
定置網漁業 應用音響誘集的漁獲試驗

周耀傑

劉燈城

(國立台灣海洋學院漁業研究所) (台灣省水產試驗所台東分所)

翁進坪 謝寬永

(國立台灣海洋學院漁業研究所)

摘 要

定置網漁業為消極性漁具漁法的典型代表，而其龐大的漁具結構，長期間設置在海中一定場所，對洄游性魚類具有如魚礁的誘因效果，礁體在海中受海潮流作用產生之噪音或認為誘集魚群的重要原因之一。為探討人工音響在定置網具之漁獲中扮演的角色，試以 400 Hz 之純音，以 60 dB 強度在袋網附近，透過水中擴音器隔日放音，以資檢討音響誘集的效果，初步試驗結果摘要如下：

1 網具設置場所周邊的海洋環境噪音，計測結果，頻率數在 10 Hz ~ 2 kHz 之間，分佈廣泛，但以 100 ~ 200 Hz 為中心的音強度較為明顯。

2 以 400 Hz, 60 dB 強度純音放音，計測結果人工音響在網具周邊大致呈球形擴散式樣分佈。

3 實驗期間供試定置網具的漁獲魚種組成計達 21 種，但以平花鯉的 44 % 漁獲量居首，飛魚之 25 % 次之；再其次為烏尾鮫之 12 %；鵝鱖之 11 %。

4 對人工音響有反應跡象之魚種，計有鯉類及鵝鱖兩種。放音日之漁獲尾數，與放音日為中心前後兩日無放音之平均漁獲尾數作比較，鯉類漁獲量計增為 6.2 倍，鵝鱖增為 1.7 倍。

5 音響生態之基礎試驗，因漁獲魚種之活存率甚低，未能獲致預期結果。

前 言

定置網漁業為本省積極推廣的省能源漁業，近年來的成長甚為迅速，目前本省沿海各地共設置了 100 餘組的定置網具，民國 76 年度的

中華民國 78 年 1 月

漁產量為 11185 公噸，較民國 67 年度之產量 3841 公噸，十年來計增加 3.94 倍，是為本省沿岸漁業中漁產量增加最快速之漁業¹。

定置網是由垣網、運動場、昇網、箱網等構成之龐大的漁具。長時間固定在魚群洄游路徑上，經由遮斷、誘導及陷阱 3 個步驟，達成漁獲效果的消極性漁具漁法。職是故，定置網

漁業的漁獲效果，依賴魚群接近網具之行動頻度及入網狀態而定²⁻³。

魚群之接近網具及入網行動，雖為決定漁獲成敗關鍵，但有關魚群之行動了解及把握，迄至現在尚缺乏科學上的依據資料。長年來本漁具的發達改良，大部份依賴業者的作業經驗來推測及判斷；研究領域大部份偏重在促使入網魚群的集約化，防止逃出等之網具設計，以及材料之改善，網具設置的技術，揚網作業的機械化等，已具有相當的績效⁴⁻⁸。

定置網具之規模及結構或因地區性而略有差異，然為達成漁獲效果的網具基本結構並無顯著的差別。此說明定置網的漁獲對象魚群，其接近或入網行動樣式，皆具有高度相似性⁹⁻¹⁰。

定置網具因長時間固定於海中，固被認為與魚礁具有相同的誘導魚群的功效。礁體可誘集魚群之因素很多，而礁體在海中受海潮流衝激產生的聲音，因渦流發生水分子的運動變化，或礁體的附著生物，魚介類等發生的鳴音、攝食音等等，皆被認為是刺激魚群接近行動之重要誘因¹¹⁻¹²。同樣定置漁具因長期固定在海中，亦將不斷受海潮流之影響而運動，產生各種不同振動聲音，該振動的噪音可能對洄游魚群的接近行動具有重大的正面作用¹³。

因此積極利用魚群可感知之音響，或生物特有之生態音響，在定置網周圍播放，可能觸發魚群接近網具的活性，進而提高誘導魚群加速陷入網中，而達成增加漁獲的效果。此計劃的目的倘若可以達成，則謀求本漁業的傳統消極性漁法，轉移為積極性漁法的最終目標則有實現的可能。

為此本研究採用 400 Hz 人工純音，或錄取生物特有生態音¹⁴⁻¹⁵，在供試網具周圍，利用水中音響設備在水中重生播放進行調查試驗

，以究明音響漁法應用於定置網漁業的可行性。茲將試驗結果報告如下：

材料與方法

儀器設備

水中環境噪音之錄取，採用水中麥克風 (OKI Electric ST-8004)，經由擴大後再透過音壓計測器 (Rion NA-40) 輸入錄音機 (SONY-TC-5550-2 或 TC-D5M) 錄取。音譜分析則用 Rion SA-24 型或 B & K-203 分析儀行之。計測裝置如圖 1 下半部所示。

人工音響播放裝置 (參考圖 1 上半部)，採用島田理研 FC-121 型及水中擴聲機 Riken FC-123 型組合而成。本裝置在 150 Hz~800 Hz 之頻率數範圍內計有 9 個音階可任意選用。

供試網具為臺灣省水產試驗所臺東分所所屬，全長 180 公尺雙落網具。設置場所位於成功鎮東北平均約 15 公尺水域。(參考圖 2)

