1 panel=0.5m.

" means as same as the actual net.

2. 流速, 流體抵抗 및 그물골의 측정

實驗은 忠武市 統營水産高等專門學校 앞의 閑麗水道에 漁具를 고정시켜 놓고, 조류를 이용하여 漁具를 전개시킨 후, 5분간의 시간 간격으로 流速, 流體抵抗, 자부 길이 및 간격을 측정하여, 후에 流速에 따른 변화로 종합 정리하였다. 또 測定 당시의 水深은 7~7.5m이고 漁具의 최대 길이는 6m였으므로 海底의 영향은 무시했다.

Fig. 4는 測定 당시의 漁具와 觀測船의 고정 방법 및 測定具의 위치를 나타낸다.

A. 兩船 간격의 조절

두 曳船 사이의 간격에 해당하는 S_1S_2 는 직경 9mm의 P.E. 로우프에 미리 10m마다의 표시를 해 두었다가 필요에 따라 10m마다의 단계로 조절했다.

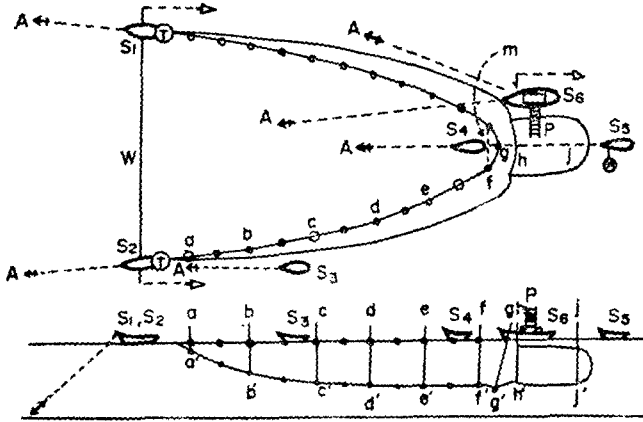


Fig. 4. Positions of observation, such as current, tension, depth and width.

- S_1-S_6 : observer
- T : tension meter
- ▷- : current measuring device
- ∞ : audible current meter
- aa'~jj' : depth measuring pole
- m : width measuring line
- W : wing end controlling line
- P : photographer

B. 流速의 측정

流速은 S_1, S_2, S_5, S_6 의 각 점에서 측정했는데, S_1, S_2, S_6 에서는 Fig. 5와 같은 測程板을 썼으며, S_5 에서는 廣井式聽音流速計를 썼다.

測程板으로써 측정할 때에는, 測定板이 觀測船 주변의 渦流의 영향을 받지 않도록 하기 위하여 船首尾線에 수직으로, 줄이 통과하는 고리가 船艙에서 3m떨어지도록, 支柱를 설치했다. 流速은 測定板을 투입한 후, 줄에 미리 표시한 0m, 10m, 20m의 표시가 마찰 없이 고리를 통과 하는데 요하는 시간을 스톱 워치 (stopwatch)로 측정한 후 秒速으로 환산했다.

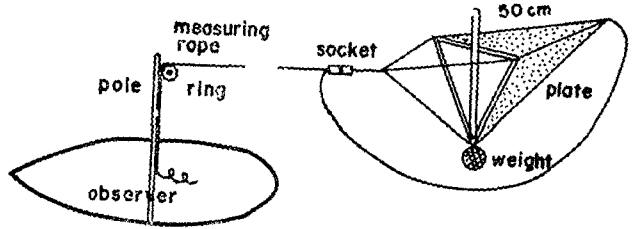


Fig. 5. Current measuring device.

C. 漁具의 全抵抗의 측정

漁具 抵抗의 측정에는 秤量이 100kg, 200kg, 400kg되는 스프링 張力計를 제작하여 사용하였는데 그 오차율은 ±5% 이내이다.

또 張力計 바로 뒤에는 角度器를 장치하여 끈줄의 경사각을 측정했다.

D. 자루 만의 抵抗의 측정

Fig. 6과 같이 직경 12mm의 철근으로서, 둘레가 자루 入口 둘레 (7.5m)와 같은 원형의 틀 (frame)을 만들어 入口에 결부시키고, 네귀에서 직경 9mm의 P.E. 로우프로써 길이 3m의 목줄을 내고, 목줄의 집합점에서 길이 2m의 끈줄을 내어서 觀測船 선미에 있는 張力計에 연결하고, 조류의 변화에 따른 張力의 변화를 측정 한 후 정리하였다.

