

宜蘭東澳人工魚礁區效益評估

主辦機關：國立臺灣海洋大學
執行機關：國立臺灣海洋大學漁業系

執行人：鄭森雄	校長
計畫主辦人：劉春成	講師
陳瑞榮	研究生

計畫名稱：宜蘭東澳人工魚礁區及保護礁區海域生態環境調查與效益評估
計畫編號：80農建-3.2-漁-15(3-2G)

摘 要

- (1) 人工魚礁投放後，其漁獲魚種由22種增為44種，在新增的魚種中，主要為岩礁性魚類（如黃臘鰻、臭都魚、黑瓜子鱸等）及表、中層洄游性魚類（如高麗鰭、竹節鰭、劍旗魚等），均為高經濟價值魚種。
- (2) 選擇人工魚礁投放前、後均有捕獲的魚種，來進行捕獲量的比較分析，發現魚礁投放後有18種魚類捕獲量增加，有4種魚類捕獲量減少。
- (3) 由於前述二項結果的影響，使得月別單位努力漁獲量（monthly CPUE）明顯增加，且月別單位努力所得（monthly IPUE）增加的幅度更大，可見魚礁之效益良好。

A B S T R A C T

- (1) The fish species of catch distinctly changed after emplacement of reefs, these were 22 species in the catch before the reefs emplacement; 44 species, including previous 22 species, occurred in the catch after the reefs emplacement. Most of the increased species were rock-dwelling fishes and migratory fishes.
- (2) The catch of 22 species, which occurred in both periods, were used for comparison. The results reveal that 18 species with increasing catch after artificial reefs emplacement and 4 species with decreasing catch.
- (3) Owing to the two aforesaid results, the monthly catch per unit effort (CPUE) increased substantially after reefs were emplaced, and the magnitude of increment of monthly income per unit effort (IPUE) was greater than CPUE, it revealed that the effectiveness of artificial reefs were pretty good.

前 言

近年來由於漁撈技術不斷進步及漁獲努力量持續增加，使得漁業資源急劇減少，如未能善加珍惜，則其資源有枯竭之虞。因此，"人工魚礁"之措施便在近幾十年來急劇發展 (Carlisle *et al.*, 1964; Colunga and Stone, 1974; Sheehy, 1981; Chang, 1985; Nakamae, 1988)，其目的旨在藉人工魚礁的種種功效，以逐漸恢復漁業資源減少漁獲情況之壓力；而長期則可以有計畫地在沿岸海域投放各種型式之人工魚礁，以逐漸形成"海洋牧場" (Chang and Shao, 1988) 以確保沿近海漁業資源。

所謂"人工魚礁"乃是將人造或天然的物質投放於適當的海域，改良海洋環境，提供生活於海洋中的動植物良好的棲息場所，從而達到資源培育、增加漁產的目的 (Chang, 1976; Sato, 1984)。人工魚礁除上述之功能外，對於漁場亦可形成以下功能：(1) 生產力較低的淺海域，可將之造成良好的漁場；(2) 可創造新的漁場；(3) 可做為漁業生物種苗放流之保育場；(4) 可防止拖網船侵入沿海漁區作業，以保障沿海漁業資源，減少漁業糾紛，所以人工魚礁之設置，為沿近海漁業振興的重要工作。

我國自民國六十二年實施"設置魚礁、培育資源"之計畫，迄今已有相當的成果，對人工魚礁之生態及效益的研究頗多 (Chang, 1976, 1977, 1979; Chang *et al.*, 1977a, 1977b; Lee, 1980; Chow, 1985; Lin *et al.*, 1981; Shao, 1988, 1989)，人工魚礁之現況亦持續調查追蹤 (Ou *et al.*, 1990a, 1990b; Liu *et al.*, 1991)，惜對人工魚礁的認知仍有所不足，如人工魚礁投放後對當地漁業的影響如何？人工魚礁的聚魚因子為何？如何設計及堆置才能使人工魚礁獲得最大效益等方面之研究相當缺乏，於是筆者乃針對上述之缺憾加以研究，並選擇東澳人工魚礁區為研究地點，期對人工魚礁之發展有所貢獻。

材 料 與 方 法

東澳為台灣東部之典型海灣，當地之漁業型態相當單純，以定置網為主要漁法，漁期自每年之11月起，至翌年之6~7月間結束，每日起網早、晚各一次，其漁獲情形

漁民均有詳細之記錄(Liu,1986;Liu and Lin,1986)。該海域自1976年起投放人工魚礁(圖一),分別為1976年船礁7艘及浮竹筏10艘;1978年投放巨型水泥礁75個,以後仍陸續的投放,其投放的數量並不一定(表一)。為究明人工魚礁之效益及礁體投放後對當地漁業的影響如何?於是蒐集東澳當地定置網1974年度至1979年度之日別漁獲資料,前三年並未投放人工魚礁,於1976年漁期結束後,始有人工魚礁之設置。漁獲資料依魚種之不同,加以歸類整理成月別漁獲量、月別單位努力漁獲量(CPUE; Kg/day)及月別單位努力所得(IPUE; N.T./day),以便處理分析。本研究以下列三種方法來評估人工魚礁之效益:

(1) 魚類相之變化情形:

觀察人工魚礁投放前與投放後,其漁獲魚種是否有增加或減少,以推求其魚類相之變化情形,並再以多樣度指數(H' :index of diversity)及平均度指數(J' :index of evenness)來探討魚礁投放後,對其漁獲物多樣度的影響。

$$H' = \frac{n \log n - \sum_{i=1}^k f_i \log f_i}{n}$$

n : sample size;

k : the number of species;

f_i : the number of observation in species i

and

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

$$H'_{\max} = \log k$$

H' : index of diversity

H'_{\max} : index of maximum

另一方面,人工魚礁的設置,是否會造成其優勢魚種的改變,亦為我們所欲探討的項目,而優勢魚種之界定,則以月別漁獲量最多之魚種為該月份之優勢魚種。

(2) 各魚種漁獲量之比較：

將上述各魚種之月別漁獲量分成魚礁投放前與投放後兩部分，來進行顯著性差異之檢定分析，以判斷人工魚礁之功效。我們選擇魚礁投放前、後均有捕獲之魚種來進行比較，魚礁投放後新增的魚種則不列入考慮。在進行顯著性差異檢定之前，我們首先進行初步檢定 (preliminary test)，其數式如下：

