國立臺灣海洋大學 環境生物與漁業科學學系
Department of Environmental Biology and Fisheries Science

桃園市人工魚礁現況調查暨沿岸漁獲量變動分析

成果報告書

單位：國立臺灣海洋大學

計畫主持人：李明安

共同主持人：廖正信、劉仁銘、蘇楠傑

中華民國 112 年 4 月 26 日

目錄

圖目錄.....II
表目錄.....VIII
摘要.....X
壹、緣起及目的.....1
貳、計畫規劃及執行方法.....3
一、工作項目及執行方法說明.....3
(一)、桃園之人工魚礁現況調查及聚魚效益評估和其變化分析.....3
(二)、桃園沿岸海域之漁獲量變動分析.....7
參、研究結果.....12
一、桃園(包含竹圍、觀音、永安等)及苗栗之人工魚礁現況調查及聚魚效益之評估與變化分析.....12
二、桃園沿岸海域之漁獲量變動分析及其與水文環境變動關聯性.....85
肆、結論與建議.....153
伍、期中報告審查意見.....155
陸、期末報告審查意見.....167
柒、參考文獻.....177
附錄.....182

圖目錄

圖 1、臺灣及桃園之沿近海漁業歷年漁獲生產量.....1
圖 2、桃園縣三處人工魚礁區與中油公司通過環評之外推方案工程位置分布圖.....3
圖 3、四處人工魚礁區動物性浮游生物種類與豐度之比較.....17
圖 4、四處人工魚礁區動物性浮游生物多樣性數與種類數之比較.....17
圖 5、苗栗縣白新人工魚礁禁漁區航測區域(方格部分)。.....18
圖 6、苗栗縣白新人工魚礁區海底地形圖.....19
圖 7、苗栗縣白新人工魚礁區中心點海底底質粒徑分析結果.....20
圖 8、苗栗縣白新人工魚礁區兩次調查流速流向分布(左 111/03/06 第 1 次調查，右 111/05/17 第 2 次調查).....21
圖 9、白新人工魚礁區第 1 礁群 4 座鋼礁體與預定投礁點中心相對分布圖.....22
圖 10、白新人工魚礁區第 2 礁群 1 座鋼礁體與預定投礁點中心相對分布圖.....22
圖 11、白新人工魚礁區第 4 礁群 4 座鋼礁體與預定投礁點中心相對分布圖.....22
圖 12、白新人工魚礁區第 5 礁群 4 座鋼礁體與預定投礁點中心相對分布圖.....22
圖 13、白新人工魚礁區第 6 礁群 4 座鋼礁體與預定投礁點中心相對分布圖.....23
圖 14、白新人工魚礁區第 11 礁群 4 座鋼礁體與預定投礁點中心相對分布圖.....23
圖 15、白新人工魚礁區 6 處礁群內各鋼礁體與原定投礁點中心相對分布圖.....23
圖 16、白新人工魚礁區 21 座鋼礁體與預定投礁點中心相對分布圖.....24
圖 17、桃園市竹圍人工魚礁禁漁區航測區域(方格網狀部分).....25
圖 18、桃園竹圍人工魚礁區海底地形圖.....26
圖 19、桃園市竹圍人工魚礁區中心點海底底質粒徑分析結果。.....27
圖 20、桃園市竹圍人工魚礁區兩次調查流速流向分布圖(左 111/03/04 第一次調查，右 111/05/15 第二次調查).....27
圖 21、桃園市竹圍人工魚礁禁漁區內 94 年設置的 B 型大型鋼鐵礁.....28
圖 22、桃園竹圍人工魚礁區內大型鋼鐵礁預定設置位置及平面海底等深線.....28
圖 23、桃園市竹圍人工魚礁區 100 年設置的 3 座 B 型鋼鐵礁分布狀況.....29
圖 24、桃園市竹圍人工魚礁區 100 年投設的 3 座 B 型鋼鐵礁位置.....30
圖 25、桃園市永安人工魚礁禁漁區航測區域(方格部分)。.....30
圖 26、桃園永安人工魚礁區海底地形圖。.....31
圖 27、桃園市永安人工魚礁區中心點海底底質粒徑分析結果。.....32
圖 28、桃園市永安人工魚礁區兩次調查流速流向分布圖(左 111/03/05 第一次調查，右 111/05/16 第二次調查)。.....33
圖 29、桃園市永安人工魚礁區內 98 年設置的 A 型大型鋼鐵礁.....34
圖 30、桃園市永安人工魚礁區 98 年設置的 3 座 A 型鋼鐵礁分布狀況.....34
圖 31、桃園市永安人工魚礁區 99 年設置的 3 座 B 型鋼鐵礁分布狀況.....35
圖 32、桃園市永安人工魚礁區 99 年投設的 3 座 B 型鋼鐵礁位置.....36
圖 33、桃園市觀音人工魚礁禁漁區航測區域(方格網狀部分).....36

圖 34、桃園市觀音人工魚礁區海底地形圖。.....37
圖 35、桃園市觀音人工魚礁區中心點海底底質粒徑分析結果.....38
圖 36、桃園市觀音人工魚礁區兩次調查流速流向分布圖(左 111/08/05 第一次調查，右 111/11/10 第二次調查).....39
圖 37、桃園市三處及苗栗縣一處人工魚礁區中心點海底底質粒徑比較.....40
圖 38、四處人工魚礁區兩次調查流速大小比較圖.....41
圖 39、白新人工魚礁區 2 次調查各座鋼鐵礁調查之底棲生物群聚類別組成.....46
圖 40、白新人工魚礁區第 11 礁群投放的礁體第 1~3 座利用科學魚探定位情形.....47
圖 41、白新人工魚礁區第 11 礁群投放的 4 座礁體座科學魚探影像分散情形.....47
圖 42、白新人工魚礁區第 1 礁群投放的礁體其中 3 座利用科學魚探定位情形.....47
圖 43、白新人工魚礁區第 1 礁群投放的 4 座礁體利用科學魚探定位情形.....47
圖 44、105M01 鋼鐵礁表面最下層礁體附著生物軟珊瑚。.....47
圖 45、105M03 鋼鐵礁北面棲息於上層之鮋科魚類 (Scorpaenidae)。.....47
圖 46、105 M09 鋼鐵礁鋼樑處礁體附著貝類。.....48
圖 47、105M9 鋼鐵礁珊瑚及陽遂足生長情形。.....48
圖 48、105M011 鋼鐵礁西南角礁體附著生物。.....48
圖 49、105 M011 鋼鐵礁內部附著生物，有珊瑚及海綿等。.....48
圖 50、桃園市竹圍人工魚礁區 2 次調查之底棲生物群聚類別組成.....55
圖 51、桃園竹圍人工魚礁區 99 年設置之 A 型大型鋼鐵礁.....57
圖 52、桃園竹圍人工魚礁區 99 年設置之 A 型大型鋼鐵礁.....57
圖 53、桃園竹圍人工魚礁區 B 型大型鋼鐵礁魚探影像.....57
圖 54、桃園竹圍人工魚礁區 B 型大型鋼鐵礁魚探影像.....57
圖 55、A 型鋼鐵礁頂層鋼板出現鏽蝕穿孔，旁邊甚至有即將斷落者。礁體表面長滿水螅，下方橘色為鋼板鏽蝕.....57
圖 56、在水泥礁區發現有纜繩纏繞在礁體上，不過未發現有廢網覆蓋.....57
圖 57、A 型鋼鐵礁上的繖穗軟珊瑚.....58
圖 58、水泥礁上長滿雪花珊瑚（高）及水螅（低），分屬本區底棲生物中最豐的兩種，都是對混濁環境抵抗性強的物種.....58
圖 59、在 A 型鋼鐵礁區紀錄到六斑二齒魚，體長約 18 公分。本區魚類紀錄不豐。僅紀錄到 6 種 14 尾魚類.....58
圖 60、在水泥礁區記錄到刺海參，長度約 8 公分.....58
圖 61、竹圍魚礁區 2 次調查期間不同礁體間魚類群聚類別相似度數狀關係圖.....59
圖 62、桃園市永安魚礁區 2 次調查之底棲生物群聚類別組成.....63
圖 63、桃園永安人工魚礁區 99 年設置之 B 型大型鋼鐵礁.....65
圖 64、桃園永安人工魚礁區 99 年設置之 B 型大型鋼鐵礁.....65
圖 65、桃園永安人工魚礁區 B 型大型鋼鐵礁魚探影像.....65
圖 66、桃園永安人工魚礁區 B 型大型鋼鐵礁魚探影像.....65
圖 67、電桿礁上的沈積物狀況嚴重，最大厚度約 2 公分，出現在礁體底層電桿的頂面.....65

圖 68、B 型鋼鐵礁上蓋滿覆網，比例高達 80%的礁區面積 65
圖 69、電桿礁上完全未見覆網，不過有發現塑膠袋纏繞在軟珊瑚上 66
圖 70、B 型鋼鐵礁區的沈積物狀況嚴重，最大厚度高達 3 公分，主要出現在礁體頂層內部的平面上 66
圖 71、在電桿礁上主要都是海綿、水螅、網孔苔蟲等抗混濁水域的物種。不過也有記錄到棘穗軟珊瑚 66
圖 72、在 B 型鋼鐵礁區記錄到金 魚翁 (*Cirrhitichthys aureus*)，體長約 8~10 公分 66
圖 73、桃園市觀音人工魚礁區 2 次調查之底棲生物群聚類別組成 72
圖 74、桃園觀音人工魚礁區魚探影像(海底空無一物景象) 72
圖 75、桃園觀音人工魚礁區魚探影像(海底空無一物景象偶爾有群魚經過) 72
圖 76、桃園觀音人工魚礁區魚探影像(第 1 處潛水點，有疑似水泥礁) 73
圖 77、桃園觀音人工魚礁區魚探影像(第 2 處潛水點，有疑似水泥礁) 73
圖 78、第 1 處潛水點海底由疑似水泥電杆礁及少許雀鯛魚洄游周圍 73
圖 79、第 1 處潛水點海底由疑似水泥礁及纏絡已久的拖網網具 73
圖 80、第 1 處潛水點海底由疑似水泥礁及纏絡已久的拖網網具 73
圖 81、第 2 處潛水點海底由疑似水泥礁體及其破損情形相當嚴重 73
圖 82、第 2 處潛水點海底由疑似水泥礁體及纏絡已久的拖網網具 74
圖 83、第 2 處潛水點海底由疑似水泥礁體及洄游其週邊的天竺鯛 74
圖 84、白新人工魚礁區內全區總體積後方散射強度(Sv)分布情形 78
圖 85、竹圍人工魚礁區內全區總體積後方散射強度(Sv)分布情形 78
圖 86、永安人工魚礁區內全區總體積後方散射強度(Sv)分布情形 78
圖 87、觀音人工魚礁區內全區總體積後方散射強度(Sv)分布情形 78
圖 88、四處人工魚礁區內全區總平均體積後方散射強度(Sv)比較 (BS：白新人工魚礁區，CW：竹圍人工魚礁區，YA：永安人工魚礁區，GI：觀音人工魚礁區) 78
圖 89、2011-2021 年間近海漁業及沿岸漁業之合計總漁獲量，(a)全台及新北市、桃園市、新竹縣(包含新竹市)、苗栗縣、台中市、彰化縣、雲林縣及嘉義縣等 8 個縣市別，(b)全台及桃園市 85
圖 90、2011-2021 年間，全台及新北市、桃園市、新竹縣(包含新竹市)、苗栗縣、台中市、彰化縣、雲林縣及嘉義縣等 8 個縣市別之捕獲烏魚之漁獲量 86
圖 91、2011-2021 年台灣西部沿海各縣市烏魚年間產量比例變動 87
圖 92、2011-2021 年桃園烏魚年間產量變動 87
圖 93、2011~2021 年間，全台及新北市、桃園市、新竹縣(包含新竹市)、苗栗縣、台中市、彰化縣、雲林縣及嘉義縣等 8 個縣市別之捕獲午仔魚之漁獲量 88
圖 94、(a)各縣市與(b)各漁具別之多鱗四指馬鮫漁獲量 88
圖 95、西部沿近海域多鱗四指馬鮫之查報漁獲量 89
圖 96、西部沿近海域(a)刺網、(b)拖網、(c)一支釣捕獲多鱗四指馬鮫之查報漁獲量 89
圖 97、2015-2020 年刺網標本戶作業日誌之午仔魚漁獲地點分布圖 90
圖 98、2015-2020 年刺網標本戶作業日誌之午仔魚 CPUE 地點分布圖 91

圖 99、2011-2021 年間，全台及新北市、桃園市、新竹縣 (包含新竹市)、苗栗縣、台中市、彰化縣、雲林縣及嘉義縣等 8 個縣市別之黑鯛漁獲量變動圖.....92
圖 100、2011-2021 年台灣西部沿海各縣市黑鯛年間產量比例變動 92
圖 101、2011-2021 年桃園黑鯛年間產量變動 93
圖 102、(a)各縣市與(b)各漁具別之布氏鯣鰺漁獲量 93
圖 103、西部沿近海域布氏鯣鰺之查報漁獲量.....94
圖 104、2015-2020 年刺網標本戶作業日誌之布氏鯣鰺漁獲地點分布圖 95
圖 105、2015-2020 年刺網標本戶作業日誌之布氏鯣鰺 CPUE 分布圖 96
圖 106、各漁業別白姑魚歷年漁獲量百分比.....105
圖 107、各漁業別白姑魚歷年努力量百分比.....105
圖 108、2013-2021 年臺灣沿近海域白姑魚漁業資源之累積漁獲量之空間分布 106
圖 109、2013-2021 年臺灣沿近海域白姑魚漁業資源之累積努力量之空間分布 106
圖 110、2013-2021 年臺灣沿近海域白姑魚漁業資源之漁業別累積漁獲量百分比例之空間分布。.....107
圖 111、2013-2021 年臺灣沿近海域白姑魚漁業資源之漁業別累積努力量百分比例之空間分布.....107
圖 112、2013-2021 年桃園市鄰近海域白姑魚漁業資源之累積漁獲量之空間分布 108
圖 113、2013-2021 年桃園市鄰近海域白姑魚漁業資源之漁業別累積努力量之空間分布 108
圖 114、2013-2021 年桃園市鄰近海域白姑魚漁業資源之漁業別累積漁獲量百分比例之空間分布.....109
圖 115、2013-2021 年桃園市鄰近海域白姑魚漁業資源之漁業別累積努力量百分比例之空間分布.....109
圖 116、2013-2021 年臺灣沿近海域白姑魚漁業資源之漁業別與月別累積漁獲量百分比例之空間分布.....110
圖 117、2013-2021 年臺灣沿近海域白姑魚漁業資源之漁業別與月別累積努力量百分比例之空間分布.....111
圖 118、2013-2021 年桃園市鄰近海域白姑魚漁業資源之漁業別與月別累積漁獲量百分比例之空間分布.....112
圖 119、2013-2021 年桃園市鄰近海域白姑魚漁業資源之漁業別與月別累積努力量百分比例之空間分布.....113
圖 120、2011-2021 年月別海表溫度 114
圖 121、2011-2021 年月別海表鹽度 115
圖 122、2011-2021 年月別海表葉綠素濃度 115
圖 123、2011-2021 年月別海表高度 116
圖 124、2015-2020 年臺灣西北海域海表層溫度季別變動圖 117
圖 125、2015-2020 年臺灣西北海域海表層鹽度季別變動圖 118
圖 126、2015-2020 年臺灣西北海域海表層高度季別變動圖 119
圖 127、臺灣西北海域海底深度圖.....120

圖 128、以 GAM 模式探討各環境因子對烏魚之 CPUE 的影響 122
圖 129、烏魚平均 CPUE 與各環境因子之關係 122
圖 130、烏魚 CPUE 對應各環境因子之適合度曲線 123
圖 131、台灣西部海域烏魚棲地模式之月別 HSI 空間分布圖 123
圖 132、各個環境資料與觀測值之 SI 模式套適圖 126
圖 133、GAM 模式預測午仔魚棲地適合度之殘差分布圖與常態機率圖 126
圖 134、各個環境因子偏效應估計值 127
圖 135、BRT 模式預測午仔魚棲地適合度之殘差分布圖與常態機率圖 128
圖 136、環境因子變量相對重要性分析圖 128
圖 137、各個環境因子偏效應估計值 129
圖 138、各個環境因子偏效應估計值 130
圖 139、HSI 模式之季別午仔棲地分布 131
圖 140、GAM 模式之季別午仔棲地分布 132
圖 141、以 GAM 模式探討各環境因子對黑鯛之 CPUE 的影響 133
圖 142、黑鯛平均 CPUE 與各環境因子之關係 134
圖 143、黑鯛 CPUE 對應各環境因子之適合度曲線 134
圖 144、台灣西部海域黑鯛棲地模式之月別 HSI 空間分布圖 135
圖 145、各個環境資料與觀測值之 SI 模式套適圖。 137
圖 146、GAM 模式預測布氏鯧鯵棲地適合度之殘差分布圖與常態機率圖 138
圖 147、各個環境因子偏效應估計值 139
圖 148、HSI 模式之季別布氏鯧鯵棲地分布 140
圖 149、GAM 模式之季別布氏鯧鯵棲地分布 141
圖 150、臺灣沿近海域白姑魚適合度指數之預測。 143
圖 151、2013-2020 年臺灣沿近海域白姑魚之棲地適合度與漁獲量分布 144
圖 152、2013-2020 年間年別臺灣沿近海域白姑魚之棲地適合度與漁獲量分布 144
圖 153、2013-2020 年間各月別之臺灣沿近海域白姑魚棲地適合度與漁獲量分布 145
圖 154、2021 年臺灣沿近海域白姑魚之驗證用棲地適合度與漁獲量分布 146
圖 155、以棲地適合度模式預測預測 2022 年各月別之臺灣沿近海域白姑魚棲地分布結果 147
圖 156、2013-2020 年桃園市鄰近海域白姑魚之棲地適合度與漁量量分布 148
圖 157、2013-2020 年間年別桃園市鄰近海域白姑魚之棲地適合度與漁獲量分布 148
圖 158、2013-2020 年間各月別之桃園市鄰近海域白姑魚棲地適合度與漁獲量分布 149
圖 159、2021 年桃園市鄰近海域白姑魚之驗證用棲地適合度與漁獲量分布 150
圖 160、以棲地適合度模式預測 2022 年各月別之桃園市鄰近海域白姑魚棲地分布結果 151

表目錄

表 1、各測站浮游動物之種類與數量 (Depth 深度(0-10m), 單位：ind.).....12
表 2、苗栗縣白新人工魚礁區 6 群(共 21 座)大型鋼鐵礁定位和側掃調查結果摘要.....21
表 3、苗栗栗縣白新人工魚礁區各座鋼鐵礁的底棲生物覆蓋面積百分比.....44
表 4、苗栗縣白新人工魚礁區各座鋼鐵礁的魚種紀錄表.....50
表 5、苗栗縣白新人工魚礁區 2 次潛水調查的重量估算及多樣性指數(H')....51
表 6、苗栗縣白新人工魚礁區 2 次潛水調查的各食性魚類比例（以重量計算）.....51
表 7、桃園市竹圍人工魚礁區底棲生物覆蓋面積百分比.....56
表 8、桃園市竹圍人工魚礁區魚種紀錄表.....61
表 9、桃園市竹圍人工魚礁區各次調查的重量估算及多樣性指數(H')....61
表 10、桃園市竹圍人工魚礁區 2 次調查的各食性魚類比例（以重量計算）.....61
表 11、桃園市竹圍人工魚礁區 94、100 年投放的 B 型大型鋼鐵礁(共 7 座)定位和側掃調查結果摘要.....62
表 12、桃園市永安人工魚礁區底棲生物覆蓋面積百分比.....64
表 13、桃園市永安人工魚礁區魚種紀錄表.....68
表 14、桃園市永安人工魚礁區 2 次潛水調查的重量估算及多樣性指數(H')....68
表 15、桃園市永安人工魚礁區 2 次潛水調查的各食性魚類比例（以重量計算）.....68
表 16、桃園市永安人工魚礁區 98、99 年投放的 A, B 兩型大型鋼鐵礁(共 6 座)定位和側掃調查結果摘要.....69
表 17、桃園觀音人工魚礁區底棲生物覆蓋面積百分比.....71
表 18、桃園市觀音人工魚礁區魚種紀錄表.....75
表 19、桃園市觀音人工魚礁區 2 次潛水調查的重量估算及多樣性指數(H')....75
表 20、桃園市觀音人工魚礁區 2 次潛水調查的各食性魚類比例（以重量計算）.....75
表 21、人工魚礁區調查結果摘要表.....81
表 22、各漁業別白姑魚漁獲樣本船艘數統計表.....97
表 23、各漁業別白姑魚漁獲樣本船作業航次數統計表.....97
表 24、各漁業別白姑魚漁獲樣本船歷年漁獲量(公斤).....99
表 25、各漁業別白姑魚漁獲樣本船歷年努力量(小時).....100
表 26、各漁業別白姑魚漁獲樣本船歷年漁獲率(公斤/小時).....101
表 27、月別白姑魚漁獲樣本船歷年漁獲量(公斤).....102
表 28、月別白姑魚漁獲樣本船歷年努力量(小時).....103
表 29、月別白姑魚漁獲樣本船歷年漁獲率(公斤/小時).....104
表 30、烏魚之 AIC 分析結果.....122
表 31、建構午仔魚 HSI 中不同環境因子模式間檢定表.....125
表 32、Forward Stepwise ANOVA 分析表.....125
表 33、Backward Stepwise ANOVA 分析表.....126
表 34、BRT 模式參數表.....128

表 35、MaxEnt 不同環境因子模式檢定表.....130
表 36、最終模式混淆矩陣表.....130
表 37、黑鯛之 AIC 分析結果.....133
表 38、建構布氏鯧鯵 HSI 中不同環境因子模式之三種指標排名.....136
表 39、Forward Stepwise ANOVA 分析表.....137
表 40、Backward Stepwise ANOVA 分析表.....138
表 41、臺灣沿近海域白姑魚偏好之海洋環境因子預測範圍.....143
表 42、白姑魚棲地適合度模式之各模式間斜率、截距及決定係數之比較.....143
表 43、台灣西部海域五種重要魚種之分析結果統整.....152

摘要

本計畫旨在調查(一) 桃園(含竹圍、觀音、永安等)及苗栗白新之人工魚礁現況調查及聚魚效益之評估與變化分析；(二) 桃園沿岸海域之漁獲量變動分析及其與水文環境變動關聯性。

人工魚礁調查部分，目前以白新人工魚礁區之鋼鐵礁體保持最完整；就地形而言，四處皆適合投放；就本研究兩次海流測量結果，四處魚礁區的流速並不會對礁體造成移動之危險，而平均流速以竹圍魚礁區較強；就底質而言，以白新人工魚礁區最適合投放各類型的人工魚礁；礁體附著生物相及底棲生物群聚方面，以永安人工魚礁區的生物相最為豐富，底棲生物群聚數量也最多，並以觀音為最低；以聲納儀器紀錄魚礁區之漁場資源結果來看，白新人工魚礁區最佳、觀音最低，而竹圍、永安與觀音人工魚礁區相差不大，可見此二處人工魚礁區內魚礁效益應在逐漸削減中，其可能與礁體破損、受泥沙挖掘掩埋、網具纏絡等有關。綜合以上考量，適合投礁的順序依序是白新、永安、竹圍及觀音。

漁獲量變動分析方面，根據漁業統計年報、港口相關查報資料所得之西部沿海(包含自新北市淡水至嘉義等) 8 個縣市別之重要魚種 (烏魚、午仔魚、黑鯛、布氏鯧鰺、白姑魚)及總和歷年漁獲量資料，與海洋環境進一步比對後可知，烏魚和黑鯛之高捕獲率分佈與表水溫、鹽度、葉綠素濃度及海表高度等環境因子有關，其中當水溫若高於 21℃ 後，將對烏魚之漁獲量開始產生負影響，而黑鯛之最適合的溫度範圍則較烏魚來的高 (約 23.0-25.5℃)；午仔魚及布氏鯧鰺方面，其漁獲量多與表水溫、鹽度、海表高度、海底深度等環境因子有關，但午仔魚之棲地熱點與漁獲量有明顯的季節變動 (以秋冬季之沿岸漁獲量較高，春夏季較低)，顯示午仔魚應屬於喜好較低溫之物種 (約在 15-25℃)，而布氏鯧鰺則較不明顯 (仍以冬春季之沿岸漁獲量較高，夏秋季較低)；影響白姑魚的漁獲量因素則包含較多，如水溫、鹽度、海表高度、混合層深度、海底深度、葉綠素濃度等，並以夏秋季為漁獲量較高之時期，其適水溫約在 27.1-30.5 ℃ 之間，屬於較喜好高溫之魚種。綜上所述，台灣西部海域的漁獲量變化有年間上的變動，且因不同魚種受環境變動之影響不同，故其漁獲量之變動趨勢並不一致，尤其以海水溫度與鹽度為最主要因素，因此整體漁獲量應與海洋環境(如水溫高低變化)之變動較為相關。

壹、 緣起及目的

桃園，其海岸線狹長，沿岸亦具有多樣之海岸景觀，其當地核准之漁業種類眾多，包含有延繩釣漁業、流刺網漁業、一支釣漁業、魚苗採捕漁業及其他漁具漁法等。但因近年來海岸線侵淤互現，且又因海洋汙染問題、高漁獲努力量及海洋棲地破壞等因素影響，使得鄰近的海域資源及生態有所變動(圖 1)。

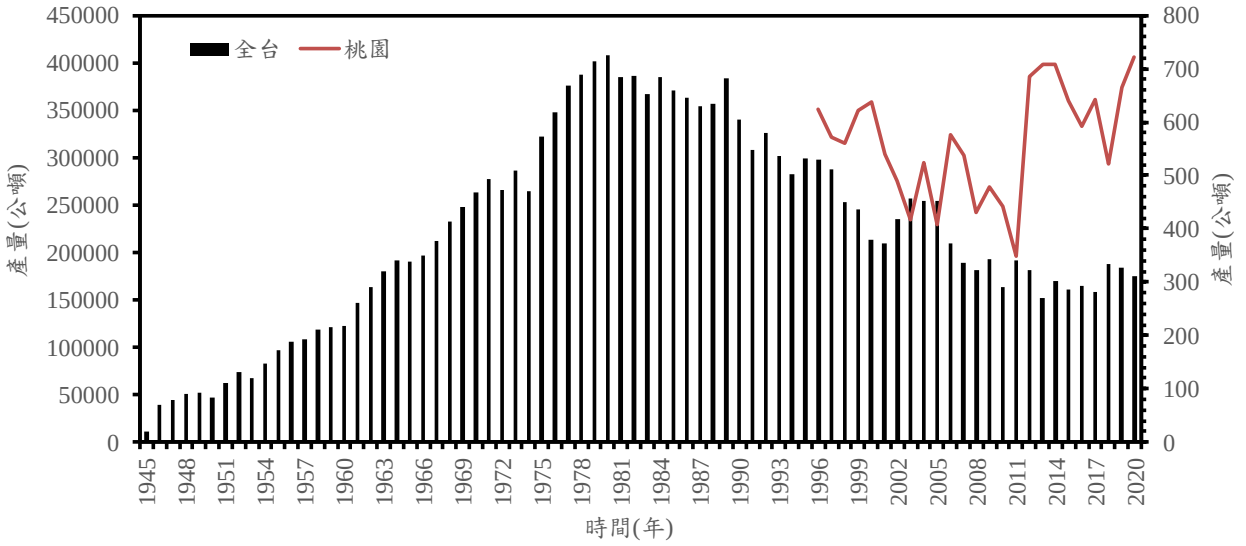


圖 1、臺灣及桃園之沿近海漁業歷年漁獲生產量(桃園資料於 1996 年始有紀錄)(資料來源：漁業統計年報)。

台灣於 1960 年代起，因受沿岸漁業資源衰退之影響，便已開始進行投放人工魚礁，其常被使用於改善漁場環境，以提供生物棲息場所，進而達到聚魚、增加漁業資源之效果，而桃園境內之人工魚礁投放點，包含有竹圍、觀音及永安等海域 (邵等, 2006)。但因人工魚礁易受到許多因素而降低其聚魚效果，如礁體因受網漁具覆蓋而降低其資源生產能力、礁體結構自然破損及沉陷(或沙埋)而失去聚魚效果等，故投放人工魚礁後之效益評估亦為提升其功能之重要課題，而過去多以魚探、潛水與相關人工採集等方式進行各魚礁之生物附著資源調查，並藉以檢視魚礁之礁體現況、沉陷、沙埋或破損等情況。

此外，台灣目前已有兩座天然氣接收站(包含永安及台中)，而目前正在興建中的觀塘液化天然氣接收站(又稱第三接收站、觀塘液化天然氣廠，簡稱三接)，係位於桃園市觀音鄉大潭觀塘濱海工業區(位於塘尾、大潭一帶之沿岸海域)，主要係爲配合國家經濟發展及舒解北部地區電力需求而興建。有鑑於該區域之沿岸海域因有連續的藻礁地景及珊瑚等較為敏感的海洋環境生態，為防止海岸開發而進一步導致環境或生態破壞，並基於開發行為影響及海洋環境保護之

必要因素之下，故須了解桃園沿岸海域之整體海洋生態及資源、漁業之漁獲量現況及其歷年變動等趨勢，並可將其結果提供給政府、相關執法及管理單位等作為基礎資料，以利進行後續制定其管理及保育政策。

據此，本計劃案由國立臺灣海洋大學暨國立高雄科技大學共同進行海洋資源及經濟漁業等調查工作，其具體目標有二：(一) 桃園(包含竹圍、觀音、永安等)及苗栗之人工魚礁現況調查及聚魚效益之評估與變化分析(此一部分委請國立高雄科技大學負責)；(二) 桃園沿岸海域之漁獲量變動分析及其與水文環境變動關聯性。

貳、 計畫規劃及執行方法

一、工作項目及執行方法說明

(一)、 桃園之人工魚礁現況調查及聚魚效益評估和其變化分析

1. 魚礁區基礎資料蒐集：利用聲納或其他海洋觀測設備，進行桃園之竹圍、觀音及永安等三處人工魚礁(位置如圖 2所示)及苗栗之白新人工魚礁之現況調查，其項目應包含礁區底質、流速流向、地形及地貌等魚礁分佈位置及其現況基礎調查，潛水次數預計為每個礁區2次，四個礁區合計共8次調查，每個礁區潛水觀測間隔至少2~3個月(60~90天)以上。分述如下：

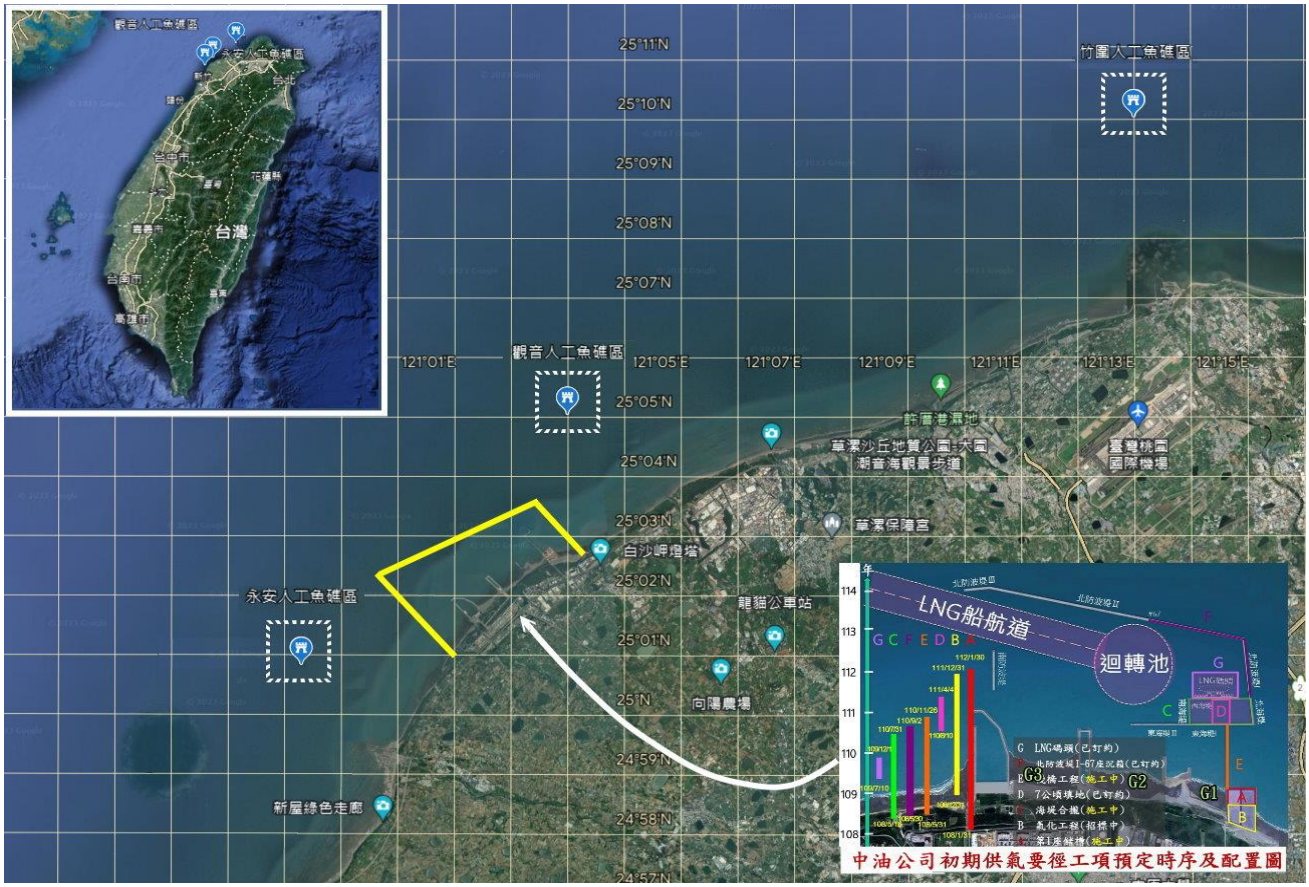


圖 2、桃園縣三處人工魚礁區與中油公司通過環評之外推方案工程位置分布圖
(白色虛線為各人工魚礁區的範圍)

(1). 底質分析：海底底質條件是設置人工魚礁時所需考慮的重要因素之一。底質粒徑大小、海流流向、流速與海底坡度會影響人工魚礁在設置後的使用壽命。以高雄科技大學開發的採泥器至各礁區進行採樣，底質採集後隨即浸泡在30%的雙氧水中，至少浸泡24小時，再攜回研究室使用烘乾機以60℃的中溫烘烤48小時，待底質烘乾後再進行粒徑分析，搖篩後再量測各篩盤中的底質重量比率與分析底質屬性。底質屬性的界定是依據美國試驗材料學會

(ASTM,American Society for Testing Material)公告的標準顆粒度大小。

(2). 人工魚礁區流速流向分析：海流影響礁體的穩定性及持久性。本計畫採用美國 RDI Instrument 所製造的 150KHz Sb-ADCP，將魚礁區規劃成 6 條測線、9 個測站(包括魚礁區中心點、中上點、中下點、左上點、左中點、左下點、右上點、右中點及右下點等 9 個測站)，以船速保持在 3 節左右的方式繞行；當船隻航行至測站時，停船開始測定該測站點的流速流向，測錄時間維持在 10 分鐘左右，量測後再繼續下一測站，直到 9 個測站點的流速流向都收錄到。每個測站點的流速流向水層分層方式是以 10 公尺為一分層長度(bin length)，亦即以 10 公尺為間隔向下收集資料。至接近海底深度 15%的資料，由於受到海底回音(reverberation)的干擾，所以不予採用。由於 ADCP 的精確度與船速有關，為維護資料的品質，因此擷取船速維持在 3~7 節內的資料。海流資料的分析將考量潮汐因子，用以分析的軟體為 VmDas，其最大探測水深深度分別為 220~275 公尺(BB mode 下)及 380~425 公尺(NB mode 下)。

(3). 魚礁區地形測繪：地形測繪所使用的儀器係採用日本古野(Furuno)公司出廠之 NAVnet 網路科學魚探機，配合差分式的全球定位系統(DGPS)接收器，以及由高雄科技大學自行開發之海底測繪資料擷取分析程式(FNDAS，Fishery and Navigations Data Analysis System)等作為各礁體位置的定位確認工作的調查設備。正確的海底地形資訊有助於工程的施工，例如人工魚礁投放地點、深度的選擇、礁群的佈設方式是否正確等。本項水深資料是以鋸齒狀(Zig-Zay Way)的方式自東西至南北來回收錄，每條測線距離端以測量海域範圍大小及欲檢視的海底地形之精密度來決定。所收集到水深資料經過包括定位資料之校正與整理、水深資料的潮差修正等處理，再轉換成 ASCII 碼，並經由漁航儀器測繪系統繪製 2 維或 3 維的海底地形。

根據行政院農委會漁業署所公告的各個人工魚礁區的中心點座標，經由本團隊使用科學式魚群探測機及差分式全球定位系統以東西南北相同距離 0.5 浬所畫出的 1×1 平方浬方塊，進行海底地形測量、定位和繪圖調查。

(4). 魚礁分佈位置及其現況之調查：本項調查乃使用美國製 J. W. Fish SSS-100/600K 及 Klein System 3000 兩套側掃聲納系統來進行人工魚礁分佈位置及現況調查。茲將其主要系統設備及設定說明如下：1. 側掃聲納各項配備：A.圖形記錄器(Graphic recorder)：解析度：203 dpi (dot per inch); 灰階：16 階數位控制階輸入電壓值：120V 或 240V 交流電 100 瓦; 記錄紙型式：17 吋寬放電式記錄紙或底片。B.拖魚(Tow fish)：頻率：SSS-l00K 為 100KHz，SSS-600K 為 600 KHz，SSS-100K/600K 雙頻為 100 或 600KHz（使用者自行選擇）水平/垂

直波束寬：1 度(水平)/40 度(垂直 ，10 度向下傾斜)，脈波長度：0.1 ms.，輸出電壓值：1000 瓦/頻道，最大長度：100 KHz：1800 呎每頻道/3600 呎每拖或 550 公尺每頻道/1100 公尺。

2. 使用側掃聲納進行航測方式：A.在找尋有關各種目標物時之船速維持在 3 節以下；B.航測方式：一般以東西向來回搜尋方式進行掃瞄。側掃範圍是以礁區中心點為主，在其四周(東、西、南、北)各 0.5 浬範圍內進行魚礁之掃瞄，側掃聲納側掃方式與圖形輸出器(Graph Recorder)顯示出的影像。每條測線在航測的時候都保持直線方式進行，以免得到歪曲的記錄跡，而影響判讀。

2. 聚魚效益評估：當使用聲納或其他觀測設備確認礁體確實存在之後，即利用潛水觀測設備，進行竹圍、觀音及永安等三處之人工魚礁及苗栗之白新人工魚礁之現況調查，其項目應包含礁體現況、沙埋情形、破損情形等，並評估上述之桃園沿岸三處及苗栗一處之人工魚礁之聚魚效益，其項目包含礁區之魚類相組成及附著生物種類等，潛水次數預計為每個礁區 2 次，四個礁區合計共 8 次調查，每個礁區潛水觀測至少間隔 2~3 個月(60~90 天)以上。分述如下：

(1). 魚礁區生物資料調查：資料的收集以實地潛水調查與攝影的方式進行；進行潛水調查時，研究人員以三到五人為一組。攜帶深度表、水溫表、Sony H D R S C 3 攝影機配 Seatool 防水殼、Sony HDR CX550 攝影機配 Light & Motion 防水殼；NikonD 300 單眼數位相機及 Canon 5D Type II 單眼數位相機配防水殼等作為資料收集及記錄的工具。

(2). 魚礁區礁體附著生物相之調查：以拍照、攝影記錄方式，再進行種類判讀及計算其覆蓋面積或群體數量。海底數位相機拍攝礁體附著生物的照片，據以辨認種名，必要時採集部份活體，以 70%酒精固定，攜回實驗室，參考各種文獻，儘可能鑑定種名或者鑑定至最低分類位階。並以大類統計各類附著生物的多樣性和相對豐度，包括礁體表面的自營性生物(藻類)、附著生物(如雙殼類、海鞘、藤壺、海綿、水螅、軟珊瑚、石珊瑚、苔蘚蟲等)及其他底棲生物(如甲殼類、腹足類、棘皮動物等)。

(3). 魚礁區魚類相與生物量之調查：魚類調查由魚類學者以目視觀察的方式進行，並在水中潛水時於防水記錄簿上記錄礁體分布情形及所出現的魚種及其體長、數量、以及其在魚礁出現的位置等資料。調查所得之礁區魚類群聚資料顯示出魚礁現況及棲息其間的魚種，達到效益調查的目的。每次調查所得的資料分別處裡。這些資料經過整合及進行魚種相似度、群聚多樣性指數、聚群分析等分析，進一步顯示出礁區魚類群聚的特徵以及魚礁類型對魚類群聚之影響。

(4). 利用聲納儀器記錄魚礁區漁場資源動態：聲納儀器如魚探機可以偵測到水中出現的

干擾體如礁體、魚群等等，比起潛水調查，聲納儀器受時空限制較少，對於出現的魚群，雖然無法提供魚種組成上的數據，但因為可以收集到較長時間的資料，因此將此一方法納入效益調查。執行方法：航測資料採樣在白天進行。基本上，係假設本人工魚礁區內的魚群分布，在單位採樣距離群聚空間的採樣水層呈均質分布，且每個時段實驗期間魚群的分布範圍未有劇烈變動。本調查使用由 SIMRAD 公司所生產製造的分割波束科學魚探系統(EY500)，以所規劃調查的人工魚礁區中心點經緯度為中心，半徑 0.5 浬以內水域進行觀測。依實測海域面積(1×1 浬)大小及船速將航測時間分段，使用 6 條 0.2 浬為間隔的南北向航測線，約 3.5 節的船速在人工魚礁區進行聲學資料的收錄。聲學資料收錄，首先設定每 5 公尺為一個積分單位，由表層至海底共分為 5 層，各水層魚群後方散射強度閥值設定為-70 dB，同時為摒除 2 公尺以淺受到船隻航行時波浪與氣泡影響的水層，聲學資料積分水層自水下 2 公尺開始，向下至海底。資料分析：依不同之時間及地點，將聲學資料中 TS 表示為魚體大小，以 TS 的數量代表為魚群量，使用繪圖軟體 Surfer 9.0 版®將聲學資料以 10 公尺為一個水層繪製成魚體大小、魚群量與流向流速分布圖，另外再將魚群量分布圖中魚群於每個時段的重心位置繪製成魚群日週垂直洄游(diel vertical migratio n , DVM)模式，以便瞭解魚群於不同時空下之變動。魚種辨識：一般可使用兩種頻率(如 200KHz 及 120KHz)科學魚探機來測量「目標魚種」不同體長在兩種頻率下的反射強度差(difference of target strength, 簡稱：delta TS)，以此反射強度差來當作辨識該魚種的依據，然由於棲息洄游於人工魚礁區魚種很多，而國內並沒有這方面的資料庫可以作精確的判定，因此在資料分析上，尚未能達到分辨魚種的程度。

(5). 魚礁區沙埋、礁體位移之測定：在海底調查礁區海域底質、地貌、計量礁區水深、洗掘坑情形，並觀察魚礁座底及堆疊情形，評估礁體完整度及估算調查區域內礁體之平均沙埋。比較兩次調查結果中特定大型礁體的衛星定位資料，評估礁體位移情況。

(6). 魚礁區覆網範圍之測定：於海底目視觀察礁體上是否有覆網。若有則登錄網具型態及覆蓋方位。另以皮尺測量並估算其面積。覆網方位資料將加註在報告。

(7). 各礁區兩次潛水調查結果之分析比較：聚魚效益評估方法是在每次評估礁區內魚類相及魚群量時，另外在離礁區附近 1 浬以外非礁區，另外再選擇一處海域，進行上述潛水調查。比較兩處的聚魚效果，包括魚類相及魚群量等資料，以分析比較兩者之差異，並累積多次的效益與時間序列進行比較。指標方面以觀察到的有高經濟價值得魚類為重要指標，同時也是進行相互比較結果。有關"社會面"的效益評估，係指探討研析的礁區目前的效益及覆網後造成的損失之間的差異，並及時提醒漁政單位應進行覆網清除工作，以免破壞魚礁聚魚效益或壽命。

(二)、 桃園沿岸海域之漁獲量變動分析

1. 歷年漁獲量資料蒐集與處理：蒐集台灣西部沿海(包含自淡水至嘉義等地)及桃園市之近十年間(2012年迄今)漁獲量變動，其項目包含整體總漁獲量及主要經濟魚種(包含鯔，俗稱烏魚，*Mugil cephalus*；多鱗四指馬鮁，俗稱午仔魚，*Eleutheronema rhadinum*；黑棘鯛，俗稱黑鯛，*Acanthopagrus schlegelii*；鯧魚又以銀鯧(*Pampus argenteus*)、中國鯧(*Pampus chinensis*)、鐮鯧(*Pampus echinogaster*)、圓白鯧(*Ephippus orbis*)、布氏鯧鯵(*Trachinotus blochii*)及烏鯧(*Parastromateus niger*)為台灣西部沿近海最常見的鯧魚；白姑魚類，俗稱白口、帕頭、春子，*Pennahia* spp.)之漁獲量資料。本項目之歷史漁獲資料將以港口訪查及標本戶所填寫之漁撈作業紀錄、港口查報資料、各地區漁會之漁業統計資料或漁業署之漁業統計年報之資料為基礎。本項目主要分析桃園沿岸主要漁業漁獲組成及漁業資源結構，並且調查常見漁獲物種漁獲組成及物種分布熱點與年間變動分析，用以瞭解建造天然氣接收站前後，漁獲量是否有變動，同時評估是否影響當地漁民出海漁撈作業次數、作業地點及漁獲量變動。

部分以港口訪查及標本戶所填寫之漁撈作業紀錄，將紀錄每趟作業日期(年、月及日)、作業位置(經度及緯度)、漁獲魚種重量(公斤)以及努力量(網件數)，並以目標魚種之漁獲重量、作業經緯度及努力量，計算名目單位努力漁獲量(Catch Per Unit Effort, CPUE)，用於分析目標魚種之名目單位努力漁獲量隨時間的變動趨勢，其公式如下：

$$\mathrm{CPUE} = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} E_{ij}}$$

CPUE：日別單位努力漁獲量；

C_ij：目標魚種之日別漁獲重量(公斤)

E_ij：日別平均努力量(網件數)

i 與 j：分別為漁船作業經度及緯度

2. 漁獲量變動資料蒐集與分析：為究明上述之台灣西部沿海及桃園市之歷年漁獲量及主要經濟魚種之漁獲量變動是否與海洋環境變化或其他因子有關，本項目將藉由上述蒐集之漁獲量資料，輔以水文環境資料，加以探討西部沿海地區及桃園市之漁獲量變動之可能原因。其中海洋環境因子資料來源將以HYCOM模式等之衛星遙測所提供之海面水溫與鹽度及葉綠素濃度為主，部分遙測資料係來自夏威夷大學的亞太數據中心(Asia-Pacific Data Research Center , APDRC)，解析度為4 × 4 km之海洋環境數據，內容包含海表層水溫(Sea Surface Temperature,

SST)；海表面高度(Sea Surface Height, SSH)，海洋動態地形指標，可透過熱量擴散和養分流向提供水團移動的資訊，從而影響生產力；海表層鹽度(Sea Surface Salinity, SSS)；海底深度(Bathymetry, BTM)，此項資料和地形對於了解海洋環流、潮汐、海嘯預報、漁業資源、沉積物運輸、環境變化等至關重要，其資料來源為General Bathymetry Chart of the Oceans (GEBCO)，分別為 International Hydrographic Organization (IHO) 和 UNESCO's Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) 聯合開發的測深產品，解析度為1/240°×1/240°網格資料；部分取自美國太空總署(NASA)戈達德太空飛行中心之Ocean Color網站下載葉綠素濃度(CHL)，解析度為9 × 9 km之日別資料。

3. 近十年間漁獲組成和漁獲量與水文環境關係之分析：將上述之五種主要經濟魚種(包含烏魚、午仔、黑鯛、鯧魚及白姑魚等)與環境因子進行時空間之配對，以探究此主要經濟魚種與海洋環境變動之關係，以獲得該漁獲物種之時空推移隨水文環境改變之結果。本項目擬以泛加成模式(GAM)結合棲地適合度指數(HSI)以建構物種棲地分布模式(SDM)來預測適合分布範圍，並依照不同目標魚種納入增強回歸樹模式(BRT)、最大熵模式(MaxEnt)等分析法，進而選用最適合之模式來分析解釋環境因子與棲息空間密度複雜的非線性關係，各分析法之說明如下。

棲地適合度指數模式：

為了解各個環境因子與物種豐度之間的關係，使用CPUE與環境變量建立日別SI (Suitability Index)指數模式，SI值分布在0到1之間，最小值及最大值分別表示不適合及最適合之棲地位置。依照漁獲資料中，各目標魚種之棲息環境資料進行等距分組，避免SI值受到極端值影響，而SI值的計算方式如下：

$$SI_{\text{env}} = e^{(\alpha \times (env+\beta)^2)}$$

其中 env：環境因子；α：標準差；β：平均值。

建立各環境之SI值之後，將不同環境因子之SI值進行排列組合，依照不同環境因子組合，將SI值結合後建立HSI經驗相關模式。本研究選擇兩個常被使用的方法：算術平均數模式(Arithmetic Mean Model, AMM; Hess and Bay, 2000)和幾何平均數模式(Geometric Mean Model, GMM; Lauver et al., 2002; Chen et al., 2010)建構HSI模式，公式如下：

$$HSI_{AMM} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} SI_i$$

$$HSI_{GMM} = (\prod_{i=1}^{n} SI_i)^{\frac{1}{n}}$$

其中 i：環境因子；n：模式中環境因子數量。

依照環境因子數目，建立不同HSI模式，模式數量如下：

$$\sum_{i}^{n} C_1^n$$

其中 C：排列組合函數；i：環境因子；n：模式中環境因子數量。

另將HSI值與CPUE進行正規化，以利於比較，正規化公式如下：

$$CPUE_n_i = \frac{CPUE_i - CPUE_{min}}{CPUE_{max} - CPUE_{min}}$$

$$HSI_n_i = \frac{HSI_i - HSI_{min}}{HSI_{max} - HSI_{min}}$$

其中CPUE_n：正規化CPUE；HSI_n：正規化HSI；i：資料筆數。

正規化後，將觀測值與預測值依照CPUE大小進行排序並分組，將每組觀測值與預測值平均，使用線性回歸計算分組後的觀測與預測值分布斜率、截距及R^2值，其中斜率越接近1，模式準確度越高，截距越接近0，模式誤差越小，R^2越接近1，表示殘差越小，模式越穩定且精確度越好，依照三種指標判斷模式套式是否準確，選擇最佳HSI模式。

泛加成模式：

GAM可用於分析CPUE與不同環境因子間的非線性關係，假定CPUE為對數常態分布，且CPUE受到環境因子變動而有影響，模式中加入環境資料作為連續變數，並使用平滑函數(smooth function)將各變數平滑化，GAM建構方式如下：

$$\ln(\text{CPUE} + \text{cons}) \sim \text{s}(\text{envi}) + \varepsilon + \mu$$

其中μ：截距項；ε ：殘差項；s ：平滑函數；cons：常數項；envi：環境因子。
為了避免對數轉換後出現錯誤而加上常數項(cons)，並假設資料殘差符合常態分布。

模式選擇利用逐步分析法(stepwise)，將不同環境因子逐項加入模式中，檢驗新的環境變數對CPUE解釋能力之差異，並使用變異數分析(ANOVA)及AIC (Akaike information criterion)來排除對CPUE影響較小的變量，找出最簡潔有效的模型，ΔAIC越大表示加入之環境因子影響能力越高。模式驗證方式包含殘差分布圖(histogram of residual)、常態機率圖(quantile- quantile plot, Q-Q plot)，用於檢驗模式是否符合常態分佈的假設。

增強回歸樹模式：

回歸樹對預測變量的樣式和類型沒有限制，且對離群值和缺失值不敏感，而 boosting 通過將幾個簡單模型組合成一個集成模型來優化模型精確度，可彌補回歸樹準確度不足的問題，BRT 則將回歸樹的優勢（即省略無關變數和模式的交感效應）與 boosting 的優勢結合，構建比單模型更符合真實狀態的集成模型，克服單樹模型中常有的錯誤分類問題。因為 BRT 在套式時可忽略與觀測數據無關的預測變量，所以沒有必要在建構模式前選擇變量組合（Elith, Leathwick, and Hastie 2008）。

BRT 模式建構過程中，使用交叉驗證尋找最佳樹數，有助於避免過度套式。而本研究使用 R package：gbm 來建構 BRT 模式，模式中常見的參數為以下幾種：

Tree complexity (interaction.depth)：控制決策樹複雜程度
Learning rate (shrinkage)：控制每個決策樹對模式的貢獻程度
Number of trees：迭代次數(樹的數量)
Bag fraction：每次迭代隨機抽樣比例

其中 Tree complexity 與 Learning rate 控制迭代次數，Tree complexity 越高模式越複雜，可用較少的樹找到最小殘差，Learning rate 越小需要越多樹，模式越費時，但能用較小的變動找到最小殘差，Bag fraction 控制每次訓練資料的抽樣比例，用於防止找到區域最佳解，而本研究將不同參數數值套入模式，使用 k-fold 交叉驗證算出各個模式的 RMSE (Root Mean Square Error)，找出最佳模式的參數值。BRT 模式建構參數如下：

$$\ln(\mathrm{CPUE} + \mathrm{cons}) \sim \mathrm{SST} + \mathrm{SSS} + \mathrm{SSH} + \mathrm{BTM}$$

其中cons：常數項。

Tree complexity：5；Learning rate：0.3；Bag fraction：0.8；Number of trees：25

最大熵模式：

在研究區域內對背景點(background)進行採樣，結合漁獲記錄進行密度估計(Elith et al., 2011)，背景點的數量設置為與每個物種的存在記錄數量相等(Wang et al,2017)，僅使用漁獲記錄的模式準確性會受到採樣偏差的影響，所以僅採用主要分布區域之數據，模式中僅需加入物種出現次數及背景點，因此將出現點位設為 1，背景點為 0。

而本研究使用 R package：maxnet 來建構 MaxEnt 模式，maxnet 具有與 Maxent Java 3.4.0 相似的性能(Phillips et al., 2017)，使得本研究可以使用 R 語言建立 MaxEnt 模式。

因 maxnet 套件限制，模式內需包含兩個以上的環境因子，依照環境因子數目，建立不同 MaxEnt 模式，模式數量如下：

$$\sum_{i}^{n} C_2^n$$

其中C：排列組合函數；i：環境因子；n：模式中環境因子數量。

本研究使用 Receiver operating characteristic curve /Area Under the Curve (ROC/AUC)分析模式預測性能，測試模型整體準確性，AUC 值範圍從 0 到 1；0.5 表示模型擬合與隨機擬合一樣差，0.7-0.9 表示有用，大於 0.9 表示較高的精確度，1 表示模型擬合完美，選用 AUC 最高模式做為最佳模式。

參、 研究結果

一、桃園(包含竹圍、觀音、永安等)及苗栗之人工魚礁現況調查及聚魚效益之評估與變化分析

(一)、 魚礁區基礎資料蒐集

本計畫將四處人工魚礁區中心點及礁區 4 個方向端點(東西南北)各自劃分成 5 個測站，並給予測站命名(如白新東、白新西、白新中、白新南、白新北)，以「北太平洋浮游動物採集網」依照環保署海上浮游動物採集標準，在每個測站內水下 0～10m 間拖曳 10 分鐘方式，採集各測測站內動物性浮游生物(zooplankton)。當場過濾收及生物資料，同時將採集到的動浮以 70%酒精保存，攜回實驗室後，隨即進行浮游動物種類與數量的辨別與計算。結果如表 1 及圖 3～圖 4 所示。表 1 為本計畫調查分析之各測站浮游動物種類與數量。四處人工魚礁區總共採集到動物性浮游生物種類包括:2 界(kingdom) 8 門(phylum) 10 綱(class) 18 目(order) 36 科(family) 147 種(species)。

表 1、各測站浮游動物之種類與數量 (Depth 深度(0-10m), 單位：ind.)

Stations 測站	白新東	白新西	白新中	白新南	白新北	竹圍東	竹圍西	竹圍中	竹圍南	竹圍北	永安東	永安西	永安中	永安南	永安北	觀音東	觀音西	觀音中	觀音南	觀音北
Tintinnopsis brevicollis						1														
Globigerina bulloides		1		2	4	4	1	4	1	8	19	8								
Globigerinoides conglobatus	1					1	1													
Candeina nitida													1	1			1			
Orbulina universa	3		3	1	1	8	9	3	3	6	6	13								
Amphilithium clavarium				1																
Amphilonche belonoides						1			1		1	1								
Acanthometron pellucidum		1				2		3	3	2	4	4								
Pleurspis costata		2			1	1														
Collozum inerme																				
Sphaerozoum punctatum	1											1								
Hydrocoryne miurensis	2	1				1					2									
Oceania armata														1						
Bougainvillia fulva													1							

表 1、各測站浮游動物之種類與數量 (Depth 深度(0-10m), 單位：ind.)

Stations 測站	白新東	白新西	白新中	白新南	白新北	竹圍東	竹圍西	竹圍中	竹圍南	竹圍北	永安東	永安西	永安中	永安南	永安北	觀音東	觀音西	觀音中	觀音南	觀音北
Diphyes chamissonis											1									
Agalmopsis elegans																1				
Mastigias papua				1						1										
Pleurobrachia pileus	1																			
Hormiphoro palmata						1				1										
Lampetia pancerina									1				1							
Naiades cantrainii							1													
Sagitta hexaptera														2	8	1	1	1		1
Sagitta marri						1														
Podon leuckarti				1																
Podon polyphemoides														5						
Podon schmackeri	1																			
Calanus plumchrus		1																		
Calanus minor						2														
Neocalanus gracilis	2																			
Undinula darwini	4							3				1	1							
Eucalanus mucronatus													1							
Paracalanus parvus	2		1	2	4	1		4	2		2	5	6		1					
Acrocalanus gracilis	1					1		1												
Acrocalanus gibber						1														
Clausocalanus pergens															2					
Ctenocalanus vanus		1		1	2				1				1							
Pseudocalanus minuttus						1		1	1				3		3	6	3	2	1	1
Aetideus armatus									1											
Aetideus giesbrechti							1													
Undinopsis bradyi				1																
Gaetanus armiger								2												

表 1、各測站浮游動物之種類與數量 (Depth 深度(0-10m), 單位：ind.)

Stations 測站	白新東	白新西	白新中	白新南	白新北	竹圍東	竹圍西	竹圍中	竹圍南	竹圍北	永安東	永安西	永安中	永安南	永安北	觀音東	觀音西	觀音中	觀音南	觀音北
Undeuchaeta plumosa												1								
Euchirella rostrata									1											
Pareuchaeta simplex											1									
Pareuchaeta russelli							1			1										
Scottocalanus echinatus								1												
Scolecithricella minor	2	6	1	6	8	8	4	4	3	5	5	1	2	4	5	8	5	4	3	3
Scolecithricella ctenopus	6	5	7	4	6		4	1	1	7	3	5		1						
Scolecithricella abyssalis											1									
Centropages calanus	1													1						
Centropages elongatus						1							1							
Centropages abdominalis				1																
Temora discaudata	2									1										
Eurytemora herdmani					1		2													
Metrida longa										1										
Pleuromamma gracilis						1				1						1		1	1	
Pleuromamma indican	1	1		1		1									1					
Haloptilus longicornis								1	1		2									
Candacia truncata							1													
Candacia pectinata								1			1									
Calanopia thompsoni					2			1	2		2									
Pontellopsis tenuicauda	1				1												1			
Acartia negligens								1												
Acartia longiremis								1												
Acartia hamata										1										
Acartia clausi			1	1					1	2										
Tortanus discaudatus														3				1	1	1
Oithona setigera	2		1																	

表 1、各測站浮游動物之種類與數量 (Depth 深度(0-10m), 單位：ind.)

Stations 測站	白新東	白新西	白新中	白新南	白新北	竹圍東	竹圍西	竹圍中	竹圍南	竹圍北	永安東	永安西	永安中	永安南	永安北	觀音東	觀音西	觀音中	觀音南	觀音北
Oithona rostralis	1																			
Oithona longispina											1									
Oithona simplex								1												
Oncaea venusta	2				1	2			2			1								
Oncaea media	1			1	2	1		1		3				1						
Oncaea mediterranea														1						
Sapphirina nigromaculata	1																			
Corycaeus crassiusculus						1			1	1										
Corycaeus robustus			1																	
Corycaeus flaccus	1											1								
Corycaeus lautus							2	1												
Corycaeus dahli				1																
Corycaeus affinis	1	2	1	3		2		2	2	1	1	1					1			1
Corycaeus agilis						1														
Corycaeus catus	1						1	1	4		2									
Corycaeus pacificus						1														
Corycaeus concinnus								1												
Vibilia armata					1				1		2									
Hyperoche medusarum				1						1										
Rhabdosoma brevicaudatum							1													
Stylocheiron microphthalma	1	2								1		1								
Creseis acicula												1								
Limacina inflata		2					1		1	1		2								
Limacina trochiformis	3						1													
Atlanta inflata	2																			
Carinaria japonica				3			2			2		1								
Fritillaria venusta			1																	
Pinctada martensii						1														
Gryphaea gigas							1													
Eurytemora pacifica									1				1	2						

表 1、各測站浮游動物之種類與數量 (Depth 深度(0-10m), 單位：ind.)

Stations 測站	白新東	白新西	白新中	白新南	白新北	竹圍東	竹圍西	竹圍中	竹圍南	竹圍北	永安東	永安西	永安中	永安南	永安北	觀音東	觀音西	觀音中	觀音南	觀音北
Squilla oratoria					1				1					1						
Neptunus trituberculatus	1							2			1				1					
Fish egg	4	1	6	4	12	16	13	7	3	1	3	7	1	1	1	1	1	1	1	1
Others	11	11	5	10	6	7	19	11	6	27	23	29	1	1	1	1	5	2	4	3
Tota l (lnd/1000m$^{3)}$	48	25	17	33	35	47	34	41	39	47	57	48	18	23	20	17	12	9	6	7
各水層浮游動物密度(cells/l)	4,800	2,500	1,700	3,300	3,500	4,700	3,400	4,100	3,900	4,700	5,700	4,800	1,800	2,300	2,000	1,700	1,200	900	600	700

各測站所採集到的浮游動物中最主要的都是橈足綱(Copepoda)的浮游生物，其次是果粒性網狀根足蟲綱(Granuloreticulosea)及真正太陽蟲綱(Heliozoa)(圖 3)，各礁區浮游動物的單位體積之總平均豐度(Ind./10m^3)以白新人工礁區最多，每 10 公升單位體積中存在浮游動物生物數量皆大於 20 隻以上，顯示此區海域基礎生產力高於其他三處的人工魚礁區，主要原因可能是 107 年投放的 21 座大型鋼鐵礁長期受到海流沖擊造成的擾動而影響生物的繁殖所致。海域基礎生產力其次的是桃園縣的竹圍及永安兩處的人工魚礁區，最低的是桃園縣的觀音人工魚礁區，顯示此區可能因為長期沒有人工魚礁將海底營養鹽透過海流的擾動帶入海水表層關係，以致於本次收集到的生物豐度及種類(圖 3、圖 4)皆非常明顯地低於其他三處的人工魚礁區。

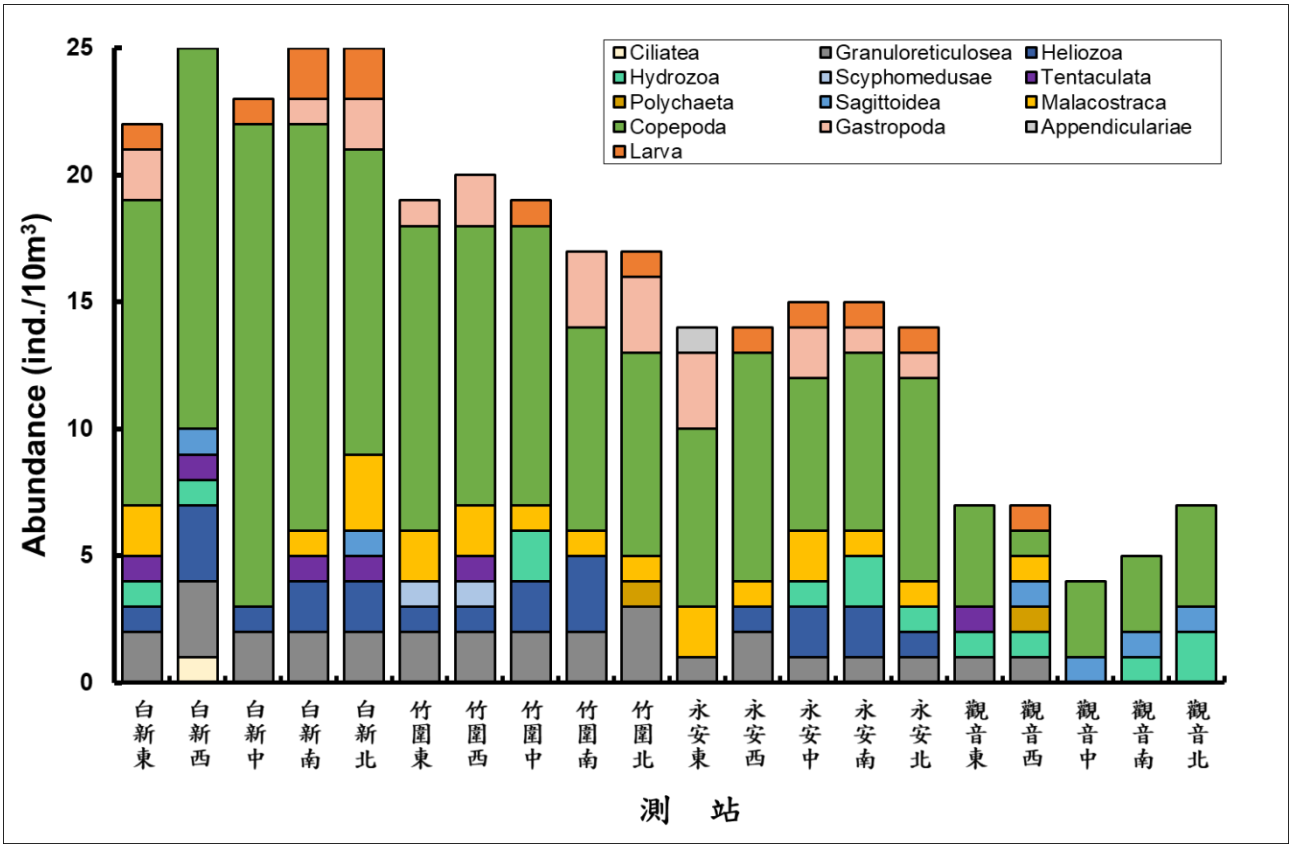


圖 3、四處人工魚礁區動物性浮游生物種類與豐度之比較

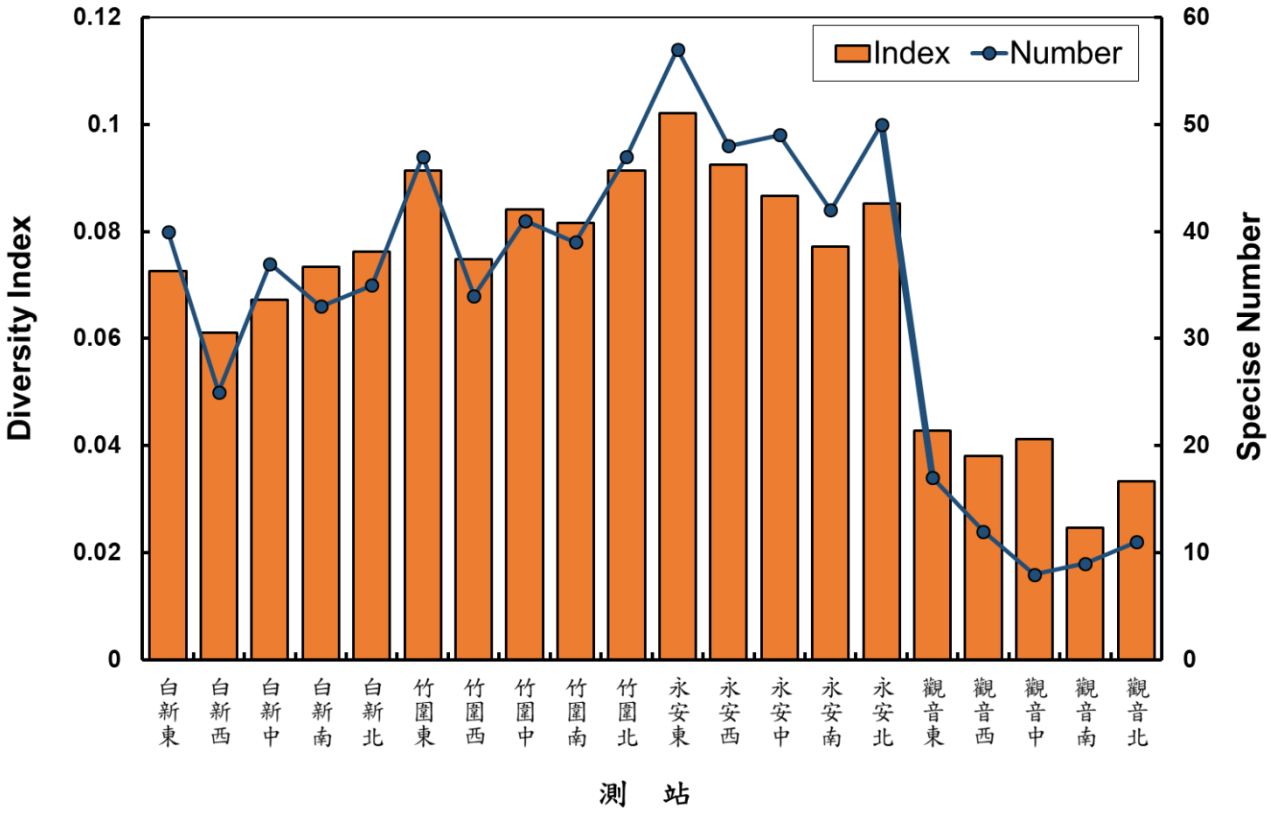


圖 4、四處人工魚礁區動物性浮游生物多樣性數與種類數之比較

四處魚礁區的動物性浮游生物的多樣性指數(Diversity Index)皆不高，除了永安人工魚礁區以外，大多數人工魚礁區生物多樣性指數皆低於 0.1 以下，尤其是觀音人工魚礁區在 0.04 以下。生物種類數方面，也是以永安人工魚礁區居多，最少的是觀音人工魚礁區。

1. 苗栗縣白新人工魚礁區(圖 5)：

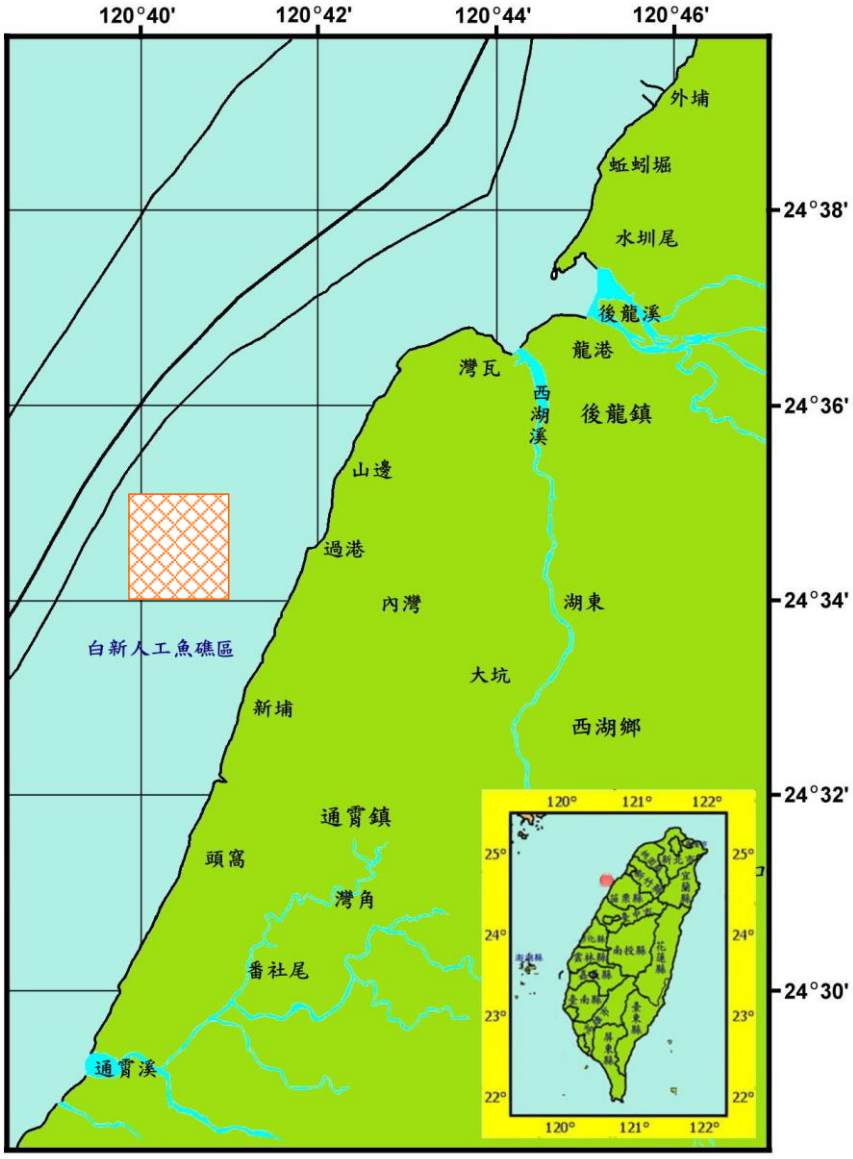


圖 5、苗栗縣白新人工魚礁禁漁區航測區域(方格部分)。

(1). 海底地形測繪：由於本計畫團隊共同主持人曾於 107 年執行過由苗栗縣政府委託之「苗栗縣通霄鎮白新人工魚礁區大型鋼鐵人工魚礁第一期工程調查驗證工作」(劉，2018)。由於兩計畫調查期間隔不久，因此，地形與礁體定位所得結果理應相同，所以本白新海域海底地形測繪結果與當時投放的 6 個礁群(21 座)鋼鐵礁體位置(表 2)，主要是引自於此報告中。

圖 6 中鋼鐵礁群(21 座鋼鐵礁)、圖 6～圖 196 個礁群(21 座)鋼鐵礁體位置，也是自於此報告中，除此之外，其他各項調查(如底棲生物附著等項目，本計畫皆重新調查過)。本礁區海底深度介於 28~46 公尺之間，地勢平坦坡度約為 5º。配合側掃資料顯示電桿礁群與水泥礁群大多散佈礁區南側。此礁區的深度與坡度合適設置人工魚礁。未來選擇投礁點時，可考慮以人工魚礁系漁場方式來進行投放。此礁區於 107 年 5 月 6 日因為縣政府獲得臺灣電力公司經費補助，曾在礁區西北部海底投放的 6 個礁群共計 21 座 B 型大型鋼鐵礁，如圖 6 所示。從地形坡度、底質及深度(等深線)而言，本礁區是相當投放大型鋼體礁的。只要妥善地加以管理與實施「**增殖式的海洋牧場**[1]」，相信未來此礁區將對苗栗縣的魚類資源的增值方面會有莫大的效益的。

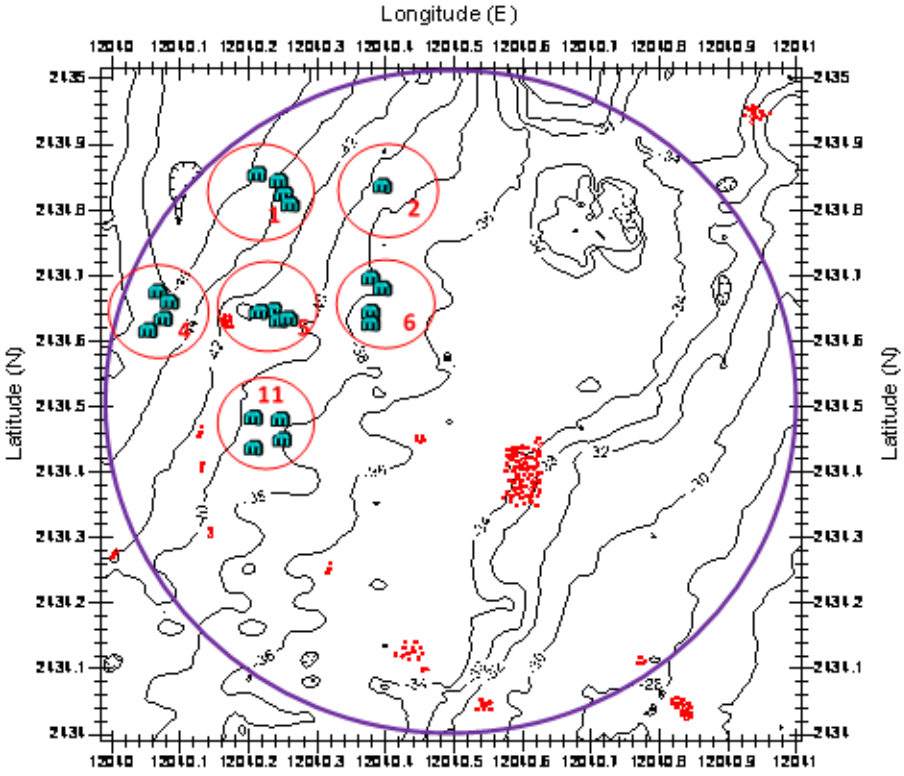


圖 6、苗栗縣白新人工魚礁區海底地形圖(重繪自劉，2018)。

備註：紅色方點為單體水泥礁或電桿礁
紫色圓圈所標示的是以該礁區中心點為中心、半徑0.5浬的範圍
中心點位置，座標為：**E120º40.500′, N24º34.500′**，
水深約為 35.2 m 處。
符號 為苗栗縣白新人工魚礁區 107 年投放的 6 個礁群共 21 座 B 型鋼鐵礁投放位置
紅色圓圈所標示的是 6 個礁群(編號分別為：1,2,4,5,6,11)共計 21 座 B 型大型鋼鐵礁之投放範圍

[1] **增殖式的海洋牧場**：就是在既有的 89 處人工魚礁區內，規劃某些仍具有魚礁效能的礁區，除適當的增加投設魚礁外，另外設置「整合式的多層次營養段階」(Integrated multi-trophic aquaculture)海上箱網養殖區，如此才能使現有的人工魚礁區工效發揮到淋漓盡致的階段。

(2). 底質分析：本團隊以本校自行開發的採泥器至白新人工魚礁區內 6 個礁群中心點及其四周 4 個點，合計共 5 點進行底質採樣。另輔以科學是魚群探測機(Scientific Echo Sounder)為找尋目標物及定位後，其結果分析如下：就白新人工魚礁區內 6 個礁群中心點及其上下左右各 5 個點底質採樣，圖 7 顯示所得結果顯示白新人工魚礁區內粒徑大小大多分布於 1mm～300μm 之間，屬於中沙～細沙之間的底質，約佔整個採樣底質的 74%以上。一般而言，當中沙到黏土所佔比例都非常相近時，投放的礁體可能會沉陷，並為周邊細沙所埋沒。之前所投放礁體極可能已沉陷，日後若在此處投礁，所以建議以大型礁體為主或是投放成堆的魚礁。

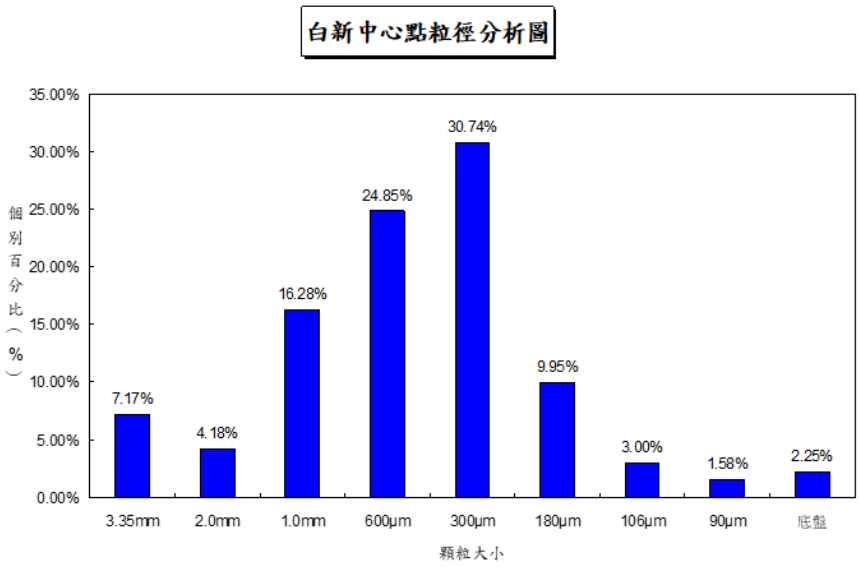


圖 7、苗栗縣白新人工魚礁區中心點海底底質粒徑分析結果。

(3). 流速流向調查分析：圖 8 顯示白新人工魚礁區向多呈東東北、西南西的走向，或是東北北、西南南的走向，最大流速為 300.3 cm/sec，顯示海流受到黑潮支流或大陸沿岸流影響較大，海流流速較快約通霄第二人工魚礁區的 1~2.5 倍。該海域海流深受陸地地形影響相當顯著，而海流並不慎強勁，在此設置大型鋼鐵礁是相當適合的，此種海流流速正可洗滌沖擊堆積在鋼鐵礁體上的沙泥，而使得附著生物得以長期附著在礁體上。唯一擔心的是在附近作業的流刺網船使用流刺網不慎纏繞到礁體。

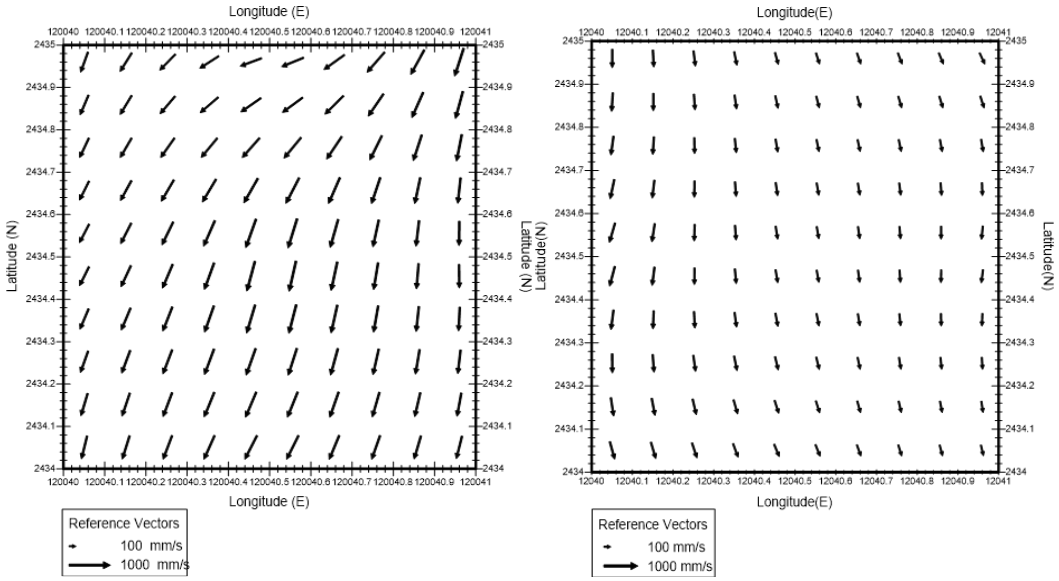


圖 8、苗栗縣白新人工魚礁區兩次調查流速流向分布(左 111/03/06 第 1 次調查，右 111/05/17 第 2 次調查)。

(4). 魚礁分佈位置及其現況調查(含地貌側掃)：本人工魚礁區調查項目主要是以 107 年 5 月 6 日投放的 6 全共計 21 個 B 型大型鋼鐵礁群分佈位置及其現況，分述如下, 白新人工魚礁區 6 群(共 21 座)大型鋼鐵礁定位和側掃調查結果摘要如表 2 所示，詳細敘述如下：

表 2、苗栗縣白新人工魚礁區 6 群 21 座大型鋼鐵礁定位和側掃調查結果(摘要自劉，2018)

