

底曳網の網成りに関する研究

トロール網の海上実験及び模型実験

不破 茂*・肥後伸夫**

Studies on the shape on the Trawling Net.

Field and Model experiments of Trawl Net

Shigeru FUWA* and Nobio HIGO**

Abstract

To obtain some effective suggestions as to the shape of the trawl net, authors conducted a series of field experiments and model experiments and on the six-pieces-net (Fig. 1) used by Kagoshima-MarU (Table 1).

Results obtained are summarized as follows.

(1) The height of net-mouth was ascertained to be 5.0-4.0 m, provided that, warp length was 300-400 m, towing speed was 1.5-2.0 m/sec. The height of the net mouth was stationary especially at calm sea.

(2) The empirical formulae between the height of net-mouth, $H(m)$, and the towing speed, $V(m/sec)$, was expressed in the following,

$$H = 7.64 V^{-1.18}$$

(3) At rough sea some extraordinary motions were observed on the height of the net-mouth and at the otter board: but the reason was unverified.

(4) The experimental results of the model net with the scale of (1/21) were observed to be corresponding with the results of the field experiments.

緒 言

底曳網の網口形状は網口を構成する各部の網口形状、目合、網糸および浮子の浮揚力等によって複雑に変化するものであり従来より多くの研究がなされている。トロール網の網成りと曳網速度との関係について谷口ら(1968)¹⁾、(1969)²⁾が2枚網、4枚網について、小山(1965)³⁾、葉室(1962)⁴⁾、(1964)⁵⁾が2枚網、4枚網、6枚網について海上実験を行っている。谷口ら¹⁾²⁾は曳網速度と網口高さには指数関係が成立し水中における網具類は略直線をなすとし、小山³⁾は曳網速度と網口高さは高速時において直線関係になると報告しているが、これらは網のみについての研究であり漁具全体をとりあつたものではない。そこで筆者らはトロール網をモデルとして網成りと網具の動態との関係を知るべく実験を行い二、三の知見を得たのでその結果について報告する。

海上実験及びその方法

実験は1974年3月東シナ海(水深90~132 m, 海況Calm~5)で本学練習船かごしま丸

*,** 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)

