

東澳人工魚礁區之分佈實態

主辦機關：國立臺灣海洋大學

執行機關：國立臺灣海洋大學

執行人：	歐錫祺	教授兼訓導長
計劃主辦人：	劉春成	講師
	陳瑞榮	研究生
	張鴻琳	研究生
	曾振德	研究生

計劃名稱：東澳人工魚礁區之分佈實態

計劃編號：79農建-3.2-漁-20 (3-2G)

摘 要

人工魚礁投放之後的情況，與其聚魚的效果有相當之關連，而近幾年在東澳魚礁區所投放之魚礁一直不能獲得有效的結論，本研究即為探求東澳區人工魚礁之分布狀態及聚魚情形，乃對魚礁區進行魚探調查以及潛水觀察。

從魚探記錄跡中，筆者等發現，魚礁之分布，大部份堆放集中，礁體的最大高度約 2.7m，且礁體之附近之魚群記錄跡相當顯著，以魚群記錄跡判斷，其數量相當豐富。

而從潛水觀察中亦發現，魚礁之分布相當集中，但堆疊並不理想，雖有兩個礁體堆疊的情形，但大部分並不相堆疊且少數的礁體有毀損情形。這些礁體經長期潮流的作用，基部有洗掘的現象，但掩埋的情形並未產生。另外，就其聚魚的效果而言，礁體聚集了多樣且大量的魚群，其中以浪人鱚、紅甘鱚、四線雞魚及六線笛鯛的數量最多。

ABSTRACT

There is a quite relationship between the current condition of artificial reefs which is installed and the effect of attraction. In recent years, we can't get the effective results of artificial reefs in Tung-Ao Bay, in order to investigate the distribution of artificial reefs and it's effect of aggregation. This study would use echo survey and diving observation to detect prescribed aims.

From the echo trace, we found that most of the artificial reefs were put together, the tallest vertical height is about 2.7 meter and the echo trace of fish school which near the artificial reefs was so obviously, according to fish echo trace, the number of fish was massive.

From the diving observation, we found that the distribution of artificial reefs was quite centralized, but vertical relief was not idealized. Although some reefs are heaped up together, most of them are not heaped up. After the reaction of current and tide, the artificial reefs did not sink into sea bottom, but the current scraped effect was obviously. On the other hand, artificial reefs attract diversify and abundant fish, and the most abundant species are Caranc ignobilis, Seriola dumerili, Pomadasys quadrilineatus and Lutjanus.

前 言

近年來，由於水產資源的匱乏，沿近海水質日趨惡化，水族之棲息環境日益縮減。為了保育沿近海資源，增加水族之棲息場所，創造新的漁場，於是有所謂的『人工魚礁 (artificial reefs)』的措施。根據井上(1978)的說法，動物行動中有接近固體的傾向；人工魚礁便是將人為設施投入海底平坦的海中，以便吸引魚、蝦及貝類等。根據張等(1977)之報告指出，人工魚礁對於魚有兩種吸引力：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。許多研究人工魚礁的學者 (Anonymous, 1968; Moseley, 1961; Rodeheffer, 1939) 發現，雖然人工魚礁與天然礁的生物相組成非常相似，但對體積類似的天然礁而言，人工魚礁之魚群量及生物質量往往超出很多。而對於人工魚礁比天然礁有較大的生物質量及魚群量的解釋是因人工魚礁較天然礁為複雜且提供了更多的蔽護所 (Smith et al., 1979)；也就是說，人工魚礁增加了水族棲息以及活動的空間。因此，其對於培養資源、改善水族之棲息環境及創造新漁場所扮演之角色，不容忽視。

人工魚礁之效果雖早已受到肯定，但亦有因投放之位置不當或礁體損毀 (Steven, 1963)、埋沒 (Mathews, 1978)，而造成誘集效果低落，甚至造成總生物量降低的情形 (Wege & Anderson, 1979)。因此，在礁體投放後之追蹤工作相當重要。漁政單位有鑑於此，於是委託筆者等，對近年來東澳人工魚礁區之現況重作一番調查。東澳地區歷年投放人工魚礁之情況，如表一所示，過去，礁體在投放之後亦隨做現況之調查及效益評估 (Chang, 1977; Lee, 1980)，其聚魚之情形相當良好；但近幾年之調查卻未能尋獲礁體 (Liu & Wu, 1989)，而無法獲得有效的結論，因此為

表一 東澳人工魚礁區歷年投放魚礁情形

投放年度	位 置	平均水深	魚礁種類	魚礁數量
65 年度	24° 30'.5 N 121° 50'.6 E	20 公尺	舊 船 浮竹筏	7 艘 10 艘
67 年度	24° 30'.5 N 121° 56'.6 E	20 公尺	FC.R.C 巨型水泥礁	75 個
69 年度	24° 30'.5 N 121° 50'.6 E	20 公尺	FC.R.C 巨型水泥礁	12 個
72 年度	24° 30'.5 N 121° 50'.6 E	20 公尺	四角型礁	64 個
73 年度	24° 30'.5 N 121° 56'.6 E	20 公尺	四角型礁	150 個
75 年度	24° 57'.0 N 121° 54'.6 E	20 公尺	四角型礁	109 個
76 年度	24° 58'.7 N 121° 51'.2 E	20 公尺	雙層式魚礁	70 個
78 年度	24° 30'.3 N 121° 50'.2 E	22 公尺	雙層式魚礁	105 個

探求東澳地區人工魚礁之現況，是否為流沙所覆蓋、或者為海流所沖毀、及其聚魚之效果如何？乃從事本項之調查，希能了解該礁區之礁體分布現況，以為日後相關研究或漁政單位之參考。

