

「109 年台灣西部沿海白海豚族群監測計畫」案
成果報告書
(案號：109-C-23)

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：黃鈞漢

協同主持人：黃彥婷

計畫期程：中華民國 109 年 1 月至 12 月

計畫經費：新臺幣 2,371,050 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.....	vi
摘要.....	vii
壹、計畫概要.....	1
一、計畫緣起：.....	1
二、計畫年期：109年度.....	6
三、主辦單位：觀察家生態顧問有限公司.....	6
四、總計畫經費：2,371,050元.....	6
五、經費來源：.....	6
六、計畫目標：.....	6
七、計畫內容概述：.....	8
1.7.1 白海豚族群生態觀測.....	8
1.7.1.1 調查範圍及設計.....	8
1.7.1.2 出航條件.....	9
1.7.1.3 調查規劃.....	9
1.7.1.4 人員配置.....	10
1.7.1.5 目擊紀錄.....	11
1.7.1.6 拖曳式水下聲學輔助調查.....	11
1.7.1.7 獨立觀察員.....	14
1.7.2 白海豚族群動態分析.....	15
1.7.2.1 空間分布、移動路徑、棲地利用及族群分布.....	15
1.7.2.2 族群結構.....	15
1.7.2.3 歷年白海豚生態資料分析.....	18

1.7.3 白海豚個體檔案建立	18
貳、重點工作項目	20
一、工作項目及經費：	20
參、重要成果及效益分析	21
一、重要成果說明	21
3.1.1 白海豚族群生態觀測	21
3.1.1.1 海上觀測	21
3.1.1.2 航線環境因子	28
3.1.1.3 航線獨立觀察員	29
3.1.1.4 拖曳式水下聲學輔助調查	32
3.1.2 白海豚族群動態分析	38
3.1.2.1 族群空間分布	38
3.1.2.2 航線目擊率	40
3.1.2.3 目擊群體行為觀察	44
3.1.2.4 目擊群體活動軌跡	55
3.1.2.5 族群數量與社交社群結構	67
3.1.2.6 棲地利用	67
3.1.3 白海豚生態資料庫：個體檔案建立	68
3.1.3.1 照片辨識資料分析	68
3.1.3.2 本年度辨識結果	74
3.1.3.3 建立白海豚個體資料庫	78
二、效益分析	110
肆、執行中遭遇困難及因應對策	111
4.1 船隻載客人數限制	111
4.2 調查人員進出港口申請狀況	111
4.3 歷年資料整理及彙整，建立統一資料格式	112

伍、未來推動方向與建議.....	113
5.1 提升目擊率之穿越線規劃設計.....	113
5.2 增加分布集中區之調查努力量，提升目擊次數與辨識個體.....	114
5.3 空拍技術輔助紀錄鯨豚行為.....	115
5.4 統一跨團隊資料倉儲內容格式.....	116
5.5 校正及標準化公民科學資料.....	118
5.6 持續累積歷年白海豚生態基礎資料.....	121
5.7 額外調查方式補足白海豚近岸棲息環境之監測.....	127
5.8 重要棲息環境管理與研擬保育對策.....	130
5.8.1 標準化資料收集分析以利棲地管理和應用.....	130
5.8.2 白海豚棲地風險分析和分區管理.....	132
參考文獻.....	136
附錄一 專有名詞解釋表	
附錄二 族群數量估算與社交社群結構分析	
附錄三 空拍技術輔助紀錄鯨豚行為	
附錄四 期中審查意見回覆對照表 [海保生字第1090006402號]	
附錄五 期末審查意見回覆對照表 [海保生字第1090009900號]	

圖目錄

圖 1.1-1 歷年目擊照片之累積可辨識個體、當年度目擊個體數、母豚以及 母子對數目(周蓮香等人, 2017).....	2
圖 1.1-2 2008-2014 年白海豚家域及核心區活動範圍之變化(周蓮香等人, 2015).....	3
圖 1.1-3 2008-2014 年白海豚社群結構變化(周蓮香等人, 2016).....	3
圖 1.1-4 2006-2010 年臺灣西海岸白海豚分布範圍及發現率(周蓮香等人, 2010).....	4
圖 1.1-5 2008-2016 年臺灣西海岸白海豚目擊分布位置(周蓮香等人, 2016)	4
圖 1.1-6 臺灣西部白海豚潛在棲地 (Huang et al., 2018).....	5
圖 1.1-7 2008-2017 年間每年可辨識個體數(Yt)與母子對數(Ym)對於調查年 度的線性回歸分析(周蓮香等人, 2017).....	5
圖 1.6-1 以白海豚生態調查結果為依據, 協助規劃白海豚重要棲息環境與 建議劃設白海豚核心棲地範圍並尋得最適切之監測與管理方式.....	7
圖 1.7.1.1-1 西部沿海調查穿越線示意圖.....	8
圖 1.7.1.6-1 水下聲音資料紀錄器 A-tag.....	14
圖 1.7.1.6-2 拖曳式水下聲學輔助調查於 2020 年 7 月 21 日蒐集到之部分原 始資料.....	14
圖 1.7.3-1 白海豚個體檔案建立流程圖.....	19
圖 3.1.1.1-1 本年度調查日期及調查範圍.....	22
圖 3.1.1.1-2 本年度完整調查航跡.....	26
圖 3.1.1.3-1 7 月 22 日獨立觀察員與主要團隊觀測時工作照.....	30
圖 3.1.1.3-2 9 月 9 日執行獨立觀察員時工作照.....	31
圖 3.1.1.3-3 9 月 9 日主要團隊觀測時工作照.....	31
圖 3.1.1.4-1 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.....	34
圖 3.1.1.4-2 拖曳式水下聲學輔助調查偵測結果與目視調查之比較.....	34
圖 3.1.1.4-3 7 月 21 日拖曳式水下聲學輔助調查偵測結果與 GPS 航跡之比 較.....	35
圖 3.1.1.4-4 9 月 9 日拖曳式水下聲學輔助調查偵測結果與 GPS 航跡之比 較.....	36
圖 3.1.1.4-5 9 月 16 日拖曳式水下聲學輔助調查偵測結果與 GPS 航跡之比 較.....	37
圖 3.1.2.1-1 本年度鯨豚發現點位.....	39
圖 3.1.2.2-1 白海豚目擊率(寬度為方便閱讀, 並非真實分布).....	41
圖 3.1.2.2-2 瓶鼻海豚目擊率(寬度為方便閱讀, 並非真實分布).....	42
圖 3.1.2.4-1 苗栗海域船隻追蹤航跡-1.....	56
圖 3.1.2.4-2 苗栗海域船隻追蹤航跡-2.....	57

圖 3.1.2.4-3 苗栗海域船隻追蹤航跡-3.....	58
圖 3.1.2.4-4 彰化海域船隻追蹤航跡-1.....	59
圖 3.1.2.4-5 彰化海域船隻追蹤航跡-2.....	60
圖 3.1.2.4-6 雲林海域船隻追蹤航跡.....	61
圖 3.1.2.4-7 嘉義海域船隻追蹤航跡.....	62
圖 3.1.2.4-8 臺南海域船隻追蹤航跡.....	63
圖 3.1.2.4-9 苗栗海域白海豚重複目擊船隻追蹤航跡.....	64
圖 3.1.2.4-10 淡水河海域船隻追蹤航跡.....	65
圖 3.1.2.4-11 臺中港外船隻追蹤航跡.....	66
圖 3.1.3.1-1 每群次中個體年齡組成.....	73
圖 3.1.3.2-1 本年度白海豚活動履歷.....	74
圖 3.1.3.2-2 本年度目擊幼豚之年齡階層.....	76
圖 5.1-1 各式穿越線調查設計圖.....	113
圖 5.1-2 樣帶隨機目擊鯨豚示意圖.....	114
圖 5.2-1 辨識個體隻數累積圖.....	115
圖 5.5-1 歷年公民科學白海豚發現點位分布.....	119
圖 5.6-1.108 年度及 109 年度臺灣的白海豚目擊資料.....	121
圖 5.6-2 歷年白海豚個體活動履歷-1.....	122
圖 5.6-3 歷年白海豚個體活動履歷-2.....	122
圖 5.6-4 歷年白海豚個體活動履歷-3.....	123
圖 5.6-5 歷年白海豚個體活動履歷-4.....	123
圖 5.6-6 歷年度調查穿越線.....	124
圖 5.6-7 歷年調查成果.....	124
圖 5.6-8 2014 年至 2018 年白海豚各區目擊率(周蓮香, 2018).....	125
圖 5.6-9 本年度白海豚各區目擊率.....	125
圖 5.6-10 本年度目擊頸部受異物纏繞之幼豚.....	127
圖 5.7-1 白海豚重要棲息地與潮間帶範圍圖.....	128
圖 5.7-2 有效努力里程航跡與潮間帶範圍之變化.....	129

表目錄

表 3.1.1.1-1 本年度調查日期及調查次數	22
表 3.1.1.1-2 調查里程與時間	27
表 3.1.1.2-1 各航段環境因子	28
表 3.1.1.2-2 鯨豚接近點環境因子	29
表 3.1.1.3-1 獨立觀察員測試執行成果	32
表 3.1.1.4-1 拖曳式聲學調查偵測結果	33
表 3.1.2.2-1 各區段目擊率	43
表 3.1.2.3-1 白海豚行為紀錄表	44
表 3.1.2.3-2 瓶鼻海豚行為紀錄表	54
表 3.1.3.1-1 本年度目擊群次個體數	69
表 3.1.3.1-2 白海豚年齡階層	71
表 3.1.3.2-1 育幼群目擊狀況	75
表 3.1.3.2-2 幼豚年齡判定定義表(Chang et al., 2016)	76
表 3.1.3.2-3 瓶鼻海豚個體身體左右側照	77
表 3.1.3.3-1 歷年辨識個體數	79
表 3.1.3.3-2 白海豚個體資料庫	80
表 3.1.3.3-3 歷年死亡擱淺白海豚	101
表 3.1.3.3-4 108 年度個體資料庫校正對照表	105
表 5.8.2-1 林務局歷年計畫之白海豚生態資訊研究盤點	132
表 5.8.2-2 研究資料取得對鯨豚衝擊研究的風險評估示意圖	133
表 5.8.2-3 事件發生機率風險評估示意圖	134
表 5.8.2-4 生態和族群衝擊風險評估示意圖	134

摘要

臺灣西部海域之白海豚為生存壓力大之族群，為掌握族群動態現況，本計畫於109年度期間執行，從淡水河海域至將軍漁港海域沿10公尺水深線劃設調查穿越線，共執行19航次(天次)海上調查，總航行里程2910.0公里、總航行時間187.5小時，有效努力里程2620.8公里、有效努力時間159.9小時。

共目擊22群次鯨豚（19群次白海豚及3群次瓶鼻海豚）；19群次白海豚，18群次有效目擊，其中包含5群次育幼群；3群次瓶鼻海豚，2次有效目擊。白海豚目擊率為每百公里0.69群次、每10小時1.13群次；瓶鼻海豚目擊率為每百公里0.08群次、每10小時0.13群次；經照片辨識後共辨識出32隻個體。

本計畫協助海保署彙整林務局105年度至107年度及97年度至101年度目擊影像資料，並對於108年度白海豚個體資料庫進行校正及除錯，再與今年度調查資料進行整併，建立一套臺灣西海岸白海豚個體資料庫，內含64隻可辨識個體之編號及其體表左右側花紋、斑點以供辨識，可供日後跨年度、跨團隊間的調查資料進行有效利用及分析，以達更全面性的西海岸鯨豚監測。

本年度同時實施拖曳式水下聲學輔助調查、獨立觀察員目擊率分析及空拍機輔助觀測鯨豚三項測試：

- 1.拖曳式水下聲學輔助調查主要為補足目視調查的不足，於船尾拖曳水下聲音紀錄器之方式，分析航行過程中是否有鯨豚出沒，本年度累積21.7小時拖曳時數，並經自動偵測與人工篩選，共偵測到1616次齒鯨搭聲及90次回聲定位聲音。
- 2.透過實證獨立觀察員流程及比較值勤觀察人員與獨立觀察員海豚目擊率之差異，可降低估測族群數量的潛在誤差並評估團隊內調查能力(Cañadas et al., 2004)。本段累積兩次共15小時觀測時間，實證過程中，有目擊記錄為主要調查團隊率先目擊。
- 3.空拍機輔助觀測為本年度測試項目之一，透過空拍機的特性，突破一般船隻目視所無法觀測之角度、距離、及水深等限制，本

年度共執行1次空拍測試，並成功錄製11段鯨豚活動影片及繪製4段鯨豚活動軌跡。

成果顯示臺灣西部海域白海豚族群之現況脆弱，保育等級敏感，為維持其族群存續，應建立一套完善調查資料繳交流程及規定、推動中央單位與地方政府合作盤點問題現況與實施保育對策，以緩解族群現況危機。

壹、計畫概要

一、計畫緣起：

臺灣西部沿海不僅為漁撈及養殖作業繁忙區域，同時也為沿岸與海域工程及綠能發展主要區域。主要棲息於臺灣西部海域水深30公尺以內（Atkins et al., 2004; Hung, 2008）及河口環境（Chen, Xu, et al., 2016; Jefferson, 2000; Hung & Jefferson, 2004; Jefferson & Karczmarski, 2001; Jutapruet et al., 2015; Jutapruet et al., 2017; Wu, Jefferson, et al., 2017）的白海豚（又稱印太洋駝海豚，Indo-Pacific humpback dolphin），不僅為海洋生態系食物鏈中的高級消費者，也為臺灣西部沿海重要的生態指標，具極高的生態與保育價值。然而，白海豚棲息環境與人為活動高度重疊，使得棲息範圍品質下降，甚至逐漸減少與破碎化。此外，離岸風機打樁及船舶噪音等皆可能影響白海豚（張家茂等人，2020）並改變其行為狀態（Yang, 2017）。歷年研究資料顯示（圖1.1-1至圖1.1-3），近十年白海豚目擊數量、活動範圍及社群結構等，有改變或衰退之情形，使得白海豚族群面臨極大的生存壓力。數量稀少的臺灣白海豚不僅為我國第I類瀕臨絕種保育類野生動物（野生動物保育法），亦是國際自然保護聯盟(IUCN)紅皮書、美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)瀕危物種法(Endangered Species Act)羅列的瀕危(Endangered)物種，如何管制各項環境衝擊、研擬合適的保育策略，是當前刻不容緩的議題。

彙整1999年至今，行政院農委會漁業署、林務局及其他研究單位對臺灣的白海豚其族群分布範圍與族群生態資訊進行的歷年監測與調查，其成果指出白海豚多分布於苗栗至臺南，水深20公尺以下的淺水海域，但在西岸各縣市海域目擊率有明顯差異和年間變化的趨勢(Yeh, 2011；周蓮香等人，2018；白梅玲等人，2019)。對比2010年林務局白海豚保護區報告所呈現之2006-2010年間268群次的標準化發現率(圖1.1-4)，2016年林務局報告彙整歷史發現點位，亦發現族群分布範圍較過去調查區域更大，北至新竹香山濕地，南達臺南七股溼地，西則在雲彰隆起之處近至臺灣海峽中線（圖1.1-5）。而2019年6月陳昭倫(白海豚國際顧問團成員，中研院生物多樣性中心研究員)提供的大潭藻礁民眾目擊之白海豚資料，亦符合Peter Ross博士(白海豚國際顧問團成員)等人(Ross et al., 2010) 研究推論：「具有類似棲地與白海豚食物來源之新竹以北海域，很可能是臺灣白海

豚的潛在出沒海域」及黃祥麟博士利用MAXENT此軟體模式推估白海豚的潛在活動區域 (Hung et al., 2018) (圖1.1-6)。儘管自2008年持續監測其族群狀況，每年再次目擊個體數與每年總目擊個體數與母子對數的累計辨識數量仍有逐年下降的趨勢 (圖1.1-1與圖1.1-7)，白海豚族群狀況日趨危急。

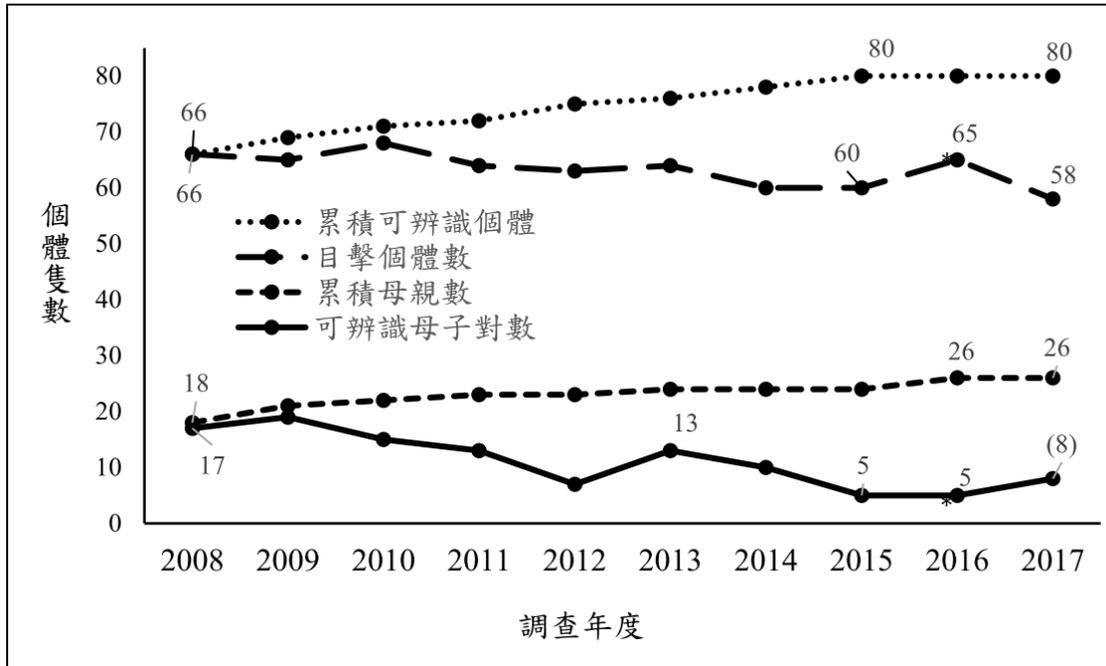


圖 1.1-1 歷年目擊照片之累積可辨識個體、當年度目擊個體數、母豚以及母子對數目(周蓮香等人，2017)

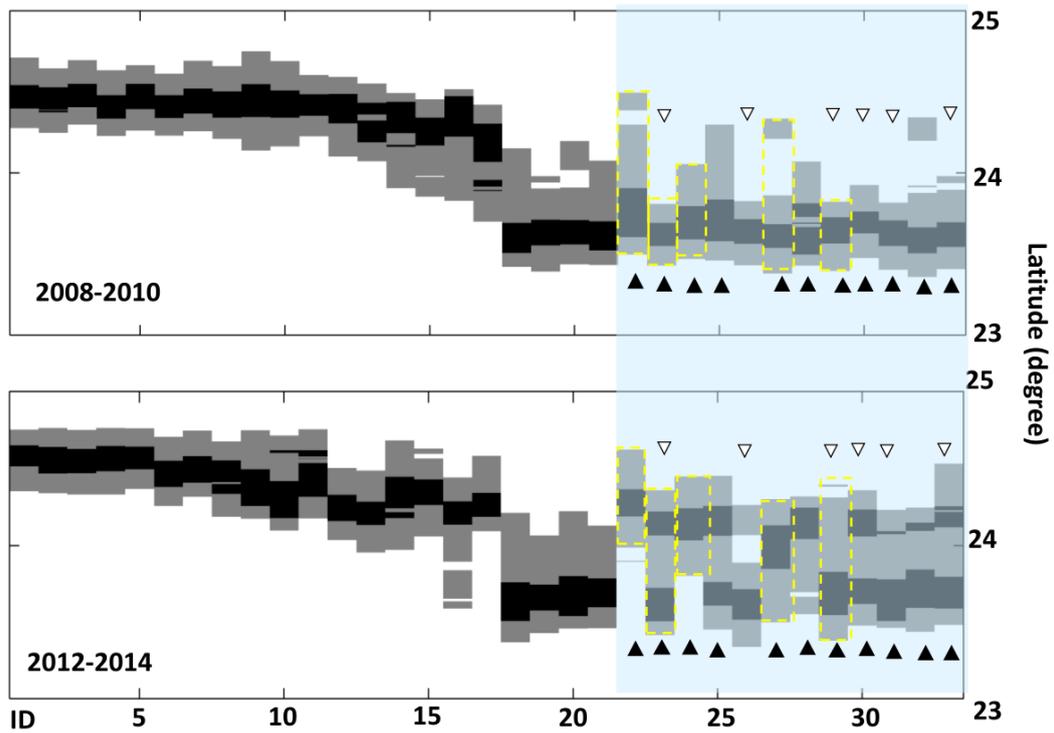


圖 1.1-2 2008-2014 年白海豚家域及核心區活動範圍之變化(周蓮香等人，2015)

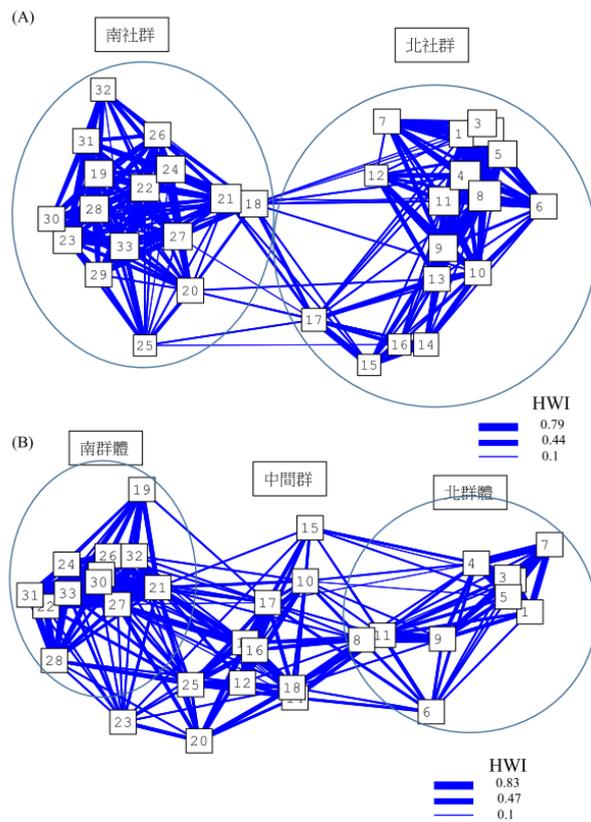


圖 1.1-3 2008-2014 年白海豚社群結構變化(周蓮香等人，2016)

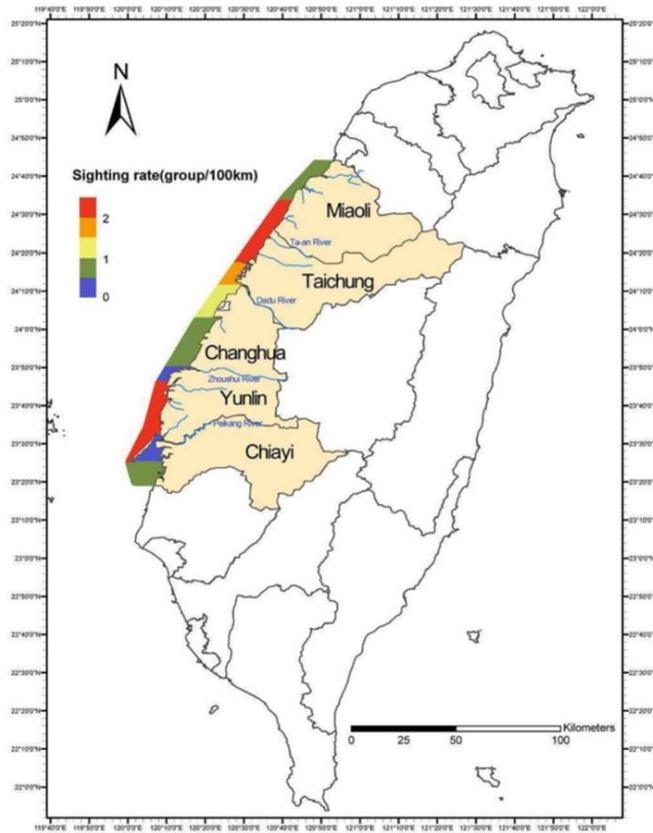


圖 1.1-4 2006-2010 年臺灣西海岸白海豚分布範圍及發現率(周蓮香等人，2010)

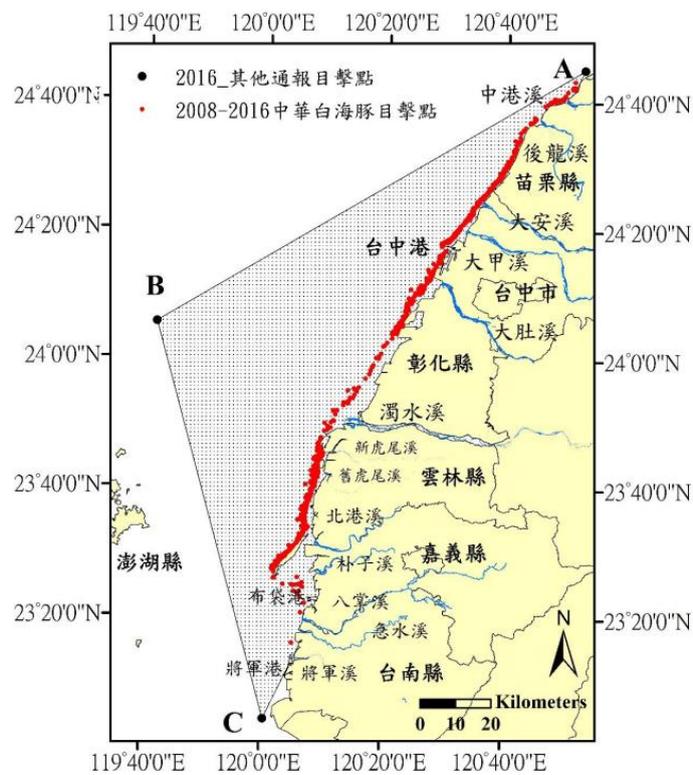


圖 1.1-5 2008-2016 年臺灣西海岸白海豚目擊分布位置(周蓮香等人，2016)

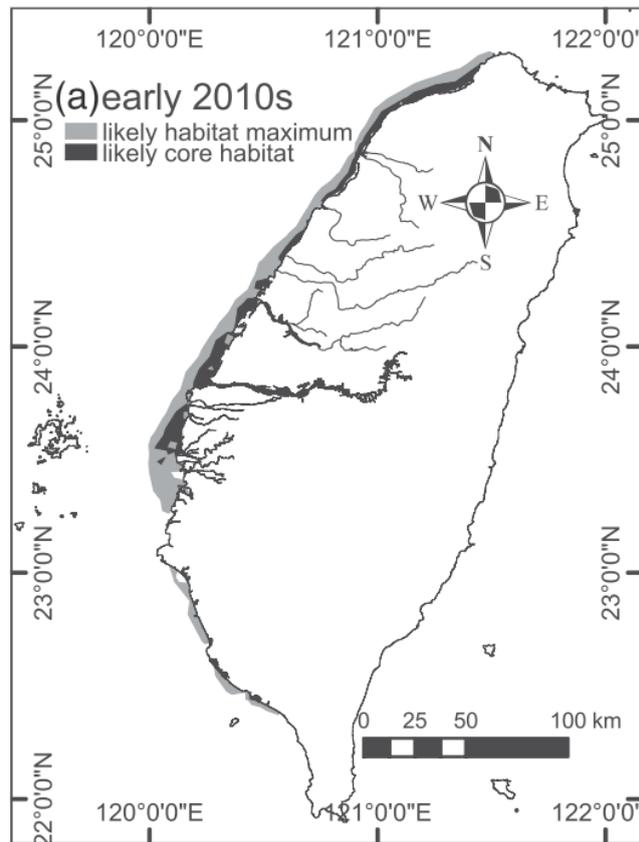


圖 1.1-6 臺灣西部白海豚潛在棲地 (Huang et al., 2018)

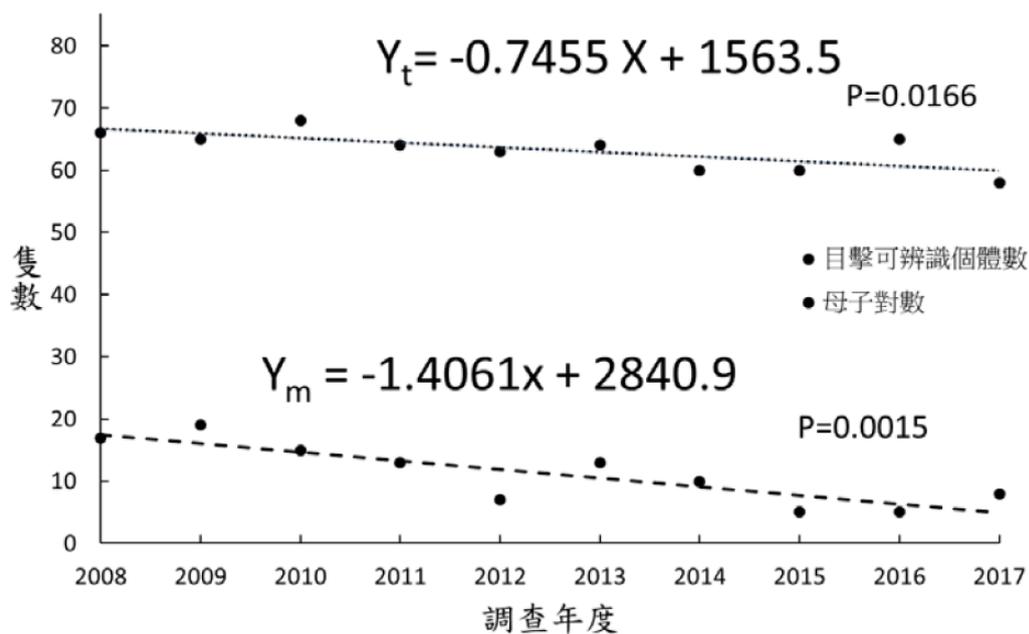


圖 1.1-7 2008-2017 年間每年可辨識個體數(Y_t)與母子對數(Y_m)對於調查年
度的線性回歸分析(周蓮香等人, 2017)

二、計畫年期：109年度

三、主辦單位：觀察家生態顧問有限公司

四、總計畫經費：2,371,050元

五、經費來源：

(一) 中央款：2,371,050元

六、計畫目標：

為減緩臺灣西部沿海白海豚族群和棲地的衰退，規劃白海豚重要棲息環境或劃設野生動物保護區範圍及根據白海豚核心棲地管理提出具體可行之建議，將為白海豚保育重要行動之一。自2010年林務局已結合不同領域專家提出「中華白海豚棲地熱點評估及整體保育方案規劃(周蓮香等人, 2010)」，以利推動白海豚研究與保育。並於2014年預告訂定「中華白海豚野生動物重要棲息環境之類別及範圍」。然此預告因民間參與度低與漁民反彈聲浪極高，遭受極大阻礙，直至海洋保育署於2018年創立後，積極推動和研擬我國各項海洋保育事務。2020年5月27日重新預告「中華白海豚野生動物重要棲息環境之類別及範圍」，啟動一系列的意見蒐集，使各權益關係人皆有管道與機會參與建議及修正此預告範圍，並於2020年8月31日公告「中華白海豚野生動物重要棲息環境範圍」，自9月1日起生效，期透過公告與實務管理，以達保護海洋及復育之目的。

為劃設白海豚重要棲息環境和核心棲地管理方案，主管機關海保署持續進行白海豚的生態族群監測，以了解該族群的時空變化趨勢。參考2014年黃祥麟等人以模式推估，於目前基線下，白海豚族群已呈現負成長之趨勢，若年誤捕率增加1%則臺灣白海豚將於百年內增加7.5%之滅絕機率；且若棲地環境品質下降與破碎化，將加速滅絕機率。此外，近年來的調查與公民科學也已顯示白海豚範圍之變化與擴張，因此重新彙整相關生態資訊如：族群目擊率、族群數量、個體辨識、育幼群數量及相關棲地因子等資訊，將為未來核心棲地評估及後續各項白海豚保育行動之重要依據。

因此，進行以下工作項目是白海豚保育的重要行動之一：

- (1) 持續彙整歷年族群目擊率、累積個體辨識、計算育幼群數量及監測相關棲地因子等資訊。
- (2) 推估目前臺灣海域白海豚族群數量。
- (3) 協助規劃白海豚重要棲息環境與建議劃設白海豚核心棲地範圍並如何持續監測，選擇合適方法進行監測與管理。

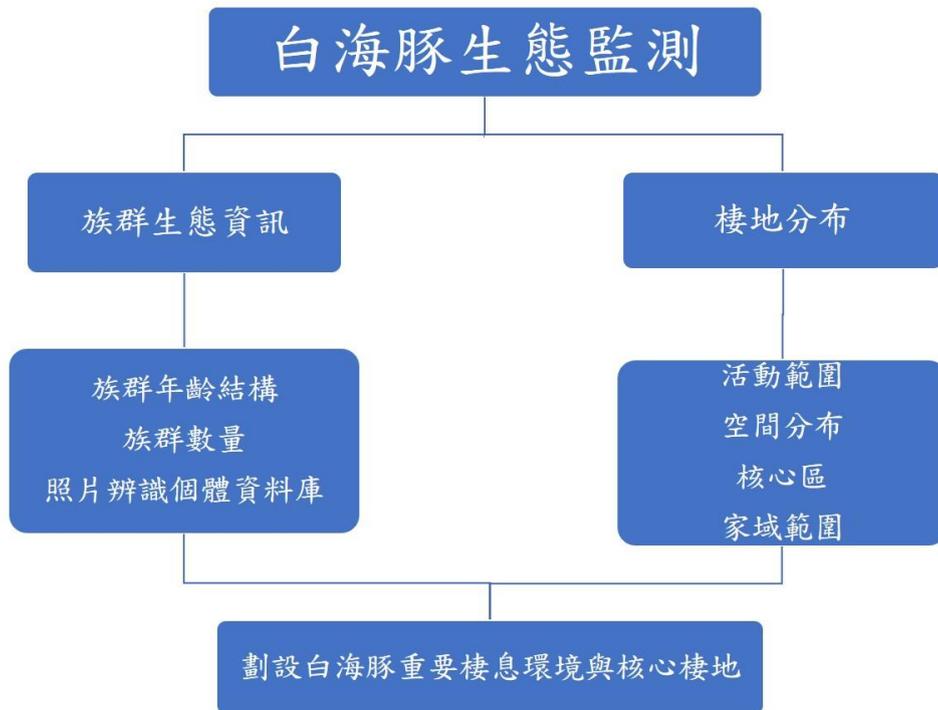


圖 1.6-1 以白海豚生態調查結果為依據，協助規劃白海豚重要棲息環境與建議劃設白海豚核心棲地範圍並尋得最適切之監測與管理方式

七、計畫內容概述：

1.7.1 白海豚族群生態觀測

1.7.1.1 調查範圍及設計

本計畫以臺灣西部海域5公尺至20公尺水深線為範圍，劃設平行海岸穿越線(圖1.7.1.1-1)。

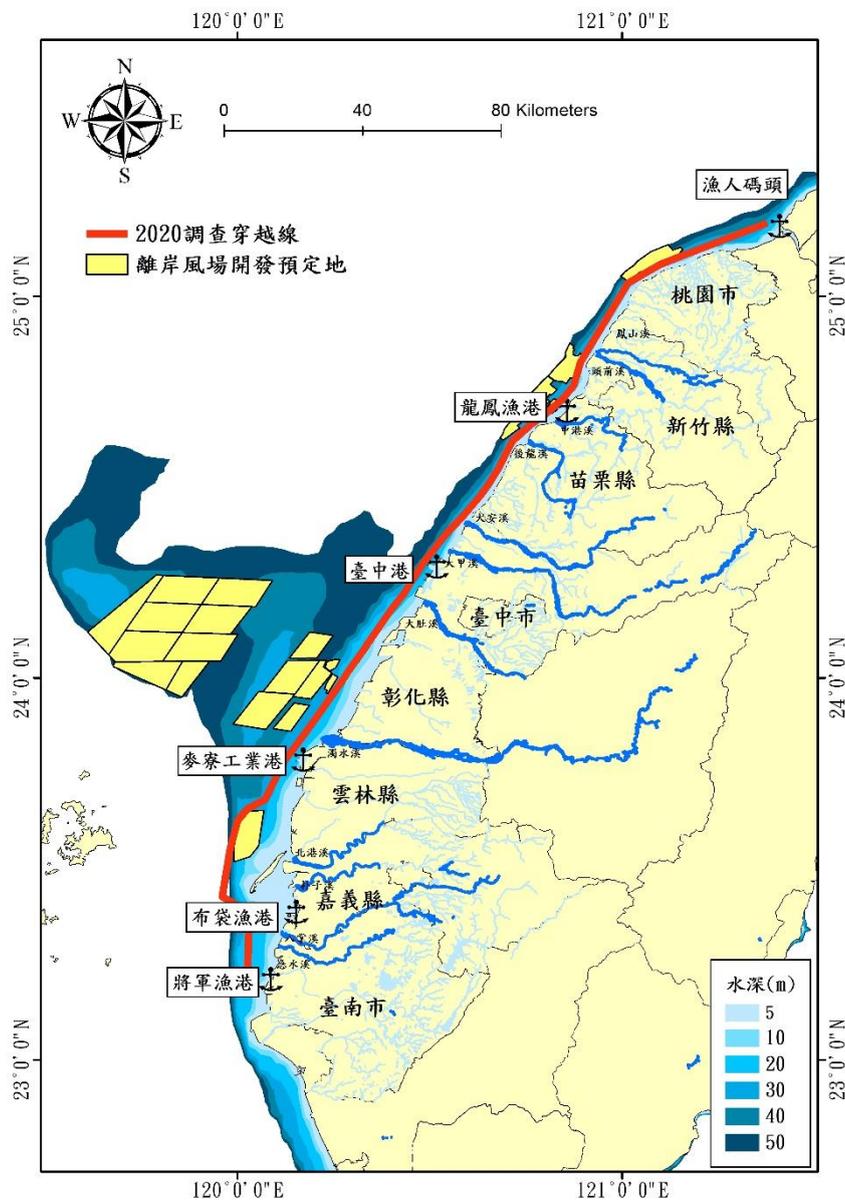


圖 1.7.1.1-1 西部沿海調查穿越線示意圖

船隻在調查過程將盡可能依照規劃之調查航線行駛，然實際航跡將因水深、海況、天氣及海面干擾如：施工工程、海上漁具漁網等環境因素，可能偏移既定航線，因此實際航線將依照現場狀況調整。

1.7.1.2 出航條件

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8次平行海岸穿越線的船隻鯨豚目視調查。調查時，調查船隻將按照規劃之穿越線以6-10節之航速行駛。

天候和海況等環境因子，是影響觀察員目視效率的重要關鍵。為避免誤判或錯失鯨豚目擊、甚至低估鯨豚的活動頻度，所有調查航程皆要求可觀測範圍500公尺以上、平均浪高在1公尺以下(蒲氏風級4級以下)、無雨無霧無嚴重逆光。

1.7.1.3 調查規劃

目視調查之頻度與規劃，應根據調查範圍和時間均勻分布，並依據進行調查之目的與評估範疇進行調整，若調查區域內涵蓋瀕危物種之分布時，則應增加執行調查之航次及頻度或搭配不同航線設計，以增加瀕危物種基礎生態資料。此外，為減少因密集執行調查而導致之潛在誤差，調查時間應盡可能均勻分布於年度中。

