

摘 要

人工魚礁提供了漁民作業場所，同時也達到培育資源，增加漁產之目地。本研究調查地點為苗栗縣外埔人工魚礁區，為了瞭解魚礁分佈現況，我們藉由魚探調查、潛水觀察和海洋觀測等，進行本項工作。

從調查結果顯示，礁體的分佈相當分散，且分為兩組礁群，唯礁體大部分已遭掩埋，少數未完全埋沒者，其礁高均在一公尺以下。另外，發現此處地形寬闊平坦，然而底質為軟泥且水質較為混濁，易使魚礁沉陷，因此本地點不適合魚礁繼續投放。

今後設置人工魚礁，應選擇適當之地點投放，並須集中堆置，以增加礁體的密度和高度。此外，魚礁投放後之效益，更需要繼續調查分析，才能發揮更大的聚魚效果，使該海域成為良好的漁場。

ABSTRACT

The artificial reefs can supply fishermen with more operation places. Also it can develop the marine resources and increase the fish catches. The studying area of the present paper was the artificial reefs located on the coastal water of Wai-Pu, Miao-Li Hsien. To understand present conditions of artificial reefs, we executed echo survey, diving and oceanographic observation. The results are as follows:

In this area, the artificial reefs have been casted dispersedly and divided into two groups. However, the most region of all reef bodies had been buried and the height of unburied artificial reefs was below one meter. We found that the sea bottom of this area is wide and flat. The substratum of the sea bottom was muddy and the waters was very turbid. Because the artificial reefs were mostly buried, this region was not suitable for casting the artificial reefs.

In future casting, We suggest to choose the suitable places for establishing artificial reefs carefully as well as to concentrate them while casting for increasing their density and height. Besides, the effectiveness of casting reefs need to be continually surveyed and evaluated so that the whole project can be improved and really successful.

前 言

所謂魚礁，依據桑谷⁽¹⁾所述，係指以魚類為誘集對象所稱呼的水中突出物。魚礁可大別為天然魚礁 (Natural reefs) 和人工魚礁 (Artificial reefs) 兩大類。天然魚礁是指在海底的隆起物，如堆、礁、瀨、洲等有魚類群聚之場所，而人工魚礁則是將人造或天然的物質投放海中，以改良漁場環境，達到培育資源的效果。投放人工魚礁，是培育沿近海漁業資源的有效方法，藉著各種研究試驗而設計的人工魚礁，可提供水產生物良好的棲息場所。關於人工魚礁集魚的效果，井上⁽²⁾提出，有陰影說、餌料說、逃避目標說、渦流說、音響說、走觸說等效果，其設置目的，即在誘集魚群來游棲息，以達培育資源及增加漁獲量等，而消極的亦可防止拖網船違規侵入沿近海域作業。

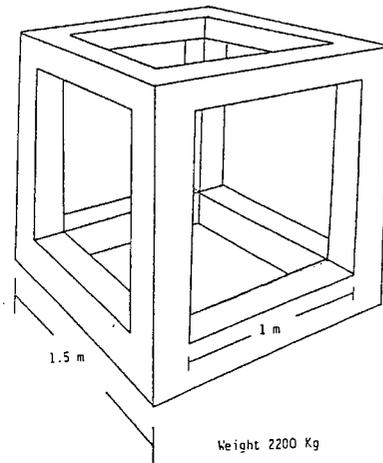
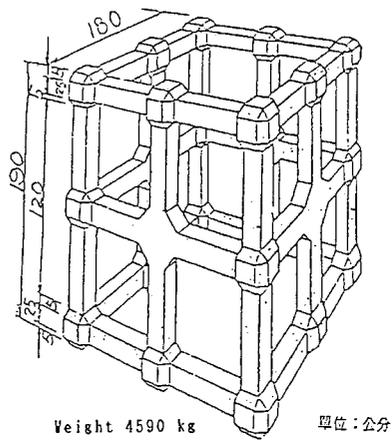
其實人類很早就發現，在礁石、堤岸、漂浮物或沉船區的海底都會聚集許多魚類。日本漁民亦早在幾世紀以前就利用石塊、樁材等物投入海中，好讓海藻附著生長，來吸引更多的魚類棲息。關於人工魚礁方面的研究，在國內中央研究院動物所張⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾對於人工魚礁之潛水調查，有詳盡的研究；邵⁽⁶⁾⁽⁷⁾對於台灣北部海域設置之人工魚礁也有研究；省水試所李⁽⁸⁾對人工魚礁，亦做過魚探調查和漁獲試驗。雖然歷年的調查和漁民的反映，人工魚礁的效果已受到肯定，然而由於過去的調查未能持續，因此無法進一步地評估近期所投放魚礁的效益。反觀國外，如日本早在1952年，就開始一連串持續不斷的魚礁調查研究計畫，如小川⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾對人工魚礁附近魚群之行動研究，宮崎⁽¹²⁾⁽¹³⁾等對人工魚礁之集魚效果及天然魚礁與人工魚礁的關係，佐藤⁽¹⁴⁾對於日本之人工魚礁作全盤檢討等，其效果常發表於報章雜誌。因此在很多成功例子之鼓舞下，日本設置人工魚礁已日益普及，而世界各國亦深受其影響。

台灣地區沿岸和近海漁業多年來，由於過度捕撈，造成漁業資源日益減少，另外又加上環境污染等問題，使得漁業資源嚴重枯竭。因此，為了改善沿岸近海漁場品質，提高漁民漁獲所得，沿海各縣市政府自民國63年起，在行政院農業委員會及台灣省漁業局之補助與支持下，開始投放人工魚礁，迄今已十五年，已投放各型大小水泥礁超過兩萬座，經費亦超過一億柒仟多萬元，其中大多數花費在水泥魚礁之建造上。然而人工魚礁之設置工作，並非一蹴可成，其於投放後仍應不斷地追蹤調查和評估改進，才能使人工魚礁發揮更大的效果。茲就苗栗縣外埔投放之CSA-01立方體中空型和CB0-01雙層式立方體中空型兩大類魚礁區（如圖1），來從事魚探調查、潛水觀察和漁獲試驗，以了解目前該礁體群之分佈型態、堆疊狀況、確實位置和魚類聚集情形等，作為日後應否繼續投放及投放方法改進之參考。

材料與方法

一、魚探調查（Echo survey）

依據台灣省漁業局所公告之外埔魚礁區投放位置為據點（如圖2），先作500 m × 500 m範圍為主要探測海域，然後應實際需要而擴大為1000 m × 1000 m範圍之調查，並以曲折航法（Zigzag way），實施魚探航測，利用魚探之記錄跡來判別魚礁的分佈情形。本次調查所使用的魚探機，為NJA-320A 200 KHz 乾式記錄紙型魚探機（如照片1