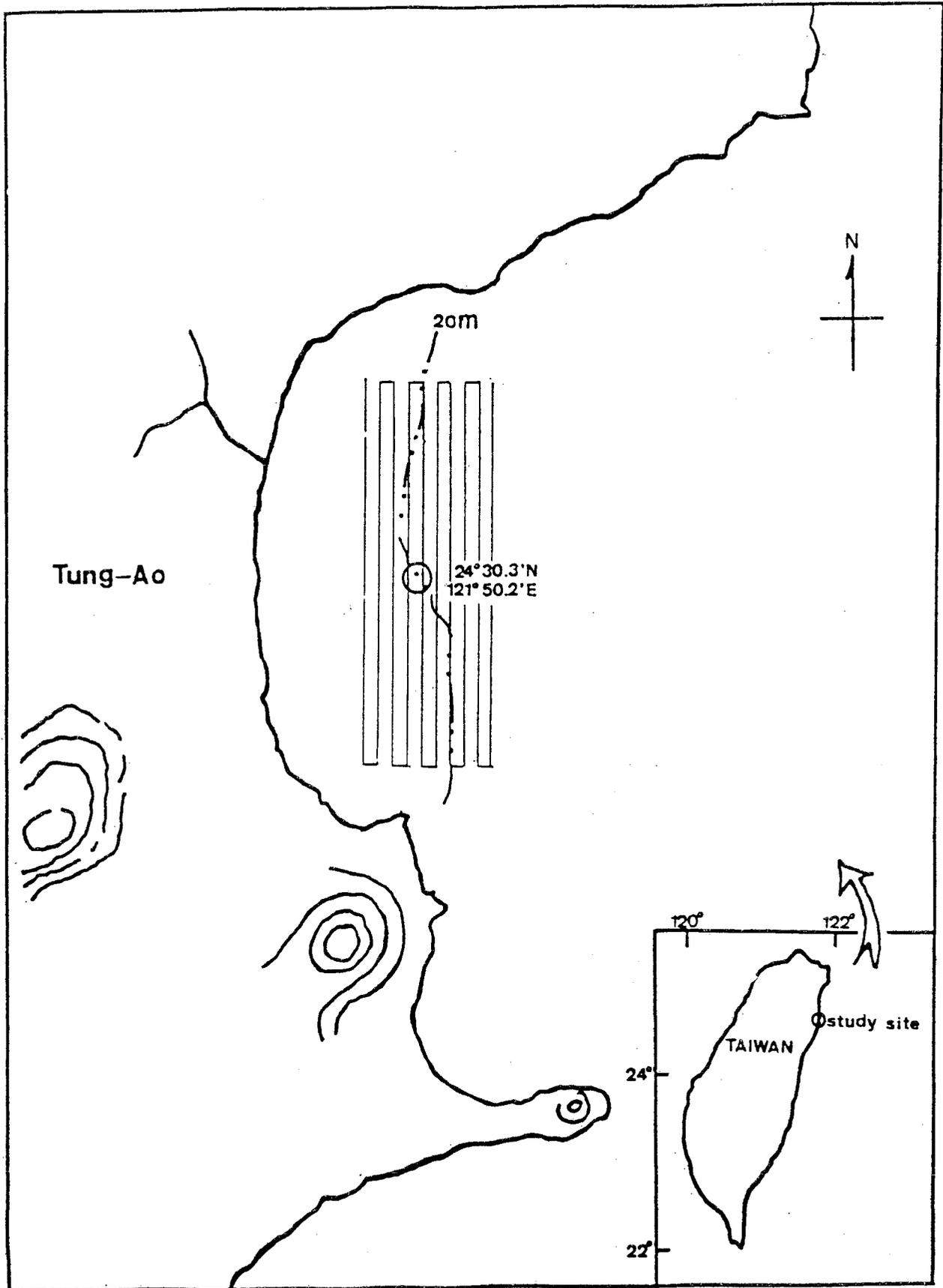
材料與方法

東澳灣為台灣東部之典型海灣，其陸棚範圍較為狹窄，南北長約 6.5 公里，東西最大橫寬約 8.2 公里，底質為沙之海底，且據海軍測量局所公布之資料顯示，此海域每日平均之潮差為 0.98m，此海域的範圍不大且潮差小，對於本調查之進行相當有利，為深入了解人工魚礁之現況及其誘集魚類之效果，乃同時進行魚探調查及潛水觀察。

一、魚探調查 (Echo survey)

根據台灣省漁業局所公告之投放地點鄰近海域為主要調查水域，根據公告，該水域最後一次投放魚礁之地點位於 $24^{\circ} 30' .3N$ 、 $121^{\circ} 50' .2E$ ，其水深為海圖基準面以下 22 m。因此，本實驗擬從水深 17 m 處，由灣內向外海做 $1000\text{ m} \times 500\text{ m}$ 範圍施行魚探調查，並以矩形航法 (Orthogonal way) 實行魚探航測，如圖一所示，南北向航跡線之航距 1000 m，東西向航間距 50 m。本次調查所使用之魚探機為 50 KHZ 乾式記錄紙型魚探機，型號為 HONDEX HE 301。為確保發射強度之穩定及反射記錄之清晰，在航測之前，先在港口外海調好魚探機的各操作元件，並設定如下：(1) 輸出功率 (Power gain)：第二段；(2) 表層干擾控制 (S.T.C)：第二段；(3) 水深範圍：0 - 80m；(4) 記錄紙轉速：1.9cm/min。

航測時，船速保持 1.5 節，轉換航線時，轉折點以六分儀作海上定位。在發現魚礁之時立刻停船定位並下錨，錨繩上端結附浮球及浮標，以辨明魚礁之位置所在，同時



圖一 東澳灣之位置及調查人工魚礁之航跡線圖

潛水人員亦開始實行潛水觀察，於潛水觀察期間，再次以魚探機對於礁區實施局地之密集探測，以進一步掌握礁體之分布情形及魚群聚集情況。

二、潛水觀察 (Diving observation)

潛水觀察主要是以水肺潛水 (Scuba Diving) 的方式進行，潛水人員沿著錨繩到達魚礁之位置後，以目視法直接觀察並以水中相機拍攝之。潛水觀察之項目包括礁體之分布情形、礁體之掩埋及毀損情形、以及魚群聚集之情形。

