

科技研究

中層人工浮魚礁 漁場造成之研究

吳龍靜¹、陳淑珍¹、謝勝雄¹、陳秋月¹

吳春基¹、陳守仁¹、曾莉芸¹、蘇偉成²

林俊辰¹

¹ 水產試驗所沿近海資源研究中心

² 水產試驗所



前言

創造新漁場的方法甚多，而以設置人工浮魚礁為最直接又有明顯效益的方法。在表層人工浮魚礁的設計製作及設置技術上，本中心已獲致重大的進展，並已設計及製作大型的鋼製浮筒作為浮體，有效提高浮體的耐用性。但是，在提升表層浮魚礁的使用壽命方面，則仍有待進一步的研究。此外，對於中層人工浮魚礁的設置，已成功地投放於無拖網漁船作業之海域，截至目前為止，耐用情形良好，但仍有少數浮體流失。因此，在表、中層人工浮魚礁之設計及投放技術方面，今後在繫纜索的材料選擇及製作上，將繼續研究提高耐用性的方法。又，台灣周邊海域究竟有多少區域適合投放人工浮魚礁，至今仍不清楚，故為有效提供漁政機構將來大規模投放時之參考，必須於台灣週邊海域找出適合投放人工浮魚礁的區域，並作較為完整的規劃，以作為政府發展沿近海漁業之重要參考。

材料與方法

一、中層人工浮魚礁投放

分別與琉球區漁會及恆春區漁會之浮魚礁管理委員會協商後，選取預定投放區，由本中心利用試驗船進行水深、水溫、鹽度、營養鹽類、葉綠素甲、動物性浮游生物及漁況等調查，綜合分析後決定預定投放之位置，並根據其水

