

人工魚礁效果調查

林俊辰 · 謝日豐 · 王敏昌 · 魏樹藩

Investigation on the effectiveness of artificial reef in Taiwan

Jiun-Chern Lin Jih-Feng Shieh Ming-Chang Wang Swu-Fan Wei

The investigation on artificial reef was carried out from July 1979 to June 1980. in off-shore of Taiwan. There were nine sites selected for casting the artificial reefs in 1979. Most of the sites were the same as previous ones in the past three years. There were three new sites selected, that is, Keng-fang in Ih-lan ($24^{\circ}53.6'N$, $121^{\circ}52'4E$. water depth 24 m), Yung-anh in Tao-eng ($25^{\circ}0.8'N$, $120^{\circ}59.3'E$. water depth 26m) and Fang-liao in Ping-tung ($22^{\circ}19.1'N$, $120^{\circ}28.9'E$. water depth 37m). The best sites for casting the artificial reefs are those which located in the off-shore, with sandy bottom, far away from natural coral reefs over half a mile. The water depth of casting artificial reef had better not exceed 30 meters. For casting artificial reefs in waters deeper than 30 meters, more preliminary experiments should be conducted before mass casting. Current plays an important part in selecting the artificial reef sites and its velocity must be less than 1.5 knots.

The investigated results obtained were as follows:

1. Being constructive weakness, the hemisphere concrete reefs were strongly affected by typhoon and the northeastern monsoon. In each artificial reef site, broken concrete blocks could be found out by fishing finder.

2. In this investigation, 28 species of highly economical value fishes in 35 species caught were found.

3. In Kwe-ho site, a large fish school was found by fishing finder. Moreover, the height of fish school was about 10 meters in density. The effectiveness of artificial reef could be confirmed from the fact.

4. From the data of catch in all artificial reef sites, the total cost of catches was over 20 million N. T. dollars during the period of July 1979 to June 1980. And the net profit was over 5 million N. T. dollars.

前 言

「人工魚礁」(Artificial reefs)之設置,乃是將人造或天然物質投放海中,改良海洋成優良環境,供給生活於海洋中之動、植物有良好之棲息場所,而達到培育資源,增加魚產之目的¹⁾。它兼有培育資源及副漁具之效應,也是近年來資源培育型漁業(Sea farming)之一種型態²⁾。人工魚礁之種類甚多,一般而言,有以棲息生物為對象而分者及以魚礁佈設之深度而分,最常見者乃依材料性質而分³⁾。以棲息生物為對象而分者;日本對其分成海藻礁、無脊椎動物礁和魚礁,其中以魚礁之材料種類與構築方式最多。以魚礁佈設之深度而分者;可分為(1)表層魚礁,如竹筏型魚礁,(2)中層魚礁,其聚魚對象以表層性類為主,且構造簡單可隨時攜帶。(3)底層魚礁,即一般所謂之魚礁,如廢船、廢車、水泥礁。(4)立體式之人工魚礁,日本稱為京水式魚礁⁴⁾,有圍網型、垂下型或浮礁型等,而海上探油設備之鑽井台,亦可屬立體式魚礁,有聚魚與培育資源之效果。而以魚礁之材料性質而分者則

有廢船魚礁，廢車魚礁，塑膠魚礁，車胎魚礁及水泥製魚礁等。

關於人工魚礁之研究，在國內，張¹⁾²⁾⁴⁾對於台灣之人工魚礁已有透澈之潛水調查研究，國外如小川⁵⁻⁷⁾於魚群對人工魚礁之行動有詳細之水槽試驗，宮崎⁸⁻⁹⁾等對人工魚礁之集魚效果及天然魚礁與人工魚礁的關係均有研究，柿元¹⁰⁻¹²⁾曾於人工魚礁材料形狀對集魚效果及人工魚礁附近之浮游生物分佈與魚類垂直分佈作有價值之解析。大島³⁾對於日本人工魚礁全盤性之研討。AHR¹³⁾對於人工魚礁之地理位置作探討，KANAYAMA¹⁴⁾對夏威夷人工魚礁之設置，有詳細之討論。PARKER¹⁵⁾對於海洋人工魚礁之建造有一般性之介紹。RUSSELL¹⁶⁾於人工魚礁之生態作過剖析。STONE¹⁷⁾對於人工魚礁生產量增加情形作綜合之研究。

我國自民國六十二年，在「加速農林經濟建設計畫」下由農發會補助實施「設置人工魚礁」計畫，迄今共執行七期，政府每年投資數百萬元之經費，但其投放後之真正效益却始終無實際之資料，無法具體分析其經濟效益，故本所有鑑於此，乃就人工魚礁投放後之礁體散落分佈及漁獲經濟效益實施調查，以作為人工魚礁投放之參考。

調查與方法

人工魚礁之投放，經中央研究院動物研究所所長張崑雄博士率領工作人員潛水拍攝，先後完成兩部16mm人工魚礁彩色紀錄影片，其效果均已歷歷在目，惟對於人工魚礁真正之效益却始終有部份人士抱持懷疑態度⁴⁾，對於人工魚礁之漁獲經濟效益因缺乏實際漁獲資料而議論紛紛，懷疑每年投放人工魚礁之經費如此龐大，是否可收回相當或更多之實際經濟價值，甚至有些人士認為投放人工魚礁，如同將一大筆過剩之金錢投入海中，一去不復回。本所於本年度（69年度）內針對上述各種懷疑說法，以試驗船實際作漁獲試驗，並以各種科學儀器探測魚礁之效果，且收集各人工魚礁區之漁獲資料，加以整理分析。茲將調查方法列述如后：



圖 1：CM—IB流速計及採泥器

1. 投放前之地點勘察：

以水中電視攝影機 (Underwater television camera) 查看投放前之海底生物相，採取底質，研判是否可承受人工魚礁之重量，並以CM—IB流速計 (如圖 1) 測定海流之流速大小，如海流過強 (超過 1.5節) 即不適於人工魚礁之投放，且選擇遠離天然礁半徑以上之海域，水深在20~30公尺，至於其地點之選擇，乃由各縣市政府先行指定區域，由中央研究院動物研究所、漁業局及本所會同勘察後決定之。投放時，由本所試驗船以雷達及疊標定位，並以望遠鏡頭之照相機攝取陸上疊標，同時繪圖，以作為日後作效果勘查之目標，以利尋找人工之魚礁位置。

2. 投放後之效益觀察：

利用魚探機及陸上疊標尋獲人工魚礁位置後，投下一浮標，以此浮標為中心，向四周作 8個方向之探測，每個方向航行 200公尺左右 (船速 2 m/sec，航行 100 sec)，以分析人工魚礁之分佈散落情形，並探測魚群之分佈概況，又有效地操縱水中電視攝影機，使其位於人工魚礁之正上方，用以觀察並紀錄魚礁之現狀及其附近之魚群分佈情形。又以延繩釣或一支釣漁具實際釣獲人工魚礁附近之魚類，釣得之魚類，量測其體長、體重，鑑定其種類，並拍攝幻燈片，同時並收集各人工魚礁區標本船之調查漁獲資料，分析統計，計算其經濟效益，與投資人工魚礁之總成本作比較。

結 果

本省投放人工魚礁初期以廢船、輪胎及小型水泥礁為礁體，幾經海流、波浪、颱風及流沙之侵襲，各地投放之船礁、廢船礁大半悉數流失，自第五期起 (65年 7月—66年 6月) 改以貨輪吊桿機械式投放巨型水泥礁 (F. C. R. C.) 及半圓型積疊式水泥礁 (H. S. C)；各地投放之礁體調查結果未全被流失，但散落分作及漁獲效益情形則各異，茲將一年來調查結果分述如下：

一、基隆市：

(一) 望海巷區：

1. 魚礁散落分作狀況：

於投礁之區域，以垂直式魚群探知器實施魚礁分佈勘察，68年度所投放之60個半圓積疊式魚礁大多能集中投放，但因投放時，係於工作筏上以人力協助魚礁翻覆落入海中 (如圖 2)，而並非以吊桿方式使其垂直落下，故魚礁在海底之高度非為 2公尺 (上半圓頂端至底四半圓末端之距離)，而為 2.8公尺，如圖 3所示，此係人工魚礁於海底呈倒立狀態，此種形狀較為不穩定。經過半年後，於69年元月實施魚礁散落調查，以定位點 (25°10'.5N, 121°42'.4E) 為中心，向四周作調查，結果以定位點附近最為密集，西南方向分佈約 160公尺，但幾乎全已倒塌，南方除接近中心點尚有 0.5公尺高、寬約20公尺之礁體外，另有分佈約60公尺寬之倒塌魚礁，由此可知倒塌之人工魚礁較多，該區之魚礁分佈如圖 4所示。

2. 魚獲效益調查：

經以延繩釣及一支釣漁具於該魚礁區實施漁獲調查，漁獲之種類有四帶天竺鯛 (*Apcgon quadrifasciatus*)、青點石斑 (*Epinephelus faria*)、縱帶笛鯛 (*Lutjanus vitta*)、橫紋鱸 (*Cephalopholis pachycentron*)、三綫雞魚 (*Parapristipoma trilineatus*)、紅甘鯪 (*Sericlapurpurascens*)、花身雞魚 (*Terapon jarbua*) 及大眼鯛 (*Priacanthus macracanthus*) 等多種具經濟價值之魚類。

據標本船 (漁泉三號, 0.51噸) 漁獲資料，自68年 7月至12月共出海作業 6個月，結果漁獲較佳之月份為 7月 (CPUE為9.4公斤/航次)，8月 (CPUE為6.4公斤/航次)，7~12月份之漁獲收入為平均每航次 1,173元。

綜合本所調查及標本船漁獲結果，以三綫雞魚 (765公斤) 較多，其次為紅甘鯪 (520公斤)，再次為花身雞魚 (250公斤)，其漁獲組成如圖 5所示，而其CPUE與漁獲努力量之關係如圖 6所示