礁群編號	礁體編號	預定投放中心點位置		各礁體海上實測位置		深度 (m)	與中心點相距(公尺)	狀態	完整性	覆網挖掘狀況
		經度	緯度	經度	緯度					
第1群	105M01	12040.217	2434.800	12040.275	2434.797	40.1	108.2	正座	完整	覆網、輕微挖掘
第1群	105M02	12040.217	2434.800	12040.272	2434.809	41.9	103.8	正座	完整	覆網、輕微挖掘
第1群	105M07	12040.217	2434.800	12040.242	2434.846	44.0	97.3	正座	完整	覆網、輕微挖掘
第1群	105M11	12040.217	2434.800	12040.267	2434.834	41.6	112.5	正座	完整	覆網、挖掘嚴重
第2群	105M21	12040.400	2434.800	12040.398	2434.807	36.7	13.5	正座	完整	覆網、輕微挖掘
第4群	105M03	12040.033	2434.617	12040.069	2434.636	43.3	75.1	正座	完整	覆網、輕微挖掘
第4群	105M04	12040.033	2434.617	12040.028	2434.640	45.6	44.3	正座	完整	覆網、輕微挖掘
第4群	105M10	12040.033	2434.617	12040.078	2434.658	44.1	112.7	正座	完整	覆網、輕微挖掘
第4群	105M14	12040.033	2434.617	12040.064	2434.669	44.3	112.3	正座	完整	覆網、輕微挖掘
第5群	105M08	12040.217	2434.617	12040.247	2434.623	39.8	57.4	正座	完整	覆網、輕微挖掘
第5群	105M09	12040.217	2434.617	12040.251	2434.613	37.6	63.9	正座	完整	覆網、輕微挖掘
第5群	105M12	12040.217	2434.617	12040.228	2434.621	39.2	22.5	傾斜	完整	覆網、輕微挖掘
第5群	105M13	12040.217	2434.617	12040.230	2434.618	40.0	24.8	正座	輕損	覆網、輕微挖掘
第6群	105M05	12040.400	2434.617	12040.409	2434.612	33.4	18.8	正座	完整	覆網、輕微挖掘
第6群	105M06	12040.400	2434.617	12040.393	2434.677	36.7	112.5	正座	完整	覆網、輕微挖掘
第6群	105M16	12040.400	2434.617	12040.410	2434.630	34.8	30.9	正座	完整	輕微
第6群	105M17	12040.400	2434.617	12040.418	2434.660	34.5	86.9	正座	完整	輕微
第11群	105M15	12040.217	2434.433	12040.205	2434.399	37.7	67.2	正座	完整	覆網、輕微挖掘
第11群	105M18	12040.217	2434.433	12040.252	2434.408	36.1	80.5	正座	完整	覆網、輕微挖掘輕微
第11群	105M19	12040.217	2434.433	12040.216	2434.423	37.4	19.2	倒立	輕損	輕微
第11群	105M20	12040.217	2434.433	12040.265	2434.427	37.2	90.3	正座	完整	覆網、輕微挖掘

備註：本表中鋼鐵礁資料除 105M01、105M03、105M05、105M07、105M09、105M011 外，其他資料引用自劉(2018)

(i)各礁群(1~6 礁群)中礁體投放後分散情況如圖 9~(重繪自劉，2018)所示，每座鋼體礁投放皆位於苗栗縣政府規定的吊放允諾規定 120m 範圍之內，雖然有些礁體所投放的位置已經超過預定投放點中心 100m 以外，最遠達 112.7m，但仍投設在規定範圍之內。實屬工程單位投放經驗的問題。由於第 2 群是最後投放的，其投放結果最接近預定投放點中心，顯示工程在投設鋼鐵礁方面已累積經驗，知道如何著手投放才是最佳的投放方式。

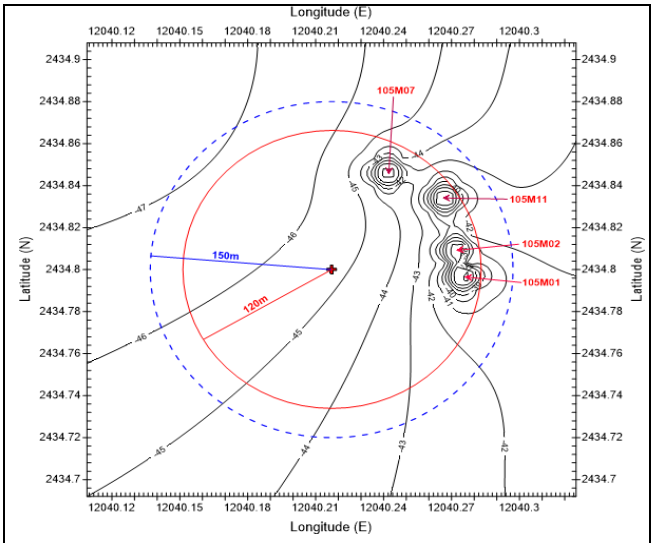


圖 9、白新人工魚礁區第 1 礁群 4 座鋼礁體與預定投礁點中心相對分布圖

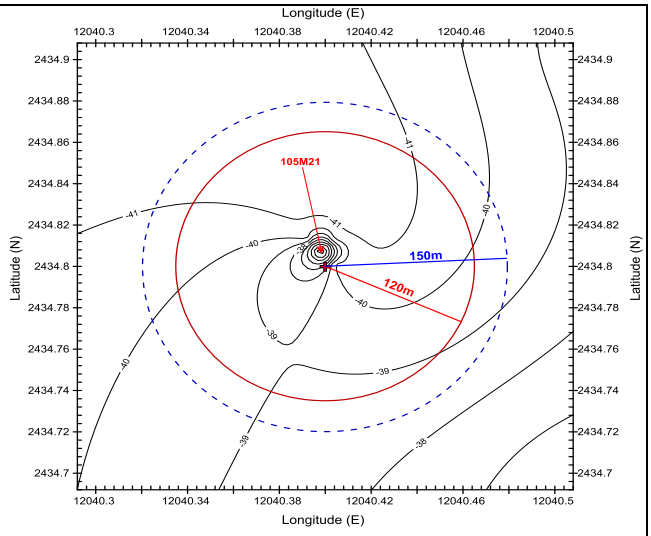


圖 10、白新人工魚礁區第 2 礁群 1 座鋼礁體與預定投礁點中心相對分布圖

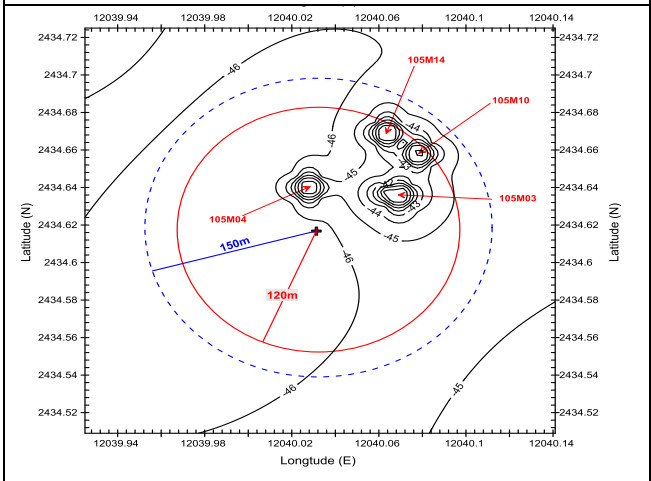


圖 11、白新人工魚礁區第 4 礁群 4 座鋼礁體與預定投礁點中心相對分布圖

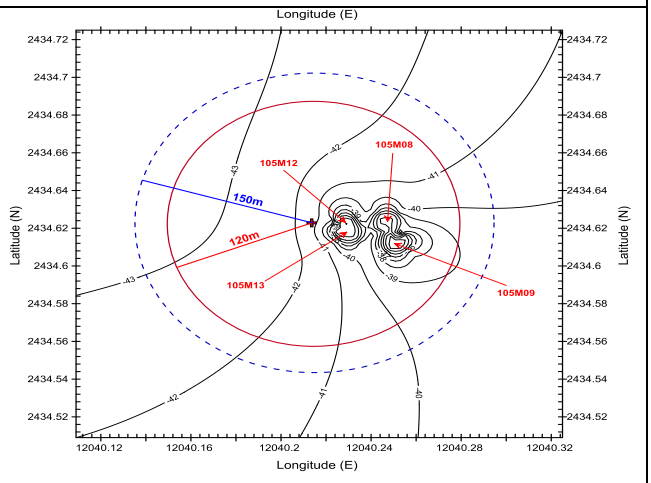


圖 12、白新人工魚礁區第 5 礁群 4 座鋼礁體與預定投礁點中心相對分布圖

備註：紅色✚為預定投礁點中心位置，紅色實線圓為中心點半徑 120m 範圍，藍色虛線圓為中心點半徑 150m 範圍，紅色數字為各礁體編號 (重繪自劉，2018)

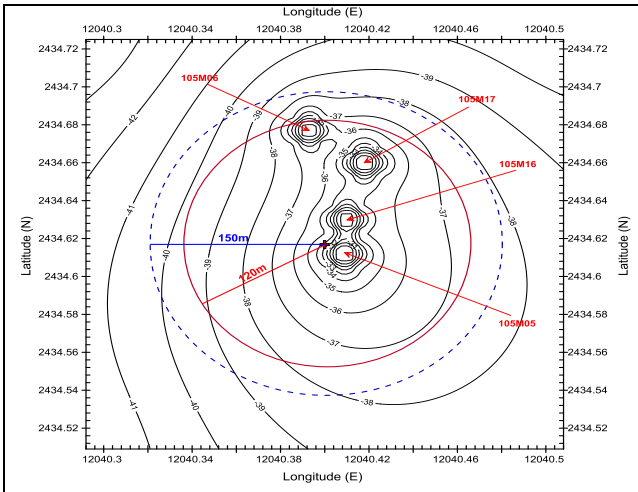


圖 13、白新人工魚礁區第 6 礁群 4 座鋼礁體與預定投礁點中心相對分布圖

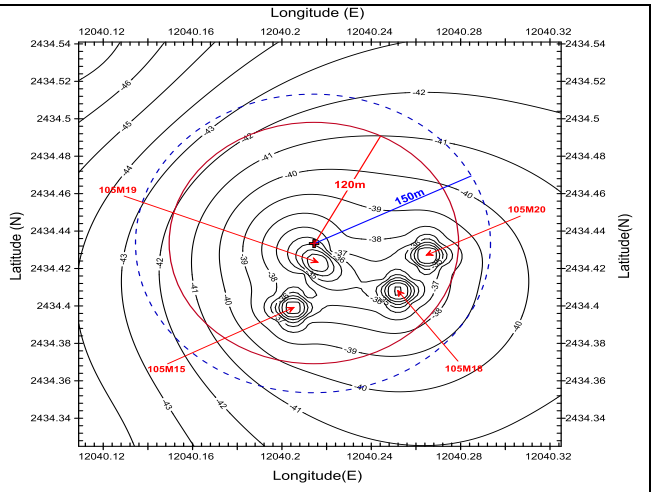


圖 14、白新人工魚礁區第 11 礁群 4 座鋼礁體與預定投礁點中心相對分布圖

備註：紅色✚為預定投礁點中心位置，紅色實線圓為中心點半徑 120m 範圍，藍色虛線圓為中心點半徑 150m 範圍，紅色數字為各礁體編號 (重繪自劉，2018)

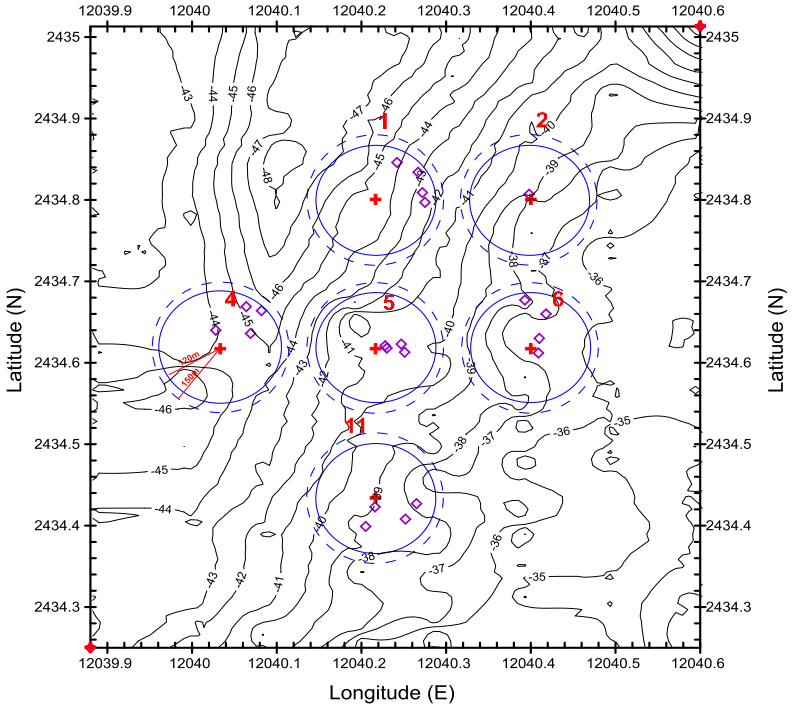


圖 15、白新人工魚礁區 6 處礁群內各鋼礁體與原定投礁點中心相對分布圖(重繪自劉，2018)

備註：紅色✚為預定投礁點中心位置，紅色實線圓為中心點半徑 120m 範圍
藍色虛線圓為中心點半徑 150m 範圍，紅色數字為各礁體編號
紫色菱形方塊是每個礁群內所投放的大型鋼鐵礁單體(本期共 21 座)
紅色阿拉伯數字代表本礁區內礁群之編號(如 **11**，代表本礁區內第 11 群礁群)
本計畫於第一期(105 年)總共投放鋼鐵礁 21 座於 6 群礁群內，編號分別如下：
第 1 礁群：4 座；第 2 礁群：1 座；第 4 礁群：4 座；第 5 礁群：4 座；
第 6 礁群：4 座，每座鋼鐵礁(紫色菱形方塊)分布位置如上圖。

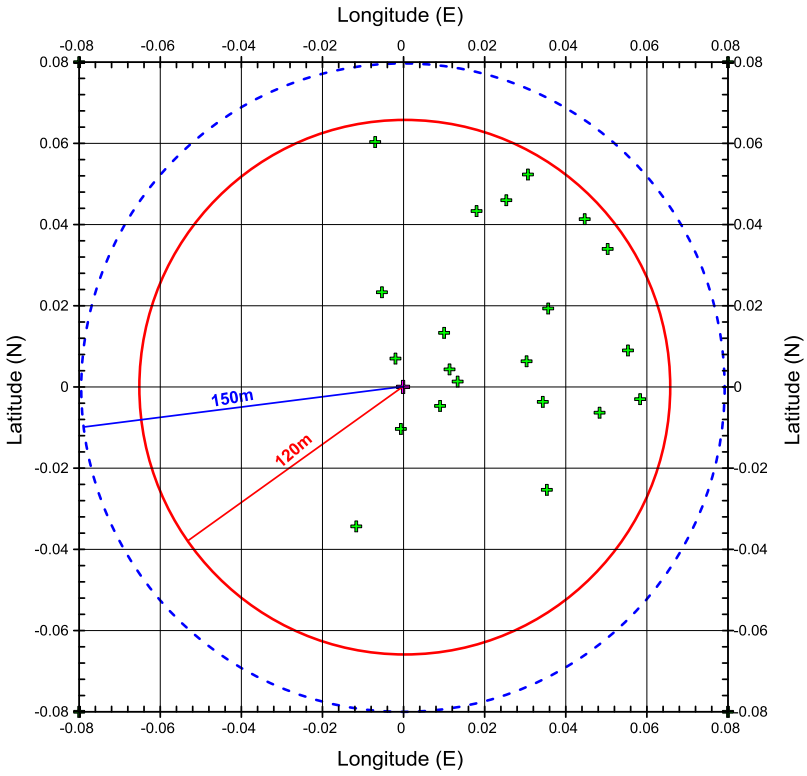


圖 16、白新人工魚礁區 21 座鋼礁體與預定投礁點中心相對分布圖(重繪自劉，2018)
備註：紅色✚為預定投礁點中心位置，紅色實線圓為中心點半徑 120m 範圍
藍色虛線圓為中心點半徑 150m 範圍，紅色數字為各礁體編號

(ii)本次調查結果顯示，第 5 礁群的編號 105M12 之鋼鐵礁體，有傾斜跨著編號 105M13 的現象，其狀況並不嚴重，也未造成礁體破損的情況，傾斜礁度約 15°~20°間，經由颱風強勁海流之後，預計將會掉落平坦海底。

(iii)本次投放的礁體較為嚴重的是第 11 礁群的編號 105M19 號之鋼鐵礁體，呈現倒立現象，無論從多波速測深儀測量、科學魚探定位、海底側掃影像等判別，皆出現礁體倒立，測量到的高度比原礁體 5m 稍小，由影像及各種跡象研判，該礁體目前在海底狀況是處於倒立無誤。

(iv)本次大型鋼鐵人工魚礁區調查結果，各礁體與原預定投放中心點相對距離及方位，由此顯示，本次投放的礁體大多偏向中心點東方及東北方向，推估大約受海流漂移工作平台船所致，因此，建議為來投放人工魚礁工程投放實應多加注意海流狀況，最好魚投放時，將工作平台船拋錨，以免造成太大的漂移，影響礁體正確的投放結果。

(v)綜合上述各結果，除第 11 礁群的編號 105M19 號之鋼鐵礁體呈現倒立現象外，其餘各礁體皆完整正確的投設在預定投放的礁群中心點規定 120m 範圍之內。

2. 桃園市竹圍人工魚礁區(圖 17)：根據行政院農委會漁業署所公告的各個人工魚礁區的中心點座標(詹與劉, 2009; 2010)，以東西南北相同距離 0.5 浬所畫出的 1×1 平方浬方塊，做海底地形測繪與地貌側掃，茲將結果分述如下：

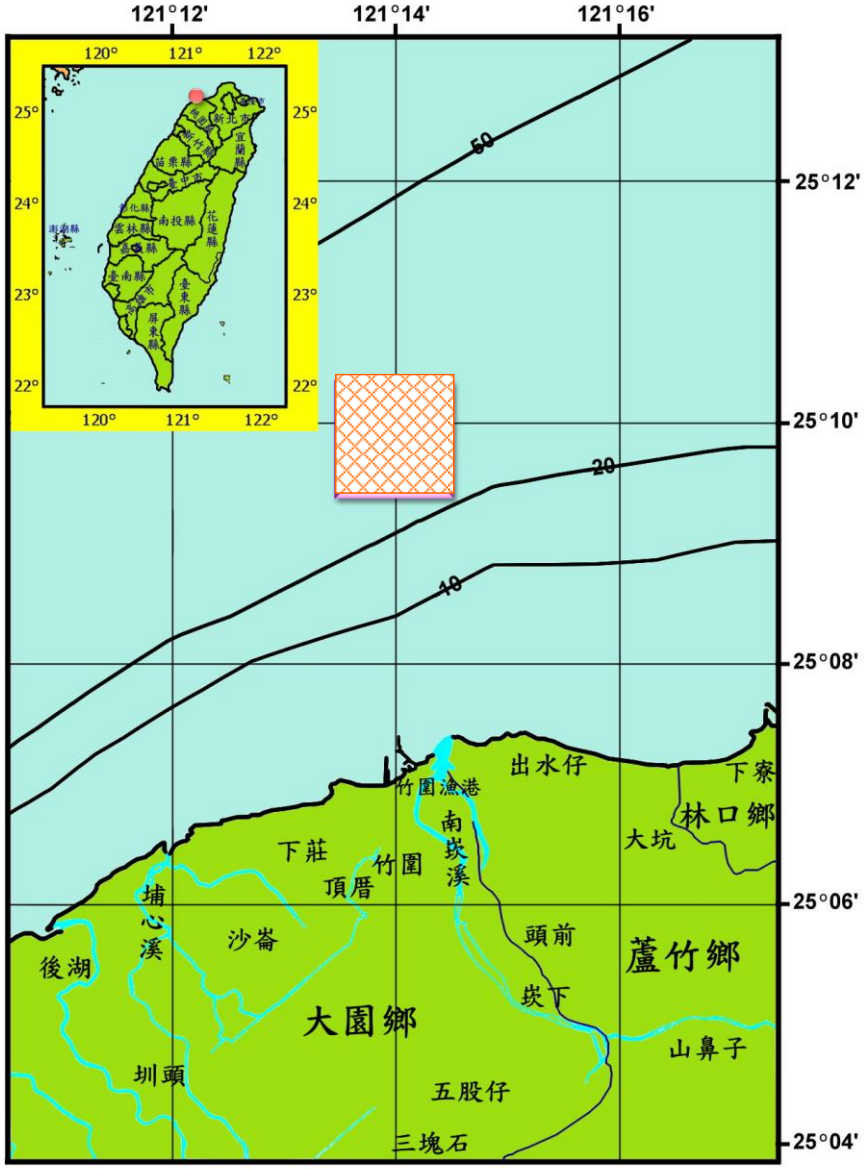


圖 17、桃園市竹圍人工魚礁禁漁區航測區域(方格網狀部分)。

(1). 海底地形測繪：圖 18 顯示，本魚礁區海底深度介於 28~34 公尺之間，地勢平坦，坡度不大(<5º)。本人工魚礁區內魚礁除鋼鐵礁外，還有多組水泥人工魚礁群。就礁區深度與坡度而言，相當合適設置人工魚礁。未來選擇投礁點時，宜考慮以人工魚礁系漁場方式來進行投放，以利於魚群洄游與資源復育。本礁區自 92, 93, 94, 100 年個別投放了 A, B 兩型的大型鋼鐵礁共計 13 座，對於礁區的魚類資源增值方面應有一定的功效，惟有些礁體因為年代

久遠及漁民在此作業造成網具纏絡現象，使得魚礁的效益不但未能發揮，導致逐漸退化甚至因為破損而失去功效。本計劃團隊每次調查之後，皆不斷的呼籲地方政府應該好好做好礁區體檢及總檢討，哪些不是適合當作魚礁區的地方開放給漁民作業，哪些(如本礁區)仍發揮其功效之礁區，應進行大規模的規劃，如上述之增殖式的海洋牧場，並將這些牧場劃入保護區，保護區內的箱網由當地漁會經營，漁會會員(當地漁民)出資為股東，共同組織巡守隊、養殖班、經營管理班共同來經營。不僅維護各地區的魚類資源，增加地區漁會收入，也適當地給漁民轉型的工作機會。

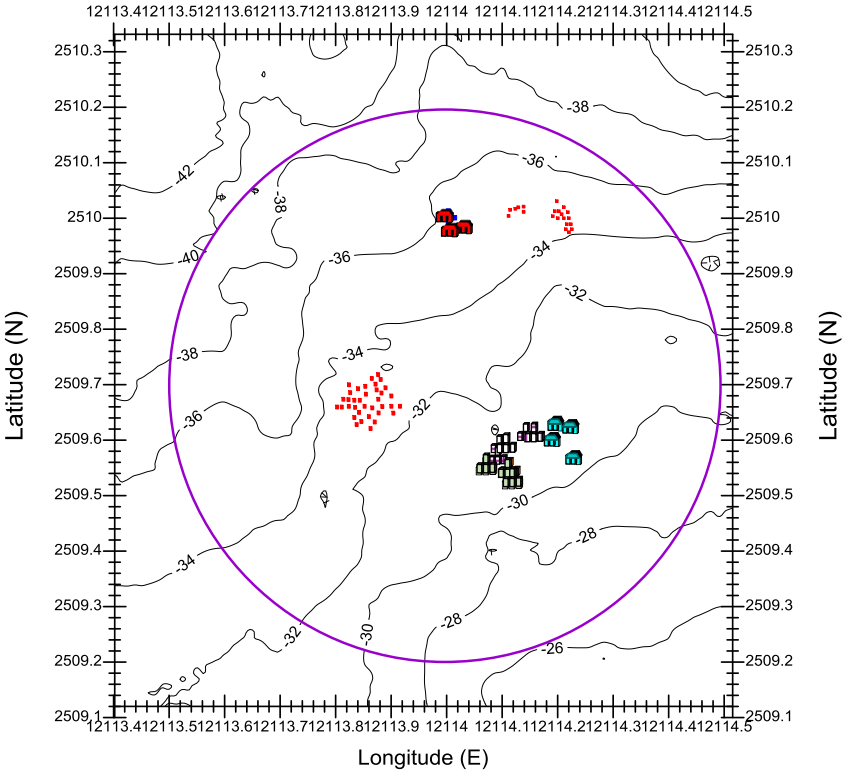


圖 18、桃園竹圍人工魚礁區海底地形圖(引用自詹與劉, 2010)。

備註：紅色方點為單體水泥礁或電桿礁
紫色圓圈所標示的是以該礁區中心點為中心、半徑0.5浬的範圍
符號 為桃園縣竹圍人工魚礁區 92 年 3 座 A 型鋼鐵礁投放位置
符號 為桃園縣竹圍人工魚礁區 93 年 3 座 A 型鋼鐵礁投放位置
符號 為桃園縣竹圍人工魚礁區 94 年 4 座 B 型鋼鐵礁投放位置
符號 為桃園縣竹圍人工魚礁區 100 年 3 座 B 型鋼鐵礁投放位置
本礁區中心點位置，座標為：**E121°14.000′, N25°10.000′**，
水深約為 35.8 m 處。

(2). 底質分析：圖 19 顯示，桃園市竹圍人工魚礁區海底底質相當特殊，大多為礁岩及岩盤地形，底質粒徑分析圖結果顯示中上及中心點海底底質多為 3.35mm 以上顆粒，約佔整個採樣底質的 40%以上。左中點海底底質多為 300μm 的細沙。就底質而言，本礁區是非常適合投設人工魚礁的地點，若投設體積較小之礁體，建議以堆疊方式設置，可避免被埋沒，尤其以投放大型的鋼鐵人工魚礁為佳，培育資源的效果會比單體魚礁好。

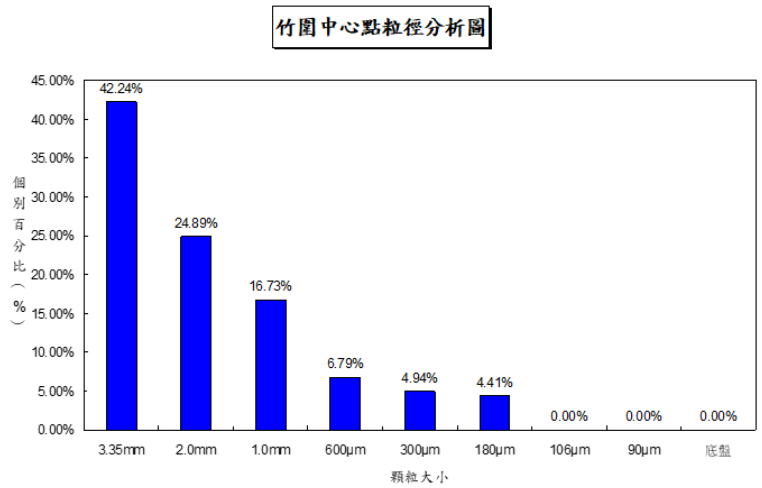


圖 19、桃園市竹圍人工魚礁區中心點海底底質粒徑分析結果。

(3). 流速流向調查分析：圖 20 顯示，桃園市竹圍人工魚礁區位於台灣西北部。第一次調查結果顯示:測站之平流向為 81.9 度之向東流,平均流速為 365.6 mm/sec (相當於 0.73kt)。在第二次調查中，測站之平均流向為 113.6 度之東流，總平均流速為 310.4 mm/sec(相當於 0.62kt)。由於本礁區所處海域位置，面臨北邊大陸棚南流、西邊台灣海峽北上之海流及離岸流交互影響，海流方向平均多為向東之海流，流速平穩，遠低於投放人工魚礁所規範的 1.5kt 流速，對底質的推移影響較小，對礁體掩埋的危險性也較小；本水文環境適合投放魚礁。

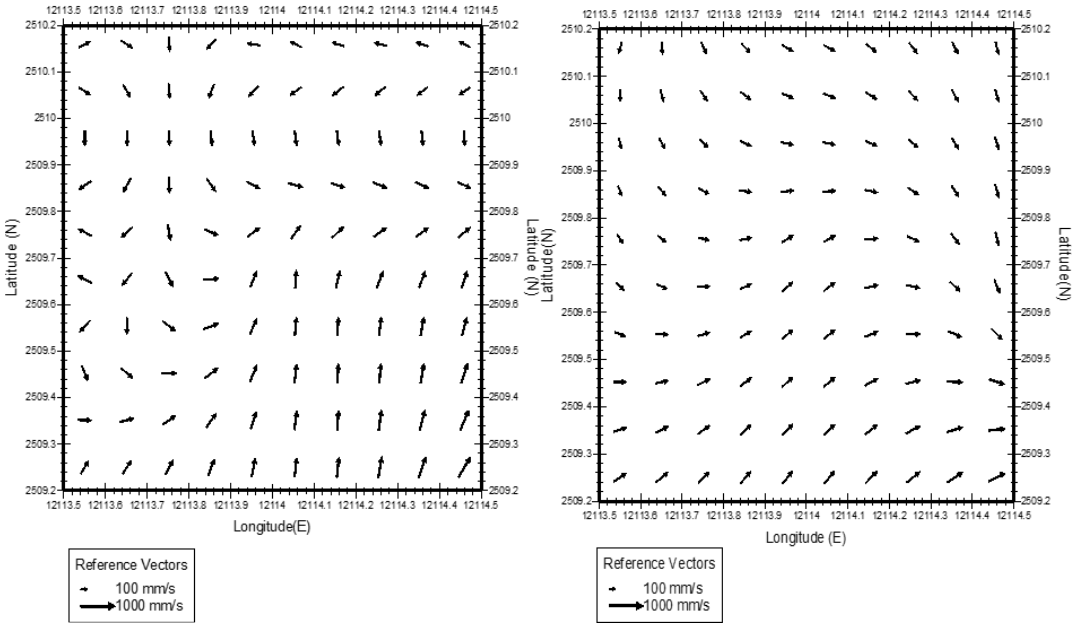
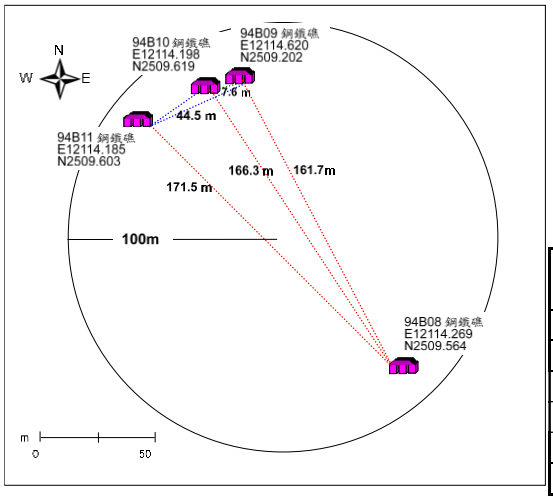


圖 20、桃園市竹圍人工魚礁區兩次調查流速流向分布圖(左 111/03/04 第一次調查，右 111/05/15 第二次調查)。

(4). 魚礁分佈位置及其現況調查(含地貌側掃)：本調查就本礁區內 94 及 100 年所投放的 7 座(94 年 4 座、100 年 3 座)B 型大型鋼鐵礁群分佈位置及其現況，分述如下：

(i) 94 年 4 座 B 型大型鋼鐵礁(圖 21、圖 22)：每座鋼鐵礁的礁體間距皆控制在當時得吊放允諾範圍 A（即礁群形心中心點半徑 100 m 範圍）內，而且各鋼鐵礁相當接近，4 座鋼鐵礁兩兩礁體的距離最遠為 171.5 m，最近則只有 7.6 m，其中 94B08 礁體離其餘 3 座礁體皆大於 100m 以上較遠。雖然有 94B08 礁體離主要的礁群較遠一些，但整體的分布範圍仍投放在規定範圍內，且在半徑 100 m 內，可以確認當時對此 4 座鋼鐵礁的吊放合格。由於每座鋼鐵礁的礁體彼此間的距離相當接近，因此此礁區亦可視為一個大型的魚礁群區(reef roup)，對培育魚類資源，造成魚礁漁場也有相當大的助益。



94 年設置的 B 型大型鋼鐵礁座標

編號	94 年鋼鐵礁實測經緯度		兩鋼鐵礁距離(m)	
	經　度	緯　度		
94B08	E121°14.269’	N25°09.564’	94B08-94B09	161.7
94B09	E121°14.202’	N25°09.620	94B08-94B10	166.3
94B10	E121°14.198’	N25°09.619’	94B08-94B11	171.5
94B11	E121°14.185’	N25°09.603’	94B09-94B10	7.6
			94B09-94B11	44.5
			94B10-94B11	38.2

圖 21、桃園市竹圍人工魚礁禁漁區內 94 年設置的 B 型大型鋼鐵礁(引用自詹與劉, 2010)
註：礁體間距均控制在範圍 A(礁群形心中心點半徑 100m 範圍)內

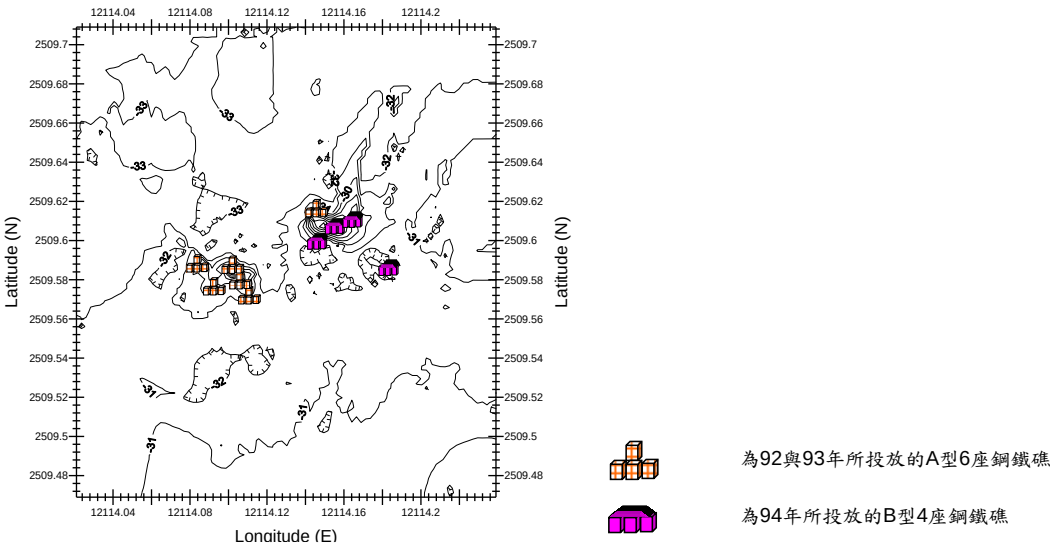
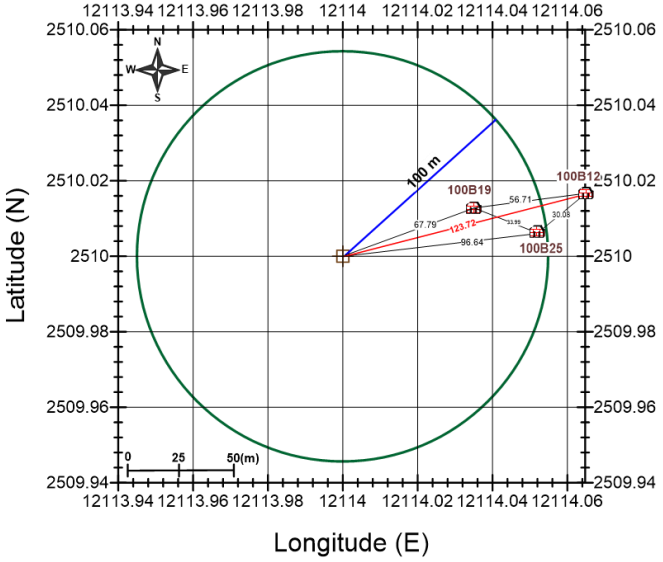


圖 22、桃園竹圍人工魚礁區內大型鋼鐵礁預定設置位置及平面海底等深線 (實測區域內礁體所在位置地型相當平坦，1 平方浬內水深範圍約為 32~33 公尺)(引用自詹與劉, 2010)

(ii) 100 年 3 座 B 型大型鋼鐵礁(圖 23、圖 24)：每座鋼鐵礁的礁體間距皆控制在當時得吊放允諾範圍 A（即礁群形心中心點半徑 100 m 範圍）內，而且各鋼鐵礁相當接近，3 座鋼鐵礁兩兩礁體的距離最遠為 56.71 m，最近則只有 30.08 m，其中 100B12 礁體離其餘 2 座礁體皆大於 30m 以上較遠。雖然有 100B12 礁體離主要的礁群較遠一些，但整體的分布範圍仍投放在規定範圍內，且在半徑 100 m 內，可以確認當時對此 3 座鋼鐵礁的吊放合格。由於每座鋼鐵礁的礁體彼此間的距離相當接近，因此此礁區亦可視為一個大型的魚礁群區(reef roup)，對培育魚類資源，造成魚礁漁場也有相當大的助益。目前此 7 座鋼鐵礁狀況堪稱良好，只是受到網具纏絡情形相當嚴重，建請縣政府或漁會協助漁民進行覆網清除工作。



桃園縣竹圍人工魚礁區 100 年設置的 3 座 B 型鋼鐵礁

編　號	100 年鋼鐵礁實測位置		各礁體及建議投礁點間距(m)	
	經　度	緯　度		
100B12	121°14.0648’	25°10.0164’	100B12-建議投礁點	123.72
100B25	121°14.0518’	25°10.0067’	100B25-建議投礁點	96.64
100B19	121°14.0344’	25°10.0126’	100B19-建議投礁點	67.79
			100B12-100B25	30.08
			100B12-100B19	56.71
			100B25-100B19	33.99

圖 23、桃園市竹圍人工魚礁區 100 年設置的 3 座 B 型鋼鐵礁分布狀況(引用自詹與劉, 2010)

註：1.編號 100B12 鋼鐵礁投設的位置，已超過與原建議投礁點間距 100m 之外，即表示該座鋼鐵礁投設在範圍 A(綠色實線圓圈)半徑 100m 範圍內以外，其餘皆在礁群形心中心點半徑 100m 範圍之內。
2.符號⊕為建議投礁點中心點位置，符號 為 B 型鋼鐵礁實測位置。

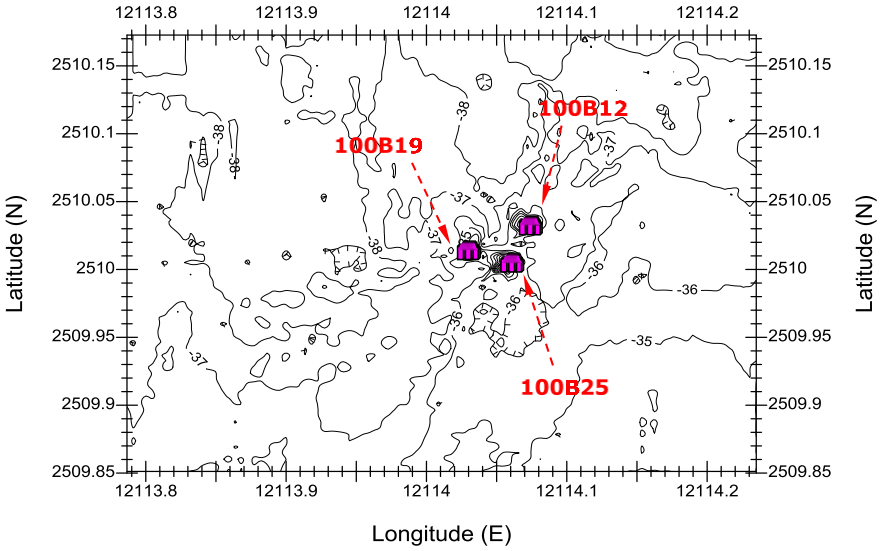


圖 24、桃園市竹圍人工魚礁區 100 年投設的 3 座 B 型鋼鐵礁位置(引用自詹與劉, 2010)

備註：3 座 B 型鋼鐵礁位置：100B12：121°14.0648' , 25°10.0164'、100B25：121°14.0518' , 25°10.0067'、100B19：121°14.0344' , 25°10.0126'

3. 桃園市永安人工魚礁區(圖 25)：

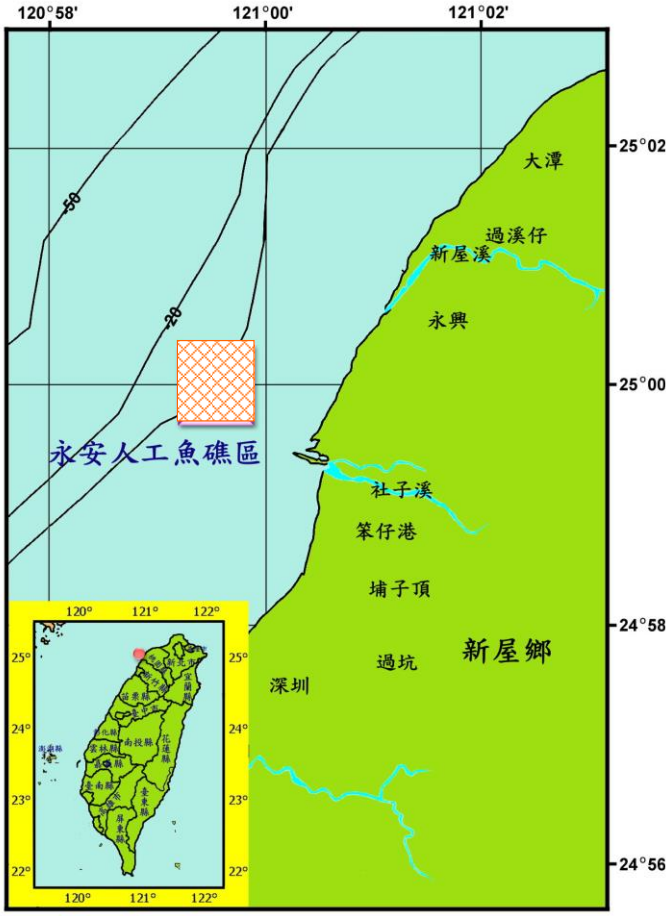


圖 25、桃園市永安人工魚礁禁漁區航測區域(方格部分)。

(1). 海底地形測繪：本魚礁區海底深度介於 32~46 公尺之間(圖 26)，地勢平坦坡度不大(<10º)，平均水深為 31.8m，相當適合投放大型鋼鐵礁之海底深度。由側掃圖形顯示，本人工魚礁區內除鋼鐵礁外，還投有多組水泥人工魚礁群。此礁區深度與坡度合適設置人工魚礁，但由於礁區內原有多組的水泥礁及大型鋼鐵礁，為避免魚礁效益重疊，建議未來此礁區人工魚礁的設置方式，將現有的礁體分群(group)，再逐一投設水泥或電桿礁於廢船礁四周，以構成一個魚礁系(complex)，正如陸上的部落一般，讓魚類在此有更多的棲息洄游空間。雖然 93～94 年間投放的 7 座 B 型鋼鐵礁因為定位誤差，投放地點與規劃的礁區有部分誤差，但這些礁體目前根據本調查結果仍有魚礁的功效，只是因為年代久遠，其效果已大不如從前了。另外，此礁區因為底質相當特殊，絕大部分是 2mm 以上的粗沙及石礫等堅硬的礁岩底質，所以適合投放魚礁，甚至大型鋼鐵礁，但是吊放時必須將鋼鐵礁置入海底後鬆綁，而不是直接在海水表面拋下重達 49 噸的鋼鐵礁，造成日後礁體分解的後果。

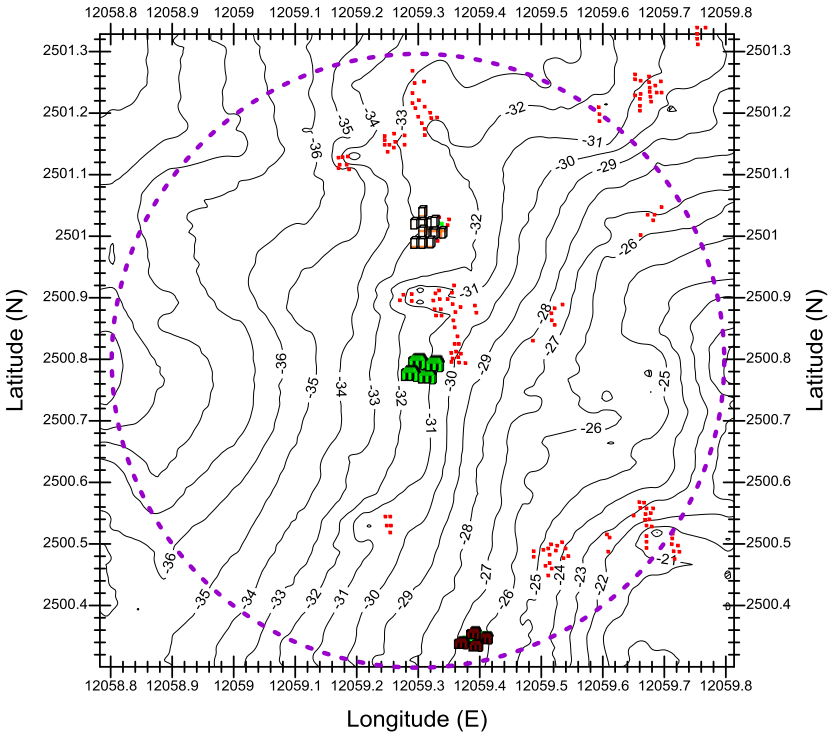


圖 26、桃園永安人工魚礁區海底地形圖(重繪自詹與劉, 2010)。

備註：紅色方點為單體水泥礁或電桿礁
符號 為桃園縣永安人工魚礁區 93～94 年設置的 7 座 B 型大型鋼鐵礁
符號 為桃園縣永安人工魚礁區 98 年設置的 4 座 A 型大型鋼鐵礁
紫色虛線圓圈所標示的是以該礁區中心點為中心、半徑0.5浬的範圍
符號 為 99 年大型鋼鐵礁建議投放中心點位置，座標為：
E120º59.300', N25º00.800，水深約為 **31.0** m 處。

(2). 底質分析：桃園市永安人工魚礁區海底和永安人工魚礁區相類似，幾乎多為礁岩及岩盤地形(圖 27)，底質粒徑分析圖結果顯示其底質皆屬 2mm 以上顆粒(佔 46.15%)，其中粒徑 3.35mm 以上的佔 53.85%，只有少數的沙泥，但其比例不到 1%。就底質而言，本礁區是適合投設人工魚礁的地點，若投設體積較小之礁體，建議以堆疊方式設置，可避免被埋沒。倘若要投放大型的鋼鐵人工魚礁是較不適合的，由於海底多為岩礁，投放時礁體硬碰硬的注入海底，將造成礁體受傷，且易於受颱風造成的浪潮推到或破壞礁體。因此，本礁區以水泥礁堆疊方式投放較適合。

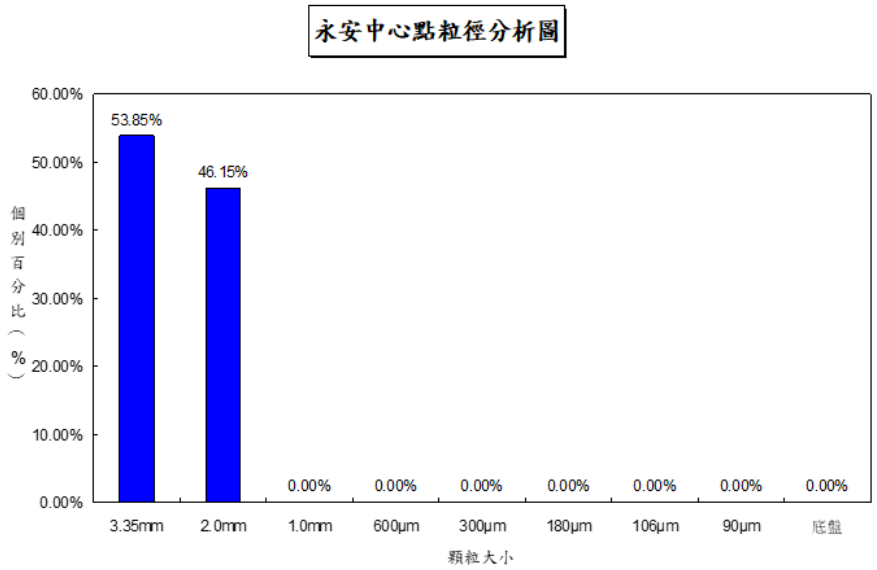


圖 27、桃園市永安人工魚礁區中心點海底底質粒徑分析結果。

(3). 流速流向調查分析：本礁區位於台灣西北部，海底平坦，1 平方浬範圍內的水深範圍在 25~26m 間，平均水深為 25.5m。圖 28 顯示，第一次調查結果顯示測站之平均流向為 233 度之西南流，與沿岸陸地平行，平均流速為 376.6 mm/sec(相當於 0.75kt)。第二次調查中，測站之平均流向為 171.81 度之南流，總平均流速為 204.5 mm/sec(相當於 0.41kt)。由流速流向分布可以明顯看出，此礁區海流受到北邊由大陸棚南下的海流、沿台灣海峽北上之海流及離岸流影響，海流流向偏向西南方。惟流速平穩，低於投放人工魚礁所規範的 1.5kt 流速。此流場對底質的推移較小，對礁體掩埋的危險性也較小，因此本水文環境適合設置人工魚礁。

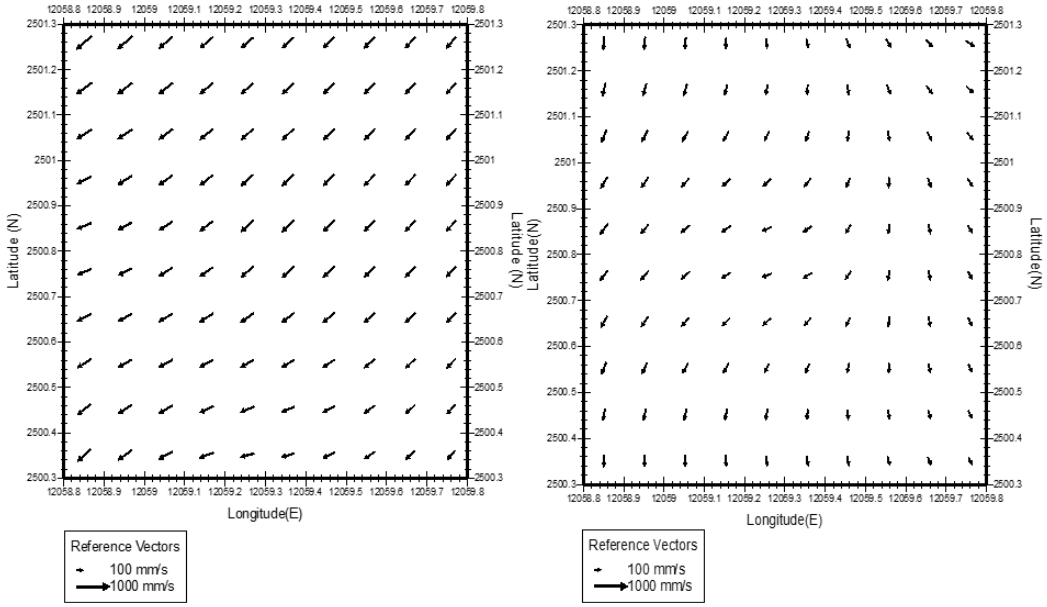


圖 28、桃園市永安人工魚礁區兩次調查流速流向分布圖(左 111/03/05 第一次調查，右 111/05/16 第二次調查)。

(4). 魚礁分佈位置及其現況調查(含地貌側掃)：本調查就本礁區內 99 及 98 年所投放的 6 座(99 年 3 座 B 型、98 年 3 座 A 型)大型鋼鐵礁群分佈位置及其現況，分述如下：

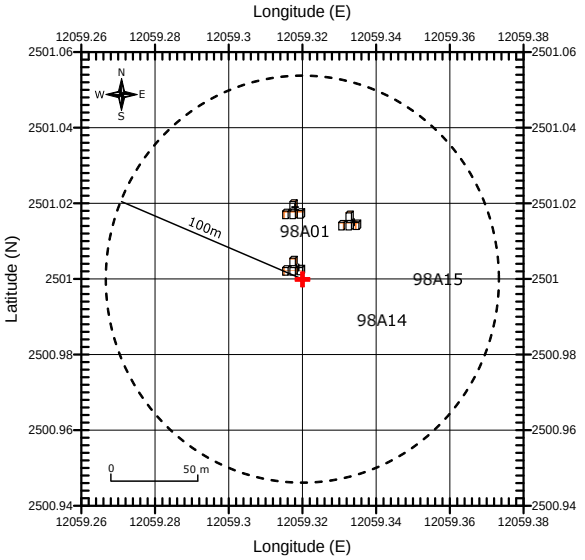
(i) 98 年 3 座 A 型大型鋼鐵礁(圖 29、圖 30)：本礁區內所投放的大型鋼鐵礁為 A 型鋼鐵礁，其投(吊)放位置(即魚礁群中心點)之礁群分布與彼此相關距離、座標如圖所示。3 座新設置的 A 型鋼鐵礁座標分別為：

編　號	經　　度	緯　　度
98A01	E120°59.3187′	N25°01.0190′
98A14	E120°59.3191′	N25°01.0037′
98A15	E120°59.3349′	N25°01.0141′

備註：引用自詹與劉(2010)

此 3 座鋼鐵礁位於此礁區所在位置之海底立體與平面等深線圖，3 座鋼鐵礁的分布均投放在規定範圍內，且在半徑 50 m 內，每座鋼鐵礁的礁體間距皆控制在範圍 A(即礁群形心中心點半徑 100 m 範圍)內，可以確認本區的吊放合格。3 座鋼鐵礁礁體彼此間的距離最遠為 35.03m，最近則只有 28.35m，礁體不僅彼此間相當接近，每座鋼鐵礁礁體與建議投礁點的距離最遠也只有 35.27m，最近則為 7.05m，顯示每座鋼鐵礁體在吊放作業時，定位作業非常謹慎小心，使得 3 座鋼鐵礁的礁群中心與建議投礁點的距離，維持在 50m 以內。3 座鋼鐵礁所在的深度皆在 32.5m 處，此礁區亦可視為一個魚礁群區(reef group)，對培育魚類資源，

造成魚礁漁場(complex reefs fishing ground)方面將有相當大的助益。



編號	98 年鋼鐵礁實測經緯度		大型鋼鐵礁彼此之間及與建議投礁點之間距離 (m)	
	經　度	緯　度		
98A01	E120°59.3187’	N25°01.0190’	98A01-98A14	28.35
98A14	E120°59.3191’	N25°01.0037’	98A01-98A15	31.34
98A15	E120°59.3349’	N25°01.0141’	98A14-98A15	35.03
本(年)調查建議投礁點	E120°48.9200’	N24°43.7600’	98A01-建議投礁點	35.27
			98A14-建議投礁點	7.05
			98A15-建議投礁點	37.99

紅色十字代表建議投礁點之位置、符號　　代表 A 型鋼鐵礁

圖 29、桃園市永安人工魚礁區內 98 年設置的 A 型大型鋼鐵礁(重繪自詹與劉, 2010)
註：礁體間距均控制在範圍 A(礁群形心中心點半徑 100m 範圍)內

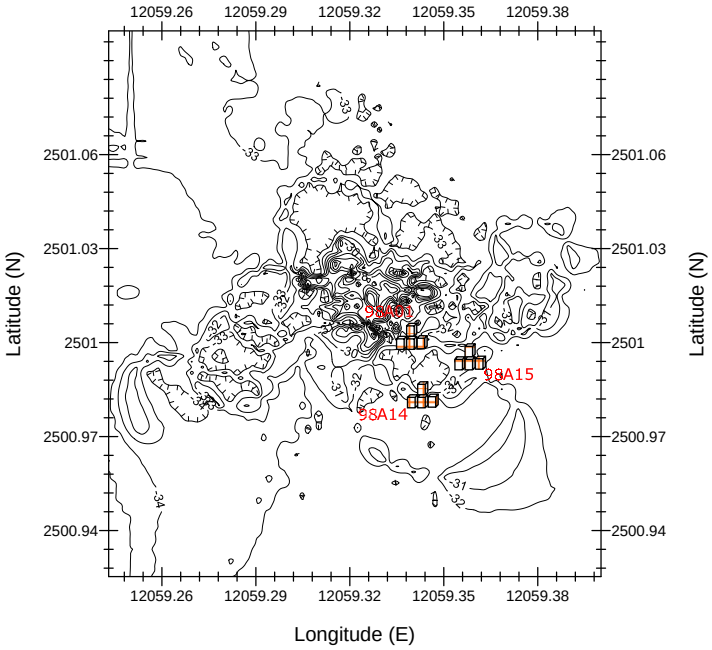


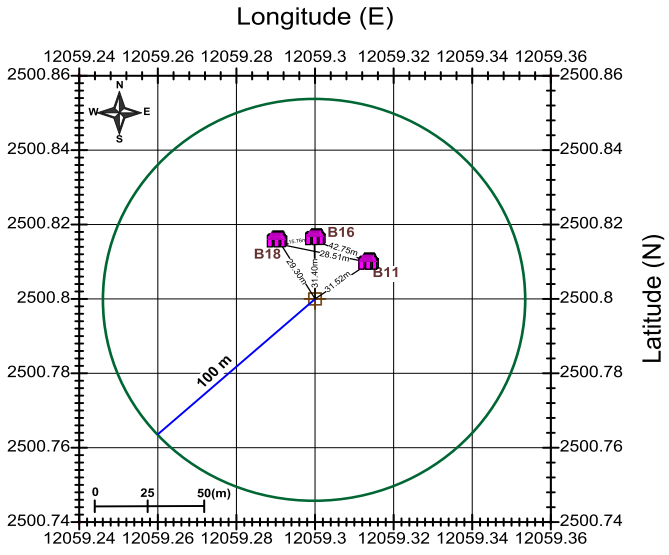
圖 30、桃園市永安人工魚礁區 98 年設置的 3 座 A 型鋼鐵礁分布狀況(重繪自詹與劉, 2010)
備註：3 座 A 型鋼鐵礁位置：98A01: E120°59.3187’,N25°01.0190’、 98A14: E120°59.3191’,N25°01.0037’、
98A15: E120°59.3349’,N25°01.0141’

(ii) 99 年 3 座 B 型大型鋼鐵礁(圖 31、圖 32)：每座鋼鐵礁的礁體間距皆控制在當時得吊放允諾範圍 A（即礁群形心中心點半徑 100 m 範圍）內，而且各鋼鐵礁相當接近，3 座鋼鐵礁礁體彼此間的距離最遠為 42.75 m (B11-B16)，最近則只有 15.76 m (B16-B18) ，顯示每

座鋼鐵礁體在吊放作業時，定位作業非常謹慎小心，使得 3 座鋼鐵礁的礁群中心與建議投礁點的距離，維持在 50m 以內。每座鋼鐵礁礁體與建議投礁點的距離最遠為 31.52 m (B11-建議點)，最近則為 29.30 m (B18-建議點)。3 座鋼鐵礁所在的深度分別為 28.7m、29.0m、29.9m，此礁區亦可視為一個魚礁群區(reef group)，對培育魚類資源，造成魚礁漁場(complex reefs fishing ground)方面將有相當大的助益。由於每座鋼鐵礁的礁體彼此間的距離相當接近，因此此礁區亦可視為一個大型的魚礁群區(reef roup)，對培育魚類資源，造成魚礁漁場也有相當大的助益。99 年 3 座 B 型大型鋼鐵礁座標分別為：

編　號	99 年鋼鐵礁實測位置	
	經　度	緯　度
99B11	12059.3139	2500.8098
99B16	12059.2914	2500.8146
99B18	12059.2998	2500.8158

備註：引用自詹與劉(2008)



桃園縣永安人工魚礁區 99 年設置的 3 座 B 型鋼鐵礁

編　號	99 年鋼鐵礁實測位置		各礁體及建議投礁點間距(m)	
	經　度	緯　度		
99B11	12059.3139	2500.8098	B11-建議投礁點	31.52
99B16	12059.2914	2500.8146	B16-建議投礁點	31.40
99B18	12059.2998	2500.8158	B18-建議投礁點	29.30
建議投礁點	12059.3000	2500.8000	B11-B16	42.75
			B11-B18	28.51
			B16-B18	15.76

圖 31、桃園市永安人工魚礁區 99 年設置的 3 座 B 型鋼鐵礁分布狀況(重繪自詹與劉, 2010)

註：1.各礁體及建議投礁點間距均控制在範圍 A(綠色實線圓圈)礁群形心中心點半徑 100m 範圍內，顯示此區內的鋼鐵礁吊放合格。

2.符號⊕為建議投礁點中心點位置，符號 為 B 型鋼鐵礁實測位置。

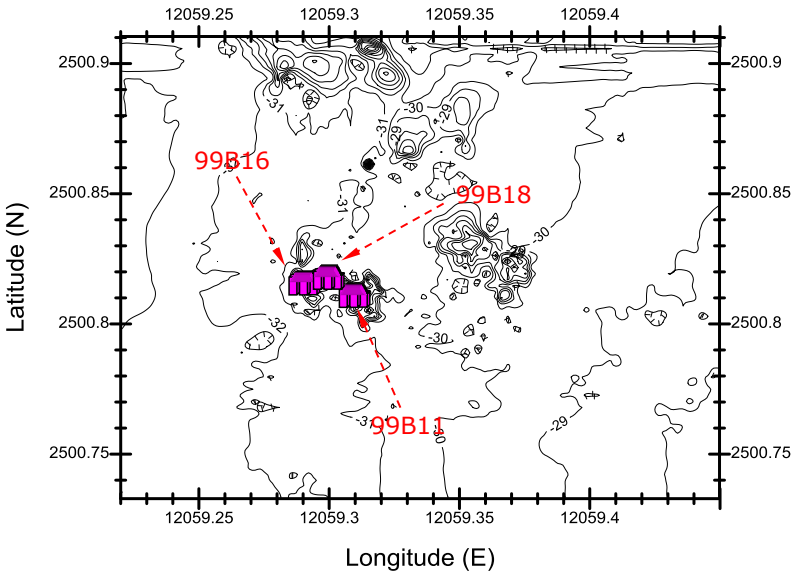


圖 32、桃園市永安人工魚礁區 99 年投設的 3 座 B 型鋼鐵礁位置(重繪自詹與劉, 2010)
備註：3 座 B 型鋼鐵礁位置：99B11：120°59.3139', 25°00.8098'、99B16：120°59.2914', 25°00.8146'、99B18：120°59.2998', 25°00.8158'

4. 桃園市觀音人工魚礁區 (圖 33)：

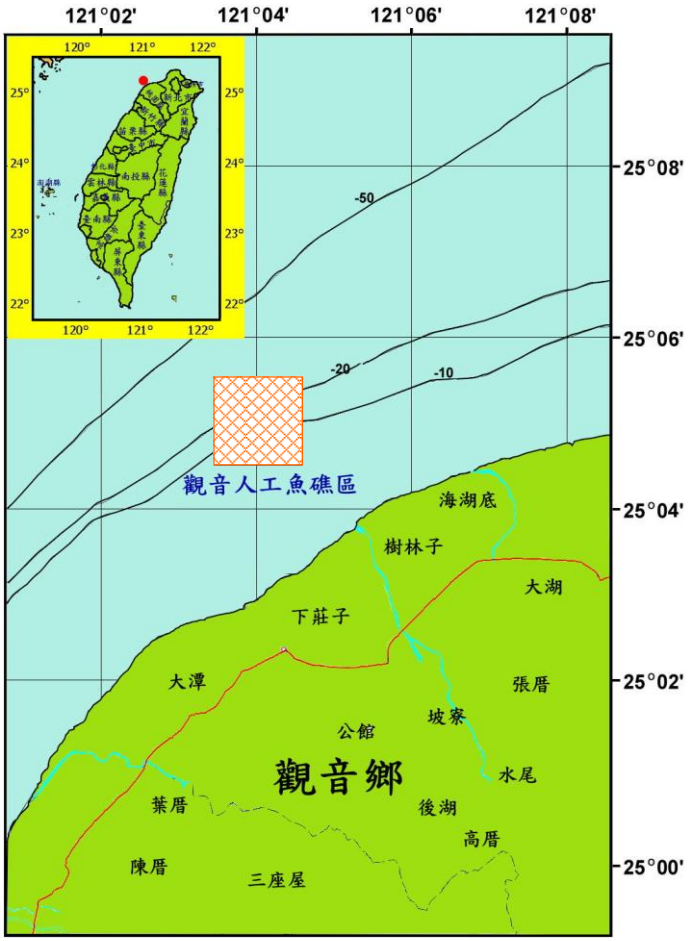


圖 33、桃園市觀音人工魚礁禁漁區航測區域(方格網狀部分)。

(1). 海底地形測繪：本礁區海底地形如圖 34 所示，深度介於 20~42 公尺之間，地勢平坦坡度不大(<10º)，平均水深為 33.8m，就地形而言也是一處相當適合投放大型鋼鐵礁之海底深度。根據漁業署網站顯示，本礁區曾於 63 年間(距今 49 年近 50 年)投放大量的 1.0M3 方型圓窗水泥礁(440 座)及舊船(60.15 噸 5 艘)如下表：

中心點位置經緯度		水深	公告時間	範圍
N25°05'00",E121°04'00"		32M	89/02/27	半徑 0.5 浬範圍內
年度別	礁型			投放數
63	1.0M 方型圓窗水泥礁			440
63	舊船 (60.15 T)			5

如今經由本調查側掃及地形測繪結果顯示，這些礁體早已不見。是否遭受沙泥掩埋或當時投放位置有誤差，皆已無法可考。然就本計畫採集的底質樣本而言，本礁區絕大數的底止為粒徑 180μm 以下的底質，顯示，此礁區內投放的礁體是相當容易受到這麼細緻的沙泥給掩埋的，也就是礁體投放於此的話，其使用壽命短且所發揮的效益也有限。

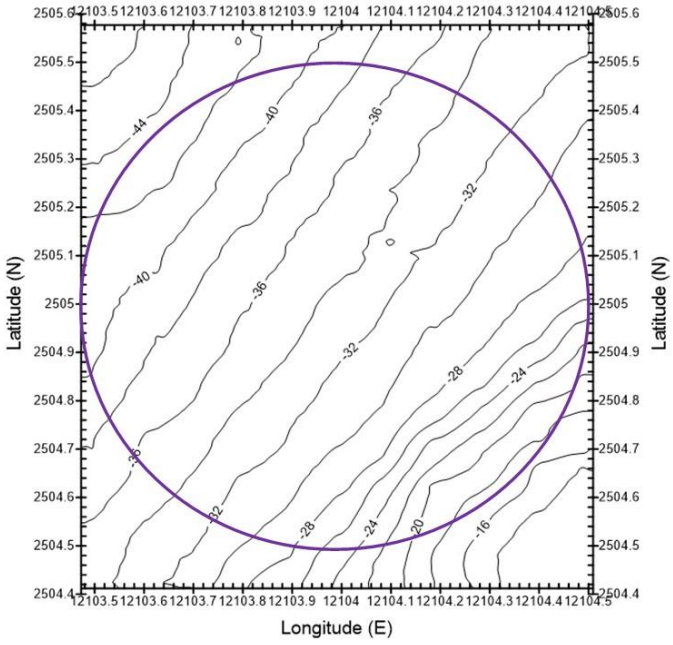


圖 34、桃園市觀音人工魚礁區海底地形圖(重繪自詹與劉, 2010)。

備註：紅色方點為單體水泥礁或電桿礁
紫色圓圈所標示的是以該礁區中心點為中心、半徑0.5浬的範圍
中心點位置，座標為：**E121º04.000', N25º05.000'**，
水深約為 33.8 m 處。

(2). 底質分析：圖 35 顯示，桃園市觀音人工魚礁區海底底質則多為沙質的海底，底質粒徑分析圖結果顯示整個礁區大多為中細沙到沙泥的底質地形，中上及中心點海底底質多

為 106μm 以下的中細沙粒，約佔整個採樣底質的 20%以上。左中點海底底質多為 90μm 的細沙。就底質而言，本礁區是不太適合投設人工魚礁的地點，但要若投設體積較小之水泥礁體，建議以堆疊方式設置，可避免被埋沒，尤其以投放大型的鋼鐵人工魚礁為佳，培育資源的效果可比單體魚礁好。

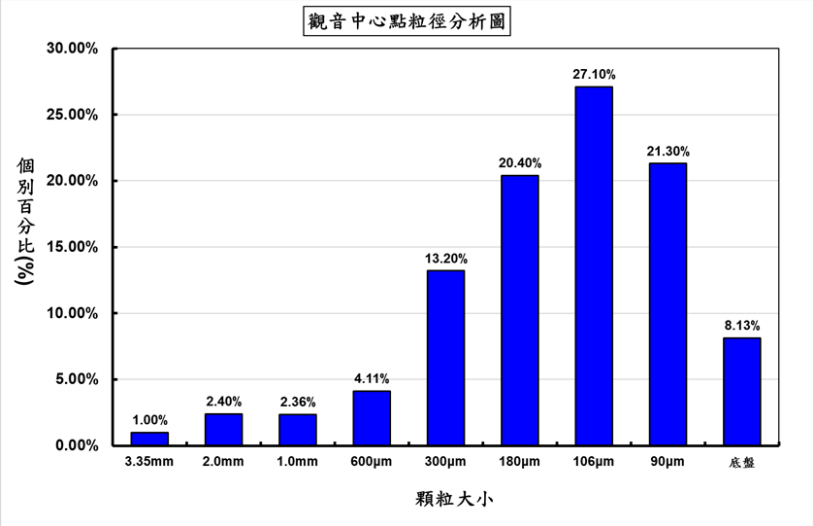


圖 35、桃園市觀音人工魚礁區中心點海底底質粒徑分析結果。

(3). 流速流向調查分析：本礁區位於台灣西北部，海底平坦多沙泥底質，1 平方浬範圍內的水深範圍在 16~44m 間，平均水深為 32.2m。圖 36 顯示，第一次調查結果顯示測站之平均流向為 222 度之西南流，與沿岸陸地平行，平均流速為 300.6 mm/sec(相當於 0.60kt)。第二次調查中，測站之平均流向為 191.3 度之南流，總平均流速為 200.5 mm/sec(相當於 0.40kt)。由流速流向分布可以明顯看出，此礁區海流受到北邊由大陸棚南下的海流、沿台灣海峽北上之海流及離岸流影響，海流流向偏向西南方及南方。流速相當平穩，低於投放人工魚礁所規範的 1.5kt 流速。此流場對底質的推移較小，對礁體掩埋的危險性也較小，因此就本水文環境而言適合設置人工魚礁。

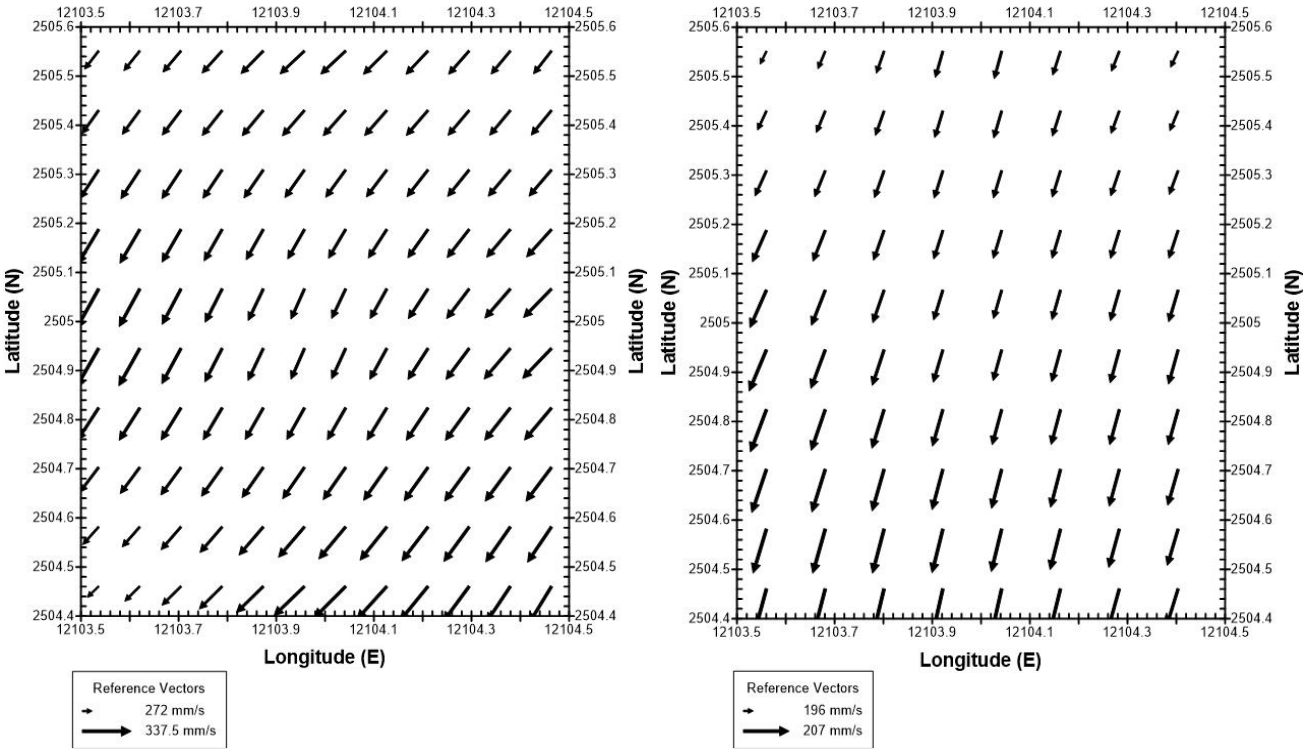


圖 36、桃園市觀音人工魚礁區兩次調查流速流向分布圖(左 111/08/05 第一次調查，右 111/11/10 第二次調查)。

(4). 魚礁分佈位置及其現況調查(含地貌側掃)：本調查經由科學魚探、側掃聲納及潛水攝影觀察，並未發現任何人工魚礁礁體，因此無法描述此人工魚礁區內的魚礁現況。

5. 四處人工魚礁區之比較：

(1). 海底地形測繪：經由上述四處人工魚礁海地地形測繪結果，若單就地形而言，四處人工魚礁區相當適合投放人工魚礁的(不管大型或小型)。然而，加上底質及海流流速等因素考量的話，適合投礁的順序依序是白新、永安、竹圍及觀音。尤其是觀音人工魚礁區最為不適，倘若必須投礁的話，建議以大量的水泥礁以堆疊的方式投放。

(2). 底質：圖 37 顯示，四處人工魚礁區海底底質以苗栗縣的白新人工魚礁區最適合投放各類型的人工魚礁(包括大型鋼鐵礁、船礁、軍艦礁、電桿礁及水泥礁)，而桃園兩處魚礁區(永安及竹圍)由於海底底質較為特殊，可考慮投放大型鋼鐵礁，惟在吊放時必須相當小心，待鋼體礁著床後再將吊索解開，絕不可以將鋼鐵礁吊離船工作船後，隨即以拋投方式投入水中，如此作法鋼鐵礁在水表層落入到海底的過程，由於重力加速度的作用掉落海底，必然會對礁體本身的結構造成損傷，導致礁體因為受損致使使用壽命減短，魚礁的效益大大減損。

觀音人工魚礁區由於多為中沙到沙泥間的沙你底質，因此，若投放大型人工魚礁的話，幾年間便會將魚礁埋沒過半，礁體本身也會因會鋪蓋大量的沙泥而大大減損聚魚的效果，因此，此區建議投放水泥礁或電桿礁，且以集中堆疊方式最佳，由於水泥礁或電桿礁結構關係，堆疊方式將大大增加魚礁附著生物附著的表面積，也由於不規則的堆疊，沙泥受海流作用較不易淤積魚礁體表面。

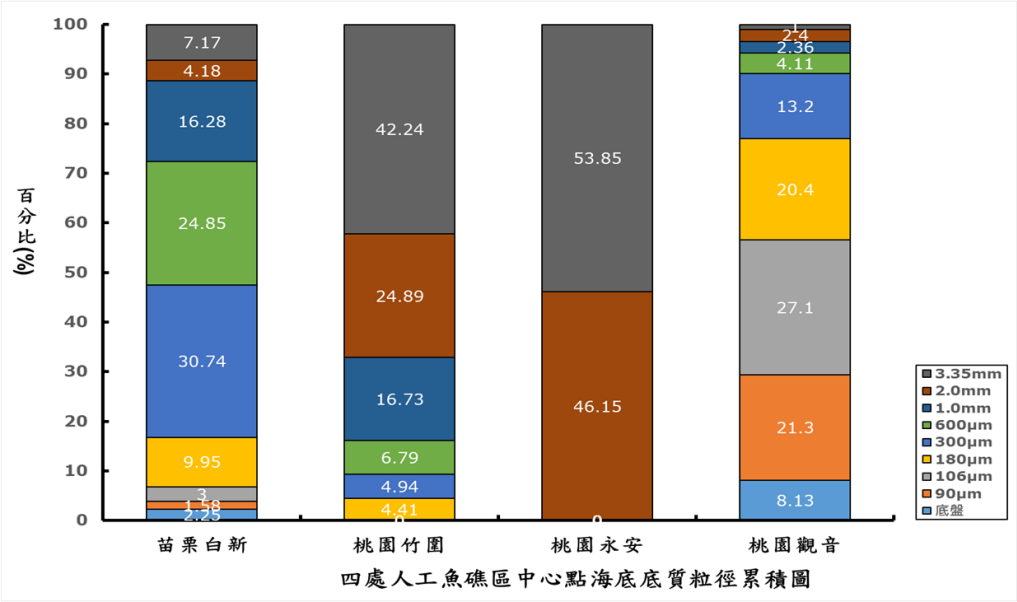


圖 37、桃園市三處及苗栗縣一處人工魚礁區中心點海底底質粒徑比較。

(3). 流速流向：根據圖 8、圖 20、圖 28、圖 36 及圖 38 之本計畫兩次調查結果顯示，四處人工魚礁區海水表層的流向大多依地形而向西南及南向流動，這是地形造成海流流向的變化。表層流速的變化則受到大陸沿岸流及黑潮支流影響，來自南方的黑潮支流至此已驟減，但仍具相當的影響，使得南向的大陸沿岸流流速受迎面而來的黑潮支流牴觸。致使四處人工魚礁區海水表層的流速不高，但偶爾出現接近 5kn 的流速，由於本計畫只限於兩次短暫的測量，無法完整的展現整年度(包含颱風期)的海流流速流向及流量之變動，因此只能就此兩次的結果討論，就此兩次的測量，四處人魚礁區的流速並不會對於礁造成移動的危險，但對於底質(海底沙泥)的漂流會造成依定程度影響，此四處人工魚礁區的平均流速以桃園市的竹圍魚礁區較強，其次是苗栗縣的白新魚礁區，此二處於礁區的流速較強，對於海底沙埋魚礁的清淤有相當程度的作用，相反的，流速較慢的桃園市永安及觀音兩處人工魚礁區，沙泥附著淤積的情況相對會比前兩處的人工魚礁區較為嚴重，也就是說泥沙掩埋礁體的速度會比前面兩處的魚礁區來得快。如此，將影響投放在此兩處的魚礁使用壽命與效益。因此，

針對流速強弱不同的魚礁區，應該投放不同體型大小的礁體或堆疊的礁群。

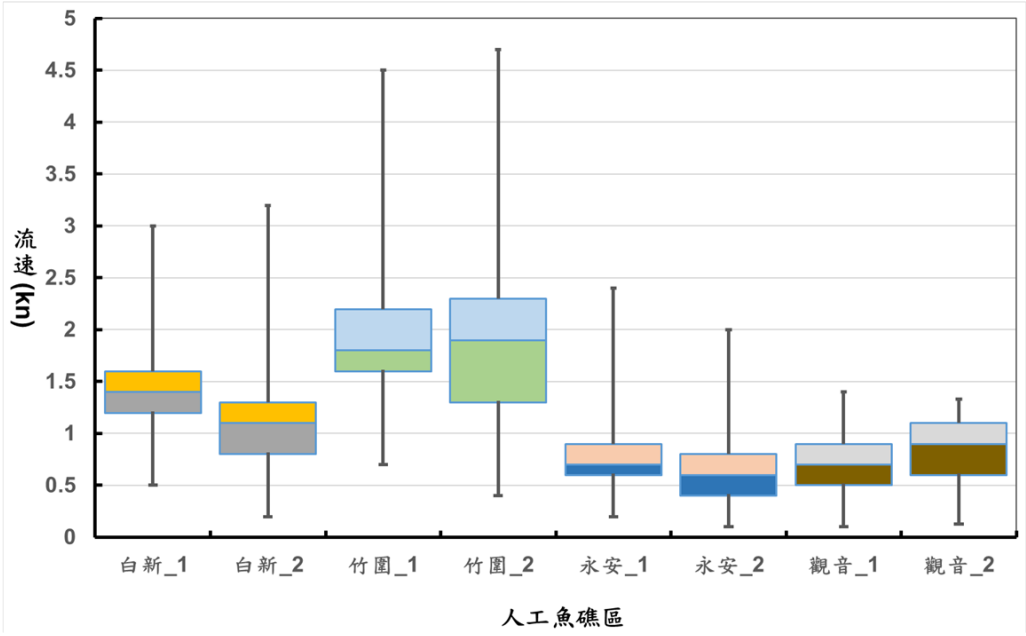


圖 38、四處人工魚礁區兩次調查流速大小比較圖。(備註：數字_1, _2 代表海流調查序次)

(4). 魚礁分佈位置及其現況調查(含地貌側掃)：目前四處人工魚礁區現有的大型鋼鐵人工魚礁，以苗栗縣的白新人工魚礁區的鋼鐵礁體保持現況最為完整，也就是沒有破損情形，但有部分已經有被網具纏絡的情形分別是第 1、第 2、第 6 及第 11 礁群內的礁體多已有網具纏絡的狀況。桃園竹圍人工魚礁區的 7 座鋼鐵礁，94 年的 4 座 B 型鋼鐵礁，大部分都有破損甚至瓦解的現象，有些原來與礁體結構在一起的輪胎已經掉落海底，100 年投放的 3 座 B 型鋼鐵礁也有些被沙埋與挖掘的現象，也有 2 座礁體被網具纏絡，由於礁體本身被附著生物掩蓋，無法辨別出礁鐵的編號，為可以確認的是，此礁區的鋼鐵礁被網具纏絡的情形相當嚴重。永安人工魚礁區的 A,B 兩型鋼鐵礁礁體狀況尚稱完整，但有部分鋼鐵礁體也是受到網具的纏絡，必須盡快清除這些覆網，以恢復礁體應有的效益。

(二)、 聚魚效益評估

1. 苗栗縣白新人工魚礁區：

調查次數	調查日期	調查位置(中心點座標)	調查人員
第一次	111 年 3 月 7 日	第 1 礁群：E120°40.217', N24°34.800'； 第 4 礁群：E120°40.033', N24°34.617'； 第 6 礁群：E120°40.400', N24°34.617'。	潘偉士、潘偉華、楊天祥潛水教練
第二次	111 年 6 月 18 日	第 5 礁群：E120°40.217', N24°34.617'； 第 11 礁群：E120°40.217', N24°34.433'。	潘偉士、潘偉華、簡老洋潛水教練

(1). 礁體附著生物相之調查

(i)礁體附著生物相：表 3 顯示本魚礁區的大型底棲生物經初步鑑定共有 7 門 13 綱 17 目 24 科 24 種。在 105M01 鋼鐵礁區共記錄到 6 門 10 綱 11 目 16 科 16 種，在 105M03 鋼鐵礁區共記錄到 6 門 10 綱 11 目 14 科 14 種，在 105M05 鋼鐵礁區共記錄到 6 門 10 綱 12 目 16 科 16 種，在 105M09 鋼鐵礁區共記錄到 6 門 8 綱 10 目 13 科 13 種，在 105M15 鋼鐵礁區共記錄到 6 門 9 綱 9 目 13 科 13 種。

(ii)底棲生物群聚：圖 39 顯示，105M01 鋼鐵區礁體上的底棲生物覆蓋率約為礁體總面積的 95%，其餘大多為沈積物覆蓋。底棲生物中以牡蠣最多，約佔總生物量的 23%；其次為藤壺及水螅，各約佔 22%及 17%；再其次為棘穗軟珊瑚、海綿及殼菜蛤，各約佔 15%、11%及 2%。105M03 鋼鐵礁區礁體上的底棲生物覆蓋率約為礁體總面積的 90%，其餘均為沈積物覆蓋。底棲生物中同樣以牡蠣最多，約佔總生物量的 27%；其次為藤壺及水螅，各約佔 20%及 17%；再其次為棘穗軟珊瑚及海綿，各約佔 15%及 12%。105M05 鋼鐵區礁體上的底棲生物覆蓋率約為礁體總面積的 95%，其餘大多為沈積物覆蓋。底棲生物中以藤壺最多，約佔總生物量的 37%；其次為棘穗軟珊瑚、牡蠣及水螅，各約佔 17%、11%及 11%；再其次為海綿及殼菜蛤，各約佔 10%及 4%。105M09 鋼鐵礁區礁體上的底棲生物覆蓋率約為礁體總面積的 95%，其餘均為沈積物覆蓋。底棲生物中同樣以藤壺最多，約佔總生物量的 40%；其次為水螅及棘穗軟珊瑚，各約佔 15%；再其次為海綿及牡蠣，各約佔 12%及 10%。105M15 鋼鐵礁區礁體上的底棲生物覆蓋率約為礁體總面積的 95%，其餘均為沈積物覆蓋。底棲生物中仍以藤壺最多，約佔總生物量的 40%；其次為海綿及水螅，各約佔 17%及 14%；再其次為棘穗軟珊瑚及牡蠣，各約佔 13%及 8%。各座鋼鐵礁間相距約 275~535 公尺，其中 105M01、105M03 鋼鐵礁較靠近外海，深度較大，海流也相對強勁；反之 105M05、105M09、105M15 鋼鐵礁較靠近岸，深度略淺，海流較為和緩。因此主要的底棲生物組成有較大差異。整體而

言，本魚礁區以藤壺、牡蠣、棘穗軟珊瑚、水螅、海綿及殼菜蛤為主，合計約佔底棲生物 91%。這些都是濾食性生物，在海水較混濁的魚礁區中相當常見。此外，梭子蟹、櫻花蝦、黑蝶貝雖然比例不高，不過出現頻率較高（在 4 次以上調查中出現）。如果以大類生物區分，白新魚礁區以節足動物最多（32.5%），其次為軟體動物（18.7%）及軟珊瑚（14.5%），再其次為水螅（13.9%）及海綿（11.7%）。