方 法

本實驗依如下三個步驟實施。(a) 漁場自然環境噪音計測：在擬定設置網具的海區周圍，垂下水中麥克風於水中 10~15 m 處，分別計測錄取漲退潮時之環境背景噪音。(b) 網具設置後共設定如圖 3 所示 10 個計測站，分別計測環境噪音，以檢討網具受海潮流衝擊產生之振動噪音。(c) 本海區大宗漁獲魚種—鯉類的音響生態調查。(d) 根據(c)項的試驗結果，選擇鯉類最佳反應的音響頻率及音壓強度，在水中播放以檢討音響對本魚類的漁獲功效。播放音響方式採用每隔 5 秒播放持續 5 秒之間斷法行之。

中國水產第 433 期

結 果

(a) 海洋環境噪音之計測分析：

本海區在海況風力 2~3 級之情況下，錄

取水中噪音經廣帶域音譜分析結果，如圖 4 (a) 所示。獲知海洋噪音分佈至為廣泛，頻率數自 0 Hz ~ 5200 Hz 之間的音壓在 15 dB ~ 25 dB (0 dB = 1 V/PASCAL) 之間上下波動激烈。超過 5200 Hz 以上至 20000 Hz 間，因應頻率數的增加，強度緩和下降至 0 dB。自 20000 Hz 開始，音壓顯現劇降現象。超過

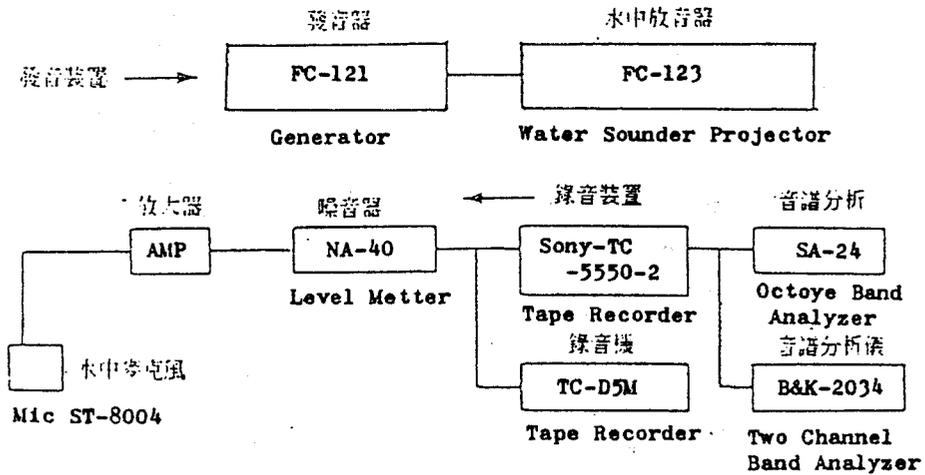


圖 1 錄放音及分析裝置

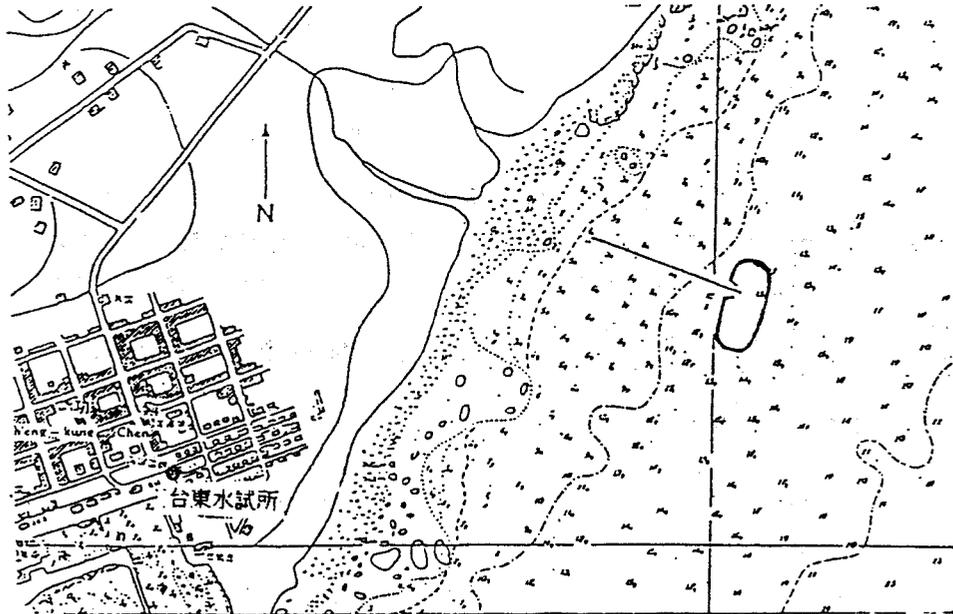


圖 2 定置網具設置海區

25000 Hz 以上則又開始保持 - 20 dB 之恆定值。本海區的環境噪音組成，大致上與其他海洋計測者，並無明顯的差異性¹⁶。

圖 4 (b) 所示者為正值退潮時間內，選擇噪

音變動較大之頻率數帶域予以擴大分析結果。圖 4 (a) 則為滿潮時的分析結果。兩者的音譜組成在基本上並無差異。頻率數在 10 Hz ~ 200 Hz 之間，音壓度 20 dB 以上。自 200 Hz 起至