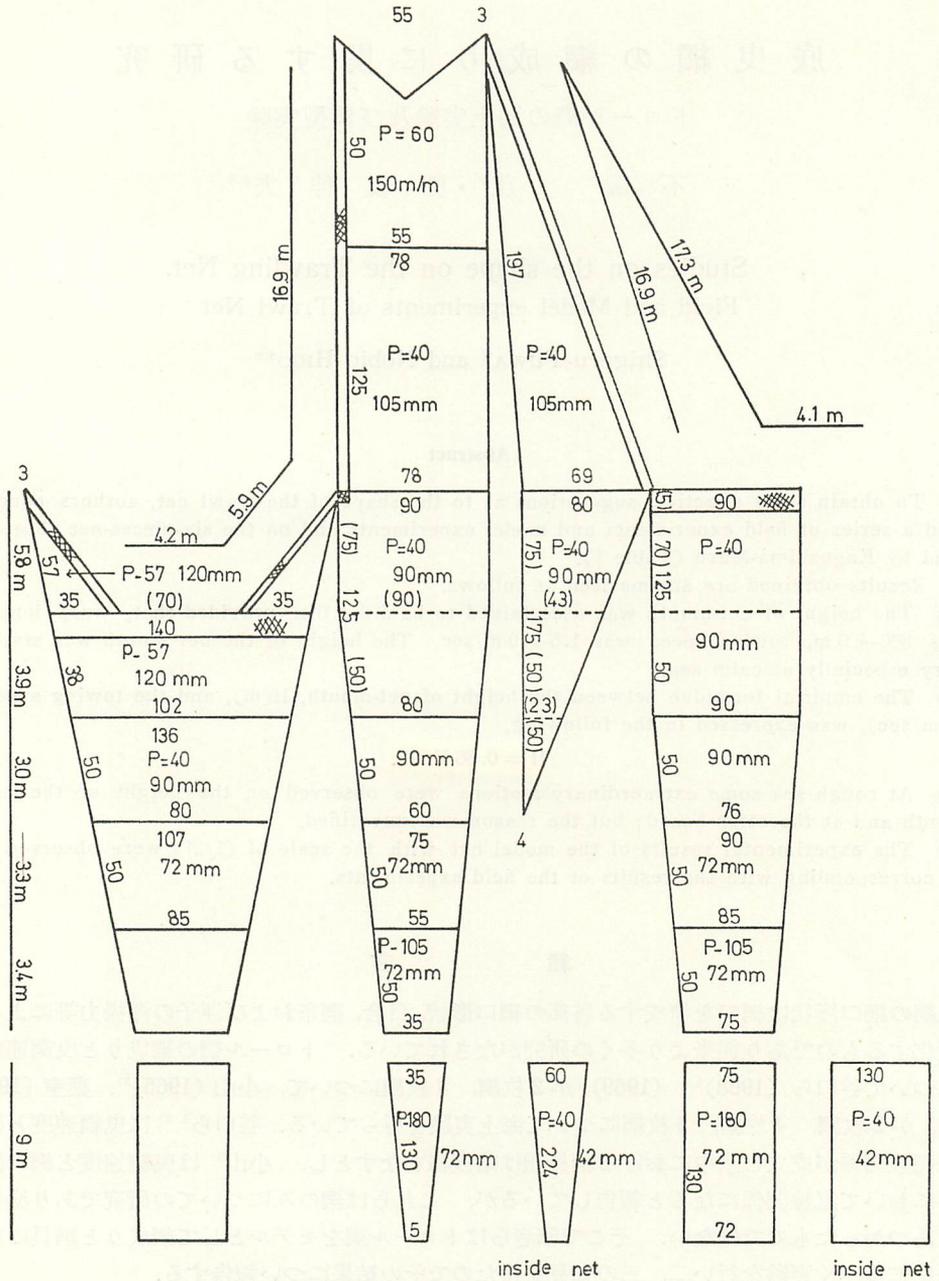


Fig. 1. Plan of the trawl net used in experiments. Numbers in figure show the mesh number.

Table 1. で行った. 使用した網は Fig. 1. に示すような 6 枚構成網でその概要は Table 2. に示す. 曳網速度は KM-2 型ノットメーター* で対水速度を 網口高さ及び網各部の深度はネットグラ

* 東邦電探KK製

Table 1. Summary of experimental gear.

Head rope length	38.7m
Ground rope length	47.8m
Float total buoyancy	290kg
Ground rope weight in water	330kg
Otter board area	2.8×1.4m
Diameter of warp	26 mm

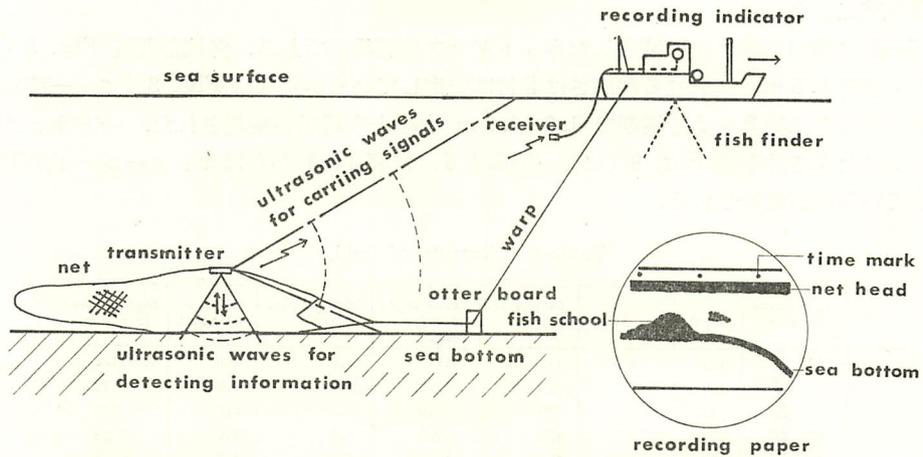


Fig. 2. Principle and constitution of net graph.