表 3、苗栗栗縣白新人工魚礁區各座鋼鐵礁的底棲生物覆蓋面積百分比

門 Phylum	綱或亞綱 Class	目 Order	科名 Family	中文名	105M01 鋼鐵礁	105M03 鋼鐵礁	105M05 鋼鐵礁	105M09 鋼鐵礁	105M15 鋼鐵礁
海綿動物門 Porifera	尋常海綿綱 Demospongiae			海綿 Demospongiae	11	12	10	12	17
刺胞動物門 Cnidaria	水螅蟲綱 Hydrozoa	螅型目 Hydroida		水螅 Hydroida	17	17	11	15	14
	珊瑚蟲綱 Anthozoa	石珊瑚目 Scleractinia	樹珊瑚科 Dendrophylliidae	管星珊瑚 *Tubastraea* sp.				1	
		軟珊瑚目 Alcyonacea	羽珊瑚科 Clavulariidae	雪花珊瑚 *Carijoa* sp.	1				1
			穗珊瑚科 Nephtheidae	棘穗軟珊瑚 *Dendronephthya* sp.	15	15	17	15	13
		海葵目 Actiniaria		海葵 Actiniaria	1			1	
		群體海葵目 Zoanthidea	群體海葵科 Zoanthidae	瘤蒐葵 *Palythoa tuberculosa*		1	1		
軟體動物門 Mollusca	雙殼綱 Bivalvia	鶯蛤目 Pterioida	殼菜蛤科 Mytilidae	殼菜蛤 Mytilidae	2	1	4	1	
			牡蠣科 Ostreidae	牡蠣 Ostreidae	23	27	11	10	8
			硨磲牡蠣科 Gryphaeidae	硨磲牡蠣 *Hyotissa hyotis*	1				1
			鶯蛤科 Pteriidae	黑蝶貝 *Pinctada margaritifrea*	1	1	1		1
			海菊蛤科 Spondylidae	海菊蛤 *Spondylus* sp.			1	1	
	腹足綱 Gastropoda	中腹足目 Mesogastropoda	寶螺科 Cypraeidae	寶螺 Cypraeidae		1	1		1
		新腹足目 Neogastropoda	骨螺科 Muricidae	骨螺 Muricidae	1		1		

表 3、苗栗栗縣白新人工魚礁區各座鋼鐵礁的底棲生物覆蓋面積百分比（續）

門 Phylum	綱或亞綱 Class	目 Order	科名 Family	中文名	105M01 鋼鐵礁	105M03 鋼鐵礁	105M05 鋼鐵礁	105M09 鋼鐵礁	105M15 鋼鐵礁
節足動物門 Arthropoda	蔓足綱 Cirripedia	完胸目 Thoracica	藤壺科 Balanidae	藤壺 Balanidae	22	20	37	40	40
	甲殼綱 Crustacea	十足目 Decapoda	梭子蟹科 Portunidae	梭子蟹 Portunidae	1	1	1	1	1
			蝦蛄科 Stenopodidae	櫻花蝦 *Stenopus hispidus*	1	1	1	1	1
	軟甲綱 Malacostraca	無柄目 Sessilia	活額寄居蟹科 Diogenidae	寄居蟹 Diogenidae	1	1	1		
苔蘚動物門 Bryozoa	裸唇綱 Gymnolaemata	唇口目 Cheilostomata	滿苔蘚蟲科 Adeonidae	假角苔蟲 *Adeonella* sp.		1			
			網孔苔蟲科 Reteporidae	網孔苔蟲 Reteporidae	1			1	
棘皮動物門 Echinodermata	海星綱 Asteroidea			海星 Asteroidea		1			
	海百合綱 Crinoidea	櫛羽星目 Comatulida	櫛羽星科 Comasteridae	海羊齒 Comasteridae	1				
	蛇尾綱 Ophicroidea	真蛇尾目 Ophiurida		陽燧足 Ophiurida			1	1	1
尾索動物門 Urochordata	海鞘綱 Ascidiacea			海鞘 Ascidiacea			1		1

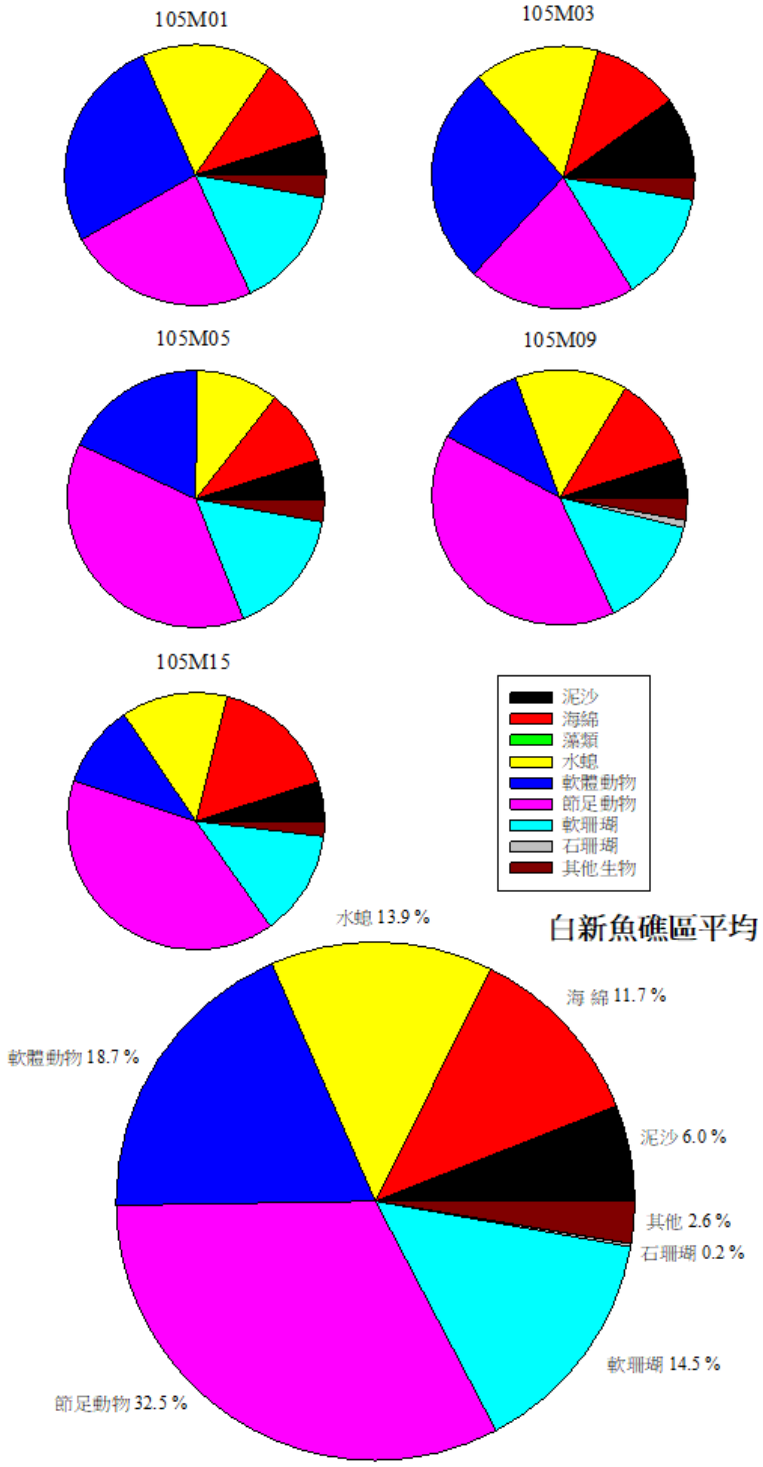


圖 39、白新人工魚礁區 2 次調查各座鋼鐵礁調查之底棲生物群聚類別組成。

(2). 魚類相 (圖 40～圖 49)：

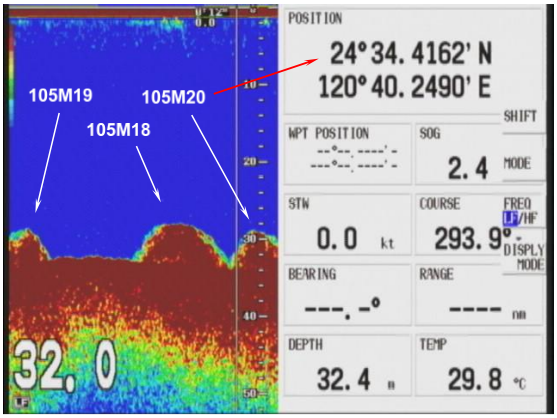


圖 40、白新人工魚礁區第 11 礁群投放的礁體第 1~3 座利用科學魚探定位情形

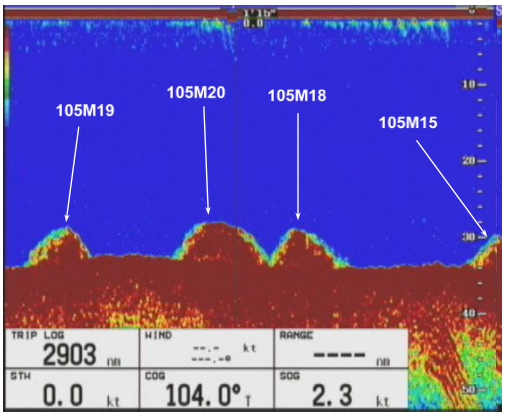


圖 41、白新人工魚礁區第 11 礁群投放的 4 座礁體座科學魚探影像分散情形

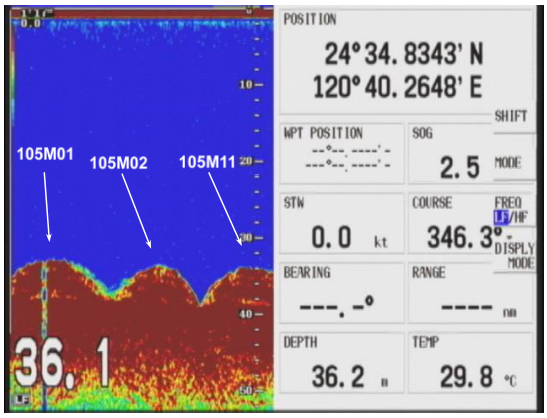


圖 42、白新人工魚礁區第 1 礁群投放的礁體其中 3 座利用科學魚探定位情形

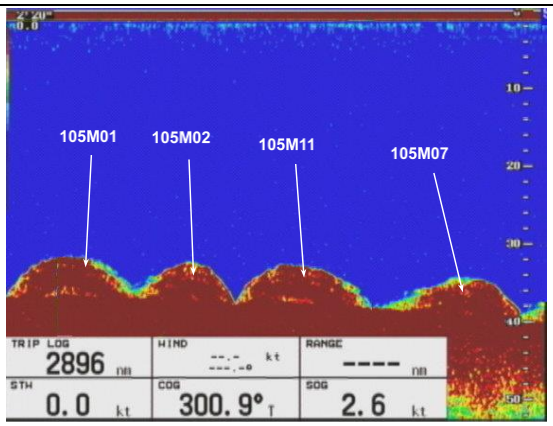


圖 43、白新人工魚礁區第 1 礁群投放的 4 座礁體利用科學魚探定位情形

圖 44、105M01 鋼鐵礁表面最下層礁體附著生物軟珊瑚。

圖 45、105M03 鋼鐵礁北面棲息於上層之鮋科魚類 (Scorpaenidae)。

圖 46、105 M09 鋼鐵礁鋼樑處礁體附著貝類。

圖 47、105M9 鋼鐵礁珊瑚及陽遂足生長情形。

圖 48、105M011 鋼鐵礁西南角礁體附著生物。

圖 49、105 M011 鋼鐵礁內部附著生物，有珊瑚及海綿等。

(i)魚類相：表 4 顯示在本魚礁區共記錄到 17 科 29 屬 41 種 1,519 尾魚類。其中在 105M01 鋼鐵礁區共記錄到 18 種 229 尾，在 105M03 鋼鐵礁區共記錄到 15 種 133 尾，在 105M05 鋼鐵礁區共記錄到 22 種 516 尾，在 105M09 鋼鐵礁區共記錄到 13 種 90 尾，在 105M15 鋼鐵礁區共記錄到 15 種 551 尾。

(ii)魚類群聚：本區以天竺鯛科(Apogonidae)及鮨科(Serranidae)種類最多，各記錄到 6 種，其次為鮋科(Scorpaenidae)，共記錄到 4 種。在數量上以雙帶鱗鰭烏尾鮗(*Pterocaesio digramma*)最多，共記錄到 484 尾，佔總尾數的 31.9%；其次為三線磯鱸(*Parapristipoma trilineatum*)、褐斑帶天竺鯛(*Taeniamia fucata*)及褐臭肚魚(*Siganus fuscescens*)，各記錄到 284 尾、200 尾及 103 尾，分別佔總尾數的 18.7%、13.2%及 6.8%。再其次為藍黑新雀鯛(*Neopomacentrus cyanomos*)、半線鸚天竺鯛(*Ostorhinchus semilineatus*)及寬條鸚天竺鯛(*Ostorhinchus fasciatus*)，各記錄到 80 尾、60 尾及 33 尾，分別佔總尾數的 5.3%、3.9%及 2.2%。以出現頻率來看，除上述魚種外，在半數調查（3 座鋼鐵礁以上）中均有出現的魚種有金鰶(*Cirrhitichthys aureus*)、石狗公(*Sebastiscus marmoratus*)、橫紋九刺鮨(*Cephalopholis boenak*)、伏氏眶棘鱸(*Scolopsis vosmeri*)、魔鬼簑鮋(*Pterois volitans*)、鬚擬鮋(*Scorpaenopsis*

cirrosa)、羅氏笛鯛(*Lutjanus russelli*)及白吻雙帶立鰭鯛(*Heniochus acuminatus*)等。這些魚種都是本魚礁區常見且豐富的主要魚種。較大體型的魚類（體長大於 25 公分）豐富，共記錄到魔鬼簑鮋、點帶石斑魚(*Epinephelus coioides*)、銀紋笛鯛(*Lutjanus argentimaculatus*)、羅氏笛鯛、密點少棘胡椒鯛(*Diagramma pictum*)、三線磯鱸、條石鯛(*Oplegnathus fasciatus*)、斑石鯛(*Oplegnathus punctatus*)、藍點鸚哥魚(*Scarus ghobban*)及褐臭肚魚(表 5、表 6)。

(iii)魚類生物量評估：在魚類體長與體重轉換研析一般皆使用公式如下：

$$W = aL^b$$

其中 W 表示魚類體重(g)，L 魚類體長(cm)。a 為係數，b 為指數次數。經由體長-體重轉換公式計算所得，在 105M01 鋼鐵礁區的魚類估算重量為 6,203 公克，在 105M03 鋼鐵礁區的魚類估算重量為 14,790 公克，在 105M05 鋼鐵礁區的魚類估算重量為 52,484 公克，在 105M09 鋼鐵礁區的魚類估算重量為 7,345 公克，在 105M15 鋼鐵礁區的魚類估算重量為 169,469 公克。合計在本區 5 座鋼鐵礁的魚類估算重量為 250,290 公克，平均每座鋼鐵礁的魚類估算重量為 50,058 公克。

表 4、苗栗縣白新人工魚礁區各座鋼鐵礁的魚種紀錄表

			105M01 鋼鐵礁		105M03 鋼鐵礁		105M05 鋼鐵礁		105M09 鋼鐵礁		105M15 鋼鐵礁	
科名	魚名	中文名	體長	數量	體長	數量	體長	數量	體長	數量	體長	數量
Centriscidae 玻甲魚科	*Aeoliscus strigatus*	條紋蝦魚	12~15	15								
Scorpaenidae 鮋科	*Pterois lunulata*	環紋簑鮋					20	1				
	Pterois volitans	魔鬼簑鮋	20	1	30	1			35	1		
	Scorpaenopsis cirrosa	鬚擬鮋	15	1	20	1					5~10	3
	Sebastiscus marmoratus	石狗公	5~10	5	18	1	15	1	7	1		
Serranidae 鮨科	*Cephalopholis boenak*	橫紋九刺鮨	15~20	5	12~15	3	12~15	6	12	1		
	Diploprion bifasciatum	雙帶鱸			15	1						
	Epinephelus awoara	青石斑魚	20	1							20	1
	Epinephelus coioides	點帶石斑魚			50	1	50	1				
	Epinephelus quoyanus	玳瑁石斑魚					20	1				
	Pseudanthias squamipinnis	絲鰭擬花鮨							10~12	18		
Apogonidae 天竺鯛科	*Apogonichthyoides cathetogramma*	垂帶似天竺鯛	8~10	4							8~10	2
	Ostorhinchus aureus	環尾鸚天竺鯛					8~10	2			6~8	3
	Ostorhinchus fasciatus	寬條鸚天竺鯛	8~10	33								
	Ostorhinchus kiensis	中線鸚天竺鯛			8~10	10						
	Ostorhinchus semilineatus	半線鸚天竺鯛	3~4	30	8~10	4			6	1	6~8	25
	Taeniamia fucata	褐斑帶天竺鯛									3~4	200
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus argentimaculatus*	銀紋笛鯛							35	1	60~70	30
	Lutjanus ophuysenii	奧氏笛鯛					18~20	2				
	Lutjanus russelli	羅氏笛鯛	20	1			25~30	20			25~30	10
	Lutjanus vitta	縱帶笛鯛					16-18	6				
Caesionidae 烏尾鮗科	*Pterocaesio digramma*	雙帶鱗鰭烏尾鮗	12~15	100	15~18	50	18~20	100	12~15	34	18~20	200
Haemulidae 石鱸科	*Diagramma pictum*	密點少棘胡椒鯛					35	1				
	Parapristipoma trilineatum	三線磯鱸	15~18	4	18~25	30	20~25	250				
	Plectorhinchus pictus	胡椒鯛					20	1				
Nemipteridae 金線魚科	*Scolopsis vosmeri*	伏氏眶棘鱸	10~12	3	10~12	5			10~12	7	12~15	5
Kyphosidae 舵魚科	*Microcanthus strigatus*	柴魚	8~10	2								

表 4、苗栗縣白新人工魚礁區各座鋼鐵礁的魚種紀錄表(續)

			105M01 鋼鐵礁		105M03 鋼鐵礁		105M05 鋼鐵礁		105M09 鋼鐵礁		105M15 鋼鐵礁	
科名	魚名	中文名	體長	數量	體長	數量	體長	數量	體長	數量	體長	數量
Chaetodontidae 蝴蝶魚科	*Chaetodon modestus*	樸蝴蝶魚			8	1	10~12	2				
	Forcipiger longirostris	長吻鑷口魚	8	1			6~8	3				
	Heniochus acuminatus	白吻雙帶立鰭鯛	12~15	8			12~15	10			15~18	6
Oplegnathidae 石鯛科	*Oplegnathus fasciatus*	條石鯛					35~40	2				
	Oplegnathus punctatus	斑石鯛									30	1
Cirrhitidae 鰭科	*Cirrhitichthys aprinus*	斑金鰭			4~5	2						
	Cirrhitichthys aureus	金鰭	5~6	5	5~6	3	5~6	5	11~13	2	5~6	5
Pomacentridae 雀鯛科	*Chromis fumea*	燕尾光鰓雀鯛	3~4	10					3~5	10		
	Chromis notata	尾斑光鰓雀鯛							6~8	10		
	Neopomacentrus cyanomos	藍黑新雀鯛					4~5	50			4~5	30
Labridae 隆頭魚科	*Choerodon azurio*	藍豬齒魚					18	1				
Scaridae 鸚哥魚科	*Scarus ghobban*	藍點鸚哥魚					30	1				
Siganidae 臭肚魚科	*Siganus fuscescens*	褐臭肚魚			20~25	20	20~25	50	10~13	3	25~30	30
Tetraodontidae 四齒鮭科	*Arothron hispidus*	紋腹叉鼻鮭							22	1		

表 5、苗栗縣白新人工魚礁區 2 次潛水調查的重量估算及多樣性指數(H')

	魚種數	個體數	估算魚類總重量（公克）	多樣性指數(H')
各區總和	12	26	12,432	1.66
B 型鋼鐵礁	8	21	6,698	1.38
水泥礁	4	5	5,734	1.17

表 6、苗栗縣白新人工魚礁區 2 次潛水調查的各食性魚類比例（以重量計算）

	草食性	浮游動物食性	底棲動物食性	雜食性	食魚性	其他食性
各區總和	0.0%	0.0%	66.3%	21.8%	11.9%	0.0%
B 型鋼鐵礁	0.0%	0.0%	92.6%	4.4%	2.9%	0.1%
水泥礁	0.0%	0.0%	24.1%	53.2%	22.7%	0.0%

(3). 魚礁區沙埋、礁體位移之測定：本計畫使用差分式全球定位系統(DGPS)、側掃聲納(礁體位移)配合潛水觀察來調查區內的礁體沙埋與位移情形。苗栗縣曾於 105 年於白新人工魚礁區投放 6 個礁群(共計 21 座的 B 型大型鋼鐵人工魚礁，礁群名稱分別為：第 1 礁群：4 座，第 2 礁群：1 座，第 4 礁群：4 座，第 5 礁群：4 座，第 6 礁群：4 座，第 11 礁群：4 座)，礁群的名稱是依照當時苗栗縣政府發包該工程時定義的（各礁群投放的礁體及其編號請參考表 3.18）。為了避免日後將本報告調查結果轉會苗栗縣政府進行覆網清除時，因為重新定義礁群序號而導致定位錯誤找不到原來礁體位置，將造成經費上的浪費。因此，本報告仍以原來礁群編號說明。目前這些大型鋼鐵礁分佈位置及其現況：(因為只有兩次潛水調查，所以只就第 1, 4, 5, 6, 11 等 5 個礁群調查) (表 2)。

I. 礁體完整性及位移之測定：

(i)礁群中心點主要底質：105M01 鋼鐵礁區的底質為粗沙、105M03 鋼鐵礁區的底質為細泥、105M05 鋼鐵礁區的底質為沙、105M09 鋼鐵礁區的底質為粗沙、105M15 鋼鐵礁區的底質為粗沙。

(ii)礁體結構狀況：苗栗縣投放的大型鋼鐵人工魚礁與漁業署過去所投放 B 型鋼鐵礁的設計相似，唯一的差別在苗栗縣的鋼鐵礁內並未安置報廢的大型輪胎。礁體為長 10 公尺×寬 10 公尺×高 5 公尺。主結構為上下兩層鋼樑及鋼板組合，下層為長 10 公尺×寬 10 公尺，上層頂略內縮為長 8 公尺×寬 8 公尺。在礁體上層 4 個角邊均為三角斜鋼板，上面均有簍空的鋼鐵礁編號，標示投放年度、型號（M）及當年製作的流水號。此外，在上層 4 個外斜面均可見到 6 個鐵網箱，內裝蚵殼，與漁業署 98 年後鋼鐵礁設計相同。

(iii)第 1 礁群的 105M01 鋼鐵礁，北面向正北方（0°）。海底深度 40.1 公尺，礁頂橫樑深度 35.0 公尺，礁底橫樑深度 40.1 公尺。礁體正座海底，未見傾斜。礁體所有鋼樑、鋼板均維持完整。礁體四角未見有碰撞、擠壓或變形。礁體表面出現輕微生鏽狀況，對礁體結構完全無影響。不過上層四面的牡蠣箱鐵網均掉落，內裝牡蠣殼流失一空。整體完整度為 96%。

(iv)第 4 礁群的 105M03 鋼鐵礁，北面向北北東方（30°）。海底深度 43.8 公尺，礁頂橫樑深度 38.6 公尺，礁底橫樑深度 43.7 公尺。礁體正座海底，未見傾斜。礁體所有鋼樑、鋼板均維持完整。礁體四角未見有碰撞、擠壓或變形。礁體表面出現輕微生鏽狀況，對礁體結構完全無影響。不過上層四面的牡蠣箱鐵網均掉落，內裝牡蠣殼流失一空。整體完整度為 96%。

(v)第 6 礁群的 105M05 鋼鐵礁，北面向北北西方（330°）。海底深度 35.1 公尺，礁頂橫樑深度 29.9 公尺，礁底橫樑深度 35.1 公尺。礁體正座海底，未見傾斜。礁體所有鋼樑、

鋼板均維持完整。礁體四角未見有碰撞、擠壓或變形。礁體表面出現輕微生鏽狀況，對礁體結構完全無影響。不過上層四面的牡蠣箱鐵網均掉落，內裝牡蠣殼流失一空。整體完整度為96%。

(vi)第 5 礁群的 105M09 鋼鐵礁，北面向北北東方（30°）。海底深度 37.8 公尺，礁頂橫樑深度 33.1 公尺，礁底橫樑深度 38.2 公尺。礁體正座海底，未見傾斜。礁體所有鋼樑、鋼板均維持完整。礁體四角未見有碰撞、擠壓或變形。礁體表面出現輕微生鏽狀況，對礁體結構完全無影響。不過上層四面的牡蠣箱鐵網均掉落，內裝牡蠣殼流失一空。整體完整度為96%。

(vii)第 11 礁群的 105M15 鋼鐵礁，北面向北方（350°）。海底深度 38.1 公尺，礁頂橫樑深度 32.9 公尺，礁底橫樑深度 38.1 公尺。礁體正座海底，未見傾斜。礁體所有鋼樑、鋼板均維持完整。礁體四角未見有碰撞、擠壓或變形。礁體表面出現輕微生鏽狀況，對礁體結構完全無影響。不過上層四面的牡蠣箱鐵網均掉落，內裝牡蠣殼流失一空。整體完整度為96%。

II. 礁體受沙埋及洗掘坑情形：

(i) 105M01 鋼鐵礁底層鋼板均未被沙掩埋，四面底樑中央離地約 10~30 公分。礁底南面有較大範圍的洗掘坑地形出現，範圍約佔礁底的 1/4，最深約 40 公分，在西南角、南面中央及東南角的礁腳略微懸空。其他部位則集中在礁柱腳周邊，範圍均少於 1 平方公尺，最深約 10~20 公分，對礁體座底穩定度不會造成影響。

(ii)105M03 鋼鐵礁底層鋼板均未被沙掩埋，四面底樑中央離地約 0~30 公分。礁底有較大範圍的洗掘坑地形出現，範圍幾乎涵蓋整個礁底，最深約 50 公分，在西北角、西面中央、西南角及東南角的礁腳略微懸空，在東北角則洗掘坑斜壁靠近礁體邊。其他部位則集中在礁柱腳周邊，範圍均少於 1 平方公尺，最深約 10 公分，對礁體座底穩定度不會造成影響。

(iii)105M05 鋼鐵礁底層鋼板均未被沙掩埋，四面底樑中央離地約 10~30 公分。礁底西北面有較大範圍的洗掘坑地形出現，範圍約佔礁底的 1/5，最深約 40 公分，在北面中央、西北角及西面中央的礁腳略微懸空，在西南角則洗掘坑斜壁靠近礁體邊。其他部位則集中在礁柱腳周邊，範圍均少於 1 平方公尺，最深約 10~20 公分，對礁體座底穩定度不會造成影響。

(iv)105M09 鋼鐵礁底層鋼板均未被沙掩埋，四面底樑中央離地約 20~40 公分。礁底南面有較大範圍的洗掘坑地形出現，範圍約佔礁底的 1/4，最深約 70 公分，在西面中央、西南角、南面中央及東南角的礁腳略微懸空，在東北角則洗掘坑斜壁靠近礁體邊。其他部位則集中在礁柱腳周邊，範圍均少於 1 平方公尺，最深約 10~20 公分，對礁體座底穩定度不會造

成影響。

(v)105M15 鋼鐵礁底層鋼板均未被沙掩埋，四面底樑中央離地約 10~40 公分。礁底北面及東面有較大範圍的洗掘坑地形出現，範圍約佔礁底的 1/2，最深約 60 公分，在西北角、北面中央、東北角、東面中央及東南角的礁腳略微懸空，在西南角則洗掘坑斜壁靠近礁體邊。其他部位則集中在礁柱腳周邊，範圍均少於 1 平方公尺，最深約 10~20 公分，對礁體座底穩定度不會造成影響。

(4). 魚礁區覆網範圍之測定：105M01 鋼鐵礁的覆網面積約佔總面積的 10%，類型為刺網，成束纏繞在礁體東面下層及底部。105M03 鋼鐵礁的覆網面積約佔總面積的 60%，類型為刺網及拖網，纏繞在礁體頂面、東面、南面及西北角；礁體上還有網繩。105M05 鋼鐵礁的覆網面積約佔總面積的 60%，類型為拖網，整片覆蓋在礁體北面、頂面到南面；海底還有拖網繩索及廢棄蟹籠。105M09 鋼鐵礁的覆網面積約佔總面積的 5%，類型為刺網及拖網，成束纏繞在礁體西面、東南角的下層及底部；海底還有拖網繩索，礁體內有釣線。105M15 鋼鐵礁的覆網面積約佔總面積的 5%，類型為刺網，成團纏繞在礁體南面下層、頂面及東北角、西北角。整體而言，本區鋼鐵礁平均覆網比例約為礁體總面積的 28%。

2. 桃園市竹圍人工魚礁區：

調查次數	調查日期	調查位置(中心點座標)	調查人員
第一次	111 年 5 月 19~20 日	電桿礁：E121°13.880', N25°09.680'	潘偉士、潘偉華、楊天祥潛水教練
第二次	111 年 8 月 20 日	B 型鋼鐵礁區：E121°14.030'，N25°10.000'(100 年)	潘偉士、潘偉華、簡老洋潛水教練

(1). 礁體附著生物相：

(i)礁體附著生物相：在本魚礁區的大型底棲生物經初步鑑定共有 7 門 9 綱 13 目 16 科 20 種。在電桿礁區共記錄到 4 門 5 綱 5 目 5 科 5 種，在水泥礁-1 區共記錄到 6 門 6 綱 10 目 11 科 13 種，在水泥礁-2 區共記錄到 4 門 5 綱 7 目 10 科 12 種，在天然礁區共記錄到 6 門 8 綱 10 目 11 科 13 種（表 7）。

(ii)底棲生物群聚：電桿礁的底棲生物覆蓋率約為礁體總表面積的 45%，其餘均為泥沙覆蓋。底棲生物中以水螅較多，約佔總生物量的 30%；其次為海羊齒及雪花珊瑚，各約佔 25%及 20%；再其次為海綿及網孔苔蟲，各約佔 20%及 8%。

水泥礁-1 的底棲生物覆蓋率約為礁體總表面積的 90%，其中以海綿及水螅較多，各約佔總生物量的 25%；其次為雪花珊瑚，約佔 10%；再其次為牡蠣及藤壺，各約佔 8%。

水泥礁-2 的底棲生物覆蓋率約為礁體總表面積的 85%，其中以水螅較多，約佔總生物量的 20%；其次為網孔苔蟲及海綿，各約佔 15%及 13%；再其次為雪花珊瑚、牡蠣及藤壺，各約佔 10%、10%及 8%。

經由 2 次調查結果平均，本魚礁區泥沙覆蓋約佔礁體總表面積的 32.5%，底棲生物以軟珊瑚較多（17.7%），其次為水螅（14.5%）、海綿（12.2%）及其它動物（10.7%）（圖 50）。

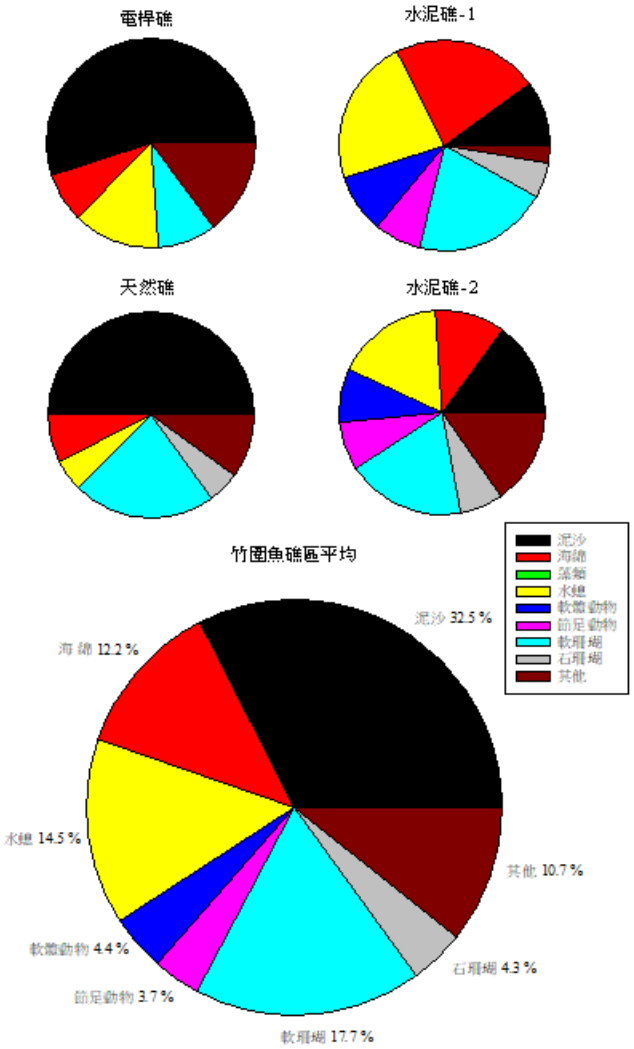


圖 50、桃園市竹圍人工魚礁區 2 次調查之底棲生物群聚類別組成

表 7、桃園市竹圍人工魚礁區底棲生物覆蓋面積百分比

門 Phylum	綱或亞綱 Class	目 Order	科名 Family	中文名	A 型鋼鐵礁	水泥礁
海綿動物門 Porifera	尋常海綿綱 Demospongiae			海綿	10	16
刺胞動物門 Cnidaria	水螅蟲綱 Hydrozoa	螅型目 Hydroida		水螅	18	20
	珊瑚蟲綱 Anthozoa	石珊瑚目 Scleractinia	羽珊瑚科 Clavularidae	雪花珊瑚	15	18
			樹珊瑚科 Dendrophylliidae	圓管星珊瑚	5	3
		軟珊瑚目 Alcyonacea	穗珊瑚科 Nephtheidae	棘穗軟珊瑚	10	1
				纖穗軟珊瑚	8	
		柳珊瑚目 Gorgonacea	鞭珊瑚科 Ellisellidae	白鞭珊瑚	1	
			軟柳珊瑚科 Subergorgiidae	網扇軟柳珊瑚		1
				軟木軟柳珊瑚		3
軟體動物門 Mollusca	雙殼綱 Bivalvia	鶯蛤目 Pterioida	牡蠣科 Ostreidae	牡蠣		10
節足動物門 Arthropoda	蔓足綱 Cirripedia	完胸目 Thoracica	藤壺科 Balanidae	藤壺	10	10
	甲殼綱 Crustacea	十足目 Decapoda	活額蝦科 Rhynchocinetidae	活額蝦	1	
苔蘚動物門 Bryozoa	裸唇綱 Gymnolaemata	唇口目 Cheilostomata	網孔苔蟲科 Reteporidae	網孔苔蟲	13	16
棘皮動物門 Echinodermata	海百合綱 Crinoidea	櫛羽星目 Comatulida	櫛羽星科 Comasteridae	海羊齒	7	
	海參綱 Holothuroidea	楯手目 Aspidochirotida	刺參科 Stichopodidae	刺海參	1	1
尾索動物門 Urochordata	海鞘綱 Ascidiacea			海鞘	1	1

(2). 魚類相 (圖 51~圖 60)：

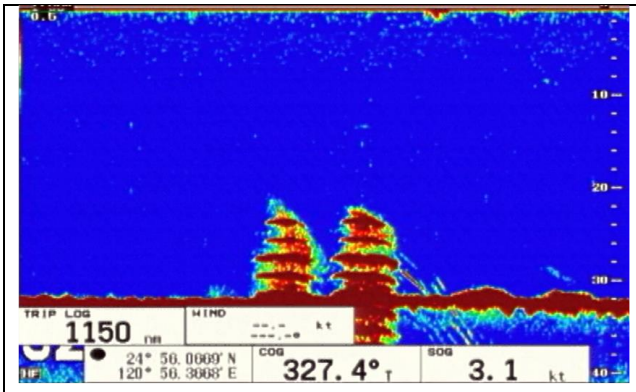


圖 51、桃園竹圍人工魚礁區 99 年設置之 A 型大型鋼鐵礁 (座標分別為：99A15: N24°56.023’，E120°56.3499’; 99A05: N24°56.032’，E120°56.3612’)

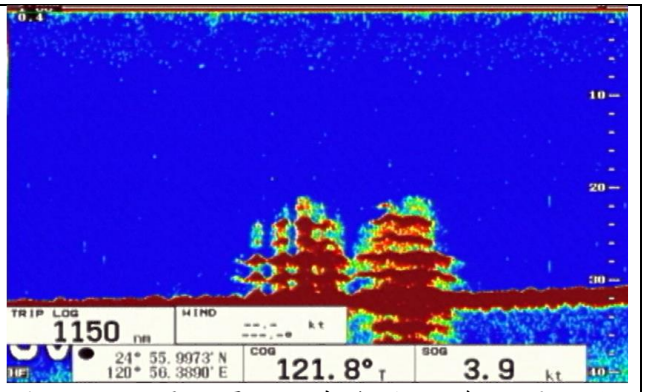


圖 52、桃園竹圍人工魚礁區 99 年設置之 A 型大型鋼鐵礁(座標分別為：99A15: N24°56.023’，E120°56.3499’; 99A05: N24°56.032’，E120°56.3612’)

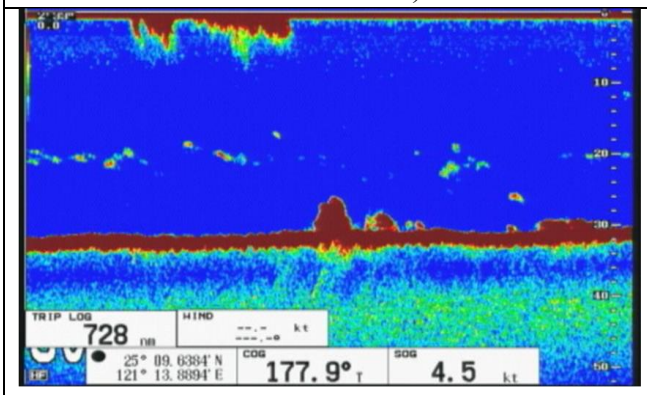


圖 53、桃園竹圍人工魚礁區 B 型大型鋼鐵礁魚探影像

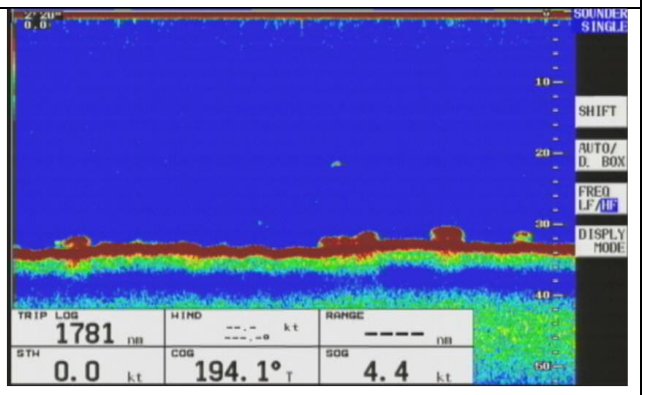


圖 54、桃園竹圍人工魚礁區 B 型大型鋼鐵礁魚探影像

圖 55、A 型鋼鐵礁頂層鋼板出現鏽蝕穿孔，旁邊甚至有即將斷落者。礁體表面長滿水螅，下方橘色為鋼板鏽蝕

圖 56、在水泥礁區發現有纜繩纏繞在礁體上，不過未發現有廢網覆蓋

圖 57、A 型鋼鐵礁上的繖穗軟珊瑚

圖 58、水泥礁上長滿雪花珊瑚（高）及水螅（低），分屬本區底棲生物中最豐的兩種，都是對混濁環境抵抗性強的物種

圖 59、在 A 型鋼鐵礁區紀錄到六斑二齒魨，體長約 18 公分。本區魚類紀錄不豐。僅紀錄到 6 種 14 尾魚類

圖 60、在水泥礁區記錄到刺海參，長度約 8 公分

(i)魚類相：電桿礁區共記錄 1 科 1 種 20 尾魚類，水泥礁-1 區共記錄到 2 科 2 種 22 尾魚類，水泥礁-2 區共記錄到 5 科 7 種 89 尾魚類，天然礁區共記錄到 1 科 1 種 15 尾魚類。合計在本魚礁區共記錄到 5 科 6 屬 7 種 146 尾魚類(表 8)。本魚礁區以天竺鯛科(Apogonidae)種類最多，共記錄到 3 種。在數量上以半線天竺鯛(*Apogon semilineatus*)較多，共記錄到 75 尾，佔總尾數的 51.4%。其次為黃身天竺鯛(*Apogon fleurieu*)及箭天竺鯛(*Rhabdamia gracilis*)，分別記錄到 40 尾及 20 尾，各佔總尾數的 27.4%及 13.7%。在出現頻率方面，2 次調查中出現 2 次以上的僅有半線天竺鯛 1 種，占全部魚種的 14.3%。此外，本區記錄到較大體型（體長大於 25 公分）的魚類僅有一隻日本真鱸(*Lateolabrax japonicus*)。在本魚礁區的調查中，以水泥礁-2 所記錄的魚類種類為最多，共記錄到 7 種；其次為水泥礁-1，共記錄到 2 種。在數量方面，同樣以水泥礁-2 所記錄的尾數較多，共記錄到 89 尾魚類；其次是水泥礁-1，共記錄到 22 尾魚類。經以 Shannon-Wiener index (H')檢視各次調查的多樣性指數，顯示水泥礁-2 的多樣性指數為最高(1.395)，其次是水泥礁-1(0.305)，合併四次調查的魚類群聚資料所得的多樣性指數為 1.262。整體而言，多樣性指數相對偏低。

(ii)魚類群聚：以 Jaccard's 相似性指數進行各次調查間魚種相似性分析，相似度最高的為電桿礁與天然礁之間，因只出現半線天竺鯛，因此相似性為 100%。兩兩測站間的魚種相似性約在 14～100%之間，顯示各次調查的魚種組成相似性頗高。各次調查間彼此的關聯性經以樹狀圖（圖 61）顯示電桿礁與天然礁的魚類群聚較為相似。本魚礁區共調查到電桿礁、1.0M 方型水泥礁、2.0M 雙層式水泥礁 3 種魚礁，礁體空間結構差異並不大。其中電桿礁、天然礁在 30 公尺深處、水泥礁在 20 公尺深處，兩區距離約 2 公里，不過由於所記錄到的魚種偏少，因此法無進一步比較群聚間的差異。(表 9、表 10)

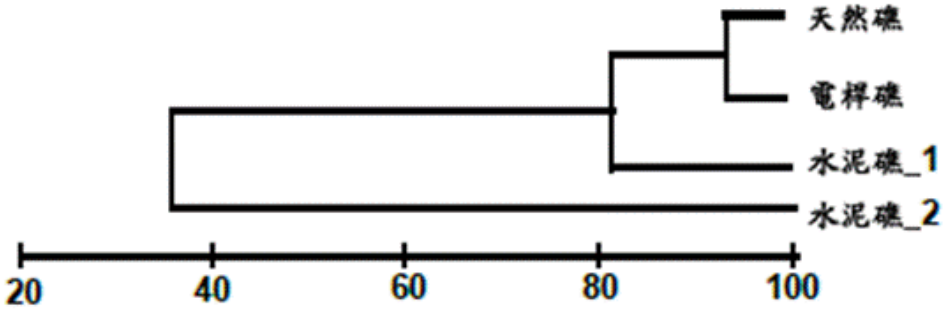


圖 61、竹圍魚礁區 2 次調查期間不同礁體間魚類群聚類別相似度數狀關係圖

(iii)魚類生物量評估：利用各魚種的體長/體重轉換程式，將魚類群聚資料轉換成估算重量資料，結果顯示水泥礁-2 的估算魚類總重量較多，共記錄到 2,245 公克。其次為水泥礁-1，共記錄到 105 公克。累積四次調查的總重量共 2403 公克，平均每次調查可記錄到 601 公克的魚類。其中以底棲動物食性魚類較多，平均佔總重量的 58.3%，其次為食魚性魚類及浮游動物食性魚類，分別佔總重量的 23.7%及 18.0%。本魚礁區的魚類資源稀少，主要由定棲性的天竺鯛所組成，攝食礁體上的附著性生物及礁體內外的底棲動物。而同樣定棲在魚礁區的石狗公則以天竺鯛等小魚為食，日本真鱸則以浮游動物為食。

(3). 魚礁區沙埋、礁體位移之測定：桃園市曾於 94 年及 100 年於桃園市竹圍人工魚礁區投放 7 座 B 型大型鋼鐵礁(94 年 4 座，100 年 1 座)，為了解目前鋼鐵礁情況，本計畫另針對此二處人工魚礁內的礁體進行潛水調查分析。詳述如下：(表 2)

(i) 100 年的鋼鐵礁：編號 100B25 鋼鐵礁目前位於海底深度 34.1 公尺，礁頂深度 28.6 公尺。礁體正座海底，未見傾斜。礁體未見有碰撞、擠壓或變形，結構完整度 100%。最底層離海底 30~50 公分，四邊僅有西南角的礁腳觸地，其餘礁腳均懸空。廢網覆蓋嚴重；礁體表面長滿小藤壺及水螅，在東南角受泥沙洗掘坑斜壁靠近礁體邊。100B25 位於 100B19 之

東南東方（110°），礁邊最短間距 30 公尺（水下測量）；位於 100B12 之南南西方（205°）。整體完整度為 90%。底層鋼板均未被沙掩埋，四面底樑中央離地約 20 公分。礁底南面及東面有較大範圍的洗掘坑地形出現，範圍約佔礁底的 1/4，最深約 30 公分，

(ii)編號 100B19 其編號向西北方（305°）。海底深度 37.4 公尺，礁頂深度 31.4 公尺。礁體正座海底，未見傾斜。礁體未見任何碰撞擠壓變形，結構完整度 100%。最底層離海底 30~50 公分，底部有礁岩突起以致四邊的礁腳均懸空。有廢網覆蓋甚嚴重，礁體表面長滿小藤壺及水螅。100B19 位於 100B25 之西北西方（290°），礁邊最短間距 30 公尺（水下測量）；位於 100B12 之西南方（235°）。四面底樑中央離地約 0~30 公分。礁底也有較大範圍的洗掘坑地形出現，範圍幾乎涵蓋整個礁底，最深約 40 公分。其他部位集中在礁柱腳周邊，範圍均少於 1 平方公尺，最深約 10 公分，對礁體座底穩定度不會造成影響。

(iii)編號 100B12 其編號向西北方（305°）。海底深度 36.3 公尺，礁頂深度 30.1 公尺。礁體正座海底，未見傾斜。礁體未見有碰撞、擠壓或變形，結構完整度 100%。最底層離海底 25~40 公分，大部分礁腳均觸地，僅有西北方部分礁腳懸空。廢網覆蓋嚴重；礁體表面長滿小藤壺及水螅。調查過程中記錄到大量成群的三線雞魚(*Parapristipoma trilineatum*)，體長約 20~25 公分，穿梭礁體內外。100B12 位於 100B19 之東北方（55°），位於 100B25 之北北東方（25°）。鋼鐵礁區未見沙埋。沙埋情形：洗掘坑地形：鋼鐵礁周邊約有 0.5~2 公尺深的洗掘坑，附近的電桿礁體周邊約有 1~1.5 公尺深的洗掘坑。

(vi)編號 94B09 與編號 94B10 兩座鋼鐵礁距離較近，因此本次調查以此兩座為主，94B09 鋼鐵礁正座海底，其西北方另有一座 94B10 鋼鐵礁，兩礁相距約 7.6 公尺，兩座鋼鐵礁的礁體結構完整，整體完整度為 90%。鋼鐵礁頂表面附著生物生長生長旺盛，導致礁體編號辨識困難。附近有 2.0M 雙層式水泥礁分為 2 個礁堆，每堆分別為 30 座、10 座礁體緊密排列，礁堆呈東北-西南方向帶狀，堆間相距約 2~4 公尺。有 3 座水泥礁破損只剩部分礁體，其餘略有破損或相當完整，整體完整度約為 90%。兩座鋼鐵礁受沙埋並不嚴重，覆網情形也是相當嚴重。

(v)兩處鋼鐵礁礁體結構皆相當完整，整體總平均完整度約 90%。鋼鐵礁頂表面附著生物生長生長旺盛，受沙埋洗掘並不嚴重，覆網情形則是相當嚴重。

(4). 魚礁區覆網範圍之測定：94、100 年投放的鋼鐵礁皆有出現嚴重覆網情形，兩年度鋼鐵礁位置表 11 如所示。

表 8、桃園市竹圍人工魚礁區魚種紀錄表

科名	魚名	中文名	A 鋼鐵礁		水泥礁	
			體長	數量	體長	數量
Apogonidae 天竺鯛科	*Apogon semilineatus*	半線天竺鯛	5~7	3		
Diodontidae 二齒魨科	*Diodon holocanthus*	六斑二齒魨	12~18	2	12	1
Haemulidae 石鱸科	*Parapristipoma trilineatum*	三線雞魚	15~18	3	22	1
Kyphosidae 舵魚科	*Microcanthus strigatus*	柴魚	10~14	3		
Ostraciidae 箱魨科	*Ostracion meleagris*	米點箱魨			20	1
Sciaenidae 石首魚科	*Miichthys miiuy*	鮸魚	80	1		
Scorpaenidae 鮋科	*Sebastiscus marmoratus*	石狗公	10~15	2	10~15	2

表 9、桃園市竹圍人工魚礁區各次調查的重量估算及多樣性指數(H')

	魚種數	個體數	估算魚類總重量（公克）	多樣性指數(H')
各區總和	7	19	5,635	1.84
A 型鋼鐵礁	6	14	5,098	1.74
水泥礁	4	5	537	1.33

表 10、桃園市竹圍人工魚礁區 2 次調查的各食性魚類比例（以重量計算）

	草食性	浮游動物食性	底棲動物食性	雜食性	食魚性	其他食性
各區總和	0.0%	0.0%	60.4%	24.5%	15.1%	0.0%
A 型鋼鐵礁	0.0%	0.0%	93.7%	3.4%	2.9%	0.0%
水泥礁	0.0%	0.0%	27.1%	45.5%	27.4%	0.0%

表 11、桃園市竹圍人工魚礁區 94、100 年投放的 B 型大型鋼鐵礁(共 7 座)定位和側掃調查結果摘要

年份	編號	各鋼鐵礁實測位置(經緯度)		兩鋼鐵礁距離(m)		深度(m)	狀態	完整性	覆網挖掘狀況
		經度	緯度						
94	94B08	E121°14.269’	N25°09.564’	94B08-94B09	161.7	30.1	正座	完整	覆網、輕微挖掘
94	94B09	E121°14.202’	N25°09.620	94B08-94B10	166.3	31.9	正座	完整	覆網、輕微挖掘
94	94B10	E121°14.198’	N25°09.619’	94B08-94B11	171.5	30.0	正座	完整	覆網、輕微挖掘
94	94B11	E121°14.185’	N25°09.603’	94B09-94B10	7.6	31.6	正座	完整	覆網、輕微挖掘
				94B09-94B11	44.5		正座	完整	覆網、輕微挖掘
				94B10-94B11	38.2		正座	完整	覆網、挖掘嚴重
100	100B12	E121°14.0648’	N25°10.0164’	100B12-	30.08	36.3	正座	完整	覆網、輕微挖掘
100	100B25	E121°14.0518’	N25°10.0067’	100B12-	56.71	34.1	正座	完整	覆網、輕微挖掘
100	100B19	E121°14.0344’	N25°10.0126’	100B25-	33.99	37.4	正座	完整	覆網、輕微挖掘

3. 桃園市永安人工魚礁區：

調查次數	調查日期	調查位置(中心點座標)	調查人員
第一次	111 年 4 月 22 日	電桿礁：E120°59.350’, N25°09.000’	潘偉士、潘偉華、楊天祥潛水教練
第二次	111 年 7 月 23 日	B 型鋼鐵礁區： E120°59.300’,N25°00.750’(99 年)	潘偉士、潘偉華、簡老洋潛水教練

(1). 礁體附著生物相：

(i)礁體附著生物相：在本魚礁區的大型底棲生物經初步鑑定共有 7 門 11 綱 15 目 17 科 20 種。在電桿礁-1 區共記錄到 7 門 8 綱 12 目 14 科 15 種，在水泥礁-2 區共記錄到 7 門 9 綱 12 目 13 科 14 種，在電桿礁-2 區共記錄到 7 門 9 綱 12 目 14 科 14 種，在水泥礁-2 區共記錄到 7 門 9 綱 12 目 12 科 14 種（表 12）。

(ii)底棲生物群聚：電桿礁-1 的底棲生物覆蓋率約為礁體總面積的 50%，其餘為泥沙所覆蓋。底棲生物中以棘穗軟珊瑚較多，約佔總生物量的 18%；其次為海綿及水螅，各約佔 13%及 12%；再其次為雪花珊瑚、牡蠣及海羊齒，各約佔 10%、8%及 8%。

水泥礁-1 的底棲生物覆蓋率約為礁體總面積的 60%，以棘穗軟珊瑚較多 (約 22%)；其次為海綿及水螅 (各 16%及 14%)；再其次為海羊齒及雪花珊瑚 (各 9%及 8%)。

電桿礁-2 的底棲生物覆蓋率約為礁體總表面積的 50%，以棘穗軟珊瑚較多 (20%)；其次為海羊齒及水螅 (15%及 13%)；再其次為海綿、雪花珊瑚及牡蠣(各約 10%)。

水泥礁-2 的底棲生物覆蓋率約為礁體總表面積的 60%，以海綿及水螅較多 (各 17%)；

其次為雪花珊瑚 (13%)；再其次為棘穗軟珊瑚及藤壺，各約佔 10%。

經由 4 次調查結果平均，本魚礁區泥沙覆蓋約佔礁體總表面積的 45%，底棲生物以軟珊瑚較多(19.1%)，其次為其它動物(10.1%)、水螅(7.8%)及海綿(7.8%)(圖 62)。

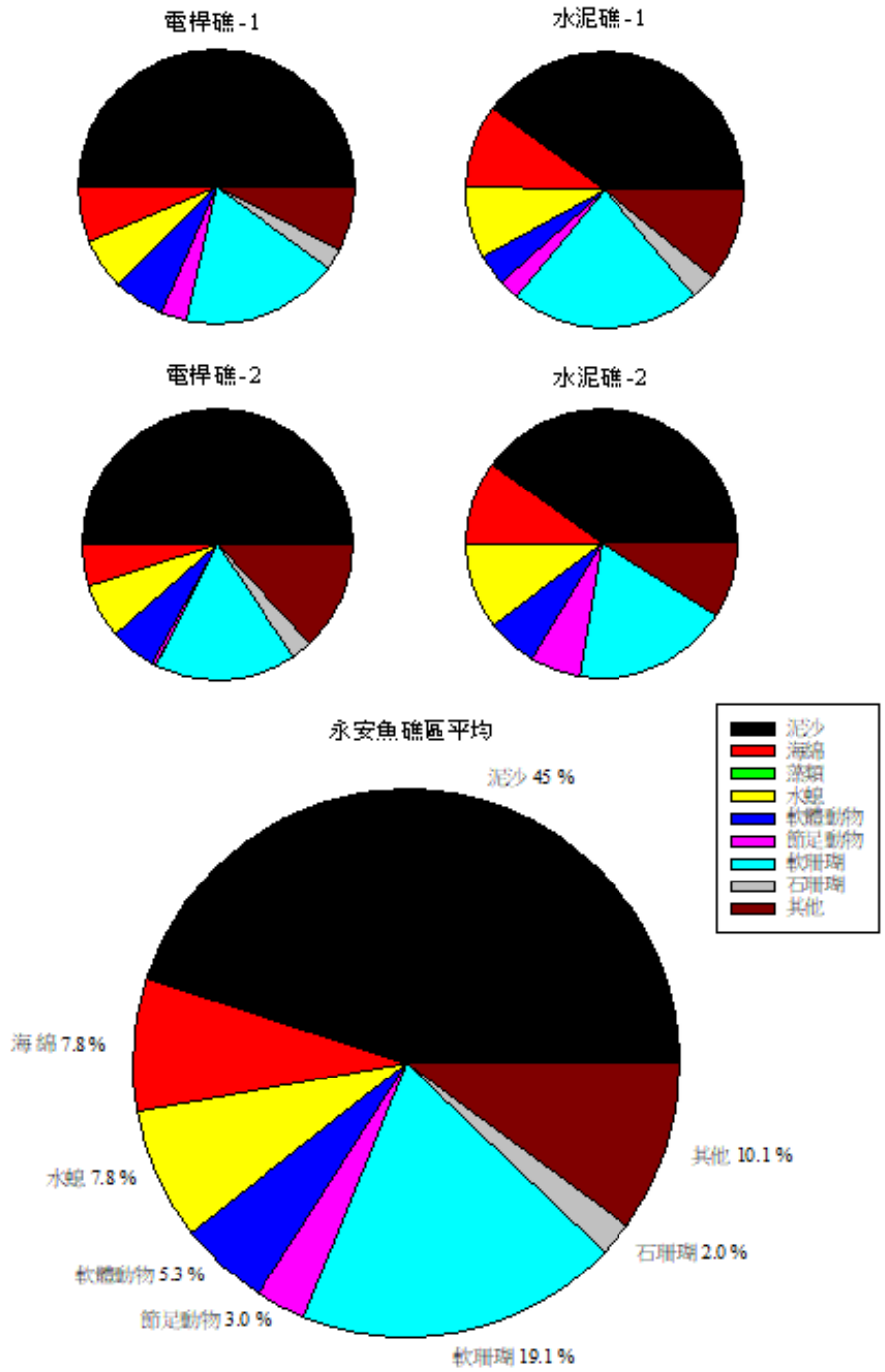


圖 62、桃園市永安魚礁區 2 次調查之底棲生物群聚類別組成

表 12、桃園市永安人工魚礁區底棲生物覆蓋面積百分比

門 Phylum	綱或亞綱 Class	目 Order	科名 Family	中文名	電桿礁	B 型鋼鐵礁
海綿動物門 Porifera	尋常海綿綱 Demospongiae			海綿	12	10
刺胞動物門 Cnidaria	水螅蟲綱 Hydrozoa	螅型目 Hydroida		水螅	15	20
	珊瑚蟲綱 Anthozoa	石珊瑚目 Scleractinia	羽珊瑚科 Clavulariidae	雪花珊瑚	7	10
			樹珊瑚科 Dendrophylliidae	圓管星珊瑚	2	
		軟珊瑚目 Alcyonacea	穗珊瑚科 Nephtheidae	棘穗軟珊瑚	6	
				美麗骨穗軟珊瑚	2	
		柳珊瑚目 Gorgonacea	棘柳珊瑚科 Acanthogorgiidae	星棘柳珊瑚	2	
			鞭珊瑚科 Ellisellidae	強韌鞭珊瑚	2	
			扇珊瑚科 Melithaeidae	美麗柏柳珊瑚	5	1
			軟柳珊瑚科 Subergorgiidae	網扇軟柳珊瑚	8	
				軟木軟柳珊瑚	8	3
		海葵目 Actiniaria		海葵		5
軟體動物門 Mollusca	雙殼綱 Bivalvia	鶯蛤目 Pterioida	牡蠣科 Ostreidae	牡蠣	9	15
			海菊蛤科 Spondylidae	海菊蛤		1
節足動物門 Arthropoda	蔓足綱 Cirripedia	完胸目 Thoracica	藤壺科 Balanidae	藤壺	9	18
	甲殼綱 Crustacea	十足目 Decapoda	梭子蟹科 Portunidae	梭子蟹	1	
苔蘚動物門 Bryozoa	裸唇綱 Gymnolaemata	唇口目 Cheilostomata	網孔苔蟲科 Reteporidae	網孔苔蟲	7	7
棘皮動物門 Echinodermata	海百合綱 Crinoidea	櫛羽星目 Comatulida	櫛羽星科 Comasteridae	海羊齒	3	7
	海參綱 Holothuroidea	楯手目 Aspidochirotida	刺參科 Stichopodidae	刺海參		1
尾索動物門 Urochordata	海鞘綱 Ascidiacea			海鞘	2	2

(2). 魚類相 (圖 63~圖 72)：

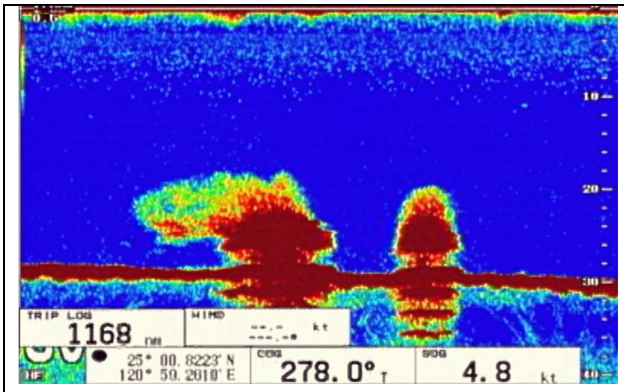


圖 63、桃園永安人工魚礁區 99 年設置之 B 型大型鋼鐵礁(座標分別為：99B11: N25°00.810’，E121°59.3140’; 99B18: N25°00.816’，E120°59.2998’)

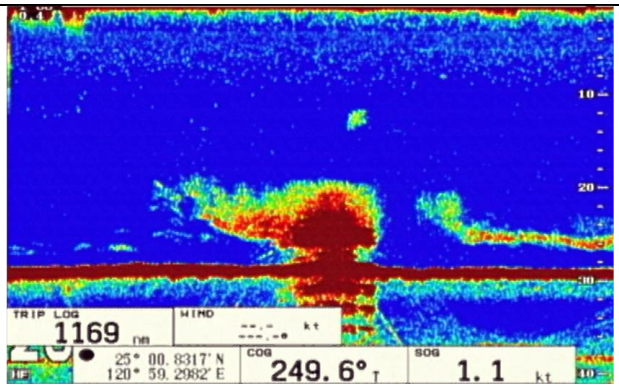


圖 64、桃園永安人工魚礁區 99 年設置之 B 型大型鋼鐵礁(WGS84 衛星定位座標分別為：99B11: N25°00.810’，E121°59.3140’)

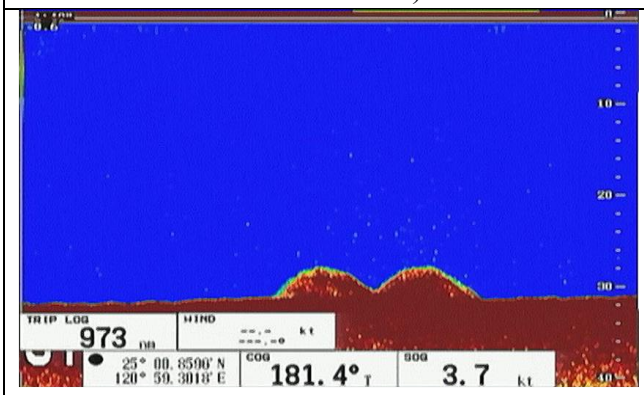


圖 65、桃園永安人工魚礁區 B 型大型鋼鐵礁魚探影像

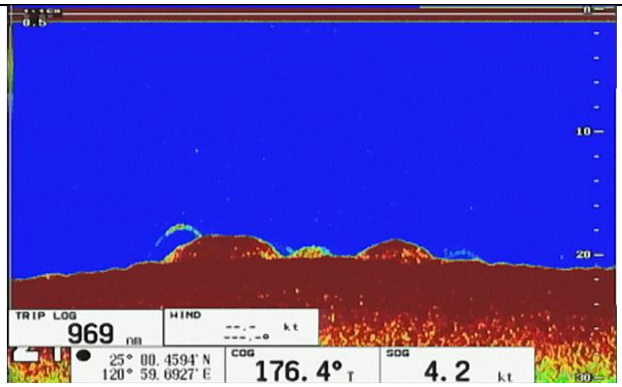


圖 66、桃園永安人工魚礁區 B 型大型鋼鐵礁魚探影像

圖 67、電桿礁上的沈積物狀況嚴重，最大厚度約 2 公分，出現在礁體底層電桿的頂面。

圖 68、B 型鋼鐵礁上蓋滿覆網，比例高達 80%的礁區面積。

圖 69、電桿礁上完全未見覆網，不過有發現塑膠袋纏繞在軟珊瑚上。

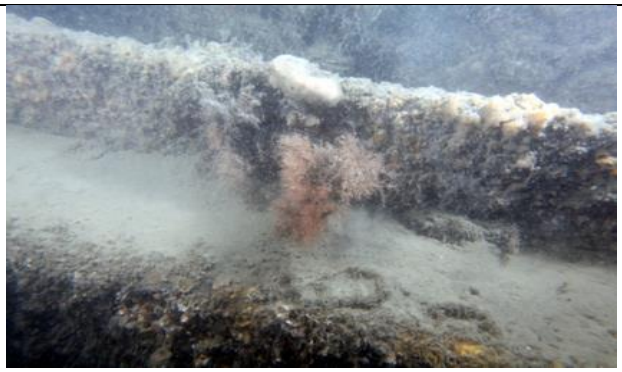


圖 70、B 型鋼鐵礁區的沈積物狀況嚴重，最大厚度高達 3 公分，主要出現在礁體頂層內部的平面上。

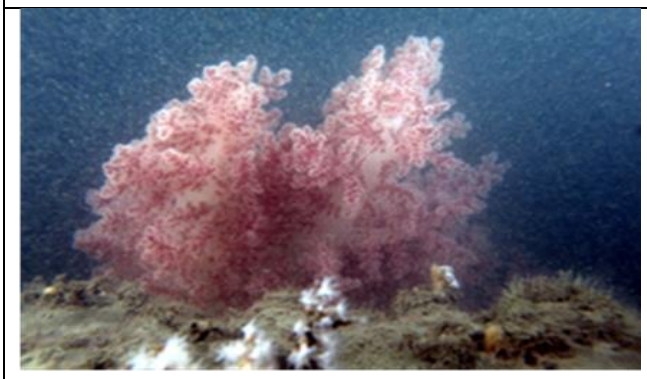


圖 71、在電桿礁上主要都是海綿、水螅、網孔苔蟲等抗混濁水域的物種。不過也有記錄到棘穗軟珊瑚。

圖 72、在 B 型鋼鐵礁區記錄到金 魚翁(*Cirrhitichthys aureus*)，體長約 8~10 公分

(i)魚類相：電桿礁-1 區共記錄 3 科 3 種 226 尾魚類，水泥礁-1 區共記錄到 2 科 2 種 6 尾魚類，電桿礁-2 區共記錄到 2 科 4 種 73 尾魚類，水泥礁-2 區共記錄到 8 科 11 種 161 尾魚類。合計在本魚礁區共記錄到 8 科 9 屬 11 種 466 尾魚類（表 13）。本魚礁區以天竺鯛科(Apogonidae)種類較多，共記錄到 4 種。在數量上則以箭天竺鯛(*Rhabdamia gracilis*)較多，共記錄到 235 尾，佔總尾數的 50.4%。其次為燕尾光鰓雀鯛(*Chromis fumea*)、半線天竺鯛(*Apogon semilineatus*)及黃身天竺鯛(*Apogon fleurieu*)，分別記錄到 95 尾、70 尾及 30 尾，各佔總尾數的 20.4%、15.0%及 6.4%。在出現頻率方面，2 次調查中出現 3 次以上的有箭天竺鯛及燕尾光鰓雀鯛 2 種，占全部魚種的 18.2%。此外，本區並未記錄到較大體型（體長大於 25 公分）的魚類。

(ii)魚類群聚：在本魚礁區的調查中，以水泥礁-2 所記錄的魚類種類較多，共記錄到 10 種；其次為電桿礁-2，共記錄到 4 種。在數量方面，以電桿礁-1 所記錄的尾數較多，共記錄到 226 尾魚類；其次是水泥礁-2，共記錄到 161 尾魚類。經以 Shannon-Wiener index (H')檢

視各次調查的多樣性指數（表 14、表 15），顯示水泥礁-2 的多樣性指數為最高(1.791)，其次是電桿礁-2(1.088)，合併四次調查的魚類群聚資料所得的多樣性指數為 1.438。整體而言，多樣性指數相對偏低。

(iii)魚類生物量評估：利用各魚種的體長/體重轉換程式，將魚類群聚資料轉換成估算重量資料，結果顯示水泥礁-2 的估算魚類總重量較多，共記錄到 1519 公克（表 15）。其次為電桿礁-1，共記錄到 289 公克。累積四次調查的總重量共 1855 公克，平均每次調查可記錄到 464 公克的魚類。其中以底棲動物食性魚類較多，平均佔總重量的 56.0%，其次為浮游動物食性魚類及食魚性魚類，分別佔總重量的 42.6%及 1.4%。以 Jaccard's 相似性指數進行各次調查間魚種相似性分析，兩兩測站間的魚種相似性約在 20～40%之間。相似度最高的為電桿礁-1 與電桿礁-2 之間，魚種組成有 40%相似；其次為電桿礁-1 與水泥礁-2 之間，魚種組成有 30%相似。各次調查間彼此的關聯性經以樹狀圖表示，顯示電桿礁-2 與水泥礁-2 的魚類群聚較為相似。本魚礁區共調查到電桿礁及雙層式水泥礁 2 種魚礁，礁體空間結構差異並不大，調查時間也相距不到一個月，不過由於所記錄到的魚種偏少，因此無法進一步比較群聚差異性。

表 13、桃園市永安人工魚礁區魚種紀錄表

			電桿礁		B 型鋼鐵礁	
科名	魚名	中文名	體長	數量	體長	數量
Apogonidae 天竺鯛科	*Apogon semilineatus*	半線天竺鯛			5~8	50
Caesionidae 烏尾鮗科	*Pterocaesio digramma*	雙帶烏尾鮗			10~12	30
Chaetodontidae 蝴蝶魚科	*Coradion altivelis*	褐帶少女魚			16	1
	Heniochus acuminatus	白吻雙帶立旗鯛			18	1
Cirrhitidae 科	*Cirrhitichthys aureus*	金			8~10	5
Diodontidae 二齒魨科	*Diodon holocanthus*	六斑二齒魨			18~22	20
	Diodon hystrix	密斑二齒魨	18	1		
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus russellii*	黑星笛鯛	20	1		
Pomacentridae 雀鯛科	*Chromis fumea*	燕尾光鰓雀鯛			6~8	10
	Neopomacentrus cyanomos	藍新雀鯛			8~10	30
Scorpaenidae 鮋科	*Sebastiscus marmoratus*	石狗公			14~16	2
Siganidae 籃子魚科	*Siganus fuscescens*	褐籃子魚			30	1

表 14、桃園市永安人工魚礁區 2 次潛水調查的重量估算及多樣性指數(H')

	魚種數	個體數	估算魚類總重量（公克）	多樣性指數(H')
各區總和	12	152	1.79	8,975
電桿礁	2	2	0.69	498
B 型鋼鐵礁	10	150	1.73	8,477

表 15、桃園市永安人工魚礁區 2 次潛水調查的各食性魚類比例（以重量計算）

	草食性	浮游動物食性	底棲動物食性	雜食性	食魚性	其他食性
各區總和	2.7%	4.6%	79.3%	0.6%	12.9%	0.0%
電桿礁	0.0%	0.0%	77.0%	0.0%	23.0%	0.0%
B 型鋼鐵礁	5.3%	9.2%	81.6%	1.2%	2.7%	0.0%

(3). 魚礁區沙埋、礁體位移之測定 (表 16)：

(i)編號 99B11 鋼鐵礁(座標：N25°00.273',E120°59.343')所在海底深度為 29.2 公尺，礁頂 24.0 公尺，為 99 年度投放，當年共投放 3 座。礁體正座在海底，結構完整，輪胎使用新式方法固定，未見流失，不過有部分鋼板鏽蝕穿洞，整體完整度約 98%。礁體未見沙埋。但是礁體周邊有約 1 公尺以深的洗掘坑地形，覆網情形也是相當嚴重，約佔總面積的 80%，主要集中在礁體頂層及四周。其它 2 座 B 型鋼鐵礁(編號 99B16, 99B18)情況也大致相同。鋼鐵礁區的礁體表面約為 0.5~3 公分厚，最大厚度出現在礁體頂層內部的平面上。

(ii)編號 98A01 鋼鐵礁(座標:N25°01.0190', E120°59.3187')所在海底深度為 32.2 公尺，礁頂 24.0 公尺，為 98 年度投放，當年共投放 3 座。礁體正座在海底，結構完整，輪胎使用新式方法固定，也未見流失，也有部分鋼板鏽蝕穿洞，整體完整度約 90%。礁體未見沙埋。但是礁體周邊也有約 0.5～1 公尺以深的洗掘坑地形，覆網情形也是相當嚴重，約佔總面積的 85%，主要集中在礁體頂層及四周。其它 2 座 A 型鋼鐵礁情況也是大致相同。

(iii)經由 2 次調查結果平均，本魚礁區泥沙覆蓋約佔礁體總表面積的 45.0%，底棲生物以軟珊瑚較多（15.5%），其次為水螅（9.5%）、其它動物（9.1%）、節足動物（7.5%）、軟體動物（6.7%）及海綿（6.1%）。底棲生物覆蓋率約為礁體總面積的 50%，其餘均為泥沙覆蓋。底棲生物中以水螅最多，約佔總生物量的 20%；其次為藤壺及牡蠣，各約佔 18%及 15%；再其次為海綿及雪花珊瑚，各約佔 10%。

表 16、桃園市永安人工魚礁區 98、99 年投放的 A, B 兩型大型鋼鐵礁(共 6 座)定位和側掃調查結果摘要

年份	編號	各鋼鐵礁實測位置(經緯度)		兩鋼鐵礁距離(m)		深度	狀態	完整性	覆網挖掘狀況
		經度	緯度						
98	98A01	E120°59.3187’	N25°01.0190’	98A01-98A14	28.35	32.2	正座	完整	覆網、輕微挖掘
98	98A14	E120°59.3191’	N25°01.0037’	98A01-98A15	31.34	31.3	正座	完整	覆網、輕微挖掘
98	98A15	E120°59.3349’	N25°01.0141’	98A14-98A15	35.03	31.0	正座	完整	覆網、輕微挖掘
99	99B11	E120°59.3139’	N2500.8098’	100B11-100B16	42.75	30.7	正座	完整	覆網、輕微挖掘
99	99B16	E120°59.2914’	N2500.8146’	100B11-100B18	28.51	30.8	正座	完整	覆網、輕微挖掘
99	99B18	E120°59.2998’	N2500.8158’	100B16-100B18	15.76	30.7	正座	完整	覆網、輕微挖掘

(4). 魚礁區覆網範圍之測定：98、99 年投放的鋼鐵礁皆有出現嚴重覆網情形，兩年度鋼鐵礁位置如表 16 所示。

4. 桃園市觀音人工魚礁區：

調查次數	調查日期	調查位置(中心點座標)	調查人員
第一次	111 年 7 月 1 日	第 1 個潛水點：E120°59.350’，N25°09.000’	潘偉士、潘偉華、楊天祥潛水教練
第二次	111 年 10 月 10 日	第 2 個潛水點：E120°59.300’，N25°00.750’	潘偉士、潘偉華、簡老洋潛水教練

(1). 礁體附著生物相：

(i)礁體附著生物相：由於本礁區歷久未再有新投放人工魚礁的訊息，因此本計畫團隊在 2 處疑似水泥礁處礁體上進行底棲生物經初步鑑定，發現在本魚礁區的大型底棲生物經初步鑑定共有 3 門 3 綱 3 目 3 科 3 種。在第 1 處疑似水泥礁處礁體上共記錄到 4 門 5 綱 5 目 5 科 5 種，在第 1 處疑似水泥礁處礁體上共只記錄到 3 門 3 綱 3 目 3 科 3 種，在水泥礁-2 區共只記錄到 3 門 3 綱 3 目 3 科 3 種(表 17)。

(ii)底棲生物群聚：在第 1 處疑似水泥礁處礁體表面附著生物相當稀少。第 1 處疑似水泥礁處的底棲生物覆蓋率約為礁體總面積的 20%，主要均為空白基質或沈積物覆蓋。底棲生物中以藤壺最多，約佔總生物量的 60%；其次為水螅及網孔苔蟲，各約佔 30%及 10%。第 2 處疑似水泥礁處的底棲生物覆蓋率約為礁體總面積的 20%，主要均為空白基質或沈積物覆蓋。底棲生物同樣以藤壺最多，約佔總生物量的 70%；其次為水螅及網孔苔蟲，各約佔 20%及 10%(圖 73)。不過在 2 處疑似水泥礁處附近發現仍有些許螺旋角珊瑚、網扇軟柳珊瑚、圓管星珊瑚、海羊齒等生物存在。

表 17、桃園觀音人工魚礁區底棲生物覆蓋面積百分比

門 Phylum	綱或亞綱 Class	目 Order	科名 Family	中文名	潛水點 1	潛水點 2
海綿動物門 Porifera	尋常海綿綱 Demospongiae			海綿	6	10
刺胞動物門 Cnidaria	水螅蟲綱 Hydrozoa	螅型目 Hydroida		水螅	11	11
	珊瑚蟲綱 Anthozoa	石珊瑚目 Scleractinia	羽珊瑚科 Clavularidae	雪花珊瑚	9	11
			樹珊瑚科 Dendrophylliidae	圓管星珊瑚	3	2
		軟珊瑚目 Alcyonacea	穗珊瑚科 Nephtheidae	棘穗軟珊瑚	6	
				纖穗軟珊瑚	5	
				軟木軟柳珊瑚		2
軟體動物門 Mollusca	雙殼綱 Bivalvia	鶯蛤目 Pterioida	牡蠣科 Ostreidae	牡蠣		6
節足動物門 Arthropoda	蔓足綱 Cirripedia	完胸目 Thoracica	藤壺科 Balanidae	藤壺	6	5
苔蘚動物門 Bryozoa	裸唇綱 Gymnolaemata	唇口目 Cheilostomata	網孔苔蟲科 Reteporidae	網孔苔蟲	8	10
棘皮動物門 Echinodermata	海百合綱 Crinoidea	櫛羽星目 Comatulida	櫛羽星科 Comasteridae	海羊齒	4	
尾索動物門 Urochordata	海鞘綱 Ascidiacea			海鞘	1	1

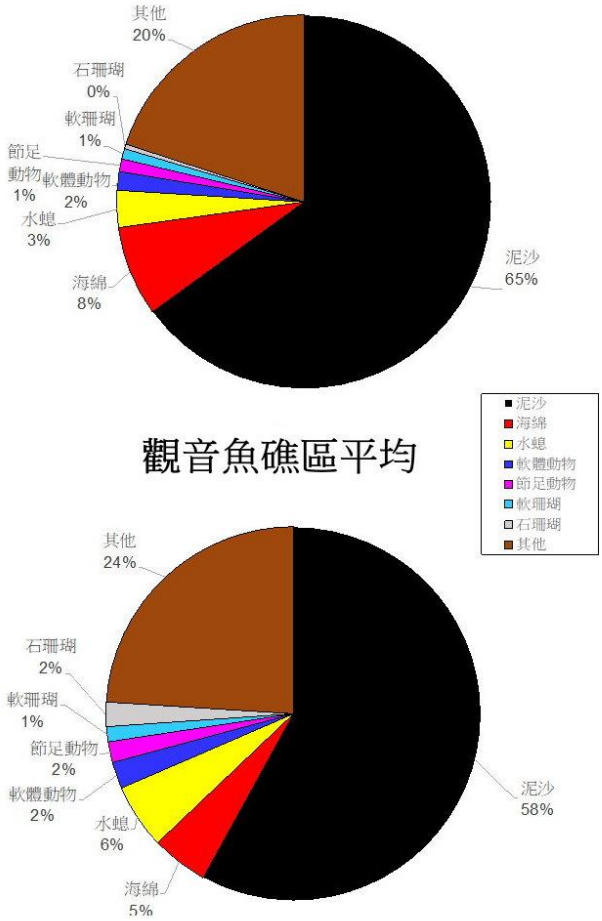


圖 73、桃園市觀音人工魚礁區 2 次調查之底棲生物群聚類別組成

(2). 魚類相 (圖 74~圖 83)：由於本計畫於調查期間並未發現漁業署公告的人工魚礁，因此，在本礁區內另外尋覓兩個疑似水泥礁體當作兩次潛水的潛水攝影點，分別進行水下 2 處各種觀察與調查分析。分述如下：

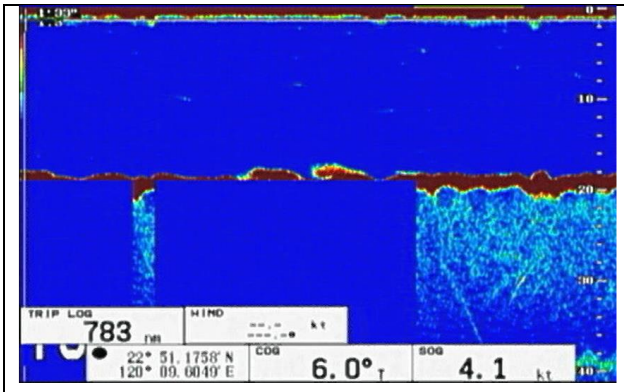


圖 74、桃園觀音人工魚礁區魚探影像(海底空無一物景象)

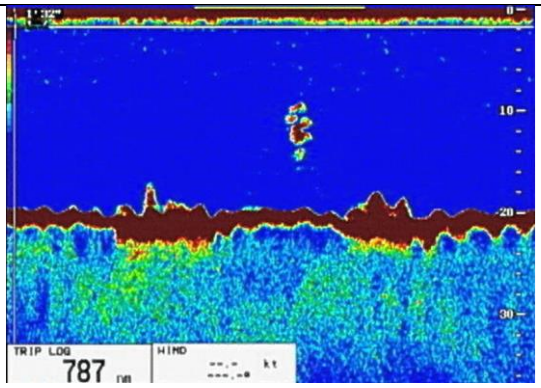


圖 75、桃園觀音人工魚礁區魚探影像(海底空無一物景象偶爾有群魚經過)

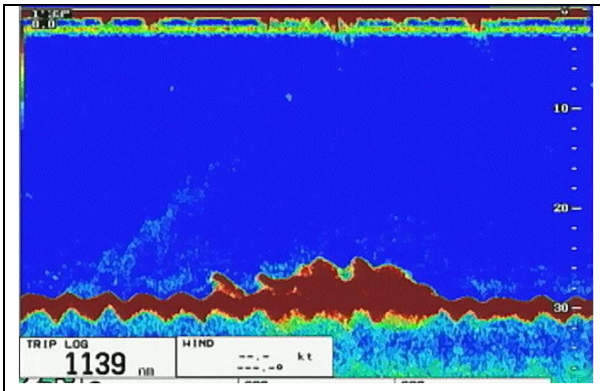


圖 76、桃園觀音人工魚礁區魚探影像(第 1 處潛水點，有疑似水泥礁)

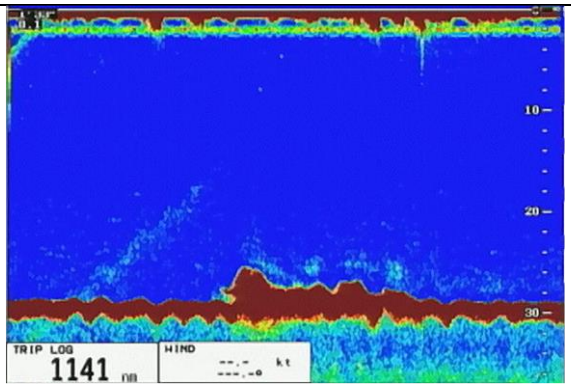


圖 77、桃園觀音人工魚礁區魚探影像(第 2 處潛水點，有疑似水泥礁)

圖 78、第 1 處潛水點海底由疑似水泥電杆礁及少許雀鯛魚洄游周圍

圖 79、第 1 處潛水點海底由疑似水泥礁及纏絡已久的拖網網具

圖 80、第 1 處潛水點海底由疑似水泥礁及纏絡已久的拖網網具

圖 81、第 2 處潛水點海底由疑似水泥礁體及其破損情形相當嚴重

圖 82、第 2 處潛水點海底由疑似水泥礁體及纏絡已久的拖網網具

圖 83、第 2 處潛水點海底由疑似水泥礁體及洄游其週邊的天竺鯛

(i)魚類相：在本魚礁區共記錄到 3 科 3 屬 5 種 107 尾魚類。其中在第 1 處潛水點共記錄 1 科 1 種 6 尾魚類，第 2 處潛水點共記錄到 3 科 7 種 50 尾魚類（表 18~表 20）。

(ii)魚類群聚：本魚礁區以天竺鯛科(Apogonidae)及鮨科(Serranidae)種類為較多，各記錄到 2 種。在數量上以半線天竺鯛(*Apogon semilineatus*)最多，共記錄到 100 尾，佔總尾數的 93.5%；其次為六斑二齒魨(*Diodon holocanthus*)，共記錄到 4 尾，佔總尾數的 3.7%。較大體型的魚類（體長大於 10 公分）僅記錄到一尾瑪拉巴石斑魚(*Epinephelus malabaricus*)，體長約 20 公分。

(iii)魚類生物量評估：經由體長-體重轉換公式計算所得，第 1 處潛水點的魚類估算重量為 324 公克，第 2 處潛水點的魚類估算重量為 1,564 公克。合併 2 處潛水點的總重量共 1,888 公克，平均 1 處約可記錄到 944 公克的魚類。

表 18、桃園市觀音人工魚礁區魚種紀錄表

			第 1 處潛點		第 2 處潛點	
科名	魚名	中文名	體長	數量	體長	數量
Apogonidae 天竺鯛科	*Apogon semilineatus*	半線天竺鯛			8~10	20
Caesionidae 烏尾鮗科	*Pterocaesio digramma*	雙帶烏尾鮗			6~8	12
Chaetodontidae 蝴蝶魚科	*Coradion altivelis*	褐帶少女魚			10	1
Diodontidae 二齒魨科	*Diodon holocanthus*	六斑二齒魨			14~16	8
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus russellii*	黑星笛鯛	6~8	6	5~8	
Pomacentridae 雀鯛科	*Chromis fumea*	燕尾光鰓雀鯛			6~8	6
Scorpaenidae 鮋科	*Sebastiscus marmoratus*	石狗公			10~12	1
Siganidae 籃子魚科	*Siganus fuscescens*	褐籃子魚			20	2