• 即漁獲努力量愈多，其CPUE有減少之現象，該區之全年度實際漁獲總價為 229,850元。

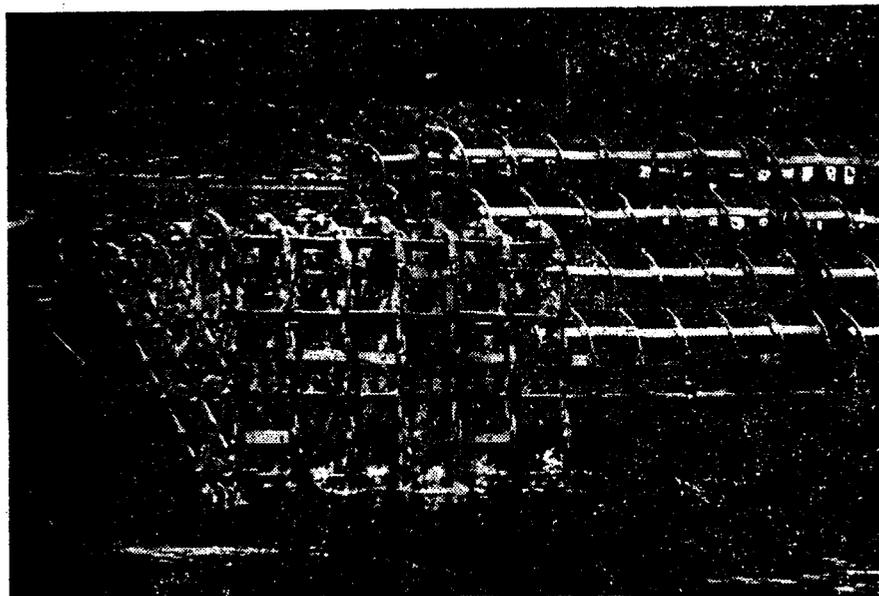


圖 2：HSC型半圓積疊式人工魚礁之投放情形

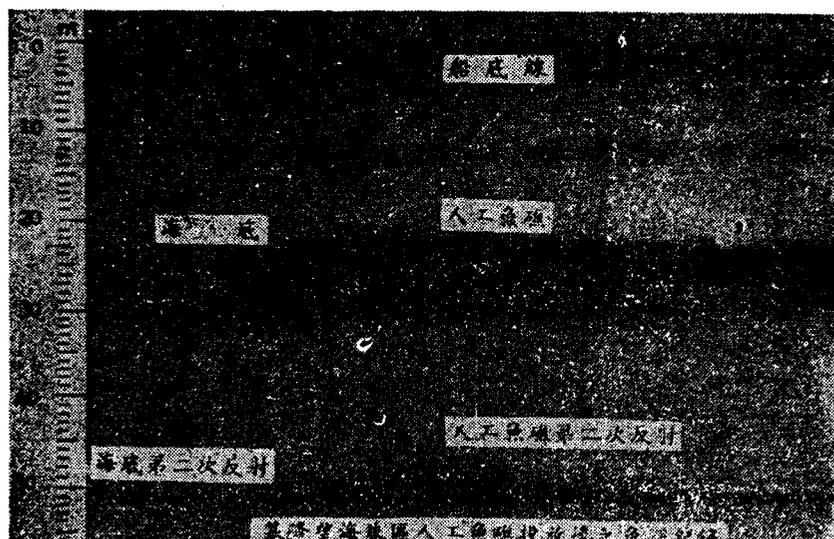


圖 3：基隆望海巷區HSC型人工魚礁投放後之密集情形

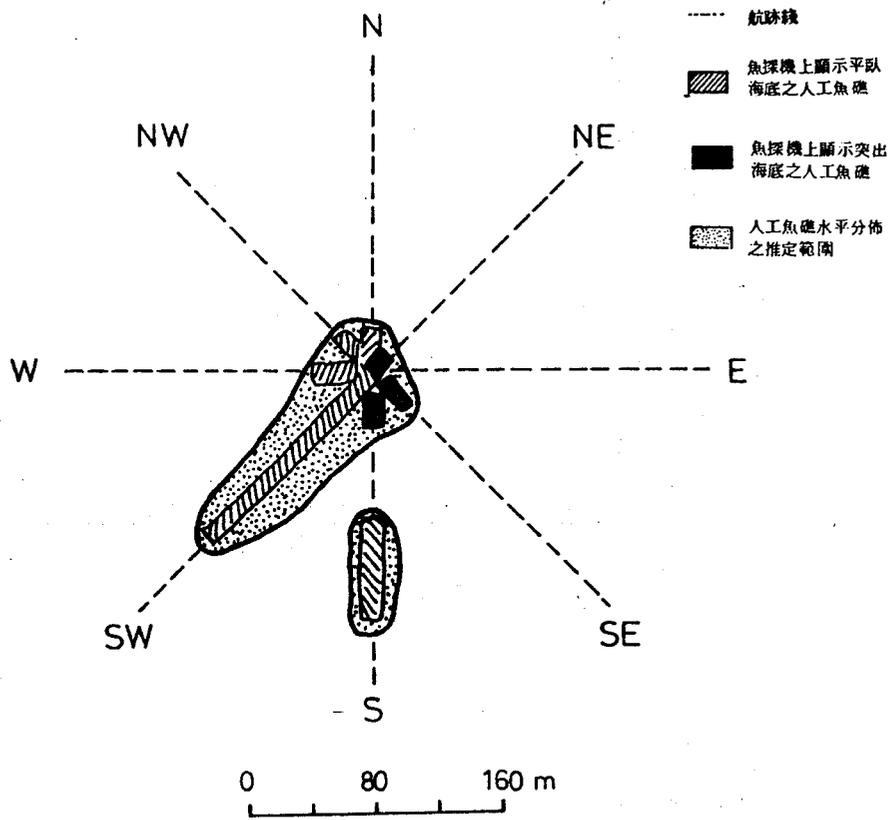


圖 4：基隆望海巷區人工魚礁水平分佈之推定範圍

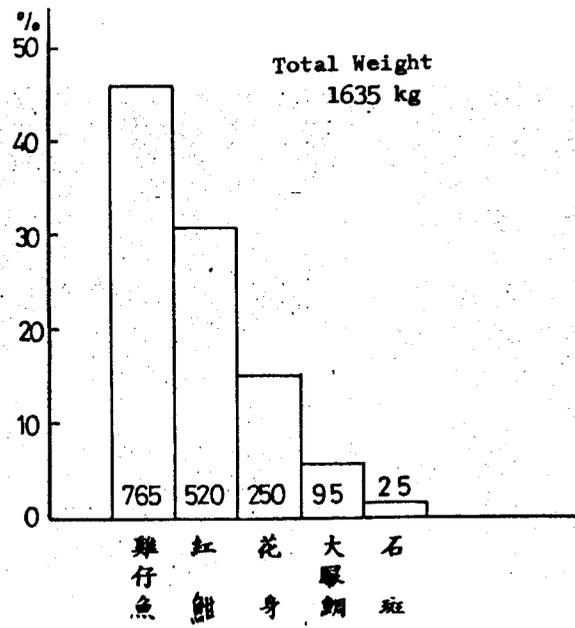


圖 5：基隆望海巷人工魚礁區一年度內之漁獲組成

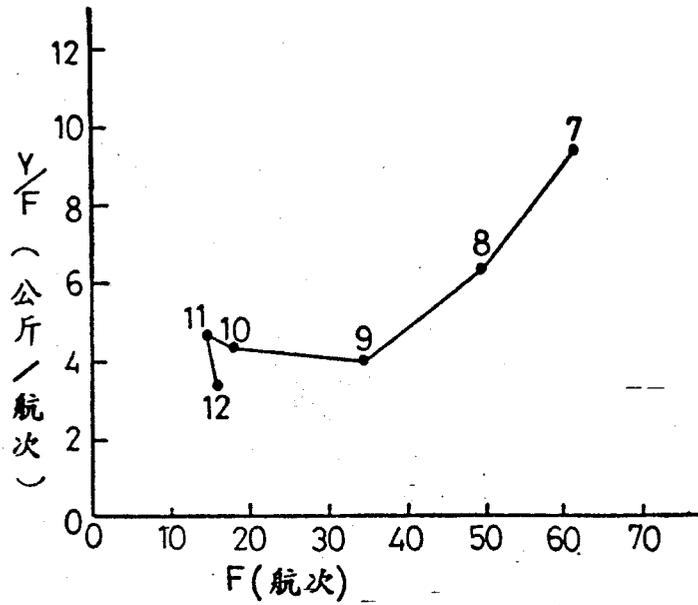


圖 6：基隆望海巷區一年度內CPUE (公斤/航次) 與漁獲努力量之關係

(二)大武崙區：

1. 魚礁散落分佈狀況：

68年度於本區投放 119個半圓積疊式人工魚礁，於投放時因拖船技術不熟練，不熟悉潮流方向，以致將魚礁分散投放，主要分佈者有兩堆，一堆較能集中排列但有倒立現象，另一堆則呈二層相疊之形狀，其高達4公尺，如圖 7，經半年後，於69年元月調查，結果於定位點(25°10'.5N, 121°42'.4E) 為中心之處較為密集，而其分佈範圍已呈縮小之現象，如圖 8所示。

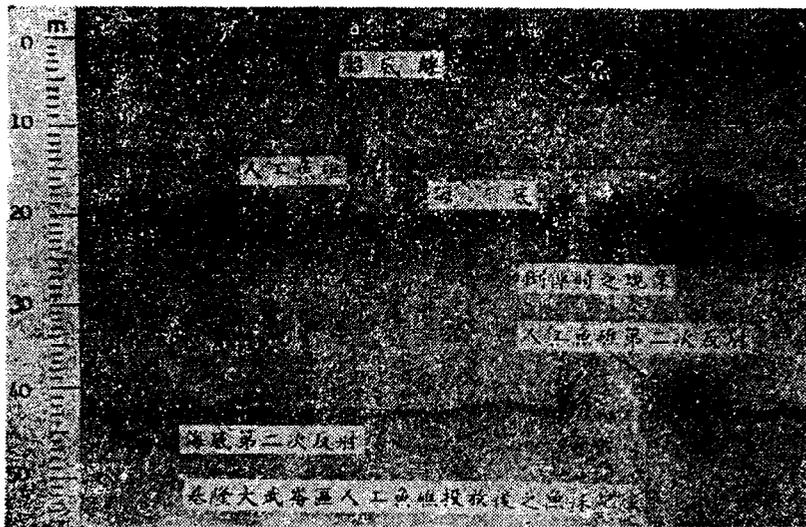


圖 7：基隆大武崙區HSC型人工魚礁投放後之魚探紀錄

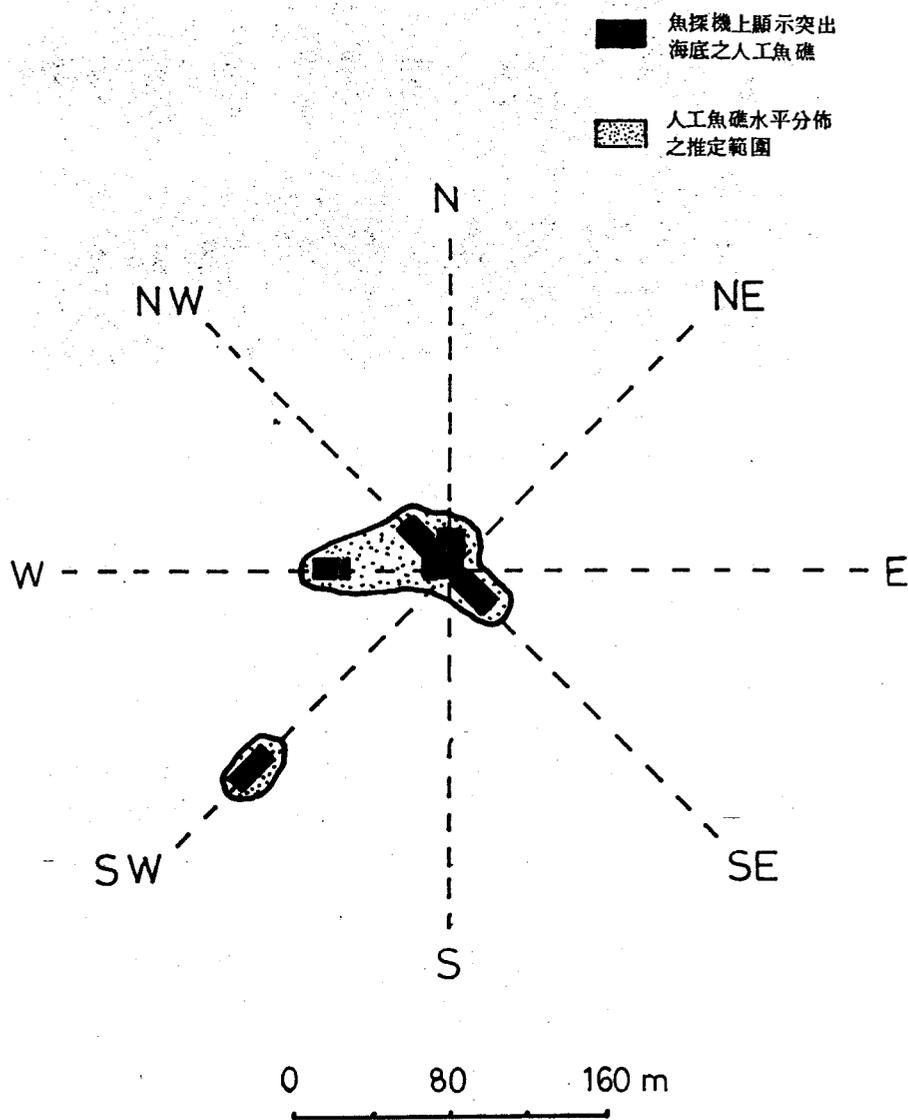


圖 8：基隆大武崙區人工魚礁水平分佈之推定範圍

2. 漁獲效益調查：

該區人工魚礁投放後 6 天，經調查結果，有一些魚群在人工魚礁正上方，如圖9所示。

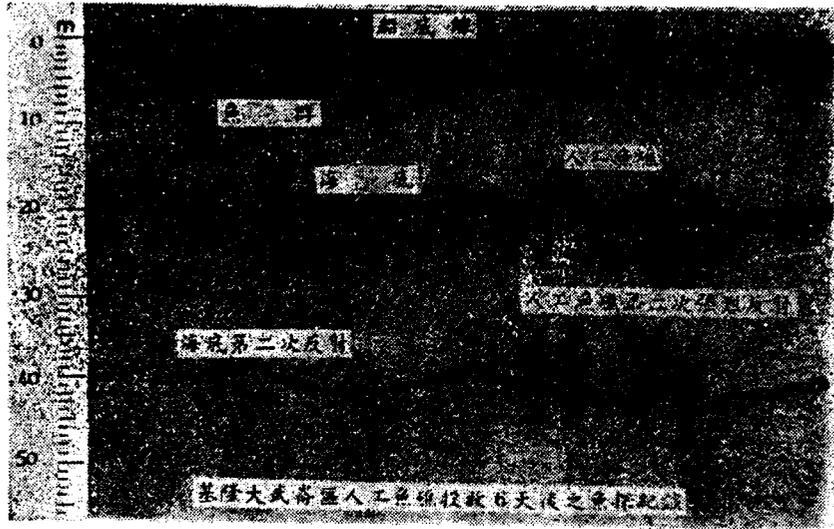


圖 9：基隆大武崙區HSC型人工魚礁投放 6 天後之魚探紀錄

本所於68年12月在該區實施漁獲調查，釣獲濱龍占 (*Lethrinus choerophynchus*)、正笛鯛 (*Lutjanus lutjanus*)、胡麻皮剝蝨 (*Balistes viridescens*)、青石斑、橫紋鱸、離鸚鯛 (*Hemipeteronctus pentadactylus*)、三綫鸚鯛 (*Stethojulis trilineata*)、瓜仔鱗 (*Caranx malabaricus*)、赤鰭笛鯛 (*Lutjanus erythropterus*)、嘉臘魚 (*Chrysophrys major*)、及喬嫩離鸚鯛 (*Hemipeteronctus verrens*) 等多種經濟價值魚類。

據標本船(連發三號, 0.94\$) 漁獲結果, 自68年 7月至12月共出海作業 6個月, 結果 7月份之 CPUE 為 4公斤/航次, 11月份為3.3公斤/航次, 自 7月至12月之漁獲收入為每艘船每航次 604元, 較望海巷者為低。

綜合上述本所及標本船之調查結果, 以三綫雞魚 (335公斤) 較多, 紅甘鯪 (108公斤) 次之, 其漁獲組成如圖10所示, 而CPUE (公斤/航次) 與漁獲努力量 (航次) 之關係如圖11所示。

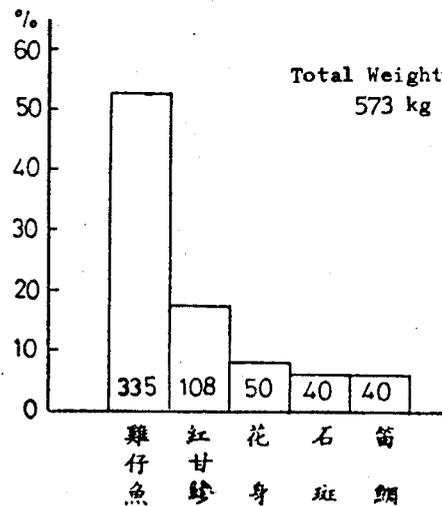


圖10：基隆大武崙人工魚礁區一年度內之漁獲組成

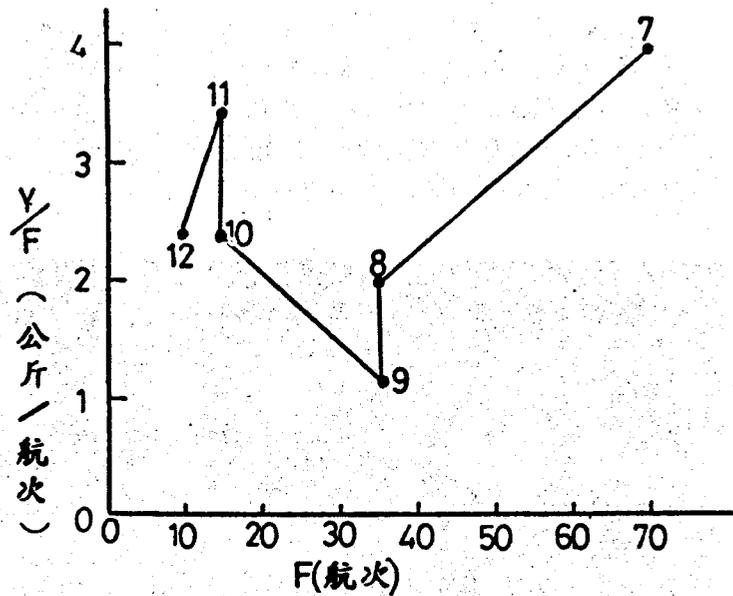


圖11：基隆大武崙人工魚礁區之CPUE（公斤/航次）與漁獲努力量（航次）之關係。

二、台北縣：

（一）魚礁散落分佈狀況：

68年度於龜吼區投放半圓積疊式水泥礁46個，其投放情形與大武崙類似，礁體沒有集中排列，有一堆較為明顯，其高度達5公尺，即顯示投放之魚礁在海底呈二層倒立狀排列，如圖12所示，經過6個月後調查，結果礁體呈零星分佈，無法找出排列較密集之礁體，高度僅剩0.6公尺。又於68年度投放人工魚礁時，以水中電視攝影機探察，發現去年投放之魚礁有一部份僅剩鋼筋骨架，呈殘破不堪之狀。