Table 2. Specification of the Kagoshima-maru, experimental trawler.

Length between perpendiculars	60.50m
Breadth moulded	10.80m
Depth moulded	5.40m
Gross tonnage	1038.14 ton
Main engine type	Hansin T6TS 2cycle diesel
Maximum continuous horse power (B.H.P.)	1700 ps
Maximum engine speed (R.P.M.)	275
Propeller type	Fixed
Number of blades	3
Diameter×Pitch	2700×1885 mm
Trawl winch capacity	6.2 ton 22 m/min~3.5 ton 38.5 m/min
Trawling type	Side system

フ** 及び自記式深さ計*** で、ワーブ狭角は特製の分度器で測定した。

** 海上電機KK製, *** 柳計器製作所製.

海上実験結果

(1) 網口高さ

かごしま丸での操業結果及び網高さと曳網速度との関係を Table 3, Fig. 3 に示したがワーブ長 350~400 m, 曳網速度 1.4~2.0 m/sec では 5.0~4.0 m の範囲でほぼ一定の値をとる. Fig. 4 は曳網速度を 1.0~2.0 m/sec の範囲で変えた場合の網高さの観測結果を示す. 1.5 m/sec 付近を境として網口高さの低下はゆるやかにになりほぼ一定値 5~4 m に落ちつき網口高さ H (m) を曳網速度 V (m/sec) との間にはほぼ

$$H = 7.64 V^{-1.18}$$

の関係が成立した.

Fig. 5~8 は網口前縁中央に装着したネットグラフの記録例である. 海況静穏時 Fig. 5 (ビュー階風力 1, 波高 0.5 m) における網高さは非常に安定しているが荒天時 Fig. 8 (ビュー階風力 5, 波高 3 m) の場合は約 3~5 分周期で 1.0~1.5 m 巾の上下運動が観測された. 一方オッターボードに取りつけた深さ計記録 Fig. 9 (ビュー階風力 5, 波高 4 m) からはオッターボードが不規則な運動をしているのが認められる.

Table 3. Results of field.

No	Wind force (Beaufort)	Depth	Sea state	Length of warp(m)	Cross angle of warps (deg.)	Towing speed (knot)	Height of net mouth (m)	Engine speed (r.p.m.)
1	5	108.5	4	370	11.0	2.8	4.5	about 126
2	3	106	3	350	11.0	3.6	4.0	" 125
3	4	94.5	4	370	10.0	4.2	4.2	" 125
4	4	93	3	400	10.0	4.0	4.0	" 125
5	2	92	1	360	11.0	3.7	3.5	" 125
6	calm	92.5	calm	350	12.0	3.5	4.0	" 126
7	1	94.5	1	400	10.0	3.2	5.0	" 115
8	2	101	calm	350	10.0	3.5	5.0	" 115
9	calm	99	calm	350	10.0	3.1	5.0	" 120
10	1	105	1	360	10.0	3.2	4.5	" 122
11	1	98.5	1	350	9.0	3.5	5.0	" 120
12	5	99	3	350	9.5	3.6	5.0	" 127
13	4	98	3	350	11.0	3.5	5.0	" 125
14	4	104	2	350	9.5	3.6	5.0	" 125
15	4	104	4	350	9.5	3.3	4.5	" 130
16	4	93	2	350	11.0	3.6	4.0	" 125
17	4	106	2	350	10.0	3.6	4.5	" 125
18	4	101	2	350	10.5	3.5	4.5	" 125
19	4	132	3	430	9.0	3.7	4.0	" 125
20	5	115	3	400	9.0	2.8	5.0	" 130
21	6	114	5	450	9.0	3.9	4.0	" 160
22	5	112	4	400	9.0	3.7	5.0	" 120
23	5	112	3	400	9.0	3.5	4.0	" 125
24	6	119	4	400	9.0	3.3	4.5	" 125
25	4	113	2	400	9.0	3.2	4.5	" 120
26	2	110	2	400	9.0	3.5	4.5	" 120
27	1	110	calm	400	9.0	3.2	4.5	" 120
28	1	116	1	400	9.0	3.1	4.2	" 120
29	4	108	1	400	9.5	3.5	4.2	" 120
30	4	113	1	400	9.0	3.7	4.5	" 115
31	3	107	1	400	9.0	3.2	4.0	" 120
32	3	114	1	400	9.0	3.4	4.5	" 120
33	4	110	2	450	9.0	3.0	4.0	" 120

