

拖網漁業用探魚器及其應用

李國添·吳龍靜·周世欽
國立台灣海洋大學漁業研究所

一、前言

主要作業漁場位於大陸棚的拖網漁業，在近十餘年以來遭遇了一連串之難題，其一是海拋及放流導致污染，破壞了漁場，其二是長期而連續的實行威嚇漁法，造成漁場之老化；而二次石油危機，石油價格飛騰以及資材漲價等造成投資報酬率日益低下；工商發展及人民生活水準之提高，又造成船上勞力嚴重之不足；貿易自由化之結果，加上與大陸漁民水產品之海上交易日趨熱絡等，導致魚價長期之低迷；而兩百海浬經濟海域之海洋新秩序的確立，使拖網漁場幾乎喪失殆盡，對拖網漁業而言，更無異是雪上加霜；就近因而言，伊拉克入侵科威特，聯軍與伊拉克之開戰等，雖然戰爭已結束，但油源之不穩定性及長期安定供給問題更裸呈無遺，在如此諸多惡劣環境下，拖網漁業者陷入進退維谷之境，拖網漁業者應採取何種策略以維護其適正之投資報酬率，而又能供給國民必要之蛋白質資源，實在有必要認真加以檢討。

拖網業者而言，其能採取之基本策略可分為全部拖網業者之共同策略，以及各拖網漁船自行純技術面之對應策略；前者是透過學術上之研究，在維持拖網漁場資源之再生產能力之容許漁獲量下，共同訂出能獲得適正利潤之適正漁船、漁具規模，機能或船隻數等；然而，

此一對策誠非一蹴可及，甚且近乎不可能，也就是說，此一對策必需長期且有階段性的計劃下實施，而且每一實施階段，均有諸多難以克服之不利細微因素，例如其實施結果，有可能必須減低漁船之漁獲機能，致使漁獲減少，但固定獲利卻反而增多，也可能是機能增大，漁獲增多，但固定獲利反而降低，然而兩者對拖網業者而言，均不是至為期盼的。另一方法是各拖網漁船定量的檢討自己的作業技術是否合適，例如船之曳行與操縱是否合適，漁具構造之良否，魚群探測方法是否正確，網具之曳行是否瞄準魚群之棲息水層等，一一加以檢討及改良。因為就理論上而言，漁業之稅前獲利率可簡化如下：

$$\text{稅前獲利率} = 1 - \frac{\text{固定成本} + \text{作業成本}}{\text{漁獲總收入} (= \text{漁獲量} \times \text{平均魚價})} \quad (1)$$

獲利率愈高是業者所期待的，因此(1)式減號後面之比值愈小愈好，為此，可採取之策略不外從減小分子或增大分母之方法來努力，其中以固定成本而言，除漁船造價之適正化、貸款之利率及本身資金之充裕程度均為重大影響因素外，漁船耐用期限之延長、折舊率低等亦至為重要，而作業經費很難單方面降低的，其與分母中之漁獲量及漁獲物之販賣價格有密切之關連，即就作業成本之一般內涵而言，其大者

為 (1)人事費 (2)燃料費 (3)漁具費 (4)消耗品費 (5)冷藏、冷凍費 (6)上架修繕費 (7)魚市場管理費及漁港使用費 (8)出漁費 (9)保險費 (10)其他費用等，其中以燃料費最多，人事費次之，而燃料費與出海時數、拖曳時數成正比，而分母中漁獲量也與時間有密切之關連，當然，一定漁獲量所需之作業時間與漁獲方法之適當與否有很大之關係，而單位漁獲量所需之時間愈短愈好，實質上，省時省力是目前拖網漁業之重要課題，而其第一要件是沒有魚的地方不要作業，其辦法是迅速而正確的探測到漁獲之對象魚群，進而掌握其游泳方向及速度，並評估其數量，進而三次元的瞄準魚群以達到漁獲之目的，而在魚群探測或移動漁船至漁場之期間，船員可將其精力致力於漁獲鮮度之保持，例如揚網前及納入魚箱前，甲板及魚箱充分清洗，消除腐敗細菌滋長之環境，謹慎的選別及裝箱等，必可提高漁獲價格而增大分母，提高獲利率。

新近發生之聯軍與伊拉克之戰爭，聯軍之電子科技戰術使伊拉克幾無反擊之力，改變了傳統之戰術、戰略，而電子科技是否也有助於拖網漁業技術之興革呢？本次之討論會，筆者謹就拖網漁業者如何使用高度電子化科技之產品「探魚器」幫助探測漁場及網具之操作，以提高漁獲效率，做一介紹，尚祈指正。

二、影響底魚探測能力之一些因素

(一) 指向角

探測海底附近魚群時必需考慮指向角之大小，原因如圖 1 所示，收發波器中心 O 所發射之超音脈波垂直入射深度為 D 之海底，音軸 OB 上之魚群 A，只要在距離分解能以上，則與海底要分離記錄應無問題，但若同一深度之離底魚群離開音軸 OB 以外，如 P 魚群被同一超

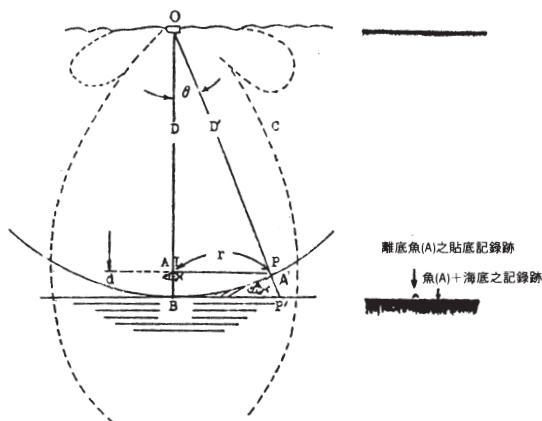


圖 1 拖網用垂直魚探機產生之覆蓋區

音波幕所覆蓋的話，則魚群像之記錄深度 OP 與海底像深度 OB 會被記錄在等深度處，此時海底之反射大於魚群，故魚群記錄像被海底像所覆蓋，因此如圖 1 斜線部份 (BPP') 之魚群便無法測知，此一部份一般稱之為覆蓋區 (Mask zone) 或死角區 (Shadow zone, Blind zone)，故就拖網漁業而言，如果該覆蓋區大，則海底附近魚群即無法探測到，而離底魚群之魚探顯示深度亦不正確，故常發生有魚群之記錄而拖不到魚、而無魚群之記錄跡卻漁獲不錯之結果，因此拖網漁業欲發揮魚探器之功能，選擇適當指向角之魚探器是極重要的，而其方法可由圖 1 大略推知，即若漁場底魚之離底深度為 d，則

$$D'^2 = OP^2 = (D-d)^2 + r^2$$

$$\text{但 } D \gg d \quad D \approx D'$$

$$\therefore r^2 = 2Dd - d^2$$

$$\therefore r^2 = 2Dd$$

$$\therefore r = \sqrt{2Dd}$$

$$\text{而 } \theta = \sin^{-1} \sqrt{\frac{2d}{D}} \quad \text{----- (2)}$$

例如一魚群離底20cm，漁場深度為100m時，其適正指向角

$$\theta = \sin^{-1} \sqrt{\frac{0.4}{100}} = 3.6^\circ$$

探測之可能範圍為半徑 $r = \sqrt{2 \times 100 \times 0.2} = 6.35 \text{ cm}$ 之圓形底面積內。

指向角影響拖網漁業之另一重要因素為水深及地形探測之正確性，廣指向角之魚探機如圖2所示，將傾斜之海底記錄成平坦之海底，而狹指向角之魚探器不僅可更正確的測得水深與地形，而且可算出地形之傾斜度，如圖2所示：

$$\tan(\theta) = \frac{H}{L} = \frac{H}{30 \times v \times t} \quad \text{---(3)}$$

H：船由A點航行至B點之深度差(m)

L：船由A點航行至B點之航距(m)

t：船由A點航行至B點所費之時間(sec)

v：船速(m/sec)

