

臺灣西南部人工魚礁投放前地點 之可行性調查

主辦機關：國立高雄海事專科學校

執行機關：國立高雄海事專科學校

執行人：鄭利榮	教授兼科主任
計劃主辦人：蔡光照	講師
邱萬敦	講師
郭秋村	講師
陳朝清	助教

計劃名稱：臺灣西南部人工魚礁投放前地點之可行性調查

計劃編號：79農建-3.2-漁-20(3-2F)

前 言

為保育本省沿岸漁業資源以促進漁業資源之合理開發與利用，漁業局自民國六十二年，由行政院農委會補助經費，配合沿海各縣市政府及區漁會積極推動設置人工魚礁培育沿近海漁業資源計劃，選定適當地點投放人工魚礁。又自民國六十六年起世界主要國家紛紛設立200 浬經濟水域以來，我國遠洋漁業的作業漁場大幅減少，致使業者經營日益困難，為了舒解遠洋漁業的困境，更需重新評估本省沿岸、近海的漁業資源，以提高漁場的生產性。在沿近海漁場的生產性中，投放人工魚礁乃為增加漁產的最直接最有效的方法之一。因此漁業局陸續委請學術研究單位對本省沿岸海域擬投放或已投放的魚礁三十四區，進行生態環境調查與效益評估，以維持沿岸漁業之持續成長，根據近十年之調查及評估，人工魚礁之增加漁產效果，已獲肯定⁽¹⁾。

然而人工魚礁地點之設置，必須考慮若干的環境條件，如此才能達到增加漁產的預期效果。根據張⁽²⁾(1976)的調查研究指出，一般而言設置魚礁的條件必須(1)寬闊平坦，底質堅固的石礫海底或白沙帶泥或有介殼混合之海底。(2)水深在20~30公尺之間。(3)避免污染與河口地區。(4)透明度良好，不過於混濁。(5)距離最近之珊瑚礁在半哩以上。(6)流速不超過1.5節(約75cm/sec)為原則。漁業局擬於嘉義縣沿岸海域增設魚礁區，以增加該縣的漁業資源，曾於78年度委託本校從事該縣沿岸海域的魚礁設置之可行性評估，評估結果顯示由於該海域大多屬細砂而且流速甚強，以人工魚礁的經濟成本而言，該海域並不十分適合魚礁之投放，但乃建議以外傘頂洲南側海域之A3站為嘗試投放魚礁的地點，以利該縣沿岸漁業的增產⁽¹⁾。79年度乃繼續委託本校於該縣海域，同時於高雄縣彌陀海域，選擇另外較適合地點投放之可行性評估，以符

合魚礁的經濟成本原則下，達到魚礁聚魚的經濟效益。本研究於78年7月至79年6月進行嘉義縣布袋和高雄縣彌陀沿岸海域的水深分布，海底底質組成，海流流速、流向、水溫、鹽分、溶氧、透明度、水質等的各項調查，同時並於嘉義縣從事該海域的魚種組成分析，以作為日後應否繼續投放魚礁之參考。

材料與方法

一、材料

(一) 船隻：嘉泰隆和金福隆漁船。

(二) 調查儀器：

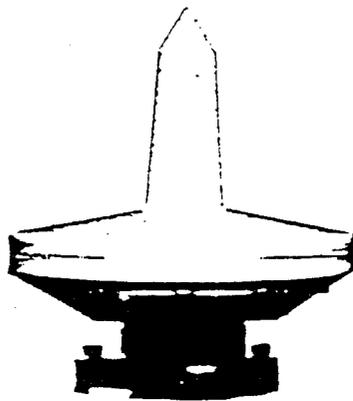
自記式海流儀 (RCM4/S)，海洋水溫、鹽分測量儀、透明度板、溶氧測量儀、水色標準器、魚探機和管錨式底質採樣器。

(三) 海上定位系統：

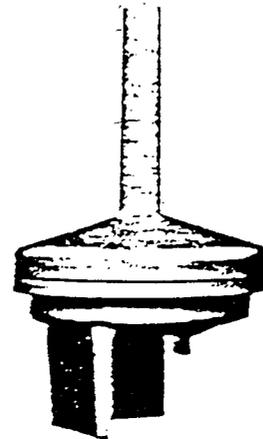
為克服沿岸定位之困難和定位準確度要求至20公尺內，本研究利用 G.P.S. 儀定位 (全球定位系統，MX 5400，其設備結構如圖1所示)。

二、方法

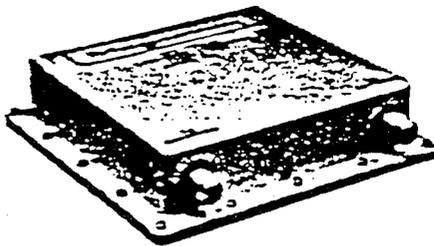
調查海域如圖2 (嘉義縣布袋) 和圖3 (高雄縣彌陀) 所示。圖2 H、A、B、C 和圖3 A、B、D、E 等線表示觀測線。每觀測線各為4個觀測站，其間間隔各為1.4 哩，每觀測站根據水深，其觀測水層分別為0、5、10、15、20公尺。圖2的嘉義縣布袋海域分兩個階段實施，A、B、C 觀測線於78年11月調查，而於79年5月另增加H 觀測線加以調查。於79年5月調查圖3的高雄縣彌陀海域。▲的觀測站表示投入海流儀作連續觀測25小時以上的流向和流速的地點，以滿足一全日潮之特性，同時並於▲觀測站作底質採樣。調查項目包括：



TRIPPO MOUNTED
ANTENNA



MARINE ANTENNA

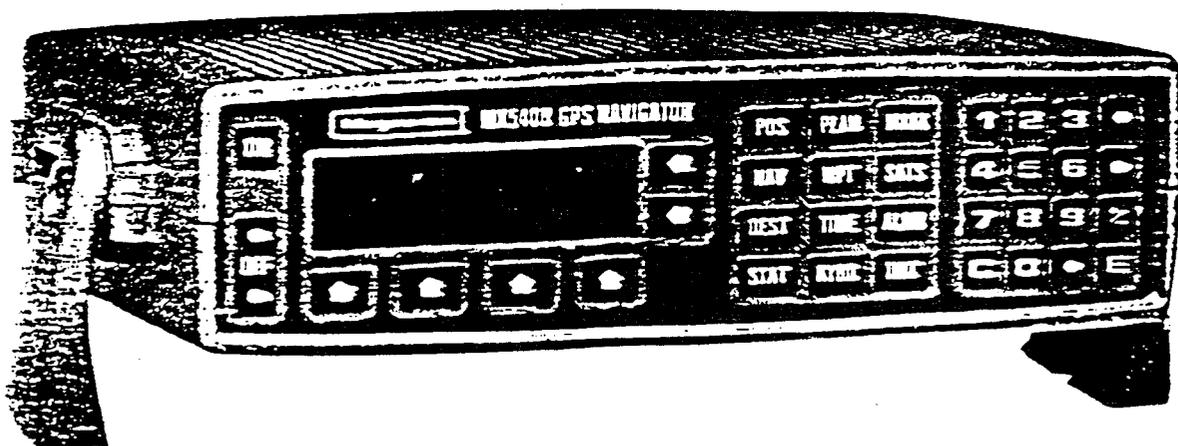


PREAMPLIFIER/DOWNCONVERTER



ANTENNA ELEMENT

LOW PROFILE ANTENNA SYSTEM



CONSOLE

988-2776
1028MXCG

圖 1 MX 5400 GPS 衛星導航系統

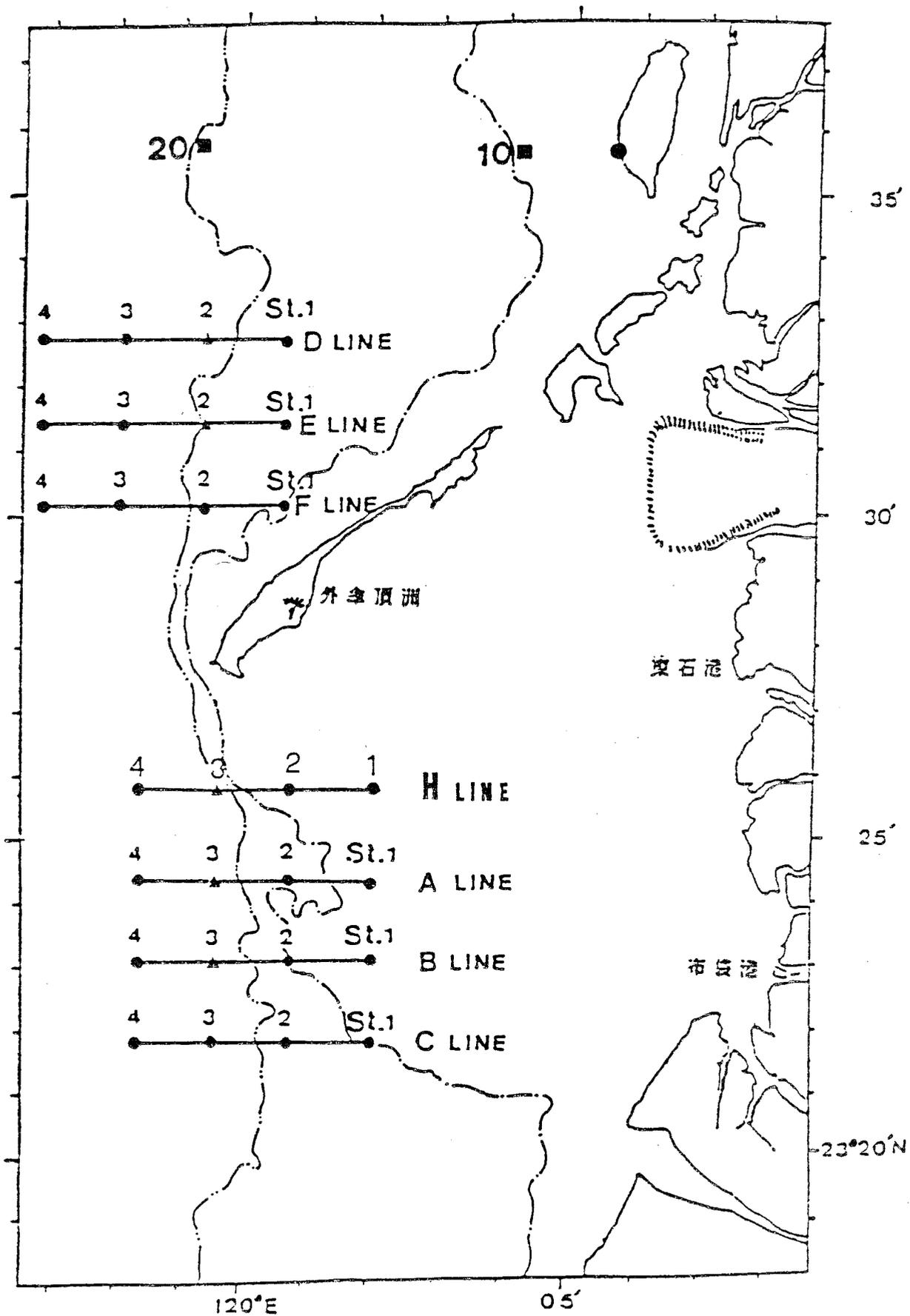


圖 2 調查海域(嘉義縣布袋)

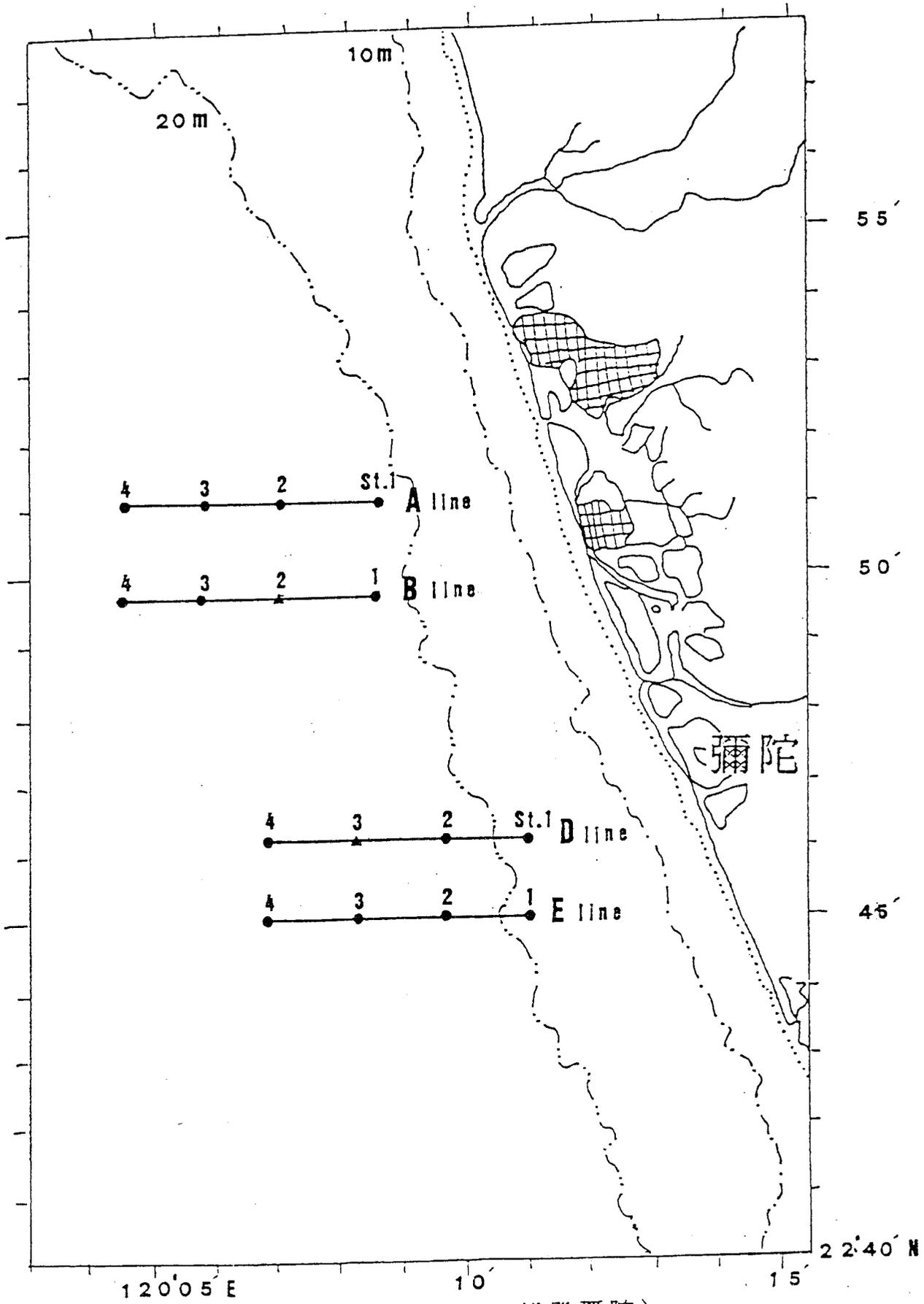


圖 3 調查海域(高雄縣彌陀)

(一) 海底地形及底質

於漁船沿著觀測線東西航駛中，利用魚探機測海底地形，再由魚探機記錄紙描繪海底地形圖。並於圖2和圖3調查海域的▲測站利用底質採樣器採取底質樣品，採得之樣品攜回實驗室，經烘乾後，再以土壤分析法（依 ASTM 規範）作篩分析處理。

(二) 海況

1. 根據水深的深淺，利用海洋水溫、鹽分測量儀測定0、5、10、15、20公尺各層的現場水溫和鹽分，並利用溶氧測量儀測定各層水深的現場溶氧量。
2. 以透明度板和水色標準器分別測定各測站的海水透明度和水色。
3. 自記式海流儀可依定時（本調查為每十分鐘記錄一次）將海潮流之流速及流向同時記錄於磁帶上，作業完畢後，將海流儀收回，於室內將磁帶以譯帶機(Tape Reader 2650)配合個人電腦，譯讀出海潮流每十分鐘之流速及流向變化，再以自行設計之電腦軟體，將資料予以統計分析及繪圖。海流儀之裝置如圖4，於調查期間將海流儀投放於調查海域的▲觀測站，均順利完成連續25小時以上海潮流之觀測。

(三) 水質化學成份

於各測站利用採水瓶採取表層之海水，裝入2公升的塑膠瓶中，攜回學校實驗室檢測。帶回樣本先放入6~11°C的冷房中貯在，於翌日取出依照 Standard methods for the examination of water and waste water，並參考陳⁽³⁾編著的水質分析等方法進行檢測NO₂-N、NO₃-N、NH₃-N、TOP (Total of phosphorous) 及CL⁻。

