

# 中層トロール網漁具開発研究

指定調査研究総合助成事業

山崎 繁 ・ 浅中 正禄

田中 伸和 ・ 由木 雄一

本調査は日本海において未利用未確認の中層資源の実態を明らかにし、これの開発利用を計ることを目的とするものである。計画当初、主漁獲対象をスケソウダラとして考えを進めてきたが、ソ連、北鮮の200浬領海宣言のため主対象とするものを失ったので、急きよ未確認魚種全般（小型魚種から大型魚種まで）について計画を進めることとなった。このため、試験漁具を改造し、また、52年度の調査研究成果にもとづいて新たな大型の漁具を試作し、これらの網について漁具特性および漁撈技術ならびに確認魚種の資源生態の調査研究を実施し諸問題点について考察した。

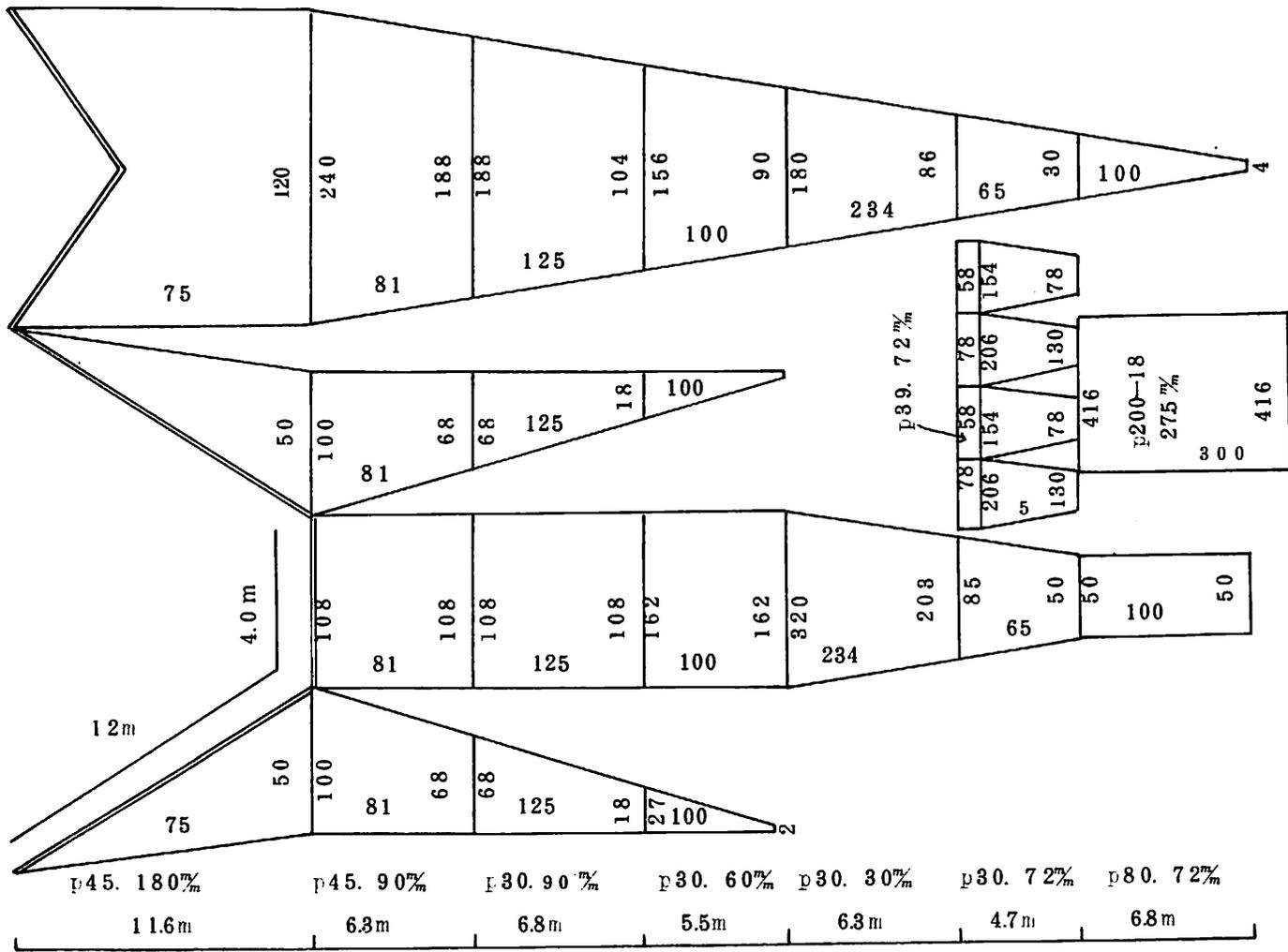
## 使用船舶と使用トロール漁具の概要

調査は試験船島根丸（船尾トローラー）を使用し、調査員2名、乗組員12名で実施した。表1に島根丸主要寸法を示す。

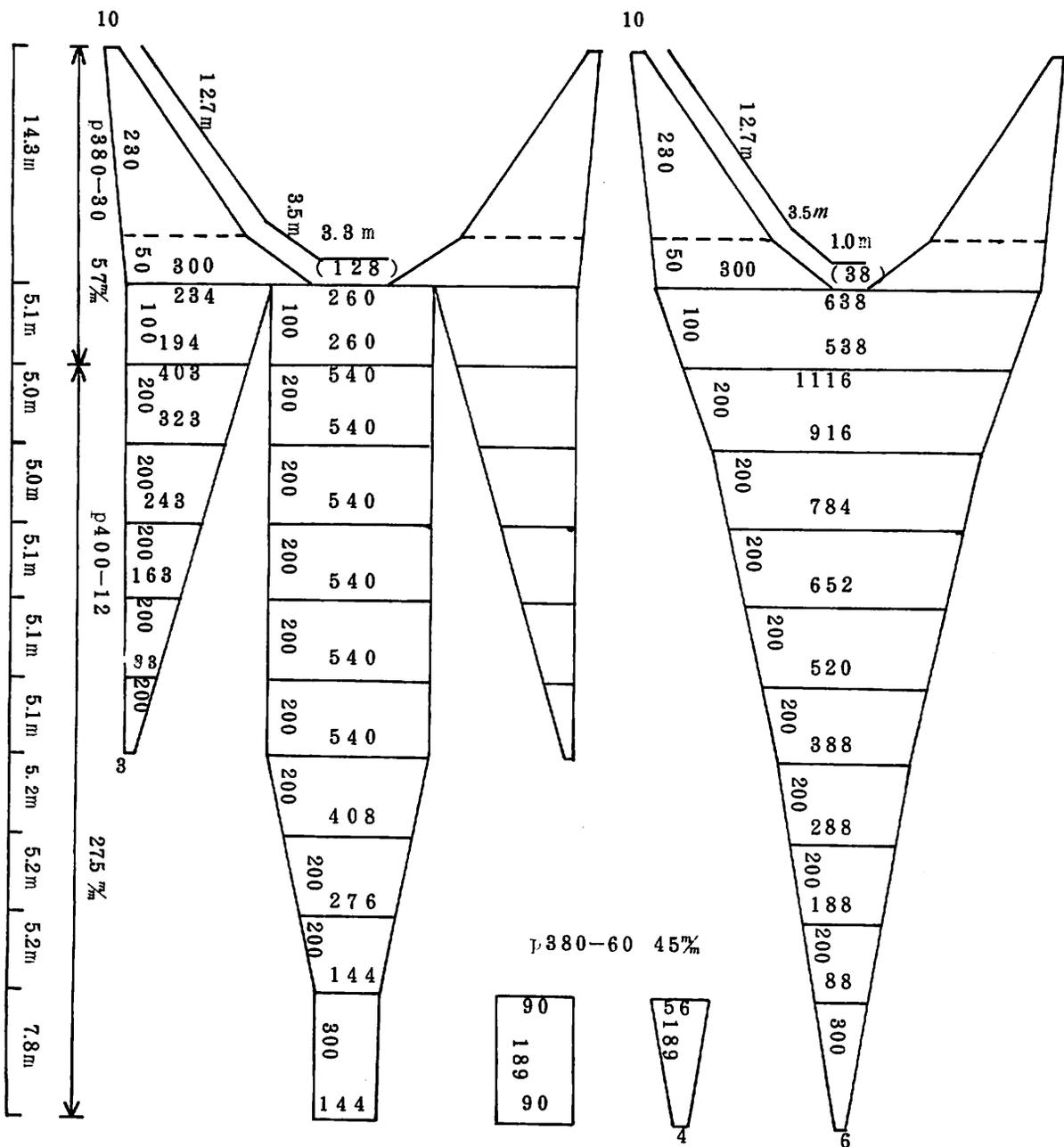
第1表 島根丸主要寸法

全長 (m)	幅 (m)	深さ (m)	主機関型式	定格出力 (PS)	定格回転数 (rpm)	総トン数	プロペラ 型式	トロールウインチ 容量
34.6	6.5	2.8	MTU MB 820Bb-1 高速4サイクル ディーゼル	770	1200	189.06	3翼 可変	5T×60 <sup>M</sup> /min (主ドラム) 8T×30 <sup>M</sup> /min (センタードラム)

使用漁具はスケソウダラを対象とした中層網I型（昭和52年度指定調査研究報告）の目合を小さく改造し、小型魚種も漁獲する目的から網口の開口を大きくし目合の小さい低速度で曳網できる大型網を試作し、それぞれの名称を改I型網、超大型低速網として使用した。改I型網を図1、超大型低速網を図2にその概略を示しそれぞれの網の主要漁具寸法を表2に示した。