一 CBO-01 雙層式立方體中空型人工魚礁立體圖

二 CSA-01 立方體中空型人工魚礁外型尺寸

圖 1. CBO-01 雙層式立方體和 CSA-01 立方體魚礁

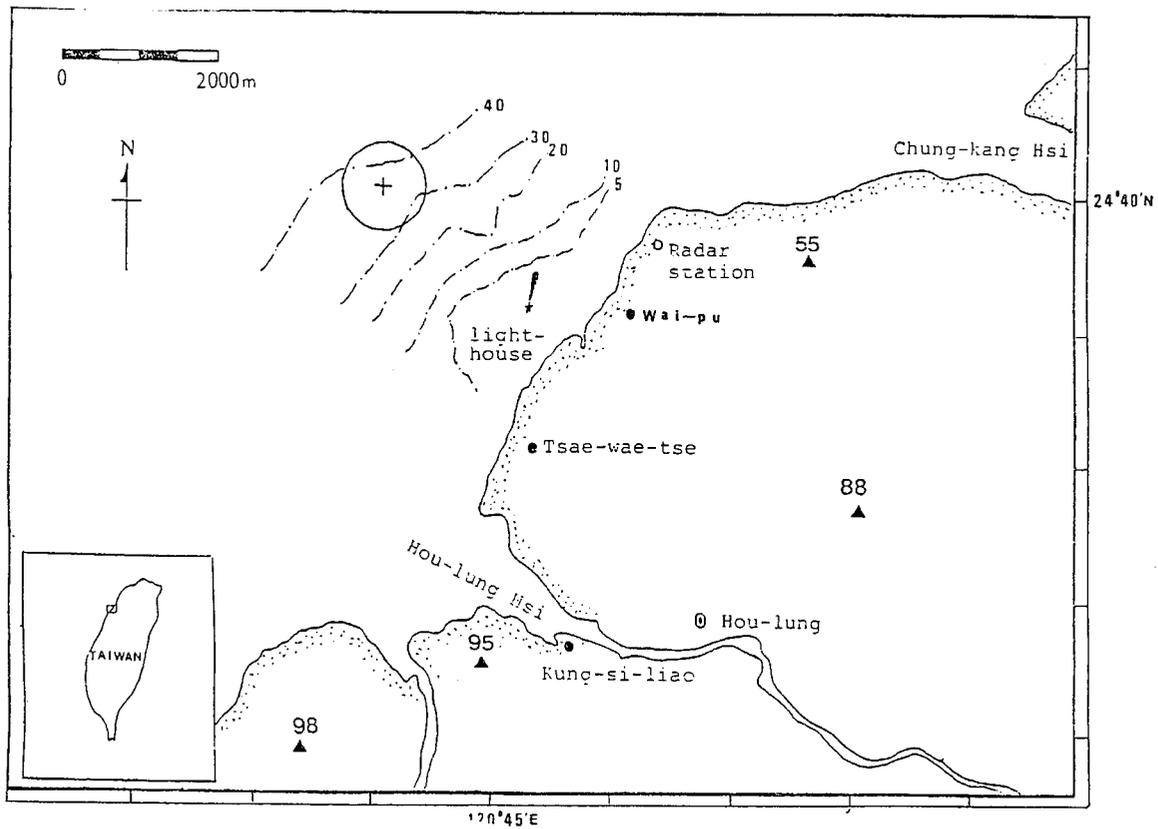
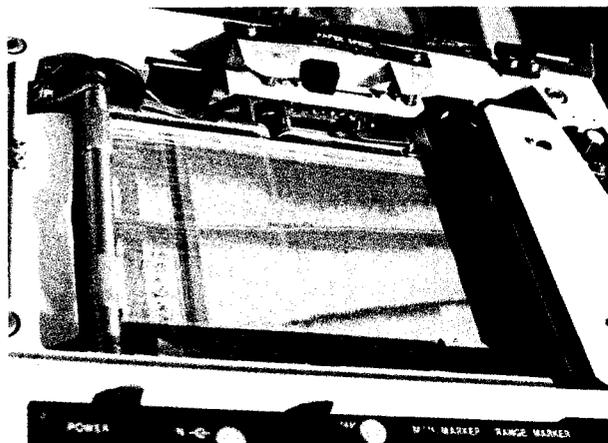
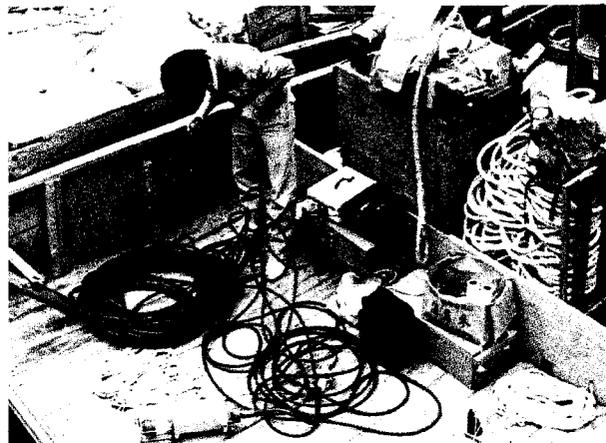