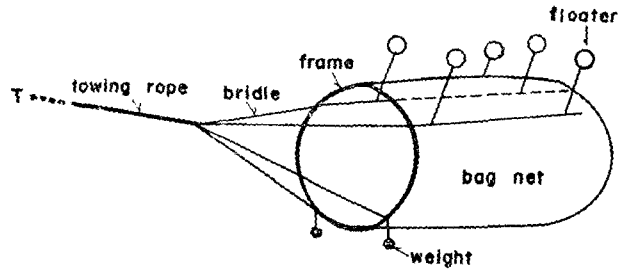


Fig. 6. Resistance measurement of the model bag net.

또 이 때 물의 아래쪽 두 귀에는 水中重量 2kg의 돌을 달고, 등판쪽에는 浮力 3.3kg인 뜰 5개를 달았다.

자루의 抵抗으로서는 측정된 張力의 水平分力에서 뜰·뜰·돌·줄 등의 抵抗이 제외되어야 될 것이나, 뜰은 실제 조업중에도 다는 것이므로 자루의 抵抗에 포함시켰고 그 외다른 것의 抵抗은 자루 자체의 抵抗에 비하여 상당히 작으므로 측정 오차 안에 포함시켰다.

또 이 때 曳網速度에 해당하는 流速은 자루와 나란한 위치에서 다른 관측선이 測定板을 켜서 측정하였다.

E. 각부 길이 및 간격의 측정

각부 길이의 측정에는 처음에는 두가지 방법을 썼다. 즉 한가지는 Fig.4의 a',b',c',d',e',f',g',h',i'의 자점의 발출(h',j'는 자루 밑판)에 미리 10m마다의 표시가 된 실의 끝을 묶고, 대응하는 뜰줄의 자점 a,b,c,d,e,f,g,h,j에서 실을 당겨서 눈금을 읽는 방법을 썼다. 다른 한가지는 실을 묶은 점과 같은 점에, 미리 10cm마다 표시가 된 길이 4~6m의 대나무 막대기를 묶고, 대응하는 뜰줄의 자점에 막대기가 넘어지지 않고 상하 운동만 하도록 고리를 만들어서, 고리와 일치되는 눈금을 읽는 방법을 썼다. 막대기의 경우는 힘이 있기는 하나 실로써 측정할 것과 비교하여 큰 차이가 없으며 관측이 훨씬 편리하므로 나중에는 막대기만 써서 측정했다. 이 때의 오차의 한계는 ±10cm라고 보았다.

F. 사진 촬영

5급 배를 자루그물 바로 옆에 고정, 舷側에 사다리를 장치하여 촬영자의 눈 높이를 수면 상 4m되게 하고, 자루와 수비의 그물끝의 변위를 5분간의 시간 간격으로 촬영했다.

結 果

1. 漁具의 全抵抗과 자루만의 抵抗

Fig.7은 실험에서 측정된 결과로, 兩船 간격 40m (실제 조업할 때의 投網 초기부터 중기까지의 상태와 닮은 꼴)인 때, S₁, S₂에서 측정된 流速의 평균을 曳網速度로, 양 관측선에서 측정된 張力의 합계를 全抵抗으로 보았을 때, 이들 사이의 관계 및 流速에 대한 자루만의 抵抗을 全對數 그래프에 그릴 것이다.

이 Fig.7에서 측정치들은 거의 일직선상에 있는데 그 방정식을 구하면

$$\text{全 抵 抗 } R_1 = 300v^{1.2} \quad (0.2 \leq v \leq 1.0)$$

$$\text{자루 抵 抗 } R_2 = 160v^2 \quad (0.2 \leq v \leq 0.6)$$

이다. (단 R는 kg, v는 m/sec)

2. 각부의 길이 및 전개 폭

Fig.8은 曳網速度의 변화에 따른 각부 길이 및 수비 앞 끝 사이의 간격의 변화를 나타낸다.

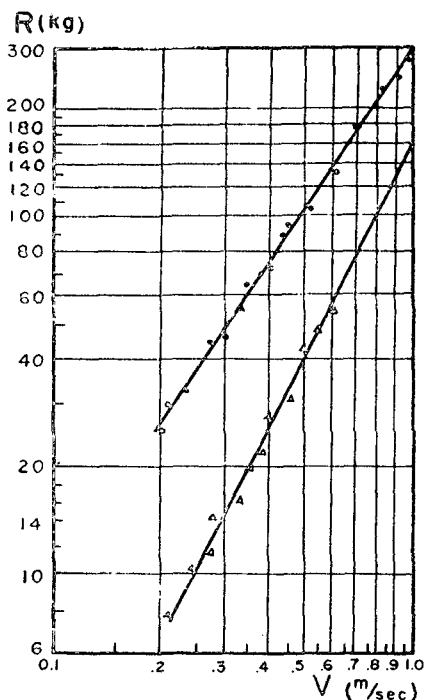


Fig. 7. Total resistance and bag net resistance of the model in accordance with current speed, for wing distance 40m,

