

# 115尺4枚仕立てトロール網の海上実験\*

谷口武夫・陣野鉄朗・大村千之・橋田近雄

Field Experiments of 115-Foot Trawl Net

By

Takeo TANIGUCHI, Tetsuro JINNO, Kazuyuki ŌMURA  
and Chikao HASHIDA

To obtain some effective suggestions as to the construction of the deep-sea trawl net adapted for the T. V. Kōyō-maru (Table 1 : 1215 GT, 1800 HP), the present authors conducted a series of field experiments on the towing power of this vessel and on the working behavior of a usual four piece net (Figs. 1 and 2 : 115 feet in head rope length). The results obtained are summarized as follows:

1.) The shaft horse power, *B.H.P.*, of the Kōyō-maru was approximately proportional to the engine revolution, *R.P.M.*, raised to third power under trawling operation (Fig. 9).

2.) The towing speed, *V* (m/sec), was approximately proportional to the engine revolution, *R.P.M.*, under any conditions (Fig. 10).

3.) The effective horse power, *E.H.P.*, of the Kōyō-maru in relation to the shaft horse power, *B.H.P.*, was represented in the following expression (Fig. 11):

$$E.H.P. = k(B.H.P.)$$

where, value of *k* is 0.52.

4.) The gape height at the net-mouth,  $H_{NM}$ (m), and that at the net-body,  $H_{NB}$ (m), of the 115-foot net in relation to the towing speed, *V* (m/sec), were expressed in the following empirical formulae, respectively (Fig. 12):

$$\begin{cases} H_{NM} = 15e^{-0.56V} \dots\dots (\text{at mid-water trawling}), \\ H_{NM} = 6.7e^{-0.30V} \dots\dots (\text{at drag trawling}), \end{cases}$$

and

$$\begin{cases} H_{NB} = 8.8e^{-0.34V} \dots\dots (\text{at mid-water trawling}), \\ H_{NB} = 2.25 \dots\dots (\text{at drag trawling}). \end{cases}$$

5.) The tension on a warp at the boardside,  $T_T$  (ton), and that on a sweep line at the net's side,  $T_N$  (ton), in relation to the towing speed, *V* (m/sec), were expressed in the following empirical formulae, respectively (Fig. 13):

---

\*水産大学校研究業績 第564号, 1969年1月10日 受理.

Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No. 564.

Received Jan. 10, 1969.

$$\begin{cases} T_T = 2.5V^{0.4} \dots\dots (\text{at mid-water trawling}), \\ T_T = 2.6V^{0.4} \dots\dots (\text{at drag trawling}), \end{cases}$$

and

$$\begin{cases} T_N = 0.85V^{1.3} \dots\dots (\text{at mid-water trawling}), \\ T_N = 2.25 \dots\dots (\text{at drag trawling}). \end{cases}$$

6.) The ratio of the working depth of a net to the warp length,  $D_N/LWP$ , in relation to the towing speed,  $V$  (m/sec), was expressed in the following empirical formulae (Fig. 15):

$$\begin{cases} D_N/LWP = 1.18 - 0.413V \dots\dots (\text{at mid-water trawling}), \\ D_N/LWP = 0.29 \dots\dots (\text{at drag trawling}). \end{cases}$$

7.) When the towing speed was in the range of about 1.5~2.5 m/sec, the shape of the warp was kept always a rectilinear figure, regardless of the warp length (Fig. 16).

8.) The working depth of a net was about the same as that of the otter board regardless of towing speed. Hence the shape of the sweep line during towing was assumed to have a straight line which is parallel to the sea-bed (Fig. 16).

## 緒 言

近時、底曳網資源の減少にともない、深海資源への移向が焦眉の課題とされ、深海曳網に対する技術開発ならびに研究が広く進められている。

著者らも、本校練習船・耕洋丸 (1,215 総トン, 1,800 馬力) を対象としたこの種網具の合理的設計および操法を検討する予備試験として、まず、本船の曳網力特性ならびに在来の 115 尺 4 枚仕立てトロール網の力学的諸性質について、一連の海上実験を行なったので、ここにその結果を報告する。

## 実験ならびに方法

実験は第 1 図および 2 図に示した、以西漁場用ヘッド・ロープ長 115 尺 4 枚仕立ての網具を用い、網規模決定の基本要因と考えられる船の曳網力試験と、網成り、抵抗、曳網深度ならびにワープの形状など曳網中の漁具の力学的諸性質について、1968年 5 月、東支那海 (水深 80~100 m, 海況 1) で、耕洋丸 (第 1 表) により行なわれた。

Table 1. Epitome of the T. V. Kōyō-maru.

Length between perpendiculars	66.0 m	Propeller type	Fixed
Breadth moulded	11.2 m	Number of blades	4
Depth moulded	5.6 m	Propeller diameter	2850 mm
Gross tonnage	1215.33 ton	Propeller pitch	2050 mm
Main engine type	Uraga-sulzer 6TD 48 2 cycle deisel	Developed blade area	2700 m <sup>2</sup>
Maximum continuous shaft horse power (B. H. P.)	1800 ps	Trawl winch capacity	from 6.5t × 22 m/min to 3.5t × 40 m/min (90 ps, electric motion)
Maximum engine speed (R. P. M.)	232	Trawling type	Side-system