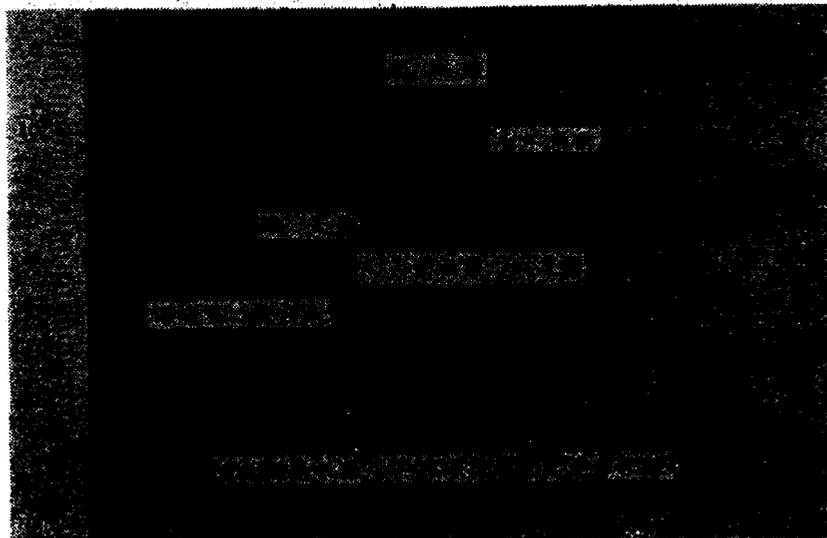
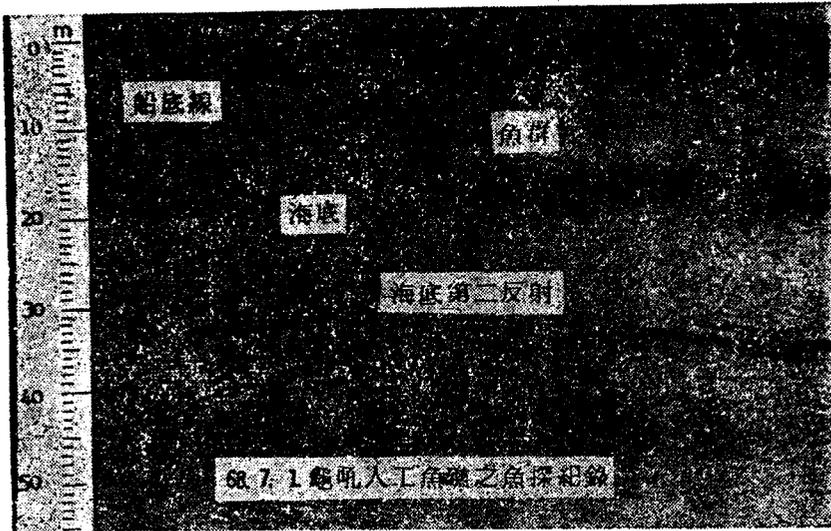


圖12：台北縣龜吼區HSC型人工魚礁投放後之魚探紀錄

(二)漁獲效益調查：

於68年 7月 1日，在龜吼區以魚探機探測，發現於支離破碎之魚礁附近有數以萬計之經濟魚群，其魚群高度達10公尺，如圖13所示，經中央研究院動物研究所張崑雄所長率隊潛水結果，其魚群數量達千公斤以上，另本所於發現大型魚群後，並以水中電視攝影機觀察，如圖14所示，然此魚群可能因受驚擾分散而無法看到，又因受潮流影響，船隻飄移，而使船位離開魚礁位置，須繼續緩慢航行並小心控制水中電視攝影機之水深，避免碰觸魚礁，如圖15所示。



【圖13：於台北縣龜吼區實施人工魚礁效益勘察時發現大型魚群

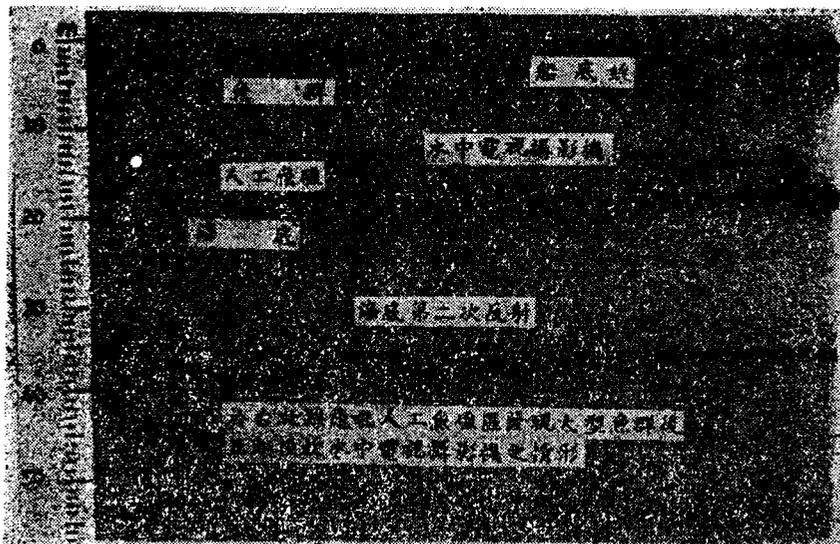


圖14：於台北縣龜吼人工魚礁區發現大型魚群後立即投放水中電視攝影機觀測

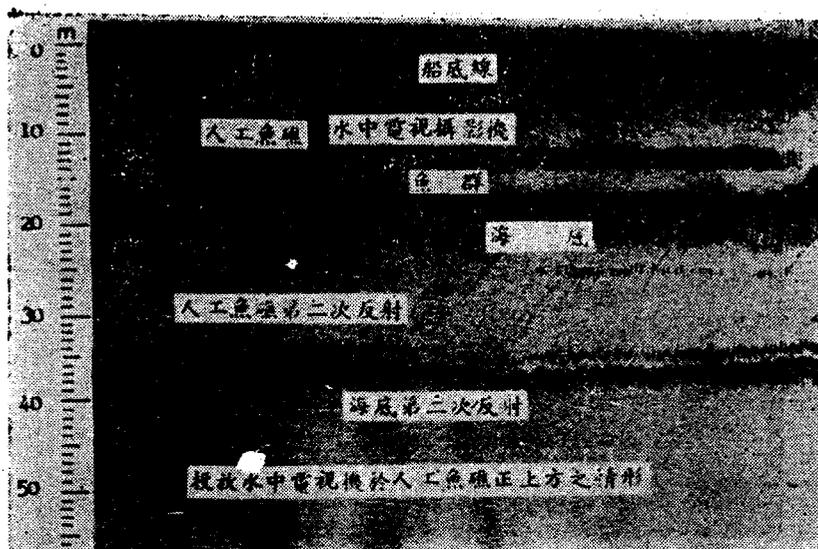


圖15：控制水中電視攝影機於人工魚礁正上方之魚探紀錄

本所又於68年12月在該區釣獲四綫笛鯛 (*Lutjanus kasmira*)、短吻花狗桿魚 (*Trachinocephalus myops*)、稻式天竺鯛 (*Apoegn dcederleini*)、縱帶笛鯛、條紋天竺鯛 (*A. lineatus*)、鑲點石斑 (*Epinephelus amblycephalus*)、三綫雞魚、寒鯛 (*Chcerodon azurio*)、石狗公 (*Sebastiscus marmoratus*)、薄葉單棘魷 (*Alutera monoceros*)、黑星笛鯛 (*L. russelli*)、琴弦笛鯛 (*L. lineolatus*)、六綫笛鯛 (*L. quinquelineatus*)、四帶天竺鯛、橫紋鱸、青點石斑、擬青石斑 (*E. diacanthus*)、赤石斑 (*E. fasciatus*)、印度海緋鯉 (*Parupeneus indicus*)、竹葉鸚鯛 (*Pseudolabrus japonicus*)、龍占 (*Lethrinus fletus*) 等魚類，其中大多數為具有經濟價值之魚類。

據該區標本船 (成功六號，5.0 $\text{\$}$) 漁獲資料，總量以69年6月份 (700公斤) 為最高，而 CPUE 則以69年2月 (23.3公斤/航次) 及6月 (23.1公斤/航次) 較高，該區全年度之魚獲總價為 699,975元。

三、桃園縣：

(一)永安區：

1. 魚礁散落分佈狀況：

68年度於永安區投放半圓積疊式水泥礁57個，投放後之礁體並無集中排列，如圖16所示，其礁體高度約為4公尺，故可知其形態為倒立且重疊排列。經1年後於69年6月，以定位點 (25°0'.8N, 120°59'.3E) 為中心，作礁體分佈調查，結果尋找不到完整之礁體，而為高度約0.5公尺之殘破礁體爾，且被發現之礁體均呈零星分佈，因魚礁結構薄弱，致使魚礁倒塌甚多。

2. 漁獲效益調查：

經本所實施漁獲試驗，僅釣獲橫紋鱸及縱帶笛鯛等兩種魚類。

據標本船 (瑞豐益號，5.21 $\text{\$}$) 漁獲資料顯示，以69年3月之漁獲收入為每艘船每航次2800元最佳，平均漁獲收入為每艘船每航次615元，於其漁獲中有黑鯛及石斑等高級經濟價值魚類，該區係新投放之人工魚礁區，效果尚不顯著，且因魚礁倒塌甚多，而影響經濟效益。

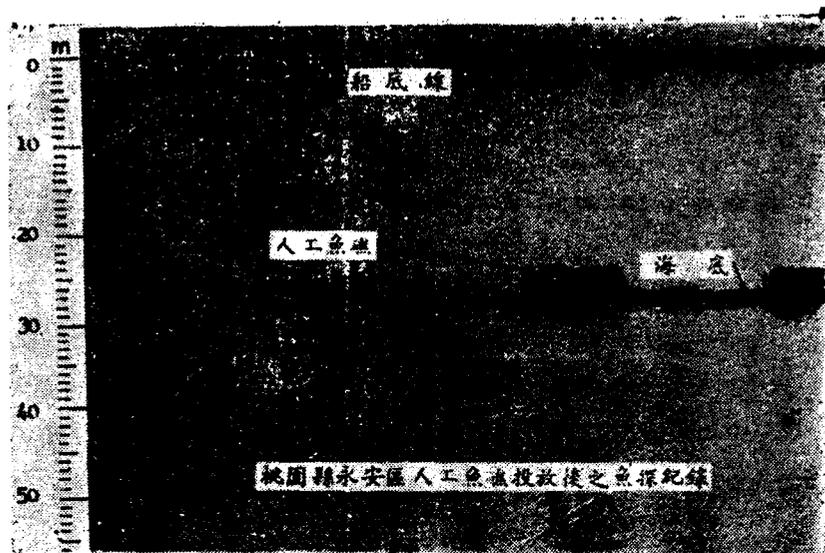


圖16：桃園縣永安區HSC型人工魚礁投放後之魚探紀錄

(二)竹圍區：

於 $25^{\circ}08'.9N$ ， $121^{\circ}13'.9E$ ，水深18米之海域，曾於65年投放828個小型立方體魚礁，直至69年6月尚可尋找到魚礁之分佈，其礁體高達1.4公尺，如圖17所示。全省以此區魚礁較為密集，水平分佈長達380公尺（如圖18），且能留存達4年之久，由此可知小型之水泥礁較巨型之魚礁持久耐用。

(三)觀音塔區：

63年曾於水深32米， $25^{\circ}05'.0N$ ， $121^{\circ}04'.0E$ 之海域，投放水泥礁4.40個，舊船5艘，經本所於69年5月上旬調查，並無尋獲魚礁之分佈位置。



圖17：桃園縣竹圍區人工魚礁效益勘察之魚探紀錄

四、新竹縣：

(一)魚礁散落分佈狀況：

68年度於南寮外海投放半圓積疊式水泥礁62個，投放後之魚礁高度約為3公尺，其礁體分佈較為密集，如圖19所示。但經1年後於69年6月份，依串標尋找魚礁之位置，則以定位點（ $24^{\circ}52'.9N$ ， $120^{\circ}53'.9E$ ）為中心之處較為集中，其他地方則礁體較為分散，如圖20所示。