(I)

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_a : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

$$f = \frac{S^2 \text{ large}}{S^2 \text{ small}}$$

$$\text{critical value} = f_{0.2(2), 22, 22} = 1.74$$

當 $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ 被拒絕時，再以下式檢驗其變異係數

(II)

$$H_0 : \frac{\sigma_1^2}{u_1} = \frac{\sigma_2^2}{u_2}$$

$$H_a : \frac{\sigma_1^2}{u_1} \neq \frac{\sigma_2^2}{u_2}$$

$$t = \frac{(s_1 / \bar{y}_1) - (s_2 / \bar{y}_2)}{\sqrt{\frac{(s_1 / \bar{y}_1)^2 + (s_1 / \bar{y}_1)^4}{2n_1} + \frac{(s_2 / \bar{y}_2)^2 + (s_2 / \bar{y}_2)^4}{2n_2}}}$$

$$\text{critical value} = \pm t_{0.2(2), 44} = 1.301$$

\bar{y}_i : mean monthly catch of group i ($i=1,2$);
 s_i : standard deviation of group i ;
 n_i : sample size of group i .

從初步檢定的結果，我們可選擇較適當的統計方法，來進行魚礁投放前、後之漁獲量的比較，以使其獲得更客觀的結果，其選擇的方式如下：

Case 1. 當 $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ 被接受時，以下式來進行顯著性差異之檢定分析

$$\begin{aligned}
 H_0 &: \mu_1 = \mu_2 \\
 H_a &: \mu_1 \neq \mu_2
 \end{aligned}$$

$$t = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$S_p = \sqrt{\frac{SS_1 + SS_2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

critical value = $\pm t_{0.05(2), 44}$

\bar{y}_i : mean monthly catch of group i ($i=1,2$);
 S_p : pooled deviation;
 SS_i : sum of square of group i ;
 n_i : sample size of group i .

Case 2. 當 $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ 被拒絕而

$$H_0: \frac{\sigma_1^2}{\mu_1} = \frac{\sigma_2^2}{\mu_2} \text{ 被接受時, }$$

以下式來進行顯著性差異之檢定分析

$$H_0 : u_1 = u_2$$

$$H_a : u_1 \neq u_2$$

$$q = 2n \left[\log(2s^2) - \log \left(\sqrt{(\bar{y}_1^2 + 2s_1^2)(\bar{y}_2^2 + 2s_2^2)} - \bar{y}_1 \bar{y}_2 \right) \right]$$

(for $n_1 = n_2$ only)

\bar{y}_i : mean monthly catch of group i ($i=1,2$);

s : the variance of $2n$ observation;

s_i : the variance of group i ;

n_i : sample size of group i .

Case 3. 當 $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ 及 $H_0: \frac{\sigma_1^2}{u_1} = \frac{\sigma_2^2}{u_2}$

均被拒絕時，以下式來進行顯著性差異之檢定分析

$$H_0 : u_1 = u_2$$

$$H_a : u_1 \neq u_2$$

$$t = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$\text{critical value} = \pm t_{0.05(2)} \hat{V}$$

$$\hat{V} = \frac{(1+g)^2}{\frac{g^2}{n_1 - 1} + \frac{1}{n_2 - 1}} \quad g = \frac{s_1^2 / n_1}{s_2^2 / n_2}$$

\bar{y}_i : mean monthly catch of group i ($i=1,2$);

s_i : the variance of group i ;

n_i : sample size of group i .

(3) 效益分析：

從人工魚礁投放前、後之月別單位努力漁獲量及月別單位努力所得的變化情形，來分析人工魚礁的效益。由於年別不同，其所得必須加以修正才能加以比較，因此以行政院主計處公布之物價指數來修正，使其均調整至1974年的水準再進行分析比較。

結果與討論

(1) 魚類相之變化情形：

從漁獲資料分析的結果顯示，人工魚礁投放後，其魚種相有明顯的改變；在礁體投放之前，主要漁獲魚種為紅甘鯨、印度白鬚鯨及雙帶鯨等22種（如表二所示）；魚礁投放後則增為44種，增加了青甘鯨、六帶鯨及銅鏡鯨等22種。從表二中亦可發現，在人工魚礁投放後，多樣度指數(H')確實有增加，而多樣度指數會受魚種數及各魚種漁獲量多寡所影響，因此我們亦求出其平均度指數(J')，比較多樣度指數及平均度指數的結果，我們可以確定礁體投放後其多樣度指數的增加，是由於魚種數增加所造成。在這些新增的魚種中，以岩礁性魚類較多，如黃臘鯨、六帶鯨、臭都魚及瓜子蠶等，洄游性魚類亦增加不少種類，如高麗鰨、劍旗魚及鬼頭刀等，而底棲性魚類僅增加了條紋石鱸一種。據Nakamura(1985)所述，人工魚礁集魚的魚類有三種（圖二）：第一種為喜歡接觸礁體的魚類，這些魚類常佔據礁體間的空隙及洞穴，如石狗公、鯨類等底棲性魚類；第二種為在魚礁周圍棲息的魚類，如瓜子蠶、單棘魷及鯛類等岩礁性魚類；第三種為離礁體較遠之表、中層洄游性魚類，如鯉類及鮪類等，這些魚類可能受流的刺激而聚集。但從東澳當地漁獲魚種的變化情形來看，人工魚礁似乎只對表、中層洄游性魚類及岩礁性魚類有誘集效果，而對底棲性魚類則不發生作用，此可能因東澳海域主要為定置網漁業，對底棲性魚類較難捕獲所致，若欲知人工魚礁對底棲性魚類的影響，須再進行其他實驗（如底沿繩釣、底流刺網）來證明。