深、流速等海況，以力學原理設計、製作及組合四組中層人工浮魚礁，再以本所水試一號試驗船於民國91年10月11~20日出海執行投放的工作。

二、海洋觀測及動植物性浮游生物採集

於試驗海域中選擇7個採集點(圖1)，在夜間進行海水及phytoplankton採

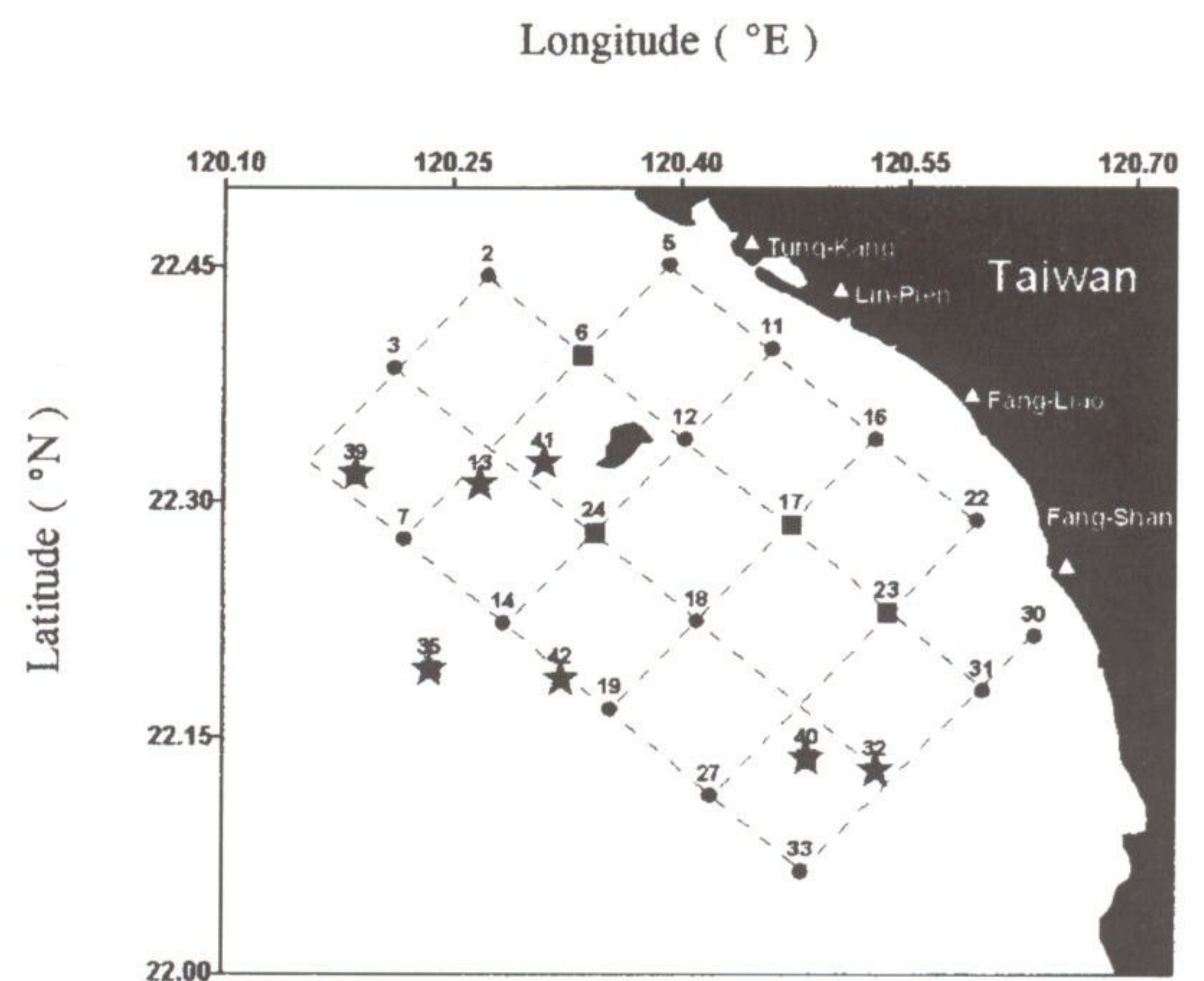


圖1 91年度所進行海洋觀測的26個觀測站，其中●測站：測定水溫、鹽度；■測站：實施夜間測定水溫、鹽度、葉綠素甲及採集動物性浮游生物；★表示現有中層人工浮魚礁位置

集，以Niskin採水器採集5、25、50、75、100、150 m等6個水層之海水，以螢光光度計分析nanno-phytoplankton (NP) 及micro-phytoplankton (MP) 之葉綠素甲(chlorophyll a) 含量；另以分光光度計分析phosphate、silicate、nitrate (含nitrite)、ammonia等營養鹽類含量。然後利用北太平洋標準浮游生物網於夜間以1 m/sec速度垂直採集水深150 m至表層(水深不足150 m時，則由底層至表層) 之動物性浮游生物攜回實驗室分析。此外，在西南海域的中層人工浮魚礁區共設置26個定點觀測站，使用溫深鹽度計(SEABIRD, SEB19 CTD, 2001年12月

校正) 進行垂直斷面溫鹽計測，計測深度達300 m左右。所得數據以SURFER軟體繪製表水層及50 m水層之等溫、等鹽線變化圖。

三、黃鰭鮪單體反射強度 (target strength, TS) 值計測

採取不同體長的黃鰭鮪標本魚，利用懸垂法進行單體反射強度值計測(圖2)。利用銅球懸吊方式¹⁾將魚體控制在水試一號試驗船之科學魚探機的音軸正下方，連續記錄其反射強度值5分鐘，以求得每尾標本魚的平均單體反射強度值。利用EK500科學魚探設備在中層人工浮魚礁區進行探測，以收集現場的單體反射強度值，並至魚市場收集於超音波計測時正在現場海域作業的曳繩釣漁船之漁獲資料，以取得超音波計測時的黃鰭鮪體長資料，以探討現場單體反射強度值與體長之間的關係。

