

二艘曳機船底曳網の模型実験—I*

谷 口 武 夫

Model Experiments on the Japanese Two-Boat-Type Trawl Net I*

By

Takeo TANIGUCHI

The working behaviours of the Japanese two-boat-type trawl net operating in the East China Sea and the Yellow Sea were studied through a series of model experiments based on TAUTI's law of comparison of fishing net (Figs. 1 & 2). The shape and the towing resistance of the net were observed in relation to the horizontal spread at the frontal ends of the wings, the towing speed, the arrangement of the floats, and others.

Results obtained are as follows:-

1) When the distance between two spreaders attaching to each frontal end of the wing is smaller than 30 m, the horizontal opening at the net-mouth increases considerably with these distance, while vertical one decreases with it. But when the distance between spreaders becomes greater than 30 m, the horizontal opening as well as vertical one is almost invariable, regardless of the distance between the spreaders (Plate 1 & Fig. 3).

The towing resistance increases markedly with the distance between the spreaders, and the rate of increase in the resistance of the net is, when the distance between the spreaders is wider than about 30 m, greater than when it is narrower (Fig. 4).

2) When the towing speed is lower than about 2 mile/hour, the vertical opening at the net-mouth decreases gradually with the increase in the towing speed. But when the speed becomes higher, the vertical opening at the net-mouth is almost constant, regardless of the speed. The horizontal opening at the net-mouth is always constant, too (Plate 2, Figs. 5, 7 & 8).

The towing resistance increases nearly in proportion to the square of the speed (Fig. 6).

3) The variation of the buoyancy, within a certain limit, of the float attaching to the net-mouth and its neighbourhood makes little change in the vertical opening of

* 水産講習所研究業績 第317号, 1961年1月18日 受理.
Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries, No. 317.
Received Jan. 18, 1961.

the mouth, so far as the towing speed is not smaller than 2~3 mile/hour. But, however much the buoyancy may increase by some measure, it brings about the floating up of the net without increasing the vertical opening at the net-mouth (Figs. 9, 10 & 11).

4) The opening at the net-mouth solely depends upon the construction of the net. Namely, to decrease the force given on the head rope attaching to the net, to increase the length of the spreaders of frontal end of wings, or to arrange the fit netting in each part of the net is fundamental of some use for the increase of the opening at the net-mouth.

But when we want to get a good result, we should employ all these three, or at least two, of the methods together, otherwise we may scarcely expect any good effect.

緒 言

近時底曳網資源の渾濁と、魚探器の発達およびその普及に伴ない魚群の分布状況が判明するにつれ、現行漁具の網口をできるだけ高揚し、更に上層水域の魚族をもあわせ漁獲しようとの試みは全底曳網業界の焦眉の課題とされていた。爾来これに関する研究はすこぶる盛んで、二艘曳機船底曳網については、研究当初(4~5年前)在来のものの網口の高さは、これまでなされた多くの報告及び本報でも詳述するように2~2.5 m 程度であった。その後、著者等のこれに関する一連の研究が進むにつれ、在来のものの2倍(5 m 前後)迄(これにより以西漁場ではここ数年間引き続いて、エビ漁等に多大の成果がおさめられた)、続いてごく最近では10 m 前後の、在来のものに較べて実に4倍までに網口を高めることも実証出来、近く各業界でも実用化される段階に至っている。

これらについての詳細は後日順を追って報告するが、本報ではまず在来の漁具が流水中で如何なる性能をもっていたか、或いはその如何なる点を改良すれば前述の目的が達成できるか等を推知する予備試験として、従来以西漁場で使用されていた代表的底曳網(Figs. 1 & 2)の模型を作製し、特に網口付近の網高さを高めるといふ観点からその各種要因について水槽実験により検討した結果を報告する。

実験並びに模型網

網口の高さに影響する要因としては、既報の多くの実験でも指摘されているように、漁具の操作上からいえば両船間隔(両手木間隔)と曳網速度、設計上からは浮子或いは抵抗板(カイト類)等による浮揚力、ヘッド・ロープとグランド・ロープにかかる張力比及び手木の長さの問題、更には網の構造そのものの違い等種々の要因が考えられる。

実験はこれらの諸要因が網成、特に網口の高さにどのように影響するかについて、本所備付けの流水水槽(測定部の大きさ:長さ2 m, 巾1.35 m, 深さ0.9 m)で、昭和32年7月から8月にかけて行なわれたものである。

観測は網成りについては総て写真撮影、流速は広井式電音流速計(感度5 cm/sec)、抵抗値の測定は特製の桿秤(感度1 g)を工夫して行なわれた。

なお供試模型網は田内の相似則りに従い次のように作製された。

- a) 模型網の寸法 M' と実物網のそれ M'' との比は $1/50$ とした。
- b) 網地は実物網のそれがタール染マニラトワイン(比重 $\rho'' = 1.34$) であるのに対し模型網にはナイロン

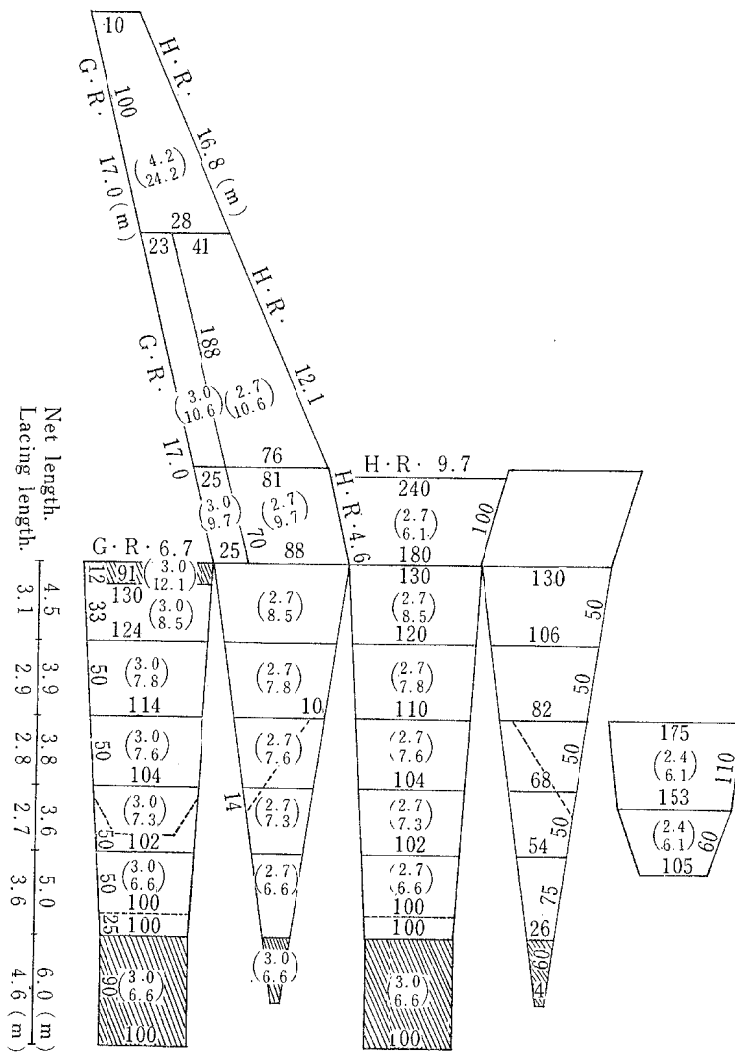


Fig. 1. Gear construction of the Japanese two-boat-type trawl net.