除了魚種增加外，其月別優勢魚種亦有所改變（表三），在人工魚礁投放之前，此海域所捕獲之主要魚種為巴鯉、齒鰨及圓花鯉等，主要為洄游性魚類。在人工魚礁投

放後之第一年12月，中華鯖明顯的增加而成為月別優勢魚種；投放後的第二年，高麗鯖、薄葉單棘魷、及紅甘魷的漁獲量大增而成為月別優勢魚種；投放後第三年，則黃臘魷及浪人魷產量增加而成為月別優勢魚種。人工魚礁投放後，洄游性魚類仍為主要月別優勢魚種，但漸有某些月份岩礁性魚類成為月別優勢魚種，如薄葉單棘魷、紅甘魷及黃臘魷等，此應為岩礁性魚類受人工魚礁誘集所致(Nakamura, 1982)。除從漁獲資料分析之結果外，我們亦曾進行潛水觀察，發現魚礁周圍聚集了許多岩礁性魚類，如紅甘魷、浪人魷、三線雞魚、四線雞魚及金帶烏尾鮗等（照片一～六），可見人工魚礁之聚魚效果相當良好。

(2) 各魚種漁獲量之比較：

我們從初步檢定的結果（表四），選擇比較適當之統計方法，來進行各魚種在魚礁投放前、後之漁獲量比較，其結果如表五所示。從表中我們發現，在魚礁投放後有18種魚種之捕獲量增加，其中有紅甘魷、浪人魷、黃鰭魷、赤土魷、鬼頭刀及薄葉單棘魷等六種魚類顯著增加；有四種魚類捕獲量減少，其中印度白鬚魷及裴氏黃臘魷顯著減少。雖然有些魚類有捕獲量降低的情形，但從整體來看，大部分多為增加之情形，由此可見，人工魚礁除吸引多樣之魚類外，且對魚礁投放前的漁獲魚種亦造成增產，並不會因其他魚種的增加而減產，此與Stone et al. (1979)所述，人工魚礁可改良漁場品質，增加該區之魚群量且不會降低其總生物量，有一致的結果，此外Walton (1979)在西雅圖市附近 Puget Sound所作的實驗亦有相同的情形。在本實驗中印度白鬚魷與裴氏黃臘魷有明顯的減產，此可能受環境容量 (carrying capacity) 限制的結果 (Tanaka, 1985)，在人工魚礁投放後，魷科魚種增加六種，其中以浪人魷及黃臘魷大量增加，因相互競爭而使印度白鬚魷及裴氏黃臘魷減產，但就魷類整體而言仍為增產。

(3) 效益分析：

人工魚礁投放前、後之月別單位努力漁獲量 (monthly CPUE) 的變化情形如圖三所示，從圖中可明顯的看出，魚礁投放之後其月別單位努力漁獲量明顯的增加，除五月份下降外，各月份增加的幅度在 1.6倍 ~ 2.7倍之間，平均增加的幅度為 1.8倍，其中以三月份之增加量最多。在月別單位努力所得 (monthly IPUE) 方面，其結果與月別單位努力漁獲量的結果相似（圖四），但其增加之幅度較大，

其範圍在 1.8 倍 ~ 4.8 倍之間，平均增加之幅度為 3.0 倍。人工魚礁投放後，造成 monthly CPUE 與 monthly IPUE 的增加，尤其是 monthly IPUE 大幅的增加，我們可推論人工魚礁有相當好之效益，此效益除來自漁獲量之增加外，高經濟價值魚類之增加亦為主因之一，如五月份其 monthly CPUE 下降而 monthly IPUE 卻增加 2.1 倍，此即最好之證明。

人工魚礁有相當之效益是無可置疑的，但花費巨額的資金在此方面投資是否值得，常引起爭論。在本研究中東澳灣 1976~1979 年間共投放二次人工魚礁，分別為 1976 年船礁 7 艘及浮竹筏 10 艘，共花費 52 萬元；1978 年投放巨型水泥礁 75 個，共花費 102 萬元，二次的總花費為 154 萬元。1974~1976 年間的總所得為 253.2 萬元；1977~1979 年間的總所得為 734.2 萬元，即人工魚礁投放後增加了 481 萬元的所得，若扣除設置人工魚礁的成本，其淨增加為 327 萬元，平均每年增加 109 萬元，可見人工魚礁之效益良好，值得日後繼續推展。

結 論

人工魚礁投放後，是否能藉其種種功效，以達其預期效果，是令人最關心的事，筆者研究東澳人工魚礁區附近定置漁業之漁獲情況發現，人工魚礁的設置，對當地定置漁業的影響很大，魚礁投放後其漁獲魚種增加了 22 種，且魚礁投放前的漁獲魚種，亦大部分增產，造成其月別單位努力漁獲量 (monthly CPUE) 及月別單位努力所得 (monthly IPUE) 均明顯增加。從上述的結果，我們應可證明人工魚礁確實有相當良好的聚魚效果，對提高漁民收入、繁榮漁村經濟有相當的貢獻。

人工魚礁能發揮其聚魚的效果，是一件相當令人興奮的事，但若能找出其聚魚因子，然後再對礁體的設計加以改進，則可促進魚礁事業之發展，使其發揮更大的功效。

謝 辭

本研究承行政院農業委員會經會支助(計畫編號:79農建-3.2-漁-20-(3-1G);海上實驗承陳天財船長之協助;花長生先生之潛水觀察;新協發定置漁場翁桐合先生提供漁獲資料;並蒙台灣省水產試驗所技師林志遠先生、漁業研究所助理江進榮先生、研究生張孝仁、張鴻琳、曾振德、廖翊雅、施彤偉等君之幫忙;基隆市政府漁業課課員周淑幸小姐之不斷鼓勵與資料處理上大力幫助,謹此一併致謝。

