

「110 年台灣西部海域白海豚族群生態監測  
計畫」案  
成果報告書  
(案號：110-C-49)

委託機關：海洋委員會海洋保育署

執行單位：觀察家生態顧問有限公司

計畫主持人：劉威廷

協同主持人：黃彥婷、侯雯

計畫期程：中華民國 110 年 4 月至 12 月

計畫經費：新臺幣 3,350,000 元整

(本報告內容及建議，純屬執行單位觀點，不代表本機關立場)



## 目錄

目錄	I
圖目錄	IV
表目錄	X
摘要	XII
Abstract	XIII
第壹章 計畫概要	1
1.1 計畫緣起與目標	1
1.2 計畫年期：110年度	1
1.3 主辦單位：觀察家生態顧問有限公司	1
1.4 總計畫經費：3,350,000元	1
1.4.1 工作項目及經費	1
1.5 經費來源：(一)中央款：3,350,000元	1
1.6 計畫範圍與背景分析	1
1.7 計畫工作內容	5
1.7.1 白海豚族群生態調查	5
1.7.2 白海豚族群動態評估與個體檔案建立	5
1.7.3 辦理白海豚重要棲息環境地圖圖層套繪及專業諮詢	5
第貳章 工作流程與方法	6
2.1 計畫執行流程與進度	6
2.1.1 計畫執行流程	6
2.2 白海豚族群生態調查規劃及方法	7
2.2.1 八次西海岸海上觀測	7
2.2.2 西海岸葉綠素 $a$ 濃度之時空變化趨勢	19

---

2.3	白海豚族群動態評估與個體檔案建立 .....	22
2.3.1	族群動態分析 .....	22
2.3.2	白海豚個體資料庫建立 .....	25
2.3.3	評析與量化白海豚生存威脅與保育措施建議 .....	28
2.4	辦理白海豚重要棲息地圖層套繪及專業諮詢 .....	30
第參章	重要成果說明 .....	31
3.1	白海豚族群生態調查 .....	31
3.1.1	海上觀測 .....	31
3.1.2	航線目擊率 .....	38
3.1.3	環境因子 .....	42
3.1.4	葉綠素 $a$ 及懸浮固體 .....	44
3.1.5	無人機及拖曳式聲學 .....	49
3.2	白海豚族群動態評估與個體檔案 .....	71
3.2.1	空間分布 .....	71
3.2.2	群體行為、活動軌跡與棲地利用 .....	72
3.2.3	族群結構與照片辨識 .....	99
3.2.4	電子文案 .....	107
3.2.5	漁業、航運與白海豚目擊分析 .....	107
3.2.6	白海豚生態手冊內容 .....	114
3.3	白海豚重要棲息環境工程案件蒐集套疊與評析 .....	115
3.3.1	離岸風場 .....	121
3.3.2	臺灣西部沿海工程 .....	125
3.4	白海豚重要棲息環境內生態風險評析 .....	139
第肆章	討論及未來方向與建議 .....	146
4.1	白海豚族群生態調查與幼豚辨識 .....	146
4.2	環境葉綠素 $a$ 濃度與懸浮固體濃度 .....	154

---



4.3	以無人機影像分析鯨豚體長建議.....	157
4.4	資料庫彙整與白海豚重要棲息環境工程分析.....	158
4.5	白海豚重要棲息環境與海岸變遷滾動式修訂建議.....	168
4.6	白海豚生態風險評析建議.....	172
4.7	效益分析.....	175
第五章	執行中遭遇之困難及因應對策.....	176
5.1	漁業、航運資料量過大及資料處理時間不足.....	176
5.2	無人機調查及量測海豚體長.....	176
5.3	新冠肺炎疫情影響調查安排.....	177
第六章	參考文獻.....	178
附錄一	專有名詞解釋	
附錄二	電子文案	
附錄三	白海豚生態手冊	
附錄四	重要棲息環境滾動式修訂建議對照表	
附錄五	白海豚目擊接近點對照葉綠素 <i>a</i> 樣站表	
附錄六	期中審查意見回覆對照表	
附錄七	期末審查意見回覆對照表	

## 圖目錄

圖1.6-1	歷年白海豚目擊分布（左）與潛在分布範圍（右）.....	2
圖1.6-2	本計畫調查範圍圖.....	3
圖2.1.1-1	本計畫執行流程圖.....	6
圖2.2.1-1	全臺調查航線示意圖.....	8
圖2.2.1-2	調查船人員配置及目視範圍.....	9
圖2.2.1-3	水下聲音資料記錄器A-tag.....	14
圖2.2.1-4	水下聲學監測示意圖.....	15
圖2.2.1-5	拖曳式水下聲學調查部分原始資料示意圖.....	16
圖2.2.1-6	垂直拍攝以船隻作為比例尺進行體長測量（示意圖）.....	18
圖2.2.2-2	低溫保存葉綠素a示意圖.....	20
圖2.2.2-1	葉綠素a測站分布圖.....	19
圖2.3.2-1	優良等級照片範例.....	26
圖2.3.2-2	良好等級照片範例.....	27
圖2.3.2-3	非身體兩側但可辨識之特徵-1.....	27
圖2.3.2-4	非身體兩側但可辨識之特徵-2.....	27
圖2.3.2-5	對焦模糊且幾乎無法辨識特徵.....	28
圖2.3.3-1	S-P-R議題描述風險評估示意圖（上）、針對區域生態議題中 危害衝擊風險評估（下）.....	29
圖2.4-1	開發案件圖層套繪流程.....	30
圖3.1.1-2	本計畫調查航跡.....	37
圖3.1.2-1	穿越線各區段白海豚目擊率示意圖.....	40
圖3.1.2-2	穿越線各區段露脊鼠海豚目擊率示意圖.....	41
圖3.1.4-1	臺灣西部沿海11個樣點之葉綠素a濃度結果.....	45

---

圖3.1.4-2	臺灣西部沿海11個樣點之懸浮固體濃度結果.....	46
圖3.1.4-3	臺灣西部沿海11個樣點之淨群集生產量結果（由葉綠素 <i>a</i> 濃度推算）.....	47
圖3.1.4-4	白海豚目擊數量與葉綠素 <i>a</i> 濃度散布圖.....	48
圖3.1.4-5	各季節葉綠素 <i>a</i> 、懸浮固體濃度與水質環境因子之主成分分析圖.....	48
圖3.1.4-6	各測站葉綠素 <i>a</i> 、懸浮固體濃度與水質環境因子之主成分分析圖.....	49
圖3.1.5-1	無人機拍攝畫面（左為5月2日，右為7月4日，皆於彰化目擊）.....	50
圖3.1.5-2	無人機以相同高度，不同雲台斜角進行拍攝.....	51
圖3.1.5-3	無人機以不同高度，雲台角度維持90°進行拍攝.....	52
圖3.1.5-4	5月2日第二群無人機拍攝白海豚擷取影像.....	53
圖3.1.5-5	5月2日第二群以船隻作為比例尺所量測之白海豚體長長條圖 53	
圖3.1.5-6	5月2日第一群無人機拍攝白海豚之第一段影片擷取影像.....	54
圖3.1.5-7	5月2日第一群以GSD量測第一段影片白海豚體長之長條圖.	55
圖3.1.5-8	5月2日第一群以GSD量測第一段影片白海豚體長之盒鬚圖.	55
圖3.1.5-9	5月2日第一群無人機拍攝白海豚之第二段影片擷取影像.....	57
圖3.1.5-10	5月2日第一群以GSD量測第二段影片之白海豚體長長條圖.	58
圖3.1.5-11	5月2日第一群以GSD量測第二段影片之白海豚體長盒鬚圖.	58
圖3.1.5-12	5月2日第二群無人機拍攝白海豚之影片擷取影像.....	60
圖3.1.5-13	5月2日第二群以GSD量測白海豚體長長條圖.....	60
圖3.1.5-14	5月2日第二群以GSD量測白海豚體長盒鬚圖.....	61
圖3.1.5-15	經篩選後之聲音事件可用IPI（上圖）及時間差（下圖）加以檢視是否為錯誤偵測.....	64

---

---

圖3.1.5-16	正常偵測之搭聲聲紋.....	65
圖3.1.5-17	錯誤偵測之水花聲紋.....	66
圖3.1.5-18	拖曳式水下聲學輔助調查偵測結果與目視調查之比較.....	67
圖3.1.5-19	7月19日拖曳式水下聲學輔助調查偵測結果與目視調查GPS航跡之比較.....	68
圖3.1.5-20	8月19日拖曳式水下聲學輔助調查偵測結果與目視調查GPS航跡之比較.....	69
圖3.1.5-21	8月25日拖曳式水下聲學輔助調查偵測結果與目視調查GPS航跡之比較.....	70
圖3.2.1-1	白海豚及露脊鼠海豚有效目擊點位分布圖.....	71
圖3.2.2-1	苗栗中港溪白海豚目擊船隻移動軌跡（左：20210719_01、右：20210719_03）.....	80
圖3.2.2-2	苗栗後龍溪白海豚目擊船隻移動軌跡（20210930_01）.....	81
圖3.2.2-3	臺中大安溪白海豚目擊船隻移動軌跡（左：20210930_02、右：20210719_02）.....	82
圖3.2.2-4	彰化大肚溪白海豚目擊船隻移動軌跡及無人機移動軌跡（20210704_02）.....	83
圖3.2.2-5	彰化崙尾水道口外白海豚目擊時船隻及無人機移動軌跡（20210502_01）.....	84
圖3.2.2-6	彰化芳苑外白海豚目擊時船隻及無人機移動軌跡（上：20210825_02、下：20210502_02）.....	85
圖3.2.2-7	雲林濁水溪口外白海豚目擊船隻移動軌跡（20210825_01）.....	86
圖3.2.2-8	雲林臺西白海豚目擊船隻及無人機移動軌跡（20210704_01）.....	87
圖3.2.2-9	雲林臺西白海豚目擊船隻移動軌跡（上：20210502_03、下：20210502_04）.....	88
圖3.2.2-10	雲林新虎尾溪口外與南側白海豚目擊船隻移動軌跡（上：	

---

	20210919_01、下：20210919_02) .....	89
圖3.2.2-11	嘉義八掌溪口外白海豚目擊船隻移動軌跡(上： 20211006_01、下：20211006_02) .....	90
圖3.2.2-12	嘉義外傘頂洲外海露脊鼠海豚目擊時船隻移動軌跡 (20210507_01) .....	91
圖3.2.2-13	嘉義外傘頂洲外海目擊露脊鼠海豚尾幹 .....	92
圖3.2.2-14	白海豚覓食行為分布圖(2018-2021年) .....	93
圖3.2.2-15	白海豚繞圈徘徊行為分布圖(2018-2021年) .....	94
圖3.2.2-16	白海豚休息行為分布圖(2018-2021年) .....	95
圖3.2.2-17	白海豚社交行為分布圖(2018-2021年) .....	96
圖3.2.2-18	白海豚未知行為分布圖(2018-2021年) .....	97
圖3.2.2-19	白海豚游走行為分布圖(2018-2021年) .....	98
圖3.2.3-1	2021年目擊個體年齡結構 .....	104
圖3.2.3-2	目擊群次中幼豚的數量 .....	105
圖3.2.3-3	本年度目擊幼豚之年齡結構 .....	105
圖3.2.3-4	可納入資料庫幼豚個體照-1 .....	106
圖3.2.3-5	可納入資料庫幼豚個體照-2 .....	106
圖3.2.5-1	四縣市漁港屬白海豚可能食餌魚種重量長條圖 .....	108
圖3.2.5-2	苗栗縣漁港屬白海豚可能食餌魚種重量長條圖 .....	108
圖3.2.5-3	臺中市漁港屬白海豚可能食餌魚種重量長條圖 .....	109
圖3.2.5-4	彰化縣漁港屬白海豚可能食餌魚種重量長條圖 .....	109
圖3.2.5-5	雲林縣漁港屬白海豚可能食餌魚種重量長條圖 .....	110
圖3.2.5-6	漁業活動分布-1(以區間100筆資料分析呈現) .....	111
圖3.2.5-7	漁業活動分布-2(以區間1,000筆資料分析呈現) .....	112
圖3.2.5-8	航運活動分布 .....	113
圖3.2.6-1	鯨豚種類介紹的工具書 .....	114

圖3.2.6-2	臺灣白海豚圖鑑.....	114
圖3.3-1	臺灣西部海岸開發案件分布位置示意圖.....	116
圖3.3.1-1	離岸風場工程開發範圍.....	123
圖3.3.1-2	2021年施工中風場範圍.....	124
圖3.3.2-1	後龍溪土石採取區及苑裡土石採取區施工範圍圖.....	125
圖3.3.2-2	桃園沿岸工程施工範圍圖.....	127
圖3.3.2-3	本計畫6月9日調查途經桃園觀塘工業區現場施工照.....	127
圖3.3.2-4	臺中港外港區擴建計畫施工範圍圖.....	128
圖3.3.2-5	臺中港白海豚目擊點位分布圖.....	129
圖3.3.2-6	苗栗縣沿岸工程施工範圍圖.....	130
圖3.3.2-7	彰化縣二港海堤工程範圍圖.....	131
圖3.3.2-8	新竹市港南海堤施工範圍圖.....	132
圖3.3.2-9	通霄發電廠一、二期施工範圍圖.....	134
圖3.3.2-10	彰化縣大城鄉海經太陽能板光電建造工程範圍圖.....	135
圖3.3.2-11	外傘頂洲侵蝕防治初步改善策略示意圖.....	136
圖3.4-1	生態風險評估流程架構圖.....	139
圖3.4-2	臺中海域人為活動的概念模型示意圖.....	140
圖3.4-3	臺中海域人為活動之於白海豚的衝擊影響程度的示意圖... 141	141
圖4.1-1	2020年與2021年白海豚目擊地點與群體數量的比較.....	147
圖4.1-2	2020-2021年臺灣西部沿海白海豚目擊率的比較.....	148
圖4.1-3	2020-2021年白海豚有效目擊群次分布點位及群體大小（白海豚優先復育區）.....	149
圖4.1-4	2020-2021年白海豚有效目擊群次之群體大小（白海豚優先復育區_北）.....	150
圖4.1-5	2020-2021年白海豚有效目擊群次之群體大小（白海豚優先復育區_中）.....	151

圖4.1-6	2020-2021年白海豚有效目擊群次之群體大小（白海豚優先復育區_南） .....	152
圖4.1-7	2020-2021年白海豚有效目擊群次之群體大小（白海豚優先復育區_南） .....	153
圖4.2-1	5月2日於彰化崙尾水道口附近所攝得工程施工照.....	155
圖4.4-1	公民科學白海豚目擊點位分布圖（2010-2021年） .....	159
圖4.4-2	公民科學白海豚目擊點位分布圖（2020-2021年） .....	161
圖4.4-3	歷年公民科學目擊點位與海域相關工程施工範圍.....	163
圖4.4-4	歷年白海豚個體活動履歷-1 .....	164
圖4.4-5	歷年白海豚個體活動履歷-2 .....	164
圖4.4-6	歷年白海豚個體活動履歷-3 .....	165
圖4.4-7	歷年白海豚個體活動履歷-4 .....	165
圖4.4-8	歷年白海豚個體活動履歷-5 .....	166
圖4.4-9	歷年白海豚個體活動履歷-6 .....	166
圖4.4-10	歷年白海豚個體活動履歷-7 .....	167
圖4.4-11	歷年白海豚個體活動履歷-8 .....	167
圖4.5-1	臺中港北堤淤沙變遷（2013-2021年） .....	169
圖4.5-2	外傘頂洲飄移（2013-2021年） .....	170
圖4.5-3	外傘頂洲以南白海豚目擊位置（2016-2021年） .....	171
圖4.6-1	漁船航跡與目擊點位比較（2021.1-2021.7） .....	173
圖4.6-2	航運與目擊點位比較（2019-2020年） .....	174

## 表目錄

表1.6-1	我國西部沿近海底質與白海豚潛在食餌魚種 .....	4
表2.2.1-1	目視調查努力量紀錄表 .....	11
表2.2.1-2	鯨豚目擊紀錄表 .....	12
表2.2.1-3	鯨豚行為紀錄表 .....	13
表2.2.1-4	無人機基本技術參數 .....	17
表2.2.2-1	葉綠素 $a$ 測站座標 (WGS84) .....	20
表2.3.1-1	白海豚年齡階層 .....	24
表2.3.1-2	嬰幼豚年齡判定定義表 .....	25
表3.1.1-1	本計畫調查結果摘要表 .....	32
表3.1.1-2	調查努力量表 .....	36
表3.1.2-1	以緯度區分各區塊之目擊率-白海豚 .....	39
表3.1.2-2	各航段目擊率 .....	42
表3.1.3-1	各航段觀測點環境因子平均測量結果 .....	43
表3.1.3-2	鯨豚接近點環境因子記錄表 .....	43
表3.1.4-1	葉綠素 $a$ (chl $a$ ) 與懸浮固體 (SS) 雙因子變異數分析 (two way ANOVA) .....	44
表3.1.5-1	無人機以相同高度，不同雲臺斜角量測行李箱長度 .....	50
表3.1.5-2	無人機以不同高度，相同雲臺斜角量測行李箱長度 .....	51
表3.1.5-3	5月2日第二群以船隻為比例尺量測之白海豚體長表 .....	53
表3.1.5-4	5月2日第一群以GSD量測第一段影片之白海豚體長表-1 .....	56
表3.1.5-5	5月2日第一群以GSD量測第二段影片之白海豚體長表 .....	59
表3.1.5-6	5月2日第二群以GSD量測之白海豚體長表 .....	61
表3.1.5-8	拖曳式聲學調查偵測結果 .....	63
表3.2.2-1	目擊鯨豚行為紀錄表 .....	73



---

表3.2.3-1	目擊群體數量估算及照片辨識個體數-白海豚 .....	100
表3.2.3-2	目擊群體數量估算及照片辨識個體數-露脊鼠海豚 .....	101
表3.2.3-3	本年度白海豚活動履歷 .....	102
表3.2.3-4	白海豚個體資料庫 .....	103
表3.3-1	本計畫彙整位於白海豚重要棲息環境內之開發案件 .....	117
表3.3-2	本計畫彙整鄰近白海豚重要棲息環境內之開發案件 .....	118
表3.3.1-1	離岸風場工程案件進度簡表 .....	121
表3.3.2-1	盤點不同工程案件資料與數據完整性 .....	138
表3.4-4	臺中海域白海豚對各類危害類型的暴露強度定義表與評估結果（示範） .....	143
表3.4-5	臺中海域白海豚對各類危害類型的影響強度定義表與評估結果（示範） .....	144
表3.4-6	臺中海域人為活動風險分析結果（示範） .....	145
表4.1-1	2020-2021年白海豚目擊率比較 .....	146
表4.2-1	各樣點採樣前一天雨量資料 .....	156
表4.3-1	不同量測法之白海豚體長對照表 .....	157

## 摘要

為了研析棲息於臺灣西部沿海瀕危白海豚族群生態，並擬定相關保育策略，海洋保育署規劃本計畫於2021年4月至2021年12月，為期9個月，沿淡水漁人碼頭至臺南安平港平行海岸之穿越線執行8次海上鯨豚生態調查，總航行里程2,603.00公里、總航行時間167.50小時，有效努力里程2,471.37公里、有效努力時間161.70小時。

共目擊20群次鯨豚，19群次白海豚目擊皆為有效目擊，其中包含11群次育幼群；1群次露脊鼠海豚亦為有效目擊。白海豚目擊率為每10公里0.08群次、每10小時1.27群次，其中以雲林段最高（每10公里0.26群次）；露脊鼠海豚目擊率為每10公里0.004群次、每10小時0.07群次。照片辨識個體結果為29隻，年齡組成以少年期為主（48.27%），另有3隻幼豚個體待納入資料庫當中。

本年度同時實施無人機、拖曳式水下聲學輔助監測調查。以無人機錄製4群次的海豚影片，分析海豚行為以游走較多，並利用（1）以船隻作為參照及（2）地面採樣距離（Ground Sample Distance, GSD）換算等兩種不同方法量測海豚體長，將海豚分為幼豚及青少年兩類群，幼豚的平均體長介於128.98 ~ 138.40 公分之間，青少年的平均體長則介於189.63 ~ 211.90 公分之間。拖曳式水下聲學調查共獲得22小時6分鐘之資料，共偵測1,564次齒鯨搭聲事件、60筆回聲定位事件。

調查監測11處測站的葉綠素 $a$ 濃度無一致時空變化，根據主成份分析結果顯示，葉綠素 $a$ 濃度與懸浮固體濃度呈負相關，而白海豚目擊數量與對應水質測站之葉綠素 $a$ 濃度無顯著相關，未來仍待繼續累積相關資料。

本計畫共彙整29件工程案件，作為評析工程之於白海豚生存威脅的依據，並綜整相關資訊結果，提出修正重要棲息環境範圍及棲地相關保育的建議。

## Abstract

In order to study on the critically endangered species population of Indo-pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) inhabiting along the Western coast of Taiwan and establish conservation strategies, Ocean Conservation Administration (OCA) has commissioned a 9-month monitoring project dating from April, 2021 to December, 2021. This study which is conducted 8 transect line surveys along the coastal water from Tamshui Fisherman's Wharf to Anping Fishing Port had achieved total 2603 km and 167.6 hours for the boat survey. The effective survey effort was 2471.37 km and 161.7 hours.

20 effective dolphin sightings which include 19 sightings are the Indo-pacific humpback dolphins and 1 sighting is finless porpoise. The humpback dolphins sighting rate is 0.08/ 10km; 1.27/ 10hrs; the finless porpoise sighting rate is 0.004/ 10km; 0.07/hrs. By comparing photo identification database, 29 individuals, which 48.27% of them are in mottled stage, are found, and 3 calves are grown enough to be included into the database.

In this project the unmanned aerial vehicle and acoustic data-logger (A-tag) are also used for collecting more dolphin information. After analyzing the video clips of 4 dolphin sightings filmed by the unmanned aerial vehicle (UAV), it is found that most of the dolphins' behavior is travelling. After measuring the body length of dolphins using boat length as a reference and Ground Sample Distance (GSD) conversion, dolphins can be divided into two groups according to their body length:calves and mottled staged individuals. The results show that the average body length of calves fall between 128.98 cm to 138.40 cm and that of mottled staged individuals fall between 189.63 cm to 211.90 cm. As for the acoustic data logger collection, total of 22 hrs and 6 mins were recorded, in which 1564 click events and 60 ecolocation events were detected.

There is no consistency in the temporal and spatial change of concentration of 11 chlorophyll a samples on the sea surface. According to principal component analysis, the correlation relationship between concentration of chlorophyll a and concentration of suspended solid is negative. Comparison

of the distribution of Indo-pacific humpback dolphins dolphin and the chlorophyll leads to a preliminary observation that the distribution of dolphins may correlate to the distribution of their food sources. More data need to be collected and accumulated in the future.

This study also collected 29 construction sites as basis for evaluating the potential threat a construction site may pose to the survival of dolphins. All the information and research results are organized and integrated into meaningful conclusion, advice on the modification of Major Wildlife Habitat (MPA) and on habitat protection policy will be offered.

## 第壹章 計畫概要

### 1.1 計畫緣起與目標：

臺灣西部海域為漁業、航運、離岸風電發展之重鎮，如何減緩生物多樣性下降趨勢，並兼顧生物多樣性及永續發展之理念為目前海洋保育署（以下簡稱海保署）之挑戰。為了解與研擬棲息於臺灣西部沿海，其活動範圍與經濟、能源發展區域高度重疊之瀕危白海豚保育策略，需依據重要棲息環境及族群進行盤點彙整與監測。海保署已自2019年起針對臺灣西部沿海白海豚進行兩年度的研究與監測，同時也彙整林務局過去調查資料，於2020年公告「中華白海豚野生動物重要棲息環境」之類別及範圍。

本計畫為延續2019年「台灣西部沿海白海豚族群監測計畫」及2020年「台灣西部沿海白海豚族群監測計畫」，持續彙整臺灣西部沿海白海豚之族群監測資料，分析包含族群歷年目擊率、個體辨識、育幼母豚數量，及相關棲地因子等資訊，以瞭解白海豚族群結構、族群空間分布與棲地利用模式，推估目前臺灣海域白海豚族群數量，以檢討評析白海豚重要棲息環境劃設範圍，並針對白海豚族群管理與保育提出具體可行之建議。

## 1.2 計畫年期：110年度

## 1.3 主辦單位：觀察家生態顧問有限公司

## 1.4 總計畫經費：3,350,000元

### 1.4.1 工作項目及經費

工作項目	經費(元)	概述
1. 白海豚族群生態監測	2,580,000	目視觀測至少 8 次，每次調查範圍至少需涵蓋北起新北淡水河口海，南至臺南安平港海域，並收集各航線接觸白海豚位置之環境因子。為瞭解中華白海豚棲息環境葉綠素 <i>a</i> 濃度之時空變化趨勢，於調查範圍內挑選 11 處，並完成至少 4 次採樣。
2. 白海豚族群動態評估與個體檔案建立	677,000	彙整分析白海豚空間分布、移動路徑、族群結構、棲地利用、族群分布等資訊。推估白海豚動態族群，將調查結果彙整與產出相關電子文案，另蒐集航運、離岸風機等相關資料，評析量化白海豚生存威脅影響因素，並提出保育措施及建議，與評估目前保育效益。建立白海豚個體資料檔，含目擊照片及影片，並將相關資訊彙整後撰寫白海豚生態手冊內容及提供電子文案與圖卡。
3. 辦理白海豚重要棲地塗層套匯集套專業諮詢	93,000	辦理白海豚重要棲息環境內開發案件初步檢，重要棲地圖層套繪、白海豚保育資料蒐集與資訊確認，協助主管機關滾動式修正現有保育計畫及白海豚相關保育議題專業諮。
4. 其他	-	以上均含稅雜、利潤及管理費
合計	3,350,000	

## 1.5 經費來源：(一)中央款：3,350,000元

## 1.6 計畫範圍與背景分析

臺灣西部白海豚主要分布範圍北起新竹的香山，南迄臺南的七股之

間的近岸淺水海域（周蓮香，2018），主要活動水深大都於30公尺水深線內（Atkins et al., 2004；Hung, 2008）。自1999年起，白海豚目擊紀錄分布北至桃園大潭藻礁外海，南達臺南二仁溪以北海域，橫跨沿海8個行政縣市（桃園市、新竹縣、苗栗縣、臺中市、彰化縣、雲林縣、嘉義縣及臺南市），其棲息分布範圍狹長（圖1.6-1）。2018年黃祥麟等人曾依據環境因子（如水深及葉綠素 $a$ 濃度等）資料，進行模式推估白海豚潛在出沒範圍，其中潛在核心區更達新北市與桃園市（圖1.6-1）。根據以往調查目擊紀錄及文獻推估白海豚潛在範圍，盤點西部沿海海岸類型及海底底質類型，發現新北市至臺南市之海岸多為沙灘、濕地等類型，至30公尺水深之海域環境皆多以泥沙為底質（表1.6-1），為適合白海豚棲息環境，且棲息環境中也具白海豚可能食用之潛在食餌（表1.6-1）。為瞭解臺灣西海岸白海豚之確切分布，本年度調查範圍包含自淡水河口（N25°11'29.7"，E121°22'39.9"）至臺南安平漁港（N22°58'49.6"，E120°08'20.5"）間海域（圖1.2-2），全長約321公里，涵蓋了白海豚重要棲息地以外的區域。

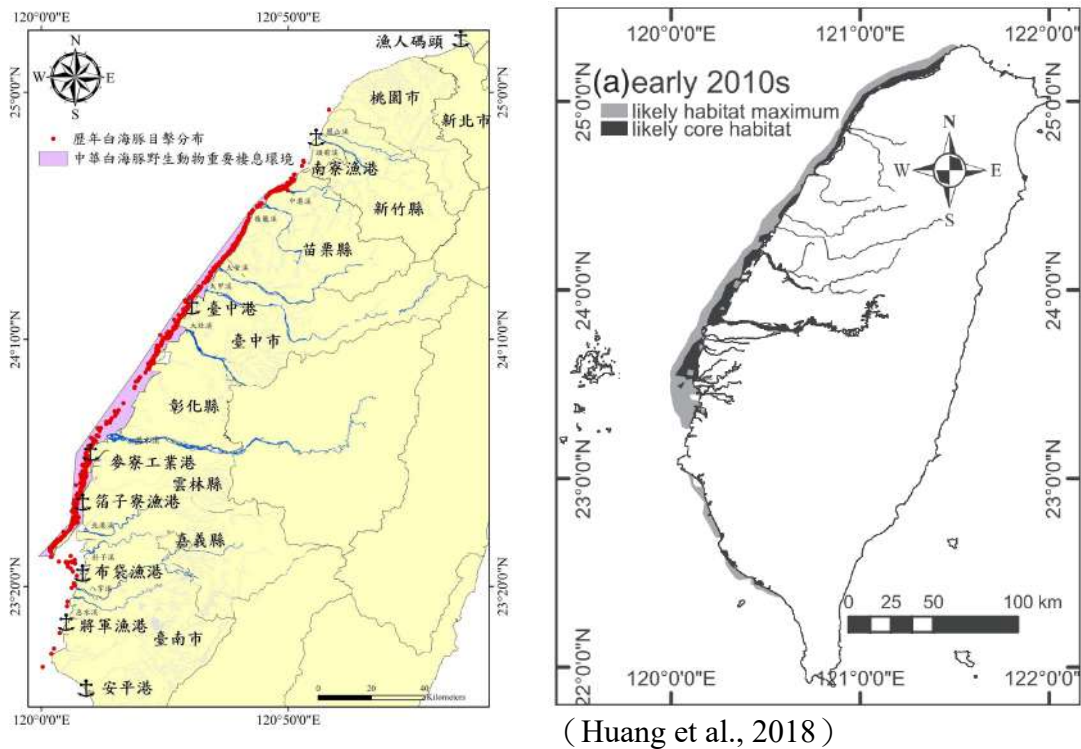


圖 1.6-1 歷年白海豚目擊分布（左）與潛在分布範圍（右）

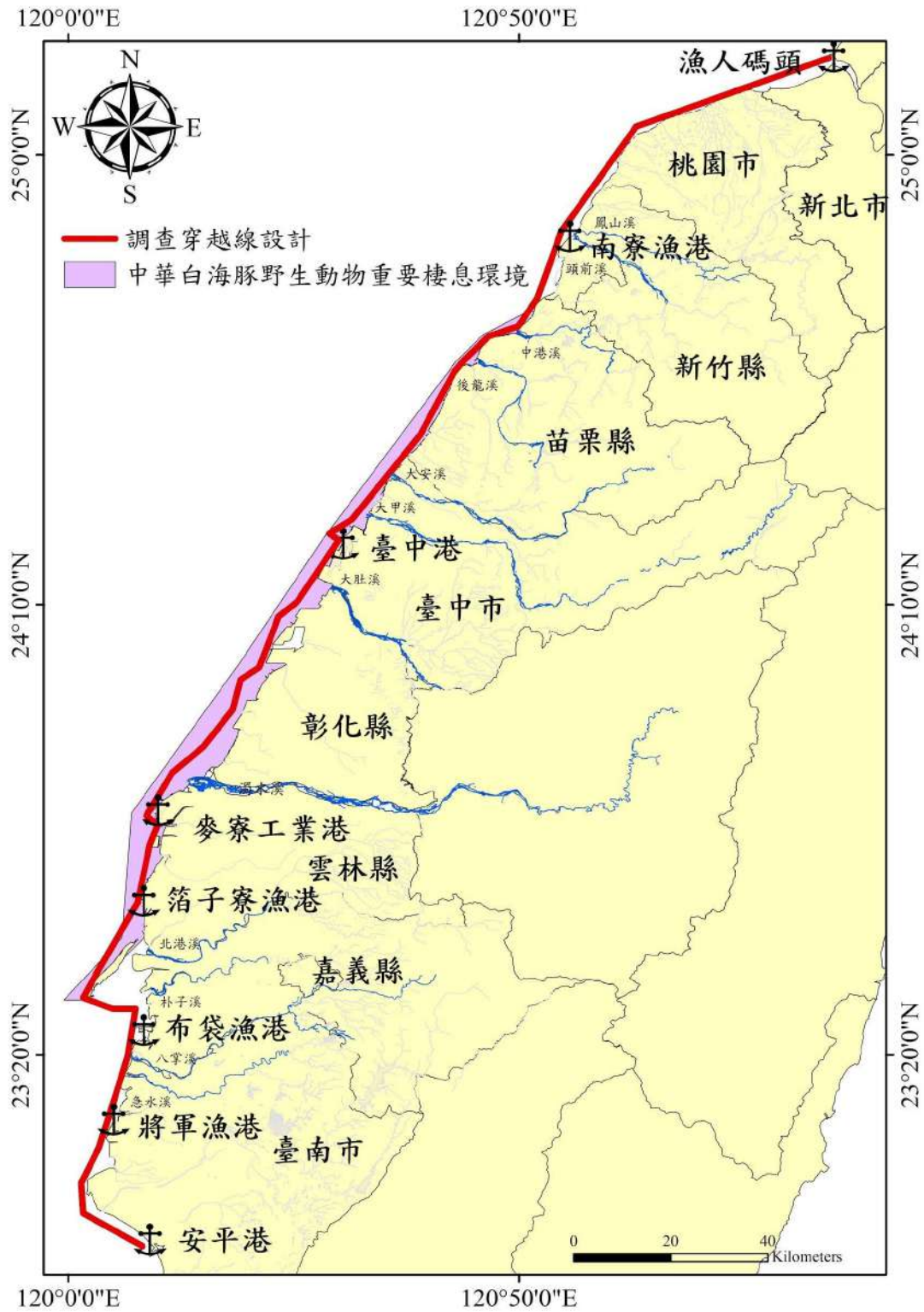


圖 1.6-2 本計畫調查範圍圖



表 1.6-1 我國西部沿近海底質與白海豚潛在食餌魚種

縣市	潛在食餌魚種	海底底質類型	海岸類型
新北市	白鯧、真鯛、日本鯷、杜氏鰱、白帶魚	沙質	沙岸、礁岩、泥質灘地
桃園市	斑海鯨、點帶石斑、黑棘鯛、紅牙(魚或)、多鱗四指馬鮫	沙，河口為泥	沙丘(大園-觀音白玉)、礁岩(觀音小飯壠溪-新屋溪)
新竹縣	紅牙(魚或)、點帶石斑、黑棘鯛、多鱗四指馬鮫	沙，河口為泥	濕地
苗栗縣	斑海鯨、星雞魚、大口逆鈎鰻、紅牙(魚或)、點帶石斑、黑棘鯛、多鱗四指馬鮫	沙，河口為泥	泥質灘地、沙丘
臺中市	粗紋鰻、杜氏稜鯷、鱗鰭叫姑魚	沙，河口為泥	濕地、沙丘
彰化縣	大頭白姑魚、斑鰭白姑魚、雙線舌鰻、紅牙(魚或)、點帶石斑	沙，河口為泥	沙洲、泥灘、沙丘
雲林縣	鱗鰭叫姑魚、六指多指馬鮫、大頭白姑魚、紅牙(魚或)、點帶石斑	沙，河口為泥	濕地、沙丘、人工構造物(魚塢、堤岸)沙灘、沙洲
嘉義縣	鱗鰭叫姑魚、四帶牙鰻、黑(魚或)、紅牙(魚或)、點帶石斑、赤鯮、斑點雞籠鰻、斑海鯨、花身鰻	沙，河口為泥	濕地、沙丘、人工構造物(蚵棚、堤岸)沙灘、沙洲
臺南市	紅牙(魚或)、白帶魚、花身鰻	沙，河口為泥	沙洲、潟湖

\*註 1：彙整自 96 年近岸地形測繪方法最佳化研究、營建署 2017 年潮間帶、臺灣大百科西部海岸、100 年度臺灣近岸港域地形變遷與環境調查研究、104 年度及 105 年度行政院農業委員會林務局委託研究計畫中華白海豚族群生態與食餌棲地監測與 106 年度整體海岸管理計畫。

\*註 2：本表中白海豚潛在食餌魚種之依據為參考國外中華白海豚所食用之魚種。

## 1.7 計畫工作內容

### 1.7.1 白海豚族群生態調查

- (1) 白海豚海上觀測至少8次，每次（不限船次及天數）調查範圍至少需涵蓋北起新北淡水河口海域，南至臺南安平港海域，並收集各航線接觸白海豚位置之環境因子（水表溫度、鹽度、pH值、水深及其他相關因素等）。
- (2) 依據白海豚重要棲息環境範圍與族群變動趨勢進行分析，評估檢討中華白海豚重要棲息環境調整項目及範圍，提出「中華白海豚重要棲息環境範圍」之評析結果。
- (3) 為瞭解白海豚棲息環境葉綠素 $a$ 濃度之時空變化趨勢，於調查範圍內挑選11處，並完成至少4次採樣。

### 1.7.2 白海豚族群動態評估與個體檔案建立

- (1) 彙整分析歷年白海豚空間分布、移動路徑、族群結構、棲地利用、族群分布等資訊，並依本年度族群監測之結果，推估目前臺灣西岸白海豚族群趨勢、繁殖率及族群結構，將調查結果彙整與產出相關電子文案，另蒐集漁業、航運、離岸風機等相關資料，評析量化白海豚生存威脅影響因素，並提出具體保育措施及建議，與評估目前保育效益。
- (2) 協助辦理白海豚個體影像資料篩選、辨識及確認、蒐集白海豚個體資料檔案並進行個體辨識，建立台灣西岸白海豚個體資料庫（含個體編號、目擊照片及影片、目擊紀錄點位），並將相關資訊彙整後撰寫白海豚生態手冊內容及提供電子文案與圖卡。

### 1.7.3 辦理白海豚重要棲息環境地圖圖層套繪及專業諮詢

辦理白海豚重要棲息環境內開發案件初步檢視，重要棲地圖層套繪、白海豚保育資料蒐集與資訊確認，協助主管機關滾動式修正現有保育計畫及白海豚相關保育議題專業諮詢。

## 第貳章 工作流程與方法

### 2.1 計畫執行流程與進度

#### 2.1.1 計畫執行流程

本計畫擬定執行流程如圖2.1.1-1所示：

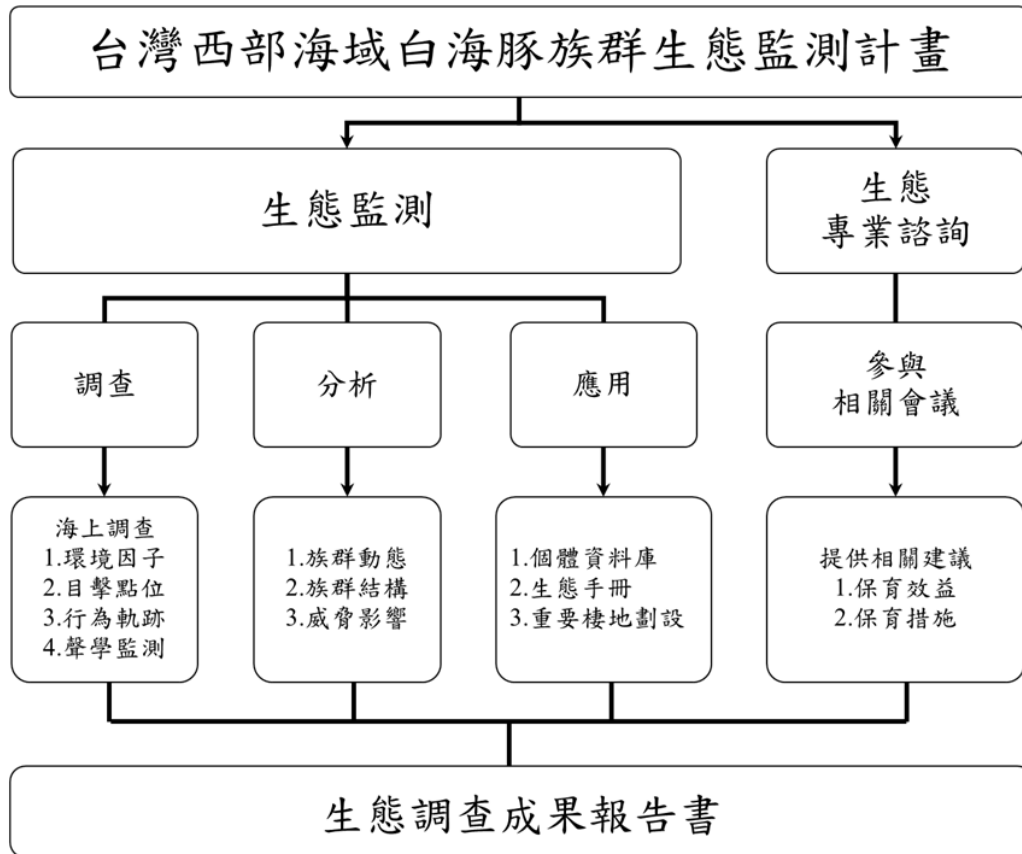


圖 2.1.1-1 本計畫執行流程圖

## 2.2 白海豚族群生態調查規劃及方法

本工作項目包含至少8次完整淡水河口（漁人碼頭）至臺南（安平漁港）的海上觀測調查並根據調查結果進行族群變動趨勢分析，並提出中華白海豚重要棲息環境範圍評析結果。以下分項說明調查航線航次設計及調查方法規劃。

### 2.2.1 八次西海岸海上觀測

#### (1) 調查範圍及航線設計

分析歷年臺灣西岸白海豚的分布梯度，主要為南北狹長、隨離岸距離和水深增加而下降的分布趨勢（周蓮香等人，2017），然臺灣西岸的白海豚推估僅存70-100隻（余欣怡等人，2010；周蓮香等人，2012；Wang et al., 2012），目擊機率低，若以多條垂直海岸或多條平行海岸穿越線調查法，雖能估算調查區內族群密度和數量，卻降低收集白海豚個體資料的機會。

依據歷年文獻顯示白海豚多目擊於30公尺水深線（Atkins et al., 2004；Hung, 2008）以內，並分布於苗栗至臺南之間、水深20公尺以下的淺水海域（Yeh, 2011；周蓮香等人，2018；白梅玲等人，2019）；然根據過往調查經驗，考量到臺灣西南海域受海岸漲退潮及淤砂情形，使得海岸線與實際水深線20公尺離岸最大距離可達10公里之遠。若僅依20公尺水深線劃設調查穿越線，將因離岸距離較遠，可能將導致目擊率下降，故依10公尺水深線劃設一條平行海岸穿越線，以利蒐集個體照片、行為及社群結構等資料。

因本計畫調查範圍航線總長約321公里，無法於一日內完成全區調查，故將航線切分為淡水港至南寮漁港（N1）、南寮漁港至臺中港（N2）、臺中港至箔子寮漁港（S1）、箔子寮漁港至安平港（S2）4個航段，每航段調查時間約8至12個小時不等（圖2.2.1-1）。

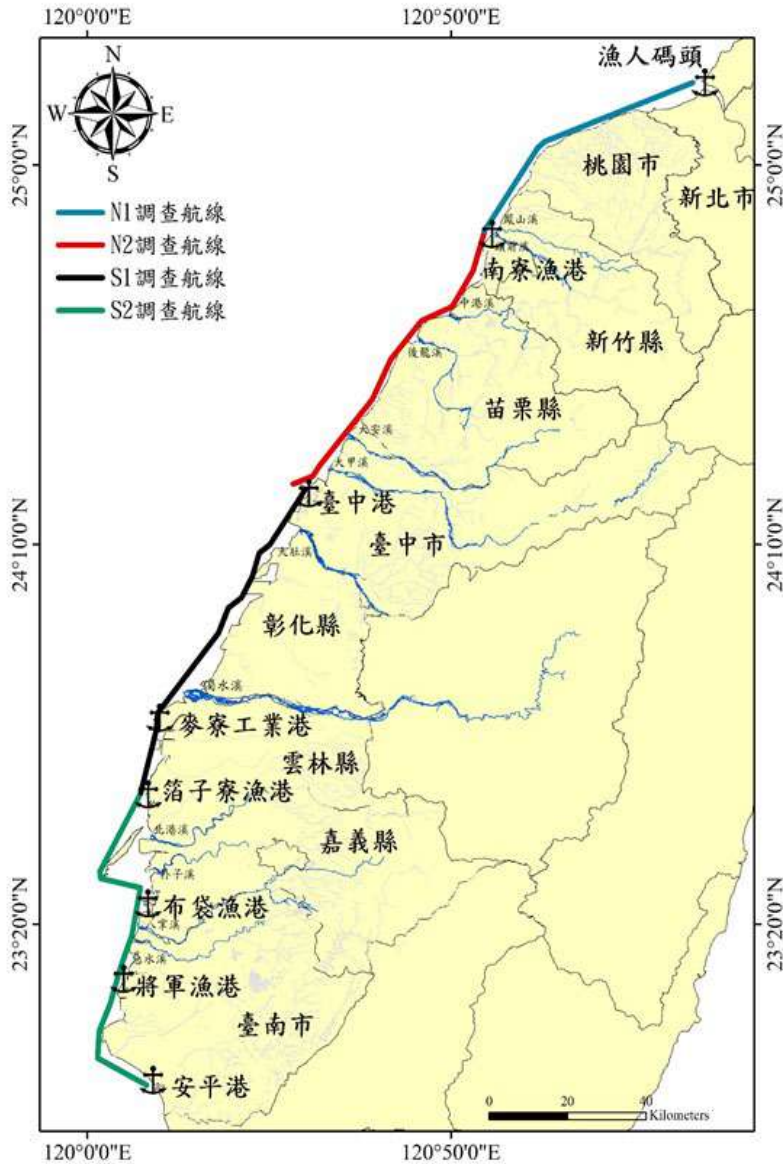


圖 2.2.1-1 全臺調查航線示意圖

## (2) 調查航次

根據漁業署租用娛樂漁船從事第三點所定項目，每航次以四十八小時為限，本計畫考量調查人員安全及天候海況等因素，每航次調查皆規劃於當日進港上岸，以免調查人員因無法獲得適當休息而降低調查可信度。

調查沿設定之穿越線進行調查，抵達穿越線末端時折返，於去程、回程皆進行觀測。依據有效努力里程說明，若當次調查有效努力里程超過原穿越線長度之50%，即視為有效調查，

故平均一航次可獲得2次調查資料（方向不同）。

然因實際天候狀況、潮汐影響進出港時間、調查穿越線距離長度等因素，非每次航次調查皆可完成完整2次調查，實際次數仍視行程安排與當日天候和潮汐等狀況決定。

### (3) 調查方法及觀測方式

進行鯨豚目視調查時，每次調查皆由至少5位具有鯨豚野外觀察經驗的人員在船上輪值，以肉眼和雙筒望遠鏡觀測船隻航行前方約180度的海面。

調查船上設有四個工作崗位，至少3名調查員分別於船隻前方及左右兩側，以目視橫掃法的方式監測眼前約120至180度角的海面，1名調查員進行各項環境的測量及記錄，剩餘調查員則休息。航行過程中，每20分鐘輪替一次工作崗位，以確保人員能有適當的休息（圖2.2.1-2）。

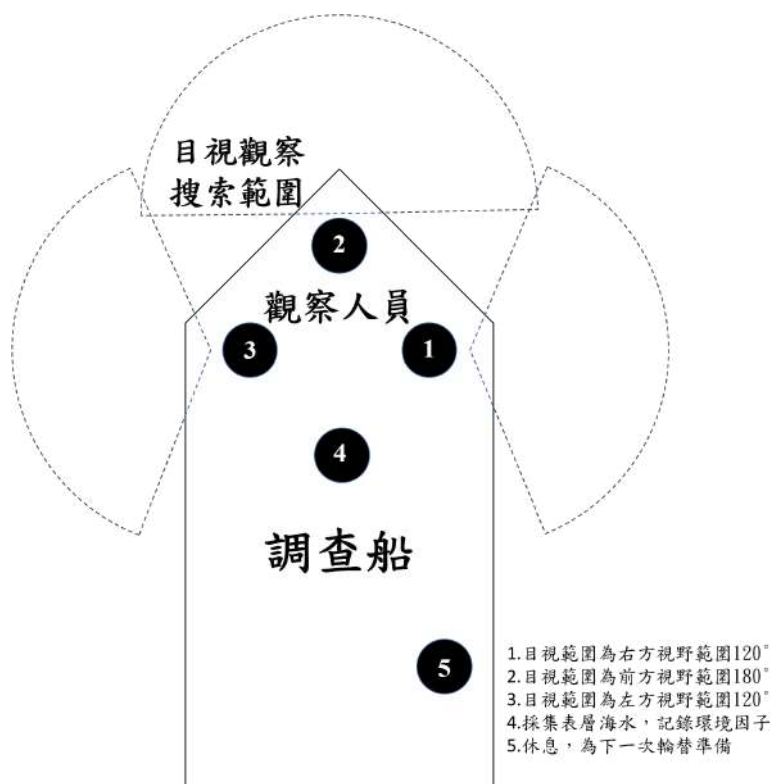


圖 2.2.1-2 調查船人員配置及目視範圍

調查發現鯨豚時，由1至2名調查員以數位單眼相機拍攝鯨

豚的體表兩側照片，用以進行後續個體辨識分析；1名調查員持影像紀錄器攝錄鯨豚於水面的活動，以利事後鯨豚的影像分析及記錄；1名調查員持手寫紀錄表，每5分鐘記錄一次鯨豚的行為、GPS編號、水深等資訊，並於目擊過程估算個體總數；1名調查員則於目擊過程中持續觀測船隻四周，以防止遺漏觀測可能出現的鯨豚個體。

#### (4) 調查規劃

各次調查規劃將依據天候及工作進度，並且避免密集執行調查而導致產生潛在誤差，盡可能平均分布於年間。本計畫已於5月份完成2次調查，6-7月份2次調查，於8月-10月間完成4次調查，如期完成共8次完整調查，未有因天候狀況等不可抗拒之因素而導致調查規劃落後之情形發生。

本計畫搭乘CT2等級（含）以下之娛樂漁船或小型漁船，於臺灣西部沿海進行平行海岸穿越線的船隻鯨豚目視調查。調查時天候和海況等環境因子是影響調查員目視效率的重要關鍵，為避免誤判或錯失鯨豚的目擊、低估鯨豚的活動頻度及族群大小，所有調查航程皆要求可觀測範圍在500公尺以上、平均浪高在1公尺以下（蒲氏風級4級以下）、天候條件需滿足無雨無霧和無嚴重逆光等，且調查船隻需按照規劃之穿越線以航速6至10海浬/小時行駛。

調查過程的各項環境和人員狀況資訊皆以紙本或電子形式記錄，相關資訊包含：利用全球衛星定位系統（GPS）記錄每航次的所有航跡，並於有效觀測期間至少每10分鐘標定一個有效觀測點；記錄觀測點標定當下的時間、經緯度、值勤調查人員姓名、觀測條件（能見度、浪高、天候、雲層覆蓋度、逆光程度等）；於各觀測點以採水桶採集表層海水，再以YSI Pro1030水質測量儀和LaMotte 2020we濁度計測量該地區表層水溫、鹽度、pH值、水體濁度，並記錄當下魚探機所偵測之水深（表2.2.1-1）。

表 2.2.1-1 目視調查努力量紀錄表

日期：2020/3/19			調查者：(1)調查員A (2)調查員B (3)調查員C (4)調查員D (5)										拍攝：(1)、(3)		紀錄：(2)								
趙次編號：20190319--白海豚監測--GPS 64st			船名：觀察家一號							路線：漁人碼頭→台中港										頁數：1/2			
			緯度(dd°mm'ss.ss")			經度(dd°mm'ss.ss")				天氣狀況			環境特徵							500M內船隻數			
GPS 編號	事件 代碼	小時	分鐘	度	分	秒	度	分	秒	浪 級	天 氣	眩 光	目 視 範 圍	鹽 度	溫 度	pH	濁 度	水 深	漁 船 動 靜	貨 /其 他 動 靜	紀 錄 者 代 號	附 註 /SN	
001	CO	8	50	25	10	59.18	121	24	19.41	1	S	0	1.5								A	出港	
002	EO	9	10	25	11	19.86	121	20	50.45	1	S	0	1.5	32.6	23.8	8.18	1.37	12.4	0/0	0/0	A	開始調查	

為確保資料準確性及穿越線調查資料可信度，本計畫以有效努力里程佔穿越線百分比作為各次調查完成與否的判斷依據。有效努力里程的基本要素為符合出航條件要求之天候海況和航線規劃，且不含動物觀測的航程。因此船隻離港後至調查航線上的路程、發現鯨豚後的追蹤路徑、天候海況條件不佳之航跡視為無效努力里程。

單次調查的有效努力里程最低應占原穿越線的50%方視為完成調查，若有效努力里程低於原穿越線的50%，則該次調查需視為無效數據，應擇日再重新進行調查。另外，進行相關研究分析時，將僅以有效努力里程的調查資料進行分析。

#### (5) 目擊報告

發現鯨豚時立即記錄發現時間、發現座標（以下簡稱發現點）、鯨豚最初離船距離、離岸距離、船艏角度及鯨豚與穿越線夾角角度等資訊，待觀察人員與鯨豚之間距離約200-300公尺時，再另記錄接近座標（以下簡稱接近點），並記錄接近點的環境因子（至少包含水深、表層水溫、鹽度、濁度、pH值等）。如發現點與接近點為同一位置，則需記錄上述所有資訊（表 2.2.1-2）。

接近鯨豚時，以緩慢船速約4至5節靠近，距離至100至200公尺時船速應降低至4節以下，並遵守友善賞鯨規範，距離保持在群體旁50-100公尺左右，若為育幼群時則更小心追蹤。若海豚主動靠近船隻會停船先讓海豚經過。



當調查人員追蹤鯨豚達約30分鐘，或鯨豚消失在視線範圍長達10分鐘以上時，即設立離開點，並記錄該點位的GPS座標和環境因子等資訊，完成後即沿原穿越線繼續執行調查工作。

如於調查過程目擊多群鯨豚，應依照上述說明記錄目擊過程中相關資訊，並於事後分析時確認照片資料中的個體組成，確認是否為同一群鯨豚的重複目擊，若兩群體間之組成有50%以上為相同個體，且相隔時間過短（小於30分鐘），此時將標記該群體為重複目擊。如為重複目擊，則應列入原目擊群次而不得將之列為新一群次的紀錄。

表 2.2.1-2 鯨豚目擊紀錄表

紀錄者：調查員 A		發現者：調查員 B		發現狀態：ON		發現種類：白海豚	
Video：調查員 C			Photo：調查員 B				
發現點							
時間：12：53 GPS 編號：039 N：24°43'51.57" E：120°46'44.93"		船首角度：80 度 海豚角度：240 度 最初離船距離：500 m 離岸距離：1.5 Km			500 m 內船隻(艘)數目： 0 漁船 0 貨輪 0 工作船 關聯生物： <input type="checkbox"/> 鳥 <input type="checkbox"/> 魚 <input type="checkbox"/> 其他		
接近點				離開點			
時間：12:55 GPS 編號：040 N：24°43'73.56" E：120°46'46.33" 水溫：24.8℃ 鹽度：34.2‰ pH：8.22 水深：23.6 m 濁度：1.85 浪級：3				時間：13：42 (離開者：調查團) GPS 編號：062 N：24°39'39.22" E：120°45'51.65" 水溫：24.0℃ 鹽度：32.1‰ pH：8.24 水深：17.6 m 濁度：1.40 浪級：2			

表 2.2.1-3 鯨豚行為紀錄表

GPS點位編號：_____ 標定時間：____：____：____ 水深：_____公尺	
鄰近狀況：鳥/魚/水母/其他( ) 漁船/貨輪/工作船 其他( )	
<p>請用紅筆標出鯨豚距離、位置和行進方向(N/S)</p>	<p>估算個體數：_____ · 估算母子對：_____</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 出水：全身/半身/僅背部</li> <li>● 拍水：水下/水面/、尾部/側身擊浪</li> <li>● 下潛：平身/拱身/舉尾</li> <li>● 摩擦：水下/水面、偶見/激烈、咬/交配</li> <li>● 游速：緩慢漂浮/&lt;4節 / &gt;4節</li> <li>● 換氣：同步/不同步、&gt;2/&lt;2分鐘</li> <li>● 隊形：&lt;3身長( )隻 / &gt;3身長( )隻</li> <li>● 其他：_____</li> </ul>

## (6) 拖曳式聲學與無人機輔助調查

## (a) 被動式水下聲學技術

聲音為動物溝通之途徑之一，也是探討鯨豚行為和族群生態的重要依據。因此被動式水下聲學為重要的鯨豚調查方法，此方法可不受天候、視線等限制，搭配目視調查更可完整了解鯨豚生態基礎資訊。

## (i) 調查儀器

本計畫採用水下聲音資料記錄器（圖2.2.1-3，A-tag, Acoustic data logger, ML200-AS8, Marine Micro Technology, Japan）進行拖曳式水下聲學輔助調查，A-tag有效調查頻率範圍約為55-235千赫茲，並具有兩個間隔約19公分之水下麥克風，可依據兩個水下麥克風接受到聲音訊號的時間差而推算聲音資料的來源角度。本計畫儀器設定每0.5毫秒記錄一次，幅度閾值為90次（換算聲壓值閾值為139 dB re 1 $\mu$ Pa），確保記錄器在調查期間保持在高效能與最大靈敏度。根據文獻指出，此儀器的有效偵測半徑約為300公尺（Akamatsu et al., 2008），且儀器之偵測頻率範圍正好涵蓋中華白海豚

之搭聲 (click) 的主要頻率範圍 (Goold & Jefferson, 2004)。



圖 2.2.1-3 水下聲音資料記錄器 A-tag

#### (ii) 調查方式

將A-tag以尼龍束帶固定於繩索末端前約1公尺處，並使用防水膠帶纏繞固定以免儀器於拖曳期間脫落，繩索末端處需繫上重錘，以穩定並防止儀器於水中受海水阻力左右擺動。另於儀器前方6公尺處綁上2-3顆浮標以防止繩尾完全垂落觸底。每次進行調查時，將A-tag拖曳在距離船尾約100公尺處，調查船速度維持在8-10節，避免調查船產生的船尾浪及引擎噪音干擾A-tag之記錄（圖2.2.1-4）。若蒲福氏風級超過1級，易造成浮標與水面撞擊產生浪花噪音而影響儀器記錄結果，則不適合進行拖曳式聲學調查。

每次執行拖曳式水下聲學輔助調查人員需為2位或以上，每30分鐘輪班一次以避免人員產生疲倦感；調查期間手持GPS全球衛星定位系統，在發生特殊事件時，標記定位並將時間、位置及事件代碼記錄於紀錄表上。

佈放及回收儀器時，需確保船隻處於停駛狀態，在拖行過程中，繩子與船尾角度保持不超過90度。若發現船隻四周有漁網或可能行經本船航道之漁船，即停船並將A-tag收起，待狀況排除後再重新佈放儀器。

若發現海豚或遇到船隻轉向，將A-tag收至30-40公尺左右，以防止船隻轉彎時繩索遭引擎絞入，直到離開海豚或船隻回歸航線後，再將A-tag放回船尾約100公尺處。

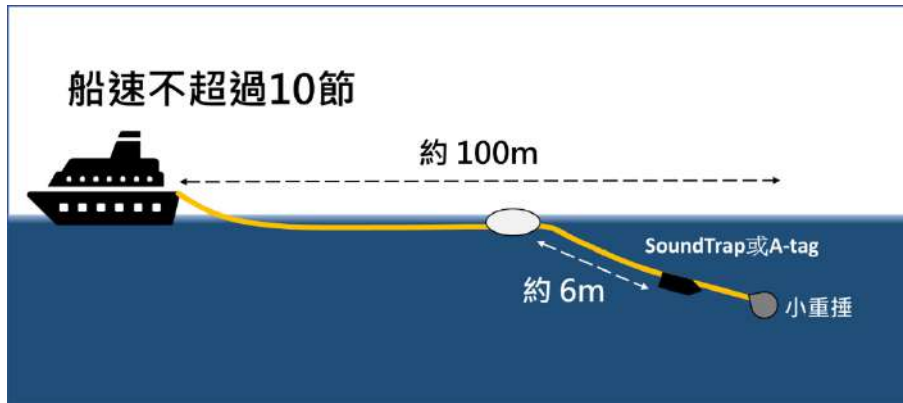


圖 2.2.1-4 水下聲學監測示意圖

(iii) 資料分析

A-tag偵測頻率範圍內（55-235千赫茲）且聲壓值大於139 dB re 1  $\mu$ Pa之聲音事件，並記錄下時間、兩聲道之聲壓值及兩聲道接收到訊號之時間差（圖2.2.1-5）。收集到之脈衝波事件資料利用下列規則（Lin et al., 2015）進行處理，以篩選出可能的齒鯨回聲定位搭聲。

剔除聲壓值小於170 dB re 1  $\mu$ Pa及脈衝波持續時間小於0.1毫秒之脈衝波，以篩選掉過弱的訊號及背景噪音。

剔除脈衝波間距（Inter-pulse-interval, 簡稱IPI）小於0.02秒及大於0.1秒之脈衝波事件，以去除因海面、海底或其他來源所造成之反射聲音。

海豚會發出一連串的脈衝波，形成回聲定位聲音（click trains）。在每個回聲定位聲音中，其產生之脈衝波數量及IPI變化率會保持在一定的範圍內，若為槍蝦或船隻的聲音，其脈衝波數量及IPI變化率相較之下

會較不固定。因此剔除脈衝波次數小於6次及大於200次之回聲定位聲音IPI變化率小於50%及大於500%之回聲定位聲音及總IPI變化大於5毫秒之回聲定位聲音，可篩選出可能之齒鯨聲音訊號。

通常人為產生的噪音會相當規律，其IPI變化相當小，故剔除IPI標準差小於1毫秒之回聲定位聲音，可進一步去除人為噪音。

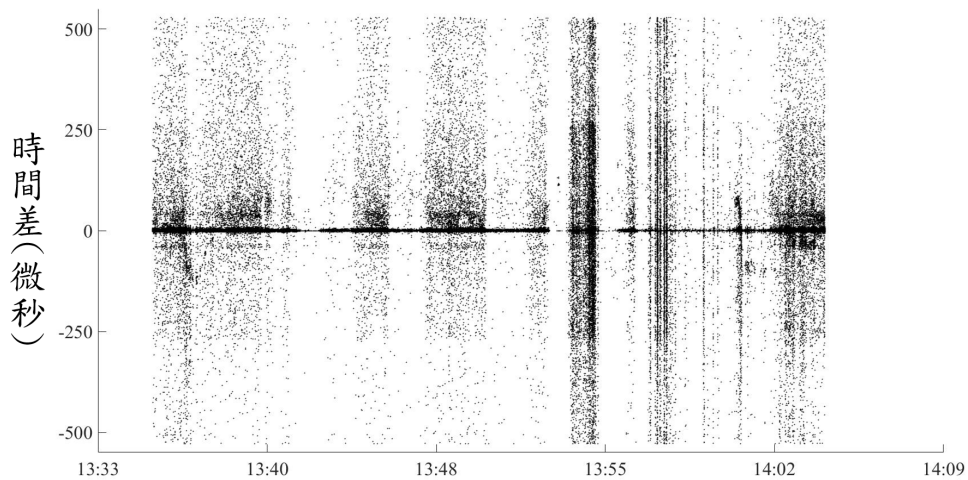


圖 2.2.1-5 拖曳式水下聲學調查部分原始資料示意圖

#### (b) 無人機拍攝技術

無人機自農林畜牧業至國防安全皆被廣泛應用，生態調查以無人機輔助進行的做法也亦漸普遍，包括環境生態保育如海洋哺乳動物 (Hodgson et al., 2013)、鯊魚 (Raoult et al., 2018) 及鳥類 (Vas et al., 2015) 之拍攝與監測。透過無人機，除可量測大型鯨的體長 (Fearnbach et al., 2018)，了解其生理健康狀況 (Apprill et al., 2017) 外，針對小型齒鯨則可更精確的計算目擊隻數、了解其行為、蒐集工程施工作業情形，並進行干擾因子之衝擊影響評估分析；另外也可蒐集船隻無法進入之淺水區域之鯨豚影像，提供更多相關生態基礎資訊。

## (i) 調查儀器

本計畫進行無人機輔助調查，以配備2,000萬像素影像傳感器，可拍攝 4K/60 fps影片，訊號最大有效距離達10,000公尺，並最長可持續飛行30分鐘（表2.2.1-4）。另搭配線上雲端儲存相關飛行資訊會產生160-180 ms的延時（視實際拍攝環境及行動設備）。無人機輔助調查需在天候、浪況及具備專業飛手等眾多因素皆符合條件之下方能進行，計畫執行過程中依照現場狀況決定是否實施輔助調查。

表 2.2.1-4 無人機基本技術參數

項目	Phantom 4 Pro v2.0	計算 GSD 使用參數
影像傳感器 Sensor width (SW)	1 inch CMOS (12.8 mm*9.6 mm) 有效像素 2000 萬	12.8 mm
焦距 Focal length (FR)	FOV 84° 8.8 mm/24 mm (35 mm 格式等效) f/2.8 - f/11 帶自動對焦 (對焦距離 1 m 至無窮遠)	8.8 mm
影像寬度 imW	錄影解像度	3840
影像高度 imH	4K : 3840×2160 24/25/30p @100Mbps	2160