Note: Upper and lower numerals enclosed in brackets indicate diameters of netting twine in mm and mesh size in cm, respectively. Other ones, which are not enclosed in bracket and lacking symbols, show mesh number. Moreover, the parts of oblique lines signify the double cord mesh.

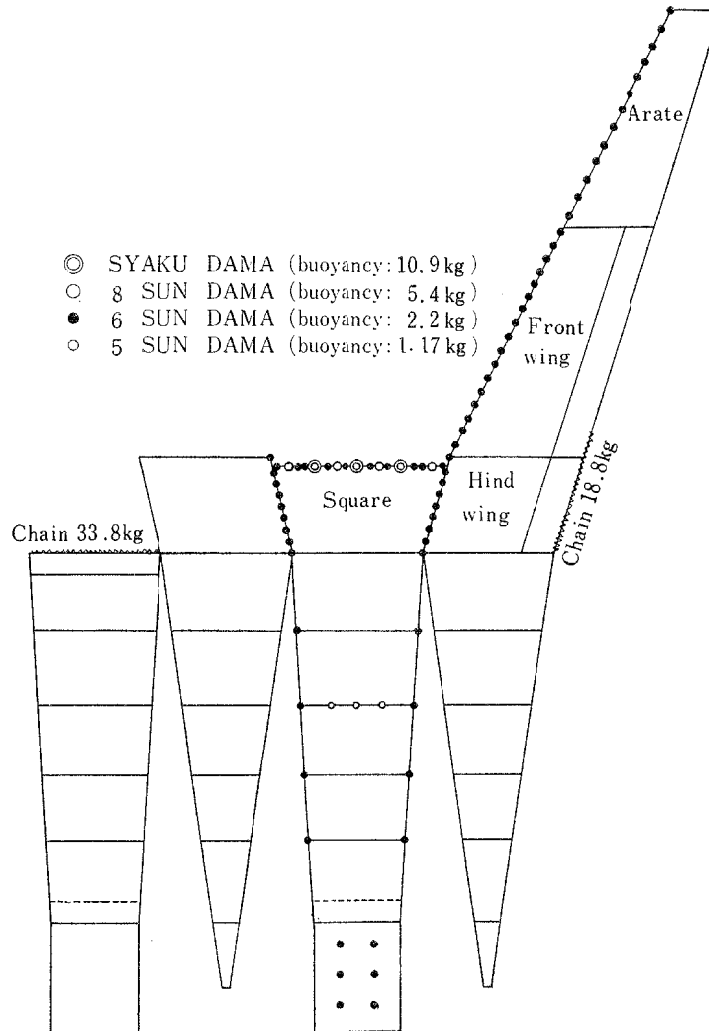


Fig. 2. Standard arrangement of floats and chains.

糸 ($\rho' = 1.13$) を用い、模型の目合 L' と糸の太さ D' とは実物網のそれら L'' , D'' に対して相対応するどの部分でも $L'/L'' = D'/D'' = 0.121$ とした。

c) このように作られた模型と実物網の流速比 v'/v'' は 0.225 となる。

d) 網類については、ヘッド・ロープ 及び マン・ロープ ($\rho'' = 5.0$)、袖付部 グランド・ロープ ($\rho'' = 1.30$) 水戸口付部 グランド・ロープ ($\rho'' = 1.26$) に対して模型ではすべてテビロン糸 ($\rho' = 1.40$) を用い、抵抗を見掛上の重さに比較し無視して、網の太さは模型のそれ D' 、と実物網のそれ D'' 、との比をヘッド・ロープ及びマン・ロープに対しては 0.101、袖付部グランド・ロープには 0.0263 と、水戸口付グランド・ロープには 0.0242 とした。

e) 浮子については抵抗を無視し、模型と実物網の相対応する部分の浮力を F' , F'' とすると F'/F'' は 4.36×10^5 となる。なお模型及び実物網の抵抗及び沈降力を夫々 R' , R'' 及び W' , W'' とするとその比もこれに従う。

実験結果とその検討

1) 両手木間隔の広狭と網成り及び流水抵抗変化

これについては既に断片的な結果ではあるが野村の模型実験⁶⁾、並びに葉室⁷⁾⁸⁾⁹⁾の実物網についての詳細な報告がある。

葉室⁷⁾はそこで、曳船間隔の広狭により網口の高さは夫々低くまた高くなり同量の間隔の拡大(減少)では狭い曳船間隔からの拡大の方が広い所での拡大の場合より網口の高さの減少率は大きい。また曳船間隔が拡大されると手木間隔も大きくなるが、その手木間隔の拡大率は両船間隔が拡大する程遞減する。そして網成り及び網具にかかる抵抗等から総合的に考えると曳船間隔としては、350 m 前後が最適であることを指摘している。

この網については、曳網速度約2.5ノットで両手木間隔を4~40 m 前後に変えた場合の網成り及び網口周辺の拡張状況を観測した結果を夫々 Pl. 1 及び Fig. 3 に示した。Fig. 3 で二重丸は網口の高さ(天井

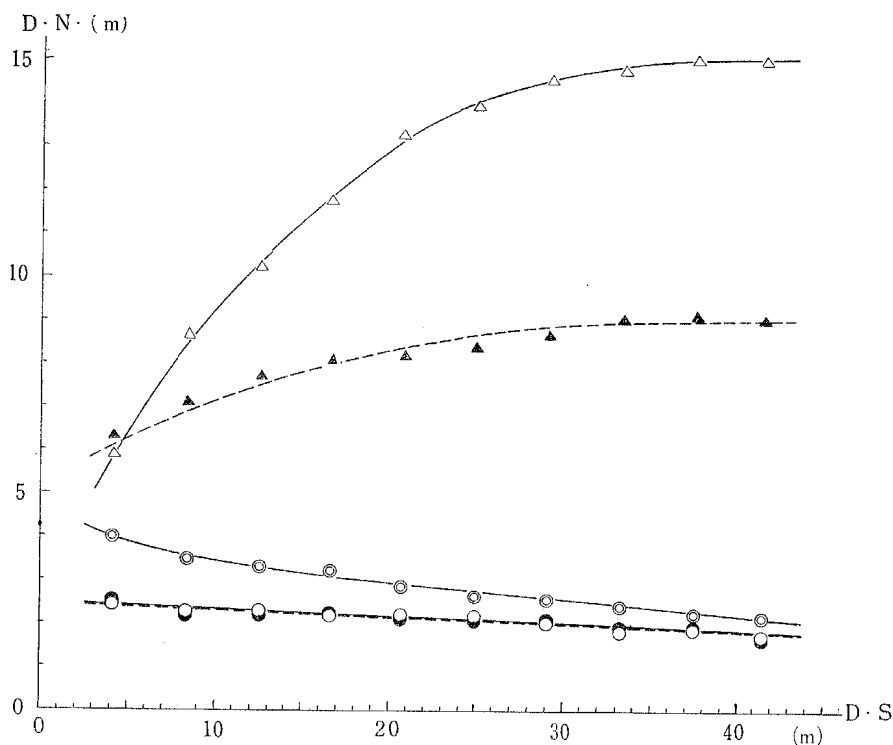


Fig. 3. Deformations of the net-mouth [$D. N.$] at various distance between two spreaders attaching each frontal ends of the wings [$D. S.$] under 2.5 mile/hour towing speed.

Abbreviation, \odot : the heights at the middle of frontal edge the square part, \circ & \triangle : the height and horizontal spread at the frontal ends of the hind wings, \bullet & \blacktriangle : the vertical and horizontal dimension of the cross section of the net at the frontal edge of its bag-net.

