

## 底曳網の天井網に起因する揚力

不破 茂\*

### Lift caused by the Square of Trawl Net

Shigeru FUWA\*

#### Abstract

In the present report, the author has done experimental research in order to clarify the effect of the square part of trawl net on the gear efficiency and, also to get basic data. He has conducted field experiments, boarding a Bull trawler in East China Sea, made a series of model experiments in a circular tank, using a simple model net made by adding a square net to a cone-shaped drag net. He will report a few findings brought about by the analysis of data of these field and model experiments. They are summarized as follows;

- (1) From results of the field experiments upward force of 180-250 kg is acting at the bosom of the ground rope, and it seems to be caused by the square part of trawl net.
- (2) The existence of lift by the square of trawl net has been made clear. The lift increases in proportion to the flow speed and the angle of attack of square.

#### 緒 言

底曳網の背網前縁に付加された方形網地の天井網は、その網地面積が裏網面積の約20%というかなりの広さを占めており漁具性能に及ぼす影響は大きいものと考えられる。曳網状態における天井網が漁具性能にどのような影響を及ぼしているかについて海上実験と模型実験により検討していくつかの知見を得たので報告する。

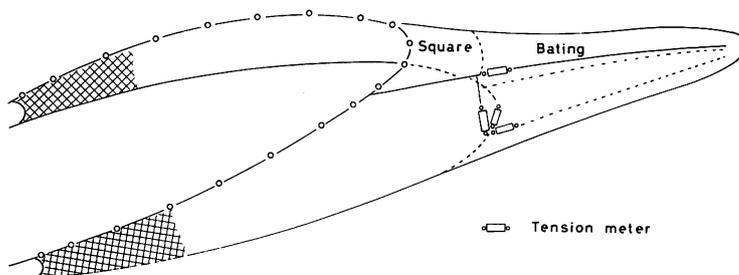


Fig. 1 Illustration of field experiments

\* 鹿児島大学水産学部漁具学研究室 (Laboratory of Fishing Gear, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Kagoshima, Japan)

Table 1 Summary of experimental bull trawl net.

Length of head rope	49.9m
Length of ground rope	64.1m
Total length of net	58.9m
Total buoyancy of float	352.9kg
Total weight of sinker	432.5kg
Height of net mouth *	4.5m

\* At ordinary towing condition

## 材料及び方法

計測は1982年5月、以西底曳漁船(195トン、600馬力)において東シナ海(水深65~88m、底質砂、砂泥)で実施した。漁船及び漁具の主要目は既報<sup>1)</sup>と同じである。計測器の装着部位はFig. 1に示す通りであり、今回の計測ではグランドロープに対してどの程度の力が作用しているのかを調べる目的でヘッドロープとグランドロープとの間の張力を測定した。また海上実験で得られた結果を検討するために本学回流水槽において模型実験も併せて行った。

模型網は底曳網を単純化して4枚構成でありその長さの異なる円錐型裏網に同一面積の方形網地の天井網を付加して製作した。天井網は裏網の背網部分を前方に延長したので天井網の流れに対する迎角は裏網の各網地面の迎角と同じになる。

流れの中におかれた網地の受ける力は一般に網地の面積、縮結、流れに対する迎角、網糸直径と目合との比( $d/l$ )及びレイノルズ数等が関係すると考えられるが、今回の実験ではナイロン網地( $d/l = 0.034$ )を用い網地の縮結は20%として実験した。模型網の概要はTable 2に示す。模型実験の装置はFig. 3に示す通りであり網口に直径の異なる2種の網枠を模型網に装着することで流れに対する迎角を設定した。尚流速は網枠の変型を考慮して60 cm/sまでとした。天井網は裏網の上面に位置するものであるが本実験では測定の便宜のために下向きに取りつけた。

Table 2 Outline of experimental model net.

Item	A	B	C	D	E
Depth of central part of cone (cm)	40.4	48.5	58.6	70.7	78.8
Diameter of cone (cm)	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
Area of bating $S_b$ (cm <sup>2</sup> )	1580.6	1837.8	2253.3	2914.5	3281.5
Area of square $S_s$ (cm <sup>2</sup> )	439.5	439.5	439.5	439.5	439.5
$S_s/S_b$	0.31	0.27	0.22	0.16	0.13
Angle of attack (deg.)	27.0	22.5	17.2	13.6	8.5

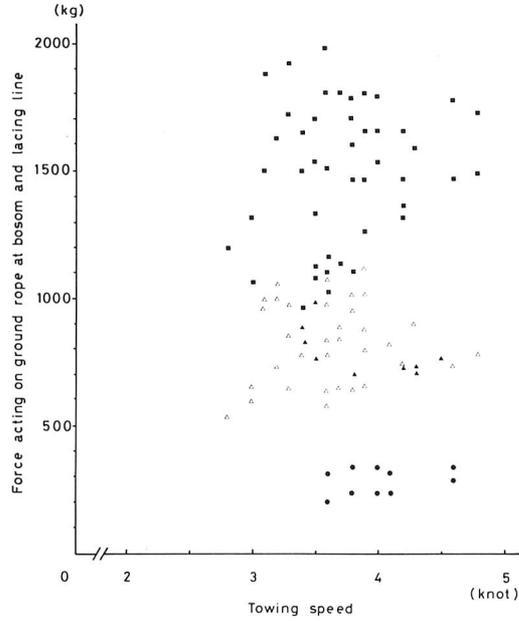


Fig. 2 Results of field experiments.  
 △:Tension on lacing line (H.R) ■:Tension on lacing line (G.R)  
 ▲:Tension on G.R ●:Tension between G.R and square