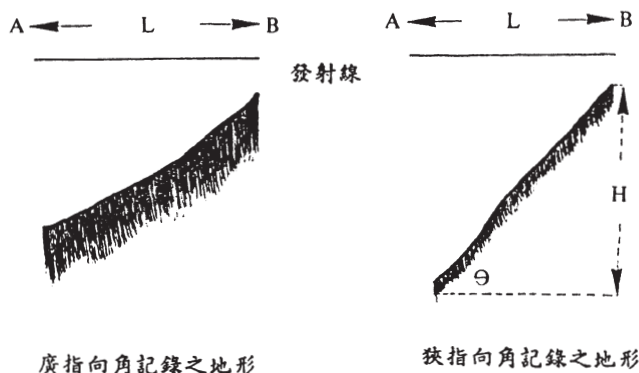
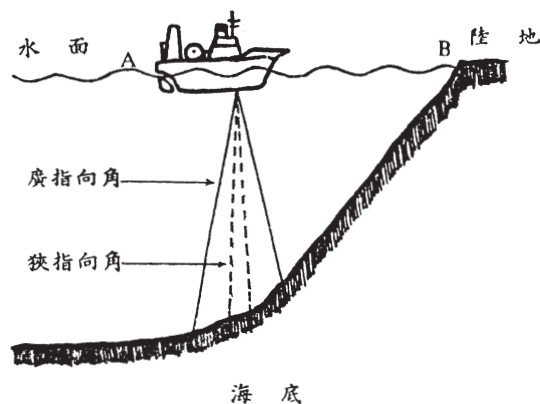


圖2 廣指向角魚探機探測傾斜地形之效果不同

(二)分解能

所謂分解能，簡而言之，就是單體魚與單體魚、魚群與魚群或魚群與海底間能被清晰分別記錄之能力，如圖3所示，兩尾魚之垂直(深度)及水平距離分別為d及l時，彼等能夠被記錄之最小距離分別稱為該魚探機之最小距離分解能及方位分解能。

(1) 距離分解能及發射脈波幅(τ)

魚探機普通之發射脈波幅為 $2 \sim 300 \mu \text{ sec}$ 至數 msec 間，而如圖4所示，最小距離分解能為 $\tau c / 2$ (c為水中之音速)，例如魚探機之發射脈波幅為1 msec，其最小分解能為75cm，但由於魚探機內部之過渡現象及魚體反射機構等原因，魚探機受波之持續時間有延遲，故通常在2~3m間，但脈波幅長愈短愈好，愈近矩形波愈好，彩色遠比記錄紙好，記錄針愈細愈好，影像掃瞄線愈密愈好。

(2) 方位分解能

為了說明方便，如圖3所示，同一深度游泳之f1、f2兩尾魚，用廣指向角(圖3-b)時，f1、f2之反射信號同時回到收發波器而

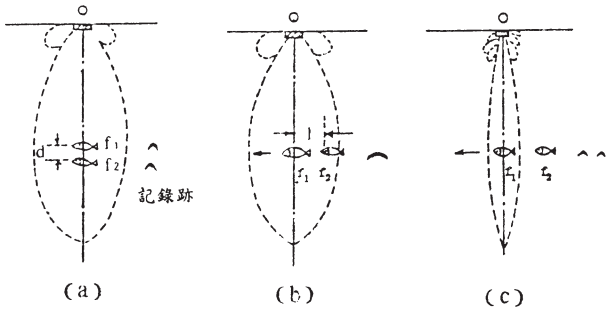


圖3 垂直魚探機之距離分解能(a)及方位分解能(c)

被接收，因此被記錄成一個記錄跡，而如用狹指向角(圖3-c)之魚探機時，則 f1 魚群之反射脈波記錄消滅後，才輪到 f2 之反射脈波被記錄，故能分別被記錄，故狹指向角魚探機之方位分解能較好，而圓形、方形收發波器之指向角計算方法如下：

$$\text{圓形 } \theta = 50 \times \frac{\text{波長 (cm)}}{\text{收發波器直徑 (cm)}} \quad (4)$$

$$\text{長方形 } \theta = 60 \times \frac{\text{波長 (cm)}}{\text{收發波器邊長 (cm)}} \quad (5)$$

故同一周波數之收發波器而言，輻射面愈大，角度愈狹；同一輻射面之收發波器而言，週波數愈高，指向角愈狹。但指向角也不能太窄，因太窄會發生如圖5-a所示，有魚群遺漏未被探測到之情況。

(三)發射次數

如圖5-a所示，為提高分解並減少海底覆蓋區，應選用狹指向角魚探器，但其會造成對魚群探測能力遺漏之情況，此可以圖5-b所示之方法改進，即增加發射次數，但發射周期 T

$$T = \frac{D}{C} \quad D: \text{漁場深度} \quad C: \text{音速}$$

$$\text{發射次數 } n, n = \frac{60}{T} \quad (6)$$

故魚探器發射次數並非可無限增多(目前已改良，後述)，隨探測漁場深度之不同而異。

(四)週波數

現在一般市售魚探機之週波數介於 14 kHz ~ 200 kHz 之間，如何選用適當週波數之魚探機極不易斷言，因隨探測對象魚種之大小、密集程度、棲息水深、超音波傳播損失及海底地形(凹凸、底質)等之不同，其最適正週波數自然也不同，一般而言：

- (1) 低週波數之波長長，吸收係數小，可傳達至較深之水域，但其對小魚之反射效果較差，故靈敏度較差。
- (2) 高週波數之波長短，吸收衰減大，不易探測太深之漁場，但其對小魚探測之靈敏度高，據柴田之報告指出，可探測之最大深度 (Km) × 週波數 (KC) = 常數 (KC · Km)，而其常數值在 100 ~ 180 之間，送受器大時用 180，標準型用 100 即可。

(五)探測能力

魚探器之聲納方程式為：

$$EL = SL - 20 \log(D) - 2\alpha D + 20 \log b(\theta, \phi) + T_s \quad (7)$$

EL : 回訊之音壓強度

SL : 魚探器之音源發射音壓

D : 深度 (公尺)

α : 吸收係數

b(θ, φ) : 魚群位置偏離音軸所產生之指向性損失

T s : 探測對象標物之標物強度

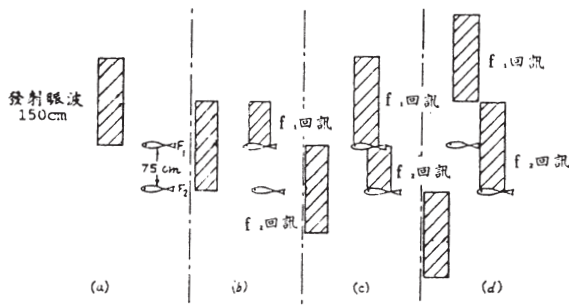


圖4 魚探機之最小距離分解能

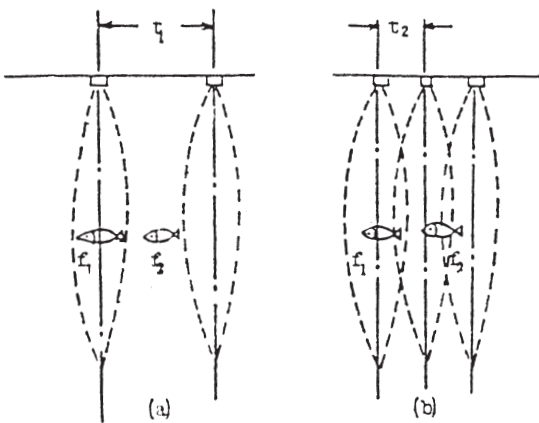


圖5 發射次數與魚探機之探測能力

$E L \geq 0$ 為計測對象標物能被記錄之最低條件，而且另外亦因指示器用記錄紙、示波器或彩色電視幕之不同，其能被記錄之最低準位(DT)亦有差異，故估計探測能力之式子應為：

$$S L - 20 \log(D) - 2\alpha D + 20 \log b(\theta, \phi) + T s - DT \geq 0 \quad (8)$$

總而言之，拖網漁業用魚探機性能之評估需以「探測能力」及「分解能」為準，而這兩個性能又決定在週波數、送信出力之大小、送信脈波幅長、送受波器之指向性等，一般而言，淺海拖網漁業以高週波數、低出力、狹指向角為原則，而深海漁業則要求低週波數、高出

力、狹指向角為原則，但在實用上自然遭遇到 (1) 只能探測到本船下方之魚群 (2) 船之橫搖等結果、海底底質及海底附近魚群測知之困難度加高，為此，隨著近代電子科技之進步，拖網漁業用魚探機有如下之興革：

三、拖網漁業用探魚器之劃時代改革

(一) 受信線路電子數位化及顯像之彩色化

如圖 6 所示，傳統之魚探器是將回訊轉換為電能後放大，傳至以馬達帶動之記錄針，利用針壓點燃滲有石墨加氧化鈦之乾式記錄紙，或溶解滲有碘化鉀及澱粉溶液之碘，以使澱粉呈色之反應，而達到記錄魚群或海底回訊之效果，但其有如下之缺點：