圖 2. 外埔魚礁區公告之投放位置及附近之陸標



照片 1 . 200KHz乾式記錄紙型魚探機



照片 2 . 海洋觀測儀器

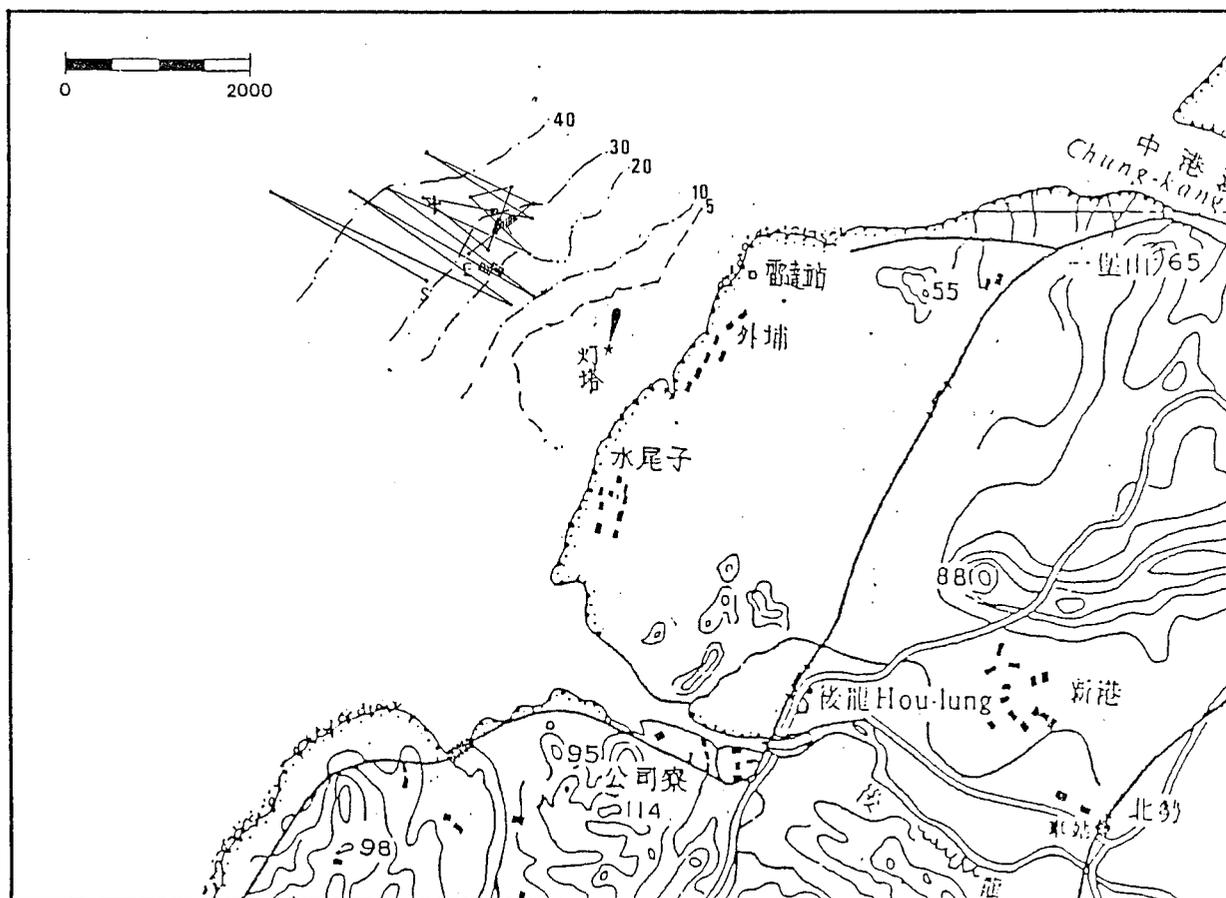


圖 3 . 外埔魚礁區魚探調查航線圖 (起始點S, 終止點E) 及魚礁出現位置

)，探測前先於港口外海附近適當之水域，調整魚探機各操作元件，使二次反射或三次反射時，能明顯地分辨出被埋沒的礁體，而獲得理想的記錄效果，儀器設定在：(1). Range (水深設定)：0 - 100 m (2). White line (海底判定)：第四段 (3). Pulse (脈波次數)：202 times / min. (4). Paper speed (記錄紙移速)：21.5 mm/min. (5). Gain (感度增益)：第四段。

實際航測時，船速保持一定(船速約2節)，以利礁群分佈之換算，在轉換航線時，使用三桿分度儀法(Three arm protractor)，選擇明顯之陸標(如表1)，作海上定位，並於海圖上標出礁區之實際經緯度。航測完成後，依航線上出現礁體的記錄情形，再實施局部密集的隨機探測(Random way)(如圖3)，以進一步了解礁體的散佈情形，並利於潛水觀察地點的選擇。

表 1 外埔魚礁區魚探航測使用之陸標一覽表

編號	名稱	位置經緯度		海圖上存在否
1.	55高地	24° 39' .5 N	120° 47' .6 E	有
2.	88高地	24° 37' .7 N	120° 48' .1 E	有
3.	95高地	24° 36' .6 N	120° 44' .9 E	有
4.	98高地	24° 35' .9 N	120° 43' .3 E	有
5.	外埔港燈塔	24° 39' .1 N	120° 45' .3 E*	無
6.	雷達站(北雷達)	24° 39' .6 N	120° 46' .3 E*	無

* 於陸上以三桿分度儀法求得

二、海洋觀測 (Oceanographic observation)

人工魚礁的投放是一種大規模之投資事業，其成敗與投放地點的選擇有密切之關係，為使投資代價有效果，故必須對投放後之魚礁，做有系統的效益調查和評估研究。本調查在轉折點時，利用 T.S.K. 溫鹽計、SD-2 流速流向計、透明度板與比色計（如照片 2），實施人工魚礁區現場表層和底層之水溫、鹽度、透明度和濁度等海況調查，並採集浮游生物，且作水質分析和漁獲試驗等調查，以解析環境要因（海洋物理、海洋化學、海洋生物、海洋地質）與魚礁之關係。

三、潛水觀察 (Diving Observation)

由魚探機調查結果，確定人工魚礁之主要礁群後（如圖 4），即停船下錨，實施自給式潛水（Scuba Diving）觀察（如照片 3），並找尋陸上明顯簡易觀測的陸標定位（如照片 4 ~ 6），以提供漁民找尋魚礁之參考。潛水觀察之項目包含有礁體的分佈情形、掩埋情形、聚集在礁區之魚類相以及礁區之底質；同時以水中照相機和攝影機，拍製錄影帶。

結 果

一、魚礁的分布實態

外埔魚礁區，由歷年的投放狀況（如表 2），約略可知係以公告位置（ $24^{\circ}40'.0\text{ N}$ ， $120^{\circ}44'.0\text{ E}$ ）為中心，半徑 500 m 之範圍內投放，水深在 28 m 左右。總合多次的魚探調查結果顯示，礁體的分佈相當分散，且分為兩組礁群，各礁群均散佈在公告範圍外東南方約 200 ~ 300 m 處（如表 3）。潛水觀察結果，發現此處地形平坦，而水質混濁，底質大部分是泥土和卵圓石之碎礫，大部分之礁體均已遭掩埋（如照片 7 ~ 8），有些礁體覆蓋著網片，遭掩埋的礁體上面有厚厚軟泥掩蓋外，還有少量藤壺、海葵、軟珊瑚和海綿等異營性無脊椎動物附著生存。許多被掩埋之礁體，經魚探機測得有如圖 5 ~ 6 之現象，少數未完全掩沒者，其礁高均在 1 m 以下。

表 2 外埔魚礁區歷年投放狀況

公告位置	24° 40' .0 N, 120° 44' .0 E		
礁區範圍	以投放位置為中心, 500m為半徑之範圍		
投放水深	28m		
年度	種類	數量(個)	總空間容積(m ³)
74	四角型(CSA-01)	213	2.19 × 213 = 466.47
75	四角型(CSA-01)	76	2.19 × 76 = 166.44
76	雙層式(CB0-01)	40	5.02 × 40 = 200.80
77	雙層式(CB0-01)	118	5.02 × 118 = 592.36
78	雙層式(CB0-01)	90	5.02 × 90 = 451.80
TOTAL		537	1967.46

表 3 魚探機調查結果之外埔魚礁區分佈情況

礁群	航線	礁高(m)	長度範圍(m)	水深(m)	估計型態 *
78年3月30日					
I	B6-B7	1.8	1	26	unit
I	B6-B7	1	1	28	unit
I	B7-B8	1.5	1	26	unit

78年5月28日					
I	C2-C3	1.5	20	29	set
I	C3-C4	1	45	29	set
I	C7-C8	0.8	205	19-24	group
I	C8-C9	<0.5	130	20-25	group
II	C10-C11	1	150	25-26	group
II	C12-C13	<0.5	70	26-27	group
II	C15-C16	1	190	24-26	group

第 I 礁群中心位置: 24° 39' .5 N, 120° 44' .3 E 在公告範圍外東南方約300m處					
第 II 礁群中心位置: 24° 39' .9 N, 120° 44' .4 E 在公告範圍外東南方約200m處					

* 魚礁依規模分單體礁(unit), 單位魚礁(set), 礁群(group), 及魚礁集落(reef complexes). (小川, 1978)

