

# 108 年度「臺灣西部沿海白海豚族群監測計畫」

## 成果報告

計畫編號：108-C-4

主持人：白梅玲

協同主持人：連裕益

專案經理：洪巧芸

參與人員：黃嘉祥、林奕廷、蔡之庸、邱于祐、陳煥之、黃鈺棠、  
池文傑、李仲軒、楊昌諺、張學閔、黃品森、林宏軒、  
Trisno、吳皓翔、黎泉志

委託單位：海洋委員會海洋保育署

受託單位：福爾摩莎自然史資訊有限公司

2019 年 12 月

# 目錄

摘要.....	1
Abstract.....	2
第 1 章、白海豚族群調查.....	3
一、前言.....	3
二、調查方法.....	5
三、調查成果.....	8
四、討論.....	20
五、參考文獻.....	24
第 2 章、白海豚個體資料庫.....	27
一、個體影像辨識.....	27
二、今年度個體資料.....	28
三、白海豚個體檔案資料庫規劃建議.....	37
四、參考文獻.....	38
第 3 章、白海豚保護區之規劃分析.....	39
一、前言.....	39
二、白海豚分布分析.....	39
三、漁業現況.....	44
四、各白海豚分布熱區現況.....	47
五、綜合建議.....	52
六、參考文獻.....	53
第 4 章、臺灣海域白海豚保育計畫草案.....	55
一、前言.....	55
二、物種概述.....	57
三、生存威脅.....	64
四、保育行動.....	71
五、白海豚保育跨部會分工.....	74
六、參考文獻.....	77
附錄 I 海上調查照片.....	86
附錄 II 期中審查委員意見回覆.....	88
附錄 III 期末審查委員意見回覆.....	92

## 圖目錄

圖 1-1	2019 年各季白海豚調查航線.....	12
圖 1-2	2019 年各季白海豚目擊點位.....	13
圖 1-3	2019 年白海豚目擊點位與各區域目擊率.....	15
圖 1-4	白海豚移動軌跡 .....	16
圖 1-5	2019 年白海豚目擊點位與參考點的海水深度及離岸距離分布比較.....	17
圖 1-6	依據 2015 年至 2019 年資料分析而得之白海豚社群關係圖 .....	19
圖 1-7	三社群白海豚之主要活動範圍 .....	19
圖 1-8	白海豚目擊率的長期變動 (周蓮香 et al. 2019).....	21
圖 1-9	2008 至 2018 年白海豚累積可辨識個體數、當年度目擊個體數、累積母親數以及當年度母子對數目 (周蓮香 et al. 2019).....	22
圖 2-1	白海豚背鰭的各種特徵 .....	28
圖 2-2	2019 年目擊之各白海豚個體外觀.....	36
圖 2-3	白海豚個體資料庫之建議結構 .....	38
圖 3-1	2017 年至 2018 年白海豚目擊率 (群/100km) 的分布 (周蓮香 et al. 2019) .. .....	40
圖 3-2	2007 年至 2015 年，白海豚每千公里之 (a) 目擊群次、(b) 目擊個體數與 (c) 母子對數量 (Dares et al. 2017) .....	41
圖 3-3	白海豚之可能棲地最大範圍 (likely habitat maximum) 與可能核心棲地 (likely core habitat) (Huang et al. 2018).....	42
圖 3-4	整合不同研究結果所得之白海豚棲地重要性指標 .....	43
圖 3-5	鄰近白海豚主要分布地區各縣市 2017 年之沿海漁業及淺海養殖產值 (行 政院農業委員會漁業署 2018).....	44
圖 3-6	鄰近白海豚主要分布地區各鄉鎮之港口動態：(a) 全年出港漁民人次， (b) 全年出港船次 (資料來源：漁業署).....	45
圖 3-7	鄰近白海豚主要分布地區之刺網船作業區域：(a) 根據 VDR 資料所得之 CTR 級別刺網船作業頻度 (陳孟仙 2011)，(b) 根據漁港隨機訪查所得之 刺網作業區域 (王建平 2012).....	46

圖 3-8 大安溪口白海豚熱區之環境現況 (資料來源：漁業署).....	48
圖 3-9 臺中港白海豚熱區之環境現況 (資料來源：漁業署).....	49
圖 3-10 彰濱工業區白海豚熱區之環境現況 (資料來源：漁業署).....	50
圖 3-11 離島式基礎工業區預定地白海豚熱區之環境現況 (資料來源：漁業署)	52
圖 4-1 行政院農業委員會預告訂定之中華白海豚重要棲息環境範圍 .....	56
圖 4-2 臺灣白海豚的分布範圍 (Wang et al. 2016).....	58
圖 4-3 白海豚目擊率的長期變動 (周蓮香 et al. 2019).....	59
圖 4-4 近年白海豚目擊率的年變動 (周蓮香 et al. 2019).....	60
圖 4-5 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 et al. 2018).....	62

## 表目錄

表 1-1	各季之調查時程與區域 .....	10
表 1-2	調查努力量 .....	11
表 1-3	2019 年各季目擊率 .....	14
表 1-4	文獻中白海豚之歷年目擊率 .....	21
表 1-5	文獻中白海豚之歷年目擊點環境因子 .....	23
表 2-1	2019 年各白海豚個體之目擊日期、時間、座標 (TM97) 與照片檔案 ....	28
表 3-1	通苑區及臺中區漁會專用漁業權水域中主要漁業種類及漁獲魚種 (資料來源：漁業署).....	48
表 3-2	彰化區漁會專用漁業權水域中主要漁業種類及漁獲魚種 (資料來源：漁業署).....	51
表 3-3	雲林區漁會專用漁業權水域中主要漁業種類及漁獲魚種 (資料來源：漁業署).....	51
表 4-1	臺灣西部沿岸白海豚族群數量估計 .....	62
表 4-2	跨部會保育行動分工表 .....	74

# 摘要

臺灣西海岸的白海豚族群正面臨迫切的生存危機。為協助保育主管機關掌握其族群動態並擬定保育措施，本計畫分為四個面向進行：(1) 執行白海豚的海上監測調查，分析白海豚的目擊率、空間分布、移動路徑與棲地因子等；(2) 蒐集白海豚影像並進行個體辨識，作為建置個體資料庫的基礎；(3) 規劃白海豚保護區的建議劃設範圍；與(4) 協助海洋保育署草擬白海豚保育計畫草案。

本年度海上調查的總航程約 5199.5 公里，共目擊白海豚 25 群次；其中由新竹南寮漁港至臺南曾文溪口有 8 趟次完整的調查，視為有效努力量，其航程 2081.7 公里，時數 153.9 小時，目擊白海豚 18 群次，有效目擊率為每百公里  $0.87 \pm 0.46$  群次，每十小時  $1.14 \pm 0.50$  群次，夏、秋的目擊率高於春、冬。在空間分布上，臺中港與通霄海岸的目擊率最高，而過去經常為熱區的彰濱工業區近海今年目擊率則偏低。

對影像進行個體辨識後，今年 25 群次的調查共辨識出 47 隻白海豚個體，另有幼體 5-8 隻。使用 2015 年至今的所有目擊資料進行社群關係的分析，顯示臺灣西海岸的白海豚大致可分為三個社群，三群的活動範圍有所重疊，但分布核心各有不同，分別以大安溪口、臺中港至彰濱工業區、麥寮至外傘頂洲為活動的核心區。

彙整不同學者過去的調查研究，顯示白海豚分布有大安溪口、臺中港、彰濱工業區以及雲林新虎尾溪至北港溪間四個熱區，可做為保護區的候選地點；此外並呈現各區的漁業活動情形以及保護現況，做為選址的參考。

第四章為協助海洋保育署草擬之白海豚保育計畫草案，探討白海豚族群面臨的生存威脅，擬定包括棲地維護、監測研究、教育宣導與在地參與等之保育行動，並規劃跨部會分工，期能改善白海豚險峻的族群現況。

# Abstract

The eastern Taiwan Strait population of Indo-Pacific humpback dolphin (*Sousa chinensis*, also known as Taiwanese humpback dolphin, *Sousa chinensis* ssp. *taiwanensis*) is critically endangered. To monitor its population status and to promote conservation actions, in this study we conducted transect surveys to estimate the sighting rate and population size, constructed photo identification database, proposed hotspots for protection, and draft conservation plans.

Chapter 1 presented the results of the transect survey. Eight surveys from Nanliao Fishing Port to Zengwen River were conducted between March and December, 2019. A total of 18 schools of humpback dolphin were sighted on effort, resulting in an average sighting rate of 0.87 sightings/100 km, or 1.14 sightings/10 hour. Sighting rate in summer and autumn was higher than in spring and winter. Sighting rate was highest near Taichung Harbor and Tongxiao.

Chapter 2 presented the outcome of long-term photo-ID monitoring project. 47 humpback dolphins were individually recognized this year. Photos and sightings records of these individuals were presented.

In Chapter 3, several previous studies were synthesized to demonstrate the hotspots for humpback dolphins at the eastern Taiwan Strait. The Daan River mouth, Taichung Harbor, Zhangbin Industrial Zone and the area between Xin Huwei River and Beigang River were proposed as priority sites for protection. Extent of fishing activities around these sites were also presented.

Chapter 4 was the draft conservation plan for humpback dolphin, collaborated with the Ocean Conservation Administration, Ocean Affairs Council. Threats to the population were reviewed, and conservation measures were proposed. Immediate and practical action should be implemented to save the population.

# 第 1 章、白海豚族群調查

## 一、前言

印太洋駝海豚 (*Sousa chinensis*) 為駝海豚屬的一種，俗稱白海豚，主要分布於印度洋及西太平洋的亞熱帶與熱帶地區，一般喜歡棲息於近岸海水深度小於 25 公尺的淡鹹水交會海域。過去漁民傳說，在農曆三月媽祖誕辰附近時，會在海上看見白海豚，於是暱稱其為「媽祖魚」；白海豚剛出生時體色呈暗灰色，亞成體體色轉淡，並佈滿藍灰色的斑點，成年個體則呈白色甚至具粉紅色澤，因此又被稱為「粉紅海豚」。

早期對 4 隻擱淺個體進行 mtDNA 分析的結果，並未發現臺灣與大陸的白海豚族群間有顯著差異 (周蓮香 2006)；但 Wang et al. (2015a) 發現臺灣與廈門及香港的白海豚族群體表斑點之分布顯著不同：臺灣的白海豚背鰭上之斑點通常較身體上密集而明顯，廈門及香港的白海豚則背鰭上之斑點較不明顯。Wang et al. (2015a) 因而主張印太洋駝海豚可以分為中華白海豚 (*Sousa chinensis chinensis*) 與臺灣白海豚 (*Sousa chinensis taiwanensis*) 兩個亞種。

在「瀕臨絕種野生動植物國際貿易公約」(Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, CITES) 中，印太洋駝海豚自 1979 年起即名列附錄一，為有滅絕威脅須嚴格管制的物種。國際自然保育聯盟 (International Union for Conservation of Nature, IUCN) 之保育紅皮書亦於 2008 年將印太洋駝海豚列於「極危 (Critically Endangered, CR)」等級；而由於有學者認為臺灣地區的印太洋駝海豚族群應為特有亞種 (Wang et al. 2015a)，因此 IUCN 於 2017 年將 *Sousa chinensis taiwanensis* 單獨發布為極危等級 (Wang & Araujo-Wang 2018)，而 *Sousa chinensis chinensis* 則列為易危 (Vulnerable, VR) 等級 (Jefferson et al. 2017)。美國國家海洋漁業局 (National Marine Fisheries Service,

NMFS) 也在 2018 年將臺灣的白海豚族群納入瀕臨絕種生物法案 (Endangered Species Act, ESA) 中，列為瀕危 (Endangered) 等級的物種 (NOAA 2018)。

臺灣對於白海豚的調查研究起步較晚，早期紀錄出現在 1990 年代的漁民間卷訪查中，2000 年則在苗栗及桃園有死亡個體擱淺的紀錄，而 2002 年才首次於海上調查中目擊，正式確認臺灣有白海豚族群的存在 (Wang et al. 2004)。由於臺灣的白海豚族群量小，具有獨立封閉性，又面臨棲地消失、人為汙染、食源減少、漁業混獲、海上活動、水下噪音、能源開發等多項人為衝擊，因此農委會於 2008 年將中華白海豚公告納入「保育類野生動物名錄」，列為瀕臨絕種的一級保育類 (Ross et al. 2000, 周蓮香 & 李政諦 2010, Dungan et al. 2011, Slooten et al. 2013, Liu et al. 2016, Wang & Araujo-Wang 2018)。

臺灣的白海豚族已面臨迫切的滅絕危機，必須進行嚴謹的海上長期監測，以掌握其族群動態、空間分布的變異以及生存所需的關鍵因子等，作為海洋保育主管機關制定政策的依據，並加速擬定與推行具體的保育措施。本計畫之目的，即在於持續監測臺灣西岸的白海豚族群，彙整族群歷年目擊率、進行個體辨識、紀錄育幼母豚數量、及分析相關棲地因子等，以瞭解白海豚族群結構、族群空間分布與棲地利用模式，推估目前臺灣海域的白海豚族群數量，規劃白海豚重要棲息環境或野生動物保護區建議劃設範圍，並對白海豚保育提出具體可行之經營管理建議。

本成果報告分為四章，第一章 (本章) 呈現海上監測調查的成果，並分析白海豚的目擊率、空間分布、移動路徑、棲地因子與族群結構等；第二章以海上調查所拍攝的白海豚照片進行個體辨識，整理各個體的特徵與出現時空，作為建置個體資料庫的基礎；第三章則依據過去研究文獻與其他相關資料，規劃白海豚保護區的建議劃設範圍；第四章為協助海洋保育署草擬的白海豚保育計畫草案，本團隊負責彙整文獻以探討白海豚之生存威脅，海洋保育署則擬定具體保育行動並規劃跨部會的分工。

## 二、調查方法

### (一) 調查路線規劃

白海豚在臺灣西海岸呈狹長的南北線性分布，根據過去長期監測的成果，白海豚的活動範圍北起新竹香山，南迄臺南七股，往西雖然可能抵達澎湖北部海域，但是仍以離岸不超過 6 公里、海水深度 15 公尺以內的近岸海域為主；95%的目擊記錄都在水深 15 公尺以內，80%的目擊記錄都在水深 10 公尺以內，歷年目擊點的平均水深多在 6 至 8 公尺 (李培芬 et al. 2011, 周蓮香 et al. 2019)。

因此本計畫規劃的調查範圍，以林務局公告之中華白海豚重要棲息地為核心，往北延伸到新竹南寮漁港外海，向南延伸至臺南曾文溪口海域，在此範圍間以船隻航行於大致平行海岸線的穿越線 (水深 5 - 10 公尺)，進行每季 2 次、全年共 8 次的全區段調查。而由於今年夏季有民眾於桃園永安附近目擊白海豚，超過以往所知白海豚分布的北界，因此本計畫的調查範圍擴展至淡水河口，在淡水至南寮間規劃 2 趟次的調查，以對白海豚的分布有較全面的瞭解。

白海豚重要棲息地的範圍狹長，一次全區段的調查受限於人力以及船隻調度，往往必須分成多日進行；又受限於海上的天候，兩次調查可能間隔了相當時日，容易疏漏或重覆計數。因此，在目擊率最高、海況最穩定的夏季，其中一趟調查採全區同步進行，將新竹南寮漁港至臺南曾文溪口間分為五個區段，以五艘船同時出海進行調查，以期釐清族群數量。

南寮至曾文溪口間除了依計畫要求、每季 2 次的基本調查外，我們於部分區段進行了額外的調查，以累積個體的目擊資料；我們也在水深較深的區域 (10 - 15 公尺) 進行了兩趟全區調查，以了解白海豚在水深較深的環境之出現情況。這些調查並不納入目擊率的標準化計算與比較，不過仍呈現其目擊點位，並將個體辨識的結果納入個體資料庫。

### (二) 調查方式

在天候與海況良好時，以船隻穩定航行於設定的穿越線上，船速保持在每小時 10 至 16 公里 (約 5 - 9 節)；優先使用具二樓甲板的船隻，以便有寬廣的視野利於大範圍搜索。調查期間在三級風、小波以下 (中央氣象局波浪等級)、能見度達 1000 公尺以上、且航行在所設定的穿越線上時，視為有效努力量 (on-effort)；當船隻航行於進出港口與航線之間、天候或浪況不佳難以進行有效偵測、或是因為追蹤白海豚群體而顯著偏離航線時，則視為無效之努力量 (off-effort)，不納入標準化的目擊率分析中。總航行時間為出港到進港相隔的時間，總航行距離為出港至進港航行的總距離，包含有效努力量以及無效努力量。

每次調查由 3 至 4 人進行觀測，其中 2 人各位於船隻左右側，1 人位於二樓甲板、船首或船尾，各自獨立作業，以肉眼輔以雙筒望遠鏡觀察海面是否有鯨豚出現。觀察員約每 20 至 30 分鐘交換一次位置，以避免長期觀察同一區域而產生心理上的疲乏；每個人輪替完三個不同的觀察位置後，會交換到休息位置休息約 20 分鐘，以保持觀察員的體力。

當遇見白海豚時，立即以 GPS 標記船隻位置，並記錄最初目擊點與船隻的距離及角度，同時視情形慢速接近目標，估算隻數、觀察其行為與是否有母子對等，並填寫觀測情形與環境資訊於鯨豚目擊紀錄表；同時使用相機或攝影機記錄白海豚影像，供調查結束後進行個體判釋。隨後在不打擾其行為模式為前提下跟隨目標，過程中每 3 - 5 分鐘使用 GPS 進行標記，以記錄白海豚的移動路徑；如白海豚未表現明顯的躲避行為，則持續跟隨並記錄該群白海豚之行為與位置；若所跟蹤的目標消失於視野，且在 20 分鐘等待之內無再目擊，則返回航線繼續進行穿越線調查。

在發現白海豚時，調查人員的作業配置分為主調、副調與幫手：主調使用測距望遠鏡、GPS 和方位計，持續回報鯨豚點位、距離、方向和行為；副調則以拍攝鯨豚為主、數量估算為輔；幫手負責記錄主調和副調提供之訊息，並加註相關環境因子。

### (三) 資料分析

#### 1. 目擊率分析

將海上調查之 GPS 航跡載入地理資訊系統 ArcGIS，標記夜間、天候不佳、或因追蹤白海豚族群而偏離航線的區段後，計算總航程、總時數、有效航程與有效時數。將有效調查期間目擊的白海豚群次數除以有效航程或有效時數，即可得到單位距離或單位時間的目擊率。

臺灣大學周蓮香教授曾對臺灣西海岸的白海豚進行長期族群調查 (周蓮香 et al. 2013, 周蓮香 & 陳琪芳 2014, 2015, 周蓮香 et al. 2016, 2017, 周蓮香 et al. 2018, 周蓮香 et al. 2019)；我們採用與周蓮香 et al. (2019) 相同的對臺灣西部近岸之分區，計算各區段內的白海豚目擊率，以呈現白海豚目擊率的空間差異，並便於與文獻中的結果進行比較。

#### 2. 棲地因子

為了瞭解白海豚的棲地利用，我們將白海豚的目擊點位與內政部提供之空間解析度 200 公尺的海底數值地形模型套疊，得出各目擊點位的水深，並在 ArcGIS 中計算各目擊點位至海岸線的距離。同時也將所有調查航跡每間隔 10 公里取一個參考點，同樣計算這些參考點的水深與至海岸線距離，作為調查區域的背景資訊。將白海豚目擊點位與參考點的環境因子分布比對，可探討白海豚的棲地偏好。

#### 3. 社群結構

我們使用本團隊自 2015 年以來的所有目擊紀錄，經過照片辨識個體後，針對目擊三次以上的個體，對所有個體配對計算其間的半權重關聯指標 (half-weight association index, HWI)，顯示個體間結伴的傾向，並以核密度 (kernel density) 法顯示每個社群活動的主要空間範圍。

### 三、調查成果

#### (一) 各季調查情況

第一季(3-5月)南寮至曾文溪口的兩次基本調查分為6天完成：3月13日、3月14日與3月20日完成第一次，4月24日、5月14日與5月16日完成第二次(表1-1)，其調查航跡如圖1-1(a)。總航行時間57.5小時、總航程751.5公里，其中有效調查時間38.5小時、有效航程532.9公里(表1-2)。各次調查海上能見度皆約為2公里，近岸漁業作業頻繁。

第一季基本調查的有效努力量中，僅3月20日日擊白海豚2群次6隻，兩群出現的時間與位置相當接近，皆在臺中港南堤外(圖1-2(a))，僅短暫出現即游走。春季另進行了4趟次、總航程406.2公里的額外調查(表1-2)，其中3月21日自外傘頂洲往臺中港時，在雲林麥寮外海附近目擊白海豚3群次12隻(圖1-2(a))，另外3趟次(4月24日、5月14日與5月16日)在水深較深區域的調查則未目擊白海豚。

第二季(6-8月)其中一次的基本調查於7月27日以五艘船同步進行，第二次則分於8月20日、21日、22日與29日完成(表1-1)，其調查航跡如圖1-1(b)。總航行時間87.8小時、總航程1363.0公里，其中有效調查時間40.5小時、有效航程518.8公里(表1-2)。各次調查海上能見度均約為2公里，近岸漁業作業較前一季少。

第二季基本調查的有效努力量中，7月27日的5船次於南寮至曾文溪口全區共目擊4群22隻次，目擊地點分別於通霄、臺中港、芳苑及臺西(圖1-2(b))；8月20日的調查亦目擊2群9隻次，皆於臺中港附近，全季有效目擊群次共計6群。此外，7月27日調查通霄至崙尾間的團隊於回程時，在大安溪口南岸目擊白海豚1群8隻次，屬無效努力量。夏季另有6趟額外調查(表1-1)，總航程

732.5 公里，其中 6 月 17 日、7 月 24 日與 8 月 22 日各目擊 1 群白海豚，目擊地點分別於大甲溪口、崙尾與麥寮(圖 1-2 (b))。

2019 年第三季(9 - 11 月 14 日)天候與海況較差，因此集中努力量於少數海況較佳的日子，以 4 天 5 船次完成南寮至曾文溪口的兩次基本調查(表 1-1)，調查航跡如圖 1-1 (c)。總航行時間 74.8 小時、總航程 792.0 公里，其中有效調查時間 43.5 小時、有效航程 517.5 公里(表 1-2)。秋季的基本調查期間共有 7 筆有效目擊，其中 9 月 9 日目擊 3 群次，位置皆在通霄至南寮間；10 月 3 日目擊白海豚 2 群次，分別位於臺中港北側與香山外海；10 月 5 日與 11 月 12 日各目擊 1 群次，地點皆於彰化芳苑(圖 1-2 (c))。

基本調查之外，第三季在 11 月 12 日執行了一趟北部沿海淡水至南寮間的追加調查(表 1-1)，以及 2 趟額外調查，分別是 9 月 10 日自通霄至臺中港與 11 月 13 日由麥寮到曾文溪口。總航行時間 18.7 小時、總航程 327.4 公里(表 1-2、圖 1-1 (c))，皆無目擊白海豚。

第四季(11 月 15 日以後)同樣受限於天氣及海況，兩次基本調查集中於 4 天完成(表 1-1)，調查航跡如圖 1-1 (d)。總航行時間 57.4 小時、總航程 614.6 公里，其中有效調查時間 31.4 小時、有效航程 512.5 公里(表 1-2)。基本調查期間僅 11 月 17 日目擊白海豚 3 群次，2 群在外傘頂洲，1 群在嘉義臺南交界的八掌溪口，是本年度位置最南的目擊記錄(圖 1-2 (d))。

第四季並於 12 月 1 日進行了一趟北部沿海淡水至南寮間的追加調查(表 1-1)以及臺中港至麥寮間的額外調查，總航行時間 14.1 小時、總航程 212.3 公里(表 1-2、圖 1-1 (d))，皆無目擊白海豚。

表 1-1 各季之調查時程與區域

季節	類型	日期-船次	調查區間
第一季	第 1 次基本調查	2019/3/13	外傘頂洲-曾文溪口
		2019/3/14	南寮漁港-臺中港
		2019/3/20	臺中港-外傘頂洲
	第 2 次基本調查	2019/4/24-1	麥寮-曾文溪口
		2019/5/14-1	臺中港-南寮漁港
		2019/5/16-1	臺中港-麥寮
	額外調查	2019/3/21	外傘頂洲-臺中港
		2019/4/24-2	麥寮-曾文溪口 (水深 10 - 15 公尺)
		2019/5/14-2	臺中港-南寮漁港 (水深 10 - 15 公尺)
第二季	第 1 次基本調查	2019/5/16-2	臺中港-麥寮 (水深 10 - 15 公尺)
		2019/7/27-1	南寮漁港-通霄
		2019/7/27-2	通霄-崙尾
		2019/7/27-3	崙尾-麥寮
		2019/7/27-4	麥寮-外傘頂洲
	第 2 次基本調查	2019/7/27-5	外傘頂洲-曾文溪口
		2019/8/20-1	通霄-臺中港
		2019/8/21-1	臺中港-麥寮
		2019/8/22-1	曾文溪口-麥寮
		2019/8/29-1	南寮漁港-通霄
	額外調查	2019/6/17	通霄-臺中港
		2019/7/24	臺中港-濁水溪口
		2019/8/20-2	通霄-臺中港 (水深 10 - 15 公尺)
		2019/8/21-2	臺中港-麥寮 (水深 10 - 15 公尺)
		2019/8/22-2	曾文溪口-麥寮 (水深 10 - 15 公尺)
第三季	第 1 次基本調查	2019/8/29-2	南寮漁港-通霄 (水深 10 - 15 公尺)
		2019/9/9	臺中港-南寮漁港
		2019/10/5	臺中港-麥寮
	第 2 次基本調查	2019/11/12-3	麥寮-曾文溪口
		2019/10/3	臺中港-南寮漁港
		2019/11/12-2	臺中港-曾文溪口
	額外調查	2019/9/10	通霄-臺中港
		2019/11/12-1	淡水-南寮漁港
		2019/11/13	麥寮-曾文溪口
第四季	第 1 次基本調查	2019/11/16	臺中港-曾文溪口
		2019/11/30	臺中港-南寮漁港
	第 2 次基本調查	2019/11/17	曾文溪口-臺中港
		2019/12/1-2	南寮漁港-臺中港
	額外調查	2019/12/1-1	淡水-南寮漁港
		2019/12/1-3	臺中港-麥寮