- (1) 以馬達帶動記錄針而轉動，而且從音波發射到設定最深距離所需時間剛好轉一週，馬達轉速必需克服慣性及重力加速度之特性外，因利用機械馬達帶動也不可能快速旋轉，所以近距離探測很困難，發射次數也因而受到限制，另外機械式帶動是造成故障之最主要原因。
 - (2) 以類比信號被記錄，故回訊之放大或縮小均不可能，判釋上缺乏彈性。
 - (3) 因其記錄方式是燃燒或化學變化，故焦味或刺激味濃，聞之不舒服，尤其是在通風不良的小船內，更令人有窒息的感覺；另外，其變色範圍如圖 7 所示，只有黑（黑褐）、濃灰（褐）、淡灰（黃褐）、白色 4 階段，靈敏度不高，無法看到回訊所隱含之細微資訊（如魚群成群密度、成群結果、海底底質、地形判釋亦較困難）。
- 彩色魚探機之典型線路方塊圖如圖 6 之右圖所示，其回訊經受信線路類比數位轉換後，依強度之大小，記憶在副記憶線路中，而回訊強度及數值化信號之關係如圖 7 所示，即最強

之回訊(海底或濃集魚群)呈紅色,而最弱之回訊(澄清之海水)變換成藍色,而每一副記憶電路之容量恰能儲存一發射脈波之數位信號,恰能在顯像幕(電視幕)上做一掃瞄線,而副記憶線路記憶之數位信號受控制線路之指令而輸送至主記憶線路,主記憶線路相當於 256~512 條掃瞄線,即一畫面之記憶量,主記憶線路記憶之內容,又將數位值類比化,並輸入配色矩陣中配成紅褐、紅色、淡紅、橙、黃、綠、淡藍、藍等八色,依魚群反射信號之強弱,其回訊相當於色澤之函數可調整(如圖 7)。

因為彩色魚探之表示範圍,回訊之類比數位化,移送等均電子化,而且回訊信號有記憶線路給予暫時之記憶,故有必要時可加以讀取並影像化,而其畫面也如電視畫面可加以分割而做複數顯像,如圖 9 所示,圖中時間 3 之右端為最新之掃瞄線之映像,左端(時間 1 之右端)為最早之映像,映像全畫面為自左起一掃瞄線一掃瞄線的順次向右推移,一新脈波回訊

回來,即在左端呈現之新的掃瞄線,而最左邊之畫面也消失一掃瞄線,圖中時間 1 是海面至海底之普通整畫面之表示值,發射線為紅色,其下部之海底及著底魚群則呈紅色或橙色,海底凹凸較大,海底面下通常有較長之拖尾現象,而且其色澤深淺有別(如圖 9),而海底附近魚群之回信一般較海底回訊微弱,故呈黃色或綠色,同圖時間 2 則分割成二個畫面,上面畫面之表示法與時間 1 相同,下面則將海底附近加以放大,易於判釋海底及離底魚群;時間 3 也是分割成二個畫面,上面也是將海底附近放大表示,下面則是以海底面為基準,將上方適當深度範圍內之魚群回訊加以放大表示,通常稱為鎖底(Bottom lock),可看出魚群成群在那一個水層最濃集,以發揮底魚探測及調整網具深度之效果,故彩色魚探通常有如下之功能組合:

1. 普通 + 部份放大
2. 部份放大 + 鎖底放大 (或鎖定發射線)

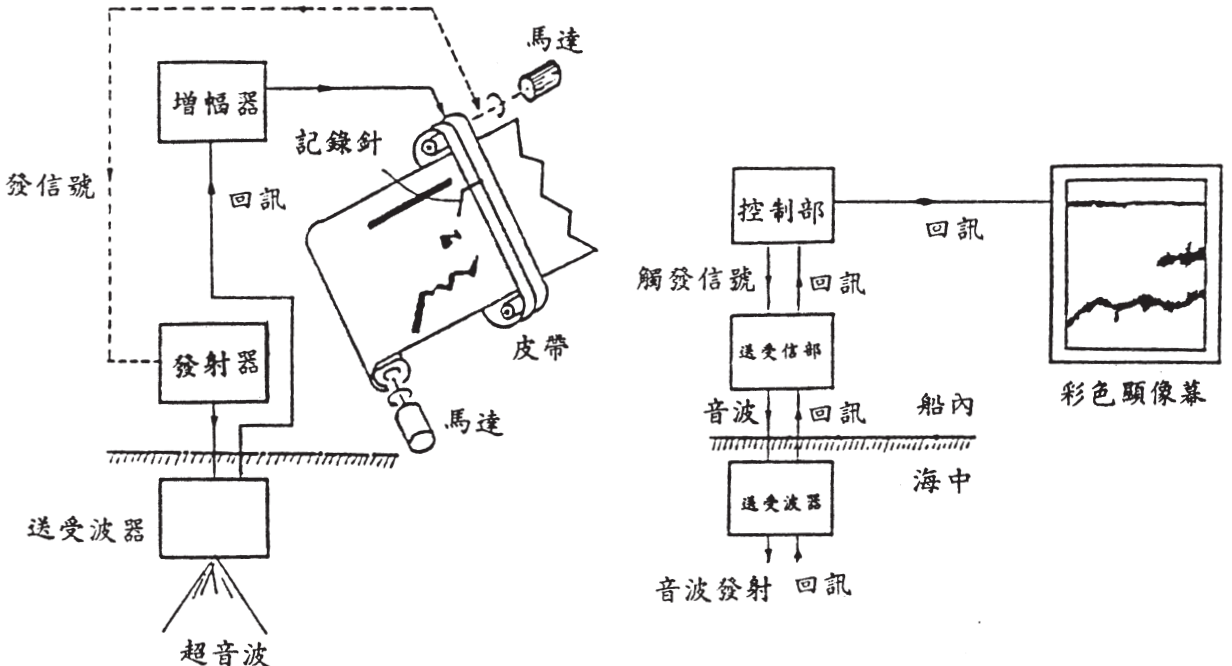


圖 6 記錄式漁探機與彩色魚探機之構成

3. 普通 + 鎖底放大 (或鎖定發射線)
4. 複數魚探回訊或魚探與網位記錄器信號同時表示
5. 現在及過去記憶回訊同時表示
6. 回訊、水溫及船位同時表示

探魚器影像彩色化之結果，不但使功能多樣化，也能提供更細微資訊；例如圖10是同一時間尺度下之四群魚群之彩色影像，因彩色魚探機均附有精密之時間增益函數 TVG (超音波之擴散損失及吸收損失之補正)，故海底反射信號之顏色及幅度不同，係由於底質不同之故；圖10-a之魚群，只有一小部份魚群之成群密度較高 (影像中之紅褐色部份者)；圖10-b紅褐色顯示一高密度魚群之垂直延伸幅度達二十公尺，而其外圍可能是魚群較離散或反射強度較弱之不同魚群圍繞著高密度魚群，故呈黃色或藍色之反應；圖10-c、d 則顯示魚群不但貼