第1圖 改I型網



第2圖 超大型低速網

第2表 使用トロール漁具の主要寸法

網 名称	ヘッドロー ブの長さ (m)	グランドロ ーブの長さ (m)	浮子の 総浮力 (kg)	グランドの 空中重量 (kg)	網構成 (枚)	オッターボード		ワープ 直径 (mm)	手網 直径 (mm)
						面積 (m <sup>2</sup> )	水中重量 (kg)		
改I型 網	28	28	310	250	8	3.45	280	18	14
超大型 低速網	35.7	35.7	310	240	8	3.45	280	18	14

調査方法

1) 漁具測定

○ 軸馬力

軸馬力は海上試運転成績結果(表3)から各翼角およびラック目盛に対する推定馬力数値を使用した。

第3表 海上試運転成績

(主機回転数 1,200rpm一定)

翼角(度)	10	15	18.3	20.3	21.3
負荷(%)	25	50	75	100	100
船速(knot)	7.99	10.16	11.58	12.20	12.41
ラック目盛(mm)	10.8	11.5	13.2	14.4	15.5
推定馬力(ps)	250	400	600	750	865

○ 曳網速度

この場合の曳網速度は対水速度でノットメーター(0~6knot目盛)を水面下約3m位に沈めその測定値を使用した。

○ ワープ張力

ワープの張力はロードセルで測定し、左右ワープの測定値の合計を用いた。

○ ワープ伏角

ワープの伏角は角測器によつて測定し、左右ワープ伏角の測定値の和の $\frac{1}{2}$ の値を用いた。

○ 網口高さとお水深

ヘッドローブの中央にネットレコーダーの送波機を取付け、モニターの記録から網口高さおよび網水深を測定した

さらに網口高さの $\frac{1}{2}$ と網水深の和をもって網中央水深値とした。

#### o オッターボード間隔とワープ伏角

オッターボードの間隔は従来ワープの開角を角測器で測定しそれから推算した。この方法で、ワープの延長にともないワープの開角が小さくなったとき、測定誤差が大きく測定値にばらつきがみられるので、今年度の調査では図8に示すような3種の方法を試み比較した。すなわち左右オッターボードからてぐすの延長にブイを取付け、左右ブイの間隔を測距儀で測定した。またオッターボードにネットレコーダーを取付け魚探の記録からその間隔を読みとった。さらにアルミとステンレスで測定器を自作し、トツブローラーからワープに沿って2m先の間隔 $l'$ と左右トツブローラー間隔 $l$ の測定値からオッターボード間隔および左右ワープの開角を推算した。以上の方法のうち測定器による値とネットレコーダーによる値との差は $\pm 0.5$ mの範囲にあった。

したがってオッターボード間隔およびワープ開角は測定器の読み取り値から推算したものをを用いた。

## 2) 生物測定及び海況

改I型網と超大型低速網による漁獲物については各操業毎、魚種別に計量し、パンチングおよび多項目調査を行なった。また操業海域の測温(10m層間隔)をDBTにより実施した。なお操業記録を付表に示す。

## 結果と考察

### 1) 漁具特性

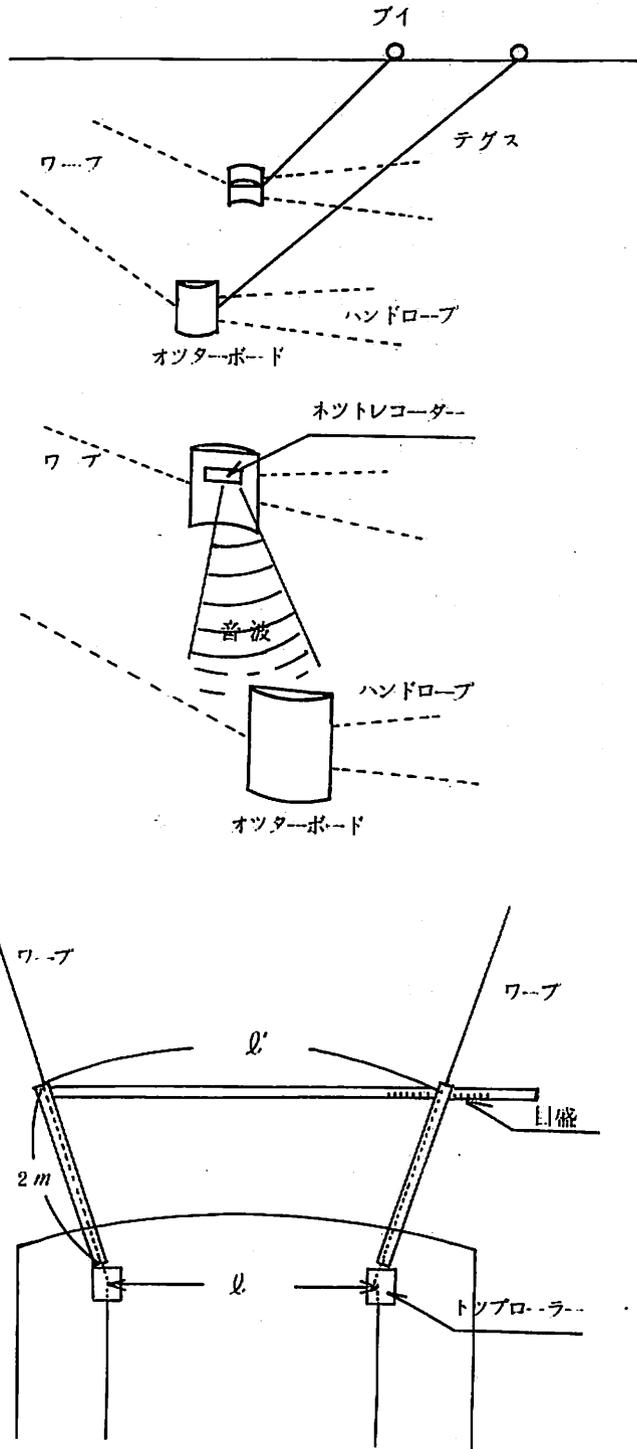
#### 1 軸馬力と曳網有効馬力。推進効率

漁具をある速度で曳行するために必要な馬力、これを曳網有効馬力( $E \cdot H \cdot P$ )とすると、これと曳網速度( $V$  m/sec)、漁具の全抵抗( $R'$  kg)との関係は

$$E \cdot H \cdot P = \frac{R' V \left[ \frac{kg \cdot m}{sec} \right]}{75 \left[ \frac{kg \cdot m}{sec} \right]}$$

と表わせる。これより各曳網時における $E \cdot H \cdot P$ を計算すると表4のようになり $E \cdot H \cdot P$ と $B \cdot H \cdot P$ (軸馬力)の関係は図4のようになる。

これをみると $B \cdot H \cdot P$ と $E \cdot H \cdot P$ はほぼ比例関係にあり比例定数は約0.20~0.25の値となる。ここでは $E \cdot H \cdot P$ の値に漁具の抵抗馬力を使用し、船体抵抗馬力は含まれていない。したがって、実際の推進効率はこの0.20~0.25の値より若干大きい値となることが推測される。

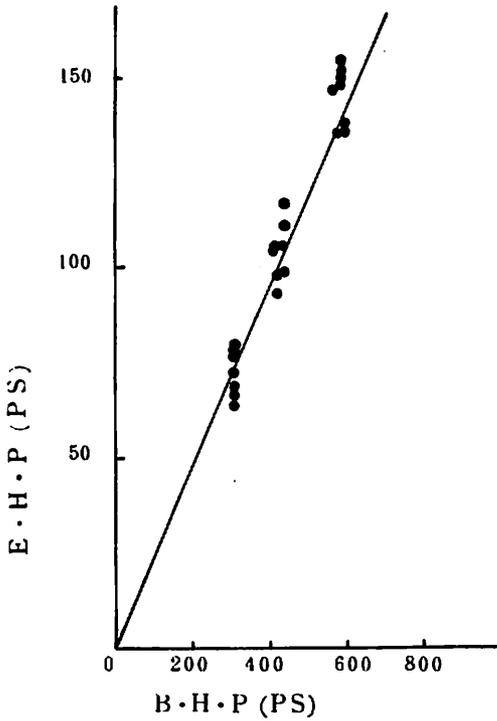


第3図 オッターボード間隔の各測定法

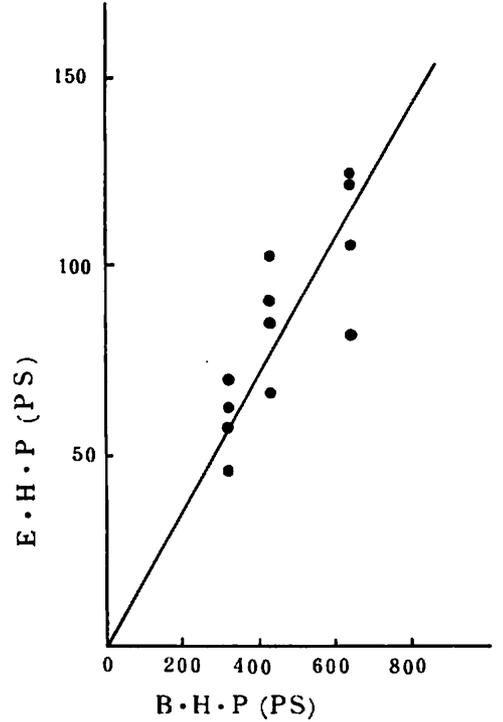
第 4 表 軸馬力 ( B · H · P ) と曳網有効馬力 ( E · H · P ) の関係

