
基隆市外木山海域投礁地點可行性評估

主辦機關：國立臺灣海洋大學水產學院
執行機關：國立臺灣海洋大學水產學院

執行人：孫寶年	教授兼院長
計劃主辦人：邵廣昭	教授
協同研究人員：何林泰	研究助理
林介屏	研究助理
高炳華	研究助理

研究計畫編號：83 農建－6.4－漁－04(05)

摘 要

綜合本年度（82年7月～83年6月）基隆市外木山海域人工魚礁投放地點可行性評估結果，本海域水溫呈季節性變動，鹽度則全年之振幅小。平均透明度約在7.5m，海底水平能見度隨深度之增大而減小。水深愈深處其底質愈泥濘，底質尙屬堅硬。本海域漲潮時往西邊流，退潮時則流向東邊，流速小於30cm / sec。

生物相方面，在天然礁區其魚種多屬岩礁性之小型魚種，計調查到11科26種，以隆頭魚科（Labridae）佔了6種為最多，無脊椎生物並不豐富。而82年6月之調查點則為由基隆市政府投放之方型水泥魚礁，計聚集了11科17種魚類，經濟性魚種佔了接近50%，礁體附著生物體型均小。

由於外木山海域西鄰大武崙海域，在大武崙海域所投放之各類型魚礁均已發揮其應有之效益，以大武崙海域成功之投礁情況與本年度我們實地觀測之各項條件，外木山海域應亦可進行人工魚礁之投放，優先建議之投礁地點則為協和電廠前方水深約30m之海域，其經緯度為N25° 9'47"，E121° 44'04"。

前 言

本報告係報導本所在82年7月至83年6月間，在農委會經費補助下，在基隆市外木山海域進行人工魚礁投放地點之勘選、可行性之評估、與生態環境

背景資料之收集，以免盲目投放魚礁，造成浪費，並可作為未來當地海域整體規劃發展之參考。

材料與方法

一、材料

(一) 船隻：停泊於外木山漁港之新漁發漁船。

(二) 調查儀器：

水肺潛水裝備，溫度、鹽度儀、透明度板、海流儀、光電光譜比色計、酸鹼度儀、魚探機、衛星定位系統儀。

二、方法

在調查方法方面，主要分為兩個項目來進行，即海況、水文資料之收集及底質與生物相之調查，分述如下：

(一) 水文資料之收集：

於外木山海域，調查範圍西起約與大武崙海域相鄰之海區，東至協和電廠面海廠區之東側。根據本所三個年度（80年7月至83年6月）在大武崙海域各類型人工魚礁實際潛水調查之經驗，水深以 $30 \pm 5\text{m}$ 較適合人員之實地潛水觀察，因此在與大武崙鄰近之外木山海域水文測量站我們選

定30m左右之水深，於其水表面層或底層實地測量作業當日之資料（圖1）。

（二）生物相與底質之調查：

調查方式以水肺潛水為主，利用目視法（visual methods），由研究人員2～3人分別進行潛水記錄攝影與採集等工作（圖1），以收集外木山海域生物相與底質之背景資料，作為未來本海域投放人工魚礁後其效果之對照。

結果與討論

一、海況、水文資料部份

自計劃執行期間（82年7月至82年6月），我們於基隆市外木山海域自西向東，在水深約30m處表面層或底質測量本海域之各項水文資料，每季測量一次，共得四次之資料，作業月份分別為82年9月、10月以及83年2月、6月，其結果分項描述於下：

（一）水溫、鹽度

外木山海域海水溫度依實際測得之水面層溫度範圍約在 17°C ～ 28°C 之間（表1及圖2），呈季節性之變化。水下10m處、20m處及30m處與表面層水一樣亦有季節性之變化，夏天較高而冬天水溫較低。水深愈深則其水溫愈低，表面層水溫與底層水溫（約30m處）平均水溫差異在 1.2°C 左右。

鹽度方面，表層鹽度介於 32.7 ~ 33.9 間（表 1 及圖 3），底層鹽度則其變化介於 33.6 ~ 34.0，整體而言在外木山海域鹽度變化並不大，振幅小。在深度之垂直變化亦無一定之規則可循，如 82 年 9 月與 10 月之作業表層水之鹽度低於底層水，但在 83 年 2 月及 6 月之作業裡卻是底層水之鹽度高於表層水。

（二）透明度及能見度

以透明度板在外木山海域水深 30m 處之水表層垂直方向測得之平均透明度在 7.5m 左右，以 83 年 2 月測得之 8.5m 最高，而 83 年 6 月之 6.0m 最低（表 2 及 3）。至於在三個潛水調查點作業時之水平能見度，82 年 9 月在水深 32m 處其能見度僅有 3m；83 年 6 月在水深 10m 處能見度約為 8m，水深 20m 處則為 7m。水平能見度有隨海水深度之增加而降低之趨勢。

（三）海潮流

外木山海域西接大武崙海域，東鄰基隆港區，海況流速受西側野柳、龜吼凹出岬角之影響而減慢，但潮流之流向則固定，退潮時往東邊流，漲潮時則流向西邊，流速依本年度實際測得之資料，在 12 ~ 24cm/sec 之範圍內，海流相當緩慢（表 3 及圖 4）。