底，而且貼底魚群呈黑褐色，密度最高，故可能是底魚群開始上昇而形成群聚形之魚群；圖

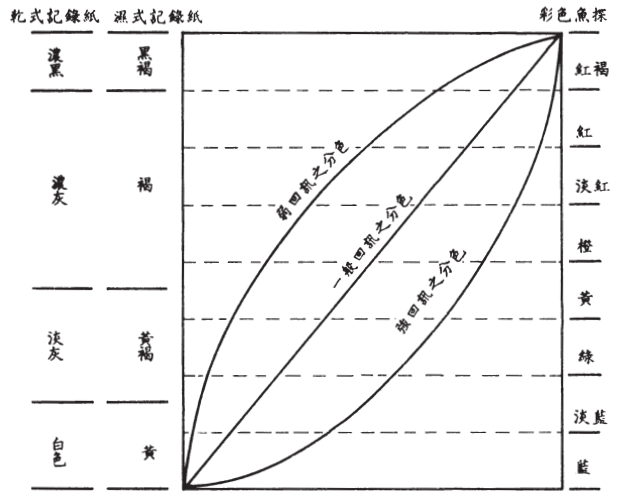


圖7 記錄紙式魚探機及彩色魚探機之色澤變化比較

11則是附在浮子網上之網位記錄器的彩色影像顯示圖，除了網口張開高度、網內外魚群一目

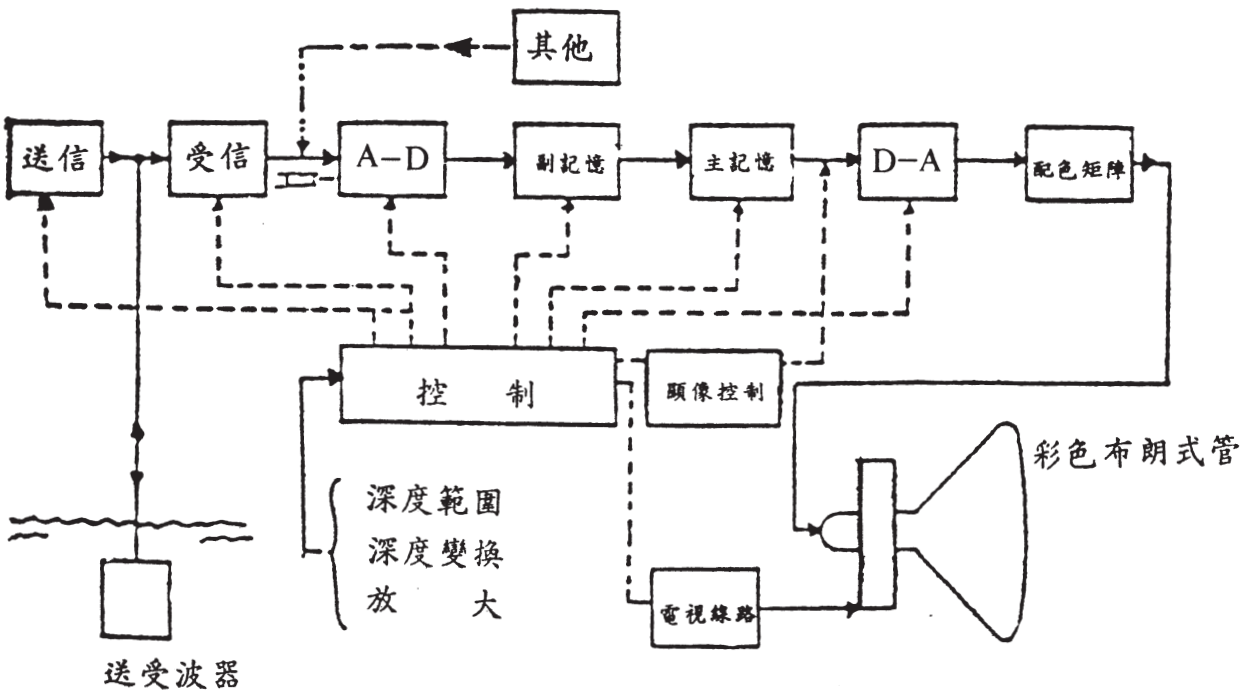


圖8 彩色魚探機構成方塊圖

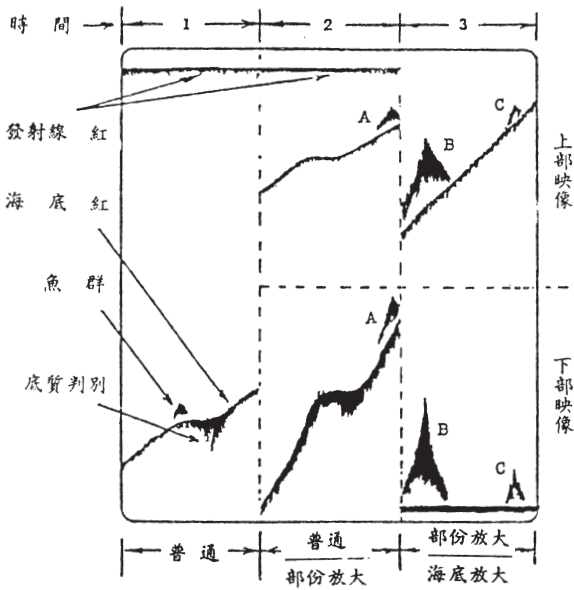


圖9 彩色魚探機之顯像功能

了然外，其拖曳水層之溫度為 2.4°C 也顯示在顯像幕上，如能掌握底魚之適水溫當有助於選擇經濟價值最高之魚種而漁獲之；圖12之中央部份之影像掃瞄速度為右方之二倍，可看出更容易看出地形及魚群成群結構之變化；圖13左邊則是以普通記錄加上鎖定發射線之呈像，右邊是鎖底並放大離底20公尺之影像，由圖可看出海底魚群之情況清晰更易判釋；圖14則是將彩色幕轉移至彩色記錄紙上，更有助於漁撈經驗之留存，及科學研究者保存資料及做評估等研究中用。

(二) 收發波器之興革

(1) 掃瞄式收發波器 (Scanning transducer)

如圖15-b所示，以 180° 或 360° 全方向發射音波，另外其受信則如同圖15-a, c, d, e所示，在送受波器之周圍以電子線路形成一窄指向性之受波波束，以高速掃瞄，因電波速度為音波之100,000倍以上，故其掃瞄一次僅需0.001~0.002秒，故若回訊脈波幅長為10 msec，則其同一方向之回訊有5~10次被接收，足以將

信號顯示出來，而且可改正前述發射指向角過廣及過狹之缺點。

(2) 分割波束收發波器 (Split beam transducer)

如圖16所示，有分割波束受波，並由其受波之時間差而求得其相位差，以三度空間的了

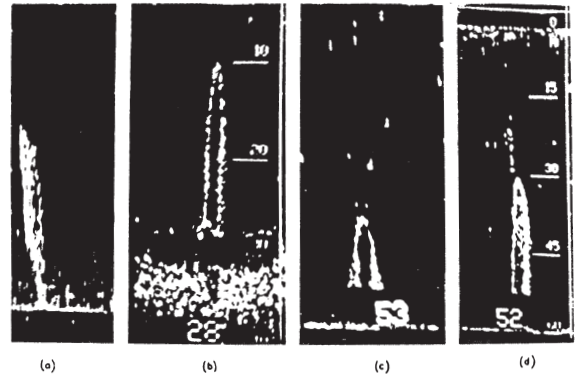


圖10 彩色影像有助於魚群及海底結構之判釋

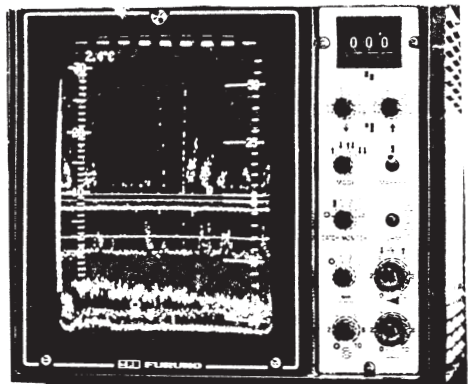


圖11 網位記錄器彩色影像化及拖曳水層溫度同時顯示之一例

解魚群之位置，此一方式也可達到前述指向性校正問題及角度分解能問題。

由上述二大項改進，拖網用探魚器之性能已有劃時代之改革，以垂直魚探而言（圖17為例），超音波束以電子掃瞄，從而使魚群、海底之探索能力及範圍增加，同時因電子受信線路之關係，可實施以傾斜角度檢出因船舶產生

縱、橫搖而使波束偏離之角度，並自動補正之，而且其彩色幕可將海底記錄跡擴大，由其色澤變化及拖尾情況對海底地形、底質做更佳判釋，而且其能同時接網位記錄器、他船之魚探（本船式雙拖網之另一艘船之魚探）、航海儀器、水溫計、船速計等，不僅可改善傳統拖網魚探機之缺點，而且可獲得魚群分佈範圍、魚群結構、海底傾斜與起伏等資訊，發揮拖網網口之控制及防止破網之效果，而其與網口記錄器信號併記之實現也使本船下方魚群與入網魚群之對照變得很容易，提高拖網之效率自不待言。

另外，利用船上之掃瞄式聲納測定魚群之行動及網具之展開形狀、曳行性能並以彩色幕表示也變為可能（如圖18），而傳統之網口記錄器也有劃時代之興革，過去以固定指向角之收發波器固定在浮子網或沉子網上面，記錄浮