表 19、桃園市觀音人工魚礁區 2 次潛水調查的重量估算及多樣性指數(H')

	魚種數	個體數	估算魚類總重量（公克）	多樣性指數(H')
各區總和	8	56	0.63	3,842
第 1 處潛點	1	6	0.1	189
第 2 處潛點	7	50	0.62	3,653

表 20、桃園市觀音人工魚礁區 2 次潛水調查的各食性魚類比例（以重量計算）

	草食性	浮游動物食性	底棲動物食性	雜食性	食魚性	其他食性
各區總和	0.0%	4.6%	79.3%	1.6%	14.5%	0.0%
第 1 處潛點	0.0%	0.0%	99.9%	0.0%	0.10%	0.0%
第 2 處潛點	0.0%	3.2%	79.6%	4.5%	12.7%	0.0%

(3). 魚礁區沙埋、礁體位移之測定：桃園市觀音人工魚礁區至今已近 50 年(實際 49 年)未再投放魚礁，已投放的魚礁可能因年代久遠，礁體可能都已遭沙埋或流失，因此可視為新設魚礁區，並重新進行調查，評估是否投放新的魚礁。為了解現況，本計畫仍設定兩處潛水點(座標：N25°04.700', E121°04.200'及 N25°05.000', E121°04.000')，進行水下攝影觀察工作，結果顯示，本礁區海域環境不適合小型單元礁體的效益發揮（電桿礁、水泥礁）。因為調查的 2.0M 雙層式水泥礁歷經近 50 年以上的風浪侵襲，可能已遭致沙埋而流失，漁民表示無法利用此魚礁區。未來在本區投放魚礁需考量沙埋問題，並注意不同類型礁體的效益發揮情況。建議優先選擇抵抗性較佳的大型鋼鐵礁或漁船礁，單元礁體（電桿礁、水泥礁）投放應避免大範圍散落平鋪，盡量要求大量集中堆疊成金字塔狀。本魚礁區整體覆網情況仍然是有的，但在多數區域均未見覆網，由於目前沒有人工魚礁投設在本區，所以暫時不考慮安排廢網清除工作。

(4). 魚礁區覆網範圍之測定：本魚礁區整體覆網情況仍然是有的，但在多數區域均未見覆網，由於目前沒有人工魚礁投設在本區，所以可以暫時不考慮安排廢網清除工作。

5. 四處人工魚礁區之比較：

(1). 礁體附著生物相：綜合上述礁體附著生物相之調查分析結果顯示，四處人工魚礁區魚礁區無論是礁體附著生物相及底棲生物群聚之比較，皆以桃園市的永安人工魚礁區的生物相最為豐富，底棲生物群聚數量也最多。其次是白新人工魚礁區，主要是因為投放的大型鋼鐵礁年代不久，但礁體附近蝟集的魚類相及群量並不亞於桃園市的永安人工魚礁區。相對的，觀音人工魚礁區 2 處疑似水泥礁處礁體上進行的底棲生物經初步鑑定，所發現的大型底棲生物經初步鑑定結果無論是種類或數量上，都遠比上述其他三處人工魚礁區來得少許多，主要是本礁區因為長年以來並沒有設置人工魚礁，加上底質絕大多數為沙泥底質，因此在此蝟集的底棲生物及魚類相並不多，多屬於經常遷息洄游型之生物。

(2). 利用聲納儀器紀錄魚礁區漁場資源動態：本計畫依照每一處人工魚礁區位置，在其內以「南向北」或「北向南」為一條航測線方式，每間隔 1 分(1 浬)由東向西逐次規劃，總共規畫出 11 條航次線。隨後，使用挪威 Simrad 公司出廠之 EY-60 120kHz 科學魚探(Sciftic echo sounder)及日本 Furuno 公司出廠之 Navnet 3.0 商用魚群探知機(Commerical echo sounder)依照上述 11 條測線，收集每條航測線科學於探所發射到海底後反射的現場回音音訊資料(包括現場標物強度強度, in situ target strength, 體積後方散射強度, Volume back scattering

strength, Sv, 面積後方散射強度, Area back scattering strength, Sa)。將資料攜回實驗室後，隨即分析 4 礁區內現場總平均體積後方散射強度分布情形，結果如圖 84～圖 88 所示，除了桃園市的觀音人工魚礁區外，前 3 張 Sv 分布圖幾乎和其相對應的魚礁區內大型鋼鐵礁或電桿水泥礁位置相對映，即在圖中出現 Sv 密度較強的位置，大多是人工魚礁分布位置。所謂 Sv(體積後方散射強度, Volume back scattering strength)是指某條聲學航測(acoustic survey)測線上的某個水層中生物總反射強度(target strength)的積分結果，雖然無法確認每個回收的單體標物反射強度(target strength)是來自於那種生物(魚蝦類或哺乳動物或浮游生物)的回音，但可以確認的是 Sv 就是這個水層中的所有生物的總體反射強度，那也就是說如果可以經由試漁(隨著航測時一邊用漁具採集樣本)結果確認是那些優勢漁獲物，再經由「標物反射強度對體長公式」反算這些優勢漁獲物現場的體長，再由這些優勢漁獲物的「體長對體重的公式」轉換成這些優勢漁獲物現場的生物量(Biomass)。因此，Sv 在聲學的航測上用來代表現場生物的生物量之反射大小，是有意義的。也就是說，由兩人工魚礁區某水層 Sv 的大小比較結果，可以窺得兩人工魚礁聚集魚類或水中生物量的多寡，進而藉此可以做為比較人工魚礁效益的另一個有利的、更精確的科學根據。

根據以上的論述，本計畫採使用 EY-60 120kHz 科學魚探針對四處人工魚礁區進行聲學分析，結果如圖 88 所示，苗栗縣的白新人工魚礁區現場的總體積後方散射平均強度(Sv)值為-51.13(dB)，是此四處人工魚礁區中最大者，代表此人工魚礁區所蝟集之游泳生物是其他三處之冠，也就是其所發揮的效益最大。其次依序是桃園市的竹圍人工魚礁區(-61.48dB)、永安人工魚礁區(-64.62dB)及觀音人工魚礁區(-65.98dB)。就四處礁區的 Sv 值大小而言，竹圍與永安人工魚礁區皆曾於不同年份投放 A, B 兩大型人工魚礁礁體，雖然不及苗栗的 21 座魚礁的效益，但卻與觀音人工魚礁區相差不大，可見此二處人工魚礁區內魚礁效益正逐漸在削減中，其最大的原因可能是年代久遠，礁體本身破損、部分受泥沙挖掘掩埋及最嚴重的網具纏絡有關，兩處人工魚礁區(甚至白新人工魚礁區)幾乎每座礁體皆有受到網具纏絡之害，大大失去原有的聚魚及培育魚類資源的效果。

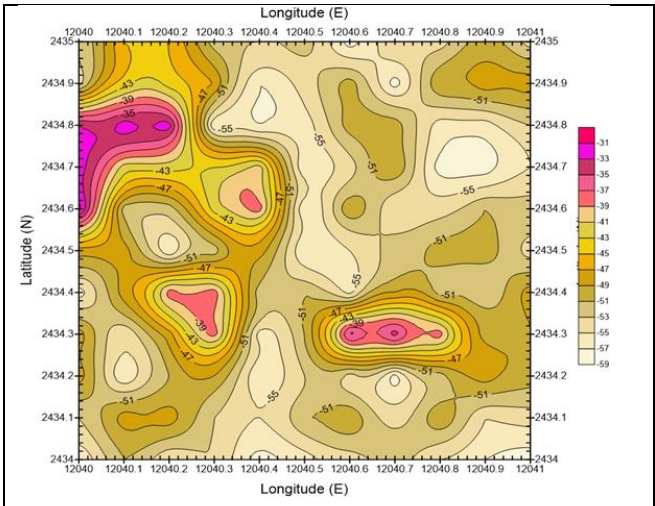


圖 84、白新人工魚礁區內全區總體積後方散射強度(Sv)分布情形

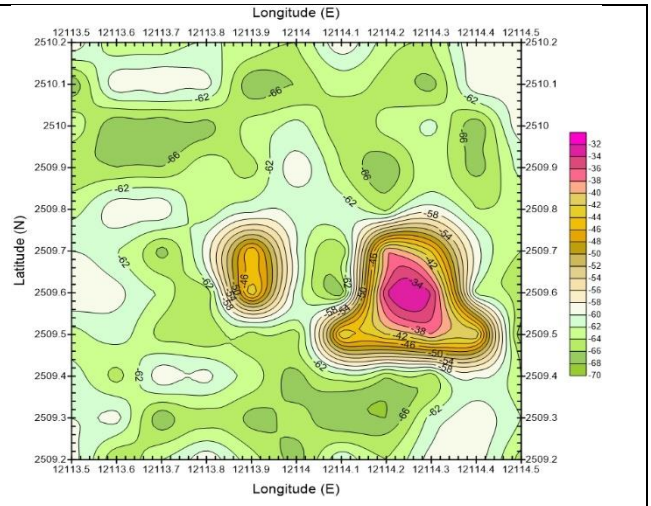


圖 85、竹圍人工魚礁區內全區總體積後方散射強度(Sv)分布情形

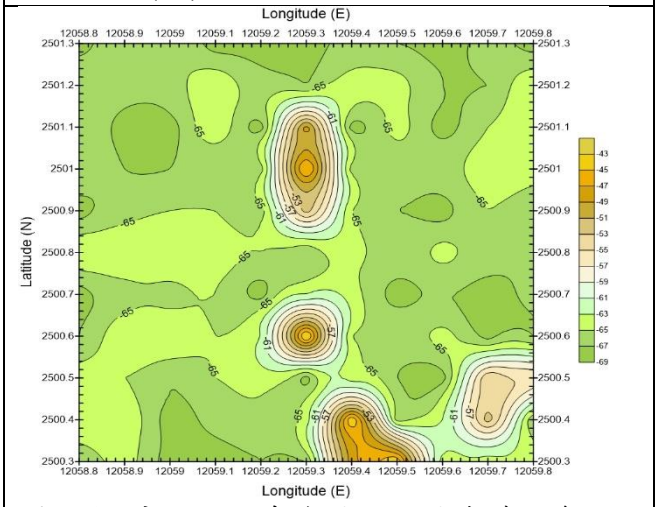


圖 86、永安人工魚礁區內全區總體積後方散射強度(Sv)分布情形

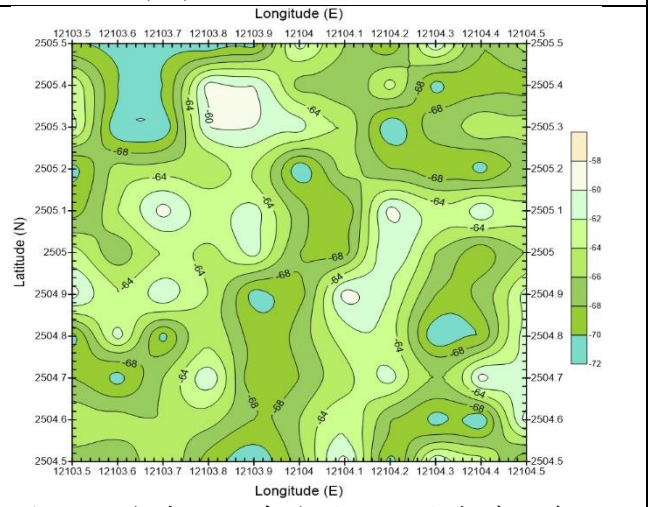


圖 87、觀音人工魚礁區內全區總體積後方散射強度(Sv)分布情形

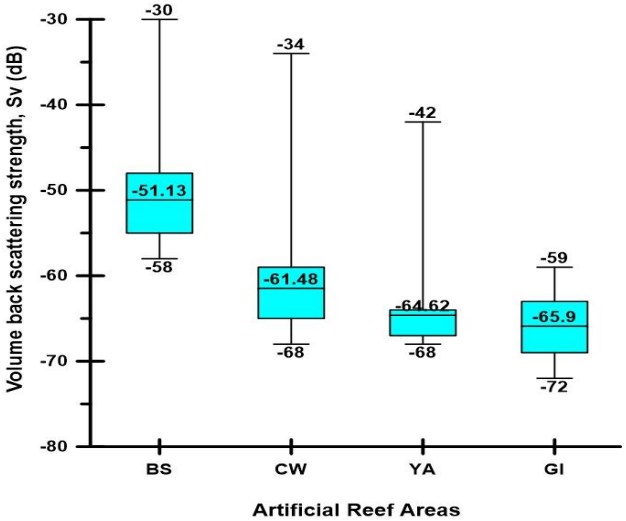


圖 88、四處人工魚礁區內全區總平均體積後方散射強度(Sv)比較 (BS：白新人工魚礁區，CW：竹圍人工魚礁區，YA：永安人工魚礁區，GI：觀音人工魚礁區)

(3). 魚礁區沙埋、礁體位移之測定：四處人工魚礁區魚礁區，除了觀音人工魚礁區未曾投放大型鋼鐵礁外，本計畫除了調查桃園竹圍及永安魚礁區電桿礁及水泥礁外，主要還是鎖定在鋼鐵礁上，原因是 1.臺灣部海域底質絕大部分是沙泥底海底，不管是粗沙、中沙到細沙，甚至沙泥，對於小型的電桿礁、水泥礁單體，很容易造成掩埋效果，除非投設事的工程有明確的規定(如彰化縣的崙尾人工魚礁區)，礁體的堆疊率必須達到 70%以上，如此，不儘可以增加孔隙率及附著生物的表面積，否則，以單體一個個的投放方式，將會造成礁體被掩埋的浪費情形。2.根據歷年來學者多年的調查研究(詹，邵，2000)大型鋼鐵礁有於漁業署要求廠商必須有很好的礁體焊接技術與投放工作(位置)高度精準的要求，使得近年來投放於西部的鋼鐵礁破損及位移的情形降低到幾乎完整如初的地步。3.鋼鐵礁由於體積、面積大的原因，聚魚效果較單體水泥礁好。本計畫潛水觀察結果著重於鋼鐵礁上。根據上述結果，三處有投放鋼鐵礁的礁區，大部分礁體未見沙埋嚴重的情形。但是礁體周邊大多有約 0.5～1 公尺以深的洗掘坑地形，覆網情形也是相當嚴重，約佔總面積至少 20%以上。請縣政府編列預算清除覆網。

(4). 綜合比較：本計畫實地潛水所觀察到的礁體大多相當完整，其中以鋼鐵礁狀況最佳，均維持近乎 100%的完整度，僅有 92 年型鋼鐵礁曾發生部分輪胎掉落問題。此外，有部分鋼鐵礁（望海巷、東澳魚礁區）的垂直面整片表面鏽蝕剝落，不過對整體結構影響不大。魚礁區的沈積物可以反映受到陸源污染物的狀況，也可以反應該水域平時的能見度狀況。本計畫調查到魚礁區的沈積厚度大多約在 0.5~3 公分左右，其中以竹圍魚礁區最為嚴重，約為 1~3 公分；其次為白新及觀音魚礁區；而以永安魚礁區最輕微。沈積物會干擾底棲生物的生長狀況，最嚴重時將會直接影響底棲生物覆蓋率。觀音魚礁區的沈積物厚度為中等程度，底棲生物的覆蓋率差異不大。沈積物的多寡也影響棲生的底棲生物種類。在同一個魚礁區中，沈積物越厚，底棲生物的種類也越少，此一趨勢出現在觀音、白新及永安魚礁區。由於台灣西部海底底質絕大部分是沙泥底，所以底棲生物的覆蓋率與礁體類型之間並未顯現出相關性；對大多數的礁型而言，礁體的平面處通常都會累積較多的沈積物（例如船礁甲板面、鋼鐵礁頂及中層平面、水泥礁頂平面等），在這裡底棲生物的生長狀況也較差。在礁體的側面（垂直面）及頂層水平面背則情況相反。相對而言，電桿礁為圓柱體，表面沈積物堆積狀況較為輕微。建議未來針對沈積物較多的海域，投放的礁體宜降低水平面比例，避免沈積物的累積，增加底棲生物的種類及豐度。棲息在堆疊的電桿礁及鋼鐵礁等這些較大/高的礁體周

圍的魚種數與天然礁者相仿，而較（較小/低的）漁船礁與水泥礁者為多。在總尾數方面則鋼鐵礁優於其他類型礁體或天然礁。鋼鐵及電桿礁區的魚類生物量較為豐富，平均每個礁區可以記錄到至少 50 公斤左右；其次為鋼鐵礁，每座可以記錄到 26.6 公斤。水泥礁則與天然礁相仿，平均每次可以記錄到 15 公斤上下。此一結果顯示堆疊的電桿礁及鋼鐵礁效益相對較佳。電桿礁建議堆疊成大型金字塔狀，利用電桿彼此交錯，強化礁堆結構強度，維持空間結構，並可以強化效果。在本期調查中，四處魚礁區都有覆網情形，建議縣政府執行廢網清除計畫。

另外，永安人工魚礁區的魚類資源不多，平均魚類生物量僅約為 4000 公克。本區海域的水質較為混濁，底棲生物覆蓋率偏低、種類以對泥沙耐受性強的物種為主。根據當地漁民的經驗，本區海域主要漁期在冬春季，此時漁獲較為豐富，夏秋季反而漁獲偏少，因此可能漁業資源在冬季裡較為豐富，但是在冬季裡，本海域受東北季風影響所及，多湧高浪大，且水質混濁，無法進行實地潛水觀察。建議在觀音魚礁區進行魚礁投放，並連續進行監測，收集效益資料，做為未來進一步投放的依據。

永安人工魚礁區電桿礁的沙埋情況嚴重，若在本區再投放小型單元礁體（水泥礁、電桿礁），可能會遭掩埋。本區的鋼鐵礁的效益優於電桿礁堆，建議未來在觀音魚礁區投放魚礁優先選擇大型鋼鐵礁或漁船礁。若投放單元礁體（電桿礁、水泥礁），應避免散落平鋪，需大量集中，堆疊成金字塔狀。此外，由永安魚礁區的覆網情況嚴重，顯示漁民對魚礁區的網具使用不當。建議投礁後加強管理，並公告確實礁堆/礁體位置，避免底拖網漁船誤入，造成漁具損害及魚礁覆網情況發生。

最後建議，未來由漁業署委託學術單位進行成熟體長的調查，釣到的魚體必須大於這些成熟體長以上，並且在傷口留下釣線，以示是使用釣具捕獲的新鮮漁獲。如此才能有效地及永續的利用魚礁區的魚類資源。

表 21、人工魚礁區調查結果摘要表

	1.魚礁區基礎資料調查			
人工魚礁區	(1)底質分析	(2)流速流向調查	(3)海底地形測繪與地貌側掃	(4)魚礁分佈位置及其現況之調查
苗栗縣白新	內粒徑大小大多分布於 1mm～300μm 之間屬於中沙～細沙之間的底質，約佔整個採樣底質的 74%以上。未來投礁以大型礁體為主或是投放成堆。	最大流速並不強勁，在此設置大型鋼鐵礁是相當適合的，可洗滌沖擊堆積在鋼鐵礁體上的沙泥，而使得附著生物得以長期附著在礁體上。	海底深度介於 28~46 公尺之間，地勢平坦坡度約為 5º。電桿礁群與水泥礁群大多散佈礁區南側。深度與坡度合適設置人工魚礁。	除第 11 礁群的編號 105M19 號之鋼鐵礁體呈現倒立現象外，其餘各礁體皆完整正確的投設在預定投放的礁群中心點規定 120m 範圍之內。
桃園縣竹圍	底質粒徑分析多為 3.35mm 以上顆粒。本區是非常適合投設人工魚礁的地點，尤其以投放大型的鋼鐵人工魚礁為佳。	海流方向平均多為向東之海流，流速平穩，遠低於投放人工魚礁所規範的流速，對底質推移影響較小，對礁體掩埋較小；水文環境適合投放魚礁。	海底深度介於 28~34 公尺之間，地勢平坦，坡度不大(<5º)。相當合適設置人工魚礁。未來投礁點時，宜考慮以人工魚礁系漁場方式來進行投放。	目前礁區內 7 座鋼鐵礁狀況堪稱良好，只是受到網具纏絡情形相當嚴重，建請縣政府或漁會協助漁民進行覆網清除工作。
桃園縣永安	粒徑分析屬 2mm 及 3.35mm 以上顆粒只有少數的沙泥。適合投設人工魚礁的地點，不適合投放大型的鋼鐵人工魚礁。	受到北邊由大陸棚南下的海流、沿台灣海峽北上之海流及離岸流影響，海流流向偏向西南方。流速平穩。本水文環境適合設置人工魚礁。	深度介於 32~46 公尺間，地勢平坦坡度不大(<10º)，相當適合投放大型鋼鐵礁之海底深度。未來魚礁的設置方式，將現有的礁體分群，四周再逐一投設水泥或電桿礁，以構成一個魚礁系。	目前礁區內 6 座鋼鐵礁狀況堪稱良好，只是受到網具纏絡情形相當嚴重，建請縣政府或漁會協助漁民進行覆網清除工作。
桃園縣觀音	底質粒徑分析圖結果顯示整個礁區大多為中細沙到沙泥的底質，本礁區是不太適合投設人工魚礁的地點，較小之水泥礁體，建議以堆疊方式設置。	此礁區海流受到北邊由大陸棚南下的海流、沿台灣海峽北上之海流及離岸流影響，海流流向偏向西南方及南方。流速相當平穩，就本水文環境而言適合設置人工魚礁。	深度介於 20~42 公尺之間，地勢平坦坡度不大(<10º)，平均水深為 33.8m，就地形而言也是一處相當適合投放大型鋼鐵礁之海底深度。	本調查經由科學魚探、側掃聲納及潛水攝影觀察，並未發現任何人工魚礁礁體，因此無法描述此人工魚礁區內的魚礁現況。

<table>
<tr><td></td><td colspan="4">2.魚礁區基礎資料調查</td></tr>
<tr><td>人工魚礁區</td><td>(1)魚礁區浮游生物資料調查</td><td>(2)魚礁區礁體附著生物相調查</td><td>(3)魚礁區魚類相與生物量之調查</td><td>(4)利用聲納儀器紀錄魚礁區漁場資源動態</td></tr>
<tr><td>苗栗縣白新</td><td rowspan="4">四處人工魚礁區總共採集到動物性浮游生物種類包括：2界8門10綱18目36科 147種。各測站採集到的浮游動物中最主要的都是橈足綱的浮游生物，其次是果粒性網狀根足蟲綱及真正太陽蟲綱，各礁區浮游動物的單位體積之總平均豐度(Ind./10m3)以白新人工礁區最多，此區海域基礎生產力高於其他三處的人工魚礁區。其次的是桃園縣的竹圍及永安兩處的人工魚礁區，最低的是桃園縣的觀音人工魚礁區。四處魚礁區的動物性浮游生物的多樣性指數皆不高，除了永安人工魚礁區以外，大多數魚礁區生物多樣性指數皆低於0.1以下，由此可知，人工魚礁礁體對海域基礎生產力是有相當的影響力。</td><td>大型底棲生物經初步鑑定共有7門13綱17目24科24種。礁區以藤壺、牡蠣、棘穗軟珊瑚、水螅、海綿及殼菜蛤為主，合計佔底棲生物91%。都是濾食性生物，在海水較混濁的魚礁區中相當常見。</td><td>本魚礁區兩次調查共記錄到17科29屬41種1,519尾魚類。魚類生物量評估：合計在本區 5 座鋼鐵礁的魚類估算重量為250,290公克，平均每座鋼鐵礁的魚類估算重量為50,058公克。</td><td rowspan="4">苗栗縣的白新人工魚礁區現場的總體積後方散射平均強度(Sv)值為-51.13(dB)，是此四處人工魚礁區中最大者，代表此人工魚礁區所蝟集之游泳生物是其他三處之冠，也就是其所發揮的效益最大。其次依序是桃園縣的竹圍人工魚礁區(-61.48dB)、永安人工魚礁區(-64.62dB)及觀音人工魚礁區(-65.98dB)。就四處礁區的Sv值大小而言，竹圍與永安人工魚礁區皆曾於不同年份投放A, B兩大型人工魚礁礁體，雖然不及苗栗的21座魚礁的效益，但卻與觀音人工魚礁區相差不大，可見此二處人工魚礁區內魚礁效益正逐漸在削減中，其原因可能是年代久遠，礁體本身破損、部分受泥沙挖掘掩埋及最嚴重的網具纏絡有關，三處人工魚礁區幾乎每座礁體皆有受到網具纏絡之害，大大失去原有的聚魚效果。</td></tr>
<tr><td>桃園縣竹圍</td><td>大型底棲生物經初步鑑定共有7門9綱13目16科20種。以水螅較多，約佔總生物量的 20%；其次為網孔苔蟲及海綿，各約佔15%,13%；再其次為雪花珊瑚、牡蠣及藤壺，約佔10%、10%及8%。</td><td>電桿礁區共記錄1科1種20尾魚類，水泥礁-1區共記錄到2科2種22尾魚類，水泥礁-2區共記錄到5科7種89尾魚類，天然礁區共記錄到1科1種15尾魚類。鋼鐵礁區共記錄7科7種14尾魚類。</td></tr>
<tr><td>桃園縣永安</td><td>大型底棲生物經初步鑑定共有7門11綱15目17科20種。底棲生物以軟珊瑚較多，其次為其它動物、水螅及海綿。</td><td>電桿礁區共記錄3科3種94尾魚類，水泥礁區共記錄到2科2種6尾魚類。鋼鐵礁區共記錄7科10種150尾魚類。</td></tr>
<tr><td>桃園縣觀音</td><td>大型底棲生物經初步鑑定總共有6門5綱6目6科12種。</td><td>本魚礁區共記錄到8科3屬8種107尾魚類。第1處潛水點共記錄6科6種16尾魚類，第2處潛水點共記錄到7科7種50尾魚類</td></tr>
</table>

	2.魚礁區基礎資料調查		
人工魚礁區	(5)魚礁區沙埋礁體位移之測定	(6)魚礁區覆網範圍之測定	(7)各礁區兩次潛水調查結果分析
苗栗縣白新	大部分礁體正座海底，未見傾斜。礁體所有鋼樑、鋼板均維持完整。礁體四角未見有碰撞、擠壓或變形。礁體表面出現輕微生鏽狀況，對礁體結構完全無影響。不過上層四面的牡蠣箱鐵網均掉落，內裝牡蠣殼流失一空。平均整體完整度為 96%。礁體洗掘範圍均少於 1 平方公尺，最深約 10~20 公分，對礁體座底穩定度不會造成影響。	105M01 鋼鐵礁的覆網面積約佔總面積的 10%， 105M03 鋼鐵礁的覆網面積約佔總面積的 60%，105M05 鋼鐵礁的覆網面積約佔總面積的 60%，105M09 鋼鐵礁的覆網面積約佔總面積的 5%， 105M15 鋼鐵礁的覆網面積約佔總面積的 5%，本區鋼鐵礁平均覆網比例約為礁體總面積的 28%。	1.實地潛水所觀察到的礁體大多相當完整，其中以鋼鐵礁狀況最佳，均維持近乎 100%的完整度，僅有 92 年型鋼鐵礁曾發生部分輪胎掉落問題。此外，有部分鋼鐵礁（望海巷、東澳魚礁區）的垂直面整片表面鏽蝕剝落，不過對整體結構影響不大。 2.本計畫調查到魚礁區的沈積厚度大多約在 0.5~3 公分左右，其中以竹圍魚礁區最為嚴重，約為 1~3 公分；其次為白新及觀音魚礁區；而以永安魚礁區最輕微。沈積物會干擾底棲生物的生長狀況，最嚴重時將會直接影響底棲生物覆蓋率。觀音魚礁區的沈積物厚度為中等程度，底棲生物的覆蓋率差異不大。 3.沈積物的多寡也影響棲生的底棲生物種類。在同一個魚礁區中，沈積物越厚，底棲生物的種類也越少，此一趨勢出現在觀音、白新及永安魚礁區。 4.鋼鐵及電桿礁區的魚類生物量較為豐富，平均每個礁區可以記錄到至少 50 公斤左右；其次為鋼鐵礁，每座可以記錄到 26.6 公斤。水泥礁則與天然礁相仿，平均每次可
桃園縣竹圍	兩處鋼鐵礁礁體結構皆相當完整，整體總平均完整度約 90%。鋼鐵礁頂表面附著生物生長生長旺盛，受沙埋洗掘並不嚴重，覆網情形則是相當嚴重。	94、100 年投放的鋼鐵礁皆有出現嚴重覆網情形，兩年度鋼鐵礁位置如表 3.19 所示，請縣政府編列預算清除覆網	
桃園縣永安	礁體正座在海底，結構完整，輪胎使用新式方法固定，也未見流失，也有部分鋼板鏽蝕穿洞，整體完整度約 90%。礁體未見沙埋。但是礁體周邊也有約 0.5～1 公尺以深的洗掘坑地形，覆網情形也是相當嚴重，約佔總面積的 85%。	98、99 年投放的鋼鐵礁皆有出現嚴重覆網情形，兩年度鋼鐵礁位置如表 3.20 所示，請縣政府編列預算清除覆網。	

	2.魚礁區基礎資料調查		
人工魚礁區	(5)魚礁區沙埋礁體位移之測定	(6)魚礁區覆網範圍之測定	(7)各礁區兩次潛水調查結果分析
桃園縣觀音	桃園縣觀音人工魚礁區至今已近 50 年(實際 49 年)未再投放魚礁，已投放的魚礁可能因年代久遠，礁體可能都已遭沙埋或流失。水下攝影觀察工作，結果顯示，本礁區海域環境不適合小型單元礁體的效益發揮。未來在本區投放魚礁需考量沙埋問題，並注意不同類型礁體的效益發揮情況。覆網情況仍然是有的。	本魚礁區整體覆網情況仍然是有的，但在多數區域均未見覆網，由於目前沒有人工魚礁投設在本區，所以可以暫時不考慮安排廢網清除工作。	以記錄到 15 公斤上下。此一結果顯示堆疊的電桿礁及鋼鐵礁效益相對較佳。 5.在本期調查中，四處魚礁區都有覆網情形，建議縣政府執行廢網清除計畫。

二、 桃園沿岸海域之漁獲量變動分析及其與水文環境變動關聯性

(一)、 歷年漁獲量資料蒐集與處理

1. 台灣西部沿海及桃園市之整體漁獲量變動：

本項目資料來源係以 2011-2021 年間之漁業統計年報(包含近海漁業及沿岸漁業之合計)數據為主，並包含新北市、桃園市、新竹縣(包含新竹市)、苗栗縣、台中市、彰化縣、雲林縣及嘉義縣等 8 個縣市別及全台總漁獲量之資料。根據圖 89 之結果顯示，新北市為 8 個縣市別中之總漁獲量最高(皆超過 21,000 公噸)，並以 2017 年最高、2015 年最低；其次則為新竹縣，並以 2011-2014 年之漁獲量較高(皆超過 4,800 公噸)，但自 2015-2021 年間，則下降至 1,300-2,000 公噸之間，最低漁獲量則在 2016 年；而桃園市之總漁獲量為倒數第二(約 320-720 公噸)，以 2011 年為漁獲量最低，於 2012-2016 年間有一上升、下降之趨勢，並於 2018-2021 年間又逐漸增加，此漁獲量之變化與全台漁獲量略呈相反；其他縣市之漁獲量排序則依序為台中市(約 1,070-2,030 公噸)、嘉義縣(約 750-1,880 公噸)、苗栗縣(約 770-1,200 公噸)、彰化縣(約 415-1,010 公噸)及雲林縣(約 160-560 公噸)。

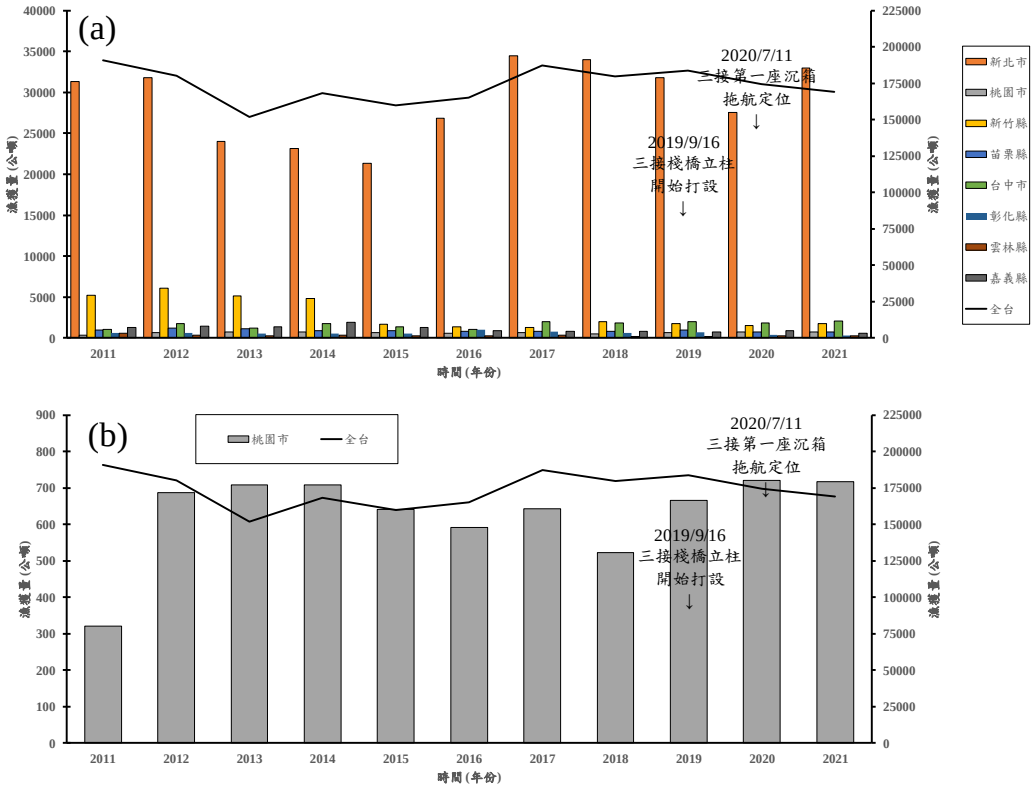


圖 89、2011-2021 年間近海漁業及沿岸漁業之合計總漁獲量，(a)全台及新北市、桃園市、新竹縣(包含新竹市)、苗栗縣、台中市、彰化縣、雲林縣及嘉義縣等 8 個縣市別，(b)全台及桃園市 (資料來源：漁業統計年報)。

2. 鯔(烏魚)：

根據 2011-2021 年間漁業統計年報之捕獲烏魚漁獲量結果來看(圖 90)，全台捕獲烏魚之漁獲量變化係以自 2011-2014 年間有增加之趨勢(約 2,900-3,290 公噸)，但在 2015 年時則略有下降(約 3,200 公噸)、爾後又逐漸增加，並於 2019 年時最高(約 3,590 公噸)，之後明顯地下降到 2,100 公噸左右 (2021 年)；而 8 個縣市別中，烏魚漁獲量最高則為雲林縣，漁獲量最高為 2011 年(約 1,520 公噸)、最低為 2016 年(約 32 公噸)；其次為嘉義縣，以 2018 年之漁獲量最高(約 870 公噸)、2014 年最低(約 179 公噸)；其餘縣市依序為台中市、彰化縣、新北市、新竹縣、桃園市及苗栗縣。其 2018 年至 2021 年間之烏魚漁獲量變化，有南北分布之差別，係為台中以南之 4 個縣市呈現出逐漸下降之趨勢(與全台漁獲量之變化趨勢相同)，而苗栗以北之 4 個縣市則呈現於 2018 年較低、2019 年增高後又降低之趨勢。桃園所捕撈的產量佔全台總漁獲量不到 5% (圖 91)，其最高及最低產量分別為 100 公噸 (2012 年)和 7 公噸 (2011 年)，2013-2019 年該地區烏魚產量之變動範圍落在 40-80 公噸之間，之後其產量一直下降到 15 公噸左右 (圖 92)。

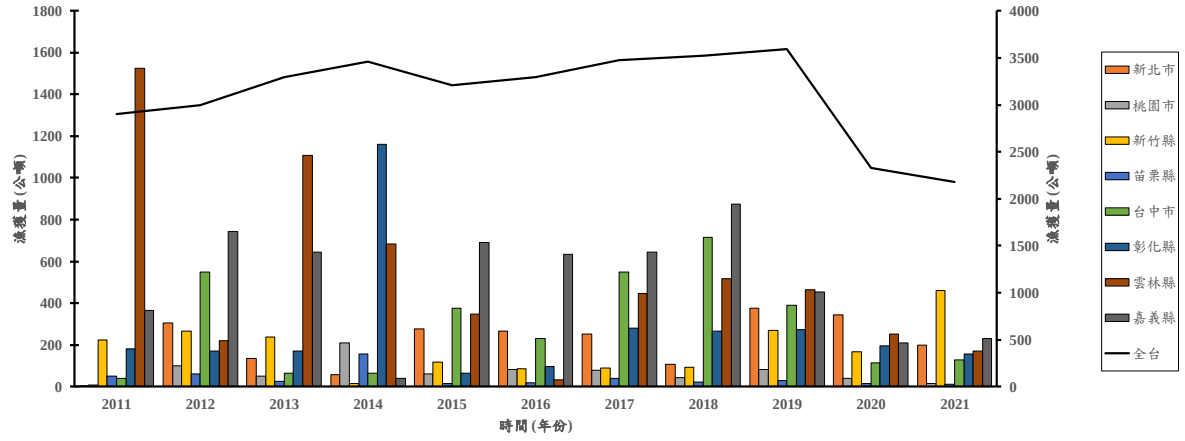


圖 90、2011-2021 年間，全台及新北市、桃園市、新竹縣(包含新竹市)、苗栗縣、台中市、彰化縣、雲林縣及嘉義縣等 8 個縣市別之捕獲烏魚之漁獲量(資料來源：漁業統計年報)。

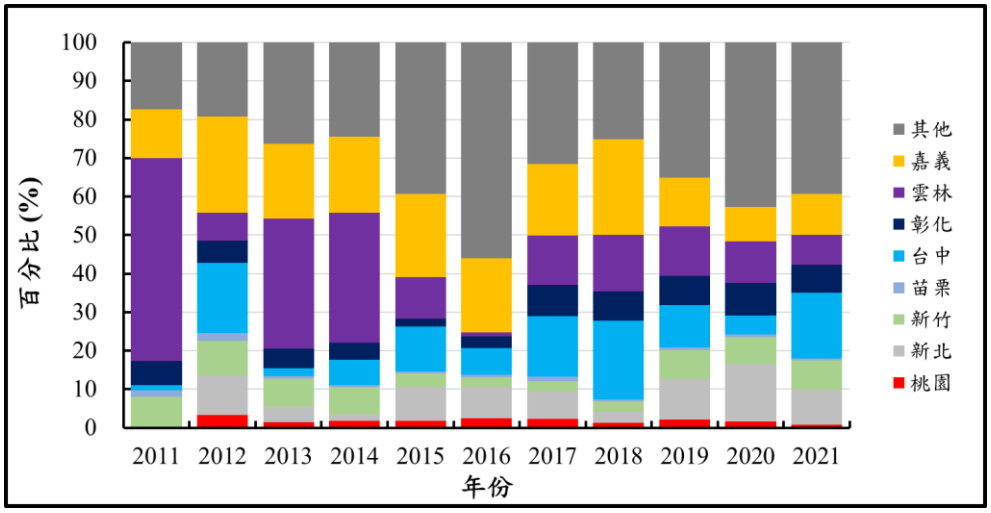


圖 91、2011-2021 年台灣西部沿海各縣市烏魚年間產量比例變動 (資料來源：漁業統計年報)。

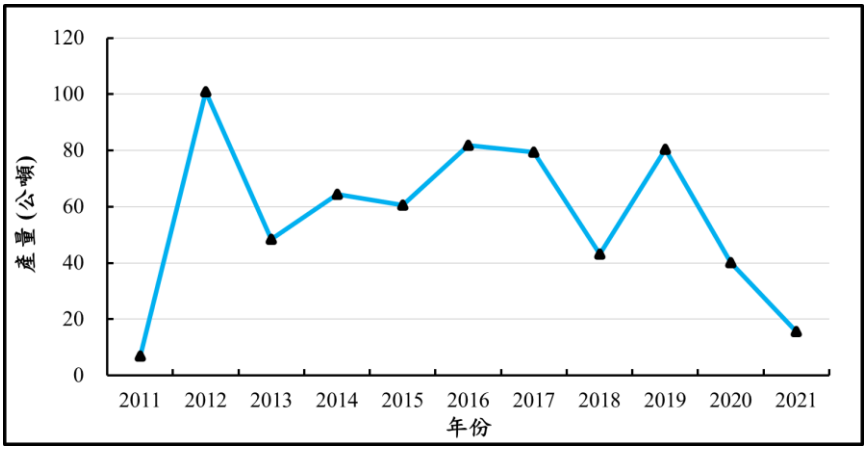


圖 92、2011-2021 年桃園烏魚年間產量變動 (資料來源：漁業統計年報)。

3. 多鱗四指馬鮫(午仔魚)：

根據 2011-2021 年間漁業統計年報之捕獲午仔魚漁獲量結果來看(圖 93)，全台捕獲午仔之漁獲量變化係以自 2016 年開始，有明顯增加之趨勢 (由 4,000 公噸上升至 10,000 公噸以上)；而 8 個縣市別中，歷年累積漁獲量最高為新竹縣 (包含新竹市)，以 2011-2014 年間的漁獲量較高 (皆在 180 公噸以上)，但自 2015 年開始則逐漸下降 (皆低於 50 公噸)；其次為桃園市，其漁獲量變化自 2011-2014 年逐漸增加、並在 2014 年達最高 (約 128 公噸)，而 2015-2017 年間則又下降至約 24 公噸，而自 2018-2021 年以來，其漁獲量又逐漸上升 (2021 年達到 104 公噸)；其餘縣市依序為彰化縣、苗栗縣、嘉義縣、台中市、雲林縣、新北市。整體而言，各縣市的漁獲量變化並無南北分布之差異，彰化縣的變化與全台漁獲量相似；台中市及嘉義縣則與新竹縣相似；而苗栗縣、雲林縣及新北市之漁獲量則較無顯著起落變化。

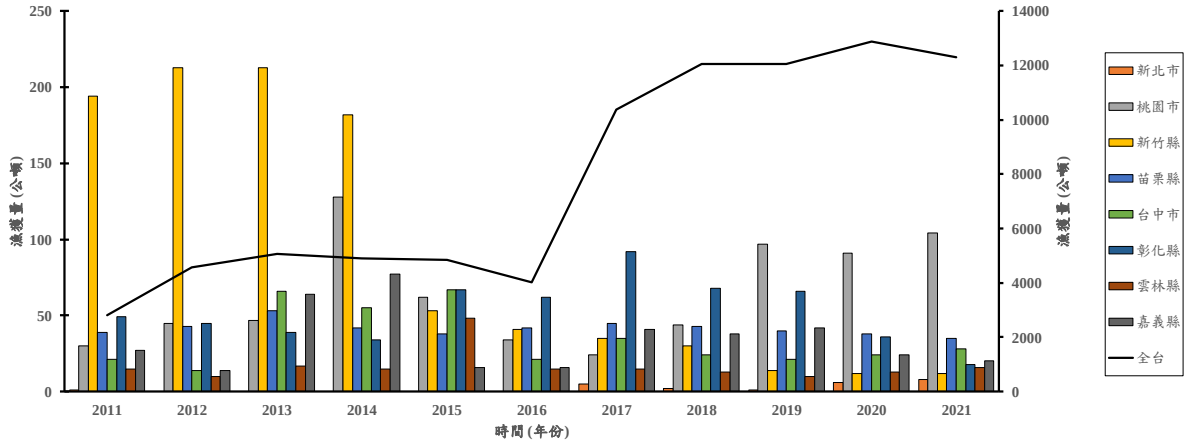


圖 93、2011~2021 年間，全台及新北市、桃園市、新竹縣(包含新竹市)、苗栗縣、台中市、彰化縣、雲林縣及嘉義縣等 8 個縣市別之捕獲午仔魚之漁獲量 (資料來源：漁業統計年報)。

另，透過各地區漁會漁業統計資料、漁業署之漁業統計年報及當地漁民之標本戶作業紀錄等，蒐集台灣西部沿海(包含自新北至嘉義等地)及桃園市之近十年間(2012-2021 年間)各漁業別之漁業生產量及漁獲產值。自漁業統計年報紀錄馬鮫科漁獲資料，在近四年有日益增加的趨勢，並且以苗栗縣為主要漁獲縣市(圖 94a)，而目前臺灣馬鮫科漁獲量主要以養殖為主，其他以刺網漁業為主要漁獲漁法(圖 94b)。

港口查報資料蒐集地區包括桃園、新竹、苗栗、台中、彰化、雲林之月別漁獲資料進行分析，結果顯示在每年的 10 月至隔年 2 月時為多鱗四指馬鮫主要漁獲季節，並以雲林縣為主要捕獲縣市(圖 95)。刺網(圖 96a)、拖網(圖 96b)以及一支釣(圖 96c)進行捕獲多鱗四指馬鮫，並以刺網為主要漁法。圖 96 (a)可觀察出桃園以及雲林主要以刺網為主捕獲大量多鱗四指馬鮫，而台中則是以拖網為主(圖 96)。

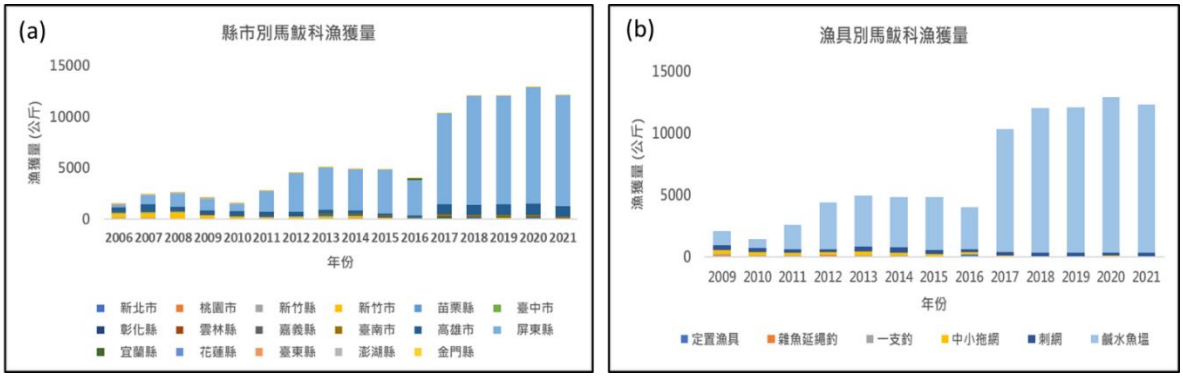


圖 94、(a)各縣市與(b)各漁具別之多鱗四指馬鮫漁獲量(資料來源：漁業統計年報)。

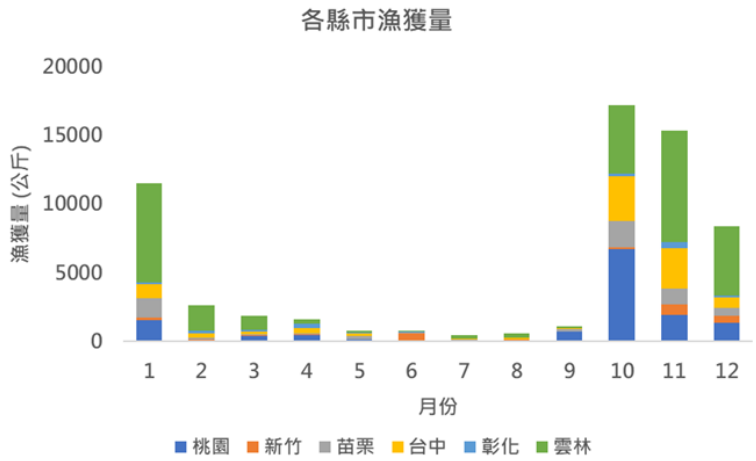


圖 95、西部沿近海域多鱗四指馬鮫之查報漁獲量。

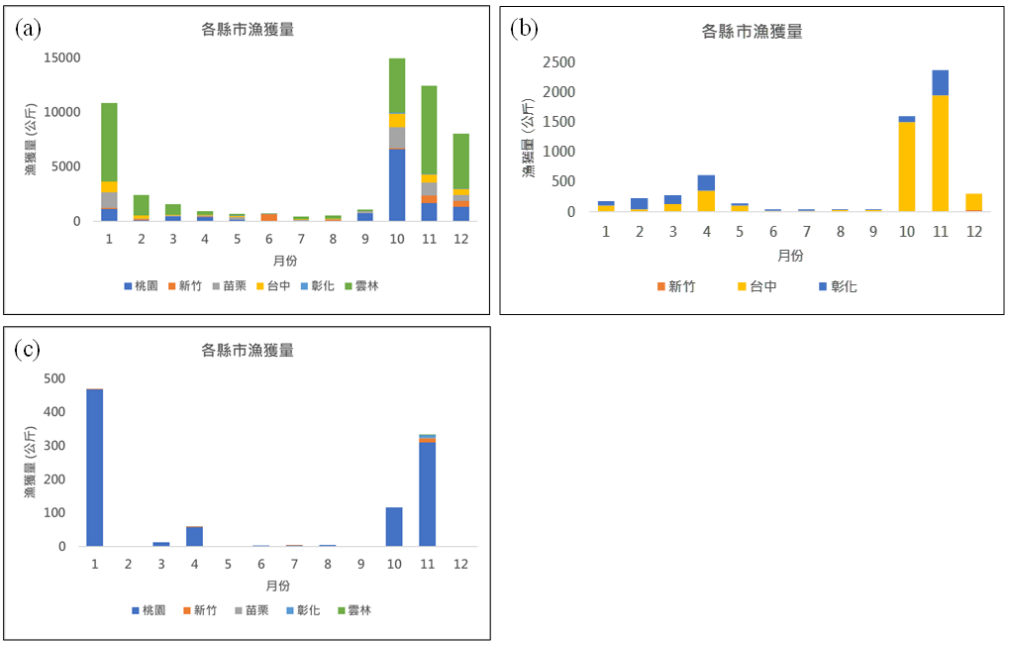


圖 96、西部沿近海域(a)刺網、(b)拖網、(c)一支釣捕獲多鱗四指馬鮫之查報漁獲量。

本項目蒐集包含 2015-2020 年刺網漁業之標本戶作業日誌漁獲量資料，並搭配此年間水文環境資料，包含海水表層溫度、海水表層鹽度、海水表層高度、海底深度等資料。根據刺網標本戶作業日誌資料顯示午仔魚漁獲量有明顯的季節變動 (圖 97)，其中秋季時漁獲量有些微提升，在桃園及新竹開始出現少數午仔魚熱點區域。台灣西部沿近海域冬季時為漁獲量達到高峰期，此為午仔魚主要漁汛期，在西部沿岸皆出現大量午仔魚漁獲的紀錄，並以新竹沿岸為主要熱點。而至隔年春季漁獲量開始下降，熱點區域減少，夏季時漁獲量稀少，非午仔魚漁汛期，僅能在桃園及新竹沿岸發現少量漁獲紀錄 (圖 97)。

午仔魚漁獲量年間變動較不明顯，因在 2015 年春季時漁獲資料較缺乏，使得春季漁獲量

較低，在 2017-2018 年時整體漁獲量較高，午仔魚熱點區域較廣，在 2019 年整體漁獲量些許下降，春季漁獲較差。午仔魚的 CPUE 有明顯的季節變動 (圖 98)，秋季時午仔魚開始出現在桃園及新竹沿岸，在冬季時會在桃竹苗沿岸出現大量午仔魚熱點，其中苗栗的熱點區域較廣，而新竹次之，桃園的熱點較低。到了隔年春季時 CPUE 開始下降，在苗栗還有少數熱點，至夏季時 CPUE 明顯降低，結果顯示在冬季至隔年春季時為午仔魚的主要漁汛期，而夏季非午仔魚漁汛期。

午仔魚 CPUE 的年間變動較不明顯，僅在 2015 年時 CPUE 熱點有提早出現的現象，而 106 年整體漁獲量較高，午仔魚漁期較晚結束且較早開始，季節變動與其它年相比較不明顯。午仔魚漁獲量年間變動較不明顯，因在 2015 年春季時漁獲資料較缺乏，使得春季漁獲量較低，在 2017 到 2018 年時整體漁獲量較高，午仔魚熱點區域較廣，在 2019 年整體漁獲量些許下降，春季漁獲較差(圖 98)。

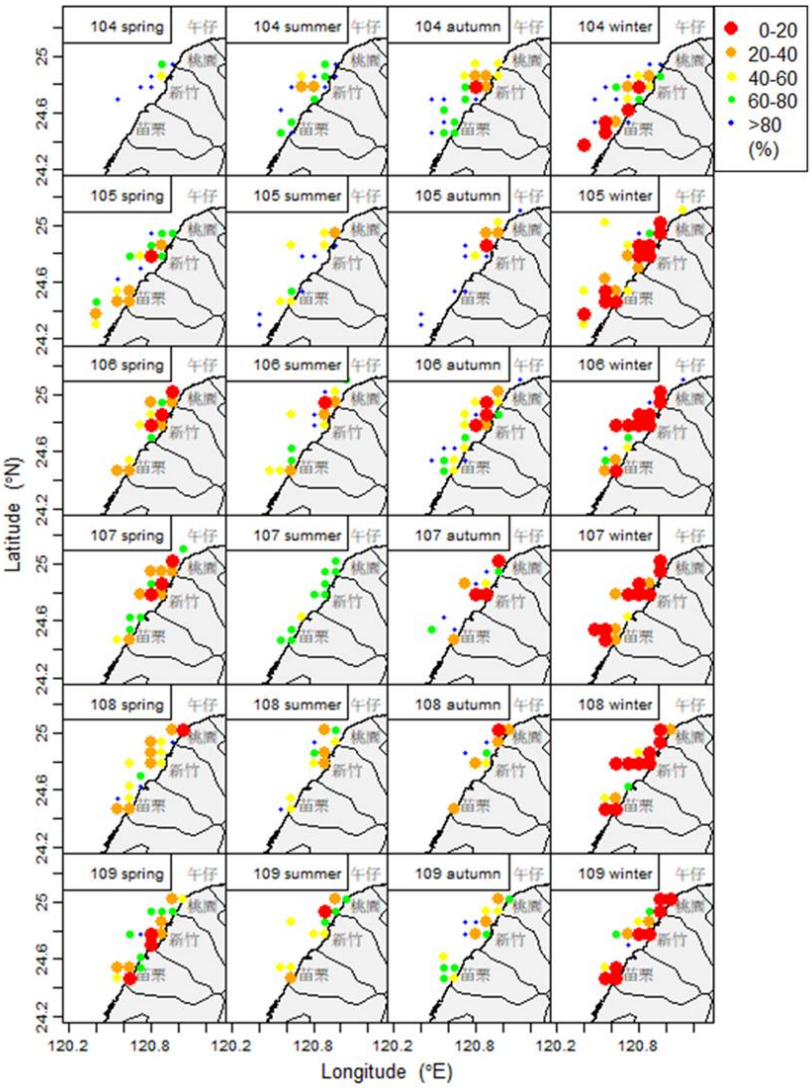


圖 97、2015-2020 年刺網標本戶作業日誌之午仔魚漁獲地點分布圖。

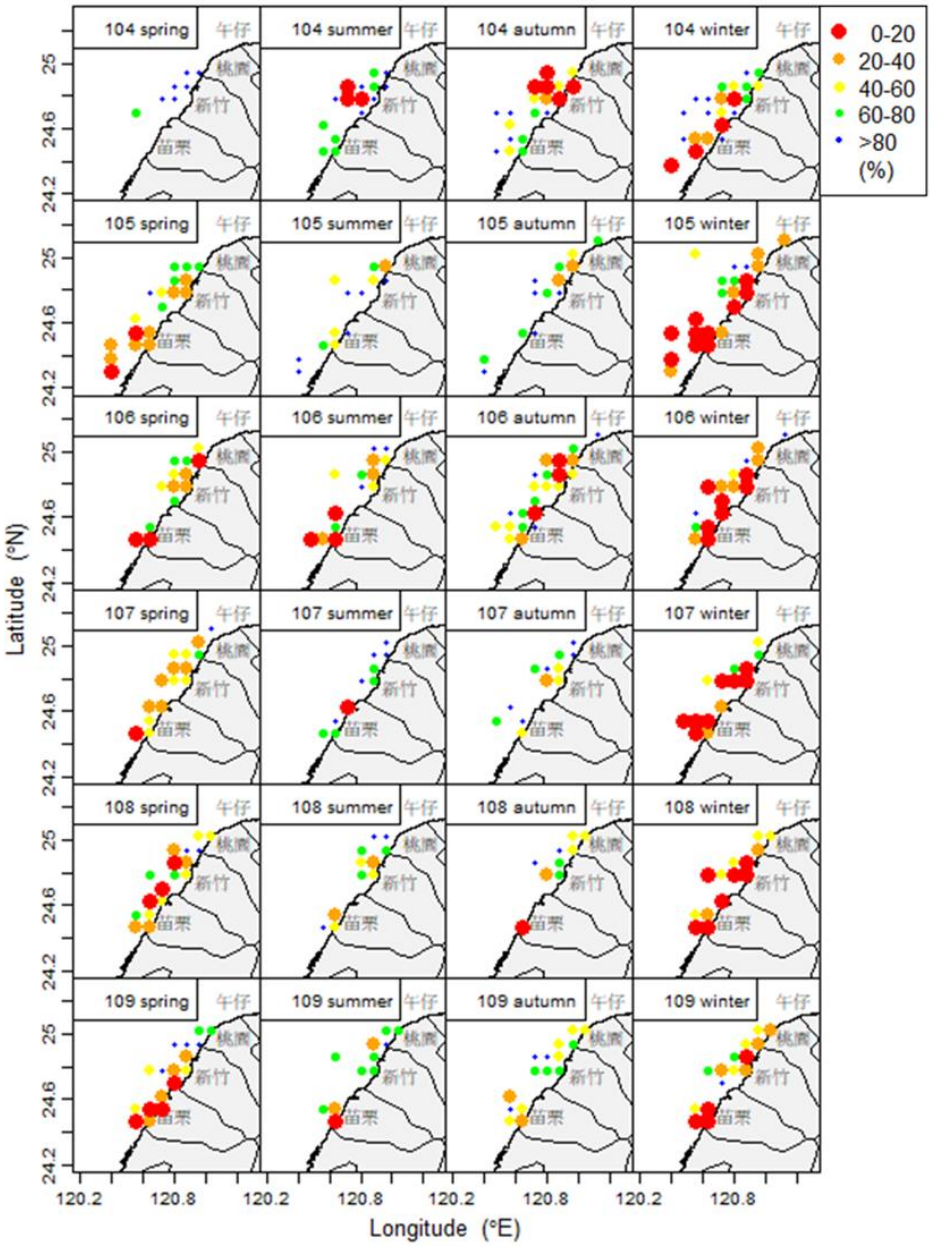


圖 98、2015-2020 年刺網標本戶作業日誌之午仔魚 CPUE 地點分布圖。

4. 黑棘鯛(黑鯛)：

根據 2011-2021 年間漁業統計年報之捕獲黑鯛之漁獲量結果來看(圖 99)，全台捕獲黑鯛之漁獲量變化係以自 2012 年(約 810 公噸)開始呈現下降之趨勢，尤其以 2013 年(約 590 公噸)至 2015 年間(約 320 公噸)之漁獲量下降較多，並 2018 年時達最低(約 306 公噸)，而 2019-2021 年之漁獲量亦僅提升約 40 公噸左右；而 8 個縣市別中，以嘉義縣之漁獲量最高(約 93-454 公噸)、新竹縣次之(約 22-209 公噸)，此兩縣市之漁獲量變化趨勢與全台統計結果相同；其他縣市別之漁獲量則依序為彰化縣、桃園市、台中市、苗栗縣、雲林縣、新北市，其中桃園市之漁獲量則位居第 4 高，佔全台的漁獲量比例落在 0.2%-12%左右 (圖 100)，從圖 101 可看到，其漁獲量

之變化係以 2011 年最低(約 1.3 公噸)至 2014 年增加達最高(約 42 公噸)，爾後至 2017 年間又逐漸下降(約 6.6 公噸)，而 2018-2021 年間呈現增加之趨勢(約 17-42 公噸)。各縣市捕獲黑鯛之漁獲量變化皆有所不同，且無明顯之南北縣市之空間分布差異，但整體之漁獲量變化可歸納出幾種，一為在 2011 年至 2014 年間為相對較高、2015-2021 年間則相對較低的趨勢(包含全台、嘉義縣、新竹縣、台中市)，其中新北市則於 2017 年後無捕獲資料；二為同樣在 2011-2014 年間為相對較高，但 2015-2016 年間則達最低，但自 2017-2021 年間雖高、但仍呈現下降趨勢(彰化縣)；三為在 2016 年時最高、而其他年間皆低(雲林縣)；四為 2013-2015 年間、2019-2021 年間有相對較高的漁獲量(桃園市及苗栗縣)。

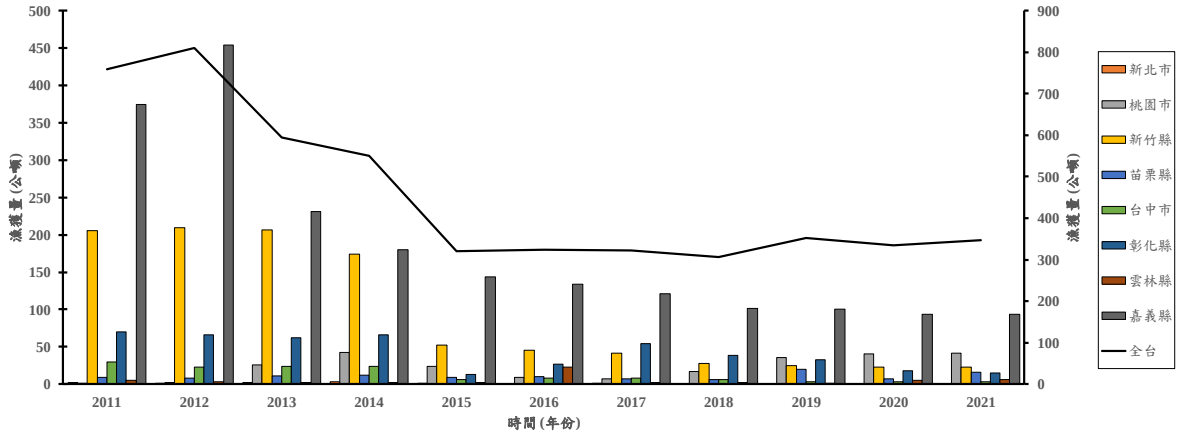


圖 99、2011-2021 年間，全台及新北市、桃園市、新竹縣 (包含新竹市)、苗栗縣、台中市、彰化縣、雲林縣及嘉義縣等 8 個縣市別之黑鯛漁獲量變動圖 (資料來源：漁業統計年報)。

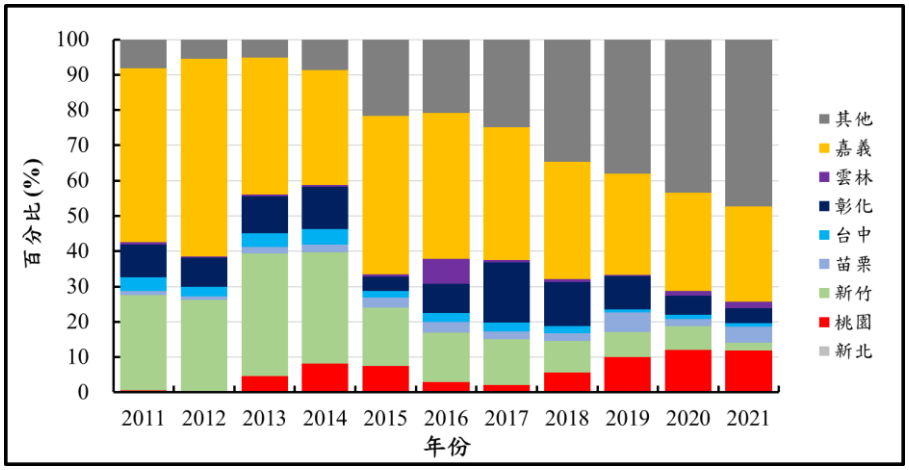


圖 100、2011-2021 年台灣西部沿海各縣市黑鯛年間產量比例變動 (資料來源：漁業統計年報)。

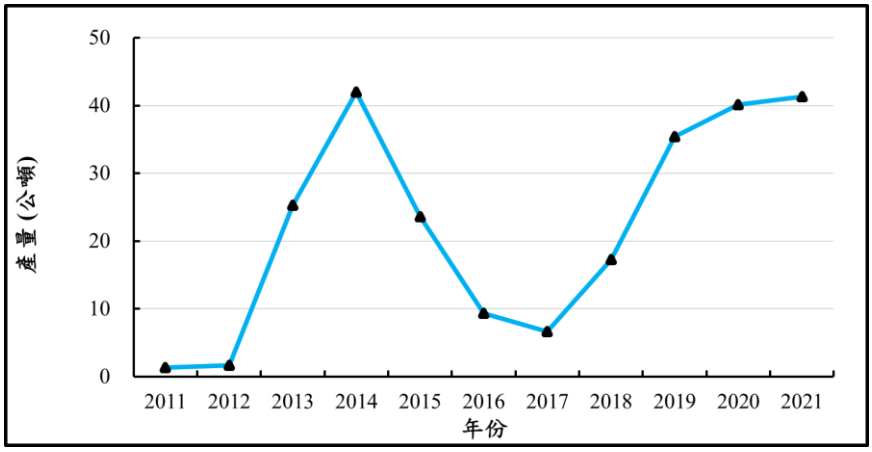


圖 101、2011-2021 年桃園黑鯛年間產量變動 (資料來源：漁業統計年報)。

5. 鯧魚 (布氏鯧鯵、金鯧)：

透過各地區漁會漁業統計資料、漁業署之漁業統計年報及當地漁民之標本戶作業紀錄等，蒐集台灣西部沿海 (包含自淡水至嘉義等地)及桃園市之近十年間 (2011-2021 年間)各漁業別之漁業生產量及漁獲產值。自 2006 年起漁業統計年報紀錄布氏鯧鯵漁獲資料，在 2014 年起主要漁獲縣市從臺南市及屏東縣轉為高雄市及屏東縣，在近四年有稍微下降的趨勢，並且以屏東縣為主要漁獲縣市 (圖 102a)，而目前布氏鯧鯵漁獲量主要以養殖為主，其他則是以定置網及扒網漁業為主要漁獲漁法 (圖 102b)。

港口查報資料蒐集地區包括桃園、新竹、苗栗、台中、彰化、雲林之月別漁獲資料進行分析，結果顯示在每年的 8 月至隔年 1 月時為布氏鯧鯵主要漁獲季節，並以桃園市及雲林縣為主要捕獲縣市(圖 103)。而觀察捕獲布氏鯧鯵的主要漁法為刺網，刺網漁獲趨勢與整體漁業相同(圖 102 參照)。

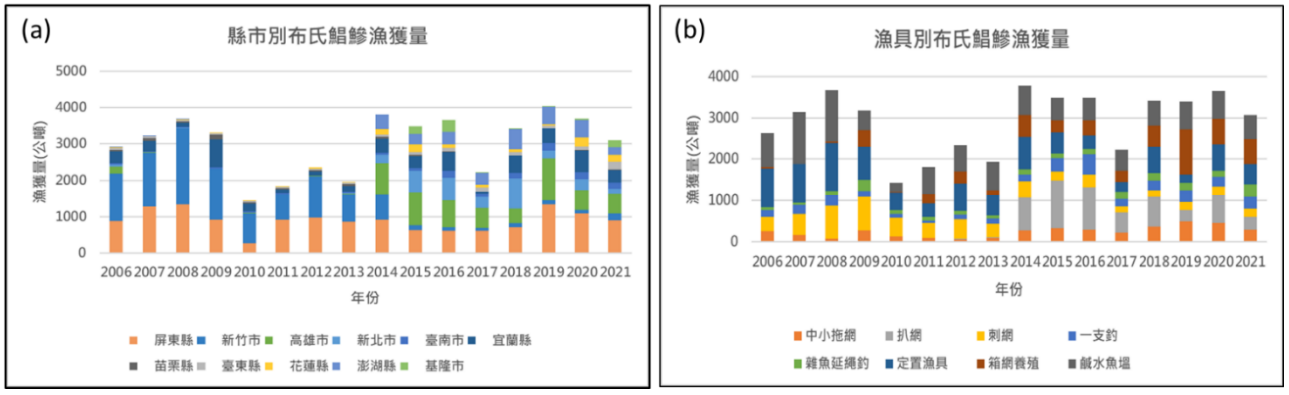


圖 102、(a)各縣市與(b)各漁具別之布氏鯧鯵漁獲量 (資料來源：漁業統計年報)。

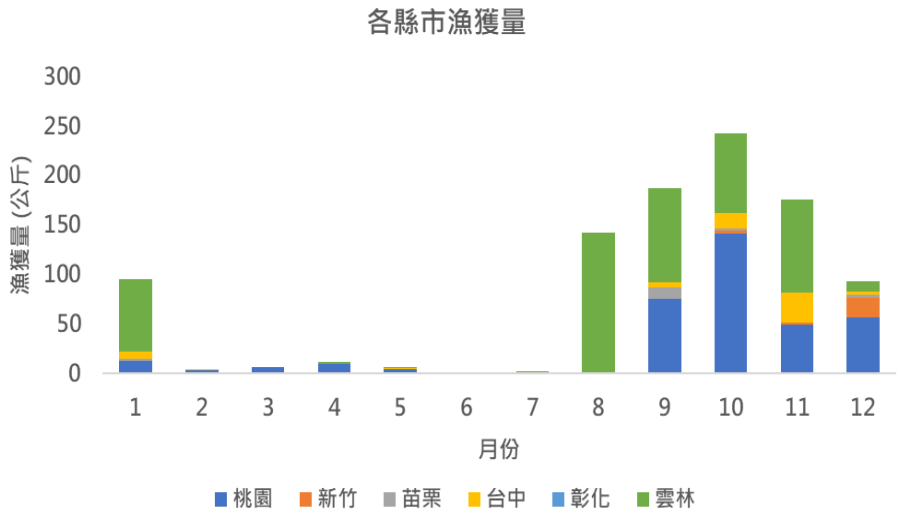


圖 103、西部沿近海域布氏鯧鯵之月別查報漁獲量。

本項目蒐集包含 2015-2020 年刺網漁業之標本戶作業日誌漁獲量資料，並搭配此年間水文環境資料，包含海水表層溫度、海水表層鹽度、海水表層高度、海底深度等資料。根據刺網標本戶作業日誌資料顯示布氏鯧鯵漁獲量有明顯的季節變動(圖 104)，其中秋季時漁獲量有些微提升，在新竹沿近海開始出現少數熱點區域。

台灣西部沿近海域冬季時為漁獲量達到高峰期，在西部沿岸皆出現布氏鯧鯵漁獲的紀錄，並以新竹沿岸為主要熱點，漁獲量高峰持續到隔年春季。而至隔年夏季漁獲量開始下降，熱點區域減少，夏季時漁獲量較稀少，非漁汛期，僅能在桃園及新竹沿岸發現少量漁獲紀錄。布氏鯧鯵漁獲量年間變動較不明顯，因在 2015 年春季時漁獲資料較缺乏，使得春季漁獲量較低，在 2018-2019 年時整體漁獲量較高，布氏鯧鯵熱點區域較廣，在 2020 年整體漁獲量些許下降，冬季漁獲較差(圖 104)。

布氏鯧鯵的 CPUE 有明顯的季節變動(圖 105)，秋季時布氏鯧鯵開始出現在桃園及新竹沿岸，在冬季時熱點會向苗栗擴散，其中新竹的熱點區域較廣，而桃園次之，苗栗的熱點較低。到了隔年春季時 CPUE 開始下降，在熱點區域集中在新竹沿近海，至夏季時 CPUE 明顯降低，結果顯示在秋季至隔年春季時為布氏鯧鯵的主要漁汛期，而夏季非漁汛期。

布氏鯧鯵 CPUE 的年間變動較不明顯，在 2015 年及 2016 年冬季時 CPUE 熱點較高，使得隔年春季 CPUE 下降，在 2018 年季節變動與其它年相比較不明顯，並且在冬季時 CPUE 較低。而 2019-2020 年整體漁獲量較低，其中 2020 年冬季漁獲狀況較差(圖 105)。

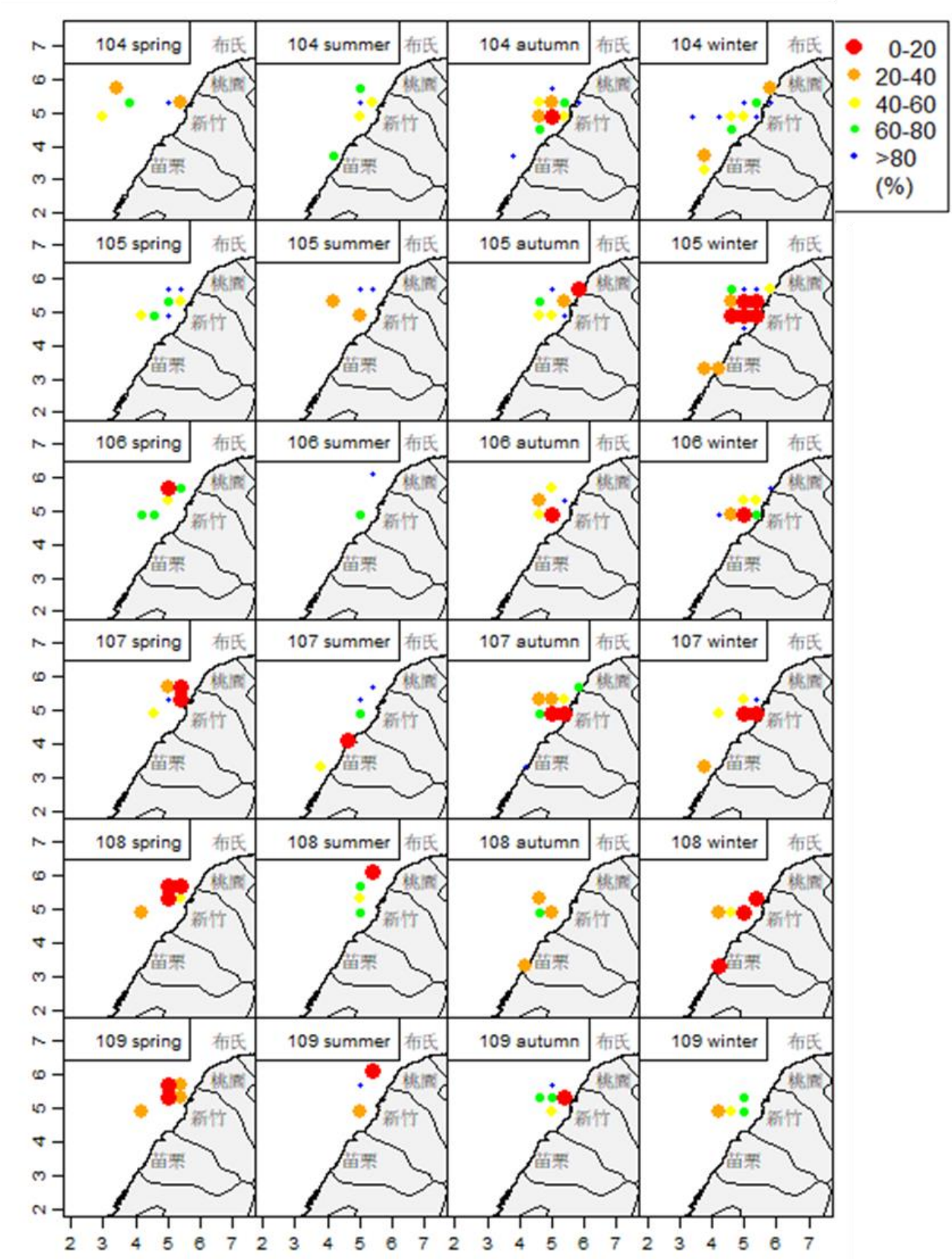


圖 104、2015-2020 年刺網標本戶作業日誌之布氏鯧鯵漁獲地點分布圖。

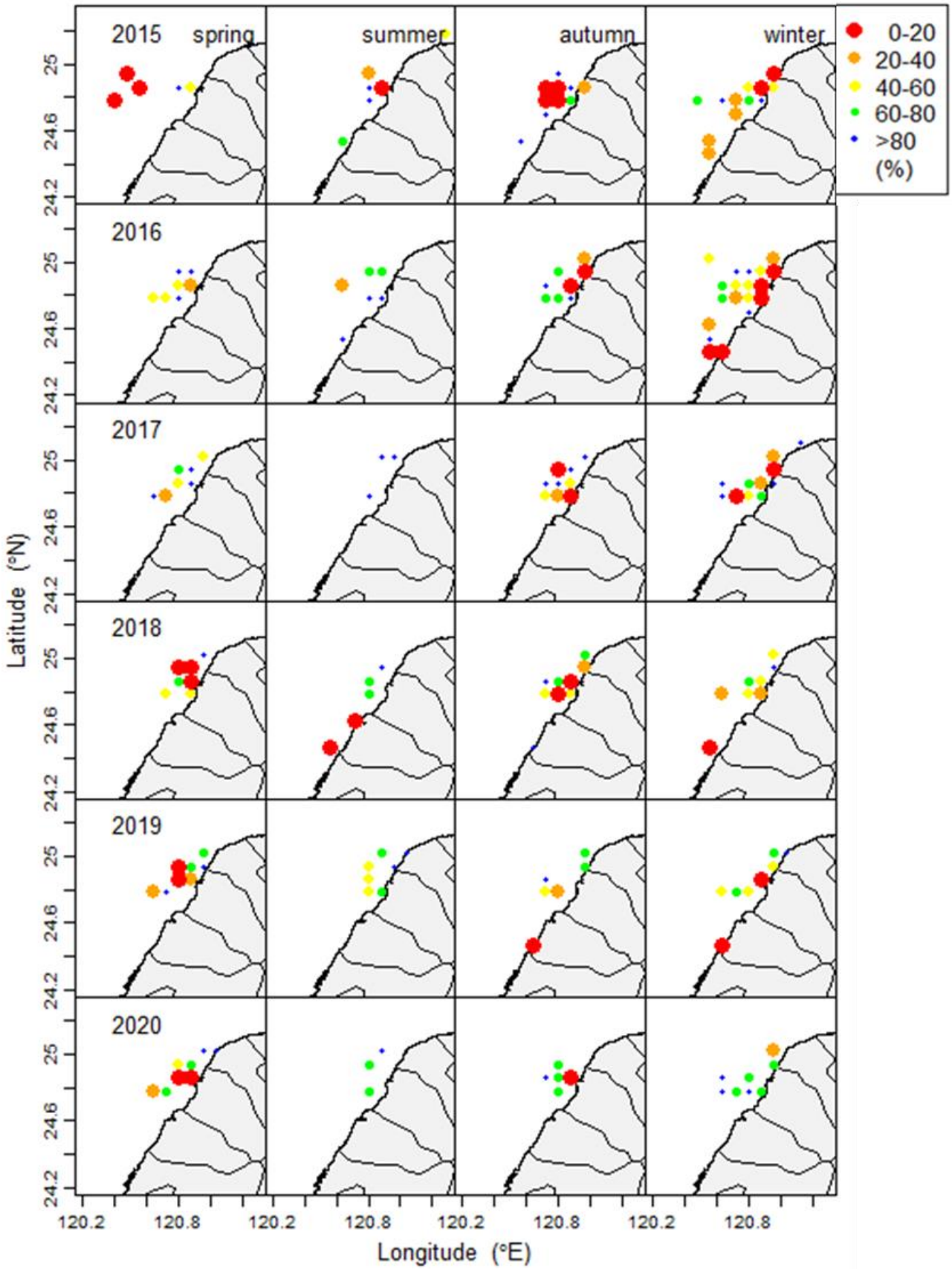


圖 105、2015-2020 年刺網標本戶作業日誌之布氏鯧鯵 CPUE 分布圖。

6. 白姑魚類(白口、帕頭、春子)：

根據 2013 至 2021 年累積有捕獲白姑魚樣本船漁業活動資料分析結果顯示，比對及篩選出累積 10,158 艘作業樣本船(表 22)以及 130,678 航次具有白姑魚漁獲之作業資料(表 23)。依作業漁法可區分為，刺網、雙船拖網、蝦桁曳網、單船拖網、雜魚延繩釣及其他漁業，其中刺網的累積漁船艘數(2,449 筆)最高(表 22)，而單船拖網累積作業航次數(38,373 筆)最高(表 23)。

表 22、各漁業別白姑魚漁獲樣本船艘數統計表

漁業別 / 年別	刺網	單船拖網	一支釣	蝦桁曳網	雙船拖網	雜魚延繩釣	其他	合計
2013	423	278	207	99	64	34	31	1,136
2014	409	341	146	90	79	41	28	1,134
2015	434	291	134	87	70	50	18	1,084
2016	436	319	132	88	64	39	34	1,112
2017	623	377	205	89	73	37	18	1,422
2018	520	317	165	82	56	56	6	1,202
2019	481	295	140	79	43	41	21	1,100
2020	447	253	165	76	38	37	21	1,037
2021	408	230	153	65	37	28	10	931
合計	4,181	2,701	1,447	755	524	363	187	10,158

表 23、各漁業別白姑魚漁獲樣本船作業航次數統計表

漁業別 / 年別	刺網	單船拖網	蝦桁曳網	雙船拖網	雜魚延繩釣	一支釣	其他	合計
2013	5,304	4,563	2,272	1,296	365	436	84	14,320
2014	3,840	4,847	3,035	1,342	237	294	43	13,638
2015	4,016	4,871	3,091	1,291	440	261	28	13,998
2016	3,806	5,346	2,438	1,618	236	228	51	13,723
2017	5,592	6,305	2,739	1,731	410	499	37	17,313
2018	4,377	5,147	1,794	1,280	1,077	430	7	14,112
2019	3,948	4,678	2,936	1,414	309	418	67	13,770
2020	4,918	4,953	2,972	1,162	671	419	69	15,164
2021	4,956	5,655	2,045	1,035	396	542	11	14,640
合計	40,757	46,365	23,322	12,169	4,140	3,527	398	130,678

分析與比較各漁業別白姑魚歷年漁獲量後發現，以單船拖網佔大宗(>50%)(圖 106)，介於 96,309 至 179,512 公斤(表 24)。其次依序為雙船拖網、刺網、蝦桁曳網以及雜魚延繩釣等漁業之白姑魚漁獲產量較高，分別介於 21,365 至 80,454 公斤、9,801 至 38,676 公斤、5,357 至 22,162 公斤以及以及 1,763 至 21,888 公斤(圖 106)(表 24)。

然而，若比較各漁業投入的努力量，則仍以以單船拖網佔大宗(圖 107)，介於 34,319 至 57,802 小時(表 25)，其次依序為蝦桁曳網、雙船拖網、刺網以及雜魚延繩釣等漁業努力量相對較高，其投入時數分別為 10,616 小時至 25,459 小時、6,444 至 26,833 小時、4,762 小時至 17,791 小時及 116 小時至 1,630 小時(圖 107)(表 25)。

綜合上述漁業別漁獲量及努力量結果，進一步分析白姑魚漁業漁獲率。整體而言，歷年漁獲率介於 2.10 至 3.45 公斤/小時(表 26)。進一步比較單船拖網、雙船拖網、刺網、蝦桁曳網以及雜魚延繩釣等主要漁獲漁法之漁獲率後發現，雜魚延繩釣之漁獲率最高(4.40 至 15.19 公斤/小時)明顯高於其它漁法(表 26)，推論應與漁具所導致不同捕撈效率有關。

進一步分析比較月別白姑魚漁業之整體漁獲量、努力量及漁獲率，結果顯示，7 至 11 月間之漁獲量、努力量有相對較高的水準(表 27 及表 28)，應為白姑魚漁業之主要漁期。然而，漁獲率則相對平穩，沒有明顯隨月別而有所差異(表 29)。

表 24、各漁業別白姑魚漁獲樣本船歷年漁獲量(公斤)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	合計
單船拖網	120,329	170,512	108,456	106,496	144,145	117,962	96,309	165,285	154,693	1,184,187
雙船拖網	66,304	80,454	71,084	86,249	61,466	21,365	51,619	44,814	50,504	533,859
刺網	38,676	25,513	25,692	20,739	18,098	12,644	11,111	9,903	9,801	172,177
蝦桁曳網	10,701	14,316	22,162	14,313	11,622	7,773	9,774	8,537	5,357	104,555
雜魚延繩釣	12,010	4,820	5,154	5,539	8,922	21,888	5,186	2,641	1,763	67,923
大目袖網	11	11	930	178	31		4	2,400		3,565
籠具	845	122	644	205	116	8	291	665	109	3,005
扒網		560	1,281	300	3			200		2,344
其它	669			71	40		30			810
一支釣	171	39	18	65	41	68	11	36	5	454
棒受網		200	10							210
赤尾青蝦拖網		54		8			4			66
叉手網	2			23						25
櫻花蝦拖網	1									1
合計	249,719	296,601	235,431	234,186	244,484	181,708	174,339	234,481	222,232	2,073,181

