

---

## 大里人工魚礁區之分佈實態

主辦機關:國立臺灣海洋大學漁業研究所

執行機關:國立臺灣海洋大學漁業研究所

執行人:汪群從 校長  
計畫主辦人:劉春成 講師  
張鴻琳 研究生

計劃名稱:宜蘭縣大里人工魚礁區及保護礁區海域生態環境調查與效益評估

計劃編號:81農建-6·4-漁-16(3-10)

## 摘 要

人工魚礁之效果雖早已受到肯定，但是並非每一處人工魚礁均能夠發揮應有之效果。若要使魚礁儘可能發揮其功效，必須選擇適當之投放地點與採取最佳之堆疊方式，以確實達到聚集魚群之目的，本研究藉由魚礁區之魚探航測，R.O.V.及潛水人員水中觀察來探討大里人工魚礁之分布情形、堆疊概況與礁區附近魚群集散情形？從魚探調查中發現，太里海域水深16米以淺處，有許多的天然礁，人工魚礁則投放在水深24米處附近。魚礁之分布頗為集中，魚礁堆疊之最高高度約為3米，且附近有魚群聚集。水下監視系統觀察得知，大部分魚礁無堆疊狀況，且排列並不平整，僅少數礁體有上下堆疊情形。僅在魚礁之橫樑發現裂痕外，其餘並無嚴重毀損情形。另外，魚礁之底部有明顯的洗掘現象。礁體附近並無大型障礙物，因此魚類可自由進出。

就魚群之集散情況而言，觀察到的魚群大部分集中於魚礁的流下側，就空間而言，魚群大部分出現在魚礁之內部與魚礁之表面。在此觀察期間，魚礁所聚集之魚群以四線雞魚與黑瓜子臘為主，單體魚則以馬面單棘魷為主。

## 前 言

生物具有追求適合於本身生存發展處所的本能，魚類也會尋求適合棲息、生存及成長之場所。人類常常在海底起伏不平處發現魚群，這些堆礁常是魚群索餌、棲息甚至定居之所在，因而堆礁不但是形成漁場的重要機構更是找尋漁場的重要指標之一。但是近幾年來，因漁撈技術不斷改進、漁獲努力量持續增加造成的過漁現象，從而導至魚類資源的減少。因此，沿海國家為培育魚類資源及增加其生存空間，乃大量投放人工魚礁，展開系列的海洋水產資源培育計畫。

人工魚礁發展迄今已二百餘年，從最早漁民將石塊、樁材等人工或天然物質投入海中集魚，至目前的巨型水泥礁大量集體投放以形成有效的魚類棲息處，其效益均頗為明顯(Liu *et al.*, 1991a; Ou *et al.*, 1990a; Ou *et al.*, 1990b)。到底人工魚礁聚魚的機制為何？根據井上(1978)指出有陰影效果說、餌料效果說、魚的本能說、渦流效果說、音響效果說、走觸性說以及逃避目標說等；而據張等(1977)之報告指出，人工魚礁對於魚類有兩種吸引力：第一是礁體結構設計上提供避難所，讓魚類躲藏及使魚類免於受波浪運動的影響，第二是居住於礁體的生物是其他生物的餌料，礁體改善了原來的環境，使得生物可以在此居住、產卵。人工魚礁既有如此良好之效果，因此，近年來已成為沿近海資源培育之一環，亦成為未來漁業發展重要之一部分。

僅管人工魚礁之效果已受到相當之肯定，但是魚礁之投放可能因位置之不當或因遭受風暴破壞(Breuer, 1963)、埋沒(Mathew, 1978)而導致效果低落。根據Bonsack及Sutherland(1985)指出，人工魚礁投放位置不當

，反而造成當地生態系統之破壞。因此，在人工魚礁投放前必須對地點加以選擇，俾魚礁能發揮較佳之效益；投放之後亦須加以追蹤，以証實魚礁是否確有培育資源之效果。大里海域歷年之投放情形如表一所示，由資料可知係近幾年才開始投放之礁區，而且每次公告地點均相當接近。筆者等曾受宜蘭縣政府水產課之邀，對大里擬投礁海域做一調查評估(Liu et al, 1991b)，本文乃就其投放後之分布現況，堆疊情形、生物附著及魚群聚集概況，以及魚礁是否有被流沙覆蓋或者為海流所沖毀等作系列調查，以為日後繼續投放魚礁工作或從事效益評估等之參考。

## 材料與方法

根據台灣省漁業局所公告之資料顯示，大里人工魚礁區近三年所投放礁體範圍之水深均為21M，最近二年之地點均在北緯24度57分6秒，東經121度54分48秒附近，因此，本調查範圍即以此位置為中心半徑逾500公尺之礁區可能分布水域，調查之主要方式則分述如下：

### 一、魚探航測：

船隻航行時配合魚探機可進行較大範圍海區之探測，其主要目的除可借反射記錄跡尋找魚礁外，亦可配合海圖定位作魚礁之水平分布情形。本實驗所使用之魚探機為日製手提式FUSO-180D 200 KHz乾式記錄紙型魚探機(如照片一)於實際航測開始前，為確保發射強度的穩定及反射記錄的清晰，先在港口外海附近擇適當水域，調整魚探機的各操作元件，使

二次反射或三次反射時，能明顯地分辨出海底狀況，而獲致理想的記錄效果，儀器並設定如下：

- (1). 水深設定(Range)：0-80米；
- (2). 海底判別(White line)：第0段；
- (3). 表層干擾控制(S.T.C)：Middle；
- (4). 記錄紙轉速(Paper speed)：Full speed；
- (5). 感度(Gain)：第六段。