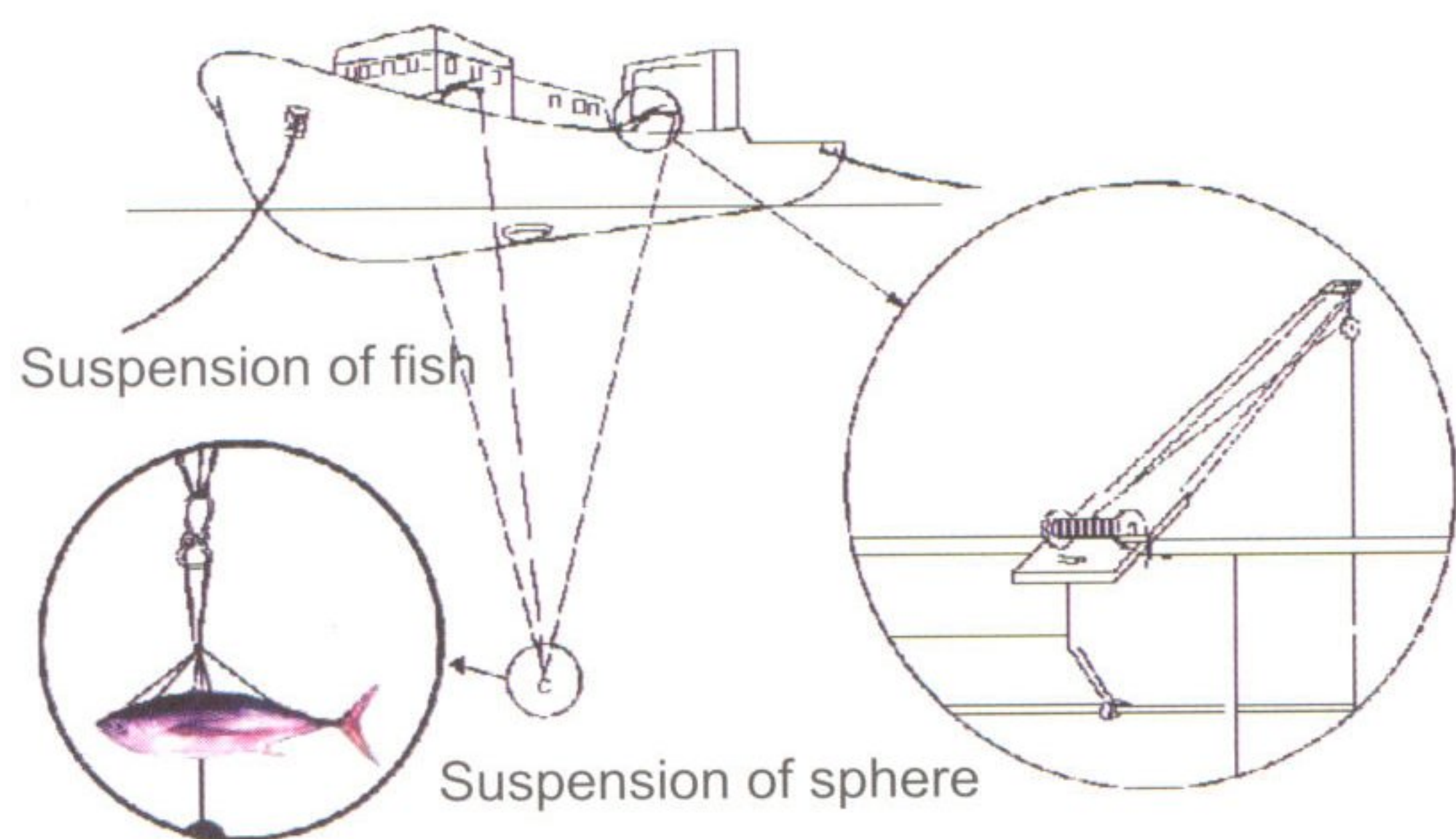


圖2 校正用銅球懸吊方式 (shimrad, 1993)。校正完畢後以不同體長的黃鰭鮪取代銅球，計測黃鰭鮪的背部單體反射強度值

四、聚集魚群量評估

以中層人工浮魚礁為中心，於0.3海浬範圍內利用側掃聲納進行密集的平行線探測，在航行探測過程中並透過GPS定位出魚群的分布範圍，並以計數法計算記錄

跡上的魚體數量。在EK500科學魚探計測方面，以中層人工浮魚礁為中心，於0.3海浬範圍內利用米字型探測線進行探測，將所測得的平均反射強度值 (backscattering strength value) 以現場平均單體反射強度值轉換成魚群密度值，以求取超音波探測範圍內的魚群量。

結果與討論

一、中層人工浮魚礁的投放

2002年在臺灣西南海域共投放4組中層人工浮魚礁，其投放後之分布情形如圖3所示，其中3組投放在距離琉球嶼12海浬以內的海域，另外1組則投放在恆春外海。此4組人工浮魚礁的設置，就其功能而言，主要是在地理上結合已投放的中層人工浮魚礁建構成一魚礁群，以提升整體的聚魚功能。此外，更可增加漁民的作業地點，滿足漁民的作業需求。由於此4組中層人工浮魚礁均在主要漁期中投放，因此，投放後約3~7天便有大量的黃鰭鮪及正鰹魚群聚集，並已成為曳繩釣漁船的作業漁場。