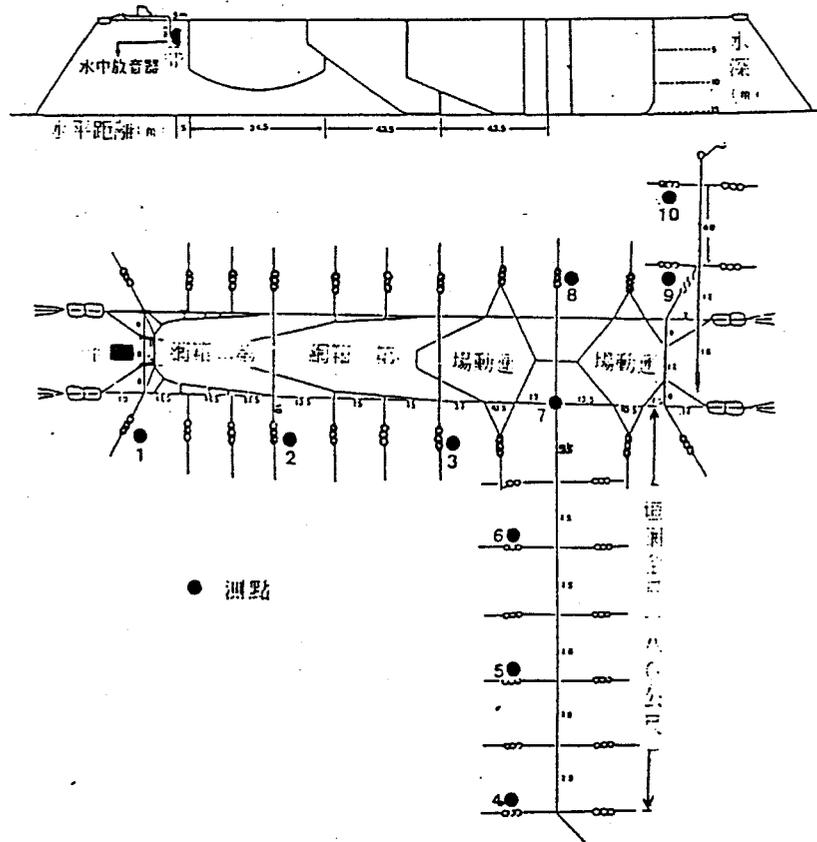


圖 3 網具周邊計測站的位置分佈

1500 Hz 的範圍音壓大約保持在 15 dB 上下擺動；但 1500 Hz 起至 3000 Hz 止，音壓又減至在 10 dB 線上微細波動；但滿潮時的噪音強度較退潮時變動大且複雜。

淺海沿岸海域的背景噪音，因時間或場所不同而略有差異。在某一週波數帶域中之海洋噪音組成複雜，包含船舶航行、海洋工程、風力引起之海水運動及生物鳴音混合而成，富變化而多樣性。本海區地理環境單純，面向浩瀚太平洋，偶有小型漁船航行外，陸地偏僻車輛

來往稀少；因此本海區的背景噪音源認為是由風力引起之海潮流運動產生者為主幹。

(b) 定置網具之振動噪音：

根據魚類的感覺功能試驗報告指出，魚類可感知之音響頻率數約在 10 Hz ~ 1300 Hz 之間，而最佳感知的頻率數是在 100 Hz ~ 1000 Hz 的範圍內¹³。而海洋環境噪音計測結果，變化最大之頻率數如圖 4 (a)(b) 所示，約在 150 Hz 以內；因此海況的微細變化魚類可能容易

感知。

為瞭解網具固定設置於海中後的噪音變化，在網具設定後共設10個測站進行噪音計測，結果如圖5所示。因魚類最佳感知度約在1000 Hz 以內，因此本計測之分析範圍，特將 0Hz ~ 700Hz 之間予以擴大比較。由圖示各測站之音譜組成分析結果獲知，各別頻率數之音強度因測站不同而略有差異；該現象可能與各測站的網具結構不同，而受海潮流之作用影響大小有差異之結果。例如箱網附近之No 1 測站，垣網中間之No 5 等各站之音強度概有偏高之跡象。而最接近岸邊之測站No 4 可能受波浪衝激影響較大，變動幅度亦顯現較大；特別是0Hz ~ 150 Hz 之間頻率數帶域中，音強度高達 30 dB 以上，甚或有高達 40 dB 以上者 (No 2) 。由上述的噪音強度分佈狀與圖 4 (b)(c) 作一對照比較，獲知網具設置後的背景噪音，較設置網具前至少增加了 5 dB ~ 10 dB。該強度之增加數可認為網具 (包含浮球、網片及各種鋼索) 受海潮流之衝激產生之振動噪音所致。

噪音強度特別顯著頻率帶域，各測站計測結果，絕大部份是在 200Hz 以內，與本海區背景噪音顯著相重疊；因此網具設置後的噪音強度增加，對魚群之洄游活動影響具有重大的意義¹²。

(c) 魚類的音響反應行為觀察：

為究明本海區大宗漁獲魚種，鯉類對音響的反應行為及感知度，由本定置網漁獲的活平花鯉，放置於水試所室內 5 m × 3 m × 2 m 水槽中飼養以供調查試驗，試驗裝置如圖 1 所示。人工音響之播放採用 150Hz ~ 800Hz 計分為 9 頻率數帶播放，以觀察比較其反應行動之樣式。另外，在飼養過程中錄取其可能生物音，諸如攝食音，游泳活動音等等，屢次測試結