航測時船速保持一定(船速約二節)並以投礁地點為中心，做略平行於海岸線之矩形航法(Orthogonal way)，探測範圍為1000m X 500m，水深範圍為16~26米，航線間距約50m，轉折點以全球衛星導航儀(型號為：Magnavox MX5400 GPS Navigator)定位，實際之航跡線如圖一所示。利用魚探機找尋魚礁，找到後即刻投下浮標以為標識，航線間之夾角調整約為30度，船速減為0.6節，以進行魚礁之水平分佈調查，其航跡線如圖二所示。

## 二、水中觀察：

本項調查緊接在前項魚探調查完成之後，所使用之儀器為日製KOWA100型水下監視系統，簡稱R.O.V.(Remotely Operated Vehicle)，此一系統包括一發電機、控制主機(Control panel)、控制遙桿(Joystick controller)、電視螢幕(Monitor television)及遙控船(Vehicle)(如照片二所示)，遙控船上配有水中相機及水中攝影機。操作時先測量水中之流速、流向，再將船駛至浮標之潮上測拋錨，放下遙控船，使順著流向駛向魚礁，操作者可經由電視螢幕觀察到水中之情況，而藉由經遙桿操控遙控船。到達礁體後主要之觀察項目包括底質、洗掘或掩埋情形、礁體之堆疊及生物附著情形與魚類之集散概況。本項監視系統所錄畫面，可供進一步判識及研究之用。

## 結 果

### 一、魚礁之分布：

魚探調查分爲兩部份，一爲較高航速航測並藉記錄跡以尋找魚礁，二爲緩速航測以判別魚礁之水平分布。就前者而言，魚探記錄跡所顯示之深度範圍約從16米至26米，從深度約16米之記錄跡看來(如圖三所示)，此處之海底地形變化劇烈，起伏相當明顯，許多高度有些更超過5公尺，附近有大量魚群聚集，而且記錄跡濃黑，且有拖尾現象，表示出此處之海底有相當多之礁石，底質相當堅硬。而在深度約19米、20米處之記錄跡看來(如圖四所示)，海底地形似乎較爲平坦，但其反射仍然相當強烈，雖不像前述之海底地形那麼富於變化，但仍可發現礁石，並且附近還有魚群聚集，此種海底反射相當強烈之情形一直延伸到深度約22米處。但是當深度到達24米時(如圖五所示)，發現海底之反射不再那樣強烈，顯示出此處之底質已產生變化，而且不再發現魚群，此種現象對於魚礁之判斷相當有利，果然在北緯24度56分55.7秒東經121度55分21.1秒的地方發現海底之反射記錄跡有異樣變化(如圖六所示)，不但海底突起、反射強度增強，而且記錄跡變黑，拖尾現象更爲明顯，因此判定該記錄跡爲人工魚礁之記錄跡。由該記錄跡中我們可看出，魚礁堆放之最高高度約爲3米，且礁體附近有魚群聚集。

在經過水下監視系統証實爲魚礁之後，以魚探機調查魚礁之水平分布結果如圖二中之粗線所表示，魚礁之分布範圍約從北緯24度56.93分至24度56.89分，東經121度55.29分至121度55.39分。由圖中可看出，

在浮標東北側之魚探調查均連續打到魚礁。因此，魚礁除少部分散置外，其餘均相當集中。

## 二、礁體的堆疊情形：

透過水下監視系統(R.O.V.)觀察浮標下魚礁附近之海底景觀與人工魚礁之堆疊情形。就礁體之現況而言，魚礁之規格型式清晰可見，為2mx2mx2 m之雙層式巨型水泥礁，並無斷裂或其他嚴重毀損之現象，但是發現魚礁之橫樑有裂縫(如照片三所示)，寬度約從0至0.5公分。魚礁周圍之海底地形為平坦沙質海底，因受潮水運動之關係而產生層層波紋。在魚礁之底部亦發現因海潮流所產生之洗掘以及礁體下陷與掩埋等現象(如照片四所示)，此等現象造成魚礁底部之水泥橫樑部分已快被泥沙掩蓋。至於礁體之堆疊方式，大部分均為單層平放海底，偶有發現兩個礁體堆疊；礁體水平之排放方式並非整整齊齊，其放置方向頗為零亂；但礁體尚稱集中，整個水平之放置亦呈現不規則情形，在垂直方向之堆放亦不平整，有些更是斜斜插入成為角錐。兩個魚礁垂直堆疊已是少見，三個以上更是無從發現；因此，魚礁堆疊之最高高度不到四米，大部分高度僅是一個礁體的高度。另外，魚礁附近並無阻礙魚類進出魚礁之障礙物，雖有觀察到有塑膠袋、鋁罐等人造廢棄物，但是由於數量少、體積小，且發現之地點僅在魚礁內部的小範圍海底，所以對於魚類進出魚礁區並不構成威脅。

## 三、礁體的聚魚情形：

就魚類之集散情況而言，在魚體外圍並無發現較大型洄游性魚類之魚群，而僅發現一群稚魚。在魚礁內部發現有馬面單棘魷(*Navodon modestus*)、柴魚(*Microcanthus strigatus*)等，其中以馬面單棘魷出現之頻度最高，來來回回不停地穿梭於礁體中與礁體間之縫