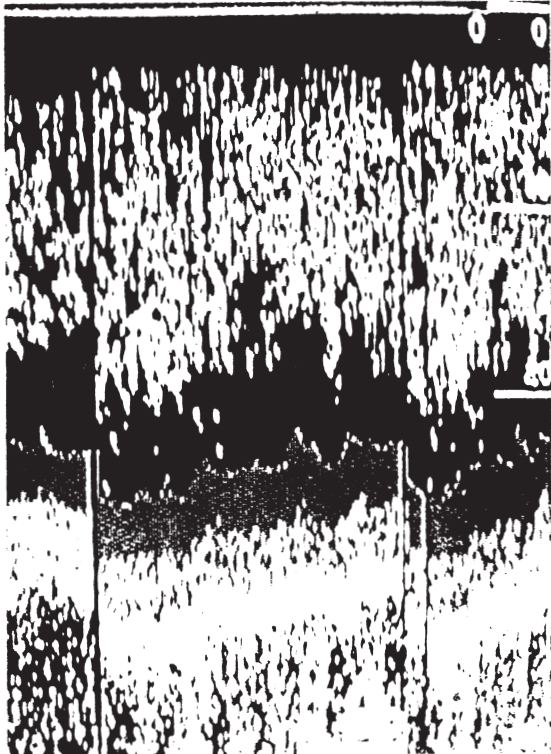


圖12 改變掃瞄速度效果之一例

沉子網距離，以了解網口展開之高度及離海面、海底深度及網口內魚群之情況，以了解曳行效率，然而其指向性太窄，記錄之魚群僅為入網魚群之一部份，而且使用頻率過低，分解能

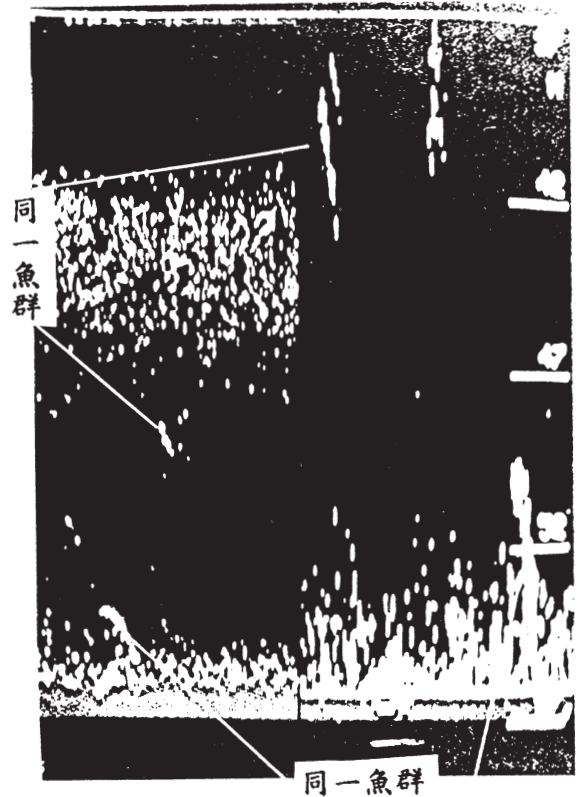


圖13 彩色影像功能之一例

太差，因而目前有一種結附在浮子網上之高频（675 kHz）掃瞄式聲納已上市，其波束為 $1.7 \times 30^\circ$ （或 $1.7^\circ \times 1.7^\circ$ ），其可對拖網施以水平或垂直之掃瞄，前者可監視拖曳路線與魚群之游向是否一致或有逃避之情況，而後者可看出網口展開之全貌（如圖19）及魚群入網之情況。

四、魚探器在拖網漁業之應用

魚探器在拖網漁業之應用，大致可分為：

(1) 由魚探回訊之反應做為海況及漁況之指標。

- (2) 垂直魚探、水平魚探（聲納）及網口記錄器之併用，以遂行瞄準式之驅集曳網漁法。
- (3) 拖網航路安全用：垂直魚探設定安全深度，而水平魚探設定安全距離，由附設在其上之警鈴預知危險。
- (4) 由海底反射狀況判斷地形及底質。

其中(3)、(4)二項一般較為拖網漁業者所熟知，此不贅述，僅就(1)、(2)二項檢討之。

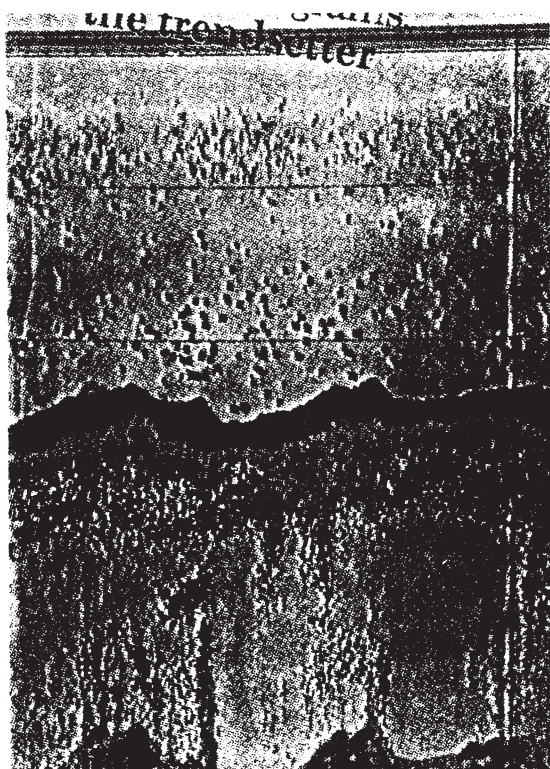


圖14 將彩色影像轉移至彩色記錄紙上，有助於漁撈經驗的保存及資源評估用

(一)由魚探回訊之反應做為海況及漁況之指標
 魚類究竟是變溫動物，底魚自然受水及海底特質所限制，所以若知道海水之狀況，即海況的話，則魚的分佈大致可推察而得知，同一種魚也隨著其成長階段或季節之變化，其需求海況亦有不同，實用上，海況以水溫及鹽份

為最實用之二大因子，可作為水塊之指標，水塊分佈變化知道的話，漁況應可做某一定程度之預測，然而實質上，作業中漁船對海水性質之觀測實非易事，一般魚探器上附加顯示者亦僅止於表層水溫而已，雖然在亞熱帶大陸棚海洋區，冬天表面水溫與底層並無太大差異，此時人造衛星提供之漁況預報，對拖網而言有某一定程度之意義，然而在夏季成層發達時期，表層與底層之溫差有達 15°C 左右，故表層水溫不足以代表底魚分佈狀況是必然的，而水溫及鹽度之斷面構造之觀測十分麻煩，但如能以魚探器間接獲得水塊之分佈構造，則對底魚場漁況之指標有莫大之助益，筆者謹以日本西海區水產試驗所青山等對東海、黃海底魚場之報告為例，說明如次。

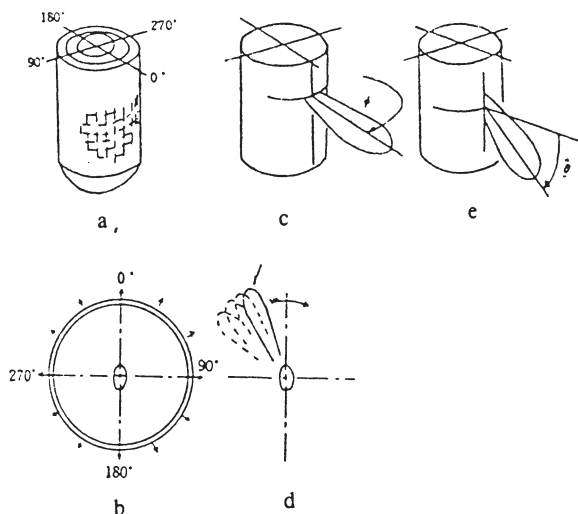


圖15 掃描式收發波器

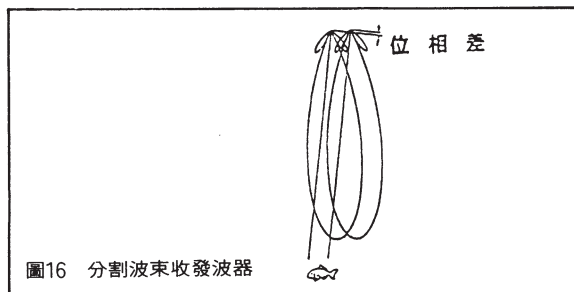


圖16 分割波束收發波器

如圖20為35° N, 124° E之水溫垂直斷面年變化，該圖顯示東海、黃海冬季由於海面冷卻，對流混合發達，形成冷水塊，此一冷水塊至次年之晚秋為止，停留在中底層附近，其間由於夏天之成層發達，加上生物之呼吸及分解作用之消耗，溶氧量逐漸減少，使適好高溶氧之蝦類逃避，所以如同圖所示，一直到次年季節風增強，對流旺盛，使上下層水溫及溶氧幾乎一致後才是蝦之漁場，表水溫下降或上升至10° 為蝦漁期開始及結束之粗略判斷指標，但圖21所示，如能以躍層離海底之距離及散亂層(Scattering layer)之離底情況來判斷，更可掌握蝦漁場，該圖顯示躍層在C區以東，位於中層，而SL也發現在中層，此時為漁況不佳，而A、B漁區之躍層在海底附近，其以白帶魚、