(四) 魚種組成

自民國78年11月至79年2月，每月一次赴嘉義布袋港魚市場調查魚類相，並拍攝魚種，以作魚種組成的分析。

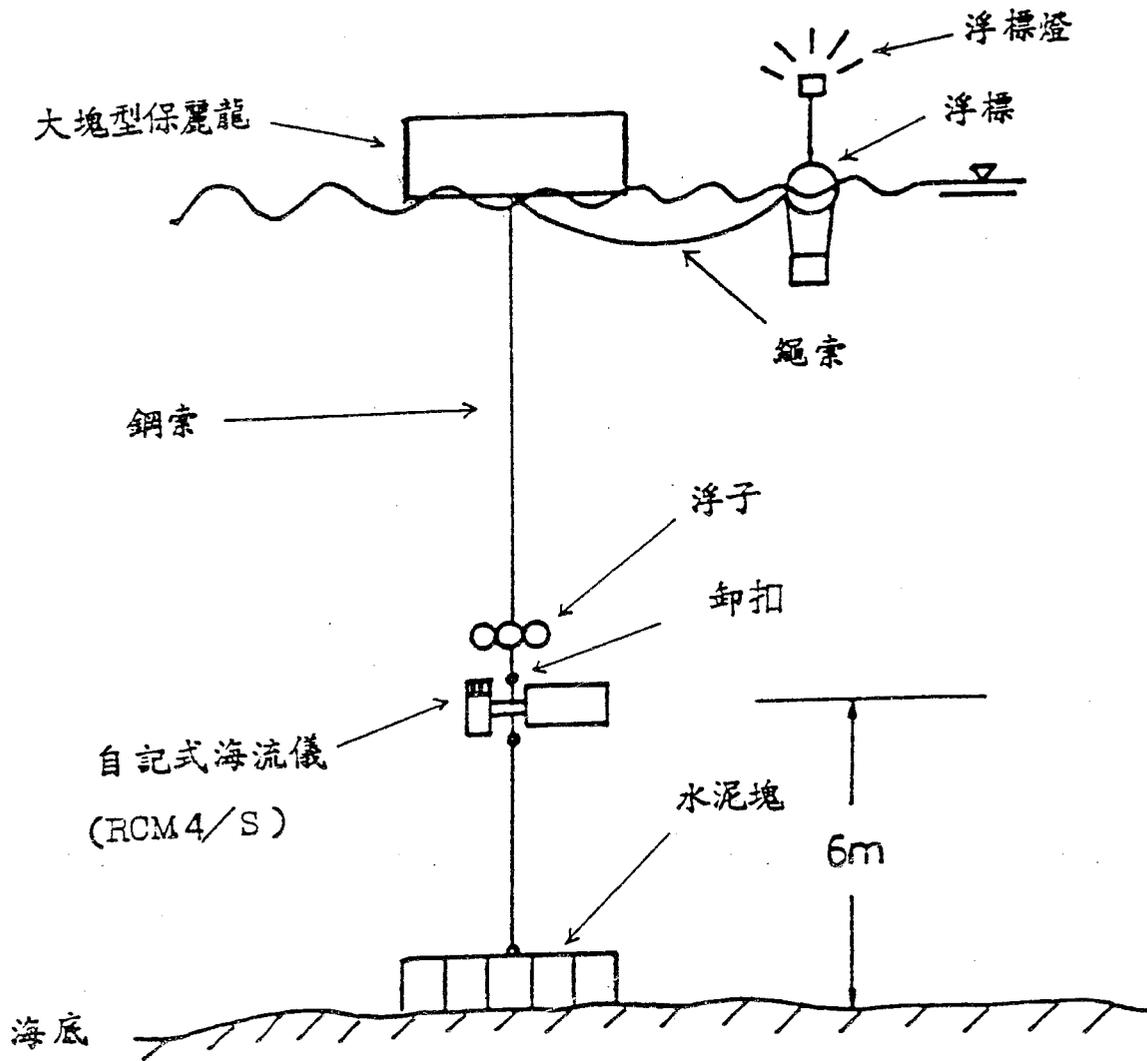


圖 4 海流儀裝置示意圖

結 果

A、嘉義縣布袋海域

漁業局於78年8月嘗試投放人工魚礁於上述海域的A3站，但本校於77年4月於投放魚礁前曾進行該海域的可行性評估，顯示該站並不十分適合魚礁的投放，因此有重新評估的必要。在此前提下，本海域分冬、夏季兩階段實施，於冬季進行圖2外傘頂洲南側海域的A、B、C觀測線4.2哩×2.8哩的範圍，於夏季另增加H觀測線，即4.2哩×4.2哩的更廣範圍，得以比較後，選擇是否有更適合投放魚礁區的地點，調查結果如下所述：

一、海底地形及底質

調查海域之海底等深線分佈圖如圖5所示，該海域之海底地形平坦，等深線分佈均勻。

A3及H3測站之海底底質樣品，經篩分析後其粒徑分佈如圖6，依ASTM之土壤分類標準，A3站之底質約25%屬細砂（粒徑0.08mm至0.17mm）而部份為沈泥及黏土。H3站之底質約65%屬中、細砂（粒徑0.08mm至0.6mm），而其他部份為沈泥及黏土，兩站均無礫石。

二、海況

（一）水溫、鹽分

調查海域的觀測表如表1所示。各層的等溫線分佈如圖7~11（圖中■表示魚礁區）所示。等溫線分佈大致呈南北方向，但在魚礁區左側表層水溫呈一封閉曲線，但等溫線凸處向沿岸。又該海域的水溫垂直斷面圖如圖12所示，可看出魚礁區之右側（靠沿岸側）各層水溫幾乎無變化，而其左側則有向上彎曲之半封閉曲線，尤其在A觀測線，也就是人工魚礁投放的位置線上更為明顯。綜合上述結果，在人工魚礁的周圍海域有較高溫水團存在。又如表1所示本海域的鹽分幾乎無變化，介於33.50%~33.72%之間。

表 1 嘉義布袋沿岸海域海況觀測表 (1989年11月5日)

觀測站	位 置 (經緯度)	時 間 (h,m)	水 深 (m)	透 明 度 (m)	水 色 (級)	觀測水層 (m)	水 溫 (0℃)	鹽 分 (‰)	溶解氧 (mg/l)
A ₁	23°24.3'N 120°02'E	1357	7	2	5	0	26.4	33.65	6.7
						5	26.4	33.65	7.2
A ₂	23°24.3'N 120°00.8'E	1256	16	3	5	0	26.6	33.55	7.8
						5	26.4	33.55	8.8
						10	26.4	33.58	8.8
A ₃	23°24.3'N 119°59.6'E 投放海流計	1033	30	17	2	0	27.2	33.70	9.2
						5	26.9	33.70	10.2
						10	26.8	33.70	10.2
						15	26.7	33.70	10.2
						20	26.7	33.70	10.2
A ₄	23°24.3'N 119°58.4'E	1055	50	13	3	0	26.8	33.70	7.6
						5	26.8	33.70	8.8
						10	26.8	33.70	8.6
						15	26.8	33.70	8.7
B ₁	23°23'N 120°02'E	1345	9.5	2	5	0	26.2	33.50	8.0
						5	26.2	33.50	8.6
B ₂	23°23'N 120°00.8'E	1309	10	2.5	5	0	27.0	33.55	7.5
						5	26.6	33.55	8.4
B ₃	23°23'N 119°59.6'E	1213	33	5	5	10	26.5	33.60	8.4
						0	27.1	33.62	7.0
						5	26.6	33.63	8.1
						10	26.6	33.65	8.1
B ₄	23°23'N 119°58.4'E	1115	45	12	3	15	26.5	33.65	9.9
						20	26.5	33.65	8.0
						0	26.9	33.72	7.2
						5	26.8	33.70	8.7
						10	26.7	33.71	8.8
C ₁	23°21.8'N 120°02'E	1335	8	1.5	5	15	26.6	33.70	8.9
						20	26.6	33.70	8.8
						0	26.2	33.50	7.4
C ₂	23°21.8'N 120°00.8'E	1323	14	2	5	5	26.1	33.50	7.8
						10	26.0	33.50	7.8
						0	26.6	33.60	7.4
C ₃	23°21.8'N 119°59.6'E	1155	31	3	4	5	26.5	33.60	8.0
						10	26.4	33.64	7.9
						0	27.2	33.60	7.4
C ₄	23°21.8'N 119°58.4'E	1127	51	11	3	5	26.6	33.65	8.4
						10	26.6	33.65	8.6
						0	26.8	33.68	8.2
						5	26.7	33.68	9.8
						10	26.6	33.68	10.2
						15	26.6	33.68	10.0
						20	26.5	33.68	9.8