網中央先端の網底からの高さ), 白丸及び白三角は口脇, 即ち先, 奥両袖の縫合部における両袖の網立ち及び水平的な拡がり, 黒丸及び黒三角は嚢口, 即ち天井網後端と嚢網前端との縫合部における高さ及び水平方向への拡がりを示す。また同じく流水抵抗の変化については Fig. 4 に示した。

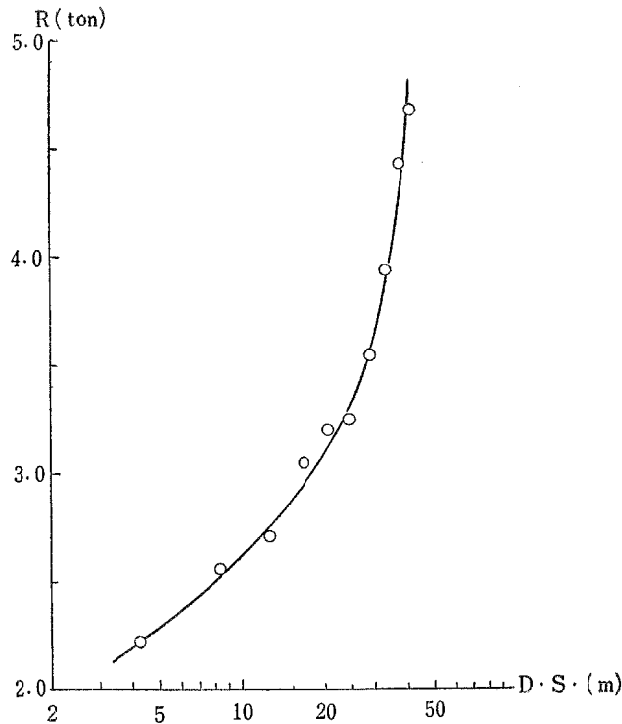


Fig. 4. Relationship between the resistance [R] and the distance between spreaders of the frontal ends of the wings [D · S] under 2.5 mile/hour towing speed.

これらの結果は上述の葉室の場合とよく符合し（測定値については両者の網具が同一のものでなくまた測定条件も異なるので比較するのは無理であるが、共に比較的近い値を示している）、両手木間隔を拡大するにつれ網口は横方向へは急激に広がるのに対し高さは除々ではあるが減少する。また囊口は手木間隔にかわりなく常にほぼ定状をなしている。

次に網具にかかる流水抵抗はその拡がりと共に急激に増加することもまた前述のそれと同様であるが、この実験から追加されることとして、手木間隔が 30 m 附近を境にそれより狭い範囲で間隔を拡大した場合の抵抗増加率と広い範囲でそれを拡大した場合の増加率はやや異り、後者が前者より大きくなっていることである。このことは Pl. 1 及び Fig. 3 の手木間隔による網成り変化の関係からも容易に推察することができる。

一般に手木間隔（両船間隔）の決定は、その目的とする魚群の動静により網口の高さを問題とすべきか或いはその平面的な拡がりを大きくすべきか等により一概にいうことはできないが、あまり狭くても網成りが不安定で、感心できず、また開き過ぎても前述の如く手木間隔を上げた割に網口の横方向の拡がりは期待できず、いたずらにそれは“尾はね現象”をはげしくするだけで全体的な網成りも不自然である。したがって網具自体を網成り、または抵抗等純力学的な立場からのみ総合的に判断するなればこの網でも前述の葉室の指摘と同様に手木間隔としては 30~35 m（この数値を葉室の実験結果⁹⁾から両船間隔に換算すると 300~350 m と推定される）で、操業されるのが理想であると考えられる。

2) 曳網速度変化による網成り及び抵抗

このことについても既に佐藤²⁾、宮本³⁾、猿田⁵⁾、野村⁶⁾等の模型網についての結果、更に葉室^{7) 8) 9)}の

実物網についてのもの等数多くの報告がなされている。これらの結果によれば、網口の高さは曳網速度 2～3 ノットまでは速度の増加と共に急激に低下、2～3 ノット付近からその低下は次第に少なくなり或る一定の高さに着き (2～2.5 m)、抵抗値も曳網速度が 1.5 ノット前後より速い範囲では速度の自乗もしくはこれよりやや小さい値に比例することが明らかにされている。

しかしこの網ではどうであるか、このことについては更に深く知る必要もあったので、前項の結果から考えて手木間隔 33.2 m のものを主眼に、更に 24.9、及び 41.5 m の場合のものについても網成り並びに抵抗についてそれぞれ観測した。

結果は Pl. 2, Fig. 5 (図中の記号は Fig. 3 に同じ)、及び Fig. 6 に示したとおりで、上述の各種実験結果と同様、網口付近の横方向の拡がりはほとんど変わらないが高さは速度の増加と共に急激に低下し 2 ノット前後からはほぼ一定の高さ (網口中央の高さでは静止時のその約半分の 2.5 m) に落ちついた。抵抗についても本実験の範囲 (1～4 ノット) 内では前述の結果と大差なく速度の自乗にほぼ比例することがみられた。

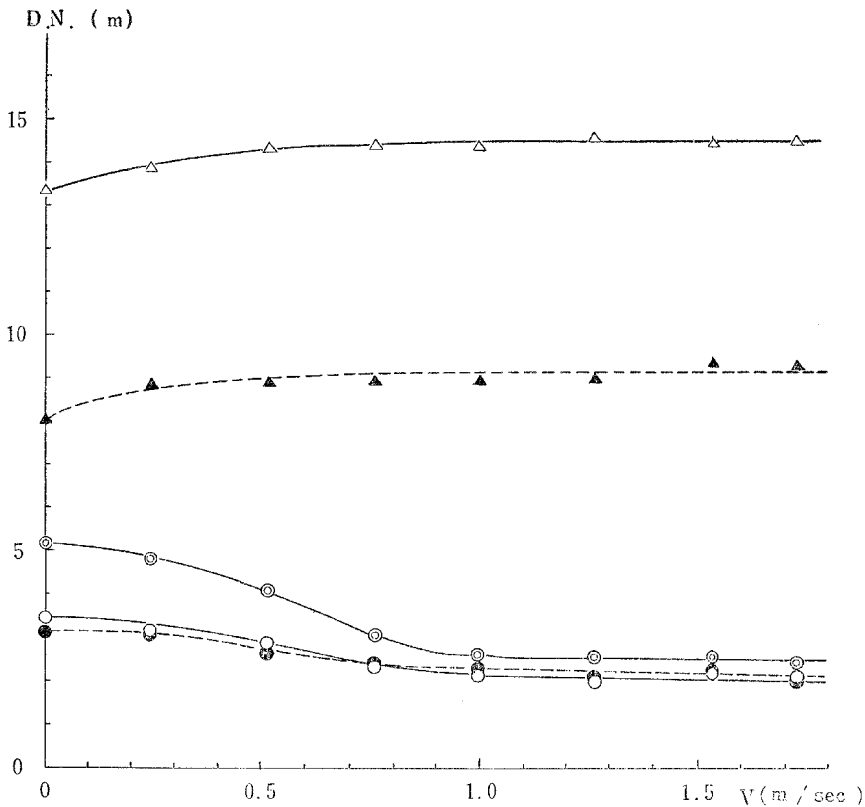


Fig. 5. Deformation of the net-mouth [$D. N.$] at various towing velocity [V] under 33.2 m in distance between spreaders of the frontal ends of the wings.

