

2척식 중층트롤 모형실험

Scale model testing of a two-boat midwater trawl net

(지도 張 志 元)

김 천 덕

김 배 안

(부산수산대학)

Abstract

A scale model net test of the operation of a small two-boat midwater trawl net was performed in the circulating water tank at Pusan Fisheries College. The 1/32 scale model net was constructed after the modelling law of M. Tauti. This type of net is used in Europe for catching sprat like Hering. The net used was 1/32 the actual size. This scale was chosen with consideration for the water tank size.

In this experiment, the transformation of the net shape was observed especially in regard to variations in the height and breadth of the net mouth. These dimensions were varied by changing the breadth of the towing line and the connecting spread.

서 론

유법에서 청어류의 소형어(sprat)를 대상으로 하는 소형2척식 중층트롤은, 본 대학 회류수조실에서 수조의 규모를 고려하여 축소비 1/32 scale의 model net testing을 행하여 보았다.

이 실험에서는 속도 변화에 따르는 망형의 변화 즉, 망구의 높이, 망구의 폭 등을 예인선의 간격 및 warp의 길이에 따라 관찰하였다. 이 실험은 M. Tauti의 어구모형 실험방법에 따라 시행하였다.

모형실험 및 방법

모형망은 아래 방법에 의해 수조에 알맞게 축소하였으며, 모형망과 원형망의 재 치수는 Figure I 및 Table I과 같다. 단, 실물망의 치수는 괄호 안에 표시하였으며, 원형망은 FAO의 Catalogue of Fishing Gear Designs의 data sheet No. 127을 참고하였다.

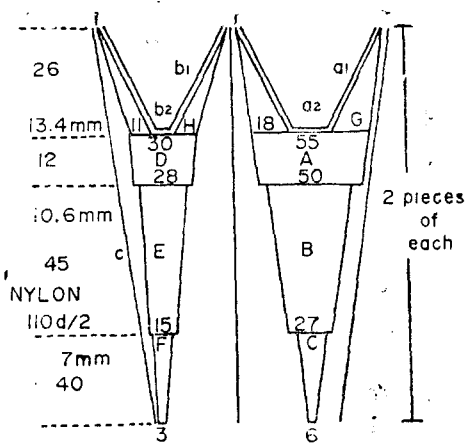


Fig. 1. Drawing of Model net.

Table 1. Dimensions of model net and its appendages

Webbing	A	B	C	D	E	F	G	H	
Material	Nylon								
Type of knot	Sheet bent								
Twine size	Diameter		0.23 mm (0.81)	110d/2 (210d/9)					
Stretch mesh (mm)	13.4(48)	10.6(38)	7(25)	13.4(48)	10.6(38)	7(25)	13.4(48)	13.4(48)	
Upper edge	55 (495)	50 (440)	27 (240)	31 (279)	28 (248)	15 (135)	1 (1)	1 (1)	
Lower edge	50 (440)	27 (240)	6 (60)	28 (248)	15 (135)	3 (30)	18 (165)	11 (93)	
Depth	12 (110)	45 (400)	40 (360)	12 (110)	45 (400)	40 (360)	26 (230)	26 (230)	

() Full scale

1. 모형그물의 구성

Ropes	a	b	c	d	Floats	Sinker
Number	2	2	4	4	10×2	9
Material	Nylon				볼크	lead(납)
Diameter(mm)	0.52	0.41	0.41	1.00		
Length Cm	81	75	93.5	as required		
Weight in air					1.01gr	5.6gr
Weight in water					-3.5gr	5.1gr
Construction					Sphere	Ellipsoid

Hanging

$$\frac{A}{aI} = 1, \frac{B}{A} = \frac{1}{2}, \frac{C}{H} = 1, \frac{D}{D} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{C}{net} = 0.9$$

(1) 모형망 구성에 있어서 축척비는 $\frac{\lambda'}{\lambda} = \Lambda = \frac{1}{32}$ 로 정하였다. 여기서 λ' 는 모형망의 크기이며 λ 는 실물망의 크기이고 Λ 는 축척비이다.

(2) 수조의 회류속도와 실물망의 크기와의 관계는 대상 어류를 어획할 수 있는 실험 가능한 범위를 정하였으며, 속도비는 $U = \frac{V'}{V}$ 에서 $U = 0.53$ 으로 정하였다. 여기서 V' 는 회류수조의 유속이며 V 는 실물망의 예망속도이다.