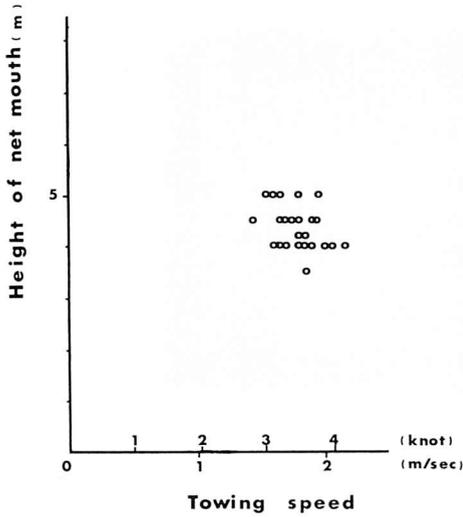


Fig. 3. Field result of trawling. Relationship between the height of the net mouth, and the towing speed.

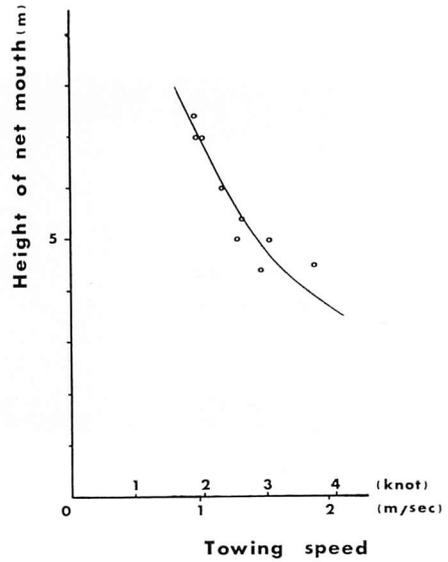


Fig. 4. Relationship between the height of the net mouth and the towing speed.

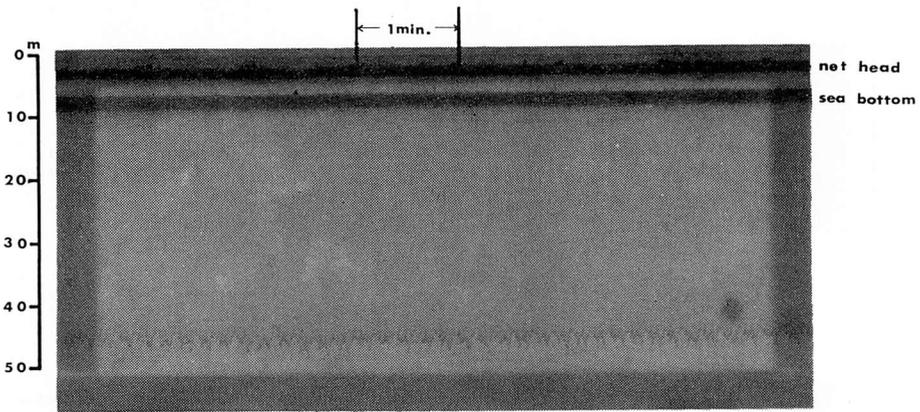


Fig. 5. Recordings obtained by net graph.