表 1-2 調查努力量

季節	日期-船次	總航程 (km)	總時數 (hr)	有效航程 (km)	有效時數 (hr)
第一季	2019/3/13	110.0	9.6	52.6	4.6
	2019/3/14	89.5	6.2	81.2	5.0
	2019/3/20	183.0	18.1	131.6	8.9
	2019/4/24-1	198.0	10.0	106.0	6.8
	2019/5/14-1	98.3	8.1	90.7	7.3
	2019/5/16-1	72.7	5.6	70.8	5.9
	2019/3/21	109.1	13.8		
	2019/4/24-2	103.0	6.6		
	2019/5/14-2	123.0	8.6		
	2019/5/16-2	71.1	4.6		
合計	1157.7	91.2	532.9	38.5	
第二季	2019/7/27-1	101.7	7.7	49.8	3.9
	2019/7/27-2	155.0	11.4	61.9	5.4
	2019/7/27-3	94.1	8.9	44.5	4.6
	2019/7/27-4	240.0	11.5	47.1	3.6
	2019/7/27-5	127.0	8.7	53.0	4.2
	2019/8/20-1	141.1	10.1	34.6	2.9
	2019/8/21-1	144.2	10.8	70.9	5.4
	2019/8/22-1	256.9	12.0	108.8	7.4
	2019/8/29-1	103.0	6.8	48.2	3.2
	2019/6/17	42.3	4.5		
	2019/7/24	145.9	10.4		
	2019/8/20-2	108.9	9.2		
	2019/8/21-2	150.0	16.4		
	2019/8/22-2	190.4	12.1		
	2019/8/29-2	94.9	8.6		
合計	2095.5	148.9	518.8	40.5	
第三季	2019/9/9	124.9	18.8	93.9	8.6
	2019/10/3	107.0	14.2	82.8	7.3
	2019/10/5	149.0	14.8	74.8	9.9
	2019/11/12-2	189.0	17.8	167.5	11.6
	2019/11/12-3	222.1	9.3	98.5	6.1
	2019/9/10	64.1	4.3		
	2019/11/12-1	72.4	5.2		
	2019/11/13	190.9	9.2		
合計	1119.4	93.5	517.5	43.5	
第四季	2019/11/16	185.0	18.2	174.4	10.7
	2019/11/17	194.0	23.5	173.8	9.1
	2019/11/30	152.1	9.5	81.6	5.5
	2019/12/1-2	83.5	6.2	82.7	6.1
	2019/12/1-1	69.3	4.7		
	2019/12/1-3	143.0	9.4		
合計	826.9	71.5	512.5	31.4	
總計	5199.5	405.1	2081.7	153.9	



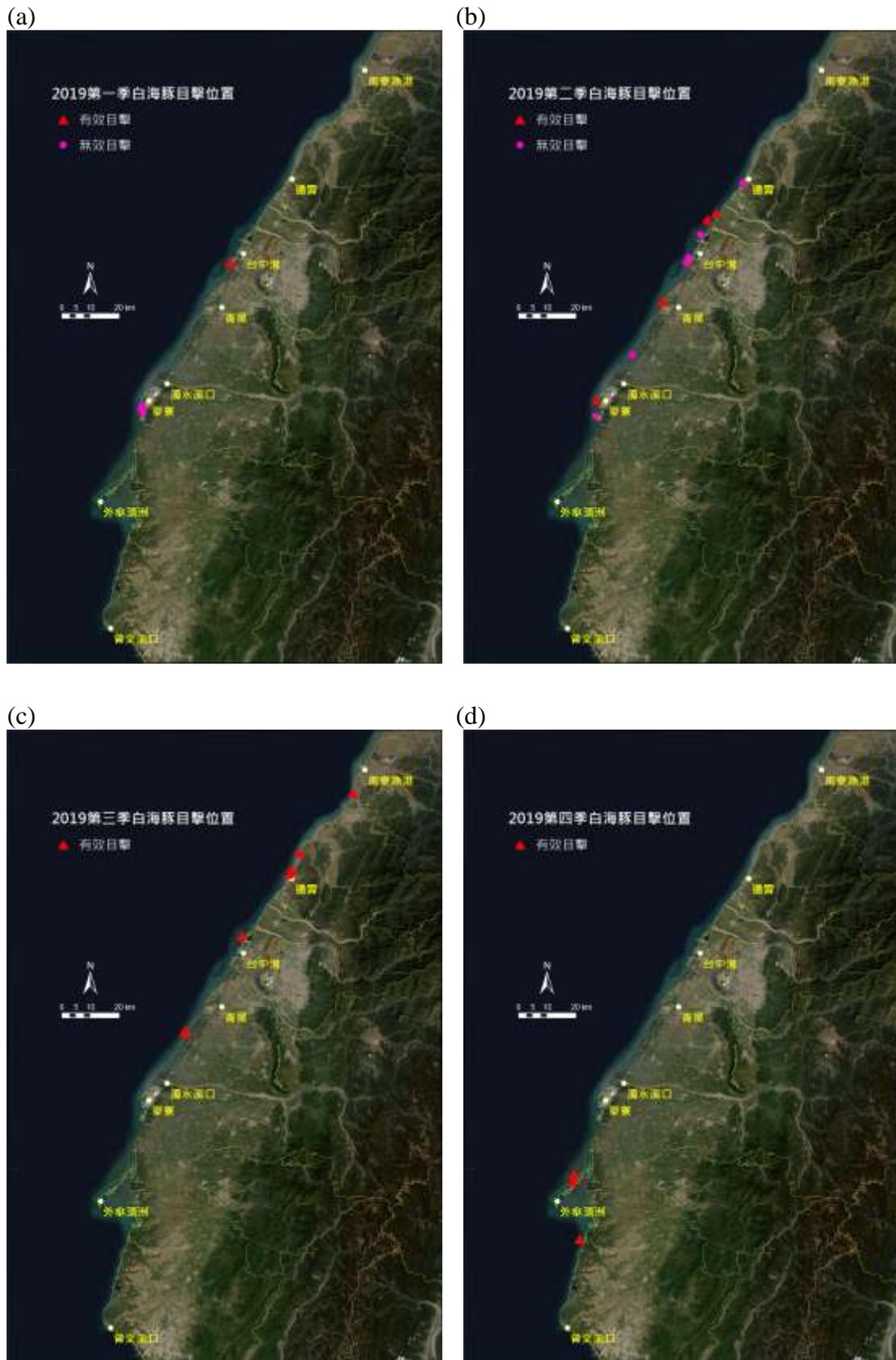


圖 1-2 2019 年各季白海豚目擊點位

## (二) 目擊率

本年度第一季共目擊白海豚 5 群次，其中 2 群次為有效目擊，目擊率為每百公里 0.38 群次，每十小時 0.52 群次；第二季總共目擊的 10 群次中，6 群次為有效目擊，目擊率為每百公里 1.16 群次，每十小時 1.48 群次；第三季共目擊白海豚 7 群次，皆為有效目擊，目擊率為每百公里 1.35 群次，每十小時 1.61 群次；第四季目擊的 3 群次亦皆為有效目擊，目擊率為每百公里 0.59 群次，每十小時 0.96 群次 (表 1-3)。全年平均而言，目擊率為每百公里  $0.87 \pm 0.46$  群次，每十小時  $1.14 \pm 0.50$  群次，夏、秋的目的擊率較高，春、冬的目的擊率較低。

合併今年各季的資料，白海豚的有效目擊群次北至香山附近，南至八掌溪口，以通霄與臺中港周遭最多 (圖 1-3 (a))。若採用與周蓮香 et al. (2019) 對應的空間分區，並計算有效目擊率，結果如圖 1-3 (b)。臺中港為最重要的熱區，其次為通霄海岸，而過去經常為熱區的彰化北段今年目擊率則相當低；早年為熱區的外傘頂洲近年來目擊率已下降，今年同樣維持偏低的目的擊率。

表 1-3 2019 年各季目擊率

季節	總目擊 群次	有效目擊 群次	有效航程 (km)	有效時數 (hr)	目擊率 (群次/100 公里)	目擊率 (群次/10 小時)
第一季	5	2	532.9	38.5	0.38	0.52
第二季	10	6	518.8	40.5	1.16	1.48
第三季	7	7	517.5	43.5	1.35	1.61
第四季	3	3	512.5	31.4	0.59	0.96
總計	25	18	2081.7	153.9	0.87	1.14

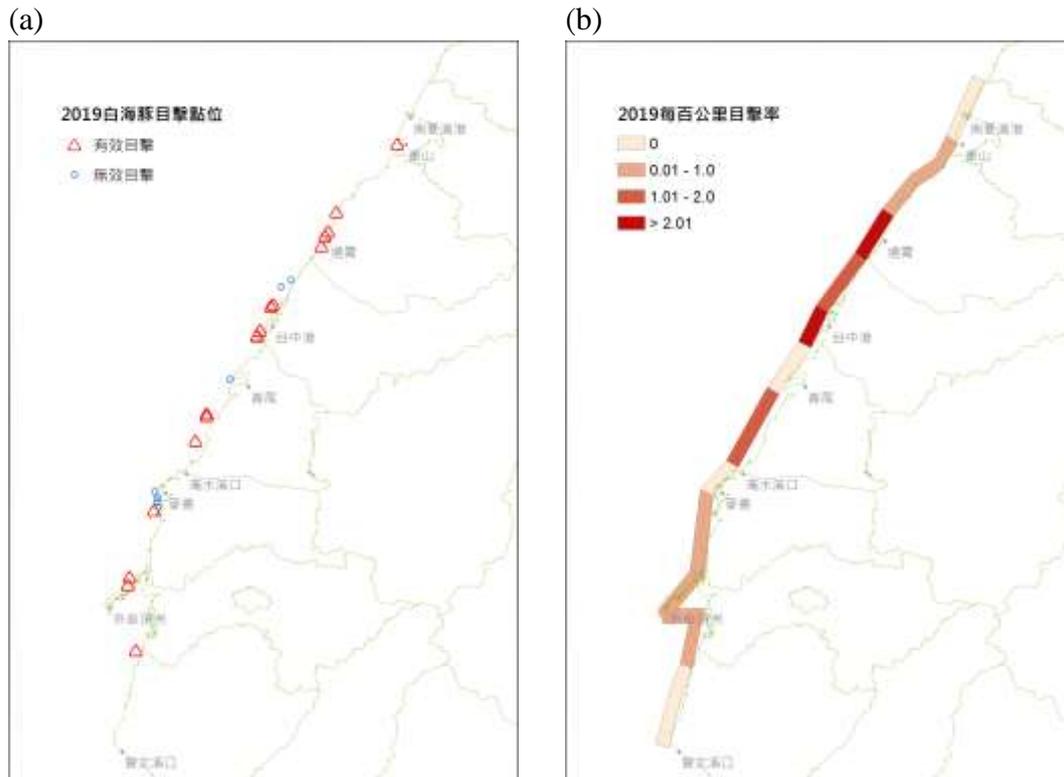


圖 1-3 2019 年白海豚目擊點位與各區域目擊率

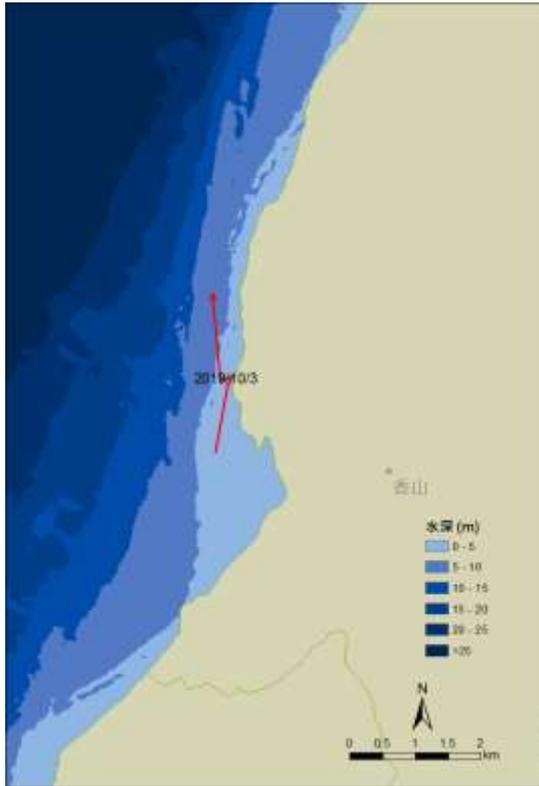
### (三) 覓食地點

本年度迄今目擊的 25 群次中，有 7 次觀察到白海豚出現覓食行為，地點有同一日三群次在麥寮新虎尾溪口，兩群次在通霄附近，其餘兩群次分別在大甲溪口、芳苑與八掌溪口。其中 6 月 17 日在大甲溪口觀察到白海豚覓食時，也同步進行被動式聲學監測；除了錄到白海豚覓食的 click 聲外，也錄到其他動物的聲紋，經與文獻比對後應為石首科魚類的聲音，可能為白海豚的捕獵對象。

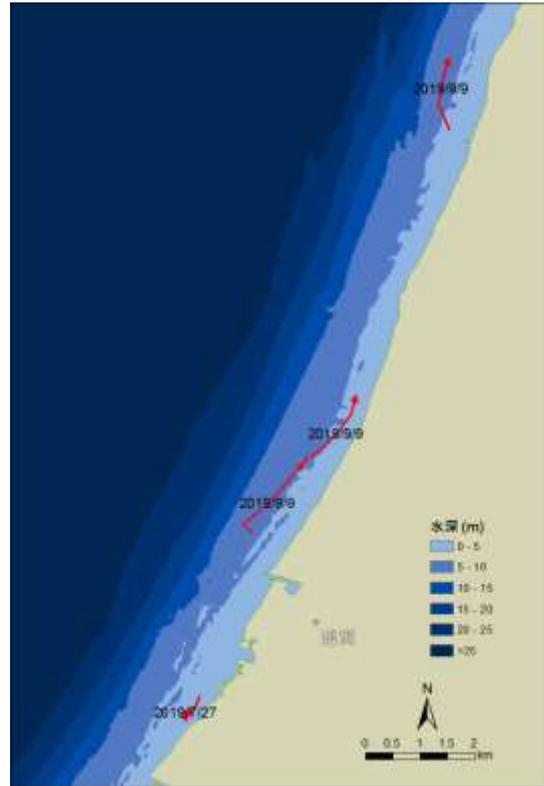
### (四) 移動路徑

25 群次的白海豚目擊中有 14 群追蹤達 20 分鐘以上，其移動軌跡如圖 1-4。除了在水深變化較大的臺中港附近白海豚會游至水深 20 公尺左右，在其他地區其活動範圍多在水深 10 公尺以內；移動方向以平行海岸線為主。

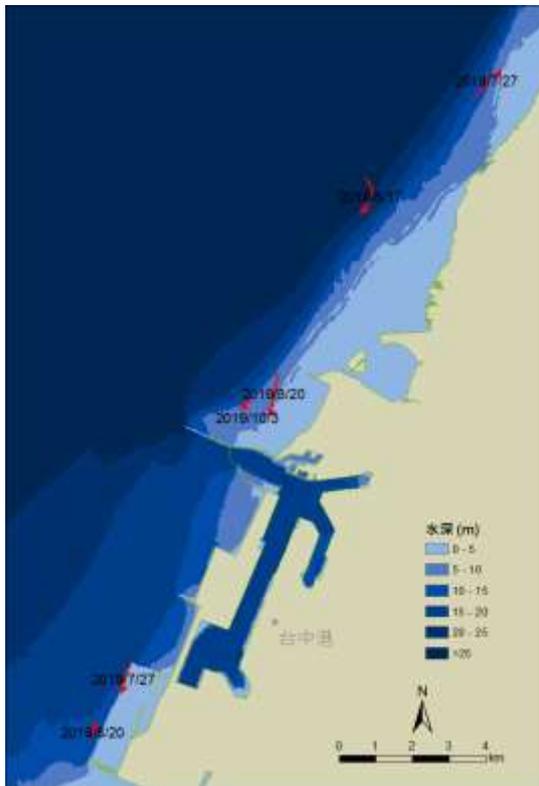
(a) 新竹



(b) 苗栗



(c) 臺中



(d) 彰化

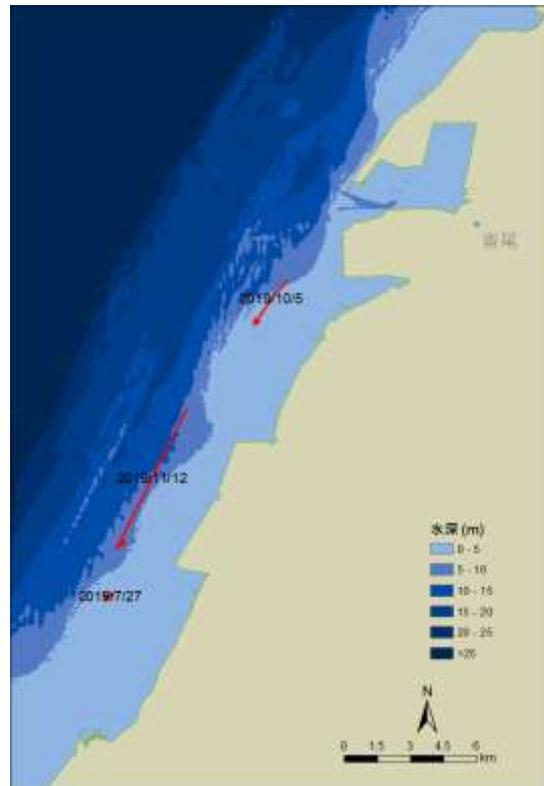


圖 1-4 白海豚移動軌跡

### (五) 目擊點環境因子

本年度的調查至目前共目擊白海豚 25 群次；這些目擊點的平均水深  $8.7 \pm 5.5$  公尺，較參考點的  $13.3 \pm 8.4$  公尺淺 (Wilcoxon rank sum test,  $W = 2817$ ,  $P < 0.01$ )。25 次目擊中有 23 次的目擊點水深在 15 公尺以下 (92%)，僅 1 目擊點的水深超過 20 公尺 (圖 1-5 (a))。

離岸距離方面，白海豚目擊點的平均離岸距離為  $1.1 \pm 0.8$  公里，較參考點的  $2.4 \pm 1.9$  公里靠近海岸 (Wilcoxon rank sum test,  $W = 2464$ ,  $P < 0.01$ )；96% 的目擊點都在距海岸 3 公里的範圍內，只有 1 個目擊點離岸超過 3 公里 (圖 1-5 (b))。

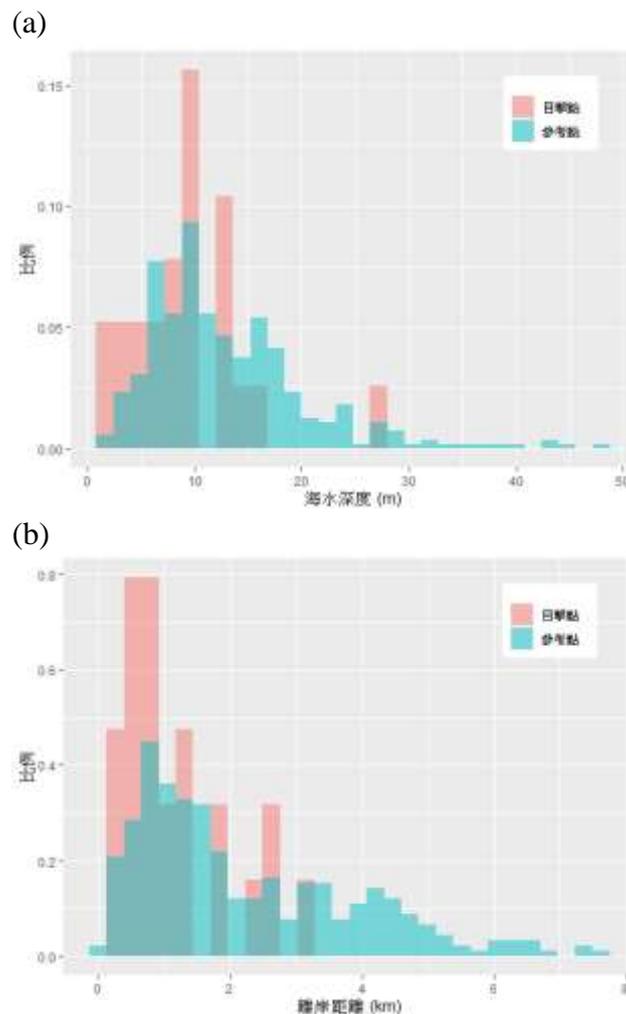


圖 1-5 2019 年白海豚目擊點位與參考點的海水深度及離岸距離分布比較

## (六) 育幼群

本年度目擊包含新生幼體的白海豚群共有 5 群次：第一次為 3 月 21 日在麥寮目擊，該群中有 2 隻幼體；其後 6 月 17 日在大安溪口、7 月 27 日與 10 月 5 日在芳苑所目擊的群中各有一隻幼體；11 月 17 日在外傘頂洲亦目擊一群，其中有 3 隻幼體。

3 月 21 日可供判釋的照片不多，難以釐清幼體與特定成體的關聯；6 月 17 日的幼體可能與 SC046 為母子對，7 月 27 日的幼體推測與 SC048 為母子對；10 月 5 日的幼體曾與多隻成體共游，未能確認親子關係，不過該群中未包括 SC046 與 SC048，因此與前 2 隻可能為不同個體；11 月 17 日的 3 隻幼體中，1 隻推測與 SC058 為母子對，1 隻推測與 SC062 為母子對，另 1 隻則未拍攝到與其他成體共游。11 月 17 日的成體中未包括 SC046 與 SC048，因此該 3 隻幼體與 6 月 17 日及 7 月 27 日所目擊者可能為不同個體，不過無法排除與 3 月 21 日及 10 月 5 日所目擊的幼體相同；故今年幼體數的保守估計約為 5 隻。

## (七) 社群關係

使用本團隊 2015 至 2019 年所有白海豚目擊資料，計算半權重關聯指標後，所得之社群關係圖 (sociogram) 如圖 1-6。白海豚個體間結群的情形相當錯綜，不過大致可分為三個社群，三群的活動範圍有所重疊，但核心各有不同 (圖 1-7)：群 I 的平均年齡偏高，活動範圍以大安溪口為核心；群 II 的青少年與壯年個體均多，活動核心為臺中港至彰濱工業區；群 III 以青少年居多，活動範圍主要由麥寮至外傘頂洲。

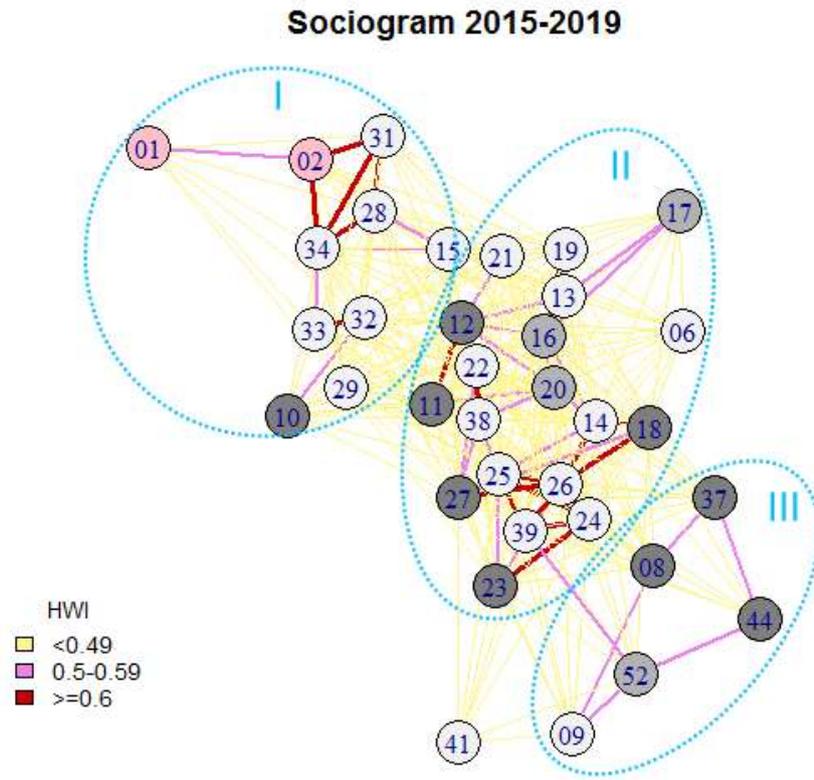


圖 1-6 依據 2015 年至 2019 年資料分析而得之白海豚社群關係圖；圖中代號為個體之 Photo-ID 編號

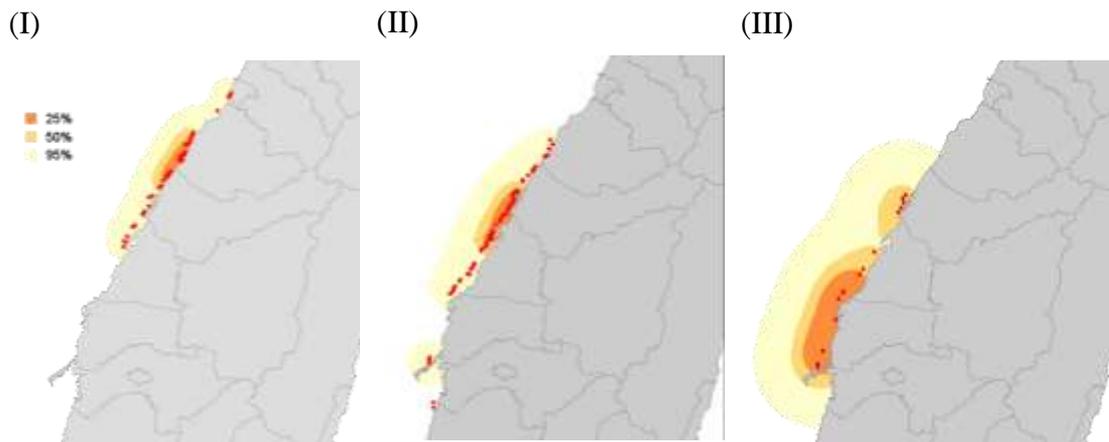


圖 1-7 三社群白海豚之主要活動範圍

## 四、討論

### (一) 目擊率

綜合今年度的調查，白海豚的目擊率為每百公里 0.87 群次，每十小時 1.14 群次。此目擊率和文獻中過去的數值相比是偏低的(表 1-4)，而由歷年的資料看來，白海豚的目擊率似乎逐年下降。不過，這一方面除了確實可能反應白海豚族群量的減少外，還必須考慮其他因素：

1. 調查範圍的不同：白海豚在臺灣西海岸並非全區均勻分布，而是有特定的熱區 (Dares et al. 2017, 周蓮香 et al. 2019)；早期的調查多集中在熱區(表 1-4)，以提高目擊率便於有效率地積累個體資訊，之後為了探討分布與棲地選擇，逐漸擴大調查範圍，包括了非熱區的區域，平均目擊率自然下降；
2. 調查季節的不同：根據本團隊過去海上調查的經驗，白海豚在夏季目擊率最高，其他季節則較低。早期的研究集中在夏季(表 1-4)，近年逐漸延伸到秋冬，可能也是使平均目擊率逐年下降的原因之一。

本案是到目前季節跨距最大的標準化調查。我們發現春季白海豚的目擊率相當低；過去文獻對於白海豚分布之季節性變化的探討並不多，並主要以聲學監測的方式進行：Lin et al. (2015) 在新虎尾溪口的研究，發現白海豚在雨季大雨過後時，分布會由河口向外海偏移；在珠江三角洲，Wang et al. (2015b) 發現在冬春兩季該地白海豚的偵測率特別高。稀有物種原本就較難透過有限的調查力量掌握其數量，本調查中春季的低目擊率是否反映白海豚空間分布或棲地利用模式的季節變化，尚有待未來累積更多的資訊以確認。

在目擊率的空間分布上，過去經常為熱區的苗栗南部至臺中港(圖 1-8)今年仍維持熱區，但過去長期為熱區的彰化北段今年度的目擊率相當低，而彰化南段的目擊率則相對較高，且目擊到兩群次的育幼群。