## (ii) 調查方式

於目視調查發現鯨豚時釋放無人機，並以雲臺角度-90°進行向下垂直拍攝紀錄白海豚行為模式。拍攝時飛行高度保持在10公尺以上，避免無人機噪音去干擾白海豚。

## (iii) 資料分析

拍攝回傳的影片帶回室內進行行為辨識記錄，進以輔助目視調查結果，另外以Image J軟體配合船隻作為比例尺進行白海豚體長測量（圖2.2.1-6）。

無人機於飛行時會記錄飛行航跡，將航跡匯出後

利用ArcGIS軟體套繪與船隻航跡進行比對。

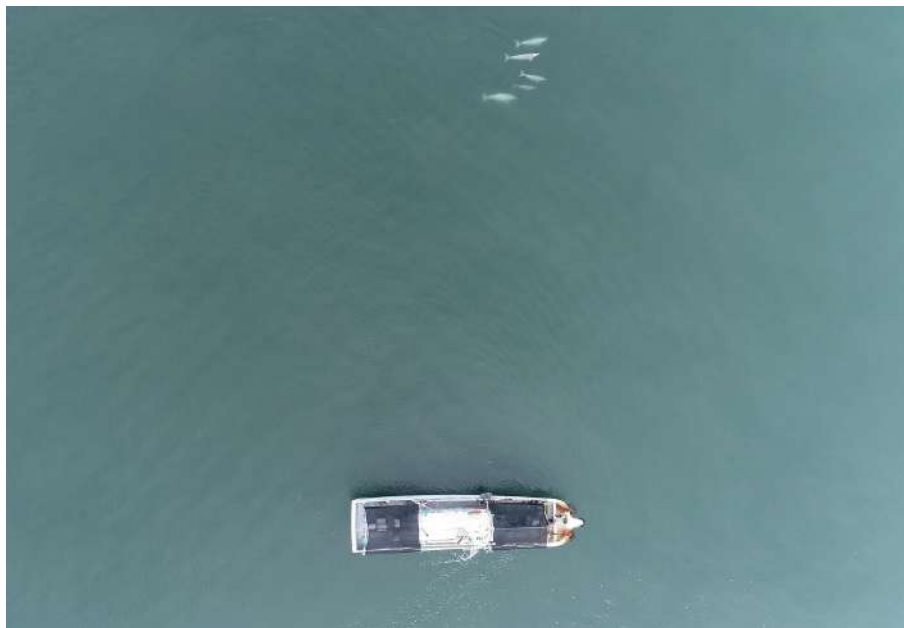
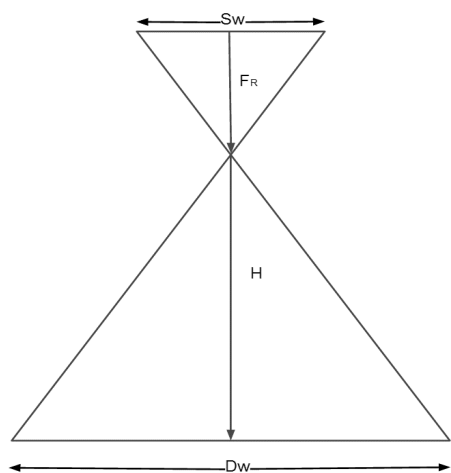


圖 2.2.1-6 垂直拍攝以船隻作為比例尺進行體長測量（示意圖）

當鯨豚距離船隻過遠，無法同時拍攝船隻及鯨豚時，則參考攝影測量學中地面採樣距離（Ground Sample Distance, GSD）之概念進行鯨豚體長換算。公式如下：



$$GSD = (S_w * H) / (F_R * D_w)$$

$$L_D = GSD * L_T$$

- 註 1. GSD 表 Ground Sample Distance (cm/pixel)
- 註 2.  $S_w$  表 Sensor width (mm)
- 註 3.  $H$  表 Height (cm)
- 註 4.  $F_R$  表 Focal length (mm)
- 註 5.  $D_w$  表 Image width (pixel)
- 註 6.  $L_T$  為使用 Image J 所測量出的像素值 (pixel)
- 註 7.  $L_D$  為經換算後得出的鯨豚體長 (cm)



## 2.2.2 西海岸葉綠素 $a$ 濃度之時空變化趨勢

河口為白海豚核心活動範圍之一（李佳紘，2016），依據歷年白海豚監測資料，本計畫共選定11個區域設立葉綠素 $a$  (chl  $a$ ) 及懸浮固體測站（圖2.2.2-1、表2.2.2-1），包含8處高目擊河口區域（中港溪口、大安溪口、大甲溪口、大肚溪口、濁水溪口、新虎尾溪口、八掌溪口、及曾文溪口）及3處高目擊非河口區域（臺中港區、彰濱工業區和雲嘉外傘頂洲），執行4次採樣監測，每次各測站以褐色採樣瓶重複採樣3瓶葉綠素 $a$ 水樣、3瓶懸浮固體水樣，以避光低溫保存攜回岸上，送交國立中興大學生命科學系水域生態研究室進行分析。

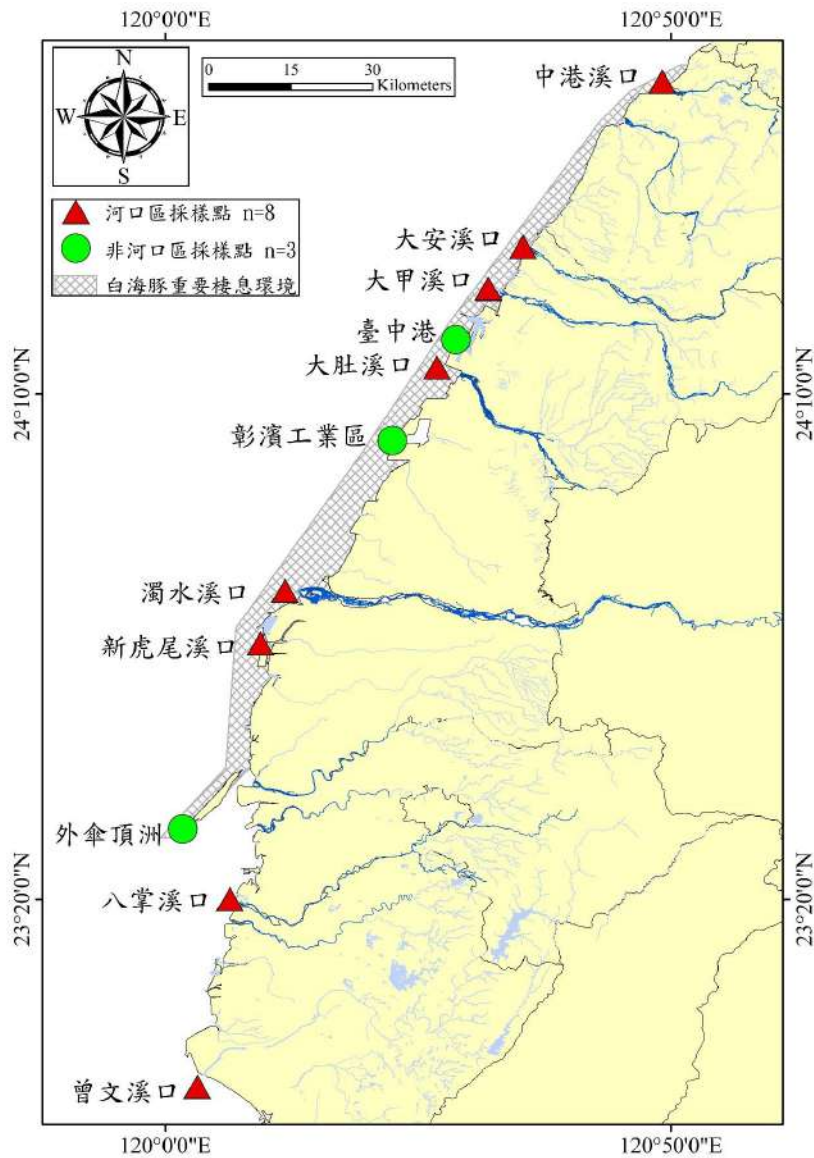


圖 2.2.2-1 葉綠素  $a$  測站分布圖



圖 2.2.2-2 低溫保存葉綠素 *a* 示意圖表 2.2.2-1 葉綠素 *a* 測站座標 (WGS84)

編號	測站名稱	座標 (緯度, 經度)
1	中港溪口	N24° 40' 53.7", E120° 49' 08.9"
2	大安溪口	N24° 24' 33.5", E120° 35' 22.7"
3	大甲溪口	N24° 20' 26.9", E120° 31' 57.8"
4	臺中港區	N24° 15' 22.5", E120° 28' 43.5"
5	大肚溪口	N24° 12' 36.9", E120° 26' 52.2"
6	彰濱工業區	N24° 05' 23.8", E120° 22' 28.6"
7	濁水溪口	N23° 50' 32.4", E120° 11' 50.4"
8	新虎尾溪口	N23° 45' 18.2", E120° 09' 25.0"
9	外傘頂洲	N23° 26' 56.9", E120° 01' 43.6"
10	八掌溪口	N23° 19' 59.3", E120° 06' 24.5"
11	曾文溪口	N23° 01' 25.1", E120° 03' 10.2"

(1) 葉綠素 $a$ 分析流程

每樣站每次採集表層水1,000毫升/瓶，共3重複（共3,000毫升），保存於避光低溫的環境下，攜回實驗室。將水樣以抽氣馬達過濾至孔徑0.7微米之玻璃纖維濾紙（GF-75, AdvanTec, Japan）上，過濾同時加入數滴1%飽和碳酸鎂（ $MgCO_3$ ）溶液，以避免過濾的葉綠素 $a$ 脫鎂酸化。過濾後之濾紙放入離心管中，加入10毫升之90%丙酮，並於避光、4°C低溫的環境下萃取16小時。萃取結束後，使用離心機（KN-70, KUBOTA, Japan）設定轉速為3500 rpm，離心10分鐘。取上清液以分光光度計（U2001, HITACH）測量630、647、664、750 nm四種波長的吸光值，計算葉綠素 $a$ （chl  $a$ ）濃度，計算方式如下：

$$[\text{chl } a] \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 11.85 \times (\text{Abs}_{664} - \text{Abs}_{750}) - 1.54 \times (\text{Abs}_{647} - \text{Abs}_{750}) - 0.08 \times (\text{Abs}_{630} - \text{Abs}_{750})$$

(2) 浮游藻葉綠素 $a$ 含量分析流程

以萃取後的葉綠素 $a$ 濃度回推浮游藻葉綠素 $a$ 含量，計算方式如下：

$$\text{浮游藻葉綠素}a\text{含量 (mg m}^{-3}\text{)} = [\text{chl } a] \times v / (V \times 0.1)$$

其中 $v$ 為丙酮體積（mL）， $V$ 為水樣體積（L）。當萃取液內葉綠素 $a$ 濃度過低時，也就是分光光度計測量出吸光值630、647、664、750 nm 皆 $< 0.01$ 時，則改用螢光光度計（Trilogy, TURNER DESIGN, USA）測量葉綠素 $a$ 濃度，測量出的葉綠素 $a$ 單位為RFU，需要轉換才能和分光光度計結果比較，轉換公式如下：

$$[\text{chl } a] \text{ (}\mu\text{g mL}^{-1}\text{)} = 0.1295 \times [\text{chl } a] \text{ (RFU)} - 0.0391$$

## (3) 懸浮固體（suspend solid, SS）濃度分析流程

每測站採集表層水1,000毫升/瓶，共3重複（共3,000毫升），保存於低溫的環境下，攜回實驗室。分析前將水樣混和均勻，使用事先已乾燥（103°C ~ 105°C）並且秤重的玻璃纖維濾紙（GF/F, Whatman）進行過濾，結束後將濾紙移入烘箱（DK-600,

YIHDER, Taiwan) 乾燥 (103 °C ~ 105 °C) 並秤重，增加的重量即為懸浮固體。

(4) 計算淨群集生產量 (net community production, NCP)

利用林務局2018年「中華白海豚族群生態與河口棲地監測」實測之浮游藻生產力與葉綠素 $a$ 濃度之關係式 (林幸助, 未發表)，推算本研究測站間浮游藻生產力之時空變化。關係式由2017年~2019年調查之8個河口 (中港溪、大肚溪、濁水溪、新虎尾溪、大安溪、大甲溪、北港溪與八掌溪) 以溶氧代謝法培養所測得浮游藻生產力與相同測站之葉綠素 $a$ 濃度求得 (周蓮香等人, 2019)，公式如下：

$$\text{NCP} \text{ (mg C m}^{-3} \text{ h}^{-1} \text{)} = 6.5138 \ln (\text{chl } a) + 4.4259$$

(5) 統計分析

以雙因子變異數分析 (two-way ANOVA) 檢測11個測站在不同季節間的葉綠素 $a$ 與懸浮固體濃度的差異。若兩因子 (季節、測站) 間無交互作用時，再使用Tukey's studentized range test (HSD) 進行事後檢定。以Spearman rank相關分析檢葉綠素 $a$ 濃度與懸浮固體濃度的相關程度。以上分析皆利用IBM SPSS Statistics軟體進行。

## 2.3 白海豚族群動態評估與個體檔案建立

彙整歷年資訊和本計畫調查結果以推估分析白海豚族群趨勢並提出保育措施建議和效益，且協助建立臺灣西岸白海豚個體資料庫。以下分項說明工作方法。

### 2.3.1 族群動態分析

(1) 空間分布、移動路徑、棲地利用

利用手持式GPS (Global Position System) 於海上調查所目擊鯨豚之座標，透過地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 繪製調查期間鯨豚群體目擊點之時空分布，以接近點座標作為鯨豚出現位置，並將觀察群體過程中，船隻移動

路徑作為群體移動軌跡之參考。另將目擊群體行為與該目擊區域共同分析，並與行為結合以了解鯨豚活動區域之利用。

## (2) 族群趨勢

進行各區段標準化目擊率計算，利用調查過程中的有效目擊群次及有效努力里程，以緯度十分作為各區段地理區域之區隔，進行標準化目擊率計算。各區段目擊率結果可用來分析年度鯨豚分布情形及其族群趨勢。

$$\text{目擊率} = \frac{\text{總有效目擊群次}}{\text{總有效努力里程}}$$

## (3) 族群結構

分析各次調查所攝得之照片，以身體體色變化與個體體長大小與比例作為個體年齡階層辨識依據（表2.3.1-1），進行個體區分辨識及年齡判斷，分析群體組成的年齡階層。

其中，新生階段（嬰年期）和幼年期因幼豚體表尚無花紋，無較明顯且不易改變之特徵供辨識使用，故多以共游成豚做為幼豚判別依據之一（即母子對），並利用幼豚身上的暫時標記以及相對體長，來初步判定多次目擊中的幼豚是否為同一個體，但不將幼豚列入個體名錄中，以避免錯誤判斷而高估族群數量。而在觀測海豚群次時，若群體中含有母子對，則定義為「育幼群」，其餘則定義為「非育幼群」（周蓮香等人，2019）。

本計畫利用照片辨識以及現場紀錄進行交叉比對，進以判定該群次是否含母子對，然幼豚活動時常與複數以上成豚共游，且因目前累積資料量不足，無法用以判斷群體內母子對，故現階段暫以群體中若有幼豚與成豚共游，則定義為「育幼群」，反之則定義為「非育幼群」，待日後相關資料量充足時，方能判定群體中母子對之數量。

表 2.3.1-1 白海豚年齡階層

年齡階層	特徵描述	圖例
嬰年期	身型比例小於 3/4 成體體長，全身灰色，無斑點	 <p>前面灰色個體為新生兒（林務局，周蓮香等人，2016）</p>
幼年期	身型比例大於 3/4 成體體長，體色轉為淺灰色，無斑點	
少年期	體色淺灰色，身上會有白色或深灰色斑點	
青年期	出現部分粉紅色體色，身上幾乎滿佈白色或深灰色斑點	
壯年期	體色以白色或粉紅色為主，斑點較少	
老年期	體色為白色或粉紅色，可能會有些許黑色或深灰色斑點	

（資料來源：Jefferson, 2000）

#### (4) 繁殖率

同樣利用調查拍攝群體照片的分析，其中有成豚與嬰幼豚共游之群體（母子對）照片可比較成體與嬰幼豚的體長，進行嬰幼豚相對體長之估算（表2.3.1-2），以分析幼豚年齡並進一步計算繁殖率。由於嬰幼豚尚無斑點且無明顯與長久之特徵值可供辨識參考，僅能使用暫時性之標記，作為不同之個體短期內之判別。透過上述判別即可估算幼豚年齡與進一步計算繁殖率。

表 2.3.1-2 嬰幼豚年齡判定定義表

幼豚年齡	定義
出生 1-3 週	體色深灰色、體表具明顯胎摺痕、頭部至呼吸孔明顯突出，背鰭較軟且尚未直立，體長為成體之 1/3
出生 1-3 個月	體色深灰色、體表具胎摺痕、頭部至呼吸孔光滑並背鰭較直立且體長為成體之 2/5
出生 3-5 個月	體色深灰色、體表具淡化胎摺痕、背鰭直立且體長為成體之 1/2
出生 6-10 個月	體色灰色、體表胎摺痕逐漸消失、體長超過為成體之 1/2-2/3
1 歲至 1 歲以上	體色淺灰色、體長至少為成體之 3/4 長

（資料來源：Chang et al., 2016）

### 2.3.2 白海豚個體資料庫建立

#### (1) 個體辨識與資料庫建立

本計畫在調查期間目擊的每一群鯨豚皆以「日期（年月日）\_目擊位置縣市\_當日群次」建立目擊編號，並依照行政院海洋委員會2019年公告的「海洋保育類野生動物名錄」，以及「臺灣地區保育類野生動物圖鑑」、「World Cetacea Database」等名錄資料辨識至種，如果因海況、氣候、群體行為等因素無法辨識至物種，則應記錄下最可信的科名或是列為未知種類。

調查過程中拍攝的照片，依照鯨豚身上的斑紋、背鰭缺刻等特徵，作為辨識鯨豚個體的依據。為增加工作處理效率，利用最新演算法Yolov4產出人工智慧偵測軟體，提升照片辨識處理效益，並將每次目擊調查資料利用Yolov4自動偵測進行自動剪裁，並根據照片品質將資料分成3個等級。並將辨識出的個體與海洋保育署公告之白海豚個體資料庫進行比對，確認每隻個體歷年活動履歷、活動範圍、區域偏好等。

3類照片等級說明分述如下：

(a) 優良等級：

清楚對焦在鯨豚身上，背鰭完全露出水面、且拍攝角度約在海豚身側面，無嚴重反光，身體露出水面比例大之照片（圖2.3.2-1）。



圖 2.3.2-1 優良等級照片範例

(b) 良好等級：

對焦在海豚附近，海豚略為模糊但仍可看出部分的個體辨識特徵，海豚背鰭完全露出水面，拍攝角度並非在海豚身側面，照片顏色有些許反光或較暗之照片（圖2.3.2-2）。若對焦清楚，且拍攝到的照片有特殊的標記可以區分個體，但個體出水面積少，只有頭、嘴或尾鰭等部位，也可分在此項目內（圖2.3.2-3、圖2.3.2-4）。





圖 2.3.2-2 良好等級照片範例



圖 2.3.2-3 非身體兩側但可辨識之特徵-1



圖 2.3.2-4 非身體兩側但可辨識之特徵-2

(c) 不佳等級：

對焦模糊且幾乎無法辨識個體（圖2.3.2-5），照片過度曝光或是嚴重逆光，海豚出水面積過小及背鰭未完全出水之照片。





圖 2.3.2-5 對焦模糊且幾乎無法辨識特徵

(2) 撰寫白海豚生態手冊內容，提供電子文案與圖卡

白海豚生態手冊內容之撰寫為依據白海豚基礎生態資訊，如：分布範圍、物種特徵、生理構造、年齡階層及潛在食源偏好等及過去研究成果彙整成冊。

電子相關文案則依據調查結果與歷年監測資料數據，回顧過往文獻，將階段性完成之調查成果作為文案內容撰寫之素材，並將撰寫內容做為民眾推廣教育一環。另將階段性生態調查執行時拍攝所得圖片和影片納入相關手冊及文案內，以供民眾及閱讀者可更具體的了解白海豚及其特徵等生態基礎資訊。

### 2.3.3 評析與量化白海豚生存威脅與保育措施建議

目前白海豚棲息範圍不僅面臨人為活動的衝擊，亦面對自然氣候變遷之潛在衝擊，盤點對重要棲息環境造成直接衝擊之七大項因素，分別為（1）棲地喪失及劣化、（2）漁業活動衝擊、（3）水下噪音干擾、（4）海洋廢棄物與海洋污染、（5）食餌資源下降、（6）河口淡水輸出量之減少（周蓮香，2009、2010；Dungan et al., 2012；Slooten et al., 2013）、（7）全球暖化及氣候變遷之影響（University of Utah, 2009）。

並透過蒐集歷年白海豚相關文獻與研究成果，以盤點臺灣西部海域包括離岸風機開發在內的可能威脅資料，利用議題的概念模型，

S-P-R (Source-Pathway-Receptor) (Pollard, 2008) 將危害來源、途徑與受體三者間關係描繪完整並提出其各自的重要性，進而分析判別各項風險特徵，如：白海豚衝擊因子、潛在威脅、對生態環境之衝擊與議題事件發生機率，給予評分，針對白海豚棲息環境範圍進行質化風險評估 (圖2.3.3-1)。同時，亦針對議題及影響因子資料之完整性，針對資料缺口處評分。藉由了解資料缺口與生態風險評估流程，以調整鯨豚衝擊影響之方向並研擬符合該區域特性的管理建議。

來源 ———— 危害 ———— 途徑 ———— 受體

定義：風險 = 暴露評估 (x) X 影響評估 (y)

風險分析		影響強度(y)				
		5	4	3	2	1
暴露強度(x)	5	25 非常嚴重	20 非常嚴重	15 嚴重	10 中度	5 輕度
	4	20 非常嚴重	16 嚴重	12 嚴重	8 中度	4 輕度
	3	15 嚴重	12 嚴重	9 中度	6 輕度	3 輕微
	2	10 中度	8 中度	6 輕度	4 輕度	2 輕微
	1	5 輕度	4 輕度	3 輕微	2 輕微	1 輕微

圖 2.3.3-1 S-P-R 議題描述風險評估示意圖 (上)、針對區域生態議題中危害衝擊風險評估 (下)

## 2.4 辦理白海豚重要棲息地圖層套繪及專業諮詢

現行公告之「中華白海豚野生動物重要棲息環境之類別及範圍」其圖資已於2013年使用至今，然而隨著海岸地形變遷，以及白海豚活動範圍之增加與變動，目前所訂定之範圍，已與歷史目擊紀錄及近期調查結果無法吻合。因此本計畫彙整過往調查資料、本計畫調查結果與目前最新之地理圖資，套疊白海豚目擊座標之圖層，依據目擊座標、水深與海岸地形，進行滾動式檢討並提出白海豚重要棲息環境之範圍調整建議。

本計畫蒐集「中華白海豚重要棲息環境範圍」內與鄰近區域之開發案件資料，彙整後應用地理資訊系統（GIS）進行圖層套繪，協助海洋保育署評估相關案件之地理位置之於白海豚分布的影響，並提出相關生態建議。此外，本計畫亦透過蒐集、彙整與確認相關保育資料與資訊，協助主管機關滾動式修正臺灣海域白海豚保育計畫草案（圖2.4-1）。

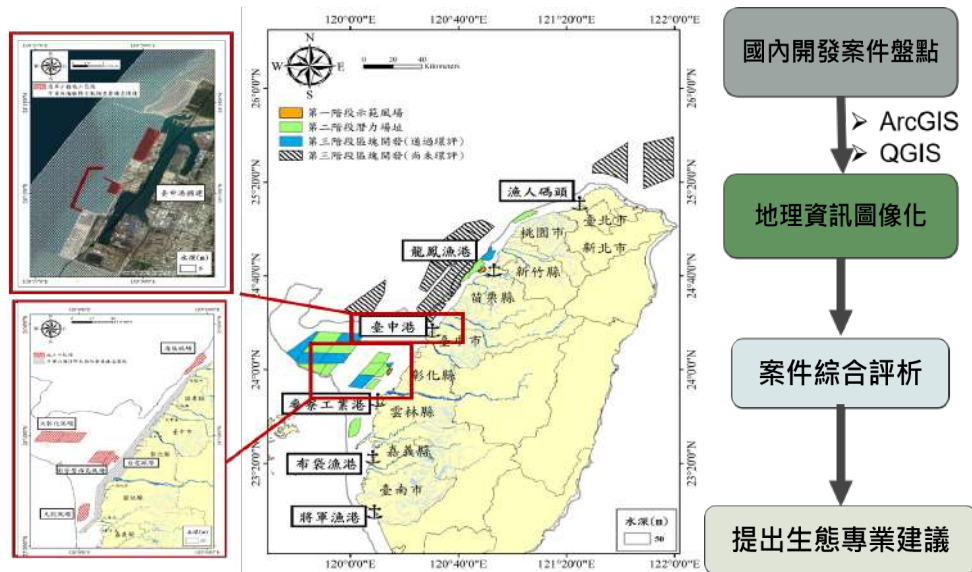


圖 2.4-1 開發案件圖層套繪流程

## 第參章 重要成果說明

### 3.1 白海豚族群生態調查

#### 3.1.1 海上觀測

本計畫沿臺灣西部（淡水至臺南）平行海岸穿越線進行鯨豚海上觀測，已於天候海況良好情形下（平均浪高在1公尺以下，蒲氏風級4級以下）完整執行8次調查，共目擊20群次，包含白海豚19群次及露脊鼠海豚1群次。依照調查方法章節說明，調查員一趟出海於去程和回程各進行1次方向不同的穿越線海上觀測，因此分析時去程和回程視為兩次不同調查（圖3.1.1-1與表3.1.1-1）。

	第1次 調查	第2次 調查	第3次 調查	第4次 調查	第5次 調查	第6次 調查	第7次 調查	第8次 調查
淡水	4月30日	4月30日	6月9日	6月9日	7月8日	7月8日	10月1日	10月1日
新竹	5月4日	5月4日	6月9日	6月9日	7月19日	7月19日	9月30日	9月30日
臺中	5月2日	5月2日	7月4日	7月4日	8月25日	8月25日	9月19日	9月19日
雲林	5月7日	5月7日	7月5日	7月5日	8月19日	8月19日	10月6日	10月6日
臺南								

圖 3.1.1-1 各航段調查日期

表 3.1.1-1 本計畫調查結果摘要表

調查 次數	航段		調查日期	目擊 物種	群次 編號	發現 <sup>1</sup> 時間	潮汐 <sup>2</sup>		海上估算 群體數量	照片辨識	
							潮時	潮汐 狀態		可辨識個體數量 (個體數)	幼體數量 (隻次數 <sup>3</sup> )
第一次	N1	淡水至新竹	4月30日	無	-	-		-	-	-	-
	N2	新竹至臺中	5月4日	無	-	-		-	-	-	-
	S1	臺中至雲林	5月2日	白海豚	01	08:00	(L) 07:56 (H) 14:30	⑩漲潮	6	6	2
					02	09:16	(L) 07:56 (H) 14:30	⑩漲潮	5	3	2
					03	11:46	(L) 08:34 (H) 14:35	⑪漲潮	16	12	11
S2	雲林至臺南	5月7日	露脊鼠 海豚	01	06:31	(L) 01:21 (H) 08:15	⑯漲潮	4	-	-	
第二次	N1	新竹至淡水	4月30日	無	-	-		-	-	-	-
	N2	臺中至新竹	5月4日	無	-	-		-	-	-	-
	S1	雲林至臺中	5月2日	白海豚	04	12:46	(L) 08:34 (H) 14:35	⑪漲潮	12	10	7
	S2	臺南至雲林	5月7日	白海豚	02	09:13	(H) 08:15 (L) 13:57	⑯退潮	3	-	-

調查 次數	航段		調查日期	目擊 物種	群次 編號	發現 <sup>1</sup> 時間	潮汐 <sup>2</sup>		海上估算 群體數量	照片辨識	
							潮時	潮汐 狀態		可辨識個體數量 (個體數)	幼體數量 (隻次數 <sup>3</sup> )
第三次	N1	淡水至新竹	6月9日	無	-	-		-	-	-	-
	N2	新竹至臺中	6月9日	無	-	-		-	-	-	-
	S1	臺中至雲林	7月4日	白海豚	01	11:39	(H) 06:32 (L) 13:01	⑪漲潮	13	8	4
	S2	雲林至臺南	7月5日	白海豚	01	11:05	(H) 07:18 (L) 14:21	⑱退潮	2	-	-
第四次	N1	新竹至淡水	6月9日	無	-	-		-	-	-	-
	N2	臺中至新竹	6月9日	無	-	-		-	-	-	-
	S1	雲林至臺中	7月4日	白海豚	02	14:56	(L) 13:08 (H) 19:26	⑨漲潮	9	5	3
	S2	臺南至雲林	7月5日	無	-	-		-	-	-	-

調查 次數	航段		調查日期	目擊 物種	群次 編號	發現 <sup>1</sup> 時間	潮汐 <sup>2</sup>		海上估算 群體數量	照片辨識	
							潮時	潮汐 狀態		可辨識個體數量 (個體數)	幼體數量 (隻次數 <sup>3</sup> )
第五 次	N1	淡水至新竹	7月8日	無	-	-		-	-	-	-
	N2	新竹至臺中	7月19日	白海豚	01	07:29	(H) 05:43 (L) 12:01	⑧退潮	3	3	0
					02	10:45	(H) 05:46 (L) 12:15	⑨退潮	4	4	0
	S1	臺中至雲林	8月25日	白海豚	01	10:01	(L) 08:27 (H) 12:41	⑩漲潮	7	4	7
S2	雲林至臺南	8月19日	無	-	-		-	-	-	-	
第六 次	N1	新竹至淡水	7月8日	無	-	-		-	-	-	-
	N2	臺中至新竹	7月19日	白海豚	03	16:56	(L) 12:01 (H) 18:35	⑧漲潮	3	2	0
	S1	雲林至臺中	8月25日	白海豚	02	15:54	(H) 12:41 (L) 17:38	⑩退潮	5	4	3
	S2	臺南至雲林	8月19日	無	-	-		-	-	-	-

調查次數	航段		調查日期	目擊物種	群次編號	發現時間 <sup>1</sup>	潮汐 <sup>2</sup>		海上估算群體數量	照片辨識	
							潮時	潮汐狀態		可辨識個體數量 (個體數)	幼體數量 (隻次數 <sup>3</sup> )
第七次	N1	淡水至新竹	10月1日	無	-	-	-	-	-	-	-
	N2	新竹至臺中	9月30日	白海豚	01	08:15	(H) 04:50 (L) 11:14	⑧退潮	3	3	0
					02	11:02	(H) 04:51 (L) 11:27	⑨退潮	2	2	0
	S1	臺中至雲林	9月19日	白海豚	01	11:02	(H) 09:31 (L) 15:51	⑪退潮	6	5	1
					02	11:33	(H) 09:20 (L) 17:00	⑫退潮	6	3	3
S2	雲林至臺南	10月6日	白海豚	01	06:39	(L) 03:56 (H) 10:22	⑯漲潮	5	2	3	
第八次	N1	新竹至淡水	10月1日	無	-	-	-	-	-	-	-
	N2	臺中至新竹	9月30日	無	-	-	-	-	-	-	-
	S1	雲林至臺中	9月19日	無	-	-	-	-	-	-	-
	S2	臺南至雲林	10月6日	白海豚	02	11:53	(H) 10:35 (L) 17:41	⑫退潮	1	-	-

註 1. 發現時間為該目擊群次之接近點所標定的時間。

註 2. 潮汐參考「2021 年潮汐表」(交通部中央氣象局, 2020 年 8 月) 中鄰近潮位站 (⑧外埔、⑨臺中港、⑩鹿港、⑪麥寮、⑫箔子寮、⑬塭港、⑭將軍) 之預報潮高值。

註 3. 因幼體可辨識特徵較少, 無法辨識不同個體, 為避免辨識錯誤導致錯估族群數量, 故僅以隻次數做計算, 實際幼體個體數不大於該數量。



8次完整調查（淡水至臺南）累積之總航次里程共2,603公里，總航次時間共167.5小時。而有效努力里程則共累計2,471.37公里，有效努力時間共161.7小時，平均有效努力里程 $308.92 \pm 10.21$ 公里，平均有效努力時間 $18.71 \pm 0.66$ 小時。

其中，雲林至臺中段第3次調查（5月2日），因逢下雨而中斷調查，未能完成全段調查，但分析該次有效努力里程調查完成率達67.5%；淡水到新竹第4、5次調查（7月8日），因後續天氣起風起浪，而提早折返，執行回程穿越線調查，分析該兩次有效努力里程，完成率皆達77.6%以上，符合先前規範（每趟調查的有效力量須大於調查規劃航線的50%），故視為有效調查。8次調查航跡、調查成果及調查力量詳見圖3.1.1-2及表3.1.1-2。

表 3.1.1-2 調查力量表

航段		項目	總航次里程 (公里)	總航次時間 (小時)	有效努力里程 (公里)	有效努力時間 (小時)
N1	淡水-新竹	累計航次 (n=8)	498.00	33.70	486.20	29.80
		平均 ( $\pm$ SD)	-	-	60.78 $\pm$ 6.74	3.73 $\pm$ 0.73
N2	新竹-臺中	累計航次 (n=8)	654.00	44.30	628.30	40.50
		平均 ( $\pm$ SD)	-	-	78.54 $\pm$ 0.92	5.06 $\pm$ 0.24
S1	臺中-雲林	累計航次 (n=8)	702.00	45.30	649.97	39.70
		平均 ( $\pm$ SD)	-	-	85.85 $\pm$ 9.25	4.96 $\pm$ 0.73
S2	雲林-臺南	累計航次 (n=8)	749.00	44.20	706.90	39.70
		平均 ( $\pm$ SD)	-	-	88.36 $\pm$ 2.96	4.96 $\pm$ 0.35
總計		累計航次 (n=8)	2603.00	167.50	2471.37	161.70
		平均 ( $\pm$ SD)	-	-	308.92 $\pm$ 10.21	18.71 $\pm$ 0.66

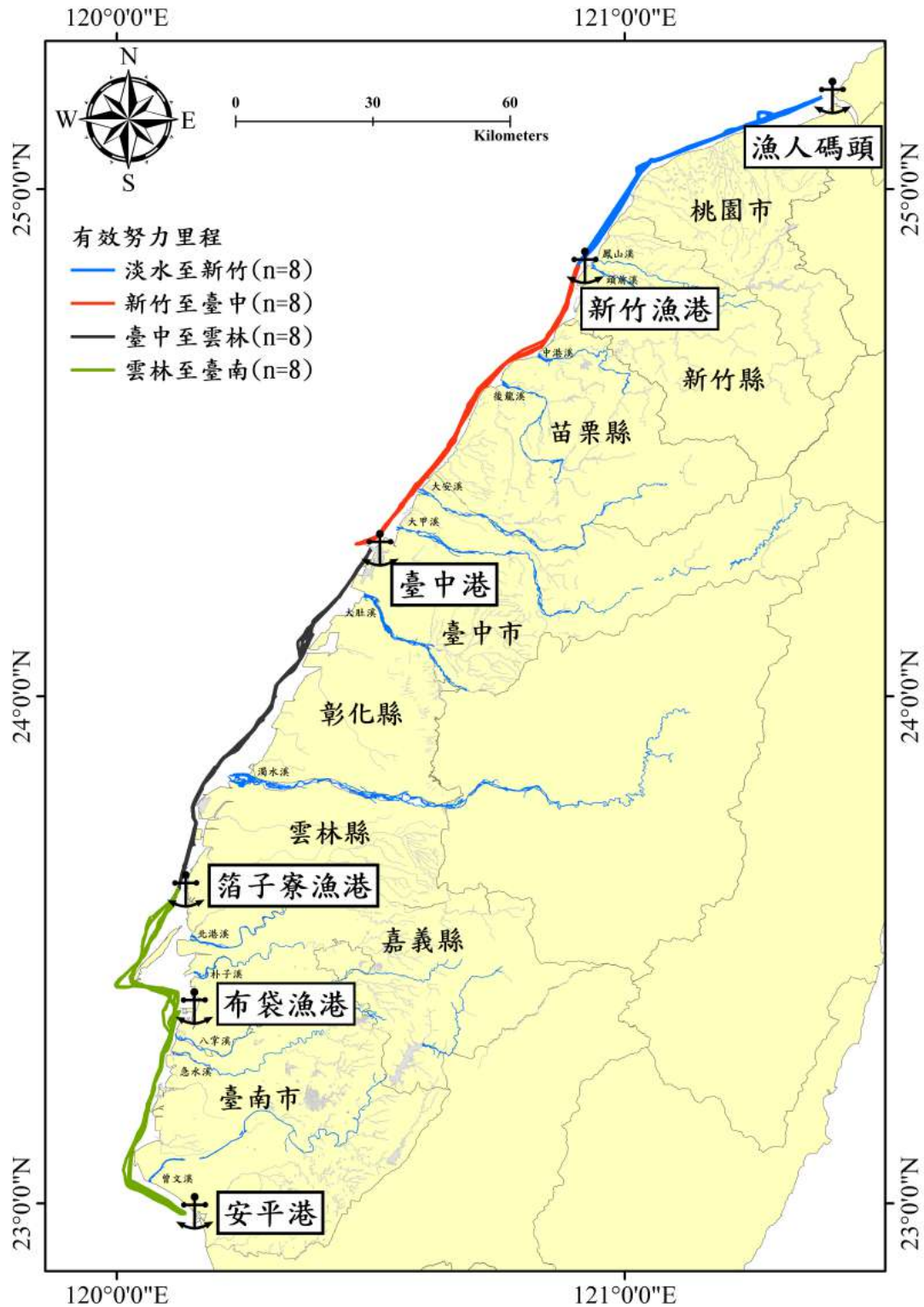


圖 3.1.1-2 本計畫調查航跡

### 3.1.2 航線目擊率

為符合穿越線調查的研究設計，本計畫採用有效努力里程中所目擊之群次，非有效群次僅留做記錄但不納入分析使用，但本計畫並未有無效目擊群次。彙整8次完整調查，共有效目擊20群次鯨豚，其中白海豚19群次，露脊鼠海豚1群次，白海豚目擊率為0.08群次/10公里、1.27群次/10小時。

#### (1) 以緯度區分目擊率

於淡水至臺南之間海域，南北界由淡水河口海域（25°10'00"）至安平漁港海域（23°00'00"），以北緯每10分（WGS84，度分秒格式）為切點，共區分為13塊區塊。以各區塊內目擊鯨豚次數除以各區塊內累計有效努力里程公里數，來估算各區塊中的有效鯨豚目擊率（群次/10公里）。

白海豚各區塊目擊率以雲林縣外海域最高0.26群次/10公里，其次為嘉義縣外0.14群次/10公里，而新竹縣北部以北及臺南市南部之範圍則皆未目擊（表3.1.2-1及圖3.1.2-1）。

露脊鼠海豚僅有1群有效目擊，位於嘉義（23°30'00"-23°20'00"），目擊率為0.05群次/10公里。其餘調查航段皆無目擊記錄（圖3.1.2-2）。

表 3.1.2-1 以緯度區分各區塊之目擊率-白海豚

流水號 (由北至南)	緯度(WGS84, 度分秒)	目擊率(群次/10 公里)
1	25° 10' 00" - 25° 00' 00"	0.00
2	25° 00' 00" - 24° 50' 00"	0.00
3	24° 50' 00" - 24° 40' 00"	0.11
4	24° 40' 00" - 24° 30' 00"	0.06
5	24° 30' 00" - 24° 20' 00"	0.11
6	24° 20' 00" - 24° 10' 00"	0.07
7	24° 10' 00" - 24° 00' 00"	0.12
8	24° 00' 00" - 23° 50' 00"	0.11
9	23° 50' 00" - 23° 40' 00"	0.26
10	23° 40' 00" - 23° 30' 00"	0.07
11	23° 30' 00" - 23° 20' 00"	0.14
12	23° 20' 00" - 23° 10' 00"	0.06
13	23° 10' 00" - 23° 00' 00"	0.00

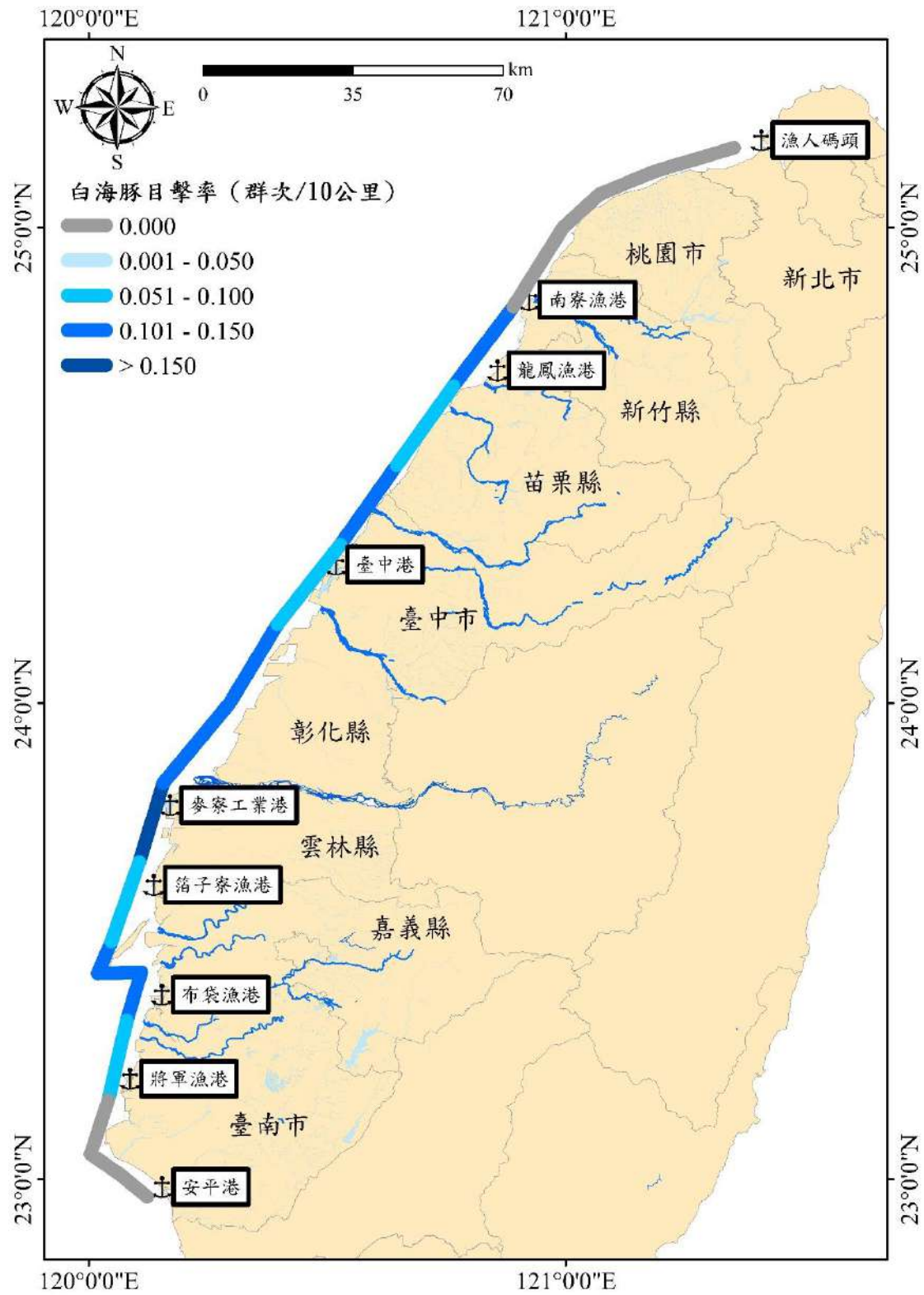


圖 3.1.2-1 穿越線各區段白海豚目擊率示意圖

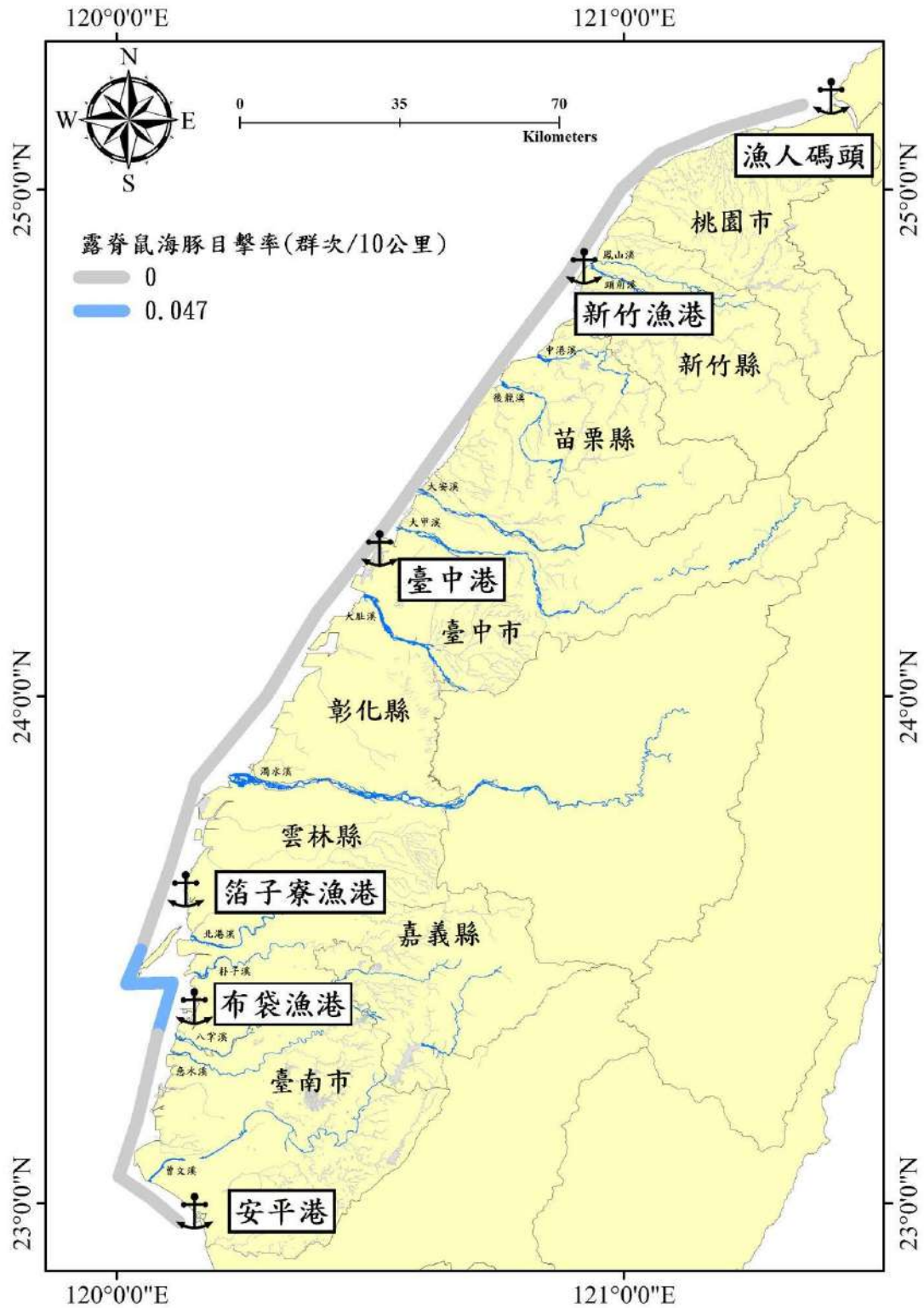


圖 3.1.2-2 穿越線各區段露脊鼠海豚目擊率示意圖

## (2) 航段區分目擊率

各航段白海豚目擊率（由高至低排序）分別為：S1航段0.15群次/10公里、2.52群次/10小時；N2航段0.08群次/10公里、1.23群次/10小時；S2航段0.06群次/10公里、1.01群次/10小時；N1航段則無白海豚目擊記錄。各航段目擊率以S1航段最高，並且目擊點多集中於彰化與雲林地區（表3.1.2-2）。

而露脊鼠海豚之僅於S2航段目擊，目擊率為0.004群次/10公里、0.07群次/10小時（表3.1.2）。

表 3.1.2-2 各航段目擊率

航段		物種	目擊群次	有效群次	有效群次 /10 公里	有效群次 /10 小時
N1	淡水-新竹	無目擊	0	0	0.00	0.00
N2	新竹-臺中	白海豚	5	5	0.08	1.23
S1	臺中-雲林	白海豚	10	10	0.15	2.52
S2	雲林-臺南	白海豚	4	4	0.06	1.01
		露脊鼠海豚	1	1	0.01	0.25
總計		白海豚	19	19	0.08	1.27
		露脊鼠海豚	1	1	0.004	0.07

## (3) 育幼群目擊率

19群次之白海豚有效目擊當中，共目擊11群次育幼群，目擊率為0.04群次/10公里、0.73群次/10小時。

## 3.1.3 環境因子

本計畫沿穿越線每10分鐘標定觀測點採水，所測得各項環境因子之平均數值（±標準差）分別為：海水鹽度  $33.11 \pm 2.52$  ppt、表層水溫  $28.96 \pm 1.99$  °C、pH  $8.12 \pm 0.07$ 、濁度  $3.04 \pm 3.11$  NTU、水深  $9.07 \pm 4.16$  m，表3.1.3-1為各航段觀測點環境因子平均測量結果。

表 3.1.3-1 各航段觀測點環境因子平均測量結果

航段		環境因子	鹽度 (ppt)	溫度 (°C)	酸鹼值 (pH)	濁度 (NTU)	水深 (m)
N1	淡水   新竹		33.63 ± 1.65	28.15 ± 2.36	8.10 ± 0.07	2.52 ± 2.09	11.96 ± 5.34
N2	新竹   臺中		33.37 ± 1.93	29.07 ± 1.91	8.13 ± 0.07	1.87 ± 2.00	8.50 ± 4.07
S1	臺中   雲林		32.70 ± 2.98	29.03 ± 2.07	8.11 ± 0.08	4.18 ± 4.45	8.62 ± 3.71
S2	雲林   臺南		32.91 ± 2.92	29.34 ± 1.50	8.13 ± 0.05	3.42 ± 2.40	8.08 ± 2.58
總計			33.11 ± 2.52	28.96 ± 1.99	8.12 ± 0.07	3.04 ± 3.11	9.07 ± 4.16

除觀測點外，鯨豚有效接近點共20點，亦有採水進行環境因子測量，接近點依鯨豚物種分為2種，所測得各項環境因子之平均數值（±標準差）請見表3.1.3-2。

表 3.1.3-2 鯨豚接近點環境因子記錄表

物種	環境因子	鹽度 (ppt)	溫度 (°C)	pH 值	濁度 (NTU)	水深 (m)
白海豚 (n=19)		33.55 ± 1.25	29.42 ± 2.25	8.10 ± 0.08	3.26 ± 2.28	7.73 ± 3.02
露脊鼠海豚 (n=1)		34.90	26.50	8.11	2.82	7.60

由本次調查目擊白海豚點位的平均水深7.73 ± 3.02公尺，相較各



航段其餘觀測點水深較淺，其餘環境因子則無明顯差異。

### 3.1.4 葉綠素 *a* 及懸浮固體

#### (1) 葉綠素 *a* (chl *a*)

本年度4次調查區間內葉綠素*a*濃度介於0.12~7.84 mg m<sup>-3</sup>間。根據雙因子變異數分析的結果，季節與樣點間的葉綠素*a*濃度有交互作用（表3.1.4-1）。整體而言，第一次（5月）（0.47~7.84 mg m<sup>-3</sup>）與第三次（7、8月）（0.14~7.70 mg m<sup>-3</sup>）的葉綠素*a*濃度略高於第二次（6、7月）（0.12~4.28 mg m<sup>-3</sup>）與第四次（9、10月）（0.42~3.41 mg m<sup>-3</sup>）（圖3.1.4-1）。第一次（5月）與第二次（6、7月）調查之葉綠素*a*濃度於臺中、彰化、雲林地區河口（臺中港外、大肚溪口、彰濱工業區、濁水溪口與新虎尾溪口）較高，往北邊與南邊樣點逐漸遞減；第三次（7、8月）則是嘉義、臺南地區河口（外傘頂洲、八掌溪口與曾文溪口）最高（圖3.1.4-1）。四次調查之葉綠素*a*濃度於臺中港外、大肚溪口與八掌溪口較穩定（1.25~4.18 mg m<sup>-3</sup>），其餘樣點於季節間有較劇烈的變化（圖3.1.4-1）。

表 3.1.4-1 葉綠素 *a* (chl *a*) 與懸浮固體 (SS) 雙因子變異數分析 (two way ANOVA)

		df	<i>p</i>
chl <i>a</i>	season	3	< 0.001
	site	10	< 0.001
	season x site	30	< 0.001
SS	season	3	< 0.001

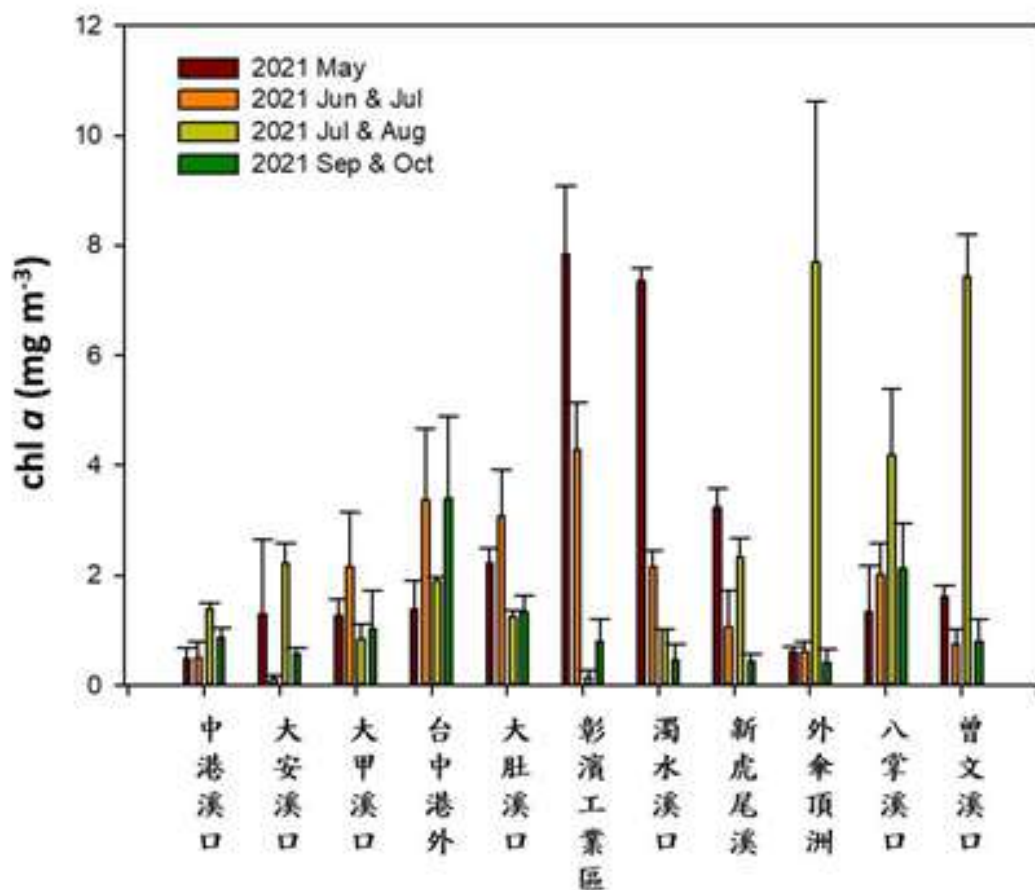


圖 3.1.4-1 臺灣西部沿海 11 個樣點之葉綠素 *a* 濃度結果

## (2) 懸浮固體 (Suspended solid, SS)

本年度調查區間內懸浮固體濃度介於 $10.87 \sim 279.10 \text{ mg L}^{-1}$ 間。根據雙因子變異數分析的結果，季節與樣點間的懸浮固體濃度有交互作用（表3.1.4-1）。懸浮固體濃度於季節與樣點間無一致的變化，其中，大安溪口第二次（6、7月）與彰濱工業區第三次（7、8月）調查之懸浮固體濃度明顯高於其他樣點（分別為 $63.07$ 與 $279.10 \text{ mg L}^{-1}$ ），其餘樣點皆低於 $35 \text{ mg L}^{-1}$ （圖3.1.4-2）。

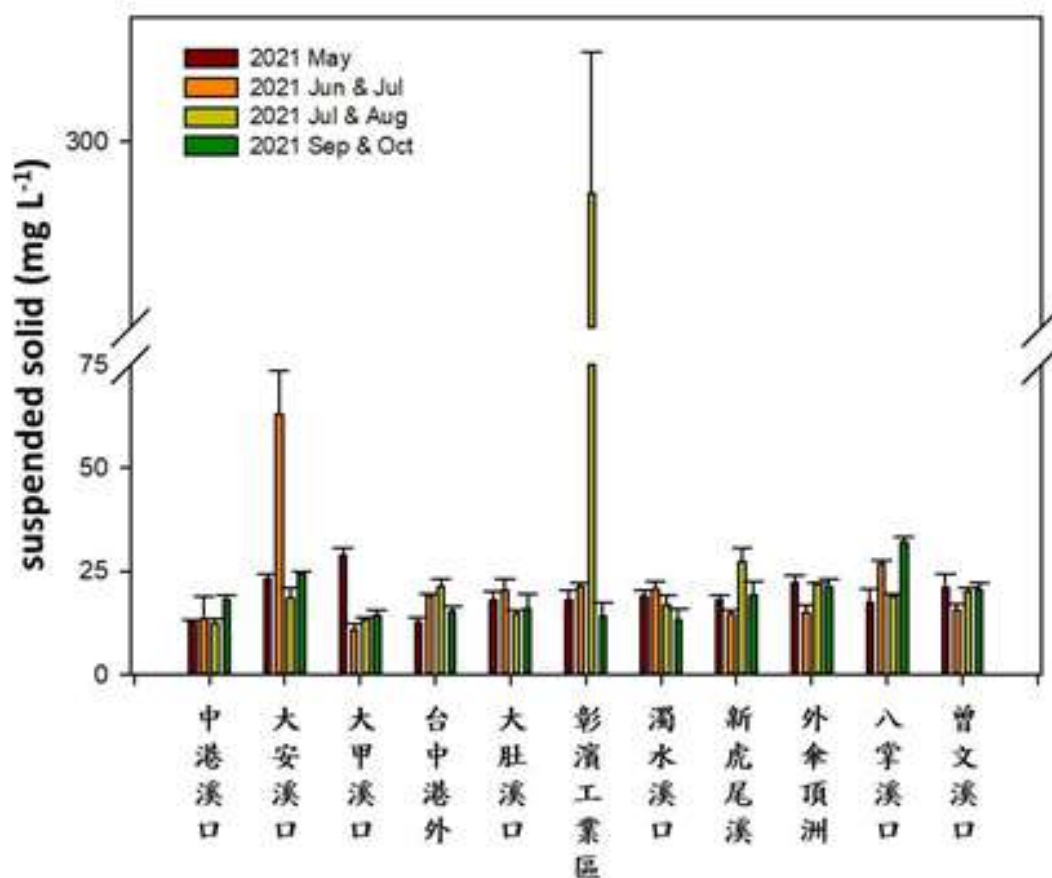


圖 3.1.4-2 臺灣西部沿海 11 個樣點之懸浮固體濃度結果

### (3) 淨群集生產量 (Net community production, NCP)

根據葉綠素 $a$ 濃度計算之淨群集生產量結果 (圖3.1.4-3)，大部分樣點的NCP大於0，代表該樣點浮游藻類群集為碳吸收。當葉綠素 $a$ 濃度小於約 $0.5 \text{ mg m}^{-3}$ 時，NCP值小於0，代表這些樣點的浮游藻類群集可能為碳排放的狀態。其中，大安溪口第二次 (6、7月) 與彰濱工業區第三次 (7、8月) 調查之NCP明顯低於其他樣點 ( $-9.47$ 與 $-8.58 \text{ mg C m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ )。

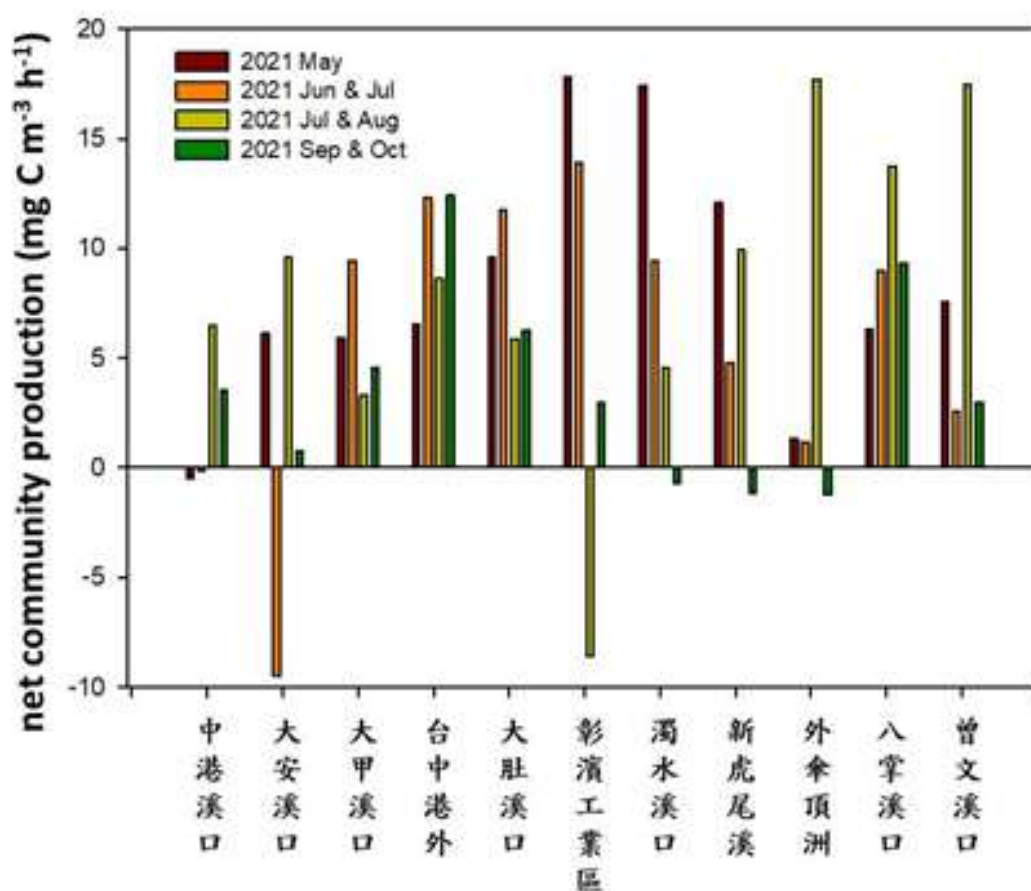
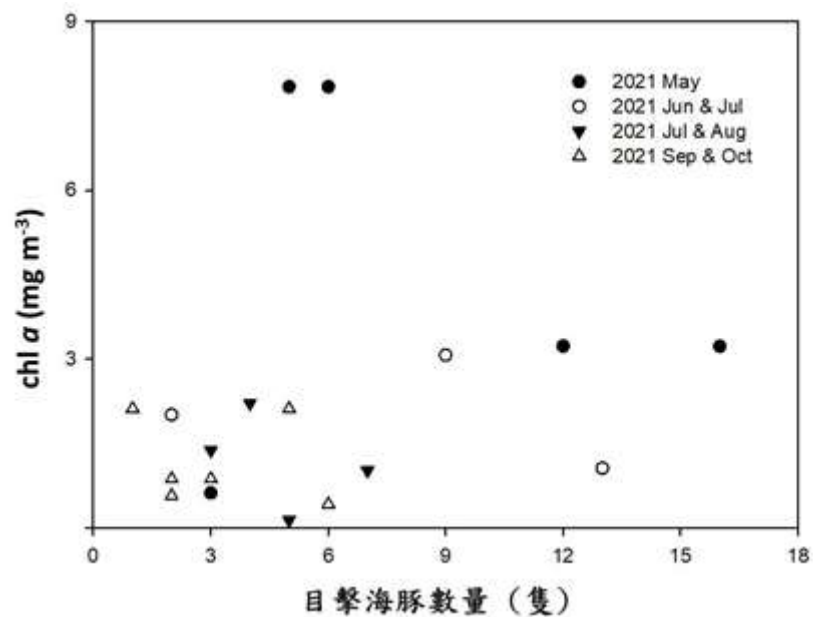


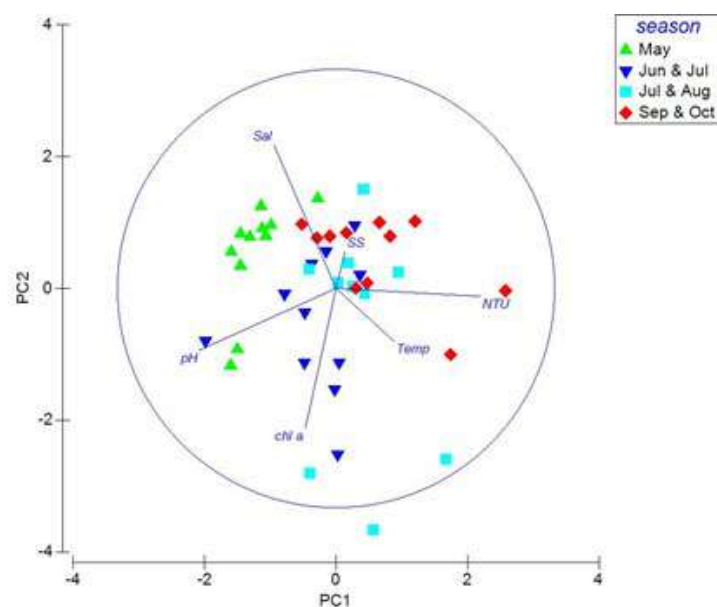
圖 3.1.4-3 臺灣西部沿海 11 個樣點之淨群集生產量結果（由葉綠素 *a* 濃度推算）

#### (4) 白海豚目擊數量與葉綠素 *a* 濃度

根據白海豚目擊點位對照最接近的水質採樣樣站（表 3.1.4-2），目擊數量與當季葉綠素 *a* 濃度之散布圖結果如圖 3.1.4-4。結果顯示白海豚目擊數量與葉綠素 *a* 濃度無顯著相關（ $p=0.223$ ），但當葉綠素 *a* 濃度大於  $3 \text{ mg m}^{-3}$  時有較高的目擊數量（圖 3.1.4-4）。第二次（6、7 月）調查目擊到白海豚之範圍僅分布於彰化、雲林與臺南海域；第四次（9、10 月）調查目擊到白海豚之範圍最廣，從苗栗到嘉義沿海皆有紀錄。新虎尾溪口每次目擊到的白海豚數量最高，臺中港外及曾文溪口附近海域則無目擊紀錄（表 3.1.4-2）。

圖 3.1.4-4 白海豚目擊數量與葉綠素 *a* 濃度散布圖(5) 葉綠素 *a*、懸浮固體濃度與水質環境因子之主成分分析

根據主成分分析結果，葉綠素 *a* (chl *a*) 濃度與懸浮固體 (SS) 及濁度 (NTU) 呈相反方向 (圖 3.1.4-5 及圖 3.1.4-6)。不同調查時間根據水溫 (Temp) 有明顯分群 (圖 3.1.4-5)；不同樣點則無明顯分群 (圖 3.1.4-6)。