（四）水質化學部份

在水質化學方面之調查，調查期間每季在本海域之測站表層直接採取海水樣品，共得四個測站之資料，詳見表4。其中水質酸鹼度（PH值）介於8.03～8.09之間。化學營養鹽方面，硝酸鹽（Nitrate）以83年2月及6月最高為3.5ppm，而82年10月份測得之2.7ppm最低，但整年度變化並不大；亞硝酸鹽（Nitrite）則介於0.01～0.327ppm之間，其中以10月份較高；磷酸鹽（Phosphate）介於0.22～0.76ppm間；矽酸鹽（Silicate）則介於0.95～1.62ppm之間。

（五）底質

以水肺潛水實地觀察到之外木山海域底質狀況有水深愈深之地區其海底底質愈泥濘之趨勢（表2）。83年6月份自協和電廠旁之岸邊入水，此海域為岩礁與砂溝相雜而成之地形，再往外則為平坦緩降之大片岩礁區，其礁區周圍之砂地區底質為砂質有小礫石與貝殼砂，顆粒較大。而相同月份在協和電廠前方約200m處，水深20m之海域其海底底質為大片砂地區，砂質顆粒大小與近岸水域相似，但小礫石與貝殼砂之成份卻明顯減少許多。而82年9月份在32m水深之水域其為過去由地方政府在本海域所投放之方型魚礁區，本堆數量在60座左右，都平整的座落在砂地上，有五個呈兩兩堆疊，斷裂、解體及掩埋情形並不明

顯，座落之砂地底質與較淺為之水域相較為顆粒較細之砂並混有泥質，此深度與底質均與鄰近之大武崙人工魚礁區相似。

二、魚種組成與其他生物

為調查外木山海域之魚種組成與海底底質狀況，本年度我們共計在本海域以水肺潛水實地加以觀察與記錄了三個地點，分述如下：

(一) 82年9月份之魚礁區

82年9月份之作業，由作業船上之漁探儀看出本點為大片砂地上突出物，水深在30~32m間，經人員實地觀察才發現為數量在60個左右之方型水泥礁，依據漁業局公佈之資料此應為以魚礁計劃補助基隆市政府所投放於本海域之礁體（表5），由礁體附著生物之厚度來判斷，這批礁體投放時間應在2~3年內，礁體上附著生物以藪枝蟲、珊瑚藻、海綿等較多，但體型均不大。

在本魚礁區聚集之魚類共有11科17種（表6），以隆頭魚科（Labridae）佔有3種為最多，數量上之優勢經濟性魚種為石鱸科（Haemulidae）之三線雞魚（*Parapristipoma trilineatum*）及笛鯛科（Lutjanidae）之縱帶笛鯛（*Lutjanus vitta*）較多；非經濟性魚種

則有天竺鯛科 (Apogonidae) 之半線天竺鯛 (Apogon semilineatus) 及雀鯛科 (Pomacentridae) 之燕尾光鰓雀鯛 (Chromis fumea)。所有之 17 種魚類中經濟性魚種佔了 8 種，為 50% 左右。以本魚礁區聚集之魚種與鄰近之大武崙魚礁區作一比較，則可發現這些魚種均曾在大武崙海域之魚礁區出現，且優勢種亦非常類似。

(二) 83 年 6 月天然礁區

83 年 6 月 22 日研究人員自協和電廠旁的岸下邊入水，此區為天然礁區，為平礁盤與砂溝交錯之地形，可見少量海膽嵌於岩礁中，藻類等並不豐富。

自岸邊至水深約 10m 處，所見之魚類計有 11 科 26 種 (表 6)，大多為體型較小之岩礁魚類，俗稱變色雀鯛之霓虹雀鯛 (Pomacentrus coelestis) 在此之數量遠超過任何魚種。經濟性魚種雖然佔了 7 種之多，但數量上除了烏尾冬科 (Caesionidae) 雙帶烏尾冬 (Pteracaesio diagramma) 較多外，其他的均屬偶見種或罕見種。魚種數方面仍以隆頭魚科佔了 6 種為最多，次為雀鯛科之 5 種。在天然礁之調查記錄，將可作為未來若有人工魚礁投放於本海域後天然礁與人工魚礁間聚魚效果之比較及魚礁區生物質量及能量之移轉探討。

(三) 83 年 6 月砂地區

作業船之漁探儀顯示協和電廠廠區正前方之海域為大片之平坦地帶，為充分了解其海底情況，於83年6月29日於水深20m左右之地區入水，此為整片之砂地區，無脊椎動物方面僅見一隻鰻頭蟹躲藏於砂中。至於魚類方面則發現有2種均為砂地魚種（表6），分別為評科（Bothidae）之蒙鯆（*Bothus mancus*）及鼠銜魚科（Callionymidae）之雙線鼠銜魚（*Diplogrammus xenicus*）。

綜合分析與建議

一、綜合分析

人工魚礁投放其效果之成敗與投礁地點、底質、周圍環境、潮流、深度以及投放方法審慎與否等有著密切之關係（邵，1988）。茲將各項投礁之理想條件與外木山當地海域之條件，作一比較與分析。

（一）底質

投置人工魚礁之海底應以平坦寬闊，底質堅硬之海域較為適宜，不致於使投放之魚礁遭受埋沒，使其能發揮最大之效應。外木山海域之底質有水深愈深處愈泥濘，其與鄰近之大武崙海域相近，底質尚屬堅硬，大武崙海域78年度以後投放之雙