表 1-4 文獻中白海豚之歷年目擊率

出處	調查時間	調查空間範圍	目擊率 (群次/百 公里)	目擊率 (群次/十 小時)
周蓮香 (2012)	2012 年 6-9 月	白沙屯至臺中港 外傘頂洲西側	3.31 0.86	4.91 0.89
周蓮香 & 陳琪芳 (2015)	2014 年 6-9 月	苗栗白沙屯至鹿港、外傘頂洲西側沿岸 至臺南八掌溪口	2.45	3.33
周蓮香 et al. (2016)	2015 年 6-10 月	苗栗白沙屯至彰化、外傘頂洲至臺南將軍港	2.10	2.90
周蓮香 et al. (2017)	2016 年 5-10 月	苗栗崎頂至臺中港、外傘頂洲至臺南將軍港	0.90	1.20
周蓮香 et al. (2018)	2017 年 6-11 月	新竹香山至雲林濁水溪口、外傘頂洲至 臺南七股	1.42	2.00
周蓮香 et al. (2019)	2018 年 5-12 月	新竹香山至臺中港、彰化崙尾港至雲林 濁水溪口、外傘頂洲至臺南七股	1.25	1.80
本調查	2019 年 3-12 月	新竹南寮至曾文溪口	0.87	1.14

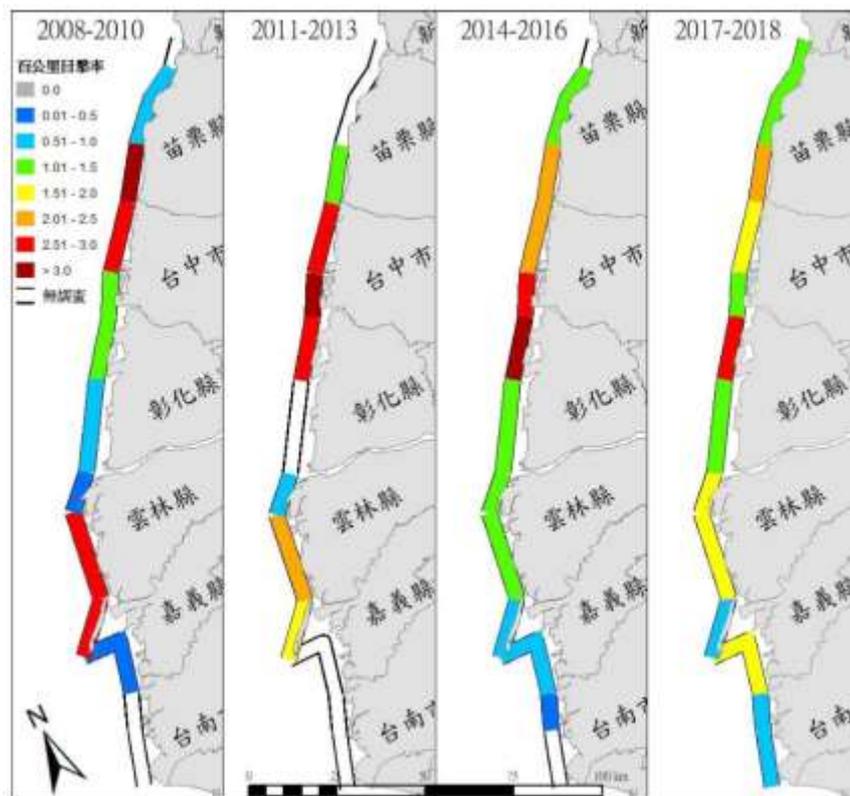


圖 1-8 白海豚目擊率的長期變動 (周蓮香 et al. 2019)

熱區變動的原因以及白海豚對不同區域的利用模式是應進一步探討的重點。文獻中多推測白海豚分布的變化與食餌的分布有關 (周蓮香 et al. 2016, 2017)；穿越線調查對白海豚行為能夠蒐集的資訊相當有限，未來可著重在遇到白海豚時的追蹤觀察，沿途標定座標並記錄行為，以釐清主要覓食地點的位置，進而嘗試釐清食餌種類，並進行環境的改善與經營管理。

## (二) 族群數量

今年度可辨識的目擊個體數為 47 隻 (見第二章)，母子對數目估計在 5-8 對間。根據過去的監測資料 (周蓮香 et al. 2019)，白海豚每年目擊的個體數近年來節節下降，2018 年的 51 隻是過去 10 年來最低點 (圖 1-9)，今年的 47 隻又進一步減少。不過我們認為這未必代表實際的白海豚族群量：今年有部份調查在目擊率較低的地區或季節進行，總目擊群次僅 25 群；相較之下，2018 年總目擊群次為 43 群，因此今年很可能有部分個體始終被錯過或並未取得有效的影像。未來應考慮在高目擊率的季節增加努力量，以期較確切地掌握族群數量。

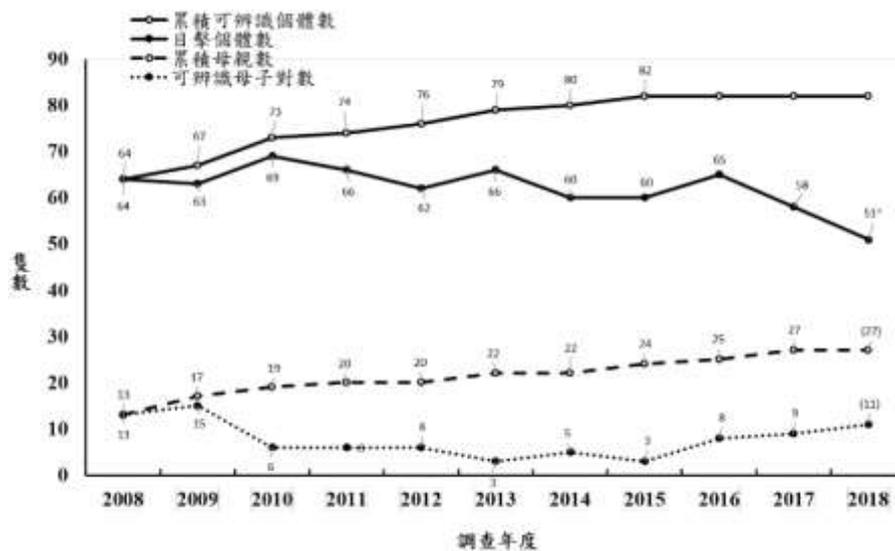


圖 1-9 2008 至 2018 年白海豚累積可辨識個體數、當年度目擊個體數、累積母親數以及當年度母子對數目 (周蓮香 et al. 2019)

### (三) 目擊點環境因子

今年度白海豚目擊點位的平均水深 8.7 公尺，離岸距離 1.1 公里，比起過去文獻中白海豚目擊點的平均水深略深，而離岸距離較近。除了調查區域及航線選取的差別，本計畫中的環境因子為自地理資訊系統讀取，周蓮香教授團隊的環境因子則以海上量測為主，環境因子獲取的方式可能為差異的主要來源。

表 1-5 文獻中白海豚之歷年目擊點環境因子

出處	目擊水深 (m)	離岸距離 (km)
周蓮香 & 陳琪芳 (2015)	7.0 ± 3.0	1.7 ± 1.7
周蓮香 et al. (2016)	7.1 ± 2.4	1.5 ± 1.0
周蓮香 et al. (2017)	6.9 ± 2.5	1.3 ± 1.0
周蓮香 et al. (2018)	7.2 ± 3.9	2.0 ± 1.3
周蓮香 et al. (2019)	6.4 ± 2.0	1.7 ± 1.2
本調查	8.7 ± 5.5	1.1 ± 0.8

### (四) 社群關係

Dungan et al. (2016) 曾指出臺灣的白海豚社群連結相當強，這對印太洋駝海豚而言似乎是相當特殊的 (Dungan et al. 2012)，可能與其族群數量少、分布範圍侷限有關，並認為維持其社群關係對此族群的長久存續相當重要。本研究分析顯示目前臺灣的白海豚大致可分成三個社群，而每個社群的分布雖相互重疊，但有各自的核心活動區域。因此，在擬定保育策略時，若只選擇一處做為核心保護區，其他社群未必能夠受益，族群總量仍可能持續衰退。若能擬定區域性的保護計畫，針對各個社群的核心活動範圍進行保育措施，應是對此族群較為理想的方式。

## 五、參考文獻

- Dares, L. E., Araújo-Wang, C., Yang, S. C. & Wang, J. Y. (2017). Spatiotemporal heterogeneity in densities of the Taiwanese humpback dolphin (*Sousa chinensis taiwanensis*). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **187**: 110-117.
- Dungan, S. Z., Hung, S. K., Wang, J. Y. & White, B. N. (2012). Two social communities in the Pearl River Estuary population of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*). *Canadian Journal of Zoology* **90**: 1031-1043.
- Dungan, S. Z., Riehl, K. N., Wee, A. & Wang, J. Y. (2011). A review of the impacts of anthropogenic activities on the critically endangered eastern Taiwan Strait Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*). *Journal of Marine Animals and Their Ecology* **4**: 3-9.
- Dungan, S. Z., Wang, J. Y., Araújo, C. C., Yang, S.-C. & White, B. N. (2016). Social structure in a critically endangered Indo-Pacific humpback dolphin (*Sousa chinensis*) population. **26**: 517-529.
- Jefferson, T. A., Smith, B. D., Braulik, G. T. & Perrin, W. (2017). *Sousa chinensis* (errata version published in 2018). The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T82031425A123794774. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T82031425A50372332.en>. Downloaded on 19 June 2019.
- 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**: 1376-1384.
- Liu, T.-K., Wang, Y.-C., Chuang, L. Z.-H. & Chen, C.-H. (2016). Conservation of the eastern Taiwan Strait Chinese white dolphin (*Sousa chinensis*): Fishers' perspectives and management implications. *PLOS ONE* **11**: e0161321.
- NOAA. (2018). Endangered and threatened wildlife and plants: final rule to list the Taiwanese Humpback Dolphin as endangered under the Endangered Species Act <https://www.federalregister.gov/documents/2018/05/09/2018-09890/endangered-and-threatened-wildlife-and-plants-final-rule-to-list-the-taiwanese-humpback-dolphin-as>. Downloaded on 19 June 2019.
- Ross, P. S., Ellis, G. M., Ikonomou, M. G., Barrett-Lennard, L. G. & Addison, R. F. (2000). High PCB Concentrations in Free-Ranging Pacific Killer Whales, *Orcinus orca*: Effects of Age, Sex and Dietary Preference. *Marine Pollution Bulletin* **40**: 504-515.
- Slooten, E., Wang, J. Y., Dungan, S. Z., Forney, K. A., Hung, S. K., Jefferson, T. A., Riehl, K. N., RojasBracho, L., Ross, P. S. & Wee, A. (2013). Impacts of

- fisheries on the Critically Endangered humpback dolphin *Sousa chinensis* population in the eastern Taiwan Strait. *Endangered Species Research* **22**: 99-114.
- Wang, J. Y. & Araujo-Wang, C. (2018). *Sousa chinensis ssp. taiwanensis* (amended version of 2017 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T133710A122515524 <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T133710A122515524.en>. Downloaded on 19 June 2019.
- Wang, J. Y., Hung, S. K. & Yang, S.-C. (2004). Records of Indo-Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis* (Osbeck, 1765), from the waters of western Taiwan. *Aquatic Mammals* **30**: 189-196.
- Wang, J. Y., Yang, S. C. & Hung, S. K. (2015a). Diagnosability and description of a new subspecies of Indo-Pacific humpback dolphin, *Sousa chinensis* (Osbeck, 1765), from the Taiwan Strait. *Zoological Studies* **54**: 1-15.
- Wang, Z., Nachtigall, P., Akamatsu, T., Wang, K., Wu, Y.-P., Liu, J., Duan, G.-Q., Cao, H.-J. & Wang, D. (2015b). Passive acoustic monitoring the diel, lunar, seasonal and tidal patterns in the biosonar activity of the Indo-Pacific Humpback Dolphins (*Sousa chinensis*) in the Pearl River Estuary, China. *PLOS ONE* **10**: e0141807.
- 李培芬, 柯佳吟, 葉志慧, 高家俊, 楊益 & 周蓮香. (2011). 由臺灣西海岸海底地形與水文因子看中華白海豚分布. Pages 74-96 in 周蓮香 (ed) 中華白海豚族群生態、重要棲息環境及保護區方案規劃. 行政院農業委員會林務局補助研究計畫.
- 周蓮香. (2006). 台灣沿海鯨豚誤捕研究與中華白海豚生態調查. 行政院農委會漁業署科技計畫, 64 pp.
- 周蓮香. (2012). 中華白海豚族群生態與棲地環境噪音監測計畫. 行政院農業委員會林務局委託研究計畫, 95 pp.
- 周蓮香, 丁建均, 林幸助 & 孫建平. (2019). 中華白海豚族群生態與食餌棲地監測 (II). 行政院農業委員會林務局補助研究計畫, 97 pp.
- 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. 行政院農業委員會林務局委託研究計畫, 65 pp.
- 周蓮香, 林幸助 & 孫建平. (2018). 中華白海豚族群生態與河口棲地監測. 行政院農業委員會林務局補助研究計畫, 159 pp.
- 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. 行政院農業委員會林務局委託研究計畫, 148 pp.

- 周蓮香, 邵廣昭 & 邵奕達. (2017). 中華白海豚族群生態與食餌棲地監測. 行政院農業委員會林務局委託研究計畫, 145 pp.
- 周蓮香, 張維倫, 吳彥頡 & 余欣怡. (2013). 金門海域的中華白海豚族群生態調查：空間分佈、棲地利用與族群結構. *國家公園學報* **23**: 1-10.
- 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. 行政院農業委員會林務局補助研究計畫.
- 周蓮香 & 陳琪芳. (2015). 中華白海豚族群生態與棲地環境噪音監測. 行政院農業委員會林務局補助研究計畫, 113 pp.

## 第 2 章、白海豚個體資料庫

### 一、個體影像辨識

本研究利用海上調查所拍攝之白海豚照片，以身體上之特徵進行個體辨識。白海豚的背鰭較小，但背鰭之輪廓、缺刻、疤痕、色斑點等特徵皆能當做個體辨識的依據(圖 2-1)；除了背鰭是最容易觀察、也最容易產生個體差異的外型特徵之外，背鰭到尾鰭之間的背脊部位也會產生缺刻或傷痕，亦可當做個體辨識的依據。

白海豚的年齡可以依據體表顏色變化與體型大小進行分級。在海上調查時，調查人員將目擊的個體分為全黑或灰色的嬰幼年期、白斑小於 50%之青少年期與白斑大於 50%之壯年及老年期等三個較為顯著的階層。若有攝得清晰的照片，則在進行個體辨識時會進一步將年齡分為六級(Jefferson 2000, 周蓮香 et al. 2019)：

- (1) 新生幼豚，身長比例小於 3/4 成體體長，全身灰色，沒有斑點，身體側面或許留有胎褶；
- (2) 幼年期，身長大於 3/4 成體體長，體色逐漸轉為淺灰色，沒有斑點；
- (3) 少年期，體色為淺灰色，身體上會有白色或深灰色斑點；
- (4) 青年期，已出現部分粉紅色體色但面積不大於 50%，身體上幾乎滿佈白色或深灰色斑點；
- (5) 壯年期，體色白色或粉紅色面積大於 50%，斑點較青年期少；
- (6) 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。

每趟海上調查回來後，即剪輯所有個體照片進行詳細的個體辨識與年齡分級，分析每一群次的個體名錄與群體組成，並建立包含個體編號、目擊時間、地點、照片、影片等的臺灣西部海岸白海豚個體資料庫。由於嬰幼年期的個體體色變化快速，缺乏可持續辨認之標記，故僅估算隻數，不納入辨識資料庫，但仍建立與之同群活動的個體資料。

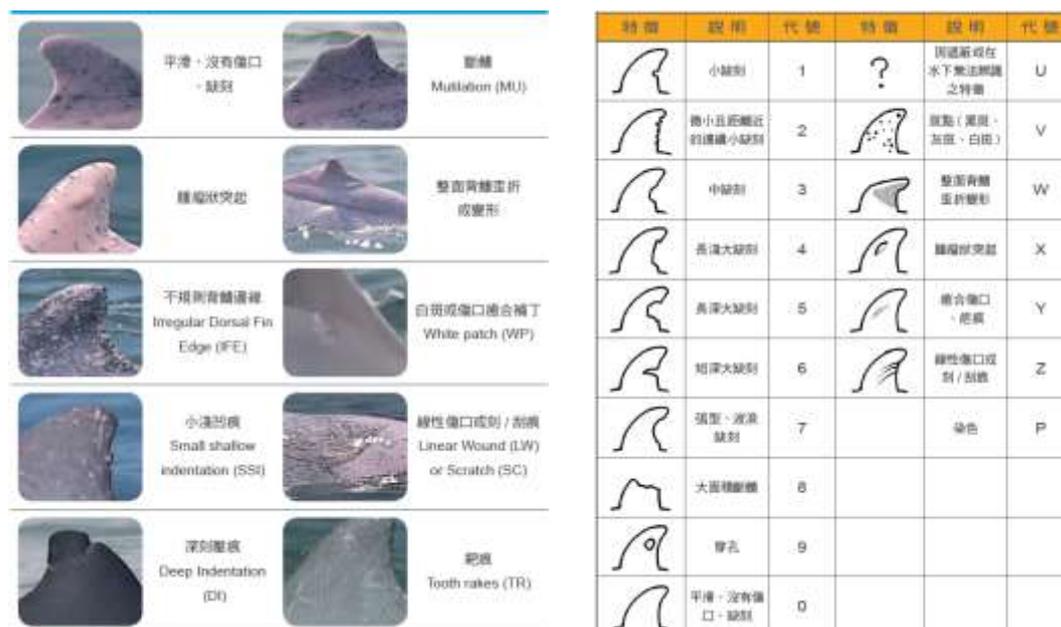


圖 2-1 白海豚背鰭的各種特徵

## 二、今年度個體資料

今年度的調查共辨識出 47 隻白海豚個體，各個體之目擊日期、時間、座標 (TM97) 與照片檔案名稱如表 2-1，各個體的外觀特徵如圖 2-2；此資料表格與相關的照片檔案將以電子形式提供海保署，供建立個體資料庫使用。

表 2-1 2019 年各白海豚個體之目擊日期、時間、座標 (TM97) 與照片檔案

Photo-ID	日期	時間	X	Y	照片檔案名稱
SC002	2019/10/3	13:30	238756	2739826	20191003_FNHI0078_SC002
SC008	2019/11/17	13:01	155369	2602115	20191117_FNHI9115_SC008
SC009	2019/11/17	13:01	155369	2602115	20191117_FNHI9108_SC009
SC010	2019/7/27	9:23	196243	2681566	20190727_FNHI1592_SC010
SC010	2019/8/20	13:31	200300	2689751	20190820_FNHI09768_SC010
SC011	2019/7/27	9:23	196243	2681566	20190727_FNHI1962_SC011
SC011	2019/8/20	13:31	200300	2689751	20190820_FNHI09762_SC011
SC012	2019/7/27	9:23	196243	2681566	20190727_FNHI1862_SC012

SC012	2019/8/20	13:31	200300	2689751	
SC013	2019/7/27	9:23	196243	2681566	20190727_FNHI1811_SC013
SC014	2019/10/5	9:47	179695	2654846	20191005_FNHI0479_SC014
SC014	2019/11/17	9:19	157810	2581689	20191117_FNHI8702_SC014
SC016	2019/7/27	9:23	196243	2681566	20190727_FNHI1954_SC016
SC018	2019/7/27	8:09	176277	2647147	20190727_FNHI9038_SC018
SC018	2019/10/5	9:47	179695	2654846	20191005_FNHI1323_SC018
SC020	2019/8/20	13:31	200300	2689751	20190820_FNHI09655_SC020
SC022	2019/3/20	8:00	195435	2680004	20190320_FNHI5411_SC022 (後)
SC022	2019/7/27	6:22	215266	2707860	
SC022	2019/10/3	6:15	199637	2689065	
SC023	2019/3/20	8:00	195435	2680004	20190320_FNHI5411_SC023 (前)
SC023	2019/11/17	13:01	155369	2602115	20191117_FNHI6421_SC023
SC024	2019/11/17	13:01	155369	2602115	20191117_FNHI6271_SC024
SC025	2019/7/27	6:22	215266	2707860	20190727_FNHI1274_SC025
SC025	2019/8/20	13:31	200300	2689751	20190820_FNHI4520_SC025
SC025	2019/10/5	9:47	179695	2654846	
SC025	2019/11/17	13:01	155369	2602115	
SC026	2019/7/27	8:09	176277	2647147	20190727_FNHI8935_SC026
SC026	2019/10/5	9:47	179695	2654846	20191005_FNH03615_SC026
SC026	2019/11/17	13:01	155369	2602115	
SC026	2019/11/17	14:51	155878	2604768	
SC027	2019/7/27	6:22	215266	2707860	20190727_FNHI1315_SC027
SC027	2019/10/5	9:47	179695	2654846	
SC027	2019/11/17	13:01	155369	2602115	
SC028	2019/7/27	6:22	215266	2707860	20190727_FNHI1302_SC028
SC032	2019/7/27	9:23	196243	2681566	20190727_FNHI1936_SC032
SC032	2019/8/20	13:31	200300	2689751	20190820_FNHI09668_SC032
SC033	2019/7/27	6:22	215266	2707860	20190727_FNHI1310_SC033
SC033	2019/8/20	13:31	200300	2689751	20190820_FNHI4902_SC033
SC034	2019/7/27	6:22	215266	2707860	

SC034	2019/10/3	13:30	238756	2739826	20191003_FNHI9576_SC034
SC038	2019/3/20	8:00	195435	2680004	20190320_FNHI5411_SC038 (中)
SC038	2019/7/27	6:22	215266	2707860	
SC038	2019/8/20	7:14	195297	2679759	
SC038	2019/8/20	13:31	200300	2689751	
SC038	2019/10/3	6:15	199637	2689065	
SC039	2019/8/20	7:14	195297	2679759	20190820_FNHI4520_SC039
SC039	2019/10/5	9:47	179695	2654846	20191005_FNHI03709_SC039
SC039	2019/11/17	13:01	155369	2602115	
SC041	2019/11/17	13:01	155369	2602115	20191117_FNHI9329_SC041
SC043	2019/11/17	13:01	155369	2602115	20191117_FNHI5997_SC043
SC044	2019/10/5	9:47	179695	2654846	20191005_FNHI2818_SC044
SC045	2019/11/17	13:01	155369	2602115	20191117_FNHI9256_SC045
SC048	2019/7/27	8:09	176277	2647147	20190727_FNHI07775_SC048
SC049	2019/7/27	8:09	176277	2647147	20190727_FNHI07584_SC049
SC050	2019/7/27	8:09	176277	2647147	20190727_FNHI9080_SC050
SC052	2019/10/5	9:47	179695	2654846	20191005_FNHI04097_SC052
SC052	2019/11/17	13:01	155369	2602115	20191117_FNHI9064_SC052
SC054	2019/11/12	9:32	179720	2655648	20191112_FNHI2263_SC054
SC055	2019/11/12	9:32	179720	2655648	20191112_FNHI2283_SC055
SC056	2019/11/17	9:19	157810	2581689	20191117_FNHI6190_SC056
SC057	2019/11/17	13:01	155369	2602115	20191117_FNHI6470_SC057
SC059	2019/11/17	13:01	155369	2602115	20191117_FNHI9111_SC059
SC060	2019/11/17	13:01	155369	2602115	20191117_FNHI8986_SC060
SC061	2019/11/17	13:01	155369	2602115	20191117_FNHI9396_SC061
SC062	2019/11/17	13:01	155369	2602115	20191117_FNHI5802_SC062
SC063	2019/11/17	13:01	155369	2602115	20191117_FNHI9246_SC063 (後)
SC064	2019/11/17	13:01	155369	2602115	20191117_FNHI6446_SC064
SC065	2019/11/17	13:01	155369	2602115	20191117_FNHI9156_SC065
SC066	2019/11/17	13:01	155369	2602115	20191117_FNHI5899_SC066

SC002



SC003



SC008



SC009



SC010



SC011



SC012



SC013



SC014



SC015



SC016



SC018



SC020



SC022



SC023 (後)



SC024



SC025



SC026



SC027



SC028



SC032



SC033



SC034



SC037



SC038



SC039



SC041



SC043



SC044



SC045



SC046



SC048



SC049



SC050



SC052



SC054



SC055



SC056



SC057



SC059



SC060



SC061



SC062



SC063 (後)



SC064



SC065



SC066



圖 2-2 2019 年目擊之各白海豚個體外觀

### 三、白海豚個體檔案資料庫規劃建議

白海豚個體資料庫的特性，和繫放或衛星追蹤之類的個體資料庫相當不同。因為白海豚能夠談及個體時，必然是因為有清楚的影像（包括照片與影片）可以做個體辨識；而個體與影像之間是多對多的關係，即一隻白海豚可能有多張影像，一張影像中也可能有多隻白海豚。因此，白海豚個體資料庫的核心，應是一個個體代號與影像編號的關聯資料表，再加上詳細的影像屬性資料表。而個別個體的資訊，則是透過動態的即時查詢 (query) 來取得，以確保完整及正確。

本團隊的白海豚個體資料庫以自行出海調查的目擊紀錄為來源，所得的影像經過個體辨識後，建立影像與個體對應表、影像屬性資料表與調查記錄表。而就海洋保育署的國家級資料庫而言，由於白海豚族群個體稀少、目擊機會有限，資料積累不易，因此應匯集多方的能量，納入其他研究者過去與最新的研究資料、漁民或其他民眾的目擊回報等，以對白海豚建立更完整的瞭解；其建議結構如圖 2-3 所示。

資料庫最好能使用資料庫軟體如 MS SQL Server 或 MySQL 做為平台，較容易對變數格式做限定並確保資料表間的連結，而且資料庫儲存與查詢的進行可使用同一介面；但必須具備特定軟體，使用者也需要有基礎的 SQL 語言概念，甚至最好能有專業的資料庫技術人員進行管理。由於白海豚個體資料庫並不算複雜龐大，也可以使用 Excel 做資料儲存與輸入的介面，而以 R 或 C# 語言做查詢，較容易流通。此方面建議海洋保育署諮詢專屬的資訊技術人員做選擇。



圖 2-3 白海豚個體資料庫之建議結構

#### 四、參考文獻

- Jefferson, T. A. (2000). Population biology of the Indo-Pacific hump-backed dolphin in Hong Kong waters. *Wildlife monographs* **144**: 1-65.
- 周蓮香, 丁建均, 林幸助 & 孫建平. (2019). 中華白海豚族群生態與食餌棲地監測 (II). 行政院農業委員會林務局補助研究計畫, 97 pp.