然而受到全球暖化與氣候變遷影響，臺灣四季不再分明，將變化成乾濕季節，且據Lee and Huang (2014) 及 Huang 等人 (2012) 發表文獻經模式估算顯示，臺灣降雨將從平均分布轉至為乾濕季分明。且Hung and Jefferson (2004) 研究指出，中華白海豚的活動與河口具高度關聯性，此外李佳紘 (2016) 論文中亦發現海豚的活動模式會隨降雨量及乾濕季而有所不同。因此本年度調查規劃將採用乾濕季區分，而非為四季區分。

調查過程的各項環境和人員狀況資訊，皆以紙本或電子紀錄。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分鐘標定一個環境測站，記錄當時的時間、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)，以及海洋環境因子的監測資料(至少應包含：水深、表層水溫、鹽度、濁度、pH值等)。鯨豚目擊記錄部分，請參閱1.7.1.5之說明。

為確保資料準確性及穿越線調查資料可信度，該次調查的有效努力里程最低應占原穿越線的50%。有效努力里程的基本要素為：出航條件要求之天候海況和航線規劃，且沒有進行動物觀測的航程。船隻離港後至調查航線上的路程、發現鯨豚的追蹤路徑、天候海況條件不佳之航跡視為無效努力里程。

若有效努力里程低於原穿越線的50%，則此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。

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，但因考量到調查人員安全及天候海況等因素，每航次調查皆需於當日進港上岸，以免調查人員因無法獲得適當休息，而降低調查可信度。

調查過程中，於原定之穿越線進行調查，抵達穿越線末端時折返回港，並於去程、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，故平均一船次可獲得兩次調查資料(方向不同)。然依實際天候狀況、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兩次調查，實際次數需依當日狀況以及行程安排為主。

1.7.1.4 人員配置

進行鯨豚目視調查時，每次調查皆由五位以上具有鯨豚野外觀察經驗的人員在船上輪值(至少四名有效值勤、其餘休息避免視覺疲乏)，並以肉眼、雙筒望遠鏡觀測船隻航行前方約180度的海面。

值勤時設有四個工作崗位，至少三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度角的海面，一名調查員進行各項環境的測量及記錄，其餘非值勤調查員則休息。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。

1.7.1.5 目擊紀錄

發現鯨豚時，先記錄發現時間、發現座標(以下簡稱發現點)、鯨豚最初離船距離、離岸距離、船艙角度及鯨豚與穿越線夾角角度等資訊，待觀察團隊與鯨豚之間距離小於200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。如發現點與接近點為同一位置，則需記錄上述所有資訊。

接近鯨豚時，以緩慢船速約4至5節靠近，並於距離接近至100至200公尺時，船速降低至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。

觀測過程中，一至兩名調查員以數位單眼相機拍攝鯨豚的身體兩側照片，用以辨識群體中的不同個體；一名調查員持影像記錄器拍攝鯨豚於水面的活動，以利事後鯨豚的影像分析及記錄；一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；一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。

待調查團隊追蹤鯨豚約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、記錄該點位的GPS座標、環境因子等資訊，並沿原先穿越線開始接下來的調查。

如於調查過程目擊多群鯨豚，應依照上述說明紀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，以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。

1.7.1.6 拖曳式水下聲學輔助調查

拖曳式聲學輔助調查需在天候、浪況及調查人員人數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。

(1) 調查儀器

本計畫採用水下聲音資料紀錄器(圖 1.7.1.6-1, 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139dB re 1 μ Pa), 確保紀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)。

(2) 調查方式

將A-tag以塑膠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5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之紀錄。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紀錄結果, 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。事件代碼: 儀器下水(UW)、儀器離水(OW)、船隻轉向(CD)、回歸航道(RC)、遭遇海豚(SD)、離開海豚(LD)。

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, 繩子與船尾角度維持小於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。

(3) 資料分析

A-tag偵測頻率範圍內(55-235千赫茲)且聲壓值大於139dB re 1 μ 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1.7.1.6-2)。收集到之脈衝波事件資料可能包含多種來源之水下聲音，因此需利用下列規則(Lin et al., 2015)進行處理，以篩選出可能的齒鯨回聲定位搭聲。

- (a) 剔除聲壓值小於170 dB re 1 μ 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。
- (b) 剔除IPI(Inter-pulse-interval, 脈衝波間距)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。
- (c) 海豚會發出一連串的脈衝波，形成click trains(回聲定位聲音)。在每個click trains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click trains、IPI變化率小於50%及大於500%之click trains及總IPI變化大於5毫秒之click trains，可篩選出可能之齒鯨聲音訊號。
- (d) 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 1.7.1.6-1 水下聲音資料紀錄器 A-tag

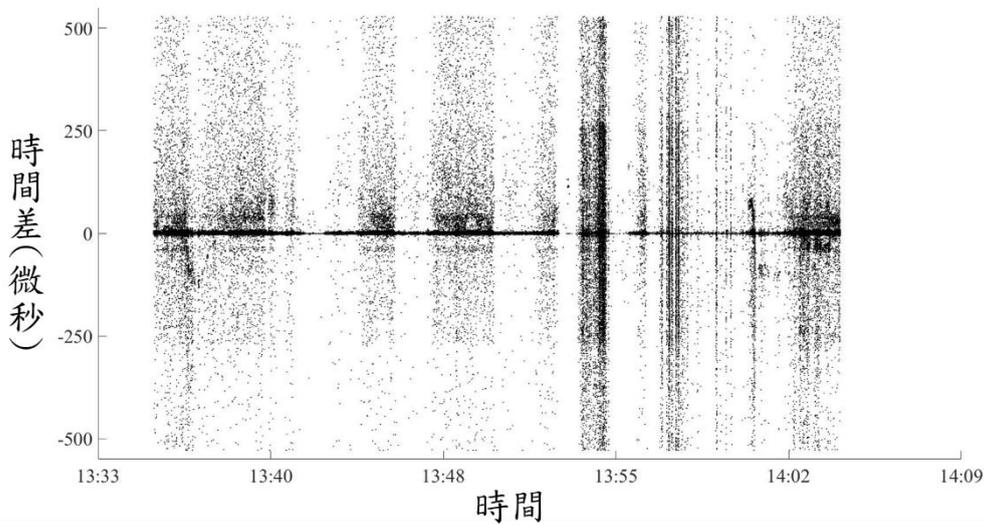


圖 1.7.1.6-2 拖曳式水下聲學輔助調查於 2020 年 7 月 21 日蒐集到之部分原始資料

1.7.1.7 獨立觀察員

執行鯨豚目視調查並將結果用於族群豐度或族群數量估算時，通常會假設在航線上的鯨豚發現率 $g(0)=1$ ，即在航線附近、目視距離範圍內的鯨豚皆會被發現並記錄到。但實際上進行目視調查的過程中，有可能會因為天候、海況、距離或人員經驗不足等因素，或是經過時因為鯨豚未露出水面而未發現在航線附近的鯨豚，導致鯨豚發現率 $g(0)<1$ ，此類誤差會造成在進行後續分析時易低估族群豐度或是族群數量。因此為了盡可能降低執行鯨豚目視調查的過程中發生遺漏的情況，透過引入獨立觀察員與值勤觀察人員間海豚目擊率觀

測結果差異比較，可降低族群數量估測的潛在誤差及評估團隊內調查能力(Cañadas et al., 2004)，然我國至今未有相關的制度或實例參考。因此，本計畫抽取目視調查部分航次配置獨立觀察員，進行各項實務上執行的可行性評估測試，提供未來調查的重要參考。

1.7.2 白海豚族群動態分析

1.7.2.1 空間分布、移動路徑、棲地利用及族群分布

分析鯨豚發現地點、環境(地形、水文因子等)，和當下的群體組成與行為狀態等，可了解調查範圍內的鯨豚族群分布趨勢與棲地利用模式。本團隊以地理資訊系統軟體視覺化調查期間所目擊的各種鯨豚的群體接近點位置、追蹤群體的移動軌跡與觀察群體行為不同時間的活動分布，以及群體的移動軌跡與觀察群體行為等，分析本年度白海豚的族群狀況和分布模式。當目擊資料累積至足夠數量，將進行核心區(core area)、家域範圍(home range)分析(如：地理資訊系統中之核密度函數法進行計算)。

1.7.2.2 族群結構

(1) 族群數量推估

(a) 穿越線資料分析：

本計畫參考歷年研究成果，於白海豚分布頻率較高的淺水海域劃設一條平行海岸穿越線，收集航線調查有效努力里程、每群動物的群體大小以及離航線的最近直線距離，應用 Distance Sampling 計算(統計軟體R中的Distance套件 <https://cran.r-project.org/web/packages/Distance/index.html>) 調查範圍內的動物密度，再乘上調查範圍的面積大小，來估測族群數量(Buckland et al., 2015)。此設計可分析調查航線有效樣帶內的族群量。推算公式如下：

$$\tilde{D} = \frac{nF(0)E(s)}{2L\tilde{G}(0)}$$

\tilde{D} = 欲推估之海豚的族群密度(以群為單位)

n = 發現群次

$\tilde{F}(0)$ = 垂直距離為 0 時，發現海豚群體的機率

$\tilde{E}(s)$ = 海豚群體大小的期望值

$\tilde{G}(0)$ = 在穿越線上發現海豚族群的機率

L = 有效努力穿越線的總長度

族群數量 (\tilde{N}) 也則使用 R 中的 DISTANCE 軟體套件推算而得，推算的公式如下：

$$\tilde{N} = \tilde{D} * A$$

A = 調查範圍面積 (平方公里)

(b) 捉放法 (Mark and Recapture) 分析：

調查涵蓋範圍大小、時間分布、調查區是否為鯨豚高頻度出現的熱區、鯨豚族群拍攝覆蓋率、照片品質等，皆為可能影響照片估算結果與實際族群數量差異之因素，故照片辨識成果不可視為當年度調查區內族群數量。因此需以捉放法調查區內的族群數量，並且需符合捉放法中之 Lincoln-Peterson 模型中以下四項假設條件方可使用此模型進行推算：

- (i) 所推算族群為封閉族群，且調查過程中沒有發生動物出生或死亡事件
- (ii) 個體具隨機提取之機率
- (iii) 被標記個體與未標記個體具相同之提取機率
- (iv) 標記之記號需具不易於取樣期間消失之特性

據目擊海豚群次中照片辨識個體體表之傷疤及特殊體表特徵作為標記記號，並於下次再目擊海豚群體，計算具相同標記與未標記之隻數，透過下方推算公式：

$$N = \frac{CM}{R}$$

N = 族群數量

M = 第一次被標記的海豚個體數

C = 第二次目擊所有海豚個體數

R = 第二次目擊中再次被提取的標記海豚個體數

(c) 社群結構之分析：

以開源軟體SOCPROG進行社群關聯指標 (Association Index) 其中的半權重 (Half-Weight Association Index, HWI) 計算關聯性，推算個體與個體間之關聯公式 (Dice, 1945) 如下：

$$HWI = \frac{A}{A + \frac{B_1 + B_2}{2}}$$

A = 同時包含1號個體與2號個體之群體數

B_1 = 只有1號個體被目擊的群體數

B_2 = 只有2號個體被目擊的群體數

指標範圍為0至1，0分別為1號個體和2號個體皆未被曾目擊過；1則為1號個體及2號個體一直被目擊在同一群體中。

並藉由分層群聚分析 (Hierarchical Cluster Analysis) 了解社群之分群。

以上捉放法及社群結構分析則皆需藉由已建立的個體資料庫對照，將觀測中蒐集鯨豚觀察之照片資料，彙整並進行照片辨識判別個體可辨識與不可辨識個體之照片比例 (Reisinger & Kaczmarski, 2010; White & Burnham, 1999)，以減少分析上之誤差。

(2) 目擊率分析

為標準化調查資料結果，僅取出有效努力里程進行後續分析。透過每航次調查航線的有效努力里程(公里)，及有效努力時間(小時)內目擊的鯨豚群次、隻數母子對數量。

根據需求不同，目擊率呈現可細分為網格化分析、各航段

分析等，兩種方法皆可了解群體間分布趨勢。

(a) 緯度區分：

將調查區域中依照固定的範圍(如：緯度變化、單位面積等)做區隔，進而分析如目擊率、努力量等各區域間差異，能夠看出調查範圍內較細部的變化。

(b) 航段區分：

依照累積有效努力里程或有效努力時間除以該航段所目擊的鯨豚群次，計算於該航段調查努力量及目擊狀況之比較。常用單位為：群次/公里、群次/小時。

1.7.2.3 歷年白海豚生態資料分析

本團隊彙整歷年西岸白海豚調查資料(含發現點經緯度、群體大小、母子對數、行為模式、環境因子等)。如資料量許可，且有相對應之標準化方法，將嘗試整合歷年調查資料，進行族群數量(如穿越線調查分析、標記-再捕捉法)、社群結構、棲地利用(如核密度函數估計法)等模式分析，以瞭解白海豚族群動態與棲地利用模式的變動趨勢。

1.7.3 白海豚個體檔案建立

在調查期間目擊的每一群鯨豚，皆需以「年月日_目擊位置縣市_當日群次」建立目擊編號。並依照行政院農業委員會公告之「保育類野生動物名錄」、「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名。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，利用數位單眼相機進行拍攝與蒐集個體之照片，依據鯨豚體表之斑點、斑紋、背鰭缺刻及傷疤等特徵，作為辨識鯨豚個體之參考。利用上述特徵，將每次目擊調查資料進行照片辨識(Photo-Identification)。進行照片辨識前，除需彙整海上所攝得之檔案，還需依據照片品質進行分類，以免增加個體誤判之誤差。將分出具一定品質與標準之照片，進行個體辨識之分析，並於辨識海豚個體後，以流水號進行

編號，並依照目擊日期或個體名稱進行存放（圖1.7.3-1）。依照調查區內辨識個體涵蓋的狀況，累積每一隻個體的活動履歷，分析棲地活動範圍，與調查區內累計航次數進行分析，以了解至今調查區內，歷年累計個體數的變化趨勢，建立西海岸鯨豚個體資料庫。

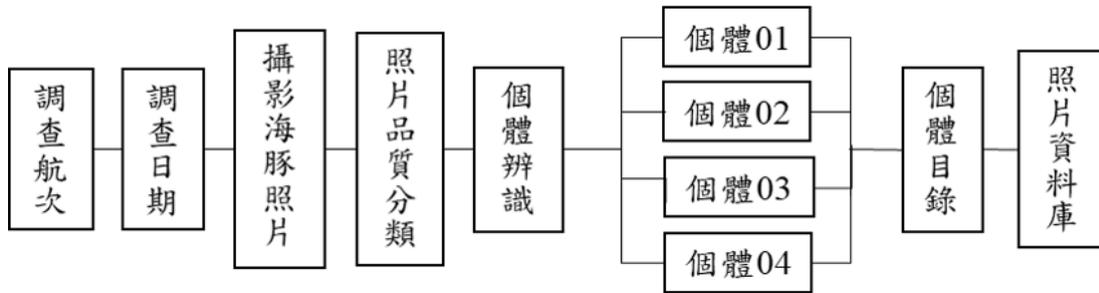


圖 1.7.3-1 白海豚個體檔案建立流程圖

貳、重點工作項目

一、 工作項目及經費：

工作項目	經費(元)	概述
1.白海豚族群生態觀測	1,600,000	目視觀測至少 8 次，每次調查範圍至少需涵蓋北至淡水河口海域，南至臺南將軍漁港海域。並收集各航線接觸白海豚位置之環境因子。
2.白海豚族群動態分析	300,000	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數，並提出可行復育建議。
3.白海豚個體檔案建立	160,000	建立白海豚個體資料檔案，含目擊照片及影片。
4.其他	311,050	差旅費、雜支、行政管理費。
合計	2,371,050	

參、重要成果及效益分析

一、重要成果說明

3.1.1 白海豚族群生態觀測

3.1.1.1 海上觀測

本年度於天候、海況良好(蒲式風級4級以下、浪高1公尺以下)情況下，沿新北淡水至臺南將軍之間海域，實施平行海岸穿越線調查，共完成8次調查；並於9月9日、9月11日、9月16日額外施作臺中-雲林段、淡水-南寮段、雲林-將軍段調查。

另外，近年透過社群媒體及船長們告知發現，白海豚活動範圍有往將軍漁港海域以南移動的趨勢，為更完善的調查西部沿海白海豚活動範圍，以及系統性的收集目擊資料以提高其可信度，本團隊於7月31日及9月16日自主新增將軍漁港海域至安平港海域間區段調查，共取得4次額外調查資料(圖3.1.1.1-1與表3.1.1.1-1)。

資料處理上，除將去程、回程兩段不同方向之穿越線調查視為兩次不同調查並加以分析，並同步納入9月9日、9月11日、9月16日區段調查資料，此三次調查雖未能完整涵蓋本次計畫調查範圍，但相關調查範圍、調查方式、資料品質皆為相同規格，故一併納入計算之中進行分析呈現，使用更多調查資料呈現本年度白海豚族群變化。

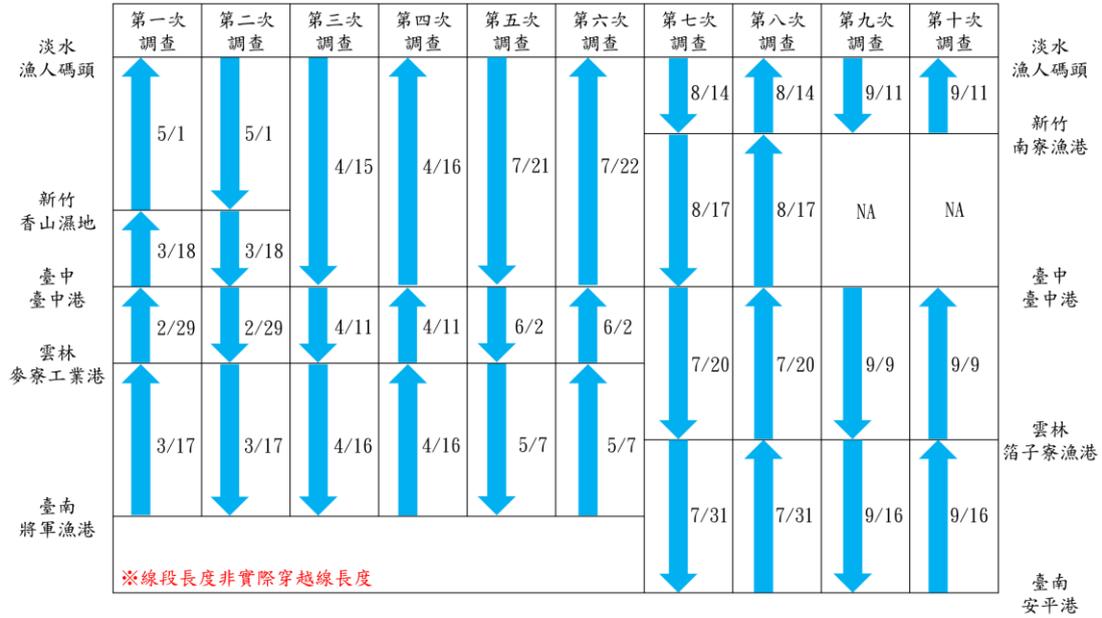


圖 3.1.1.1-1 本年度調查日期及調查範圍

表 3.1.1.1-1 本年度調查日期及調查次數

調查序	調查時間	調查範圍	調查結果
1	2月29日	臺中至麥寮	無目擊
1	3月17日	將軍至麥寮	無目擊
1	3月18日	臺中至香山	有效目擊一群白海豚，未拍攝到照片
1	5月1日	香山至淡水	無目擊
2	2月29日	麥寮至臺中	無目擊
2	3月17日	麥寮至將軍	無目擊
2	3月18日	香山至臺中	有效目擊一群白海豚，照片辨識共6隻
2	5月1日	淡水至香山	有效目擊一群瓶鼻海豚，照片辨識共1隻

3	4月11日	臺中至麥寮	有效目擊一群白海豚，照片辨識共5隻
3	4月15日	淡水至臺中	目擊兩群次： 無效目擊一群次白海豚，未拍攝到照片 有效目擊一群次瓶鼻海豚，未拍攝到照片
3	4月16日	將軍至麥寮	有效目擊一群次白海豚，照片辨識共2隻
4	4月11日	麥寮至臺中	無目擊
4	4月16日	臺中至淡水	目擊兩群次： 無效目擊一群次瓶鼻海豚，照片辨識共1隻 有效目擊一群次白海豚，照片辨識共6隻
4	4月16日	麥寮至將軍	有效目擊一群次白海豚，照片辨識共10隻
5	5月7日	雲林至將軍	有效目擊一群次白海豚，照片辨識共3隻
5	6月2日	臺中至雲林	無目擊
5	7月21日	淡水至臺中	有效目擊一群次白海豚，照片辨識共2隻
6	5月7日	將軍至雲林	有效目擊一群次白海豚，照片辨識共1隻
6	6月2日	雲林至臺中	有效目擊一群次白海豚，照片辨識共6隻
6	7月22日	臺中至淡水	有效目擊一群次白海豚，照片辨識共4隻
7	7月20日	臺中至箔子寮	目擊兩群次： 有效目擊一群次白海豚，照片辨識共3隻 有效目擊一群次白海豚，照片辨識共2隻
7	7月31日	箔子寮至將軍	無目擊
7	8月14日	淡水至南寮	無目擊

7	8月17日	南寮至臺中	有效目擊一群次白海豚，照片辨識共4隻
8	7月20日	箔子寮至臺中	有效目擊一群次白海豚，照片辨識共1隻
8	7月31日	將軍至箔子寮	無目擊
8	8月14日	南寮至淡水	無目擊
8	8月17日	臺中至南寮	有效目擊一群次白海豚，照片辨識共4隻
9	9月9日	臺中至箔子寮	有效目擊一群次白海豚，照片辨識共2隻
9	9月11日	淡水至南寮	無目擊
9	9月16日	箔子寮至將軍	無目擊
9	-	南寮至臺中	因天候狀況不佳，未實施調查
10	9月9日	箔子寮至臺中	無目擊
10	9月11日	南寮至臺中	無目擊
10	9月16日	將軍至箔子寮	有效目擊一群次白海豚，照片辨識共3隻
10	-	臺中至南寮	因天候狀況不佳，未實施調查
額外調查	7月31日	將軍至安平	無目擊
額外調查	7月31日	安平至將軍	無目擊
額外調查	9月16日	將軍至安平	無目擊
額外調查	9月16日	安平至將軍	無目擊

本團隊於完成第一次調查(2020年2月29日)後，依據歷年臺灣西部沿海白海豚調查及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); 因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，經討論後，決議將調整調查穿越線，讓船隻盡量航行於10公尺水深線左右，盡可能靠向近岸處，以提高整體調查目擊率。

本年度努力量共累積2910公里、187.5小時。而有效努力里程則共累計2620.8公里、159.9小時，其中包含4次將軍至安平之額外調查，有效努力里程為129.6公里，有效努力時間為7.54小時。

另外，4月11日麥寮至臺中段，及5月7日麥寮至將軍段，因調查途中天候不佳而未能完成全段調查，經事後分析，完成率分別為51%及71%，符合先前規範(每趟調查的有效觀測努力量須大於調查規劃航線的50%)故視為有效調查(圖3.1.1.1-2、表3.1.1.1-2)。

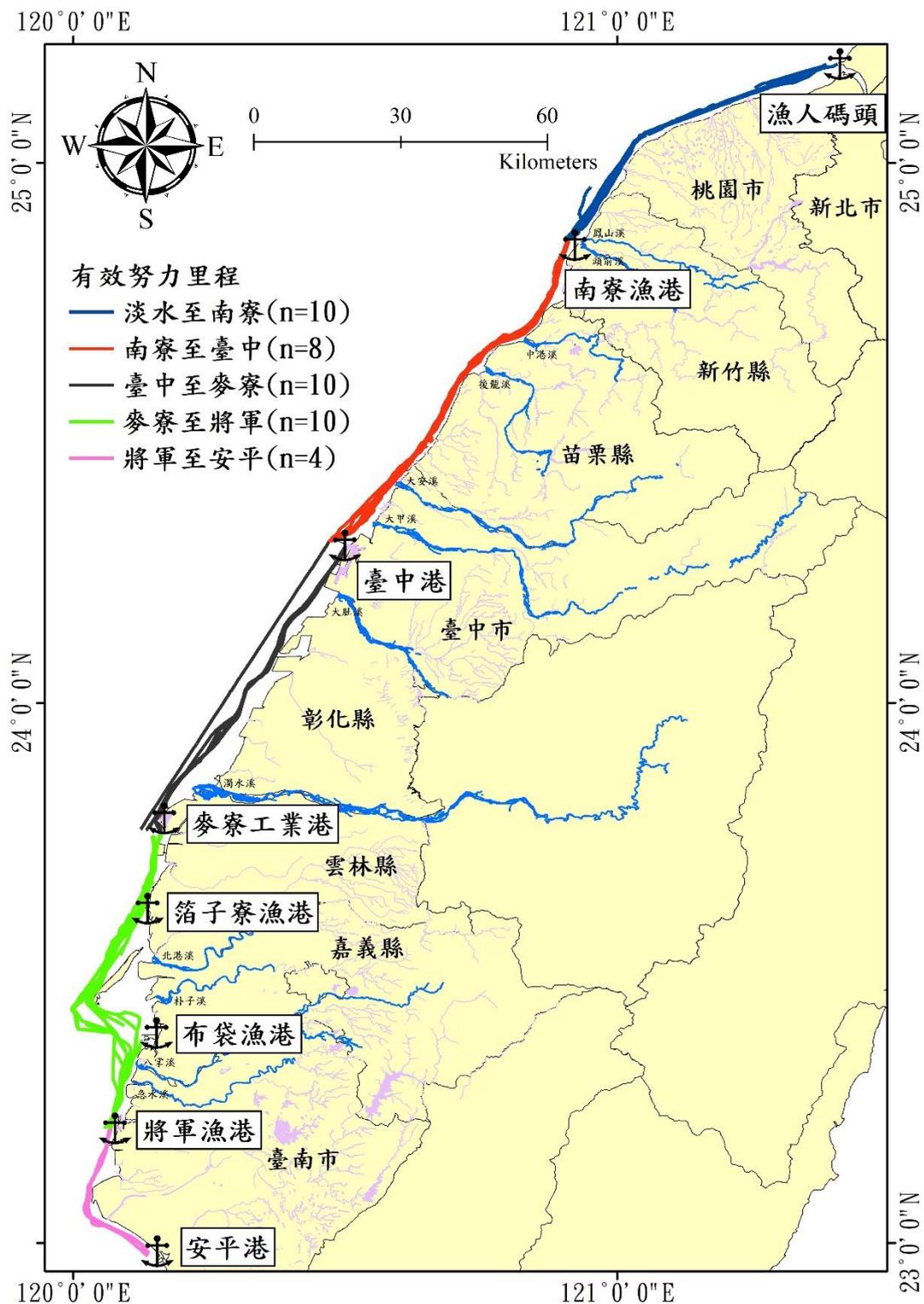


圖 3.1.1.1-2 本年度完整調查航跡

表 3.1.1.1-2 調查里程與時間

調查區域	項目	總航次里程 (公里)	總航行時間 (小時)	有效努力里程 (公里)	有效努力時間 (小時)
淡水 - 南寮 (約 62 公里)	累計成果 (n=10)	652.3	39.18	575.8	34.36
	平均 (±SD)	-	-	57.6±10.1	3.4±0.5
南寮 - 臺中 (約 78 公里)	累計成果 (n=8)	665.5	46.91	603.3	37.69
	平均 (±SD)	-	-	75.4±5	4.7±0.4
臺中 - 麥寮 (約 68 公里)	累計成果 (n=10)	717.8	46.57	662.4	42.08
	平均 (±SD)	-	-	66.2±10.7	4.2±0.7
麥寮 - 將軍 (約 71 公里)	累計成果 (n=10)	740.3	46.99	649.2	38.25
	平均 (±SD)	-	-	64.9±7.9	3.8±0.5
額外調查 將軍 - 安平 (約 33 公里)	累計成果 (n=4)	132.9	7.8	129.6	7.54
	平均(± SD)	-	-	32.4±1.3	1.89±0.1
總計	累計成果	2910.0	187.5	2620.8	159.9

3.1.1.2 航線環境因子

沿岸每10分鐘環境因子調查，所測得之海水鹽度、表層水溫、pH值、濁度、水深平均(±SD)分別為：33.8±1.5 ppt、27.4±3.6 °C、pH 8.1±0.1、3.1±3.1 NTU、10.3±5.3公尺。(表3.1.1.2-1。)

表 3.1.1.2-1 各航段環境因子

區段	鹽度(ppt)	溫度(°C)	pH 值	濁度(NTU)	水深(公尺)
淡水 - 香山	34.1±1.6	27.8±3.5	8.1±0.1	2.5±2	14.2±6.2
香山 - 臺中	34.3±0.9	26.9±4.1	8.1±0.1	1.7±1.1	10.8±5.4
臺中 - 麥寮	33.3±2.2	27.2±3.6	8.2±0.1	5.3±4.5	8.8±5.0
麥寮 - 將軍	33.9±0.8	27.4±3.4	8.2±0.1	3.2±2.2	8.3±2.9
額外調查 將軍 - 安平	33.9±0.4	30.1±0.4	8.2±0.0	1.5±0.8	8.6±2.2
平均	33.8±1.5	27.4±3.6	8.1±0.1	3.1±3.1	10.3±5.3

而鯨豚有效接近點之環境因子(鹽度、表層水溫、pH值、濁度、水深)將分為以下兩種：白海豚為(平均±SD)：38.6±7.7 ppt、28.2±3.2 °C、pH 8.2±0.1、3.1±5.8 NTU、7.4±2.4公尺；瓶鼻海豚為(平均±SD)：35.3±0.4 ppt、22.8±1.1 °C、pH 8.0±0.0、1.3±0.7 NTU、24.5±13.5公尺(表3.1.1.2-2)。

表 3.1.1.2-2 鯨豚接近點環境因子

環境因子	鹽度(ppt)	溫度(°C)	pH 值	濁度(NTU)	水深(公尺)
白海豚接近點 (n=18)	33.7±1.2	28.2±3.2	8.2±0.1	3.1±5.8	7.4±2.4
瓶鼻海豚接近點 (n=2)	35.3±0.4	22.8±1.1	8.0±0.0	1.3±0.7	24.5±13.5

3.1.1.3 航線獨立觀察員

依據本團隊過去執行獨立觀察員的經驗，當獨立觀察員與主要團隊位於同一平台進行觀測時，將會因嚴重的互相干擾而無法達到分別獨立觀測的目的。故今年度執行皆使用有雙層平台的船隻，由1-2名的獨立觀察員於船隻上層、5名主要團隊的調查員在船隻下層甲板同時進行觀測，分別於7月22日及9月9日完成2次獨立觀察員執行，兩日執行成果分述如下：

7月22日使用的船隻為銘豐號，從臺中港海域到淡水河外海進行觀測，全程共有獨立觀察員2名與主要團隊調查員5名，皆為每20分鐘進行輪替(圖3.1.1.3-1)，獨立觀察員於上層甲板與主要團隊成員約有2公尺的高度差。在苗栗外海目擊一群白海豚，由主要團隊先目擊，記錄發現時的船艙及海豚方位角度(表3.1.1.3-1)後離開航線追蹤及拍攝海豚。獨立觀察員有2名，可輪替休息，因此具較佳的精神狀況，值勤時間長度為8小時20分鐘。



圖 3.1.1.3-1 7月22日獨立觀察員與主要團隊觀測時工作照

9月9日使用的船隻為尖再發7號，從臺中到雲林外海進行觀測，共有獨立觀察員1名，主要團隊調查員5名(圖3.1.1.3-2、圖3.1.1.3-3)，主要團隊成員為每20分鐘進行輪替，獨立觀察員於上層甲板與主要團隊成員約有3公尺的高度差。在彰化外海目擊一群白海豚，由主要團隊先目擊後獨立觀察員隨即目擊，分別記錄目擊時船艙與海豚方位角度(表3.1.1.3-1)後離開航線追蹤及拍攝海豚，由於僅一名獨立觀察員，因此並未進行全程觀測，值勤時間長度為6小時44分鐘。



圖 3.1.1.3-29 月 9 日執行獨立觀察員時工作照



圖 3.1.1.3-3 9 月 9 日主要團隊觀測時工作照

表 3.1.1.3-1 獨立觀察員測試執行成果

日期	發現者	船艙方位角度	海豚方位角度
7/22	主要團隊	65	155
9/9	主要團隊(先)/獨立觀察員	225/225	210/220

由實務執行測試結果可知，當僅有1名獨立觀察員時，因需長時間集中注意力且獨自進行觀測，為確保調查品質，值勤時間建議應評估觀察員的精神狀況，如精神疲憊無法持續時，則需中止執行獨立觀察員觀測。倘若人力充足且須長時間進行觀測，則建議至少由2名獨立觀察員進行輪替，以確保觀測品質，但仍須以船隻的載客人數上限為評估的前提，同時須以有雙層平台的船隻其上層平台的安全性為優先考量。

3.1.1.4 拖曳式水下聲學輔助調查

本團隊於7月21日、8月14日、9月9日及9月16日執行4次拖曳式水下聲學輔助調查，共獲得21小時42分鐘之拖曳式水下聲學資料，經規則篩選後，共偵測到1757次可能為齒鯨搭聲與104筆可能之回聲定位聲音(表3.1.1.4-1)，但聲音資料仍可能包含符合規則但非齒鯨聲音之錯誤偵測，此時，可以人工檢視篩選，聲音資料之IPI及兩支麥克風接收到訊號之時間差(圖3.1.1.4-1)，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。進一步人工檢視去除錯誤偵測後，共得到1616次齒鯨搭聲與90次回聲定位聲音，使用此篩選規則，錯誤偵測的搭聲次數約占總偵測次數的8%，而回聲定位聲音之錯誤偵測次數約佔總偵測次數的13.5%。

本計畫執行拖曳式水下聲學輔助調查時，同時亦有其他調查人員進行目視穿越線調查，目視調查人員於7月21日有效目擊4群白海豚(同一群體重複目擊)、9月16日有效目擊1群白海豚，而8月14日及9月9日則無目擊海豚，比對A-tag資料後(圖3.1.1.4-2)發現，在非目視團隊追蹤海豚的期間所偵測到可能之齒鯨聲音，多數為錯誤偵測，

而多數於追蹤海豚期間偵測到之訊號皆為海豚的聲音；然而，9月16日於追蹤海豚期間偵測到兩筆錯誤訊號，推測可能是受船隻聲音干擾。另外，值得一提的是，7月21日在目視調查團隊追蹤第三群及第四群海豚間的空檔，偵測到一筆海豚的回聲定位聲音，進一步利用照片辨識個體後確認此兩群海豚為重複目擊，顯示當時海豚應仍在船隻附近，然而目視調查人員當下並未目擊海豚，此結果可推論拖曳式水下聲學調查可達到輔助目視調查之效果。

此外，A-tag結果亦可與GPS之航跡結果做比對，如圖3.1.1.4-3至圖3.1.1.4-5，灰色線段表示未拖曳A-tag之路線，黑色線段則表示有拖曳A-tag之航跡，藍色圓圈表示錯誤偵測之回聲定位聲音，紅色圓圈則表示偵測到回聲定位聲音之位置，圓圈越大代表偵測到之搭聲次數越多，其中8月14日因未偵測到任何訊號，故未放入當日之航跡與A-tag結果對照圖。此結果可用來回推海豚出現位置，未來或可與目視調查資料結合，對白海豚之棲地分布有更全面性之了解。

表 3.1.1.4-1 拖曳式聲學調查偵測結果

日期	累積時間	偵測搭聲(次)	偵測回聲定位聲音(次)	錯誤偵測之搭聲(次)	錯誤偵測之回聲定位聲音(次)
7/21	7 小時 45 分鐘	1181	66	29	4
8/14	5 小時 36 分鐘	0	0	0	0
9/9	4 小時 45 分鐘	36	5	36	5
9/16	3 小時 36 分鐘	540	33	76	5
總計	21 小時 42 分鐘	1757	104	141	14