(3) 모형망의 망사 직경 D' 를 구하는데 있어서, 원도는 동일하므로 식은 $\frac{D'}{D} = U^2$ 처럼 간단히 되어 쉽게 구할 수 있다. 먼저 (2)에서 U 를 구했으므로 U^2 은 0.28이다. 실물망의 망사는 230 R. Tex 를 사용하였으나, 우리나라 망사 210d/9합사는 232R. Tex이므로 그 차이는 매우 미소하다고 생각되므로 같은 굵기의 망사로 간주하였다. 이 직경은 유동현미경으로 10번 측정하였던 바 평균치는 0.81mm 였으며, 모형망 망사 직경 $D' = U^2 D$ 에서 U 를 대입하면 D' 는 0.23mm가 된다. 시중에서 구한 Nylon 110d/2 합사를 측정할 결과 0.22mm 였으며 0.23mm와 큰 차이가 없으므로 모형망 망사로 하였다.

(4) 그물코의 길이는 $\frac{D'}{D} = \frac{L'}{L} = M$ 에서 $M = U^2$ 이므로 $\frac{L'}{L} = U^2$ 이며, $\frac{L'}{L} = 0.28$ 로 실물망의 그물코 다리길이 L 를 각 부분마다 대입하여 모형망의 그물코 길이 L' 를 구하였다.

예컨대 모형망 구성상 위 네가지 방법에 따라 Figure I A의 Upper edge 그물코 수를 계산하면, $\frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{1}{32}$, $U = 0.53$, $\frac{D'}{D} = U^2 = 0.28$, $D' = U^2 D = 0.28 \times 0.81 = 0.23\text{mm}$, $\frac{L'}{L} = M = U^2$ 에서 $L' = LU^2 = 0.28 \times 48 = 13.4\text{mm}$, 이렇게 각각 구한 값을 다음 일반화한 식에 대입하면 N' 를 얻을 수 있다. 실물망의 그물코수를 N 라하고 모형망의 것을 N' 라하면 $N' = NA \frac{L'}{L} = NA \frac{LU^2}{L} = NA \frac{1}{U^2}$ 이므로 실물망의 그물코 수가 495코일 때는 $N' = 495 \times \frac{1}{32} \times \frac{1}{0.28} = 55\text{코}$ 이다

(5) 그물에 붙은 Rope, 즉 Figure I의 a, b, c는 동일 제질의 nylon을 사용하였으며, 굵기는 $\frac{D'}{D} = \Lambda$ 로 계산하였다.

(6) 부자 및 침자는 단위 길이당의 갯수를 같게 하면, $n\lambda = n'\lambda'$ 에서 $\frac{n'}{n} = \frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{1}{\Lambda}$ 이 된다
 그러므로 $\frac{Da'^3(da' - dw)}{Da^3(da - dw)} = \Lambda^2 U^2$ 로 계산하였으며 그 결과는 Table I에 보인다.

실험 및 방법

본 대학 수조의 회류 유속은 0.8m/sec 이상 불가능하므로 0.8/sec 이하에서 실험하였으며, 유속 측정은 자동진류식 유속계를 사용하였다. 망구의 측정은 mm 눈금을 가진 자를 관측장 옆에 세워서 읽었으며 측정값은 5회 측정하여 평균한 값이다. 모형그물은 칠광(beam)의 길이를 일정하게 하고 Table 2에 나타낸 바와 같이 Towing line의 길이를 달리하고 속도도 변화시키면서 측정했다. 가짓줄은 빛의 투광에 발달코 부자측과 침자측을 좌우 각각 합치서 일정한 길이의 양단에 묶어 (Connecting Spread), Figure 2와 같이 물에 띄어 용수침 저울에 발달코 저항을 측정하였다.

망의 총 수부저항은 평균 2kg의 용수침 저울을 사용하였다. beam과 그 연결줄의 수부저항을 임의의 속도에 대하여 측정하여 Graph에 plot하고, 이 Graph를 사용하여 임의 유속에 대한 총 수부저항에서 beam과 그 연결줄의 저항을 감하여 간접적으로 순 그물만의 저항을 찾아내었다.