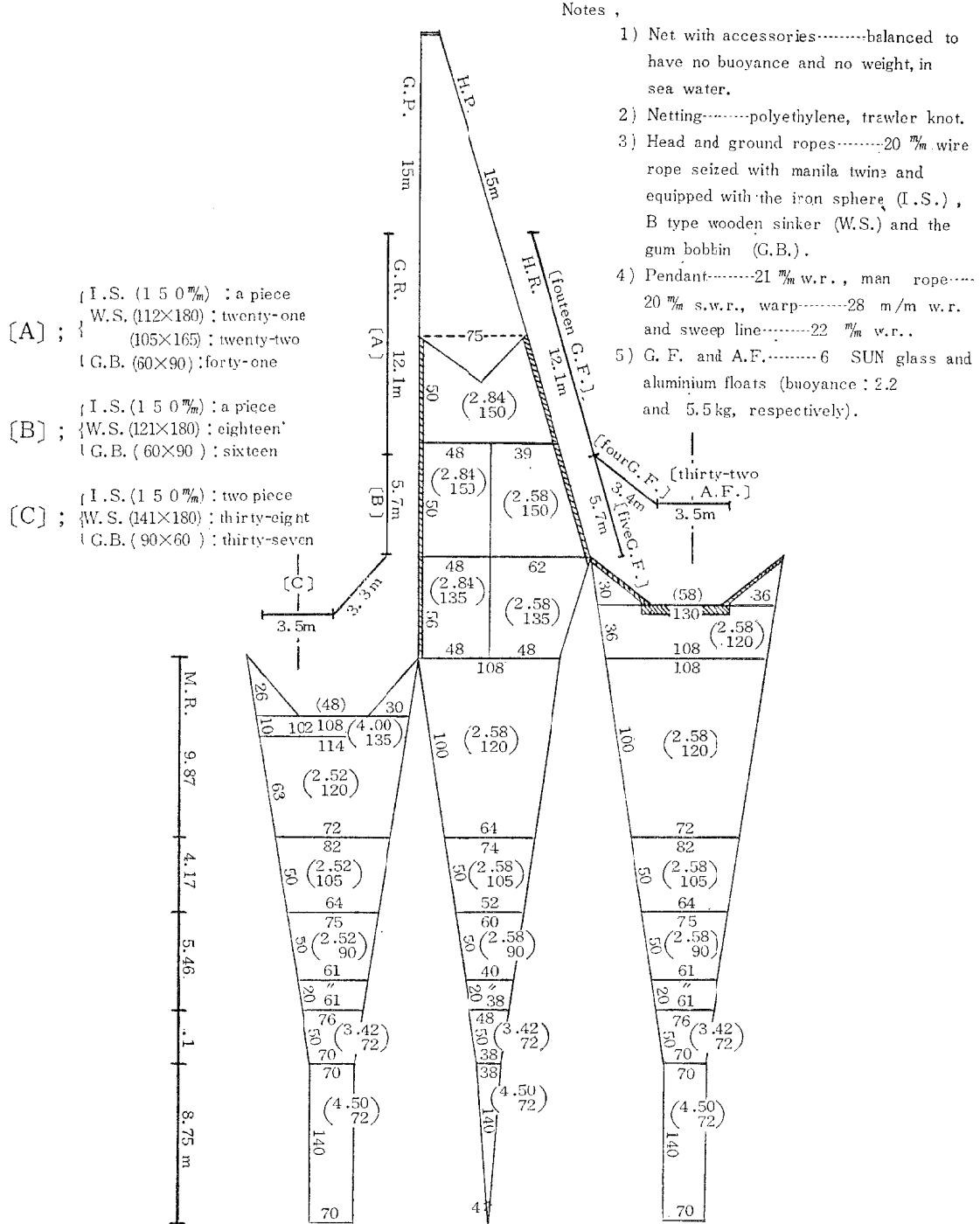


Fig. 1. Layout of the 115-foot trawl. Upper and lower parenthesized figures indicate diameter of netting twine (Polyethylene twine) and mesh size (both in mm), respectively. Dimensionless figures without parenthesis show number of mesh. Hatched area signifies the part of double twine mesh.

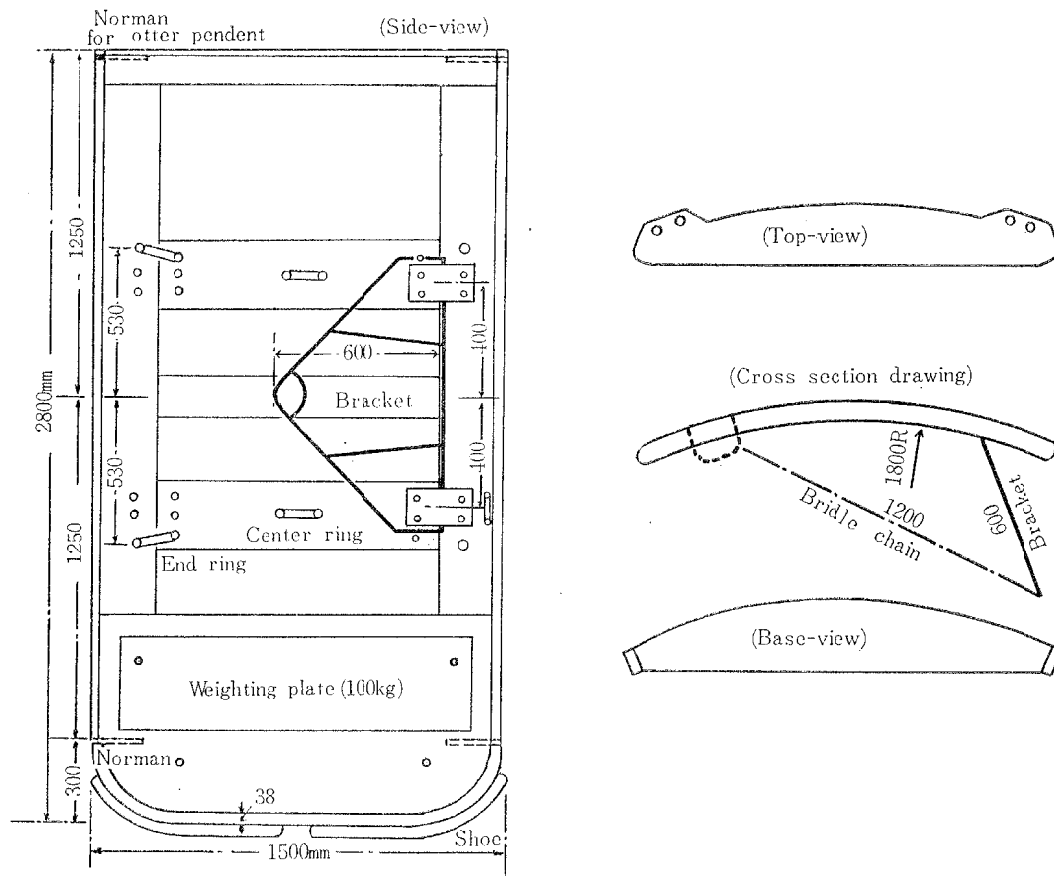


Fig. 2. Detail of the otter board (Steel, 1.5 m×2.8 m, 650 kg in sea-water).

Note : Otter pendant...16 m/m W. R. in diameter and 7.55 m (upper)/7.80 m (lower) in length.

観測計器類については、曳網速度はCM-I A型電気流速計（第3図；東邦電探）、ワープ船元およびハンド・ロープ網元にかかる張力は水大型電気抵抗線歪計式張力計（第4図；共和電業）および漁研型自記式張力計（第5図；柳計器）、網口および囊口の垂直的拡がりには漁研型網高計（第6図；柳計器）およびFNR-50 ネット・レコーダー（第7図；古野電気）、網およびワープ各部の深度は上記ネット・レコーダーおよびT. S. K. 曳行深度計（第8図；鶴見精器）、ワープ展開角および伏角はトロール用測角器およびクリノメーターで測定された。

なお、軸馬力はシリンダー内のガス圧力をインディケーターで測定し、それにより図示馬力を算出、これに機械効率をかけて求めた。

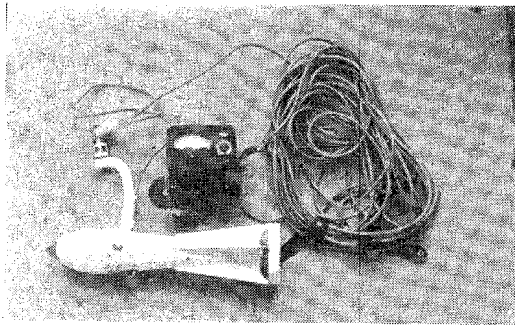


Fig. 3. CM-1A type electric current meter (scale range; 0~8 m/sec).

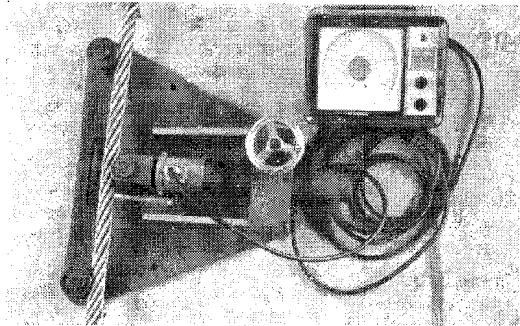


Fig. 4. SUIDAI type wire resistance strain meter (scale range; 0~10 ton).

