

澎湖縣後寮海域新、舊人工魚礁區礁體附著生物 及魚類群聚的變化

蔡萬生 · 黃郁文 · 鐘金水 · 陳春暉 · 薛貴欲

Comparison of Epifauna and Fish Communities On New and Old Artificial Reefs Casted in Hou-Liau, Penghu.

Wann-Sheng Tsai, Yu-Oen Huang, Chin-Shui Chung, Chung-Hui Chen
and Guey-Yuh Shiue

The development of epifauna and the seasonal and daily changes of fish communities gathering in new and old artificial reefs cast in August 1989 and September 1987, respectively, in Hou-Liau, Penghu were investigated and compared.

Results show the following:

1. Only barnacles appeared on the new reefs on the 3rd month, then the bryozoan, *Triphylloxon hirsutum*, and sponges appeared on the 4th month, and other epifauna occurred late on the 8th month. The cover rate was as high as 80% and seasonal succession of epifauna was obvious in old reefs.
2. The old reefs were frequented by more fish species than the new reefs. The similarity of fish communities between the old and new reefs was high. Most of the fishes were economic-valued species. *Parapristipoma trilineatum*, and *Lutjanus monostigma* were dominant in both reefs, *Lutjanus vitta* appeared only in the old reefs and *Lutjanus lineolatus* was more abundant in the new reefs than in the old ones.
3. Many small juvenile fishes of *Parapristipoma trilineatum*, 3.5 cm, and *Chromis* sp., 2-3 cm, appeared in both reefs in June 1990, an indication that both reefs were functioning as nursing grounds.
4. The daily change in fish composition along the reefs was obvious. Fishes schooled along the margins of reefs at daytime, and moved to water columns above the reefs before sunset. Fishes swam away from the reefs after sunset, thus the reefs looked deserted then. Fishes reappeared gradually 1 h after sunrise.

關鍵字：附著生物、魚類群聚、季節變化、人工魚礁（新、舊）、後寮、澎湖。

Key words: Epifauna, Fish communities, Seasonal comparison, Artificial reefs, Penghu.

前 言

魚礁之所以能吸引魚類的理由，小川（1973）⁽¹⁾曾歸納為五種說法：(1)陰影效果說，(2)餌料效果說，(3)渦流效果說，(4)逃避場所說及(5)本能說。邵（1989）⁽²⁾亦總括五種聚魚原理。唯簡言之，除了魚礁提供了廣大的礁體表面積，適於許多附著性生物，如藻類、海綿、腔腸、軟體、環形等無脊椎動物及海鞘等脊索動物的附著生長，培養了許多魚類賴以維生的「餌料生物」外，最重要的還是它投放後的堆疊效應，造成了許多大大小小的孔隙、洞穴，可以提供各種大小魚類的棲所，利於造成不同的空間層次分佈，洄游或底棲性成魚可以利用它來做標的、覓食、避難、定居、繁殖的場所。

目前設置人工魚礁培育漁業資源的效益，從國外的一些研究調查報告已獲得肯定，而國內方面，過去張（1976、1977、1979）⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾、李（1981）⁽⁶⁾等亦持相當肯定的看法，故臺灣省漁業局乃據以實施大量魚礁的投放，唯新礁體投放後，其情形、效益如何？其後卻乏整體的資料解析，有鑑於此農委會乃自七十六年度起擬定「已投放人工魚礁之調查與評估」計劃，邀集相關研究人力投入此一有計劃性、通盤性，從北到南的全面調查。兩、三年來，目前已略現端倪⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾，有的礁區魚類屬集，有的已遭埋沒或掛網，有的甚至流失不復尋得，唯至此似已就臺灣人工魚礁的投放開啓了嶄新的一頁。從過去兩年的調查，研究人員除了累積並互相交換研究心得，也更深刻體會伴隨著投礁作業後即須馬上進行效益調查工作的重要性，如此方能提供正確訊息，利於規劃開發，免於浪費投資。

澎湖海域自民國66年起所投放各型大小水泥礁體迄今已超過5,000座，分佈全縣11個地區，本分所曾於去年（1989）先就六處礁區進行現況調查，初步資料顯示⁽¹⁰⁾：七美及香爐嶼礁區聚魚效果顯著；大倉礁區不宜大量投放；桶盤礁區遍尋不著；虎井礁區已大部或局部遭掩埋；後寮礁區礁體分散，極待充實密度。因此結論乃建議臺灣省漁業局及澎湖縣政府於79年度新魚礁投放於後寮礁區，以祈逐年充實礁體密度，開創新的人造漁場。隨後省漁業局於78年8月19日會同縣府及分所人員投放2m水泥礁140座於上述海域，原來希望投放於舊礁體上或間緣，因筆者等1988年⁽¹¹⁾調查該處時即顯示魚群密度、大小和礁塊堆集的數量有關。唯因潮汐變化及錨泊技術無法完成，乃改投於舊礁體北東東（NEE 60°）約2,000公尺處之海域。鑑於新礁體投放後，其表面附著生物相如何？過去國內Chang（1977）⁽¹²⁾等調查人工魚礁上無脊椎生物相及周等（1987）⁽¹³⁾做煤灰礁研究時均略有說明，其他則較少陳述。本年度基於新、舊礁區毗鄰之便，一方面調查附著生物的種類、附著時期，同時比較新、舊礁區魚類相季節消長及晝夜間變化，以祈建立些基礎資料，利於魚礁計劃的推動與執行。

材料與方法

後寮海域人工魚礁之投放，始於76年9月，共投放四角型水泥礁（CBO-01 雙層式立體中空型）119個，投放水深23公尺（以下簡稱舊礁），投放位置為東經119度30分3秒，北緯23度41分附近。新礁則為78年8月19及20日分別投放計140塊（CBO-01）於上述舊礁體NEE 60°約2,000公尺處海域。本年度調查區域即為涵蓋此兩區，海域調查期間則自78年12月起至79年6月，每月視天候情況至少出海調查一次。

一、材 料

(一)船隻：

水試所澎湖分所工作艇（FRP製，長22呎，鈴木85匹馬力船外機）。

(二)海漁況測定器材：

魚探機 (HONDA , HE-301 , 200 KHz)

北原式採水器

溶氧測定器 (YSI MODEL 58)

pH計 (Suntex TS-1)

鹽度計 (WTW LF 191)

流向流速計 (SD-4A)

水色計 (RIGOSHA 1-11)

透明度板 (dia. 30 cm)

(三) 水中攝影及錄影器材：

水中照相機 (28 、 35 mm , NIKONOS III 、 IV 及 V 各一台)

水中錄影機 (8 mm , SONY CCD-M8 一具)

二、方 法

(一) 魚礁位置之找尋：

於魚礁投放海域，使用魚探機依一般魚群量調查方法進行航測，在航跡上從魚探機之記錄中一發現到有礁體蹤跡時，即刻投放繫有浮球之錨繩予以標記，然後以此浮球為中心，作向外放射方向找尋，再從魚探記錄中尋覓主礁群位置後予以錨泊，接著潛水人員順著錨繩潛入水下確認之，並將船之錨繩固結於主礁群中心之礁體上，然後自船上找尋明顯的陸標實施羅經定位並標於海圖上。