隙，但是均是以單體魚之型態出現，甚至連兩條魚一起出現之情形甚少見，不能成群。而白吻雙帶立旗鯛 (*Heniochus acuminatus*) 則三兩成群的穿梭洄游(如照片五所示)，其群之大小亦止於此，數量上不再多見。另外在此觀察期間所發現之魚群在魚礁附近之分布，約可分為三類，一是分布在礁體之表層，此類魚群以瓜子臘科之黑瓜子臘 (*Girella melanichthys*) 為代表，遊戲於魚礁間之縫隙上層，當遙控船駛近時，全躲進縫隙內，不見蹤影。二是在礁體內部上層所發現之魚群，數量頗多，游動方向均相當一致，此類魚群主要發現兩群，以四線雞魚 (*Pomadasys quadrilineatus*) 為代表。三是在魚礁底層所發現之魚群，此處之魚群呈現相當散亂，魚種較為複雜，游動毫無秩序與方向可言，但是來來回回尋尋覓覓，似乎正在尋找海底的食物。此三類魚群在此觀察期間，只是在魚礁的範圍內活動，均無離開礁體至魚礁外圍洄游的跡象，魚礁周邊外圍亦甚少發現魚群。另外在攝影的過程中發現有條刺河魨 (*Diodon holocanthus*) 正在攝食礁體上之附著生物 (如照片六所示) 久久不去。礁體上之附著生物以藤壺、海苔等之小型生物居多，但是附著之情形尚不十分繁茂。總而言之，此次觀察之魚群分布，主要均在礁體之內部至表面附近活動，較少離開礁體至外圍洄游，只看到一群稚魚在礁體之外圍，在此期間觀察到之魚種如表二所示。

## 討 論

在調查的過程中，平坦的沙質海底，沒有發現魚群的蹤影，亦無單體魚的蹤跡，而在魚礁內及魚

礁附近，確實有魚群聚集。因此，人工魚礁確實有聚魚的效果，但是否有發揮其應有之效果呢？在此魚礁所發現的魚群，魚體的體型均不大，單體魚之體型亦屬普通，據 Nakamura (1985) 所述，人工魚礁蟄集的魚類有三種，第一種為喜歡接觸礁體的魚類，如石狗公、裸胸鯔等底棲性魚類。第二種為在礁體周圍洄游的魚類，如鯛類、鮪類等岩礁性魚類，第三種為表中層洄游性魚類，如鯉、鯖。就此次觀察期間所見到之魚種而言，多屬前兩種，且觀察到之數量並不多。而第三種之魚類，可能由於季節不同，在魚礁之外圍並無發現，但在魚礁內部所發現的魚群中，有體型為紡錘型之小魚魚群，可能為洄游性魚種之稚魚。且發現魚群的頻率均集中在魚礁的流下側，據 Nakamura (1985) 指出，人工魚礁所產生的渦流會造成附近海域水壓變化而形成緩流域，魚類喜歡棲息在此區域。

本次觀察期間，魚礁雖有聚集魚群，但是魚礁內之魚群密度並不高，且魚礁外圍所發現之魚群相當少，據 Chanlder 等 (1985) 指出，半居住性的魚種 (Semiresident Fish) 喜歡底層礁勝過中層礁，當超過底層礁之負荷量時，才利用中層的車胎礁。因此，筆者等認為，魚礁外圍魚群量少的原因有二，一為此次調查期間非逢漁期，因而不見表中層洄游性魚類之魚群；其二為魚礁本身之負荷量未達一定標準，魚礁之內部尚能容納魚群棲息。因而魚礁外圍之魚群量少。另外，就魚礁之投放地點而言，台灣東北部本就以岩岸為主，而大里海域之岩礁地形更延伸至水深 22 米，且深度在 16 米時，天然礁石林立，而魚礁投放在深 24 米處，距離上不足 500 米，根據 Chang (1976) 之調查研究指出，魚礁之投放地點必須選擇距離珊瑚礁 0.5 浬以上，而 Turner (1970) 更明白指出

，魚礁最好距天然礁半哩或0.5公里以上，雖此處之水深相當適合，但若要在地點上尋求魚礁之最佳效果，或許應配合天然礁之距離而再往外移，況且目前本省魚礁之投放水深有些已達42公尺，而日本人工魚礁之投放更達水深150公尺，而主要分布在40~80米間之水深。因此日後若再投放魚礁，往更深的地點投放，以求更高的效益，應是可行的。

至於魚礁的堆疊方式，據Fujii(1982)指出，礁體高度達水深的1/10即可，而據Ogawa(1982)認為礁體高度達3~4米即可發揮其聚魚之效果。此處魚礁之最高高度雖達標準，但是魚礁之平均高度卻仍嫌不足，若將該高度提昇，應可增加聚魚效果。而魚礁之排列方式據Nakamura(1982)指出，人工魚礁應與優勢流或魚道垂直，才可發揮魚礁之最大功效。但從魚礁之水平分布看來，魚礁分布並無明顯朝何種方向堆放，而此處之流向大都是東北向或西南向，因此魚礁之投放應以西北、東南方向發展。

大里人工魚礁區目前已成當地許多海釣漁船熱門的釣場，為漁村帶來另一種收入，根據上述的調查，大里附近海域應可持續投放人工魚礁，但是否應在原地點集中投放並與優勢流垂直，或者再往外移以遠離天然礁區，以求發揮魚礁之最大功效，則是今後投礁時須預作的抉擇。

## 謝 辭

本研究為農委會補助計畫，編號『81農建－6.4－漁－16（3－10）』，研究工作執行期間承蒙福興18號漁船船長游阿賢先生之協助與新順發漁船船長王見池先生等父子三人之協助調查、李新鴻先生之協助潛水，使得本研究得以完成，謹此致謝。