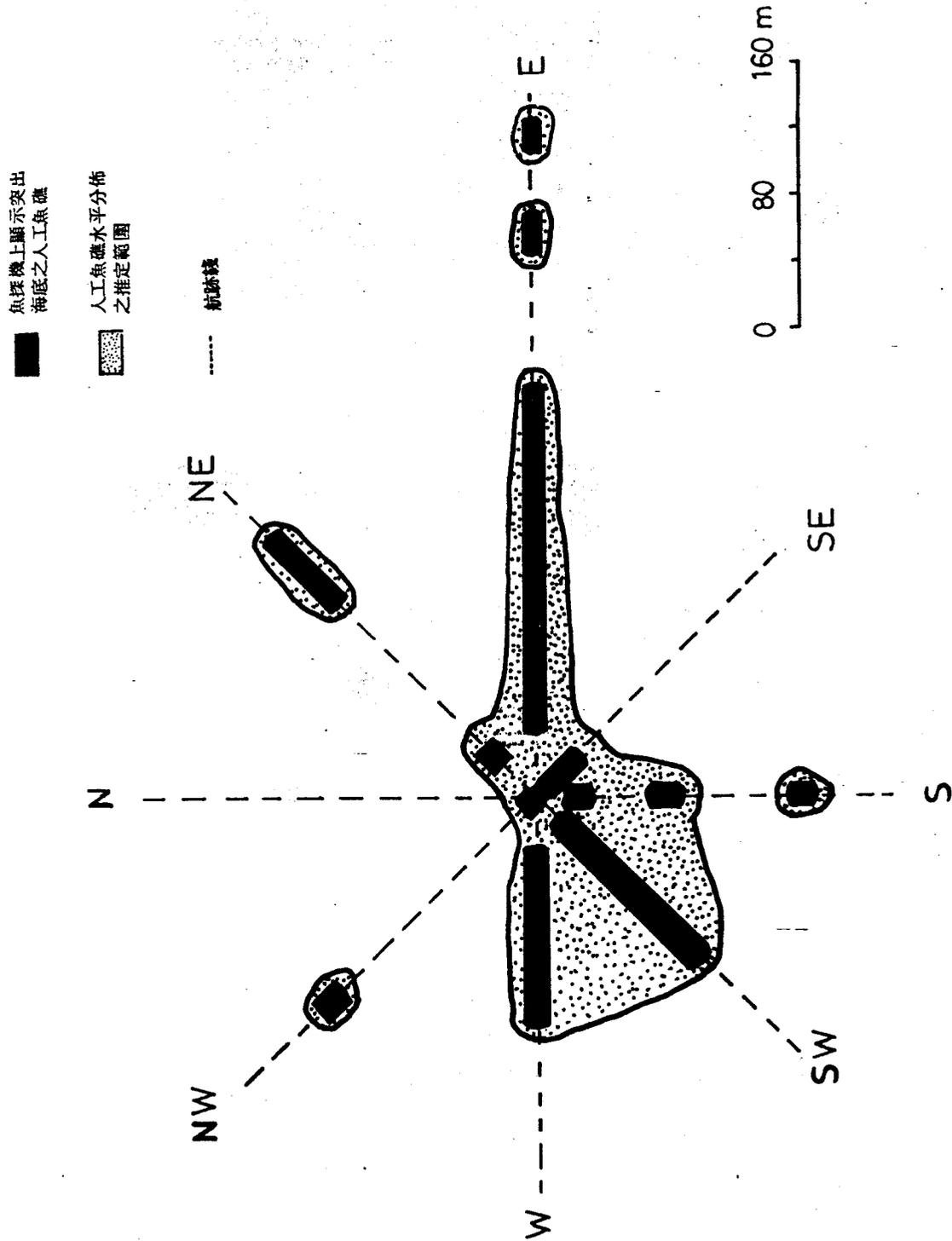


圖18：桃園縣竹圍區人工魚礁水平分佈之推定範圍

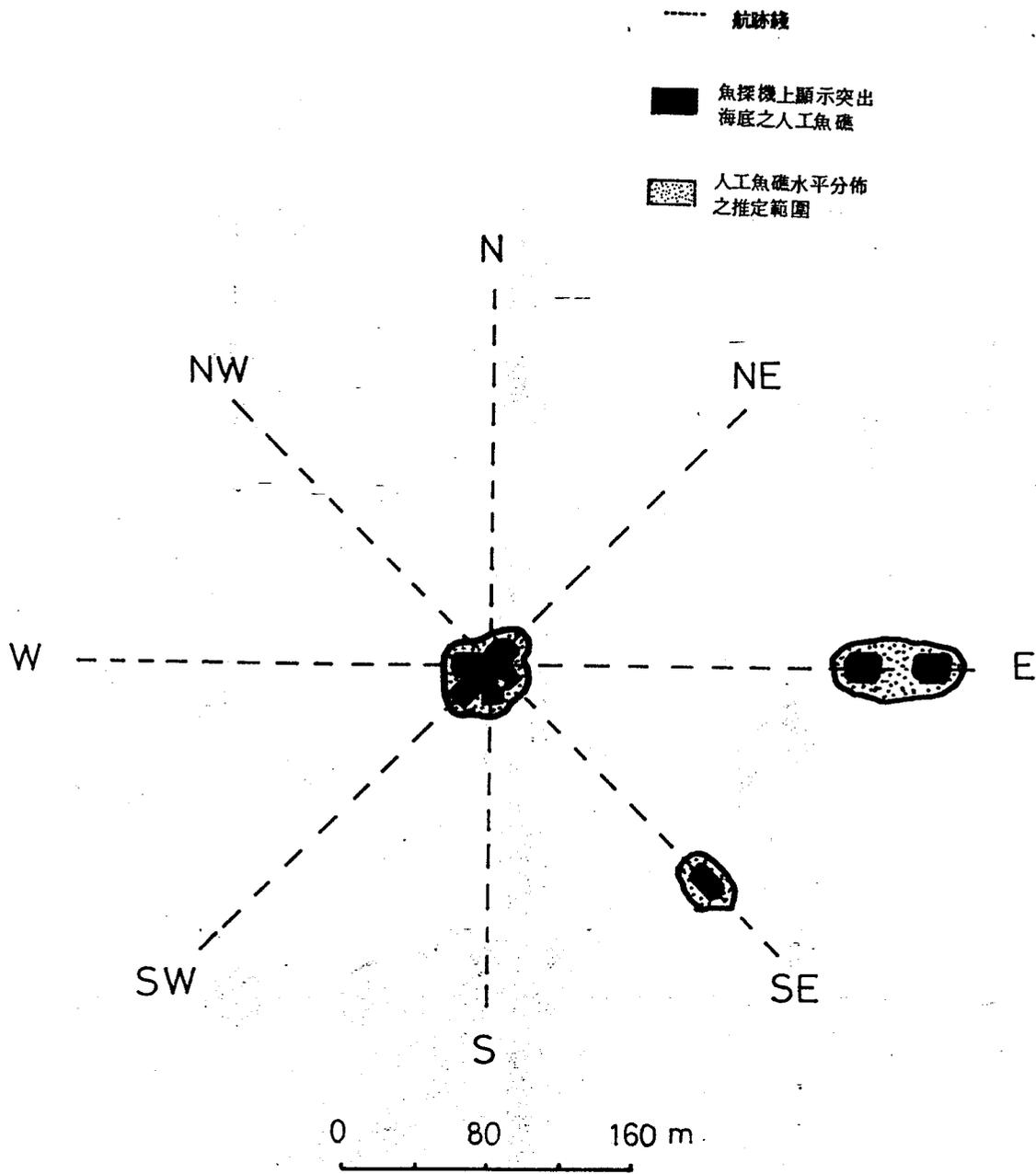


圖20：新竹縣南寮區人工魚礁水平分佈之推定範圍

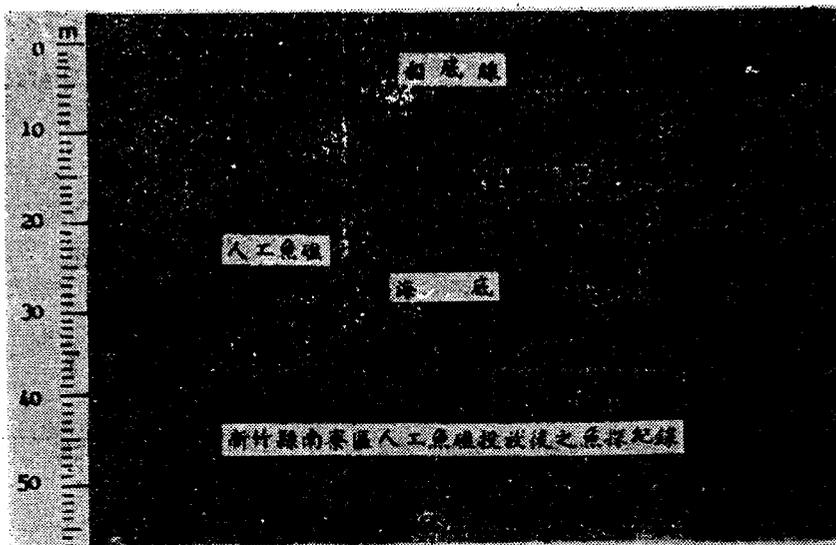


圖19：新竹縣南寮區HSC型人工魚礁投放後之魚探紀錄

(二)漁獲效益調查：

本所實施漁獲試驗，釣獲縱帶笛鯛、赤鰭笛鯛、橫紋鱸、擬青石斑、網紋龍占 (*Lethrinus reticulatus*) 及巨點石斑 (*Epinephelus areolatus*) 等高級經濟價值魚類。

經標本船 (金泰豐六號, 11.21 t) 漁獲結果，有嘉臘、龍占、赤海及石斑等高級魚類，其漁獲組成如圖21所示，其漁獲收入為每艘船每航次 13,445元，而以68年 7、8、10月份及69年 3月份之漁獲收入較佳，而其 CPUE與漁獲努力量之關係如圖 22所示。該區全年度之實際漁獲總價為 5,8350,00元。

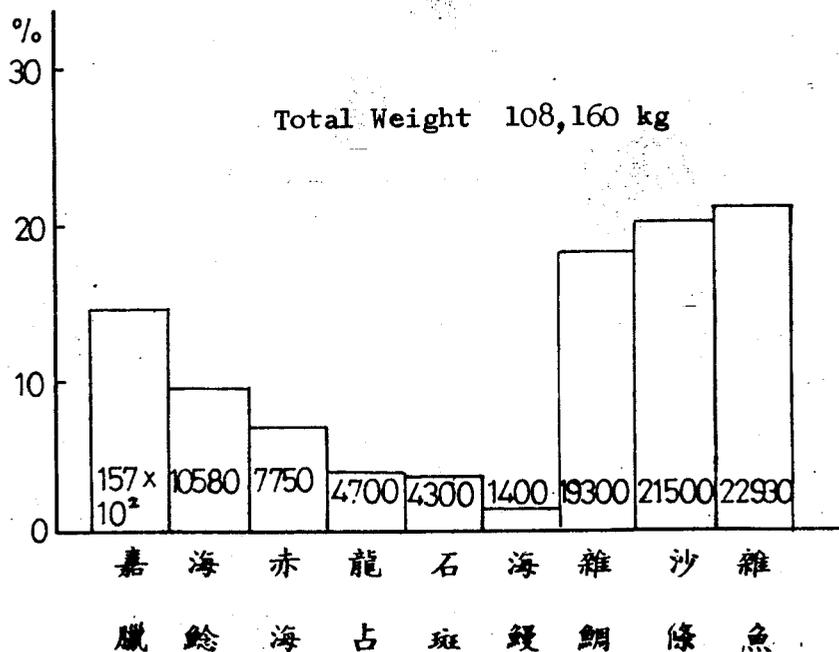


圖21：新竹縣南寮人工魚礁區一年度內之漁獲組成

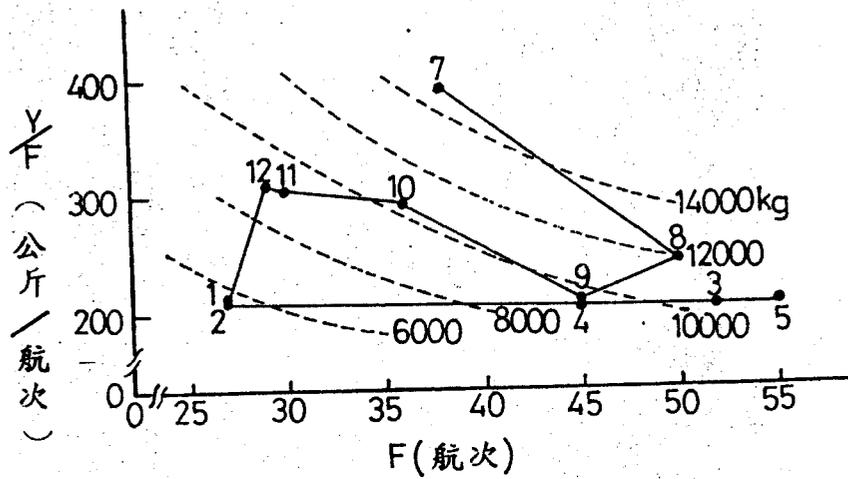


圖22：新竹縣南寮人工魚礁區之CPUE（公斤/航次）與漁獲努力量（航次）之關係

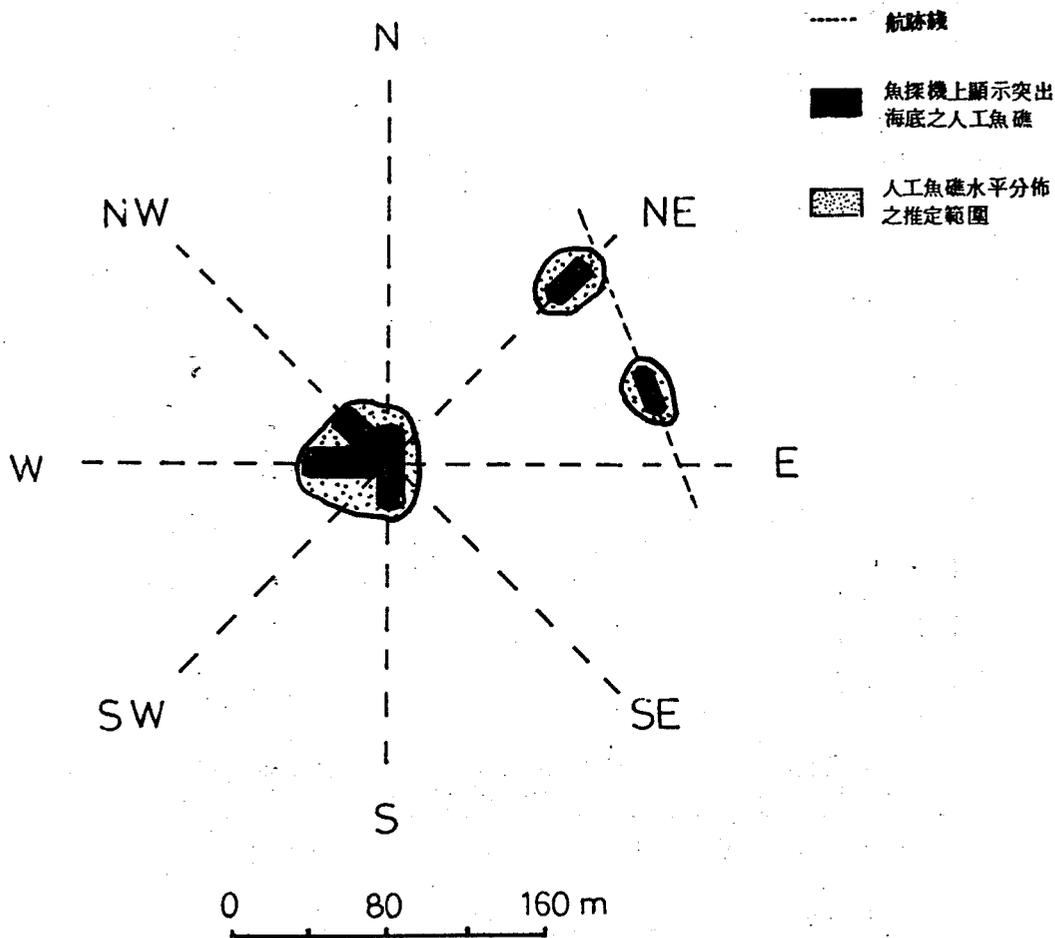


圖23：苗栗縣公司寮區人工魚礁水平分佈之推定範圍

五、苗栗縣：

(一)公司寮區：

1. 魚礁散落分佈狀況：

68年度於公司寮外海投放30個半圓積疊式水泥礁，本所於69年4月份作該區魚礁分佈調查時，魚礁於定位點(24°37'.9N, 120°42'.2E)為中心之處較為集中，魚礁最高高度尚有3.8公尺，為數不多，而魚礁分佈長僅達約48公尺，如圖23所示，當風浪較大，船身搖動較激時，魚探紀錄即有鋸齒狀出現，此時判別魚礁之位置較為不易，而於第二次反射上，如有魚礁出現時，則可判斷其存在之位置，如圖24所示。