表 25、各漁業別白姑魚漁獲樣本船歷年努力量(小時)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	合計
單船拖網	40,950	50,619	41,000	50,280	57,802	51,662	34,319	39,896	42,221	408,749
蝦桁曳網	20,028	20,104	25,459	18,736	19,659	15,277	21,483	16,122	10,616	167,484
雙船拖網	26,833	12,805	11,733	11,979	11,700	9,185	8,582	6,792	6,444	106,053
刺網	17,791	15,194	14,127	9,772	12,382	8,680	7,501	6,450	4,762	96,659
雜魚延繩釣	1,548	352	812	461	1,041	1,630	1,178	327	116	7,465
籠具	823	286	291	191	128	11	283	310	328	2,651
一支釣	345	78	25	62	191	228	43	66	14	1,052
其它	60			16	52		7			135
大目袖網	17	18	38	39	10		2			124
赤尾青蝦拖網		100		5			11			116
扒網		12	19	12	6			15		64
叉手網	11			30						41
棒受網		7	5							12
櫻花蝦拖網	5									5
合計	108,411	99,575	93,509	91,583	102,971	86,673	73,409	69,978	64,501	790,610

表 26、各漁業別白姑魚漁獲樣本船歷年漁獲率(公斤/小時)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	合計
單船拖網	2.94	3.37	2.65	2.12	2.49	2.28	2.81	4.14	3.66	2.90
雙船拖網	2.47	6.28	6.06	7.20	5.25	2.33	6.01	6.60	7.84	5.03
刺網	2.17	1.68	1.52	2.12	1.46	1.46	1.48	1.54	2.06	1.78
蝦桁曳網	0.53	0.71	0.87	0.76	0.59	0.51	0.45	0.53	0.50	0.62
雜魚延繩釣	7.76	13.69	6.35	12.02	8.57	13.43	4.40	8.08	15.19	9.10
大目袖網	0.65	0.61	24.47	4.56	3.10		2.00			28.75
籠具	1.03	0.43	2.21	1.07	0.91	0.73	1.03	2.15	0.33	1.13
扒網		46.67	67.42	25.00	0.50			13.33		36.63
其它	11.15			4.44	0.77		4.29			6.00
一支釣	0.50	0.50	0.72	1.05	0.21	0.30	0.26	0.55	0.36	0.43
棒受網		28.57	2.00							17.50
赤尾青蝦拖網		0.54		1.60			0.36			0.57
叉手網	0.18			0.77						0.61
櫻花蝦拖網	0.20									0.20
合計	2.30	2.98	2.52	2.56	2.37	2.10	2.37	3.35	3.45	2.62

表 27、月別白姑魚漁獲樣本船歷年漁獲量(公斤)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	合計
Jan	9,266	9,025	17,084	5,540	8,780	6,910	8,652	19,275	17,608	102,140
Feb	5,818	2,875	14,749	2,665	22,104	3,568	5,494	18,671	23,867	99,811
Mar	22,784	20,354	17,163	28,960	26,589	8,316	9,823	20,481	14,747	169,217
Apr	12,481	38,336	18,303	28,492	6,774	9,589	7,897	16,057	9,675	147,604
May	16,706	37,748	14,913	19,879	7,276	13,226	10,675	18,305	14,495	153,223
Jun	24,528	17,913	22,503	15,461	11,306	21,683	8,873	25,056	16,168	163,491
Jul	46,203	23,810	22,779	25,600	23,350	24,325	13,926	42,058	23,449	245,500
Aug	39,678	27,623	26,906	25,512	36,223	24,523	18,961	16,728	27,718	243,872
Sep	30,922	26,099	23,221	21,752	33,570	20,124	16,956	22,906	21,860	217,410
Oct	17,391	42,445	21,635	24,415	35,384	19,094	19,186	11,404	18,714	209,668
Nov	16,593	25,675	24,063	17,516	23,406	15,517	22,917	16,420	18,692	180,799
Dec	7,352	24,688	12,112	18,392	9,721	14,833	30,978	7,118	15,240	140,434
總計	249,722	296,591	235,431	234,184	244,483	181,708	174,338	234,479	222,233	2,073,169

表 28、月別白姑魚漁獲樣本船歷年努力量(小時)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	合計
Jan	6,347	5,361	5,081	4,316	6,092	5,055	6,308	3,799	4,370	46,729
Feb	5,118	4,137	5,321	2,454	6,017	6,083	4,856	3,425	2,170	39,581
Mar	7,073	5,411	6,520	4,687	8,272	4,919	4,875	4,746	3,068	49,571
Apr	6,443	18,743	5,412	5,669	4,780	5,280	4,244	4,173	2,841	57,585
May	7,331	5,884	6,344	6,937	5,410	4,512	4,387	5,713	3,479	49,997
Jun	7,419	6,512	9,113	8,049	8,593	6,654	4,000	8,470	5,046	63,856
Jul	12,273	8,740	10,217	12,535	11,166	13,038	7,930	12,646	8,373	96,918
Aug	11,313	9,073	10,486	14,557	17,638	10,991	8,878	8,422	8,444	99,802
Sep	11,902	8,551	11,756	9,483	12,596	9,651	7,330	9,280	8,406	88,955
Oct	6,743	9,540	7,771	9,977	7,434	7,553	8,489	4,105	7,153	68,765
Nov	22,201	11,675	9,665	6,937	9,852	7,782	7,109	3,331	6,423	84,975
Dec	4,247	5,946	5,824	5,982	5,121	5,154	5,002	1,868	4,728	43,872
總計	108,410	99,573	93,510	91,583	102,971	86,672	73,408	69,978	64,501	790,606

表 29、月別白姑魚漁獲樣本船歷年漁獲率(公斤/小時)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	合計
Jan	1.46	1.68	3.36	1.28	1.44	1.37	1.37	5.07	4.03	2.19
Feb	1.14	0.69	2.77	1.09	3.67	0.59	1.13	5.45	11.00	2.52
Mar	3.22	3.76	2.63	6.18	3.21	1.69	2.01	4.32	4.81	3.41
Apr	1.94	2.05	3.38	5.03	1.42	1.82	1.86	3.85	3.41	2.56
May	2.28	6.41	2.35	2.87	1.35	2.93	2.43	3.20	4.17	3.06
Jun	3.31	2.75	2.47	1.92	1.32	3.26	2.22	2.96	3.20	2.56
Jul	3.76	2.72	2.23	2.04	2.09	1.87	1.76	3.33	2.80	2.53
Aug	3.51	3.04	2.57	1.75	2.05	2.23	2.14	1.99	3.28	2.44
Sep	2.60	3.05	1.98	2.29	2.67	2.09	2.31	2.47	2.60	2.44
Oct	2.58	4.45	2.78	2.45	4.76	2.53	2.26	2.78	2.62	3.05
Nov	0.75	2.20	2.49	2.53	2.38	2.00	3.22	4.93	2.91	2.13
Dec	1.73	4.15	2.08	3.07	1.90	2.88	6.19	3.81	3.22	3.20
總計	2.30	2.98	2.52	2.56	2.37	2.10	2.37	3.35	3.45	2.62

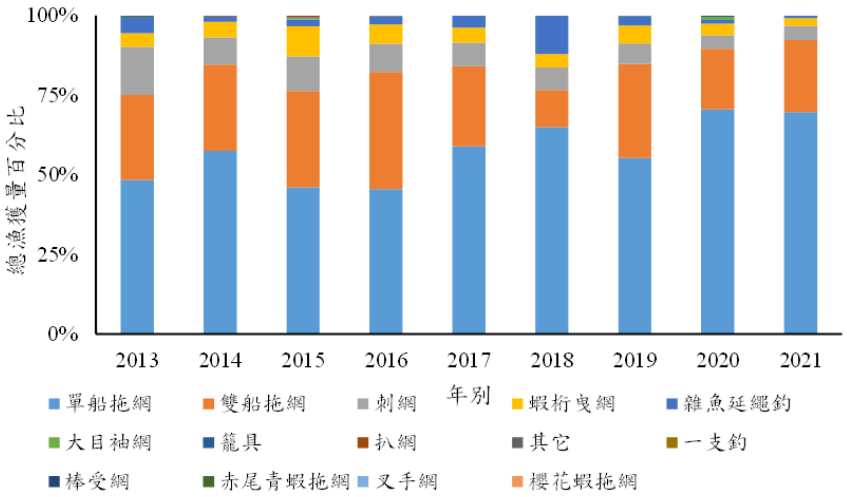


圖 106、各漁業別白姑魚歷年漁獲量百分比。

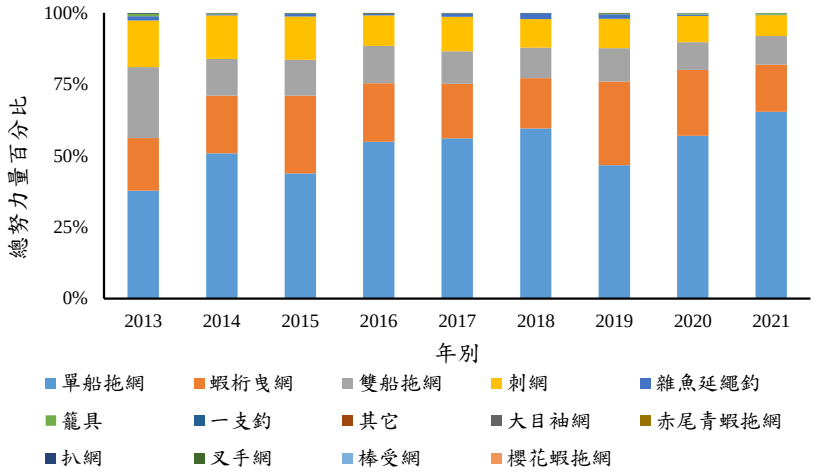


圖 107、各漁業別白姑魚歷年努力量百分比。

根據 2013-2021 年臺灣沿近海域白姑魚漁業資源之累積漁獲量之空間分布結果顯示(圖 108)，白姑魚漁業資源主要分布在水深 200 公尺以淺的東北海域、西部海域、澎湖海域並向西南延伸至臺灣淺灘。漁獲量熱點廣泛分布於整個臺灣西部沿岸、澎湖海域以及臺灣海峽陸棚北部之桃竹苗沿近海域(119.5-120.5 ºE，24.5-25.5ºN)。東部僅有宜蘭灣鄰近海域具有漁獲量熱點分布(圖 108)。進一步配合各漁業別白姑魚漁獲量百分比之空間分布圖後發現，單船拖網漁獲量熱點分布最為廣泛，包括東北海域、西部海域、澎湖海域並向西南延伸至臺灣淺灘(圖 110)。雙船拖網、刺網、蝦桁曳網以及雜魚延繩釣等漁業之漁獲量熱點其分布多為沿近海域分布範圍亦較為侷限(圖 110)。其中，雙船拖網漁獲量熱點於 24 ºN 以南的西部沿岸較為明顯，東北部宜蘭灣沿岸海域亦有分布(圖 110)。刺網漁獲量熱點則於 24.5 ºN 以北的桃竹苗沿岸較為明顯(圖 110)。雜魚延繩釣漁獲量熱點則於西北沿近海域(120.5-121 ºE，25-25.5ºN)較為明顯，亦有零星分布於東南部沿岸(圖 110)。蝦桁曳網漁獲量熱點於 23.5 ºN 以南的西部沿岸較為明顯(圖

110)。

臺灣沿近海域白姑魚漁業資源之累積努力量之空間分布結果(圖 109)以及各漁業別白姑魚漁獲量百分比之分布圖(圖 111)，與漁獲量之空間分布大致上相同。上述結果顯示，白姑魚漁獲量與努力量熱點之空間分布明顯隨漁法別之不同而有所差異。

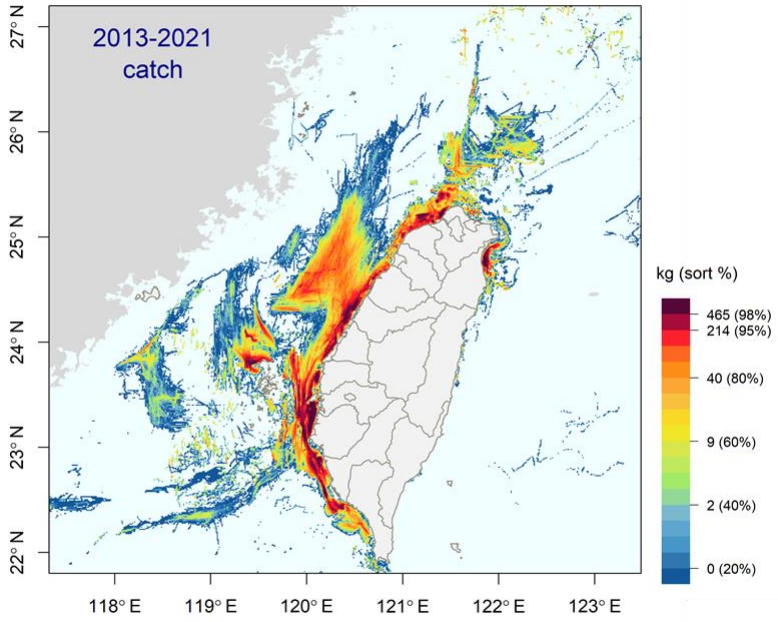


圖 108、2013-2021 年臺灣沿近海域白姑魚漁業資源之累積漁獲量之空間分布。

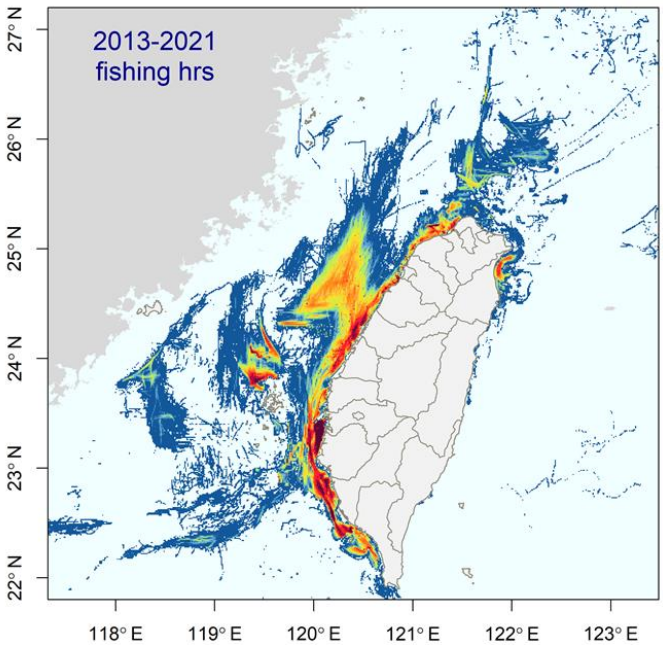


圖 109、2013-2021 年臺灣沿近海域白姑魚漁業資源之累積努力量之空間分布。

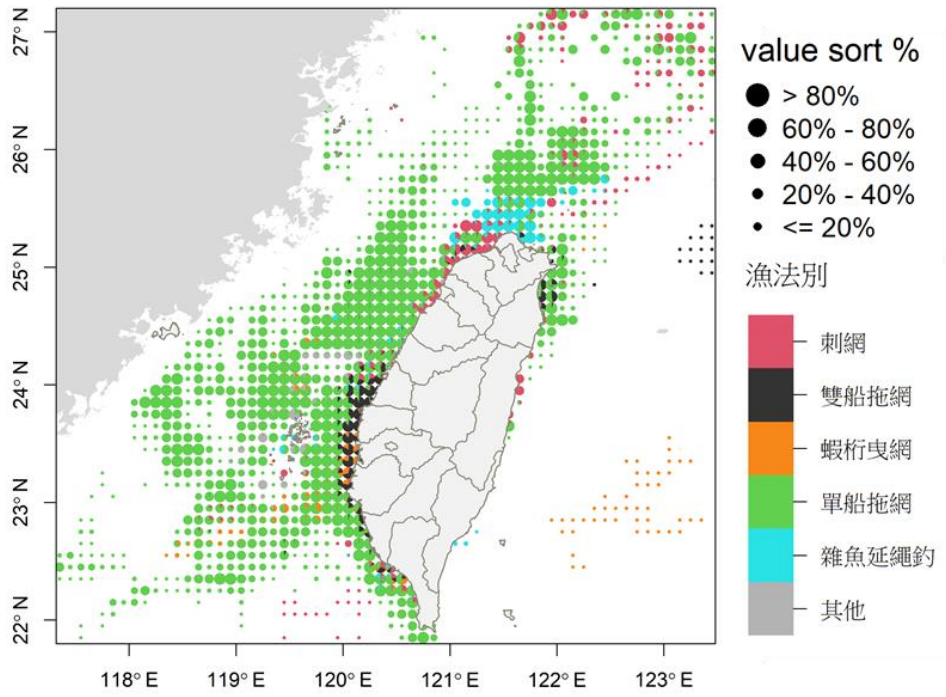


圖 110、2013-2021 年臺灣沿近海域白姑魚漁業資源之漁業別累積漁獲量百分比例之空間分布。

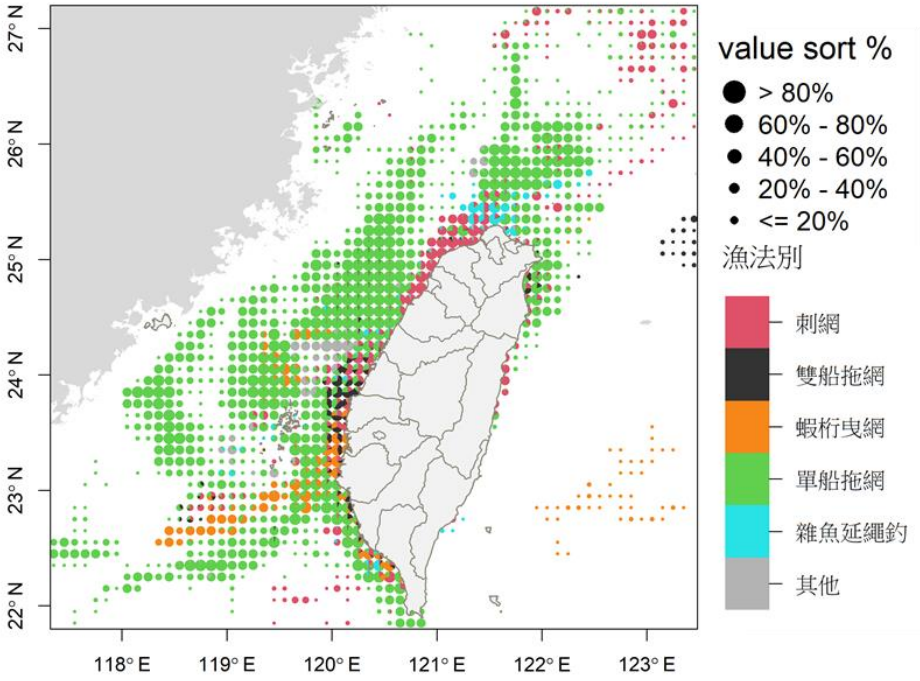


圖 111、2013-2021 年臺灣沿近海域白姑魚漁業資源之漁業別累積努力量百分比例之空間分布。

進一步針對2013-2021年桃園市鄰近海域白姑魚漁業資源之累積漁獲量之空間分布進行分析，其漁獲量熱點分布於沿岸海域，於西北部外海亦有顯的漁獲熱點(圖 112)。進一步配合各漁業別白姑魚漁獲量百分比之空間分布圖後發現，上述近岸海域之漁獲量熱點主要來自於刺網

漁業，而西北部外海之漁獲量熱點主要來自於雜魚延繩釣(圖 114)。如圖 113 所示，累積努力量之空間分布結果與漁獲量熱量分布略有差異。其中，西北部外並未有明顯的努力量熱點分布(圖 113)。進一步配合各漁業別白姑魚漁獲量百分比之空間分布圖後發現，該海域主要為雜魚延繩釣漁獲量及努力量分布熱點(圖 115)。然而，就整體努力量而言，該海域雖為漁獲量熱點，但未顯示為努力量熱點，可能與雜魚延繩釣的漁撈效率較高有關，亦前述漁具所導致不同捕撈效率結果相符(表 26)。整體而言，桃園市鄰近海域白姑魚漁獲量與努力量熱點之空間分布亦明顯隨漁法別之不同而有所差異(圖 114 及圖 115)。

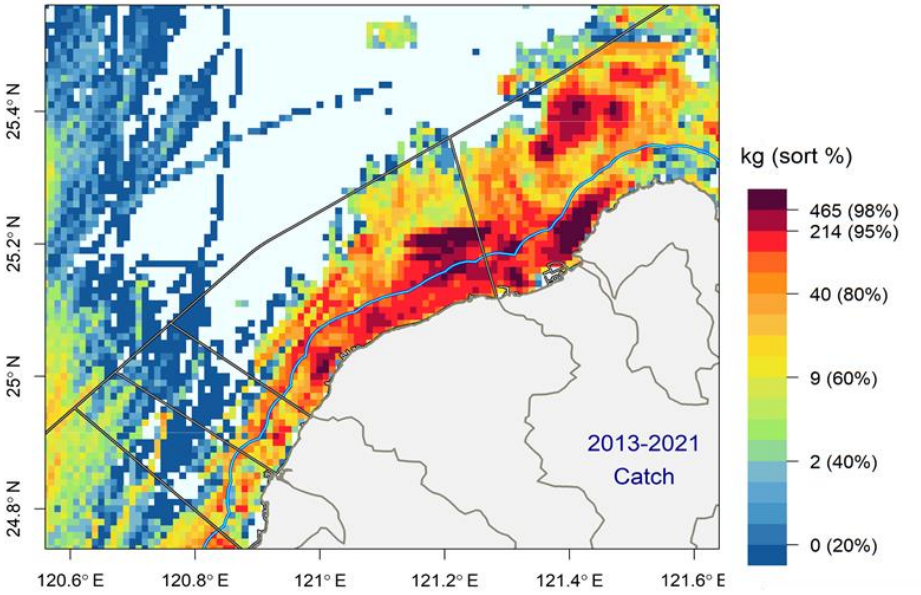


圖 112、2013-2021 年桃園市鄰近海域白姑魚漁業資源之累積漁獲量之空間分布。

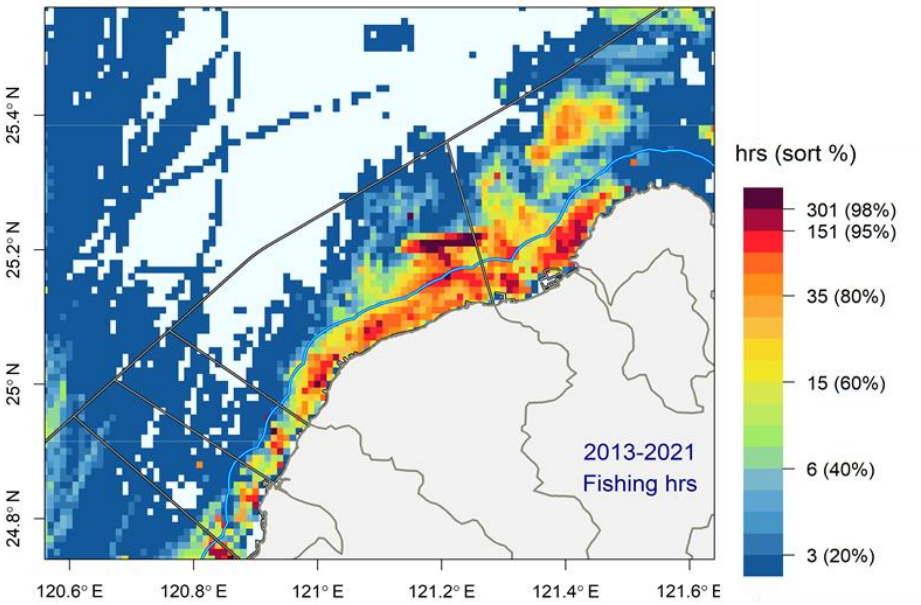


圖 113、2013-2021 年桃園市鄰近海域白姑魚漁業資源之漁業別累積努力量之空間分布。

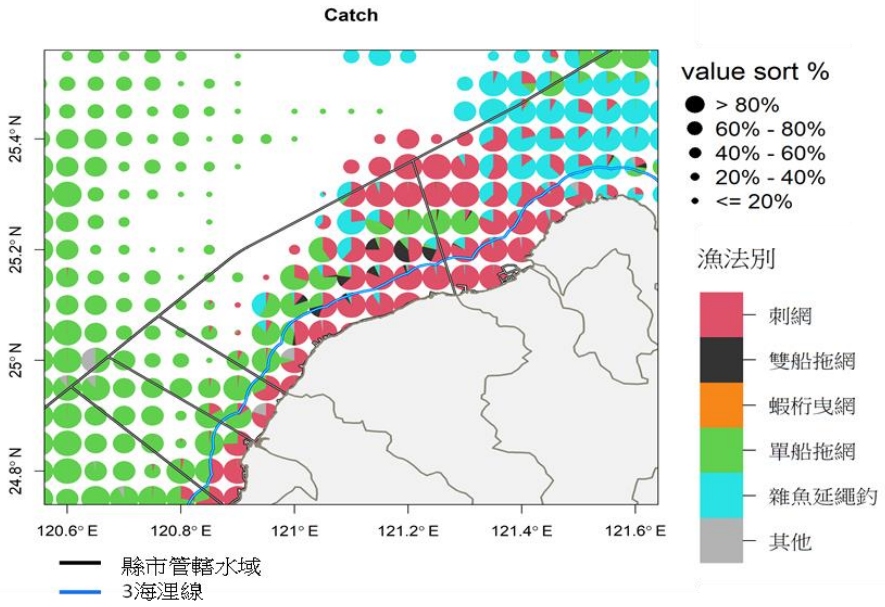


圖 114、2013-2021 年桃園市鄰近海域白姑魚漁業資源之漁業別累積漁獲量百分比例之空間分布。

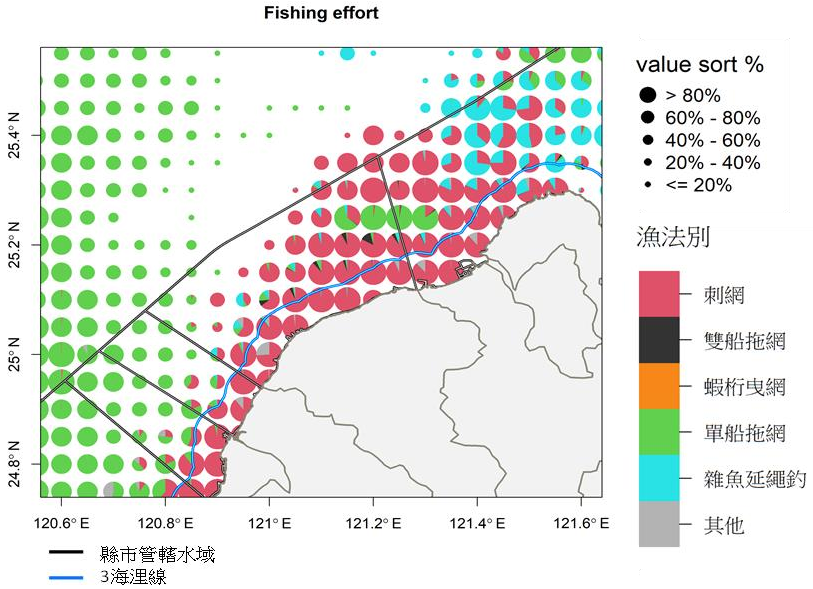


圖 115、2013-2021 年桃園市鄰近海域白姑魚漁業資源之漁業別累積努力量百分比例之空間分布。

分析與比較臺灣沿近海域各漁業別白姑魚漁業月別之漁獲量空間分布結果顯示，單船拖網於 1 月至 4 月漁獲量熱點分布範圍較為侷限，主要位於沿岸海域，包括東北海域、西部海域、澎湖海域並向西南延伸至臺灣淺灘(圖 116)。5 月份起，漁獲量熱點分布範圍逐漸擴張至臺灣海峽陸棚北部之桃竹苗沿近海域。6 月至 9 月期間，擴張範圍達到最大。10 月開始，分布於臺灣海峽陸棚北部之桃竹苗沿近海域漁獲熱點逐漸縮限，並持續至隔年 4 月期間(圖 116)。雙船拖網、刺網、蝦桁曳網以及雜魚延繩釣等漁獲熱點分布分布範圍亦較為侷限且固定，月別間未

有明顯的變動(圖 116)。各漁業別白姑魚漁業月別之努力量空間分布結果與漁獲量雖略有不同，但大致相符(圖 117)。

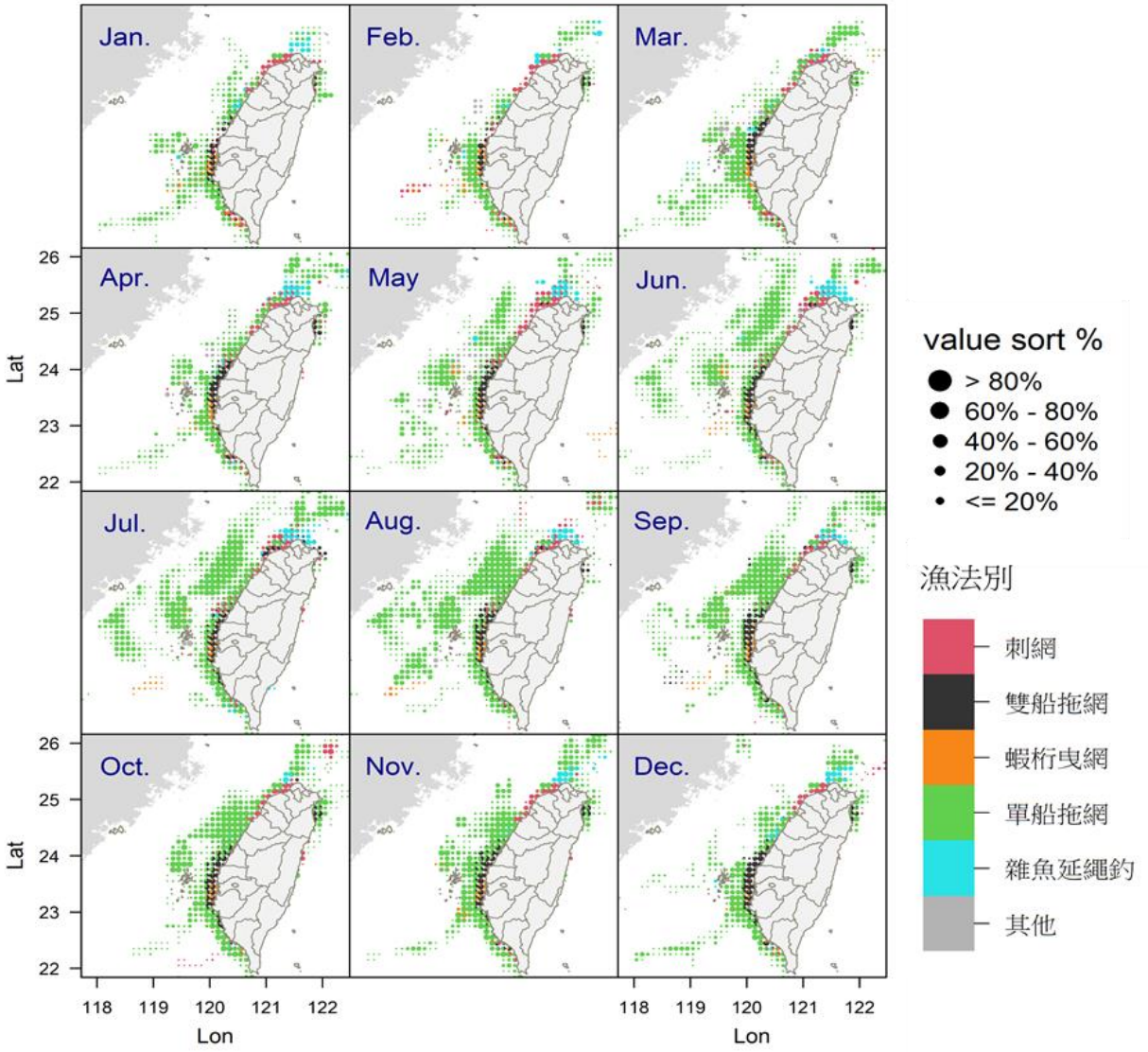


圖 116、2013-2021 年臺灣沿近海域白姑魚漁業資源之漁業別與月別累積漁獲量百分比例之空間分布。

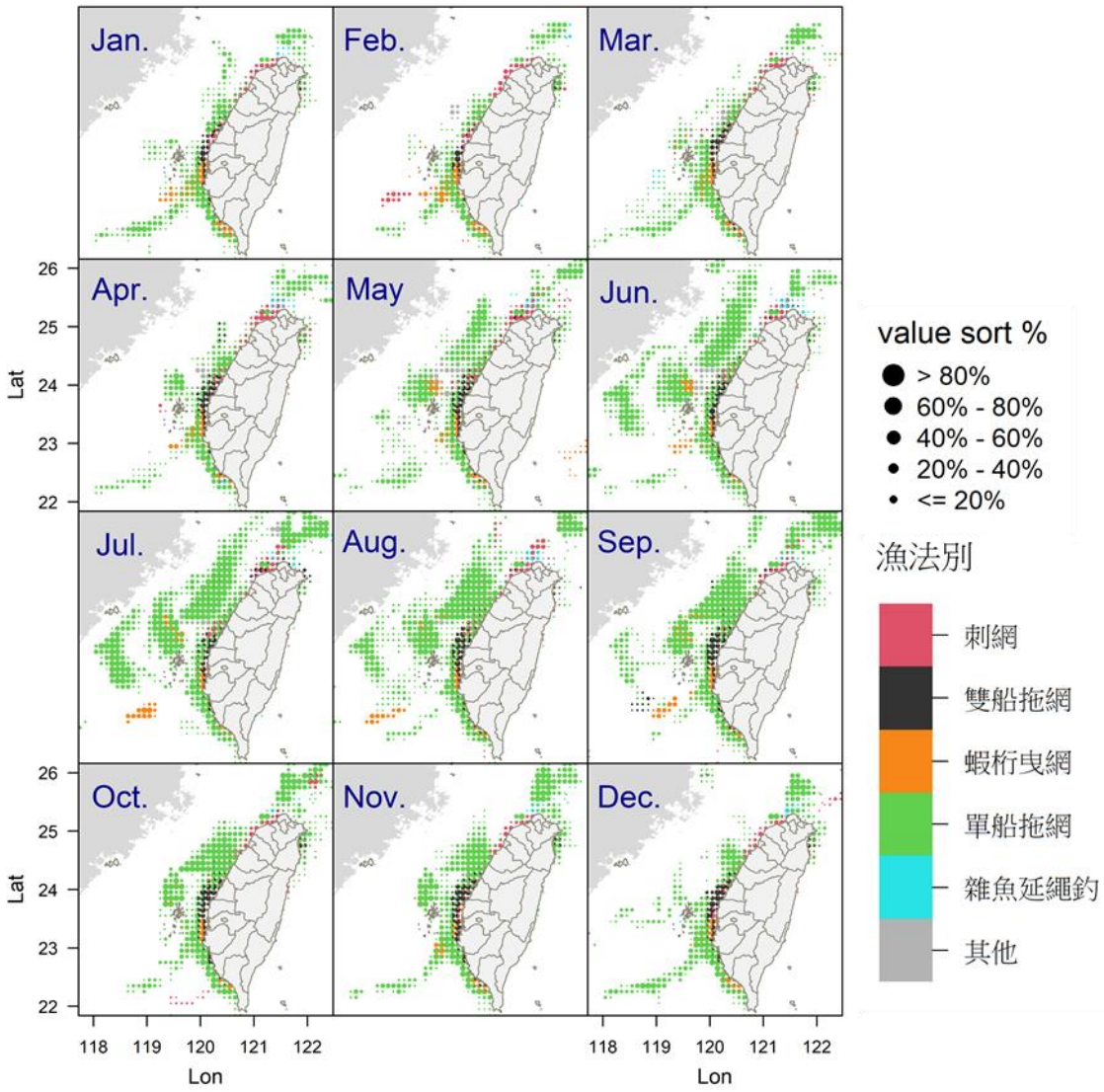


圖 117、2013-2021 年臺灣沿近海域白姑魚漁業資源之漁業別與月別累積努力量百分比例之空間分布。

進一步針對桃園市鄰近海域白姑魚漁業資各漁業別白姑魚漁業月別之漁獲量空間分布進行分析與比較。本海域主要以刺網及雜魚延繩釣漁獲熱點分布較為明顯且有隨月別推移變動情況(圖 118)。刺網漁業漁獲熱點分布主要分布於沿岸海域，於 3 月份起往外擴張，並持續至 8 月。9 月開始，其漁獲熱點分布位置限縮至沿岸海域並持續至隔年 3 月(圖 118)。雜魚延繩釣漁獲熱點分布主要分布於西北海域，4-9 月期間漁獲熱點分布範圍擴張至最大，隨後亦持續退縮至隔年3月(圖 118)。各漁業別白姑魚漁業月別之努力量空間分布結果與漁獲量雖略有不同，但大致相符(圖 119)。

綜合上述結果顯示，白姑魚漁獲量與努力量熱點之空間分布除了漁法別之不同而有所差異。同一漁法之漁獲量與努力量熱點之空間分布亦隨月別而有變動。

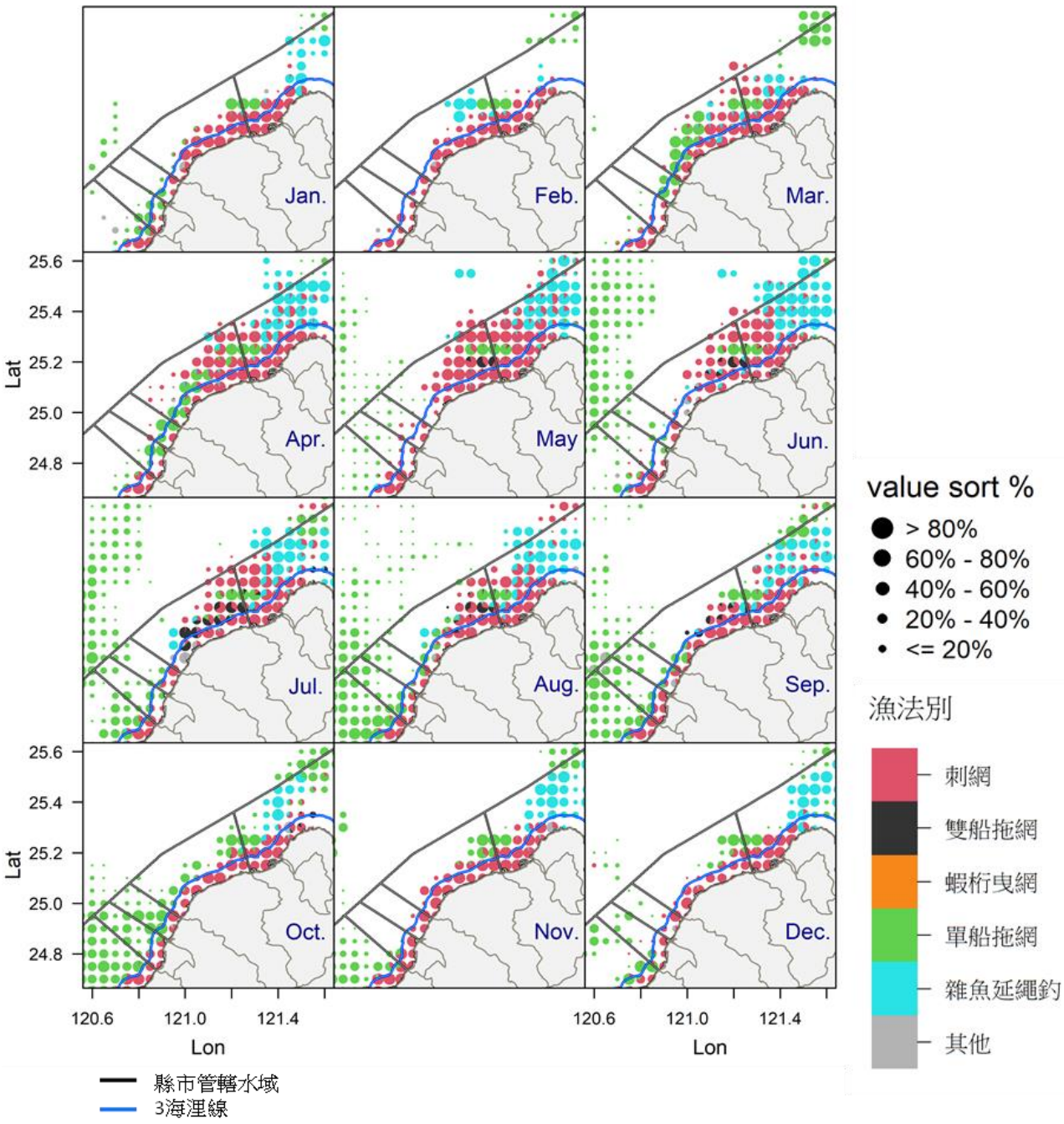


圖 118、2013-2021 年桃園市鄰近海域白姑魚漁業資源之漁業別與月別累積漁獲量百分比例之空間分布。

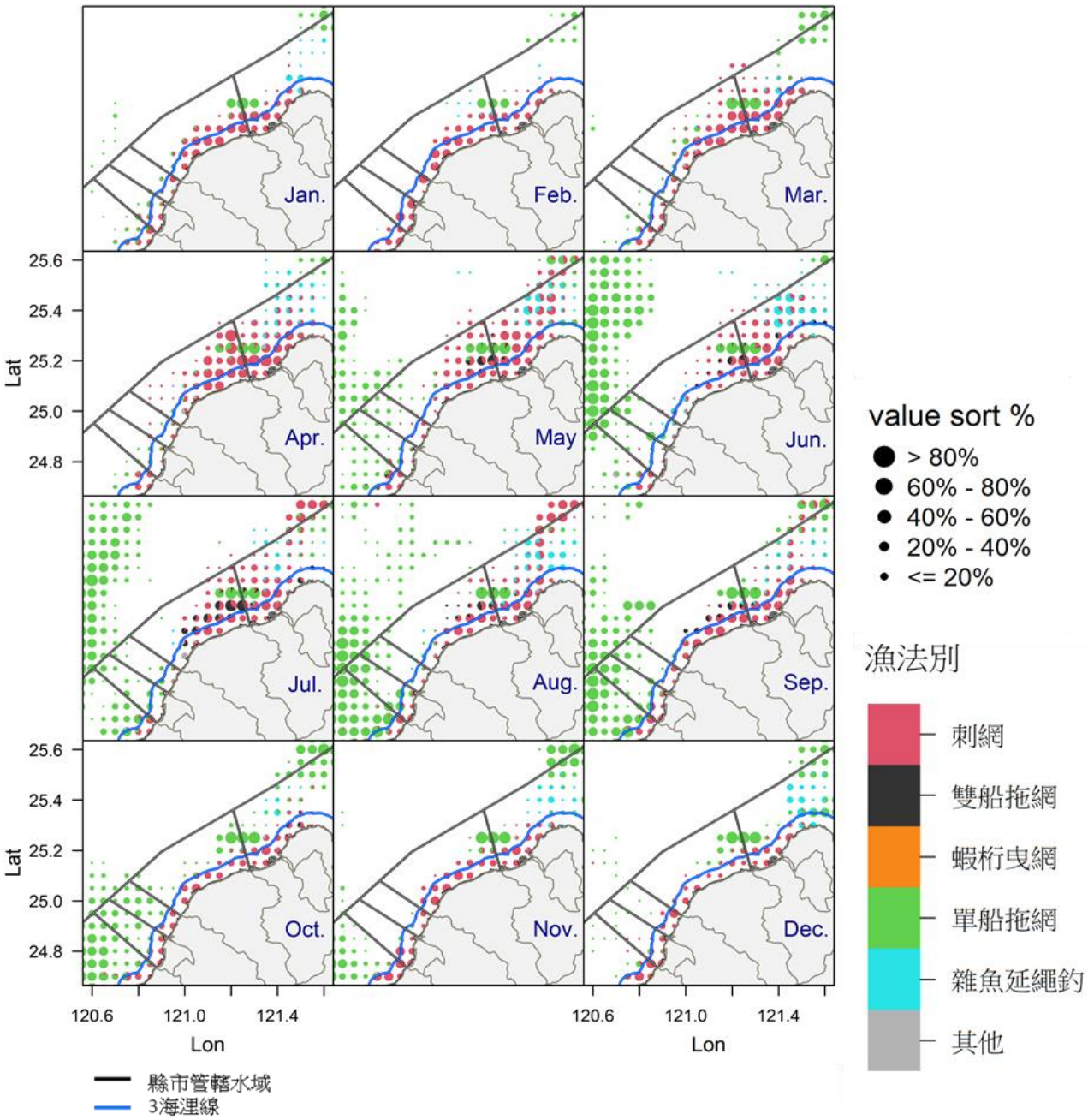


圖 119、2013-2021 年桃園市鄰近海域白姑魚漁業資源之漁業別與月別累積努力量百分比例之空間分布。

(二)、 影響漁獲量變動之環境因子蒐集與分析

圖 120 為 2011-2021 年月別海表溫度圖，台灣西部沿海海表溫在 6-9 月約 28-29°C，之後隨著黑潮支流之流勢減弱，大陸沿岸冷水南下而溫度逐漸下降，12-3 月之海表溫約 19-21°C。圖 121 為 2011-2021 年月別海表鹽度圖，台灣西部沿海海表鹽度變化幅度不大，僅 34-34.5psu 之間變動，在夏季時略低。圖 122 為 2011-2021 年月別海表葉綠素濃度圖，5-8 月時海表葉綠素濃度高值較集中於沿海，而 9 月開始則有向外海擴散的現象，並持續到 2 月左右。圖 123 為 2011-2021 年月別海表高度圖，台灣西部沿海海表高度變化幅度不大，僅 0.5-0.7m 之間變動，在夏季時略高。

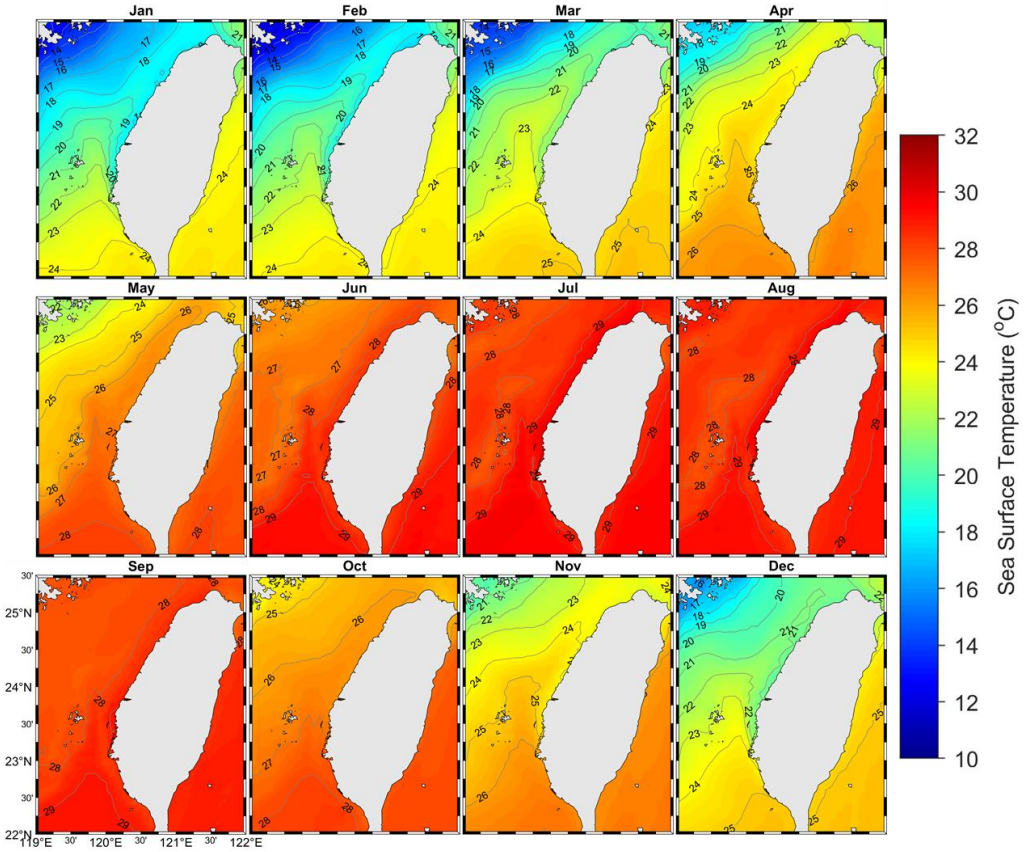


圖 120、2011-2021 年月別海表溫度。

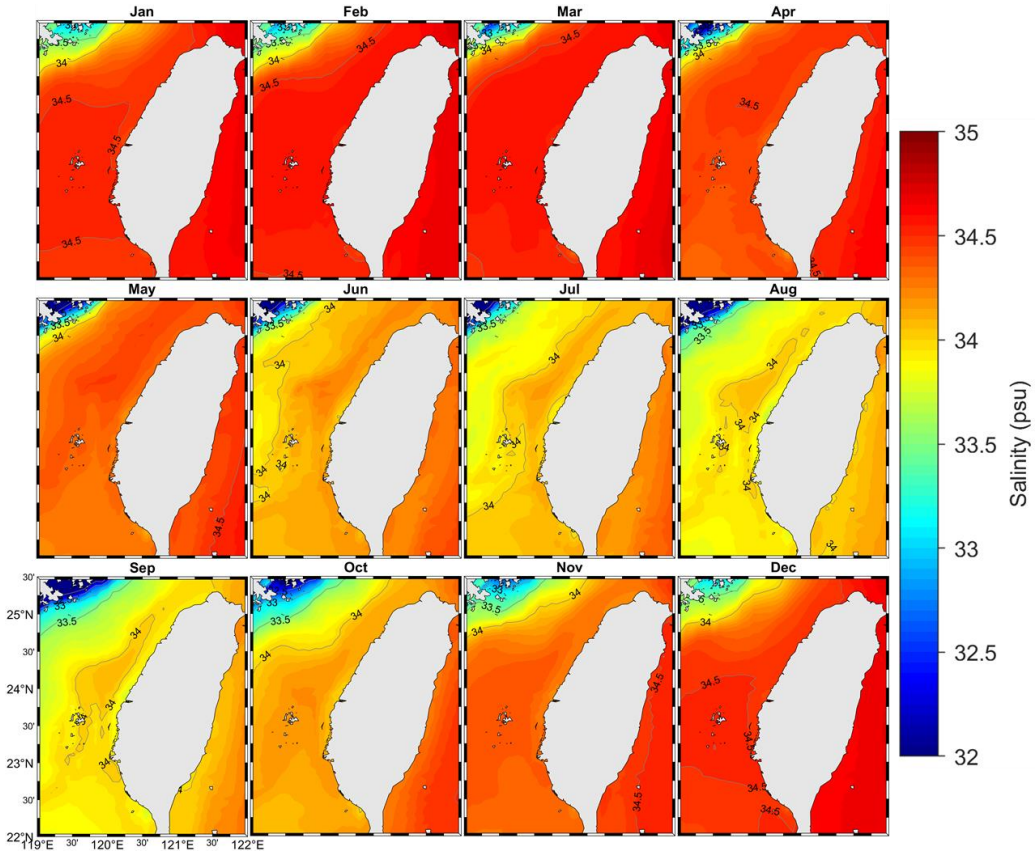


圖 121、2011-2021 年月別海表鹽度。

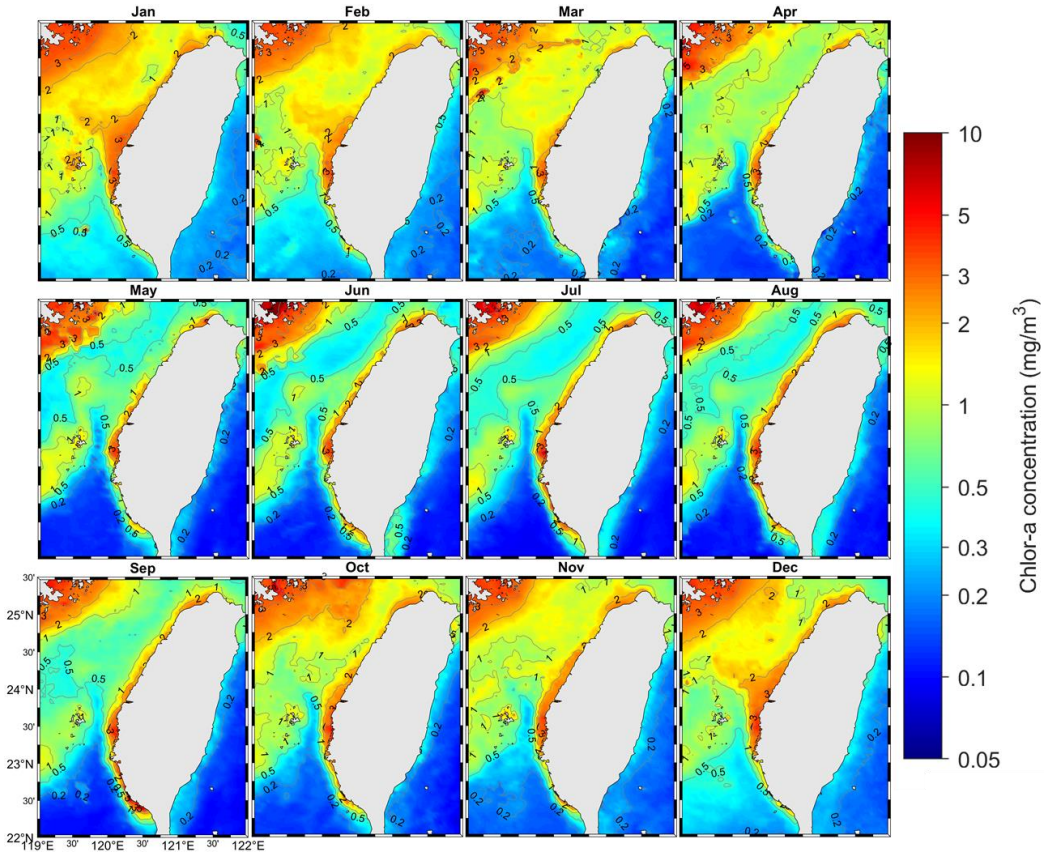


圖 122、2011-2021 年月別海表葉綠素濃度。

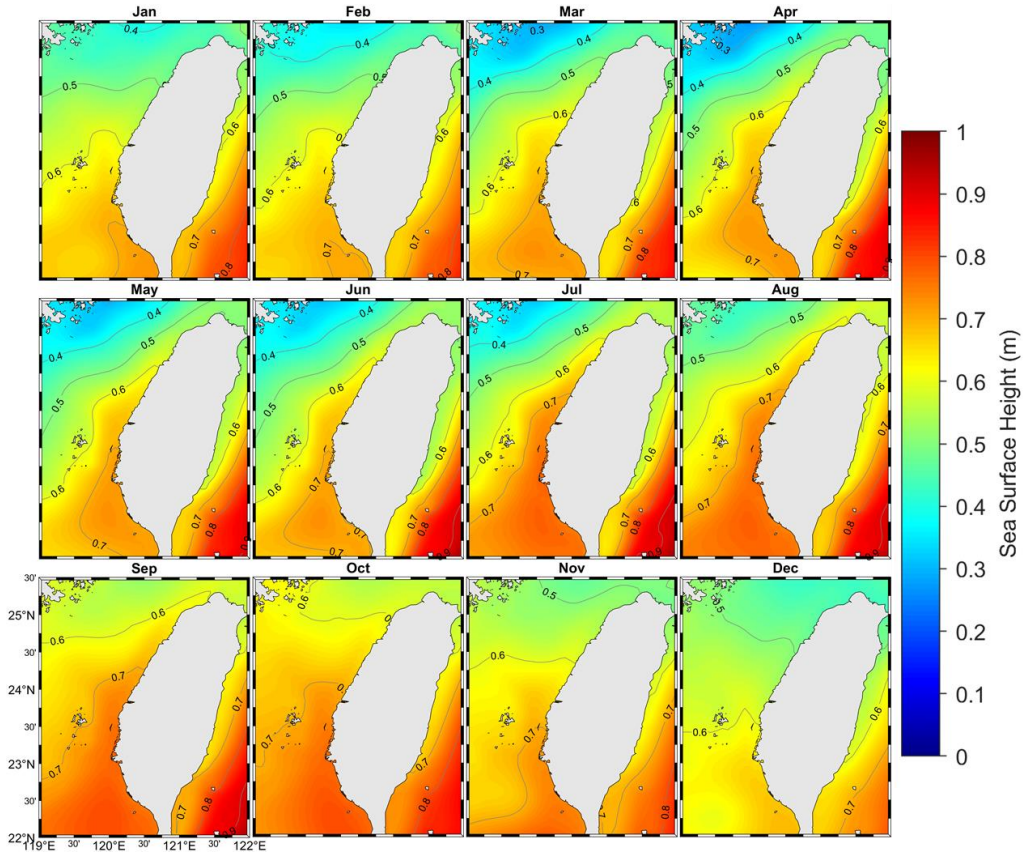


圖 123、2011-2021 年月別海表高度。

另，為搭配分析目標魚種及整體漁獲量變動之可能影響因子而收集之環境資料，目前蒐集臺灣周邊海域(117-126°E，20-29°N)之歷年(2015-2020 年間)之水文環境資料，將 2015-2020 年的海洋表層溫度資料彙整為季別 0.08 度，觀察研究區域內海表層溫度季別變化，而整年度溫度變化落在 15-30℃之間，可以看到離岸越遠(經度越低)溫度越低，而越往南(緯度越低)溫度越高，而四季溫度變化從春季溫度逐漸上升，秋季達到最高溫後逐漸下降，而在 2015 年春秋兩季溫度較低，而春季溫度逐年變高，2017 年及 2020 年秋季溫度較高(圖 124)。

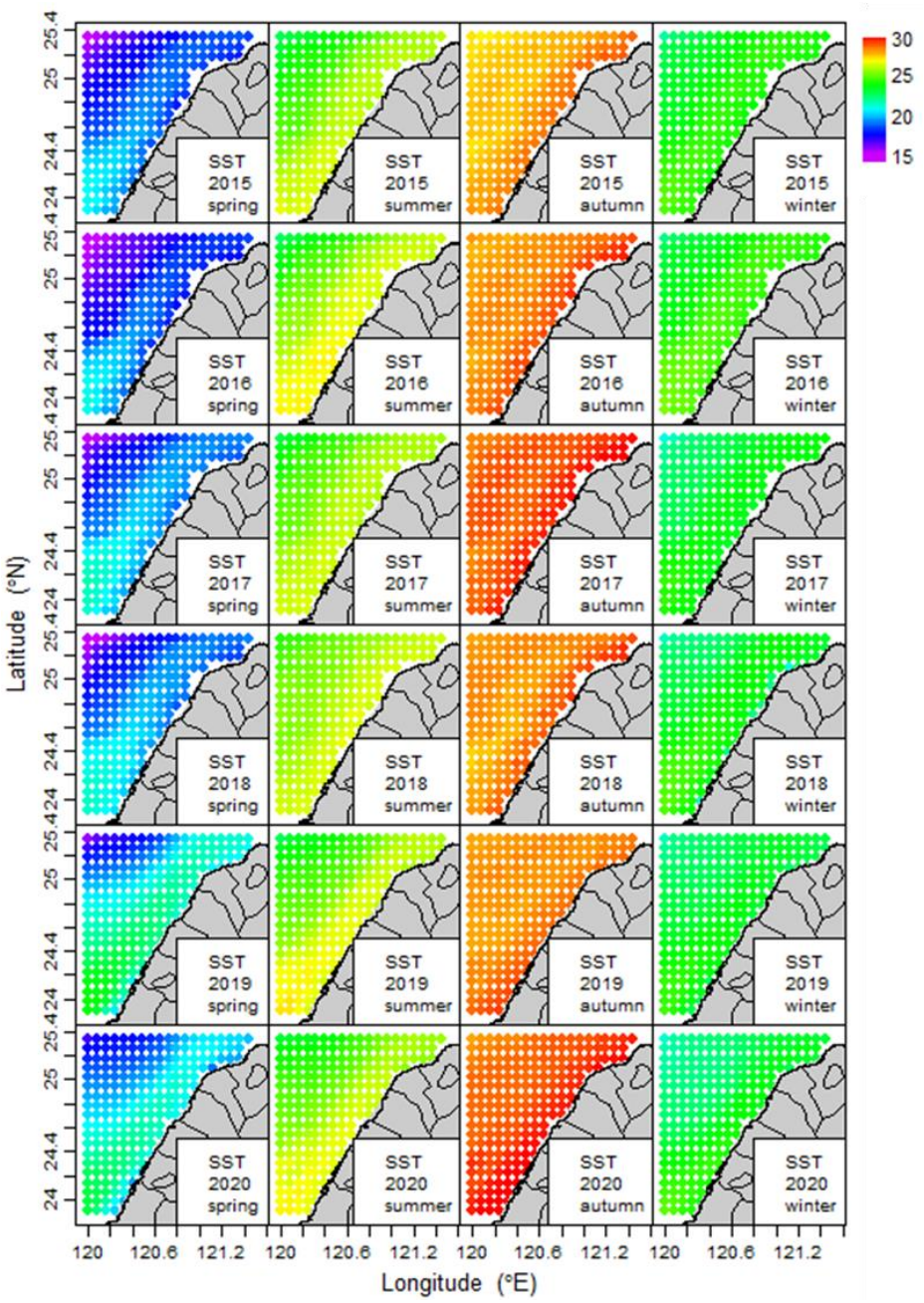


圖 124、2015-2020 年臺灣西北海域海表層溫度季別變動圖。

將 2015-2020 年的海洋表層鹽度資料彙整為季別 0.08 度，觀察研究區域內海表層鹽度季別變化，而整年度鹽度變化落在 33.4-34.6 psu 之間，離岸越遠時 (經度越低)鹽度越低，鹽度在沿岸會稍微下降，越往南(緯度越低)鹽度越高，而鹽度的四季變化，在春季時鹽度最高，而後逐漸下降到秋季時鹽度最低，到冬季稍微回升。在年間變動上，鹽度有逐漸下降的趨勢，在 2019 年及 2020 年秋季，在臺中及彰化沿岸的鹽度明顯下降，出現最低鹽度區 (圖 125)。

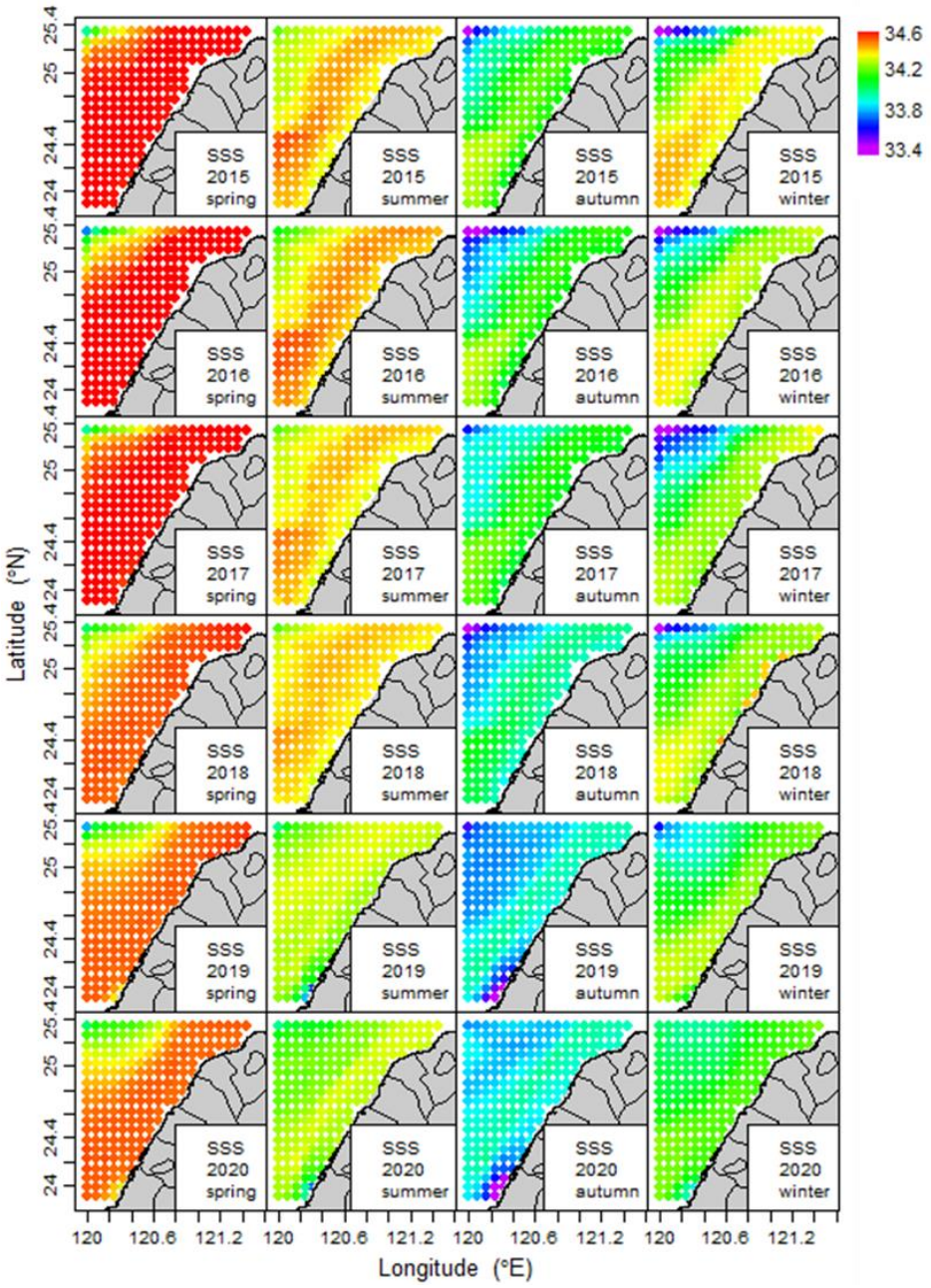


圖 125、2015-2020 年臺灣西北海域海表層鹽度季別變動圖。

將 2015-2020 年的海洋表層高度資料彙整為季別 0.08 度，觀察研究區域內海表層高度季別變化，而整年度高度變化落在 0.2-0.75 m 之間，離岸越遠時(經度越低)高度越低，越往南(緯度越低)高度越高，秋季時高度會上升，到了冬季逐漸下降，春夏兩季變化不明顯，在年間變動上不明顯(圖 126)。

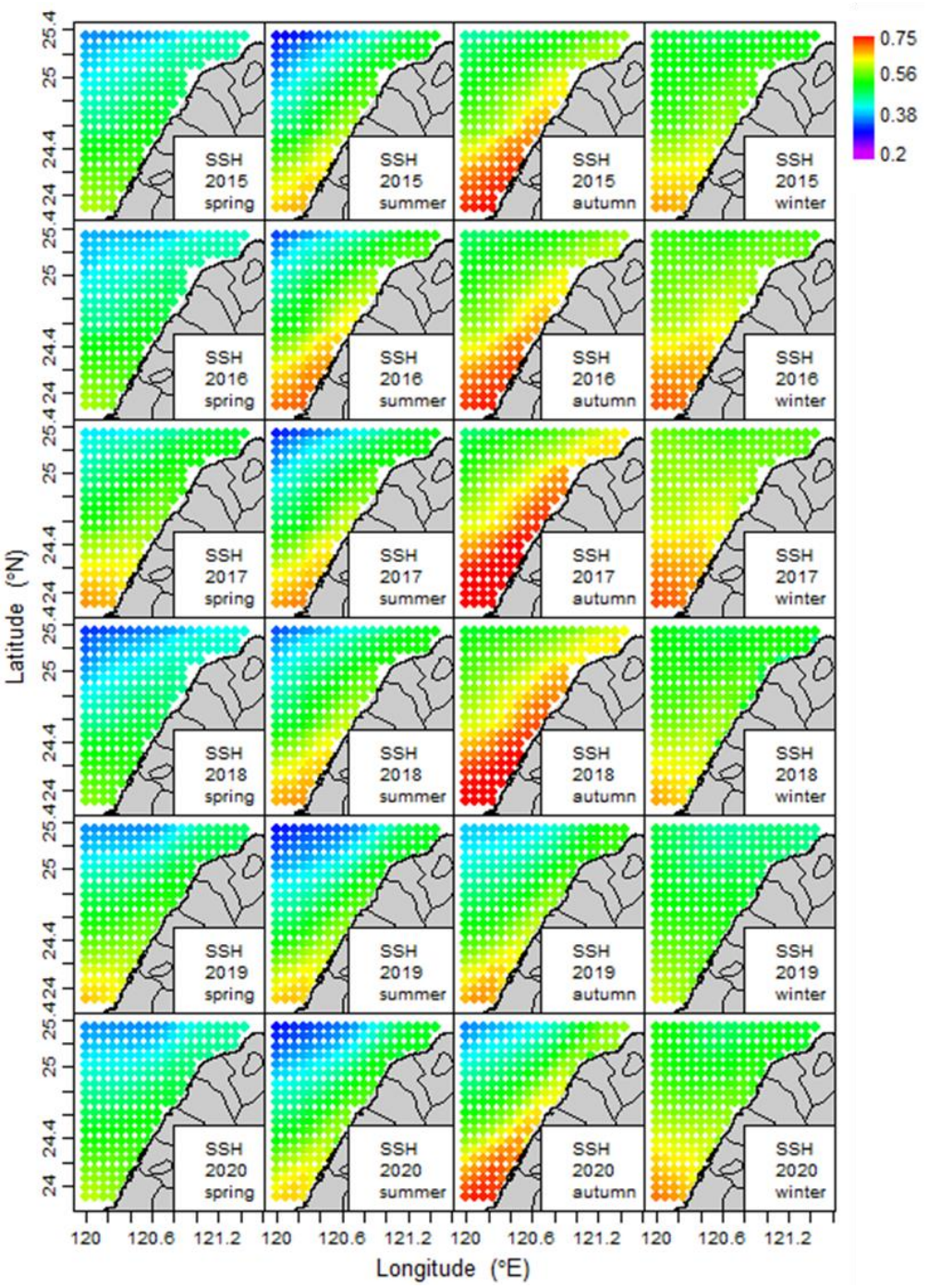


圖 126、2015-2020 年臺灣西北海域海表層高度季別變動圖。

臺灣西部為大陸棚地區，深度多落在 200 公尺以內，而研究區域的深度變化為 1-100 m，離岸越遠深度越深，在臺灣西北沿海地區深度可達 75 m 以上，其餘地區深度則多落在 1-50 m 以內(圖 127)。

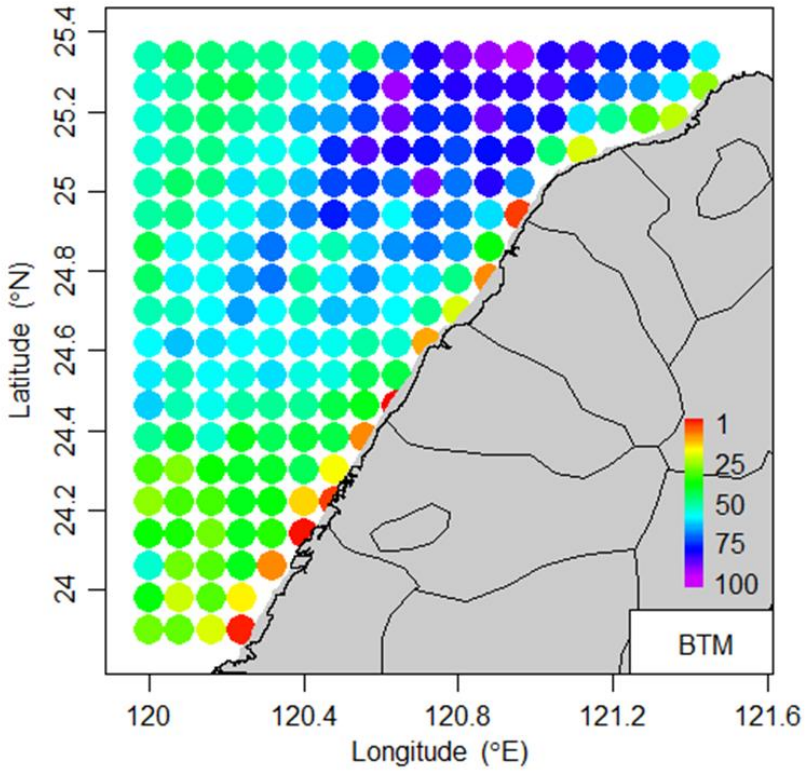


圖 127、臺灣西北海域海底深度圖。

(三)、 近十年間漁獲組成和漁獲量與水文環境關係之分析

1. 鰮(烏魚)：

為了解烏魚漁獲量與環境之關聯性，本研究運用 GAM 模式，從豐度 (密度) 與空間分佈出現機率搭配漁獲量與漁場環境等資料，建構出烏魚之漁海況變動特性。本研究以海表葉綠素濃度 (Sea-surface chlorophyll-a concentration, 縮寫為 SSC)、海表溫度 (Sea-surface temperature, 縮寫為 SST)、海表鹽度 (Sea-surface salinity, 縮寫為 SSS)、海表高度 (Sea-surface height, 縮寫為 SSH)等四項環境因子納入分析。其分析結果顯示 (圖 128)，海表溫度自 15 °C 開始對 CPUE 呈現正向影響，上升至 21 °C 後轉變為負向影響直到 30°C 左右；而海表鹽度在 33.5-34.1 psu 之間呈現對 CPUE 的負相關，然在 34.1-34.5 psu 的範圍內則是呈現正相關；海表葉綠素濃度小於 0.8mg/m^3 時，對烏魚之 CPUE 呈現正影響；海表高度則整體呈現負影響，即海表高度越高，烏魚的漁獲量越少。本研究進一步透過 GLM 模式將該海域烏魚的 CPUE 標準化，進行分析台灣西部海域各環境因子應對烏魚平均 CPUE，目的係探討該物種最豐盛的特定範圍。從圖 129 得知，較高的烏魚捕獲率分佈之海表溫度、海表鹽度、海表葉綠素濃度、海表高度範圍分別為 13.5-23.5 °C、33.65-34.55 psu、0.2-3.2 mg/m^3、0.33-0.68 m 之間，相對的平均 CPUE 皆為 20 kg/h 以上。藉由影響物種的分布及其族群數量的棲息地變數（SIi)，將其環境變數加以量化計算，定義出適合物種分布的棲息地指標，結果顯示如圖 130，並參考 Chang et al.（2012）之研究將 SI 值大於 0.6 作為烏魚對各環境因子的偏好區間，進而推估出烏魚適宜棲息之水文環境為：海表溫度範圍落在 20.5-24.0 °C，海表葉綠素濃度範圍為 0.5-0.9 mg/m^3，而海表鹽度及海表高度則介於 34.3-34.7 psu、0.4-0.6 m 之間。本研究以棲地適合度指數 HSI 建立模式，並以 AIC（Akaike's Information Criteria）作為模式選擇的判定標準。由於比較估計參數數目不同的方程式時，AIC 會將估計參數數目差異的因素考慮進去，故 AIC 具有良好的模式選擇能力（Akaike, 1973）。當 AIC 值越小代表模式的配適度越佳，模式能適切描述資料，本研究採用的計算式如下，並擇以 AIC 值最低的模式為最佳的漁場預測模式（Mugo et al., 2010），分析結果所顯示如表 1。透過 Octave 程式所繪製出月別 HSI 分布圖如圖 131，並呈現出台灣西部海域烏魚 HSI 在 11 月始逐漸增加，到 4 月後開始降下，並較高 HSI 分布以沿海為主。另，圖 131 顯示，桃園地區較高 HSI 值出現在 12 月以及 3-4 月，最高值可達到 0.6 左右。

表 30、烏魚之 AIC 分析結果

Variable	df	AIC	R-sq	dev %	GCV
SSH	10.09209	9792.211	0.0888	0.0923	5.7538
SSS	10.10148	9748.437	0.107	0.111	5.637
SSC	9.793941	9284.228	0.282	0.284	4.535
SST	8.784911	8992.972	0.373	0.375	3.9564

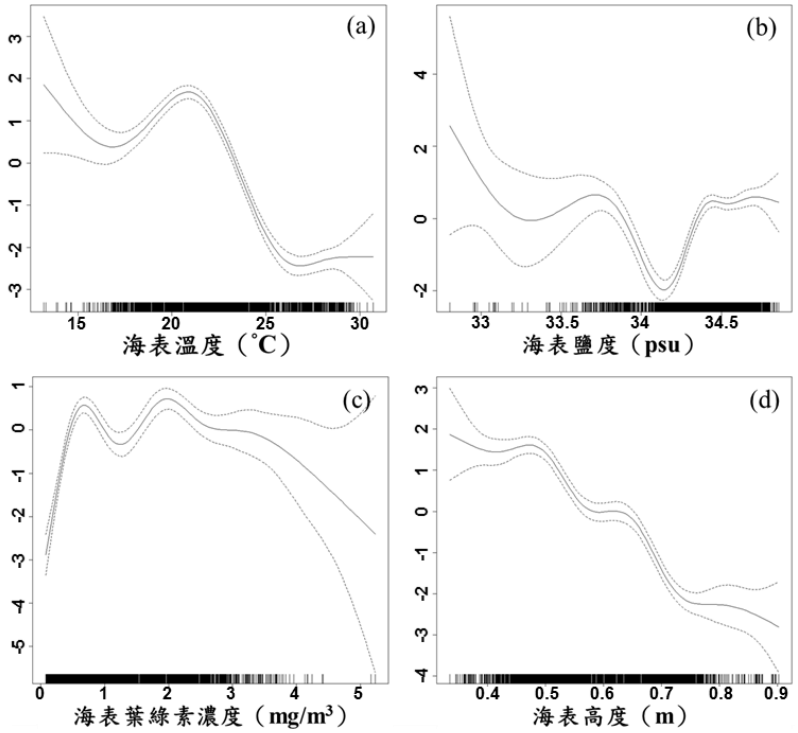


圖 128、以 GAM 模式探討各環境因子對烏魚之 CPUE 的影響。

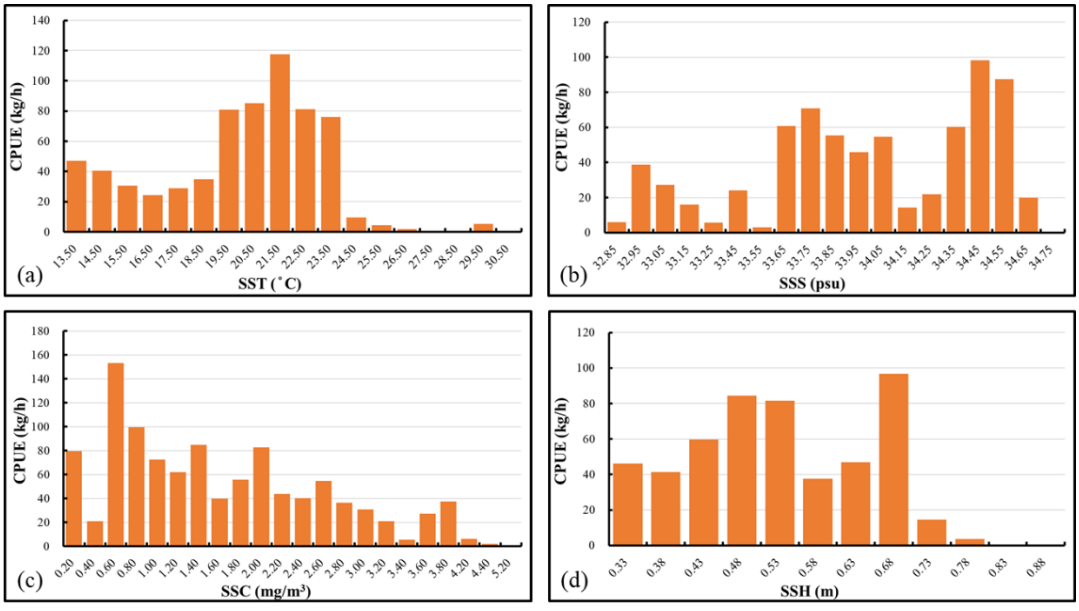


圖 129、烏魚平均 CPUE 與各環境因子之關係。

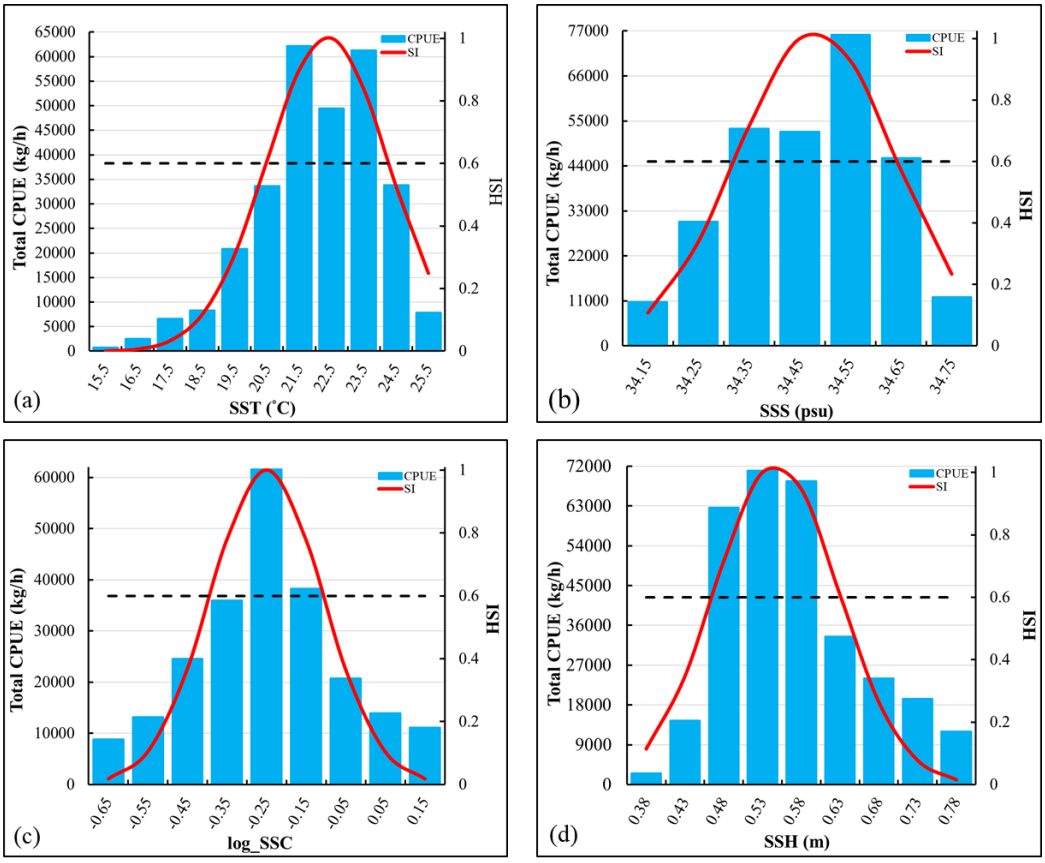


圖 130、烏魚 CPUE 對應各環境因子之適合度曲線。

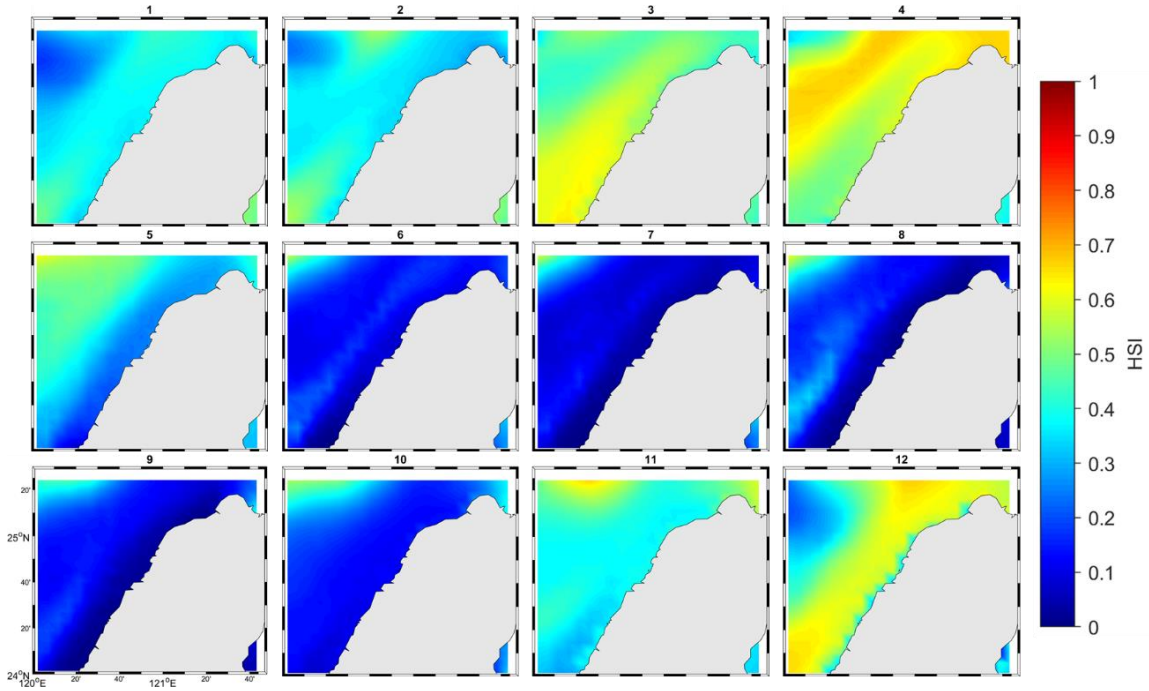


圖 131、台灣西部海域烏魚棲地模式之月別 HSI 空間分布圖。

2. 多鱗四指馬鮫(午仔魚)：

本研究分別使用泛加成模式(GAM)結合棲地適合度指數(HSI)、增強回歸樹模式(BRT)、最大熵模式(MaxEnt)等分析法加以分析，以待後續選用最適模式來解釋環境因子與漁獲量變化之關係。在棲地適合度指數結果方面，根據 HSI 環境適合度的 SI 套適結果，分析午仔魚適合的棲地環境，結果顯示午仔魚偏好的海表溫環境範圍約為 17-28℃、海表鹽範圍約為 33.7-34.6 psu、海表高的環境範圍約為 0.4-0.8 m，而海底深度的深度範圍約為 10-43 m (圖 132)。