(二) 水文資料調查：

定位完成後，使用儀器直接度量海域表、底層水溫、鹽度、溶氧、pH值、水色及透明度等並記錄之。

(三) 流向流速測定：

於主礁群所在中層水域，利用流向流速計 (SD-4A) 每 20 分鐘自動記錄一次，實施 24 小時連續觀測。

(四) 潛水觀察：

以水肺潛水 (Scuba diving) 觀察，每月至少一次，本年度於 78 年 12 月 4 日、79 年 1 月 9 日、2 月 13 日、3 月 12 日、4 月 30 日、5 月 7、9 及 10 日、6 月 26 日，計 36 人次除利用海底記錄簿詳實記錄礁體之坐底、疊置、掩埋、破損、掛網、分佈、附著生物及魚礁聚魚種別、數量、大小、棲息水層外，並以水中照相機及錄影機拍製幻燈片及錄影帶，附著生物則除現場記錄外亦採樣攜回實驗室，同時參考益田 (1986)⁽¹⁴⁾、西村 (1987)⁽¹⁵⁾、張 (1986)⁽¹⁶⁾、白 (1989)⁽¹⁷⁾、戴 (1987)⁽¹⁸⁾、謝 (1980)⁽¹⁹⁾ 等文獻所描述之形態特徵而鑑別。

(五) 漁獲：

以手釣或漁槍採捕之，主要目的為量度棲息魚種之大小，以修正於水中觀察所生之誤差。

結果與討論

一、魚礁的分佈實態

後寮海域新、舊礁區陸岸定位標示如圖 1。舊礁體分佈情形，已於 1988⁽¹¹⁾ 及 1989⁽¹⁰⁾ 兩年調查顯示：礁體甚為分散，大部份為單體散置，僅一、二個礁體堆高疊置，礁體底層沒入砂中約 15 ~ 20 cm，坐底砂堆旁有顯著衝刷洗掘現象。而本年度於 78 年 12 月 4 日調查時，一般情形亦舊，發現礁體一般約沒入砂中 20 ~ 30 cm，最深達 60 cm，顯比去年有較深趨勢，此一情形尚待日後密切注意。新礁

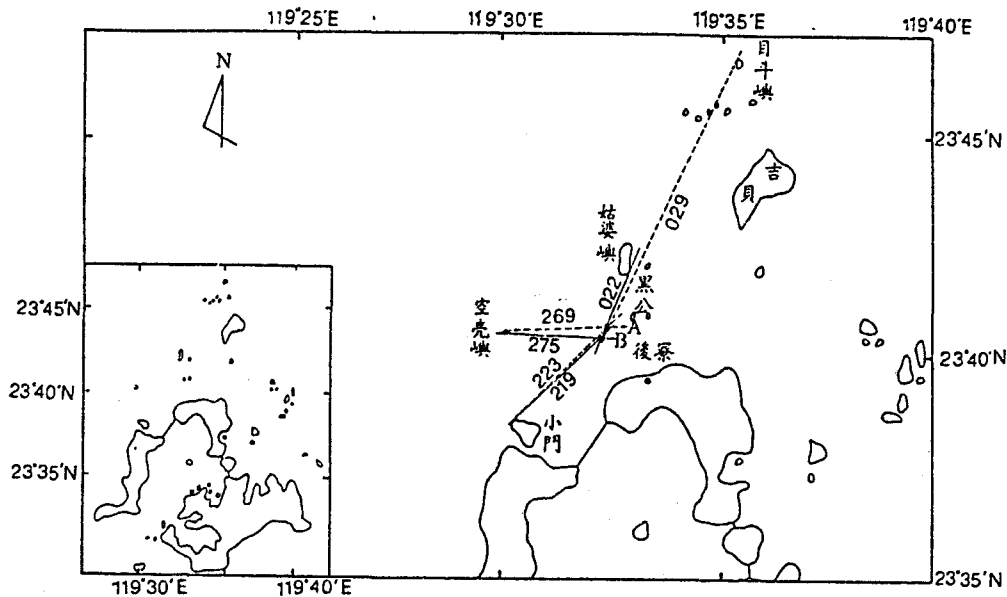


圖 1 後寮海域新、舊礁區標定位置圖

Fig.1 Location of new (A) and old (B) artificial reefs, Hou-Liau, Penghu.

體方面，亦於 78 年 12 月 4 日首次進行潛水觀察，此處由於鄰近黑、白公嶼，退潮時水深僅約 16 m，一般能見度在 6 m 左右，底質為清淨潔白砂，其中 90.2 % 粒度大於 0.25mm，礁體旁底砂呈波浪起伏狀，波高 10 ~ 15 cm，波長約 30 cm（如照片 1）。礁體投放堆疊狀況非常良好，礁體堆置成南北排列約 70 ~ 80 m 長，最高為三個礁體疊置，二個重疊比較多，單礁散置的反較少，間隙適中，僅少部礁體輕微破損，鋼筋外露。礁體堆疊整齊，非常壯觀，為澎湖地區除香爐嶼礁區外所僅見。潛水其間，因堆疊較高，感覺似有渦動放散之水流，故假以時日，應會是良好的人造漁場。另外此礁區於 79 年 4 月 30 日潛水觀察發現有丁香魚網約百公尺罹掛於礁體周緣，據聞乃赤崁漁民誤認魚探記錄上的礁體為魚群所致，魚網目前糾結於礁體下緣（如照片 2），唯網目小，不致掛礁，且均捲結成捆帶狀，故不致影響魚群出入。於 79 年 6 月 26 日調查時，尚且發現成群稚魚棲息於魚網附近，故整體而言尚無不良影響。

二、礁區的海況

(一) 水文資料：

此海域透明度為 10 m 左右，水色號數介於 5 ~ 6 間，其他水文的測定值如圖 2 所示。水溫方面：12 月起逐漸下降，至 2 月達最低為 17.3 °C，3 月起至 6 月份則逐漸回升；表層水溫均較底層為高，4 月份差值較大（1.3 °C），其他月份小於 0.7 °C。鹽度方面除了 1、2 月份在 34‰ 以下，其餘月份均介於 34 ~ 35 ‰ 間，表、底層差值很小（< 0.3 ‰）。pH 值介於 8.02 ~ 8.15 間，為正常海水觀測值。DO 一般均在 8 ppm 以上之高飽和度，冬季明顯較夏季為高，此應為冬季受較強季節風吹送攪動及 DO 值會隨著夏季鹽度增加而減少有關⁽²⁰⁾。

(二) 流向及流速測定：

本年度於 79 年 5 月 9 日 18 時起至翌日 18 時止使用潮探 SD-4A 於新礁區上方之中層水域（離礁體約 3 m）實施 24 小時連續觀測。其實測之水流向、流速及相對之潮位（潮位資料係參考 1990 年潮汐表⁽²¹⁾ 中馬公站之潮位）分析如圖 3 所示。由圖中可明顯地看出，此海域之海潮流主要受半日潮（Semi-diurnal tide）所影響，漲潮時向北流，退潮時向南流。而潮位週期與潮流週期的時間差（亦即潮位仍持續上升或下降中，但實測潮流已轉向的時間差）約在 1 ~ 2.5 小時之間。流速方面，則明