圖 3.1.4-5 各季節葉綠素 *a*、懸浮固體濃度與水質環境因子之主成分分析圖

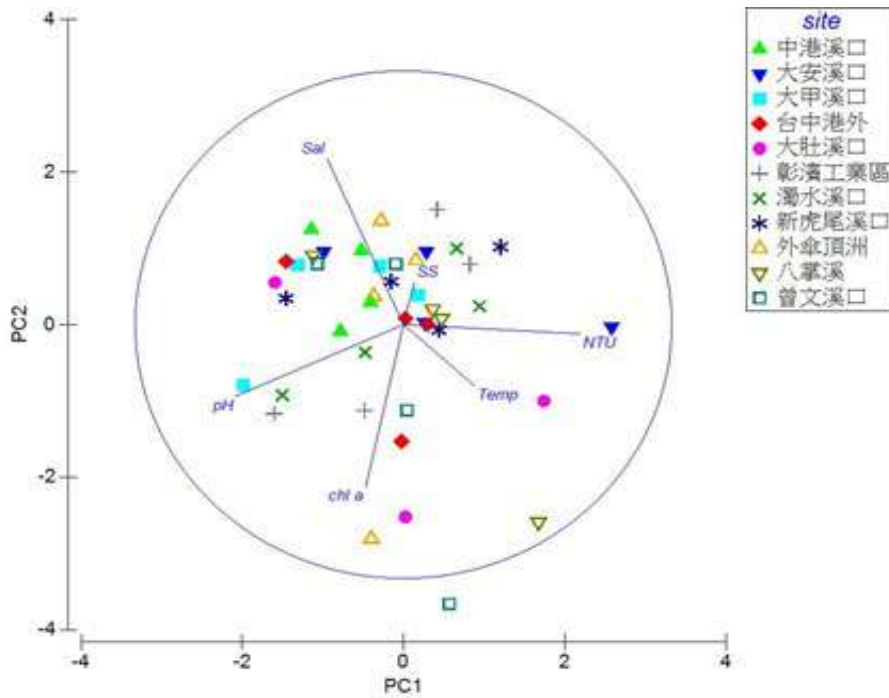


圖 3.1.4-6 各測站葉綠素 *a*、懸浮固體濃度與水質環境因子之主成分分析圖

### 3.1.5 無人機及拖曳式聲學

#### (1) 無人機

本計畫執行8次調查中，共拍攝4群次鯨豚，累積錄製8段白海豚行為影片，總飛行里程達5.3公里。目擊過程中執行空拍機之飛行拍攝任務，記錄鯨豚目擊時之飛行軌跡與影像（圖3.1.5-1）

#### (a) 調查前置校正作業

本計畫執行無人機拍攝工項時也嘗試調整雲臺拍攝角度與飛行高度，以了解不同雲臺拍攝角度與飛行之高度對影像形變關係，並嘗試校正差異，希冀藉由此方法能量測出影像中鯨豚之體長。

透過調整無人機之相機雲臺角度及飛行高度，於空中拍攝已放置地面的行李箱，並量測拍攝畫面中（圖3.1.5-2~圖3.1.5-3）行李箱大小（行李箱實際長度約41.5公分）。可



發現在固定高度時，調整向下角度（向下角度於無人機之顯示為負數）越大，則畫面中所量測行李箱之長度離實際長度差異越大；反之，則越接近原始值（表3.1.5-1）。而於固定角度時，不同高度下所量測值則較為接近（表3.1.5-2）。綜合上述，影響畫面形變並使量測畫面長度與原始長度有差距之主要因素為雲臺拍攝角度。

因此，操作無人機之研究員於拍攝鯨豚畫面時，為避免畫面形變導致誤差，將統一以雲臺斜角為 $90^{\circ}$ 進行拍攝。

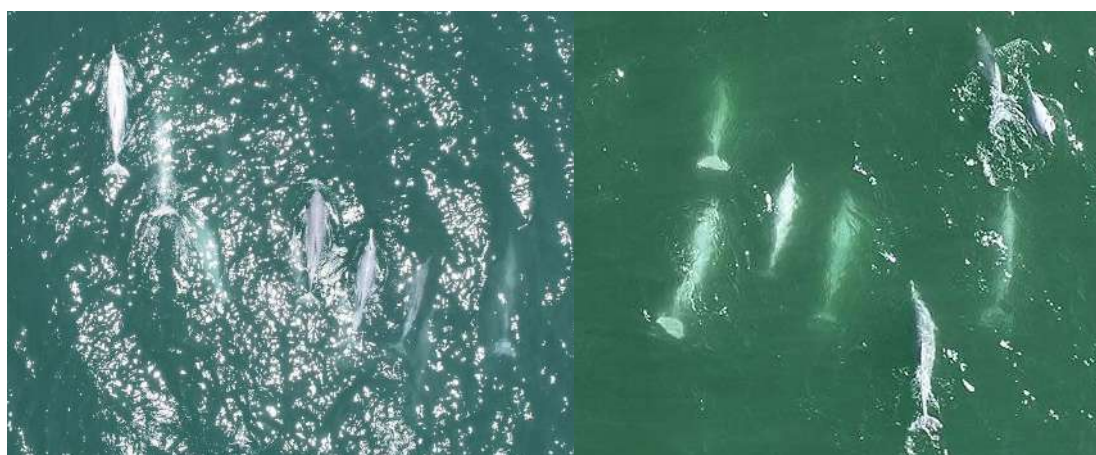


圖 3.1.5-1 無人機拍攝畫面（左為 5 月 2 日，右為 7 月 4 日，皆於彰化目擊）

表 3.1.5-1 無人機以相同高度，不同雲臺斜角量測行李箱長度

無人機高度 (m)	雲臺斜角 ( $^{\circ}$ )	行李箱量測長度 (cm)
8.00	-28.8	57.24
8.00	-42.5	56.21
8.00	-49.2	56.23

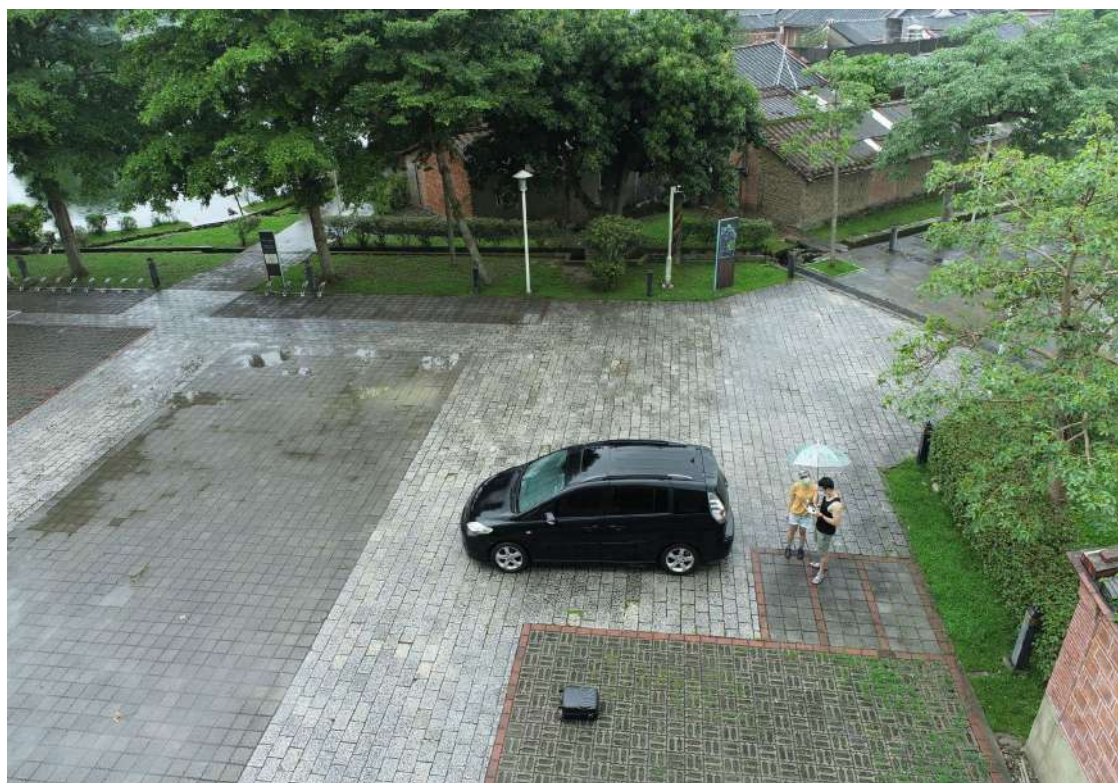


圖 3.1.5-2 無人機以相同高度，不同雲臺斜角進行拍攝

表 3.1.5-2 無人機以不同高度，相同雲臺斜角量測行李箱長度

無人機高度 (m)	雲臺斜角 (°)	行李箱量測長度 (cm)
9.14	-90	40.85
7.92	-90	40.86
12.00	-90	41.86
20.00	-90	40.85



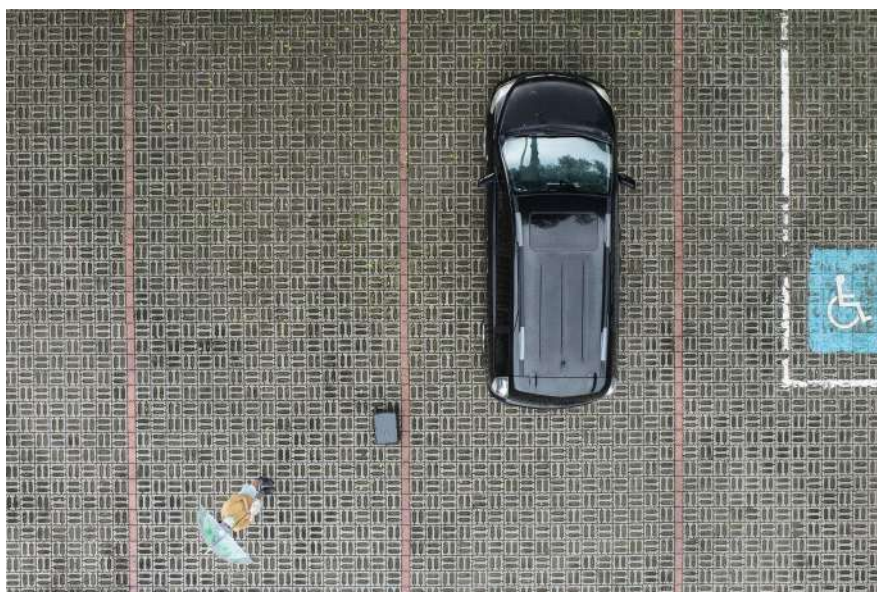


圖 3.1.5-3 無人機以不同高度，雲臺角度維持 90°進行拍攝

(b) 海豚體長量測結果

(i) 使用船隻作為比例尺量測海豚體長

利用船隻作為比例尺，需畫面同時涵蓋鯨豚及船隻（圖3.1.5-4），但因無人機相機本身之魚眼可能造成些微形變導致鯨豚量測誤差（越遠離畫面中心，變形越大）。

本段影片拍攝為5月2日第二群，最大群體數為5隻，5隻個體中，兩隻個體體長明顯小於其他個體，比對照片辨識結果，確有兩隻無法辨認之幼豚，另外三隻為青少年個體。其主要行為遊走，並有交錯下潛。本段影片擷取3張不同秒之影片片段進行量測，最大體長  $203.73 \pm 2.30$  cm，最小體長  $137.00 \pm 1.23$ cm；以編號2標準差最大，編號4體長標準差最小（詳圖3.1.5-5及表3.1.5-3）。

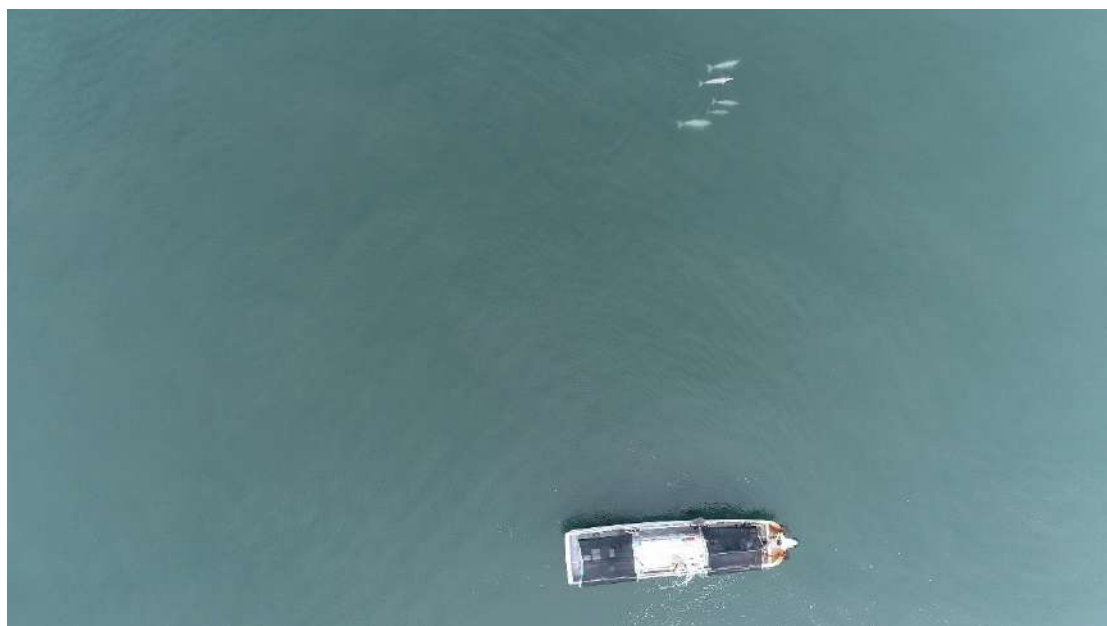


圖 3.1.5-4 5月2日第二群無人機拍攝白海豚擷取影像

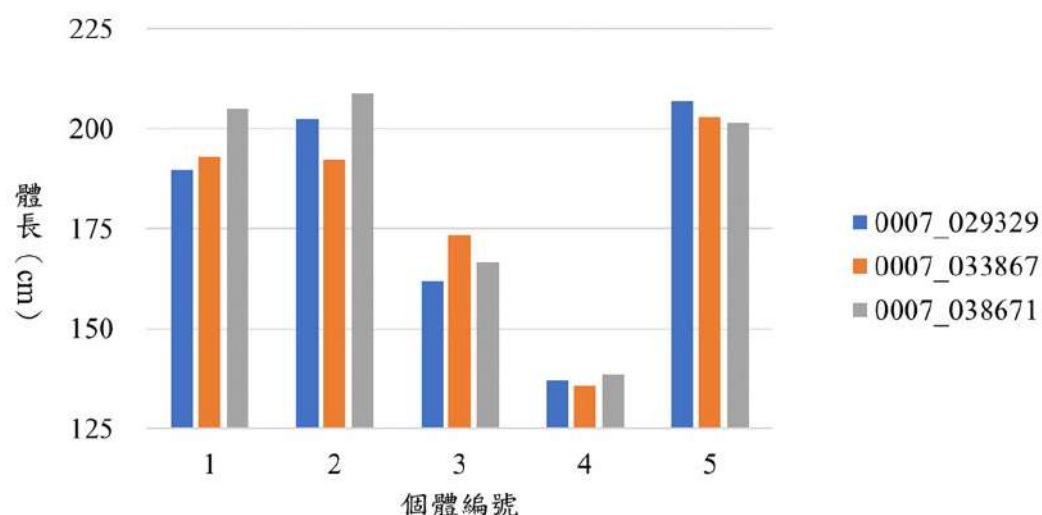


圖 3.1.5-5 5月2日第二群以船隻作為比例尺所量測之白海豚體長長條圖

表 3.1.5-3 5月2日第二群以船隻為比例尺量測之白海豚體長表

日期_群次		20210502_02				
個體編號		1	2	3	4	5
影片_片段	0007_029329	189.58	202.49	161.73	137.00	206.89
	0007_033867	193.06	192.30	173.39	135.50	202.82
	0007_038671	205.10	208.67	166.47	138.50	201.48
平均體長 (cm)		195.91	201.15	167.20	137.00	203.73
標準差		6.65	6.75	4.79	1.23	2.30

## (ii) 使用GSD量測海豚體長

因鯨豚距離船隻較遠，畫面無法同時涵蓋鯨豚與船隻，無法使用前述以船隻作為比例尺的方法進行鯨豚體長量測，故以GSD做鯨豚體長之估算。本作法共量測5月2日的三段影片之鯨豚體長，結果如下：

5月2日第一群的第一段影片，擷取7張影片片段進行量測，畫面同時最大群體數為2隻（圖3.1.5-6），編號1平均體長 $189.63 \pm 26.55$  cm，編號2平均體長 $195.47 \pm 6.74$  cm（詳圖3.1.5-7~圖3.1.5-8及表3.1.5-4）。編號1因出水的動作導致量測出的體長差異大，故其標準差較大；編號2雖均在水下，個體較模糊，但因其動作幅度變化小，量測出的體長反而較接近。

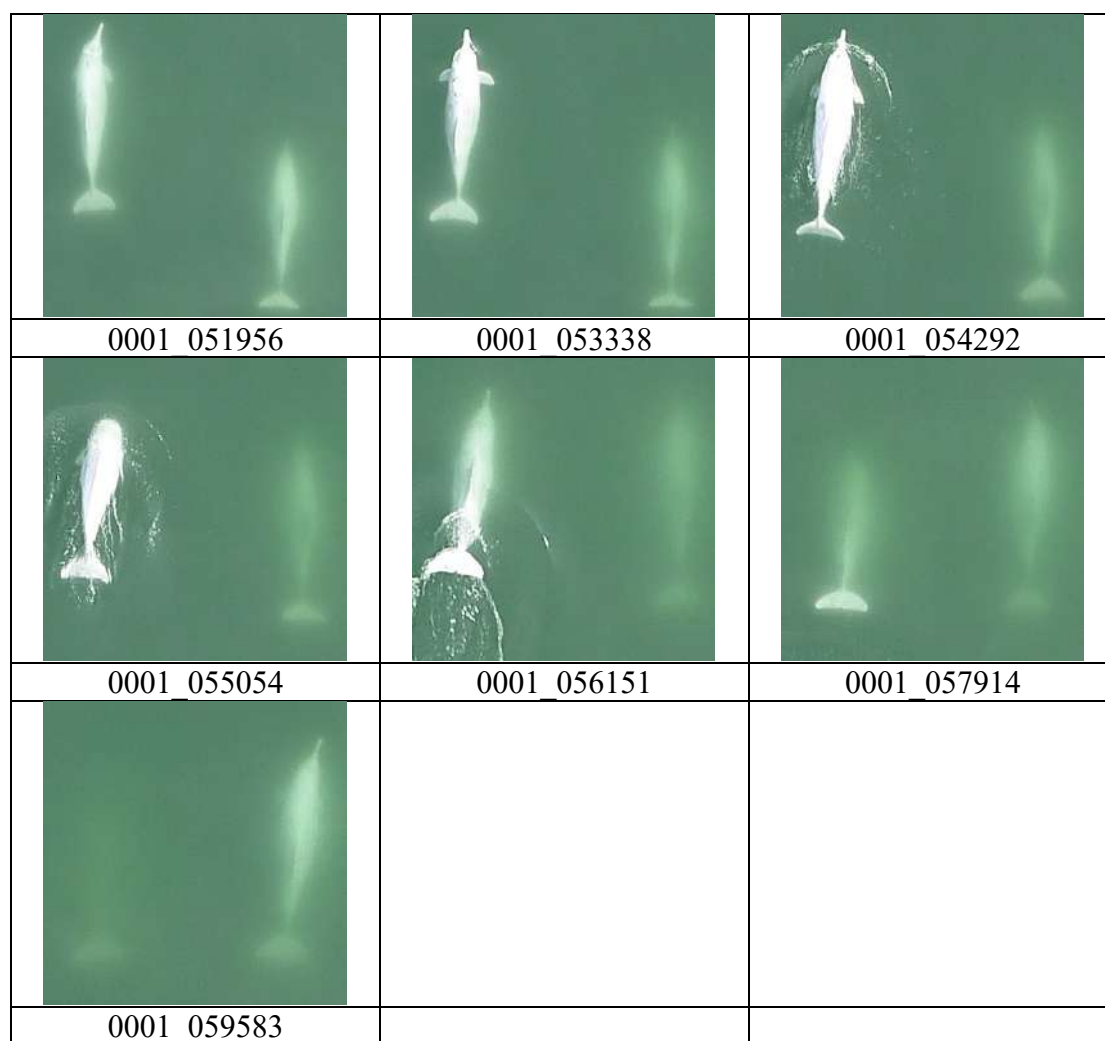


圖 3.1.5-6 5月2日第一群無人機拍攝白海豚之第一段影片擷取影像

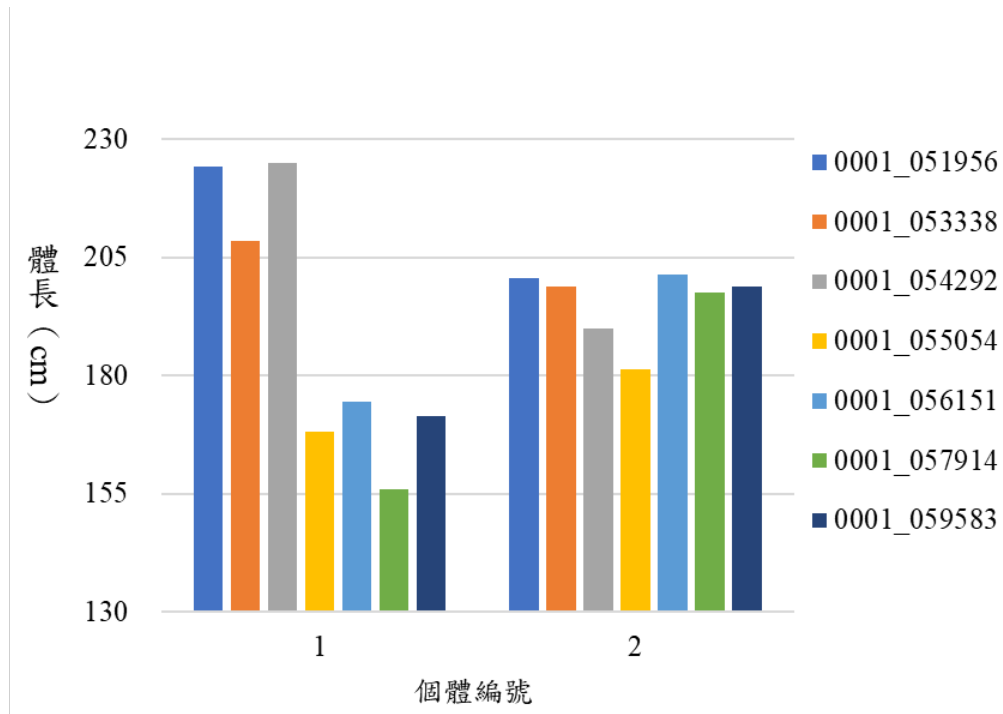


圖 3.1.5-7 5 月 2 日第一群以 GSD 量測第一段影片白海豚體長之長條圖

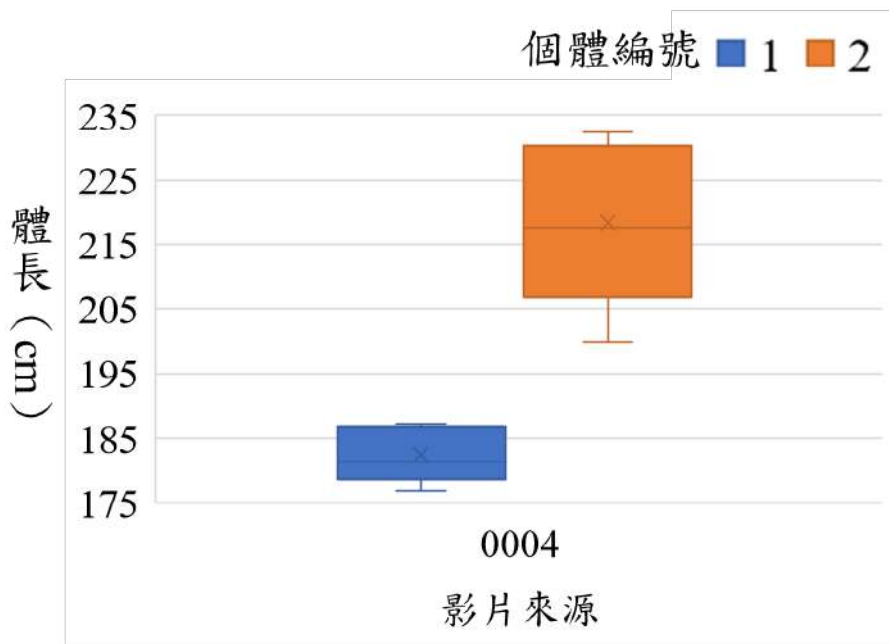


圖 3.1.5-8 5 月 2 日第一群以 GSD 量測第一段影片白海豚體長之盒鬚圖

表 3.1.5-4 5 月 2 日第一群以 GSD 量測第一段影片之白海豚體長表-1

日期_群次		20210502_01	
個體編號		1	2
影片_片段	0001_051956	224.14	200.68
	0001_053338	208.35	198.68
	0001_054292	224.84	189.94
	0001_055054	168.18	181.33
	0001_056151	174.39	201.38
	0001_057914	155.97	197.55
	0001_059583	171.52	198.70
平均體長 (cm)		189.63	195.47
標準差		26.55	6.74

5月2日第一群的第二段影片，最大群體數為5隻，該群體游向不斷變化，幼豚與青少年個體間不斷交錯，且有一隻青年個體在主群體的較外側，介於船隻及主群體中間（圖3.1.5-9）。

本段影片因各隻個體出現時間不同，故擷取較多張影片片段進行測量，本群次測得最大平均體長 $211.90 \pm 12.61\text{cm}$ ，最小平均體長 $138.40 \pm 10.97\text{cm}$ ；以編號1標準差最大，編號5標準差最小（圖3.1.5-10~圖3.1.5-11及表3.1.5-5）。

該段影片中除了編號5之外，其餘個體多次在水下交錯、半身出水換氣，產生身體扭曲、水花、不同個體上下交疊遮蓋首尾等因素，導致量測的體長差異較大。














		
0004_009709	0004_010844	0004_012145
		
0004_013279	0004_013546	0004_022188
		
0004_023023	0004_024157	0004_026025
		
0004_026292	0004_027694	0004_036302
		
0004_037787		

圖 3.1.5-9 5 月 2 日第一群無人機拍攝白海豚之第二段影片擷取影像

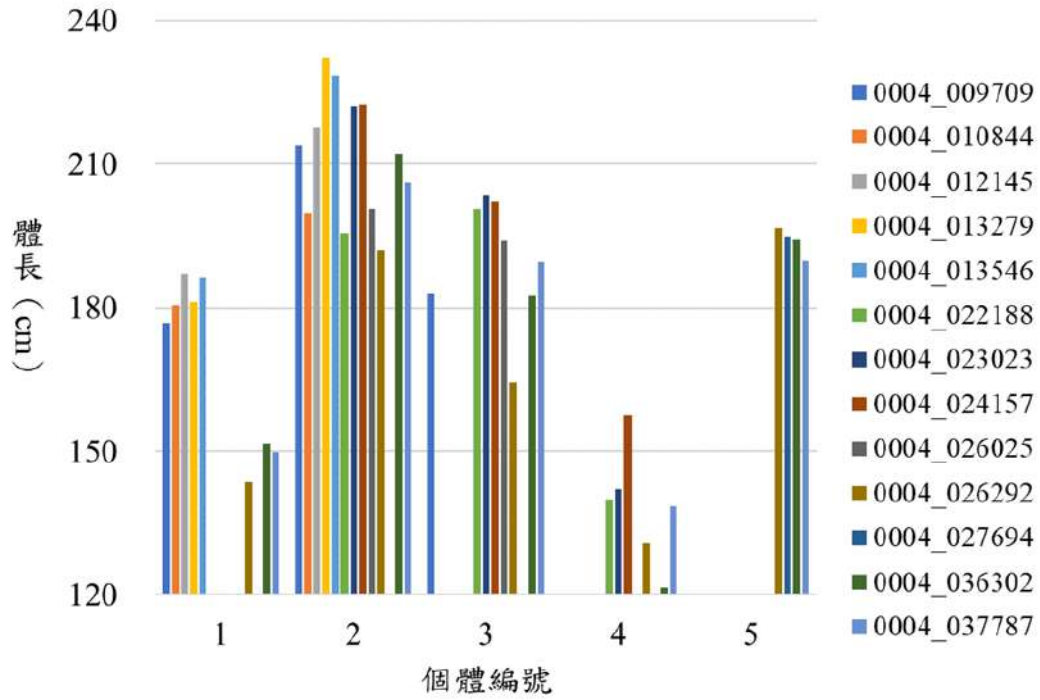


圖 3.1.5-10 5 月 2 日第一群以 GSD 量測第二段影片之白海豚體長長條圖

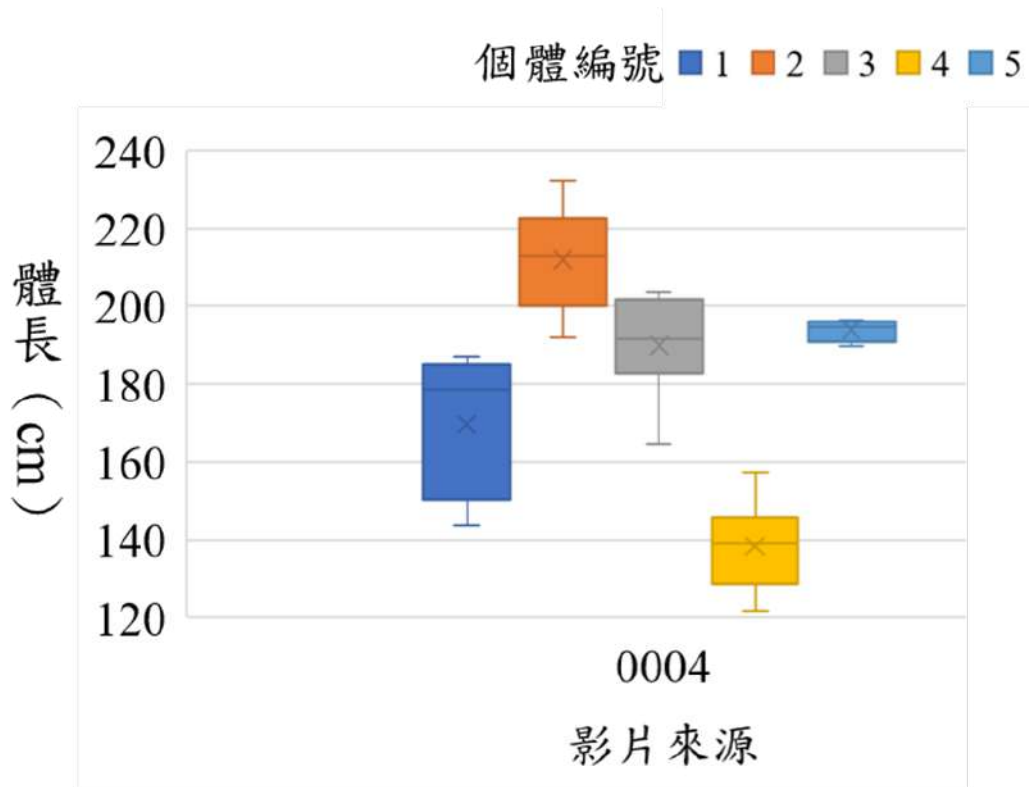


圖 3.1.5-11 5 月 2 日第一群以 GSD 量測第二段影片之白海豚體長盒鬚圖

表 3.1.5-5 5 月 2 日第一群以 GSD 量測第二段影片之白海豚體長表

日期_群次		20210502_01				
個體編號		1	2	3	4	5
影片_片段	0004_009709	176.82	213.73	182.80	NA	NA
	0004_010844	180.55	199.79	NA	NA	NA
	0004_012145	187.11	217.52	NA	NA	NA
	0004_013279	181.22	232.33	NA	NA	NA
	0004_013546	186.15	228.51	NA	NA	NA
	0004_022188	NA	195.54	200.58	139.92	NA
	0004_023023	NA	222.02	203.53	142.14	NA
	0004_024157	NA	222.48	202.16	157.45	NA
	0004_026025	NA	200.67	194.00	NA	NA
	0004_026292	143.52	192.15	164.33	130.81	196.59
	0004_027694	NA	NA	NA	NA	194.75
	0004_036302	151.70	212.08	182.39	121.50	194.07
	0004_037787	149.80	205.99	189.55	138.58	189.69
平均體長 (cm)		169.61	211.90	189.92	138.40	193.77
標準差		16.88	12.61	12.39	10.97	2.53

5月2日第二群，畫面中最大群體數為5隻，影片觀察到該群體主要行為為游走，整體游向一致，彼此距離相近，個體交錯兩次。

本段影片擷取6張影片片段進行體長量測，以GSD量測該群次最大體長為 $204.49 \pm 17.23$  cm，最小體長 $128.98 \pm 24.36$  cm；以編號4標準差最大，編號1標準差最小。編號4因最後一張截圖已潛入水下較深區域，畫面模糊，故體長差異較大；而編號1則大多維持在水表下，可清晰見其個體首尾，並且身形維持筆直的狀態，故量測出的體長相近（圖3.1.5-12~圖3.1.5-14及表3.1.5-6）。



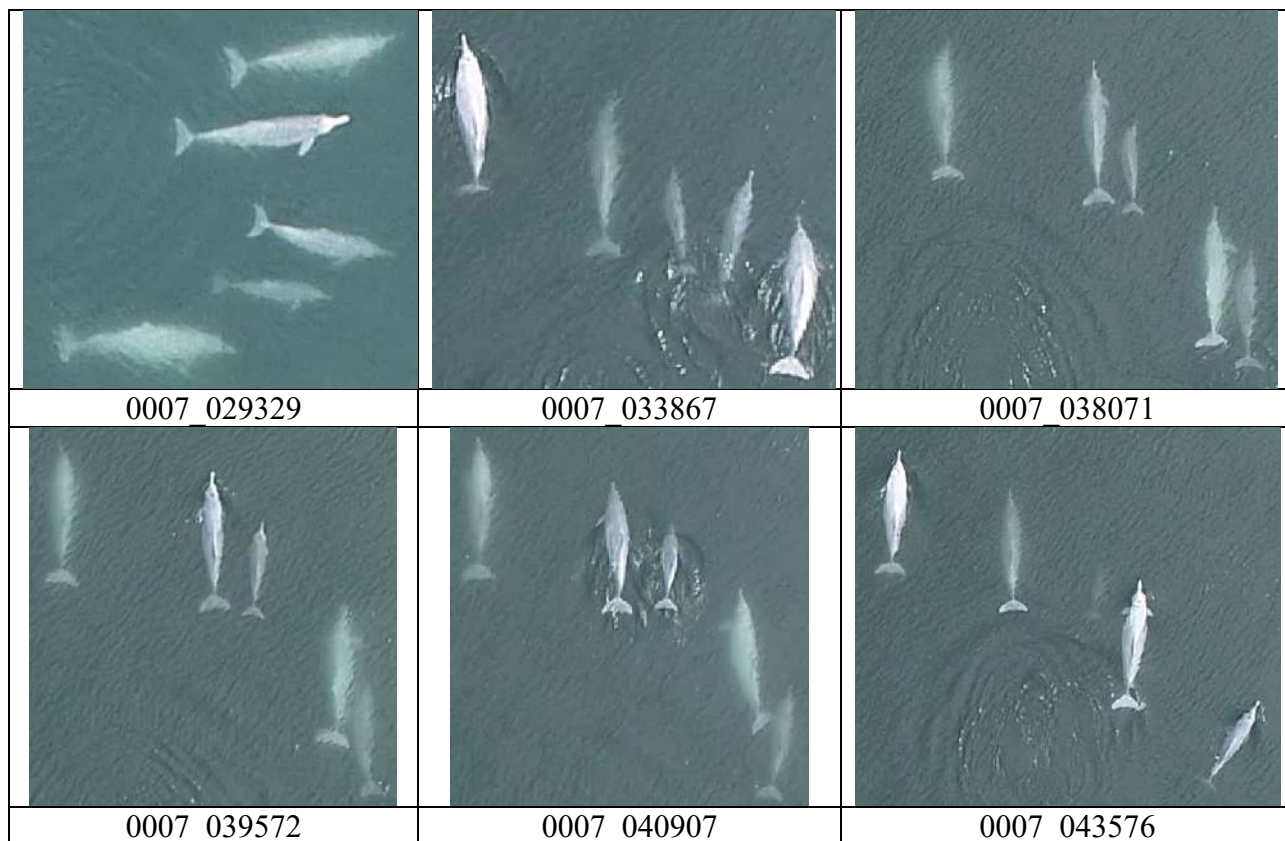


圖 3.1.5-12 5 月 2 日第二群無人機拍攝白海豚之影片擷取影像

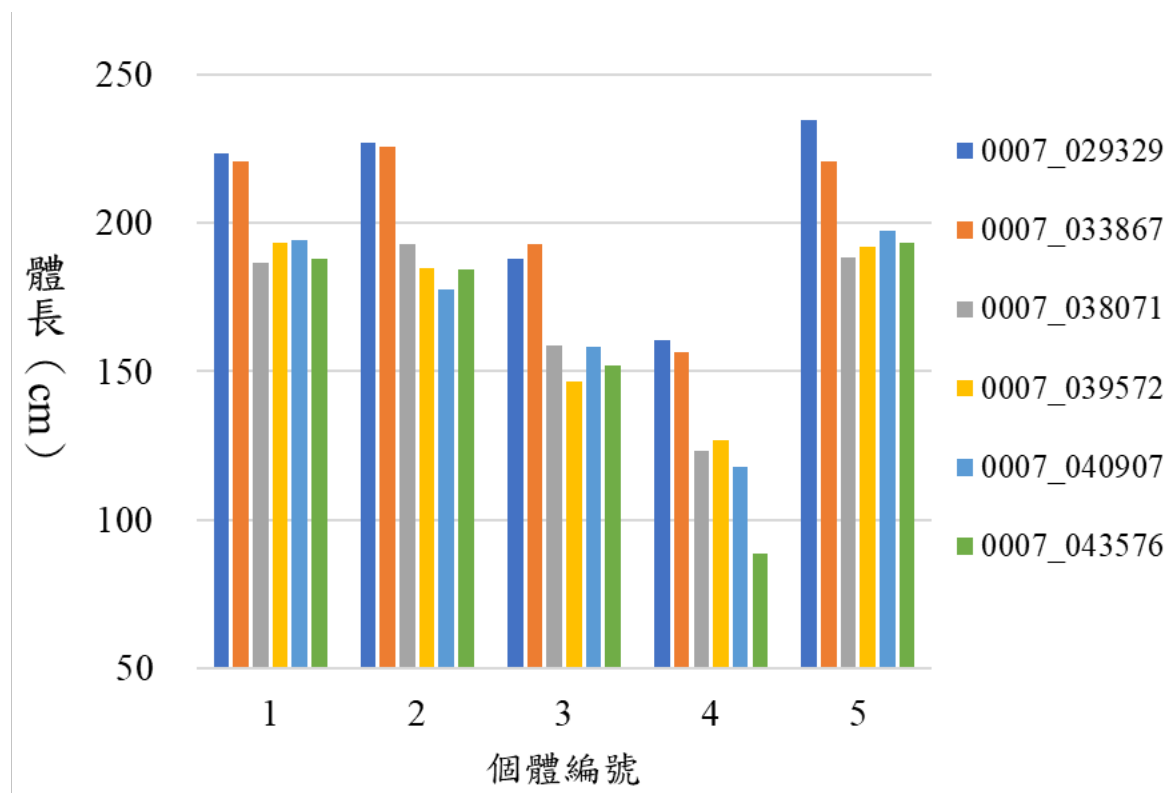


圖 3.1.5-13 5 月 2 日第二群以 GSD 量測白海豚體長長條圖

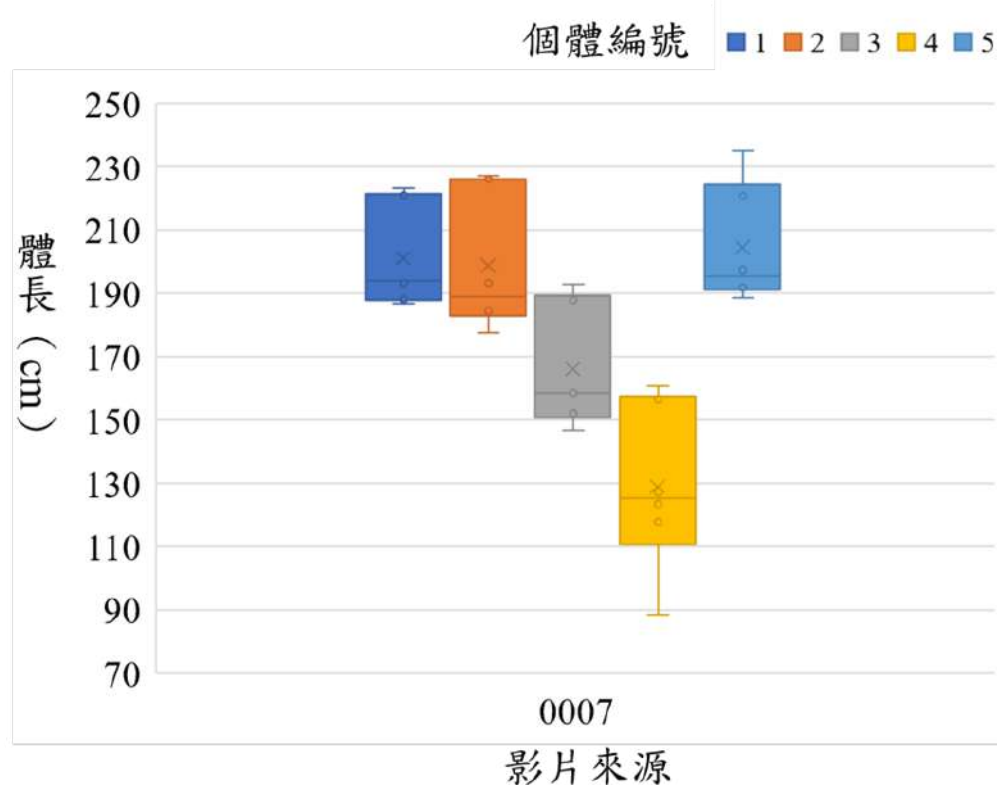


圖 3.1.5-14 5 月 2 日第二群以 GSD 量測白海豚體長盒鬚圖

表 3.1.5-6 5 月 2 日第二群以 GSD 量測之白海豚體長表

日期_群次		20210502_02				
個體編號		1	2	3	4	5
影片_片段	0007_029329	223.30	227.17	188.00	160.74	234.96
	0007_033867	220.88	225.98	192.93	156.35	220.79
	0007_038071	186.85	193.15	158.66	123.43	188.62
	0007_039572	193.35	184.68	146.75	127.03	191.83
	0007_040907	194.28	177.57	158.47	117.94	197.32
	0007_043576	188.04	184.52	152.03	88.40	193.39
平均體長 (cm)		201.12	198.85	166.14	128.98	204.49
標準差		15.08	20.12	17.73	24.36	17.23

## (2) 拖曳式水下聲學結果

本計畫於7月19日（圖3.1.5-19）、8月19日（圖3.1.5-20）及8月25（圖3.1.5-21）日執行3次拖曳式水下聲學輔助調查，調查地點分別為新竹至臺中、雲林至臺南、臺中至雲林，共獲得22小時6分鐘之拖曳式水下聲學資料，並在目擊白海豚之時段，偵測到87筆可能之回聲定位事件，其事件包含1,780次可能為齒鯨搭聲（表3.1.5-8）。經規則篩選後，聲音資料仍包含符合規則但非齒鯨聲音之錯誤偵測，因此可透過聲音資料之IPI及兩支麥克風接收到訊號之時間差，進行人工檢視篩選。若為齒鯨的聲音，IPI及時間差通常會呈現較平滑的曲線，且IPI及聲音強度會有漸大或是漸小的趨勢（圖3.1.5-15），亦可透過IPI檢視聲紋，如為齒鯨搭聲之聲紋，會呈現忽高忽低之波型（圖3.1.5-16）；如為水花或魚探機之聲紋，會呈現規律性之變化（圖3.1.5-17）。全部資料透過人工檢視去除錯誤偵測後，得到1,564筆齒鯨搭聲與60筆回聲定位聲音，使用此篩選規則，搭聲誤報率約為12.1%，而回聲定位聲音誤報率約為31%。

另外，由於雲林至臺南的調查航線上有許多漁網，為了防止儀器纏繞漁網造成損壞，因此進行調查時經常收放儀器，或是為了通過漁網密集區而暫時停止調查，導致第二趟拖曳式調查時間較其餘趟調查時間短。

表 3.1.5-8 拖曳式聲學調查偵測結果

日期	累積時間 (小時)	偵測搭聲 (次)	偵測回聲 定位事件 (次)	錯誤偵測之搭聲 (次)	錯誤偵測之 回聲定位事件 (次)	搭聲 錯誤偵測率 (%)	回聲定位事件 錯誤偵測率 (%)
7/19	6.43	1,086	46	44	6	4.1	13.0
8/19	3.47	45	4	45	4	100	100
8/25	12.2	649	37	127	17	19.6	45.9
總計	22.1	1,780	87	216	27	12.1	31.0

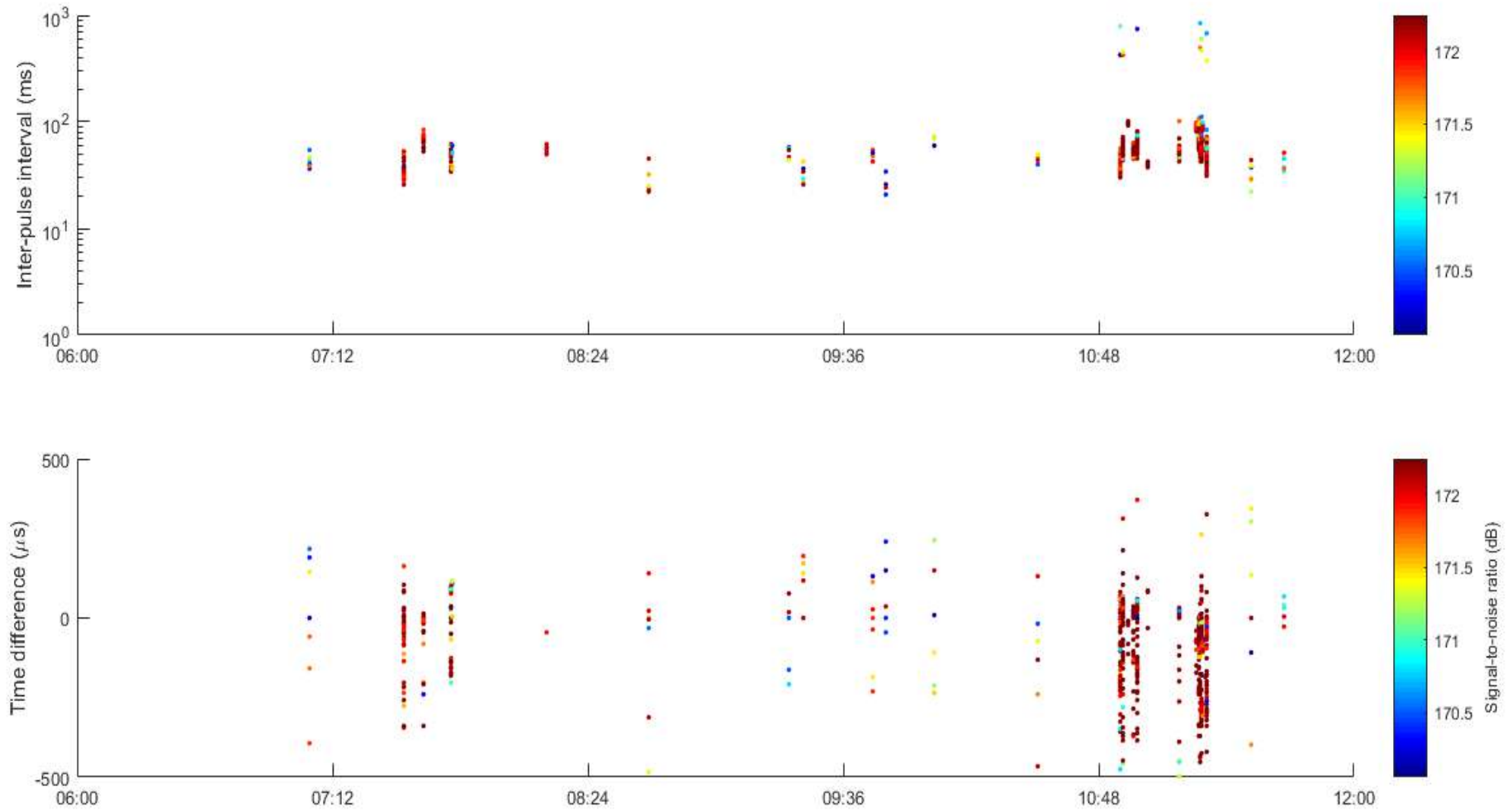


圖 3.1.5-15 經篩選後之聲音事件可用 IPI (上圖) 及時間差 (下圖) 加以檢視是否為錯誤偵測

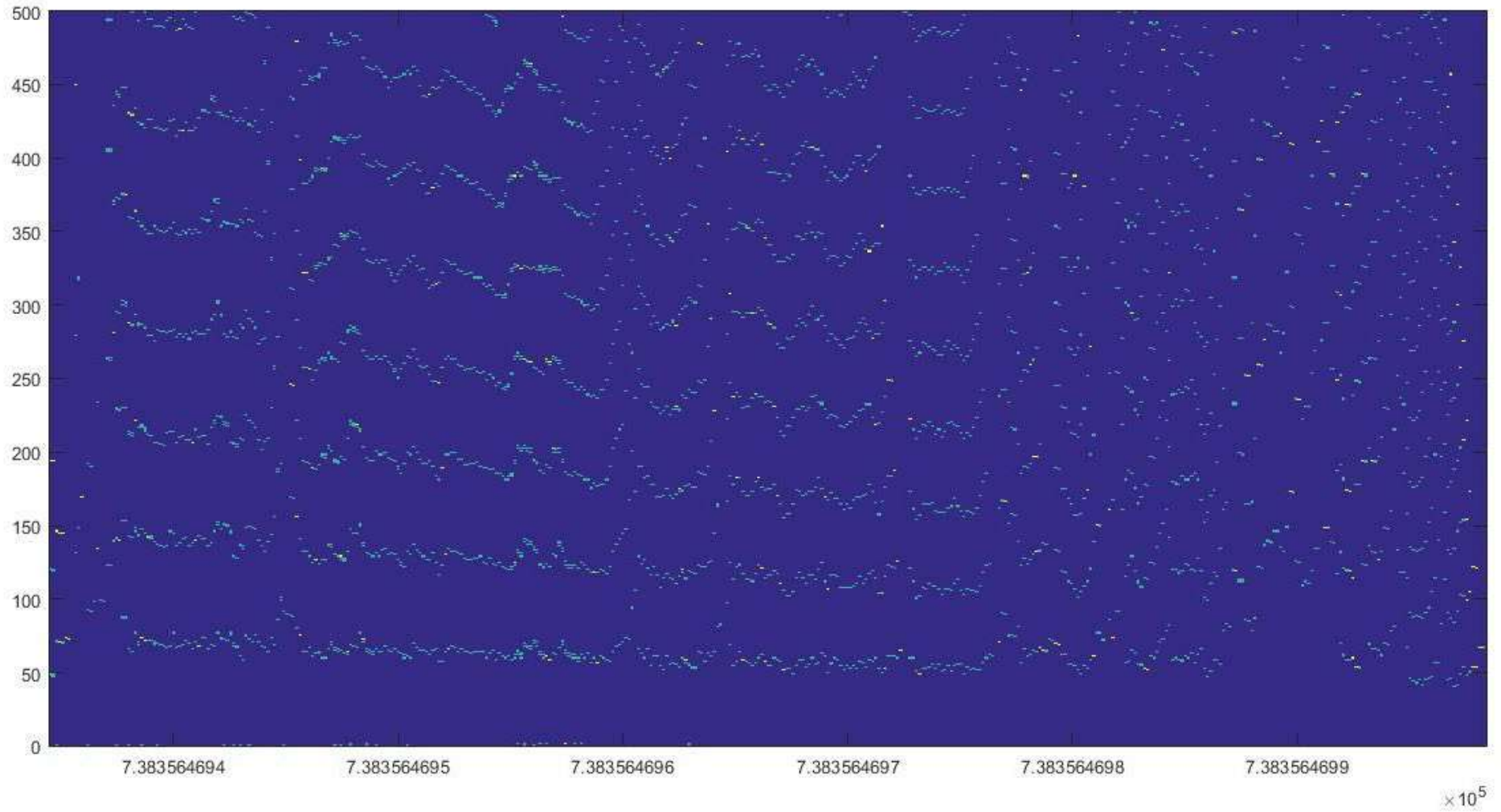


圖 3.1.5-16 正常偵測之搭聲聲紋



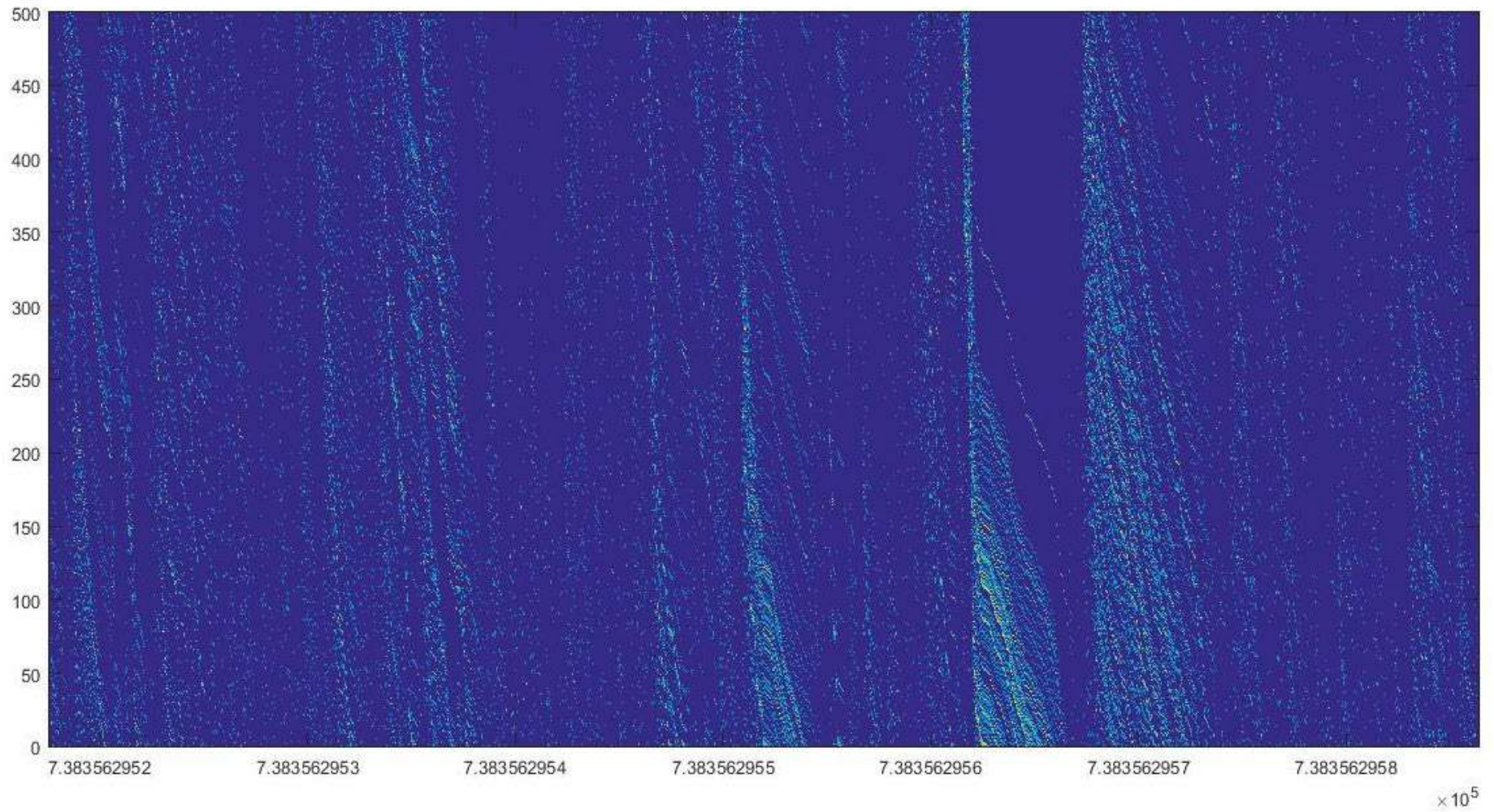


圖 3.1.5-17 錯誤偵測之水花聲紋

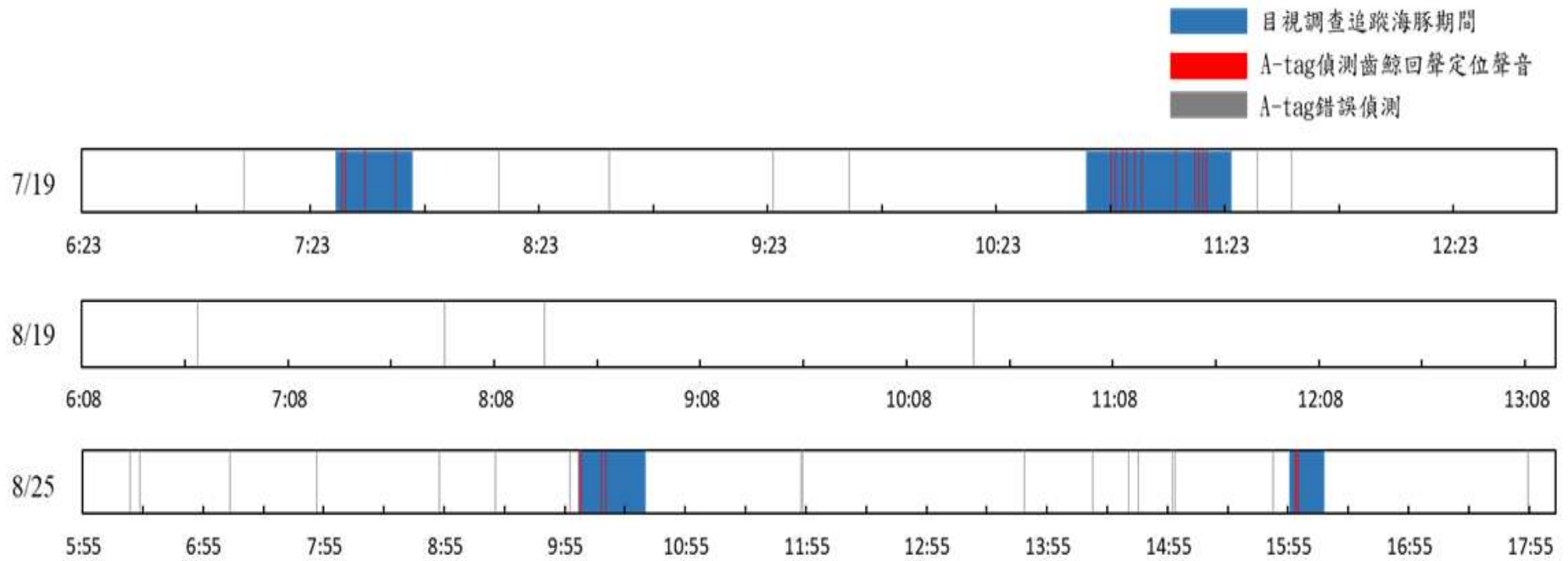


圖 3.1.5-18 拖曳式水下聲學輔助調查偵測結果與目視調查之比較





圖 3.1.5-19 7 月 19 日拖曳式水下聲學輔助調查偵測結果與目視調查 GPS 航跡之比較

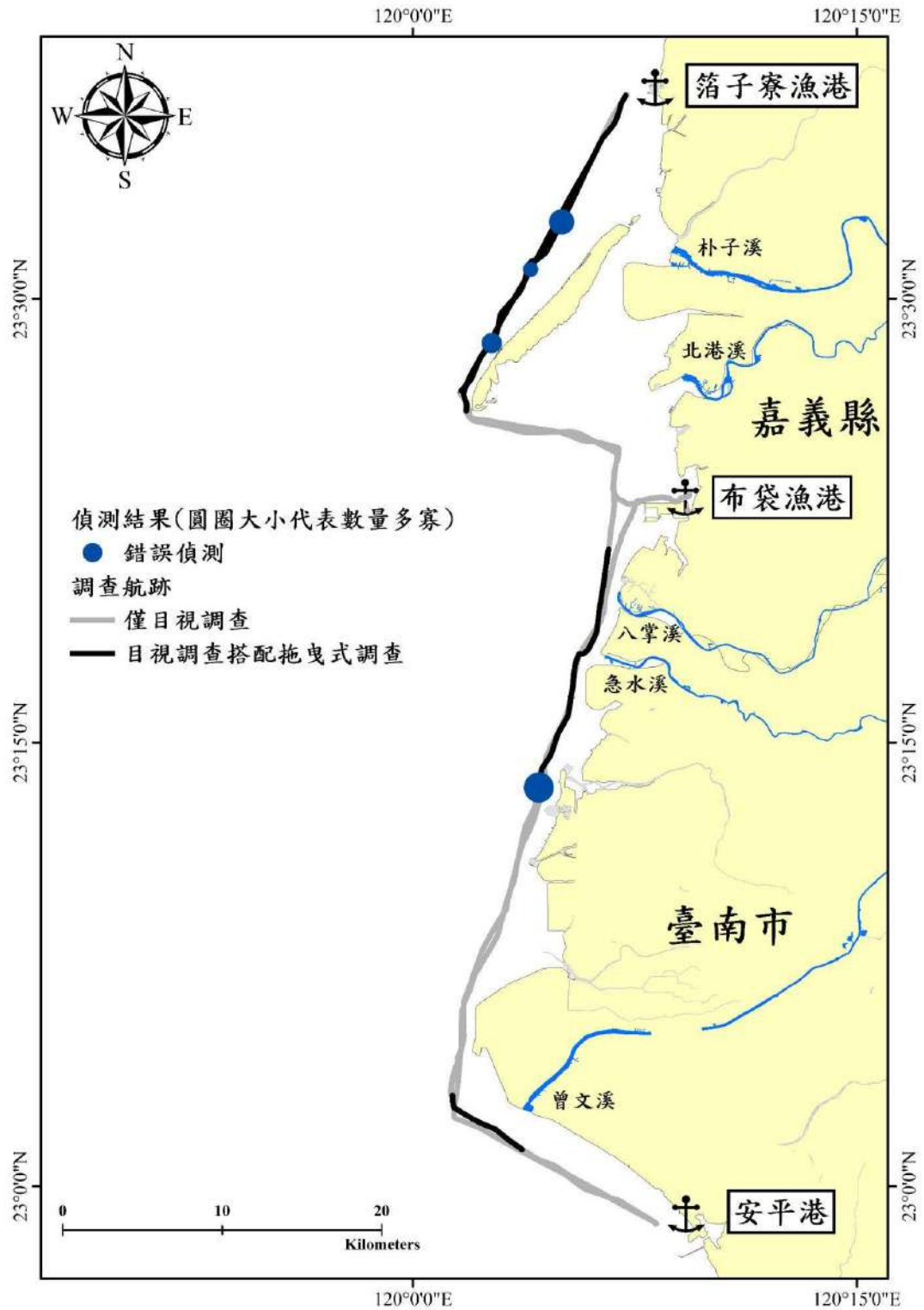


圖 3.1.5-20 8 月 19 日拖曳式水下聲學輔助調查偵測結果與目視調查 GPS 航跡之比較

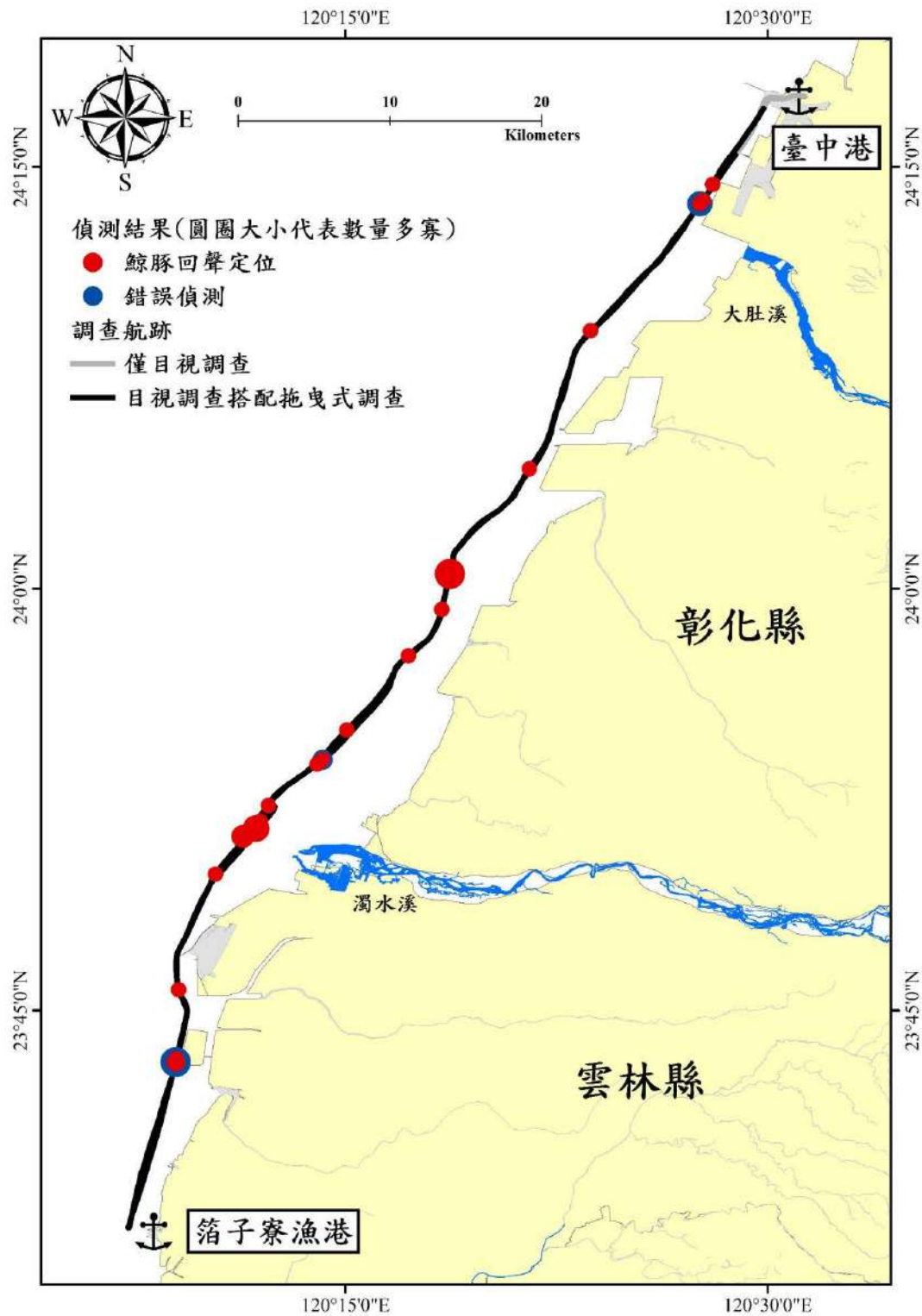


圖 3.1.5-21 8 月 25 日拖曳式水下聲學輔助調查偵測結果與目視調查 GPS 航跡之比較

## 3.2 白海豚族群動態評估與個體檔案

### 3.2.1 空間分布

本計畫8次完整調查中，鯨豚有效目擊共20群次，包含白海豚19群次和露脊鼠海豚1群次，另有重複目擊白海豚1群次；以南部目擊點位較多，彰化以南目擊14群次，臺中以北目擊5群次，有效目擊點位分布如圖3.2.1-1。