參 考 文 獻

- Carlisle, J. G., C. H. Turner and E. E. Ebert (1964). Artificial habitat in the marine environment. Calif. Dept. Fish and Game, Fish. Bull., 124:1-93.
- Chang, K. H. (1976). Artificial reefs in Taiwan. Inst. Zool., Academia Sinica, Monogr. Ser., 1:1-68.
- Chang, K. H. (1977). Artificial reefs in Taiwan (II). Inst. Zool., Academia Sinica, Monogr. Ser., 2:1-49.
- Chang, K. H. (1979). Artificial reefs in Taiwan (III). Inst. Zool., Academia Sinica, Monogr. Ser., 7:1-59.
- Chang, K. H. (1985). Review of artificial reefs in Taiwan: Emphasizing site selection and effectiveness. Bull. Mar. Sci., 37(1):143-150.
- Chang, K. H. and K. T. Shao (1988). The sea farming project in Taiwan. Acta Oceanogr. Taiwanica, 19:53-59.
- Chang, K. H., S. C. Lee and K. T. Shao (1977a). Evaluation of artificial
- Chang, K. H., C. P. Chen, H. L. Hsieh and K. T. Shao (1977b). An experiment on the evaluation of artificial reefs with invertebrate community. Bull. Inst. Zool., Academia Sinica, 16(1):37-48.
- Chow, Y. S. (1985). Studies on the feasibility of using the coal-waste material for fishing reef construction: fishing experiments on the fishing reef. Year. J. Natl. Taiwan Coll. Mar. and Sci. Tech., 20: 19-44.
- Colunga, L. and R. Stone (1974). Proceedings: artificial reef conference. Texas A&M University, TAMU-SG-74-103.1-152.
- Lee, T. J. (1980). Artificial reefs. Bull. Taiwan Fish. Res. Inst., 1-35.

- Lin, J. C., S. R. Chen and C. H. Chen (1981). Investigation on efficiency of the artificial reefs in Taiwan. Bull. Taiwan Fish. Res. Inst., 33: 109-144.
- Liu, C. C. (1986). Linear regression analysis on the oceanographic and fishing conditions for set-net fishery. J. Fish. Soc. Taiwan, 13(2): 32-42.
- Liu, C. C. and C. Y. Lin (1986). A comparative study of fishing variation between two different type set nets at the coast of Tung-Ao. J. Fish. Soc. Taiwan, 13(1): 38-46.
- Liu, C. C., R. L. Chen, H. C. Ou, H. L. Chang, C. T. Tseng, S. J. Lin and C. P. Wu (1991). The distribution of artificial reefs on the coastal water of Tung-Ao. China Fish., 457: 7-19.
- Nakamae, A. (1988). Present states of the artificial reef and the 3rd coastal fishing ground development project. Fish. Engin., 25(1): 1-6.
- Nakamura, M. (1982). The planning and design of artificial reefs and tsukiio. In Japanese Artificial Reef Technology. S. F. Vik, ed. Aquabio, Inc., FL. Tech. Rep., 604: 49-66.
- Nakamura, M. (1985). Evolution of Artificial Fishing Reef concepts in Japan. Bull. Mar. Sci., 37(1): 271-278.
- Ou, H. C., C. C. Liu, J. M. Liu, C. C. Wang and R. L. Chen (1990a). The distribution of Nan-Liao artificial reefs in north-western Taiwan. China Fish., 445: 17-26.
- Ou, H. C., C. C. Liu, B. S. Chen, C. Y. Lin and H. J. Chang (1990b). On the distribution of artificial reefs on the coastal water of Wai-Pu, Miao-Li Hsien. China Fish., 447: 9-22.
- Sato, O. (1984). Artificial reefs. Fish. Ser., 51: 1-130.
- Shao, K. T. (1988). A Master plan of artificial reef project along the northern coast of Taiwan. Inst. Zool., Academia Sinica, Monogr. Ser., 12: 1-115.
- Shao, K. T. (1989). Use artificial reef to revive Coastal fishery Resource. China Fish., 433: 14-32.
- Sheehy, D. J. (1981). Artificial reef programs in Japan and Taiwan. In Proceedings of Artificial Reefs Conference. D. Y. Aska, ed., Fl. Sea Grant Rep. 41: 184-189.
- Stone, R. B., H. L. Pratt, R. O. Parker and G. E. Davis (1979). A comparison of fish populations on an artificial reefs and natural reef in Florida Keys. Mar. Fish. Rev., 41(9): 1-11.
- Tanaka, S. (1985). Fishery Biology. the Complete Work of New Fishery. 8: 24-133.
- Walton, J. M. (1979). The effect of an artificial reefs on resident flatfish populations. Mar. Fish. Rev., 44(6-7): 45-48.

表一 東澳人工魚礁區歷年投放一覽表

經緯度	水深	投放年別	型式	個數	金額(元)
24° 30.5 'N 121° 50.6 'E	20m	1976	舊船 浮竹筏	7 10	520,000
24° 30.5 'N 121° 56.6 'E	20m	1978	巨型礁	75	1020,000
24° 30.5 'N 121° 56.6 'E	20m	1980	巨型礁	12	180,000
24° 30.5 'N 121° 56.6 'E	20m	1983	巨型礁	64	940,000
24° 30.5 'N 121° 56.6 'E	20m	1984	四角型	150	1350,000
24° 57.0 'N 121° 54.6 'E	20m	1986	四角型	109	980,000
24° 30.7 'N 121° 51.2 'E	20m	1987	雙層式	70	1750,000
24° 30.3 'N 121° 50.2 'E	20m	1989	雙層式	105	2620,000

