

底曳網の研究—III

網中の流速の減速現象について

肥後伸夫*・徳永喜郎**・不破茂***

Studies on the Drag net III.
Current Velocity Reduction at the Inside of the Net

Nobio HIGO*, Yoshiro TOKUNAGA**
and Shigeru FUWA***

Abstract

In the previous papers authors studied current velocity in the thin-set twine drag net. And in this case field experiment was conducted in order to measure the current velocity inside the drag-net made of thick-set twine. A summary of the results is shown below.

(1) Current velocity measured at the inside of the net was 76-87% of that at the net mouth. The acceleration of current velocity, observable in the previous experiments, was not observed.

(2) The ratio between the velocity at the inside of the net and that at the net mouth was expressed in the theoretical formula (showing Fig. 4).

$$\frac{v}{v_0} = \frac{l_0^2}{x^2 e^{\frac{eK}{A}(l_0/x - 1)}}$$

1. ま え が き

既報 (1964)¹⁾, (1973)²⁾ において囊網の網中の流速が網外のそれよりも速くなる現象を実験的に立証し、次いで網中の増速現象を利用して網口を高くする実験を行った。これらの実験は全て細い網糸を用いた模型網の場合であったが、一連の実験の推移として、次は太い網糸を用いた場合はどうなるかという問題が更めて提議される。そこで今回はトロール網や2そう曳網のような太い網糸を用いた場合の囊網について実験を行ってみた。

2. 実 験 網

模型実験では、網糸の径 (D) および目合 (L) を D/L の形で表わし、その値を模型網と実物網で夫々等しくし、幾何学的に相似にさせている (1934)³⁾。既報の実験で用いた模型網の D/L の値は、Table 1 に示すように 0.013 と網糸の細い1そう曳網と略同値にとったが、今回の実験網の場合は 0.031 とし、網糸の太いトロール網と略同値にさせている。実験に用いた網は Fig. 1 に示すような 23 mm 目合の旭鱗網地からなる 4 枚構造網の囊網である。網口には径 1.76 m の鉄製リングで

*, *** 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)

** 山形県立加茂水産高等学校 (Kamo Fishery High school, Yamagata, Japan)

Table 1 Value of D/L.

Type of the net	Twine diameter (Dmm)	Mesh size (Lmm)	D/L
Trawl net (1500 t)	2.84	108	0.026
Trawl net (2 piecesnet)	2.61	90	0.029
Trawl net (2 piecesnet)	2.54	90	0.028
Trawl net (2 piecesnet)	2.17	105	0.021
Trawl net (200 t)	1.50	75	0.022
Trawl net (500 t)	2.45	84	0.029
Danish seine net	1.20	75	0.016
Danish seine net	0.93	75	0.013
Danish seine net	1.36	75	0.018
Experimental net (Previous report)	0.19	15	0.013
Experimental net (This report)	0.72	23	0.031

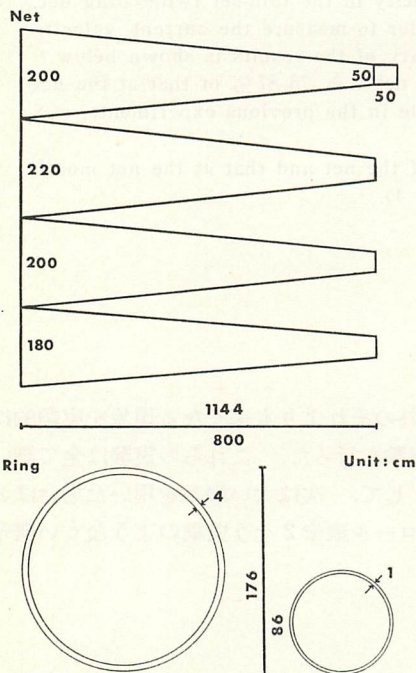


Fig. 1 Construction of the drag net and configuration of the hoops. Numbers in figure show the mesh number.

中央付近に2箇のリングをつけた姿となったが、網の側線形状はリングにさほど関係なく略直線状であった。

ここで次のような仮定のもとに網中の流速に関する理論式を導き、この実験結果と対応させてみることにした。先ず Fig. 4 に示すような曳網中の囊網を設定する。この囊網において、網の横断

開口し、網口より 4.5 m の位置には径 0.86 m の流速計装置用の鉄製リングを設けた。

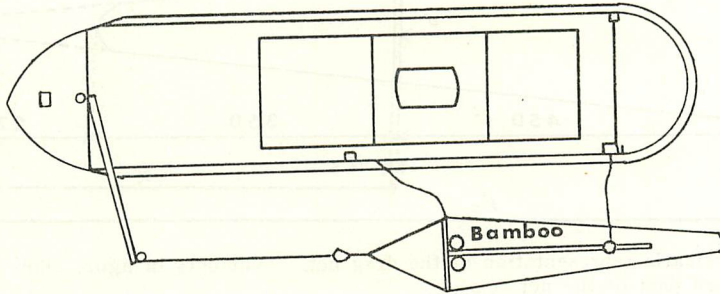
3. 実験方法

実験は Fig. 2 に示すように、囊網を本学練習船南星丸の舷側で曳網し、囊網の網口と網中で夫々流速を測定した。流速計は網口に CM2型流速計を、網中に CM1S型流計（東邦電探製）を装置し測定した。なお高速になると、網口が水面に浮上するので、網口固定用リングの前方にデプレッサーを装着し、網口の浮上を極力押えた。

