

2011 宜蘭海域鯨豚生態調查研究 結案報告

計畫主持人：周蓮香教授

計畫參與人員：余欣怡, 林思瑩, 楊瑋誠, 謝嘉煌, 區家欣,

王俊傑, 劉明章, 劉昱閩, 林子皓

計畫策展人員：余欣怡, 林思瑩, 區家欣, 林明慶, 張弘明

台灣大學生態學及演化生物學研究所

委託單位：宜蘭縣立蘭陽博物館

中華民國一百零一年十一月

誌 謝

本計畫承宜蘭縣政府蘭陽博物館贊助與支持方得開始，特此感謝。計畫值執行期間，感謝蘭陽博物館館長宋隆全、廖仁義、黃怡芬的大力支持，及研究典藏組邱秀蘭組長與簡士傑先生行政上與各方面的協助與鼓勵。此外，亦感謝宜蘭縣政府漁業局與海巡署在申請出海公文時給予行政上的幫忙。並感謝各審查委員的細心審閱，熱心指導提供寶貴的意見讓計畫成果能更完善。

計畫期間中，特別感謝宜蘭烏石漁港賞鯨船船家：蘭鯨號吳政良船長、凱鯨號游國照船長與華棋 168 號林錦璋船長等，給予賞鯨航程上登船記錄鯨豚資訊的各項協助，亦感謝許小姐協助聯繫船班資訊。此外，也要向吉豐六號的江讚晃船長與夫人獻上最高的謝意，船長豐富的海上經驗與高度的配合，使此計畫在宜蘭南部海域能詳盡的進行調查。由衷的感謝一同風吹日曬的調查伙伴：嘉煌、昱閩、思瑩、家欣、俊傑、明章…等，與許多未列名的臺灣大學生演所鯨豚研究室與中華鯨豚協會的海上調查工作人員。感謝臺灣大學生態演化所與生科院辦公室行政人員給予本計畫的各項協助，亦感謝實驗室會計：葉小姐與楊小姐在核銷與各項行政方面的幫忙。

此外亦感謝NOAA的鯨豚專家Robert Pitman先生對於喙鯨種類上鑑定的指導與各項協助，另外Dr. Marc Lammers,與Dr.Leszek Karczmarski 在海上觀察飛旋海豚的種類辨識方面，給予寶貴的意見，衷心感激。

摘 要

為瞭解宜蘭縣沿海鯨豚種類、分佈與其生態習性，並蒐集鯨豚影像、聲音等素材提供為蘭陽博物館鯨豚展使用，2010-2012年6-9月在宜蘭縣海域進行鯨豚生態研究，工作內容包含四大項：(1)宜蘭海域鯨豚分佈與種類調查、(2)鯨豚聲音資料收錄與分析、(3)瑞氏海豚個體辨識資料庫、及(4)海豚活體組織採樣與分析。在鯨豚分佈與種類調查的部分，將宜蘭海域以北緯24度45分為界分為南北兩區，北區搭乘賞鯨船記錄出現鯨豚種類與位置，南區則租船進行穿越線調查。賞鯨船調查完成32趟次，趟次發現率為87.5%，共目擊五種29群次的鯨豚，其中以飛旋海豚最為常見(59%)瓶鼻海豚次之(17%)。真海豚(7%)雖僅有2次目擊但卻是台灣海域在本區特有的種類。鯨豚分佈位置主要集中於龜山島東側與東南側海域。南區完成了30趟次的穿越線調查，趟次發現率為83%，總航程為2363公里，有效努力量為1058公里，共目擊62群次鯨豚，有效目擊33群次。平均每航次可發現2.1群次鯨豚，經標準化後的有效航程發現率為3.1群次/100公里，或3.3/群次10小時，鯨豚發現率相較於臺灣其他地區是相當高的。在鯨豚種類方面，銀杏齒喙鯨與虎鯨為本海域的海上調查新紀錄種。種類組成以熱帶斑海豚最為常見(29%)，其次為飛旋海豚(23%)。在空間分佈上，飛旋海豚多分佈在離岸近且水淺的區域，侏儒抹香鯨也分佈於較近岸處；而熱帶斑海豚與瑞氏海豚則分佈範圍較離岸，且出沒的水深範圍廣(數百公尺至二千多公尺)，分佈最深的是弗氏海豚，於較遠洋且水深超過一千公尺以上的海域。最後彙整今昔海上調查報告與其他擱淺與歷史資料，宜蘭海域的鯨豚紀錄共有21種。

鯨豚聲音資料收錄與分析方面，本調查使用水下麥克風收錄了南區海域六種較常見鯨豚的聲音(瑞氏海豚、瓶鼻海豚、飛旋海豚、偽虎鯨、弗氏海豚、熱帶斑海豚)，弗氏海豚的哨音研究分析是全球目前少數的資料。此六種鯨豚哨音經過量測分析其哨音特徵，並使用判別分析法來分類，其中偽虎鯨最容易被辨別出來(判別率100%)，瑞氏海豚、瓶鼻海豚、飛旋海豚、熱帶斑海豚的正確判斷率相近(46-56%)，弗氏海豚

的正確判斷率最低（7%），正確判斷率的高低與物種的體型與親緣關係有關，此六種鯨豚種類聲音的分析結果將可應用於水下聲音長期監測的資料判讀。

瑞氏海豚個體辨識資料庫部分，共拍攝超過 1500 張以上的瑞氏海豚照片，選取 62% 品質較佳的照片進行分析，目前個體資料庫的部分已辨識出 24 隻瑞氏海豚，其中有一隻個體於 2008~2012 年間分別於花蓮縣石梯海域與宜蘭南澳海域目擊，兩地距離為 109 公里，。此個體資料庫將來亦可與臺灣東岸其他地區，甚至東亞（如日本，菲律賓等）區域的結果比對，以獲得更多宜蘭海域瑞氏海豚移動模式、洄游的生態資訊。

本計畫在臺灣海域首次嘗試進行鯨豚的活體組織採樣，在耗時取得保育類野生動物利用之許可之後，本調查於 2012 年 8 月執行四趟次，嘗試接近動物二群次，嘗試採樣十餘次，僅採得一隻海豚少數組織，當時觀察海豚群體的行為並無加速與逃離等反應，此採樣方法的建立對於往後欲深入的瞭解其族群結構，將有重要的應用價值。

目 錄

壹、 緒言-----	1
貳、 研究方法-----	3
參、 研究結果-----	9
肆、 討論-----	28
伍、 參考文獻-----	36



表一	宜蘭海域自 1994 年至 2012 年歷年間鯨豚擱淺、混獲、漁民回報、 及調查的記錄-----	43
表二	本計畫的預定進度-----	44
表三	宜蘭海域 2011 賞鯨船調查目擊群次列表-----	45
表四	宜蘭北海域賞鯨船調查,2010-2011 年目擊種類之總群次表-----	46
表五	宜蘭海域 2011-2 年穿越線調查查日期與努力-----	47
表六	宜蘭海域 2011-2 穿越線調查查目擊群次列表-----	48
表七	宜蘭南區海域穿越線調查,2010-2012 年之總努力量表-----	49
表八	宜蘭南海域穿越線調查常見鯨豚種類之環境因子-----	50
表九	宜蘭海域六個種類鯨豚哨音特徵分析-----	51
表十	宜蘭海域六個鯨豚種類哨音特徵之差異性-----	52
表十一	宜蘭海域六種鯨豚在兩種類之間判別分析結果-----	53
表十二	宜蘭海域全部六種鯨豚之間判別分析結果-----	54

圖一	東北角海域的海底地形圖-----	55
圖二	宜蘭縣鯨豚資源調查船隻航跡-----	56
圖三	2011-12 年度穿越線調查的預定航線圖-----	57
圖四	a. 六種鯨豚同一哨音類型的聲紋圖	
	b. 瑞氏海豚不同哨音類型的聲紋圖-----	58
圖五	a. 標明量測五個特徵的瑞氏海豚哨音頻譜圖-----	59
	b. 標示出 (1) inflection (2) step 的熱帶斑海豚哨音聲紋圖-----	59
圖六	a. 一個哨音固定時間間隔取 20 個頻率取樣點的聲紋圖-----	
	b. 以熱帶斑海豚為例，不同 COFM 的哨音聲紋圖-----	60
圖七	a. 照片品質分級圖-----	
	b. 個體背鰭與體側辨識度分級圖-----	61
圖八	宜蘭海域所目擊的鯨豚位置圖-----	62
圖九	a. 2011 年宜蘭北區海域賞鯨船目擊鯨豚的種類組成圖-----	
	b. 2010-2011 年宜蘭北區海域賞鯨船目擊鯨豚的種類組成圖-----	63
圖十	a. 2011-12 年穿越線上實際有效努力航程-----	
	b. 2011-12 年船隻調查實際航跡-----	64
圖十一	a. 2010-12 年穿越線上實際有效努力航程與有效目擊群次-----	
	b. 總計畫 2010-2012 年漁船調查實際航跡-----	65
	c. 總計畫 2010-2012 年漁船調查目擊之鯨豚群位置與水深圖-----	66
圖十二	a. 2010-12 年穿越線上所有目擊鯨豚的種類組成圖-----	
	b. 2010-12 年穿越線上『有效目擊』鯨豚的種類組成圖-----	67
圖十三	2010-2 綜合南北兩區的鯨豚目擊群次之種類比例-----	68

圖十四	調查趟次與累積之日擊鯨豚種類圖-----	68
圖十五	a. 穿越線調查常-----類之出現月份頻度比例圖-----	
	b. 穿越線調查常目擊的鯨豚種類之出現於日間之頻度比例圖-----	69
圖十六	a. 穿越線調查常目擊的鯨豚種類之出現位置水表鹽溫度-----	
	b. 穿越線調查常目擊的鯨豚種類之出現位置水深與離岸距離-----	70
圖十七	a. 宜蘭南區海域瑞氏海豚個體比對結果-----	
	b. 瑞氏海豚同一個體出現的位置-----	71
圖十八	宜蘭南區海域瑞氏海豚之個體辨識名錄-----	72
圖十九	a. 樣本在海豚科中的種類位置圖-----	74
	b. 樣本在飛旋海豚中的關係圖-----	75
附錄一	鯨豚活動狀態之定義-----	76
附錄二	農委會同意對保育類動物進行研究性質之生物採樣-----	77
附錄三	目擊的鯨豚照片-----	79
附錄四	結案報告評審委員之審查意見回覆-----	81

壹、緒言

宜蘭縣海岸線長達 101 公里，附近海域是大陸棚和大陸斜坡的交界地帶，當黑潮流經時會沖激起沉積於海底的營養鹽，使其湧升上來，造成洄游性魚類資源豐富；加上冬季黑潮較弱時，親潮侵入本區，形成營養豐富的海域，吸引魚貝類來此覓食、產卵，漁產特多，因此成為台灣三大漁場之一。宜蘭海域豐富的海洋生物資源可以為成食物網上層豐富的鯨豚資源奠定堅實的支持基礎。根據早期研究人員（水江一弘、陳兼善、與楊鴻嘉等）在漁港進行標本採集與漁民訪問，宜蘭海域至少有 20 種鯨豚的紀錄（何 1991）。

1990 年鯨豚列入保育類動物名單後，科研工作逐漸朝向系統性的擱淺通報與處理，本區海域的鯨豚的資料建立起於 1994 年的第一隻在蜜月灣死亡擱淺的偽虎鯨，而海上的正式調查則始於 1997 年，當年為推動龜山島附近的賞鯨事業，宜蘭縣政府曾進行 10 趟海上初探調查，航行路線未有固定設計，主要是依循漁民主觀認為發現機率較高之海域找尋，範圍多在宜蘭北方的龜山島附近，共發現飛旋海豚、瑞氏海豚、瓶鼻海豚及偽虎鯨等四種鯨豚（彭等 1998）。1998~1999 年周蓮香團隊在宜蘭縣沿近海執行海上穿越線調查近 90 趟航次結果顯示共有 12 種鯨豚出沒，其中北區海域以飛旋海豚及長吻真海豚為數量優勢種類，南區則以瑞氏海豚，熱帶斑海豚及弗氏海豚為主（周&陳 1998 b，周等 2000）。最近於 2007 年在漁業署委託下周蓮香團隊於宜蘭海域重新進行穿越線調查 10 趟，共發現 6 種 20 群次鯨豚，主要以飛旋海豚（25%）與熱帶斑海豚（20%）較為常見（周 2007）。除了正式的海上調查外，宜蘭烏石港的部分業者曾於 2005-2008 年協助研究人員在賞鯨船上記錄鯨豚發現地點與種類，賞鯨船紀錄顯示龜山島附近主要以飛旋海豚與瓶鼻海豚為主（陳等 2007，周等 2007）。本計畫於去年（2010）已搭乘賞鯨船於北區的龜山島海域調查鯨豚 15 趟的調查，航次發現率為 80%，共發現了 4 種 13 群次：飛旋海豚（61%）、熱帶斑海豚（15%）、瓶鼻海豚（8%）、長吻真海豚（8%）及未確定種類（8%）。此外並於南區南方澳海域租船進行穿越線法調查 15 趟次，航次發現率為 73%，航程發現率為 2.65 群/100 公里。共發現了 29 群次的鯨豚（有效努力目擊為 17 群次），至少分別隸屬於 7 種，最常見種類依次為：熱帶斑海豚（35%）、飛旋海豚

(17%) 及瑞氏海豚 (14%)、弗氏海豚與瓶鼻海豚 (各 7%)、偽虎鯨與銀杏齒喙鯨 (3%)；其中稀有種『銀杏齒喙鯨』為宜蘭海域的首次海上記錄 (周 2010)，宜蘭海域的鯨豚名錄與調查紀錄詳見表一。

上述的研究皆為海上的目視調查，憑藉眼睛偵測鯨豚和辨識鯨豚種類，目視方法容易受到惡劣氣候、光線昏暗、動物行為的限制而影響調查結果，鯨豚聲音搜尋可以提供另一種偵測方式。而聲音在海中傳遞速度快，且可傳得遠，而且大部分鯨豚都會頻繁地發出聲音 (Richardson . 1995, Oswald . 2003)。因此，水下聲學技術可幫助搜尋到鯨豚、鯨豚種類鑑別以及生態上的長期監測。

齒鯨類動物可以發出三大類聲音：滴答聲 (click)、哨音 (whistle)、脈衝聲 (burst pulse)。滴答聲是長度極短的寬頻聲音，用來進行回聲定位，透過發出聲波及接收反射訊號來導航和偵測物體，其主要頻率範圍可從 10 kHz 到 100 kHz 以上 (Au 1993, Rankin . 2008)。哨音是長度較長，窄頻且頻率會隨時間有所變化的訊號，這類聲音可能作為個體之間的溝通 (Janik and Slater 1998, Herzing 2000, Lammers . 2003, Rankin . 2008)，大部分種類海豚發出的基頻在 2 到 30 kHz 之間 (Lammers . 2003, Oswald . 2004, Rankin . 2008)。脈衝聲則為一連串寬頻的脈衝，脈衝和脈衝之間的時間間距非常短暫，也被認為有溝通的功能，但也有可能是回聲定位 (Herzing 2000, Rankin . 2008)。

不同種類鯨豚所發出的哨音可能具有種間的差異，科學家嘗試利用此特性來進行種類之間的辨識。先前研究中，已發現不同種的鯨豚哨音依體型大小、親緣關係遠近而有所不同 (Steiner 1981, Wang . 1995, Rendell . 1999, Chen 2001, Oswald . 2003, Gannier . 2010)。在台灣，Chen (2001) 亦曾分析宜蘭海域收錄之熱帶斑海豚、飛旋海豚、瓶鼻海豚、偽虎鯨的哨音，結果顯示四種鯨豚哨音的頻率和時間有種間差異。但此研究中尚未包含瑞氏海豚和弗氏海豚，這兩種亦常出現於宜蘭南區海域的鯨豚。本研究的目的是在於增加收錄宜蘭海域常見鯨豚的聲音，以供蘭陽博物館進行教育展示；並將鯨豚的聲音音頻分析後，利用統計嘗試進行種類上的辨識。

為配合蘭陽博物館於民國一零二年之鯨豚特展，本計畫將持續調查宜蘭海域的鯨豚資源現況與收錄鯨豚的聲音，所得之鯨豚生態最新資訊提供政

府以及社會大眾來瞭解宜蘭縣鯨豚現況，進而關心與保護牠們。本年度計畫共分三大部分，第一部份：持續紀錄宜蘭海域鯨豚種類之時空分佈，及使用焦點群體追蹤方式，了解主要研究種類（瑞氏海豚，瓶鼻海豚，飛旋海豚及其他稀有鯨種）其行為及生態，以分析海豚們活動時空分佈、社群關係。第二部分：使用生物採樣獲取瑞氏海豚之 DNA 以分析族群結構，瞭解宜蘭縣海域瑞氏海豚之性別與親緣關係。第三部份：整合所有研究資料與文獻後，提出蘭陽博物館的『鯨豚特展』初步之規劃建議書。詳細的工作預定進度如表二。

貳、研究方法

宜蘭縣沿海緊鄰沖繩海槽南緣為琉球島弧(圖一)，研究範圍由壯圍(北緯 $24^{\circ}45'$) 為區分為南北兩區，北區為石城至壯圍海域，以烏石港附近的賞鯨船行駛於龜山島附近海域紀錄鯨豚種類與分佈(圖二 a)。南區為壯圍至南澳海域，租用漁船在東澳與南澳海域進行穿越線調查(圖二 b)。

一、搭乘賞鯨船調查

- (1) 調查區域：宜蘭縣北方海域以烏石港附近的賞鯨船為調查平台，賞鯨船航行範圍北從石城 ($24^{\circ}58'$) 南至壯圍 ($24^{\circ}45'$) (圖二 a) 沿岸約 10 海哩的沿海區域，以龜山島周邊海域為主。此區域的海底地形為沖繩海槽之邊緣地帶，為大陸棚的邊緣，陸棚寬且相鄰之大陸斜坡坡度緩；水深較淺，約在 200 公尺以內(圖一)。
- (2) 賞鯨船調查方法：於 2011 年 5-9 月選擇天候良好的情況搭乘賞鯨船出海，平均每個月出海三趟次，7 月天氣較穩定進行 7 趟次補足總趟次，(每趟約 2~3 小時)，每次調查配置的工作人員，負責填寫『鯨豚目擊紀錄表』及『海上調查努力表』，並於鯨豚靠近時使用相機記錄目擊鯨豚之影像。船隻行駛中，調查人員利用手持式全球衛星定位系統 GPSmap 60CSx (Garmin) 記錄賞鯨船行駛之航線，並於賞鯨船進行繞島簡介或是停靠龜山島碼頭時記錄其時間與位置。進入龜山島周邊海域後若賞鯨船未發現(或未收到漁船通報)鯨豚群體時，調查人員會於船隻高處瞭望協助尋找鯨魚海豚。遇到

鯨豚時，使用 GPS 記錄最接近的鯨豚時的船隻位置，並辨識鯨魚或海豚的種類、估算隻數以及動物群體行為。此外，使用數位單眼相機或錄影機記錄海豚影像，以便進行影像資料分析。賞鯨船觀察鯨豚群體多半僅有 15~20 分鐘的時間，故僅判斷當時鯨豚整個群體的行為狀態。事後以 Taiwan Blue Chart v5 地圖 (Garmin) 資料來計算『接觸海豚之位置』(animal point) 的水深。

二、租漁船進行海上調查

- (1) **調查區域**：限於預算，為求獲得最多與鯨豚接觸機會，調查範圍選定鯨豚最豐富的宜蘭縣南方澳海域的 II 區 (圖二 b)：北起南方澳 (24°35')，南至南澳 (24°18')，東界約在 122°08~10'，離岸約 33~35 公里 (依地形與航線長度限制而有少許變異)。調查範圍內共 18 條東西向平行航線，每條航線間距一海浬 (緯度一分)。此區為南澳海槽之邊緣地帶，包括狹窄的大陸棚和陡峭大陸斜坡，深度變化大，調查航線水深最深可達 2800 公尺左右 (海底地形圖請見圖一)。
- (2) **穿越線調查方法**：租用宜蘭 CT1 級漁船 2011 年 6~9 月份，及 2012 年 8 月天候較佳時共進行 15 趟次海上調查 (每趟航行約 4-12 小時)，由於海況不佳 (5 級以上)、下雨或大霧時會有顯著降低鯨豚的發現率的影響，所以必須選擇天候良好且風浪平靜的情況出海。每次調查由 18 條航線中抽籤隨機選定一條航線及其向南或北間隔五海浬之航線進行，例如北緯 24°31' 為當天的北航線，則 24°26' 為當天的南航線 (預定之航線圖請見圖三)。船隻在航行中以手持式全球衛星定位系統 GPSmap 60CSx (Garmin Corp., Taiwan) 定位並依照規畫航線進行調查。海上調查期間當蒲福浪級小於 4 級且能見度遠達 1000 公尺以上時視為有效努力量 (On-effort)；反之，當天氣狀況不佳，或是當進行海豚追蹤離開航線時，還有當在往返航線的交通時都視為無效努力量 (Off-effort)。

每趟調查人力除船長外，至少有 3 人至多 4 人輪流觀測，在調查航線上由『主要觀察員』、『主要記錄員』二人於船隻瞭望台 (眼高位置高於海平面約 4 公尺) 左右側的高處位置，以肉眼及持望遠

鏡觀察海面，於船隻前方 180 度弧的範圍內搜索鯨豚蹤跡。主要記錄員除觀察外並負責填寫『鯨豚目擊紀錄表 (Sighting Record Sheet)』及『海上調查努力表 (Marine Mammal Effort Form)』。由於航線上須保持高度的專注力，觀察人員約每 20 分鐘交換一次位置以避免對同一觀察區域產生心理上的疲乏，每個人輪替完兩次觀察位置後，會換到『休息位置』休息約 20 分鐘以保持觀察員的體力與眼力，並於定點協助量測表層水溫與鹽度。