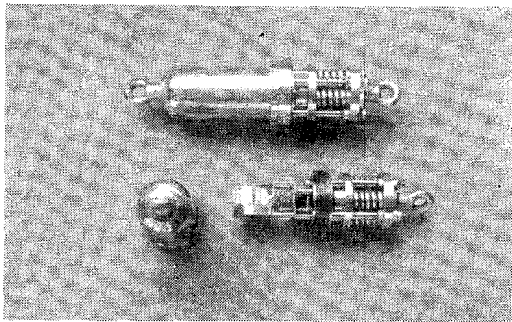


Fig. 5. GYOKEN type self-recording tension meter (scale range; 0~2 ton).

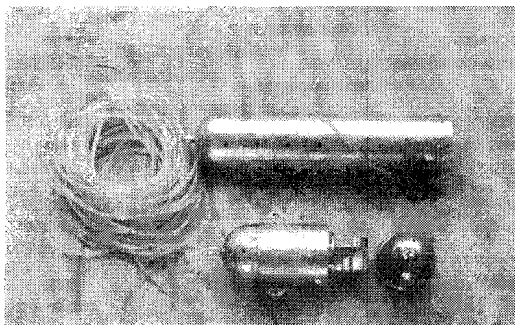


Fig. 6. GYOKEN type net-height recorder (scale range; 0~20 m).

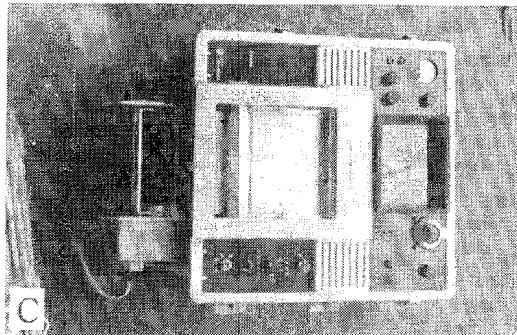
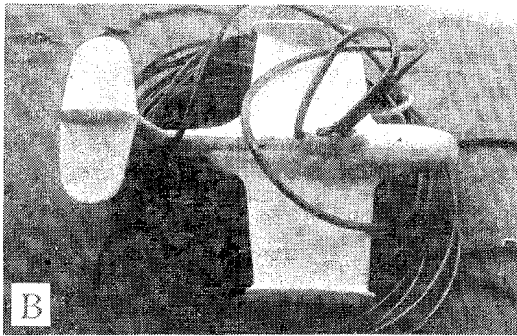
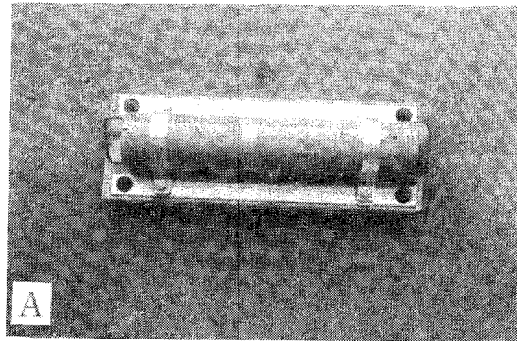


Fig. 7. FNR-50 net-recorder (scale range; 0~50m).

Note; A ... Transmitter, B ... Receiver, C ... Indicator.

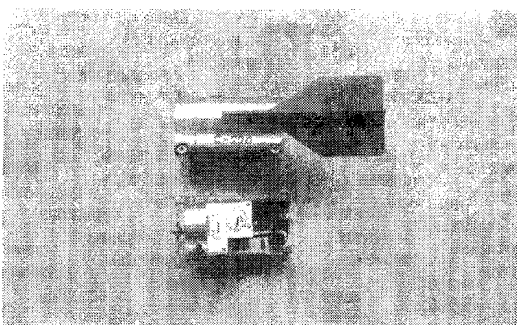


Fig. 8. T.S.K. drag depth finder (scale range; 0~100 m and 0~500m).

Table 2. Results of field trial of the Kōyō-maru on the 115-foot net.

No	Wind force ( <i>Beaufort</i> )	Depth (m)	Engine speed (R.P.M.)	Shaft horse power (B.H.P.)	Towing speed (m/sec)	Warp length (m)	Dip of warp (deg.)	Cross angle of warps (deg.)	Tension on a warp at board-side (ton)	Tension on a sweep line at netside (ton)	Gape-height at net-mouth (m)	Gape-height at net-body (m)	Height above sea-bed at ground rope with belly (m)	Working depth of a point on a warp (5 m distance from the end) (m)	Working depth of a point on a warp (150 m distance from the end) (m)
1		85	152.5	528.1	2.38	300	18.1	11.8	3.88	—	—	2.0	17.0	—	—
2	"	85	143.5	443.5	2.24	300	21.1	12.3	3.73	—	—	2.5	0	—	—
3	"	82	123.0	325.6	2.09	300	19.8	13.2	3.58	—	—	2.2	0	—	—
4	"	81	120.5	266.9	1.96	300	20.1	12.5	3.52	—	—	2.3	0	—	—
5	"	82	107.5	186.1	1.61	300	23.0	13.5	3.23	—	—	2.3	0	—	—
6		80	108.6	—	1.76	150	21.5	16.8	3.29	1.65	5.6	4.0	6.0	—	—
7	"	80	123.0	—	1.88	150	21.5	19.5	3.01	2.02	5.2	4.0	21.0	—	—
8	"	80	127.0	—	2.01	150	22.0	16.7	3.07	2.19	4.6	4.0	28.0	—	—
9	"	78	140.0	—	2.29	150	16.8	18.8	3.53	2.20	4.2	3.5	42.5	—	—
10	"	78	about 110	—	1.68	150	28.0	17.5	3.35	1.72	5.8	4.5	4.50	—	—
11	"	77	" 140	—	2.48	400	16.5	12.4	3.89	2.33	3.9	1.0	0	—	—
12	"	77	" 110	—	1.52	250	23.0	12.5	3.14	2.26	4.2	2.0	0	—	—
13	"	76	" 120	—	2.04	250	21.3	14.2	3.30	2.26	3.8	2.0	0	—	—
14	"	76	" 130	—	2.09	250	21.4	13.8	3.31	2.26	3.5	2.5	0	—	—
15		98	109	—	1.80	100	28.4	27.5	2.36	1.32	No open	No open	50	45~50	—
16	"	99	128	—	2.30	100	15.0	24.5	2.34	1.38	"	"	More than 50	30	—
17	"	98	128	—	2.15	200	15.4	20.5	3.06	1.38	"	"	25	70~75	10~15
18	"	99	108	—	1.68	200	27.5	18.5	2.60	1.21	"	"	0	100	20~30
19	"	100	108	—	1.62	300	27.0	15.5	2.47	1.31	"	"	0	110~115	50~55
20	"	100	128	—	2.04	300	23.0	14.5	2.46	1.76	"	"	0	100	45~50

## 実験結果と検討

上述の耕洋丸における115尺4枚仕立て網具についての実験結果を第2および3表に示す。

Table 3 Detail of engine trial of the Kōyō-maru under trawling operation.