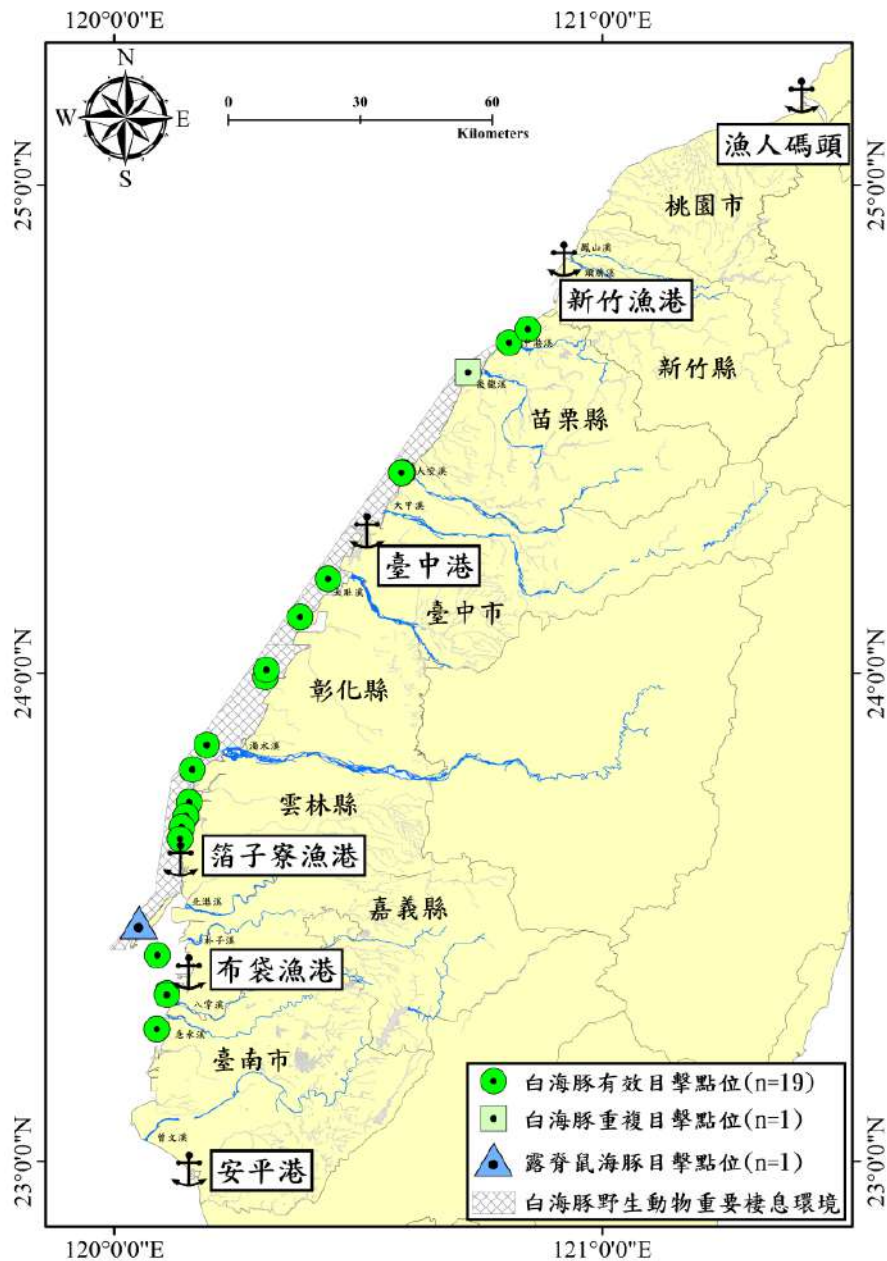


圖 3.2.1-1 白海豚及露脊鼠海豚有效目擊點位分布圖

### 3.2.2 群體行為、活動軌跡與棲地利用

#### (1) 族群大小與行為

白海豚19筆有效目擊資料中，除了6筆因目擊後未再發現鯨豚蹤跡僅有短暫觀察外，其餘群次的觀察時間均在15分鐘以上。觀察過程中除了盡可能拍攝每隻個體左右兩側之背鰭外，同時也記錄鯨豚族群大小及行為。

白海豚群體數大多小於10隻，僅5月2日第三群、第四群以及7月4日的第一群，群體數大於10隻，此三群皆於雲林目擊。

白海豚群體行為主要為游走，偶見休息、覓食、漂浮等行為出現。5月2日於彰化觀察到乘浪等較特殊行為；7月4日於雲林觀察到漂浮休息行為；7月4日第二群、9月19日第二群及10月6日第一群則有觀察到社交行為；而5月7日、7月5日、9月30日第二群及10月6日第二群的四群次皆因目擊一眼後海豚隨即下潛，觀察時間過短無法判定其行為（表3.2.2-1）。

露脊鼠海豚之有效目擊僅有1筆，群體數約3-4隻，雖僅觀察約10分鐘便失去鯨豚蹤跡，但因群體皆一致往南游，且游速超過4節，故判斷其行為屬游走。

表 3.2.2-1 目擊鯨豚行為紀錄表

日期_群次	地點	水深 (m)	離岸最 短距離 (km)	物種	行為 類別	行為描述
20210502_01	彰化	8.3	1.13	白海豚	游走	於彰化崙尾水道口北邊，船首 12 點鐘方向距離 500 公尺處，目擊往岸游的 2 隻個體，其附近有施工船隻及施工處，隨後見牠們轉向，往北游，原只見 2-4 隻個體，但在往北走一些後又見其他隻個體一同共游。有的游得快，有的游得慢，有母子對及大小孩，有時個體和個體間距較分開，甚至距離 200 公尺遠，而之後又匯合一起，游速皆緩慢，穩定的向北游走。但因時間關係，無法繼續觀察而設離開點。
20210502_02	彰化	5.5	2.07	白海豚	游走	於芳苑外海北邊，船首 11 點鐘方向距離船 800 公尺處，見 3 隻個體背鰭往南游走，隨後又見個體轉向往北游，觀察途中又往岸游後轉南，一下子後又轉北。原轉向時僅見 3 隻，之後有又見 2 隻個體加入，所有個體游速悠哉、緩慢，有時同時共游，時又交錯下潛，最後因時間關係設離開點時，游速 4 節的慢速一路往北游走。
20210502_03	雲林	14.8	0.25	白海豚	游走	於雲林臺西外海，船首 11 點鐘方向，見背鰭尾鰭露出，約 4-5 隻繞圈，隨後又見其他幼體一同共游，游向皆往南游，之後有一度轉向往北後又往南游。接著又於船的右側發現另一群約 10 隻個體的白海豚。約 3-5 分鐘後，兩群皆匯合成一群。游向接往南游，但後面就有一艘舢舨船從海豚群體中間開過去，海豚皆於舢舨船經過前下潛，約 5 分鐘後才又上來換氣游走，整體群體緊密且幼體數多，年輕個體多。因為時間的關係，故設離開點。

日期_群次	地點	水深 (m)	離岸最 短距離 (km)	物種	行為 類別	行為描述
20210502_04	雲林	12.5	2.29	白海豚	覓食、游 走、乘浪	於臺西新生地南邊目擊 4 隻個體，游向往北，其中有一隻還乘浪後全身跳出，隨後見他們往岸游，分成 2 小群，距離約 250-300 公尺，此時游向多變，時而往北時而往南游，且有漂浮及交錯下潛的行為出現，故推測其行為可能具覓食兼游走。由於時間的關係，且當時已起風，風浪有轉大的趨勢，故而設離開點。
20210507_02	嘉義	3.8	6.39	白海豚	未知	在布袋港口外見 3 隻白海豚，其中 2 隻較為年輕，另一隻個體其背鰭為受過傷的個體，游向往南游走。隨後見他們往外海游，下潛後便不見蹤影，找了 3 分鐘後都仍沒看到蹤跡，故設離開點。
20210704_01	雲林	7.5	4.41	白海豚	游走、漂浮	於麥寮工業區外目擊 2 隻白色個體與 1 隻灰色個體在船右前側出水並往外海游，過不久船後側也出現另一青幼年群體向北游動，起初 2 群體維持一前一後的隊形，距離僅約 200 公尺，個體間緊密，往北遊走，約過 7 分鐘後，海豚聚集成群，頻繁改變方向與交錯下潛，群體時而分散、時而聚集，故推測海豚在此範圍徘徊繞圈，整體游向往北。觀察約 30 分鐘後，因照片拍攝足夠而設離開點。
20210704_02	彰化	9.1	0.99	白海豚	游走、社交	於大肚溪口見 1 隻黑色與 1 隻白色個體出水向南游走，游走過程中，個體間緊密，游向與行為多變，成豚主要有拱身、舉尾下潛等行為，而幼豚則有跳出水面、側身漂浮、翻肚等多樣的水面行為，於水下個體也相互摩擦，觀測 20 分鐘左右，海豚大致穩定向南游走，且伴隨著社交行為，調查團離開海豚。



日期_群次	地點	水深 (m)	離岸最 短距離 (km)	物種	行為 類別	行為描述
20210705_01	臺南	5.5	1.07	白海豚	未知	於急水溪見 2 隻灰色個體向南游，但過了 10 分鐘後調查團隊未再目擊其出水，故設離開點。
20210719_01	苗栗	9.5	1.11	白海豚	覓食、游走	於船艙 10 點至 11 點鐘方向，中港溪南側見 2 隻個體背鰭往南游，隨後又見另 1 隻個體轉向往北往岸游。群體游向多變，時而往南，時又往北，時又往岸或外海轉向，於中港溪口大繞圈。約 30 分鐘後，群體又往南游走，游走將近至雷達站前後又轉向往北往岸與溪口。觀察途中還見 1 隻個體 2 次尾鰭拍水，游速多為 4 節以下。因為時間的關係，故設離開點。
20210719_02	臺中	5.6	1.09	白海豚	小範圍繞圈 徘徊、游走	於船艙 1 點至 2 點鐘方向，於大安溪北側見 1 隻白斑>50%個體往北游走。隨後又見 2 隻個體往北共游，一開始有一小段時間 2 隻個體有繞圈徘徊情形出現，而距離 500 公尺的個體則持續往南游走，隨後即見所有個體匯合，才發現海豚原來為 4 隻。於海豚匯合處有見一漁網，之後海豚們又分群了。分成 3 隻一群，與一隻白斑>50%，白斑>50%的個體不斷往北游走，另外 3 隻為一群的群體則有些轉向後，小繞圈後，又往北游。因為時間的關係，故設離開點。
20210719_03	苗栗	7.7	1.08	白海豚	可能游走	於船艙 2 點鐘方向，龍鳳港北堤見 1 隻白色背鰭往南游，隨後於龍鳳港南堤，見 2 隻個體共游，游向往南。在觀察過程海豚僅露出背鰭，游向不斷往南游走，最後因時間與海豚下潛皆未出水的關係，故設離開點。



日期_群次	地點	水深 (m)	離岸最短距離 (km)	物種	行為類別	行為描述
20210825_01	雲林	5.5	4.03	白海豚	繞圈徘徊、游走	於濁水溪口附近見 1 隻灰黑色個體背鰭，並於此隻個體距離 700 公尺處見 1 隻花白色個體的背鰭，同時於船艙 300 公尺也見 1 隻灰白色個體的背鰭往外海游，此時水深皆約 4.5~5.5 公尺深。接著即見母子對往北游。在剛開始觀察的過程中海豚們於此區域以 4 節以下速度慢慢地繞圈徘徊，約 20 分鐘後，群體游向一致朝東北游走，群體間變得較緊密。要離開前，群體中個體間距又變得較分散，由於時間的關係，需再次回到線上進行調查，故設離開點。
20210825_02	彰化	5.8	3.92	白海豚	繞圈徘徊、游走	於船艙 1 點鐘方向見 3 隻個體背鰭，分別 1 灰 1 白 1 黑的背鰭，同時於船艙 11 點鐘方向見 1 隻白色個體背鰭，水深約 4 公尺到 5 公尺左右，大致游速較慢，小於 4 節，且一開始群體方向繞圈徘徊，隨後見他們往岸游走，接著其游向皆往北方游走。但由於群體進入水深小於 4 公尺內，因此無法追蹤，僅能遠遠觀測，最後見群體下潛後，也因時間關係，故設離開點。
20210919_01	雲林	12.5	2.41	白海豚	游走	於新虎尾溪溪口南邊見 1 隻灰色個體背鰭，距離船艙 50 公尺處，隨後觀測船接近海豚個體時，見 1 隻少年個體與觀測船平行游，且還將眼睛探出水面，接近觀測船。下潛後，有一艘漁船駛向海豚出水處，接著調查團隊又見 3~4 隻個體於漁船附近出沒。此時便發現母子對群體與其他隻個體一同共游。游速約小於 5 節。本次目擊附近有 4 艘漁船外，還有漁網在附近。由於本次觀測已達 30 分鐘，大家也拍攝到足夠的照片，可以進行辨識，故設離開點。

日期_群次	地點	水深 (m)	離岸最 短距離 (km)	物種	行為 類別	行為描述
20210919_02	雲林	11	1.69	白海豚	游走、社交	於新虎尾溪南側，才離開第一群海豚，剛回到穿越線上，便見 1 隻灰色個體側著身潛入水中，隨後又見一對母子對於船艙出水，在觀察途中，年輕個體不斷從船旁出沒，且也用側身露出眼睛的方式來觀察船隻。本次觀測群體不大，也有見母子對，且母子對甚至往工作船附近游去，個體間行為多變化，除有全身跳出，個體與個體間側翻、互壓，因而產生出水花。群體大致游向一致，往南走，且水下多有穿越觀測船底。因時間關係，故設離開點。
20210930_01	苗栗	7.1	0.86	白海豚	覓食、休息	01：於後龍溪南側苗栗好望角外，見白色個體背鰭往北游。隨後游至溪口中間時見另 1 隻個體出現。兩隻個體時而共游，時又分散至 600-800 公尺處，且觀察途中，個體不斷交錯下潛及水下吐泡泡，大範圍及小範圍繞圈徘徊、漂浮等行為出現，船長的魚探機也有魚群出現。但都在溪口中間且水深小於 3 公尺。由於時間關係及也已觀察 30 分鐘，故設立離開點。
		7.9	0.99			R02：剛設完離開點，重新回到航線上後隨即於後龍溪好望角南側見 1 隻白色個體半身出水，往北游。於遠方也發現另 1 隻白色個體背鰭，接著即見 3 隻個體會合共游，觀測途中雖偶有繞圈徘徊，但大致游向一致往北游走。因時間關係，故設立離開點離開。
20210930_02	臺中	4.4	1.29	白海豚	不知	於大安溪口附近見 1 隻白色個體半身出水，隨後又見另一隻灰白疑似為青少年（應位於少年）個體交錯下潛，之後找了 10 分鐘，仍不見海豚出水，又接近葉綠素 a 大安溪口採水點，故設立採水及離開點。

日期_群次	地點	水深 (m)	離岸最 短距離 (km)	物種	行為 類別	行為描述
20211006_01	嘉義	5.1	1.04	白海豚	覓食、社交	於船艙 2 點鐘方向，八掌溪北邊見 1 隻黑色背鰭往北游，隨後又見另 1 隻白色個體距船約 80-100 公尺處出水。魚探測得有魚群出現，海豚群體整體游向不一致，於八掌溪北邊繞圈徘徊交錯下潛，同時有魚出現。在觀察途中有 2 隻灰黑色個體尾鰭拍水、翻肚、水下吐泡及其他側身互相摩擦、互壓等行為出現。由於已觀察約 30 分鐘，照片、攝影已足，故設離開點。
20211006_02	嘉義	5.6	0.94	白海豚	未知	於八掌溪口北邊見 1 隻灰色個體的背鰭，平行於觀察船的方向，往南游，隨後即見個體轉向，朝岸游，之後又於船艙見牠出水，並轉往西北方向游，之後觀察團尋找約 9 分鐘，仍不見個體出水，故設離開點。
20210507_01	嘉義	7.6	2.2	露脊鼠 海豚	游走	於外傘頂洲外，船首 10-11 點方向見水花，隨後即見 4 隻共游無背鰭的黑色海豚。一隻全身跳出，另幾隻半身出水，游速快且下潛快，兩兩共游，游向往南走，在出水第 4 次時，下潛並消失的無影無蹤，因時間的關係，故設離開點。

## (2) 活動軌跡

鯨豚活動軌跡分析是藉由發現鯨豚時，調查船跟隨鯨豚時所產出的GPS航跡，作為鯨豚移動路徑之參考。調查船於目擊鯨豚時，以船速2-3節航行並盡可能保持適當之安全距離與不干擾鯨豚情況下接近鯨豚，使觀察員得以拍攝鯨豚於水上活動。

鯨豚發現點因距離鯨豚仍有段距離，若以發現點作為鯨豚移動路徑分析之起點，將無法較精準呈現出鯨豚的移動路徑，故後續分析為貼近鯨豚真實移動路徑，僅以距離鯨豚約200-300公尺左右之點位作為分析之接近點，並以調查團隊主動離開鯨豚，或鯨豚深度下潛，久而未見其出水之位置，做為移動路徑分析的離開點。由於5月7日、7月5日、9月30日第二群及10月6日第二群，皆分別於彰化及臺南以南，僅短暫目擊與觀察白海豚之群次，因此這四群次僅記錄發現點及物種，並無活動軌跡。

白海豚19群次中之目擊記錄，其發現環境、行為和移動路徑皆與過去調查文獻（周蓮香等人，2016；周蓮香等人，2015；周蓮香等人，2014）相符，皆多活動於5-10公尺水深內，離岸皆不超過3公里的近岸淺海域，觀察其速度皆不超過3-5節，主要以南北向游走，偶有繞圈、乘浪及漂浮等行為出現時，其移動路徑網西向或朝外海游動（圖3.2.2-1~3.2.2-12）。

露脊鼠海豚目擊點位及移動路徑之水深與白海豚相似，位於10公尺水深之近岸淺海區域。由於目擊時，露脊鼠海豚群體僅2次從水面上跳出，且流速約為4-5節，僅有拍攝尾幹的模糊照片（圖3.2.2-13），因此無法根據背部或皮膚突起之顆粒辨識種類，但若依據目擊地點、水深及群體大小，與「臺灣百種海洋動物圖鑑」（邵廣昭等，2020）內所提及之寬脊露脊鼠海豚相同，因此推測目擊物種為寬脊露脊鼠海豚。

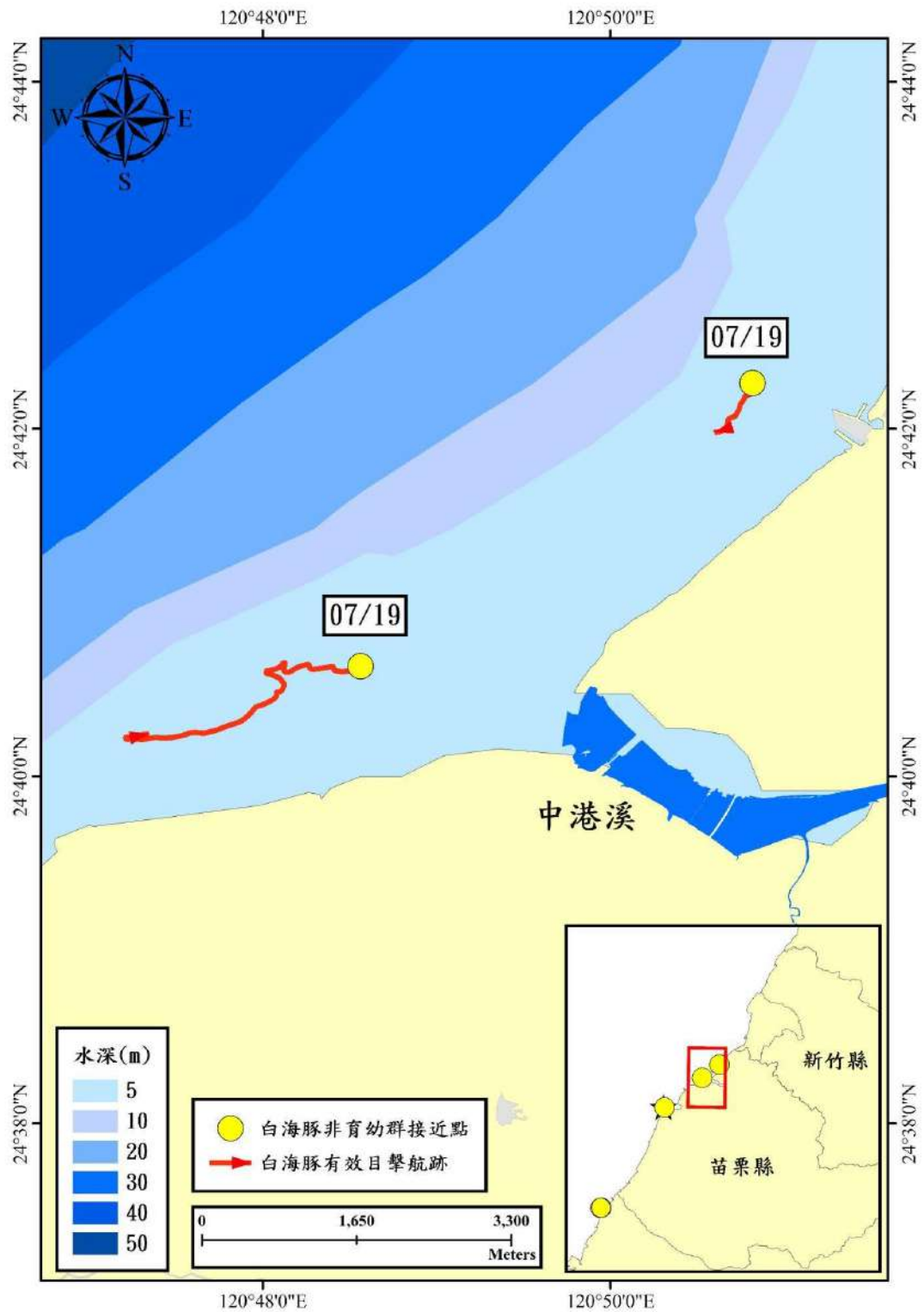


圖 3.2.2-1 苗栗中港溪白海豚目擊船隻移動軌跡 (左：20210719\_01、右：20210719\_03)

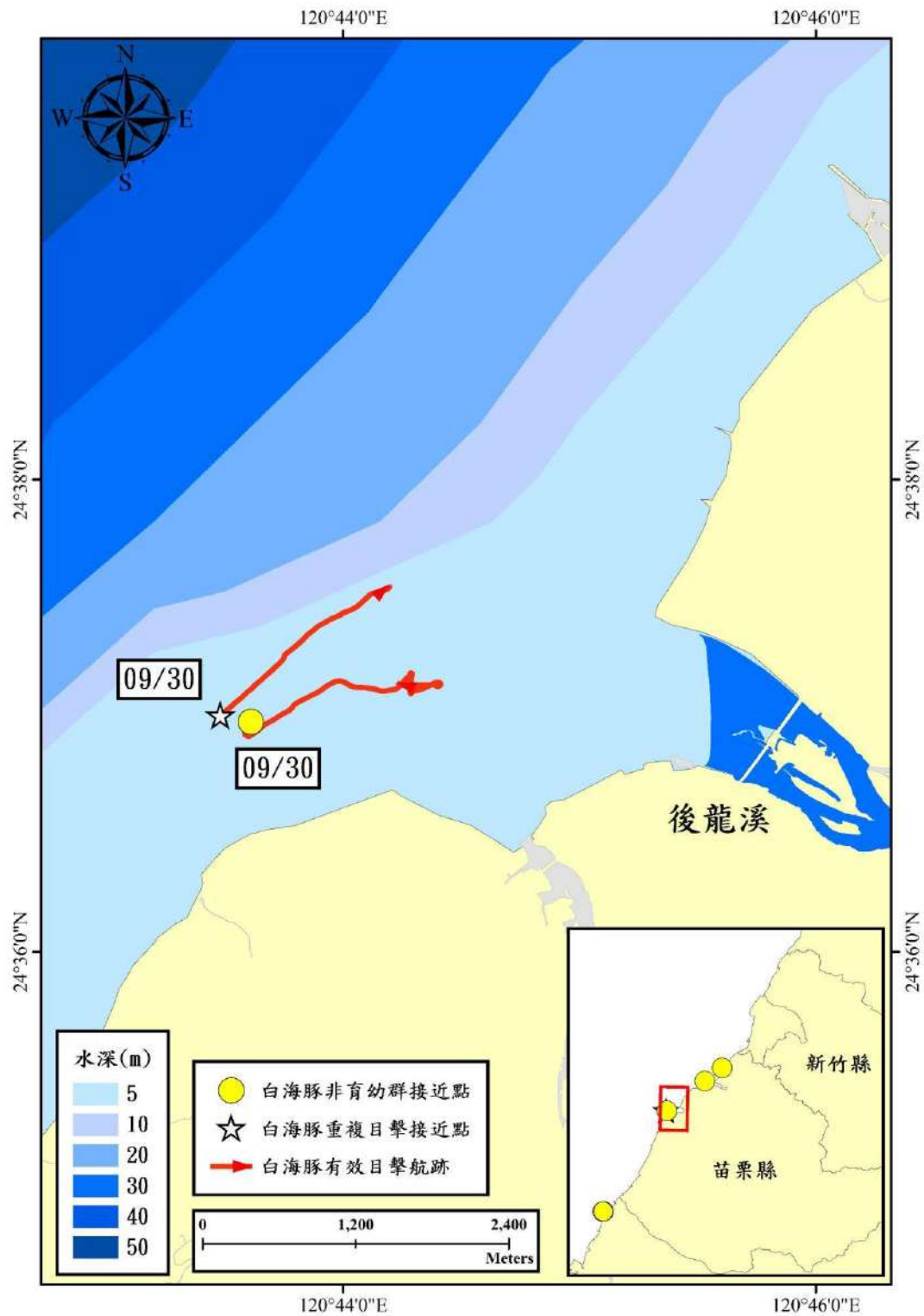


圖 3.2.2-2 苗栗後龍溪白海豚目擊船隻移動軌跡 (20210930\_01)

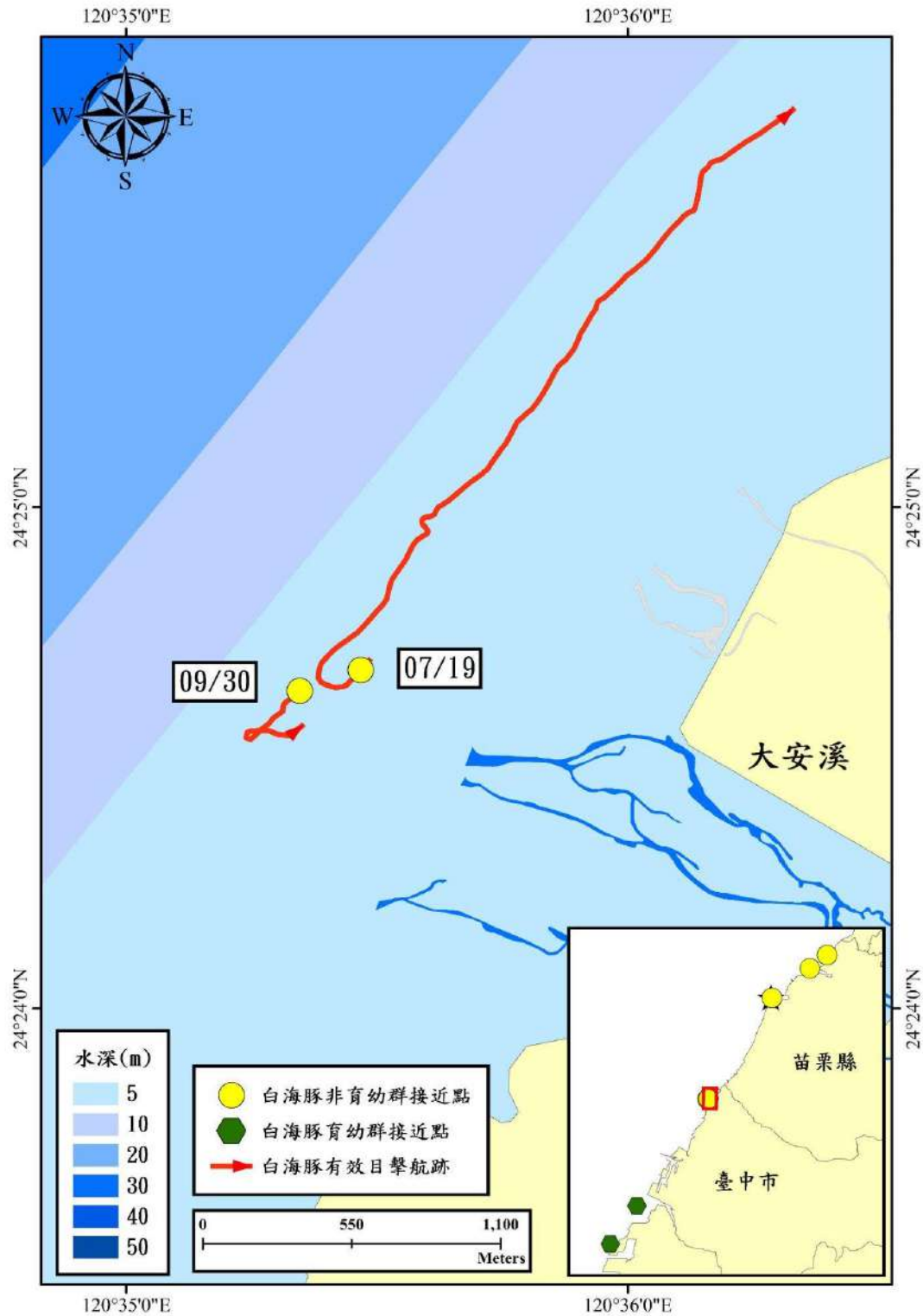


圖 3.2.2-3 臺中大安溪白海豚目擊船隻移動軌跡 (左：20210930\_02、右：20210719\_02)

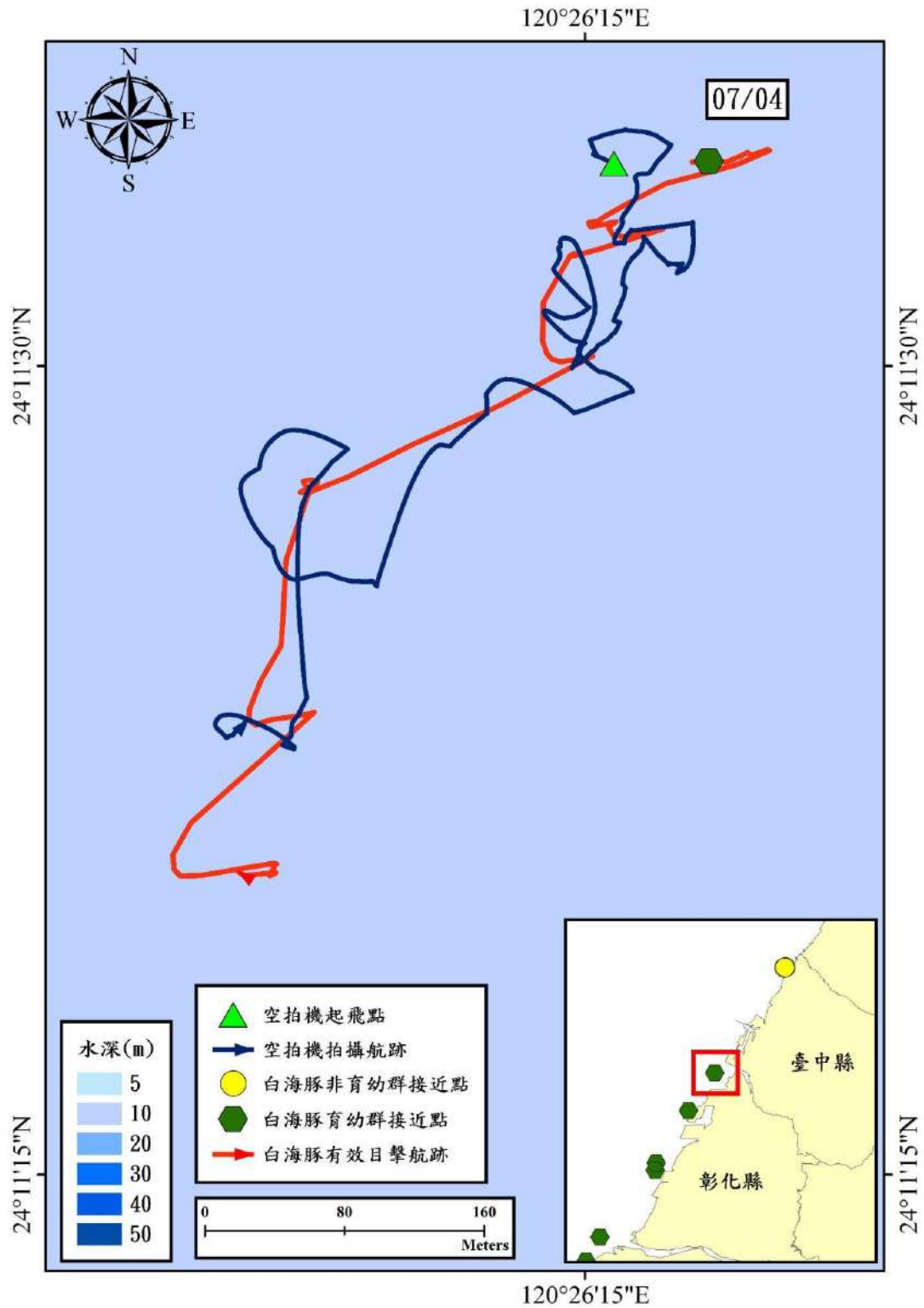


圖 3.2.2-4 彰化大肚溪白海豚目擊船隻移動軌跡及無人機移動軌跡 (20210704\_02)



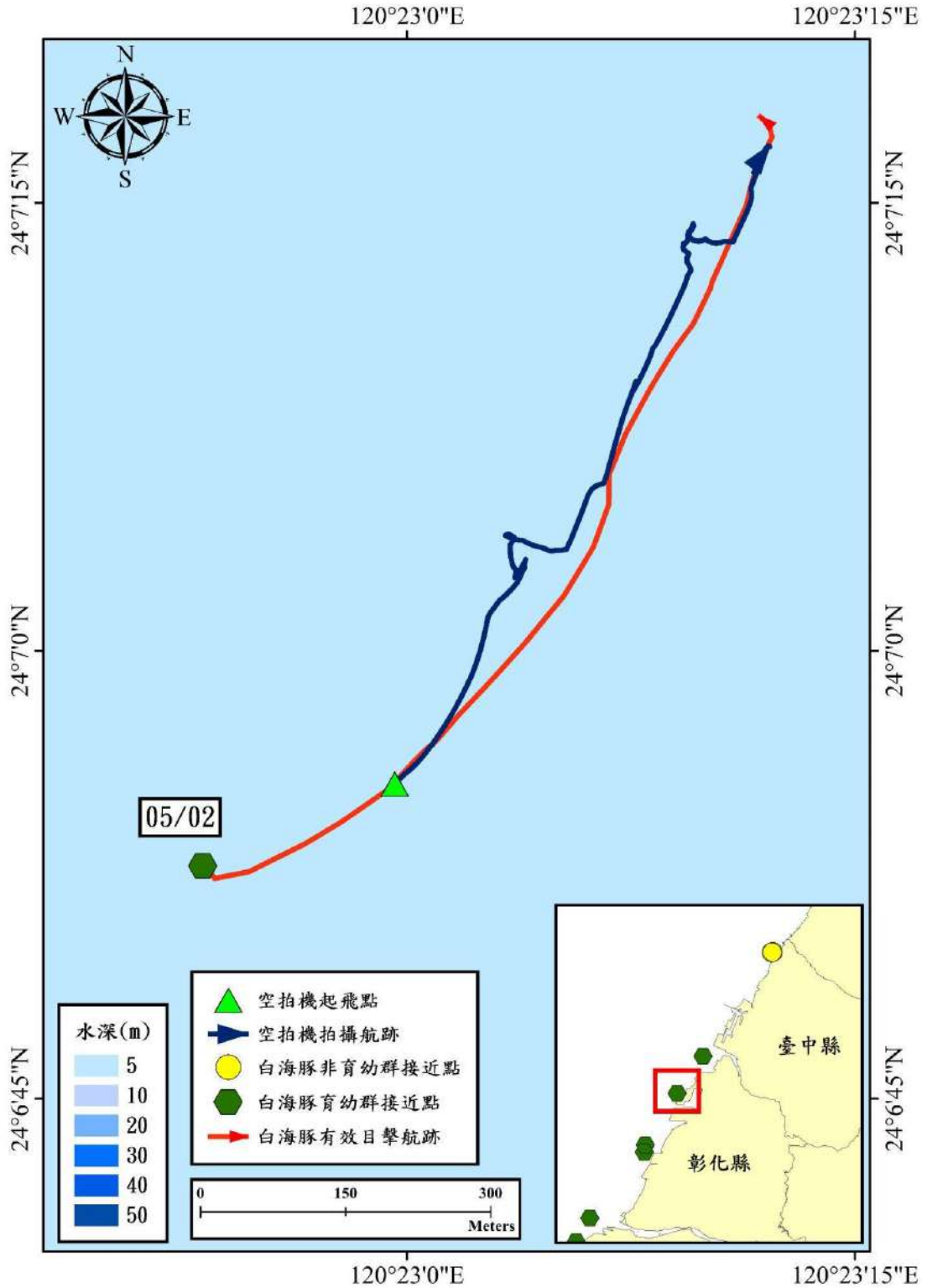


圖 3.2.2-5 彰化崙尾水道口外白海豚目擊時船隻及無人機移動軌跡 (20210502\_01)

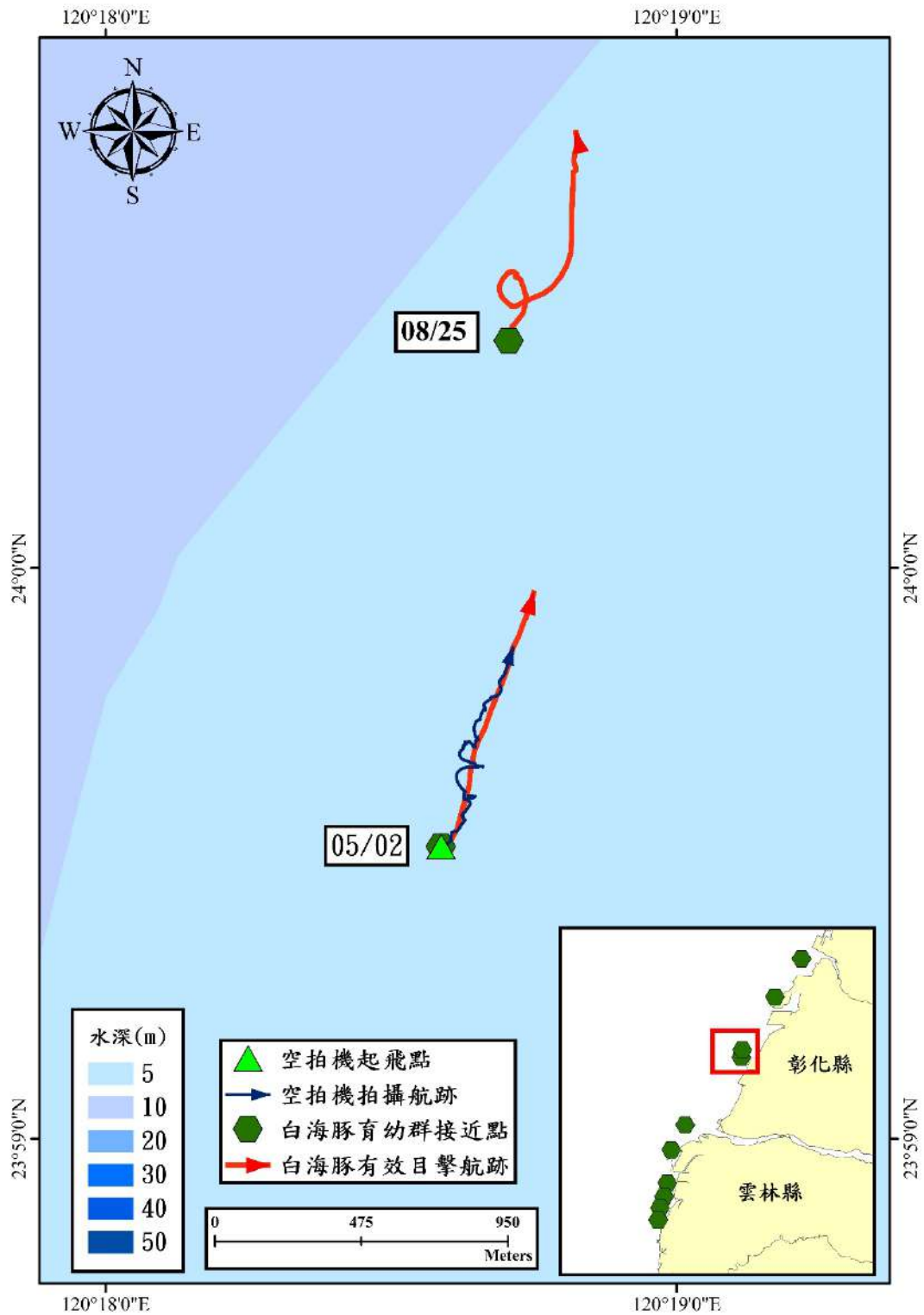


圖 3.2.2-6 彰化芳苑外白海豚目擊時船隻及無人機移動軌跡 (上：20210825\_02、下：20210502\_02)

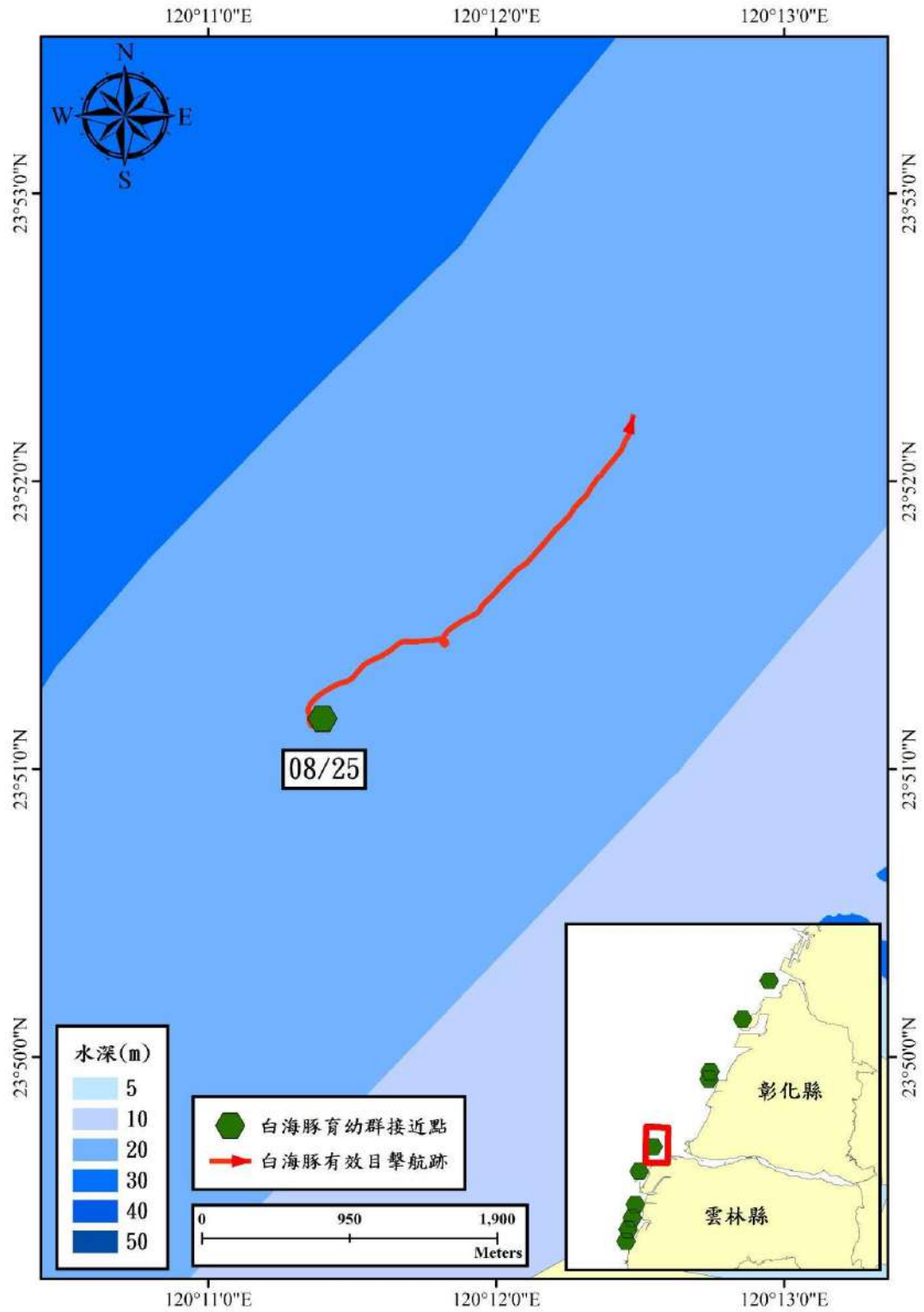


圖 3.2.2-7 雲林濁水溪口外白海豚目擊船隻移動軌跡 (20210825\_01)

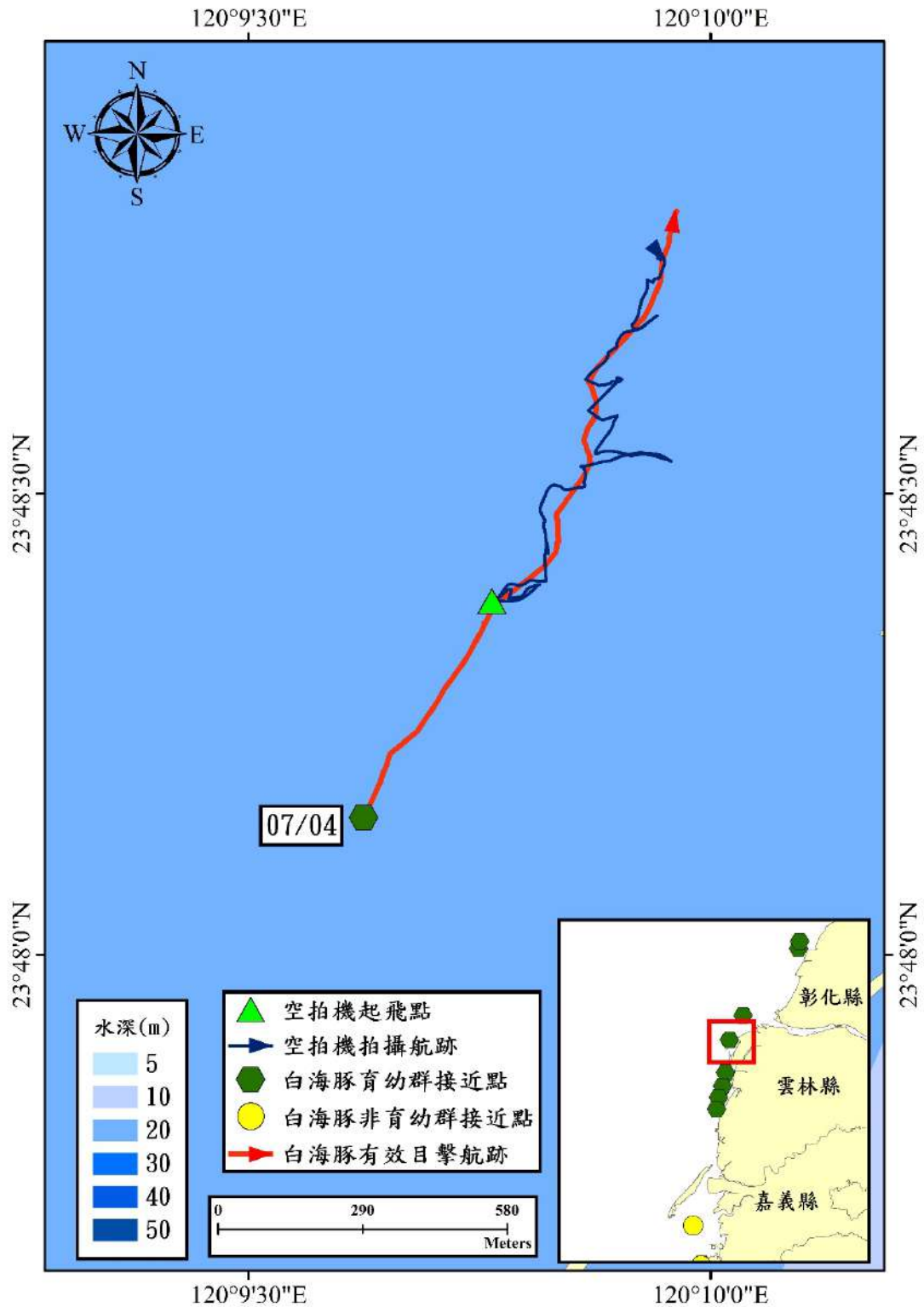


圖 3.2.2-8 雲林臺西白海豚目擊船隻及無人機移動軌跡 (20210704\_01)

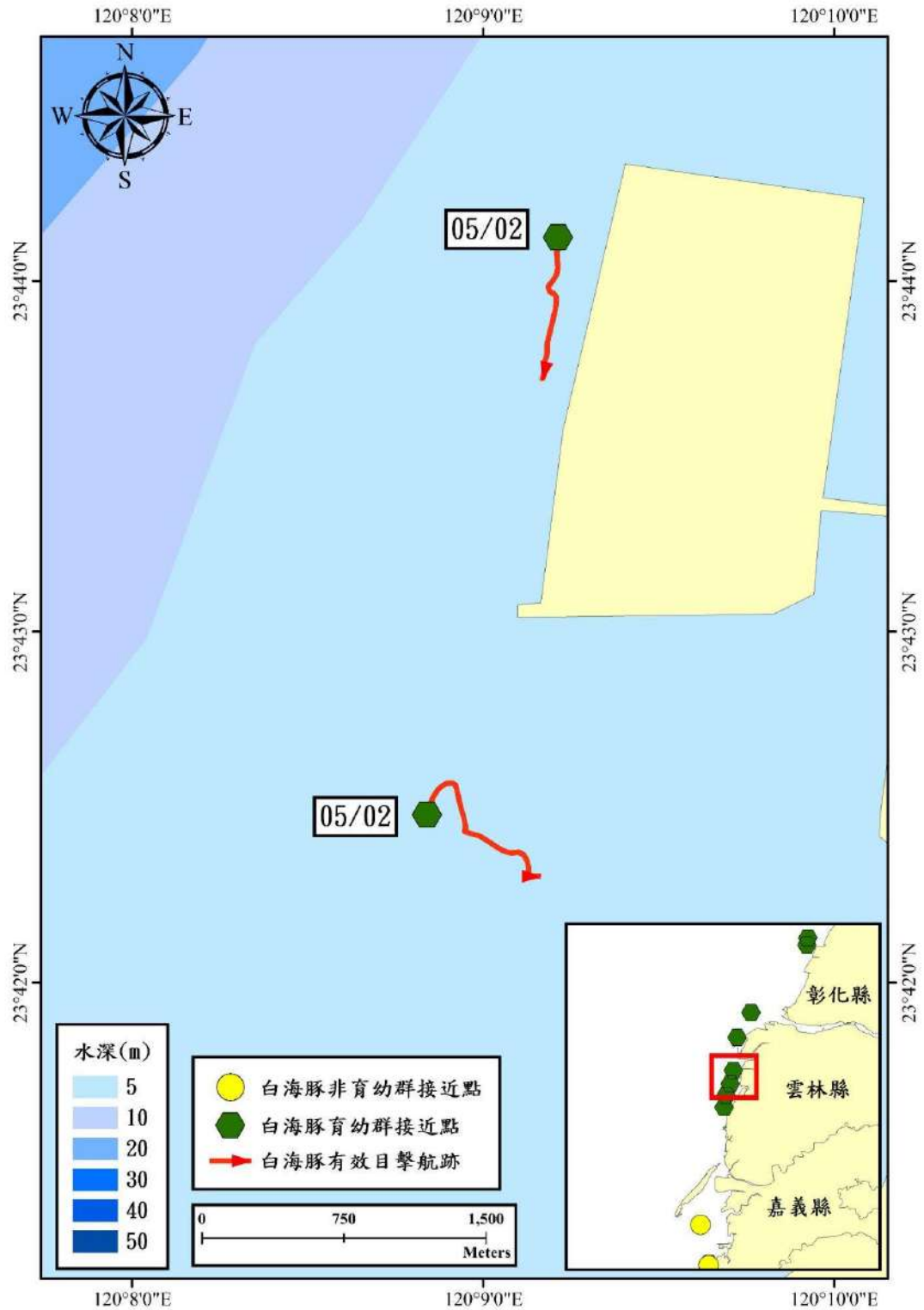


圖 3.2.2-9 雲林臺西白海豚目擊船隻移動軌跡 (上：20210502\_03、下：20210502\_04)

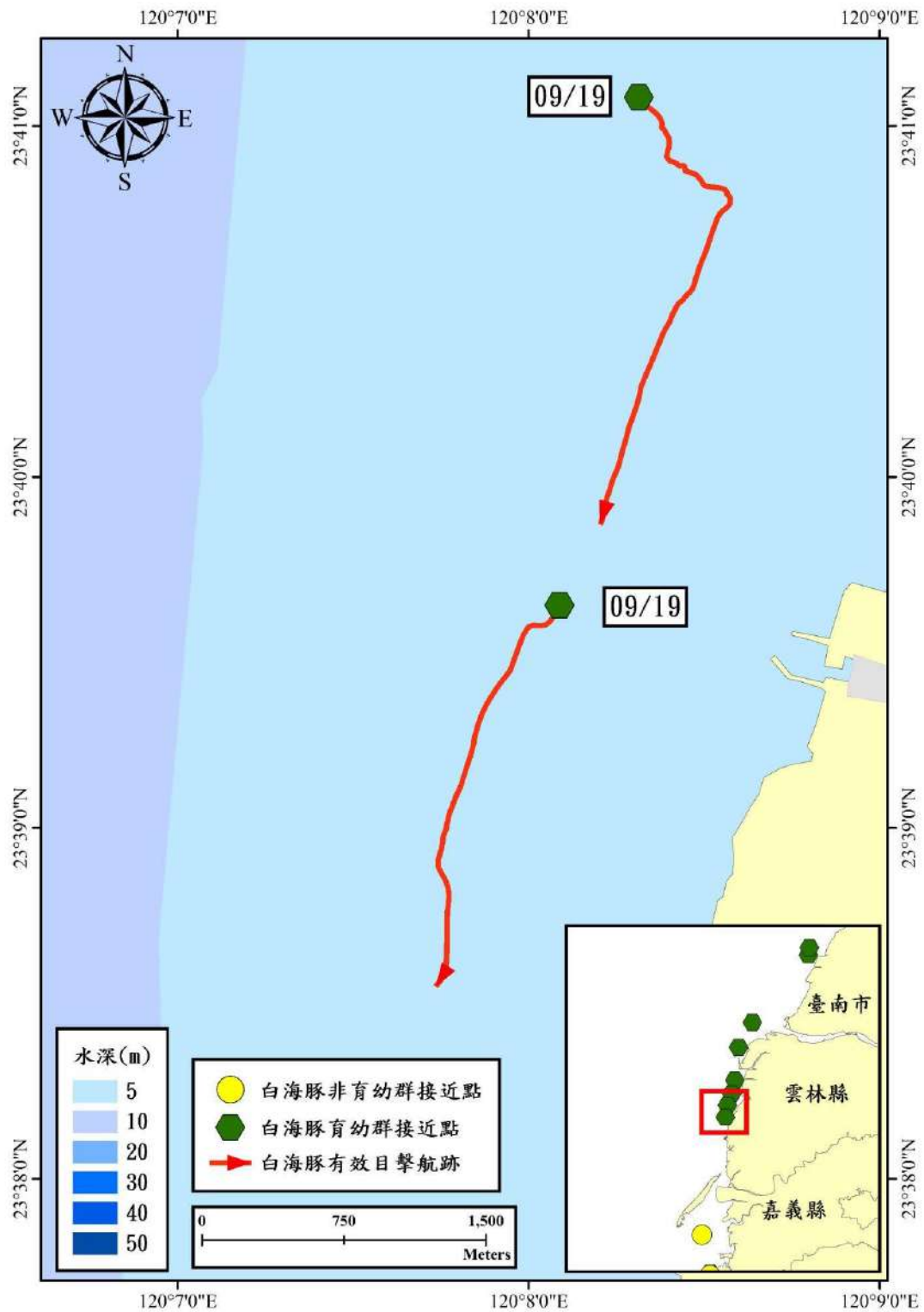


圖 3.2.2-10 雲林新虎尾溪口外與南側白海豚目擊船隻移動軌跡 (上：20210919\_01、下：20210919\_02)

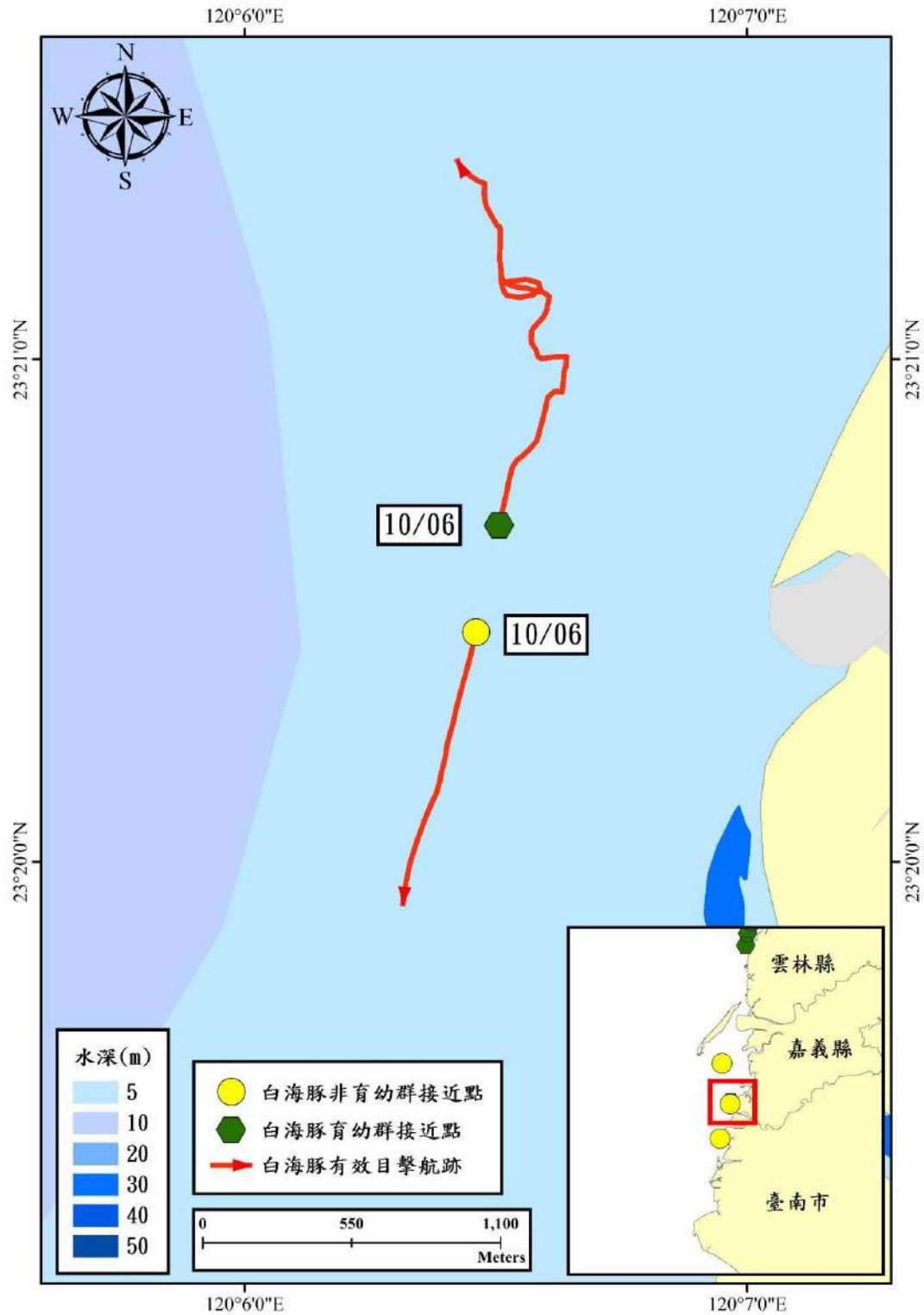


圖 3.2.2-11 嘉義八掌溪口外白海豚目擊船隻移動軌跡 (上：20211006\_01、下：20211006\_02)

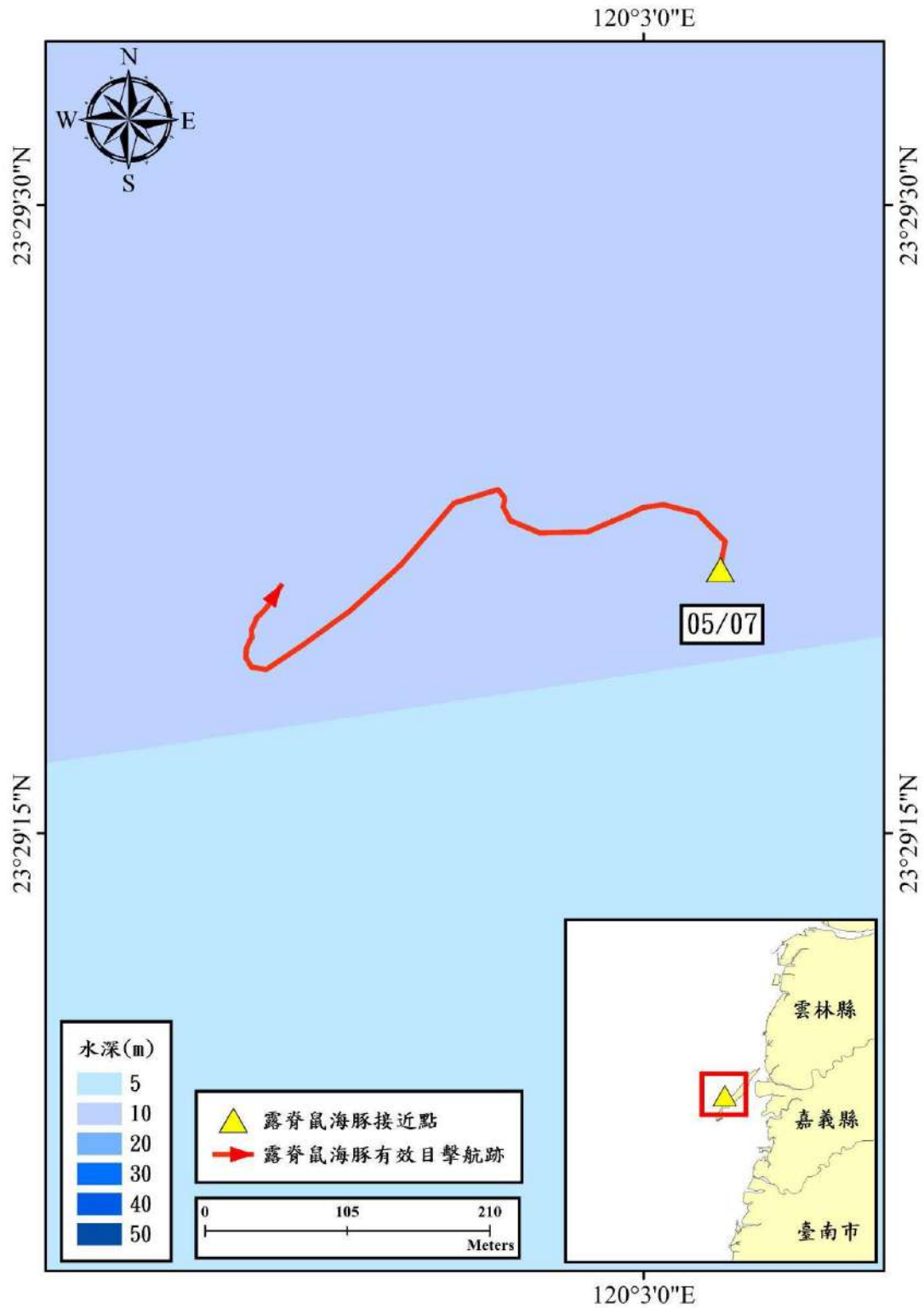


圖 3.2.2-12 嘉義外傘頂洲外海露脊鼠海豚目擊時船隻移動軌跡 (20210507\_01)