中華民國 78 年 1 月

果，均未能獲致預期效果，主要原因為供試平花鯉在水槽中活性意外的低落，可能與帶回之活魚大部份有受傷之原故，又死亡率特高而無法保有供試樣本，亦為本項試驗無法達成所預期結果的主因。

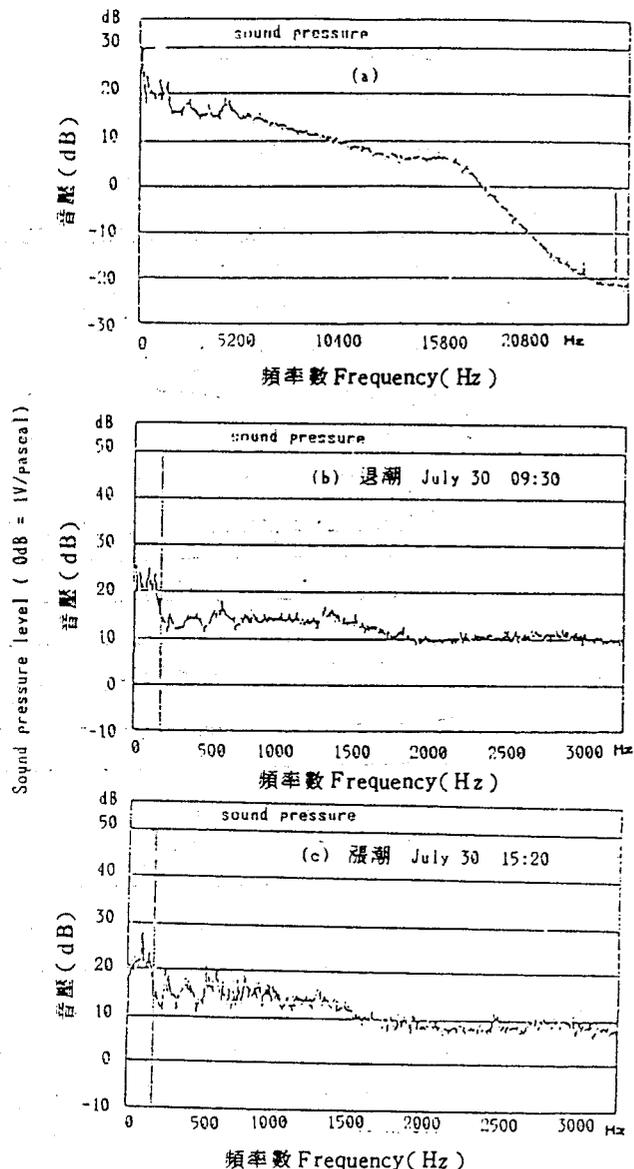


圖 4 定置網設置預定點之環境噪音分佈

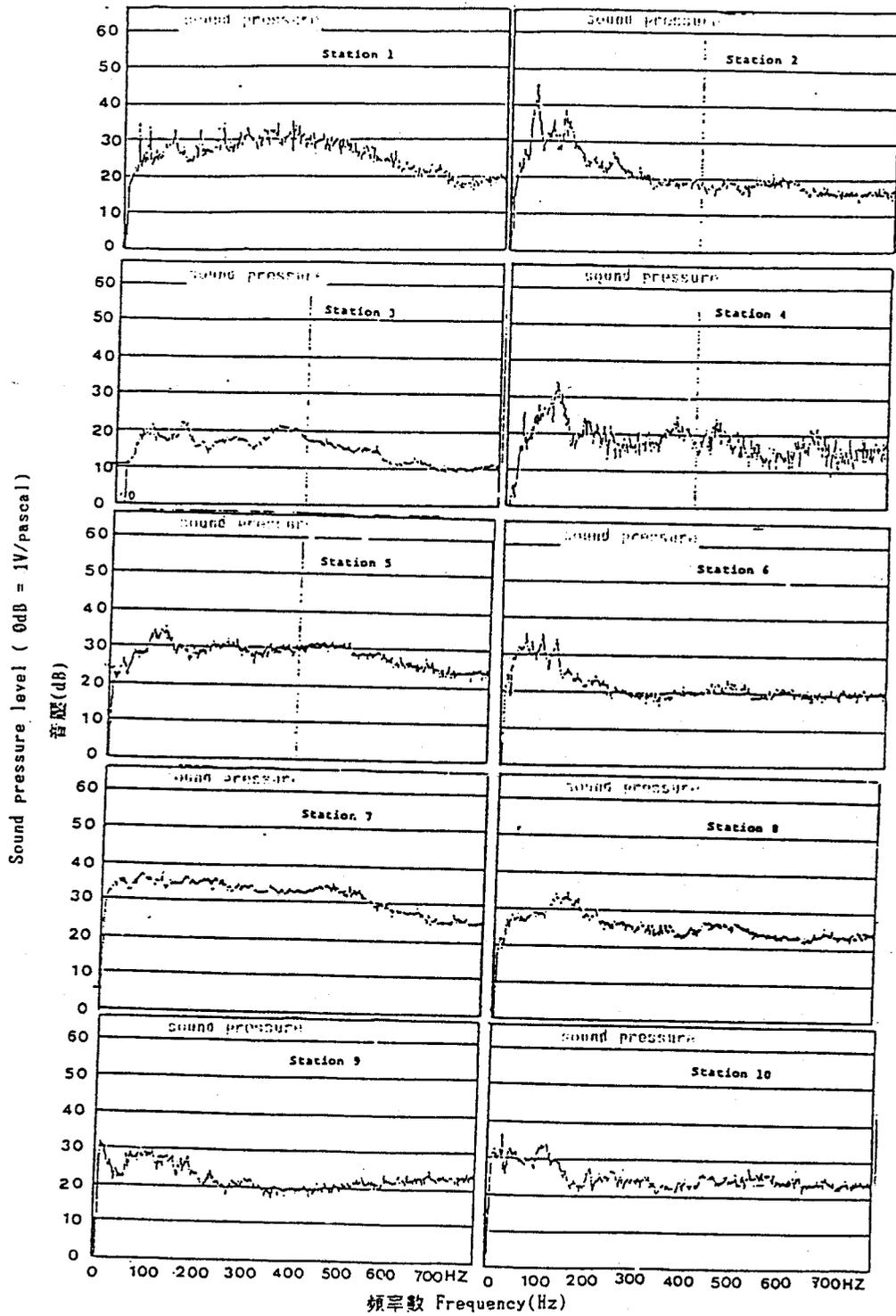


圖5 定置網具設置後的海區噪音

(d)人工音響播放的漁獲試驗：

本項試驗原擬由鯉類的水槽試驗結果，選鯉類最佳感知度的頻率數及強度，研擬在海中網具周圍再生播放，以資研討音響誘集應用的效果。但因上述基礎資料蒐集之困難，因此本項試驗改採用與海洋環境，包含網具在內的背景雜音有別之頻率數，認為一般魚類可能感知度較優且較為積極反應之頻率數 400Hz 帶域為基準，進行漁獲比較試驗¹⁴。（參照圖 3）

頻率數 400Hz 以 60 dB 之強度在箱網後端，水深 5 公尺處朝向網內播放，在各測站計測人工音響之傳播分佈狀如圖 6 所示。由圖所示獲知各測站之音譜曲線形成，以 400Hz 頻率數為中心之強度 50 dB ~ 60 dB 最為顯著。超過 400Hz 或較低頻率數帶之強度大致呈波狀形而遞減，類似音譜曲線組成。與圖 4 及圖 5 所示的環境雜音組成有明顯的差別，該不同的音譜組成可能將予洄游魚群產生新的刺激因素，倘若該因素能構成誘因刺激，則接近網具行動的魚群量或頻度可望增加，反之則少。

基於此本試驗採以隔一日放音之方法，進行漁獲試驗，放音日是從早上 9 時開始，迄至下午 2 時止，以每隔 5 秒間放音一次，每次播音之持續時間為 5 秒鐘。

本試驗自 4 月上旬起至 5 月中旬止，共執行 35 天，試驗期間的漁獲魚種如表 1 所示共有 22 魚種。漁獲量如以尾數計之，平花鯉的漁獲量佔總漁獲的 44 % 為最多。飛魚的 24.5 % 次之，再次為金帶烏尾鯨的 12.3 %，鵝鯪之 11.2 % 之序。以上四種漁獲量合計佔總漁獲的 92 %。