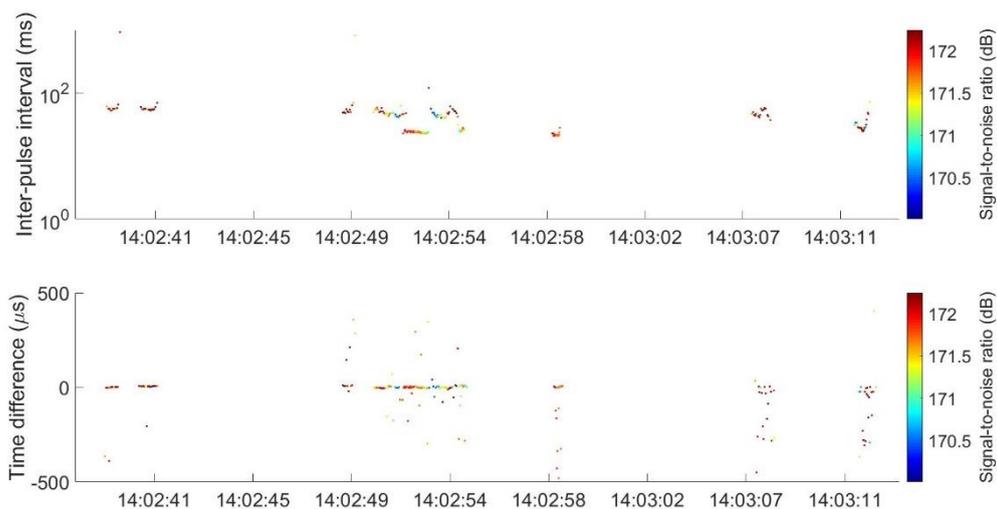


圖 3.1.1.4-1 經篩選後之聲音事件可用 IPI(上圖)及時間差(下圖)加以檢視是否為錯誤偵測

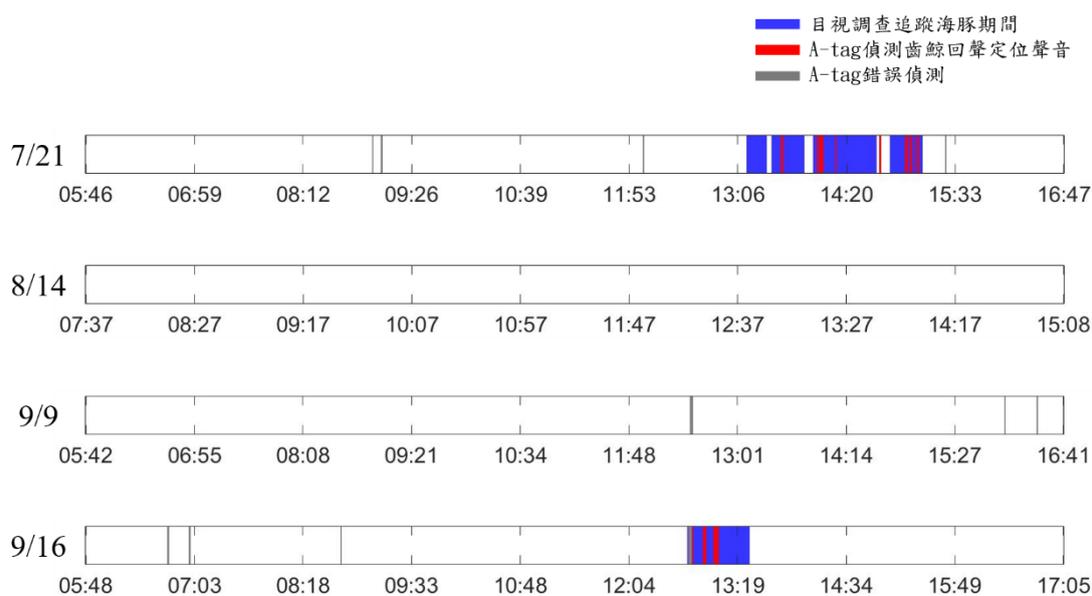
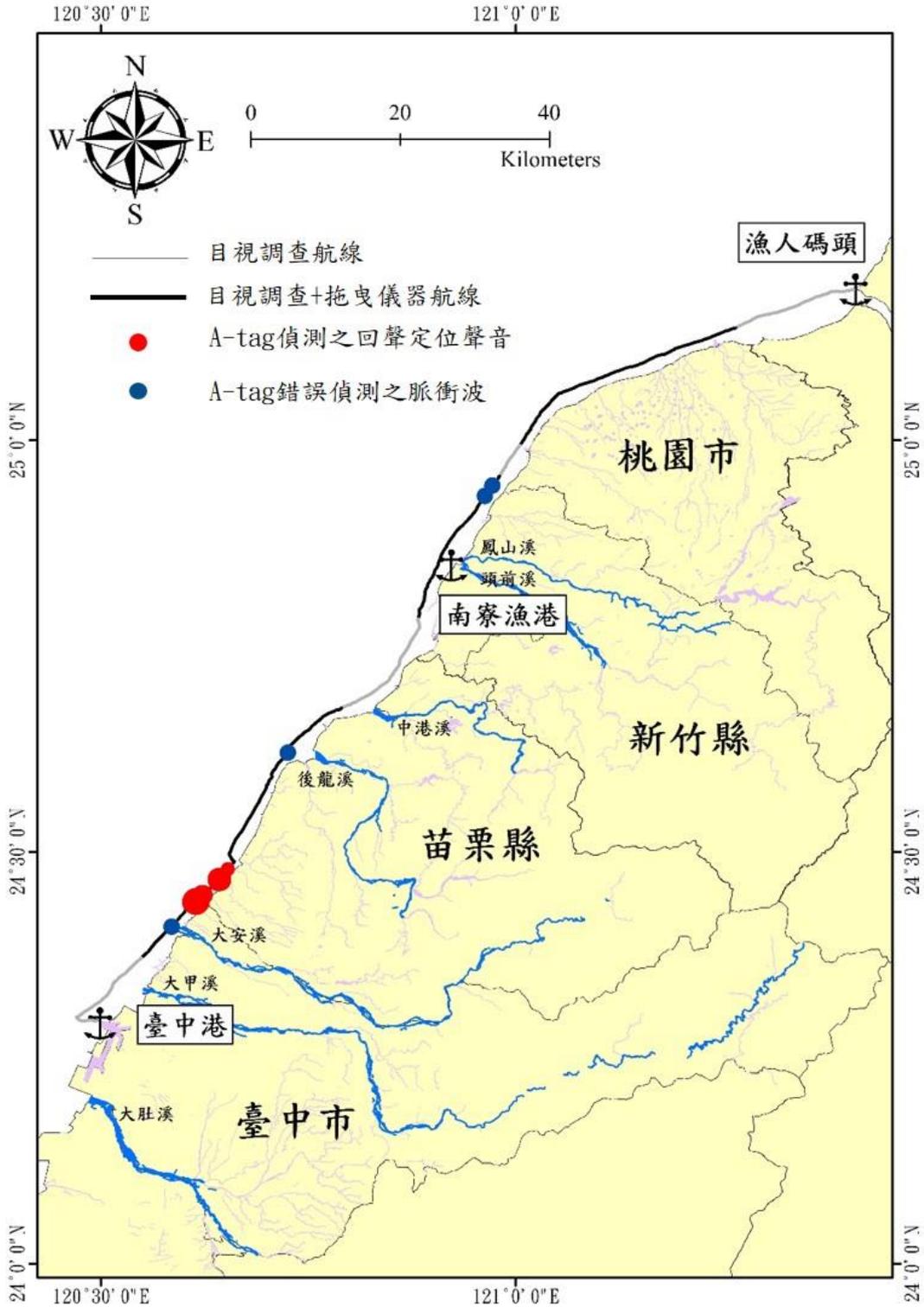
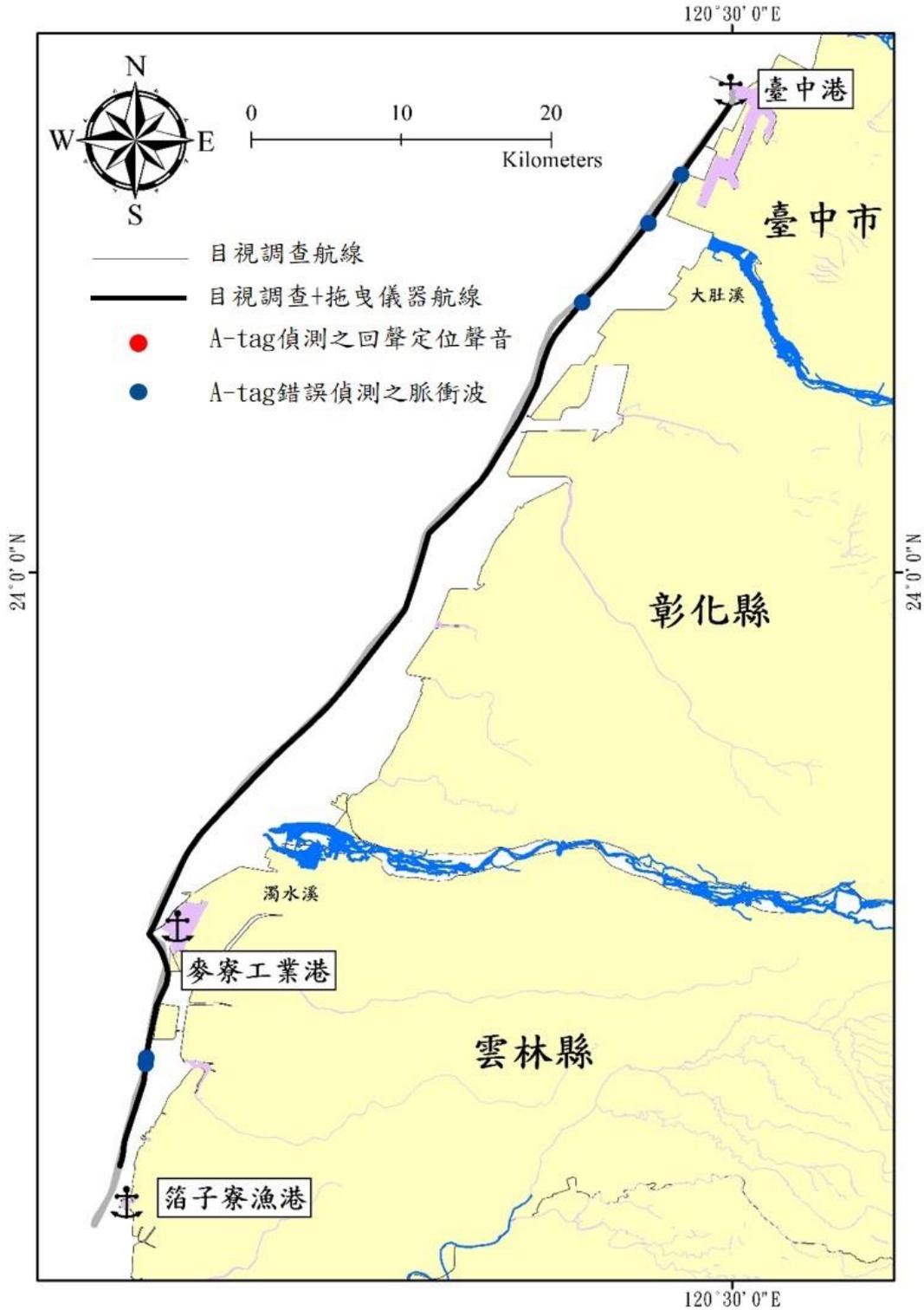


圖 3.1.1.4-2 拖曳式水下聲學輔助調查偵測結果與目視調查之比較



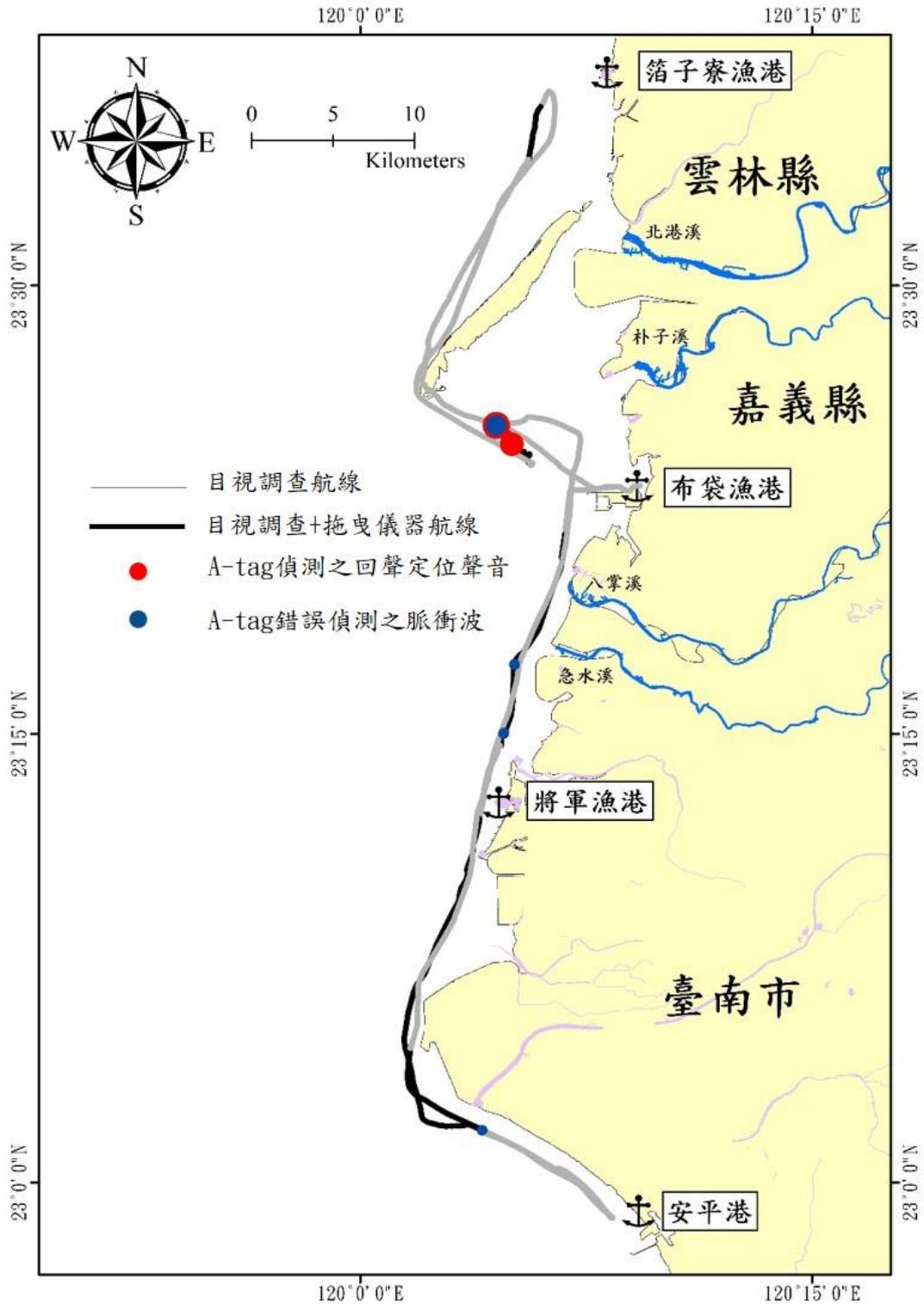
註：圓圈大小表示偵測數量多寡。

圖 3.1.1.4-3 7 月 21 日拖曳式水下聲學輔助調查偵測結果與 GPS 航跡之比較



註：圓圈大小表示偵測數量多寡。

圖 3.1.1.4-4 9 月 9 日拖曳式水下聲學輔助調查偵測結果與 GPS 航跡之比較



註：圓圈大小表示偵測數量多寡。

圖 3.1.1.4-5 9月16日拖曳式水下聲學輔助調查偵測結果與GPS航跡之比較

3.1.2 白海豚族群動態分析

3.1.2.1 族群空間分布

本年度共目擊22群次鯨豚，其中白海豚為19群次，瓶鼻海豚為3群次。為符合穿越線調查的研究設計，僅採用有效努力里程中所目擊之群次，其餘非有效群次僅留做紀錄但不納入分析使用，因此白海豚共有18群次納入有效群次計算，瓶鼻海豚共有2群次納入有效群次計算；另外，4次將軍至安平段之額外調查並未目擊任何鯨豚。18筆白海豚有效目擊及2筆瓶鼻海豚有效目擊資料中，除了包含4筆(白海豚3筆、瓶鼻海豚1筆)因目擊鯨豚後隨即下潛不見蹤影之短暫觀測外，其餘觀測皆接近或超過30分鐘。觀察過程中，除了盡可能拍攝每隻個體照片資料外，同時也記錄鯨豚行為。

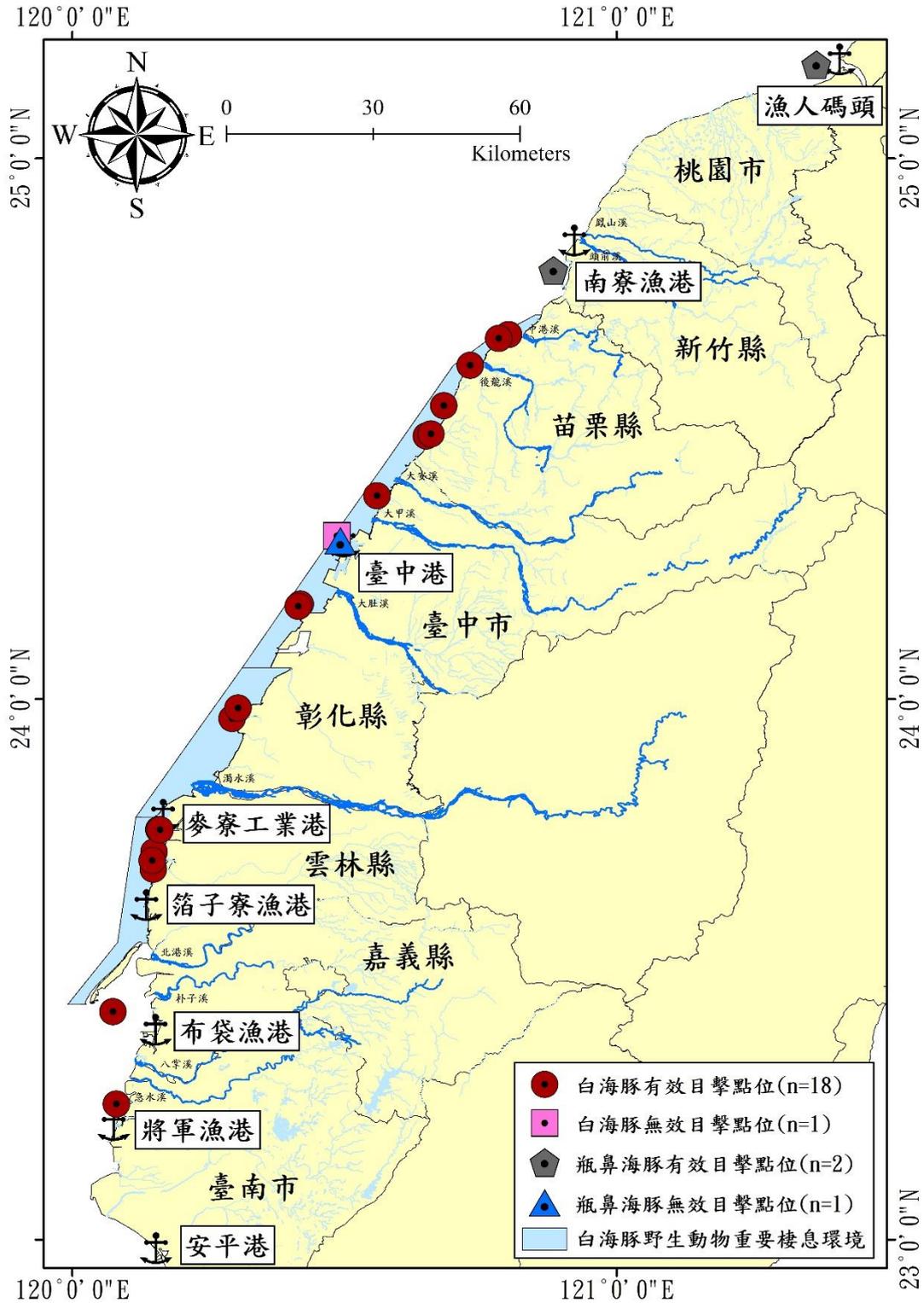


圖 3.1.2.1-1 本年度鯨豚發現點位

3.1.2.2 航線目擊率

(1) 緯度區分

於淡水至將軍之間海域，南北界由淡水河口海域(25°00'00")至將軍漁港海域(23°10'00")，以北緯每10分(WGS1984，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/100公里)(圖3.1.2.2-1)。

各區塊目擊率分述如下：

(a) 無目擊區域：

- (i) 新北市(25°20'00")至淡水河口(25°10'00")
- (ii) 淡水河口(25°10'00")至新竹南段(24°50'00")
- (iii) 臺中南段(24°10'00")至彰化北段(24°00'00")
- (iv) 雲林南段(23°40'00")至嘉義北段(23°30'00")

(b) 目擊率(由高至低)

- (i) 彰化雲林交界(23°50'00")至雲林北段海域(23°40'00")：2.7群次/100公里
- (ii) 苗栗南段(24°30'00")至臺中北段(24°20'00")：1.80群次/100公里
- (iii) 臺中南段(24°20'00")至彰化北段(24°10'00")：1.22群次/100公里
- (iv) 新竹南段(24°50'00")至苗栗北段(24°30'00")：1.10群次/100公里
- (v) 彰化南段(24°00'00")至彰化雲林交界(23°50'00")：0.87群次/100公里
- (vi) 嘉義臺南交界(23°20'00")至臺南北段(23°10'00")：0.66群次/100公里

(vii) 嘉義北段(23°30'00")至嘉義南段(23°20'00")：0.44群次
/100公里

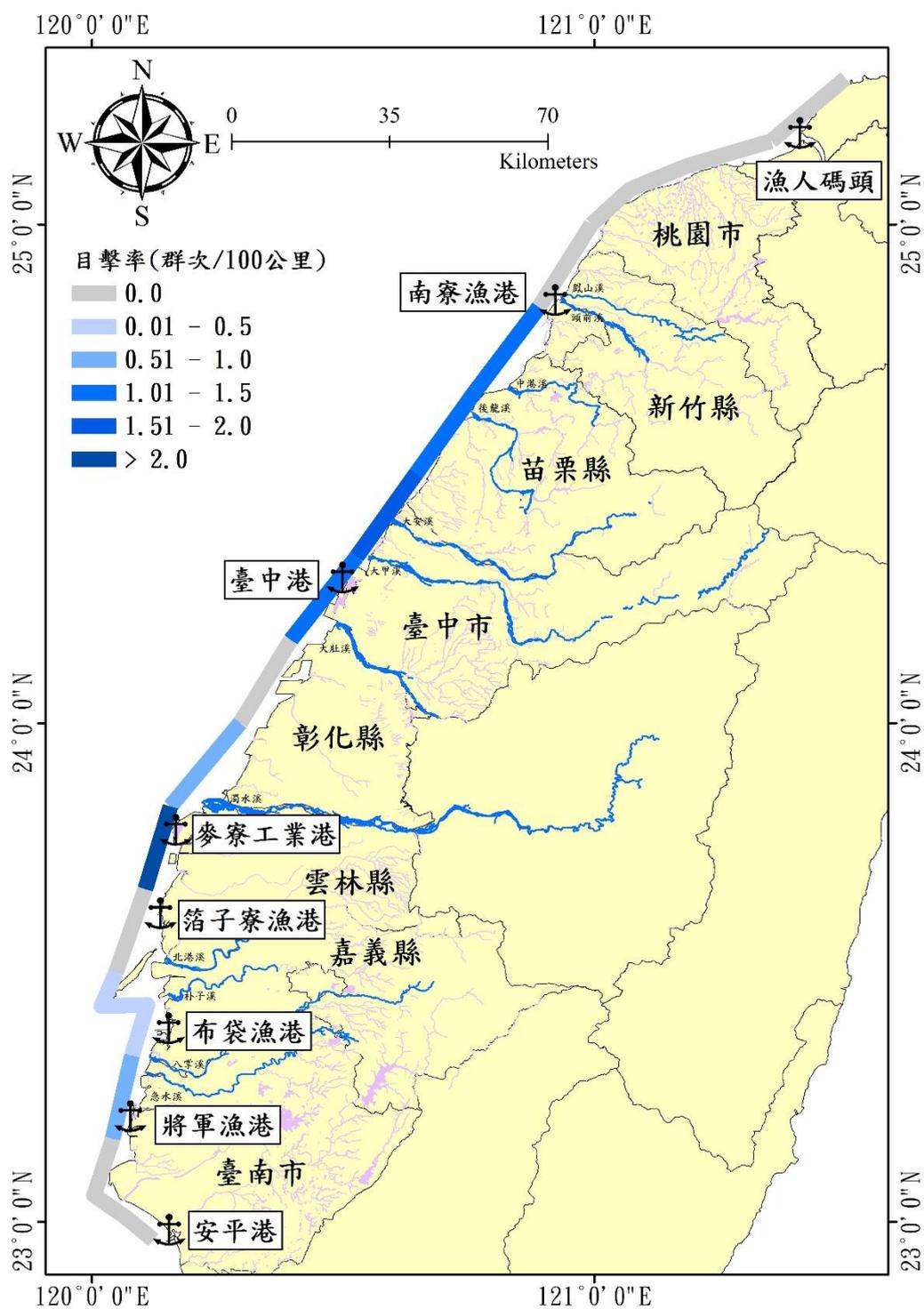


圖 3.1.2.2-1 白海豚目擊率 (寬度為方便閱讀，並非真實分布)

本年度瓶鼻海豚共有2群有效目擊。由下圖3.1.2.2-2可知，本年度僅於新北市(25°20'00")至淡水河口(25°10'00")海域與新竹南段(24°50'00")至苗栗北段(24°40'00")有目擊瓶鼻海豚，目擊率分別為每100公里2.58群次及0.56群次。其餘區域皆無有效目擊紀錄。

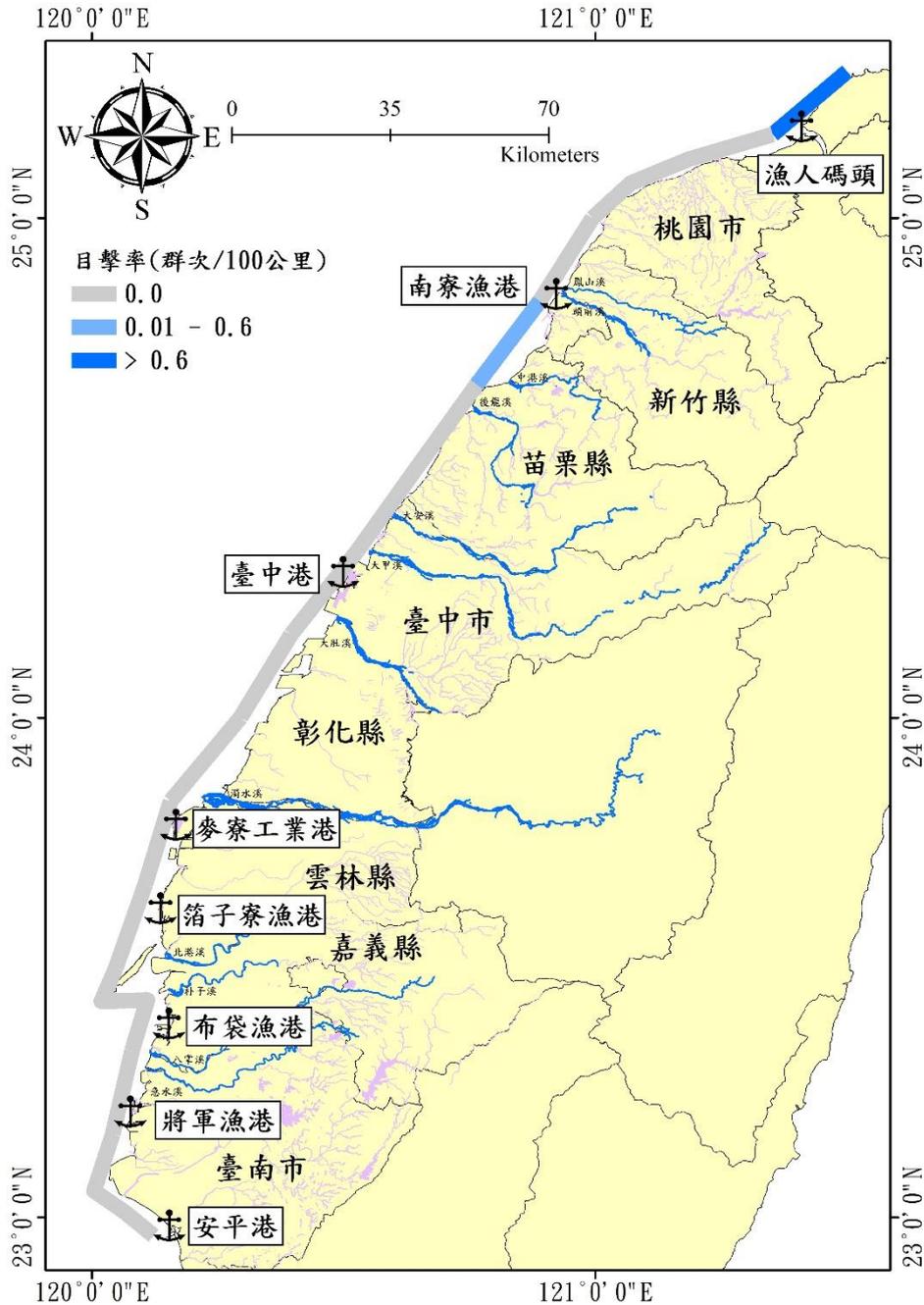


圖 3.1.2.2-2 瓶鼻海豚目擊率(寬度為方便閱讀，並非真實分布)

(2) 航段區分

各區航線群次白海豚目擊率分別為：南寮-臺中段1.16群次/100公里、1.86群次/10小時；臺中-麥寮段0.75群次/100公里、1.19群次/10小時；麥寮-將軍段0.92群次/100公里、1.57群次/10小時；淡水-南寮段無白海豚目擊紀錄。各段目擊率以南寮-臺中段最高，並且目擊位置多集中於苗栗地區(表3.1.2.2-1)。而瓶鼻海豚之目擊僅集中於北段航線，目擊率分別為：淡水-南寮段0.17群次/100公里、0.29群次/10小時；南寮至臺中段0.17群次/100公里、0.27群次/10小時。

表 3.1.2.2-1 各區段目擊率

調查區域	鯨豚物種	目擊群次	有效群次	有效群次 /100 公里	有效群次 /10 小時
淡水 - 南寮	瓶鼻海豚	1	1	0.17	0.29
南寮 - 臺中	白海豚	8	7	1.16	1.86
	瓶鼻海豚	2	1	0.17	0.27
臺中 - 麥寮	白海豚	5	5	0.75	1.19
麥寮 - 將軍	白海豚	6	6	0.92	1.57
總計	白海豚	19	18	0.69	1.13
	瓶鼻海豚	3	2	0.08	0.13

(3) 育幼群目擊率

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，2018)。然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。

本年度18群次有效目擊當中，共目擊5群次育幼群，目擊率約0.2群次/100公里、0.01群次/10小時。

3.1.2.3 目擊群體行為觀察

本年度白海豚目擊群次個體數，除3月18日、4月15日因觀測時間過短無法判定外，其餘群次約在2至10隻不等。行為部分於4月11日、4月16日及7月22日觀測到疑似覓食行為；7月20日觀測到大範圍繞圈及4月16日觀測途中因漁船經過具有較明顯躲避行為反應外，其餘多以徘徊、游走或未知其行為為主(表3.1.2.3-1)。

表 3.1.2.3-1 白海豚行為紀錄表

日期 _群次	目擊 位置	鯨豚 種類	行為類 別	行為描述
20200318_01	苗栗	白 海 豚	未知	於船艙東北方距離約 150 公尺到 200 公尺目擊 2 隻白斑小於 50% 之個體，魚探機下無魚，此時岸的位置為大安溪南側，游向不一致，一隻往岸邊、一隻往北游。下潛後 15 分鐘仍不見兩隻個體蹤跡，故設離開點。

20200318_02	苗栗	白海豚	游走、 休息、 繞圈	於新埔海堤南邊外，發現一隻白色個體的背鰭，隨後又見其他隻個體一同出現。一開始先往北，隨後轉向南邊，又接著往南邊游走。雖向南游走，有幾隻個體繞圈，但隨後又向南游。群體游向皆往南，個體間有時緊密、有時又稍微分開。目擊觀察約 30 分鐘後，因航線努力量約剩 30 多海哩及時間的關係，故設離開點。
20200411_01	彰化	白海豚	覓食、 游走	於永興海埔地目擊一隻白色個體背鰭，隨後又見幾隻年輕個體的背鰭，先往北再往南。10 分鐘後，又見另一群個體於船尾 5-6 點處出水，而北邊則也另有 3 隻個體往北游走，因此出現分群。第一群體的大致游向為往北沿著岸游走，而第二群則游向多變且於漁網附近繞圈，最後因為時間的關係，而設置離開點，離開海豚。
20200415_02	臺中	白海豚	未知	於結束觀測時發現一隻白色個體背鰭，隨後見白色背鰭。但當我們隨後在附近搜尋約 7 分鐘後皆不見其蹤影，故設離開點。
20200416_02	苗栗	白海豚	繞圈、 覓食、 休息	於通霄火力發電廠南方看見海豚半身與背鰭，隨後又多見隻其他個體加入，一開始先向南游，但隨後又交錯下潛變換方向。游向大多一路向南的緩慢游動，時有變向，時有側身出水，時又漂浮，而魚探機則測得有表層魚群。另外在觀測途中，有漁船經過，海豚一開始呈現加速狀態，

				隨後見隻少年個體浮出水面換氣船減速。海豚則在漁船約距 400 公尺處即下潛，唯有隻少年個體出水換氣。等漁船過去後，海豚則開始出水換氣，過程中海豚游速並無加快情形出現。最後，因為時間關係。而設離開點。
20200416_01	雲林	白海豚	繞圈	於麥寮工業區外看到水花及白海豚尾鰭往北游，距船約 300-400 公尺，離岸約 800 公尺水深約 8 公尺，估計有 2-3 隻個體皆僅背部出水，平身下潛，游速<4 節，接著在小區域方向不一致小繞圈，之後往北往外海游走，附近有兩艘漁船經過。約 10 分鐘後，海豚遠離船隻到較外海處，且轉向南游走，方向不一致地小範圍繞圈。向南游走約 10 分鐘後，有一個體漂浮，方向不一。海豚群體在麥寮工業區外大範圍南北徘徊，但也偶有小區域繞圈現象，故行為疑似覓食。
20200416_02	臺南	白海豚	游走	於離岸約 1500-2000 公尺處看見白海豚水花和尾幹，目擊當下，有尾鰭拍水動作，行為疑似為社交，群體個體多且聚集。後來船靠近之後往南往岸游動，之後往外海、往北游走，之後群體往北游走，多拱身、舉尾動作。海豚間隔拉遠，分為 3 群，在船前方約 400 公尺(不跟隨)，靠外海側有一個體離船較近，靠岸一側較多個體離船較近(跟隨)，3 群皆往北游走，之後靠岸一側群體應為往外

				海游，皆穩定往北游走，之後離船較遠，僅背部出水，稍轉向往外海，但方向大致向北游走，行為不多變，海豚距離較遠，照片拍攝足，設離開點。
20200507_01	雲林	白海豚	未知	於麥寮港南邊發現一背鰭出水，此時海豚位於船隻東北側，離船約 500 公尺，離岸約 1000 公尺，游向往南，隨後海豚半身出水，游向依舊往南，調查團停船於原地等候，約五分鐘後未見海豚蹤影，因推估其游向往南，船隻漸漸往南邊移動，又搜尋約五分鐘後仍未見海豚蹤影，因時間關係設離開點(GPS020)終止觀測。在設完離開點，船隻轉向往北時，於船隻右前方發現鯨豚出水，游向往南，因與第一次目擊位置相近，約 200 公尺以內，故視為同群鯨豚，並重新開始觀測，此時鯨豚彼此距離小於 3 個海豚身，換氣頻率小於 2 分鐘，在觀測約 5 分鐘時，一漁船從遠方疾駛而來，直接穿越鯨豚所在位置，鯨豚再次失去蹤影，調查團於原地搜尋約 10 分鐘後仍未見其蹤影，因原先鯨豚游向往南，故船隻往南邊移動，此時於船隻前方見鯨豚出水，方向時而往外海，時而往南，待調查團接近鯨豚位置時，鯨豚再次失去蹤影，在搜尋 5 分鐘後未見其蹤影，因時間關係設離開點，結束此次觀測。

20200507_02	雲林	白海豚	未知	<p>於麥寮港南邊發現一鯨豚半身出水，此時距船約 70 公尺，游向往南，隨後又一鯨豚出水，彼此相距約 3 個海豚身，換氣不同步，觀測過程中鯨豚換氣頻率約 4 分鐘，出水約兩到三次後又再度下潛，游向往南，在觀測約 7 分鐘時，鯨豚出水轉向往北，彼此相距小於 3 個海豚身，游速小於 4 節，隨後又轉向往外海往南，數次換氣之後又再度下潛失去蹤影，觀測過程中，鯨豚游向持續往南，游速緩慢，彼此距離緊密，在觀測約 25 分鐘時，鯨豚游向往岸，緩慢地往岸邊游去，隨後又轉向往北，數次換氣後再度下潛，調查團隊於原地等候並搜索，過了 5 分鐘後未見鯨豚再次出水，因時間考量設立離開點，結束此次觀察。</p>
20200602_01	彰化	白海豚	游走	<p>於王功外海見一白色個體半身出水，隨後又見數隻個體出水，游向往南，游速緩慢，觀測過程中個體彼此距離靠近游速緩慢，游向穩定往南，觀測 15 分時游向多變，有原地繞圈情形，隨後群體繼續往南游動，觀測約 20 分鐘，目擊最後一眼之後未再見群體出水，因已拍攝足夠照片，且因時間關係而設點離開，結束觀察。</p>

20200720_01	雲林	白海豚	大範圍繞圈徘徊	<p>於麥寮港南邊、新虎尾溪口，看見一灰色個體舉尾，另一黑色個體背鰭，往南游走，附近有鳥類活動。海豚游動緩慢、方向不一致，游速小於4節，此時估算群體內有年幼個體2-3隻，整體往南游走。再次目擊海豚在船後，離船約200公尺，距離堤防約100-200公尺處，有舉尾動作，之後海豚在船靠外海側往南游，偶有舉尾動作，群體兩小群間距大於3海豚身，但整體持續往南游，隨即轉變為緊密，整體轉往北游走，後又轉往岸往南游走，方向不一致，速度小於4節僅背部出水，下潛角度小，此時水深約7-10公尺，群體在河口處緩慢移動、時而方向不一致，群體間距較鬆散，整體游向疑似為在河口附近大範圍繞圈。因時間緣故，調查團離開。</p>
20200720_02	雲林	白海豚	未知	<p>於新虎尾溪口南側見一灰色個體下半身出水，往南游走，隨後陸續出水數次，約有2到4隻個體共游，游向往西南，彼此間距離靠近，約小於3海豚身，於觀測時間約5分鐘後即下潛，調查團於原地搜索10分鐘後仍未見其再次出水，因考量時間因素，故設離開點，結束此次調查。</p>

20200720_03	彰化	白海豚	未知	<p>於烏溪溪口南側見一白色背鰭出水，游向往西，遠離岸邊，離船約 200 公尺，海豚游速緩慢，約小於 4 節，觀測 2 分鐘後見 2 隻個體，彼此間距離小於 3 個海豚身，游向改往靠岸向西，此時水深約 4.5 公尺，因考量安全水深關係無法繼續向岸靠近，觀測約 7 分鐘後海豚即下潛，調查團於原地搜索 5 分鐘後仍未見其蹤影，且最後目擊離船距離較遠且船隻無法靠近，又因時間考量，故設離開點，結束此次調查。</p>
20200721_01	苗栗	白海豚	游走	<p>O1：在通霄火力發電廠外，於船前 11 點鐘方向，見一隻個體的背鰭，此時游向為往南游，隨後又見另一隻個體向岸游，接著兩隻個體又向，向南游走後，下次出水隨又見其轉向岸處，找了 8 分鐘後仍不見 2 隻個體蹤跡，故設點離開。</p> <p>R02：剛設完離開點，才剛要回到航線上時，於船右舷見一隻個體的半身出水，疑似與剛目擊的個體相同，接著又見另一隻個體出現，此次群體方向多變，時向岸游，時又往外海游，但隨即接又消失不見蹤影，找了 10 分鐘後，仍不見其蹤影，故設點離開。</p> <p>R03：於苑裡外見可能為上一個目擊群次一隻個體之半身，此時為於船的左側 9 點鐘之處，一開始個體下潛前僅見背鰭後，變不見其蹤跡，正當要設離開點之時，便</p>

				<p>見 2 隻個體有加速，又隨後降速，3 分鐘後又加速往南游向岸，游向隨後轉南又往南游走，且途中個體也時分散，時又緊密的共游，觀測他們 30 分鐘後，因時間關係故設點離開。</p> <p>R04：於苗栗及臺中交界處北邊，見一隻白斑小於 50 的個體半身出水，隨後又見另一隻個體的背鰭，游向大致往南，也同時偶爾轉向岸又偶爾往外海，速度時快時慢，疑似為前幾群目擊的個體，觀察約 20 分鐘後，因時間關係而設點離開。</p> <p>※因四次目擊群體皆為相同個體組成，故視為重複目擊。</p>
20200722_01	苗栗	白海豚	覓食、休息	<p>於中港溪南側見一隻白色個體半身出水，往北游走，隨後又見其他隻個體一同出現，交錯下潛、漂浮、繞圈等行為出現。游向大致於中港溪河口處大繞圈，頻繁繞圈、多方下潛和休息，且觀察過程中還見有魚跳出，故判定可能行為為覓食、休息。在觀察過程中，群體時緊密，時又鬆散，游速皆緩慢小於 4 節。由於時間關係，故觀察 30 分鐘後，設離開點。</p>
20200817_01	苗栗	白海豚	繞圈徘徊、游走	<p>於後龍溪口南邊見一白色背鰭露出，隨後又見一白色個體半身出水向南游。一開始海豚向南游走，隨後立即轉為向北游，估算約有 4~5 隻個體，個體間距離較鬆散，皆大於 3 個海豚身，游向多</p>