## 參 考 文 獻

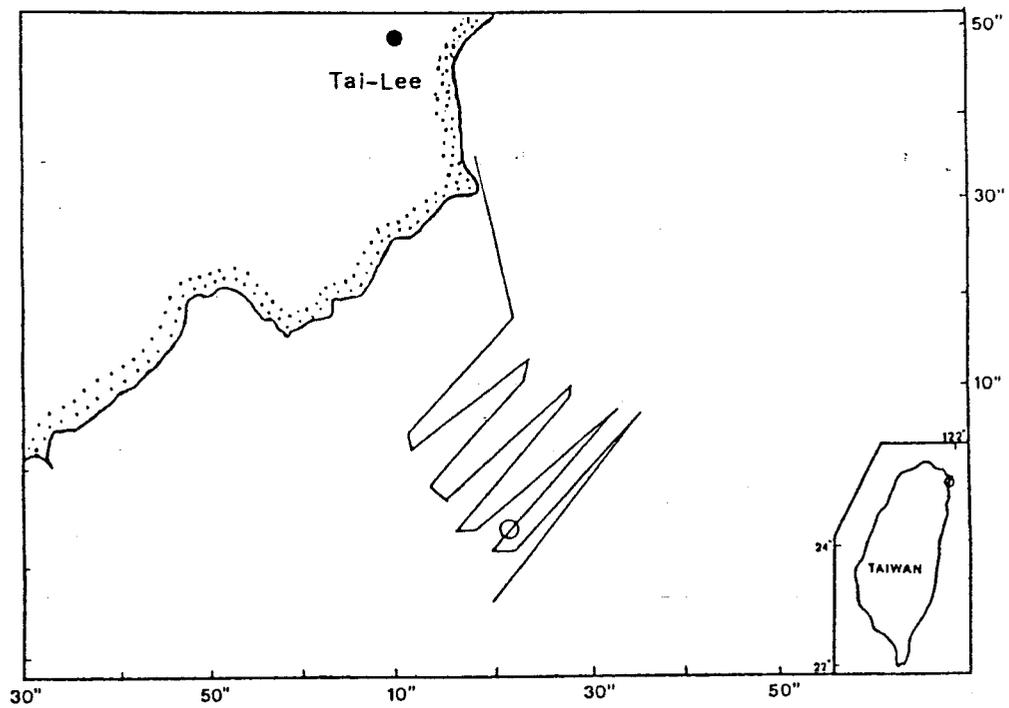
1. Bohnsack, R. M. and D. L. Sutherland (1985). Artificial reef research : A review with recommendation for future priorities. *Bulletin of Marine Science* , 37(1):11-39.
2. Breuer, P.J. (1963). Rebuliding, or supplementing of the artificial reefs in the Gulf of Mexco. *Coastal Fisheries Project Reports 1963*, Texas Parks and Wildlife Department. 501-504.
3. Chang, K.S. (1976). Artificial reefs in Taiwan (I), *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica; Monography series No.1.*
4. Chang, K. S. (1977). Artificial reefs in Taiwan (II), *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica; Monography series No.2.*
5. Charlder, C.R., R.M. Sanders and A. M. Landery. ( 1985). Effect of three substrate variables on two artificial reef fish communities. *Bulletiom of Marine Science*, 137(1): 129-142.
6. Fujii, Y. (1982). Reff conditions required by target species of fish. Pages 296-299 in S. F. Vik, ed. *Japanese artificial reef technology.* Aquabio, Inc., 2957 Sunset Blvd., Bellair Bluffs, FL. Tech. Rep. 604.
7. Inoue, M. (1978). *Fish behavior and fishing methods.* Tokey. 214pp.
8. Liu, C. C., R. L. Chen, H. O. Ou, H. L. Chang, C. T. Teng, S. T. Lin, and C.P. Wu. (1991a). The distribution of artificial reefs on the coastal water of Tung-Ao. *China Fisheries Monthly*. 457 : 7-9.

9. Liu, C. C., H. O. Ou, H. L. Chang, C. T. Teng, R. L. Chen, C. T. Teseng and C. J. Chiang . (1991b). The estimation of artificial reef site on the coastal water of Tai-Lee, I-Lan Hsien. *China Fisheries Monthly*. 459:9-19.
10. Mathews , H.( 1978 ).Artificial reef site selection.Pages 7-10 in D.Y.Aska,ed.Artificial reefs in Florida. Florida Sea Grant Rep.
11. Nakamura,M.(1982).Hydraulic structure of reefs.Pages 165-179 in S.F Vik, ed.Japanese artificial reef technol.Aquabio,Inc.,2957 Sunset Blvd., Bellair Bluffs, Fla. Tech. Rep. 604. 24.
12. Nakamura, M. (1985). Evolution of artificial fishing reef concepts in Japan. *Bulletin of Marine Science*. 37(1): 271-278.
13. Ogawa, Y.(1982). The present status and future prospects of artificial reefs: developmental trends of artificial reef units pages 23-41 in S.F.Vik,ed.Japanese artificial reef techonogy. Aquabio,Inc.,2957 Sunset Blvd.,Bellair Bluffs, FL. Tech. Rep. 604.
14. Ou, H. C., C. C. Liu, J. M. Liu, C. M. Wang and R. L. Chen. (1990a). The distribution of Nan - Liao artificial reefs in north-western Taiwan. *China Fisheries Monthly*. 445: 17-26.
15. Ou, H. C., C. C. Liu, B. S. Chen,C. Y. Lin and H. J. Chang. (1990b ). On the distribution of artificial on the coastal water of Wai-Pu , Miao-Li Hsien. *China Fisheries Monthly*. 447: 9-22.
16. Turner, C. H. (1970). Artificial reefs. *Ency . Mar. Resour.* Ed. by Frank E.Firth.