以重量計等仍以平花鯉的 72 % 居首，鵝鯪之 9.5 %，飛魚的 4.9 % 之序。據此可知，本海區的定置漁獲魚種，是以鯉魚類為主。

中華民國 78 年 1 月。

定置網的起網作業活動，一般分為早網（8：00 ~ 9：00）及夕網（15：00 ~ 16：00）兩次。早網起網者是前晚入網之魚群為漁獲對象，夕網則為當天早上 9 點入網為對象。

圖 7 所示為四月始至五月中旬止，早網及夕網的鯉魚漁獲量變動狀況。早網又分為放音日及未放音日兩者的漁獲結果。由圖示的漁獲量變動情形察知，魚群之接近網具行動具有周期性而非持續性出現。漁獲結果比較獲知除 4 月 29 日之早網漁獲為特殊情況外，平花鯉的日夜別入網量，白天似較晚晚間為佳。該趨向顯示平花鯉的行動，白天較為活絡；亦即說明了平花鯉的行動，依賴視覺之成份較大。

今以有放音及未放音日的漁獲結果作一比較，亦即播放音響日之漁獲量設為 A；未放音日的漁獲量，以放音日為基準前後兩日之漁獲量加以平均值設為 B；放音效果指標以 $A - B / B$ 示之，結果如表 2 所示，計 8 次的比較試驗中，有效音日的漁獲量較優者佔 6 次。若以漁獲尾數計算，放音日較未放音計增加 6.2 倍，顯示播放音響具有誘集的效果。雖供試比較的試驗次數稍嫌偏低，但經 T - test 檢定結果獲知，兩者之差異在 99 % 信賴水準下，確認具有統計的意義。

再試以兩者的漁獲體長分佈分析作一比較，結果如圖 8 所示，獲知兩者並無顯著差異。

討 論

本海區的背景噪音獲知為 100 ~ 200 Hz 頻率數帶域最為凸顯，因此，本試驗採用 400 Hz 之頻率數，不致與背景音混淆，但由音譜分析結果知，兩者音譜組成有明顯差異。因此，該人工音響可予魚群明顯刺激作用，且音響