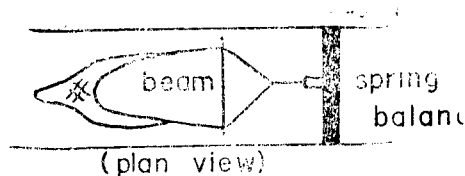


Fig.2 Scale Model net experiment in the circulation water tank.

결과 및 고찰

이상과 같은 방법으로 하여 측정할 결과는 Table 2와 같다

Table1과 같은 모형고물 (Fig. I)의 실험결과에서 추론되는 것은, Figure 3에 나타낸 바와 같이, 곡살은 2차 곡선으로서 수류저항은 속도의 제곱에 비례해서 증가된다고 생각된다. 방류의 높이는 유속에 따라 커져 감소하고 방류는 유속에 따라 증가하나 0.6m/sec~0.8m/sec 사이의 변화가 특히 크고, 어떤 일정한 속의

Table 2 Variation of the parameters designating the net shape in accordance with velocity of the net

(Connecting spread 82cm)

T.L.L		2.20m			2.00m			1.80m			1.60m			1.40m			1.20m		
H.	B. R	H	B	R	H	B	R	H	B	R	H	B	R	H	B	R	H	B	R
T. V		Cm	Cm	g	Cm	Cm	g	Cm	Cm	g	Cm	Cm	g	Cm	Cm	g	Cm	Cm	g
0.30m/sec		50.0	26.0	260	48.0	27.0	270	48.0	29.0	270	46.0	29.5	260	43.5	33.5	260	43.0	36.0	260
0.40m/sec		46.0	28.0	385	46.0	29.0	345	43.0	30.5	385	41.0	31.5	385	38.0	35.0	375	38.0	37.0	335
0.50m/sec		41.0	30.0	530	39.0	30.0	610	37.0	31.5	560	36.0	32.5	560	32.0	35.5	560	32.0	37.0	510
0.60m/sec		36.0	31.0	700	35.0	30.5	780	33.0	31.5	730	32.0	33.0	730	29.0	36.0	730	28.0	39.0	680
0.70m/sec		32.0	31.5	860	32.0	30.5	910	30.5	32.0	910	29.0	32.5	910	28.0	35.5	910	26.0	39.0	860
0.80m/sec		29.0	32.0	1090	29.0	31.0	1090	27.0	32.0	1090	26.5	33.5	1090	25.0	35.5	1090	24.0	39.0	1040

(Connecting Spread 86Cm)

T.L.L		2.20m			2.00m			1.80m			1.60m			1.40m			1.20m		
H.	B. R	H	B	R	H	B	R	H	B	R	H	B	R	H	B	R	H	B	R
T. V		Cm	Cm	g	Cm	Cm	g	Cm	Cm	g	Cm	Cm	g	Cm	Cm	g	Cm	Cm	g
0.30m/sec		50.0	27.0	260	48.0	28.0	260	47.0	29.5	260	46.0	31.0	270	44.0	33.0	260	41.0	37.5	260
0.40m/sec		45.0	29.0	345	45.0	30.5	345	43.0	31.5	385	42.0	32.5	385	38.0	36.0	345	37.0	34.5	335
0.50/sec		40.0	31.0	560	39.0	32.0	510	37.0	32.0	560	35.0	34.0	560	32.0	36.5	560	29.0	39.5	510
0.60m/sec		36.0	32.0	690	35.0	32.0	730	33.0	32.5	730	31.5	34.5	730	29.0	37.0	740	27.0	33.5	680
0.70m/sec		32.0	33.0	910	33.0	32.5	910	30.0	33.0	910	28.0	34.5	910	26.0	37.0	910	24.0	30.5	860
0.80m/sec		29.0	34.0	1090	29.0	32.5	1090	23.0	33.0	1090	26.0	34.5	1090	24.0	37.0	1090	22.0	30.0	1040

(Connecting spread 90Cm)