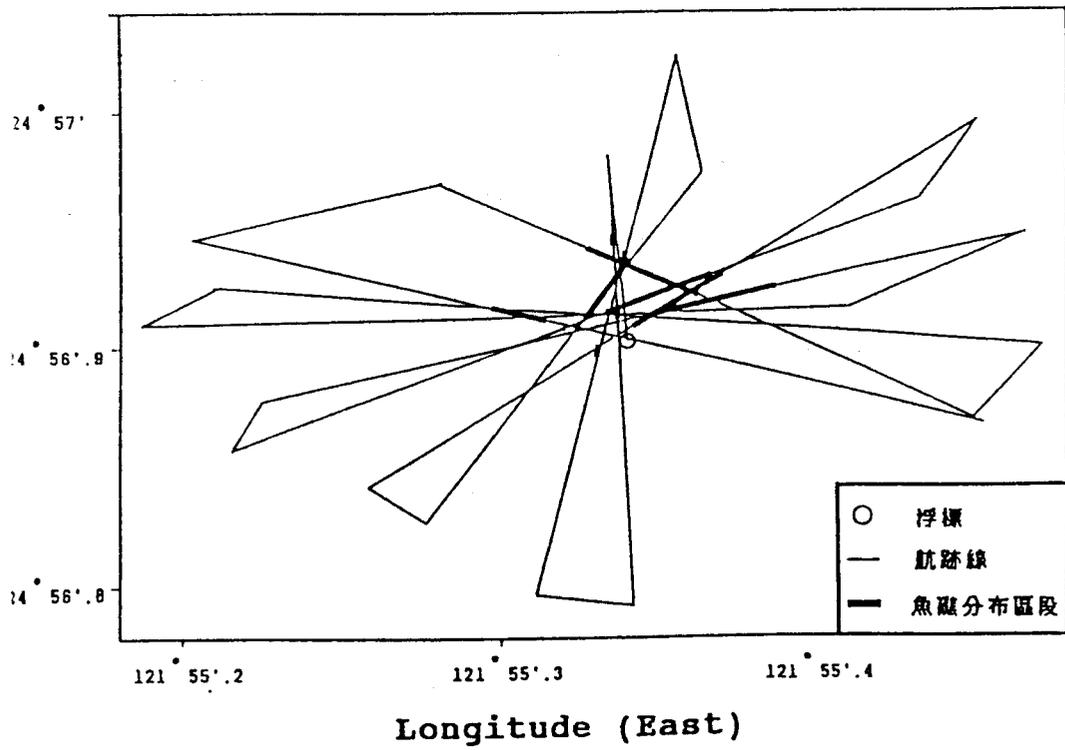
### Abstract

The effect of artificial reefs has been known for many years ago, but not can artificial reefs of every site has proper effect. If we wish artificial reefs be more effective , the positioned place must be suitable and the best way to installed, to attain the purpose of aggregating fish . This study is in order to detect the distribution of artificial reefs in Tai-Lee and to observe the reefs piled up and it's effect of aggregation. Echo servey, ROV observation and scuba diving have been used to get the purposes.

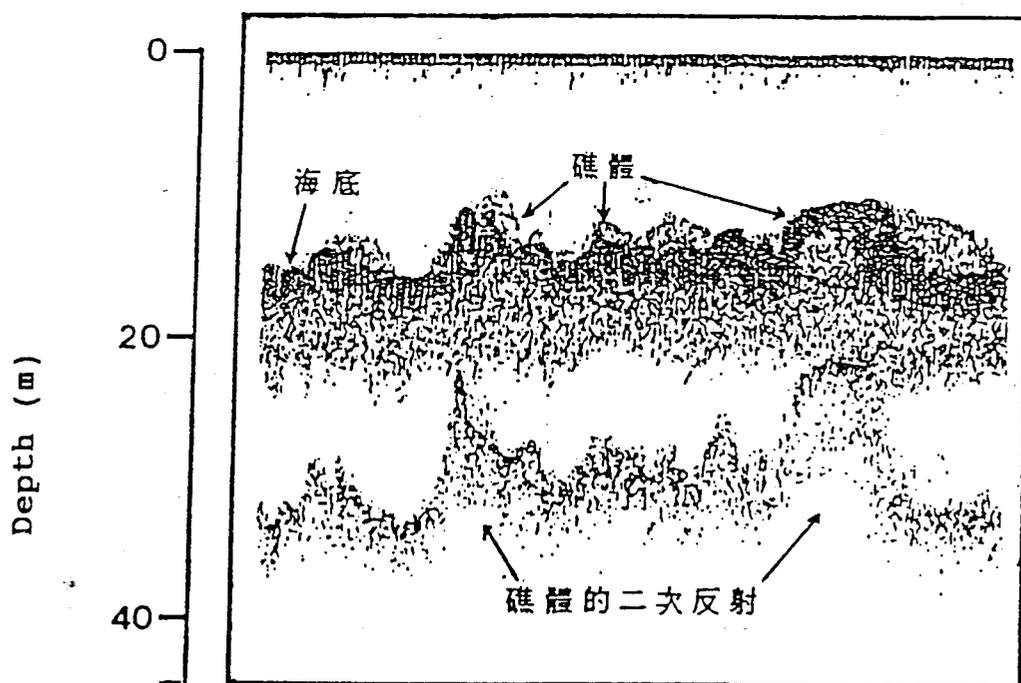
From the echo servey, we found the depth was about 16 meter where has many natural reefs and the artificial reefs had been installed near by the contour of 24 meter. From the echo traces, we found the artificial reefs' distribution were centerized, the most height installed was about 3 meter and the echograms of fish schools which near the artificial reefs were so obvious. In the diving observation , we got that most of them were not piled up together and the way of arranged was not in regulation. Fortunately, the distory condition was not too bad, only found a small crack on a reef. Additionlly , we found the current scraped so obsivous on the reefs bottom and no large obstacle around the reefs. So that, fish could get in or out reefs in free. For the aggregation condition , we found fish school in down current side of the reefs and most of them were swimming in reef body or on reef's surface. The most abundant species were *Pomadasys quadrilineatus* and *Girella melanichthys*.