No.	Engine revolution (R.P.M.)	Mean effective pressure (kg/cm)	Indicater horse power (I.H.P.)	Shaft horse power (B.H.P.)	Mechanical effeicience ( $\eta_m$ )	Fuel consumption (gr/BHP/Hr)	Out put (%)
1	152.5	18.475	812.5	528.14	65.0	233.34	29.34
2	143.5	18.00	727.0	443.48	61.0	229.57	24.64
3	123.0	16.64	576.2	325.56	56.5	242.27	18.09
4	120.5	15.13	513.2	266.86	52.0	265.47	14.83
5	107.5	12.94	391.7	186.1	47.6	301.08	10.33

No.	Speed		Slip (%)	Temperature		Index	
	Propeller (m/m)	Ship (m/s)		Sea water (°C)	Engine room (°C)	Fuel handle	Load
1	312.62	2.38	54.32	18.5	26.5	4.95	5.10
2	294.17	2.24	54.31	18.5	26.1	4.60	4.75
3	252.15	2.09	50.27	18.5	26.2	4.10	4.20
4	247.02	1.96	52.39	19.0	26.5	3.90	4.00
5	220.37	1.61	56.17	18.5	27.5	3.50	3.70

Notes ; Weather—clear, Wind—NW *Beaufort*-1 (Ship Co.—SW),

Draft—fore : 3.02 m/aft. : 5.22 m, Fuel oil used engine—JIS No. 1 (2) heavy oil.

## 1. 曳網力特性

網具設計上、その規模決定の基本要因として、船の曳網力特性、すなわち主機関回転数と軸馬力、曳網速度および曳網有効馬力などの関係を知ることはきわめて重要である。

一般のトローラーについては、葉室<sup>1)</sup>、小山<sup>2-4)</sup>のくわしい報告があり、曳網時における軸馬力は各船とも主機関回転数の略3乗に比例し、曳網速度は主機関回転数との間にいずれの漁具でも略比例関係が成立する。また、曳網有効馬力は各船とも大略軸馬力に比例し、比例常数は0.18~0.3の値をとることを明らかにしている。

**主機関回転数と軸馬力** 本実験における主機関回転数、*R.P.M.*、と軸馬力、*B.H.P.*、との関係を第2表からプロットすると第9図に示したごとくになる。図中の点は曳網中における実測値であり、×印は海上公式試運転成績表から一般航行時の結果をプロットし、比較したものである。すなわち、本実験の曳網時の観測値がきわめて小さい範囲のものであるため、航行時のそれと直接の比較はできないが、いずれも大差なく、上述の小山の場合と同様、*B.H.P.*は*R.P.M.*の略3乗に比例することがみられる。

一般にトローラーでは、曳網中の軸馬力は定格出力の70%前後で使用されるのが常識とされているが、本実験では10~30%前後にすぎず、曳網力だけから考えると、相当量の余裕を持っていることがわかる。

**曳網速度と主機関回転数** 第2表から各種網条件での曳網速度、*V*(m/sec)、と主機関回転数、*R.P.M.*、の関係を調べると第10図のごとくになる。図中白、斑、黒および二重丸は115尺網をそれぞれ繰出しワープ長150、250、300および400mで曳行したとき、また白、斑および黒三角はそれぞれワープ長100、200お

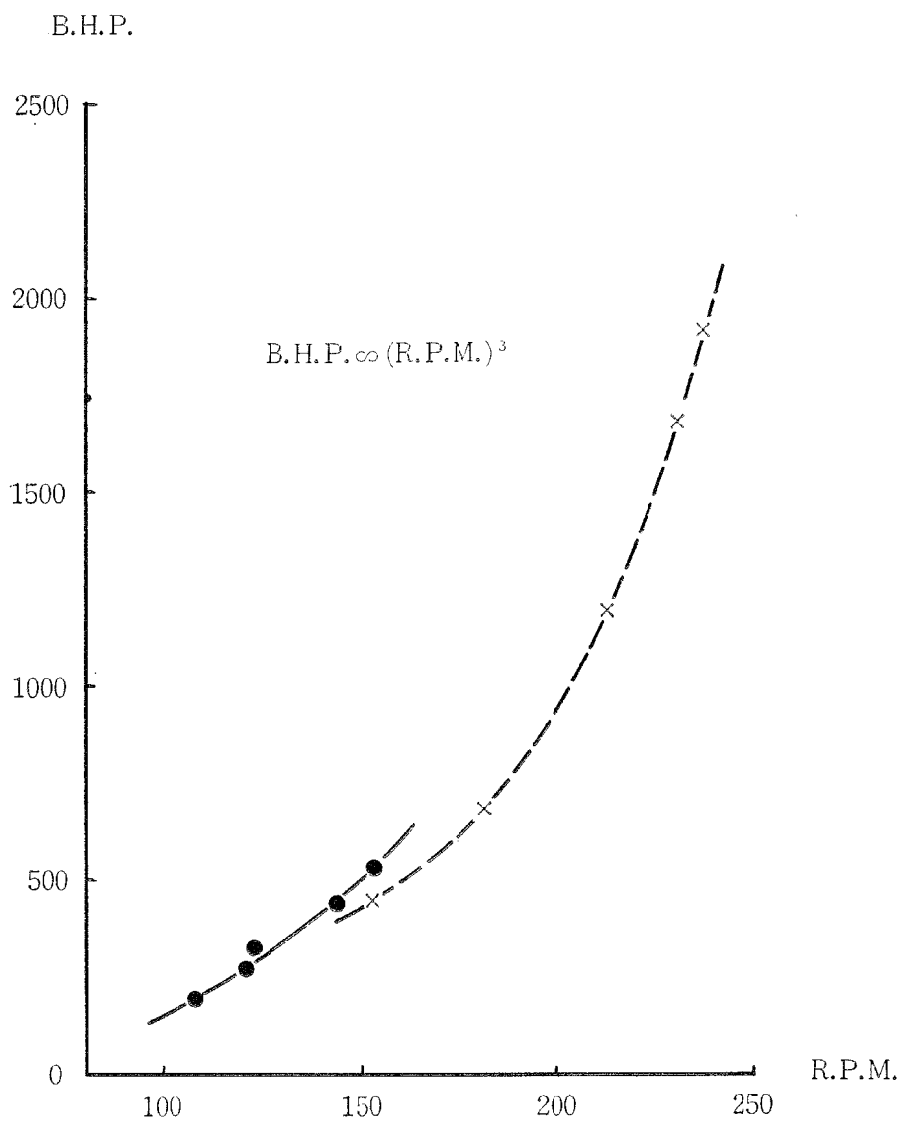


Fig. 9. Relation between the shaft horse power (*B. H. P.*) of the Kōyō-maru and the engine revolution (*R. P. M.*).

Notes : Dots and crosses show the values observed under trawling operation and general navigation, respectively.



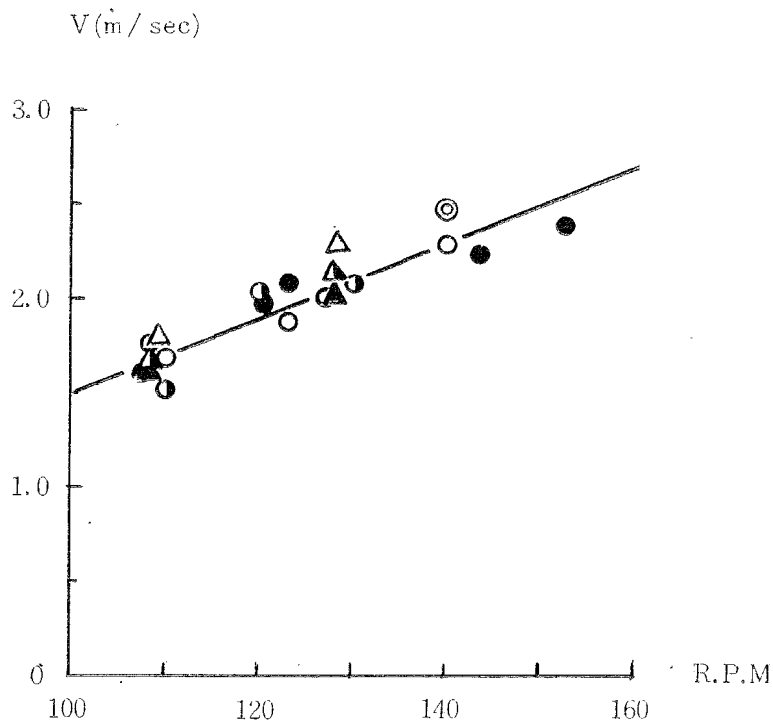


Fig. 10. Relation between the towing speed ( $V$ ) of the Kōyō-maru and the engine revolution ( $R.P.M.$ ) under Various net-condition.

