

---

# 花蓮縣石梯坪人工魚礁區海域 環境調查與效益評估

歐錫祺·鄭火元·劉仁銘·  
陳惠玲·黃基紘

國立高雄海事專科學校漁業科  
中華民國八十三年六月

## 摘 要

本研究係針對石梯坪人工魚礁區之效益進行評估，所得結果分述如下：

- 一、利用魚探機探測魚礁分佈情形及礁體形狀，經魚探記錄跡顯示，本魚礁區之礁體類似單層水泥礁，礁高堆疊大約5公尺，礁體無破損情形，採集中堆疊。
- 二、探測所得魚礁群的位置大致可分為：東 N 23° 31'.89，E 121° 30'.01；西 N 23° 33'.89，E 121° 29'.91；南 N 23° 31'.80，E 121° 29'.94；北 N 23° 31'.92，E 121° 29'.98。
- 三、根據漁獲資料的分析，前十二名優勢魚種依序為：圓花鯉、正鯉、眼斑鱔、鬼頭刀、扁鵲、鱒、劍旗魚、臺灣巴鯉、齒鯨、鮫、日本鰻魷、雨傘旗魚。
- 四、礁區與非礁區營養鹽範圍如下：

礁區：

磷酸鹽 21.250 ~ < ND(ppb)，硝酸鹽 0.595 ~ 0.050 (ppm)，亞硝酸鹽 27.690 ~ 0.000(ppb)，矽酸鹽 0.892 ~ 0.110(ppm)

非礁區：

磷酸鹽 9.945 ~ < ND(ppb)，硝酸鹽 1.292 ~ 0.000(ppm)，亞硝酸鹽 28.950 ~ 0.000(ppb)，矽酸鹽 0.241 ~ 0.062 (ppm)

(註:ND表示小於偵測極限值;極限值為1ppb)

五、本海域植物性、動物性浮游生物種類及組成如下：

(一) 植物性浮游生物

| 礁 內     |       |        |         |
|---------|-------|--------|---------|
| 矽藻80.5% | 綠藻 4% | 放射蟲 1% | 其他14.5% |

| 礁 外   |         |          |       |
|-------|---------|----------|-------|
| 矽藻93% | 綠藻 0.5% | 放射蟲 2.5% | 其他 4% |

(二) 動物性浮游生物

礁內：

夜光藻 1.97 % ， 有孔蟲目 0.31 % ， 水母類 0.4 % ， 枝角類 0.53 % ， 介形目 0.4 % ， 橈腳類 83.56 % ， 蔓腳類 1.71 % ， 蟹幼苗 0.25 % ， 蝦幼苗 0.56 % ， 有尾蟲 0.31 % ， 魚卵 0.19 % ， 翼足類 10 %

礁外：

夜光藻 0.2 % ， 有孔蟲目 0.5 % ， 水母類 0 % ， 枝角類 1.4 % ， 介形目 0.09 % ， 橈腳類 56.54 % ， 蔓腳類 37.34 % ， 蟹幼苗 0.2 % ， 蝦幼苗 1.54 % ， 有尾蟲 0.4 % ， 魚卵 0.29 % ， 翼足類 1.5 %

## 前 言

本省東部花蓮、臺東一帶因為海底地形與底質的特殊關係，歷年來所設置的人工魚礁之礁體數遠少於西部地區，如圖一所示。設置的年代及持續投放之工作，亦不如西部（尤其是西北部一帶）為久。除據早期之調查資料附示，臺東小港魚礁區魚礁堆疊良好，無被埋沒現象外，位於花蓮縣鹽寮魚礁區，自投放後，由於受廢水嚴重污染，海水混濁，尚未發現任何礁體（歐等，1993），其餘之人工魚礁區，自民國七十五年開始投放設置後，至今已逾七年，未曾探討。顯見，本省東南部人工魚礁之設置及效益評估等工作，仍有待持續加強進行之必要。

臺灣省漁業局於民國七十五及七十六年在花蓮縣石梯坪及其附近海域 $23^{\circ} 29'30''N$ ， $121^{\circ} 30'30''E$ 處，水深2~30m不等處投放各類型魚礁體或生物礁1824座及七十四座人工魚礁(如表1)。投放至今，也已逾六年，對於魚礁投放後分佈情形及其效益，尚未曾調查。本調查報告之主要目的，便是希望能對花蓮縣石梯坪人工魚礁區投放礁體後生態環境的變化及魚礁效益作一番探討和瞭解，俾提供有關單位日後繼續執行魚礁投放工作之參考依據。

## 材料與方法

本次調查規劃研究海域如圖二所示，藉由石梯坪海域之魚探航測、遙控水中監視系統(R.O.V.)，及潛水人員水中觀察、水中採樣分析、浮游生物採集、透明度觀察、底質採集分析、潮流計測等，探討石梯坪附近海域漁場環境及魚群聚集狀況，並探測人工魚礁投放之實際位置。依計測項目不同，使用材料及方法分述如下：

(一) 魚礁找尋及定位：

洽借僱用當地附近之定置網作業船及作業漁民配合，一同前往魚礁區探測。定位儀器如下所列：

1. 掌上型全球衛星定位系統(Ensign Global Position System)
2. 三合一衛星導航全天候定位／電子海圖／魚群測深儀(RAYTHEON ECHO STAR - 790 GPS / PLOTTER / FISH FINDER) 一套含：
  - (a) G.P.S 天線接收器
  - (b) 顯示器
  - (c) 魚群測深感應器
  - (d) 電子海圖卡
  - (e) AC-DC / 13.8V 穩壓器

本實驗調查為確保 G.P.S. 定位之準確性及魚探機發射強度之穩定、反射記錄之清晰，魚探機的各操作元件已於試驗前在港口外海調整校正完畢；而三合一衛星暨魚群探測儀也於航測前完成架設、定位、校正之工作。根據臺灣省漁業局所公告之人工

魚礁投放位置為中心，半徑500公尺，利用魚探機依一般魚群量調查方法（歐等，1993a,b）進行航測，船速保持在3節左右，以鋸齒型（Zig-Zag Way）航法，實施魚探航測。在魚探的記錄中一發現有礁體記錄跡時，即刻拋錨定位，記錄其經緯度，同時利用掌上型全球衛星定位系統將魚礁外圍四個頂點之經緯度記錄下來，如照片一所示。

### （二）魚探調查：

啓動三合一魚群探測儀，船速保持約2~3節，沿著平行於海岸之航線航行，選擇六條鋸齒狀探測線，每分鐘配合衛星定位儀修定船位一次。魚探機主要性能如下：

1. 測深範圍：A:0-50公尺，B:0-100公尺，C:0-200公尺
2. 送信出力：1KW
3. 週波數：200 KHz
4. 指向角： $17^{\circ} \times 7.6^{\circ}$
5. 發射脈波數：A:450 times/min，B:225 times/min，C:112 times/min
6. 送紙速度：20 cm/min
7. 記錄方式：直線乾式記錄紙式
8. 電源：DC 24V

### （三）海況調查：

本研究自民國八十二年十月起至八十三年五月止，連續在花蓮石梯坪人工魚礁區附近進行海況調查。調查範圍分成兩個區域，一個為靠近花蓮縣石門附近，新亞洲漁場北邊定置網，水深20.4

公尺處之人工魚礁區，另一個為靠近花蓮縣石梯附近，新亞洲漁場南邊定置網，水深26.7公尺處之非魚礁區等兩海域，作一比較，如圖二所示。海況調查項目包括水溫、鹽度、流向、流速等。海流方面調查，如照片二所示，乃利用磁帶自記式海流儀(RCM-4S) 2組，分別放置於礁區和非礁區，每10分鐘自動記錄一次，連續作三個月長期計測。並利用SD-4做現場調查，以便和自記式海流儀比較修正。除海流計測外，另使用透明度板，比較水色，並利用採泥器採集底質，比較底質之顆粒度。

#### (四) 浮游生物、底質及化學營養鹽調查：

本次試驗所採用的浮游生物採集網其構造如下：

1. 不銹鋼環：張開網口用，其上端接拖繩，網口直徑30cm，環粗為5~9mm之不銹鋼絲
2. 過濾部：以Mullergaze絲綢材質作為網地，縫製之圓錐形囊狀部。
3. 採集器：裝於圓錐部之尾端，網中採集之標本收集其中，為一具有活塞之圓筒。

採集與分析方法如下所列：

##### 1. 浮游生物採集：

本試驗乃以水平採集方式，利用浮游生物網於礁區內及礁區外做水平拖曳，如照片三所示。每次拖曳時間約為20~30分鐘，拖曳完成後以採水瓶收集，將採集的浮游生物裝進塑膠容器內並標示日期及採集地點，並滴入1~2滴

福馬林固定保存，帶回學校用離心機離心，使浮游生物集中沉澱，再用顯微鏡觀察，比對圖鑑分類鑑定。

### 2. 底質採集：

請潛水人員於礁區內及礁區外以採水瓶採集底質，帶回學校後烘乾，以搖篩機分析粒徑，記錄結果。

### 3. 營養鹽分析：

利用採水瓶在礁區內及礁區外幾個固定點作長期採集，並在採集後立即用冰桶冰存，回學校後再送至本校水質檢驗中心檢驗。

## (五) 礁區附近定置漁場漁獲情況調查：

由於人工魚礁區靠近新亞洲定置網漁場，礁區附近定置漁場漁獲情況調查乃以新亞洲定置網漁場之漁獲資料作為基礎的魚類相及漁獲量等統計資料，為此礁區發揮聚魚效果之佐證參考。

## (六) 礁區魚類聚集情形調查：

由魚探調查及G.P.S.定位結果確認魚群之實際位置，隨即實施水中攝影機R.O.V.潛水觀察，並請潛水人員從旁協助觀察照相，拍攝魚礁堆疊、掩埋、礁體上附著物、礁區魚類聚集、魚類相等情形。

## 結 果

本省東部沿岸兩百海浬經濟海域為黑潮必經之處，蘊藏著極豐富而高價值之洄游性魚類，且多尙



未完全開發，為提昇海域漁業資源之利用率及對於當前漁業資源的結構變化更積極的研究掌握，培育開發，設置人工魚礁，培育沿近海漁業資源之工作，誠應更積極、持續不斷的進行。根據上述之方法調查結果綜述如下：