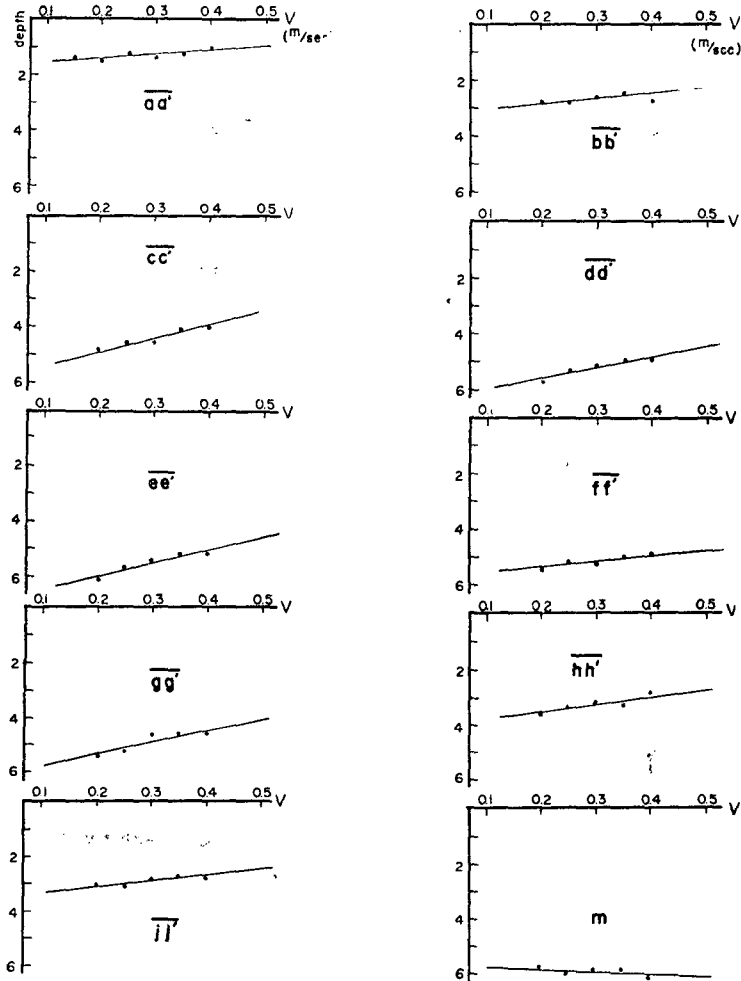


Fig. 8. Variation of depth and width in accordance with current speed.

考 察

1. 漁具의 流體抵抗

Fig. 7에서 보는 바와 같이 模型漁具의 流體抵抗은

$$\text{全 抵 抗 } R_1 = 300v^{1.2} \quad (0.2 \leq v \leq 1.0)$$

$$\text{자루 抵 抗 } R_2 = 160v^2 \quad (0.2 \leq v \leq 0.6)$$

로써 표현된다. 이것을 比較法則에 의하여 實物漁具에 대하여 환산하면

$$\text{全 抵 抗 } R_1 = 30,000v^{1.2} \quad (0.2 \leq v \leq 1.0)$$

$$\text{자루 抵 抗 } R_2 = 16,000 v^2 \quad (0.2 \leq v \leq 0.6)$$

이다.

그런데 이들 식에서 全抵抗은 $v^{1.2}$ 에 비례하는데 비하여 자루만의 抵抗은 v^2 에 비례하는 것은, 全抵抗을 측정할

機船權現網의 研究

때에는 曳網速度가 빨라짐에 따라 그물꼴에 여러 가지 변형이 일어나고, 특히, 발줄이 들어 올려져서 正面射影面積이 작아지는데 비하여, 자루만의 抵抗은 入口가 일정한 틀에 묶였기 때문에 모양이 변하지 않고, 따라서 正面射影面積이 일정한 데에 기인한 것 같다. 그러나 실제에 있어서는 틀이 없으므로, 曳網速度가 빨라지면 正面射影面積이 작아져서 v^2 보다는 작은 값에 비례하리라 추측된다.

또 실제의 曳網速度의 범위인 $0.2 \sim 0.3 \text{ m/sec}$ 에 있어서의 全抵抗에 대한 자루만의 抵抗의 비는 $0.26 \sim 0.30$ 이다.