				變，有時向外海、有時向岸，但大致的游向為西北，並伴隨著拱身及舉尾，偶有漂浮及轉向的情形。追蹤約 20 分鐘後，隊形由原本鬆散群體轉變為前 3 隻後 2 隻，兩群體間距約 700 公尺，持續向北游。因照片拍攝足夠，結束追蹤。
20200817_02	苗栗	白海豚	繞圈徘徊、游走	於中港溪口看見一背鰭出水往北游，離岸距離近約 500 公尺，水深 3.9 公尺，接著發現距船約 1 公里遠處有兩個體間距大於 3 海豚身，方向不一致，偶爾小漂浮，離船較近的個體原本在靠岸一側，再次目擊靠外海側，出水迅速，往北游走游速大於四節。接著有一漁船往一海豚個體靠近，另外在船後眩光處有兩個體，再次目擊時，有一個體靠近另外三隻個體會合，往北往岸游走，舉尾後，在船後發現，小飄浮、方向不一致，接著又往北往河口游走。接著目擊為前 4 隻個體小漂浮、後 1 個體往北往外海游，前後間距約 800 公尺遠，離開時，遠處有 2-3 隻個體，在靠河口處有一個體，船靠外海側有一個體。整個追蹤過程在河口附近往北游走，偶爾有小漂浮、方向不一致繞圈行為。
20200909_01	彰化	白海豚	未知	於大肚溪口看見一背鰭往外海，距船約 300 公尺，再次目擊於船後，海豚換氣時間長，再目擊時海豚在漁船旁約 50 公尺遠，飄浮

				後往大肚溪口游。等候超過五分鐘不見出水，紀錄點位後離開。
20200916_01	嘉義	白海豚	繞圈徘徊	於布袋港外水深約五公尺處看見一灰背鰭，接著看見4個體兩兩成對往岸游，皆僅背部出水，換氣時間小於2分鐘。之後靠岸一側有五隻個體，後面一隻個體，間距約200公尺，往南往岸游，此時有一漁船經過。六隻個體往岸游，其中一隻個體轉向，兩小群體間距拉遠距約500公尺，以靠岸一側較多個體拍攝為主，此時兩對白灰個體一起、後一隻個體往岸游走，再次目擊在船後一起往岸游，距船約50公尺。之後目擊往北游走，有一個體在靠岸一側，其他約6隻個體在靠外海一側，接著又全部往岸游走。全程無舉尾行為、換氣皆少於2分鐘，整體行為往南往岸游，疑似大範圍徘徊繞圈，照片拍攝足，調查團隊離開。

相較於白海豚，瓶鼻海豚僅兩筆有效目擊資料，其中4月15日目擊鯨豚後，個體隨即下潛而失去蹤影，故無相關影像資料及記錄；5月1日於調查過程中發現一隻個體，觀測過程中並未見其他個體出沒，綜合整體觀測，初步推測其行為可能為覓食(表3.2.3-2)。

表 3.1.2.3-2 瓶鼻海豚行為紀錄表

日期 _群次	目擊 位置	鯨豚 種類	行為 類別	行為描述
20200415_01	新竹	瓶鼻 海豚	未知	在香山外看見一隻黑色尖背鰭的瓶鼻向南游，隨後下潛便不見蹤跡，找了 10 分鐘後仍不見其身影，故設離開點。
20200416_01	臺中	瓶鼻 海豚	繞圈	於船頭 10-11 點鐘方向。靠近臺中港南堤防之北方處看見一隻灰色個體的背鰭出現。牠在港灣不遠處不斷轉換繞圈，游速皆小於 4 節，並緩慢游動。由於時間的關係，因而設離開點。
20200501_01	新北	瓶鼻 海豚	繞圈 覓食	於淡水河口外見一隻黑色尖尖的背鰭，隨後於船 11 點方向側再次見此個體換氣，游動。一開始這隻瓶鼻向北游，隨後又見此個體向南游，由一陣子後又轉向，向北游。在觀察途中，此隻個體至少變換 3 次方向，但皆在此區域活動。另外在觀察途中有漁船在附近活動，海豚皆無受影響。而在觀察途中，在海豚出水時，也有魚跳出，且游速皆小於 4 節，因此判斷其可能行為為繞圈覓食徘徊。由於時間關係，故結束觀察設離開點離開。

3.1.2.4 目擊群體活動軌跡

移動路徑分析則為發現鯨豚時，以調查船隻追蹤所定位之經緯度，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，緩慢行駛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，讓觀察員得以拍攝鯨豚於水上活動。有時發現點因距離鯨豚仍有一段距離，若以發現點作為鯨豚移動路徑分析之起點，將無法較精準地呈現鯨豚的移動路徑，故後續分析僅以距離鯨豚約200公尺之點位作為分析之起點，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，做為結束活動軌跡分析的終點。

其中，3月18日、4月15日於臺中目擊白海豚群次、9月9日於彰化目擊白海豚群次，及4月15日於新竹目擊之瓶鼻海豚群次，因於觀測到鯨豚後其隨即下潛，爾後約10分鐘內皆無再見其浮出水面，故這4次目擊僅記錄當下發現位置及物種，並無相關活動軌跡呈現。

本年度所觀察白海豚群次中，其移動路徑與過去調查文獻(周蓮香等人，2016、周蓮香等人，2015、周蓮香，2014)結果相似，多於水深5-10公尺及離岸不超過3公里的近岸淺海域，以速度3至5節南北向移動，偶有繞圈時，才有東西向或朝外海游動，所目擊行為多為游走、繞圈、覓食與休息(圖3.1.2.4-1至3.1.2.4-8)。

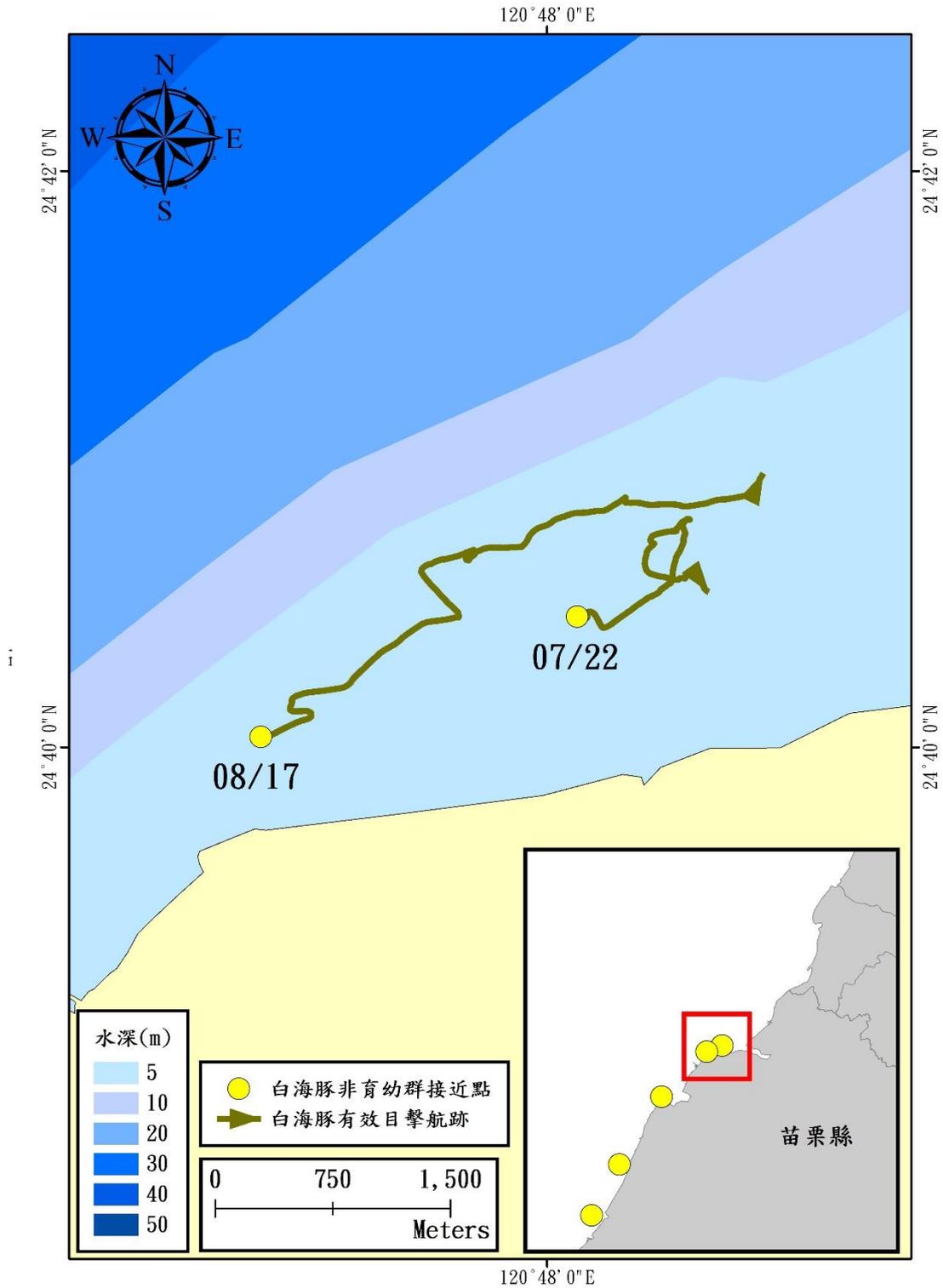


圖 3.1.2.4-1 苗栗海域船隻追蹤航跡-1

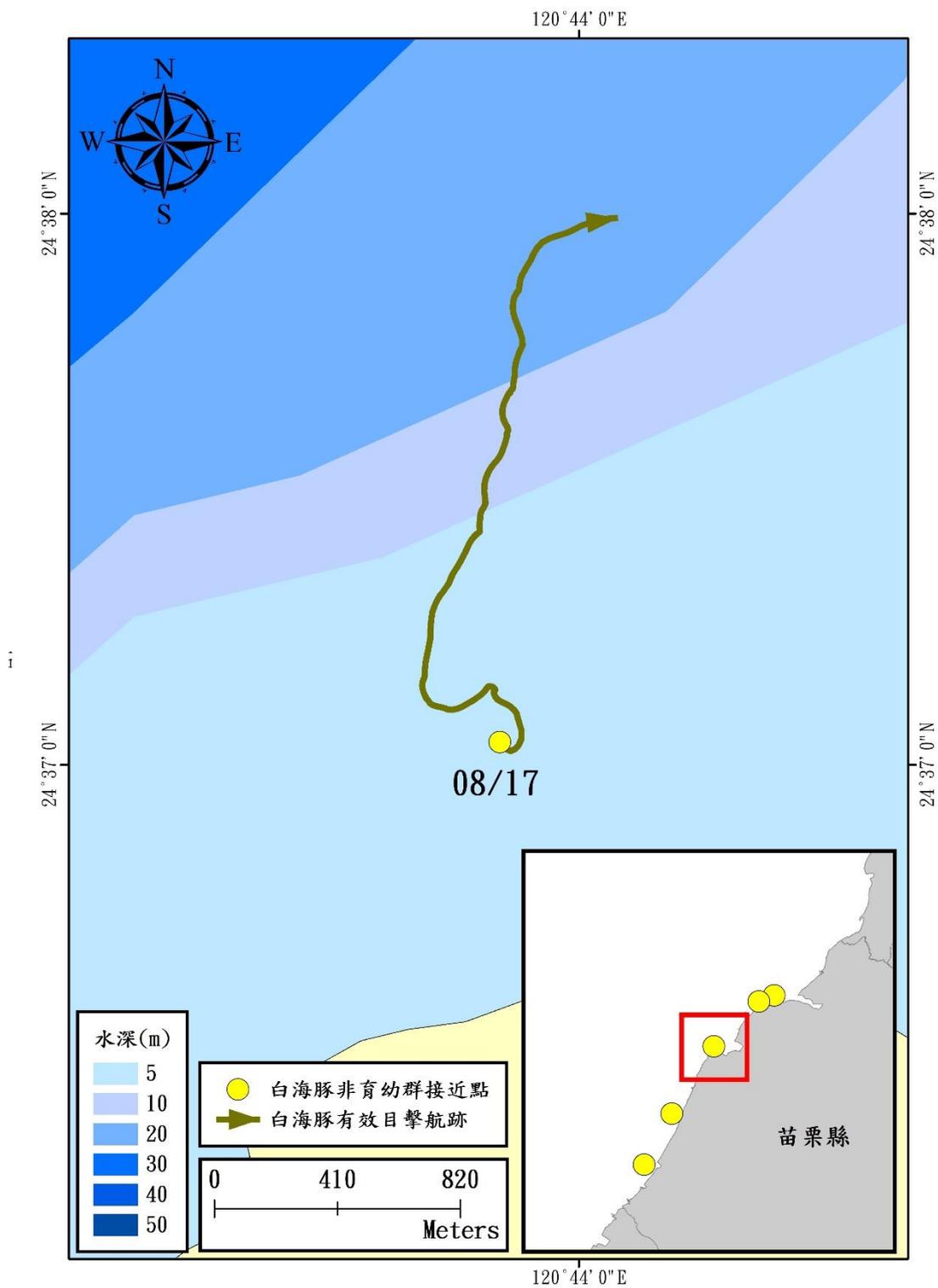


圖 3.1.2.4-2 苗栗海域船隻追蹤航跡-2

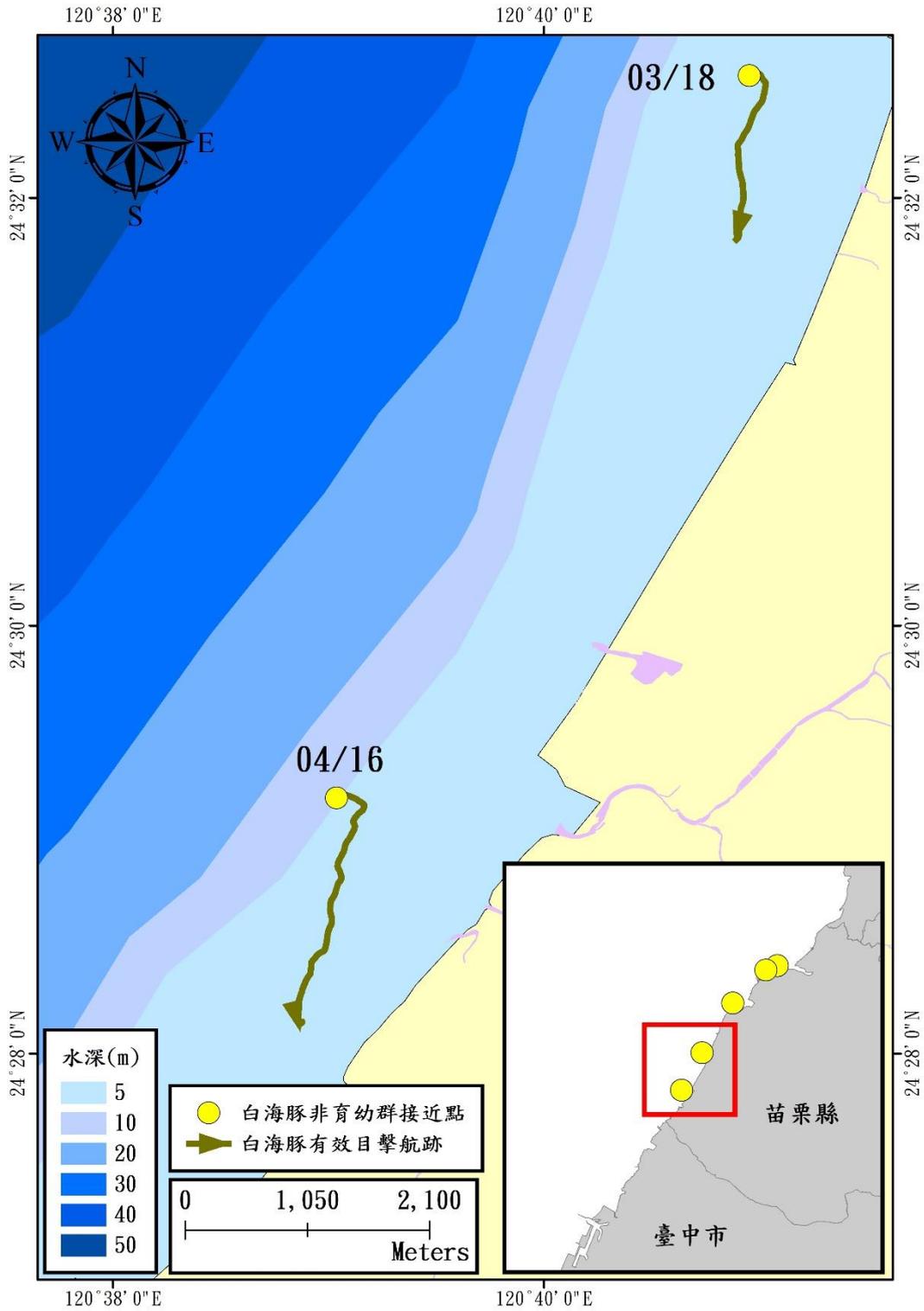


圖 3.1.2.4-3 苗栗海域船隻追蹤航跡-3

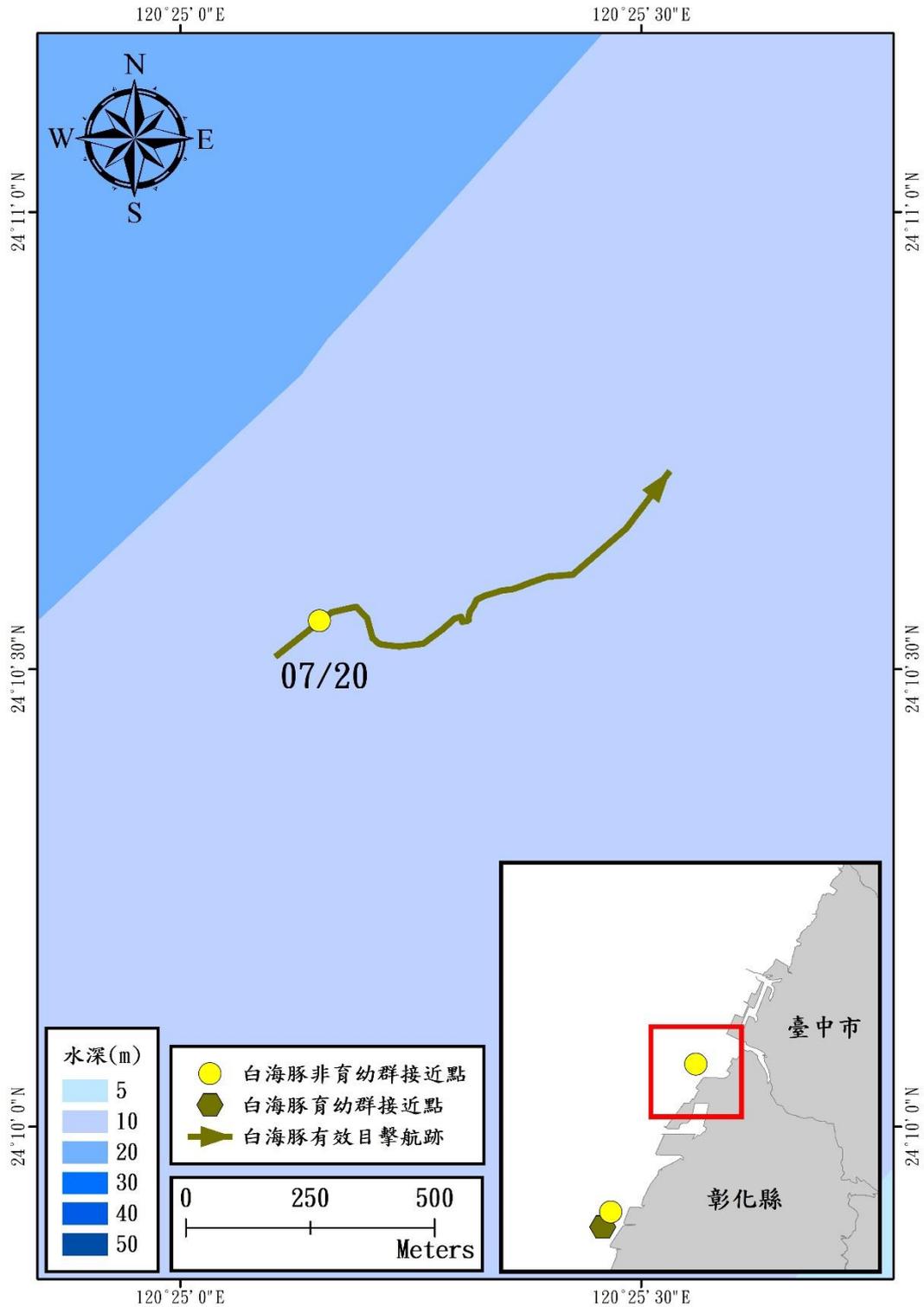


圖 3.1.2.4-4 彰化海域船隻追蹤航跡-1

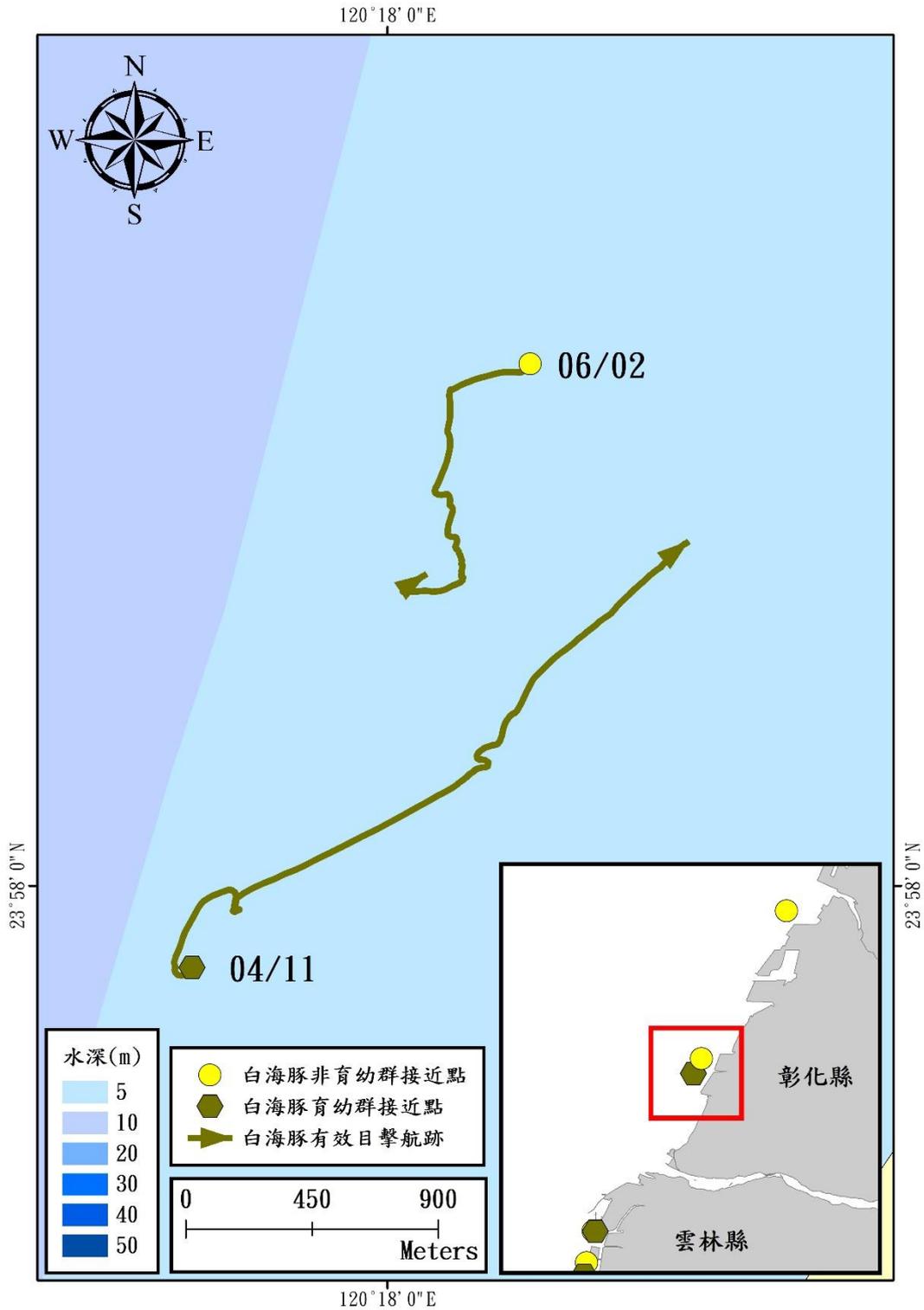


圖 3.1.2.4-5 彰化海域船隻追蹤航跡-2

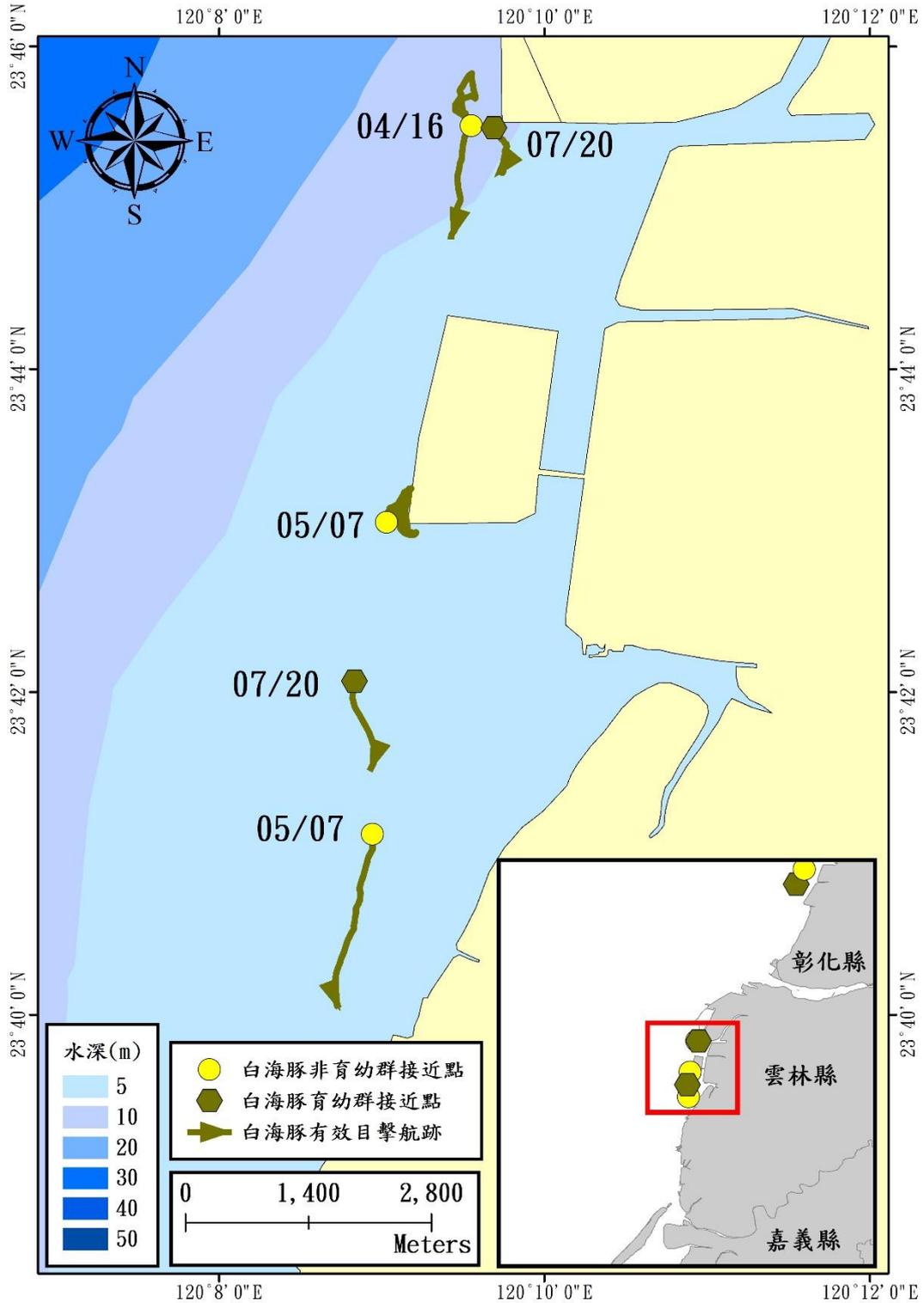


圖 3.1.2.4-6 雲林海域船隻追蹤航跡

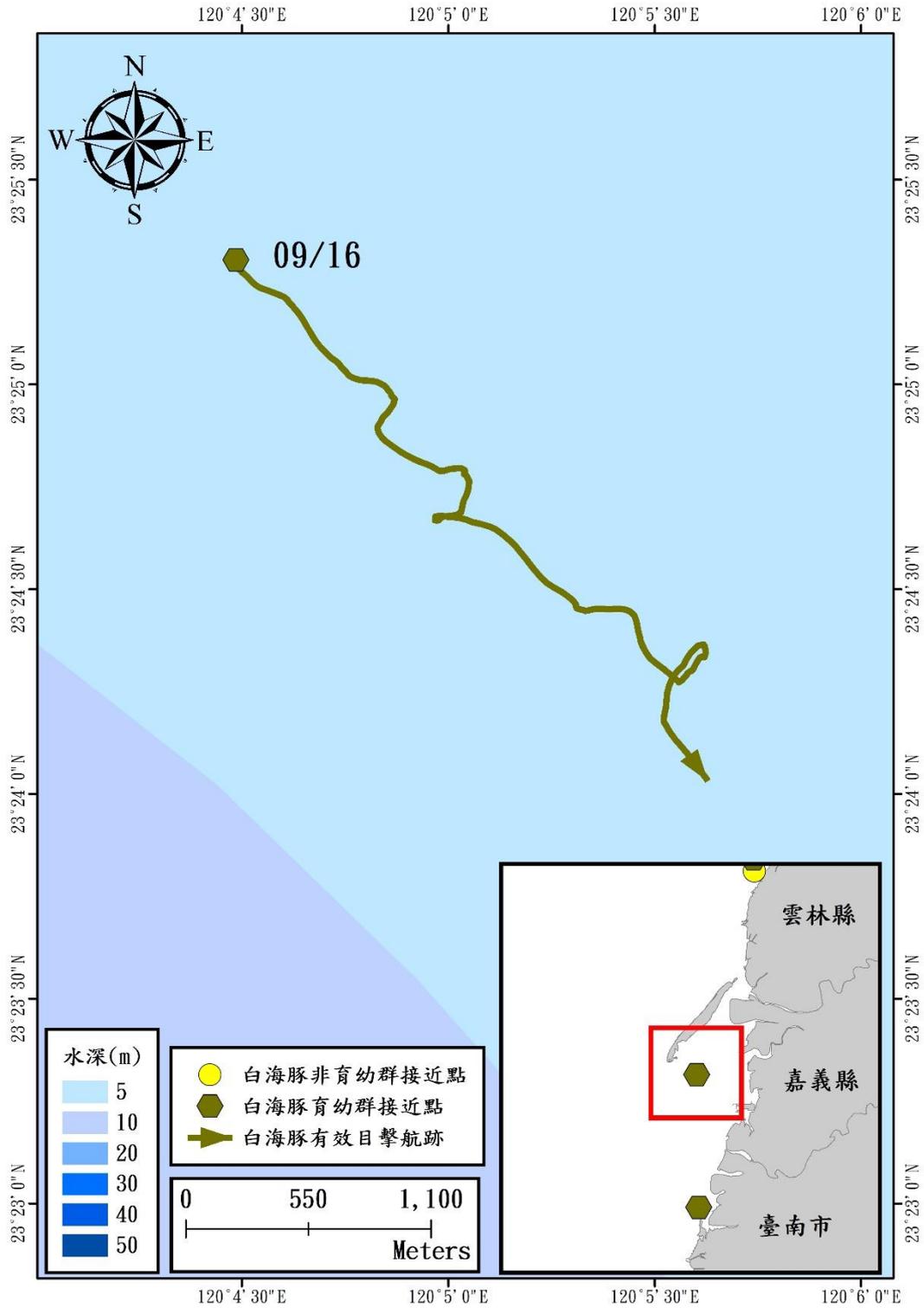


圖 3.1.2.4-7 嘉義海域船隻追蹤航跡

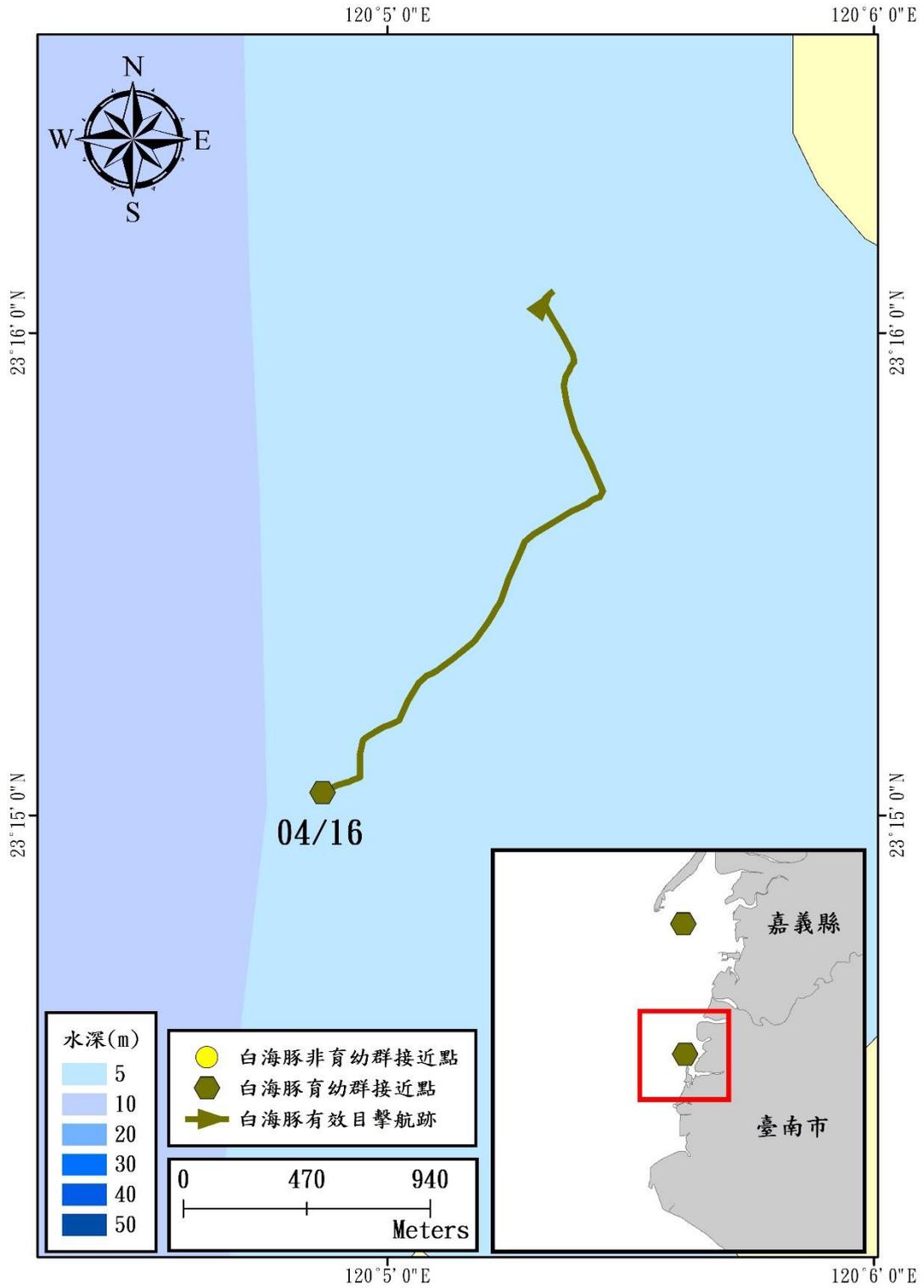


圖 3.1.2.4-8 臺南海域船隻追蹤航跡

另外，於7月21日淡水至臺中段調查過程中，共目擊四群次鯨豚，經事後照片分析比對，群次內個體組成皆為相同，故視為同一群次的重複目擊，分析上僅以一次目擊做計算。(圖3.1.2.4-9)