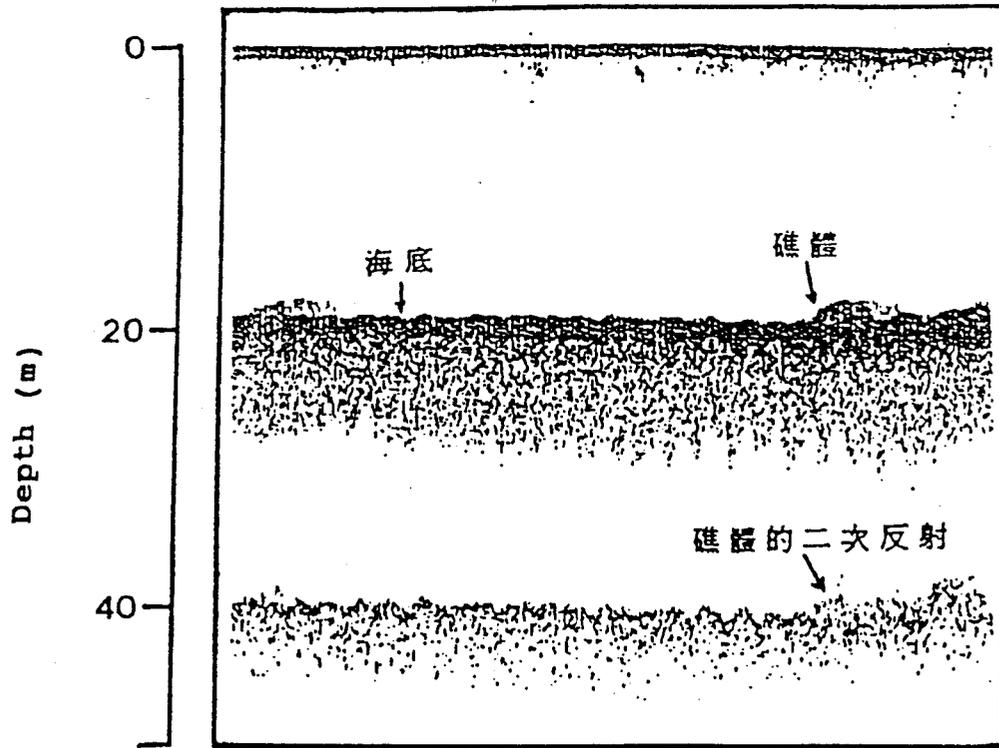
圖一、大里之位置及調查魚礁之航跡線



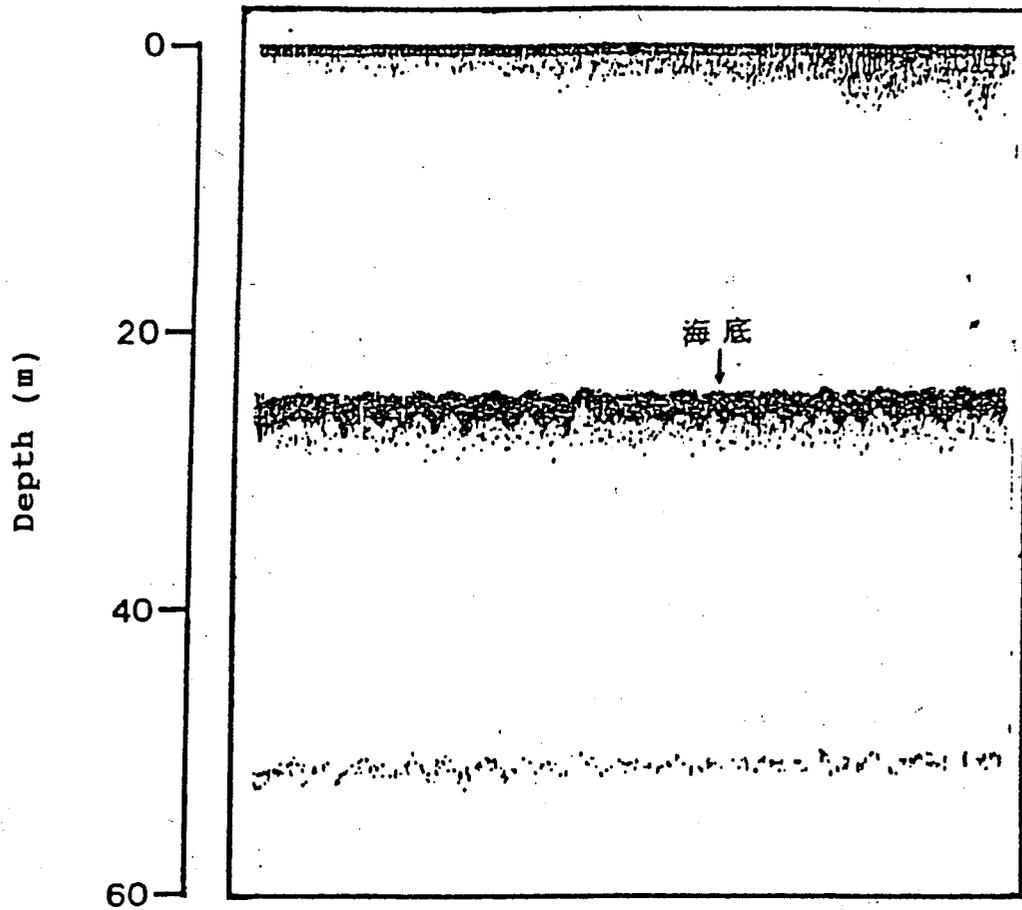
圖二、魚礁之水平分布與調查之航線



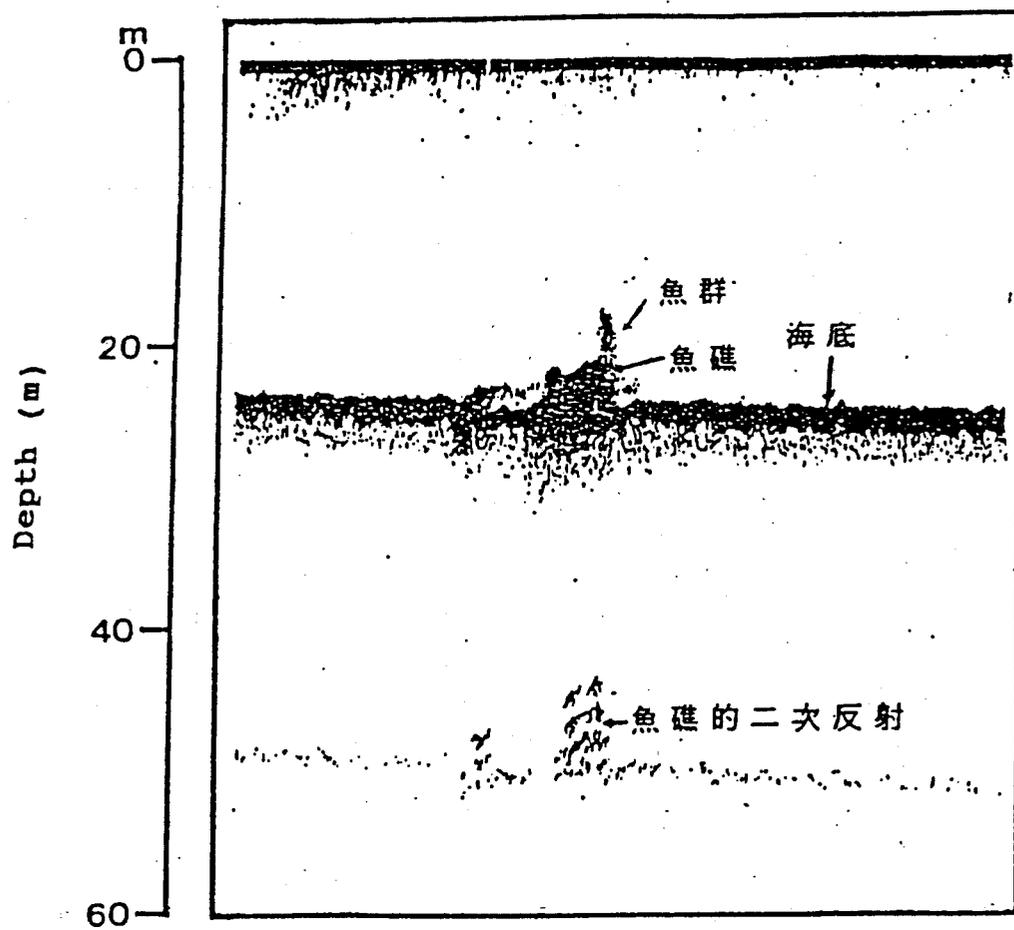
圖三、魚探記錄跡一



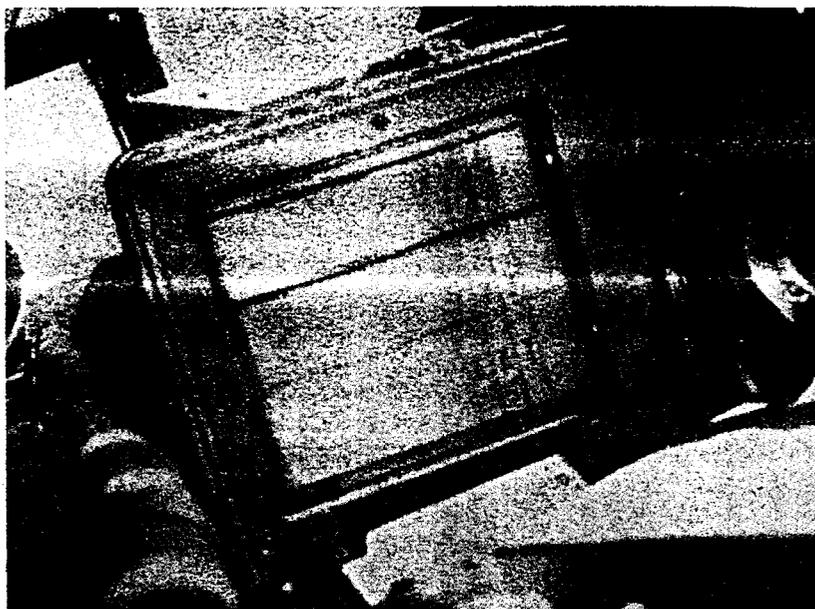
圖四、魚探記錄跡二



圖五、魚探記錄跡三



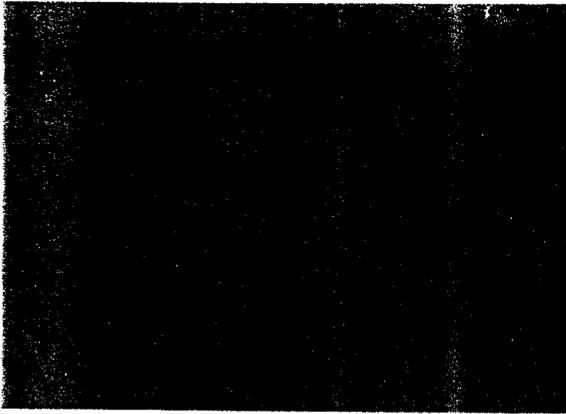
圖六、魚探記錄跡四



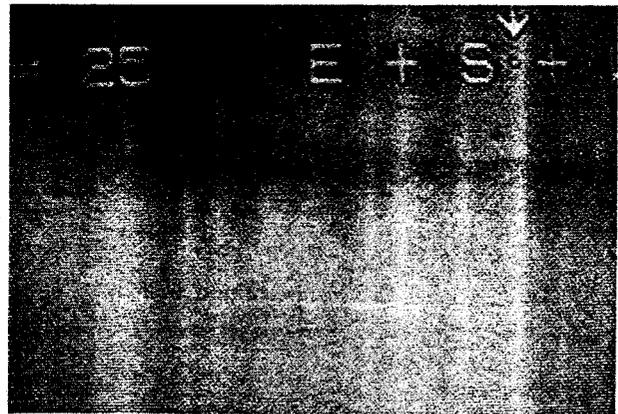
照片一、FUSO-180D魚探機



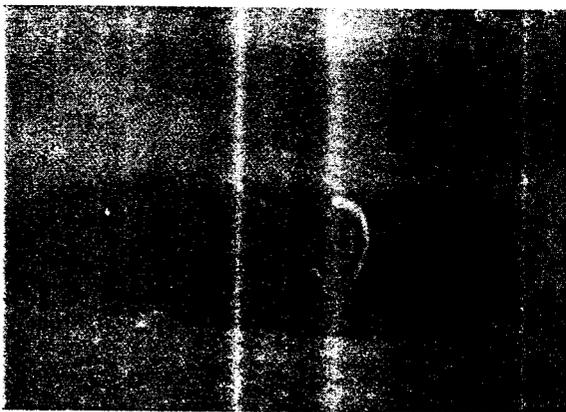
照片二、水下監視系統之遙控船



