JCRR FISHERIES SERIES NO.28

JCRR

# 中層拖網漁業的漁具漁法研究

# Studies on Fishing Gear and Methods of Midwater Trawling

Taipei Taiwan, Republic Of China
December 1977

# 中層拖網漁業的漁具漁法研究

## Studies on Fishing Gear and Methods of Midwater Trawling

漁業專輯第28號

計劃執行人及報告編輯者

周　耀　烋

Yau-Shou Chow

中華民國六十六年十二月

中國農村復興聯合委員會印行

# 目　　錄

序言・謝詞 ……iv
英文摘要 …… 1
第一篇　中層拖網漁業簡介 …… 3
1．中層拖網漁業之興起及發展 …… 3
2．中層拖網具之一般構造與特徵 …… 6
3．中層拖網之漁撈作業方法 …… 7
4．中層拖網漁撈作業條件 …… 8
5．參考文獻 …… 9
第二篇　單船式中層拖網具之特性與漁撈技術研究 ……10
一、網具之模型試驗 ……10
㈠ 1/60網具模型的環流水槽試驗 ……10
1．前言 ……10
2．材料與試驗方法 ……10
3．結果與討論 ……12
(1) 網具的曳行深度與曳網長度的關係 ……12
(2) 網具的展開 ……14
(3) 網具的流體抵抗 ……16
4．摘要 ……16
5．參考文獻 ……16
㈡ 1/8 及 1/15 網具模型的海上試驗 ……18
1．前言 ……18
2．材料與方法 ……18
3．結果與討論 ……24
(1) 網具的曳行深度 ……24
(2) 網具的沉降力大小與漁網水深 ……26
(3) 曳行中之網口高度 ……27
(4) 網具的流體抵抗 ……28
4．摘要 …… 29
5．文獻 ……29

二、實際網具的漁具漁法試驗……30
(一) 150噸級用中型網具的漁具漁法試驗 ……30
1. 前言……30
2. 試驗材料、裝置及方法……30
3. 結果與討論……32
(1) 網具之操作水深……32
(2) 曳網的形狀及網口的展開……38
a 曳網的形狀……38
b 網口的垂直展開……39
c 網口的水平展開……39
(3) 網具的抵抗與網具規模的檢討……40
4. 摘要……42
5. 參考文獻……42
(二) 300噸以上大型網具的漁具漁法試驗 ……49
1. 前言……49
2. 試驗材料與方法……49
3. 結果與討論……53
(1) 曳網長度、曳網速度與網具操作水深之關係……53
(2) 曳行中之曳網形態……54
(3) 漁網與網板深度之比較……55
(4) 海況與漁網水深……56
(5) 袋網之位置……58
(6) 網具之水平與垂直展開……58
(7) 手網長短及前錘重量與網口的展開……60
4. 摘要……61
5. 參考文獻……61
第三篇 中層拖網的漁獲效果比較試驗 ……70
1. 前言……70
2. 材料與方法……70
3. 比較實驗的結果……72
(1) 第一航次……73
(2) 第二航次……76
4. 摘要……78
5. 參考文獻……78
第四篇 雙船式中層拖網漁具之特性與漁撈技術之研究……79
1. 前言……79
2. 材料與方法……79
3. 試驗結果與討論……81
(1) 網具之浮沉與曳網長度及兩船間隔之關係……81
(2) 袋網部分之浮沉……83
(3) 網口高度……83

(4) 作業中兩船間隔大小的選擇……85
4. 摘要……86
5. 參考文獻……86
第五篇 漁具設計及漁撈技術的綜合檢討……91
一、中層拖網漁具的設計……91
1. 漁船大小與漁網規模……91
2. 網具規模與網口展開……93
3. 網板的展開性能……94
4. 網板面積與網具規模……95
5. 曳網……97
6. 手網……97
7. 前錘……99
8. 沈子網的構造……100
9. 浮子……100
二、漁撈技術的檢討……101
1. 魚羣探知機……101
2. 配合魚羣浮沈之網具操作法……101
三、參考文獻……102
全文摘要……103
參加工作人員……105
附錄……106
1. 摘錄世界各國中層拖網具的構造及操作概況……106
2. 適合本省各型馬力漁船使用之中層拖網具的設計圖……109

# 序

中國農村復興聯合委員會對於臺灣漁具漁法之研究，試驗及推廣，素極重視，爲促進漁業革新起見，於民國六十一年間，委託海洋學院漁業學系教授周耀烋博士，研究中層拖網漁業技術，以供本省漁業發展採取應用。歷時四載，竭盡心力，終于民國六十四年七月間，獲致輝煌成果，本省拖網漁業建立立體化作業之新里程碑。

其後，經二年來的積極推廣，現以基隆爲基地的單拖漁船 400 餘艘，在烏賊，白鯧及黃魚漁訊期間，均已採用中層拖網漁法從事經營，成績優異。充分顯示其在漁業經濟上之優越效益，並證實此種新技術已在本省漁業界奠定基礎。

玆爲求其在本省全面推廣，特請周教授將歷年來試驗資料及漁具設計諸問題，彙編成册，以供經營拖網漁業者參考，藉此引導漁業研究人員研究探討之途徑，以期今後漁業技術能達到盡善盡美的境界。

關壯狄

六十六年六月三十日

# 自　序

憶在民國四十八年間，我拖網漁業作業漁場，因受軍事上之限制，漁場範圍一再縮小，以致拖網漁船之作業，成爲一項嚴重問題，漁業界人士乃注意及中層拖網漁業法的採用，中國漁業公司並已奉經濟部之指示，成立研究小組以從事研究，但有關於此方面的資料，本省甚爲缺乏，爲此農復會漁業組闕組長，特蒐集歐美各國有關此方面的資料摘要譯成中文，以供漁業界同人參考，此爲本省所能索閱之最早文獻。

但有關網具的實際操作技術及特性等資料，因歐美尙在繼續研究之中，並無確切的準則可資依據，且其漁法對撈捕北海的鯡、鱈等密集魚羣，確認具有優異成績外，對於其他洄游性魚類能否適用從未提及，故國內擬欲採用中層拖網之說，亦僅屬於紙上空談而已。

近年來本省拖網漁業，在政府有關當局之積極輔導及漁業界之努力配合下，拖網漁船數的增加至爲迅速，就近十年來的發展爲例，遠洋單拖漁船數，從民國五十五年之52艘，逐年增加，迄至民國六十四年底之統計爲351艘，計共增299艘。遠洋雙拖漁船，由373艘增至513艘，共增140艘，小型單拖由1,756艘增至2,593艘，計共增837艘，由於原有拖網場範圍有限，爲維持該漁業的發展起見，作業漁場從民國五十年起，由臺灣周圍，北部漁場，東海漁場及臺灣海峽等水域，逐年拓展至南中國海、暹羅灣、婆羅洲北部及澳洲西部北部等水域，但十年來增加的漁船數，除少數的大型漁船，在上述新開拓漁場作業外，大部分中小型拖網漁船，均集中于原已達飽和狀態之臺灣北部，東海漁場作業，結果使上述水域的漁獲壓力日見昇高、生物資源的加速萎縮，而形成竭澤而漁之現象，拖網漁業的生機遭遇嚴重的威脅，今後我拖網漁業，恐將遭遇覆滅的厄運。

爲突破此困境與壓力起見，吾人應積極加强拓展新漁場，並尋求新的漁撈技術，轉變現今作業型態的各種可行途徑，謀求確保我拖網漁業的生存，並持續發展下去，實爲刻不容緩之要務。爲尋求中層拖網漁法引進本省發展的可行性與途徑，自民國六十一年始，承農復會漁業組，分別在72（NSC）－A31－0－715，73－A31－0－788及76－A31－0－895等的補助計劃下，進行中層拖網漁業的漁具漁法基本調查及試驗研究。迄至民國六十四年，單船式中層拖網參與實際作業的試驗成功以後，中層拖網漁業普遍引起漁業界的重視，並於鯧、大黃魚及烏賊等漁訊期間，約有100多艘單拖漁船效法作業，績效顯著，爲本漁法引進本省發展奠定基礎。

爲加速中層拖網漁業在本省全面推廣發展，以解除或緩和我拖網漁業面臨的困境，所有關於中層拖網漁業的網漁具設計及操作方法等基本問題，特將試驗結果作綜合報告，並附適於各種馬力漁船用的網具設計圖及摘錄世界中層拖網的配置圖表，以供漁業界參考。

本綜合研究報告之完成，因時間短促，疏漏之處，在所難免，尙祈漁業界先進，惠賜指教是幸！

# 謝　　詞

本研究報告得以完成，承農復會及國科會的經費補助，謹此致謝，在長久的試驗過程中，蒙農復會漁業組闕組長壯狄、陳技正朝欽及本學院謝院長君韜、漁業系歐主任錫祺、研究所游所長祥平等諸位先進的鼎力支持與督導鼓勵，始得順利進行，謹此致衷心謝意。

在試驗期間，並蒙臺灣省水產試驗所所長鄧博士火土及漁業系主任李博士燦然、經濟部漁業幹部訓練中心劉主任建隆、元大漁業公司簡點董事長、光陽公司鄭總經理及昌洋漁業公司王董事長等諸先進之熱心支持，並提供船隻協助試驗，謹此致以謝忱。

再本試驗承海洋15號、海憲號、海慶號、漁訓一號，光陽81、82號及大工1、2號等各船隻全體工作人員的協助，筆者在此一一致謝。

# SUMMARY

Bottom trawling has expanded rapidly with the assistance in the form of loan funds provided by the government for constructing trawlers in recent years.

According to the statistics of the Fisheries Bureau, the number of otter trawlers increased from 52 to 351, bull trawler from 373 to 513, and small trawlers from 1975 to 2953 during the period from 1966 to 1975.

Although some of the new fishing grounds, such as South China Sea, the waters adjacent to North Australia, and waters off Newzealand, have been extensively exploited by large size trawlers, most of the newly built fishing crafts gathered in the traditional fishing grounds and caused the rapid decrease of demersal fish resources.

Due to the fact that demersal fishery resources of the traditional fishing grounds have declined seriously, and that the bottom trawling fleets there face great difficulties. Therefore, we should explore the possibility of midwater trawling to catch the fish in the middle and upper layer of the waters of Taiwan. A series of experiments in midwater trawling were carried out under the projects supported by J.C.R.R. and N.S.C. coded 72 (NSC) -A31-0715, 73-A31-0-788, and 76-A-31-0895 etc.

With the purpose of understanding the general hydrodynamic properties of midwater trawling gear, model nets of scale 1/60, 1/15, and 1/8 similar to the Cobb pelagic trawl were designed respectively, and tested in water tank and the coastal water of Keelung. The initial results of the tests are as follows: (1) The ratio of working depth to warp length is about 1/3-1/4 at the towing speed ranging from 2.5 to 3.0 kts, (2) The average height of the net mouth spread is around 12m, which is about 3/4 times of bottom trawls, (3) It was found that the resistance of net affected more by the factors of size of L/D than the opening of net mouth.

For further study on the mechanical characteristics in trawling, a net for use by 150-ton and 500-ton trawlers was designed, and a series of experiments under different conditions was carried out in Northern waters around Peng Chia Yu and the coastal water near Kaohsiung. Some of the preliminary experiences obtained are as follows: (1) The results obtained with model testing are found to be applicable to practical use, (2)

The working depth of the net varied with the change of towing speeds, warp lengths, sea conditions and the weights attached to the front net, (3) The position of the otter boards during towing is always kept in the range of net mouth, (4) The increase of the vertical extension of net mouth is proportional to the increase of the net size, (5) The otter boards used in midwater trawling should be regulated with different construction of net.

For understanding fishing efficiency, comparative operations were carried out in East China Sea with bottom trawling and midwater trawling by fishing boat Hai Young No. 15, (150 tons). After the two voyages of comparative test, it appeared that the midwater trawling catch was about 3-4 times of bottom trawling, especially the catches of pomfret and cuttle-fish, croaker, etc. The high catching efficiency in midwater trawling was confirmed.

Since one-boat midwater trawling has been successfully tested in June of 1975, two boat midwater trawling was tried in an attempt to establish a sound foundation for midwater trawling techniques in Taiwan. Thereafter, two experimental voyages of two-boat midwater trawling were carried out in Taiwan Strait adjacent to Kaohsiung. The results obtained are as follows: (1) The ratio of working depth to warp length at towing speed ranging from 2.3 to 3.0 knots was about 1/4 to 1/6, which the spread of both boats kept in the distance of 50 to 100m, (2) The shorter sweepline not only obstructed the extension of net mouth, but also decreased the sinking effect of front weights, (3) To keep the maximum horizontal spreads of the net mouth, the distance of the two boats should be kept in one half of warp length extended.

With the above results, a sound foundation for midwater trawling has been established in Taiwan. According to the 1977 statistics of Keelung Fishermen's Association, 400 otter boats in Keelung have successfully operated with midwater trawls, and the cuttle-fish and pomfret catches in April and May 1977 increased about 4 and 7 times respectively as compared to the same period of the year before.

But, in order to further improve catching efficiency with midwater trawling, high frequency Echo sounders and Net recorders should be introduced. Simultaneously, the net design should be suited for different sea conditions with more practical experience gained in the near future.

# 第一篇　中層拖網漁業簡介

## 1.　中層拖網漁業之興起及發展

中層拖網漁業爲第二次世界大戰之後，魚羣探知機的開發應用後才興起的漁業[1]。中層拖網漁法之最大特徵爲，漁網可以隨魚羣之浮沉在不同水深曳行。其作業與一般底拖網同，可分雙船作業與單船作業兩種，前者於1948年間由丹麥人拉森氏（R. Larsen）所發明，故稱拉森氏原子拖網（Atom trawl）或拉森氏拖網（Larsen trawl）創始之初在歐洲用以捕撈鰊、鰮、鯖等魚類，成績斐然（如圖1—1），近年來該漁業在歐洲方面的發展更爲迅速，現今之中層拖網的漁網，除了網線材料改用合成纖維，及漁網上裝置水深測量儀以外，漁網的構造，與原設計者並無多大之改變。單船作業漁法，自從雙船作業成功以後，即開始試驗，冀解決雙船作業許多明顯的缺點，例如：作業中的兩船距離之協調，需費一段很長的時間；拖網的深度不易以船的主機馬力變化來控制；以及轉變方向的操作不易等等。但單船式的作業試驗，始終未能達到實用化的階段，兼以當時受到巾着網漁業之興起影響，各漁業先進國，對單船作業的開發，亦逐漸失去興趣與信心，惟有西德漁業研究所（I,F.F.）的研究人員，屢挫屢勵的鑽研，終於1962年12月，在挪威南岸從事試驗作業獲致輝煌之成果[2]。過去對中層拖網單船作業抱著悲觀的看法，從此露出希望之曙光。爾後，於1965年秋，開始企業化經營，漁獲成績，與雙船作業比較，亦毫不遜色。採用龐大網口的漁網及網板，以低速度曳行，亦即從過去的3.5～4.5 Kts 之追捕作業的形態，改以 1.8～2.5 Kts 之低速誘捕作業形態，成爲現今德國單船中層拖網作業的特色。斯項漁獲觀念的突破，兼以充分利用魚羣探知機的探知魚羣棲息位置，及藉水深儀之正確把握漁網水深之可行性。實爲德國單船式中層拖網作業獲致成功的主要關鍵。圖 1—3 所示者爲現今德國 2000HP 漁船用之大型拖網的構造例。採用網板爲$8m^2$～$12m^2$。

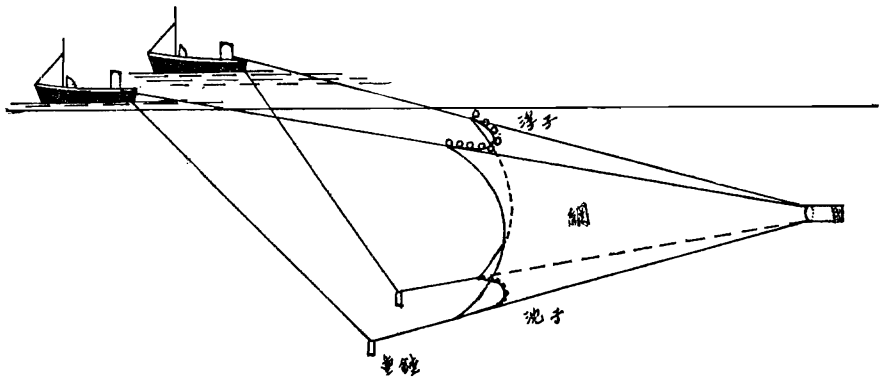



Fig. 1-1, Robart Larsen's two-boat mid water trawl

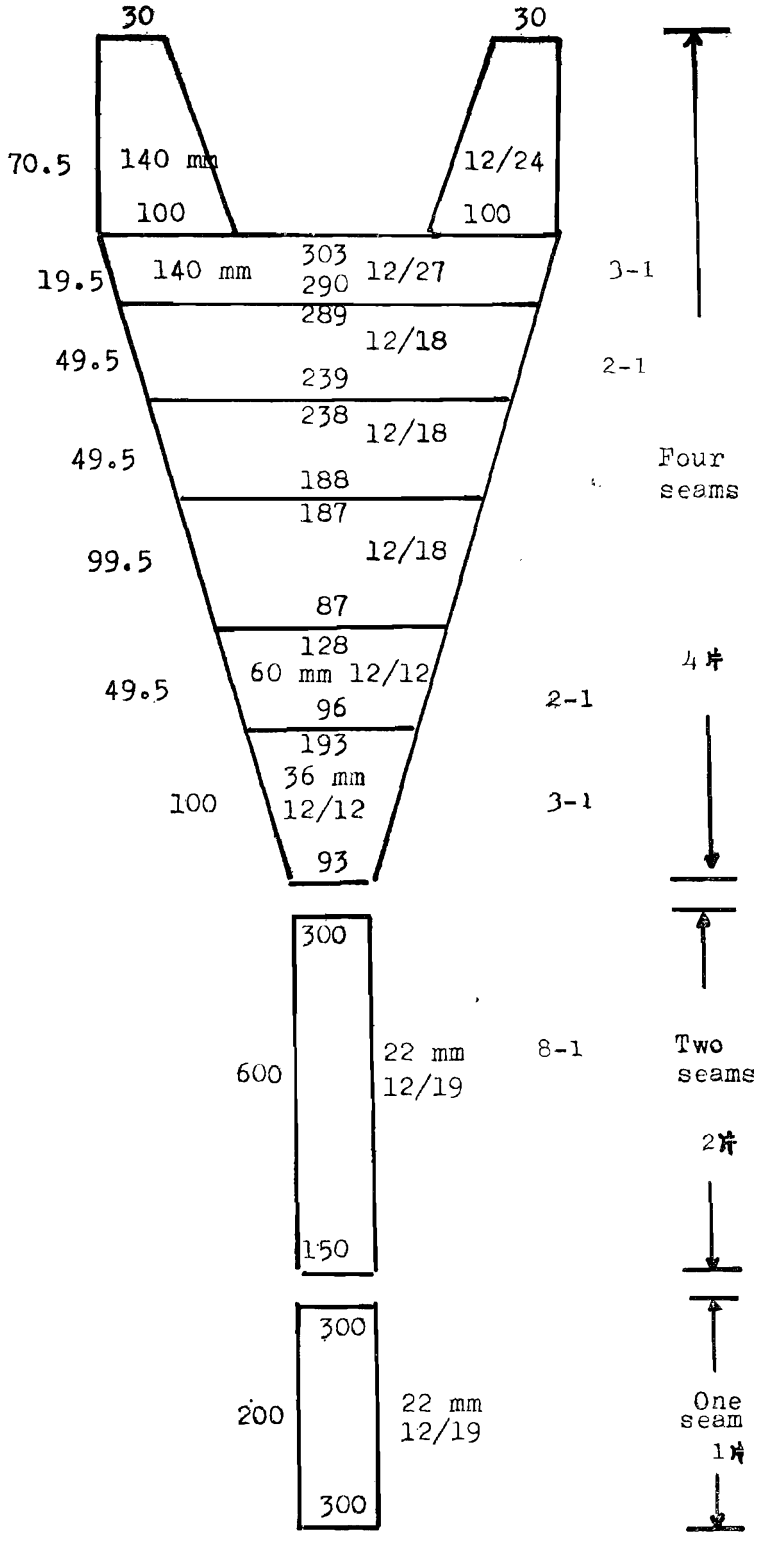



Fig. 1-2, Atom trawl net.

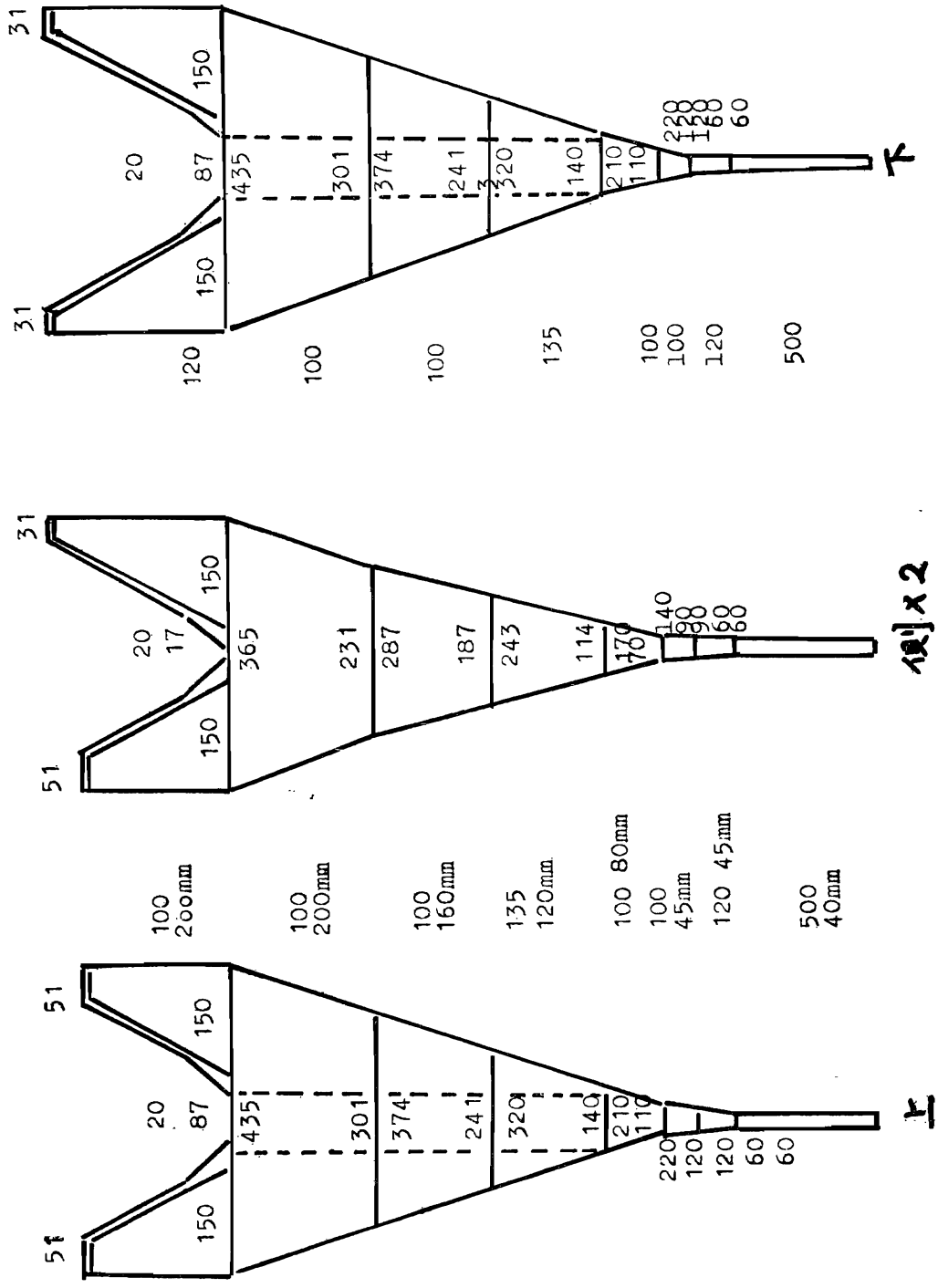



Fig. 1-3, 1,600 Mesh circumference four seam type trawl net.

## 2. 中層拖網具之一般構造與特徵

單船作業與雙船作業漁網構造，兩者大同小異，網口大致成方形或長方形，網身由背網、腹網、側網形狀大小大致相同之網片，四片組成；漁網之大小則因漁船大小及漁獲、魚種之不同等而有異，玆就中層拖網的構造及配備，與底拖網不同之處，列舉如次：

(1)爲便於捕獲中上層密集魚羣，並增加漁網曳行中之安定性，中層拖網之網口特別大，大致成正方形或長方形，其深度與寬度約略相等，但亦有寬度比深度稍大者。爲使曳行中之網口保持最大展開，只得將袖網割捨，故中層拖網之袖網特別短小，有時甚至完全捨棄，而另加一個三角形的袖角。

浮子綱，沉子綱的粗度大小均相同，而一般底拖網具有較大袖網，且網口的寬度比深度爲大，沉子綱亦較浮子綱爲粗大。

(2)爲防止魚類自漁網前端較大網目處逃脫，中層拖網之網身相當長，並呈尖細的漏斗狀，且附有細長之袋網。但爲了減少漁網之曳行阻力，及漁網邊緣發生小波，可能刺激魚類驚慌而逃走，漁網儘量選擇質輕，堅韌之細纖維製成；目前以尼龍線製成者居多數。

(3)腹網與背網同樣的向前伸展，爲防止魚羣向下潛逃之可能，就中亦有腹網較背網向前伸展者

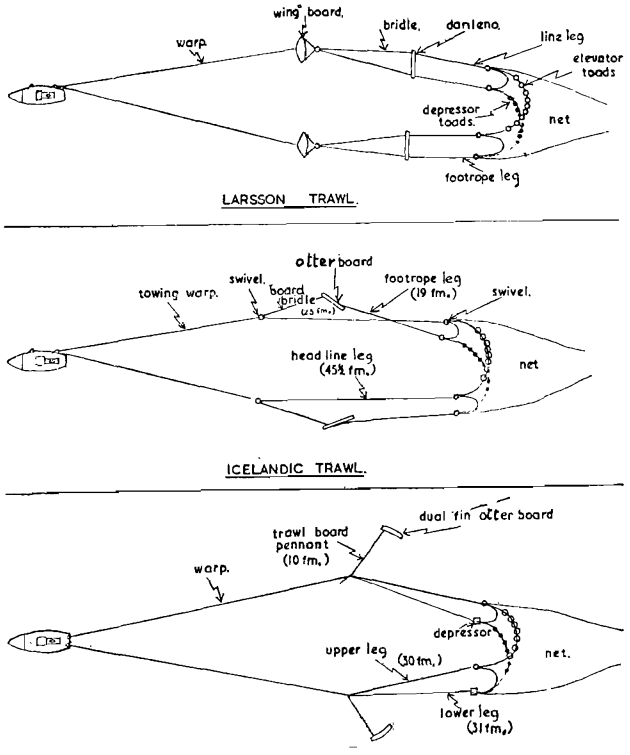



Fig. 1-4, Arangement of nets, sweep lines, boards and warps.

。當前使用者，大致爲背、腹網的長度相同。

(4)如英屬哥倫比亞拖網之網板，並不直接連結於曳網上，而繫結於特別加上之支繩，如圖1—4所示，旬在減少網板對網口附近魚羣的驚嚇刺激，以免逃脫。

(5)爲促進網口的展開效果及安定性，除了一般應備之浮子，沉子以外，在下端手綱處有數處穿眼，以供加裝前錘（Front weight）之用，結附之重量，依漁船之大小，網具規模之不同而異，小自100Kg，大達1,500Kg之重。

(6)爲增加網具之沉降力，除附加前錘以外，亦有採用潛水板者（Depressor）[1,3] 潛水板之大小以及加裝的數量，因漁網大小而異，通常在兩側下端手綱掛上 2 個至 3 個。

(7)網口之展開，中層拖網係藉向下之垂直力而得，底拖則求之於向上之浮力，兩者相差甚爲顯著。

## 3. 中層拖網之漁撈作業方法

中層拖網作業的漁船設備及作業方法，大致上與底拖網者相同，今就舷起網式的雙拖作業爲例，說明之，（參閱圖1—5與圖1—6）

投網；網船以船舷受風漸停，先將漁網投入水中，然將手綱之一端投與副船，此時兩船人員將手綱與曳網連結，接妥之後，兩船即朝預定的曳行方向徐徐展開，並各別放伸曳網當曳網放出達到需要長度時；即將曳網鎖住於捲揚機，或以船尾的鎖置器鎖住曳網末端。作業的兩船間隔，事先約定，以歐美地區爲例，通常爲放出曳網長度的一半[1]。日本的雙拖船則爲50～80m[3]。拖行速度通常在 2.3～4.5 Kts 之間。

圖1—5 a 爲裝置網位記錄儀之船隻，作爲網船時的投網作業情況。圖1—5 b 爲副船，作爲網船時之投網情況。

起網；兩船一邊收揚曳網，一邊逐漸靠攏，俟前錘與手綱前端收起船上後，兩船即停止前進，其中一艘漁船將手綱端連結於導索，投與另一輪作爲網船之漁船，該漁船接到手綱端之後，即開始捲揚 4 條手綱，迄至兩袖端起揚後，即將漁網靠於受風之船舷，用吊網機，以漁獲之多寡，分一次或數次，將漁網收入船上。（參閱圖1—6 a 與1—6 b）

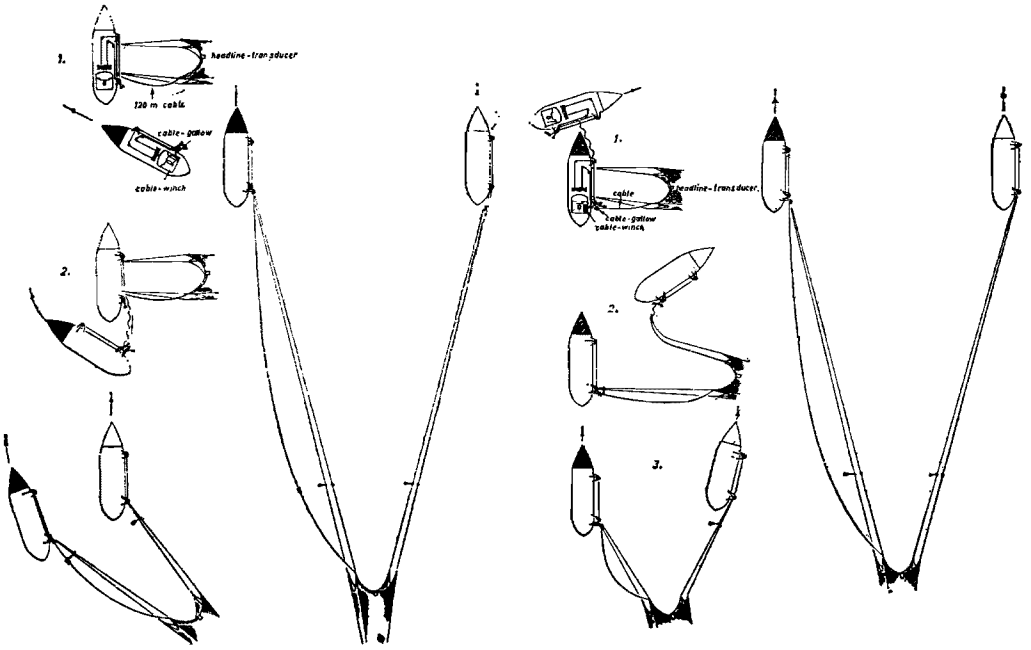



Fig. 1-5(a), (b), Method of shooting the net.

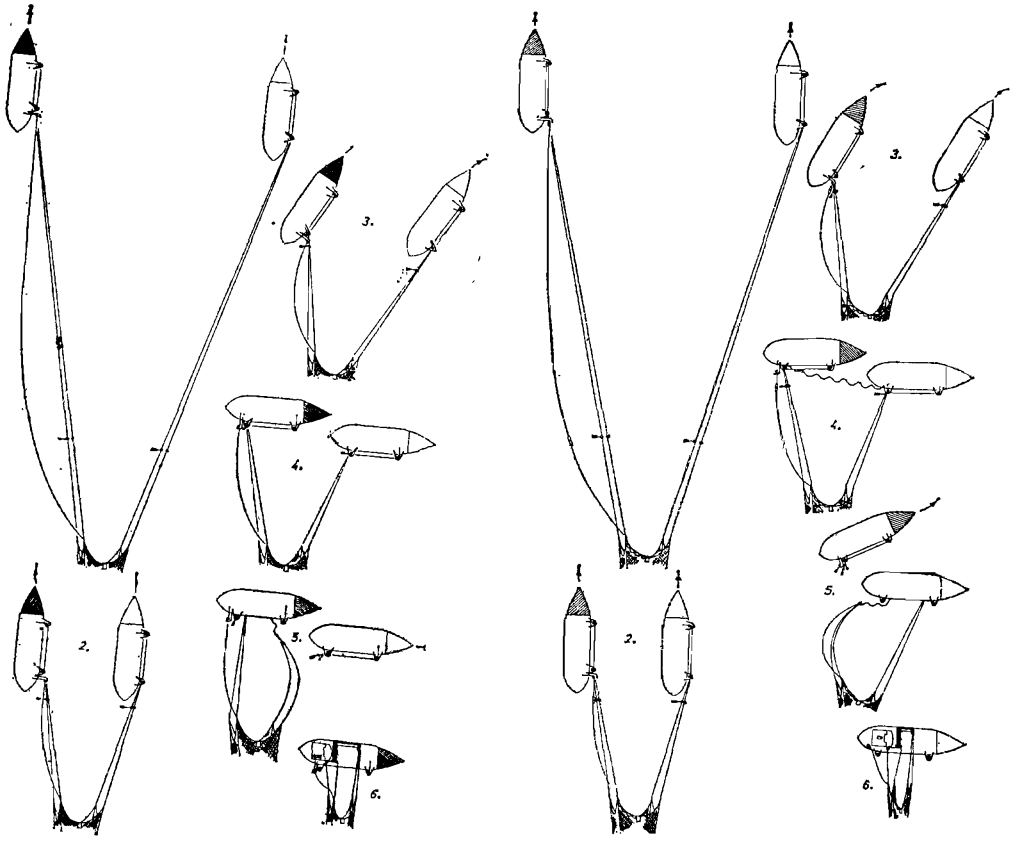



Fig. 1-6 (a),(b), Method of hauling the net.

## 4. 中層拖網的漁撈作業條件

中層拖網之基本特徵爲，漁網可以隨魚羣之浮沉在不同深度曳行。但漁類之棲息深度，因地區、時間及魚種之不同而有極大差異，故爲達到漁獲目的，必需具備下列兩個條件；I，須有探悉魚類所在水深的技術與設備，II，須有使中層拖網保持在所要求的水深曳行之技術。因此中層拖網漁業，必須有魚羣探知機的設備，及量測漁網拖行深度之儀器，以便迅速探知魚羣之深度位置，隨時調整網具深度。目前魚羣探知機已甚爲普遍，魚羣棲息深度之探測，在技術上已無問題。各種漁網水深之測量儀器[3,4,5]，亦已陸續的開發應用於中層拖網漁業，如網位記錄器（Net-recorder, Net-sonde），作業中之網具水深，網口之展開度，及網口附近之魚羣活動情況，在船上可以不斷加以記錄，以供調節網具操作之準。

據從長年累月的作業經驗得知[1]，中層拖網之漁獲對象魚類，通常生性活潑，游泳迅速，反應敏感，故魚類自曳行中的漁網逃脫的可能性遠較底棲性魚類爲大。兼以中上層洄游性的魚類多分布於極薄窄的水層，有時其分布之水層高低幾與網口之高度相差無幾，在這種場合，若小小的曳網深度調整錯誤，將大大的影響漁獲的效果。因此保持漁網水深與魚羣棲息深度相符一致的技術優劣，實爲決定中層拖網漁獲成敗的最大關鍵。

漁網的曳行水深測量儀，在尚未開發以前，中層拖網漁業者，是根據過去的經驗，自行調節拖行速度和曳綱的長度，來調整曳行深度，或依據網製造廠商所製之曳綱速度曳綱長度及，曳綱角度

與漁網曳行深度的換算表，爲準據而作業。但曳網之粗細，網具之重量，網具拖力的大小，海況條件及漁獲量之多寡等等，均可能影響漁網的深度，因此僅依賴上述之經驗或廠商製作之劃一資料作業，漁網的實際曳行深度，與所預期的深度難免有若干錯誤，或有相當大的出入。自漁網水深量測儀開發應用後，漁網作業水深的控制技術，獲致突破的進展。迄今依據各有的船舶與網具設備，經多年作業的經驗所得，自行製成曳行速度，及曳網長度與漁網曳行深度的相互關係曲線圖表，作爲操作之準據的業者爲數亦不少。

諸如上述；中上層的洄游性魚類，大部分爲生性活潑，反應敏捷，視聽覺亦較爲發達，因此當網具接近魚羣時，因網具的振動，及漁船發出之騷音等，對魚類的驚覺程度如何，或可能的動向爲何，均爲未知之數。以現今完全依賴個人之經驗判斷作業的方式，許多坐失漁獲良機的錯誤，終究難免。故如何克服此種困難及複雜的問題，將來的中層拖網漁法，可能趨向完全自動化作業發展之途，即魚羣探知機發見魚羣的位置後，及魚羣的可能動向等之資料，直接將其信號送入電腦經電腦之程序處理以後，令船舶位於最適當的位置投網，並自行控制曳網長度與曳行速度，俟適當時間到達即命令起網。斯項完全自動化操作的電腦拖網法（Computer Trawling），目前正努力研究開發之中。

## 5. 參考文獻


(1) PARRISH B.B. (1956). Midwater trawls and their operation. In: Fishing gear of the world, 1, 333-346.

(2) SCHARFE J. (1964). One boat midwater trawling from Germany. In: Fishing gear of the world, 2, 221-228.

(3) HAMURO C.M. (1961). Study on the midwater trawling, Fishing gears and their telemeters, Scientific Report 3, 87-94.

(4) McNEELY R.L. (1959). A practice depth telemeter for midwater trawls. In: Fishing gear of the world, 1, 363-368.

(5) JOHNSON L.J. & W.L. HIGHT (1970). Midwater trawling equipment & fishing technique for capturing hake off the coast of Washington and Oregon. In: Pacific Hake, U.S. Fish. and Wirld life service, Dept. of Interior Circular 332, Washington D.C., 77-101.

# 第二篇　單船式中層拖網漁具之特性與漁撈技術之研究

## 一　網具模型試驗

### (一) 1/60網具模型的環流水槽試驗

#### 1. 前　　言

本省拖網漁業，近年來在政府有關當局之積極輔導及業者之努力配合下，拖網漁船的增加至爲迅速，迄至民國六十四年底止，本省拖網漁船數，共達3817艘，較民國五十五年底的2181艘，計增加1,276艘，就中遠洋單船式作業漁船的增加尤爲顯著。10年來計增加5.2倍，次爲小型單拖計增加百分之四十八，遠洋双拖的增加較小約爲百分之三十八。

拖網的作業漁場，因應漁業發展的需要，由傳統的臺灣北部漁場，臺灣海峽漁場，逐年開拓伸展至南中國海，暹羅灣，婆羅洲北部及澳洲北部，西北部等水域。但十年來增加的漁船數，除少數的大型漁船，在上述新開拓漁場作業外，大部份中小型的拖網漁船，均集中于原已達飽和狀態的臺灣北部，東海漁場作業，結果使上述水域的漁獲壓力日益昇高，底棲生物資源的加速萎縮，形成竭澤而漁之現象，拖網漁業的生機遭遇嚴重的威脅。

爲突破我拖網漁業遭遇之困境與壓力，唯有積極加强拓展新漁場，並尋求新的漁撈技術及找尋轉變現今作業型態的各種可行途徑，謀求確保我拖納漁業的生存及持續發展。

鑑於歐美諸漁業先進國家，在歐洲及北太平洋水域，採用中層拖網漁法，漁捕離底的鯖，鰮，鰊等魚羣，成績優異，爲找尋本漁法導入本省發展，以開發本省近海各水層漁業資源的可行性，筆者擬定本模型網具的試驗，進行中層拖網漁業的漁具漁法的基本調查及試驗研究。

爲瞭解中層拖網漁具的特性及其操作方法，參照美國在北太平洋試驗漁捕鰊魚(Pacific hake)之中層拖網網具 Cobb 440型爲藍圖[1]，並參酌本省底拖網漁業的傳統習慣，網目與規模酌量加以修正，依田內氏模型法則，製作1/60網具模型在環流水槽進行模型試驗，以探討操作中之網具特性，特別是網具之曳行水深與曳綱長短，及曳行速度之間的相關關係，資爲今後進一步試驗的依據參考資料。

#### 2. 材料與試驗方法

Cobb440 型之中層拖網；材料爲尼龍18股與96股絲所構成，網目尺寸（包含袋網）概爲 3 吋，最大網幅爲440目，全長 48m 之網地，計四片縫合成尖細之漏斗狀。漁撈作業的曳行速度爲2.3 Kts,，網口展開的估計值爲55×55平方呎。網板採用縱式網板，面積48平方呎，重1006磅(755Kg

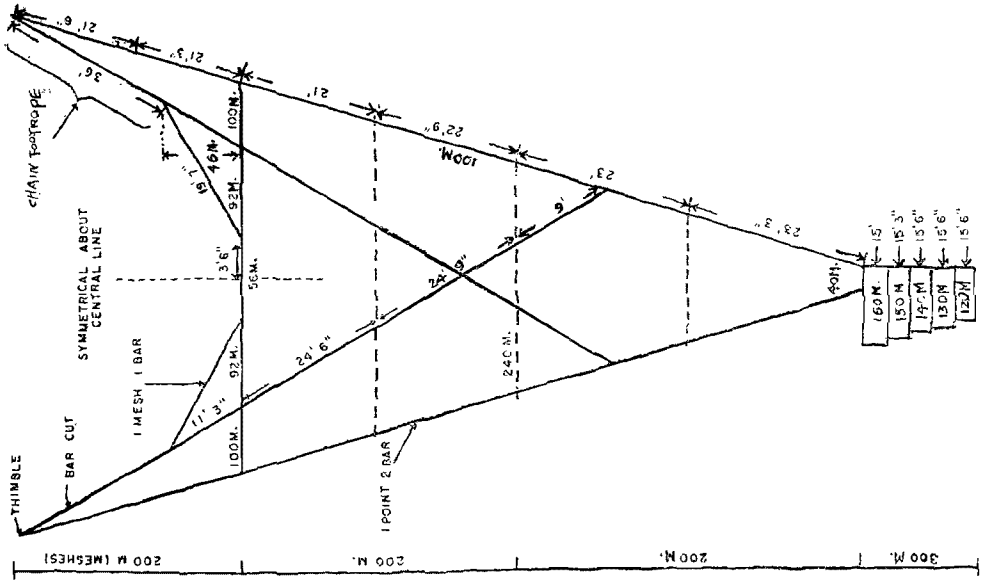



Fig 2a-1. 440 Cobb Pelagic trawl

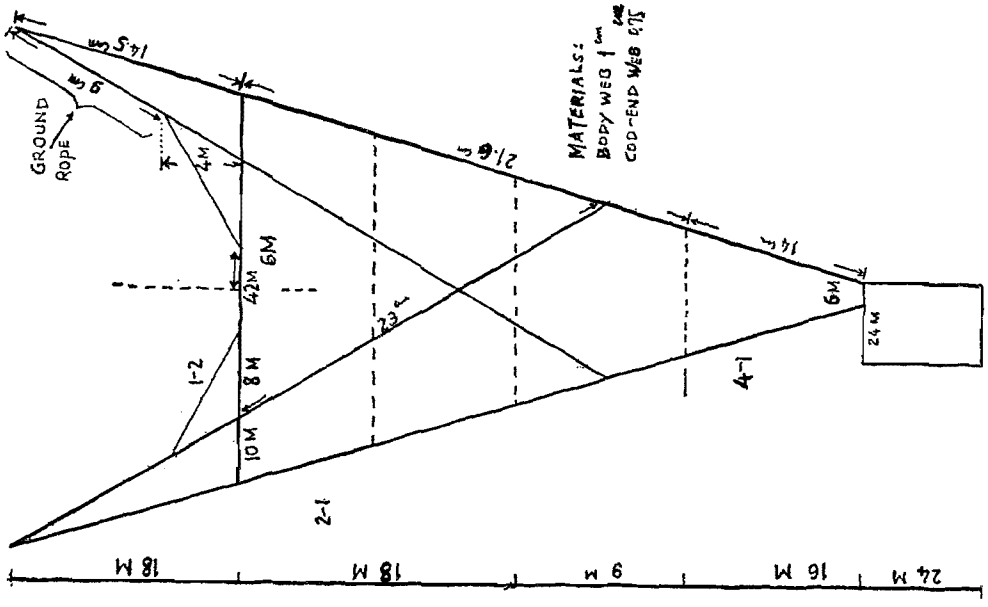



Fig 2a-2. Model net used for this test,

）。使用浮力爲5.25磅之鋁製浮子，44個至55個（總浮力 206Kg～272Kg）。沉網包含前錘等重量爲浮力的1.15倍（約爲237Kg～313Kg）。

網具模型按田內氏法則之製作，設實物與模型的規模分別爲 $\lambda$，$\lambda'$，縮小比例爲 $\lambda'/\lambda=1/60$，而網之線直徑與網目尺寸分別爲 d，d′，其比以 $d'/d=L'/L=0.141$ 定之。兩者之曳行速度比（$V'/V$），則爲 $3.74\times10^{-1}$。浮力，沉降力及網具的曳行抗力之比（$F'/F$）爲 $3.92\times10^{-5}$。實際網具與模型的網具構造平面圖分別如圖 2a-1 2a-2 所示。網板模型按以上比例製者爲 5.8cm×3.4cm×0.4cm，重29.6g。環流水槽之規模爲 5m×1.8m×0.7m。試驗方法將網具模型置於水槽，曳網的長度對水深之比分別爲 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 的比例固定之。在 35cm/s～56cm/s 之曳行速度範圍內，分別量測網具的曳行深度，網具之展開度，及曳行抗力，（參照Plate1-3）。

## 3. 結果與討論

### (1) 網板的曳行深度與曳網長度的關係

漁網的水深，在不同曳網長度及曳行速度的計測結果，如圖2a-3所示。由圖示可知，網具的曳行深度與曳網長度之間大致有直線相關關係。曳網愈長，網具的曳行深度亦成比例增加，但曳行速度愈速網具之曳行深度則愈淺。根據兩者之直線相關關係，分別計算各曳行速度的網具曳行深度（D）與曳網長度（ℓ）之直線關係近似式，結果如下：

3Kts ：$D=0.214\ell-0.5$

2.5Kts：$D=0.275\ell-1.3$

2.0Kts：$D=0.365\ell-1.2$

爲瞭解實際網具的曳行深度與曳網長度之關係，根據上述之直線關係近似式，分別擴大之，結果如圖2a-4所示曳網長度愈長，網具之曳行水深越大，在同一速度下，得知；曳網的長度爲漁網水深的倍數 $\ell/h$（$\frac{\text{曳網長度}}{\text{漁網水深}}$），和曳網的長短無關，其比值大致上相同，如表2a—1所示。

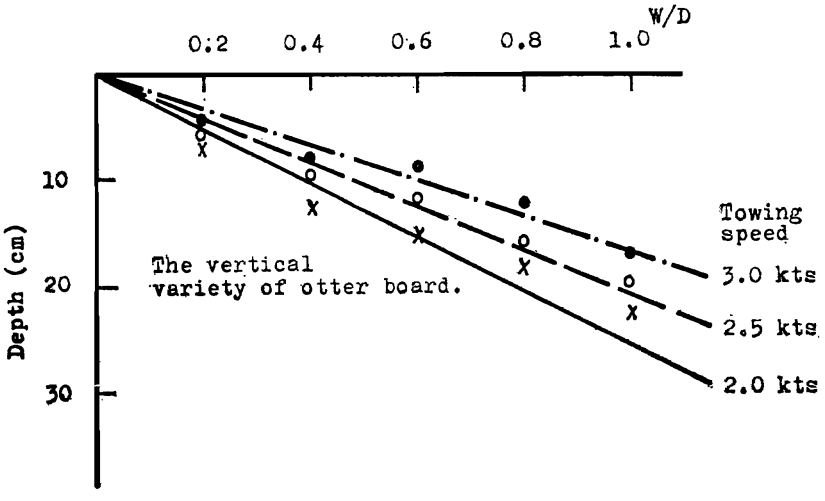



Fig. 2a-3, Relation between the W/D and depth of net.

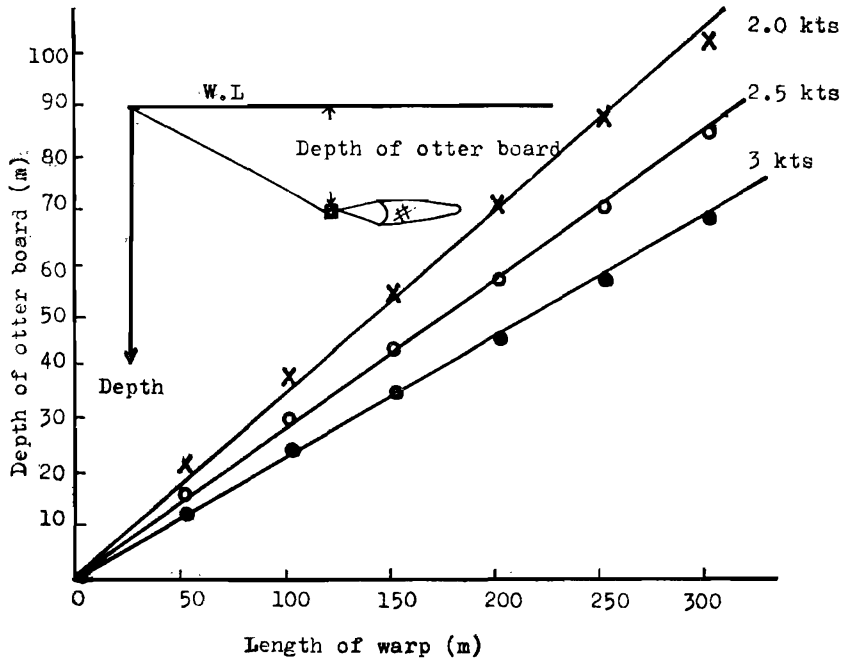



Fig. 2a-4, Relation between the warps and net depth at various towing speeds.