層式水泥礁至今其埋沒狀況仍不嚴重，依此推斷外木山海域之底質應適合投放人工魚礁。

(二) 周圍環境

人工魚礁和天然礁應有一段相當之距離才能充分發揮魚礁之效果。最好選在離天然礁半哩以上的地區(邵, 1988)。整個外木山海域岩礁區與砂地區交錯著，而外木山漁港出口之海域其岩礁區落差則較大。選擇一適合投礁之地點且離天然礁有一段距離之砂地區在外木山海域是可行的。

(三) 潮流

外木山海域漲、退潮流向相當穩定，且依據全年四個點實測之流速均低於30cm/sec，根據張(1976)的調查研究指出人工魚礁投置區其海流流速 H 不超過75cm/sec為佳，則本海域之海況流速甚為符合此項標準。

(四) 深度

一般而言，人工魚礁投放在海岸最適合的深度約為20~30m之間，因為礁體投放太淺，會阻礙船隻航行或受海底波浪之衝擊而損壞；太深則觀察不易，無法實地調查，且光線之穿透能力無法到達，使得一些藻類與若干附著生物生長受阻，而影響魚礁聚魚之效果。

外木山海域水表平均透明度為 7.5m，海底約 30m 處水平能見度則為 3m（82 年 9 月調查），較淺之 20m 處則增加到 7m（83 年 6 月調查）。而鄰近之大武崙海域依過去 3 個年度（80、81、82 年度）本所對當地各類型魚礁之調查（水深在 24~35m 間），其海底能見度介於 3~8m 間，與本海域相近，因此外木山海域未來如欲投放人工魚礁依其實地能見度，水深以 30m 左右較為適宜。

整體來說，基隆市外木山海域地理位置靠近大武崙海域，其天候、海況、水文條件、底質等各項因子亦與大武崙海域相類似，依據大武崙過去投放人工魚礁成功之例子，以及一年來本所各項實地觀測資料來看，外木山海域只要投礁地點選擇得當，並配合投放時能儘量達到使魚礁集中之原則，那麼必能使人工魚礁達到預期之效益。

二、投礁地點建議

依據本所在外木山海域一年來之作業以及對當地漁民之意見訪談，對於本海域未來人工魚礁投放之建議點有：

- (一) 外木山漁港出口之地區根據漁民提及為季節性漁獲之重要海域，他們建議避免在此區域內之海區投放人工魚礁。

- (二) 外木山海域本所第一建議之投礁地點為協和電廠正前方之海域，水深 30m 左右，有廣大之砂地區，其經緯度約為 N 25° 9'47"，E 121° 44'04"，但因本海區較接近基隆港港口，為不阻礙大型船隻之通行，其投放時之深度不可偏離至太淺之水域。
- (三) 第二建議點則較靠近大武崙海域，水深約 32m，經緯度為 N 25° 10' 17"，E 121° 43'25"。即 82 年 9 月我們潛水所見之魚礁區，此區亦為砂底質，由現場已有之礁體其狀況均無大的損壞及相當不錯的集魚效果來看，此海區也適合作為外木山人工魚礁之投放點，若未來投放後可與現有之礁體相互重疊、分佈，並與西邊之大武崙海域已成長形環帶狀之各類型人工魚礁相鄰，將使人工魚礁之效益作最大之發揮。

參考文獻

1. Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Uyeno and T. Yoshino, (1984) The Fishes of the Japanese Archipelago, Tokai University Press, Tokyo, 437pp.
2. Nelson, J.S. (1984) Fishes of the World, 2nd ed., John Wiley & Sons, 523pp.
3. Smith, M.M. and P.C. Heemstra (1986) Smith's Sea Fishes, Macmillan South Africa Ltd.

- Press, Johannesbug, 1047pp.
4. 行政院農業委員會 (1989) 人工魚礁調查研究報告彙集(一)。農委會漁業特刊第二十二號，156頁。
 5. 行政院農業委員會 (1992) 人工魚礁調查研究報告彙集(二)。農委會漁業特刊第三十三號，279頁。
 6. 行政院農業委員會 (1993) 人工魚礁調查研究報告彙集(三)。農委會漁業特刊第三十九號，321頁。
 7. 行政院農業委員會 (1994) 人工魚礁調查研究報告彙集(四)。農委會漁業特刊第四十八號，233頁。
 8. 沈世傑 (1984) 臺灣近海魚類圖鑑，初版，作者自行出版，臺北，190頁。
 9. 沈世傑 (1986) 世界魚類名典，臺灣省立博物館，426頁。
 10. 李燦然 (1980) 人工魚礁專輯。臺灣省水產試驗所基隆總所，49頁。
 11. 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十二號。121頁。
 12. 邵廣昭 (1989) 臺灣海域設置人工魚礁之規劃研究。中央研究院動物研究所刊第十三號。117頁。
 13. 邵廣昭 (1989) 人工魚礁－化滄海為桑田的藍色革命。中央研究院動物研究所、臺灣電力公司環境保護處。30頁。