# 第 3 章、白海豚保護區之規劃分析

## 一、前言

對臺灣西海岸的白海豚族群採取保育行動已到了刻不容緩的地步。政府雖在 2014 年即預告訂定「中華白海豚野生動物重要棲息環境」，惟涵蓋面積廣大、牽涉議題眾多，因此各方意見分歧，迄今未能公告，無法對白海豚的保育產生具體作為。海洋委員會海洋保育署自 2018 年接管海洋野生動物之保育，擬進一步釐清白海豚分布的熱點區域，同時考量當前海洋資源利用的情況，設定核心保護區，以聚焦保育能量、採取具體措施，期能改善白海豚族群危急的現況。

白海豚核心保護區的選擇，至少有以下幾個角度應納入考慮：(1) 此核心保護區必須是白海豚的分布熱區；(2) 應考量漁業利用現況，儘可能選取與漁業活動潛在衝突較小的區位；(3) 應瞭解環境規劃現況，儘可能與現有保護區、禁漁區做結合。以下即分別針對上述三個角度，彙整白海豚分布之研究文獻、分析漁業利用資訊並彙整海洋資源規劃現況，作為擬訂白海豚核心保護區的參考。

## 二、白海豚分布分析

針對臺灣西海岸白海豚族群的分布，調查期間最久、資料較完備的有周蓮香教授、王愈超博士與黃祥麟教授等所領導的三組研究團隊，因此採用這三組團隊最近期公開發表的研究成果進行整合，以探討白海豚的分布熱區；而各團隊的研究時空與分析方法各有不同，簡述如下：

### (一) 周蓮香教授研究團隊

自 2005 年起，周蓮香教授即先後在漁業署與林務局的委託下進行白海豚相關研究，至今累積了十分豐富的資料。根據其長期的穿越線調查結果，顯示白海豚的分布熱區會隨時間變動(周蓮香 et al. 2019)；本核心保護區的規劃著重於近年的分布熱區，因此採用其 2017 年至 2018 年的調查結果。其調查範圍北自

新竹香山，南至臺南七股，大致依據行政區劃分區塊；對努力量進行校正後，各區塊每百公里的白海豚目擊群次數如圖 3-1 所示。

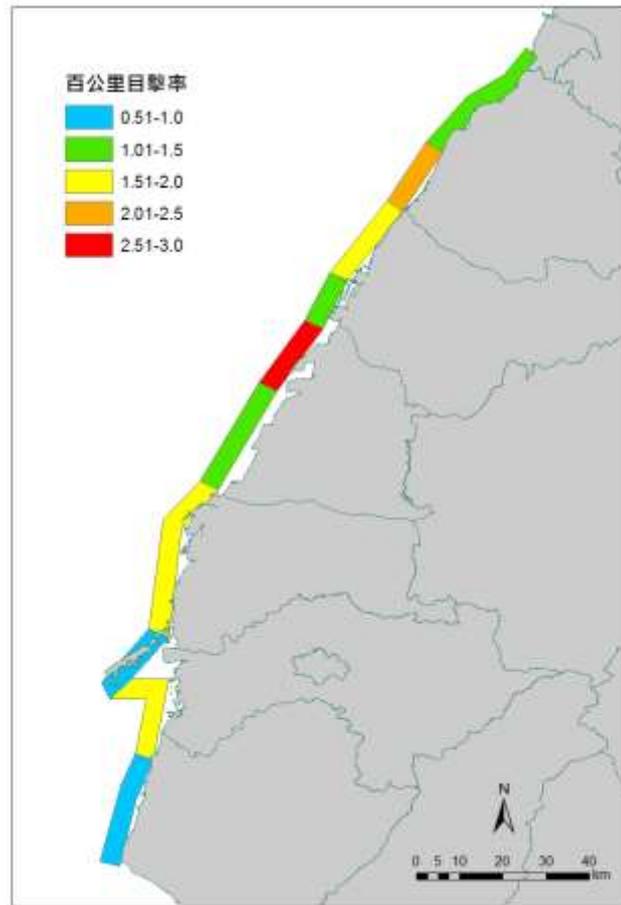
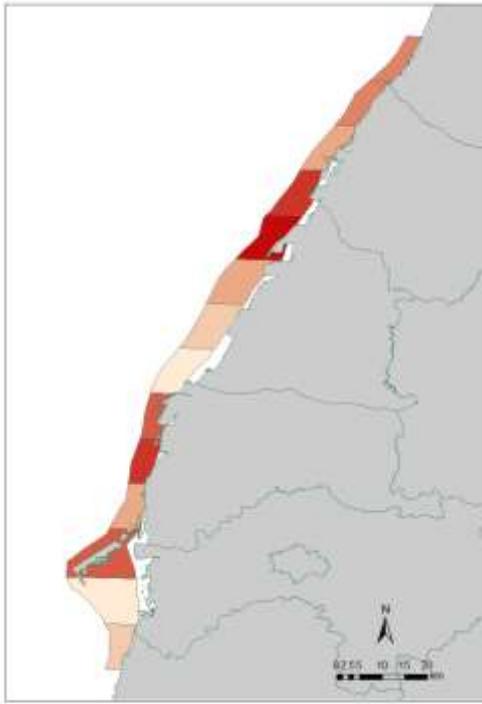


圖 3-1 2017 年至 2018 年白海豚目擊率 (群/100km) 的分布 (寬度為方便閱讀，並非真實分布)(周蓮香 et al. 2019)

## (二) 王愈超博士研究團隊

王愈超博士 2002 年於海上調查中目擊白海豚，是白海豚在臺灣海域的首次正式科學紀錄 (Wang et al. 2004)，其後其團隊並持續進行白海豚之族群調查與關注白海豚的保育。Dares et al. (2017) 彙整該團隊 2007 年至 2015 年間的穿越線調查結果，將苗栗南部至臺南北部的調查區域分成每段約 10 公里長的區塊，並計算各區塊每千公里所目擊之群次、隻次及母子對數量以探討白海豚的分布，其結果如圖 3-2 所示。

(a)



(b)



(c)



圖 3-2 2007 年至 2015 年，白海豚每千公里之 (a) 目擊群次、(b) 目擊個體數與 (c) 母子對數量 (Dares et al. 2017)

### (三) 黃祥麟教授研究團隊

黃祥麟教授於 2012 年至 2016 年間，在苗栗與臺中沿岸水深 30 公尺內的海域進行白海豚穿越線調查 (Huang et al. 2018)；此研究和前面兩份文獻不同之處，在於其並非直接呈現目擊率的空間分布，而是將調查結果結合水深、海表溫度與葉綠素濃度等資料，以 Maxent 軟體進行白海豚的分布推估；因此其進行調查的區域雖然較前面兩研究小，但可以推估更大尺度的白海豚潛在棲地。其導出的白海豚可能棲地 (出現機率 5% 以上) 與可能核心棲地 (出現機率 35% 以上) 分布如圖 3-3。

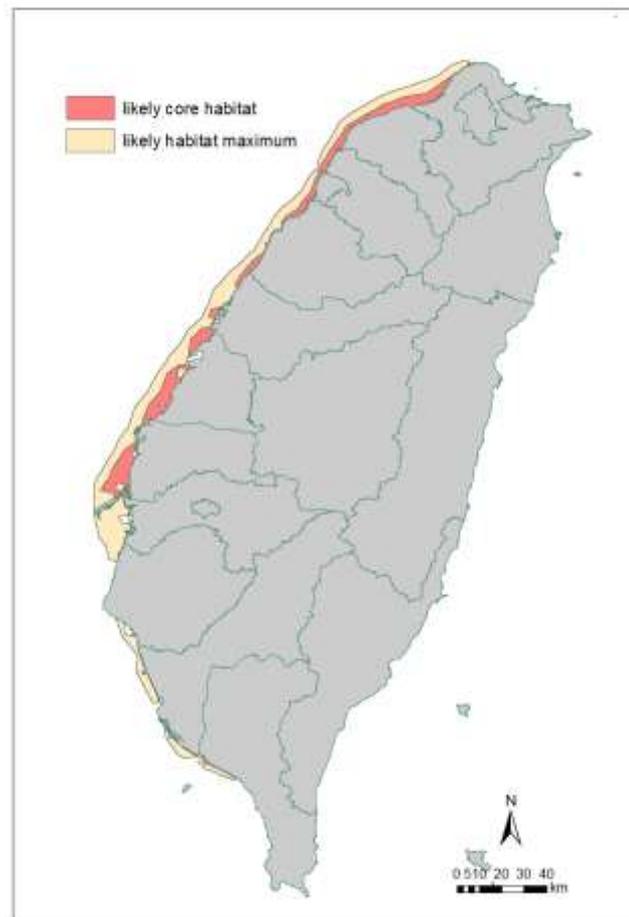


圖 3-3 白海豚之可能棲地最大範圍 (likely habitat maximum) 與可能核心棲地 (likely core habitat) (Huang et al. 2018)

由於三份研究的分析內容與方式各不相同，發表的文獻中也難以得知原始數據，無法進行定量比較，因此以評分的方式做彙整。在各文獻所探討的地理區域中，分別將不同區塊給予 1 (最差) 至 10 (最佳) 的分數；其中 Dares et al. (2017) 使用了三種指標，則各自給分後再平均成一份綜合的結果。最後使用 ArcGIS 將三份文獻的結果進行空間疊合，在交集的區域裡計算平均分數，做為白海豚棲地重要性的指標，結果如圖 3-4。大肚溪口南岸與彰濱工業區是得分最高的區域，其次為苗栗通宵至大安溪口、臺中港以及雲林臺西至北港溪口；這些區域應做為白海豚核心保護區的優先劃設位址。

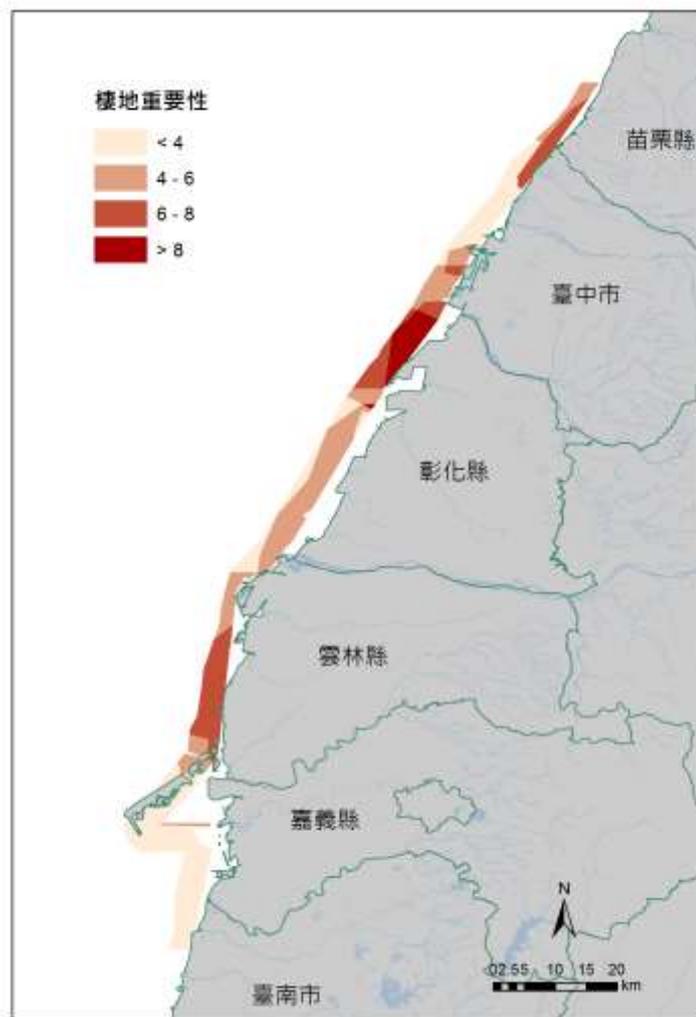


圖 3-4 整合不同研究結果所得之白海豚棲地重要性指標

### 三、漁業現況

若劃設白海豚核心保護區，有可能影響該地的漁業活動，因此保護區選址時應儘可能選取與漁業活動潛在衝突較小的區位。以下以各縣市沿海漁業的產值、各鄉鎮的港口動態、以及刺網漁船的作業區域範圍，呈現漁業利用現況的空間分布，做為規劃的參考。

#### (一) 漁業年報分析

圖 3-5 為苗栗至臺南各縣市沿海漁業的產值(行政院農業委員會漁業署 2018)，以苗栗最高，彰化次之，臺中最低；刺網在各縣市均是沿海漁業產值的主要來源，在臺南與苗栗則分別各有相當比例的籠具與定置漁具的貢獻。惟須注意漁業年報以縣市為統計單位，但漁船經常跨縣市作業，因此一縣市的漁業產值未必反映其緊臨之海域的利用情況。

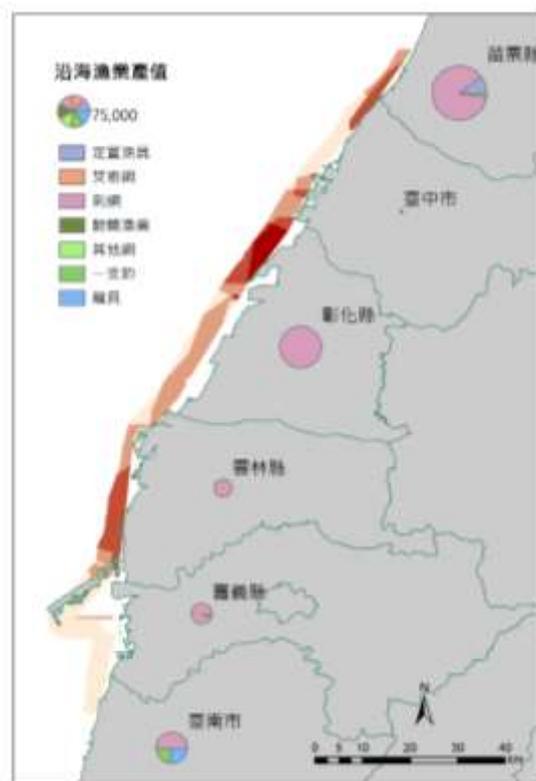


圖 3-5 鄰近白海豚主要分布地區各縣市 2017 年之沿海漁業及淺海養殖產值 (產值單位為千元)(行政院農業委員會漁業署 2018)

## (二) 港口動態分析

漁業統計年報的資料以縣市為單位，能呈現的空間變異有限，因此另以漁業署提供的港口動態資料進行分析。港口動態資料紀錄了各港口各月份進出港的漁民數與各級船隻數；以鄉鎮為單位做彙整，全年苗栗至臺南沿海鄉鎮出港的漁民人次及船次如圖 3-6，皆以雲林南部與嘉義最高。

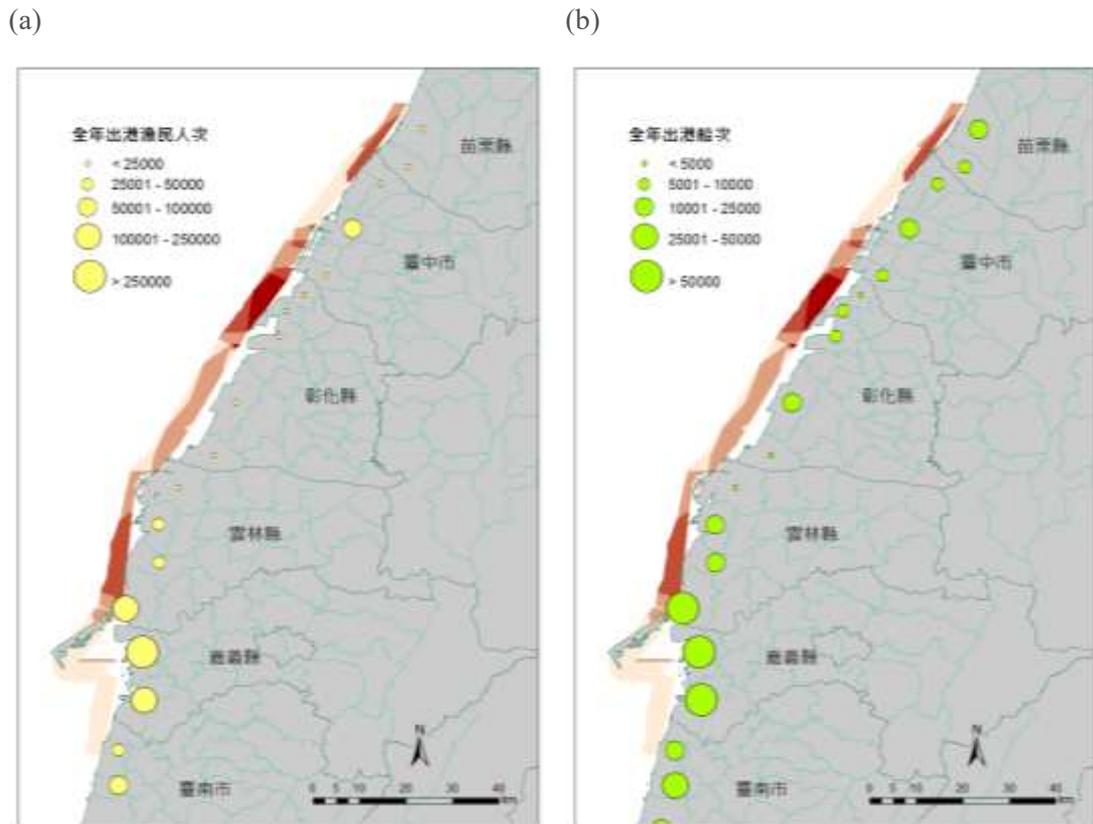


圖 3-6 鄰近白海豚主要分布地區各鄉鎮之港口動態：(a) 全年出港漁民人次，  
(b) 全年出港船次(資料來源：漁業署)

## (三) 刺網作業區域

無論是以縣市做彙整的漁業產值、或是以鄉鎮做彙整的港口動態，雖能在較大空間尺度上顯示漁業活動的類型與強度分布，但無法真正反映在白海豚生存海域裡的漁業行為。由於刺網是沿海漁業產值的主要來源，也是對鯨豚威脅最大的漁具，漁業署曾委請專家學者針對刺網作業的分布進行研究。

圖 3-7 (a) 為分析航程記錄器 (Voyage Data Recorder, VDR) 資料所得之刺網船作業頻度的空間分布 (陳孟仙 2011)。VDR 是加裝於漁船上以紀錄出海作業期間航跡的儀器，可得到漁船的時空點位等數據供漁業管理之用。若將此刺網船作業頻度分布與圖 3-4 之白海豚分布套疊 (定義得分 6 分以上的區域為熱區)，顯示雲林地區的白海豚熱區刺網船作業頻繁，而大安溪口與臺中港則少有刺網船活動。

雖然使用 VDR 資料可以進行十分詳實的時空分析，然而裝設 VDR 的刺網船僅佔總刺網船船數約十分之一，所呈現之刺網船作業分布範圍並不完全，尤其會忽略小型膠筏船的資訊。若根據對漁民的訪查，所導出的刺網船作業區域如圖 3-7 (b) (王建平 2012)。與圖 3-7 (a) 比較，大安溪口的白海豚熱區也是刺網船作業範圍，但在 VDR 資料中未能呈現；所有白海豚熱區除了臺中港外，均與刺網作業區域高度重疊。

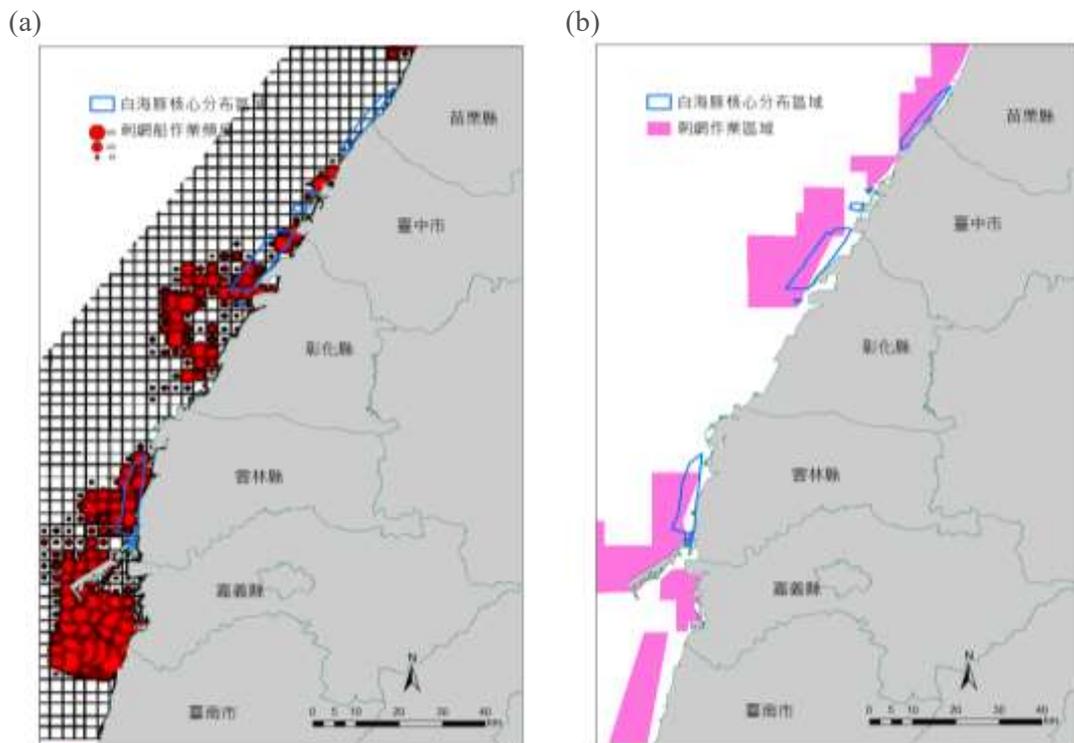


圖 3-7 鄰近白海豚主要分布地區之刺網船作業區域：(a) 根據 VDR 資料所得之 CTR 級別刺網船作業頻度 (陳孟仙 2011)，(b) 根據漁港隨機訪查所得之刺網作業區域 (王建平 2012)

## 四、各白海豚分布熱區現況

使用前面文獻彙整得出的白海豚分布 (圖 3-4)，定義得分 6 分以上的區域為熱區，則由北而南有大安溪口、臺中港、彰濱工業區近海及雲林離島式基礎工業區預定地等四區，以下提供各區的漁權、保護礁區等土地利用資訊，做為核心保護區選址的參考。

### (一) 大安溪口 (圖 3-8)

此熱區大致北起通霄海水浴場，南至大安海水浴場，其對應的海岸線跨越苗栗縣通霄鎮、苑裡鎮及臺中市大甲區、大安區等行政區域。除了中央管河川大安溪自南側匯入，沿岸還有通霄溪、苑裡溪、房裡溪與溫寮溪等縣市管河川。

此區的北半部在通苑區漁會專用漁業權水域中，南半部則在臺中區漁會專用漁業權水域中，沿岸有通霄、苑港、苑裡、松柏、五甲、北汕、塹寮等多個漁港，區內主要漁業種類及漁獲魚種如表 3-1。熱區內有通霄與海口兩個人工魚礁禁漁區，週遭 1 公里的海域內還有松柏與五甲兩個人工魚礁禁漁區以及通苑與大甲兩個保護礁禁漁區；在以上這些禁漁區範圍內，使用網具類漁具之漁船全年均不得進入作業。

根據周蓮香教授之長期研究，此區過去為白海豚分布的北熱區，在 2008 年至 2010 年間的白海豚目擊率為全區最高，但其後目擊率有逐漸下降的趨勢 (周蓮香 et al. 2019)。

表 3-1 通苑區及臺中區漁會專用漁業權水域中主要漁業種類及漁獲魚種(資料來源：漁業署)

漁業種類	主要漁獲魚種	漁期
<b>通苑區</b>		
延繩釣漁業	鯊魚、海鯰、狗母等	週年
一支釣漁業	黑鯛魚、鮫魚、海鱺、白帶魚、笛鯛等	週年
流刺網漁業	鱸魚、鯊魚、烏魚、白口、正鰔、黑鯛、午仔魚、白帶魚等	週年
魚苗採捕漁業	虱目魚苗、鱸魚苗、鰻魚苗、烏魚苗等	週年
<b>臺中區</b>		
延繩釣漁業	沙條、花身雞魚、黃土魷、斑海鯰等	週年
一支釣漁業	黑鯛、黃鰓鯛、龍尖、甘仔等	週年
刺網漁業	烏魚、黃土魷、黑鯛、白腹鰓、黑鯛、闊腹鰓、白帶魚及午仔魚	週年
魷魚漁業	魷魚	1/1 - 6/15; 9/16 - 12/31

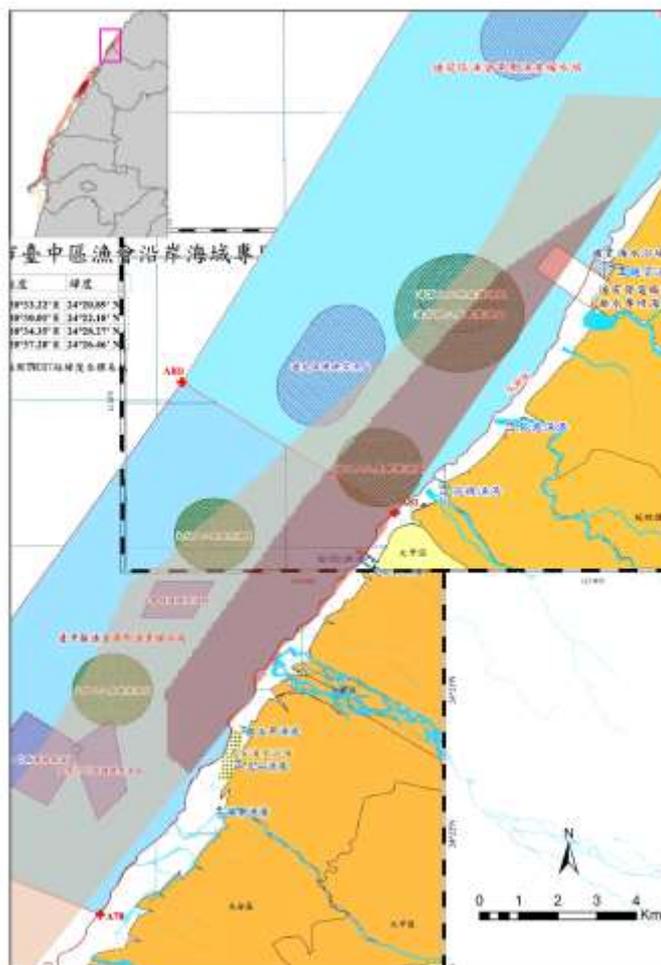


圖 3-8 大安溪口白海豚熱區之環境現況(資料來源：漁業署)

## (二) 臺中港 (圖 3-9)

此熱區位在臺中市梧棲區近海、大肚溪出海口北方，緊鄰臺中港。由於此熱區面積較小，坐落於臺中港區範圍內，因此已排除了專屬漁業權的劃設。附近有臺中港(一)人工魚礁禁漁區，使用網具類漁具之漁船不得進入作業。

根據周蓮香教授的研究，臺中港區 2011 至 2016 年間為白海豚之分布熱區，但近年目擊率下降 (周蓮香 et al. 2019)。

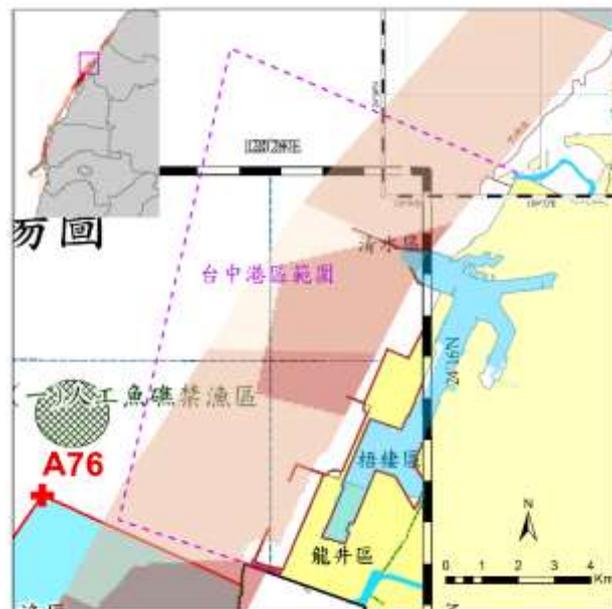


圖 3-9 臺中港白海豚熱區之環境現況 (資料來源：漁業署)

