

大型漁業調査船開洋丸の曳網力について*

桜 井 五 郎

Pulling Power of the KAIYO MARU,
Fisheries Research Vessel

By

Goro SAKURAI

This report describes the experimental results on the pulling power of the KAIYO MARU, large fisheries research vessel, Fisheries Agency, Government of Japan.

Table 1 shows the specification of the KAIYO MARU. Table 2 and Fig. 1. A~C give the results of the experiments. Table 3 and Fig. 2 show the relation between the propeller speed and the input power of the propulsion motor under sailing and towing net.

The relations between the shaft horse power (B.H.P.) and the power to pull trawl net (E.H.P.) were approximated as follows:

During the fair wind, force less than 3 (Beaufort scale),

$$E.H.P. = 0.3630(B.H.P.) - 54.1713.$$

During the fair wind, force more than 4,

$$E.H.P. = 0.3768(B.H.P.) - 27.2555.$$

According to Table 3 and Fig. 2, to get the same propeller speed, the input powers of the propulsion motor under towing net were about 1.4 times of those under sailing. And in the same input power, the propeller speeds under towing net dropped by 8~13 r.p.m. as compared with those under sailing.

開洋丸の漁撈装置¹⁾および、投揚網時におけるワープ張力の測定結果²⁾についてはすでに報告したが、ここでは開洋丸のトロール操業実験結果から、その軸馬力と曳網力との関係を考察した。

*水産大学校研究業績 第578号, 1969年6月30日 受理.
Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No. 578.
Received June 30, 1969.

1. 開洋丸の概要

開洋丸の概要を第1表に示す。

Tabl 1. Specification of the Kaiyo-maru.

Length (OA)	91.87 m	DC Generator	
Breadth Moulded	15.00 m	425 V × 620 KW × 1400 r.p.m. × 4	
Depth (Shel, DK)	9.20 m	DCG Diesel	
Gross Tonnage	2539.48 ton	Licence Mercedes-Benz MB 820 Db × 4	
Propulsion System		1400 r.p.m. × 950 ps	
Diesel Electric Propulsion		Propeller	
Propulsion Motor		5 blade × 3400 mm × 2990 mm pitch × 1	
DC 850 V × 1150 KW × 180/240 r.p.m. × 2		Trawl Winch Capacity	25 ton × 60m/min.
		Electric Motor	300 KW

建造当初の総トン数は 3210.23 トンであったが、1968 年 10 月国際満載喫水線表示にともなう改測により、遮浪甲板、上甲板間の魚体処理場その他が大幅に減トンされ、2539.48 トンとなった。

トロール操業時には、直流発電機 4 台中、3 台は推進用、1 台はトロールウインチ用にあてられる。

2. トロール漁具

実験に使用されたオッターボードは翼断面の縦型、幅 2.05 m、縦 4.10 m、空中重量 3.1 トン、水中重量 2.3 トンで、上部に浮子が組み込まれ、下部に Shoe が取り付けられ、重心位置が下部にくるよう配置されている。

網は、ヘッドロープ 59.95 m、グランドロープ 78.40 m、全長 76.90 m のポリエチレン 6 枚構成で、浮子総浮力 600 kg、グランド（ボビン、つりチェーン等を含む）の総水中重量は 750 kg である。

ワープはフィラータイプ直径 28 mm、29 本線 6 よりの中心麻心入り、最大破断力は約 50 トンでウインチ主ドラムに左右それぞれ 3600 m ずつ巻き込まれている。

3. 測定方法

曳網時のワープ張力は、3 点式張力計により左右ワープの張力を測定して合計値を求めた。

曳網速度はプロペラ発電式ノットメーター、ワープの伏角は大型分度器により測定された。

推進電動機入力は、船橋管制盤に組み込まれている MW メーターから読み取った。これはディーゼル機関における B.H.P. に相当するものである。

4. 実験結果および考察

漁具をある速度で曳航するために必要な馬力を曳網馬力 (E.H.P.) と仮称すると、

$$E.H.P. = \frac{RV}{75} \frac{(\text{kg} \cdot \text{m}/\text{sec})}{(\text{kg} \cdot \text{m}/\text{sec})}$$

Table 2. Results of field trial.