海鰻、鰆等為主要漁獲魚種，而隨著月別之推移，其躍層深度逐漸下降至底層附近，甚至西側躍層開始消失，蝦才漸成為主要之漁獲魚種。

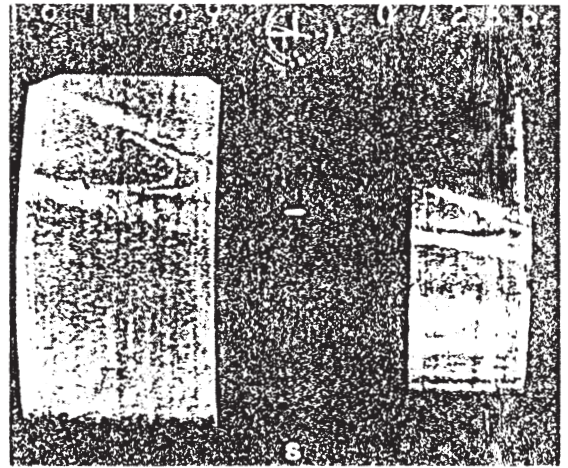


圖18 利用掃瞄式聲納掃瞄底拖網曳行時網具前半部的影像，浮子網、沈子網及網具振動所造成之泥流均可顯示出來

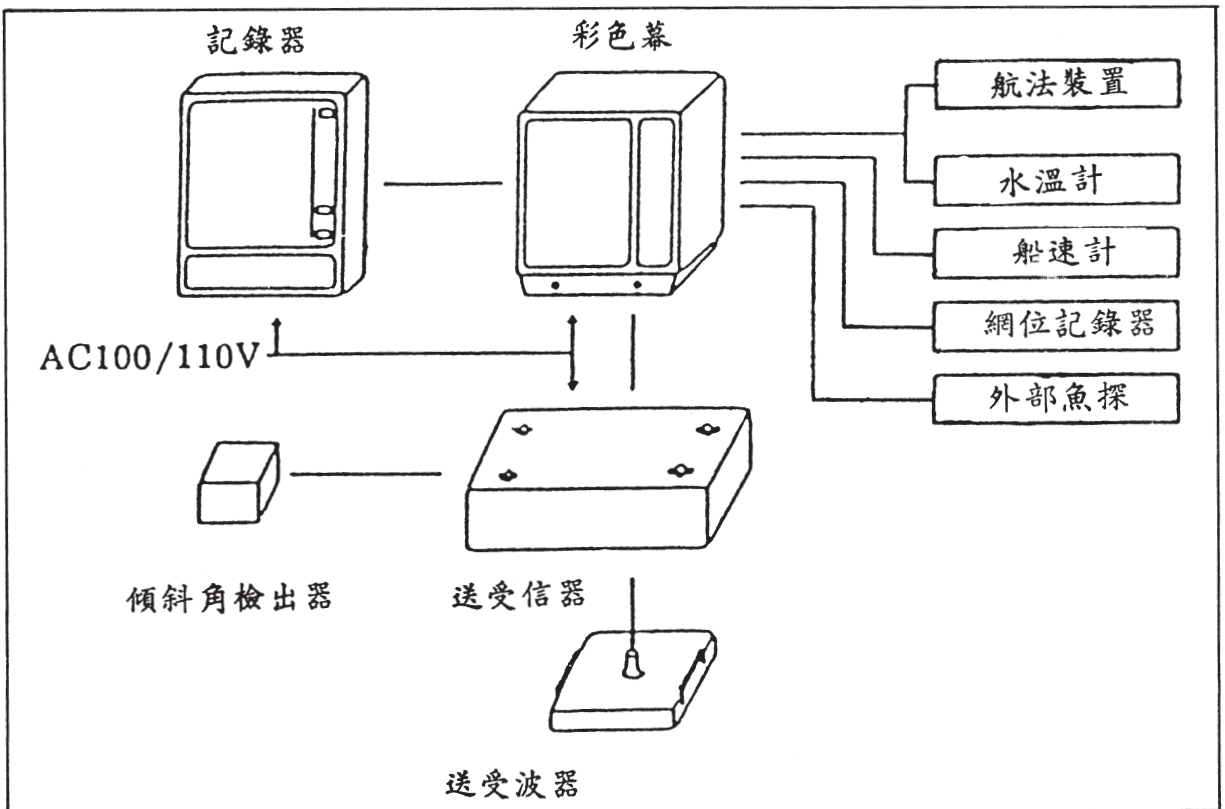


圖17 拖網用漁業彩色垂直漁探機

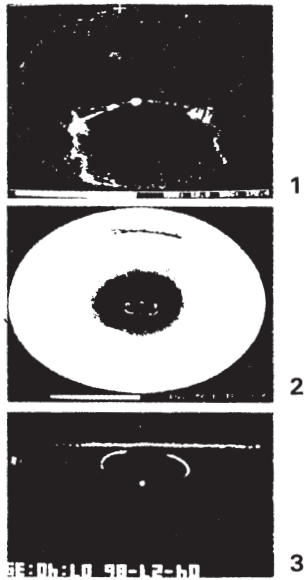


圖19 浮子網上結附之高頻掃瞄式聲納系統效果之實例

1. 360° 掃瞄網口設定初期之彩色幕映像圖，顯示彩色幕之設定尚不恰當，而網具亦尚未完全展開。
2. 適度調整彩色幕後，網形及其海水面、海底之關係位置已一目了然。
3. 底拖網網形及其與海底關係位置之映像圖。

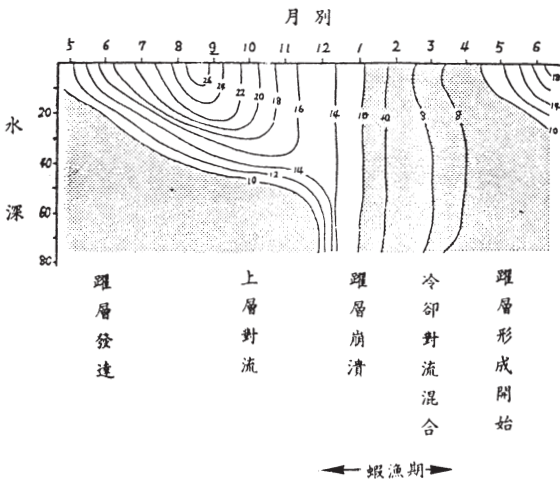


圖20 北緯35°、東經124° 水温垂直斷面結構之年變化

而SL與躍層有何關係呢？所謂SL是中下層某水深層有一連續之層狀魚探反應，比較深的海洋（>600公尺）稱為DSL，比較淺之海洋稱

為SSL，根據研究其最主要之構成為浮游生物、微遊泳動物或小魚等，溫度躍層或鹽度躍層之位置由於其不連續之特性，故SL通常在躍層上、中或下方被發現居多（如圖21），即浮游生物或小魚白天大致分佈在中下層，夜間則浮至表層，而晨曦與黃昏則有浮沉之狀況（如圖22），在躍層發達時，躍層以上水塊之生物，只在躍層上方及表層間移動，躍層下水塊之棲息生物則在躍層下方及海底間作上下週日洄游居多（如圖22），基於此由魚探之SL層之位置及移動狀況，可推測躍層之位置，而躍層在上層，或貼底情況，又可預測底層潮境之位置及上下層水混合效果等，對漁況之判斷有甚大之助益。

而東海、黃海底漁場中直接由魚群回訊與漁獲相關性之考察也可歸納如下表所示：

魚種	白及口	海鰓	白帶魚	黑口	蝦	
魚群反應	無反應	各層反應良否	上層反應良否	貼底反應	無反應	反應佳
漁況	不漁	無漁	無漁	豐漁	極端不漁	豐漁
SL反應	無反應	離底反應	貼底反應	貼底反應	無反應	反應佳
漁況	不漁	豐漁	豐漁	豐漁	不漁	豐漁

由上表可知，大致而言，魚探反應良好之場所，漁獲亦佳，而全部沒有反應之場所，大致漁獲效果極端不良，即或魚群反應不良，SL反應

佳之場所，尤其是SL貼底時，其漁獲效果較佳；而上表是根據一般漁船記錄紙式之魚探反應資料大致統計之結果，其魚探器之使用週波數、出力等之選擇並不十分貼切，而且使用技術不足處頗多，但已足以看出魚探之功效了，如能以彩色魚探及掃瞄式收發波器（如圖22），必可更發揮提供漁況資訊之效果。