結 果

海上実験における底曳網の網口付近の各部に加わる張力の測定結果は Fig. 2 に示す。各筋縄に加わる張力は十分大きく速度に比例して増加する傾向があり既報<sup>1)</sup>の結果と同様である。測定結果からグランドロープの中央部分には約 180~250 kg の力が作用していることが認められる。

模型実験結果は Fig. 4 に示す。これより天井網は流れを受けることで上向きの力、即ち揚

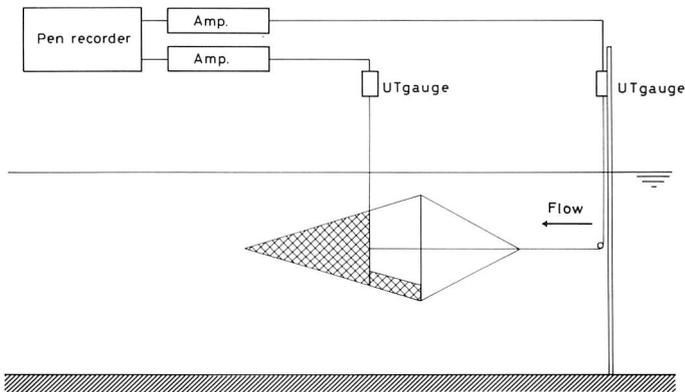


Fig. 3 Arrangement of the model experiment with a circular tank.

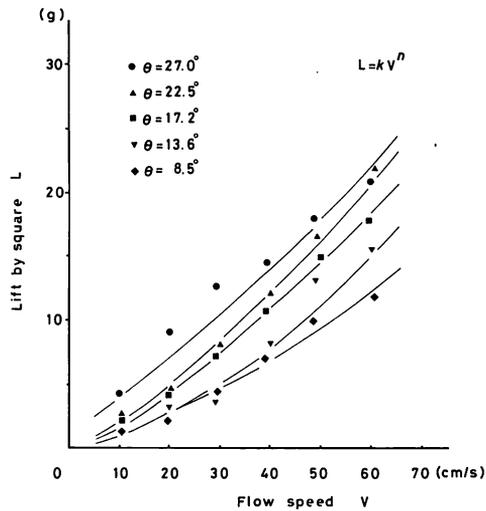


Fig. 4 Relationship between the flow speed and the lift by square.

Table 3 Values of  $k$  and  $n$  in the equation of  $L = kV^n$ .

Item	A	B	C	D	E
Angle of attack (deg.)	27.0	22.5	17.2	13.6	8.5
$k$	0.439	0.100	0.089	0.026	0.037
$n$	0.93	1.30	1.30	1.55	1.42

力を発生しその値は迎角及び流速に比例して増加している。流速 ( $V$ ) と揚力 ( $L$ ) との関係は指数関数  $L = kV^n$  として表わされる。  $k, n$  の値は Table 3 に示す。

### 考 察

流水中におかれた平面網地は揚力を発生するが肥後ら<sup>2)</sup>は底曳網自身が揚力を有することを示唆している。本研究における模型実験結果から底曳網の天井網は揚力を発生しているのが明らかであり、底曳網の裏網は円錐型であるが上面部の網地が下面部の面積より広いこと、即ち天井網の部分だけ広いことからグランドロープに対して上向きに作用する力は天井網の発生する揚力と考えられる。

揚力 ( $L$ ) と迎角 ( $\theta$ ) との関係は Fig. 5 に示し両者は

$$L = J \sin \theta \quad (1)$$

として表わされる。ここで定数  $J$  と流速とは Fig. 6 に示すような指数関数となり下式で表わされる

$$J = 0.37 V^{1.24} \tag{2}$$

(1), (2) 式より揚力 ( $L$ ) は次式で表わされることになる.

$$L = 0.37 V^{1.24} \sin \theta \tag{3}$$

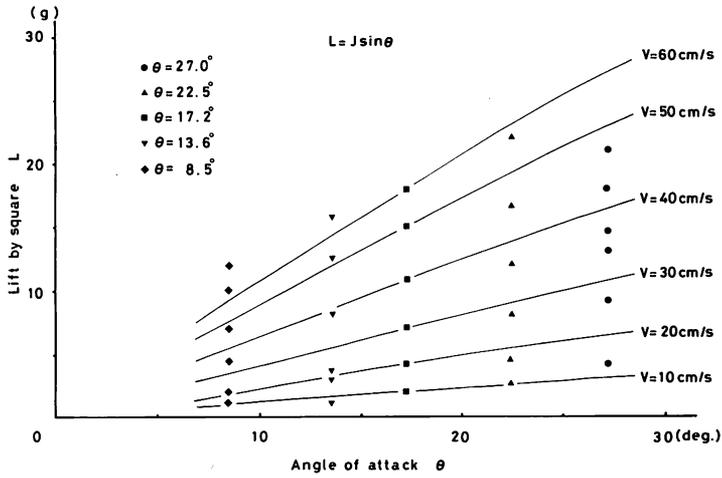


Fig. 5 Relationship between the angle of attack and the lift by square.

