

JCRR



中層拖網漁業的漁具漁法研究

Studies on Fishing Gear and Methods of Midwater Trawling

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 休

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

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然博士，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。

茲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，彙編成冊，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。

闕壯狄

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鯨、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升高、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，吾人應積極加強拓展新漁場，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、陳枝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。

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
(一) 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
(二) 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) 曳行之中之網口高度	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

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-A31-3-788, 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

中層拖網漁業為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為，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鯨、鱈、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為迅速，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，成為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。實為德國單船式中層拖網作業獲致成功的主要關鍵。圖1—3所示者為現今德國 2000HP 漁船用之大型拖網的構造例。採用網板為 $8m^2 \sim 12m^2$ 。

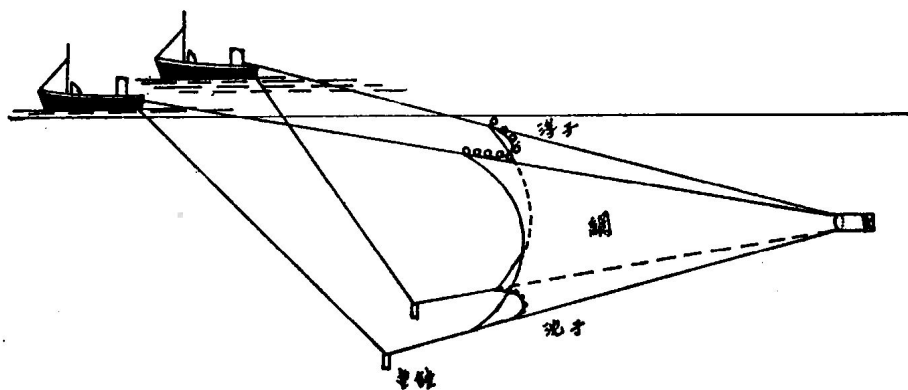


Fig. 1-1, Robert Larsen's two-boat mid water trawl

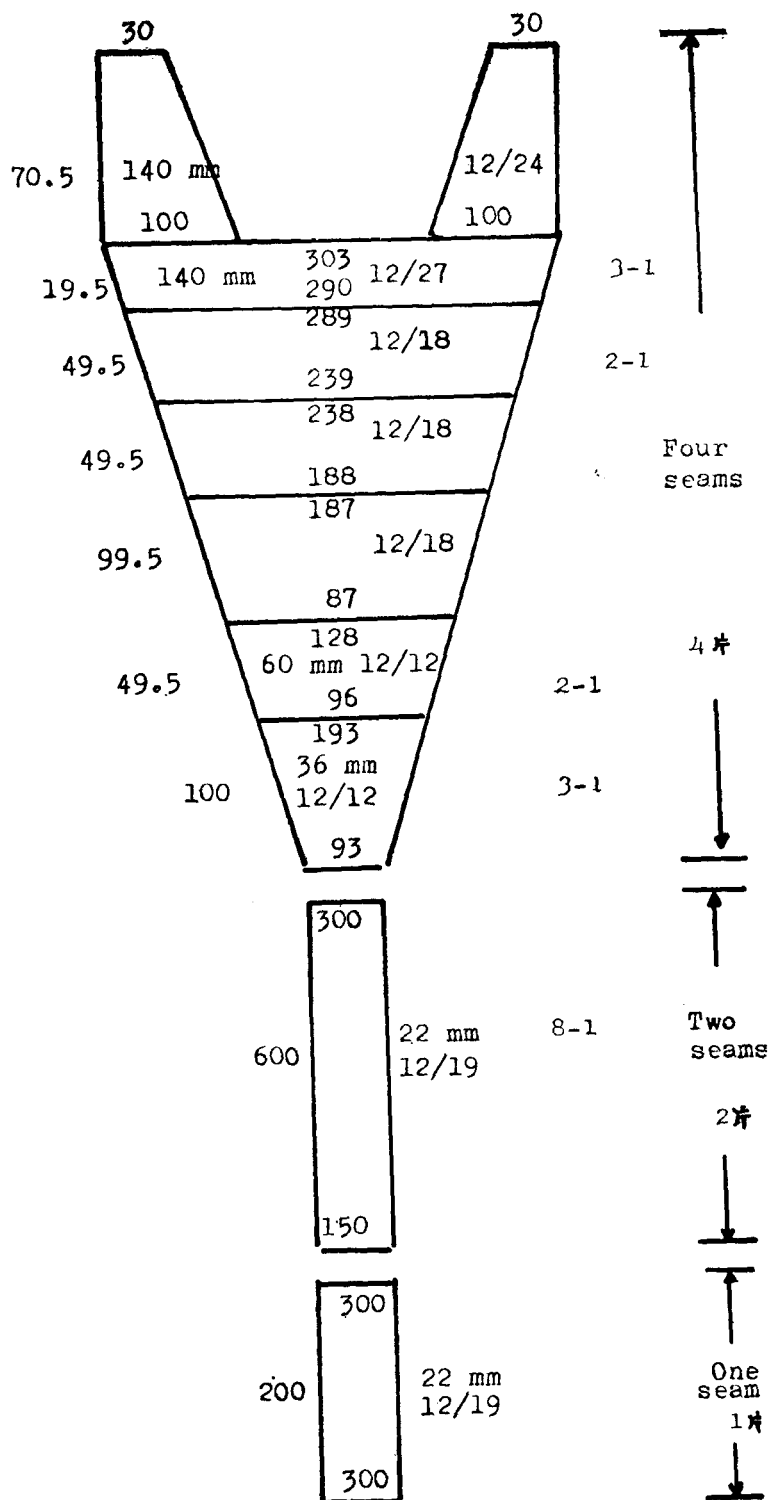


Fig. 1-2, Atom trawl net.