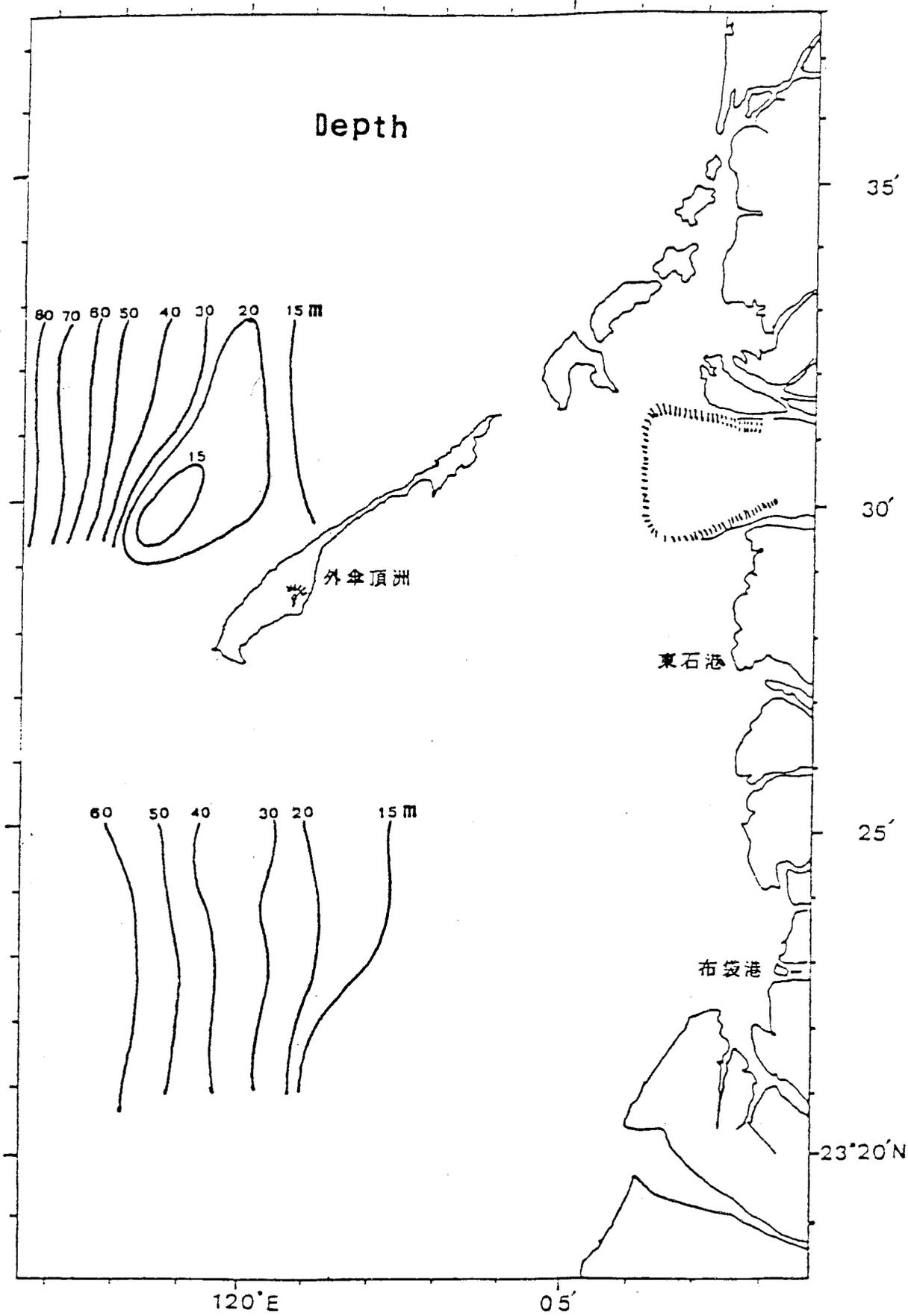


圖 5 調查海域之海底等深線分佈圖

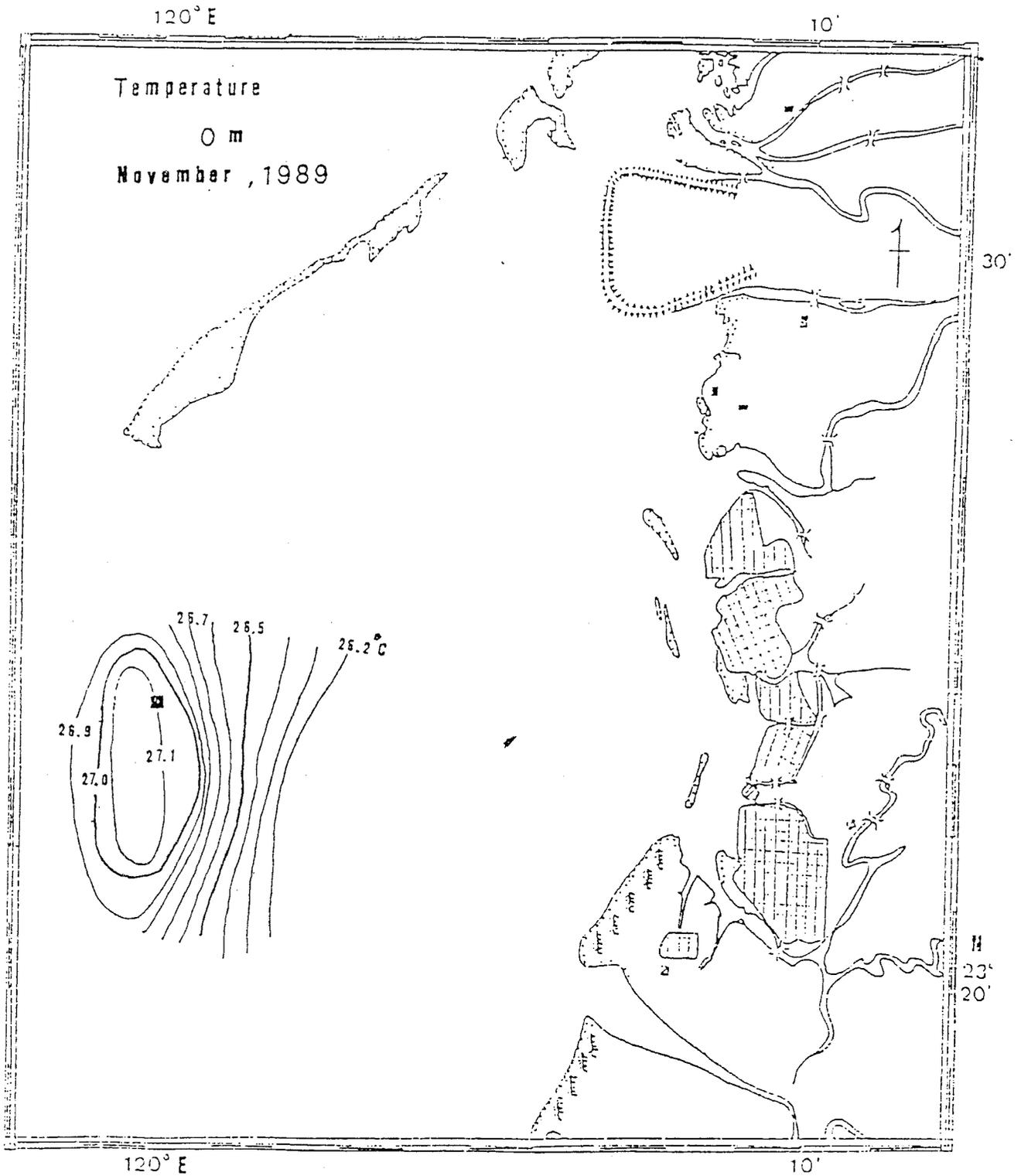


圖 7 嘉義外傘頂洲南側沿岸海域人工魚礁投放後0m之等溫線分佈圖

■表示魚礁區

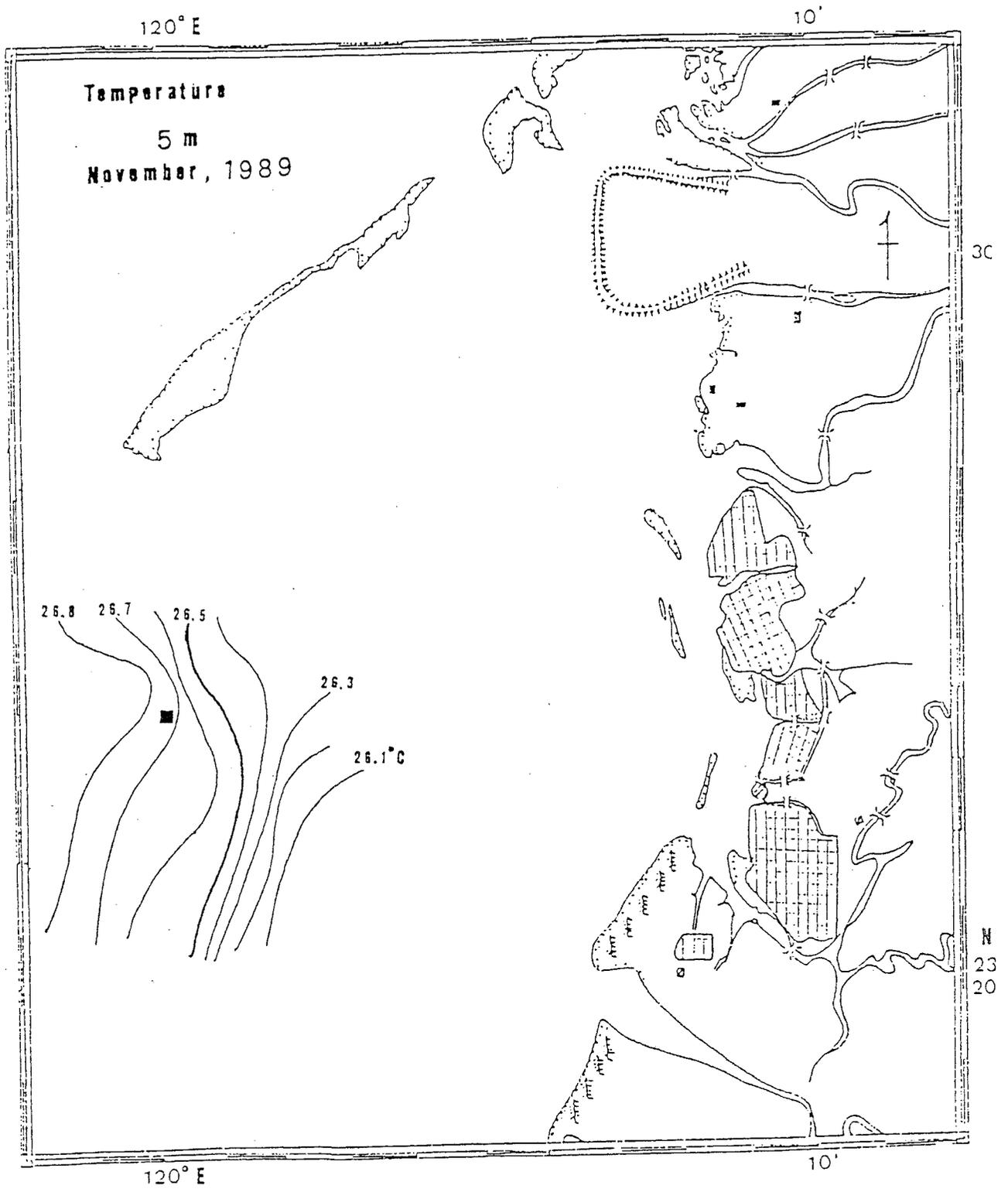


圖 8 嘉義外傘頂洲南側沿岸海域人工魚礁投放後5m之等溫線分佈圖

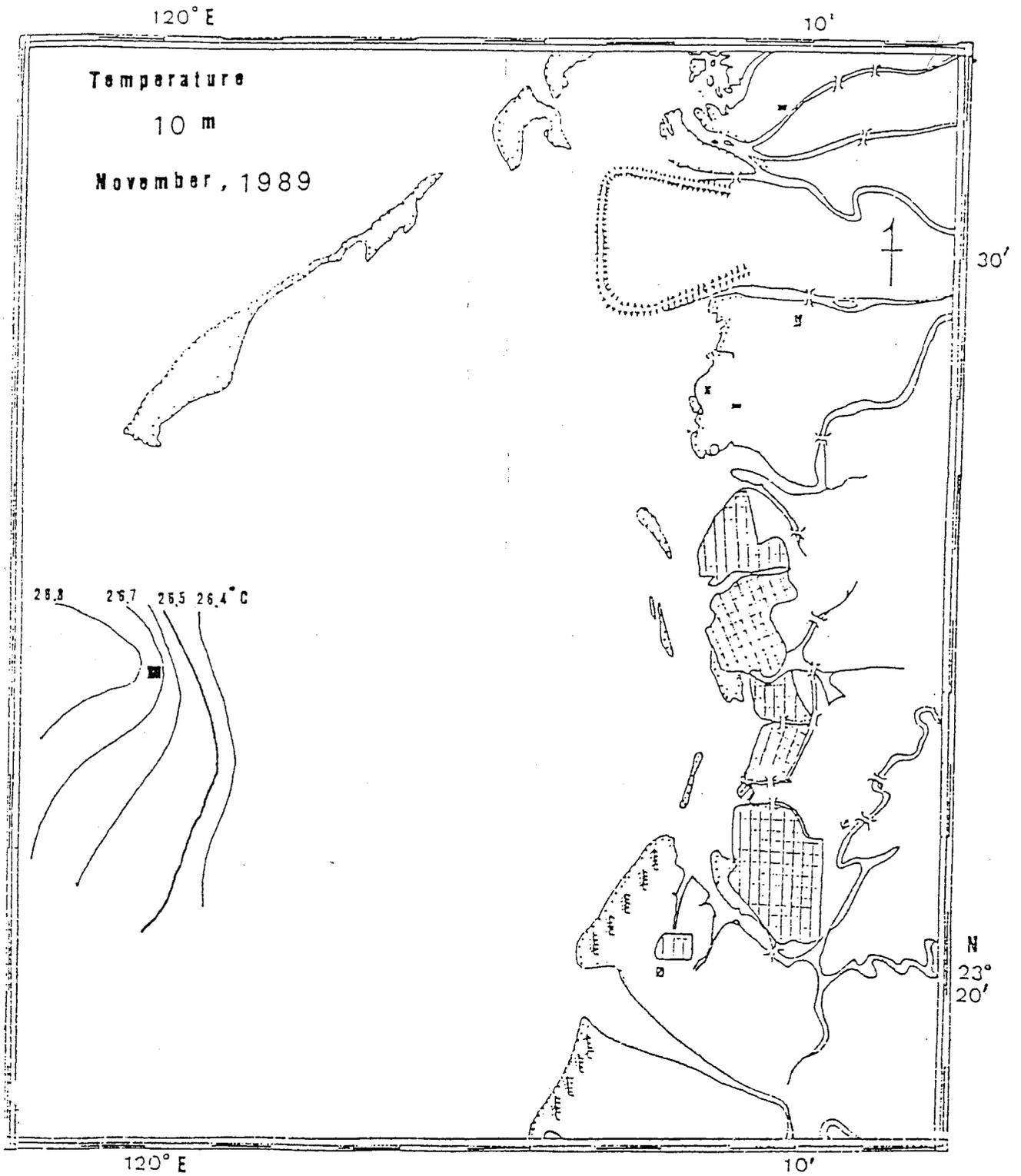


圖 9 嘉義外傘頂洲南側沿岸海域人工魚礁投放後10m之等溫線分佈圖

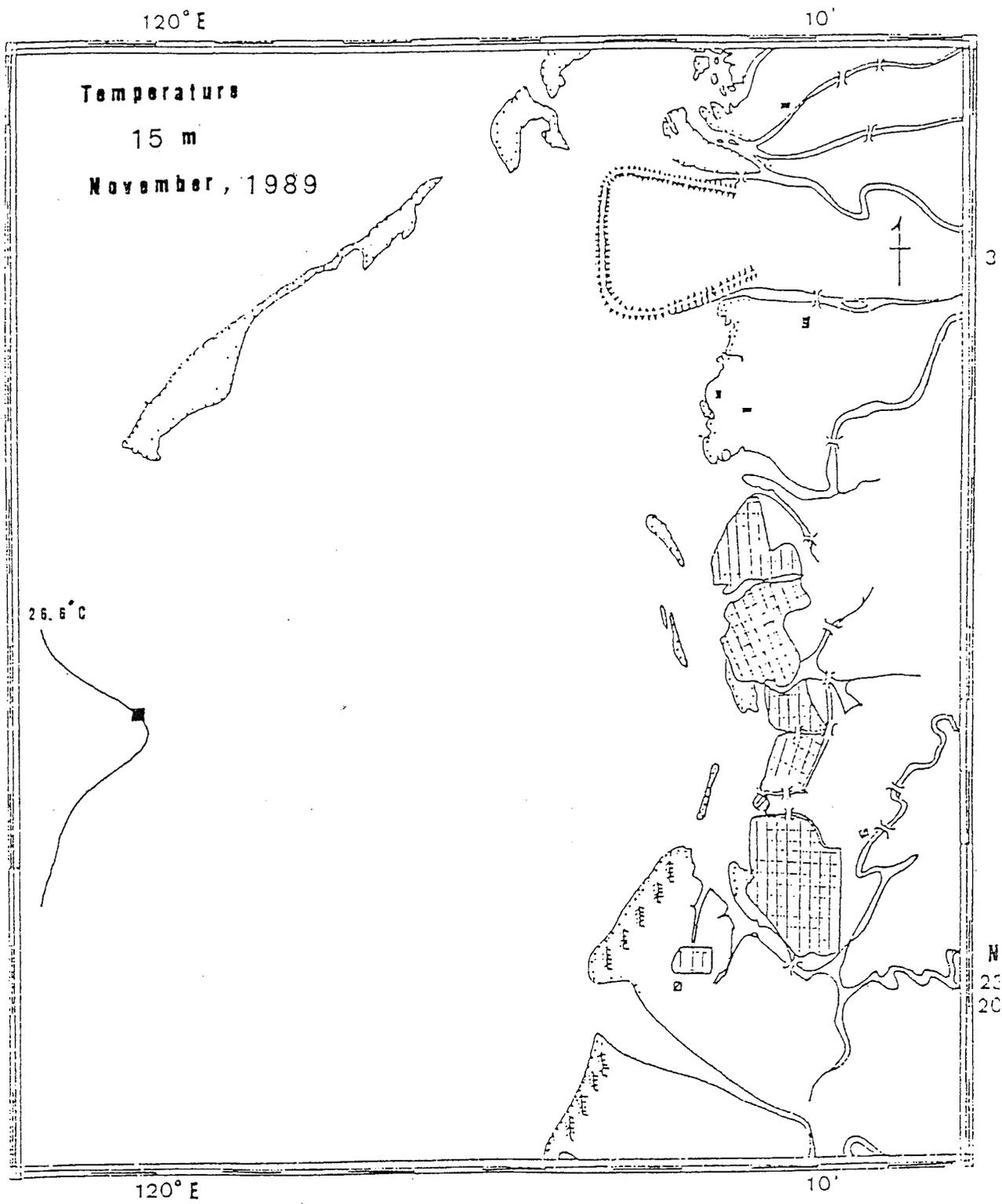


圖 10 嘉義外傘頂洲南側沿岸海域人工魚礁投放後15m之等溫線分佈圖

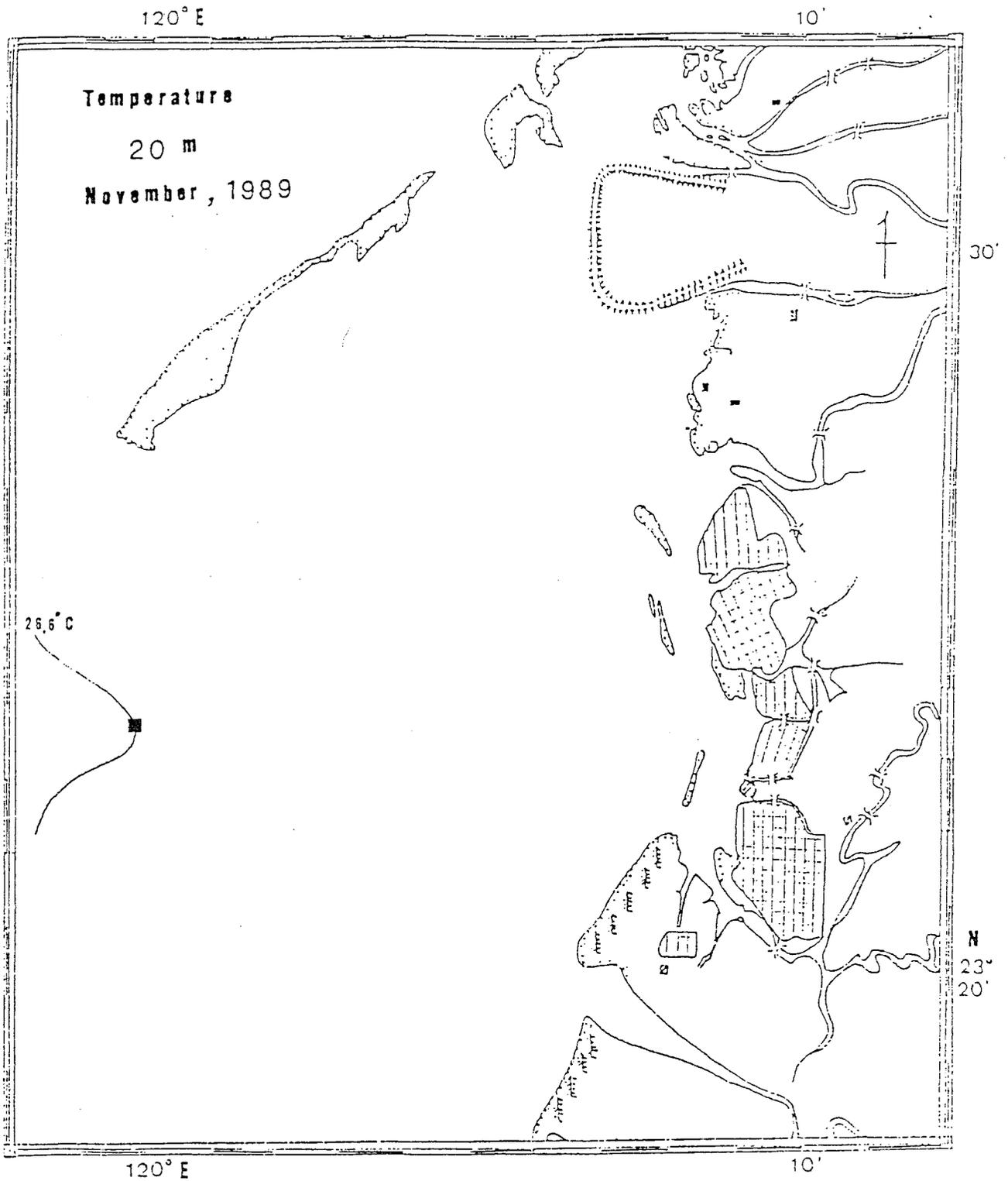


圖 11 嘉義外傘頂洲南側沿岸海域人工魚礁投放後20m之等溫線分佈圖

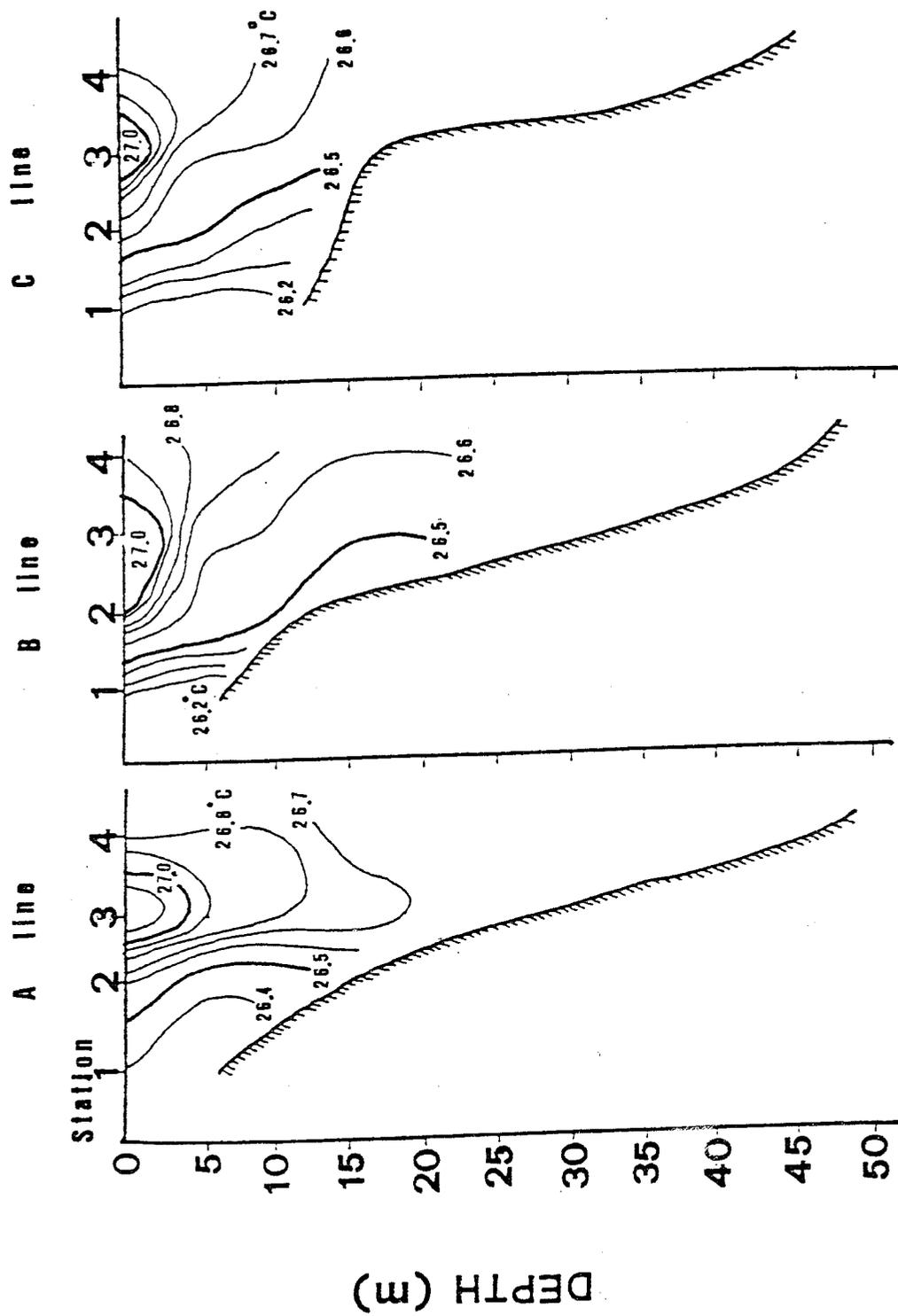


圖 12 嘉義外傘頂洲南側沿岸海域A3站人工魚礁投放後之水溫垂直斷面圖

(二) 溶氧量

從圖 13~17 中各層溶氧量的分佈來看，本海域的溶氧量介於 7.0~10.0mg/l 之間，隨著離開沿岸溶氧量有逐漸增加的傾向，又仔細觀察在 A3 附近有一獨立較高溶氧水團。溶氧量的垂直斷面分佈如圖 18 所示，在 A3 站有一高達 10.0mg/l 之封閉曲線，由此更可證明 A3 站的溶氧量高於其他觀測站。

(三) 透明度及水色

從圖 19 所示，外傘頂洲南側海域冬季的透明度介於 2~15 公尺之間，顯示愈靠近沿岸透明度愈淺，尤其 A3 站右側向沿岸方向，透明度突然間由 10 公尺劇降至 5 公尺，愈向沿岸透明度逐漸降低至 2 公尺，而就整個調查海域而言，仍以 A3 站至 A4 站的透明度最深。水色的分佈如圖 20 所示，以 A3 至 A4 站間的水色最深，為 3 級，愈向沿岸水色愈淺。

(四) 海潮流

外傘頂洲南側海潮流測站實測之流速、流向及相對之潮位如圖 21 所示，由圖中可看出，此海域之海潮流主要受半日潮所控制，漲潮時向西北流，退潮時向東南流。95% 以上的流速頻度小於 75cm/sec (圖 22)。於夏季所實測之流速、流向及相對潮位如圖 23 所示，由圖中顯示 A3、H3 站的漲潮流向由北~西北轉為東北，而退潮時由東南轉為西南。兩站的流速頻度如圖 24 和圖 25 所示，A3、H3 站的流速大於 50cm/sec (每小時 1 浬) 的頻度分別為 40%、50%。

三、水質化學成份

海水樣品檢測結果如表 2 所示。水質除氨態氮偏高外，硝酸態氮、亞硝酸態氮濃度均在安全範圍內，尚適宜魚類的棲息。

四、魚種組成

自民國 78 年 11 月至 79 年 2 月，每月兩天至嘉義布袋港

表 2 嘉義布袋海域水質化學成份之測定值

觀測站	檢 驗 項 目				
	NH_4^+-N (PPm)	NO_3^--N (PPm)	NO_2^--N (PPb)	總磷 (PPm)	氯 (mg/l)
嘉義 H1	0.796	0.572	0.220	0.145	4.62*10
H3	0.658	0.603	0.135	0.123	4.84*10
A1	0.973	0.696	0.525	0.139	4.96*10
A3	0.489	0.491	0.135	0.979	4.84*10