海上調查時在航線上船速保持在 4–8 節 (海浬/小時)(7.4- 16 公里/小時)，每間隔 2 海浬利用 YSI 30 鹽溫儀 (Y.S.I., U.S.A.) 量測海水表層 1 公尺的溫度、鹽度。當遇見海豚時，利用手持式全球衛星定位系統 GPS map 60CSx (Garmin Corp., Taiwan) 記錄最初發現海豚的『目擊位置』(sighting point)，然後關閉調查努力量 (on-effort 改為 off-effort) 離開航線去接近鯨豚。觀察海豚時使用 Fujuno 7*50 航海用望遠鏡，記錄海豚位置最初時離船的距離及方位角度，還有船行的方位角度，再慢慢靠近動物至最接近點記錄為『接觸海豚之位置』(animal point)。同時量測該海豚位置的水表溫度、鹽度、海流狀況等環境因子，並辨識其鯨魚或海豚的種類、估算隻數以及動物群體行為。此外，使用數位單眼相機或錄影機記錄海豚影像，選擇鯨豚游經正側面時拍攝背鰭，以便進行後續個體辨識資料分析。目擊之後如海豚群體沒有表現明顯的躲避行為則進行跟蹤，每五分鐘記錄該鯨豚群體之行為與 GPS 位置。若所跟蹤的鯨豚消失於視野且經過連續 10 分鐘之等待或尋找確認無再目擊，則返回航線上繼續進行下一群之搜尋。返航後，依據 Taiwan Blue Chart v5 地圖資料 (Garmin Corp., Taiwan) 的水深資料，計算『接觸海豚之位置』的水深。

當進行鯨豚群體觀察時，視情況進行水下聲音之收錄，以不干擾群體原來行為狀態的方式接近動物，於最接近動物時關閉船隻引擎和魚探機，去除所有人為噪音，將水下麥克風放入水面下 3 公尺收音。錄音設備包括水下麥克風 (C55XRS, Cetacean Research Technology, Seattle, WA, USA；響應頻率範圍：20 Hz 到 44 kHz，靈

敏度：-165 dB re 1 V/uPa) (包含內建20 dB的放大器及500Hz高通濾波器)，連接數位硬碟式錄音機 (MR-1或MR-2, Korg, Yanokuchi, Inagi-shi, Japan, 取樣頻率：96 kHz/ 24 bit)，錄音檔案格式為wav檔。

計算各種的組成比例時，將各種鯨豚的總目擊群次（包含有效與非有效的努力目擊群次）除以本年度的總目擊群次數的百分比，為該種類的群次組成比例。若有兩種以上的鯨豚混群於同時同地出現時，則分別記錄見到一群 A 種與一群 B 種鯨豚，總目擊群次數則為二。

各種類群體大小分析時，採用『鯨豚目擊紀錄表』上的估計群體數量的平均值 (Average)，當觀察人員在觀察鯨魚海豚群體時，若動物數量小於 20 隻且觀察時間大於 15 分鐘時，可較準確估計群體數量；但若是較大的群體或是觀察時間短暫時，僅由具兩年以上調查經驗的人員依群體大小估計該群體隻數的最小值、最大值、及平均值而呈現一個估計值的範圍。

本計畫嘗試接近鯨豚採取活體組織(Biopsy)，若該群動物對於研究船隻無明顯躲避反應，並於適當的行為狀態（非休息，覓食等狀態）下，船隻緩慢於側後方接近動物群體至正側方，經現場辨認個體後，開始進行生物採樣。使用改良式鏢在動物的背鰭下方的肌肉處，採取一小塊皮膚與鯨脂的組織，接觸的時機為當動物浮出水面換氣結束準備下潛的短短時間，鏢槍與每隻動物接觸時間小於五秒。過程中並無任何捕捉、限制動物的行動、及投放藥物。並有工作人員記錄動物之行為反應，若有明顯的負向（如明顯躲避與加速遠離船隻）等反應，則放棄該群體的採樣工作。若維持原來的行為狀態的群體，則盡量採樣完整群體一半以上的動物。每隻動物僅採樣一次，被採樣的動物會由工作人員同步進行照片辨識，避免個體的重複採樣（申請利用野生動物之許可，詳見附錄二農委會同意書）。

三、鯨豚聲音資料分析：

由於不同種類鯨豚的哨音其外型都很類似，無法由肉眼或是耳朵直接判斷哨音為哪一種鯨豚的哨音，例如上升型的哨音在不同種

類的頻譜圖可見其相似性 (圖四 a)，而即使是同一種的鯨豚同一類型的哨音卻有所變異 (圖四 b)，所以需詳細分析哨音的特徵。使用聲音分析軟體 Raven Pro 1.3 for Windows (Bioacoustics Research Program, Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, NY, USA; Window: Hamming, FFT: 512 points, overlap: 25%) 找出鯨豚哨音進行序列編號，為求量測的精準性，只選出訊雜比高、品質良好的鯨豚哨音進行分析：在頻譜圖能清楚觀察到哨音的形狀、起始和結束的訊號。並利用 Matlab 7.1 軟體 (MathWorks Inc., Natick, MA, USA)，使用本實驗室自行撰寫的分析模組，量測哨音基頻 (fundamental frequency) 的聲學九個特徵：聲音長度 (duration)、聲音開始時的頻率 (start frequency)、聲音結束時的頻率 (end frequency)、聲音最小頻率 (minimum frequency)、聲音最大頻率 (maximum frequency)、峰值頻率 (peak frequency) (圖五 a)、COFM (coefficient of frequency modulation)、inflection 數、step 數 (圖五 b)。峰值頻率就是聲音能量最大時的頻率數值。使用 McCowan and Reiss (1995) 的方法求出 COFM，以去除時間長度的變異，將一個哨音的時間長度上平均取 20 個等間隔的取樣點，量測該取樣點的頻率 (圖六 a)，計算取樣點頻率差異的絕對值之總和並除以 10 kHz，來標準化每個哨音對於頻率使用的範圍，若 COFM 的數值越大，則代表哨音使用的頻率變化範圍越大 (圖六 b)。COFM 的公式如下：

$$\text{COFM} = \sum_{(n=1,19)} |Y_{n+1} - Y_n| / 10,000,$$

(Y_n 為第 n 個取樣點的量測頻率)

量測九個哨音特徵的數值後，以 Mann-Whitney U test 進行不同種類鯨豚的兩兩比較 (STATVIEW 統計軟體, SAS Institute)，以瞭解種間哨音特徵的差異。此外，七個聲音特徵的量測數值先以主成分分析法 (Principal Components Analysis, PCA) 進行資料轉換，轉換成 4 個 PCA factor 數值後，再使用 STATISTICA 6.0 統計軟體 (StatSoft) 進行判別分析法 (Discriminant Function Analysis, DFA)。

四、鯨豚照片辨識分析：

拍攝照片使用JPEG格式儲存，每張約3~5MB，使用ACDsee Pro 2.5 圖片管理軟體(安雷軟體公司)，進行初步的照片處理。首先將照片焦距不清楚，與非鯨豚的工作照等清除後，將剩餘照片依照目擊群次編號和，攝影者姓名加以編號。再使用香港大學研發的DISCOVERY軟體(Gailey 2011)進行照片篩選與資料庫管理：畫面中將每隻不同個體分別裁剪與編號，依照其清晰度、背鰭完整性、佔畫面比例與拍攝角度，將照片品質給予分為四級(PQ1：不良，PQ2：尚可，PQ3：足夠，PQ4：極佳)(圖七a)；並依據其海豚個體背鰭與體側可辨識度分為四級(MD1未能辨識：未有持久且獨特特徵之個體，與嬰幼年之個體，MD2仔細辨識：經仔細比對可辨認之個體，MD3可辨識：有缺刻與持久性班紋，MD4易辨識：極易由較大的個體特徵來辨識)(圖七b)。經使用照片品質PQ2-4和辨識度MD2-4的辨識度，來確認此個體是否有出現。

五、鯨豚活體組織採樣與DNA分析：

(1) 活體組織採樣(biopsy)：

接近預定採樣鯨豚種類的群體後，首先觀察其動物的行為，並使用相機與攝影機記錄群體中的個體資訊與群體行為，判斷若鯨豚行為狀況適合採樣，則開始進行採樣流程。1.採樣工具消毒與清理：戴上無粉手套使用漂白水，去離子水，與高純度異丙醇對於採樣鏢頭進行消毒。2.採樣：鏢頭裝設於長桿，船隻由群體之斜後方接近動物，與動物游動同速，同方向緩慢跟隨群體並記錄行為基礎資料。如有個體動物(非母子對)靠近船首乘浪，則使用長桿戳於動物體表取樣。3.樣本收集與保存：取樣後，工作人員戴手套使用消毒過之鑷子小心取下組織，放入鋁箔紙上，再放入封口袋貼上標籤(採樣個體/時間/地點)，並放入冰塊保存運送回實驗室進行分析。此時船上另一工作人員持續記錄被採樣動物與附近群體之行為反應，若無強烈反應(如尾擊浪，跳躍，快速游離與躲避船隻)則判斷可繼續於同群體中繼續採樣，並重複1.步驟再次清洗消毒採樣工具。

(2) mtDNA分析：

將粒腺體去氧核醣核酸(mtDNA)的控制區域D-loop片段定序，進行403bps的鹼基對差異的比較。以下為操作步驟：

1. DNA萃取與純化將檢體磨碎，取100 mg置於1.5 mL微量離心管中，加入1 mL之溶解溶液（lysis buffer, 100 mM Tris-HCl, pH 8.0, 100 mM EDTA, 1% N-lauroyl sarcosine sodium salt, and 1 mg/mL proteinase K），56°C水浴1小時。吸取溶液部分，加入與溶液等體積之phenol：chloroform：isoamyl alcohol（25：24：1；v/v/v），混合，以12000 x g離心5分鐘。離心後取水層，加入0.7倍體積之isopropanol及1/10體積之3 M sodium acetate，以12000 x g離心5分鐘。離心後倒去上清液，使沉澱物風乾後，加入無菌水50-100 μ L溶解。以Chaotropic salts DNA純化套組（QIAGEN GmbH, Hilden, Germany）純化DNA，步驟依套組說明，使最後洗出體積為50 μ L之DNA溶液。
2. PCR: 取DNA溶液1 μ L作模板，50 μ M primer F、R 各0.5 μ L進行PCR，條件為94°C /30sec，58°C/30sec，72°C/30sec共25循環。
3. 電泳與定序分析: 取PCR產物5 μ L，與6倍載入膠片緩衝液1 μ L混合，置入2%瓊脂膠體，在電泳槽（+）極端加入0.5 μ L 10 mg/ml ethidium bromide後，進行電泳，電泳條件100V、30分鐘，置於紫外光照射檯觀察，確認PCR結果，以數位相機拍攝結果。PCR結果確認後，委託明欣（Taipei, Taiwan）進行DNA定序，將定序結果與美國國家衛生院之Gen-Bank資料庫進行序列比對，得到鑑定結果。
4. 將所得之結果使用『相近分析法』（neighbor-joining method）進行樹型圖分析。

參、研究結果：

一、搭乘賞鯨船調查

2011年於5月19日~9月5日共進行17趟航次調查，因龜山島海域於早上的鯨豚發現率較穩定（賞鯨船家，私人通訊），故選擇早上出航。航程共約702.1公里，總航行時間為37.1小時，平均每賞鯨趟次為

41.3 公里和 2.2 小時之調查。17 趟調查中共目擊 16 群次鯨豚，其中兩趟未目擊鯨豚，其他趟次中有一趟發現兩群鯨豚，趟次發現率目前為 88.2%，平均每趟出海可目擊 0.94 群次的鯨豚，各調查趟次與發現鯨豚種類詳列於表六。目擊鯨豚的分佈位置如圖八 a，飛旋海豚目擊點多在龜山島海域的東側與東南側，而瓶鼻海豚則較近岸，及龜山島北側。群體組成上，共發現 16 群次的目擊包含四種鯨豚（表三）。北區賞鯨船的調查結果顯示：2011 年宜蘭北海域依舊以飛旋海豚為最常見（n=9，56%），瓶鼻海豚（n=4，25%）次之（圖九 a）。

在群體數量方面，本年度賞鯨船調查所目擊的 16 群次中，發現率最高的為飛旋海豚，共 9 群次（56.3%），群體大小為 129 ± 127 隻（mean \pm s.d., 範圍：13- 375 隻），分佈在龜山島東側與東南側海域，群體行為以社交（social）和移動（travelling）為主（群體行為定義請見附錄一），並觀察到飛旋海豚彼此間有磨蹭、交配、水上展示等和生殖相關的行為，且在大群體中有明顯的母子對組成（五對以上），其幼年個體體長僅有母親的一半，應為本年度新生的幼兒。其次常見的種類為：瓶鼻海豚 4 群次（25%），其中的瓶鼻海豚群體數量多為 60~90 隻左右的群體，瓶鼻海豚對於賞鯨船隻的反應較敏感多較不易靠近主群體。另有一次為 225 隻左右的大群體，但該群體以數十隻為亞群，2-3 個亞群再形成在海面上所觀察到的大群體。偽虎鯨只發現 2 群次（12.5%），均為小群體（4-5 隻），一次為緩慢的移動，另一次則觀察到正在覓食，咬獲鬼頭刀（附錄二-e 圖）。單一群次為長吻真海豚（6.3%），群體大小約為 50 隻。長吻真海豚群體於 6 月 14 日早上於龜山島北方目擊，群體行為以休息（rest）與徘徊繞圈（milling）為主。

整合 2010-2011 年三十二趟的賞鯨船調查資料，共目擊 29 群次的鯨豚，隸屬於至少五種的鯨豚（表四）。飛旋海豚是最常見的種類（n=17，59%），瓶鼻海豚（n=5，17%）次之（圖九之 b），而偽虎鯨、真海豚、與熱帶斑海豚均為各 2 群次（7%）。

二、租用漁船進行海上調查

(1) 調查努力量、發現鯨豚群次與分佈

2011 年延續計畫核定簽約後，完成租船招標及出海公文等行政手續加上因熱帶性低氣壓造成海況不佳而延後調查，於 6 月 30 日~9 月 6 日間共執行出海調查 10 趟次，剩餘 5 趟次依期中報告審查會議的結論，保留至 2012 年配合活體組織 DNA 採樣再行調查，業於 2012 年 8 月完成剩餘趟次的調查。共完成了 15 趟調查中，在穿越線上共航行了 416.0 公里 (on-effort)，另外因進出港口、追蹤鯨豚航跡、天氣與浪況不佳與在穿越線間移動的航程 (off-effort) 732.8 公里，最後總航程共為 1148.8 公里 (圖十 a, b)，總航行時間為 127.9 小時，平均每日 8.5 小時之海上調查 (表五)。其中有五趟的努力量為零，詳情如下：2011 年 8 月 10 日因在航行到調查路線前遇到一群飛旋海豚，隨即長時間追蹤與拍攝該群海豚的活動至中午十二點半，隨後因時間太晚不利開始進行穿越線調查，則於該海域往東南方隨機尋找其他鯨豚群次，故該航次的努力航程里程為零，此外 2012 年 8/14~21 共四趟次於沿岸追蹤鯨豚，無進行航線調查，故排除於調查努力量之計算。十五趟次的調查中共目擊 33 群次鯨豚，其中 14 趟次有發現鯨豚，航次發現率為 93%，平均每航次可發現 2.2 群次鯨豚。可供標準化發現率計算的有效目擊 (on-effort) 僅有 16 群次，其他 17 群次則是在非穿越線的交通航線上 (港口到航線之間)，或是觀察第一群次的海豚時另外發現其他鯨豚，或是於近岸追蹤鯨豚時的目擊 (off-effort)。因此有效航程發現率為 3.8 群次/100 公里，4.0 群次/10 小時。

本年度 (2011-2012 年) 鯨豚目擊的位置分佈如圖八 b，鯨豚出現的位置集中在北緯 $24^{\circ}20'$ 至 $24^{\circ}28'$ 之間。各種分布位置離岸距離有些差異，以超過三次目擊的種類而言，飛旋海豚離岸距離較近，侏儒抹香鯨也大多分佈在離岸不遠的位置；而弗氏海豚則出現在離岸較遠，熱帶斑海豚則近岸與離岸均有分佈。

整合兩年度計畫之資料，2010 及 2011-2012 年間的 6-10 月共進行三十趟次的調查，在穿越線上共航行了 1058.1 公里 (on-effort)，再加上進出港口、追蹤鯨豚航跡、天氣與浪況不加航段及調查航線間的交

通航程 (off-effort) 的 1305.6 公里，三年總航程是 2363.7 公里 (圖十一 a, b)，總航行時間為 255.5 小時，平均每日 8.5 小時之海上調查 (表七)。三十趟次的調查中共目擊 62 群次鯨豚 (圖十一 c)，其中 25 趟次有發現鯨豚，航次發現率為 83.3%，平均每航次可發現 2.1 群次鯨豚 (其中有效群次為 1.1 群/每趟)。可供標準化發現率計算的有效目擊僅有 33 群次 (圖十一 a)，其他 29 群次則是在交通航程或其他的目擊。因此有效航程發現率為 3.1 群次/100 公里，3.3/群次 10 小時。

整合 2010-2012 年鯨豚目擊資料顯示其分佈如圖十一 a,c，可見雖然南方澳附近海域亦有多次調查，但鯨豚目擊的位置仍集中在北緯 $24^{\circ} 20'$ 至 $24^{\circ} 28'$ 之間。依照經標準努力量之相對發現率計算，C 區 (北緯 $24^{\circ} 30'$ 至 $24^{\circ} 42'$ 之間) 每 100 公里可目擊 1.1 群次鯨豚，共 2 種鯨豚 (無包含一群次之未確認種類)。D 區 (北緯 $24^{\circ} 18'$ 至 $24^{\circ} 30'$ 之間) 每 100 公里可目擊 4.4 群次鯨豚，10 種鯨豚 (無包含未確認種類)。可見於宜蘭南澳海域的鯨豚的多樣性與豐度均較 C 區南方澳海域附近的高 (圖十一 a)。

(2) 鯨豚種類組成及群體數量

本計畫共發現 33 群次的目擊包含至少 9 種鯨豚 (表六)，目前為止調查發現率最高的為熱帶斑海豚 8 群次 (24%)、飛旋海豚 9 群次 (27%)，其次為弗氏海豚 5 群次 (15%)，侏儒抹香鯨 5 群次 (15%)、而偽虎鯨、虎鯨、瑞氏海豚、瓶鼻海豚與瓜頭鯨與未確認種類各 1 群 (3%)。其中 2011 年 7 月 22 日早上目擊的虎鯨為觀察完弗氏海豚後，在量測流速流向時，發現船尾遠方的海面有大的鯨豚跳躍水花，隨即使用望遠鏡觀測，見到三隻體型大於五米的黑色動物弓身下潛中，其中一隻具有明顯高聳的背鰭，符合虎鯨雄性的外型特徵。但遺憾未能再度目擊此三隻動物於水面活動，或拍攝到照片供確認，目前此群次記錄為：『虎鯨』；種類確定指數為『可能 (likely)』，此為宜蘭海域鯨豚海上調查種類新紀錄種。此外，2012 年 8 月 19 日於南澳近岸處目擊到混群的鯨豚群體，由一群瓶鼻海豚與瑞氏海豚共同出現在半徑 2 公里以內的海域。為此調查中唯一混群目擊，兩種類均各自以同種間較緊密的組成緩慢向南方游動。

在群體大小上，以超過三次目擊的種類來說，群體最小的為侏儒抹

香鯨，每目擊群次均僅有一隻。群體數量較多的鯨豚種類是熱帶斑海豚，群體大小 231 ± 116 隻 (mean \pm s.d., n=8, 範圍：30- 400 隻)；其次為飛旋海豚，群體大小 184 ± 81 隻 (n=9, 範圍：40- 300 隻)；和弗氏海豚的群體大小 162 ± 112 隻 (n=5, 範圍：50- 300 隻)。

合併兩年度資料顯示，2010-2012 年間的 6-10 月間共有 62 群次的目擊資料，其中銀杏齒喙鯨與虎鯨為本海域的海上調查新紀錄種。種類組成上以熱帶斑海豚 18 群次最為常見 (29%)，其次為 14 群次的飛旋海豚 (23%)，此兩種類已超過目擊鯨豚的五成以上。其他常見種依序為弗氏海豚 (n=7, 11%)、瑞氏海豚 (n=5, 8%)、與侏儒抹香鯨 (n=5, 8%) (詳見圖十一 a)。若僅考慮航線上有效努力之群次，則共目擊有 33 群次，種類組成上仍以熱帶斑海豚 10 群次最為常見 (30%)，接下來飛旋海豚 (n=6, 18%) 與弗氏海豚 (n=6, 18%) 並列，此三種類已占目擊鯨豚的約七成。其他種類為偽虎鯨 (n=2, 6%)，侏儒抹香鯨與瓶鼻海豚在航線上僅發現一群次 (3) (詳見圖十二 b)。

比較南北兩區的鯨豚種類組成可知，北區以飛旋海豚為主，而南區以熱帶斑海豚、飛旋海豚、弗氏海豚最為常見。若以全宜蘭縣海域來說，最常見的仍為飛旋海豚 (33%)，熱帶斑海豚次之 (23%) (圖十二之 c)。

三、宜蘭海域常見鯨豚種類分佈與環境因子之關聯

由於南區穿越線的調查較為平均分佈於調查海域，加上調查船能進行較多環境因子之量測，故環境因子之分析僅使用 2010-2012 穿越線調查之 66 目擊群次。以時間變異來說，常見種類於 6-9 月未有明顯的季節變異。除了侏儒抹香鯨較常於六月出現，但因總目擊群次僅有 5 群，六月三十日當天共出現 3 群次造成 6 月比例大增。而弗氏海豚則完全未在 8 月其間被目擊，飛旋海豚與熱帶斑海豚則較常於 8 月被目擊 (圖十五 a)。而在一天的日間變化中，瑞氏海豚與飛旋海豚較常於早上時間出沒，而瓶鼻海豚與熱帶斑海豚較常出沒於下午時分 (圖十五 b)。

在海洋環境方面，將常見鯨豚種類目擊時接近點之環境因子數據整理與表八，分析結果顯示海水表面之鹽度與溫度在不同鯨豚種類之間，並無明顯的差異，除了侏儒抹香鯨的海水表面溫度稍低，但此種類的樣