表 三 歷年月別優勢魚種

年 別	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
魚礁投放前								
1974	****	巴鯉	巴鯉	巴鯉	齒鯖	齒鯖	齒鯖	赤土魷
1975	齒鯖	齒鯖	齒鯖	尖頭曲齒鮫	齒鯖	齒鯖	圓花鯉	巴鯉
1976	齒鯖	赤土魷	赤土魷	赤土魷	齒鯖	巴鯉	齒鯖	巴鯉
魚礁投放後								
1977	赤土魷	中華鯖	赤土魷	赤土魷	巴鯉	齒鯖	齒鯖	圓花鯉
1978	****	高麗鯖	薄葉單棘魷	圓花鯉	紅甘鯨	齒鯖	齒鯖	圓花鯉
1989	黃臘鯊	赤土魷	赤土魷	赤土魷	浪人鯨	齒鯖	鬼頭刀	巴鯉

**** 表此月份無作業

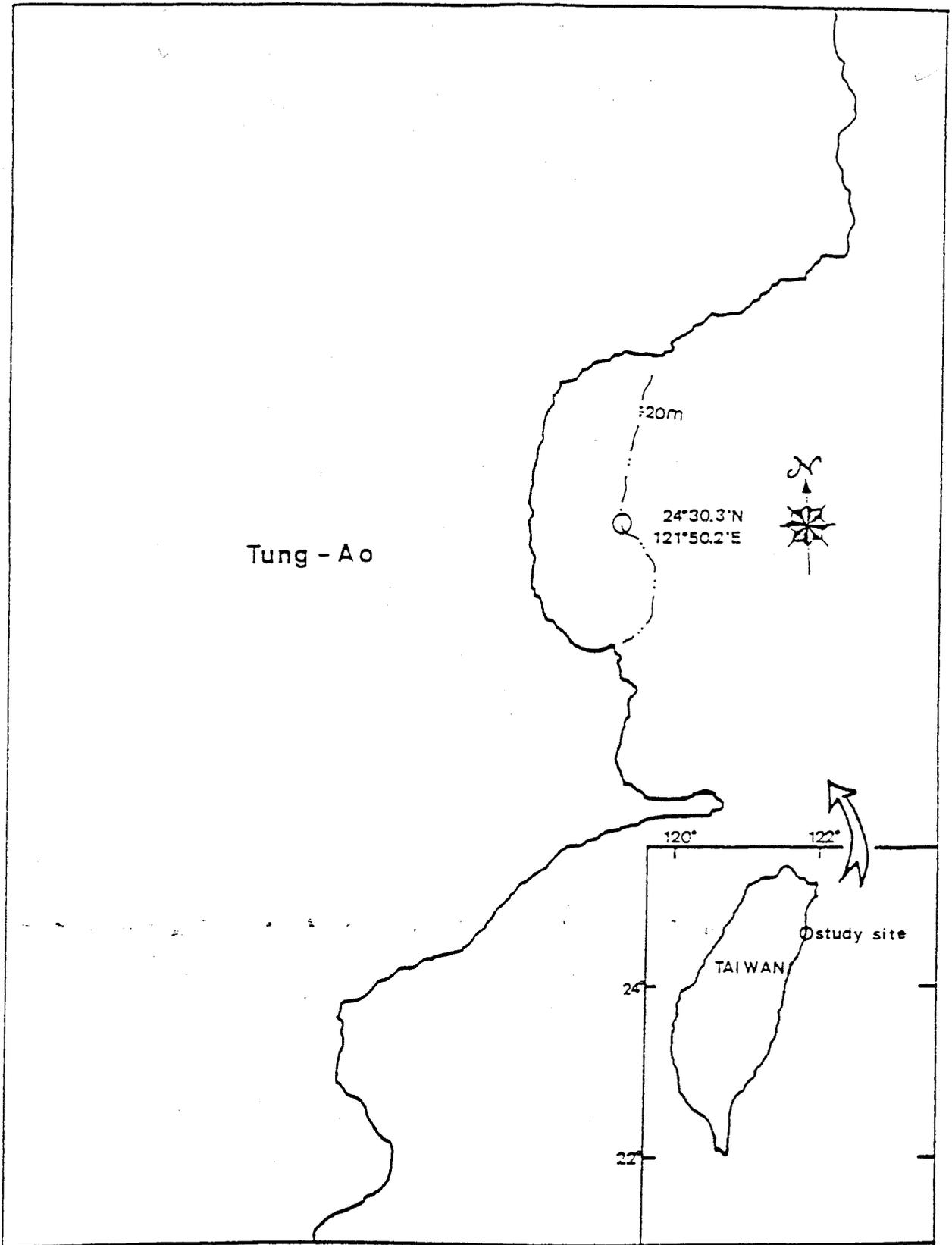
表 四 各魚種之初步檢定分析

SPECIES					f-value	t-value
紅甘鯨	126.60	120.00	207.07	267.00	4.90	-0.93
浪人鯨	3.75	12.83	323.86	684.21	17440.14	-0.50
印度白鬚鯨	180.32	218.17	17.02	27.89	60.81	-0.81
雙帶鯨	76.62	128.17	66.35	84.02	2.16	1.01
裴氏黃臘鯨	96.94	78.42	4.33	5.94	174.50	-1.52
眼斑鯨	89.74	84.54	98.33	194.20	5.28	-1.56
逆鉤鯨	84.52	69.97	69.99	97.67	1.95	-1.49
齒鯖	884.43	532.93	1679.97	3050.77	32.77	-2.18
圓花鯉	290.08	429.03	1074.37	2178.33	3.13	0.78
巴鯉	683.87	523.00	1058.50	1942.00	13.78	-1.86
黃鰭鮪	115.81	166.18	274.12	268.80	2.62	1.09
中華鯖	240.24	199.42	370.26	300.50	2.27	0.01
中華旗魚	175.15	137.46	288.30	685.98	24.90	-1.77
雨傘旗魚	164.51	167.46	197.62	208.00	1.60	-----
白帶魚	60.40	48.92	66.92	69.49	2.02	-0.86
赤土魷	339.43	297.16	731.57	890.33	8.98	-1.50
尖頭曲齒鮫	173.66	183.30	110.88	151.89	1.46	-----
扁鰻	108.68	72.15	149.19	165.15	5.24	-1.66
細文鰻魚	75.82	70.47	174.57	372.99	28.01	-1.60
鬼頭刀	149.57	190.44	344.33	612.74	10.35	0.84
薄葉單棘魷	18.07	48.50	311.81	522.86	345.22	-0.14
魷魚	66.44	102.78	121.63	162.81	2.51	0.40