Tab. 2a-1, The value of ℓ/h at various towing speed and warps.

| Warp Length | towing speed | | |
|---|---|---|---|
| 曳 網 長 度 | 2.0 Kts | 2.5 Kts | 3.0 Kts |
| 50m | 2.4 | 3.5 | 3.8 |
| 100m | 2.7 | 3.3 | 4.0 |
| 150m | 2.8 | 3.4 | 4.1 |
| 200m | 2.8 | 3.5 | 4.3 |
| 250m | 2.8 | 3.5 | 4.3 |
| 300m | 2.9 | 3.5 | 4.3 |
| Mean Value 平 均 值 | 2.73 | 3.45 | 4.13 |

例如在 2.0 Kts 之曳行速度下，漁網的曳行水深，平均爲曳網長度之 1/2.73，2.5 Kts 時則爲1 /3.45；3.0 Kts 爲 1/4.13。顯示曳行速度愈高，網具爲達某一深度所需之曳網長度就愈長。依據美國漁業局，第70航次第 6 網（1965）的試驗報告[1]，曳網長度爲252m，主機廻數爲320 r.p.m（2～2.3 Kts）時的網具曳行深度約爲 60m，據此估計曳網長度與網具水深之比約爲 4.2：1。因兩者之試驗狀況的不盡相同，因此據此比較，不易判明何者網具之沉降力較優。因爲曳網的形狀，網具的抗力，海況的狀態等之不同，均可能影響漁網的深度。

但依據本試驗結果獲知漁網的操作水深與所需曳網的長度，在 2.0～3.0 Kts 範圍內，兩者之比約爲 1 比3.0至 1 比4.0之間。

### (2) 網具之展開

本網具的設計最大展開值，約爲14m×14m＝196m² 試驗結果，在 2 Kts 時爲11m×13 m＝143m² ，在3.0 Kts 爲11.5m×10.44m＝120m² ，亦卽在一般作業 2 ～ 3 Kts 的範圍內網口的水平與垂直展開分別平均之，均爲11.25m， 其約達最大展開估計值之80%。網形堪稱良好。網口的高度因曳行速度之增加而變的趨向與一般底拖網具之情況大致相同 ， 如圖 2a-5 所示，亦卽在 2.0 Kts 以內網口高度隨應速度之增加而急減，3.0 Kts 以後稍顯緩慢[3,7]。但網口的高度因曳網長短而變之跡象似不甚顯著。拖行速度在 2Kts～3.5 Kts 的範圍內，網口的高度（H）與拖行速度（V）之間的相關關係，由圖分析之大致可以下列之近似式表示之：

$$H = 18.42 - 2.66V \qquad (H:\ m\ ;\ V:\ Kts)$$

本中層拖網的網口高度，試驗結果在 2Kts～3Kts之範圍內，爲13.02～10.44m之間，該數值較現今本省底拖網具的作業網口高度，平均爲 3 ～4m， 約高出3.3～3.5倍[6,7]。中層網具與底拖網具，兩者網口展開性能的差異，主要原因可能爲兩者網具之結構不同所致。

網口之水平展開如圖2a-6所示，因曳網之長短而變之傾向，在3.0Kts 以內甚爲顯著，但拖曳速度超過3.0Kts 以上，因曳行速度而變之跡象不甚明顯，此說明網板與網具間的運動有漸趨平衡之傾向。

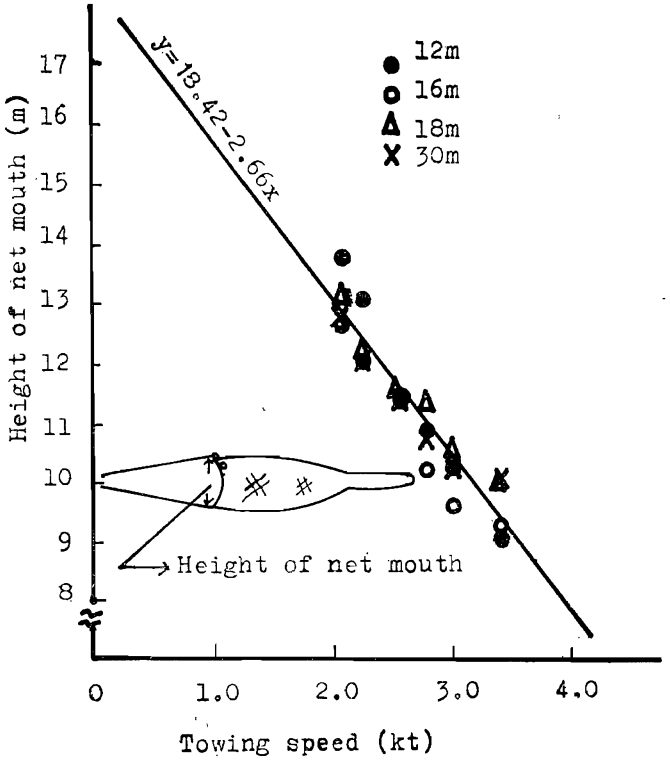



Fig. 2a-5, Relation between the height of net mouth and towing speed.

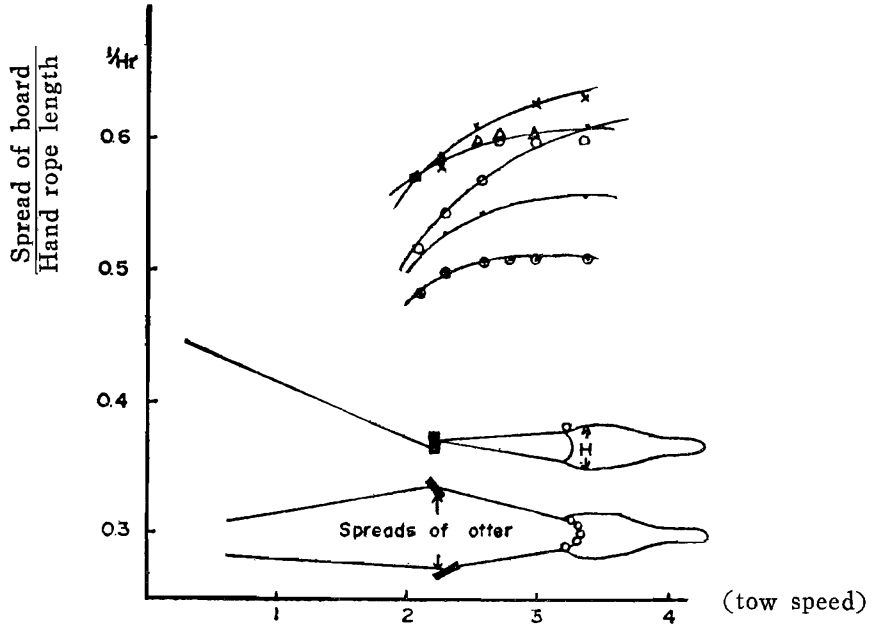



Fig. 2a-6, The deformation of spreaders of otter board at various towing speed.

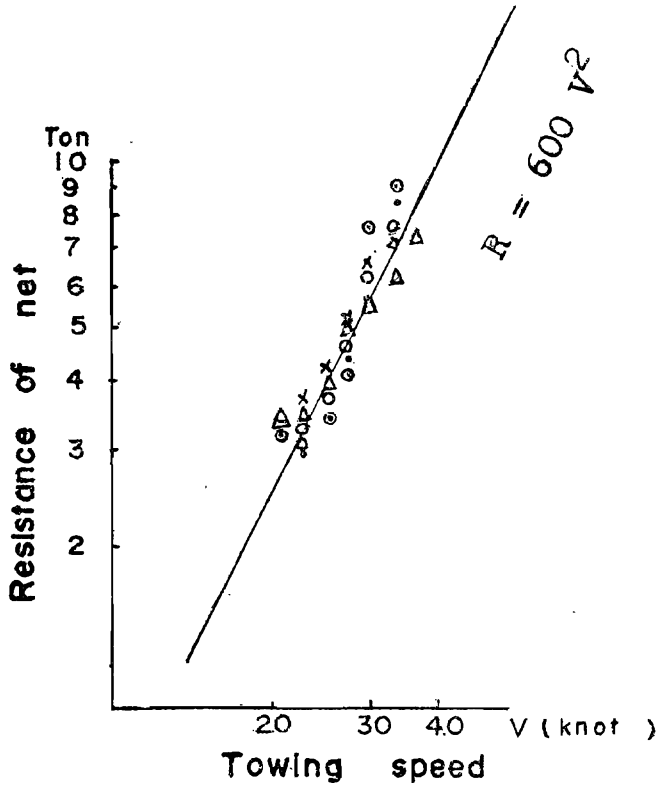



Fig. 2a-7 Relation between of resistance of net and towing speed.

### (3) 網具的流體抵抗

網具的曳行抵抗量測結果，如Fig 2a-7 所示。在 2.0Kts～4.0Kts 的廣泛範圍內，得知網具的曳行抵抗（R：Kg），與曳行速度（V：Kts）的自乘數成比例增加。兩者之間的關係，得以如下的近似式示之：

$$R = 600V^2$$

爲適合本省400～500馬力漁船使用而設計之本型網具模型，由其網具抵抗的試驗結果獲知，在設計上堪稱相宜。

## 4. 摘　　要

(1)中層拖網拖網的操作特性與漁撈技術，經本網具模型試驗結果，已獲致初步之認識與預期的效果。

(2)網具的曳行水深，在2.5Kts～3.0Kts 的拖行速度範圍內，大致爲放出曳綱長度之 1/3.0～1/4.0。

(3)拖行速度在 2.5Kts～3.0Kts 之範圍內，本網具的網口高度平均爲12m，約達設計的估計最大值14m的80%以上。設計之網形堪稱良好。

(4)中層拖網的網口高度較底拖網具者高出3.5倍。充分說明本型網具有優越漁獲性能。

(5)由網具的曳行阻力試驗結果獲知本型網具之規模，適合本省一般中型拖網漁船所使用。

## 5. 參考文獻


(1) JOHNSON L.T. & W.L. HIGHT (1970). Midwater trawling equipment & fishing technique for capturing hake off the coast of Washington and Oregon. In: Pacific Hake, U.S. Fish.and Wild life Serv. Dept. of Int. Circular 332, Washington D.C., 77-101.

(2) TAUTI M. (1936). A relation between experiment on model and full scale of fishing net, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 3(4), 171-177.

(3) 野村正恒 (1953): 底曳網の模型實驗，日水誌, 18(12),72.

(4) MIYAZAKI T. (1953). The relation between the mouth height of the square part of small trawl and it's pulling velocity, *Bull, Jap. Soc. Sci. Fish.*, 19(4), 223.

(5) TAKAYAMA S. (1959). Increasing the opening height of Trawl net by means of a kite. In: Fishing gear of the word, 2, 185-189.

(6) 周耀烋 (1970): 臺灣單拖網具之研究，海洋學院編印，91—111

(7) 周耀烋、孟威納、何權浤 (1971): 底拖網口高度之改進，中國水產， 220, 2-8.

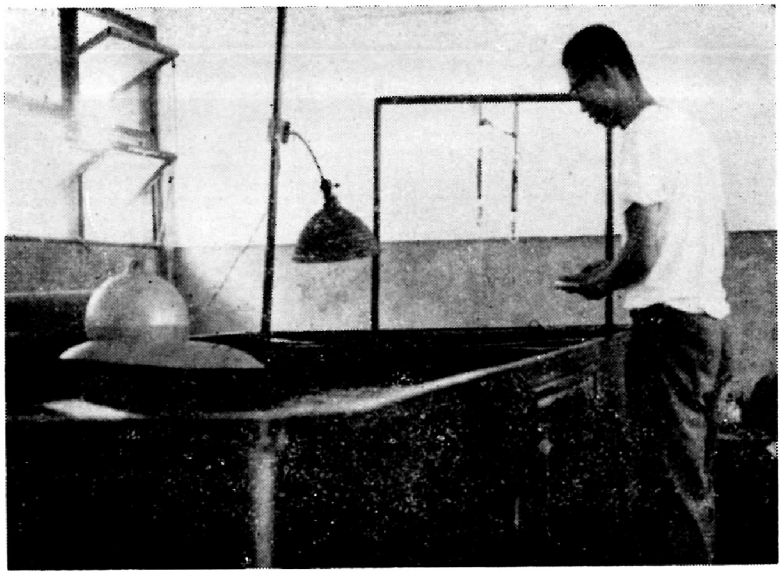


Plate 1, Circulating water tank.

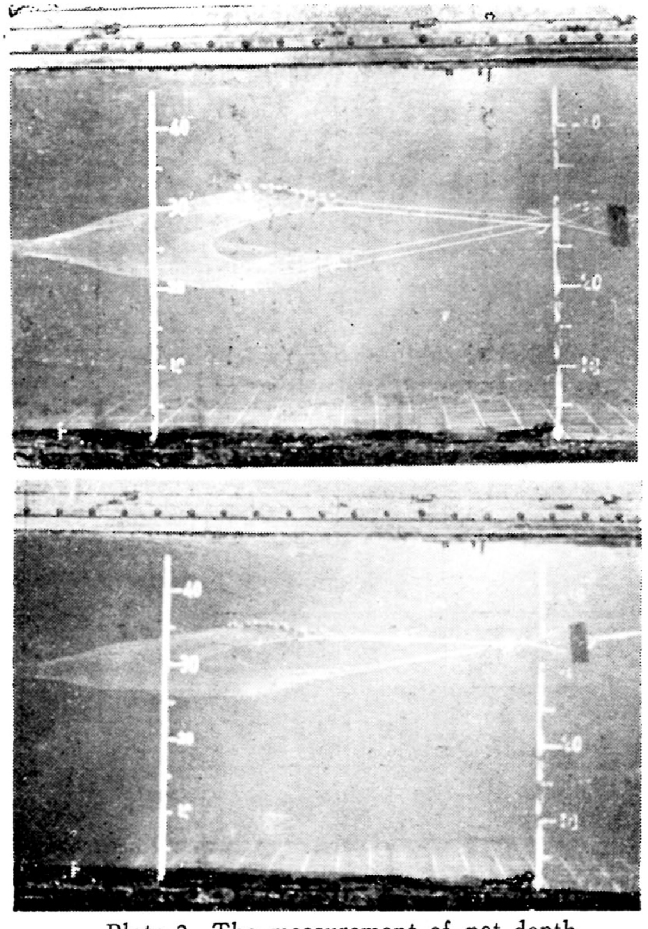


Plate 2, The measurement of net depth.

# (二) 1/8及1/15網具模型之海上試驗

## 1. 前　　言

爲進一步瞭解中層拖網具的操作特性，依據前報之試驗結果，將該型網具擴大設計，依據田內氏比較法則製作1/15 與 1/8 二種網具模型，並試採用 Larsson氏的機翼式網板潛水板 (Depressor) 及手木(Daulens)[1]。使用20HP 舷外機小艇，分別在基隆港外 ， 萬里外海從事一連串之海上試驗，冀爲今後的實際網具試驗設計，獲得更爲詳實的海上試驗資料，並探討 1/60 網具模型試驗結果的精確性。

## 2. 材料與方法

### (1) 1/8與1/15網具模型之製作

網具模型之製作，按田內氏模型比較法則，分別加以縮小，網地材料爲尼龍線的機械編網片，剪裁縫合而成。設實際與模型的網具規模分別爲 $\lambda, \lambda'$, 網線粗細爲 D,D′, 網索類直徑分別爲 $D_1$, $D'_1$ 示之。兩者的曳行速度分別爲 V,V′, 網具抵抗與浮沉力爲 F,F′ 表示之。網具模型的設計製作基準如表2b-1所示。

Tab. 2b-1, Relationship among model and actual net in scale.

| Rate | 1/8 | 1/15 |
|---|---|---|
| $\lambda'/\lambda$ | 1/8 | 1/15 |
| $D'/D$ | 0.35 | 0.263 |
| $V'/V=\sqrt{\frac{D'}{D}(\rho'-1)/(\rho-1)}$ | $5.92\times10^{-1}$ | $5.14\times10^{-1}$ |
| $F'/F=(\lambda'/\lambda)^2(V'/V)^2$ | $4.41\times10^{-3}$ | $1.17\times10^{-3}$ |
| $D'_1/D_1=\sqrt{\lambda'/\lambda(V'/V)^2-\frac{\rho-1}{\rho'-1}}$ | $\sqrt{0.125\times0.35\times56.5}$ | $\sqrt{0.067\times0.263\times56.5}$ |

但1/15模型用之曳網，因選擇困難，故採用與1/8者相同，即爲原估計之粗度約增加60%。1/8, 1/15網具模型構造分別如圖2b-1, 2b-2 所示。

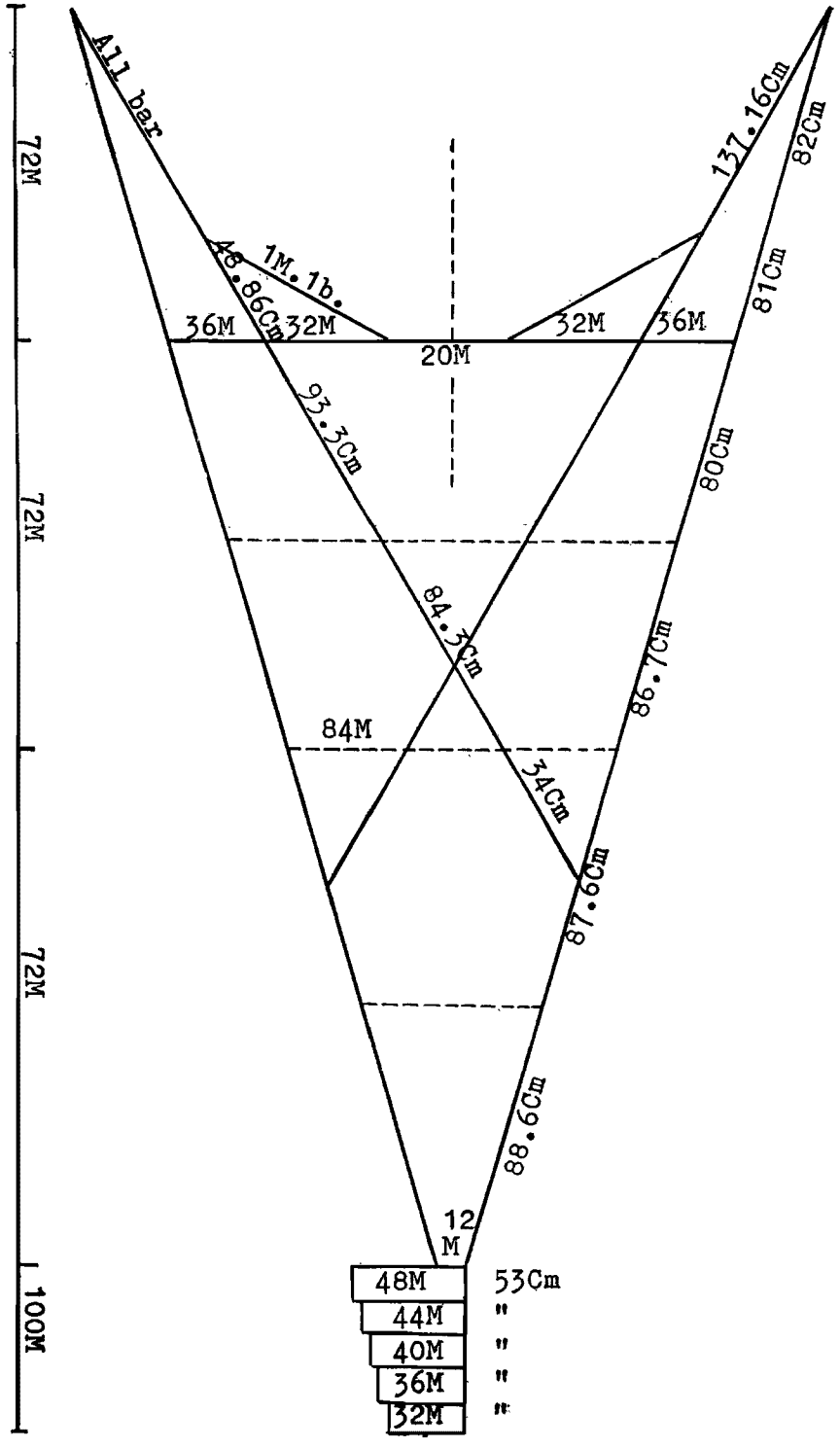



Fig. 2b-1 Construction of 1/8 model net.

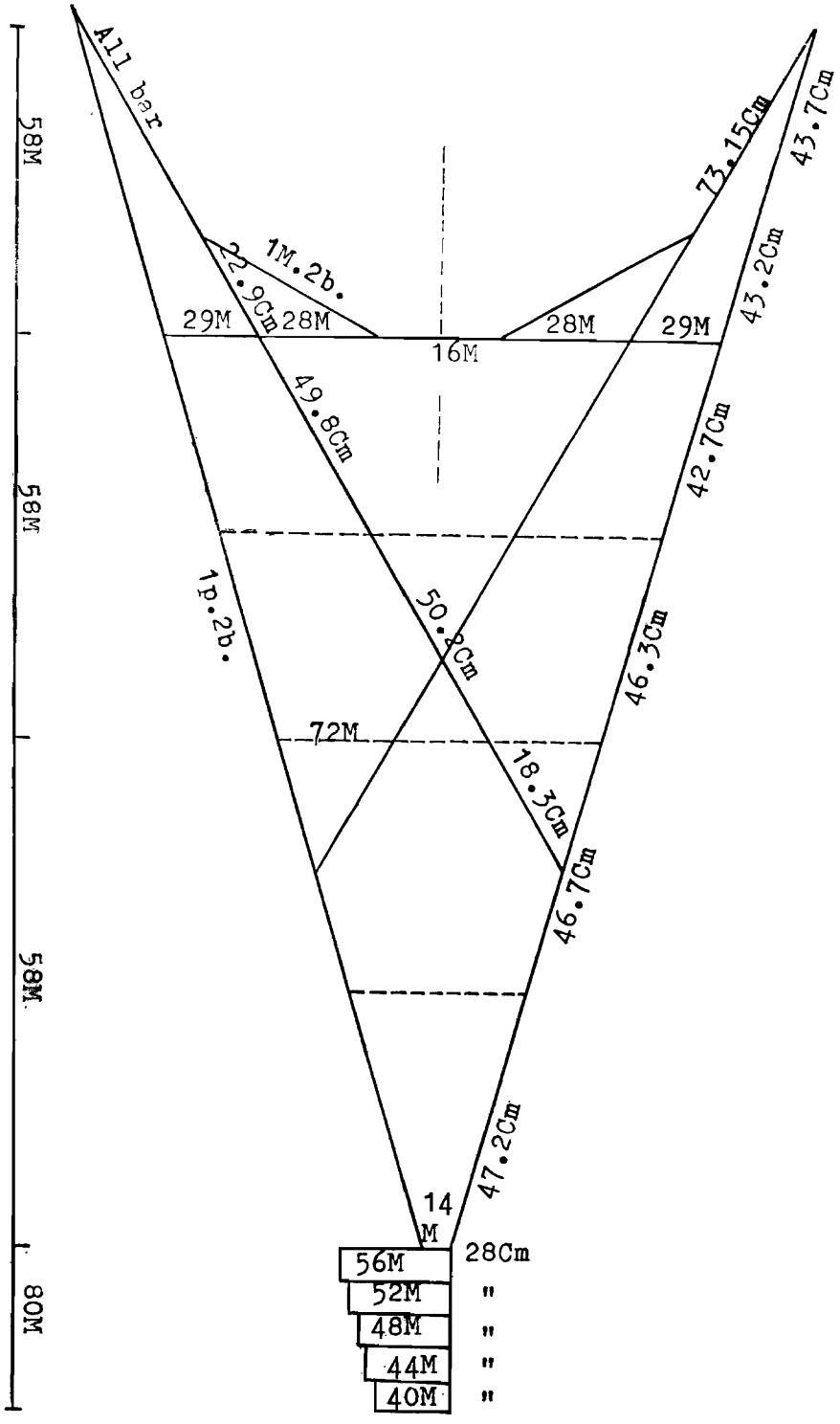



Fig. 2b-2 Construction of 1/15model net.

(2)附屬漁具之網板與潛水板的構造與尺寸分別如圖 2b-3，2b-4所示。

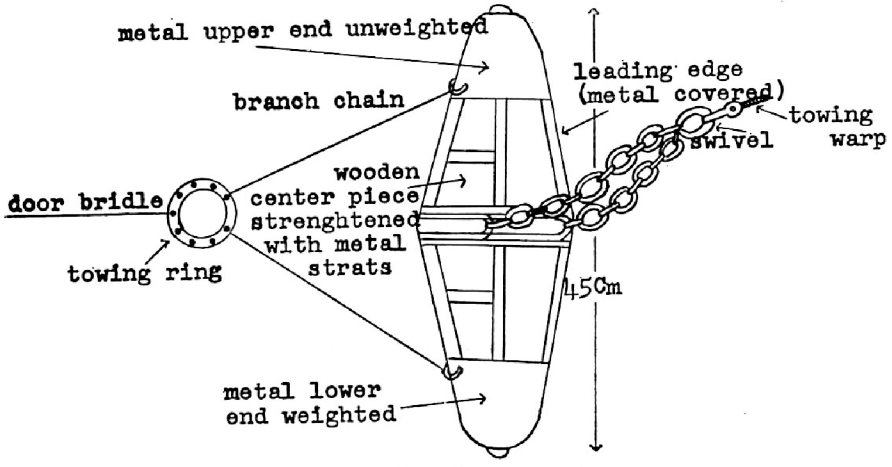



Fig. 2b-3 Otter board.

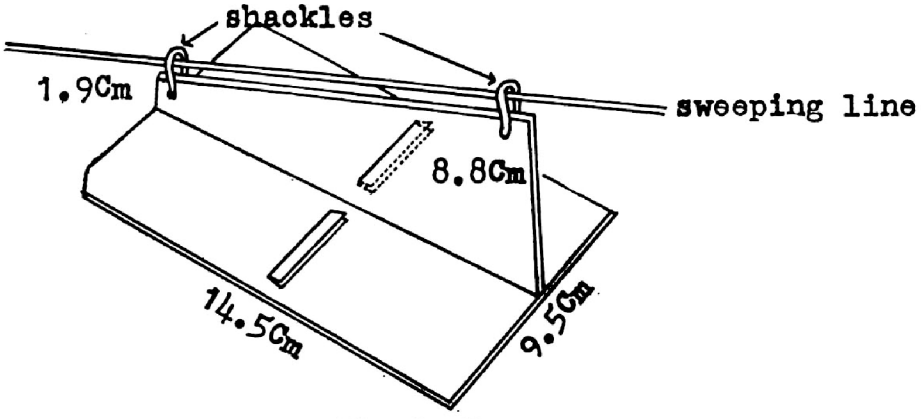


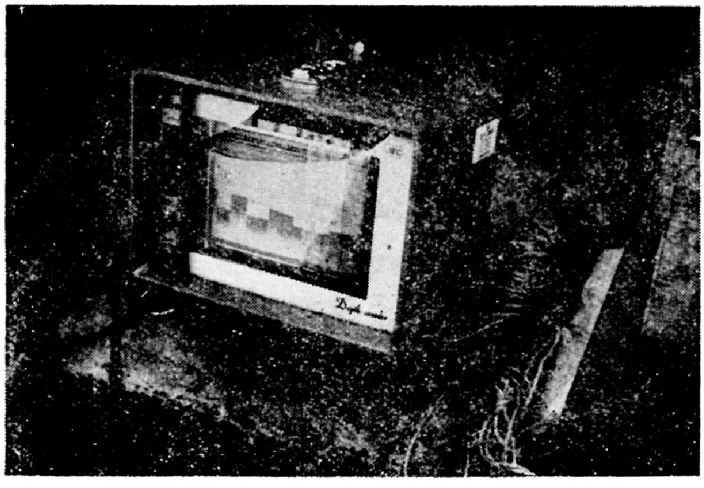

Fig. 2b-4 Depressor.

(3) **試驗用小艇**

長18ft、寬7ft之小艇，配備20HP舷外機。

試驗水域在基隆港外，萬里及野柳外海的30m～50m深水域，選擇海底平坦的區域實施。曳行中的網具深度計測法，採用ＪＲＣ魚羣探知機之改裝，將發波器（Transducer）按裝於浮子網的中央端（如圖2b-5）。電纜（Electrical Cable）沿袖端，手網而導至小艇上，連結於記錄器。漁網的水深，因曳網長度、曳行速度及浮沉力之不同而變之情況，由艇上之記錄儀連續記錄之。

模型用的曳網長度分別以20m. 25m. 30m. 35m. 40m 的 5 階段實施。曳行速度在1.0～5.0 Kts範圍內行之。（如圖2b-6 2b-7）。



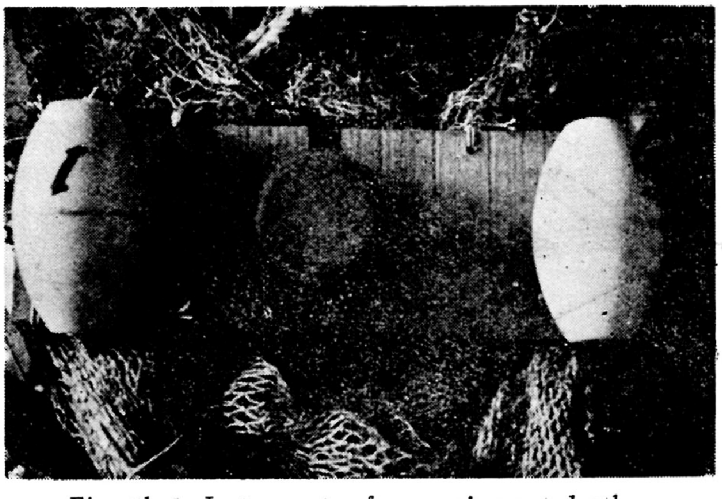
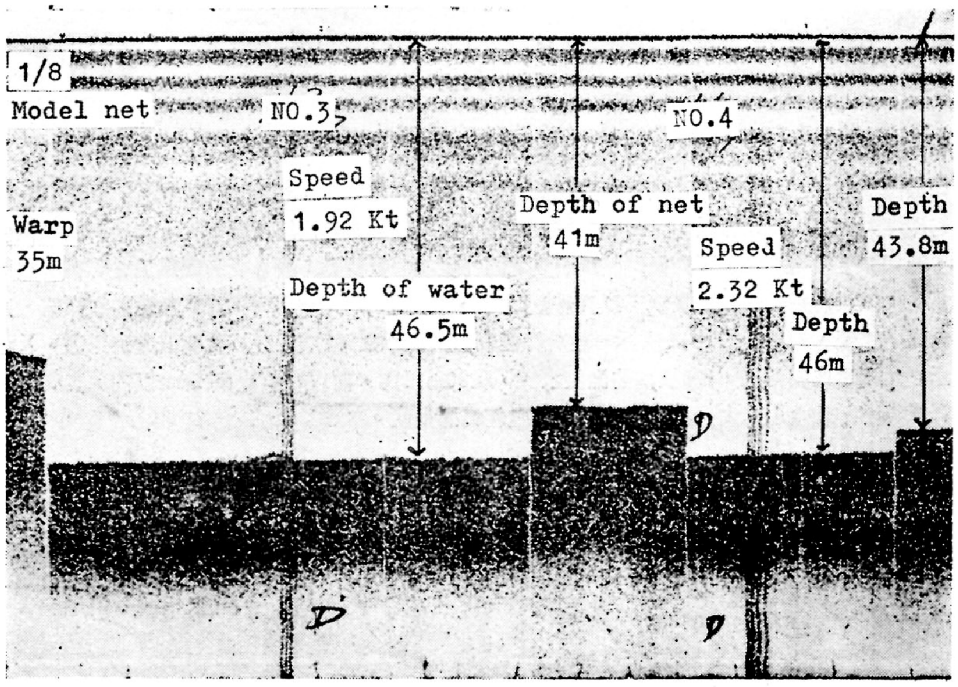


Fig. 2b-5, Instruments of measuring net depth.



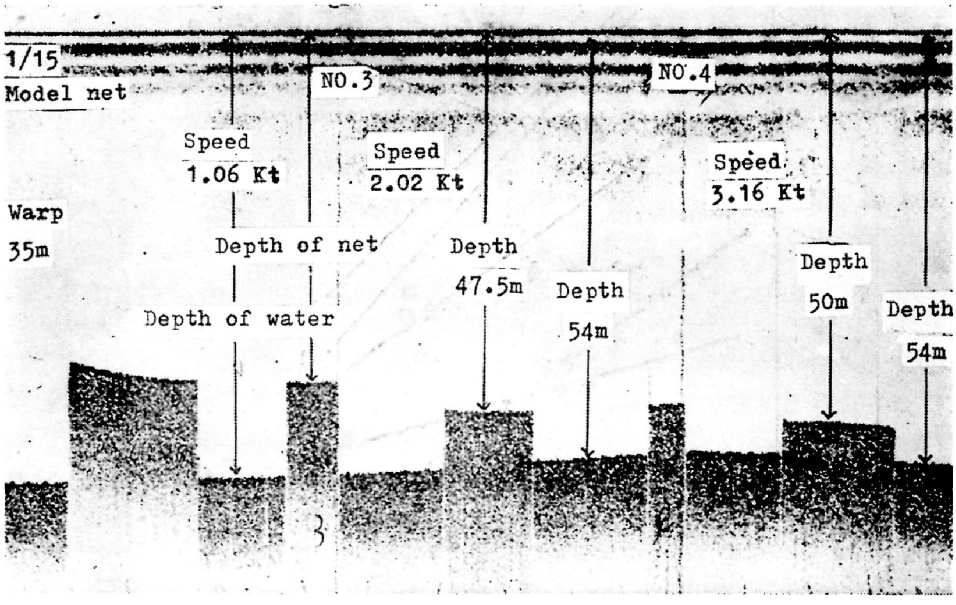




Fig. 2b-6, The net depth records
(a) in case of 1/8 model, (b) in case of 1/15 model.

## 3. 結果與討論

### (1) 網具的曳行深度

網具的曳行深度因曳行速度高低，曳網長短之不同而異之現象，以1/8 模型爲例示於圖 2b-7，網具的深度與曳網長度之關係，尤其在曳網長度較小時，顯示紊亂而缺乏規律性，此是否因曳網較短時，漁網深度較爲浮淺，而漁網與試驗船隻之間的曳網曲直變動，較易受海面風浪之影響所致，頗值研討。試以將延伸的曳網長度，以直線狀觀之，並由曳網傾角（$\Psi°$）計算漁網的水深值，與實測值作一比較，結果如圖2b-8 所示。設計算值以對角線示之，1/8與1/15實測值分別以○、X記號表示之由圖示比較得知，1/8模型的漁網水深，在80m以內，而1/15模型在100m以內，實測值概比計算值爲小，且差距亦大。此顯示曳行中之曳網爲懸垂狀。

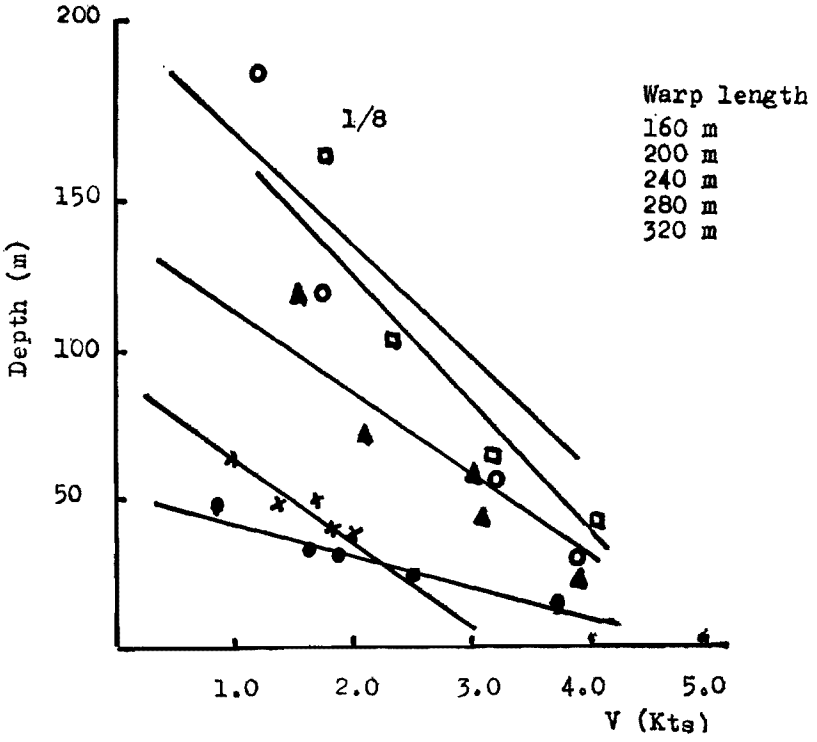



Fig. 2b-7 Relation between the net depth and towing speed in different warps.

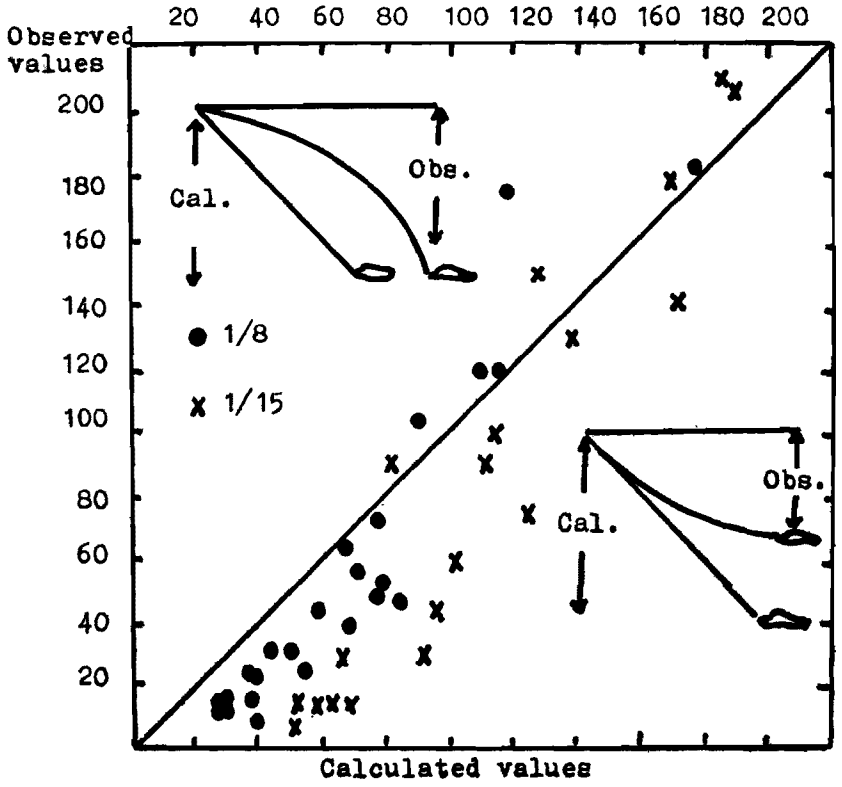



Fig. 2b-8, Comparison of working depth of net between the observed and calculated values

但網具水深超過 100m 深時，計算與實測值，兩者有略趨於一致的跡象，蓋網具水深愈大，亦即曳網越長，或較低之拖行速度曳拖網具之場合，在此種情況下，船隻與網具的運動，相互的交雜影響可能較小，因此網具的運動較易保持穩定之緣故[1]。

曳網走向與水平面的交角 ($\Psi$)，由試驗知，亦爲網具拖曳速度的函數之一，因此過去網具測深儀尚未達到實用化以前，用交角 ($\Psi$)與放出曳網的長度以計算漁網深度的方法，確爲盛極一時[1]，亦有許多學者[2,3]，循以角度 ($\Psi$)，網具的運動軌跡及網具的曳行阻力等因素，尋求漁網水深的近似計算方法。以上各種推算方法，實用與否，端以曳網的所具形狀而定。爲欲循由上述近似方法，精確求得漁網水深，事實上甚爲困難。就以本試驗的結果爲例，漁網的水深，因曳網長度及拖曳速度之不同，計測結果顯得至爲複雜，而毫無準則性，如表2b-2所示。

但在 2.0Kts～3.5Kts 的拖行速度範圍內，爲達某一基準水深所需之曳網長度的倍數（曳網長／漁網深度），由表列示，知大致爲 3 倍～4.5倍，該平均值，與前報的1/60模型試驗結果，堪稱相符一致。

Tab. 2b-2 The Ratio of warp length to working depth (ℓ/h) at various towing speeds and warps

| 1/8 model | | | | | | 1/15model | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Towing Speed / Warp Length | 1.0 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | Towing Speed / Warp Length | 1.0 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 |
| 160m | 3.1 | 3.8 | 4.3 | 5.2 | 6.2 | 300m | 3.2 | 3.5 | 3.9 | 4.2 | 5.0 |
| 200m | 2.7 | 4.4 | 6.5 | — | — | 375m | — | 2.9 | 4.1 | — | — |
| 240m | 2.1 | 2.5 | 3.0 | 3.6 | 4.3 | 450m | 2.1 | 2.6 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 280m | 1.8 | 2.2 | 2.7 | 3.0 | 3.9 | 525m | 2.4 | 2.9 | 3.1 | 3.6 | 4.1 |
| 320m | 2.0 | 2.2 | 2.6 | 3.0 | 3.6 | 600m | 3.1 | 3.6 | 4.0 | 4.5 | 5.0 |
| mean | 2.34 | 3.02 | 3.82 | 3.7 | 4.5 | mean | 2.7 | 3.1 | 3.6 | 3.9 | 4.5 |

### (2) 沉降力的大小與漁網水深

爲瞭解網具之沉降力對網具曳行水深之影響，玆以1/15網具模型試驗爲例，將曳網長度保持一定，分別變動沉降力與浮力之比爲 1 ： 1 , 1.74: 1 , 2.3 ： 1 之三種不同比例，進行網具曳行深度

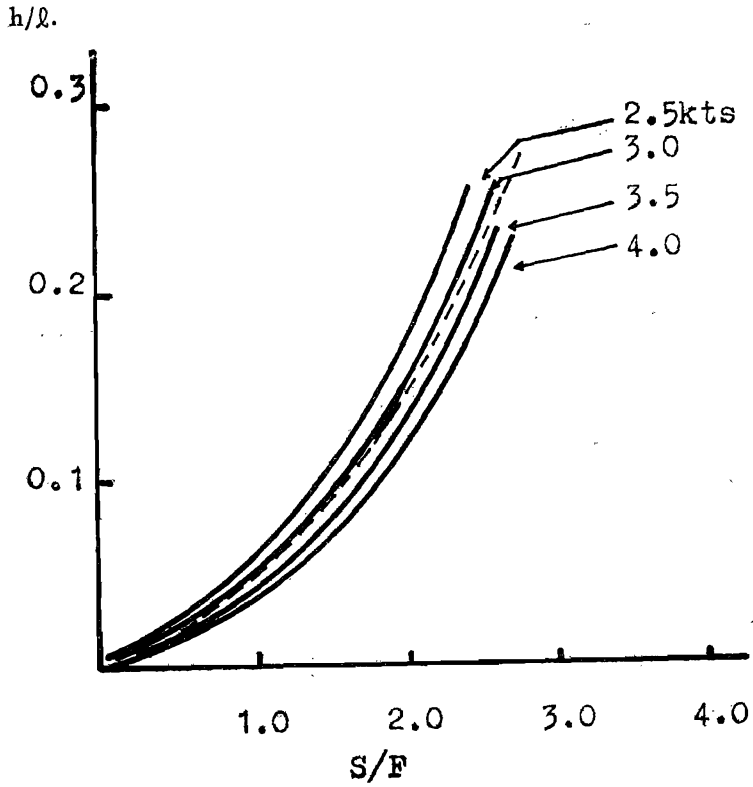



Fig. 2b-9, Relation between working depth and Sinking force.

之比較，試驗結果如圖 2b-9 所示。沉子重量越大，漁網的深度亦越深之正比相關，得由圖示的傾向獲知，但兩者之定量比例關係若何，因與海況，網具之展開狀等有密切關係，依本試驗的方法及計測儀器等，在技術上難於克服之地方尚多，特別是對網口之展開有無影響，浮力、沉降力之比應以何爲準據取捨等重要問題，在此尚無足夠分析的資料作明確判明，關於此今後有進一步研討的必要。

### (3) 曳行中之網口高度

網口的高度因曳行速度而變之趨向與 1/60 網具模型試驗的結果相同，曳網的長短對網口的高度並無顯著之影響跡象。如圖2b-10所示，設網口的高度爲H，曳行速度爲V，兩者之間，由試驗結果知，大致可以下式之直線近似式表示之，即：

$$H=24.89-3.37V \qquad (H:\ m,\ V:\ Kts)$$

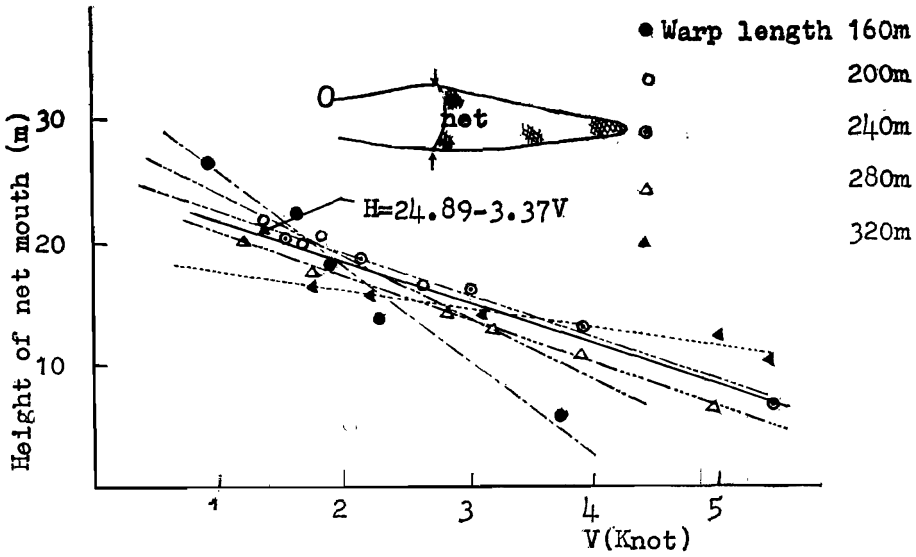



Fig. 2b-10, Relation between the height of net mouth and towing speed.

按上式之計算，曳行速度爲 2.0Kts 時，網口的高度約爲 18m。3.0Kts 爲 15m。亦即在一般作業之 2～3 Kts 的範圍內，網口的高度平均爲16m。此比之1/60網具模型爲12～13m的試驗結果爲優。此可能爲本型網具之網線，粗度較爲細小。網內之流水易於暢通，而有助於促進網具展開之緣故。再者發見本機翼型網板調整不易，以致網具的水平向未能充分展開，此或許導致本網具的網口高度偏高現象的原因。

### (4) 網具的流體抵抗

網具的流體抵抗，試驗的結果如圖2b-11 所示。網具的流體抵抗（R）與曳行速度（V）由圖所示之關係，大致得以下之近似式表示之。

$$R = 0.91V^{1.47}$$

本省一般400～500HP的底拖網漁船用之底拖網具，其流體抵抗，計測結果爲[4]，$R = 0.88V^{1.48}$，與本試驗中層拖網具的抵抗，極爲相若。由此可以充分證實，本網具之設計，堪爲本省一般底拖網漁船採用。雖中層網具之網口高度比一般底拖網者（4 m）約增加 3 倍至 4 倍之大，但網具之流體抵抗却未因網口展開面積的增大而增加，又依據1/8與1/60，兩者網具模型試驗結果的差異而察之，獲知D/L之比值大小影響網具的抵抗，遠較網口面積的展開大小爲著。

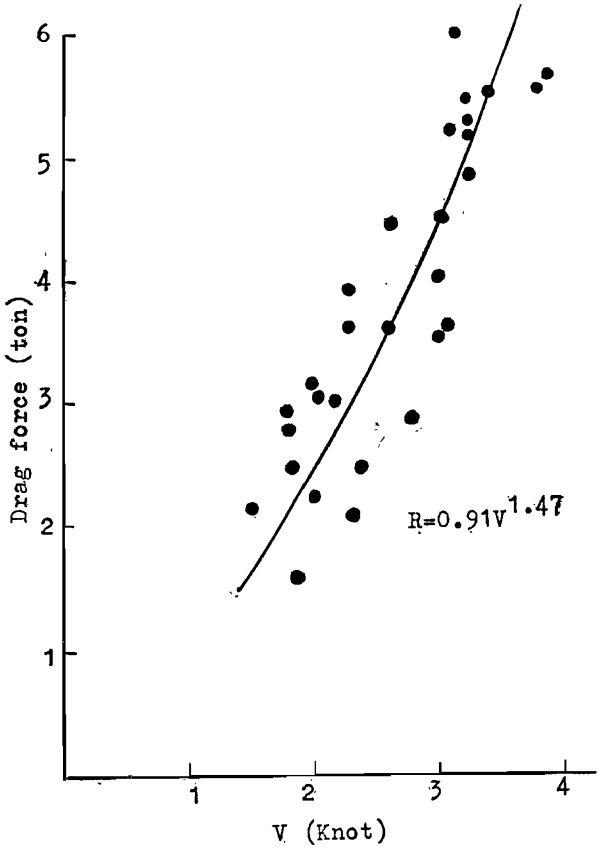



Fig. 2b-11, Relation between the drag force and towing speed.

## 4. 摘　　要

(1)網具的漁撈水深，與曳網長度及曳行速度之關係，試驗的結果，與1/60網具者大致相等，卽爲欲達到預期的漁撈水深，所需曳網的長度，約爲水深的 3～4 倍。

(2)網具之漁撈水深，因海況、曳網之形狀，及網具的重量等之不同而有顯著的差異。

(3)曳網在曳行中呈曲線狀時，採用曳網傾斜角與曳網長度計算之漁網水深不合實用。

(4)由網具的抵抗比較得知，本網具的設計，堪爲本省一般中型底拖網漁船適用。

(5)影響網具抵抗的因素，D/L之比值大小，較網口面積展開度遠爲顯著。

(6)證實1/60網具模型試驗，不因網具模型縮小比例大而失去其實用性。

## 5. 參考文獻


(1) PARISH B.B. (1965). Midwater trawl and their operation. In: Fishing gear of the world, 1, 333-343.

(2) NAKASAI K. & T. KAWAKAMI (1963). On a simple estimation of working depth of midwater trawl. *Bull, Jap. Soc. Sci.* 31 *Fish.*, (4), 277-280.

(3) 高山重嶺，小山武夫 (1958). 中層トロールの研究 1 。東海水試研究業績A第64號。

(4) 周耀烋 (1970). 臺灣單拖網具之研究，海洋學院編印, 91-111.