本數均小於 5 群次 (圖十六 a)。影響鯨豚分佈較明顯的還是水深與離岸距離 (圖十六 b)，飛旋海豚多分佈在離岸近且水淺的區域，侏儒抹香鯨也分佈於較近岸處。而熱帶斑海豚與瑞氏海豚則分佈範圍較離岸，且出沒的水深範圍廣，由數百公尺至二千多公尺均可見此兩種類。較特別的是弗氏海豚明顯的居住在較遠洋且水深超過一千公尺以上的海域。

四、鯨豚聲音資料分析：

租船進行海上調查的 66 群次鯨豚目擊中，共進行 30 群次的嘗試錄音，其中 22 群次有收錄到鯨豚的聲音，70% 的錄音檔案為訊雜比品質，在中等以上可供分析。已分析 2010 年及 2011 年錄到的六個種類 (瑞氏海豚、瓶鼻海豚、飛旋海豚、偽虎鯨、弗氏海豚、熱帶斑海豚) 哨音，共 11 個群次 (飛旋海豚與熱帶斑海豚各三群次，弗氏海豚二群次，其餘種類各一群次)，總錄音時間約 40 分鐘，其中包含品質良好的 1664 筆哨聲。

經過聲音分析軟體量測後，6 種鯨豚的 9 個哨音特徵變數詳列於表九，瓶鼻海豚的哨音聲音長度最短 (平均 0.42 秒)，而熱帶斑海豚最長 (平均 0.65 秒)。所有頻率特徵以偽虎鯨的峰值頻率最低 (平均 6.7 kHz)，而飛旋海豚 (平均 13.1 kHz) 和熱帶斑海豚 (平均 13.2 kHz) 的峰值頻率最高，其他海豚的峰值頻率範圍也比偽虎鯨高 (平均 9.8-12.0 kHz)。偽虎鯨平均 COFM 為 0.38，相較於其他種類鯨豚的平均 COFM (0.75-1.50) 為低，顯示偽虎鯨的哨聲頻率範圍較小，而瓶鼻海豚 (1.2) 和熱帶斑海豚 (1.50) 的 COFM 值較其他種類大，顯示這兩種鯨豚哨聲頻率範圍較大。

各種鯨豚哨音特徵的兩兩比較結果列於表十，可以發現不同哨音特徵在種間比較之鑑別力有所差異，聲音之最低頻率可分辨 14/15 的種間比較，除了 inflection (轉折點數目) 的分辨力最差，僅能分辨 1/15 的種間比較之外，其餘的哨音特徵皆可以分辨 11/15 以上的種間比較，顯示此八種頻率上的特徵適合用來描述鯨豚哨音，納入判別分析之分析。

六種鯨豚的哨音特徵，使用判別分析法一起比較的結果列於表十二，全部種類的正確判斷率為 45.6%，偽虎鯨的正確判斷率最高 (100%)，偽虎鯨和其他種類海豚最容易被辨別出來，瑞氏海豚、瓶鼻海

豚、飛旋海豚、熱帶斑海豚的正確判斷率相近 (46-56%)，弗氏海豚的正確判斷率最低 (7%)，無法與其他種類區隔。

五、鯨豚個體照片資料庫：

本調查共目擊 5 群次之瑞氏海豚，共拍攝的 1503 個體照片中有 506 張為極佳 (PQ4) 和另有 420 張為足夠 (PQ3)，納入分析之數量佔 (62%)。目前已完成三群次之分析共辨識出 24 隻瑞氏海豚 (辨識目錄詳見圖十八)，其中具有清楚特徵可辨識 (MD3) 之個體有 9 隻 (38%)，需仔細比對辨識的 MD2 有 13 隻 (54%)，另有兩隻無辨識特徵 (8%)。

編號 IL20100803_02_07 (宜蘭海域 2010 年 8 月 3 日)，與本研究室其他海域的瑞氏海豚個體資料庫的 ST20080809_01_02 (花蓮石梯海域 2008 年 8 月 9 日) 經辨識為同一隻，其背鰭右側的缺刻與花紋無明顯變化 (圖十七 a)。其他還有約二十隻個體的比對分析仍在進行中。此個體於兩年間的重複目擊，顯示至少有個體的活動範圍包含宜蘭南方澳海域至花蓮石梯海域 (圖十七 b)，此個體於 2012 年 7 月 22 日又於花蓮石梯海域被目擊 (圖十七 a 之最右側)，兩目擊地點的直線距離為 109 公里。

六、鯨豚活體組織採樣與 DNA 分析：

(1). 活體組織採樣 (biopsy)：

本年進行四趟租船出海尋找及採樣工作，其中兩趟的航程中發現各一群海豚，經觀察海豚群體行為狀態穩定後，選取兩群海豚嘗試活體組織採樣工作。第一群採樣在 2012 年 8 月 20 日海豚群體共有 13 次接近動物，4 次嘗試採樣船首附近乘浪的海豚，其中僅有一次有採集到兩小片 (約 0.1 公分立方) 之海豚組織。海豚群體在採樣後未有明顯的加速逃離反應，大多個體維持原來泳速，及部分個體仍有社交行為。但船隻持續接近時，海豚在離船隻約 10 公尺的距離即下潛，船首乘浪的次數減少。第二群採樣於隔天 8 月 21 日進行，共有 7 次接近動物，2 次嘗試採樣船首附近乘浪的海豚，遺憾未能成功獲得樣本。雖無逃離等強烈反應，海豚卻常於船隻接近後下潛遠離，且因受天秤颱風外圍環流之湧浪影響，故結束採樣工作。

(2). mtDNA分析：

所採獲的組織經分析後，確認為本樣本的種類為『飛旋海豚』（圖十九a），與海上目視觀察結果相同。但本樣本的親緣關係與夏威夷型 (*S. l. longirostris*) 與東熱帶太平洋型 (*S. l. centroamericana*、*S. l. orientalis*) 此三亞種距離較遠，反而與澳洲海域的飛旋海豚樣本較接近（圖十九b），但澳洲海域的飛旋海豚分類所應隸屬的亞種地位仍待釐清。

七、常見鯨豚種類之文獻回顧：

為提供特展需求，彙整本區最常見五種鯨豚之生態資料以供後續策展參考用。

A. 飛旋海豚 (Spinner dolphin, *Stenella longirostris*)

名稱：長吻飛旋原海豚、長喙海豚、長嘴海豚、白肚子，中國大陸稱為：長細吻海豚（周 1994，王 1999）。**外型形態：**體型纖細，成年體重僅 50-90 公斤，長而細的吻部，幼體背鰭較鐮刀型，至成熟後逐漸趨於三角形，東熱帶太平洋雄海豚的背鰭則會稍朝前彎。具深灰色條紋從眼睛延伸至胸鰭，體色可分三層，最上層是黑灰色的披肩帶，中間層淺灰，腹部則呈白色。性成熟體長約 129-235cm 體重 23-80kg，雄性較雌性體型為大（Perrin 2008）。**海上辨識特徵：**水面行為相當活躍，會跳出水面側身旋轉平均 3-4 圈後落回水中產生大水花此行為在遠處可協助判斷其種類。飛旋海豚體型纖細，和其他幾種原海豚屬相似，背鰭較為等腰三角形，近看體色具三層。**全球分佈與生態習性：**飛旋海豚是熱帶遠洋海域中最常出現的種類之一，廣泛分布於北緯 30-40 度與南緯 20 - 40 度之間的熱帶及亞熱帶海域(Jefferson 2007)。根據夏威夷海域的飛旋海豚分佈模式的研究，白天的休息棲地的選擇，主要與附近是否接近深海可覓食區，和海灣中的平均深度，海灣淺水域的比例等環境因子有關(Thorne 2012)。

目前包含四個亞種：全球性的 *S. l. longirostris* (Gray's spinner)、東熱帶太平洋的 *S. l. orientalis* (eastern spinner) 及 *S. l. centroamericana* (Central American spinner) 及東南亞的 *S. l. roseiventris* (dwarf spinner) (Perrin 2007)。原屬於第五亞種的熱帶大西洋地區性的短吻飛旋海豚(clymene dolphin, *S. clymene*) 外型及行為皆相似，嘴喙較短是主要辨別特徵，日前因遺傳差異大，已將此型歸於另一種類：短吻飛旋海豚 (Perrin 1981)。**食性**：日間常在島嶼及岸邊社交與休息，夜晚則游向水深處覓食垂直升降的中層燈籠魚科(Benoit-Bird 2003, Karczmarski 2005)。太平洋東岸的飛旋海豚可下潛至水深 600m 以上，以中表層小型魚類及魷魚為食，而位於東南亞海域的侏儒飛旋則以珊瑚礁魚類及無脊椎動物為食(Perrin 2007)。

生活史資料：懷孕期約 10 個月，哺乳期 1-2 年，每胎間期約 3 年，初生體長 75-80cm。雌性性成熟年齡為 4-7 歲，雄性 7-10 歲(Perrin 2008)。交配機制受性別二型性及精巢大小影響，例如東熱帶太平洋的飛旋海豚較白腹海豚有較明顯的性別二型性及較小的精巢，使得該處的海豚選擇一夫多妻的交配機制，而非雜交式系統，無強烈的配對結合及持續關係的交配機制(Perrin 2003)。

社會結構與行為：飛旋海豚出水旋轉的原因有諸多可能假設，包括玩耍、生殖展示、甩掉身上附生的印魚(Fish 2006)，目前大多學者可接受的是海豚旋轉後撞擊海面產生的巨大水花中，其氣泡有利於進行水下訊息傳遞，在回聲定位中容易被偵測彼此的相對位置等(Norris 1994)。群體大小從數隻到數千隻，常與其他小型齒鯨、海豚甚至儒艮共游，在東熱帶太平洋海域最常共游者為熱帶斑海豚(*S. attenuata*)。夏威夷海域的飛旋海豚群體組成流動性高，群體是由數個家庭單位組成的暫時性的群體(Norris 1994)，交配機制為雜交式交配系統。但在夏威夷西北方的中途島地區的研究結果顯示，該海域的飛旋海豚具有穩定的群體關係，顯少與其他島嶼的個體互換(Karczmarski 2005)。此社會關係的差異同時也顯示在海豚的族群遺傳多樣性上；在穩定的群體中其基因交

流數值較高，而流動群體的基因交流數值最低 (Adnrews 2010)。此外，近年來飛旋海豚的聲學研究已在多地展開，目前已知其哨聲隨著地理區及海豚的行為而有不同 (Lammers 2006)。

保育概況：自1960年起，東熱帶太平洋海域的*S. l. orientalis*因受困於鮪魚圍網而大量死亡，是僅次於熱帶斑海豚受到圍網影響最大的物種，雖然近年來族群量有成長2%，但仍未達研究預期的4% (Wade 2007)。飛旋海豚分布廣泛，但遭到漁業混獲及直接捕殺的數量不勝其數，例如在斯里蘭卡每年漁業捕捉及漁業混獲的數量可達數千隻，除影響其族群數量外，也影響他們的生存能力 (Cramer 2007, Noren 2007)。而隨著賞鯨業逐漸發達，其所帶來的影響也浮出檯面，例如夏威夷、印尼等地 (Delfou 2007, Courbis 2009)。由於飛旋海豚的大量死亡、族群數量未顯著回升，加上除了東熱帶太平洋海域外他處並未估計海豚的族群數量，使得目前IUCN將之列於資訊不足Data Deficient等級 (IUCN, 2008)。

台灣海域的飛旋海豚：宜蘭海域的飛旋海豚在南北兩區皆有分布，主要分佈在沿岸淺200公尺等深線附近：宜蘭北部深度較淺，200米之等深線離岸較遠，而南部因200米之等深線離岸近又有陡坡，海豚皆在淺於1000公尺的200公尺等深線內外分佈，此區的海洋環境和花蓮及台東沿岸相似，為狹長之大陸棚及陡降之大陸斜坡 (周等 1998, 葉等 2001)。相較之下，南部沿岸發現率較高，北部較不穩定 (Chen 2001)。台灣海域飛旋海豚的食性研究中，根據1994-2001年於台灣沿岸非法捕獵查扣、漁業混獲及擱淺的死亡標本飛旋海豚胃內食物，發現燈籠魚科佔絕大多數，其中以*Lampanyctus vadulus*最多 (王 2002)。此外，台灣附近海域的飛旋海豚依照外型與分子鑑定為第一亞種*S. l. longirostris* (林 1997)，但菲律賓海域有觀察到東南亞的侏儒飛旋型 (Perrin 2007)，尚待更多的研究來印證宜蘭海域是否也有此型海豚的出現。

B. 熱帶斑海豚 (Pantropical spotted dolphin, *Stenella attenuata*)

名稱：熱帶點斑原海豚、小白腹仔、花鹿仔、白斑海豚、斑點海豚，中國大陸稱為：白點原海豚。(周 1994, 王 1999) **外型形態：**嘴喙細長，體型纖細，有鐮刀型背鰭。成年個體吻部尖端呈白色，深灰色披肩，淺灰色腹部，成年個體身上佈滿斑點，隨年齡增加甚至融為塊斑狀。幼體無斑，青少年時體表開始出現斑點，腹深色背淺色，至成年時腹部斑點顏色由深轉淺，數目隨年紀增多，有些老年海豚甚至斑點多到無法辨識底色。性成熟體長為 166~257cm，體重 119kg 以上，雄性體型略較雌性大 (Perrin 2008)。 **海上辨識特徵：**體型纖細，比飛旋海豚略為粗壯，吻部尖端成白色，成年個體滿佈斑點是最大的特色，但斑點顏色及多寡及體長大小具地區變異性，另可藉其活潑的海上行為如跳躍(可高達 3-4m)、船首乘浪及躍身擊浪等行為協助判斷。但在較遠距離觀測時因和其他長吻的原海豚屬混淆，需仔細辨認。

全球分佈與生態習性：熱帶斑海豚是全世界數量最多的鯨豚種類之一，依斑點及體長已鑑別出沿岸型(目前僅發現於中美洲西側沿岸海域)及離岸型。離岸型廣泛分布於全世界熱帶及亞熱帶海域，約南北緯三十度之間海域 (Jefferson 2007)，好出現於斜溫層水域、水溫大於攝氏 25°C 或鹽度大於 34‰ 處。哥斯大黎加的熱帶斑海豚偏好出沒於離岸較遠的大洋水域，而覓食的主要棲地特徵為水深 200 公尺上下並具有豐富食餌的小範圍區域(Oviedo 2012)。

食性：熱帶斑海豚以小型表層與中層魚類、燈籠魚科、魷魚及甲殼類為食 (Robertson 1997; Wang 2003)，部份地區以飛魚為主食。東太平洋離岸型的熱帶斑海豚食物與黃鰭鮪重疊，沿岸型則可能食底層魚類。在夏威夷的深潛研究指出，該處熱帶斑海豚於夜間進食，與食餌在夜間會移動到海水表層有關 (Baird 2001)。 **生活史資料：**生殖系統推測應屬雜交式(promiscuous mating system)，也就是多夫多妻沒有固定的伴侶。懷孕期約 11.2-11.5 個月，初生體長 80-85cm。性成熟年齡雌性約 9-11 歲，雄性約 12-15 歲。每胎間期(calving interval)約 2-3 年，但隨族群狀

態改變。幼體約在 9 個月後斷奶，但哺乳期可長達 2 年之久。繁殖期在季節中分散，且一個地區可能具有數個繁殖高峰期(Perrin 2008)。

社會結構與行為：生性活潑常跳躍，會船首乘浪，甚至靠船很長一段時間。群體大小從數隻到數千隻皆有，在東熱帶太平洋平均群體約 120 隻、熱帶印度洋 170 隻、菲律賓海域約 90 隻(Dolar 2006)。依海豚的年齡或性別可分離成數小群；未成年海豚傾向形成小群體，或者加入大群且無黃鰭鮪共游的飛旋海豚群體。本種常見與其他生物共游，尤其是與飛旋海豚(*S. longirostris*)及黃鰭鮪(*Thunnus albacares*)共游(Ballance 2006)。黃鰭鮪常與熱帶斑海豚一同出現的確切原因仍未知，在東太平洋的研究推測可能與他們的共同食物有關，或是群聚可以提高對掠食者的防衛等因素(Perrin 2008)。

保育概況：但自 1960 年代起經常受捕捉黃鰭鮪的大型圍網網具纏身致死每年平均混獲致死上萬隻的海豚，使得東太平洋熱帶海域的族群數目在短短二十年間驟降 80%。熱帶斑海豚的捕捉與混獲事件仍持續發生。1982 年一年捕捉的熱帶斑海豚數量高達 3799 隻，到了 1995~2004 年平均捕捉量降為 129 隻(Kasuya 2007)。熱帶斑常與黃鰭鮪共游的習性，導致漁民常在兩者一起出現處捕捉黃鰭鮪，造成海豚也被圍網所困而致死的情形，雖然致力於恢復因此下降的海豚族群數量，但目前恢復情形仍未如預期。漁民持續追逐或捕捉海豚將間接影響海豚數量及其生存，甚至改變生態系統對熱帶斑海豚的環境承载力(Wade 2007)，許多東南亞與南美洲地區包含台灣等海域的熱帶斑海豚也存在被直接捕捉或漁業混獲的問題(IUCN 2008)，對當地族群的影響應被重視。目前在 IUCN 中是列為 Least concern (LC)之等級。

台灣海域的熱帶斑海豚：熱帶斑海豚分布於熱帶及亞熱帶海域，是台灣東部海域最常見的種類之一，亦是宜蘭海域賞鯨的常見種(Yeh 2000, Chen 2001, 周 2008)。在台灣東西兩岸皆常見，分布之水域就澎湖、花蓮、台東資料來看，其所在處水深範圍亦廣，各地區皆有不同，在花蓮夏季(6-9 月)調查期間顯示似偏好中度水域，約 200-1000 公尺(周

n=15 等 1996)，在台東多分布在深度水深約 1000-1200 公尺海域（葉 2001），而澎湖則出現在約 120 公尺的淺水域（n=2，黃昭欽 1996）。除了水深不同外，其出現的季節高峰亦不同。宜蘭地區的熱帶斑海豚出現的高峰是在夏季，而且多偏愛中部及南部，台東則出現高峰為夏秋兩季。台灣海域的熱帶斑海豚以海洋中層之魚類及頭足類為食，以武裝魷（*Enoploteuthis chunii*）及發光燈籠魚（*Myctophid lanternfishes*）為大宗，與東熱帶太平洋海域（eastern tropical Pacific）者相似（王 2002）。嘴喙及頭蓋骨的骨骼型態呈明顯的性別二型性，雄性頭蓋骨較寬，骨骼型態的二型性與不同性別海豚的行為及生活史策略有關（Yao 2008）。

C. 瑞氏海豚（Risso's dolphin, *Grampus griseus*）

名稱：花紋海豚、和尚頭、圓頭鯨，在中國大陸稱為「灰海豚」（周 1994，王 1999）。**外型形態：**顧名思義其成體身上有許多白色長條花紋或是圓形紋路，大多是其他同種個體所留下的齒痕，或是烏賊纏鬥所留下的圓形吸盤疤痕。幼體初生時無條紋且體色棕灰，此花紋隨年齡而增加，且體色逐漸變白。本種最大的特徵是無突出之吻喙，頭額隆處有一道明顯凹陷，和其他黑鯨類相同的腹部有錨形白斑（Jefferson 2007）。**海上辨識特徵：**在海上最好的辨識特徵是體色灰白和刮痕，及高聳鐮刀狀的背鰭，頭部鈍凹也是明顯的辨識特徵。此種體型粗壯約三米長，和小虎鯨和瓜頭鯨有體型大小與體色的差異。**分佈與生態習性：**此種類在世界各處分佈很廣，由溫帶跨至熱帶，常分佈於大陸斜坡處水深 400~1500m 處，尤其偏好大陸陡坡的陡降地形（Bearzi 2010），並且受海水表層水溫影響，15-20°C 處發現率較高而 10°C 以下則較低（Baird 2008）。**食性：**喜食頭足類，及部分甲殼類（Blanco 2006）。在台灣的瑞氏海豚胃內含物包含大量的南魷（*Sthenoteuthis oualaniensis*）及武裝魷（*Enoploteuthis chunii*）等（王 2002）。**生活史資料：**瑞氏海豚的生活史資料十分缺乏，根據日本單次漁業捕捉一群七十四隻的瑞氏海豚死亡標本分析結果顯示：目前已知的懷孕期為：13-14 個月，每胎的間隔約 2.4 年。幼豚被目擊的高峰期在太平洋東岸為冬天，西太平洋則

為夏秋的月份。瑞氏海豚的性成熟雄性為 10-12 歲，雌性則為 8-10 歲。目前根據牙齒切片年齡的估計，最老的瑞氏海豚約為 34.5 歲 (Amano 2004)。而大西海域的瑞氏海豚則體型明顯較大且成熟較晚，雌性 11 歲開始性成熟 (體長約 280 公分)，雄性則超過 25 歲 (體長 300 公分以上) (Bloch 2012)。兩篇研究均支持瑞氏海豚可能具有外型上的雌雄二型性，成年雄性體長大於雌性，且可能較粗壯。

社會結構與行為：為群聚的軟體，但每群出現隻數不多，通常為 10~20 隻組成小群，已發現有穩定的公海豚小群組成於大群體中。偶有船首乘浪現象，但多數對船隻反應冷漠或躲避船隻。海上行為豐富，曾紀錄到胸鰭及尾鰭拍水 (tail-slapping)、浮窺 (spy-hop) 或全身躍出水面 (Leatherwood 1983)，幼豚更加活潑。常與其他種鯨豚共游，亦曾觀察到乘海浪衝浪 (Surfing) 的行為 (Kruse 1999)。

保育概況：在全球的漁業活動區域內，曾發生海豚偷吃延繩釣漁獲，以及受困於圍網或流刺網而死亡的情形，並且在其體內發現不可消化的塑膠類物質，以及組織內的污染物殘留。捕鯨活動亦存在於瑞氏海豚，例如將嚴重影響當地族群的斯里蘭卡及日本的小區塊捕鯨。全球的瑞氏海豚數量雖未實際測量，但在西班牙地中海海域 (Gaspar 2007)、墨西哥灣約八萬隻、美國東側北大西洋海域約二萬隻、加洲海域 (東北太平洋) 約三千隻，以及東熱帶太平洋約 17 萬隻，各海域所估計的族群量皆不小。因此廣泛的分布及數量的豐富使瑞氏海豚目前在 INCN 列為 Least concern (LC) 之等級 (Baird 2008)。