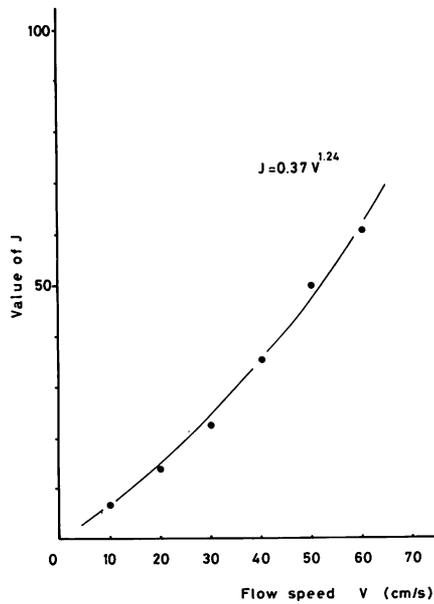


Fig. 6 Relationship between the flow speed and the value of  $J$ .

一般に網地の揚力は流速、迎角、縮結、 $d/l$ 及びレイノルズ数の関数と考えられる。本研究において得られた(3)式は、縮結、 $d/l$ を一定とした実験式であり、関係する諸要因を組み合わせて変化させた実験を行い揚力についての実験式が検討されなければならない。

揚力の囊網抵抗に対する比と迎角との関係を図示したものがFig. 7である。海上実験の値は囊網抵抗の値は各筋縄張力の合計として、また囊網の迎角は網口高さで囊網長さとの比より算出した。

揚力と囊網抵抗の比( $L/R$ )は迎角に比例した値である。海上実験値は模型実験結果とほぼ一致しており、海上実験により得られた値は天井網の揚力であると確認できる。曳網状態における天井網の迎角はこれまでの模型実験結果<sup>3)</sup>から $0\sim 5^\circ$ 程度の小さな値であり、グランドロープに対して囊網抵抗の4~6%という天井網に起因する揚力が作用していることになる。この揚力の値は漁具構造によって変化すると考えられるがこの点については今後更に検討したい。

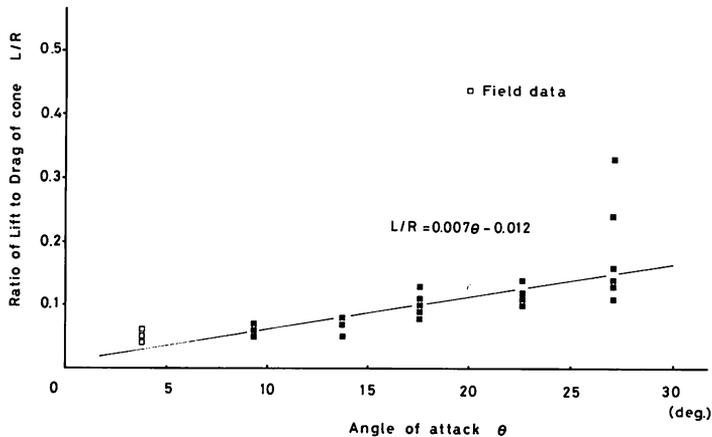


Fig. 7 Relationship between the angle of attack and the ratio of lift by square to the drag of cone.

## 要 約

底曳網の天井網が漁具性能に及ぼす影響を明らかにするために海上実験と模型実験を行った。これらの実験資料を解析して以下の結果を得た。

- (1) 海上実験よりグランドロープには180~250kgの上向きの力が作用しており、この力は天井網に起因する揚力であると考えられる。
- (2) 天井網の揚力は流速及び迎角に比例して増加する傾向が認められた。

終わりに本論文のとりまとめに際し御指導、御校閲を賜った本学部肥後伸夫教授に対し感謝の意を表す。また海上実験にあたり御協力頂いた鶴洋漁業株式会社の中村満郎氏、藤崎隆氏、梶屋平一郎氏、福田文男氏、実験及び資料整理に協力頂いた本学部下川哲夫君に御礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 不破 茂 (1981) : 張力記録からみた二そう曳網の動態について, 鹿大水紀要, **30**, 47-55.
- 2) 肥後伸夫, 上水樽豊己 (1979) : 離底用底曳網の実用化に関する研究—(予報), 鹿大水紀要, **28**, 119-129.
- 3) Maung Maung SAN and Shigeru FUWA (1975) ; Comparision of the Gear-Efficency of Two Types of Trawl Net. *Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ.* **24**, 47-56.