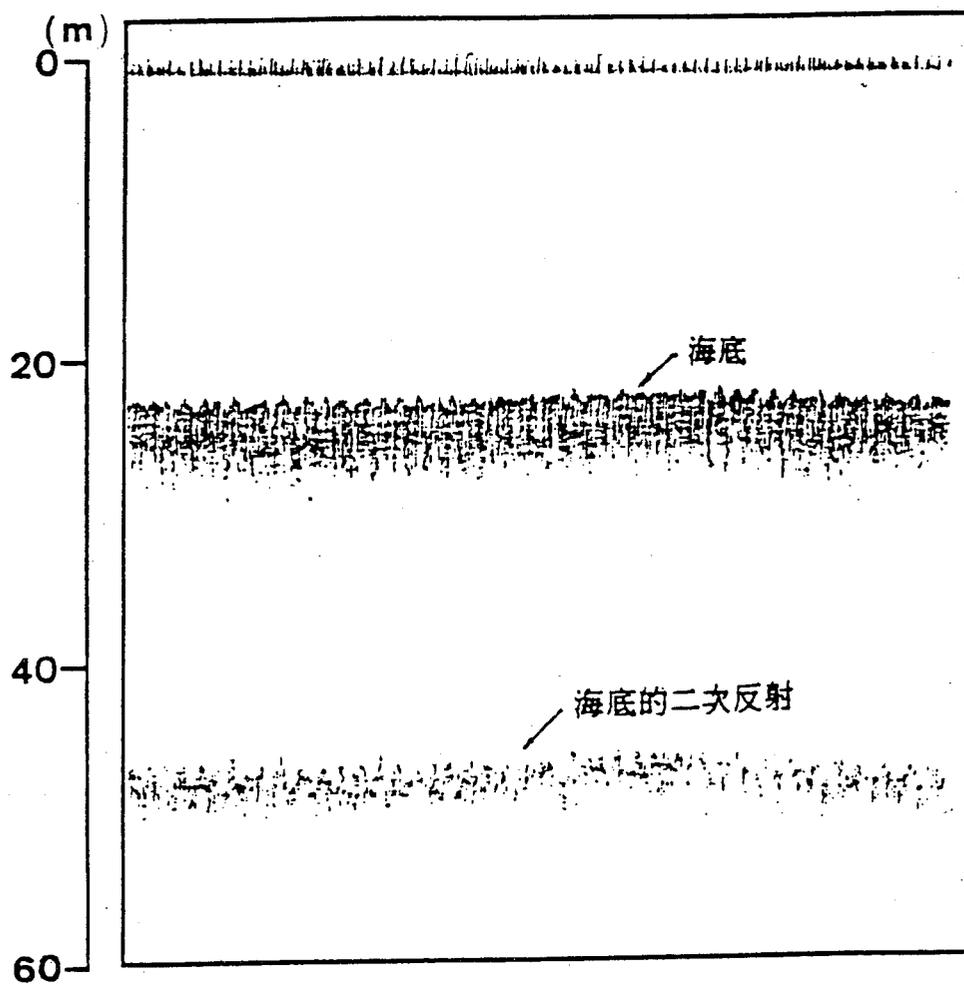
三、海洋觀測

在本研究開始之前，即在灣內放置定置式潮流計 (RCM-4s current meter) 以長期性的測量該區域之表層水流之流速、流向，以了解礁區之流變化情形。另外，使用採泥器採集底質，以利評估該區域是否適合人工魚礁之投放。