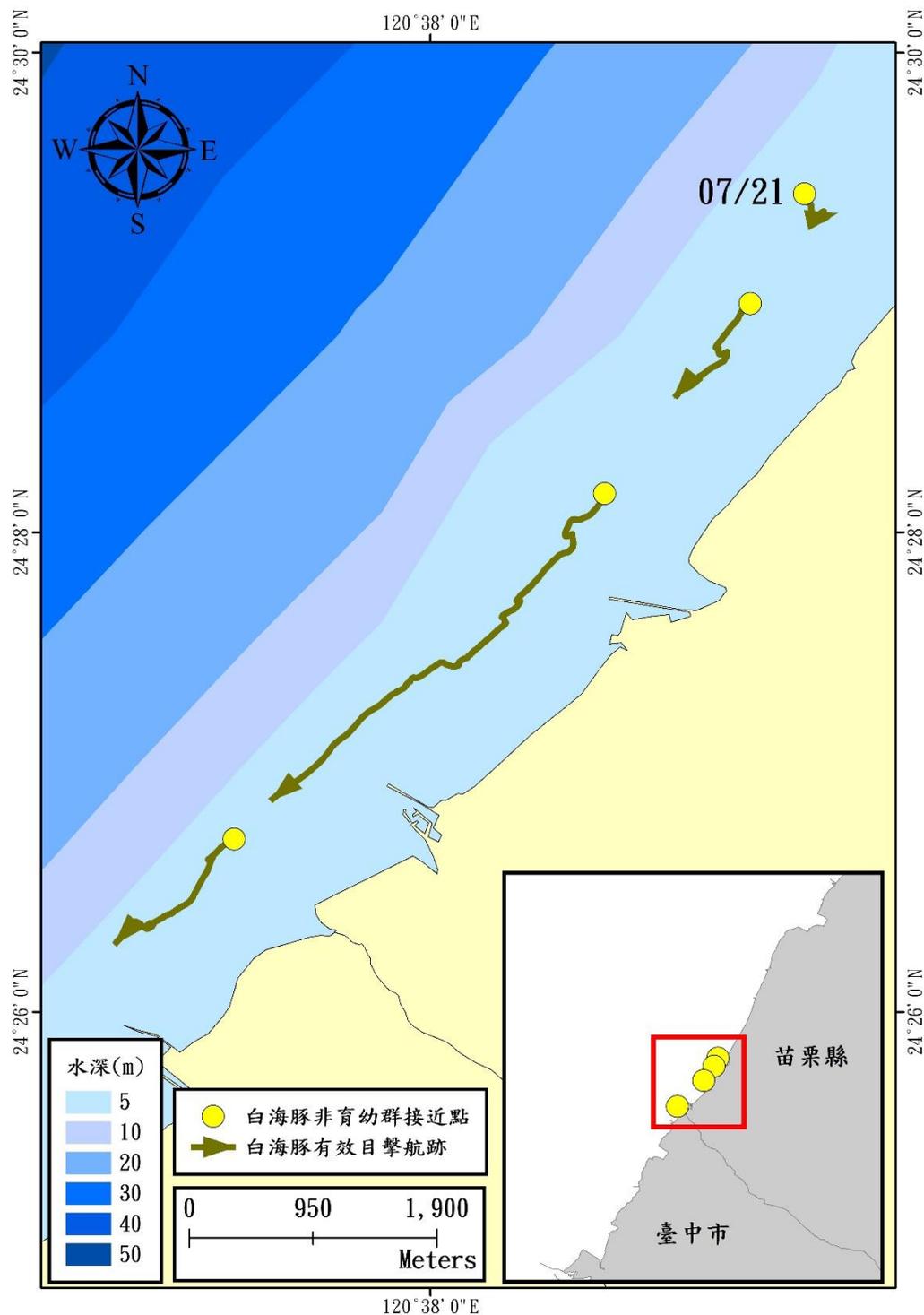


圖 3.1.2.4-9 苗栗海域白海豚重複目擊船隻追蹤航跡

而本年度所目擊之瓶鼻海豚行為則多以游走為主(圖3.1.2.4-10至3.1.2.4-11)。

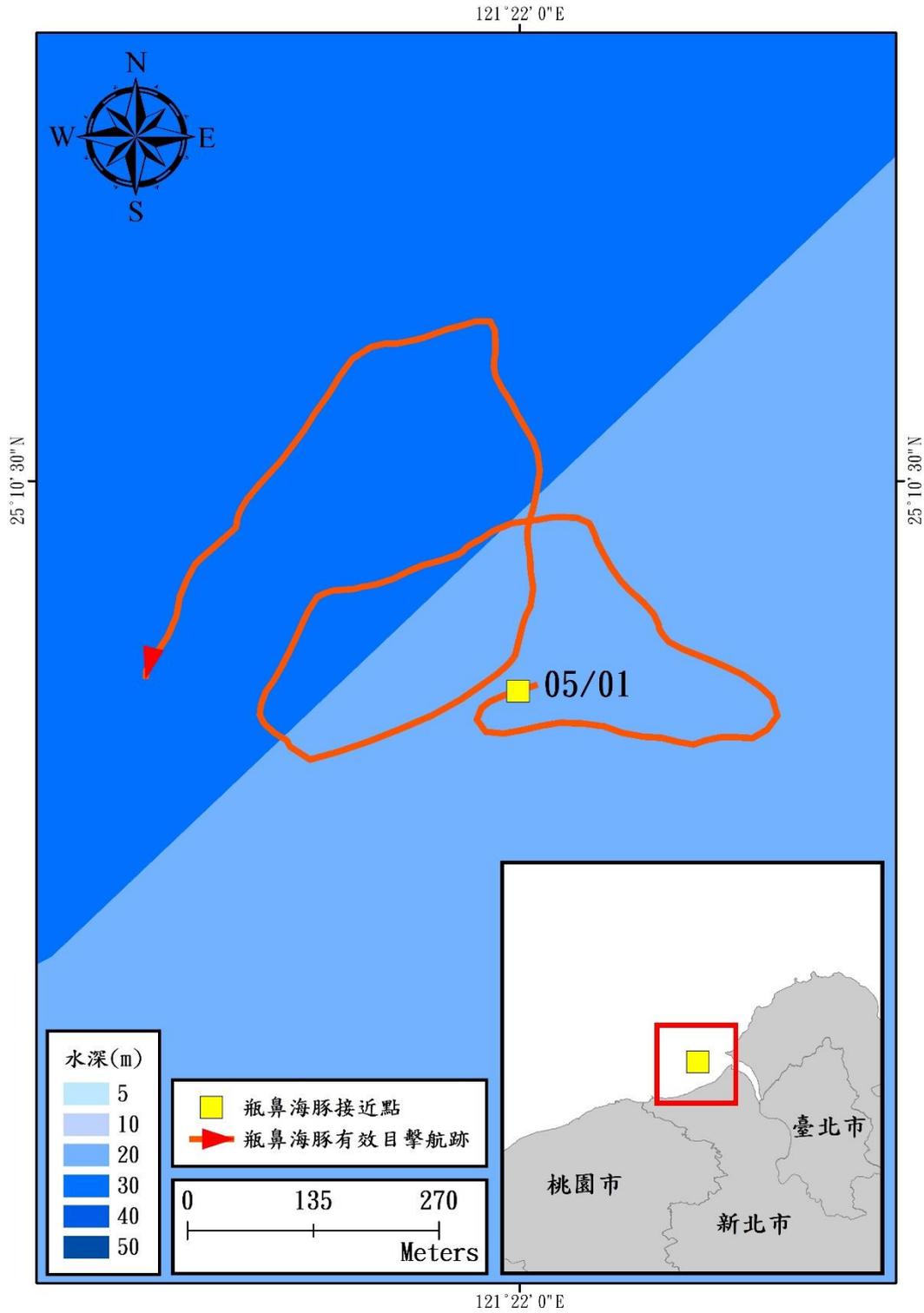


圖 3.1.2.4-10 淡水河海域船隻追蹤航跡

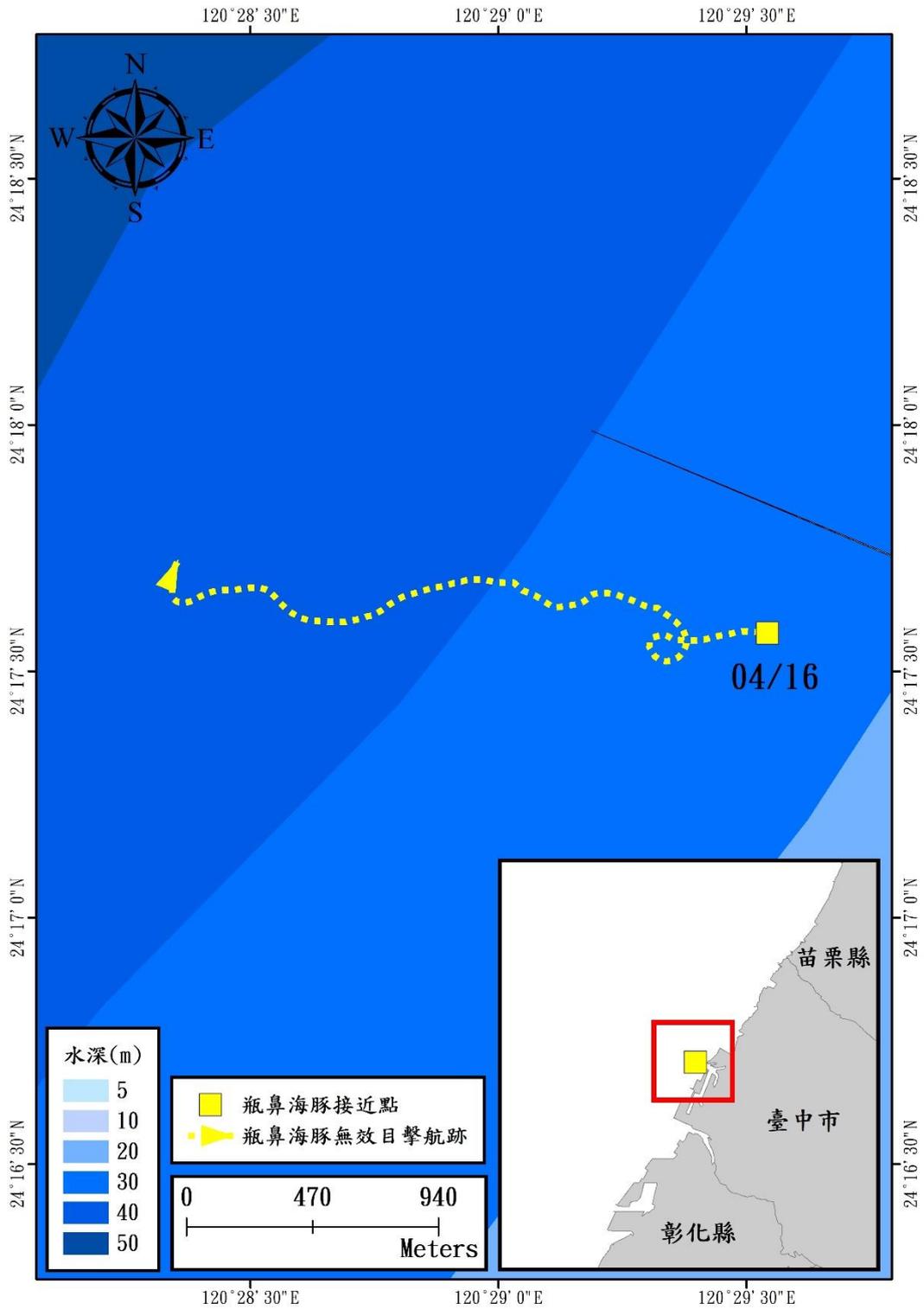


圖 3.1.2.4-11 臺中港外船隻追蹤航跡

3.1.2.5 族群數量與社交社群結構

彙整本年度及108年度調查成果，共44群次(有效目擊36群次，無效1群次)，經照片辨識分析共於兩年度建置44隻個體。其中33隻為108年度建置，今年度則新建置11隻個體(詳細個體目錄請參照表3.1.3.3-2)。

估算族群數量之模型方法多樣化，其中以符合最簡單假設前提與條件的捉放法模型：Lincoln-Peterson作為臺灣的白海豚族群數量估算。由於此模型易受樣本數影響，當樣本資料量越少，產生之變異係數(Coefficient of Variation)則越大，使得無法呈現結果之趨勢，儘管自108年度來已累積36群次之白海豚有效目擊，但仍無法進行準確估算。

目前除使用捉放法進行族群估算之外，也以Buckland等人(2005)之Distance Sampling之方法嘗試進行族群數量之估算，而此方法同時也受到樣本數的限制，需至少60-80筆樣本數，較具可信度。

臺灣的白海豚社交社群結構則以半權重關聯計算(Half-weight association index, HWI, Dice 1945)及分層群聚分析(Hierarchical Cluster Analysis)得出白海豚社群群體結構分為4群，但Whitehead(2008)曾計算與提出當樣本數越少，則將估算出之標準誤差值越高；反之，當樣本數越多，則標準誤差值越低，資料及可精確呈現。由於兩年度有效目擊之資料累積量對於統計上來說仍為不足，因此需具較多之樣本數，方才可精準估算。

詳細分析方式及結果請參閱「附錄二」，然因目擊樣本數過低，分析結果可信度低，故結果僅供參考，並非代表臺灣的白海豚實際族群狀況。

3.1.2.6 棲地利用

本年度共目擊19群次白海豚(包含一群次無效目擊)，於棲地利用分析上，須至少30筆以上之資料進行分析，方可準確推估，因僅一年度19筆目擊資料，無法呈現白海豚於西海岸相關分布及棲地選擇，希冀日後若能由署內收集至足夠目擊筆數可供分析使用，再另行呈現資料較為完整的白海豚棲地利用。

3.1.3 白海豚生態資料庫：個體檔案建立

3.1.3.1 照片辨識資料分析

本年度調查成果共目擊22群次鯨豚(表3.1.3.1-1)，其中20群次為有效目擊(白海豚18群次，瓶鼻海豚2群次)，以及2群次無效目擊(白海豚1群次，瓶鼻海豚1群次)。

於此20群次中，以4月16日於臺南所目擊群次隻數最多，於海上估算約有13隻個體共游，並以4月15日於臺中目擊群次隻數最少，於海上觀測時僅目擊1隻個體，其餘平均群次隻數為2-6隻不等。

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，但非絕對因素。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：

根據現場拍攝照片對比個體資料庫，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 3.1.3.1-1 本年度目擊群次個體數

目擊時間_群次	目擊地點	鯨豚種類	目擊狀況	海上目視估算隻數	照片辨識個體隻數	備註
20200318_01	臺中	白海豚	有效	2 隻	未知	觀察時間短，無影像資料留存
20200318_02	苗栗	白海豚	有效	6 隻	6 隻	
20200411_01	彰化	白海豚	有效	6 隻	6 隻	為育幼群*
20200415_01	新竹	瓶鼻海豚	有效	1 隻	未知	觀察時間短，無影像資料留存
20200415_02	臺中	白海豚	無效	1 隻	未知	結束調查進港時發現，屬無效目擊 觀察時間短，無影像資料留存
20200416_01	臺中	瓶鼻海豚	無效	1 隻	1 隻	出港時發現，屬無效目擊
20200416_02	苗栗	白海豚	有效	6 隻	6 隻	

20200416_01	雲林	白海豚	有效	3 隻	2 隻	
20200416_02	臺南	白海豚	有效	13 隻	10 隻	為育幼群*
20200501_01	新北	瓶鼻海豚	有效	1 隻	1 隻	
20200507_01	雲林	白海豚	有效	3 隻	2 隻	
20200507_02	雲林	白海豚	有效	3 隻	3 隻	
20200602_01	彰化	白海豚	有效	4 隻	6 隻	
20200720_01	雲林	白海豚	有效	7 隻	3 隻	為育幼群*
20200720_02	雲林	白海豚	有效	3 隻	2 隻	為育幼群*
20200720_03	彰化	白海豚	有效	2 隻	1 隻	
20200721_01	苗栗	白海豚	有效	2 隻	2 隻	
20200722_01	苗栗	白海豚	有效	4 隻	4 隻	
20200817_01	苗栗	白海豚	有效	5 隻	4 隻	
20200817_02	苗栗	白海豚	有效	5 隻	4 隻	

20200909_01	彰化	白海豚	有效	2 隻	2 隻	
20200916_01	嘉義	白海豚	有效	6 隻	3 隻	為育幼群*

註*：因幼豚體表特徵較少，不易判別是否為同一個體，故在照片辨識個體隻數部分排除嬰年及幼年階段之幼豚，以免錯估整體族群數量。

據目擊鯨豚時所攝得之影像與照片，透過個體身上的斑點、花紋、缺刻等特徵值，作為區別不同個體之依據，同時透過個體身上的體型大小、體色變化、斑點多寡等特徵值，作為白海豚的年齡判定依據，並依照此依據將白海豚區分成六個階段(表 3.1.3.1-2)：(Jefferson, 2000，賈曉平等人，2000)

表 3.1.3.1-2 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，106)</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	

其中，嬰年期、幼年期，因幼豚體表尚無斑點，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。然幼豚活動時，常與數隻成豚共游，故需至少以三次以上目擊結果，判斷同一成豚活動時，身旁是否皆有該幼豚共游，以作為母子對判定標準(周蓮香等人,2019)。本年度每目擊群次中群體年齡組成及群體數量如圖3.1.3.1-1。

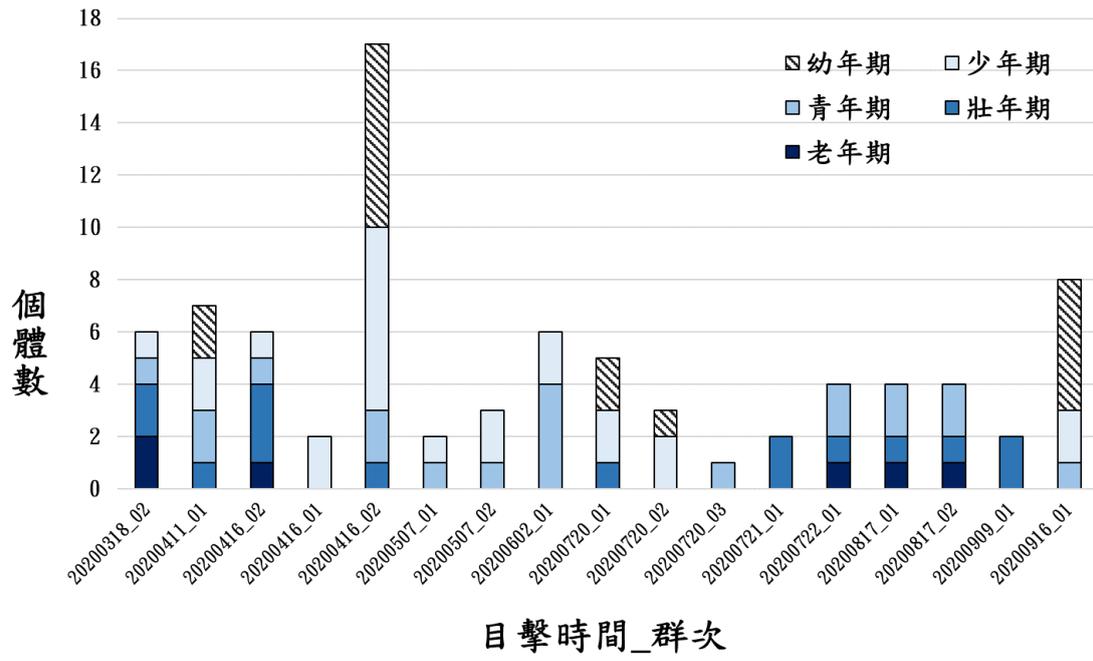


圖 3.1.3.1-1 每群次中個體年齡組成

3.1.3.2 本年度辨識結果

本年度依調查過程所拍攝之影像，共辨識出32隻個體，調查月份及個體編號對照表如圖3.1.3.2-1。

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
OCA001		V						
OCA002			V					
OCA003						V	V	
OCA004		V				V	V	
OCA007		V				V	V	
OCA008		V	V					
OCA009			V			V		V
OCA012						V	V	
OCA013			V					
OCA014		V	V		V			
OCA018			V			V		V
OCA020			V			V		
OCA021			V					
OCA023		V			V			
OCA024			V					
OCA025					V			
OCA026					V	V		
OCA027			V			V		
OCA028			V					
OCA029			V			V		
OCA030			V					
OCA031			V					V
OCA032			V					V
OCA033			V					
OCA034			V					
OCA035			V	V				
OCA036			V			V		V
OCA037			V			V		
OCA038				V				
OCA039			V	V				
OCA040					V			
OCA041					V			

圖 3.1.3.2-1 本年度白海豚活動履歷

(1) 目擊個體年齡組成

32隻個體中，依年齡階層可區分為：少年期共14隻、青年期共10隻、壯年期共6隻、老年期共2隻。

幼年期之幼豚部分，5群次育幼群中，因彼此目擊時間間隔較長、幼豚特徵不明顯且多數僅拍到身體的單一側面，因此無法判定當中是否有重複個體，僅能確認各群次中有幾隻幼豚共游，無法確認目擊幼豚總個體數，避免高估群體數量。本年度分別於4月11日於彰化辨別出1隻幼豚、4月16日於臺南辨別出7隻幼豚、7月20日於雲林辨別出3隻幼豚、9月16日於嘉義辨別出5隻幼豚(表3.1.3.2-1)，幼豚總目擊數則不進行估算。

表 3.1.3.2-1 育幼群目擊狀況

目擊時間_群次	目擊地點	照片辨識成豚數量	照片辨別幼豚數量
20200411_01	彰化	6	
20200416_02	臺南	10	7
20200720_01	雲林	3	2
20200720_02	雲林	2	1
20200916_01	嘉義	3	5

(2) 幼豚的年齡階層判定

由照片辨識中辨別之幼豚，透過與成體體長進行幼豚體長推估以判別幼豚之年齡並參照表3.1.3.2-2之定義，進行年齡判別。本年度目擊之幼豚個體，46%為1歲以上的個體，其體長與成豚之比例超過3/4。31%之個體約為1歲，其餘23%之幼豚體長比例為2/3-3/4之間，因此判定其年齡階層約為10-12個月（圖3.1.3.2-

1)。另外進行照片辨識過程中，疑似1隻個體為去年度即有目擊個體，但由於照片品質因素，無法確認辨識，待明年再次目擊則可將穩定存活成長之達三歲之幼豚納入個體資料庫。

表 3.1.3.2-2 幼豚年齡判定定義表(Chang et al., 2016)

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

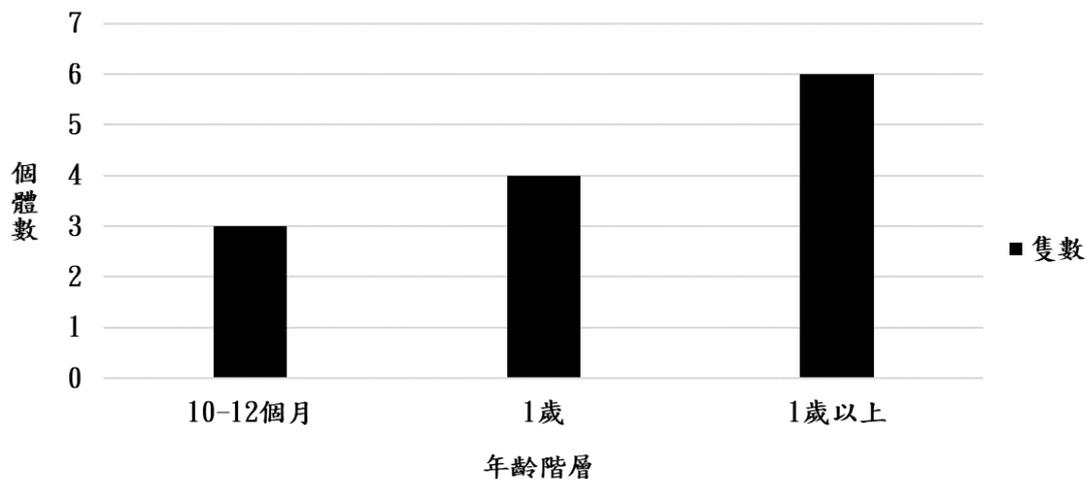


圖 3.1.3.2-2 本年度目擊幼豚之年齡階層

(3) 瓶鼻海豚之個體辨識

瓶鼻海豚個體辨識部分則於4月16日及5月1日分別各目擊一隻個體，經檢視後，發現兩日目擊之個體背鰭上所有細部缺刻位置，從上至下分布一致，而判定為相同個體，故本年度瓶鼻海豚辨識隻數共1隻(表3.1.3.2-2)。

表 3.1.3.2-3 瓶鼻海豚個體身體左右側照

個體編號	T-0038
左側照	
右側照	

3.1.3.3 建立白海豚個體資料庫

根據林務局107年調查監測報告中指出，歷年白海豚累積辨識個體為82隻，其中有19隻個體被列為確認死亡(擱淺紀錄)或疑似死亡(累積3年以上未見)(周蓮香，2018)。然因林務局白海豚個體資料庫詳細內容並未公開，無法確認63隻存活個體及19隻死亡個體之編號及影像資料，有鑑於此，本團隊利用今年度調查結果，配合其他參考資料建立新版「白海豚個體資料庫」，其中資料來源為：

- (1) 109年度本團隊調查資料
- (2) 109年度「海保署」相關調查資料
- (3) 「海保署」108年度「臺灣西部沿海白海豚族群監測計畫」資料(經校正)
- (4) 「林務局」提供99年至102年及105年至107年共577張相關影像資料

上述資料經過校正及分析後，共辨識出64隻個體(表3.1.3.3-1)，其中因無法確認林務局107年度報告中所提到「19隻列為死亡個體」之編號及影像資料，故此資料庫為白海豚歷年累積辨識個體，非代表目前白海豚族群數量(表3.1.3.3-2)。另外經彙整擱淺資料庫中，發現6隻白海豚死亡個體照片，經比對分析為OCA006、OCA057、OCA059及未納入資料之成豚1隻、幼豚2隻(表3.1.3.3-3)。

其中，108年度「臺灣西部沿海白海豚族群監測計畫」報告中共辨識出47隻個體，經本團隊協助校正、核對後，剔除了14張難以辨識、重複辨識、幼年期之個體(表3.1.3.3-4)，故108年度白海豚個體資料庫更正為33隻個體。

由於照片辨識與個體目錄深受拍攝角度與照片品質影響，因此除了需拍攝海豚的左右側及較高的照片品質外，個體照片標識需以單隻個體為主，若有多隻個體於同一張照片，則需將照片進行剪裁並聚焦於該隻個體，或需以特定指標或方框進行標識。然拍攝過程中難免因海豚行為或光線狀況等外在因素導致照片品質落差或拍攝角度的缺失，且因白海豚隨年齡增長會有體色變化的特徵，個體資

料庫的建置需要有長時間的資料蒐集進行比對與更新，方可清楚讓閱讀者了解個體本身特徵值。

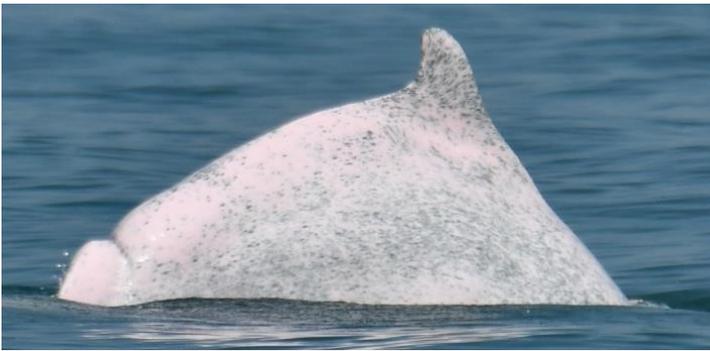
表 3.1.3.3-1 歷年辨識個體數

資料來源	已辨識 個體數	新辨識 個體數	累積辨識 個體數
108 年度海保署監測資料	-	33 ^{*1}	33
109 年度海保署監測資料	21	11	44
109 年海保署相關資料 ^{*2}	11	2	46
林務局 99 年至 102 年	28	9	55
林務局 105 年至 107 年	42	9	64

^{*1} 註：經校正

^{*2} 註：109 年度鯨豚觀察員累積時數方案所目擊群體

表 3.1.3.3-2 白海豚個體資料庫

個體編號	左側照	右側照
OCA001	無照片	
OCA002		
OCA003		

個體編號	左側照	右側照
OCA004	 A photograph showing the left side of a white dolphin's dorsal fin and back as it surfaces in the ocean. The dolphin's skin is white with some darker spots, and the water is a deep blue.	 A photograph showing the right side of the same white dolphin's dorsal fin and back. The view is similar to the left side view, showing the white skin and blue water.
OCA005	 A photograph showing the left side of a white dolphin's body as it swims in the ocean. The dolphin is mostly white with some dark spots, and its tail is visible.	 A photograph showing the right side of the same white dolphin's body as it swims. The dolphin's white skin and dark spots are clearly visible against the blue water.
OCA006 (死亡個體)	 A photograph showing the left side of a dead white dolphin's dorsal fin and back. The dolphin's skin is a dark, greyish-purple color, indicating it is deceased. The water is blue.	 A photograph showing the right side of the same dead white dolphin's dorsal fin and back. The dark, greyish-purple skin is prominent, and the dolphin is floating in the blue water.

個體編號	左側照	右側照
OCA007		
OCA008	<p data-bbox="667 788 763 820">無照片</p>	
OCA009		

個體編號	左側照	右側照
OCA010	 A photograph showing the left side of a white dolphin (OCA010) swimming in the ocean. The dolphin's body is white with some dark spots, and its dorsal fin is visible.	
OCA011	 A photograph showing the left side of a white dolphin (OCA011) swimming in the ocean. The dolphin's body is white with some dark spots, and its dorsal fin is visible.	
OCA012	 A photograph showing the left side of a white dolphin (OCA012) swimming in the ocean. The dolphin's body is white with some dark spots, and its dorsal fin is visible.	
	 A photograph showing the right side of a white dolphin (OCA011) swimming in the ocean. The dolphin's body is white with some dark spots, and its dorsal fin is visible.	
	 A photograph showing the right side of a white dolphin (OCA012) swimming in the ocean. The dolphin's body is white with some dark spots, and its dorsal fin is visible.	

個體編號	左側照	右側照
OCA013	無照片	
OCA014		
OCA015	無照片	
OCA016		無照片

個體編號	左側照	右側照
OCA017	 A photograph showing the left side of a white dolphin's back and dorsal fin. The dolphin is partially submerged in blue water, with its back and the leading edge of its dorsal fin visible above the surface.	 A photograph showing the right side of a white dolphin's back and dorsal fin. The dolphin is in blue water, and its back and the dorsal fin are clearly visible above the surface.
OCA018	 A photograph showing the left side of a white dolphin's back and dorsal fin. The dolphin is in blue water, and its back and the dorsal fin are visible above the surface.	 A photograph showing the right side of a white dolphin's back and dorsal fin. The dolphin is in blue water, and its back and the dorsal fin are visible above the surface.
OCA019	 A photograph showing the left side of a white dolphin's back and dorsal fin. The dolphin is in blue water, and its back and the dorsal fin are visible above the surface.	無照片

個體編號	左側照	右側照
OCA020		<p data-bbox="1608 384 1704 416">無照片</p>
OCA021		
OCA022		<p data-bbox="1608 1007 1704 1038">無照片</p>
OCA023	<p data-bbox="667 1262 763 1294">無照片</p>	

個體編號	左側照	右側照
OCA024		
OCA025	<p data-bbox="667 703 763 735">無照片</p>	
OCA026		
OCA027		

個體編號	左側照	右側照
OCA028		無照片
OCA029		
OCA030		

個體編號	左側照	右側照
OCA031	 A photograph showing the left side of a whale's dorsal fin and back as it surfaces in the ocean. The water is a deep blue, and the whale's skin appears dark grey.	 A photograph showing the right side of the same whale's dorsal fin and back. The whale is moving through the water, creating a small wake.
OCA032	 A photograph showing the left side of a whale's dorsal fin and back. The whale is dark grey and appears to be in a slightly different position or movement compared to OCA031.	 A photograph showing the right side of the same whale's dorsal fin and back. The whale's skin has a lighter, pinkish-grey hue, possibly due to the lighting or its age.
OCA033	 A photograph showing the left side of a whale's dorsal fin and back. The whale is dark grey and appears to be in a dynamic movement, possibly breaching or leaping, with water splashing around its tail.	無照片

個體編號	左側照	右側照
OCA034	無照片	
OCA035		
OCA036		

個體編號	左側照	右側照
OCA037	 A photograph showing the left side of a white dolphin's dorsal fin and back as it surfaces in the water. The dolphin's body is light grey and appears to have some darker spots or markings.	 A photograph showing the right side of the same white dolphin's dorsal fin and back. The view is similar to the left side view, showing the profile of the dorsal fin and the surrounding water.
OCA038	無照片	 A photograph showing the right side of a white dolphin's dorsal fin and back. The dolphin is captured in a more dynamic pose, with its head and part of its body visible above the water's surface.
OCA039	 A photograph showing the left side of a white dolphin's dorsal fin and back. The dolphin's body is light grey and appears to have some darker spots or markings.	 A photograph showing the right side of the same white dolphin's dorsal fin and back. The view is similar to the left side view, showing the profile of the dorsal fin and the surrounding water.

個體編號	左側照	右側照
OCA040	無照片	 A photograph showing the right side of a dolphin's dorsal fin and back. The dolphin is dark grey with some lighter, mottled patches on its back. The water is a deep blue-green.
OCA041	 A photograph showing the left side of a dolphin's dorsal fin and back. The dolphin is dark grey with some lighter, mottled patches on its back. The water is a deep blue-green.	 A photograph showing the right side of a dolphin's dorsal fin and back. The dolphin is dark grey with some lighter, mottled patches on its back. The water is a deep blue-green.
OCA042	 A photograph showing the left side of a dolphin's dorsal fin and back. The dolphin is dark grey with some lighter, mottled patches on its back. The water is a deep blue-green.	無照片

個體編號	左側照	右側照
OCA043	無照片	
OCA044		無照片
OCA045	無照片	

個體編號	左側照	右側照
OCA046	無照片	 <p>海洋保育署 SC049</p>
OCA047	 <p>海洋保育署 SC050</p>	無照片
OCA048		無照片

個體編號	左側照	右側照
OCA049		
OCA050	<p data-bbox="474 715 952 751">待未來再次目擊更換品質較佳照片</p> 	
OCA051	<p data-bbox="474 1077 952 1114">待未來再次目擊更換品質較佳照片</p> 	<p data-bbox="1610 1236 1704 1273">無照片</p>

個體編號	左側照	右側照
OCA052	無照片	
OCA053	無照片	
OCA054		無照片

個體編號	左側照	右側照
OCA055		<p>無照片</p>
OCA056	<p>無照片</p>	<p>待未來再次目擊更換品質較佳照片</p> 
OCA057 (死亡 個體)	<p>無照片</p>	

個體編號	左側照	右側照
OCA058	 A photograph showing the left side of a white dolphin (OCA058) swimming in the water. The dolphin's head is on the left, and its body extends towards the right. The water is a dark greenish-blue.	 A photograph showing the right side of the same white dolphin (OCA058) swimming. The dorsal fin is prominent on the right side of the image.
OCA059 (死亡 個體)	 A photograph showing the left side of a white dolphin (OCA059) swimming. The dolphin's body is mostly submerged, with only its head and part of its back visible above the water.	 A photograph showing the right side of the same white dolphin (OCA059) swimming. The dorsal fin is visible on the right side of the image.
OCA060	 A photograph showing the left side of a white dolphin (OCA060) swimming. The dolphin's head is on the left, and its body extends towards the right. The water is a dark greenish-blue.	 A photograph showing the right side of the same white dolphin (OCA060) swimming. The dorsal fin is prominent on the right side of the image.

個體編號	左側照	右側照
OCA061	無照片	
OCA062	無照片	

個體編號	左側照	右側照
OCA063		無照片
OCA064		無照片

表 3.1.3.3-3 歷年死亡擱淺白海豚

個體編號	擱淺照片
OCA006	
OCA057	

OCA059			
其他照片可參照： https://www.natgeomedia.com/environment/article/content-1230.html			
_*			



_*



其他照片可參照: <https://newtalk.tw/news/view/2019-02-13/206756>

註：_*代表此死亡個體無生前照片，因此不列個體編號

表 3.1.3.3-4 108 年度個體資料庫校正對照表

108 年度編號	照片	移除原因
SC037		<ol style="list-style-type: none"> 1. 照片解析度不佳，誤判機率高 2. 照片背光嚴重
SC045		<ol style="list-style-type: none"> 1. 照片解析度不佳，誤判機率高 2. 幼豚需成長至少年期，方可納入資料庫
SC052		<ol style="list-style-type: none"> 1. 照片解析度不佳，誤判機率高

108 年度編號	照片	移除原因
SC054		<p>1. 照片解析度不佳，誤判機率高</p>
SC055		<p>1. 照片解析度不佳 2. 拍攝角度不適合作為個體目錄</p>
SC059		<p>1. 幼豚需成長至少年期，方可納入資料庫</p>

108 年度編號	照片	移除原因
SC060		<p>1. 照片解析度不佳</p>
SC061		<p>1. 照片解析度不佳 2. 拍攝角度不適合作為個體目錄</p>
SC062		<p>1. 幼豚需成長至少年期，方可納入資料庫</p>

108 年度編號	照片	移除原因
SC063		<p>1. 幼豚需成長至少年期，方可納入資料庫</p>
SC064		<p>1. 照片解析度不佳 2. 拍攝角度不適合作為個體目錄 3. 為 SC003 左側</p>
SC065		<p>1. 幼豚需成長至少年期，方可納入資料庫</p>

108 年度編號	照片	移除原因
SC066		1. 幼豚需成長至少年期，方可納入資料庫
SC087		1. 幼豚需成長至少年期，方可納入資料庫

二、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 趟	淡水海域至將軍海域完整調查
	鯨豚接近點環境因子	1 套	距離鯨豚小於 200 公尺之環境因子
	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
	白海豚族群結構分析	1 套	目擊群次群體結構
	白海豚棲地利用分析	1 套	西海岸白海豚分布情形
	推估白海豚族群數分析	1 套	白海豚個體數推估
	白海豚個體資料庫	1 套	個體資料庫建置
	拖曳式聲學輔助監測	4 趟	輔助式調查成果
	獨立觀察員測試	1 套	比較觀察員間目擊率
不可量化效益	1. 林務局歷年目擊資料整理 2. IOCEAN-海洋生物目擊回報改正建議 3. 繳交資料統一化建議 4. 空拍機輔助監測測試 5. 協助白海豚野生動物重要棲息環境範圍劃設及諮詢 6. 相關專業諮詢及協助 7. 偕同東森新聞台《臺灣 1001 個故事》團隊進行調查拍攝		

肆、執行中遭遇困難及因應對策

4.1 船隻載客人數限制

本團隊原定於6月2日執行獨立觀察員監測，當日於海關處申報出港時，經海巡人員提醒乘客數量已超越船隻執照可載客數上限，若執意出港將會依「船舶法」第90條處以一萬五千元以上十五萬元以下之罰鍰。然本團隊調查員皆領有漁業署頒發之研究作業人員安全實務訓練結業證書，依漁業署公告之「租用漁船從事水產資源海洋環境調查研究及漁業管理措施」第十二條第六項，「當航次總出海人數不得超過娛樂漁船照登載之船員人數及乘客定額」，意即調查人員若持有此證將不受限於乘客身分，因此本次調查之總人數並未超過船隻總載客數(乘客數加船員數)，理應皆可出港進行調查。但經現場與海巡人員溝通後仍未獲出港許可，迫不得已，只得調整此次調查人員數量，暫緩獨立觀察員之監測。

日後函文詢問臺中市海岸資源漁業發展所，確認研究人員身分及船隻載客數限制，該單位回函表示「搭載人員如以取得漁業署核發之研究人員安全實務訓練結業證書者，其性質為從事調查研究及協助作業人員，仍應不得超過該兼營娛樂漁業漁船全船乘客最高限額」(中市魚行字第1090002742號)，故若研究人員持有漁業署核發之證書，只要總載客人數未超過船隻乘客最高限額，皆為符合規定。

4.2 調查人員進出港口申請狀況

因本年度調查範圍北起淡水南至將軍漁港，因此需將調查樣線拉長至140公里，因而有淡水漁人碼頭出港，南至臺中梧棲漁港進港，反之亦然，使得娛樂漁船由不同地區之港口進出。本團隊於調查進行前，為準備公文資料之申請，不斷向臺中市海岸資源漁業發展所業務承辦進行溝通說明與確認，希冀透過詢問及了解所需具備資料，方可停靠臺中梧棲漁港。除此之外也與臺中梧棲安檢所聯繫，岸巡也同時回報，臺中市海岸資源漁業發展所許可，海巡即會遵照辦理。本團隊3月17日申請寄港公文，並於3月23日收到核准回函及公文。本團隊於7月21日時從淡水於人碼頭至臺中梧棲漁港，此時安檢所不斷查核與詢問人員是否得到臺中市海岸資源漁業發展所之核准，約盤查30分鐘後，方給予進港。隔日同樣出港前

盤查約45分鐘，從臺中海岸資源管理所之公文、人員出海公文、人員是否得到臺中海岸資源管理所同意至船長之漁業執照以及其他相關證件，方可出港。

日後致電詢問臺北海巡署詢問如何解決盤查詳細之問題，該單位回覆未來需請縣市政府回函時將人員名冊附上。同時也致電詢問縣市政府關於人員名冊之個資考量，因此未來進行申請與人員新增時，需將其個資模糊化。

4.3 歷年資料整理及彙整，建立統一資料格式

本年度於資料彙整上，因無法取得各年度調查原始資料，僅能使用歷年成果報告中的相關敘述進行資料剖析，但經剖析後的數據其準確度及可信度仍有待商榷，使得資料整合及分析上會有一定程度的阻礙。

若能由海保署制定一套資料繳交流程及規定，統一各團隊應繳交資料內容及項目，並要求除分析資料外，需繳交當年度未經過精簡化及相關後製的調查原始檔案，對於未來跨年度、跨團隊間的資料整合，方可進行進一步歷年分析與比較。

伍、未來推動方向與建議

5.1 提升目擊率之穿越線規劃設計

本年度所規劃與執行之穿越線調查法(Transect Line Survey)，為現行針對規劃區域與特定一段時間內了解鯨豚族群數量、密度或豐度之方法之一(Boyd et al., 2010)。穿越線調查之設計可分為垂直海岸線或平行海岸線以及Z字形穿越線。良好的穿越線規劃應為可重複調查並平均規劃於調查範圍內；平行海岸線、垂直海岸線及Z字型穿越線(圖5.1-1)皆可用於調查鯨豚分布情形，然執行上，不同穿越線設計法則將因設計而增加非有效努力量之時間，使得鯨豚觀測時間降低，因此應依照欲調查物種特性或範圍劃設最適洽的穿越線，以達調查最佳效益。透過劃設該樣區具代表性樣線以及滿足假設前提(Buckland et al., 1993)：