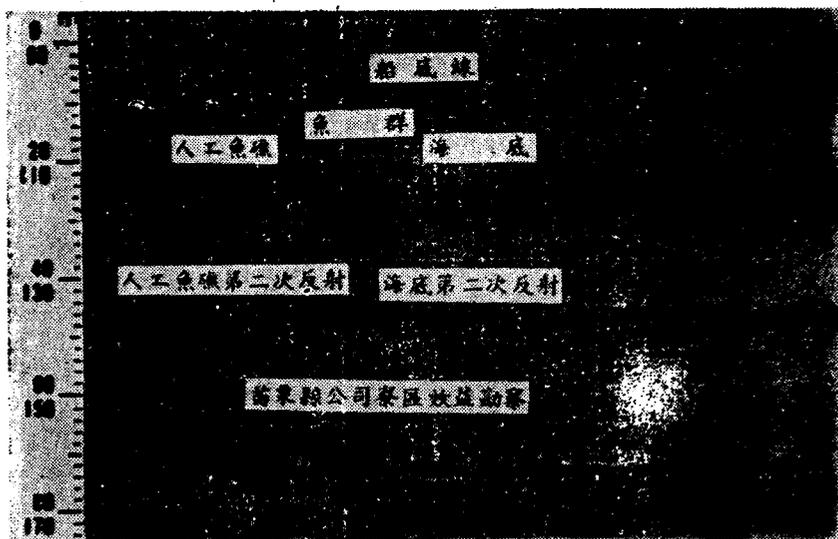


圖24：苗栗縣公司寮區人工魚礁效益勘察魚探紀錄

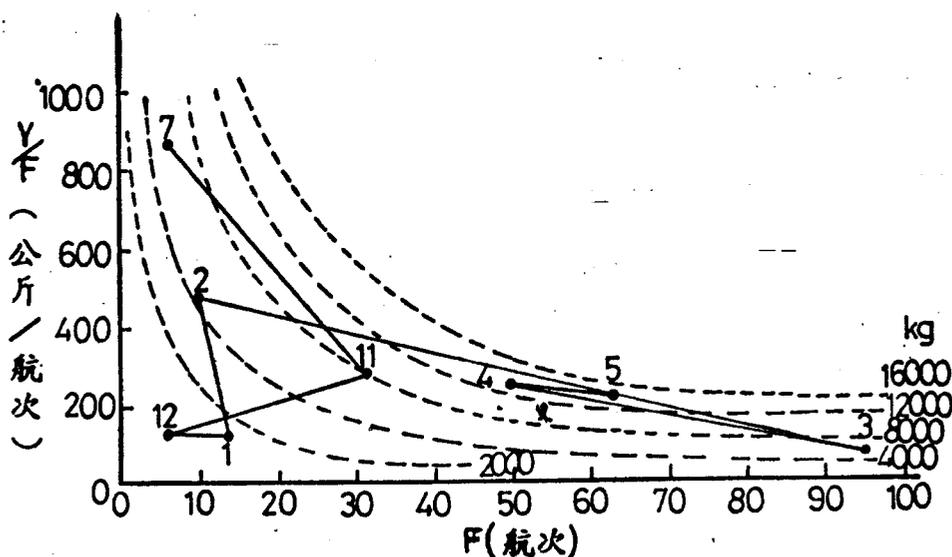


圖25：苗栗縣公司寮人工魚礁區之CPUE (公斤/航次) 與漁獲努力量 (航次) 之關係

2. 漁獲效益調查：

據該區標本船（豐利十號，14.79噸）之調查資料顯示，全年以68年12月份之CPUE(869.8公斤/航次)為最佳，實際漁獲總價以68年11月份(7,296,055元)為最佳，而平均之漁獲收入為每艘船每航次36,770.4元，該區之CPUE與漁獲努力量之關係如圖25所示。本所於69年4月下旬於該區實施漁獲調查，釣獲蒞葉單棘純之魚種。該區之全年度實際漁獲總價為10,148,636元。

(二) 白沙屯區：

此區與公司寮區之位置極為相近，如第三期(64年)公司寮區之人工魚礁位置(24°37'.2N, 120°41'.8E)與第四期(65年)白沙屯區之魚礁位置(24°37'.0N, 120°41'.8E)僅相距0.2浬，然白沙屯區之礁體分佈，經本所於69年4月多次調查，均無法尋獲該區之魚礁。

據該區標本船(新富漁三號，9.09噸)調查，其CPUE均較公司寮者為少，以69年2月份之CPUE較多，而實際漁獲總價以68年8月份(277,448元)最多，69年2月份(11,364元)次之，其CPUE與漁獲努力量之關係如圖26所示。

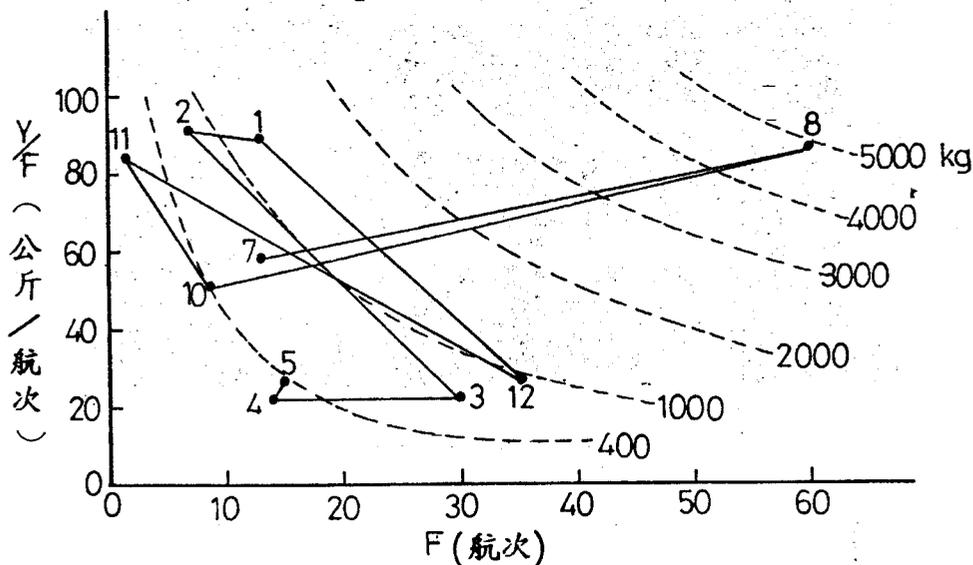


圖26：苗栗縣白沙屯區人工魚礁之CPUE（公斤/航次）與漁獲努力量（航次）之關係

六、高雄縣：

(一) 魚礁散落分佈狀況：

68年度於彌陀外海投放36個半圓積疊式水泥礁，以定位點(22°46'.9N, 120°09'.1E)為中心，向四周作礁體分佈調查，則於中心之西北及向西之方向礁體分佈較多，向東及向北之方向均為零星分佈，礁體分佈範圍長達160公尺(如圖27)，而礁體高度最高達3公尺，如圖28所示。

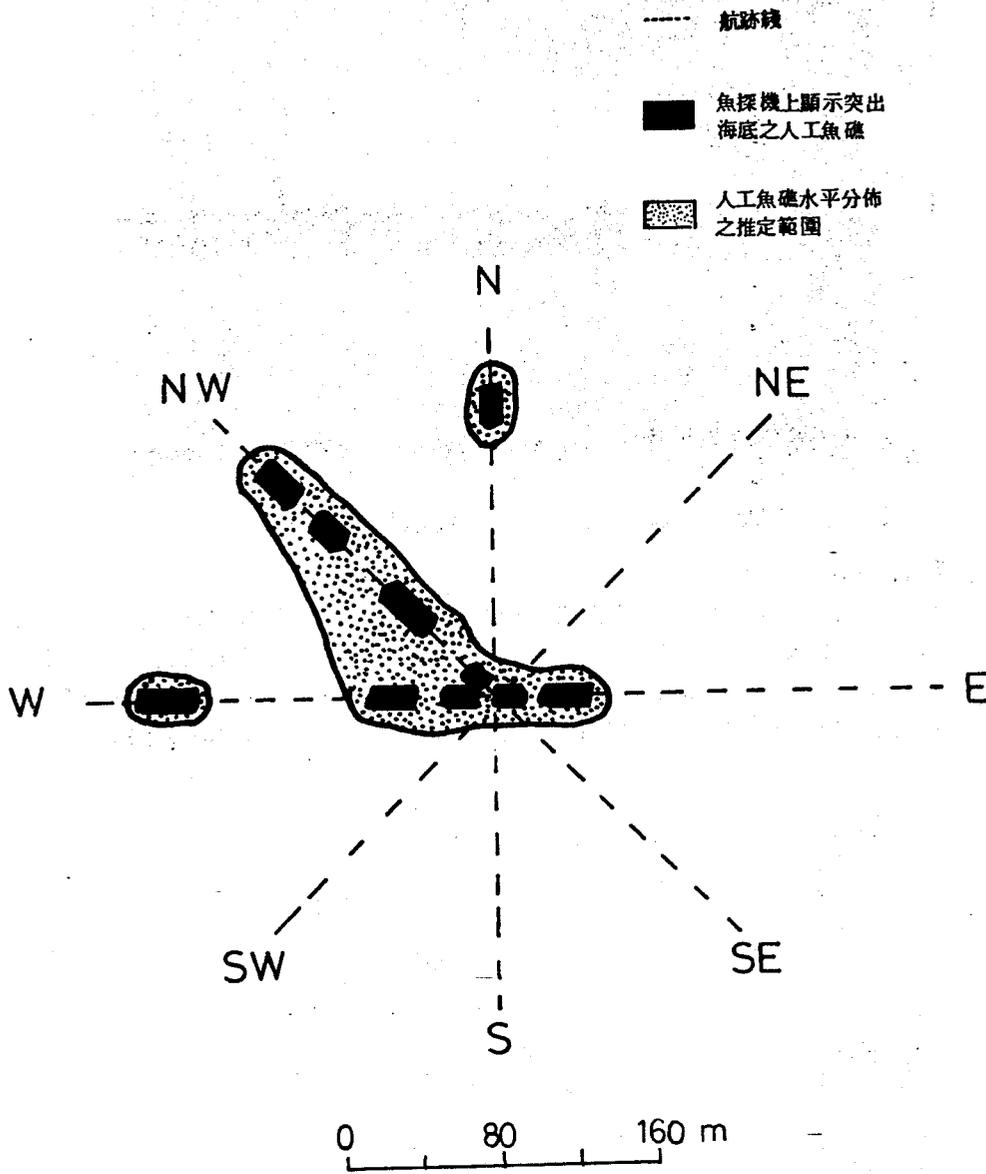


圖27：高雄縣彌陀區人工魚礁水平分佈之推定範圍

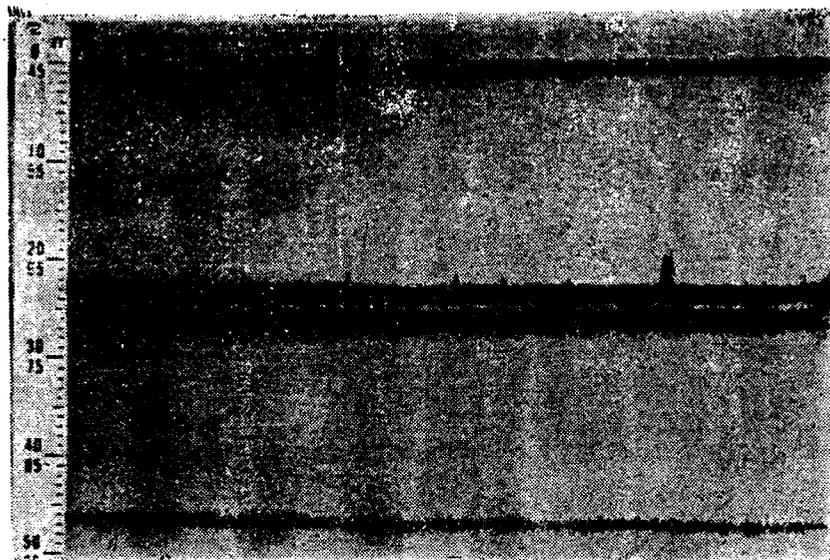


圖28：高雄縣彌陀區人工魚礁效益勘察魚探紀錄

(二)漁獲效益調查：

本所於69年 4月下旬曾至該區實施漁獲調查，但均無所獲，而據該區標本船（鮫生六號，14.25 噸）調查資料顯示，其CPUE以69年 4月份（169.2公斤/航次）較佳，又實際總漁獲收入亦以該月份（803,000元）為最多，其總產量亦為最多（4400公斤），而主要漁獲魚種以花身雞魚、嘉臘及鯷類為主。該區全年度之實際漁獲總價為1,773,470元。其CPUE與漁獲努力量之關係如圖29所示。

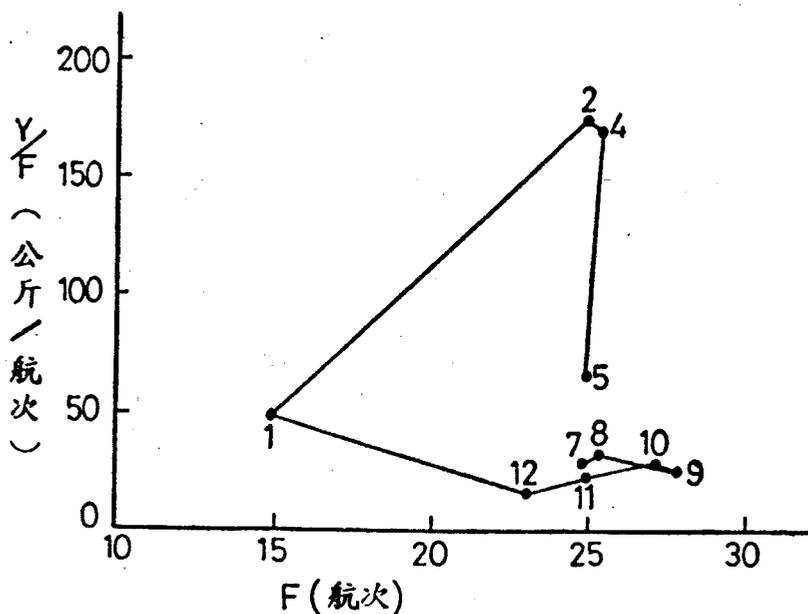


圖29：高雄縣彌陀人工魚礁區之CPUE（公斤/航次）與漁獲努力量（航次）之關係

七、屏東縣：

(一)枋寮區：

1. 魚礁散落分佈狀況：

68年度於枋寮外海投放HSC型半圓積疊式水泥礁42個，以定位點（ $22^{\circ}19'.1N, 120^{\circ}28'.9E$ ）為中心，於該處礁體分佈較為密集，而於中心之東北、西南、西北及向東等方向均有零星分佈，分佈範圍長達120公尺，礁體高度達2公尺（如圖30），並於礁體上附著許多漂浮之物，據東港東元吉號船長吳勝發稱，該區附近為東港漁船之拖網漁場，而經常掛網於魚礁上，故可推知，於礁體附近之漂浮物可能為漁網，如圖31所示。