T.L.L. H.B.R. T.V	2.20m			2.00m			1.80m			1.60m			1.40m			1.20m		
	H Cm	B Cm	R g	H Cm	B Cm	R g	H Cm	B Cm	R g	H Cm	B Cm	R g	H Cm	B Cm	R g	H Cm	B Cm	R g
0.30m/sec	48.0	27.0	310	47.0	28.0	270	46.0	31.5	310	46.0	33.0	280	45.0	35.5	280	41.0	39.0	280
0.40m/sec	45.0	30.0	435	44.0	30.0	355	41.0	32.5	435	41.0	34.0	385	38.0	37.0	335	36.0	40.0	400
0.50m/sec	40.0	31.5	560	38.0	32.5	530	36.0	33.0	610	35.0	35.0	560	33.0	37.5	510	30.0	40.5	510
0.60m/sec	35.0	32.5	700	34.0	32.5	700	32.0	34.0	780	31.0	35.5	750	28.5	38.5	680	26.0	41.5	680
0.70m/sec	33.0	33.0	860	31.0	32.5	860	29.5	34.0	960	29.0	35.5	910	26.5	39.0	910	24.0	41.5	860
0.80m/sec	30.0	34.0	990	28.5	33.0	1040	26.5	34.0	1090	26.0	35.5	1090	25.0	39.0	1090	23.0	41.5	990

(Connecting spread 94Cm).

T.L.L. H.B.R. T.V	2.20m			2.00m			1.80m			1.60m			1.40m			1.20m		
	H Cm	B Cm	R g	H Cm	B Cm	R g	H Cm	B Cm	R g	H Cm	B Cm	R g	H Cm	B Cm	R g	H Cm	B Cm	R g
0.30m/sec	47.0	30.0	310	47.5	29.5	310	48.0	31.5	270	47.0	34.0	260	46.0	35.0	260	40.0	39.5	260
0.40m/sec	42.0	32.0	435	43.5	31.0	435	42.0	33.0	425	42.5	35.0	385	39.0	37.0	335	34.5	40.5	365
0.50m/sec	38.0	33.0	560	38.0	33.0	530	35.0	35.0	610	35.0	36.0	560	33.0	38.5	510	29.0	41.0	540
0.60m/sec	35.5	34.0	680	34.0	33.5	780	32.0	34.5	780	31.0	37.5	730	29.0	39.5	680	26.0	41.5	700
0.70m/sec	32.5	35.0	910	32.0	33.5	910	29.5	35.0	910	27.0	37.5	910	27.0	39.5	860	23.0	41.0	910
0.80m/sec	29.0	35.0	1140	29.0	33.5	1090	26.5	35.0	1090	25.0	37.0	1090	25.5	39.5	1090	22.0	41.0	1090

단 T.L.L. : Towing line length
T.V. : Towing velocity
H. : Height of net mouth
B. : Breadth of net mouth
R. : Resistance of net

점근선에 가까워져 가는 것으로 생각된다. 또 당고는 대략 망폭선상이다.

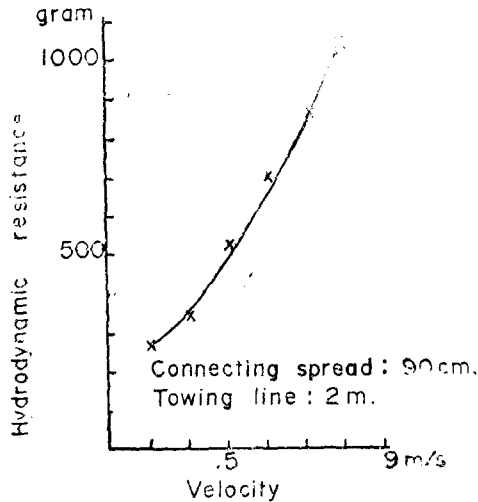


Fig. 3. Hydrodynamic resistance of net.

적 요

① Connecting Spread를 일정하게 하고 Towing Line의 길이를 변화시킬 때 각 속도에 따른 망고 및 망폭은 Towing line의 길이가 길어질수록 망고는 높아지고 망폭은 좁아진다.

② Towing line의 길이를 일정하게 하고 Connecting spread를 변화시킬 때, 망고 및 망폭은 Connecting spread가 넓어질수록 망폭은 넓어지나 망고는 거의 변화가 없다.