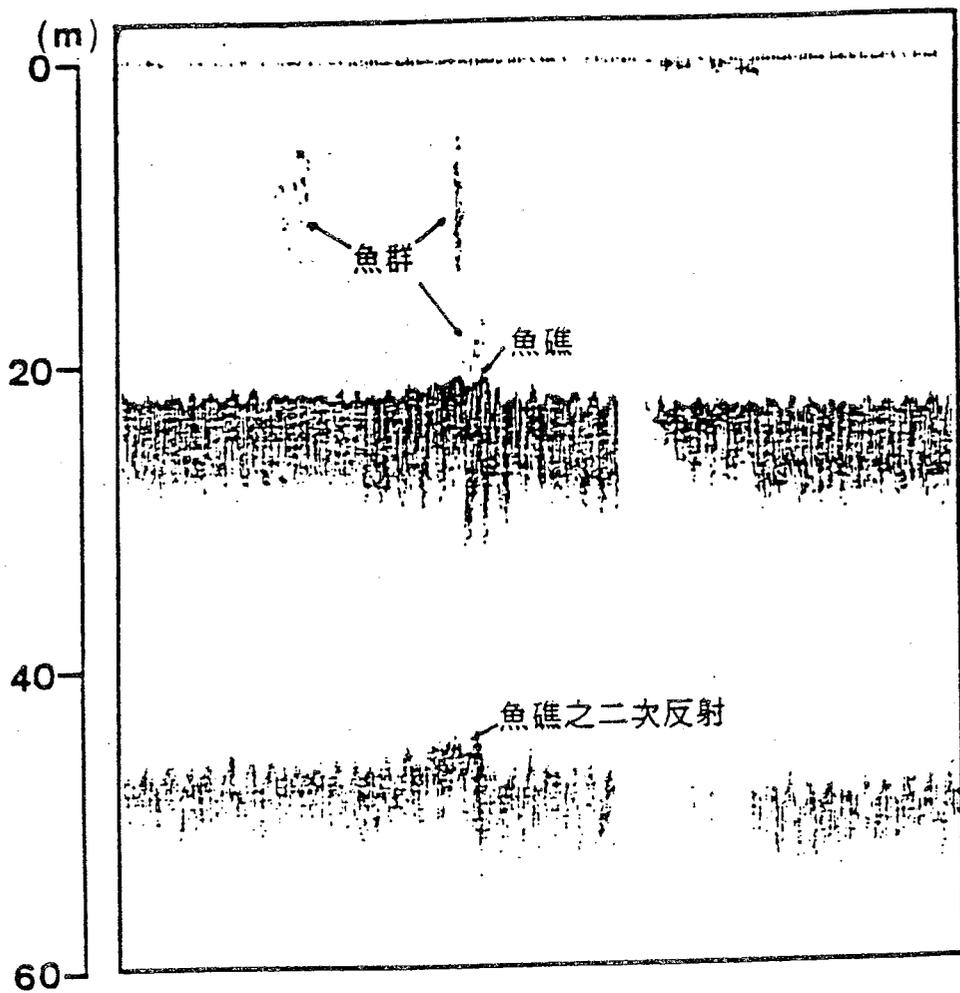
結 果

一、魚探調查：

以矩行航法進行魚探時發現，南北向之探測線與當地之等深線近乎平行，故探測時水深的變化相當小，如圖二所示，對於礁區位置之發現相當有利。雖從圖二中亦可發現海底有許多小起伏，此係受波浪影響搖擺造成，其幅度甚小，不影響礁區位置之判斷。調查進行至水深 22m 處，發現海底有突起的現象 (圖三)，底質之反射較為強烈並且拖尾情形更為明顯，因此判斷該突起即為魚礁之記錄跡，就從記錄跡中我們可看出，該礁區之礁體堆放頗為集中，中央堆放數量較多，且從記錄跡上判斷此礁區之堆疊高度最高為 2.7m。除在此處進行潛水觀察以証明之，並以逢機調查的方式，來調查礁區周圍魚群分布的情形，其結果如



圖二 顯示海底情形之魚探記錄跡



圖三 魚探記錄跡發現魚礁的情形

圖四、圖五所示，礁區誘集了相當多的魚群，雖無法判別其魚種及確實之數量，但從圖中亦可推測其對岩礁性魚類及表、中層洄游性魚類之誘集，具有相當良好之效果。

二、潛水觀察：

根據潛水發現的結果，可分兩點加以敘述：

1. 礁體的現況：

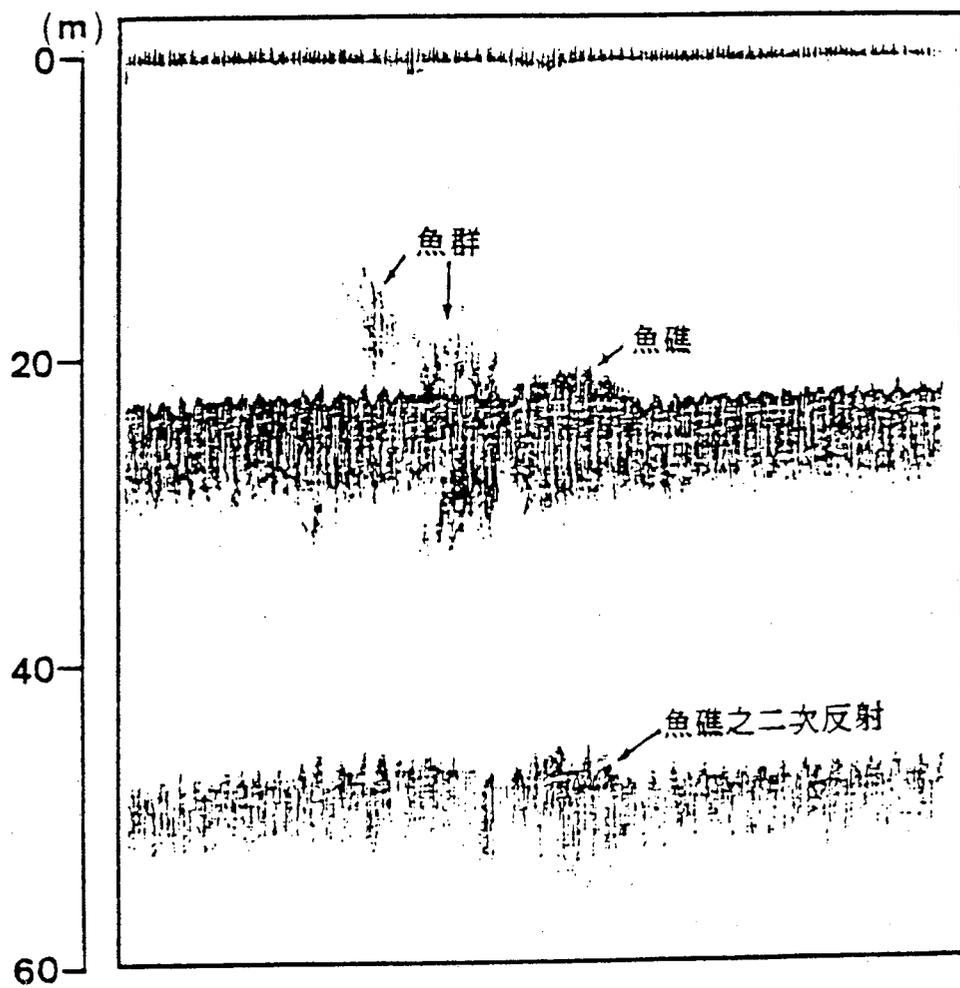
本礁區之礁體型式為雙層式人工魚礁(照片一)，且礁體大部份都相當完整。在堆疊情形上，其水平之堆放有些許散置，但大部分均堆放集中，在垂直之方向有兩個以上堆疊之狀態，但不管在水平或垂直方向，均沒有整齊堆放，並且少數的礁體有明顯毀損之現象，其型態幾不可辨(照片二)。礁體上附著生物之附著情況良好，大部分為藤壺、水螅及海麒麟等(照片三)。礁體並未埋沒，但洗掘的現象相當明顯，約有40~60cm(照片四)，礁體被網片覆蓋的情況並未發現，但是有斷落之釣線纏絡(照片五)，由於釣線本身所影響面積甚小，故不妨礙魚類之進出。