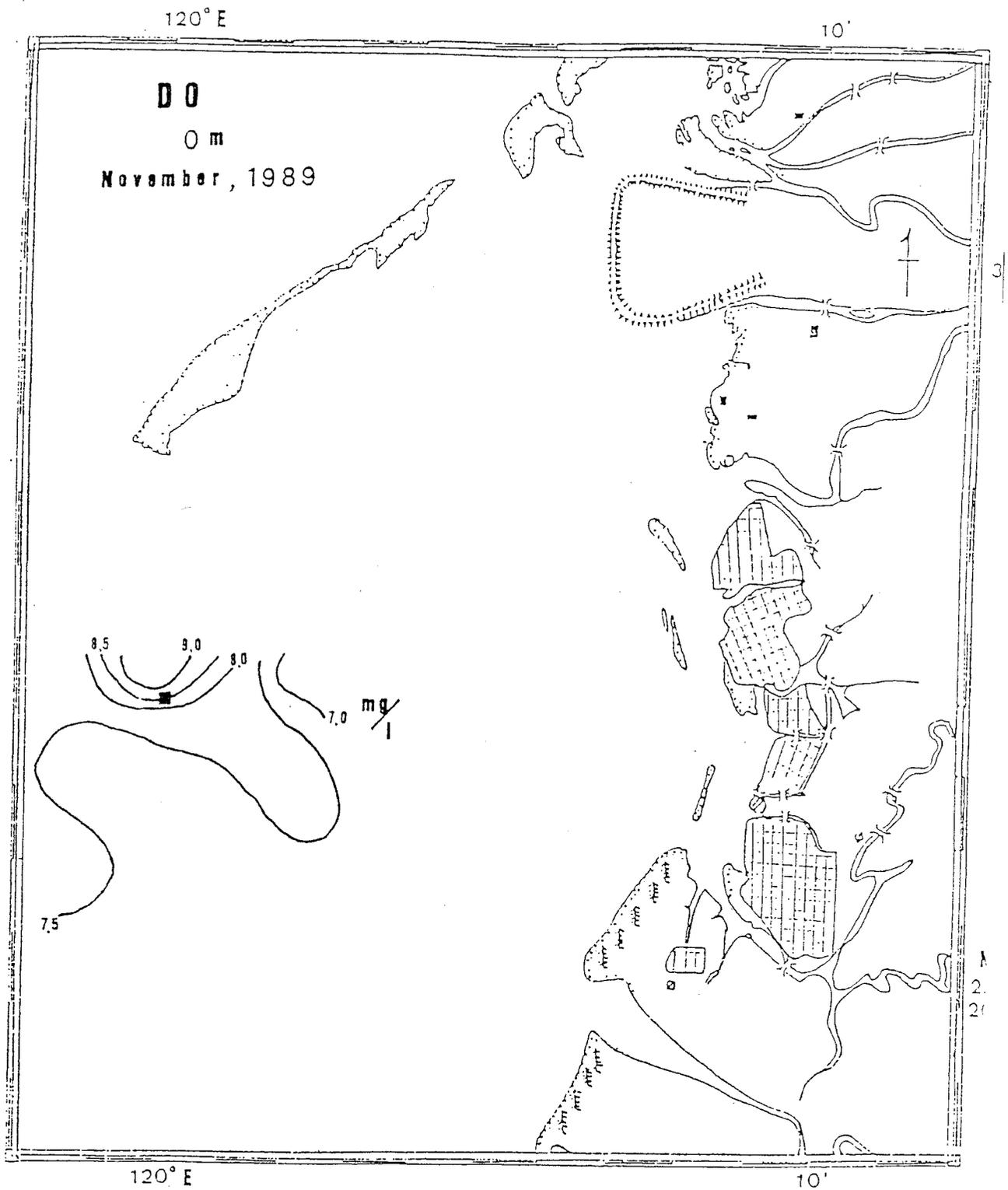


圖 13 嘉義外傘頂洲南側沿岸海域人工魚礁投放後0m之溶氧量分佈圖

■表示魚礁區

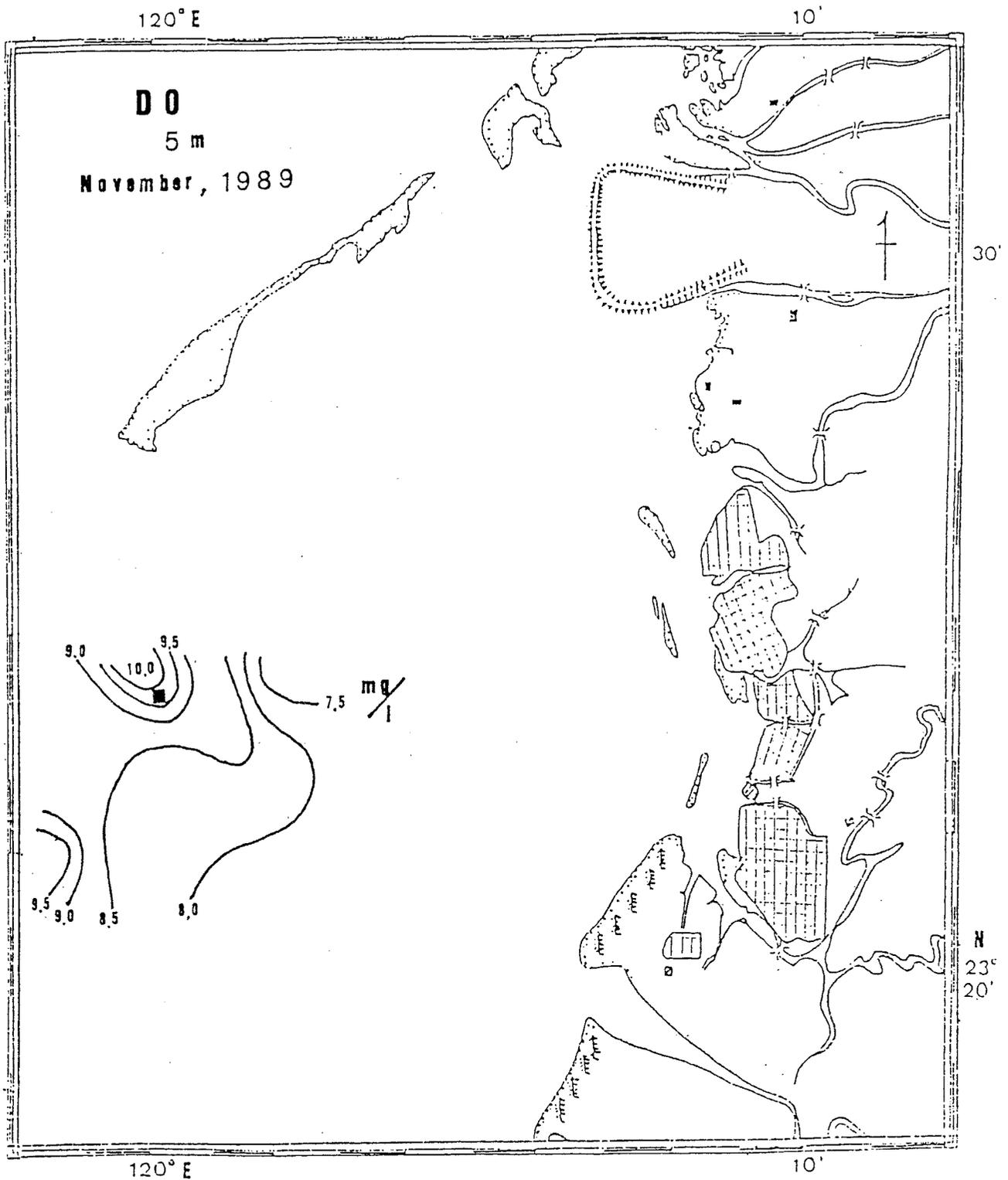


圖 14 嘉義外傘頂洲南側沿岸海域人工魚礁投放後5m之溶氧量分佈圖

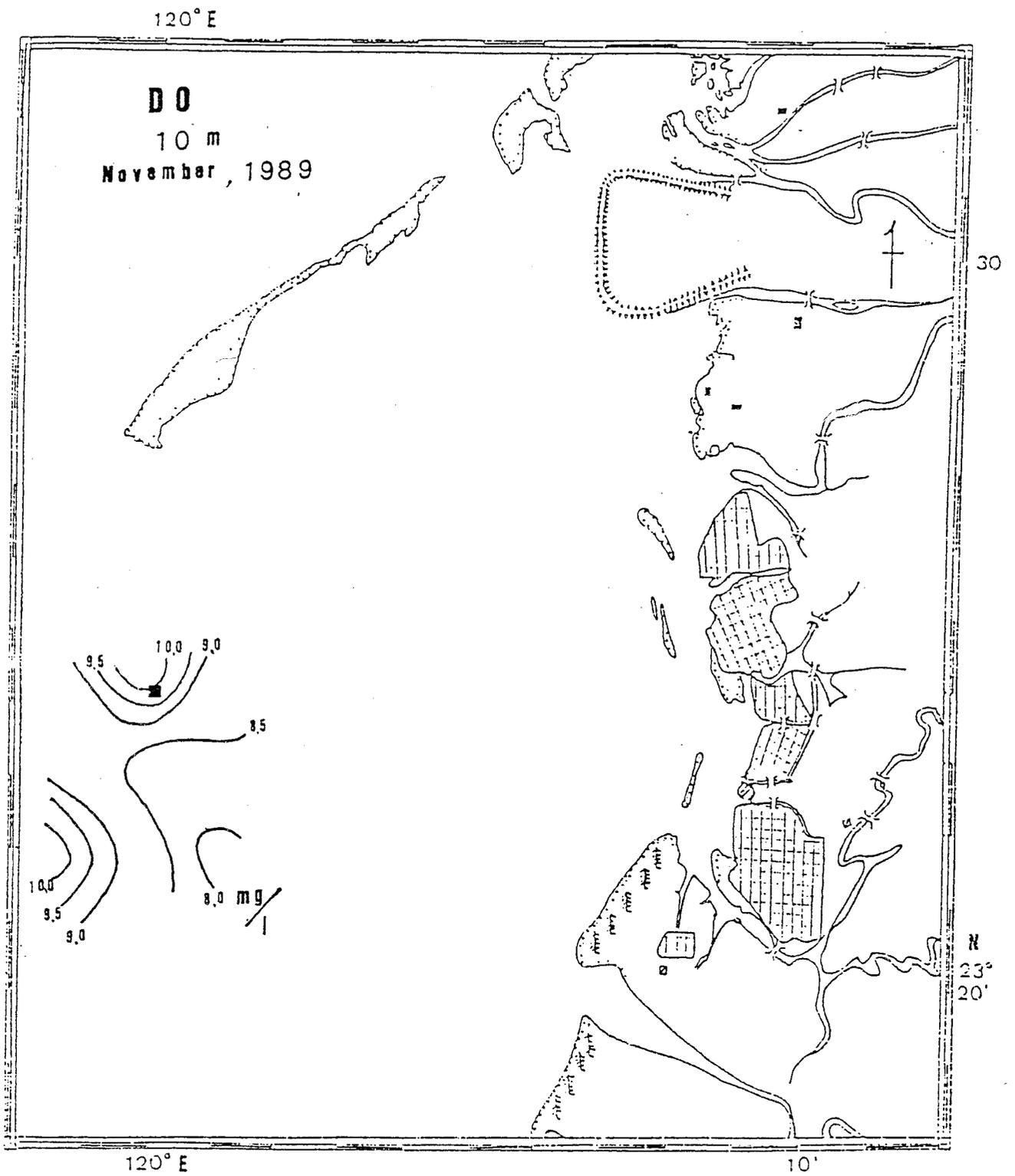


圖 15 嘉義外傘頂洲南側沿岸海域人工魚礁投放後10m之溶氧量分佈圖

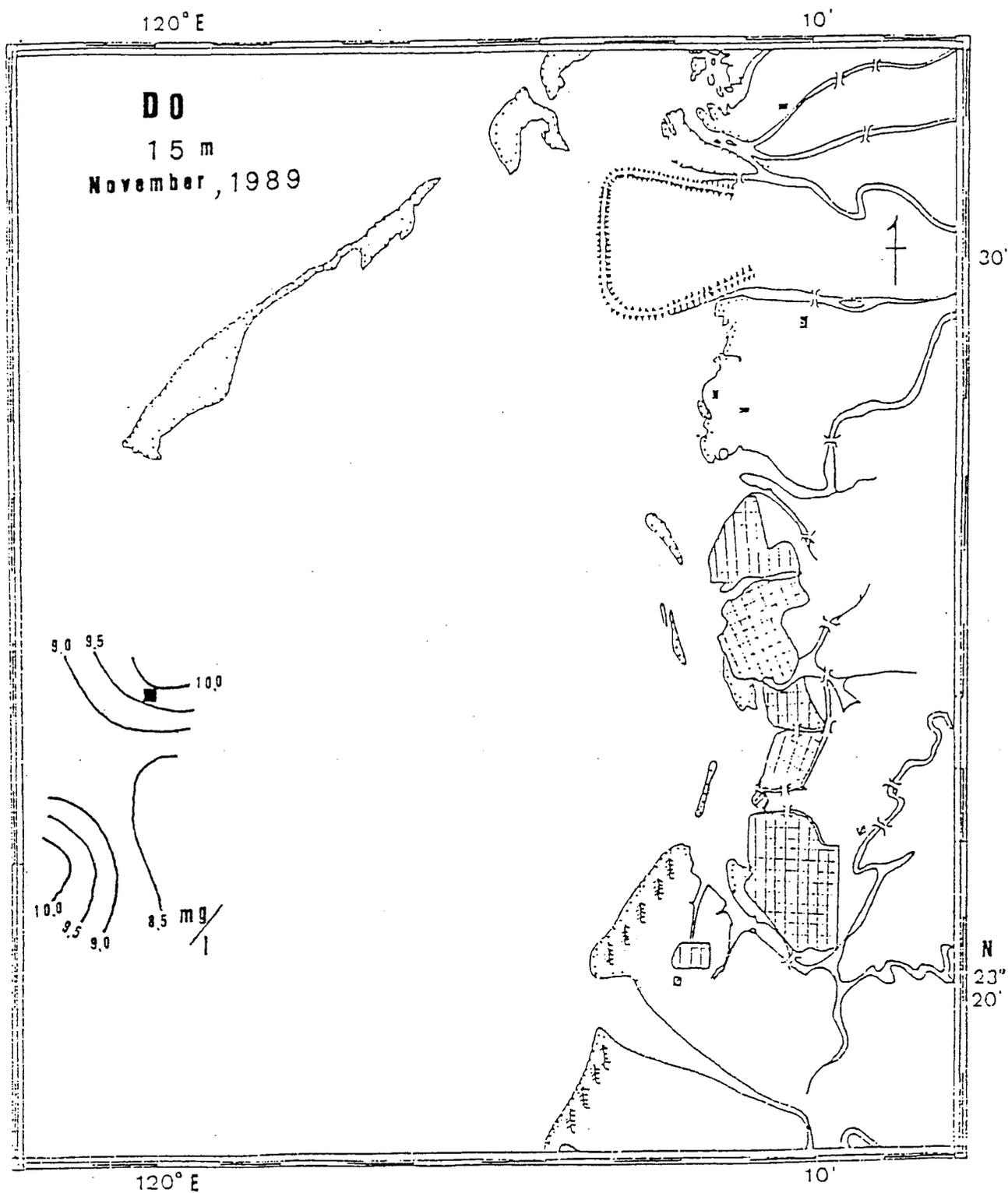


圖 16 嘉義外傘頂洲南側沿岸海域人工魚礁投放後 15m 之溶氧量分佈圖

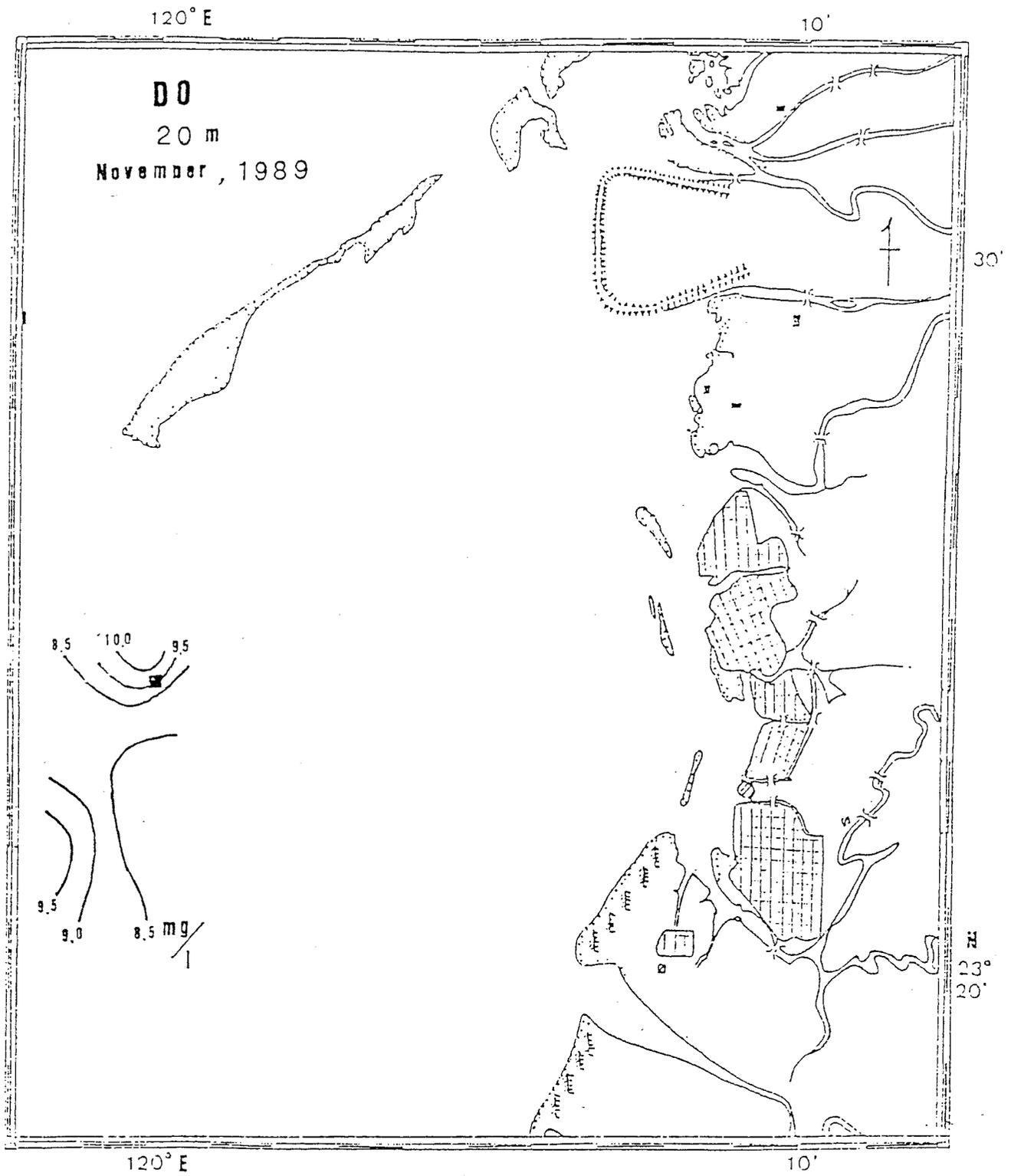


圖 17 嘉義外傘頂洲南側沿岸海域人工魚礁投放後20m之溶氧量分佈圖

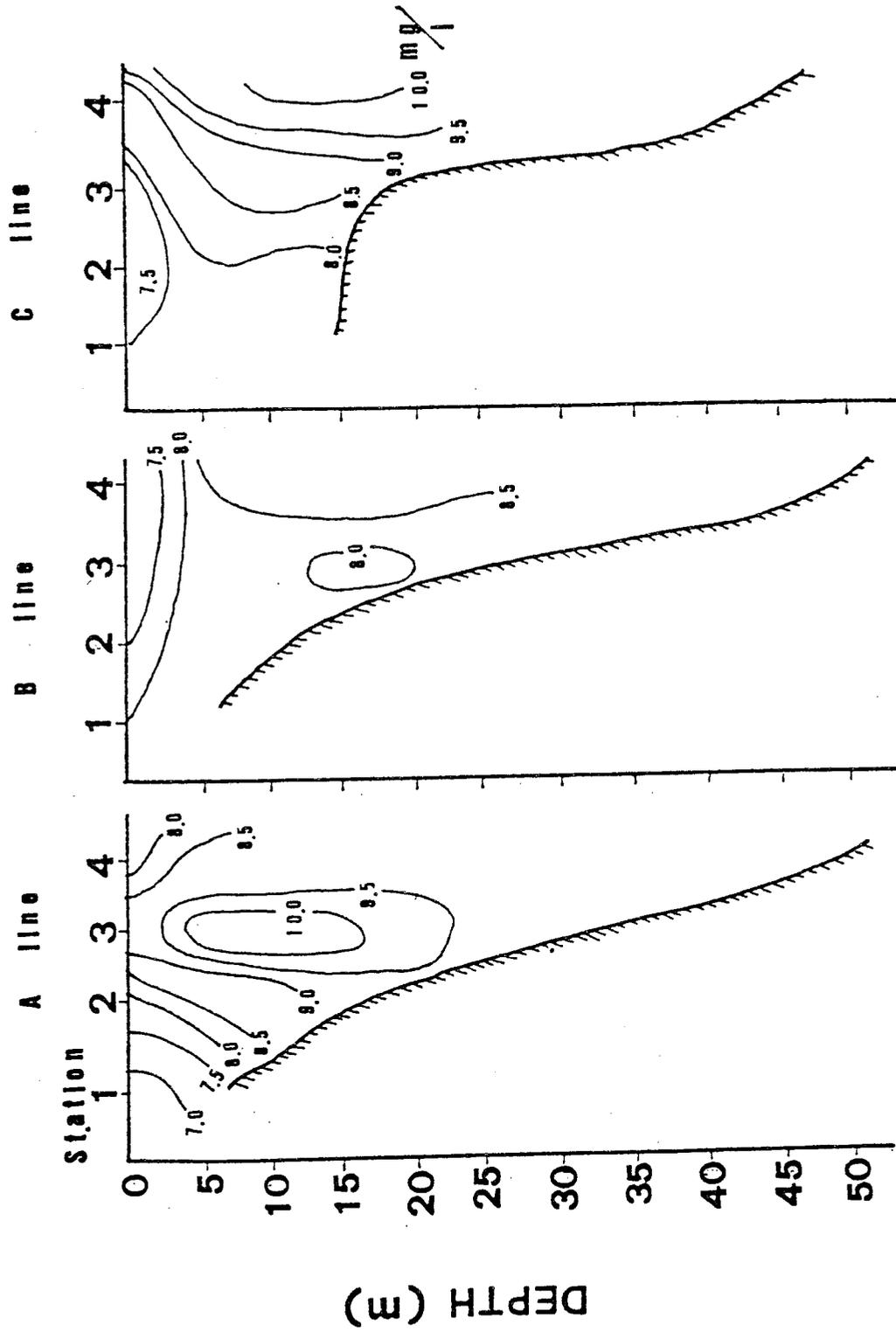