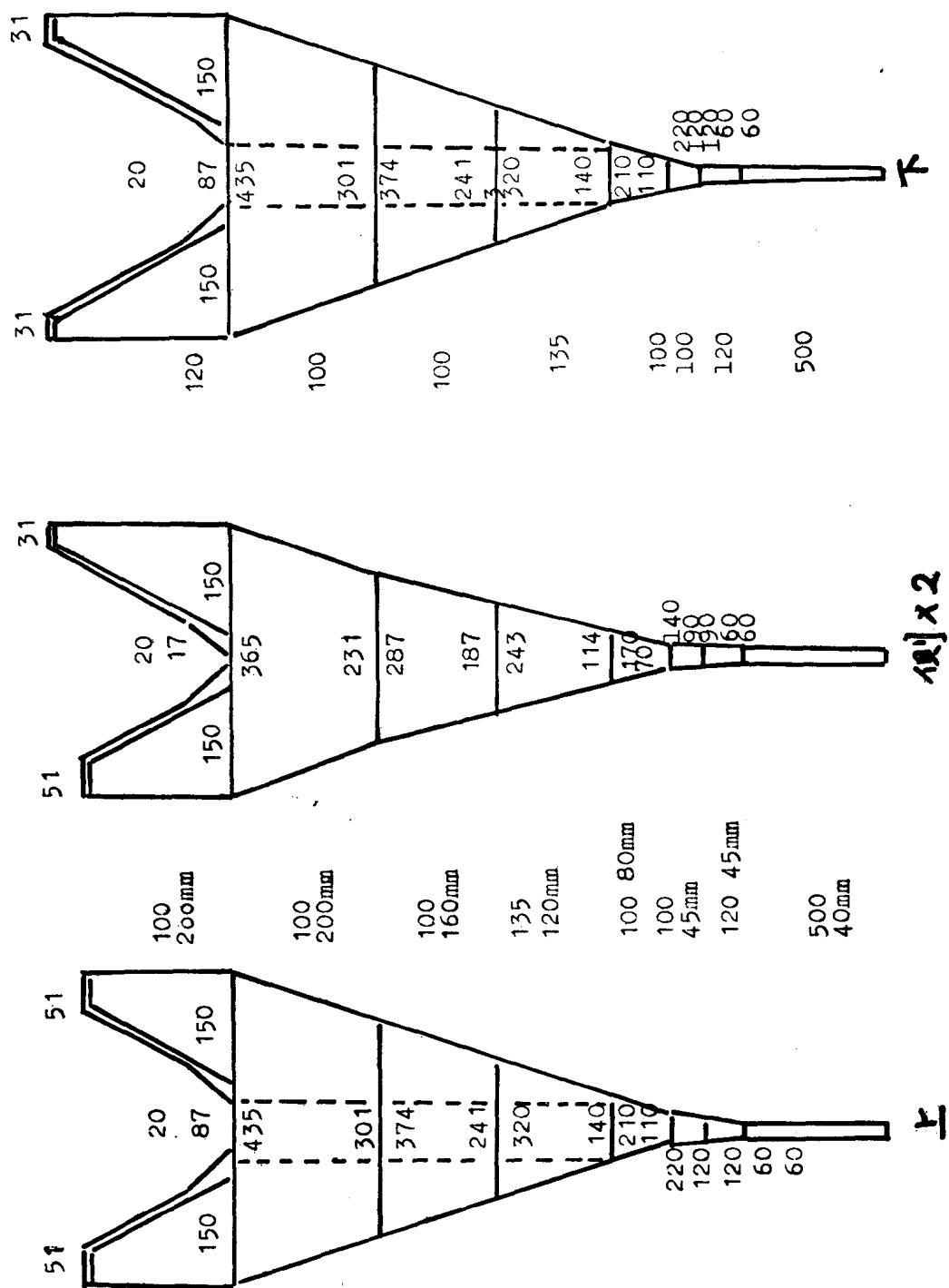


Fig. 1-3, 1,600 Mesh circumference four seam type trawl net.

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，茲就中層拖網的構造及配備，與底拖網不同之處，列舉如次：

(1)為便於捕獲中上層密集魚羣，並增加漁網曳行之安定性，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。為使曳行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。

浮子網，沉子網的粗度大小均相同，而一般底拖網具有較大袖網，且網口的寬度比深度為大，沉子網亦較浮子網為粗大。

(2)為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。但為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，為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

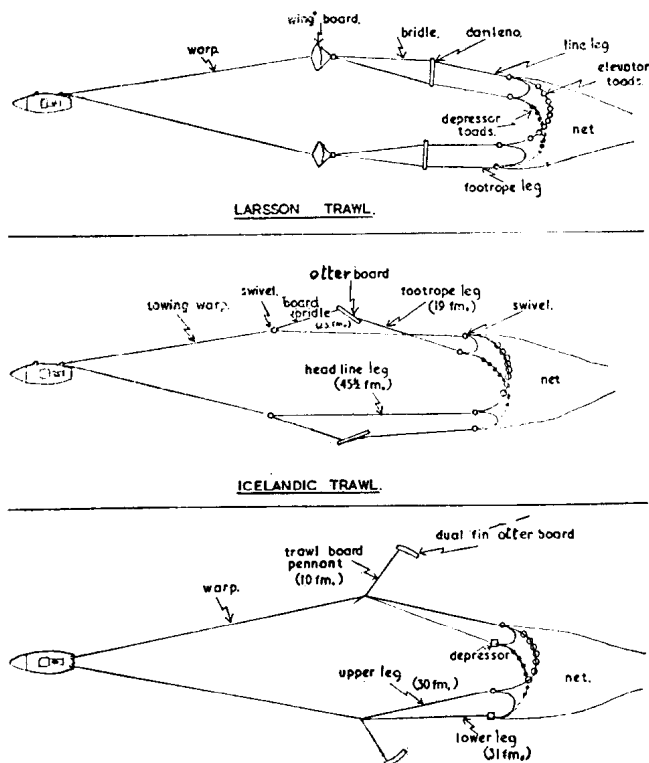


Fig. 1-4, Arrangement of nets, sweep lines, boards and warps.

。當前使用者，大致為背、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，旨在減少網板對網口附近魚羣的驚嚇刺激，以免逃脫。

(6)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，在下端手網處有數處穿眼，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）^{1,2)} 潛水板之大小以及加裝的數量，因漁網大小而異，通常在兩側下端手網掛上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，然將手網之一端投與副船，此時兩船人員將手網與曳網連結，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50~80m²⁾，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，俟前錘與手網前端收起船上後，兩船即停止前進，其中一艘漁船將手網端連結於導索，投與另一輪作爲網船之漁船，該漁船接到手網端之後，即開始捲揚4條手網，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）