# 二　實際網具的漁具漁法試驗

## (一)　150噸級用中型單拖網具的漁具漁法試驗

### 1. 前　　言

依據前報的一連串模型試驗的結果，有關中層拖網網具的操作特性，及漁撈技術，大致獲得初步的認識與預期的結果。爲印證模型試驗結果的可靠性並以本省現有漁船的設備及漁撈技術與經驗，引進該漁具漁法在本省謀求發展的可行途徑。依據模型試驗結果的初步資料，及參酌本省一般漁撈實況，設計適合 150 噸級的中型單拖漁船使用之中層拖網具一套，由臺灣水產試驗所屬調查船海慶號（150噸，380HP）及海憲號（90噸，325HP）分別在本省北部海域及高雄外海進行試驗。

### 2. 試驗材料，裝置及方法

(1)網具：如圖2c-1所示、網地全長（Stretched Length）爲 64.41m 。爲形狀規模相同的四片網地縫合而成。各片縫合處連結直徑 12mm 之鋼索（Lacing Rope）一條，網片與鋼索之連結，從袖端起分別以15%，11%，0 %的縮結比率結繫之。網地材料，身網與袋網分別爲尼龍線210 Diner 30股及60股所構成。網目的尺寸（Mesh Size），從袖網的106mm 起漸次往後縮小，身網部分爲61mm，及 46mm，袋網爲30.3mm。

(2)網板（Otter board）：採用香港的新型網板（Stabilized Diverting Depressors），如圖1，所示。板長 176cm，寬100cm，前端的錐形長32cm，後端安定板長34cm。板面的水中重量幾乎等於零。但爲促使本網板的沉降效果與保持穩定，特於板下緣前後二端各附加重50kg 與 30kg 之重錘。

(3)潛水板（Depressor）；爲拉森氏（R, Larssen）型，如圖 2 所示。長21吋，寬15吋。

(4)水深自動記錄儀（Self-recording depthmeter）：如圖 3 所示。水深記錄範圍爲 0 ～280m 。可以24小時連續記錄，精度 ±0.5%，圓筒內徑 90mm，長 200mm水中重量0.48kg。記錄情況如附圖 6 所示。

(5)張力計（Self-recordingtension meter）：容量 0 ～ 2 噸。得24小時連續記錄。（參照附圖 4）。

(6)網位記錄儀（Net recorder）；爲無線電遠隔操縱式魚羣探知機，該儀由發波器(Transducer)，收波器(Reciever)及記錄器(Recorder) 等三部分所構成。（如附圖 5 所示）。記錄情況參照附圖 8 。

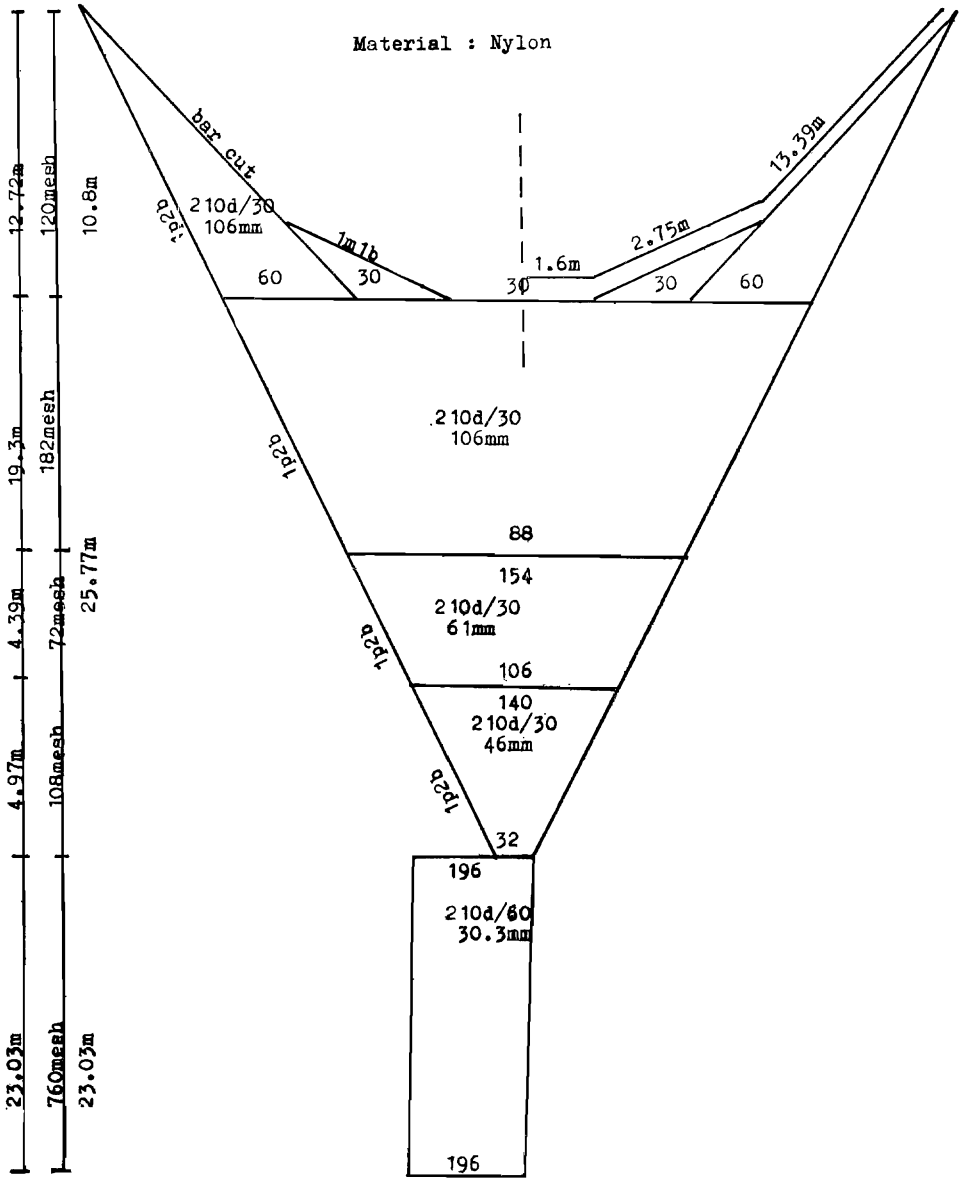



Fig. 2c-1 Design of the net

試驗方法：儀器之裝置與記錄位置如附圖5及圖2c-2所示，將曳網（Warp）分別延伸爲80m，120m，160m，200m，240m及280m的5階段，在不同曳行速度下分別量測網具各部位的深度，形狀以及網具的曳行抵抗。

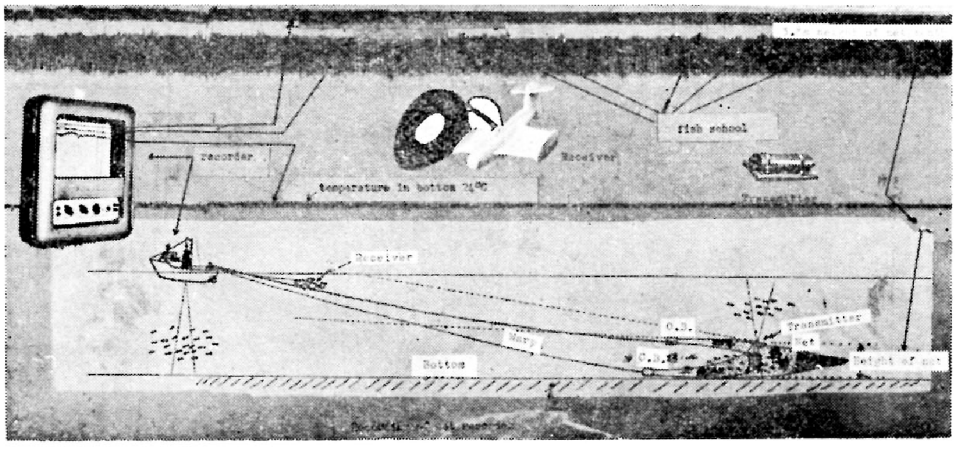



Fig. 2c-2, Equipping example of measuring apparatus.

## 3. 結果與討論

試驗結果如表2c-1所示，玆將網具各部分的拖曳水深及網具展開狀分別討論如下：

**(1)網具之操作水深：**

不同曳速下的網板水深記錄，分別如附圖6，（a）（b）（c）（d）（e）（f）所示。玆將網具的深度因曳網長度及曳行速度之不同而變之情況，綜合示於圖2c-3網具深度的變化趨勢，與1/8模型網具試驗的結果頗爲相似。亦卽曳網較短時的變動狀況比曳網較長者爲劇烈。此種現象如前節所述，可能是曳網較短時，網具的運動，較易受到船舶的不規律運動所影響[1]。在同一曳行速度下，平均增加10m之曳網長度，網具的深度平均增加3m，而每增減曳行速度1Kt時，網具深度的變化約達23m。

玆以曳網的長度，分別延伸爲200m與280m時爲例，將網具的曳行深度與外國試驗的結果[2]，作一比較檢討之（如圖2c-4）。在同一曳行速度及曳網長度下，網具的曳行深度，由圖示知本試驗者與日本的較爲接近，但較之俄國者差距頗大。再以爲達同一網具的深度，所需之曳網長度以速度別比較之，結果如表2c-2所示。例如在2.5Kts需要曳網的長度，本網具爲網水深的3.7倍至4.4倍。而日本爲3.0倍至4.2倍。蘇聯爲2.2至2.7倍。亦卽爲獲同一水深，本網具所需的曳網長度顯然比外國者爲長。諸如前報所述，網具的重量影響網具的浮沉度甚大，本試驗網具與諸外國的差異，推測可能係各別網具的重量相異所致。

Table 2c-1, Results of Experiment. (a)

| Warp length m | R.P.M. of engine | Towing speed knot | Towing course | Depth of central H.R. m | Height of net mouth m | Depth of central G.R. m | Depth of water m | Depth of otter board m | Resistance of net ₩ | Inclination of warp left | Inclination of warp right | Angle between two warps | Difference of depth between G.R. and O.B. m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 80 | 220 | 2.24 | ESE | / | / | / | 137 | 10 | 1.34 | 69 | 66 | 11 | / |
| 〃 | 240 | 2.73 | 〃 | / | / | / | 117 | 4.5 | 1.66 | 74 | 72.5 | 15 | / |
| 〃 | 260 | 2.93 | 〃 | / | / | / | 111 | 2.5 | 1.74 | 78 | 73 | 12 | / |
| 〃 | 280 | 3.22 | 〃 | / | / | / | 113 | 0 | 2.08 | 77 | 77 | 16 | / |
| 〃 | 280 | 3.22 | 〃 | 11.35 | 9.52 | 20.87 | 108 | 0 | 2.08 | 78 | 76 | 16 | 20.87 |
| 〃 | 260 | 2.93 | 〃 | 13.9 | 9.88 | 23.87 | 103 | 2.5 | 1.82 | 77 | 74 | 12 | 21.37 |
| 〃 | 240 | 2.63 | 〃 | 16,85 | 11.0 | 27.85 | 103 | 6.8 | 1.64 | 75 | 73 | 13 | 21.05 |
| 〃 | 220 | 2.34 | 〃 | 24.38 | 12.6 | 36.98 | 103 | 10 | 1.34 | 64 | 67 | 14 | 26.98 |
| 120 | 220 | 1.945 | E | / | 11.7 | 50.5 | 120 | 24.3 | 1.34 | 68 | 67 | 7 | 26.2 |
| 〃 | 240 | 2.24 | 〃 | 34.6 | 11.35 | 45.95 | 〃 | 21 | 1.48 | 71 | 69 | 9 | 24.95 |
| 〃 | 260 | 2.63 | ENE | 25.62 | 9.52 | 35.14 | 〃 | 11.5 | 1.78 | 75 | 73 | 10 | 33.64 |
| 〃 | 280 | 2.83 | 〃 | 20.8 | 9.15 | 29.95 | 〃 | 6.5 | 2.02 | 79 | 76 | 9 | 23.45 |
| 〃 | 280 | 2.73 | NE | 20.8 | 9.15 | 29.95 | 〃 | 6.5 | 2.02 | 78 | 76 | 10 | 23.45 |
| 〃 | 260 | 2.73 | NE/N | 24.4 | 10.2 | 34.6 | 〃 | 10 | 1.78 | 76 | 65 | 10 | 24.6 |
| 〃 | 240 | 2.34 | NNE | 30.4 | 11.7 | 42.1 | 〃 | 18.5 | 1.46 | 73 | 70 | 6 | 23.6 |
| 〃 | 220 | 2.24 | NE/N | / | 12.4 | 51.8 | 〃 | 25.2 | 1.34 | 69 | 65 | 8 | 26.6 |
| 160 | 220 | 2.15 | NE/N | / | 13.2 | / | 106 | 40 | 1.34 | 67 | 65 | 8 | / |
| 〃 | 240 | 2.44 | NNE | / | 12.1 | / | 〃 | 32 | 1.64 | 69 | 67 | 15 | / |
| 〃 | 260 | 2.24 | N | 35.7 | / | / | 〃 | 20.5 | 1.90 | 75 | 74 | 12 | / |
| 〃 | 280 | 2.54 | NNW | / | / | / | 〃 | 15 | 2.14 | 75 | 76 | 12 | / |
| 〃 | 280 | 2.63 | NW/N | / | / | / | 〃 | 17 | 2.14 | 76 | 76 | 10 | / |
| 〃 | 260 | 2.24 | NW | / | / | / | 〃 | 21 | 1.86 | 74 | 74 | 12 | / |
| 〃 | 240 | 2.02 | NW/W | / | / | / | 105 | 28 | 1.58 | 73 | 74 | 10 | / |
| 〃 | 220 | 1.85 | WNW | / | / | / | 〃 | 33 | 1.58 | 68 | 69 | 10 | / |

(b)

| Warp length m | R.P.M. of engine | Towing speed knot | Towing course | Depth of central H.R. m | Height of net mouth m | Depth of central G.R. m | Depth of water m | Depth of otter board m | Resistance of net ₩ | Inclination of warp left | Inclination of warp right | Angle between two warps | Difference of depth between G.R. and O.B. m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 160 | 220 | 1.76 | NW/W | / | 10.6 | / | 115 | 34.5 | / | 70 | 68 | 9 | / |
| 〃 | 240 | 1.945 | 〃 | / | 9.53 | / | 〃 | 27.5 | / | 73 | 71 | 12 | / |
| 〃 | 260 | 2.34 | 〃 | 33.9 | 8.8 | 52.7 | 〃 | 21 | / | 74 | 72 | 13 | 31.7 |
| 〃 | 280 | 2.83 | 〃 | 27.8 | 8.42 | 36.22 | 〃 | 16 | / | 77 | 75 | 5 | 20.22 |
| 200 | 220 | 2.54 | N | / | 12.45 | / | 118 | 56.2 | / | 68 | 67 | 9 | / |
| 〃 | 240 | 2.63 | 〃 | / | 10.6 | / | 〃 | 44.2 | / | 68 | 70 | 8 | / |
| 〃 | 260 | 2.93 | 〃 | / | 10.25 | / | 〃 | 38 | / | 73 | 72 | 10 | / |
| 〃 | 280 | 3.12 | 〃 | / | 8.42 | / | 〃 | 25.5 | / | 76 | 74 | 6 | / |
| 〃 | 280 | 3.02 | NNW | / | 8.42 | / | 〃 | 28 | / | 76 | 74 | 6 | / |
| 〃 | 260 | 2.83 | 〃 | / | 10.25 | / | 〃 | 33 | / | 74 | 73 | 5 | / |
| 〃 | 240 | 2.44 | NW/N | / | 10.6 | / | 〃 | 36 | / | 70 | 69 | 6 | / |
| 〃 | 220 | 2.05 | 〃 | / | 11.35 | / | 〃 | 47 | / | 67 | 67 | 6 | / |
| 240 | 220 | 2.05 | NNW | / | 12.45 | / | 116 | 64 | / | 66 | 65 | 7 | / |
| 〃 | 240 | 2.44 | NW/N | / | 10.25 | / | 〃 | 58.5 | / | 67 | 69 | 12 | / |
| 〃 | 260 | 2.83 | 〃 | / | 9.52 | / | 〃 | 46 | / | 72 | 70 | 8 | / |
| 〃 | 280 | 3.02 | NW | / | 8.8 | / | 〃 | 38 | / | 74 | 71 | 8 | / |
| 〃 | 300 | 3.22 | 〃 | / | 8.42 | / | 〃 | 31 | / | 76 | 74 | 9 | / |
| 280 | 220 | 2.24 | N | / | / | / | 125 | 82 | / | 66 | 63 | 3 | / |
| 〃 | 240 | 2.54 | N/E | / | / | / | 〃 | 73 | / | 68 | 67 | 3 | / |
| 〃 | 260 | 2.72 | 〃 | / | / | / | 〃 | 58 | / | 77 | 70 | 4 | / |
| 〃 | 280 | 3.02 | 〃 | / | / | / | 〃 | 49.5 | / | 70 | 71 | 4 | / |
| 〃 | 300 | 3.41 | 〃 | / | / | / | 〃 | 38 | / | 78 | 75 | 9 | / |

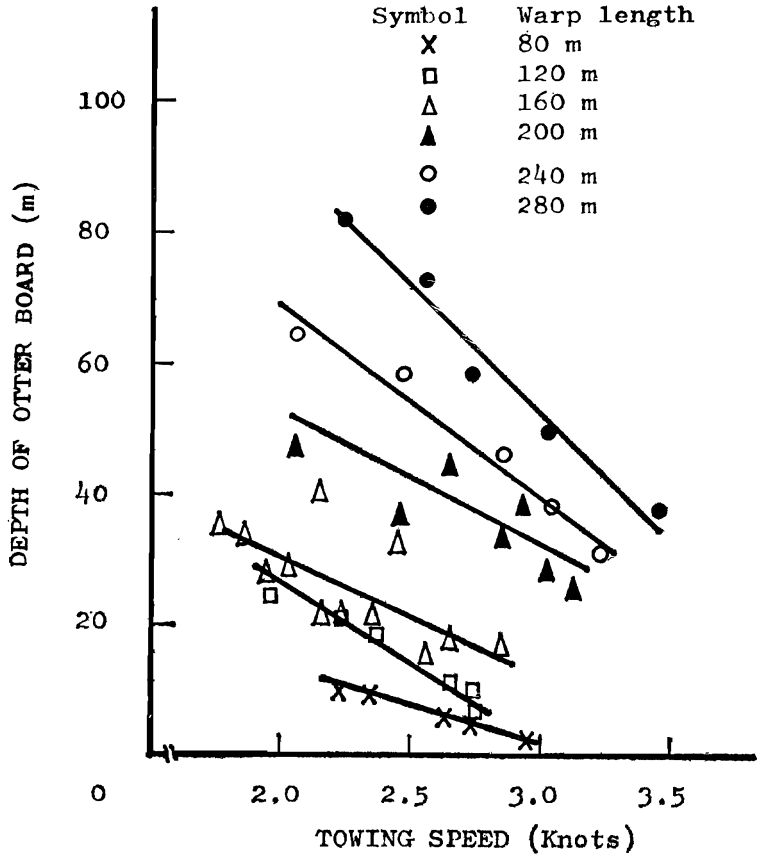



Fig. 2c-3 Relation between the depth of otter board and towing speed at various warps.

Tab. 2c-2 Comparison in the relation of warp length and the otter board depth between trial gear and a foreign gear.

| Towing | Model Average | | The Trial Gear | | Japanese | | U.S.S.R | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Speed | 200m | 280m | 200m | 280m | 200m | 280m | 200m | 280m |
| 2.5Kts | 1/3.8 | 1/3.5 | 1/4.4 | 1/3.7 | 1/4.2 | 1/3.0 | 1/2.2 | 1/2.7 |
| 3.0Kts | 1/4.3 | 1/3.7 | 1/6 | 1/5.3 | 1/4.4 | 1/4.3 | 1/2.5 | 1/2.9 |

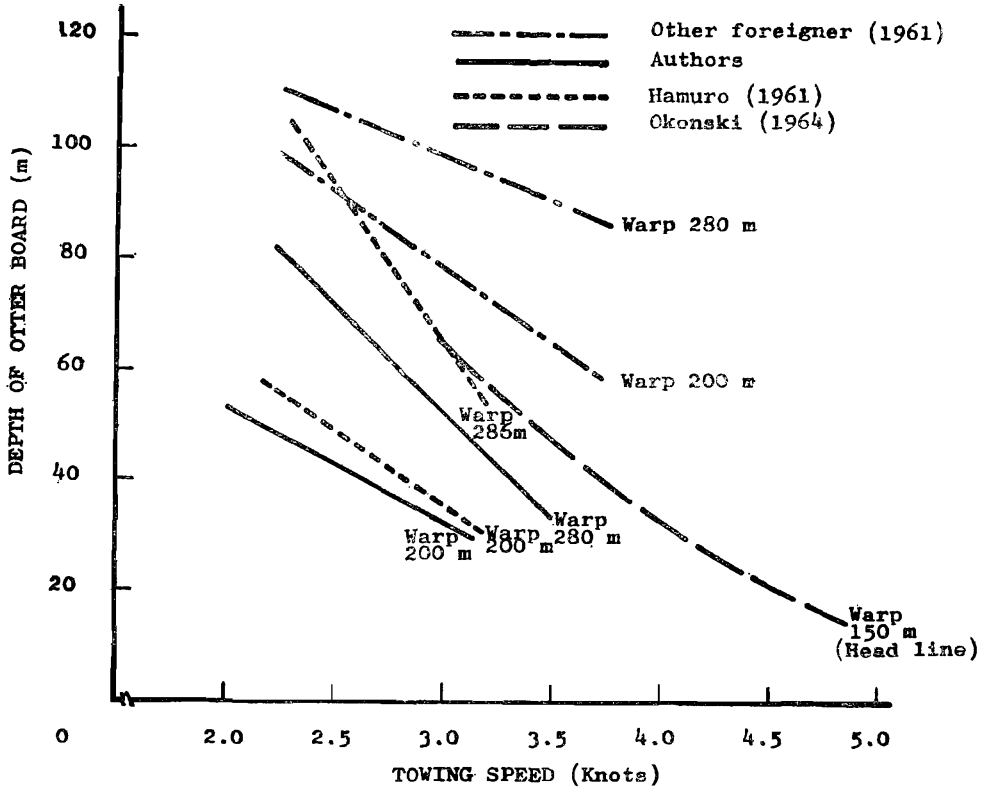



Fig. 2c-4, Comparison in the relation of towing speed and depth of otter board between the trial fishing Gear and foreign fishing Gear.

玆就作用於曳網端的沉降力檢討比較之。今設曳網本身之水中重量，與網具的沉降力比較，極爲微小而得以忽視之。而網具的重量，包含網板及前錘重量，其作用於曳網端的綜合沉降力爲W(kg)，得由如次之近似計算而求之[2]：

$$W = \frac{1}{2} e V^2 \ Crd \ D^2 / L$$

e：水之密度（$=1.05\times10^2$）

V：曳行速度（m/s）

d：曳網之直徑（本試驗網具爲 18mm）

D：爲網板之沉降深度（m）

Cr：曳網之抗力係數（本試驗網具以0.5計算）

L：曳網延伸長度（m）

依上式之計算，作用於曳網端的沉降力，計算結果如表2c-3所示。

Tab, 2c-3 Values of W

| Warp Length | Towing Speed | the Trial Gear | Japanese | U.S.S.R |
|---|---|---|---|---|
| 200m | 3.0Kts | 10.29 | 11.0 | 48 |
| 280m | 3.0Kts | 18.72 | 28.5 | 51.5 |

由上表示知，作用於網具的沉降力，本試驗網具略與日本者相類似，但比俄國略小$\frac{1}{3}$，此說明外國網具，得於較短曳網長度而獲得預期的漁網水深，乃因重量之差異所致之印證。在漁撈作業上，特別是漁捕較深層之魚羣時，若採用較大沉降力之網具，得以較短之曳網長度即可到達。在漁撈的時效上而言，可能較爲有利，實值得吾人借鑑。再以曳網長度每增加10m及曳行速度每增加1Kt時，對網具深度之影響，得由圖表粗略計算比較之，結果分別如表2c-4，2c-5所示。

Tab. 2c-4 Net Depth Varies with Warp length 10m added

| | 2.5Kts | 3.0Kts |
|---|---|---|
| The trial Gear | +3.2m | +2.5m |
| Japan | +4.3m | +3.4m |
| U.S.R.R. | +2.0m | +2.0m |

Tab. 2c-5, Net Depth Varies with towing speed 1Kt increased

| | 200m | 280m |
|---|---|---|
| The trial Gear | 22m | 34m |
| Japan | 20m | 53m |
| U.S.R.R. | 16m | 16m |

依據表2c-4及2c-5所示之數值變動情況而察之，採用潛水板者，如本試驗及日本之情況，及蘇俄採用1,000kg～2,000kg之重錘代替潛水板之方法兩者顯有差異。因變化曳網長度及曳行速度，引致網具深度的變動，可由其變化的比例恒定之情況而推測，大致可以判明採用重錘之方法，對網具之穩定性操作及控制，似有很大之助益。

### (2)曳網的形狀及網口的展開

a 曳網之形狀

曳網在曳行中所呈之形狀，大致有如圖2c-5所示之三種形態，即①曳網向上凸起之形狀，②凹下之懸垂狀，③直線狀等三種形態。根據 Parrish 之報告 (1959)[3]，曳網在曳行中的揚力作用在各部位若不均勻時，即將產生內外側彎曲的現象。曳網的形狀若具彎曲狀態時，網具的拖曳深度，自將與曳網爲直線狀時的狀況有異。故僅以曳網之傾斜角與曳網的長度，推算的網具深度，自難免與實際狀況有出入。爲瞭解本試驗的曳網形狀，今以實測值 (Do)，與上述的曳網長度及曳網傾角推算而得之計算水深值 (Dc)，作比較檢討之。如表 2c-6 所示，表中「+」號代表，Dc> Do，「−」號代表Do>Dc，亦即正號爲計算水深大於實測水深之情形，負號爲實測水深大於計算水深之情況。當Dc大於Do時，曳網的形狀，推測爲凹下之懸垂狀。反之Do大於 Dc 者，即爲曳網爲向上凸起之孤形狀。又兩者爲相等時，則可判定曳網呈直線狀。今以 x 軸取計算水深 (Dc)。y 軸取實測值 (Do)。對角線表示兩者相等之等值線。Do與 Dc 之關係如圖2c-6 所示。由圖得知，大部份的實測值 (Do) 較計算值 (Dc) 稍小。因此從計算而得的網具深度扣除10%左右，當爲實際網具的深度而視之，堪爲實用。

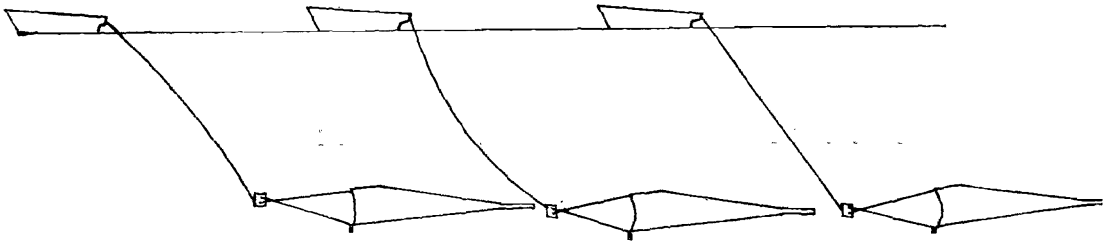


Fig. 2c-5, The sharpas of the warp in towing.

Tab. 2c-6 The differences between the Calculated & measured values

| Warp Length / Dc-Do / o | 80m | 120m | 160m | 200m | 240m | 280m |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 66 | +4.6(14.25) | +0.5( 1.24) | +1.1( 1.80) | −2.0(-2.41) | +3.0( 3.18) | +4.1(14.29) |
| 68 | +4.7(15.58) | +2.3( 5.01) | +4.0( 6.57) | +2.4( 3.10) | −8.7( 9.57) | +5.4( 6.95) |
| 70 | +4.0(15.94) | +3.1( 7.65) | +5.5(10.09) | +4.9( 7.16) | +11.9(14.47) | +8.8( 9.15) |
| 72 | +3.7(15.05) | +3.3( 8.85) | +6.0(12.22) | +6.0( 9.87) | +13.0(17.79) | +8.7(10.08) |
| 74 | +2.8(12.92) | +2.9( 8.69) | +5.6(12.69) | +6.0(10.92) | +13.1(19.72) | +8.7( 9.55) |
| 76 | +1.8( 9.05) | +1.9( 6.64) | +4.5(11.64) | +3.9(10.29) | +11.6(20.08) | +7.4( 7.13) |
| 78 | +0.6( 3.20) | +0.6( 2.20) | +2.8( 8.31) | +3.1( 7.41) | +9.2(18.43) | +4.9( 2.60) |
| 80 | −0.9(-6.57) | −1.2(-5.61) | +0.6( 2.76) | +0.4( 1.21) | +5.8(13.83) | −2.7(-5.54) |
| Average 平 均 | 2.7m(3.4%) | 1.7m(1.4%) | 3.8m(2.4%) | 3.1m(1.6%) | 5.7m(2.4%) | 5.7m(2.0%) |

Dc; Calculated depth of otter board as the warp were straight

Do; Observed depth of otter board.

The values in the parentheses indicates the shrinkage of the warp.

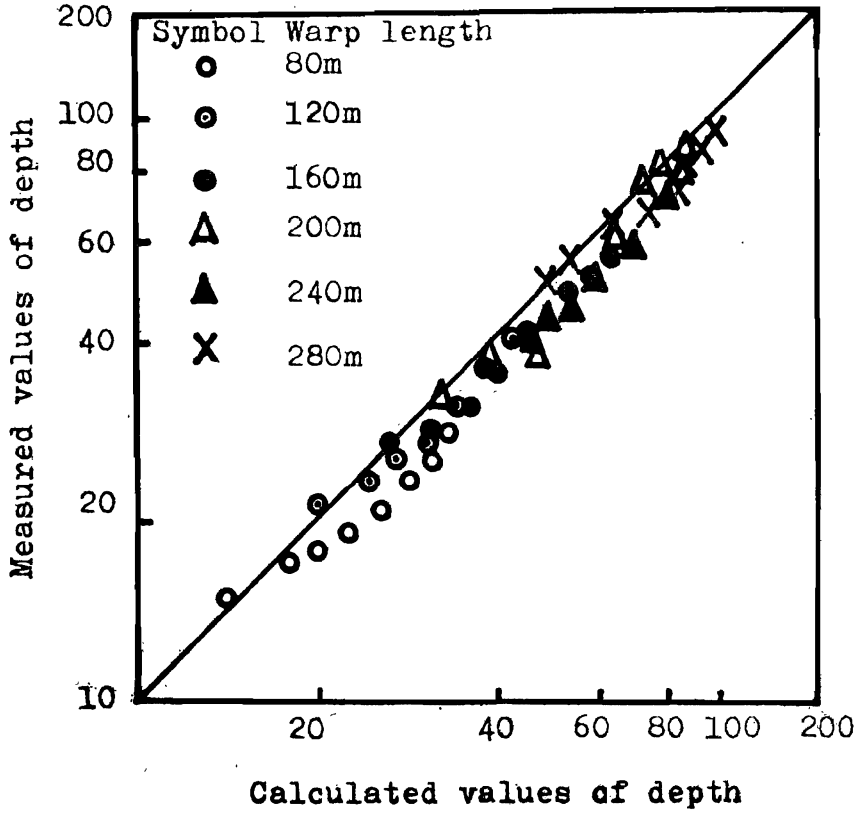



Fig. 2c-6 . Comparison of working depth between the observed and calculated values

b 網口的垂直展開

網口高度因曳行速度之不同而變之傾向，如圖 2c-7 所示。該傾向與前報之模型試驗結果相同。低於 2.5Kts 曳行速度的範圍內，網口的高度隨曳行速度的增加顯有急劇減低的趨勢，但超過 2.5kts以上時網口高度的低減逐漸趨於緩慢而有恒定之傾向。同樣網口的高度，不因曳網長短而變。今網口高度與曳行速度分別以 H,V 示之，在 1.75Kts～3.21Kts 的曳行速度範圍內，試驗結果，兩者之相關大致可以如次之關係式表示之。

$$H=16.34-2.32V \qquad (H:\ m,\ V:\ Kst)$$

c 網口的水平展開

在 Takayma 等之底拖網具的實驗報告中指出[4]，曳網的長度爲漁場水深的3.5倍時，網板的展開性能最爲良好。而中層拖網作業，只要網板的重心調整適宜，則其展開效果並不受曳網長短的影響云[1]。通常網板的展開狀態得由兩曳網在船上的交角大小判明之。本試驗的結果如圖2c-8 所

示。曳網的展開角，因曳速之增加而增大的趨向，在某一範圍內頗爲明顯。但曳網的長度超過200m時，角度的展開變化則不甚明顯，此推想曳網長度過長時，曳網因重量關係，將呈彎曲狀，及鬆緊度變化加劇兩曳網交角的變動微小不易察覺所致。

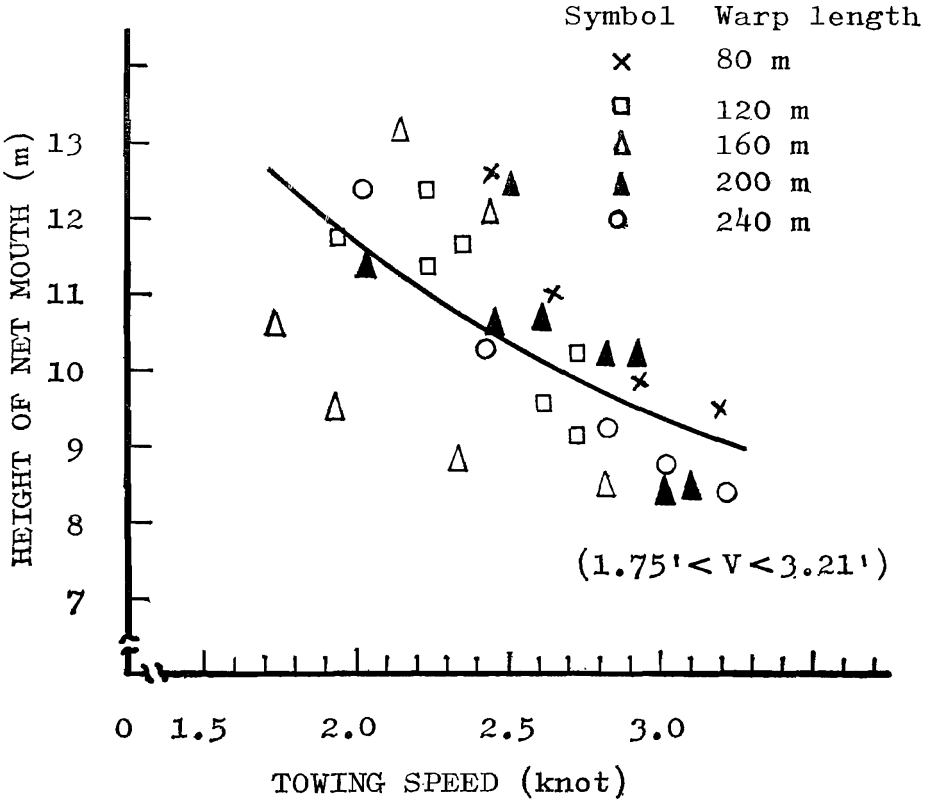



Fig. 2c-7 Relation between the height of net mouth and towing speed.

### (3) 網具的抵抗與網具規模的檢討

本網具的抵抗（R）與曳行速度（V）之關係，實驗結果兩者關係得以下列之近似式表示之：

$$R = 0.762V^{1.3} \qquad (R: \text{Ton},\ V: \text{Knot})$$

網具的抵抗因與網具的規模有增減比例關係，而網具的曳行抵抗又與漁船的曳行力，亦即船主機馬力大小有密切關係，因此網具規模的選擇，必需配合漁船之馬力大小而設計，乃是理所當然。

從本省底拖網漁船的主機馬力數與網具的設計研究報告中[5]，獲知拖網漁船的曳網力，約爲主機馬力數的16%。而本試驗用網具，係爲300馬力～400馬力的漁船使用而設計者，今按曳網力爲馬力數的16%計算，則300～400馬力擁有的曳網馬力數，在 2.5Kts～3.0Kts 的一般作業速度的範圍內，曳網馬力約爲2.7～3.5噸。而本試驗網具的抵抗，在上述曳行速度範圍內，計測結果爲 2.8噸～3.3噸。兩者堪爲相符一致，由此結果可以印證本網具的設計合乎實用。（參照圖 2c-9）

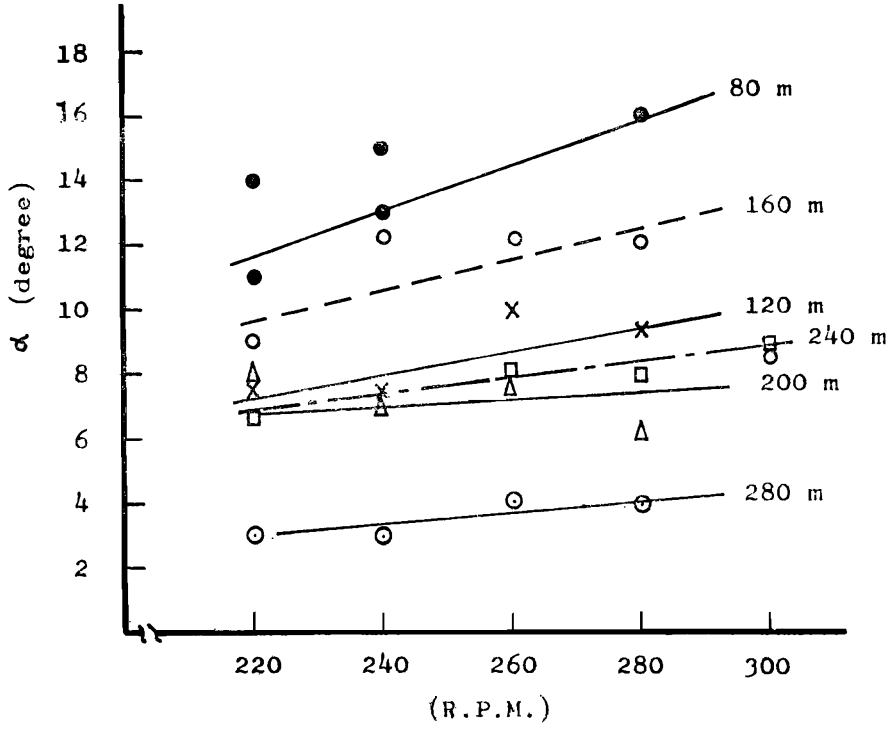



Fig. 2c-8, Relation between the developing angle ($\alpha$) and R.P.M. in different warp lengthes.

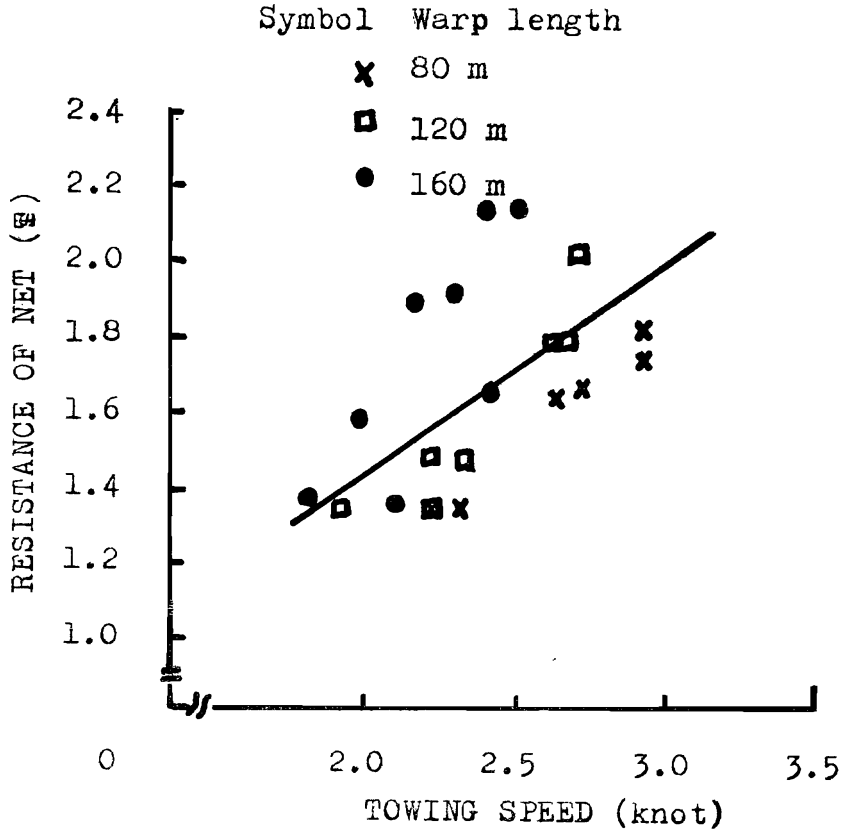



Fig.2c-9, Variation in drag force of net body according to the towing speed

## 4. 摘　　要

(1)本試驗用網板，因重量不足，故網具的深度，應需配合的曳網長度，似較模型試驗者較大，估計約增加14%。

(2)爲促進網具沉降效果及保持網具在曳行中的穩定性，獲知採用前錘之方法，遠較採用潛水板者爲優。

(3)曳網長度每增加 10m 及曳行速度每增加 1 Kt 時，對網具之浮沉影響，前者增加深度平均爲 3 m，後者約上浮達23m。

(4)網具的沉降力較大者，得以較短之曳網長度卽可獲致所需之漁撈水深，因此使用較重網具者在爭取漁撈的時效上，似較有利。

(5)網具之浮沉因曳網之形狀如何而殊異。採用曳網傾角與放出曳網長度而推算之網具水深，較實測者大致增加10%。

(6)網口高度在2.0～3.0Kts的拖行速度範圍內，計測結果平均爲10.6m。與原估計者11m～12m。堪稱相符但水平的展開，本型網板並未獲得滿意的效果。

(7)確認本網具的設計適合400馬力漁船使用。

## 5. 參考文獻

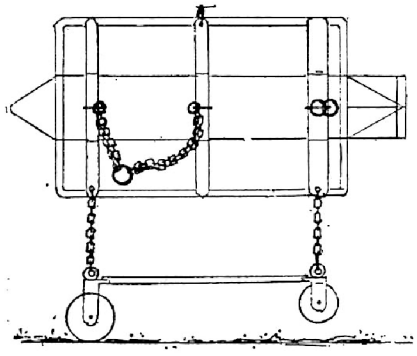

(1) 和田光太(1973). 特殊漁法，實用トロール漁法，成山堂書店，東京，187-199

(2) HAMURO O.Y.(1961). Study on the midwater trawling fishing gear and their telemeters, Science Report 3, 87-94.

(3) PARRISH B.B. (1959). Midwater trawls and their operation. In: Fishing gear of the world, 1, 333～346.

(4) 高山重嶺，小山武夫(1961). トロールに關する研究Ⅳ，オーターボード傾斜角度計の試作實驗結果について，東海水研報告第30號，37-45.

(5) 周耀然(1975). 單船拖網具的設計，漁業技術指導叢書第22號，農林廳漁業局印，1-61。



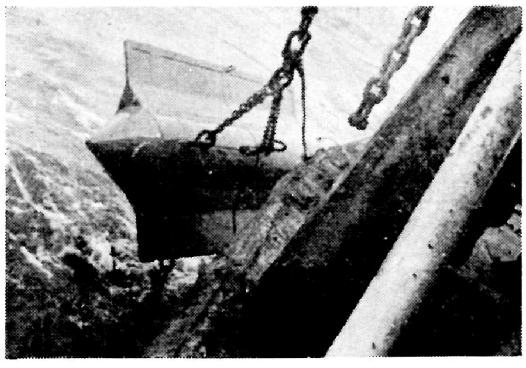


Plate 1 Stabilize diverting depressor

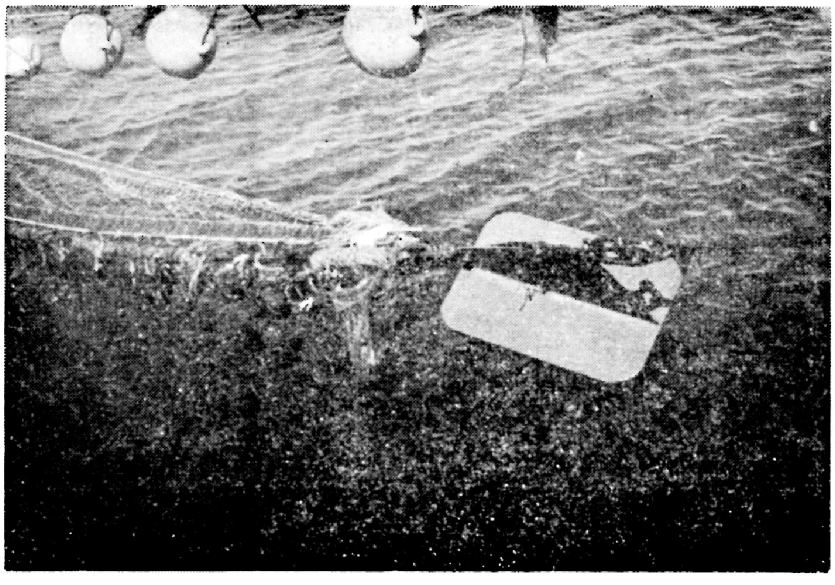


Plate 2 Depressor of Larsson

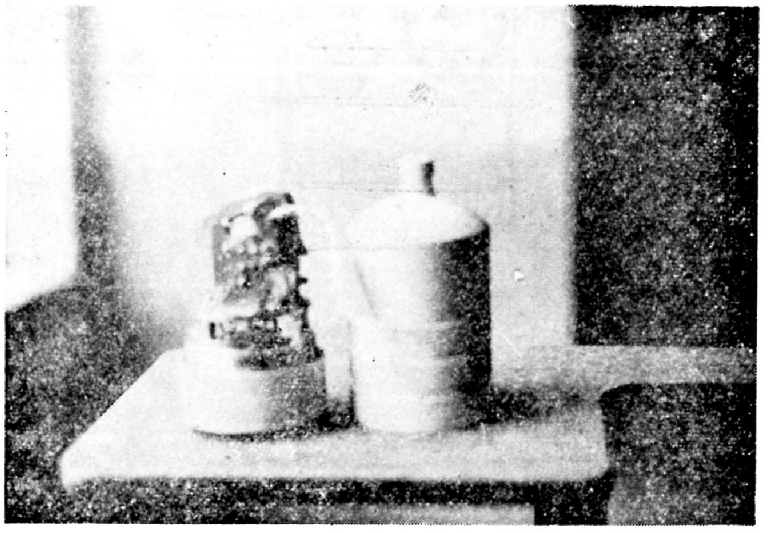


Plate 3 Self-recording depth meter

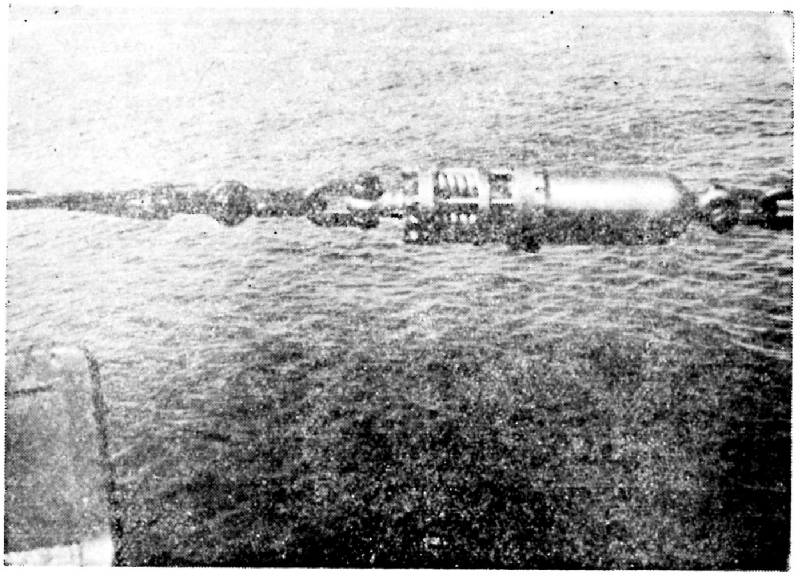
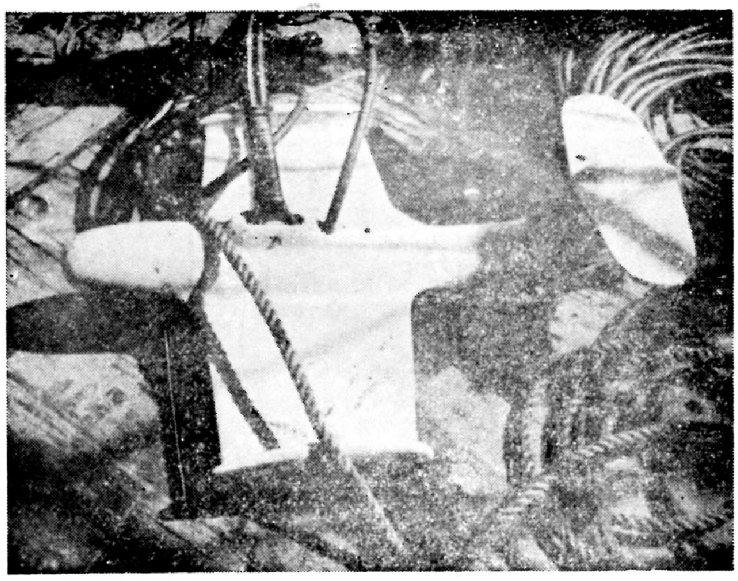


Plate 4 Self-recording Tension meter



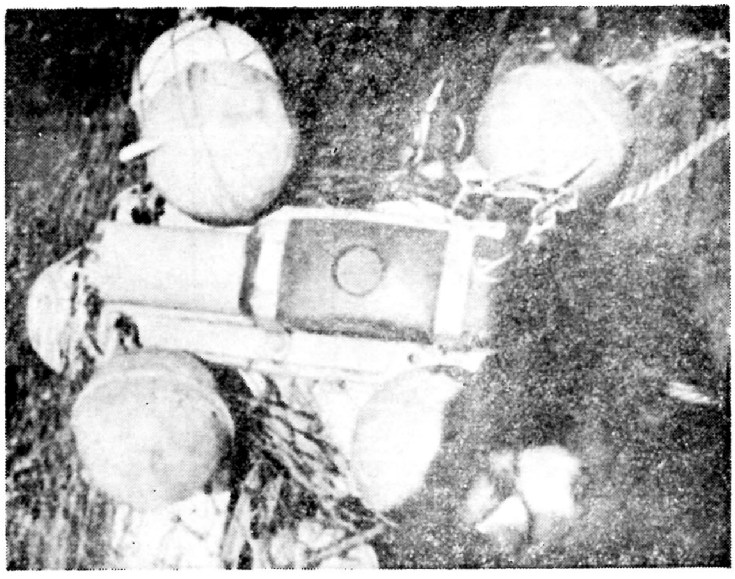
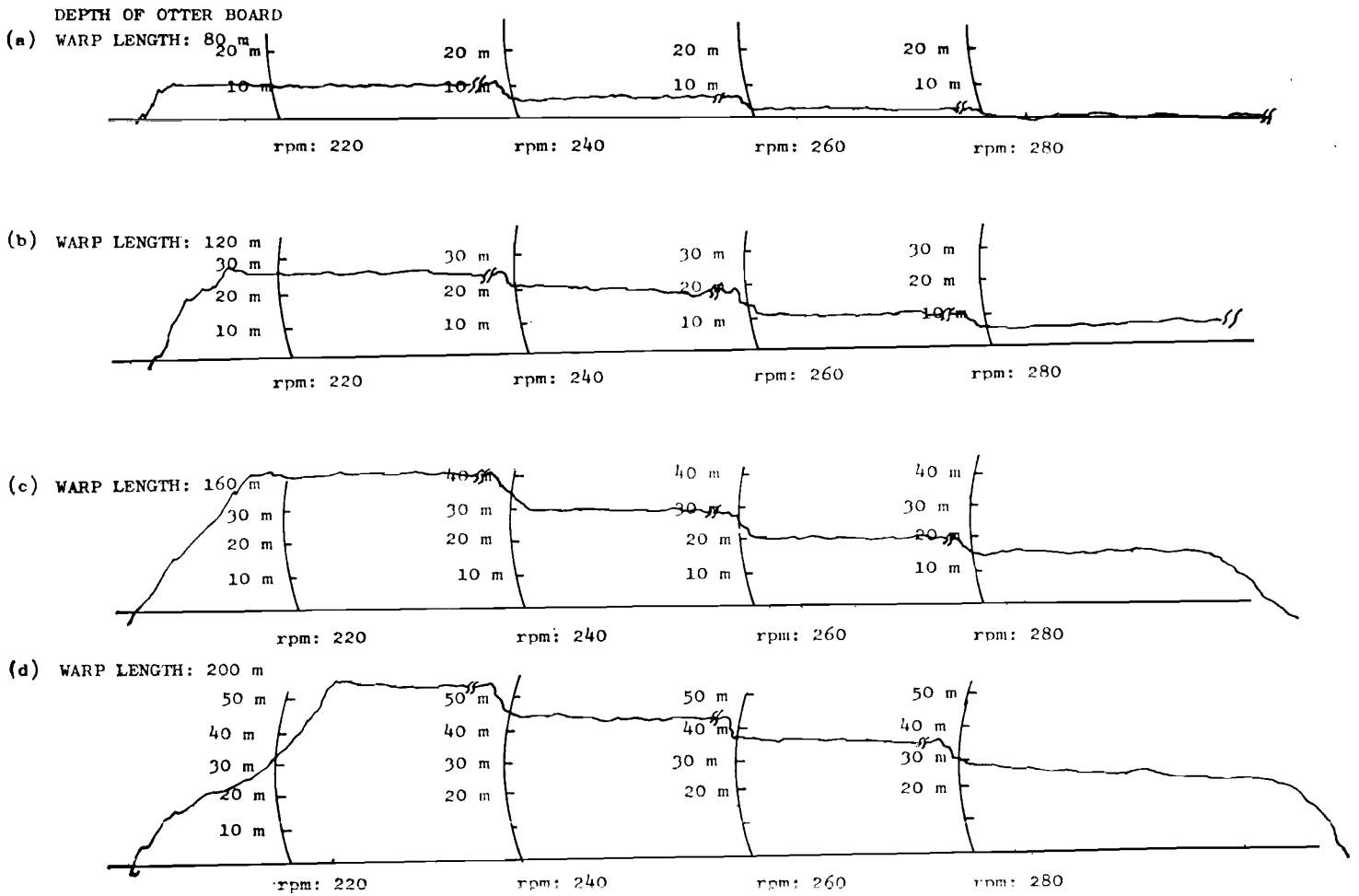