2. 聚魚之情況：

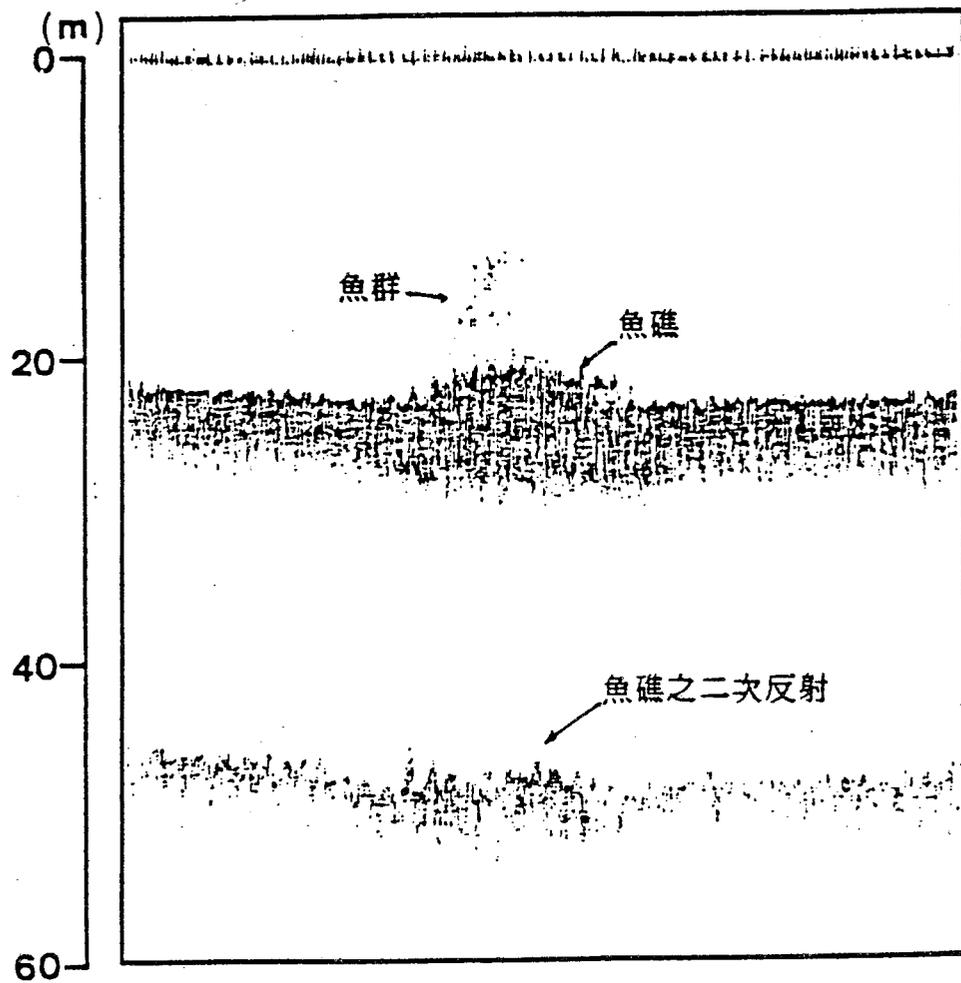
其聚魚之情況相當良好，誘集的魚種相當多，就可辨認的魚種即達16種(表二)，這些魚種包括表、中層洄游性魚類、岩礁性魚類及底棲性魚類，其中以岩礁性魚種最多。若以經濟的層面來考量，這些魚種除觸角袋 (*Pterois antennata*)、柴魚 (*Microcanthus strigatus*) 及白吻雙帶立旗鯛 (*Heniochus acuminatus*) 外，其他均為經濟性魚種。此外，魚礁誘集魚群量的多寡，應是我們更關心的項目，從潛水觀察的結果發現，大量的魚群洄游於礁體周圍，並且不時穿梭於礁體間。其中以浪人鯨 (*Caranx ignobilis*)、紅甘鯨 (*Seriola dumerili*) 三線雞魚 (*Parapristipoma trilineatum*)、四線雞

表二 東澳魚礁區所見之魚種

	中名	學名	英名
鯧科	浪人鯧	<u>Caranx ignobilis</u>	Giant kingfish
	紅甘鯧	<u>Seriola dumerili</u>	Allied kingfish
	六帶鯧	<u>Caranx sexfasciatus</u>	Secband trevally
	眼斑鯧	<u>Selar crumenophthalmus</u>	Big-eyed scad
石鱸科	三線雞魚	<u>Parapistipoma trilineatum</u>	Chicken grunt
	四線雞魚	<u>Pomadasys quadrilineatus</u>	Four-barred grunt
笛鯛科	六線笛鯛	<u>Lutjanus spilurus</u>	Blue-striped
	火斑笛鯛	<u>Lutjanus fulviflamma</u>	Black-spot sea-perch
鮎科	觸角簑	<u>Pterois antennata</u>	Broad barred firefish
	纓石狗公	<u>Thysanichthys crossotus</u>	Fringed scorpionfish
鯛科	黑鯛	<u>Acanthopagrus schleheli</u>	Black pircupine-fish
梅鯛科	金帶烏尾冬	<u>Caesio chrysozona</u>	Black-tip fusilier
金線魚科	白頭赤尾冬	<u>Scolopsis vosmeri</u>	Monocle bream
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
鮨科	史氏花鱧	<u>Anthias smithvanizi</u>	



圖四 魚礁及魚群之魚探記錄跡 I



圖五 魚礁及魚群之魚探記錄跡 II

魚 (*Pomadasys quadrilineatus*) 及金帶烏尾冬 (*Caeio chrysozonus*) 為最多 (照片六、七、八) ，其每群之個體數均在 100 尾以上，此結果顯示，本礁區對魚類的誘集效果良好。

三、海洋觀測

根據 Liu (1986) 之報告指出，東澳灣內於農曆之四月中及五月初的大潮期均曾出現超過 1 節之流速 (分別為 1.22 及 1.33 節) ，而本調查結果顯示其流速分布於 0.2 - 0.6 節之間，其流向多為南流或北流。