2. 漁獲效益調查：

本所於69年4月份至該區執行漁獲調查，因纏於魚礁之漂浮物（似為漁網）甚多，故雖有魚類游動於魚礁附近，但均無漁獲。

據該區標本船（金來發號，9.93 $\text{\$}$ ）漁獲資料，其中以69年4月份之總生產量（1891公斤）為最多，其漁獲努力量（36航次）亦最多，該月份之實際漁獲總價（76,494元）亦為最高，該區之CPUE與漁獲努力量之關係如圖32所示。該區全年度之實際漁獲總價為233,003元。

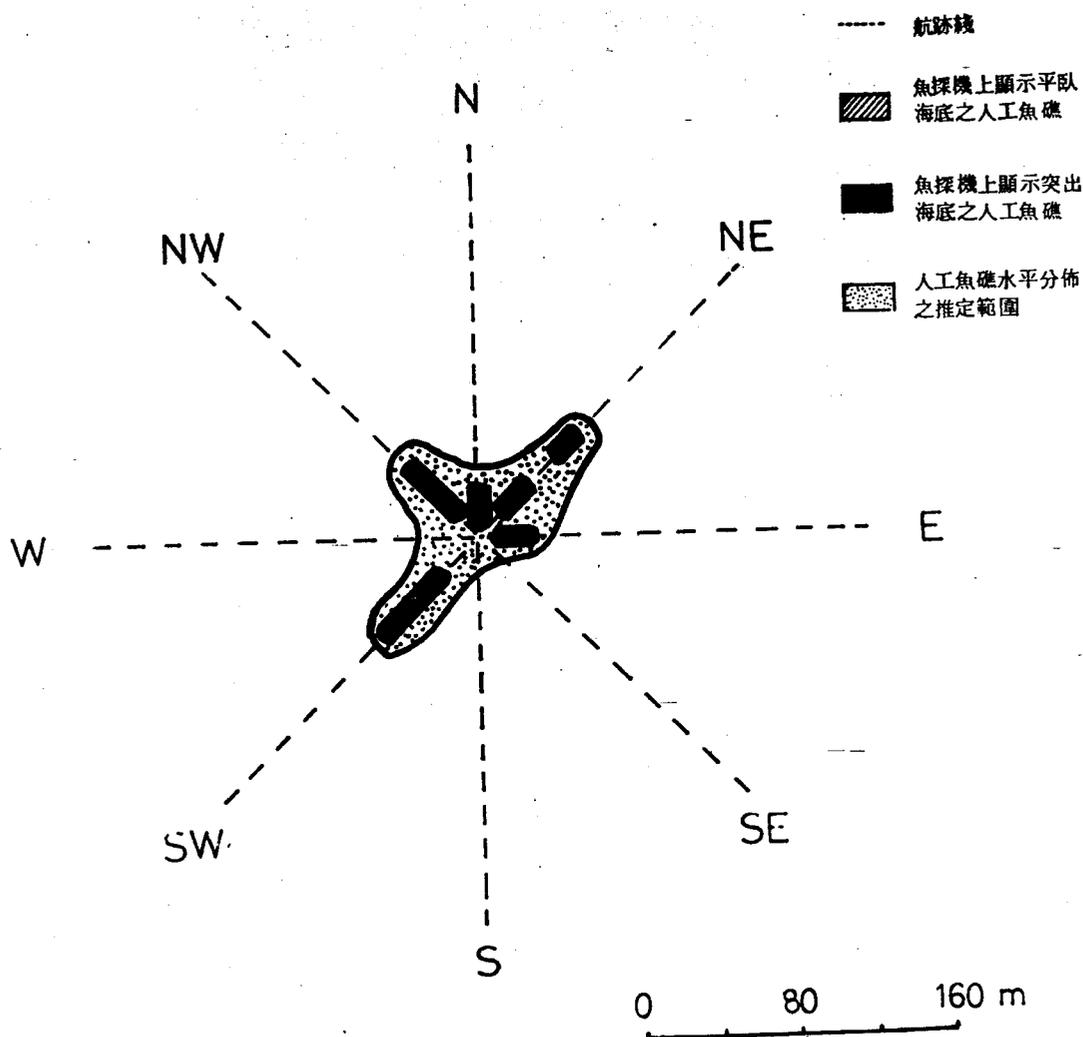


圖30：屏東縣枋寮區人工魚礁水平分佈之推定範圍

(二)南灣區：

本所於69年 3月下旬於該區附近調查數次，只有找到一小堆，但不密集，經實施釣獲試驗，却無漁獲。

據該區標本船（新龍盛號8.93噸）漁獲資料顯示，其總產量以68年 9月份（ 6,648公斤）較多，其實際漁獲總價為 253,100元；其次為69年 5月份，總產量 6,252公斤，其漁獲總價為 212,136元。而以冬季之漁獲收入較少，該區之CPUE與漁獲努力量之關係如圖33所示。

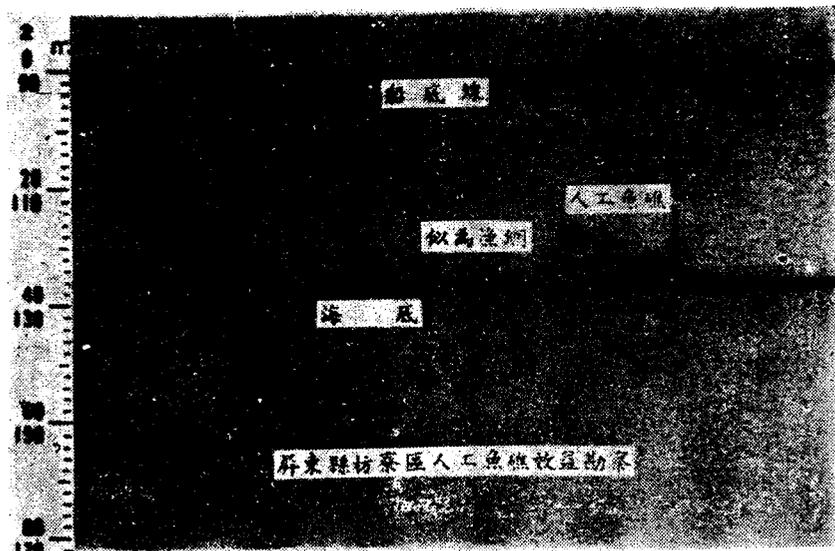


圖31：屏東縣枋寮區人工魚礁效益勘察魚探紀錄

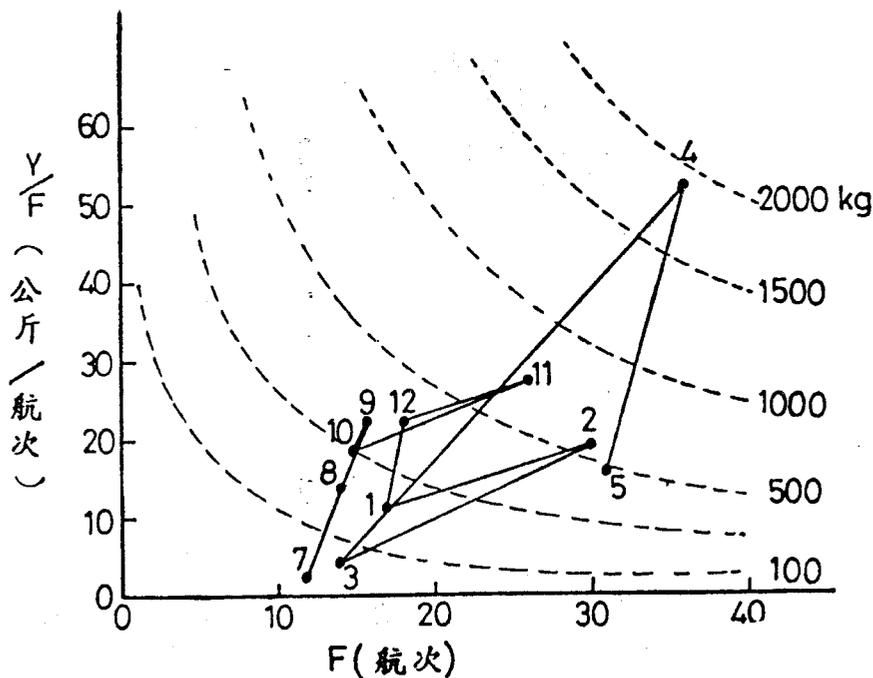


圖32：屏東縣枋寮人工魚礁區之CPUE（公斤/航次）與漁獲努力量（航次）之關係

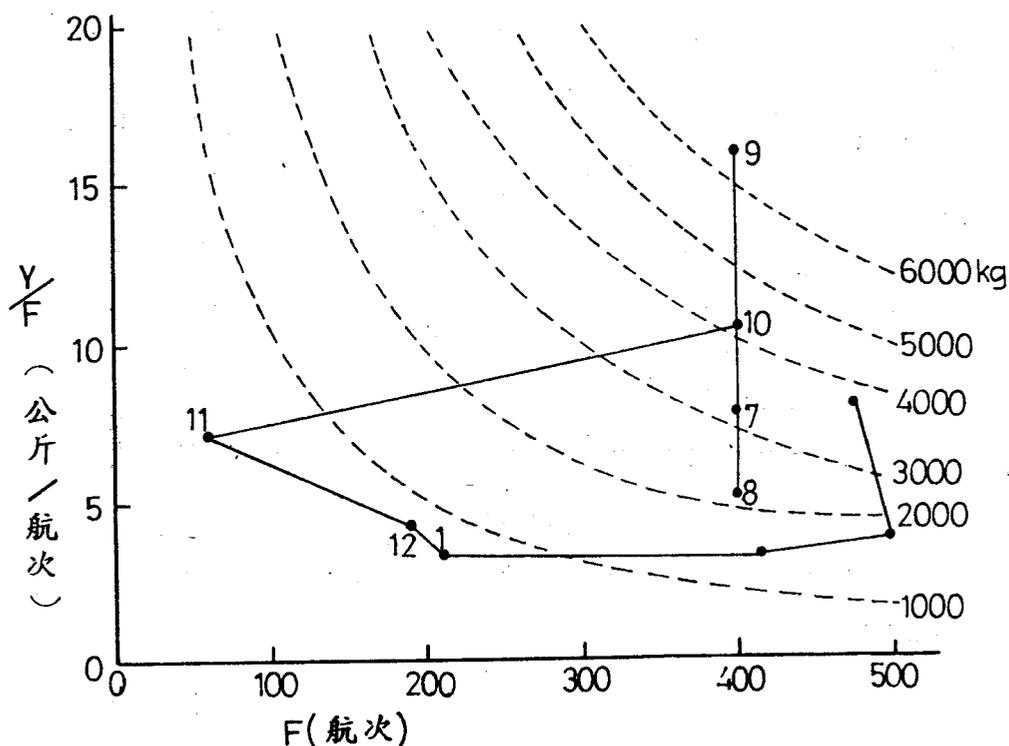


圖33：屏東縣南灣區人工魚礁之CPUE（公斤/航次）與漁獲努力量（航次）之關係

八、宜蘭縣：

(一) 梗枋區：

1. 魚礁散落分佈狀況：

68年度於梗枋外海投放HSC型半圓積疊式水泥礁30個，經本所於69年元月及3月數度調查，均無法於定位點尋獲投放之魚礁，其可能係受強烈颱風狄普之吹襲及沿岸漁船經常於此區拖網作業，將魚礁吹散及拖離。

2. 漁獲效益調查：

據標本船（福長十六號，9.15噸）之漁獲資料，此區為新投放區，自68年11月份起方有漁獲，而以69年2~4月之生產量（2月：5,168公斤，3月：6,118公斤，4月：13,476公斤）較佳，其實際之漁獲總價（2月：246,897元，3月：202,451元，4月：201,055元）亦較其他月份為優。該區全年度之實際漁獲總收入為960,035元。其CPUE與漁獲努力量之關係如圖34所示。

(二) 石城區：

1. 魚礁散落分佈狀況：

65年及66年於此區外海 $24^{\circ}57.9'N$ ， $121^{\circ}55'.8E$ ，水深24公尺之處，投放舊船6艘，巨型水泥礁100個，經3年後，69年元月上旬本所於該區尋獲魚礁之分佈位置，經調查，其礁體高度最高約4米，水平分佈範圍長約160公尺，但於定位點之東西方向，有部份礁體已倒塌，除於定位點之南方無礁體發現外，其他方向均有魚礁之分佈（如圖35），宜蘭縣之人工魚礁，以此區之投放效果最佳。