Plate5 Net-recorder (a; Receiver, b; Transmitter)


DEPTH OF OTTER BOARD
(a) WARP LENGTH: 80 m
20 m
10 m
rpm: 220
rpm: 240
rpm: 260
rpm: 280
(b) WARP LENGTH: 120 m
30 m
20 m
10 m
(c) WARP LENGTH: 160 m
40 m
30 m
20 m
10 m
(d) WARP LENGTH: 200 m
50 m
40 m
30 m
20 m
10 m

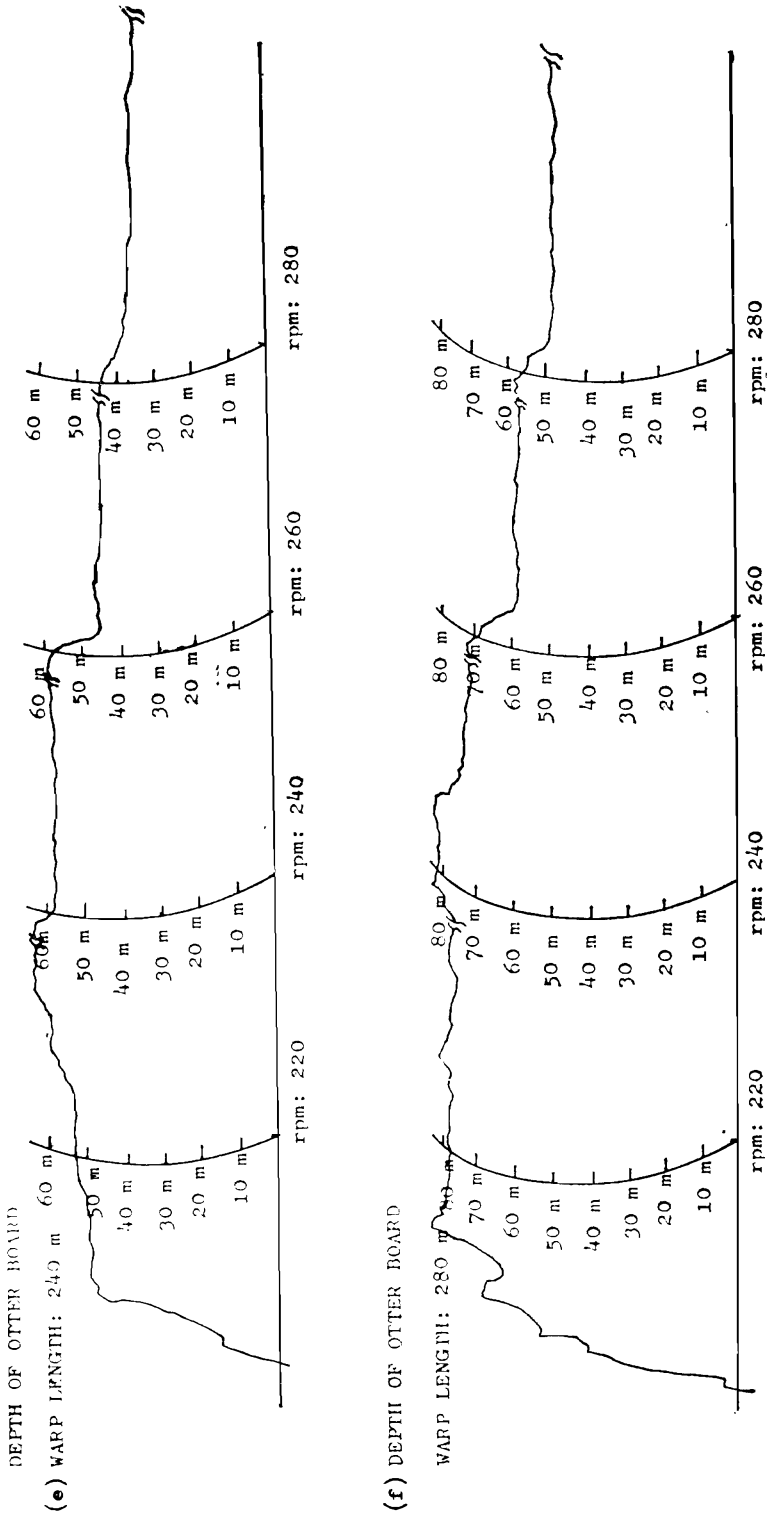
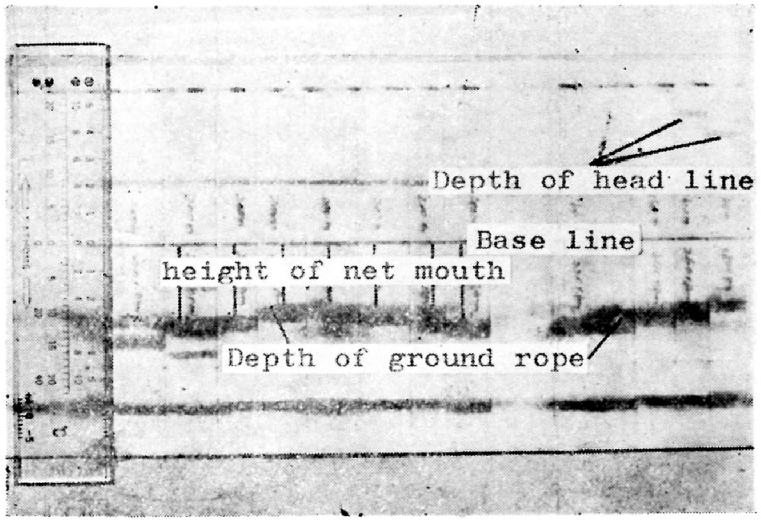



Plate 6 Variation in depth of the otter board (by depth meter)



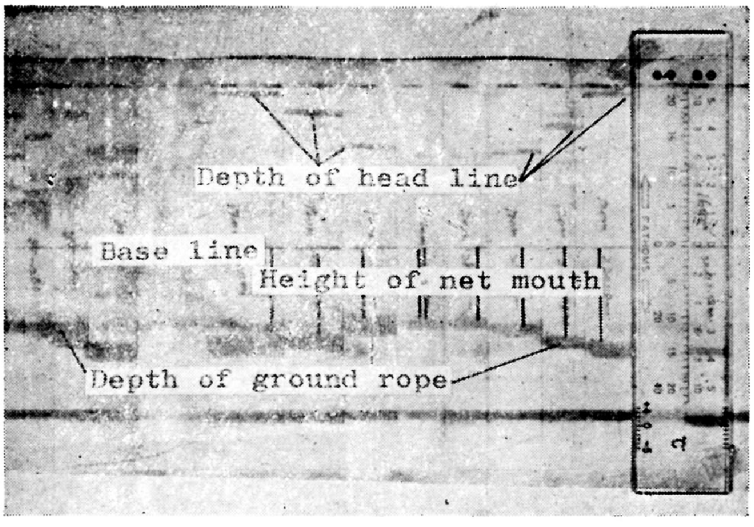




Plate 8 Variation in depth of Head line (by net recorder)

## （二） 300噸以上大型網具的漁具漁法試驗

### 1. 前　　言

由前報實際網具的操作試驗結果，證實了網具模型的試驗結果，頗具實用可靠，並獲知本網具的設計，不只合適本省一般拖網漁船使用，且確認本漁具漁法，導進本省推廣發展在技術上並無多大的困難，而漁船上原有設備亦無需作大幅度的更改即可應用。經由前報實際網具的試驗結果，獲知尚有幾項技術問題有待進一步檢討與證實。

爲進一步把握實際網具之特性及確立該項網具之操作技術，依據中型網具實驗結果的經驗與啓示，筆者設計製作適於1000～1500馬力使用之大型網具一套，使用經濟部漁業幹部訓練中心所屬之訓練船「漁訓一號」500噸，1,200HP，於民國65年4月在臺灣海峽北部水域作17天計60網次的漁撈作業實驗。

### 2. 試驗材料與方法

(1)試驗船：總噸位517噸，全長45.6m，寬8.8m，深4.4m，吃水3.4m，主機爲1,200HP×720 R.P.M/290R.P.M航行速率11Kts.。(2d-1(a))

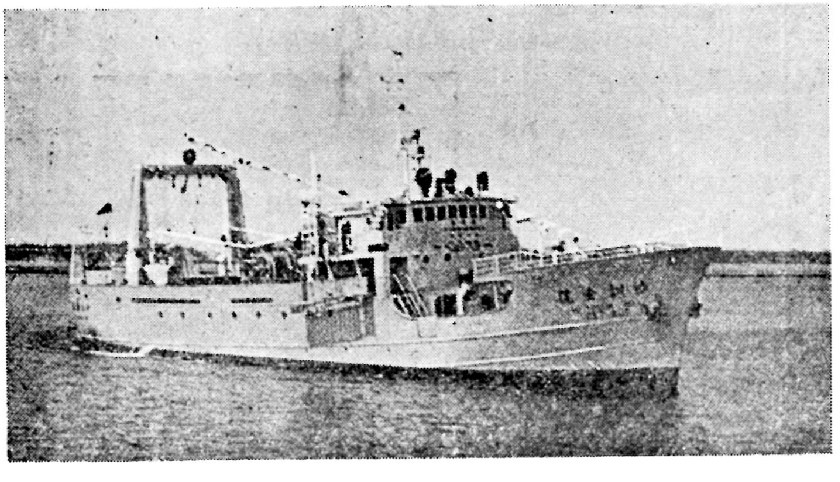


Fig. 2d-1(a) Experimental Vessel

(2)網具：網地材料爲P.E 線 380d/54～60 構成，網具全長 78.56m，寬 45.5m，(Stretched length)，計由上、下、左、右四片縫合而成，圖2d-1b所示者爲其一片之構造平面圖。

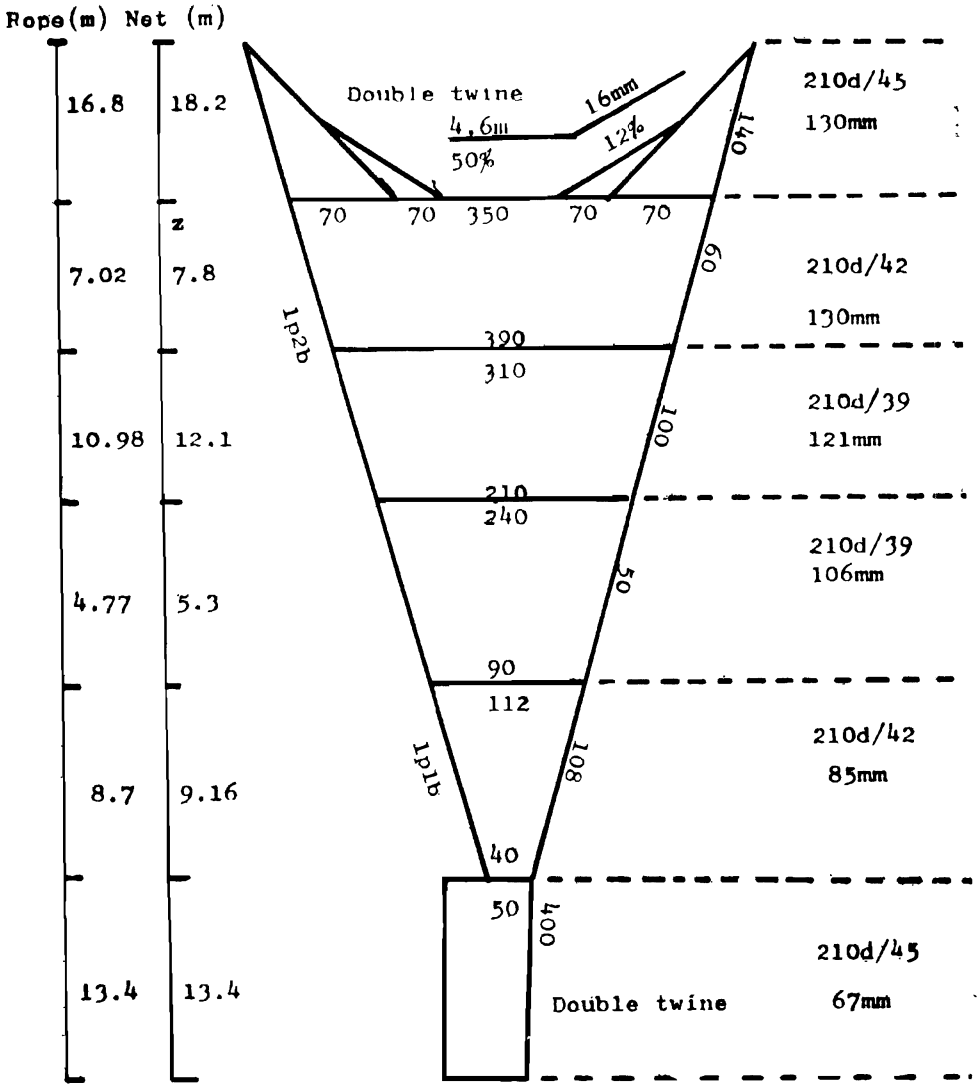



Fig. 2d-1(b) Structure of large type mid-water trawl net used in this experiments.

(3)網板（Otter board）：爲縱式網板，長1.4m高2.8m，每塊重1,000kg，如圖2d-2所示。

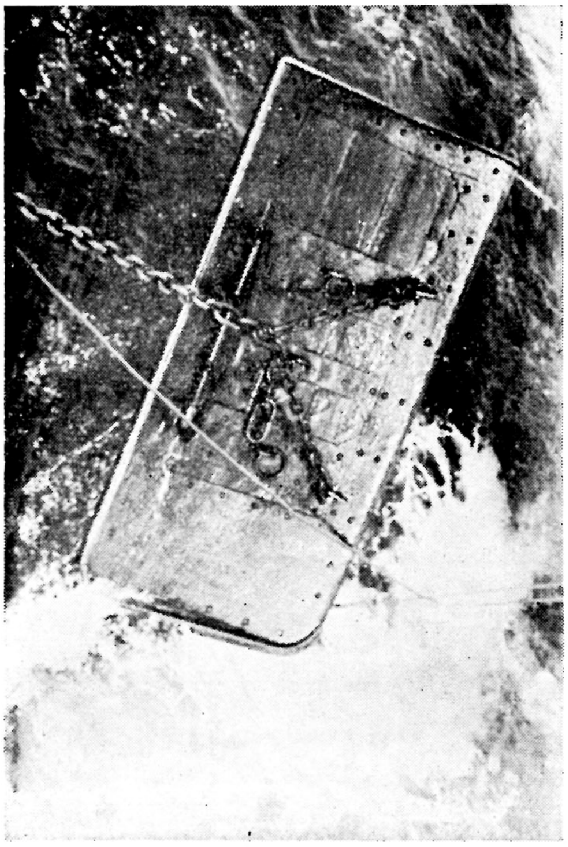


Fig 2d-2 Otter boord used in this experiment.

(4)網索類：力網(Man Rope)，直徑14mm，長 74.56m ，計 4 條，分別結縛於四片網地縫合處，浮，沉網均爲直徑17mm之網索，長36.6m，手網爲網索，上手網採用直徑爲15mm，長100m，下手網直徑18mm，長101m。

(5)浮、沉力：浮子使用70個每個直徑爲240mm，浮力5.4kg，總浮力計爲376kg；沉網以直徑60mm之馬尼拉麻繩纏繞而成，總重爲 200kg。另附鏈條40kg ，在操作中於兩袖端分別懸吊50kg或100kg前錘。

(6)自記式水深儀（Self-recording depth meter）：係採用日本柳計器株式會社所製者，記錄水深範圍爲0～250m，水中重量爲0.5kg。連續自動記錄可達20小時。

試驗中將水深儀分別結附於浮子網，沉子網之中央處及網板上端以及囊網端之上緣部位，以便調查在不同曳行速度與曳網長度下，分別測定各部位之浮沉運動狀況。

試驗海區之選定，係根據63年度拖網漁獲統計年報[1] 中，選擇所載較佳之海區作爲試驗水域，試驗之航跡如圖2d-3所示。

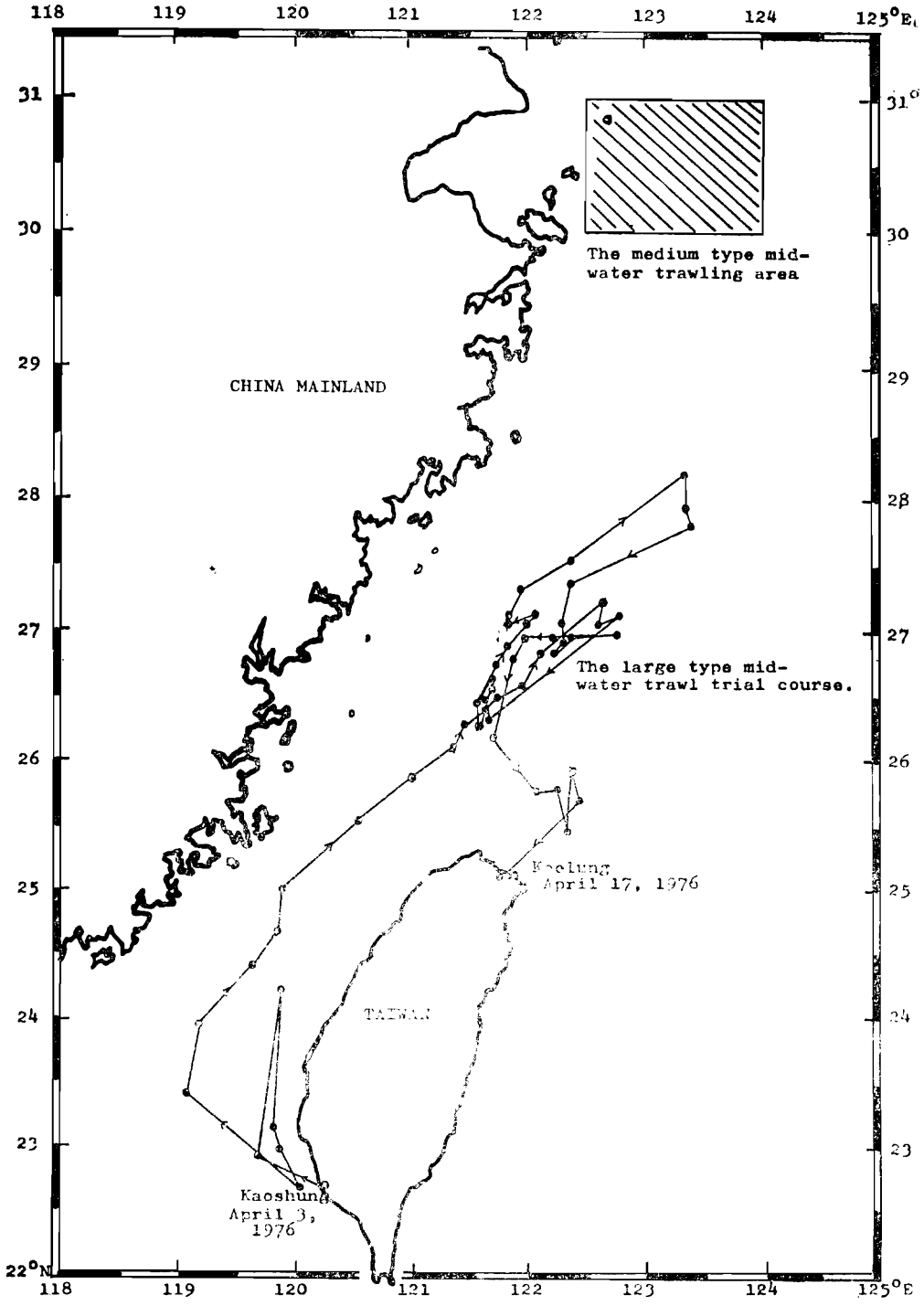



Fig 2d-3 Map of trawling area.

## 3. 結束與討論

### (1) 曳網長度及曳行速度與網具操作水深之關係：

網具水深係以網板在水中深度爲準[2-5]。網板之深度隨著曳行速度之增加而呈直線遞減的趨勢，如圖2d-4所示。

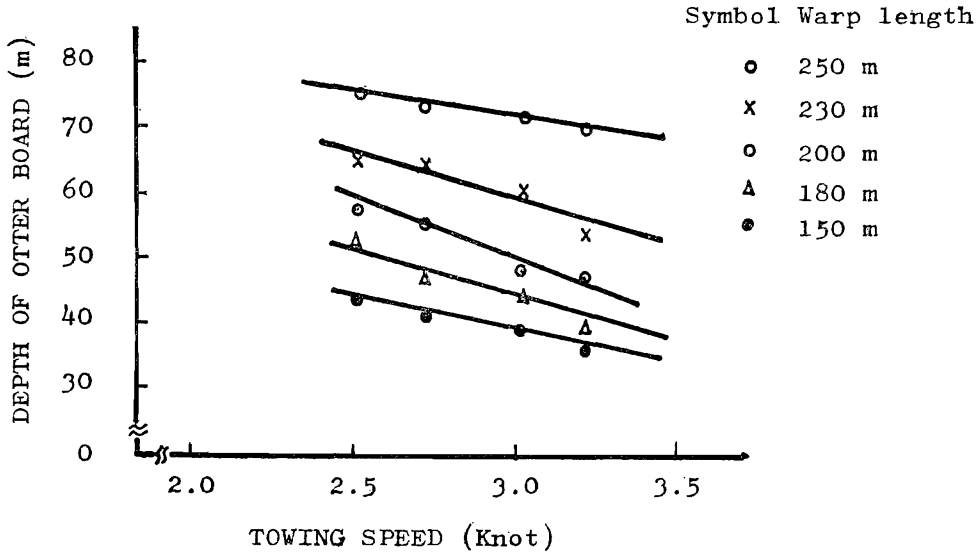



Fig 2d-4 Relationship between the depth of otter board & the towing speed.

其變動傾向與中型網具之試驗結果相似，唯前者之變動幅度稍爲緩慢且較具規則性。此或許本網具採用較重網板，故網具之浮沉運動，因水面船隻的不規則運動，受到影響較小所致[6]。

網板之沉降深度與所延放的曳網長度比，因曳行速度之高低而變之幅度，較延放曳網之長短而變者爲大。例如在 2.5Kts, 曳網長度爲 250m時，網板所達水深約爲曳網長度之31%，200m者爲30%，150m者爲30%，平均網板之深度與曳網長度之比爲 1/3.0。而在3.0Kts時，250m者爲30%，200m者爲25%，150m者則爲 26%，平均約爲 1/3.7。亦即曳行速度愈高，爲達同一深度所需延放之曳網長度愈長，反之愈短。在 2.5Kts～3.0Kts 曳行速度之範圍內，網板所達之水深約爲所延放曳網長度之25%～30%。前報中型網具的實驗結果，在同一條件下，網板所達之水深僅爲所延放曳網長度之20%左右而已。此可能爲網具重量的差異引致的結果。玆將本試驗的結果，與前報中型網具及日本的試驗結果，列示於表2d-1，以資比較。

Tab. 2d-1, Estimates of the ratio of otter board depth to warp length.

| Gear type / Warp length / Towing speed | Present experiment | | Previous experiment | | Hamuro[2] | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 200m | 250m | 200m | 280m | 200m | 280m |
| 2.5Kts. | 1/3.3 | 1/3.3 | 1/4.4 | 1/3.7 | 1/4.2 | 1/3.0 |
| 3.0Kts. | 1/4 | 1/3.5 | 1/6 | 1/5.3 | 1/4.4 | 1/4.3 |

Tab. 2d-2 Estimates of sinking force (Wkg)

| Type / Warp Length (m) | Previous experiment (Medium) | Present experiment (Large) | Hamurs |
|---|---|---|---|
| 200 | 10.3 | 19.1 | 19.1 |
| 250 | — | 26.6 | — |
| 280 | 18.7 | — | 28.5 |

由上表數據比較得知，本型網具之沉降效果俱佳，此實是本大型網具，諸如前述採用重一噸重之網板所致。今再以曳網端之沉降力計算比較察之，結果如表2d-2所示。

由上面之比較獲知，影響網具的沉降效果，網具之重量實扮演極爲重要的角色。恰如前節所述，網具之重量大小對漁撈作業之效率有甚大之助益，得從本實驗的結果獲致充分的佐證。

### (2) 曳行中之曳網形態

影響網板的沉降深度，除了網具本身之沉降力，曳行速度及曳網長度等因素外，如前述與曳行中之曳網形態亦有密切之關係。因此瞭解曳網在曳行中所呈之形態，爲解明網具浮沉的重要因素之一，爲此將結附網板上端之水深儀實測而得的網具水深，與從曳網長度及其傾斜角計算所得之計算水深，作一比較，結果如圖2d-5所示。

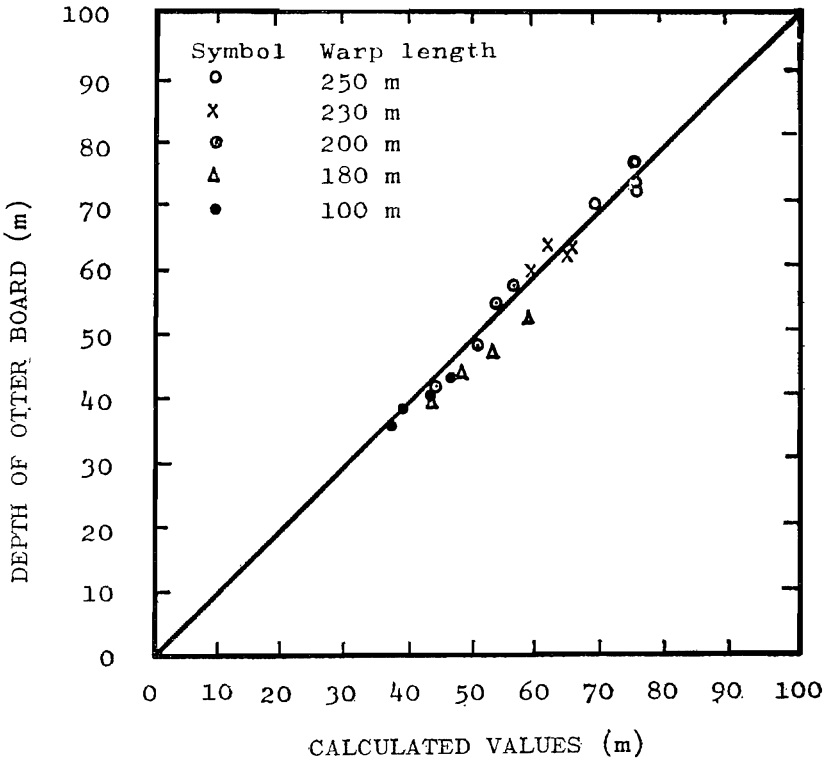



Fig. 2d-5 Comparison of the working depths between calculated values & experimental values.

除了曳網長爲180m的情況，網板水深之實測值較計算值稍爲浮淺外，其他之實測值與計算值，兩者堪稱相符一致。據此得知本試驗之曳網在曳行中之形狀，大致上得以直線狀視之。因此只要船端之曳網傾斜角能精確量得，則由曳網長度而估計得之網板曳行深度，頗合乎實用。

### (3) 漁網與網板深度之比較

爲瞭解網板與網身在作業中的相對位置，今就以網板中心之水深記錄，及網身上端之水深計測結果，比較探究之。圖 2d-6 所示者，爲浮子網中央端的深度，其因曳行速度之增高而呈直線遞減之趨向與前試驗結果同。今以曳行中之網口垂直展關，平均爲18m 估計之（如圖2d-11），則網具中心推想將在浮子網下方 9 m深處。據圖 2d-6 所示，分別計算網具的中心深度 及將網板的中心深度記錄綜合比較之，結果示於圖2d-7。

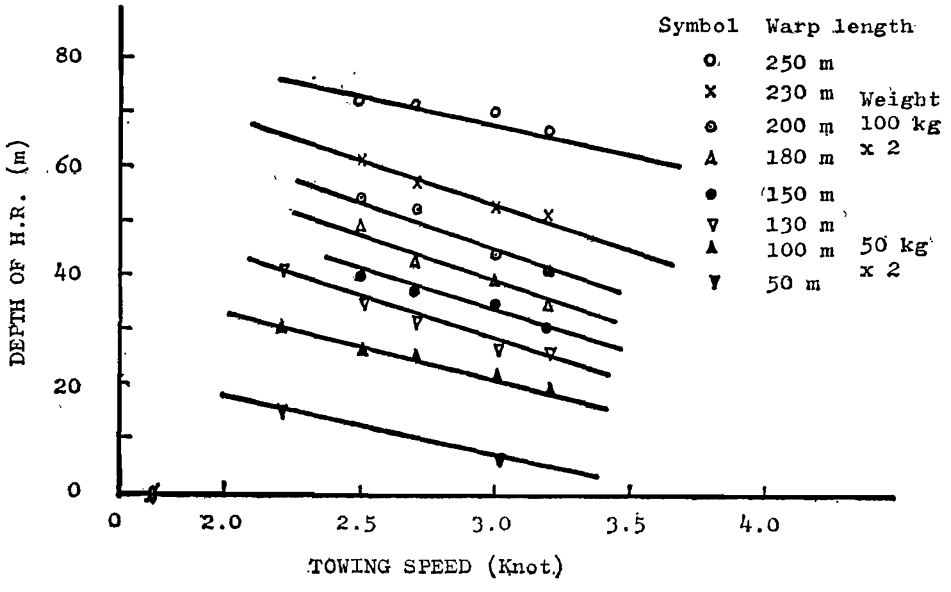



Fig 2d-6 Relationships between the depths of head rope & towing speed in defferent warps.

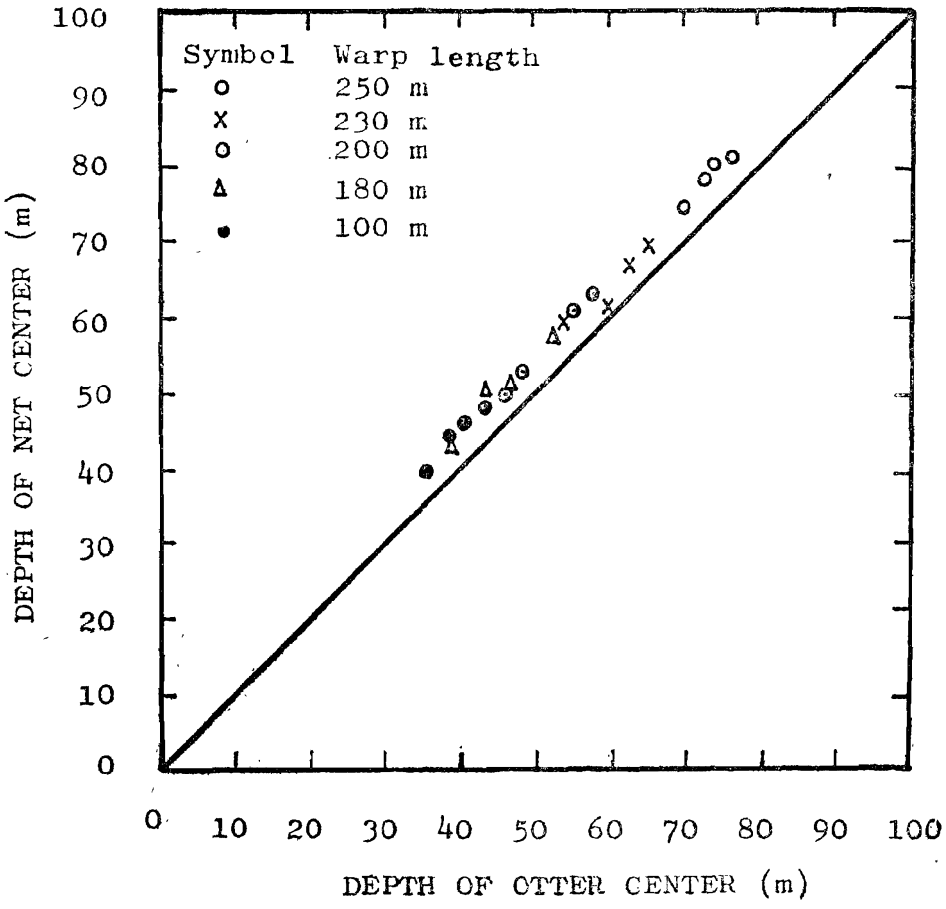



Fig 2d-7. Relationships between the depths of the otter board center & of the net center.

由圖示得知，網板的中心位置，約距浮子網6.5m～7.5m的下方位置，今設網具的中心爲距浮子網9 m下方計算，則網板的中心位置與網身的中心位置約相差1.5～2.5m，由此可知在作業中的網具，兩者的中心相對位置大致堪稱一致。

### (4) 海況與漁網水深

圖2d-8所示者係在同一廻轉速 (R.P.M) 的曳行速度下，因順逆風潮(風力 4 ～ 5 級)之不同，網具之曳行水深相異的實例 。 主機輸出馬力因拖網作業時之海況不同，約有10～15%之損失[7,8]，本網具之實驗結果，今以虛線代表逆風曳網狀況，實線表示順風曳網之情況，兩者的網具水深，逆風者較順風者約增加10%左右。該增減之原因，得認爲因海況不同引致曳網馬力的差異所致，亦即曳行速度不同的結果。故在實際操作中，網具操作水深之估計，海況條件務必列入考慮之因素。

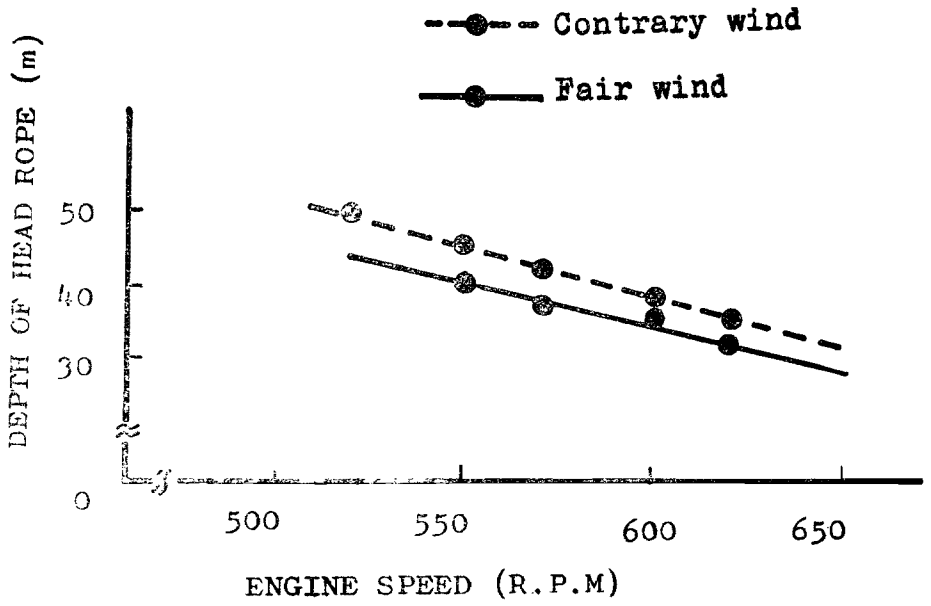



Fig 2d-8 Comparison of the net depths obtained under fair and contrary wind condition.

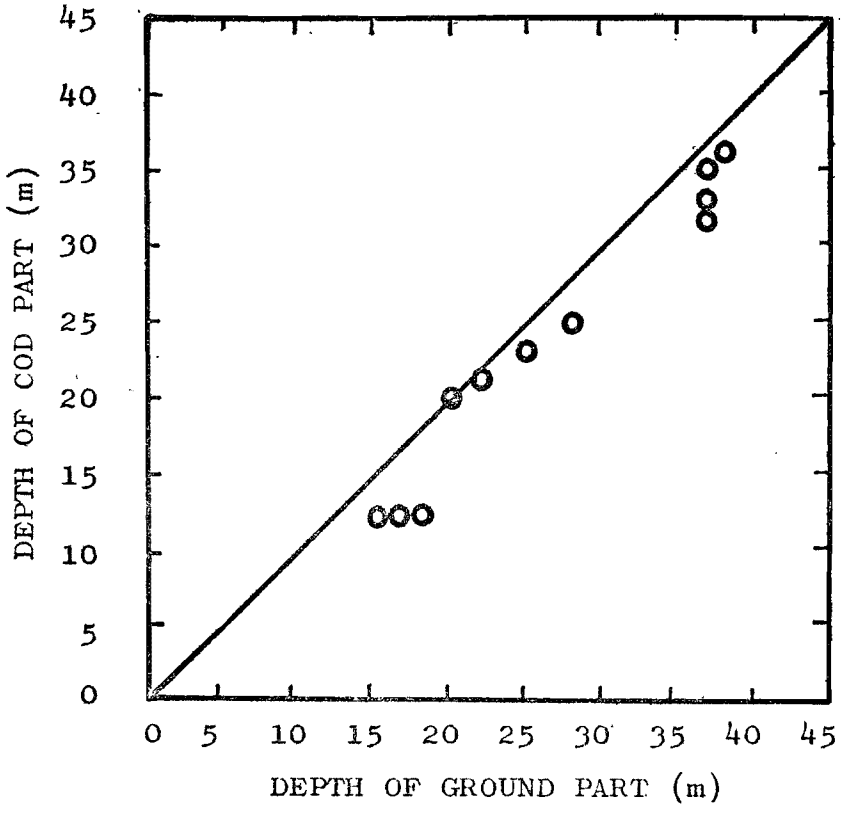



Fig 2d-9 Relation between the depth of cod and that of ground rope.

### (5) 袋網之位羅

按本網具在一般作業（2.5Kts～3.0Kts）的曳行中，網口的實測高度約爲16～19m（參照 2d-11），據此而估計網具之中心線約位於沉子綱上方 8～9.5m 處。但實測之袋網深度約高於沉子綱 5 m之範圍內上下變動，亦即袋網在網中心線下約 3～4 m。據此得知袋網之位置在曳行中並未與網身中心線呈一致而顯有垂下之趨向。（如圖 2d-9 所示）。連結於袋網之水深儀水中重量爲 0.48kg，其在 2.5～3.0Kts 的拖曳速度下，水深儀的揚力作用，推測足夠抵消其重力作用，因此袋網下垂之現象，可以斷定受水深儀之重量影響頗微。

### (6) 網具之水平與垂直展開

曳行中之曳網形狀如上述，大致上可以直線狀視之。因此兩袖端之間隔（d）與網板之展開距離（D）之關係，得由如次之近似式推算之。

$$\frac{d}{D}=\frac{d}{2Lw\ \sin\frac{\theta}{2}+b}=\frac{Ln}{Ls+Ln}\doteqdot 0.35$$

設Lw爲曳網長度；$\theta$爲曳網與船龍骨線之夾角；b 爲船尾兩滑輪之中心間隔（4 m）；Ln爲網身長（54.9m）；Ls爲手綱長（101m）；據此計算得知本網具的兩袖端間隔約占網板展開距離的35%。網板的展開力（L）愈大；則網板的展開距(D)自將成比例增加，同樣網板的展開力（L）與曳行速度(V)亦有比例關係（$L=KV^2$）。故網板的展開距離，自亦將因曳速而變，其理甚明。通常在船上量測網板的展開距離，係以曳網的交角 $\theta$ 爲準據。今設在同一曳行速度下因展開力不變，故曳網之交角 $\theta$ 當不致有異，則網板或兩袖端的展開距（d）爲：

$$d=D\times 0.35=D\times 2Lw\ \sin\frac{\theta}{2}\ ,+b$$

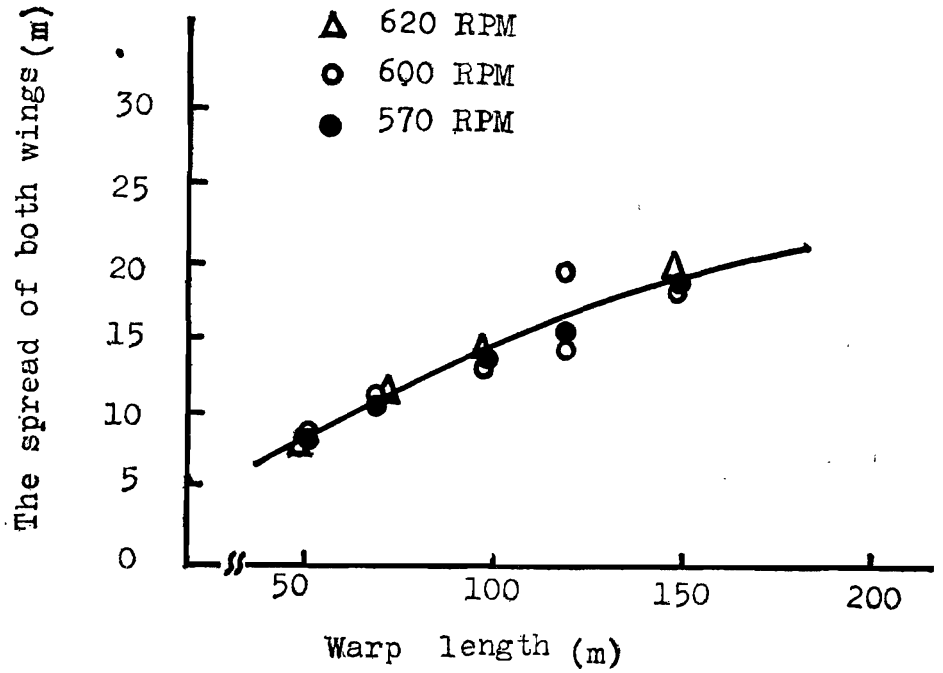



Fig 2d-10 Relationship between the spread of both wing and warp length.

亦即兩袖間距僅依曳網長度之不同而變而已。本實驗結果如圖 2d-10 所示。由圖知兩袖的間距，因曳網長度之增加而擴增，但曳網增加之幅度相應兩袖展開的幅度兩者似並不相稱，例如，以曳網長度 50m,100m, 150m 之情況計算之，兩袖展開度（d）對曳網長度（Lw）之比（d/Lw），計算結果分別爲0.2, 0.4, 0.12, 亦卽 50～100m 之範圍內，兩袖的展開，尙與曳網長度例增加的趨向，但超過100m 後，d/Lw 值反而有低減現象，顯示曳網超過 100m 以上時，網板的展開效果有低減之趨向。

按本網具之設計，兩軸端的最大寬度約爲30m，由圖2d-10得知，曳網在50～150m之範圍內，兩袖端之實際展開度，僅爲原設計估計值（30m）之38～52%而已。故本網具在水平展開方面並不理想。爲適應本型網具，網板之展開力似有加强或作重新調整的必要。

網口的高度與曳行速度之關係試驗的結果，如圖 2d-11 所示。網口高度隨曳行速度之增加而呈遞減之趨勢，與一般底拖網之情形大致相同，但曳網之長短對網口之高度展開並無影響的跡象，與筆者以往一連串的試驗及 Okonski[9] 之試驗結果相符。

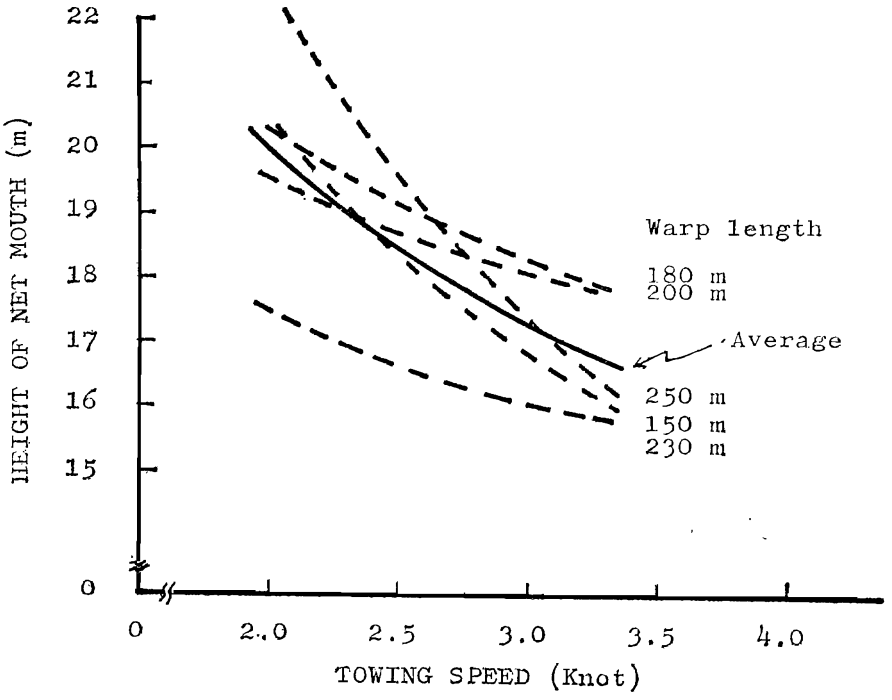



Fig 2d-11 Relationship between the height of net mouth and towing speed.

網口高度（H）與曳行速度（V）試驗結果兩者約呈下式之關係：

$$H=25.6V^{-\frac{1}{3}}$$

網口高度隨曳行速度而變之幅度與 Miyazaki[10] 之試驗結果相似。本網具之網口高度在2.5～3.0 Kts 之一般作業曳行速度下，平均爲18m，其達原設計所預期（22.5m）的80%。從本網具之網口高度設計尺寸算之，恰爲前報之中型網具的 2 倍大。而曳行中之網口的平均高度，大型者較中型網具約增加1.75倍大，由此得知，網口規模的增加對網口高度的擴增，亦有成比例增加之傾向。

### (7) 手網長短及前錘重量與網口的展開關係

爲解明前錘重量及手網 (Sweep Line) 的長短對網口的展開有無影響，今以 100kg 及 50kg 之前錘分別結附於下袖端前，並各別採用100m及 30m 的不同手網長度，進行網口展開之比較試驗，結果得之如圖 2d-12 所示。圖中之空心圓記號表示採用100kg前錘之情形，叉號表示用50kg 前錘之結果，三角形代表手網長30m時之狀況。綜合其結果獲知，同一手網而前錘分別採用100kg與50kg 不同時，網口的展開試驗結果，前者比後者爲優，雖兩者的差距不大，但可以判明前錘之大小對網口的展開確有實質的影響。再以手網長爲30m與 100m 之情況比較之，結果兩者的差距顯著。顯然手網的長度與網具的展開有密切關係，是不容忽視的。

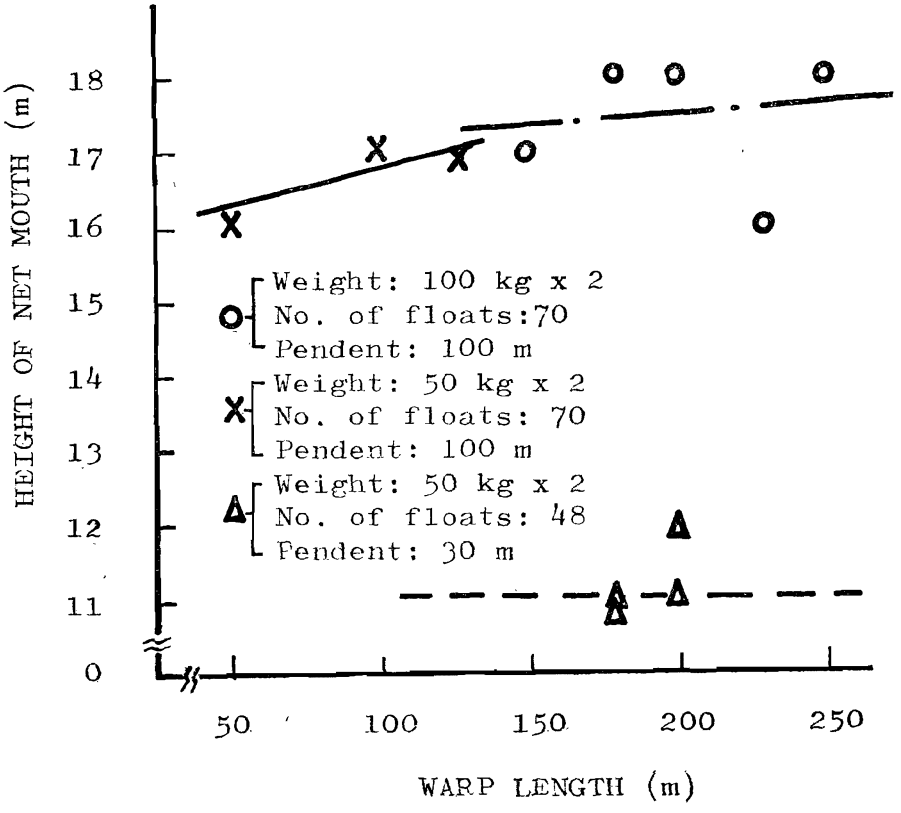



Fig 2d-12 Pelationship between the height of net mouth and warp length in different weights and length of Bridles.

## 4. 摘　　要

(1)在 2.5～3.0Kts 的曳行速度範圍內網具的浮沉深度約爲曳網長度的⅓～¼。

(2)網具之重量，如本型試驗者，作業的曳網長度在250m的範圍內，曳行速度在2.5以上時，網具的深度以曳網長度與傾斜角計算之堪稱實用。

(3)網板在曳行中的位置與網口中的心線，尙稱一致。但袋網發現有垂下之現象。

(4)前錘重量之增加對網高之展開有甚大的影響。

(5)網具之操作在逆風作業時，網具深度比順風者略增加10%。

(6)網口的規模與網口的垂直展開有成比例增減的關係。

(7)手綱的長短及前錘的重量均與網口的展開有密切關係。

(8)確認採用較大沈降力的中層網具，在操作上較具穩定性。

## 5. 參考文獻


(1) 臺灣大學海洋研究所底魚研究中心 (1975) 臺灣省63年度魚漁業漁場漁獲統計年報。

(2) HAMURO C.M. (1961). Study on the mid-water trawling fishing gear and thier telemeters. Scientific Report 3, 87-94.

(3) CARSSON K.H. (1959). Scandinavian experience with midwater trawing. In: Fishing gear of the world, 1, 344-347.

(4) JOHNSON, L.J. & W.L. HIGHT (1970). Mid-water trawling equipment & fishing technique for capturing hake off the coast of Washington and Oregen. In: Pacific Hake, U.S. Fish and Wildlife Service, Dept. of Interior, Washington D.C., 332, 77-101.

(5) SCHARFE, J. (1964). One boat midwater trawling from Germany. In: Fishing gear of world, 2, 221-228.