(一) 礁群分佈位置、水深及堆疊情形

根據漁業局(1993)公告之歷年來花蓮縣石梯坪人工魚礁投放種類與數量，如表1所示，經整理發現，該海域所投放之人工魚礁水深，普遍在15公尺以下，且多屬於小型單層式的礁體，唯於民國七十六所投放的人工魚礁才是稍大型的雙層式水泥礁，如圖三所示。

經衛星定位及魚探機之探測發現，本試驗所調查到的礁體是漁業局於民國七十六年所投放的雙層式水泥礁，魚礁投放地點與漁業局公告位置相去不遠，魚礁重心位置為 $23^{\circ} 31'50'' N$ ， $121^{\circ} 30'19'' E$ ，非常近岸，由測得的魚礁區位置大致可擬出一個區域範圍，東起 $23^{\circ} 31'53'' N$ ， $121^{\circ} 30'.1'' E$ ，西至 $23^{\circ} 33'53'' N$ ， $121^{\circ} 29'55'' E$ ，南起 $23^{\circ} 31'48'' N$ ， $121^{\circ} 29'56'' E$ ，北至 $23^{\circ} 31'55'' N$ ， $121^{\circ} 29'5'' E$ ，分佈範圍約0.04平方公里，顯示該礁區分佈範圍不大，各礁體大多堆疊在一起，礁群不但集中堆疊良好無破損情形，且由魚探記錄紙上發現，礁群大多分佈在水深14公尺處，礁體堆疊甚至有高達5公尺者，如圖四所示。另由魚探記錄紙可以看出，該礁區之水深變化很大，大約在水深16公尺以後，水深極速下降，如圖二該海域海底等深線

變化可知，顯見此海域由於水深變化而能投放魚礁的範圍不大。

### (二) 海底底質測定分析

由帶回來的底質樣品，分析結果發現，礁區和非礁區兩海域的底質幾乎完全一樣，其粒徑大小介於 0.18 ~ 1.0mm 之間佔 90% 以上，如圖五、六所示。顯見，兩海域底質都屬砂礫底，底質較堅硬，魚礁投放於此不易遭受掩埋。

### (三) 流況、溫度與鹽度之比較

潮流之流速大小與流向變化能直接或間接影響礁體上海生物附著、浮游生物及營養鹽含量和魚類的洄游棲習。流速的大小亦關係著礁體本身穩定度及所造成的擾流與營養鹽的攪拌程度。由本試驗調查得知，礁區流速流向分佈圖，如圖七~八所示，春季之平均流速比非礁區較強，雖大多在 0.6 浬/小時以下，但最高可達 0.9 浬/小時，而非礁區的流速則大多在 0.4 浬/小時以下，堪稱較礁區穩定，但偶爾卻有高達 1.0 浬/小時以上的記錄。流向分佈方面，礁區春季之流向分佈大多在 200° ~ 300° 之間及 0° 的位置，其變化較單純，而非礁區的流向變化較大，大部份集中介於 100° ~ 250° 及 275° ~ 360° 之間。至於它季之流速流向變化，則有待持續觀測。春季礁區的溫度變化較小，溫度差最大為 0.9°C，如圖九所示。而非礁區之溫度變化，春季在三月底以前，溫度變化較小，平均溫度差 1°C 以內，四月以後，溫度變化現象極為顯著，四月六、九、十、十

九、二十等日，水溫變化極大，如圖十所示自四月二日起至七日止，短短五天，水溫變化約 $4^{\circ}\text{C}$ ，顯見非礁區的水溫呈現不穩定狀態。它季之水溫變化，則仍待觀測。再就鹽度而言，如圖十一、十二所示，也是非礁區變化較明顯，自二月下旬以下，鹽度逐漸下降，至三月二十五日，曾出現千分之2.5的鹽度差，然鹽度仍持續下降，自四月九日以後，鹽度變化呈現不穩定狀態更為明顯，四月十五日，鹽度一度下降至千分之30以下。而隔日之後至四月十八日，也是在短短四天之內，鹽度變化將近千分之4。由此可見，非礁區之水溫、鹽度變化皆比礁區明顯，且多在四月上旬過後。

#### (四) 營養鹽類分析及浮游生物種類組成比較

海洋湖沼生產力的性質及其變化，主要是受該水域的外圍條件例如：光線、水溫、pH、溶氧量、營養鹽類(以氮化合物及磷酸鹽為主)等為支配因素。此等因素直接間接支配著各種浮游生物之生命現象，浮游生物的生命現象實為水產資源變化最顯著的指標，而營養鹽多寡則關係著該海域基礎生產力。由試驗採集回來之水樣分析結果，如表2所示，礁區之磷酸鹽類及矽酸鹽含量較高，其餘的營養鹽類含量大致與非礁區相同。浮游生物種類組成比較，礁區和非礁區之植物性浮游生物皆以矽藻類含量最多，皆達80%以上，然以非礁區之矽藻類含量90%較多，動物性浮游生物，在礁區以橈腳類含量最多，高達83.56%，非礁區也以橈腳類含量最多，佔56.54%，但蔓腳

類的含量亦不少，佔 37.34 %。其餘各種動物性浮游生物皆低於 2 % 以下，如表 3 所示。試驗期間，亦利用透明度板測得魚礁區之透明度為 10 公尺，水質相當清澈，而非礁區之透明度亦達 11.4 公尺，水質亦相當清澈，依蘇(1989)之分級，兩區之海水透明度皆在 10 公尺以上，是屬於清澈海水。除透明度外，另測得兩區之水色指數皆為 2，水色值越低，和透明度所代表之特性一樣，水質越清澈。

#### (五) 漁獲資料之分析

由於石梯坪人工魚礁區位置位於花蓮縣石梯坪新亞洲定置漁場附近，因此，試驗期間亦調查礁區附近定置漁場之漁獲資料。將其歷年來漁獲之優勢魚種前 20 名依序排列，如表 4 所示。由歷年的統計資料發現，該漁場自民國七十八年至八十二年以來所漁獲之前 20 名優勢魚種中，幾乎全部屬於洄游性魚類，而無底棲性的魚種。由其歷年來前 5 名之優勢魚種可以看出，絕大部份屬於高速洄游性魚類。尤其，以鰹科魚種如臺灣巴鰹、正鰹及圓花鰹等之消長最為明顯，臺灣巴鰹原本居優勢魚種中首位，但卻逐年遞減其序位，又如表五所示之各魚種產量增減率比較，臺灣巴鰹產量有極明顯的縮減現象，其平均增減比率竟然達 -67.176 %，相反的，原居於第五序位之圓花鰹，由於逐年產量急遽增加，至民國八十二年止，卻躍居產量之首位，且其平均增減比率有極為明顯增加現象，竟高達 1509.722 %。其次另一鰹科魚種正鰹，雖然歷年來其居於優勢中之前五名而未曾居

首位，但由其平均增減比率來看，亦不容忽視。另外，曾居於首位的鬼頭刀產量平均增減比率也有 138.15 % 的比率，劍旗魚產量則有明顯減少現象，平均增減比率為 -46.014 %。值得注意的是鮪類，尤其黑鮪和黃鰭鮪，黑鮪產量平均增減比率竟達 2123.188 %，黃鰭鮪產量平均增減比率亦達 84.255 %。而逐年產量有明顯增加的魚種尚有雨傘旗魚、鱈、齒鱈、鮫和薄葉單棘魷等魚種。

#### (六) 礁區魚類聚集情形

由魚探調查及 G.P.S. 定位結果確認魚礁群實際位置之後，隨即實施潛水觀察，經潛水人員照相觀察，礁體附近魚群聚集並不豐富，由圖四之魚探記錄跡及其礁區位置，亦可明顯看出，雖然礁群之堆疊良好，但由於礁群所在的水深過淺及非常近岸，魚群聚集量非常稀少。又由上述之新亞洲定置漁場魚種產量之增減率情形看出，底棲或礁岩性之魚種幾乎在此漁場難以捕捉到，而以洄游性的魚種居多。顯見，今後對於新設置人工魚礁應多考量該海域漁獲物種類而設置，並對其漁獲物中之胃內容物及卵巢等生理生態應多作一番探討，然後再行設置魚礁。如分析其優勢魚種中之胃內容物竟而推斷出這些是屬近岸索餌洄游性之魚種，則建議應投放較大之礁體，如巨型水泥礁或船礁之類非供產卵棲息用之人工魚礁，倘若發現其有卵巢發育成熟及有魚卵之現象，則可推斷部份魚群在此乃行產卵洄游，則可建議投放有保護魚卵或仔稚魚作用之類人工魚礁。再者，可再就其耳石分析其年齡等而針對來游魚群特性而

投放適切的人工魚礁礁體。

## 討 論

人工魚礁的製作和投放效果良好，深受當地漁民好評，亦均希望政府能夠擴編經費，持續辦理。但由於東部地形及海況之特殊，設置人工魚礁之地點(Mathews,1985;邵,1989)，更應慎加考慮選擇。

綜合以上結果，石梯坪人工魚礁區所投放的礁體堆疊良好，甚至達5公尺之高，但其投放水深卻只在水深14公尺處，就魚礁的渦流效果而言，魚礁礁體堆疊和水深的比例偏高（35.7%），據藤井(1977)的研究報告指出，礁高和水深比超過10%時，即使礁高再高，礁體所造成的擾流高度並不能持續增加。因此，以相同的礁體投放數量而言，應降低礁高，而予以擴大投放範圍。本省東部地區由於有黑潮流流經，帶來豐富的洄游魚類資源。因此，在投礁的地點選擇方面，必須針對東部地區選擇適當的投放地點，才能真正為東部地區帶來豐富的漁獲資源。

此外，配合東部特殊水深變化及漁業特性之發展（如深海一支釣及鮪延繩釣），選擇適當的魚礁礁體，亦非常重要。據張(1976)所整理之魚礁地點選擇原則中，流速在不超過1.5浬／小時的地區乃為設置魚礁較佳的地點，及Mathews(1985)之設置魚礁地點應考慮設在最大暴風引起之海浪波長一半以上之深度，以避免暴浪侵襲的原則，於本省東部沿海設置