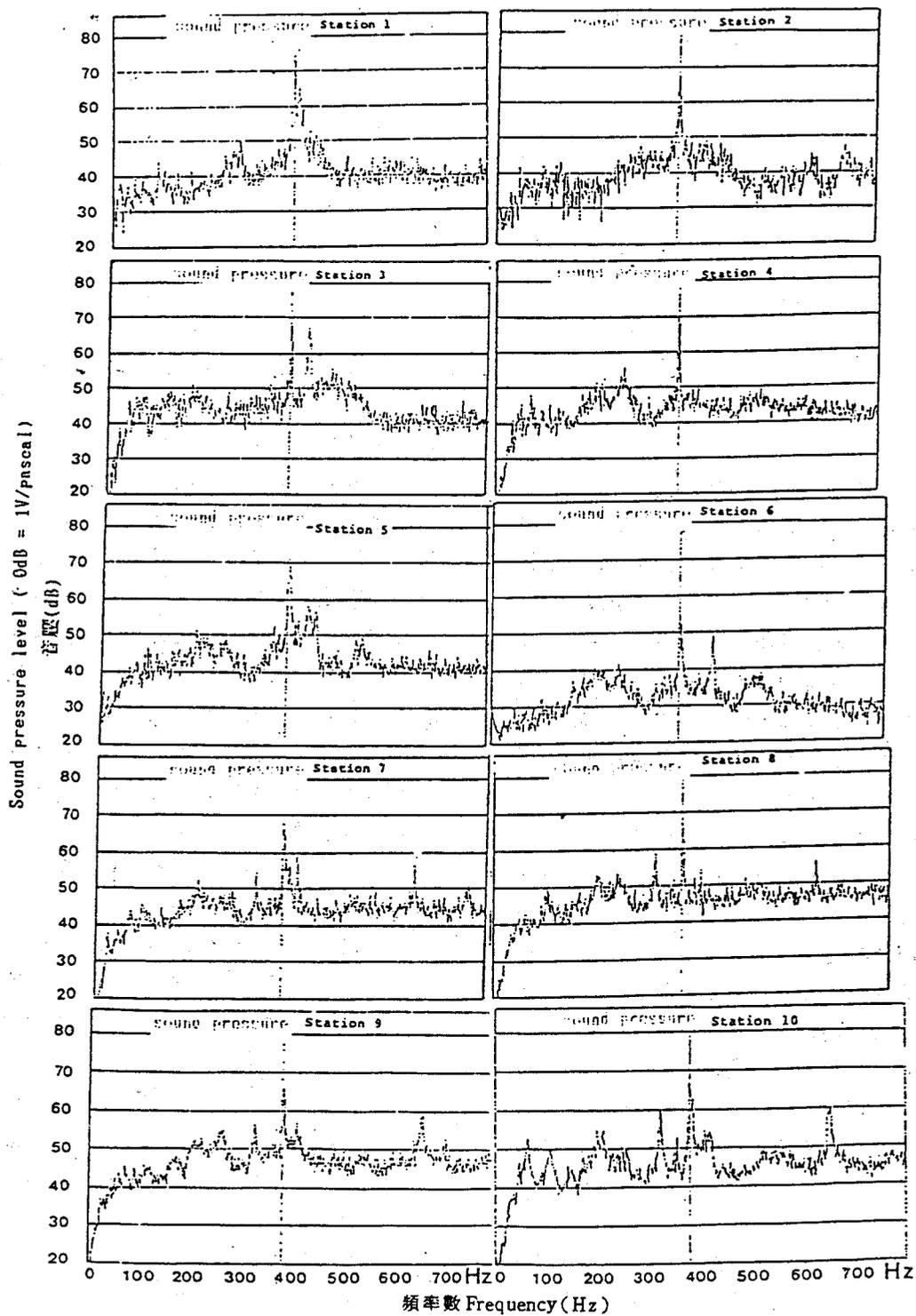


圖6 人工音響之音譜組成

表1 供試網具的漁獲魚種組成

No	中文名 Chinese name	俗名 Local name	學名 Scientific name	尾數百分比 (%)	體重百分比 (%)
01	金帶烏尾鯷	烏尾鯷	<i>Cdaesio chrysozona</i>	12.3	2.5
02	鶴鱵		<i>Upeneus bensasi</i>	11.2	9.5
03	平花鯷	煙仔魚	<i>Auxis thazard</i>	44.0	72.0
04	日本金梭魚	尖梭	<i>Sphyraena japonica</i>	2.0	1.0
05	圓翅燕魚		<i>Platax pinnatus</i>	0.4	1.1
06	薄葉單棘魨	剝皮魚	<i>Alutera monoceros</i>	0.2	0.3
07	托爾逆鈎鯪		<i>Scomberoides tol</i>	1.6	0.5
08	大眼鯛	紅目鱧	<i>Priacanthus macracanthus</i>	0.6	0.1
09	夏威夷海鱧		<i>Elops saurus</i>	0.2	0.5
10	鬼頭刀		<i>Coryphaena hippurus</i>	0.1	0.6
11	白帶魚	白帶	<i>Trichiurus haumela</i>	0.3	0.1
12	銅鏡鯪	巴弄	<i>Decapterus maruadsi</i>	0.2	.0
13	臭肉鯧	鯧仔魚	<i>Etrumeus micropus</i>	0.8	0.4
14	臺灣馬加鰾	土托	<i>Sawara quttata</i>	0.3	1.1
15	脂眼鯪	目孔	<i>Selar crumenophthalmus</i>	.0	.0
16	文鮑魚	飛魚	<i>Exocoetidae</i>	24.5	4.9
17	雨傘旗魚	破雨傘	<i>Istiophorus platypterus</i>	.0	1.5
18	眼眶魚	皮刀	<i>Mene maculata</i>	0.1	.0
19	浪人鯪		<i>Caranx lugubris</i>	0.1	1.4
20	真鯪	四破	<i>Trachurus japonicus</i>	0.2	0.1
21	四線笛鯛	條魚	<i>Lutjanus kasmiro</i>	0.1	.0
22	正鯷		<i>Katsuwonus pelamis</i>	0.8	2.4