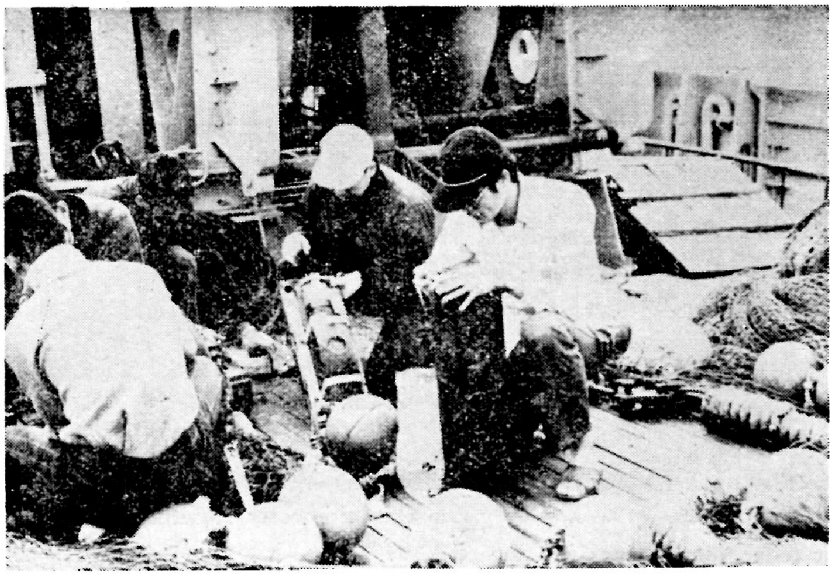
(6) 和田光太 (1973). 特殊漁法，實用トロール漁法，成山堂書店，東京，187-198.

(7) 小山武夫 (1966). トロール船の主機馬力數とトロールブインチ及び漁具規模の關係について，東海水產研究所報告業績A. 225, 101-108.

(8) 周耀烋 (1974). 單拖網具的設計，漁業技術指導叢書第22號，農林廳漁業局印，1-61.

(9) OKONSKI S. (1964). Universal one boat midwater and bottom trawl. In: Fishing gear of the World, 2, 229-234.

(10) MIYAZAKI C.H. (1953). The relation between the mouth height of the square part of small trawl net and its pulling velocity, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, (1964) 223.



Plates 1,2. Equipping of net recorder

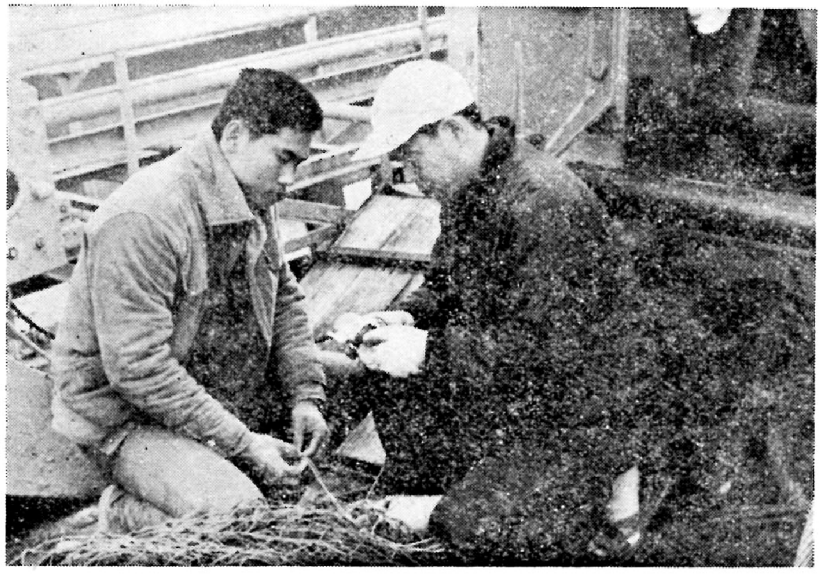


Plate 3. Equipping of depth meter.

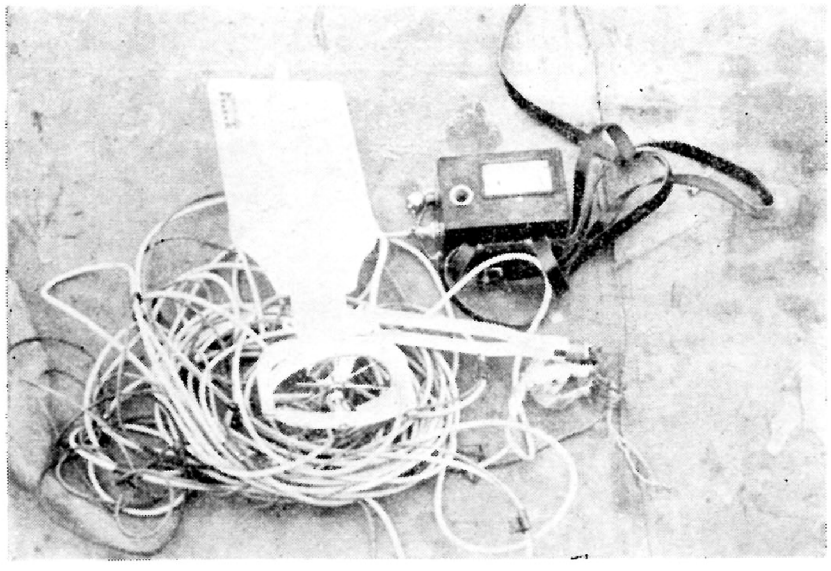
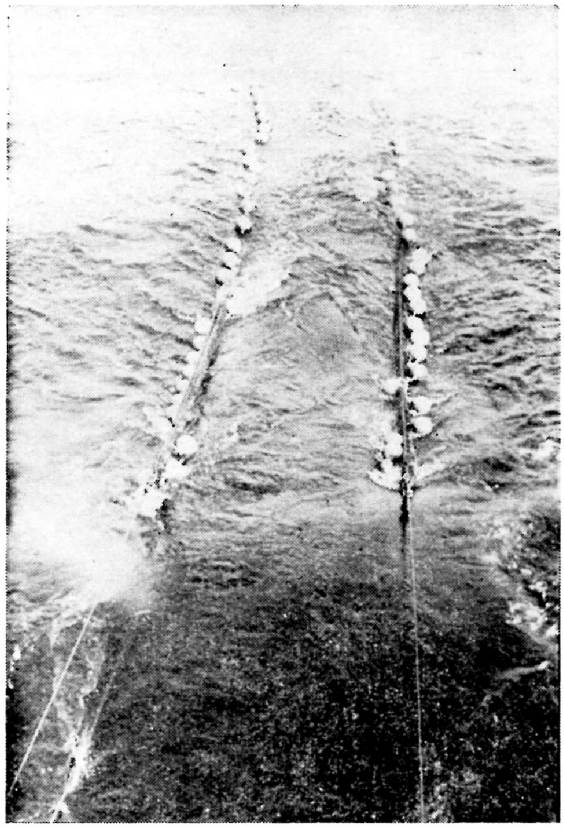
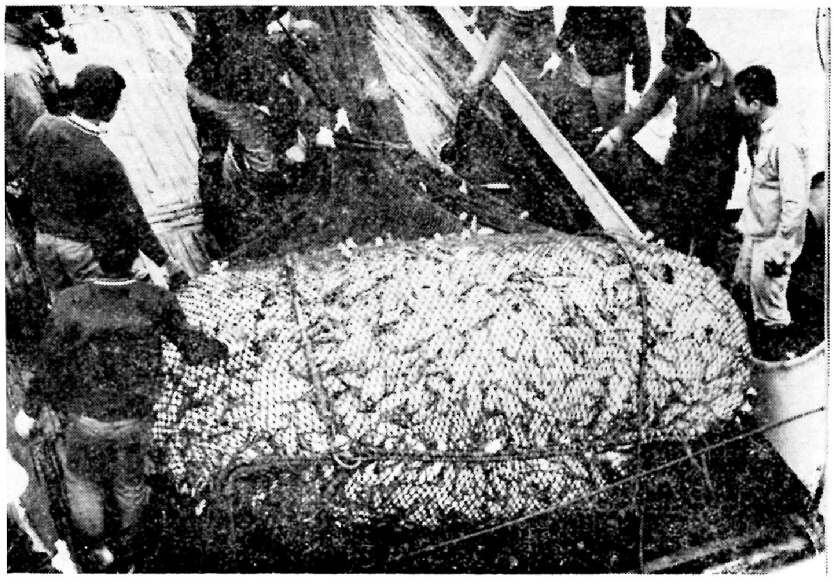
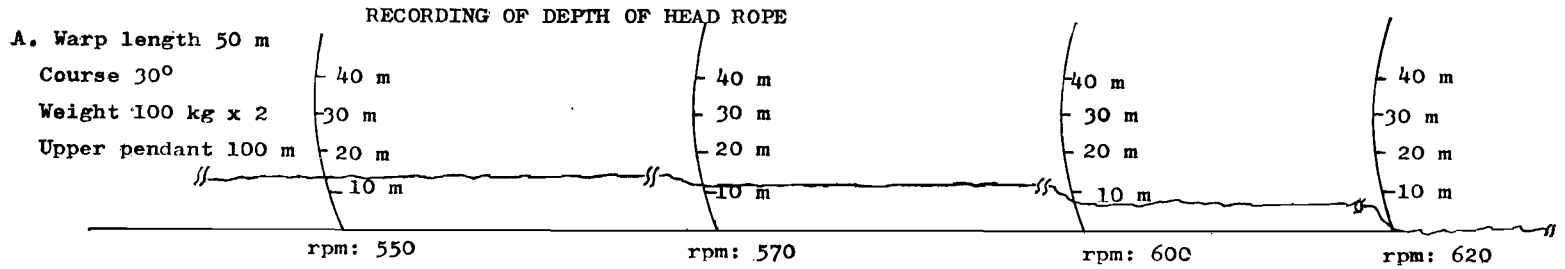


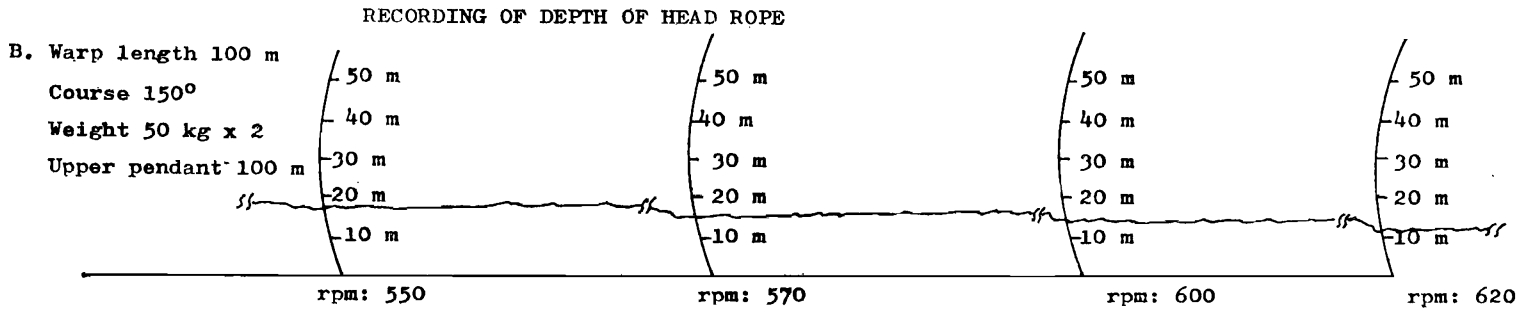
Plate 4. Electric Current meter.

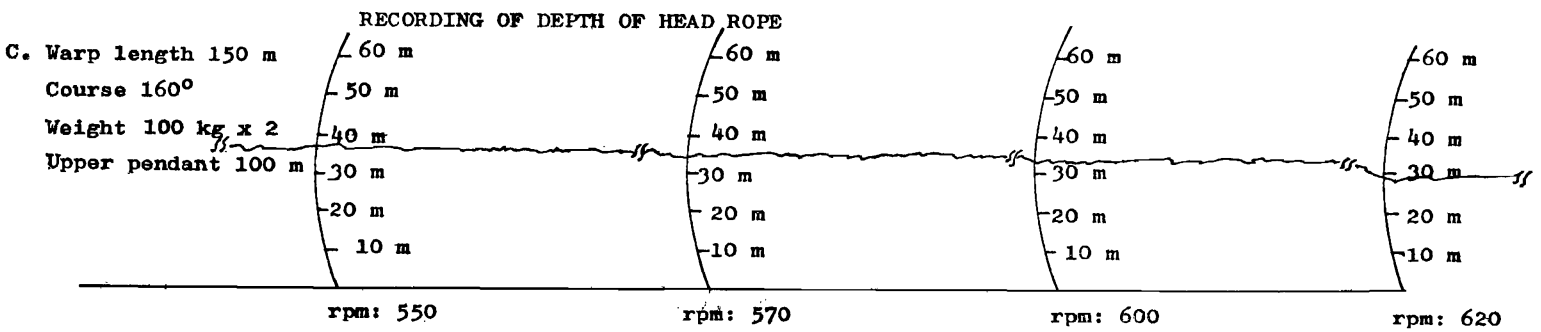


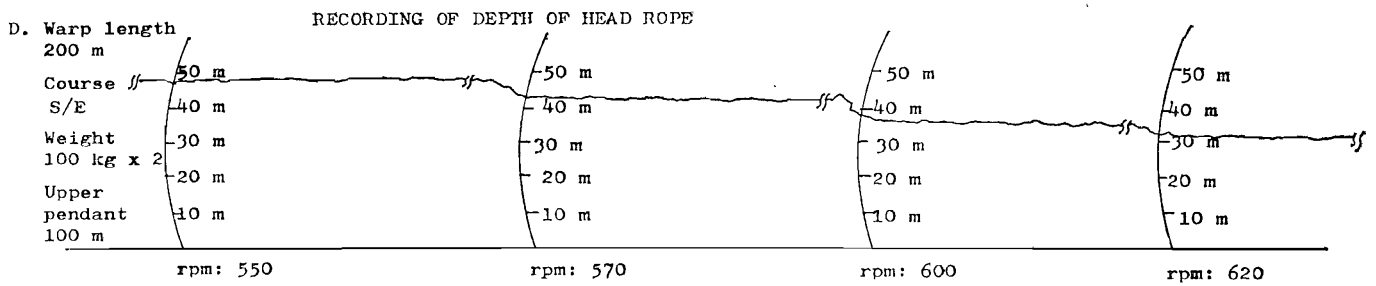


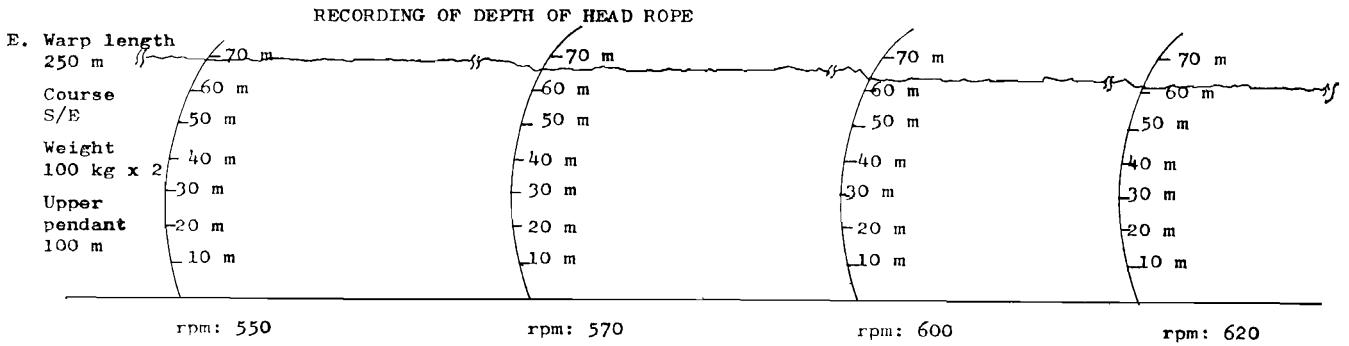
Plates 5,6. The Process of Hauling net.

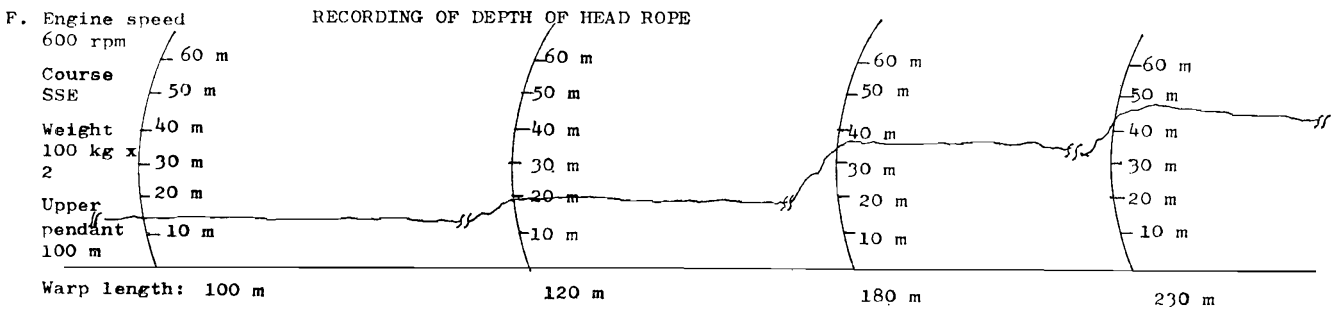

RECORDING OF DEPTH OF HEAD ROPE
A. Warp length 50 m
Course 30°
Weight 100 kg x 2
Upper pendant 100 m
40 m
30 m
20 m
10 m
rpm: 550
rpm: 570
rpm: 600
rpm: 620


RECORDING OF DEPTH OF HEAD ROPE
B. Warp length 100 m
Course 150°
Weight 50 kg x 2
Upper pendant 100 m
50 m
40 m
30 m
20 m
10 m
rpm: 550
rpm: 570
rpm: 600
rpm: 620

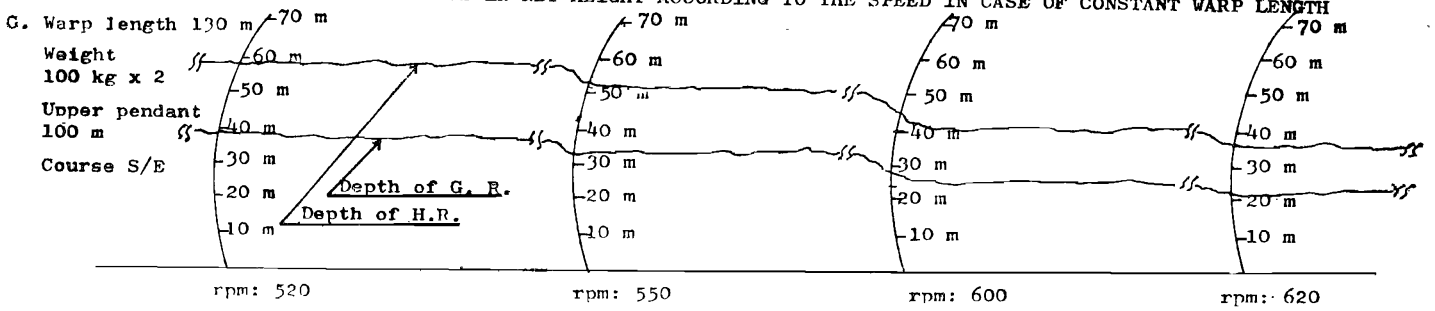

RECORDING OF DEPTH OF HEAD ROPE
C. Warp length 150 m
Course 160°
Weight 100 kg x 2
Upper pendant 100 m
60 m
50 m
40 m
30 m
20 m
10 m
rpm: 550
rpm: 570
rpm: 600
rpm: 620


D. Warp length
200 m
Course
S/E
Weight
100 kg x 2
Upper
pendant
100 m
RECORDING OF DEPTH OF HEAD ROPE
50 m
40 m
30 m
20 m
10 m
rpm: 550
rpm: 570
rpm: 600
rpm: 620

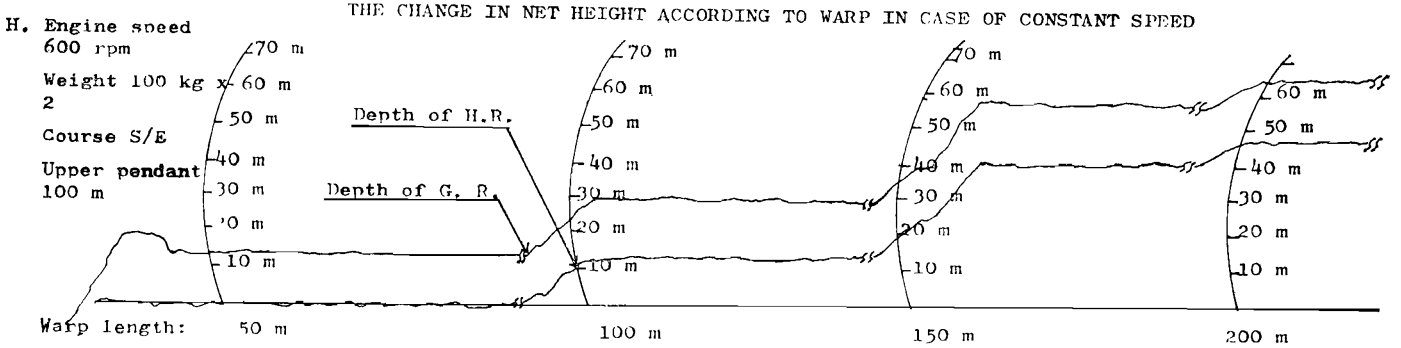

E. Warp length
250 m
Course
S/E
Weight
100 kg x 2
Upper
pendant
100 m
RECORDING OF DEPTH OF HEAD ROPE
70 m
60 m
50 m
40 m
30 m
20 m
10 m
rpm: 550
rpm: 570
rpm: 600
rpm: 620


F. Engine speed
600 rpm
Course
SSE
Weight
100 kg x
2
Upper
pendant
100 m
RECORDING OF DEPTH OF HEAD ROPE
60 m
50 m
40 m
30 m
20 m
10 m
Warp length: 100 m
120 m
180 m
230 m

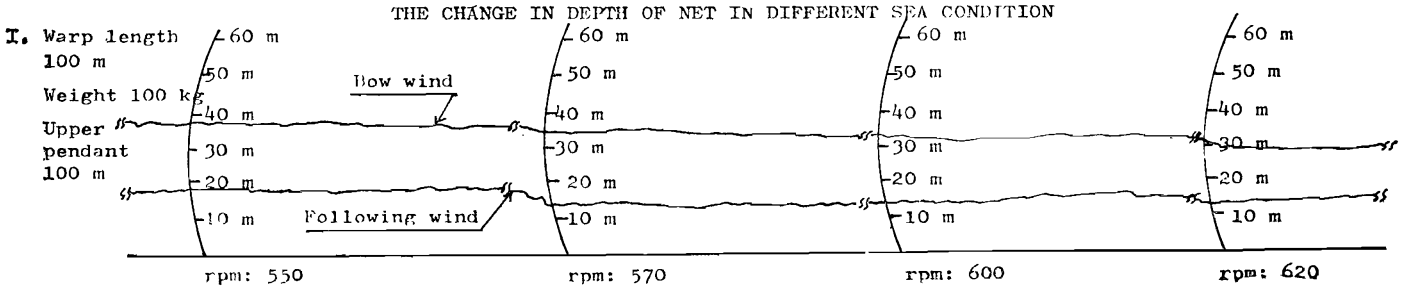
THE CHANGE IN NET HEIGHT ACCORDING TO THE SPEED IN CASE OF CONSTANT WARP LENGTH



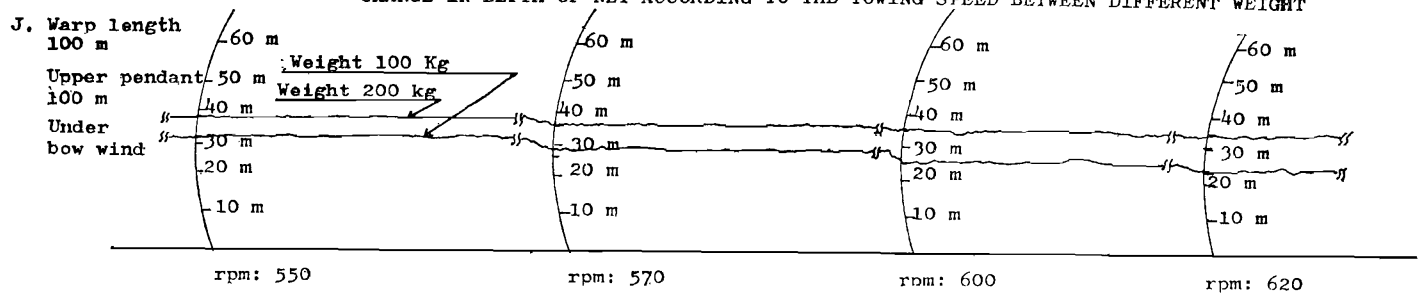

THE CHANGE IN NET HEIGHT ACCORDING TO WARP IN CASE OF CONSTANT SPEED



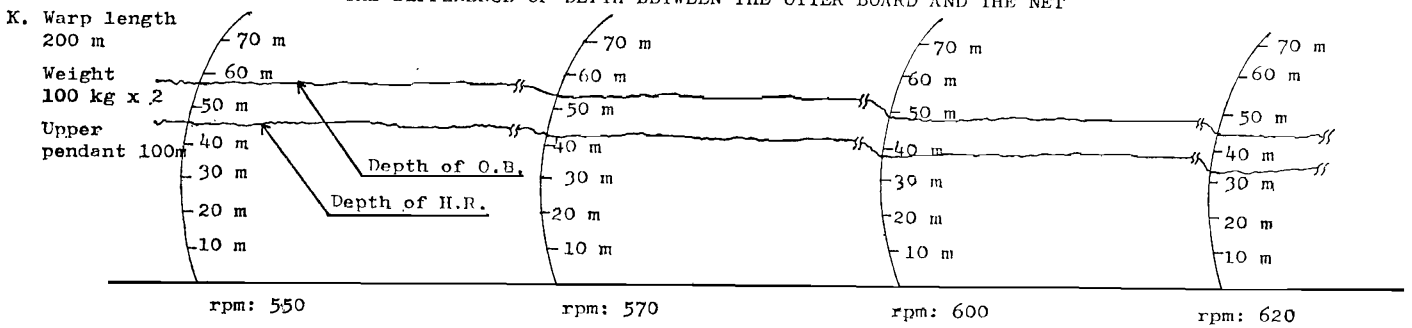

THE CHANGE IN DEPTH OF NET IN DIFFERENT SEA CONDITION



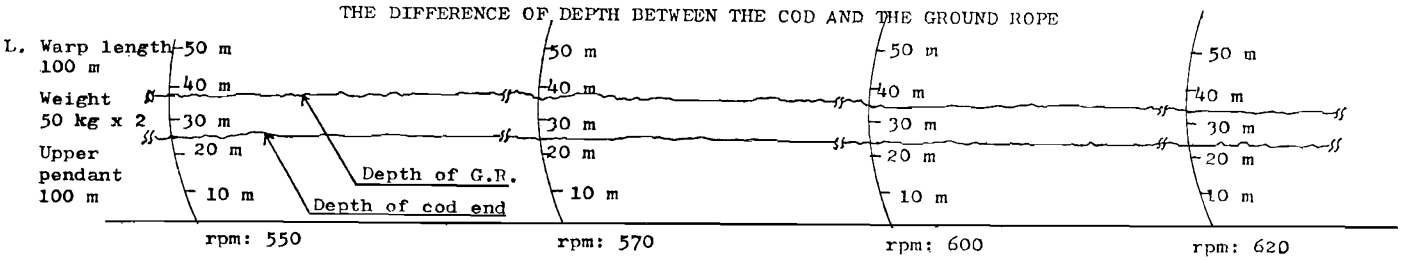
CHANGE IN DEPTH OF NET ACCORDING TO THE TOWING SPEED BETWEEN DIFFERENT WEIGHT




THE DIFFERENCE OF DEPTH BETWEEN THE OTTER BOARD AND THE NET




THE DIFFERENCE OF DEPTH BETWEEN THE COD AND THE GROUND ROPE



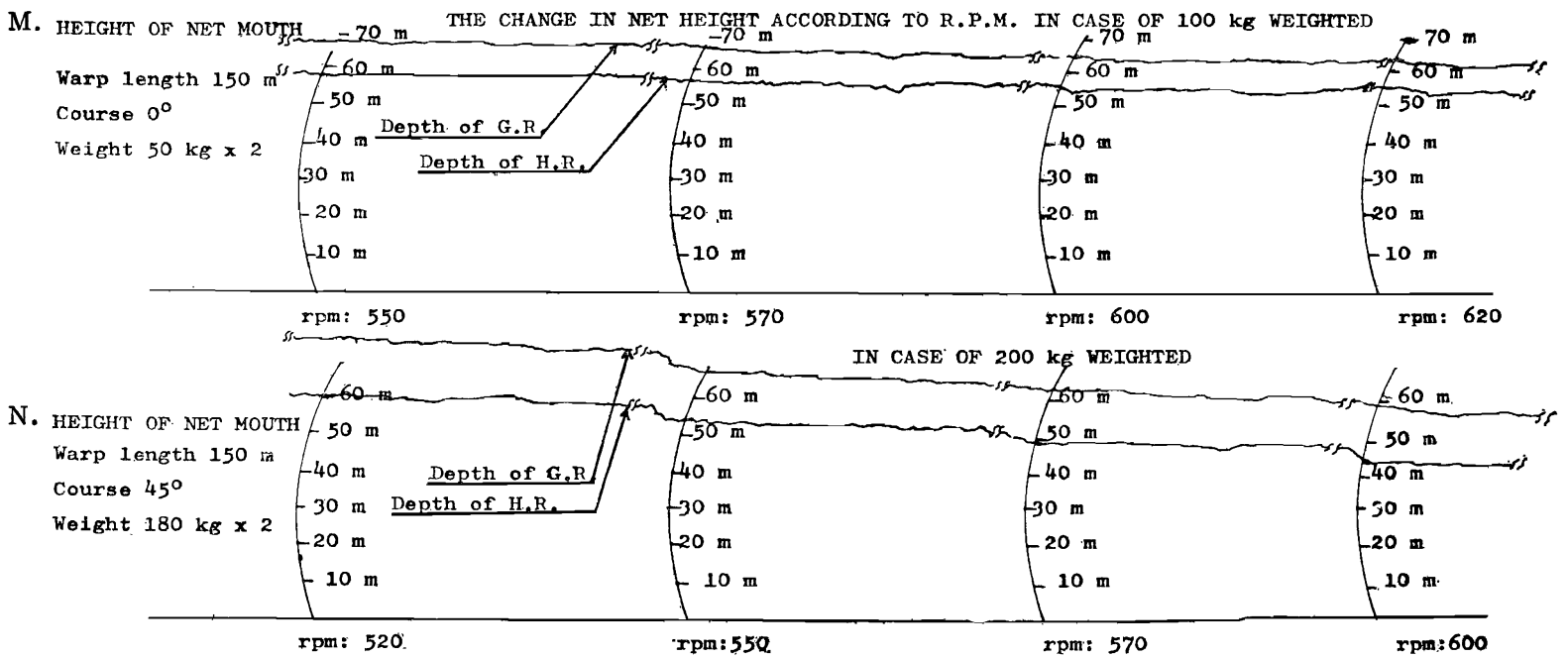



Plate.7. Results of record by mean with depth meter.

# 第三篇　中層拖網的漁獲效果比較試驗

## 1. 前　　言

中層拖網的操作技術，經由前章之一系列的試驗結果，有關於網具的特性及其操作方法，已分別獲致明確的結果及了解，並獲知本網具，在操作中具有優越的網口展開特性，而該特性能否直接獲致漁獲的成效，則有待解明。

中層拖網漁法的開發，主要爲撈捕歐美北部水域的鰊鱈魚羣爲對象。至於其他水域，海況，魚種的不同，本漁具漁法能否應用，則未能肯定，亦未曾提及，在遠東地區，于1969年俄船團及日本船隻，曾在東北太平洋水域，採用中層漁法撈捕洄游鯖魚羣，成績優異而哄動一時，但對於其他具有浮離海底面之底棲魚羣，未曾有漁捕業績記錄。

任何新漁具漁法的推出，必需以具有優越的實質漁獲爲基本依據，因是本漁具漁法能否在本省推廣，端視其漁獲效率如何而定。

爲究明該優越的網具特性，能否直接關連漁獲的效益，擬定本漁獲效果的比較試驗計劃。計劃的進行承元大漁業公司簡董事長之熱心協助，並提供海洋15號拖網漁船（120㌧400IP）於東海漁場共作 2 航次的參與作業試驗，經過情形及試驗成績分別說明如下：

## 2. 材料與方法

**試驗材料：**

(1)網具：中層拖網的網具構造如圖2c-1所示。比較試驗用的底拖網具其構造如圖3-1所示。該網具之總長爲49.3m，最大寬度爲35.51m。網身材料除袋網部份採用ＰＥ線粗度爲380 D/45（Dia. 0.25mm）外，身網包含袖網部份概用粗度 340D/45（Dia. 0.2mm）的ＰＥ線。網目（Mesh size）從袖網及身網前端的136mm。漸次往後縮小至袋網的36mm。網具爲上下兩片網地縫合而成。中層拖網及底拖網的作業完全依照本試驗之原有裝備使用。

(2)網板（Otter board）：如圖3-2所示。爲本省最爲普及使用之胡氏網板（V-door）斷面呈Ｖ字彎曲形狀。拖力中心鐵鍊爲半圓型鐵環。長 8 呎（2.44m），寬 5 呎（1.53m），水中重量每塊爲300kg。

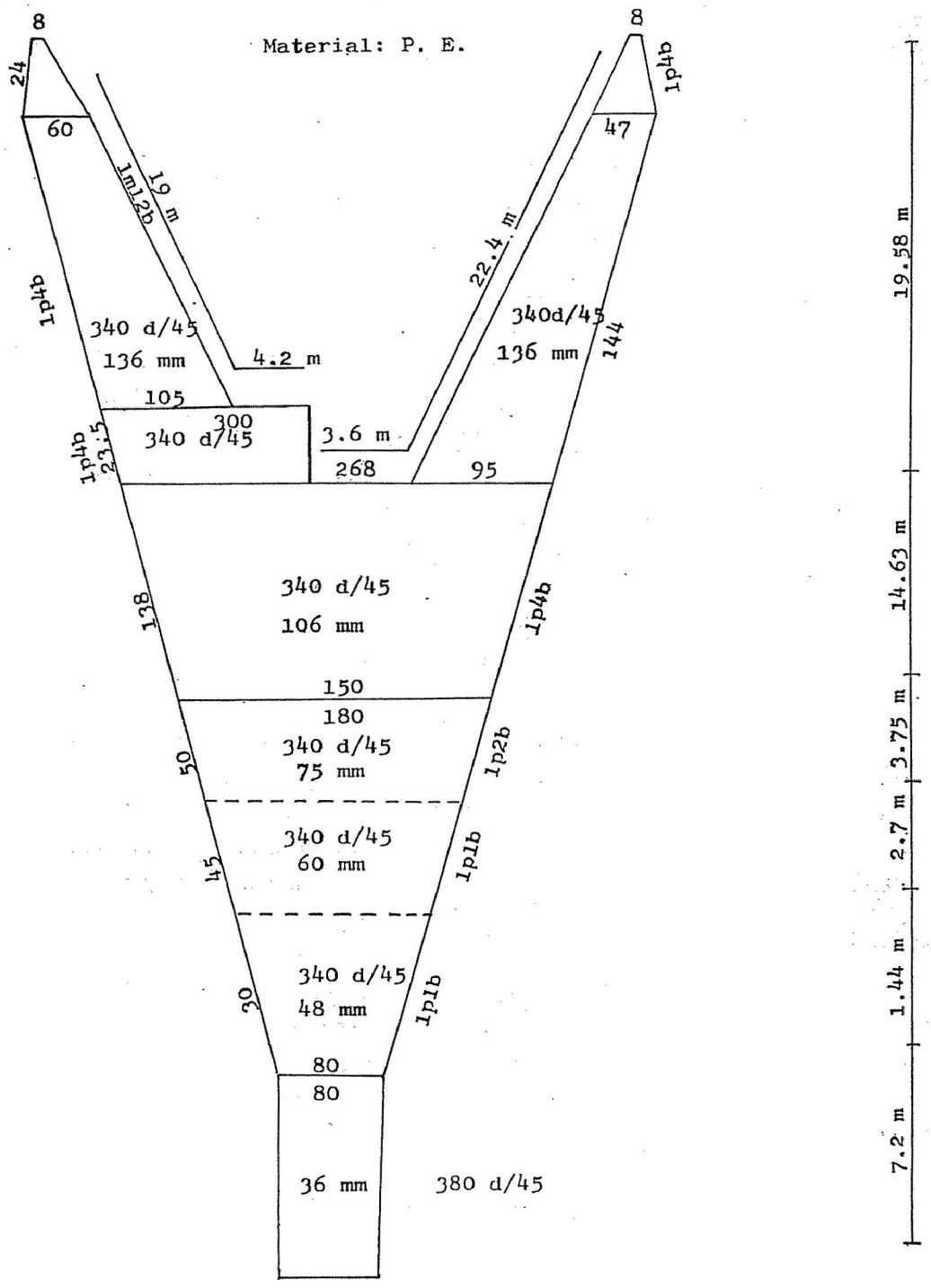



Fig. 3-1 Construction of bottom trawl net (Original type)

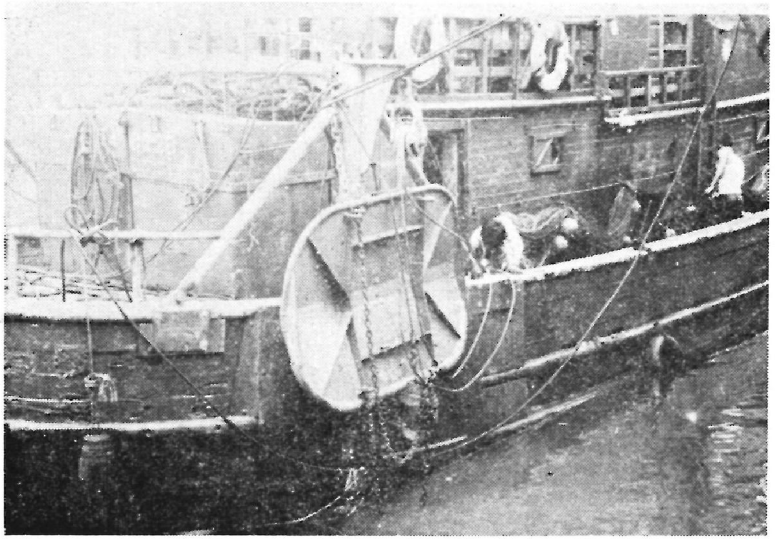


Fig. 3-2 Otter board used in this trial

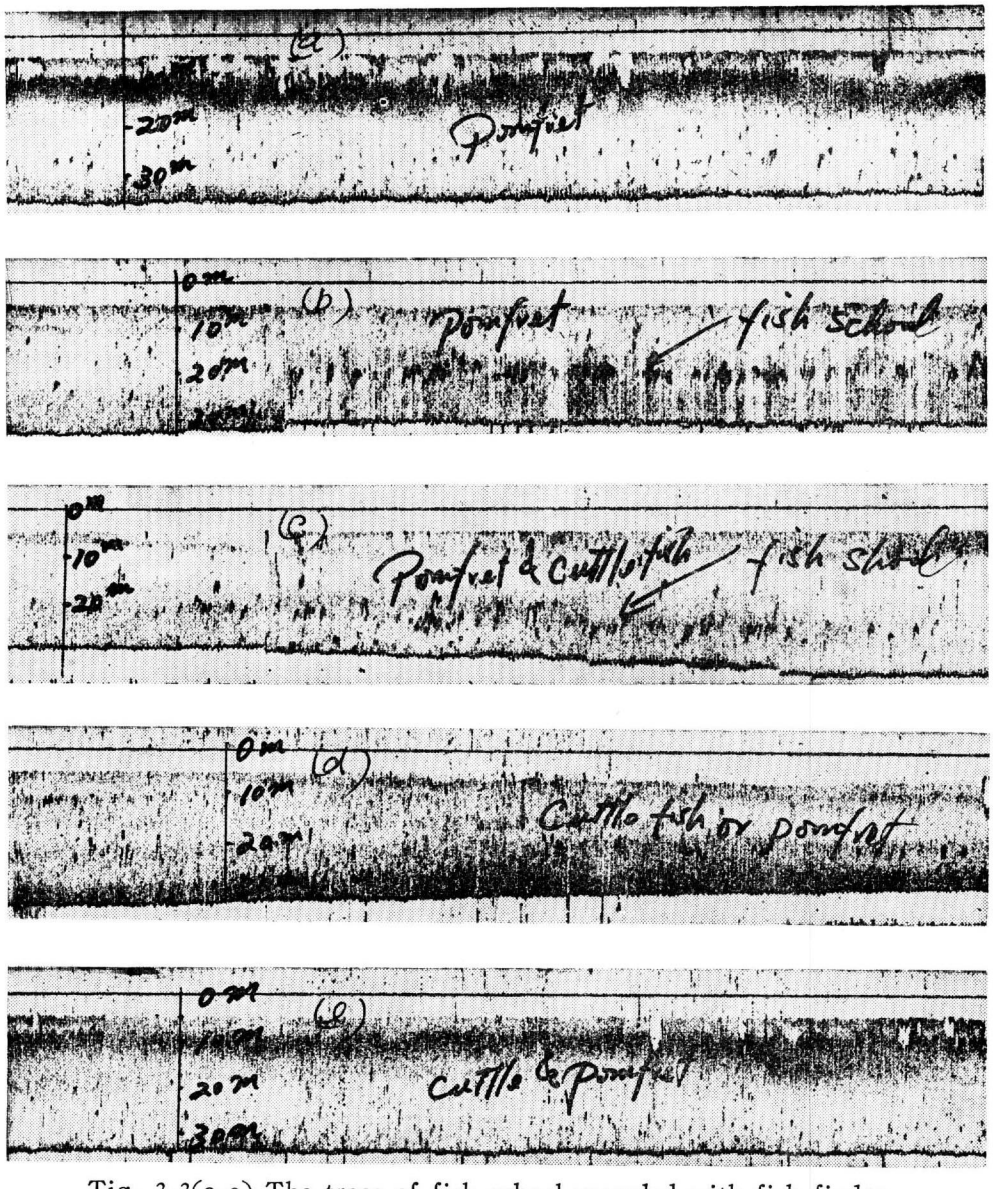
(3)網索：曳網爲直徑20mm之鋼索，手網長60m共二條，上端爲直徑15mm，下端用18mm。
(4)浮球：共繫結直徑21cm之浮球41個，浮力4.7kg，總浮力計爲192.7kg。
(5)沉網：沉網本身重120kg，另加鐵錬70kg，計重190kg。（中層拖網使用）
(6)前錘：用50kg重之鐵球2個計重100kg，分別繫於兩下袖前端之手網。（中層拖網使用）
(7)漁船：元大漁業公司所屬海洋15號，120噸，400HP，爲美式艉拖作業漁船。

**試驗方法：**

作業漁場在30°N～31°N，123.5°E～124°E水域，即屬於2006,2007, 2008，等作業漁區（如圖 2d-3 上端斜線方形部分）。漁撈對象爲白鯧、烏賊等具浮離性魚類。作業方法依據船上之魚羣探知機（Fish-Finder）探測魚羣的分布棲息深度後，放伸曳網的長度依據本實驗結果，曳網長度對漁撈水深之比實施之，亦即放伸長度約爲漁獲水深的3～4倍，拖曳網具速度爲2.75Kts～3.0Kts 之間。

## 3. 比較實驗的結果

二航次的試驗作業係在4～6月間，恰爲白鯧（Pomfret）及烏賊（Cuttlefish）等之盛漁期間進行。依據魚羣探測機的探測結果，上述魚羣的棲息分布，有自海面至海底呈點狀擴散分佈者，亦有作水平面成稀薄之帶狀分佈者。如圖3-3（a-e）所示。除魚羣爲點狀擴散之分佈形態以外，其他的分佈樣式大致在水面下10m至30m之間，厚度2m～10m作帶狀分佈。




Tig. 3-3(a-e) The trace of fish school recorded with fish-finder.

**(1)第一航次試驗：**

於4月25日出航，經2天到達預定漁場，從4月27日起開始用傳統式底拖網作業，至5月24日止計27天的底拖網作業，共獲1,424箱，平均每天漁獲 爲54.6箱，漁獲魚種以高級白鯧與烏賊佔47%，中級魚佔30%，下雜魚佔23%。自5月25日開始，在同一水域採用中層拖網作業，計4天共作25網次漁撈試驗，結果每天平均漁獲高達95箱，平均漁獲比底拖網具約高出46%，且漁獲的魚種，高級魚種約佔89%，中級魚爲10.7%，下雜魚占0.3%。5月29日因網具操作失誤，致網具纏絡車葉無法繼續作業而返航。漁獲成績如表3-1所示。

Tab, 3—1 Result of Catches with Midwater Trawling (lst operation)

| Date / Operation / Species | 25 (May) | | | | | | 26 | | | | | | 27 | | | | | | | 28 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Large white pomfret | 8 | 13 | 5 | 6 | 2 | (Bottom trawling) | 13 | 13 | 10 | 12 | 13 | 13 | 6 | 7 | 7 | 1 (Bottom trawling) | 6 | 13 | 7 | 5 | 8 | 14 | 5 | 3 | 1 | 15 |
| Median white pomfret | | | 3 | 1 | 1 | | | | | | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 2 | 1 | 1 | 5 |
| Small white pomfret | | | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 3 | 2 | | 1 | 1 | 2 | 3 | | 1 | | 1 | 1 | |
| Large yellow croaker | | | | | 2 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Median cuttle fish | | 1 | | | | | | 1 | 2 | 6 | 3 | 1 | | | | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | 34 | 10 | 9 | 1 |
| Median hair tail | | | | | | | 3 | 1 | | 1 | 2 | 2 | | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | | 1 | | | | | 4 | |
| Small hair tail | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Small sea eel | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Others | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| Total | 9 | 14 | 8 | 9 | 8 | 4 | 19 | 16 | 13 | 20 | 20 | 19 | 8 | 12 | 13 | 4 | 11 | 24 | 11 | 12 | 13 | 20 | 41 | 15 | 16 | 21 |

Tab. 3-2, Result of Catches (2nd, Operation)

| Fishing gear | Mid-water trawling | | | | | | | | Bottom trawling | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Month | June | | | | | | | | June | | | | | | | | | | | | | July | | | | | | | |
| Date / Species | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 5 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 29 | 30 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Large white pomfret | 41 | 46 | 12 | 12 | 25 | 30 | 5 | 25 | | 9 | 19 | 8 | 2 | 1 | 16 | 21 | 9 | 5 | | | | | | | | | | |
| Median white pomfret | 10 | 4 | 2 | 2 | 4 | 11 | 3 | 4 | | 3 | 5 | 1 | 1 | | 5 | 8 | 3 | 2 | | | | | | | | | | |
| Small white pomfret | 8 | 2 | | 1 | 1 | 6 | | 1 | | 3 | 8 | | 3 | | 2 | 1 | 1 | 2 | | | | | | | | 3 | 3 | |
| Median cuttle fish | 31 | 34 | 89 | 77 | 46 | 53 | 71 | 24 | | 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Large yellow croaker | | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Median yellow croaker | | | | | 2 | 1 | | 4 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Median sea eel | | | | | | | | | | | | | 1 | 14 | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Small sea eel | | | | | | | | | | | | | 1 | 20 | 2 | | | | | | | 1 | 2 | | 1 | | | 1 |
| Large hair tail | | | | | | 2 | 2 | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Median hair tail | | 2 | | | 2 | | 4 | 15 | 7 | 2 | 2 | 3 | | | | 1 | | | | 8 | 9 | 8 | 1 | 1 | 21 | 11 | 44 | 28 |
| Small hair tail | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 6 | 1 | 2 | | 2 | 1 | | 1 |
| Large black pomfret | | | | | | | | | 19 | | | | | | | | | | | 16 | 14 | 8 | 30 | 6 | 20 | 21 | 10 | 6 |
| Median shrimp | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| Others | 3 | | 2 | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | 12 | 1 | 17 | 3 | 8 | 46 | 3 | 8 | 3 | 6 | 9 | 13 | 12 | 12 | 19 | 9 | 26 | 25 | 24 | 12 |
| Total | 93 | 89 | 105 | 96 | 83 | 107 | 86 | 76 | 41 | 44 | 52 | 16 | 18 | 81 | 29 | 39 | 16 | 15 | 12 | 40 | 42 | 31 | 55 | 17 | 71 | 16 | 81 | 49 |

**(2)第二航次試驗：**

於6月4日出航至7月7日回航，在此30天的比較作業試驗中，採用中層拖網作業者共8天計60網次。共漁獲高級魚635箱，中級魚87箱，下雜魚14箱，總計736箱。平均每天的漁獲爲92箱。其中高級魚約佔86%，中級爲11.8%，下雜魚約佔1.9%。因網線破損不堪使用，自後的一律採用傳統式的底拖網作業22天。共漁獲751箱，平均每天的漁獲約爲37箱，魚種別爲：高級魚佔37.5%，中級魚佔36.8%。下雜魚佔25.7%。綜合以上2航次計85網次的中層拖網漁撈試驗結果，獲知中層拖網作業之漁獲量，比傳統式的底拖網作業漁獲平均約增加2.1倍。特別是高級魚類的漁獲效率尤爲顯著。由此初步比較試驗結果。充分顯示出中層拖網的漁獲效果，在經濟上的優越性能。

依據魚羣探知機的記錄（如圖3-3）顯示，魚羣的棲息深度，特別是經濟性的高級魚類，除圖3-3(d)，(e)顯示從海底面向水面點狀的擴散分佈以外，其他之棲息深度大致離海底面5m以上，且作水平向成帶狀分佈。據Hamuro氏[1]（1960）指出，我東海漁場的底棲魚類分佈樣式，以海底面2m以上至10m之間最爲密集云。而其分佈的密度，從海底面0m～2m，2m～4m以及4m～10m的3層次作比較之，大致爲1：5：4。圖3-3所示之實測記錄與Hamuro氏所指者大致相符。

本省底拖網具在一般的作業中，網口的高度展開，據筆者（1970, 1971, 1972）[2-4] 的調查結

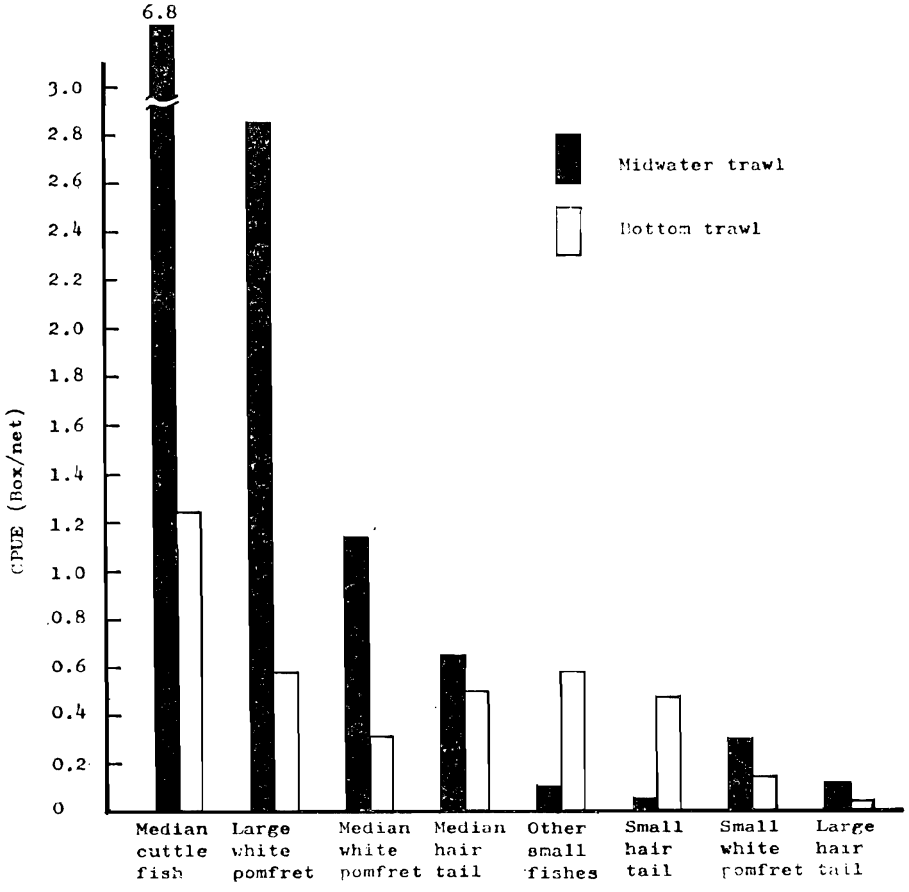



Fig. 3-5 Comparison of the catches between the midwater trawling and bottom trawling.