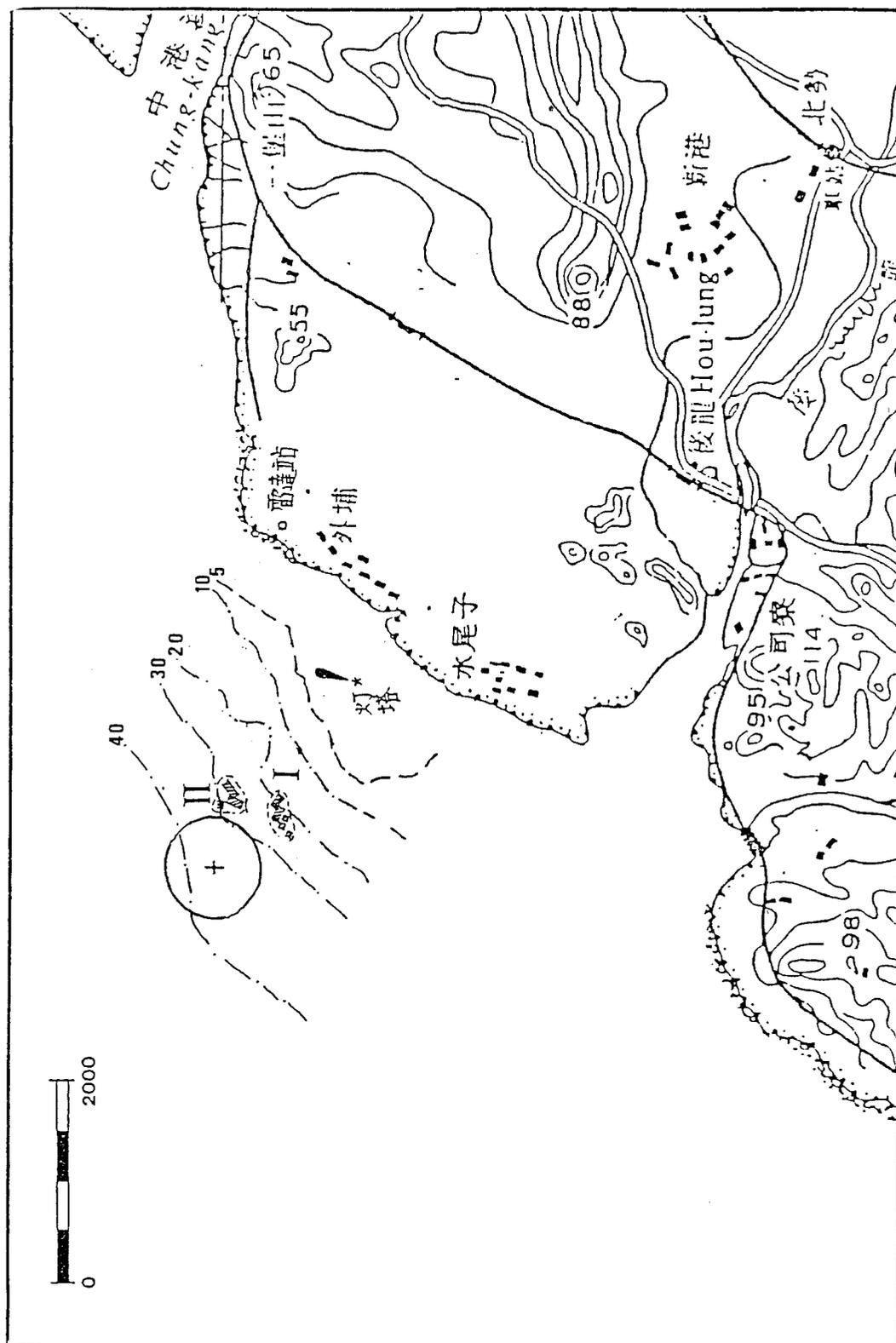


圖 4. 外埔魚礁區探調查之主要礁群位置 (第 I 礁群, 第 II 礁群)