將四種環境因子 SI 值用於預測適合棲地，以 AMM 及 GMM 方式組合成不同模式，以線性迴歸斜率、截距及 R^2 選擇最佳的 HSI 模式(表 31)。依三種選擇標準對模式進行排序，可看到包含 SST、SSS、SSH、BTM 三種環境因子，並使用 AMM 建構之模式，在三種指標表現較良好，在迴歸斜率與斜率 1 的差距為 0.98 (斜率為 0.02)，回歸截距為-0.57，而 R^2 為 0.45 (表 31)，最終選擇由 SST、SSS、SSH、BTM 四種環境因子的算術平均數模式作為最佳經驗模式。

在泛加成模式之分析結果方面，使用逐步回歸法(Stepwise)對加入 GAM 的環境因子進行選擇，從 Forward Stepwise 的變異數分析表中，加入所有環境因子時解釋變異最高，使用卡方檢定之 p-value 皆小於 0.01，表示加入的環境因子皆為顯著，而在加入新的因子時 AIC 值皆有明顯降低，表示新加入的環境因子對 CPUE 的變動具有影響力，在 R^2 上可以看到加入新的因子時 R2 值會提升，表示模式精準度提高(表 32)。

而在 Backward Stepwise 的變異數分析表中，p-value 皆小於 0.01，表示在抽取不同環境因子時，與原模式(Full model)相比皆有顯著差異，且各因子間的共線性不明顯，而 AIC 值皆較原模式高，R^2 值減少，代表所有環境因子對 CPUE 的變動皆有顯著影響 (表 33)，最終採用所有環境因子建構之模式做為最佳 GAM 模式。

根據 GAM 模式的殘差分布圖，模式中殘差呈現常態分佈，而常態機率圖顯示觀測值與預測值在常態分佈下對應之分位數值趨近於最小平方線，表示資料符合對數常態分佈之假設 (圖 133)。

表 31、建構午仔魚 HSI 中不同環境因子模式間檢定表

	model	slope	intercept	R^2
AMM	SST	0.84	-0.59	0.32
	SSS	1.83	-1.52	0.21
	SSH	1.83	-1.52	0.21
	BTH	0.60	-0.26	0.57
	SST+SSS	1.03	-0.76	0.30
	SST+SSH	1.33	-1.04	0.26
	SST+BTH	0.79	-0.39	0.52
	SSS+SSH	2.24	-1.86	0.22
	SSS+BTH	0.85	-0.46	0.48
	SSH+BTH	0.88	-0.53	0.43
	SST+SSS+SSH	1.13	-0.82	0.31
	SST+SSS+BTH	0.85	-0.44	0.51
	SST+SSH+BTH	0.98	-0.59	0.43
	SSS+SSH+BTH	1.02	-0.62	0.42
	SST+SSS+SSH+BTH	0.98	-0.57	0.45
GMM	SST	0.84	-0.59	0.32
	SSS	1.83	-1.52	0.21
	SSH	1.83	-1.52	0.21
	BTH	0.6	-0.26	0.57
	SST+SSS	0.98	-0.71	0.31
	SST+SSH	1.32	-1.03	0.25
	SST+BTH	0.72	-0.37	0.5
	SSS+SSH	2.12	-1.75	0.22
	SSS+BTH	0.73	-0.4	0.47
	SSH+BTH	0.69	-0.38	0.47
	SST+SSS+SSH	1.11	-0.81	0.3
	SST+SSS+BTH	0.78	-0.43	0.47
	SST+SSH+BTH	0.76	-0.42	0.47
	SSS+SSH+BTH	0.78	-0.45	0.44
	SST+SSS+SSH+BTH	0.81	-0.45	0.46

表 32、Forward Stepwise ANOVA 分析表

model	Resid. Df	Resid. Dev	Df	Deviance	Pr(>Chi)	AIC	R^2
NULL	3618	3174				9800	
+SST	3614	3136	3.952	38.171	<0.01	9763	0.012
+SSS	3610	3078	3.868	58.167	<0.01	9702	0.030
+SSH	3607	3038	3.576	39.367	<0.01	9662	0.043
+BTM	3603	2942	3.975	96.772	<0.01	9553	0.073

表 33、Backward Stepwise ANOVA 分析表

model	Resid. Df	Resid. Dev	ΔDf	Deviance	Pr(>Chi)	AIC	ΔR^2
Full model	3603	2942				9553	
-SST	3607	3050	-4.346	-108.791	<0.01	9676	-0.037
-SSS	3607	3005	0.466	45.213	<0.01	9623	-0.022
-SSH	3606	2971	0.323	34.605	<0.01	9582	-0.010
-BTM	3607	3038	-0.418	-67.798	<0.01	9662	-0.033

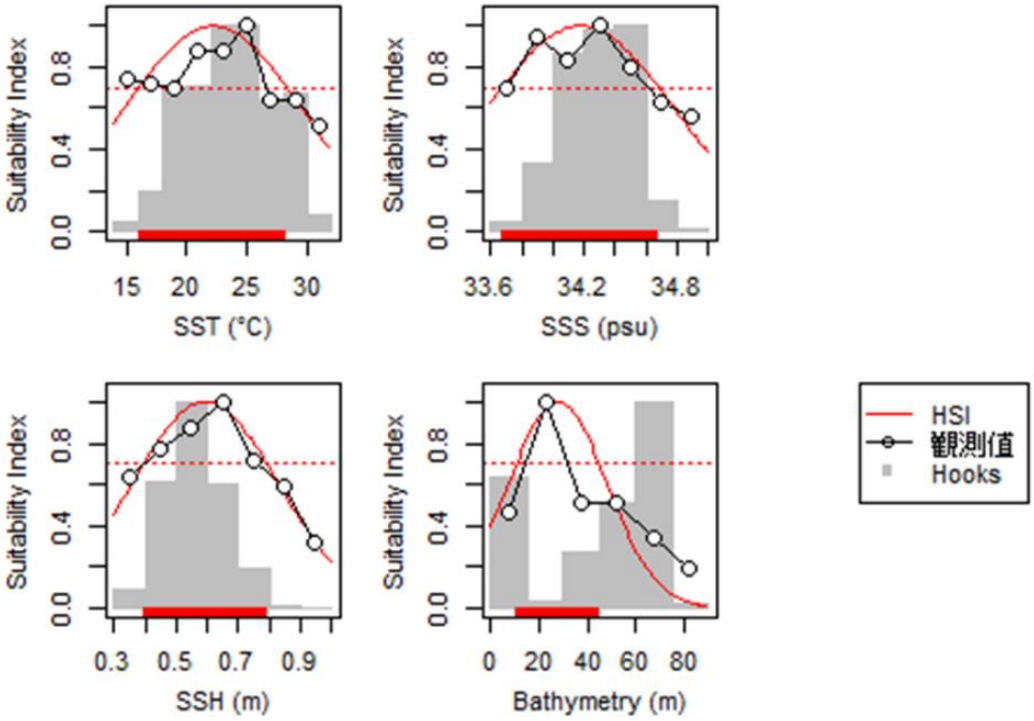


圖 132、各個環境資料與觀測值之 SI 模式套適圖。

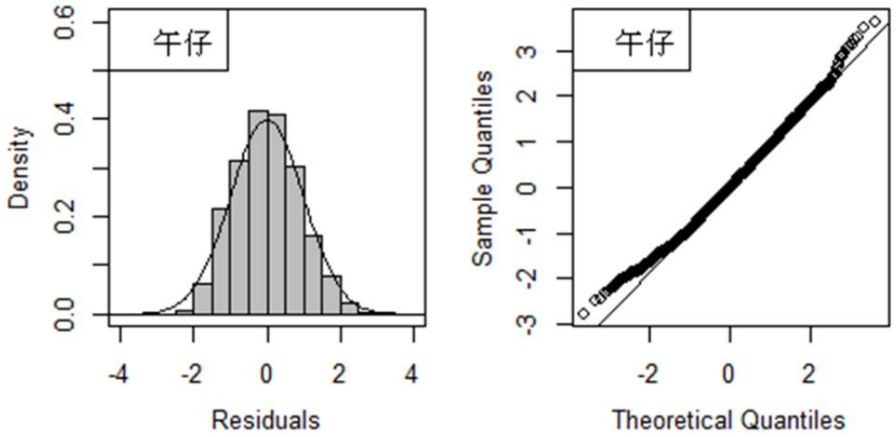


圖 133、GAM 模式預測午仔魚棲地適合度之殘差分布圖與常態機率圖。

使用 GAM 對環境因子與 CPUE 的變動進行量化，分析不同因子對於 CPUE 之對數值的偏效應估計值(Partial estimate)，在海表溫偏效應圖中，顯示午仔偏好的環境範圍約為 15-25℃，CPUE 隨溫度上升而下降，在海表鹽部份，偏好的環境範圍約為 33.7-34.3 psu，CPUE 隨鹽度上升而下降，在海表高部份，偏好的環境範圍約為 0.6-0.8 m，CPUE 隨高度上升而增加，直到海高約為 0.7 m 時開始下降，在大於 0.8 時因資料筆數較少，信賴區間有明顯發散的現象，而海底深度部份，偏好的深度範圍約為 0-50 m，CPUE 隨深度增加而上升，直到深度約為 25 m 時開始下降(圖 134)。

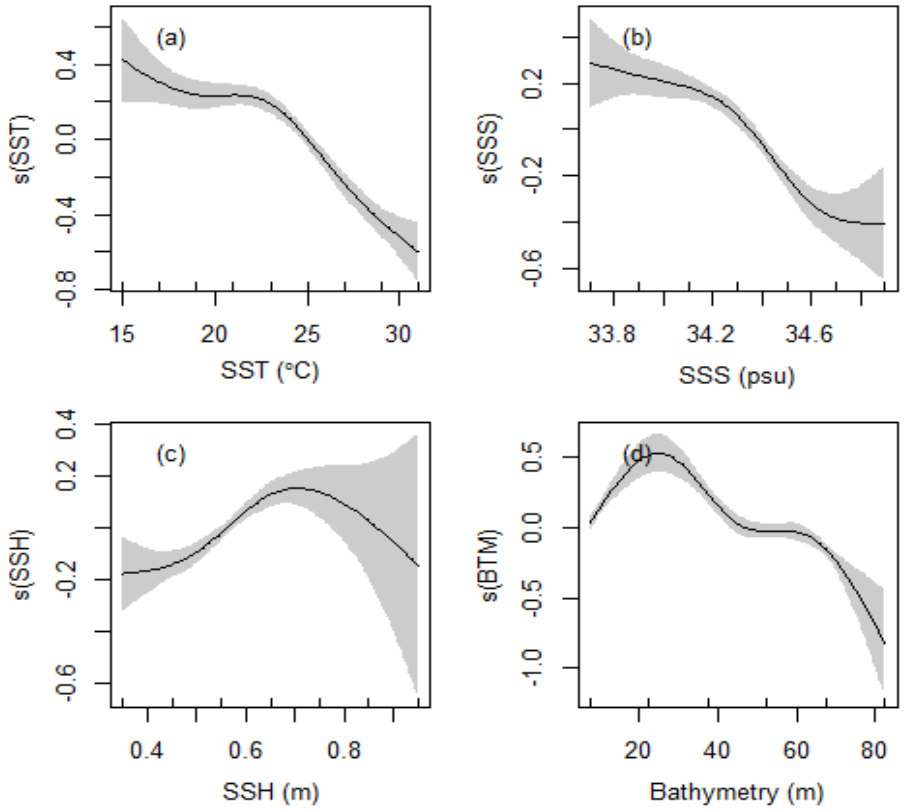


圖 134、各個環境因子偏效應估計值。

在增強回歸樹模式(BRT)結果方面，其參數設置以交叉驗證之 RMSE 作為選擇依據，用於找尋最佳參數設定，各個參數的選擇範圍，Learning rate (shrinkage)為 0.01-5、Tree complexity (interaction.depth)為 1-15、Bag fraction 為 0.65-0.9，加入 5000 棵樹去訓練 BRT 模式，選擇 RMSE 最小的模式做為最佳模式，最終選擇的 BRT 模式之 RMSE 約為 1.011，Learning rate 為 0.5，Tree complexity 為 5，Bag fraction 為 0.65，最佳迭代次數為 50 (表 34)。

表 34、BRT 模式參數表

shrinkage	interaction.depth	bag.fraction	optimal_trees	min_RMSE
0.5	**5**	**0.65**	**50**	**1.011**
0.3	5	1	61	1.012
0.1	7	0.65	101	1.013
0.1	15	1	56	1.013
0.1	10	0.65	89	1.013
0.1	5	1	102	1.013
0.1	15	0.65	50	1.013
0.5	9	1	7	1.014
0.01	5	1	1100	1.014
0.1	15	0.8	45	1.014
0.01	5	0.8	1131	1.014
0.01	5	0.65	1531	1.014
0.3	15	1	9	1.014
0.1	9	0.65	97	1.014
0.5	15	0.8	17	1.015

根據 BRT 最終模式的殘差分布圖，模式中殘差呈現常態分佈，而常態機率圖顯示觀測值與預測值在常態分佈下對應之分位數值趨近於最小平方線，表示資料符合對數常態分佈之假設(圖 135)。在環境變量相對重要性分析中，SST 重要度為 35.91%，BTM 重要度為 31.21%，SSS 重要度為 18.9%，SSH 重要度為 13.98% (圖 136)。

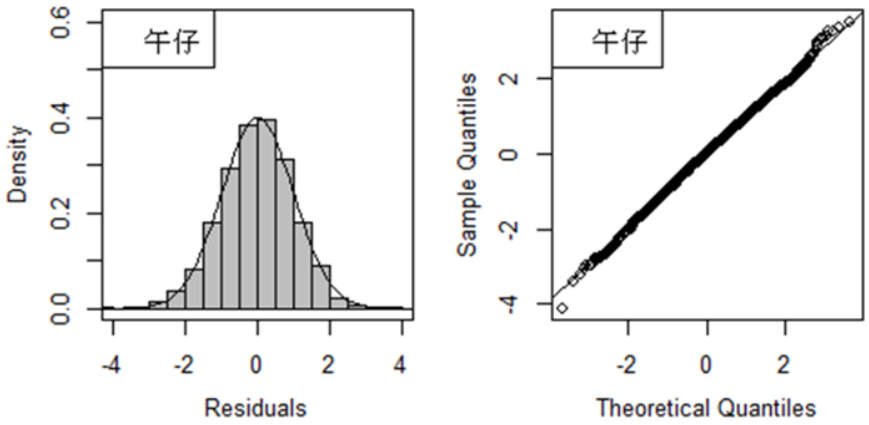


圖 135、BRT 模式預測午仔魚棲地適合度之殘差分布圖與常態機率圖。

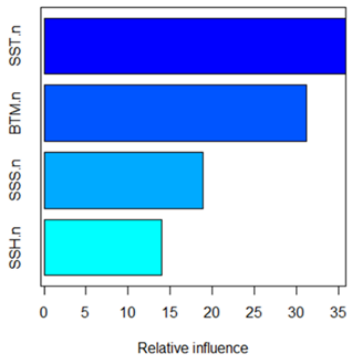


圖 136、環境因子變量相對重要性分析圖。

使用 BRT 對環境因子與 CPUE 的變動進行量化，分析不同因子對於 CPUE 之對數值的偏效應估計值(Partial estimate)，在海表溫偏效應圖中，顯示午仔偏好的環境範圍約為 15-25℃，CPUE 隨溫度上升而下降，在海表鹽部份，偏好的環境範圍約為 33.7-34.3 psu，CPUE 隨鹽度上升而下降，在海表高部份，偏好的環境範圍約為 0.6-0.8 m，CPUE 隨高度上升而增加，而海底深度部份，偏好的深度範圍約為 15-30 m，CPUE 隨深度增加而上升，直到深度約為 30 m 時開始下降(圖 137)。

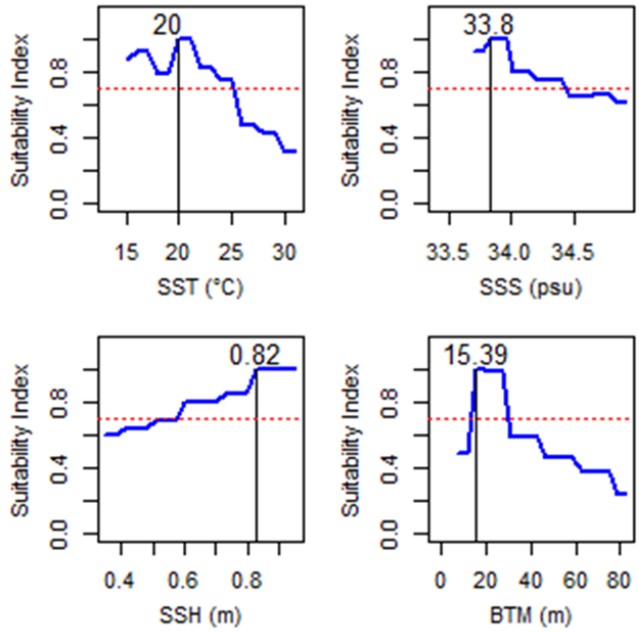


圖 137、各個環境因子偏效應估計值。

最後在 MaxEnt 模式方面，此使用 Kappa、TSS、AUC 選擇加入模式的環境變量，其中 Kappa 值及 TSS 值最接近 1 的模式為加入全部變量之 MaxEnt 模式(model11)，Kappa 值與 TSS 值分別為 0.454 及 0.453，為在閾值為 0.6 的條件下表現最好的模式，而使用不受閾值影響的 AUC 指標，找出 AUC 最接近 1 的模式，發現加入全部變量的 MaxEnt 模式(model11)之 AUC 為 0.835，最終選擇 model11 作為最佳 MaxEnt 模式(表 35)。在最終模式的混淆矩陣表中，Sensitivity 為 0.575，顯示在預測存在點的準確率較差，存在點被預測為不存在的數量較多，而 Specificity 為 0.878，表示模式預測不存在點的能力很好(表 36)。

表 35、MaxEnt 不同環境因子模式檢定表

model	Env	Kappa	TSS	AUC
model1	SST+SSS	0.061	0.061	0.548
model2	SST+SSH	0.07	0.07	0.572
model3	SST+BTM	0.433	0.433	0.815
model4	SSS+SSH	0.097	0.097	0.567
model5	SSS+BTM	0.419	0.419	0.803
model6	SSH+BTM	0.412	0.412	0.82
model7	SST+SSS+SSH	0.115	0.115	0.587
model8	SST+SSS+BTM	0.444	0.444	0.818
model9	SST+SSH+BTM	0.454	0.454	0.831
model10	SSS+SSH+BTM	0.454	0.42	0.82
model11	**SST+SSS+SSH+BTM**	**0.454**	**0.453**	**0.835**

表 36、最終模式混淆矩陣表

Confusion matrix		
	Presence	Absence
Presence	TP = 2641	FP = 1949
Absence	FN = 561	TN = 4029

使用 MaxEnt 對環境因子與 CPUE 的變動進行量化，分析不同因子對於 CPUE 之對數值的偏效應估計值(Partial estimate)，在海表溫偏效應圖中，在 28℃以前，CPUE 不受溫度影響，而 28℃以後 CPUE 隨溫度增加而上升，在海表鹽度部份， CPUE 隨鹽度增加而上升，到鹽度大於 34 psu 時 CPUE 便不受鹽度影響。在海表高部份，CPUE 隨高度上升而增加，在 0.6 m 時為最佳海表高度，而後隨高度增加而下降，而海底深度部份，在深度約為 20 m 以內時，CPUE 隨深度上升而增加，直到 10 m 以後開始下降，20 m 之後些微上升後到 50 m 又下降，直到 60 m 才劇烈上升，70 m 後又劇烈下降，深度 5 m 以下及 80 m 以上資料筆數少不納入考慮 (圖 138)。

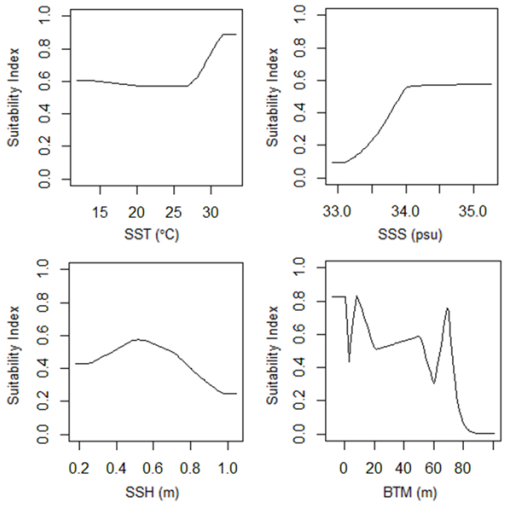


圖 138、各個環境因子偏效應估計值。

透過棲地適合度模式所預測季別午仔魚棲地分布如圖 139 所示，可以看到在冬季時多鱗四指馬鮫會出現在沿岸，離岸越遠棲地適合度越低，春季時漁場變小並向南移動，直到秋季時棲地適合度最低，非多鱗四指馬鮫漁汛期，2016 年整年度適合度較低，年間變動上較不明顯。而使用季別環境資料與 GAM 模式對多鱗四指馬鮫棲地進行預測(圖 140)，在冬季時多鱗四指馬鮫會出現在沿岸，離岸越遠棲地適合度越低，到了春季時漁場變小，並且向南移動，夏季及秋季適合度較低，非多鱗四指馬鮫漁汛期，在年間變動上較不明顯，只有在 2011 年冬季到隔年春季與 2017 年冬季時漁場範圍較大，顯示多鱗四指馬鮫在外海出現。

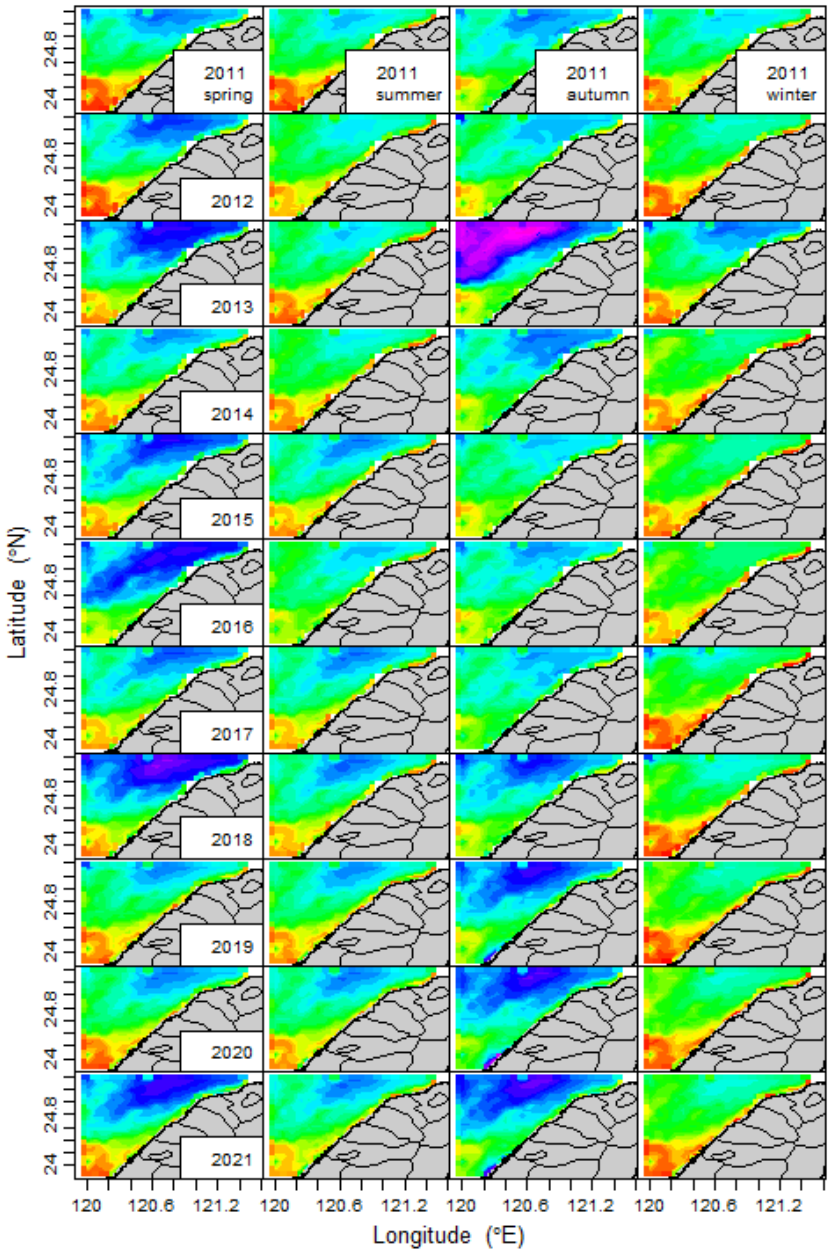


圖 139、HSI 模式之季別午仔棲地分布。

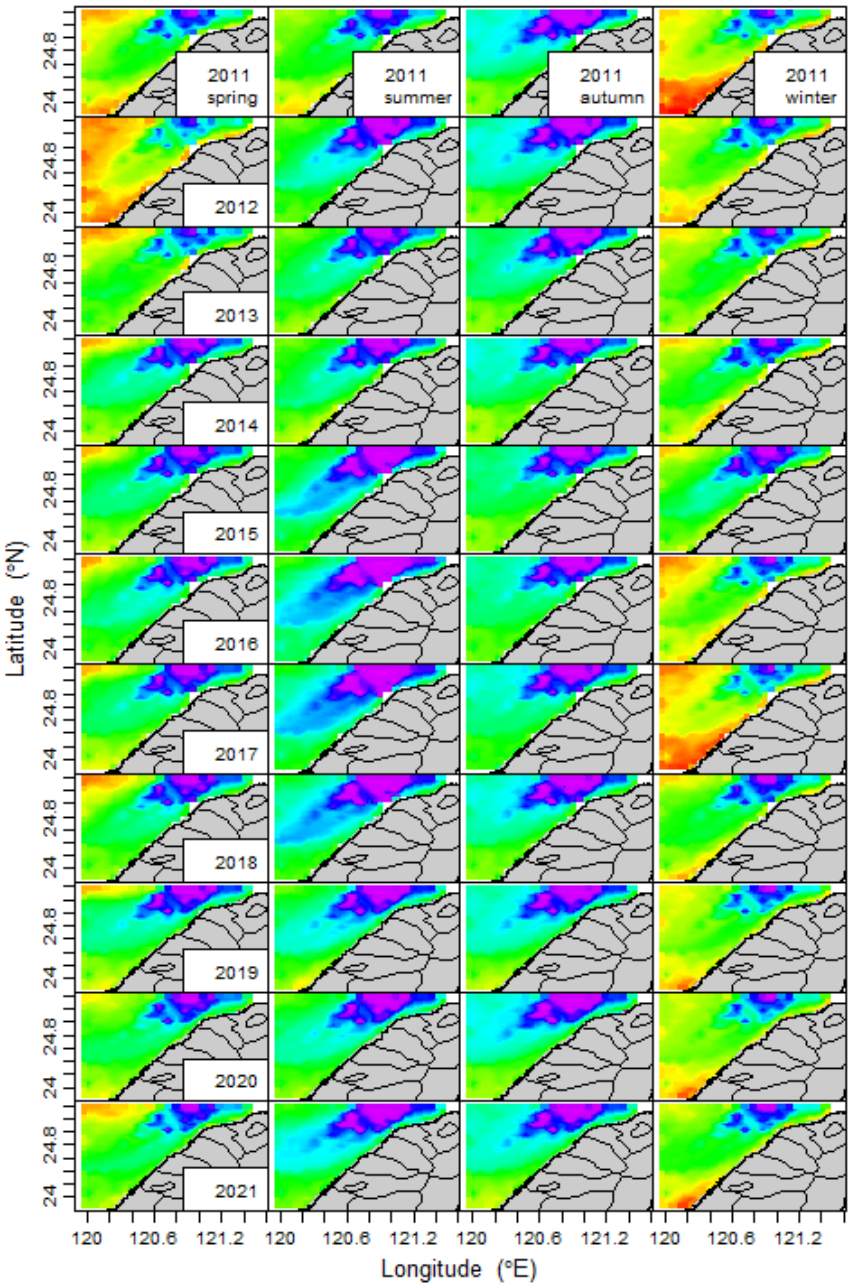


圖 140、GAM 模式之季別午仔棲地分布。

3. 黑棘鯛(黑鯛)：

利用 GAM 模式分析黑鯛漁獲量與環境之關聯性，結果呈現出，海表溫度、海表高度對黑鯛之 CPUE 有負向影響，而海表葉綠素濃度及海表鹽度越高對該物種的 CPUE 也越高(圖 141)。透過 GLM 模式將該海域黑鯛的 CPUE 標準化之後進一步進行分析台灣西部海域各環境因子應對黑鯛平均 CPUE 之後，結果如圖 142 所示，較高的黑鯛捕獲率分佈之海表溫度、海表鹽度、海表葉綠素濃度、海表高度範圍分別為 16.5-24.5 °C、34.25-34.8 psu、1.3-4.9 mg/m^3、0.43-0.68m 之間，相對的 CPUE 皆為每小時約 1 公斤。分析 GAM 之後，本研究運用物種分布理論計算棲

息地變數（SIi），根據 Chang et al.（2012）之研究將 SI 值大於 0.6 作為黑鯛對各環境因子的偏好區間，並從圖 143 得知黑鯛適宜棲息地之海洋環境條件：海表溫度範圍落在 23.0-25.5°C，海表葉綠素濃度範圍為 1.1-2.5 mg/m^3，而海表鹽度及海表高度則介於 34.6-34.8 psu、0.5-0.7 m 之間。本研究以 AIC 作為建立棲地適合度指數 HSI 模式選擇判斷標準，結果顯示如表 37，之後繪製出台灣西部海域黑鯛 HSI 在 10 月始逐漸增加(圖 144)，到 4 月後開始降下，較高 HSI 分布以沿海為主，並且在 11 月份明顯地增加。同時，也得知，桃園沿海的黑鯛 HSI 高值(>0.6)出現在 11-12 月期間。

表 37、黑鯛之 AIC 分析結果

Variable	df	AIC	R-sq	dev %	GCV
SSH	9.626243	12241.63	0.0102	0.0124	1.8474
SSS	10.25866	12160.83	0.0327	0.035	1.8058
SSC	7.669073	12151.71	0.0345	0.036	1.8012
SST	10.29181	12019.36	0.0705	0.0727	1.7352

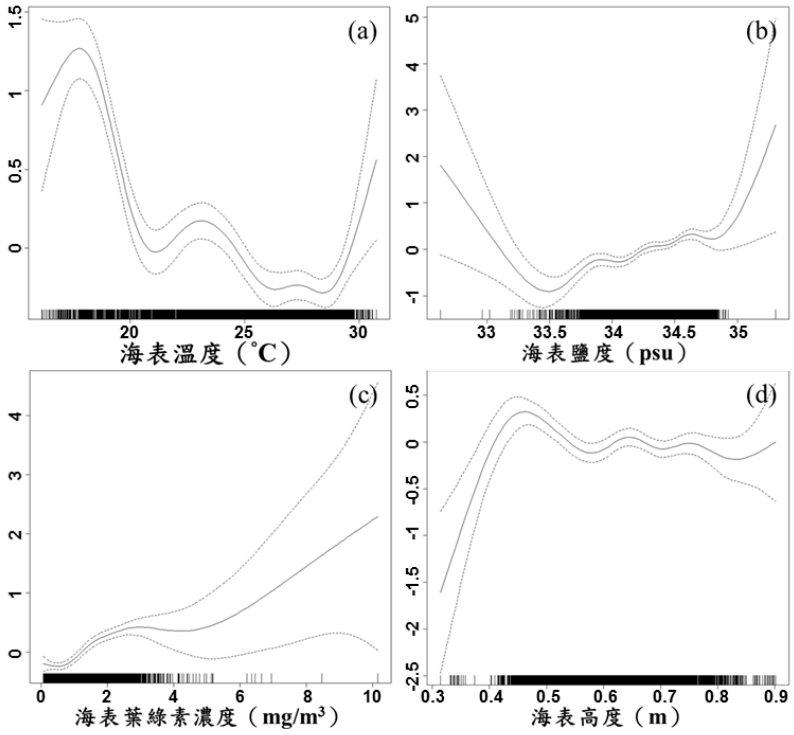


圖 141、以 GAM 模式探討各環境因子對黑鯛之 CPUE 的影響。

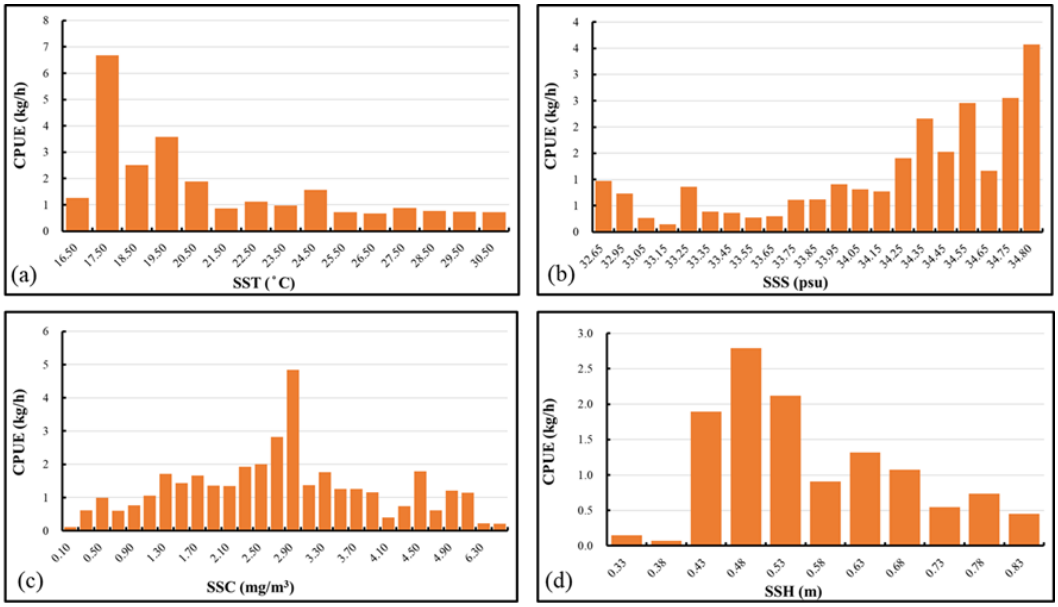


圖 142、黑鯛平均 CPUE 與各環境因子之關係。

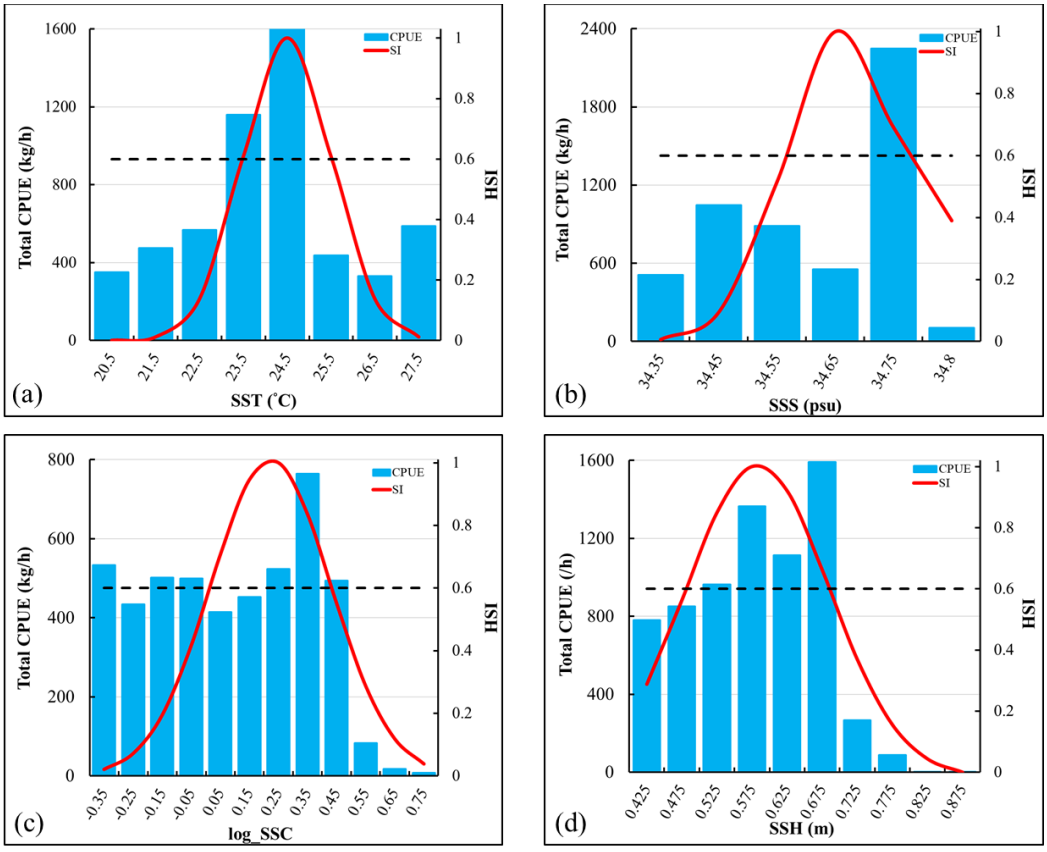


圖 143、黑鯛 CPUE 對應各環境因子之適合度曲線。

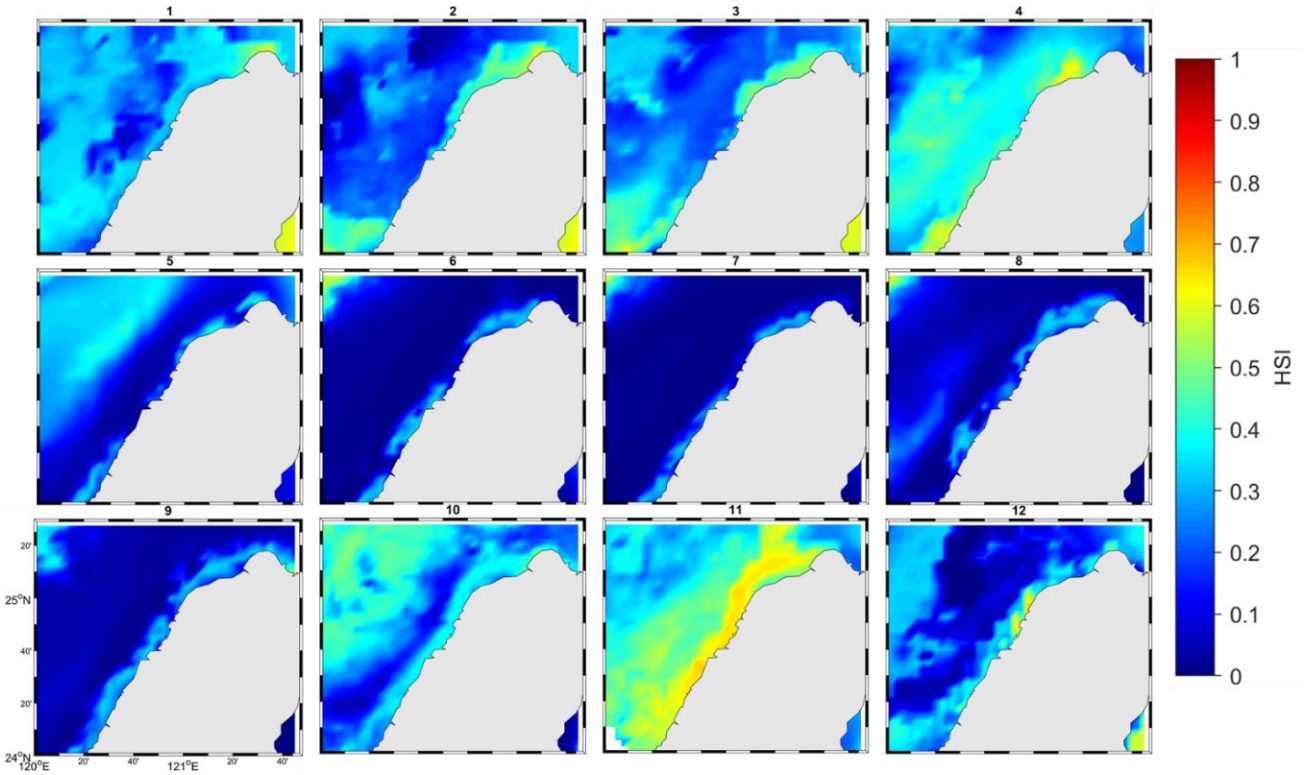


圖 144、台灣西部海域黑鯛棲地模式之月別 HSI 空間分布圖。

4. 鯧魚(布氏鯧鯵、金鯧)：

本項研究分別使用泛加成模式(GAM)結合棲地適合度指數(HSI)等分析法加以分析，以待後續選用最適合之模式來解釋環境因子與漁獲量變化之關係。首先在棲地適合度指數結果方面，根據 HSI 環境適合度的 SI 套適結果，分析布氏鯧鯵適合的棲地環境，結果顯示布氏鯧鯵偏好的海表溫環境範圍約為 15-30℃、海表鹽範圍約為 34.1-34.6 psu、海表高的環境範圍約為 0.4-0.8 m，而海底深度的深度範圍約為 18-32 m (圖 145)。

將四種環境因子 SI 值用於預測適合棲地，以 AMM 及 GMM 方式組合成不同模式，以線性回歸斜率、截距及 R^2 選擇最佳的 HSI 模式(表 38)。依照三種選擇標準對模式進行排序，可以看到包含 SST、SSS、SSH、BTM 環境因子，並使用 GMM 建構之模式，在三種指標表現較為良好，在回歸斜率與斜率 1 的差距為 0.3 (斜率為 0.7)，回歸截距為-0.05，而 R^2 為 0.8，最終選擇由 SST、SSS、SSH、BTM 四種環境因子的幾何平均數模式作為最佳經驗模式。

表 38、建構布氏鯣鰺 HSI 中不同環境因子模式之三種指標排名

	model	slope	intercept	r.squre
AMM	SST	-0.04	0.05	0.30
	SSS	0.94	-0.52	0.47
	SSH	0.94	-0.52	0.47
	BTH	0.81	-0.02	0.98
	SST+SSS	0.63	-0.31	0.51
	SST+SSH	0.62	-0.48	0.23
	SST+BTH	1.06	-0.16	0.86
	SSS+BTH	0.76	-0.46	0.40
	SSS+SSH	0.89	-0.19	0.81
	SSH+BTH	1.08	-0.35	0.70
	SST+SSS+SSH	0.59	-0.31	0.48
	SST+SSS+BTH	0.98	-0.21	0.80
	SST+SSH+BTH	1.12	-0.34	0.72
	SSS+SSH+BTH	0.89	-0.25	0.74
	SST+SSS+SSH+BTH	0.90	-0.23	0.76
GMM	SST	-0.04	0.05	0.30
	SSS	0.94	-0.52	0.47
	SSH	0.94	-0.52	0.47
	BTH	0.81	-0.02	0.98
	SST+SSS	0.71	-0.37	0.48
	SST+SSH	0.71	-0.57	0.20
	SST+BTH	0.40	-0.03	0.90
	SSS+BTH	0.77	-0.47	0.40
	SSS+SSH	0.40	-0.03	0.90
	SSH+BTH	0.39	-0.03	0.90
	SST+SSS+SSH	0.64	-0.35	0.46
	SST+SSS+BTH	0.33	-0.04	0.85
	SST+SSH+BTH	0.32	-0.04	0.84
	SSS+SSH+BTH	0.32	-0.04	0.84
	SST+SSS+SSH+BTH	0.30	-0.05	0.80

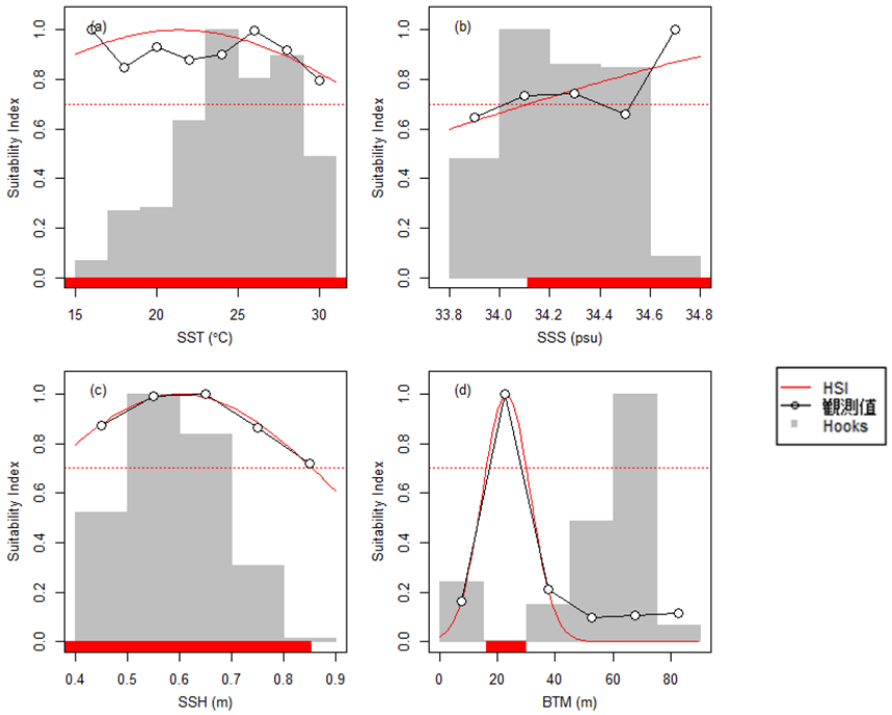


圖 145、各個環境資料與觀測值之 SI 模式套適圖。

在泛加成模式之分析結果方面，使用逐步回歸法(Stepwise)對加入 GAM 的環境因子進行選擇，從 Forward Stepwise 的變異數分析表中，加入所有環境因子時解釋變異最高，使用卡方檢定時 SSS 及 BTM 之 p-value 小於 0.05，表示加入的環境因子影響顯著，並在 AIC 值有明顯降低，表示新加入的環境因子對 CPUE 的變動具有影響力，在 R^2 上可以看到加入新的因子時 R^2 值會提升，表示模式精準度提高(表 39)。

而在 Backward Stepwise 的變異數分析表中，除了 SST 以外 p-value 皆小於 0.05，表示在抽取不同環境因子時，與原模式(Full model)相比皆有顯著差異，且各因子間的共線性不明顯，而 AIC 值皆較原模式高，R^2 值減少，代表所有環境因子對 CPUE 的變動皆有顯著影響(表 40)，最終採用 SSS、SSH 及 BTM 建構之模式做為最佳 GAM 模式。

表 39、Forward Stepwise ANOVA 分析表

model	Resid. Df	Resid. Dev	Df	Deviance	Pr(>Chi)	AIC	R^2
NULL	792	304				1495	
+SST	791	304	1.000	0.482	0.247	1496	0.002
+SSS	788	302	3.033	2.357	<0.05	1495	0.009
+SSH	786	301	2.228	0.945	0.310	1496	0.012
+BTM	782	282	4.015	18.945	<0.05	1452	0.075

表 40、Backward Stepwise ANOVA 分析表

model	Resid. Df	Resid. Dev	Df	Deviance	Pr(>Chi)	AIC	R^2
Full model	782	282				1452	
-SST	783	282	-1.022	-0.040	0.748	1450	0.000
-SSS	785	284	-2.166	-2.568	<0.05	1454	-0.009
-SSH	784	283	0.751	1.414	<0.05	1451	-0.004
-BTM	786	301	-1.577	-17.751	<0.05	1496	-0.067

根據 GAM 模式的殘差分布圖，模式中殘差呈現常態分佈，而常態機率圖顯示觀測值與預測值在常態分佈下對應之分位數值趨近於最小平方線，表示資料符合對數常態分佈之假設(圖 146)。使用 GAM 對環境因子與 CPUE 的變動進行量化，分析不同因子對於 CPUE 之對數值的偏效應估計值(Partial estimate)，在海表溫偏效應圖中，顯示布氏鯧鯵偏好的環境範圍，在海表鹽部份，偏好的環境範圍約為>34.3 psu，CPUE 隨鹽度上升而上升，在海表高部份，偏好的環境範圍約為 0.5-0.7 m，CPUE 隨高度上升而增加，直到海高約為 0.6 m 時開始下降，在大於 0.8 時因資料筆數較少，信賴區間有明顯發散的現象，而海底深度部份，偏好的深度範圍約為 0-50 m，CPUE 隨深度增加而上升，直到深度約為 30 m 時開始下降(圖 147)。

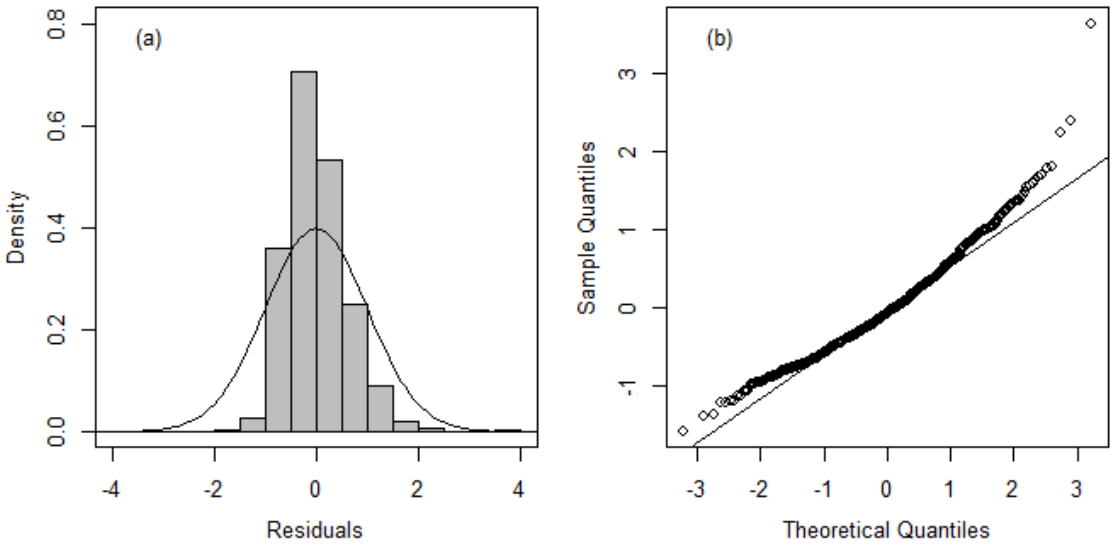


圖 146、GAM 模式預測布氏鯧鯵棲地適合度之殘差分布圖與常態機率圖。

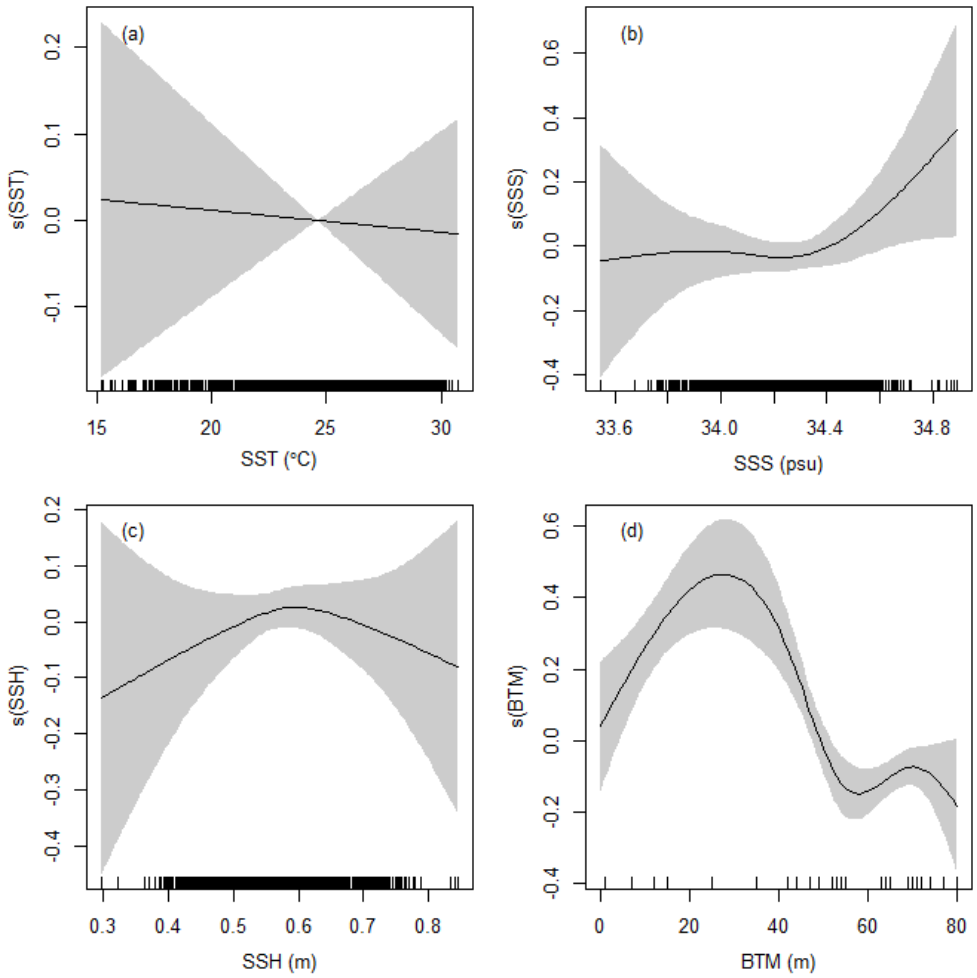


圖 147、各個環境因子偏效應估計值。

透過棲地適合度(HSI)模式所預測季別布氏鯣鰺棲地分布如圖 148 所示，可以看到棲地季別變化不明顯，熱點大多分布在桃竹苗近海及中部近岸，年間變化不明顯。而使用季別環境資料與 GAM 模式對布氏鯣鰺棲地進行預測(圖 149)，布氏鯣鰺多出現在沿岸及中部地區，離岸越遠棲地適合度越低，到了春季時漁場變大，並且向南移動，夏季及秋季適合度較低，非布氏鯣鰺漁汛期，在年間變動上較不明顯，只有在 2014-2017 年冬季到隔年春季時漁場範圍較大。

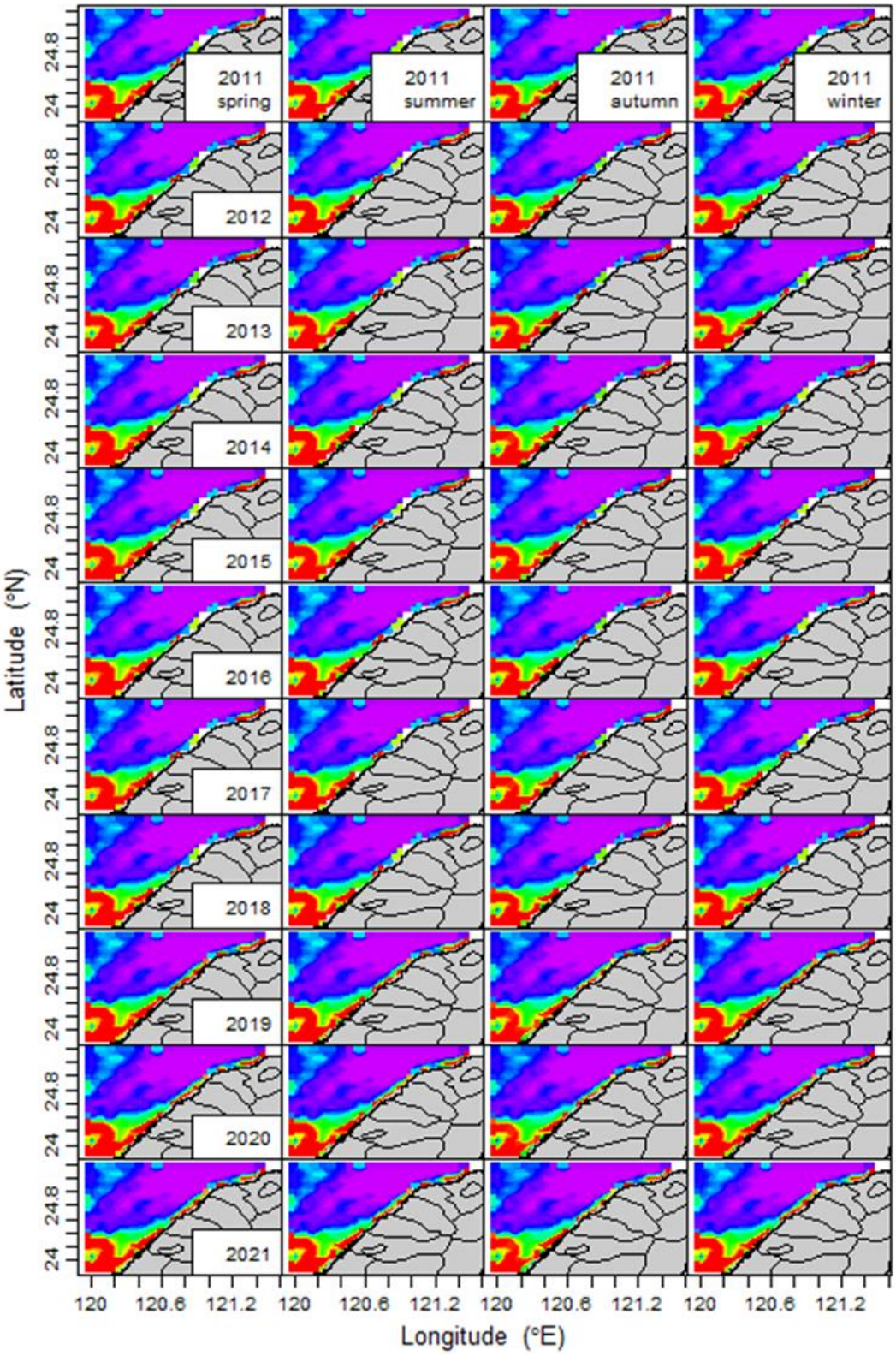


圖 148、HSI 模式之季別布氏鯧鯵棲地分布。

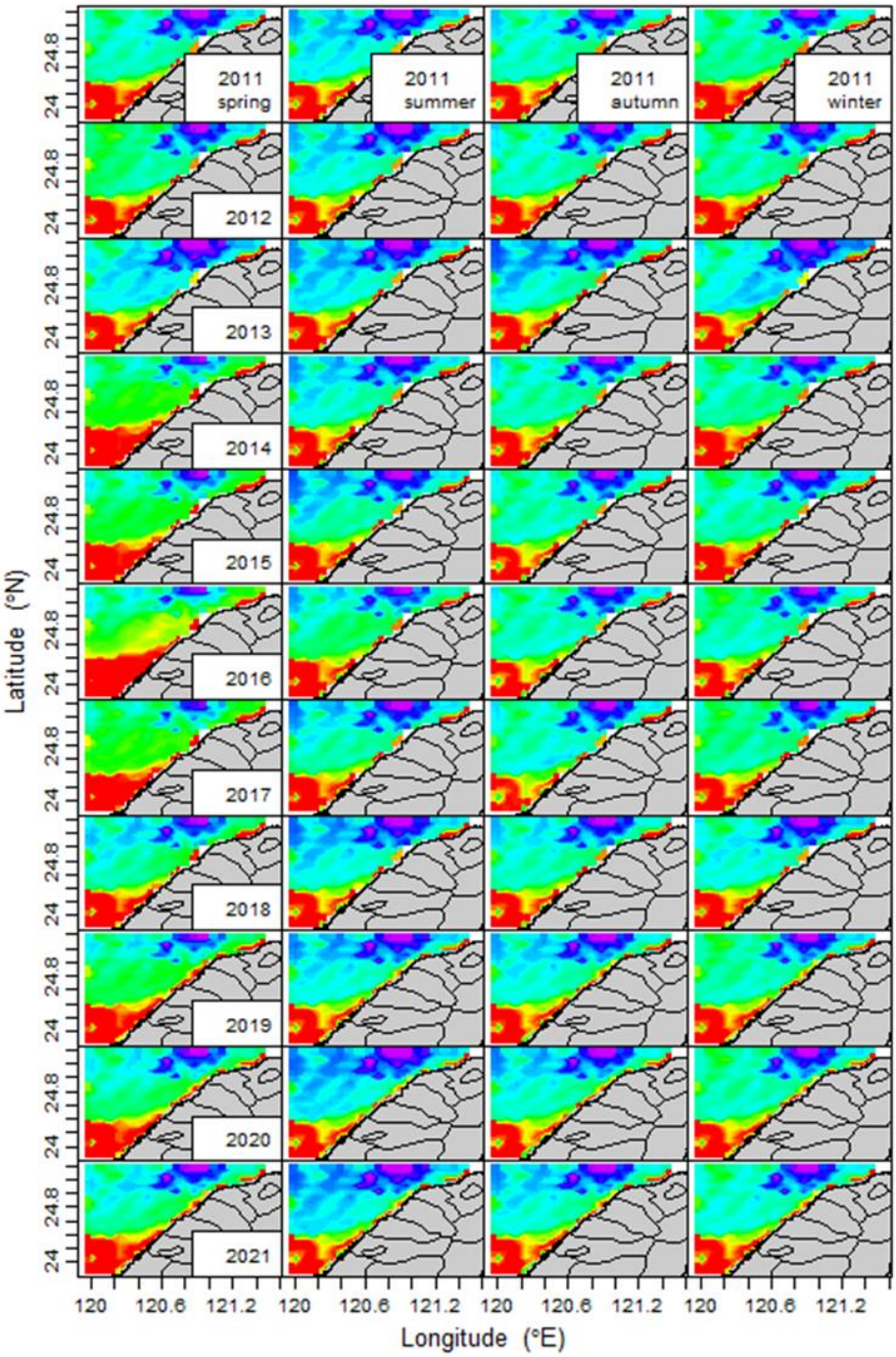


圖 149、GAM 模式之季別布氏鯣鰺棲地分布。

5. 白姑魚類(白口、帕頭、春子)：

如圖 150 所示，將漁獲量累積分布頻度與其對應各項環境因子 SI 曲線進行套疊，並進一步以 SI 值大於 0.6 作為判別各項海洋環境因子適合範圍。如表 41 所示，臺灣沿近海域白姑魚偏好之詳細海洋環境因子範圍如下：海洋表面水溫範圍介於攝氏 27.1-30.5 度之間、底層溫度介於攝氏 20.5-30.3 度之間、海洋表面鹽度介於 32.4-34.6 psu 之間、海洋表面高度介於 0.48 至 0.74 公尺之間、混合層深度介於 9.9-16 公尺之間、東向流速每秒介於-0.07~0.16 公尺之間、北

向流速每秒介於-0.08~0.13 公尺之間、葉綠素 a 濃度介於 0.6-3.35 mg/m^3 之間，以及海底深度 14.3-158.7 公尺之間。

進一步透過比較不同模式之性能，棲地適合度之最佳模式係由漁獲量透過算術平均模式所建立(表 42)。由此最佳模式所建立之棲地適合度分析結果顯示，2013-2020 年臺灣沿近海域白姑魚偏好之環境範圍主要位於灣西部沿海以及澎湖向西南與東北方延伸之臺灣海峽當中(圖 151)。各年間白姑魚之棲地適合度分析結果與 2013-2020 年整體棲地適合度地圖之結果相近但略有不同，應與各年間水文環境因子差異有關(圖 152)。進一步比較不同月別白姑魚偏好環境分布之結果顯示，5-10 月間具有較明顯之棲地分布熱點且具有較高漁獲量(圖 153)。為驗證上述 2013-2020 年資料所建立之棲地適合度模式之可靠性，進一步將 2021 年之海洋環境因子與漁獲資料套入模式，結果顯示白姑魚偏好之環境與 2013-2020 年資料所建立模式結果相似，臺灣西部沿海以及澎湖向西南與東北方延伸之臺灣海峽當中，不過稍有南移的傾向，應與該年度水文環境因子差異有關(圖 154)。棲地適合度係反應不同環境條件下，研究物種最適的分布情況。然而，漁業活動範圍可能受限於人為因素(漁民習慣、漁業管理措施)或作業條件限制(漁船與漁具規模)，造成漁獲熱點與棲地分布熱點未能一致。將 2022 年 1-12 月間海洋環境資料代入上述 2013-2020 年資料所建立之棲地適合度模式預測 2022 年白姑魚偏好環境之分布。結果顯示，白姑魚偏好之環境於 5-9 月間大量出現，同樣位多位於臺灣西部沿海以及澎湖向西南與東北方延伸之臺灣海峽當中，未來應可作為漁海況預測之參考依據(圖 155)。

此外，進一步放大檢視臺灣西北部海域白姑魚之棲地適合度地圖顯示，臺灣西北部海域白姑魚偏好之環境範圍主要位於新北及桃園外海以及中部外海當中(圖 156)。利用最佳模式建立各年間白姑魚之棲地適合度分析，結果與 2013-2010 年整體棲地適合度地圖之結果相近(圖 157)。再進一步探討不同月份中白姑魚偏好環境分布之變動，由最佳模式建立之棲地適合度分析結果之差異顯示，白姑魚偏好之環境在 6 至 11 月間具有較高之分布，也同樣具有較高之漁獲量，其他月份則具有較少之白姑魚偏好環境面積與漁獲量 (圖 158)，將 2021 年之海洋環境因子以最佳模式建立 2021 年臺灣西北部海域白姑魚之棲地適合度分析，預測 2021 年白姑魚偏好環境之地理分布。結果顯示，白姑魚偏好之環境與 2013 至 2020 年相似，同樣位多臺灣西北部海域白姑魚偏好之環境範圍主要位於新北及桃園外海以及中部外海當中，不過適合程度略微下降(圖 159)。使用 2022 年間之資料進行預測，將 2022 年各月之海洋環境因子以最佳模式建立其棲地適合度分析，預測 2022 年各月白姑魚偏好環境之地理分布。結果顯示，白姑魚偏好之環境於 8 至 11 月間大量出現，同樣位多臺灣西北部海域白姑魚偏好之環境範圍主要位於新北及桃園外海以及中部外海當中，且 9 月為巔峰期(圖 160)。

表 41、臺灣沿近海域白姑魚偏好之海洋環境因子預測範圍

環境因子	單位	偏好範圍
SST	˚C	27.1 ~ 30.5
BT	˚C	20.5 ~ 30.3
SSS	psu	32.4 ~ 34.6
SSH	m	0.48 ~ 0.74
MLD	m	9.9 ~ 16
EV	m/s	-0.07 ~ 0.16
NV	m/s	-0.08 ~ 0.13
CHL-a	mg/m^3	0.6 ~ 3.35
BATHY	m	14.3 ~ 158.7

表 42、白姑魚棲地適合度模式之各模式間斜率、截距及決定係數之比較

模式	Catch		Effort		CatchRate	
	AMM	GMM	AMM	GMM	AMM	GMM
斜率	1.02	0.69	0.61	0.72	1.05	1.09
Y截距	-0.01	-0.06	-0.01	0.03	-0.14	-0.15
X截距	0.01	0.08	0.02	-0.05	0.13	0.14
R^2	0.91	0.48	0.37	0.60	0.57	0.58

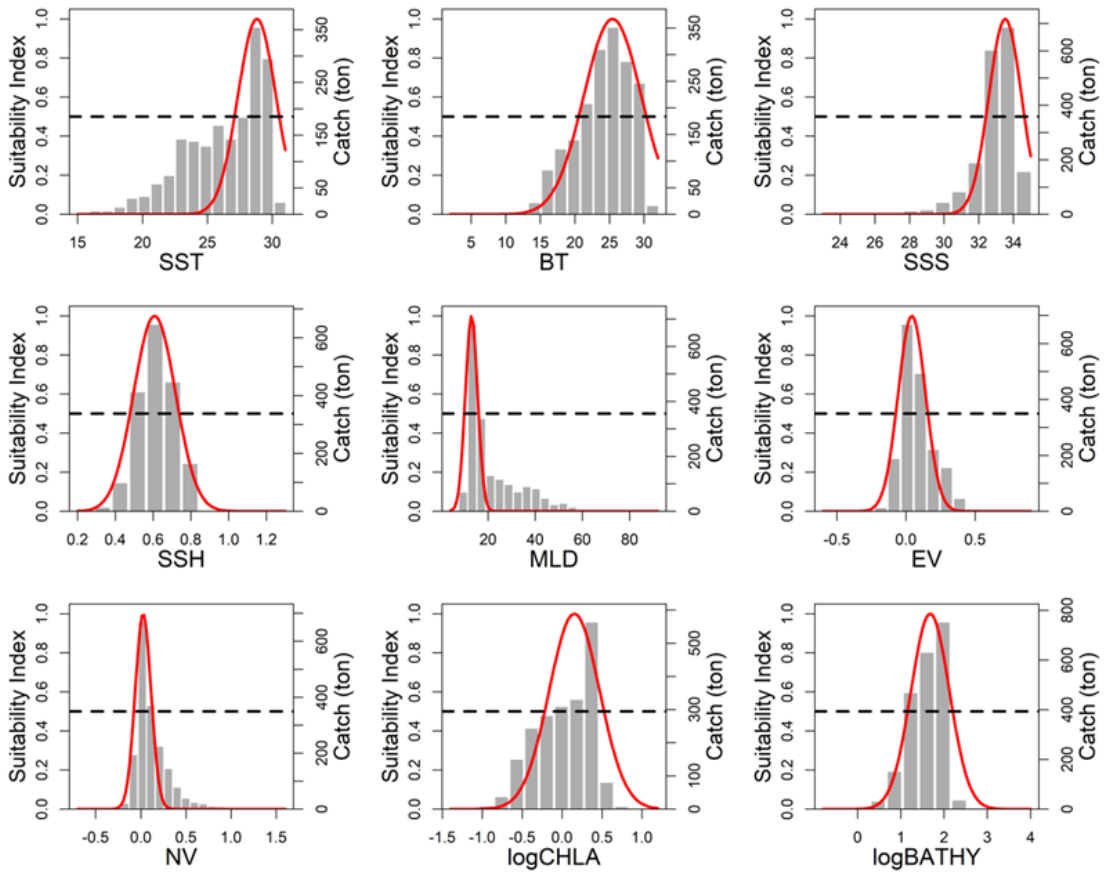


圖 150、臺灣沿近海域白姑魚適合度指數之預測。灰色直方圖為海洋環境因子在各級距間之漁業活動指標累計頻度，紅色曲線則為預測之適合度模式曲線，並定義該曲線大於 0.5（黑色虛線）區間為白姑魚偏好之海洋環境因子範圍。

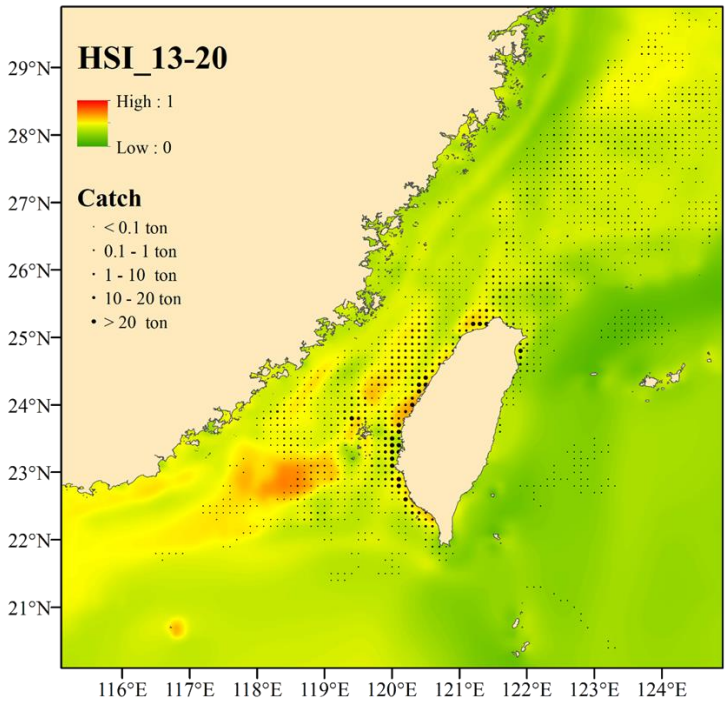


圖 151、2013-2020 年臺灣沿近海域白姑魚之棲地適合度與漁獲量分布。底圖海域部分由綠色至黃色再至紅色分別代表不適合至適合白姑魚生長之環境，橘色以上區間(HSI>0.6)則為為白姑魚偏好之環境範圍。黑色圓點為歷年白姑魚漁獲量之大小與地理分布範圍，面積愈大代表漁獲量愈高。

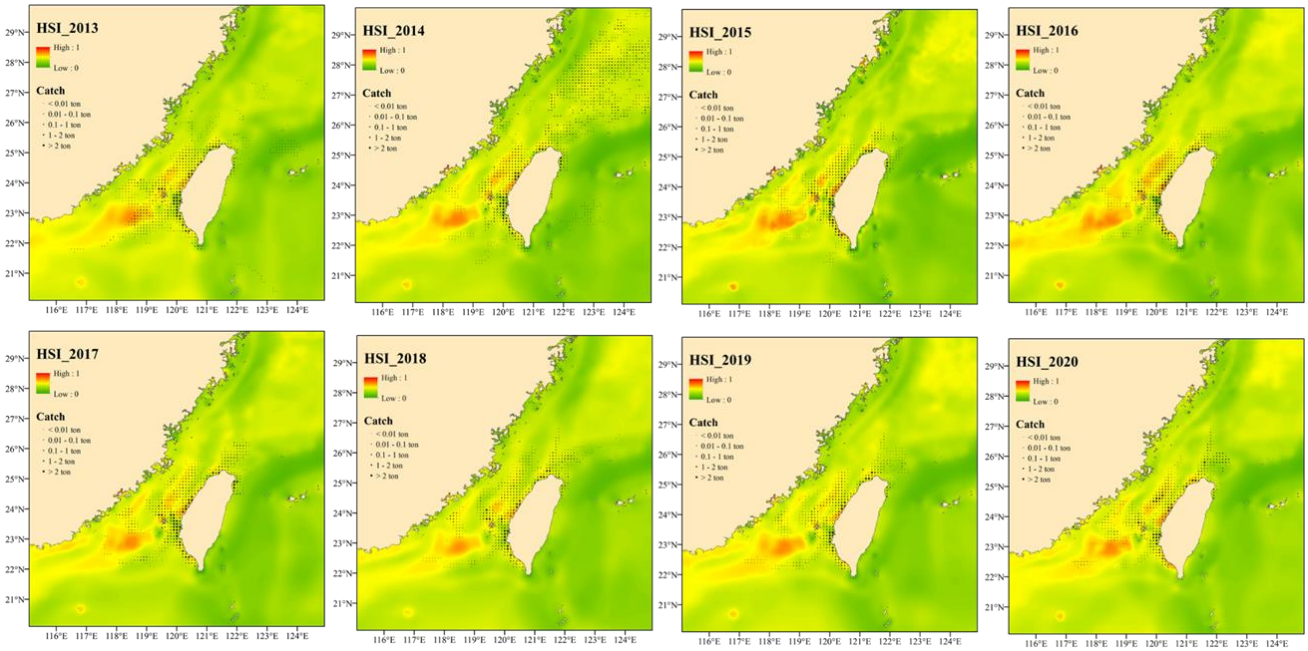


圖 152、2013-2020 年間年別臺灣沿近海域白姑魚之棲地適合度與漁獲量分布。底圖海域部分由綠色至黃色再至紅色分別代表不適合至適合白姑魚生長之環境，橘色以上區間(HSI>0.6)則為為白姑魚偏好之環境範圍。黑色圓點為歷年白姑魚漁獲量之大小與地理分布範圍，面積愈大代表漁獲量愈高。

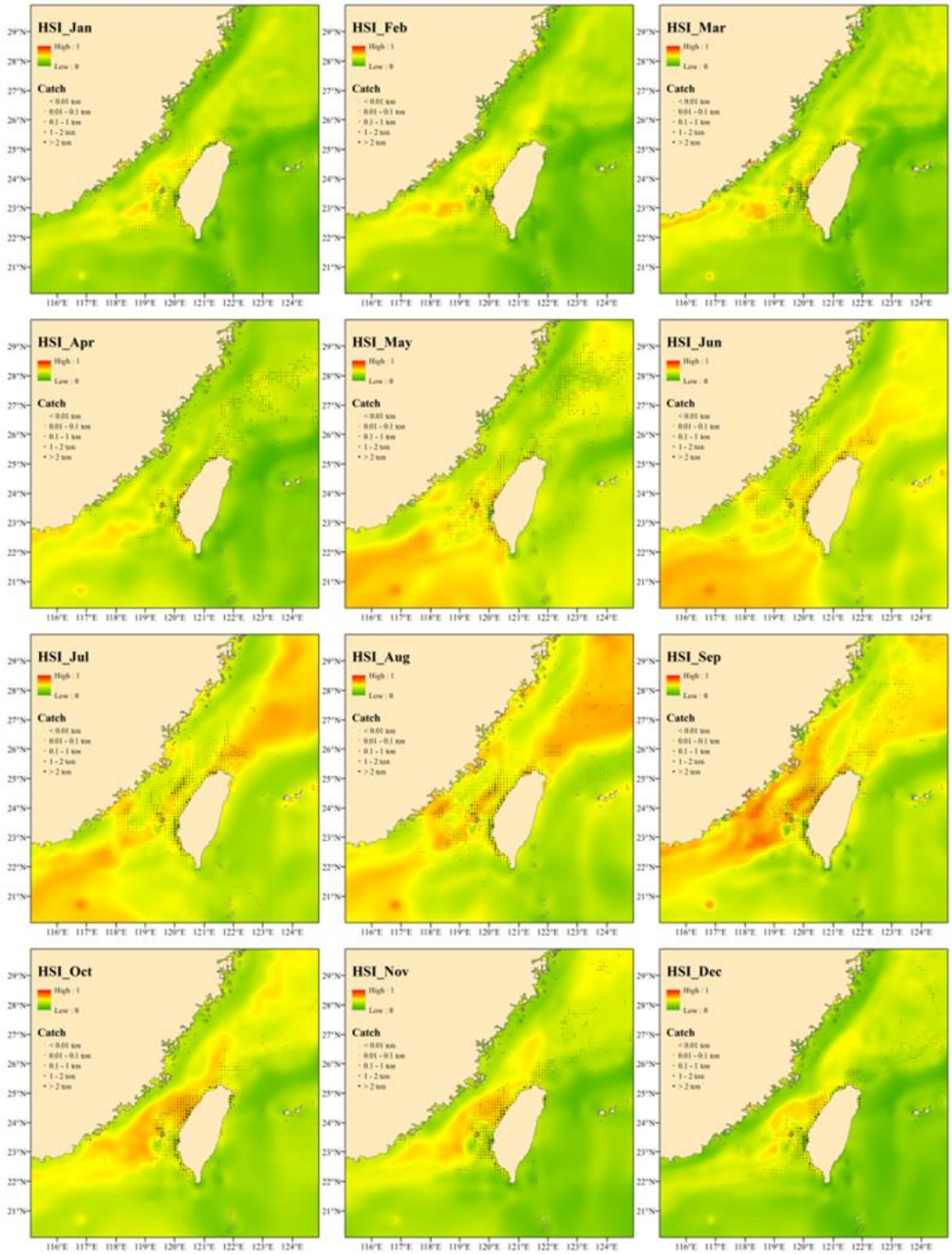


圖 153、2013-2020 年間各月別之臺灣沿近海域白姑魚棲地適合度與漁獲量分布。底圖海域部分由綠色至黃色再至紅色分別代表不適合至適合白姑魚生長之環境，橘色以上區間(HSI>0.6)則為為白姑魚偏好之環境範圍。黑色圓點為歷年白姑魚漁獲量之大小與地理分布範圍，面積愈大代表漁獲量愈高。

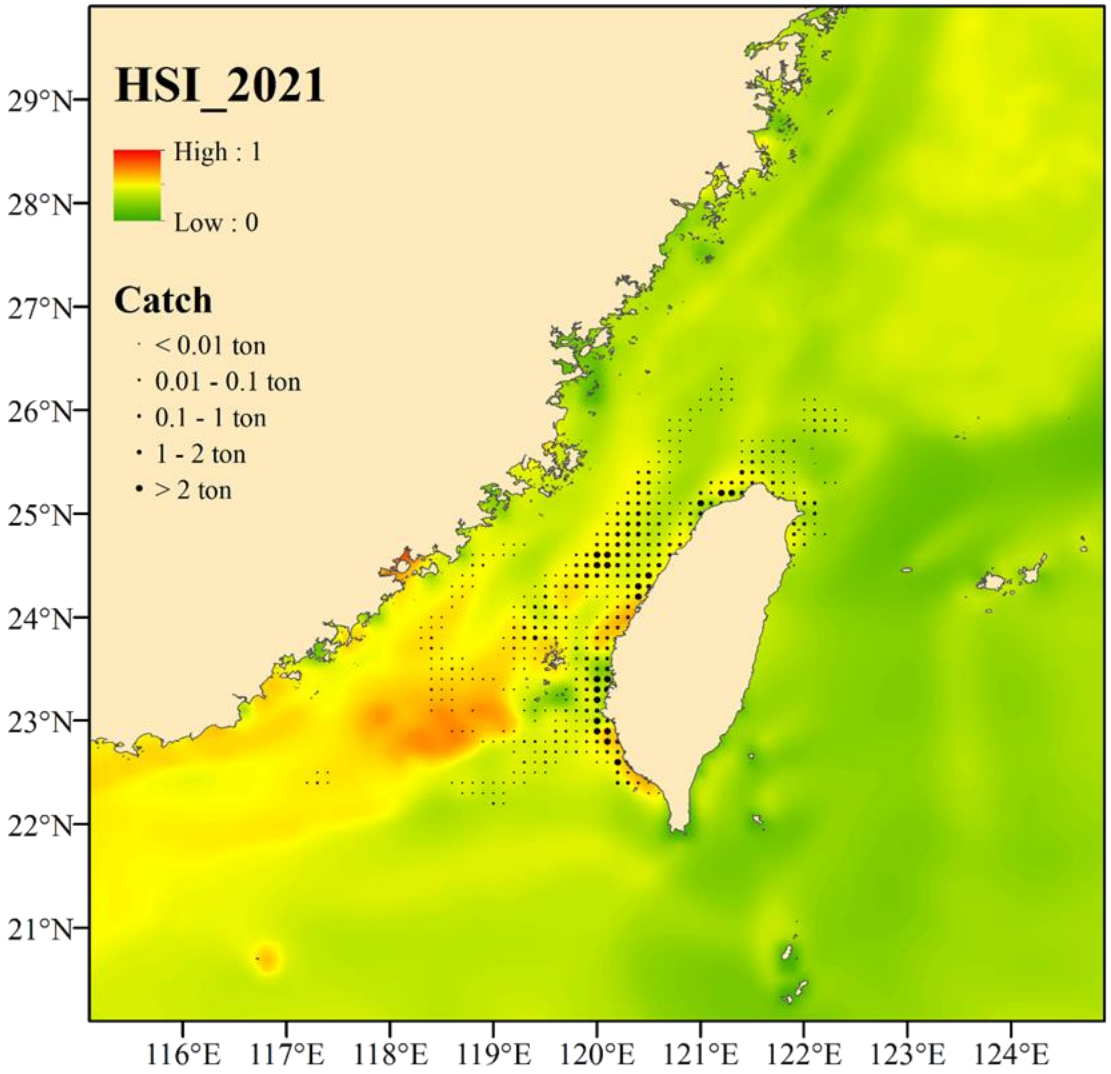


圖 154、2021 年臺灣沿近海域白姑魚之驗證用棲地適合度與漁獲量分布。將 2021 年之海洋環境因子以最佳模式建立 2021 年臺灣沿近海域白姑魚之棲地適合度，隨後以實際漁獲量分布進行模式驗證。底圖海域部分由綠色至黃色再至紅色分別代表不適合至適合白姑魚生長之環境，橘色以上區間(HSI>0.6)則為為白姑魚偏好之環境範圍。黑色圓點為白姑魚歷年漁獲量之大小與地理分布範圍，面積愈大代表漁獲量愈高。