Notes : Open, half filled, filled and double circles show the values observed at 150, 250, 300 and 400 m in warp length for the 115-foot net, respectively. While, open, half filled and filled triangles that at 100, 200 and 300 m in warp length for the 115-foot net taken an abnormal shape (the gape height: no open), respectively.

よび 300m で網口が開かず網成り異常時の 115 尺網具を曳行したときの値を示す。この結果もやはり小山の結果と同様、 $V$  と  $R.P.M.$  の関係は網具の状況如何にかかわらずいずれもほぼ比例関係にあることがわかる。

**軸馬力と曳網有効馬力** 漁具をある速度で曳行するために必要な馬力、すなわち曳網有効馬力、 $E.H.P.$ 、は  $E.H.P. = R_T \cdot V / 75$  で表わされる。ここに  $R_T$  は漁具の全抵抗で、近似的には  $R_T = 2 T \cos 2\alpha$  ( $T$  はワープ片側の船元における張力を kg で、 $\alpha$  はその伏角を示す) で与えられ、 $V$  は曳網速度 (m/sec) とする。

第 2 表から求めた  $R_T$  と  $V$  を用い、 $E.H.P.$  を計算し、 $B.H.P.$  との関係を示すと第 11 図のごとくなる。図中の点は本実験値、破線は一般トローラーについての小山の結果を比較図示したものである。すなわち、本実験でも  $B.H.P.$  と  $E.H.P.$  の関係は略々比例関係にあり、 $E.H.P.$  は大略

$$E.H.P. = k(B.H.P.) \quad (1)$$

で表わされるが、比例常数、 $k$ 、の値は一般トローラーの 0.2~0.3 に対して、本耕洋丸では 0.52 と約 2 倍前後大きく得られた。

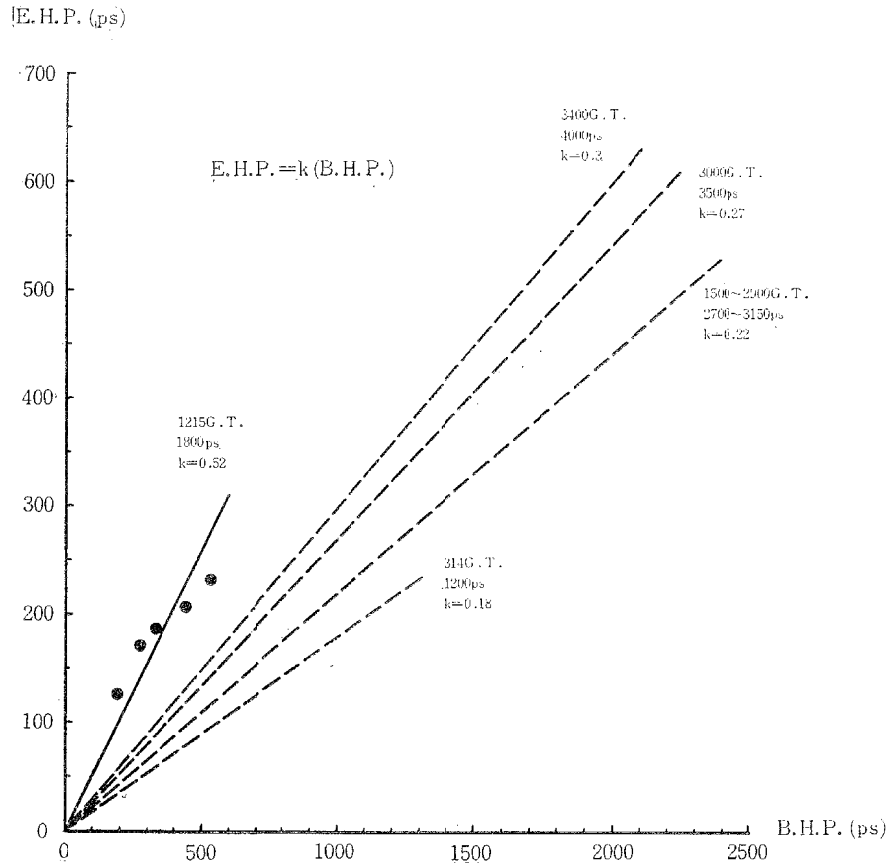


Fig. 11. Relation between the effective horse power ( $E.H.P.$ ) of the Kōgyōmaru and the shaft horse power ( $B.H.P.$ ).

Notes: Dots show values observed in this experiment, and the broken lines indicate the values of some commercial trawlers observed by KOYAMA.

## 2. 曳網速度と網口および囊口の高さ

2枚仕立てトロール網の曳網速度と網成りとの関係については、野村・安井<sup>5)</sup>、本多<sup>6)</sup>、熊凝・葉室・石井<sup>7~9)</sup>、高山・小山<sup>10, 11)</sup>、谷口・南・隅川<sup>12, 13)</sup>らの数多くの報告があるが、4枚仕立て網については小山・横地・前川<sup>14)</sup>の模型実験ならびに小山<sup>9)</sup>の実物試験があるにすぎない。これによると、縦口（天井前縁中央）の高さは曳網速度との間に指数関係が成立するが、囊口（天井後縁中央）の高さは直線関係で表わされる。

本実験では曳網速度、 $V$ 、を1.5から2.5 m/secにわたり変化させた場合の網口の高さ、 $H_{NM}$ 、および囊口の高さ、 $H_{NB}$ 、の観測結果を第2表からプロットすると第12図のごとくなる。図中の白、斑および黒点はワープをそれぞれ150、250および300mに操り出した時の $H_{NM}$ （実線）、および $H_{NB}$ （鎖線）を、 $D_N$ （破線）は網具の深度を示す。結果は、網口の高さは上述の小山ら<sup>14)</sup>の模型実験の場合と同様な傾向がみられるが、網具が浮上している場合と着底時ではやや異なった値を示し、 $H_{NM}$ (m)と $V$ (m/sec)との間にはほぼ、