台灣海域的瑞氏海豚：瑞氏海豚少有集體大量擱淺，且生活於遠離陸地的大陸斜坡，因此一般被認為不易觀察 (Baird 2008)。然台灣位於熱帶及亞熱帶區域因此水溫溫暖，且東部海域海底地形陡峭，是瑞氏海豚覓食及照顧幼豚的理想棲地 (葉 2001)。台灣海域的瑞氏海豚出現率在水深 500-1500 公尺顯著高於 500 公尺以淺與 1500 公尺以深處，於夜間覓食，主食南魷 (*Sthenoteuthis oualaniensis*) 及武裝魷 (*Enoploteuthis chunii*)，黃昏前的大群體聚集可能為覓食集結 (feeding aggregation)

(林 2002)。此外瑞氏海豚廣泛分布於台灣宜蘭南部至台東海域，並同時是賞鯨主要觀察種類之一。而台灣海域的瑞氏海豚常受到人類活動的影響，包含早期的直接鏢射及至今網具的混獲(周 2008)、逐漸密集的賞鯨活動(郭 2001)以及海洋軍事活動，故獲得當地海豚的生態學資料如生活史、年齡性別組成、性成熟資訊以及遷移習性等，將是未來制定保護規範的重要基礎。目前根據擱淺、混獲及海上觀察資料已知，台灣海域的瑞氏海豚約在 10 歲時達性成熟，繁殖季集中於夏秋兩季，懷孕期約一年，此繁殖季與生活史資料皆與日本相似，推斷台日海域之瑞氏海豚同歸屬於西北太平洋海域的族群，成年體長雄性 253 - 265 cm；雌性 240 - 255 cm，其體長較其他海域者為小 (Chen 2010)。

D. 弗氏海豚 (Fraser' s dolphin, *Lagenodelphis dosei*)

名稱：沙漏海豚、關公眉、烏鯪、粉嘴鯪、短吻海豚、婆羅洲海豚，中國大陸稱為沙勞越海豚 (周 1994, 王 1999)。弗氏海豚的學名來自於 1895 年所發現的型態似於真海豚屬 (*Delphinus*) 及斑紋海豚屬 (*Lagenorhynchus*) 物種的頭骨標本，故命其屬名為 *Lagenodelphis*，基因親源關係 (cytochrome b mtDNA) 與 *Stenella*、*Tursiops*、*Delphinus* 三屬較近 (LeDuc 1999)。**外型形態：**弗氏海豚的嘴喙短小，背鰭呈三角形；成年體長雄性可達 2.7 公尺，雌性 2.6 公尺，體重 210 公斤，其粗壯的身形使得背鰭、胸鰭與背鰭的比例顯得相對較小。弗氏海豚的體色因性別及年齡而異，大體而言可將其體色分成較黑的背側、灰色的眼帶與乳白色或粉紅色的腹側，但成年的雄性海豚的顏色較灰暗，從眼睛到肛門的黑色帶狀顏色明顯，雌性及幼體則體色較亮且無黑帶，是明顯可以區分性別的特徵 (Louella 2008)。**海上辨識特徵：**弗氏海豚短胖的身形、比例短小的背鰭與嘴喙是海上辨識時很好的特徵，也可以用雄性明顯的黑色條紋加以輔助辨識。另外，弗氏海豚常大群體出現，且行為活潑、泳速快，常造成海面水花不斷，因此也能從行為來加以判斷。

全球分佈與生態習性：弗氏海豚偏好溫暖水域，主要分布範圍介於南緯及北緯 30 度間，是典型的大洋型種類。目前全球的弗氏海豚豐度僅有針對少數區域性的調查如東熱帶太平洋、東蘇拉海及夏威夷，分別有 298,300 (CV=0.34)、13,518 (CV=0.26)、10,266 (CV=1.16) 隻個體 (Louella 2008, Barlow, 2006)。以海洋中層的魚類、甲殼類及頭足類為食，喜出沒在水深較深如 700-3,500 公尺的海域 (Wursig 2000)。**食性：**東熱帶太平洋與蘇拉海域的弗氏海豚以海洋中底層的魚類、甲殼類及頭足類為食，例如燈籠魚科 (Myctophidae)、蝨魚科 (Chauliodontidae) 及刺蝦科 (Oplophoridae) 等的動物 (Louella 2008)。此外，弗氏海豚的在各海域的生態相關資料仍十分缺乏 (Hammond 2008)，是人們不甚瞭解的鯨豚種類之一。**生活史資料：**出生體長約 100 至 110 公分。日本的研究指出雌性約 5-8 歲性成熟，體長 210 至 220 公分；雄性較雌性略晚，性成熟年齡約 7-10 歲，體長 220 至 230 公分，最年長的個體為 17.5 歲的擱淺紀錄 (Amano 1996)。野外觀察發現，弗氏海豚群體的性別比約 1:1，並且由各年齡層的個體組成。日本海域的海豚出生高峰為春季與秋季，南非海域則為夏季。雌海豚懷孕期約 12.5 個月，生殖間距約 2 年，生殖策略屬雜交模式。

社會結構與行為：弗氏海豚經常大群體出現，例如東熱帶太平洋海域的群體組成由 100-1000 隻個體不等。其行動快速，游泳時常造成水花噴濺，有時遠離船隻，但船隻速度較慢時會船首乘浪 (Perrin 1994)。在東熱帶太平洋、墨西哥灣及蘇拉海域的弗氏海豚常與瓜頭鯨共游 (Perryman ., 1994; Wursig ., 2000)，其中蘇拉海還有與短肢領航鯨共游 (Dolar ., 2006)，除此之外較少被觀察到與其他鯨豚種類共游。弗氏海豚的表層肌肉肌紅素濃度高，足以媲美抹香鯨及北瓶鼻鯨 (*Hyperoodon ampullatus*) 等擅長深潛的鯨豚種類，因此使弗氏海豚能潛至 600 公尺以深處覓食。無實際觀察到弗氏海豚的天敵，但虎鯨、偽虎鯨及大型鯊魚皆被認為可能會獵捕幼仔。**人豚互動與保育概況：**弗氏海豚經常受到網具的混獲，例如在東熱帶太平洋海域的圍網、日本的定置網、南非的刺網及律賓的流網等；此外，弗氏海豚在歸於保

育類前，亦有在菲律賓、印尼等地遭到獵捕。目前 IUCN 紅色名錄將之列為 LC (無危, Least concern) 等級(Hammond 2008)。

台灣海域的弗氏海豚：弗氏海豚主要出沒在台灣東岸如宜蘭、花蓮及台東與綠島蘭嶼一帶，南至墾丁海域(周 2007)，經常以數百隻的大群體出現，是賞鯨的常見種類之一。但其對船隻較敏感，小群體時行為較害羞，當船隻靠近時常改變其原本的活動狀態，改變包括下潛、泳速加快、轉向等行為的增加(游 2000)。台東海域的弗氏海豚多分佈於深水離岸 1000-2000 公尺的水域，(葉 2001)，此外根據 27 隻擱淺與混獲標本的胃內含物資料顯示，弗氏海豚主食海洋中層的頭足類與魚類，特別是褶胸魚科的閃電燭光魚(*Polyipnus stereope*) 占 50.2%，特別常出沒在深海地區(Wang 2012)。

E. 瓶鼻海豚 (Common Bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*)

名稱：大白腹仔、烏鯪、大帕種、牛角魚海豚、南方瓶鼻海豚，中國大陸稱為寬吻海豚 (周 1994, 王 1999)。瓶鼻海豚其屬名 *Tursiops* 源自於希臘文，為「貌似海豚」之意；英文以 common bottlenose dolphin 來與印太洋瓶鼻海豚(*T. aduncus*)區別。**外型形態：**瓶鼻海豚分布於全世界的遠近岸溫暖水域，外觀型態隨著各棲地有極大的變異。整體來說，瓶鼻海豚的體型粗壯，背鰭高聳且彎曲，體色深暗，具明顯的額隆與短而厚的嘴喙，體側白斑及披肩帶(cape)的明顯程度隨個體變異。全世界的瓶鼻海豚過去被視為單一物種，直到近年基因、型態、生理等的完整研究歸納，才將棲息於不同海域、不同離岸程度，及具不同特徵的瓶鼻海豚分為數個種類: *T. truncatus*、*T. aduncus*、*T. australis* (Hersh 1990, LeDuc 1999, Charlton-Robb 2011)。**海上辨識特徵：**體型粗壯，嘴喙短且呈厚實之瓶狀，全身灰黑偶而披肩明顯。背鰭形狀則變異大，鐮刀型或厚實的三角形皆有。此種行為活潑且好奇心旺盛，可能接近船隻船首或船尾乘浪。

全球分佈與生態習性：瓶鼻海豚廣泛分布於全球三大洋的溫暖水域中，北至挪威，南至南美洲、澳洲、紐西蘭等，估計全球約有六十萬隻個體(Wells 2008)。水溫是影響瓶鼻海豚分布的重要因素，北美的研究指出瓶鼻海豚喜居於表層水溫 10°C 至 30°C 間之水域，由於適當的水溫提供充沛的食物資源，使海豚可能有季節性遷徙，例如冬季時西北大西洋的海豚會往南移動(Torres 2005)。瓶鼻海豚的棲息環境包括大陸沿岸、大洋、海洋性島嶼周圍，分布地的鹽度變異大，從海洋、河口甚至河川皆有發現。瓶鼻海豚日夜皆活躍，會在船隻鄰近處休息、遷移、覓食、社交等，季節、棲地、潮位等環境因子及海豚的生理狀態可能會影響這些活動的頻率及持續時間(Read 2003)。**食性：**不同地域及離岸程度的瓶鼻海豚食物來源多少有些差異，主要以魚類及少數魷魚為食，底棲性或大洋性皆有，喜好石首魚、鯖魚及鯷科魚類(Wells 2008)。瓶鼻海豚會根據族群內個體的性別與年齡組成，尋找最適宜的覓食地點，例如育幼中的雌性及幼體群較集中於近岸覓食；青壯年及成熟個體則在稍遠的海域。覓食時發展出多樣化的獵捕技巧，例如選擇單獨的捕獵，或製造氣泡網團體合作捕魚、故意擱淺趕魚、吻端裹覆海綿來尋找底棲魚類(Patterson 2011)。

生活史資料：目前從牙齒生長年輪得知，瓶鼻海豚雌雄性最大年齡分別超過 58 及 48 歲，且生殖壽命長，高達 48 歲的雌性仍能生產及哺育幼仔(Wells 1999)。因瓶鼻海豚分佈範圍廣，導致不同地理區之族群存在不同的生理變異，整體而言雌性稍早，性成熟年齡為 5-13 歲，雄性則為 9-14 歲，某些地區亦因此導致體型上的性別二型性。雄性終年排精，雌性亦可全年排卵，使終年皆有幼體出生，但生殖高峰為春夏季(Thayer 2003)。母體懷孕期約一年，生殖間隔 3 至 6 年，幼體出生體長 84 至 140 公分，亦因地區而異(Perrin, 1984)。幼體出生第 1-2 年以乳汁為主要營養來源，但亦在 4 個月大之幼體胃內發現有固體食物與乳汁混

雜(Wells 1999)。**社會結構與行為**：族群由 2 至 15 隻個體組成，亦可組成數百隻以上的大群體，成員隨海豚的年齡、性別、繁殖狀態及親緣關係等改變(Wells, 2003)。瓶鼻海豚為『分裂再融合』社會結構的代表種類，群中的子群體組成穩定(小群體中可能包含育幼群、青年群及或成對的雄性成年個體)，成員間的緊密關係可維持數年。這些小群體流動性的形成不同大小的群體，依該區的棲地環境與當時的行為狀態呈現多變的社群組成(Tsai 2012)。在眷養的瓶鼻海豚發現有顯著的社會階級，會用侵略式的行為來建立其社會地位，且雄性之階級制度較雌性明顯，而目前在野外尚未發現有階級制度的情形(Wells 2008)。

人豚互動與保育概況：瓶鼻海豚與人類關係匪淺，部分地區的漁人與海豚可合作捕魚(Daura-Jorge 2012)，但在許多地區瓶鼻海豚亦也會竊取漁民已捕獲的漁獲而形成衝突(Noke 2002)。此外，瓶鼻海豚也是全世界海洋公園及水族館最常飼養用來表演及研究的種類，隨著對瓶鼻海豚的研究了解與日俱增，圈養品質、活存率及人工繁殖率也逐漸提高(Zhang 2012)。瓶鼻海豚的環境適應能力強，但現今野外瓶鼻海豚的死因除了包含老化、疾病、種內打鬥、被鯊魚攻擊等自然因素外，仍深受人類活動的影響如誤觸網具、噪音及棲地污染累積體內毒物等人為因素，使死亡率有逐年攀升的現象(Bearzi 2009)，目前 IUCN 將之列為 least concern(LC)等級。

台灣海域的瓶鼻海豚：瓶鼻海豚(*T. truncatus*)主要分佈於台灣東海岸、北部與澎湖水域，而西南海域、澎湖及墾丁海域則有印太洋瓶鼻海豚之分佈(*T. aduncus*)，其中台灣海峽因位於交界帶故兩種皆有，外觀上可從嘴喙長度及其佔總體長的比例等作區分(Wang 2002)。瓶鼻海豚是台灣東岸常見的目擊鯨種之一，常出現在大陸棚與大陸棚邊緣之海域(葉 2001)。台灣海域的瓶鼻海豚(*T. truncatus*)的頭骨有兩個特徵具有性別二型性，雌性演化出較長的攝食部位(吻端至內/外鼻孔長度)，推測可能是

因喜好的食物不同以及利用棲地的不同所導致；而印太洋瓶鼻海豚(*T. aduncus*)在骨骼型質上則無明顯性別二型性差異，可能因雌雄生活型態無太大差異所致(郭 2006)。此外，台灣海域瓶鼻海豚的主要組織相容性複合體(MHC) 譜系樹分析顯示兩種瓶鼻海豚呈現明顯分群，暗示他們的確身處不同的環境，而不同的選汰壓已影響其 MHC class II 基因的演化(楊 2008)。

肆、討論：

一、鯨豚種類發現率與種類組成之比較：

由於南北兩區調查方法上的差異，在發現率與種類組成之比較上也依各分區分析。首先在北區賞鯨船的部分，2011 本年度的賞鯨船趟次發現率 88.2% (n=17)，比起 2010 年賞鯨船的趟次發現率為 80% (n=15) 稍高，與 2005-2008 年 (n=55) 的賞鯨船調查結果 90%~100% 近似(周 2006, 2008)，根據謝的研究結果顯示：2010 與 2011 年的趟次發現率反而分別為 85% 與 81%(謝 2012)，與本調查略有差異。由於每年的調查趟次僅約 10-15 趟左右，未能確認為此現象是年間變化亦或是樣本數不足的變異。此外，還需考量此海域的賞鯨船有雇用當地漁民協助尋找鯨豚群體且通報鯨豚位置，而非直接完全由賞鯨船獨立搜尋的因素，年度間趟次發現率變異的解釋意義，是否可代表此區域的鯨豚相對豐度，仍需要更多的調查數據來支持，建議可邀請或雇用賞鯨船家協助長期記錄每航次的目擊與否，目擊的種類群次資料與位置來分析年間的變異。根據烏石港蘭鯨號 2010 年 7-10 月之觀測記錄(沈 2011)，目前僅可用作種類組成與發現位置之分析，尚未能得知其目擊率。若能增加航次努力量詳實記載出航但未發現鯨豚之航程，及增加目擊鯨豚之時間，便可進一步分析時空變化。

南區海域穿越線調查結果顯示，2011-2012 年的穿越線調查發現率為 3.8 群次/100 公里，相較 2010 年度的穿越線調查發現率為 2.65 群次/100 公里高，與 1998-99 年相同調查海域的航線發現率(3.1 群次/100 公

里)也較高,相較於2007年的調查(1.0 群次/100 公里)更是高出許多。本年度目擊(發現)率高的原因可能有二:因調查時期橫跨兩年夏季,其中十二趟調查的天候良好且視野清晰,所以鯨豚能被發現的機率提高(如侏儒抹香鯨等)。另一個原因則可能因本年度的調查將收錄聲音與拍攝鯨豚照片等工作納入,耗費較多觀察海豚的時間,所以待返回穿越線上後,有數航線因時間太晚而無法完全走完需返港,因此降低了有效努力的里程,進而會使目擊率計算值偏高。最後,本年度為有更多鯨豚目擊之機會,所以大多在南部的D區進行調查航線,此區域的鯨豚發現率在1998-99年與2010年之調查結果均是宜蘭海域最高的,因此本年度的發現率3.8 群次/100 公里與1998年的D區4.0 群次/100 公里結果相當接近(周2000)。亦顯示東澳以南至宜蘭縣南界的海域,依舊是鯨豚分佈的熱區,不但發現率高且種類多樣性也高。

在鯨豚種類組成方面,南北兩區顯示出明顯鯨豚種類優勢種的差異,北區賞鯨船的調查結果顯示:飛旋海豚依舊為該區域的優勢種類(目擊頻度占55%)、瓶鼻海豚次之(21%),而南區則為熱帶斑海豚(30%)、飛旋海豚(18%)、弗氏海豚(18%)。

在調查方法上,北區賞鯨船的調查結果若與往年於同區域使用穿越線調查時尚目擊瓜頭鯨、瑞氏海豚、其他小抹香鯨屬等之鯨豚(陳2001,周2006)。可見使用專船仍可較精準的調查出此海域的種類多樣性,在種類組成上可能也會有所不同。造成兩種不同研究平台結果上的差異可能是:(1)賞鯨船的航行範圍仍較近岸且集中在龜山島海域附近,而穿越線調查往往涵蓋範圍更寬,離岸更遠。(2)專用船航行速度慢,較易發現群體隻數小或是水面動作較不明顯之種類,如小虎鯨,瑞氏海豚與小抹香鯨屬,在高速的賞鯨船上較易被遺漏未發現。

長期年間的比較來說,南區的穿越線調查種類組成之結果,與以往之調查有相當大的差異,瑞氏海豚與瓶鼻海豚目擊比例大幅下降,而由熱帶斑海豚與弗氏海豚取而代之。瑞氏海豚目擊比例由早期的22%降至本調查的3%,瓶鼻海豚亦從14%降至3%;而減少的群次則由熱帶斑海豚14%增加至現今的30%,與弗氏海豚亦從2%增加為18%。造成這相當迥異的種類組成可能的原因如下:(1)調查努力量的不足:1998-99年

的共進行了約 36 趟的有效調查（僅計算 C、D 兩區），而 2010-2012 也僅進行了 30 趟有效調查，根據圖十四之累積趟次與種類發現率之折線，可知及使已進行到 27 趟仍會新增加不同種類的鯨豚紀錄。而且 1998 與 99、2010 與 2011-2 年間的相鄰兩年間種類組成變異就原本相當大，因此每年若僅有十幾趟的調查在此大範圍海域可能仍略嫌不足。（2）十年間鯨豚種類的消長：此海域瑞氏海豚的目擊率由 22% 下降至 3%，此現象與花蓮海域賞鯨船之長期紀錄相符：『瑞氏（花紋）海豚，期間的平均發現率為 30.9%，從 1998 年位居各種海豚發現率榜首的 34.1%，到 1999 年高峰的 38.7%，之後便開始逐年下降，2003 年為 24.5%、2004 年為 22.5%，到了 2005 年竟降到令人吃驚的 9.9%』（黑潮海洋基金會 2006）。雖然此資料尚未延伸到 2012 年，但花蓮南區的賞鯨船海鯨號亦有發現瑞氏海豚在近三年的發現率降低許多（余未發表資料）。瑞氏海豚是花蓮海域冬季受到流刺網混獲相當嚴重的種類，被混獲的機率 2004 年占 30%，2005 年占 69%（周 2005）。因此瑞氏海豚的族群量是否有受到影響而減少，或是較為遠離具高危險性之棲地，皆有可能造成調查上目擊率的降低。

以珍貴稀有的種類來說，『虎鯨』為宜蘭海域鯨豚調查的新紀錄種，雖然在 2011 年 7 月 22 日發現時未能拍照證實，但於 8 月 11-15 日於花蓮港與石梯港附近海域均有虎鯨的確認目擊記錄。另外，本海域也曾在 2010 年 7 月 31 日下午亦有疑似虎鯨的目擊記錄（沈 2011），根據賞鯨船蘭鯨號的船長回報：當時船長與工作人員看到一次單隻的虎鯨躍出水面後下潛消失，依照體型大小與黑白色的明顯體色判斷為虎鯨。如能拍攝個體的清晰影像資訊，則可以依照其外型的特徵：例如背鰭頂端的形狀、背上鞍部的形狀、眼部白色斑紋的輪廓研判，洄游此海域的虎鯨是隸屬於『離岸型』虎鯨或是『遷徙型』虎鯨（Pitman 2003, Pitman 2011），並可與虎鯨個體資料庫比對是否曾洄游經過臺灣海域。此外，2010 年所目擊的銀杏齒喙鯨亦是本海域的新紀錄種，所以根據表一可知，根據歷年海上調查之紀錄，宜蘭海域至少有 15 種以上的鯨豚。而根據分佈範圍與擱淺紀錄，尚可能有：小鬚鯨、朗氏喙鯨、柯氏喙鯨、糙齒海豚、條紋海豚等數種鯨豚尚未在此海域被正式目擊。

混群（mixed-species association）是指超過一種以上的生物同時出現

在同一區域，從事相似的活動 (Stensland 2003)。本調查共僅發現一次的混群現象，為瓶鼻海豚與瑞氏海豚兩種鯨豚共游於同一海域，此現象於 1998-99 年調查中也曾出現過，當日此兩種海豚大致維持單一種類之群體邊界，僅有少數個體相當接近而群體並未完全的混合。海豚行為均為緩慢的向南行進，單一種類間偶而有社交之行為，於水面上可直接觀察的情況下未發現兩種之間有互動，但水下及聲音上是否有其他互動未能得知。為何會形成混群的原因有許多可能，但首先混群的情形需被界定是在機會下偶遇聚集，還是真的受到環境或某些因素影響而具有生態學上的意義。混群現象對於單一種類而言演化上的適應的好處為何，一直是許多生物學家討論的議題。目前最受到大家所接受的假說有三大方向 (1) 覓食方面的優勢：當群體數量增加後，可提高食物的發現率及捕捉率 (Vaughn 2010)。(2) 抵抗天敵的優勢：隨著群體變大，偵測到天敵的機會也增加，此外稀釋效應也減低單一種類被捕食的機會。(3) 社會活動的優勢：混群可拓展更大的活動範圍，使用不同的棲地，練習不同的社會行為，以減少單種間的競爭壓力，尤其在生殖競爭方面 (Stensland 2003, Kiszka 2011)。鯨豚種類的混群，在早期特定種類的描述中：如巴哈馬海域的瑞氏海豚與條紋海豚可能具有競爭與打鬥的行為，大西洋斑海豚與瓶鼻海豚會共同覓食，移動與社會行為活動 (照顧幼兒，攻擊與一般社交動作) (Herzing 2003)，顯示以上三個假說均有其可能性。