Note: Symbols are the same as Fig. 3.

Fig. 7 は手木間隔を 24.9、33.2 及び 41.5 m の 3 通りにとった時の曳網速度と網口の拡がりの関係を比較したものである。図中黒四角及び白四角はそれぞれ手木間隔 24.9 m の場合の網口中央の高さ及び横方向の拡がりを、黒丸及び白丸は同様にそれぞれ 33.2 m のときの、黒三角及び白三角はそれぞれ 41.5 m のときのそれを示す。

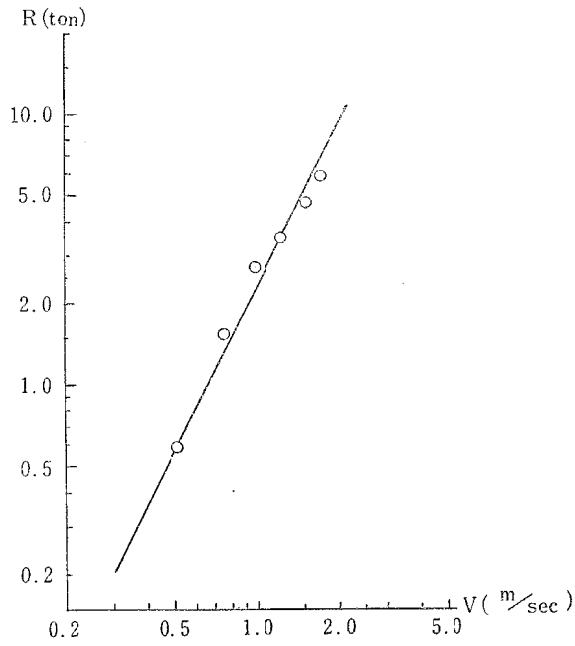


Fig. 6. Relationship between the resistance [R] and the towing velocity [V] under 33.2 m in distance between spreaders of the frontal ends of the wings.

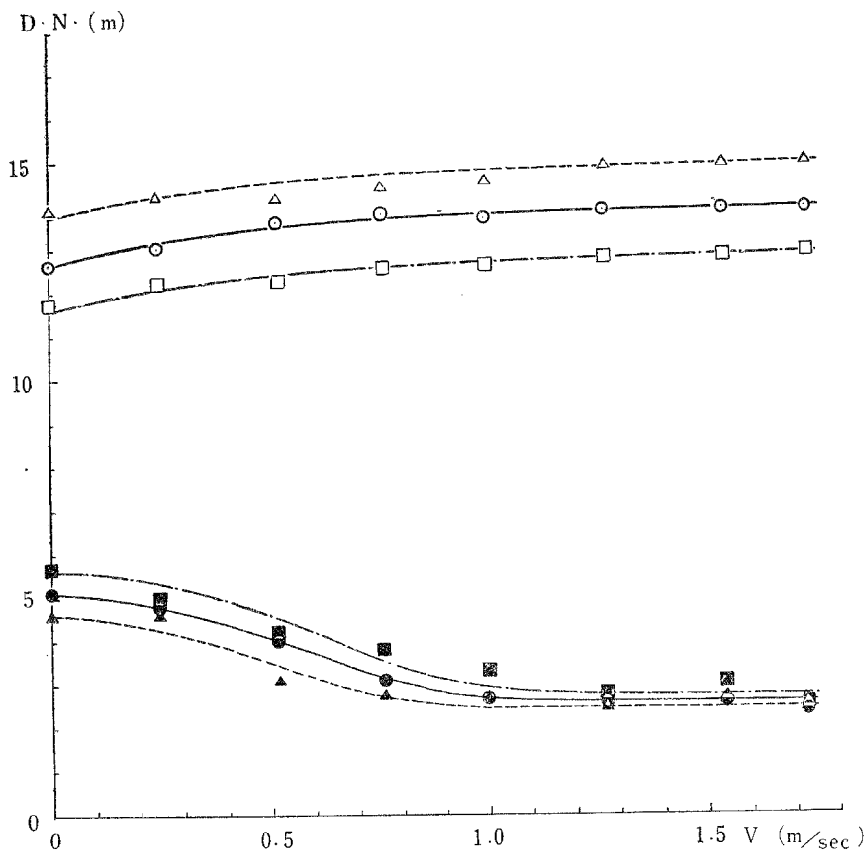


Fig. 7. Comparison of the deformation of the vertical (filled marks) and horizontal opening (open marks) of the net-mouth, the distance between spreaders of the frontal ends of the wings of which is as long as 24.9 m (square), with those of the net the distance between spreader of frontal ends of the wings of which is choosed 33.2 m (circle) or 41.5 m (triangle).

これから曳網速度が2ノットより小さい範囲では網口の高さは速度、手木間隔の双方の影響を受けて大きく差を生じるが、2ノットより大きくなるといずれの影響をもほとんど受けない。換言すると両手木間隔、曳網速度等の操作で網口の高さを高めまたは低めることのできるのは曳網速度が比較的小さい場合だけで、速度が大きくなり2ノット前後より大きい範囲ではそれはほとんど効果なく、網口の高さはこれら漁具の操作上の要因以外の他の要因により既に定まっているものと推測される。なお囊口の拡がり、手木間隔、速度等いずれの要因にもかかわりなく常にほぼ定状をなしていることが観察された。

猿田⁵⁾は速度が大きくなると天井網に皺を生じ、この部分が後方に折り曲って網成りはきわめて不良になることを指摘している。Fig. 8は各速度における天井網の変化を図示したものであるが、この場合もやはり速度の増加と共に天井網の曲折がひどくなり、この部が垂れ下って実質上の網口の高さは減少されるなどいぢるしく網具の性能は削減されると思われる。この天井網の曲折或いは垂下によっておこる実質的な網口の高さは見掛上の網口の高さ(天井中央前端の高さ)に較べて、曳網速度1ノットで4、2ノットで3.5、

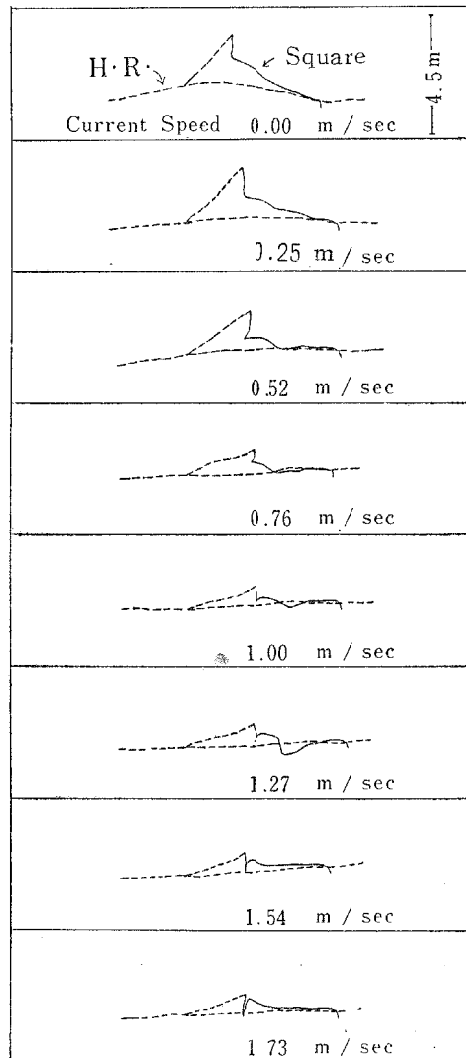


Fig. 8. Longitudinal section of the net-mouth and its neighbourhood with special reference to square part, at various towing velocity and under 33.2 m in distance between spreaders of the frontal ends of the wings.