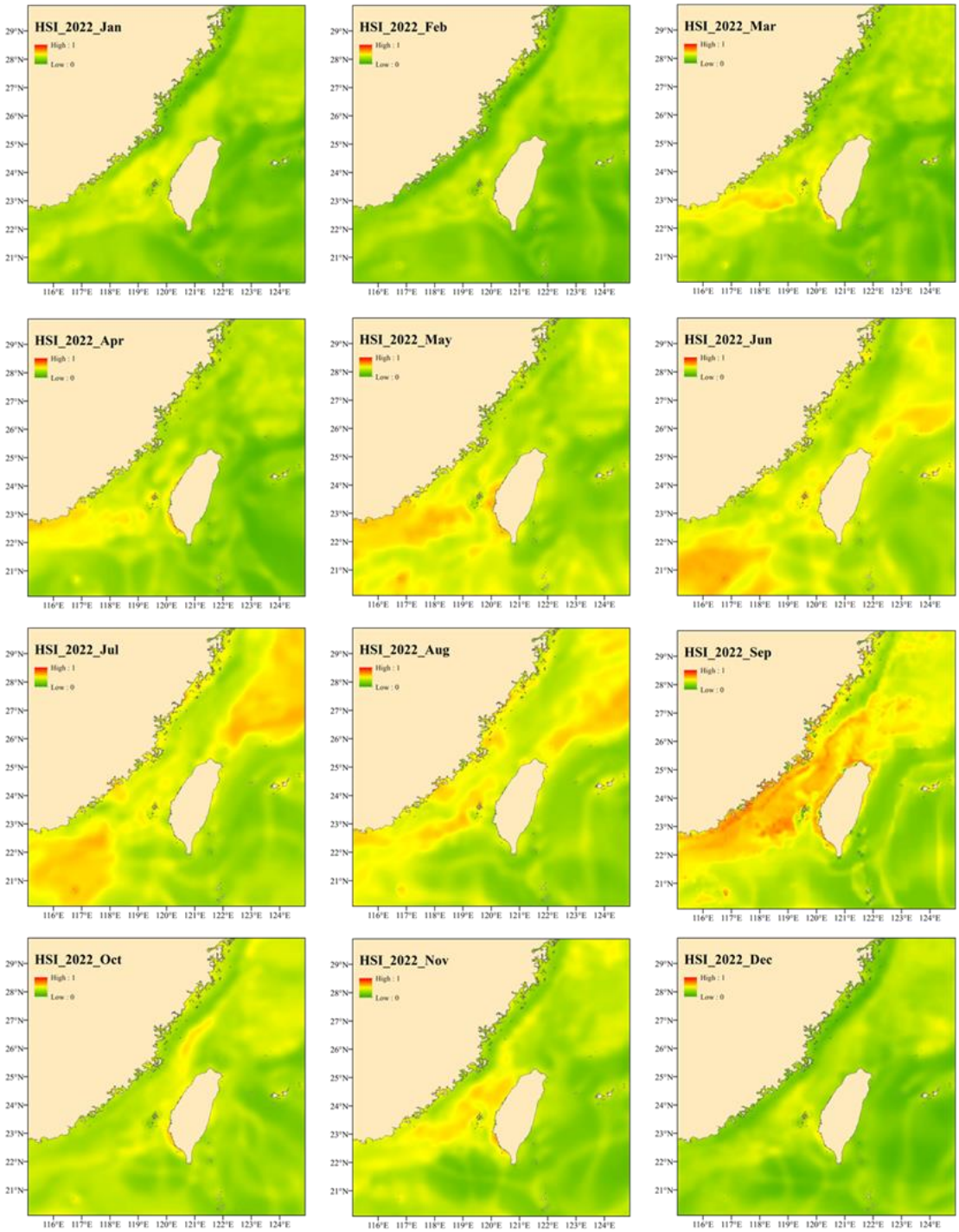


圖 155、以棲地適合度模式預測預測 2022 年各月別之臺灣沿近海域白姑魚棲地分布結果。底圖海域部分由綠色至黃色再至紅色分別代表不適合至適合白姑魚生長之環境，橘色以上區間(HSI>0.6)則為為白姑魚偏好之環境範圍。

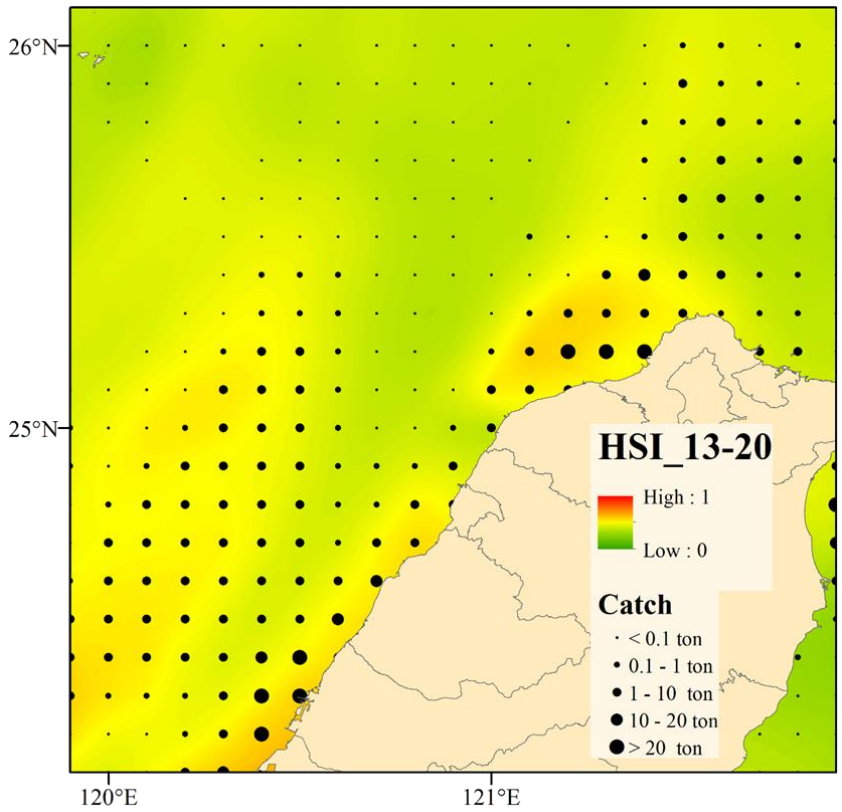


圖 156、2013-2020 年桃園市鄰近海域白姑魚之棲地適合度與漁量量分布。底圖海域部分由綠色至黃色再至紅色分別代表不適合至適合白姑魚生長之環境，橘色以上區間(HSI>0.6)則為為白姑魚偏好之環境範圍。黑色圓點為歷年白姑魚漁獲量之大小與地理分布範圍，面積愈大代表漁獲量愈高。

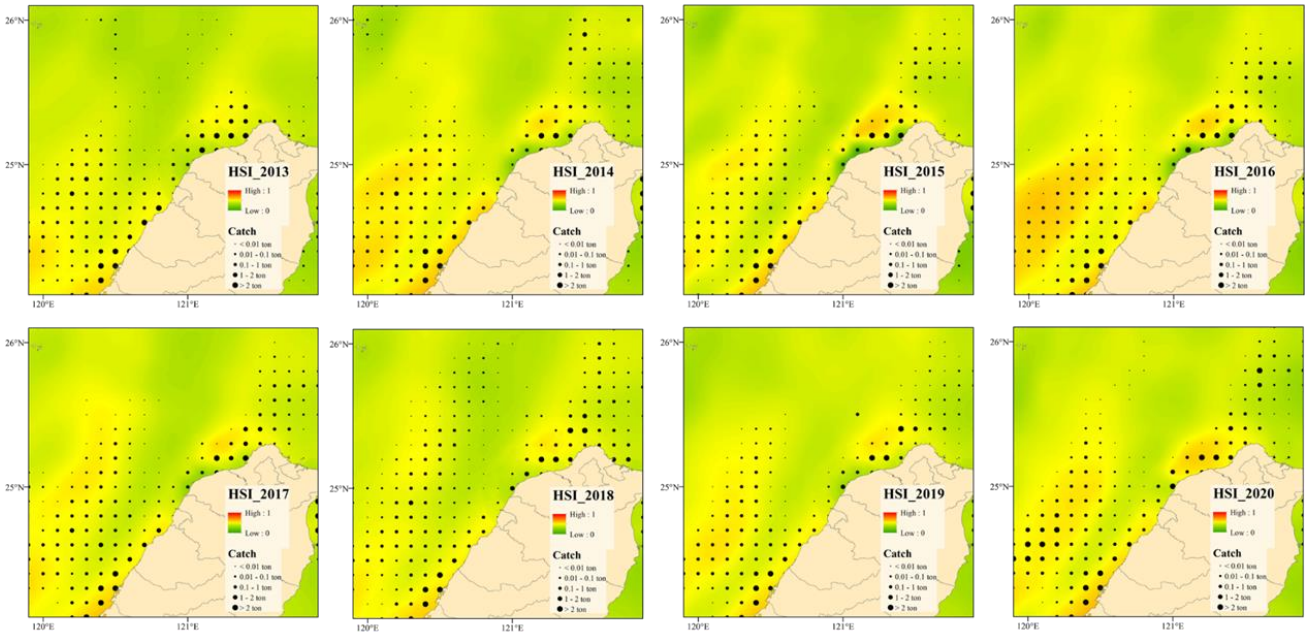


圖 157、2013-2020 年間年別桃園市鄰近海域白姑魚之棲地適合度與漁獲量分布。底圖海域部分由綠色至黃色再至紅色分別代表不適合至適合白姑魚生長之環境，橘色以上區間(HSI>0.6)則為為白姑魚偏好之環境範圍。黑色圓點為歷年白姑魚漁獲量之大小與地理分布範圍，面積愈大代表漁獲量愈高。

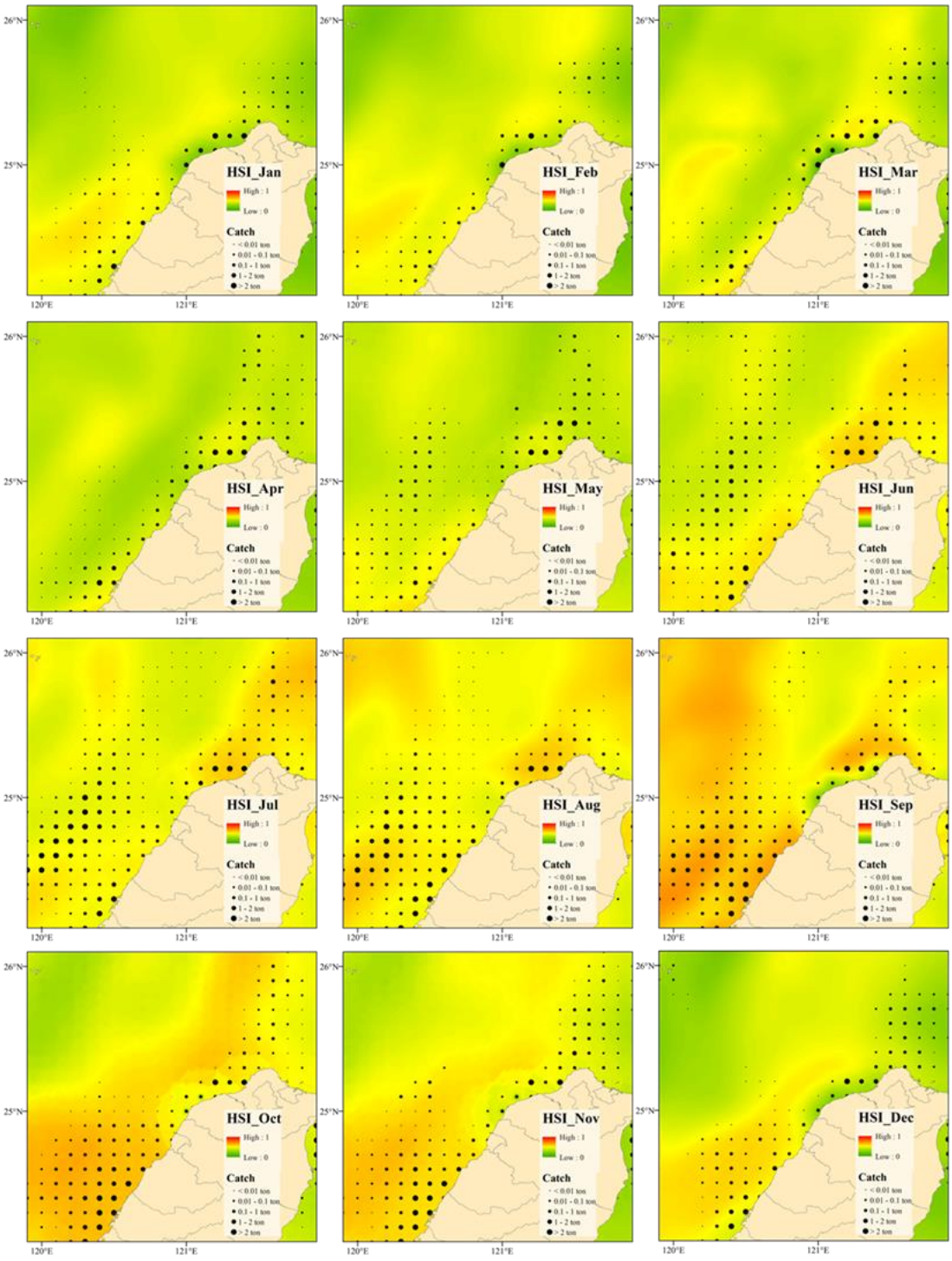


圖 158、2013-2020 年間各月別之桃園市鄰近海域白姑魚棲地適合度與漁獲量分布。底圖海域部分由綠色至黃色再至紅色分別代表不適合至適合白姑魚生長之環境，橘色以上區間(HSI>0.6)則為為白姑魚偏好之環境範圍。黑色圓點為歷年白姑魚漁獲量之大小與地理分布範圍，面積愈大代表漁獲量愈高。

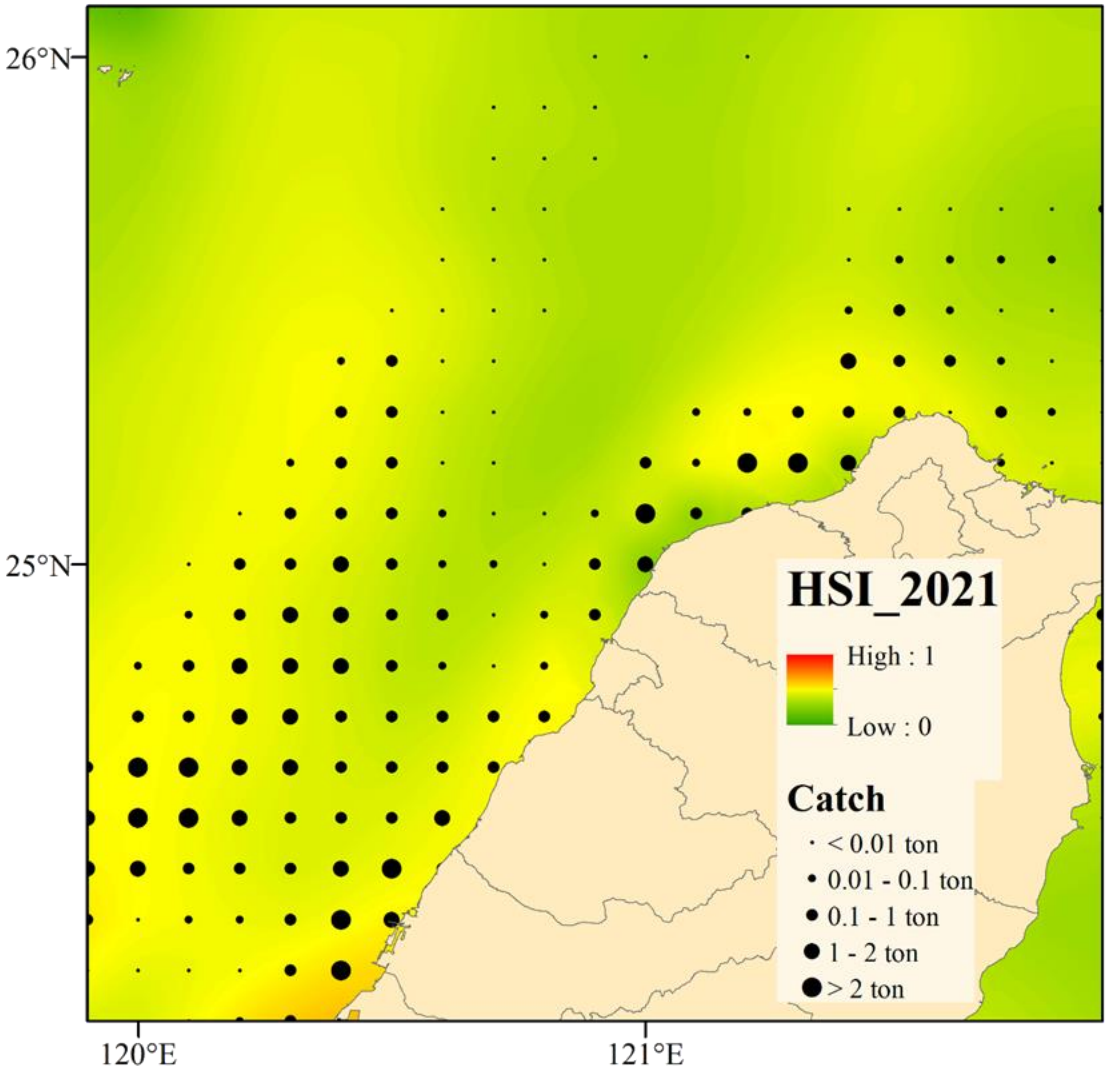


圖 159、2021 年桃園市鄰近海域白姑魚之驗證用棲地適合度與漁獲量分布。將 2021 年之海洋環境因子以最佳模式建立 2021 年臺灣沿近海域白姑魚之棲地適合度，隨後以實際漁獲量分布進行模式驗證。底圖海域部分由綠色至黃色再至紅色分別代表不適合至適合白姑魚生長之環境，橘色以上區間(HSI>0.6)則為為白姑魚偏好之環境範圍。黑色圓點為白姑魚歷年漁獲量之大小與地理分布範圍，面積愈大代表漁獲量愈高。

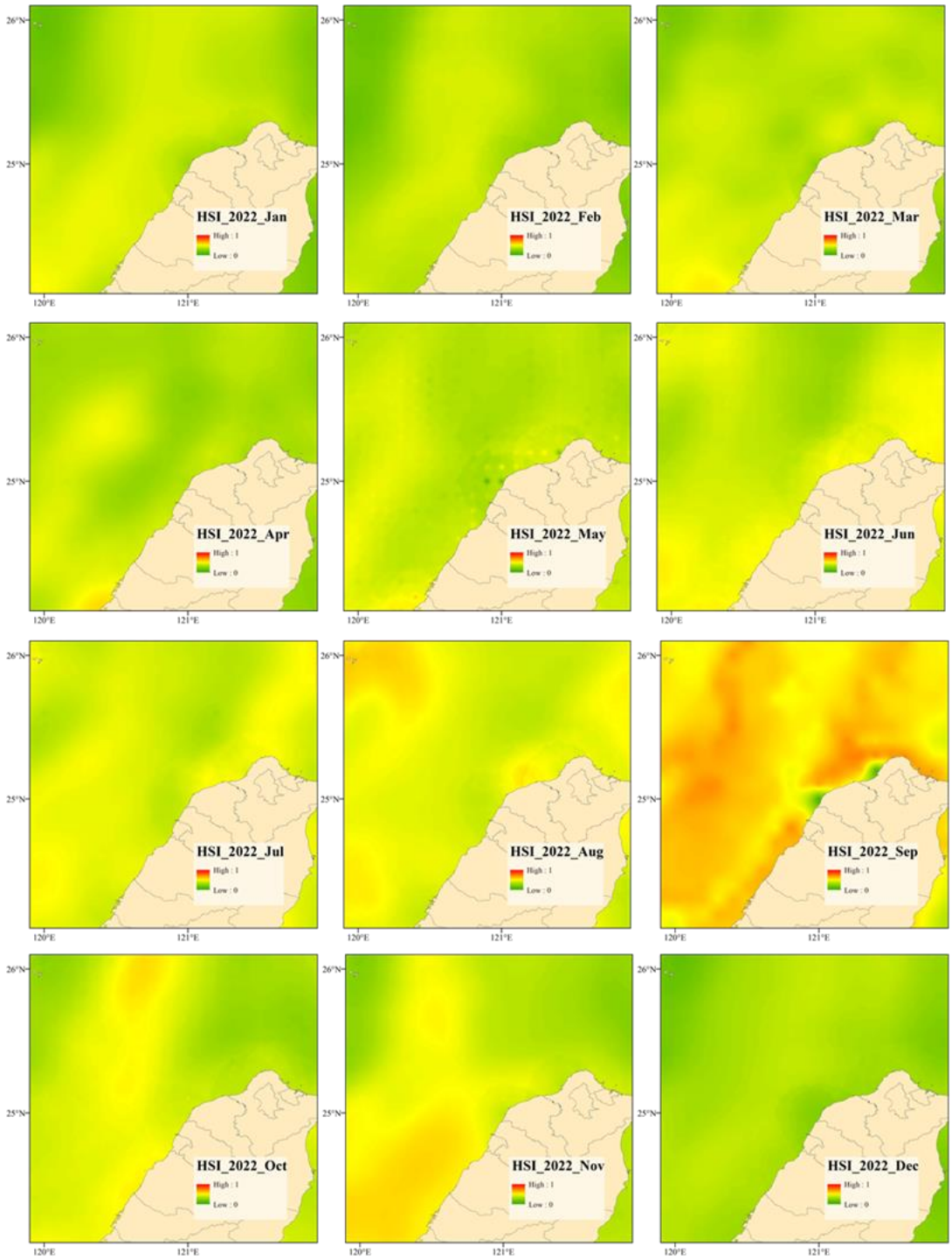


圖 160、以棲地適合度模式預測 2022 年各月別之桃園市鄰近海域白姑魚棲地分布結果。底圖海域部分由綠色至黃色再至紅色分別代表不適合至適合白姑魚生長之環境，橘色以上區間(HSI>0.6)則為為白姑魚偏好之環境範圍。

(四)、 小結

表 43為前述台灣西部海域五種重要魚種之分析結果統整，午仔、烏魚屬於冬季的重要經濟魚種，黑鯛漁獲量亦於冬季較高，而布氏鯧鯵及白姑魚皆屬常年可漁獲魚種，烏魚和黑鯛之高捕獲率分佈與表水溫、鹽度、葉綠素濃度及海表高度等環境因子有關，其中當水溫若高於21°C後，將對烏魚之漁獲量開始產生負向影響，而黑鯛之最適合的溫度範圍則較烏魚來的高 (約23.0-25.5°C)；午仔魚及布氏鯧鯵方面，其漁獲量多與表水溫、鹽度、海表高度、海底深度等環境因子有關，但午仔魚之棲地熱點與漁獲量有明顯的季節變動 (以秋冬季之沿岸漁獲量較高，春夏季較低)，顯示午仔魚應屬於喜好較低溫之物種 (約在15-25℃)，而布氏鯧鯵則較不明顯(仍以冬春季之沿岸漁獲量較高，夏秋季較低)；影響白姑魚的漁獲量因素則包含較多，如水溫、鹽度、海表高度、混合層深度、海底深度、葉綠素濃度等，並以夏秋季為漁獲量較高之時期，其適水溫約在27.1-30.5 ˚C之間，屬於較喜好高溫之魚種。綜上所述，台灣西部海域的漁獲量變化有年間上的變動，且因不同魚種受環境變動之影響不同，故其漁獲量之變動趨勢並不一致，尤其以海水溫度與鹽度為最主要因素，因此整體漁獲量應與海洋環境(如水溫高低變化)之變動較為相關。

表 43、台灣西部海域五種重要魚種之分析結果統整

魚種	2011-2021 年平均漁獲量	主要分析法	分布及棲地環境變動特性
烏魚	262.17 公噸	GAM、HSI	• 水溫、鹽度、葉綠素濃度、海表高度 • 以冬季為漁獲量較高之時期 • 水溫若高於 21°C 後，將對漁獲量產生負向影響
多鱗四指馬鮁(午仔魚)	44.63 公噸	GAM、HSI、BRT、MaxEnt	• 水溫、鹽度、海表高度、海底深度 • 棲地熱點與漁獲量有季節變動，以秋冬季之沿岸漁獲量較高，春夏季較低 • 屬喜好較低溫之物種 (約在 15-25℃)
黑鯛	49.22 公噸	GAM、HSI	• 水溫、鹽度、葉綠素濃度及海表高度 • 棲地熱點與漁獲量有季節變動，以秋冬季之沿岸漁獲量較高，春夏季較低 • 最適溫度範圍較高，約 23.0-25.5°C
布氏鯧鯵(金鯧)	17.4 公噸	GAM、HSI	• 表水溫、鹽度、海表高度、海底深度 • 棲地之季節變動較不明顯，但仍以冬春季之沿岸漁獲量較高，夏秋季較低
白姑魚類(白口、帕頭、春子)	76.53 公噸	GAM、HSI	• 水溫、鹽度、海表高度、混合層深度、海底深度、葉綠素濃度 • 以夏秋季為漁獲量較高之時期 • 適水溫約在 27.1-30.5 °C 之間，屬較喜好高溫之魚種

肆、 結論與建議

綜合以上研究結果，本研究提出以下幾點建議，以利後續漁政單位或相關執法機關等供作參考，以達海洋資源之保護及永續利用目的。

1. 綜合海洋環境 (包含地形、海流、底質等)、基礎生產力、魚類或其他生物資源量、礁體受損情況等結果，未來若要投放人工魚礁，其優先順序應為白新、永安、竹圍、觀音。
2. 針對未來若欲新設魚礁區，並評估該區域劃定人工魚礁區之可行性，本研究認為，應先首先針對漁民或漁會所提之新設魚礁區進行規劃調查工作，調查項目包括：地形測繪、地貌側掃、海流流速流向調查分析、底質分析、基礎生產力分析、聲納調查預定新礁區魚類資源動態調查分析、海底生物生態攝影調查、魚類資源與生態調查等工作，爾後再進行其他評估。
3. 各區之人工魚礁投放種類及方式：

   (a) 白新人工魚礁區：適合投放各類型的人工魚礁，如大型鋼鐵礁、船礁、軍艦礁、電桿礁及水泥礁，但建議以大型鋼鐵礁體之集中投放較佳。

   (b) 永安人工魚礁區：應先將該處現有的礁體分群，再逐一投射堆疊狀的不同礁體於其周圍，以形成聚落般之空間，投礁種類則建議應投放大型鋼鐵礁。

   (c) 竹圍人工魚礁區：建議應投放大型鋼鐵礁或水泥礁較佳，如若要投放體積較小的魚礁體，應以堆疊方式較佳 (避免被埋沒)。

   (d) 觀音人工魚礁區：本海域較不適合投放人工魚礁，如欲投放，則建議投放體積較小的水泥礁或電桿礁，並以集中堆疊的方式。
4. 人工魚礁上的覆網清除方面，建議應由縣政府或漁會，協助漁民進行覆網之清除工作，並可考慮先由永安及竹圍開始施作，其次則為白新。
5. 除了規劃某些仍具有魚礁效能的礁區，並適當的增加投設魚礁外，應可另設置海上箱網養殖區，並將其劃入保護區，保護區內的箱網由當地漁會經營，漁會會員(當地漁民)出資為股東，共同組織巡守隊、養殖班、經營管理班共同來經營。不僅維護各地區的魚類資源，增加地區漁會收入，也適當地給漁民轉型的工作機會。
6. 本研究之人工魚礁潛水調查僅兩季，未來如有人工魚礁之投放考量，建議應針對此項作更詳盡之調查，調查次數或潛水點位，應再適度增加。

7. 根據本研究調查結果，人工魚礁所匯集之魚類，多以體型較小之非經濟魚種較多(但仍有高經濟價值魚類出現，如笛鯛類、石斑魚、石鱸等)，雖無法直接提高該海域之漁業總漁獲量；但因有人工魚礁存在之海域，其海域基礎生產力將會增加，並且匯集體型較小的魚類及其他生物在此海域棲息，因而能吸引體型較大的魚類或其他大型洄游魚類來此覓食或育幼。故此，人工魚礁對於整體漁獲量之增加仍存在一定的間接效果。
8. 根據海洋環境變化與歷年之漁業漁獲量之綜合評估與分析，台灣周邊海域之漁獲量的增減，並非只存在於特定縣市或部分水域，而係整體皆有所變動，只是可能存在南北部或離近岸海域等之差異；而根據目前分析結果，西部海域各縣市之漁業漁獲量變動，應與海洋環境變動或極端氣候變化 (如聖嬰年或反聖嬰年等)較為相關。
9. 由於漁業資源與漁獲量變動除了受到海洋環境變動而有所影響之外，仍有眾多因素議會對其產生影響，如人為的過度捕撈、環境污染或努力量減少等。目前已有許多研究指出，長期的環境變化(如氣候變遷)對漁業資源具有一定的影響程度，且通常較為緩慢且持續時間較長，而此種情況可能比短期的環境變化(如人為的沿岸開發行為)之影響更大，因可能造成海洋環境(如水溫、鹽度、海流等)之改變。故建議後續應可針對氣候變遷對漁業資源之影響作更進一步之分析，以期能更完整解釋台灣西部海域之漁業資源變動之可能。

伍、 期中報告審查意見

	審查意見	回覆說明
邵委員廣昭	摘要寫了 3.5 頁，有點長，建議精簡。目前已做的三處人工魚礁區的第一處的魚礁名稱應該要寫出來	謝謝委員建議。摘要內容之修正將會在期末報告中一併修改與呈現。
	人工魚礁每個礁區調查兩次，是否同一處礁堆？	每礁區兩次的潛水調查並非同一處礁堆。
	圖 15-36 的側掃聲納同一個礁區的相同礁型只要用一張就好了	謝謝委員寶貴意見；將依委員意見修正。
	每個礁區中魚礁分布的狀況調查的相當詳細，內容也寫的很好多，如果能夠作重點的整理讓大家一目瞭然更好	謝謝委員寶貴意見；將依委員意見摘錄。
	漁獲量變動分析的部分做得非常詳細，也大概只有海大的團隊有機會和能力作到。特別是可以使用到漁業署不公開的 VDR 的資料。但是比較難的部分應是要去解釋變動的原因。因為除了和海洋環境因子間的關係之外，受到人為過度捕撈、污染、棲地破壞和氣候變遷等因素的影響很難去釐清。此外，和目前中油的大潭三接案之間的關係如何，建議也可以在討論中去提一下。當然至少可以作為施工前、施工中和施工後的背景資料，提供中油公司在日後撰寫環境影響評估報告的參考。	誠如委員意見，漁業資源與漁獲量變動受到眾多因素影響，包括過度捕撈、環境污染或是努力量減少等，本研究透過環境因子分析，先瞭解重要物種棲地範圍與變動及氣候變遷的潛在影響。然釐清這些因素雖屬不易，但利用 VDR 資料來建立漁業資源時空變動的情況，仍是基礎且必要的工作，可提供充份漁業資源的歷史概況，亦可作為未來評估的漁業資源所受環境影響的比較基準。大潭三接案的施工期間，正好也是近年水溫較高的反聖嬰時期，漁獲量出現變動，對比其他縣市漁獲量也是相同情形，建議後續仍須持續監控，本研究後續會加強此部分的研究。
	P.114 的 2011-2020 年八縣市漁業年報整體漁獲量的變動圖 124: 新北市漁獲量最多的原因為何？為何只有新北縣有逐年下降的現象，而其他的縣市則沒有？	漁業署公告新北市共有 25 個第二類漁港，比其他縣市多。且新北市面積較大，其位於臺灣西部至東北部，新北市所捕撈到的魚類漁獲量不僅來自於臺灣海峽而且還有臺灣東北部的海域。臺灣西部其他縣市漁港比較少，且其海域僅有臺灣海峽。針對臺灣西部漁獲量變動，該地區所捕撈到的漁獲量不僅新北市而且整個地區的漁獲量都有變動，

		然因為新北市的漁獲量較多，於是其他縣市的漁獲量在 P.114 的 2011-2020 年八縣市漁業年報整體漁獲量的變動圖不明顯。
	午仔魚的漁獲量有增加的現象，原因為何？與種苗放流是否有關？圖 131 黑鯛產量下滑原因！	近年多鱗四絲馬鮁(午仔魚)漁獲量增加與海水溫變動較為相關，與種苗放流的養殖物種(四絲馬鮁)則是不同物種。根據 Lee et al. (2021)，臺灣海峽海水溫度自 2012 年至今逐漸增加每十年 0.63°C，在海水溫度上升之下可能會影響到黑鯛的漁獲量。
	如果各種漁法的目標魚種不只有白姑魚，為何不直接用各種漁法來作比較分析呢？	感謝委員意見，臺灣沿近海漁業漁法多元，捕撈漁法亦多樣。僅管目標魚種依漁法選擇性而有所不同，但仍少有只單獨捕撈白姑魚的作業漁法。本研究係針對各漁法作業漁船漁獲資料中白姑魚的部份進行分析與比較。
	五種主要經濟魚類和環境因子變動之間的關係是否一致？以白姑魚屬為例，本屬應該包括很多種，那麼同屬不同種之間的資源變動是否一致可能也需要注意。	感謝委員建議，本研究蒐集多種經濟性物種，而不同物種所受到環境之影響有所不同。例如：烏魚出現較多在 20˚C 之水域(White et al., 2012)，而 20.6–28.9˚C 的水溫環境是黑鯛最適合的溫度範圍(Teng et al., 2021)。不同魚種對於環境變動的關係有所差異，例如近年水溫上升可能造成像烏魚、午仔魚的漁獲量下降，因此需個別分析不同魚種之間的差異。根據臺灣魚類資料庫，白魚屬下有 4 種不同白姑魚。不同物種的生態棲地雖然有所不同，但相近的物種生態棲地亦較相近。再者，實務上仍多以白姑魚來統稱與利用此項漁業資源，請委員諒查。
	P.123 表 12 的表頭寫白姑魚樣本船艘數，應該改為累積資料筆數才對，否則會誤會船數從一萬多艘減少到 2800 艘真的減那麼多嗎？另表 13 是的歷年漁獲量建議繪成曲線圖較易讀。	感謝委員意見，表 12 的表頭「艘數」為誤植（同表 11），應修正為「作業航次」。另有關表 13 歷年漁獲量部份，因不同漁法的漁獲量資料範圍差異頗大，若繪成曲線圖，可能較不易觀察部份漁法之變動情況，請委員諒察。
陳委員桓敦	文中之圖、表與敘述中桃園已在	謝謝委員指正，已進行報告內文及

	8 年前升格為直轄市改制為桃園市，應將桃園市改為桃園市	圖表之修正。
	依目前資料偏向是以調查收集現存各人工魚礁區之資料來進行分析比較去調整修正人工魚礁區之具體建議，列出投放之優先順序以供主管機關參考，所收集之資料上不夠完整，宜持續進行(尤其能提出投放何種魚礁最符合經濟效益)。	謝謝委員寶貴意見；由於本計畫執行期限只有一年無法持續進行觀測與比較計畫內的四處人工魚礁效益。 目前國內歷年來投設的人工魚礁材質有水泥礁、電桿礁、船礁、軍艦礁及大型鋼鐵礁。扣除電桿礁、船礁及軍艦礁等三種是廢物利用的礁體，無法持續獲得以外，只剩水泥礁及大型鋼鐵礁是政府或廠商必須輔助經費來投放的礁體，單就底質而言，臺灣西部多泥沙底質，除非已大量堆疊方式投放，否則單體水泥礁再經歷 10~20 年後很容易被泥沙埋沒，相對的鋼鐵礁不易被埋沒，但有斷裂破損的問題。因此建議就投礁的經濟效益方面：臺灣西部宜投放大型鋼鐵礁，而東部可以投放水泥礁或電桿礁(堆疊的話效果更好)。
	該計畫要針對漁民或漁會所提之新設魚礁區需求，評估該區域劃定人工魚礁區之可行性，並提出建議，據此在本文中尚未看到相關資料？研究團隊是否已了解漁民或漁會之需求而進行投放地點可行性評估？	謝謝委員寶貴意見；針對漁民或漁會所提之新設魚礁區需求，評估該區域劃定人工魚礁區之可行性，並提出建議方面，有一定的執行程序，首先必須針對漁民或漁會所提之新設魚礁區進行規劃調查工作，調查項目包括：地形測繪、地貌側掃、海流流速流向調查分析、底質分析、基礎生產力分析、聲納調查預定新礁區魚類資源動態調查分析、海底生物生態攝影調查、魚類資源與生態調查等工作。以往漁業署就此議題，都會特別編列經費來委託學術單位進行上述工作，並非簡單蒐集相關資料，文書作業後即可評估某一海域是否可當作新礁區。因此，倘若縣政府與漁業署允已將在桃園市和苗栗縣新設人工魚礁區的話，請編列經費再委託學術單位進行規劃。
陳委員璋玲	頁 30, 35，白新人工魚礁提及各礁群(1~6 礁群)，但圖 3~圖 14	謝謝委員寶貴意見；本問題在本期末報告中已有說明。以下再次說

	呈現礁群 1,2,4, 5,6,11 的分布情形。礁群的編碼是否為 1~6 較為合適，請予考量。此外，建議各礁群和各礁體編號簡單作成表，以利閱讀。	明，苗栗縣曾於 105 年於白新人工魚礁區投放 6 個礁群(共計 21 座的 B 型大型鋼鐵人工魚礁，礁群名稱分別為：第 1 礁群：4 座，第 2 礁群：1 座，第 4 礁群：4 座，第 5 礁群：4 座，第 6 礁群：4 座，第 11 礁群：4 座)，礁群的名稱是依照當時苗栗縣政府發包該工程時定義的(各礁群投放的礁體及其編號請參考表 3.18)。為了避免日後將本報告調查結果轉會苗栗縣政府進行覆網清除時，因為重新定義礁群序號而導致定位錯誤找不到原來礁體位置，將造成經費上的浪費。因此，本報告仍以原來礁群編號說明。
	頁 36，內文提及圖 15～圖 36 顯示各礁體與原預定投放中心點相對距離及方位，但按該等圖僅呈現礁體投放海式側掃影像，是否需於圖中另標示投放中心點位置，請再確認。	謝謝委員寶貴意見；魚礁礁體的側掃影像功能主要用觀察人工魚礁在投放後之定位、礁體基本資料計算(長寬高)與確認、礁體投放後是否有倒立、傾斜、破損、礁體成群、埋沒及附近海底地貌狀況等，無法呈現該礁體與原預定投放中心點相對距離及方位。所以必須另以手繪圖示方式，將經由 GPS 定位及側掃確認後的礁體繪入手繪圖中。所以無法標示該礁體與原預定投放中心點相對距離及方位。
	頁 36，內文提及'將工作平台船拋錨'以免造成礁體太大漂移，不清楚拋錨的意涵，請再補充說明。	謝謝委員寶貴意見；此段意思在說明，當在進行海上投放礁體的過程時，負責投礁作業的工作平台船必須先行拋錨，否則工作平台船往往會在投礁的過程中，受到海潮流的作用，邊投礁邊漂流，如此，越往後投放的礁體，所投放的位置早已離開預定投礁中心點甚遠，導致礁體投放在與預定投礁點甚遠的地方，甚至超出規定的範圍被罰款，因此，為了避免上述情形，所以建議投礁前工作平台船必須拋錨。
	頁 48，內文提及粒徑多布於 1mm~300um，屬中沙~細沙之間底質，沙是否改成沙，請再確認。此外，請補充粗沙、中沙、細沙、黏土之粒徑值文獻資料，	謝謝委員寶貴意見；沙字已一率改成「沙」字。 各種沙泥底直粒徑分類方法是根據美國材料和試驗學會(ASTM, American Society for Testing

	以利互為對照瞭解，包括可用於頁 49 (4)(a)描述各礁體底質時。	Material)公告的標準顆粒度大小訂定的，並非文獻。美國材料和試驗協會國際組織是國際標準化組織，它是制定、發布自願共識的有關材料、產品、系統和服務的技術標準。網址：https://www.astm.org/。
	頁 48，另內文提及中沙到黏土所佔比例非常相近時，投放的礁體可能沉陷，不清楚「中沙到黏土所佔比例非常相近」的意涵，係指中沙和黏土佔所有粒徑的比例相同嗎？請再確認並適度修正文字描述，並補充此論述的文獻。	謝謝委員寶貴意見；海底底質中，沙質大小粒徑依據美國材料和試驗學會(ASTM)標準粗沙的粒徑介於 1mm～600 μm，中沙粒徑介於 600 μm～180 μm，細沙粒徑介於 180 μm～90 μm，沙泥粒徑則<90 μm，粒徑大小的間隔的鑑定示呈現曲線變化，並非 10 進位或呈直線相關方式變化。 一般而言(經驗值，根據歷年調查，無文獻專門討論這點)，底質介於粗沙到中沙的海底，非常適合投放大型的魚礁，中沙到細沙，投放大型魚礁尚可，小型魚礁容易淤積沙泥，細沙以下，甚至到沙泥，不見億投放任何種礁體。粗沙以上或到石礫的底質，可考慮投放單體水泥礁或電桿礁，大型鋼鐵礁更好。鵝卵石或礁岩的海底底質也不建議投礁，礁體容易因放投放時碰撞破壞其結構。
	頁 49，內文提及海流多呈東東北、西南西走向，或東北北向西南走向。但此結果係二日(111/3/6, 111/5/17)的調查結果，建議以調查日分別描述海流走向，否則易誤以為是常年的海流方向。另內文亦提及該海域深受陸地地形影響，海流不甚強勁，在此設置鋼鐵礁是相當適合，建議補充海流大小和適合設置礁體的相關文獻，以助瞭解該區域最大流速 300.3cm/sec 和適合投放礁體的關係。	謝謝委員寶貴意見；海流流速流向對於人工魚礁的作用主要是影響礁體沉積物的堆疊與礁體造成擾流的大小與方向而已，對於重量達到 49 噸大型鋼鐵礁甚或 5 噸重的水泥礁、電桿礁而言，是不易造成移動現象的。 當海流流速太快或太慢，對礁體表面的沉積物的堆疊有一定程度的影響，對附著生物的附著也將造成影響，流速太快不易附著，魚礁所形的生態系將受影響，流速太慢時，沉積物又太厚，附著生物也不易附著，同樣對魚礁生態系造成影響。
	頁 49，(4)(a)，內文只描述五座鋼鐵礁之現況調查，建議以六個礁區的各個鋼鐵礁(計 21 座)分	謝謝委員寶貴意見；由於本計畫經費及潛水次數關係，針對白新人工魚礁區 6 個礁群，只能重點式的描

	別描述現況，包括礁體結構、沙埋及洗掘坑情形，及覆網情形一併描述。	述現況，如果必須就 21 座一一進行潛水調查，恐怕本計畫潛水經費不足以再用於支付其他礁區，各礁群皆以 1 座鋼鐵的現況說明，足以代表該礁群內的幾座鋼鐵礁現況(因為礁群內的礁體距離皆非常相近)。如果某礁區內曾投放電桿礁 200 座，那麼是否應該每座都調查說明呢？
	頁 53，圖 41 呈 21 座礁體和一處預定投礁中心點的相對位置，但圖 40 顯示不同礁群有不同預定中心點，二者不一致，請再確認。	圖 41 是將 21 座鋼鐵礁「展繪」(標示)於海底地形圖上來表示每座礁體的位置。圖 42 是表示每座礁體與預定投放的礁群中心的相對距離的示意圖，並沒有不一致的情形。圖 42 是讓管理者可以清楚的了解此次投放的 21 座礁體各與其預定的中心點相對的距離為多少？有沒有超出「礁體的吊放規定」距離(漁業署的規定是：每座礁體與預定投放中心點的距離不得超出 50m 以上，否則受罰)。
	頁 60，提及桃園竹圍人工魚礁海底底質多為 300um，適合投放人工魚礁，建議補充底質粒徑大小和適合投放人工魚礁相關論述，此點和第 5 點意見相似。	謝謝委員寶貴意見；回答同第 5 點意見。
	頁 62 圖 56，以及頁 71 圖 69，建議補充紅色點代表的意涵。	謝謝委員寶貴意見；紅色方點為單體水泥礁或電桿礁說明皆以補充。
	頁 61-63，頁 70-71 有關桃園竹圍/永安人工魚礁區發現的各類型礁體(如鋼鐵礁、電桿礁、水泥等)和數量，及其現況之描述，未見鋼鐵礁的相關描述(目前只見電桿礁、水泥礁和天然礁區)，請再確認是否漏掉。	謝謝委員寶貴意見；期中報告只進行電桿礁現況之描述，期末報告就有就礁區內幾座鋼鐵礁現況進行描述；同上，因為經費、時程及潛水次數，無法對各礁區內每一座鋼鐵礁進行詳細調查。
	有關魚礁區基礎資料蒐集部分，目前已完成苗栗白新，及桃園竹圍和永安礁體調查。建議於該節最後，綜整說明三個礁區的主要現況調查結果及建議，並另以表呈現，以利快速掌握整體礁區資訊。	謝謝委員寶貴意見；期末報告有綜整描述。
	頁 93，(5) 魚類生物量評估，請	謝謝委員寶貴意見；魚類生物量評

	補充是計算所有調查發現魚種的生物量量，還是出現比例高的魚種的生物量。若是後者，請補充計算的對象魚種是那些，以及其體長和體重的關係式，以使調查結果呈現較為周延。	估，是計算所有調查發現魚種的生物量。
	頁 72~113 (二) 聚魚效益評估，查苗栗白新人工魚礁區的內容包括五項 (礁體附著生物相、底棲生物群聚、魚類相、魚類群聚及魚類生物量評估)，但桃園竹圍及永安人工魚礁區的內容除包括前三者內容，亦包括魚類群聚歧異度、魚類生物量評估及食性調查，建議描述各礁區時，使用同樣的分項，建議採用竹圍和永安人工魚礁的分項，以使資訊呈現方式一致。另建議於此節最後，綜整三個礁區的聚魚效益評估(如包括主要魚種、生物量、魚類群聚歧異度等)。	謝謝委員寶貴意見；期末報告重新改寫，並以各項調查項目為主，個別探討四處人工魚礁區的調查分析結果。
	頁 114，二(一) 歷年漁獲量資料蒐集與處理，由於本計畫緣起於桃園海域開發案對漁業的可能影響，建議結果需有一部分分析西岸(淡水至嘉義)和桃園海域漁獲量(主要魚種)歷年變化趨勢的比較，或是西岸各縣市和桃園的比較。但目前結果似只描述西岸或全台，此雖包括桃園，但未進行西岸整體(或西岸各縣市)和桃園二者的差異比較與分析。此外，白姑魚類的結果篇幅高達 20 頁(頁 121~頁 140)，顯和其他魚種鯧魚(頁 120 只有 6 行)、黑棘鯛(頁 119 約有一頁)，所占篇幅差異很大，建議針對主要魚種的描述內容應一致，且重點地呈現其漁獲量及 CPUE 在西岸和桃園歷年(或季節性)變動情形，以符合本計畫工項要求。	感謝委員建議，本研究分析的魚種涵蓋不同漁業，包括刺網、拖網、圍網與一支釣等，分析上須考慮不同縣市漁業類型的差異，鯧魚(金鯧)原訂為期中後進度，將於期末報告加以呈現分析結果。有關漁獲量變動分析已包含全臺以及桃園海域，本研究各魚種皆呈現年別、季別間不同縣市的 CPUE 分布，以作為整體比較之基準，後續會加強此部分研究。
	頁 140，(二)標題為漁獲量變動資料蒐集與分析，但觀看內容為環境因子(海表鹽度、海表溫度	謝謝委員指正與建議，已進行標題修改。

	等)，是否修正標題為影響漁獲量變動之環境因子蒐集與分析，請予參考。	
	頁 146，(三) 近十年間漁獲組成和漁獲量與水文環境關係之分析，目前呈現烏魚、午仔魚和黑鯛三種魚和水文環境的關係。請問各魚種的漁獲資料係取台灣西岸，還是全台？依本計畫應係前者，但目前報告未交待資料係取西岸，建議補充加註。此外，對於烏魚和黑鯛，報告逕使用 GAM 模式分析關係，而午仔魚則先驗証 GAM、 BRT、MaxEnt 此三種模式在解釋環境因子與漁獲量變化之關係，再選擇最適合之模式。為何有此不同，是否有特別考量，請予補充。另建議於此節最後，綜整此三個魚種和水文環境關係分析的結果。	謝謝委員意見，烏魚、午仔魚和黑鯛三種魚為臺灣西岸最重要的經濟魚種，將於期末報告補充分析資料為臺灣西部海岸。本案所蒐集漁獲資料是臺灣西岸從新北到嘉義的統計年報並與全台的漁獲資料比較。本報告所使用 GAM、BRT、MaxEnt 三種模式的目的皆為解釋環境變數與漁獲量之間的關係，且根據 Dannouf et al. (2022)所描述，使用 BRT 的目的是提高單物種模型預測的性能和精度的技術，而環境因子影響變動分析方法，包括 GAM、BRT、MaxEnt，僅在模式解釋環境因子與漁獲量變化上有所差異之關係。本研究所蒐集漁獲資料充足，並能夠完整地解釋其關係，後續皆以棲地適合度作為分析預測，並將於期末報告補充說明綜整水文環境分析之結果。
	摘要內容，依修正後的期中報告內容作適度修正	謝謝委員建議。摘要內容之修正將會在期末報告中一併修改與呈現。
海洋委員會海洋保育署	海底底質條件是設置人工魚礁時所需考慮的重要因素之一，報告 P19 及 P47 均提及採用採泥器取樣以進行後續之底質分析，請說明採用 2 種(高雄科技大學、海洋大學)不同採泥器進行採樣之原因?並請補充其相關構造及原理。	海洋大學或一般學術單位所使用的採泥器為「艾克曼採泥器(Ekman dredge)」，採泥原理是(1)先將連接採樣器的鋼索，固定在絞盤上(2)將艾克曼採泥器之抓柄先固定於卡榫上，使採樣器之抓斗呈現開啟之狀態(3)將採樣器舉起，鬆開絞盤，自作業船之船緣垂直沉入水中(4)待採樣器沉至水體底部，將鋼索拉直，但不可將採樣器拉離底部，再沿鋼索送出信錘，觸動卡榫使採樣器之抓斗關閉(5)以絞盤將採樣器緩慢拉起，置於不銹鋼或鐵氟龍盤內，以虹吸管或輕輕倒出上層水後，緩慢將抓勺拉開，儘量避免樣品散落於盛裝容器外。採集樣本的重量有限，而且彈簧非常敏感，稍微碰撞或搖晃，隨即彈開關閉之抓斗，往往造成抓斗因提早關閉無法抓取泥

		沙而造成曠日廢時的作業，效率差。 高雄科技大學：使用自製式的採泥器原理相當簡單，是用繩索，連結一串鐵鍊(將採泥斗沉降於海底)，再連結採泥斗，採泥斗的頭端尖銳容易產土，採泥斗身體結構粗長，可以採到相當多的底質，對於採樣有相當的幫助。所以，本校使用的採泥器具有高效的採樣效果。
	P36，礁群位於水深 40M 左右，在此一深度，礁群投放迄今已 4 年多，通常周遭地形變遷與礁體豎立位置頃斜等現象，較可能是海潮流與礁體間長時間交互作用造成，颱風在近岸水淺處流況會較劇烈，但在此處影響應不大，有關礁體"…經由颱風強勁海流之後，預計將會掉落平坦海底"等相關文字敘述，建議再參考相關文獻後再確認。	謝謝委員建議。期末報搞以加上參考文獻，本文詞句來自於以下文獻：(1)王敏昌、劉毓興、陳靜怡、詹榮桂 (2004) 臺灣人工魚礁的效益評估。臺灣周邊海域人工魚礁區整體規劃研討會論文集。詹榮桂編。中央研究院生物多樣性研究中心。臺北。pp．77．94。(2)邵廣昭 (2004) 臺灣人工魚礁的理論與功能。臺灣周邊海域人工魚礁區整體規劃研討會論文集。詹榮桂編。中央研究院生物多樣性研究中心。臺北。pp. 1-31。
	P48，報告提及人工魚礁區內粒徑分布於 1mm～300μm 之間，佔底質 74%以上，經加總圖 37 中 1mm、600μm 及 300μm 等數字僅 71.87%，請再確認。另提到「中沙到黏土所佔比例都非常相近時，投放的礁體可能會沉陷，並為周邊細沙所埋沒。」，請補充相關文獻。	謝謝委員寶貴意見； 海底底質中，沙質大小粒徑依據美國材料和試驗學會(ASTM)標準粗沙的粒徑介於 1mm～600 μm，中沙粒徑介於 600 μm～180 μm，細沙粒徑介於 180 μm～90 μm，沙泥粒徑則<90 μm，粒徑大小的間隔的鑑定示呈現曲線變化，並非 10 進位或呈直線相關方式變化。 一般而言(經驗值，根據歷年調查，無文獻專門討論這點)，底質介於粗沙到中沙的海底，非常適合投放大型的魚礁，中沙到細沙，投放大型魚礁尚可，小型魚礁容易淤積沙泥，細沙以下，甚至到沙泥，不見億投放任何種礁體。粗沙以上或到石礫的底質，可考慮投放單體水泥礁或電桿礁，大型鋼鐵礁更好。鵝卵石或礁岩的海底底質也不建議投礁，礁體容易因放投放時碰撞破壞其結構。

	P49，有關流速東東北、東北北、西南南等文字，與報告其它地方寫法不一致，請酌修。	謝謝委員寶貴意見；已統一修正。
	P61，有關流速流向調查資料，除調查日期外，請補充調查時段及當日潮位變化圖。研究團隊是否可提供有關紅肉丫髻鮫整體性保育建議？	調查時段及當日潮位變化圖請參考中央氣象局所提供的潮汐表即可。本計畫每次出海測量前，皆已針對ADCP 進行過校正，無須再參考潮位變化。 有關紅肉丫髻鮫整體性保育建議，並非本調查主要項目，恕難建議。而且紅肉丫髻鮫為洄游性魚類，若游經人工於礁也是進行短暫的覓食洄游，甚少有長期棲息洄游於礁體周圍的紅肉丫髻鮫出現。因此，有關紅肉丫髻鮫保育方面建議直接請教中研院鄭明修教授。
行政院農業委員會漁業署	有關漁獲量分析部分：因本報告之目的是為了三接開發前置調查作業，但漁獲量分析是整個西部海海域，建議可進一步分析桃園海域並納入開發範圍，以掌握桃園市海域漁獲資源的變動及開發潛在影響。	感謝委員建議，有關各魚種漁獲量分析已包含全臺以及桃園海域，期以瞭解大環境海洋變動對照桃園海域開發範圍的分析，並掌握三接工程的潛在影響，後續將強化此部分研究。
	有關人工魚礁區聚魚效益分析部分：本報告主要針對聚魚效果進行分析，建議可加入經濟效益層面分析，如透過樣本船或與漁民進行訪談並蒐集漁獲資料，進一步得到人工魚礁區的資源量變動與經濟效益評估。	謝謝委員意見；本報告因執行期限關係，無法在短促的時間內進行，因此就經濟效益層面分析，本報告有加入本團隊曾於 100 年進行的「經濟效益層面分析」之問卷調查，其結果請參酌。
	有關潛水調查有發現魚礁覆網部分：建議於報告敘明覆網範圍、所在水深及 GPS 點位，後續可提供桃園市政府進行覆網清除工作，以利人工魚礁發揮聚魚的功能。	謝謝委員意見；已加入摘要表列於本文內容之前。
	有關不同結構的人工魚礁(鋼鐵礁、電線桿礁、水泥礁等)有不同聚魚效益部分：因魚礁區中包含不同種類礁體，建議可於本計畫分析不同類型魚礁的聚魚效益，後續可作為開發案中，將具有較佳聚魚效益魚礁結構納入基座之規劃設計。	謝謝委員意見；不同類型魚礁的聚魚效益，需長期的調查、收集資料研析才得以定論。目前國內歷年來投設的人工魚礁材質有水泥礁、電桿礁、船礁、軍艦礁及大型鋼鐵礁。扣除電桿礁、船礁及軍艦礁等三種是廢物利用的礁體，無法持續獲得以外，只剩水泥礁及大型鋼鐵

		礁是政府或廠商必須輔助經費來投放的礁體，單就底質而言，臺灣西部多泥沙底質，除非已大量堆疊方式投放，否則單體水泥礁再經歷10~20 年後很容易被泥沙埋沒，相對的鋼鐵礁不易被埋沒，但有斷裂破損的問題。因此建議就投礁的經濟效益方面：臺灣西部宜投放大型鋼鐵礁，而東部可以投放水泥礁或電桿礁(堆疊的話效果更好)。若一定要界定鋼鐵礁和水泥礁或電桿礁聚魚效益的話，投放初期，以鋼鐵礁聚魚效果最快，水泥礁或電桿礁較慢，所聚集的魚類種類也因地區、季節而異。唯最大差別就是就單體礁體而言，大型鋼鐵礁較優，但相對製作成本高，水泥礁隨然單體成本較低(連工帶投約 6,000～7,000 元)，但要達到一座鋼鐵礁的體積，就必須好幾十座甚至百座礁體堆疊在一起，才能達到效果。所以兩種礁體(鋼鐵礁與水泥礁)其實效益是相當的，因為比效益必須就各方面去考慮，可以肯定的是大型鋼鐵礁礁體較大，吊放作業較簡單，水泥礁為達到與大型鋼鐵礁同樣效益，必須堆疊投放，技術上有較高的難度。
桃園市政府	依據漁民反映於永安漁港南側海域之軟絲捕獲量有下滑趨勢，建議納入計畫進行漁獲量變動分析。	謝謝委員的指正，本研究後續如有機會，會加強此部分漁獲量的分析。
莊委員家欣	本計畫預計於 4 個人工魚礁區，完成各 2 次潛水調查，時間需間隔 3 個月以上，本次期中報告成果為苗栗白新、桃園竹圍及永安完成各 1 次，仍請調查團隊注意計畫期限內是否能完成 8 次之目標。	謝謝委員意見；皆已如期完成。
	年份須統一格式(西元或民國)。	謝謝委員意見，已進行報告內容之年份修正。
	新北市漁獲量明顯高於其他縣市，但是主要經濟魚種(包含烏魚、午仔、黑鯛、鯧科魚類及白	感謝委員意見，雖然整體漁獲量未有明顯差異，但可能需要進一步考量漁業別、時間別以空間別的漁業

	姑魚等) 之漁獲量卻沒有明顯差異，建議新增說明。	資源變動情況較為適宜，後續會加強此部分。
	有關主要經濟魚種(包含烏魚、午仔、黑鯛、鯧科魚類及白姑魚等)之漁獲量分析呈現方式略有不同，建請統一，如午仔、鯧科魚類及白姑魚缺少近十年各縣市漁獲量變動圖。	感謝委員建議，有關午仔、鯧科魚類及白姑魚分析部份，為配合漁獲資源時空分布變動，係利用派駐於各縣市港口訪查員針對作業漁船調查所得之漁獲查報資料及其作業航跡資料，資料日期為 2013 年至 2021 年，調查海域包含全臺以及桃園海域。另於期末報告補充近漁業統計年報之十年各縣市漁獲量變動圖。

陸、 期末報告審查意見

	審查意見	回覆說明
邵委員廣昭	魚礁一共調查了桃園三個地點和苗栗一個地點，調查的內容和項目多，包括礁體保存狀況，海底地形、地質、生物相、側掃聲納等多種方法來評估比較這四個礁區魚礁效果的優劣，未來要再投放魚礁的優先順序。期末報告的內容相當充實詳細，能夠在有限的經費下能夠做這麼多項目實屬不易。	謝謝委員的指導與肯定。由於本計畫團隊共同主持人曾於 107 年執行過由苗栗縣政府委託之「苗栗縣通霄鎮白新人工魚礁區大型鋼鐵人工魚礁第一期工程調查驗證工作」(劉，2018)。由於兩計畫調查期間隔不久，因此，地形與礁體定位所得結果理應相同，所以本白新海域海底地形測繪結果與當時投放的 6 個礁群(21 座)鋼鐵礁體位置(表 2)，主要是引自於此報告中。圖 6 中鋼鐵礁群(21 座鋼鐵礁)、圖 6～圖 19 中 6 個礁群鐵礁體位置，也是自於此報告中，除此之外，其他各項調查(如底棲生物附著等項目，本計畫皆重新調查過。
	據了解全台灣人工魚礁要潛水調查最難做的地方應該是淡水、桃園和新竹地區，主要是因為水質相當混濁，報告書中能夠拍到還不錯的水下照片也能夠羅列出礁區的魚類和底動物的名錄、豐度及換算為生物量，很不容易。但是這些水下調查的成果，除了海流之外其他的調查結果的圖表或內文都沒有寫調查的日期，應要補上。如果是引用前人的圖表資料也應註明出處，包括調查者的姓名等。	1.謝謝委員寶貴意見；水下攝影調查時間、人員已紀錄於報告中，所有攝影結果皆由本計畫團隊人員親自下水觀測得到。原成果報告期中部份照片(白新人工魚礁區)可能是誤植，經再次檢查後已經更正，並無引用以往報告出處。請參酌水下攝影錄影檔內容。白新人工魚礁區由於有 21 座鋼鐵礁礁體眾多，本計畫只調查 105M07、105M11、105M08 及 105M12 代表。 2.苗栗縣白新人工魚礁：第一次調查日期 111/03/07 (105M 07 & 105M11 鋼鐵礁)；第二次調查日期 111/06/18 (105M 08 & 105M12 鋼鐵礁) 3.桃園市竹圍人工魚礁：第一次調查日期 111/05/19、20(94B11 鋼鐵礁)；第二次調查日期 111/08/20(94B08 鋼鐵礁) 4.桃園市觀音人工魚礁：第一次調查日期 111/07/01(第一個潛水點)；第二次調查日期 111/10/10(第二個潛水點) 5.桃園市永安人工魚礁：第一次調查日期 111/04/22(99B11 鋼鐵礁)；第二次調查日期 111/07/23(98A14 鋼鐵

		礁)
	過去漁業署曾經有委託過中央研究院調查過桃園和苗栗地區的魚礁效果。所有的原始資料多建檔保存在台灣人工魚礁的資料庫裡面。本期末報告的資料格式，看來都和以前的一樣，故建議也可以提供本計劃的調查資料可以放入人工魚礁的資料庫裡面，可以對外公開。如果行有餘力也可以找出過去同一地點調查的資料來和現代的結果作比較，以便可以了解魚礁投放後長期的變化，是變好還是變壞和其原因。	謝謝委員寶貴意見，本報告 4 個礁區經與漁業署以往的報告比較顯示，除了白新人工魚礁區於 107 年有投放 6 個礁群(21 座)鋼鐵礁較新聚魚效果較好以外，觀音人工魚礁區由於無投放魚礁紀錄無法比較，其餘二區(永安及竹圍人工魚礁區)皆因為年代越來越遠，累積的覆網及泥沙覆蓋率皆相當大，因此與以往漁業署調查的結果比較是較差的，也就是說此兩處的魚礁區需要進行至少一次的覆網清除工作，才得以恢復以往聚魚效果。也就是說魚礁投放後長期的變化，是趨於變壞，主要原因是淤砂覆蓋、網具纏絡及礁體結構破損等。
	第 63 頁的圖 58 的魚類群聚類別相似度樹狀關係圖中有天然礁的類別，但不知這天然礁的位置在哪裡？是否有離開人工魚礁一段距離？最好有圖去標示天然礁和人工魚礁間的相對距離和位置，而且在竹圍的表 9 和表 10 中，只有看到鋼鐵礁和水泥礁兩個類別而已，並不是四個類別。	感謝委員意見，本報告原嘗試著與以往參與漁業署計畫的資料進行比對，所以在上一次的期末初稿中有天然礁相似度圖的資料，然而因為確實的天然礁資料座標是參與漁業署計畫的潛水人員所有，因此無法正確的圖示位置，且調查時間不同，因此，本報告更正只比對鋼鐵礁與其附近的電桿礁蝟集魚類相的相似度較，修正如本文所示。
	第 85 頁最後一段有提到「與其公告漁船在魚礁區禁止捕撈，不如公開讓漁民可以一支釣的方式進入釣魚」似乎和現有的法規不一致。現行法規應該是禁止網具漁業沒有禁止釣具漁業才對。	1.謝謝委員意見； 2.將上述字句刪除，並修正為：最後建議，未來由漁業署委託學術單位進行成熟體長的調查，釣到的魚體必須大於這些成熟體長以上，並且在傷口留下釣線，以示為使用釣具捕獲的新鮮漁獲。如此才能有效地及永續的利用魚礁區的魚類資源。
	第 86 頁的圖 86 全台和各縣市近沿海漁業年報的漁獲統計資料的趨勢圖只有 2011 到 2021 年十年間的趨勢變化，未能從第 12 頁圖 1 中過去最高峰的 1980 年代開始一直作到 2020 年的 40 年來看，有點可惜。因為更長期的資料才能看到減少的狀況相當嚴重。或許只要比較新北、桃園、新竹三個	感謝委員建議，長期來看漁獲量的確呈現相當明顯的下降趨勢，然而這段期間的沿岸開發、環境汙染、氣候變遷及漁撈產業規模萎縮等種種因素皆影響漁獲量的變動，近十年的漁獲量變動較能掌握這些因素的影響，建議往後能有更長期的漁業資源監控。

	縣市即可。後面的烏魚、馬鮫和黑鯛等的漁獲量變動图亦然。	
	本計劃同時有收集港口查報的資料、各地區漁會的漁業統計資料以及標本或作業日誌的資料，相當完整。後面再將這些資料去分析和水文環境之間的關係以及棲地適合度，做得很詳細和深入，但最後總是希望能夠看到這部分研究的結果要如何來應用和協助中油的三接施工期間環境影響評估工作。或是施工前和施工中的漁獲量的變化是否跟施工有關。	感謝委員意見，本研究工作主要成果即為應用和協助中油三接工程的環境影響評估，分析結果顯示近年施工前中期的漁獲量並未有明顯下降趨勢，雖然漁業資源在過去 30-40 年間長期間的下降，仍建議應有長期間的漁業資源監控規劃。
陳委員璋玲	本報告執行成果大致完成計畫各工項要求，分析方法及內容完整，予以高度肯定。	謝謝委員的意見與肯定。
	有關桃園及苗栗人工魚礁現況調查部分，頁 44，建議另以表摘要四處人工魚礁區之現況及本研究對礁區佈放之建議作法，以增加報告的可讀性。查團隊簡報以表呈現四處礁區現況，建議參考此表的作法，將表放入報告中。	謝謝委員寶貴意見。皆已將小結製成表寫入報告。
	有關聚魚效益部分，其中有一項調查四處礁區之沙埋、礁體位移，和覆網情形等（如頁 63, 74, 81），期於此研究結果較屬於人工魚礁現況的調查，是否將此結果併入人工魚礁現況章節，請團隊考量。此外，頁 81，綜結四處魚礁區之聚魚效益結果比較，建議亦以表摘要四處的調查結果。	謝謝委員寶貴意見。 1.有關聚魚效益：內涵、沙埋等現況，是依照工作計畫要求格式撰寫，先報告魚礁區基本資料(如地形海流等)後，再敘述魚礁聚魚現況，因此，暫不依委員要求改變報告敘述順序； 2.各小結皆已製表置於報告內
	有關漁獲量變動分析及其與水文環境變動關聯性部分，除收集各主要魚獲魚種漁獲量外，烏魚和黑鯛沒有調查 CPUE，但午仔魚、鯧魚、白姑魚類有調查 CPUE，是否有特別考量？此外，上述五大主漁獲魚種之漁獲量和 CPUE 變化情形，以及和水文環境的關聯性（如關聯性高的可能主要因子、適合的環境因子的範圍等），建議於此章節，增加小結，摘要說明主要研究結果。	感謝委員建議，本研究近十年間漁獲組成和量與水文環境關係之分析，皆針對五種主要魚種 CPUE 與水文環境因子進行分析。分析結果也顯示與水文環境的關聯性極高，已於修訂報告中增加主要適合的環境因子範圍等結論，以說明主要研究結果。

	(五) 此外，第 4 點研究成果和三接案對環境影響之間的可能關聯性，若合宜的話，建議團隊適度論述。例如，五大魚種漁獲量和 CPUE 呈季節性變動；另某魚種適合的環境因子及該因子範圍值（如水溫、水流速）的研究結果，建議團隊是否進一步論述三接案興建或營運後是否造成該等環境因子變化，若沒有，則顯示三接案對適合魚類的棲地環境因子影響不大，若有，也許可提持續調查之建議，以上僅供團隊參考。	感謝委員建議，本研究結果顯示，五大魚種之漁獲量和 CPUE 呈現明顯的季節性變動，與水文等環境因子有所關聯。而環境影響評估分析漁獲量變動時, 應考慮水溫、流速的影響，三接案興建或營運後不至於造成環境因子變化，但可能對當地海域適合魚類棲地造成影響，建議持續長期針對漁業資源變動加以調查，並可再一步分析比較，不同時間區間內的環境因子與漁獲量變動情況，作為評估三接工程對於棲地環境因子與漁獲量影響的參考依據。
黃委員將修	P.14 未來是否應完成至少一個完整的桃園市近海人工魚礁漲潮流和退潮流之流速流向分析，所得之資料和分析結果將能更精準的反映出桃園市魚礁區的潮流全貌。	謝謝委員寶貴的意見，由於本計畫是按照合約所要求內容進行，所以只能呈現如報告所示的內容。未來如需依照委員的建議，則應固定儀器進行一整年的測量才能得到潮流全貌。
	P.16 利用聲納儀器紀錄魚礁區漁場資源動態所反映的是偵測當時的漁場資源，不知白天、晚上(夜行性、日夜垂直遷移)或洄游性的魚群是否會造成差異？	謝謝委員寶貴的意見，由於本團隊曾進行過人工魚礁區的全天候(27小時)現場魚類資源調查，發現魚群在三個時段(早上日出前(約在早上 6 點左右)、中午漲退潮交換時間(平潮時)及下午日剛落後(約在晚上6點左右)，此三時段的聲納魚群量有顯著的大於其他時段，顯示此三個時段的魚會從礁體內游出來覓食，而此時所測得的魚群反射量會顯著比其他時段多。因此，本計畫的聲納測量皆在接近中午平潮前的一、二小時開始進行測量，以配合在平潮是魚群正好游出礁體覓食的時段來進行測量較為正確。
	三接工程的施工是否對人工魚礁會產生影響？萬一有影響，是否有具體改善的建議？	謝謝委員寶貴意見；三接工程位置主要在沿岸，而人工魚礁區離岸約 2 浬以上。三接工程的施工位置與人工魚礁位置相距至少 3 浬以上，內對於人工魚礁的影響甚小。(請參考圖 2 桃園縣三處人工魚礁區與中油公司初期供氣要徑工程位置分布圖)
廖委員經贈	現在的科技發展日新月異,天上的衛星越來越多,我想了解除了 VDR 之外如船舶的自動識別系統	感謝委員建議，VDR、AIS 或相關地理圖資系統，雖可提供可視化的船舶作業位置。然而，僅由漁船作業位

	(AIC),如 google 地圖之類的能否運用到漁獲量變動的分析上呢?或是可以開發出相對的應用系統,因為 VDR 是屬不對外公開的。	置並無法進行漁獲量變動分析，仍需結合漁船該航次漁獲資料，方能一併探討，請委員諒查。
	海裡的調查原本就比陸地上的困難多了,本計畫時程只有 1 年,只有 2 次 4 個點位,以計畫主旨所列來看,整個的內容顯的非常多元,若以看人工魚礁現況是否存在完好及外觀生物聚集的樣貌這種頻率應該是夠的,但若以人工魚礁對生態環境的影響如聚魚、生態復育、漁獲經濟效益、水文環境變動等等的調查其頻度就顯的太少。是否有可能開發出水下即時監測系統?仿生機械人?之類的協助研究調查。	謝謝委員寶貴意見；未來只要有經費的話，開發這些設備的設置應該沒問題。當然有仿生機械人協助研究調查更能呈現完整的內容。
黃委員秀娥	本研究選擇的 5 個魚種與桃園沿近海主要魚種有所差異。永安漁港漁船以 CTR 佔大多數，受限於漁船大小，主要作業海域以沿近海 3 海浬內為主要漁區，漁獲物種為季節性洄游物種如午仔、烏魚、白鯧等高經濟價值魚種。因此，未來如果能持續研究，希望能增加與當地有關之魚種加強研析，以幫助最近中油與永安漁港漁民爭議之解決。	感謝委員建議，本研究所選擇 5 個魚種，即為桃園沿近海主要的季節性漁獲，午仔、烏魚等魚種，長期間針對這些高經濟價值魚種進行監控，有助於中油三接開發與鄰近永安漁港漁民爭議之解決。
楊委員博丞	p12 ，「桃園，其海岸線狹長…。但因近年來海岸線侵蝕嚴重…。」，目前桃園海岸經研究團隊長期觀察，發現有侵淤互現現象，建議「海岸線侵蝕嚴重」調整成「海岸線侵淤互現」。	感謝委員建議，已於修訂報告中調整文字。
	p12，「圖 1、臺灣及桃園之沿近海漁業歷年漁獲生產量(桃園資料於 1996 年始有紀錄)。」建議標示引用來源。	感謝委員建議，已於修訂報告中修正。
	p12，「台灣於 1960 年代起，因受沿岸漁業資源衰退之影響，便已開始進行投放人工魚礁…」，建議標示引用來源。	謝謝委員寶貴意見；已標示。 邵等(2006),台灣人工魚礁發展的未來挑戰, 2006 年台灣人工魚礁未來發展國際論壇論文
	P14. 一、(一)、1.「…每個礁區潛水觀測間隔至少 2~3 個月(60~90	感謝委員意見，每個礁區潛水觀測「應該」間隔至少 2~3 個月(60~90

	天)以上。」，請確認本次方法觀測間隔至少為 2 個月? 還是 3 個月?	天)以上。」，本計畫觀測間隔是 3 個月以上。
	P72，(iii)「 …本魚礁區共調查到電桿礁及雙層式水泥礁2種魚礁，礁體空間結構差異並不大，調查時間也相距不到一個月，不過由於所記錄到的魚種偏少，因此無法進一步比較群聚差異性。」，上述調查時間相距不到一個月，與 P14 本次方法觀測間隔有差異，請確認。	感謝委員意見，由於此礁區(永安人工魚礁區)內含電桿礁、雙層式水泥礁及鋼鐵礁，且三種礁體各有一段距離，本計畫為完整呈現此礁區內人工魚礁現階段內容，所以在第一次的調查中，包括調查電桿礁及雙層式水泥礁。然而因為天候及海況關係，無法同一天同一次調查兩種礁體，故在不到一個月內進行兩種礁體的調查，其實應同屬於第一次的調查。
	P84，(4) 「….沈積物越厚，底棲生物的種類也越少…白新及永安魚礁區。由於台灣西部海底底質絕大部分是沙泥底，所以」 「底棲生物的覆蓋率與礁體類型之間並未顯現出相關性；對大多數的礁型而言…」，上述兩段文字編排有誤，請確認。	感謝委員指正，已修正文字編排。
	P86，(一)、1「…但自 2015-2021 年間，則下降至 1300-2000 公噸之間…」，上述 1300-2000 公噸之千分號未填，請確認本報告標示統一。	感謝委員建議，已確認報告中統一千分號標示。
	因當地民眾及社會脈動仍注重新建設物造成之影響，本次案件未看到針對觀塘第三接收站棧橋、臨時棧橋等落墩處的調查，因棧橋落墩處或臨時棧橋打樁處部分已有數年之久，可能也會有人工魚礁聚魚及生物附著之情事發生，建議日後若有相關調查時，可將其納入調查。	感謝委員之建議。未來如果有進一步的調查或監測分析，將考慮納入調查。
黃委員志堅	針對近期漁民反對三接議題，主要訴求是因為三接導致漁獲量減少，本報告針對環境因子(包括海流、溫度、鹽度等)與漁獲量的變化有提出初步成果，建議針對漁獲量是否為季節性變化，或者是因為環境大尺度的變化導致漁獲量有所變化，可以提出更多的論述。	感謝委員建議，本報告針對環境因子與漁獲量變化提出初步成果，顯示主要經濟魚種漁獲量具有明顯季節性變化，然而漁民所訴求漁獲量下降應與整體大環境的變化有所相關，已於修訂報告加以補充說明。

	報告提到覆網嚴重，其定義為何?建議應補充說明。	感謝委員建議，覆網是否嚴重是指由潛水人員進行攝影與目視觀察時，礁體被網具纏絡到已經嚴重到魚群無法靠近或是在礁體附近蜎集的魚類相當稀少的程度。並非是指類似包覆得像木乃伊那樣的情形。
	5 種主要經濟魚種是否都為洄游性物種，其季節性差別為何，建議應補充說明。	感謝委員建議，午仔、烏魚屬於冬季的重要經濟魚種，黑鯛漁獲量亦於冬季較高，但與布氏鯧鰺及白姑魚皆屬常年可漁獲魚種，已於修訂報告加以補充說明。
	目前魚探機針對不同魚種仍無法進行辨識，是否能增加相關參考文獻，新增簡單的背景文獻蒐集及說明。	感謝委員之建議。已經增加在參考文獻中。請參閱參考文獻部份。
	魚礁的聚魚效益評比是否有標準？怎樣算良好？底棲生物覆蓋率計算方式為何？補充說明採樣情形及範圍。	感謝委員意見，魚礁的聚魚效益評比目前並沒一套標準，由於聚魚效益可以使用(1)現場漁撈作業所得的單位努力漁獲量(cpue)來比較；也可使用(2)科學魚探測得到的現場後方體積強度比較也可使用(3)現場依經驗潛水目視觀察；也有學者使用投礁後附近的單位努力漁獲量增加變化來比較。所以評比並未有一套標準。怎樣算良好？應該是指不同材質的礁體所蜎集的經濟性魚種及數量多寡而言，因為投放人工魚礁的本意本來就是要培育魚類資源，最終是漁民能永續的利用此項魚類資源，所以聚魚效益的良好與否，是指與其他各類型的礁體及天然礁附近採樣所得的魚類種類與數量的多寡比較的結果而言。底棲生物覆蓋率計算方式為何：是以一個 1x1m^2 的方框(使用塑膠管組合而成)潛水到人工魚礁體附近，隨機選擇一區，觀察在框內底棲生物有多少種及數量，然後除以觀察次數及觀察所得的總種類數量。
	報告中流速流向只有兩次季節的成果，是否有四季的相關資料？	感謝委員意見，由於本計畫工作內容並未規定要測量四季的流速流向資料，因此無法呈現。2.然人工魚礁區流速流向的調查主要目的是想要了解在隨機採樣下的海流變化是否

		有極大或極小值的變動，以做出是否建議在投放礁體的建議。與季節較無關性。
	應於前面章節補充本次調查魚礁的範圍與三接的距離，並於報告圖中新增三接位置圖，以利檢視其尺度關係。	感謝委員之建議。已經增加在本報告的圖 2 中。請參閱。
	P26 表 1、苗栗白新魚礁側掃結果摘要，其他魚礁調查結果卻沒有看到同一表格摘要，建議應補充其他三個人工魚礁區，並加註調查時間。	感謝委員之建議。各礁區的礁體已有摘要表列，但主要是以鋼鐵礁現況為主。
	(九) 調查時間、調查人員、引用來源皆應明確註明。	調查時間、調查人員、引用來源皆已應明確註明。
行政院農業委員會漁業署	各礁區之礁體覆網情形，研究單位已有列表敘明，但建議可否將覆網佔該礁體比例計算出來，以利桃園市政府後續辦理覆網清除時可以排定優先順序。	感謝委員之建議，各礁區之礁體覆網情形，大約(以潛水目視概估)大約皆佔該礁體比例的 30％～40%％間。
	本計畫建議可以長期進行調查，不僅可以提供桃園市政府對所轄海域漁業進行施政參考，同時建立中油公司的企業正面形象，也為未來在桃園地區後續開發相關事務，提供最完善的基礎資料。	謝謝委員的意見與肯定。
天然氣事業部	海大針對四個魚礁區於研究報告提出許多結論與建議，可供漁政單位或相關執法機關參考(設置海上箱網養殖區、當地漁會經營、組織巡察隊、養殖班等等)，予以肯定。	謝謝委員的指導與肯定。
	漁業資源(產值、海域養殖現況、漁民作業型態結構、漁船類別、數量、漁場分布、魚苗產量、經濟魚種捕獲量及價值)已列入三接施工及營運期間監測項目(15km 範圍，每季 1 次)，未來仍將持續監測及關注。	謝謝委員寶貴意見。
	結論 p.9 氣候變遷對漁業資源具有一定的影響(聖嬰或反聖嬰現象等)，是否能增加討論三接案之影響為何？	感謝委員意見，氣候變遷對漁業資源的確具有一定的影響程度，但屬於長期的影響變動，與沿岸開發，如三接案的興建營運，皆可能對當地海域生態與魚類棲地造成影響，建議長期持續針對漁業資源變動加以

		調查監控。已於修訂報告加以補充說明。
環境保護與生態保育處	本次工作項目就 4 個礁區，須完成 8 次潛水調查，且需間隔至少 2~3 個月，惟報告並未呈現 2 次潛水調查結果之比較，建議應補充調查日期及調查結果，並說明 2 次調查之差異。	感謝委員之建議，各礁區的潛水調查調查日期皆已在報告中呈現，並標示有當時的潛水人員，以示負責。2 次調查之差異也敘述於報告中。另外，每礁區 2 次潛水日期皆超過 3 個月。
	聚魚效益針對不同大小或類型(鋼鐵礁或水泥礁)是否能標準化，才可針對不同地區的聚魚效益做比較。	感謝委員意見，聚魚效益針對不同大小或類型(鋼鐵礁或水泥礁)標準化作法是可行的，然目前學界並未有一套標準。
	人工魚礁覆網的情形，是否能提供座標、深度以及覆網面積，以利後續者主管機關作為清除覆網之依據。	感謝委員之建議。本報告已經將本次調查的鋼鐵礁位置表列在表 3.18～3.20 請參閱。
	聚魚效益評估分析的「魚類生物量評估」部分，白新(p.52)、竹圍(p.63)、永安(p.72)、觀音(p.79)的生物量評估數字，和表 4、表 9、表 13、表 18 的估算魚類總重量數字無法吻合，且和 p.85 綜合比較討論中的數字亦不同。	感謝委員之建議。部份錯誤的計算值已經更正。
	P.85 綜合討論中，有關鋼鐵礁、水泥礁聚魚效果的優劣論述，不應將 4 個區域的魚礁一起比較，4 個區域的魚礁在礁體新舊、完整度、覆網情形及所在位置等皆有差異，都會對聚魚效果造成影響，建議是否能針對不同大小或類型(鋼鐵礁或水泥礁)標準化，才可對不同地區的聚魚效益做比較分析。	感謝委員之建議。本計畫重點集中在礁體覆網調查，聚魚效果的效益確實誠如委員所述，應該要標準化後再進行比較。然標準化魚礁聚魚效益關係到各種礁體覆網前後的變化，目前由於本計畫潛水調查只有 2 次，並未能確實掌握礁區內現有各種類礁體何時開始覆網，也無法調查的覆網清除後的效果，因此，建議未來斯項調查能否進行長年每個月固定調查，如此便能清楚掌握在覆網前後的聚魚效果，並進行標準化的比較。
	P.83 圖 85，所分析 Sv 值是否有在分析時排除掉魚礁體的部分？若沒有的話，魚礁體的反射強度遠大於生物體的反射強度，整體分析會造成數值上的偏差。	感謝委員之建議與提醒。分析 Sv 值所使用的軟體(Echo-view)，在分析時本來就必須海底及魚礁體的部分，因為海底及魚礁體的部分強度與魚體(群)反射強度差異甚巨。若沒有的話，當然會因為魚礁體的反射強度遠大於生物體的反射強度，整體分析會造成數值上的偏差。

	桃園沿近海漁獲量變動分析及水文環境變動關聯性的部分，各重要魚種的分析方法、圖表應一致，以利比較。另除全臺灣的資料分析外，應多強調桃園沿岸區域資料的分析，並加強探討桃園區域相較於全臺灣漁獲量變動的論述。	感謝委員建議，本研究所分析魚種，其主要利用漁業有所差異，如午仔、布氏鯧鰺主要為刺網所漁獲，而白姑魚則為拖網的主要漁獲物，資料與環境因子的分析方法亦有所差異，本報告將盡量統一漁業別與分析方法的呈現方式。桃園沿岸與西部其他縣市的漁獲量變動分析於圖表中加以呈現，同時於修訂報告中加強探討桃園區域相對西部海域漁獲量變動等相關論述。

柒、 參考文獻

1. Abdul Azeez, P., Raman, M., Rohit, P., Shenoy, L., Jaiswar, A. K., Mohammed Koya, K. and Damodaran, D. (2021). Predicting potential fishing grounds of ribbonfish (*Trichiurus lepturus*) in the north-eastern Arabian Sea, using remote sensing data. International Journal of Remote Sensing, 42(1), 322-342.

2. Abu Hena, M. K., Idris, M. H., Wong, S. K. and Kibria, M. M. (2011). Growth and survival of Indian salmon Eleutheronema tetradactylum (Shaw, 1804) in brackish water pond. Journal of Fisheries and Aquatic Science, 6(4), 479-484.

3. Akaike H (1973) Maximum likelihood identification of Gaussian autoregressive moving average models. Biometrika, 60(2): 255-265.

4. Alvarez-Berastegui, D., Ciannelli, L., Aparicio-Gonzalez, A., Reglero, P., Hidalgo, M., López-Jurado, J. L., Tintoré, J. and Alemany, F. (2014). Spatial scale, means and gradients of hydrographic variables define pelagic seascapes of bluefin and bullet tuna spawning distribution. PloS one, 9(10), e109338.

5. Alvarez-Berastegui, D., Hidalgo, M., Tugores, M. P., Reglero, P., Aparicio-González, A., Ciannelli, L., Juza, M., Mourre, B., Pascual, A., López-Jurado, J. L., García, A., Rodríguez, J. M., Tintoré, J. and Alemany, F. (2016). Pelagic seascape ecology for operational fisheries oceanography: modelling and predicting spawning distribution of Atlantic bluefin tuna in Western Mediterranean. ICES Journal of Marine Science, 73(7), 1851-1862.

6. Ayers, J. M. and Lozier, M. S. (2010). Physical controls on the seasonal migration of the North Pacific transition zone chlorophyll front. Journal of Geophysical Research: Oceans, 115, C05001.

7. Chang YJ, Sun CL, Chen Yong, Yeh SZ, Dinardo G (2012) Habitat suitability analysis and identification of potential fishing grounds for swordfish, Xiphias gladius, in the South Atlantic Ocean. International Journal of Remote Sensing, 33(23): 7523-7541.