二、鯨豚分佈與環境因子：

影響鯨豚分佈的環境因子可分為物理化學因子，與生物因子兩大類，近年來人為活動的因子也被考慮在內 (Becker 2010)。物理化學因子包含 1. 海水的物理與化學性質，如鹽度、溫度、與 pH 值等。2. 當地的氣候因素，如降雨量、太陽輻射、季風與海流等。3. 地形上的特徵，如水深，海底坡度，離岸距離等。生物性的因子則包括如食物的分佈，被捕食的壓力，及動物本身行為模式的影響 (如交配、育幼與繁殖區的洄游等)。最後在人為活動因子上其包括如漁業活動、污染、港口交通、和賞鯨豚活動等 (Azzellino 2008)。

本調查的常見鯨豚種類的目擊，在海水之鹽溫度上並無明顯的差

異，而水深與離岸距離則影響較大。此結果與 1998-99 年宜蘭與台東海域種之類棲地偏好相近（周 2000），飛旋海豚分佈在離岸最近且水淺之處，侏儒抹香鯨次之；而熱帶斑海豚與瓶鼻海豚的分佈範圍均相當廣闊，弗氏海豚出沒在深海且離岸較遠的大洋處。此現象與本區的海底地形有關，由於北區龜山島海域屬於淺水域的大陸棚區域，及離岸處有部分沖繩海槽之邊緣，因此飛旋海豚廣泛分佈於此區。而南邊的南澳與東澳海域則為狹窄的大陸棚區及陡峭的大陸斜坡，為和平海盆之邊緣（Liu 1998），因此部分喜棲息深海的種類如：弗氏海豚、瑞氏海豚與喙鯨則出現在此區。

雖然水深與海底地形成為影響臺灣東岸常見鯨豚種類棲地範圍的主因，但與生物分佈息息相關仍是食餌資源的豐富與否。以瑞氏海豚為例，根據北墨西哥灣、地中海區域、與亞速耳群島的研究顯示此種類的分佈與大陸陡坡(continental slope)地形有明顯的關係，除了水深與水溫等因子外，瑞氏海豚偏好出現在斜度較陡的大洋且深海處，可能是該區具有較多食物的聚集(Baumgartner 1997, Kruse 1999, Azzellino 2008, Nuno 2008)。而飛旋海豚主要居住在淺水的大陸棚海域，根據夏威夷海域的飛旋海豚分佈模式的研究，白天的休息棲地的選擇，主要與附近是否接近深海可覓食區，方便於傍晚至夜間進食深海散射層移動至表面的魚類（Benoit-Bird 2003）；此外海灣中的平均深度，海灣淺水域的比例亦是重要的環境因子，可減輕被掠食者攻擊的可能性(Thorne 2012)。但遺憾的是本海域的鯨豚食源基礎生態調查資料仍相當缺如。

為了避免食物或其他資源上的競爭，不同鯨豚種類間的分佈會有區隔的現象，在澳洲中華白海豚與平鰭伊河海豚（Snubfin dolphin）雖然共域生活，但平鰭伊河海豚偏好棲息於更淺的水域，而白海豚偏好於近岸的水深 10 公尺附近的水道，且靠近河口區（Parra 2006）。此外在法屬馬約特島海域（西印度洋），同區域的四種鯨豚（瓶鼻、熱帶斑、飛旋海豚、與瓜頭鯨）不論在空間分佈、棲地利用與食性上都顯示出明顯差異，各占其不同的生態棲位（Kiszaka 2011）。在台灣東海岸，根據瑞氏、弗氏、

與熱帶斑海豚胃內容物的食性分析，發現此三種海豚雖然也共域在同樣海域卻區分出進食不同的食餌種類，有明顯食物棲位上的顯著差異，並發現弗氏海豚的食物棲息在水深較深之處(Wang 2012)，此研究也支持了本調查的種類分佈情形，此三種海豚分佈的範圍在水深與離岸距離略有差異，且弗氏海豚棲息於水深最深的海域。

三、鯨豚聲音資料分析：

本研究將宜蘭海域的常見鯨豚種類錄製了品質良好的聲音，並依照國際的標準分析了鯨豚哨音特徵，首次比較宜蘭海域的六種鯨豚哨音特徵的辨別度。在哨音頻率特徵上，以偽虎鯨的哨音頻率最低，飛旋海豚和熱帶斑海豚的頻率最高，這和 2001 年 Chen 在相同海域進行四種鯨豚(偽虎鯨、瓶鼻海豚、飛旋海豚、熱帶斑海豚)的研究結果相同，且在大致上其他海域的研究相近 (Wang 1995, Rendell 1999, Oswald 2003, Gannier 2010)。

然而哨音聲音長度卻有不同的研究結果：本研究以瓶鼻海豚哨音最短，熱帶斑海豚最長。早年 Chen (2001)於相同海域的研究結果則是偽虎鯨最短，瓶鼻海豚最長(表九)。本研究錄製的瓶鼻海豚的聲音長度和其他海域相比也較短 (Wang 1995, Rendell 1999)，可能是目前本研究只分析一個群次的哨音，樣本數可能還不夠。此外本研究的結果顯示在兩兩種類比較時聲音長度是有所差異的(表十)，此現象與其他研究種間差異的結論也有所不同。哨音長度的變異表現在種內差異頗大，會受到如地理區域、行為、與環境噪音的影響而變異，因此通常不是一個區分種間聲音變異的有效因子(Rendell 1999, Gannier 2010)。

六種鯨豚的哨音特徵在統計上具有種間的顯著差異，這與前人研究相同 (Steiner 1981, Wang 1995, Rendell 1999, Chen 2001, Oswald 2003, Gannier 2010)。目前推測主要有兩大因子可解釋不同種類鯨豚的哨音特徵差異，第一是體型上的變異：體長與最小頻率、最大頻率呈反比 (Wang 1999, Chen 2001, May-Collado 2007)，也就是體型越大的鯨豚哨音頻率低沉。偽虎鯨在本研究中峰值頻率，最小與最大頻率均為最低，印證體

長為 5-6 公尺的偽虎鯨的確和其他 2-3 公尺的小型海豚有頻率使用上的差異。第二影響因子為鯨豚種類間的親緣關係：親緣關係越相近的種類，其哨音特徵越相似而不易被區分 (Steiner 1981, Wang 1995, Rendell 1999, Chen 2001, Oswald 2003)。本研究的熱帶斑海豚和飛旋海豚為同屬不同種 (*Stenella* spp.)，兩種類哨音的特徵相近且正確判斷率較差，與其他研究結果相同 (Wang 1999, Chen 2001, Oswald 2003)。而偽虎鯨與其他種類的親緣關係較遠，聲音特徵也相當迥異，此結果也與上述其他研究結果相同 (Rendell 1999, Oswald 2003, Oswald 2007b)。較特殊的結果為弗氏海豚的哨音特徵與其他四種海豚不易區分 (偽虎鯨除外)。弗氏海豚和熱帶斑海豚、飛旋海豚的親緣關係相當接近 (May-Collado 2007)，所以聲音特徵相似是可以預期的，但是與瓶鼻海豚、瑞氏海豚的親緣關係甚遠且體型大小略有差異 (約一公尺)，但哨音特徵卻無法區分，顯示除了此二因子外，影響哨音特徵的可能有其他原因，是否受到其他生物或環境因子的影響則未能確定。且目前對於弗氏海豚的聲音研究闕如，本研究為全球第三篇描述弗氏海豚哨音特徵，是少數本種哨音特徵的研究之一 (其他僅有 Watkins 1994, Oswald 2007a)，尚待更多的資料來釐清此問題。

除了種類的區分外，鯨豚的哨音訊號是否具有特殊的溝通內容，也是眾多鯨豚聲音的研究關注的主題之一，但截至目前為止，僅有少數的鯨豚哨音能被證明和某些行為產生直接的關聯 (Janik 2009)。研究瓶頸的原因來自於以下幾點：1. 水下聲音的特性使單一水下麥克風無法判定動物叫聲的來源，無法建立行為與聲音的連結。2. 鯨豚於水面下活動時間長，多數行為聲音的研究，早期僅能在圈養環境中進行，全球目前也僅有少數得天獨厚的野外環境可嘗試 (美國 Sarasota Bay, Bahama, 澳洲 Shark Bay)。3. 鯨豚的聲音變化性高，在研究分析中不容易找到適當的量化方法，且鯨豚的聲音收錄品質多半不佳，常是數隻個體同時發生而造成訊號重疊而無法分析。

哨音功能最經典的例子是瓶鼻海豚的『簽名哨聲』 (signature whistles)，早期由圈養的海豚群體證實，每隻海豚具有不同哨音變化 (Caldwell 1965)，後續的實驗中也已證明，圈養海豚也可辨識出每隻個體與哨音間的關聯，表示其哨音代表某個體在呼喊自己的姓名。在野外的

實驗中，發現簽名哨聲是維持群體的凝聚力的重要因素 (Sayigh 2007)。在受到緊迫的壓力時，哨聲與哨聲間的間隔會縮短，哨聲聲學特徵中的最大頻率會提高，且重複的轉折音(loops)增加 (Esch 2009)。此外，目前還有大西洋斑海豚，印太洋駝海豚等，亦有發現簽名哨聲的存在。

另外，蘇格蘭海域的瓶鼻海豚，在遇到魚群時會發出一種獨特的『覓食叫聲』(bray calls)，可吸引其他的海豚快速前來協助捕捉魚群 (Janik 2000)。在美國佛羅里達海域的瓶鼻海豚，單隻瓶鼻海豚在覓食時會發出較多但不特定的哨音來吸引其他海豚 (Nowacek 2005)。另外，西澳海域的瓶鼻海豚會發出一種『砰砰聲』(pop sound)，可能與交配期間雄海豚在爭奪母海豚交配權的攻擊行為有直接的關聯，但在佛羅里達則發現在覓食區的外圍也常收錄到此種類的聲音，可能要趕走食物競爭者或是驚嚇躲藏的魚隻 (Nowacek 2005)。目前鯨豚的聲音溝通研究多半以齒鯨亞目海豚科的哨音訊號為主，但是如抹香鯨，小抹香鯨，喙鯨，與許多鼠海豚幾乎不發出哨音的訊號，取而代之的是脈衝性的寬頻訊號，如抹香鯨的 coda 系統，與鼠海豚的脈衝聲 (pulsed sound) (Au 2008) 也具有個體溝通的功能，但這些聲音所代表的含意，仍還需要更多的研究。

四、鯨豚活體組織採樣與 mtDNA：

本調查是臺灣首次進行野外鯨豚的活體組織採樣(biopsy)，但此方法在國際上已行之有年，此技術對於野外的鯨豚族群研究是一個重要且低傷害性的重要研究方法，近五年來超過一百篇以上使用此方法採樣的研究報告。並已有兩篇專文討論中小型齒鯨和海豚對於此採樣方法的行為反應整理，如何減低負向的反應 (Kiszka 2010, Noren 2011)；根據以上兩篇文章顯示：勿在鯨豚動物休息與覓食時進行採樣，若有剛出生的幼年鯨豚，也盡量避免採樣。如往後能長期追蹤被採樣個體之傷疤癒合情形，將更可證明此採樣法的低傷害性。

此外，海豚mtDNA的遺傳多樣性部分，根據林(1997)研究顯示：臺灣海域的飛旋海豚mtDNA多樣性指數較高，可能與族群量較大有關。此外亦有發現東港採樣之標本有體型較小且外型與DNA結果皆與臺灣其他

樣本不同，介於日本與泰國之間，推測有地理上的連續分佈之變異，此結果亦可印證本計畫海豚樣本之分析結果。此外根據海上調查的觀察顯示：此群飛旋海豚體型較小且短胖，非常可能為泰國水域首次發現的『侏儒飛旋海豚』亞種(*S. l. roseiventris*)，仍待蒐集更多正側面照片的型態測量提供證據。本計畫DNA分析結果與澳洲海域之飛旋海豚較相近，但樣本數仍太低，仍需要更多不同個體之mtDNA來證明臺灣宜蘭海域亦有侏儒飛旋海豚的分佈紀錄。

伍、參考文獻

- 王明智. 2002 台灣海域齒鯨食性、食物資源區隔及攝食同功群研究。國立台灣大學動物學研究所博士論文。136 頁。
- 何權滋. 1991. 台灣產海洋哺乳動物之分佈。台灣哺乳動物面面觀，47-55 頁
- 林怡蓉. 1997 台灣鯨類粒腺體 DNA 變異分析及族群結構之研究。國立台灣大學動物學研究所碩士論文。85 頁。
- 林靜宜. 2002. 台灣東部海域瑞氏海豚 (*Grampus griseus*) 分佈與社會結構。國立台灣大學動物學研究所碩士論文。83 頁。
- 沈政翰. 2011. 海洋保護區的規劃 - 以龜山島為例。碩士論文，國立中山大學海洋環境及工程學系碩士論文。188 頁。
- 郭秋燕. 2001. 台灣東南沿海賞鯨船對瑞氏海豚(*Grampus griseus*)行為之影響。國立台灣大學海洋研究所碩士論文。64 頁。
- 周蓮香. 1994. 台灣鯨類圖鑑。國立海洋生物博物館籌備處出版。108 頁。
- 周蓮香. 1998a. 台灣海域賞鯨(豚)生態旅遊潛力調查與研究。交通部觀光局。
- 周蓮香、陳怡安. 1998b. 宜蘭縣沿海鯨豚資源調查計畫期末報告。宜蘭縣政府委託。33-37 頁。
- 周蓮香、廖鴻基、楊世主、潘進龍、李培芬 1998c 花蓮縣海域鯨豚海上調查。第六屆鯨類生態與保育研討會—地理分部與賞鯨潛力。126-142 頁。
- 周蓮香、葉建成、陳怡安、游文志 2000 東海岸鯨類資源調查計畫研究成果總輯。台灣大學。145 頁。..
- 周蓮香、陳永松、何幸蓉、余欣怡、謝嘉煌。2007。台灣東海岸賞鯨對鯨豚資源與行為生態衝擊之研究(二)。2007 永續發展科技與政策研討會。國科會永續會。
- 周蓮香. 2007. 台灣周邊海域鯨豚數量評估及生態環境之研究。行政院農委會漁業署委託計畫報告。63 頁。

- 周蓮香。2010。宜蘭海域鯨豚生態調查研究(一)。宜蘭縣蘭陽博物館委託計畫報告。65 頁。
- 姚秋如。2003。西太平洋與東熱帶太平洋海域泛熱帶點斑原海豚族群變異與地理親緣關係。國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所 博士論文。125pp。
- 陳永松、余欣怡、謝嘉煌、李伍鎔、周蓮香。2007。賞鯨船對宜蘭海域鯨豚生態之衝擊。第十二屆鯨豚生態與保育研討會—威脅與策略。2007 年 10 月 10 日至 11 日。國立台灣大學生態學與演化生物學研究所、靜宜大學& 中華鯨豚協會主辦。
- 邵廣昭主編。1997。宜蘭縣魚類資源。宜蘭縣政府出版。156 頁。
- 葉建成。2001。台灣東南海域鯨豚種類、分佈與棲地特性。國立台灣大學動物學研究所碩士論文。100 頁。
- 黃昭欽。1996。台灣周邊海域鯨類之分布及西南海域鯨類族群量估算之研究。國立台灣海洋大學碩士論文。88 頁。
- 楊瑋誠。2008。瓶鼻海豚主要組織相容性複合體DQB與DRB基因變異與演化。國立台灣大學生態學與演化生物學研究所博士論文。123 頁。
- 郭佳雯。2006。台灣海域瓶鼻海豚頭骨之性別二形性研究。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。52 頁。
- 彭松鶴、陳鑫益、黃光明、林枝興、林寬沛、蕭銀和。1998。宜蘭縣龜山島海域夏季鯨豚狀況調查初探。自然保育季刊(40): 40-43 頁。
- 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。59pp。
- 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研究所碩士論文。72 頁。
- Amano, M., Miyazaki, N., and Yanagisawa, F. (1996). Life history of Fraser's dolphin, *Lagenodelphis hosei*, based on a school captured off Pacific coast of Japan. *Marine Mammal Science* 12: 199-214.
- Amano, M., and Miyazaki, N. 2004. Composition of a school of Risso's dolphins, *Grampus griseus*. *Marine Mammal Science* 20: 152-160.
- Ballance, L. T., Pitman, R. L., and Fiedler, P. C. 2006. Oceanographic influences on seabirds and cetaceans of the eastern tropical Pacific: a review. *Progress in Oceanography* 69:360-390.
- Baird, R. W., and Stacey, P. J. 1991. Status of the Risso's dolphin, *Grampus griseus*, in Canada. *The Canadian Field-Naturalist* 105:233-242.
- Baird, R. W., Ligon, A. D., Hooker, S. K., and Gorgone, A. M. 2001. Subsurface and nighttime behaviour of pantropical spotted dolphins in Hawaii. *Canadian Journal of Zoology* 79: 988-996.
- Baird, R. W. 2008. Risso's dolphin *Grampus griseus*. p.1037-1039. In W. F.

- Perrin, B. Würsig and J. G. M. Thewissen, eds. Encyclopedia of marine mammals 2nd Edition. Academic Press, San Diego, CA.
- Baumgartner, M. F. (1997). The distribution of Risso's dolphin (*Grampus griseus*) with respect to the physiography of the northern Gulf of Mexico. *Marine Mammal Science* 13:614-638.
- Bearzi, G., Reeves, R. R., Remonato, E., N. Pierantonio & S. Airoidi. 2010. Risso's dolphin *Grampus griseus* in the Mediterranean Sea. *Mammalian Biology*. doi:10.1016/j.mambio.2010.06.003.
- Benoit-Bird, K. J., and Au, W. W. L. 2003. Prey dynamics affect foraging by a pelagic predator (*Stenella longirostris*) over a range of spatial and temporal scales. *Behavioral ecology and sociobiology*. 53, 364 – 373.
- Bloch, D., Desportes, G., Harvey, P., Lockyer, C. and Mikkelsen, M. 2012. Life history of Risso's dolphin, *Grampus griseus* (G. Cuvier, 1812), in the Faroe Islands. *Aquatic Mammals* 38: 250-266.
- Buckland, S.T., Anderson D. R., Burnham, K.P., Laake, J. L. 1993. Distance sampling: Estimating abundance of biological populations. Chapman and Hall, London. 446pp.
- Carwardine, M. 1995. Whales, dolphins and porpoises: the visual guide to all the world's cetaceans. Dorling Kindersley Ltd., London. 256pp.
- Charlton-Robb K., et al. 2011. A New Dolphin Species, the Burrunan dolphin *Tursiops australis* sp. nov. Endemic to Southern Australian Coastal Waters. *PLoS ONE* 6(9): e24047. doi:10.1371/journal.pone.0024047
- Chen, I., A. Watson, and L.S. Chou. 2010. Insights from life history traits of Risso's dolphins (*Grampus griseus*) in Taiwanese waters: Shorter body length characterizes northwest Pacific population. *Marine Mammal Science*. (In press) DOI: 10.1111/j.1748-7692.2010.00429.x
- Cockroft, V. G., Haschick, S. L., and Klages, N. T. W. (1993). The diet of Risso's dolphin, *Grampus griseus* (Cuvier, 1812), from the east coast of South Africa. *Zeitschrift für Säugetierkunde—International Journal of Mammalian Biology*. 58 : 286 – 293.
- Courbis, S. G. Timmel. 2009. Effects of vessels and swimmers on behavior of Hawaiian spinner dolphins (*Stenella longirostris*) in Kealake'akua, Honaunau, Hawai'i. *Marine Mammal Science*. 25: 430-440.
- Cramer, K. and Gerrodette, T. 2008. Decline in reproductive indices in two depleted dolphin populations in the eastern tropical Pacific. *Marine Ecology Progress Series*. 369: 273–285, 2008

- Delfou , F. 2007. Hawaiian spinner dolphins and the growing dolphin watching activity in Oahu. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 87: 109-112.
- Dolar , M. L. L. , Perrin , W. F. , Taylor , B. L. , Kooyman , G. L. , and Alava ,M. N. R. 2006 . Abundance and distributional ecology of cetaceans in the central Philippines . *Journal of Cetacean Research and Management* 8 (1): 93-112.
- Esch, H. C., Sayigh, L. S., Blum, J. E., and Wells, R. S. 2009. Whistles as potential indicators of stress in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Journal of Mammalogy*, 90, 638-650.
- Evans P. G. H. 1987. The natural history of whale & dolphin. Facts On File Publication, Great Britain. p. 48-55
- Fish , F. E. , Nicastro , A. J. , and Weihs , D. 2006 . Dynamics of the aerial maneuvers of spinner dolphins. *Journal of Experimental Biology* 209: 590-598
- Gailey G. and L.,Karczmarski. 2011. Discovery: Photo-identification data management system for free-ranging cetaceans and other individually recognizable animals.
- Gannier, A., S. Fuchs, P. Quèbre, and J. N. Oswald. 2010. Performance of a contour-based classification method for whistles of Mediterranean delphinids. *Applied Acoustics*. 71:1063-1069.
- Gaspari , S. , Airoidi , S. , and Hoelzel , A. R.. 2007. Risso's dolphin (*Grampus griseus*) in UK waters are differentiated from a population in the Mediterranean Sea and genetically less diverse. *Conservation Genetics* 8: 727-732 .
- Hammond, P.S.,et. al. .2008. *Lagenodelphis hosei* . In: IUCN 2008. IUCN Red List of Threatened Species. Downloaded on 26 February 2009.
- Hartman, K. L., Visser, F. and Hendricks, A. J. E. 2008. Social structure of Risso's dolphins (*Grampus griseus*) at the Azores: A stratified community based on highly associated units. *Canadian Journal of Zoology* 86: 294–306.
- IUCN. 2008. The IUCN Red List of Threatened Species . IUCN ,Gland, Switzerland .
- Jefferson, T. A. 1996. Estimates of abundance of cetaceans in offshore waters of the northwestern Gulf of Mexico. *The southwestern naturalist* 41(3): 279-287.
- Jefferson, T. A., S. Leatherwood and M. A. Webber. 1993. Marine mammals of the world. United Nations Environment Programme Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. p.154-155.
- Jefferson , T. A. , Webber , M. A. , and Pitman , R. L. 2007. Marine Mammals of the World: A Comprehensive Guide to Their Identification. Academic Press/Elsevier , San Diego, CA . p.573.
- Karczmarski , L. , Wursig , R. , Gailey , G. , Larson , K. W. , and Vanderlip , C.

