若狭湾田井イワシひさご網の模型実験

朴 龍 俊

(京都大学農学部水産学教室)

A Model experiment of Sardine Trap Net, "Hisago-Ami"

Yongjun PACK

A model experiment of the sardine "Hisago-Ami" (a kind of Japanese trap net) operated in the Tai fishing ground locating on the western coast of Wakasa Bay was done for the purpose of studying the change of the configuration and total resistance of the net caused by homogeneous currents from various direction. The scale of the net was reduced to 1/350 of the full scale according to TAUPT's principle of similarity. Fig. 1 shows the detailed structure of the full scale.

This net can be divided into two parts, namely "Miami (the main net)", and "Noboriami (the acclivity net)" and was experimented with three different directions of currents shown in Fig. 1 (A, B and C).

The investigated velocity in terms of the full scale is changed as follows: 57 cm/sec, 25 cm/sec and 14 cm/sec in the case of the main net and 43 cm/sec, 21 cm/sec and 10 cm/sec in the case of the acclivity net in each direction.

The details of the net configuration in each velocity and direction, and the relation between resistance and velocity are shown in Fig. 2.

If we denote the total resistance of the net by R (kg) at the velocity of current V (cm/sec) in the full scale, then put $R=kV^n$, k and n being constants which characterize the mechanical properties of the net, these values obtained from Fig. 2 are 1.70 and 7.29 (direction A), 9.5 (direction B) for the main net, while are 1.62 and 13.8 (direction A), 11.0 (direction B) for acclivity net.

著者は先に表記ひさご網の漁況が風速及び風向等に相当な関係があることを見たが、このような漁況の変化の原因が網成の変化に一部帰せしめられるかも知れないと考えられるので、網自体の流れによる形状及び抵抗の変化の様子等を調べるためにその模型実験を行つた。なおひさご網の模型実験には宮本²⁾の研究もあるが、上記のような意味で特にこの網の性質を知ることが目的として実験を試みた。実物網は若狭湾田井定置漁場の馬建島北、水深 38 尋の所に設置され、その構造の概略は Fig. 1 に示す。模型網は垣網を除き、身網と登網の 2 部分に分けて回流式水槽中に設置し、流れは身網の場合には台 (A) 及び天張 (B) の 2 方向、登網の場合には真横 (A)、銚子口 (B) 及び登口の 3 方向とした。

模型網の製作は田内法則に従い、次の順序とした。

1. 模型網の寸法は実物網の寸法の 1/350 とした。
2. 模型網の網糸は実物網の綿糸に対しては絹糸、わら網に対しては綿糸を用い、それらの太さ D' 及び目合 L' は実物網の太さ D 及び目合 L に対して、相対応するどの部分に於ても $D'/D=L'/L=0.23$ とした。(Table 1)
3. 模型網及び実物網の網糸、絹糸の比重は 1.25、綿糸及びわら網の比重は 1.39、目合の比は 0.23 であるから、模型網と実物網とが同じ形をとる流速を各々 V' 及び V とすると
身網に対しては

$$\frac{V_1'}{V_1} = \sqrt{\frac{D'}{D} \frac{\rho' - \rho_w}{\rho - \rho_w}} = \sqrt{0.23 \frac{1.25 - 1.00}{1.39 - 1.03}} = 0.4$$

同様にして登網に対しては $V_2'/V_2=0.5$ となる。

Fig. 1. Structure of the "Hisago-Ami" (a kind of Japanese trap net) operated in the Tai fishing ground. The Arabic figures with K (=Ken $\approx$ 1.5 m) show the lengths of ropes and webbings. The symbols used commonly with Table 3 and 4.

Table 1. Details of webbing, showing the relation between the full scale and the model

Name		Full Scale			Model		
		Material	Diameter	Mesh	Material	Diameter	Mesh
Main net	Landing-net	Cotton 20's	1.14 mm	2.16 cm	Silk	0.26 mm	0.5 cm
	Floor	"	0.89	"	"	0.21	"
	Wall	"	1.14	"	"	0.26	"
	"	"	1.03	"	"	0.24	"
	Selva	"	1.27	"	"	0.29	"
Acclivity net	Floor (inner part)	Straw	6.10	6.06	Cotton 20's	0.92	1.4
	Floor (outer part)	"	"	37.40	"	"	5.4
	Wall (outer part)	"	"	42.60	"	"	6.3
	"	"	"	50.00	"	"	7.5
	"	"	"	60.00	"	0.68	9.0
	"	"	4.50	75.00	"	"	11.2
	"	"	"	100.00	"	"	15.0
Heart		"	7.60	75.00	"	1.14	11.2
Wing		"	"	"	"	"	"