3ノットでは2.5割近くそれぞれ低くなっていた。

この原因は主として囊口の大きさに比し天井前部の長さが長過ぎることによるもので、適当にそれを短かくすればこの現象は解消することができるが、網口そのものの高さは低下する（これについての詳細は続報で述べる）。

以上網口を高くする点からは曳網速度はおそいにこしたことはないが、きわめておそくしなければたいした効果もあがらず、むしろこのような網具の場合は総合的な網成りその他目的物の見地から先に葉室等の指摘にもあるように、2.5ノット前後の曳網速度が最も当を得たものであると考えられる。

3) 浮子の浮揚力と網成り変化

従来、底曳網の網成りを整え、或いは網立ちをよくする等で、漁獲能率を上げるには一にそれに対する浮子の配置或いはその浮揚力の調整如何にあると考えられ、現場当事者もつばらその一着除に腐心していたのが現状であった。このため浮子についての研究が重要視され、現行浮子の特性或いはその改良等について、小林¹⁰⁾、小山¹³⁾、谷口^{11) 12)}、高山^{14) 15)}等多数の実験がなされた。

はたして上述のごとく良網中の漁具の網成り、特に網口附近の網立ちに浮子の効果があるものかどうか、曳網速度2.5ノット、両手木間隔33.2mのもとで、天井網前端、先及び奥袖等網口附近の網立ちに関係が深いと考えられる部分の浮子の浮揚力或いはその配置をいろいろと変えその時の網成り状況を観測した。

Fig. 9は天井網前部の浮揚力を変えたときの口脇、網口及び囊口の高さ（図中の記号は Fig. 3 に同じ）

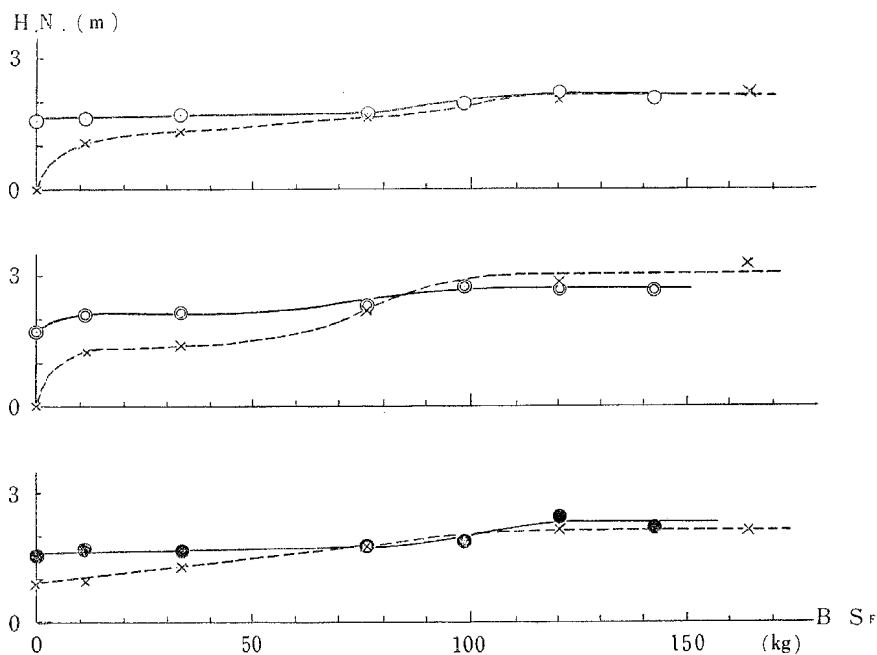


Fig. 9. Heights (the vertical opening) of the net-mouth [$H. N.$] at various buoyancies of the float attaching to frontal head rope of square [$B. S.F.$] under 2.5 mile/hour towing speed and 33.2 m in distance between spreaders of the frontal ends of the wings.

Note : Real-lines indicate [$H. N.$] at [$B. S.F.$] in which the arrangement of floats and chains of the other parts are kept in standard (Fig. 2 & Table 1-A). Broken-lines show [$H. N.$] in the same conditions as to the above excepting all floats attaching to the front wings and hind are removed (Table 1-B). Symbols are the same as Fig. 3.

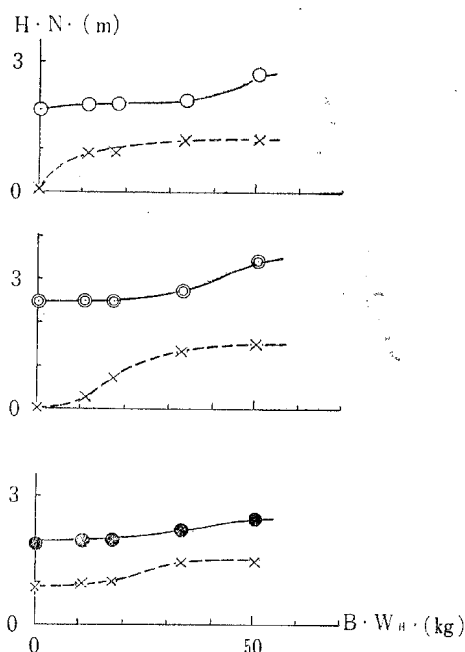


Fig. 10. Heights of the net-mouth [$H. N.$] at various buoyancies of floats attaching to hind wing [$B. W_H$] under 2.5 mile/hour towing speed and 33.2 m in distance between spreaders of the frontal ends of the wings.

Note: Real-lines indicate [$H. N.$] at [$B. W_H$] in which the arrangement of floats and chains of the other parts are kept in standard (Fig. 2 & Table 2-A). Broken-lines show [$H. N.$] in the same condition as to the above excepting all floats attaching to square and front wing are removed (Table 2-B). Symbols are the same as Fig. 3.

を示したもので、実線は天井前端部以外の浮子の配置はこれまでどおり (Table 1-A), 破線はこれらを全部取り除いた場合 (Table 1-B) の結果を示す。同様に Fig. 10 及び Fig. 11 はそれぞれ奥袖部 (Table 2-A, Table 2-B), 先袖部 (Table 3-A, Table 3-B) の浮揚力を変化させた場合のものである。

結果は予期に反し、ほとんど浮子の効果は認められなかった。これは葉室⁹⁾の結果から推測されるようにヘッド・ロープにかかる張力がきわめて大きく (0.7 匁前後) 各部にかかる浮子の浮揚力はまったく問題にならないためであろう。しかしその浮揚力を網の各部に適当に配置することによっては或る程度の効果がみられる。即ち各部に与えられた浮揚力は単にその部位の網立ちに関係するだけでなく各部に与えられたものが互に関連し合っその効果を現わす。換言すると特定部位、例えば網口を高める場合には、その部の浮揚力を単に増大させるだけでなく、それともなって他の口脇附近の浮揚力をも同時に減少させなければならないということである。この結果は局部に片寄った力がかかることになり全体的な網成りも良好とはいえず、漁獲性能上からも決して得策とは考えられない。なお荒手部及び囊の後部等に装着された浮子の効力は、その部の立網には役立つが網口付近まではその影響を及ぼすことはないと認められた。