- 2005 . Spinner dolphins in a remote Hawaiian atoll: social grouping and population structure. *Behavioral Ecology* 16: 675-685.
- Kasuya , T. 2007. Japanese whaling and other cetacean fisheries. *Environmental Science and Pollution Research International* January 14: 39-48.
- Kiszka, J., Simon-Bouhet, B., Charlier, F., Pusineri, C. & Ridoux, V., 2010. Individual and group behavioural reactions of small delphinids to remote biopsy sampling. *Animal Welfare*, 19: 411-417.
- Kruse, S. L., D. K. Caldwell and M. C. Caldwell. 1999. Risso's dolphin *Grampus griseus* (G. Cuvier, 1812). Pages 183–212 in S. H. Ridgway and R. J. Harrison, eds. *Handbook of marine mammals, Volume 6: The second book of dolphins and the porpoises*. Academic Press, San Diego, CA.
- Lammers. M. O., W. W. L. Au, and D. L. Herzing. 2003. The broadband social acoustic signaling behavior of spinner and spotted dolphins. *Journal of the Acoustical Society of America*. 114:1629-1639
- Leatherwood, S. and R. R. Reeves. 1983. The Sierra club handbook of whale and dolphins. Sierra Club Books, San Francisco. p.160-162, 226-229.
- Leatherwood , S. , Perrin , W. F. , Kirby , V. L. , Hubbs , C. L. , and Dahlheim , M. 1980 . Distribution and movements of Risso's dolphin, *Grampus griseus* , in the eastern North Pacific . *Fishery Bulletin*. US 77: 951 – 963.
- Louella. 2008. Fraser's dolphin . In W. F. Perrin, B. Würsig and J. G. M. Thewissen, eds. *Encyclopedia of marine mammals 2nd Edition*. Academic Press, San Diego, CA. p.1037–1039.
- Noren , S. R. , and Edwards , E. F. 2007. Physiological and behavioral development in delphinid calves: implications for calf separation and mortality due to tuna purse-seine sets . *Marine Mammal Science*. 23: 15- 29 .
- Noren, D. P. and Mocklin, J. A. 2011. Review of cetacean biopsy techniques: Factors contributing to successful sample collection and physiological and behavioral impacts. *Marine Mammal Science* 27
doi: 10.1111/j.1748-7692.2011.00469.x
- Norris, K. S., B. Wursig, R. S. Wells, and M. Wursig. 1994. The Hawaiian spinner dolphin. University of California Press, Berkeley, California. 408 pp.
- Perrin, Mitchell, Mead, Caldwell and van Bree. 1981 *Stenella clymene*, a rediscovered tropical dolphin of the Atlantic. *Journal of Mammalogy*. 62: 583–589.
- Perrin, W. F. and A. A. Hohn. 1994. Pantropical spotted dolphin-*Stenella attenuata*. in the *Handbook of marine mammals Vol. 5 The first book of dolphins*. Ridgway S. H. and R. Harrison eds. Cambridge. p. 71-99. Academic Press.

- San Diego .
- Perrin , W. F. , Leatherwood , S. , and Collet , A. (1994). Fraser’s dolphin, *Lagenodelphis hosei* Fraser, 1956 . in the Handbook of marine mammals Vol. 5 The first book of dolphins. Ridgway S. H. and R. Harrison eds. Cambridge. p.225-240. Academic Press. San Diego .
- Perrin, W. F. and J. W. Gilpatrick, Jr. 1994. Spinner dolphin- *Stenella longirostris*. in the Handbook of marine mammals Vol. 5 The first book of dolphins. Ridgway S. H. and R. Harrison, eds. Cambridge. p. 99-128.
- Perrin , W. F. , and Mesnick , S. L. 2003. Sexual ecology of the spinner dolphin, *Stenella longirostris* : geographic variation in mating system . Marine Mammal Science. 19: 462- 483 .
- Perrin, W. F. , Aquino, M. T. , Dolar , M. L. L. , and Alava, M. N. R. 2007. External appearance of the dwarf spinner dolphin *Stenella longirostris roseiventris* . Marine Mammal Science. 23 :464-467.
- Perrin, W.F. 2008. Pantropical Spotted Dolphin *Stenella attenuate*. p.819-821. In W. F. Perrin, B. Würsig and J. G. M. Thewissen, eds. *Encyclopedia of marine mammals 2nd Edition*. Academic Press, San Diego, CA
- Pryor K. and K. S. Norris. 1991. Dolphin societies: discoveries and puzzles. University of California Press. California. p. 7-8.
- Robertson , K. M. , and Chivers , S. 1997. Prey occurrence in pantropical spotted dolphins, *Stenella attenuata* , from the eastern tropical Pacific. Fishery Bulletin 95 : 334-348.
- Shane , S. H. 1995. Relationship between pilot whales and Risso’s dolphins at Santa Catalina Island, California, USA . Marine Ecology Progress Series 123: 5 -11.
- Thorne, L. H., Johnston, D.W., Urban, D.L, Tyne J, Bejder L, et al. 2012. Predictive Modeling of Spinner Dolphin (*Stenella longirostris*) Resting Habitat in the Main Hawaiian Islands. PLoS ONE 7(8): e43167. doi:10.1371/journal.pone.0043167.
- Wade , P. R. , Watters , G. M. , Gerrodette , T. , and Reilly , S. B. 2007. Depletion of northeastern offshore spotted and eastern spinner dolphins in the eastern tropical Pacific and hypotheses for their lack of recovery . Marine Ecology Progress Series 343: 1-14 .
- Wang , M. C. , Walker , W. A. , Sha , K. T. , and Chou , L. S. 2003. Feeding habits of the pantropical spotted dolphin, *Stenella attenuata*, off the eastern coast of Taiwan. Zoological Study 42: 368-378.
- Wang, M.-C., Shao, K.-T., Huang, S.-L. and Chou, L.-S. (2012), Food partitioning among three sympatric odontocetes (*Grampus griseus*, *Lagenodelphis hosei*, and *Stenella attenuata*). Marine Mammal Science 28: E143–E157.

doi: 10.1111/j.1748-7692.2011.00501.x

Yao, C. J., K. Yamada, Y. J. Chen, and L.S.Chou. 2008. Cranial Variation in the Pantropical Spotted Dolphin, *Stenella attenuata*, in the Pacific Ocean. *Zoological Science* 25: 1234-1246.



表一、宜蘭海域自 1994 年至 2012 年歷年間鯨豚擱淺、混獲、漁民回報、及調查的記錄，O^a 為此種類在本計畫於宜蘭海域首次目擊紀錄，O^b 為本計畫進行賞鯨船調查時其他船隻之目擊紀錄（有照片確認），O* 未拍攝照片。

分類	種類	Species	Year	擱淺	混獲	漁民回報	海上調查	賞鯨船紀錄	本計畫	可確認種類
				1994-2011	1994-1999	1997-1999	1997-2007	2005-2008	2010-2012	
1	鬚鯨科	小鬚鯨	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	O						O
2	抹香鯨科	抹香鯨	<i>Physeter macrocephalus</i>				O			O
3	小抹香鯨科	侏儒抹香鯨	<i>Kogia sima</i>	O			O	O	O	O
4		小抹香鯨	<i>Kogia breviceps</i>	O	O		O			O
5	喙鯨科	柏氏中喙鯨	<i>Mesoplodon densirostris</i>	O						O
6		銀杏齒中喙鯨	<i>Mesoplodon ginkgodens</i>	O					O ^a	O
7		朗氏喙鯨	<i>Mesoplodon pacificus</i>	O						O
8		柯氏喙鯨	<i>Ziphius cavirostris</i>	O						O
9	海豚科	虎鯨	<i>Orcinus orca</i>			O			O*	O
10		短肢领航鯨	<i>Globicephala macrorhynchus</i>				O			O
11		偽虎鯨	<i>Pseudorca crassidens</i>	O	O	O	O	O	O	O
12		小虎鯨	<i>Feresa attenuata</i>	O			O	O	O ^b	O
13		瓜頭鯨	<i>Peponocephala electra</i>	O	O		O		O	O
14		瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	O	O	O	O		O	O
15		長吻真海豚	<i>Delphinus capensis</i>	O	O		O		O	O
16		弗氏海豚	<i>Lagenodelphis hosei</i>	O	O		O		O	O
17		熱帶斑海豚	<i>Stenella attenuata</i>	O	O		O		O	O
18		飛旋海豚	<i>Stenella longirostris</i>	O	O	O	O	O	O	O
19		條紋海豚	<i>Stenella coeruleoalba</i>	O	O					O
20		瓶鼻海豚	<i>Tursiops truncatus</i>	O	O		O	O	O	O
21		糙齒海豚	<i>Steno bredanensis</i>	O	O					O
總計			Total	18	11	4	13	5	12	21

表二、本計畫的預定進度，期中報告後依據審查會議結論，將其中五趟海上調查配合 DNA 採樣移至民國 101 年 5-8 月進行。

重要工作項目	工作比重及查核項目	100 年度預定進度			
		1-3 月	4-6 月	7-10 月	11-12 月
預備工作航線 規劃	工作比重	5 %			
	查核項目	細部規劃	研究許可 申請		
海上調查 (南北區)	工作比重		15%	15%	
	查核項目		海上調查	海上調查	
海上調查 (DNA 採樣)	工作比重		10%	10%	
	查核項目		採樣工作	採樣工作	
資料分析	工作比重		5%	5%	5 %
	查核項目		資料整理	資料整理	分析繪圖
策展初步 規劃	工作比重	5%	5%	5%	5 %
	查核項目	資料蒐集	策展會議	策展會議	策展規畫書 撰寫
報告撰寫	工作比重				10 %
	查核項目				撰寫報告
合計	累計百分比	10	45	80	100

表三、宜蘭海域 2011 賞鯨船調查目擊群次列表。

趟次	調查日期	種類	總群次	航行小時
賞鯨船 01	2011/05/19 早	飛旋海豚*1	1	3.47
賞鯨船 02	2011/05/20 早	瓶鼻海豚*1	1	1.87
賞鯨船 03	2011/06/10 早	未目擊	0	1.25
賞鯨船 04	2011/06/14 早	真海豚*1	1	2.97
賞鯨船 05	2011/06/17 早	瓶鼻海豚*1	1	2.52
賞鯨船 06	2011/07/03 早	偽虎鯨*1	1	1.75
賞鯨船 07	2011/07/05 早	偽虎鯨*1	1	2.70
賞鯨船 08	2011/07/12 早	未目擊	0	2.43
賞鯨船 09	2011/07/18 早	飛旋海豚*2	2	2.62
賞鯨船 10	2011/07/20 早	飛旋海豚*1	1	1.95
賞鯨船 11	2011/07/24 早	飛旋海豚*1	1	1.53
賞鯨船 12	2011/07/31 早	飛旋海豚*1	1	1.60
賞鯨船 13	2011/08/11 早	飛旋海豚*1	1	1.62
賞鯨船 14	2011/08/16 早	瓶鼻海豚*1	1	2.05
賞鯨船 15	2011/08/18 早	瓶鼻海豚*1	1	1.75
賞鯨船 16	2011/08/26 早	瓶鼻海豚*1	1	2.90
賞鯨船 17	2011/09/05 早	飛旋海豚*1	1	2.16
總計			16 群	37.14
平均每趟			0.95	2.18

表四、宜蘭北海域賞鯨船調查於 2010-2011 年間，目擊種類之總群次表。

賞鯨船	分類	種類	2010 (群次)	2011 (群次)	兩年合計 (群次, 比例)
1	鬚鯨科	小鬚鯨			
2	抹香鯨科	抹香鯨			
3	小抹香鯨科	侏儒抹香鯨			
4		小抹香鯨			
5	喙鯨科	柏氏中喙鯨			
6		銀杏齒中喙鯨			
7		朗氏喙鯨			
8		柯氏喙鯨			
9	海豚科	虎鯨			
10		短肢領航鯨			
11		偽虎鯨		2	2 (7%)
12		小虎鯨			
13		瓜頭鯨			
14		瑞氏海豚			
15		長吻真海豚	1	1	2 (7%)
16		弗氏海豚			
17		熱帶斑海豚	2		2 (7%)
18		飛旋海豚	8	9	17 (59%)
19		條紋海豚			
20		瓶鼻海豚	1	4	5 (17%)
21		糙齒海豚			
		未確定種類	1		1 (3%)
	總計		13	16	29

表五、本年度宜蘭海域 2011 年與 2012 年穿越線調查日期與努力量，

其中第 12-15 趟於近岸追蹤海豚，無航行航線。

* 平均有效里程將最後四趟扣除，為總里程除以十一趟次。

趟次	調查日期	目擊鯨豚總 群次(群)	有效里程	總航行里程	總航行小時
			km	km	hr
穿越線 01	2011/06/30	6	39.7	101.9	11.8
穿越線 02	2011/07/01	2	33.2	86.1	9.6
穿越線 03	2011/07/21	1	38.7	77.5	8.1
穿越線 04	2011/07/22	7	11.4	62.9	8.3
穿越線 05	2011/08/02	3	53.8	115.5	10.5
穿越線 06	2011/08/03	1	23.0	70.8	6.1
穿越線 07	2011/08/10	1	0.0	42.0	8.4
穿越線 08	2011/08/11	2	62.5	106.1	11.4
穿越線 09	2011/08/12	1	67.3	92.1	9.5
穿越線 10	2011/09/06	0	54.3	95.0	9.2
穿越線 11	2012/08/13	1	32.1	76.1	7.35
穿越線 12	2012/08/14	2	0.0	41.8	5.03
穿越線 13	2012/08/19	4	0.0	70.5	7.90
穿越線 14	2012/08/20	1	0.0	84.4	10.13
穿越線 15	2012/08/21	1	0.0	26.2	4.83
總計		33	416.0	1148.9	128.14
平均每趟		2.2	37.8 *	76.6	8.5

表六、宜蘭海域 2011-2 穿越線調查查目擊群次列表，() 中數字為無效努力量的目擊群次。

分類	種類	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	共計
		2011/6/30	2011/7/1	2011/7/21	2011/7/22	2011/8/2	2011/8/3	2011/8/10	2011/8/11	2011/8/12	2011/9/6	2012/8/13	2012/8/14	2012/8/19	2012/8/20	2012/8/21	
1	鬚鯨科 小鬚鯨																
2	抹香鯨科 抹香鯨																
3	小抹香鯨科 侏儒抹香鯨	1+(2)			(1)									(1)			5
4																	
5	喙鯨科 柏氏中喙鯨																
6																	
7																	
8																	
9	海豚科 虎鯨				(1)												1
10																	
11			1														1
12													(1)				1
13																	1
14														(1)			1
15																	
16		(1)		1	3												5
17		1			1+(1)	1+(1)			1			1	(1)				8
18		1	1			1	(1)	(1)	1					(1)	(1)	(1)	9
19																	
20														(1)			1
21																	
										1							1
	未確定種類																
	總計	6	2	1	7	3	1	1	2	1	0	1	2	4	1	1	33

表七、宜蘭南區海域的穿越線調查，於 2010-2012 年間之總努力量表。

	有效航程	總航行距離	有效時間	總航行時間	距離發現率	時間發現率	趟次發現率
	公里	公里	小時	小時	群次/10 公里	群次/10 小時	
計畫 I：2010 年	642.2	1214.9	60.4	127.5	2.7	2.8	73%
平均每天 (15 天)	42.8	81.0	4.0	8.5			
計畫 II：2011-2 年	415.9	1148.8	40.1	128.0	3.6	3.7	93%
平均每天 (11 天)	37.8	81	3.6	8.5			
總計	1058.1	2363.7	100.4	255.5	3.0	3.2	83%
平均每天	40.7	78.8	3.9	8.5			



表八、宜蘭南海域穿越線調查常見鯨豚種類之環境因子 (Mean ± s.d.)。

	瓶鼻海豚	侏儒抹香鯨	弗氏海豚	瑞氏海豚	飛旋海豚	熱帶斑海豚
海表水溫 (度)	29.6± 1.5	28.2± 1.8	28.8± 1.0	29.3± 1.2	28.5± 1.1	29.3± 1.0
範圍	27.9~30.5	26.3~30.1	27.6~30.5	28.2~30.8	27.0~30.3	27.7~31.6
樣本數	3	4	7	5	14	18
海表鹽度 (ppt)	33.0± 0.4	33.1± 0.2	33.4± 0.2	32.6± 1.0	32.4± 1.0	33.0± 0.8
範圍	32.6~33.4	32.8~33.3	33.2~33.6	31.5~33.6	30.3~33.4	31.3~34.1
樣本數	3	4	6	5	14	18
水深 (公尺)	960± 720	647± 415	1914± 579	1130± 874	428± 254	1033± 600
範圍	180~1600	190~1000	1100~2600	250~2200	80~1000	400~2500
樣本數	3	4	7	5	14	18
離岸距離 (公里)	8.2± 7.9	5.4± 1.8	16.4± 6.1	12.8± 9.5	5.8± 5.6	13.6± 8.4
範圍	2.7~17.3	3.5~ 7.8	10.1~27.6	4.5~ 28.0	1.5~ 22.8	5.2~ 29.8
樣本數	3	4	7	5	14	18

表九、宜蘭海域六個種類鯨豚哨音特徵分析。

	瑞氏海豚 (n=326)		瓶鼻海豚 (n=89)		飛旋海豚 (n=370)		熱帶斑海豚 (n=467)		弗氏海豚 (n=329)		偽虎鯨 (n=83)	
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
duration (sec)	0.52	0.28	0.42	0.43	0.46	0.38	0.65	0.40	0.50	0.26	0.57	0.16
start freq. (Hz)	11875.7	3405.9	10147.1	4069.0	12244.7	4117.5	9881.1	3809.5	11608.5	4179.5	6907.0	1967.4
end freq. (Hz)	10794.2	3623.2	13443.1	4828.2	15236.9	3935.3	16216.1	6846.4	12512.1	5213.0	6570.4	1761.4
min freq. (Hz)	9194.2	2482.3	7522.1	2534.8	10577.3	2837.3	8598.3	2246.6	9056.7	2654.0	6010.2	1771.4
max freq. (Hz)	14432.6	3390.6	15387.6	4239.9	16565.2	3771.1	19534.1	5199.1	15249.6	4771.0	8245.5	1197.1
peak freq. (Hz)	11707.9	2853.6	9837.4	3854.7	13096.6	2687.3	13161.7	3666.2	12023.7	3577.7	6755.6	1498.1
COFM	0.75	0.47	1.20	1.01	0.80	0.50	1.50	0.82	0.89	0.56	0.38	0.33
inflection	0.67	0.85	0.89	1.14	0.55	0.63	0.60	0.82	0.57	0.62	0.54	0.77
step	0.81	1.47	0.16	0.54	1.57	2.34	4.13	4.50	1.41	2.11	0.00	0.00

樣本數 n，平均值 mean，SD = standard deviation 標準偏差，Duration 聲音長度，Start freq. = start frequency 起始頻率，End freq. = end frequency 結束頻率，Min freq. = minimum frequency 最小頻率，Max freq. = Maximum frequency 最大頻率，Peak freq. = peak frequency 峰值頻率，COFM = coefficient of frequency modulation。



表十、六個鯨豚種類哨音特徵之差異性。

	偽/瑞	偽/瓶	偽/弗	偽/熱	偽/飛	瑞/瓶	瑞/弗	瑞/熱	瑞/飛	瓶/弗	瓶/熱	瓶/飛	弗/熱	弗/飛	熱/飛
duration (sec)															
start freq. (Hz)															
end freq. (Hz)															
min freq. (Hz)															
max freq. (Hz)															
peak freq. (Hz)															
COFM															
inflection															
step															

灰色部分代表有顯著差異 (Mann-Whitney U test, $p < 0.05$)

偽 = 偽虎鯨，瑞 = 瑞氏海豚，瓶 = 瓶鼻海豚，弗 = 弗氏海豚，

熱 = 熱帶斑海豚，飛 = 飛旋海豚。

Duration 聲音長度，Start freq. = start frequency 起始頻率，End freq. = end frequency 結束頻率，Min freq. = minimum frequency 最小頻率，Max freq. = Maximum frequency 最大頻率，Peak freq. = peak frequency 峰值頻率，COFM = coefficient of frequency modulation。