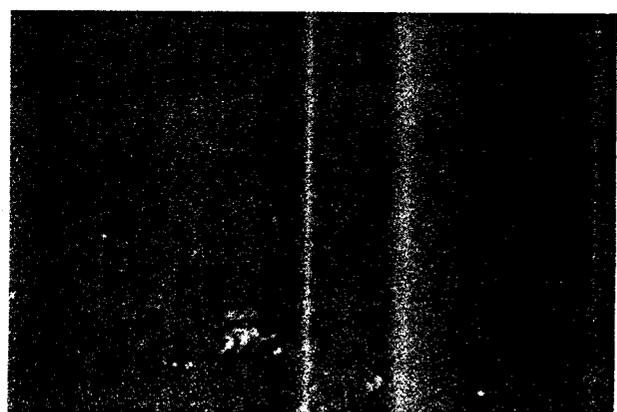
照片三、人工魚礁礁體上之裂痕



照片四、魚礁底部之洗掘情形



照片五、穿梭於礁體中之白吻雙帶立旗鯛



照片六、捕食中的赤河魴

表一、大里區人工魚礁歷年投放情形

投放年度	位置經緯度	水深	魚礁種類	魚礁數量
75年度	N 24° 57' E 121° 55'	21 M	四角形水泥礁	145座
79年度	N24° 57'06" E121° 54'48"	21 M	雙層式人工魚礁	120座
80年度	N 24° 57'06" E121° 54'48"	21 M	雙層式人工魚礁	210座

表二 大里魚礁區所見之魚種

	中名	學名	英名
石鱸科	四線雞魚	<u>Pomadasys quadrilineatus</u>	Four-barred grunt
瓜子臘科	黑瓜子臘	<u>Girella melanichthys</u>	small-scale blackfish
舵魚科	柴魚	<u>Microcanthus strigatus</u>	Footballer
蝶魚科	白吻雙帶立旗鯛	<u>Heniochus acuminatus</u>	Feather-fin bullfish
二齒魨科	赤河魨	<u>Diodon holocanthus</u>	Ballon porcupinefish
鱗魨科	馬面單棘魨	<u>Navodon modestus</u>	Black scraper
雀鯛科	紋身雀鯛	<u>Eupomacentrus fasciolatus</u>	
蓋棘魚科	半紋背蓋棘魚	<u>Genicanthus semifasciatus</u>	Halfbanded angelfish
鬚鯛科	洋鑽秋姑魚	<u>Upeneus tragula</u>	Bartailed goatfish