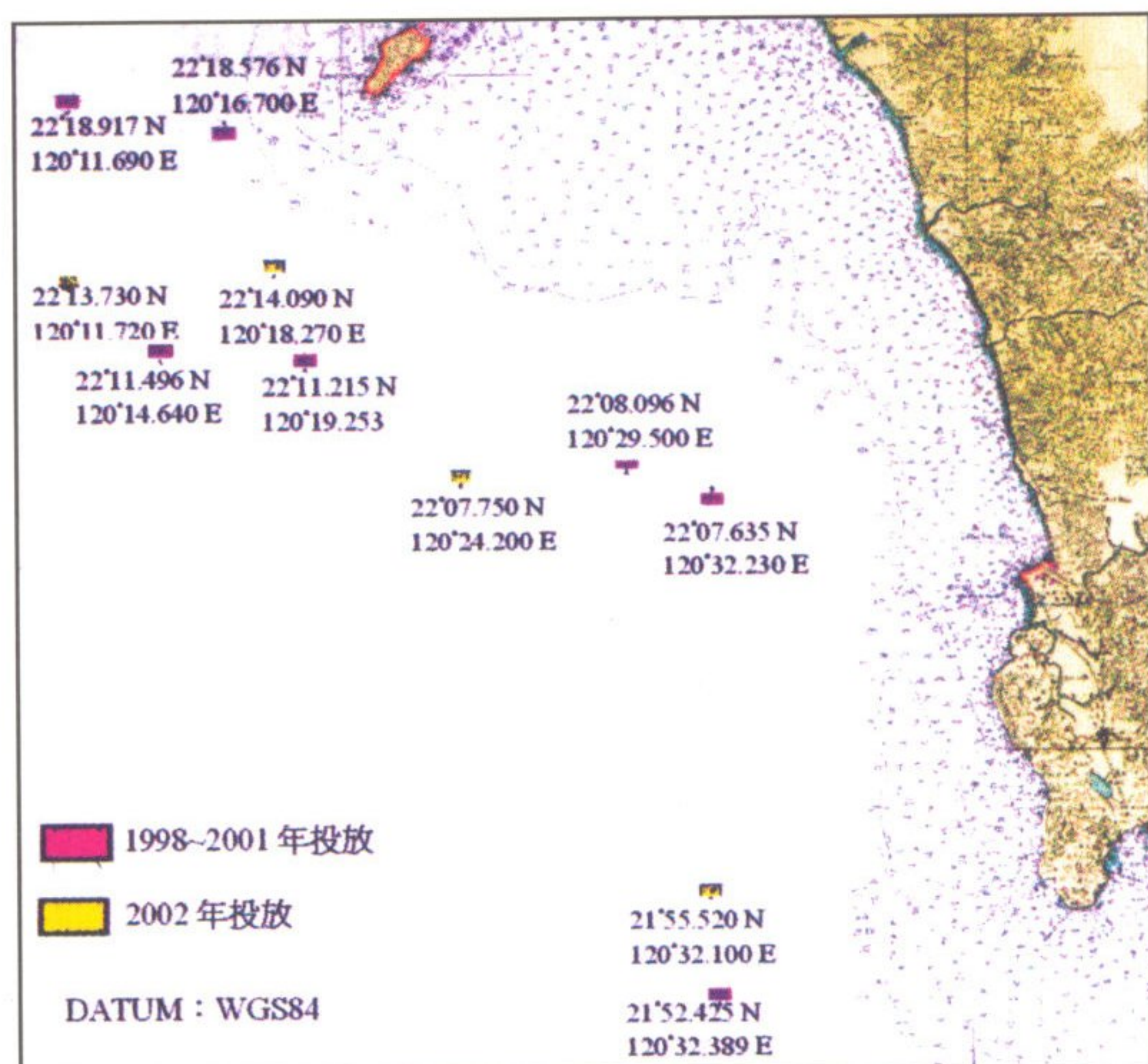


圖3 臺灣西南海域中層人工浮魚礁分布圖

二、海況調查結果

在台灣西南海域表層(5m)的水溫與鹽度分佈方面，表層水溫為23.8~30.3℃，年平均值約為27.3℃，月平均值以1月份的24.1℃最低，6月份的29.6℃為最高。表層鹽度為32.8~34.7 psu (practical salinity unit)，年平均值約34.0 psu，月平均值以7月份的33.5 psu最低，11月份的34.5 psu最高。基本上，台灣西南海域的海況變動與往年相似，沿岸冷水與外洋暖水相遇，常於琉球嶼附近海域形成潮境鋒面，且勢力的強弱也隨著季節風的消長而變動。