圖 3.2.2-13 嘉義外傘頂洲外海目擊露脊鼠海豚尾幹

### (3) 棲地利用

行為與棲地利用的結合，不僅可了解生物活動範圍的偏好，同時，可進一步探討其活動區域範圍對於整體族群生態的重要性，因此以行為觀察結果來進行白海豚棲地利用的分析，而此分析需要各類行為都能有一定的資料量（至少30筆以上）。本計畫整合臺中港環評調查資訊（2018年至2020年）與2020年及本年度白海豚目擊紀錄的行為資料，主要觀察行為以游走居多，其次為未知，其餘如覓食、休息、徘徊繞圈等行為皆較少目擊，因為各類行為觀察紀錄不足，因此僅能進行棲地利用的初步探討，圖3.2.2-14至圖3.2.2-19為不同行為所目擊位置的分布，可見覓食、休息與繞圈徘徊行為所分布區域相似；社交及未知行為分布情形類似；游走所分布區域則於近海海域水淺處，與林務局歷年調查成果及黃祥麟所預測的棲息範圍於近岸環境相同。

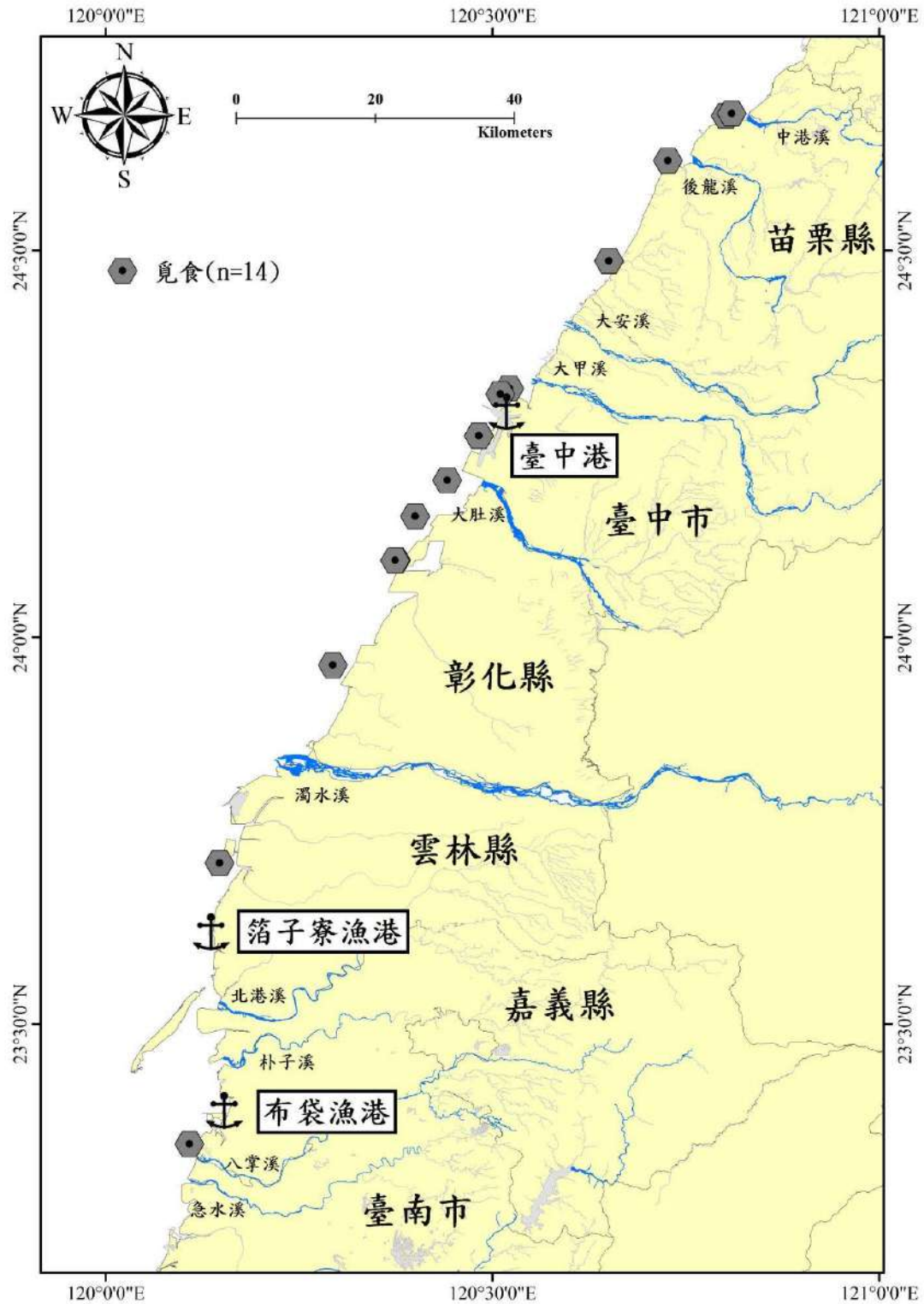


圖 3.2.2-14 白海豚覓食行為分布圖 (2018-2021 年)

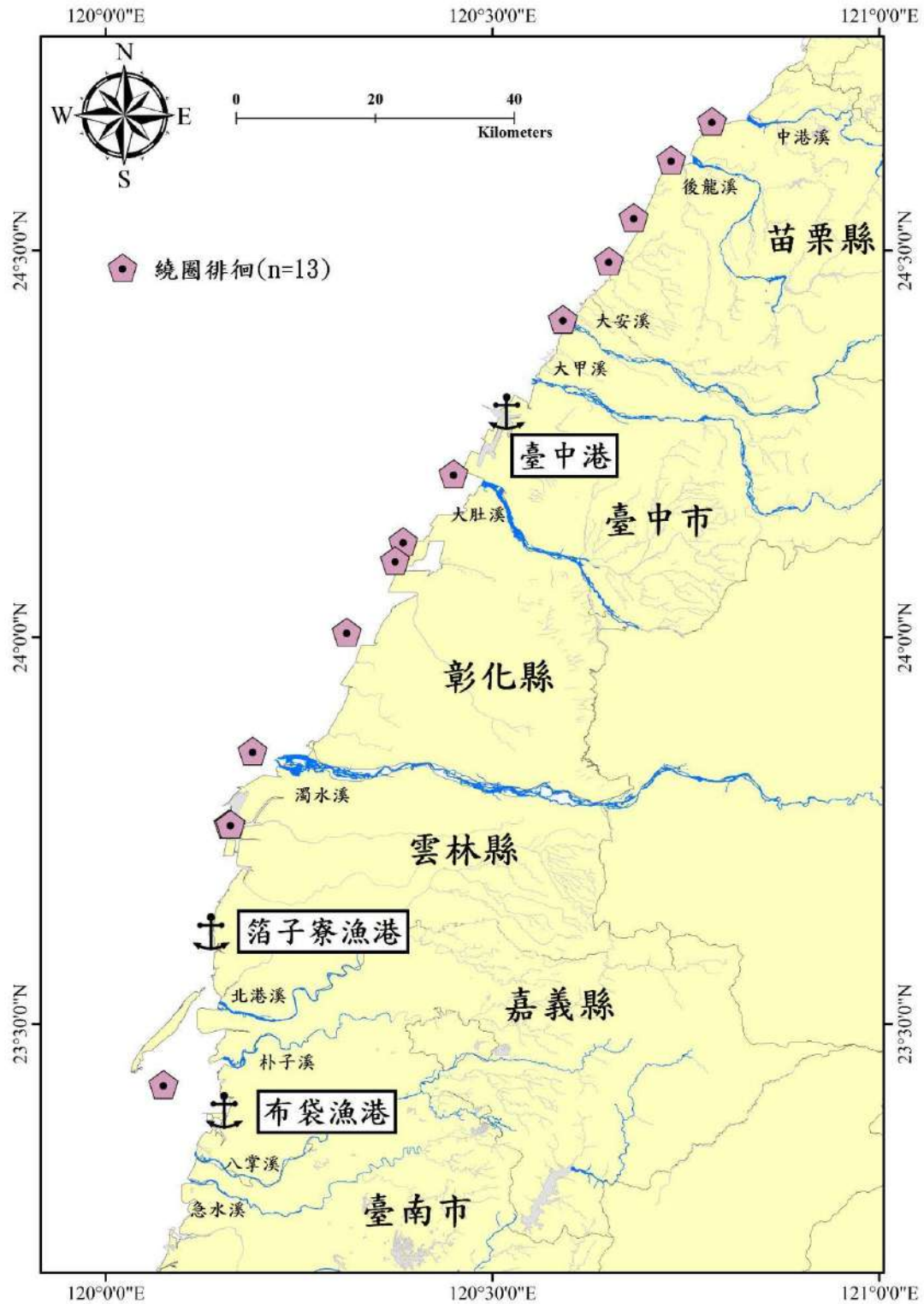


圖 3.2.2-15 白海豚繞圈徘徊行為分布圖 (2018-2021 年)

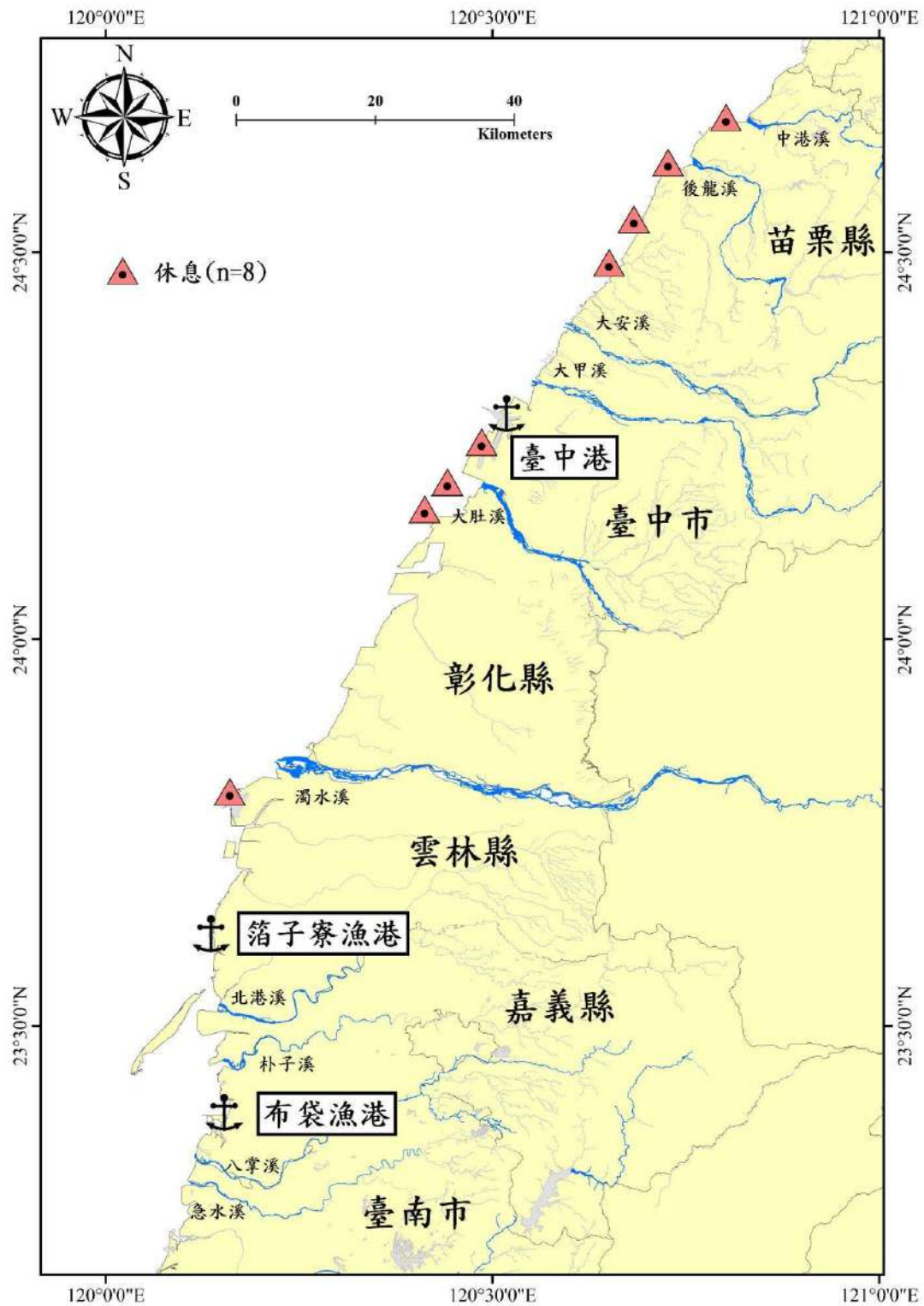


圖 3.2.2-16 白海豚休息行為分布圖 (2018-2021 年)



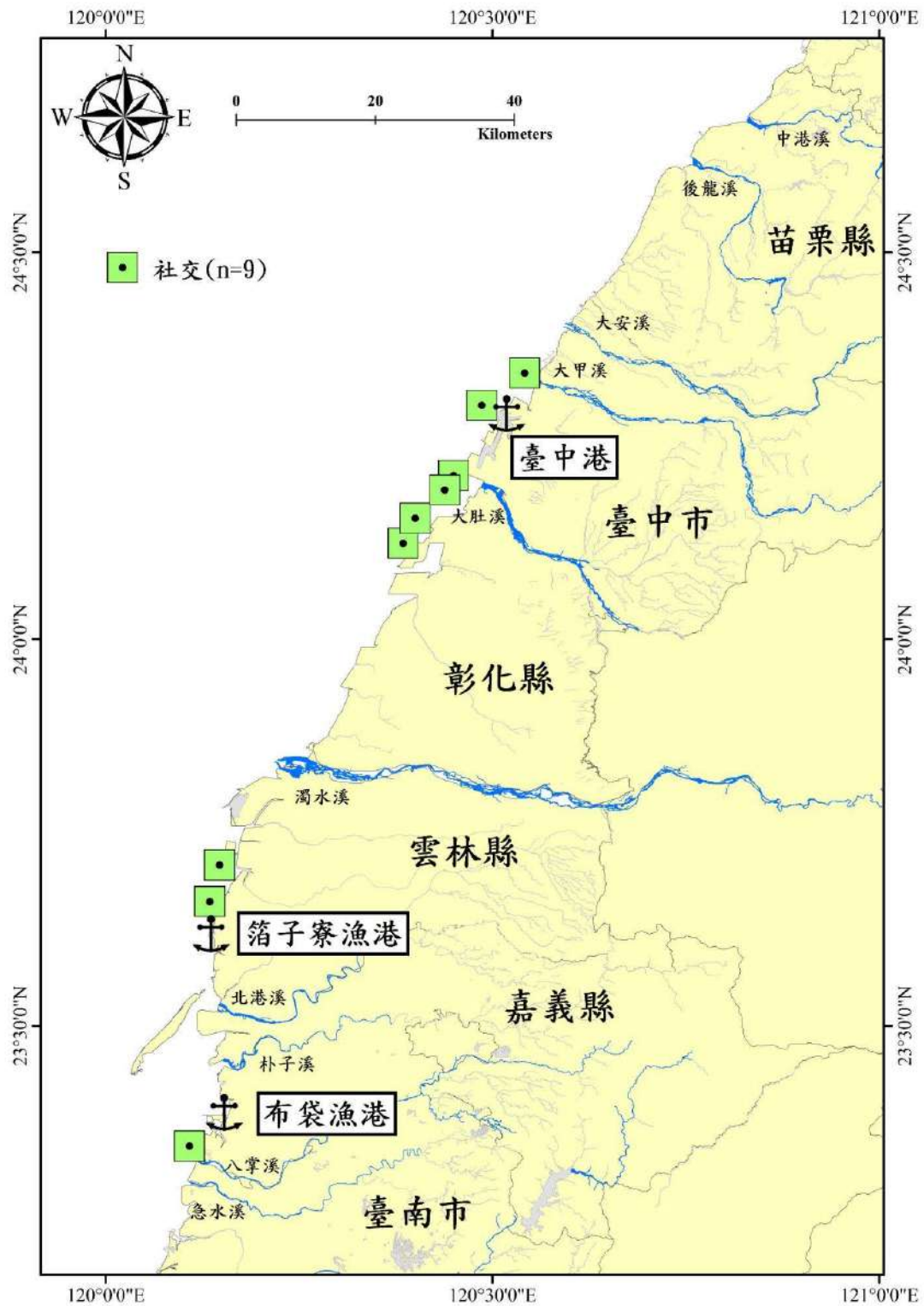


圖 3.2.2-17 白海豚社交行為分布圖 (2018-2021 年)

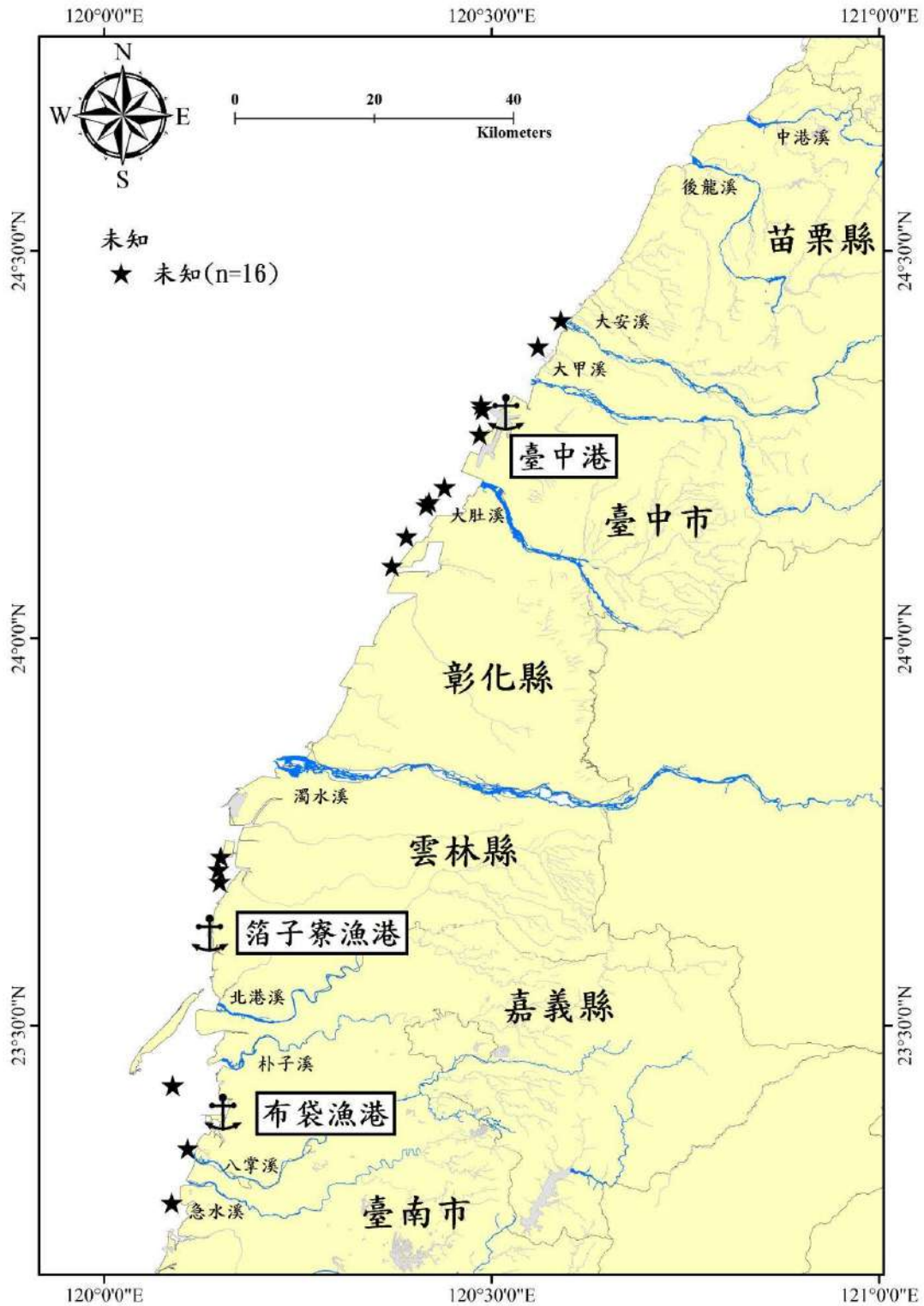


圖 3.2.2-18 白海豚未知行為分布圖 (2018-2021 年)

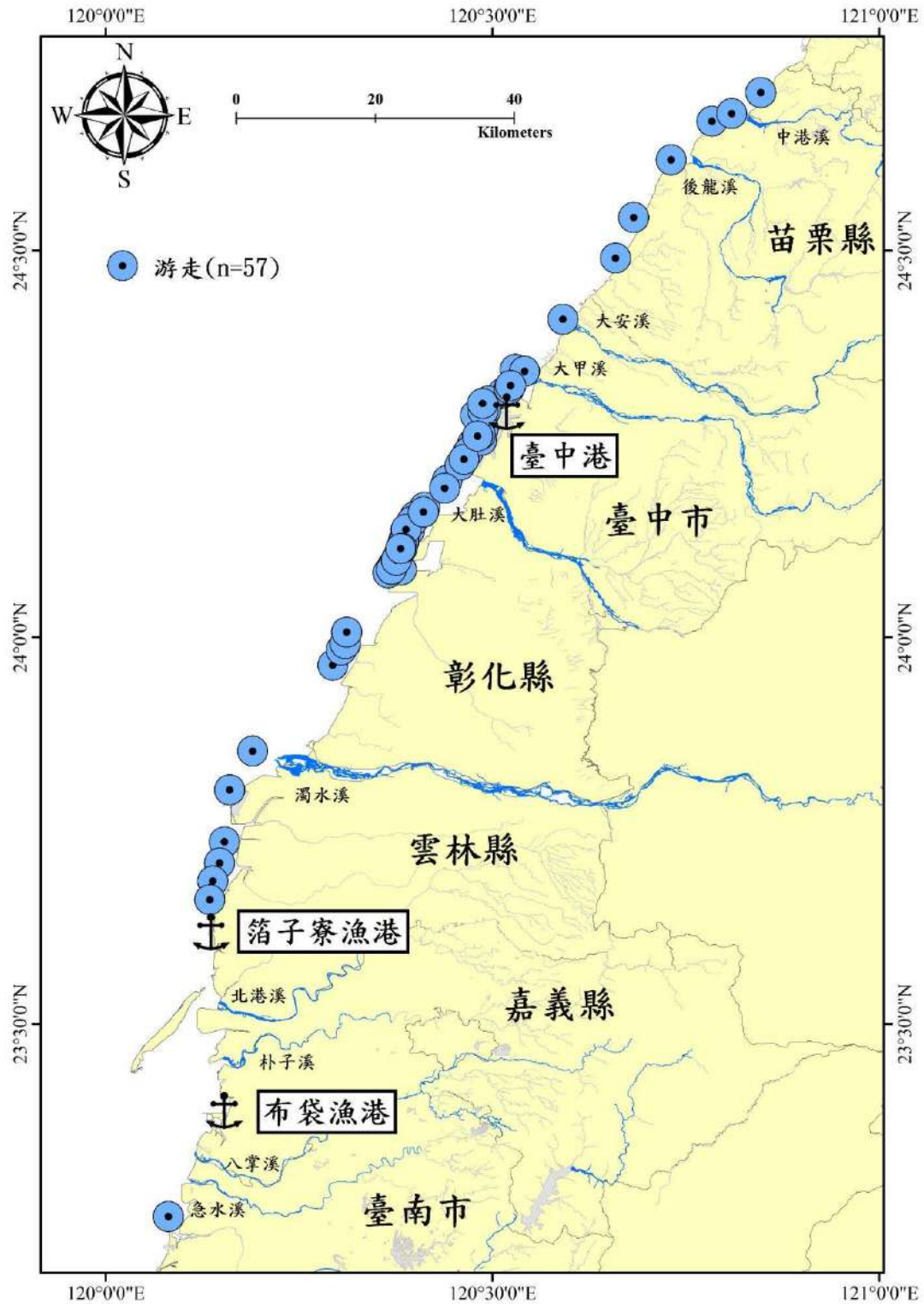


圖 3.2.2-19 白海豚游走行為分布圖 (2018-2021 年)

### 3.2.3 族群結構與照片辨識

鯨豚群次個體估算採用兩種方式，包含海上估算隻數及照片辨識隻數：

(1) 海上估算隻數：

調查團隊於現場觀測時，所估算包含所有個體年齡階層（納入不在個體辨識資料庫的幼豚）的數量。其估測數量可能因現場鯨豚水面行為難以追蹤或判斷，而與照片辨識隻數有差異。海上估算隻數與照片辨識隻數間的差異，與調查員的經驗及判斷相關，即便是資深調查團隊，仍可能因當日鯨豚群體行為等狀況，低估或高估該群次個體數量。

(2) 照片辨識隻數：

根據現場拍攝照片比對個體資料庫，所確認的辨識個體數量。群體的水面行為過少、拍攝個體不易、照片品質等因素，皆可能導致低估該群次個體數量。反之，罕有水面行為、距離遙遠、藏在群體中等因行為導致於海上觀測中不易觀測的個體，也可能透過照片比對發現，使得照片辨識隻數超過海上估算隻數。故詮釋照片辨識隻數應注意：

- (a) 該群次未辨識出的個體，檔案紀錄上視為未出現，但不可直接斷定並未於現場出沒。
- (b) 多數幼豚因體表穩定特徵少(成長階段持續改變)，難以區分相異的個體，故現行鯨豚研究多不納入個體辨識資料庫。因此，與海上估算隻數不同，群次的照片辨識隻數僅計算體表具穩定特徵的個體。

表3.2.3-1為本年度海上估算隻數及照片辨識隻數對照表，可發現在群體數量少時，海上估算隻數會趨近於照片辨識隻數，但若當群體組成中有幼豚出沒時，其兩者之間會存在一定的差異，且當幼豚數量多時，其兩者差異更為顯著。



表 3.2.3-1 目擊群體數量估算及照片辨識個體數-白海豚

調查日期_群次	地點	海上 估算 群體 隻數	照片 辨識 成體 隻數	照片 辨識 幼體 隻次	備註
20210502_01	臺中	6	6	2	為育幼群*
20210502_02	臺中	5	3	2	為育幼群*
20210502_03	雲林	16	12	11	為育幼群*
20210502_04	雲林	12	10	7	為育幼群*
20210507_02	嘉義	3	未知	未知	觀察時間短，無 照片及影片留存
20210704_01	雲林	13	8	4	為育幼群*
20210704_02	彰化	9	5	3	為育幼群*
20210705_01	臺南	2	未知	未知	觀察時間短，無 照片及影片留存
20210719_01	苗栗	3	3	0	
20210719_02	臺中	4	4	0	
20210719_03	苗栗	3	2	0	
20210825_01	雲林	7	4	7	為育幼群*
20210825_02	彰化	5	4	3	為育幼群*

調查日期_群次	地點	海上 估算 群體 隻數	照片 辨識 成體 隻數	照片 辨識 幼體 隻次	備註
20210919_01	雲林	6	5	1	為育幼群*
20210919_02	雲林	6	3	3	為育幼群*
20210930_01	苗栗	2	2	0	
20210930_RS01	苗栗	3	3	0	為重複目擊
20210930_02	臺中	2	2	0	
20211006_01	嘉義	5	2	3	為育幼群*
20211006_02	嘉義	1	未知	未知	觀察時間短，無 照片及影片留存

\*註：因幼豚體表特徵較少，不易判別是否為同一個體，故在照片辨識數量會以隻次做計算，其所代表非實際幼豚個體數量。

表 3.2.3-2 目擊群體數量估算及照片辨識個體數-露脊鼠海豚

調查日期_群次	地點	物種	目擊 狀態	海上 估算 群體 隻數	照片 辨識 成體 隻數	照片 辨識 幼體 隻數	備註
20210507_01	雲林	露脊鼠 海豚	有效目 擊	3	0	0	僅拍攝到一隻個 體的尾幹

依本年度調查所拍攝之影像進行個體辨識，共辨識29隻個體，其個體編號與調查目擊月份對照表如表3.2.3-3。去年度共辨識32隻個體，其中22隻個體於今年度再次目擊，再次目擊率為68.75%，以編號OCA021、OCA027再次目擊次數最多，於4個月份皆有目擊（表3.2.3-4）。

今年度辨識出的29隻個體，依年齡階層可區分為：少年期14隻、青年期9隻、壯年期5隻及老年期1隻，以青少年期的個體較多（圖3.2.3-1）。而嬰幼年期中，3-5個月大的個體體表特徵僅有些微齒痕，痕跡存在3-6個月便消失，且左右側無法辨認為同一個體，為避免造成後續辨識錯誤，於該階段的幼豚不會納入資料庫個體清單中，並以隻次做粗略估算幼豚數量。

本年度有效目擊19群次中，11群次屬育幼群，佔所有群次的57.89%（圖3.2.3-2），累積目擊50隻次幼體，取與成豚共游的28隻次幼豚照片，依據幼豚與成豚相對體長推估幼豚的年齡階層，3-5個月的個體10隻次（35.71%）、6-10個月個體3隻次（10.71%），而1歲以上個體15隻次（53.57%）（圖3.2.3-3）。

將1歲以上的個體，與去年度的幼體資料比對，已可辨識出6隻個體，其中1隻個體屬2018年臺大團隊於臺中至彰化一帶即有目擊（圖3.2.3-4,a），而另外有2隻個體的體色明顯開始變化，具明顯的斑點或缺刻，判斷年齡可能已超過兩歲（圖3.2.3-5,b、c）；上述3隻個體已有足夠辨識之特徵，應可納入資料庫，待與主管機關討論後決定是否納入資料庫中；其餘3隻個體若明年度仍有目擊，確定為穩定存活成長達三歲以上個體，可考量是否納入至資料庫。

表 3.2.3-3 本年度白海豚活動履歷

個體編號	4月*	5月	6月*	7月	8月	9月	10月
OCA003				v			
OCA004				v		v	
OCA007				v		v	
OCA009						v	
OCA012				v			
OCA013		v		v			
OCA014				v			

個體編號	4月*	5月	6月*	7月	8月	9月	10月
OCA015		v		v	v		
OCA016		v					
OCA017		v		v			
OCA019				v	v		
OCA020		v		v	v		
OCA021		v		v		v	v
OCA023		v		v		v	
OCA025		v		v			
OCA026		v		v		v	
OCA027		v		v		v	v
OCA028		v				v	
OCA029		v					
OCA031		v		v			
OCA032		v		v			
OCA033		v					
OCA034		v					
OCA036		v					
OCA037		v					
OCA041		v					
OCA042		v					
OCA044		v		v	v		
OCA055		v		v		v	

\*註：此兩月份，皆有進行海上調查，但無目擊，因此欄位皆空白。

表 3.2.3-4 白海豚個體資料庫

個體編號	2019年	2020年	2021年	個體編號	2019年	2020年	2021年
OCA001	v	v		OCA033	v	v	v
OCA002		v		OCA034	v	v	v
OCA003	v	v	v	OCA035	v	v	
OCA004		v	v	OCA036		v	v
OCA005				OCA037		v	v
OCA006				OCA038		v	
OCA007	v	v	v	OCA039		v	
OCA008	v	v		OCA040	v	v	
OCA009	v	v	v	OCA041	v	v	v
OCA010	v			OCA042	v		v
OCA011				OCA043	v		
OCA012		v	v	OCA044	v		v
OCA013	v	v	v	OCA045	v		
OCA014	v	v	v	OCA046	v		
OCA015	v		v	OCA047	v		

個體編號	2019 年	2020 年	2021 年	個體編號	2019 年	2020 年	2021 年
OCA016	v		v	OCA048			
OCA017	v		v	OCA049			
OCA018	v	v		OCA050			
OCA019	v		v	OCA051			
OCA020		v	v	OCA052			
OCA021	v	v	v	OCA053			
OCA022	v			OCA054			
OCA023	v	v	v	OCA055			v
OCA024	v	v		OCA056			
OCA025	v	v	v	OCA057			
OCA026	v	v	v	OCA058			
OCA027	v	v	v	OCA059			
OCA028		v	v	OCA060			
OCA029		v	v	OCA061			
OCA030		v		OCA062			
OCA031	v	v	v	OCA063			
OCA032	v	v	v	OCA064			

### 年齡階層

■ 壯年期 ■ 青年期 ■ 老年期 ■ 少年期

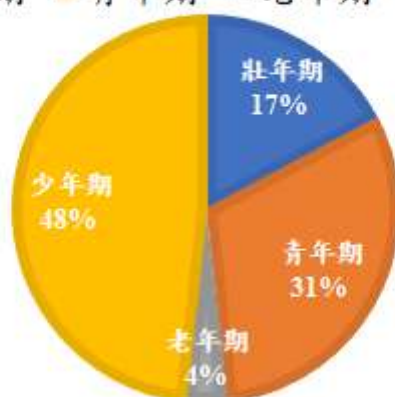


圖 3.2.3-1 2021 年目擊個體年齡結構

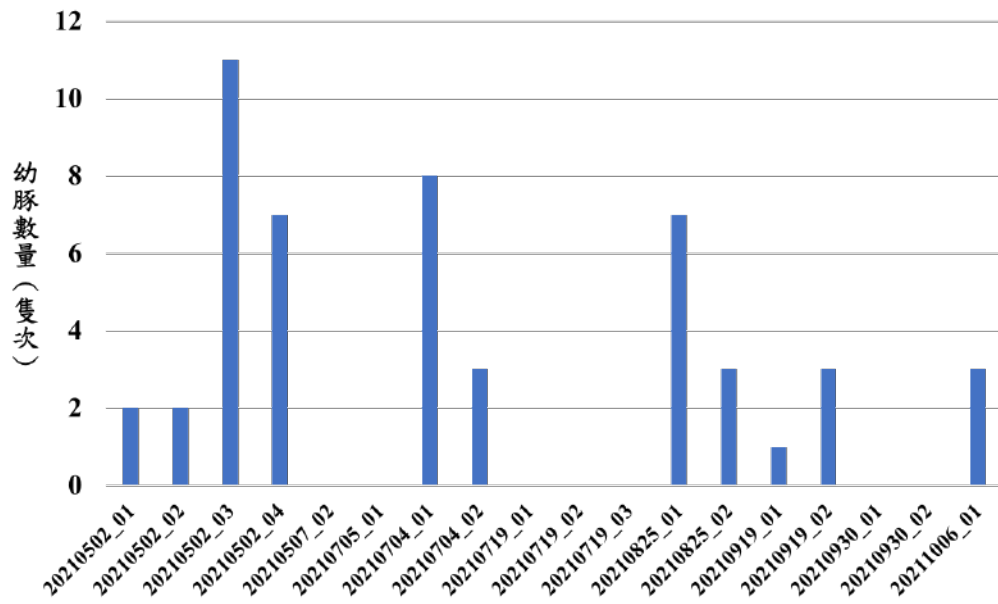


圖 3.2.3-2 目擊群次中幼豚的數量

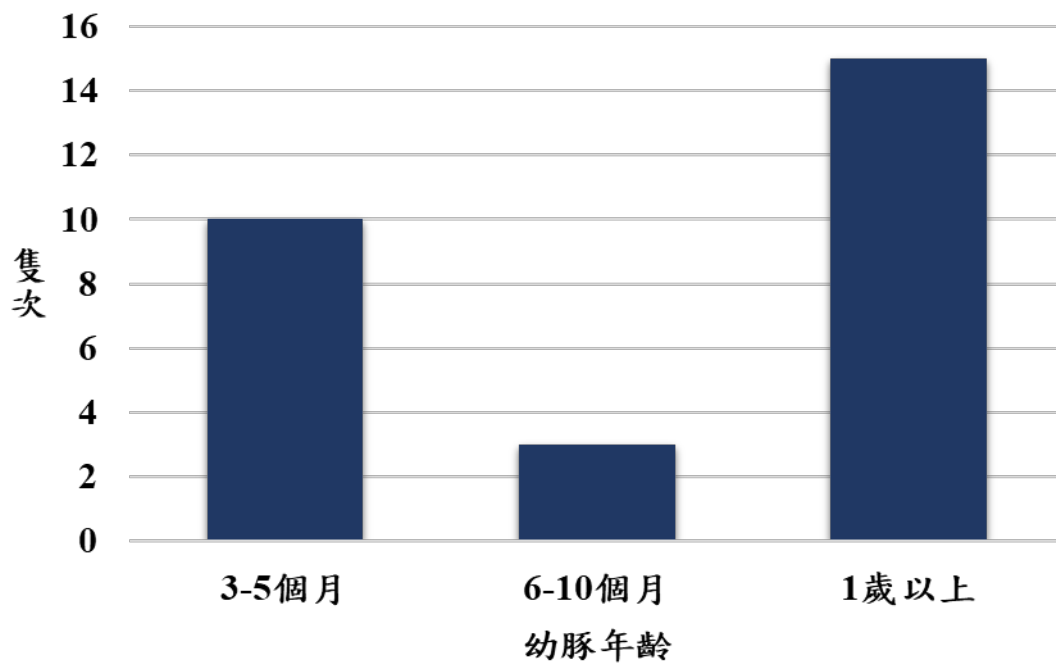


圖 3.2.3-3 本年度目擊幼豚之年齡結構



圖 3.2.3-4 可納入資料庫幼豚個體照-1



圖 3.2.3-5 可納入資料庫幼豚個體照-2

### 3.2.4 電子文案

電子文案之撰寫為依據調查努力量、目擊隻數、目擊經緯度及估算群體數量之結果進行撰寫，並透過無人機空拍影片及單眼相機之紀錄，以分享及科普角度，於期末前已完成3篇電子文案，而4篇電子文案大綱，主題與用途皆羅列如下：

- (1) 以無人機追蹤所目擊白海豚群體，呈現不同於水面之空中觀察白海豚行為的視角差異，同時也介紹與分享無人空拍機技術應用給民眾。
- (2) 藉由2021年上半年監測報告成果，呈現目前半年度白海豚現況，以追蹤與照片辨識切入視角，供大眾了解，無侵入式的照片辨識方法及透過趣味連連看方式與民眾互動和增進其理解。
- (3) 以海上調查目擊的OCA027個體為故事主角，呈現追蹤幼豚成長情形，將調查目擊成果分享給眾人。
- (4) 藉由2021年下半年監測報告成果，呈現整年度白海豚調查成果，並介紹以照片辨識所追蹤的海豚寶寶，供民眾參與小海豚成長過程並命名，以增加民眾之互動。

### 3.2.5 漁業、航運與白海豚目擊分析

#### (1) 漁業資源分析

分析2019年至2021年6月全臺各漁港之卸魚聲明資料，因各年度所蒐集之資料筆數差異極大，故依不同年份隨機抽樣30,000筆，以下所呈現資料皆為抽樣後資料，並篩選出於重要棲息環境範圍的四縣市苗栗縣、臺中市、彰化縣及雲林縣漁港的卸魚魚種及魚種重量（圖3.2.5-1）。

由圖3.2.5-1可看出，四縣市白海豚可能食餌合計魚獲量（kg）以10-12月較多，以杜氏鰱（28.00%）、多鱗四指馬鮫（17.95%）及白帶魚（10.41%）等3種所佔比例較多。為四縣市個別白海豚可能食餌魚獲量，可看出苗栗縣之魚獲量遠高於其他三縣市，並以苗栗縣及臺中市各月份的資料較完整，彰化縣及雲林縣則僅有部分月份的資料（圖3.2.5-2~圖3.2.5-5）。分析



單一縣市白海豚可能食餌魚種重量，苗栗縣以杜氏鯽（41.33%）最高，多鱗四指馬鮫（17.99%）次之；臺中市以大頭白姑魚（31.87%）比例最高，六指多指馬鮫（15.22%）次之。

2021年上半年累積之資料筆數已與2020年整年度相近，推測可能原因為填報卸魚聲明資料之機制的推動成效較佳，或者受疫情趨緩影響漁業活動逐漸恢復，故各月魚獲量相對較高。

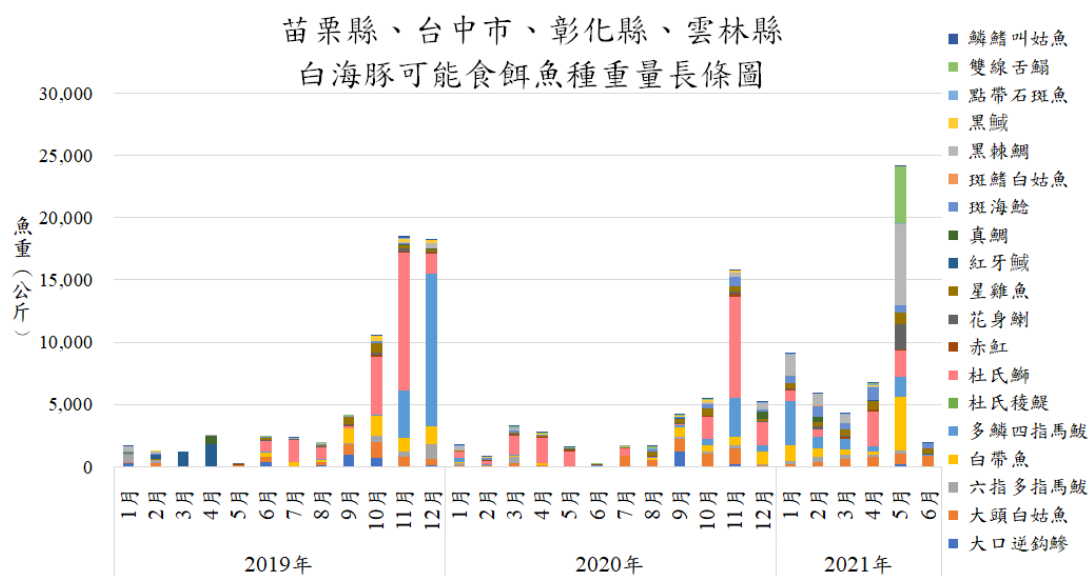


圖 3.2.5-1 四縣市漁港屬白海豚可能食餌魚種重量長條圖

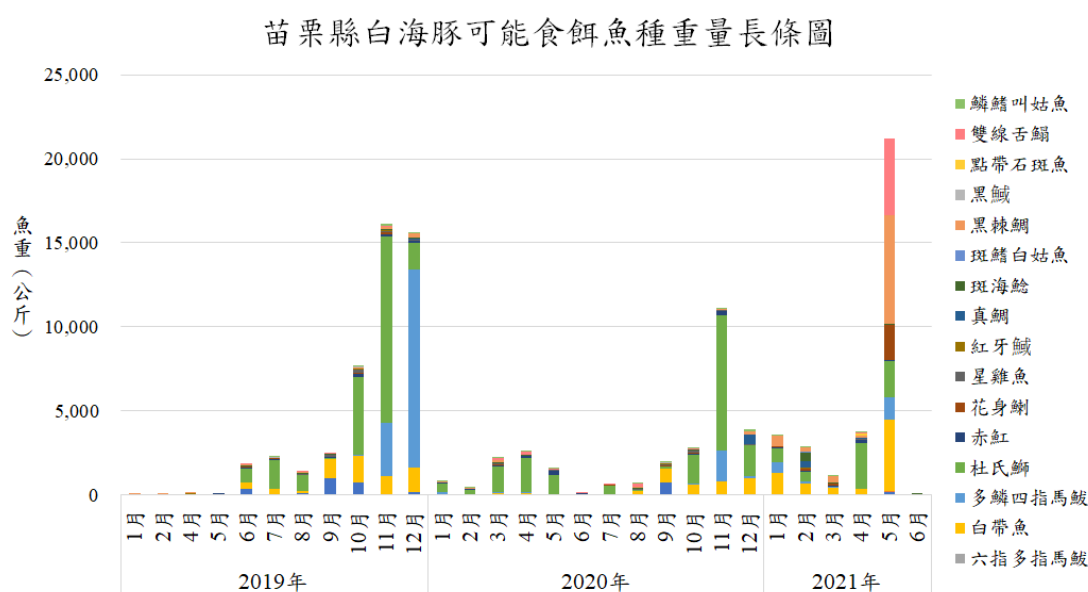


圖 3.2.5-2 苗栗縣漁港屬白海豚可能食餌魚種重量長條圖

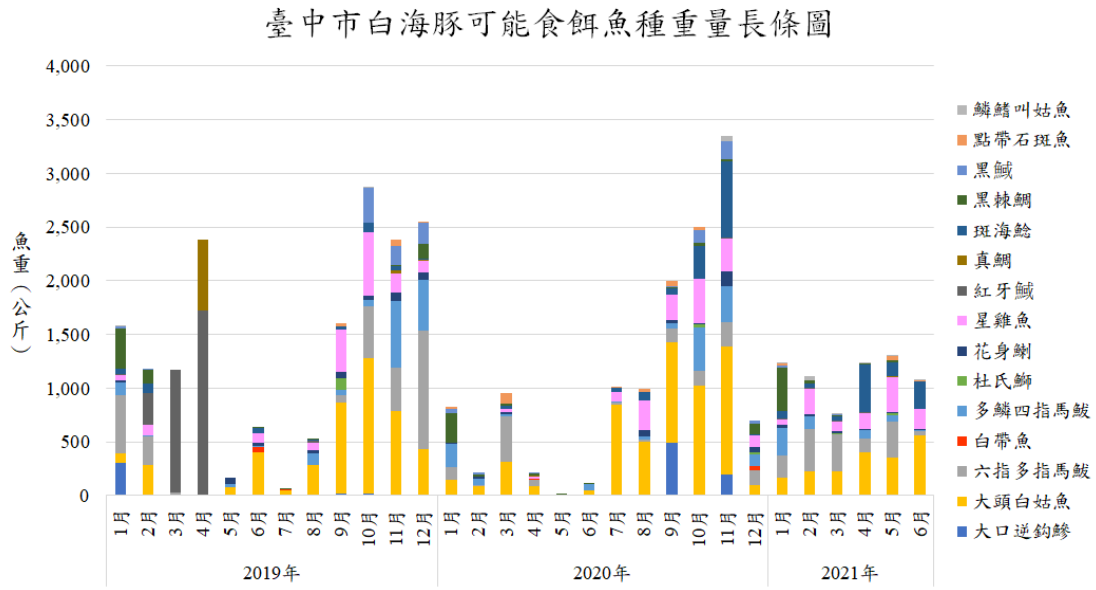


圖 3.2.5-3 臺中市漁港屬白海豚可能食餌魚種重量長條圖

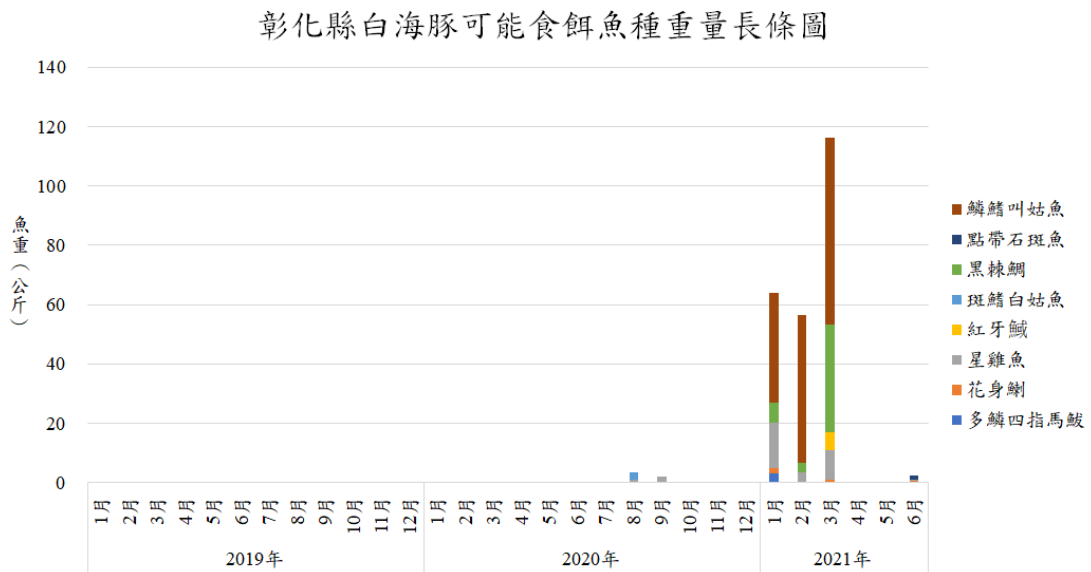


圖 3.2.5-4 彰化縣漁港屬白海豚可能食餌魚種重量長條圖

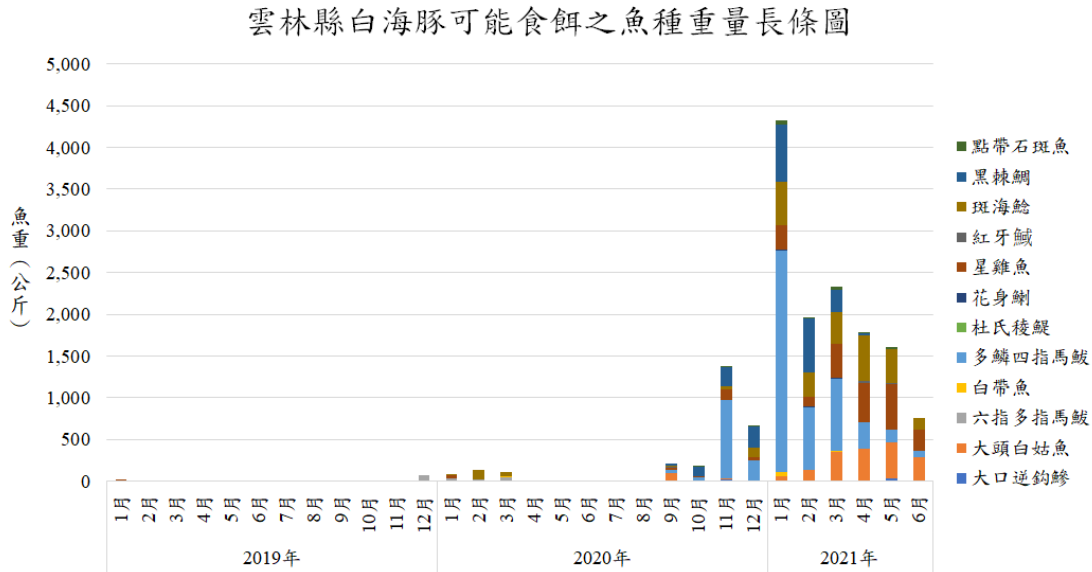


圖 3.2.5-5 雲林縣漁港屬白海豚可能食餌魚種重量長條圖

## (2) 漁船航跡分析

分析2021年1月至2021年7月淡水至臺南西部沿海漁船船舶航程紀錄器 (Voyage Data Recorder, VDR) 的資料，共1,810,826筆漁船點位，運用1公里網格化資料，產出共1,920格，分析臺灣西部沿海水深30公尺內漁船活動情形，包含漁船出港、漁撈作業等航跡。由於每網格內含有的漁船點位數量差異大，為細緻呈現資料散布情形，故產出不同區間的漁船分布圖，以區間100筆 (圖3.2.5-6) 及區間1,000筆 (圖3.2.5-7)，將VDR紀錄數量以顏色量化，顏色越紅表示該區域漁船停留時間較長或者活動較頻繁，反之則表示行經該區域的漁船較少或停留時間較短，可能較無漁撈作業。

結果顯示，淡水、新竹至苗栗北邊、臺中至彰化及嘉義至臺南，其漁船航跡點位屬較高之縣市，而苗栗南側至臺中一帶及雲林沿海則較少 (圖3.2.5-6)；再進一步分析，嘉義外傘頂洲以南至臺南安平這一帶漁船航跡點位最多 (圖3.2.5-7)。

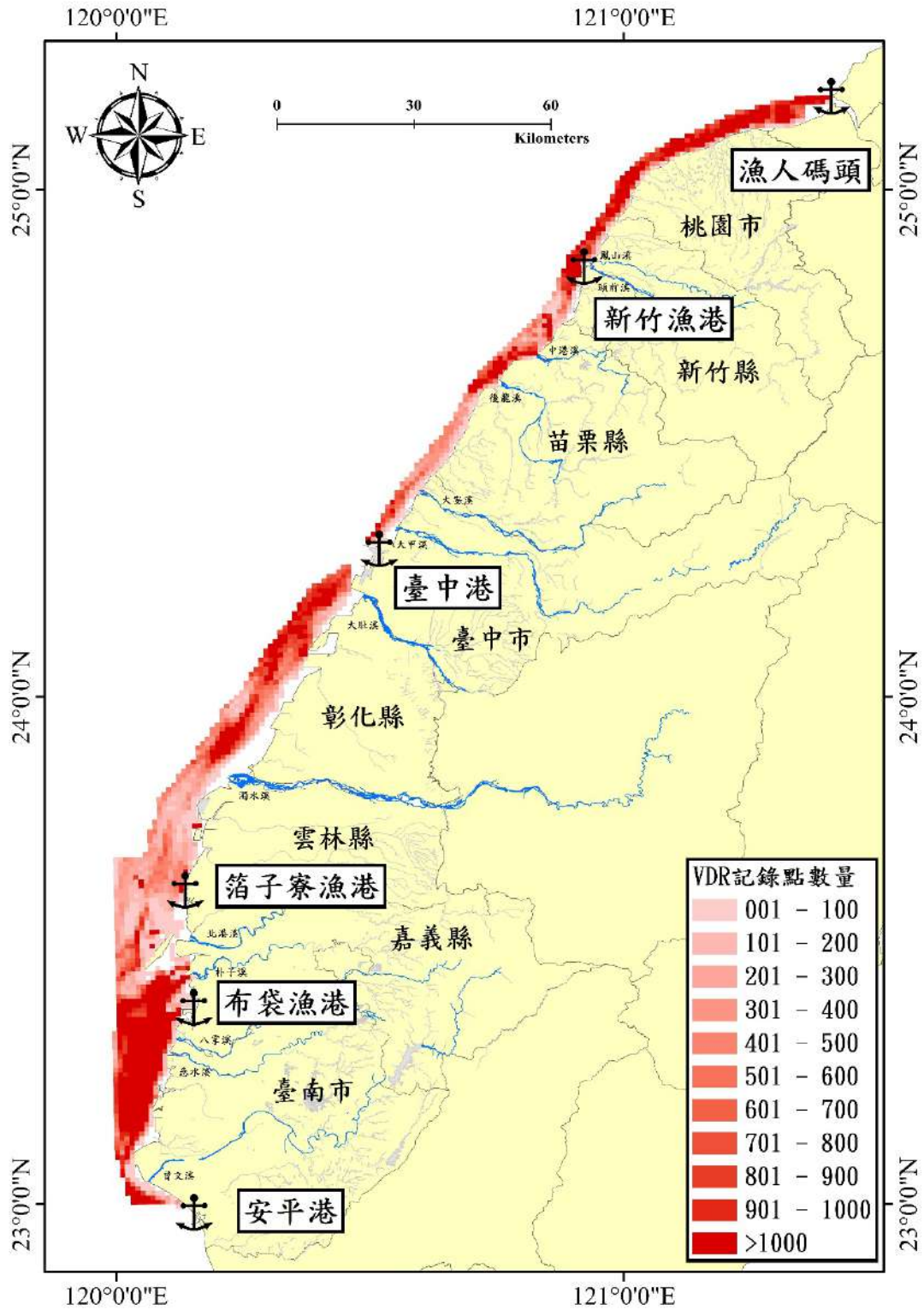


圖 3.2.5-6 漁業活動分布-1 (以區間 100 筆資料分析呈現)

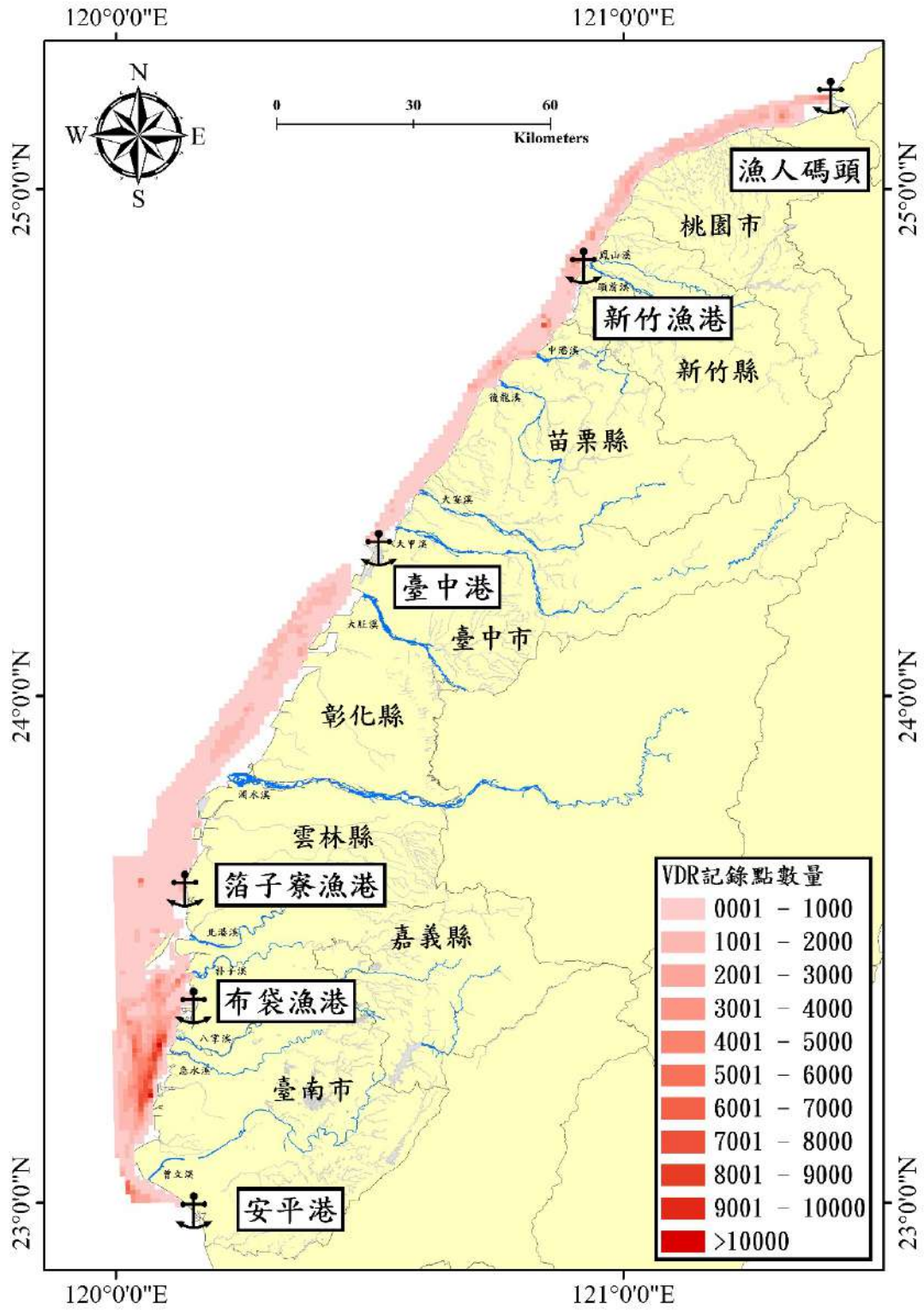


圖 3.2.5-7 漁業活動分布-2 (以區間 1,000 筆資料分析呈現)



## (3) 航運活動分析

分析2019年1月至2021年12月西部沿海北起淡水，南至臺南大型船舶的自動識別系統（Automatic Identification System, AIS），因資料筆數(上兆筆)與格式非一般軟體可讀取，故將2019年與2021年可讀取運算的資料，透過篩選水深30公尺內的經緯度座標，共187,117筆大型船舶點位與運用了1公里網格分析（1,269個）此兩年度於西部沿海航行之趨勢。由下圖3.2.5-8可見，航運量高之處皆為深水港口、離岸風電及海上工程處，分別為淡水港、觀塘工業區專用港開發、海洋風場、海能風場、通霄電廠、臺中港、台電一期風場、彰芳風場、西島風場、麥寮港、允能風場、布袋商港及安平商港。

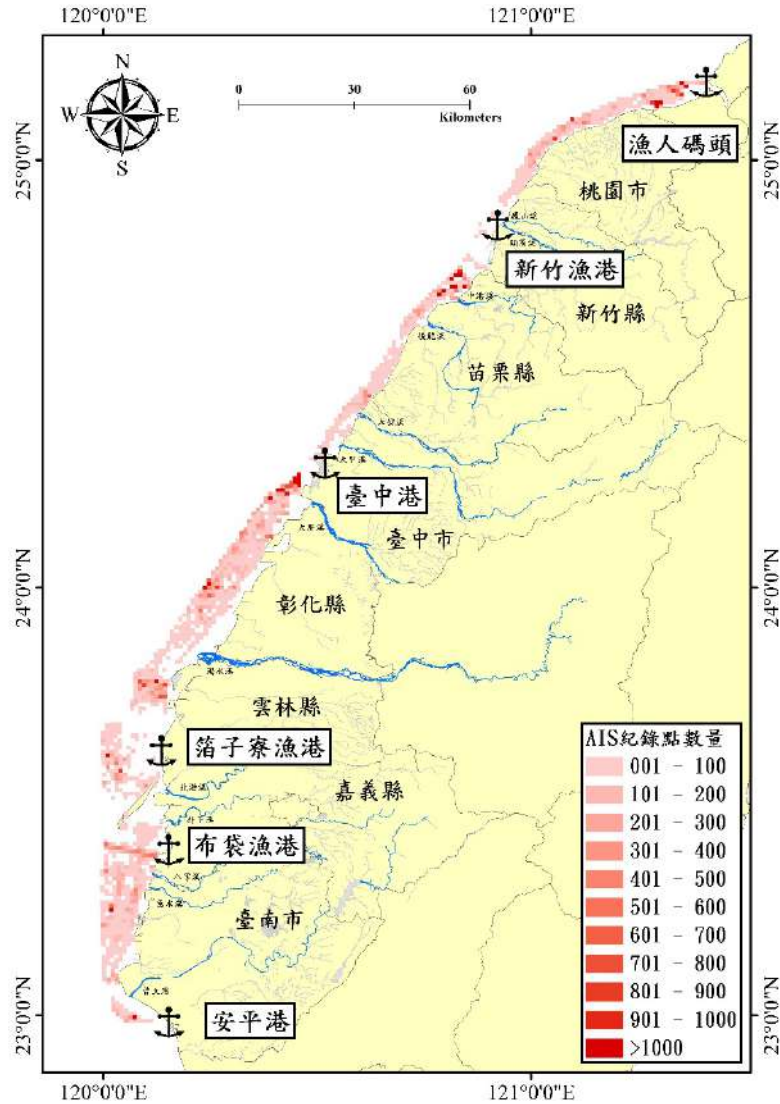


圖 3.2.5-8 航運活動分布

### 3.2.6 白海豚生態手冊內容

臺灣針對白海豚的研究自2002年起已逾20年，雖近年陸續有針對白海豚的基礎生態資訊製作相關文宣，但大眾、漁民、船長、海巡及巡護人員仍缺少關於白海豚生態資訊、保育工作重點與準則、辨識手冊等相關參考資料，既有之鯨豚文宣品主要著重於不同鯨豚種類之介紹，如臺灣常見21種鯨豚、鯨魚海豚圖鑑以及臺灣百種海洋動物（圖3.2.6-1）。而有介紹白海豚的圖鑑等出版品雖部分有提及白海豚的生態基礎資訊及調查方法等內容，但仍著重於照片個體辨識，如臺灣的白海豚個體圖鑑2019（圖3.2.6-2）。

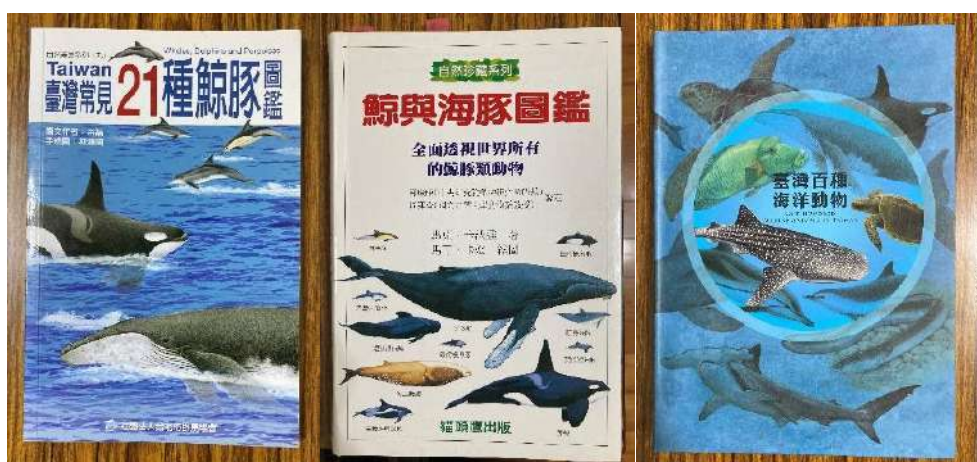


圖 3.2.6-1 鯨豚種類介紹的工具書



圖 3.2.6-2 臺灣白海豚圖鑑

為推廣白海豚與其保育理念，協助民眾與相關單位瞭解白海豚保育行動，故需有一本手冊能將相關資訊及書籍傳遞與紀錄，此本手冊內容，需將目前白海豚相關如何進行生態調查、如何進行照片辨識及白海豚基礎生態資訊、所面臨之困境及等面向說明與介紹，並與主辦單位確認，將此手冊撰寫成供鯨豚觀察員、海洋保育巡查員及生態調查員使用，手冊內容詳見附錄三。

### 3.3 白海豚重要棲息環境工程案件蒐集套疊與評析

臺灣西部沿海人口密度高且開發壓力大，而為了解決民生問題及能源缺口，政府近期推動綠色能源開發，包括風能和太陽能的開發亦多選擇於海岸或海上，不少開發案鄰近白海豚重要棲息環境。本計畫已盤點2018年至2025年的23件鄰近計畫調查範圍和白海豚重要棲息環境的開發案，6件於重要棲息環境內（圖3.3-1），共29件工程相關資訊可作為後續評析與質化白海豚生存威脅與保育措施的參考，案件的追蹤評析和相關資訊詳3.3.2小節。