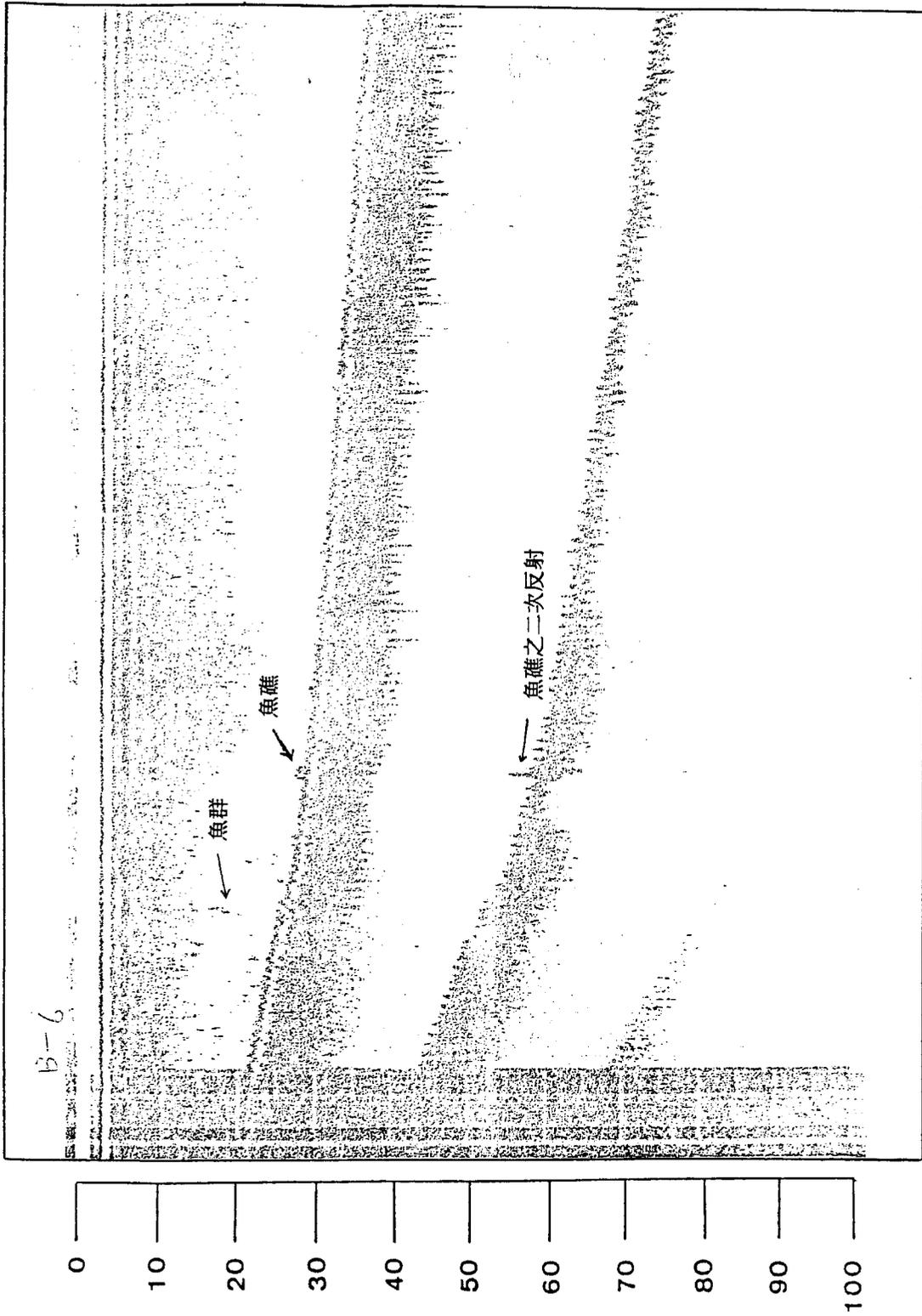


圖 5. 魚探調查之魚礁記錄跡型態

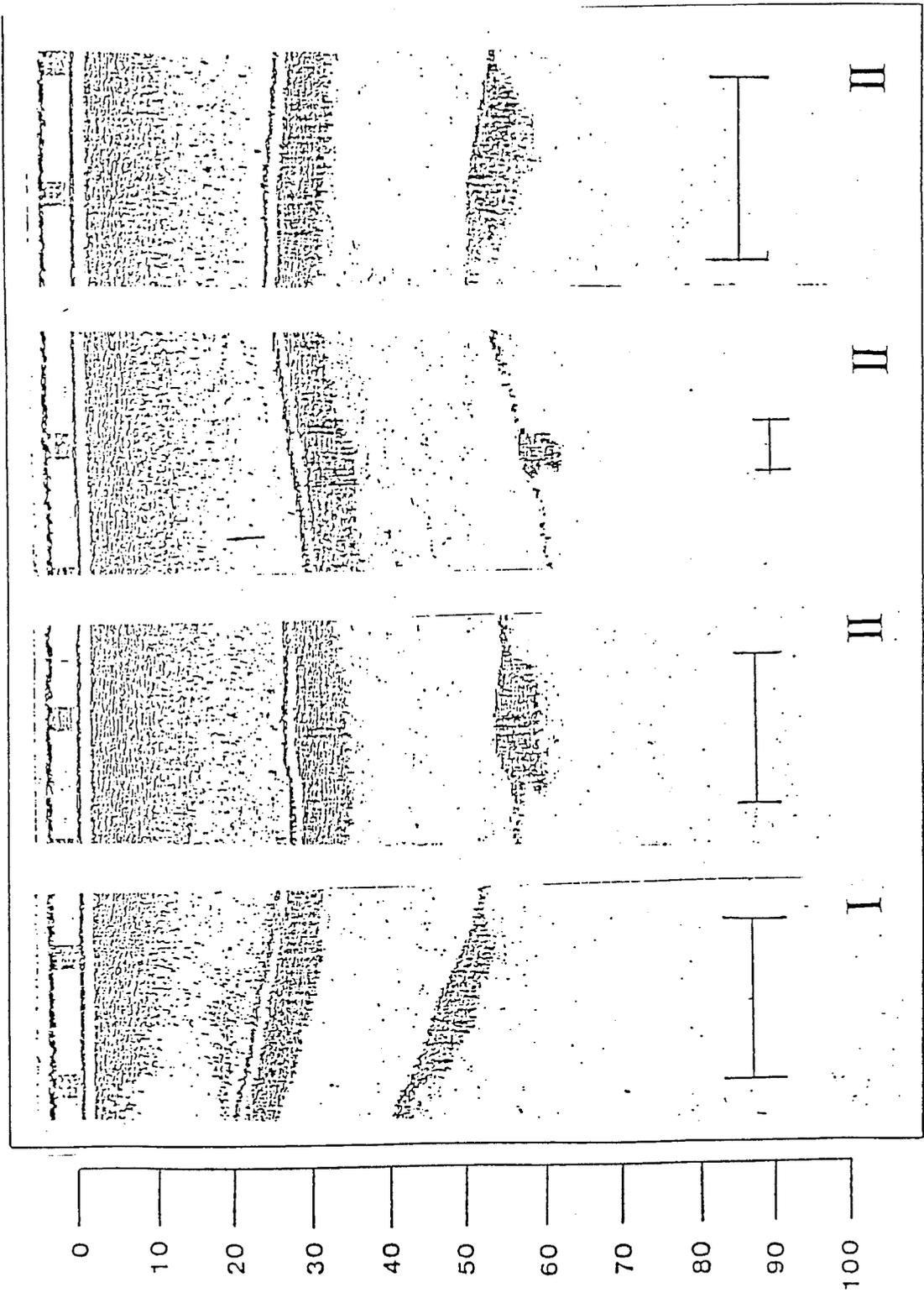
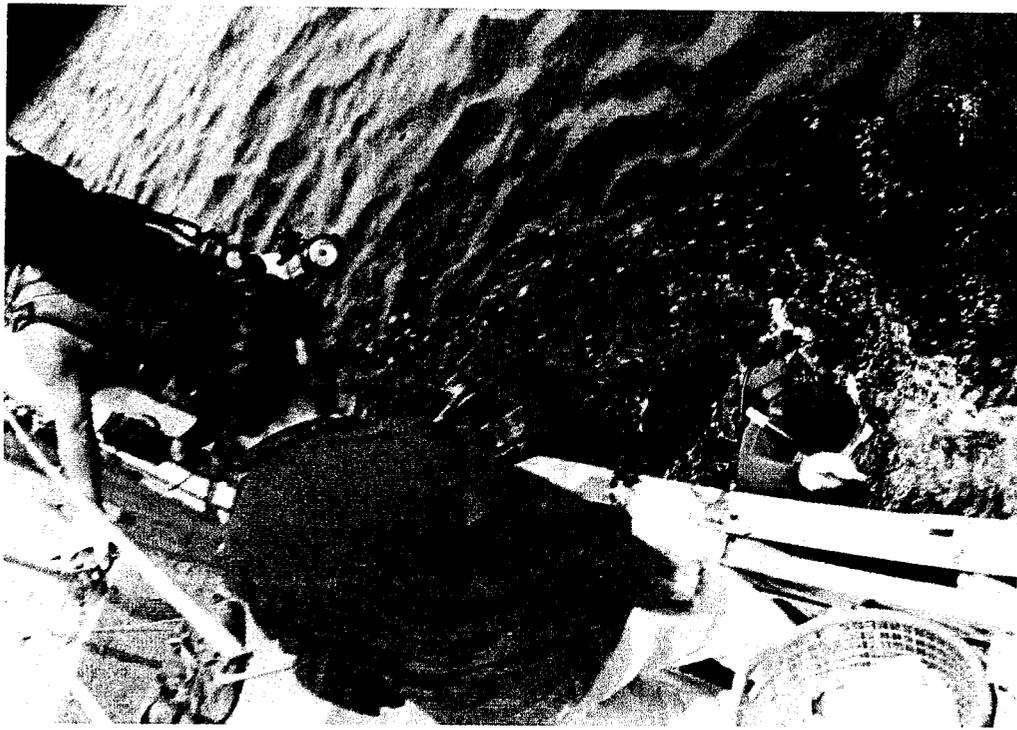
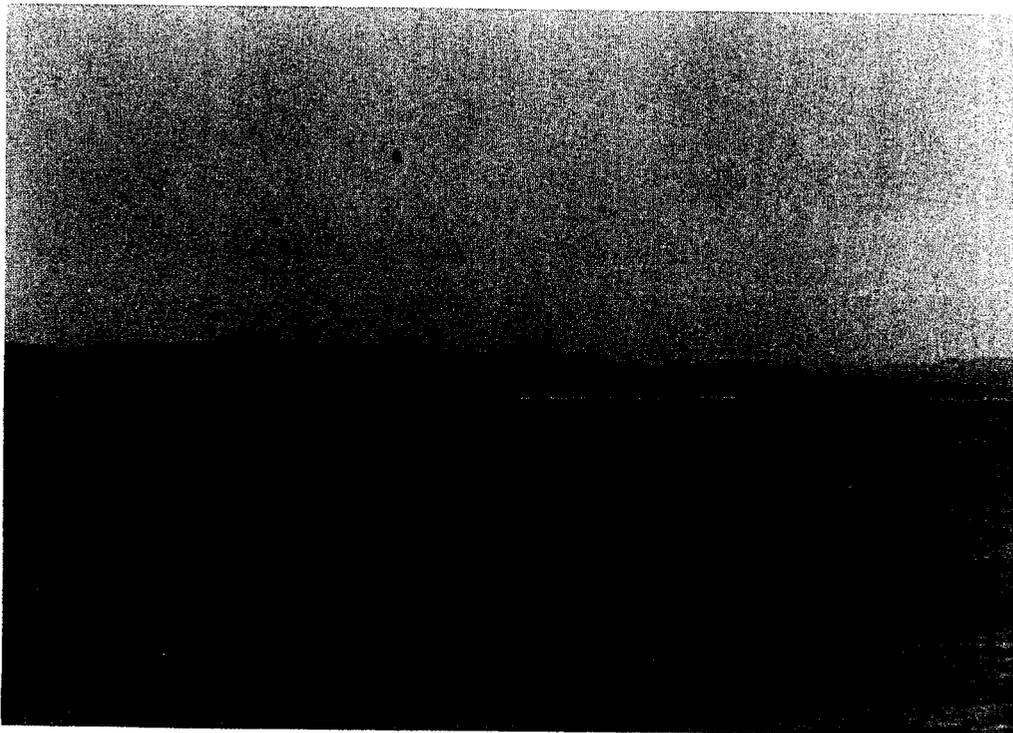