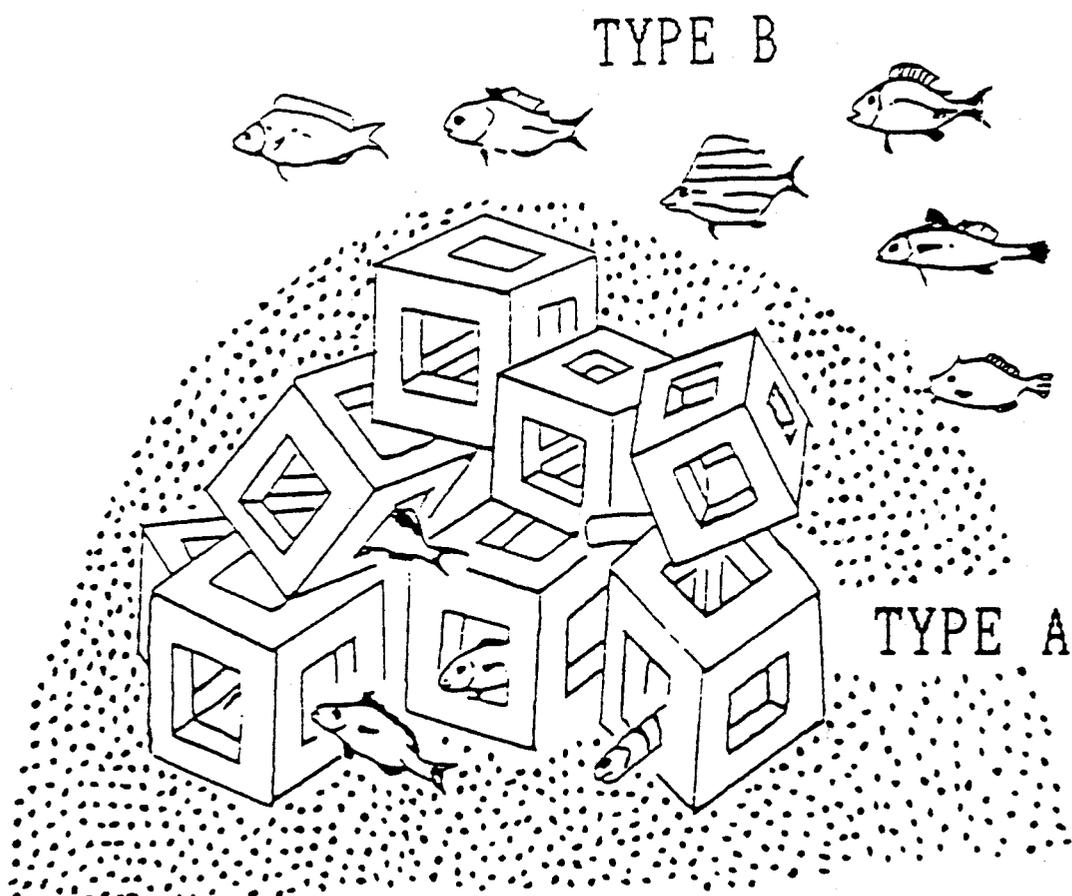
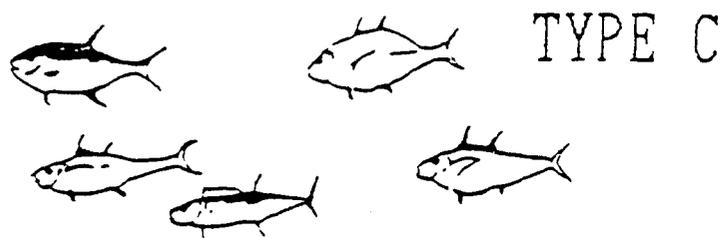
表五 各魚種之顯著性檢定分析

SPECIES								
紅甘鱈	126.60	120.00	207.07	267.00	Case 2.	q = 6.68	*	
浪人鱈	3.75	12.83	323.86	684.21	Case 2.	q = 85.12	*	
印度白鬚鱈	180.32	218.17	17.02	27.89	Case 2.	q = 32.81	*	
雙帶鱈	76.62	128.17	66.35	84.02	Case 2.	q = 1.55		
裴氏黃臘鱈	96.94	78.42	4.33	5.94	Case 3.	t' = 5.77	*	
眼斑鱈	89.74	84.54	98.33	194.20	Case 3.	t' = -0.20		
南方逆鈎鱈	84.52	69.97	69.99	97.67	Case 3.	t' = 0.59		
齒 鯖	884.43	532.93	1679.97	3050.77	Case 3.	t' = -1.26		
圓花鱈	290.08	429.03	1074.37	2178.33	Case 2.	q = 3.28		
巴 鱈	683.87	523.00	1058.50	1942.00	Case 3.	t' = -0.91		
黃 鯖	115.81	166.18	274.12	268.80	Case 2.	q = 4.74	*	
鯖	240.24	199.42	370.26	300.50	Case 2.	q = 3.38		
中華 鯖	175.15	137.46	288.30	685.98	Case 3.	t' = -0.79		
兩傘旗魚	164.51	167.46	197.62	208.00	Case 1.	t = -0.59		
白帶魚	60.40	48.92	66.92	69.49	Case 2.	q = 1.47		
赤土魴	339.43	297.16	731.57	890.33	Case 2.	q = 12.01	*	
尖頭曲齒魴	173.66	183.30	110.88	151.89	Case 1.	t = 1.26		
扁 鰻	108.68	72.15	149.19	165.15	Case 3.	t' = -1.10		
細文鰻魚	75.82	70.47	174.57	372.99	Case 3.	t' = -1.28		
鬼頭刀	149.57	190.44	344.33	612.74	Case 2.	q = 12.51	*	
薄葉單棘魴	18.07	48.50	311.81	522.86	Case 2.	q = 46.33	*	
鮫 魚	66.44	102.78	121.63	162.81	Case 2.	q = 3.28		