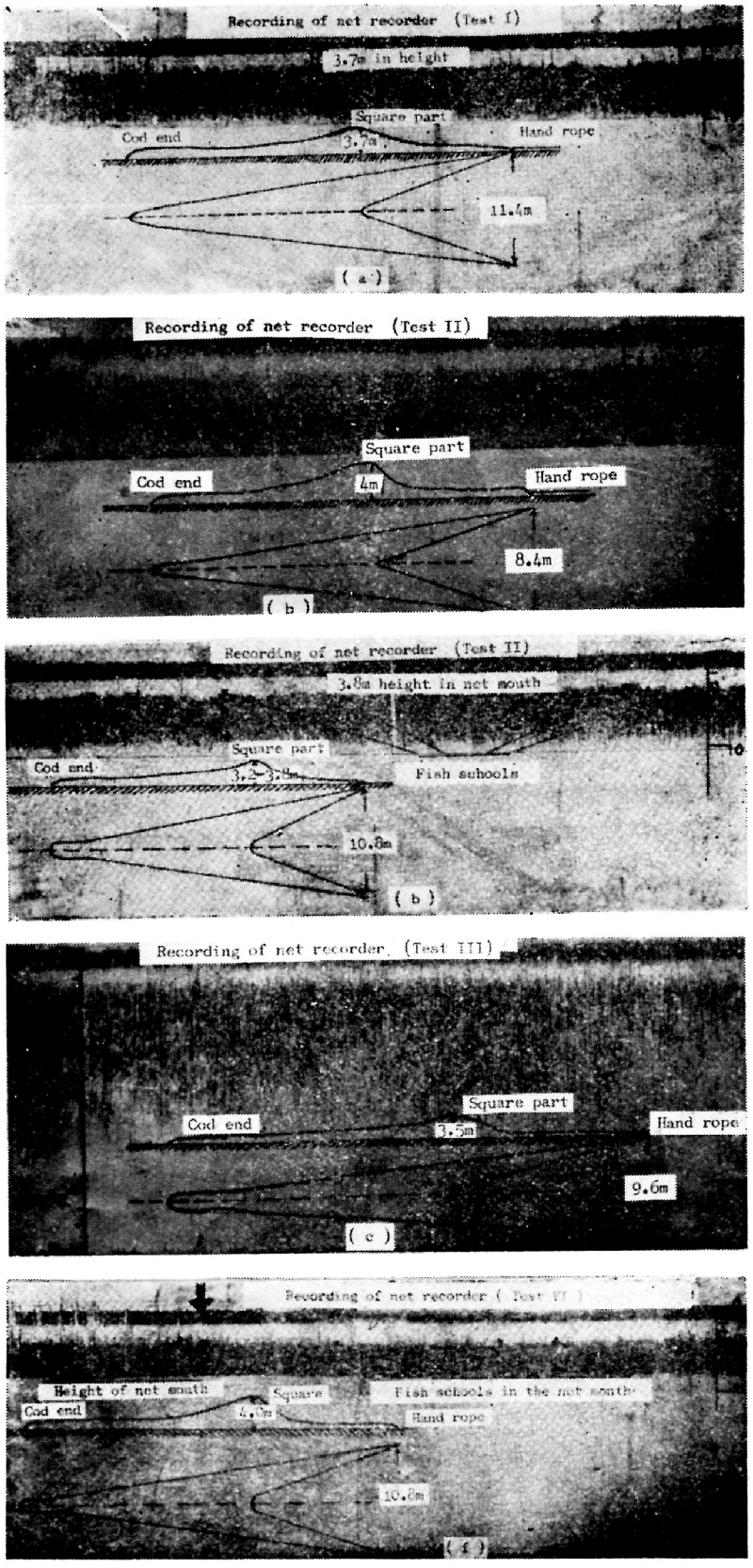



Fig. 3-4 The height of net mouth of bottom trawling in Taiwan. (recorded by net recorder, by author 1970)

果，如圖3-4所示，約在 3 m～4 m之間。因此魚羣的分佈，若爲如圖3-3(d)(e) 所示者，按一般的底拖網作業或許勉可有漁獲。倘若魚羣的分佈如圖3-3 (a)、(b)、(c)所示者，其撈捕則非網口僅有 3 m左右的底拖網具者所能勝任乃爲不爭的事實。中層拖網之網口展開，試驗結果，獲知中型者約爲10～12m，大型者約爲16～18m。而該展開度恰爲一般底拖者 3～4 倍之大，故中層拖網的漁獲效果，如圖 3-5 所示遠較底拖爲優越。尤其是具有浮游性之底棲魚羣的漁捕，特別顯著。其主要原因，實因具有較大漁獲面積所致。

從本網具之漁撈比較試驗中，發見船首受橫逆流時之漁撈成績，特別是在淺水水域作業時，漁獲效果尤佳。此說明浮離性的魚羣，易受船舶噪音威脅恐嚇而逃避之事實。又在作業中發現身網前端破損頻繁而影響漁撈作業，是否因手網長度不足或網口之展開狀未見平均，以致網口的張力作用分佈不均勻所致。以上均有待今後進一步研討之必要。

## 4. 摘　　要

(1)採用中層拖網作業，證實比原傳統式的底拖網者，漁獲可增加 2 倍以上。特別是高級魚類的漁獲效率尤爲顯著，充分顯示出中層拖網的漁獲效果在經濟上之優越性能。

(2)中層拖網網口之展開性能，較之底拖網者約高出 3 倍～4 倍。此爲本網具的漁獲效率顯示特別優越之基本原因之一。

(3)在淺水域採用本漁法作業，採舷拖式的曳網法，或廻旋式漁法，將較掘拖式作業有利。

(4)爲防止身網前端之破損，手網長度之擇用，認爲至少需80m以上才能達到防止目的。

## 5. 參考文獻


(1)葉室親正（1959）. Trawl 網，漁具測定論，槇書店，東京，131-127

(2)周耀烋（1970）. 臺灣單拖網之研究，海洋學院編印，1-100

(3)周耀烋（1971）. 底拖網口高度之研究與改進，中國水產，220，1-8.

(4)周耀烋，蘇偉成，何權浤（1972）.拖網具的性能比較研究，臺灣水產學會刊，1（1）,65-87.

# 第四篇　雙船式中層拖網具之特性與漁撈技術之研究

## 1. 前　　言

單船式作業的中層拖網漁業研究，自民國六十一年間開始，經上述一連串的模型及實用化試驗，先後歷時四載，終于民國六十四年六月間獲致滿意的結果，並證實採用中層拖網漁具漁法，漁捕具有經濟性的離底性的魚羣，較之採用傳統的底拖網作業，其漁獲平均增加 2 倍餘，特別是高級魚類的漁捕效率尤爲顯著。充分顯示出中層拖網的漁獲效果，在經濟上的優越性能。

之後經年餘的積極推廣，現以基隆爲基地的單拖漁船 400 餘艘，在烏賊，白鯧及黃魚的漁汛期間，均改用中層拖網漁法，從事漁捕上述魚羣，成績極爲優異，雖操作技術不甚精確的地方尚多，但爲撈捕上述魚羣，非採用本漁具漁法不爲功的事實，已成爲業者的一般常識，此說明中層漁法在本省北部尤以基隆爲基地的拖網業界，已奠定良好的基礎。

自民國64年 6 月間，單船式中層拖網的作業試驗成功以後，筆者卽開始籌劃進行雙船式中層拖網的作業試驗，冀該漁具漁法在本省奠定全面性推廣發展的基礎。

爲此於民國65年12月間，承高雄光陽及昌洋兩漁業公司負責人的熱心協助，分別提供光陽81，82號及大工 1 ， 2 號兩組漁船，於高雄港外海 100m 深之水域附近，分別進行 2 航次作業的基礎試驗，試驗進行之際，高雄市漁輪公會通知各同業，派員約50多名隨船出海觀摩作業試驗，期獲推廣，以利加速發展中層拖網漁業。

## 2. 材料與方法

(1)漁船：爲光陽及大工兩組漁船構造形式相同 ， 同爲350噸級， 100馬力雙船式作業漁船，船全長36m，寬7.6m。

(2)網具：漁網之構造及規模與前報之大型網具相同，其構造參閱圖2d-1b.。

(3)綱索類：曳網與手網，大工號者均採用 21.5mm 直徑的鋼索，上、下兩條同爲長14.4m。光陽漁輪用者爲18.2mm，上端的長度108m下端爲110m。

(4)浮子及沉子：大工號漁輪用18cm徑之塑膠球計116個，每個浮子的浮力爲3.5kg，浮力共爲406kg，光陽號爲24cm徑浮球，共用26個，浮力計爲182kg。

(5)水深自動記錄儀構造型式參閱圖Plate 3。

(6)網位記錄儀：爲F N R-100/200 型，濕式記錄，構造型式如圖4-1所示。雙船式的作業與單船式的猩拖式的作業同，曳網之交卸方式如圖 1 ～ 5 ，及 1 ～ 6 所示。網具之記錄儀的裝置，參閱圖4-1。

試驗方法卽兩船間隔在50m～100之間，在2.5～3.0kts的拖曳號速度下，分別延伸曳網100m，150m， 200m及300m 之情況下，經由水深計及網位記錄儀，個別量測網具的展開狀況。

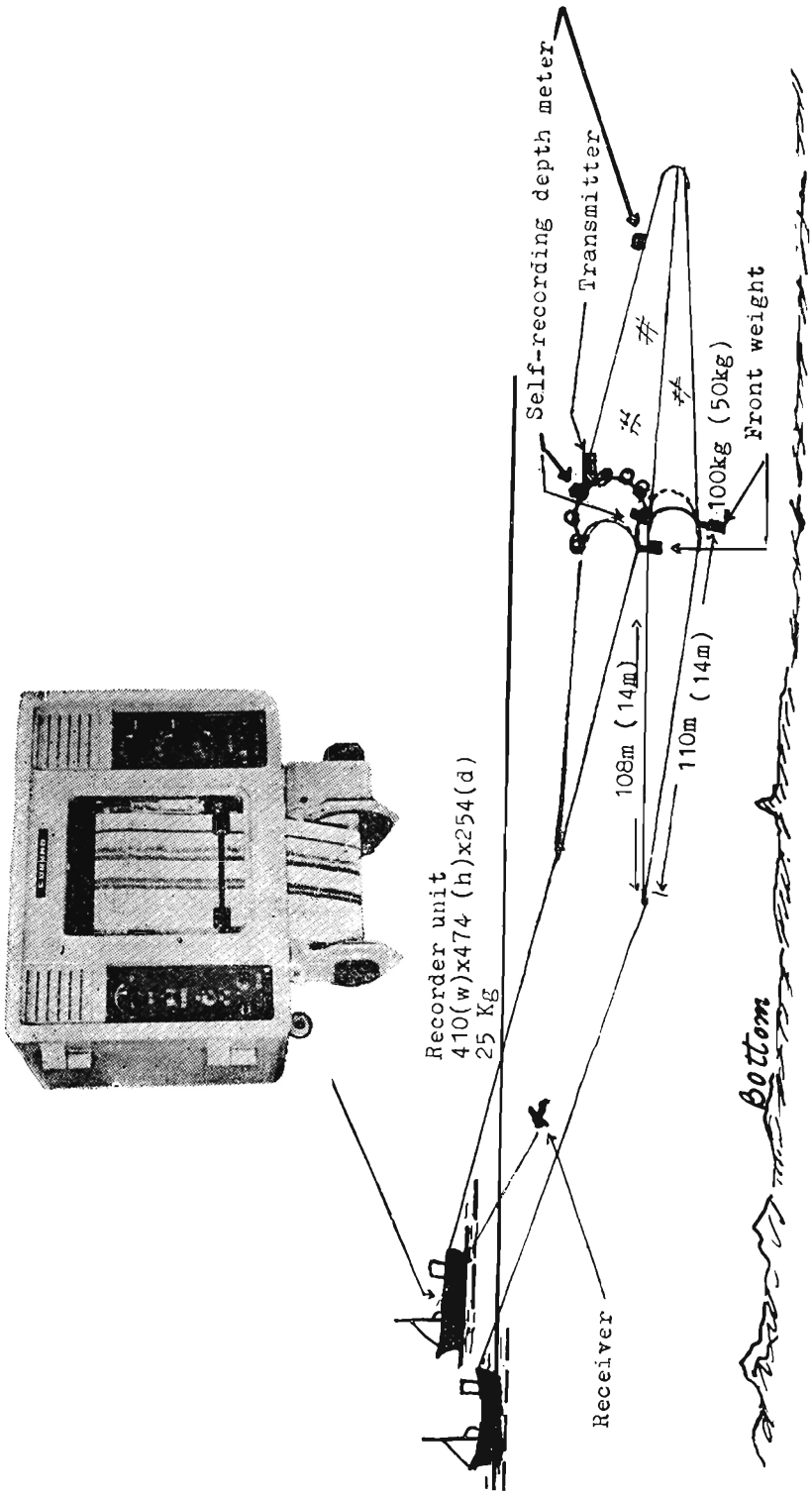



Fig4-1 Equiping example of measuring apparatus.

## 3. 試驗結果與討論

漁網各部位之運動狀態記錄例，如附圖1，2，所示。依據各儀器的記錄讀取數據，大工號及光陽號分別綜合列示於表4～1及4～2。

Tab 4-1 Results of experiment (from Ta-Kun)

| | Warp length | Distance of the two boats | Pitch | R.P.M | Towing speed | Net height & depth | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | A | B | C | D | E |
| ① | 200 | 50 | | 220 | 2.5kt | 20(20) | 20(25) | 17 | (5)～6 | / |
| ② | 200 | 50 | | 230 | 2.8kt | 18 | 18.5 | 14 | 2.5 | / |
| ③ | 300 | 70 | | 220 | 2.7kt | 25(25) | 23(30) | 25 | 5～(8) | / |
| ④ | 300 | 50 | | 220 | 2.7kt | 24(25) | 34 | 27 | 8～10 | / |
| ⑤ | 300 | 30 | | 220 | 2.7kt | 27 | 38 | 29 | 10～11 | / |
| ⑥ | 300 | 70 | | 240 | 3.0kt | 22(20) | 30(32) | 22 | 8 | / |
| ⑦ | 300 | 70 | | 250 | 3.5kt | 19(19) | 36(37) | 20 | 7～(8) | / |
| ⑧ | 300 | 60～80 | | 270 | 3.7kt | 16(17) | 19(22) | 18 | 3～(5) | / |

Tab. 4-2, Results of experiment (from Kan-Yang)

| | Warp length | Distance of the two boats | Pitch | R.P.M | Towing speed | Net height & Depth | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | A | B | C | D | / |
| ① | 100 | 100 | 10° | 300 | 2.2～2.4 | 24 | 34 | | 10 | / |
| ② | 100 | 50 | 8° | 280 | 2.5 | 25 | 37 | | 12 | / |
| ③ | 100 | 170～200 | 12° | 300 | 2.6 | 16m | 25 | | 9 | / |
| ④ | 100 | 50～70 | 8° | 300 | 2.9 | 20 | 30～32 | | 10～12 | / |
| ⑤ | 150 | 100 | 10° | 300 | 2.6 | 32～35 | 43～47 | | 11～12 | / |
| ⑥ | 200 | 60～70 | 10° | 320 | 2.8 | 40 | 52 | | 11～12 | / |
| ⑦ | 200 | 60～70 | 10° | 320 | 3.0 | 32～35 | 43～46 | | 11 | / |

### (1)網具曳行深度與曳網長度及兩船間隔的關係

試驗結果如圖4-2所示。圖中的虛線與實線分別代表光陽81，82及大工1、2號之試驗結果。作業中之兩船間隔在50m～100m之間。由圖示知，兩者試驗結果，差異至爲明顯，該差異之產生，推想爲兩者浮力及沉降力的不同所致。例如大工1、2號漁輪之試驗網具，浮力爲406kg而前錘的重量兩邊共用100kg，但光陽號之浮力共用182kg，約爲前者之一半。然前錘之重量爲200kg，恰爲前者之一倍重。亦即光陽號的試驗，網具之重量裝備較大工號者爲重。據前章節之試驗結果知網具的重量差異，影響漁網的浮沉度頗大，因此本試驗的結果，兩者浮沉度的差異產生，實因兩者的浮沉力不同所致。又在試驗的過程中，大工號的一邊上、下手網，屢屢發現有相互纏絡現象，如斯極可能產生兩條手網張力分佈不勻現象，兼以採用的手網長度較爲短小，促使手網的緊張度增加，結果可能導致前錘的沉降效果降低。今就兩船試驗的結果記錄，比較檢討之。設上、下兩條的手網張力分別爲$T_1$、$T_2$，且兩者平均分擔網具的總抵抗R設想之。兩手網在曳網交接的交角以$\theta$置之，

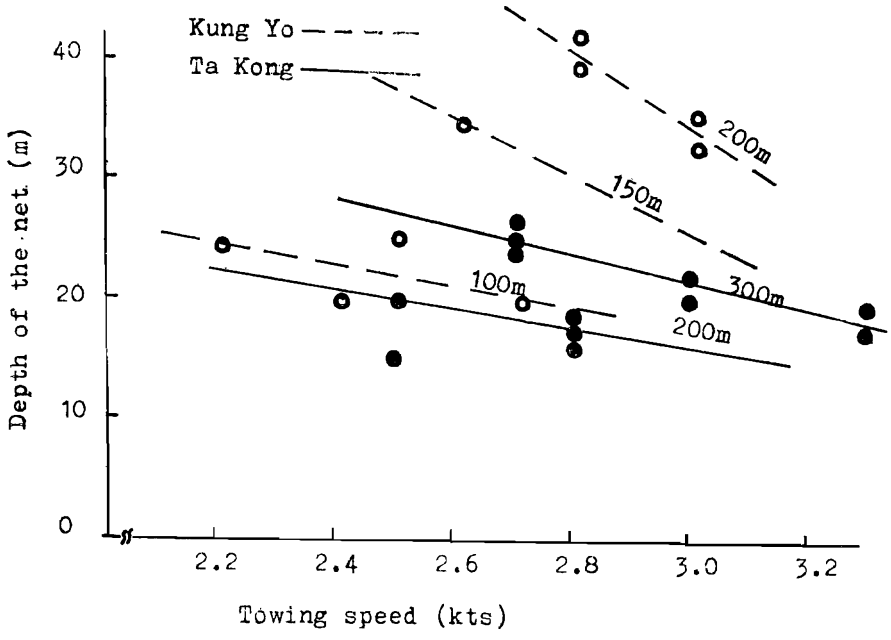



Fig. 4-2, Relationship between the depth of net and towing speed

因 $T_1$ 與 $T_2$ 平均分擔網具的抵抗R，故$T_1=T_2$，而網具的抵抗R，與手網的張力T之間，具有下式所示之關係，即：

$$R=2T\cos\theta/2$$

$$\frac{R}{2T}=\cos\theta/2 \qquad (T_1=T_2=T)$$

據三角函數知$\theta=0°$，$\cos\theta$爲最大，$\theta=90°$, $\cos\theta$爲最小。設網具的抵抗(R)在不變情況下，由上式知，手網的張力顯爲兩手網交角$\theta$之函數，亦即交角$\theta$愈大，手網的張力就越大，反之則越小。大工與光陽兩漁船試驗的結果，網口的高度分別得5m～10m及9m～13m之間，而手網長度各別爲14.4m與110m，據此估計前者的$\theta$角約爲38°左右，而後者爲12°上下。今在同一曳行速度下，因兩者的網具構造，規模相同，故網具的抵抗力R，以相等設想之，因大工號的兩手網交角「$\theta$」較光陽者爲大，而由上式二函數關係知，手網的張力亦將較大。相應手網張力的增加，前錘的沉降效果自將減低之關係，因此漁網爲達同一漁撈深度，大工號漁船所需之曳網長度，自亦將增加，其理甚明。

Tab. 4-3 Comparison in the relation of net depth and length of warp between the trial gear and foreign gear

| | Length of warp(m) | Distance of two boats(m) | towing speed(kts) | Depth of net(m) | Warp Length fishing depth |
|---|---|---|---|---|---|
| Trial Gear 大工1號 (Ta-kun No.1) | 200 | 50～70 | 2.5～2.8 | 18～20 | 11:1～10:1 |
| | 300 | 70 | 2.7～3.2 | 20～25 | 12:1～15:1 |
| Trial Gear 光陽81號 Kan-yan | 100 | 50～100 | 2.2～2.7 | 20～24 | 4.2:1～5.0:1 |
| | 150 | 100 | | 32～35 | 4.7:1～4.3:1 |
| | 200 | 60～70 | 2.6 | 32～40 | 5.0:1～6.3:1 |
| Japan Hamuro 日本 | 100 | 50～70 | 2.8～3.0 | 14～17 | 5.9:1～7.1:1 |
| | 200 | 80 | 2.0～2.5 | 32～40 | 4.7:1～6.4:1 |
| U.S.A. 美國 | 45～320 | 25～160 | 2.15～2.8 | 14～17 | 5:1～10:1 |

今就爲達到某一漁撈水深，所需之曳網長度，本試驗結果，拼摘錄外國資料[1,2,3]列示於表 4 ～ 3，以供參考比較。

漁網的漁撈深度，因曳行速度的高低，及兩船間隔的大小等之不同，所需曳網長度的差異甚爲顯著。就光陽的試驗結果爲例。作業中的兩船間隔，在 50～100m 之間，而曳行速度爲 2.2Kts～3.0Kts 的範圍內，獲知曳網的長度與漁撈水深之比，約爲4.2: 1 與6.2: 1 之間，此與外國的作業情況大致相似。

**(2)袋網部分之浮沈運動：**

依據表 4 ～ 1 所示的資料顯示，本試驗網具的袋網部位，在曳行中的浮沉運動，大致與浮子網的位置相一致，或較爲浮淺，此恰與前報的單拖式作業的試驗結果，袋網的位置大致呈下垂之現象正爲相反。此差別之造成，原因未詳，推想可能係兩者之筋網對網具的縮結不同，以致網地的張力分佈有差異所引起。此值得進一步推敲研討。

**(3)網口高度**

網口的高度展開，因曳行速度及網具水平展開之不同而異之現象，由前節之一連串試驗的結果，已甚爲明確。同型網具因單船式及雙船式作業之不同，兩者的網口高度展開差異，無庸置疑的，乃爲兩者的作業水平展開不同所致。例如在單船式作業時，網口高度的量測值爲16m～19m之間，但雙船式者，光陽號爲 9 m～13m，而大工號得 5 m～10m，因此爲期雙拖式作業網具的網口能充分展開，網具的結構，特別是兩側網地的袖長，或下端手網的長度似宜稍加長些，期減少該部分之張力，才能促進其充分展開之效果。

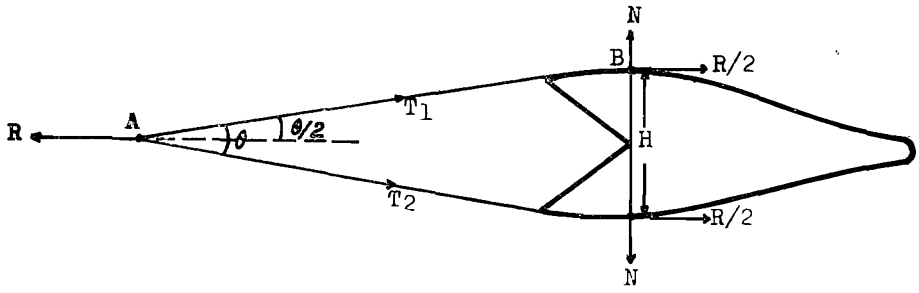



Fig 4-3 Diagram of the net in equiribium under towing

光陽號與大工號，兩者的網口高度差異，可能後者在作業中屢屢發見上、下兩手網有纏絡現象，以致網口的展開受阻。其次可能與採用手網的長度不同有關。今以網具在作業中，設爲如圖 4 ～ 3所示的均衡狀態下，檢討網口之展開與手網長短的關係。設網口的高度爲H，R爲網具抵抗，N爲浮、沉力在B點的合力。兩手網的水平向距法線之長度以 L示之。今設當網具在曳行中，如圖 4 ～ 3 所示的均衡狀態時，作用於任何一點的回轉偶力爲O，故

$$\Sigma M_A = O \qquad R/2 \cdot H/2 - NL = O$$

$$\therefore H = \frac{4NL}{R}$$

由此可知，網口高度（H）的增減與網具的抵抗R有反比關係，而與浮力，沉降力及手網的長度有正比的相關關係。

中層拖網的網口高度，主要爲靠向下的沉降力而得，而底拖網者，則藉向上之浮力獲致[3]。因此可以瞭解大工號之試驗網具雖然浮力較大，但對網口的展開並無實際上的助益。而光陽號者因備較大重量之前錘，對網口的垂直展開，却有甚大的幫助。況且採用比大工號超出約 8 倍長的手網，（大工號僅爲14,4m），故更能促進網口的展開功能。兩者網口展開的差異，其原因甚明。此爲網口的展開與手網長度有關的最佳論據。爲印證兩者的相關，再於室內環流水槽，進行手網長度不同的網具模型試驗。結果如圖 4 ～ 4 所示。

(1)

(2)

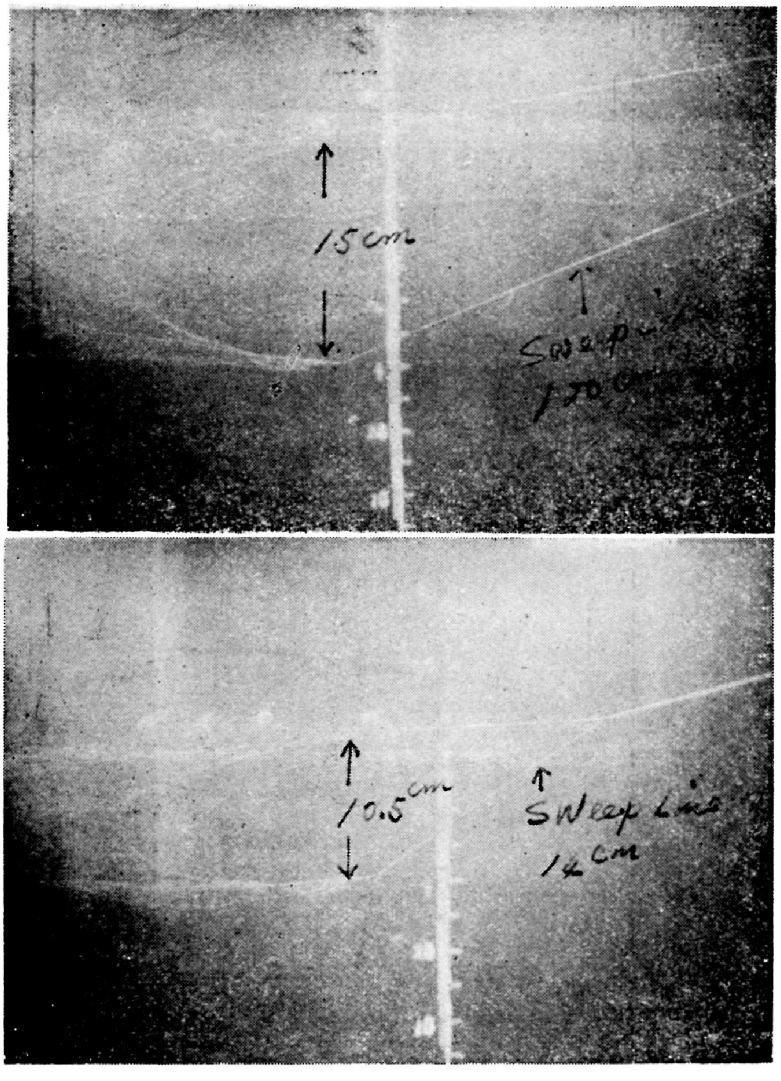



Fig 4-4 Comparison of the height of net mouth, in different length of sweep line.

(1) incase of 100m

(2) incase of 14cm

(1)爲手網長100cm時之情況，(2)爲手網長 14cm 的試驗結果。由兩者試驗的結果顯示，獲知前者的網口垂直展開約比後者約大 1.3倍，該差異與實際兩組漁船的試驗結果相差約1.3～1.8倍，堪稱爲不謀而合。

**(4)兩船的作業間隔**

依據光陽號的試驗結果知，網具的高度約爲 9 ～13m，該展開度約爲網口原設計之最大緊張幅度（Stretched measured）的 40～50%，但與 Hamuro 氏之試驗結果爲30%及歐美地區資料的20～35%[3,1]比較之，得知本網具的展開率尙稱良好。

按一般單拖網具的試驗結果知，兩袖端的水平展開度，因網板的展開大小及手綱的長短等而有異，但依一般作業狀態估計，兩端的展開距，約爲兩網板間距的 $\frac{1}{3}$～$\frac{1}{4}$ 的範圍內變動，至於雙拖之情形如何，有關此的資料尙爲闕如。

究明兩袖間的距離與兩船間隔的關係，在雙拖作業上實爲重要的一環，雖網具之操作情況及海況等之不同，兩船間隔與網具展間之間的關係，顯得頗爲複雜，不易獲致精確之準據。但吾人或許可將曳綱爲直線狀運動設想之，而求出兩者的近似比例關係。如：

$$\frac{X}{L}=\frac{y}{l}$$

但X爲兩船間隔，L爲船艉端至袋網端之長度（包含曳綱長，手綱及漁網長度）。y爲兩袖端的間隔，l爲漁網長（包含袖長）。就以本網具的雙拖作業爲例試推算之。設曳綱的長度使用，在50m～400m的範圍內，而手綱長度以100m計算。本漁網全長爲52m，由上式之比例關係知，爲保持一定之兩袖間隔將因兩船的間隔及曳綱長度的不同而異。今設本網具爲保持兩袖的水平展開爲12m，兩船間隔的大小在不同曳綱長度之下，由下列近似式計算。

$$\frac{X}{L}=\frac{12m}{52m}$$

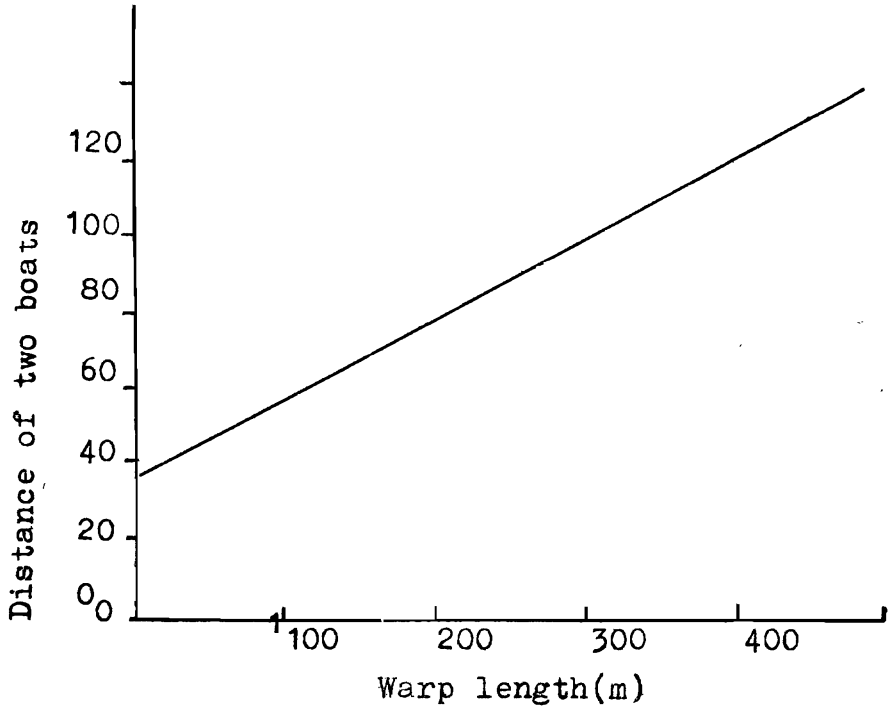



Fig 4-5 The relation between two boat's distance and warp length in order to keep the maximum spreading of both wings

結果，如圖 4 ～ 5 所示。由圖示之直線關係計算獲知，設爲保持本網具兩袖端的最大展開距爲12m時，（12m×12m）兩船的間隔應保持的距離，必需爲放出曳網長度的一半左右始能湊效。由此而得知歐美地區[4,5]的雙拖作業漁船，一般作業的兩船間隔，概以曳網長度的一半爲準據。其原因實爲冀獲網具有最佳展開致之。

## 4. 摘　　要

(1)雙拖作業的漁網深度，曳行速度在 2.2～3.0Kts 的範圍內，約爲放伸曳網長度的1/4～1/6。但兩船間隔爲50～100m。

(2)確認手網長度較短時，不僅有阻碍網口之展開，且將引致手網張力的增加，結果勢必減少前錘之沉降效果。

(3)爲期雙拖作業的網口最大展開，兩船的間隔，宜保持放伸曳網長度的一半。

(4)雙拖式作業，兩船在曳網中，因網具之內縮力作用，時有逐漸靠攏接近之趨勢，因此爲期保持良好網具的展開狀，在操作中，兩船之操作宜將舵略朝外調整爲要。

(5)爲適合 1,000HP 雙拖式漁船用之網具規模，由本試驗之拖曳情況察之，估計尙可比本型網具，略增20%設計之。

## 5. 參考文獻


(1) HAMURO C.M. & K. ISHII. (1961). Study on the midwater trawl fishing gears and their telemeters, Scientific Report 3, Fishing Boat Laboratory, Fisheries Agency, Agriculture & Forestry Ministry, 86-94.

(2) TABER R.E. (1974). Midwater pair Trawling, Rhode Island Marine Technical Report, 15, 1-6.

(3) SCHARFE J. (1963). One-boat midwater trawling from Germany. In: Fishing gear of the world, 2, 221-234.

(4) Mc NEELY R.L. (1971). Recent developments in midwater trawling in the Pacific North-west of the United States of America. In: Fishing gear of the World, 3, 443～489.

(5) STEINBERG R. (1971). Two-boat bottom and midwater trawling. In: Fishing gear of the world, 3, 423～430.

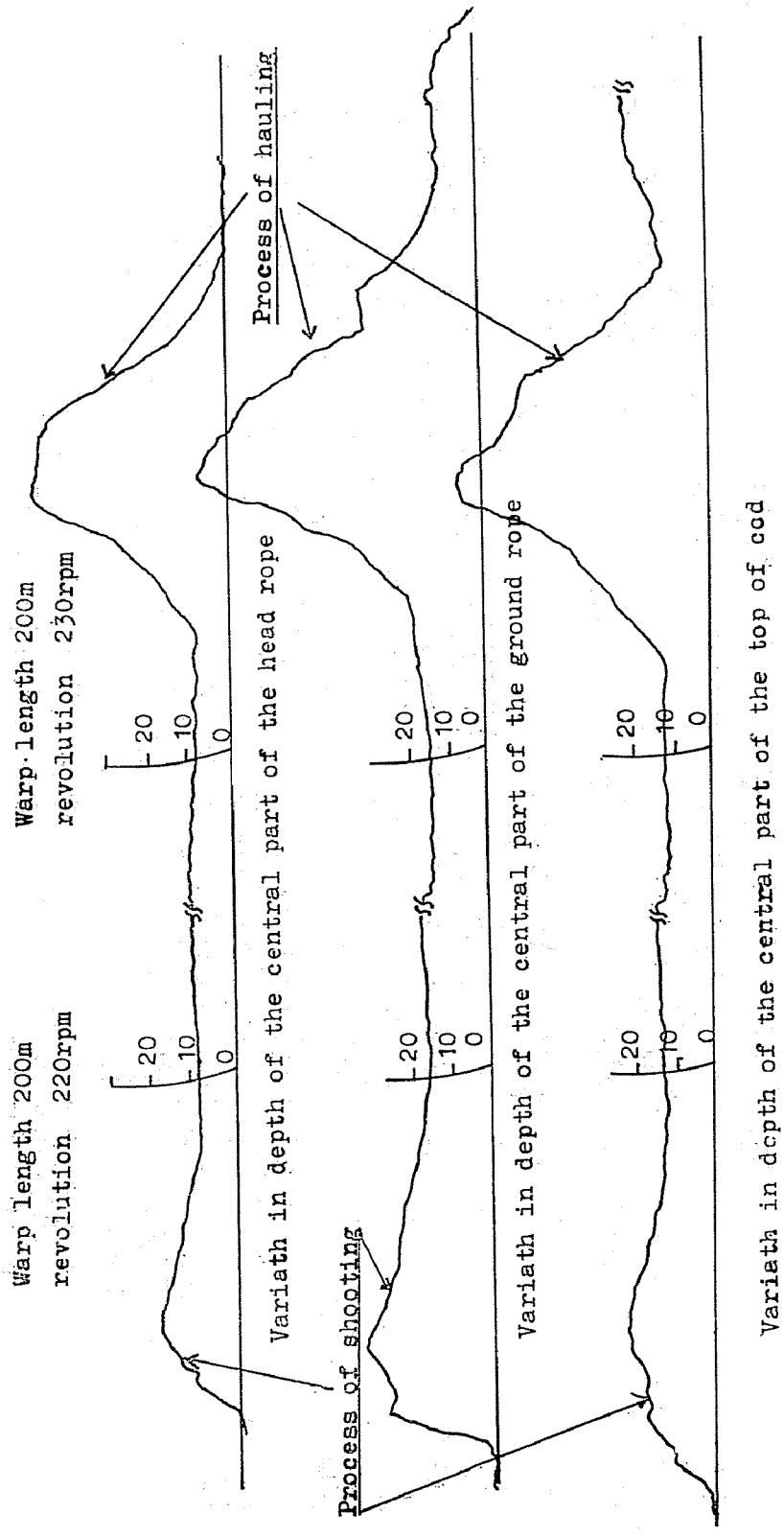
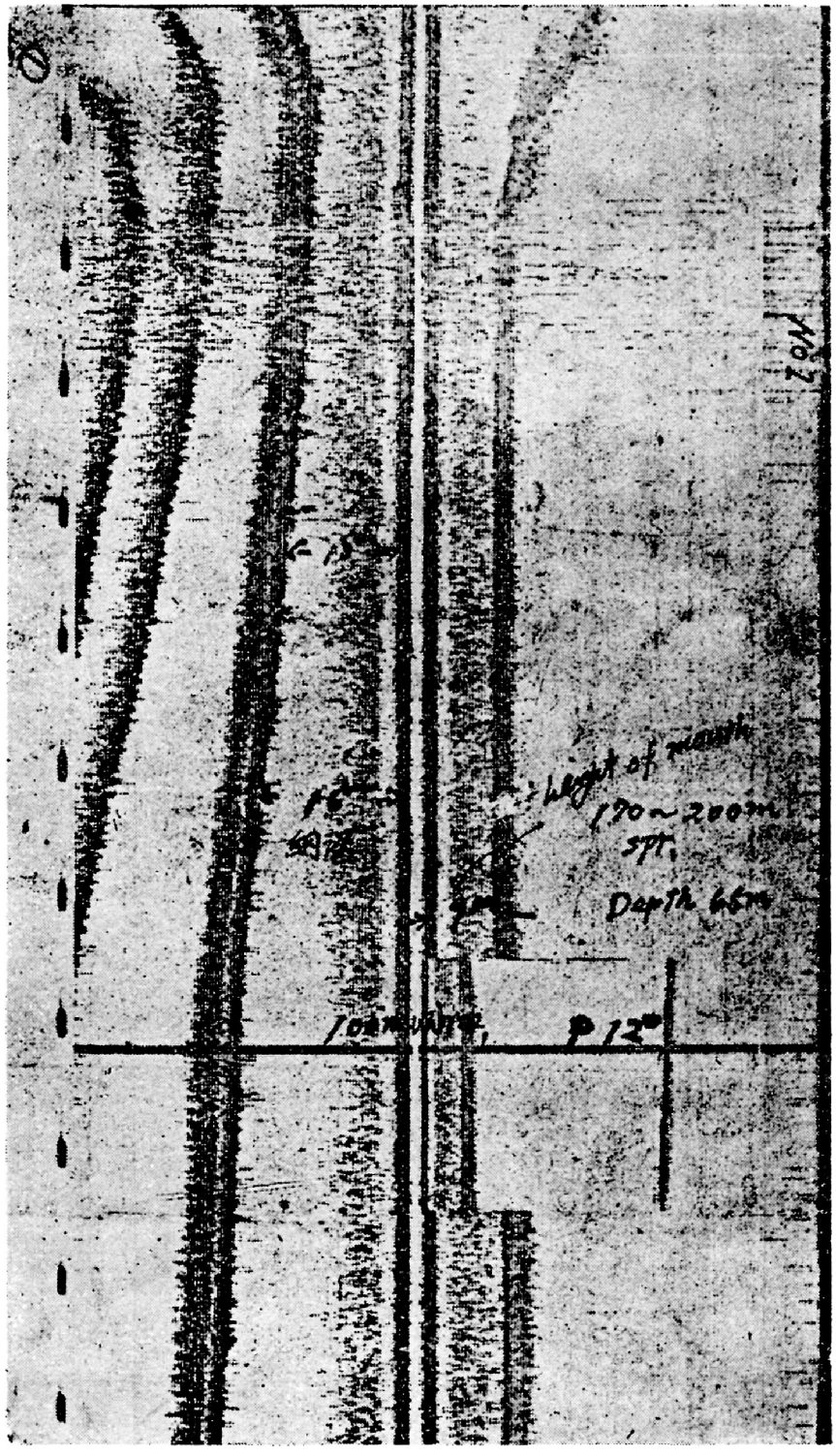
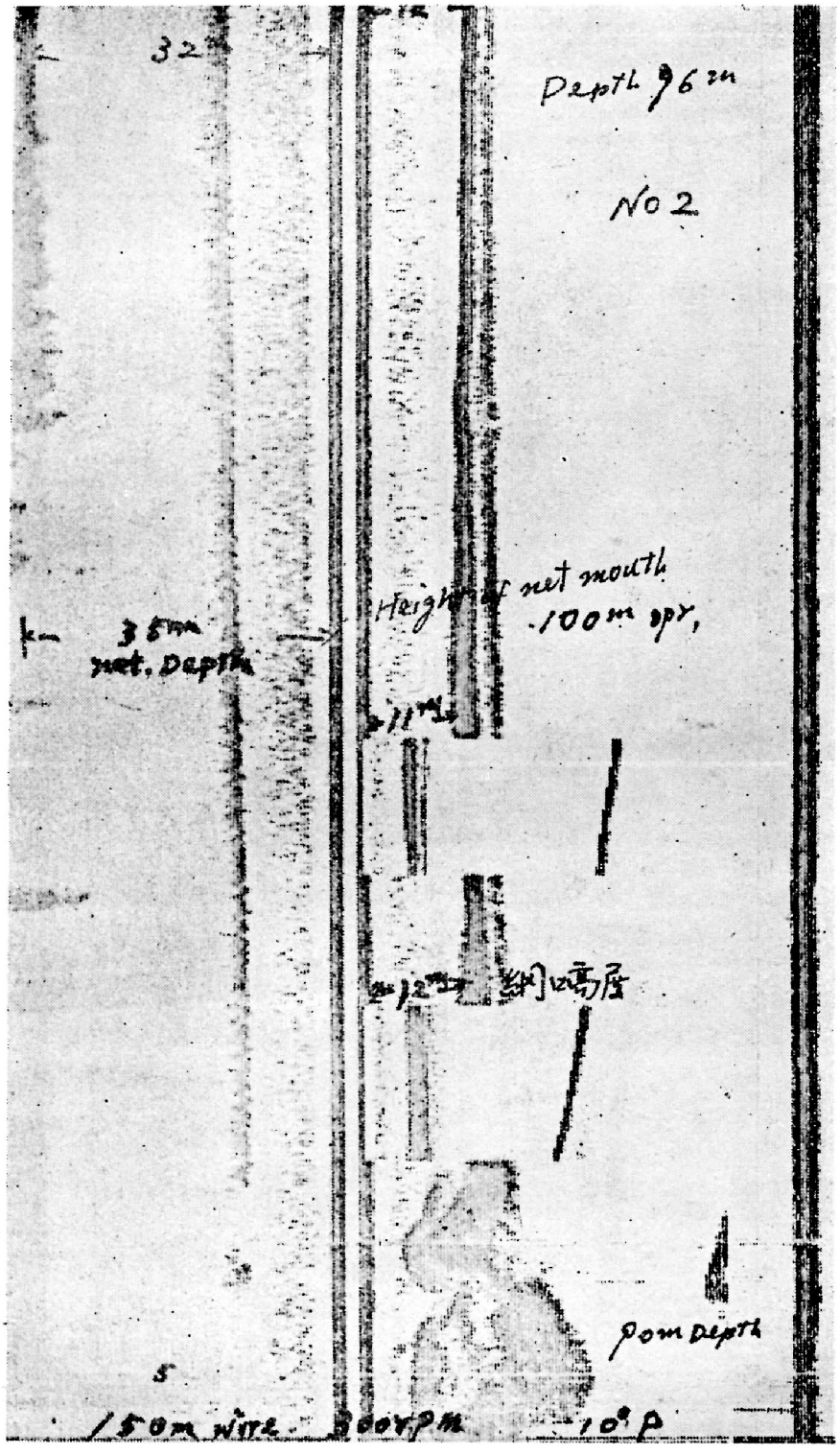


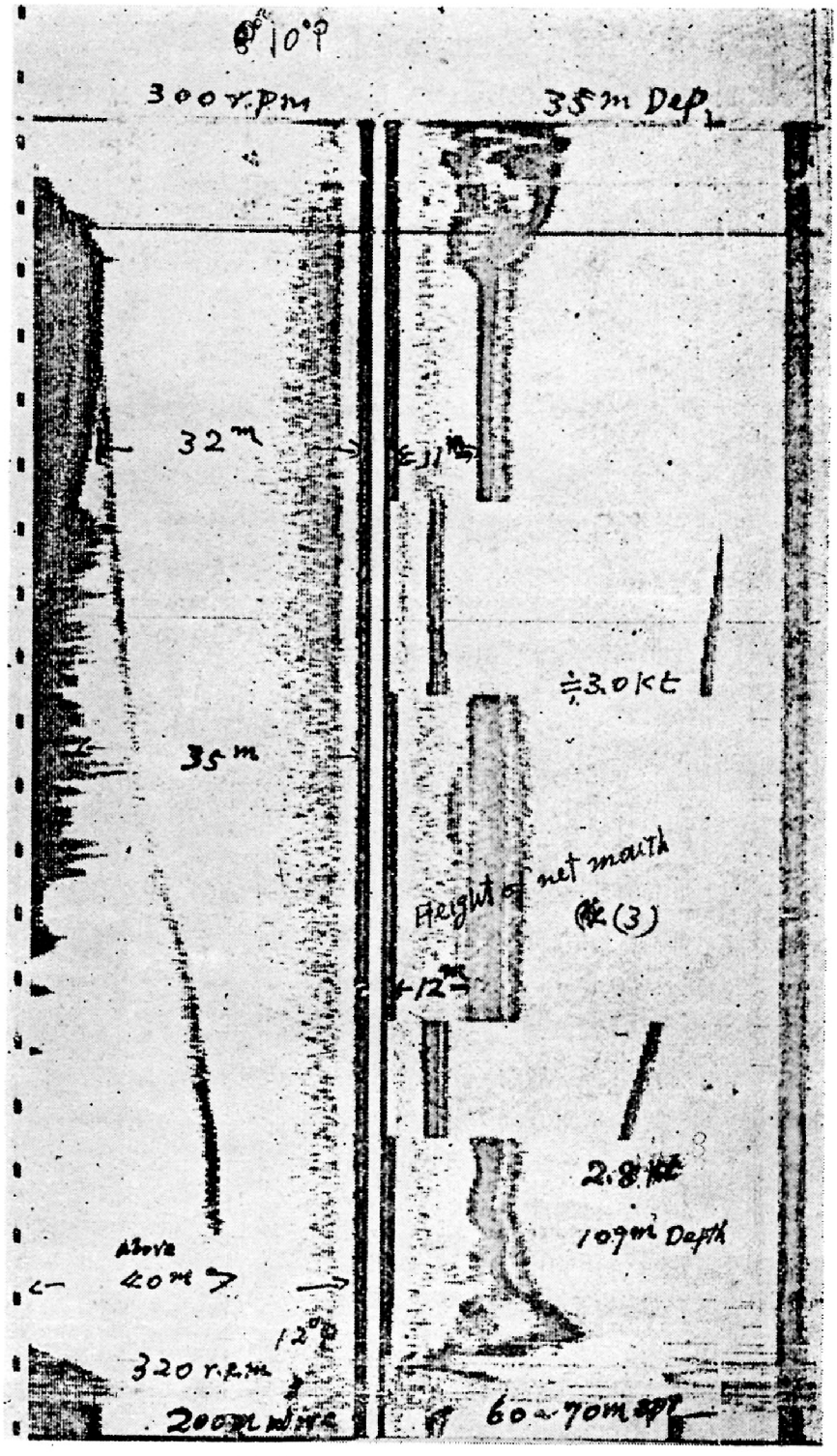

Plate 1, The net depth records with self-recording depth meter (Ta-Kung)




(1) In case of 100m wire length




(2) In case of 150m wire length




(3) In case of 200m wire length

Plate 2, The net depth records with net recorder (Kan, yang)

# 第五篇　漁具設計及漁撈技術的綜合檢討

## 一、中層拖網漁具的設計

合理的網漁具設計及網具操作之優劣，實爲決定中層拖網漁業成敗的最重要關鍵。從漁撈技術的觀點而言，網漁具的設計與漁撈條件的變化有密切的關係。因此，欲獲得本漁業的漁獲量，不因地區、魚種所限，亦卽能適應各種漁撈狀況使用的漁具設計，則尙需經若干時間的實際作業經驗及實際需要始能推出。故今後的網漁具改進與設計及發展的方向、範圍等，將以上述的實際需要條件而定，目前尙無法確定其趨向。

網漁具的設計及規模的選擇，不祇以漁撈作業的狀況及實際需要如何而定，還得考慮到漁船的拖曳能力大小而擇之。本試驗網具的設計與規模的決定，除網身爲四片網地構成之不同外，網目的尺寸及規模等，儘可能符合本省傳統習慣而製作。

經二航次的實際參與漁撈作業的試驗結果獲知；本型網具的漁獲成績，除了百分之一的漁獲量爲體型小之雜魚外，百分之九十以上均爲中大型的經濟性魚種。由此可判明，今後的中層網具設計，應考慮到實際漁撈狀況的需要而酌量擴大。並經由試驗證實，網具規模的增大，特別是身網前端部分的規模增加，對網口的展開同樣可獲致成比例擴展的效果。

除漁網的設計外，其他附屬漁具的配合選擇亦極爲重要，玆逐項研討如下：

### 1 漁船大小與漁網規模

拖網船曳網力的大小，隨漁船主機馬力數（P S）式船型而異，同時亦因車葉的直徑、螺距及車葉之展開面積的不同有差異，更與作業時的漁船傾斜度有關，因此，欲精確地計算拖網漁船的曳網馬力，在理論上尙有困難。但是根據過去多年來之經驗與研究結果，曳網馬力的推算，已獲得相當接近的準據模式，亦卽漁船的曳行網具有效馬力（Net Horse power 簡稱爲 N.H.P），與船主機馬力數（Pherde Starke 簡稱 P.S）之間，得以下之近似式計算[1,2,3]。

$$N.H.P=0.16PS \quad \cdots\cdots (1)$$

上式說明拖網漁船的網漁具曳行馬力，實際上約爲船主機馬力的 16% 而已，而所謂的馬力（P.S）係指 75kg 重的物體，以每秒 1 公尺（m/s）速度運動的運動量。故在物理上通常以 75kg m/s 表示之，例如：有 300 馬力之拖網漁船，它的網具曳行有效馬力，由式(1)知爲 0.16×300＝48（HP），就是說 300馬力的拖網船，實際上用於曳行漁具的馬力，約爲48馬力。因一馬力等於 75kg m/s，故 40（HP）＝75kg m/s×48＝3,600kg m/s。卽49（HP）之漁具曳行馬力，按物理量說明，能以每秒 1 公尺的速度拖曳3.6噸重的物體。由此可知漁具曳行有效馬力，實爲漁具的抵抗（R）kg，乘以曳網速度（V）m/s，其積以馬力表示者。因此漁具曳行有效馬力（N.H.P.），得由下式示之：

$$N.H.P.=\frac{R\cdot V\ (kg\ m/s)}{75\ (kg\ m/s)} \quad \cdots\cdots (2)$$

由式(1)與(2)，

$$R=\frac{0.16P.S.\times 75}{V}\cdots\cdots(3)$$

上式表示主機馬力與網具抗力（R）及曳行速度（V）的相關關係。由式(3)所示的三者相關關係，得知船主機馬力數及網具抗力（R）爲已知時，作業的拖曳速度自可定之。同樣，船主機馬力數及作業速度爲已知，漁船能拖曳的網具抗力，亦卽網具規模自亦有其一定的範圍，其理顯明。

一般所謂之拖網漁具，單船式作業者除網地外尙包含網板，浮子、重錘以及曳網等附屬漁具，因是拖網具的曳行抗力，當爲包含上述各項附屬漁具類抵抗的總和。

本設計之中層拖網具，經一連串的試驗結果，不包含網板的抵抗（R）得之如下：

$$R=68\ (D/L)\ b^2v^{1.3}\cdots\cdots(4)$$

在此，b爲一片網地之最大寬度計算（m），D及L分別爲網線的直徑及網脚之長，但D/L之比值，適用範圍爲0.03～0.06，若包含網板的抵抗計算在內，網具的總抵抗爲：

$$R=95\ D/L\ b^2v^2\cdots\cdots(5)$$

但採用胡氏網板者，網板的抵抗約佔總抵抗的 15～20%而計算，縱型網板則以 10～15%[1,4,5,6]計算，因此，由式(3)與(5)，各種不同主機馬力的漁船，各別能拖曳的網具規模，得以下之近似式計算求之：

$$b=\sqrt{\frac{0.16P.S.\times 75}{95\ (D/L)\ V^3}}\cdots\cdots(6)$$

依式(6)計算的結果，漁船主機馬力數與網具規模的相關關係，如圖 5 ～ 1 所示。

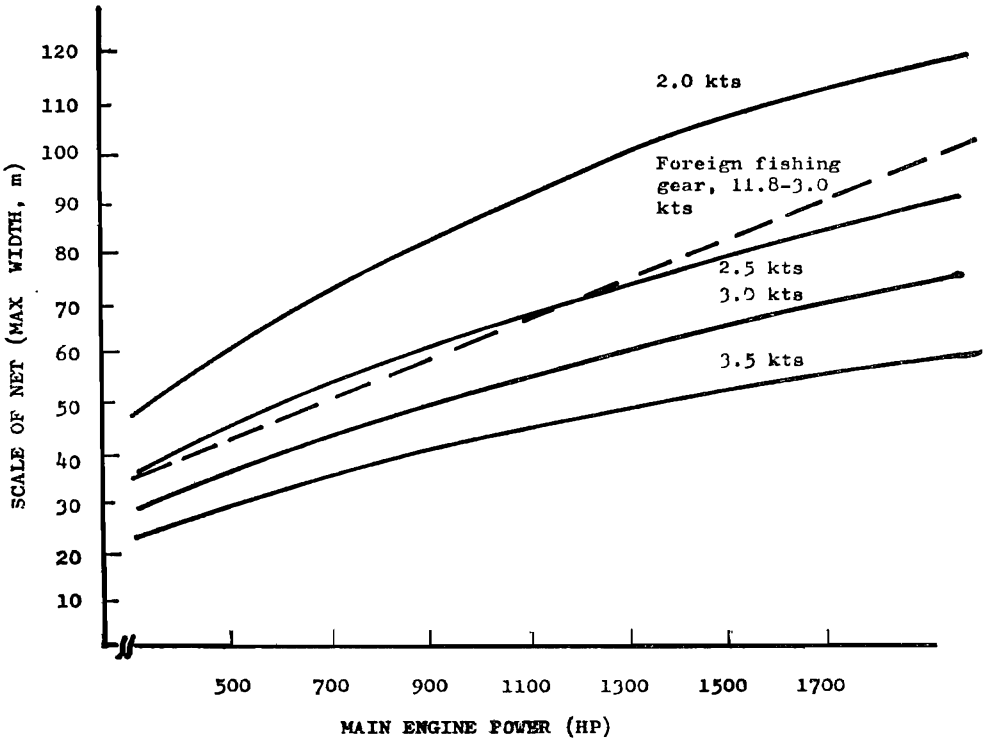



Fig 5—1. Relation between the scale of net and main engine power (P.S.) in different towing speed.