## (三) 彰濱工業區近海 (圖 3-10)

此熱區位於彰化縣北部，大致北起大肚溪口，南至彰濱工業區南界，其對應的海岸線包括彰化縣的伸港鄉、線西鄉與鹿港鎮等行政區域。中央管河川大肚溪於北側匯入。

此區位於彰化區漁會專用漁業權水域中，沿岸有崙尾灣漁港，該專用漁業權水域內主要漁業種類及漁獲魚種如表 3-2。熱區北端有部分位於大肚溪口野生動物

保護區範圍內，南端有鹿港保護礁禁漁區，週遭 1 公里的海域內還有臺中港

(二) 人工魚礁禁漁區以及伸港、大肚溪口兩個保護礁禁漁區。

此區在早期 (2008 年至 2010 年間) 白海豚的目擊率並不高，不過 2011 年以來均為穩定的白海豚熱區 (周蓮香 et al. 2019)。



圖 3-10 彰濱工業區白海豚熱區之環境現況 (資料來源：漁業署)

表 3-2 彰化區漁會專用漁業權水域中主要漁業種類及漁獲魚種 (資料來源：漁業署)

漁業種類	主要漁獲魚種	漁期
流刺網漁業	鱈、鯧、烏魚及其他雜魚等	週年
叉手網或張網漁業	鰻苗、烏魚苗、虱目魚苗等	週年
一支釣漁業	東方石鱸、鮫魚、花軟唇及其他雜魚等	週年
淺海養殖漁業	牡蠣、文蛤、花蛤及其他二枚貝類等	週年
其他漁具漁法漁業	沿岸魚類	週年

#### (四) 雲林離島式基礎工業區預定地 (圖 3-11)

本熱區北有縣市管河川新虎尾溪，南有中央管河川北港溪，對應的海岸線包括雲林縣臺西鄉、四湖鄉與口湖鄉等行政區域。

此區大部分的面積與雲林離島式基礎工業區編定範圍重疊，南北端則位於雲林區漁會專用漁業權水域中，沿岸有五條港、臺西、三條崙、箔子寮、金湖、台子村等多個漁港，區內主要漁業種類及漁獲魚種如表 3-3。附近並無保護礁或人工魚礁禁漁區。

本區在 2008 年至 2010 年間有相當高的白海豚目擊率，但其後目擊率有逐漸下降的趨勢 (周蓮香 et al. 2019)。

表 3-3 雲林區漁會專用漁業權水域中主要漁業種類及漁獲魚種 (資料來源：漁業署)

漁業種類	主要漁獲魚種	漁期
刺網漁業	鱈、鰻、烏魚、午仔魚等	週年
叉手網	鰻苗、虱目魚苗、烏魚苗	週年
一支釣漁業	鯧、鮫、烏魚、午仔、花軟唇等	週年
籠具漁業	花軟唇、梭子蟹等	週年
淺海養殖漁業	牡蠣、文蛤等	週年



圖 3-11 離島式基礎工業區預定地白海豚熱區之環境現況 (資料來源：漁業署)

## 五、綜合建議

本報告彙整不同研究團隊之白海豚分布調查結果，釐清白海豚之分布熱區，並整理漁業統計資料與海洋資源規劃現況等資訊，做為劃設白海豚核心保護區之參考。白海豚核心保護區內，應對漁業活動與水下噪音進行管制，並持續監測水質、魚類群聚與白海豚的族群量 (Ross et al. 2010, 周蓮香 et al. 2011, 陳昭倫 2012, Wang et al. 2016)。

在參考本報告的結果時，應考量以下幾點：

1. 由於 Dares et al. (2017) 與周蓮香 et al. (2019) 均以較粗的空間尺度劃分調查範圍以進行區域間的比較，因此本分析導出的白海豚熱區分布(圖 3-4) 其區塊的界線畫分也是約略的，應用上不需過於拘泥。誠如邵廣昭研究員在對白海豚保育計畫草案的書面回覆中所提，保育的關鍵並不在保護區範圍的細微調整，因為白海豚的活動範圍是動態的，重點仍在於保育措施的落實。
2. 2014 年所預告之「中華白海豚野生動物重要棲息環境」，應與白海豚核心保護區之劃設並行。前者可對工程開發行為進行把關，並在其內推行友善漁法；核心區則應設為禁採區，復育海洋資源。
3. 一些早期的白海豚分布熱區，例如外傘頂洲，可能由於環境品質惡化，近年來目擊率下降，未在本分析中顯現為熱區。儘管這樣的地區並非目前核心保護區的優先考量地點，但仍應設法改善這些潛在棲地的品質，使白海豚有較大的生存空間，保障族群的延續。
4. 本分析中雖然將 Dares et al. (2017) 中的母子對目擊率納入考量，但仍著重於整體的目擊率。周蓮香 et al. (2019) 顯示白海豚親子對的目擊群次似在外傘頂洲與嘉義、臺南較高，不過缺乏詳細資料以進一步分析。又，絕大多數海上調查均在海況較良好的春夏進行，而冬季風浪狀況不同，魚類分布也有可能改變，白海豚是否因而有不同的活動熱區，目前仍不清楚。因此目前核心保護區的規劃未能反映可能存在的育幼棲地及季節性棲地，未來必須在這些方面持續探討。

## 六、參考文獻

- Dares, L. E., Araújo-Wang, C., Yang, S. C. & Wang, J. Y. (2017). Spatiotemporal heterogeneity in densities of the Taiwanese humpback dolphin (*Sousa chinensis taiwanensis*). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **187**: 110-117.
- 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**: 733-743.

- Ross, P., Dungan, S., K. Hung, S., A. Jefferson, T., Macfarquhar, C., Perrin, W., N. Riehl, K., Slooten, E., Tsai, J., Y. Wang, J., White, B., Würsig, B., Chu Yang, S. & R. Reeves, R. (2010). Averting the baiji syndrome: conserving habitat for critically endangered dolphins in Eastern Taiwan Strait. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **20**: 685-694.
- Wang, J. Y., Hung, S. K. & Yang, S.-C. (2004). Records of Indo-Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis* (Osbeck, 1765), from the waters of western Taiwan. *Aquatic Mammals* **30**: 189-196.
- Wang, J. Y., Riehl, K. N., Klein, M. N., Javdan, S., Hoffman, J. M., Dungan, S. Z., Dares, L. E. & Araújo-Wang, C. (2016). Biology and conservation of the Taiwanese humpback dolphin, *Sousa chinensis taiwanensis*. Pages 91-117 in T. Jefferson and B. E. Curry editors. Humpback Dolphins (*Sousa* spp.): Current Status and Conservation, Part 2. Advances in Marine Biology. Academic Press.
- 王建平. (2012). 瀕臨絕種或亟需保育之海洋生物資源現況及其生物學特性之調查研究—漁業活動與中華白海豚關係之研. 行政院農業委員會科技計畫, 80 pp.
- 行政院農業委員會漁業署. (2018). 中華民國 106 年台閩地區漁業統計年報. 行政院農業委員會漁業署.
- 周蓮香, 丁建均, 林幸助 & 孫建平. (2019). 中華白海豚族群生態與食餌棲地監測 (II). 行政院農業委員會林務局補助研究計畫, 97 pp.
- 周蓮香, 李政諦, 高家俊, 莊慶達, 陳琪芳, 楊瑋誠, 李培芬, 邵廣昭, 陳孟仙, 魏瑞昌 & 蔡惠卿. (2011). 中華白海豚族群生態、重要棲息環境及保護區方案規劃. 行政院農業委員會林務局委託研究計畫, 202 pp.
- 陳孟仙. (2011). 瀕臨絕種或亟需保育之海洋生物資源現況及其生物學特性之調查研究—漁業活動對中華白海豚之影響研究. 行政院農業委員會漁業署科技計畫, 88 pp.
- 陳昭倫. (2012). 白海豚優先棲地保護區—恢復台灣西海岸生態與漁業資源的藍圖 <https://e-info.org.tw/node/73089>.

# 第 4 章、臺灣海域白海豚保育計畫草案

## 一、前言

印太洋駝海豚 (*Sousa chinensis*) 為駝海豚屬的一種，俗稱白海豚，主要分布於印度洋及西太平洋的亞熱帶與熱帶地區，一般喜歡棲息於近岸水深小於 25 公尺的淡鹹水交會海域。過去漁民傳說，在農曆三月媽祖誕辰附近會在海上看見白海豚，於是暱稱其為「媽祖魚」。白海豚剛出生時體色呈暗灰色，亞成體體色轉淡，並佈滿藍灰色斑點，成年個體則呈白色甚至具粉紅色澤，因此又被稱為「粉紅海豚」。

依據「瀕臨絕種野生動植物國際貿易公約」(Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, CITES)，印太洋駝海豚名列附錄一，為有滅絕威脅須嚴格管制的物種；此等物種之貿易，必須特予嚴格管制，以免危及其生存。國際自然保育聯盟 (International Union for Conservation of Nature, IUCN) 之保育紅皮書亦於 2008 年 8 月 12 日發布公告，將印太洋駝海豚列為「極危 (Critically Endangered, CR)」等級的物種；而由於有研究認為臺灣地區的白海豚族群應為特有亞種 (Wang et al. 2015)，IUCN 於 2017 年將之單獨發布為臺灣駝海豚 (*Sousa chinensis taiwanensis*)，同樣列為極危等級 (Wang & Araujo-Wang 2018)，而印太洋駝海豚則列為易危 (Vulnerable, VR) 等級 (Jefferson et al. 2017)。

臺灣對於白海豚的調查研究起步較晚，早期紀錄出現在 1990 年代的漁民間卷訪查中，2000 年在苗栗及桃園有死亡個體擱淺紀錄，而 2002 年才首次於海上調查中目擊，正式確認臺灣有白海豚族群存在 (Wang et al. 2004)。由於臺灣的白海豚族群量小，具有獨立封閉性，又面臨棲地消失、人為汙染、食源減少、漁業混獲、海上活動、水下噪音、能源開發等多項人為衝擊，可能有滅絕危機，因此農委會於 2008 年將中華白海豚公告納入「保育類野生動物名錄」，列為一級保育類：瀕臨絕種野生動物。依據野生動物保育法第 16 條規定，保育類野生動物除該法或其他法令另有規定外，不得騷擾、虐待、獵捕、宰殺、買賣、陳列、展示、持有、輸入、輸出或飼養、繁殖。

為保育臺灣西部沿海白海豚族群，行政院農業委員會曾於 103 年 4 月 21 日依據野生動物保育法第 8 條第 4 項，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」(圖 4-1)，劃設類別為海洋生態系與河口生態系之複合型生態系，面積柒萬陸仟參佰公頃，範圍包括當時監測調查到的 98% 白海豚目擊點，共橫跨苗栗、臺中、彰化、雲林等四直轄市、縣(市)，同時備註既有漁業利用行為仍可持續作業，惟因各方意見分歧，歷經二十餘場公聽會，迄未公告。

依據行政院 107 年 4 月 27 日院台規字第 1070172574 號公告，海洋野生動物保育之中央主管機關原為行政院農業委員會，自 107 年 4 月 28 日起變更為「海洋委員會」。為維護白海豚族群及其生存環境，海洋委員會(海洋保育署)擬定本計畫，並將持續與各權益關係人溝通協調，依據野生動物保育法規定與相關機制，以推動白海豚保育工作。

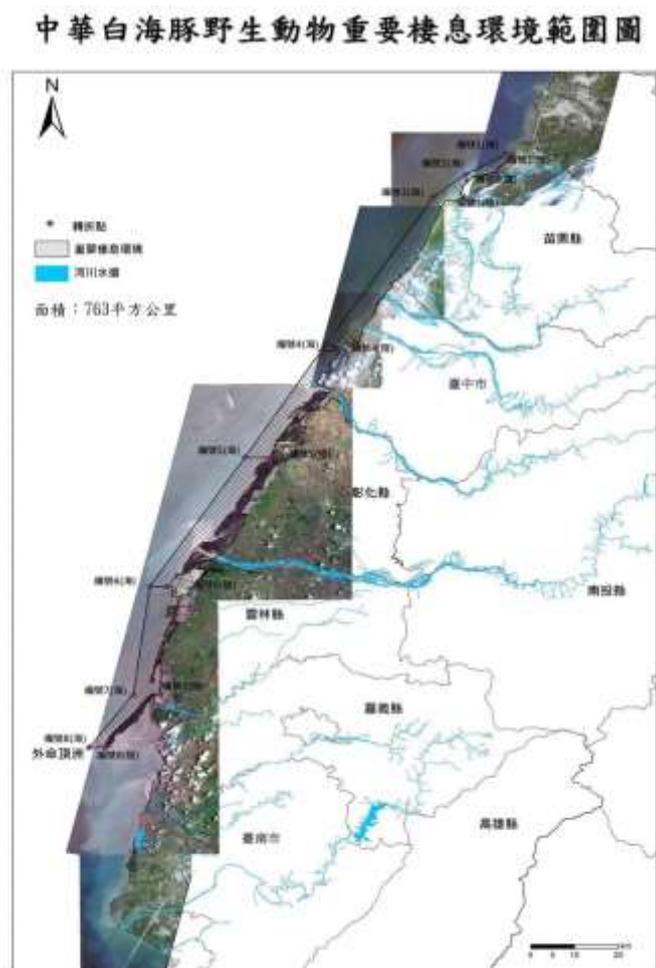


圖 4-1 行政院農業委員會預告訂定之中華白海豚重要棲息環境範圍

## 二、物種概述

### (一) 分類地位

駝海豚屬 (*Sousa*) 為鯨豚目海豚科的一支，廣泛分布於太平洋、印度洋與大西洋的溫暖水域。駝海豚屬目前被分為四種，分別是分布於東印度洋至東南亞的印太洋駝海豚 (Indo-Pacific Humpback Dolphin, *Sousa chinensis* (Osbeck, 1765))、西印度洋的印度洋駝海豚 (Indian Humpback Dolphin, *Sousa plumbea* (G. Cuvier, 1829))、澳洲北部與新幾內亞的澳洲駝海豚 (Australian Humpback Dolphin, *Sousa sahalensis* Jefferson & Rosenbaum, 2014)，與東大西洋西非沿海的大西洋駝海豚 (Atlantic Humpback Dolphin, *Sousa teuszii* (Kukenthal, 1892)) (Frère et al. 2008, Jefferson & Rosenbaum 2014)。

臺灣西海岸的白海豚族群屬於印太洋駝海豚。早期對 4 隻擱淺個體進行 mtDNA 分析的結果，並未發現臺灣與大陸的白海豚族群間有顯著差異 (周蓮香 2006)；但 Wang et al. (2015) 發現臺灣與廈門及香港的白海豚族群體表斑點的分布顯著不同：臺灣的白海豚背鰭上的斑點通常較身體上密集而明顯，廈門及香港的白海豚則背鰭上的斑點較不明顯。Wang et al. (2015) 因而主張印太洋駝海豚可以分為中華白海豚 (*Sousa chinensis chinensis*) 與臺灣白海豚 (*Sousa chinensis taiwanensis*) 兩個亞種。

目前印太洋駝海豚被 IUCN 列為易危 (Vulnerable, VU) 等級的物種 (Jefferson et al. 2017)，但生存於臺灣的白海豚族群被列為極危 (Critically Endangered, CR) 等級 (Wang & Araujo-Wang 2018)。美國國家海洋漁業局 (National Marine Fisheries Service, NMFS) 也在 2018 年將臺灣的白海豚族群納入瀕臨絕種生物法案 (Endangered Species Act, ESA) 中，列為瀕危 (Endangered) 等級 (NOAA 2018)。

### (二) 族群分布

臺灣西岸白海豚被記錄的時間很短；2002 年夏季，亞洲鯨豚研究群的王愈超博士等人於臺灣西部中段沿海進行第一次較全面的科學調查時，在苗栗至彰化間目擊數群白海豚，這是臺灣白海豚首次的正式海上記錄 (Wang et al. 2004)；根據其後多年積累的資訊，顯示白海豚主要分布於苗栗通宵至雲林臺西間、長約 100 公里、距海岸約 2 公里內的狹長帶狀範圍 (圖 4-2) (Wang et al. 2007, Wang et al. 2016)。

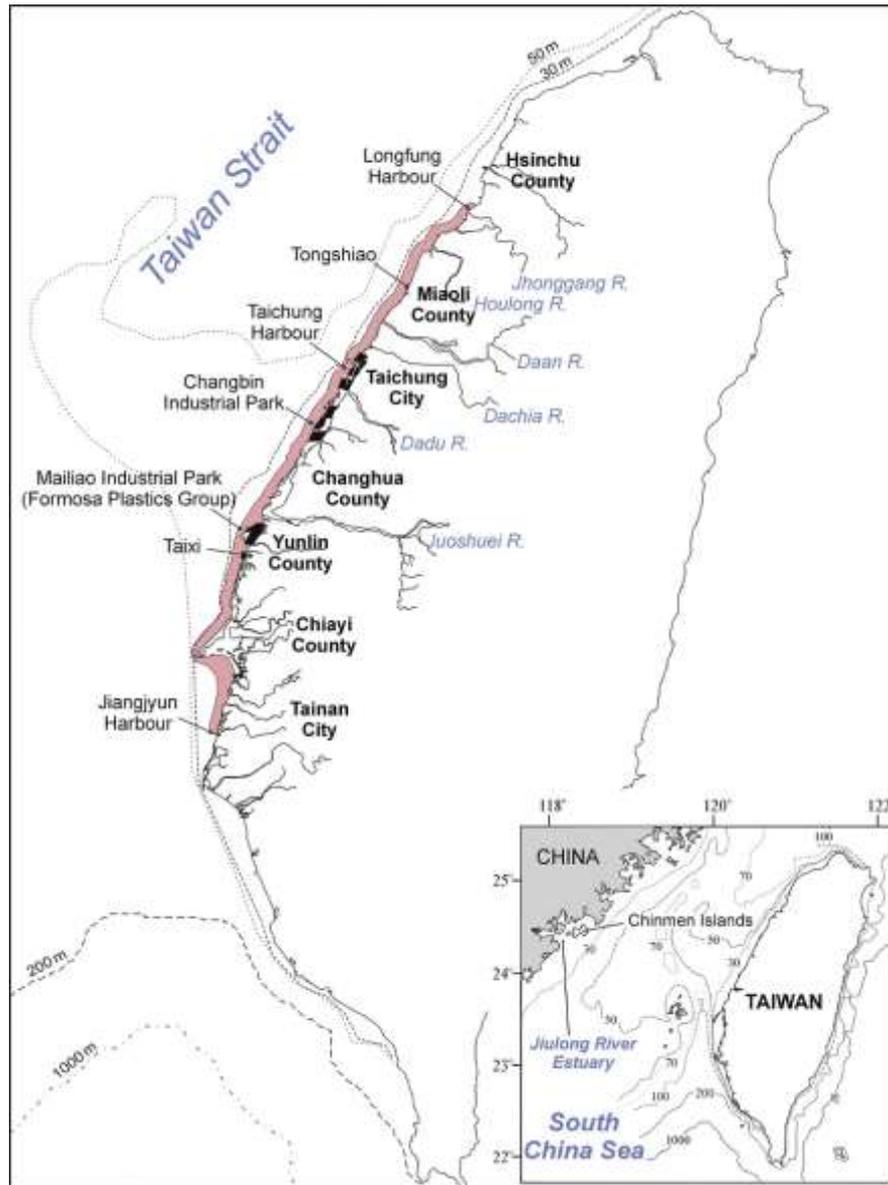


圖 4-2 臺灣白海豚的分布範圍 (Wang et al. 2016)

國立臺灣大學周蓮香教授亦在行政院農業委員會委託下，長期持續進行臺灣西部沿海的白海豚調查。依該計畫研究成果顯示，目前白海豚的分布範圍北起新竹香山，南迄臺南七股，往西可能達澎湖北部海域，但以離岸 15 公里為主，呈現狹窄南北線性分布 (周蓮香 2006, 2007, 2008, 周蓮香 & 李政諦 2010, 周蓮香 et al. 2011, 周蓮香 2012, 周蓮香 & 陳琪芳 2015, 周蓮香 et al. 2016, 2017, 周蓮香 et al. 2018)；2019 年並有民眾在桃園永安附近海域目擊。

周蓮香教授團隊整理多年調查目擊率，發現白海豚主要活動範圍的分布並不固定，2008年至2018年間，各區的目擊率有明顯更迭(圖 4-3、圖 4-4)：2008年至2010年的資料顯示有南北兩個熱區，分別在苗栗與雲林海域；2011年至2013年間以臺中港外為主要熱區；2013年至2016年間，熱區由臺中港擴展至大肚溪口與彰濱工業區附近海域；2017至2018年目擊率降低，僅彰化北部海域維持為熱點，其他區域的目擊率不高，但在臺南以及新竹海域的目擊率增加(周蓮香 et al. 2019)。

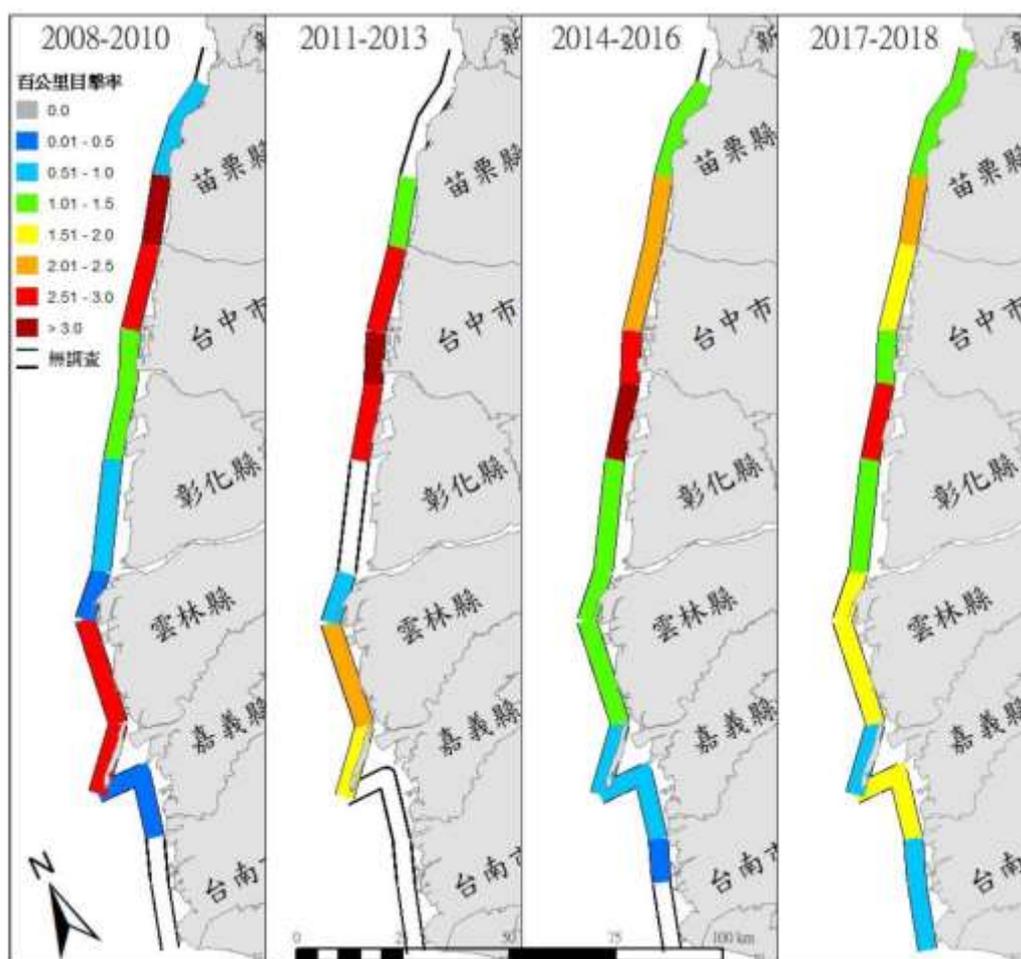


圖 4-3 白海豚目擊率的長期變動。白色表示該區段無年度調查，或是有效調查努力量不足以計算目擊率。(寬度為方便閱讀，並非真實分布)(周蓮香 et al. 2019)

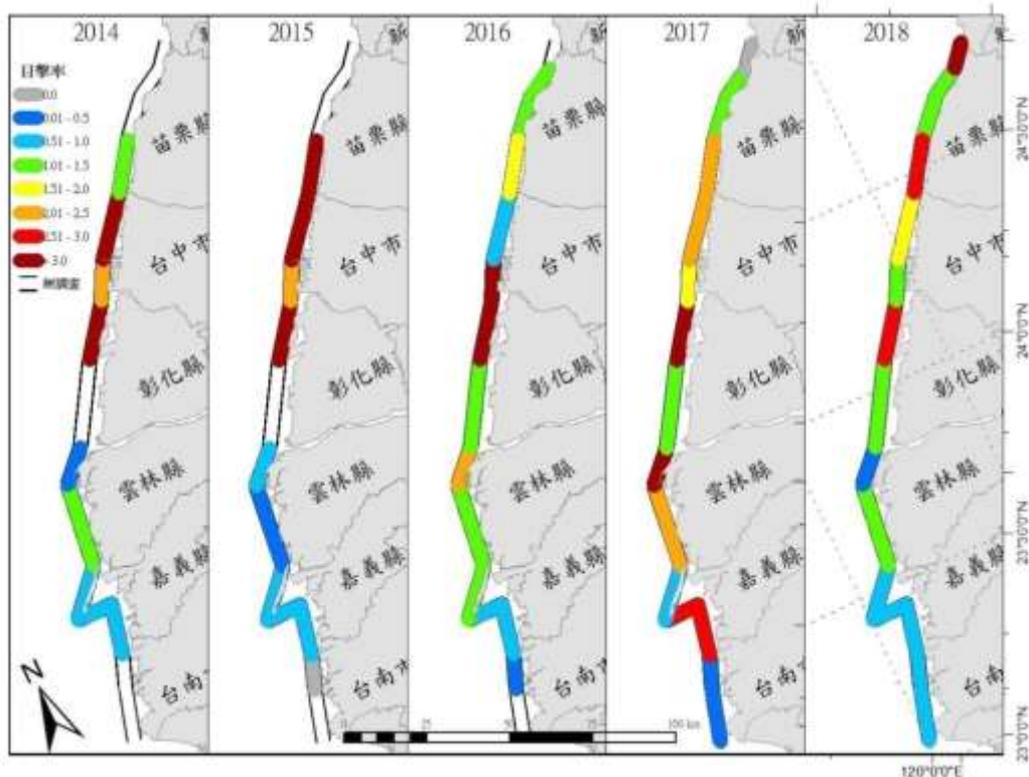


圖 4-4 近年白海豚目擊率的年變動。白色表示該區段無年度調查，或是有效調查努力量不足以計算目擊率。(寬度為方便閱讀，並非真實分布)(周蓮香 et al. 2019)