(二) 瞄準式曳網漁法之利用

過去曳網漁法，特別是底拖網漁法勿寧說是以時間換取漁獲之漁法，因為其缺乏魚群行動上之定量把握，即掌握魚群之棲息水層及移動或停滯等之資訊後，估算風潮之影響，操縱漁船、漁具以瞄準魚群而漁獲之，而中層拖網、離底拖網在臺灣已開發多年，但對漁船、漁具及魚群位置之動態把握仍無法達到，最近電子科技發展之結果，拖網用魚探器已被用來改

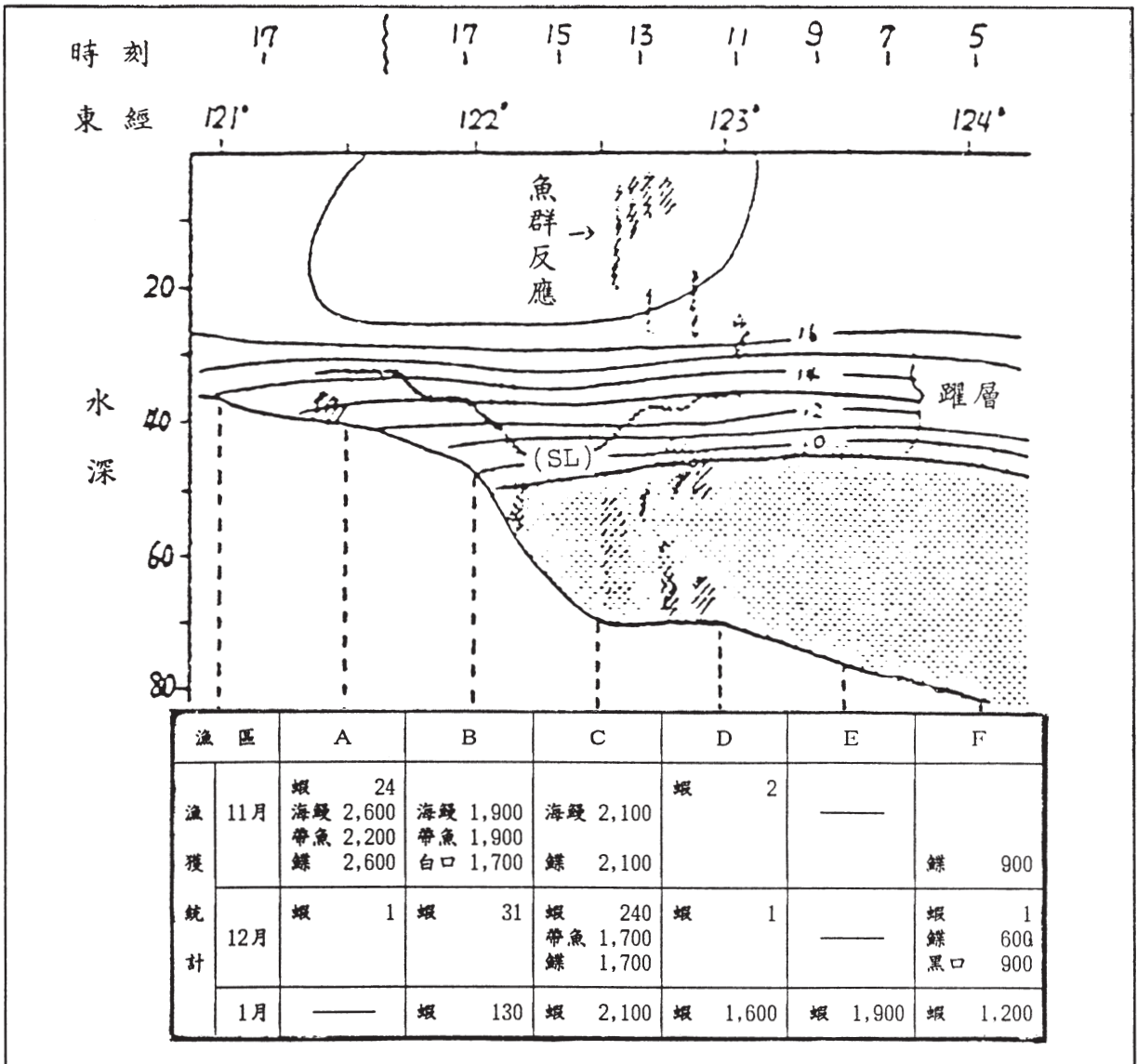


圖21 北緯35°之水温斷面變化、漁獲、散氣層(SL)及水温躍層位置

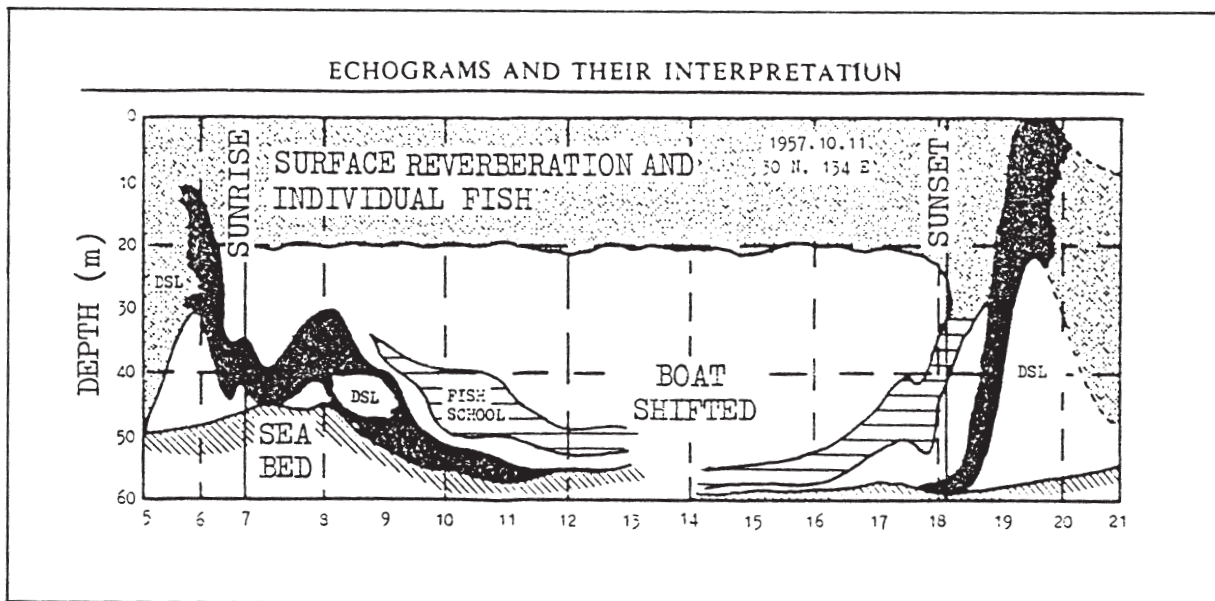


圖22 DSL之週日變化

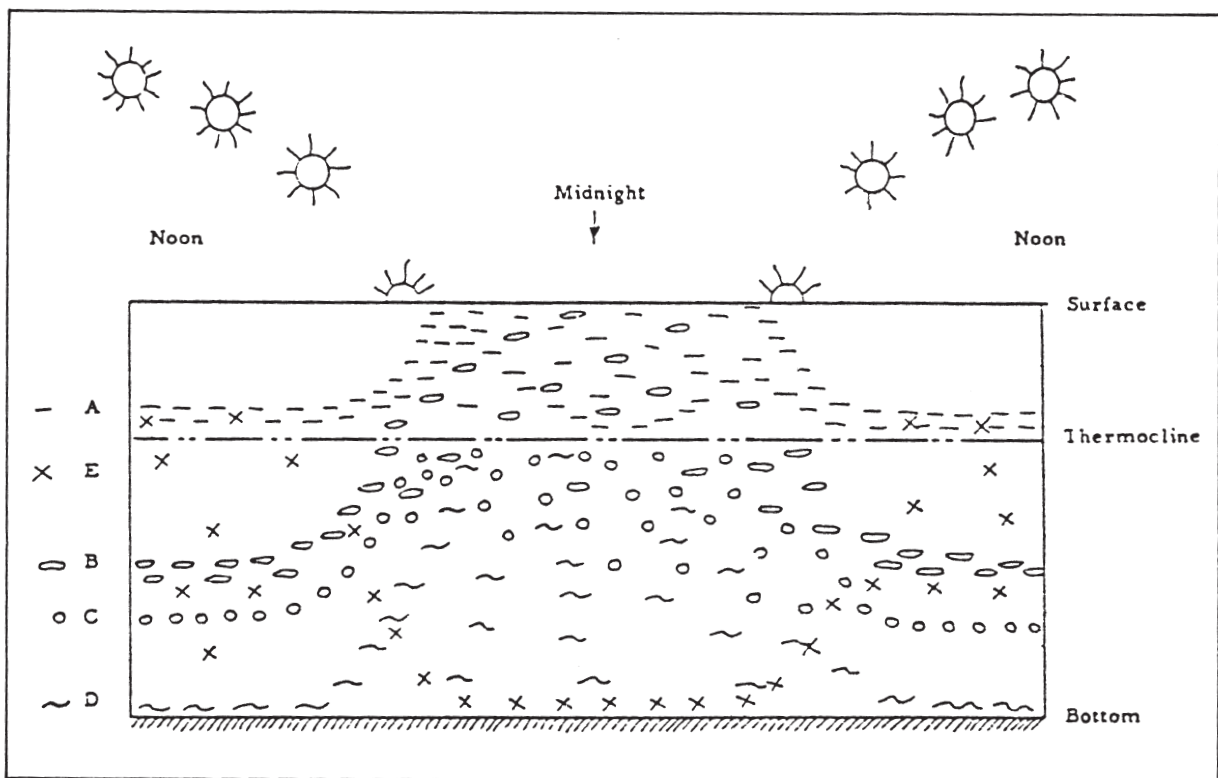


圖23 水温躍層與水產生物之週日變化

正上述之缺點，而且其探魚器之配置至少如圖12所示，日本葉室親正開發利用CRT顯式之全自動控制曳網漁法之方塊構成如圖19所示，其特徵是漁船之機艙、操船儀裝、漁撈機械、漁具等靜態、動態資訊及海洋現況（海潮流、風向、風速等）值之測定等，均連續的測定並輸入CPU中，其迅速計算處理後，CRT畫面上可立即的顯示漁船、漁具、魚群及海底地形之位置、形狀、姿勢、動向等，並依其動向給與適正之指令，以遂行瞄準漁法，該漁法裝置有垂直式魚探、浮子網掃瞄式水平魚探（或網口記錄器）、三次元水平式魚探等，以下列基本原則曳行：