4. 網類の受ける流水抵抗を無視して、模型網と実物網とが同じ形を保つために、模型網の綿糸のロープの太さ D_1' と実物網のワイヤーロープの太さ D_1 との比を、

$$\frac{D_1'}{D_1} = \sqrt{\frac{\lambda'}{\lambda} \left(\frac{V_1'}{V_1} \right)^2 \frac{\rho - \rho_w}{\rho' - \rho_w}} = \sqrt{\frac{1}{350} \times 0.16 \times \frac{7.83 - 1.03}{1.39 - 1.00}} = 0.085$$

同様にして模型網の綿糸のロープの太さ D_2' と実物網のマニラロープの太さ D_2 との比は $D_2'/D_2 = 0.022$ とする。

Table 2. Details of ropes, showing the relation between the full scale and the model

Name	Mark	Full Scale			Model		
		Material	Diameter	Length	Material	Diameter	Length
Float-line	W	Wire	18.2 mm	296.9 m	Cotton 20s	1.55 mm	84.8 cm
"	I	"	"	9.0	"	"	2.6
"	O	"	"	110.6	"	"	31.1
"	D	Manila	36.4	27.3	"	0.80	7.6
"	T	"	"	113.6	"	"	32.1
"	K	"	"	"	"	"	"

W, I, O, D, T and K show respectively ropes joined to the following parts:

W : Main net, "Gawazuna".

D : Main net, "Dôbari".

I : Main net, "Haguti".

T : Main net from anchor bag, "Tenbari".

O : Accilivity, "Noborigawazuna".

K : Main net from anchor bag, "Daidohyo".

5. 浮子、沈子が受ける流水抵抗を無視して、模型網と実物網とが同じ形を保つために、模型網の浮子の浮力 F' と実物網のその浮力 F との比を、

身網に対しては

$$\frac{F_1'}{F_1} = \frac{\rho_w'}{\rho_w} \left(\frac{\lambda'}{\lambda} \right)^2 \left(\frac{V_1'}{V_1} \right)^3 = \frac{1.00}{1.03} \left(\frac{1}{350} \right)^2 0.16 = 1.3 \times 10^{-6}$$

同様にして登網に対しては $F_2'/F_2 = 4.1 \times 10^{-6}$ とする。(Table 3)

Table 3. Detail of floats and attachment to the webbing

Part	Mark	Full Scale		Model	
		Material	Buoyancy	Material	Buoyancy
Main net	M	Paulownia	2332 kg	Cork	3.03 g
Outer acclivity net and heart	G	Glass	3978	"	16.30
Entrance of acclivity net	N	"	450	"	1.85

M, G and N show respectively floats attached to the following parts:

M : All sides of the main net.

G : Both sides the outer acclivity net and the heart.

N : Side of entrance of the acclivity net.

模型網の沈子鉛の重量 W' と実物網のピクの重量 W との比を、

身網に対しては

$$\frac{W_1'}{W_1} = \left(\frac{\lambda'}{\lambda} \right)^2 \frac{\rho_w'}{\rho_w} \left(\frac{V_1'}{V_1} \right)^2 \frac{k'}{k} \frac{P'}{P} = \left(\frac{1}{350} \right)^2 \frac{1.00}{1.03} \times 0.16 \times \frac{0.65}{0.91} \frac{0.63}{0.44} = 1.3 \times 10^{-6}$$

同様にして登網に対しては $W_2'/W_2 = 4.1 \times 10^{-6}$ とする。(Table 4)

Table 4. Location of the anchor-bags

Name	Mark	Full Scale		Model	
		Material	Weight	Material	Weight
Anchor-bag	K'	Gravel	35520 kg	Lead	45.17 g
"	T'	"	22200	"	28.86
"	O'	"	8900	"	11.57
"	S	"	18056	"	74.00

K, T, O and S show respectively the anchor-bag located at the end of the anchor rope in the following parts:

K' : Main net, "Dai-dohyozuna".

O' : Wing, "Sode kakezuna".

T' : Main net, "Tenbari-dohyozuna".

S : Heart, "Manto-kakezuna".

(The weight of other important anchor-bag is shown in Fig. 1.)

潮流と網の形状

模型網は身網と登網との2部分に分け、身網の場合のB方向からの流れに対しては、完全な一つの網に仕立てた時の全体の網成とは幾分異ると思われるが、身網の右半分だけを設置し、これに流れを当てた。水槽の大きさ上止むを得ず、流れは Fig. 1 に示したように、身網の場合には A 及び B の2方向から、登網の場合には A, B 及び C の3方向からあて、その速さは実物網に換算して、前者の場合には 57 cm/sec (≈ 1.1 Knot), 25 cm/sec (≈ 0.5 Knot) 及び 14 cm/sec (≈ 0.3 Knot), 後者の場合には 43 cm/sec (≈ 0.8 Knot), 21 cm/sec (≈ 0.4 Knot) 及び 10 cm/sec (≈ 0.2 Knot) 等の各種類とした。Plate 1 は網が一樣な流れを受けて釣合つた時の網成の様子を示し、観察された網成の詳細は次の如くである。