模型実験及びその方法

(1) 実験網と実験方法

海上実験に用いたトロール網をモデルとして田内の比較法則 (1934)⁶⁾ により大型模型 (1/21) を製作し本学回流水槽にて実験を行った。模型網 (')、(実物網 ('')) の縮尺の各比は次の通りである。

仕立上り長さ (λ) の比: $\lambda'/\lambda''=1/21$

網糸の径 (D)、目合 (L) の比: $D'/D''=L'/L''=0.167$

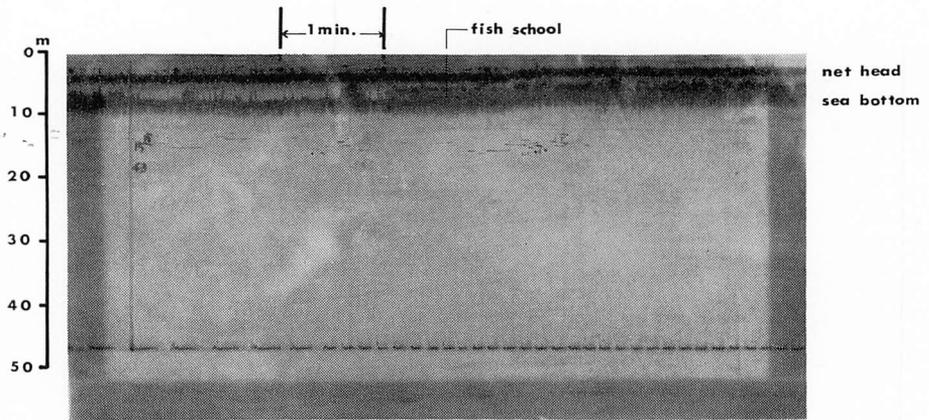


Fig. 6. Recordings obtained by net graph.

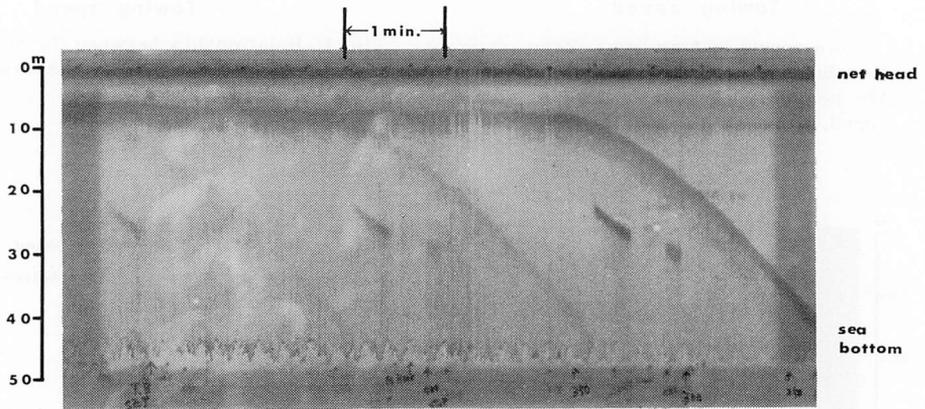


Fig. 7. Recordings obtained by net graph.

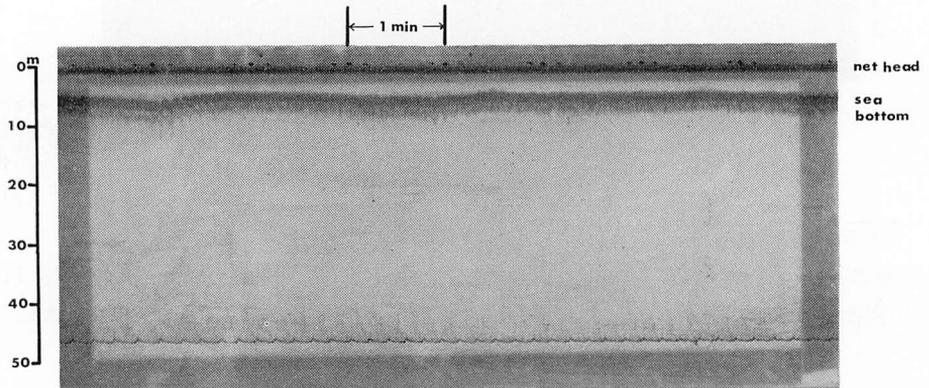


Fig. 8. Recordings obtained by net graph.