其底質分析之結果如表三所示，其中粒度大於或等於 -1ϕ (Wentworth Scale) 的粒度佔 68.1 % ，同時依潛水觀察結果顯示，掩埋速度不快。

表三 底質粒度大小分析表

粒度 (ϕ)	1	0	-1	-2	-3	-4
重量百分比	13.3 %	20.7 %	34.1 %	17.3 %	11.1 %	3.5 %

* $\phi = \log_2 d$

*d = 砂料的直徑 (mm)

討 論

人工魚礁為栽培漁業中重要的一環，其主要的功能有二：其一為提供水族良好的蔽護場所 (Kakimoto, 1982) ，使稚魚免受其掠食者的攻擊，以促進再加入量的增加；再者為人工魚礁使該海域之水塊擾動，植物性浮游生物因營養鹽持續補充而大量滋生，因此提供了豐富的餌料 (Stimle and Ogren, 1982) 以誘集魚類來此索餌。藉二

者的功效來改善漁場環境，增加總生物量，進而做最有效的利用，以期達到『海洋牧場』的目的。

人工魚礁的投放，確實對當地的漁業有相當的助益 (Liu, 1986)，但礁體現況的好壞，對礁體的效果影響頗大 (Ogawa et al., 1980(a), (b))。從本調查的結果顯示，發現礁體的位置與漁業局民國78年所公告之投礁位置相符 ($L 24^{\circ} 30.3'N$; $\lambda 121^{\circ} 50.2'E$)，因此斷定這些魚礁為民國78年所投。此礁區的聚魚效果良好，各礁體亦相當完整，僅少數毀損，但數量僅 105個尚嫌太少，以其單體體積為 $2 \times 2 \times 2 \text{ m}^3$ ，總體積為 840 m^3 ，而據 Ogawa et al., (1977)所提出，當礁體的體積從 400 m^3 增加至 4000 m^3 時，資源量亦會隨著增加，因此，仍可繼續在當地投放人工魚礁，以求得更好的效果。另外礁體堆疊的情形亦不理想，從魚探記錄跡上顯示，該礁區堆疊的最大高度為 2.7 m，從潛水觀察的結果亦發現，礁體有兩個相堆疊的情形，但大部分堆疊不如理想。礁體高度一直是個爭論的問題，據 Fujii (1982)指出，礁體高度達水深的 1/10 即可，而據 Ogawa (1982)指出，有些礁體建至 10 m 高，但建議有 3~4 m 就已足夠，Downing et al., (1985)亦認為堆放之高度約 3~4 m 最好。因此礁體堆疊的高度最好能達 3~4 m。

據 Nakamura (1985)所述，人工魚礁蝟集的魚類有三種，第一種為喜歡接觸礁體的魚類，如石狗公、裸胸鯙等底棲性魚類。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。這三種魚類在本礁區都有發現。其中尤以在礁區周圍洄游的第二種魚類最多，如三線雞魚，六線笛鯛及浪人鯰等，從此結果可以說明，人工魚礁對岩礁性魚類的誘集頗具效果。

綜合以上所述之結果，很明顯的魚礁確實有相當之聚魚效果，然而對當地漁業生產的助益情形如何？尚待進一

步闡明。此外，礁體附近誘集了大量的岩礁性魚類，若能加以究明則『栽培漁業』不遠矣，但需投入大量的人力及物力。人工魚礁除了上述的功效外，在休閒方面亦有貢獻，筆者等發現當地定置網休業期間，不少釣者在該處垂釣，亦可促進當地漁村經濟發展。因此，人工魚礁的效益應確信，且可持續不斷的推展。

謝 辭

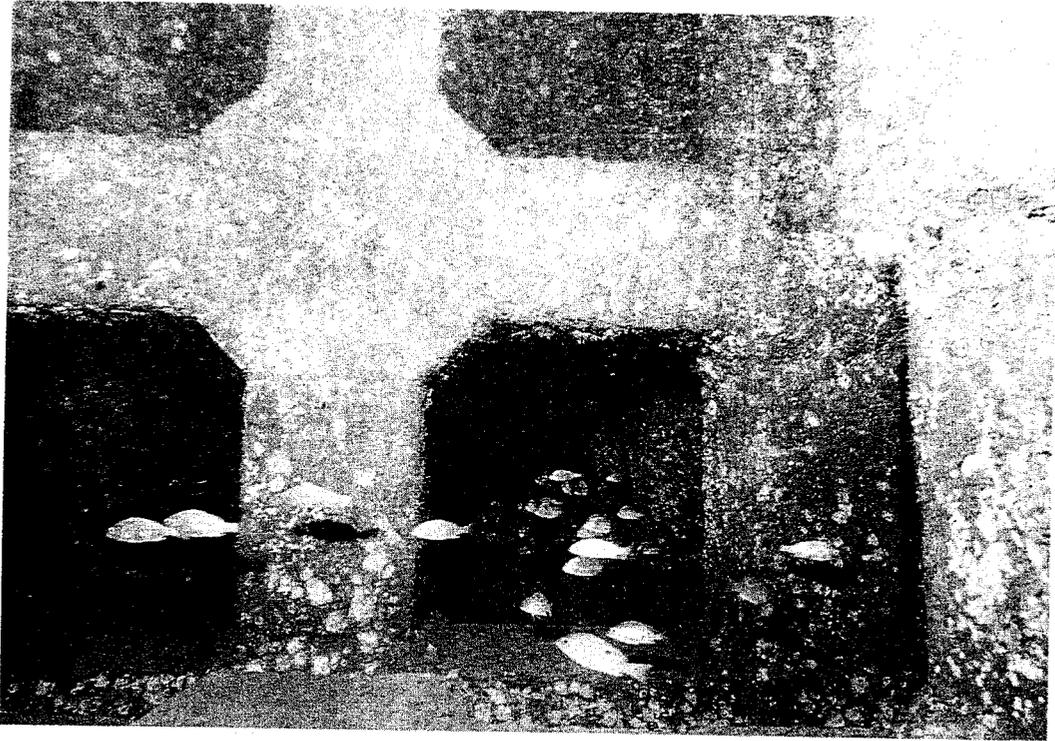
本研究為農委會補助計畫，編號『79農建-3.2-漁-20-(3-2G)』，研究工作執行期間承蒙漁船船長陳天財先生之協助調查、花長生先生協助潛水觀察與照像、研究生張孝仁同學及研究助理江進榮先生之協助，使得本研究得以完成，謹此致謝。