그런데, 자루 · 수비 · 오비기의 正面射影面積을 비교해 보면,

① 자루는 둘레 7.5 m인 원이라고 보면,

$$S_1 = \pi \left(\frac{7.5}{2\pi} \right)^2 \div 4 (m^2)$$

② 수비는 兩船間隔 40m인 경우, 수비 앞 끝 사이의 전개 간격이 약 6m, 깊이가 약 6m, 따라서 한 쪽 수비의 正面射影面積은,

$$S_2 = \frac{\text{전개 간격} - \text{자루의 전개폭}}{2} \times \text{깊이} = \frac{6-2}{2} \times 6 = 12m^2$$

③ 오비기는 앞에서 본 폭이,

$$\frac{\text{양선 간격} - \text{수비 전개 간격}}{2} = \frac{40-6}{2} = 17m$$

깊이는 전 길이의 30%는 6m, 나머지 70%는 삼각형이고 최대 깊이를 6m라고 보면,

$$S_3 = 6 \times \left(0.3 \times 17 + \frac{1}{2} \times 0.7 \times 17 \right) \div 66m^2$$

따라서,

$$S_1 : 2S_2 : 2S_3 = 4 : 24 : 132 = 1 : 6 : 33$$

즉, 자루와 날개(오비기+수비)의 正面射影面積의 비는 1:39나 되는데 비하여, 抵抗의 비는 1:2.5 정도에 지나지 않는다. 그 이유는 그물감의 d/l (d 는 실의 직경, l 은 그물코 크기의 반)의 값에 따른 抵抗係數의 차이에서 온다고 보아진다. 즉 d/l 의 값을 비교하면,

$$\text{자루} \quad \frac{d_1}{l_1} = \frac{0.8}{5} = 0.16$$

$$\text{수비} \quad \frac{d_2}{l_2} = \frac{3.5}{420} = 0.0083$$

$$\text{오비기} \quad \frac{d_3}{l_3} = \frac{5}{1,800} = 0.0028$$

여서,

$$\frac{d_1}{l_1} : \frac{d_2}{l_2} : \frac{d_3}{l_3} = 57 : 3.3 : 1$$

이다. 따라서 漁具를 크게 하고자 할 때 오비기나 수비는 다소 크게 해도 抵抗이 크게는 커지지 않으나 자루는 조금만 크게 해도 抵抗은 상당히 커진다.

2. 예망종의 그물꼴

A. 날개(wing part)

(1) 옆에서 본 그물꼴

a. 오비기(extension wing)

Fig. 9는 Fig. 8의 결과를 이용하여 예망종인 어구의 측면도를 그린 것이다.

이 그림에서 보면 오비기 발줄은 $o \sim e'$, 즉 전 길이의 약 70%까지는 거의 직선을 이루면서 가라앉고, 그 뒤부터는 경사가 완만해졌다가, e' 이후는 조금 뒹오르는 경향이 있고, 앞치마 발줄($f'g'$)도 뒹오르고 있다.

오비기의 약 70%까지가 거의 직선적으로 경사를 이루면서 가라앉는다는 것은, 오비기를 제태와 같이 앞이나

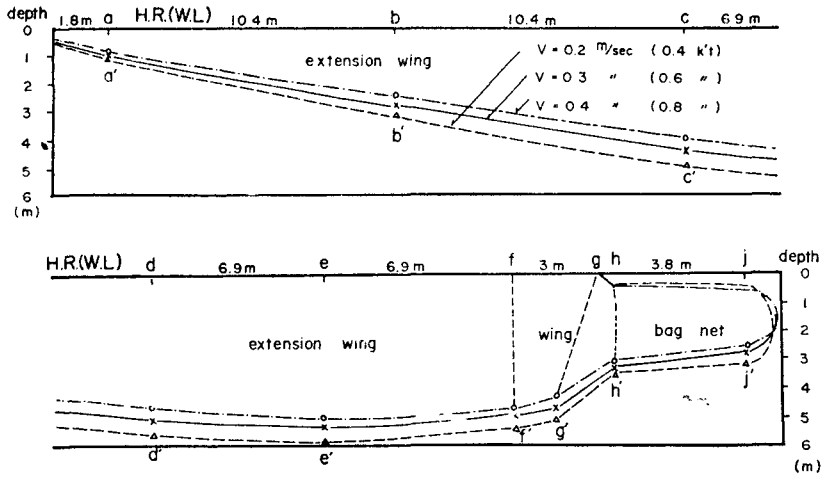


Fig. 9. Side view of the net in tow.