圖 18 嘉義外傘頂洲南側沿岸海域 A3 站人工魚礁投放後之溶氧量垂直斷面圖

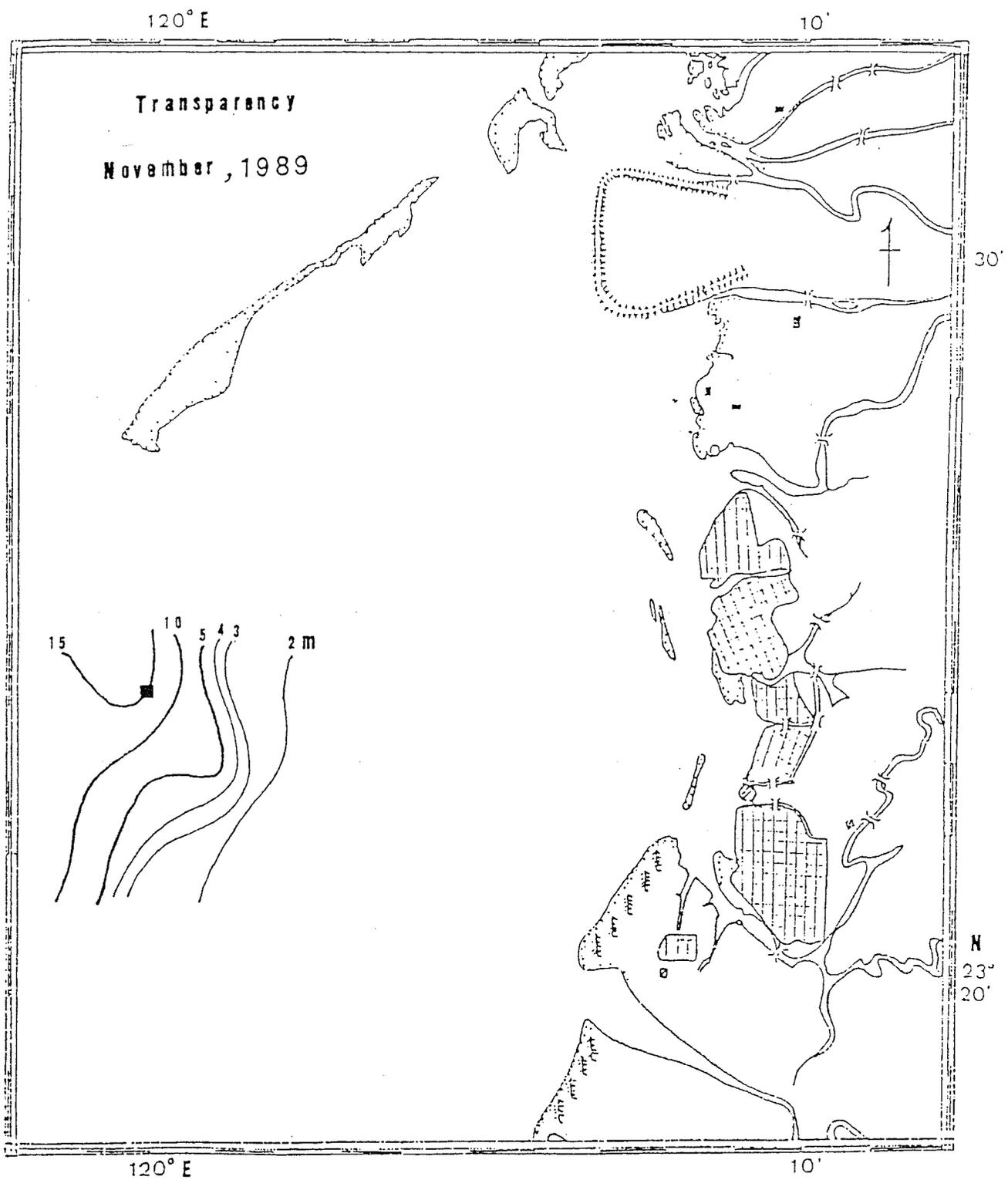


圖 19 嘉義外傘頂洲南側沿岸海域人工魚礁投放後透明度分佈圖

■表示魚礁區

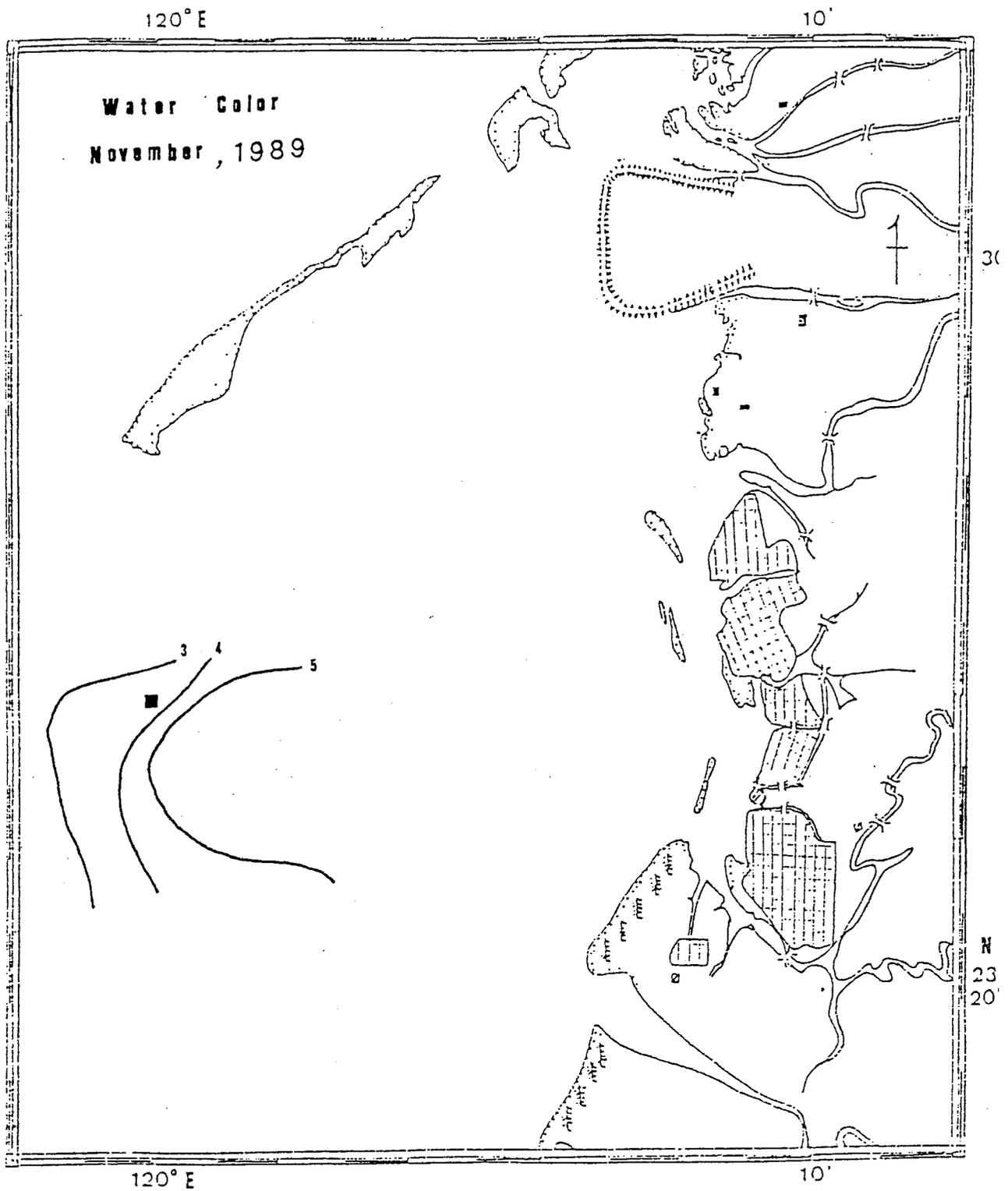


圖 20 嘉義外傘頂洲南側沿岸海域人工魚礁投放後水色分佈圖

■表示魚礁區

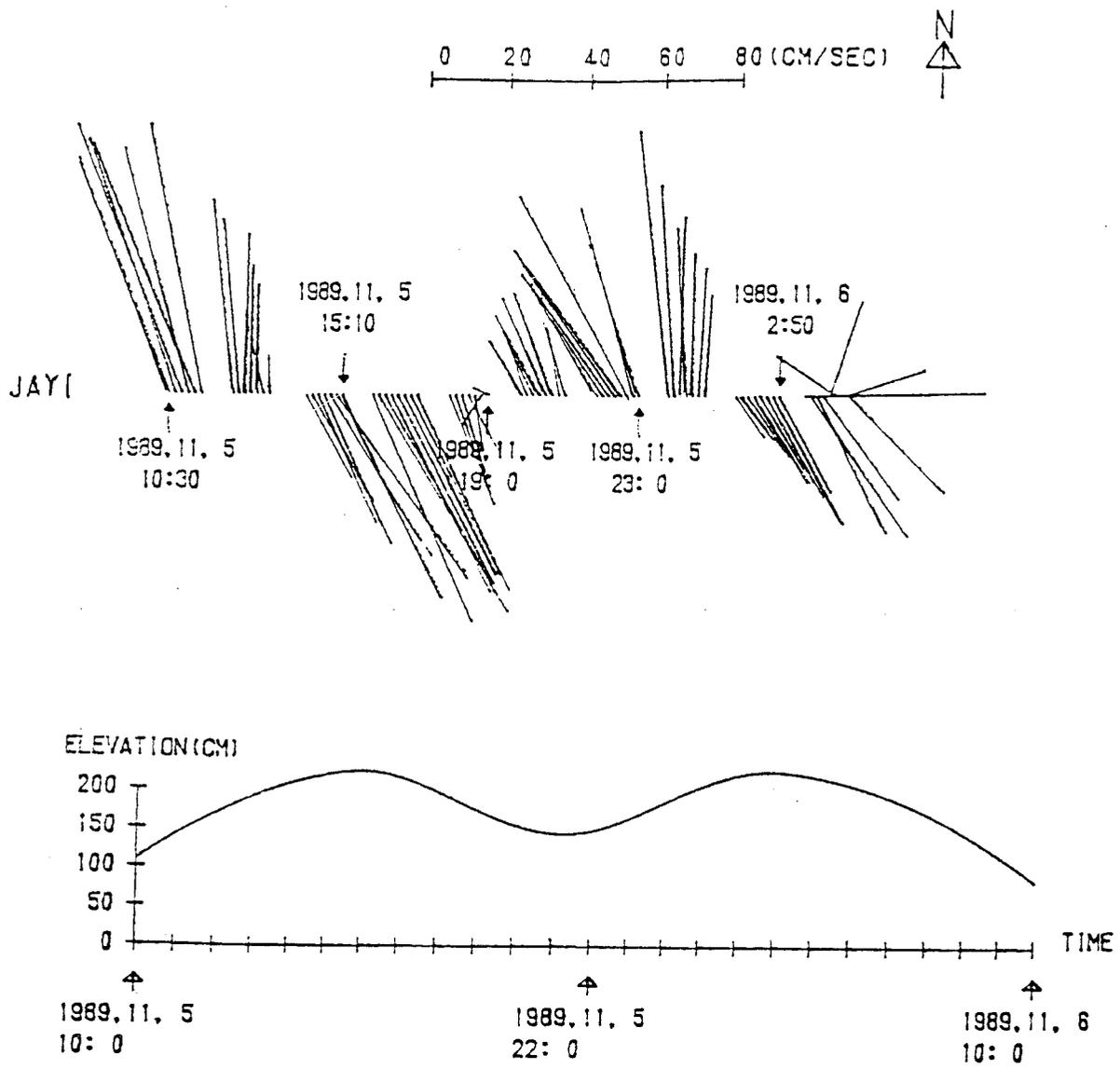


圖 21 嘉義外傘頂洲南側沿岸海域人工魚礁投放後實測海潮流圖

JAYI
 DEPTH OF CURRENT METER : 24M
 LOCAL WATER DEPTH : 30M
 5 - 6 NOV., 1989

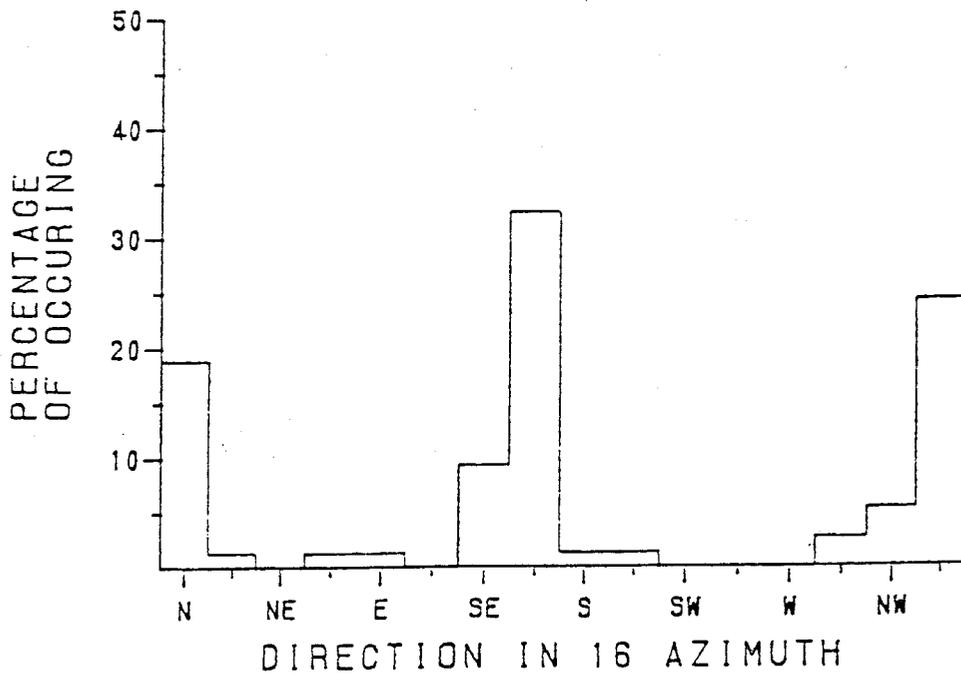
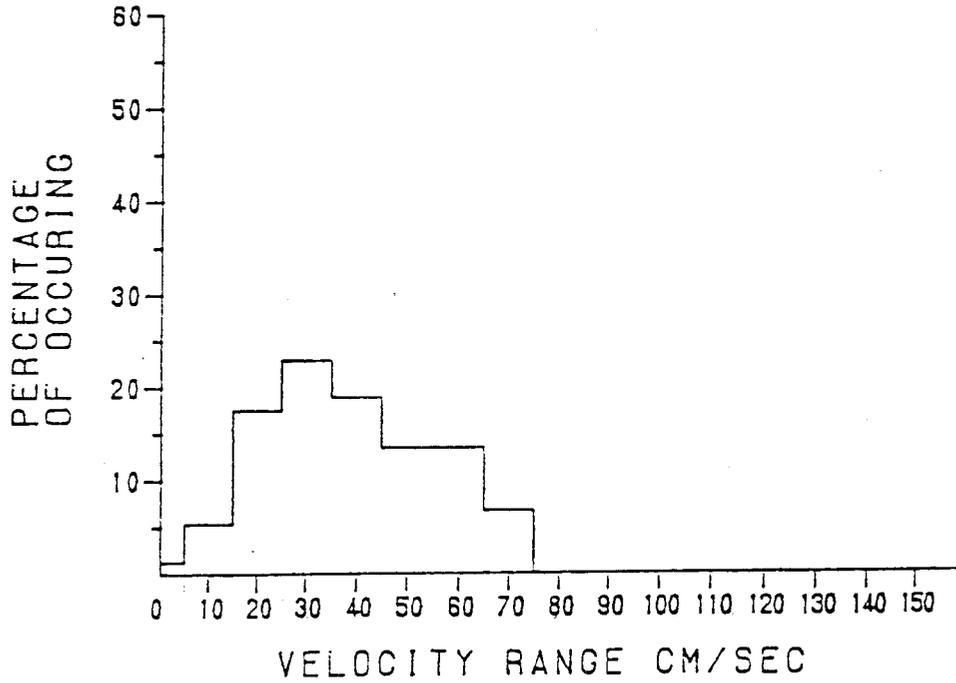