Wind force (Beaufort)	Depth (m)	Length of warp (m)	Propeller speed (r.p.m.)	Towing speed (m/sec)	Total tension of warps (ton)	Warp declination (degree)	Trawl drag (horizontal component) (ton)	Power to pull trawl E.H.P.(ps)	Shaft horse power B.H.P.	
									(KW)	(ps)
F 2	106	350	110	2.1	15.3	19.5	14.4	403	920	1227
F 2	194	500	90	2.3	10.5	24.5	9.6	294	670	893
F 3	195	500	100	1.8	11.7	25.0	10.6	254	720	960
Calm	100	300	100	2.3	13.2	22.0	12.2	374	800	1067
F 2	400	1000	90	2.1	10.2	29.5	8.9	249	600	800
F 3	304	750	90	1.9	9.0	28.0	8.0	203	580	773
F 1	82	250	100	2.4	12.6	21.5	11.7	374	820	1093
F 3	145	350	100	2.4	11.3	27.0	10.1	323	750	1000
F 2	258	650	100	2.1	10.8	25.5	9.8	274	800	1067
F 2	332	750	100	2.0	12.3	28.5	10.8	288	830	1107
F 3	176	450	100	2.1	15.6	25.0	14.1	395	820	1093
F 2	184	450	100	1.9	15.6	27.0	13.9	352	800	1067
F 1	218	600	90	1.6	9.0	25.5	8.1	173	560	747
F 3	184	450	90	1.8	11.7	27.5	10.4	250	600	800
F 3	123	400	100	2.1	12.7	21.0	11.9	333	800	1067
F 3	124	400	100	2.2	12.9	21.0	12.1	355	750	1000
F 2	138	450	100	2.2	10.2	23.5	9.4	276	820	1093
F 1	180	550	95	2.1	10.5	23.5	9.6	269	680	907
F 3	222	700	90	2.4	7.2	25.0	6.5	208	580	773
F 3	140	350	80	1.9	6.6	27.0	5.9	149	400	533
F 3	158	500	90	2.1	10.6	24.0	9.7	271	600	800
F 3	335	1000	90	1.7	12.0	27.0	10.7	243	600	800
F 4	380	950	100	2.5	10.2	18.0	9.7	323	670	893
F 5	518	1200	90	2.2	10.3	29.0	9.0	264	580	773
F 4	475	1100	100	2.1	12.3	29.5	10.7	300	700	933
F 4	115	350	90	2.1	9.7	23.0	8.9	249	590	787
F 4	130	400	85	1.8	10.6	23.0	9.8	235	520	693
F 5	162	450	100	1.9	17.0	23.5	15.6	395	850	1133
F 4	160	500	100	2.1	15.0	22.0	13.9	389	800	1067
F 5	130	400	90	1.5	16.5	22.0	15.3	306	600	800
F 4	186	500	90	2.2	9.3	23.0	8.6	252	590	787
F 4	92	350	85	2.3	8.1	22.0	7.5	230	500	667
F 5	50	200	85	2.4	7.2	18.0	6.9	221	500	667
F 4	173	550	95	2.1	11.3	23.0	10.4	291	660	880
F 5	173	550	95	2.3	11.4	23.0	10.5	322	680	907
F 4	124	450	90	2.1	10.7	20.0	10.1	283	600	800
H 4	130	500	90	1.8	9.3	29.0	8.1	194	510	680
H 3	83	350	90	1.8	9.3	19.0	8.8	211	620	827
H 4	134	450	90	2.1	11.1	23.0	10.2	286	600	800

H 4	102	350	95	2.5	10.2	22.0	9.5	317	660	880
H 4	50	200	90	1.9	6.9	18.0	6.6	166	600	800
H 4	127	400	90	1.9	7.8	23.5	7.2	181	580	773
H 3	166	600	110	2.2	11.4	20.0	10.7	314	1050	1400
H 3	123	400	100	2.1	13.2	23.0	12.2	342	640	853
H 3	190	650	90	2.1	5.7	25.0	5.2	146	600	800
H 3	140	450	95	2.4	9.5	22.0	8.8	282	640	853
H 6	1065	2500	130	1.5	19.0	35.0	15.6	312	1700	2267
H 6	230	700	120	1.8	10.0	27.5	8.9	214	1300	1733

Remarks : F; Fair wind, H; Head wind.

であらわされる³⁾。

ただし、 $R = T \cos \alpha$ で、 T は曳網中におけるワープにかかる全張力、 α はワープの伏角、 R は T の水平分力、 V は曳網秒速である。

実験結果および上式により計算した E.H.P. の値を第2表に示す。第2表より、B.H.P. と E.H.P. の関係を図示すると第1図A~Cのようになる。

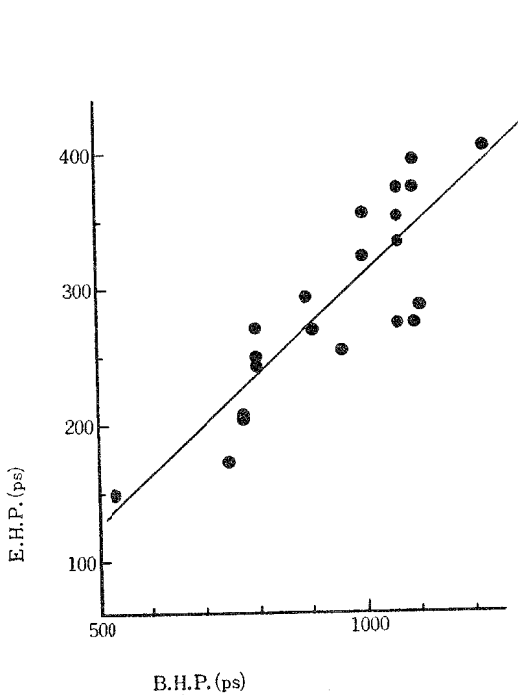


Fig. 1. A. Relation between shaft horse power (B.H.P.) and power to pull trawl net (E.H.P.). Fair wind, force less than 3 (Beaufort scale).