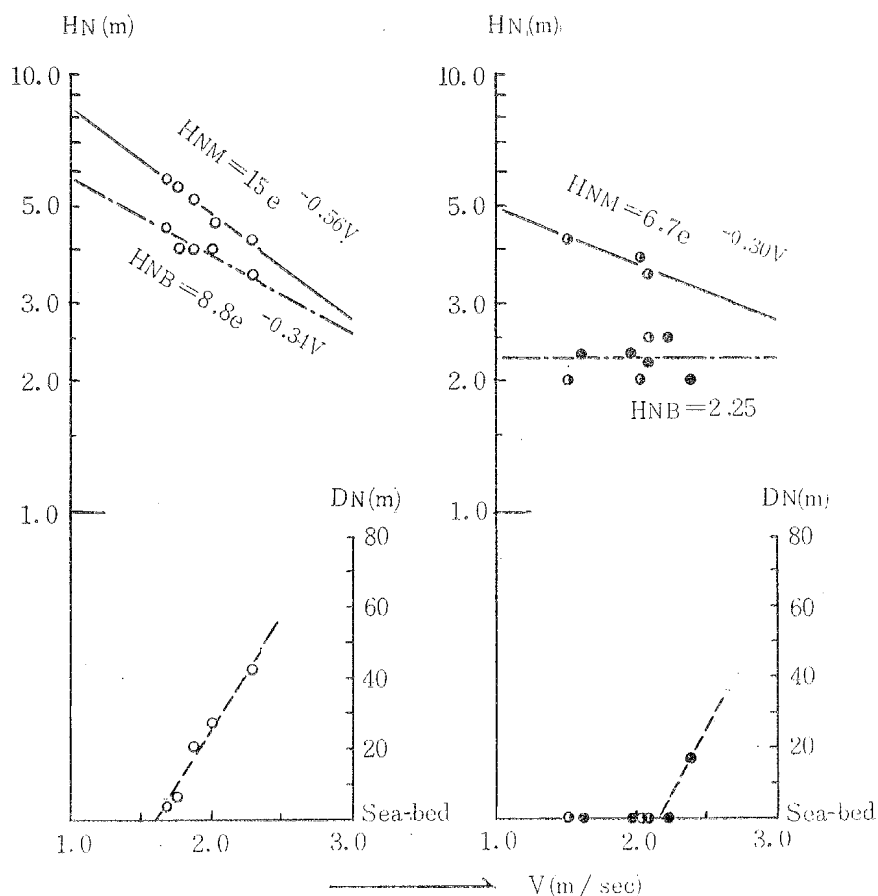


Fig. 12. Relation between the gape height ( $H_N$ ) of the 115-foot net and towing speed ( $V$ ).

Notes: The full and chain lines indicate the change in the height ( $H_{NM}$ ) of net-mouth and that ( $H_{NB}$ ) of net-body, and the broken line the change in the working depth ( $D_N$ ) of the net at respective  $V$ . Open, half filled and filled circles show the values observed at 150, 250 and 300 m in warp length, respectively.

$$\text{浮上時: } H_{NM} = 15e^{-0.56V}, \quad (2)$$

$$\text{着底時: } H_{NM} = 6.7e^{-0.30V}, \quad (3)$$

なる指数関係が成立し、1.5m/sec 前後で約6および4 mの高さの網口が2.5 m/sec ではそれぞれ3.7および3.2 mに低下する。また、囊口の高さは網具の浮上時と着底時では全く趣きを異にし、 $H_{NB}$  (m) と  $V$  (m/sec) との間には、ほぼ、

$$\text{浮上時: } H_{NB} = 8.8e^{-0.34V} \quad (4)$$

$$\text{着底時: } H_{NB} = 2.25 \quad (5)$$

なる関係が成立し、浮上時では網口の場合と同様指数関係がみられたのに対して、着底時には速度変化による囊口の変化はみられなかった。

### 3. 曳網速度と漁具にかかる抵抗

曳網速度ならびにワープの長さを変えることで、漁具にかかる抵抗がどのように変化するかについて調べた。

第13図は曳網速度,  $V$ , を 1.5 から 2.5 m/sec にわたり変化させた場合のワープ片側の船元における張力,  $T_T$  (実線), およびハンド・ロープ片側の網元における張力,  $T_N$  (鎖線), の変化を示したもので、図中の白、半および黒点はワープをそれぞれ 150, 250 および 300 m の長さに操り出したときの観測値, また  $D_N$  (破線) は網具の深度を示す。

葉室・石井<sup>9)</sup> および谷口・南・隅川<sup>12)</sup> らの 128 尺および 100 尺 2 枚仕立て網についての実験結果では曳網速度 1.0~1.5 m/sec でワープ片側にかかる張力は 1.5~1.7 ton および 1.1~1.6 ton。また葉室<sup>1)</sup>, 小

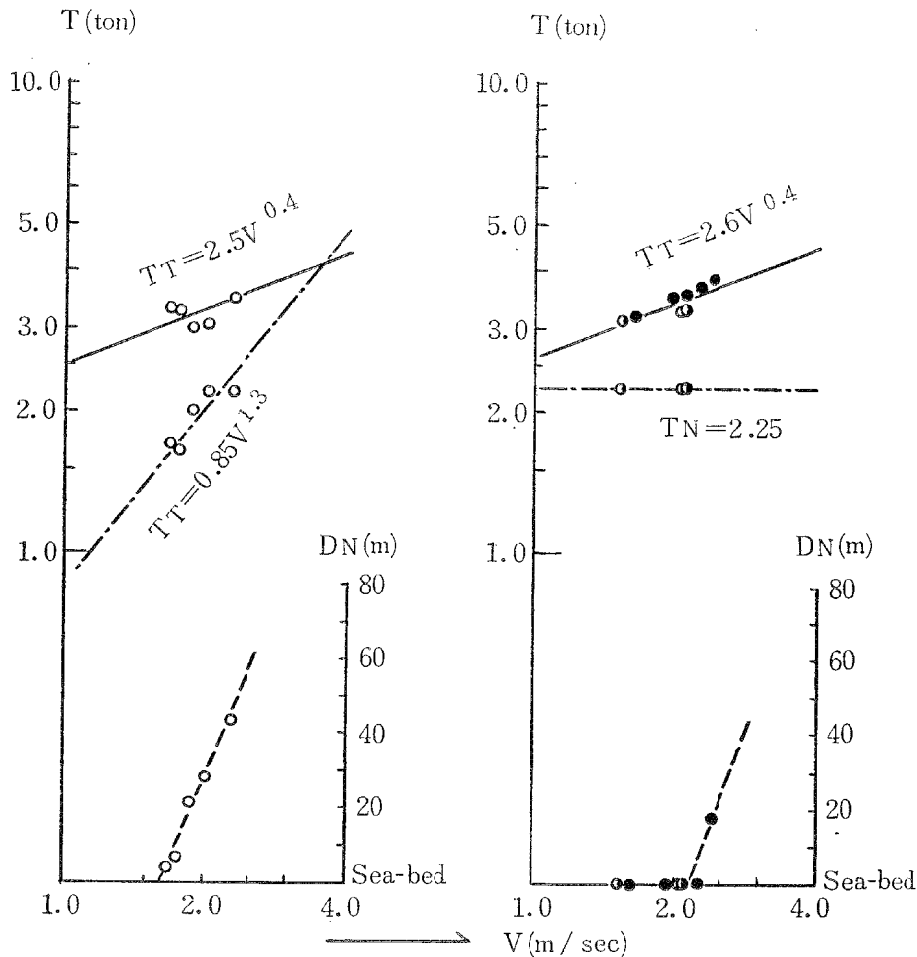


Fig. 13. Relation between the tension ( $T$ ) on a warp of 115-foot net and towing speed ( $V$ ).

Notes : The full and chain lines indicate the change in the tension ( $T_T$ ) on a warp at the boardside and that ( $T_N$ ) on a sweep line at the nets side, and the broken line the change in the working depth ( $D_N$ ) of the net at respective  $V$ . Open, half filled and filled circles show the values observed at 150, 250 and 300 m in warp length, respectively.