本計畫所彙整之案件類型內容，包含離岸風電、土方開採（疏濬）、港口擴建、海堤維護管理及其他工程（表3.3-1），將分述如下：



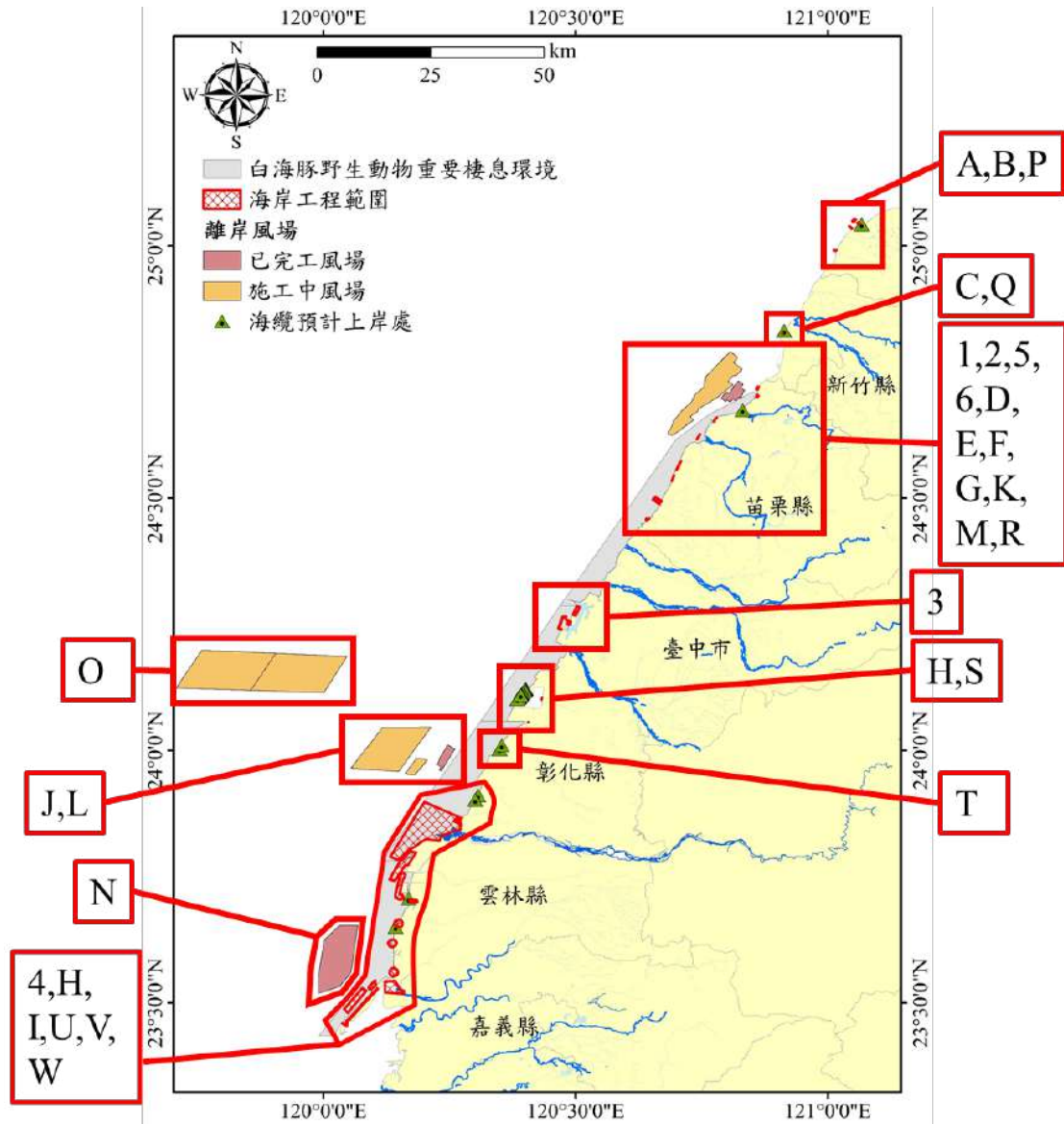


圖 3.3-1 臺灣西部海岸開發案件分布位置示意圖

表 3.3-1 本計畫彙整位於白海豚重要棲息環境內之開發案件

編號	工程類型	案件名稱	開發單位	目前案件進行進度
1	採土方 (疏濬)	苗栗縣後龍鎮後龍溪出海口外海積沙濱海土石採取計畫 <sup>1</sup>	瑜茂企業有限公司	展延(無法確認展延時間)
2		苗栗縣苑裡鎮苑裡防波堤外海淤積砂開採 <sup>1</sup>	山城資源開發股份有限公司	展延(無法確認展延時間)
3	港口 擴建	臺中港外港區擴建計畫 <sup>2</sup>	臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司、台灣電力股份有限公司	2021.03.31 審查中，環境影響評估專案小組初審會議結論為補件再審
4	海岸 保護	外傘頂洲人工保護礁(含滯沙措施)侵蝕防治規劃設計 <sup>3</sup>	經濟部水利署第五河川局	2021.05.21-2022.06.30(預估) 規劃設計階段
5	其他	通霄電廠更新擴建計畫循環冷卻水系統海底取排水管路工程 <sup>2</sup>	台灣電力股份有限公司	施工階段
6		通霄電廠第二期更新改建計畫冷卻循環水系統海底取排水管路工程 <sup>2</sup>	台灣電力股份有限公司	2021.12-2028.09，通過環評

註1 資料來源：苗栗縣政府

註2 資料來源：行政院環境保護署環評書件查詢系統 (<https://ciadoc.epa.gov.tw/ciaweb/>)

註3 資料來源：政府電子採購網 (<http://web.pcc.gov.tw>)

表 3.3-2 本計畫彙整鄰近白海豚重要棲息環境內之開發案件

編號	工程類型	案件名稱	開發單位	目前案件進行進度
A	港口 擴建	桃園市永安漁港增設圍堤工程_上架場遷移興建規劃設計監造及北岸整體改善計畫圍堤工程監造工作 <sup>1</sup>	桃園市政府農業局	2021.07.16-2023.12.16 (預估) 施工階段
B		桃園市觀塘工業區專用港開發計畫_第三座液化天然氣接收站興設計畫 <sup>4</sup>	經濟部工業局、台灣中油股份有限公司	2018.12-2025.12 施工階段
C	海堤 維護 管理	港南海堤環境營造改善工程 <sup>1</sup>	經濟部水利署第二河川局	2020.01.19-2021.03.12 施工階段
D		苗栗縣二級海岸防護計畫(草案) <sup>2</sup>	苗栗縣政府	2020.12.08 (無法確認階段與時間)
E		108 年度苗栗縣白沙屯海堤維護管理工程 <sup>2</sup>	經濟部水利署第二河川局	2020.06.19-2020.12.14 施工階段
F		外埔海堤環境營造改善工程 <sup>1</sup>	經濟部水利署第二河川局	2020.01.18-2020.06.16 施工階段
G		新埔海堤環境改善工程	經濟部水利署第十河川局	2019.12.27-2020.08.22 (預估) 施工階段
H		110 年度彰化縣二港海堤堤段構造物維修改善工程生態檢核事項-提報階段 <sup>3</sup>	經濟部水利署第四河川局	2020.10.05 提報階段

編號	工程類型	案件名稱	開發單位	目前案件進行進度
I	海域 太陽能板	彰化縣大城鄉海精太陽能光電發電廠 海岸利用管理說明書 <sup>3</sup>	海精新能源股份有限公司	2021.01-2022 (預估) 施工階段
J	離岸 <sup>4</sup> 風力 發電	CIP 彰芳暨西島離岸風電計畫	彰芳風力發電股份有限公司、西島 風力發電股份有限公司	2021-2023 年第一期工程 彰芳已打樁完畢，西島打樁中
K		海洋竹南離岸式風力發電計畫	海洋風力發電股份有限公司	已完工，營運中
L		離岸風力發電加強電力網第一期計畫	台灣電力有限公司	2018-2022 年，已打樁完畢，2021.08.27 併聯，開始試運轉及調校
M		海能離岸風力發電計畫	海能風力發電股份有限公司	預計 2020 年年底動工，預計 2021 年完工
N		雲林離岸風力發電廠興建計畫	允能風力發電股份有限公司	2020-2021 年，已打樁完畢，2021.11 併 聯，開始試運轉及調校
O		大彰化離岸風電計畫 (東南、西南)	大彰化東南離岸風力發電股份有限 公司、大彰化西南離岸風力發電股 份有限公司	2021-2022 年打樁中

編號	工程類型	案件名稱	開發單位	目前案件進行進度
P	海底 <sup>4</sup> 電纜 上岸處	桃園離岸風力發電海纜上岸處	麗威風力發電股份有限公司	僅完成海底電纜路線勘測作業
Q		竹風離岸風力發電海纜上岸處	竹風風力發電股份有限公司	預計於 2022.02.28 進行海底電纜路線勘測作業
R		海洋海能中港溪風電海纜上岸處	海洋風力發電股份有限公司、海能風力發電股份有限公司	已完工
S		彰化離岸風電海纜上岸北側共同廊道	大彰化東南離岸風力發電股份有限公司、大彰化西南離岸風力發電股份有限公司、彰芳風力發電股份有限公司、西島風力發電股份有限公司、台灣電力股份有限公司	2021-2022 年 2021.03.01-12.31 大彰化東南暨西南風場海纜鋪設中 2021.10.18-11.30 彰芳暨西島風場海底路線勘測 2021.04.08-10.31 離岸風力發電二期海底路線勘測
T		福海離岸風力發電海纜上岸處	福海風力發電股份有限公司	2019.03 通過環評，未有後續開發進程
U		彰化離岸風電海纜上岸南側共同廊道	福芳風力發電股份有限公司、海峽風電股份有限公司	皆通過初審，進入遴選競價，尚未獲核配容量
V		允能台西海底電纜上岸處	允能風力發電股份有限公司	2021-2022.07.31 海纜鋪設中
W		允能四湖海底電纜上岸處	允能風力發電股份有限公司	2021-2022.07.31 海纜鋪設中

\*註 1 資料來源：政府電子採購網 (<http://web.pcc.gov.tw>)

\*註 2 資料來源：苗栗縣政府

\*註 3 資料來源：彰化縣政府

\*註 4 資料來源：行政院環境保護署環評書件查詢系統 (<https://eiadoc.epa.gov.tw/eiaweb/>)

\*註 5 資料來源：行政院交通部航港局航船布告 (<https://www.motcmpb.gov.tw/Home/Node?siteId=1&nodeId=17>)

### 3.3.1 離岸風場

臺灣海峽中，目前已完工的風場2座，分別為進行商轉的海洋示範風場及已打樁完畢將於近期商轉的台電一期風場（表3.3.1-1）；正在進行打樁工程風場為海能、彰芳西島、允能、大彰化東南、西南（風場排序皆依據離重要棲息環境由近至遠進行排序）（圖3.3.1-2）；接下來預計施工風場則為台電二期、中能、海龍二號、海龍三號、大彰化西北（風場排序皆依據離重要棲息環境由近至遠進行排序）；而可能預計開發風場有34座風場：福海、竹風、大彰化東北、海鼎三號、海鼎二號、海鼎一號、海峽二十八、麗威、環洋、颯佑、美森、鍾美、鍾虔、苗栗、臺中、颯妙、颯汎、颯成、颯利、加能、北能、旭風一號、旭風二號、旭風三號、竹欣、竹洋、達天、又德、禾爾北、禾爾南、合儀、海豐、海碩及海盛，詳如圖3.3.1-1及表3.3.1-2。

上述這些風場有些離岸距離雖達60公里遠，但由於打樁的水下噪音於不同情境下其影響範圍可達15-30公里遠（Brandt et al., 2018；Geelhoed et al., 2018；Tougaard et al., 2009），因此仍納入盤點與評析之中。而麗威風場因位置緊鄰桃園機場航道，因飛安問題而無法取得民航局同意，進行行政訴願，但全案被駁回，故目前可不納入評析中。

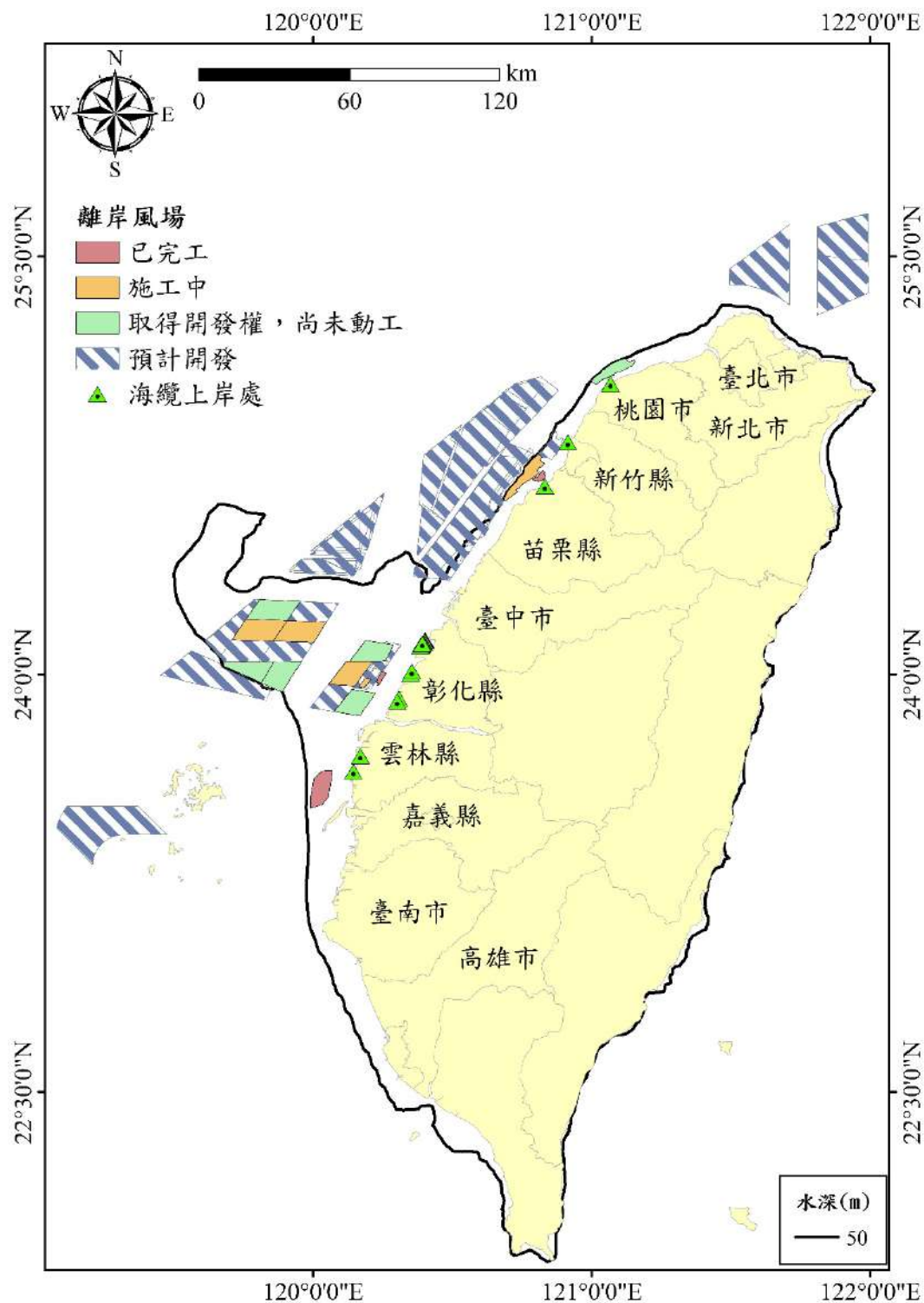
表 3.3.1-1 離岸風場工程案件進度簡表

風場名稱	狀態
海洋	商轉中
台電一期	試運轉及調校中
福海	僅通過環評
海能	施工中
允能	試運轉及調校中
大彰化（西南、東南）	施工中
彰芳	施工中
西島	施工中
竹風	規劃中
福芳	規劃中

風場名稱	狀態
中能	規劃中
海龍二號	規劃中
海龍三號	規劃中
台電二期	規劃中
大彰化（西北、東北）	規劃中
海鼎一號	規劃中
海鼎二號	規劃中
海鼎三號	規劃中
海峽二十八	規劃中
麗威	取得開發，被駁回
環洋	準備環評程序
颯佑	準備環評程序
美森	準備環評程序
鍾美	準備環評程序
鍾虔	準備環評程序
苗栗	準備環評程序
臺中	準備環評程序
颯妙	準備環評程序
颯汎	準備環評程序
颯成	準備環評程序
颯利	準備環評程序
加能	準備環評程序
北能	準備環評程序
旭風一號	準備環評程序
旭風二號	準備環評程序
旭風三號	準備環評程序
竹欣	準備環評程序
竹洋	準備環評程序
達天	準備環評程序
又德	準備環評程序
禾爾北	準備環評程序
禾爾南	準備環評程序
合儀	準備環評程序
海豐	準備環評程序
海碩	準備環評程序

風場名稱	狀態
海盛	準備環評程序

\*註 資料來源：行政院環保署環評書件查詢系統



(更新至 2021 年 6 月 31 日，資料來源：焦點事件與行政院環保署環評書件開發論壇)

圖 3.3.1-1 離岸風場工程開發範圍



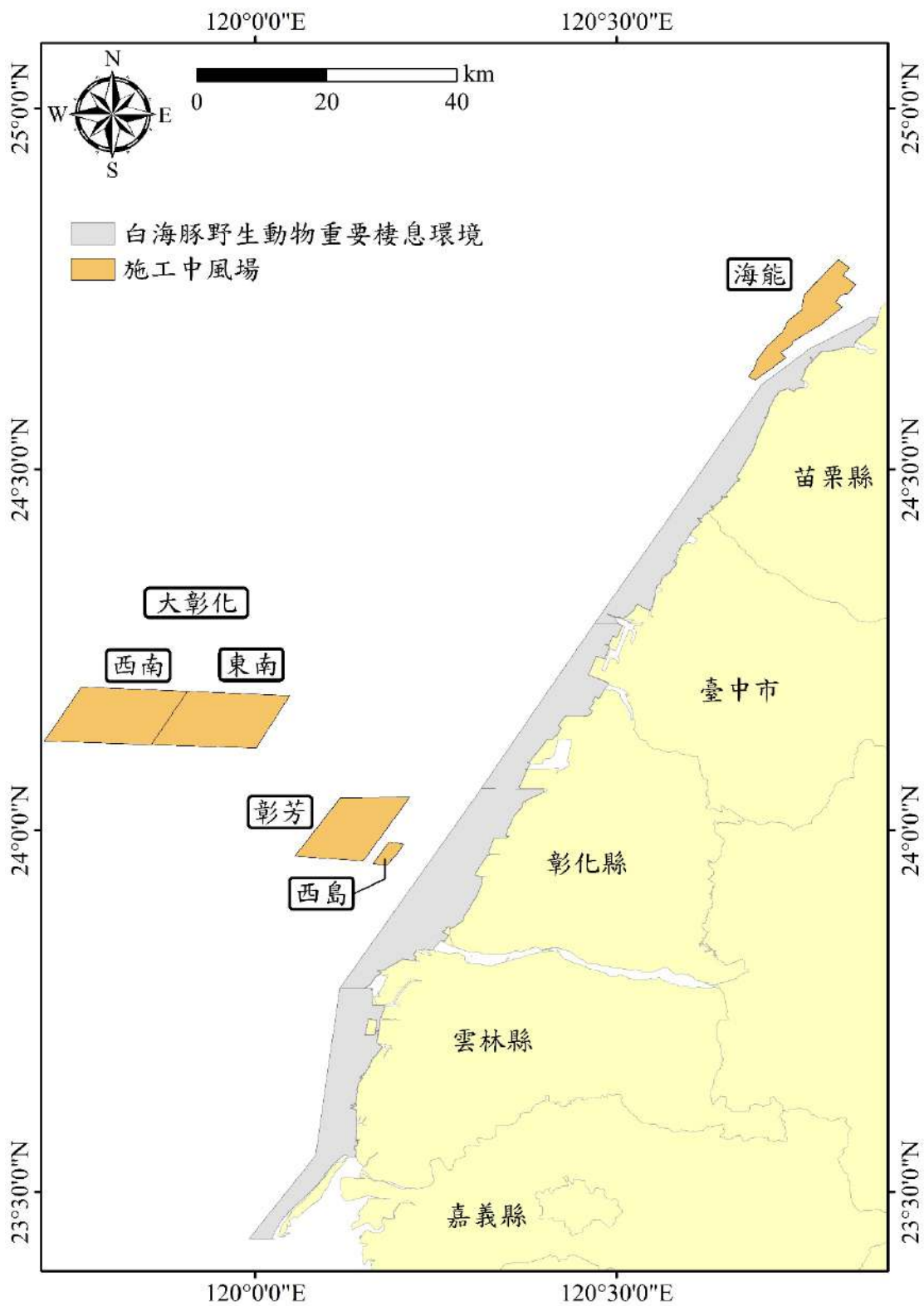


圖 3.3.1-2 2021 年施工中風場範圍

### 3.3.2 臺灣西部沿海工程

#### (1) 採土方（疏濬）

已盤點的2案開採土方案件位在苗栗沿海，分別為後龍溪口及苑裡漁港南堤外之南側（圖3.3.2-1），皆位於重要棲息地範圍內。兩案開採面積皆不大，後龍溪口之土方開採面積約8.4公頃，苑裡漁港南堤外之土方開採面積約5.5公頃。兩案件皆已採取縮小其施工範圍，其中苑裡漁港南堤外之土方開採，更承諾說明將安排鯨豚觀察員觀測，以降低對白海豚之傷害。

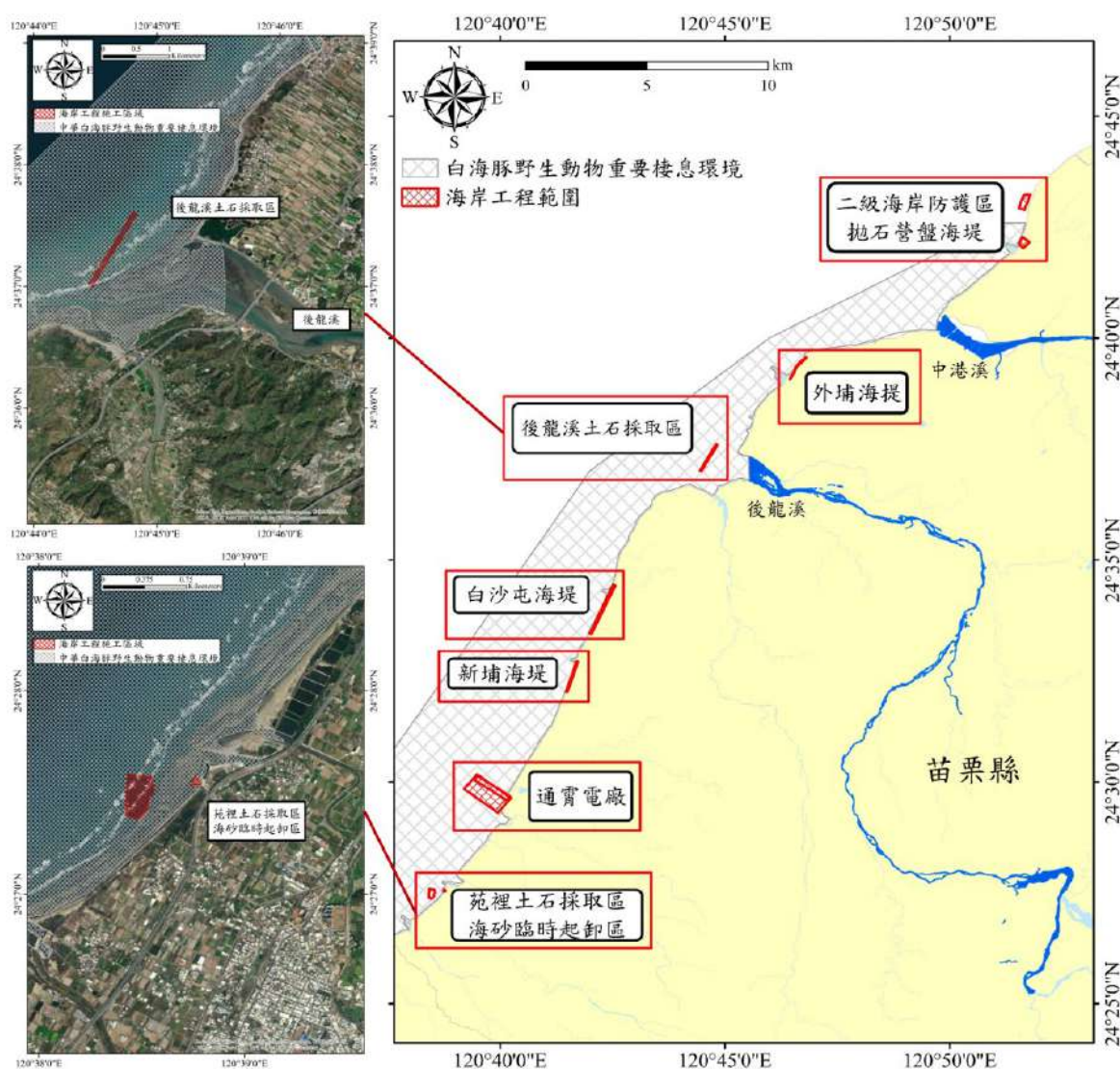


圖 3.3.2-1 後龍溪土石採取區及苑裡土石採取區施工範圍圖

## (2) 港口擴建

目前已蒐集3件港口擴建案件，其位置分布於桃園觀塘工業區（圖3.3.2-2）、桃園永安漁港（圖3.3.2-2）及臺中港（圖3.3.2-4）。桃園沿海雖不在重要棲息環境範圍之內，但仍為白海豚潛在分布範圍，故將此區工程列入相關案件進行分析。

桃園部分2件工程，依據「桃園市觀塘工業區專用港環境影響說明書」（工業局，2018），台灣中油股份有限公司（以下簡稱中油）於觀塘工業區興建第三座液化天然氣接收站，並參考中油所提供最新之環境監測報告，目前於北側填地等工程已完成，持續進行LNG儲槽區工程、棧橋工程、氣化設備以及海堤工程。且本計畫調查期間，亦有見到觀塘工業區正在施工之情形，施工區域離岸約1公里之沿海區域（圖3.3.2-3）。而第三接收站因藻礁議題尚未有定案，目前中油所提供方案為工業港北側防波堤再向外推455公尺，雖減輕對沿岸藻礁之影響，但可能同時限縮了白海豚潛在活動範圍。

依據「永安漁港增設圍堤工程環境影響評估報告書」（桃園市政府，2020），規劃於永安漁港北防波堤之北側以圍堤方式築成堆置空間，工程約需1-2年，因工程未有挖填土方產生，且施工範圍僅在港區，對白海豚直接或間接影響較小。

臺中港之案件仍於環評審查階段。依據歷年調查目擊結果與公民科學目擊位置（圖3.3.2-5），皆可發現臺中港外為白海豚活動及移動路徑頻繁之區域，然據臺中港之環境影響說明書，其施工範圍約為7.2平方公里，可能將截斷白海豚南北游走之路徑與生態廊道，加劇棲地破碎化外，其施工打樁噪音，將影響白海豚行為與聽力。儘管開發單位於環說書中承諾將安排鯨豚觀察員之觀測與水下噪音監測的施工減緩措施，但仍可能導致白海豚減少此範圍移動，進而降低南北社群之交流。

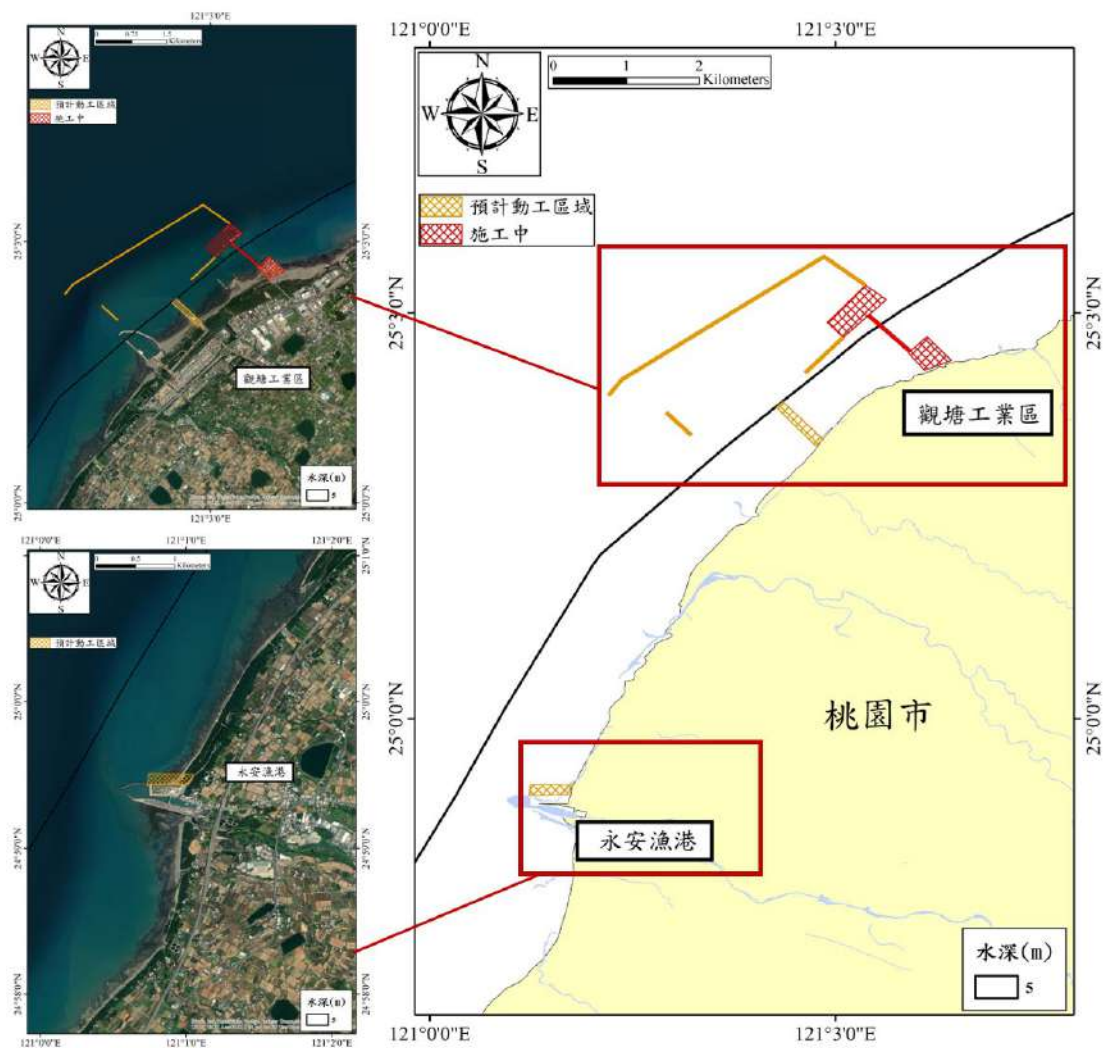


圖 3.3.2-2 桃園沿岸工程施工範圍圖



圖 3.3.2-3 本計畫 6 月 9 日調查途經桃園觀塘工業區現場施工照



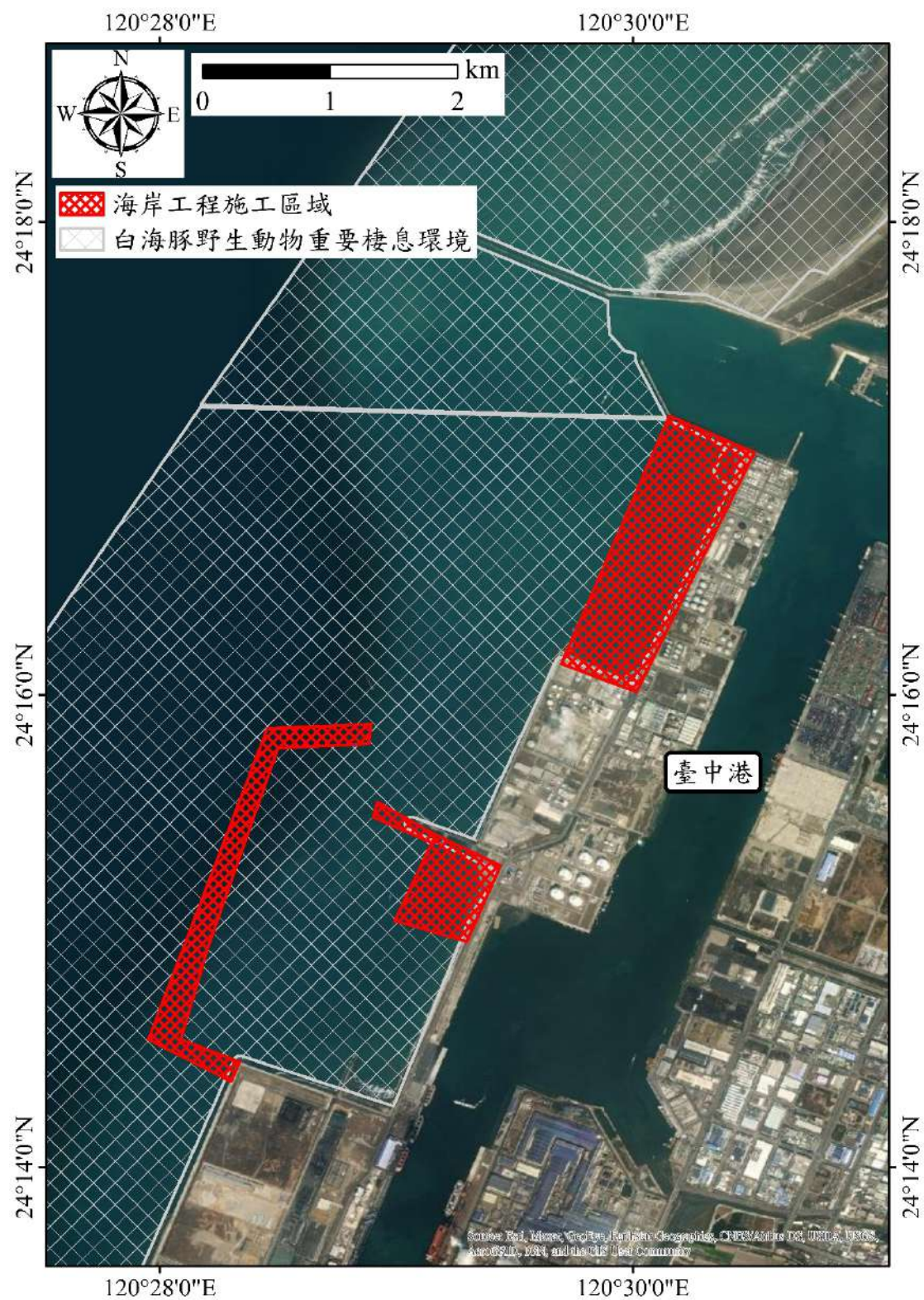


圖 3.3.2-4 臺中港外港區擴建計畫施工範圍圖

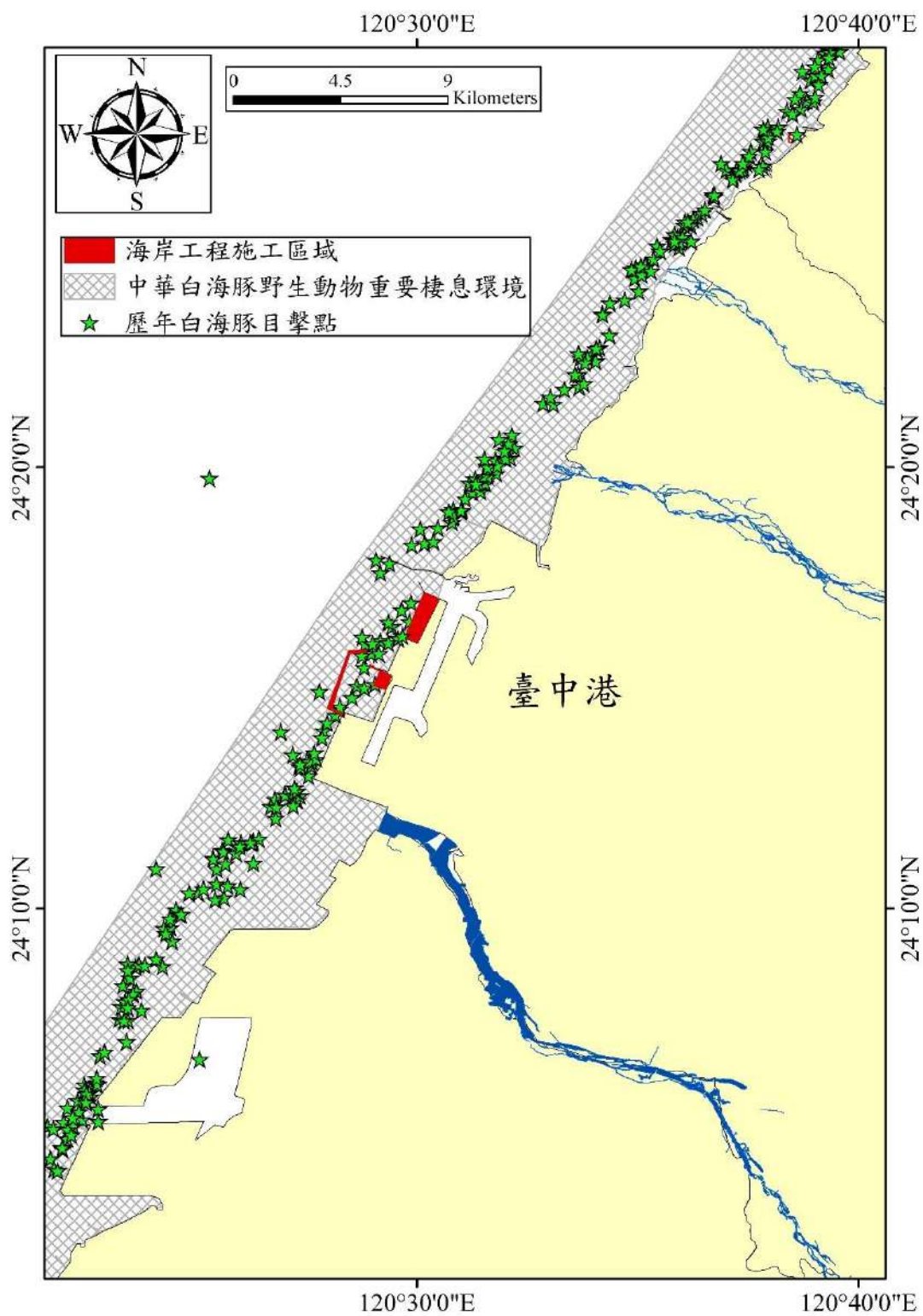


圖 3.3.2-5 臺中港白海豚目擊點位分布圖



(3) 海堤維護管理

本計畫盤點案件中，屬於海堤維護管理的有5個工程案件，分布從新竹至彰化，其中以苗栗縣較多（4件，圖3.3.2-6），彰化和新竹各1件（圖3.3.2-7）。海堤資料蒐集較不易，常僅能蒐集其施工位置，但相關工程內容與其措施，皆無法取得，因此無法得知是否有減緩措施之規劃或實施。

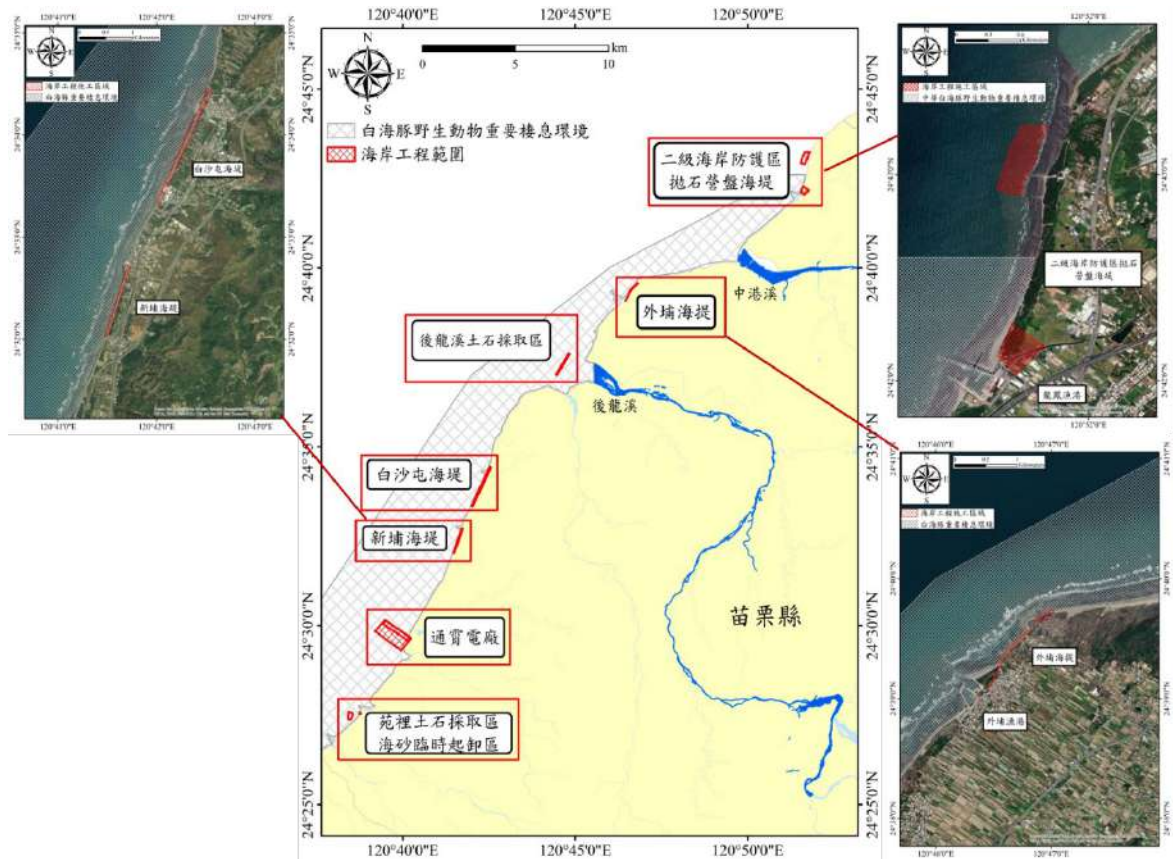


圖 3.3.2-6 苗栗縣沿岸工程施工範圍圖

4件苗栗縣海堤維護管理分別位於苗栗縣龍鳳漁港以北的營盤海堤及其北邊拋石區（二級海岸防護計畫）、外埔海堤、白沙屯海堤及新埔海堤。營盤海堤及其北邊拋石區雖位重要棲息環境之外，但其範圍位於本計畫調查範圍內；外埔海堤與白沙屯海堤皆則位於苗栗海岸及潮間帶，施工範圍並未與白海豚重要棲息環境重疊（圖3.3.2-6）。

而1件位於彰化縣大城鄉岸上及潮間帶之海堤工程（圖



3.3.2-7)，其施工範圍亦未與白海豚重要棲息環境重疊，但該案件應對彰化海岸受關注水鳥及溼地議題有影響。新竹市港南海堤（圖3.3.2-8）也位於岸上及潮間帶，因其海岸線遭受侵蝕，導致海堤南段毀損，而進行海堤之維護管理。

海堤維護管理工程為防護海岸地區受侵蝕及其他災害影響，確保居民生命財產安全，故而進行拋石或海堤之興建與修復等海岸防護工程。上述6件工程均位於岸際及潮間帶，雖施工範圍未與重要棲息環境重疊，但應於其計畫內盤點可能對重要棲息環境影響的間接性之傷害，並針對影響因子，提出相關減緩措施，如：因施工產生之廢水、廢棄物等，可能使隨雨水或放流水排入海內，增加海水中的濁度，進而造成海域環境汙染，對白海豚造成間接影響。故若未來仍有相關海堤維護修復之工程，應需納入管理單位的盤點追蹤與評析之中。

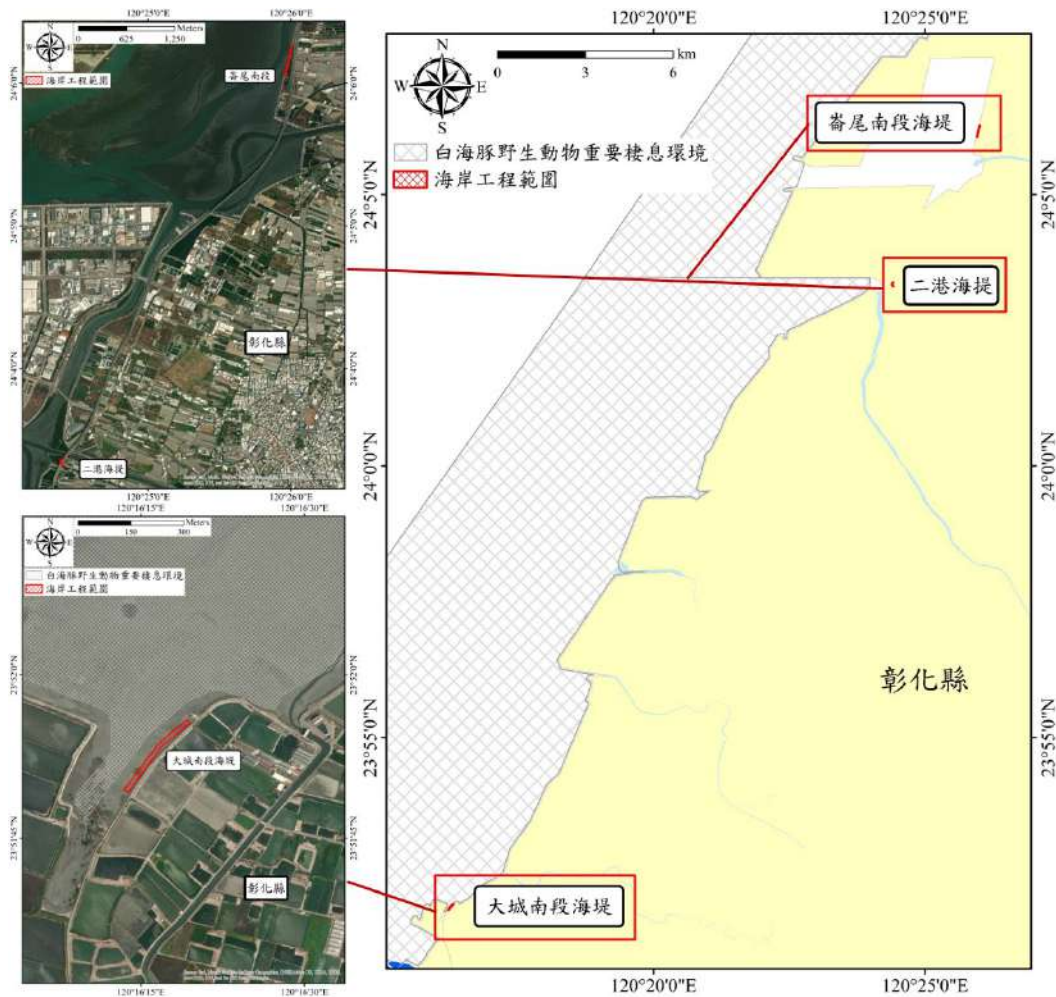


圖 3.3.2-7 彰化縣二港海堤工程範圍圖



圖 3.3.2-8 新竹市港南海堤施工範圍圖

#### (4) 其他工程

其他3件工程，分別為苗栗通霄電廠排水口工程（圖3.3.2-9）、彰化縣大城鄉海精太陽能光電發電廠（圖3.3-10）及外傘頂洲人工保護礁防護侵蝕計畫（圖3.3.2-11、圖3.3.2-12），除太陽能光電板工程之外，其餘兩案皆位於白海豚重要棲息環境內。

苗栗通霄電廠排水口工程於2020年進行白海豚調查時即有記錄工程船隻活動，此工程至2021年9月未完工，亦有船長表示此區域自2018年起即施工至今。此外本計畫查詢環評書件顯示通霄電廠自2007年起更新擴建工程，至本年度2021年申請展延，並於2020年提出第二期更新改建，第二期目前已通過環評程序。相關資料顯示本區域長期在施工擾動狀態，工程對本區域海域生態環境的累積影響需長期追蹤關注與評估。

彰化縣大城鄉目前有陸上海精太陽能光電發電廠一案，其開發範圍雖未位於白海豚重要棲息環境範圍內（圖3.3.2-10），但緊鄰重要棲息環境邊界，仍應關注陸上施工所排的放流汗水等流入至海域，對白海豚造成影響。



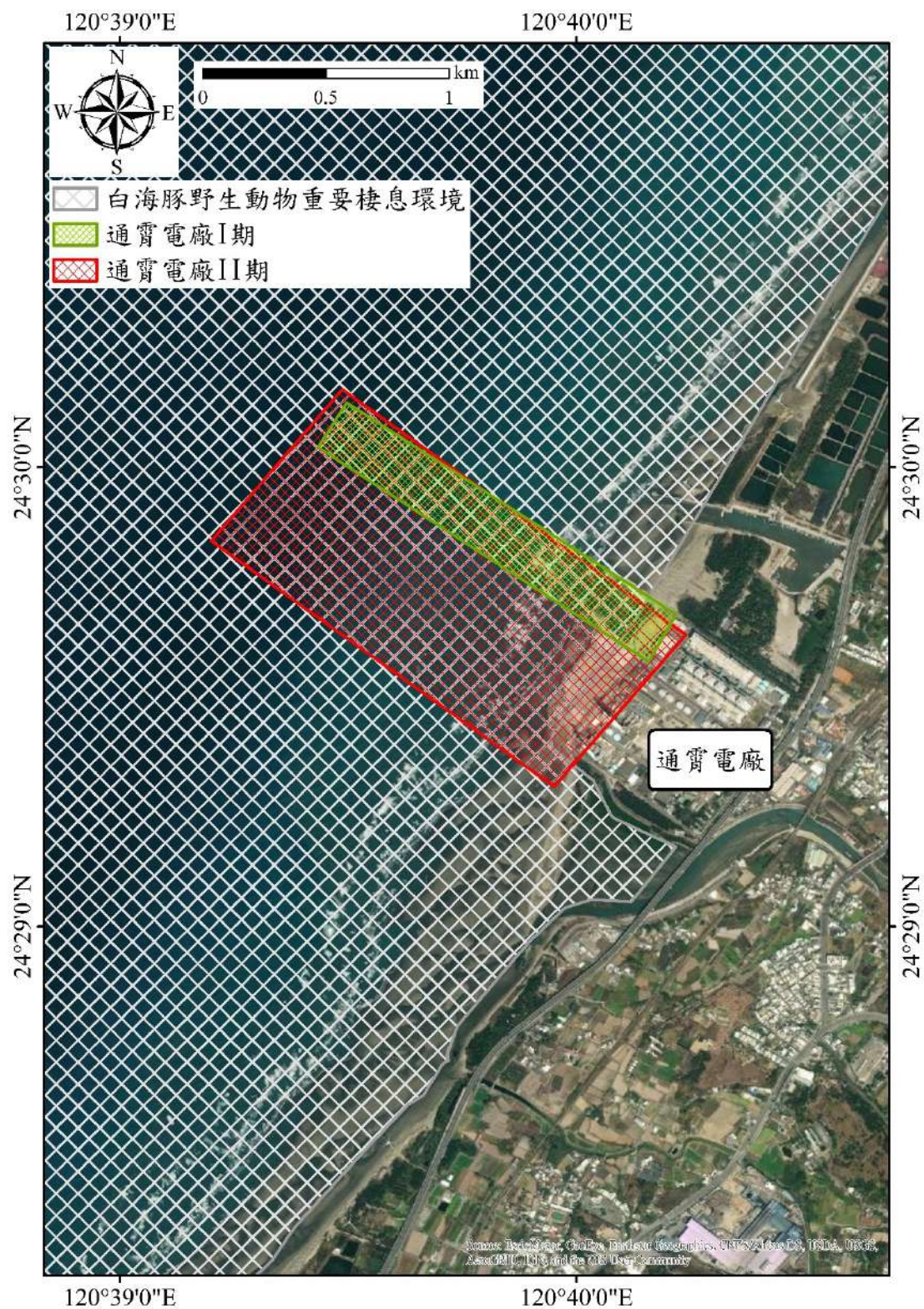


圖 3.3.2-9 通霄發電廠一、二期施工範圍圖



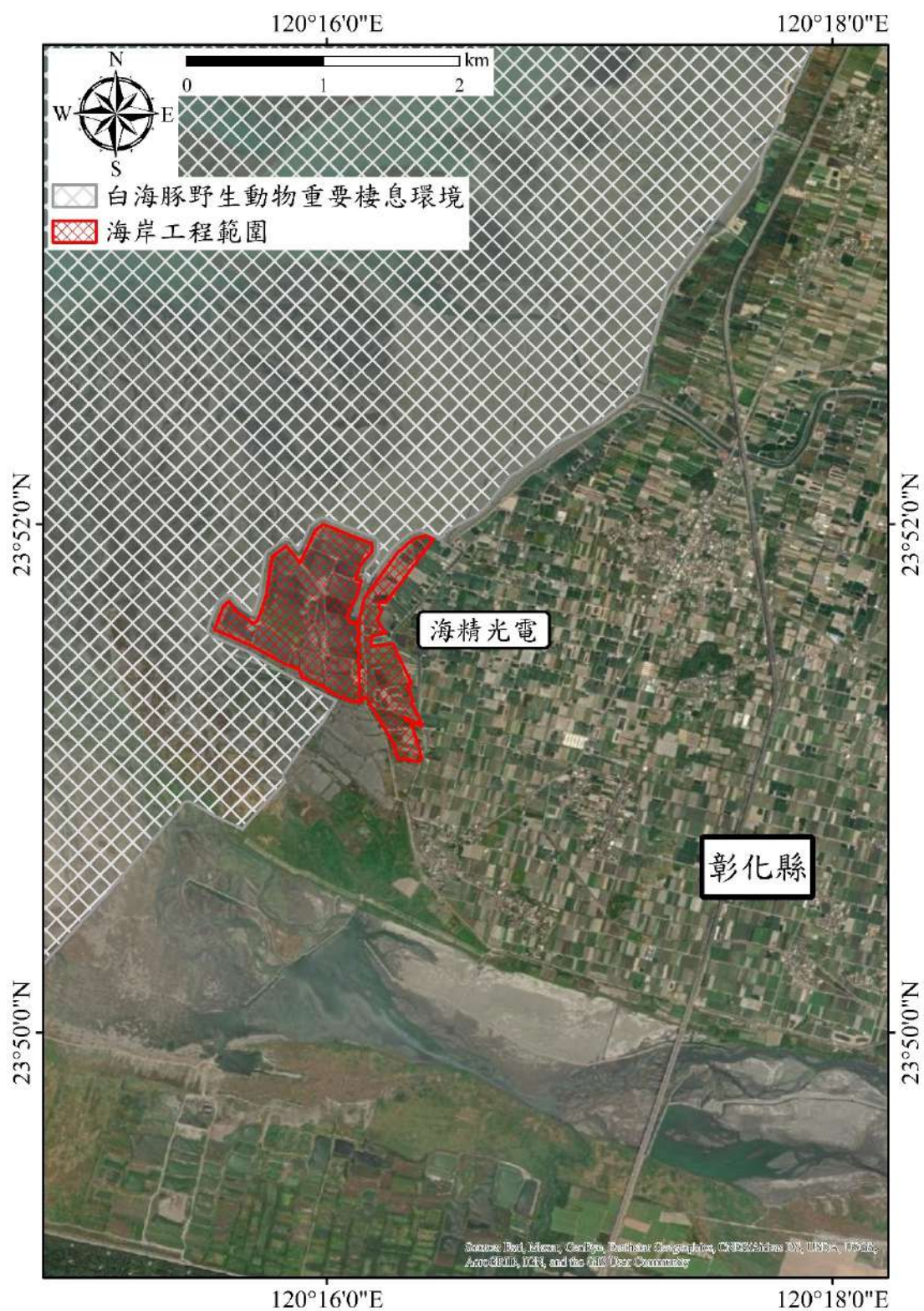


圖 3.3.2-10 彰化縣大城鄉海經太陽能板光電建造工程範圍圖



而外傘頂洲人工保護礁，雖僅於規劃設計階段（圖3.3.2-11、圖3.3.2-12），但其未來明確施工範圍、方法及減緩措施，皆無相關資訊，故無法深入評析。因此處位於重要棲息環境內，若此處施工時，相關主管機關應需關注其減緩措施，以保護白海豚。

綜整以上各類鄰近重要棲息環境工程，將上述工程影響白海豚生存及重要棲息環境影響較大者，納入更進一步評析之中，評析詳細見3.4節。

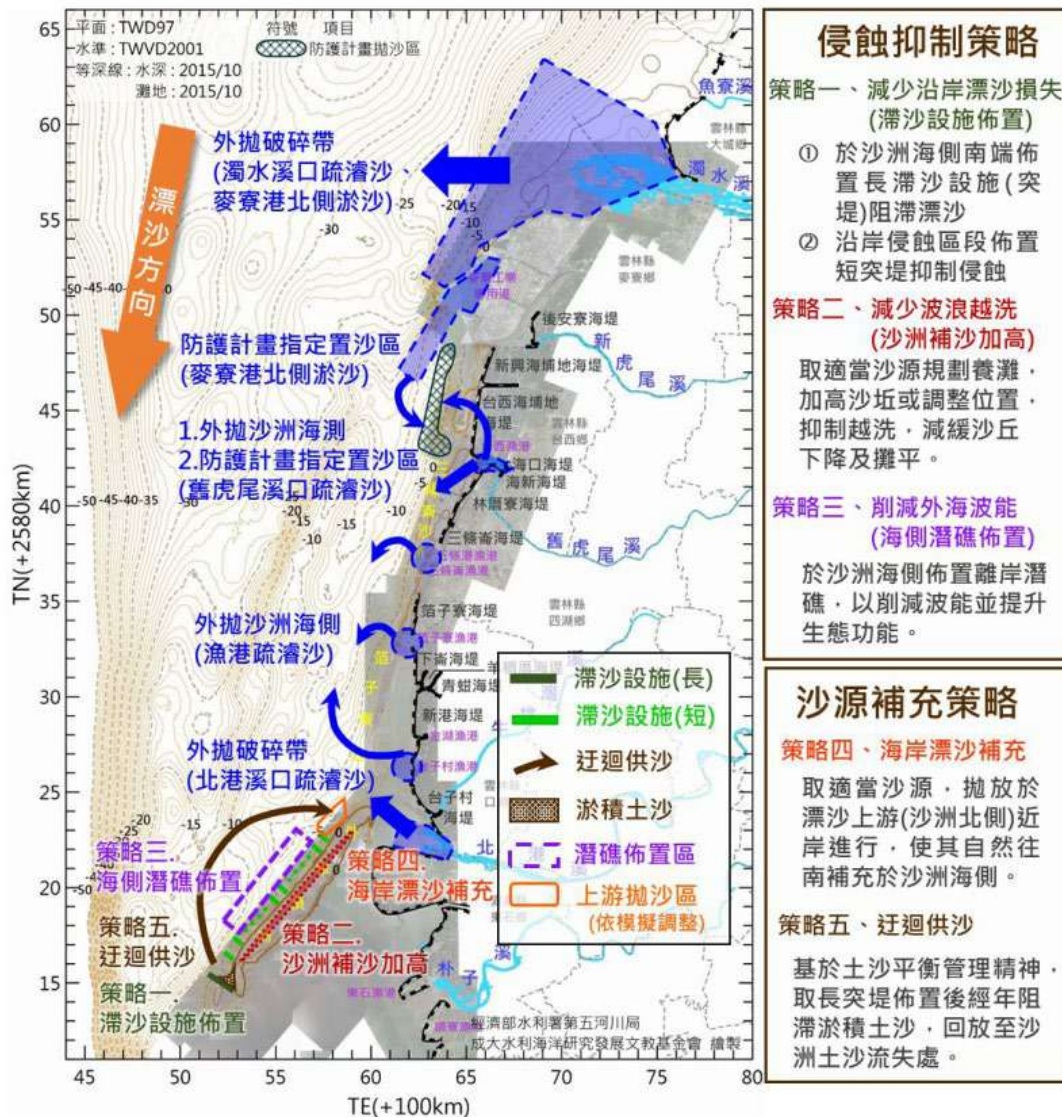


圖 3.3.2-11 外傘頂洲侵蝕防治初步改善策略示意圖

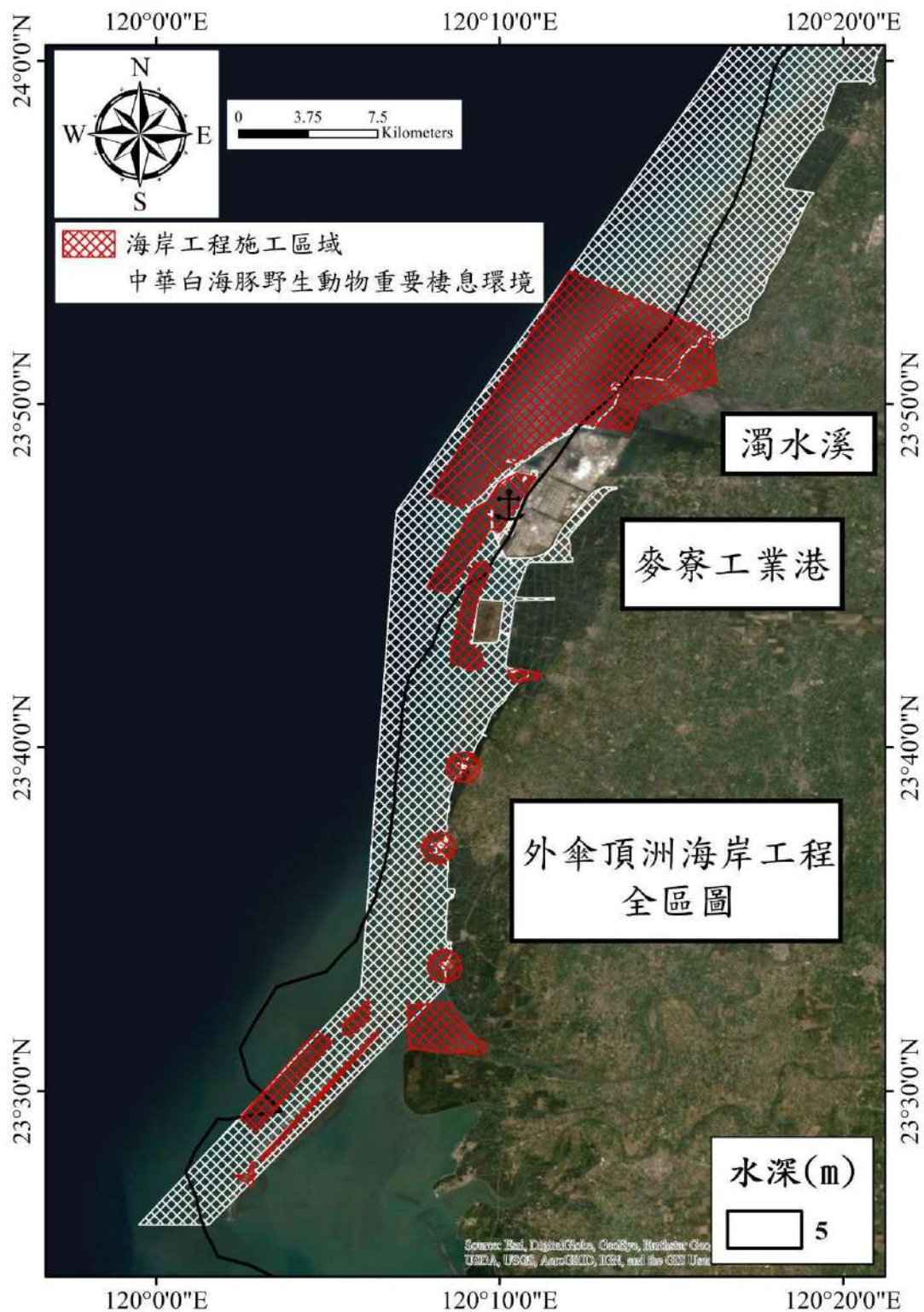


圖3.3.2-12 外傘頂洲海岸工程範圍圖



以下表3.3.2-1為綜整於重要棲息環境之工程案件資料及數據完整性，以辨識資料缺口，依據資料缺口，使相關單位補足資訊缺口。

表 3.3.2-1 盤點不同工程案件資料與數據完整性

案件 \ 項目	作業時間	作業範圍	水下噪音	濁度	汙染	船舶航行作業影響	魚種種類調查	鯨豚種類數量調查	保育對策與替代方案
後龍濱海土石採取		√		√	√				√
苑裡海淤積沙開採		√		√	√	√	√	√	√
通霄電廠第二期更新改建計畫	√	√		√	√	√	√	√	√
臺中港外港區擴建計畫	√	√	√	√	√		√	√	√
大城鄉太陽能板		√							
海底電纜	√	√		√		√	√	√	√
外傘頂洲人工保護礁侵蝕防治	√	√		√					

由上述可發現，於重要棲息環境範圍的開發工程，如：大城鄉太陽能板資訊嚴重不足；而通霄電廠第二期更新改建計畫中，其工法具鋼板樁打設，為施工場地臨時護岸之鋼板樁，採振動式樁錘施作，此工法經查詢其依據不同輸出功率，對環境產生噪音聲功位準為115-121 dB (A) (行政院環境保育署，2002)。目前針對此施工法的噪音及此施工於海面上或海面上無提供相關書面資料；後龍濱海的土石採取，儘管承諾減少土石採取量與達到一定採取量後，方將於明年繼續施工與透過佈放一名鯨豚觀察員以達減緩措施，但相關海域生態環境調查，如：水質資料、魚類與海洋哺乳類調查等，

僅透過文獻回顧說明臺灣西部沿海族群現況；外傘頂洲人工保護礁侵蝕防治，則僅說明執行方法，但無考量整體生態環境與其他如船舶航行作業、施工工法的汙染及可能所產生噪音。此些工程資訊缺口，將不利相關審查單位進行風險評估，因此為增加評估風險的準確性、客觀性及可信度，建議應將相關資訊補足後，方能評估工程影響。