人工魚礁，尤需要考量礁區底質和礁體大小及其分佈範圍。由上試驗結果及礁體堆疊情況顯示，礁區和非礁區的底質堅硬適合投礁，但由魚探記錄跡所顯示之海底地形及濱面坡度來看，該礁區礁體設置的位置過於近岸且礁區擴大範圍有限，倘欲再在此設置人工魚礁，實有待商榷之必要。

再就礁區海域之海流流速流向方面而言，春季礁區流向普遍偏向近岸方向( $200^{\circ} \sim 300^{\circ}$ )，而非礁區流向則偏向東南及西北方向( $100^{\circ} \sim 250^{\circ}$ ， $275^{\circ} \sim 360^{\circ}$ )，即有海流流向外洋或由外洋流向近岸之現象。對其海流流向之變化，可能受到黑潮支流之影響，至於全年是否呈現這種現象，則有待進一步的調查。在流速方面，以非礁區較穩定，由於本省東部經常受颱風侵襲，因此於設置人工魚礁方面應多加注意暴浪侵襲及海流造成礁體流失或遭受掩埋等情形，在水深30~40公尺處，較適宜設置人工船礁，一方面由於礁體體積龐大，對海流抵抗、洗掘較不成問題，在容易受颱風侵襲的東部地區，礁體不易遭受破壞，另一方面由於船礁所聚集培育的魚類業資源多屬較大型的洄游性魚類，對於隨黑潮洋流洄游之魚群，可充分發揮魚礁之餌料效果。而水深在30公尺以內之海域，再投放水泥礁或九孔龍蝦礁等小型礁體，以配合東部海底礁岩地形。對於兩區之營養鹽及附近定置漁業漁獲物之變化而言，兩區之營養鹽並無顯著差異，而浮游生物多以撓腳類最多，水質亦相當清澈，顯見兩區之營養鹽及浮游生物含量皆相近並無差異。漁獲物變動方面，可以

肯定的是兩區之棲息洄游魚類皆為高速洄游性魚類，惟其魚種變動較大。顯見，於此域設置人工魚礁應以魚礁之餌料效果及味嗅覺效果較佳之礁體較適合。

### 結論與建議

綜觀上述得知，為更積極開發本省東部漁業資源，增加漁民收益，達到改善東部漁民生活目的，應更積極設置人工魚礁，以吸引更多洄游性的魚類來此索餌棲息。但，於設置魚礁之初，投放前之評估工作非常重要，這些工作不外乎底質、等深線、流速、流向、溫度、鹽度、營養鹽、浮游生物、水質分析..等之觀測，每一項因素都足以影響魚礁的效益，且環環相扣。由本試驗得知，花蓮縣石梯坪人工魚礁區之人工魚礁，礁體堆疊良好，礁高亦可達5公尺之高，底質顆粒度亦大，不易遭受掩埋。但其位置所在之水深太淺，離岸較近，且海況因素不佳，流速變化較非礁區大，而海底地形變化陡峭，實不宜於此再行投礁而應另覓其它投礁地點。另就其餌料生物、營養鹽及漁獲物而言，礁體之設計及大小亦應以吸引洄游性魚類為主。