뒤나 깊이 코수가 같도록 편망한다는 것이 무의미할 뿐만 아니라, 앞쪽으로 갈수록 여분의 그물코 끼리 서로 붙어서 抵抗만 커지고 資材만 낭비가 된다는 것을 의미한다. 따라서, 오비기는 앞쪽으로 갈수록 깊이 코수가 줄어들도록 편망하여 예망중의 모양에 가깝게 하는 것이 좋다.

b. 앞치마(lower bosom)

앞치마는 수비의 발출 부분이 해저에 파고 들어가서 썰을 뜨는 것을 방지하는 것이 주목적이므로 해저에 가볍게 닿으면서 끌려가야 한다. 그런데, 예망 속도가 빨라지면 뒤끝이 들어 올려진다는 것은, 깊은 곳에서 조업할 때에는 자칫하면 魚群이 이 부분으로 해서 아래 쪽으로 도피할 우려가 있다.

앞치마의 뒤끝이 들리는 원인은 뒤끝에 미치는 자루 그물의 抵抗에 기인한다고 생각된다. 즉, 앞에서 언급한 바와 같이, 자루만의 抵抗이 全抵抗의 30%나 되는데 자루의 위치가 그물 전체 길이의 반 이상에 위치하므로, 그 抵抗이 문턱을 거쳐서 앞치마에 전달되고, 문턱의 경사 때문에 위로 들어 올려진다고 생각된다. 그 힘의 크기를 정확히는 알 수 없으나, 水中重量 3~4kg되는 돌을 4~5개 다는 정도로서는, g'가 들어 올려지는 것을 방지하기가 곤란하며, 예망 속도가 빨라지면 抵抗이 커지므로 들어 올려지는 현상이 더 심해진다.

이 문제는 기본적으로 曳網張力의 전달 방법을 개선하지 않고서는 시정하기가 곤란하다. 즉, 기본적으로는 자루의 抵抗이 문턱에 전적으로는 걸리지 않도록 해야 한다. 그러기 위해서는, 오비기의 뜰줄과 발출의 어떤 점으로부터 자루 入口에 이르는 힘줄(man rope)을 넣어서, 자루의 抵抗은 이것에 의하여 발출에 바로 전달되도록 하고, 앞치마 부분의 발출은 曳網張力을 전달하는 부담을 지지 않고 이 부분을 가라 앉히는 역할만 하도록 하는 것이 좋을 것 같다.

c. 문턱(upper bosom)

문턱은 魚群이 가라앉으면서 도피하고자 하는 것을 차단하여 자루그물로 유도해야 하는 부분인데, 여기서 문제가 되는 것은 그 경사 각도이다. Fig.9에서 추산한 바에 의하면 이 각도는 35°~40°이다. 그런데, 이 부분이 직선상으로 경사해 있으면, 그 각도가 다소 크더라도 크게는 문제되지 않을 것이나, 抵抗에 의하여 아래로 오목하다면, 入口 근방에서는 그 각도가 더욱 커져서, 魚群이 이것을 타고 올라갈 수 있을 지 의문이다. 이런 의미에서 문턱은 다소 긴 편이 유리하다고 생각된다.

(2) 위에서 본 그물뜰

a. 수비(inside wing)

예망중인 어구의 平面的 形狀을 上面에서 관찰 또는 사진에 의하여 분석해보면, 오비기 부분은 바깥 언저리가 뜰줄보다 조금 바깥쪽으로 볼록한 상태여서 전체 상태에 무리가 없으나, 수비 부분은 예망 속도가 0.2m/sec 이상만

되면 바깥 언저리가 지나치게 볼록할 뿐만 아니라, 뒤 언저리는 자루 入口보다도 더 뒤로 쳐져 있다. Fig.10은 이것을 나타낸다.

원래 수비는 오비기에 의하여 구집된 魚群을 자루로 유도하는 부분인데, 이 끝은 魚群을 원활하게 유도하는데 아주 좋지 못하다고 생각된다.

曳網漁具에서는, 일반적으로 魚群을 큰 각도로 방향을 바꾸게 해서 유도하는 것은 좋지 않다고 생각되며, 또 그물 언저리에의 接線은 어느 점에서 굽든지 반드시 曳網方向과 銳角을 이루어야 한다고 생각된다. 이런 관점에서 보면 수비 언저리 뒷부분의 모양은 아주 좋지 못하다.

이렇게 되는 이유는 무엇인가? 그것은 그물감이 움살 없이 반듯하게 펼쳐지기 위한 가로 세로의 成形率을 고려하지 않은 어구의 구성 방법의 결함, 특히, 수비와 오비기, 수비와 자루의 연결부에 있어서의 상대적 길이의 차이가 너무 큰 데에 주 원인이 있는 것 같다.