山<sup>2)</sup>らの200尺4枚仕立て網についての結果では、曳網速度1.6~2.5および2.0~2.4 m/secにおける張力はそれぞれ3~5および7~10 tonと報告されている。これに対し、本網具では操り出しワープ長によりやや異なるが、曳網速度1.5~2.5 m/secで3~4 tonと観測され、 $T_T$  (ton) と  $V$  (m/sec) との間には、

$$\text{浮上時} : T_T = 2.5V^{0.4} \quad (6)$$

$$\text{着底時} : T_T = 2.6V^{0.4} \quad (7)$$

なる関係が成立した。

網部だけの抵抗については、野村<sup>5)</sup>、本多<sup>6)</sup>、高山<sup>11)</sup>、谷口<sup>18)</sup>、らの模型実験の結果を総合すると、曳網速度の1.3~1.5乗に比例することが明らかにされているが、本実験では  $T_N$  (ton) と  $V$  (m/sec) との間には、

$$\text{浮上時} \cdot T_N = 0.85V^{1.3} \quad (8)$$

$$\text{着底時} : T_N = 2.25 \quad (9)$$

なる関係が成立し、浮上時には速度の1.3乗に比例して増加するが、着底時には常に2.25 tonと全く変化はみられなかった。なお、第14図は網成り異常時、すなわち網口ならびに囊口ともその高さが零と観測され

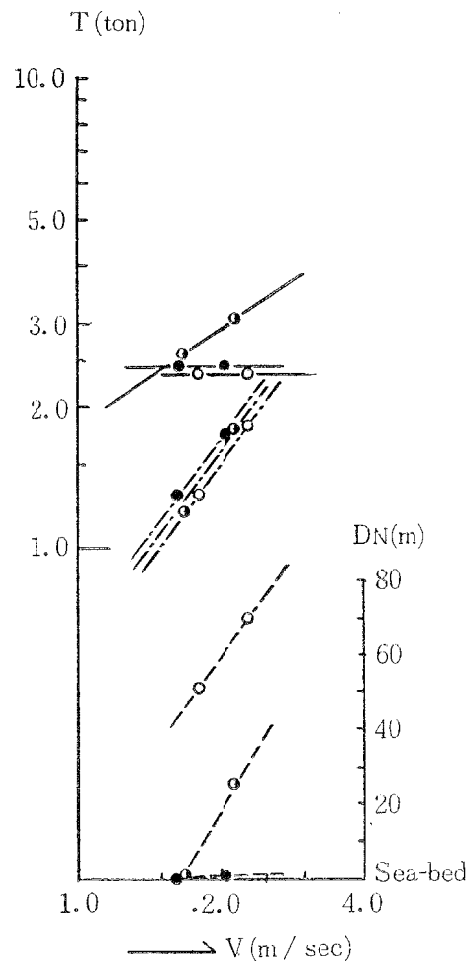


Fig. 14. Relation between the tension ( $T$ ) on a warp of the 115-foot net taken an abnormal shape (*e.i.* the gape height: about 0 m) and the towing speed ( $V$ ).

Notes : Symbols are the same as Fig. 13.

た場合の  $T_T$ 、あるいは  $T_N$  と  $V$  との関係を示したものである (図中の記号は第 13 図に同じ)。この結果では、 $T_N$  は浮上時、着底時の如何をとわず  $V$  の増大とともに増加の傾向がみられ、上述の速度にかかわらず一定とみなした着底時の結果にやや疑問が残る。しかし、この程度の実験値だけでは判定し難いのでこれについては後日さらに実験を重ね検討する。

#### 4. 曳網速度およびワープ長と網具の曳行深度ならびにワープの形状

曳網中のワープの形状ならびに曳網深度の問題は網具の操作上きわめて重要で、中層トロールに関しては、小林・井上・高橋<sup>15-17)</sup>、高山・小山<sup>18)</sup>、中才・川上<sup>19)</sup>、谷口・今西・片岡<sup>20, 21)</sup> らの曳網速度またはワープ長と曳網深度のくわしい研究がなされているが、底曳網については葉室<sup>22)</sup>、谷口・南・隅川<sup>12)</sup> らの報告があるにすぎない。これらによると、一般に操出しワープ長に対する曳網深度、 $D_N/LWP$  は速度の増大とともに小さくなるが、接地曳網では様相は異なり、速度にかかわらずほぼ一定である。また、デプレッサー付網とデプレッサーなしのものの間では、同一ワープ長においては前者の  $D_N/LWP$  は後者のそれより大きいことは無論であるが、前者がワープの増大とともに  $D_N/LWP$  の値が小さくなるのに対し、後者ではワープの長さによる変化はほとんどみられない。

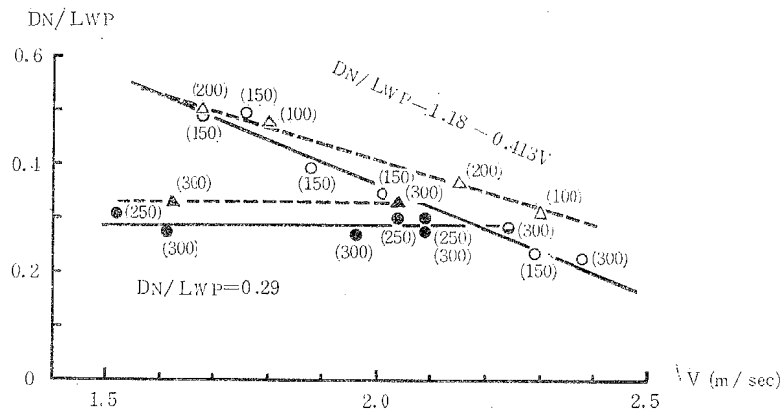


Fig. 15. Relation between the ratio of the working depth of the 115-foot net to the warp length ( $D_N/LWP$ ) and the towing speed ( $V$ ).

Notes: Parenthesized figures indicate warp length in m. Open and filled circles show the values observed at mid-warter and drag trawlings for the 115-foot net, respectively. While, open and filled triangles that at mid-warter and drag trawlings for the 115-foot net taken an abnormal shape in the same as Fig. 14, respectively.

本実験における操出しワープ長に対する曳網深度、 $D_N/LWP$ 、と曳網速度、 $V$ 、との関係を第 2 表からプロットすると、第 15 図に示したごとくなる。図中、括弧内数値はそれぞれのワープの長さを m で示したもので、白点は離底曳、黒点は接地曳網時の値を示す。結果は上述の場合と同様、離底曳における  $D_N/LWP$  はワープの長の如何をとわず速度の増大とともに小さくなり、

$$D_N/LWP = 1.18 - 0.413V \quad (10)$$

なる関係で表わされるが、接地曳網では全く様相が異なり速度にかかわらずほぼ一定で、

$$D_N/LWP = 0.29 \quad (11)$$

なる関係で表わされた。なお、図中の白三角および黒三角は上述の異常網成り時すなわち網口の高さが零の場合における離底および接地曳網時の結果を示したものである。これから、網具の構造如何を問わず離底お