模型網による網成の観察結果

名 称	流 向	流 速 cm/sec	網 の 形 状
身 網	A	14	潮上側の魚捕部の浮子及び台浮子が幾分沈み、流れがない場合と殆んど変わらない。
		25	潮上側の側浮子の1/3及び台浮子は完全に沈み、網は潮下にふかれる。
		57	潮下の魚捕部の浮子及び台浮子を残して他の側、台及び天張等の浮子は完全に沈み、網全体がひどく潮下にふかれる。網底がふき上げられ、潮上の魚捕部の網成りがくずれる。台の沈子動く。
	B	14	天張の浮子が一樣に水面下に没し、網底が潮下に僅かにふかれる。
		25	潮上の台及び側浮子が水面下に没し、網底が幾分潮下にふかれる。
		57	側浮子は殆んど全部沈み、潮下の土俵網の浮子のみが浮き、網全体が潮下に流され、網底はふき上げられる。
登 網	A	10	潮上の側浮子及び土俵掛網の浮子は水面下に没し、登り側網が僅かに潮下にふかれる。
		21	潮上側の側浮子及び土俵掛網の浮子は完全に沈み、登網の側網がひどくふかれて登網の通路をふさぐ。
		43	浮子は潮下の土俵掛網の浮子を残して他は完全に沈み、側網はひどく潮下にふかれて形は甚だしくくずれる。側網の網裾及び土俵動く。
	B	10	登網が僅かにふき上げられて網の形は良い。
		21	銚子口に近い部分の側浮子が水面下に没し、登敷網のふかれがひどくなる。
		43	袖口の浮子を残して他の浮子は沈み、登敷網のふかれが甚だしく、登口の網裾が動く。
	C	10	流れがない場合と大差なく、網の形は良い。
		21	袖及びマント部の側浮子は殆んど沈み、登敷網の部分は大きくふくらむ。
		43	銚子口の浮子を残して他の浮子は殆んど沈み、登敷網のふくれが甚だしく、登口の網裾は動きだし、網全体がふくらむ状になる。

潮流と網の受ける抵抗

網の受ける抵抗を測定した方向は身網、登網ともに A 及び B の2方向、その方法は宮本^{2,3)}、本多⁴⁾等に準じた。網の受ける全抵抗と流速との関係は縦軸に実物網に換算した抵抗 R (kg) を、横軸に流速 V (cm/sec) をとると Fig. 2 の如くなる。この図で $R=KV^n$ とおくと、網の受ける全抵抗は身網の場合には $R=KV^{1.70}$ で、 K の値は流向 A の場合で 7.2, B の場合で 9.5 であり、登網の場合には $R=KV^{1.63}$ で、 K の値は流向 A の場合 13.8, B の場合 11.0 となる。

なお実物網から計算によつて次の各値を得た。但し垣網を除く。

網地の総重量 (含網類)	9834 kg,	同 沈 降 力 (W)	2850 kg
浮子の浮力	6760 kg,	同 余 剰 浮 力 (F)	3910 kg
土俵の総重量	84676 kg,	土俵の固定力 (H)	33870 kg
$F/W=0.73, F/H=0.11$			

Plate I.

A

B

0

14 cm/sec

25 cm/sec

57 cm/sec

Plate II.

A

B

C

0

10 cm/sec

21 cm/sec

43 cm/sec

Fig. 2 Relation between the resistance and the velocity.

以上の実験から流速 1/2 Knot では既に変形が甚しく、魚群の入網に支障があるのではないかと考えられる。又全抵抗は n の値は宮本の場合³⁾とよく一致していて、その流速による変形の様子は類似しているように思われる。しかし K の値は本実験の場合が宮本の場合に比して小さく、このような K の値の相異は何に起因するかは明確でない。

最後に本実験を行うに当り、御指導並びに論文の御校閲を賜った当教室川上太左英教授、実物網について種々御教示を受けた京都府田井漁業協同組合福島三好氏、編網を依頼した荒木恵美子氏、実験に協力を願った飯高勇之助及び鈴木乙彦の諸氏に深謝する。

文 献

- 1) 朴 龍俊：若狭湾田井定置漁場のマイワシ漁況と気象要因との関係。本誌，22(3)，150～155，(1956)。
- 2) 宮本秀明：定置網の模型並に実地試験（予第3報）。イワシ瓢網。本誌，14(1)，31～55，(1948)。
- 3) "：鯛大謀，落網の模型実験的研究—V。潮流による網の変形と沈子の重量とに就て。本誌，7(6)，319～323，(1939)。
- 4) Katsuji Honda and collaborators：Model experiments on fixed nets for amberfish, *Seriola*, used in the coast of mie prefecture, *The Journal of the Tokyo University of Fisheries*, 41, (2) (1955)。

Plate Configuration of the net. I. Main net. II. Acclivity net.

A, B and C: The directions of current illustrated in Fig. 1.