### (三) 棲息環境與族群動態

白海豚一般喜棲息於熱帶與亞熱帶海域的鹹淡水交匯區，水深、河川淡水的匯注以及食物資源的豐度可能是形塑白海豚分布的主要因子 (Whittaker & Young 2017)。李培芬 et al. (2011) 使用周蓮香團隊 2006 年至 2010 年的調查資料與海底地形及水文因子比對，得出 90% 的白海豚分布點出現在水深 12 公尺內，平均水深為 6 公尺，最淺水深為 1 公尺，最深水深則為 22 公尺；白海豚分布點的海水表面溫度多位於 24°C 至 28°C 之間，平均海水表面溫度為 26°C，鹽度則約介於 33.4% 至 33.6%。

Dares et al. (2017) 使用王愈超團隊 2007 年至 2015 年的調查資料，對水深、表水溫度、鹽度、至淡水的距離與海岸開發程度等因子做分析，未能發現白海豚密度與這些環境因子的關聯，不過白海豚的目擊率與母子對出現率在海埔新生地附近較高，可能與海埔新生地常在河口附近有關。近岸的環境因子資料通

常較不完整，加以水文的時空變化十分複雜，可能是分析白海豚棲息環境的主要限制。

族群數量的估算會因為分析方法不同而有所差異。常用的鯨豚數量估算方式有兩種：穿越線調查法係以船隻行駛於特定路徑，記錄沿途鯨豚的目擊數量，再以固定帶寬法或距離採樣法估算鯨豚的密度 (Buckland et al. 2001)；標記再捕捉法則係利用照片辨識鯨豚個體，再依據每次調查中已知個體再現的比例計算族群量 (White & Burnham 1999)。針對臺灣的白海豚族群，Wang et al. (2007) 根據 2002 年至 2004 年間的穿越線調查，估計其族群數量為 99 隻；郭毓璞 (2013) 使用 2008 年至 2012 年間平行穿越線調查的資料，估計族群量約 68 隻；周蓮香 & 陳琪芳 (2015) 根據 2012 至 2013 年間的 Z 字形穿越線，估算族群量為 71 隻。而以個體標記再捕捉法調查，余欣怡 et al. (2010) 使用 2007 年至 2009 年間的資料，估計白海豚族群量約 75 至 80 隻；郭毓璞 (2013) 估計 2008 年為 74 隻，2012 年為 64 隻；Wang et al. (2012) 使用 2007 年至 2010 年間的資料，估計各年數量在 54 至 74 隻之間 (表 4-1)。

無論以穿越線調查法或標記再捕捉法進行估算，臺灣海域的白海豚族群量皆很小，總數不到 100 隻。長期的追蹤調查顯示族群數量有下降趨勢，每年目擊的可辨識個體數與母子對數均逐漸遞減 (圖 4-5) (周蓮香 et al. 2018)，而族群生存力分析 (population viability analysis, PVA) 的模擬結果亦預測了逐漸衰微的趨勢 (Araújo et al. 2014, Huang et al. 2014)。

臺灣的白海豚基本上為隔絕的族群，其數量的改變主要來自於出生與死亡的變動。雌性白海豚一般在 9 至 11 歲間成熟，大約每三年生育一胎，且每胎僅產一仔 (Jefferson & Karczmarski 2001, 孟凡信 et al. 2005)，顯示此物種的生殖潛力並不高；而臺灣的白海豚族群新生幼豚的存活率偏低，僅約 1/4 可以存活到六歲非嬰幼兒階段，如何降低死亡率將是保育的關鍵因子 (周蓮香 et al. 2018)。

表 4-1 臺灣西部沿岸白海豚族群數量估計

調查年份	調查方式	估算族群數量	95%CI	參考文獻
距離採樣法				
2007	近似平行穿越線	99	37-266	Wang et al. (2007)
2008-2012	平行穿越線	58	54-85	郭毓璞 (2013)
2012-2013	Z 字形穿越線	71	37-137	周蓮香 & 陳琪芳 (2015)
標記再捕捉法				
2007-2009	平行海岸線	75-80	NA	余欣怡 et al. (2010)
2008	平行海岸線	74	73-75	郭毓璞 (2013)
2010	平行海岸線	74	68-80	Wang et al. (2012)
2012	平行海岸線	64	63-66	郭毓璞 (2013)

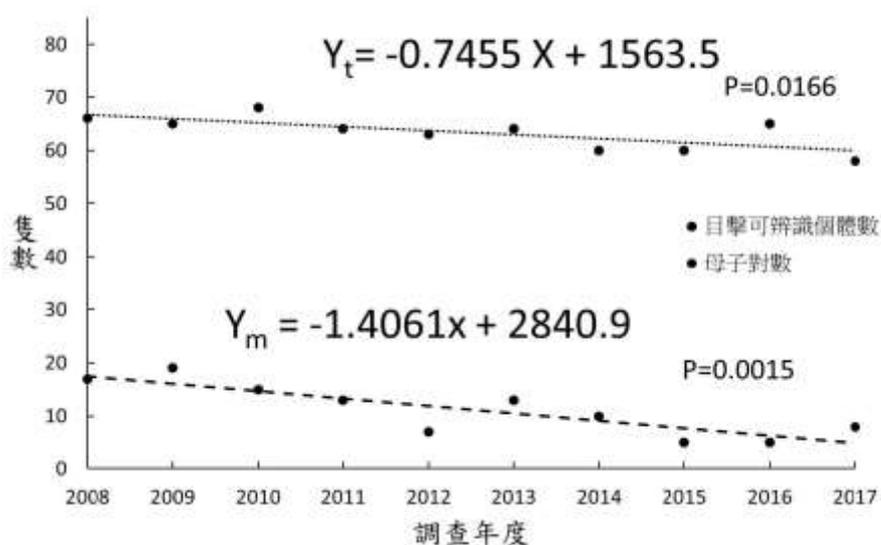


圖 4-5 2008-2017 年間每年可辨識個體數 ( $Y_t$ ) 與母子對數 ( $Y_m$ ) 對於調查年度的線性回歸分析 (周蓮香 et al. 2018)

#### (四) 食餌來源

鯨豚為海洋食物鏈頂端的消費者。要瞭解鯨豚的食性，可用捕捉催吐法來了解其胃內容物，或解剖擱淺與誤捕死亡之個體進行胃內容物分析，亦可透過水下攝影等直接觀察。臺灣的白海豚是瀕臨絕種的保育類，無法進行捕捉催吐；擱淺的個體數量很少，且多為空胃，或是胃內容物已嚴重腐爛無法分析；而白海豚的活動範圍很大、警覺性高，且棲地水域的能見度相當低，利用海底攝影或潛水觀察覓食行為亦窒礙難行(周蓮香 et al. 2017)。因此目前對臺灣白海豚食性的瞭解，來自參考其他族群的食性研究，以及比較白海豚分布熱點和非熱點內魚種組成的差異，以間接推論白海豚的食性。

根據 15 隻在香港海域擱淺死亡的白海豚胃內容物分析 (Barros et al. 2004)，顯示白海豚為魚食性，僅很偶爾會食用頭足類；其食餌魚種至少有 24 種，主要為石首魚科、鯷科、帶魚科與鯆科，佔總量的 93% 以上；其中許多魚種都是生活在河口淡鹹水交會帶的種類，且食物組成有季節變異。

澳洲駝海豚之前與印太洋駝海豚被認為是同一種，與海豚的親緣關係十分接近；根據 9 隻澳洲駝海豚胃內容物的研究 (Parra & Jedensjö 2009, 2014)，可鑑定出 16 種以上的食餌魚種，以及頭足類及雙殼貝樣本各一枚。食餌魚種主要為天竺鯛科、石首魚科、鯆科與石鱸科，亦大多是河口與近岸的種類。

邵廣昭 (2017) 以文獻中白海豚會捕食的 22 科魚種做為評估指標，比較臺灣白海豚分布熱點內外這些魚種的組成與豐度，結果顯示熱點海域的魚種和魚群數量都明顯高於非熱點海域，推測這是吸引白海豚偏好棲息於熱點海域的原因。而魚類群聚在淺水區域 (5 - 8 m) 及深水區域 (25 - 30 m) 差異並不大，因此白海豚主要分布在淺水域並非魚種組成不同所導致；可能是因為白海豚偏好分布在較淺水域、體型較小的幼魚及未成年魚，或是其捕食行為與生理適應較適合於淺海覓食 (邵廣昭 2017)。

### 三、生存威脅

對生活於沿岸地區的鯨豚種類而言，有相當多的因素可能影響其族群存續，包括漁業致死（誤捕、纏繞等）、棲地消失、族群分隔以及其他的環境衝擊，例如累積性污染物（如重金屬、有機鹵素、戴奧辛等）、魚源枯竭、未經規範的賞鯨旅遊、水下噪音甚至是全球暖化效應等。臺灣西部沿海的白海豚族群分布範圍與臺灣西部經濟、工業之重點發展區域重疊，所受到的人為衝擊相當大，而對此類數量極低的小族群，不可預期性的擾動 (stochasticity) 將更進一步提高其滅絕的風險。

IUCN 紅皮書的物種報告中指出，威脅臺灣白海豚族群存續的主要因子為漁業誤捕、棲地退化與減少、水質汙染導致疾病、以及水下噪音干擾等 (Wang & Araujo-Wang 2018)。Dungan et al. (2011) 將臺灣白海豚族群所受的人為活動衝擊歸納為 5 大項：1. 棲地減少與棲地品質下降，2. 漁業誤捕與漁船撞擊，3. 噪音與干擾可能使海豚聽力受損、降低免疫力，亦可能干擾捕食跟溝通行為，4. 工業、農業與家庭廢水等化學汙染，可能直接影響海豚或影響食餌魚類，5. 河口區淡水注入減少，降低棲地品質。

周蓮香 et al. (2018) 亦指出，白海豚族群的生殖潛力有所侷限，保育的關鍵因子在於如何減緩死亡趨勢，應該改善會致死或有損其存活的衝擊因子，例如目前的過渡漁業捕撈、非友善的漁法（如流刺網），白海豚重要棲息海域區內的水下工程噪音等，應儘速禁止或防範。

#### （一） 棲地消失

棲地的完整性，包括規模、質量、結構和連通性等，對於確保種群和物種的生存至關重要 (Griffen & Drake 2008)。臺灣的白海豚族群偏好 5 至 10 公尺深的水域 (Wang et al. 2007, 周蓮香 et al. 2011)，能使用的棲地原本就十分受限；再加上其棲地緊臨人口密集、變遷迅速的臺灣西海岸，人類對海岸線的開發利用會使白海豚的棲地進一步縮減。

過去 50 年來，臺灣西部海岸線的地景因為各種濱海工程（如河川整治、興建海堤、填海造陸、集水工程、沿海工業區開發等）發生了極大的變動。吳哲榮 & 吳啟南 (2003) 根據衛星影像分析臺灣西海岸的變遷，指出新竹海埔地、新竹漁港、海山漁港以及浸水垃圾掩埋場，因大型海岸工程的建設使得海岸線分別

西進約 1760 公尺、1400 公尺、580 公尺及 850 公尺；在彰化，彰濱工業區、王功海埔地和永興海埔地在過去 50 年來，因人為工程建設使海岸線西進 1.5 - 5 公里，伸港鄉海岸線亦因魚塭擴張往外前進約 1 公里；在臺南地區，北門海埔地、七股鹽場及曾文海埔地的興建，則使該區海岸線分別西進 1.5 公里、2 公里及 3.8 公里。

臺灣西部海岸線的西進除了直接造成白海豚的棲地縮減，也會引發複雜的水文改變，導致海洋生態的變化 (Schupp et al. 2006, Bulleri & Chapman 2010)。海岸線的外推可能會使水深梯度變大，產生近岸的等深線變動；天然海岸環境 (如防風林、潟湖和沙洲等) 的退化，會影響淡水與養分的輸入，導致海岸生產力的降低。底棲魚類是白海豚食餌的重要組成，而許多底棲物種相當依賴沿海河口及潟湖提供能量 (Barros et al. 2004)，因此海岸線的變遷可能影響白海豚食餌的分布，進而改變白海豚的棲地使用模式與社會行為動態 (Gowans et al. 2008)。

## (二) 海洋污染

鯨豚位居海洋生態系中最高的營養階層，環境中的重金屬和有機化合物等污染物會藉由食物鏈的傳導累積在其組織中，形成高濃度的蓄積 (Dorneles et al. 2013)。白海豚的分布範圍緊鄰人口密集、高度開發、汙染嚴重的臺灣西海岸，多項重金屬汙染物與持久性有機汙染物已經在臺灣西部近海的沉積物中被檢驗出 (Chen et al. 2007, Hung et al. 2010)，對白海豚族群形成嚴重的潛在威脅。

雖然在臺灣尚無針對汙染對白海豚影響之探討，然而根據 Chen et al. (2017) 對臺灣海域其他數種鯨豚的研究，顯示齒鯨類組織內銀與鎘的濃度已經高到足以危害健康。重金屬中毒會損害哺乳類動物的中樞神經系統，造成感覺與運動的缺陷與行為失調；並改變內分泌系統，造成生殖率下降；或影響免疫系統，導致疾病風險增加。部分重金屬 (如有機汞) 會透過胎盤累積於胚胎，導致胚胎發展異常、早產或死亡 (Das et al. 2003, Pellissó et al. 2008, Gui et al. 2017)。

臺灣周遭海域鯨豚體內的持久性有機汙染物 (如多氯聯苯等) 濃度雖較溫帶地區的鯨豚低，但部分仍超出安全標準 (Chou et al. 2004, 魏念盈 2009)。而利用食性對生物累積效應進行模擬，Rieh (2012) 認為 68% 的臺灣白海豚族群 (包括雄性與第一胎子代) 體內的多氯聯苯皆超出安全濃度。持久性有機汙染物會影響鯨豚的內分泌系統，導致生殖能力降低，並抑制免疫系統表現、造成神經系統病變等。且大部分的持久性有機汙染物為親脂性，而鯨豚乳汁的脂肪含量又特別

豐富，因此有機污染物會透過乳汁傳給新生子代，導致幼體高死亡率，尤其第一胎出生的子代承受的污染物濃度特別高 (Tanabe et al. 1994, Ross et al. 2000, Parsons 2004)。在香港，新生白海豚的高死亡率即被推測和有機氯化物的污染有關 (Parsons & Chan 1998, Jefferson et al. 2006)

除了重金屬與有機化合物污染，未經處理的家庭與工業污水也是致病細菌、真菌和病毒的潛在來源，可能危害海洋生物。對臺灣周遭海域擱淺鯨豚的病理學分析顯示，擱淺個體的樣本中有 90% 可分離到致病性細菌，且有許多細菌為陸源性的，顯示海水已遭到陸地污水的污染 (楊瑋誠 2012)。而對臺灣白海豚的照片進行皮膚疾病的分析，顯示有 37% 的個體帶有皮膚病變，可能為水質污染所造成 (Yang et al. 2013)。

### (三) 食源減少

臺灣海域白海豚的分布與其食餌魚種的豐富度有關 (邵廣昭 2017)，在珠江口，發聲魚類活動頻繁的地方白海豚的目擊頻度也較高 (Pine et al. 2017)，顯示食物資源是白海豚棲地選擇的重要一環。從 2009 年累積至今的臺灣西岸白海豚解剖結果顯示，白海豚空胃率高，僅有一隻個體有胃內容物，經姚秋如團隊解剖後判識胃內容物為日本海鯨及石首魚類。相較之下，珠江口海域 2003 年至 2004 年擱淺的 4 頭白海豚屍體中，有 3 頭胃內有未完整消化的魚，僅 1 頭胃內沒有任何食物且身上未見明顯傷痕，判斷為飢餓或疾病致死 (陳裕隆 et al. 2005)；1994 年至 2000 年在香港擱淺的 29 頭白海豚中，有 13 隻為空胃 (Barros et al. 2004)。臺灣的白海豚族群似有較高的空胃率，因此食物資源的不足，或許是一個關鍵的保育議題。

近 20 年來，由於過度捕撈、非友善漁法以及海洋生態環境的惡化，臺灣的漁業資源日益衰退。根據對漁業統計年報的分析，在白海豚主要分布的六縣市海域其食餌魚種的漁獲量逐年下降，顯示近岸漁業資源日益減少，可能影響白海豚的生存 (林儀禎 2012)。而使用生態系營養層模式對食物網及能量流轉進行分析，發現消費者所需的食物來源有 70% 是來自底棲的碎屑 (detritus)，且生物量的轉化效率甚低，從初級消費者到次級消費者只有 2.9%，主要是因為當地的能量大部分被人為捕撈帶走之故，亦顯示西海岸近海的生態系有過度捕撈的問題 (陳孟仙 & 邵廣昭 2011)。白海豚作為海洋生物鏈的高階消費者，能夠利用的食物數量和品質將受到限制，因而增加其生存難度。

苗中彰雲沿岸漁業產量雖有減少之現象，但在當地仍是相重要的經濟來源。魚類為漁民和白海豚共同仰賴的資源，兩者皆因資源的衰竭而受害，若能恢復以往的魚類資源，即能長期提供白海豚的食物來源以及漁民穩定的漁獲。大多漁民一直有保育與合理利用水產生物之觀念，政府提升執法能量並更加落實執行相關規範，並持續監測與定期評估重要棲息環境內保育目標與魚類資源之狀況，將是確保劃設區的達成與漁業資源永續的關鍵(吳佳蕙 2016)。

#### (四) 漁業混獲

因纏陷於漁具而死亡是全球鯨豚的主要死因之一 (Burns & Wandesforde-Smith 2002)。根據 Read et al. (2006) 的估算，全球每年有高達三十萬隻的鯨豚死於漁業混獲，已對許多鯨豚族群造成威脅，最主要是由刺網所導致。在臺灣，鯨豚混獲的數量估值從每年數千隻到數萬隻不等 (Perrin et al. 2005, 周蓮香 2005, 2006)，不確定性相當大；這主要是由於漁民在海上誤捕鯨豚時，為了避免法律責任，或是擔心混獲的議題會導致網具使用的限制，往往在海上就將死亡的鯨豚拋棄，事後也不會通報，因此難以得知鯨豚誤捕的數量。事實上在私下訪問時，不少漁民表示誤捕是很平常的事 (周蓮香 2005)，顯示漁業混獲是臺灣鯨豚保育上必須重視的一環。

世界各地關於駝背海豚 (*Sousa spp.*) 的研究文獻，幾乎都提及了漁業混獲的問題 (Parsons & Jefferson 2000, Baldwin et al. 2004, Jaaman et al. 2009, Kiszka et al. 2009, Atkins et al. 2013)。其中 Parsons & Jefferson (2000) 對擱淺死亡的白海豚死因做了深入的探討：在 1993 年至 1998 年間於香港擱淺的 28 隻白海豚中，有 14 隻屍體已嚴重腐敗無法鑑定死因，其餘的 14 隻中，有 6 隻的死因為漁業混獲，3 隻的死因為遭受船隻撞擊，1 隻的死因為寄生蟲性肺炎，4 隻未找出明確死因，顯示漁業混獲佔白海豚擱淺個體死因的 21% 以上；而相較於同時期擱淺的 32 隻江豚 (*Neophocaena phocaenoides*)，只有 2 隻的死因為漁業混獲，由此可見白海豚是對漁業混獲較敏感的物種。

在臺灣，根據在苗栗至雲林各漁港的訪談調查，大多漁民認為白海豚混獲的機率較其他灰色海豚為低，然而，仍有 20% 至 25% 的漁民表示曾聽過有其他漁民混獲到白海豚 (周蓮香 2008, 2010, 陳孟仙 2011)。而使用相片進行分析，在 2002 至 2013 年可個別辨認的 93 隻個體中，有 29 隻 (31.2%) 身上有漁具纏繞的

傷痕，且 1 隻因纏陷於漁網而死亡，顯示漁業混獲對臺灣的白海豚族群仍具有相當程度的威脅 (Slooten et al. 2013)。

就漁具與漁法而言，刺網會廣泛地影響各種海洋哺乳動物，也是對白海豚威脅最大的漁具；拖網的影響次之；在香港的白海豚會跟隨拖網船以撿食棄魚，導致受拖網誤捕的機率增加，但目前並未觀察到臺灣的白海豚族群有跟隨拖網船的行為；延繩釣與一支釣等對白海豚的影響最小；這些漁法容易誤捕會取食鈎上的餌料或漁獲的鯨豚種類，如抹香鯨 (*Physeter macrocephalus*)、虎鯨 (*Orcinus orca*)、領航鯨 (*Globicephala* spp.) 與偽虎鯨 (*Pseudorca crassidens*) 等，不過白海豚並沒有這樣的習性 (Slooten et al. 2013)。在苗栗到雲林間的近海，粗估每公里的穿越線可以見到 0.13 至 0.56 張刺網，這樣的漁業強度和國外一些已知漁業混獲造成鯨豚族群衰退的地區是相當甚至更高的 (Slooten et al. 2013)。

漁具周圍對鯨豚而言往往是食物密度特別高的地方，而由於哺乳中的母海豚能量需求特別大，有些鯨豚種類的母子對會特別傾向接近漁具覓食，導致母海豚與幼豚容易受到誤捕 (Fertl & Leatherwood 1997)。在香港的白海豚族群也似乎有母子對較常追隨拖網船的現象 (Jefferson 2000)。若臺灣的白海豚族群也有類似的行為，則漁業混獲導致的結果，就不只是單純的個體減少而已，而是損失了對族群傳承而言最珍貴的成年母海豚。

如同大多數的鯨豚，白海豚是壽命長、繁殖速率慢的物種，因此即使少量的混獲死亡都可能對臺灣現今的小族群造成重大衝擊 (Ross et al. 2010)。周蓮香與李政諦 (2010) 對臺灣的白海豚族群進行族群生存力分析，指出漁業誤捕每年的最大可容許數量為 0.125 - 0.25 隻；Slooten et al. (2013) 則進行潛在可移除量的計算，認為此族群每年可容許的人為死亡數量為 0.13 - 0.14 隻。兩者的結果都顯示，對目前臺灣的白海豚族群而言，所能容許的漁業混獲死亡量是非常低的。目前對白海豚的漁業混獲很可能已超過了這個容許值，採取改善措施已是刻不容緩。

## (五) 海上活動

海上交通船隻，特別是巨型貨輪和快艇等海上交通減少了白海豚的活動空間，船隻螺旋槳的撞擊是造成白海豚明顯傷害的最大原因 (周蓮香 2012, Wang & Araujo-Wang 2018)。周蓮香 et al. (2016) 訪談嘉義漁民，受訪者表示白海豚群會明顯躲避拖網船、雙拖網船和電蝦船，以及離開這些船隻作業的海域數日到數

十日不等。應釐清白海豚的移動路徑和模式，進一步擬定航道和船隻的進出港規範，以減低船隻對白海豚之衝擊。

近年來，臺灣的賞鯨活動興盛；賞鯨旅遊以東海岸為主，但隨著白海豚日亦受到民眾注目，西海岸針對白海豚的賞鯨活動也開始發展。賞鯨活動能夠提升民眾對海洋的認識以及對海洋保育的關心，但不當的賞鯨行為可能對鯨豚造成負面影響 (游文志 2000, Magalhães et al. 2002, 郭秋燕 2002, Lusseau et al. 2006, Parsons 2012, 謝嘉煌 2012)。賞鯨船出現時，鯨豚可能出現一些負向反應，例如下潛頻率及轉向頻率增加、下潛出水面後與賞鯨船間的距離顯著增加、水面呼吸率縮短等。此負向反應與賞鯨船的距離、船隻數、賞鯨船之駕駛行為及賞鯨時間有關：當船隻太靠近鯨豚時，其負向反應顯著增加；船隻數多於單艘時，負向行為亦顯著增加；若賞鯨過程中有包圍、直行衝向海豚群體等不當駕駛行為時，負向行為最多；而頻繁的緊迫情境可能引發心臟疾病。建議賞鯨船擬定規範，使賞鯨距離、船隻數、賞鯨船之駕駛行為及賞鯨時間皆符合國際標準 (楊瑋誠 2012)。

#### (六) 水下噪音

聲波在水中是傳遞訊息非常有效率的媒介，因此許多海洋動物 (包括鯨豚、海豹、海龜及部分倚賴聽覺的魚類等) 均使用聲音來感知環境、覓食、求偶、躲避天敵與進行社會聯繫等。而頻繁的海上交通、海事工程與海洋研究，已經帶來海洋的噪音污染，對海洋哺乳類造成嚴重影響，包括短暫性聽覺喪失 (Temporary Threshold Shift, TTS)、永久性聽覺喪失 (Permanent Threshold Shift, PTS)、行為障礙及聽覺掩蔽等 (Richardson et al. 2013)。

臺灣西部沿海的水下噪音來源，主要來自於沿近岸海域的開發行為和船舶航行。海上交通船舶除了可能對白海豚造成直接撞擊傷害外，產生的噪音會妨礙白海豚等動物的交流，可能影響其定位系統而導致其擱淺或死亡 (Van Parijs & Corkeron 2001)。Würsig & Greene Jr. (2002) 指出船舶航行時產生的噪音會迫使白海豚的動物行為產生改變，如加長下潛時間和加快游離之速度等。Ng & Leung (2003) 發現慢駛之船舶將不會對白海豚的行為和生活造成影響，而快駛之船舶會經常影響白海豚的行為和族群生活。當白海豚處於通訊溝通情況下，若水下噪音頻率與其聲音信號頻率接近或一致時，噪音對其溝通交流或環境探測有明顯的影響；即使兩者的頻率不一致，一旦噪音強度明顯高於白海豚聲音信

號，噪音的影響也會很明顯。楊志凱 (2017) 研究船舶噪音對白海豚的潛在影響，結果顯示當白海豚受到船隻噪音干擾時，會改變其聲音行為以彌補被遮蔽的溝通範圍，且哨叫聲的呼叫率顯著高於平時，且使用的哨叫聲類型較少。另外船隻噪音對海豚溝通距離的遮蔽影響方面，低頻噪音的遮蔽效應較強，而高頻噪音的遮蔽效應較弱。

隨著海上船舶航運密度增加，船舶噪音是近年來海洋噪音來源之一，噪音聲響的產生主要因船舶機械運轉與螺槳旋轉時產生之高聲壓位準的噪音。近年來建造的船舶噸位逐漸增加，更大的動力主機及螺槳將產生更高的噪音能量，水下船舶噪聲以每年 0.2-0.3 dB 的速度增加 (黃海寧 & 李宇 2019)。又近年臺灣積極發展風力發電，其施工期間的打樁過程將產生高強度的低頻噪音，為主要人為噪音之一 (Gordon et al. 2003, Gill & Kimber 2005, Richardson et al. 2013)。海上固定結構物時之打樁行為，在 1 kHz 左右所產生之噪音聲壓為最大，將會影響對聲音有高度敏感之物種，如魚類及海洋哺乳類等；運轉期長期的低頻噪音可能大幅改變棲地的聲景環境，增加鯨豚的生理壓力，也可能遮蓋發聲魚類的低頻鳴唱 (Thiele 2002, Wilhelmsson et al. 2006, Bailey et al. 2010, Rolland et al. 2012)。

目前於先進國家之環境影響評估報告書中，皆指出離岸風力發電之開發將造成海洋哺乳類之嚴重影響，而當中更指出水下噪音主要影響海洋哺乳類之影響因子，故未來臺灣欲兼顧再生能源與白海豚保育的前提下，如何避免或減輕水下噪音對白海豚的干擾或影響至關重要且急迫，水下噪音將為首要解決之目標 (王詠祺 2012)。