よび接地曳網ともそれぞれほぼ同様の傾向がみられ、網具の抵抗の大なるものは小なるものに比べ  $D_N/L_{WP}$  が小さいことが知れる。

第16図はワープの長さを100~300 m (水深: 約100 m) に操出し、曳網速度をそれぞれ1.6~2.3 m/sec に変えた場合のワープ各部および身網深度などからそれぞれのワープ (実線) ならびにハンドロープ (破線) の形状を求めたものである (ただし、網具は網成り異常時の場合)。図中、黒および白三角は操出しワープ長100 m で曳網速度をそれぞれ1.8 および2.3 m/sec に、黒および白丸はそれぞれ200 m で1.68 および2.15 m/sec に、さらに黒および白四角はそれぞれ300 m で1.62 および2.04 m/sec に変えたときの網具各部の深度を示す。

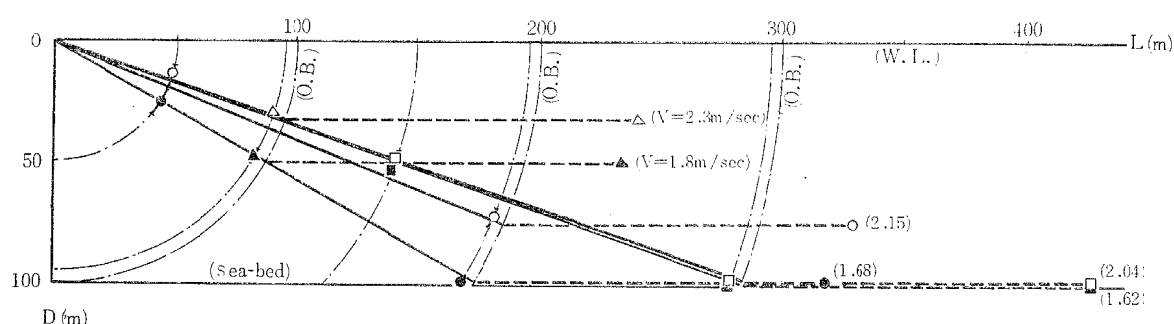


Fig. 16. The shape of a warp (the full line) and a sweep line (the broken line) during towing on the 115-foot net taken an abnormal shape in the same as Fig. 14.

Notes:  $L$ —horizontal distance from the towing block,  $D$ —depth, and open and filled triangles show the values observed at 2.3 and 1.8 m/sec in towing speed ( $V$ ) under 100 m in warp length ( $L_{WP}$ ), respectively. Open and filled circles at 2.15 and 1.68 m/sec in  $V$  for 200 m in  $L_{WP}$ , and open and filled squares at 2.04 and 1.62 m/sec in  $V$  for 300 m in  $L_{WP}$ , respectively.

谷口ら<sup>12)</sup>の2枚仕立て網についての結果によれば、曳網中のワープの形状は曳網速度が小さい範囲では下側に湾曲するが、速度の増加とともにその曲率は小さくなり、1.5~1.75 m/sec 付近より大きくなるとほぼ直線状となる。また、離底曳と接地曳網の場合ではワープの形状は異なり、後者では速度にかかわらず常にほぼ直線状をなす。さらに身網部の曳行深度は身網部の水中重量がほぼ零に近い場合には常にオッター深度と相等しく、したがってハンド・ロープは水平直線状をなす。

本実験では、曳網速度が1.6~2.3 m/sec の比較的高速時の結果だけであるので、ワープの形状は離底、接地の如何を問わずいずれも直線状を示し、また上述のごとく、身網部の曳行深度はいずれもオッター深度と相等しく、したがってこの場合もハンド・ロープは水平直線状をなしていると推定される。

## 要 約

深海用トロールの合理的網具設計の予備試験として、在来のヘッド・ロープ長115尺4枚仕立て網具を用い、網規模決定の基本要因である船の曳網力特性ならびに網成り、抵抗、曳網深度およびワープの形状など曳網中の網具の力学的諸性質について、耕洋丸(1,215総トン, 1,800馬力)により一連の海上実験を行なった。それらの結果を要約すると次のごとくである。

- 1) 曳網時における軸馬力  $B.H.P.$ 、は主機関回転数  $R.P.M.$ 、の略3乗に比例する。
- 2) 曳網速度  $V(m/sec)$ 、は網具の状況如何にかかわらず回転数  $R.P.M.$ 、との間に略比例関係が成立

した。

- 3) 曳網有効馬力,  $E.H.P.$ , は大略軸馬力,  $B.H.P.$  に比例し, その比例常数,  $k$ , は 0.52 の値をとる。
- 4) 網口,  $H_{NM}(m)$ , および囊口の高さ,  $H_{NB}(m)$ , は曳網速度,  $V(m/sec)$ , との間に, 浮上時には式(2)および(4), 着底時には式(3)および(5)の関係が成立した。
- 5) ワープ片側の船元にかかる張力,  $T_T(ton)$ , およびハンド・ロープ片側の網元にかかる張力,  $T_N(ton)$ , は曳網速度,  $V(m/sec)$ , との間に, 浮上時式(6)および(8), 着底時式(7)および(9)なる関係が成立した。
- 6) 曳網深度と操出しワープ長の比,  $D_N/L_{WP}$ , は曳網速度,  $V(m/sec)$ , との間に, 浮上時には式(10), 着底時には式(11)の関係で与えられた。
- 7) 曳網中のワープの形状は曳網速度が 1.5~2.5 の範囲ではワープの長さの如何を問わず, 常にほぼ直線状を保つ。
- 8) 身網部の曳行深度は常にほぼオッター深度と相等しく, したがってハンド・ロープは水平直線状をなすと推定される。

終わりに, 本実験にあたりご協力いただいた, 耕洋丸乗組員, 学生各位に深甚の謝意を表す。

## 文 献

- 1) 葉室 親正, 1962: 漁船研究技報, **16** (1).
- 2) 小山 武夫, 1965: 東水研研報, No. 43.
- 3) ———, 1966: 日水誌, **32** (6).
- 4) ———, 1967: 日水誌, **33** (10).
- 5) 野村正恒・安井達夫, 1953: 日水誌, **18** (2).
- 6) 本田 勝司, 1958: 日水誌, **23** (10).
- 7) 熊瀨武晴・葉室親正・石井謙治, 1955: 漁船研技報, No. 6.
- 8) 葉室親正・石井謙治, 1956: 漁船研技報, No. 9.
- 9) ———, 1958: 漁船研技報, No. 12.
- 10) 高山重嶺・小山武夫, 1958: 東水研研報, No. 22.
- 11) 高山重嶺・小山武夫・武富一, 1959: 東水研研報, No. 24.
- 12) 谷口武夫・南 四郎・隅川芳雄, 1968: 日水誌, **34** (10).
- 13) 谷口 武夫: 未発表
- 14) 小山武夫・岩井元長・横地龍男・前川 治, 1964: 東水研研報, No. 38.
- 15) 小林喜一郎・高橋広弥, 1951: 北大水研報, **1** (3, 4).
- 16) 小林喜一郎, 1956: 北大水研報, **7** (1).
- 17) 小林喜一郎・井上直一, 1958: 北大水研報, **9** (1).
- 18) 高山重嶺・小山武夫, 1958: 東水研研報, No. 19.
- 19) 中 才啓・川上太左英, 1965: 日水誌, **34** (4).
- 20) 谷口武夫・片岡昭吉・今西 一, 1965: 日水誌, **31** (5).
- 21) 今西 一・谷口武夫・片岡昭吉, 1965: 日水誌, **31** (9).
- 22) 葉室 親正, 1964: 漁船研技報, **18** (7).