圖中之虛線爲摘錄諸外國採用之網具規模與船主機馬力數的關係曲線。依據圖 5 ～ 1 所示的網具規模與主機馬力數的相關關係模式圖，設計適合 3 節（kts）作業的各種馬力數用的網具圖，舉其範例示於附錄，以供業者參考。本設計模式圖，是以單船作業爲例而製作者，若爲雙船式作業者，得由兩漁船的主機馬力數和，按圖索引得之網具規模，略增加10～20%酌量而設計製作卽可。

玆舉例說明本網具的設計模式圖使用法以資參考。設有500馬力漁船，擬採用3.0節的拖曳速度作業，漁網的規模如何選擇，首先使用標尺，對準 500 馬力標誌，取垂直於該馬力標點的直線，沿此垂直線索取在3.0kts速度曲線的交點，再移標尺劃通過此交點而垂直於縱軸的直線，在縱軸的交點示值，卽爲吾人所需要的網具規模，以下類推。

## 2 網具規模與網口展開

由網具規模與網口展開：由網具的規模與船主機馬力數的相關關係知；同一作業速度，網具規模的設計隨主機馬力數之增加而擴大；同一馬力數漁船，網具規模的選用隨作業速度之提高而縮小。因網口的展開與網具規模有正比例關係。故預期的網口展開，自將因作業速度的選擇不同而有甚大之差異。

今就同一主機馬力漁船，因預定作業速度之不同，影響網口的展開之情況舉例比較之：設某一漁船，依3.5節（kts）作業速度爲據選擇網具的規模時，其在作業中之網口最大展開假定以 1 計算，今若該船擬以3.0節爲據而改變設計時，則網口之展開將因規模之擴大而增加1.7倍。同樣改以2.5節爲準據而設計，網口之展開將增加爲 2.7倍。以 2.0節爲準者，更可擴大至5.2倍。如圖 5 ～ 2 所示。此說明作業速度愈低，可拖曳網口展開更大之網具。吾人知網口的面積愈大，單位漁撈面積越

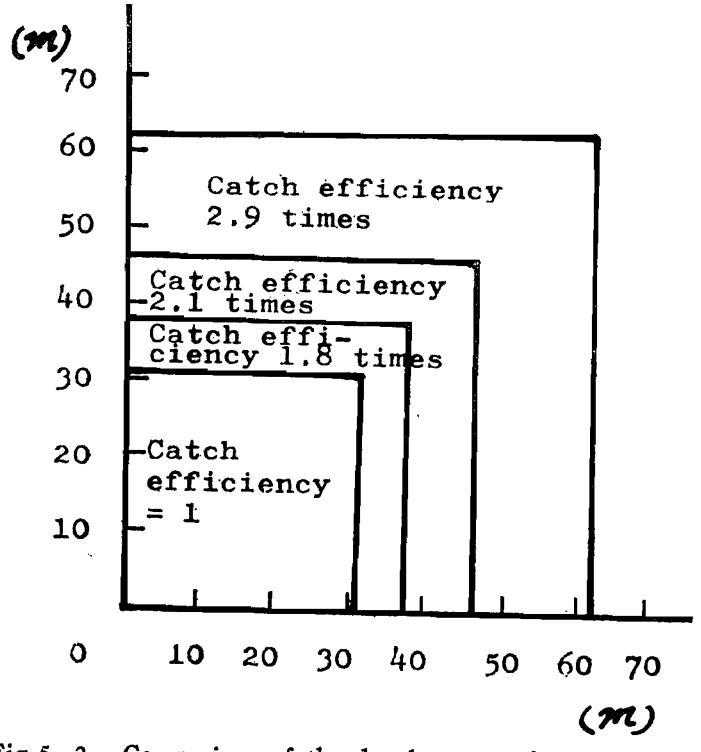



Fig 5—2. Comparison of the development of net mouth in different two speed designed.

大，因此漁獲的機會自亦因而增加。近年德國的單船式中層拖網，採用低速度拖曳大型網具的作業方式，績效優異，實導因於玆。

### 3 網板的展開性能

中層拖網用的網板，與一般底拖網具用者相同，其選擇以抗力小而展開力大爲原則。兩者的主要不同處，在於前者的使用大部分係豎立在水中，而後者經常接觸海底面使用而已；吾人熟知，單拖網具的網口水平展開，係藉左右二塊網板因受水壓的力作用向水平擴展而獲之，因此網板的展開力愈大，網口展開就愈佳。

網板的擴展力作用，其原理與機翼相同，惟機翼對流體面以接近水平狀態使用獲得垂直向上之揚力效果，而網板則以垂直使用獲致水平展開之效，兩者獲致的效果原理相同，唯方向相異而已。

當網板在水中成某種形態前進運動時，主要有二種力作用產生，其一爲網板將受前進方向的同一水平而方向相反的一種阻力作用，該阻力通常在力學上稱爲抗力（Drag force），另一爲有垂直於抗力方向的揚力（Lift force）產生，該力作用在拖網漁具者，即吾人一般稱呼的展開力（Spread force）。

網板的抗力（D）與展開力(L)的大小，依一般流體力學的理論，係與流體的動壓（$\frac{\rho^2}{2}V$）及板面積（S）成正比，即：

$$D = C_D \frac{\rho}{2} V^2 S \quad \cdots\cdots (7)$$

$$L = C_L \frac{\rho}{2} V^2 S \quad \cdots\cdots (8)$$

式中的 $C_D$, $C_L$，分別稱爲網板的抗力及展開力係數。該係數的大小，將以板面的粗滑，形狀，縱橫比及網板在水中的形態不同而變。通常網板的性能優劣，係以展開力與抗力的比值（$\varepsilon$）大小爲依據。

$$\varepsilon = \frac{L}{D} = \frac{\varepsilon}{C_D} \quad \cdots\cdots (9)$$

$\varepsilon$ 值愈大，網板的性能愈佳。吾人選用網板的原則，應以此（$\varepsilon$）值的大小爲準據。現今各國使用的網板性能，根據許多研究者的研究結果，列示於表 5～1。

Tab. 5—1. Comparison the Mechanical characters at Various type of otter board.

| Type | $C_D$ | $C_L$ | $\varepsilon = C_L/C_D$ | Mark |
|---|---|---|---|---|
| Original type (橫式平板型) | 1.1 | 1.3 | 1.2 | Sharf (1959)[4] |
| Up-right type (縱式彎曲型) | 0.35 | 1.1～1.3 | 3.14 | CHow (1973)[1] Koyama (1961)[5] |
| Suber krü $\beta$ type (歐洲式網板) | 0.3 | 1.5 | 5.0 | Sharf (1959)[4] |
| Oval type (卵型) | 0.8 | 1.5 | 1.45 | Matrosov (1953)[8] |
| V-door type (胡氏網板) | 0.78～0.9 | 0.75～1.1 | 0.96～1.22 | CHow (1970, 1973)[1,6] Lee, Matsuda (1972)[9] |

由表 5～1 所示知，以胡氏網板與橫式網板的性能較差，而以歐洲地區使用的 Suberkrü $\beta$ 型爲最優。

網板的使用，當應選擇能發揮其最大展開力的形態，而連結運用之，該形態在力學上一般稱之爲網板的仰角（Attack angle）。但網板的最大展開仰角，因網板的結構及形狀之不同而殊異。例如橫式網板以36°左右之仰角爲最大，歐洲地區用之 Suberkrü β 型爲 14.5°[4]，縱式彎曲型者爲 22°[1,5]，而卵型及本省的胡氏網板，分別約爲 40° 至 50° 左右[8,6]。

## 4 網板面積與網具規模

依德國採用低速度拖曳大型網具的作業方法，獲致突破性的成功例，展望將來的中層拖網漁業，德國式的作業勢必爲各國普遍效法採用，因此，網具的大型化設計將是今後發展的明確趨向，乃不容置疑。同樣對漁獲有決定性影響的網板尺寸，亦必因網具規模之擴增而變。故究明網板的展開與網具規模之間的相關關係，實爲選擇網板的基本依據。

爲此，筆者就以各種規模網具之最佳網口展開及應需之網板展開力，循以兩者在拖曳運動中的力學作用關係探討之。

拖網具在水中拖行時，網具各部分的形狀如何，影響網具的抗力甚大，尤其網板的展開度及運動狀態，影響尤甚。同樣漁網的運動形狀，亦時時不斷的牽制著網板，故在拖曳運動中的網板與網具，兩者間的相互力作用是極錯綜複雜的。

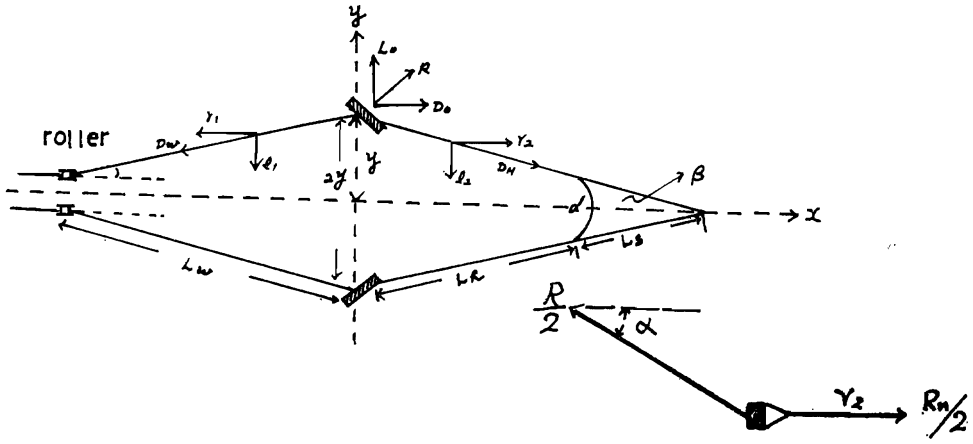



Fig. 5—3. Diagram of the fishing gear in equilibrium under towing.

今兩者之間，在拖行中如圖 5 ～ 3 所示，保持某均衡的狀態設想之，網板及兩袖端的展開距離，分別以 2 y，2 d 示之，$L_w$，$L_h$ 及 $L_s$ 分別代表曳網，手網及漁網的長度。船艉端的曳網張力爲R（網具抗力）。$r_1$ 及 $r_2$ 分別代表曳網及手網的水平向張力。

則網板與網具在某均衡狀態下時，下列各式乃爲滿足其均衡的必要條件：

$$L = r_1 \sin\theta + r_2 \sin\beta \quad \cdots\cdots (9)$$

$$\sin\beta = \frac{y}{L_h + L_s} \quad \cdots\cdots (10)$$

$$\sin\theta = \frac{y - y'}{L_w} \quad \cdots\cdots (11)$$

$$r_1=\frac{R}{2}\cos\alpha \quad \cdots\cdots(12)$$

$$r_2=\frac{R_n}{2} \quad \cdots\cdots(13)$$

但 y′ 爲船尾部兩導索滑車的一半間距，$\alpha$ 角爲曳網間與水平面之交角，$R_n$ 爲網具的抗力。

按本試驗的結果知，曳網的長度與漁撈水深之比（網板水深）約爲 3 ： 1 ～ 4 ： 1 之間。今設最大漁撈水深爲 100m以淺計算，則曳網長度的使用最大限度爲 300～400m。據此估計，曳網的伏角（$\alpha$），大致在 11.5°～18° 之間。

因此，$r_1$ 得由曳網端的張力量測值及伏角求得。$R_n$ 爲漁網的抗力，依本篇第一章式(4)，以 3 kts 的曳行速度爲準據計算時，則各種規模（b）及漁網之抵抗（$R_n$）可以簡易計得。同樣 $r_2$ 亦易而求之。

今就各種規模網具的最大水平展開 2d，設爲相當於漁網之最大寬度(b)之一半視之，因手網($L_h$)及曳網（$L_w$）的長度均爲已知，而漁網全長（$L_s$）大致爲漁網的最大寬度（b）的1.2～2.0 倍而設計。因此各種規模的網具，欲獲得最大展開度（2 d）時，應需之網板展開距 2 y，可由下式計算而得之。

$$\frac{d}{L_w}=\frac{y}{L_h+L_s} \quad \cdots\cdots(14)$$

由式(14)求得之 y 值，代入式(10)及(11)分別計算 Sin $\theta$ 及 Sin $\beta$ 兩值，求得之$\theta$，$\beta$值分別代入式(9)，則各種規模網具所需的網板展開力（L），即可求之。

網板的展開力（L）與網板的面積（S）的關係，據筆者試驗胡氏網板的結果[6]爲：

$$L=57.8\,SV^2 \quad \cdots\cdots(15)$$

故應需各種規模網具用的網板面積（S）得由式(9)及(15)之換算如下式所示求之。

$$S=\frac{r_1\ \mathrm{Sin}\ \theta+r_2\ \mathrm{Sin}\ \beta}{57.8V^2} \quad \cdots\cdots(16)$$

但限於拖曳速度爲2.5～3.0 kts，而曳網長度爲100m～400m的範圍內。按式(16)之計算，配合網具規模之擴增，所需網板之面積，以網板種類分別計算結果，如表 5 ～ 2 所示。

由表 5 ～ 1 及 5 ～ 2 的示值比較得知，同一網具規模，網板的展開性能愈小者，所需之板面積愈大。例如：網具規模爲 20～30m 者，採用胡氏網板所需面積約爲 2.8m²～3.4m² 。而採用縱式網板則爲 2.1～3.4m² 即可。

如海洋15號漁輪採用的胡氏網板面積爲 3.75m²，而試驗網具的規模爲 22.5m ，依計算所需面積爲 2.8m²～3.4m²，由此得知本試驗用網板尙稱符合。至於大型網具的規模爲 45m，依計算所需板面積縱式者爲 5.9m²～7.1m²，但本試驗船漁訓一號使用之縱式網板實際上僅爲 3.92m² 而已。較計算所需者爲小，試驗的結果，確認網具的水平展開稍嫌不足，實爲網板展開力不足所致。

Tab. 5—2. The area of board desired according to the net scale extended.

| 網具規模 Sale (b) | 兩袖展開 Wingsdist | 網板展開 Dist of boards | 網身長 Length of net | 胡氏網板面積 V-door m² | 彎曲型縱式 up-right type | 歐洲型 Suber kru β | 適用馬力 Hp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10～20m | 5～10m | 20m～ | 20～40m | 0.87～1.12m² | 0.62～0.81 | 0.6～0.7 | 200～ 300 |
| 20～30m | 10～15m | 40m～ | 40～50m | 2.8 ～3.4m² | 2.1 ～3.4 | 1.8～2.1 | 350～ 600 |
| 30～40m | 15～20m | 45m～ | 50～60m | 5.4 ～6.4m² | 3.8 ～4.6 | 3.4～4.0 | 800～1200 |
| 40～50m | 20～15m | 60m～ | 60～75m | 8.3 ～9.8m² | 5.6 ～7.1 | 5.2～6.1 | 1200～1500 |
| 50～60m | 25～30m | 75m～ | 75～90m | 12.4 ～15m² | 8.8 ～10.7 | 7.7～9.3 | 1500～2000 |
| 60～70m | 30～35m | 80m～ | 90～100 | 16.5 ～19m² | 11.8～14.2 | 10.3～12.3 | 2000～2500 |
| 70～80m | 35～49m | 90m～ | 100～ | 17.5 ～22m² | 12.5～16 | 10.9～13.4 | 2500～ |

表5～2所示之網具規模，係依網片之最大寬度計算爲據。若身網前端之網目尺寸，較之本設計者爲大時，則網板所需的面積，可酌量較本表5～2所列示者減小卽可。

## 5 曳網

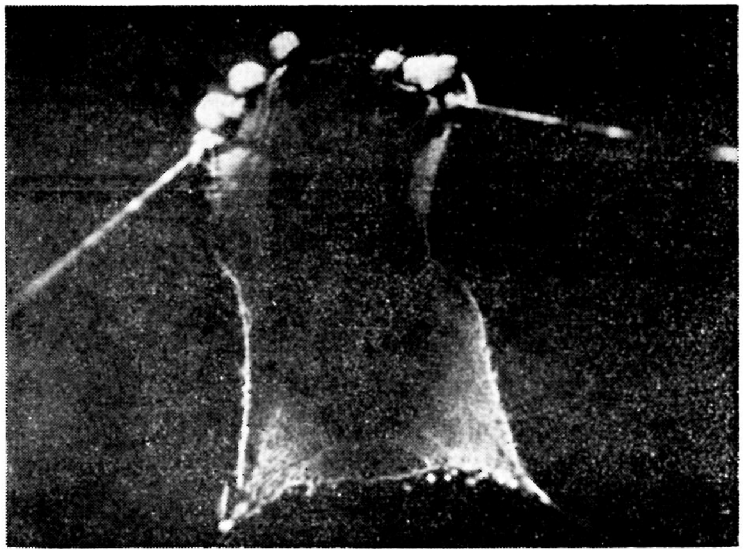
中層拖網用之鋼索類，與一般底拖網具相同，並無特殊之構造。其選用之準據端視作業的曳行阻力大小而定。在作業中，曳網是與網板相連接使用，因此曳網的承載量得由網具的曳行總抵抗及可能最大漁獲量加以估計之。目前本省漁業界使用之鋼索類，概爲中國第一鋼纜公司出品，採用蘭格 E.S 6股，W式19至24絲所構成者居多數。今以3節拖曳速度爲準據，拖行各種規模網具所需的曳網粗度，計算結果如表5～3所示，以供參考。

Tab. 5—3. Relation between the wire size and net scale.

| Horse power 馬力數 | Scale of net 網具規模 | Drag of net 網具總抵抗 | Wire size need 需要曳網粗度 | Mark 備註 |
|---|---|---|---|---|
| 200～ 400 | 17～24m | 2,000～ 3,700 | 14mm～16mm | 曳網之承載量，酌量各網具之最大漁獲量計算在內。 |
| 400～ 600 | 24～28m | 3,700～ 5,027 | 16mm～18mm | |
| 600～ 800 | 28～33m | 5,027～ 6,983 | 18mm～20mm | |
| 800～1,000 | 33～38m | 6,983～ 9,260 | 20mm～22mm | |
| 1,000～1,200 | 38～42m | 9,260～11,313 | 22mm～24mm | |
| 1,200～1,500 | 42～45m | 11,313～12,986 | 24mm～26mm | |
| 2,000 | 52m | 17,340 | 26mm～28mm | |

## 6 手網 (Sweep Line)

手網爲連接網板與網具（單船式），或手木（Danleno）與網具之間（雙船式）的鋼索。因手網之承受負荷力較曳網爲小。故其粗度的選用得比曳網者酌量減少卽可。



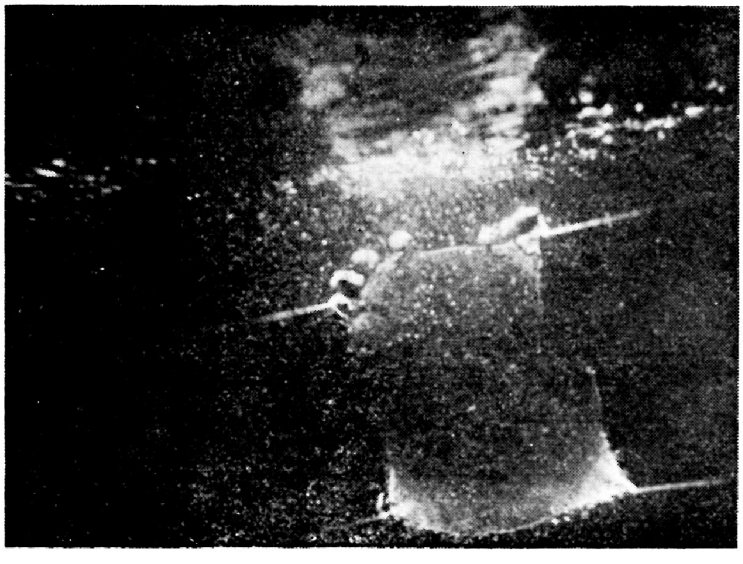


Fig 5—4. The development of net mouth
(1) in case of short bridles
(2) in case of long bridles.

由試驗結果知，手網的長短與網口的展開有密切的關係。手網的長度過短，不只有阻碍網口之展開，且將令左右兩側網片呈鬆懈狀（如圖 5 ～ 4），結果導致網具之張力分佈不均，而招致網具之張力集中於上、下兩面的網片上，極易造成該部分之網地緊張度的增加，特別是使浮網或沉網附近的網地易遭至破損。故手網長度的選擇在網具設計上，實爲重要的一環不可忽略。手網長度的選擇，雖無理論上之準據。但根據資料統計得知，如圖 5 ～ 5 所示，手網長度，大致爲網地最大幅度（緊伸長度）的 2 倍左右。

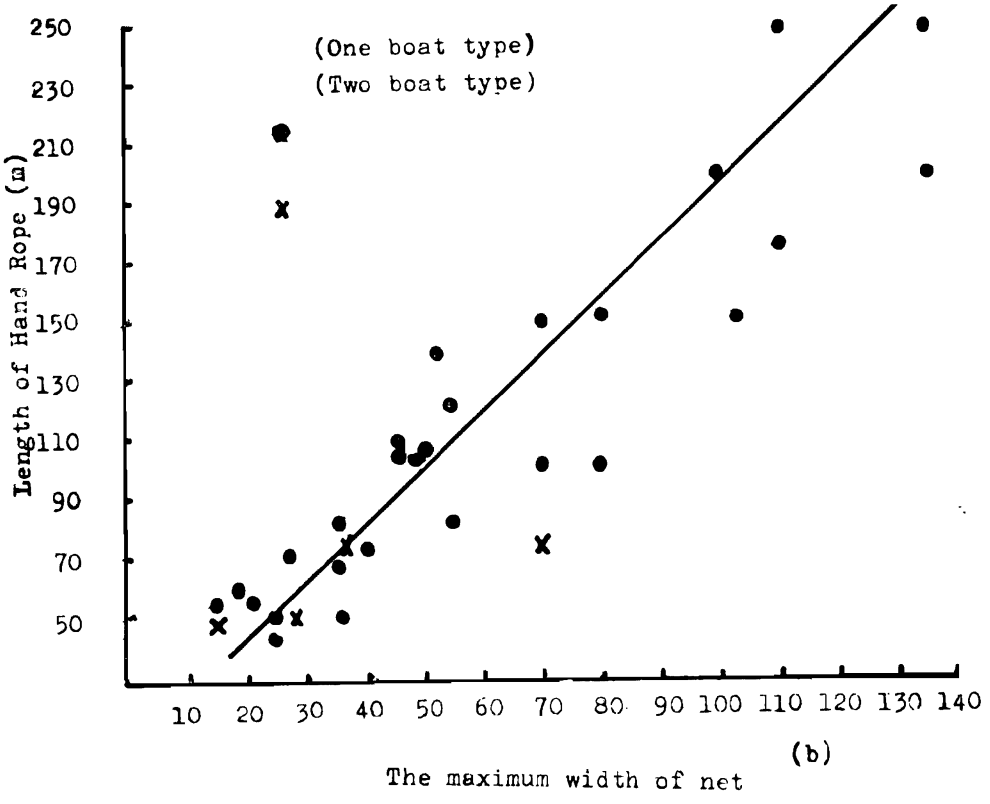



Fig 5—5. Relation between the maximum width of net and the length of hand rope.

因中層網具的網口張開係藉網具下端前錘的沉降力作用而得，而底拖網具則賴浮力之向上作用而獲致[7]。兩者之作用方式顯有差異。因此爲促進中層拖網之網口展開，必需增進前錘的沉降效率，故網具下端之手網長度，宜酌量較上端的手網增加 1 ～ 4 m爲要。就中亦有建議將下袖延伸，以代替手網者，但因設計較爲繁雜，並未普及採用。

## 7 前錘 (Front weight)

連結於下袖前端之前錘，乃爲促進網具的沉降效率，並協助網口張開之用者。前錘的重量選擇，因網具規模的大小，拖曳速度之高低及漁撈狀況的不同等而有異，並無準據可循。但依據外國的文獻資料加以統計分析結果知，前錘的重量配備，單拖式作業者每一馬力約配備 0.1～0.5kg，雙拖式者約爲每一馬力配備 0.6kg～2.5kg 不等（參考附錄表）。由試驗結果得知前錘之重量配備愈重，爲達某一漁撈水深所需的曳網長度及時間自將成比例減少。並知採用前錘重量較大者，網具之操作穩定性亦較佳。但前錘重量的使用增多，將令漁撈作業的危險性增加，因此如何配備當宜酌量漁船之設備、操作方法及實際漁撈狀況之需要而定。

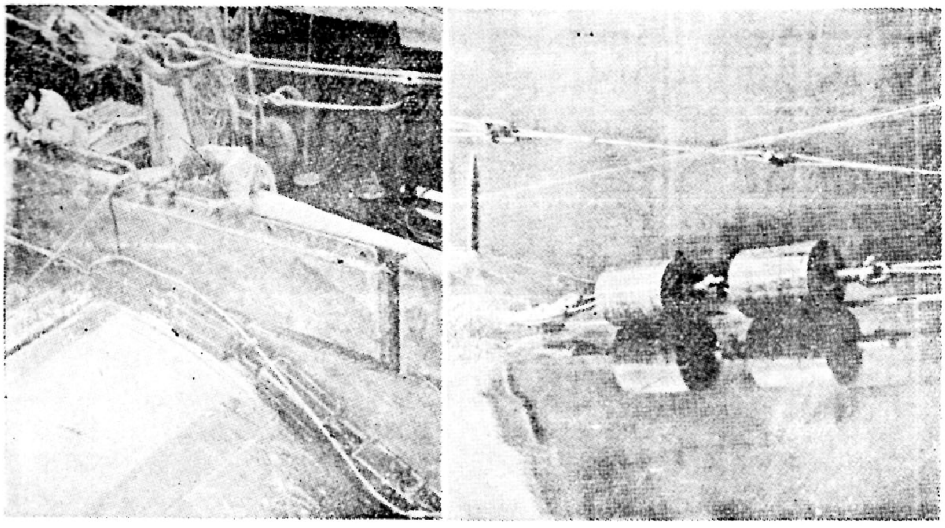


Fig 5—6. Fironf weight

茲就外國有關前錘配備的方法舉例圖示於 5 ～ 6 。前錘爲重金屬製成，如鐵球、鐵塊等。爲避免因船身搖幌，使前錘到處滑動招致危險，前錘之形狀以方形或多角形者爲多。同時將每個前錘重固定爲50kg，作業時，數個連結使用，以便作業時，視漁撈的狀況可任意裝卸增減。就中亦有將前錘，懸繫於 1 ～ 2 m的吊索，並以卸扣連結於手網上，此種裝備爲漁撈接近海底附近的魚類，績效特佳，當網具投下時，前錘最先著底，因由前錘產生的垂直力驟然減少或消失，網具亦因而終止沉降，使浮於海底上面，此種離底作業的方法 ， 外國稱謂 Semi-pelagic trawling（暫譯爲半離拖網）頗值仿效。

## 8 沈子網的構造

中層拖網之沉子網，無需如底拖網者裝置滾筒及笨重之麻繩纏繞，但爲促使網口的垂直展開及保持沉子網呈均勻一致的曲線狀，通常在沉子網上，纏於 50～350kg 重之鐵鍊。鐵鍊的裝配法，一般爲網口中央部分較重，而朝向袖網端漸次減少。但鐵鍊最佳能加以包紮後結附在沉子網上，以防止與網地纏絡爲宜。

## 9 浮子

如前章節所述，中層拖網的網口展開，並非依賴强大的浮力所支持，而是藉網具下端的沉子及前錘的沉降力作用獲致，在前章節之雙拖試驗報告中亦指出，浮子之大量增加不僅對網口的高度並無多大助益，且爲達到預期的漁撈水深，所需之曳網長度因浮力增大而成比例增加，故浮力之需求量，一般足夠保持網口之展開度及形狀即可。如美國之中層拖網業者，浮力與沉降力之比約爲 1 :1.2 ～ 1 ：1.5 （Johnson, L. J. 1970）。由試驗的結果獲知，浮力大致爲沉降力之二分之一的範圍內配置之即可，但爲了減少拖曳網具的抗力，浮子宜選用直徑 18cm 以上者較佳。

## 二 漁撈技術的檢討

中層拖網的基本特徵爲漁網隨魚羣之浮沉在不同水深拖曳的一種漁法。但魚類的棲息深度因地區、時間及魚種而有極大差異，因此爲達到漁獲目的，必需具備如次的基本條件：(1)有迅速探測魚羣所在水深之技術與設備，(2)配合魚羣所在深度拖行網具的技術。故中層拖網漁業，必需有魚羣探知機的設備，並應備有量測網具拖行深度的儀器，今就有關此二項基本條件檢討之。

### 1 魚羣探知機

本省魚羣探知機之引進使用早在民國40年卽開始[10]，但爲漁業界普及採用，大致在民國54年間南方澳的巾着網漁船試驗成功之後。目前我拖網漁業，絕大多數之漁船均備有魚羣探知機，但大部分的魚羣探知機，其構造及型式屬於50KHZ～60KHZ 的低頻率，指向角爲 30° 以上者居多數。或因本型魚羣探知機的探測魚羣性能較差，不易探測魚羣的所在，兼以大多數的拖網漁船船長對其性能未深入瞭解，故並不重視該儀器的使用。一般拖網漁船備有之魚羣探知機，實僅作爲探測漁場的水深，以供作業放伸曳網長度的依據而已！

因此爲引進本漁撈技術謀求發展，具有探測魚羣所在性能的魚羣探知機裝備，首必充實，因此選用的魚羣探知機，其頻率至少需要在100KHZ 以上者，並加强訓練作業人員使用魚羣探知機搜索魚羣的方法，逐步引導業者熟練憑據儀器提供的資料而作業的基本技術，此實爲當前亟需輔導的工作目標。

最近，基隆市區漁會爲提高拖網作業之漁獲效率，促進漁撈科學化，已擬定高頻率(200KHZ)魚羣探知機之推廣計劃[11]，期望該項計劃能早日全面推廣，並普及其他各區漁會，爲本省引進中層拖網漁業樹立推廣發展的基礎。

### 2 配合魚羣浮沈之網具操作法

經魚羣探知機探測魚羣的所在深度後，如何使漁網正確可靠的拖曳而過的技術，爲決定漁獲多寡的最重要關鍵，故爲提高本漁業的漁獲效率，網具的正確操作方法，一直成爲業者及研究者的鑽心探討的中心課題。

拖網的深度量測儀尙未達到實用的階段以前，業者只能依據比較間接的方法作業，卽根據過去的作業經驗、調整拖行速度及曳網長度來決定或調整其拖行深度。亦有中層拖網製造商，曾就拖行速度，曳網長度及曳網角度等，與魚網的拖行深度間之關係，經仔細實驗作成換算表，以供業者參考使用。依據本試驗的結果知，網具的拖行深度，除上述各項因素而變外，網具的重量，作業海況的不同，均可能影響網具的實際拖行深度。因此依據間接方法作業，網具的實際拖行深度與預期者可能有些許之出入。若漁獲對象的魚羣如第 3 篇圖 3 ～ 3 的 d ～ e 所示者，亦卽從海底面至水面成點狀擴散分佈，或成柱狀密集之情況，網具的拖行深度，卽使有些許之誤差，或許對漁獲並無甚大之影響。設若魚羣如圖 b 、 c 所示的成帶狀作水平向分佈，且厚度約爲2m～10m者，該厚度幾與網口的高度相差無幾之場合，倘網具之深度調整小小的錯誤，可能影響漁獲甚大。因此網具拖行深度的正確掌握，爲決定漁獲多寡的重要關鍵乃爲不爭的事實。現今有關網具拖行深度的量測儀應用於漁業界者，諸如日本出品的網具記錄儀 (Net recorder)，美國的深度自動記錄系統 (Electrical depth telemeter sytem) ， 德國的多向位深度計測儀 (Multi transducer Net sonde) 等，頗爲實用，且甚爲普及。

目前本省備有上述儀器之拖網漁船爲數不多。因此網具的拖行深度尙無法依據儀器作正確把握之情況下，得應用筆者所示之作業準據圖表作業。並盡可能採用低速而拖行大型網具之作業方式。

乃不失爲尋求增加漁獲效率之最佳途徑。特別是在我北部及東海漁場 100m 以淺水域作業時，績效尤爲顯著。例如第 3 篇之漁獲實驗結果，卽爲其最佳之例證。

今就網具的拖行深度與曳網長度，曳行網具的速度及兩船間隔之相互關係，依筆者試驗的結果，並摘錄外國資料，綜合列示於下，以供業者參照。

單拖式作業情況

| | 曳行速度 | 曳網長度 | 曳網長度／網具水深 |
|---|---|---|---|
| 本試驗之結果 | 2.0 | 50m | 3.0 |
| | 2.5 | ～ | 3.5 |
| | 3.0 | | 4.1 |
| | 3.5 | 300m | 4.5 |
| 日本資料 | 2.5 | 200m | 3.7 |
| | | ～ | |
| | 3.0 | 280m | 5.8 |
| 歐洲資料 | 3.0 | 100m | 2.3 |
| | | ～ | |
| | 3.5 | 280m | 2.8 |

雙拖式作業情況

| | 拖曳速度 | 兩船間隔 | 曳網長 | 曳網長／水深 |
|---|---|---|---|---|
| 本試驗 | 2.2～2.7 | 50～100m | 100m | 4.6 |
| (光陽號) | 2.2～2.7 | 100m | 150m | 4.5 |
| | 2.8～3.0 | 80m | 200m | 5.6 |
| 日本資料 | 2.0～2.5 | 50～70m | 100m | 6.5 |
| | 2.2～2.8 | 80m | 200m | 5.7 |

據外國作業的經驗獲知[7]，魚羣對網具都有逃避現象，當魚羣警覺到網具接近時，皆有向下潛逃之趨向云，故網具的拖行深度，宜選擇比魚羣稍深的深度拖曳爲要。

## 三 參考文獻


(1) 周耀烋 (1974). 單船拖網具的設計，漁業技術指導叢書第22號，臺灣省漁業局編印，33～61.

(2) 小山武夫 (1966). トロール船の主機馬力數とトロールウインチ及び漁具規模の關係について，東海水研業績A第225號，101～108.

(3) HAMURO C. M. (1964). Study on the warp length parado-nable size of the net and capacity of the trawl winch in case of the deep sea towing by stern trawler, *Tech. Rep. Fish. Boat*, 18 (7), 4-30.

(4) SHARFE J. (1959). Experiments to decrease the towing resistance of trawl gear, In: Fishing gear of the world, 1, 245-247.

(5) 高山重嶺，小山武夫 (1961). オツターボードの研究，東海水研誌, 31, 297～307.

(6) 周耀烋 (1970). 臺灣單拖網具之研究，海洋學院編印，1-111.

(7) SHARFE J. (1964). One boat midwatar trawling from Garmany. In: Fishing Gear of the world, 2, 221-228.

(8) MATROSOV T. T. (1958). Increasing the effectivenecs of trawl boards by slotted design which produce the necessary moment of force, Bgbone Kbozyais-tro XXXIV (9), 3-10.

(9) Lee T. T. & MAZUOA (1972). Mechanical studies on the trawl gear of Taiwan, Private publication.

(10) 葉士煦，許君復 (1972). 漁船應用電子設備性能調查，中國水產，239, 2～6.

(11) 中國水產 (1977). 拖網船欲裝高効魚探機，中國水產, 290, 28.

# 全文摘要

本省拖網漁業，近年來在政府有關當局之積極輔導及漁業者之努力配合下，拖網漁船的增加至爲迅速，就近十年來的發展爲例，遠洋單拖漁船數，由民國五十五年之52艘，逐年增加，迄至民國六十四年底之統計爲 351艘，計共增 299艘，遠洋雙拖漁船由373艘增至513艘，共增140艘，小型單拖漁船由1,756艘增至 2,953艘，計增 837艘，由於原有拖網漁場範圍有限，爲維持該漁業的發展，作業漁場從民國五十年起，由臺灣周圍，北部漁場、東海漁場、逐年拓展至南中國海、澳洲北部及西北部水域。但十年來增建之漁船數，除少數大型漁船在上述新開拓的漁場作業外，大部分中，小型拖網漁船，均集中於原已達飽和狀態的臺灣附近，東海漁場作業，結果使該水域的漁獲壓力日益昇高，生物資源的加速萎縮，而形成竭澤而漁之現象，拖網漁業的生機遭遇嚴重的威脅。

爲尋求中層拖網漁法，引進本省發展的可行性與途徑，期有助我拖網漁業突破困境，自民國六十一年始，承農復會漁業組，分別在72（NSC)—A31—0715, 73—A31—0—788及76—A31—0—895 等補助計劃下，進行本漁業漁具漁法的一系列試驗研究。

爲瞭解中層拖漁業漁具的特性及基本漁法，參照美國在北太平洋試驗撈捕鰊的 Cobb 440 型中層網具爲藍圖，並參酌本省的網具製作習慣酌加修正。依據模型法則分別製造1/60, 1/15及1/8 的網具模型，在室內環流水槽及基隆港外分別進行模型試驗，獲得如下初步的資料：(1)在 2.5kts 至 3.0kts 的一般作業拖行速度範圍內，網具的拖行深度，約爲放伸曳網長度的 1/3～1/4。(2)在上述拖曳速度內，網口的高度平均爲12m。(3)網具之拖行深度，因海況、曳網所具之形狀及網漁具之重量等不同而殊異，(4)影響網具抵抗的因素中，知 D/L 之大小較網口展開度的影響爲顯著。(5)知中層拖網較底拖網具有 3～4 倍大之優越網口展開性能。

爲印證模型試驗結果的可靠性及尋求實用化的可行途徑、參酌本省作業的實況，設計製作適於150噸級使用的中層單拖式作業網具，商借本省水產試驗所屬海慶號及海憲號兩調查船，分別在本省北部海域及高雄外海進行二航次的實際網具操作試驗，結果獲知(1)漁網的拖行深度，證實模型的試驗結果，頗爲正確及實用。(2)爲保持網具在拖曳中的穩定性，採用前錘較潛水板爲優。(3)每增加曳網長度10m，魚網的深度約增加 3 m。而每增加曳行速度 1 kt，漁網約浮淺達23m。(4)網口高度的實測值爲10.6m，與原設計估計值大致相符。(5)採用較大沉降力的網具，在漁撈作業的時效上，似較爲有利。(6)確認本網具的設計，適合本省一般中型漁船使用。

根據中型拖網漁船的試驗結果獲得的經驗及資料，進一步設計適於本省大型拖網漁船（1,000 HP～～1,500HP）使用的大型中層拖網漁具，用經濟部漁業幹部訓練中心所屬訓練船漁訓 1 號（500 $，1,200HP），於於臺灣海峽及北部水域，進行 17 天共60網次的大型網具的作業試驗，期樹立本網具之操作技術基礎，結果獲得：(1)確切解明漁網深度與曳網長度的相互關係。(2)曳網長度較短且在高速曳行時，漁網的深度由曳網的傾斜角加以推算者堪稱實用。(3)網板在曳行中的位置概在網口展開的範圍內，兩者之中心線量測結果頗爲接近一致。(4)前錘之重量大小及手網的長短與網口之展

開有正比相關關係。(5)網具前端之規模大小與網口之展開有正比增減之比例關係。

本網具的特性及漁法，經由前一系列的試驗結果，獲知較底拖網具有優越的網口展開性能，而該性能能否直接獲致實質的漁獲效果，於我東海漁場進行 2 航次的漁獲比較實驗，結果知：(1)中層拖網的漁獲成績較底拖網具約增加 2 倍以上。特別是撈捕高級魚類尤爲顯著，充分顯示中層漁法在經濟上之優越性能。(2)確認本網具較底拖網具約有 3 ～ 4 倍大的網口高度及它的機動性操作，爲中層拖網漁獲性能顯示優越之重要因素。(3)在淺水域作業時，爲防止因船與網具之騷音影響引致魚羣的脫逸，故採用舷拖式曳行作業方法，顯較爲有利。(4)採用較長手網（Sweep Line），可減少或防止網身前端的破損。

單船式中層拖網的漁業技術，經由上述一連串的試驗結果，分別獲致預期的效果並引致漁業界普遍的重視及效法作業，成績極爲優異。爲期本漁業技術能推廣普及本省雙拖式拖網作業漁船，以利加速全面的推廣發展，承高雄地區的光陽及昌洋兩漁業公司之協助，於民國65年12月中，下旬在高雄外海分別進行二航次的雙拖式作業基本調查試驗，初步結果得知：(1)漁網的拖行深度，除曳網長度及拖曳速度之不同而異外，兩船間隔的大小亦扮演重要角色。(2)在 2.2～3.0kts 的拖曳範圍內，兩船間隔爲 50m～100m 之間作業時，漁網的拖曳深度約爲曳網長度的1/4～1/6。(3)手網長度及前錘的重量，對網口的展開確實有很大之影響。(4)爲保持網具的最佳形狀，獲知兩船的操作間隔，以放出曳網長度的一半最爲適當。(5)網具規模的選擇，得比同一馬力的單船式作業使用者約增加20%。

中層拖網漁業，經由以上一系列的續試驗結果，已樹立自我發展的漁撈技術基礎。爲開發洄游性魚類或離底魚羣確提供優越的漁撈技術。並確認中層拖網漁業技術的引進發展，實爲突破當前我拖網漁業面臨困境的最佳途徑。但爲尋求能適應各種漁撈作業的中層拖網的漁具漁法，今後尚可能需一段較長的經驗與實際需要如何而定。鑑於外國先進，從突破追捕式的傳統漁獲觀念，轉變爲低速拖曳大型網具的誘捕式作業，而獲致輝煌成就的例子，實值吾人效法參考。

# 參加工作人員

周耀烋（Yau-Shou CHow）：綜理研究計劃之擬定與進行；各項實驗之督導及結果分析；全篇報告之撰寫。

孟威納（Wei-Na Moon）：協助模型實驗。

蘇偉成（Wei-Chan Su）：協助模型實驗與結果分析。

何權宏（CHen-Hon Ho）：負責中型網具之實驗；協助模型實驗。

高慶和（CHin-Ho Kauo）：協助單船大型網具及雙拖網具實驗。

# 附　　錄

表1　世界各國使用中層單拖網具構造

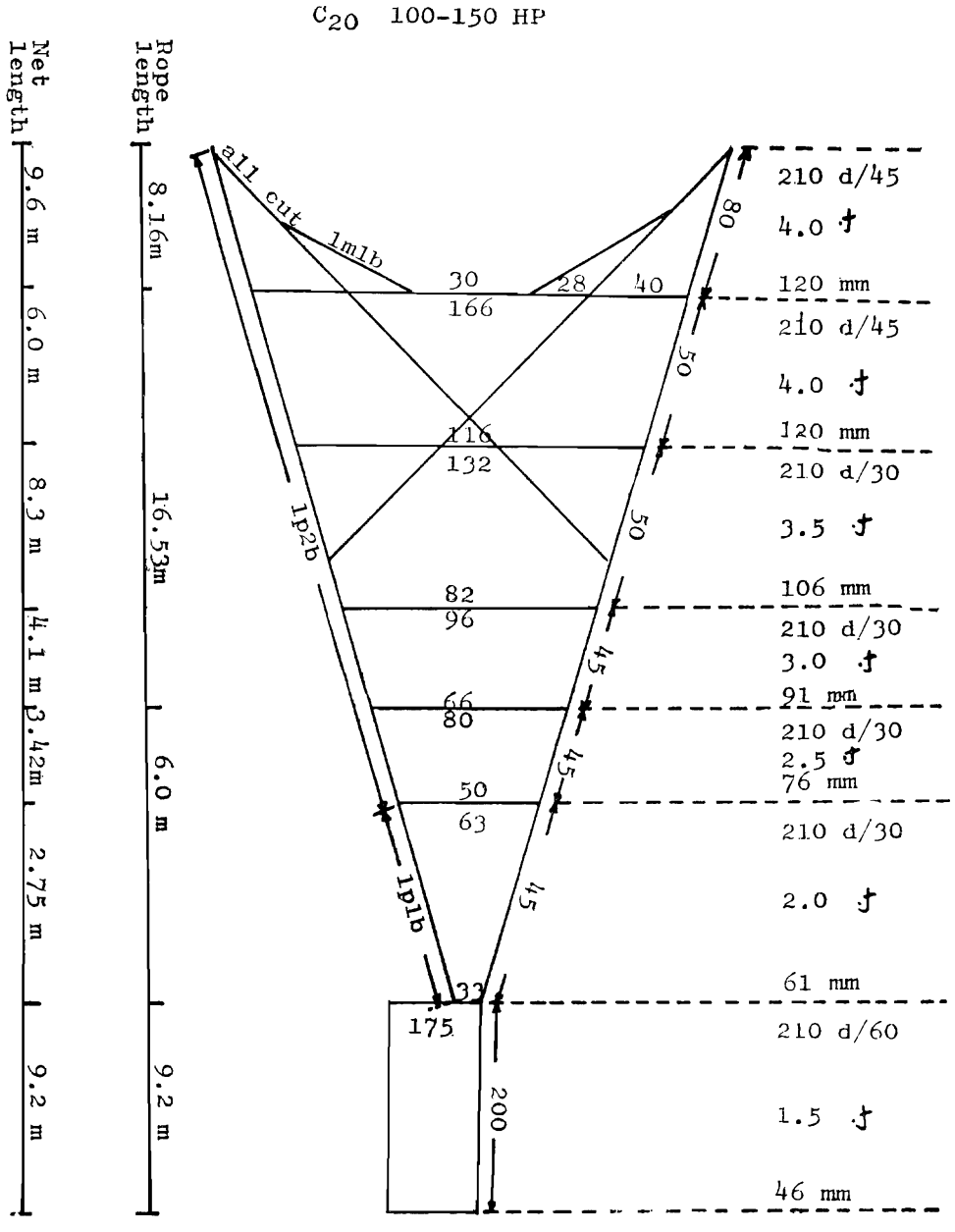
| 國　別 | 網口周長 (m) | 前端目大 (mm) | 沉網重量 (kg) | 浮子浮力 (kg) | 前錘重量 (kg) | 手網長度 (m) | 網板面積 (m²) | 漁獲目標 | 備　考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 加拿大 | 40 | 203 | 45 | 160～185 | 70～90 | 73/74 | sūb 3.0 | 鰊 | gohnson 1968 |
| 法　國 | | | | | | | | | |
| Chalut pelagic 44～40 | 50 | 240 | 15+2 ×60 | 150 | 440 | 140/144 | sūb 3.2 | 鰊 | Nédélec 1966 |
| 150 HP | 25 | 160 | | | | 40 | ova 1 | | Portier 1970 |
| 750 HP | 37 | 160 | | | 400 | 50 | sūb 4.0 | | Portier 1970 |
| 1,500～1,800 HP | 56 | 200 | | | 600～800 | 80/120 | sūb 6～8 | 鱈 | Portier |
| 德　國 | 70 | 200 | 150～200 | 140～185 | 500 | 100～150 | sūb 5～6 | 鰊 | |
| | 80 | 200 | 150～200 | 140～185 | 500 | 100～150 | sūb 6～8 | 鱈 | |
| | 100 | 200/560 | 200～250 | 185～350 | 800 | 100～200 | sūb 8～12.5 | 鯖 | Schärfe 1966b |
| | 110 | 560 | 250 | 185～460 | 800 | 100～250 | sūb 8～12.5 | 鯷 | |
| | 135 | 560 | 250～350 | 185～460 | 1,000～1,200 | 150～250 | sūb 8～12.5 | | |
| | 155 | 560 | 250～350 | 185～460 | 1,200 | 200～250 | sūb 12.5 | | |
| 日　本 | | | | | (沉降器) | | | 白帶 | |
| 200 HP | 25 | 76 | 9+2× 7.5 | 35 | 2×16.5 | 50/50.5 | hydr 0.84 | 大蝦 | Hamuro & Ishii 1961 |
| 400 HP | 26 | 120 | 9 | | 2×20 | 70/71 | hydr 1.89 | 白口 黑口 | |
| 500 HP | 35 | 121 | | | 2×50 | 80/80.8 | ca, 2.0 | 黃花 | |
| 1.200 HP | 49 | 152 | 27+63 | 110 | 2×40 | 101/102 | hydr, 3.30 | 鰊鱈 | |
| 瑞　典 | 15<br>18 | 85<br>85/100 | 20<br>40 | 128<br>120～145 | 0～40<br>15～40 | 55/92<br>64/92 | plain 2.2<br>plain 2.9 | 鰊<br>鯷 | Johansson & Lindquist 1967 |
| 英　國 | 12 | 110 | 6～12 | 24 | 34 | 18.5 | sūb 1.36 | 鰊 | Noel 1966 |
| 美　國 | 45 | 76 | | 95 | | 110 | hydr, 3.7 | 鯖<br>太平洋鱈 | Mc Neely Johnson & Gill 1965 |
| B.C.F. | 21 | 127 | 120～180 | 80～150 | | 55 | r-bd 5.6 | 鱈<br>鰊鰈<br>鯷鯡 | Jorkovich 1968 |
| 蘇　聯 | 77 | 200 | 420 | 400 | 500 | | sūb 8.0 | 鯖<br>鰮 | N.N. 1970 |