- (1) 測定魚群之動態，魚群在游泳狀態時，以逆其游泳方向曳行為原則（如圖26）。
- (2) 由上述魚探器把握漁船、漁具、魚群之位置以監視漁具曳行軌跡是否在魚群所在之路徑上，否則對導至漁具曳行軌跡與航行軌跡偏離之外力，做必要的操船修正。
- (3) 在地形凹凸之漁場，設定固定之離底高度而曳行（如圖27）。
- (4) 為遂行瞄準漁法，漁船、魚群位置之把握，曳網收放用油壓系統與指令中心相連接，隨魚群之棲息深度而自動調整網具位置。

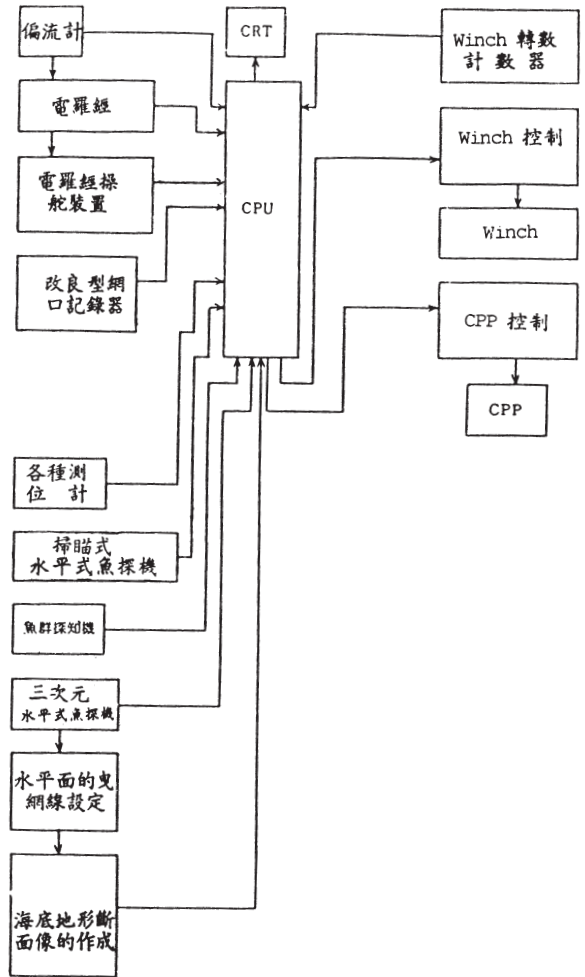


圖25 葉室親正開發之全自動式曳網漁法

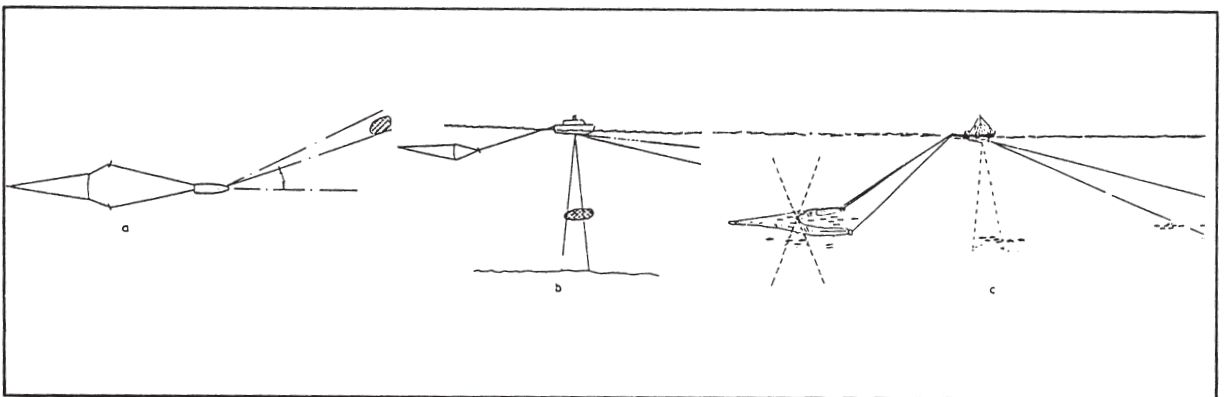


圖24 拖網漁業甲探魚器之基本配置

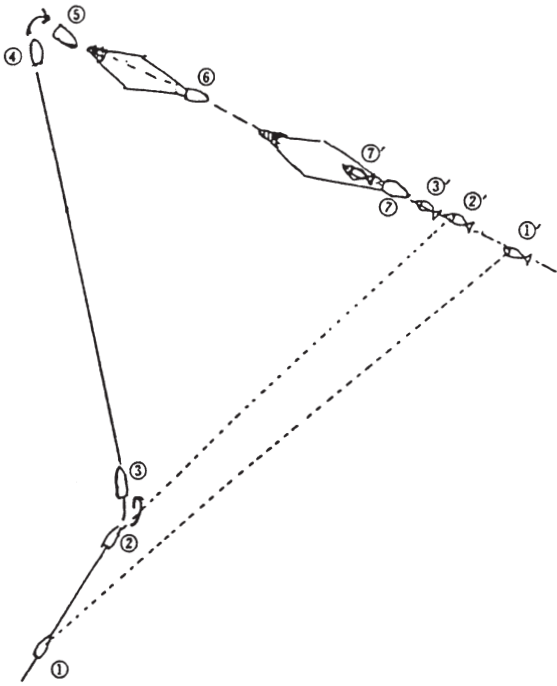


圖26 利用水平式魚探機、網口記錄器等測得魚群之游泳方向後，遂行中層、離底之瞄準拖網

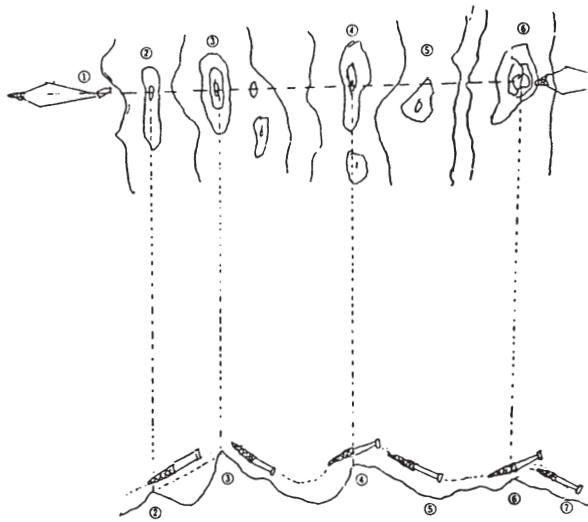


圖27 利用探魚器遂行離底拖網漁法