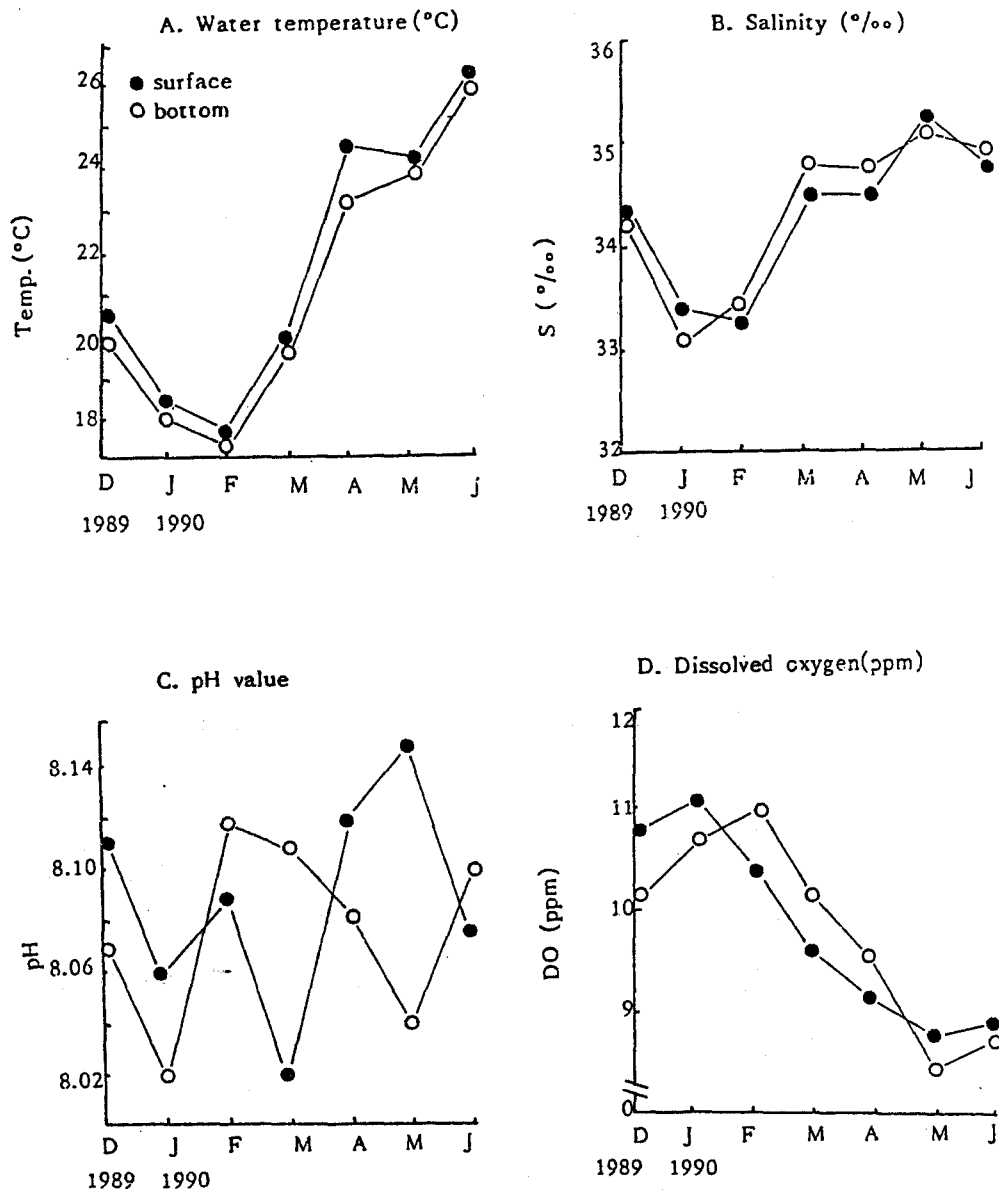


圖 2 後寮人工魚礁區海域 1989 年 12 月至 1990 年 6 月水文資料季節變化圖

Fig.2 Seasonal changes of hydrographical data within the artificial reefs area in the coastal waters of Hou-Liau from Dec. 1989 to Jun. 1990.

顯為退潮南流時較強，漲潮北流時較慢，此應為漲潮北流時南方來的主要水勢受西嶼島及經由內灣跨海大橋下吼門的狹隘地形阻絕所致。本日適逢農曆十五大潮（Spring Tide）時，故流速較強，唯一般均在 72 cm/sec 以下，根據 Chang (1976)⁽³⁾ 及 AHR (1974)⁽²²⁾ 等研究指出魚礁設置海域流速以不超過 1.5 節（約 75 cm/sec）為原則來說，本海域尚稱合宜。

三、礁體的附著生物

一般礁體的附著生物可分為：(一)自營生活之生物，如光合作用植物（藻類）或有共生藻類之動物，如珊瑚、海葵、海綿、砗磲貝等（Hixon and Brostoff, 1985, Carterietal, 1985）。(二)異營生活之生物，能利用或固定海水中漂移性能量之初級或次級消費者，如濾食性之牡蠣、藤壺；動物性浮游生物採食者如蠕蟲、苔蘚蟲、貝類等（Fang and Hwang, 1987）前者可以增加單位地區的基礎生產

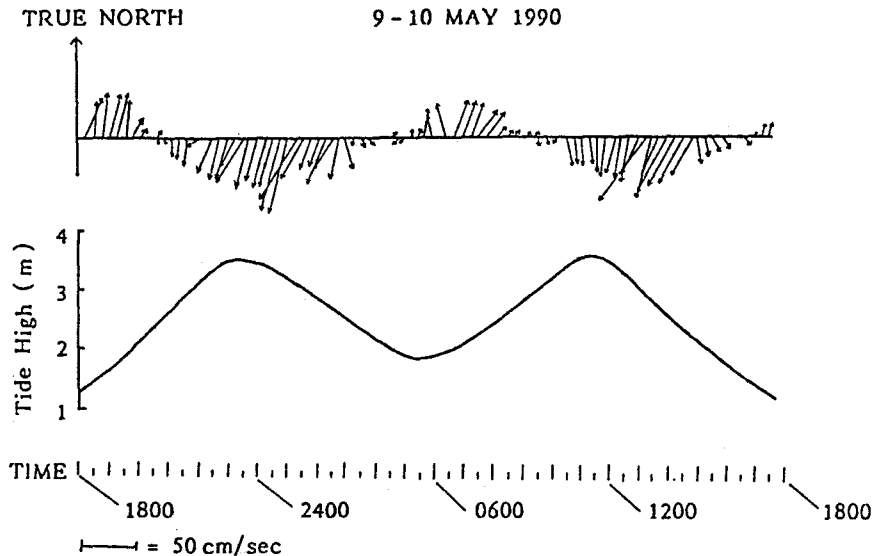


圖3 後寮人工魚礁區海域中層海潮流之流向與流速實測圖（1990年5月9日至10日）

Fig.3 The direction and speed of middle water current within the artificial reefs area in the coastal waters of Hou-Liau in 9-10 May 1990.