近年國內利用被動聲學探討白海豚聲音特性，研發出哨叫聲與答聲自動化偵測演算法，將其應用於其行為生態和棲地利用之研究 (Lin 2013)。因此，若能建立被動聲學監測作業的標準化規範與管理機制，將更有效地掌握白海豚與其他海洋生物之族群動態。並逐步建立臺灣西部海域水下聲學資料庫。

## 四、保育行動

白海豚保育行動長期目標是為了能夠確保臺灣西海岸白海豚族群能永續生存於自然環境之中，維持其生態功能。為達成此主要目標，各方專家學者亦提出相關行動方案建議。

周蓮香等(2011)建議保育工作執行的優先順序為：(1)避免造成中華白海豚族群分隔的海岸開發行為(2)維持穩定且健康的沿海環境(3)減低/停止非永續性漁業所造成的誤捕致死(4)針對中華白海豚的棲息範圍成立海洋哺乳類保護區或重要棲息環境。

第二屆東臺灣海峽中華白海豚國際保育研究工作會議報告提出之保育行動建議包括：(1)公告中華白海豚重要棲息環境(2)落實公開透明的環境評估(3)減輕各項現行及規劃中工程對於白海豚影響(4)禁止於白海豚棲息海域使用刺網及三層網(5)提出實質海洋保護區計畫。

林務局 104 年度「中華白海豚專案小組」第 10 次會議紀錄亦提及，大數據分析(Big data analysis)結果顯現白海豚消失可能主要肇因於河川流量減少導致海域生產力降低；若屬實，政府機關應從源頭開始解決此一困境，且逐步檢討如何增加河川清潔逕流量入海的方式，亦能改善國家整體環境生態。

經彙整各專家學者提出建議，以下就棲地維護、監測研究、民眾宣導及在地參與等面向，進行保育行動內容分述。

### (一) 棲地維護

#### 一、減少環境汙染問題

- (一) 從陸源起加強管制，攔截於河口進入之陸域垃圾
- (二) 進行鄰近海岸垃圾掩埋場現況調查
- (三) 加強海洋廢棄物治理
- (四) 於現行海域環境監測項目增列可能影響中華白海豚之污染物質
- (五) 進行海域污染物質、重要物理(聲音)、化學(pH 值、重金屬、氨氮、環境荷爾蒙)等水質及生物(微生物與浮游生物等)因子之長期監測工作
- (六) 規範持久性生物累積有毒汙染物之化學物設計、使用、管理、處理與運輸(如多氯聯苯、戴奧辛)

- (七) 從污水中回收及再利用可能的有用元素(如金屬)
- (八) 提升排放物處理方法，以去除汙水中之化學有害物，或將之降解為惰性產物
- (九) 預防或減少殺蟲劑及農藥之逕流
- (十) 分隔生活廢水與工業汙水網，以加強廢水來源控制，並增加廢棄物處理之選擇性
- (十一) 訂定明確放流標準(如:西部沿岸廢水排放標準調整至 pH 值 7.8)
- (十二) 制訂水下施工噪音容許值及作業標準
- (十三) 加強管制取締西部海域船舶排放汙水、廢油
- (十四) 加強監控海上油汙染情形

## 二、增加淡水注入流量

- (一) 分配最低限度的水流量至河流和河口
- (二) 減少造成進一步水源分散或水壩建設與計畫
- (三) 設法恢復臺灣西部河流流量

## 三、恢復白海豚食源魚種

- (一) 擇定合適餌食魚種進行生物學研究、復育魚類資源
- (二) 評估人工放流、設置人工魚礁與栽培漁業的可行性
- (三) 設置沿近海漁船觀察員制度，紀錄沿岸漁業資料
- (四) 進行白海豚熱點區域與漁業活動管理分析

## 四、減少漁撈作業之威脅與干擾

- (一) 推動特定白海豚熱點刺網及三層網禁漁區
- (二) 輔導網具類漁業轉型
- (三) 制定廢棄漁網回收獎勵
- (四) 落實 3 海浬內禁止使用拖網作業規定之執行
- (五) 採用忌避措施及進行相關研究

## 五、減緩工程及開發行為之衝擊與影響

- (一) 環境影響評估案過程應審慎公開透明
- (二) 環說書內應對於可能影響，進行減緩措施、管理方案及保育規劃
- (三) 確實監督、檢視環評相關法規與現各離岸風機施作廠商於環評決議承諾事項有否落實
- (四) 推展試行臺灣適用之鯨豚觀察員機制

- (五) 建置鯨豚觀察員制度工作溝通平台，定期交換意見，共同協商各單位認可一致標準制度

#### 六、劃設白海豚野生動物重要棲息環境

- (一) 中央與地方政府應持續與各權益關係人溝通協調
- (二) 依據野生動物保育法規定與透過海洋野生動物保育諮詢委員會相關機制，重新檢討白海豚重要棲息環境劃設

### (二) 監測研究

#### 一、白海豚族群動態監測

- (一) 進行中華白海豚棲息環境之長期監測(包含目視及水下聲學監測)
- (二) 進行各項生物學研究，瞭解其活動模式
- (三) 加強臺灣海域(含西海岸)之海洋環境及生態資源等資料蒐集
- (四) 評估執行保育措施後白海豚生態的變化趨勢

#### 二、擱淺個體科學資訊蒐集

- (一) 蒐集管理擱淺個體資料及進行樣本與標本蒐集
- (二) 健全我國海洋保育類野生動物救援完整機制

#### 三、成立白海豚保育專家小組

- (一) 邀集專家學者、NGO 保育團體及相關單位，成立專司白海豚保育與研究的監督工作小組

### (三) 保育教育宣導與在地參與

#### 一、提升我國整體海洋保育意識

- (一) 積極進行全國海洋保育及白海豚保育推廣活動
- (二) 將動物保育及海洋教育議題融入方式納入課綱及教材

#### 二、促進社區參與及保育意識

- (一) 透過補助縣市政府辦理海洋保育計畫或農村再生計畫等方式，進行白海豚保育宣導推廣
- (二) 輔導弱勢漁民轉型經營合法休閒漁業等友善環境之漁業行為
- (三) 推行海洋互動觀察員證照制度，提供漁民就業機會、提高漁民收入
- (四) 輔導各區漁會擬定沿近海漁業發展因應海洋生態保育作為之作業流程
- (五) 鼓勵在地民眾共同巡察及回收周邊海域的廢棄網具

## 五、白海豚保育跨部會分工

白海豚棲息環境與臺灣西部產業發展及人民生活範圍高度重疊，牽涉政府機關甚多，有效落實白海豚保育，非僅靠單一政府部門即能達成，謹彙整前述章節內容，製作白海豚保育行動跨部會保育行動分工表(如表 4-2)，期未來透過各部會持續溝通，確實共同合作分工，以達成兼顧物種保育、經濟發展及人民生計之資源永續多贏局面。

表 4-2 跨部會保育行動分工表

工作面向	保育行動內容	權責機關	
監測研究	白海豚族群動態監測	進行中華白海豚棲息環境之長期監測(包含目視及水下聲學監測)	海保署
		進行各項生物學研究，瞭解其活動模式	國海院
		加強臺灣海域(含西海岸)之海洋環境及生態資源等資料蒐集	國海院
		評估執行保育措施後白海豚生態的變化趨勢	國海院
	擱淺個體科學資訊蒐集	蒐集管理擱淺個體資料及進行樣本與標本蒐集	海保署
		健全我國海洋保育類野生動物救援完整機制	海保署
	成立白海豚保育專家小組	邀集專家學者、NGO 保育團體及相關單位，成立專司白海豚保育與研究的監督工作小組	海保署
棲地維護	減少環境汙染問題	從陸源起加強管制，攔截於河口進入之陸域垃圾	環保署、地方政府
		進行鄰近海岸垃圾掩埋場現況調查	環保署、海保署
		加強海洋廢棄物治理	環保署、海保署
		於現行海域環境監測項目增列可能影響中華白海豚之污染物質	海保署
		進行海域污染物質、重要物理(聲音)、化學(pH 值、重金屬、氨氮、環境荷爾蒙)等水質及生物(微生物與浮游生物等)因子之長期監測工作	海保署

	規範持久性生物累積有毒汙染物之化學物設計、使用、管理、處理與運輸(如多氯聯苯、戴奧辛)	環保署
	從污水中回收及再利用可能的有用元素(如金屬)	環保署
	提升排放物處理方法，以去除汙水中之化學有害物，或將之降解為惰性產物	環保署
	預防或減少殺蟲劑及農藥之逕流	環保署、農委會
	分隔生活廢水與工業汙水網，以加強廢水來源控制，並增加廢棄物處理之選擇性	環保署
	訂定明確放流標準(如:西部沿岸廢水排放標準調整至 pH 值 7.8)	環保署
	制訂水下施工噪音容許值及作業標準	環保署
	加強管制取締西部海域船舶排放汙水、廢油	交通部港務局、海巡署
	加強監控海上油汙染情形	海保署
增加淡水注入流量	分配最低限度的水流量至河流和河口	水利署
	減少造成進一步水源分散或水壩建設與計畫	水利署
	設法恢復臺灣西部河流流量	水利署、水保局
恢復白海豚食源魚種	擇定合適餌食魚種進行生物學研究、復育魚類資源	漁業署
	評估人工放流、設置人工魚礁與栽培漁業的可行性	漁業署
	設置沿近海漁船觀察員制度，紀錄沿岸漁業資料，以利後續白海豚熱點區域及漁業活動管理分析	漁業署
減少漁撈作業之威脅與干擾	推動特定白海豚熱點刺網及三層網禁漁區	漁業署
	輔導網具類漁業轉型	漁業署
	制定廢棄漁網回收獎勵	漁業署
	落實 3 海浬內禁止使用拖網作業規定之執行	漁業署、海巡署
	採用忌避措施及進行相關研究	漁業署、海保署

減緩工程及開發行為之衝擊與影響	環境影響評估案過程應審慎公開透明	環保署	
	環說書內應對於可能影響，進行減緩措施、管理方案及保育規劃	環保署、目的事業主管機關	
	確實監督、檢視環評相關法規與現各離岸風機施作廠商於環評決議承諾事項有否落實	環保署、目的事業主管機關	
	推展試行臺灣適用之鯨豚觀察員機制	海保署	
	建置鯨豚觀察員制度工作溝通平台，定期交換意見，共同協商各單位認可一致標準制度	海保署、經濟部能源局、交通部、環保署	
劃設白海豚野生動物重要棲息環境	中央與地方政府應持續與各權益關係人溝通協調	海保署、地方政府	
	依據野生動物保育法規定與透過海洋野生動物保育諮詢委員會相關機制，重新檢討白海豚重要棲息環境劃設	海保署	
民眾宣導	提升我國整體海洋保育意識	積極進行全國海洋保育及白海豚保育推廣活動	各機關單位
		將動物保育及海洋教育議題融入方式納入課綱及教材	國家教育研究院
在地參與	促進社區參與及保育意識	透過補助縣市政府辦理海洋保育計畫或農村再生計畫等方式，進行白海豚保育宣導推廣	漁業署、海保署
		輔導弱勢漁民轉型經營合法休閒漁業等友善環境之漁業行為	漁業署
		推行海洋互動觀察員證照制度，提供漁民就業機會、提高漁民收入	漁業署
		輔導各區漁會擬定沿近海漁業發展因應海洋生態保育作為之作業流程	漁業署
		鼓勵在地民眾共同巡察及回收周邊海域的廢棄網具	漁業署

## 六、參考文獻

- Araújo, C. C., Wang, J. Y., Hung, S. K., White, B. N. & Brito, D. (2014). Viability of the critically endangered eastern Taiwan Strait population of Indo-Pacific humpback dolphins *Sousa chinensis*. *Endangered Species Research* **24**: 263-271.
- Atkins, S., Cliff, G. & Pillay, N. (2013). Humpback dolphin bycatch in the shark nets in KwaZulu-Natal, South Africa. *Biological Conservation* **159**: 442-449.
- Bailey, H., Senior, B., Simmons, D., Rusin, J., Picken, G. & Thompson, P. M. (2010). Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals. *Marine Pollution Bulletin* **60**: 888-897.
- Baldwin, R. M., Collins, M., Van Waerebeek, K. & Minton, G. (2004). The Indo-Pacific humpback dolphin of the Arabian region: a status review. *Aquatic Mammals* **30**: 111-124.
- Barros, N. B., Jefferson, T. A. & Parsons, E. (2004). Feeding habits of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) stranded in Hong Kong. *Aquatic Mammals* **30**: 179-188.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J., Borchers, D. & Thomas, L. (2001). Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Oxford University Press, USA.
- Bulleri, F. & Chapman, M. G. (2010). The introduction of coastal infrastructure as a driver of change in marine environments. *Journal of Applied Ecology* **47**: 26-35.
- Burns, W. C. & Wandesforde-Smith, G. (2002). The International Whaling Commission and the future of cetaceans in a changing world. *RECIEL* **11**: 199-210.
- Chen, C.-W., Kao, C.-M., Chen, C.-F. & Dong, C.-D. (2007). Distribution and accumulation of heavy metals in the sediments of Kaohsiung Harbor, Taiwan. *Chemosphere* **66**: 1431-1440.
- Chen, M.-H., Zhuang, M.-F., Chou, L.-S., Liu, J.-Y., Shih, C.-C. & Chen, C.-Y. (2017). Tissue concentrations of four Taiwanese toothed cetaceans indicating the silver and cadmium pollution in the western Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin* **124**: 993-1000.
- Chou, C., Chen, Y. & Li, C. (2004). Congener-specific polychlorinated biphenyls in cetaceans from Taiwan waters. *Archives of Environmental Contamination*

*Toxicology* **47**: 551-560.

- Dares, L. E., Araújo-Wang, C., Yang, S. C. & Wang, J. Y. (2017). Spatiotemporal heterogeneity in densities of the Taiwanese humpback dolphin (*Sousa chinensis taiwanensis*). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **187**: 110-117.
- Das, K., Debacker, V., Pillet, S. & Bouquegneau, J.-M. (2003). Heavy metals in marine mammals. *Toxicology of Marine Mammals* **3**: 135-167.
- Dorneles, P. R., Sanz, P., Eppe, G., Azevedo, A. F., Bertozzi, C. P., Martínez, M. A., Secchi, E. R., Barbosa, L. A., Cremer, M., Alonso, M. B., Torres, J. P. M., Lailson-Brito, J., Malm, O., Eljarrat, E., Barceló, D. & Das, K. (2013). High accumulation of PCDD, PCDF, and PCB congeners in marine mammals from Brazil: a serious PCB problem. *Science of The Total Environment* **463-464**: 309-318.
- Dungan, S. Z., Riehl, K. N., Wee, A. & Wang, J. Y. (2011). A review of the impacts of anthropogenic activities on the critically endangered eastern Taiwan Strait Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*). *Journal of Marine Animals* **4**: 3-9.
- Fertl, D. & Leatherwood, S. (1997). Cetacean interactions with trawls: a preliminary review. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* **22**: 219-248.
- Frère, C. H., Hale, P. T., Porter, L., Cockcroft, V. G. & Dalebout, M. L. (2008). Phylogenetic analysis of mtDNA sequences suggests revision of humpback dolphin (*Sousa* spp.) taxonomy is needed. *Marine and Freshwater Research* **59**: 259-268.
- Gill, A. B. & Kimber, J. A. (2005). The potential for cooperative management of elasmobranchs and offshore renewable energy development in UK waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **85**: 1075-1081.
- Gordon, J., Gillespie, D., Potter, J., Frantzis, A., Simmonds, M. P., Swift, R. & Thompson, D. (2003). A review of the effects of seismic surveys on marine mammals. *Marine Technology Society Journal* **37**: 16-34.
- Gowans, S., Würsig, B. & Karczmarski, L. (2008). The social structure and strategies of Delphinids: predictions based on an ecological framework. *Advances in Marine Biology* **53**: 195-294.
- Griffen, B. D. & Drake, J. M. (2008). Effects of habitat quality and size on extinction in experimental populations. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **275**: 2251-2256.
- Gui, D., Yu, R.-Q., Karczmarski, L., Ding, Y., Zhang, H., Sun, Y., Zhang, M. & Wu, Y.

- (2017). Spatiotemporal trends of heavy metals in Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) from the Western Pearl River Estuary, China. *Environmental Science & Technology* **51**: 1848-1858.
- 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**: 147-159.
- Hung, C.-C., Gong, G.-C., Ko, F.-C., Chen, H.-Y., Hsu, M.-L., Wu, J.-M., Peng, S.-C., Nan, F.-H., Yeager, K. M. & Santschi, P. H. (2010). Relationships between persistent organic pollutants and carbonaceous materials in aquatic sediments of Taiwan. *Marine Pollution Bulletin* **60**: 1010-1017.
- Jaaman, S. A., Lah-Anyi, Y. U. & Pierce, G. J. (2009). The magnitude and sustainability of marine mammal by-catch in fisheries in East Malaysia. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **89**: 907-920.
- Jefferson, T. A. (2000). Population biology of the Indo-Pacific hump-backed dolphin in Hong Kong waters. *Wildlife monographs* **144**: 1-65.
- Jefferson, T. A., Hung, S. K. & Lam, P. K. (2006). Strandings, mortality and morbidity of Indo-Pacific humpback dolphins in Hong Kong, with emphasis on the role of organochlorine contaminants. *Journal of Cetacean Research* **8**: 181-193.
- Jefferson, T. A. & Karczmarski, L. (2001). *Sousa chinensis*. *Mammalian Species* **655**: 1-9.
- Jefferson, T. A. & Rosenbaum, H. C. (2014). Taxonomic revision of the humpback dolphins (*Sousa* spp.), and description of a new species from Australia. *Marine Mammal Science* **30**: 1494-1541.
- Jefferson, T. A., Smith, B. D., Braulik, G. T. & Perrin, W. (2017). *Sousa chinensis* (errata version published in 2018). The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T82031425A123794774. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T82031425A50372332.en>. Downloaded on 19 June 2019.
- Kiszka, J., Muir, C., Poonian, C., Cox, T. M., Amir, O. A., Bourjea, J., Razafindrakoto, Y., Wambitji, N. & Bristol, N. (2009). Marine mammal bycatch in the southwest Indian Ocean: review and need for a comprehensive status assessment. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science* **7**: 119-136.
- Lin, T.-H. (2013). The Application of Passive Acoustic Monitoring for Studying Indo-Pacific Humpback Dolphin Behavior and Habitat Use off Western Taiwan.

- Dissertation, Institute of Ecology and Evolutionary Biology, National Taiwan University, 150 pp.
- Lusseau, D., Slooten, L. & Currey, R. J. C. (2006). Unsustainable dolphin-watching tourism in Fiordland, New Zealand. *Tourism in Marine Environments* **3**: 173-178.
- Magalhães, S., Prieto, R., Silva, M., Gonçalves, J., Afonso-Dias, M. & Santos, R. (2002). Short-term reactions of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) to whale-watching vessels in the Azores. *Aquatic Mammals* **28**: 267-274.
- Ng, S. L. & Leung, S. (2003). Behavioral response of Indo-Pacific humpback dolphin (*Sousa chinensis*) to vessel traffic. *Marine Environmental Research* **56**: 555-567.
- Parra, G. J. & Jedensjö, M. (2009). Feeding habits of Australian Snubfin (*Orcaella heinsohni*) and Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*). Project Report to the Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville and Reef & Rainforest Research Centre Limited, Cairns, 16 pp.
- Parra, G. J. & Jedensjö, M. (2014). Stomach contents of Australian snubfin (*Orcaella heinsohni*) and Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*). *Marine Mammal Science* **30**: 1184-1198.
- Parsons, E. (2004). The potential impacts of pollution on humpback dolphins, with a case study on the Hong Kong population. *Aquatic Mammals* **30**: 18-37.
- Parsons, E. (2012). The negative impacts of whale-watching. *Journal of Marine Biology* **2012**: 1-9.
- Parsons, E. C. M. & Chan, H. M. (1998). Organochlorines in Indo-Pacific hump-backed dolphins (*Sousa chinensis*) and finless porpoises (*Neophocaena phocaenoides*) from Hong Kong. Pages 423-437 in B. Morton (ed) *The Marine Biology of the South China Sea*. Hong Kong University Press, Hong Kong.
- Parsons, E. C. M. & Jefferson, T. A. (2000). Post-mortem investigations on stranded dolphins and porpoises from Hong Kong waters. *Journal of Wildlife Diseases* **36**: 342-356.
- Pellissó, S. C., Munoz, M., Carballo, M. & Sanchez-Vizcaino, J. (2008). Determination of the immunotoxic potential of heavy metals on the functional activity of bottlenose dolphin leukocytes in vitro. *Veterinary immunology* **121**: 189-198.
- Perrin, W., Reeves, R., Dolar, M., Jefferson, T., Marsh, H., Wang, J. & Estacion, J. (2005). Report of the Second Workshop on The Biology and Conservation of Small Cetaceans and Dugongs of South East Asia. UNEP/CMS, Bonn,

Germany.

- Pine, M. K., Wang, K. & Wang, D. (2017). Fine-scale habitat use in Indo-Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis*, may be more influenced by fish rather than vessels in the Pearl River Estuary, China. *Marine Mammal Science* **33**: 291-312.
- Read, A. J., Drinker, P. & Northridge, S. (2006). Bycatch of marine mammals in U.S. and global fisheries. *Conservation Biology* **20**: 163-169.
- Richardson, W. J., Greene Jr., C. R., Malme, C. I. & Thomson, D. H. (2013). Marine mammals and noise. Academic press.
- Rieh, I. K. (2012). Modelling bioaccumulation and pharmacokinetics of polychlorinated biphenyls (PCBs) in toothed whales. Trent University, Canada.
- Rolland, R. M., Parks, S. E., Hunt, K. E., Castellote, M., Corkeron, P. J., Nowacek, D. P., Wasser, S. K. & Kraus, S. D. (2012). Evidence that ship noise increases stress in right whales. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **279**: 2363-2368.
- Ross, P., Dungan, S., K. Hung, S., A. Jefferson, T., Macfarquhar, C., Perrin, W., N. Riehl, K., Slooten, E., Tsai, J., Y. Wang, J., White, B., Würsig, B., Chu Yang, S. & R. Reeves, R. (2010). Averting the baiji syndrome: conserving habitat for critically endangered dolphins in Eastern Taiwan Strait. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **20**: 685-694.
- Ross, P. S., Ellis, G. M., Ikonomou, M. G., Barrett-Lennard, L. G. & Addison, R. F. (2000). High PCB Concentrations in Free-Ranging Pacific Killer Whales, *Orcinus orca*: Effects of Age, Sex and Dietary Preference. *Marine Pollution Bulletin* **40**: 504-515.
- Schupp, C. A., McNinch, J. E. & List, J. H. (2006). Nearshore shore-oblique bars, gravel outcrops, and their correlation to shoreline change. *Marine Geology* **233**: 63-79.
- Slooten, E., Wang, J. Y., Dungan, S. Z., Forney, K. A., Hung, S. K., Jefferson, T. A., Riehl, K. N., RojasBracho, L., Ross, P. S. & Wee, A. (2013). Impacts of fisheries on the Critically Endangered humpback dolphin *Sousa chinensis* population in the eastern Taiwan Strait. *Endangered Species Research* **22**: 99-114.
- Tanabe, S., Iwata, H. & Tatsukawa, R. (1994). Global contamination by persistent organochlorines and their ecotoxicological impact on marine mammals. *Science of The Total Environment* **154**: 163-177.

- Thiele, R. (2002). Propagation loss values for the North Sea. *Handout Fachgespräch: Offshore-Windmillssound emissions marine mammals. FTZ-Büsum* **15**: 2002.
- Van Parijs, S. M. & Corkeron, P. J. (2001). Boat traffic affects the acoustic behaviour of Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **81**: 533-538.
- Würsig, B. & Greene Jr., C. (2002). Underwater sounds near a fuel receiving facility in western Hong Kong: relevance to dolphins. *Marine Environmental Research* **54**: 129-145.
- Wang, J. Y. & Araujo-Wang, C. (2018). *Sousa chinensis ssp. taiwanensis* (amended version of 2017 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T133710A122515524 <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T133710A122515524.en>. Downloaded on 19 June 2019.
- Wang, J. Y., Chu, Y. S., Hung, S. K. & Jefferson, T. A. (2007). Distribution, abundance and conservation status of the eastern Taiwan Strait population of Indo-Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis*. *Mammalia* **71**: 157-165.
- Wang, J. Y., Hung, S. K. & Yang, S.-C. (2004). Records of Indo-Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis* (Osbeck, 1765), from the waters of western Taiwan. *Aquatic Mammals* **30**: 189-196.
- Wang, J. Y., Riehl, K. N., Klein, M. N., Javdan, S., Hoffman, J. M., Dungan, S. Z., Dares, L. E. & Araújo-Wang, C. (2016). Biology and conservation of the Taiwanese humpback dolphin, *Sousa chinensis taiwanensis*. Pages 91-117 in T. Jefferson and B. E. Curry editors. *Humpback Dolphins (Sousa spp.): Current Status and Conservation, Part 2. Advances in Marine Biology*. Academic Press.
- 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**: 885-902.
- 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**: 1-15.
- White, G. C. & Burnham, K. P. (1999). Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird study* **46**: S120-S139.
- Whittaker, K. & Young, C. N. (2017). Status review report of the Taiwanese Humpback Dolphin *Sousa chinensis taiwanensis*. Draft Report to the National Marine Fisheries Service, Office of Protected Resources, 42 pp.

- Wilhelmsson, D., Malm, T. & Öhman, M. C. (2006). The influence of offshore windpower on demersal fish. *ICES Journal of Marine Science* **63**: 775-784.
- Yang, W.-C., Chang, W.-L., Kwong, K.-H., Yao, Y.-T. & Chou, L.-S. (2013). Prevalence of epidermal conditions in critically endangered Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) from the waters of western Taiwan. *Pakistan Veterinary Journal* **33**: 505-509.
- 王詠祺. (2012). 評估離岸風力發電廠對於中華白海豚的影響. 成功大學海洋科技與事務研究所碩士論文, 72 pp.
- 余欣怡, 林子皓, 張維倫, 黃翔麟 & 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, 南京.
- 吳佳蕙. (2016). 中華白海豚野生動物重要棲息環境與漁業競合之研究. 國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學所碩士論文, 109 pp.
- 吳哲榮 & 吳啟南. (2003). 遙測技術應用於臺灣西海岸五十年來變遷分析. *航測及遙測學刊* **8**: 95-110.
- 李培芬, 柯佳吟, 葉志慧, 高家俊, 楊益 & 周蓮香. (2011). 由臺灣西海岸海底地形與水文因子看中華白海豚分布. Pages 74-96 in 周蓮香 (ed) 中華白海豚族群生態、重要棲息環境及保護區方案規劃. 行政院農業委員會林務局補助研究計畫.
- 周蓮香. (2005). 臺灣沿海鯨豚誤捕研究 (二). 行政院農委會漁業署科技計畫, 32 pp.
- 周蓮香. (2006). 台灣沿海鯨豚誤捕研究與中華白海豚生態調查. 行政院農委會漁業署科技計畫, 64 pp.
- 周蓮香. (2007). 臺灣週邊海域鯨豚數量評估及生態環境之研究 (I). 行政院農業委員會漁業署科技計畫, 64 pp.
- 周蓮香. (2008). 臺灣週邊海域鯨豚數量評估及生態環境之研究 (II). 行政院農委會漁業署科技計畫, 33 pp.
- 周蓮香. (2010). 瀕臨絕種或亟需保育之海洋生物資源調查研究—漁業活動對中華白海豚混獲之影響. 行政院農業委員會漁業署科技計畫, 48 pp.
- 周蓮香. (2012). 中華白海豚族群生態與棲地環境噪音監測計畫. 行政院農業委員會林務局委託研究計畫, 95 pp.