14. 邵廣昭、陳麗淑 (1990) 臺灣自然觀察圖鑑 ○ ○ - 海水觀賞魚 (一) 及 (二) , 渡假出版社, 臺北。
15. 林俊良 (1980) 人工魚礁施放地點的利用。中國海專漁訊第八期。
16. 林俊良、謝日豐、王敏昌及魏樹藩 (1980) 人工魚礁效果調查。Bull. Taiwan Fish. Res. Inst. 32: 95-125。
17. 省漁業局 (1989) 沿海人工魚礁區海域生態環境調查及效益評估。省漁業局專輯報告第四輯。
18. 國立高雄海事專科學校 (1992) 漁業推廣專輯第八輯 - 人工魚礁研討會專刊。110 頁。
19. 陳兼善原著、于名振增訂 (1986) 臺灣脊椎動物誌, 二次增訂一版, 臺灣商務書局, 臺北。
20. 張崑雄 (1976) 人工魚礁。中央研究院動物所專刊第一輯。68 頁。
21. 張崑雄 (1977) 人工魚礁。中央研究院動物所專刊第二輯。94 頁。
22. 張崑雄 (1979) 人工魚礁。中央研究院動物所專刊第七輯。74 頁。
23. 小川良德 (1979) 人工魚礁。Ocean age 13-22pp.
24. 大島泰雄 (1964) 人工魚礁。水產增養殖叢書第八輯。
25. 佐藤修編 (1984) 人工魚礁。2nd。恆星社厚生閣刊。