力，後者可以將流經此一生態系之有機分子捕捉並固著於當地，增加單位地區的次級生產力（Diamant et al., 1986；Spanier et al., 1985；Walton, 1982）。兩者共同形成魚礁區能量流轉之主要機制（邵1988）⁽²³⁾。魚礁區附著生物的發展類型係自營或異營，主要視所投放礁體的質地、季節、當地的水文狀況（如溫度、濁度、營養鹽含量）及生物狀況（如附近天然礁之生物組成，附近海域的浮游生物含量）而定；而其是否影響礁區魚產的種類和產量組成，據Randall（1963）⁽²⁴⁾及Turner（1969）⁽²⁵⁾報告指出並不明顯，主要係受礁區附近海域之原來組成情形所決定。不過，附著生物群聚特徵的學術價值和長期演變上的生態意義，還是很值得進一步來探討的。

本年度於後寮海域新、舊礁體上的附著生物調查記錄如表1所示，新礁體上計獲可鑑別者18種，不明者5種；舊礁體上則可鑑別者23種，不明者8種。兩礁區附著種類大部雷同，唯一不同為珊瑚蟲綱（Anthozoa）及二枚貝綱（Bivalvia）生物僅於舊礁體中出現，而腹足綱的海麒麟（*Hypselodoris festiva*）及海膽綱的馬糞海膽（*Tripneustes gratilla*）則僅出現於新礁體中（這兩種均屬於可自行移動的附著性生物），此外附著生物量方面，舊礁體（76年9月投放）投放迄今已二年九個月明顯較新礁體豐富許多，礁體的覆蓋率已達70~80%間，目前則以苔蘚蟲、藤壺（*Balanus sp.*）、水螅蟲體、多齒貝、海鞘及覆蓋性海綿為主（如照片3）。調查期間季節性變異並不顯著，唯各生物生長有顯著消長現象。而新礁方面，78年12月4日首次潛水觀察僅發現到藤壺著生（距投礁日期106天），79年1月9日則除藤壺外，尚有苔蘚蟲（*Triphylozoon hirsutum*）及少數海綿（*Halichondria sp.*）著生，偶見一白色馬糞海膽附於礁壁上，此海膽一直停留至6月份調查時方才不見。2、3月份則無其他生物著生，4月30日發現多毛蟲體（*Hydroides norvegicus*）及水螅蟲體（*Halocordyle disticha*），5、6月份則海綿體明顯增加。目前礁體覆蓋率僅約10~35%，種類則以藤壺、苔蘚蟲、水螅蟲、多毛蟲體及海綿為主（如照片4）。故比較新、舊礁體的附著生物相，似以異營性生物為多，且投礁8個月後附著種類已大部著生；而珊瑚蟲綱及二枚貝綱生物的著生，推測為一年以後。此與Turner等（1969）⁽²⁵⁾在美國加州所作有關礁石上附著生物消長變化的實驗十分吻合。

表1 後寮海域新、舊礁體的附著生物相比較

Table 1 Composition of fouling organisms in the old and new artificial reefs of Hou-Liau.

+++ : Abundant or common ; ++ : occasionally ; + : rare.

Kinds of fouling organism	Old reefs	New reefs
PROTOZOA 海綿動物門		
Demospongiae 尋常海綿綱		
<i>Halichondria japonica</i>	+++	++
<i>Halichondria</i> sp.	++	+
<i>Phekellia</i> sp.	++	+
<i>Haliclona</i> sp.	+++	
<i>Adocia</i> sp.	++	+
CNIDARIA 刺胞動物門		
Hydrozoa 水螅蟲綱		
<i>Halocordyle disticha</i>	+++	++
<i>Lytocarpus philippinus</i>	+++	+
<i>Clathrozoön wilsonii</i>	+++	+
Anthozoa 珊瑚蟲綱		
<i>Melithaea</i> sp.	+	
<i>Anthopleura</i> sp.	+	
MOLLUSCA 軟體動物門		
Gastropoda 腹足綱		
<i>Hypselodoris festiva</i> 海麒麟		+
Bivalvia 二枚貝綱		
<i>Spondylus varius</i>	++	
<i>Lopha cristagalli</i>	+	
<i>Pinctada margaritifera</i>	+	
ANNELIDA 環形動物門		
Polychaeta 多毛綱		
<i>Hydroides norvegicus</i>	++	++
ARTHROPODA 節足動物門		
Crustacea 甲殼綱		
<i>Balanus</i> sp. 藤壺	+++	++
TENTACULATA 觸手動物門		
Bryozoa 苔蟲綱		
<i>Triphyllozoon hirsutum</i>	++	+++
<i>Reteporellina denticulata</i>	+++	+++
<i>Adeona</i> sp.	++	+
<i>Dendrobeania</i> sp.	++	+
Gen. et sp. indet.	+	+
ECHINODERMATA 棘皮動物門		
Echinoidea 海膽綱		
<i>Triploneustes gratilla</i> 馬糞海膽		+
CHORDATA 脊索動物門		
Ascidacea 海鞘綱		
<i>Halocynthia</i> sp. 皮杯海鞘	++	+
<i>Rhopalaea</i> sp.	+	
Gen. et sp. indet.	+++	+
Unid species 不明	8種	5種

四、礁區附近的魚群聚集情形

(一) 魚類相群聚之季節變化：

表 2 及表 3 為後寮新、舊人工魚礁區近年來潛水觀察所記錄到的魚類相及其豐度，舊礁區計獲 19 科 30 種，新礁區則有 16 科 29 種，其中有 13 科 19 種於兩礁區均曾發現，顯示魚類相相似度極高。誘集魚類以經濟性魚類為主，其餘為珊瑚礁區魚類；具經濟價值之魚種，新、舊礁區分別有 21 種及 16 種，雖然在比例上只佔所有魚種的 72.41% (21/29) 及 60% (18/30)，但在魚體質量 (biomass) 上卻達 95% 以上。此一結果與中研院 (邵 1989) (26) 過去調查所得人工魚礁聚集魚種經濟性佔 64%，生物量達 90% 以上之結論非常相似。新礁體投放迄今僅 10 個多月附著生物尚未繁茂，唯無論就經濟魚種或生物量，均有很可觀的成績，此或與本年度礁體的堆疊甚佳有關。而舊礁方面，雖然礁體堆疊不集中，唯礁體附著生物非常茂密，故就聚集魚種生物量，也明顯較新礁為佳。其次就季節變化而言，新礁體投放 3 個月後的 12 月份僅 4 科 4 種，主要以三線雞魚 (*Parapristipoma trilineatum*) 及單斑笛鯛 (*Lutjanus monostigma*) 為主，而 1 月份起劇增至 11 科 14 種，2、3 月份稍減，4 月起至 6 月份，與舊礁區相同，明顯發現魚體的大小及數量均增加很多，主要係三線雞魚群。一般而言，新、舊礁區聚集魚類相季節性的變異，並不十分顯著。兩礁區常駐魚種均以三線雞魚、單斑笛鯛為主，其次為細鱗石鱸 (*Plectorhinchus pictus*)、肥金梭魚 (*Sphyræna pinguis*)、臭都魚 (*Siganus fuscescens*)、紅海鯪 (*Parupeneus chrysopleuron*)、中國單棘魨 (*Monocanthus chinensis*)……等 (如照片 5~10)。而縱帶笛鯛 (*Lutjanus vitta*) 僅僅棲息於舊礁體中，琴弦笛鯛 (*Lutjanus lineolatus*) 大都棲息於新礁體中為一比較特異的現象。此外，經過七個月的連續觀察，於 6 月份也都發現到成千上萬的稚魚群棲息於礁體中，魚種包括三線雞魚、杜氏天竺鯛 (*Apo-gon doederleini*)、斑鰭光鰷魚 (*Chromi notata notata*)、烏尾冬等，故顯現人工魚礁的好處不僅是用來聚集魚類以利撈捕，更重要的是在它有培育資源的功能 (邵 1989) (2)。