網	翼角 (度)	曳網速度		漁具全抵抗 (kg)	B·H·P (PS)	E·H·P (PS)
		(knot)	(m/sec)			
改	10	2.3	1.18	5060	310	80
	10	2.3	1.18	5030	310	79
	10	2.2	1.13	5010	310	77
	10	2.2	1.13	5260	310	79
	10	2.1	1.08	5090	310	73
	10	2.0	1.03	5030	310	69
	10	1.9	0.98	5015	310	67
	10	1.8	0.93	5120	310	64
I	12	2.7	1.39	6060	430	112
	12	2.7	1.39	5850	420	108
	12	2.6	1.34	6590	430	118
	12	2.5	1.29	6220	420	107
	12	2.5	1.29	6230	430	107
	12	2.4	1.23	6060	420	99
	12	2.5	1.29	5820	430	100
	12	2.4	1.23	5730	420	94
網	14	3.0	1.54	7530	585	155
	14	3.0	1.54	7150	570	147
	14	2.9	1.49	7580	585	151
	14	2.9	1.49	7520	585	149
	14	2.9	1.49	7530	585	150
	14	2.8	1.44	7180	600	138
	14	2.8	1.44	7110	585	137
	14	2.8	1.44	7130	600	137
超	10	1.8	0.93	5730	320	71
	10	1.6	0.82	5730	320	63
	10	1.5	0.77	5670	320	58
	10	1.1	0.57	5995	320	46
型	12	2.1	1.08	7140	430	103
	12	1.9	0.98	6955	430	91
	12	1.7	0.88	7260	430	85
	12	1.3	0.67	7110	430	64
低	14	2.2	1.13	8320	640	125
	14	2.1	1.08	8440	640	122
	14	1.8	0.93	8520	640	106
	14	1.4	0.72	8425	640	81

改 I 型 網



超大型低速網



第 4 図 軸馬力 ( B · H · P ) と曳網有効馬力 ( E · H · P ) の関係

## 2. 翼角・ワープ長に対する曳網速度

表 5 から各翼角とワープ長に対する曳網速度の関係は図 5 のようになる。これを見ると同一翼角ではワープの延長にともない曳網速度が減少し、その減少率は改 I 型網より超大型低速網がはるかに大きいことがわかる。

## 3. 翼角・ワープ長に対する網中央水深

表 5 から各翼角とワープ長に対する網の中央水深の関係は図 6 に示すようになる。これを見ると網の中央水深はワープの延長にともなう深くなり、さらに各翼角について比較すると網水深のワープ長にともなう増加率は翼角の小さいときほど大きくなる。

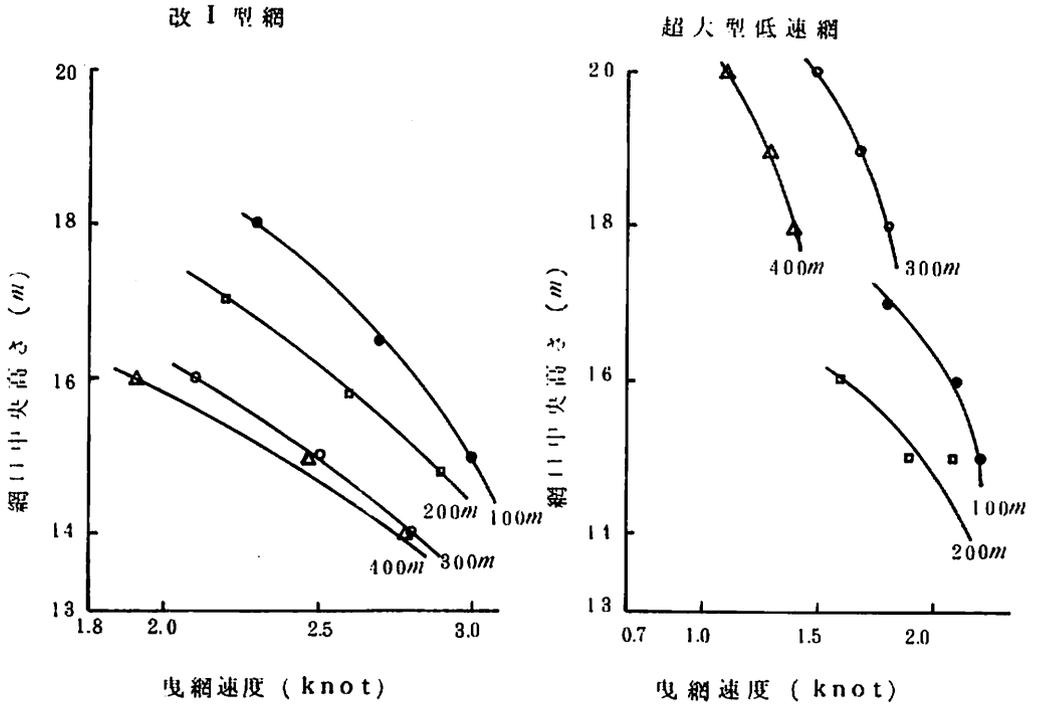
## 4. 網口中央高さ

表 6 から網口中央高さと曳網速度の関係を図 7 に示す。これによると網口中央の高さは曳

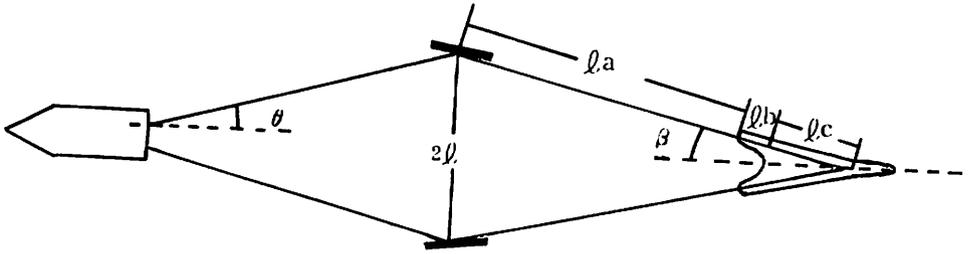
第5表 翼角・ワープ長に対する曳網速度網中央水深の関係

網	翼角 (度)	ワープ長 (m)	曳網速度 (knot)	網中央水深 (m)
改	10	100	2.8	87.0
	"	200	2.2	76.5
	"	300	2.1	117.0
	"	400	1.9	154.0
I 型	12	100	2.7	26.5
	"	200	2.6	60.0
	"	300	2.5	97.5
	"	400	2.5	127.5
網	14	100	3.0	17.5
	"	200	2.9	47.5
	"	300	2.8	79.0
	"	400	2.8	107.0
超 大	10	100	1.8	28.5
	"	200	1.6	62.0
	"	300	1.5	110.0
	"	400	1.1	145.0
型 低 速	12	100	2.1	25.0
	"	200	1.9	55.5
	"	300	1.7	95.5
	"	400	1.3	124.5
網	14	100	2.2	18.5
	"	200	2.1	47.5
	"	300	1.8	77.0
	"	400	1.4	104.0

網速度が速いほど低くなる傾向が認められる。また改I型網の場合ワープ長の延長にともなって網口中央高さは低くなるが、超大型低速網の場合はワープ長が300m以上になると網口中央高さが急に高くなっている。