4. 実験結果と方法

既報¹⁾において網中の流速は網口の流速の 81~125% の値を示し、また既報²⁾では 99~118% とほとんど網中の増速現象を示した。しかし今回の実験では Fig. 3 に示すように、網中の流速は 76~87% とすべて網口のそれより遅くなる結果となった。この減速現象は網尻部分に更に太い網糸を用いたコッドエンドを缝合した場合には更に減速し、しかも網中が渦流状態になることが予想される。トロール網や2そう曳網では網中で減速する測定結果が既に発表されている (1960)⁴⁾。網成りは網口と

Plane view



Side view

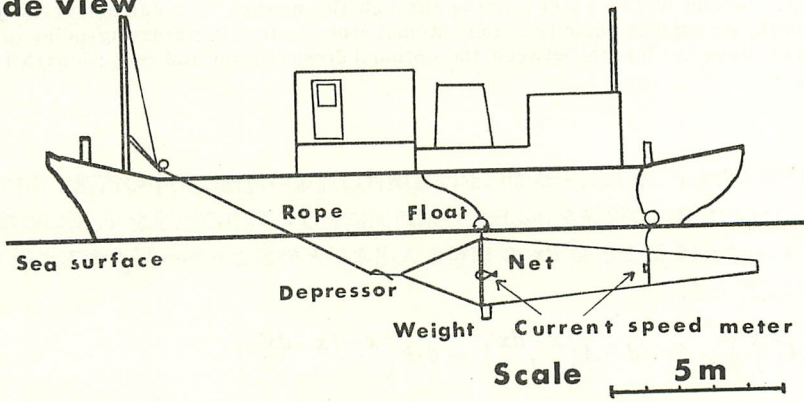


Fig. 2 Schematic plane view and side view of the experimental equipment for the measurement of the current velocity.

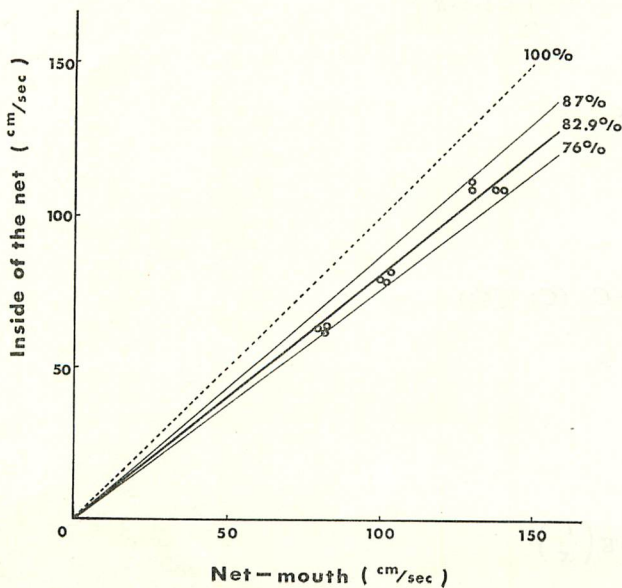


Fig. 3 Comparison of the current velocity at the net-mouth with the inside of the actual net.

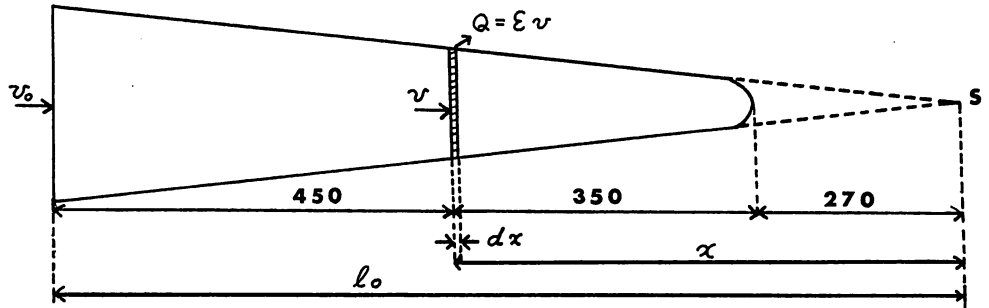


Fig. 4 Schematic representation of the drag net. Numbers in figure show the length of each part of the net (cm).

$\theta(=\epsilon v)$: volume of the water passing through the meshes, v_0 : current velocity at the net mouth, v : current velocity at the optional cross section, S: crossing point prolonged two back lines, x : length between the optional cross section and S, l_0 : length from net mouth to S.