(二) 魚類相群聚之周日變化：

魚類相群聚之潛水調查工作一般以白天進行較多，夜間潛水調查則因危險性高，視覺不佳等，國內、外較缺乏這方面的陳述。本年度為了瞭解新、舊礁區於夜間魚類相群聚情形，是否仍如白天般的組成，抑或有新的魚種加入，活動情形如何？以利於日後魚礁的利用參考，乃於 79 年 5 月 9 日至 10 日，分別進行 24 小時周日四次潛水調查，時間如下：第一次 5 月 9 日下午 5 時至下午 7 時，第二次 5 月 9 日晚上 10 時半至 12 時，第三次 5 月 10 日清晨 6 時至 8 時，第四次 5 月 10 日上午 11 時至中午 12 時半。兩礁區均同時於上述時間內完成調查，其結果如下：

1. 黃昏時，魚群有往上群游於礁體上方水層之趨勢，日落海底變暗後則游出礁體不知去向，此時礁體中魚類很少，僅見烏尾冬、單斑笛鯛、三線雞魚、臭都魚、細鱗石鱸、單棘魨等，且數量上均僅數尾而已。

2. 午夜時分，臭都魚及烏尾冬依附於礁體旁憩息，偶見 1、2 尾三線雞魚於礁體旁的海床上，另單斑笛鯛、單棘魨、刺河豚等亦有發現，唯均僅 1、2 尾，礁區一片寂靜，與白天嘻嚷狀相較，真有天壤之別。

3. 清晨 6 時礁區能見度在 5 m 左右，魚類相與午夜時相同，隨著日出後在種類和數量上明顯增加，至 7 時左右則見遠處魚群陸續游回礁區。

4. 中午時，兩礁區魚類群聚甚豐，尤其三線雞魚群密集量很大，另單斑笛鯛、縱帶笛鯛、臭都魚、細鱗石鱸、金梭魚、斑鰭光鰷魚、藍帶蓋刺魚、半擬隆頭魚等均有發現，新、舊礁體上層水域，台拉燕魚及紅甘鯨則分別短暫停留。

綜合上述，兩礁區魚類群聚其周日變化甚大，主要經濟魚種大部白天棲游於礁區，晚間外出，而對於游回的魚群是否為原來的族群，則尚待以後標識研究探討。

表2 後寮海域新人工魚礁區之魚類相及其豐度(調查期間自1989年12月至1990年6月間)
Table 2 Fish species and their abundance from new artificial reefs located at Hou-Liau during Dec. 1989 to Jun. 1990.

+++ : abundance or common ; ++ : occasion ; + : rare.

魚 (Fish species)	種 全 長 (Total length)	1989 1990					
		Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May Jun.
SYNOBONTIDAE 合齒科							
<i>Trachinocephalus myops</i> 短吻花桿狗母	18-22 cm				+		
SERRANIDAE 鮨科							
<i>Cephalopholis boenak</i> 橫紋鮨	5-10		+			+	+
<i>Epinephelus malabaricus</i> 瑪拉巴石斑	80-100		+			+	
	> 150					+	
<i>Epinephelus megachir</i> 玳瑁石斑	15-20					+	
<i>Epinephelus diacanthus</i> 擬青石斑	10-15						+
<i>Epinephelus fasciatus</i> 赤點石斑	25-30						+
CARANGIDAE 鯧科							
<i>Caranx sexfasciatus</i> 六帶鯧	30-35	+	+				
<i>Decapterus maruadsi</i> 銅鏡鯧	16-22			++			
<i>Selariodes leptolepis</i> 木葉鯧	10-15						++
<i>Seriola dumerili</i> 紅甘鯧	100-120						++
<i>Selar crumenophthalmus</i> 白鯧	20-25						++
LUTJANIDAE 笛鯛科							
<i>Lutjanus monostigma</i> 單斑笛鯛	10-20	++	++		++	+	
	20-25		+	++	++	+++	++ ++
<i>Lutjanus lineolatus</i> 琴弦笛鯛	10-15			+	+	+++	+ ++
NEMIPTERIDAE 烏尾冬科							
<i>Caesio chrysozona</i> 金帶烏尾冬	5-20					++	+
HAEMULIDAE 石鱸科							
<i>Parapristipoma trilineatum</i> 三線雞魚	< 5						+++
	10-20	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	20-25		++			++	++ +++
<i>Plectorhinchus pictus</i> 細鱗石鱸	20-25		+		+	++	++ +
	25-30						+
SPARIDAE 鯛科							
<i>Acanthopagrus schlegeli</i> 黑鯛	10-20					++	
	20-30					+	
SCIAENIDAE 石首魚科							
<i>Nibea japonica</i> 日本鰺	40-90		+				
	> 90		+		+		
MULLIDAE 鬚鯛科							
<i>Parupeneus chrysoleuron</i> 紅海鯪	25-30		+	+	+	++	+
<i>Upeneus tragula</i> 洋鑽秋姑魚	5-25				+		+
CHAETODONTIDAE 蝶魚科							
<i>Chaetodontoplus septentrionalis</i> 暫棘蝶魚	12-15		+		+	+	
<i>Heniochus acuminatus</i> 白吻雙帶立旗魚	10-15		+			+	+
POMACENTRIDAE 雀鯛科							
<i>Abudefduf sexfasciatus</i> 六帶豆娘魚	5-12				+	+	+
<i>Chromis natata notata</i> 斑鰭光鰓魚	5- 8						++
CHEILODACTYLIDAE 鷹羽鯛科							
<i>Goniistius zonatus</i> 花尾鷹羽鯛	15-25					+	+
SPHYRAENIDAE 金梭魚科							
<i>Sphyrna pinguis</i> 肥金梭魚	20-25	+				++	++
	25-30		+	++	++	+	+
SIGANIDAE 臭都魚科							
<i>Siganus fuscescens</i> 臭都魚	10-15		++			++	++
	15-25				++	+	++
BALISTIDAE 皮刺鮫科							
<i>Monacanthus chinensis</i> 中國單棘鮫	15-20		+			+	+
TETRAODONTIDAE 四齒鮫科							
<i>Lagocephalus gloveri</i> 黑鰭河鮫	21-24		+	++			

表3 後寮海域舊人工魚礁區之魚類相及其豐度(調查期間自1988年12月至1990年6月間)
 Table 3 Fish species and their abundance record from old artificial reefs located at Hou-Liau during Dec. 1988 to Jun. 1990.