しかるに先に佐藤⁹⁾は特殊抵抗板 (カイト)、葉室⁹⁾は特殊フロートをそれぞれ使用して網口の高さを従来のものより倍近く高めることができたと報告している。しかしこれらの結果は、いずれも浮揚力とは別に網具の構造自体にも工夫改訂を加えた場合であり、(前者では天井と袖網との間に三角網を挿入し、網口を抵抗板の揚力で強制的に引きあげても支障がないよう、天井前端に充分余裕をとってあり、後者でもヘッド・ロープ及びグランド・ロープの長さを変え、それにかかる張力比の割合を適当に調整した。) 浮揚力の増

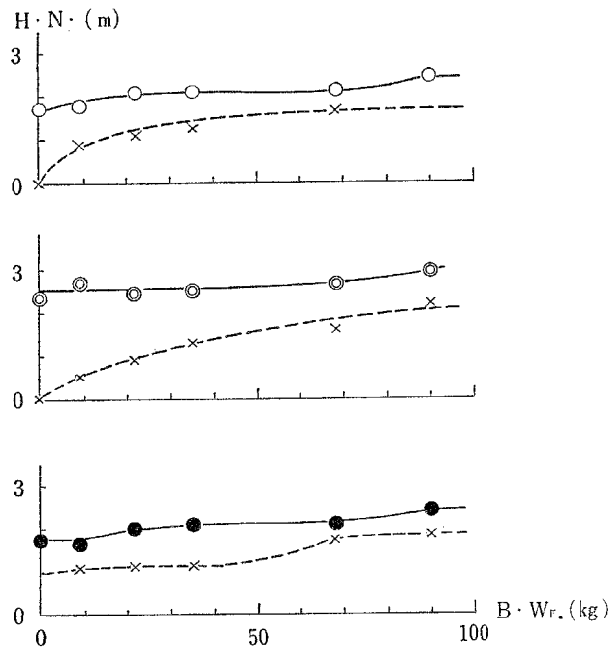


Fig. 11. Height of the net-mouth [H.N.] at various buoyancys of floats attaching to front wing [B. W_F] under 2.5 mile/hour towing speed and 33.2 m in distance between spreaders of the frontal ends of the wings.

Note : Real-lines indicate [H. N.] at [B. W_F] in which the arrangement of floats and chains of the other parts are kept in standard (Fig. 2 & Table 3-A). Broken lines show [H.N.] in the same condition as to the above excepting all floats attaching to square and hind wing are removed (Table 3-B). Symbols are the same as Fig. 3.

Table 1. Arrangement of floats attaching to the net

Part	A	B
Frontal Head Rope of Square	Buoyancys : 0~141.7 Kg	Buoy. : 0~163.5 Kg
H. R. of Hind Wing	Buoy. (one side) : 17.6 Kg (6 Sun Dama : 8)	none
H. R. of Front Wing	Buoy. (one side) : 35.2 Kg (6 Sun Dama : 16)	none
H. R. of Arate ; Buoy. (one side) : 30.4 Kg (6 Sun Dama : 14), Bag Net ; Buoy. : 34.3 Kg (6 Sun Dama : 14, 5 Sun Dama : 3)		

Table 2. Arrangement of floats attaching to the net

Part	A	B
H. R. of Hind Wing	Buoy. (one side) : 0~50.3 Kg	Buoy. : 0~50.3 Kg
H. R. of Front Wing	Buoy. (one side) 35.2 Kg (6 Sun Dama : 16)	none
Frontal H. R. of Square	Buoy. : 76.3 Kg (Syaku Dama : 3, 8 Sun Dama : 2, 6 Sun Dama : 12)	none
H. R. of Arate ; Buoy. (one side) : 30.4 Kg, Bag Net ; Buoy. ; 34.3 Kg		

Table 3. Arrangement of floats attaching to the net

Part	A	B
H. R. of Front Wing	Buoy. (one side) : 0~90.7 Kg	Buoy. : 0~90.7 Kg
Frontal H. R. of Square	Buoy. : 76.3 Kg (Syaku Dama : 3, 8 Sun Dama : 2, 6 Sun Dama : 12)	none
H. R. of Hind Wing	Buoy. (one side) 17.6 Kg (6 Sun Dama : 8)	none
H. R. of Arate ; Buoy (one side) : 30.4 Kg, Bag Net ; Buoy. : 34.3 Kg		

大もさることながら、それよりはむしろヘッド・ロープ（主として天井前部）にかかる張力の軽減に帰因したものと推察される。

本実験の結果では或る数以上の浮揚力の増大はいたづらに網具全体を海底から浮きあがらせる効果があるだけで網口の高さは或る一定値以上はほとんど高まらず、網具そのものによって構成上既に定まっているものと考えられる。

また、葉室⁸⁾は浮子をまったく装着しない裸網でも、その網高さは絶対零ではなく相当量ある（網口で約0.6 m 前後）ことを報告しているが、本実験の場合では、荒手、先袖、嚢口等局所的には或る程度の網立ちがみられたが、天井前部が底面に吹きつけられて網口の高さは零であった。これらの相違は前述のごとく両者の網具の構造上の違いに原因すると考えられる。

以上総合的に見ると、網具の構造次第によっては浮子の効果も無視できないが、在来の網具のごとくヘッド・ロープに相当大きい張力がかかっているものでは浮子の数を増してもほとんどその効果はなく、いわんやあまり実用的でないカイト、或いは特殊フロート等は無用の長物であり、この際浮子の効用は投網直後の網成りを整えるだけのものとして、むしろ現状よりこれを減じ網具にかかる無駄な抵抗を少しでも減少させることに留意する方が得策と考えられる。

4) 網具の構成に関する二、三の要因と網成りについて

ヘッド・ロープとグランドロープにかかる張力比と網成り 従来使用されていた底曳網の設計図を比較対称すると、以前に使用されていたもの程ヘッド・ロープの長さはグランド・ロープのそれより長い、年と共にそれは縮められ、最近では逆にグランド・ロープよりは短く使用されるような傾向が認められる。これは前者の場合は下網特に水戸口部が海底の砂泥中に喰込むので、船の曳網負荷が増大し、また下網の海底との摩擦による網地の摩耗損傷がはなはだしかったので、これを防ぐために後者のように改められてきたものである。

実験によるとヘッド・ロープとグランド・ロープにかかる張力比の違いは漁具の網成りに大いに影響を及ぼし、その比が大きき、或いは小さくなるにつれて網口附近の網立ちはそれぞれ相当低下、或いは高くなる（これについてはトロール網の模型実験* で詳述する）。従って前述の場合では後者は前者よりヘッド・ロープとグランド・ロープの張力比が大きくなるよう改めたことになり網口を高めるという観点からは逆効果で、網口の高さは前者に比し低くなっていると考えられる。

葉室⁸⁾はヘッド・ロープの長さやグランド・ロープのそれを適当に調整することにより浮子としては普通の碇子玉だけを用いても、従来のものより網口の高さを2倍近く高くすることができたと報告している。

本実験でもこのことは確認済みであるが、このことだけでは、なるほど天井中央前端の高さは2倍近くの高さになるが、網口がやや後方に傾斜し天井網から嚢網前部の上網が斜め後方に大きく吹かれて彎曲しフラッパー附近で極端にくびれて（天井後端と嚢の前部の縫合部にロープを入れ縮結を入れるとそこでもくびれる）それ以後の嚢部は偏平になりその調整をちよつとあやまると Fig. 8 で示したように網口の実質的な高

さはほとんど変わらず、ただ天井前端部のみが曲折して極端にあがるだけで網成り上からも決して良好とはいえず、囊部は底面に強く圧下される。

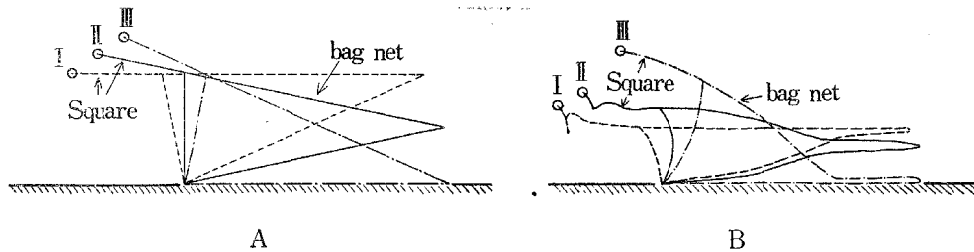


Fig. 12. Schematic representations of the longitudinal section of the square and the bag-net part.