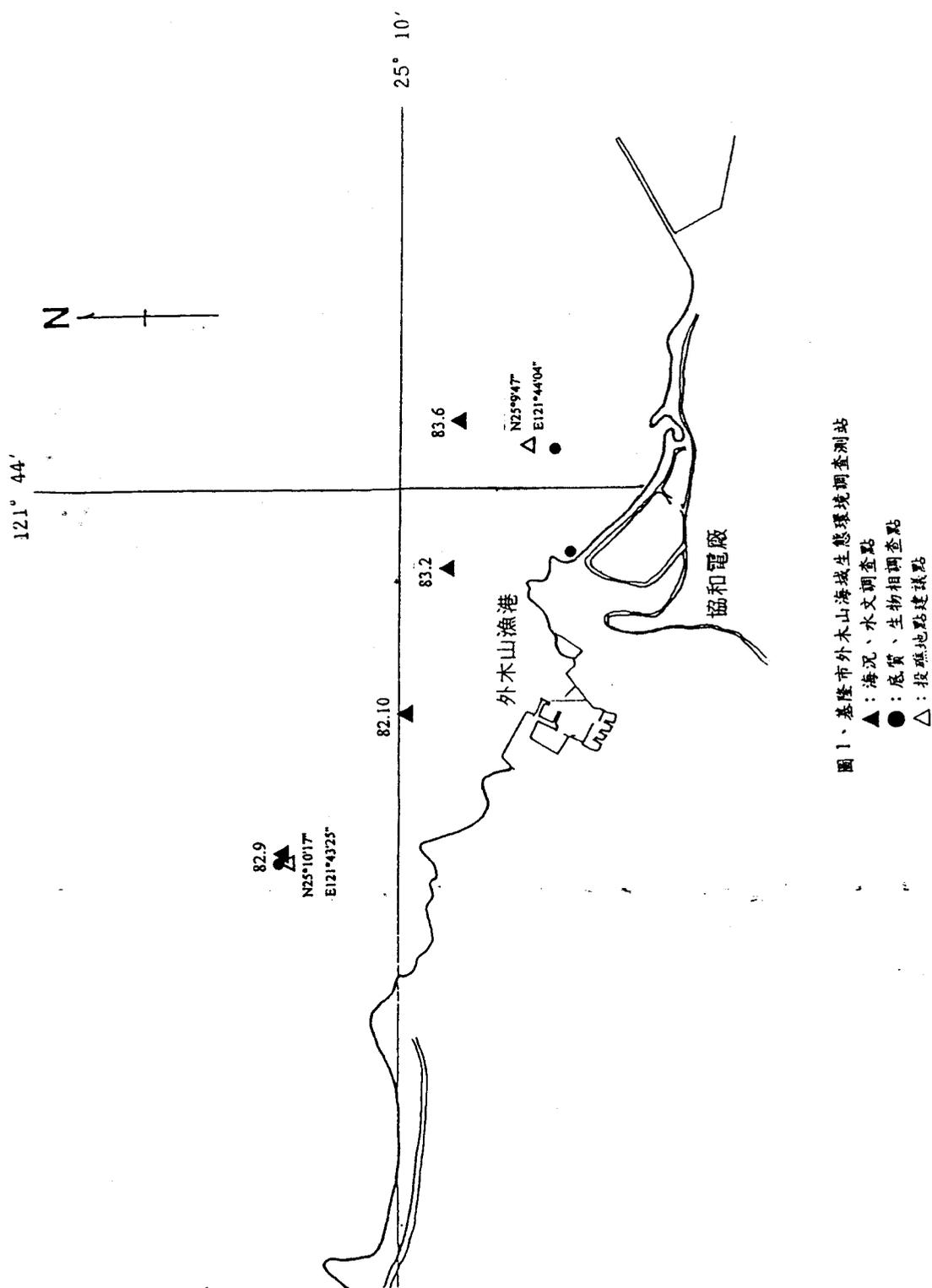


圖1、基隆市外木山海域生態環境調查測站

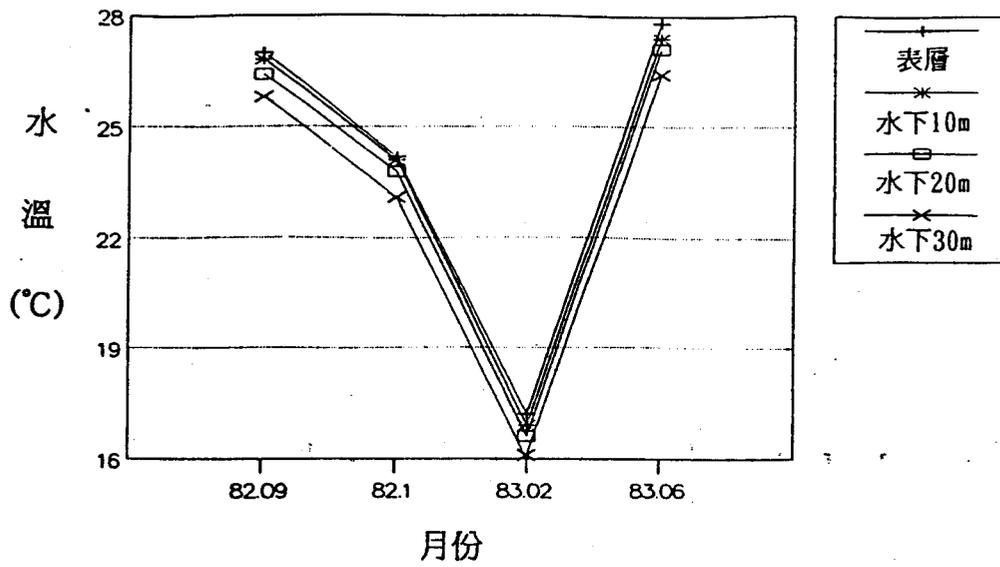


圖 2、基隆市外木山海域各測站水溫變化曲線

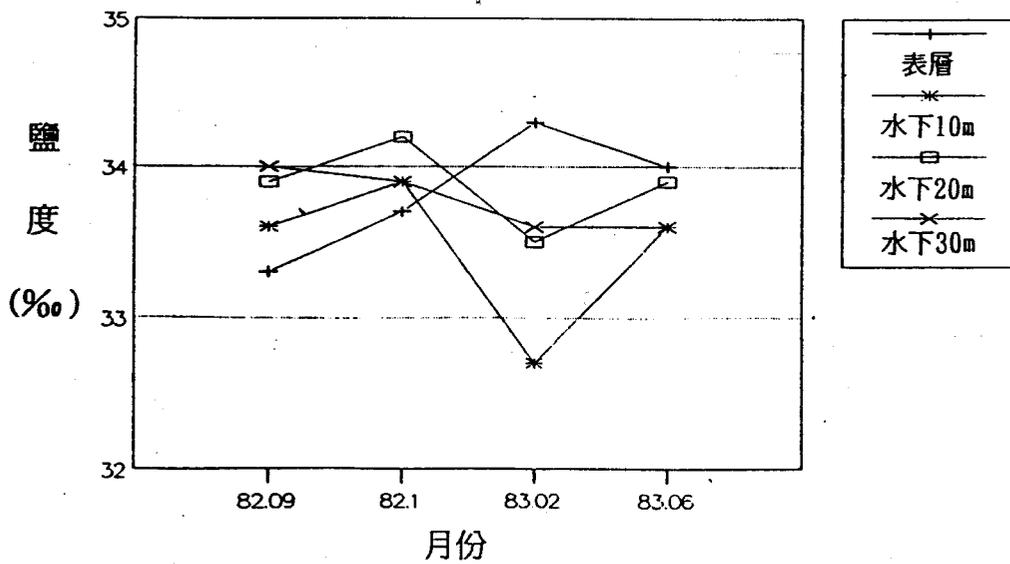


圖 3、基隆市外木山海域各測站鹽度變化曲線

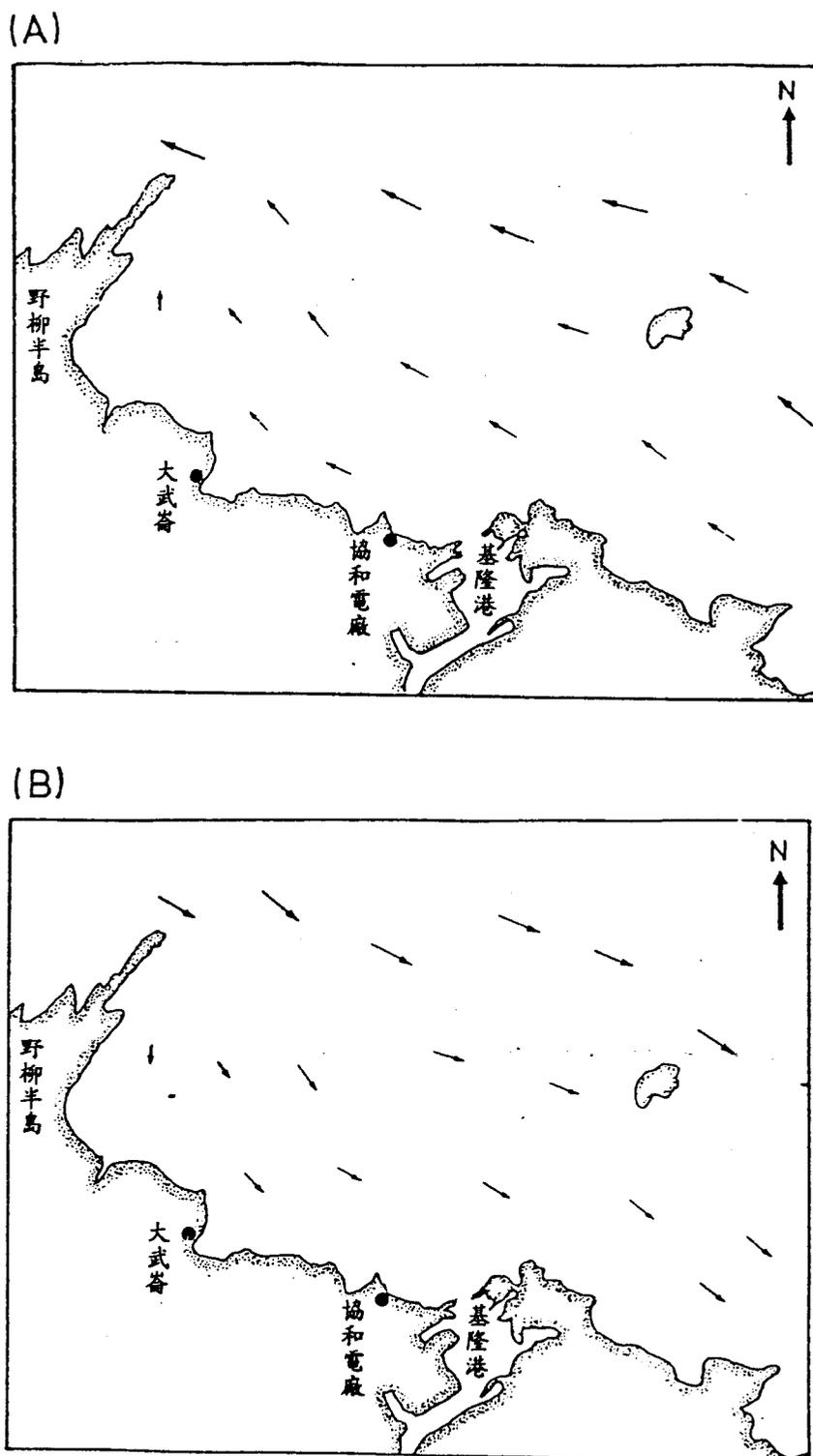


圖 4、基隆市外木山海域常見之 (A) 漲潮流況，(B) 退潮流況。

表 1. 基隆市外木山海域水溫及鹽度記錄

日期	水溫 (°C)				鹽度 (‰)			
	表層	水下10m	水下20m	水下30m	表層	水下10m	水下20m	水下30m
82.09	27.0	26.8	26.4	25.8	33.3	33.6	33.9	34.0
82.10	24.2	24.1	23.8	23.1	33.7	33.9	34.2	33.9
83.02	17.2	16.9	16.6	16.0	34.3	32.7	33.5	33.6
83.06	27.8	27.4	27.1	26.4	34.0	33.6	33.9	33.6

表 2. 基隆市外木山海域潛水作業日水平能見度、深度及附近底質

日期	能見度	水深	附近底質
82.09 (魚礁)	3.0m	32m	砂質、泥質
83.06 (天然礁)	8.0m	0-10m	小礫石、砂質