表 2　世界各國使用中層雙拖網具構造

| 國別 | 網口周長 (m) | 前端目大 (mm) | 沉網重量 (kg) | 浮子浮力 (kg) | 前錘重量 (kg) | 手網長度 (m) | 曳速範圍 (kts) | 漁獲目標 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 日本<br>60～120HP | 33.4 | 60 | 40 | 80 | 50×2<br>或<br>50×4 | 70/70.5 | 2.3～2.5 | 大蝦<br>白口<br>黑口<br>黃花<br>鱈<br>白帶 | (1)手木水中重 11kg<br>(2)重錘位於下袖前端 1.5 m處<br>(3)預期網口展開 10×10m² |
| 德國<br>600 HP<br>1,000 HP | 70m<br>80m | 200<br>200 | 50～350 | 200<br>320 | 175×2<br>350×2 | 65/69<br>85/89 | 3.5～4.7 | 鯨<br>鱈<br>鯖<br>鯷<br>鯡 | (1)兩船於作業時距離約爲延放出網長度之半<br>(2)預期網口展開 14×18m² 16×20m² |
| 美國<br>加掌大<br>200～220 HP | 22.5 | 150 | | | 114×2 | 37/42 | 3～4 | 鯨<br>鮃<br>鰈 | (1)曳網長於45～320m間<br>(2)兩船作業間距爲曳網之半<br>(3)作業水深 4 m～67m間 |
| 丹麥<br>50～120 HP<br>100～200 HP | | 120<br>150 | | | 60<br>120 | 30/32<br>48/50 | | 鯨 | 預計網口展開 12×15m² |
| 蘇聯 | | | | | 450～500 | 70～100 | 3.5～5 | | |

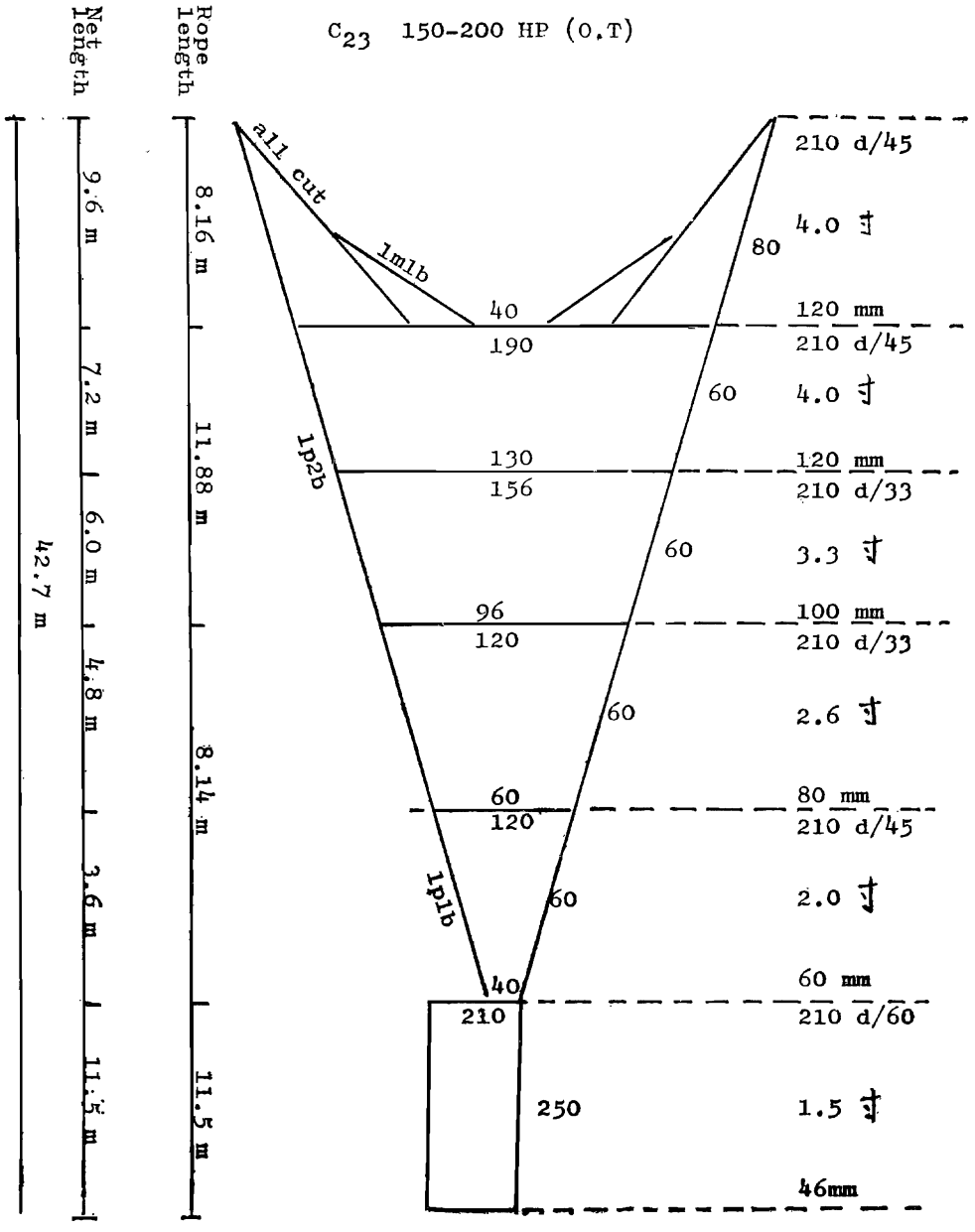
# 適合本省各種馬力用的中層拖網具設計圖

(圖1～9)



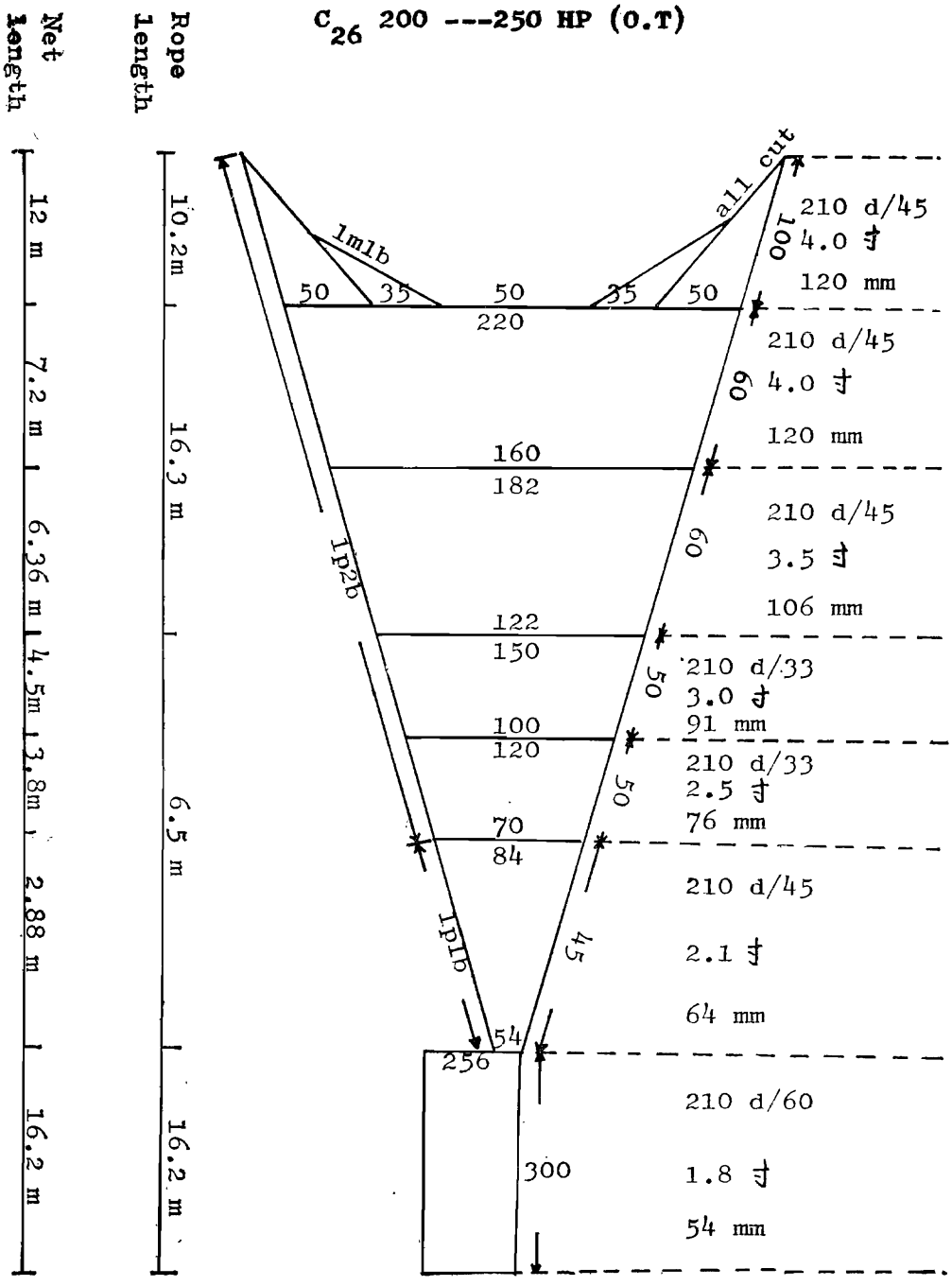

8 m x 8 m = 64 $m^2$

圖 1　適用100～150馬力中層拖網具構造圖




$9.16\ m \times 9.12\ m = 83.17\ m^2$

圖 2　適用150～200馬力中層單拖網具構造圖




$10.56 \times 10.56 = 111.5\ m^2$

圖 3　適用200～250馬力中層單拖網具構造圖

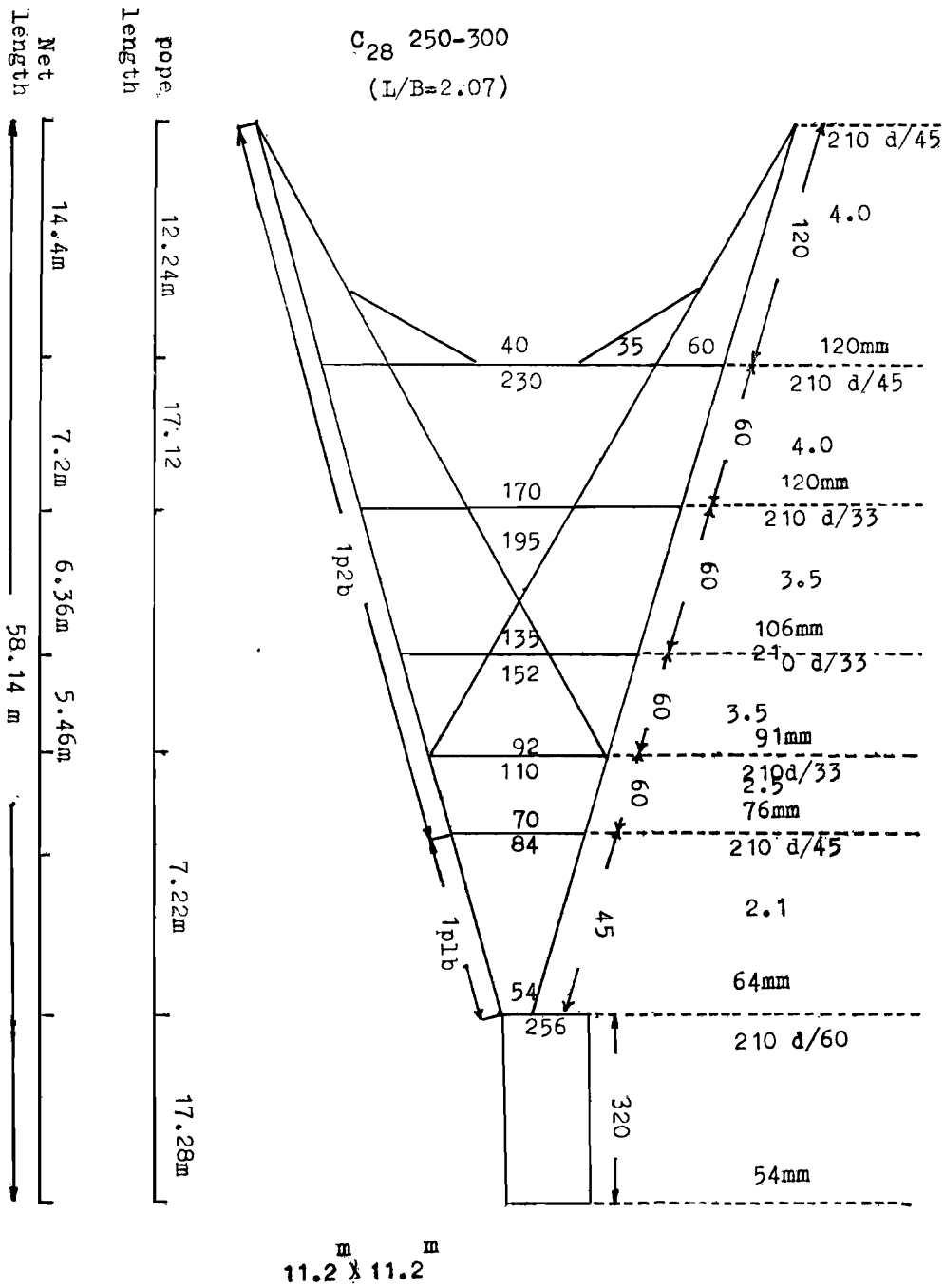



圖 4　適用250～300馬力中層單拖網具圖

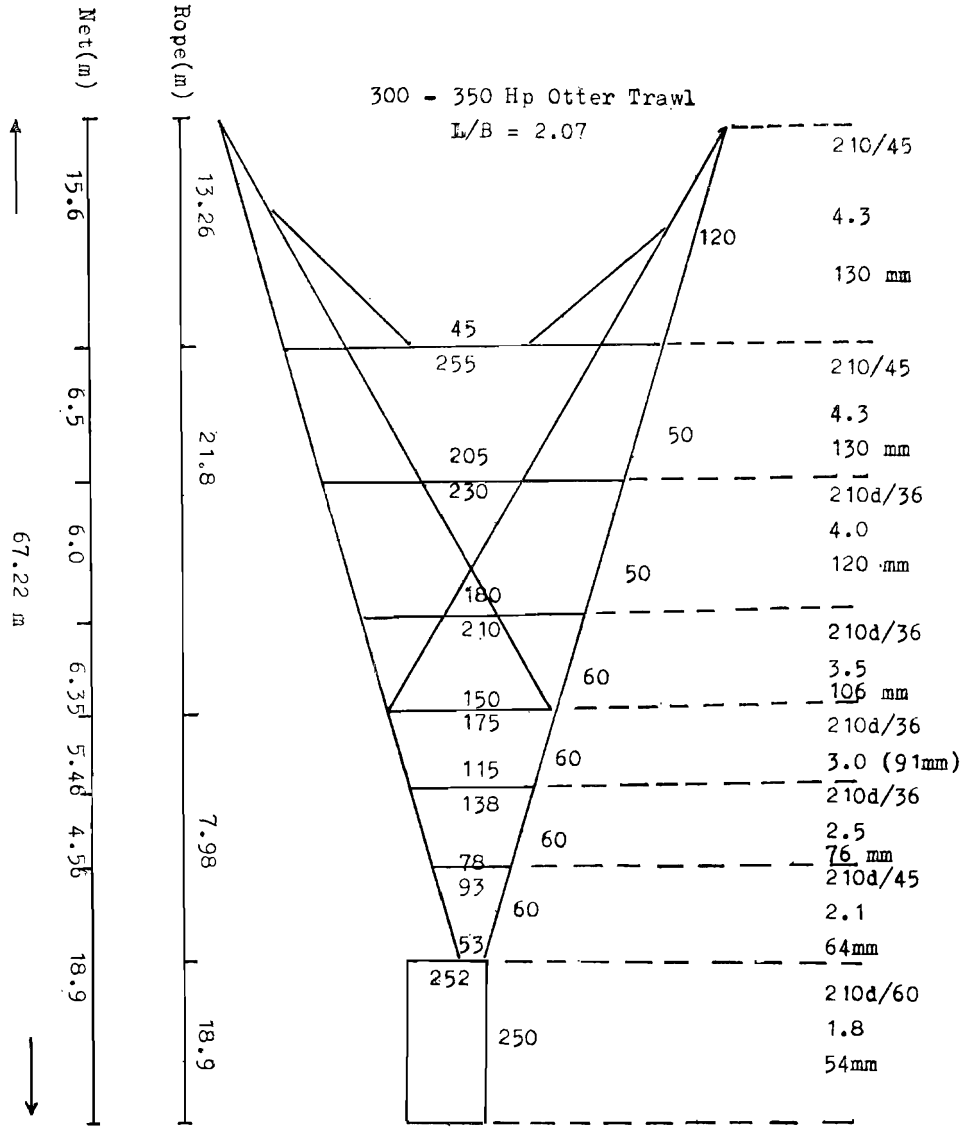
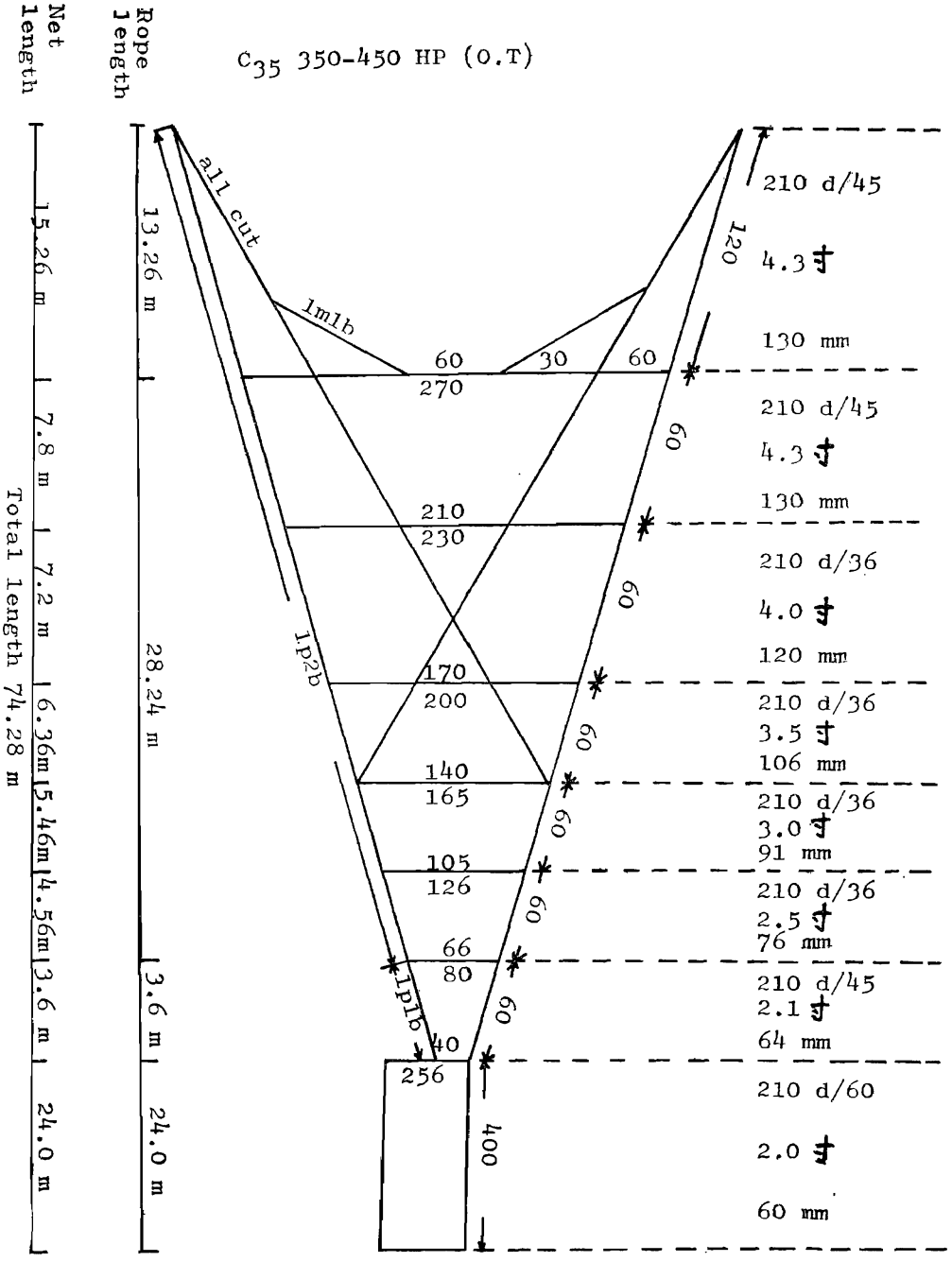



圖 5　適用300～350馬力中層單拖網具構造圖




14m x 14m = 196 $m^2$

圖 6　適用350～450馬力中層單拖網具圖

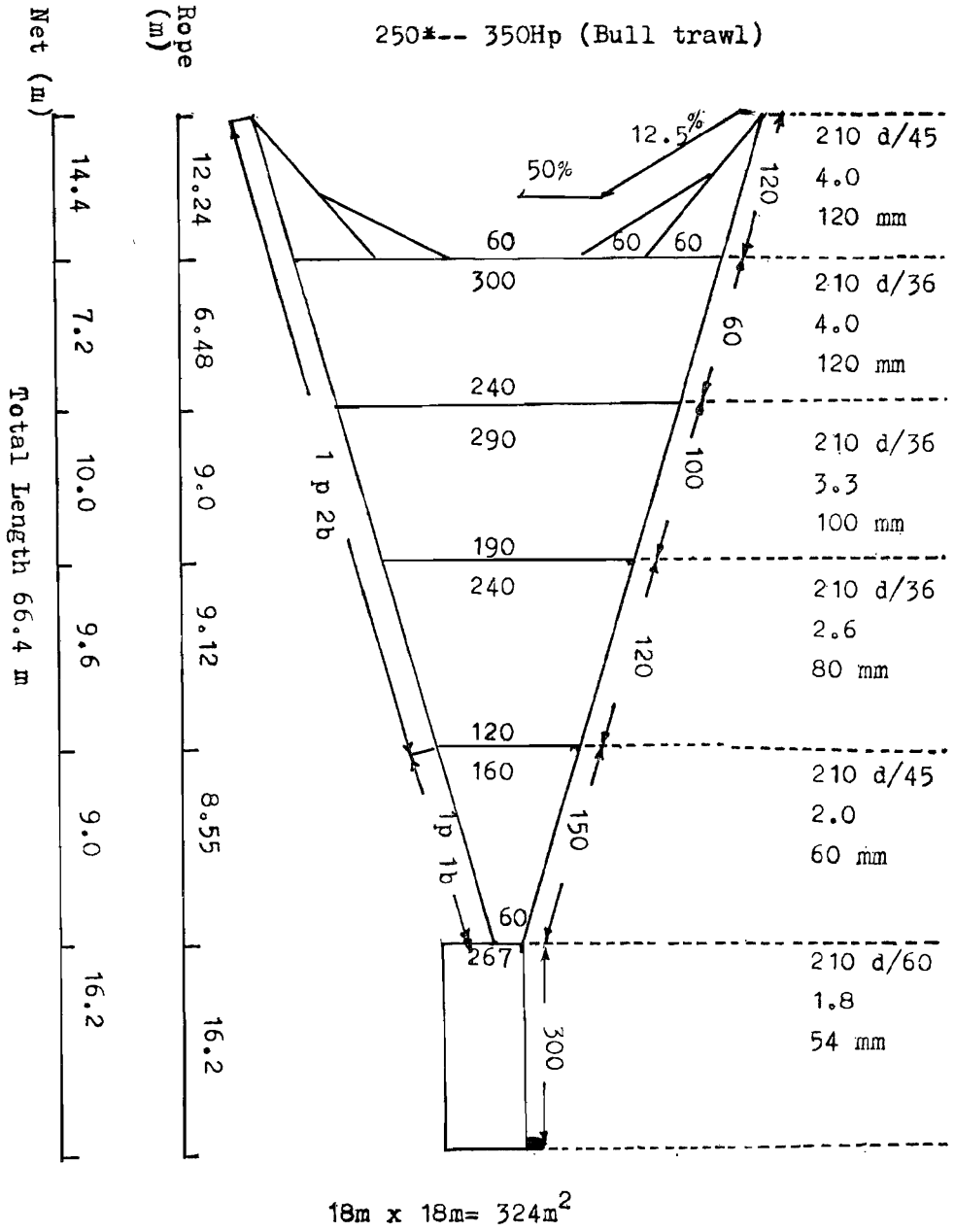



圖 7　適用250～350馬力中層雙拖網具構造圖

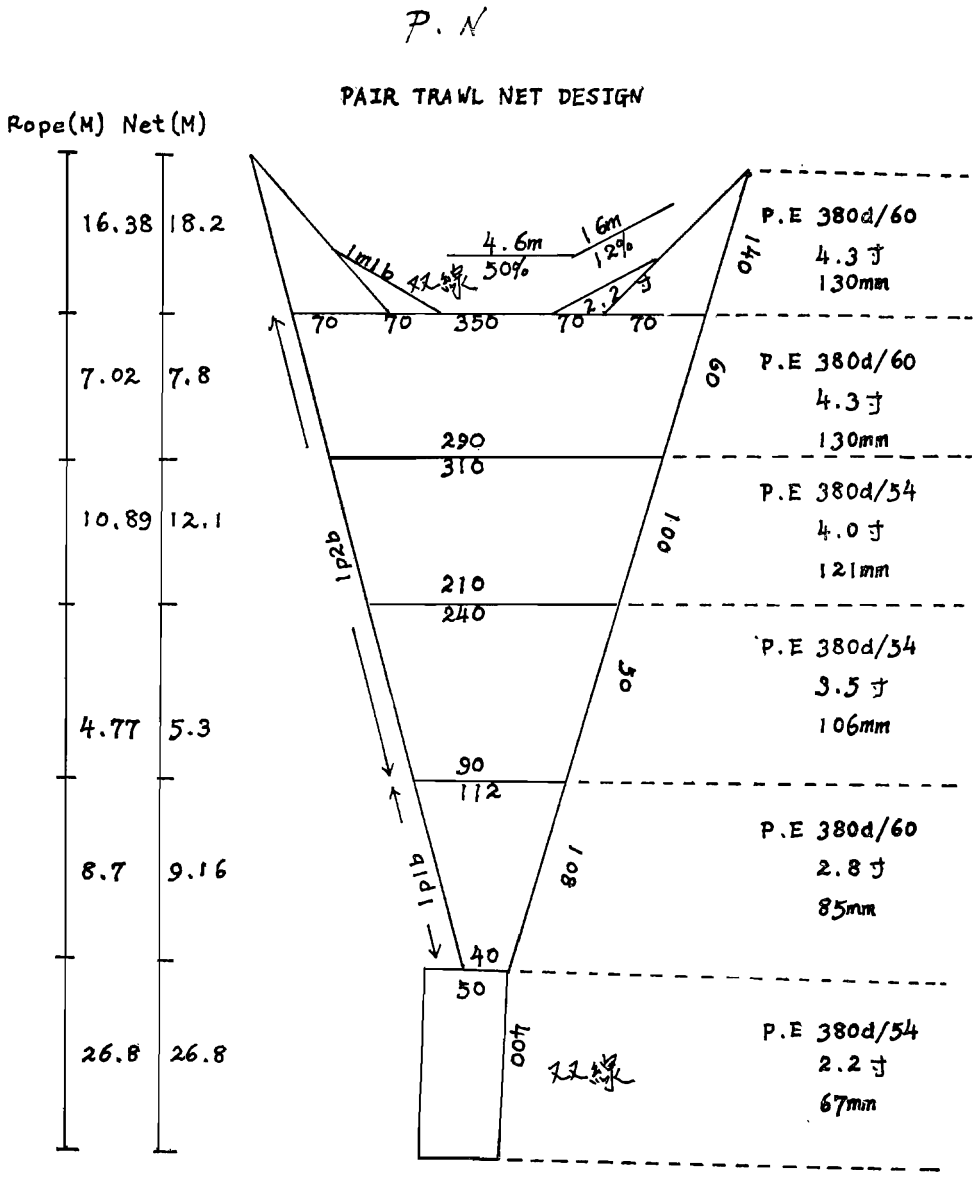



圖 8　適用600～700中層雙拖網具構造圖

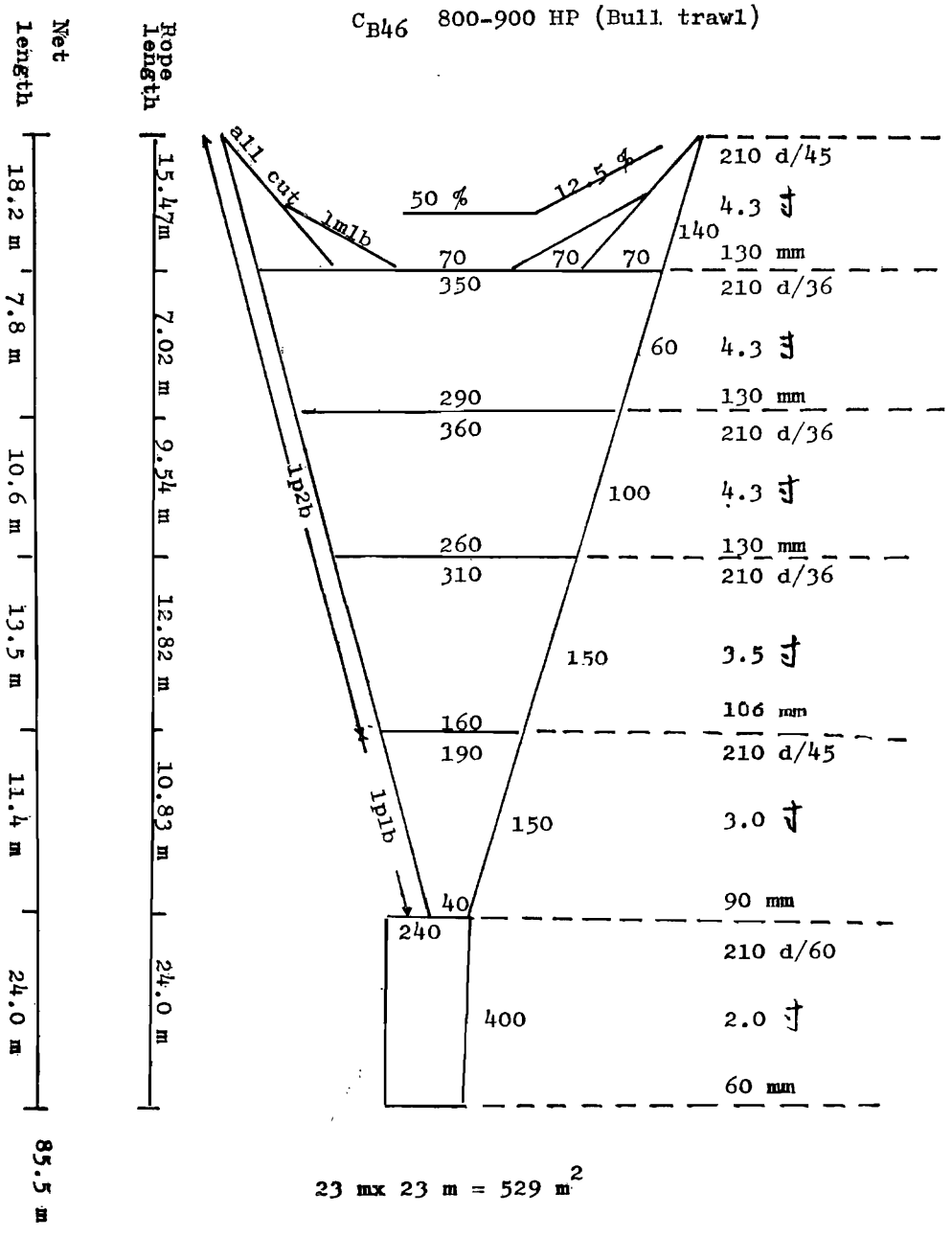



圖 9　適用於800～900馬力中層雙拖網具構造圖

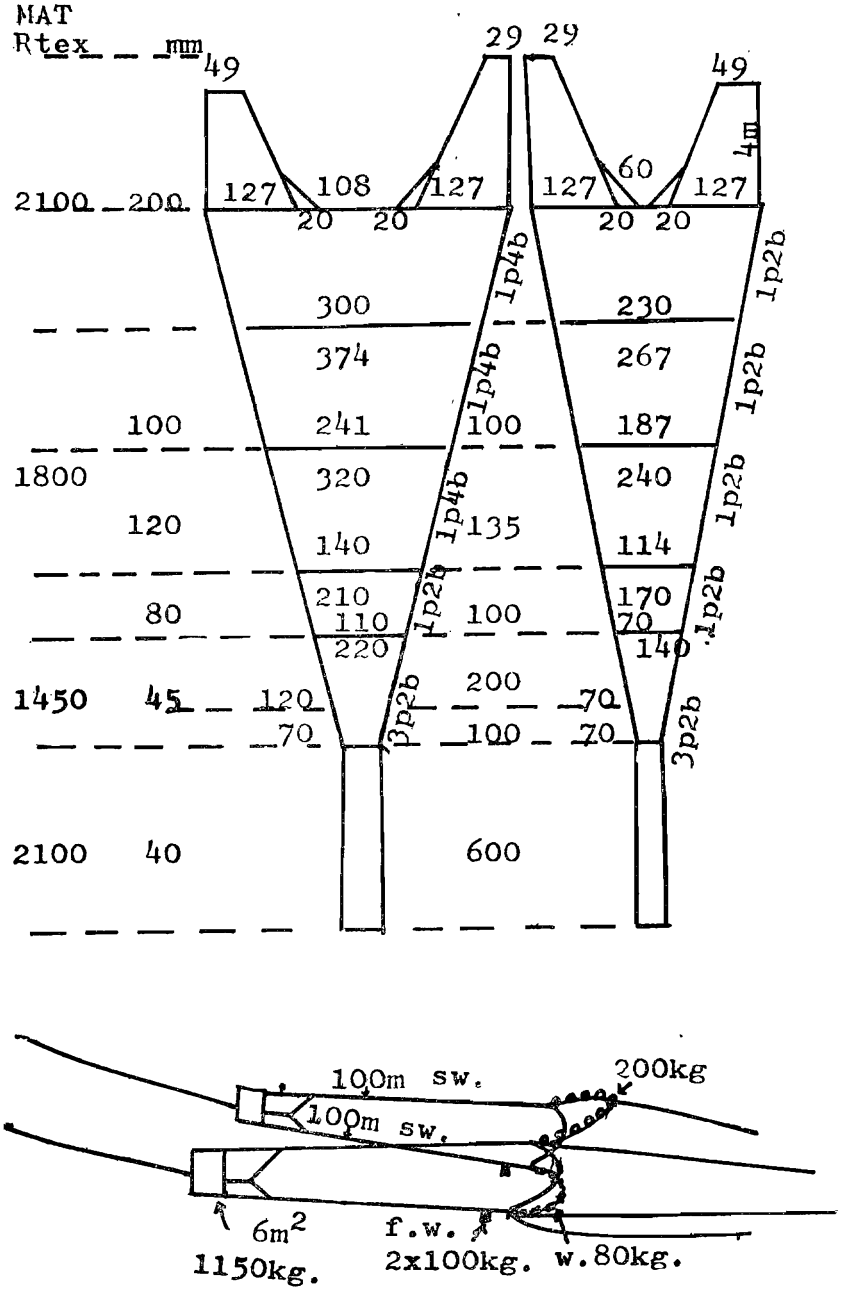
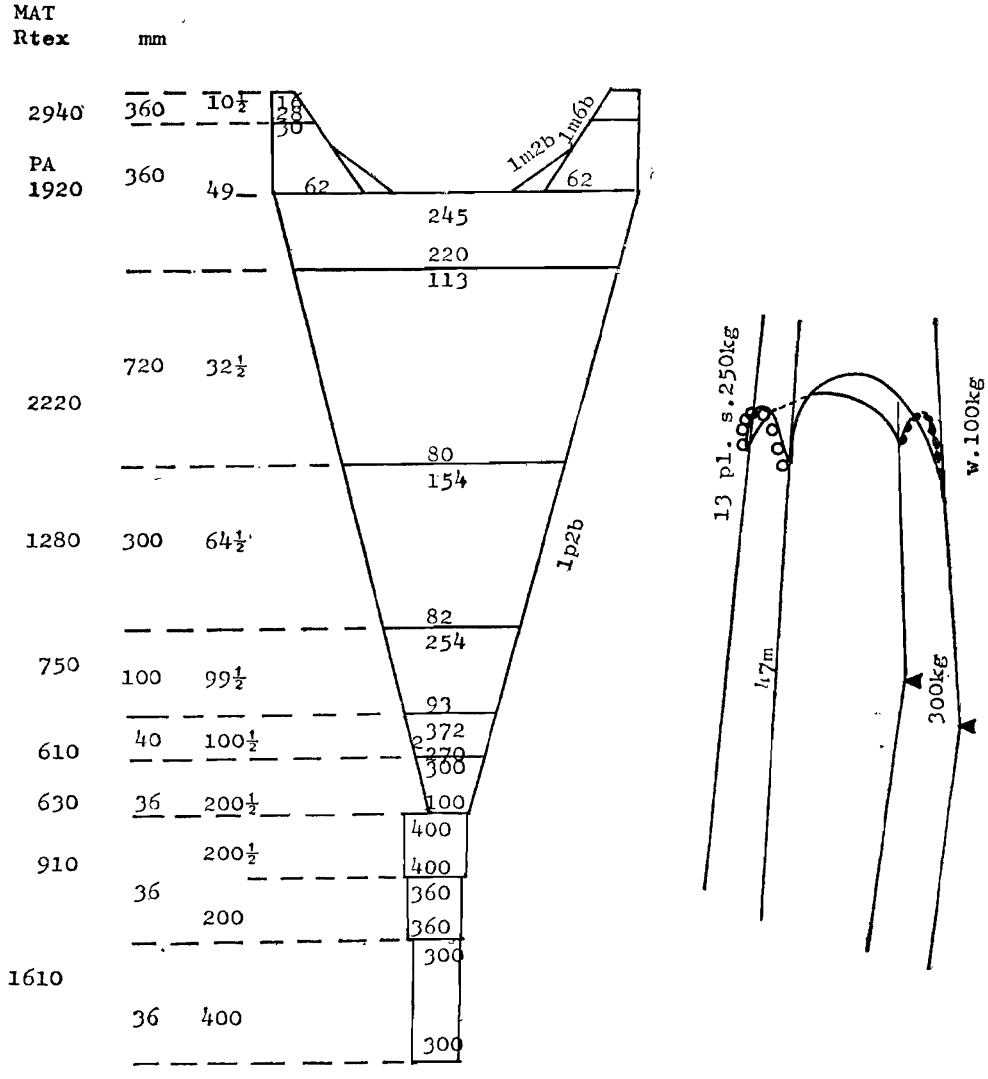
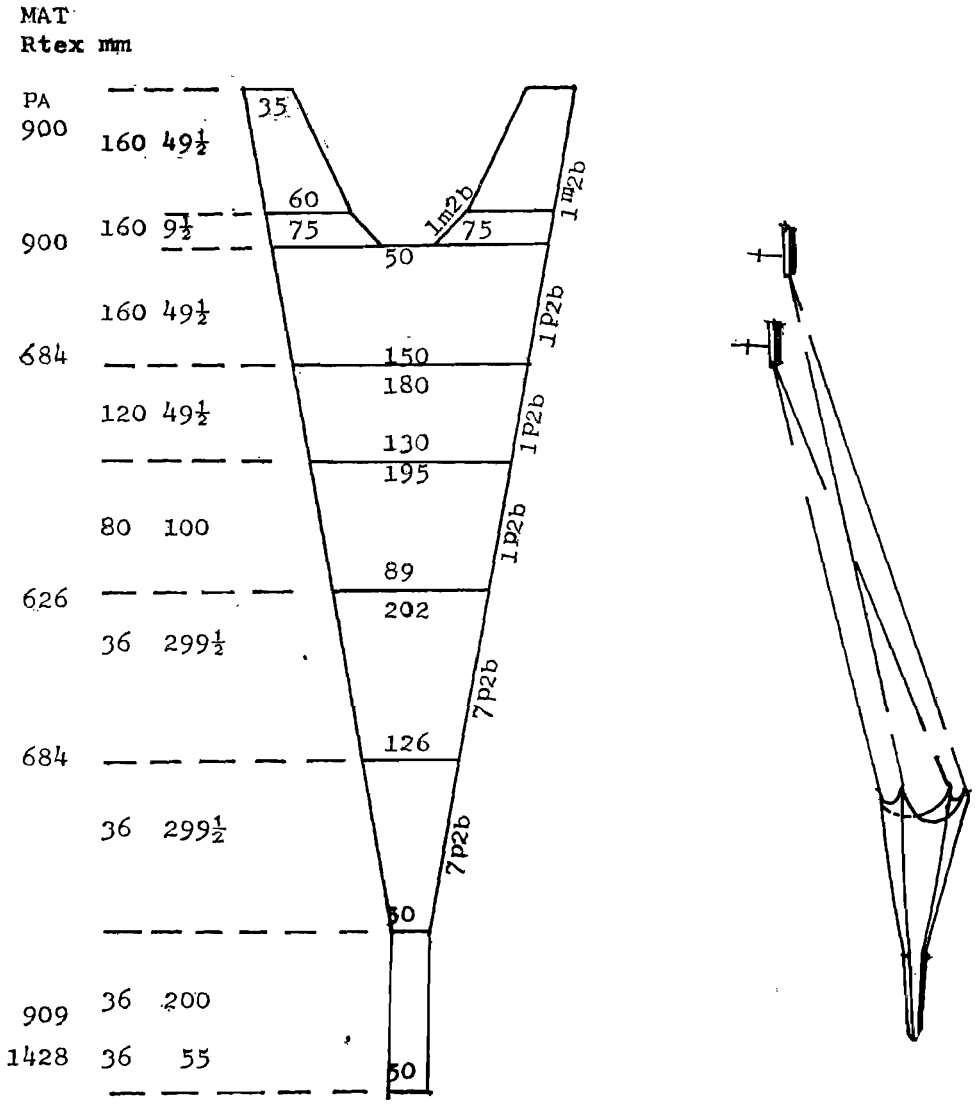



圖10　適用於1200馬力中層單拖網具構造圖德國



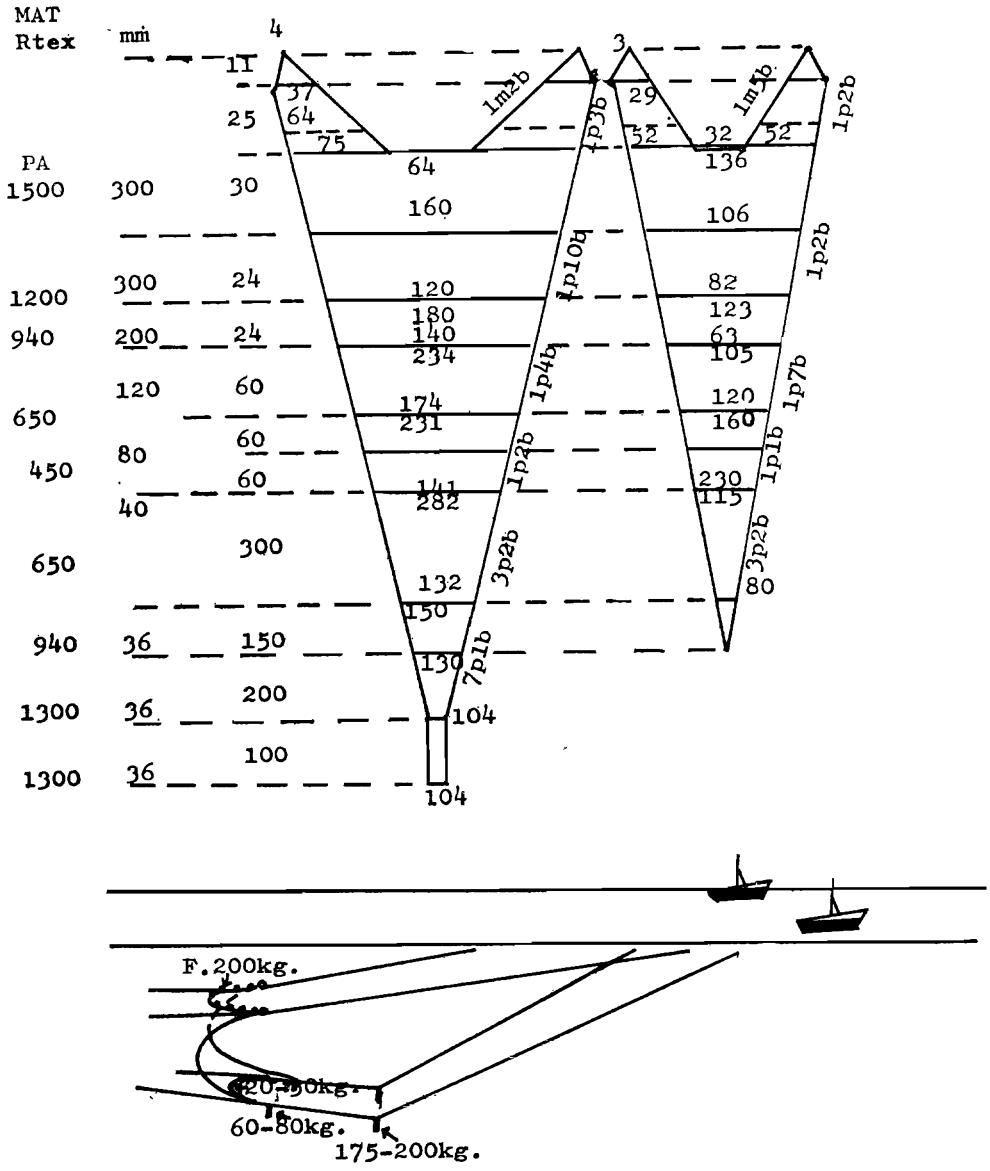

Used for Pair Midwater Trawl of 300-400H.P.

圖11　適用於300～400馬力中層雙拖網具構造圖丹麥



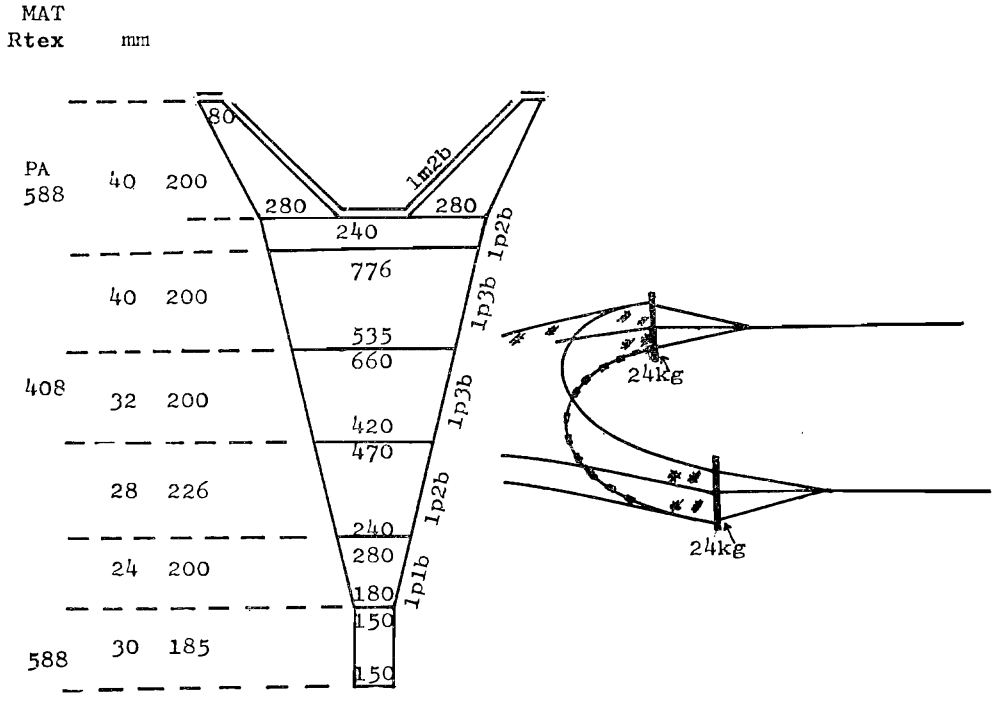

Used for Pair Midwater Trawl of 150-180H.P.

圖12 適用於150～180馬力中層雙拖網具構造圖蘇格蘭




Used for Pair Midwater Trawl of 250-300H.P.

圖13　適用於250～300馬力中層雙拖網具構造圖法國




Used for Pair Midwater Trawl of 120H.P.

圖14　適用於120 馬力中層雙拖網具構造圖（意大利）

行政院農委會圖書室
0014405