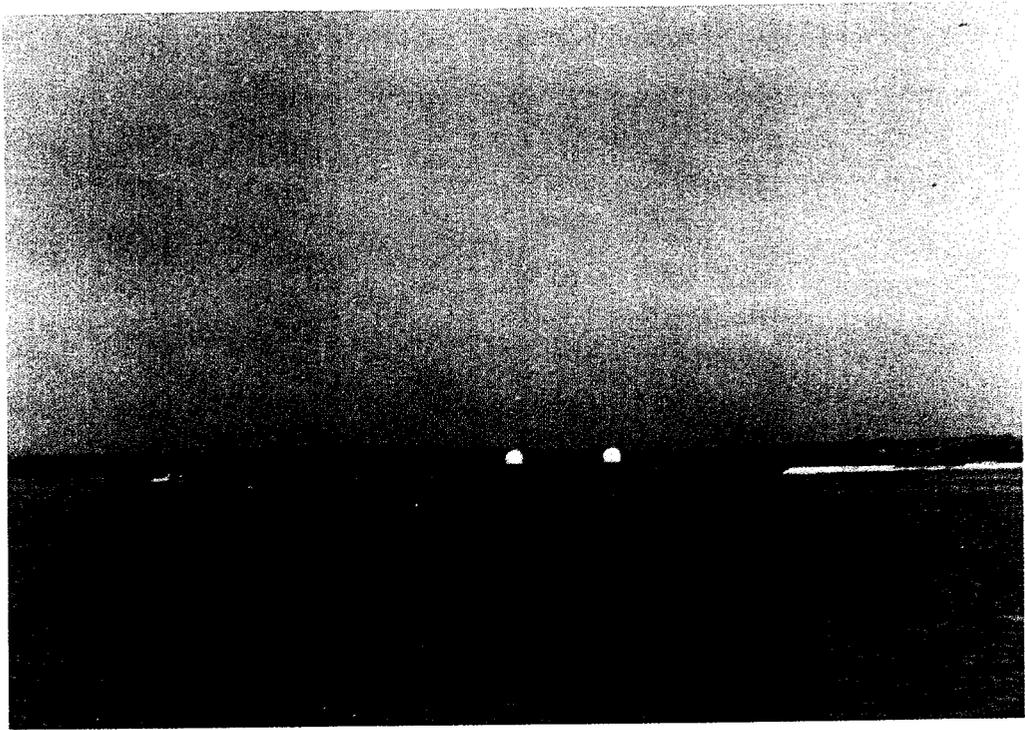
圖 6. 魚探調查之魚礁記錄跡型態 (埋沒情形)