參考文獻

1. Anonymous. (1968). These lobsters prefer artificial reef as home. *Comm. Fish. Rev.* 30(3): 18-19.
2. Chang, K. S. (1977). Artificial reefs in Taiwan(II), *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica; Monography series No.2.*
3. Chang, K. S., C. P. Chen, H. L. Hsoen, and K. T. Shao, (1977). An experiment on the evaluation of artificial reefs with invetebrate community, *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica* 16(1): 37-48
4. Downing, N., R. A. Tubb., C. R. El-Zahr, and R. E. McClure. (1985). Artificial reefs in Kuwait, Northern Arabian Gulf. *Bull. Mar. Sci.* 37(1): 157-178.
5. Fujii, Y. (1982). Reef 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.

6. Inoue, M. (1978). Fish behavior and fishing methods. Tokey. 214pp.
7. Kakimoto, H. (1982). The stomach contents of pelagic fish in an artificial reefs. Pages 271-273 in S. F. Vik, ed. Japanese artificial reef technique. Aquabio, Inc., 2957 Sunset Blvd., Bellair Bluffs, FL. Tech. Rep. 604.
8. Lee, J. C. (1980). Artificial reefs. Bull. Taiwan Fish. Res. Inst., 1-35.
9. Liu, C. C. (1986). Linear-regression analysis on the oceanographic and fishing condition for Set-net Fishery. J. Fish. Soc. Taiwan. 13(2): 32-42.
10. Liu, T. C. and C. C. Wu. (1989). The distribution of artificial reefs in eastern Taiwan. Collected Reprints on the investigation of the Artificial Reefs. COA Fisheries Series. 22: 73-90.
11. Mathews, H. (1978). Artificial reef site selection. Pages 7-10 in D.Y. Aska, ed. Artificial reefs in Florida. Florida Sea Grant Rep. 24.
12. Moseley, L. (1961). The use of car bodies as fishing devices. Ohio Department of Natural Resources, Division of Wildlife, Tech. Rep. 7pp.
13. Nakmura, M. (1985). Evolution of artificial fishing reef concepts in Japan. Bulletin of Marine Science. 37(1): 271-278.
14. 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 technology. Aquabio, Inc., 2957 Sunset Blvd., Bellair Bluffs, FL. Tech. Rep. 604.
15. Ogawa, Y., S. Takeuchi and A. Hattori. (1977). An estimate for the optimum size of artificial reef. Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanogr. 30: 39-45.
16. 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.

17. 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.
18. Rodeheffer, I. A. (1939). Experiment in the use of brush shelters by fish in Michigan lakes. *Pap. Michigan Acad. Sci., Arts, and Letters* 24(Part II): 183-193.
19. Smith, G. B., D. A. Hensley and H. H. Mathews. (1979). Comparative efficacy of artificial and natural Gulf of Mexico reefs as fish attractants. *Fla. Mar. Res. Publ.* 35. 7pp.
20. Steimle, F. W. and L. Ogren. (1982). Food of collected on artificial reefs on the New York Bight and Off Charleston, South Carolina. *Marine Fisheries Review*. 44(6-7): 49-52.
21. Steven, J. R. (1963). Artificial fishing reefs, Gulf of Mexico, Region IV. *Coastal Fisheries Project Reports (1963)*, Texas Parks and Wildlife Department. 509-514.
22. Wege, G. J. and R. O. Anderson. (1979). Influence of artificial structures on largemouth bass and bluegills in small ponds. Pages 59-69 in D. L. Johnson and R. A. Stein, eds. *Response of fish to habitat structures in standing water*. North Central Division, American Fisheries Society, Spec. Publ. 6.