Note: A represents the schema in which only the geometrical elements are taken into consideration, while B does the hydrodynamical ones.

Fig. 12 は以上のことがらを模式的に図示したもので、A図はそれぞれヘッド・ロープの長さがグラウンド・ロープのそれより短い場合 (I)、両者相等しい場合 (II)、逆に長くした場合 (III) の天井及び囊網の断面の幾何学的な比較、B図は同じくこれに流体力学的な条件を加味した場合の関係を示したもので、その間の事情をよく推察することができる。

以上ヘッド・ロープの長さをグラウンド・ロープのそれより長め、それにかかる張力を減少するようにすれば、ヘッド・ロープに装着された浮子の効率も増大し、加うるに網口そのものの形がやや仰向き加減にあることから上網部が潮を受けて吹き上げられること等と相俟って網口の高さは相当高くなるが理想的な拡張とはいえず、ヘッド・ロープの長さと同様にグラウンド・ロープの長さとはむしろ等しくして網成りを整え、両者の張力比の減少には別の工夫をこらし、それにより網口の高さを上げるようにすべきである。

手木の長さと同成り 野村⁶⁾によれば天井網の高さの減少率はその点における袖網の水平方向とのなす角 θ に関係し、 θ が小さい程その減少率は小さくなる。

これの実用化として従来の網具の設計者はややもすると口脇の奥袖の網巾を必要以上に広くとり、或いはまた天井網と袖網との間に三角網等を挿入し極端に網口を上げたものにしてこと足りるかの如く考えがちであった。

これらはいずれも網具の静止状態を念頭においたもので、曳網時における網成りを認識していないことより生じた誤謬である。即ち前者の設計ではいたずらに袖網の外側の彎曲をひどくして網口の横方向の拡がりを増すだけで高さは一向に高まらず、後者の場合でも、(これについては野村の実験⁷⁾があり網口の高さは従来のものとほとんど変わらないことが報告されている) 挿入された三角網は単に天井網の前端の長さを長め或いは前者のごとく袖網の巾を必要以上に広めるだけで、換言すると天井網の曲折、或いは網口の横の拡がりを増大させるだけで実質的な高さは高まらない。即ち曳網中ではこれらは前述の θ を減少するということにはならず、基本的には袖端の手木の長さにより既に定まっているものと思われる。従って他の諸要因の適切なる調整を工夫せずして単に使用網地を添加するだけでは何等意義なく、却って抵抗の増加、網成りの異常を助長させる原因になるだけであるといえる。

手木の長さは現行では0.8~1 m前後であるが、もし今後実際の操業においてその長さを相当長めても網具の操作その他の点で何ら支障が感じられないとするならば、その長さが長ければ長いもの程袖部は勿論のこと、網口の高さも高くなることが実験により確かめられた。(これについてもトロール網の模型実験*で詳述する。)

網地の配備と同成り 葉室⁹⁾は曳網中の網各部の高さは、浮子その他の外力等で強制的に揚力を網に与

えることよりは、むしろ構成された網地自体の流体抵抗による、従って網成りの良否は基本的に網地の抵抗の適正な配分構成によって決まると指摘し、天井及び囊の上網の各部に適正な揚力が増すように、また囊の側網地は網口から入り込んだ流水のはけ口とするよう適当な網地を配備することで或る程度網成りをよくすることができたと述べている。

このことについては既に現場当事者の間でも従来から関心が持たれ、網糸の材料上からは上網部に極力比重が軽く、糸表面の粗雑なもの、下網部の網地にはその反対の性質のものを撰択する等、また網地としても上網に流体抵抗の大きなものを配する等（極端な場合は天井前部にキャンバスを取り付けられたこともある）種々網口を高める工夫がなされてきた。

しかし、これらは Pl. 2 からも判るように、静止時もしくは曳網速度が極めておそい場合には効果もあると考えられるが、曳網速度が 2.5 ノット前後の相当速い場合は、速度の大きさに較べ網糸の比重はほとんど問題にならず、また網成りも天井網等上網部は流れに対し水平もしくは前部だけが曲折直立しそれ以後の網面は波状を呈するか、最悪の場合としては天井前部が水平以下に降下することも考えられ、この部に揚力は働かず却って曲折垂下等を更に助長させ網口を低下させる結果となる。

従って網地の適切なる配備といってもそれらの効果が充分発揮できるような網具の設計法をあらかじめ見出すことが何より先決問題であるというべきである（この方法については次報で報告する）。

要 約

以上網口の高さに影響すると考えられる基礎的諸要因について、実験並びにその検討を行なったのであるが、それらを要約すると次のようにいえる。

- 1) 両船間隔が 300 m（両手木間隔 30 m）附近より狭い範囲では、その広狭により網口の横並びに高さの方向の拡がりとも、互に逆にではあるが相当増減する。しかし 300 m 以上の範囲ではその広狭は網口にほとんど影響せず常にほぼ定状をなしている。
- 2) 曳網速度が 2 ノット附近よりおそい範囲では、その速度の遅速により網口の高さは大きく高くまた低下するが 2 ノット以上になると、速度の大きさにかかわらず網口はほぼ定状を保つ。なお網口の横方向の拡がりには速度の影響はなく常に一定である。
- 3) 浮子類の浮揚力を多少増減しても網口の高さはあまり変化しない。即ち極めて大きい浮揚力を強制的に網に与えても、それは網具全体の浮上を促進さすだけで網口の高さは既に他の構成上の要因により定まっているものである。
- 4) 曳網中の漁具の網成り並びに網口の高さは、網具自体の構成方法如何による。基本的にはヘッド・ロープとグラウンド・ロープにかかる張力比を減ずること、手木の長さを長めること、或いは網具の各部に適切な網地を撰択配備すること等でそれぞれ網口を高め、或いは網成りをととのえることにある程度の効果はみられるが、それぞれ各種の制約を受けていた成果は期待されない。しかし総合的にこれらの特質を充分生かすよう工夫し、網具の設計を改良するならば大いにその成果も期待できるので、今後の課題はこれをいかに具現するかにある。