* significant level $\alpha = 0.05$

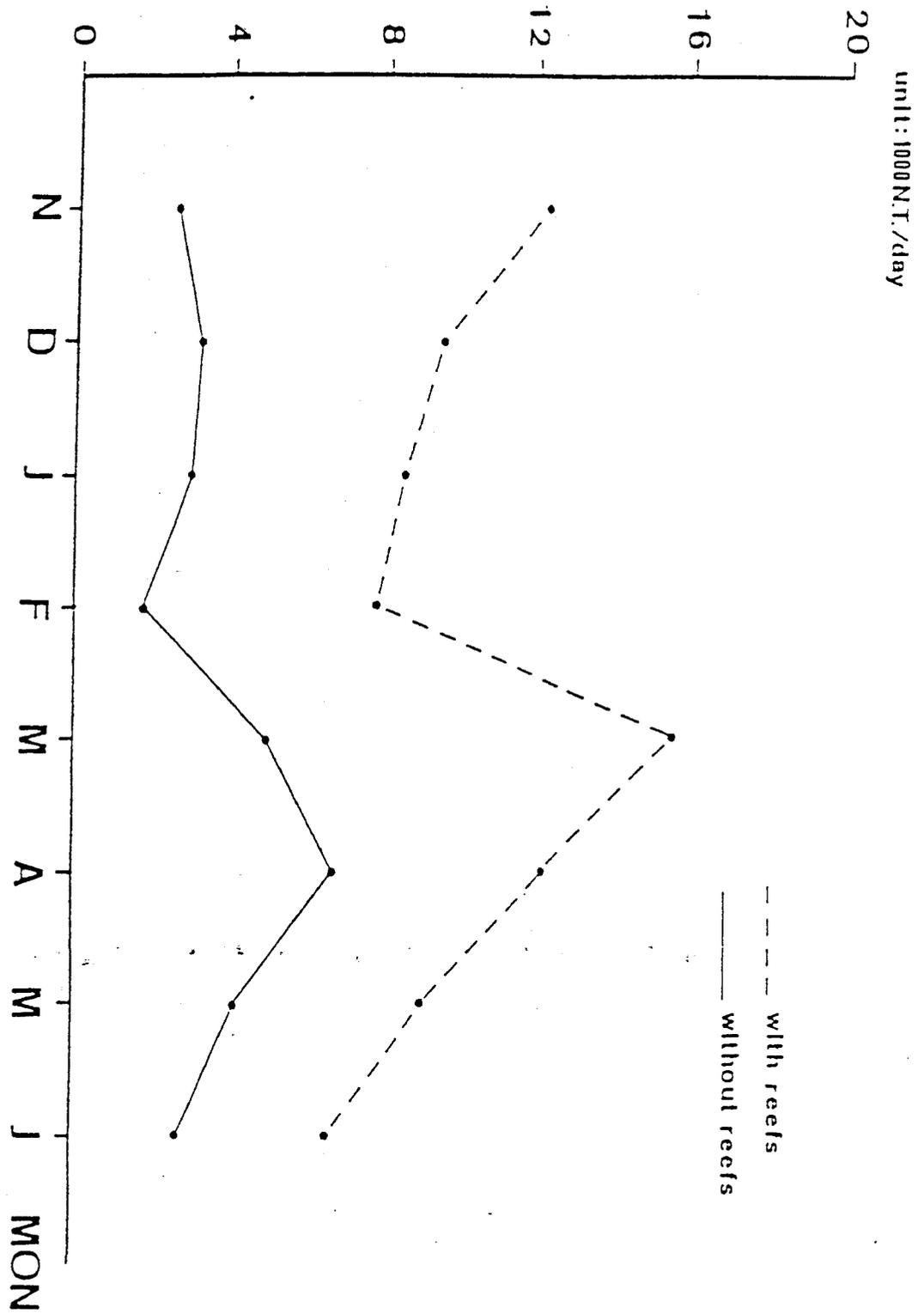


圖一、東澳海域人工魚礁投放之位置

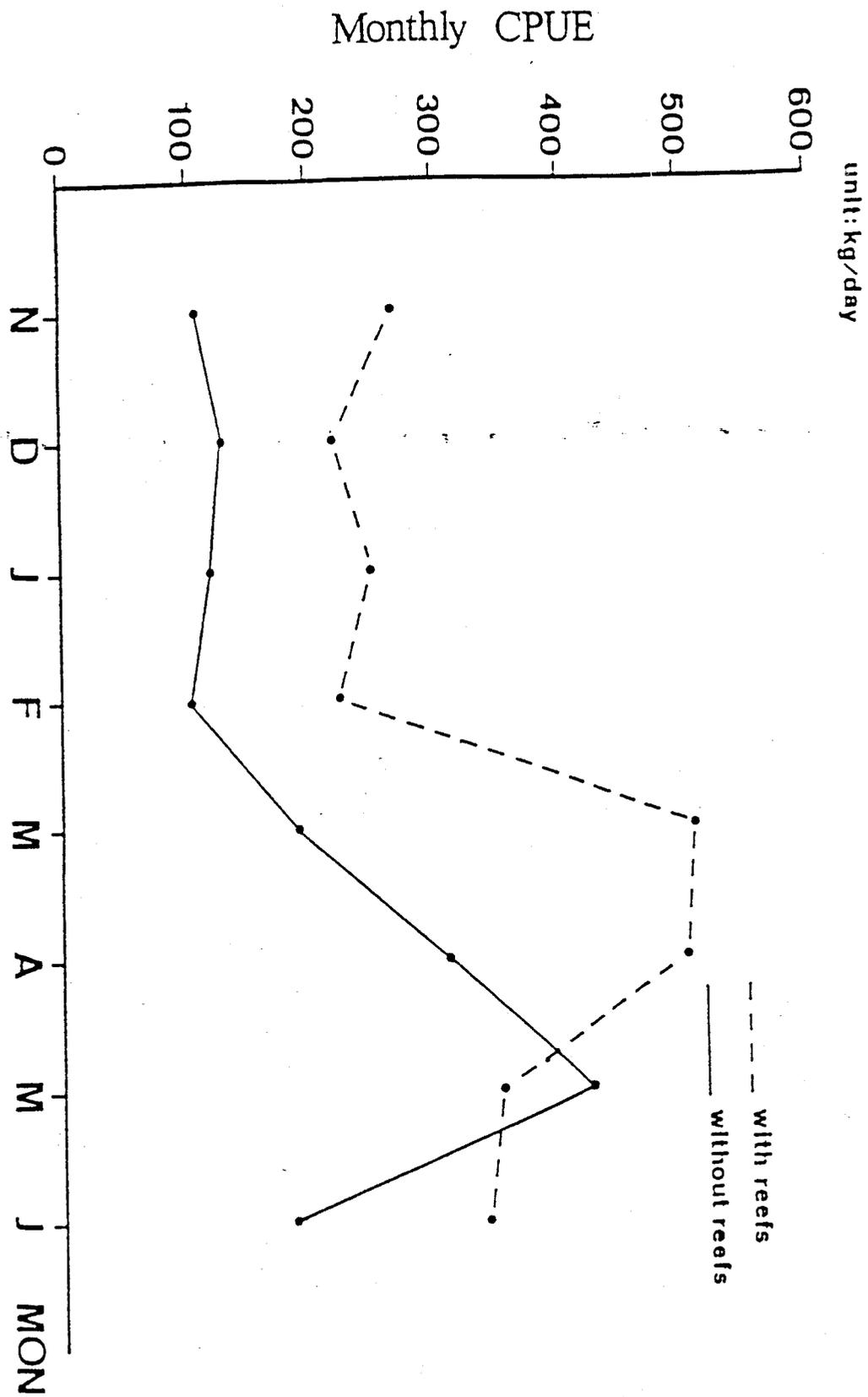


圖二、人工魚礁聚集魚類之三種型式 (摘自 Nakamura, 1984)

Monthly IPUE



圖四、人工魚礁投放前與投放後之月別單位努力所得