第7図 ワープ長，曳網速度に対する網口中央高さ

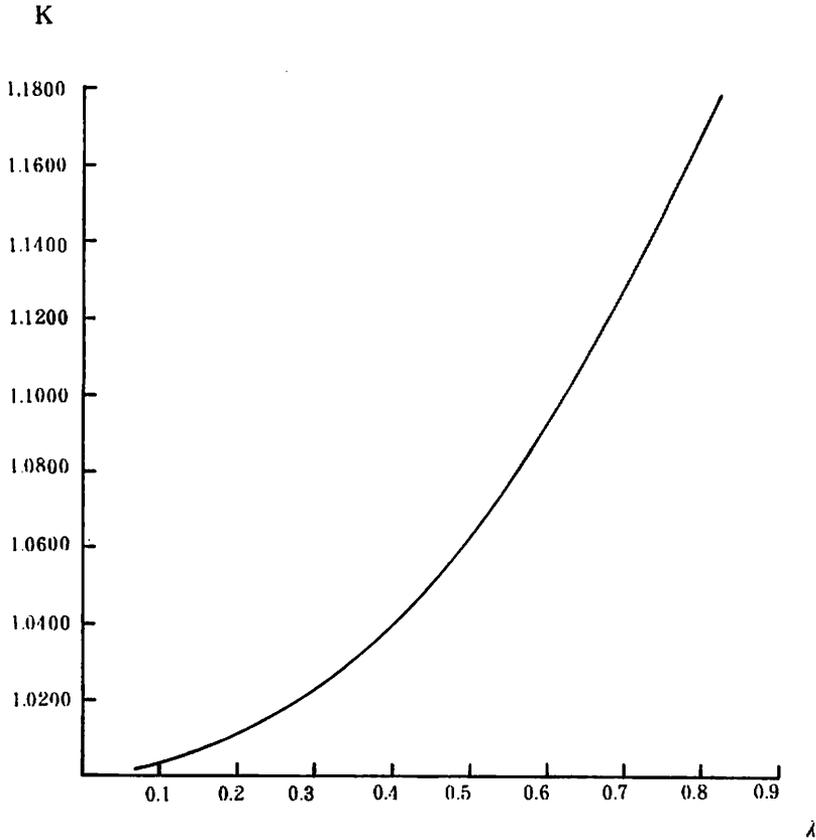


第8図 トロール曳網時の $\beta$ の値

これから $\beta$  (度)， $W$  (網口横間隔) はそれぞれ

$$\beta = \sin^{-1} \left( \frac{l}{l_a + l_b + l_c} \right)$$

$$W = 2 l_c \sin \beta$$



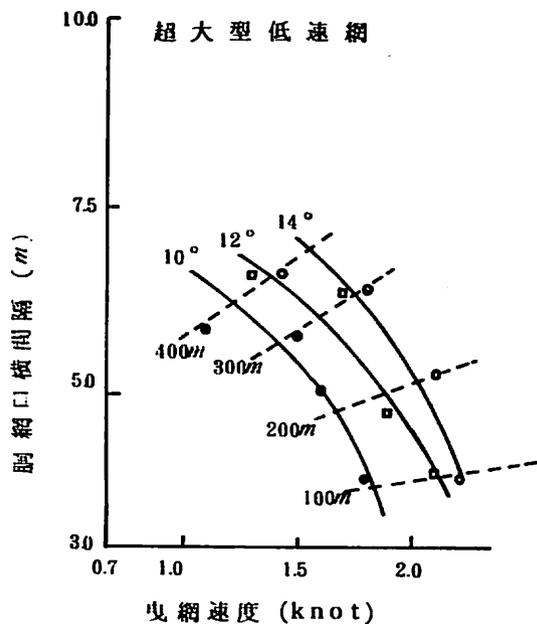
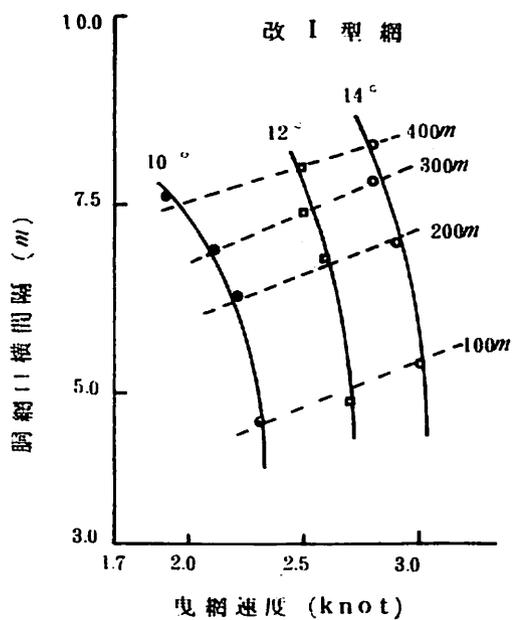
第9図 λとKの関係(機械工学便覧)

と表わせる。また網口の形状を、網口中央高さを長径(2a)、胴網口横間隔を短径(2b)とする楕円形とみなすとその周囲の長さUは次のように表わせる。

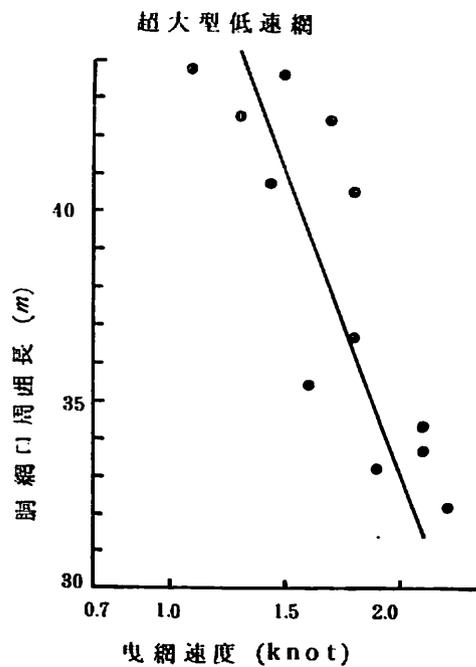
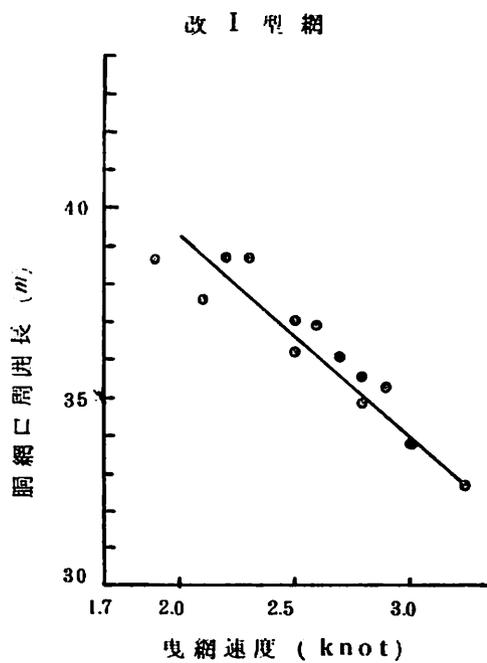
$$U = \pi (a + b) k, \quad \lambda = \frac{a - b}{a + b}$$

ここでλとkの関係は機械工学便覧からの値を図9に示した。

以上により網口の形状は表6に示すとおりで、これから曳網速度と胴網口横間隔の関係は図10のようになる。すなわち、同一ワープ長では曳網速度が速くなると胴網口横間隔は大きくなり、同一翼角ではワープの延長に従って曳網速度が遅くなり胴網口横間隔は大きくなるという傾向が認められる。これは網口中央高さと相反する結果である。一方胴網口の周囲の長さは図11に示すようになり、曳網速度が速くなると小さくなる傾向がある。胴網口周囲の縮結の入らない状態における網地の長さは改I型網が98.6m、超大型低速網が155.7mである。これから曳網時におけるそれぞれの網の使用状態をみると、改I型網が35～39%、超大型低速網が21～28%の範囲となっている。



第 10 図 罾角・ワープ長・曳網速度に対する胴網口横間隔



第 11 図 曳網速度に対する胴網口周囲長

第7表 全張力、トロール漁具全抵抗、トロール漁具各部の抵抗およびオートボード展開力

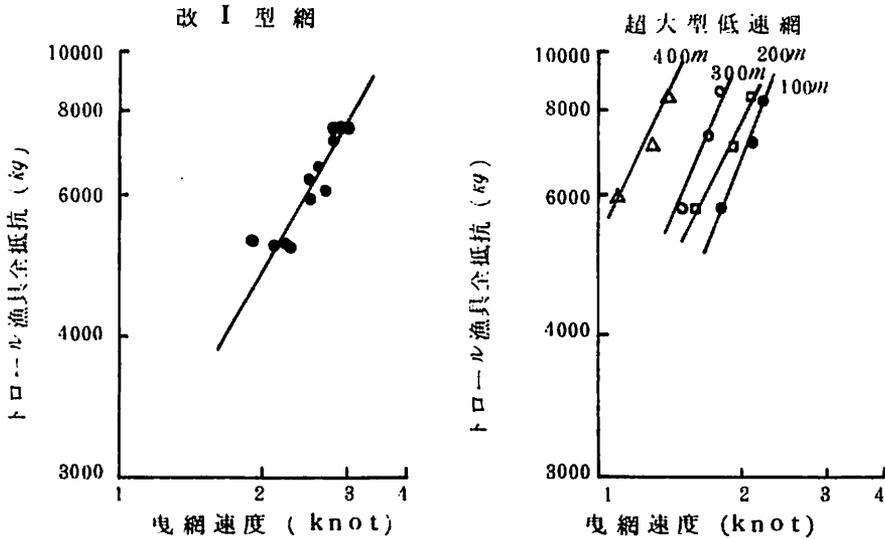
網	翼角 (度)	ワープ長 (m)	曳網速度		ワープ伏角 $\alpha$ (度)	ワープ開角 $\theta$ (度)	全張力 T (トン)	全抵抗 R' (Kg)	OB間隔 W (m)	OB展開力 L (Kg)	$\beta$ (度)	ワープ流水抵抗D <sub>1</sub> (Kg)	手網流水抵抗D <sub>2</sub> (Kg)	OB流水抵抗D <sub>3</sub> (Kg)	OBの水中重量による抵抗D <sub>4</sub> (Kg)	トロール網抵抗R (Kg)
			(knet)	(m sec)												
改	10	100	2.3	1.18	20.5	5.7	5.4	5,060	23.6	401	4.5	28	13	151	1,498	3,370
	〃	200	2.2	1.18	22	4.2	5.5	5,100	33.3	394	6.3	56	26	139	1,386	3,498
	〃	300	2.1	1.08	22.3	3.1	5.5	5,090	36.2	360	6.9	77	38	127	1,365	3,483
	〃	400	1.9	0.98	23	2.6	5.6	5,150	40.1	367	7.6	91	44	104	1,319	3,592
I型	12	100	2.7	1.39	16	6.0	6.3	6,060	24.8	487	4.7	27	18	210	1,953	3,852
	〃	200	2.6	1.34	17.3	4.5	6.9	6,590	34.8	532	6.6	56	38	195	1,798	4,503
	〃	300	2.5	1.29	19.3	3.3	6.6	6,230	37.8	462	7.2	90	55	181	1,599	4,305
	〃	400	2.5	1.29	20.3	2.7	6.2	5,820	41.0	414	7.8	130	77	181	1,514	3,918
網	14	100	3.0	1.54	12	6.8	7.7	7,530	27.4	665	5.2	25	22	258	2,635	4,590
	〃	200	2.9	1.49	13.5	4.6	7.8	7,580	35.9	606	6.8	52	48	241	2,333	4,906
	〃	300	2.8	1.44	15.3	3.5	7.8	7,530	39.8	579	7.6	84	71	225	2,047	5,103
	〃	400	2.8	1.44	18.5	2.8	7.5	7,110	42.3	532	8.0	143	98	225	1,674	4,970
超大型低速網	10	100	1.8	0.93	13.8	3.1	5.9	5,730	14.5	230	2.4	10	7	94	2,280	3,339
	〃	200	1.6	0.82	17.3	2.1	6.0	5,730	18.8	217	3.2	21	12	73	1,798	3,826
	〃	300	1.5	0.77	19	1.7	6.0	5,675	21.5	213	3.6	32	16	64	1,626	3,937
	〃	400	1.1	0.57	20.5	1.3	6.4	5,995	21.8	216	3.7	26	12	35	1,498	4,424
	12	100	2.1	1.08	12	3.1	7.3	7,140	14.7	292	2.5	12	9	127	2,635	4,357
	〃	200	1.9	0.98	15	2.0	7.2	6,955	17.6	250	3.0	25	16	104	2,090	4,720
	〃	300	1.7	0.88	17.3	1.9	7.6	7,260	23.6	312	4.0	36	21	84	1,798	5,321
	〃	400	1.3	0.67	18.5	1.5	7.5	7,110	24.0	289	4.1	31	16	49	1,674	5,340
	14	100	2.2	1.13	8	3.1	8.4	8,320	14.5	315	2.4	10	10	139	3,985	4,176
	〃	200	2.1	1.08	11	2.3	8.6	8,440	19.6	328	3.3	23	20	127	2,881	5,389
	〃	300	1.8	0.93	14.5	1.9	8.8	8,520	23.4	352	4.0	33	24	94	2,165	5,904
	〃	400	1.4	0.72	14.5	1.5	8.7	8,425	24.0	335	4.1	26	19	56	2,165	6,159