8. Chao, N. L., Chang, C. W., Chen, M. H., Guo, C. C., Lin, B. A., Liou, Y. Y., & Liu, M. (2019). Johnius taiwanensis, a new species of Sciaenidae from the Taiwan Strait, with a key to Johnius species from Chinese waters. Zootaxa, 4651(2), 259-270.

9. Chao, N. L., Frédou, F. L., Haimovici, M., Peres, M. B., Polidoro, B., Raseira, M., & Carpenter, K. (2015). A popular and potentially sustainable fishery resource under pressure–extinction risk and conservation of Brazilian Sciaenidae (Teleostei: Perciformes). Global Ecology and Conservation, 4, 117-126.

10. Ehrenberg, J. E. (1983a). A review of in insitu target strength estimation techniques. FAG Fish. Rep. (300), 85-90.

11. Falca˜o M., Santos M. N., Vicente M., Monteiro C. C. (2007). Biogeochemical processes and nutrient cycling within an artificial reef off Southern Portugal, Marine Environmental Research (63), 429–444.

12. Foote, K. G., Knudsen, Hans Petter and Korneliussen, Rolf, J. (1991). Postprocessing system for echo sounder data. J. Acoust. Soc. Am. 90m, 37-47. https://doi.org/10.1121/1.401261

13. Geronimo, R. C., Franklin, E. C., Brainard, R. E., Elvidge, C. D., Santos, M. D., Venegas, R. and Mora, C. (2018). Mapping fishing activities and suitable fishing grounds using nighttime satellite images and maximum entropy modelling. Remote Sensing, 10(10), 1604.

14. Jan RQ, Liu YH, Chen CY, Wang MC, Song GS, Lin HC, Shao KT (2003). Effects of pile size of artificial reefs on the standing stocks of fishes. Fisheries Research 63: 327-337.

15. Johannson, K. A. and Mitson, R. B. (1983). Fisheries acoustics. A practical manual for aquatic biomass estimation, FAG Fish. Tech. PAP., 240, 1-249.

16. Jolly, G. M. and Hampton, I. (1990). A Stratified Random Transect Design for Acoustic Surveys of Fish Stocks. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47, 1282-1291. https://doi.org/10.1139/f90-147

17. Kirkegaard, K., Aglen, A., Degnbol, P. and Hagstrom, O. (1989). Report on the Herring acoustic surveys in the North Sea, Skagerrak, and Kattegat during summer 1988. ICES CM 1989/H:37.

18. Lee, H. T., Huang, B. Q., & Liao, C. H. (2022). Functional Adaptation of Vocalization Revealed by Morphological and Histochemical Characteristics of Sonic Muscles in Blackmouth Croaker (*Atrobucca nibe*). Biology, 11(3), 438.

19. Lin, Y. C., Chiu, K. H., Shiea, J., Huang, H. W., & Mok, H. K. (2011). Seasonal changes in atrophy-associated proteins of the sonic muscle in the big-snout croaker, Johnius macrorhynus (Pisces, Sciaenidae), identified by using a proteomic approach. Fish physiology and biochemistry, 37(4), 977-991.

20. Lin, Y. C., Mok, H. K., & Huang, B. Q. (2007). Sound characteristics of big-snout croaker, Johnius macrorhynus (*Sciaenidae*). The Journal of the Acoustical Society of America, 121(1), 586-593.

21. Liou, Y. Y. (2016). Taxonomic revision of Taiwan Sciaenidae with a note on seasonal variation along Yun-Lin coast (Doctoral dissertation, NSYSU).

22. Lo, P. C., Liu, S. H., Chao, N. L., Nunoo, F. K., Mok, H. K., & Chen, W. J. (2015). A multi-gene dataset reveals a tropical New World origin and Early Miocene diversification of croakers (Perciformes: Sciaenidae). Molecular Phylogenetics and Evolution, 88, 132-143.

23. Maclennan, D. N. (1990). Acoustical measurement of fish abundance. J. Acoust. Soc. Am. 87(1), 1-15. https://doi.org/10.1121/1.399285

24. MacLennan, D. N. and MacKenzie, I. G. (1988). Precision of Acoustic Fish Stock Estimates. Can. J. Fish. Aquat, Sci. 45, 605-616. https://doi.org/10.1139/f88-074

25. MacLennan, D. N. and Simmonds, E. J. (1992). Fisheries Acoustics. Champman & Hall. 164-200.

26. March, E. and Petitgas, P. (1993), Precision of acoustic fish abundance estimates: separating the number of schools from the biomass In schools. Aquatic Living Resources, 6, 211-219. https://doi.org/10.1051/alr:1993022

27. Masse, J., Koutsikopoulos, C. and Patty, W. (1996). The structure and spatial distribution of pelagic fish schools in multispecies cluster s : an acoustic study. ICES Journal of Marine Science, 53, 155-160. https://doi.org/10.1006/jmsc.1996.0016

28. Mok, H. K., Yu, H. Y., Ueng, J. P., & Wei, R. C. (2009). Characterization of sounds of the

blackspotted croaker Protonibea diacanthus (Sciaenidae) and localization of its spawning sites in estuarine coastal waters of Taiwan. Zool. Stud, 48(3), 325-333.

29. Mugo R, Saitoh SI, Nihira A, Kuroyama T (2010). Habitat characteristics of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in the western North Pacific: a remote sensing perspective. Fisheries Oceanography, 19(5): 382-396.

30. Nakamura M (1985) Evolution of artificial fishing reef concepts in Japan. Bulletin of Marine Science 37, 271-278.

31. Nakamura Y, Kawasaki H, Sano M (2007). Experimental analysis of recruitment patterns of coral reef fishes in seagrass beds: Effects of substrate type, shape, and rigidity, Estuarine, Coastal and Shelf Science 71, 559-568

32. Nelson, J. S. "Fishes of the world. John Wiley and Sons." Inc., Hoboken, New Jersey (2006).

33. Perkol-Finkel S, Benayahu Y. (2007). Differential recruitment of benthic communities on neighboring artificial and natural reefs, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 340 (2007) 25–39

34. Porteiro, C., Carrera, P. and Miquel, J. (1996). Analysis of Spanish acoustic surveys for sardine, 1991-1993: abundance estimates and inter-annual variability. ICES Journal of Marine Science, 53, 429-433. https://doi.org/10.1006/jmsc.1996.0060

35. Rule MJ, Smith SDA (2007). Depth-associated patterns in the development of benthic assemblages on artificial substrata deployed on shallow, subtropical reefs, J. Experimental Marine Biology and Ecology 345 (2007) 38–51

36. Seaman W Jr. (Eds.) (2000). Artificial Reef Evaluation: with application to natural marine habitats. CRC Press, Boca Raton, London, New York Washington, D. C., 246 pp.

37. Simrad EK500, Scientific Echo sounder. (1998). Operator manual, Base version. A Kongsberg Company.

38. Solanki, H. U., Dwivedi, R. M., Nayak, S. R., Gulati, D. K., John, M. E. and Somvanshi, V. S. (2003). Potential Fishing Zones (PFZ) forecast using satellite data derived biological and physical processes. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 31(2), 67-69.

39. Sossoukpe, E., Nunoo, F. K. E., Ofori-Danson, P. K., Fiogbe, E. D., & Dankwa, H. R. (2013). Growth and mortality parameters of P. senegalensis and P. typus (Sciaenidae) in nearshore waters of Benin (West Africa) and their implications for management and conservation. Fisheries Research, 137, 71-80.

40. Spanier E (2000). Artificial reefs off the Mediterranean coast of Israel In- AC Jensen et al. (Eds.), Artificial reefs in European seas, Kluwer Academic Publishers, Britain, pp. 1-19.

41. Thompson, Charles H. and Love, Richard H. (1996). Determination of fish size distribution and areal densities using broadband low-frequency measurements. ICES Journal of Marine Science, 53, 197-201. https://doi.org/10.1006/jmsc.1996.0022

42. Zakharia, M. E., Magand, F., Hetroit, F. and Diner, N. (1996). Wideband sounder for fish species identification at sea. ICES Journal of Marine Science, 53, 203-208.

https://doi.org/10.1006/jmsc.1996.0023

43. 王敏昌、劉毓興、陳靜怡、詹榮桂 (2004) 臺灣人工魚礁的效益評估。臺灣周邊海域人工魚礁區整體規劃研討會論文集。詹榮桂編。中央研究院生物多樣性研究中心。臺北。pp. 77-94。

44. 田文敏 (2004) 臺灣人工魚礁工程技術的發展。臺灣周邊海域人工魚礁區整體規劃研討會論文集。詹榮桂編。中央研究院生物多樣性研究中心。臺北。pp. 55-76。

45. 田文敏、方力行、李展榮、羅文增、歐榮昌、林佳瑋、劉銘欽、周偉融、何俊忠、李財富、陳益惠 (2000) 人工魚礁效益評估(南區)。行政院農業委員會漁業署主管委託(補助)計畫執行成果報告。139 頁。

46. 田文敏、方力行、李展榮、羅文增、歐榮昌、林佳瑋、顏世濱、劉銘欽、周偉融、何俊忠 (2001) 人工魚礁效益評估(西南區)。行政院農業委員會漁業署主管委託(補助)計畫執行成果報告。122 頁。

47. 李展榮、楊清閩、樊同雲、方力行 (2004) 臺灣人工魚礁區的經營與管理。臺灣周邊海域人工魚礁區整體規劃研討會論文集。詹榮桂編。中央研究院生物多樣性研究中心。臺北。pp. 115-128。

48. 邵廣昭 (2004) 臺灣人工魚礁的理論與功能。臺灣周邊海域人工魚礁區整體規劃研討會論文集。詹榮桂編。中央研究院生物多樣性研究中心。臺北。pp. 1-31。

49. 邵廣昭 (2004) 臺灣人工魚礁的埋論與功能。臺灣周邊海域人工魚礁區整體規劃研討會論文集。詹榮桂編。中央研究院生物多樣性研究中心。臺北。pp. 1-31

50. 張永達（2004）沿近海漁業永續發展—人工魚礁區動態監測，九十三年度行政院農委會漁業署農業農業發展計畫成果報告，中華民國自然與生態攝影學會。227 pp.

51. 莊慶達、張崑雄、謝寬永、丘臺生、鄭火元、詹榮桂、王敏昌、吳龍靜 (2008)制定人工魚礁投設標準作業程序工作計畫。行政院農業委員會漁業署九十六年度委託計畫期末報告，國立臺灣海洋大學。114 頁。

52. 陳俊德、吳秀賢、黃郁哲、李彥毅、蔣依依、曾文正、蘇冬冬、蕭詠峰、陳黃谷、蔡嘉明 (2001) 人工魚礁區效益評估(北區)。行政院農業委員會漁業署九十年度主管委託計畫研究報告。63 頁。

53. 陳俊德、謝寬永、吳秀賢、黃娟娟 (2000) 人工魚礁區效益評估(北區)。行政院農業委員會漁業署主管委託計畫執行成果報告。49 頁。

54. 陳哲聰、詹榮桂、戴昌鳳、劉仁銘 (2008) 屏東及臺東海域人工魚郊區調查評估工作。行政院農業委員會漁業署漁業發展九十六年度計畫期末報告。國立高雄海洋科技大學。609 頁。

55. 詹榮桂、王敏昌 (2004) 臺灣周邊海域人工魚礁區的規劃構想。臺灣周邊海域人工魚礁區整體規劃研討會論文集。詹榮桂編。中央研究院生物多樣性研究中心。臺北。pp. 5-114。

56. 詹榮桂、王敏昌、林宏誠、劉毓興、陳靜怡、宋大崴、何政擇、邵奕達 (2003) 臺灣周邊海

域人工魚礁區之整體規劃。行政院農業委員會漁業署委託計畫執行報告。186 頁。

57. 詹榮桂、劉仁銘 (2009) 人工魚礁漁業效益調查研究（期末報告）。中央研究院生物多樣性研究中心，286 頁。

58. 詹榮桂、劉仁銘 (2010) 人工魚礁漁業效益及可行性評估(期末報告)。中央研究院生物多樣性研究中心，235 頁。

59. 潘建宏 (2005) 沿近海漁業永續發展—人工魚礁區動態監測，九十四年度行政院農委會漁業署農業農業發展計畫成果報告，中華民國自然與生態攝影學會。276 pp.

60. 鄭利榮、邱萬敦、陳朝清、吳金鎮、郭秋村、蔡光照、林坤龍、王振培、王啟銘、陳俊德、黃將修、蔡嘉明、朱永盛、葉建成 (2002) 人工魚礁效益調查及可行性評估。行政院農業委員會漁業署九十一年度委辦計畫研究報告(成果報告書)。245 頁。

61. 謝大文、王茂城 (2004) 臺灣人工魚礁的演進及未來展望。臺灣周邊海域人工魚礁區整體規劃研討會論文集。詹榮桂編。中央研究院生物多樣性研究申心。臺北。pp. 129-156。

62. 蘇偉成、林俊辰、吳龍靜 (2004) 臺灣人工浮魚礁設礁技術的演進。臺灣周邊海域人工魚礁區整體規劃研討會論文集。詹榮桂編。申央研究院生物多樣性研究中心。臺北。pp. 32-54。

63. 劉仁銘 (2018) 苗栗縣通霄鎮白新人工魚礁區大型鋼鐵人工魚礁第一期工程調查驗證工作(成果報告)。國立高雄科技大學，212 頁。

附錄

人工魚礁效益調查及可行性評估研究問卷分析結果

參考行政院農業委員會 100 年度科技計畫研究報告
計畫名稱：人工魚礁漁業效益調查及可行性評估
計畫編號：100 農科-8.5.2-漁-F1(1)

附錄一、人工魚礁效益調查及可行性評估研究問卷

為改善傳統漁場呈現老化與漁業資源日益萎縮的現象，自民國 63 年起，各地方縣市政府在行政院農業委員會漁業署經費補助下，在全臺各周邊海域開始大量投設各類型人工魚礁。如今將近 40 年了，人工魚礁的設置是否如當初預期能達到培育資源增加漁產量之目的，成為一種積極培育漁業資源相當有效的方法，至今未針對產、官、學三方面進行全方面的調查，因此也遲遲無法由民眾客觀的、實際的體驗與觀感中，提出有力的科學證據，以辨明人工魚礁的設置之利弊。

為執行「行政院農業委員會漁業署主管科技計畫 100 年度細部計畫」之「人工魚礁漁業效益調查及可行性評估研究」子計畫內容，以瞭解產、官及學界對目前政府所投放的人工魚礁及其效益之認知與建議，於本(100)年度計畫執行初期，設計一份有關人工魚礁漁業效益調查問卷(圖 3.4.1.1)，以不記名勾選方式，透過漁業署將問卷發放給產官學界，希冀由各界人士的填答結果，來瞭解目前各界對政府人工魚礁投放後的效果之看法，以作為日後的施政策略的參考。

本問卷的設計初期假設是所有受試者在回答本問卷中各問項時，是秉持著客觀、公平、公正及不偏頗的狀態下回答本問卷的各個問項。根據問卷(questionnaire)分析法則，本問卷採李克特(Likert scale) 5 分量表方式來設計，也就是說問卷中的每一題問項(題)，以「非常不同意」、「不同意」、「沒意見」、「同意」、「非常同意」等 5 種答案來作答，而無論受試者勾選「非常不同意」或「非常同意」，至少給定 1~5 間不等的分數點(point)，這些分數點僅代表受試者對於該題項的看法，用來作為後續統計分析用，並不是用來評論受試者的成積。

考慮受試者針對本問卷調查回答內容的耐性與真實性，本問卷總共設計 45 個封閉式的問項及 4 個開放式的問項，也就是說 45 題是由受試者從「非常不同意」到「非常同意」等 5 種答案中來選取 1 個心中認為最為恰當的答案作答，另外 4 個開放式的問項，主要是希望由受試者對人工魚礁的經驗，提供相關的建議與需要改進的事項，以便建議漁業署日後在投放人工魚礁時之參考及訂定有關魚礁策略時應注意到的建議。

1. 問卷製作的方法與流程

首先收集本次問卷調查所需的相關文獻與資料，以建立本次調查的理論基礎與目的，然後開始編擬及修訂問卷的初稿（附錄圖 1.1），問卷的問項(題目)主要針對：

(1) 資源培育、生態效益與漁業效益
(2) 觀光旅遊與教育宣導

(3) 礁型樣態與工程技術
(4) 服務專業與政風廉潔。

等 4 個層面(方面)進行問項的設計，為達到客觀隨機的採樣目的，上述 4 個層面問項的設計及安排並不排列在相鄰的題號之間，而是預先建立 4 個層面內容，再隨意的依這些層面設計題項，所以同一類層面的問項不一定會在相鄰的題項間，以免受試者在勾選答案時，受到太多類似的題項的干擾，而影響內心思考的正確的答案。

由於設計問卷者無法確認各個問項是否適合作為最後正式問卷的問項，因此當初稿設計好後，隨即應進行「問卷的預試」工作。此分成兩部份同時進行，第一部份即將問卷初稿隨機選取一部份的受試者來勾選問卷的初稿，然後將勾選的結果進行項目分析，以確認初稿中那些問項是必須刪除的，倘若某一問項經由項目分析的結果顯示，是必須被刪除的話，即表示該題項的內容，無法讓受試者完成理解或是因為辭意不達而讓受試者無法勾選適當的答案。項目分析的主要目的在於檢核編製之問卷(問卷)或測驗個別題項適切或可靠程度，其和信度考驗的差異，在於信度考驗是檢核整份問卷或包含數個題項之層面或構念可靠程度。預試問卷施測完後，除進行預試問卷項目分析外，還要進行問卷的效度考驗及信度檢定，以作為編製正式問卷的依據。在項目分析的考驗方面就是探究高低分的受試者在每個題項的差異比較或進行題項間同質性檢核，根據項目分析結果可作為個別題項篩選或修改的依據。

項目分析的判別指標中，常用的方法目前來講，總共有 6 種，分別是：

1. 極端組比較法—即使用獨立樣本 t 檢定所得到的 t 值作為臨界比值(critical ration，CR 值)，若該問項的 t 值≥3.00 以上，達到顯著差異的話即留下，未達到顯著差異的題項則應刪除。

2. 題項與總分相關—題項與總分相關法—即使用 Pearson 相關係數作為判斷依據，若 Pearson 相關係數≥0.400 以上，達到顯著差異的題項留下，未達到顯著差異的題項刪除。

3. 題項與總分相關—校正題項與總分相關法—即使用 Pearson 相關係數作為判斷依據，若 Pearson 相關係數≥0.400 以上，達到顯著差異的題項留下，未達到顯著差異的題項刪除。

4. 同質性檢驗—題項刪除後的 Cronbachα 係數法—即使用 Cronbachα 係數(又稱為內部一致性 α 係數)作為判斷依據，若某題項刪除後的內部一致性係數小於 Cronbach α 值，即表示該題項相當重要必須留下，反之(若大於 Cronbachα 值)則表示題項並不當重要而應予以刪除。

5. 同質性檢驗—共同性法—即使用主成分分析抽取「共同性萃取值」，若共同性萃取值≥0.200 以上，表示測得之行為或心理特質的共同因素與題項的關係密切，該題項應保留，反之若題項的共同值愈小，表示題項與共同因素間的關係愈弱，可考慮刪除。

6. 同質性檢驗—因素負荷量法—即使用主成分分析抽取 1 個「共同因素」，此共同因素的特徵值(eigen value)必須大於 1，就其成份矩陣(Component Matrix)中的「因素負荷量」為判斷依據，若該題項的因素負荷量值愈大，表示題項與共同因素間的關係愈密切，一般在進行項目分析時，若題項的因素負荷量值≥0.45 以上，顯示該題

項可留下，反之則表示題項應予以刪除。

問卷預試工作要同時進行的第二部份是將問卷初稿直接交給專家（人工魚礁方面的專家），就初稿中的每一題問項以：(1)保留、(2)內容稍作修正後保留及(3)直接刪除等 3 個選項，勾選出決定該題項是否要保留或刪除，以決定整份問卷到最後那些題項可以保留，而那些是必須刪除的。此法的缺點是專家容易因其專業知識與認知，而作出過於主觀的判斷，但倘若專家的評審是超然公平的，那麼其所作出刪題的結果，應該和直接拿給預試受試者勾選，再經由項目分析後的結果，是呈一致的，也就是說，不管是專家的研判(主觀的)或是受試者的勾選(客觀的)，兩者最後所決定的刪減題項數及題項是相同的。

根據上述項目分析及專家審核結果，隨即將「問卷初稿」中不適當的問項予以刪除，以免以影響後續信度及效度的分析。項目分析完後，為考驗問卷的「建構效度」(construct validity)，應進行因素分析 (或稱共同因素分析 common factor analysis; CFA)。所謂建構效度係指問卷能測量理論的概念或特質之程度。考驗建構效度的最常用的方法即是因素分析，研究者如果以因素分析去檢定測驗工具的效度，並有效的抽取共同因素，此共同因素與理論架構之心理特質甚為接近，則可說此測驗工具或量表具有「建構效度」。因而研究者需將項目分析完後的題項，作因素分析，以求得量表的建構效度。因素分析最常用的理論模式如下:

$$Zj=aj1F1+ aj2F2+ aj3F3+ \ldots\ldots+ ajmFm+ Uj$$

其中的符號意義分別表示如下:

1. Zj 為第 j 個變項的標準化分數。
2. Fi 為共同因素。
3. m 為所有變項共同因素的數目。
4. Uj 為變項 Zj 的唯一因素。
5. aji 為因素負荷量或組型負荷量 (Pattern loading)，表示第 i 個共同因素對 j 個變項變異量之貢獻，組型負荷量足一種因素加權值。(factor loading)。

因素分析的理想情況，在於個別因素負荷量 aji 不是很大就是很小，這樣每個變項才能與較少的共同因素產生密切關聯，如果想要以最少的共同因素數來解釋變項間的關係程度，則 Uj 彼此間或與共同因素間就不能有關聯存在。因素分析目的即在找出問卷潛在的結構，減少題項的數目，使之變為一組較少而彼此相關較大的變項，此種因素分析方法，是一種「探索性的因素分析」(exploratory factor analysis)。

因素分析完後，繼續要進行的分析是問卷各個層面與總問卷的信度的考驗。所謂信度(reliability)，就是問卷的可靠性或穩定性，在社會科學中常用的考驗信度的方法為 L. J. Cronbach 所創的 α 係數(簡稱一致性係數)，其公式為：

$$\alpha = \frac{K}{K-1}\left(1-\frac{\sum S_i^2}{S^2}\right)$$

其中 K 代表問卷所包括的總題數。

$\sum S_i^2$ 為問卷題項的變異數總和、S^2 為問卷題項加總後變異數。

當問卷完成信度的考驗後，便成為正式的問卷。本次調查總共發出 1,600 份正式問卷，發放的方式是由漁業署以行文的方式，發放到各地方給產、官、學及一

般民眾等單位，希冀藉由產、官、學等漁業相關單位及一般民眾非相關單位等主、客觀的答案，確實瞭解與掌握目前產、官、學等漁業相關單位及一般民眾對政府實施多年的人工魚礁工程效益的看法，是否是肯定的？還是另有負面的看法。另外，對於執行本人工魚礁工程的官員們的清廉與服務滿意度是否一樣是正面的反應。

2. 結果分析

經過 2 個月的施測，將寄回的問卷，進行各種統計分析，以分析各界針對本問卷內各問項的看法。

1. 本次調查總共發出 1,600 份問卷進行施測，總共回收 768 份，其中共有 728 份為有效問卷。所謂有效問卷，是受試者寄回的問卷中，並未出現以下狀況者，皆視為有效：

(1) 受試者填寫的答案，自第 1 題到第 45 題所填寫的答案皆為同一個答案者；
(2) 受試者填寫的答案，有一頁以上漏填答案或漏填 10 題以上答案者；
(3) 45 題所填寫的答案有 5 題以上為複選答案者；
(4) 問卷受到污染，以至無法辨識正確答案者。

2. 本問卷的第 3 及第 34 題問項為反向問項，也就是說問項的內容是故意設計反向思考方向的內容，受試者必須注意思考然後再答題，其內容如下：

(1)第 3 題問項內容：政府投放大量的人工魚礁會讓您認為浪費人民的金錢嗎?
(2)第 34 題問項內容：對於政府所公告的魚礁區與實際投放的位置相差很大

3.附錄圖 1.2~4 顯示受試者對於本問卷的各項看法；除了由本問卷出的第 3 及第 34 題問項為反向問項外，大多數的受試者包括產、官、學等漁業相關單位及一般民眾對政府實施多年的人工魚礁工程效益的看法，是相當肯定的。也就是說，大多數的受試者對政府實施多年的人工魚礁工程效益的看法，至少 50%以上是持「同意」與「非常同意」的肯定。

4.針對第 3 題問項內容，所有受試者有 42%以上是持「不同意」與「非常不同意」的看法的，也就是說大多數的受試者並不認為「政府投放大量的人工魚礁會讓您認為浪費人民的金錢」的，所以由此題項的民眾反應顯示，大多數的受試者認為政府投放大量的人工魚礁是正確的，並沒有浪費人民金錢的疑慮。而表示「同意」與「非常同意」的看法的，可能含有部份在答題時受到反向題的影響，不小心勾錯位置的受試者。

題　項	非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意
第 3 題	7%	20%	31%	31%	11%

5.除了反向的問項(第 3 及第 34 題)外，對問卷中其它題項的看法，「同意」與「非常同意」加總起來小於 50%的題項為第 26~29 題(有關漁業署主辦人工魚礁業務的服務滿意度、道德操守與清廉度等)、第 38 題及第 39 題。這些題項的內容如下：

(1) 第 26~29 題問項內容：

您對漁業署主辦人工魚礁業務相關人員之服務態度滿意
您對漁業署主辦人工魚礁業務相關人員之品德操守滿意
您對漁業署主辦人工魚礁業務相關人員之辦事效率滿意

您對漁業署主辦人工魚礁業務相關人員之清廉度滿意

(2) 第 38 題問項內容：政府有確實做到人工魚礁的維護與落實相關的管理並有效的發揮作用

(3) 第 39 題問項內容：你覺得政府所規劃投放人工魚礁區的位置皆適宜嗎?

6. 由本調查分析結果顯示，第 26~29 題問項中，民眾(所有的受試者)對於有關漁業署主辦人工魚礁業務的服務、道德操守與清廉等滿意度如下：

題　項	非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意
第 26 題	8%	29%	57%	4%	1%
第 27 題	6%	32%	56%	4%	2%
第 28 題	8%	30%	56%	4%	2%
第 29 題	7%	31%	55%	4%	2%

由上表統計顯示，大多數的受試者目前對於有關漁業署主辦人工魚礁業務的服務、道德操守與清廉等的滿意度，是持保留的態度的，也就是沒有任何意見與看法，或許是民眾對於漁業署在執行人工魚礁工作方面的種種過程，除了與漁業相關的產官學者較瞭解外，大多數的民眾可能並不知情與全然瞭解，所以造成對於第 26~29 題的看法，填寫沒意見者較多(大於 50%以上)，這也顯示，漁業署在日後主辦人工魚礁業務時，除了更加強業務上的服務、道德操守與清廉等的用心外，也應適當的宣導人工魚礁的效益，如此才得以讓民眾對人工魚礁工程的設置與其培育資源的目的，有更深層的了解。

另外，是從「肯定」與「否定」的對立的看法，民眾對漁業署主辦人工魚礁業務的服務、道德操守與清廉等的滿意程度，至少有 4 成(40%)以上是相當肯定的，而否定的部份，約只有 6%以下，顯示在此方面，民眾目前對於漁業署在執行人工魚礁業務上，仍是抱持肯定與深切期望的。

7. 有關第 38 題問項內容("政府有確實做到人工魚礁的維護與落實相關的管理並有效的發揮作用")，由本調查分析結果如下：

題　項	非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意
第 38 題	9%	35%	31%	18%	7%

針對此題項內容，所有受試者有 25%以上是持「不同意」與「非常不同意」的看法的，也就是說有 25%的受試者並不認為「政府有確實做到人工魚礁的維護與落實相關的管理並有效的發揮作用」的，所以由此題項的民眾反應顯示，「政府在維護人工魚礁、落實相關的管理並有效的發揮作用」方面，仍須持續努力與加強此方面的工作。反之，從上表顯示，仍有 44%的民眾認為政府在這方面的努力是相當肯定的。

8. 有關第 39 題問項內容("你覺得政府所規劃投放人工魚礁區的位置皆適宜嗎?")，由本調查分析結果如下：

題　項	非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意
第 39 題	7%	32%	45%	14%	2%

針對此題項內容，所有受試者有 16%以上是持「不同意」與「非常不同意」的看法的，也就是說有 16%的受試者並不認為「政府所規劃投放人工魚礁區的位置皆適宜」的，所以由此題項的民眾反應顯示，「政府在規劃投放人工魚礁區的位置」方面，仍須持續努力與加強此方面的工作。

反之，從上表顯示，仍有 39%的民眾認為政府在這方面的努力是相當肯定的。然而，為何有將近 45%的民眾對此意題「沒意見」，可能是除了從事與漁業相關的產官學者，較清楚的地瞭解政府的施政過程外，大多數的民眾，甚至可能對人工魚礁的概念是相當薄弱的，所以造成 4 成以上的民眾選擇「沒意見」，的答案。由此顯示，政府除了現有的人工魚礁區，應作好確實的體檢外，在規劃投放人工魚礁區的位置方面，除了在原有的 88 處人工魚礁區內，選擇合適的投礁地點外，應該再開放 88 處以外的海域，以作為新的人工魚礁區，使得人工魚礁更精準、確實的投放在合適的海域。

9. 依據李克特 5 分量表以「非常不同意」、「不同意」、「沒意見」、「同意」、「非常同意」等 5 種答案來作答，而無論受試者勾選「非常不同意」或「非常同意」，至少給定 1~5 間不等的分數點，這些分數點僅代表受試者對於該題項的看法，用來作為後續統計分析用，並不是用來評論受試者的成積。也就是說，以下所列的「平均」為本問卷中 45 個題項所有的受試者在勾選答案回寄回來後，統計得到的平均值。

本調查將受試者針對每個題項若勾選為「非常不同意」與「不同意」歸類為「不同意」組，而若勾選為「非常同意」與「同意」歸類為「同意」組，經由獨立樣本 t 檢定(Independent sample t-test)分析的結果，本問卷中 45 個題項所有「不同意」組與「同意」組的答案皆達到極顯著的差異(very significantly different)，此顯示兩組的答案雖然是來自於 728 份的樣本，但由於達到統計上的顯著水準的差異，顯示可以由樣本所顯現的特徵(對問項同不同意的平均值)，推論到母體的特徵，也就是說由此 728 份隨機取樣的樣本所得的平均值，可以代表所有的有可能來填寫本問卷的廣大群眾(母族群)的平均值。

題項	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
平均	3.72	3.74	2.78	3.65	3.70	3.89	3.56	3.53	3.55	3.77	3.82	4.04	3.91	3.66	4.06
題項	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
平均	3.81	3.90	3.79	3.38	3.91	4.11	3.81	3.50	3.56	3.54	3.38	3.36	3.36	3.35	4.06
題項	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
平均	3.78	3.80	3.62	3.37	3.62	3.30	3.54	3.20	3.27	3.80	4.05	4.03	4.05	3.97	3.93

由上表顯示，由於第 3 及第 34 題項為反向題，所以平均值小於 3.50，而第 26~29 題項，是漁業署主辦人工魚礁業務的服務、道德操守與清廉等的滿意度的表現的評估，大多持保留的態度的，也就是沒有任何意見與看法。平均值小於 3.5 的題項另有第 36、38 及 39 題，有關第 38、39 題項的說明，已在上一段說明，在此不再贅述，而為何第 36 題項的平均值大於 3.0、小於 3.5 呢？以下為第 36 題項的內容：

「對漁業署所規劃投放的各類魚礁位置經緯度皆清楚知道」

就此題內容顯示，由於本調查研究的對象包含產、官、學及一般民眾，所以

除了從事與漁業相關的產官學者外，其餘一般民眾對於漁業署所規劃投放的各類魚礁位置經緯度，由於為避免民眾因為知道各類魚礁位置經緯度後，任意到魚礁區以非法方式破壞該魚礁區所培育的魚類資源，所以大部份的民眾確實是無法「對漁業署所規劃投放的各類魚礁位置經緯度皆清楚知道」的。以致該題項平均值小於 3.5。

上述幾題的平均值雖然小於 3.5，但全部大於 3.0，除此之外，其它題項的平均值皆大於 3.5，此表示本調查結果，所有受試者對於漁業署在推動人工魚礁方面的希望達到(1)資源培育、生態與漁業的效益、(2)觀光旅遊與教育宣導、(3)礁型樣態與工程技術及(4)服務專業與政風廉潔等目的方面的表現，表示肯定的看法。

10.問卷受試者其所在的服務單位(即職務)，對問卷內各題項看法之多重比較，本調查分別寄放給 4 種類別服務單位的受試者，分別為(1)漁業從事人員(包括漁會、漁撈、海釣、休閒觀光潛水)(產)、(2)政府機關(官)以及(3)學術單位(學)及其它(一般民眾)，希冀從各種角度對人工魚礁的看法來加以相互比較。問卷回收結果，359 份來自漁業從事人員(產)、144 份來自政府機關(官)、117 份來自學術單位(學)及 108 份來自其它(一般民眾)。由表一顯示，來自漁業從事人員(產)對本問卷所提問的內容，大多比從事其它服務單位的受試者的回答，達到顯著的差異，也就是說漁業從事人員(產)對漁業署從事人工魚礁業務的各方面的成效方面，是比其他民眾更肯定漁業署從事人工魚礁業務人員的，而且是正面的肯定。尤其對題項 26~29 的回答，來自漁業從事人員(產)也是比從事其它服務單位的受試者的回答，達到顯著的差異，比其他民眾更正面的肯定漁業署從事人工魚礁業務人員的操守。

11. 除了 45 題問項外，本調查仍提出 4 個開放性的問項，第 1 題開放性的問項內容及回收統計結果如下：

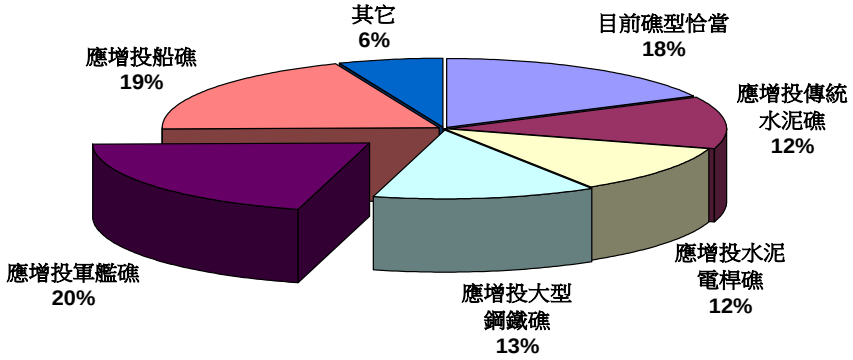
> 1.您認為目前已投放的人工魚礁的礁體類型是否恰當？ □**是**
> **若否**，您認為應增加投放(可複選)：
> □ 傳統水泥礁 □ 水泥電桿礁 □ 大型鋼鐵礁 □ 軍艦礁 □ 船礁

答案認為：

目前已投放的人工魚礁的礁體類型已相當恰當的答數共有：217 份

(1) 認為應增加投放「傳統水泥礁」的答數共有：150 份
(2) 認為應增加投放「水泥電桿礁」的答數共有：142 份
(3) 認為應增加投放「大型鋼鐵礁」的答數共有：158 份
(4) 認為應增加投放「軍艦礁」的答數共有：256 份
(5) 認為應增加投放「船礁」的答數共有：234 份
(6) 空白(未填寫任何答案者)：74 份
(7) 除本問項所列礁型以外建議投放的，有建議應增加投廢輪胎礁(編號：484 及 552)及藻礁(編號：126 回答內容)
(8) 除此，只有 1 位建議；應不再投放(編號：126)。

針對本問項，受試者回答的答案比例如下圖：



民眾認為「目前已投放的人工魚礁的礁體類型是否恰當」回答統計

由上圖民眾認為「目前已投放的人工魚礁的礁體類型是否恰當」回答統計結果顯示，一般民眾認為目前已投放的人工魚礁的礁體類型仍有些不足，而有 20%的民眾認為應增投軍艦礁，這是大眾認為應增投的礁型較多答案，顯示漁業署歷年來所投放的礁型中，民眾較肯定其效益的礁型以「軍艦礁」為首，其次是「船礁」與「鋼鐵礁」，最後才是傳統的水泥礁及電桿礁。顯示，軍艦礁及船礁的效益，於本項的調查結果是較受民眾肯定的。

12. 第 3 題開放性的問項內容及回收統計結果如下：

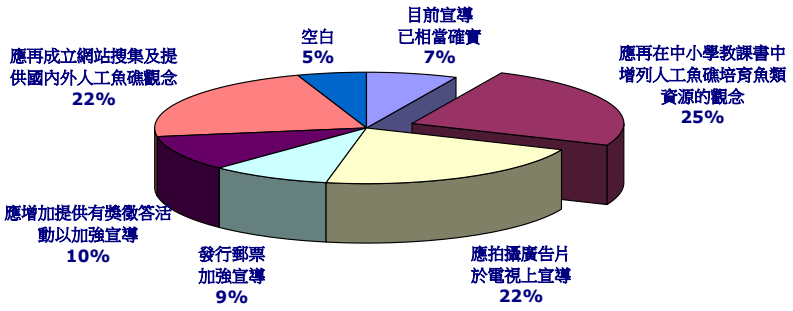
3.您認為目前政府對投放的人工魚礁培育魚類資源的宣導已相當確實？ □是
若否，請填寫您的看法(可複選)：
□在中小學教課書中增列人工魚礁培育魚類資源的觀念
□拍攝廣告片於電視上宣導
□發行郵票
□提供有獎徵答活動
□成立網站搜集及提供國內外人工魚礁觀念
□其它_____

答案認為：

目前政府對投放的人工魚礁培育魚類資源的宣導已相當確實的答數共有：112 份。此外，

1. 認為應「在中小學教課書中增列人工魚礁培育魚類資源的觀念」的答數共有：387 份
2. 認為應「拍攝廣告片於電視上宣導」的答數共有：346 份
3. 認為應「發行郵票」的答數共有：143 份
4. 認為應「提供有獎徵答活動」的答數共有：166 份
5. 認為應「成立網站搜集及提供國內外人工魚礁觀念」的答數共有：352 份
6. 空白(未填寫任何答案者)：84 份
7. 由下圖民眾認為「目前政府對投放的人工魚礁培育魚類資源的宣導已相當確實」回答統計結果顯示，貴署歷年來對投放的人工魚礁培育魚類資源的宣導只達 7%的認知，一般民眾認為目前已投放的人工魚礁的培育魚類資源的宣導仍有些不足，而有 25%的民眾認為應「再在中小學教課書中增列人工魚礁培育魚類資源的觀念」，這是大眾認為應加強宣導較多答案，除此之外，各有 22%的民眾認為應「應再成立網站搜集及提供國內外人工魚礁觀念」及「應拍攝廣告片於電視上宣導」等方面的宣導活動，也是較急迫與必須加強的建議。

8. 除本問卷所列的加強宣導方法以外，受試者另外提供各種方法，值得參考，臚列如下(1) 透過 DM 宣導、(2) 在觀光漁港設置宣導站、(3) 將復育成功之海域納入(不破壞環境)之旅遊行程)、(4) 可於電視媒體做置入性行銷推展政策、(5) 成立網站提供目前投放之經緯度，以供查詢、(6) 最好能在人工魚礁區放置大型浮筒*非常重要*、(7) 辦理實際體驗魚礁的活動、(8) 需配合整體國民的海洋資源保育教育方案才可能較大成就、(9) 投入沿海增加沿海漁業水產資源，並且管理嚴禁流刺網之捕撈、(10) 納入漁村社區發展協會、(11) 單方向宣導利益，生態破壞亦宣導、(12)請明星林志玲及小 S 等代言。



民眾認為「認為目前政府對投放的人工魚礁培育魚類資源的宣導」回答統計

13. 第 4 題開放性的問項內容及回收統計結果如下：

您對政府投放的人工魚礁培育魚類資源的建議與改進事項：

以下是所有受試者提供的建議與改進事項，彙整如下：

1. 應謹慎評估選擇投放的地點、深度及礁種，魚苗放流之物種選擇應嚴格控管，以免造成其他危害(編號：003 回答內容)。
2. 流刺網破壞魚礁的可能性應注意(編號：004 回答內容)。
3. (1) 應加強後續管理、效益及礁體狀況調查及覆網清除工作
(2) 水泥礁及電桿礁應投放成大堆集中方式
(3) 軍艦礁拆除導致結構脆弱，多數已失去原有外形結構
(4) 應加強取締拖網漁業、流刺網漁業在魚礁區作業，減少廢網覆蓋，或於常有拖網作業區域投放魚礁，阻止近岸底拖破壞資源
(5)嘗試開放魚礁區潛水漁獵，增加魚礁區遊憩功能(編號：009 回答內容)。
4. 人工魚礁區禁漁，或嚴處於此區作業的拖網漁業(編號：017 回答內容)。
5. 應加強投放人工魚礁，最好每年皆投放，藉此孵育海洋魚類(編號：024 回答內容)。
6. 蒐集國外資訊並定期公開人工魚礁區影像(編號：025 回答內容)。
7. 人工魚礁因投放在離岸遠才有培育作用，在花東沿海因投放人工浮魚礁网惠漁民生活(編號：047 回答內容)。
8. 請漁業署針對臺灣各海域人工魚礁加強管理(編號：054 回答內容)。
9. (1) 針對不同海域設計出不同類型的魚礁來投放
(2) 確實做到人工魚礁的維護與管理，並針對投放後魚礁進行效益評估

(3) 加強宣導資源保育觀念(編號：057 回答內容)。

10. 放後之效益評估不夠，易造成民眾不了解成效而誤解政府浪費預算 (編號：060 回答內容)。

11. 結合地區，漁會、漁民團體，嚴格執行魚礁區的管理 (編號：063 回答內容)。

12. (1) 未能確實監管投放作業，以至於投放座標錯誤太大
(2) 發包投放的時間要能與氣候海象配合，而不是與行政作業配合、本末倒置
(3) 默默地做，用意很好，但卻因宣導不夠，或被漁民誤用，而引起反效果，政府行政部門要多加檢討，不是有做就好的心態。另投放地點要與漁民溝通，而非僅僅聽信不常去海邊的學者片面之言(編號：064 回答內容)。

13. 設計不良，執行不力又浪費資源是主要困境，應先著重資源保育，設之禁漁區，取締非法捕魚為優先，投放人工魚礁應非常審慎(編號：065 回答內容)。

14. 審慎評估，放手去做(編號：069 回答內容)。

15. 現已編列投放經費，應另進行資源量評估工作了解投放效果(編號：071 回答內容)。

16. 政府有在做，百姓卻不清楚政府做了哪些宣導面及加強百姓認知識必須再作檢討的(編號：073 回答內容)。

17. (1) 應確實評估投放前後漁業資源之變化，才能了解其效益
(2) 應每年監測人工魚礁情況，聚魚情形、覆網情形、礁體及 GPS 定置等，以進一步管理規劃
(3) 監測人工魚礁區水文、地質、海流等因素，以利評估投放適當性或是位置、數量等(編號：074 回答內容)。

18. 政府投放沿岸人工魚礁已無實質效用且無漁撈價值，目前已投放之中層浮魚礁已有漁撈價值，盼能增加浮魚礁之數量(編號：076 回答內容)。

19. 應消極投放人工魚礁，勿以投放人工魚礁為培育魚類資源之手段(編號：077 回答內容)。

20. 政府應透過學術專業團隊調查研究，提出建議各種人工魚礁適宜之投放區位、深度、材質，以符合臺灣海域各地不同的屬性需求，提升其最大效度(編號：078 回答內容)。

21. 應確保真有其意義與效益,不應濫放(編號：082 回答內容)

22. (1) 人工魚礁全是漁網，派人清除,半個月~1 個月又全是漁網，地方政府無法有效制止，漁民在人工魚礁放網，應立法重罰。
(2) 派海巡到場時，漁船若無其事離開，等海巡走了，等海巡走了，漁船又再重新作業放網，每個漁港有那些犯規放網，大家心知肚明。
(3) 漁會有設護魚小組，有經費給他們，應要求他們舉發或寫報告，再由有關單位執行處罰，護魚小組如同虛設，不敢舉發，怕被報復，應設想，有安全管道檢舉，又能徹底根治放網問題，不然花更多錢，故更多魚礁,還是全漁網。(編號：087 回答內容)

23. 不同海域投放最是當人工魚礁 (編號：088 回答內容)

24. 上訴說明：投放的地質須謹慎評估(編號：089 回答內容)

25. 希望能大量投放軍艦礁(編號：090 回答內容)

26. (1) 未免造成漁民作業不便及漁具受損，而引起民怨，讓政府每一大打折扣，

建議政府除標示，公告投放之經緯度，D 可以考量做現場標幟

(2) 投放位置應確實，以免和標幟經緯度有落差(編號：091 回答內容)

27. 希望政府增加經費方可增加投放區域 (編號：092 回答內容)
28. 沿岸的魚礁沒有魚捉，中層浮魚礁才有魚可捉，政府應可憐東部漁船小，應增加中層浮魚礁的數量才對，謝謝。(編號：093 回答內容)
29. 希望政府對東部中層人工浮魚礁之數量能給增加數量，予嘉惠漁民幫助生活(編號：094 回答內容)
30. 已於問題中提供(編號：101 回答內容)
31. 專業之知識以問卷試調查，是學術考量?還是政治考量?(編號：102 回答內容)
32. 東部海域之中層漁礁數量太少，希望政府能增加中層浮礁數量，以利不漁船之作業，才能實質加惠漁民(編號：103 回答內容)。
33. 希望長期投放 (編號：104 回答內容)。
34. 但希望政府每年多投放，有一個好的漁場，最主要靠海巡隊配合，因拖網漁船要嚴格禁止，在魚礁上作業，還有流刺網(編號：107 回答內容)。
35. (1) 應詳查沿岸資源種類針對欲復育之資源特性投放合適之魚礁與深度方能達到目的

(2) 問卷內容有許多問題僅適合"產"或"學"或"官"回答，應考慮分開(編號：113 回答內容)

36. 設投放區域 (編號：114 回答內容)。
37. 本縣財政拮据，投放人工魚礁確有其必要性，爰請中央就全國海域生態及資源保育重要性著眼，除直轄市外，其他縣市應免配合款(編號：117 回答內容)。
38. 政府要大量放置人工魚礁保育魚資源(編號：119 回答內容)。
39. 人工魚礁多多設置能讓魚類資源更加豐富,漁民的生計也有正向的成長,請政府多重視之 (編號：121 回答內容)。
40. 每半年投放人工魚礁一次 (編號：122 回答內容)。
41. 每一年投放人工魚礁一次 (編號：123 回答內容)。
42. 請依其深度投設足量與範圍的人工魚礁，才能吸引多元化的魚種進住！(編號：124 回答內容)。
43. 定期清除纏繞漁網，加強巡邏魚礁區違法作業，訂定法規小魚放生、成魚尺寸(編號：125 回答內容)。
44. 在沒有完善的評估下,應不再投放人工魚礁,資源保育應加強保育區的劃設與管理,避免投放人為的構造物(編號：126 回答內容)。
45. 每年要投放人工魚礁保護魚資源 (編號：129 回答內容)。
46. 非常好(編號：130 回答內容)。
47. 構想很好，持之以恆(編號：133 回答內容)。
48. 政府應每年放置人工魚礁和魚苗(非常重要)(編號：135 回答內容)。
49. 漁業資源的枯絕，政府應編列更多的預算，投放更多的人工魚礁，逐年的監控調查，如有魚礁淹沒下沉，應繼續投放，才能永保漁業資源，我們的下一代，才會有魚吃(編號：137 回答內容)。
50. 投放魚礁後，需加強管理，禁止漁網否則成效會不彰，便失去人工魚礁的功能性(編號：143 回答內容)。

51. 別亂投放，應做沿岸地區，重要魚蝦蟹的生活史，瞭解其產卵地，在產卵地投放及最有效的保育方法(編號：152 回答內容)。
52. 應先說明解釋何謂人工魚礁再進行問卷調查(編號：155 回答內容)
53. 人工魚礁確有提供海洋生物棲地功能，惟目前人工魚礁效益無法發揮之原因與困境應予解決，否則不應續投人工魚礁(編號：175 回答內容)。
54. (1) 集中以海洋牧場概念經營
    (2) 禁漁期確實執行(編號：196 回答內容)。
55. 不必再浪費公款及人民的血汗錢了，魚類資源的消長，有自然變動的因素及人為的適度捕撈，魚礁嶼上述兩項因素無關，投礁不只浪費金錢，也破壞環境，自然界到處都是礁石，為什麼一定要改變沒有礁石的沙質底，沙質底有沙質底的生物相，人類不要自作聰明 (編號：200 回答內容)。
56. 應多推廣這方面的知識(編號：236 回答內容)。
57. (1) 確實實施魚礁之禁漁期，並有限制開放一支釣漁船、筏作業漁獲之種類大小
    (2) 該區魚礁位置，應嚴格規定網類作業船、筏進入，應配合立法，執行單位有效進行取締(編號：251 回答內容)。
58. 請加強宣導(編號：252 回答內容)。
59. 宣導不足，民眾根本不了解何謂人工魚礁，至於服務人員，沒接觸過也沒見過(編號：253 回答內容)。
60. 增加人民對人工魚礁的知識(編號：254 回答內容)。
61. 要以實際漁業及理論平行作業(編號：255 回答內容)。
62. 需配合多方面的解決方法,來解決漁業資源減少的危機(編號：256 回答內容)。
63. 應加強魚礁區的管理，並加強舉發在魚礁區違法的網漁具漁船，在中小學的教科書中加強人工魚礁，培育魚類資源的觀念，拍攝宣導影片介紹人工魚礁區的投設工程，並教導民從愛護資源觀念，加強在魚礁區實施禁漁政策，並予以重罰，成立 FB 提供國內外人工魚礁觀念(編號：258 回答內容)。
64. 人工魚礁投放其目的為使魚群集中，提高漁獲效益及便於監控資源量，然正因資源集中，更需加強管理及取締，以維護龐大資源量級棲地，並配合魚苗放流復育資源，如不加強管理以致違法情事，如電、毒、炸魚在魚礁區發生，對資源不利反弊(編號：264 回答內容)。
65. 政府需實際評估投放人工魚礁之後，是否對培育魚類資源或環境生態及海洋觀光遊憩有真正效益為何提出數據 (編號：271 回答內容)。
66. 宣導不足(編號：278 回答內容)。
67. 不影響拖網漁業及航道問題，提供經緯度(編號：284 回答內容)。
68. 魚礁投放需選對適合的地點，綠島就有失敗的例子，投放魚苗也應選擇多元性及適合性，一個海洋生態系魚類，只是其中的一部份，珊瑚、底棲生物和很多(不例舉)的完整才可代表有其幫助(編號：285 回答內容)。
69. 人工魚礁主要功能是集魚，而非"培育"，若要到達"培育"的層級，需搭配"護漁"的措施，才能慢慢達成，且現在政府投設人工魚礁後，並無確實後續的研究調查，或是研究資料不齊全，導致投設人工魚礁的方法與內容沒有進步或隨投設點的現況而不斷更正投設的方法或內容，使得效益差，故研究方面需要確實進

行(編號：287 回答內容)。

70. 非常贊同，有助之管理，並加強巡護(編號：289 回答內容)。

71. (1) 完全的禁漁；魚礁中心範圍內禁止任何捕撈行為，只准許潛水生態旅遊休閒活動

(2) 納入漁村社區發展協會管理體系，魚礁區管理維護，休閒旅遊經營管理等成為漁村社區法展協會工作計畫項目之一

(3) 魚礁存在才有效益，應全面清查有多少魚礁完整存在?分布散落情形如何?(編號：297 回答內容)。

72. 加強宣導於國小教育課本，加強教育(編號：330 回答內容)。

73. 應擴大人工魚礁保護範圍(編號：342 回答內容)。

74. 人工魚礁投放後，應加強魚礁管理推廣工作，若魚礁遭漁網纏繞，除喪失功能，更使魚礁成為魚類墳場，若魚類無法逃離魚網，必遭死亡命運。

(1) 建議清除覆網工程，由漁業署統一發包，地方政府及區漁會配合執行清除督導工作

(2) 為避免拖網漁船破壞漁場，恢復投放保護礁投放，並以不規則方式投放，以遏阻拖網漁船入侵 (編號：348 回答內容)。

75. 「適地適宜,永續培育」為原則 (編號：354 回答內容)。

76. 理想和現實總有差距，但加強與漁民面對面實際的溝通，才是解決問題的不二法門(編號：355 回答內容)。

77. 建議：(1) 人工魚礁投置區域、位置應與漁區漁民做溝通,而非逕自投置,對不同漁撈作業可能造成厚此薄彼

(2) 人工魚礁投置經緯度需確實並事先以公告告知漁民,避免出現投置時間與公告時間的空窗期改進：勿零星投置,應做有規劃的魚礁區(編號：361 回答內容)。

78. 公佈放流魚苗沒有確實，黑箱作業氾濫(編號：364 回答內容)。

79. 魚礁區應設保護，以免受魚網包覆，魚礁應標示禁止拖網作業(編號：367 回答內容)。

80. (1) 投礁容易保護難

(2) 政府官員勿貪汙建設才會有效率

(3) 如何保護魚礁的配套措施才是產官學，必須了解的最基本知識，否則空談

(4) 政策宣導，嚴格執行，令吻仔魚禁抓 (編號：369 回答內容)。

81. 位置及類型應注意(編號：373 回答內容)。

82. 電、毒魚不抓浪費政府資源(新北市金山區) (編號：390 回答內容)

83. 對於人工魚礁不了解故無法提供建議與改進(編號：394 回答內容)

84. 加強宣導教育，嚴格取締，全面禁止流刺網於三浬內內作業 or 人工魚礁區作業(編號：409 回答內容)。

85. 嚴格取締，透過媒體加強宣導，禁止網具類漁法於人工魚礁區作業(編號：410 回答內容)。

86. 用大型魚礁(編號：414 回答內容)。

87. 請多用船礁(編號：423 回答內容)。

88. 投放人工魚礁，培育魚種資源立意美好，但誰來管理、誰來保護(編號：428 回答內容)。

89. 持續投放+有效管理+宣導周知(編號：430 回答內容)。
90. (1) 花身，投放水泥電桿為佳
    (2) 加臘、黃雞同上
    (3) 鯧，投放以沈船為佳
    (4) 赤翅、黑格以肉粽礁為佳 (編號：440 回答內容)。
91. 對於人工魚礁一知半解，並不清楚，宣導不周無法回答。其次之層網、魚網，其破壞力最大，最為浪費魚資源及破壞生態，應為禁用為上策。魚網的浪費程度（漁民）都知道，滿港臭魚燻天為之歎息，對於資源、環保、生態影響最大。理應被禁。(編號：446 回答內容)。
92. (1) 投放的地點多增加
    (2) 拖網船會進到三浬作業，應取締嚴格
    (3) 海巡署應加強巡緝(編號：448 回答內容)。
93. 可在外島地區增設(編號：449 回答內容)。
94. 請積極加油，維護本國珍貴魚類資源(編號：451 回答內容)。
95. 先改善大陸漁船在馬祖的濫炸濫捕，要不然放多少人工魚礁也於事無補(編號：454 回答內容)。
96. (1) 以活化天然礁區及保護天然藻林為優先
    (2) 可仿日本在淺水域投放藻礁，形成藻林，使更有效保護仔稚魚資源及提供稚魚所需之餌料生物(如端腳類、枝腳類) (編號：455 回答內容)。
97. (1) 資源開發不應只有單一方向考慮,應多樣性考慮
    (2) 高度工業、農業、廢水排放,不利人工魚礁經營
    (3) 受颱風影響大,不利經營
    (4) 短期評估人工魚礁,只是在浪費人民納稅錢(編號：457 回答內容)
98. 是否有其限的時間內可開放 1~2 個月潛水打魚(編號：459 回答內容)
99. 除了投放人工魚礁外，應著重調查復育魚類資源之效益及清除覆網提高成效(編號：461 回答內容)。
100. 投放人工魚礁，應在 50 公尺以上海域才不致於影響流刺網的經過
    (1) 能使網子平安經過
    (2) 網不會纏著魚礁，使魚礁功能破壞 (編號：464 回答內容)。
101. 因現有中層人工魚礁不足，使魚群停留點不能集中，建請相關單位能體會漁民心聲及辛勞，油料、物資、餌料不斷上漲，使得各漁船經營困難，建請上級相關單位研提編列預算投放人工魚礁，增加漁民利益，減少漁業成本開銷 (編號：465 回答內容)。
102. 因現有中層浮魚不足，是否能投放中層人工浮魚礁(編號：466 回答內容)。
103. 需配合加強管理禁止非法捕撈及違規拖網(編號：472 回答內容)。
104. 人工魚礁投放應遠離沿岸漁民捕撈區域,以免影響魚撈漁民生計(編號：483 回答內容)。
105. 人工魚礁培育魚類資源是長期且艱辛的工作，多年來看到魚網覆蓋的影響魚類的培育，施工覆網，清除單位又常有偷工減料及造假情形，讓人痛心，覆網清除應不要再讓各漁會自行發包，而建議中央尋找真正有能力且工作實在的單位清除覆網，讓培育魚礁之魚類資源更加興盛(編號：484 回答內容)。

106. 設置禁漁區,加強舉發(編號：485 回答內容)。
107. 結合地區漁會來推動執行(編號：502 回答內容)。
108. (1) 投放點的位置應正確且公開，以避免漁船作業時不致損壞漁具
(2) 量要增加(編號：504 回答內容)。
109. 結合地方育與漁會來推動執行,人工魚礁採購應公正公平公開原則 (編號:505 回答內容)。
110. 其實我對人工魚礁只有初淺認識,所以其執行細項不清楚，但我認可投放人工魚礁可協助復育漁業資源，但強烈建議預先做好評估方可執行，人工魚礁材料竟可挑選已廢棄材料投放，以達資源再利用，另人工魚礁須設立網站去廣為宣傳，至於電視廣告可執行，但不用太大筆經費執行，至於人工魚礁設置利害之處，仍需經資源、實驗證明 (編號：511 回答內容)。
111. (1) 需結合地區漁會來推動執行
(2) 魚礁工程採購公平公正公開原則 (編號：512 回答內容)。
112. 結合地區漁會推動執行,公平公正公開原則(編號：513 回答內容)
113. 要投多一點(編號：514 回答內容)。
114. 加強宣導並推動人工魚礁的管理 (編號：515 回答內容)。
115. 人工魚礁提供魚類棲息確有相當的效果,但由於魚網覆蓋或拖網漁船破壞易造成了破壞及成效不彰，應實施禁止捕撈範圍，令魚礁設立區域以外，一定範圍內禁止流刺網作業區 (編號：516 回答內容)。
116. 人工魚礁請改為沉箱型魚礁(編號：518 回答內容)。
117. (1) 政府投放人工魚礁是非常好之事，保護漁業資源，減少網具一掃而空的浩劫
(2) 政府應放種鰻、種蝦、種魚的放流以增魚苗資源 (編號：521 回答內容)。
118. 可加強對近海民眾之宣導，並多舉辦評估會及說明會(編號：523 回答內容)。
119. 不建議再投放 (編號：526 回答內容)。
120. 投放後的人工魚礁應定期探勘是否沙埋或聚魚效果(金門地區) (編號：533 回答內容)。
121. 不要亂投，加強管理(編號：538 回答內容)。
122. 多放些不同種類的鋼鐵礁,不要只有 A.B 型(編號：539 回答內容)
123. 應多增設育成礁及保護礁(編號：541 回答內容)。
124. 應仿造日本確實做好事前投放評估作業！(編號：542 回答內容)。
125. 加強國人對人工魚礁功能的認知(編號：543 回答內容)。
126. 希望多宣導人民對海洋生態的維護(編號：548 回答內容)。
127. 交給專業專家執行,政府輔助宣導,落實保護與管理(編號：551 回答內容)。
128. 配合民情符合效率，確實落實，勿浪費資源(編號：552 回答內容)
129. 放在更正確的位置,僅只任何採捕行為(編號：561 回答內容)。
130. (1) 應多專注於資源培育礁之設置(中層浮魚礁常成為聚集魚群而非培育魚類資源,常成唯一種副漁具的可能)
(2) 投放後的監控及管理應是一個常態及持續的工作 (編號：567 回答內容)。
131. (1) 人工魚礁禁漁區不應只限網漁具作業，應全面禁魚，如小型的海洋保護區般，否則被聚集到魚礁區的魚類很快被抓光，怎能達到培育魚類資源的目

的呢?

(2) 確實建立人工魚礁區及其附近的管理，並嚴格執法，否則其效用仍是有限(編號：569 回答內容)。

132. (1) 實施人工魚礁效益評估，對無效益之評估，應重新評估或取消禁漁區
(2) 加強人工魚礁區不當漁法取締及管理
(3) 整合規劃閉鎖式內灣及開放式內灣海洋牧場設置(編號：570 回答內容)。

133. 繼續維持(編號：571 回答內容)。

134. 提高公權力，嚴禁漁船或其他類型方式於人工魚礁方圓 1 浬內實施捕撈作業，如此才能讓魚礁發揮功能(編號：572 回答內容)。

135. 請政府繼續投放人工魚礁(編號：573 回答內容)。

136. (1) 投礁前應針對該礁區環境、生物量等因子進行詳細調查
(2) 投礁後需要定期追蹤調查
(3) 在礁體製作上，需要制定非常嚴格之監造標準，以避免礁體於海上損壞而造作汙染 (編號：574 回答內容)。

137. 6 海浬內廣為增設保護礁防止拖網破壞生態(編號：592 回答內容)

138. 要清除魚網(編號：596 回答內容)。

139. (1) 宜搭配保護礁投放，輔以拖網漁法禁限制區域劃設，以降低拖網漁法對海底環境之破壞
(2) 就現階段人工魚礁效益評估之實施方式似未見功效，疑有流於形式之感建議延抄更佳方式來評估
(3) 依法漁業人應主動經營所轄漁業權範圍內之漁業環境，違規漁法之舉報與巡查均應主動辦理，漁政主管機關亦宜訂定相關法規要求，不宜只有政府學位獨木之撐 (編號：599 回答內容)。

140. 以本人所在地所見，增多違法漁撈船隻器具，如電拖網、大型雙拖網，皆是損及漁資源復育元兇，政府沒有針對這方面有效管理，且違法船隻經長進入 3 浬或 6 浬距岸範圍進行捕撈作業，沿岸乃魚蝦繁殖場地，若持續開放任何試驗性計畫捕撈，無法管制管理違法船隻及捕撈器具，再有更多放流魚苗，投放更多魚礁,依舊終須資源枯竭無存 (編號：603 回答內容)。

141. 應正確投放，若無充分資訊，應以研究型魚礁投放正確礁體結構、生態地點，間時確切追蹤成效，以為建設性或復育性投放，以獲得肯定否則將與魚苗放流一樣，毫無成效可言(編號：604 回答內容)。

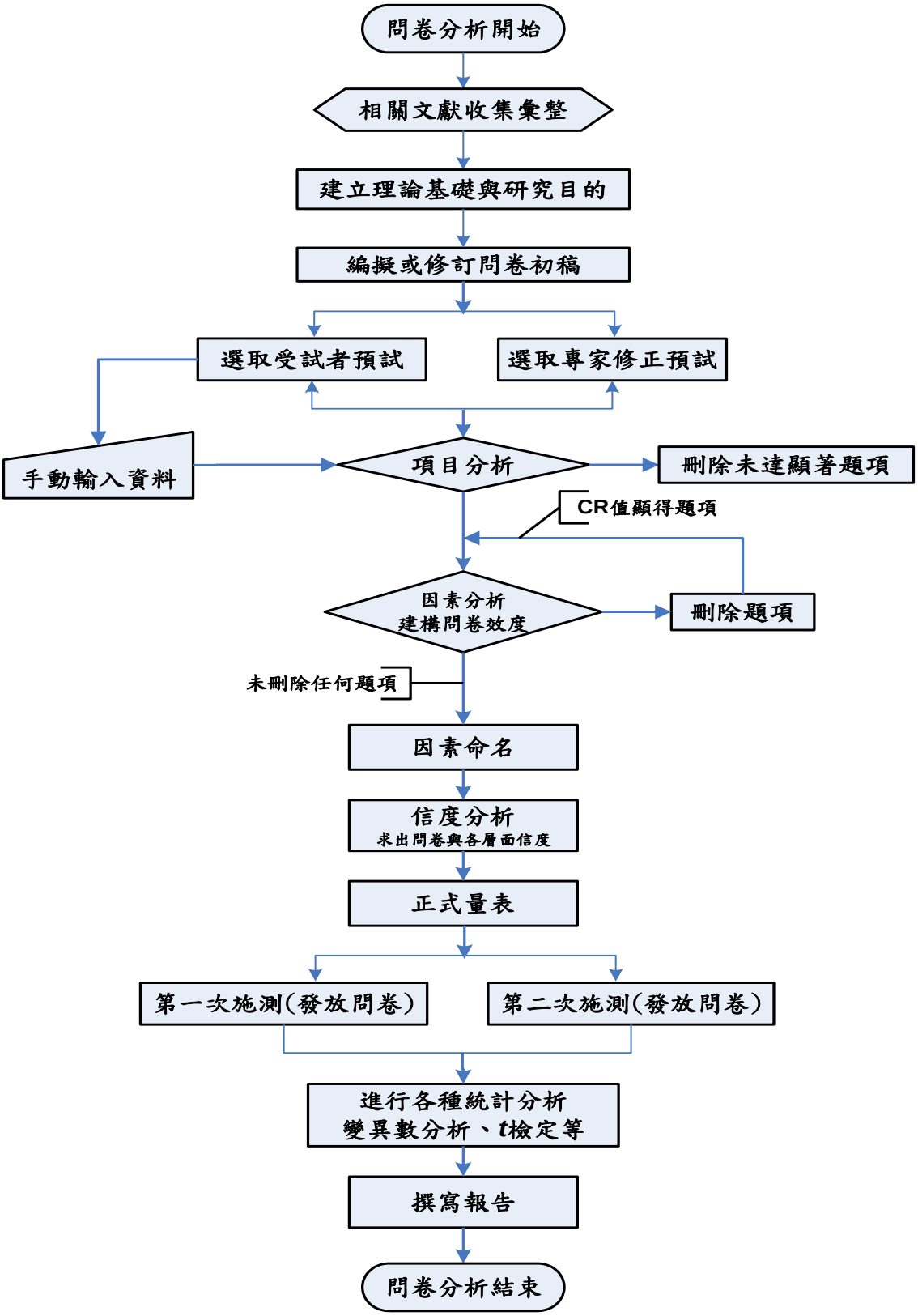
142. 以不破壞原有自然生態為原則，因此應投放地點需離開天然礁區，自然海草床等。適宜的投放地點為底質、生態已遭受拖網漁業破壞的區域為主 (編號：605 回答內容)。

143. 目前國內學界對人工魚礁到底是在集魚(將週邊海域的魚集中?)或是總生物量真的有增加(魚類生產力)，未有科學評估與證據，若只是集魚，則只是方便釣客而已；除了人工魚礁，更重要的應為保留原始棲地，或設立 MPA 減少人為干擾 (編號：608 回答內容)。

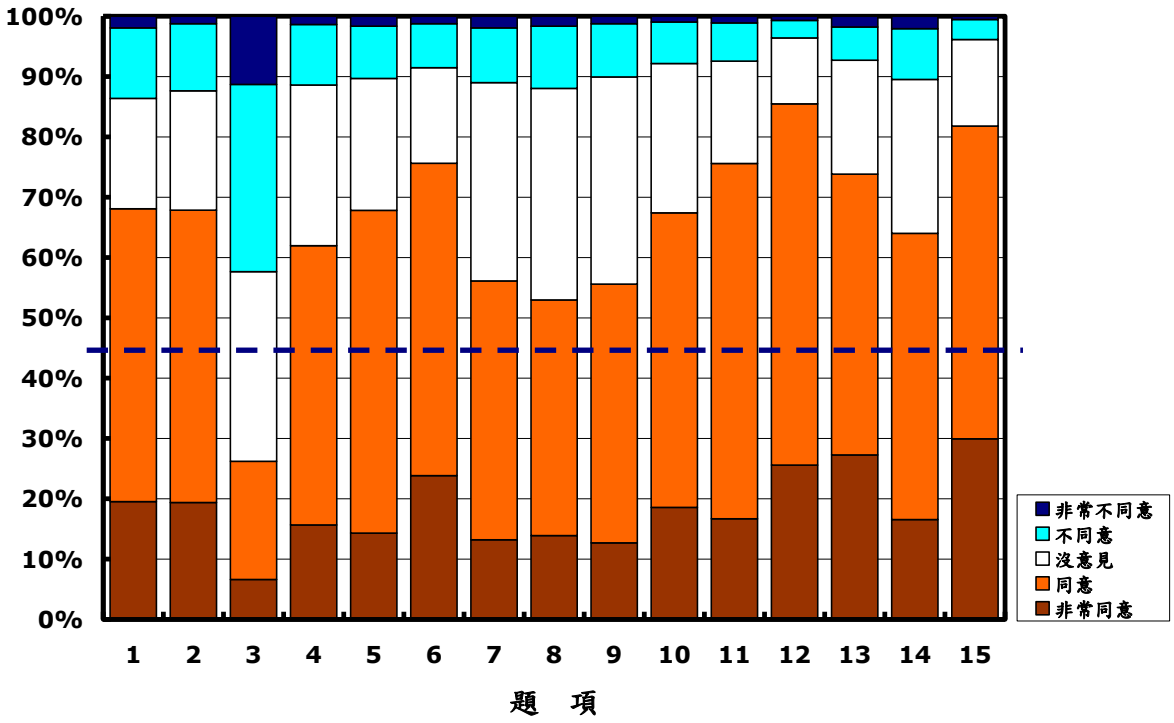
144. 能夠保持水質清潔，增加漁類的繁殖(編號：609 回答內容)。

145. 可促進海洋觀光，多增加海域生物的多樣性。應在中小學教課書，增列人工魚礁培養魚類資源的概念，多推廣宣導影片 (編號：612 回答內容)。

146. 接受漁民建議投放點(編號：623 回答內容)。
147. 人工魚礁多設立，可防拖網之捕勞(編號：625 回答內容)。
148. 應投放更多人工魚礁(編號：654 回答內容)。
149. 投放海域深度不夠，加上漁民使用網具來捕漁導致魚礁網具變多，加上漁民潛水打魚、電魚、導致漁母變少，希望加強舉發，如查證能禁止三個月不能出海，可能比開單舉發有效 (編號：659 回答內容)。
150. 需多放些大型魚礁,避免底拖漁網靠近(編號：663 回答內容)。
151. 漁會沒有告訴我們漁民人工魚礁的地點(編號：666 回答內容)。

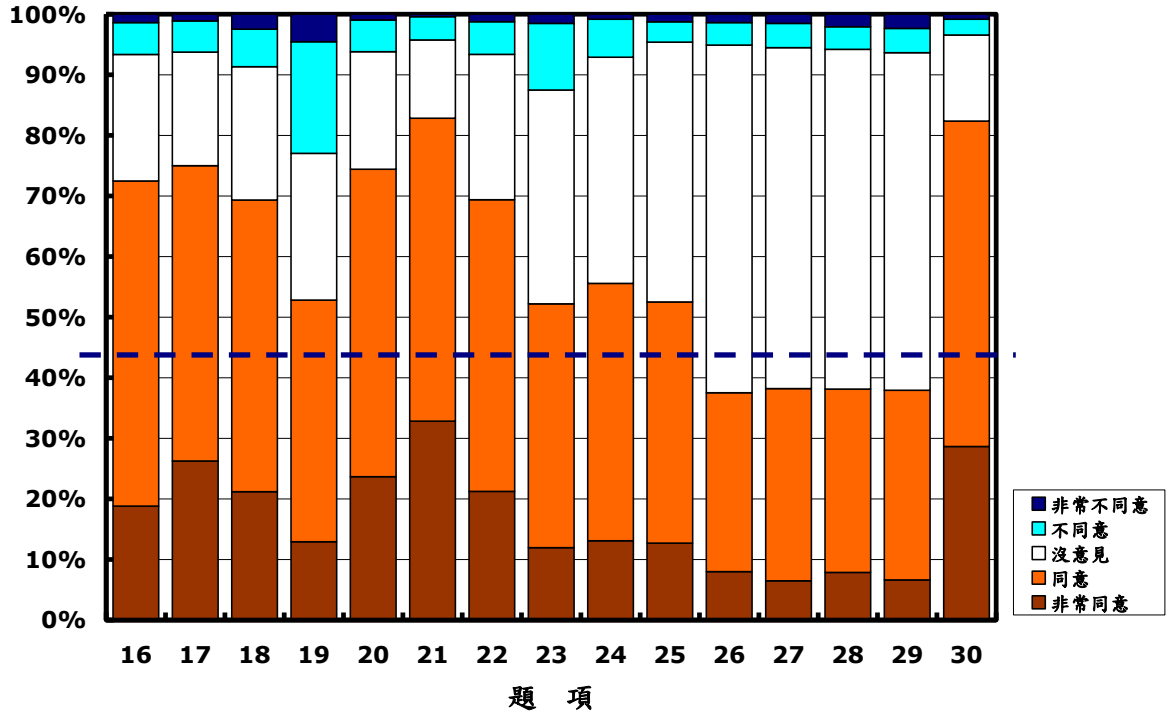


附錄圖 1.1 問卷的編製、建構與分析流程



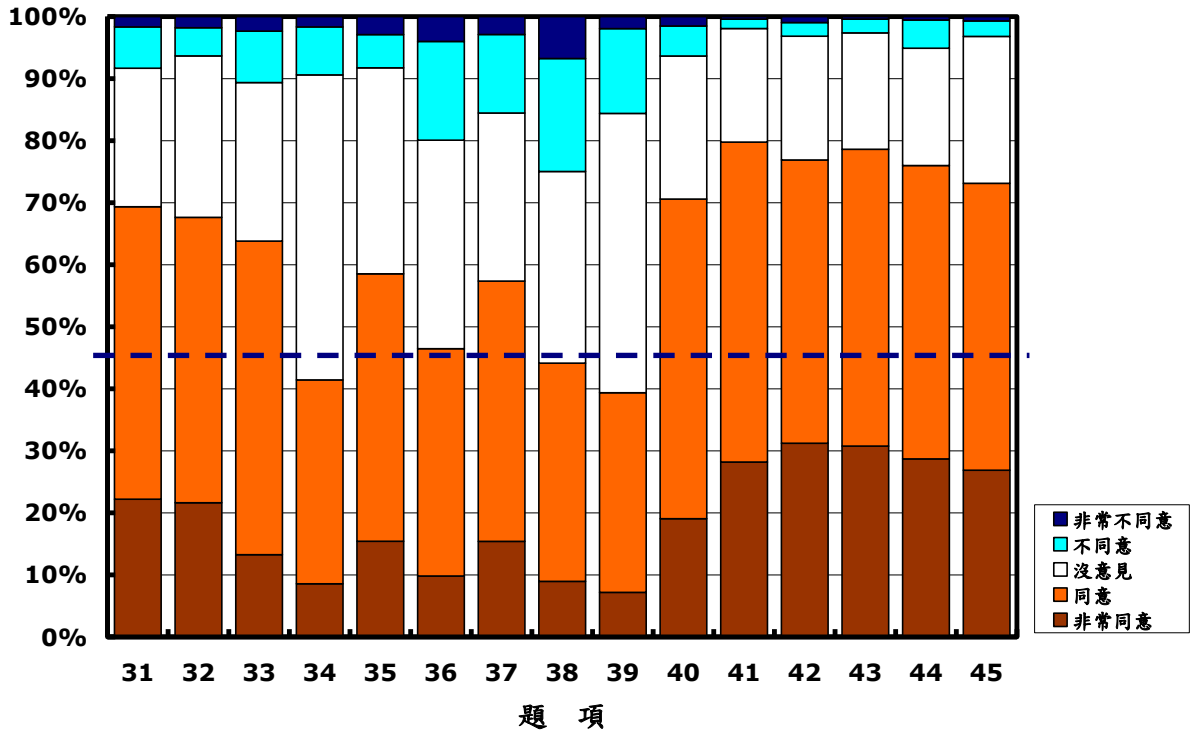
附錄圖 1.2 受試者對本問卷中各題項之看法

備註：1.圖中棕色及橙色長條表示受試者對該題項持正面的看法(即同意或非常同意)
2.圖中淺藍及深藍色長條表示受試者對該題項持負面的看法(即不同意或非常不同意)



附錄圖 1.3 受試者對本問卷中各題項之看法

備註：1.圖中棕色及橙色長條表示受試者對該題項持正面的看法(即同意或非常同意)
2.圖中淺藍及深藍色長條表示受試者對該題項持負面的看法(即不同意或非常不同意)



附錄圖 1.4 受試者對本問卷中各題項之看法

備註：1.圖中棕色及橙色長條表示受試者對該題項持正面的看法(即同意或非常同意)

2.圖中淺藍及深藍色長條表示受試者對該題項持負面的看法(即不同意或非常不同意)

行政院農業委員會漁業署主管科技計畫100年度細部計畫
人工魚礁漁業效益調查及可行性評估研究問卷　　編號：

親愛的受訪者　您好：

為改善傳統漁場呈現老化與漁業資源日益萎縮的現象，自民國 63 年起各地方縣市政府在行政院農業委員會漁業署經費補助下，在全台各周邊海域開始大量投設各類型人工魚礁。如今已過 30 多年了，人工魚礁的設置是否如當初預期能達到培育資源增加漁產量之目的，成為一種積極培育漁業資源相當有效的方法，由於至今未針對產、官、學三方面進行全方面的問卷調查，因此遲遲無法提出有力的科學證據，以辨明人工魚礁的設置之利弊。本研究的目的希望透過問卷調查的方式，瞭解您對目前政府所持續推動設置人工魚礁工作的看法，以作為日後漁業署於實施設置人工魚礁方針上之參考依據。本問卷採不記名勾選方式，所有資料僅供學術研究之用，絕不對外公開，請您依照個人感覺安心填答即可。衷心感謝您對學術研究的熱心與支持。敬祝　身體健康，萬事如意　　**國立高雄海洋科技大學漁業生產與管理系**

一、請您就政府投設人工魚礁的看法，針對下列各問項內容，於適當的「□」中打「✓」。

No.	內　　容	非常不同意	不同意	沒意見	同意	非常同意
1.	您認為人工魚礁的投放可以促進漁村產業發展並有助於當地漁業以外的產業興起	□	□	□	□	□
2.	沿岸漁業的產量逐年減少，但投了魚礁之後，對於沿近海漁業漁獲量確實帶來較大的收益	□	□	□	□	□
3.	政府投放大量的人工魚礁會讓您認為浪費人民的金錢嗎?	□	□	□	□	□
4.	漁業署投放人工魚礁可使娛樂漁船經營收益增加	□	□	□	□	□
5.	投放人工魚礁，可以提供海洋觀光遊憩與潛水運動的資源	□	□	□	□	□
6.	您贊成利用投放人工魚礁來復育海底生物是有效的嗎？	□	□	□	□	□
7.	您認為投放**大型鋼鐵**人工魚礁對此區域的魚群較有明顯增加的效果	□	□	□	□	□
8.	您認為投放**水泥電桿**人工魚礁對此區域的魚群較有明顯增加的效果	□	□	□	□	□
9.	您認為投放**傳統水泥**人工魚礁對此區域的魚群較有明顯增加的效果	□	□	□	□	□
10.	您認為投放**船礁、軍艦礁**對此區域的魚群較有明顯增加的效果	□	□	□	□	□
11.	政府投放人工魚礁有助於增加當地海域的生物多樣性與族群規模	□	□	□	□	□
12.	投放人工魚礁，可以提供魚類生存的空間及避敵的場所	□	□	□	□	□
13.	人工魚礁要投設在遠離天然礁處，若投在天然礁上，不但會成效不彰，也可能傷害原有的棲地	□	□	□	□	□
14.	人工魚礁若投放在水質混濁的海域，海底沈積物多，礁體表面附著生物不易生存	□	□	□	□	□
15.	人工魚礁體若受到魚網纏繞，會失去培育資源的效益	□	□	□	□	□
16.	人工魚礁若破碎，其移動可能對周圍的棲地或生物產生物理傷害並喪失空間效應	□	□	□	□	□
17.	您認為人民對人工魚礁的認知不夠(即推廣效果不佳)	□	□	□	□	□
18.	您認為政府應興建人工魚礁文化特色館，來推廣人民對人工魚礁復育魚類資源的認知嗎？	□	□	□	□	□
19.	投放人工魚礁對臺灣周邊海域只有帶來正面的影響	□	□	□	□	□

No.	內　　容	非常不同意	不同意	沒意見	同意	非常同意
20.	在中、小學課程中納入人工魚礁復育魚類資源的知識	□	□	□	□	□
21.	應拍攝宣導影片介紹人工魚礁的投設工程，並教導民眾愛護資源觀念	□	□	□	□	□
22.	應設立漁業文化館，介紹及推廣人工魚礁復育魚類資源事宜	□	□	□	□	□
23.	投設人工魚礁屬於報酬大於投資的漁業施政工作	□	□	□	□	□
24.	投設人工魚礁所需預算為現階段漁業施政必要之預算	□	□	□	□	□
25.	漁業署人工魚礁工程的採購案符合公正公平公開原則	□	□	□	□	□
26.	您對漁業署主辦人工魚礁業務相關人員之服務態度滿意	□	□	□	□	□
27.	您對漁業署主辦人工魚礁業務相關人員之品德操守滿意	□	□	□	□	□
28.	您對漁業署主辦人工魚礁業務相關人員之辦事效率滿意	□	□	□	□	□
29.	您對漁業署主辦人工魚礁業務相關人員之清廉度滿意	□	□	□	□	□
30.	政府應針對不同海域設計出不同類型的魚礁來投放	□	□	□	□	□
31.	對目前而言，政府在魚礁區實施禁漁政策是一個有效的政策	□	□	□	□	□
32.	政府應擴大現有的人工魚礁區範圍(如 2x2 浬)並實施魚苗放流	□	□	□	□	□
33.	政府每年在投放人工魚礁後，都舉行說明會確實使民眾認知	□	□	□	□	□
34.	對於政府所公告的魚礁區與實際投放的位置相差很大	□	□	□	□	□
35.	除了投放底層人工魚礁外是否應多增加投放浮魚礁及中層魚礁的數量	□	□	□	□	□
36.	對漁業署所規劃投放的各類魚礁位置經緯度皆清楚知道	□	□	□	□	□
37.	有些人工魚礁因年久已破損或埋沒，有需要再繼續大量投放	□	□	□	□	□
38.	政府有確實做到人工魚礁的維護與落實相關的管理並有效的發揮作用	□	□	□	□	□
39.	你覺得政府所規劃投放人工魚礁區的位置皆適宜嗎?	□	□	□	□	□
40.	投放人工魚礁，可以改善海洋魚類棲息地及降低拖網漁業的破壞	□	□	□	□	□
41.	人工魚礁的材質需選擇較堅固耐久能為生物之附著，且不得為環境帶來風險之物體	□	□	□	□	□
42.	人工魚礁禁漁區內禁止潛水打魚與使用網具類來撈捕魚類並加強舉發在魚礁區違法作業的網漁具漁船	□	□	□	□	□
43.	政府需結合地區漁會或社區團體，來推動並執行人工魚礁的管理	□	□	□	□	□
44.	未來政府應繼續投放人工魚礁，並加強魚礁區的管理	□	□	□	□	□
45.	應成立設計設置超然的人工魚礁效益評估單位	□	□	□	□	□

二、以下是有關您就政府投設人工魚礁的看法，請您於適當的「□」中打「✓」，或於空白處填寫您的看法

1.	您認為目前已投放的人工魚礁的礁體類型是否恰當？ □**是** **若否**，您認為應增加投放(可複選)： □傳統水泥礁　□水泥電桿礁　□大型鋼鐵礁　□軍艦礁　□船礁

2.	您認為目前已投放的人工魚礁深度是否恰當？ ☐**是** **若否**，請填寫您的看法： (1)傳統水泥礁應投在約＿＿＿＿＿＿＿＿m (2)水泥電桿礁應投在約＿＿＿＿＿＿＿＿m (3)船礁應投在約＿＿＿＿＿＿＿＿m (4)大型鋼鐵礁或軍艦礁應投在約＿＿＿＿＿＿＿＿m
3.	您認為目前政府對投放的人工魚礁培育魚類資源的宣導已相當確實？ ☐是 **若否**，請填寫您的看法(可複選)： □在中小學教課書中增列人工魚礁培育魚類資源的觀念 □拍攝廣告片於電視上宣導 □發行郵票 □提供有獎徵答活動 □成立網站搜集及提供國內外人工魚礁觀念 □其它＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
4.	您對政府投放的人工魚礁培育魚類資源的建議與改進事項：

三、以下是有關您的背景資料，僅供研究之用，絕對不會外流，請您放心作答，並在適當的欄位勾選答案。

1.服務單位： ☐漁業從事人員(包括漁會、漁撈、海釣、休閒觀光潛水)
☐政府機關
☐學術單位
☐其它 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

2.所在縣市： ☐基隆市 ☐台北市 ☐新北市 ☐桃園縣 ☐新竹縣(市)
☐苗栗縣 ☐台中市 ☐彰化縣 ☐南投縣 ☐雲林縣
☐嘉義縣(市) ☐台南市 ☐高雄市 ☐屏東縣
☐台東縣 ☐花蓮縣(市) ☐宜蘭縣(市)
☐澎湖縣 ☐金門縣 ☐連江縣

受訪日期：＿＿＿＿＿＿年＿＿＿＿＿＿月＿＿＿＿＿＿日