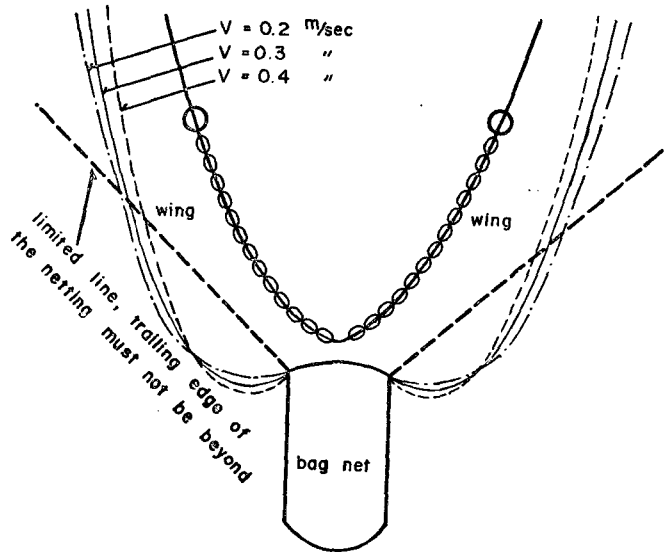


Fig. 10. Bird-eye view of wing and bag net in tow.

즉 그물감은 가로·세로의 成形率 H_1 , H_2 사이에

$$H_1^2 + H_2^2 = 1$$

이라는 관계가 성립되어야만 반듯하게 펼쳐지는 것이나, 수비 부분에서는

$$H_2^2 < 1 - H_1^2$$

이기 때문에 그물감의 중앙부에 여분이 생기고, 그것이 예망에 의한 흐름의 영향으로 뒤쪽으로 밀려서, 앞에 달한 바와 같은 그물끝이 된다고 생각된다.

實物漁具에서 수비 뜰출 방향의 成形率을 H_1 , 이에 대응하여 그물감이 반듯하게 펼쳐지기 위한 깊이 방향의 成形率을 H_2 , 이에 따른 수비 각부의 깊이를 계산하면 Table 2와 같다.

Table 2. Calculated Hanging Rate and Opening along Depth at Inside-wing

legends	H_1	H_2	mesh size	meshes along depth	P
B	90%	44%	1.08m	300	143m
C	89	46	0.90	300	124
D	87	49	0.78	300	115
E	85	53	0.60	300	95

(Note) (1) legends are as the same as Fig. 1.

(2) H_1 : given hanging rate along head rop.

(3) H_2 : hanging rate along depth calculated from $H_2^2 = 1 - H_1^2$.

(4) P: opening along depth calculated from $P = \text{mesh size} \times \text{meshes along depth} \times H_2$.

한편, 오비기에 있어서의 成形率은 뜰출에서는 96%, 발출에서는 100%이나, 오비기의 전개 깊이가 뜰출의 成形率에 의해서만 결정된다고 보더라도, 깊이 방향의 成形率은 30% 밖에 안되며, 따라서 오비기의 계산상의 전개 깊이는

$$3.6m \times 60코 \times 0.3 = 65m$$

이다. 그런데 實測의 결과(Fig.9), 예망속도 0.2 m/sec인 때의 오비기의 최대 깊이가 模型에서 6m이므로 實物

로 환산하면 60 m인데, 이것은 흐름에 의하여 그물감이 바깥쪽으로 불록해지는 것을 감안한다면, 계산치와 실측치가 잘 일치하는 셈이다.

그런데 이 오비기에 연결된 수비의 전개 길이는, Table 2와 같이 B부분에서는 143 m나 되어, 오비기의 전개 길이의 2배 이상 된다.

또 한편, 수비의 뒤쪽에는 자루가 붙어 있는데 자루 入口의 전 둘레는 약 75 m(緞子網地 150몰×폭0.5m)에 지나지 않으며, 더욱이 자루 그물은 緞子網地이므로 그 둘레가 成形率에 의하여 변하는 것도 아니거니와, 入口 둘레에는 코걸이 줄이 있어서 그 길이가 변할 수도 없다.

그런데, 수비의 끝부분(자루와의 연결부)에도, 자루 入口 둘레의 코걸이 줄과 길이가 같은 힘줄이 붙어 있으므로, 이 부분(Fig. 1의E)의 전개상태는 이 코걸이 줄의 길이에 의하여 결정되어 버린다. 그런데, 이 부분의 수비의 계산상의 전개폭은 한쪽이 95 m이고 양쪽 합하면 190 m인 위에, 또 앞창, 문턱 등도 가산되므로 이 부분의 전 둘레는 200 m나 된다.