### 謝 辭

本研究於進行過程中，承蒙行政院農業委員會經費補助（計畫編號：83農建－6.4－漁－04(12)），行

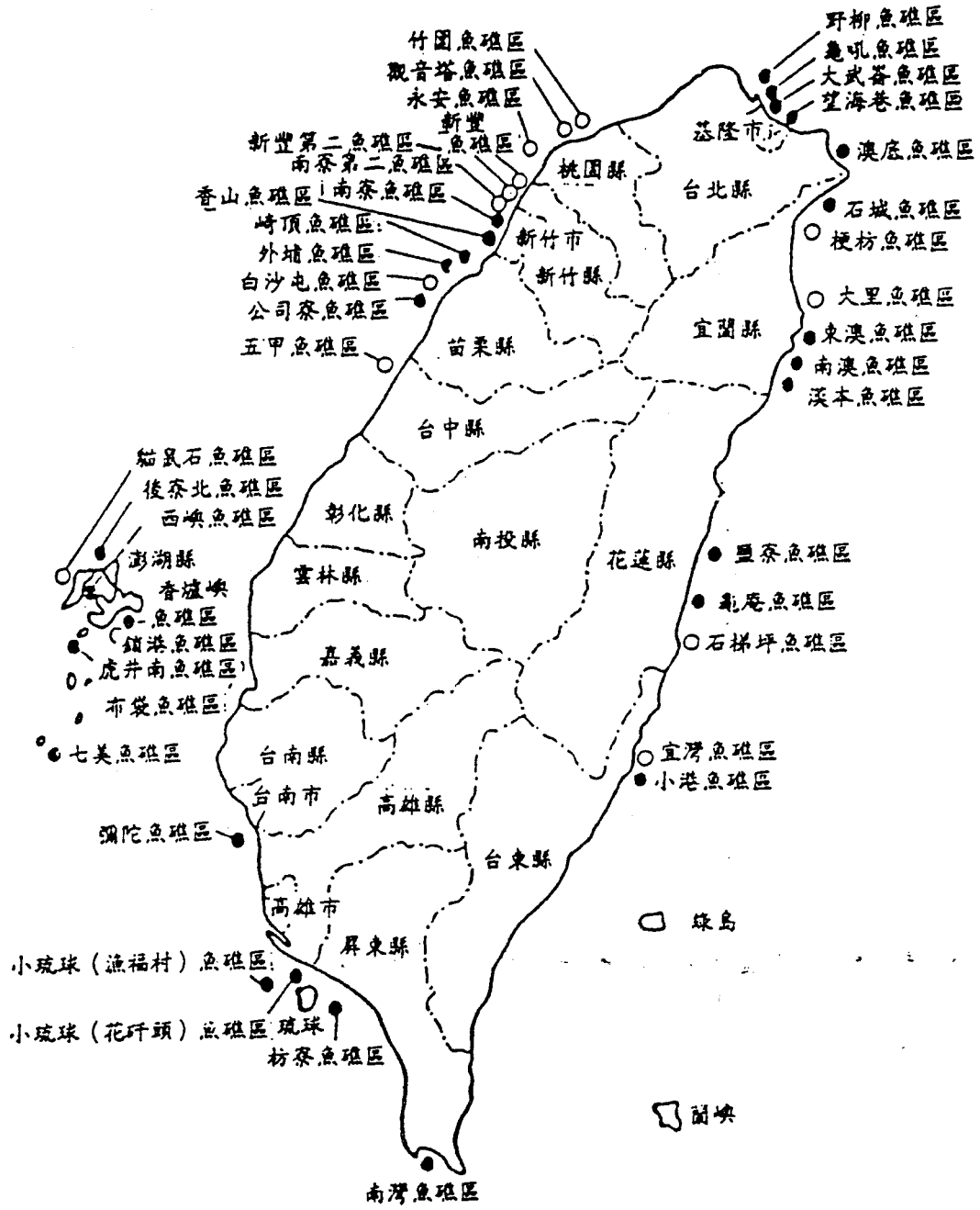


政院農業委員會陳技正朝欽之支持與鼓勵，花蓮縣石梯坪定置漁場呂鐵志先生，潛水人員潘炳南先生及漁場所有工作人員等惠予協助，使試驗進行順利，謹致十二萬分之謝忱。

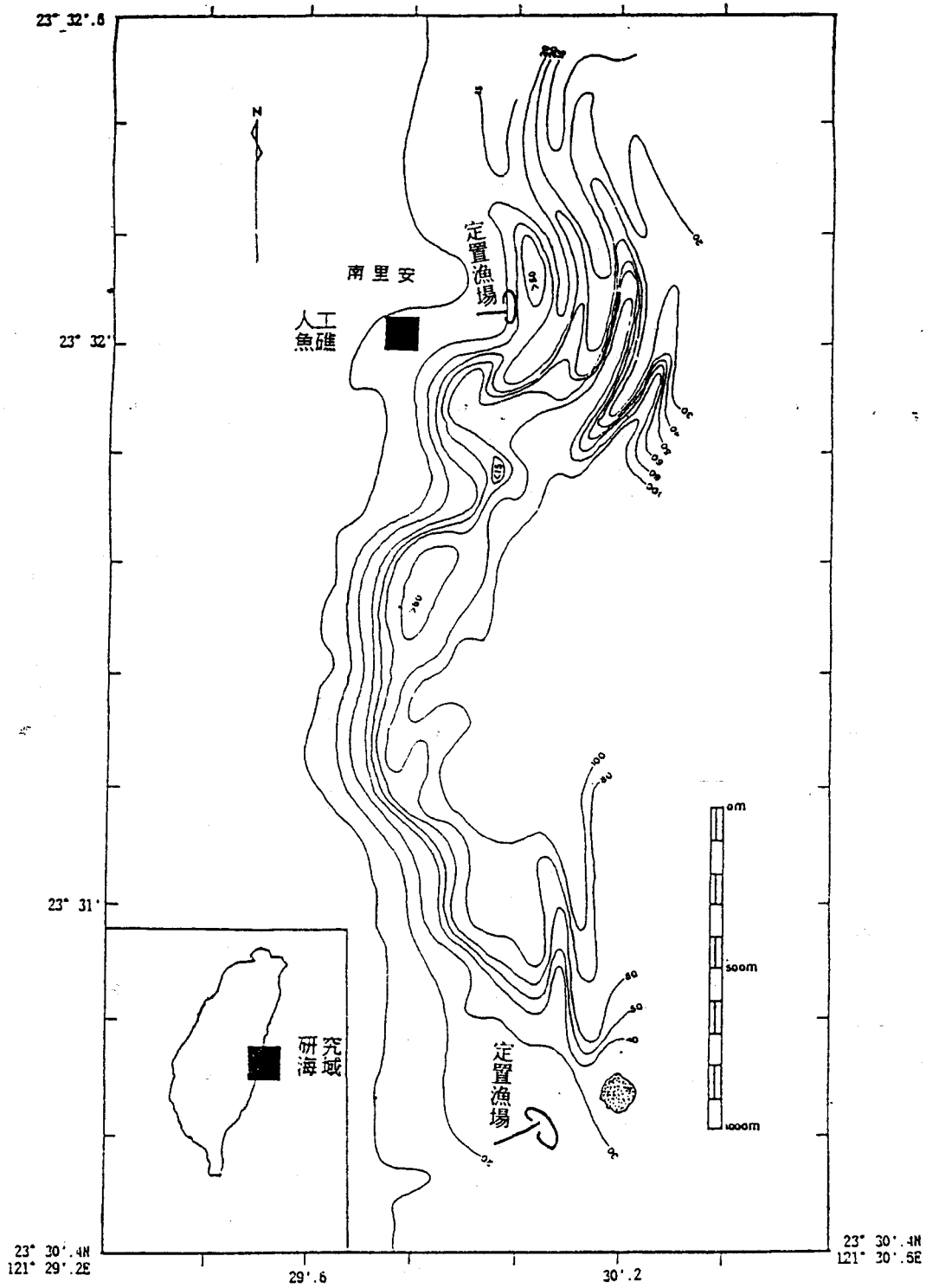
### 參考文獻

1. 歐錫祺，陳朝欽，鄭火元，劉春成(1994)。本省人工魚礁研究情況之回顧，人工魚礁調查研究報告彙集(三) PP. 9-23
2. 歐錫祺，鄭火元，陳伯實，江進榮(1993a)。臺灣西北部人工魚礁效益評估，人工魚礁調查研究報告彙集(二) PP. 11-46
3. 歐錫祺，鄭火元，劉仁銘，潘俊宏，隋清祺(1993b)。台中縣松柏五甲附近海域漁場環境調查研究，海洋科技會刊，13,10-40.
4. 臺灣省農林廳漁業局(1993)。臺灣省八十一年度農村建設計畫漁業局主辦部分執行成果報告 pp.1-16
5. 蘇偉成(1989)。請大家一起來重視沿岸海域污染問題，中華漁業週刊，10月2日6版
6. Mathews H. (1985)。Physical and geological aspects of artificial reef site selection. In artificial reefs: marine and freshwater applications (F.M.D'Itri, ed.) .Lewis Publ. Inc., Chelsea, Michigan. PP141-148.
7. 邵廣昭(1989)台灣海域設置人工魚礁之規劃研

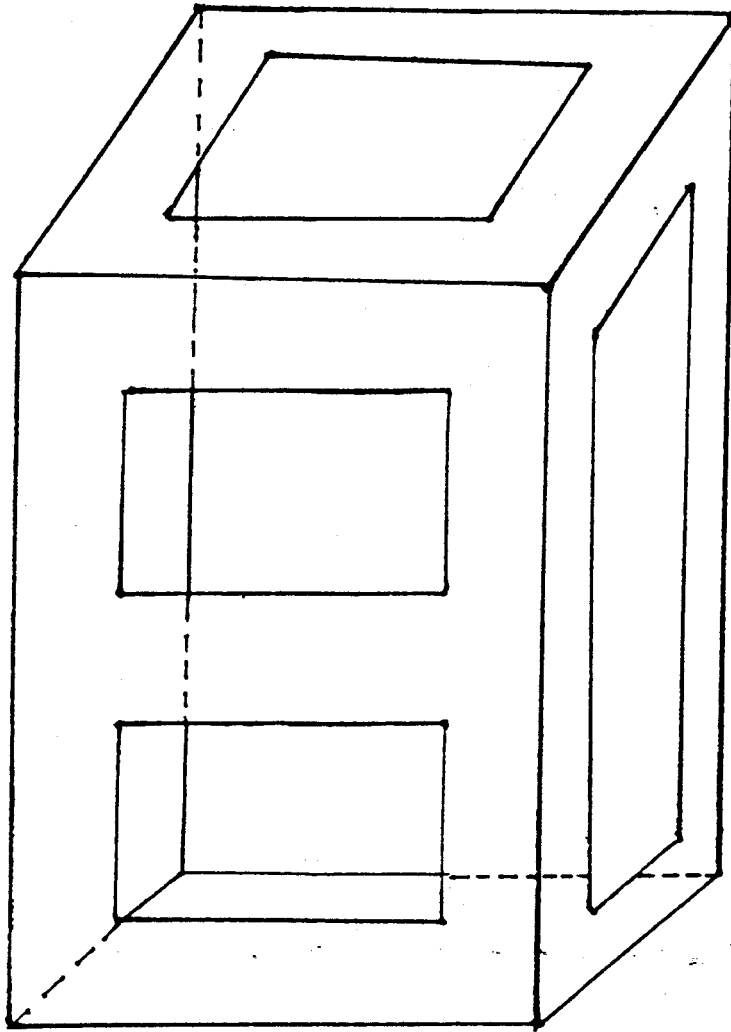
- 究，中央研究院動物研究所專刊，13,117PP.
8. 藤井泰司(1977). 呈まき網漁場かち見の漁場造成のあり方，水産土木，Vol.13，NO.2，P43.
  9. 張崑雄(1976). 人工魚礁. 中央研究院動物研究所專刊第一號,68PP.



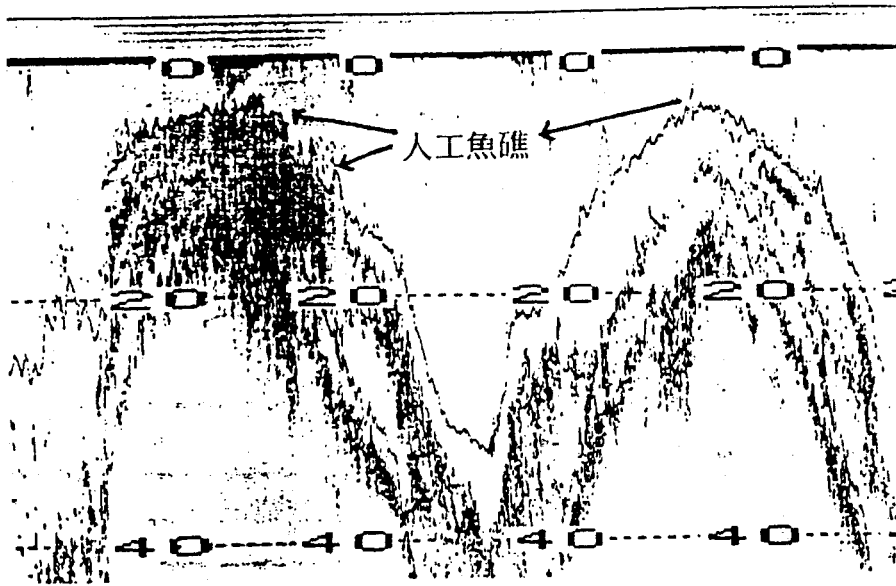
圖一、民國八十年止所投放之人工魚礁區  
 ○已設立之魚礁區42處  
 ●已調查之魚礁區27處