83.06 (砂質底)	7.0m	20m	砂質

表 3. 基隆市外木山海域作業日透明度及海潮流記錄

日期	透明度	海潮流
82.09	8.0m	漲潮(西) 12cm/sec
82.10	7.5m	漲潮(西) 15cm/sec
83.02	8.5m	退潮(東) 24cm/sec
83.06	6.0m	漲潮(西) 20cm/sec

表 4. 基隆市外木山海域表層海水之水質化學資料

Month	82.9	82.10	83.02	83.06
pH	8.08	8.03	8.05	8.09
Nitrate (ppm)	3.10	2.70	3.50	3.50
Nitrite (ppm)	0.101	0.327	0.016	0.294
Phosphate (ppm)	0.76	0.24	0.22	0.60
Silicate (ppm)	1.21	1.03	0.95	1.62

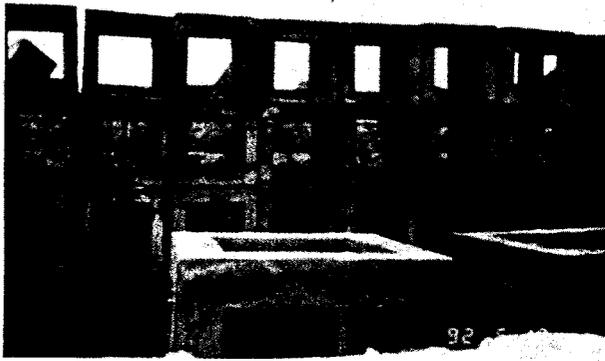
表 5. 基隆市外木山海域歷年來投礁記錄

年度	位 置	投放深度	魚礁種類	投放數量
69	N25° 10'18",E 121° 43'24"	35	方型水泥礁	155
80	N25° 10'18",E 121° 43'24"	35	方型水泥礁	252
81	N25° 10'18",E 121° 43'24"	35	方型水泥礁	251
82	N25° 10'18",E 121° 43'24"	35	方型水泥礁	250