照片一 雙層式的人工魚礁及四線雞魚魚群與六線笛鯛魚群



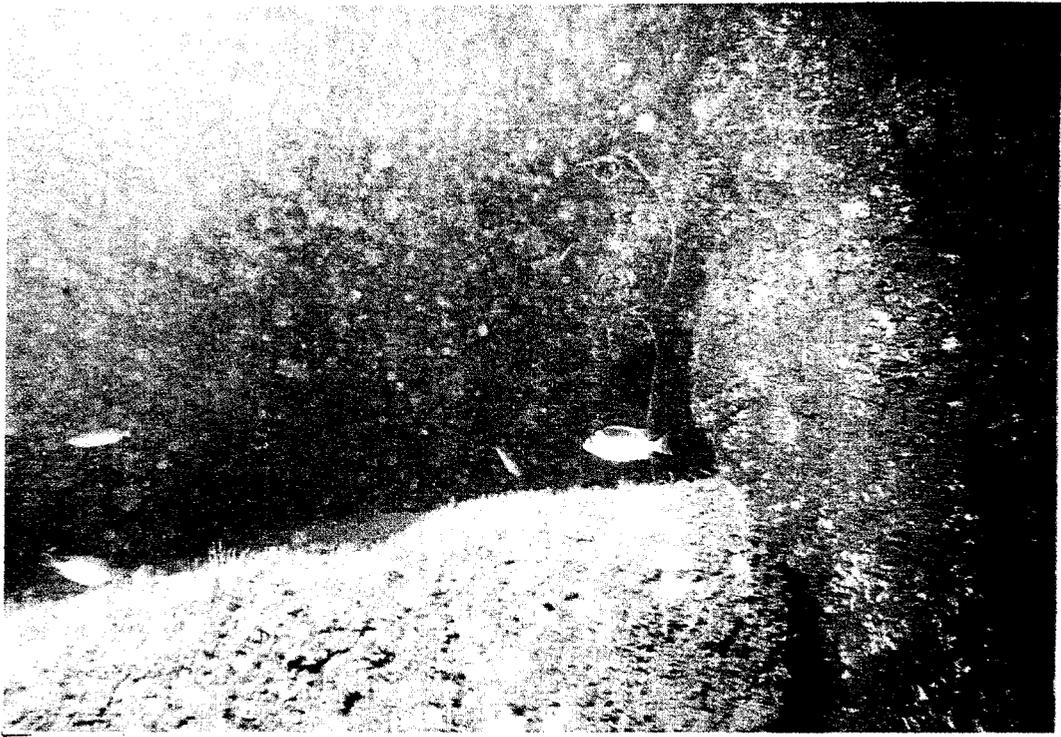
照片二 毀損的礁體及金帶烏尾冬魚群



照片三 礁體之生物附著情形



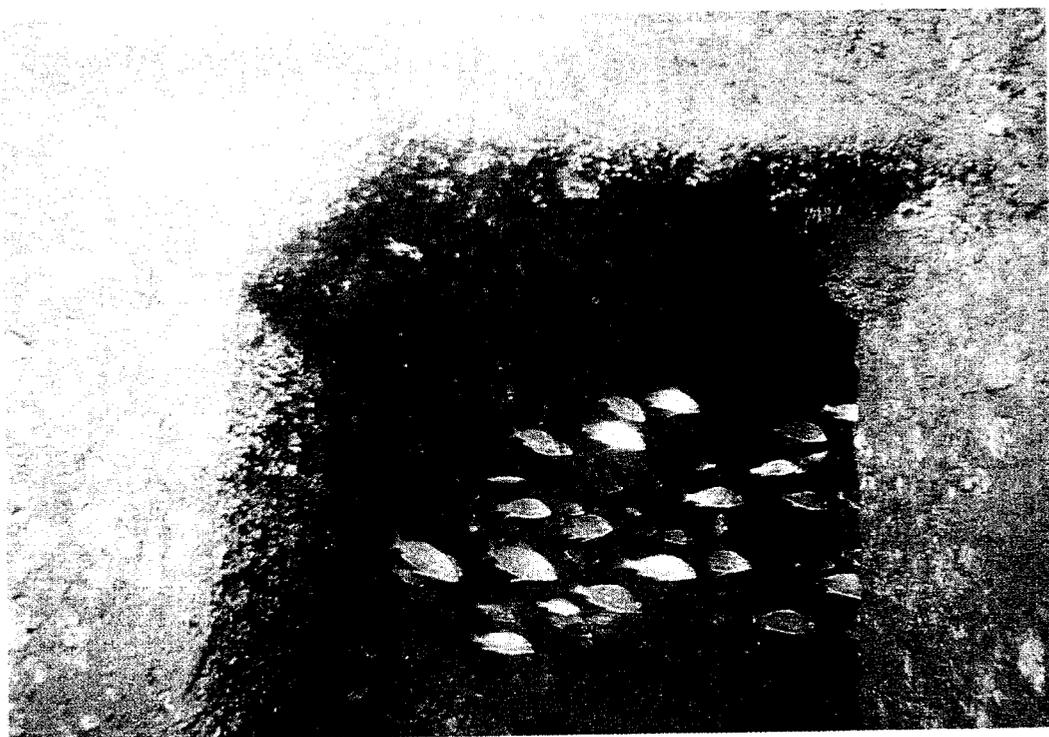
照片四 礁體基部之洗掘情形



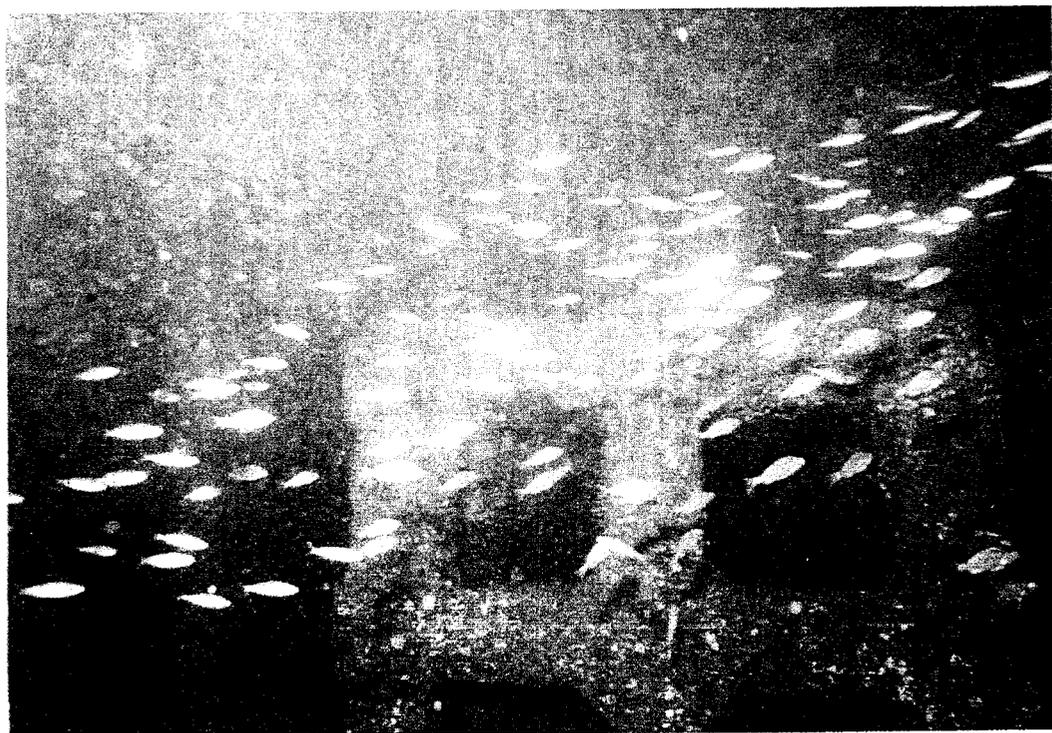
照片五 釣線纏絡情形



照片六 在礁體附近洄游的浪人鱈魚群



照片七 在礁體內的四線雜魚群



照片八 在礁體外的三線雜魚、四線雜魚及金帶烏尾冬魚群