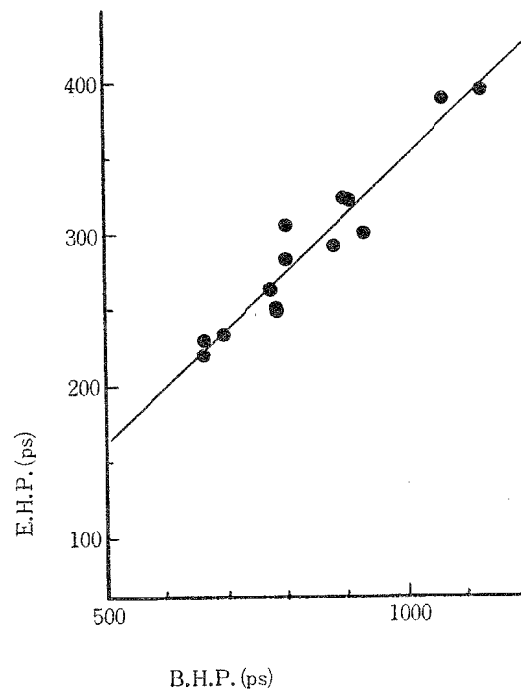


Fig. 1. B. Fair wind, force more than 4.

第1図Aは風力(ビューフォート階級)3以下の順風時の実験結果、第1図Bは風力4以上の順風時の実験結果、第1図Cは風力3と4および風力6の逆風時の実験結果を示す。

これらの資料から、

$E.H.P. = \alpha (B.H.P.) + \beta$ で表わされる近似式が成立すると仮定して、最小自乗法により α と β

の値を求めると、次のようになる。

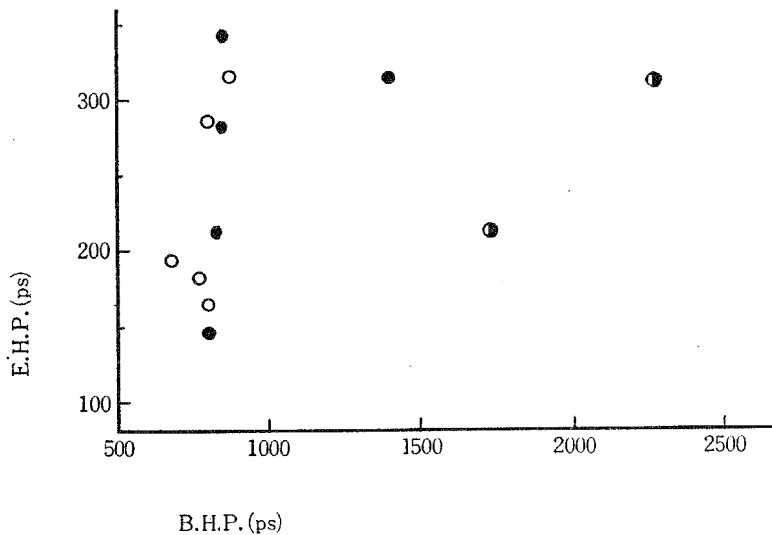


Fig. 1. C. Head wind. ● : Force 3, ○ : Force 4, ◐ : Force 6.

風力3以下の順風時には

$$\alpha = 0.3630 \text{ および } \beta = -54.1713,$$

風力4以上の順風時には

$$\alpha = 0.3768 \text{ および } \beta = -27.2555.$$

逆風時には、測定値に誤差が多いためか点のばらつきがかなり大きく、また当然曳網力の低下が予想されるのであるが、実験例が僅少であるからさらに検討の要があると思われる。

荒天順風（風力4以上）時の α 値は平穏順風（風力3以下）のそれよりもやや大きくなっている。これは、一般航海中でもそうであるが、開洋丸では船体中央部の船橋・減揺タンク・居室・研究室等を含めた上部構造物がきわめて大きいことから、順風時と逆風時とでいちじるしい速力の差を生ずる。したがって、曳網中においても、平穏順風時よりも荒天順風時の方が、大きな曳網力がえられたものと思われる。