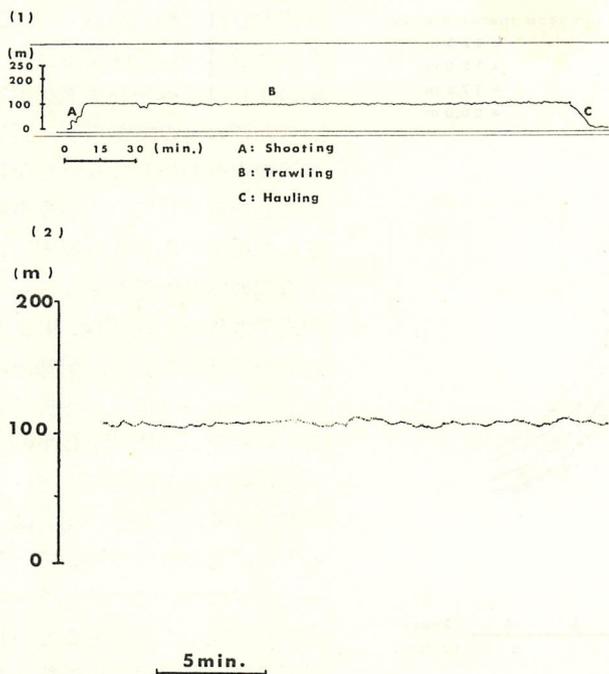


Fig. 9. Recordings obtained by Depth-meter attached to otter board, partly enlarged recording (blew).

流速 (V) の比: $V'/V'' = \sqrt{D'/D''(\rho' - 1)/(\rho'' - 1)} = 0.408$

ロープの径 (D_i) の比: $D_i'/D_i'' = \sqrt{\lambda'/\lambda'' \cdot (\rho_1'' - 1)/(\rho_1' - 1) \cdot (V'/V'')^2} = 0.281$

浮力, 沈降力, 及び抵抗の比: $F'/F'' = R'/R'' = (\lambda'/\lambda'')^2 \cdot (V'/V'')^2 = 3.79 \times 10^{-4}$

尚網糸には全てナイロン糸を用いた。

実験は上述の模型網を水路巾 2 m, 深さ 1 m の環流式大型水槽の槽底に設置し流速をあてて網各部の高さを測り併せて目視および写真撮影により網成りの観察を行った。

模型実験結果

Fig. 10 は袖先間隔 12.5~20.0 m までの場合の網口高さを示したものである。この図より 0.5~1.0 m/sec という比較的曳網速度の遅い場合には曳網速度の増大とともに網口高さは急激に低下している。しかし曳網速度が 1.5 m/sec 以上になるとその低下の割合はゆるやかになり網高さは略一定値に近づく傾向をみせている。袖先間隔の狭い場合は袖先間隔の広い場合に比して網高さは高い。Fig. 10 より実物網通常状態での網高さを求めると 4.8~3.0 m となり海上実験結果 5.0~4.0 m にほぼ一致している。

考 察

(1) 網 成 り

網口高さの変動の原因として考えられるのは袖先間隔の変化, 網自体の播動があげられる。前者については張力の伝動の不連続性によるものと考えられるが, そのためにオッターボードがしゃく

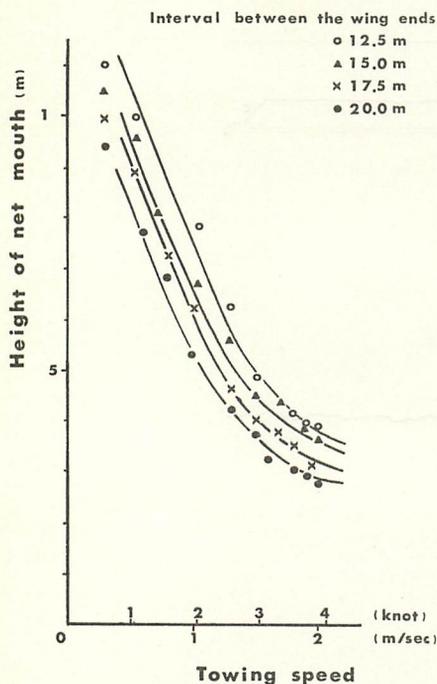


Fig. 10. Relationship between the height of the net mouth and the towing speed.