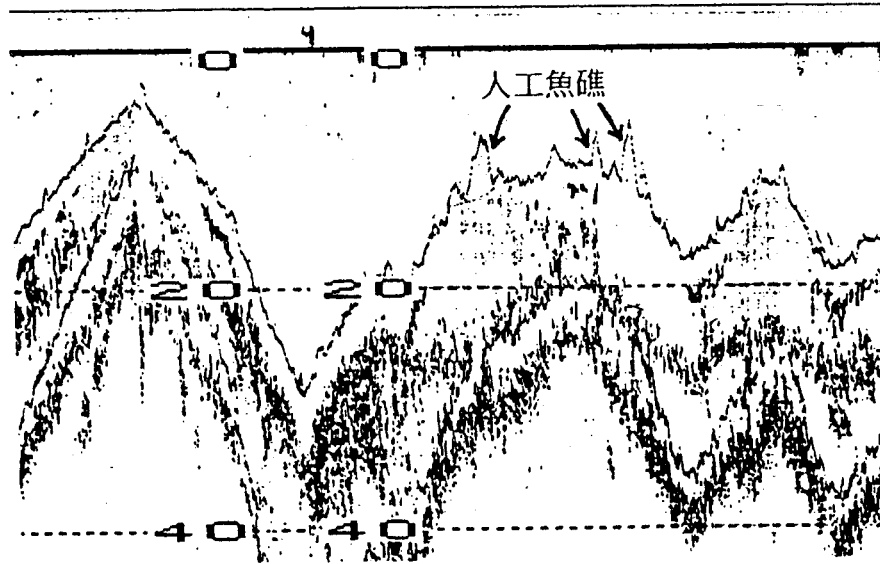
圖二、花蓮縣石梯坪新亞洲定置漁場附近海域等深線



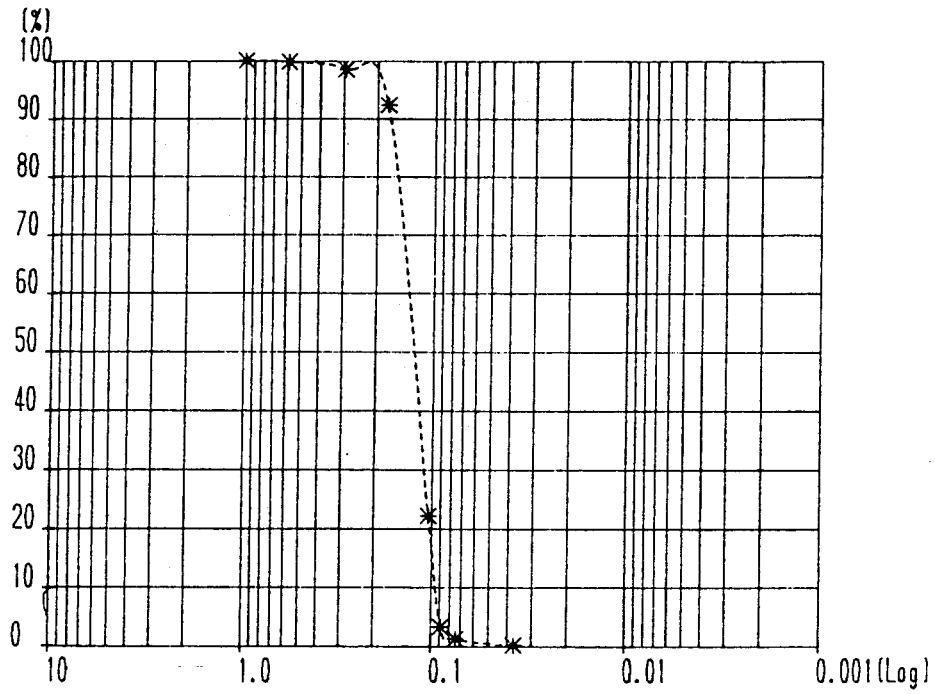
圖三、花蓮縣石梯坪人工魚礁區礁體



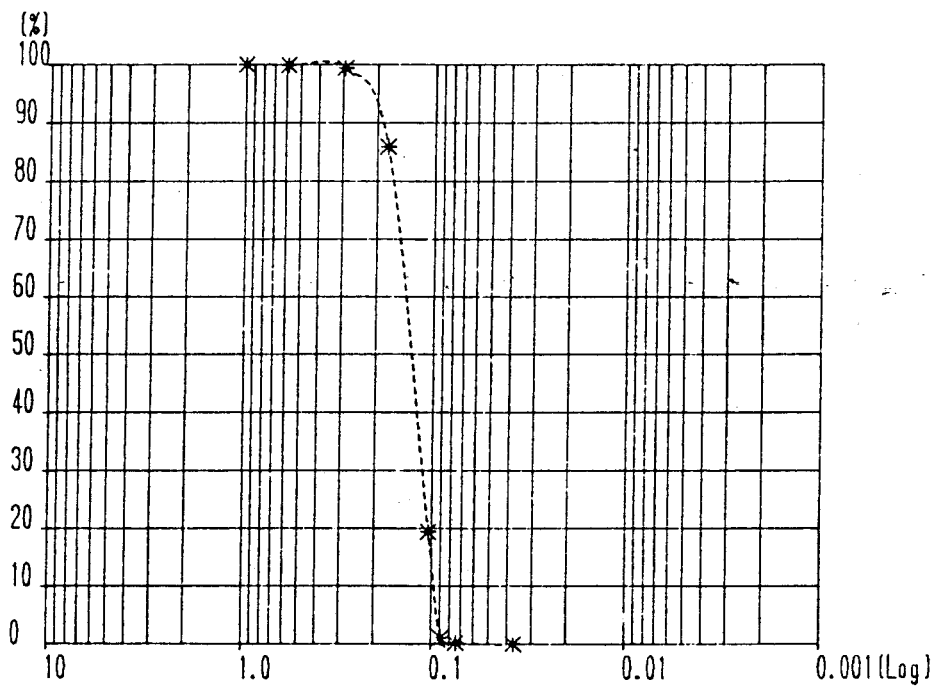
圖四、花蓮縣石梯坪人工魚礁區魚探記錄跡



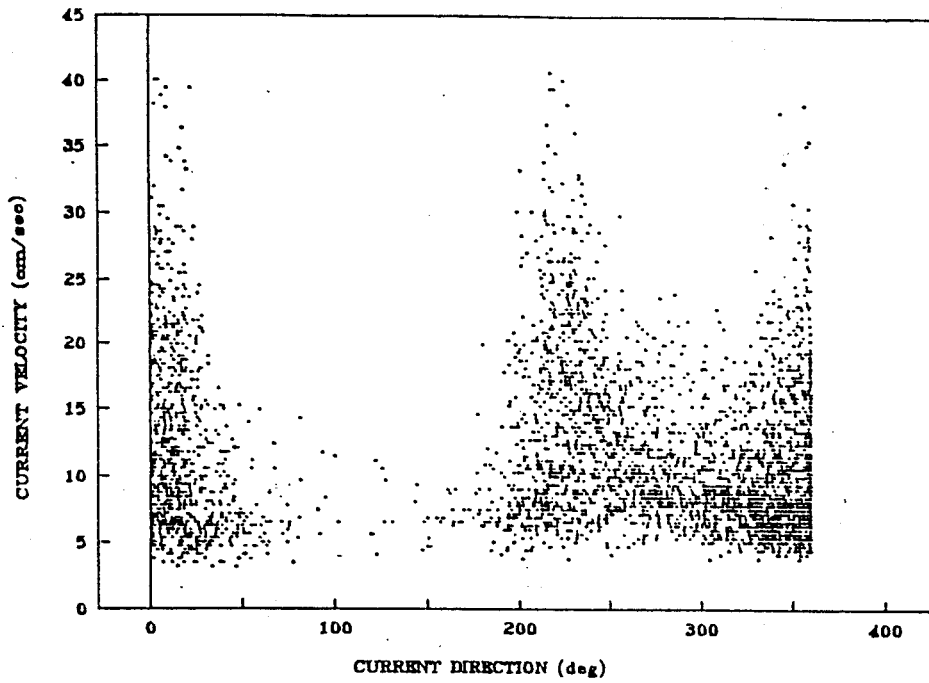
續上圖、花蓮縣石梯坪人工魚礁區魚探記錄跡



圖五、花蓮縣石梯坪人工魚礁區粒徑分佈

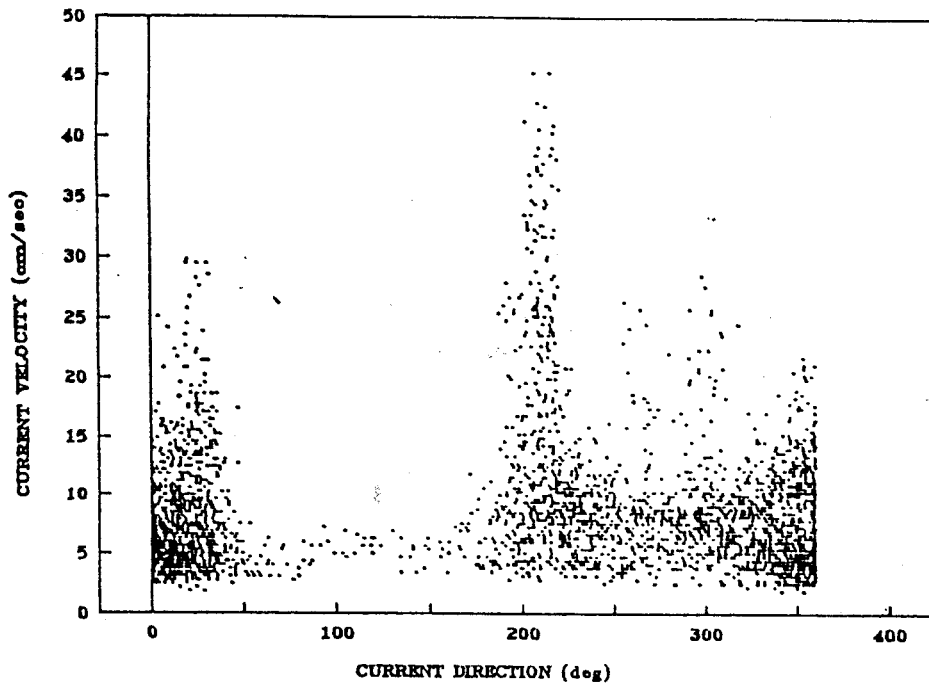


圖六、花蓮縣石梯坪非礁區粒徑分佈



圖七(1) 礁區之流況變化圖

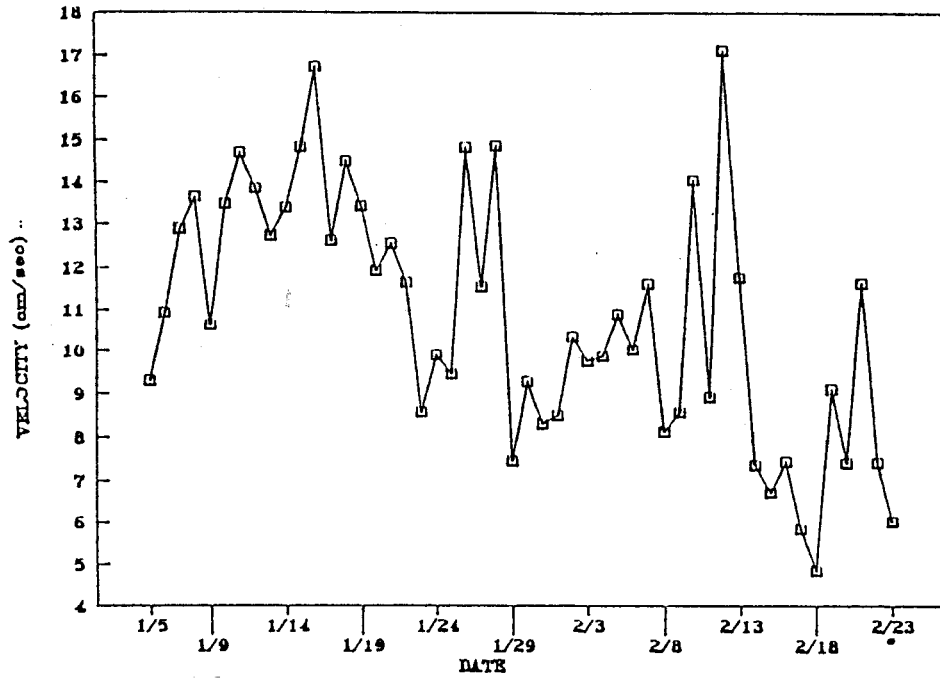
1994 01 05-01 31



圖七(2) 礁區之流況變化圖

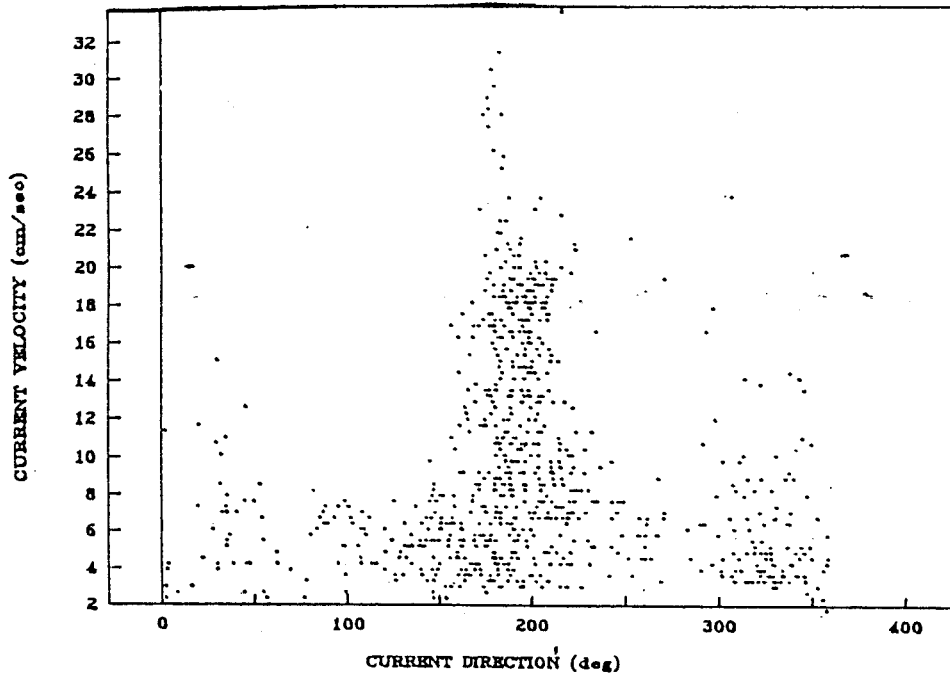
1994 02 01-02 23





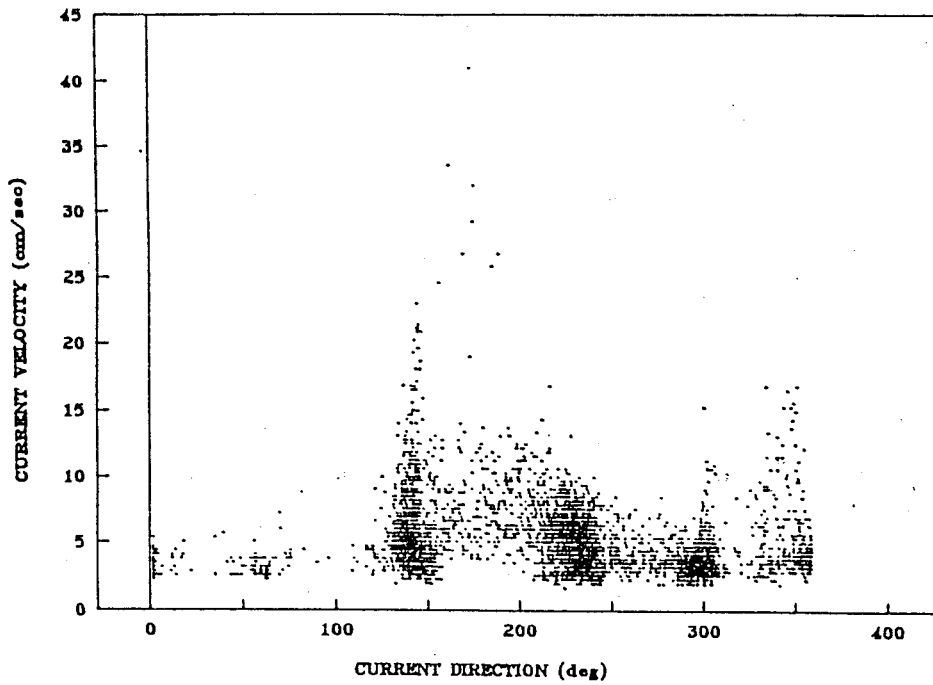
圖七(3) 礁區每日平均流速分佈圖

1994 01 05-02 23



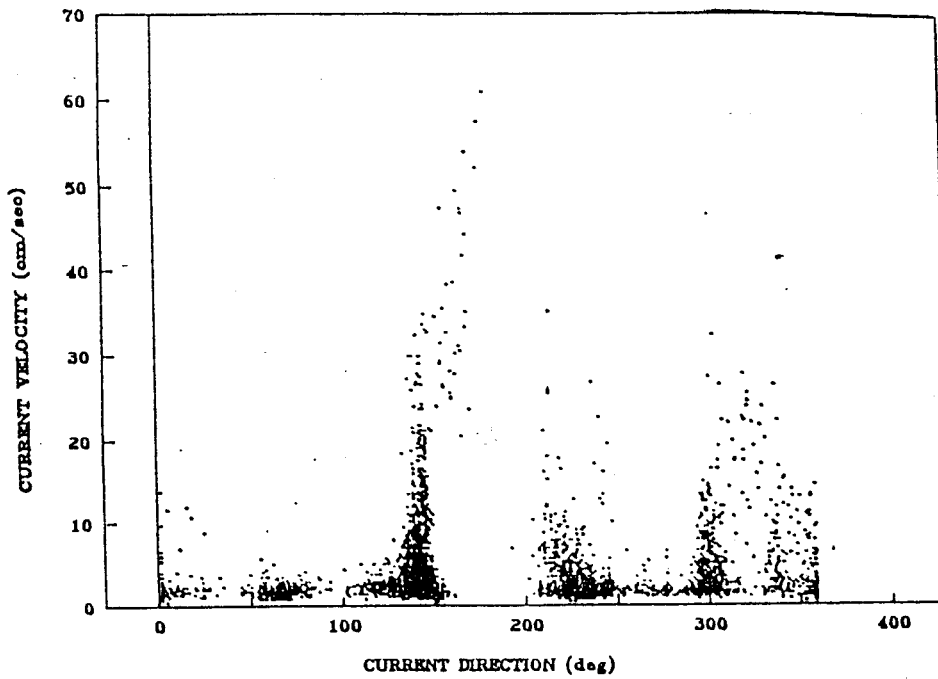
圖八(1) 非礁區之流況變化圖

1994 02 23-02 28



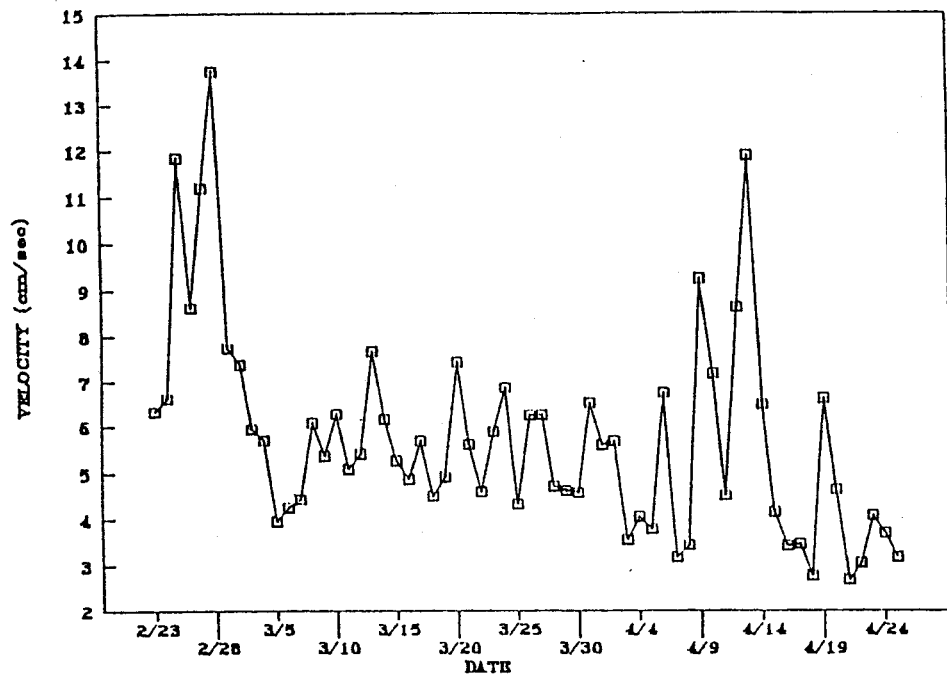
圖八(2) 非礁區之流況變化圖

1994 03 01-03 31



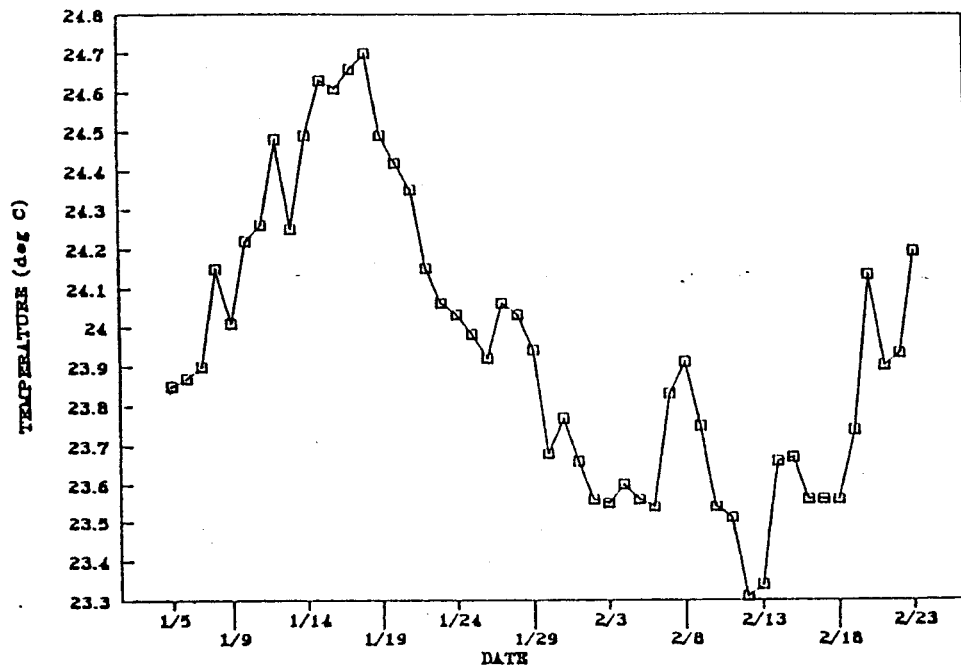
圖八(3) 非礁區之流況變化圖

1994 04 01-04 25



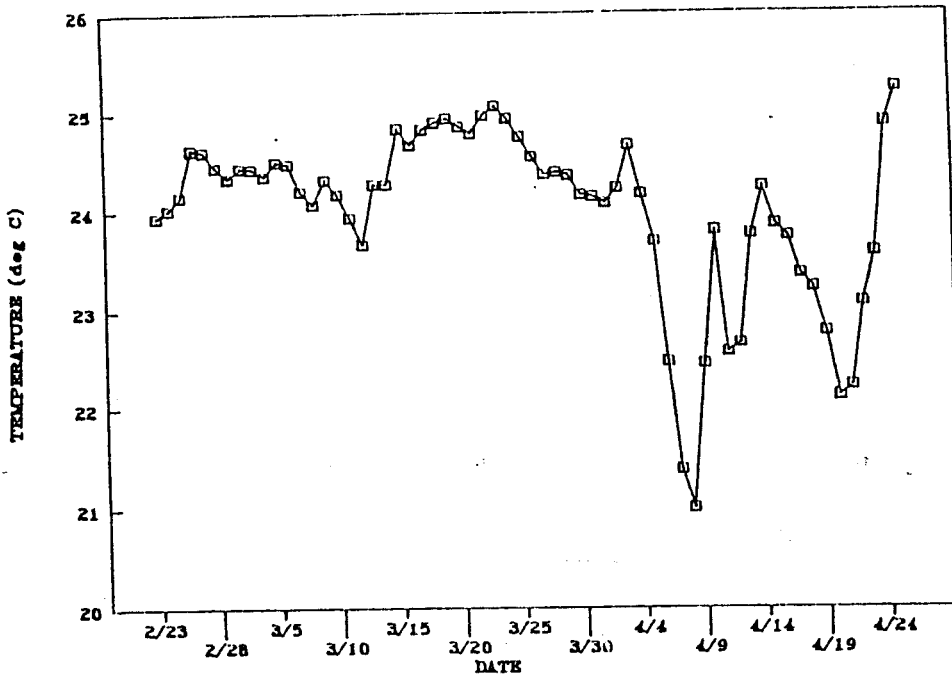
圖八(4) 非礁區每日平均流速分佈圖

1994 02 23-04 25



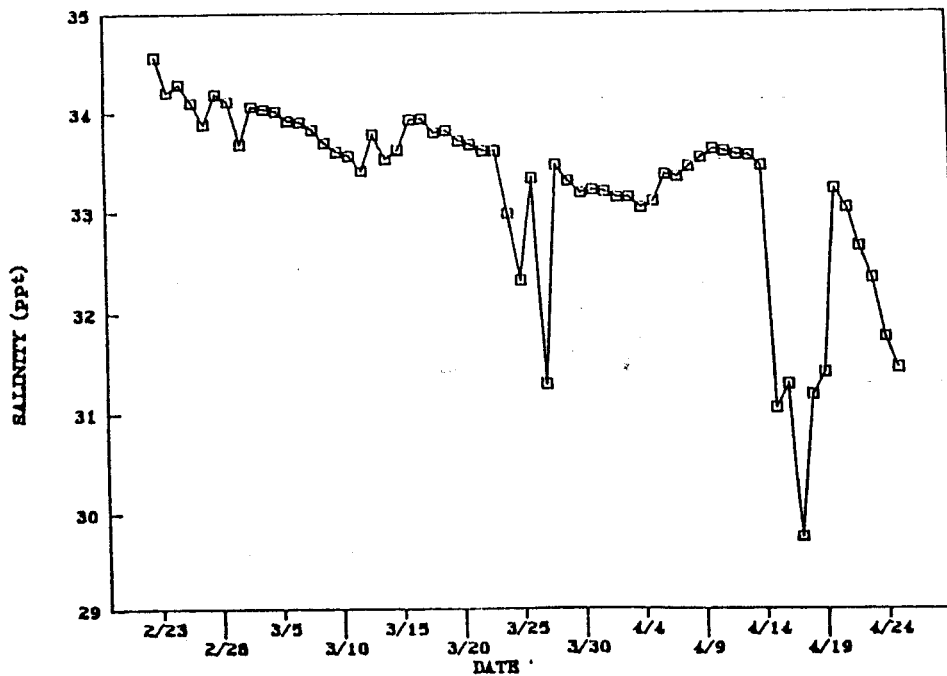
圖九、礁區水溫變化圖

1994 01 05-02 23



圖十、非礁區水溫變化圖

1994 02 23-04 25



圖十一、非礁區鹽度變化圖

1994 02 23-04 25

表1、花蓮縣石梯坪歷年魚礁投放種類與數量

| 年 度 | 經 緯 度                       | 投放水深 (m) | 魚 礁 種 類             | 投放數量 (座) |
|-----|-----------------------------|----------|---------------------|----------|
| 75  |                             | 2 ~ 11   | 242.5×210×135cm 饅頭礁 | 64       |
|     |                             | 2 ~ 11   | 45×45×45cm 十字腳柱礁    | 331      |
|     |                             | 2 ~ 11   | 45×45×45cm 十字腳柱礁    | 780      |
|     |                             | 2 ~ 11   | 60×15×15cm 水泥柱      | 25       |