表 6. 基隆市外木山海域魚礁潛水作業魚相名錄及其豐度

Family	Species		82.9(魚礁)	83.6(天然礁)	83.6(砂底)
Acanthuridae	* <i>Acanthurus dussumieri</i>	杜氏粗皮鯛			+
	* <i>A. xanthopterus</i>	黃尾粗皮鯛	++		
	* <i>Prionurus scalprus</i>	三棘天狗鯛			+
Apogonidae	<i>Apogon aureus</i>	黃天竺鯛			+
	<i>A. doederleini</i>	道氏天竺鯛			++
	<i>A. nitidus</i>	褐尾紋天竺鯛	++		+
	<i>A. semilineatus</i>	半線天竺鯛	+++		
Bothidae	* <i>Bothus mancus</i>	紫鯻			
Caesionidae	* <i>Pteracaesio diagramma</i>	雙帶烏尾冬			+++
Callionymidae	<i>Diplogrammus xenicus</i>	雙線鼠銜魚			
Chaetodontidae	<i>Chaetodon auripes</i>	金色蝶魚			++
	<i>Heniochus acuminatus</i>	白吻雙帶立旗鯛	+		+
Diodontidae	<i>Diodon holocanthus</i>	刺河魨	++		++
Gobiidae	<i>Eviota abax</i>	磯塘鯧	+		++
	<i>Istigobius campbelli</i>	康培氏銜鯧			+
	<i>I. decoratus</i>	裝飾珠點銜鯧			++
Haemulidae	* <i>Parapristipoma trilineatum</i>	三線雞魚	+++		
Labridae	* <i>Choerodon azurio</i>	寒鯛	++		++
	<i>Coris dorsomacula</i>	背斑鴨鯛			+
	<i>Halichoeres poecilopterus</i>	花翅儒艮鯛	+		++
	<i>H. scapularis</i>	頸帶儒艮鯛			+
	<i>Pseudolabrus japonicus</i>	竹葉鴨鯛			++
	<i>Stethojulis interrupt</i>	斷線鴨鯛			++
	<i>Suezichthys gracilis</i>	細竹葉鴨鯛	+		
Lutjanidae	* <i>Lutjanus russellii</i>	黑星笛鯛	+		
	* <i>L. vitta</i>	縱帶笛鯛	+++		
Monoacanthidae	* <i>Stephanolepis cirrhifer</i>	曳絲單棘魨	+		
	* <i>Thamnaconus modestus</i>	馬面單棘魨	++		
Mullidae	* <i>U. tragula</i>	條紋鯆鯧			+
Pomacentridae	<i>Abudefduf vaigiensis</i>	五線雀鯛			++
	<i>Chromis notatus</i>	斑鱗光鰓雀鯛	++		++
	<i>C. fumea</i>	燕尾光鰓雀鯛	+++		+++
	<i>Pomacentrus coelestis</i>	霓虹雀鯛			+++
	<i>Neopomacentrus cyanomos</i>	新雀鯛			+
Scaridae	* <i>Scarus ghobgan</i>	藍點鴨哥魚			+
Scorpaenidae	* <i>Dendrochirus zebra</i>	斑馬紋多臂蓑魷			+
Synodontidae	* <i>Trachinocephalus myops</i>	短吻花桿狗母	+		

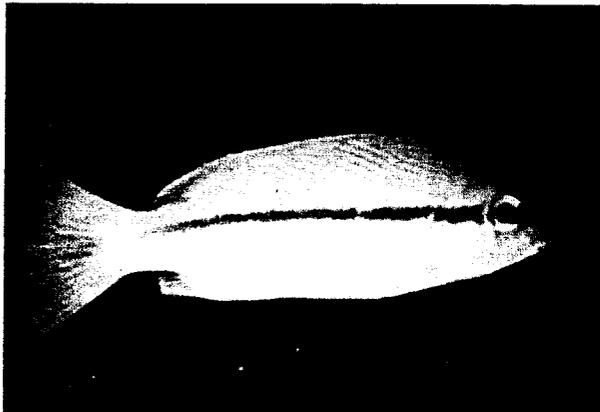
豐度：+++ Abundance; ++ Occasion; + Rare
經濟性魚種：*



照片 1. 外木山海域現有之人工魚礁種類為方型水泥礁。



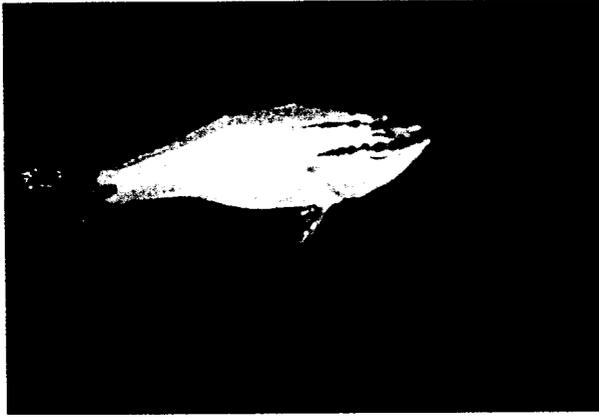
照片 2. 三線雞魚 (*Parpristipoma trilincatum*) 為魚礁區最重要之經濟性魚種。



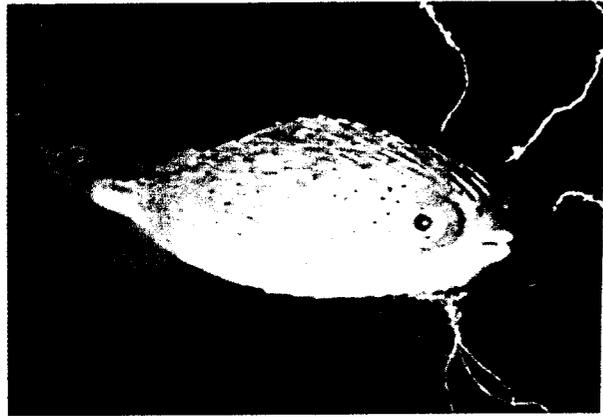
照片 3. 縱帶笛鯛 (*Lutjanus vitta*) 亦為魚礁區之重要經濟性魚種。