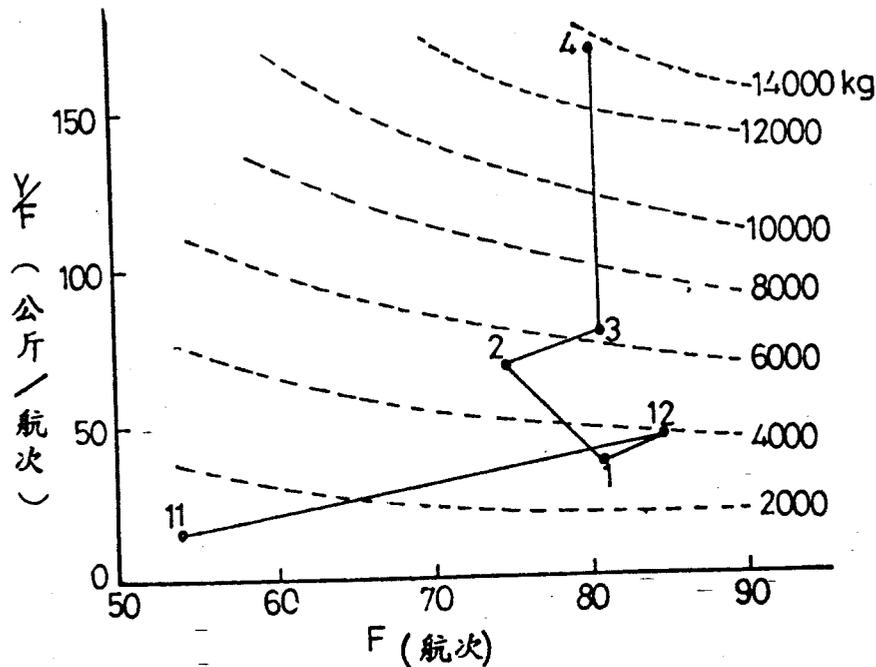


圖34：宜蘭縣梗枋人工魚礁區之CPUE（公斤/航次）與漁獲努力量（航次）之關係

2. 經濟效益調查：

本所於該區實施漁獲調查，結果釣獲縱帶笛鯛、三綫雞魚、黑緣笛鯛 (*Lutjanus janthinuropterus*)、三帶海鱗鯉 (*Parupeneus trifasciatus*)、雉雞石斑 (*Epinephelus akaara*) 蓬萊海緋鯉 (*P. fraterculus*) 及紅鰭魚 (*P. Chrysopleuron*) 等經濟價值魚類。

據標本船（三義益號，1.72噸）之漁獲資料顯示，其總產量以夏季較佳，實際漁獲總價以 8 月份（454,000元）最多，其CPUE與漁獲努力量之關係如圖36所示。

(三)東澳區：

1. 魚礁散落分佈狀況：

65年及67年於此區外海水深20公尺， $24^{\circ}30'.5N$ ， $120^{\circ}50'.6E$ 之處投放舊船 7艘，巨型水泥礁75個，經本所於69年元月下旬調查，因礁體呈零星分佈，無法找出其詳細之分佈範圍，偶爾可測得數個高達 2公尺之礁體，但其位置已不在定位點附近。本所試驗船於實施釣獲試驗時曾下錨，於起錨時拖起人工魚礁破碎之鋼筋水泥柱 1支，由此可知，該區魚礁可能因受漁船作業之影響，而使礁體損壞拆離。

2. 漁獲效益調查：

據標本船（漁豐號，1.8噸）之漁獲資料顯示，以69年 5月份之總產量（49,235公斤）最多，其漁獲總價為 2,683,246元，該區之CPUE與漁獲努力量之關係如圖37所示。

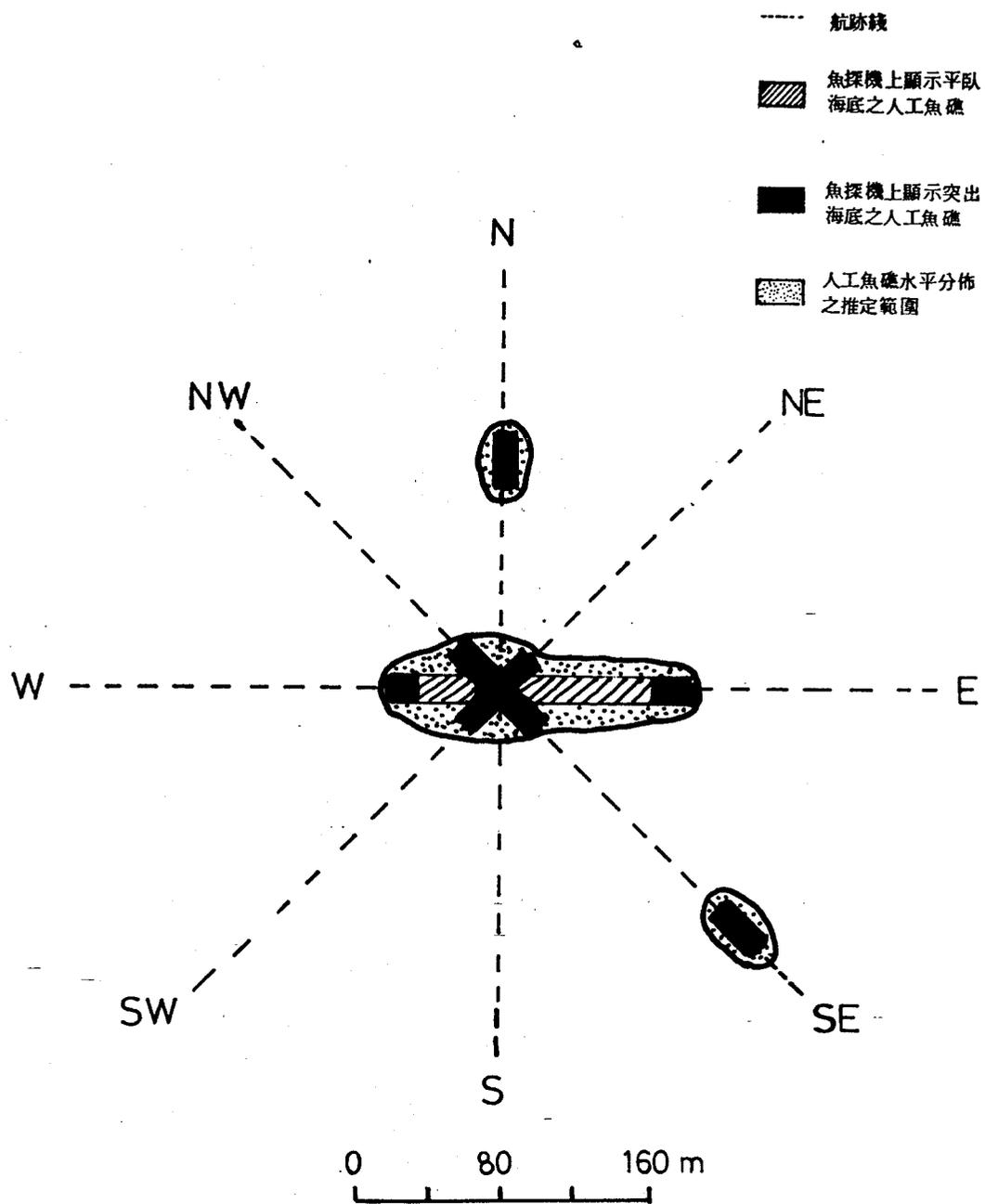


圖35：宜蘭縣石城區人工魚礁水平分佈之推定範圍

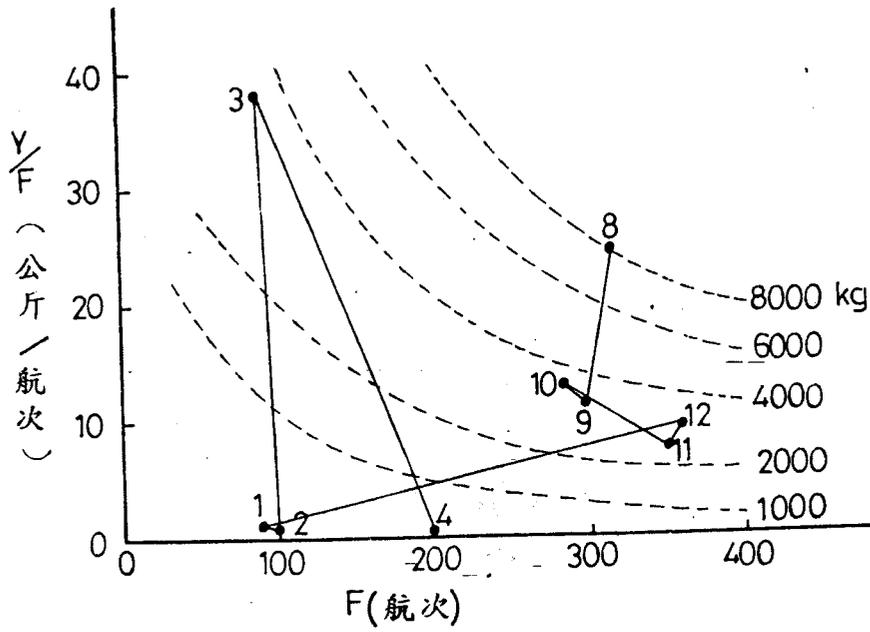


圖36：宜蘭縣石城區人工魚礁之CPUE（公斤/航次）與漁獲努力量（航次）之關係

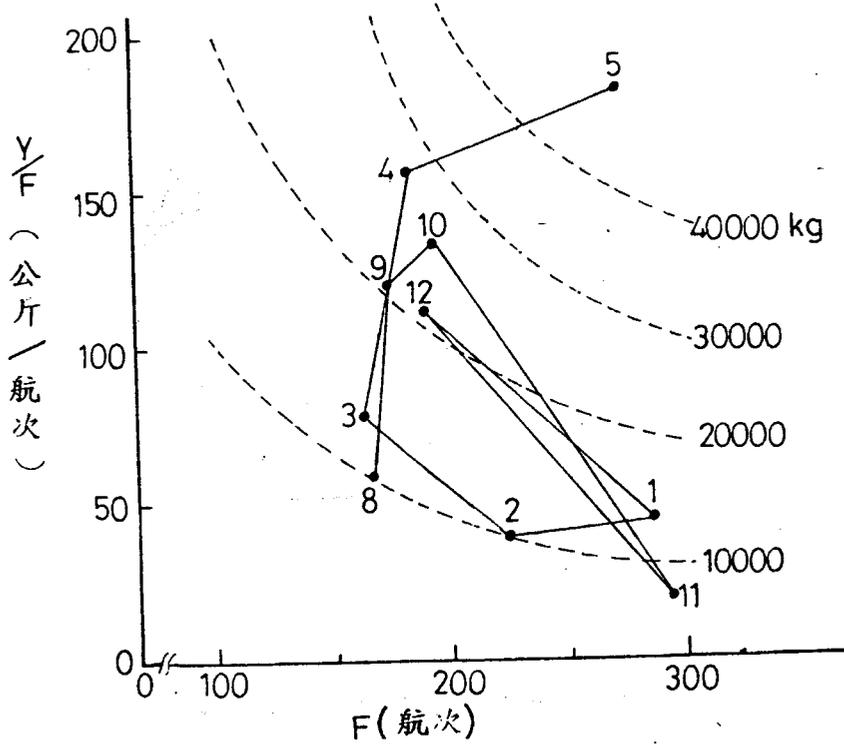


圖37：宜蘭縣東澳區人工魚礁之CPUE（公斤/航次）與漁獲努力量（航次）之關係

九、澎湖縣：

(一)鎖港區：

66年於鎖港外海23°31'.7N, 119°37'.1E, 水深23公尺之處投放90個巨型水泥礁, 據標本船(金源號, 2.24\$)之漁獲資料稱: 本區水泥礁洞口均為拖網漁船之網具遮蓋, 影響魚類之棲息, 其漁獲種類以縱帶笛鯛(體長平均約為25cm)、三綫雞魚(體長平均約為26cm)為主, 其漁獲組成如圖38所示, 而其資料均僅為一艘標本船之漁獲, 又其CPUE與漁獲努力量之關係如圖39所示, 其CPUE以68年12月較多, 於68年11月有4~10cm長之稚魚(三綫雞魚、縱帶笛鯛)聚集於礁體附近, 而於69年4月份發現大群臭都魚聚集於人工魚礁附近, 臭都魚之總漁獲量(包括其他船之漁獲)約為500公斤。

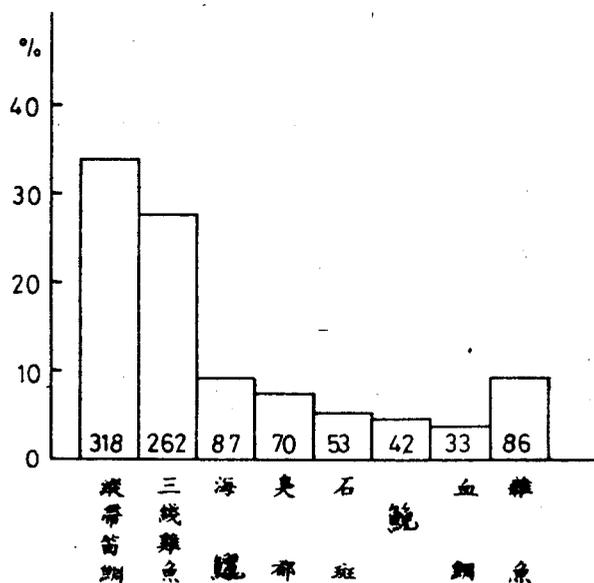


圖38：澎湖縣鎖港區人工魚礁一年度內之漁獲組成

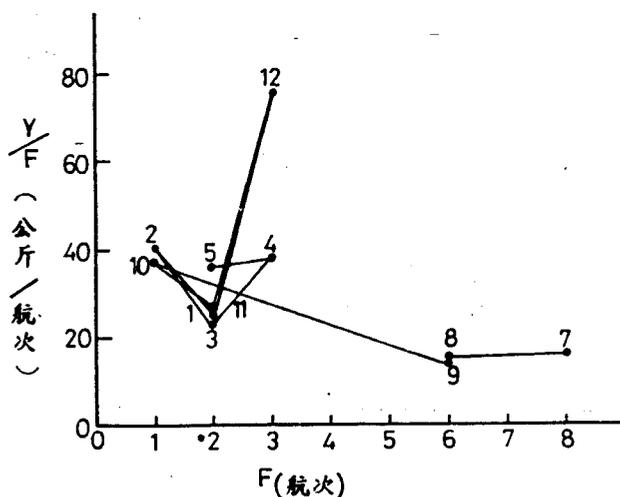


圖39：澎湖縣鎖港區人工魚礁之CPUE (公斤/航次) 與漁獲努力量 (航次) 之關係

(二) 貓鼻石和鼻頭州間：

63年於本區外海 23°36'.9~23°40'.6N, 119°27'.3~29'.9E, 水深 41~46公尺間之海域投放 750個水泥礁, 海洋造林 100棵, 舊船20艘, 據標本船(新東春二號, 2.00\$)之漁獲資料, 該區投放之舊船均被海浪冲散, 漁獲有逐漸減少之趨勢。若僅以該船之漁獲為資料而不計他船之漁獲, 則其漁獲種類以花軟唇、石斑、縱帶笛鯛及嘉臘為主, 其漁獲組成如圖40所示, 其CPUE與漁獲努力量之關係如圖41所示, 其中以68年12月之CPUE較多。