+++; abundance or common; ++: occasion; +: rare.

魚 (Fish species)	種 (Total length)	全 長	1988 Dec.	1989 Apr.	1990 Dec.	1990 Mar.	1990 Apr.	1990 May	1990 Jun.
SCORPAENIDAE 鮋科									
<i>Pterois volitans</i> 魔鬼簑鮋	10-15 cm					+			
SERRANIDAE 鮨科									
<i>Cephalopholis boenak</i> 橫紋鮨	5-10								+
<i>Epinephelus malabaricus</i> 瑪拉巴石斑	5-15				+			+	
	60-80		+		++			+	
	80-100			+				+	
	> 150							+	
APOGONIDAE 天竺鯛科									
<i>Apogon doederleini</i> 杜氏天竺鯛	< 5		+++						+++
CARANGIDAE 鯆科									
<i>Seriola dumerili</i> 紅甘鯆	30-40					+		+++	+++
<i>Selariodes leptolepis</i> 木葉鯆	10-15								
LUTJANIDAE 笛鯛科									
<i>Lutjanus monostigma</i> 單斑笛鯛	10-20		+		++		+++	++	++
	20-25			++			+	++	++
<i>Lutjanus vitta</i> 縱帶笛鯛	10-20			+			++	++	++
<i>Lutjanus lineolatus</i> 琴弦笛鯛	10-15								++
NEMIPTERIDAE 烏尾冬科									
<i>Caesio chrysozonus</i> 金帶烏尾冬	5-20					++			
GERREIDAE 鑽嘴魚科									
<i>Gerres oyena</i> 奧奈鑽嘴魚	15-18								+++
HAEMULIDAE 石鱸科									
<i>Parapristipoma trilineatum</i> 三線雞魚	< 5								+++
	10-20		++	+++		+++	+++	+++	+++
	20-25				+++	+	+++	++	+++
<i>Plectorhinchus pictus</i> 細鱗石鱸	20-25				+	+		+	
	25-30								+
SPARIDAE 鯛科									
<i>Acanthopagrus schlegeli</i> 黑鯛	20-30					++		+	
<i>Sparus sarba</i> 黃錫鯛	15-20				+				+
MULLIDAE 鬚鯛科									
<i>Parupeneus chrysopleuron</i> 紅海鯪	25-30			+			+	+	
<i>Upeneus tragula</i> 洋鑽秋姑魚	5-25					+		+	+
EPHIPPIDAE 銀拱科									
<i>Platax teira</i> 台拉燕魚	50-55					+		+	
CHAETODONTIDAE 蝶魚科									
<i>Chaetodontoplus septentrionalis</i> 暫棘蝶魚	12-15			+	+				
	20-25								+
<i>Heniochus acuminatus</i> 白吻雙帶立旗魚	10-15				+	+		+	+
POMACENTRIDAE 雀鯛科									
<i>Abudefduf sexfasciatus</i> 六帶豆娘魚	5-12								
<i>Chromis notata notata</i> 斑鰭光鰓魚	< 5								+
	5-8		++						+++
<i>Chromis fumea</i> 燕尾光鰓魚	5-8			+					
SPHYRAENIDAE 金梭魚科									
<i>Sphyraena pingus</i> 肥金梭魚	20-25				+	+		+	
	25-30								+
LABRIDAE 隆頭魚科									
<i>Choerodon azurio</i> 寒鯛	10-15				+				+
<i>Labroides dimidiatus</i> 半擬隆頭魚	5-8					+		+	
<i>Thalassoma quinguevittata</i> 五帶葉鯛	10-15		+	+					
SIGANIDAE 臭都魚科									
<i>Siganus fuscescens</i> 臭都魚	15-25			++		++	++	++	++
BALISTIDAE 皮剝魨科									
<i>Monocanthus chinensis</i> 中國單棘魨	15-20			+	+		+	+	+
DIODONTIDAE 二齒魨科									
<i>Diodon halacanthus</i> 刺河豚	25-30					+	+	+	+
TETRAODONTIDAE 四齒魨科									
<i>Tetraron stellatus</i> 模樣河魨	25-30		+	+	+		+	+	

結 論

舊礁區較新礁區有顯著聚魚功效，似與附著生物量有關。三線雞魚群集很大，晝間停留礁區，晚間外出。兩區均出現仔稚魚，顯見礁區已為孵育之所，此海域目前正逐年充實礁體密度，假以時日可成爲良好的人造漁場。

謝 辭

本研究爲農委會七十九年度『已投放人工魚礁之調查評估』補助計劃之一部分，承蒙該會陳技正朝欽、周技正加再、省漁業局陳組長諄敏、趙股長揚桐及本所廖所長一久博士之關懷鼓勵，試驗期間蒙國立高雄海專歐校長錫祺時相教誨及分所同仁盧助理研究員再和、陳約聘技術員芳松、黃技工文卿及海鴻試驗船全體同仁在野外工作上的熱心協助，研究室同仁林綉美、吳美玉等協助資料分析、文稿整理，而報告內容亦承蒙中央研究院動物研究所陳章波博士詳予核稿方使本報告得以順利完成，再此一併致謝。

摘 要

爲瞭解人工魚礁投放後礁體表面附著生物相、魚類群聚之季節變化及礁區魚類周日變化，本年度乃擇後寮海域新（1989年8月投放）、舊（1987年9月投放）礁區進行調查，其結果摘示如下：

1. 新的礁體投放後3個月內僅有藤壺著生，第4個月發現苔蘚蟲（*Triphylozoon hirsutum*）及海綿，其他附著生物則自第8個月起方陸續出現，舊礁體附著性生物覆蓋率已達80%以上，各生物生長有隨季節顯著消長現象。

2. 新、舊礁區聚集魚類相相似度很高，大部分爲經濟性魚種，兩區優勢性種類均以三線雞魚及單斑笛鯛爲主，縱帶笛鯛僅發現於舊礁體中，琴弦笛鯛則新礁體中較多；就種數而言舊礁體顯較新礁體豐富。

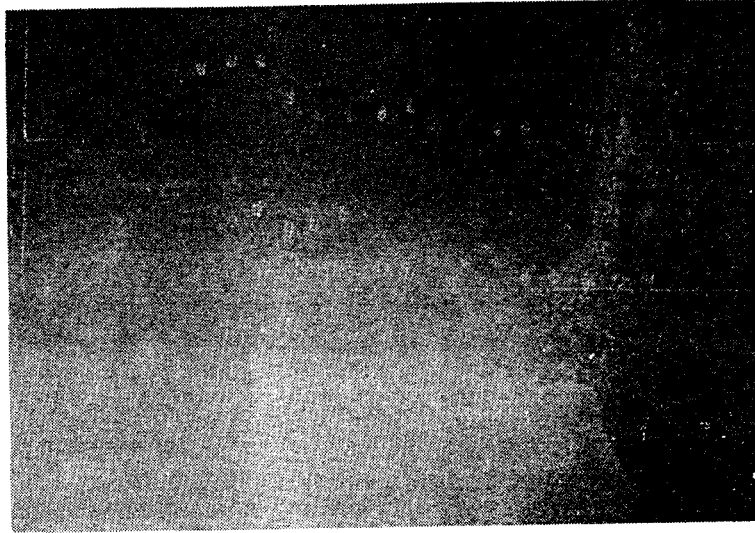
3. 6月份兩礁區均發現大量體長3~5 cm之三線雞魚及2~3 cm之光鰓魚稚魚苗，顯見礁區爲孵育之所。