| 76  |                             | 2 ~ 11   | 100×80×45cm 九孔礁     | 502      |
|     |                             |          | 100×100×100cm 龍蝦礁   | 122      |
|     | N 23° 29'.3<br>E 121° 30'.3 | 30       | 1.9m 雙層式水泥礁·浮標一座    | 74       |

表 2、礁區與非礁區營養鹽範圍

|     | 磷酸鹽 (ppb)  | 硝酸鹽 (ppm)   | 亞硝酸鹽 (ppb)   | 矽酸鹽 (ppm)   |
|-----|------------|-------------|--------------|-------------|
| 礁區  | 21.250~<ND | 0.595~0.050 | 27.690~0.000 | 0.892~0.110 |
| 非礁區 | 9.945~<ND  | 1.292~0.000 | 28.950~0.000 | 0.241~0.062 |

註：ND 表示小於偵測極限值；極限值為1ppb

表 3、本海域植物性、動物性浮游生物種類及組成：

| 分<br>區<br>類<br>域 | 植物性浮游生物 |       |       |       |       |        |
|------------------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                  | 矽藻      | 綠藻    | 放射蟲   | 其他    |       |        |
| 礁內               | 80.5%   | 4 %   | 1 %   | 14.5% |       |        |
| 礁外               | 93 %    | 0.5%  | 2.5%  | 4 %   |       |        |
| 分<br>區<br>類<br>域 | 動物性浮游生物 |       |       |       |       |        |
|                  | 夜光藻     | 有孔蟲目  | 水母類   | 枝角類   | 介形目   | 橈腳類    |
| 礁內               | 1.97%   | 0.31% | 0.4%  | 0.53% | 0.4 % | 83.56% |
| 礁外               | 0.2 %   | 0.5 % | 0 %   | 1.4 % | 0.09% | 56.54% |
| 分<br>區<br>類<br>域 | 動物性浮游生物 |       |       |       |       |        |
|                  | 蔓腳類     | 蟹幼苗   | 蝦幼苗   | 有尾蟲   | 魚卵    | 翼足類    |
| 礁內               | 1.71%   | 0.25% | 0.56% | 0.31% | 0.19% | 10 %   |
| 礁外               | 37.34%  | 0.2 % | 1.54% | 0.4 % | 0.29% | 1.5%   |

表 4、花蓮縣石梯坪人工魚礁區歷年來前20名優勢魚種