り寄せられて袖先間隔に変化を及ぼすためであろう。後者については模型実験でもかなり短い周期で網口より網尻へ伝わる播動がみられるが恐らくそういった形のものであろう。葉室⁴⁾はオッターボードが泥の中へのめりこみ蛇行をして網口高さが変動することを報告しているが今実験では荒天時のみ観測された現象であり他の要因によるものと考えられる。

今回の実験で得たオッターボードに取りつけた自記式深さ計の記録 Fig. 9 よりみれば約2~5分での波動が認められる。記録そのものだけからみるとオッターボード自身が時折ジャンプしているとしか考えられない。P. R. Crew⁷⁾はオッターボードが内方傾斜すると同時に上方への揚力を発生し内方傾斜が大きくなるとその揚力は大きくオッターボードの安定にも影響するとしている。これは横型オッターボードについての結果であるが縦型オッターの場合にも同様のことがあるといわれている。小山⁸⁾は荒天時には海況静穏時の数倍の張力がかかることを報告しており瞬間的に大張力がかかりオッターボードをジャンプせしめたのではないかと考えられる。

このオッターボードの時折起こる非定常的な動態が網成りにどのような影響を与えるか重要な問題だが本実験結果では網成りにも微妙な非定常な動きがみられる。両者のこの動きが密接に関係するか否かについては判断としないので次の実験に待ちたい。

(2) 網口高さ

模型実験での網口高さは4.8~3.0 mと実測値にほぼ一致しているものの多少低目の値となった。これは模型実験では、田内の比較法則⁶⁾により浮子のうける抵抗を無視してあることに起因するものと考えられる。しかし実物網における実験の場合は、漁具の限られた一部分しか測定することができないが模型実験の場合は網全体の物理的性状を測定観察し漁具の性能を把握できるという利点がある。今回の実験で認められた網の播動についても模型実験の形で或いは解決できるのではないかと思料される場所である。

要 約

6枚構成トロール網について海上実験と模型実験を行い次のような結果をえた。

(1) 網口高さは曳網速力1.5~2.0 m/sec, ワープ長300~400 mでは5.0~4.0 mであり海況静穏時には非常に安定している。

(2) 網口高さ H (m) は曳網速力 V (m/sec) との間にはほぼ

$$H = 7.64 V^{-1.15}$$

の関係が成立した。

(3) 荒天時にはオッターボード及び網口高さに非定常的な動きが認められたがこの原因については判然としない。

(4) 海上実験に用いたトロール網の 1/21 の模型網を製作し水槽実験を行い実物網にほぼ一致する値を得た。

終りに実験を行うにあたり御協力を願ったかごしま丸植田総一船長外乗組員各位に謹んで感謝の意を表す。

参 考 文 献

- 1) 谷口武夫・南四郎・隅川芳雄：日水誌, 34(10), 889-894 (1968)
- 2) 谷口武夫・陣野鉄朗・大村千之・橋田近雄：水大校研報, 17(3), 21-36 (1969)
- 3) 小山武夫：東海区水研報, 43, 13-71 (1969)
- 4) 葉室親正：漁船研技報, 16(1), (1962)
- 5) 葉室親正：漁船研技報, 18(8), (1964)
- 6) M. TAUCHI: *Bull. Japan. Sos. Sci. Fish*, 3(4), 171-177 (1934)
- 7) P. R. CREW: *Modern Fishing Gear of the World*, 2, 165-181 (1963)
- 8) 小山武夫：日水誌, 34(1), 903-906 (1968)