4. 礁區魚類相周日變化極大，日間魚群悠游礁體周緣，晚間日落前魚群上浮於礁體上之中層水域，待日落後則大部群游出外，致礁區猶如空城般。而翌日日出後約1小時方陸續游回礁區。

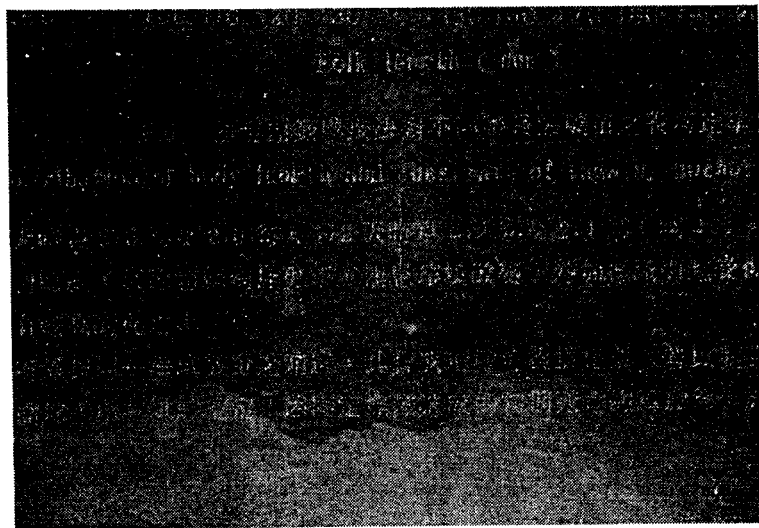
參 考 文 獻

1. 小川良德（1973）。人工魚礁に關する生物學的諸問題，*Ocean Age*, 5 (3), 21-30.
2. 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.
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. 李燦然（1981）。人工魚礁效益調查，臺灣省水產試驗所，34 pp.
7. 陳諄敏等主編（1989）。臺灣沿近海域人工魚礁區生態環境調查與效益評估。臺灣省漁業局專集報告第四號，241 pp.

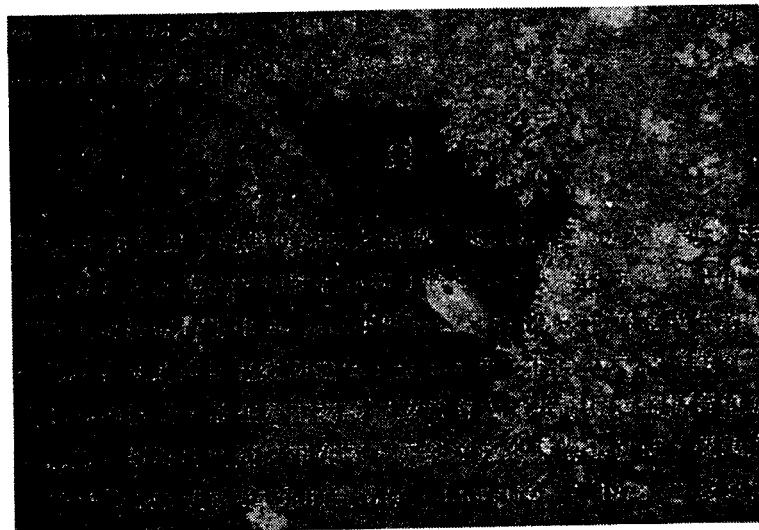
8. 歐錫祺、劉春成、陳伯實、林志遠、張孝仁 (1990). 苗栗縣外埔區人工魚礁之分佈實態, 中國水產, 447, 9-22.
9. 歐錫祺、劉春成、劉仁銘、王啓銘、陳瑞榮 (1990). 臺灣西北部南寮區人工魚礁之分佈實態, 中國水產, 445, 17-26.
10. 蔡萬生、鐘金水、陳春暉、黃郁文、黃文卿 (1989). 澎湖人工魚礁分佈實態調查, 台水試澎所報彙集, 9, 123-150.
11. 蔡萬生、鐘金水、陳春暉 (1988). 澎湖後寮人工魚礁區海域生態環境調查與效益評估。台水試澎所報彙集, 8, 117-132.
12. Chang, K. H., C. P. Chen, H. L. Hsieh and K.T. Shao (1977). An experiment of artificial reefs with invertebrate community. Bull. Inst. zool., Academia Sinica, 16(1): 37-48.
13. 陳堅強編 (1987). 煤灰應用作人工魚礁之可行性研究, 專刊第三號, 臺灣省高雄縣政府, pp.55-91.
14. 益田 一、林 公義、中村宏治、小林安雅編 (1986). 海岸動物, 東海大學出版會, 255 pp.
15. 西村三郎 (1987). 海岸動物, 保育社, 207 pp.
16. 張崑雄 (1986). 海域無脊椎動物, 內政部營建署墾丁國家公園管理處, 95 pp.
17. 白振宇、夏國經 (1989). 臺灣海洋無脊椎動物簡介, 臺灣省立博物館, 68 pp.
18. 戴昌鳳 (1987). 珊瑚與珊瑚礁, 內政部營建署墾丁國家公園管理處, 100 pp.
19. 謝新曦、譚天錫、曾榮政 (1980). 臺灣的海底奇觀, 渡假出版社, 247 pp.
20. 陳建初 (1981). 水質分析, 九大圖書公司, pp. 62-73.
21. 海軍海洋測量局 (1990). 中華民國七十九年潮汐表, pp.197-210.
22. Ahr, W. M. (1974). Geological considerations for artificial reef site location. In Proc. Int. Conf. Arti. Reefs. Edited by L. Colunga and R. Stone, 31-33.
23. 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, 121pp.
24. Randall, J.E. (1963). An analysis of the fish populations of artificial and natural reefs in the Virgin Islands. Carib. Jour. Sci., 3:31-47.
25. Turner, C.H., E. E. Ebert and R.R. Giren. (1969). Man-made reef ecology. Calif. Dep. Fish and Game, Fish. Bull., 146:1-221.
26. 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專刊第13號, 117pp.