## 6. トロール漁具の全抵抗

トロール漁具の全抵抗  $R'$  は全張力を  $T$ 、ワープの伏角を  $\alpha$  とすると近似的に

$$R' = T \cos \alpha$$

と表わせる。この式からトロール漁具の全抵抗を求めたものを表7に示し、さらに曳網速度との関係を図12に示した。これを見るとトロール漁具の全抵抗は曳網速度のほぼ2乗に比例していると言える。超大型低速網は曳網時に2.5 knot以上の速度が得られずワープ長によりかなりのばらつきがみられる。



第12図 曳網速度とトロール漁具全抵抗

## 7. トロール網にかかる流水抵抗

トロール網にかかる流水抵抗  $R$  はトロール漁具の全抵抗  $R'$  からワープ、手網、オッターボードの流水抵抗およびオッターボードの水中重量の  $R'$  方向の分力を差引いたものとして考える。曳網時にワープ、手網は直線をなしているとする、ワープ手網の流水抵抗  $D_1$ 、 $D_2$  は次のように表わせる。

$$D_1 = \frac{CD'}{2} \rho V^2 \ell_1 d_1$$

$$D_2 = \frac{CD'}{2} \rho V^2 \ell_2 d_2$$

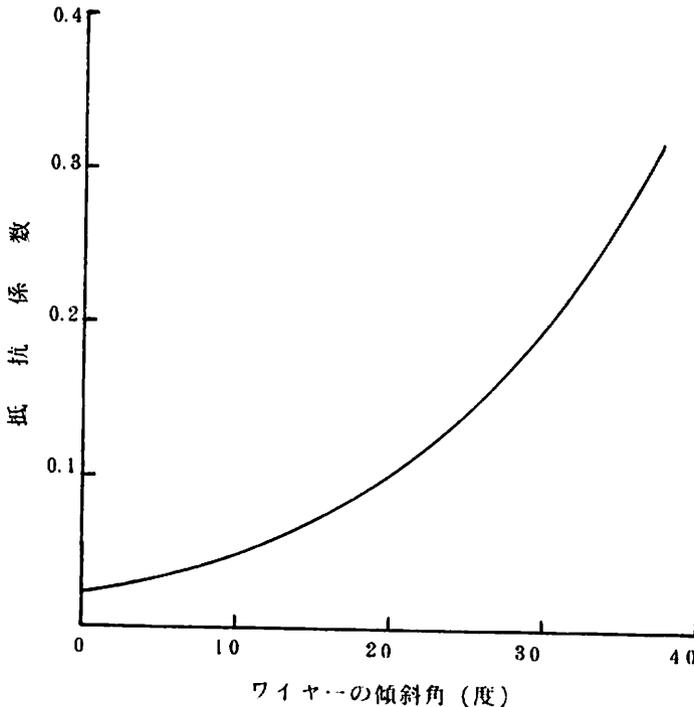
但し、 $\rho$ は海水の密度 ( $105 \text{ kg sec}^2/\text{m}^4$ )、 $V$ は曳網速度 ( $\text{m}/\text{sec}$ )、 $l_1 \cdot l_2$ はそれぞれワープ長と手網の長さ ( $\text{m}$ )、 $d_1 \cdot d_2$ はワープと手網の直径 ( $\text{m}$ )とする。また  $C_D$ は、抵抗係数でDIELの実験結果から図13にワイヤーの傾斜角と抵抗係数の関係を示した。次にオッターボードの流水抵抗  $D_0$  は

$$D_0 = \frac{C_D}{2} \rho V^2 S$$

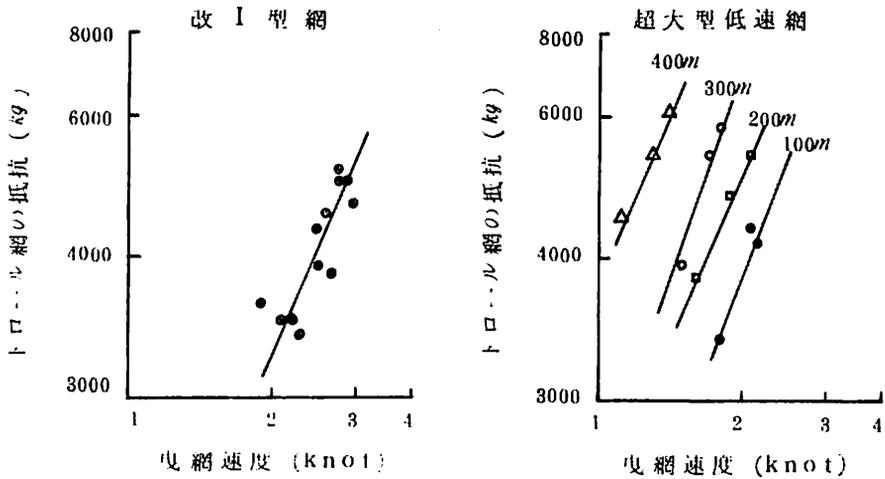
と表わせる。他し  $\rho$ は海水の密度 ( $105 \text{ kg} \cdot \text{sec}^2/\text{m}^4$ )、 $V$ は曳網速度 ( $\text{m}/\text{sec}$ )、 $S$ はオッターボードの面積 ( $\text{m}^2$ )、 $C_D$ はオッターボードの抵抗係数でその値はオッターボードが展開力最大迎角の時縦型で  $0.8 \sim 0.4$  で、ここでは  $0.8$  の値を用いた。またオッターボードの水中重量による抵抗  $D$ はワープの伏角を  $\alpha$  (度)、オッターボードの水中重量を  $G$  ( $\text{kg}$ ) とすると

$$D = G \cdot \cot \alpha$$

と表わせる。以上からトロール漁具各部の抵抗を表7に示し、曳網速度とトロール網の抵抗の関係を図14に示した。これによると改I型網の抵抗は曳網速度のほぼ2乗に比例しており、超大型低速網の抵抗はワープの延長に従って大きくなり同一ワープ長では曳網速度のほぼ2乗に比例していることがわかる。



第13図 ワイヤーの抵抗係数(DIEL)



第14図 曳網速度とトロール網の抵抗

## 8. オッターボードの展開力と展開力係数

図8より左右ワープの展開角度の $\frac{1}{2}$ を $\theta$ 、手網の延長線が網の中心線をなす角を $\beta$ 、全張力を $T$ 、トロール網の抵抗を $R$ とすると、オッターボードの展開力は

$$L = \frac{T}{2} \sin \theta + \frac{R}{2} \tan \beta$$

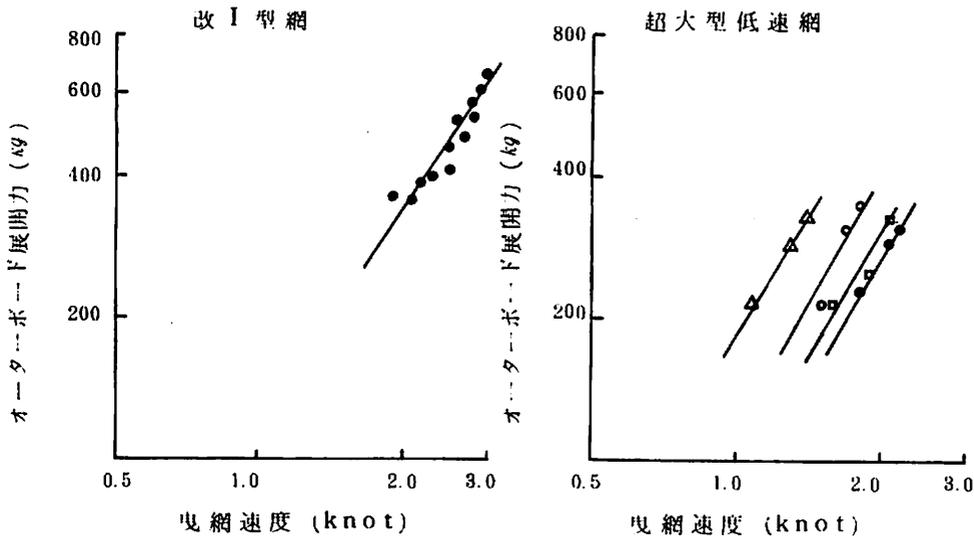
と表わせる。この式から求めたオッターボードの展開力を表7に示し、曳網速度との関係を見ると図15のようになる。すなわちオッターボードの展開力は曳網速度が2.0 knot以下ではその値にばらつきもみられるがほぼ曳網速度の2乗に比例していると言える。そこでオッターボードの展開力係数を $C_L$ 、海水の密度を $\rho$ 、オッターボードの面積を $S$ として

$$L = \frac{C_L}{2} \rho V^2 S$$

と置き、 $C_L$ を求めると表8のようになる。すなわち曳網速度が速い程 $C_L$ の値は小さくなり曳網速度が1.0 m/sec (1.94 knot)以上では1.5、0.7~1.0 m/sec (1.36~1.94 knot)で2.0、0.7 m/sec (1.36 knot)以下では3.5前後の値となる。