즉 이 부분에는 실제로 그물코가 전개될 수 있는 한도(즉, 자루 入口의 둘레 75m)의 약 3배 가까운 그물코가 접결되어 있다.

전체적으로, 수비는 앞에서는 오비기에 의하여, 뒤에서는 자루 入口에 의하여, 그 전개될 수 있는 한계가 정해져 있는데도 불구하고, 길이 방향에 여분의 그물감이 많이 주어져 있다. 그런데 만약 흐름이 뜰줄에 대하여 수직으로 작용한다면, 그물감은 양 옆으로만 불록해 질 것이나, 실제의 흐름은 뜰줄에 대하여 예각으로 작용하므로, 그물감은 뒤로도 쏠려서 중앙부는 수비와 자루의 결합부 보다도 더 뒤로 쏠리는 결과를 초래한다.

이 불록해지는 현상은 양선 간격이 커질수록, 예망속도가 빨라질수록 더 심해진다.

이상과 같은 결합을 시정하기 위해서는, 다음과 같은 방법을 생각할 수 있다.

① 수비의 길이 방향의 코수를 지금의 $\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}$ 정도로 줄이거나, 또는 그물코의 크기를 그런 정도로 줄이는 방법. 그물코의 크기를 줄이는 것은 魚群의 도피를 막는 다는 의미에서도 유리하다.

② 앞에서 본 그물끝에서 말한 바와같이, 오비기 발출의 어떤 점 부터 수비 길이의 $\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}$ 를 지나 자루 入口에 도달하는 힘줄을 넣어서, 발출의 沈降力이 충분히 발휘되도록 하므로써, 수비의 그물코가 아래쪽으로 더 전개되도록 하는 방법.

b. 앞창(square)

앞창은 자루 등판이 수면 아래 일정 깊이에 있도록 함과 동시에 위로 불록해 지도록 하기 위하여, 가랭이가 아래 쪽으로 가도록 해서 붙이고 있으나, 예망중에는 자루의 抵抗 때문에 뒤로 당겨져서 높게 되므로, 자루 등판이 일정 깊이에 있도록 하는 효과는 별로 없고, 등판 중앙부만 지나치게 앞으로 당겨진다.

일부에서는 앞창을 붙이는 방법을 이것과 반대로 가랭이가 앞으로 가게 하고, 양쪽 갓을 수비 뜰줄에, 뒷부분을 자루 등판에 붙이고 있는데, 張力의 전달에는 이 방법이 오히려 좋을 것 같다.

c. 문턱(upper bosom)

문턱은 앞·뒤 끝의 코수가 같은 직 4각형의 것이 보편적으로 쓰이고 있으나, 일부에서는 뒤끝이 좁은 3각형의 것도 쓰고 있다. 앞에서 고찰한 바와 같이, 수비 뒤끝의 폭을 줄이는 것이, 또 문턱의 경사각을 크게 하는 것이 좋다고 보면, 문턱은 뒤로 갈수록 좁은 삼각형이 합리적이다.

B. 자루 (bag net)

권현망의 자루는 특이하게 入口가 좁고 뒤가 넓은데, 그 비는 둘레의 길이로서 1.3배, 넓이로서 1.7배이며, 또 入口에 있어서의 가로·세로의 비는 4:3정도로 가로가 크다.

이와 같이 자루의 기본 형상이 보통의 曳網漁具와는 특이하게 다른 이유는, 권현망은 예망 속도가 아주 느리고(보통 0.2m/sec 내외), 예망 거리가 짧은 위에, 자루의 $\frac{d}{V}$ 는 수비의 그것의 20배나 되어 물의 여과 성능이 나쁘므로, 그물을 끌고 가자는 의도 보다도, 자루 안에 물을 가두어서 자루 뒤쪽을 전개시켜, 자루에 들어간 魚群의 游泳空間을 크게 하여, 도피 발작을 덜 일으키게 하려는 데 있는 것 같다.

그런데, 측정된 결과는 Fig. 9에서 보는 바와 같이 曳網速度가 0.2 m/sec 이상만 되면 그물끝은 오히려 앞이 깊

고 뒤가 얇으며, 또 入口의 전개 상태도 폭 보다 길이가 길다.