| 年度別   | 魚種別   | 俗名 | 合計     | 備註 |
|-------|-------|----|--------|----|
| 78~79 | 臺灣巴鯉  | 花連 | 30741  | 1  |
|       | 正鯉    | 卓鯤 | 11808  | 2  |
|       | 赤土釘   | 魴  | 11178  | 3  |
|       | 劍旗魚   | 旗  | 9403   | 4  |
|       | 鬼頭刀   | 萬引 | 8295   | 5  |
|       | 裸鰭    | 西己 | 8264   | 6  |
|       | 星德砂釘  | 青蘭 | 8103   | 7  |
|       | 白帶魚   | 白魚 | 6604   | 8  |
|       | 鰭     | 土托 | 6473   | 9  |
|       | 扁鰱    | 水針 | 5283   | 10 |
|       | 眼斑鰻   | 目孔 | 3996   | 11 |
|       | 圓花鯉   | 煙仔 | 3734   | 12 |
|       | 絞     | 沙魚 | 2242   | 13 |
|       | 眼眶魚   | 皮刀 | 1351   | 14 |
|       | 紅瓜鰻   | 紅尾 | 1246   | 15 |
|       | 翻車魚   | 貝腸 | 1087   | 16 |
|       | 兩傘旗魚  | 馬連 | 973    | 17 |
|       | 中華馬加鰭 | 馬加 | 961    | 18 |
|       | 細文鰻   | 飛鳥 | 951    | 19 |
|       | 黃鰭鮪   | 串仔 | 669    | 20 |
| 79~80 | 圓花鯉   | 煙仔 | 147495 | 1  |
|       | 鬼頭刀   | 萬引 | 42012  | 2  |
|       | 正鯉    | 卓鯤 | 34171  | 3  |
|       | 裸鰭    | 西己 | 30021  | 4  |
|       | 臺灣巴鯉  | 花連 | 22539  | 5  |
|       | 薄葉單棘魷 | 達仔 | 10439  | 6  |
|       | 劍旗魚   | 旗  | 8846   | 7  |
|       | 眼斑鰻   | 目孔 | 8431   | 8  |
|       | 赤土釘   | 魴  | 6766   | 9  |
|       | 鰭     | 土托 | 6578   | 10 |
|       | 絞     | 沙魚 | 6185   | 11 |
|       | 白帶魚   | 白魚 | 4812   | 12 |
|       | 扁鰱    | 水針 | 4750   | 13 |
|       | 兩傘旗魚  | 馬連 | 1945   | 14 |
|       | 細文鰻   | 飛鳥 | 1691   | 15 |
|       | 花腹鰭   | 花飛 | 1548   | 16 |
|       | 虱目魚   | 海草 | 1253   | 17 |
|       | 中華馬加鰭 | 馬加 | 1069   | 18 |
|       | 黃鰭鮪   | 串仔 | 1032   | 19 |
|       | 銅鏡鰻   | 四破 | 791    | 20 |