三、漁獲效益

根據魚市場調查結果，中層人工浮魚礁區作業的曳繩釣漁船的平均月別CPUE變化情形如圖4，民國2002年1月及9~12月為浮魚礁區的盛漁期，平均

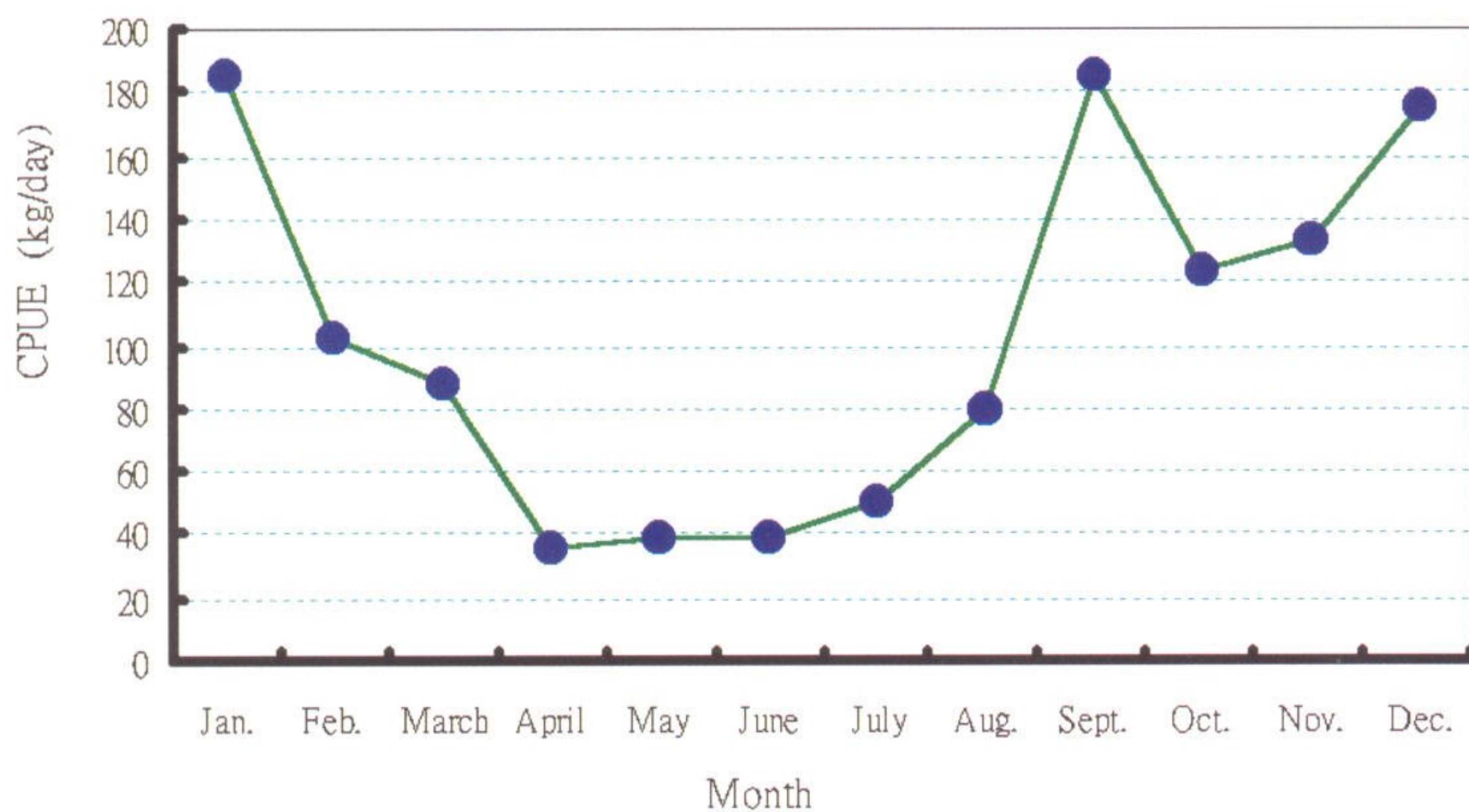


圖4 2002年臺灣西南海域人工浮魚礁區曳繩釣漁船的CPUE值變化情形

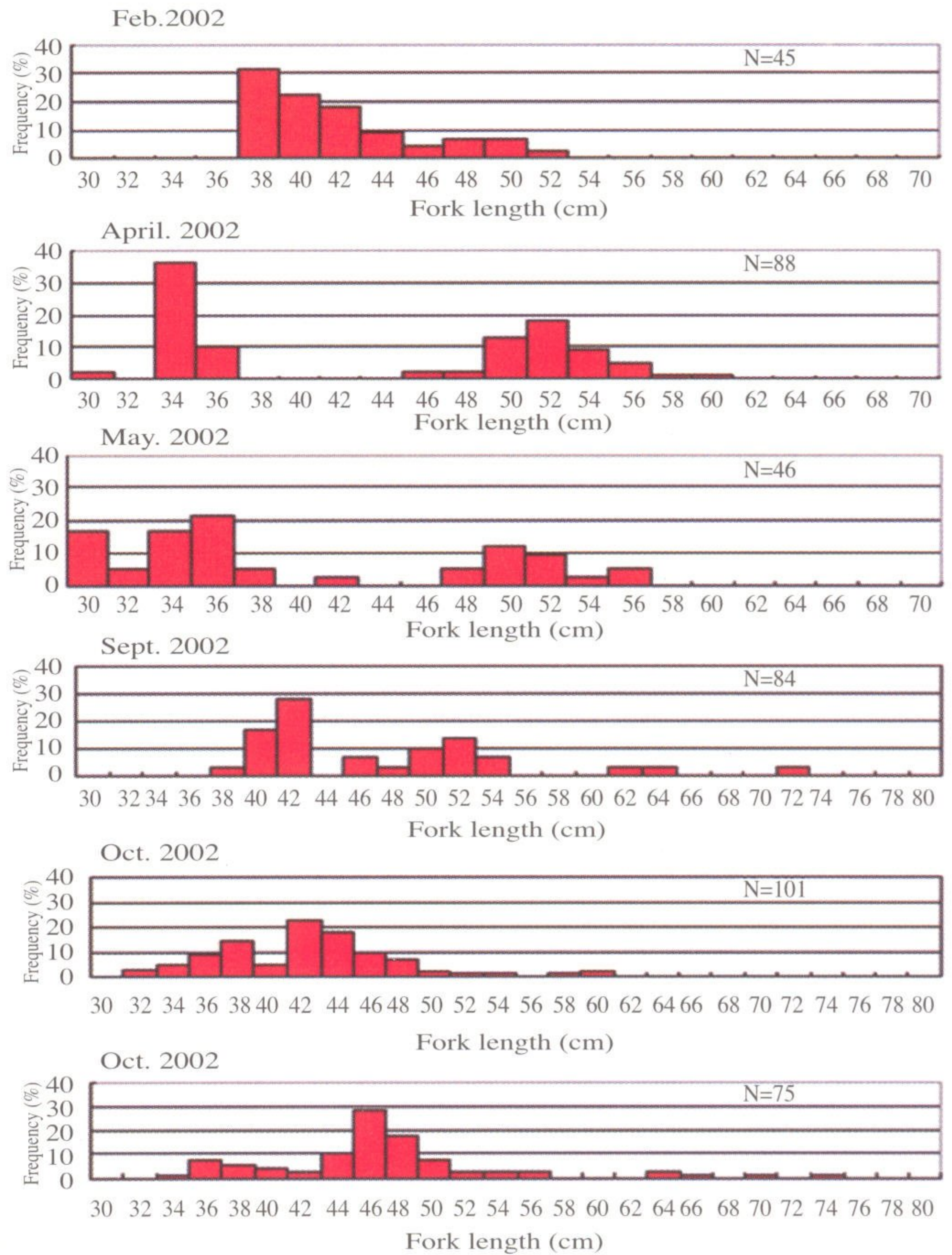


圖5 2002年人工浮魚礁區黃鰭鮪漁獲體長之月別變動情形

CPUE(每艘船每個作業天的平均漁獲量)均達到120 kg以上。就黃鰭鮪的體長組成(圖5)而言，往年4、5、6月份聚集的黃鰭鮪均為體重1 kg、體長50 cm以下的小型魚，但2002年卻有體重3 kg左右、體長50 cm以上的黃鰭鮪出現。

四、人工浮魚礁區的黃鰭鮪單體反射強度值計測

1、單體魚懸吊計測結果

黃鰭鮪懸垂於EK500科學魚探下方的單體反射強度計測結果，平均單體反射強度值(TS)與體長(L)之間的關係式為 $TS=30.3 \log(L)-84.9$ ($r=0.96$)。

2、黃鰭鮪現場單體反射強度值計測結果

在黃鰭鮪大量聚集的期間，於2002年10月在人工浮魚礁周圍所測得的單體反射強度值，顯著區分成不同的分布區間；而實驗中釣獲的黃鰭鮪體長組成，同樣可區分成不同的分布區間。將現場計測的TS分布分別對應漁獲體長組成分布，利用回歸分析結果，現場平均單體反射強度值與體長之間的關係式為 $TS=35.4 \log(L)-95.1$ ($r=0.88$)，此回歸關係經變方分析 (analysis of variance) 檢定結果具顯著意義($p < 0.05$)，顯示現場計測的平均TS值與黃鰭鮪體長有顯著的線性相關，可作為魚群量評估的依據。