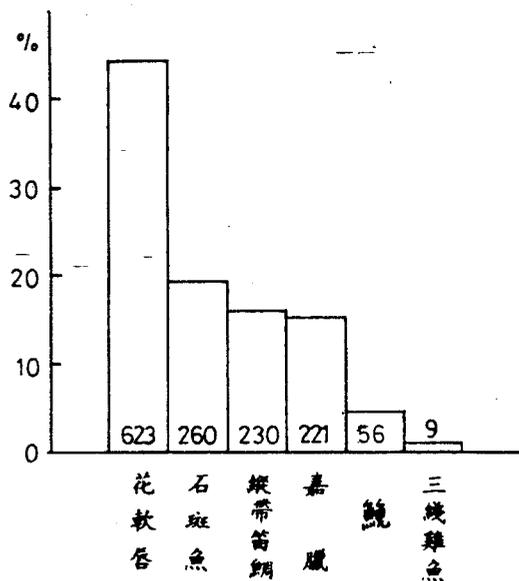


圖40：澎湖縣貓鼻石區人工魚礁一年度內之漁獲組成

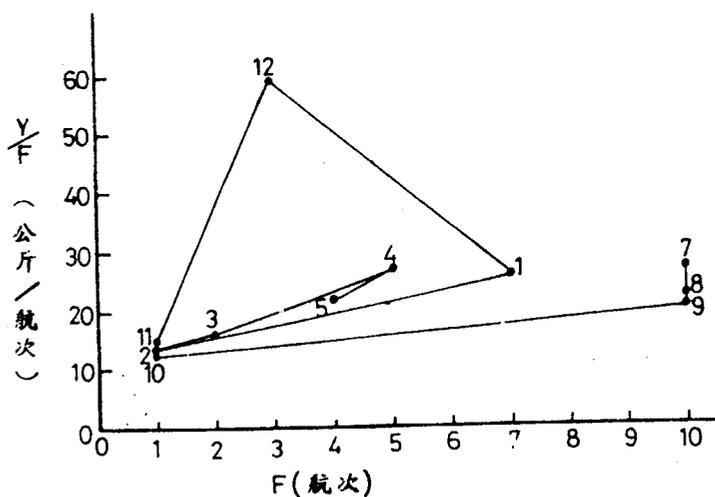


圖41：澎湖縣貓鼻石區人工魚礁之CPUE (公斤/航次) 與漁獲努力量 (航次) 之關係

(三)馬公和西嶼間：

63年於本區外海，23°36'N，119°32'E 水深22米之處投放 300個汽油桶及 5個舊車箱。據標本船（益利號，1.07噸）之調查資料稱：此區之人工魚礁被拖網船網具拖平離散。以一艘標本船之漁獲為資料，不計他船之漁獲量，則其漁獲以金綫紅姑魚、血鯛、金梭及花身雞魚為主，其漁獲組成如圖42所示，其CPUE與漁獲努力量之關係如圖43所示，其中以68年10月之CPUE較多。

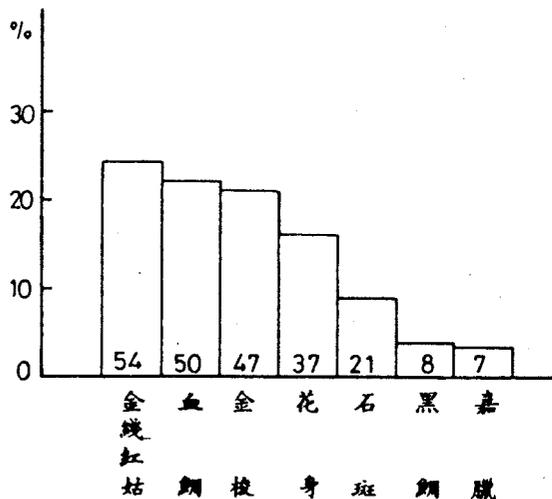


圖42：澎湖縣馬公區人工魚礁一年度內之漁獲組成

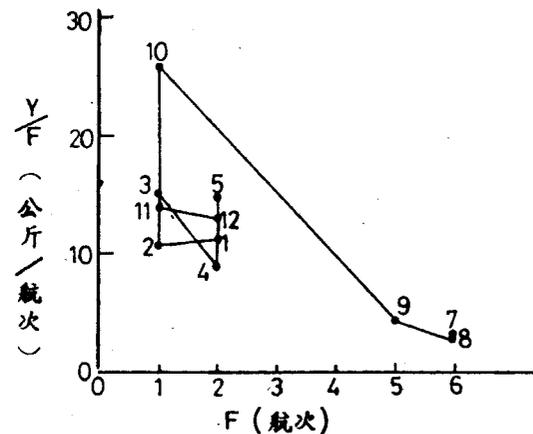


圖43：澎湖縣馬公區人工魚礁之CPUE（公斤/航次）與漁獲努力量（航次）之關係

檢 討

1. 人工魚礁自民國62年起開始投放，至今已有 7年之久，由於其投資額相當龐大，故每次於檢討會議中均有部份人士提出人工魚礁之經濟效益及是否值得繼續投放之問題，故投放人工魚礁，最受人關注者乃為所投資之成本是否能收回之經濟效益問題，過去因欠缺漁民於魚礁區之實際漁獲資料，且由於人工魚礁之投資成本為可見之巨大款額，而漁民在各人工魚礁區所漁獲頗為分散，及一般漁民之保守觀念，其收入無法獲知，故統計上產生困難；但自68年度起於各人工魚礁區委託固定之標本船一艘，每個月給予酬勞，將每月之漁獲資料填入「人工魚礁設置區漁獲經濟效益調查表」，由各縣市政府督導填報，由於各縣市政府及各區漁會之合作，大多數之標本船均能按月填報調查表，因此已逐漸建立各人工魚礁區之漁獲資料。茲依據全省各人工魚礁區標本船之漁獲資料，統計出實際漁獲總價，分別為望海巷區229,850元，大武崙區59,260元，龜吼區699,975元，永安區10,781元，南寮區5,835,000元，公司寮區 10,148,636元，彌陀區1,773,470元，枋寮區233,003元，梗枋區960,035元，總計於68年度投放九區人工魚礁之實際漁獲總產價，共為19,950,010元，而68年度投放人工魚礁之經費為地方配合款5,050,000元，中央補助款9,980,000元，共投資成本為15,030,000元，因此68年度收回之人工魚礁經濟效益較投資成本為多，淨效益為 4,920,010元（實際漁獲總產價 - 人工魚礁投資成本），若以人工魚礁投資成本為100%，則68年度收回之人工魚礁經濟效益為132.73%，淨效益為32.73%。
2. 每年於投放人工魚礁前，本所均派遣試驗船作定點勘察及疊標定位，並設置浮標作為日後找尋之目標，但是每當浮標設定妥當，於隔日再前往該處勘察，浮標已不見踪影，如此影響人工魚礁之投放工作甚鉅，故爾後各縣市政府應於各人工魚礁區設置堅固之錨標，例如可設一大型鐵製浮筒，如竹圍外海之大型浮筒，以大型錨及粗鐵鏈分別固定於海底及礁體上。則可保護該浮標之流失。

3. 全省人工魚礁之製造與投放由漁業局統一辦理，雖可節省魚礁之製造成本，但因投放區域衆多，且遍佈全省沿海，對於人工魚礁效益勘察之執行，極爲困難，因試驗船每年之計畫繁多，不能僅執行人工魚礁之工作，尤其無法於一年度內按月至各人工魚礁區勘察，僅能利用天氣好、風浪小之月份出海執行工作，故對於全省各人工魚礁區效益之研判，尚須更多時間，故本所建議應指定專區逐年實施人工魚礁投放及效益勘察，如此則可節省甚多人力及拖船費用。
4. 68年度投放之HSC型半圓積疊式人工魚礁，因受東北季風吹襲及68年9月25日中度颱風奧文與10月16日強烈颱風狄普之影響，多數礁體已倒塌，又因礁體結構係先造半圓型薄片，再將其中七薄片以水泥製小桿片穿接而成，並非由同一模型同時製造，因此結構較爲薄弱，而無法抵擋北部海域強勁海流之沖擊及颱風之侵襲。
5. 大武崙及龜吼區人工魚礁，常遭受非法炸魚，使完整魚礁所剩無幾，故有關單位應積極加強取締非法炸魚，以保護及培育沿岸漁業資源。
6. 分析標本船寄回之資料，其中有些魚種並非固定棲息於魚礁附近海域，如鯉、旗魚及鯖等，據林²⁰稱，魚類對於魚礁有五種相對位置，第一型之魚類，需要強烈之刺激，接觸海底或魚礁之大部份，例如白鰻、鰻蚊裸胸鯙等。第二型魚類爲進入魚礁之空隙而不游動，以胸鰭或腹部之一部份接觸魚礁，如石狗公。第三型魚類爲不接觸魚礁，而於礁體周圍徘徊，如黑鯛、石鯽、髯鯛及瓜子鱸等。第四型魚類爲離開魚礁相當距離，如有魚礁存在，魚類則較易確定位置，魚體亦可受流水之刺激，如鱸、鯖等。第五型魚類爲完全不需魚礁之刺激，如秋刀魚、鯖、鯉等。故所調查資料之魚類，有一部份屬於第五型魚類。
7. 有些地區之調查資料僅紀錄單艘船每月份之漁獲情形，其他在該區作業船隻之漁獲資料不得而知，因此各人工魚礁區之標本船應增加艘數，俾提高人工魚礁經濟效益評估之準確性。
8. 宜蘭縣東澳、梗枋及屏東縣枋寮等人工魚礁區，均因小型拖網漁船侵入該區作業，致發生漁網掛住人工魚礁之現象，因網具卡在魚礁上，必然經過拖曳行動，而使構造薄弱之魚礁被拖散或扯碎，又據中央研究院報告⁴指出，於龜吼及大武崙區，因漁民使用流刺網投放不妥，而常卡住魚礁，無法揚起的網即告放棄，揚上之刺網，亦多數包纏魚礁之碎片，使整體之魚礁破壞無遺。

摘 要

本項人工魚礁效果調查係自68年7月起至69年6月止，本年度共設置九處人工魚礁區，大部份之地點係就原地點擴大投放，如基隆市望海港、大武崙，台北縣龜吼，新竹縣南寮，苗栗縣公司寮及高雄縣彌陀等地，而有三處爲新投放區域，即宜蘭縣梗枋區（24°53'.6N, 121°52'.4E, 水深24米），桃園縣永安區（25°0'.8N, 120°59'.3E, 水深26米）與屏東縣枋寮區（22°19'.1N, 120°28'.9E, 水深37米）。根據以往調查經驗，最理想之投礁區域爲遠離天然魚礁半徑以上之平坦沙泥地，設礁水深不宜超過30公尺，但如欲投放較深水域，應事先作試驗後再行投放。另海流對於人工魚礁之影響甚大，海流速度須小於1.5節（浬/小時）。茲將調查結果摘述如下：

1. 半圓積疊式HSC型人工魚礁之構造較爲薄弱，容易受颱風及東北季風之影響，幾乎在各人工魚礁區，均可發現殘破不全之礁體。
2. 於調查中，共漁獲35種魚種，其中高級經濟魚種佔28種。
3. 在龜吼人工魚礁區，曾以魚群探知器發現大型魚群，其魚群密度高達10公尺，故人工魚礁之經濟效益可由此窺知。
4. 根據所有人工魚礁區標本船漁獲資料統計顯示，在此一年度中漁獲收入超過新台幣二千萬元，而投資人工魚礁成本爲新台幣一千五百萬元，故其淨效益達新台幣五百萬元。

謝 辭

本項調查係受農發會撥款補助，承蒙恩師 李所長燦然博士之鼓勵與指導，漁業系蘇主任偉成之指正，資源系研究員方新疇博士提供資料，以及漁業系蔡日耀先生、蕭宗賢先生及福豐榮二號漁船詹宏基船長等全體船員之協助工作進行，在此一併致謝。

參 考 文 獻

1. 張崑雄 (1976) : 人工魚礁，中央研究院動物研究所專刊第一號。
2. 張崑雄 (1977) : 人工魚礁 (續)，中央研究院動物研究所專刊第二號。
3. 大島泰雄 (1961) : 人工魚礁，水產增養殖叢書，8。
4. 張崑雄 (1979) : 人工魚礁 (第三號)，中央研究院動物研究所專刊第七號。
5. 小川良德 (1966) : 人工魚礁に對する魚群行動の實驗的研究 (I~VI)。東海水研報第45號，P. 107~163。
6. 小川良德 (1967) : 人工魚礁に對する魚群行動の實驗的研究 (VII)。日水誌，Vol. 33, No. 9, P. 801—811。
7. 小川良德 (1968) : 人工魚礁に對する魚群行動の實驗的研究 (VIII)。日水誌，Vol. 34, No. 3, P. 169—176。
8. 澤田貴義、宮崎千博、柴田富夫 (1975) : 定置網の漁獲性能に及ぼす，人工魚礁の效果。静岡縣水產試驗場研究報告，9, P. 399—412。
9. 宮崎千博、澤田貴義 (1978) : 天然魚礁と人工魚礁の漁場價值判定に關する研究 (I&II)。東海大學紀要海洋學部第11號，P. 71—84。
10. 柿元 皓 (1976) : 人工魚礁材料，形及集魚效果，人工魚礁の理論と實際 (II) 實際篇，P. 12—13。
11. 柿元 皓 (1976) : 人工魚礁附近のプランクトン分佈，人工魚礁の理論と實際 (II) 實際篇，P. 50—51。
12. 柿元 皓 (1970) : 魚類の垂直分佈について。人工魚礁效果認定調查報告書，P. 26—28。
13. A, W. M. (1974) : Geological consideration for artificial reef site location. In Proc. Int. Conf. Arti. Reefs; Edited by L. Colungu and R. Stone. P. 31—33。
14. Kanayama, R. V. and E. W. Onizuka (1973) : Artificial reefs in Hawaii. Fish and Game Report. No. 73—01。
15. Parker, R. O. Jr., R. B. Stone., C. C. B. Chanau and F. W. Steimle, Jr. (1974) : How to build marine artificial reefs. National mar. Fish. Ser., Fishery Facts. 10. 47 PP.。
16. Russell, B. (1976) : Man-made reef ecology-A perspective view. Proc. First Australian Artificial Reef Symposium. Sept. 1975. Brisban: Australian Underwater Federation.
17. Stone, R. B. (1974) : Artificial reefs and coastal fishery resources, 10th space Congress, Cocoa Beach, Florida, Proceedings.
18. 林俊辰 (1980) : 人工魚礁投放地點の利用。中國海專漁訊第八期。