圖 22 嘉義外傘頂洲南側沿岸海域人工魚礁投放後實測海潮流分佈圖

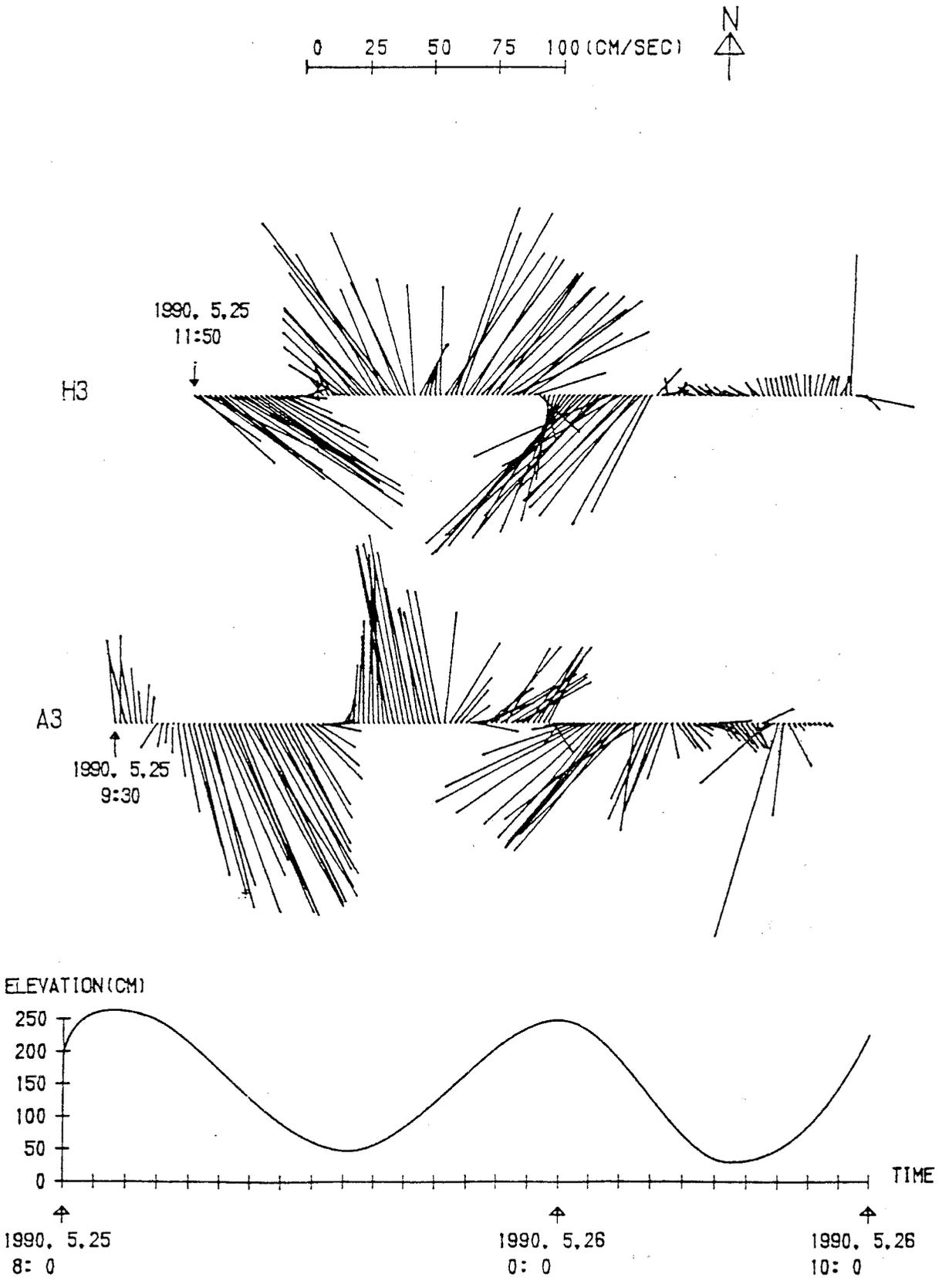


圖 23 嘉義布袋海域實測海潮流圖

JAYI-A3
 DEPTH OF CURRENT METER : 24M
 LOCAL WATER DEPTH : 30M
 25-26 MAY., 1990
 TEST TIME : 25/5 09:25-26/5 08:30

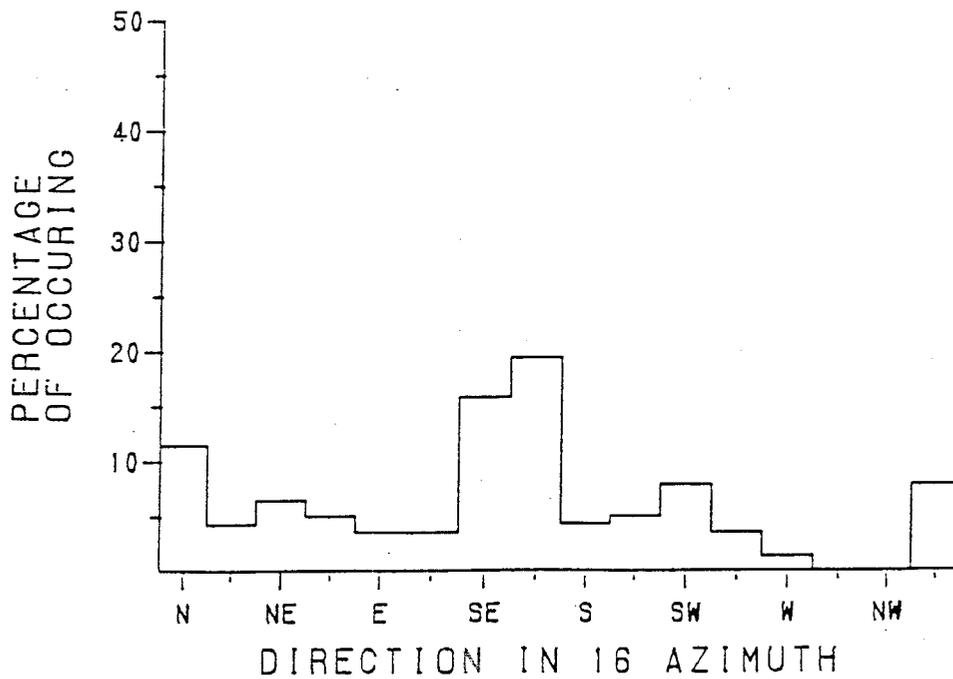
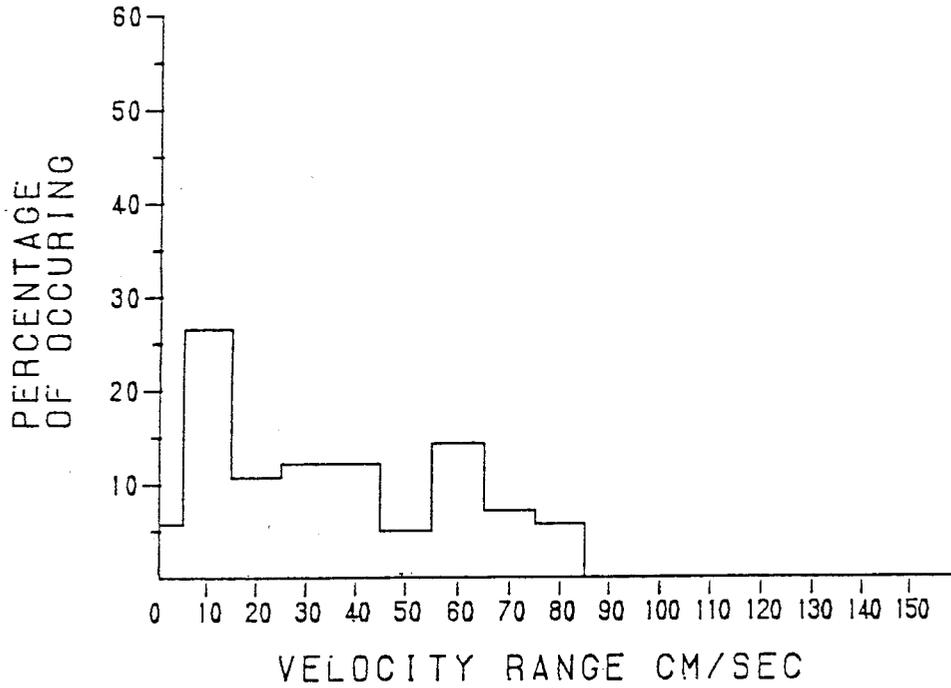


圖 24 嘉義布袋海域A3測站海潮流流速及流向分佈圖

JAYI-H3
 DEPTH OF CURRENT METER : 24M
 LOCAL WATER DEPTH : 30M
 25-26 MAY ., 1990
 TEST TIME : 25/5 11:36-26/5 09:30

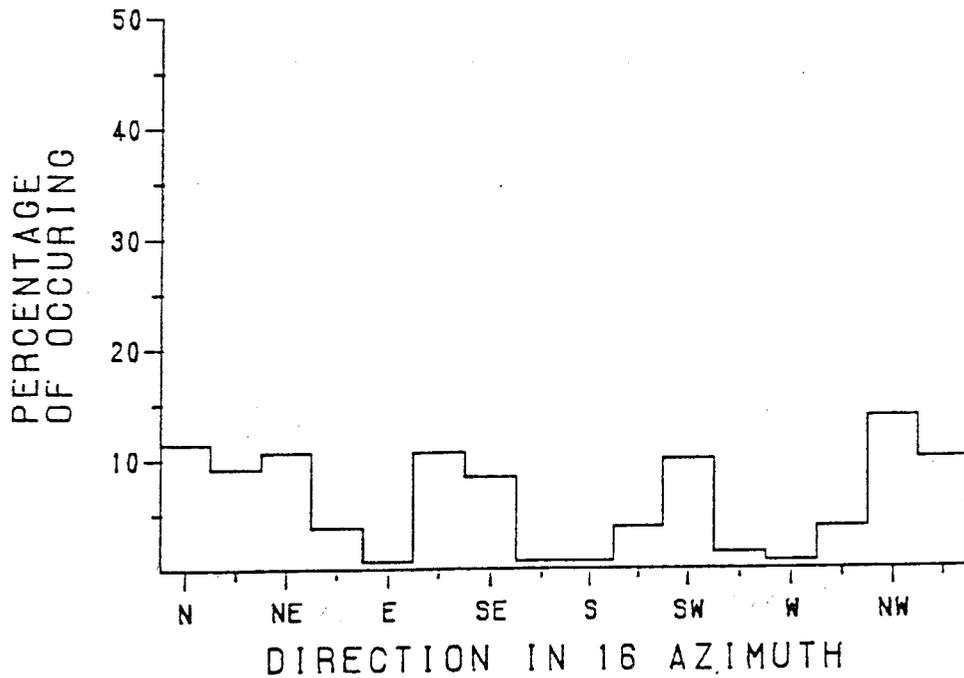
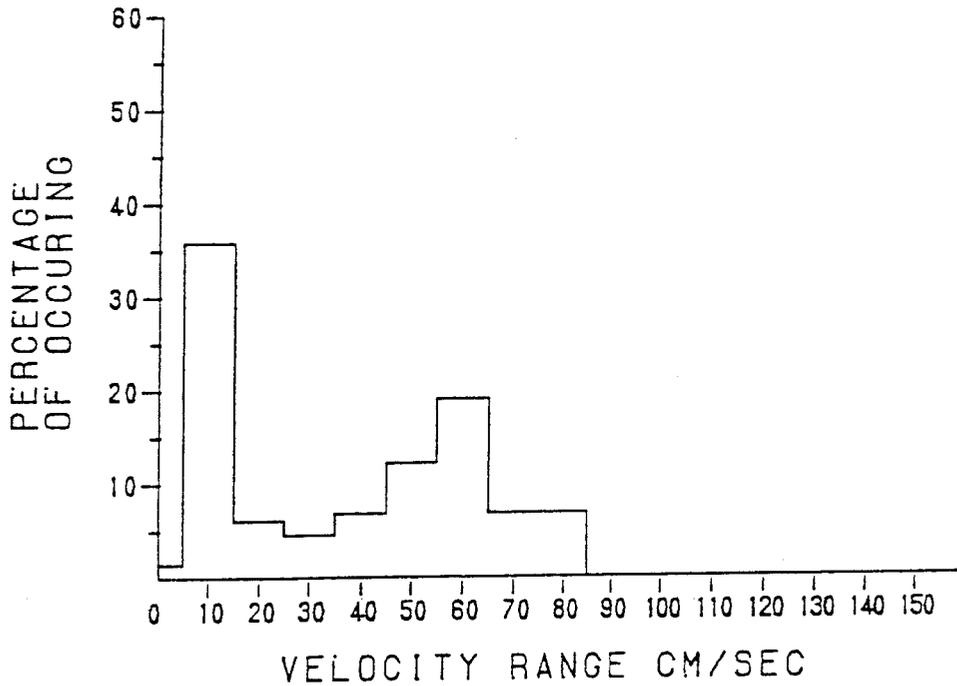


圖 25 嘉義布袋海域H3測站海潮流流速及流向分佈圖

魚市場調查魚類相，調查期間，漁獲量較多，較常出現之魚種如次：巴鯉 (Euthynnus affinis)、烏鯧 (Formio niger)、臺灣馬加鱈 (白腹鱈) (Sawara guttata)、鱸魚 (Lateolabrax japonicus)、斑點水滑 (Clupanodon panctatus)、黑鯛 (Mylio macrocephalus)、瘦帶魚 (Trichiurus japonicus)、五練馬鱚魚 (Polydactylus plebeius)、眼眶魚 (Mene maculata)、花腹鯖 (Scomber australasicus)、扁甲鱚 (Megalaspis cordyla)、托爾逆鈎鱚 (Scomberoides tol)、沙鯷 (Sillago sihama)及花身雞魚 (Therapon jarbua)等。又調查期間適逢鰻魚 (Mugil cephalus)之盛產期，理應產量頗豐，但因78年度之鰻魚之產量，全省皆欠漁，故少見到，而據布袋港魚市場魚貨拍賣員所稱，78年度嘉義產之鰻魚不到五百尾。

B、高雄縣彌陀海域

一、海底底質

B2及D3測站之海底底質樣品，經篩分析後其粒徑分佈如圖26，彌陀南側海域D3站以砂成份居多佔65%左右，而沈泥及黏土約佔35%。北側海域B2站仍以砂成份居多佔55%，而沈泥及黏土約45%，兩站均無礫石。

二、海況

(一) 水溫、鹽份、溶氧和透明度、水色

調查海域的海況觀測表如表3所示。表層水溫並無變化，在28℃左右，而各層水溫的溫差範圍充其量在1.5℃左右。鹽分幾乎無變化，介於34.45~34.51%之間。溶氧量頗高，一般介於7.5~8.5mg/l間，其至高達11.0mg/l以上透明度介於5~19公尺間，水色介於2~4級。

(二) 海潮流

本海域實測之流速、流向及相對之潮位如圖27所示，圖中顯示北側海域漲潮時為西北流，退潮時則為西南流轉為東南流。而南側海域漲潮時為西北流轉為東北流，退潮

表 3 高雄縣彌陀人工魚礁調查觀測記錄表 (一)

日期: 79年 5月 31日

觀測點	位置 (經緯度)	觀測水深 (m)	時間 (h.m)	水深 (m)	水溫 (°C)	鹽份 (‰)	溶解氧 (ml/l)	透明度 (m)	水色 (級)	備註
A1	22° 51.1'N 120° 08.6'E	0	12 07	20	28.6	34.45	8.0	4.5	4	
		5			27.8	34.45	8.1			
		10			27.6	34.46	7.8			
		15			27.6	34.46	7.5			
		20			27.7	34.46	7.2			
A2	22° 51.1'N 120° 07.2'E	0	12 24	23	28.3	34.46	8.0	9	4	
		5			27.8	34.47	7.9			
		10			27.7	34.47	7.9			
		15			27.4	34.47	7.4			
		20			27.3	34.47	7.4			
A3	22° 51.1'N 120° 05.8'E	0	12 41	29	28.6	34.49	7.7	11	3	
		5			27.8	34.48	7.7			
		10			27.7	34.49	7.9			
		15			27.4	34.49	7.7			
		20			27.3	34.50	7.6			
A4	22° 51.1'N 120° 04.5'E	0	13 20	74	28.0	34.52	7.7	8	4	
		5			27.2	34.52	7.9			
		10			27.0	34.52	7.8			
		15			27.0	34.52	7.6			
		20			26.9	34.52	7.4			

表 3 高雄縣彌陀人工魚礁調查觀測記錄表 (二)

日期: 79年 5月 31日

觀測點	位 置 (經緯度)	觀測水層 (m)	時 間 (h.m)	水 深 (m)	水 溫 (°C)	鹽 份 (‰)	溶解氧 (ml/l)	透明度 (m)	水 色 (級)	備 註
B 1	22° 49.7'N 120° 08.6'E	0	14 22	24	27.9	34.45	8.1	6	4	
		5			27.6	34.46	8.1			
		10			27.2	34.47	7.8			
		15			27.0	34.47	7.5			
		20			26.9	34.47	7.3			
B 2	22° 49.7'N 120° 07.2'E	0	11 32	30	28.6	34.47	7.4	8.5	3	
		5			27.6	34.48	7.6			
		10			27.4	34.47	8.0			
		15			27.4	34.47	7.7			
		20			27.4	34.47	7.5			
B 3	22° 49.7'N 120° 05.8'E	0	13 48	40	27.5	34.48	7.8	7.5	4	
		5			27.4	34.48	7.9			
		10			27.2	34.49	7.8			
		15			27.0	34.49	7.6			
		20			27.0	34.49	7.5			
B 4	22° 49.7'N 120° 04.5'E	0	13 37	92	28.0	34.50	7.9	17	2	
		5			27.4	34.51	7.8			
		10			27.4	34.51	7.6			
		15			27.3	34.51	7.6			
		20			27.3	34.51	7.7			