예망중의 그물끝이 이와 같이 되는 원인은, 예망 속도가 아주 느릴 때에는 그물감의 流体抵抗 보다는 水中重量이 크므로 본래 의도하는 바가 어느 정도는 나타나나, 예망 속도가 빨라지면 水中重量 보다 流体抵抗이 커지고, 또 자루 뒤편에는 흐름이 수직으로 놓이는 뒤편이 있으므로, 여기에 미치는 抵抗이 대단히 커서 뒤편 중앙부가 뒤로 밀리므로, 자루 뒤편의 뒤끝도 들어 올려지게 되는데 있는것 같다.

또, 자루를 위면에서 관찰한 바에 의하면, 예망 속도가 아주 느릴 때에는 앞이 좁고 뒤가 넓으나, 예망 속도가 0.2 m/sec 이상 되면, 뒤쪽에 있는 그물감이 서로 겹쳐져서, 뒤쪽을 넓게 한 효과가 없어진다. 이것은 자루 뒤쪽의 단면적이 앞쪽의 단면적 보다 70%나 큰 데서 오는 당연한 결과라고 생각된다.

그러면, 자루 그물의 구조는 어떤 것이 합리적인가? 이것은 급후 더 연구되어야 할 문제이나, 원칙적으로는 자루가 바르게 전개 되도록 하고, 또 흐름이 正面과는 다소 어긋난 각도에서 오더라도 그물틀이 크게는 비틀어지지 않아야 한다는, 漁具의 安定을 위주로 해서 생각하면, 자루의 단면적이 뒤로 갈수록 작아지는 것이 좋다. 그러나 그렇게 하므로써, 魚群의 유영 공간이 좁아져서 자루에 들어간 魚群의 安定上 좋지 않다고 생각된다면, 자루의 전체적인 모양은 길다란 원통형이 되게 하고 자루의 容積을 크게 하는 것은 자루의 길이를 길게 하므로써 달성하는 것이 합리적일 것 같다.

要 約

자루 入口의 둘레가 緞子網地 150골(75m)되는 權現網漁具의 $\frac{1}{10}$ 크기의 模型을 제작하여, 漁具의 流体抵抗과 曳網중의 그물끝에 관하여 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 模型 漁具로 부터 환산된 實物漁具의 流体抵抗은 (R 은 kg, v 는 m/sec)

$$\text{全 抵 抗} \quad R_1 = 30,000v^{1.2} \quad (0.2 \leq v \leq 1.0)$$

$$\text{자루 抵 抗} \quad R_2 = 16,000v^2 \quad (0.2 \leq v \leq 0.6)$$

2. 曳網중의 그물끝은

① 오비기(extension wing) 발출의 전 길이 중, 앞 끝부터 약 70%까지는 직선상으로 깊어지며, 海底에 나란한 부분은 안쪽 약 30% 정도이다.

② 수비(inside-wing)의 바깥 언저리는 曳網速度가 0.2 m/sec 이상 되면, 자루와 수비의 연결부 보다 더 뒤로 쏠리서, 魚群을 자루로 유도하는 데 합리적인 형상이 아니다. 이것을 시정하기 위해서는, 수비의 깊이 방향의 코수를 $\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}$ 정도로 줄이거나, 또는, 그물코의 크기를 그런 정도로 줄임과 동시에, 자루 入口에서 오비기 발출로 가는 힘줄을 넣어서 수비에는 曳網張力이 적게 미치도록 하는 것이 좋다고 생각된다.

③ 앞저마(lower bosom)는 曳網速度가 0.2 m/sec 이상 되면, 뒤끝이 들어 올려져서 水深이 깊은 漁場에서는 수비에 까지 유도된 魚群도 이리코 해서 도피할 우려가 있다.

④ 문턱(upper bosom)의 계산 상의 경사 각도는 $35^\circ \sim 40^\circ$ 이다. 이것은 魚群을 자루그물로 원활하게 유도하기에는 너무 크다고 보아진다. 따라서, 문턱은 좀 더 길게 해서 경사 각도를 작게 하는 것이 좋다고 생각된다.

⑤ 자루(bag net)의 모양은 曳網速度가 0.2 m/sec 이상 되면, 뒤쪽이 앞쪽보다 좁아져서, 구성상 앞쪽보다 뒤쪽을 넓게 한 의도가 나타나지 않는다. 따라서 자루 그물은 전체 모양이 길다란 원통형이 되게 구성하는 것이 합리적이라고 생각된다.

文 獻

- 1) 李秉鎭: 機船權現網漁業(1964, 프린트).
- 2) 水産振興院: 韓國漁具圖鑑(1967).
- 3) Tauti, M (1934): A Relation between experiments on model and on full scale of fishing net. Bull. Jap. Soc. Fish. 3. (4) 171—177.