面は一様で円形をなし、また同一断面における網目の通過の流速は網中の流速に比例すると仮定する。Fig. 4において網口の流速を v_0 、任意の横断面における網中の流速を v 、網口の横断面積を A 、通水周長を k とすれば微少断面 dx の前後の入出水量と網目より外へ漏水する水量 $\theta(=\epsilon v)$ との間には次式が成立する。

$$v \cdot A \left(\frac{x}{l_0} \right)^2 - (v - dv) A \left(\frac{x - dx}{l_0} \right)^2 = \theta \cdot k \left(\frac{x - (x - dx)}{l} \right)$$

微少断面の前後を考えると2次微分は0とみなしてよいので dx^2 , dx , dv はいずれも0となる。故に上式は

$$v \cdot A \left(\frac{x}{l_0} \right)^2 - A \left(\frac{vx^2 - dvx^2 - 2vxdx}{l_0^2} \right) = \epsilon \cdot v \cdot k \frac{dx}{l_0}$$

となる。従って

$$Ax^2 dv = (\epsilon \cdot k \cdot l_0 - 2Ax) v \cdot dx$$

$$\frac{dv}{v} = \frac{\epsilon k l_0}{A} \cdot \frac{dx}{x^2} - 2 \frac{dx}{x}$$

積分してとけば

$$\log v = \frac{\epsilon k l_0}{A} \left(\frac{-1}{x} \right) - 2 \log x + C \quad (C: \text{定数})$$

ここで $x=l_0$ のとき $v=v_0$ となるから

$$C = \log v_0 + \frac{\epsilon k}{A} + \log l_0^2$$

解は

$$\log \left(\frac{v}{v_0} \right) = \frac{\epsilon k}{A} \left(1 - \frac{l_0}{x} \right) + \log \left(\frac{l_0}{x} \right)^2$$

$$\begin{aligned}\frac{\varepsilon k}{A} \left(\frac{l_0}{x} - 1 \right) &= \log \left(\frac{l_0}{x} \right)^2 + \log \left(\frac{v_0}{v} \right) \\ &= \log e \left(\frac{l_0^2 v_0}{x^2 v} \right)\end{aligned}$$

従って

$$\varepsilon = \frac{A}{k \left(\frac{l_0}{x} - 1 \right)} \log e \left(\frac{l_0^2 v_0}{x^2 v} \right)$$

故に一般式として

$$\frac{v}{v_0} = \frac{l_0^2}{x^2 e^{\frac{\varepsilon k}{A} \left(\frac{l_0}{x} - 1 \right)}}$$

が与えられる。ここで実験の諸値を一般式に代入してみる。即ち

$$l_0 = 10.7 \text{ m}, \quad x = 6.2 \text{ m}, \quad A = 2.72 \text{ m}^2, \quad k = 2.7 \text{ m}, \quad \varepsilon = 1.02$$

であるから

$$\frac{v}{v_0} = \frac{10.7}{12.9} = 0.829$$

となる。

即ち理論値では網中の流速は網口の流速の 82.9% となり減速することを示している。この 82.9% を Fig. 3 の実験図に書き入れると実線のようになり明らかに理論値と実験値が略一致していることがわかる。

このように網糸を太くした場合の囊網の網中流速は網外のそれより減速することが実験的にも、また理論的にも明らかになったが、現在の底曳網の囊網は 1 そう曳網を除いてほとんど網糸が太いものを用いておりこのような網は魚の入網の点から考えると網中の減速現象が生じ好ましくないので、既報で発表した網地の構成や Tail net の縫合より生ずる網中の増速現象を利用した実用網の開発が必要となる。そのためには一般式の ε , k の値をできるだけ小さくするような目合と網糸の選択が、また Tail net を取り付ける場合には x の値の決定が必要な作業となる。

要 約

細い網糸を用いた既報の実験に引続いて、今回は太い網糸を用いた囊網を海上で曳網実験し網中の流速を測定した。その結果

- (1) 網中の流速は網口の 76~87% を示し、前回の実験のような増速現象はみられなかった。
- (2) 網中 (v) を網口 (v_0) の流速比は

$$\frac{v}{v_0} = \frac{l_0^2}{x^2 e^{\frac{\varepsilon k}{A} \left(\frac{l_0}{x} - 1 \right)}}$$

で表わされ、実験値と略一致する結果を得た。

この研究は昭和 48 年度科学研究費から経費の支出を得た。

実験に当って技術的な助力をいただいた本学技官田畑静夫氏に対し感謝申し上げる。また海上実

験で御協力を賜わった本学練習船南星丸船長高橋琴一氏他乗組員御一同に対し深くお礼申し上げる次第である。

参 考 文 献

- 1) 肥後伸夫 (1964): 底曳網の研究—I. 鹿児島大学水産学部紀要, 第13巻, 78-92.
- 2) 肥後伸夫, 徳永喜郎 (1964): 底曳網の研究—II. 鹿児島大学水産学部紀要, 第22巻, 第1号, 147-155.
- 3) TAUCHI, M. (1934): A Relation between Experiments on Model and on Full scale of Fishing Net. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 3 (4), 171-177.
- 4) 葉室親正 (1960): “漁具測定論”, 208-216, 槇書店, 東京.