- (1) 在垂直距離為0時，偵測海豚之機率等於1
- (2) 海豚目擊位置為原始位置
- (3) 海豚與航線垂直距離需為準確值

調查成果可推估調查樣區內樣帶的族群密度和族群量。樣帶計算方式如圖5.1-2。

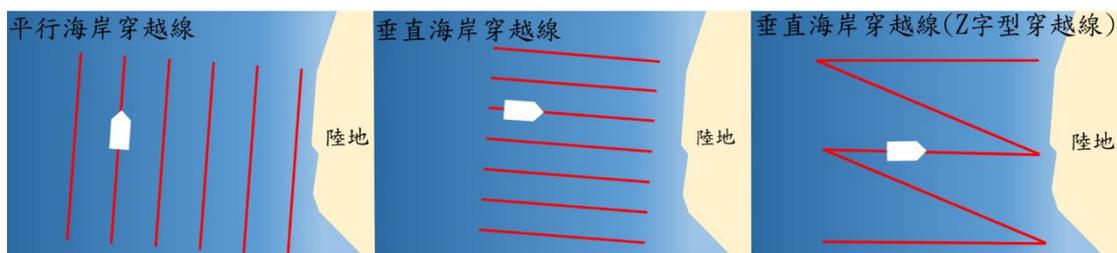


圖 5.1-1 各式穿越線調查設計圖

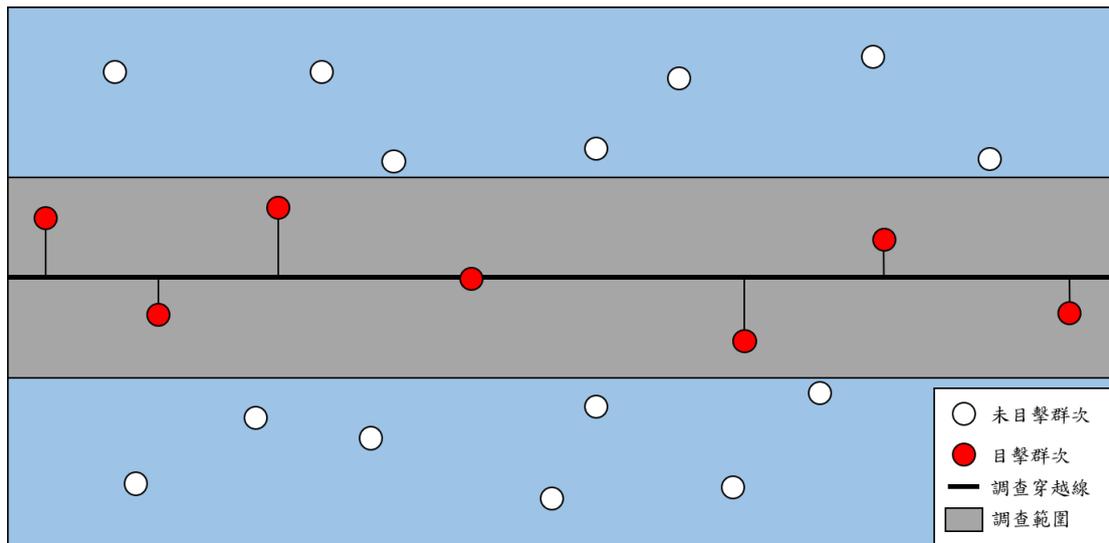


圖 5.1-2 樣帶隨機目擊鯨豚示意圖

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，2012；周蓮香等人，2013；周蓮香等人，2014；周蓮香等人，2015；周蓮香等人，2016)，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，在有限的調查能量和經費下，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。因此，本計畫著重於白海豚分布頻度最高的水深10公尺內海域，劃設一條平行海岸穿越線執行調查，該結果僅能代表穿越線樣帶範圍內族群狀況。為提高接觸白海豚機率，透過劃設平行海岸穿越線於近岸水深10公尺內，以利蒐集個體照片、行為及社群結構等資料。

調查穿越線設計方法多元，應依照調查目的、調查物種、該物種習性等因素進行調整，以達到較好的調查品質及較高資料可信度。

5.2 增加分布集中區之調查努力量，提升目擊次數與辨識個體

臺灣西海岸的白海豚為封閉族群，不與廈門、香港等地之白海豚有所交流(Reeves et al. 2008; Wang et al. 2008; 2015; 2016，周蓮香，2015)。根據歷年報告指出，臺灣西岸白海豚共辨識出82隻個體，其中有19隻疑似或確認死亡(周蓮香，2018)，再加上每年幼豚出生率、存活率及老年個體

死亡率，其現存族群可辨識個體數應於60隻上下(不包含無法辨識之幼豚)。

彙整108年及109年度調查資料，在36次有效目擊群次中，共辨識出了44隻個體，依圖5.2-1顯示，當目擊群次越高，則辨識個體數也會隨之提高，直至個體辨識數趨於平緩時，則可能已達族群個體數之上限，而目前其累積曲線仍有持續上升現象，推估應尚有個體未被目擊，故應增加白海豚群體或目標個體分布集中區域的調查努力量，以利提高目擊群次數或使用能夠提高目擊率之其他監測，較可有效累積辨識個體數。

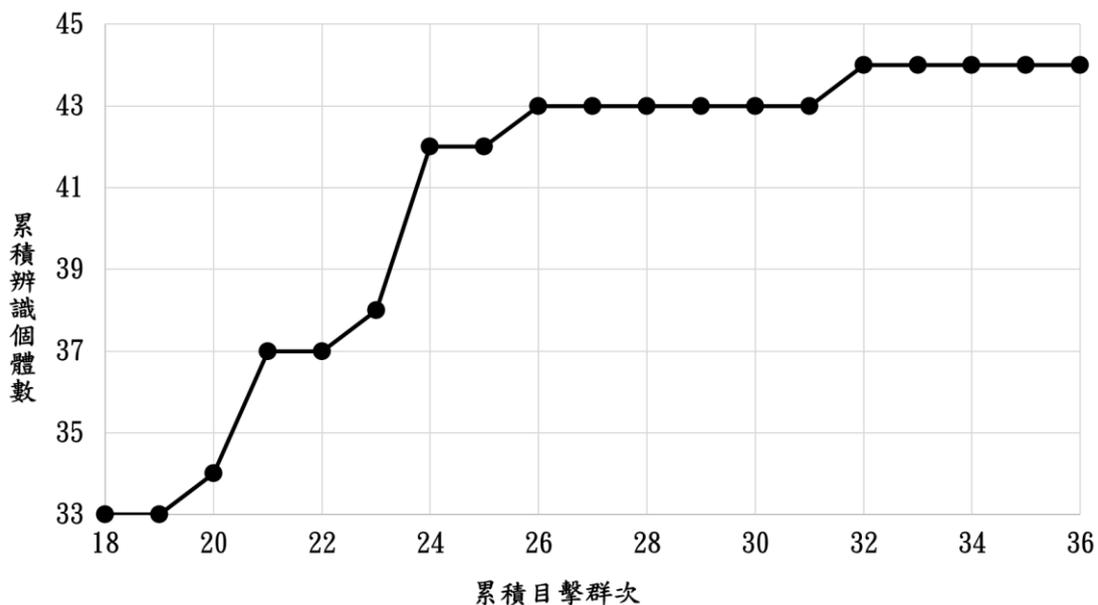


圖 5.2-1 辨識個體隻數累積圖

5.3 空拍技術輔助紀錄鯨豚行為

無人機(Unmanned Aerial Vehicles, UAV)輔助調查能夠使觀測者觀察角度不再受限於船隻平台，能夠以更高的視角觀測大範圍海面，提早發現鯨豚於水面下蹤跡，並能以相對船隻更小的噪音干擾接近鯨豚，觀測其行為及活動，且能夠跟隨群體進入船隻難以進入之區域(如：水深過淺處)，以獲得更全面的調查資料。

於目擊鯨豚時利用UAV於船後方進行監視，可提前通知目視調查人員海豚相對位置，並以平行攝影雲臺保持約45°至90°、飛行高

度約10至15公尺與海豚距離約14至21公尺的距離（Christiansen et al., 2016; Subhan et al., 2019），以不干擾鯨豚為前提進行拍攝。

UAV於飛行過程中會記錄空拍機詳細的飛行數據，如經緯度、高度、飛行速度、飛行軌跡等資訊，利用判讀飛行數據以及所拍攝影片相互比對，便可從飛行航跡中擷取UAV拍攝白海豚活動所產出的軌跡。相對於目視調查的航跡，UAV產出的航跡能以更接近鯨豚的方式記錄其活動，並能於水深較淺的區域進行拍攝以及航跡記錄，蒐集船隻無法進出區域的資料。除了能較精準記錄鯨豚航跡外，UAV雲台具0°至90°活動範圍，能較平行海平面的目視調查更精準的計算鯨豚數量(Subhan et al., 2019)。

本團隊研究員於109年8月取得民航局發放之專業操作證後，於9月16日將軍至箔子寮段目擊鯨豚時執行飛行任務，過程中記錄空拍航跡及海豚影像，並累積錄製11段4K畫質之白海豚行為影片。

詳細執行說明及成果呈現請參照「附錄三」。

5.4 統一跨團隊資料倉儲內容格式

有鑑於目前國內並無一套制式的白海豚資料處理系統及格式，使得各個研究團隊的調查設計、資料格式、紀錄資訊皆不盡相同，若要統整分析各團隊的調查資料，則有資料缺漏或無法直接利用之困難。再加上目前國內即將進行離岸風場第三階段的區塊開發環評調查，如能夠於事前制定繳交內容、資料格式等資料倉儲規則，不僅是對於白海豚族群分析有幫助，更是統整西海岸鯨豚生態的一大助力。

根據本團隊歷年調查經驗及相關分析所需資料，建議該倉儲系統內容應包含(但不限於此)：

- (1) 基礎調查資料(建議繳交：csv、doc、xls、gpx、pdf等檔案類型)
 - (a) 調查日期、區域
 - (b) 各航次有效努力里程、時間
 - (c) 各航次之航跡資料(需註明投影系統，建議繳交csv檔、shp檔)

(d) 各觀測點之環境因子(經緯度、時間、水深、鹽度、pH值、表層水溫、濁度等)

(2) 目擊鯨豚資料(建議繳交：csv、doc、xls、gpx、pdf等檔案類型)

(a) 目擊記錄

(i) 目擊編號(日期_群次)

(ii) 發現位置(縣市)

(iii) 發現物種

(iv) 發現狀態(有效/無效)

(v) 群體數量、組成(有無幼豚)

(vi) 發現點經緯度、時間(需註明投影系統)

(vii) 接近點經緯度、時間(需註明投影系統)

(viii) 離開點經緯度、時間(需註明投影系統)

(ix) 觀測過程之航跡資料(需註明投影系統，建議繳交csv檔)

(x) 群體行為(繞圈、覓食、游走、社交、休息等)

(xi) 現場狀況及行為描述(文字敘述)

(xii) 接近點環境因子(水深、鹽度、pH值、表層水溫、濁度等)

(xiii) 目擊個體之影像資料(600萬像素以上之彩色jpg檔，且能清楚辨識個體特徵)

(b) 穿越線資料(建議繳交：csv、doc、xls、gpx、pdf等檔案類型)

(i) 群體離岸距離

(ii) 目擊動物時群體離船距離

(iii) 目擊動物時動物位置之方位角

(iv) 目擊動物時船艙方位角

(v) 群體垂直穿越線距離

(vi) 目擊過程中動物離船最近距離

5.5 校正及標準化公民科學資料

除了依照所劃設穿越線的研究調查，近年來公民科學也逐漸成為資料累積重點之一。公民科學最早由英國社會學家，艾倫·厄文（1995）提出，爾後衍伸解釋為「科學家與志工合作從事研究，特別是（但不限於）擴大收集科學數據的機會，提供社區成員獲取科學資訊的管道」（泛科學，2018）。而臺灣直至近十年，公民科學才較普遍出現於科學領域中（林瑞興，2016）。參與方向從小至探討科學問題、蒐集資料和發展科學的技術，大至資料分析等。

國內目前已有中華鯨豚協會開發的即時打卡賞鯨紀錄APP「Whale Finder 尋鯨任務」，以及海洋保育署建立之海洋保育網(IOCEAN)，可供遊客、解說員、船家等，使用手機或其他移動式裝置、手持式的全球地理衛星定位儀(GPS)，記錄鯨豚的經緯度座標，並透過回傳的方式來收集臺灣沿海鯨豚目擊範圍。

彙整2010年至2020年公民科學成果，及2020年海巡回報資訊，共蒐集了87筆目擊回報資料(iNaturalist：3筆，IOCEAN：53筆(截至6月10日)，船長回報：4筆，海巡提供：27筆)，相關地理位置呈現如圖5.5-1。

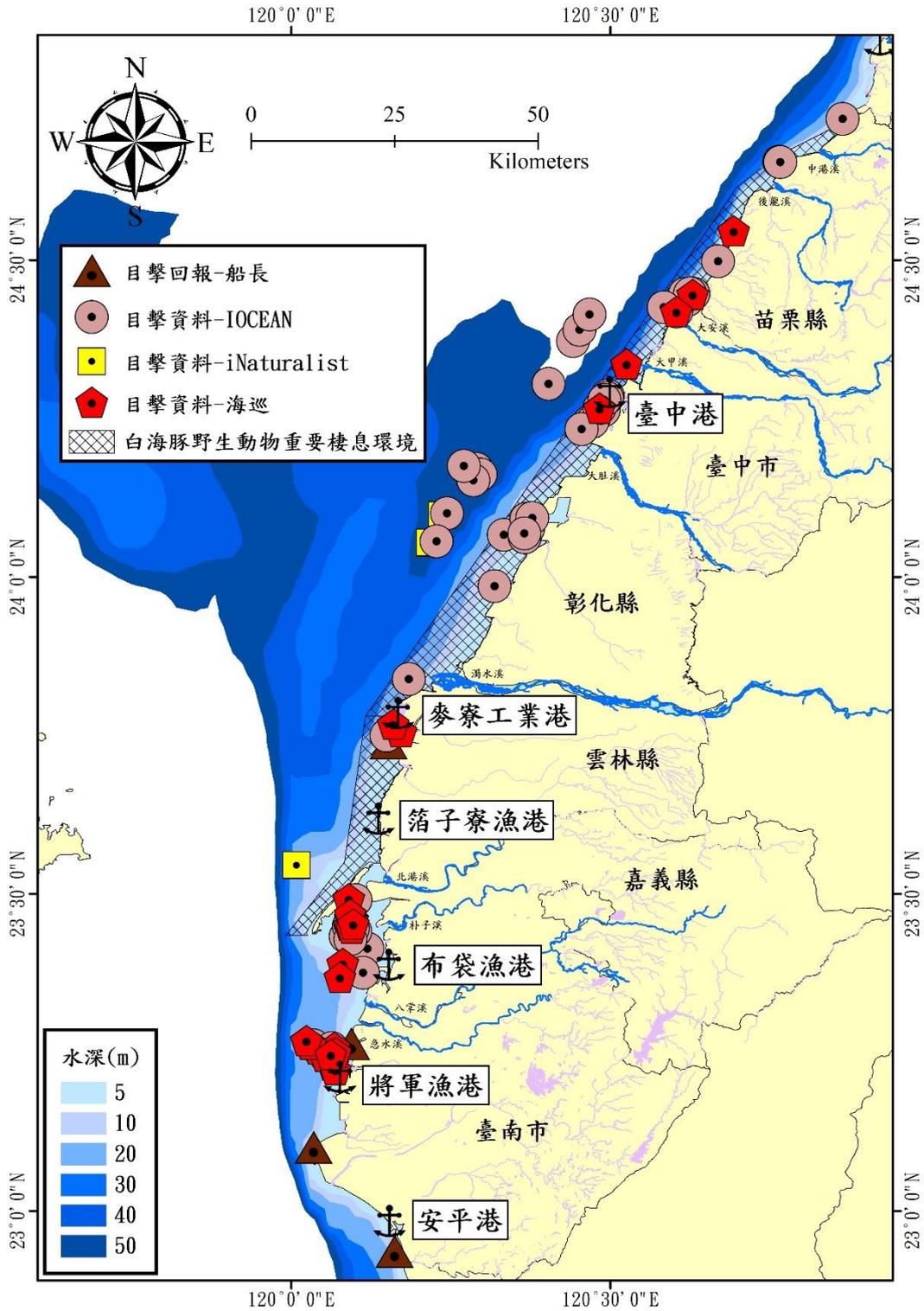


圖 5.5-1 歷年公民科學白海豚發現點位分布

根據歷年臺灣西部沿海白海豚調查及文獻顯示，白海豚多目擊於30公尺水深線以內(Atkins et al., 2004；Hung, 2008)，然而以地理資訊系統呈現後發現有數筆的回報資料位於40公尺水深線以外之區域(圖4.2-1)，雖然無法排除白海豚確實出沒於此區域的可能性，但根據公民科學本身限制，民眾回報的資料須先進行相關的校正及除錯後，方能更進一步的分析使用。

根據校正及除錯方法，以下提供幾點處理建議(以IOCEAN系統為例)：

(1) 建議新增觀測位置，如：海上觀測、陸上觀測等

- (a) 如為海上觀測，可由船隻搭載的全球衛星定位系統(GPS)，取得較準確的經緯度座標。
- (b) 如為陸上觀測，人的視線範圍極限約為1.5公里，若為陸上觀測回報，則可剔除回報位置離岸較遠等不合理之點位。

(2) 建議新增目擊地點經緯度之投影系統

- (a) 如今日為手動輸入經緯度座標，則可能會因為依據的大地投影系統不同而導致發現點位有所偏差，目前常用之大地座標系統有：WGS 1984、TWD 67、TWD 97等。
- (b) 建議新增經緯度預覽圖，使得民眾能夠自行檢視該輸入位置是否與目擊地點相同。

(3) 建議新增上傳流程教學及注意事項

- (a) 可藉由建立資料上傳流程圖、回報時應注意事項，以及彙整常見的錯誤回報類型，教育民眾如何上傳正確的目擊資料。

有效的推廣，使民眾有興趣且願意自發的參與公民科學活動，並透過後台的管理及篩選目擊回報，不僅是對於白海豚的族群有更全面的掌握，對於西海岸的其他鯨豚(如：瓶鼻海豚、小虎鯨、露脊鼠海豚等)更是難能可貴的一筆紀錄。

5.6 持續累積歷年白海豚生態基礎資料

彙整林務局104年至107年度中華白海豚族群基礎生態調查報告，發現有效目擊海豚之發現點多座落於香山濕地與七股濕地間範圍。儘管近年有公民科學資料目擊臺灣的白海豚於此範圍之外，於最北至桃園(陳昭倫，個人通訊，2019)最西至雲彰隆起及最南至二仁溪口(圖1.1-4，圖5.5-1)。但與108年度與109年度海保署白海豚調查計畫(計畫範圍：北起淡水漁人碼頭，南至安平漁港)結果相較，發現點位仍大多座落於香山濕地及七股濕地間範圍(圖5.6-1)。



圖 5.6-1.108 年度及 109 年度臺灣的白海豚目擊資料

比較本年度及108年度重複目擊21隻個體發現位置，結果顯示白海豚活動範圍雖有個體差異，但整體族群遍及整個西海岸，若能夠長時間累積監測資料，則能依照歷年目擊位置判斷各體的活動偏好，若再搭配觀測時的行為紀錄，亦可分析白海豚的重要利用區域，如覓食區、育幼區等位置分布；然因目前僅累積兩年度監測資料，結果呈現僅能表示個體兩年度活動位置，無法進行更進一步之分析，待未來累積資料量足夠之時，方能提高使資料可信度與更進一步描繪出個體核心活動範圍與其家域範圍(圖5.6-2至圖5.6-5)。

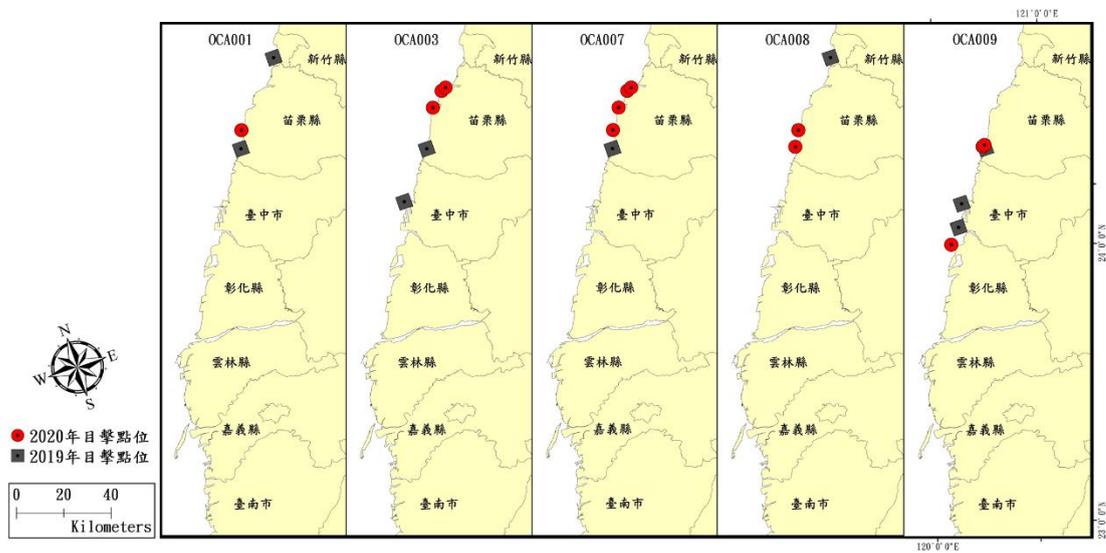


圖 5.6-2 歷年白海豚個體活動履歷-1

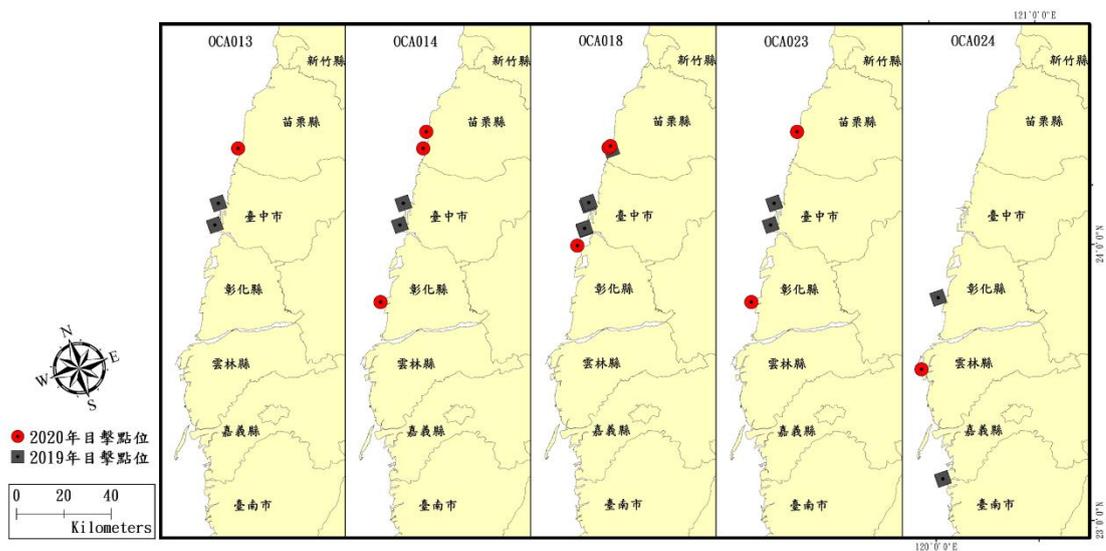


圖 5.6-3 歷年白海豚個體活動履歷-2

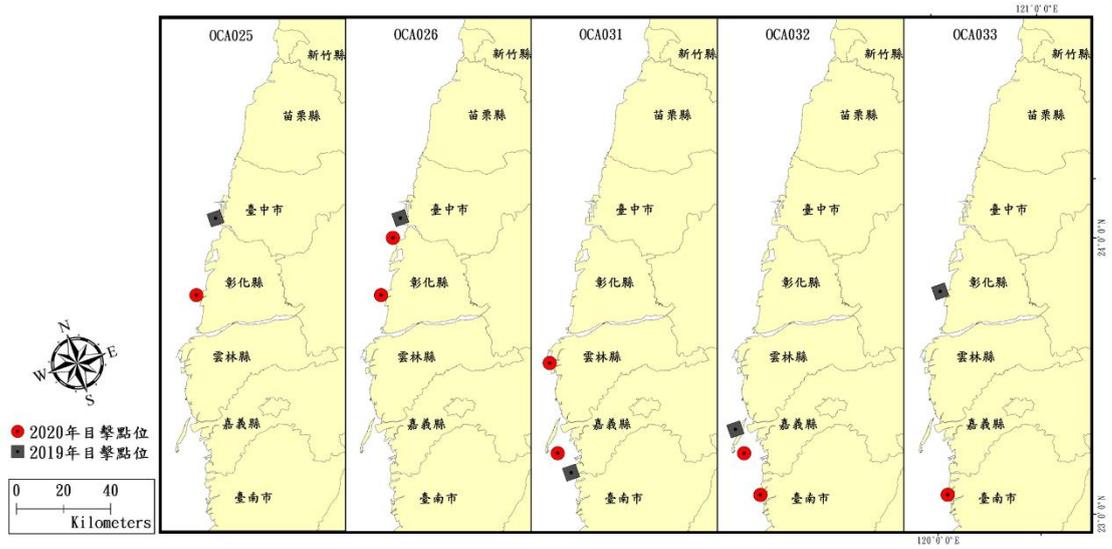
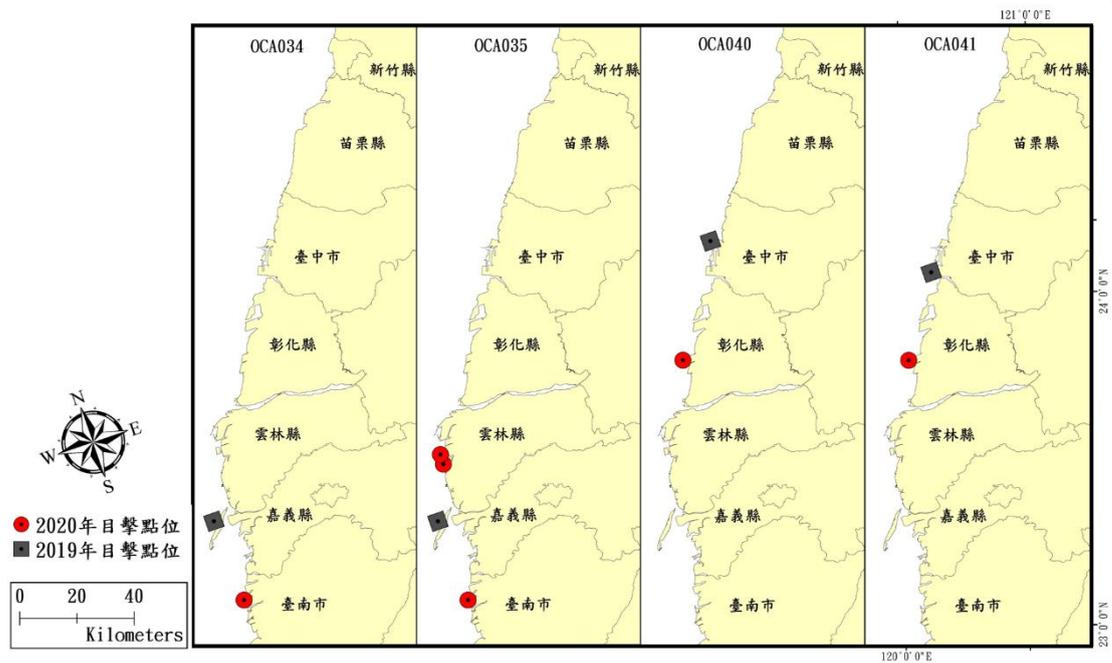


圖 5.6-4 歷年白海豚個體活動履歷-3



註：因無法取得 108 年完整原始資料，故僅呈現公開資料中 19 隻個體資料。

圖 5.6-5 歷年白海豚個體活動履歷-4

動物分布情形及其偵測機率所影響因素很多，其中最主要之影響因素為調查範圍所進行的調查努力量是否均勻(Bailey et al., 2013)。不均勻之調查努力量將導致資料偏差外，目擊率之資料結果也將呈現錯誤偵測趨勢

(Embling et al., 2015)，因此良好的生態調查，應需擁有均勻之調查努力量。

比較2015年至2020年間調查穿越線設計(圖5.6-6)，2015年至2018年間，其調查區域雖未涵蓋整體西海岸範圍，但大多集中於白海豚出沒熱區－新竹香山濕地至臺南七股溼地之間；而2019年(缺乏原始資料，穿越線設計僅以示意圖呈現)至2020年間，調查穿越線延伸北起淡水，南至臺南，此穿越線設計雖可有效監測整體西海岸白海豚族群動態，但因大多調查區域座落於非白海豚分布熱區內，故在調查努力量差距不大之情況下，其目擊筆數及目擊率則出現落差(圖5.6-7)。

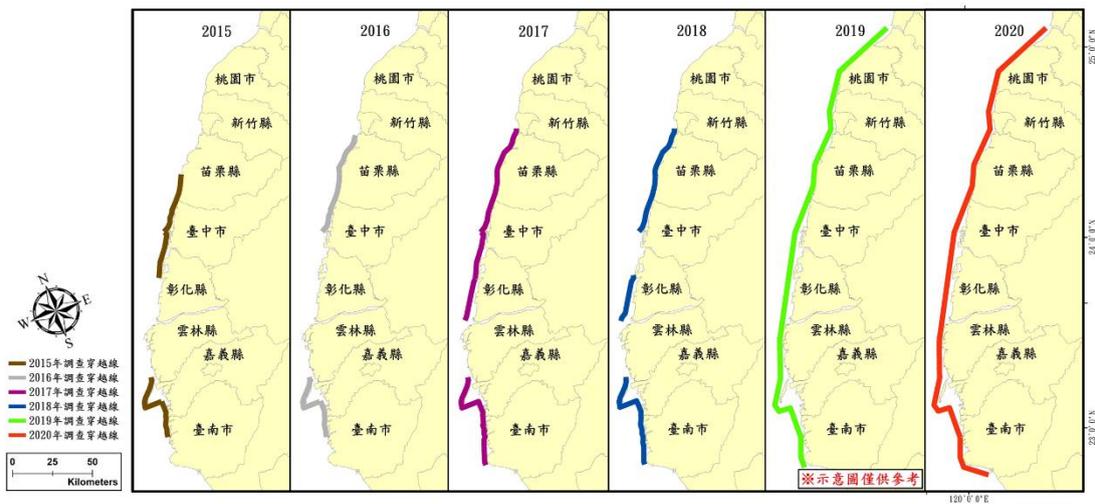


圖 5.6-6 歷年度調查穿越線

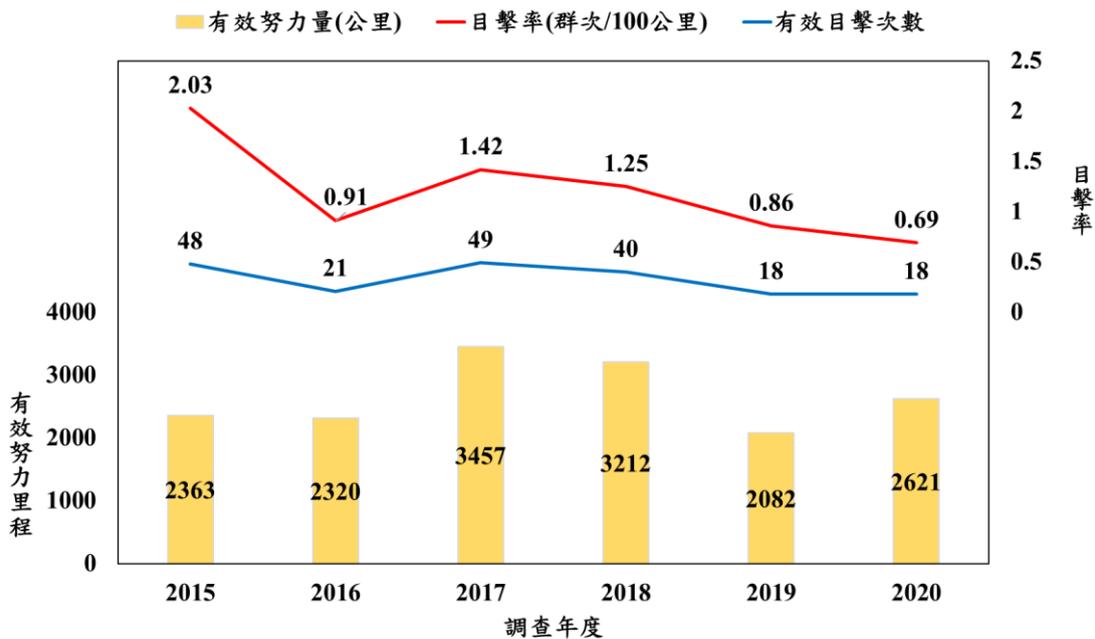


圖 5.6-7 歷年調查成果

依據歷年標準化之目擊率之比較，儘管歷年各區段南北界因調查設計而異，但可推論白海豚空間分布有明顯的年間變化。分析顯示，濁水溪以北之標準目擊率歷年來普遍來得較高，近年來更分散至各縣市之趨勢；濁水溪以南則於新虎尾溪口有逐漸上升趨勢，更於109年度首次超過濁水溪以北(圖5.6-8、圖5.6-9)。

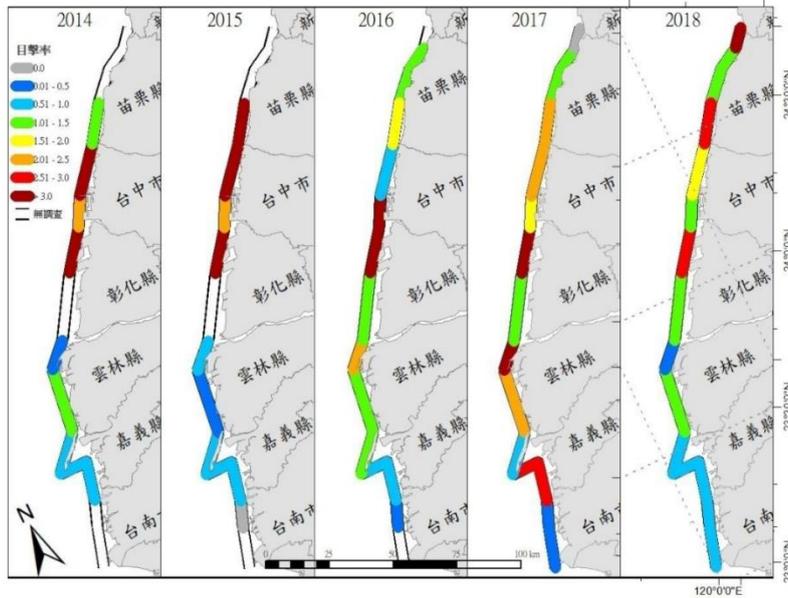


圖 5.6-8 2014 年至 2018 年白海豚各區目擊率(周蓮香，2018)

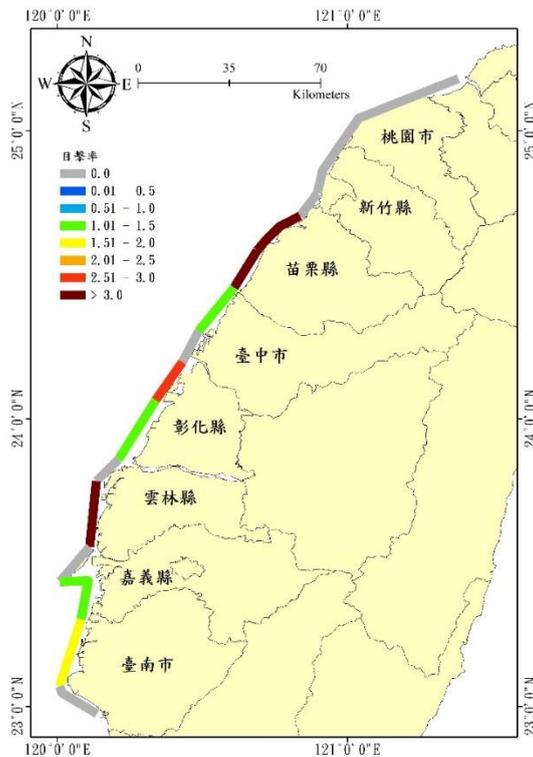


圖 5.6-9 本年度白海豚各區目擊率

由上述資訊可了解白海豚分布範圍極為狹長且各體活動時會南北游走，同時侯雯（2017）也提出於2008年至2014年皆有穩定目擊之33隻白海豚個體具不同使用之核心範圍及家域範圍(圖1.1-2)，甚至有66.7%（22隻）個體活動範圍於2012-2014年後，使用臺中港附近海域作為核心區與家域範圍。因此目前臺中港除為其他個體南北游走之重要廊道外，同時也為22隻個體重要棲息範圍。

目前海保署累積辨識個體資料庫建置為整併林務局97年度-101年度照片資料庫、104年度至106年度照片資料庫以及海保署108至109年度共64隻可辨識個體，從101年度-107年度調查報告中得知目前已有82隻可辨識個體，其中19隻個體為推論或確認死亡個體，其中確認死亡個體為4隻成體及2隻幼體。

本年度於將軍漁港北邊目擊一對母子對(圖5.6-10)，此幼豚之頸部有條不明繩線纏繞。經過文獻及新聞畫面蒐集，發現此母豚於2013年曾披戴漁網(Slooten et al., 2013)纏入背鰭基部，因此使背鰭嚴重損傷與變形，同時，其他個體也曾於2012年頭部掛有不明繩線纏繞，所幸於隔年7/27日異物已消失。儘管今年母豚仍被目擊，且傷口復原良好，但此幼豚最早於2016年之新聞畫面與2018年之臺灣新聞網中即具此繩線纏繞，於今年度再次目擊，可推測此繩線纏繞幼豚之頸部至少四年之久，從2016年新聞畫面與2018年臺灣新聞網之畫面角度與解析度不佳，繩線是否粗細具改變，目前尚無確切具體定論，但其可斷裂脫落之可能性高，未來應持續監測此幼豚之繩線是否脫落。

有鑑於成體存活率和幼豚補充率之於白海豚族群延續的重要性，除須持續關注幼豚成長狀況，未來可否持續監測已建檔之活體個體及目擊未納入累積辨識個體資料庫的幼豚（未滿3歲之幼豚），為未來監測族群變化趨勢重要關鍵之一。另外若未來能取得歷年原始資料，則可運用隨機抽樣之方法進行歷年資料分析，以了解變動趨勢，作為保育規劃管理之對策參考基礎。



圖 5.6-10 本年度目擊頸部受異物纏繞之幼豚

5.7 額外調查方式補足白海豚近岸棲息環境之監測

白海豚目擊紀錄多分布於水深20公尺以下的淺水海域(Yeh, 2011；周蓮香等人，2018；白梅玲等人，2019)。本團隊為提高整體調查目擊率，已讓船隻盡可能航行於10公尺水深線左右；然臺灣西海岸多為潮間帶地形。其中，以彰化大城沿岸、彰化雲林交界的濁水溪河口及嘉義的外傘頂洲的潮間帶面積最大。濁水溪河口的潮間帶擴及至水深5-10公尺區域(圖5.7-1)，為避免船隻擱淺風險，經過此區段時會往外海航行，離岸距離拉大至約5-8公里遠，導致無法偵測之範圍增加(調查最遠有效偵測距離約750公尺到1公里間)，此調查限制同時也說明了發現點位並不能全然代表白海豚的棲息範圍。另外，臺灣西海岸的潮間帶地形尤以中南部的變動最為明顯，將營建署所提供之潮間帶範圍圖層，與近年清晰可辨識之衛星影像圖進行年間分析；發現濁水溪河口的淤砂逐年增加、潮間帶有外拓之趨勢，外傘頂洲的沙洲則是南漂且有流失的現象(圖5.7-2)。