## 9. オッターボードの展開力とトロール網の抵抗

トロール網の抵抗 $R$ と2枚のオッターボードの展開力 $2L$ の関係をみると表9のようになる。すなわちオッターボードの展開力を1とすると、トロール網の抵抗は改I型網が約4.4、超大



第15図 曳網速度とオッターボード展開力

第8表 オッターボードの展開力係数(C<sub>L</sub>)

網	曳網速度	オッターボード	$C_L = \frac{2L}{\rho V^2 S}$	網	曳網速度	オッターボード	$C_L = \frac{2L}{\rho V^2 S}$
	V (m/sec)	の展開力 L (kg)			V (m/sec)	の展開力 L (kg)	
改 I 型 網	1.18	401	1.59	超 大 型 低 速 網	0.93	230	1.47
	1.13	394	1.70		0.82	217	1.78
	1.08	360	1.70		0.77	213	1.98
	0.98	367	2.11		0.57	216	3.67
	1.39	487	1.39		1.08	292	1.38
	1.34	532	1.64		0.98	250	1.44
	1.29	462	1.53		0.88	312	2.22
	1.29	414	1.37		0.67	289	3.55
	1.54	665	1.55		1.13	315	1.42
	1.49	606	1.51		1.08	328	1.55
	1.44	579	1.54		0.93	352	2.25
	1.44	532	1.42		0.72	335	3.57
	平均		1.59		平均		2.19

型低速網が約 8.5 という比率の状態で使用されていることになる。

### 10. 曳網濾過水量

胴網口断面が網口中央高さ  $2a$  (m) を長径、胴網口横間隔  $2b$  (m) を短径とする楕円形と考えると網口断面積  $S$  ( $m^2$ ) は  $S = \pi a b$  となる。さらに曳網濾過水量 (ここでいう濾過水量とは曳網時の胴網口断面積に曳網速度を掛けた値である) は  $VS$  ( $m^3/sec$ ) となる。この関係を表 10 に示し、曳網速度と曳網濾過水量の関係は図 16 のようになる。すなわち曳網濾過水量はワープの延長にともない大きくなり、また曳網速度が速くなるほど大きくなる。さらに表 10 から胴網口断面をみると、同一ワープ長の場合曳網速度が変化しても断面積に大きな差はみられず、ワープの延長にともなうのみ断面積が大きくなっていることがわかる。

第 9 表 トロール網の抵抗とオッターボードの展開力の関係

網	曳網速度 (knot)	トロール網の 抵抗 $R$ (kg)	2枚のオッター ボードの展開力 $2L$ (kg)	$\frac{R}{2L}$
改 I 型 網	2.3	3,370	802	4.2
	2.2	3,498	788	4.4
	2.1	3,483	720	4.8
	1.9	3,592	734	4.9
	2.7	3,852	974	4.0
	2.6	4,503	1,064	4.2
	2.5	4,305	924	4.7
	2.5	3,918	828	4.7
	3.0	4,590	1,330	3.5
	2.9	4,906	1,212	4.0
	2.8	5,103	1,158	4.4
	2.8	4,970	1,064	4.7
平均				4.4
超 大 型 低 速 網	1.8	3,339	460	7.3
	1.6	3,826	434	8.8
	1.5	3,937	426	9.2
	1.1	4,424	482	10.2
	2.1	4,357	584	7.5
	1.9	4,720	500	9.4
	1.7	5,321	624	8.5
	1.3	5,340	578	9.2
	2.2	4,176	630	6.6
	2.1	5,389	656	8.2
	1.8	5,904	704	8.4
	1.4	6,159	670	9.2
平均				8.5

第10表 胴網口断面積と曳網濾過水量

網	翼角 (度)	ワープ長 (m)	曳網速度 V		網口中央高さ 2 a (m)	胴網口横隔 2 b (m)	胴網口断面 面積 S (m <sup>2</sup> )	濾過水量 VS (m <sup>3</sup> /sec)
			(knot)	(m/sec)				
改	10	100	2.3	1.18	18	4.6	65.0	76.7
	"	200	2.2	1.13	17	6.5	86.8	98.1
	"	300	2.1	1.08	16	7.1	89.2	96.4
	"	400	1.9	0.98	16	7.9	99.3	97.3
I 型	12	100	2.7	1.89	16.5	4.9	63.5	88.3
	"	200	2.6	1.84	15.8	6.8	84.4	113.1
	"	300	2.5	1.29	15	7.4	87.2	112.5
	"	400	2.5	1.29	15	8.0	94.2	121.6
網	14	100	3.0	1.54	15	5.4	63.6	98.0
	"	200	2.9	1.49	14.8	7.0	81.4	121.2
	"	300	2.8	1.44	14	7.8	85.8	123.5
	"	400	2.8	1.44	14	8.8	91.3	131.4
超 大 型	10	100	1.8	0.98	17	3.9	52.1	48.4
	"	200	1.6	0.82	16	5.1	64.1	52.6
	"	300	1.5	0.77	20	5.8	91.1	70.2
	"	400	1.1	0.57	20	5.9	92.7	52.8
低 速 網	12	100	2.1	1.08	16	4.0	50.3	54.3
	"	200	1.9	0.98	15	4.8	56.5	55.4
	"	300	1.7	0.88	19	6.4	95.5	84.0
	"	400	1.3	0.67	19	6.6	98.5	66.0
網	14	100	2.2	1.13	15	3.9	45.9	51.9
	"	200	2.1	1.08	15	5.3	62.4	67.4
	"	300	1.8	0.93	18	6.4	90.5	84.1
	"	400	1.4	0.72	18	6.6	93.3	67.2

第11表 袖網展開距離のヘッドローブに対する百分比

網	翼角 (度)	ワープ長 (m)	曳網速度 (knot)	$\beta$ (度)	袖網展開 距離 (m)	袖網展開距離の ヘッドローブに対 する百分比 (%)
改	10	100	2.3	4.5	6.5	23.2
	〃	200	2.2	6.3	9.0	32.1
	〃	300	2.1	6.9	9.9	35.4
	〃	400	1.9	7.6	11.3	40.4
I 型	12	100	2.7	4.7	6.8	24.2
	〃	200	2.6	6.6	9.8	35.0
	〃	300	2.5	7.2	10.3	36.8
	〃	400	2.5	7.8	11.2	40.0
網	14	100	3.0	5.2	7.5	26.8
	〃	200	2.9	6.8	9.8	35.0
	〃	300	2.8	7.6	10.9	38.9
	〃	400	2.8	8.0	11.5	41.1
超 大 型	10	100	1.8	2.4	5.1	14.3
	〃	200	1.6	3.2	6.7	18.8
	〃	300	1.5	3.6	7.6	21.3
	〃	400	1.1	3.7	7.8	21.8
低 速 網	12	100	2.1	2.5	5.3	14.8
	〃	200	1.9	3.0	6.3	17.6
	〃	300	1.7	4.0	8.4	23.5
	〃	400	1.3	4.1	8.6	24.1
網	14	100	2.2	2.4	5.1	14.3
	〃	200	2.1	3.3	6.9	19.3
	〃	300	1.8	4.0	8.4	23.5
	〃	400	1.4	4.1	8.6	24.1

(改I型網) ヘッドローブの長さ: 28 m,  $l_b + l_c$  : 41.2 m

(超大型低速網) ヘッドローブの長さ: 長さ: 35.7 m,  $l_b + l_c$  : 60.3 m

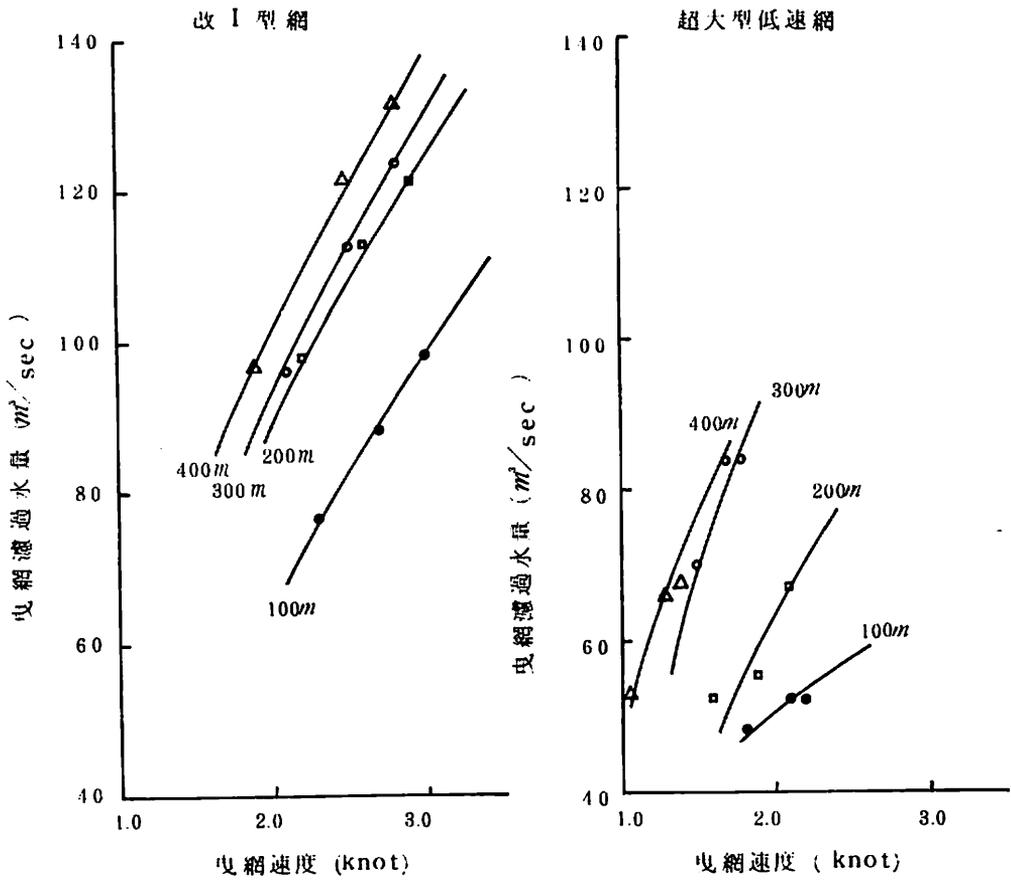
## 1.1. 袖網の展開距離とヘッドロープの長さ

袖網先端の間隔をどの程度に保つことが望ましいかはそれぞれの網の目的および設計により異なるため一定の基準はないが、普通ヘッドロープの長さの45～55%の開きを基準として網が設計されているという。そこで図8から袖網展開距離（袖先間隔） $W'$ (m)