圖三、人工魚礁投放前與投放後之月別單位努力漁獲量



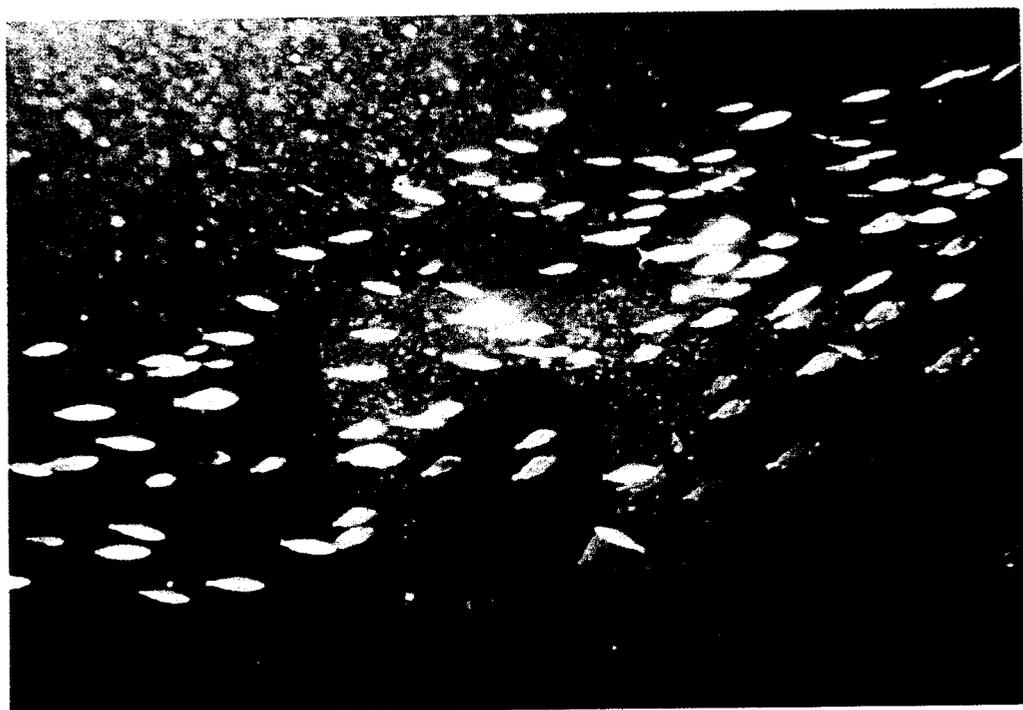
照片一、魚礁所聚集之大量紅甘鰺魚群



照片二、魚礁所聚集之大量浪人鰺魚群



照片三、魚礁周圍所發現之三線雞魚群及浪人鯪魚群



照片四、魚礁周圍所發現之四線雞魚群及金帶烏尾鯪魚群



照片五、金帶烏尾鮗魚群穿梭於魚礁之空隙



照片六、在礁體內棲息之四線雞魚群