Bertrand *et al.*²⁾ 針對體長60~120cm的黃鰭鮪計測結果，顯示同一體長的黃鰭鮪，即使在同一深度，其現場單體反射強度值也有很大的變化，有時甚至超過15 dB。本實驗在浮魚礁周圍現場計測過程，利用EK500科學魚探機的單體魚追蹤功能所計測到的17尾單體魚，同樣顯示有些魚體的單體反射強度值有相當大的變化，即使在深度變化不大的情形下，單體反射強度值的差異，最高仍達14 dB以上。觀察差異性達10 dB以上的單體魚，其平均單體反射強度值均在-34.2 dB以上，似乎意味著較大型的魚體，其單體反射強度值的變化範圍也較大。根據上述現場計測所獲得的關係式換算結果，平均單體反射強度值-34.2 dB的體長值約52.5 cm。因此，體長52 cm以上的黃鰭鮪，其現場單體反射強度值的變化就會有高達10 dB以上的情形發生。這樣的情形，在單體反射強度計測中

其實是相當普遍的^{3~5)}，其原因可能是由於游泳角度變化所引起的⁵⁾，因為俯仰角及鰲的大小是決定單體反射強度值的主要因子^{3~4)}，並且與魚體的行為息息相關。

五、聚集魚群量評估結果

於主要漁期利用科學魚探計測結果，11月份以車城外海3個中層人工浮魚礁的魚群聚集量最高，計測當天總魚群總量估計達11公噸左右。12月13~15日的計測結果，魚群的分布範圍更為廣泛，投放區域內有多個礁體都出現大量魚群聚集，琉球嶼西南方的6個礁體的總聚魚量估計約27公噸，車城外海的3個礁體的總聚魚量約8公噸，而恆春西南方的兩個浮體的聚魚量約5公噸左右。

建議

- (一) 本中心開發完成耐久型人工浮魚礁後，由於誘集鰹鮪等洄游性魚群的效果顯著，為沿近海小型漁船開創了良好的作業環境。近3年來的經濟效益深獲漁民肯定，故有意參與浮魚礁作業的漁民日增，許多縣市政府希望與本中心合作設置中層人工浮魚礁，故建請由漁政主管機關統籌規劃，針對有此需求的縣市予以經費補助，由本所提供技術支援或共同合作，各縣市政府自行設置礁群以增加作業漁場，滿足沿近海漁民的作業需求。
- (二) 本中心已在臺灣西南海域建立中層人工浮魚礁群，由於整體的聚魚效果良好，因此，除了原本規劃的曳繩釣漁船前往作業外，2002年有火誘網漁

船經常違規前往浮魚礁區作業，其漁獲量遠高於曳繩釣漁船的總漁獲量，加以火誘網漁船作業後，通常會導致曳繩釣漁船的漁獲量明顯下降，因此漁民間的衝突不斷，故建請漁政主管機關協調各單位共謀對策，以避免漁民間爆發更激烈的衝突。

參考文獻

1. Simrad (1993) Simrad EK500 scientific echosounder operator manual. Simrad Subsea A/S Horten, Norway. 204 pp.
2. Bertrand, A., E. Josse and J. Masse (1999) *In situ* acoustic target-strength measurement of bigeye (*Thunnus obesus*) and yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) by coupling split-beam echosounder observations and sonic tracking. ICES J. Mar. Sci, 56: 51-60.
3. Ona, E. (1990) Physiological factors causing natural variations in acoustic target strength of fish. J. Mar. Biol. Assoc. UK., 70: 107-127.
4. MacLennan, D. N. and E. J. Simmonds (1992) Fisheries acoustic. Chapman and Hall, London. 325 pp.
5. Rose, G. A. and D. R. Porter (1996) Target-strength studies on Atlantic cod (*Gadus morhua*) in Newfoundland waters. ICES J. Mar. Sci., 53: 259-265.