$W' = 2(lb + lc) \sin \beta$  として計算し、ヘッドロープの長さに対する百分比を求め改I型網と超大型低速網を比較した。これを表11に示す。これをみると改I型網は28.2%～41.1%の範囲にあり平均は約34.0%、一方超大型低速網は14.8%～24.1%の範囲にあり平均は約20.0%となる。またワープの延長に従って袖網展開距離も大きくなる傾向がみられる。

## 結 果

以上改I型網と超大型低速網の漁具特性についての諸問題について、測定結果をもとに種々の考察をおこなった。超大型低速網は日本海の中層資源としてあらわれたウマズラハギ、ホタルイカ・ホタルイカモドキ・ハタハタ等いずれも小型の魚種の大量漁獲のために曳網速度2.5 knot、軸馬力の限界などを条件とする大型魚具の設計と模型実験をニチモウに委託し試作したものである。しかし中層トロール網の漁獲効率に最も大きい影響を与える要因、すなわち、曳網濾過水量 ( $V S^m / \text{sec}$ ) が意外に小さく当初の目的を達成していない。これは模型実験と実測で曳網速度において0.5 knot、の差をだしたことにもよるが、張力増大による曳網速度の低下とこれによる網口断面積の減少とによるものである。したがって張力の減少と曳網速度の増加を計り、曳網濾過水量を増す必要性が生じたので、今後これについても調査研究を進める次第である。



第16圖 曳網速度と曳網濾過水量

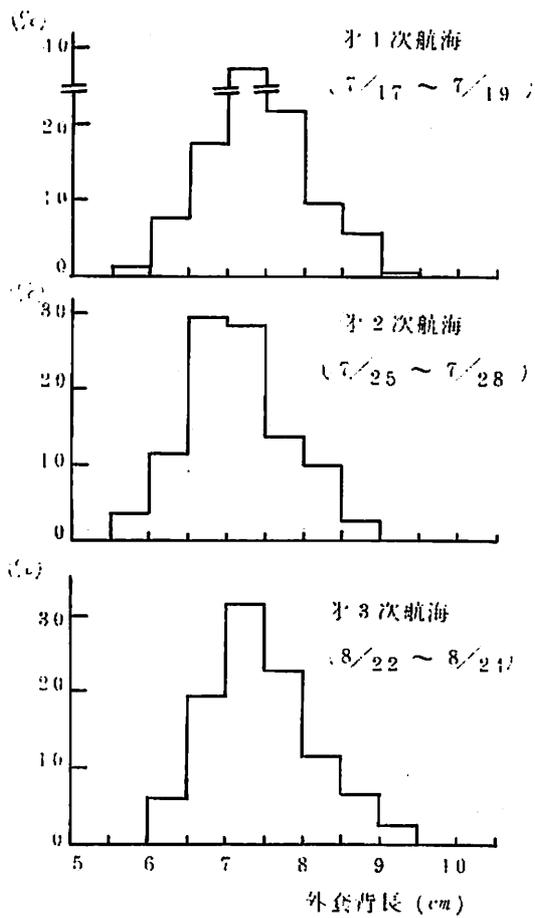
## 2) 漁獲物

日本海西部の中層に分布する種類については昨年度の調査ではほぼあきらかになった。このうち、種類数は少ないがウマズラハギ、ホタルイカ、ホタルイカモドキ、キユウリエソなどがこの海域にかなり分布していた。今年度は各試験操業ともあまり漁獲がみられなかった。この原因は、昨年度は6月にウマズラハギ、ホタルイカモドキ類など多く漁獲されたが、今年度は漁具の作成、改良による準備の遅れから6月に着手できず、本格的な操業が7月に入ってから実施されたからである。また、夏期の高水温が影響したためか、昨年の操業海域では魚探に大きな反応がみられなかったことも漁獲のなかった原因であったと思われる。したがって、今年度は漁獲データがほとんどなく、才1次航海から才3次航海までに漁獲のあった延12回の操業結果について述べる。

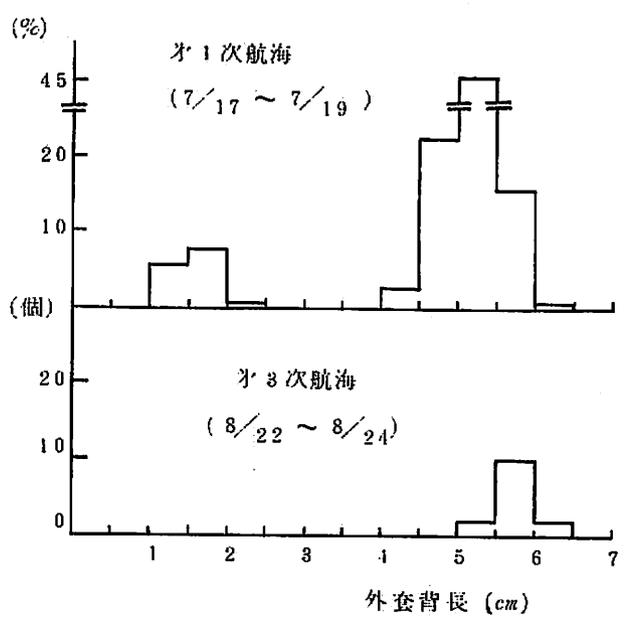
漁獲物は付表の操業記録に、また主な種類の体長組成は表12に示した。この結果、漁獲物の主なものはホタルイカ、ホタルイカモドキ、ウマズラハギなどで、昨年度とほぼ同様であった。しかし、才1次航海の1回目操業で大羽イワシ(17.25~22.75 cm)が比較的多く漁獲された。このことは、船の曳網速度などと考え合わせかなりの群が分布していたことが推察される。

漁獲物の主要種であるホタルイカモドキ、ホタルイカについて、操業航海別の外套背長組成を図17、18に示した。これらは共に熟卵を有しており、両種の産卵期などから産卵群である。しかし、これらの外套背長組成はホタルイカモドキが単峯型を示し、成体のみの漁獲がみられ、ホタルイカでは双峯型を示しており、幼イカの加入がみられた。このことは、両種の産卵期にわずかながらずれがみられることが推察できる。すなわち、前者ではこの時期には盛期近く、後者ではほぼ末期に近いものと考えられる。

中層に分布する種類はまだ多くは確認されていない。しかしながら、ホタルイカモドキ類、キユウリエソ、スルメイカなど、いわゆる中層性の強い種類、ハタハタ、スケトウダラ、ウマズラハギなど底生性種と考えられているもの、またマイワシなど比較的表層性の強い種類など、それぞれ異った生態をもつものが中層トロール漁法により漁獲されている。これらのうち、ホタルイカモドキ類やキユウリエソは中層域に形成されるDSLの構成種(主に動物性プランクトン)の捕食者でもあり、また同時にスケトウダラ、ハタハタなどのより高次の生物の被捕食者でもある。このように、食物連鎖のなかでの低次なものから高次のものまで数段階の生物が混り合っただけでなく、複雑な海洋生態系のなかで重要な意味をもつものと考えられる。したがって、これらの問題を解明するため、中層トロール技術を確立し、中層の生態系構成種が確認できる意味は大きい。



第17図 ホタルイカモドキ



第18図 ホタルイカ

第12表 主要種の操業点別体長組成

種 類 階 級 (m)	ホタルイカ ※1)					ホタルイカモドキ						
	1-1	1-2	1-5	1-6	3-5	1-1	1-2	1-5	1-6	2-1	2-2	2-3
	7月 17日	7月 18日	7月 19日	7月 19日	8月 24日	7月 17日	7月 18日	7月 19日	7月 19日	7月 26日	7月 26日	7月 26日
0.0												
0.5												
1.0	1	1	9									
1.5		2	13									
2.0		1										
2.5												
3.0												
3.5												
4.0	2		3									
4.5	16	4	19	3								
5.0	34	2	48	2	2							
5.5	4		24	1	10		1	2	1	1	5	
6.0			1		2	1	7	2	12	5	11	5
6.5						9	21	13	16	21	22	10
7.0						24	34	40	30	21	21	9
7.5						15	21	33	6	13	10	2
8.0						13	11	6	3	10	8	
8.5						9	5	4	2	4	1	
9.0						1						
9.5												