### 3.4 白海豚重要棲息環境內生態風險評析

生態風險評估為利用架構性分析，描述探討議題事件關聯性，透過辨識作用與影響特徵與評估整體特徵發生機率，以了解風險特徵，透過管理風險，方可提出相對應之因應對策。

生態風險評估流程，如圖3.4-1，第一步為議題描述（Problem Formulation），說明評估目標問題與目的，並點出所要探討議題事件關聯性。

## 生態風險評估流程架構

(US EPA, 1998)

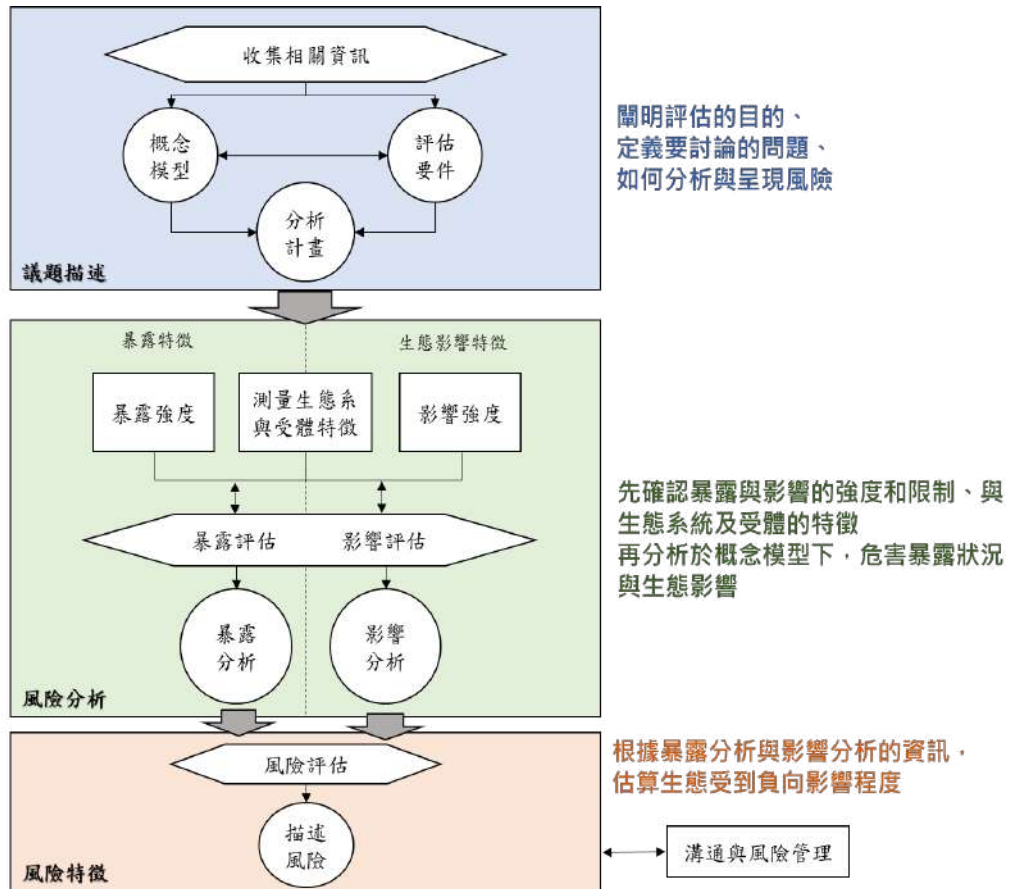


圖 3.4-1 生態風險評估流程架構圖

以下將臺中市海域為例，首先先辨識出於此海域中人為活動類型，並盤點該人為活動類型將所造成的危害、途徑與可能受影響的受體，受體受到危害影響的指標及闡述所使用監測方法來質化與呈現所評估的影響。

下圖3.4-2為以概念模型中的S-P-R關係以圖像化中的箭頭與文字的方式來釐清人為活動影響來源、影響途徑與受影響之受體間關係，並使用評估指標（圖3.4-3），將抽象的概念轉化評估目前臺中海域工程開發對生活於臺中區域的白海豚的衝擊影響程度的規劃流程。

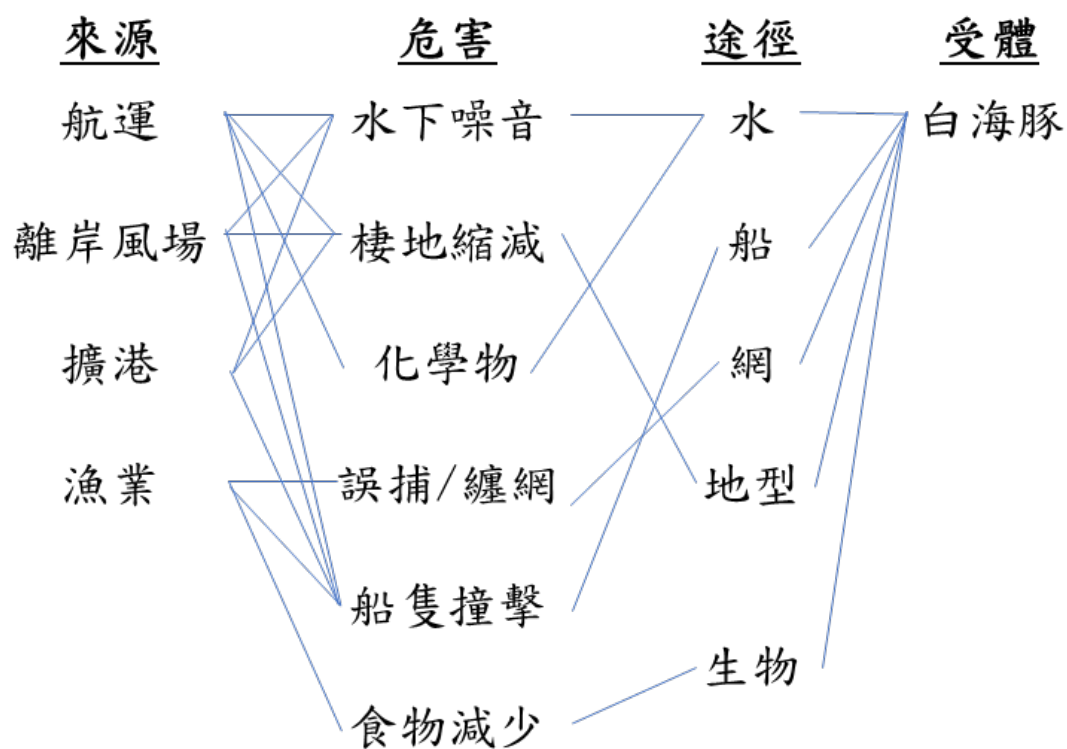


圖 3.4-2 臺中海域人為活動的概念模型示意圖

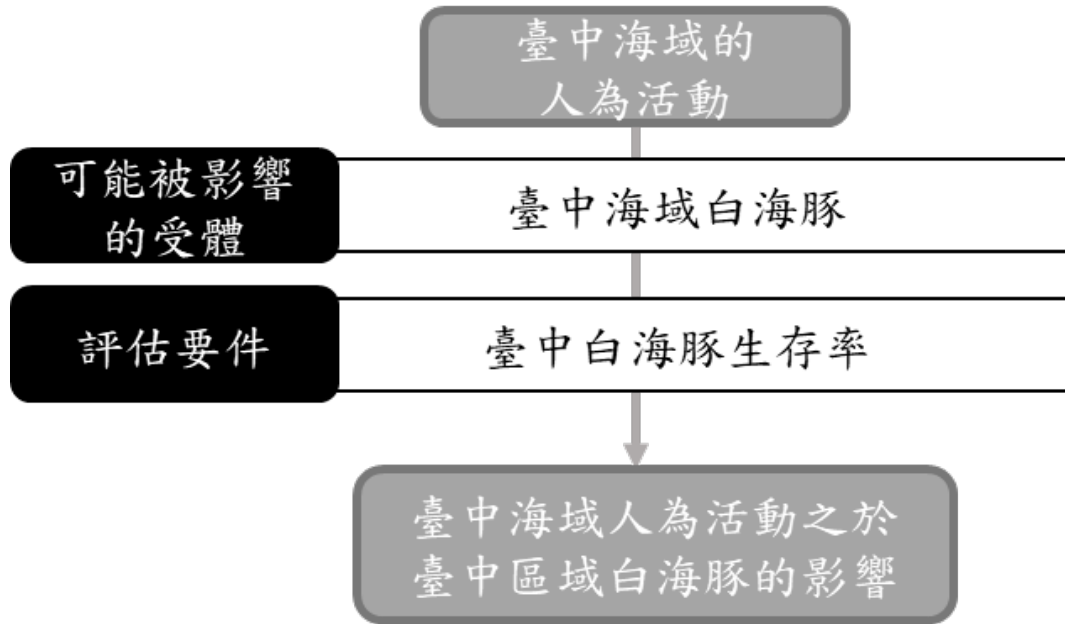


圖 3.4-3 臺中海域人為活動之於白海豚的衝擊影響程度的示意圖

接著進入暴露評估與影響評估分析來瞭解受體如何暴露在危害來源之下，以暴露程度、暴露空間、暴露時間來估算受體暴露於危害之下的過程。以及評估生態層面中對生物受體可能產生影響，以暴露在為害之下的負面影響為主。

下表3.4-4為定義臺中海域人為活動危害臺中區域白海豚的暴露評估定義表，以臺中港外港區擴建為例，其作用範圍規模之於白海豚而言十分廣泛，且作用時間非常長，有永久性的作用，因此給予作用極高的評分。而表3.4-5則為定義臺中海域人為活動影響臺中區域白海豚的影響評估表，以船隻撞擊之於臺中區域白海豚生存率的影響而言，當白海豚受到船隻撞擊後，白海豚承受度低且預期恢復力及適應力極低，可能當場死亡等不具恢復及適應力的情形出現，故認為船隻撞擊之於白海豚生存率而言，應為極高的衝擊評分等級。

暴露評估之評分標準，詳細羅列如下：

- 時間長度：暴露時間長，如幾天或幾周
- 時間：暴露可能發生的時間
- 規模：受到暴露的地理範圍

- 頻率：預計暴露會發生的頻率

影響評估之評分標準，詳細羅列如下：

- 對改變的承受度：受體適應暫時或永久改變的能力
- 恢復力：影響停止後，受體恢復正常狀態的能力
- 適應力：受體避免或適應影響的能力

如該表旁所示範的評分結果，須為經過專家學者共同討論與建議，而本示範僅由團隊內部人員共同討論之結果，故僅供參考。

計算方式為風險分析的方式為將所定義的影響評估作為矩陣X軸，暴露評估，作為矩陣的Y軸，兩者相乘即可得出風險特徵。

風險特徵矩陣：風險 = 影響評估 (x) \* 暴露評估 (y)

風險特徵分數越高及顏色越深者代表風險越高；反之，分數越低，顏色越淺者，風險越低。由下表3.4-6可得知，航運及擴港所造成白海豚棲地縮減的風險越大，同時，擴港對白海豚被船隻撞擊的風險也越高；頻繁的漁業活動也對白海豚被船隻撞擊的風險機率也越大。因此，可藉由所得出風險評估的矩陣表，極高風險區及高風險區域，作為調整管理該海域的方針的參考依據。

表 3.4-4 臺中海域白海豚對各類危害類型的暴露強度定義表與評估結果（示範）

暴露強度	定義
5	暴露範圍十分廣泛；或暴露時間非常長；或暴露頻率很高(重複、持續發生)。廣泛造成受體棲地永久性改變
4	暴露的規模或範圍大；或暴露時間長；或暴露頻率偏中高。廣泛造成受體棲地臨時性改變或一些永久性改變
3	暴露為區域性；或暴露時間短；或暴露頻率偏中。廣泛造成受體棲地臨時性改變或有限的永久性改變
2	可偵測的干擾或變化。在自然生態變動下，沒有造成受體棲地長期的暴露
1	受體棲地所受暴露輕微且難以偵測

來源 危害	航運	離岸風場	擴港	漁業
水下噪音	5	4	3	3
棲地縮減	5	3	5	1
化學物	4	1	2	1
誤捕/纏網	1	1	1	3
船隻撞擊	3	3	4	4
食物減少	1	1	1	3



表 3.4-5 臺中海域白海豚對各類危害類型的影響強度定義表與評估結果（示範）

影響強度	定義
5	受體無法適應所受到的影響、不具有恢復力及適應力
4	受體適應所受到的影響的能力非常低、恢復力及適應力低
3	受體能夠承受所受到的影響的能力相較低、有一些恢復力及適應力
2	受體能夠承受所受到的影響、具有一定的恢復力及適應力
1	受體無須恢復或適應也能夠承受所受到的影響

評分結果	族群生存率
水下噪音	3
棲地縮減	4
化學物	2
誤捕/纏網	4
船隻撞擊	5
食物減少	5

表 3.4-6 臺中海域人為活動風險分析結果（示範）

風險分析		影響強度				
		5	4	3	2	1
暴露強度	5	25 非常嚴重	20 非常嚴重	15 嚴重	10 中度	5 輕度
	4	20 非常嚴重	16 嚴重	12 嚴重	8 中度	4 輕度
	3	15 嚴重	12 嚴重	9 中度	6 輕度	3 輕微
	2	10 中度	8 中度	6 輕度	4 輕度	2 輕微
	1	5 輕度	4 輕度	3 輕微	2 輕微	1 輕微

來源 危害	航運	離岸風場	擴港	漁業
水下噪音	15	12	9	9
棲地縮減	20	12	20	4
化學物	8	2	4	2
誤捕/纏網	4	4	4	12
船隻撞擊	15	15	20	20
食物減少	5	5	5	15

## 第肆章 討論及未來方向與建議

### 4.1 白海豚族群生態調查與幼豚辨識

本年度調查範圍為蒐集更多可辨識及不可辨識的個體，以利後續進行個體棲地利用分析，因此將調查安排於近岸水深10公尺處。調查結果共目擊20群次海豚，其中包含19群次白海豚有效目擊，1群次露脊鼠海豚的有效目擊。本年度目擊結果與去年目擊之22群次海豚，其中包含19群次白海豚有效目擊及3群次瓶鼻海豚有效目擊相比差距不大，只是目擊物種種類不同，但不論是瓶鼻海豚或是露脊鼠海豚，其目擊座標及季節皆為該物種潛在活動區域範圍與時間。

本年度因計畫期程較晚的關係，總努力量相較去年少了307公里。若比較同樣8次調查，本年度有效努力量則較去年多30.3公里，為本年度調查範圍往南擴增至臺南安平漁港的緣故。

比較本年度與去年度目擊點位分布，本年度以南部目擊群次較多，且各單一群次的群體數量也相對去年度多；而在北部的區段，去年度則較本年度多目擊群次，群體數量也相對於本年度多；臺中至彰化一帶目擊群次則是在兩年度都偏少（圖4.1-1）。而兩年度目擊群次總數相近，且目擊率相近，而淡水至新竹及臺南南段的目擊率皆為0.00（表4.1-1）；彰化南至雲林北皆為目擊率最高之處（圖4.1-2）。而就南部與北部目擊率比較，今年度南部目擊率有比去年度來得高；北部則較少些。

表 4.1-1 2020-2021 年白海豚目擊率比較

航段 \ 年份		有效群次		有效群次/10 公里		有效群次/10 小時	
		2020	2021	2020	2021	2020	2021
N1	淡水-新竹	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
N2	新竹-臺中	7	5	0.12	0.08	1.86	1.23
S1	臺中-雲林	5	10	0.08	0.15	1.19	2.52
S2	雲林-臺南	6	4	0.09	0.06	1.13	1.01
總計		18	19	0.07	0.08	1.13	1.27

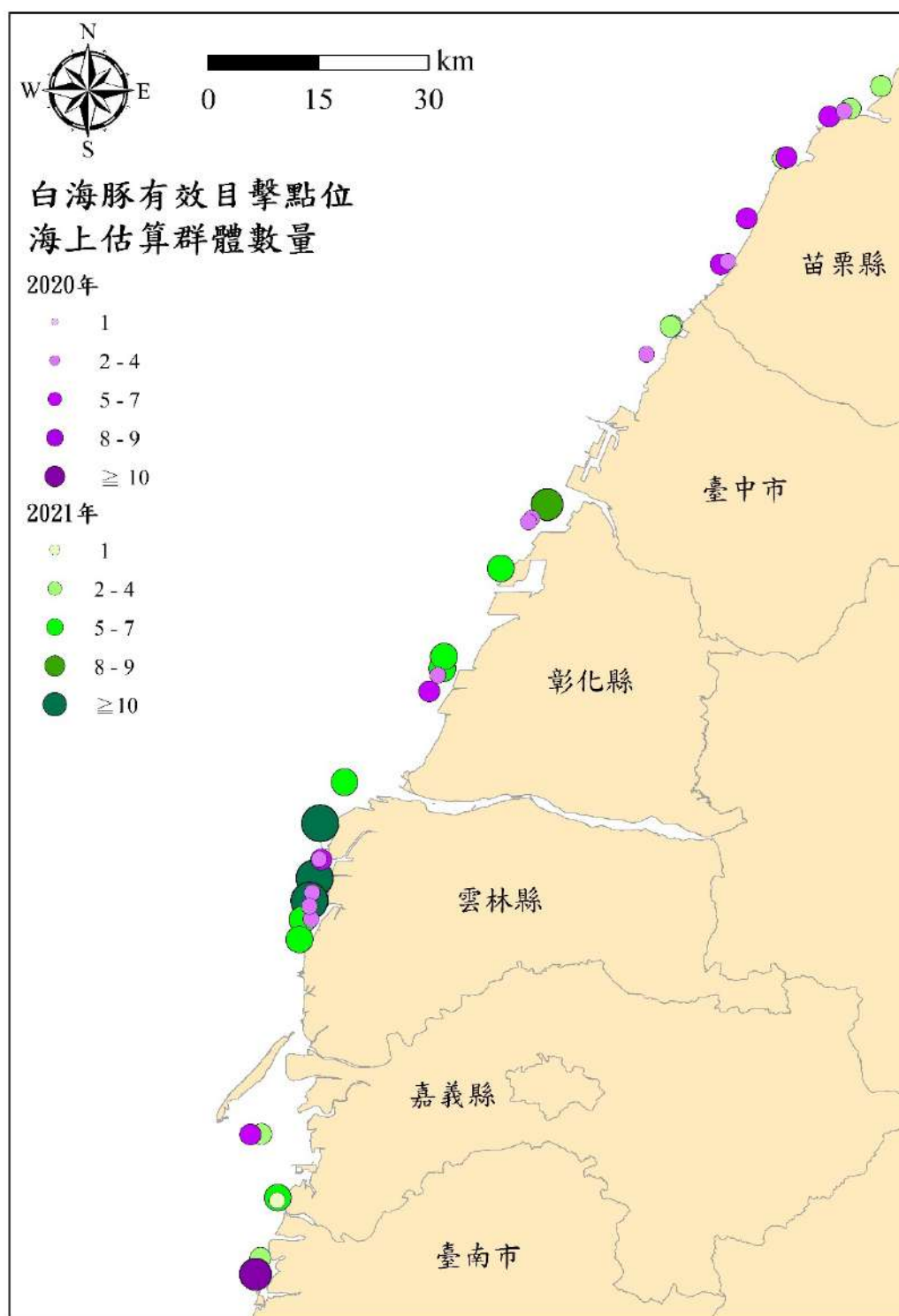


圖 4.1-1 2020 年與 2021 年白海豚目擊地點與群體數量的比較

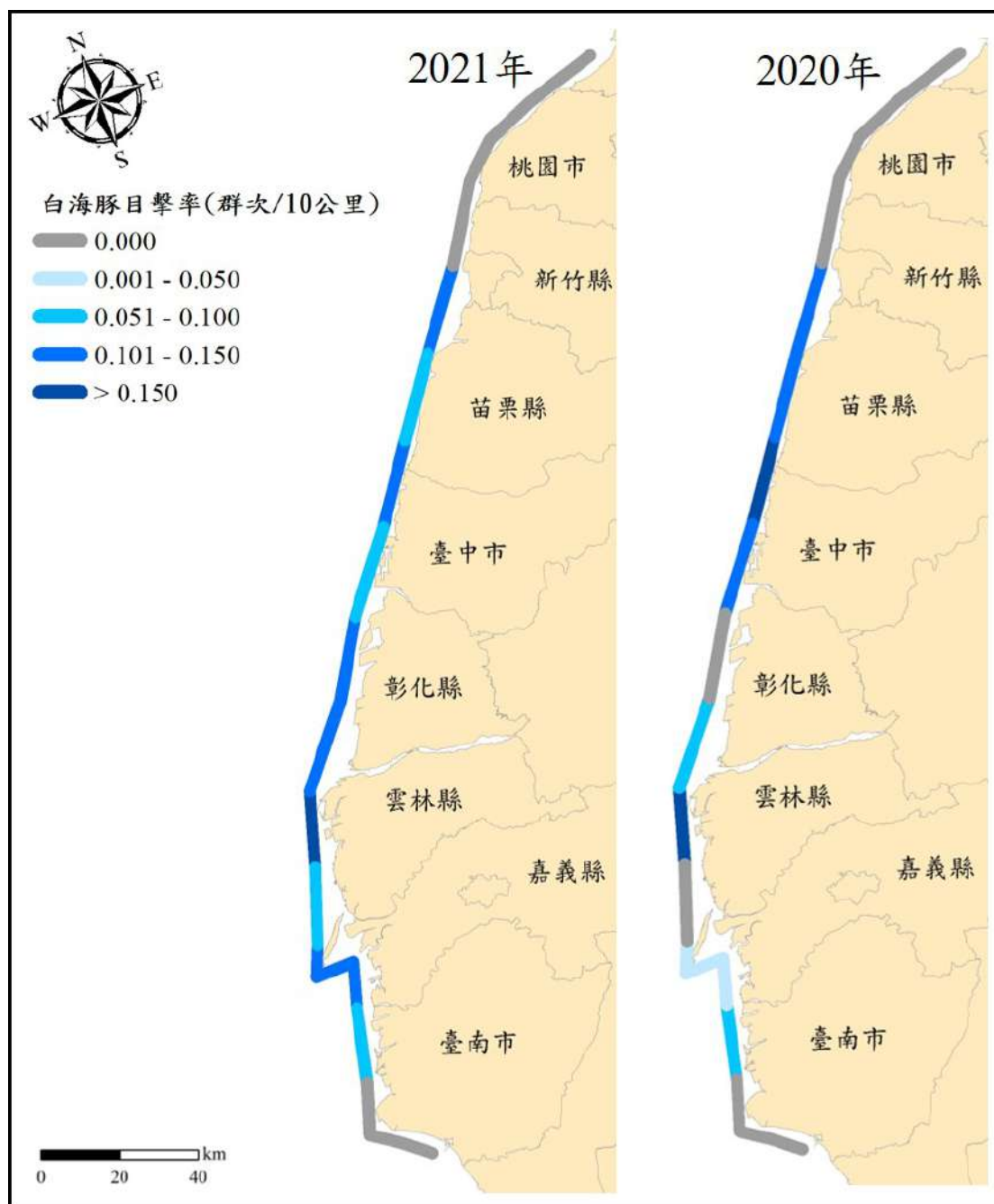


圖 4.1-2 2020-2021 年臺灣西部沿海白海豚目擊率的比較

將去年度與本年度的目擊群次之位置及群體數大小套繪白海豚保育計畫中四個優先復育區（圖4.1-3），則可發現除了臺中港外的復育區，其他優先復育區皆有目擊，並以雲林的目的擊點較密集；比較目擊群次的群體大小，以雲林外的復育區所目擊的群體有變大的趨勢，而其他復育區的群體大小則是兩年度皆差不多（圖4.1-4~圖4.1-6）。

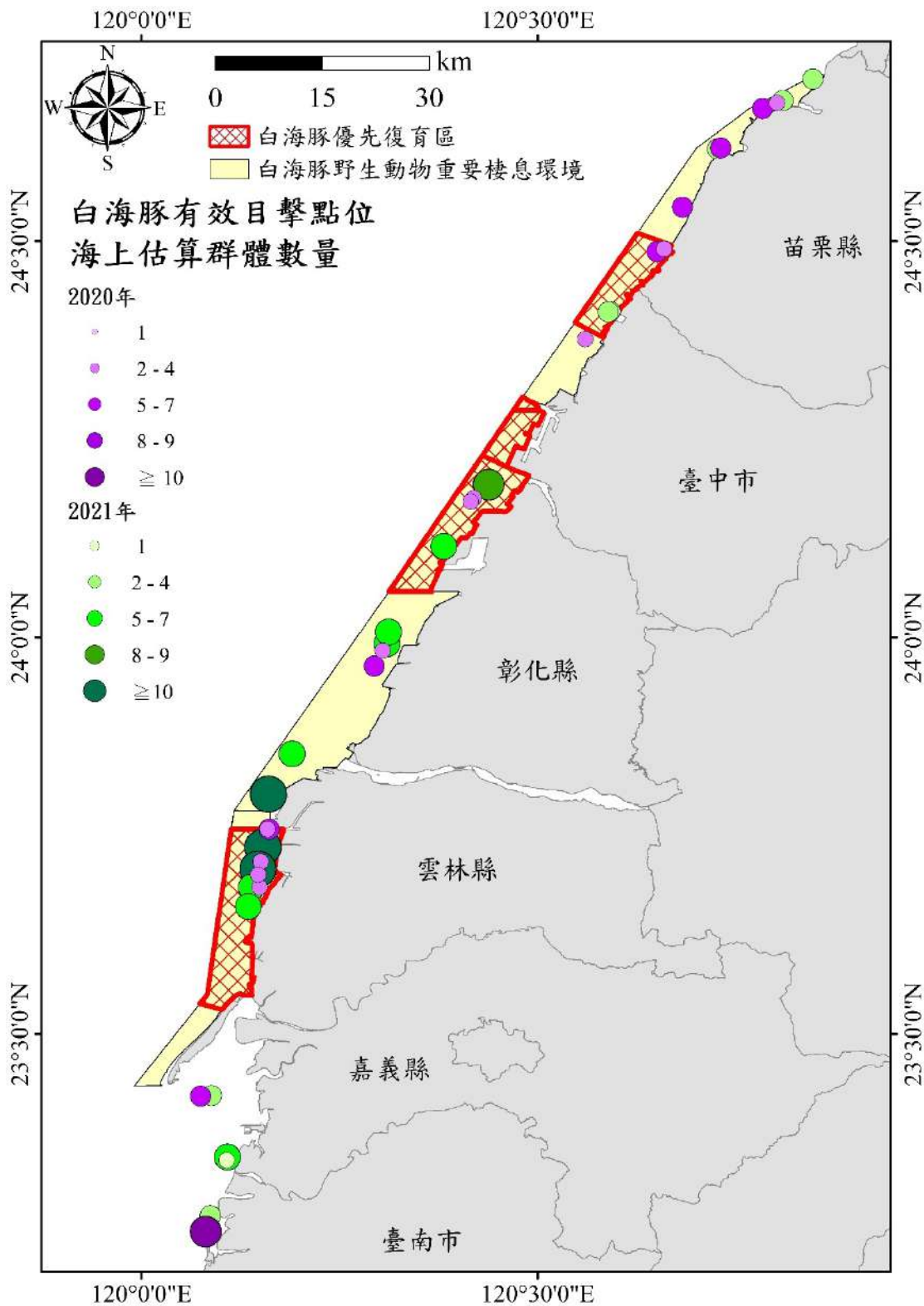


圖 4.1-3 2020-2021 年白海豚有效目擊群次分布點位及群體大小（白海豚優先復育區）



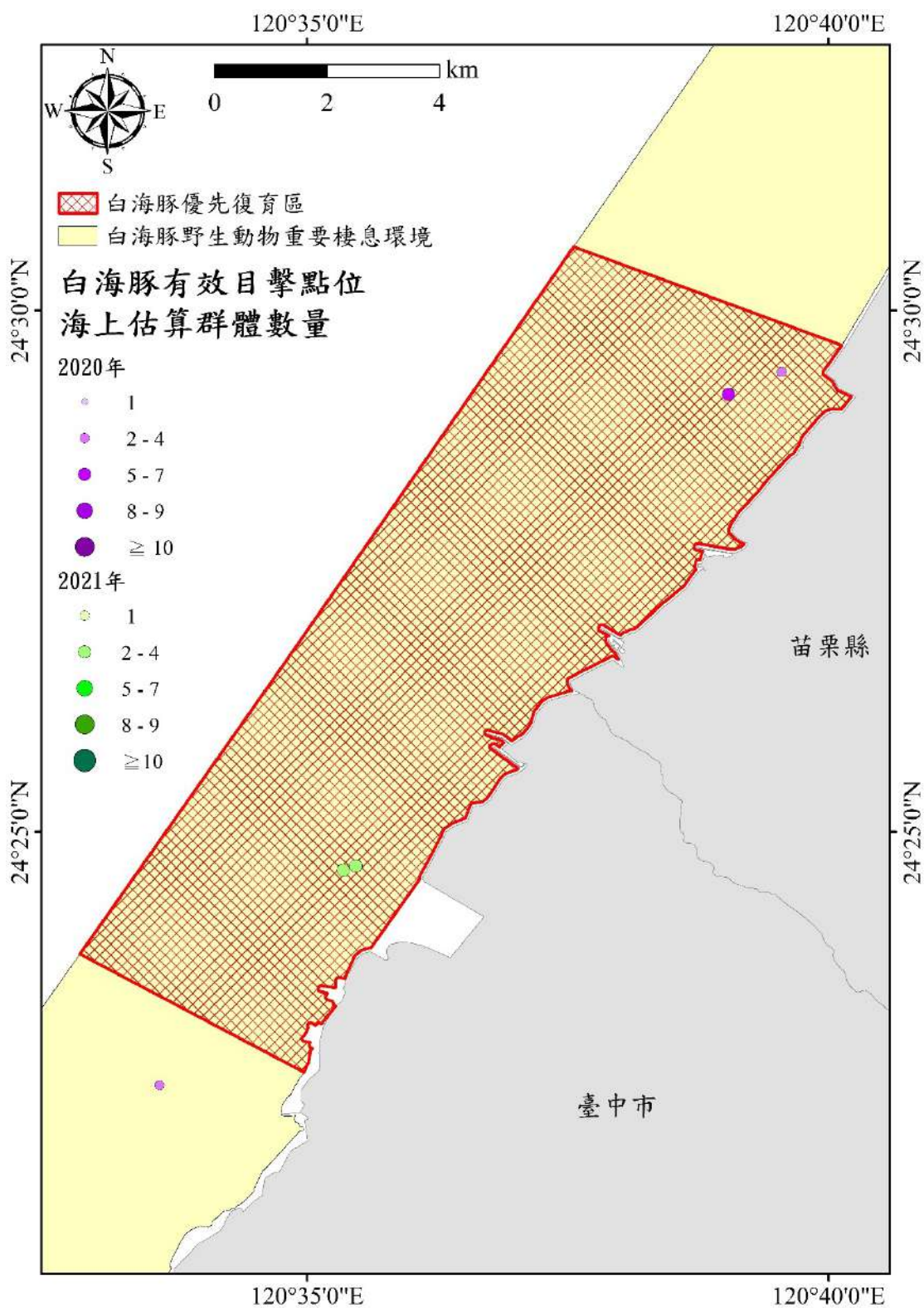


圖 4.1-4 2020-2021 年白海豚有效目擊群次之群體大小 (白海豚優先復育區\_北)

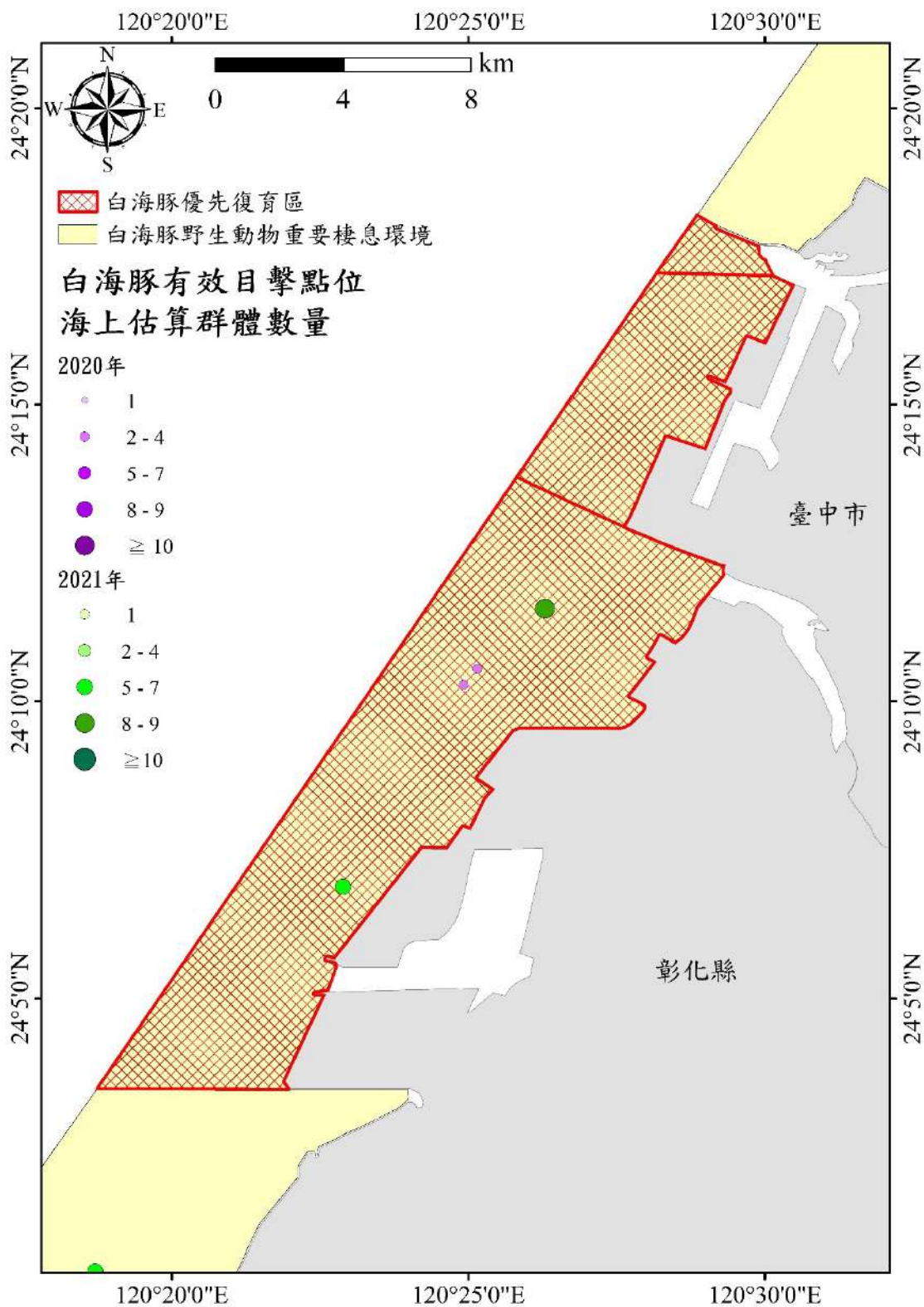


圖 4.1-5 2020-2021 年白海豚有效目擊群次之群體大小 (白海豚優先復育區\_中)

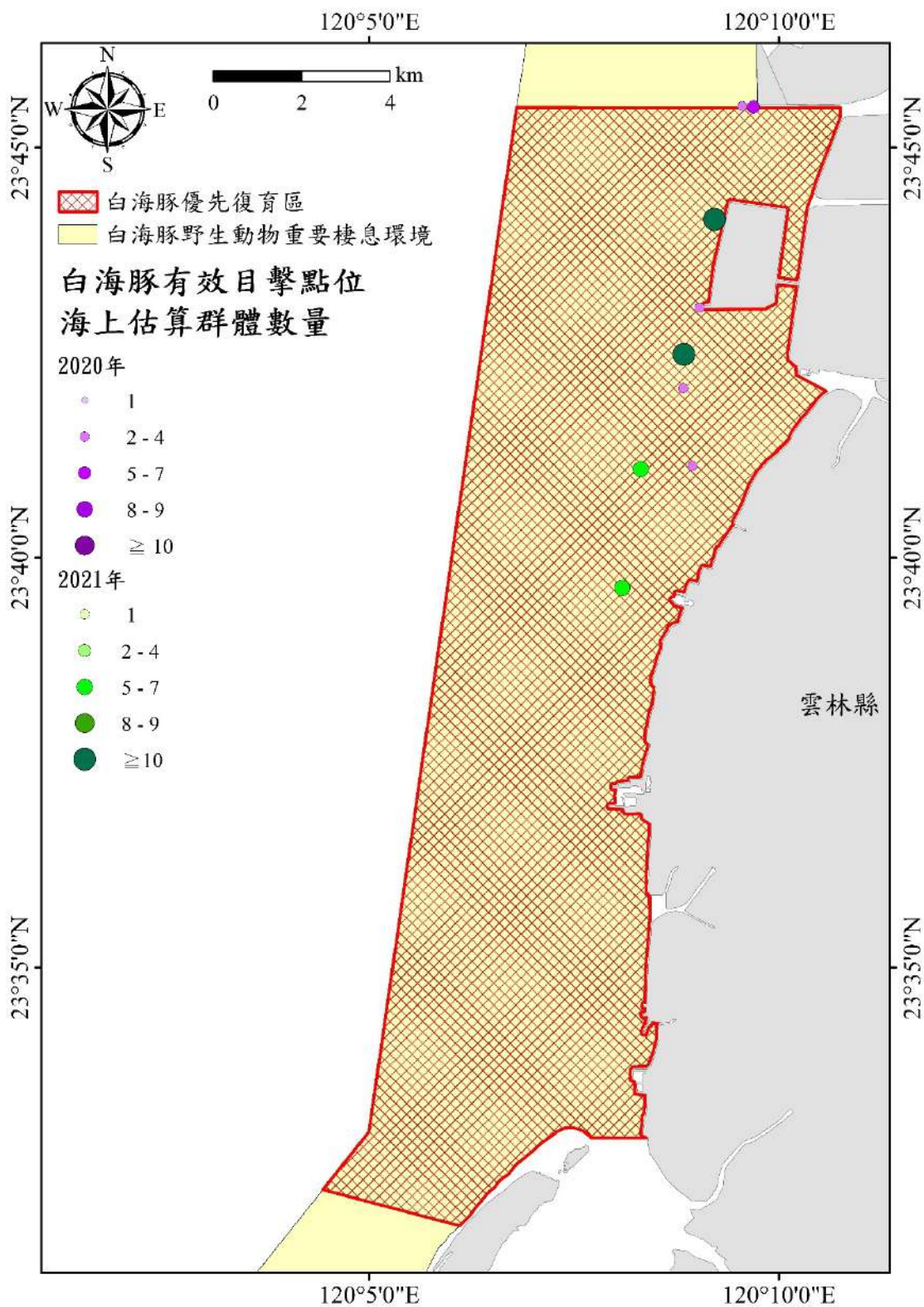


圖 4.1-6 2020-2021 年白海豚有效目擊群次之群體大小 (白海豚優先復育區\_南)

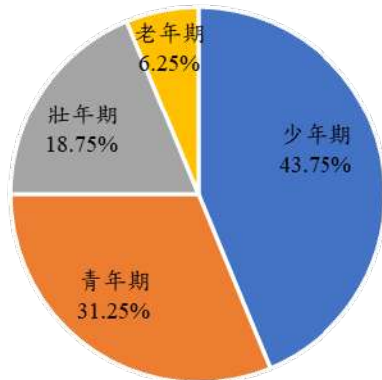


本年度目擊多集中於臺中港以南，與去年目擊點較平均散佈苗栗至臺南沿海的狀況不同。現尚無法釐清造成此差異的原因，是否與各類海域及沿岸開發工程相關，仍須進一步彙整各類長期監測資料與過去歷史調查資料詳細評估。目前各類施工及營運中的開發計畫正在執行監測，大部分監測資料並未完整公開，以及過去林務局的調查資料與縣市工程案件資料亦無法調閱，增加了全面性探討白海豚歷年趨勢變化與評估開發影響的困難度。

本年度辨識29隻個體與3隻可提升至資料庫的幼豚，總計為32隻，與去年度的所辨識個體總數相同。但由圖4.1-7可看出兩年度辨識個體年齡組成稍有差異，青、壯年期及老年期的個體比例略微減少，少年期的個體實際上維持14隻，加上新的3隻幼豚，整個白海豚的族群年齡結構稍微有年輕化的趨勢。

2020年辨識個體年齡組成

■ 少年期 ■ 青年期 ■ 壯年期 ■ 老年期



2021年辨識個體年齡組成

■ 少年期 ■ 青年期 ■ 壯年期 ■ 老年期 ■ 新增幼豚

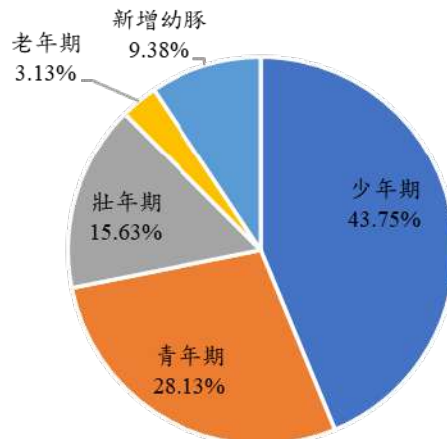


圖 4.1-7 2020 及 2021 年辨識目擊個體年齡組成

本年度所目擊育幼群共11群，相較去年所目擊的育幼群5群多一倍。過往因幼豚身上可供辨識的缺刻和斑點較少，會利用幼豚體表的齒痕、暫時性特徵等進行不同個體間的確認，並利用幼豚會固定跟在相同成豚身邊的特性，以幼豚共游之成豚來進一步確認個體，但近年調查發現育幼群的組成改變，為少數成豚與多隻幼豚，此情形造成由共游成豚來分

辨幼豚的誤差提升。

若要更進一步追蹤辨識育幼群及幼豚，了解個體存活率等重要族群參數，建議應提高重點育幼區的調查努力量，並針對育幼群規劃重點保護區域與相關配套措施，以確保幼豚成長，增加白海豚族群之存續。

## 4.2 環境葉綠素 $a$ 濃度與懸浮固體濃度

本年度完成四次採樣，11個樣點4次水質基本資料平均值如下：水溫（26.15~30.22 °C）、鹽度（31.59~34.30）、pH值（8.07~8.17）與濁度（1.45~4.91 NTU）。由於4次調查集中在5~10月，故無明顯的季節差異。

葉綠素 $a$ 濃度於樣點與調查時間間變化較明顯（第一、二次彰化、雲林海域最高；第三次嘉義、臺南海域最高），而懸浮固體濃度則無明顯趨勢。根據主成分分析結果顯示葉綠素 $a$ 與懸浮固體濃度呈相反方向，表示兩者呈負向關係。本研究4次調查結果也顯示，當第二次大安溪口與第三次彰濱工業區調查之懸浮固體濃度明顯較高時（63.07與279.10 mg L<sup>-1</sup>），葉綠素 $a$ 濃度明顯較低（0.12與0.14 mg m<sup>-3</sup>）。過去許多研究也顯示光為浮游藻類生長所需的基本要素，而光的可利用性取決於水體的濁度、膠體與懸浮固體的存在（Cloern, 1987；Pennock & Sharp, 1994；Pan et al., 2016）。然而光的可利用性機制十分複雜，例如懸浮固體濃度與垂直混和流（潮汐、季風）強度呈正相關，而垂直混合流會將浮游植物細胞輸送到深處，從而減少浮游植物生物量（Ho et al., 2008）。另外，風會改變水體分層，進而改變光的可利用率（May et al., 2003）。而當降水減少時，河水濁度下降，較大的河口植被覆蓋率較低，浮游植物可利用光充足，生產力增加（Hosen et al., 2019）。除了自然現象外，人為活動亦可能造成影響，例如河道渠化、築壩可能減少下游懸浮顆粒（Cloern & Jassby, 2012）。

本計畫比對了各樣點採樣時間前一天雨量資料（表4.2-1），發現第二季大安溪上游於採樣前一天有55 mm的降雨量，推測可能為該次大安溪口懸浮固體濃度明顯較高的原因之一；而第三次彰濱工業區的懸浮固體濃度明顯較高，雖於5月2日進行該區域調查時，發現該區域有工程船隻與工作平臺進行作業（圖4.2-1），但8月25日進行該區調查前後無法確認附近工程是否有進行作業，因此是否與此相關目前無法釐清。



圖 4.2-1 5 月 2 日於彰化崙尾水道口附近所攝得工程施工照

白海豚目擊數量雖與對應水質測站之葉綠素 $a$ 濃度無顯著相關 ( $p=0.095$ )，但其目擊海域與當季較高葉綠素 $a$ 濃度略有重合。例如第一、二次的較高葉綠素 $a$ 濃度分布於雲林彰化海域，目擊地點集中於大肚溪口、彰濱工業區、新虎尾溪口與外傘頂洲海域；第四次調查所有樣點無明顯較低的葉綠素 $a$ 濃度 ( $0.42 \sim 3.41 \text{ mg m}^{-3}$ )，苗栗至嘉義沿海均有目擊記錄。

根據主成分分析結果顯示，葉綠素 $a$ 濃度與懸浮固體濃度確實呈負相關，雖本計畫調查之白海豚目擊數量對照鄰近水質測站的葉綠素 $a$ 濃度未有顯著關係，但根據林幸助老師於新虎尾溪口的研究 (Lin et al., 2021) 顯示葉綠素 $a$ 與白海豚族群分布有顯著相關，說明白海豚的分布可能與食餌資源分布有關，待未來以相同調查方法持續累積相關資料，可做為未來擬定臺灣西部沿海瀕危白海豚保育策略之參考依據。



表 4.2-1 各樣點採樣前一天雨量資料

\*雨量測站選自觀測資料查詢系統 V6.32 中距採樣樣點最近之雨量測站。

樣點	對照 雨量 測站	經度	緯度	採樣前一天雨量 (mm)			
				5 月	6、7 月	7、8 月	9、10 月
中港溪口	大河	120.948578	24.618069	0.5	0.0	0.0	0.0
大安溪口	卓蘭	120.824753	24.312764	0.5	55.0	0.0	0.0
大甲溪口	石岡	120.777644	24.276061	0.5	1.0	0.0	0.0
臺中港外	梧棲	120.523381	24.256003	0.0	0.0	0.0	0.0
大肚溪口	龍井	120.528972	24.184536	0.0	0.0	0.0	0.0
彰濱工業區	鹿港	120.430481	24.075300	0.0	0.0	0.0	0.0
濁水溪口	西螺	120.467394	23.800407	0.0	0.0	0.0	0.0
新虎尾溪口	崙背	120.318925	23.755550	0.0	0.0	0.0	0.0
外傘頂洲	東石	120.153850	23.458927	0.0	0.0	0.0	0.0
八掌溪	東後寮	120.248065	23.369908	0.0	0.0	0.0	0.0
曾文溪口	安南	120.144861	23.076694	0.0	0.0	0.0	0.0

### 4.3 以無人機影像分析鯨豚體長建議

本計畫使用的兩種測量法，5隻個體平均體長標準差介於0.76～8.02 cm（表4.3-1），因此認為以GSD進行換算的方法為可行的。以船作為比例尺，搭配軟體分析，可快速獲得海豚體長，節省相關前置作業處理時間；以GSD進行換算，則須比對無人機當下飛行高度，且飛行高度可能因資料儲存延時導致些微誤差，後續帶入公式換算可能產生誤差的機率較大。若能以此船隻作為參照之法進行，則應以此法優先，並同時於使用此法時是以友善接近鯨豚的方式，進行調查的拍攝；而以GSD進行換算則為無船隻時可供對照的備案。

三段影片中可大致分為幼豚及青少年兩類群的體長，幼豚的平均體長介於128.98～138.40 cm以及166.14～169.61 cm；青少年的平均體長則介於189.63～211.90 cm之間。

表 4.3-1 不同量測法之白海豚體長對照表

日期_群次_影片來源		20210502_02_0007				
個體編號		1	2	3	4	5
以船隻為比例尺	平均體長 (cm)	195.91	201.15	167.20	137.00	203.73
	標準差	6.65	6.75	4.79	1.23	2.30
以 GSD 進行換算	平均體長 (cm)	201.12	198.85	166.14	128.98	204.49
	標準差	15.08	20.12	17.73	24.36	17.23
兩者相差	平均體長 (cm)	5.21	2.30	1.06	8.02	0.76

而不論是用哪種方法進行體長量測，都會受無人機相機鏡頭所帶來的形變影響，不到3公尺的鯨豚易受此影響產生誤差，故若要減少此誤差，於拍攝中應盡量使鯨豚位於畫面中心。在量測體長前，亦應如同照片辨識先進行照片分級，照片應清楚可見鯨豚首尾、鯨豚身軀成筆直且皆位於水面下或水面上，若鯨豚有上浮、下潛、抬頭、拱身、側身、舉尾、交錯等動作，都極易造成量測結果差異。

本計畫嘗試結合無人機影像與個體辨識結果，希冀建立單一個體的體長資訊，但由於無人機拍攝角度不同，拍攝部位多為海豚頭部，可辨識的特徵值與一般個體辨識的不同（海豚身體兩側），造成兩者資料比對

上的困難，且又有無人機錄製影片解析度不高、海面反光、海豚佔畫面比極低等因素影響，將海豚放大後，無可辨識之特徵，故無法辨認出影片中的個體。

#### 4.4 資料庫彙整與白海豚重要棲息環境工程分析

傳統系統性調查所得之資料與公民科學所蒐集資料各具不同優勢，傳統系統性的調查雖需之時間與經費皆較高，但資料品質穩定一致、解析度高、精準度較高。而公民科學之資料，除了集結公眾之力、且具教育民眾與民眾共同參與外，其耗費成本較低，可蒐集較大量的資料，但其資料品質、可應用性具限制且資料需經校正或篩選方可分析。因此為補充與增加了解目前白海豚於水深30公尺內目擊情形，本計畫彙整2010年至2021年的公民科學結果以及具白海豚目擊紀錄之平臺資訊，如：iNaturalist、IOCEAN、社群媒體以及海巡護永專案之結果。截至2021年10月31日共彙整144筆資料，包含iNaturalist 7筆、IOCEAN 55筆、漁民船長20筆、社群媒體30筆及海巡32筆。透過彙整資料欄位日期、個體數及目擊地點描述，發現iNaturalist、IOCEAN及海巡護永專案，其資料稍較完整一些，但漁民船長、社群媒體及其他海巡資料，皆有部分資料缺漏或待校正之處，如社群媒體所蒐集的資料，易具目擊時間與上傳時間不同的問題，使得無法確認是否目擊時間。且大部分目擊點位之座標都位於水深30公尺內，有少數目擊點位超過50公尺水深線（圖4.4-1），雖無法排除白海豚於此區域出現之可能性，但此類資料建議依分析目的先進行資料整理與校正再適當使用。

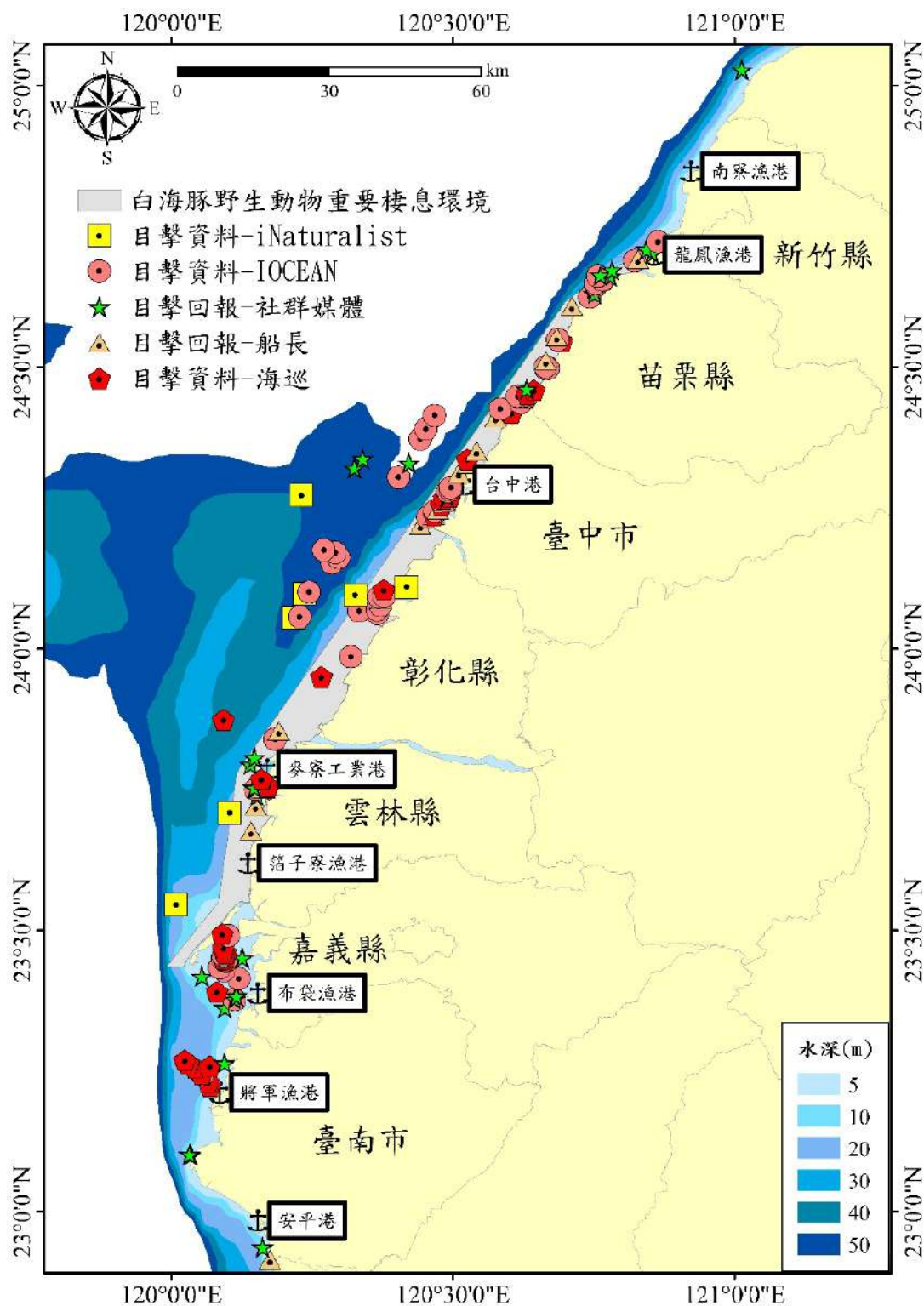


圖 4.4-1 公民科學白海豚目擊點位分布圖 (2010-2021 年)

本年度白海豚個體資料庫，除了盤點個體再次被目擊的情形外，亦彙整臺中港三年調查目擊資料，但仍僅有3隻新辨識出的個體可增加至資料庫中，資料庫累積辨識個體數為67隻。建議未來可透過生態手冊的修訂及盤點消失個體，向大眾、專家學者及相關調查單位協助相關單位尋找白海豚個體蹤跡，比對各單位所目擊幼豚個體，以利評估目前白海豚族群現況。

2020-2021年公民科學目擊紀錄中，可見多數紀錄位於水深30公尺內，僅少數4筆，位於水深30公尺以上（圖4.4-2），這四筆資料來源分述如下：

1. 2020年6月為海巡敘述距離汶港1.5海里處目擊，影像畫面不佳。
2. 2021年的3筆目擊來源則皆為社群媒體，其中一筆為海巡署的官網臉書與新聞紀錄說明為艦艇於距岸1.5海里遠目擊，但從影片中可見陸地推測白海豚實際出現的位置可能離岸更近。

通常距岸較遠時易有高估距離的情況出現，需藉由教育訓練與量測工具來建立距離感的正確判斷。或提出一套上傳資料過程中，詳細記錄觀測方法及目擊環境的描述，並藉由其他地區上傳者或該區域專家學者，共同檢視與確認資料的準確性，以提升資料品質及可信度。

提升資料品質及可信度後，若未來公民科學與目擊資料筆數累積至棲地分布模型及統計分析可進行分析，則便可透過公民科學資料來分析鯨豚出現及估算族群密度等情形，如北大西真海豚族群密度的估算，為藉由賞鯨業的路線估算，將2006年至2017年所累積近1,000筆公民目擊的資訊，以Two-stage Density Surface Modelling (DSM) 進行族群密度估算分析 (Robbins et al., 2020)。

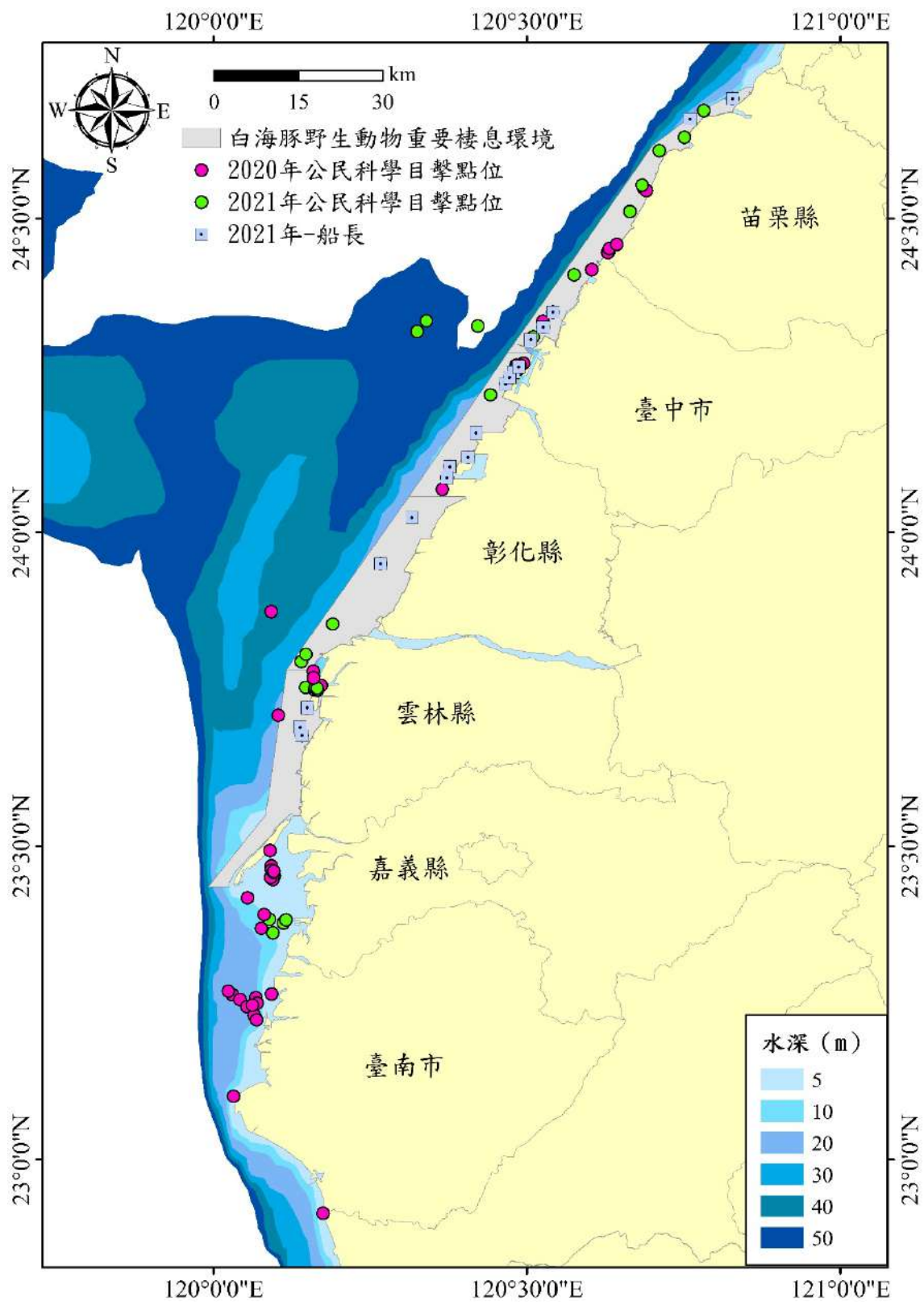


圖 4.4-2 公民科學白海豚目擊點位分布圖 (2020-2021 年)



將歷年公民科學資料與所有海域相關工程範圍套疊，則可發現白海豚的目擊點位（圖4.4-3）與臺中港白海豚目擊點位（圖3.3.2-6）趨勢相似，施工範圍內皆有目擊紀錄。本計畫初步分析2018-2021年白海豚觀察行為與棲地利用趨勢，臺中港所目擊群體行為多以游走為主，且同時出現覓食等其他行為。香港沿岸工程之白海豚影響研究（Piwetz et al., 2021）指出香港的白海豚於工程期間最常目擊行為以游走與覓食為主，而休息的行為僅於非工程範圍才有目擊，此外該研究也發現於工程期間，海豚游速有增加的現象。因此，臺灣白海豚的游走行為頻度增加，並伴隨覓食及其他行為發生的現象，是否可能因過於繁忙的交通航運、工程數量的提升及整體人為活動干擾的累積效應使其棲息環境品質下降相關，為未來須關注重點。

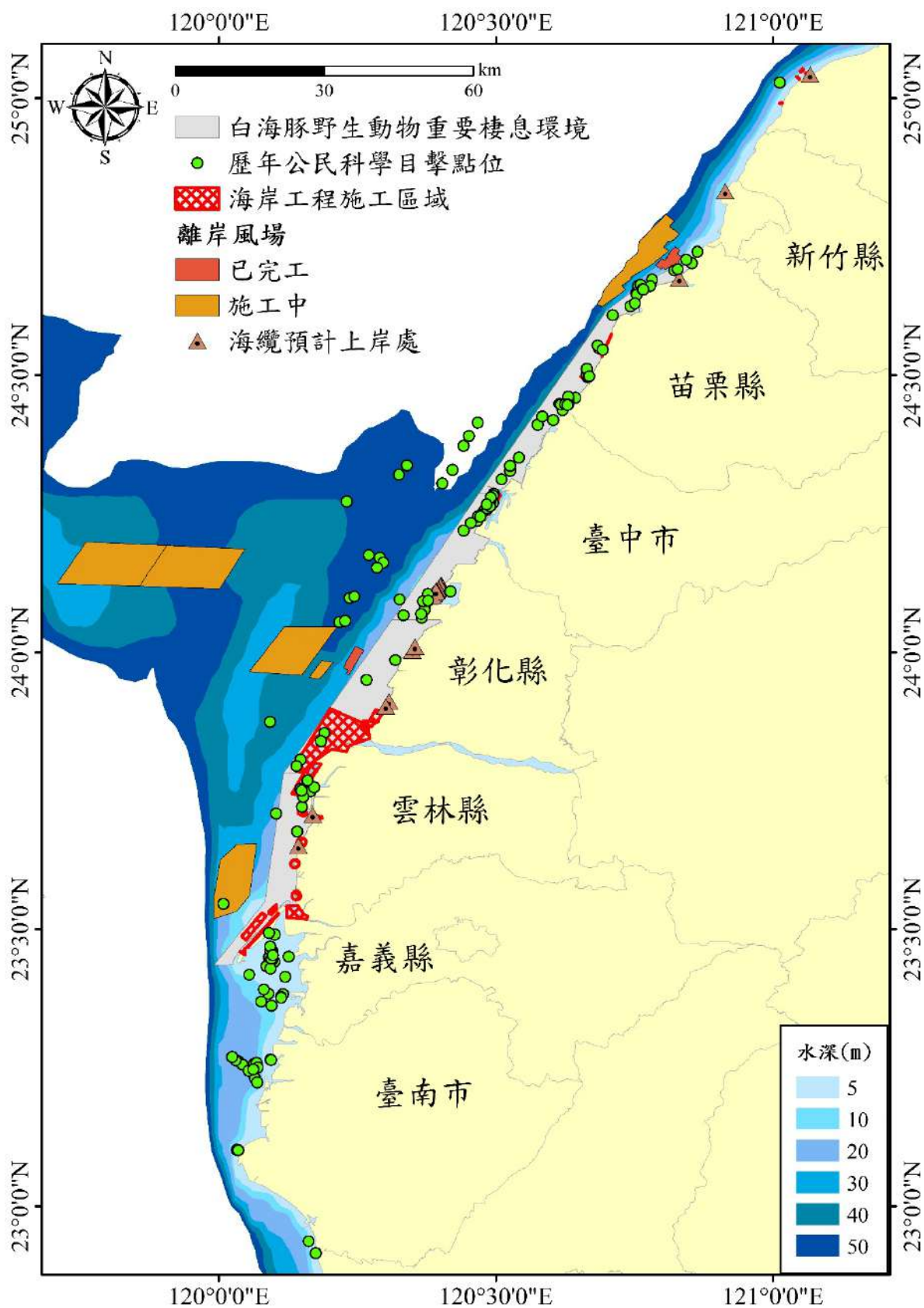


圖 4.4-3 歷年公民科學目擊點位與海域相關工程施工範圍

彙整2018-2020年臺中港調查成果及歷年海保署計畫所重複目擊38隻個體發現位置（圖4.3-4至圖4.3-11），可發現不同個體活動範圍的偏好及變化趨勢。OCA001-OCA008個體較常於臺中以北區域出沒；而OCA009-OCA019、OCA023及OCA042等個體活動範圍較廣（苗栗至嘉義）；其餘的個體則於臺中以南目擊。建議持續累積與追蹤白海豚個體，掌握其活動範圍變化，以利規劃重要棲息環境管理。