表 3 高雄縣彌陀人工魚礁調查觀測記錄表 (三)

日期: 79年 5月 31日

觀測點	位 置 (經緯度)	觀測水層 (m)	時 間 (h.m)	水 深 (m)	水 溫 (°C)	鹽 份 (‰)	溶解氧 (ml/l)	透明度 (m)	水 色 (級)	備 註
D1	22° 46.2'N 120° 11.0'E	0	09 17	19	28.2	34.45	8.0	10	3	
		5			27.9	34.45	10.9			
		10			27.8	34.45	11.7			
		15			27.6	34.45	11.5			
		20								
D2	22° 46.2'N 120° 09.6'E	0	09 34	23	28.2	34.45	7.2	5	4	
		5			27.9	34.45	8.5			
		10			27.8	34.45	9.0			
		15			27.4	34.47	9.0			
		20			27.0	34.50	8.5			
D3	22° 46.2'N 120° 08.1'E	0	10 06	32	28.4	34.50	6.9	9	4	
		5			27.4	34.50	7.8			
		10			27.2	34.50	7.7			
		15			27.0	34.50	7.6			
		20			27.0	34.50	7.7			
D4	22° 46.2'N 120° 06.8'E	0	10 23	107	28.0	34.51	6.2	19	2	
		5			27.6	34.52	7.4			
		10			27.4	34.52	8.0			
		15			27.4	34.52	8.3			
		20					8.5			

顆粒分析曲線 GRADATION CURVES

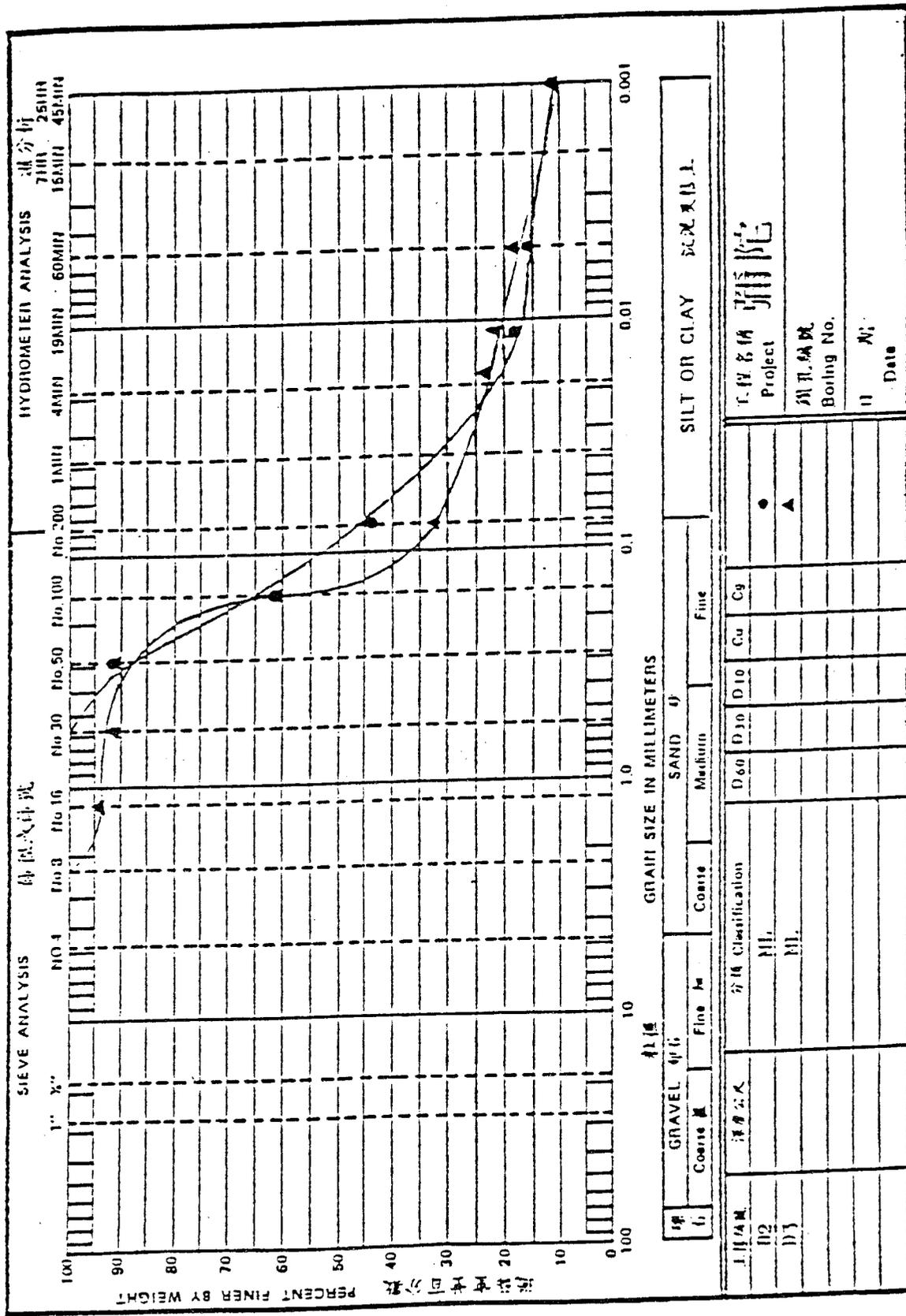


圖 26 高雄彌陀海域 B2、D3 測站海底底質分析

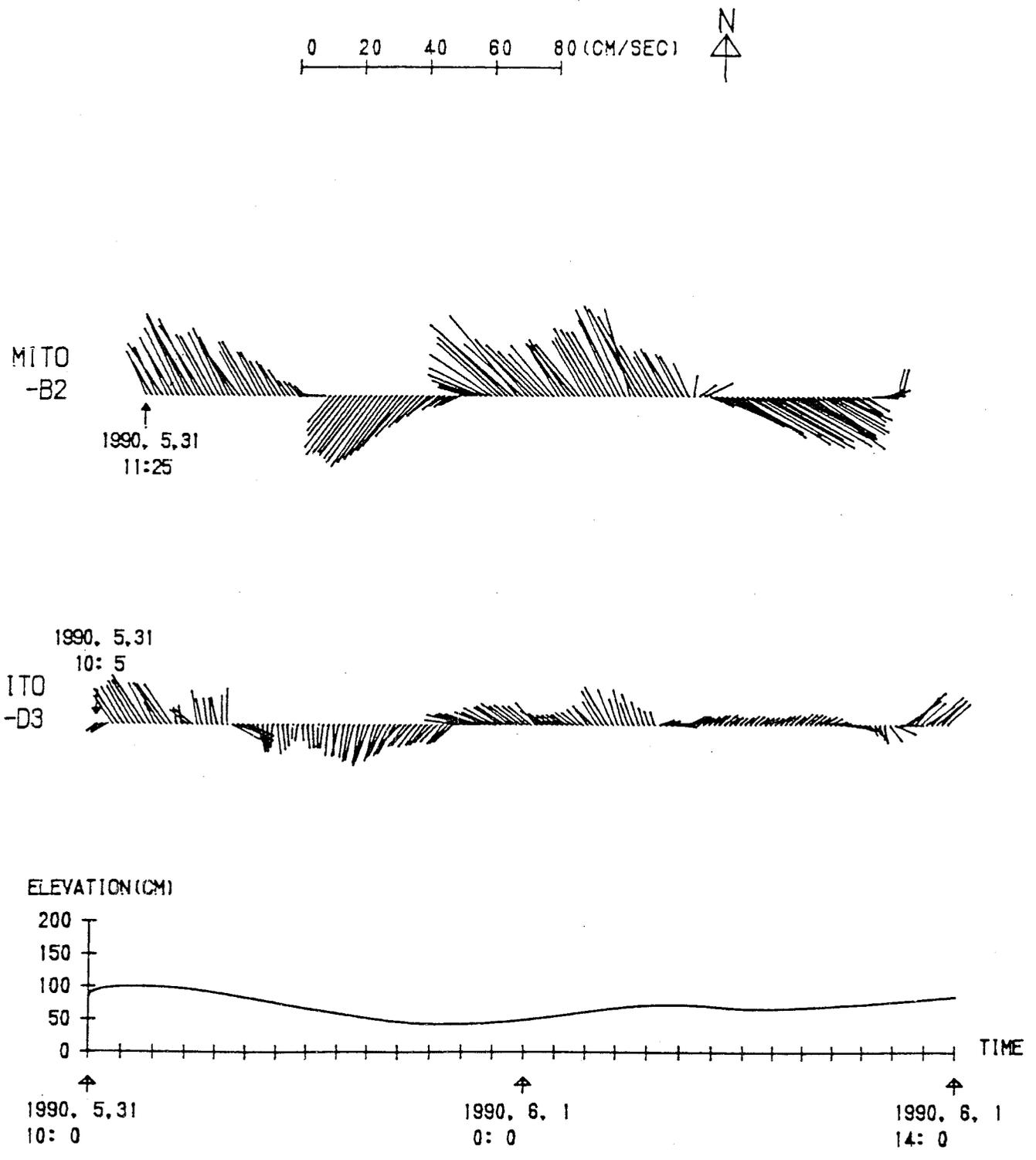


圖 27 高雄彌陀海域實測海潮流圖

時主要呈現南流。又北側海域的流速小於35cm/sec (0.7節, 圖28), 而南側的流速90%均小於10cm/sec (0.2節, 圖29)。

三、水質化學成份

海水樣品檢測結果如表4所示。水質的化學成份與嘉義海域相類似, 依我國所訂氨態氮的標準甲類河川為0.1ppm, 乙類河川為0.3ppm, 因此氨態氮的濃度稍為偏高外, 其餘成份的濃度均在安全範圍內。

討 論

如前言所述, 人工魚礁地點之選擇, 必須考慮若干的環境條件, 才能達到增加漁產的預期效果。這些條件中以水質、底質、海底地形和海流的因素最為重要。水質的良窳為影響洄游魚類是否來棲息的必要環境條件。底質條件之特性, 對人工魚礁之安定性具有直接的影響, 因底質之成份是影響魚礁生產力及壽命的主因。又在近岸地區, 海潮流常易受海底地形的影響, 產生相當大的變化, 故欲在某地區進行投放人工魚礁作業之前, 必須對當地海潮流的特性有相當瞭解, 以避免投放後的魚礁遭受強大海流的作用, 而發生損毀或掩蓋魚礁與著生其上之生物。

根據魚礁區周圍海域的水溫(圖7)、溶氧(圖13、14、15、16、17)及透明度(圖19)分佈的調查結果來看, 在A3站右側海況因子的分佈型態與人工魚礁投放前並無差異。然而A3站之左側顯然有一高溫、高溶氧及水質清澈的獨立水團, 而此獨立水團在人工魚礁投放前的調查中並未發現。根據中村⁽⁴⁾(1985)的研究報告指出, 人工魚礁的礁體高度, 對水流有產生遮斷的效果。由於本海域A3站有高5.7公尺的人工魚礁(圖30)。因此, 根據此魚礁的水理構造, 此一獨立水團應為礁體後方所產生的渦流域。由於本海域人工魚礁的阻擋, 促使海潮流流向投放人工魚

表 4 高雄彌陀海域水質化學成份之測定值

觀測站	檢 驗 項 目					
	NH ₄ ⁺ -N (PPm)	NO ₃ ⁻ -N (PPm)	NO ₂ ⁻ -N (PPb)	總磷 (PPm)	氯 (mg/l)	
彌 陀 B1	0.204	0.640	0.054	0.289	4.50*10	
B3	0.182	0.572	0.033	0.270	4.84*10	
D1	0.642	0.634	0.054	0.307	4.96*10	
D3	0.135	0.609	0.065	0.289	4.84*10	
A1	0.335	0.553	0.033	0.252	4.39*10	
A3	0.258	0.553	0.033	0.270	4.96*10	

MITO-B2 ST.
 DEPTH OF CURRENT METER : 24M
 LOCAL WATER DEPTH : 30M
 31 MAY- 1 JUL., 1990
 TIME : 31/5 11:25- 1/6 11:55

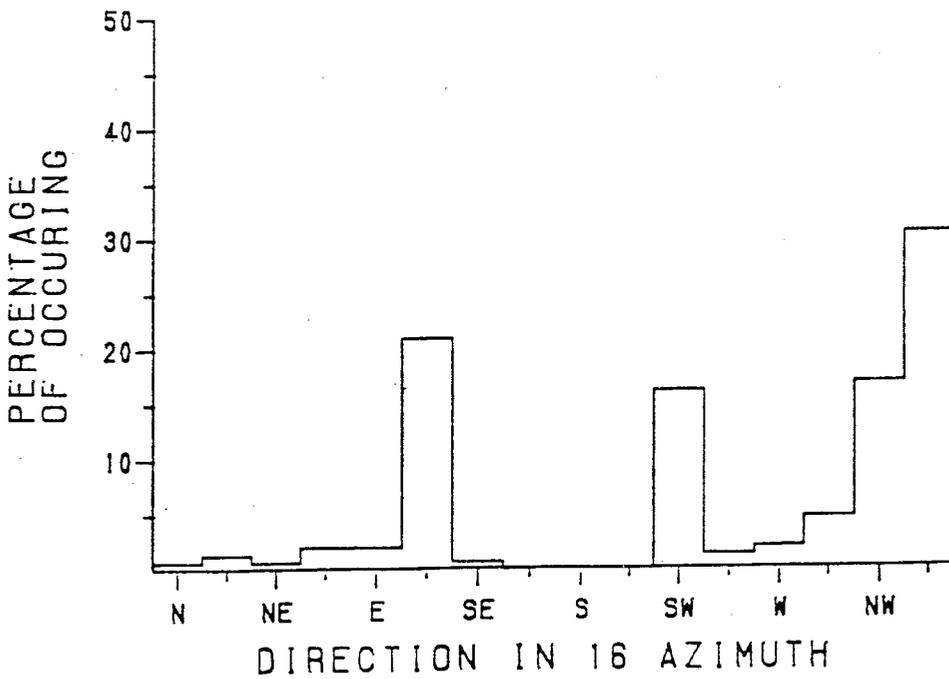
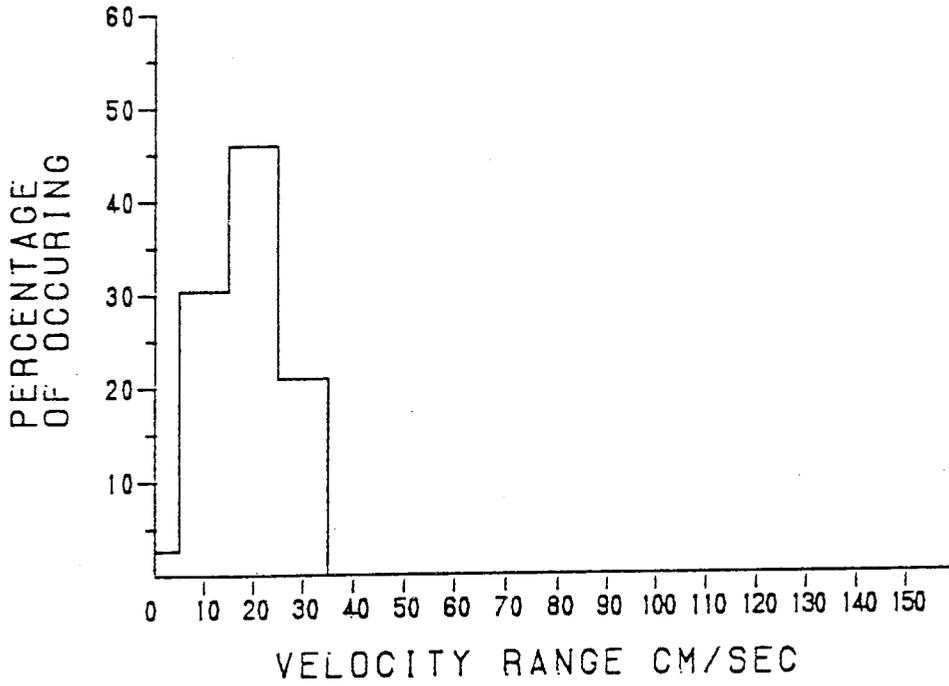