小山は $E.H.P. = k (B.H.P.)$ と仮定して、各種トローラーについて海上平穏時（風力3以下）の k の値を報告³⁾⁴⁾している。それによると、 k の値はプロペラ直径 2400 mm、主機関定格出力 1200 ps の場合には 0.18、直径 2950 mm、定格出力 2700~3150 ps の場合には 0.22、直径 3040 mm、定格出力 3500 ps の場合には 0.27、直径 3150 mm、定格出力 4000 ps の場合には 0.30 となっており、プロペラの直径が大きくなるにしたがい、また主機関の馬力が大きくなるにしたがい、 k の値が大きくなる傾向がみられる。開洋丸の場合にもプロペラ直径が 3400 mm であって、よく似た傾向がみとめられた。

また、 k の値は総トン数 3400 トン、主機関定格出力 4000 ps のトローラーで、荒天順風（風力6）時では 0.42 となり、平穏時の 0.30 より大きくあらわれている。

次に、一般航海中と曳網中との推進モーター入力とプロペラ回転数との関係を第3表および、第2図に示す。航海中のものは満載速力試験時の値を、曳網中のものは第2表の実験値の平均をとった。

これによると、同一回転数をうるためには曳網中は航海中の約 1.4 倍の推進モーター入力を必要とし、曳網中の回転数は同一入力での航海中での値よりも 8~13 回転少ない。

第2表にみられるように、風力6の逆風時以外では、推進モーター入力は直流発電機 2 台の範囲内（1240 KW）であるので、トロールウインチ用のもの 1 台とあわせて 3 台で操業可能であり、また電気推進である

ので、危険回転やオーバーロードの心配もなく、きわめて安全性が高いといえる。

Table 3. Relation between propeller speeds and input powers of propulsion motor.

Propeller speed (r.p.m.)	Input power of propulsion motor (KW)		P_1/P_2
	Under towing net (P_1)	Under sailing (P_2)	
80	400	280	1.43
85	507	370	1.37
90	592	420	1.41
95	670	490	1.37
100	782	580	1.35
110	985	710	1.39
120	1300	980	1.33
130	1700	1210	1.41

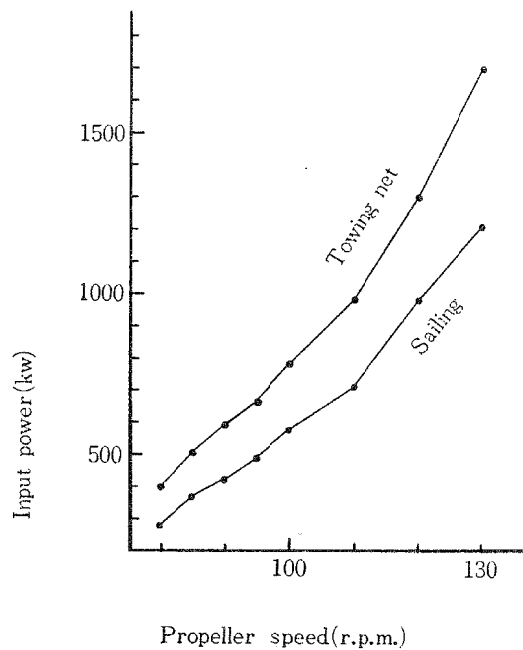


Fig. 2. Relation between propeller speed and input power of propulsion motor under sailing and towing net.

5. 要 約

大型漁業調査船開洋丸について、その軸馬力 (B.H.P.) と曳網馬力 (E.H.P.) との関係を考察した。その結果、 $E.H.P. = \alpha (B.H.P.) + \beta$ で示される近似式が成立し、風力3以下の順風時は、

$$E.H.P. = 0.3630 (B.H.P.) - 54.1713,$$

風力4以上で順風時には、

$$E.H.P. = 0.3768 (B.H.P.) - 27.2555$$

であった。

本実験で曳網中と航海中との所要入力を比較した場合、プロペラの同一回転数をうるためには、曳網中には航海中の約1.4倍の推進モーター入力が必要とし、同一入力の場合には曳網中は航海中よりもプロペラ回転数が8～13回転少なくなることがわかった。

おわりに、本実験の実施にあたり種々御教示を賜わった東海区水産研究所漁具漁法部長宮崎千博博士および漁具研究室長小山武夫技官ならびに本校漁業学科長南四郎教授および佐藤猛郎教授に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 小山武夫・桜井五郎, 1968: 開洋丸の漁撈装置. 東海区水研業績, C-7.
- 2) ———・—————・隅川芳雄, 1968: 船尾トロールの投揚網時におけるワープ張力の測定結果. 日水誌, **34**(10), 903~906.
- 3) ———, 1966: 300トン~3000トン級トローラーの曳網力について. 日水誌, **32**(6), 475~479.
- 4) ———, 1967: 荒天時における大型トローラーの曳網力について. 日水誌, **33**(10), 937~941.