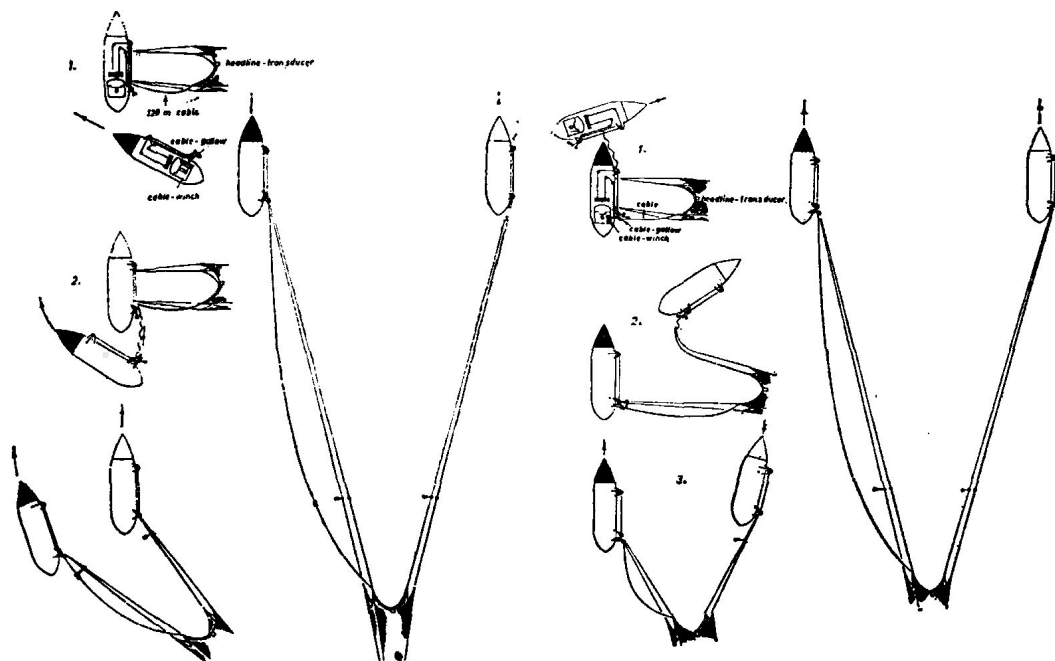


Fig. 1-5(a), (b), Method of shooting the net.

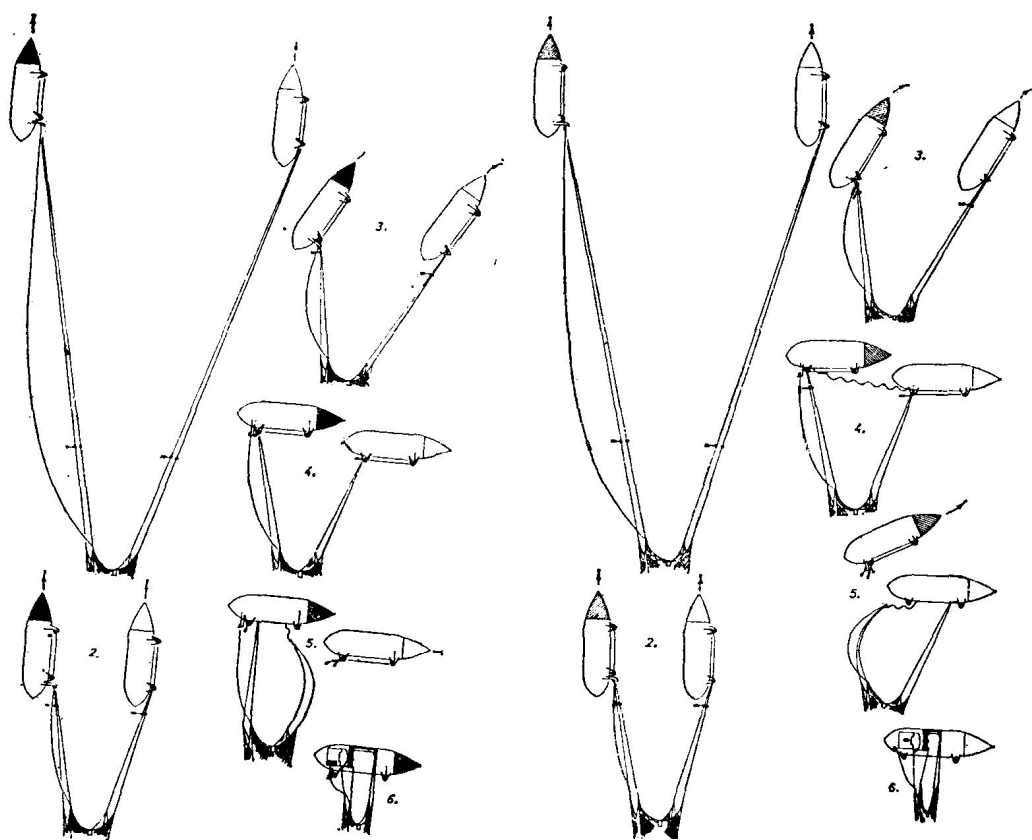


Fig. 1-6 (a),(b), Method of hauling the net.

4. 中層拖網的漁撈作業條件

中層拖網之基本特徵為，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，故為達到漁獲目的，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為普遍，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為大。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，實為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網的長度，來調整曳行深度，或依據網製造廠商所製之曳網速度曳網長度及，曳網角度

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。迄今依據各自的船舶與網具設備，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，及漁船發出之聲音等，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 World life service, Dept. of Interior Circular 332, Washington D.C., 77-101.