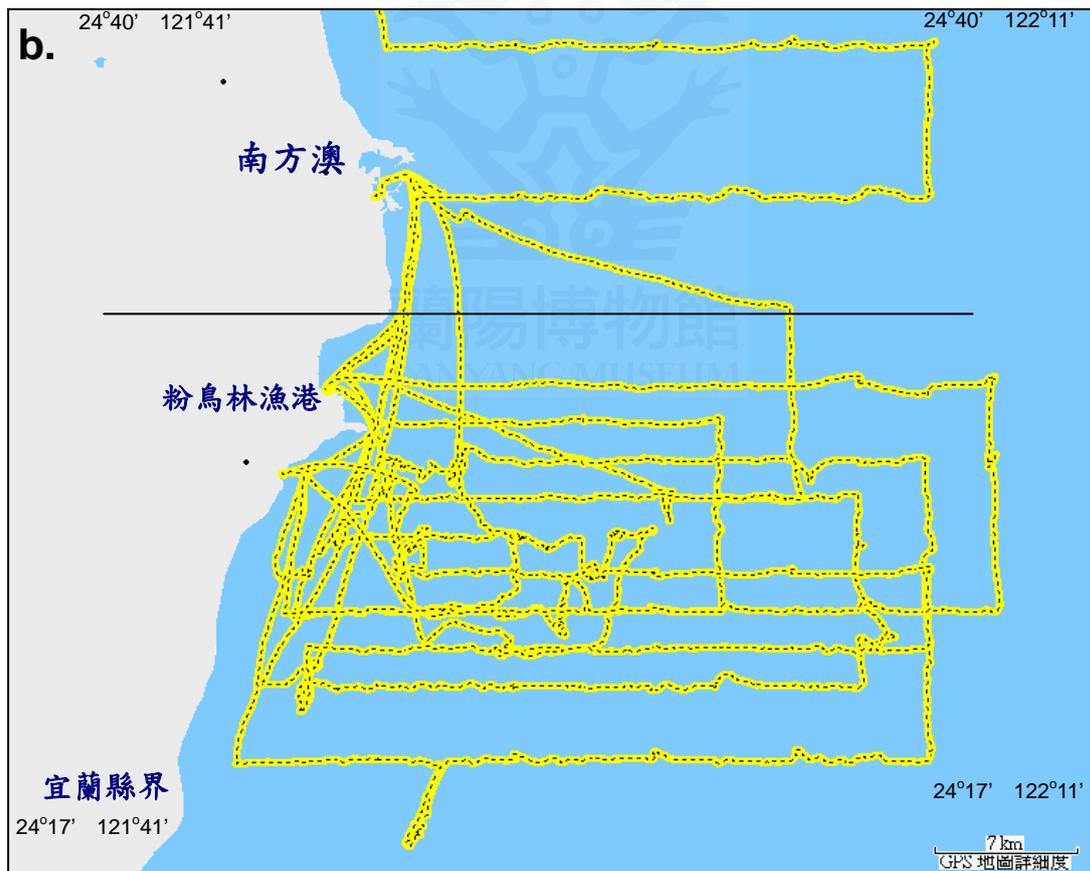
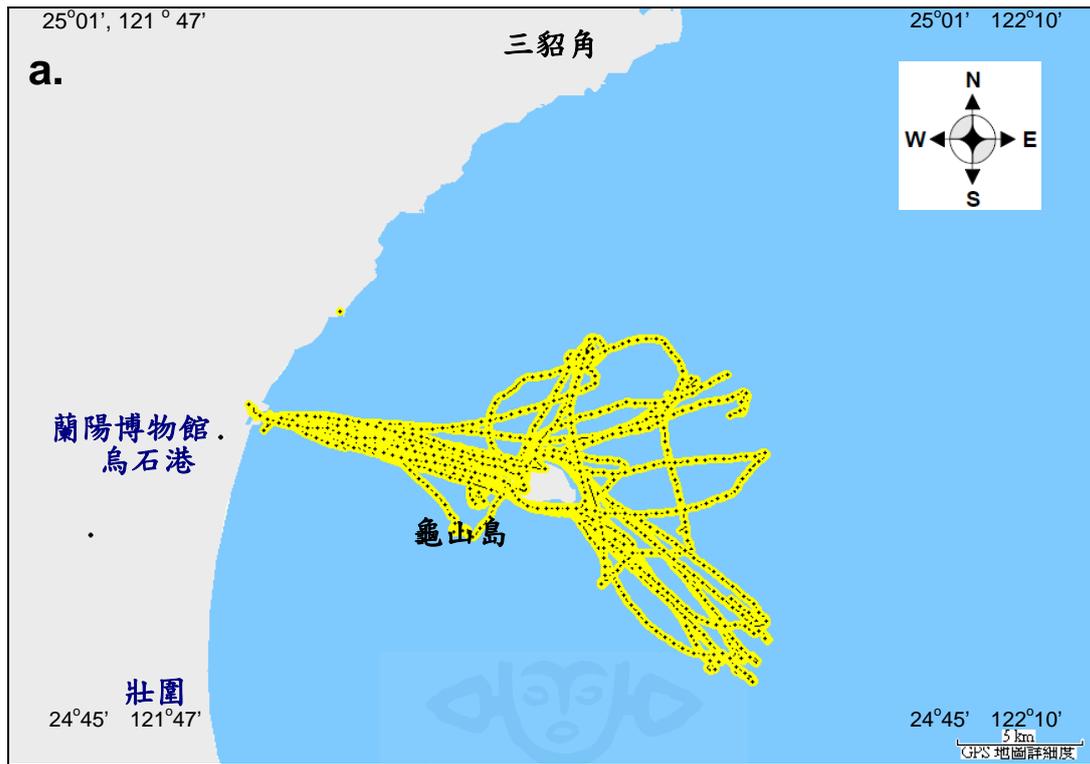
表十一、宜蘭海域六種鯨豚在兩種類之間判別分析結果。

	D ²	正確判斷率 (%)
偽虎鯨/瑞氏海豚	4.74	86.3
偽虎鯨/瓶鼻海豚	9.66	95.0
偽虎鯨/弗氏海豚	3.36	86.4
偽虎鯨/熱帶斑海豚	8.72	92.3
偽虎鯨/飛旋海豚	9.47	95.6
瑞氏海豚/瓶鼻海豚	2.63	80.5
瑞氏海豚/弗氏海豚	0.46	65.0
瑞氏海豚/熱帶斑海豚	2.32	78.6
瑞氏海豚/飛旋海豚	1.47	75.3
瓶鼻海豚/弗氏海豚	1.80	75.3
瓶鼻海豚/熱帶斑海豚	2.19	75.8
瓶鼻海豚/飛旋海豚	1.76	75.6
弗氏海豚/熱帶斑海豚	0.28	62.4
弗氏海豚/飛旋海豚	1.27	71.2
熱帶斑海豚/飛旋海豚	1.18	72.3

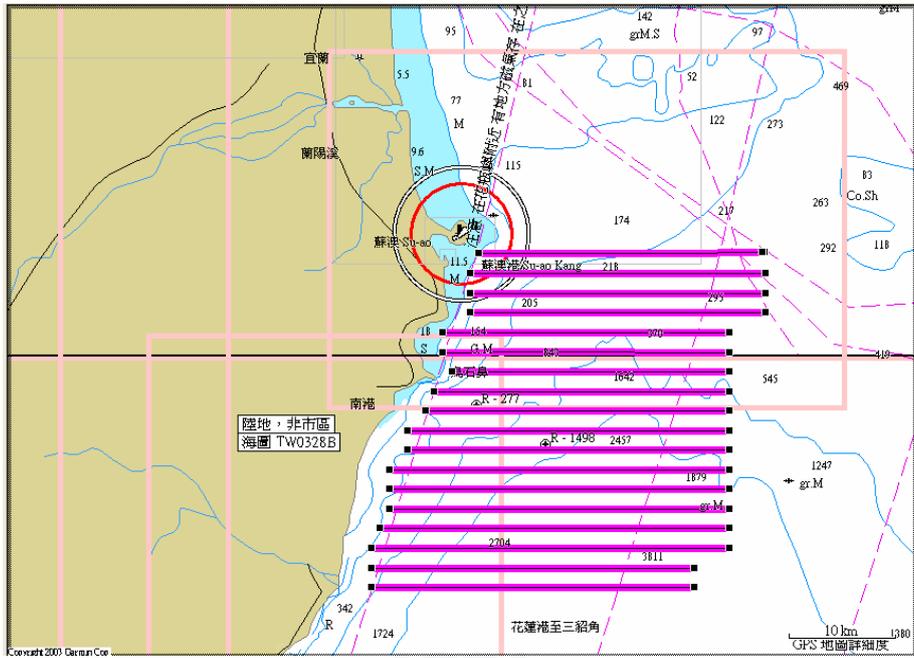
D² = Squared Mahalanobis Distances 馬氏距離平方

表十二、宜蘭海域全部六種鯨豚之間判別分析結果。

	哨音數量	正確判斷率 (%)
瑞氏海豚	261	46.0
瓶鼻海豚	72	50.0
飛旋海豚	297	55.9
偽虎鯨	67	100.0
弗氏海豚	264	6.8
熱帶斑海豚	375	53.9
全部	1336	45.6

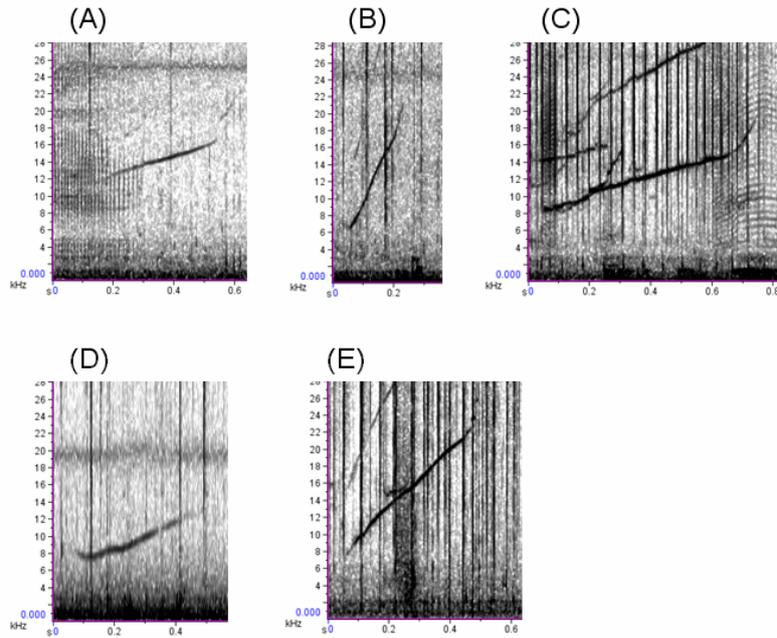


圖二，宜蘭縣鯨豚資源調查船隻航跡：(a) 北區海域，搭乘賞鯨船記錄鯨豚出沒生態資訊；(b) 南區海域，租用漁船進行穿越線調查之航跡。

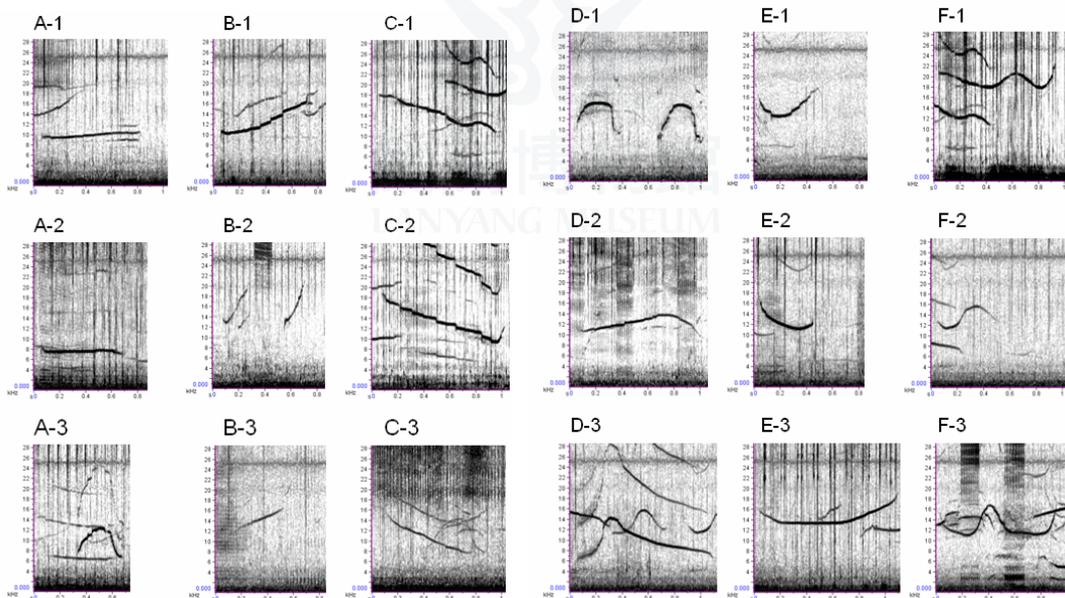


圖三、2011-12 年度穿越線調查的預定航線圖。



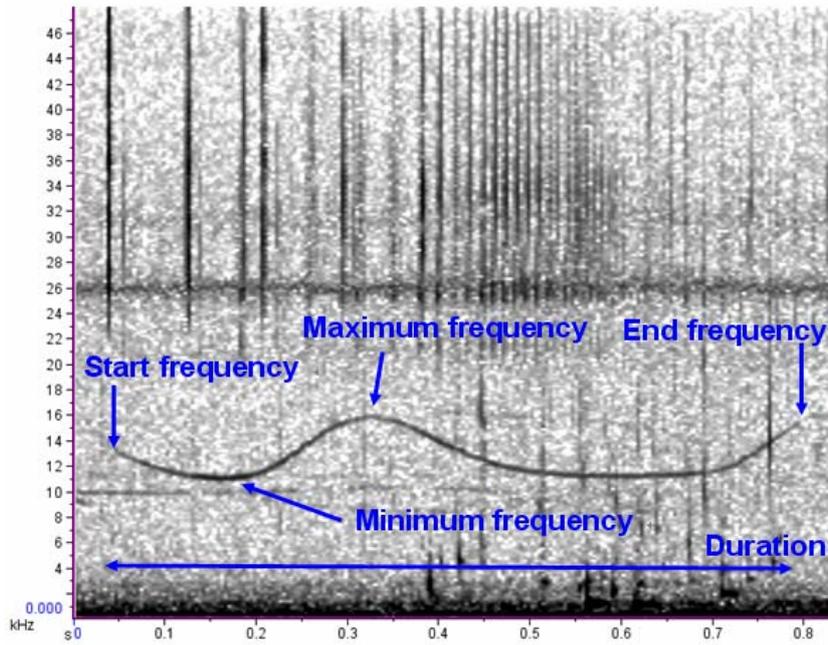


圖四 a、(A)瑞氏海豚 (B)瓶鼻海豚 (C)飛旋海豚 (D)弗氏海豚 (E)熱帶斑海豚同一哨音類型的聲紋圖，偽虎鯨的哨音尚無發現此上升型哨音。X 軸：時間 (sec)，Y 軸：頻率 (kHz)



圖四 b、以瑞氏海豚為例，ABCDEF 不同類型哨音的變異。

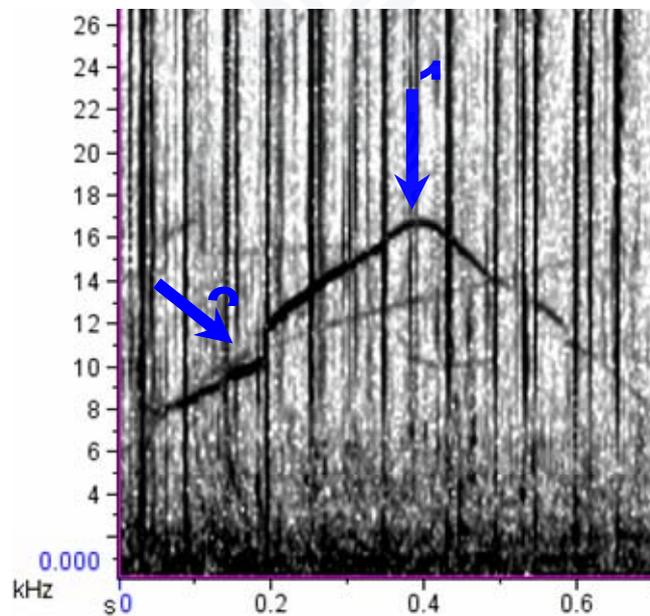
X 軸：時間 (sec)，Y 軸：頻率 (kHz)



圖五 a、標明量測五個聲學特徵變數的瑞氏海豚哨音頻譜圖。

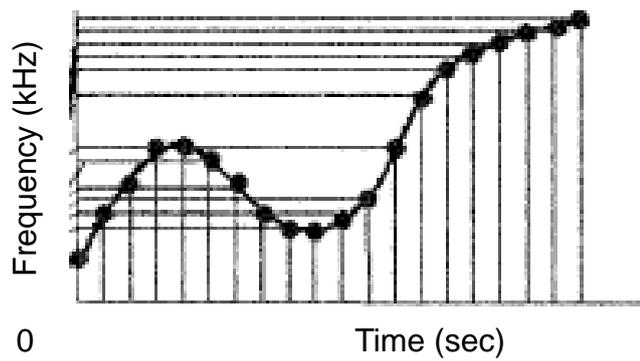
(FFT: 512 points, Window: Hamming, overlap: 25%)

X 軸：時間 (sec)，Y 軸：頻率 (kHz)

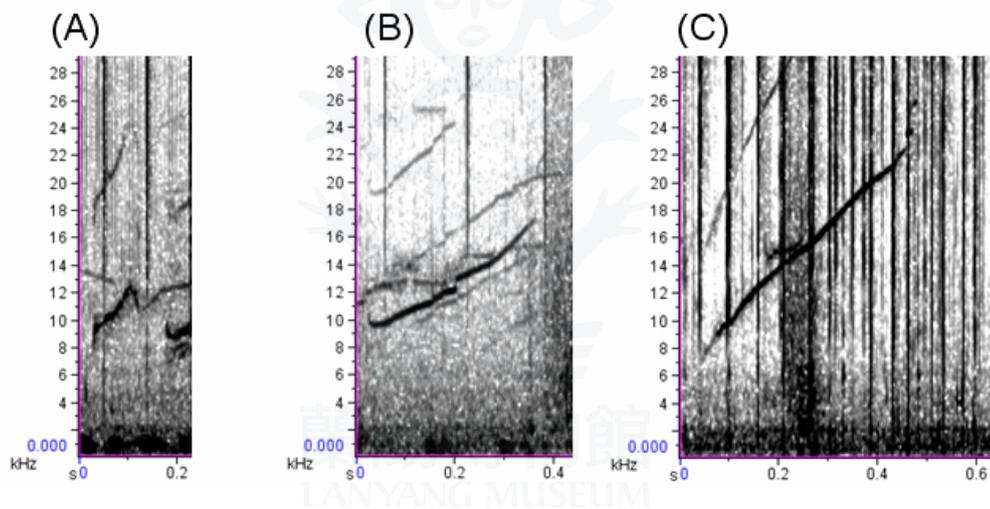


圖五 b、標示出 (1) inflection (2) step 的熱帶斑海豚哨音聲紋圖。

X 軸：時間 (sec)，Y 軸：頻率 (kHz)



圖六 a、一個哨音固定時間間隔取 20 個頻率取樣點的聲紋圖
(Morisaka *et al.* 2005)。



圖六 b、以熱帶斑海豚同一哨音類型為例，COFM 數值分別為
(A) 0.5 (B) 0.8 (C) 2.6 的哨音聲紋圖，不論哨音長短，數值大
者的哨音使用的頻率範圍越大。

X 軸：時間 (sec)，Y 軸：頻率 (kHz)

(A) PQ1:不良



(B) PQ2:尚可



(C) PQ3:足夠



(D) PQ4:極佳



圖七 a、照片品質依照其清晰度、背鰭完整性、佔畫面比例與拍攝角度分為四級 (PQ1:不良, PQ2:尚可, PQ3:足夠, PQ4:極佳)