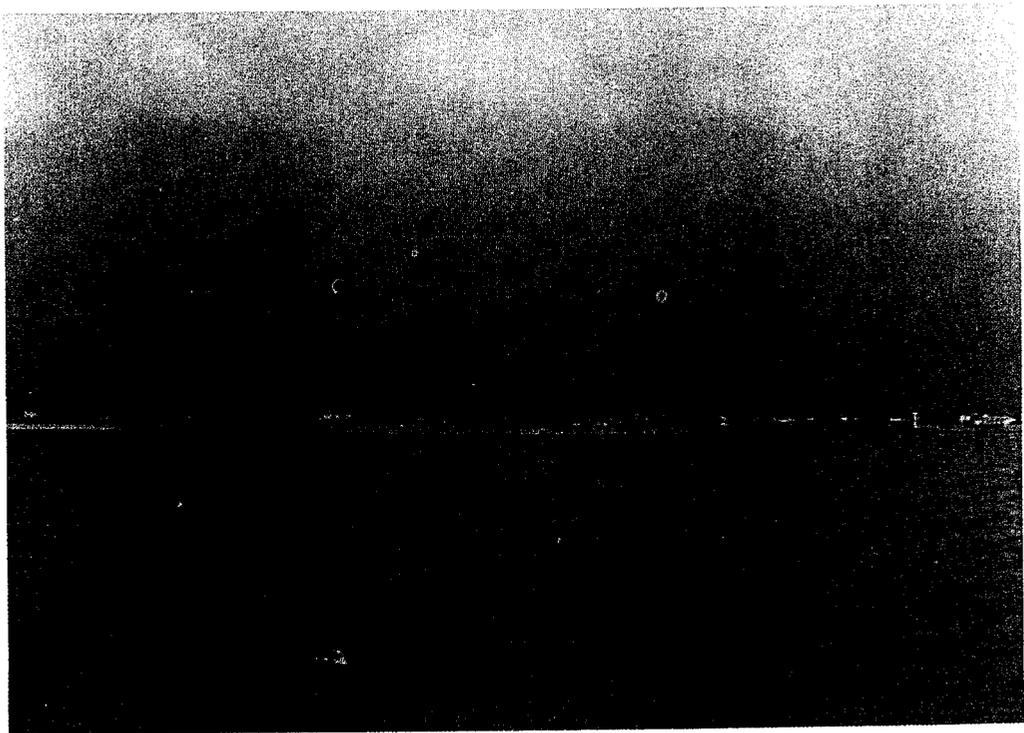
照片 3 . 潛水觀察



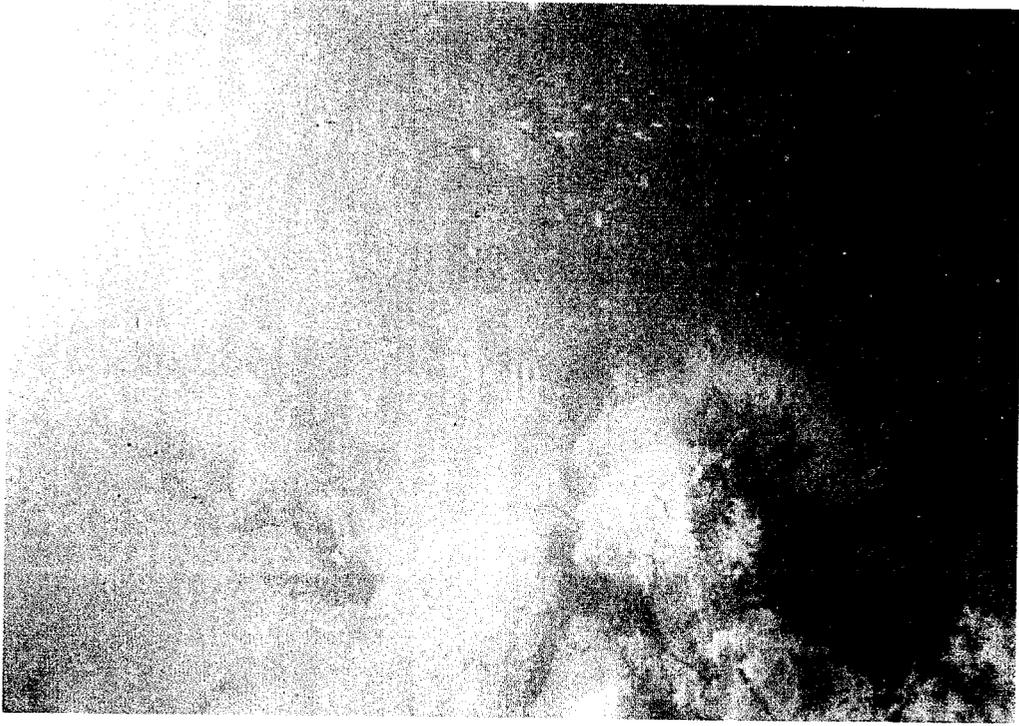
照片 4 . 利用95高地與水尾子防波堤內防風林遠端疊標



照片 5 . 利用北雷達與55高地之相關位置



照片 6 . 利用外埔村地形與88高地之相關位置



照片 7 . 底質和礁體埋沒情形一



照片 8 . 底質和礁體埋沒情形二

二. 礁區的海況

由潮汐表查知當地潮差漲落很大，本調查於漲潮時，所測之表層最大流速為 0.9 節，流向為西北西，顯示流速不太強，應不會對礁體有太大的損害。又，此海域靠近後龍溪河口域，所以污染物質和泥沙也較多，水質較混濁，透明度只有 4~7 公尺。各測站所採集浮游生物種類，計有十大類（如表 4），水質分析結果，求出主要營養鹽的含量（如表 5）。

表 4 外埔魚礁區附近海域之浮游生物種類

編號	類別	數量百分比
I	動物性	
1.	橈腳類 (Copepoda)	++++
2.	毛顎類 (Chaetognatha)	+++
3.	水母類 (Medusa)	+++
4.	仔稚類 (Fish larvae)	++
5.	魚卵 (Fish eggs)	++
6.	皮囊類 (Thaliacea)	+
7.	有尾類 (Appendicularia)	+
II	植物性	
8.	矽藻類 (Bacillariales)	++++
9.	藍藻類 (Cyanophyceae)	++
10.	綠藻類 (Chlorophyceae)	+

註：+：5%以下；++：5%~10%；+++：10%~50%；++++：50%以上

表 5 外埔魚礁區附近海域之水質分析結果

測 站	深 度 (m)	PO ₄ -P (ppb)	NO ₃ -N (ppb)	SiO ₂ -Si (ppm)	pH
78年6月7日					
1	2	3.18	1.35	0.05	8.16
1	5	3.18	1.08	0.05	8.26
1	10	7.96	2.16	0.08	8.24
1	15	4.78	2.70	0.05	8.29
78年5月28日					
2	2	6.37	2.16	0.14	8.24
3	2	4.78	5.13	0.12	8.23
78年3月30日					
4	2	4.78	9.45	0.21	-
5	2	15.92	41.06	0.29	-
6	2	4.78	43.49	0.25	-
7	2	15.92	20.53	0.33	-

三. 礁區附近的魚群聚集情形

從魚探記錄跡顯示，各礁體附近的魚群分佈狀況，隨時間的變遷，其分佈位置與棲息水深有變化（如表 6）。在中午 13:00 到 15:30 這段時間，魚群大部分往深處而遠離礁體洄游，隨著時間之變遷，離開礁體愈遠且愈往深處；但是在 15:30 以後，魚群往淺處移游，一直到礁區附近滯留。即可推知魚群在中午水溫增高和照度增加時，向深處水層洄游；而到了下午時，因為水溫降低和照度減少，魚群又開始折向礁區洄游，最後停留在礁區附近。

表 6 外埔魚礁區之魚群分佈狀況

礁群	航線	時間	魚群分佈與礁區之距離(m)	棲息水深(m)
78年3月30日				
I	B6-B7	1530-1545	>8 靠近較淺海處	15-20
I	B7-B8	1551-1606	1-2 靠近較淺海處	15

78年5月28日				
I	C2-C3	1313-1330	>20 逐漸往較深海洄游	30
I	C3-C4	1335-1403	>30 逐漸往較深海洄游	28-30
I	C7-C8	1500-1514	>150 逐漸往較深海洄游	20-27
I	C8-C9	1518-1540	>500 逐漸往較深海洄游	24-26
II	C10-C11	1554-1559	>125 折回往淺海洄游	20-22
II	C12-C13	1613-1619	70 折回往淺海洄游	22
II	C15-C16	1633-1639	1-2 在礁區附近	17

由漁獲試驗調查（流刺網、延繩釣、一支釣）和區漁會的漁獲資料，可得知外埔魚礁區附近之主要魚種（如表 7）。綜合以上結果可知，人工魚礁周圍的物理、化學、生物、底質等環境要因，對魚類的聚集有關，所以能造成良好的漁場條件，而達到培育和增產魚類資源的效果。