照片 4. 燕尾光鰓雀鯛 (*Chromis fumea*) 在魚礁區上方水域活動。



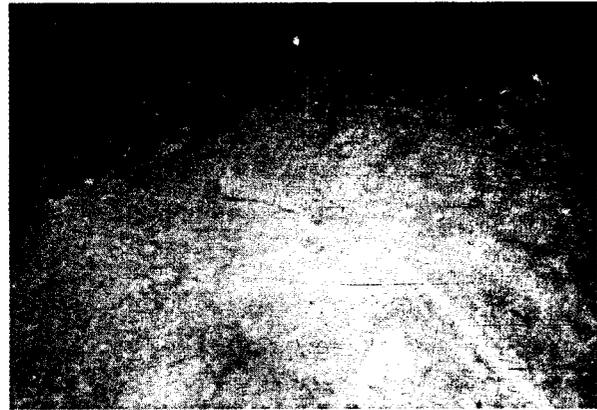
照片 5. 半線天竺鯛 (*Apogon semilineatus*)
為魚礁區數量最多之夜行性魚種。



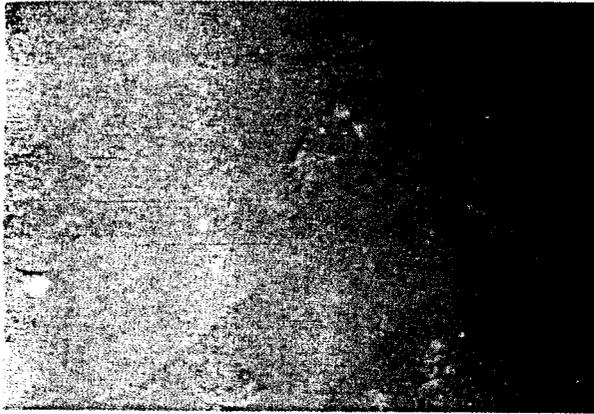
照片 6. 刺河魨 (*Diodon holocanthus*) 在礁體
下方藏匿，其旁之絲狀物則為漁民
用之網具纏繞於礁體所致。



照片 7. 寒鯛 (*Choerodon azurio*) 之幼魚
在礁體上活動。



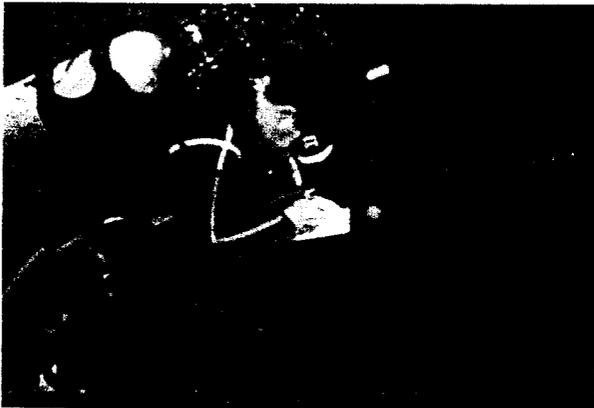
照片 8. 外木山海域 30m 海域之底質一。



照片 9. 外木山海域 30m 海域之底質二。



照片 10. 外木山海域 20m 海域之底質及一隻鰻頭蟹。



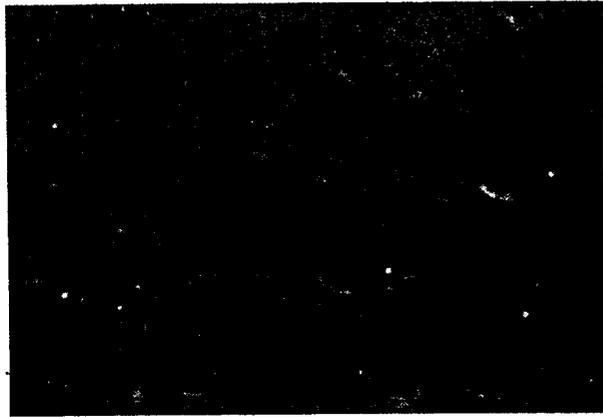
照片 11. 研究人員在外木山海域天然礁之作業情形。



照片 12. 協和電廠前方海域之天然礁地形，有許多海膽所鑿之岩礁洞穴。



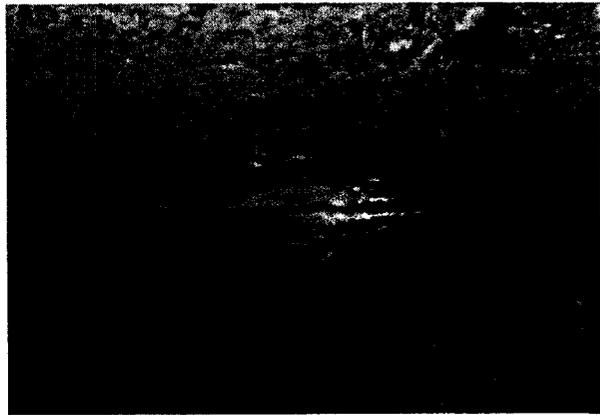
照片13.天然礁區數量最多之魚種為霓虹雀鯛 (*Pomacentrus coelestis*)。



照片14.成群的斑鰭鯧雀鯛 (*Chromis notatus*)



照片15.在人工魚礁區頗多之燕尾光鰭雀鯛在天然礁區亦極為常見。



照片16.天然礁區最常見之夜行性魚種為道氏天竺鯛 (*Apogon doederleini*)。