- 周蓮香, 丁建均, 林幸助 & 孫建平. (2019). 中華白海豚族群生態與食餌棲地監測 (II). 行政院農業委員會林務局補助研究計畫, 97 pp.
- 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. 行政院農業委員會林務局委託研究計畫, 65 pp.
- 周蓮香, 李政諦, 高家俊, 莊慶達, 陳琪芳, 楊瑋誠, 李培芬, 邵廣昭, 陳孟仙, 魏瑞昌 & 蔡惠卿. (2011). 中華白海豚族群生態、重要棲息環境及保護區方案規劃. 行政院農業委員會林務局委託研究計畫, 202 pp.
- 周蓮香, 林幸助 & 孫建平. (2018). 中華白海豚族群生態與河口棲地監測. 行政院農業委員會林務局補助研究計畫, 159 pp.
- 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. 行政院農業委員會林務局委託研究計畫, 148 pp.
- 周蓮香, 邵廣昭 & 邵奕達. (2017). 中華白海豚族群生態與食餌棲地監測. 行政院農業委員會林務局委託研究計畫, 145 pp.
- 周蓮香 & 陳琪芳. (2015). 中華白海豚族群生態與棲地環境噪音監測. 行政院農業委員會林務局補助研究計畫, 113 pp.
- 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. 行政院農業委員會林務局委託研究計畫.
- 孟凡信, 祝茜 & 郭建東. (2005). 中國中華白海豚的研究和保護現狀. *四川動物* **24**: 613-616.
- 林儀禎. (2012). 臺灣西部中華白海豚食餌漁獲量的長期變動. 國立中山大學海洋事務研究所碩士論文, 83 pp.
- 邵廣昭. (2017). 中華白海豚棲地的魚類資源調查. Pages 59-87 in 周蓮香 (ed) 中華白海豚族群生態與食餌棲地監測. 行政院農業委員會林務局補助研究計畫.
- 郭秋燕. (2002). 臺灣東南沿海賞鯨船對瑞氏海豚 (*Grampus griseus*) 行為之影響. 國立臺灣大學海洋研究所碩士論文, 64 pp.
- 郭毓璞. (2013). 臺灣西海岸中華白海豚族群之時空變異. 國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文, 99 pp.
- 陳孟仙. (2011). 瀕臨絕種或亟需保育之海洋生物資源現況及其生物學特性之調查研究—漁業活動對中華白海豚之影響研究. 行政院農業委員會漁業署科技計畫, 88 pp.

- 陳孟仙 & 邵廣昭. (2011). 中華白海豚與漁業資源. Pages 97-114 in 周蓮香 (ed) 中華白海豚族群生態、重要棲息環境及保護區方案規劃. 行政院農業委員會林務局補助研究計畫.
- 陳裕隆, 陳加林, 陳紅珊 & 吳玉萍. (2005). 珠江口海域4頭中華白海豚的病理解剖及死因鑑定. *海洋水產研究* **26**: 31-35.
- 黃海寧 & 李宇. (2019). 水聲目標探測技術研究現狀與展望. *中國科學院院刊* **34**: 264-271.
- 游文志. (2000). 花蓮縣石梯海域賞鯨船對鯨豚行為之影響. 國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文, 59 pp.
- 楊志凱. (2017). 船舶噪音對臺灣西海岸中華白海豚之潛在影響. 臺灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文, 81 pp.
- 楊瑋誠. (2012). 擱淺鯨豚疾病調查與其保育策略(2/2). 行政院農業委員會林務局保育研究系列, 59 pp.
- 謝嘉煌. (2012). 宜蘭海域的鯨豚生態監測與賞鯨船對鯨豚之影響. 國立宜蘭大學動物科技學系碩士論文, 55 pp.
- 魏念盈. (2009). 臺灣五種擱淺鯨豚有機污染物之生物累積分析. 國立東華大學海洋生物多樣性及演化研究所碩士論文, 101 pp.

# 附錄 I 海上調查照片

2019/3/20 海上漁船作業狀況



2019/3/20 調查現況



2019/4/24 海上漁船作業狀況



2019/4/24 調查現況



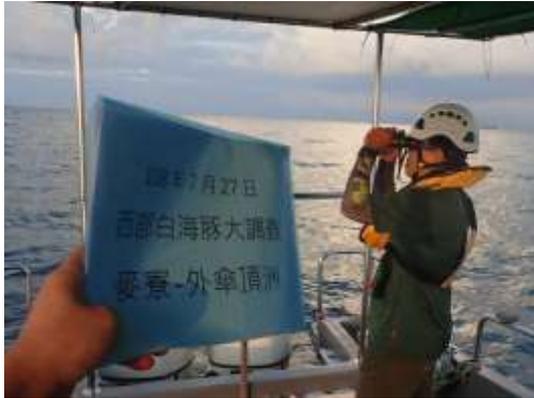
2019/5/14 海上漁船作業狀況



2019/5/14 調查現況



2019/7/27 調查現況



2019/7/27 調查現況



20190820 調查現況



20190820 調查現況



20191003 聲學監測



20191003 調查現況



附錄圖 1 海上調查照片

## 附錄 II 期中審查委員意見回覆

審查委員	審查意見	意見回覆
莊委員 守正	1. 計畫執行情形符合規劃的期程，但報告書中應完成的工作事項建議條列，並逐一檢視執行成果。	<p>已在 p3 補充：</p> <p>「本文件為計畫之期中報告，應完成之工作項目有：</p> <p>(1) 辦理中華白海豚海上族群觀測，並提出截至期中報告繳交前之執行情形，執行進度至少 50%；</p> <p>(2) 進行中華白海豚族群動態調查，並提出初步分析結果；</p> <p>(3) 協助白海豚個體檔案資料庫建立，並提出初步規劃內容。</p> <p>相關成果呈現於第四章一至三節。此外，對白海豚保育提出經營管理之建議，以及建議白海豚保護區之劃設範圍，屬於期末應完成之項目，亦在附錄 I 與附錄 II 中呈現目前進度與規劃概況做為參考。」</p>
	2. 被觀測到的個體如果是已知個體，建議可提供與資料庫比對確認的相片，以徵公信。	目前本團隊正與海保署協力籌備白海豚 photo-ID 辨識手冊，包括所有過去已知個體的照片等資訊，將公開出版，可供大眾檢視比對。
	3. p18:航速單位應呈現，另單位表示方法應統一。	<p>修訂版 p20 已補充：</p> <p>「總航程(km)、總時間(hh:mm)、平均航速(km/h)、有效航程(km)、調查時間(hh:mm)、平均航速(km/h)」，並統一全文單位表示方法</p>
	4. 報告中「深度」一詞應釐清是指海水深度還是棲息的深度。	<p>修訂版 p1：「一般喜歡棲息於近岸海水深度小於 25 公尺的淡鹹水交會海域」</p> <p>修訂版 p2：「主要活動於海水深度 15 公尺內」</p>
	5. p52:請評估白海豚保育跨部會分工建議可行性，例如增加淡水注入流量、增加白海豚食源魚種等是否可行。	此跨部會分工建議為初版，由海保署同仁彙整歷來各方建議與文獻而得；經過第一次跨部會協商討論後，相關主管單位的確已提出某些項目並不可行，這些項目將在未來版本中修正或刪除。
王委員 建平	1. p23、p27:照片是本年調查的資料或原本資料庫的原始資料?個體背	p23 的照片為選擇該個體最具代表性的照片，故未必是本年度的照片。

<p>景資料如個體過去紀錄，新個體也要加以整理。</p>	<p>p27 的目的為呈現白海豚 photo-ID 辨識手冊的版型，內容為資料庫的舊有資料。本年度新加入的個體有持續整理並匯入資料庫。</p>
<p>2. p27:名稱是舊資料還是新發現的個體?</p>	<p>此圖的目的是呈現白海豚 photo-ID 辨識手冊的版型，頁面中所呈現的兩隻為舊有個體。</p>
<p>3. p66:漁業年報並不適合用來掌控白海豚食源。</p>	<p>使用漁業年報的目的並不是探討白海豚的食源，而是討論在白海豚活動範圍內不同區域的漁業活動類型與強度，以評估在不同區域劃設保護區時對漁業可能的潛在影響。修訂版中已在 p66 加以說明，以避免誤解：</p> <p>「白海豚核心保護區的選擇，至少有以下幾個角度應納入考慮：(1) 此核心保護區必須是白海豚的分布熱區；(2) 應考量漁業利用現況，儘可能選取與漁業活動潛在衝突較小的區位；(3) 應瞭解環境規劃現況，儘可能與現有保護區、禁漁區做結合。以下即分別針對上述三個角度，彙整白海豚分布之研究文獻、分析漁業利用資訊並彙整海洋資源規劃現況，作為擬訂白海豚核心保護區的參考。」</p>
<p>4. 探討漁業養殖區的目的?</p>	<p>此處所探討的為淺海養殖；淺海養殖的區域有可能與白海豚的活動範圍重疊，故呈現各地區淺海養殖的產值作為此一經濟活動的強度指標以供參考。</p>
<p>5. p69:可參考漁業署刺網漁業調查與白海豚之關係。</p>	<p>該研究文獻並未公開，目前正向農委會進行申請程序，待取得後將詳細研讀並納入探討。</p>
<p>6. p82:目擊照片未加以編號及比對資料庫。</p>	<p>修訂版 p79 已加註：</p> <p>「(a) 20190320 目擊白海豚照：SC022、SC023 與 SC038；(b) 20190617 目擊白海豚照：左為 SC014，右為 SC020；(c) 20190727 目擊白海豚照：左為 SC011，右為 SC033」</p>
<p>7. p18:目擊次數及頻度似乎偏低，後續再以實際里程和努力量評估。</p>	<p>本研究的目擊率比起文獻中的數值顯得偏低，一來是白海豚為稀有物種，一趟調查是否能目擊受機率的影響很大，必須累積較大的努力量方能比較；二來是本研究涵蓋較多非熱區的部分，包括較南、較北與水深較深的</p>

		區域，故所導出的單位努力量之目擊率會較低。這部分將待完成全年調查後再予討論。
林委員 天賞	1. P67:港口動態分析只有漁民漁船的數量，並無該等漁船作業使用漁具漁法(如刺網、拖網)的資料，難以顯示對白海豚影響的狀況，只有漁民漁船數的分析，亦無法看出與白海豚熱區有何關聯性。	分析漁業資訊並非針對白海豚，而是討論不同區域的漁業活動類型與強度，以評估在不同區域劃設保護區時對漁業可能的潛在影響。修訂版中已在 p66 加以說明，以避免誤解： 「白海豚核心保護區的選擇，至少有以下幾個角度應納入考慮：(1) 此核心保護區必須是白海豚的分布熱區；(2) 應考量漁業利用現況，儘可能選取與漁業活動潛在衝突較小的區位；(3) 應瞭解環境規劃現況，儘可能與現有保護區、禁漁區做結合。以下即分別針對上述三個角度，彙整白海豚分布之研究文獻、分析漁業利用資訊並彙整海洋資源規劃現況，作為擬訂白海豚核心保護區的參考。
	2. 白海豚目擊頻度的高低，是否與季節或海水溫度有關?例如同一季節(北/南)部水域溫度較(低/高)，目擊頻度較(低/高)?	我們的調查與文獻資料都顯示白海豚冬季的目擊率較低，不過是溫度、食物資源或其他因素所導致則難以得知，有待更多研究資訊的積累。
蘇委員 宏盛	1. 第 1 季、第 2 季目擊率差異大的原因?	一方面白海豚為稀有物種，一趟調查是否能目擊受機率的影響很大；每季調查的次數不多，單是機率就可能造成這樣的結果；不過也有可能白海豚在不同季節有不同的活動地點或行為模式，因而導致目擊率的季節差異，這需要累積更長期的調查來釐清。
	2. p18:有效航程與穿越線長度是否代表同樣意義?	修訂版 p13-p14： 「調查期間在三級風、小波以下(中央氣象局波浪等級)、能見度達 1000 公尺以上、且航行在所設定的穿越線上時，視為有效努力量(on-effort)；當船隻航行於進出港口與航線之間、或天氣狀況不佳難以進行有效偵測及觀察海豚群體時，則視為無效之努力量(off-effort)。」有效航程為有效努力量之行駛距離，穿越線長度包含有效努力量以及無效努力量。
	3. 漁業年報以縣市別漁業產值表達會有偏誤，因為漁船常跨縣市作業。	漁業年報確實有相當偏誤，但這是少數公開可得的漁業資訊；因此報告中仍呈現目前的分析做為參考，不過在

		<p>修訂版 p70 強調這些潛在偏誤以提醒讀者使用上的限制：</p> <p>「須注意漁業年報以縣市為統計單位，但漁船經常跨縣市作業，因此導致分析結果的誤差。」</p>
柯委員 勇全	1. 熱區結構寫法容易讓人誤解，應先熱區分析後，再以熱區漁具漁法評估該區域作為保育行動示範區可行性。	<p>相關的漁業資訊非常粗糙，漁具漁法均是以縣市為統計單位，實際發生的地點更可能是跨縣市的，無法與熱區明確對應，因此難以做這樣的分析。</p>
	2. photoID 資料庫結構或軟體系統請於本計畫提供相關建議，目前可辨認的已知個體大約幾隻？	<p>本團隊從 2015 年以來已對約 47 隻個體建立 photo-ID (幼體不計)。</p> <p>資料庫技術面補充於修訂版 p.29：</p> <p>「資料庫最好能使用資料庫軟體如 MS SQL Server 或 MySQL 做為平台，較容易對變數格式做限定並確保資料表間的連結，而且資料庫儲存與查詢的進行可使用同一介面；但必須具備特定軟體，使用者也需要有基礎的 SQL 語言概念，甚至最好能有專業的資料庫技術人員進行管理。由於白海豚個體資料庫並不算複雜，也可以使用 Excel 做資料儲存與輸入的介面，而以 R 或 C# 語言做查詢，較容易流通。此方面建議海洋保育署諮詢專屬的資訊技術人員做選擇。」</p>
	3. 因 6 月桃園有民眾目擊白海豚，本計畫後續可能擴大調查範圍，後半年調查請提早規劃。	<p>已進行相關調查的規劃中。</p>
柯委員 慶麟	1. p7~p9: 許多文獻資料所述結果皆為訪談，請協助確認是否有其他資訊。	<p>目前已知的混獲資訊都來自於訪談，不過我們會持續關注並蒐集。</p>
	2. 白海豚或其他海洋生物是否有朝 AI 辨識的可能，是否可提供相關建議或有其他相關學者資訊？	<p>周蓮香教授 2018 年的林務局補助研究案中，曾與臺灣大學電信工程學研究所的丁建鈞教授合作，以機器深度學習進行白海豚的個體辨識。該辨識系統對經過訓練的資料的辨識成功率達 89%，對於新拍攝資料的辨識成功率為 66%。</p>
	3. 圖目錄對照表漏掉保育計畫後的部分，且內文中圖的編號亦不相符，請修正。	<p>已修正於修訂版 p ii-p iv</p>

## 附錄 III 期末審查委員意見回覆

審查委員	審查意見	意見回覆
黃署長 向文	1. 簡報 p.28 「未來方向建議」中所提及水下聲學監測調查，請提供偵測區域點位建議。	根據目前的調查結果與漁民合作通報，苗栗縣苑裡鎮南側的大安溪口、臺中市臺中火力發電廠南堤外側、雲林縣台西鄉離島工業區外側，為未來可考量布放水下聲學長期監測的位置。
	2. 海巡署自去年至今，於苗栗至嘉義間約目擊 200 隻次白海豚，其影像紀錄請斟酌是否可進行辨識或納入報告。	根據取得的影像資料，多為攜帶型數位相機或攝影機拍攝，影像解析度與畫質較不足，在個體上不易判釋；未來如有較高解析度的影相照片，或可進一步嘗試釐清。
王委員 建平	1. 期末報告 p.11 述及本年度調查尚未完成，請於結案前完成工作項目並於結案報告補充完整。	已於本次結案報告中補充完整。
	2. p.11 敘述麥寮以南於前三季調查皆無目擊紀錄，請補充說明第四季調查是否有白海豚目擊。	第四季麥寮以南有白海豚目擊，詳見第一章第三節第一小節。
	3. p.16 目前僅白海豚成體才列入可辨識個體，但幼體也可以透過母子對聯結，初步區分各別幼體，作為未來釐清社群關係或活存率之依據。	幼體經常會與不只一隻成體共游，因此不易確定母子關係。我們有保留幼體與成體共游的紀錄，未來累積較多資料時可交叉比對進一步釐清。
	4. p.21 本年度辨識個體為 32 隻，但簡報 p.10 則為 36 隻，請說明差異原因。	11 月 12 日的期末報告初版彙整至 11 月 10 日以前的調查，11 月 29 日的期末簡報則彙整至 11 月 15 日以前的調查，中間多了 11 月 12 日與 13 日共計 4 船次的調查，目擊 1 群次並多了 4 隻本年度的新個體，故有此差異。
	5. p.31 以每千公里目擊群次之尺度過大，請釐清是否為誤繕並修正。	該處為文獻直接引用，而原出處 (Dares et al. 2017) 確實以每千公里目擊群次為單位。
	6. 請補充 p.40 主要漁獲種類資料引用來源，另部分漁獲名稱為粗略之分類，請補充較具體之魚種資料。	表 3-1 至表 3-3 內容資料來自漁業署網站，目的為概述一專屬漁業權區域的魚獲；該原始資料僅列出魚種俗名，難以得知精準物種資訊。
	7. 本報告將白海豚調查數據與漁業行為進行比較，建議未來可增加海洋	部分水文因子可以在調查時同步以水質儀蒐集記錄，可在未來增加為

	生態環境之評估，例如白海豚棲地的水文、漁獲量、基礎生產力，以了解生態環境變化與白海豚族群動態之關係。	探討方向；部分項目如漁獲、基礎生產力等，涉及額外的調查方法與分析，建議海保署可規劃獨立的計畫執行。
	8. 依據照片中之個體特徵，請加以判斷是否為受到外來傷害之痕跡，並統計受傷個體數量及所占比例。	除了新生個體，絕大多數個體都有新舊、輕重程度、形成原因不一的傷害，單純統計受傷個體比例可能造成誤導。而傷害原因的判釋需要相當經驗與專業資訊，目前尚無法評斷，或可列入未來努力的方向。
莊委員 守正	1. p.7 請說明「額外調查」與基本調查差異及「額外」定義。	基本調查為本監測計畫所要求之調查，總合起來為南寮至曾文溪口全區共 8 趟次。額外調查為計畫要求之外本團隊自行多做的部分，因為時空覆蓋並不平均，所以不計入標準化的目擊率計算，但所目擊的個體與點位仍納入資料分析。
	2. p.11 請說明「有效」目擊及「無效」目擊之定義。	在基本調查期間的目擊為有效目擊，納入目擊率計算，此外為無效目擊。
	3. p.12 請說明如何證實被動聲學監測錄到的聲音為「石首魚」。	我們將所錄得的聲紋與各種臺灣海域的發聲魚類文獻比對，其頻率與波形等都符合石首魚科的特徵，惟物種未能完全確定。
	4. p.12 請說明「參考點」之設定及其定義。	參考點為在地理資訊系統中，沿所有調查航跡每間隔 10 公里擷取的樣點，用於自資料庫中讀取水深與至海岸線的距離，作為調查區域的背景資訊。已於第 5 頁加強說明。
	5. p.13 請說明白海豚離岸距離之目擊比例，是否因船隻航線近岸比例較高，而使白海豚於近岸的目擊較多。	我們是將目擊點與參考點做比較，而參考點代表調查範圍的背景資訊；因此目擊點離岸距離之分布近於參考點離岸距離之分布，表示白海豚目擊點位確實偏近海岸，並不是航線近岸所導致。
	6. p.14 「目擊率」下降的趨勢，請考慮分季節進行比較。	過去文獻中皆不曾將目擊率分季節呈現，因此很可惜無法分季節進行比較。
	7. p.16 請說明研究方法及執行研究人員的不同，是否為造成族群數量評估呈下降趨勢的變因。	周蓮香老師的團隊歷年由許多不同的調查人員進行，但相信有一定的經驗積累與傳承，執行人員的經驗應不至於是族群數量連年下降的原因；本團隊的人員在執行此計畫前

		<p>有數年的鯨豚調查經驗，其中多人並受過國外的鯨豚觀察員訓練，也絕對具有水準以上的調查能力。</p> <p>方法上，近年調查時空涵蓋較多非熱區的範圍與目擊率較低的月份，可能是導致平均目擊率下降的原因。惟若總努力量足夠，可辨識的個體數不應下降，因此族群數量很可能確實是下降的。</p>
	8. p.37 [表 3-1] 魚種類名稱的採用應更精準的表示方式，例如使用學名，且應註明引用資料來源。	表 3-1 至表 3-3 內容資料來自漁業署網站，已依建議補充註明來源。該原始資料僅列出魚種俗名，目的為概述一專屬漁業權區域的魚獲，難以得知精準物種資訊。
	9. p.40 [表 3-2] 「二枚貝類」更改為「其他二枚貝類」。	已依建議更改。
	10. p.42 請比較 2014 年林務局預告「中華白海豚野生動物重要棲息環境」與本研究白海豚棲息熱區，是否存在差異。	林務局預告之「中華白海豚野生動物重要棲息環境」為一總括的大分布範圍，本研究中的棲息熱區則為白海豚的主要活動區域，可說是前述範圍的核心區。
柯委員 慶麟	1. 請將核心保護區參考位址之周界加以經緯度標示，以利後續運用。	本核心保護區的分析為一文獻彙整的研究，因此其周界取決於原始文獻的分區。而周蓮香 et al. (2019) 大致以行政區域做劃分，Dares et al. (2017) 為每 10 公里劃一區，均相對主觀且尺度也較粗，因此執著於經緯度座標並無太大意義。
	2. 請說明簡報 p.11 社群關係圖的編號意義。	圖中的編號即為本團隊進行 Photo-ID 所使用的個體代號，已於報告中補充說明。
	3. 口頭報告中提及 11 月 16 日、17 日之調查有目擊新白海豚個體，使本年度可辨識數目達 45~46 隻，但仍周蓮香教授團隊所辨識出之數量稍有落差，依據報告 p.12 本年度調查目擊點位平均水深約 9.41 公尺(距岸約 1.12 公里)，多座落於近岸淺水區，請比較本計畫與周蓮香團隊調查區域水深之異同。	<p>已於討論中增加與歷年目擊點水深的比較，今年調查區域的水深基本上與周蓮香教授團隊的調查區域是相當的。</p> <p>本計畫全區調查 8 趟次，而周 (2019) 全區調查 10 趟次。每一趟次的調查都會有未目擊或未順利拍照的個體，因此努力量愈高能蒐集的個體愈多是必然的。單就年度可辨識數目做為該年度族群量估值並不很適當，理想上應使用多年的調查資料，以 Cormack-Jolly-Seber model</p>

		進行目擊率與死亡率的綜合分析，可較確實地進行族群估算。
柯委員 勇全	1. 本年度新增調查區段：南寮漁港至淡水河口段調查情形請補充說明。	已於本次結案報告中補充完整。
	2. 請說明本年度所取得白海豚個體照片，是否兩側皆有圖像可用於辨識及宣傳。	並不是所有個體本年度兩側都有拍到品質良好的照片，若有會盡量提供不同側的照片。
	3. 請提供陸上觀測之推薦目擊點位，以利後續公民科學家鯨豚目擊調查推廣。	苗栗縣竹南鎮龍鳳漁港北堤、苗栗縣苑裡鎮苑里漁港北堤、台中市台中港北堤、台中市台中火力發電廠出水口、彰化縣福興鄉彰濱崙尾工業區崙尾水道出海口堤上等位置，是目前較容易目擊與觀測到靠近海岸的白海豚個體。
	4. 請於報告書中說明目擊率、目擊數量與歷年調查比較之差異並分析其差異原因。	已於第一章第四節第一小節進行與歷年調查之差異比較與原因探討。
蘇委員 宏盛	1. 請就漁業利用強度及推動可能面臨阻力評估核心保護區域的選址位置之建議及執行方向。	若單就漁業利用強度考量，臺中港的白海豚熱區位於臺中港區的範圍內(圖 3-9)，漁業利用強度是最低的。但此區範圍相當小，且目前已有一定程度的保障，若只選擇此區為核心保護區對白海豚族群的現況改善可能有限。
	2. p.63 保育行動跨部會分工請另依短中長程保育行動內容進行分類。	保育行動跨部會分工的部分由海保署的同仁擬定編纂，這部分需再請海保署進行時程規劃。
	3. 服務建議書曾提及以空拍機輔助調查，請說明空拍機調查執行情形及評估是否為可行調查方案。	空拍影片最大的好處是能對一群中有多少隻個體做較佳的研判，此外在進行追蹤時能幫助掌握海豚的動向。但空拍影像無法進行 Photo-ID 的辨識，因此其應用性視調查目的而定。
林主任 秘書天 賞	1. p.34 漁業現況年報分析所採用漁業總產值數據與本計畫無太大相關性，因台灣西部主要作業漁法為刺網船，聚焦於該漁法之資料進行分析較易取得有意義之結果。	結案報告中使用漁業統計年報分析的部分，已刪除對淺海養殖的討論，只保留沿岸漁業，其中可明顯呈現刺網漁業的比重。此外並增加了陳孟仙(2011)與王建平(2012)兩研究報告的結果，進一步呈現刺網漁業的作業區域。

	<p>2. 白海豚棲息範圍接近於苗栗海洋竹南風場位置，請評估風場區域作為復育熱區之可行性。</p>	<p>關於海洋竹南風場與白海豚，有以下幾個角度的考量：</p> <p>(1) 風場開發單位已與當地漁會協商，當地漁民不會進入風場架網；雖然外地漁民仍可能進入，但風機的存在會使流刺網難以施作。因此對海豚而言，在風場內的食物資源可能提高，誤捕壓力則降低。但當地漁民雖不進入風場架網，風場外圍的漁業強度卻可能因而增加；白海豚不可能只在風場內活動，通過風場週遭時的誤捕風險可能變大；</p> <p>(2) 風場範圍在所有白海豚核心分布區以北，大部分區域的水深也大於白海豚喜好的水深，未必能透過經營管理成為白海豚復育熱區；</p> <p>(3) 鄰近有其他風場即將施工，打樁期間竹南風場並不適合白海豚活動。</p> <p>基於以上評估，我們不建議目前的復育計畫以海洋竹南風場作為復育熱區；不過應密切監測竹南風場對白海豚行為與分布的影響，瞭解該物種行為的彈性以及與漁業的交互作用，作為下一步保育計畫的參考。</p>
	<p>3. 請於結案報告提供中英文摘要。</p>	<p>已依建議於本結案報告中補充中英文摘要。</p>