終りに本実験について、終始ご協力をたまわった日本水産（株）並びに日本漁網船具（株）の関係各位に深甚の謝意を表す。

引 用 文 献

- 1) 田内森三郎, 1934: 水産学会誌, 3 (4).
 - 2) 佐藤 悦, 1933: 水産試験場報告, 3号.
 - 3) 宮本 秀明, 1936: 水産学会誌, 5 (1).
 - 4) 野村 正恒, 1951: 水産学会誌, 16 (8).
 - 5) 猿田達雄・安井達夫・渡辺光男・三河正男, 1952: 東北海区水研報告.
 - 6) 野村正恒・安井達夫, 1953: 水産学会誌, 18 (12).
 - 7) 葉室 親正, 1954: 漁船技報, No. 5.
 - 8) ———, 1957: ———, No. 10.
 - 9) ———, 1958: ———, No. 12.
 - 10) 小林喜一郎・高橋広弥・上野元一, 1954: 北大水産学部研究報告, 4 (4).
 - 11) 谷口 武夫, 1958: 水産学会誌, 23 (11).
 - 12) ———, 1958: ———24 (1).
 - 13) 小山 武夫, 1957: 東海区水研報告, No. 17.
 - 14) 高山重嶺・小山武夫・武富一, 1959: 東海区水研報告, No. 25.
 - 15) 高山重嶺・小山武夫, 1960: 東海区水研報告, No. 27.
- * 谷口 武夫 (未発表)

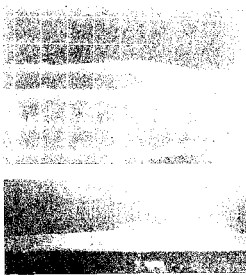
P L A T E

PLATE I

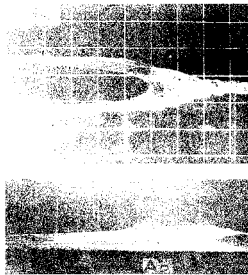
The top-and side-photographs of the net at various distance between two spreaders attaching each frontal end of the wings under *2.5 mile/hour* towing speed.

PLATE II

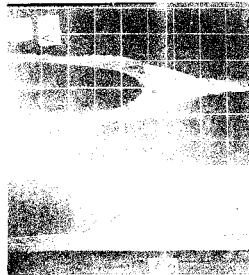
The top-and side-photographs of the net at various towing velocity under *33.2 m* in distance between spreaders of the frontal ends of the wings.



Drosophila embryo, Spines, 2.00x



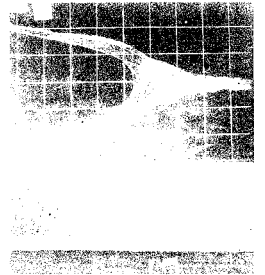
2.00x



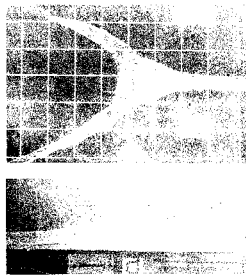
4.00x



16.00x



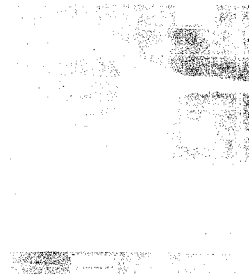
35.00x



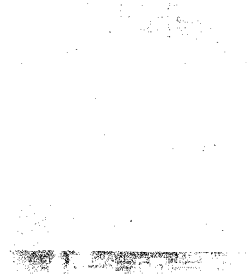
Drosophila embryo, Spines, 2.00x



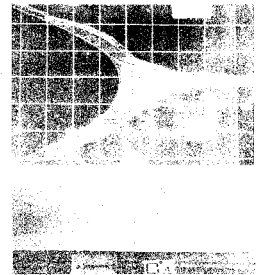
2.00x



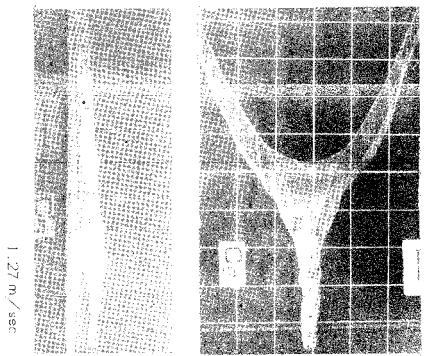
4.00x



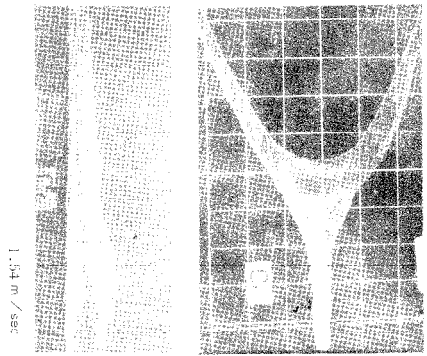
16.00x



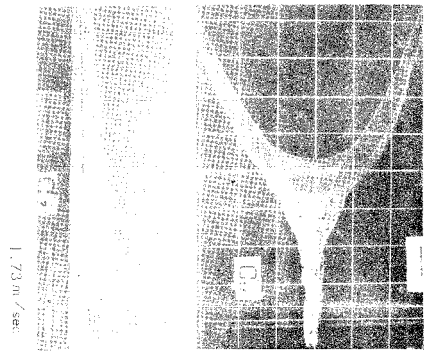
35.00x



1.27 m/sec

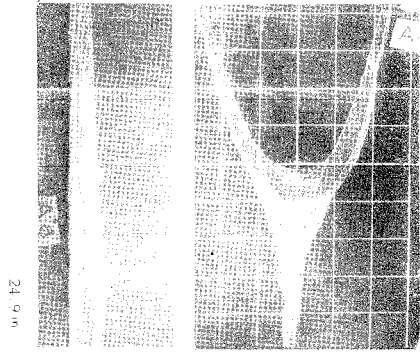


1.54 m/sec

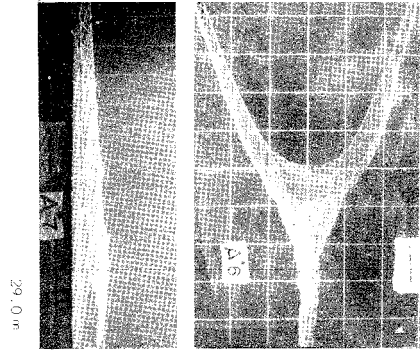


1.73 m/sec

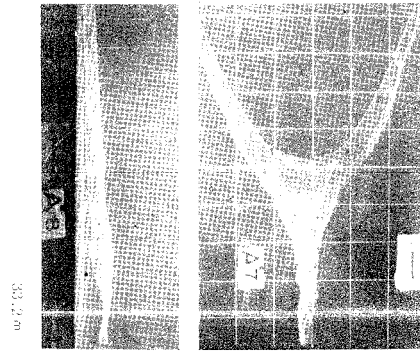
PLATE II



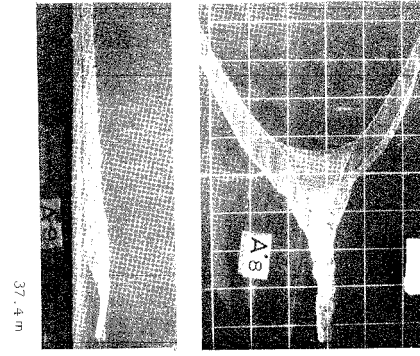
24.9 m



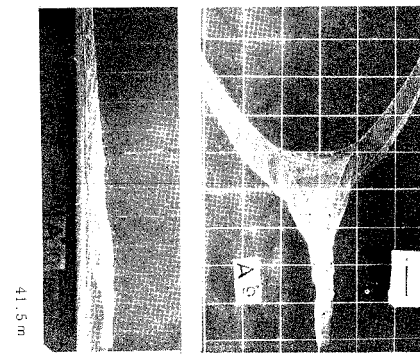
29.0 m



33.2 m



37.4 m



41.5 m

PLATE I