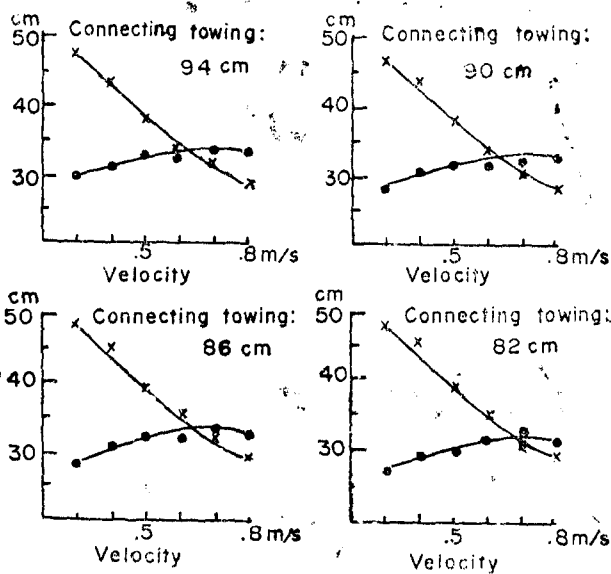


Fig. 4-1. The velocity dependency on the net mouth height and breadth in accordance with the connecting spread (Towing line is 2 meters)
 ●-----Breadth, x-----Height of net mouth.

문 헌

- 1) T. Kawakami <장치원역> (1967) 어구원론 및 모형시론. 어업기술연구 vol. 3, 19-35 (Modern Fishing Gear of the world II, 471-481. 원문 기재)
- 2) F. A. O. (1965) FAO Catalogue of Fishing Gear designs. F. A. O. data sheet No. 127.

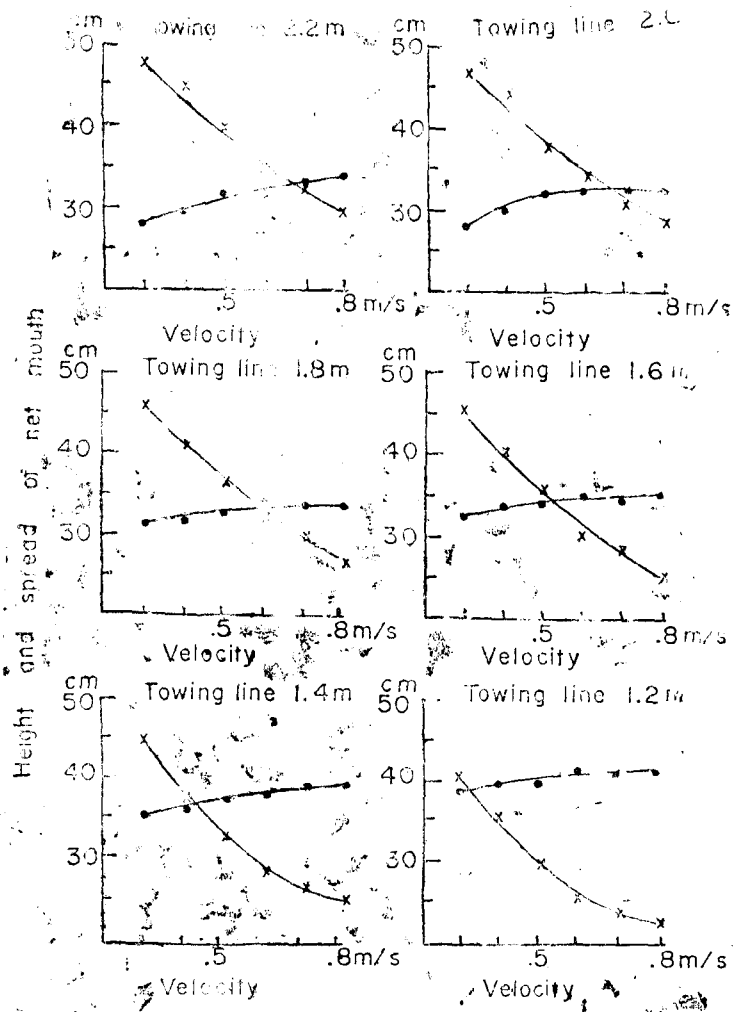


Fig. 4-2. The velocity dependency on the net mouth height and breadth in accordance with the warp length. (The connecting spread is 90 cm)
 -----Breadth, + x -----Height of net mouth.