為能有效監測水深過淺之潮間帶區域，建議可於目視調查過程中搭配無人機監測，使用無人機設備進入船隻難以航行之區域進行調查，或利用陸上觀測方式，於海岸線上之至高點或視野開闊地點調查該區域是否

有白海豚族群活動，亦可搭配水下收音設備，以被動式收音方式進行該區域監測。

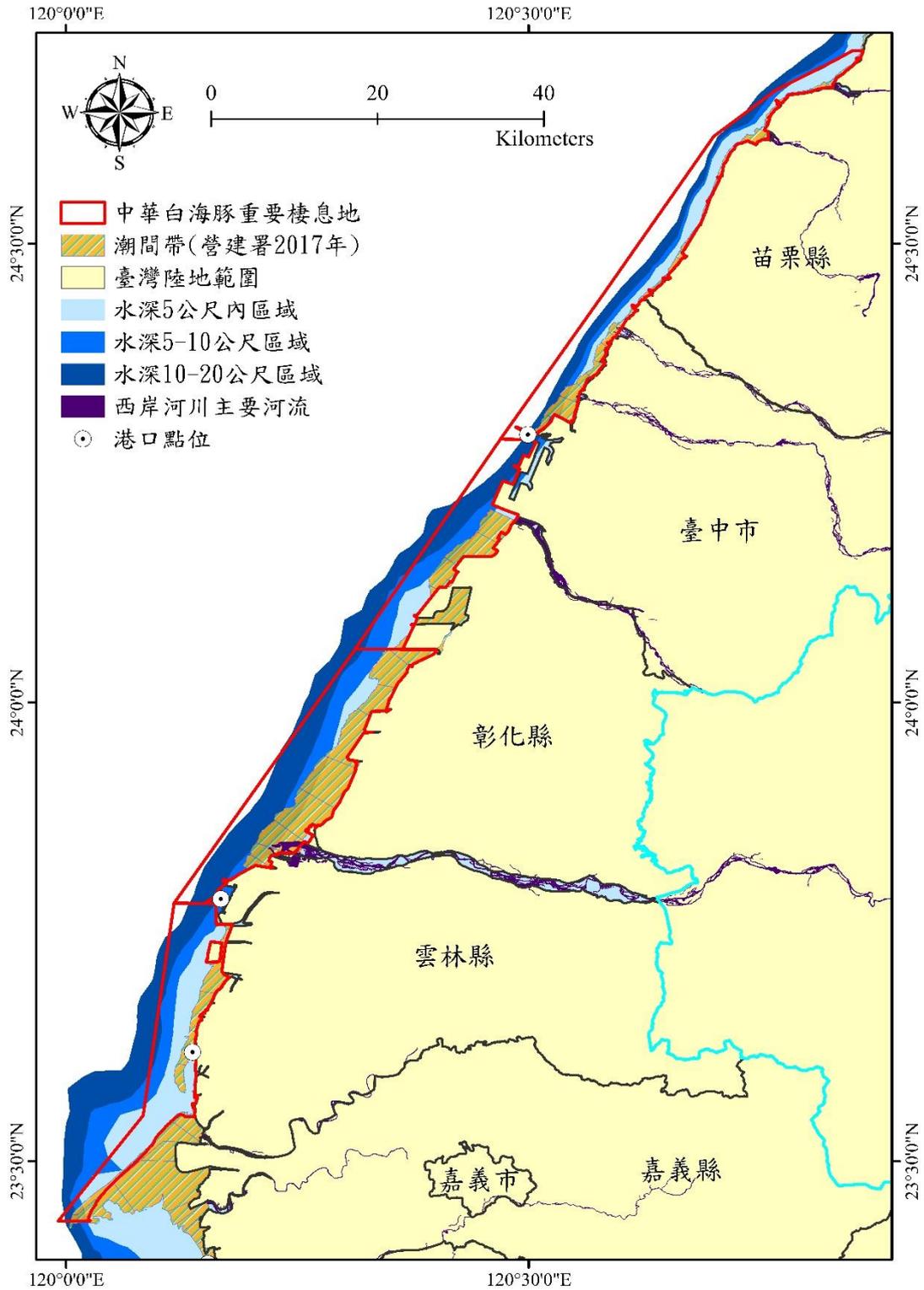
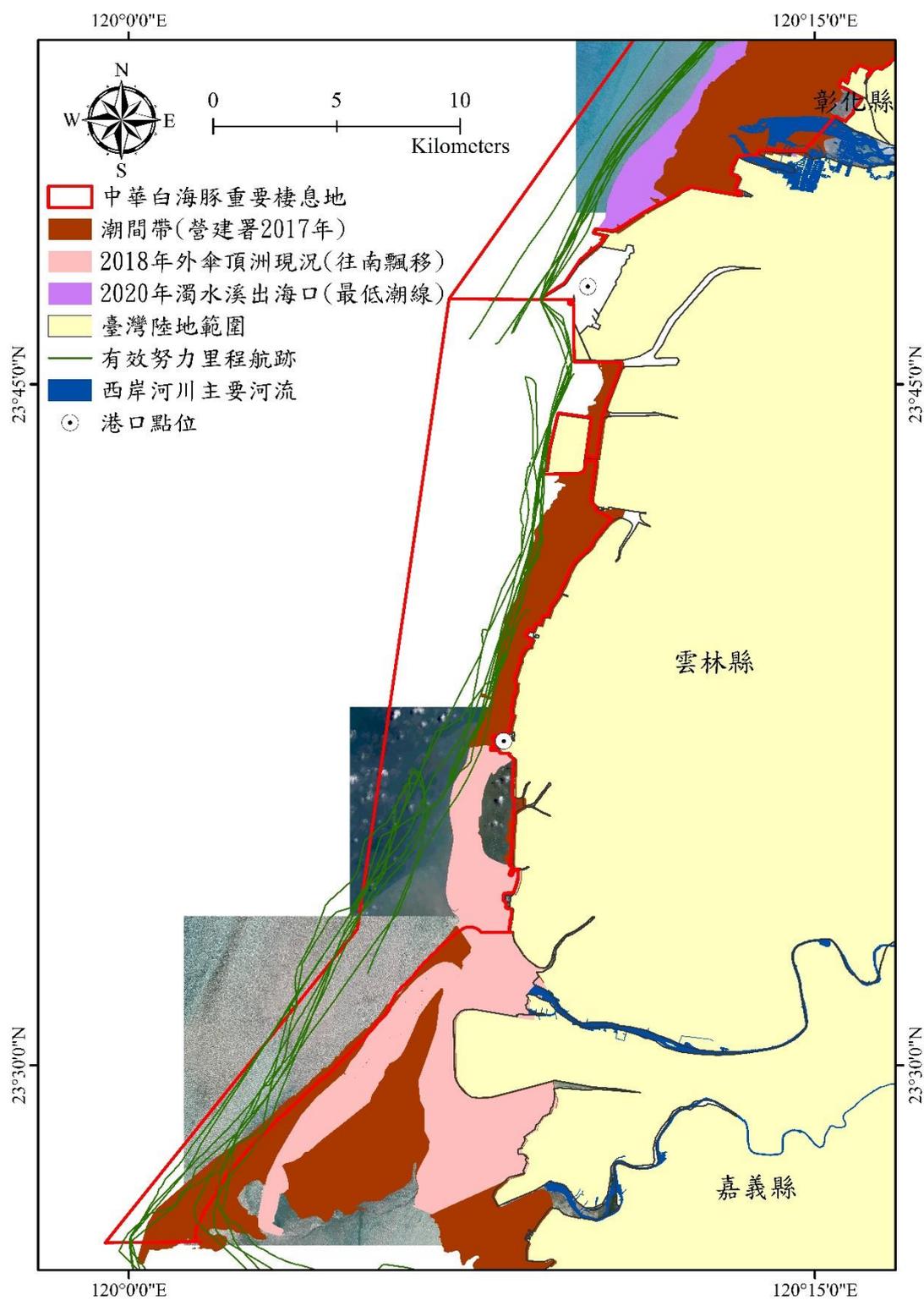


圖 5.7-1 白海豚重要棲息地與潮間帶範圍圖



註：2018年外傘頂洲及周圍變化之範圍及2020年濁水溪出海口分別參考自2018年10月14日及2020年3月1日所擷取之衛星影像圖。

圖 5.7-2 有效努力里程航跡與潮間帶範圍之變化

5.8 重要棲息環境管理與研擬保育對策

白海豚重要棲息環境幅員遼闊、橫跨多個縣市、中央和地方不同部門的主管機關，其權責龐雜、溝通事務繁重，如何依照各縣市海域的白海豚棲地現況，擬定短至長的管理和保育策略，是現行急迫的任務。參考海保署職責和管轄區域，彙整研究文獻和本年度實務調查經驗，針對未來的重要棲息地環境管理和保育對策，初步建議以下項目為第一階段的目標。

5.8.1 標準化資料收集分析以利棲地管理和應用

(1) 建置鯨豚標準化調查指引，以利跨團隊資料彙整、管理和分析

國內外的大範圍的鯨豚監測和研究，往往仰賴多個調查團隊、出資單位或計畫，如何彙整多方資料並提供有效率的分析結果和建議，是提升管理和保育對策的關鍵之一。參考國際經驗，發展標準化的調查方法和資料繳交格式，是確保日後主管單位進行資料管理和分析成果、避免因不同團隊調查設計和品質落差而錯估生態環境的基石。

本年度參考國內外鯨豚調查研究，設計並實務執行標準化白海豚族群生態的調查項目和規範(請參閱1.7.1白海豚族群生態觀測)。建議彙整國內外研究經驗，針對調查設計、執行和資料格式建置標準的「鯨豚生態調查指引」，並公開給各界參考。確保調查品質與未來資料管理分析的同時，亦可開拓我國培育高階鯨豚研究團隊和人才的市場。建議其項目應至少包含：

- (a) 調查設計說明(範圍、執行設備和方式、頻度、天候海況條件、人員配置等)
- (b) 調查收集之資料說明(調查和鯨豚目擊過程收集之項目、其他調查法過程收集之項目和說明等)
- (c) 資料繳交說明(繳交項目、格式規範和說明等)(請參閱5.4 統一跨團隊資料倉儲內容格式)和管理者

此外，建議所建置之鯨豚標準化調查應與時俱進，定期召集專家團隊進行滾動修正。

(2) 建置我國鯨豚公開研究資料庫，提供各界研究和應用參考

海保署成立至今僅兩年多，如何有效了解和管理我國鯨豚存續的議題，是刻不容緩的任務。有幸國內外已有多年、不同研究團隊進行臺灣海域鯨豚、特別是白海豚的生態或環境衝擊研究。取得各界研究資料並進行系統性比對分析，有助於海保署能盡快掌握我國鯨豚的現況和挑戰，更是對比臺灣海域鯨豚未來變遷、以及開發活動風險衝擊評估的基礎參考。

以白海豚個體目錄為例，受限於調查累計力量 and 時間，海保署兩年調查成果僅涵蓋我國44隻個體，與臺灣大學周蓮香團隊曾於歷年報告提及的82隻個體資料庫有明顯差異。然進一步彙整歷年不同執行團隊的白海豚個體照片，以系統性分析體表和體色特徵(請參閱1.7.3 白海豚個體檔案建立)，在有限的資料下，成功校正並建置出海保署第一套共64隻白海豚個體目錄(請參閱3.1.3.3 建立白海豚個體資料庫)，不僅數量更為貼近現況，一旦公開，更能提供各團隊標準化辨識使用，提升我國監測白海豚個體存續和分布的重要指標。

參考各界管理彙整型資料庫和本年度白海豚個體目錄建置實務經驗，建議未來的資料庫，可邀集專業團隊和專家進行以下各項要素的討論建置：

- (a) 分析歷年的鯨豚資料項目和結構
- (b) 建置並訂定鯨豚調查計畫資料繳交項目和流程(包含須提供之項目和內容)(請參閱5.4 統一跨團隊資料倉儲內容格式)
- (c) 依鯨豚管理和保育策略需求整理分析資料庫內容，滾動式修正資料庫結構和繳交流程。
- (d) 公開合適之原始資料和分析成果，佐證鯨豚保育和管理策略的同時，亦供各界研究、教育、環境衝擊評估等使用。

其目標不僅是資料收集，更透過大眾的資料應用過程，從資料庫中挖掘出尚未關注、忽略或潛在的趨勢和議題。

5.8.2 白海豚棲地風險分析和分區管理

白海豚重要棲息地範圍幅員遼闊，如何完善瀕危族群的棲地保育，仰賴中央機關單位或地方政府須聯手管理。初步針對棲地風險分析和分區管理應處理之程序如下：

(1) 盤點白海豚生態研究成果，補足資訊缺口

白海豚生態調查與研究，從1999年漁民間卷調查至2018年海保署成立，已累計近20年的資料。盤點2009年至2018年歷年研究成果顯示(表5.8.2-1)，白海豚族群動態及基礎參數最為完整，但在非鯨豚資訊的食餌資源、海域環境變遷以及衝擊風險評估等項目，相對缺乏。

表 5.8.2-1 林務局歷年計畫之白海豚生態資訊研究盤點

林務局報告(年份)/項目	101	102	103	104	105	106	107
族群數量估算	✓	✓					
族群動態及基礎參數	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
皮膚病及傷疤	✓	✓	✓				
環境因子	✓	✓	✓	✓			
移動模式	✓	✓	✓	✓		✓	✓
活動範圍	✓	✓	✓	✓			
社群分析					✓		
漁民訪談				✓	✓		
食餌資源調查				✓	✓		
噪音監測與分析	✓	✓	✓	✓	✓		
被動式水下聲學	✓	✓					
河口棲地環境						✓	✓

(2) 以歷年白海豚族群研究成果，建置並滾動修正風險評估架構

參考國際研究經驗，有效的管理策略初步可分為先整體、後重點區域的兩項步驟。參考白海豚族群對各縣市人為活動或環境變遷因素等的影響，根據衝擊最劇之因子，提出相關分區管理和解決對策，進而提升棲地品質以提升該族群未來存續之希望。

(a) 整體評估

(i) 根據現有研究成果辨識已知的衝擊因子、潛在威脅和未知議題

(ii) 分析各項衝擊、威脅和議題的資訊缺口和風險評估(表 5.8.2-2)

表 5.8.2-2 研究資料取得對鯨豚衝擊研究的風險評估示意圖

		研究時間		
		快速	中等	緩慢
		< 1 年	1-5 年	> 5 年
資料充足	已知非關鍵	1A	2A	3A
	已知且關鍵	1B	2B	3B
	未知	1C	2C	3C

註：綠色為輕度、黃色為中度、紅色為高度風險。

(iii) 分析鯨豚生態資訊與各衝擊因子、潛在威脅的時空重疊程度，並以各事件發生機率、衝擊程度，對當地鯨豚影響程度建置風險評估等級(表5.8.2-3、表5.8.2-4)和評分

表 5.8.2-3 事件發生機率風險評估示意圖

		恢復時間		
		快速	中等	緩慢
		< 1 年	1-5 年	>5 年
發生 機 率	不太可能	1A	2A	3A
	罕見	1B	2B	3B
	偶見	1C	2C	3C
	常見	1D	2D	3D

註：綠色為輕度、黃色為中度、紅色為高度風險。

表 5.8.2-4 生態和族群衝擊風險評估示意圖

		恢復時間		
		快速	中等	緩慢
		< 1 年	1-5 年	>5 年
生態 / 族 群 衝 擊	可忽略不計	1A	2A	3A
	部分受損	1B	2B	3B
	顯著衝擊	1C	2C	3C
	功能崩壞	1D	2D	3D

註：綠色為輕度、黃色為中度、紅色為高度風險。

(iv) 辨識重點保護區域和處理議題，並擬定重點區域風險評估流程

(b) 重點區域風險評估

(i) 特定目標(如：漁民)和當地社區的問卷調查，分析已知衝擊與研究資訊的異同，並盤點潛在或挖掘未知的影響因子(如：擱淺事件、誤捕、船擊等)

(ii) 該區其他非鯨豚之相關人為活動資訊蒐集研析(如：海域開發案件、汙染、水下噪音、船舶干擾、漁船活動和漁法等)

(iii) 該區其他非鯨豚之相關環境變遷資訊蒐集研析(如：地形、水溫、營養鹽等)

(iv) 以各衝擊因子或潛在威脅對當地鯨豚影響程度建置風險評估等級和評分流程，並針對最劇因子進行符合當地特性的管理

有鑑於白海豚分布橫跨多縣市海域，如何應用已知的各項研究成果，以各區人為活動、環境變遷等影響因子的特性，依風險評估的結果訂定合適的策略，是提升有效管理效率的重要目標和任務。

參考文獻

- 白梅玲、連裕益，2019。臺灣西部沿海白海豚族群監測計畫. 108年度海洋委員會海洋保育署
- 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
- 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。
- 周蓮香、丁建均、林幸助、孫建平，2018。中華白海豚族群生態與食餌棲地監測.107年度行政院農業委員會林務局委託研究計畫
- 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 .99年度行政院農業委員會林務局委託研究計畫
- 周蓮香、林幸助、孫建平，2017。中華白海豚族群生態與食餌棲地監測.106年度行政院農業委員會林務局委託研究計畫
- 周蓮香、邵廣昭、邵奕達，2015。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
- 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.105年度行政院農業委員會林務局委託研究計畫
- 周蓮香、陳琪芳，2013。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
- 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 .103年度行政院農業委員會林務局委託研究計畫
- 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 .101年度行政院農業委員會林務局委託研究計畫
- 林瑞興，2016。攜手護生態-你我都是公民科學家。科學發展，522期，6-11。

泛科學，2018。什麼是公民科學?誰是公民科學家?。意外的守護者。

張家茂、黃光敬、侯雯、林浩平、黃鈞漢、林子皓 (2020)。以被動式水下聲學監測方法評估風機打樁對臺灣苗栗沿岸齒鯨之影響初探。2020年動物行為與生態研討會。澎湖。

賈曉平，陳濤，周金松，郭智，2000。珠江口中華白海豚的初步調查。中國環境科學 20: 80-82。

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.

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.

Bailey, H., Corkrey, R., Cheney, B., & Thompson, P. M. (2013). Analyzing temporally correlated dolphin sightings data using generalized estimating equations. *Marine Mammal Science*, 29(1), 123-141.

Boyd, I. L., Bowen, W. D., & Iverson, S. J. (Eds.). (2010). *Marine mammal ecology and conservation: a handbook of techniques*. Oxford University Press.

Buckland, S.T., D.R Anderson, K.P. Burnham, and I.L. Laake. (1993). *Distance sampling: estimating abundance of biological populations*. Chapman and Hall, London. 446 pp.

Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., & Laake, J. L. (2005). Distance sampling. *Encyclopedia of biostatistics*, 2.

Cañadas, A., Desportes, G., & Borchers, D. (2004). The estimation of the detection function and $g(0)$ for short-beaked common dolphins (*Delphinus delphis*), using double-platform data collected during the

- NASS-95 Faroese survey. *Journal of Cetacean Research and Management*, 6(2), 191-198.
- Chang, W. L. (2011). Social structure and reproductive parameters of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) off the west coast of Taiwan. National Taiwan University, Taiwan.
- 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.
- Chen, B., Xu, X., Jefferson, T. A., Olson, P. A., Qin, Q., Zhang, H., ... & Yang, G. (2016). Conservation status of the Indo-Pacific humpback dolphin (*Sousa chinensis*) in the northern Beibu Gulf, China. *In Advances in Marine Biology* (Vol. 73, pp. 119-139). Academic Press.
- Christiansen, F., Rojano-Doñate, L., Madsen, P. T., & Bejder, L. (2016). Noise levels of multi-rotor unmanned aerial vehicles with implications for potential underwater impacts on marine mammals. *Frontiers in Marine Science*, 3, 277.
- Dice, L. R. (1945). Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology*, 26(3), 297-302.
- Embling, C. B., Walters, A. E. M., & Dolman, S. J. (2015). How much effort is enough? The power of citizen science to monitor trends in coastal cetacean species. *Global Ecology and Conservation*, 3, 867-877.
- 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.
- Hou, W. (2017). Temporal Range Use and Association Variation of Indo-Pacific Humpback Dolphins (*Sousa chinensis*) off the West Coast of Taiwan. National Taiwan University, Taiwan.

- Huang, S. L., Chang, W. L., & Karczmarski, L. (2014). Population trends and vulnerability of humpback dolphins *Sousa chinensis* off the west coast of Taiwan. *Endangered Species Research*, 26(2), 147-159.
- 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.
- Huang, W. C., Chiang, Y., Wu, R. Y., Lee, J. L., & Lin, S. H. (2012). The Impact of Climate Change on Rainfall Frequency in Taiwan. *Terrestrial, Atmospheric & Oceanic Sciences*, 23(5).
- 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.
- Hung, S. K., & Jefferson, T. A. (2004). Ranging patterns of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) in the Pearl River estuary, Peoples Republic of China. *Aquatic Mammals*, 30(1), 159-174.
- Hunt, T. N., Allen, S. J., Bejder, L., & Parra, G. J. (2019). Assortative interactions revealed in a fission–fusion society of Australian humpback dolphins. *Behavioral Ecology*, 30(4), 914-927.
- Jefferson, T. A. (2000). Population biology of the Indo-Pacific humpbacked dolphin in Hong Kong waters. *Wildlife monographs*, 1-65.
- Jefferson, T. A., & Karczmarski, L. (2001). *Sousa chinensis*. *Mammalian species*, 2001(655), 1-9.
- Jutapruet, S., Huang, S. L., Li, S., Lin, M., Kittiwattanawong, K., & Pradit, S. (2015). Population size and habitat characteristics of the Indo-Pacific humpback dolphin (*Sousa chinensis*) off Donsak, Surat Thani, Thailand.
- Jutapruet, S., Intongcome, A., Wang, X., Kittiwattanawong, K., & Huang, S. L. (2017). Distribution of Three Sympatric Cetacean Species Off the Coast of the Central-Western Gulf of Thailand. *Aquatic*

Mammals, 43(5).

- Lee, J. L., & Huang, W. C. (2014). Impact of climate change on the irrigation water requirement in Northern Taiwan. *Water*, 6(11), 3339-3361.
- 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.
- Reeves, R. R., Jefferson, T. A., Karczmarski, L., Laidre, K., O’Corry-Crowe, G., Rojas-Bracho, L., & Zhou, K. (2008). *Inia geoffrensis*. IUCN red list of threatened species.
- Reisinger, R. R., & Karczmarski, L. (2010). Population size estimate of Indo-Pacific bottlenose dolphins in the Algoa Bay region, South Africa. *Marine Mammal Science*, 26(1), 86-97.
- Ross, P. S., Dungan, S. Z., Hung, S. K., Jefferson, T. A., Macfarquhar, C., Perrin, W. F., ... & White, B. N. (2010). Averting the baiji syndrome: conserving habitat for critically endangered dolphins in Eastern Taiwan Strait. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 20(6), 685-694.
- Slooten, E., Wang, J. Y., Dungan, S. Z., Forney, K. A., Hung, S. K., Jefferson, T. A., ... & Winkler, R. (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.
- Subhan, B., Arafat, D., Santoso, P., Pahlevi, K., Prabowo, B., Taufik, M., ... & Nasetion, F. I. (2019). Development of observing dolphin population method using Small Vertical Take-off and Landing (VTOL) Unmanned Aerial System (AUV). In IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science Vol. 278, No. 1, p. 012074*. IOP Publishing.

- Wang, J. Y., Hung, S. K., Yang, S. C., Jefferson, T. A., & Secchi, E. R. (2008). Population differences in the pigmentation of Indo-Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis*, in Chinese waters. *Mammalia*, 72(4), 302-308.
- Wang, J. Y., Yang, S. C., & Hung, S. K. (2015). Diagnosability and description of a new subspecies of Indo-Pacific humpback dolphin, *Sousa chinensis* (Osbeck, 1765), from the Taiwan Strait. *Zoological Studies*, 54(1), 36.
- 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.
- Wang, X., Wu, F., Chang, W. L., Hou, W., Chou, L. S., & Zhu, Q. (2016). Two separated populations of the Indo-Pacific humpback dolphin (*Sousa chinensis*) on opposite sides of the Taiwan Strait: evidence from a larger-scale photo-identification comparison. *Mar. Mammal Sci*, 32(1), 390-399.
- White, G. C., & Burnham, K. P. (1999). Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird study*, 46(sup1), S120-S139.
- Whitehead, H. (2008). Precision and power in the analysis of social structure using associations. *Animal Behaviour*, 75(3), 1093-1099.
- Wu, H., Jefferson, T. A., Peng, C., Liao, Y., Huang, H., Lin, M., ... & Wang, D. (2017). Distribution and habitat characteristics of the Indo-Pacific humpback dolphin (*Sousa chinensis*) in the northern Beibu Gulf, China.
- Yang, C. K. (2017). Potential Effects of Vessel Noise on Indo-Pacific Humpback Dolphins (*Sousa chinensis*) off Western Taiwan. National Taiwan University, Taiwan.

Yeh, C. H. (2011). Distribution Prediction and Ranging Pattern of Indo-Pacific Humpback Dolphins (*Sousa chinensis*) in Taiwan. National Taiwan University, Taipei, Taiwan.

附錄一 專有名詞解釋表

附錄一 專有名詞解釋表

專有名詞(中文)	專有名詞(英文)	解釋說明
航次開始，離開港口	census on (CO)	航次開始，離開港口
航次結束，返回港口	census off (COF)	航次結束，返回港口
開始調查	effort on (EO)	開始調查、或自無效航程重新啟動調查的事件
結束調查	effort off (EOF)	結束調查、或其他終止有效航程的事件
環境測站	sampling sites (SS)	海上目視調查過程中，調查團採取當地環境水質因子的測站。
發現點	sighting cetaceans (SC)	海上目視調查過程中，調查團發現鯨豚時，船隻所在的位置。如果該位置距離鯨豚實際出沒位置超過 300 公尺以上，則須在接近鯨豚(或其他生物)至 200 公尺內後，另外標定一個接近點。
接近點	approaching cetaceans (AC)	接近鯨豚(或其他生物)至 200 公尺時的點位
離開點	leave sighting (LS)	停止追蹤，並離開鯨豚(或追蹤生物)的點位
航次里程	length of census line	從離港(CO)到回港(COF)的總航程
航次時間	time of census line	從離港(CO)到回港(COF)的總時間
有效努力里程	on-effort survey track	航行於調查航線內的里程
有效努力時間	on-effort survey time	航行於調查航線內的時間長度
無效努力里程	off-effort survey track	航行於非調查航線的里程
無效努力時間	off-effort survey time	航行於非調查航線的時間長度
總有效群次	total on-effort sighting records	航行於調查航線內目擊鯨豚群次之總和
有效群次/有效目擊記錄	on-effort sighting records	航行於調查航線內目擊的鯨豚
非有效群次/非有效目擊記錄	off-effort sighting records	於非調查區或非調查航線內目擊的鯨豚群次

船隻鯨豚目視調查	cetacean census	使用肉眼、望遠鏡等目視方式於船隻上執行的海上鯨豚調查。
穿越線（航線）	Transect line	在調查區域中，規劃欲調查之固定路線
穿越線調查法	transect line survey	在調查區域內，規劃固定的穿越線，於每次調查中沿著所設計的穿越線，沿途記錄所發現的生物種類和數量，並同時記錄或估算物種出現位置和穿越線距離
Z字型穿越線	Zigzag line	鯨豚船隻目視調查的一種航線設計
平行海岸穿越線	transects parallel to the shoreline	鯨豚船隻目視調查的一種航線設計
航跡	track chart	船隻實際航行的路線
鯨豚目視調查航次(航次)	cetacean census No.	調查團當天從出港(CO)到回港(COF)的期間所有執行的工作。
可觀測範圍	strip width	穿越線調查時，所設定的有效觀測距離(垂直航線距離)
環境因子	Environmental factor	環境測站須測量之目標
海哩	Nautical mile	航海長度單位，1海哩約等於1.85公里
節	knot	速度單位，海哩/每小時
核心區	Core area	動物使用頻繁之區域，機率達50%之機率以上。
家域範圍	Home range	動物使用頻度稍低，出現機率達5%以上。

附錄二 族群數量估算與社交社群結構分析

附錄二 族群數量估算與社交社群結構分析

1. Distance sampling分析示範結果

由Buckland 等人(2005)之公式推算白海豚的族群密度

$$\tilde{D} = \frac{nF(0)E(s)}{2L\tilde{G}(0)}$$

\tilde{D} = 欲推估之海豚的族群密度 (以群為單位)

n= 發現群次

$\tilde{F}(0)$ = 垂直距離為 0 時，發現海豚群體的機率

$\tilde{E}(s)$ = 海豚群體大小的期望值

$\tilde{G}(0)$ = 在穿越線上發現海豚族群的機率

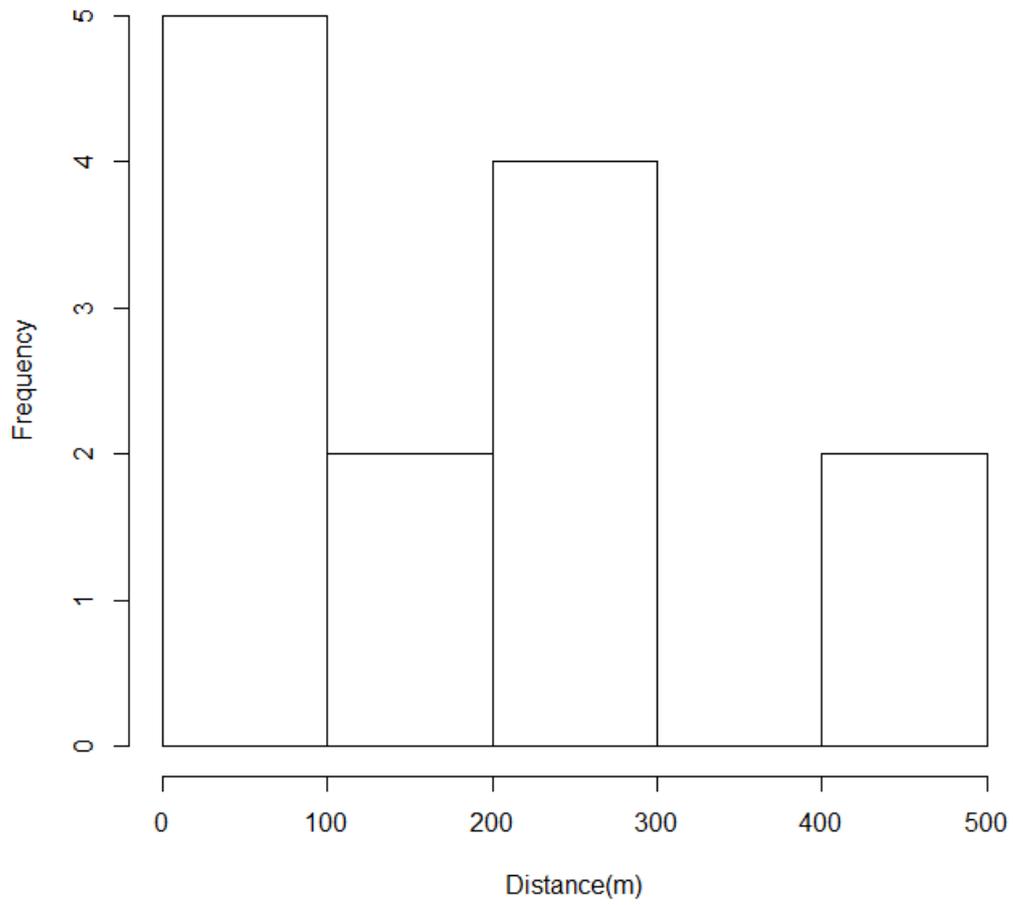
L = 有效努力穿越線的總長度

族群數量 (\tilde{N})也則使用R中的 DISTANCE 軟體套件推算而得，推算的公式如下：

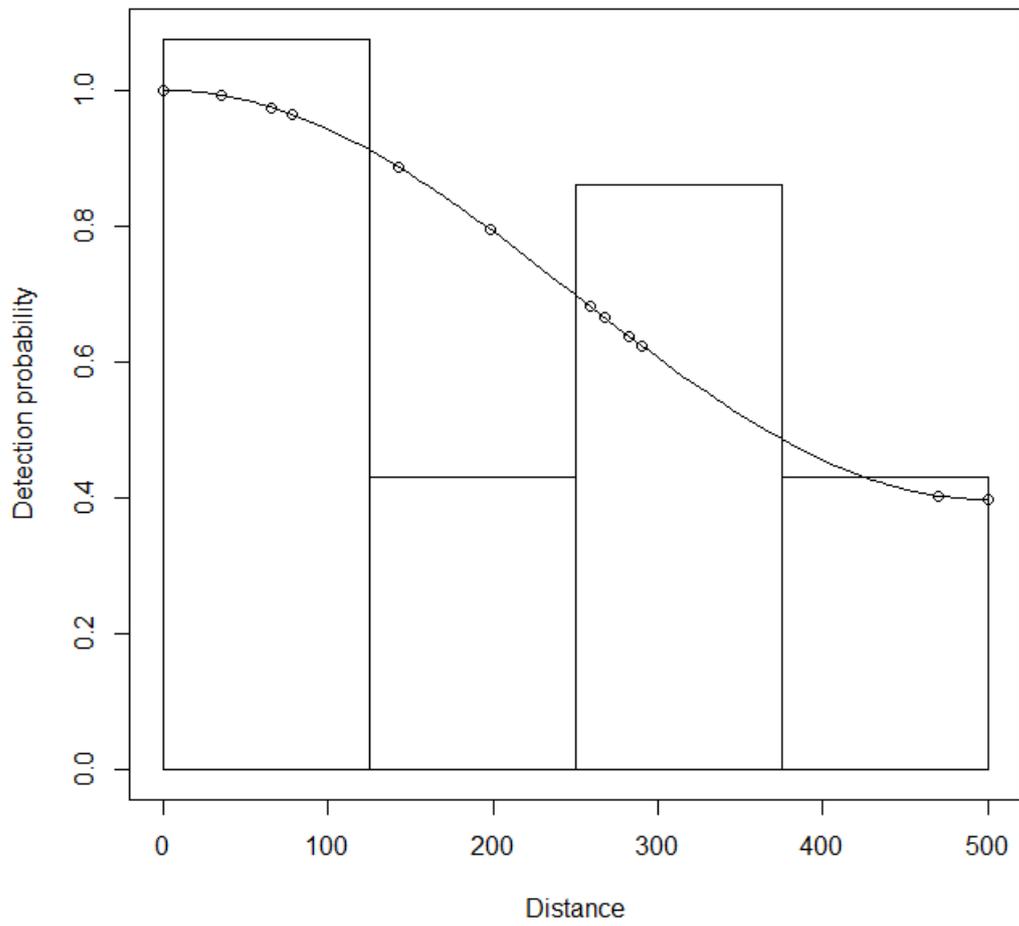
$$\tilde{N} = \tilde{D} * A$$

A = 調查範圍面積 (平方公里)

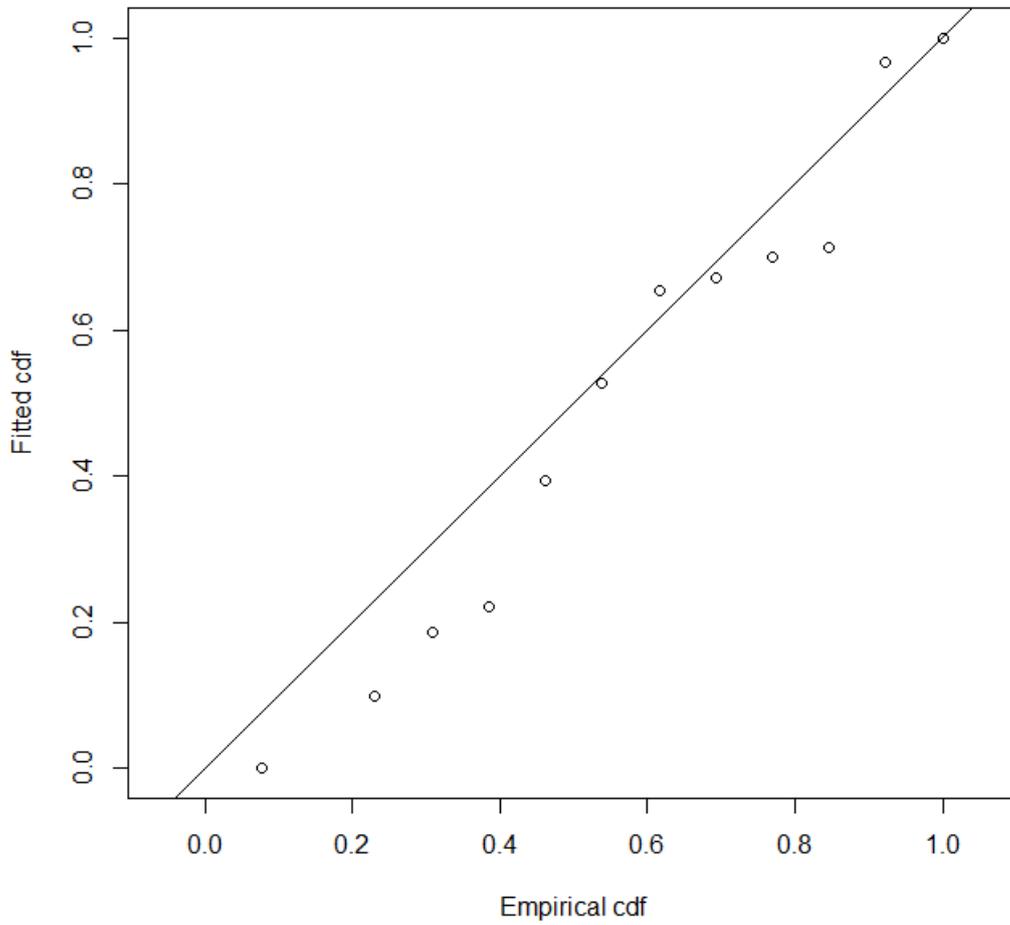
得出結果如下：



附圖 2.1-1 109 年度有效目擊與穿越線垂直距離分布



附圖 2.1-2 108-109 年度有效目擊於不同距離的偵測機率



附圖 2.1-3 將模型結果進行卡方適合度及非權衡式常態性檢定(Cramer-von Mises test) 以了解模型與資料符合程度。(Cramer-von Mises test(unweighted)測試結果為 Test statistic = 0.065 p-value = 0.781)。

附表 2.1-1. 穿越線相關參數計算族群密度與數量

參數	估計	標準誤差	變異係數
密度	0.006	0.001	0.237
數量	1.813	0.429	0.237

以上為示範結果，顯示目前所蒐集之樣本數不足以致所得出之密度與數量皆不足以代表臺灣西岸白海豚族群動態生態基礎資訊，且Distance sampling 分析最少樣數60-80筆資料，方可提高其估算之準確度。依據目前所蒐集累積之目擊群次和數量還有待累積外，待未來整合過去資料及累積更多年資訊進行大整合，方能準確估算該區族群密度與數量。

2. 捉放法 (Mark and Recapture)

$$N = \frac{CM}{R}$$

N = 族群數量

M = 第一次被標記的海豚個體數

C = 第二次目擊所有海豚個體數

R = 第二次目擊中再次被提取的標記海豚個體數

$$\frac{2019\text{全部標記個體數}(33)}{\text{估算總群體個數}(N')} = \frac{2020\text{再次目擊}2019\text{年標記個體數目}(21)}{2020\text{年所有標記個體數}(32)}$$