表 7 外埔魚礁區附近之主要魚種

代碼	中 名	俗 名	學 名
1.	紅 甘 鱆	紅 甘	<i>Seriola dumerili</i>
2.	南 方 逆 鈎 鱆	七 星	<i>Chorinemus tolooparaph</i>
3.	瓜 子 鱆	瓜	<i>Caranx malabaricus</i>
4.	扁 甲 鱆	鐵 甲	<i>Megalaspis cordyla</i>
5.	高 麗 馬 加 鱈	白 北	<i>Scomberomorus koreana</i>
6.	鱈	土 托	<i>Scomberomorus commersoni</i>
7.	黃 鱈 鮪	串 仔	<i>Thunnus albacares</i>
8.	丁 挽 舅 旗 魚	旗 魚	<i>Xiphiis gladius</i>
9.	黃 鱈 鯛	赤 翅	<i>Acanthopagrus berda</i>
10.	黑 鯛	黑 格	<i>Acanthopagrus schlegeli</i>
11.	白 帶 魚	白 魚	<i>Trichiurus lepturus</i>
12.	鮚 魚	鮚	<i>Miichthys miug</i>
13.	臭 都 魚	象 魚	<i>Siganus fuscescens</i>
14.	小 口 馬 鮫 魚	午 仔	<i>Polynemus microstoma</i>
15.	花 身 雞 魚	花 身	<i>Therapon jarbua</i>
16.	細 鱗 石 鱸	加 志	<i>Plectorhynchus pictus</i>
17.	擬 青 石 斑	郭 仔	<i>Epinephelus diacanthus</i>
18.	白 鰺	白 口	<i>Pennahia pawak</i>
19.	瓜 子 鰻	肉 魚	<i>Psenopsis anomala</i>
20.	烏 魚	烏 仔	<i>Mugil cephalus</i>
21.	馬 面 單 棘 魷	皮 魚	<i>Navodon modestus</i>
22.	加 鱸 魚	加 鱸	<i>Chrysophrys major</i>
23.	日 本 紫 勿	勿	<i>Engraulis japonica</i>
24.	銀 帶 鰵	堯	<i>Stolephorus sp.</i>
25.	烏 賊	花 枝	<i>Sepia esculenta</i>
26.	軟 翅 仔	軟 絲	<i>Sepioteuthis lessoniana</i>

討 論

人工魚礁的發展已有 200 多年的歷史，從最早漁民把石塊、樁材等物投入海中集魚，到目前世界各國從事各項的研究計畫，大部分均已肯定了人工魚礁的效果⁽⁶⁾。因此未來人工魚礁的發展，不再只限於理論的研究，而是需廣泛地應用在資源日益枯竭的沿近海漁業水域，以求達到培育與增產資源之目的。

近年來國人的生活水準提高，休閒娛樂中釣魚活動也日益蓬勃發展，因此投資設置人工魚礁，用來聚集魚類以供海釣，可成為新興的觀光休閒漁業。凡此，均使人工魚礁的設置效益更形彰顯。然而設置人工魚礁，尤應注意地點的選擇，Bohnsack and Sutherland⁽¹⁵⁾指出，人工魚礁的投放位置不當，反而會造成當地生態系統的破壞。

本調查結果顯示，外埔魚礁區之魚礁投放位置與公告範圍不合，均在公告中心 500 公尺半徑範圍外，而呈零散分佈，且礁體大部分已遭埋沒。Yoshimuda⁽¹⁶⁾發現，成堆礁體之聚魚效果遠比零星礁體好，Hunter and Mitchell⁽¹⁷⁾亦指出，礁體之高度須達到一定程度以上，始能誘引洄游性魚類聚集。所以今後繼續投放魚礁時，應確實拋錨定位，如此魚礁的投放才會集中，礁體的高度亦能提高，以發揮魚礁的聚魚效果。此外外埔魚礁區之底質大部分為粒度極小的軟泥，且水質透明度差，易使魚礁沉陷。根據張⁽³⁾和 Ahr⁽¹⁸⁾之調查研究，設置人工魚礁的條件，必須底質堅固的石礫底、白沙帶泥或有介殼混合之海底，並避免在污染與河口地區，同時透明度需良好不過於混濁；因此，外埔魚礁區之投放方法與地點，有待進一步調查分析與研討之餘地。

謝 辭

本研究承行政院農業委員會支助（計畫編號：78農建-3.2-漁-13(3-2A)），執行期間承魏總明船長協助調查、並由陳水金和蘇焉先生潛水觀察，以及國立臺灣海洋大學漁業研究所研究助理江進榮先生、研究生劉仁銘、王啓銘、陳瑞榮君等之協助，使研究工作得以順利完成，謹此一併致謝。

參 考 文 獻

1. 桑谷幸正 (1962). スズキを對象とする魚礁總合の研究 . 京都府水產試驗場業績 . 8 , 1-129 .
2. 井上 實 (1985). 漁具と魚の行動 . 恆星社厚生閣 , 39-41.
3. 張崑雄 (1976). 人工魚礁 . 中央研究院動物研究所專刊第一號 , 68 pp .
4. 張崑雄 (1977). 人工魚礁 (續) . 中央研究院動物研究所專刊第二號 , 49 pp .
5. 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 , 74 pp .
6. 邵廣昭 (1988). 北部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第 12 號 , 121 pp .
7. 邵廣昭 (1989). 人工魚礁 - 積極復育近沿海漁業資源 . 中國水產 . 438 , 14-32 .
8. 李燦然 (1980). 人工魚礁專輯 . 台灣省水產試驗所試驗報告 , 35 pp .
9. 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 , 107-163 .

10. 小川良徳 (1967). -人工魚礁に對する魚群行動の實驗的研究 (VII) . 日本水産學會誌 . 33 (9) , 801-811 .
11. 小川良徳 (1968). 人工魚礁に對する魚群行動の實驗的研究 (VIII) . 日本水産學會誌 . 34 (3) , 169-176 .
12. 澤田貴義・宮崎千博・柴田富夫 (1975). 定置網の漁獲性能に及ばず人工魚礁の効果 . 静岡縣水産試験場研究報告 . 9 , 399-412 .
13. 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 , 71-84 .
14. 佐藤 修 (1984). 人工魚礁 . 恆星社厚生閣 , 130 pp .
15. Bohnsack, J.A. and D.L. Sutherland (1985). Artificial reef research : A review with recommendations for future priorities Bull. Mar. Sci. 37 (1), 11-39.
16. Yoshimuda, N. (1982). Discussion of installation planning. in S.F. Vik , ed. Japanese artificial reef technology. Aquabio, Inc., 2957 Sunset Blvd., Bellair Bluffs, FL. Tech. Rep. 604 , 137-165.
17. Hunter, J.R. and C.T. Mitchell (1976). Association of fishes with flotsam in the offshore water of Central American. U.S. Fish. Wildlife Serv. Fish Bull. 66(1), 13-29.
18. Ahr, W.M. (1974). Geological consideration for artificial reef site location. In Proc. Int. Conf. Arti. Reefs , 31-33.