的效果分析比較亦頗為明確。

利用生物特有的生物音作為誘集魚群的條件，試驗成功的例子頗多¹⁵，但有關鯷類的音響生態，迄今尚不甚明瞭；或許海上的噴灑水聲對鯷類之聚集活動可能有績效云¹⁵，但迄今無證實的文獻報導。觀察鯷竿釣漁船作業，使用活餌誘集魚群進行釣捕作業情形獲知，當魚群聚集於船舷之際，漁民除適當撒餌外，即刻

開始在船舷噴灑雨水於海面上，以模擬餌料鯷魚被追逐而驚嚇逃竄逃躍出水面的情形，此際鯷魚往往會陷入旺盛競爭攝食的群聚活動。噴灑雨水可觸發鯷魚群作群聚活動之原因，可能為灑水於海面產生之噪音和鯷魚跳躍水面之聲音極相似所致，此乃尚待進一步究明的課題。但利用本鯷魚群之特有生態音響作為誘集本魚種之條件，或可達成本研究之可行途徑。今後

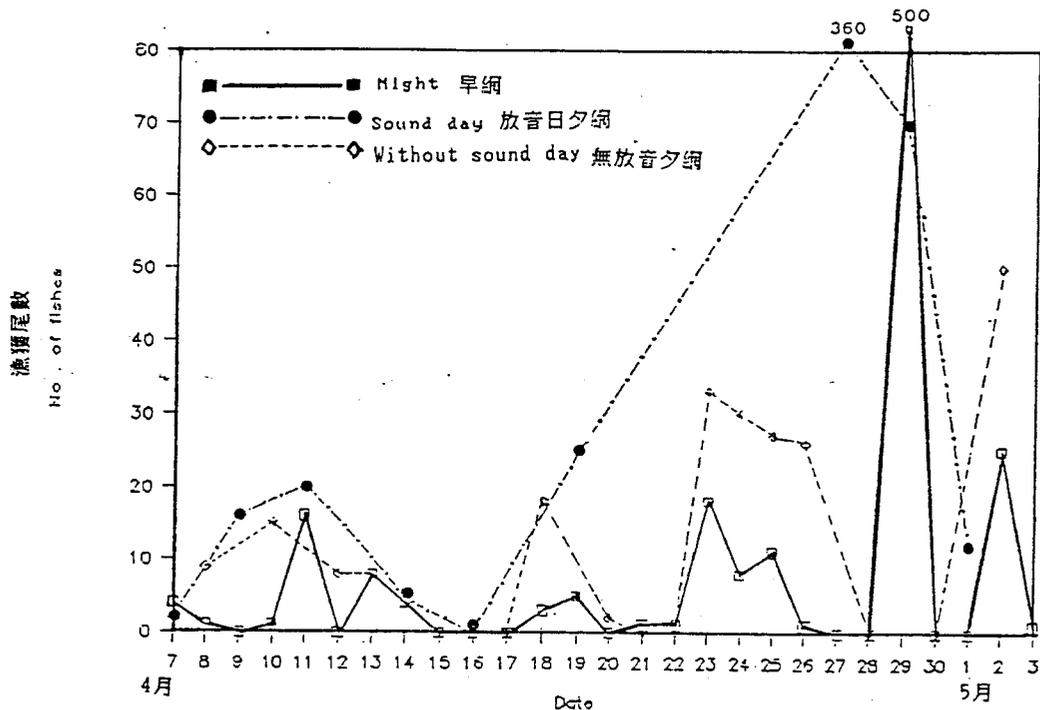


圖7 平花鯉漁獲量比較

表2 音響對平花鯉之漁獲影響

Sounding day (A)	Without sound day (B)	A - B
2	9	-0.78
16	11	+0.45
14	9	+0.56
4	3	+0.33
25	10	+1.50
360	13	+26.69
70	1	+69
12	25	-0.52

$$\Sigma A = 503 \quad \Sigma B = 81$$

$$\Sigma A / \Sigma B = 6.20$$

擬進一步研討其可行性。

本漁獲試驗次數稍嫌不足，主要的原因是本年度的鯉魚漁況甚為不良所致，但初步的試驗結果，利用音響誘集效果勘稱良好，因此認為音響應用於定置網漁業謀求增加漁獲效益，具有高度的可行性，其實用性有待今後進一步研究。