圖 28 高雄彌陀海域 B2 測站海潮流流速及流向分佈圖

MITO-D3 ST.
 DEPTH OF CURRENT METER : 24M
 LOCAL WATER DEPTH : 30M
 31 MAY-1 JUL., 1990
 TIME : 31/5 10:25- 1/6 13:35

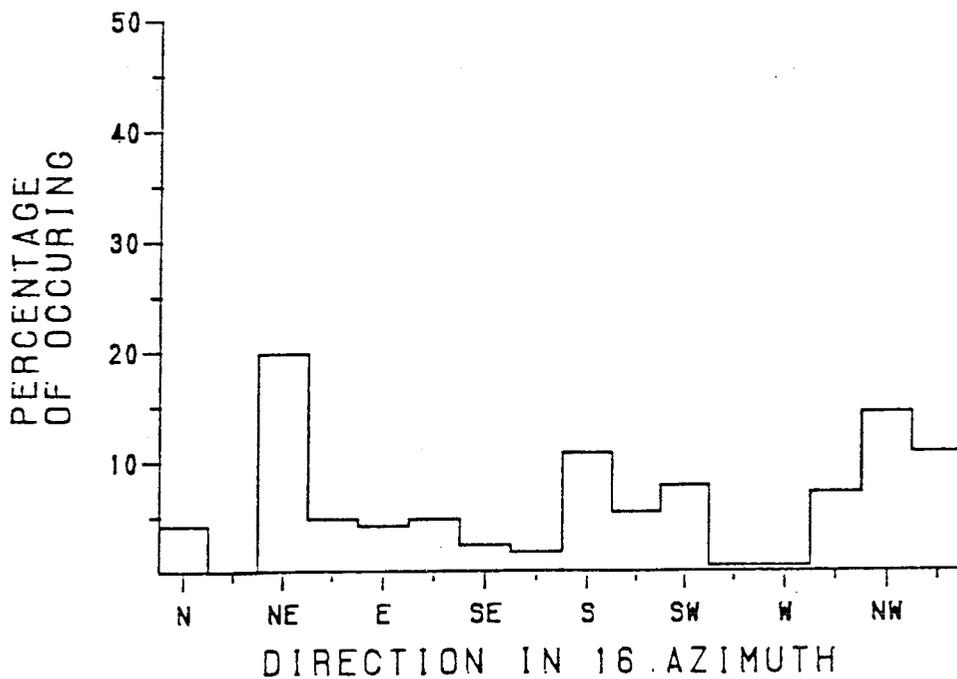
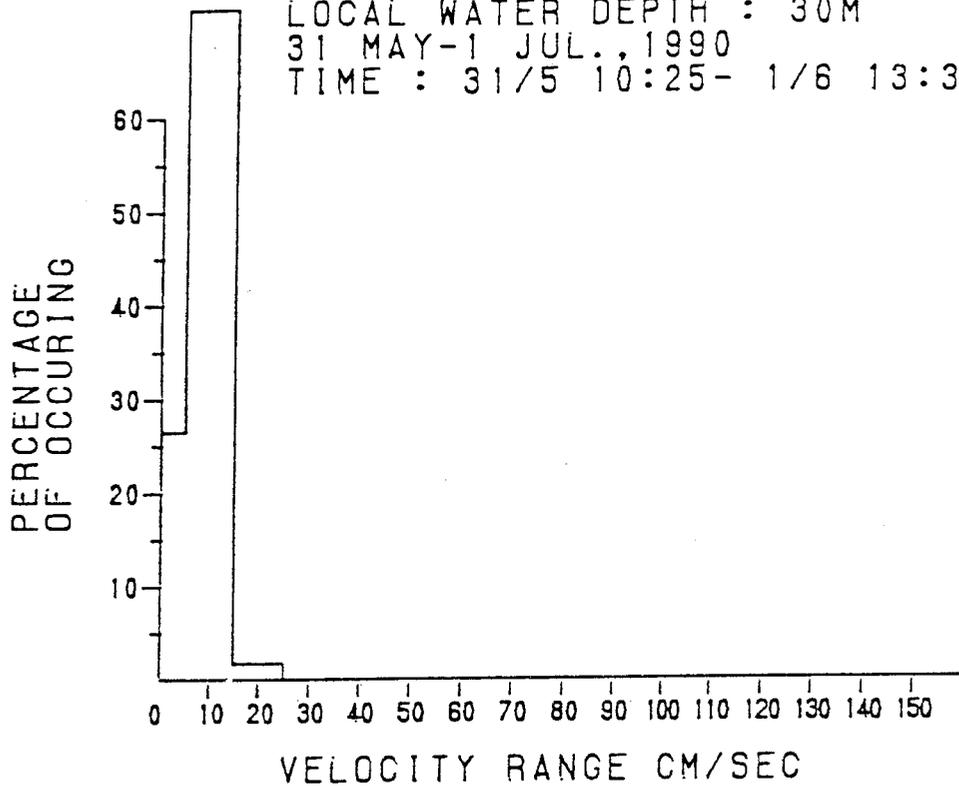


圖 29 高雄彌陀海域D3測站海潮流流速及流向分佈圖

水深 30m

人工魚礁
(高度約 5.7m)

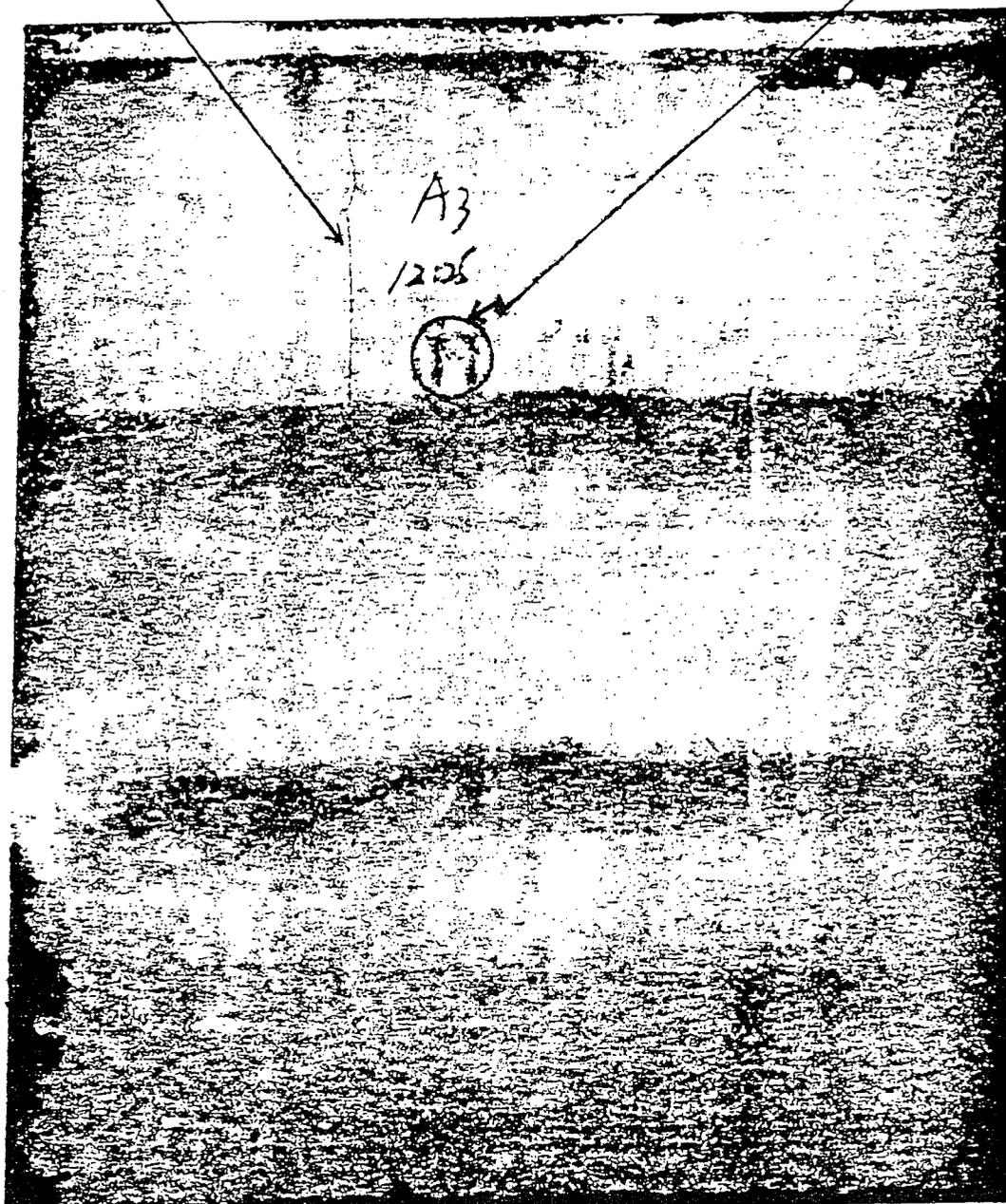


圖 30 魚探記錄跡發現魚礁情形(78年11月5日12:35)

○表示發現人工魚礁及高度約 5.7m 當時水深 30m

礁前的南～北向，轉變為人工魚礁投放後的西北～東南向（圖 21）。此現象從各層水溫的水平分佈（圖 7、8、9、10、11）的情況來看，更為明顯。而且由於魚礁的影響而產生沈降流，使 A3 站附近的各層水溫較其周圍海域的水溫為高（圖 12）。

溶氧量為生物棲息不可欠缺的環境因子，特別以人工魚礁來誘引魚類聚集的溶氧量更為水質中的重要環境因子。海域中溶氧量的高低分佈屢屢左右著魚類的離合、集散，也因此亦直接影響著魚獲量的多寡。Banse⁽⁵⁾(1968) 曾根據阿拉伯海北部海域的調查結果，指出底層的溶氧量在 2 mg/l 以下時，則漁獲量顯著降底。又根據 Sharp⁽⁶⁾(1978) 的研究指出，鮪類持續游泳速度的最低溶氧需求量，體長 50 公分的大目鮪、黃鰭鮪和長鰭鮪各為 0.5、1.5 和 1.7 mg/l。海域中溶氧量卻由於來自大氣的供給，海水的混合，再加上生物的供給和消耗的影響而不同。與本省各資源保育區之調查結果（表 5）比較，顯然本海域之溶氧量高，由於溶氧量愈高，則愈有利於魚類的聚集，基於此，本海域更能發揮人工魚礁的聚魚效果。本研究測得的溶氧量與陳⁽⁷⁾(1988) 於布袋蝦苗放流區所測得的結果相差頗鉅，其原因一方面為本研究於冬季觀測，由於水溫、鹽分（表 1）較低而溶氧量隨而增加，又一方面於本海域投放的人工魚礁淺，適合植物浮游生物進行光合作用以致放出氧所致，而另一方面由於陳等所調查的海域為布袋港內，水質較為污染，以致溶氧量較低。

谷口⁽⁸⁾(1988) 認為造成海水混濁主要乃因海中懸濁物對光的吸收和散亂所致。而海中的懸濁物來自於河川水運搬而來的泥沙等無機懸濁物，以及波浪激起海底的堆積物。由於魚礁周圍海域產生沈降流而非湧升流，同時魚礁阻擋了由內向外流出的沿岸水，和由外向內貫入的清澈黑潮支流影響，以致於魚礁的左側形成一透明度良好的獨立水團。

表 5 本省各資源保育區沿岸海域的溶氧量、水溫之測定值

地 點	DO範圍(mg/l)	平 均	水溫範圍(C)	日 期	
台北縣	卯澳灣	5.5 ~ 6.0	5.8	20.5 ~ 25.0	76年2月、4月、6月
	龍洞灣	5.8 ~ 6.8	6.2	21.0 ~ 25.5	76年2月、4月5月、6月
基隆市沿岸	5.1 ~ 6.0	5.5	24.0 ~ 25.0	76年5月	
宜蘭縣	6.0 ~ 7.1	6.5	22.0 ~ 24.0	76年4月及5月	
花蓮縣	5.8 ~ 6.8	6.4	24.5 ~ 26.0	76年4月及6月	
澎湖山水	6.9 ~ 7.1	7.0	21.9 ~ 22.0	76年3月~6月	
澎湖將軍	6.7 ~ 7.2	7.05	22.3 ~ 22.4	"	
澎湖七美	7.1 ~ 7.5	7.3	22.5 ~ 23.1	"	
苗栗後龍	7.0 ~ 7.6		22.5 ~ 25.0	76年3月~5月	
屏東楓港	7.5 ~ 8.0		25.0 ~ 28.0	"	
台東小馬	7.5 ~ 7.8		24.0 ~ 26.4	"	
台東小港	7.5 ~ 7.7		24.0 ~ 26.0	"	
台東宜灣	7.3 ~ 7.8		23.8 ~ 26.2	"	
台東綠島	7.5 ~ 7.7		25.6 ~ 26.3	"	
花蓮小湖	5.8 ~ 7.8	7.0	22.9 ~ 29.5	77年4月及6月	
花蓮石梯	5.3 ~ 6.9	5.8	23.0 ~ 30.0	"	
台 西	4.3 ~ 7.5	5.7	28.6 ~ 30.2	77年5月~6月	
◎ 布袋	4.1 ~ 6.4	5.2	29.2 ~ 32.6	"	
頭 城	6.6 ~ 7.8	7.2	18.3 ~ 25.4	77年3月及5月	
基隆市	6.9 ~ 8.5	7.6	16.5 ~ 24.3	"	
貢 寮	6.3 ~ 8.0	7.0	17.0 ~ 25.2	"	
苗栗外埔	6.3 ~ 7.2	6.8	17.8 ~ 24.0	"	
屏東竹坑	7.6 ~ 8.1	8.1	28.9 ~ 29.0	"	

近二、三年來政府編列配合辦理設置人工魚礁計畫之經費已明顯增加，顯示政府相當重視本省沿近海漁業資源之培育。魚礁區之培育漁業資源與投放地點、礁體堆積情形、大小、材料、構造等有密切的關係，尤其必須慎重選擇魚礁區之適合投放地點。同時礁體投放後之堆積高度，亦直接影響海洋環境之變動，乃至一方面間接影響魚礁集魚之生物效果，和另一方面涉及魚礁成本之經濟效益。

根據藤井⁽⁹⁾ (1977) 的研究報告指出，礁體高度所產生的亂流可達及礁體附近海域的表層，進而促進營養鹽類的充分混合作用，同時藤井更進一步指出當礁體高度與水深之10%時，亂流的垂直高度可達水深的80%，但即使礁體高度與水深比超過10%時，亂流的高度並未能繼續增加(圖31)。本海域A3站的水深為30公尺，因此為合乎魚礁成本之經濟效益，投放魚礁高度為水深的10%，即以3公尺的堆積高度為宜，然而本海域所投放的魚礁堆積高度高達5.7公尺，約為適宜高度兩倍之多，而本海域之單一礁體高度為1.9公尺，即相當3個礁體之堆積高度。因此以相同的投放魚礁數量而言，應將魚礁堆積高度予以降低為兩個礁體之堆積高度即可，而增加魚礁的投放範圍，以達到最合乎經濟的聚魚效果。

摘 要

綜合本年度(79年度)高雄縣彌陀沿岸海域人工魚礁投放地點之可行性評估結果，本海域之溶氧量介於6.2 ~ 8.5 mg/l之間，水質除氨態氮偏高外，硝酸態氮、亞硝酸態氮濃度均在安全範圍內，尚適宜魚類的棲息。透明度介5~19公尺。以海底地形分佈而言，水深20~30公尺間地形平坦，頗適合魚礁投放。底質分析結果顯示，本海域以砂成份居多，佔70%左右，而沈泥及粘土約佔30%，並無礫石。本海域北側漲潮時為西北流，退潮時則為西南流轉

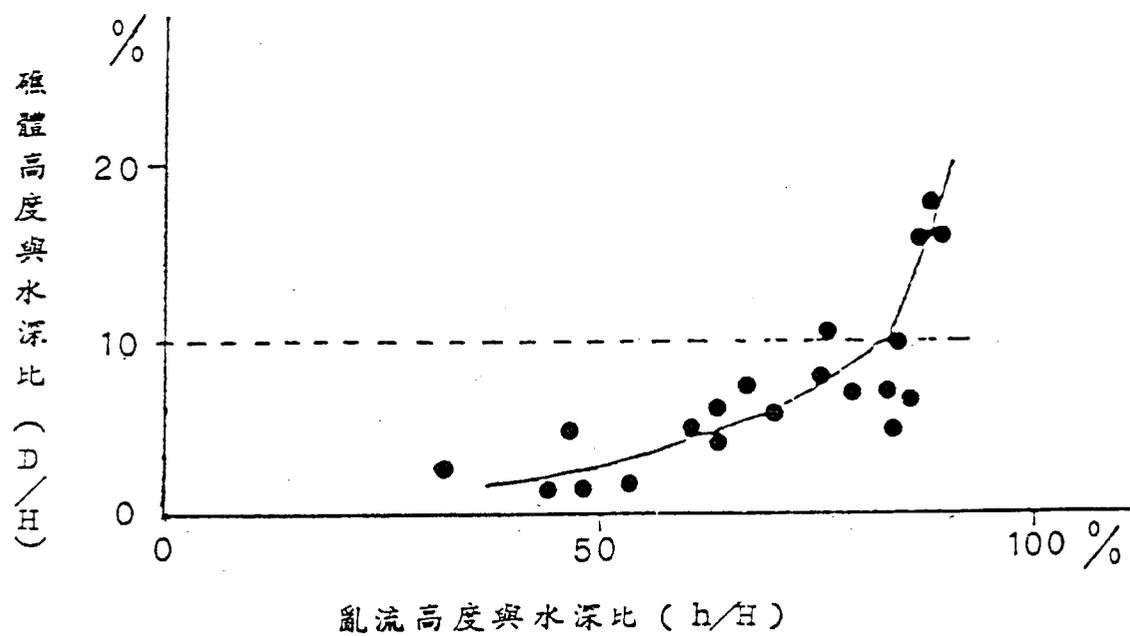


圖 31 礁體高度與亂流高度的關係

(H: 水深 m, D: 礁體的高度 m, h: 亂流的高度 m)

(摘自藤井, 1977)

為東南流，流速小於35cm/sec (0.7 節)，而南側海域漲潮時為西北流轉為東北流，退潮時主要呈現南流，流速90%均小於10cm/sec (0.2 節)，以流速而言，頗適合魚礁投放。

嘉義布袋海域評估結果，與彌陀海域亦有同樣的傾向，但除砂成份居多外，流速50%以上均大於50cm/sec (1 節)。

投放人工魚礁地點選擇之環境條件，主要以水質、底質、海底地形和海流的因素為主。本省西南部海域之底質，大部份為細砂，並不十分適合魚礁之投放。然而若僅考慮增產本省沿岸漁業資源為目的，而不計魚礁的經濟成本而言，乃建議以彌陀南側海域，因流速較小，可作為投放魚礁之選擇地點。同時建議魚礁投放的礁體堆積高度以水深的10%即可，而增加魚礁的投放範圍，以達到最合乎經濟的聚魚效果。

誌 謝

本研究於進行過程中，承蒙本校魏校長兆猷博士之鼓勵，承蒙行政院農業委員會漁業處李處長健全、陳技正朝欽及農林廳漁業局胡局長興華、徐副局長濱榮、陳組長諄敏、承辦員黃登福先生之支持補助本計劃之經費，謹致十二萬分之謝忱。

工作期間承蒙嘉義區漁會郭玉琳課長、葉慶宏先生和彌陀區漁會孫龍忠先生之調查連絡協助及蔡慶德、蕭信介兩位船長之現場調查協助，謹致謝意。

參 考 文 獻

1. 臺灣省漁業局(1989)：台灣沿岸漁業資源保育區生態環境調查與效益評估，臺灣省漁業局專集報告第三、四號。

- 2.張崑雄(1976)：人工魚礁。中央研究院動物研究所專刊第一號，P1-68。
- 3.陳建初(1981)：水質分析。福明印刷股份有限公司。
- 4.中村充(1985)：人工魚礁の計劃と設計－ I，水産の研究，Vol.5，NO.6，107-111。
- 5.Banse, K, (1968)：Hydrography of the Arabian Sea Shelf of Indian and Pakistan and effects on demersal fish Deep-Sea Res, , 15, 45-79.
- 6.Sharp, G.D(1978)：Behavioral and physiological properties of tunas and their effects on vulnerability to fishing gear, The physiological ecology of tunas, Academic press, 397-449.
- 7.陳中和(1988)：雲林縣台西、嘉義縣布袋蝦苗放流區調查評估報告。臺灣省漁業局專集報告第3號，121-130。
- 8.谷口旭(1988)：プランクトンをとりきく物理環境要因。海洋と生物，55(Vol.10－NO.2)，82-89。
- 9.藤井泰司(1977)：まき網漁場かち見の漁場造成のあり方，水産土木，Vol.13，NO.2，P43。