※ 1)			種類 測定 採点 階級 月 由 (cm)	ウマズラハギ ※ 2)				ハタウ ※ 2)    マイワシ ※ 3)		種類 測定 採点 階級 月 由 (cm)	キユウリエン ※ 2)	
3-3	3-4	3-5		1-2	2-1	2-2	2-3	3-3	1-1		3-3	3-4
8月 23日	8月 24日	8月 24日		7月 18日	7月 26日	7月 26日	7月 26日	8月 23日	7月 18日		8月 23日	8月 24日
			10.0							0.0		
			10.5							0.5		
			11.0					1		1.0		
			11.5							1.5		
			12.0					1		2.0		
			12.5					3		2.5		
			13.0					2		3.0	2	
			13.5					1		3.5	15    34	
			14.0					2		4.0	43    24	
			14.5	1				5		4.5	22    10	
			15.0					1		5.0	6	
			15.5			1				5.5		
3	7	3	16.0			2		2				
8	16	18	16.5			4	1	1				
17	16	36	17.0			4	1		3			
12	12	26	17.5			1	1		12			
6	7	12	18.0			2			31			
7	3	4	18.5		3				29			
3		2	19.0	1	4				12			
			19.5		2			1	5			
			20.0						5			
			20.5		1				11			
			21.0		1				4			
			21.5						1			
			22.0						0			
			22.5						1			

注) 測定部位  
 ※1) 外套背長  
 ※2) 肉 長  
 ※3) 尾叉 長

付 表 操 業 記 録

		1	2	3	4
年 月 日		5 3. 7. 1 7	7. 1 8	7. 1 8	7. 1 8
投 網 位 置	N	3 6-2 1	3 7-4 4. 2	3 7-4 9. 5	3 8-0 8. 3
	E	1 3 2-0 1	1 3 2-4 2. 8	1 3 2-3 1. 3	1 3 2-2 7. 4
揚 網 位 置	N	3 6-1 8. 8	3 7-4 3. 2	3 7-5 3. 5	3 8-1 2. 7
	E	1 3 1-5 5. 6	1 3 2-3 6. 5	1 3 2-2 6. 7	1 3 2-3 0. 0
曳 網 開 始 時		2 0 : 2 0	0 9 : 0 0	1 3 : 1 0	1 7 : 2 7
曳 網 終 了 時		2 3 : 3 0	1 1 : 2 7	1 5 : 4 5	1 9 : 4 5
使 用 漁 具		超大型低速網	"	"	"
曳 網 方 向 (度)		1 1 5	2 3 0	3 0 0	1 5 0
曳 網 水 深 (m)		4 3	7 0	9 0	6 0
網 口 高 さ (m)		1 9	1 4. 5	—	1 2
曳 網 速 度 (knot)		2. 0	1. 5	1. 0	1. 1
曳 網 層 水 温 (℃)		1 6. 9 9	1 0. 5 1	8. 1 1	1 5. 3 9
曳 索 長 (m)		2 0 0	3 0 0	3 8 0	2 7 0
気 象 海 況	天 候	C	R	R	C
	風 向・風 速 (m/s)	NW・2. 0	NNE・5. 0	ENE・2. 0	E・3. 0
	気 温	2 4. 4	2 2. 3	2 3. 1	2 4. 1 5
	気 圧 (mb)	1 0 0 6. 4	1 0 0 7. 0	1 0 0 5. 9	1 0 0 6. 2
	波 浪	1	2	2	1
水 温 (℃)	0 (m)	2 5. 1 0	2 4. 3 0	2 4. 1 0	2 3. 8 0
	1 0	2 5. 0 8	2 4. 9 6	2 5. 0 3	2 5. 2 1
	2 0	2 1. 6 1	2 3. 1 6	2 1. 9 3	2 1. 9 6
	3 0	1 8. 0 4	1 8. 8 6	1 9. 6 0	1 8. 9 0
	5 0	1 6. 3 3	1 3. 5 5	1 2. 7 8	1 6. 5 4
	7 5	1 5. 0 2	1 0. 0 0	9. 5 9	1 2. 1 7
	1 0 0	1 3. 2 4	7. 2 9	7. 1 2	1 0. 3 5
	1 5 0	1 1. 7 9	3. 1 3	3. 0 9	6. 6 9
	2 0 0	9. 1 2	1. 7 5	1. 8 9	3. 2 7
3 0 0	2. 1 5	1. 2 7	1. 3 2	1. 6 6	
漁 獲 物	ホ タ ル イ カ	3 8尾	1 0尾		
	ホ タ ル イ カ モ ド キ ウ マ ズ ラ ハ ギ	7 2尾	1 3 4尾 2尾		
	そ の 他	マイワシ 1 3 4尾 スルメイカ 3尾			

5	6	7	8	9	10
7.19	7.19	7.19	7.25~26	7.26	7.26
37-37.5	36-57.5	36-51.8	36-40.0	37-12.5	37-52
132-29.5	132-25.0	132-26.2	134-02.0	134-10.5	134-19
37-32.8	36-51.8	36-53.0	36-47	37-17.0	37-49
132-21.4	132-25.0	132-20.5	134-04	134-16.0	134-26
00:00	07:46	12:20	23:45	07:22	15:25
08:30	11:30	17:30	03:30	10:55	18:32
"	"	"	"	"	"
260	-	-	348	37	50
43	70	85	50	82	80
15	17	19	17	19	18
2.0	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0
14.99	12.79	-	18.69	11.57	10.59
180	312	420	230	325	320
R SE・2.0	R NE・1.0	R NE・3.0	B 0	B 0	B 0
28.6	24.0	23.9	-	31.2	29.2
1006.5	1007.6	1007.5	-	-	1010.5
1	1	1	0	0	0
22.80	24.00		28.00	28.00	30.30
23.60	24.83		25.74	26.15	26.75
20.93	20.61		23.65	20.89	24.68
15.58	17.74		21.84	17.22	18.88
14.79	14.99		18.69	15.00	14.82
10.72	12.32		17.15	12.21	11.41
7.58	10.63		16.17	10.32	8.86
3.80	6.12		9.81	6.29	5.21
2.06	2.56		2.97	3.65	3.13
1.29	1.38		1.36	1.75	1.59
117尾 181尾	6尾 70尾		75尾 11尾	74尾 14尾	31尾 3尾
スルメイカ1尾 ヤツメウナギ尾 ドスイカ 1尾	モジヤコ1尾				

		11	12	13	14	15
年 月 日		7.27	7.27	7.27	7.28	8.22
投 網 位 置	N	39-07	38-58.5	38-12.3	37-08.5	34-55.4
	E	134-33	134-25.0	133-28.1	132-22.8	131-39.0
揚 網 位 置	N	39-00.5	38-55	38-14.5	37-10.6	34-55.2
	E	134-36	134-22	133-26.0	132-17.2	131-42.2
曳 網 開 始 時		03:35	09:40	17:35	12:50	12:56
曳 網 終 了 時		05:30	11:30	19:30	14:50	18:32
使 用 漁 具		超大型低速網	"	"	"	改I型網
曳 網 方 向 (度)		90	180	313	270	90
曳 網 水 深 (m)		165	110	62	150	30
網 口 高 さ (m)		19	-	19	18	11
曳 網 速 度 (knot)		-	1.3	1.5	-	-
曳 網 層 水 温 (°C)		4.26	-	-	4.29	-
曳 索 長 (m)		560	410	260	395	228
気 象 海 況	天 候	B	BC	B	C	BC
	風 向・風速 (m/s)	0	0	SE・2.0	E・5.0	SW・3.0
	気 温	-	-	-	-	-
	気 圧 (mb)	-	-	-	-	-
	波 浪	0	0	1	2	1
水 温 °C	0 (m)	-			-	28.40
	10	26.17			22.18	
	20	18.52			18.44	
	30	16.74			16.21	
	50	14.35			14.26	
	75	11.00			11.49	
	100	7.94			6.93	
	150	4.95			4.29	
	200	3.21				
300	1.63					
漁 獲 物	ホタルイカ					
	ホタルイカモドキ	3尾				
	ウマズラハギ	3尾				
	そ の 他	ドスイカ 1尾 スケトウダラ5尾		キユウリエソ 少量		

16	17	18	19	20	21
8.23 36-35.0 132-44.5 36-41 132-53 07:53 11:15 " 75 42 12 — — 200	8.23 36-14.0 132-45.5 36-15.5 132-51.5 14:30 16:30 " 0 180 10 — — 600	8.24 36-27.2 133-19.2 36-26.2 133-31.6 07:57 10:00 " 90 156 13 3.0 7.91 553	8.24 36-16 132-14 36-15.0 132-17.5 19:55 22:00 " 90 54 11 — — 225	54. 1.16 35-44.0 132-31.8 35-45.5 132-34.5 15:25 16:25 " 70 156 12 — — 560	54. 1.18 36-01.2 133-09.0 36-00.2 133-13.8 08:55 10:20 " 80 56 12 — — 250
BC SW・6.0. 27.3 1011.2. 2	C SW・12.0 — — 4	BC N・5.0 26.8 1010.7 2	B NE・5.0 — — 2	BC WSW・10.0 9.9 1020.0 —	R WSW・6.0 8.0 1011.5 —
26.70	27.00 28.07 28.35 25.18 19.48 — 16.33 11.59	27.50 27.98 27.70 25.36 20.96 17.03 16.40 8.86 2.67	27.10	14.80	14.90
	3 kg	2 kg	2 kg 13 kg		
	ハタハタ 23尾 キュウリエソ 5 kg	キュウリエソ 12kg			

## 文 献

- 1) 小山武夫：大型トローラーにおける数種のトロール漁具についての実験結果とその考察  
東海水研才48号(1965)
- 2) 小山武夫：船尾トロールについての実験的考察，東海水研報才77号(1974)
- 3) 肥後伸夫：底曳網の漁獲性能に関する基礎的研究，鹿児島大学水産学部紀要才20巻  
才2号(1971)
- 4) 昭和52年度指定調査研究総合助成事業中層トロール網漁具開発研究，島根県水産試験場  
(1978)
- 5) Dr. J. Schärfe：西独の一隻曳中層トロール漁法
- 6) 和田光太：実用トロール漁法(1976)
- 7) 機械工学便覧