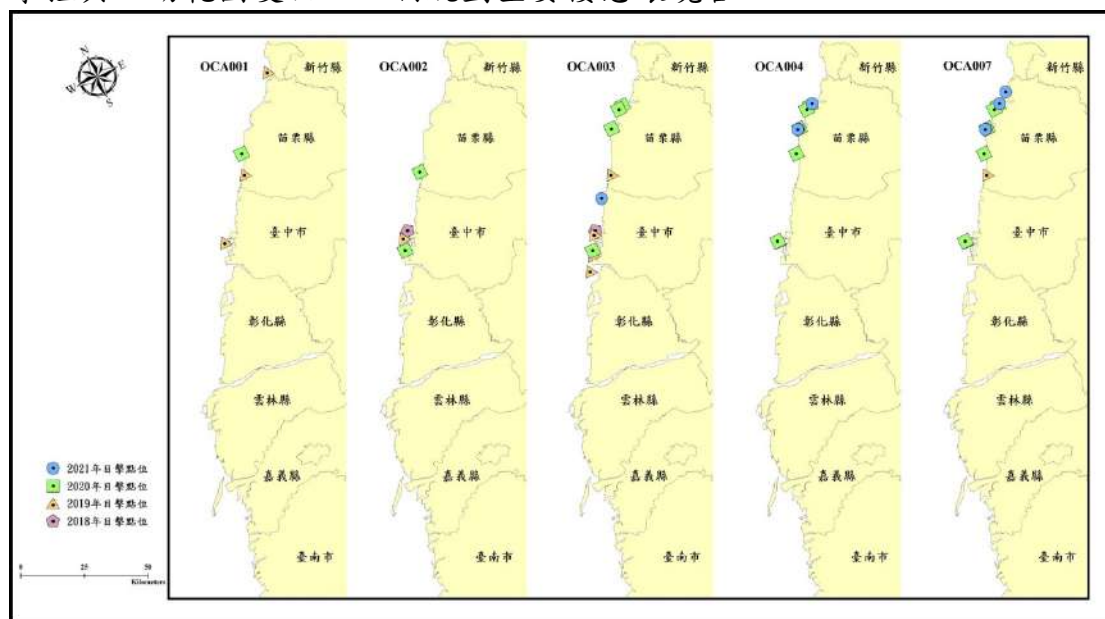


圖 4.4-4 歷年白海豚個體活動履歷-1

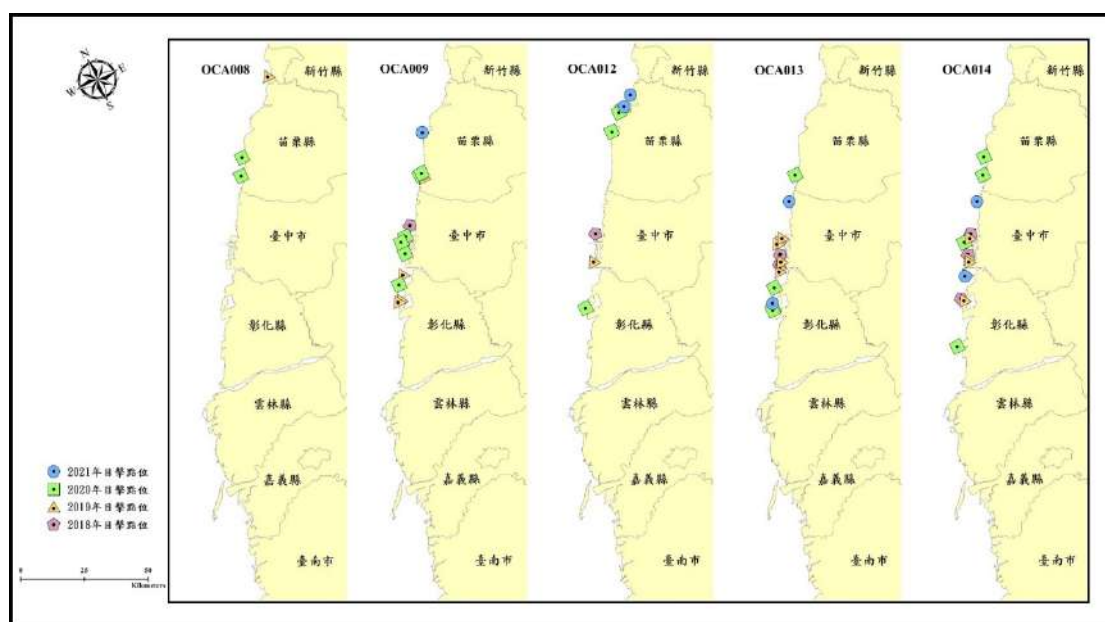


圖 4.4-5 歷年白海豚個體活動履歷-2

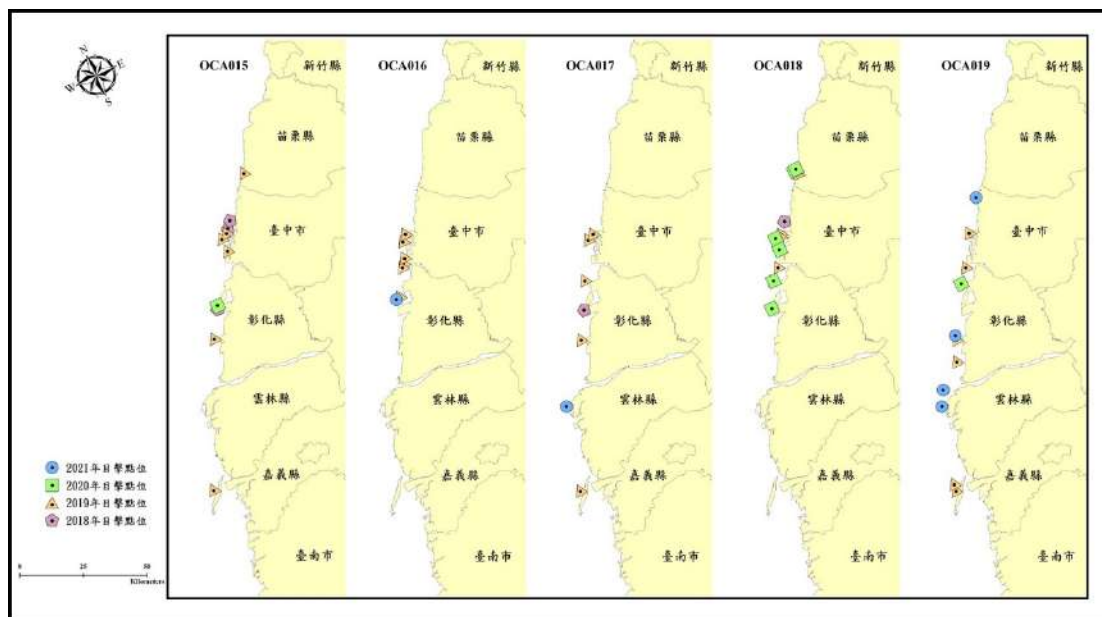


圖 4.4-6 歷年白海豚個體活動履歷-3

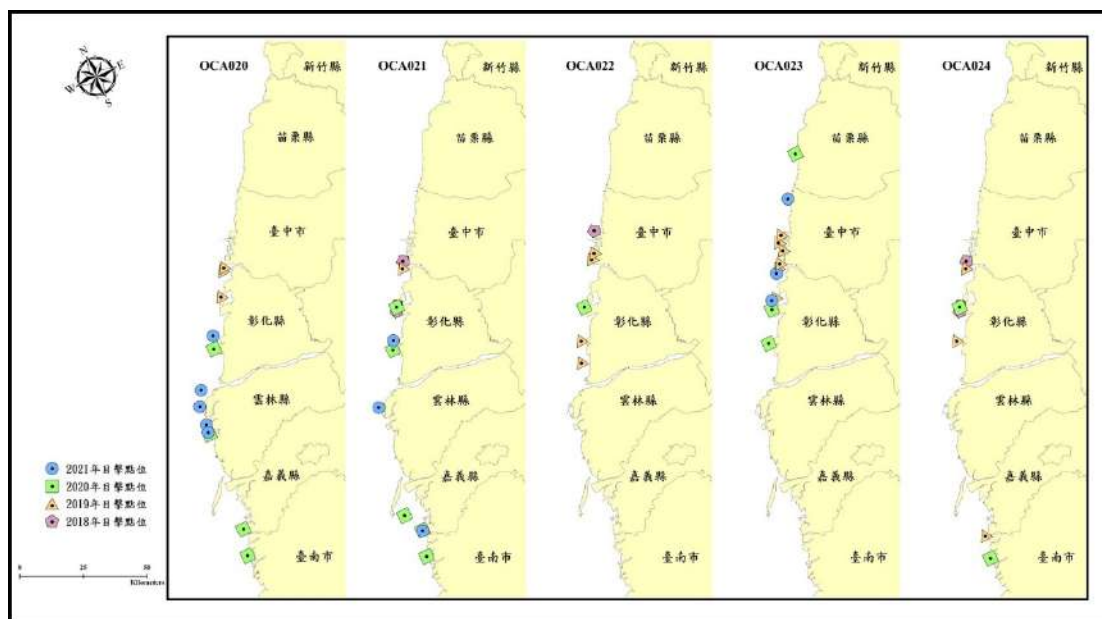


圖 4.4-7 歷年白海豚個體活動履歷-4

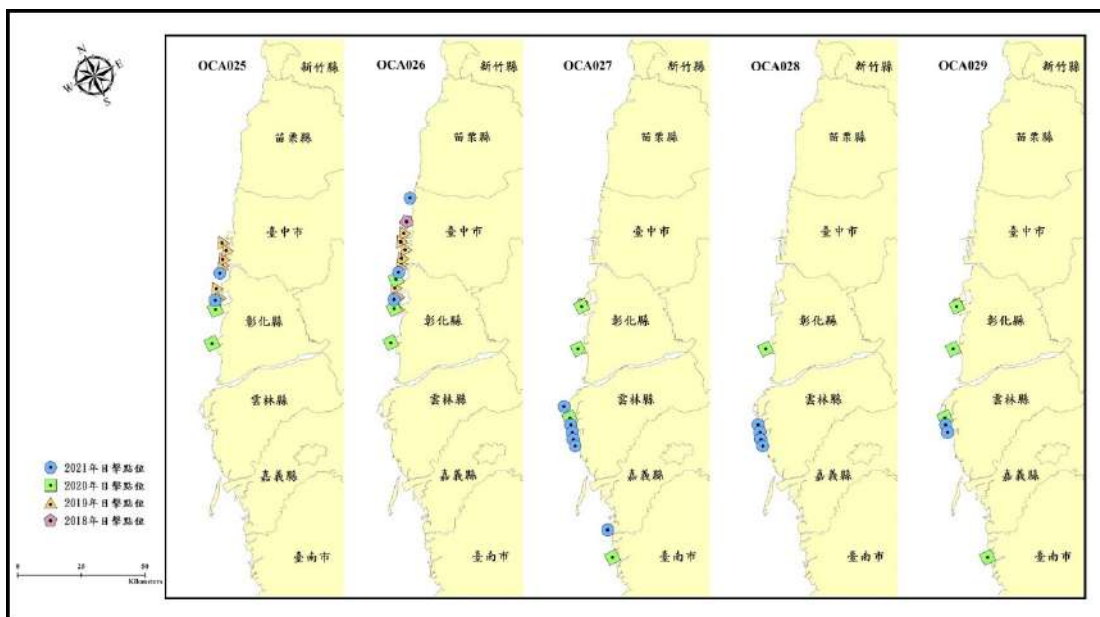


圖 4.4-8 歷年白海豚個體活動履歷-5

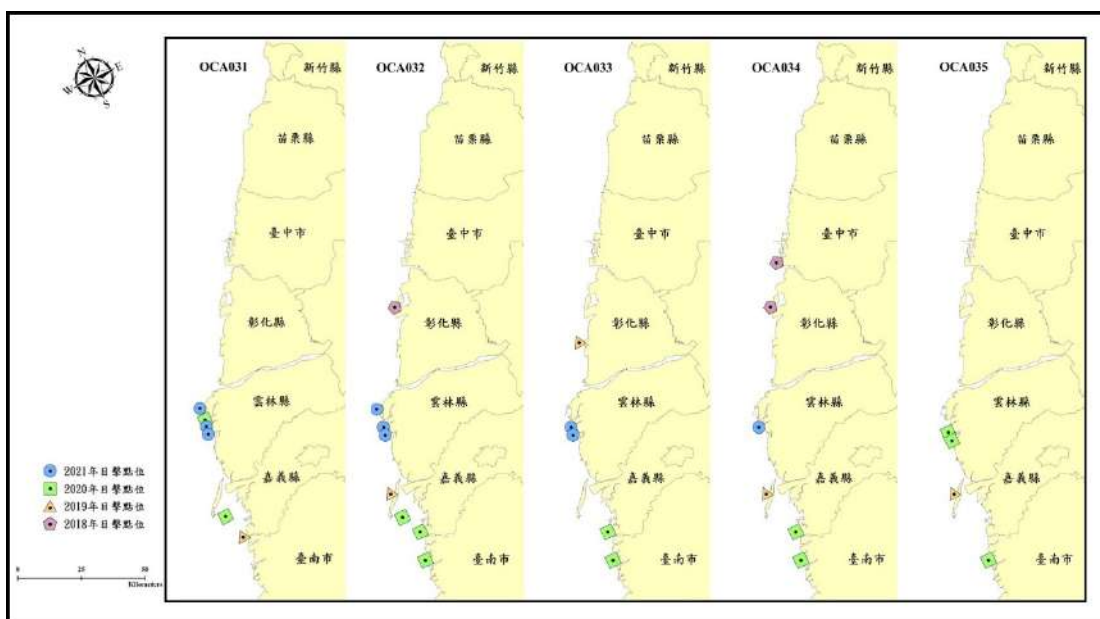


圖 4.4-9 歷年白海豚個體活動履歷-6



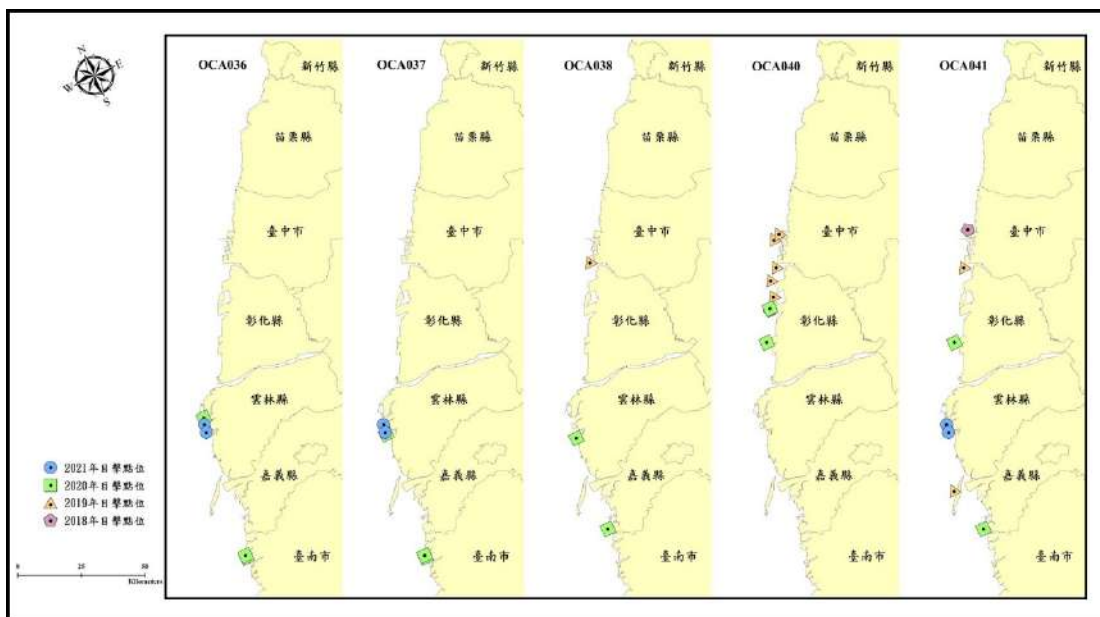


圖 4.4-10 歷年白海豚個體活動履歷-7

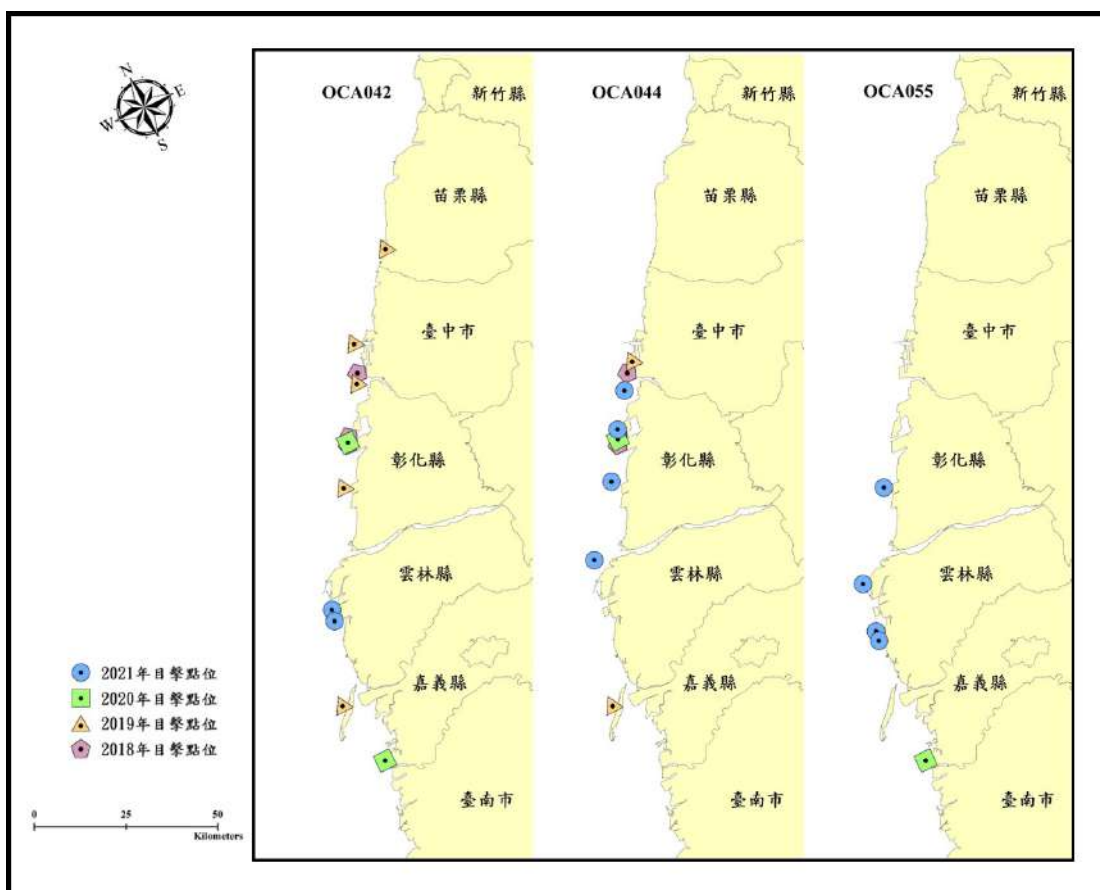


圖 4.4-11 歷年白海豚個體活動履歷-8



## 4.5 白海豚重要棲息環境與海岸變遷滾動式修訂建議

氣候變遷與海岸變遷為目前各國必會遇到的環境議題，隨著氣候變遷的加劇，突發性的天氣事件將導致各種能量擾動轉換，進而對海岸產生各種物理及生態層面之衝擊（許泰文、錢樺，2013）。臺灣的海岸遭受颱風暴潮溢淹、海岸棲地減少、降雨型態之改變及侵蝕等問題日益加劇（郭一羽，2006；Hsu et al., 2000），使得臺灣海岸地形快速變遷。臺灣具大幅度變遷之海岸，除了臺中港港區北堤之北邊（圖4.5-1）以及外傘頂洲（圖4.5-2）之外，彰化縣及雲林縣沿岸地形亦隨時間而有劇烈變化。

白海豚重要棲息環境之邊界會因海岸地形自然變遷及人為海岸建設，而產生與現況不符的情形，部分範圍已涵蓋永久陸地，如臺中港北區。比對Google地圖最新的衛星影像也可觀察到因突堤效應導致北堤北區的淤沙增長之現象；外傘頂洲則因濁水溪輸砂量不足，侵蝕速度快，使其面積逐漸縮小並往南漂移。因此，重要棲息環境之東界有滾動式修正與訂定之必要，本計畫依據2021年8月3日「中華白海豚野生動物重要棲息環境」東界滾動式修正會議討論結論，依據營建署2018年內政部107年8月3日台內營字第1070812160號公告「海岸地區範圍」與參照營建署2021年8月6日修正海岸地區中「平均高潮線GIS數值」等圖資，以修正之平均高潮線為基準向海外拓50公尺為臺灣海岸線現況的參考；另透過重要棲息環境東界延伸進港區範圍，則將以該港口南北堤連線為東，完成重要棲息環境東界之檢討，共建議調整27處位置，詳細請見附錄四。

本計畫綜整過往林務局調查結果、近兩年公民科學目擊資料及本年度目擊點位，發現於重要棲息環境外，外傘頂洲以南的淺水域及嘉義與臺南的交界處，具白海豚活動目擊位置，且嘉義八掌溪及臺南將軍一帶白海豚目擊逐年增加趨勢（圖4.5-3），另外外傘頂洲固砂工程的規劃將於111年進行施工，因此各部會、專家學者、縣市政府與相關權益關係人應於野動諮詢委員會、白海豚專家小組會議或其他相關會議通盤檢討是否滾動式調整外傘頂洲處的東界與擴大重要棲息環境之南界議題。此外，重要棲息環境範圍的邊界亦建議應配合生物分布趨勢及海岸地形變遷，於未來三年或五年間進行通盤檢討，並討論保育措施的成效。

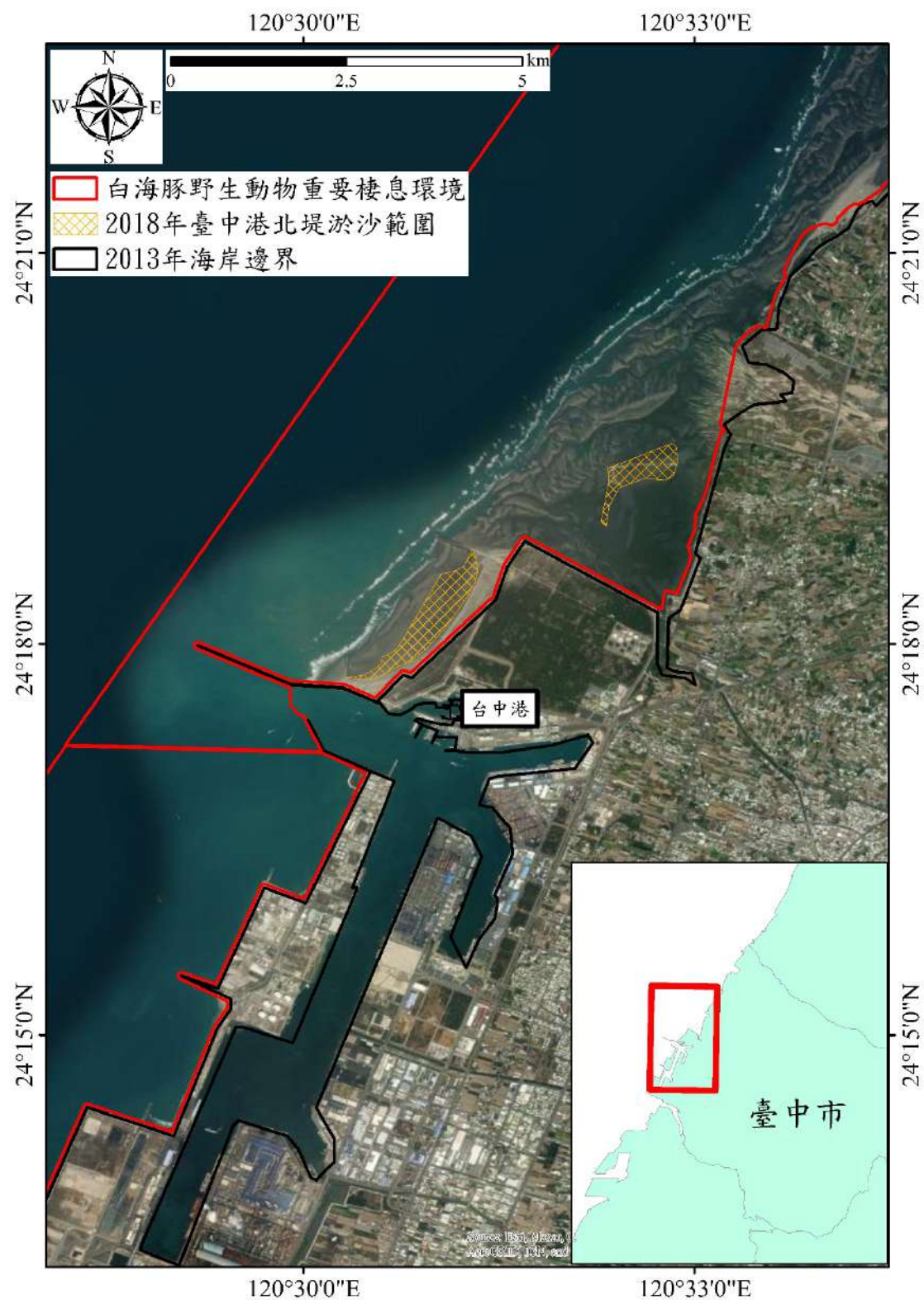


圖 4.5-1 臺中港北堤淤沙變遷 (2013-2021 年)

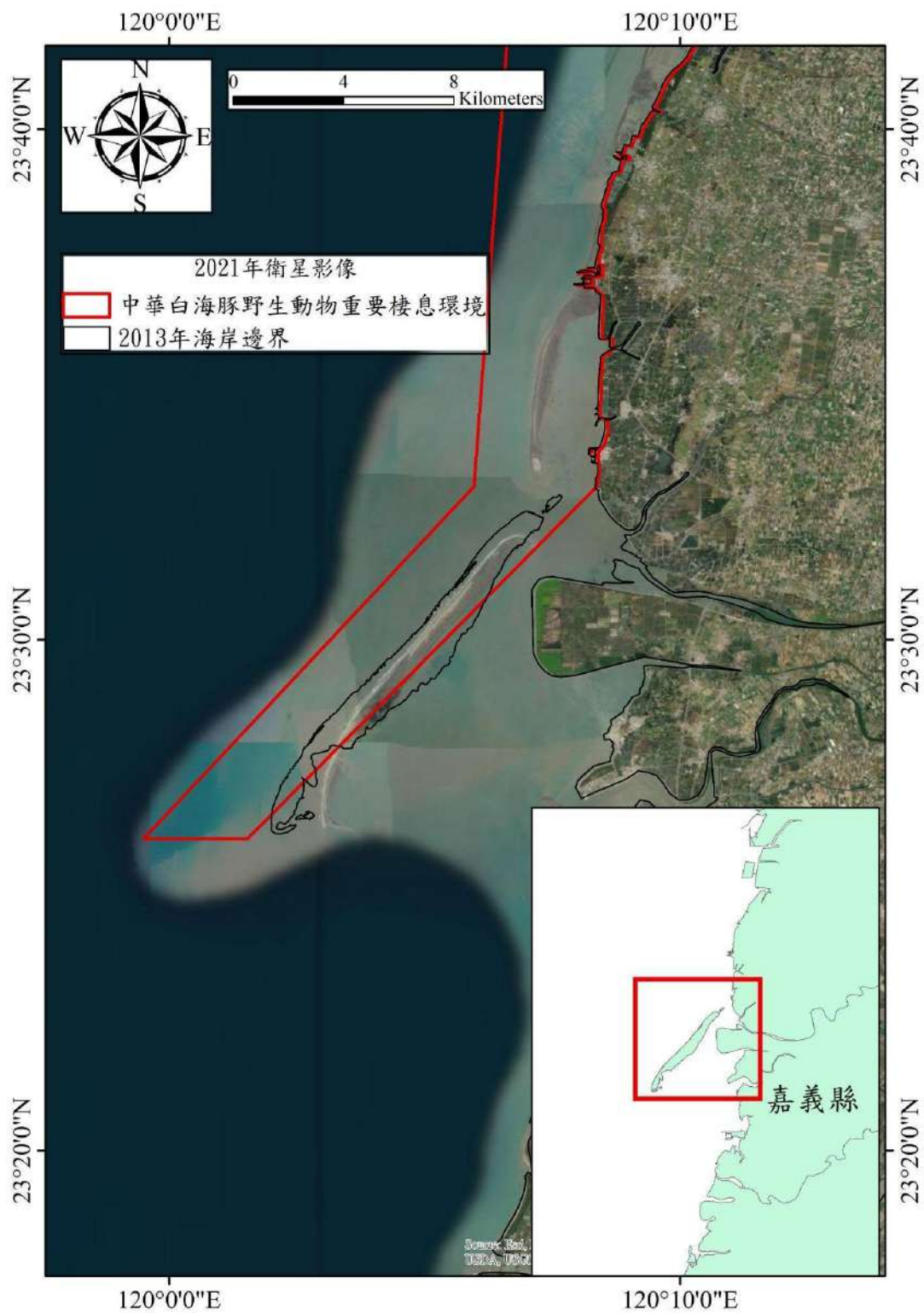


圖 4.5-2 外傘頂洲飄移 (2013-2021 年)



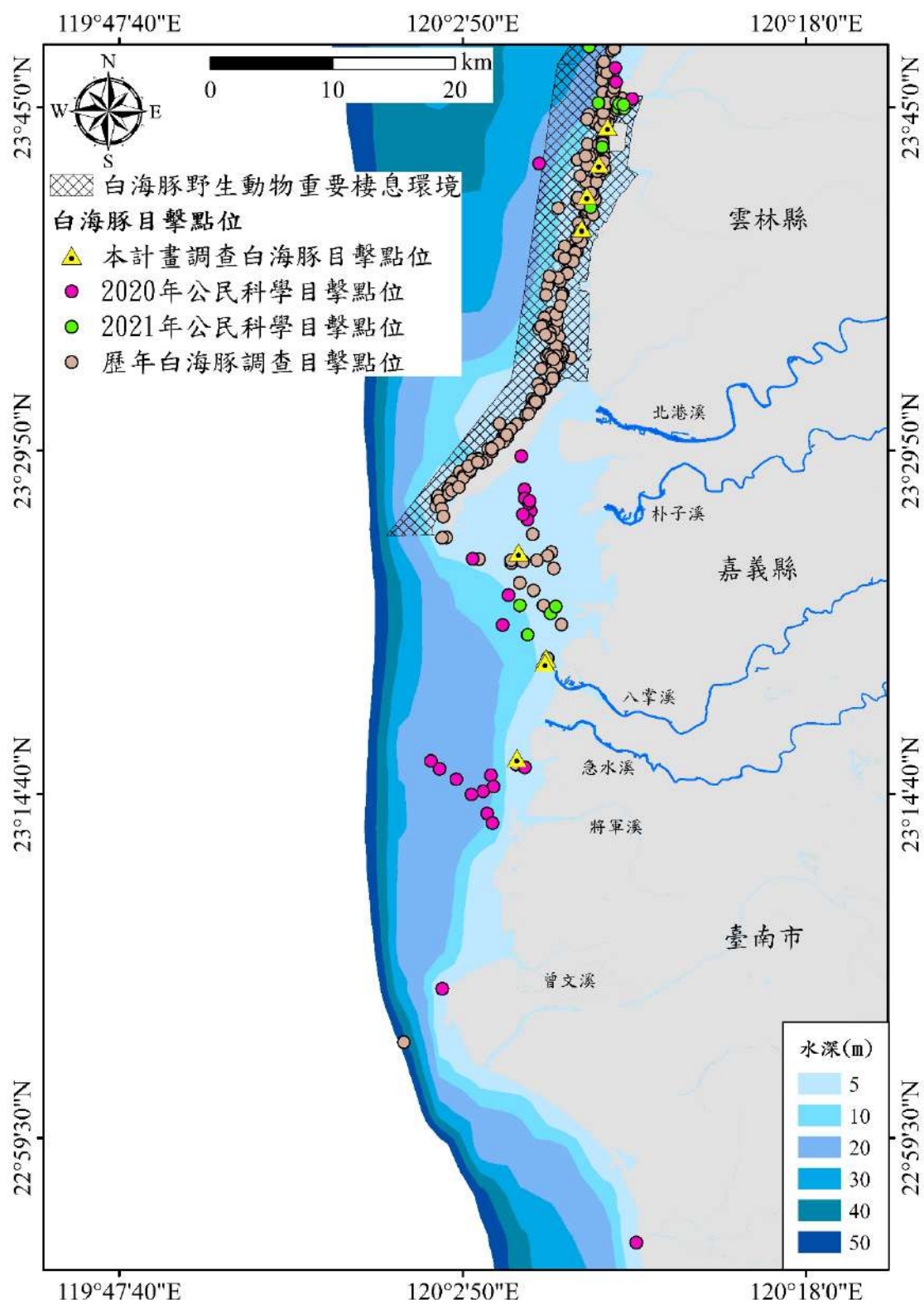


圖 4.5-3 外傘頂洲以南白海豚目擊位置 (2016-2021 年)

## 4.6 白海豚生態風險評析建議

生態風險評估，如同行之有年的環境影響評估，為一種方法和程序，並提供原則性的架構和方向，可透過議題描述、風險分析與風險特徵，以預期預估危害發生或針對危害發生後來訂定出處理流程等，已於國外行之有年。美國環境保育署於1992年至1996年完成生態風險評估指導原則 (U.S EPA, 1992)，並以此方法架構來協助進行環境影響評估；南非也以生態風險評估的主架構來引導整體環境管理計畫 (IEM) 中的環境影響評估程序 (Claassen, 1999)。而國內也曾有專家學者提出「生態環境影響評估學」來平衡生態與人文的衝擊考量，但後期較常應用於工程或化學汙染層面，以評估辨識危害的作業流程或如何降低作業流程的危險風險為主。目前於生態層面應用此方法的案例為2004年清理墾丁國家公園龍坑生態保護區，受擱淺貨輪的燃油滲漏汙染珊瑚礁生態系統 (張慶生、陳宜清, 2007)、2009年研析太平洋鮪釣漁業對意外混貨海鳥的衝擊及2014年中西太平洋鮪釣漁業旗魚類的生態風險評估 (孫志陸等人, 2014) 等。

本計畫以臺中海域的白海豚族群為受體進行風險評估流程示範操作，其中參考了漁業卸貨聲明資料、漁船航跡 (VDR) 及航運 (AIS) 等資訊，但由於漁船航跡及航運的資料量太大，且資料格式目前無法讀取，僅能粗略以網格化於西部沿海水深30公尺，進行趨勢分析，故目前只了解西部沿海水深30公尺內漁船航跡與航運量，初步參考此資料量，將目擊點位進行套疊 (圖4.6-1、圖4.6-2)，觀察漁船航跡及航運對白海豚之潛在影響 (如：船隻撞擊及船舶噪音)，而具體影響則待資料足以達棲地模式分析所需資料筆數，如白海豚個體或群體熱點分析、活動範圍的分析，透過套疊漁船航跡及航運熱點或其他地理分析模式，則可更進一步了解重疊範圍與區域，如：地中海的保護區將鯨豚目擊點位與航運活動點位，進行鯨豚的活動熱區及航運的熱區的分析，並進一步套疊後，指認出重疊區域，並透過管理進入該區域的航速 (降速) 及航線 (更改航向或航線)，方可降低與鯨豚使用區域重疊 (Pennino et al., 2017)。

故透過上述的資料盤點、分析並將資訊整合整併後，進入生態風險評估方法分析其結果，而其中指認危險因子、影響白海豚生存因子、影響因子的嚴重性等等，皆可透過召開野動諮詢委員會、白海豚專家諮詢小組會議及其他相關權益人平臺會議等共同來評估，使得評估後的結果，

可作為海域保育與管理工作的參考。

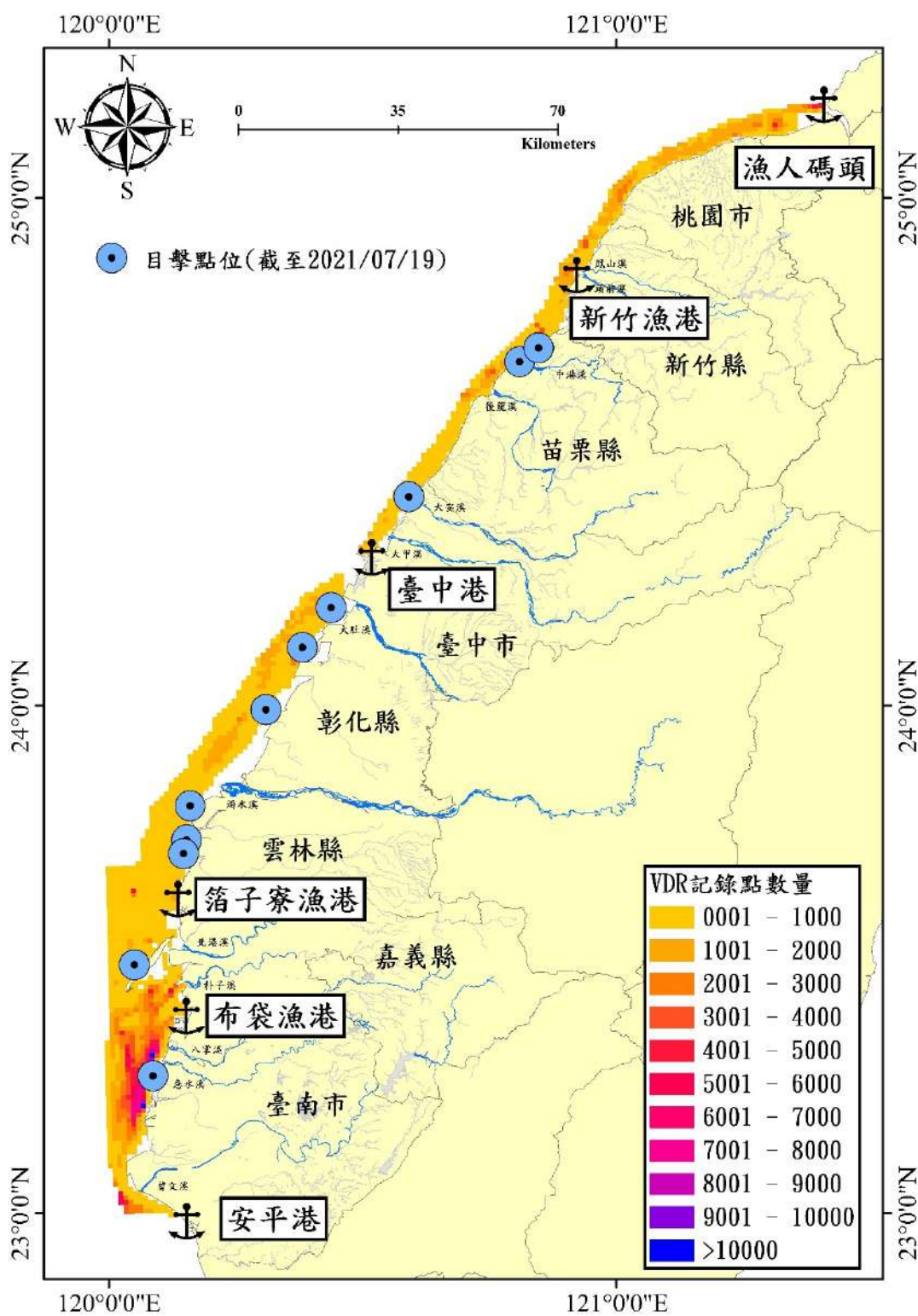


圖 4.6-1 漁船航跡與目擊點位比較 (2021.1-2021.7)



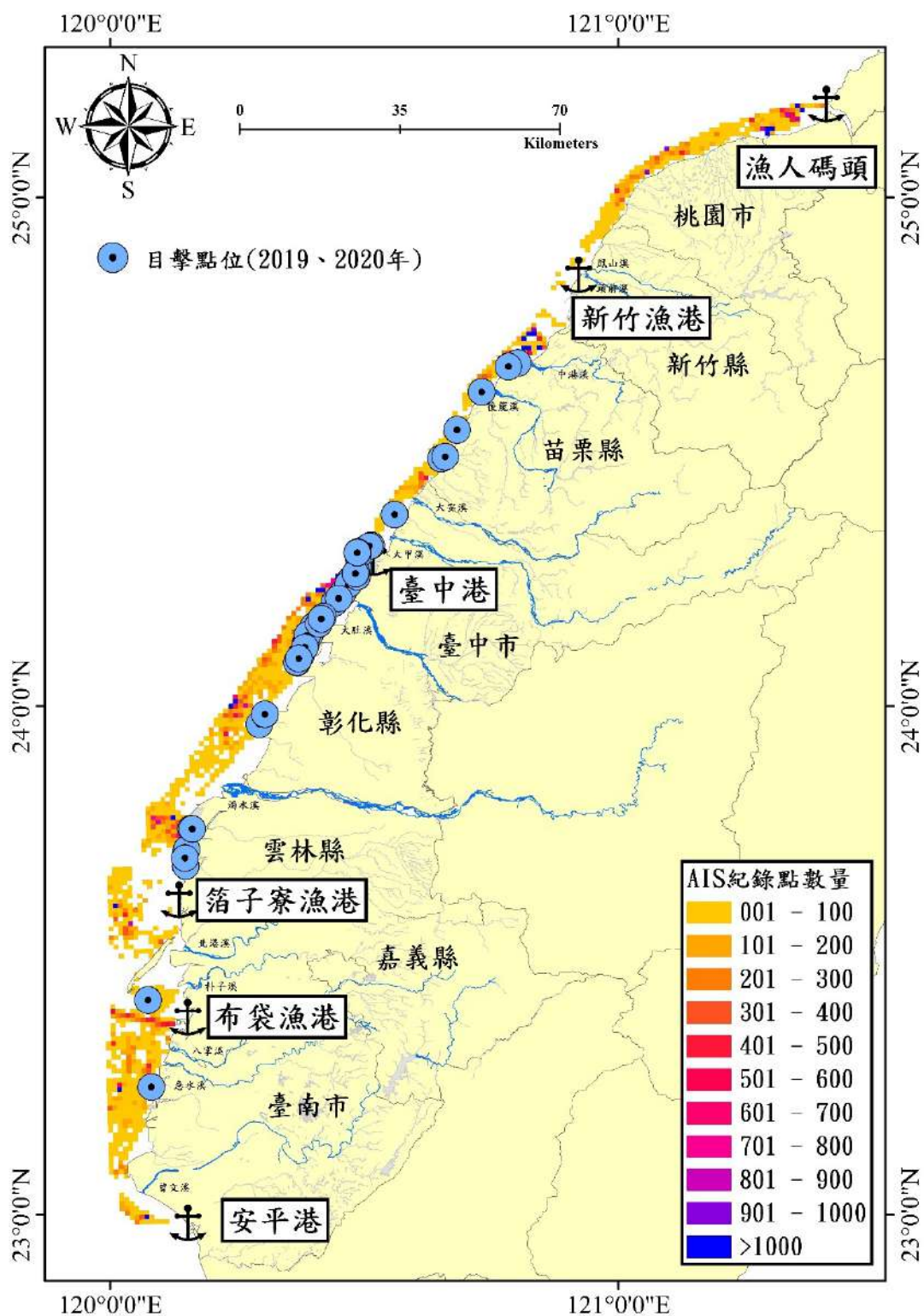


圖 4.6-2 航運與目擊點位比較 (2019-2020 年)

## 4.7 效益分析

成果目標 與效益	指標 (依原核定工作計畫書或新增)	成果 (值)	說明
可量化 效益	西海岸白海豚海上觀測	8 次	淡水至安平海域完整調查
	海上觀測環境因子	1 套	海上觀測之環境因子
	白海豚空間分布分析	1 套	西海岸白海豚空間分布
	白海豚群次移動路徑分析	1 套	目擊群次移動路徑
	白海豚個體資料庫	1 套	個體資料庫建置
	無人機輔助監測	4 趟	無人機輔助式調查成果
	水下聲學紀錄器	1 套	水下聲學輔助式調查成果
	工程圖層套繪	1 套	工程盤點分析
	重要棲息環境滾動式修正	1 套	重要棲息環境套繪
不可量化 效益	1. 公民科學資料目擊蒐集彙整 2. 電子文案-4 篇 3. 海洋漫波季刊-300 字結果 4. 白海豚相關學術研究綜整 5. 協助白海豚野生動物重要棲息環境範圍滾動式劃設及諮詢 6. 協助聯繫與了解定翼機廠商與評估定翼機可飛行之可行性 7. 白海豚生態風險評析 8. 提供白海豚工程相關案件的建議與意見 9. 列席白海豚專家諮詢小組 10. 相關專業諮詢及協助		

## 第五章 執行中遭遇之困難及因應對策

### 5.1 漁業、航運資料量過大及資料處理時間不足

本年度透過海保署所取得卸魚聲明資料、船舶自動識別系統 (AIS) 及漁船航行紀錄 (VDR) 相關資料的時間為8月底至10月初，且不論是卸魚聲明資料、漁船航行紀錄資料筆數皆至少9萬筆以上，尤其是船舶自動識別系統資料，因其檔案格式特殊且每筆檔案資料量龐大可達幾兆筆，取出檔案中可利用的資訊耗費多時，因此本團隊僅能分析少數可讀取之年份，藉由經緯度的多種篩選，剔除非所要分析之區域後，提供初步分析的資訊供參考。

若未來可事先與取得資料單位，了解其資料格式，並透過海保署充分溝通討論欲分析目標，方可更進一步深入分析探討。

### 5.2 無人機調查及量測海豚體長

為了避免拍攝角度影響量測海豚體長，拍攝海豚時會調整雲臺斜角為-90度，而這樣的作法使得可見範圍縮小，追蹤的過程中易失去海豚蹤跡，進而導致無人機為了維持一定的搜尋範圍，飛行高度不能太低；此時若拍攝到海豚的話，海豚佔畫面比則會較低，後續使用此段影片作體長量測則解析度會較低，致使海豚體長的量測產生一定比例的誤差。故飛行高度是影響調查及後續分析作業一大因素，如何權衡非常考驗飛手飛行技巧及追蹤海豚的熟稔度。

使用船隻作為比例尺的前提是拍攝畫面同時含有鯨豚及船隻，但鯨豚若距離船隻較遠時，則無法使用此法，除本計畫另尋藉由攝影測量學的概念進行換算，或可嘗試拍攝大量不同高度下的船隻做比例尺參照。

7月4日目擊海豚的時間接近中午，拍攝角度垂直海平面，產生嚴重的反光，無法分辨海豚與水花之間的界線，體長難以量測，後續調查若於接近正中午時或發現海面眩光嚴重時，應加裝偏光鏡，減少光線產生的問題。

調查前未注意到無人機的飛行資訊自動上傳雲端會延時，造成查詢無人機飛行高度有困難，後利用座標、雲臺角度等多方比對校正時間，

但本次利用GSD換算所使用的高度參數可能還是會與實際飛行高度有些微的差異。未來調查，無人機與單眼相機應做時間校正，或紙本記錄飛行時間，以利後續資料比對。

### 5.3 新冠肺炎疫情影响調查安排

本計畫調查期間受新冠肺炎影響，於政府發布三級警戒時，為降低染疫的風險，建立新的調查流程安排，將調查人員分成兩組，相同調查人員固定執行同區域的調查，要求調查人員避免或減少搭乘大眾運輸，住宿選擇非中央空調之民宿或飯店，調查期間全程配戴口罩、量測體溫及使用酒精消毒清潔。且搭乘娛樂漁船也同時受到管制，需重新申請相關公文等文件，故在調查安排及協調較以往耗費行政作業時間。

## 第陸章 參考文獻

- 山城資源開發股份有限公司，2018。申請展延開採苗栗縣苑裡鎮苑裡防波堤  
外海淤積砂 野生動物重要棲息環境開發利用申請書。山城資源開發股份有  
限公司。
- 工業局，2018，桃園市觀塘工業區工業專用港環境影響說明書環境現況差  
異分析及對策檢討暨環境影響差異分析報告。行政院經濟部。
- 中興工程顧問股份有限公司，2018。臺中港外港區擴建計畫（第一期）環  
境影響說明書。臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司、台灣電力股份  
有限公司。
- 王子豪，2020。爭取離岸風電第三階段之風場。焦點事件。取自：  
<https://www.eventsinfocus.org/issues/7146072>
- 王鑫，2010。西部海岸。臺灣大百科。取自：  
<https://nrch.culture.tw/twpedia.aspx?id=1443>
- 白梅玲、連裕益，2019。108 年度臺灣西部沿海白海豚族群監測計畫成果  
報告（108-C-4）。海洋委員會海洋保育署。
- 艾奕康工程顧問股份有限公司，2020。永安漁港增設圍堤工程環境影響評  
估報告書。桃園市政府農業局。
- 光宇工程顧問股份有限公司，2013。海洋竹南離岸式風力發電計畫環境影  
響說明書。海洋風力發電股份有限公司籌備處。
- 光宇工程顧問股份有限公司，2015。離岸風力發電第一期計畫環境影響說  
明書。台灣電力股份有限公司。
- 光宇工程顧問股份有限公司，2018a。大彰化西南離岸風力發電計畫環境影  
響說明書。大彰化西南離岸風力發電股份有限公司籌備處。
- 光宇工程顧問股份有限公司，2018b。大彰化東南離岸風力發電計畫環境影  
響說明書。大彰化東南離岸風力發電股份有限公司籌備處。
- 光宇工程顧問股份有限公司，2018c。海能離岸風力發電計畫環境影響說明  
書。海能風力發電股份有限公司籌備處。
- 光宇工程顧問股份有限公司，2018d。海龍二號離岸風力發電計畫環境影響  
說明書。海龍二號風電股份有限公司籌備處。
- 光宇工程顧問股份有限公司，2018e。海龍三號離岸風力發電計畫環境影響  
說明書。海龍三號風電股份有限公司籌備處。
- 光宇工程顧問股份有限公司，2018f。雲林離岸風力發電廠興建計畫環境影  
響說明書。允能風力發電股份有限公司籌備處。
- 光宇工程顧問股份有限公司，2018g。彰化西島離岸風力發電計畫環境影響  
說明書。西島風力發電股份有限公司籌備處。
- 光宇工程顧問股份有限公司，2018h。彰化彰芳離岸風力發電計畫環境影響  
說明書。彰芳風力發電股份有限公司籌備處。
- 光宇工程顧問股份有限公司，2018i。離岸風力發電第二期計畫環境影響說  
明書。台灣電力股份有限公司。
- 光宇工程顧問股份有限公司，2018j。中能離岸風力發電開發計畫環境影響  
說明書。中能發電股份有限公司籌備處。

光宇工程顧問股份有限公司，2021a。彰化西島離岸風力電計畫環境監測報告，西島風力發電股份有限公司。取自：

<https://drive.google.com/file/d/1wUUupVqcyXMA7RgrParmN9a1UuG0GrGO/view>

光宇工程顧問股份有限公司，2021b，彰化彰芳離岸風力電計畫環境監測報告，彰芳風力發電股份有限公司。取自：

<https://drive.google.com/file/d/1wtdqLwy895D7u3xO2IfcGalZvpYr6x02/view>

行政院環保署，2002。營建工程噪音評估模式技術規範，行政院環境保護署。

余欣怡、林子皓、張維倫、黃祥麟、周蓮香。2010。利用標記-再捕捉法估計台灣海域之中華白海豚族群數量。中華白海豚種群間關係和保護國際研討會:34，南京，中國。

李佳紘，2016。以被動式聲學探討中華白海豚在河口的活動模式。國立臺灣大學生命科學院生態學與演化生物學研究所碩士論文。

邵廣昭、余欣怡、姚秋如、蘇淮、呂翊維、莊守正、黃世彬，2020。臺灣百種海洋動物。高雄市。

周蓮香，2009。確立瀕臨絕種或亟需保育之海洋生物資源現況及其生物學特性:臺灣西岸海域中華白海豚生態與漁業互動研究。行政院農委會漁業署委託計劃報告，63頁。

周蓮香、李政諦，2010。中華白海豚棲地熱點評估及整體保育方案規劃。98年度行政院農業委員會林務局委託研究計畫（98-林發-09.1-保-29(01)）。行政院農業委員會林務局。

周蓮香、魏瑞昌，2012。中華白海豚族群生態與棲地環境噪音監測計畫。101年度行政院農業委員會林務局委託研究計畫（101-林發-08-保-14）。行政院農業委員會林務局。

周蓮香、陳琪芳，2014。中華白海豚族群生態與棲地環境噪音監測。102年度行政院農業委員會林務局委託研究計畫（102林發-07.2-保-17）。行政院農業委員會林務局。

周蓮香、陳琪芳，2015。中華白海豚族群生態與棲地環境噪音監測。103年度行政院農業委員會林務局委託研究計畫（103林發-07.2-保-21）。行政院農業委員會林務局。

周蓮香、邵廣昭、邵奕達，2016。中華白海豚族群生態與食餌棲地監測。104年度行政院農業委員會林務局委託研究計畫（104林發-07.2-保-21）。行政院農業委員會林務局。

周蓮香、邵廣昭、邵奕達，2017。中華白海豚族群生態與食餌棲地監測。105年度行政院農業委員會林務局委託研究計畫（105林發-7.2-保-21）。行政院農業委員會林務局。

周蓮香、林幸助、孫建平，2018。中華白海豚族群生態與河口棲地監測。106年度行政院農業委員會林務局補助研究計畫（106林發-08.1-保-26）。行政院農業委員會林務局。

周蓮香、丁建均、林幸助、孫建平，2019。中華白海豚族群生態與河口棲地監測（II）。107年度行政院農業委員會林務局補助研究計畫（107林發-08.1-保-26）。行政院農業委員會林務局。

林務局，2010。臺灣地區保育類野生動物圖鑑。行政院農業委員會。臺北市。



- 泰興工程顧問股份有限公司、艾奕康工程顧問股份有限公司，2021。通霄電廠第二期更新改建計畫環境影響說明書。台灣電力股份有限公司。
- 海洋委員會，2019。海洋保育類野生動物名錄。行政院海洋委員會 109 年 4 月 28 日海保字第 10900032182 號修正。
- 海洋委員會，2020。中華白海豚野生動物重要棲息環境。行政院海洋委員會 109 年 9 月 1 日海保字第 10900069941 號公告。
- 郭一羽，2006。海岸工程施作前後生態影響評估與改善策略之整合性研究--總計畫及子計畫一：海岸工程施作前後生態影響評估與改善策略之整合性研究。
- 許泰文、錢樺，2013。氣候變遷對台灣海岸環境可能之衝擊。第 35 屆海洋工程研討會論文集。國立中山大學。高雄。
- 張慶生, & 陳宜清, 2007。台灣海岸地區溢油污染及清理方式之生態風險評估原則-以珊瑚礁生態系為例 (Doctoral dissertation, 大葉大學環境工程學系碩士班)。
- 黃鈞漢、黃彥婷，2020。109 年臺灣西部沿海白海豚族群監測計畫成果報告書 (109-C-23)。海洋委員會海洋保育署。
- 瑜茂企業有限公司，2021。申請展延苗栗縣後龍鎮後龍溪出海口外海積砂濱海土石採取計畫 中華白海豚野生動物重要棲息環境開發利用申請書。瑜茂企業有限公司。
- 經濟部，2018a，遴選結果公告。行政院經濟部。取自：風力發電單一服務窗口 <https://www.twtpo.org.tw/gas.aspx?id=3268>
- 經濟部，2018b，競價結果公告。行政院經濟部。取自：風力發電單一服務窗口 <https://www.twtpo.org.tw/gas.aspx?id=3269>
- 蔡立宏、徐如娟，2011。臺灣近岸港域地形變遷與環境調查研究 (2/4)。行政院交通部運輸研究所。
- 浩宇工程顧問股份有限公司，2020。彰化縣大城鄉海精太陽能光電發電廠海岸利用管理說明書。海精新能源股份有限公司。
- 謝東發、陳鴻智、白敏思、蘇惠璋、林燕山，2007。近岸地形測繪方法最佳化研究。行政院內政部國土測繪中心自行研究報告。
- Akamatsu, T., Wang, D., Wang, K., Li, S., Dong, S., Zhao, X., & Richlen, M. (2008). Estimation of the detection probability for Yangtze finless porpoises (*Neophocaena phocaenoides asiaeorientalis*) with a passive acoustic method. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123 (6), 4403-4411.
- Apprill, A., Miller, C. A., Moore, M. J., Durban, J. W., Fearnbach, H., & Barrett-Lennard, L. G. (2017). Extensive core microbiome in drone-captured whale blow supports a framework for health monitoring. *MSystems*, 2 (5).
- Atkins, S., Pillay, N., & Peddemors, V. M. (2004). Spatial Distribution of Indo-Pacific Humpback Dolphins (*Sousa chinensis*) at Richards Bay, South Africa: *Environmental Aquatic Mammals*, 30 (1), 84-93.
- Arthur, S. M., & Schwartz, C. C. (1999). Effects of sample size on accuracy and precision of brown bear home range models. *Ursus*, 139-148.
- Barros, N. B., Jefferson, T. A., & Parsons, E. C. M. (2004). Feeding habits of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) stranded in Hong Kong. *Aquatic Mammals*, 30(1), 179-188.

- Brandt, M. J., Dragon, A. C., Diederichs, A., Bellmann, M. A., Wahl, V., Piper, W., Nielsen, J.N., & Nehls, G. (2018). Disturbance of harbour porpoises during construction of the first seven offshore wind farms in Germany. *Marine Ecology Progress Series*, 596, 213-232.
- Chang, W.-L., Karczmarski, L., Huang, S.-L., Gailey, G., & Chou, L.-S. (2016). Reproductive parameters of the Taiwanese humpback dolphin (*Sousa chinensis taiwanensis*). *Regional Studies in Marine Science*, 8, 459-465.
- Claassen, M. (1999). Ecological risk assessment as a framework for environmental impact assessments. *Water science and technology*, 39(10-11), 151-154.
- Cloern, J. E. (1987). Turbidity as a control on phytoplankton biomass and productivity in estuaries. *Continental shelf research*, 7 ( 11-12 ) , 1367-1381.
- Cloern, J. E., & Jassby, A. D. (2012). Drivers of change in estuarine-coastal ecosystems: Discoveries from four decades of study in San Francisco Bay. *Reviews of Geophysics*, 50 ( 4 ) .
- Cockcroft, V. G. (1991). Prey of humpback dolphins (*Sousa plumbea*) stranded in eastern Cape Province, South Africa. *Aquatic Mammals*, 17, 134-136.
- David, J. A. (2006). Likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise. *Water and Environment Journal*, 20(1), 48-54.
- Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts. (2008). EPBC Act Policy Statement 2.1 – Interaction between offshore seismic exploration and whales. Australian Government Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts.
- Department of Conservation. (2013). Code of Conduct for Minimising Acoustic Disturbance to Marine Mammals from Seismic Survey Operations. New Zealand Department of Conservation.
- Department of Arts, Heritage and the Gaeltacht. (2014). Guidance to Manage the Risk to Marine Mammals from Man-made Sound Sources in Irish Waters. Department of Arts, Heritage and the Gaeltacht.
- Dungan, S. Z., Hung, S. K., Wang, J. Y., & White, B. N. (2012). Two social communities in the Pearl River Estuary population of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*). *Canadian Journal of Zoology*, 90 ( 8 ) , 1031-1043.
- Fearnbach, H., Durban, J. W., Ellifrit, D. K., & Balcomb, K. C. (2018). Using aerial photogrammetry to detect changes in body condition of endangered southern resident killer whales. *Endangered Species Research*, 35, 175-180.
- Geelhoed, S. C. V., Friedrich, E., Joost, M., Machiels, M. A. M., & Stöber, N. (2018). Gemini Tc: aerial surveys and passive acoustic monitoring of harbour porpoises 2015 (No. C020/17). Wageningen Marine Research.
- Goold, J. C., & Jefferson, T. A. (2004). A note on clicks recorded from free-ranging Indo-Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis*. *Aquatic mammals*, 30 ( 1 ) , 175-178.
- Government of Canada. (2007). Statement of Canadian Practice with Respect to the Mitigation of Seismic Sound in the Marine Environment. Government of Canada.
- Ho, A. Y., Xu, J., Yin, K., Yuan, X., He, L., Jiang, Y., Joseph, H.W.L., Anderson,

- D.M., & Harrison, P. J. (2008). Seasonal and spatial dynamics of nutrients and phytoplankton biomass in Victoria Harbour and its vicinity before and after sewage abatement. *Marine Pollution Bulletin*, 57 (6-12), 313-324.
- Hodgson, A., Kelly, N., & Peel, D. (2013). Unmanned aerial vehicles (UAVs) for surveying marine fauna: a dugong case study. *PloS one*, 8 (11), e79556.
- Hosen, J. D., Aho, K. S., Appling, A. P., Creech, E. C., Fair, J. H., Hall Jr, R. O., Kyzivat, E. D., Lowenthal, R. S., Matt, S., Morrison, J., Sainers, J. E., Shanley, J. B., Weber, L. C., Yoon, B., & Raymond, P. A. (2019). Enhancement of primary production during drought in a temperate watershed is greater in larger rivers than headwater streams. *Limnology and Oceanography*, 64 (4), 1458-1472.
- Hsu, T. W., & Wen, C. C. (2000). A study of using parabolic model to describe wave breaking and wide-angle wave incidence. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 23 (4), 515-527.
- Huang, S. L., Wang, C. C., & Yao, C. J. (2018). Habitat protection actions for the Indo-Pacific humpback dolphin: Baseline gaps, scopes, and resolutions for the Taiwanese subspecies. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 28 (3), 733-743.
- Hung, K.-Y. (2008). Habitat use of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) in Hong Kong. 香港大學學位論文, 1-0.
- Jefferson, T. A. (2000). Population biology of the Indo-Pacific hump-backed dolphin in Hong Kong waters. *Wildlife monographs*, 1-65.
- Jefferson, T. A., & Hung, S. K. (2004). A review of the status of the Indo-Pacific humpback dolphin (*Sousa chinensis*) in Chinese waters. *Aquatic Mammals*, 30 (1), 149-158.
- Lin CH, Lin HJ, Suen JP, Chou LS. 2021 Association Between Estuary Characteristics and Activities of the Critically Endangered Indo-Pacific Humpback Dolphin (*Sousa chinensis*). *Frontiers in Marine Science*, 8:577976. DOI: 10.3389/fmars.2021.577976.
- Lin, T.-H., Akamatsu, T., & Chou, L.-S. (2015). Seasonal distribution of Indo-Pacific humpback dolphins at an estuarine habitat: influences of upstream rainfall. *Estuaries and Coasts*, 38 (4), 1376-1384.
- May, C. L., Koseff, J. R., Lucas, L. V., Cloern, J. E., & Schoellhamer, D. H. (2003). Effects of spatial and temporal variability of turbidity on phytoplankton blooms. *Marine Ecology Progress Series*, 254, 111-128.
- Nilsen, E. B., Pedersen, S., & Linnell, J. D. (2008). Can minimum convex polygon home ranges be used to draw biologically meaningful conclusions?. *Ecological research*, 23(3), 635-639.
- Pan CW, Chuang YL, Chou LS, Chen MH, Lin HJ 2016 Factors governing phytoplankton biomass and production in tropical estuaries of western Taiwan. *Continental Shelf Research*, 118: 88-99.
- Parra, G. J., & Jedensjo, M. (2009). Feeding habits of Australian Snubfin (*Orcaella heinsohni*) and Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*). Reef and Rainforest Research Centre Limited.
- Pennock, J. R., & Sharp, J. H. (1994). Temporal alternation between light-and nutrient limitation of phytoplankton production in a coastal plain estuary.

- Marine Ecology Progress Series, 275-288.
- Pennino, M. G., Arcangeli, A., Prado Fonseca, V., Campana, I., Pierce, G. J., Rotta, A., & Bellido, J. M. (2017). A spatially explicit risk assessment approach: Cetaceans and marine traffic in the Pelagos Sanctuary (Mediterranean Sea). *PloS one*, 12 (6), e0179686.
- Perrin, W.F. (2021). World Cetacea Database. Accessed at <http://www.marinespecies.org/cetacea>
- Piwetz, S., Jefferson, T. A., & Würsig, B. (2021). Effects of Coastal Construction on Indo-Pacific Humpback Dolphin (*Sousa chinensis*) Behavior and Habitat-Use Off Hong Kong. *Frontiers in Marine Science*, 8, 196.
- Pollard, S.J.T. (2008) Risk Management for Water and Wastewater Utilities. London: IWA Publishing.
- Raoult, V., Toso, L., & Williamson, J. E. (2018). Drone-based high-resolution tracking of aquatic vertebrates. *Drones*, 2 (4), 37.
- Robbins, J. R., Babey, L., & Embling, C. B. (2020). Citizen science in the marine environment: estimating common dolphin densities in the north-east Atlantic. *PeerJ*, 8, e8335. <https://doi.org/10.7717/peerj.8335>
- Slooten, E., Wang, J. Y., Dungan, S. Z., Forney, K. A., Hung, S. K., Jefferson, T. A., . . . Wee, A. (2013). Impacts of fisheries on the Critically Endangered humpback dolphin *Sousa chinensis* population in the eastern Taiwan Strait. *Endangered Species Research*, 22 (2), 99-114.
- Thavanayagam, Mathiventhan. (2015). Re: Is it important to select the direction of the transect (NEWS) while sampling butterflies?. Retrieved from : <https://www.researchgate.net/post/Is-it-important-to-select-the-direction-of-the-transect-NEWS-while-sampling-butterflies/55713abf5e9d97e2808b4611/citation/download>.
- Tougaard, J., Carstensen, J., Teilmann, J., Skov, H., & Rasmussen, P. (2009). Pile driving zone of responsiveness extends beyond 20 km for harbor porpoises (*Phocoena phocoena* (L.)). *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126 (1), 11-14.
- University of Utah. (2009, February 9). Mother Whales Teach Babies Where To Eat: Can Southern Right Whales Adapt If Food Becomes Scarce?. *ScienceDaily*. Retrieved August 1, 2021 from [www.sciencedaily.com/releases/2009/02/090209075718.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2009/02/090209075718.htm)
- U.S. Environmental Protection Agency. (1992). Framework for Ecological Risk Assessment, EPA630/R-92/001, Risk Assessment Forum, Washington D.C.
- Vas, E., Lescroël, A., Duriez, O., Boguszewski, G., & Grémillet, D. (2015). Approaching birds with drones: first experiments and ethical guidelines. *Biology letters*, 11 (2), 20140754.
- Wang, J. Y., Yang, S. C., Fruet, P. F., Daura-Jorge, F. G., & Secchi, E. R. (2012). Mark-recapture analysis of the critically endangered eastern Taiwan Strait population of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*): Implications for conservation. *Bulletin of Marine Science*, 88 (4), 885-902.
- Yeh, C. H. (2011). Distribution Prediction and Ranging Pattern of Indo-

Pacific Humpback Dolphins (*Sousa chinensis*) in Taiwan. National Taiwan University, Taipei, Taiwan.