續表4、花蓮縣石梯坪人工魚礁區歷年來前20名優勢魚種

| 年度別   | 魚種別   | 俗名 | 合計    | 備註 |
|-------|-------|----|-------|----|
| 80~81 | 鬼頭刀   | 萬引 | 7932  | 1  |
|       | 正鯷    | 卓鯤 | 7387  | 2  |
|       | 鮫     | 沙魚 | 4913  | 3  |
|       | 臺灣巴鯷  | 花連 | 4206  | 4  |
|       | 圓花鯷   | 煙仔 | 4095  | 5  |
|       | 日本鰻   | 魴魚 | 4003  | 6  |
|       | 齒鰱    | 卓魚 | 3574  | 7  |
|       | 鰱     | 白魚 | 3350  | 8  |
|       | 劍旗魚   | 鯨  | 2850  | 9  |
|       | 薄葉單棘純 | 達仔 | 2450  | 10 |
|       | 雨傘旗魚  | 馬連 | 2374  | 11 |
|       | 眼斑鰻   | 目孔 | 2245  | 12 |
|       | 黑魴    | 胡串 | 1905  | 13 |
|       | 黃鰱    | 魴仔 | 1512  | 14 |
|       | 紅瓜鰻   | 紅尾 | 1443  | 15 |
|       | 扁鵞    | 水針 | 1388  | 16 |
|       | 浪人鰻   | 牛甘 | 1332  | 17 |
|       | 細文鰻魚  | 飛鳥 | 1276  | 18 |
|       | 竹針魚   | 竹蘇 | 487   | 19 |
|       | 南方逆鈎鰻 | 七星 | 334   | 20 |
| 81~82 | 圓花鯷   | 煙仔 | 28731 | 1  |
|       | 正鯷    | 卓鯤 | 27534 | 2  |
|       | 眼斑鰻   | 目孔 | 9323  | 3  |
|       | 鬼頭刀   | 萬引 | 9321  | 4  |
|       | 扁鵞    | 水針 | 5071  | 5  |
|       | 鰱     | 土托 | 3723  | 6  |
|       | 劍旗魚   | 鯨  | 3533  | 7  |
|       | 臺灣巴鯷  | 花連 | 3526  | 8  |
|       | 齒鰱    | 卓魚 | 3447  | 9  |
|       | 鮫     | 沙魚 | 2354  | 10 |
|       | 日本鰻   | 魴魚 | 2169  | 11 |
|       | 雨傘旗魚  | 馬連 | 1775  | 12 |
|       | 薄葉單棘純 | 達仔 | 1298  | 13 |
|       | 紅瓜鰻   | 紅尾 | 1163  | 14 |
|       | 黃鰱    | 魴仔 | 1154  | 15 |
|       | 黑魴    | 胡串 | 1105  | 16 |
|       | 細文鰻魚  | 飛鳥 | 298   | 17 |
|       | 銅鏡鰻   | 四破 | 233   | 18 |
|       | 浪人鰻   | 牛甘 | 231   | 19 |
|       | 白帶魚   | 白魚 | 215   | 20 |



表5、年度漁獲量魚種產量增減比率

| 魚種別   | 漁獲量<br>(78~79) | 漁獲量<br>(79~80) | 漁獲量<br>(80~81) | 漁獲量<br>(81~82) | 增減比率<br>(%) | 增減比率<br>(%) | 增減比率<br>(%) | 平均增減<br>比率(%) |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| 圓花鱸   | 3734           | 147495         | 4095           | 28731          | 3850.054    | 9.668       | 669.443     | 1509.722      |
| 薄葉單棘魷 | 272            | 10439          | 2450           | 1298           | 3737.868    | 0.735       | 377.206     | 1371.936      |
| 杜氏刺尾鯛 | 23             | 229            | 0              | 0              | 895.652     | -1          | -1          | 297.884       |
| 尖翅燕魚  | 34             | 308            | 0              | 0              | 805.882     | -1          | -1          | 267.961       |
| 鬼頭刀   | 8295           | 42012          | 7932           | 9321           | 406.474     | -4.376      | 12.369      | 138.156       |
| 小管    | 9              | 42             | 0              | 0              | 366.667     | -1          | -1          | 121.556       |
| 虱目魚   | 341            | 1253           | 0              | 0              | 267.449     | -1          | -1          | 88.483        |
| 裸鯨    | 8264           | 30021          | 0              | 0              | 263.274     | -1          | -1          | 87.091        |
| 斐氏黃臘鰻 | 16             | 51             | 0              | 0              | 218.75      | -1          | -1          | 72.25         |
| 正鑿    | 11808          | 34171          | 7387           | 27534          | 189.389     | -37.441     | 133.181     | 95.043        |
| 三線雜魚  | 14             | 40             | 0              | 0              | 185.714     | -1          | -1          | 61.238        |
| 蛟     | 2242           | 6185           | 4913           | 2354           | 175.870     | 119.135     | 4.996       | 100           |
| 大眼海鯷  | 20             | 54             | 0              | 0              | 170         | -1          | -1          | 56            |
| 東方石鱸  | 10             | 26             | 0              | 0              | 160         | -1          | -1          | 52.67         |
| 眼斑鱒   | 3996           | 8431           | 2245           | 9323           | 110.986     | -43.819     | 133.308     | 66.825        |
| 雨傘旗魚  | 973            | 1945           | 2374           | 1775           | 99.897      | 143.988     | 82.425      | 108.77        |
| 黑鰨    | 17             | 32             | 0              | 0              | 88.235      | -1          | -1          | 28.745        |
| 斑點廉鯛  | 12             | 22             | 0              | 0              | 83.333      | -1          | -1          | 27.111        |
| 銅鏡鰻   | 433            | 791            | 245            | 233            | 82.679      | -43.418     | -46.189     | -2.309        |
| 花枝    | 34             | 62             | 10             | 11             | 82.353      | -70.588     | -67.647     | -18.627       |
| 細文鯊魚  | 951            | 1691           | 1276           | 1092           | 77.813      | 34.175      | 14.826      | 42.271        |
| 灰海鰻   | 23             | 37             | 0              | 0              | 60.870      | -1          | -1          | 19.623        |
| 大眼鯛   | 11             | 17             | 0              | 0              | 54.545      | -1          | -1          | 17.515        |
| 黃鰭鯖   | 669            | 1032           | 1512           | 1154           | 54.260      | 126.008     | 72.496      | 84.255        |
| 夏威夷海鯷 | 20             | 30             | 0              | 0              | 50          | -1          | -1          | 16            |
| 紫紅金線魚 | 10             | 15             | 0              | 0              | 50          | -1          | -1          | 16            |
| 黑魷    | 46             | 58             | 1905           | 1105           | 26.087      | 4041.304    | 2302.174    | 2123.188      |
| 中華馬加鰹 | 961            | 1069           | 293            | 193            | 11.238      | -69.511     | -79.917     | -46.063       |
| 黑瓜子鰻  | 63             | 68             | 43             | 53             | 7.937       | -31.746     | -15.873     | -13.227       |
| 鯖     | 6473           | 6578           | 3350           | 3723           | 1.622       | -48.247     | -42.484     | -29.703       |
| 拉羅鱒   | 0              | 57             | 0              | 0              | -----       | -----       | -----       | -----         |
| 扁甲鰻   | 0              | 625            | 0              | 0              | -----       | -----       | -----       | -----         |
| 紅鱈    | 0              | 46             | 0              | 0              | -----       | -----       | -----       | -----         |
| 金帶花鱒  | 0              | 1548           | 0              | 0              | -----       | -----       | -----       | -----         |
| 花腹鯖   | 0              | 75             | 0              | 0              | -----       | -----       | -----       | -----         |

續表5、年度漁獲量魚種產量增減比率

| 魚種別   | 漁獲量<br>(78~79) | 漁獲量<br>(79~80) | 漁獲量<br>(80~81) | 漁獲量<br>(81~82) | 增減比率<br>(%) | 增減比率<br>(%) | 增減比率<br>(%) | 平均增減<br>比率(%) |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| 劍旗魚   | 9403           | 8846           | 2850           | 3533           | -5.924      | -69.691     | -62.427     | -46.014       |
| 臺灣巴鯉  | 30741          | 22539          | 4206           | 3526           | -26.681     | -86.318     | -88.530     | -67.176       |
| 齒鯨    | 0              | 0              | 3574           | 3447           | -----       | -----       | -----       | -----         |
| 紅甘鯨   | 371            | 267            | 250            | 298            | -28.032     | -32.615     | -19.677     | -26.775       |
| 浪人鯨   | 567            | 367            | 1332           | 231            | -35.273     | 134.921     | -59.259     | 13.463        |
| 日本鱈工  | 0              | 0              | 4003           | 2169           | -----       | -----       | -----       | -----         |
| 日本金梭魚 | 0              | 0              | 253            | 110            | -----       | -----       | -----       | -----         |
| 竹針魚   | 422            | 256            | 487            | 59             | -39.336     | 15.403      | -86.019     | -36.651       |
| 日本花鱈  | 0              | 0              | 123            | 45             | -----       | -----       | -----       | -----         |
| 紅瓜鯨   | 1246           | 263            | 1443           | 1163           | -78.892     | 15.811      | -6.661      | -23.247       |
| 星德砂訂  | 8103           | 98             | 253            | 211            | -98.791     | -96.878     | -97.396     | -97.688       |
| 海鱈    | 77             | 65             | 48             | 24             | -15.584     | -37.662     | -68.831     | -40.692       |
| 南方逆鈎鯨 | 291            | 217            | 334            | 126            | -25.430     | 14.777      | -56.701     | -22.451       |
| 翻車魚   | 1087           | 414            | 11             | 19             | -61.914     | -98.988     | -98.252     | -86.385       |
| 絲鱈鯨   | 0              | 0              | 179            | 114            | -----       | -----       | -----       | -----         |
| 墨魚    | 0              | 0              | 30             | 19             | -----       | -----       | -----       | -----         |
| 扁鰲鱈   | 5823           | 4750           | 1388           | 5071           | -18.427     | 0.004       | -12.914     | -10.446       |
| 白帶魚   | 6604           | 4812           | 484            | 215            | -27.135     | -92.671     | -96.744     | -72.183       |
| 青甘鯨   | 303            | 266            | 0              | 0              | -12.211     | -1          | -1          | -4.737        |
| 六帶鯨   | 307            | 265            | 0              | 0              | -13.681     | -1          | -1          | -5.227        |
| 大眼金梭魚 | 210            | 142            | 0              | 0              | -32.381     | -1          | -1          | -11.46        |
| 赤土缸   | 11178          | 6766           | 0              | 0              | -39.470     | -1          | -1          | -13.823       |
| 鮫魚    | 66             | 24             | 0              | 0              | -63.636     | -1          | -1          | -21.879       |
| 赤鯨    | 108            | 20             | 0              | 0              | -81.481     | -1          | -1          | -27.827       |
| 短吻鱈   | 46             | 8              | 0              | 0              | -82.609     | -1          | -1          | -28.203       |
| 眼眶魚   | 1351           | 53             | 0              | 0              | -96.077     | -1          | -1          | -32.692       |