有關音響器材的選擇，今後若能採用水密箱並作遙控方式實施，則試驗範圍可望擴增，且在人力，財力方面亦可獲致大幅度的減低，更容易在視覺不良之夜間實施，以究明聽覺刺激與漁獲效果之功效。

謝 辭

本研究計劃承行政院農委會之補助，計劃

中國水產第 433 期

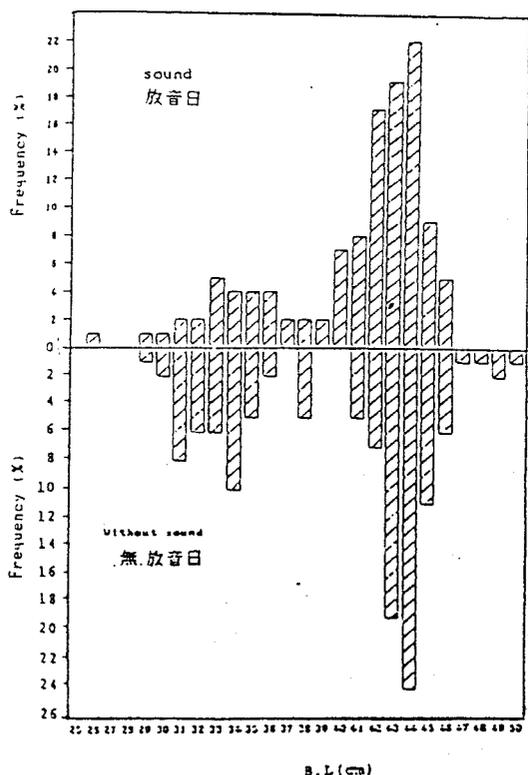


圖 8 平花鯉之漁獲體長（放音及無放音的比較）

號碼 77 農建-7.1-漁-07 (6) 特此致謝。試驗期間承省水試所台東分所吳坤林先生等船上工作人員之協助及本研究所研究生黃燦星、劉坤玉等之幫忙執行試驗調查工作，在此一併致最誠摯謝意。

參考文獻

- 1 中華民國漁業年報（民國 76 年度）。
- 2 宮本秀明（1962）漁具漁法，金原出版，東京，P.192～237。
- 3 宮本秀明（1944）定置網漁論，河出書房，東京，P.343。
- 4 高瀨增男（1967）網漁具—資材一般，海文堂，東京，P.135。
- 5 宮崎千博（1967）沿岸近海漁業，恆星社厚生閣，東京，P.222～260。
- 6 本多勝司（1981）漁具資材，恆星社厚生閣，東京，P.188～208。
- 7 井上實（1985）漁具と魚の行動，恆星社厚生閣，東京，P.19～47。
- 8 日本定置漁業協會（1981）ビジョン定置網省力化モデム事業に関する報告書，P.1～100。
- 9 井上喜洋、有元貴文（1985）定置網漁場に於け魚群に関する研究—1日水誌，51（11）。
- 10 井上喜洋（1988）ソナーによる定置漁場における，魚群行動に関する研究，水産工學研究報告，水産工學研究所，P.227～243。
- 11 大島泰雄（1964）人工魚礁(8)水産増殖叢書，日本水産資源保護協會，東京，P.1～143。
- 12 鈴木誠（1971）定置網に對する魚群の行動と漁具の機能，東水大研報，P.95～171。
- 13 川本信之（1970）魚類生理，恆星社厚生閣，東京。P.475～477。
- 14 周耀然、蘇偉成、何權滋（1979）音響集魚的初步試驗，台灣省水產學會刊，6(2)：P.74～87。
- 15 橋本富壽、間庭愛信（1964）音響による魚群の誘致威脅に関する研究(1)：漁船研究技報，19(3)，P.1～5。
- 16 漆原清等（1968）海洋音響特性試驗，海洋技報，No.132 號（第一報），P.73～82。

Experiments on the application of acoustic sound to attract fish school in set net fishing

ABSTRACT

Set net is a typical passive fishing method. The huge structure of set nets at fixed locations at sea usually attract migrating fishes just like artificial. It is generally believed that one of the reasons for the fish to be attracted to the reef is by the sound produced when the reef is struck by currents. This report investigated the effect of artificial sound on the catch of set nets. The sound was with a frequency of 400 HZ and a magnetite of 60 dB. The sound source was installed next to the net-bag and the sound was produced every two days.

The results of the preliminary tests are as follows:

1. The noise at sea around the net was in the frequency of 10 HZ-2 KHZ, with the mean frequency 100-200 HZ most distinct.
2. The dispersion of the artificial sound (400 HZ, 60 dB) around the net was roughly in a spherical distribution.
3. The catch composition of the set net during the experiment was 21 species of fishes. Amongst which, 44% catch was *Auxis thazard*, 25% was *Exoloetidae*, 12% was *Cdaesio chrysozoma* and 11% was *Upeneus bensasi*. The catch was generally low during the experiments.
4. Only tuna and *Upeneus bensasi* showed response to the artificial sound. A comparison between the catch of sound production day and the average of the next two non-sound production days indicated that the former increment was 6.2 times while that of the latter was 1.7 times.
5. Not enough results have been obtained from the preliminary ecological study of artificial sound due to the low survival rate of the catch.