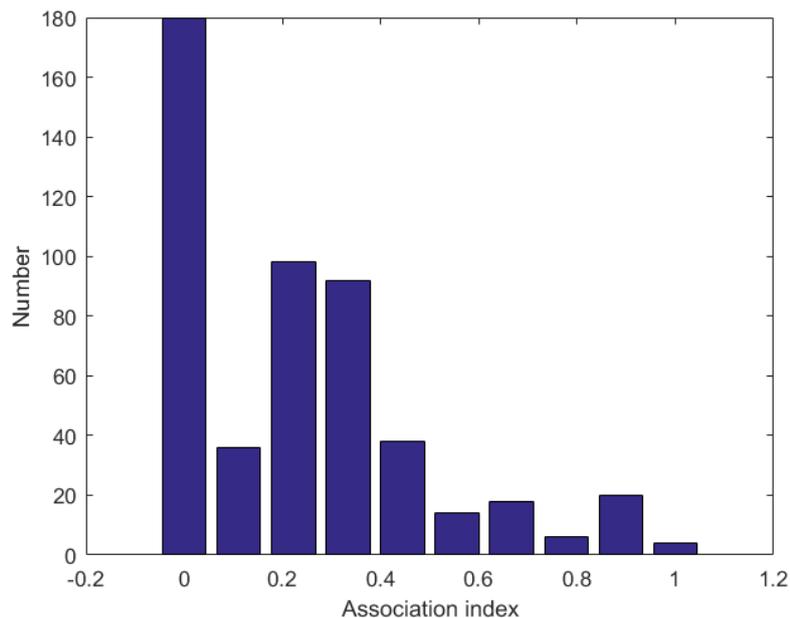
公式計算過程：

$$N' = \frac{33 * 32}{21} = 50$$

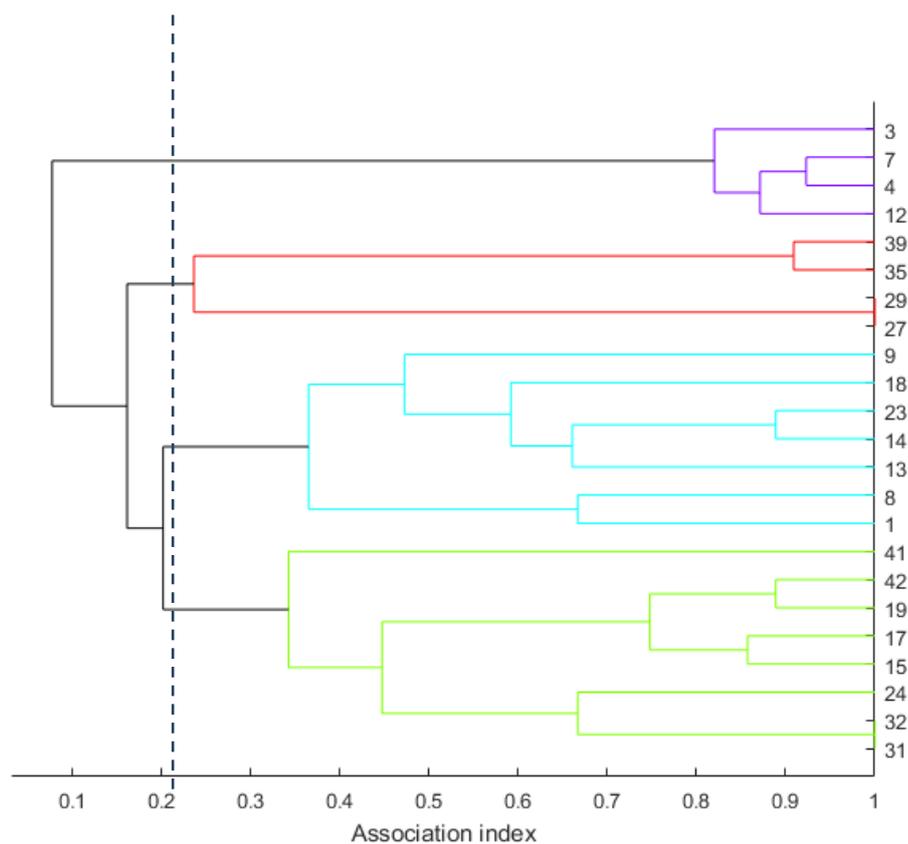
依據Lincoln-Peterson模型之公式計算，所有標記個體數33隻、其中22隻個體為去年被目擊個體，去年總目擊33隻個體，因此得出估算總群體 N' 個體數為50隻。

3. 半權重關聯(Half-weight association index, HWI)分析計算

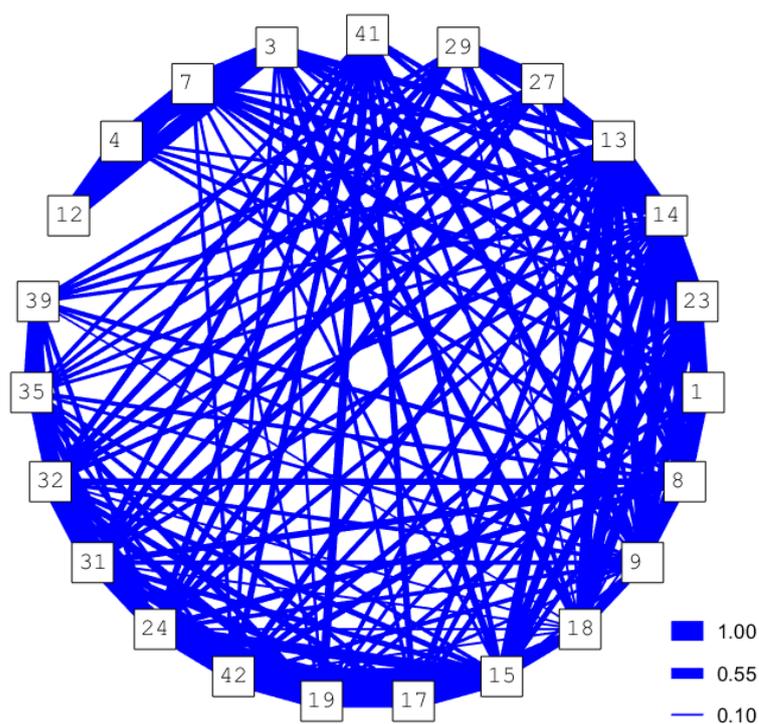
將兩年度目擊28群次進行半權重關聯分析。雖兩年度目擊個體達44隻，但多數21隻個體都僅目擊1次，因此將9隻個體剔除後，將所餘之23隻個體進行半權重關聯分析。計算結果如附圖2.3-1。附圖2.3-2可得知大多的個體鍵結強度多座落於0.4以下，社會結構(附圖2.3-3)屬分裂融合結構(Fission-fusion society)與過去研究臺灣的白海豚之文獻(Chang, 2011 ; Hou, 2017, Dugan et al., 2015)及其他地區的白海豚社群結構如：澳洲 (Hunt, et al., 2019) 相同。



附圖 2.3-1 臺灣的白海豚個體鍵結強度分布圖



附圖 2.3-2 經分層群聚分析(Hierarchical Cluster Analysis)得出共表型相關係數(cophenetic correlation coefficient) 0.846，說明與半權重關係得出之矩正高度相符合及分群節點於關聯指標(Association index)=0.236，如圖中深藍色虛線。



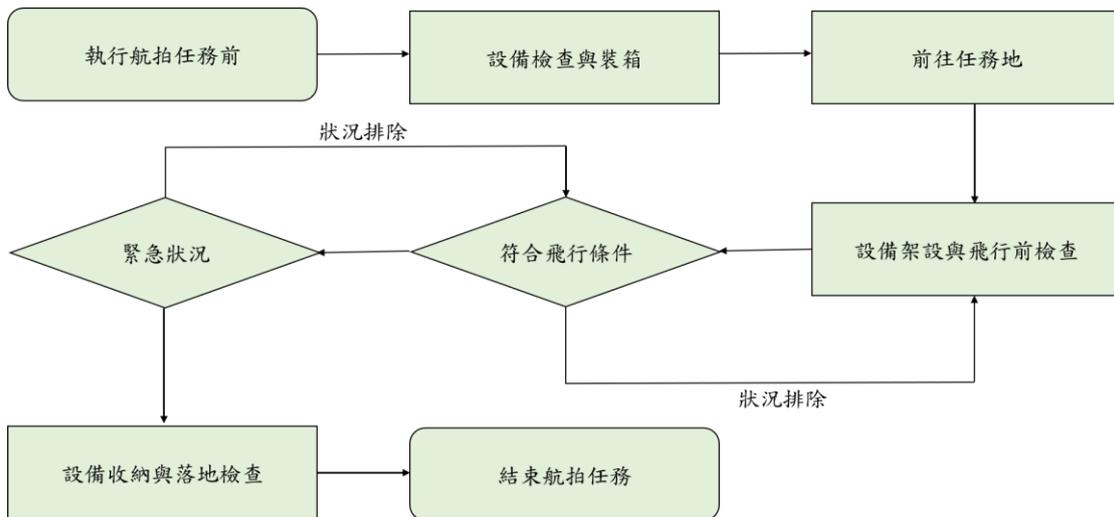
附圖 2.3-3 將本年度目擊 3 次以上(包含 3 次)個體，共 23 隻，進行社交輪
分析。個體間鍵結強度以粗細區分；鍵結線越粗(1.00)說明鍵結強度越
強；反之，鍵結線越細(0.10)，說明個體間鍵結關係淺薄。

附錄三 空拍技術輔助記錄鯨豚行為

附錄三 空拍技術輔助記錄鯨豚行為

1. 作業流程

本計畫採用大疆創新(DJI)之Phantom4 Pro V2.0空拍機於海上目擊鯨豚時進行輔助觀測，依據「民用航空法」、「交通部民用航空隊機場四周施放有礙飛航安全物體實施要點」、「遙控無人機管理規則」及大疆創新「免責聲明和安全操作指引」等規定彙整無人機(Unmanned Aerial Vehicles, UAV)航拍標準作業流程(附圖3.1-1)及飛行條件表(附表3.1-1)。



附圖 3.1-1 UAV 航拍工作標準作業流程

附表 3.1-1 無人機必要符合之飛行條件

NO	檢查項目	法條
1	空域是否為禁航區	1.民用航空法第 99-13 條： 禁航區、限航區及航空站或飛行場四周之一定距離範圍內，禁止從事遙控無人機飛航活動；航空站或飛行場四周之一定距離範圍由民航局公告之。前項範圍外距地表

		<p>高度不逾四百呎之區域，由直轄市、縣（市）政府依公益及安全之需要，公告遙控無人機活動之區域、時間及其他管理事項。但相關中央主管機關認有禁止或限制遙控無人機飛航活動之需要者，得提請所在地之直轄市、縣（市）政府公告之，直轄市、縣（市）政府應配合辦理。</p>
2	空域申請	<p>1.民用航空法第 99-13 條： 政府機關（構）、學校或法人執行業務需在第一項範圍之區域從事遙控無人機飛航活動，應申請民航局會商目的事業主管機關同意後，始得為之。政府機關（構）、學校或法人執行業務需在第二項公告之區域、時間及其他管理事項外從事遙控無人機飛航活動，應申請直轄市、縣（市）政府會商相關中央主管機關同意後，始得為之。</p>
3	風速、浪況是否影響飛行	<p>1.遙控無人機管理規則第 26 條： 操作人從事遙控無人機飛航活動前，應考量下列情形： (1).操作區域環境，包括氣象條件、空域、飛航限制及其他空中或地面之危害因素。 (2).遙控無人機一般操作、緊急程序及規定。 (3).遙控設備與遙控無人機間之通訊及控制信號鏈路情況良好。 (4).攜帶足夠之燃油或電池容量，並經考慮氣象預報狀況、預期之延誤及其他可能延誤遙控無人機降落之情形。</p>

4	同一空域是否有其他飛行器	<p>1.遙控無人機管理規則第 26、29 條：</p> <p>操作人從事遙控無人機飛航活動前，應考量下列情形：</p> <p>(1).操作區域環境，包括氣象條件、空域、飛航限制及其他空中或地面之危害因素。</p> <p>(2).遙控無人機一般操作、緊急程序及規定。</p> <p>(3).遙控設備與遙控無人機間之通訊及控制信號鏈路情況良好。</p> <p>(4).攜帶足夠之燃油或電池容量，並經考慮氣象預報狀況、預期之延誤及其他可能延誤遙控無人機降落之情形。</p> <p>(5).操作人在操作時應對遙控無人機之飛航及其周遭狀況保持警覺，並確保察覺及避讓其他航空器、超輕型載具、遙控無人機或障礙物，並防止與其接近或碰撞。</p>
---	--------------	---

執行空拍過程中主要以錄影方式記錄白海豚行為，人員分配上須配置持有民航局認證之基本級或高級專業操作證人員1名、助手1-2名。操作人員以圖訊號判別空拍機位置，助手則以目視觀測空拍機動向及周遭空域使用狀況並隨時回報空拍機之相對位置，飛行至目視難以追蹤的距離時便啟動返航機制。

2. 作業方法

UAV主要採取的策略為平行拍攝、定點拍攝、正攝拍攝(附表3.2-1)。

附表 3.2-1 UAV 拍攝策略(內政部國土測繪中心，2009)

拍攝策略	應用
1.平行拍攝	旋翼型 UAV 飛行速度較慢、飛行高度較低，可依照拍攝目標之特性調整速度與航高。適合監測範圍較小、監測目標為靜止或慢速前進之物體。可以利用 UAV 跟隨目標物進行拍攝。
2.定點拍攝	由於旋翼機比定翼機多了垂直移動（Z 軸）的自由度，能夠進行迴旋半徑 0 公尺、巡航速度 0 節的盤旋功能；因此，可以靠近地面飛行，以航高低於 100 公尺的高度進行空拍作業，旋翼型 UAV 能盤旋於空中，以固定視角持續拍攝隱蔽的目標。
3.正攝拍攝	旋翼型 UAV 常用於進行大面積拍攝作業，UAV 經過特定排列的航線設計後，直接垂直向下拍攝，任務完成後可以利用照片處理技術將軌跡上的照片進行接合。

於目擊鯨豚時利用 UAV 於船後方進行監視，可提前通知目視調查人員海豚相對位置，並以平行攝影雲臺保持約 45° 至 90°、飛行高度約 10 至 15 公尺與海豚距離約 14 至 21 公尺的距離（Christiansen et al., 2016; Subhan et al., 2019），以不干擾鯨豚為前提進行拍攝。

3. 調查結果

本團隊研究員於 109 年 8 月取得民航局發放之專業操作證後，於 9 月 16 日將軍至箔子寮段目擊鯨豚時執行飛行任務，過程中記錄空拍航跡(附圖 3.2-1)及海豚影像(附圖 3.2-2)，並累積錄製 11 段白海豚行為影片。



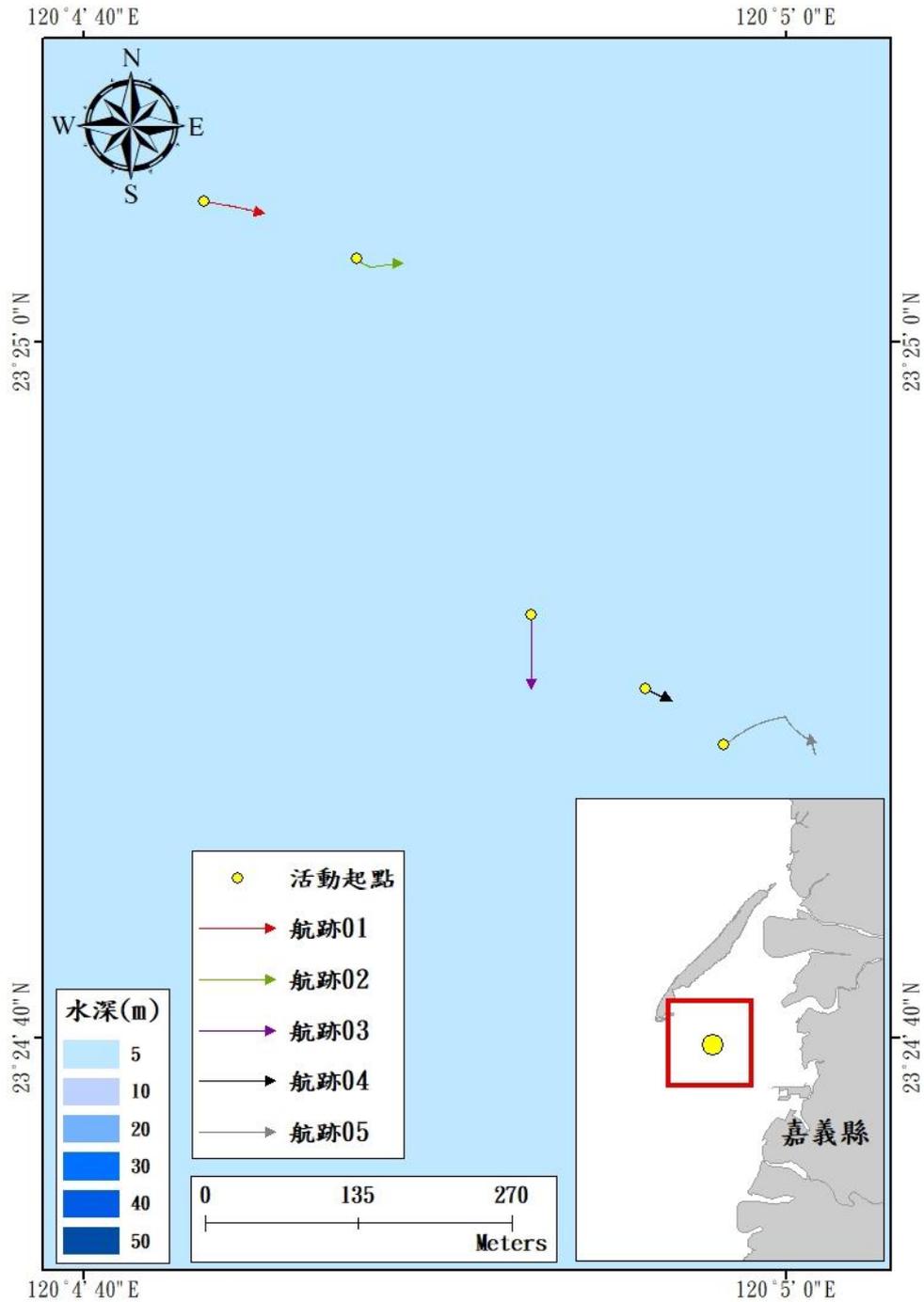
附圖 3.2-1 UAV 調查航跡



附圖 3.2-2 UAV 航拍 4K 影像

UAV於飛行過程中會記錄空拍機詳細的飛行數據，如經緯度、高度、飛行速度、飛行軌跡等資訊，利用判讀飛行數據以及所拍攝影片相互比對，便可從飛行航跡中擷取UAV拍攝白海豚活動所產出的軌跡（附圖3.2-3），相對於目視調查的航跡，UAV產出的航跡能以更接近鯨豚的方式紀錄其活動，並能於水深較淺的區域進行拍攝以及航跡紀錄，蒐集船隻無法進出區域的資料。

除了能較精準紀錄鯨豚航跡外，UAV雲台具 0° 至 90° 活動範圍，能較平行海平面的目視調查更精準的計算鯨豚數量(Subhan et al., 2019)。



附圖 3.2-3 UAV 拍攝白海豚所產出的軌跡

無人機輔助調查能夠使觀測者觀察角度不再受限於船隻平台，能夠以更高的視角觀測大範圍海面，提早發現鯨豚於水面下蹤跡，並能以相對船隻更小的噪音干擾接近鯨豚，觀測其行為及活動，且能夠跟隨群體進入船隻難以進入之區域(如：水深過淺處)，以獲得更全面的調查資料。

附錄四 期中審查意見回覆對照表

[海保生字第 1090006402 號]

附錄四

期中審查意見回覆對照表

[海保生字第1090006402號]

審查意見	辦理情形
(一) 楊委員瑋誠	
1. 白海豚生態監測有關調查規劃部分，請補充說明穿越線設計？	穿越線設計可分為垂直海岸線、平行海岸線、Z 字形穿越線。規劃上應為可重複並平均於調查範圍內。本計畫於白海豚分布頻度最高的水深 10 公尺內海域，劃設一條平行海岸穿越線執行調查，以提高整體目擊機率。 詳參本文 5.1 章(p.113)。
2. 書面 p.12 參考文獻的分析，調查數量對於族群數量推估的準確度，請補充說明。	使用 Distance sampling 估算族群數量時，分析樣本數至少須 60 至 80 筆，方可精準推估族群數量。本年度僅 19 筆目擊資料，須持續累積目擊資後方可呈現較準確之族群數量。 詳參附錄二。
3. 投影片 p.11 出船趟次說明，符合合約需求說明，呈現上為同日出現在兩個區域，請補充說明。	本年度完成 8 次西海岸完整調查(共 19 船次)，每船次調查時間約 8-12 小時不等。每 1 船次調查過程中，於去程與回程皆執行觀測調查，分析上視為 2 次調查資料。 詳參本文 3.1.1.1 章(p.21)。
4. 行為活動軌跡為船隻航跡圖，不是海豚活動軌跡請修正，如何藉由船隻航跡說明海豚移動軌跡，距離海豚多遠、團隊是否過於靠近鯨豚，請補充說明。	追蹤方式遵守友善賞鯨規範，距離群體少於 200 公尺時，船速降低至 4 節以下，距離保持在 50-100 公尺左右。 詳參本文 1.7.1.5 章(p.11)。

	<p>因無法於水下實際觀測並記錄鯨豚活動軌跡，故僅能以船隻航行軌跡作為群體移動方向之參考。</p> <p>詳參本文 3.1.2.4 章(p.55)。</p>
<p>5. 調查航線有提及一天調查 12 小時以上等工時問題，請廠商說明對於勞工權益因應措施。</p>	<p>每次調查皆由五位以上觀察人員在船上輪值，值勤時設有四個工作崗位，至少三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 度視角的海面，一名調查員進行各項環境的測量及記錄，其餘非值勤調查員則休息。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。</p> <p>詳參本文 1.7.1.4 章(p.10)。</p>
<p>6. p.11 合約上是否寫趟次?有無規範每趟次時數，用字上每趟次時間需多加注意。趟次或調查次數，文字上要說明清楚。</p>	<p>本年度完成 8 次西海岸完整調查(共 19 船次)，每船次調查時間約 8-12 小時不等。每 1 船次調查過程中，於去程與回程皆執行觀測調查，分析上視為 2 次調查資料。</p> <p>詳參本文 3.1.1.1 章(p.21)。</p>
<p>7. 報告中族群數量估計，僅呈現樣帶範圍族群量，非白海豚重要棲息範圍內族群數量，是否為海保署需求資料?計畫資金無法實行重棲裡面的族群數量估計，我們團隊的數據無法說明重棲裡面的族群數。</p>	<p>本計畫目標為監測白海豚西海岸族群動態，非調查白海豚重要棲息環境內族群動態，陳述上會解釋為樣帶而非白海豚重要棲息環境範圍。</p> <p>詳參本文 5.1 章(p.113)。</p>
<p>(二) 王委員浩文</p>	
<p>1. 研究團隊的白海豚調查員，觀察時精神狀態如何，輪替是否為動態調整?請說明。</p>	<p>每次調查皆由五位以上觀察人員在船上輪值，值勤時設有四個工作崗位，至少三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 度視角的海面，一名調查員進行各項環境的測量及記錄，其餘非值勤調查員則休息。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。</p> <p>詳參本文 1.7.1.4 章(p.10)。</p>

<p>2. 簡報 p.8 目前進度已達 65%的是完成第 4 次調查還是完成第 6 次調查的百分比？另，今日呈現 24 個目擊個體為完成 4 次調查還是完成 6 次調查？</p>	<p>期中報告分析前 4 次調查結果為主，完成度 65%為包含第 5、6 次調查。資料呈現、報告內容以 1-4 次調查(109/2/29-109/5/1)為主，當中第 5、6 次調查尚未納入期中報告。期末報告分析以 8 次完整調查及 3 區段各 1 次分段調查結果為主，共累積 18 群次白海豚有效目擊，辨識出 32 隻個體。 詳參本文 3.1.3.2 章(p.74)。</p>
<p>3. P.25 公民科學資料更新，希望執行單位給署裡具體建議，在公民科學的部分，水深 50 公尺目擊，但詢問過專家表示在水深較深處確實有目擊，族群移動的分布是否影響穿越線的設計，建議補充國際間採用那些穿越線設計方式，另有關穿越線設計，希望於報告中以教育方式宣導研究設計，提供保育宣導的具體建議，另建議執行單位將鯨豚觀察專案管理計畫連動，瞭解機樁設立對白海豚的影響。</p>	<p>針對海保署現有 IOCEAN 回報系統提出以下建議： 1. 新增觀測位置 2. 新增經緯度投影系統 3. 建立上傳流程教學 詳參本文 5.5 章(p.118)。</p> <p>穿越線設計可分為垂直海岸線、平行海岸線、Z 字形穿越線。規劃上應為可重複並平均於調查範圍內。本計畫於白海豚分布頻度最高的水深 10 公尺內海域，劃設一條平行海岸穿越線執行調查，以提高整體目擊機率。 詳參本文 5.1 章(p.113)。</p>
<p>4. 建議把工項甘特圖移至簡報首頁</p>	<p>比照辦理。</p>
<p>5. 報告 2.2.2，本計畫"將"文字建議修正，因計畫已經在進行了，另外，浪級 3 還是 4 級？簡報、報告不統一，報告書排版問題，公開需要再修排版。</p>	<p>統一修訂為平均浪高 1 公尺以下(蒲氏風級 4 級以下)。簡報、報告排版及用詞遵照辦理統一修訂。</p>
<p>6. 白海豚重要棲息環境與本研究白海豚棲息熱區，是否存在差異，建議持續分析。</p>	<p>白海豚棲息熱區因目擊筆數過少，無法僅以一年監測資料進行呈現比較。但近年來桃園外海及外傘頂洲以南皆有目擊記錄回報，是否需擴大重要棲息地範圍，仍需待目擊筆數較多時方能進行分析 詳參本文 5.6 章(p.121)。</p>

<p>7. 希望未來民間團體提供資料有公信力，請協助建立可信目擊回報紀錄之 SOP，並提供本署具體建議，協助訂定目擊紀錄表，將回報資料品質分等級，可以做的後續分析不同。</p>	<p>針對海保署現有 IOCEAN 回報系統提出以下建議： 1. 新增觀測位置 2. 新增經緯度投影系統 3. 建立上傳流程教學 詳參本文 5.5 章(p.118)。</p>
<p>(三) 林委員美朱</p>	
<p>1. 進度審查表應有摘要、工項、預計執行進度、執行狀況，請修正並置於頁首。</p>	<p>比照辦理。</p>
<p>2. 有關大潭工程影片，簡報提及沿岸工程會造成濁度增加，但大潭附近濁度原本就較高，需以先前資料比對才能下此推斷，以及是否會受到季節、天候影響，工程影響程度推估需更加小心。</p>	<p>經後續本團隊比較歷年衛星航照圖及本年度調查資料，發現該區域原先水體濁度即偏高，無法推論是否為工程影響，用詞上會斟酌調整。</p>
<p>3. 報告 p.23 育幼群目擊率，集中於中南部海域，但目前調查僅 2 筆目擊，報告書用詞須謹慎，另調查是一個現象，還是可以推估，可以得到什麼結論嗎？撫育場所？</p>	<p>本年度共目擊 5 群次育幼群，其活動範圍涵蓋彰化至臺南沿海地帶，然因目擊資料筆數過少，無法推估該區域是否為白海豚育幼區，報告用詞上會再修正。</p>
<p>4. 圖片上有觀察家 LOGO，請修正為海保署 LOGO。</p>	<p>比照辦理。</p>
<p>5. 潛在活動範圍，並非於此區域就會遇見白海豚，用詞須注意。</p>	<p>潛在活動範圍意指該區域白海豚可能出沒範圍，但並非於該區域必定會遇見白海豚，應解釋為於該區域有較高機率遇見白海豚。 詳參本文 5.7 章(p.127)。</p>
<p>6. P.11 圖表第一次調查等 4 次，調查日期不同，請說明趟次如何計算。</p>	<p>本年度完成 8 次西海岸完整調查(共 19 船次)，每船次調查時間約 8-12 小時不等。每 1 船次調查過程中，於去程與回程皆執行觀測調查，分析上視為 2 次調查資料。 詳參本文 3.1.1.1 章(p.21)。</p>

(四) 吳委員龍靜	
1. 感謝廠商協助圖資出圖，圖資公告為離岸 50 公尺開始劃設，難以準確說明其依據，能否取得低潮線圖資？作為釐清之依據。	已向營建署取得潮間帶圖層，相關分析於 5.7 章中呈現(p.127)。
2. 另有漁會反映重棲示意圖需套疊等深線圖資，能否取得低潮線圖資？	已向國土測繪中心取得等深線資料，唯因時間關係等因素尚在分析中，故無相關呈現資料。
3. 目前調查範圍擴大，但未來若重要棲息地擴大與否及劃設保護區等問題，非為短時間能實現的，期末報告呈現請以預告重棲範圍提出保育作為之具體化建議。	除了須持續盤點與監測白海豚棲地利用之變化並隨之調整其範圍外，同時也須盤點各縣市影響白海豚最為嚴重之人為活動或環境變遷等，透過盤點方可根據影響最劇之因子，提出相關解決對策，進而提升棲地品質以提升該族群未來存續之希望 參照本文 5.7 章(p.127)。
4. 調查過程空拍發現大潭附近部分海域濁度特別高的情形，建議勿推論為三階工程所造成，因資料並不充足。	經後續本團隊比較歷年衛星航照圖及本年度調查資料，發現該區域原先水體濁度即偏高，無法推論是否為工程影響，用詞上會斟酌調整。
5. 未來本署將與漁民合作調查白海豚，未來目擊回報紀錄表該如何填寫、或需要哪些資料較方便，請提供調查規劃，以利資料整合與族群分析。	若有其他團隊或漁民願意提供資料，海岸分段區分各船隊適合的樣帶，應提供： ● 當日航跡(判斷有效目擊) ● 航速 ● 目擊鯨豚點位 ● 資料佐證(影片、照片)、判定行為有助於分析 應先建立標準化調查守則，期望涵蓋率提升、確保跨團隊品質一致以及跨平台整合。 相關資料參照本文 5.5 章(p.118)。

附錄五 期末審查意見回覆對照表

[海保生字第 1090009900 號]

附錄五

期末審查意見回覆對照表

[海保生字第1090009900號]

審查意見	辦理情形
(一) 楊委員瑋誠	
<p>1. 從報告書 p.40.42.117 這 3 張圖，建議執行及業務單位注意調查日期與範圍，例如：漁人碼頭跟南寮漁港的調查日期集中在 4-5 月，苗栗的調查日期集中在 7-8 月，將軍漁港目擊率較差，調查月份差異較大，在此提醒月份的不同可能會影響目擊率，需要小心比較。</p>	<p>圖 3.1.2.1-1 中，目擊點位旁為目擊日期，並非僅於該月份施作調查，為避免誤導視聽，圖片已作修正。參照圖 3.1.2.1-1(p.39)。</p>
<p>2. 經費為 160 萬，這次有 10 次調查，執行單位是否覺得經費足夠或是不夠？</p>	<p>本團隊依計畫要求執行 8 次西海岸完整調查（北至淡水河口海域，南至臺南將軍漁港海域），然而執行期間得知於臺南安平港可見白海豚出沒，故後期調查範圍往南延伸至臺南安平港；增加調查次數，冀望能夠滿足最低 10 次調查標準。本團隊已針對今年度執行狀況及經費運用，回饋主辦單位參考，以利後續相關計畫經費之編列預算。</p>
<p>3. p.117 白海豚熱區的目擊率，比較上面可能會有偏頗，因為調查努力量差異不小，會有問題。</p>	<p>因歷年調查範圍及調查頻度有所差異，若相同調查努力量之下於白海豚活動熱區進行高頻度調查，其目擊率可能會大於西海岸全區調查，故目前目擊率僅初步分析比較，待未來取得林務局相關原始資料，將進行重複抽樣，以弭平調查努力量之差異。</p>

4. 執行單位的未來建議 A-tag 沒有納入?	拖曳式水下聲學調查於本年度尚處於嘗試性輔助，雖結果顯示其輔助的可行性，若要納入未來建議中仍須持續進行其可行性評估。
5. 一個區域 10 次調查在科學上是否有可信度?	10 次調查為最低標準，未來有較多經費的話可以提升調查次數，並可有效增加努力量，以提高資料可信度。
(二) 王委員浩文	
1. 今年度是否有其資料顯示調查範圍外有白海豚目擊記錄?	目前無法取得除本年度調查外之額外其他團隊監測資料，故無法進行比對，但參照公民科學回報成果顯示(參照圖 5.5-1)，白海豚目擊點最南界可至臺南安平港海域，故本團隊於 7 月 31 日及 9 月 16 日額外施作將軍漁港至安平港間調查，但於調查過程中並無目擊任何白海豚。
2. 報告書 p.54 將軍以北白海豚觀察，有做海象海溫，而 6-7 月水溫提高是否對白海豚有影響?貴單位給署裡明年調查方向有何建議?	據國內外文獻回顧，目前無水溫因子對鯨豚影響之相關論述。水溫提高是否會影響到魚類生長或魚種組成，並間接影響白海豚動態分布則需相關專家學者詳細資源調查研究與建議。
3. 雲林以北目擊較高，除了水溫較高以外，其他物理、化學或生物因子等外在因素是否會影響白海豚?	因目前累積資料量不足，無法以現有資訊了解白海豚族群動態影響原因。據國內外文獻回顧，當地食餌資源、人為擾動等因素，皆有可能影響白海豚族群。
4. 報告書文獻排版格式請與署內協調討論。	經討論後已進行修訂。
5. 無人機航高為多少?有無對白海豚族群造成影響?	參照國外文獻，無人機飛行高度約 10 至 15 公尺，與海豚距離約 14 至 21 公尺距離，以不干擾鯨豚為前提進行拍攝，並於拍攝過程中注意鯨豚狀態，若於拍攝過程中鯨豚出現明顯躲避等行為，則立即停止空拍作業。 詳參附錄三。

6. 計畫書第VII頁摘要，提到本計畫執行 19 航次海上調查，但報告書第 22 頁調查日期只數到 18 航次，請再次確認?	執行上為 19 航次調查。 詳參本文 3.1.1.1 章(p.21)。
7. 報告書 p.4 圖標題跳號，請修正。	比照辦理。
8. 簡報最後一張小白海豚遭漁網纏繞之影像，麻煩執行單位進一步分析該影像的漁繩是否有變細?	幼豚身上的之繩線相較於之前中華鯨豚協會報導中照片以及 2018 年臺灣新聞網中目擊照片，因角度與解析度較不佳，故無法確切比較繩線是否有變細，但依據過往經驗有自然脫落機會，建議未來持續追蹤。 參照本文 5.6 章(p.121)。
9. 報告書有提到執行計畫的困難部分，是否有相關辦法解決?	問題相關解決辦法已呈現於章節各內容中。 詳參本文第肆章(p.111)。
(三) 吳委員龍靜	
1. 簡報最後一張小白海豚遭漁網纏繞之影像，周老師曾建議針對小白海豚進行非侵入式標識，是否可緩慢接近小白海豚，使小白海豚適應漁船進行標識，另詢問這隻小白海豚是否有救援機會?	根據團隊過往經驗，當船隻過於接近鯨豚時，群體會出現明顯地躲避行為，且若該群體為育幼群時，則此現象則更加明顯，再加上鯨豚出沒位置不定等因素，經評估後認為救援及標識具一定困難性。
2. 彰化地區調查日期，該期間同時有海上離岸風機施工，是否能得知施工對白海豚有所影響?	於彰化海域進行調查時並無遇見海上離岸風機施工時間，另海上離岸風機對白海豚之影響無法僅由數次調查資料呈現。
3. 使用無人飛行器在海上調查，其實際高度是否能清楚觀測白海豚活動範圍、生態行為等調查資料?另無人飛行器活動之實際高度太低是否會驚嚇到海豚?	使用無人機進行鯨豚行為輔助監測，能夠使觀測者以更高的視角觀測鯨豚行為，並且參照國外文獻，無人機飛行高度約 10 至 15 公尺，與海豚距離約 14 至 21 公尺距離，以不干擾鯨豚為前提進行拍攝，並於拍攝過程中注意鯨豚狀態，若於拍攝過程中鯨豚出現明顯躲避等行為，則立即停止空拍作業。 詳參附錄三。

<p>4. 拖曳式被動聲學是否可以記錄到白海豚聲音?如何認定為該聲音為白海豚聲音嗎?並請詳細解釋說明。</p>	<p>本年度拖曳式水下聲學監測使用儀器為水下聲音資料紀錄器(A-tag)，並非水下錄音機，無法取得白海豚水下聲音資料，僅能呈現該區域有白海豚出沒紀錄，並根據相關參數篩選，且搭配人工檢視等方式產出應為齒鯨的聲音紀錄。 詳參本文 3.1.1.4 章(p.32)。</p>
<p>(四) 林委員美朱</p>	
<p>1. 雲林以北目擊率較高，但期中報告呈現與去年相比有往南的現象，但期末呈現偏向往北?</p>	<p>口誤修正：雲林濁水溪以北之標準目擊率較“歷年”目擊率高，然近年則分散至各縣市趨勢；濁水溪以南則新虎尾溪口有逐漸上升趨勢，本年度更首次超過濁水溪以北。 詳參本文 5.6 章(p.121)。</p>
<p>2. 今年報告目擊率偏低，如何向一般民眾說明調查結果?</p>	<p>目擊率會受調查區域、調查頻度、動物習性等因素影響，即便在相同努力量之下，其目擊率仍會有所變動。</p>
<p>(五) 黃委員向文</p>	
<p>1. 今年台灣西部沿岸白海豚族群觀測 32 隻個體，可能原因為何?</p>	<p>觀測個體數會依據當年度動物分布機率、穿越線規劃、調查時間、調查頻度與調查努力量所影響。本年度之調查規劃、調查努力量、調查頻度與去年相比並無減少，推測受調查時間與動物分布機率相關。</p>
<p>2. 請協助釐清西部沿岸除了離岸風電是否有其他因素影響白海豚目擊率?</p>	<p>目擊率主要受努力量多寡、穿越線設計、物種活動熱區等因素影響。林子皓等人(2015)曾提出鯨豚食餌資源的變化會受到季節與潮汐影響進而影響鯨豚之時空分布；而離岸風電因打樁工程會影響當地海域底質，進而影響該地魚類組成，若影響魚種為白海豚食餌魚種時，則會間接影響到白海豚出沒於該區域頻度，進而影響到白海豚目擊率，相關論述目前仍為推論階段，尚須與各領域學者專家進行討論及研究，方可確認是否有影響。</p>

<p>3. 本計畫彙整本署調查資料與林務局影像資料，共辨識出 64 隻個體，請確認白海豚個體分布情形。</p>	<p>因無法取得林務局原始目擊經緯度資料，故白海豚個體分布情形僅呈現 108 年度及 109 年度資料。詳參本文 5.6 章(p.121)。</p>
<p>4. 請將簡報 p.27 白海豚族群與去年三群進行比較分析，並瞭解白海豚族群結構是否還在?</p>	<p>據今年度與 108 年調查資料進行分析比較，白海豚族群結構呈現 4 群分群結構，但因無法取得去年度詳細原始資料，故該分析結果僅供參考，並非代表白海豚的實際族群狀況。詳參附錄二。</p>
<p>5. 今年幼體有增加嗎?幼體辨識與數量應該納入報告。</p>	<p>本年度目擊育幼群次僅 5 群共 17 隻次幼豚，然因目擊次數少且多數僅拍到身體的單一側面，因此無法判定 17 隻次中是否有重複個體。詳參本文 3.1.3.2 章(p.74)。</p>