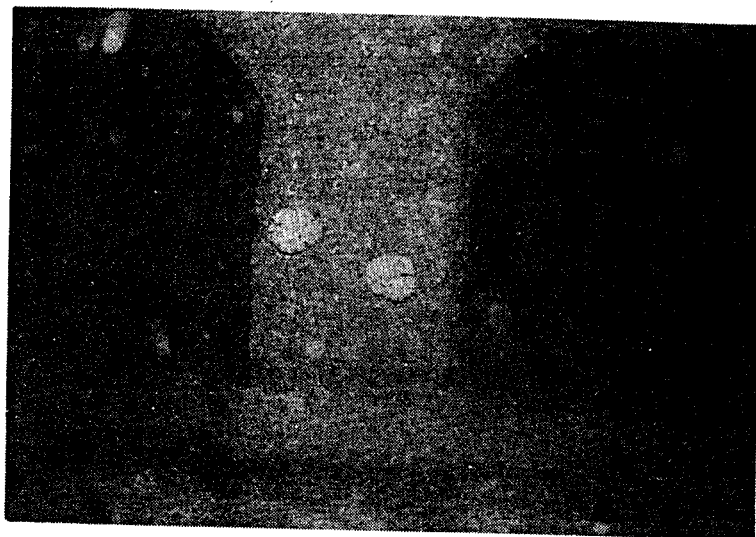
照片 1 後寮新礁體投放後坐底情形。1990.01.09



照片 2 丁香魚網羅掛新礁體情形。1990.04.03



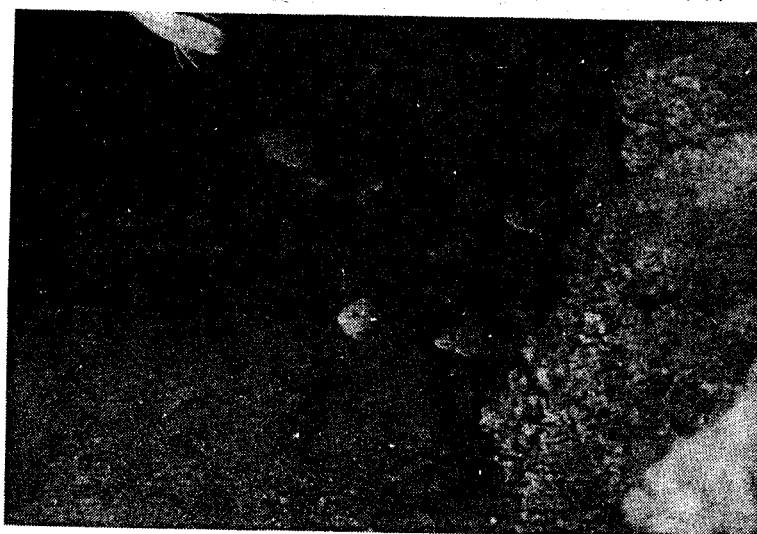
照片 3 後寮舊礁體附著生物生長情形。1990.06.02



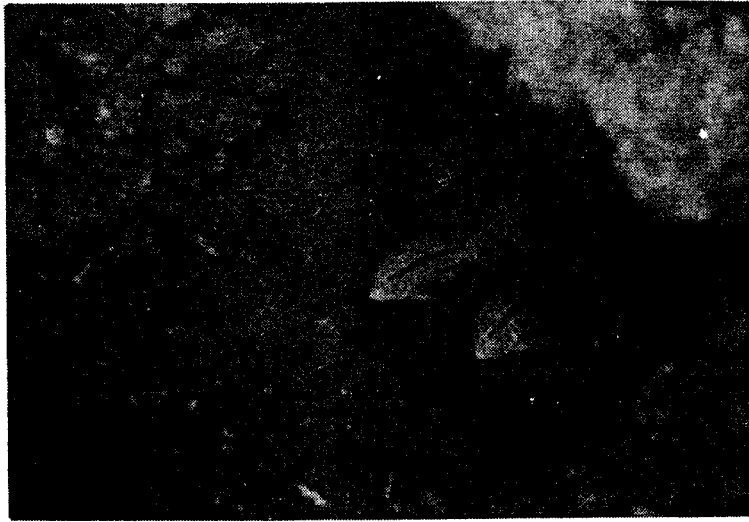
照片 4 後寮新礁體附著生物生長情形。1990.04.30
1. 苔蘚蟲 (*Triphyllozoon hirsutum*)
2. 多毛蟲 (*Hydroides norvegicus*)



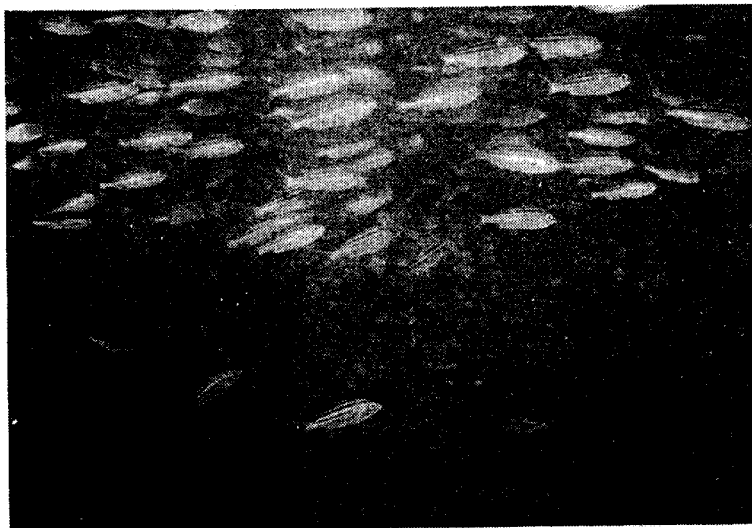
照片 5 舊礁體周緣的三線雞魚 (*Parapristipoma trilineatum*) 群。1990.06.26



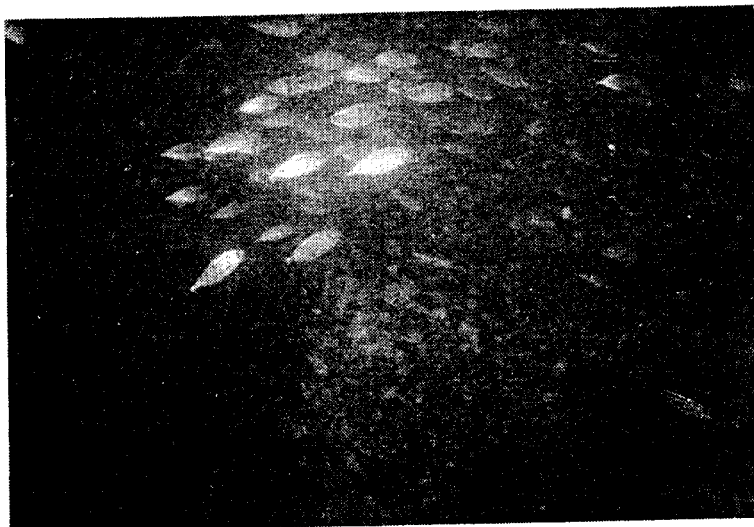
照片 6 棲息於舊礁體內的單斑笛鯛 (*Lutjanus monostigma*)。1990.06.26



照片7 棲息於舊礁體中的縱帶笛鯛 (*Lutjanus vitta*)。1990.06.26



照片8 新礁體周緣的三線雞魚 (*Parapristipoma trilineatum*) 群。1990.06.26



照片9 新礁體周緣的木葉鰱 (*Selaroides leptolepis*) 魚群。1990.06.26



照片 10 新礁體內的紅海鯡鯉 (*Parupeneus chrysopleuron*)。1990.04.30