(A) MD1: 未能辨識



(B) MD2: 仔細辨識



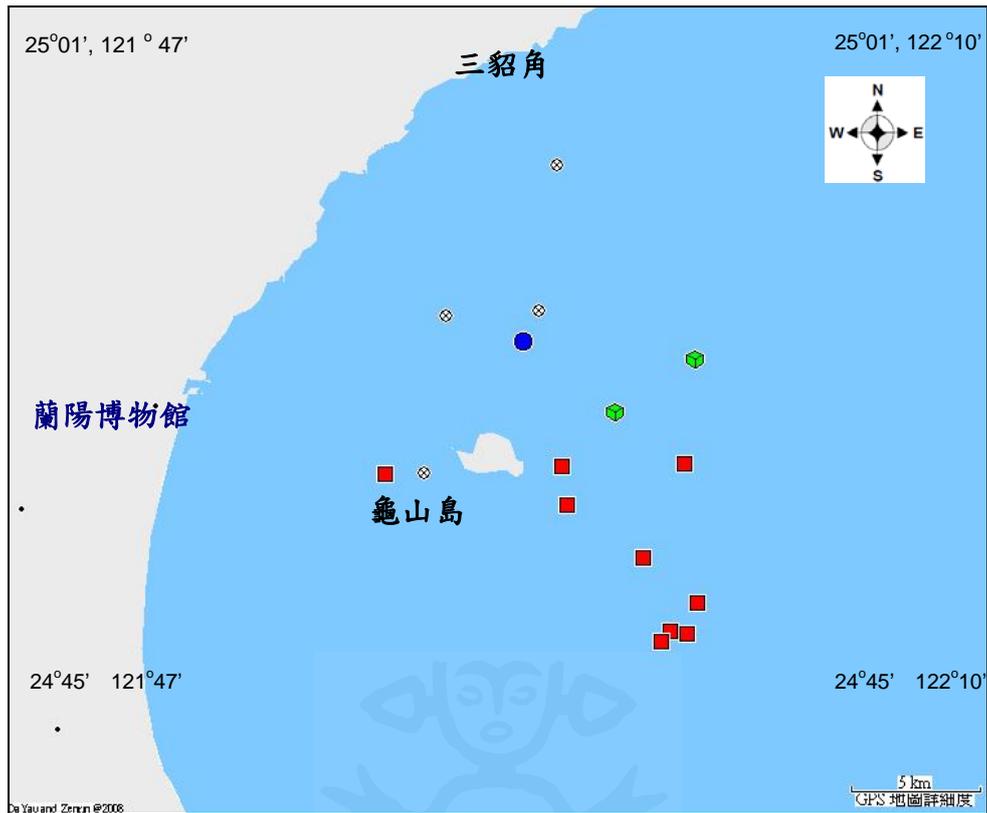
(C) MD3: 可辨識



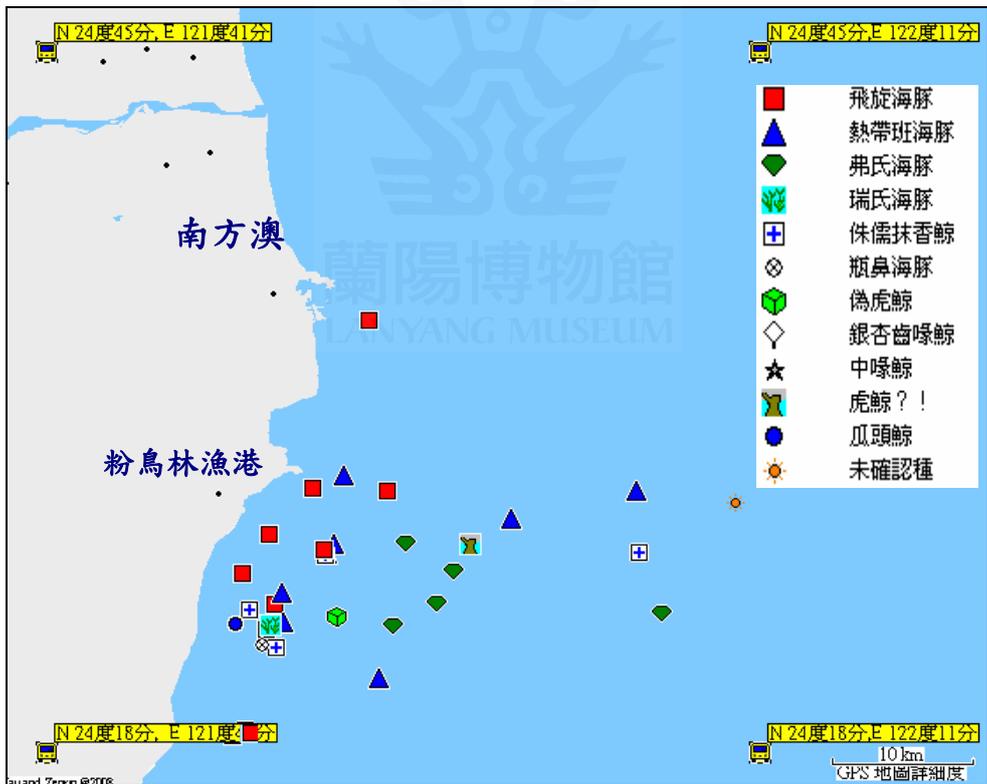
(D) MD4: 易辨識



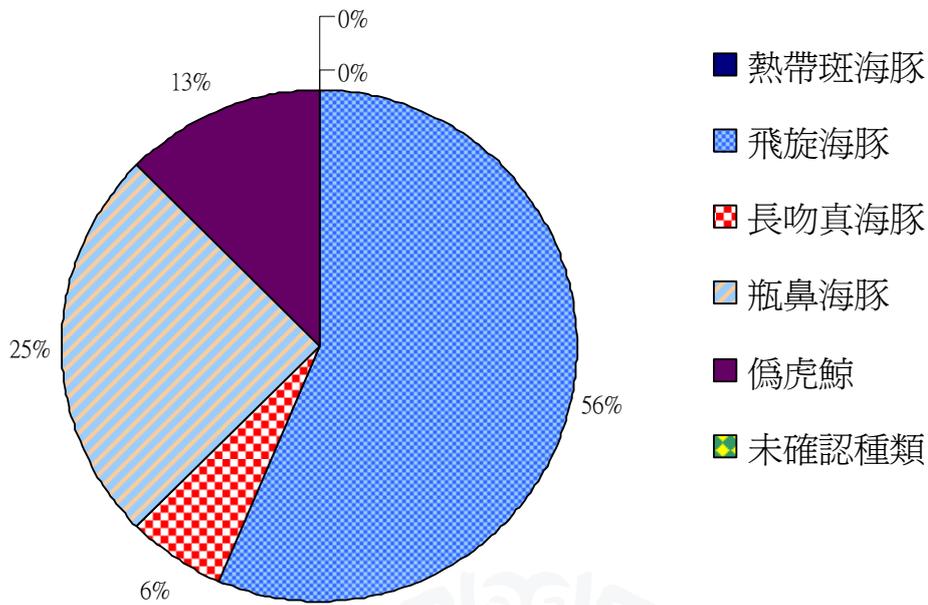
圖七 b、個體背鰭與體側可辨識度分為四級 (MD1-未能辨識: 不具持久且獨特特徵之個體, 與嬰幼年之個體, MD2-仔細辨識: 經仔細比對可辨認之個體, MD3-可辨識: 有缺刻與持久性班紋, MD4-易辨識: 極易由較大的個體特徵來辨識)。



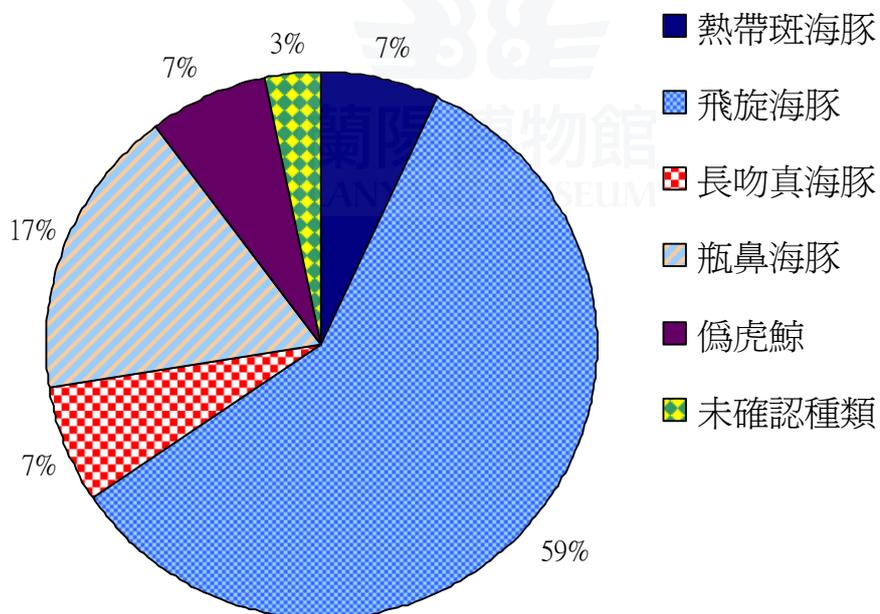
b.



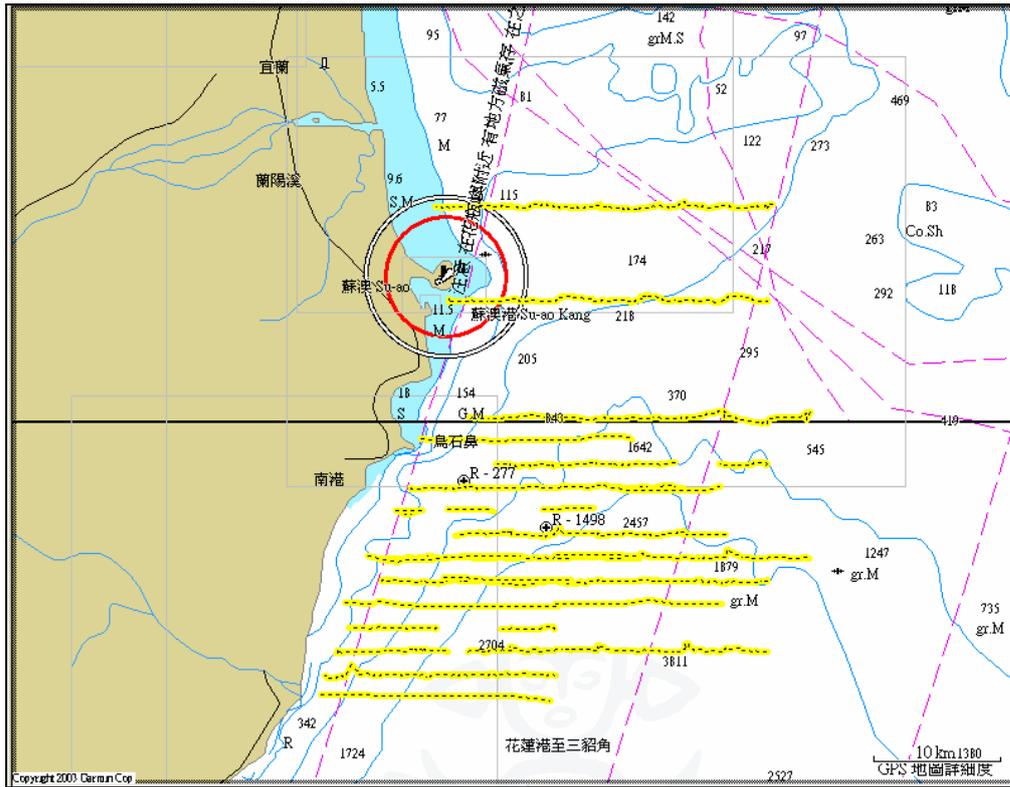
圖八、本年度宜蘭海域所目擊的鯨豚位置圖。(a) 搭乘賞鯨船的目擊鯨豚位置分佈圖。(b) 租用漁船的目擊鯨豚位置分佈圖。



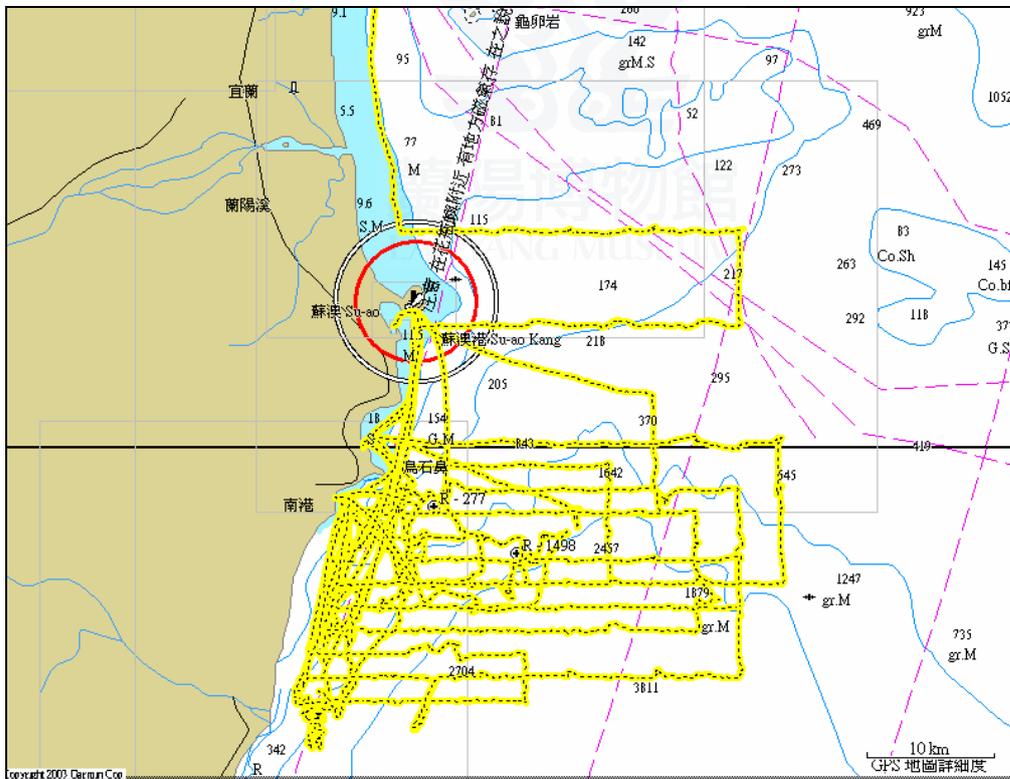
圖九 a、2011 年宜蘭北區海域賞鯨船目擊鯨豚的種類組成圖。最常目擊的種類為飛旋海豚 9 群次 (56%)，瓶鼻海豚 4 群次 (25%)，其次為偽虎鯨 2 群次 (13%)，長吻真海豚 1 群次 (6%)。



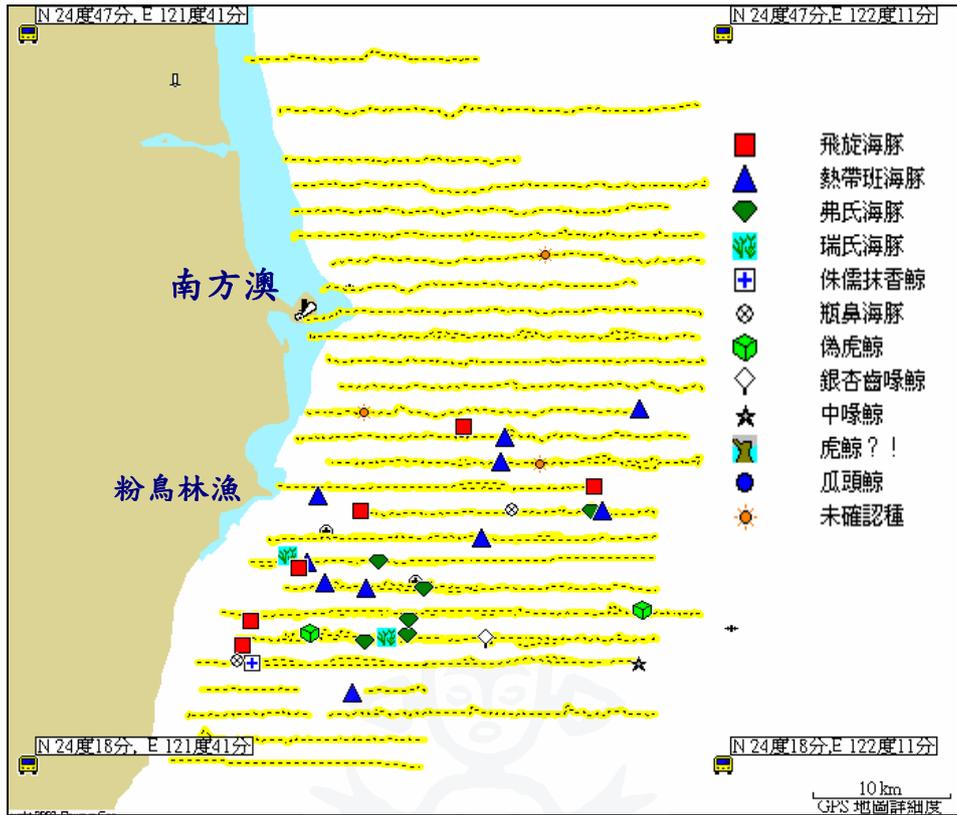
圖九 b、2010-2011 年宜蘭北區海域賞鯨船目擊鯨豚的種類組成圖。最常目擊的種類為飛旋海豚 17 群次 (59%)，其次為瓶鼻海豚 5 群次 (17%)，而偽虎鯨、真海豚、與熱帶斑海豚均為 2 群次 (7%)。



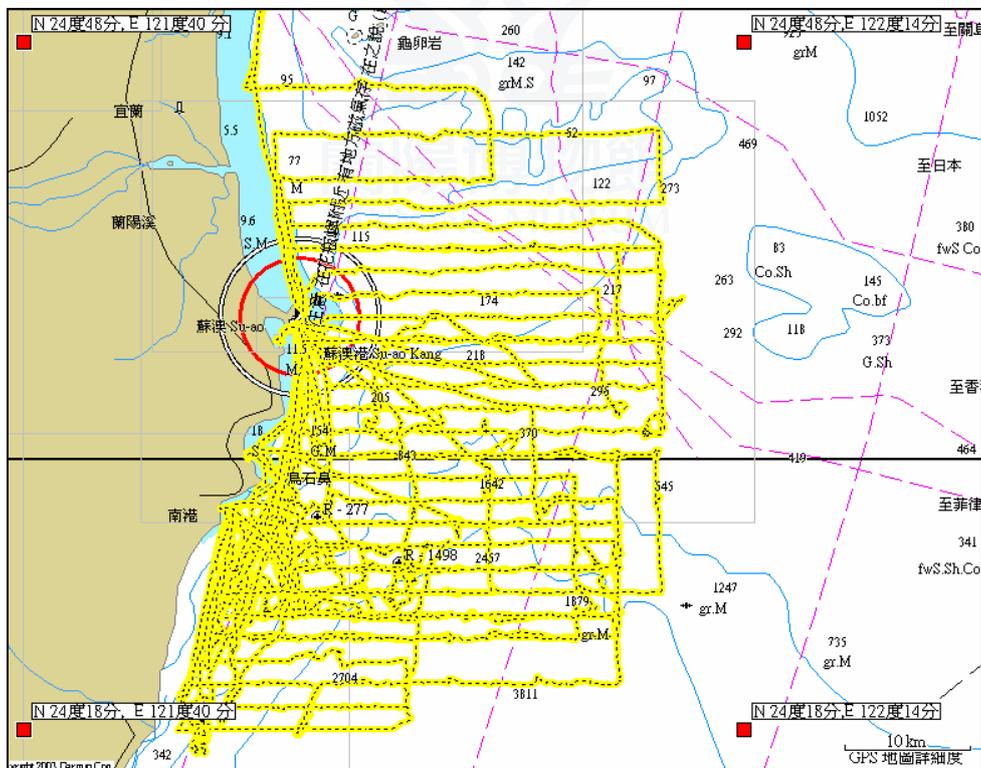
圖十 a、2011-12 年穿越線上實際有效努力(on effort) 之航程。



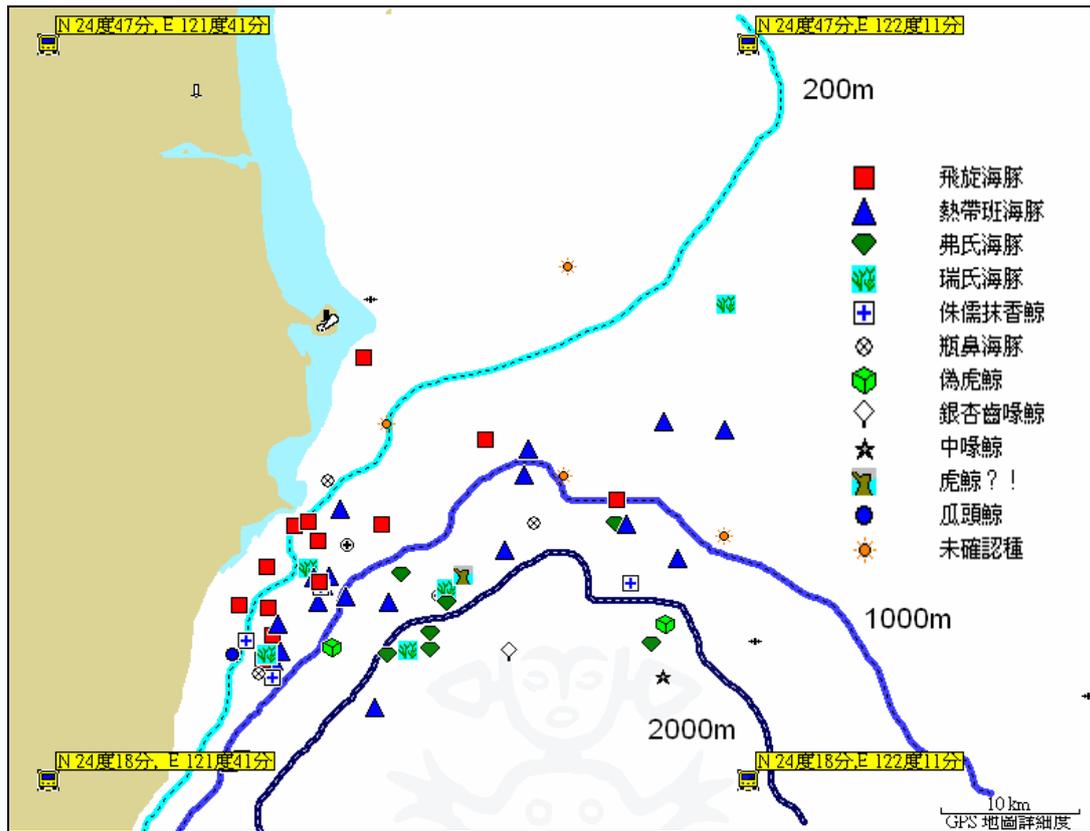
圖十 b、2011-12 年船隻調查實際航跡 (包含 on effort and off effort)。



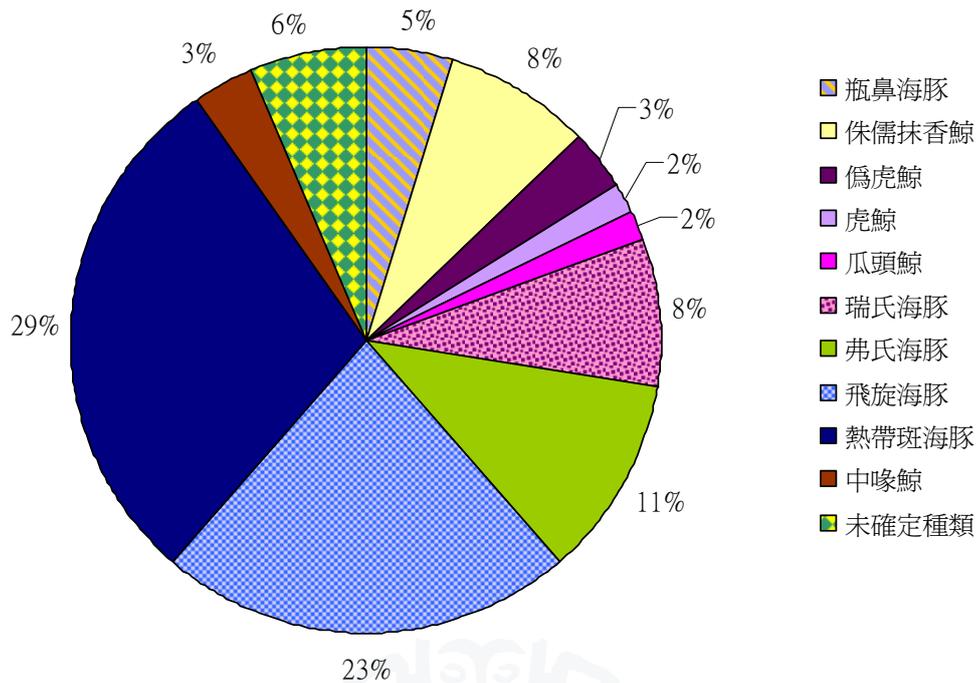
圖十一 a、總計畫 2010-2012 年 穿越線上實際有效努力(on effort) 之航程與有效目擊群次 (n=33)，紅色箭頭以北為 C 區，以南為 D 區。



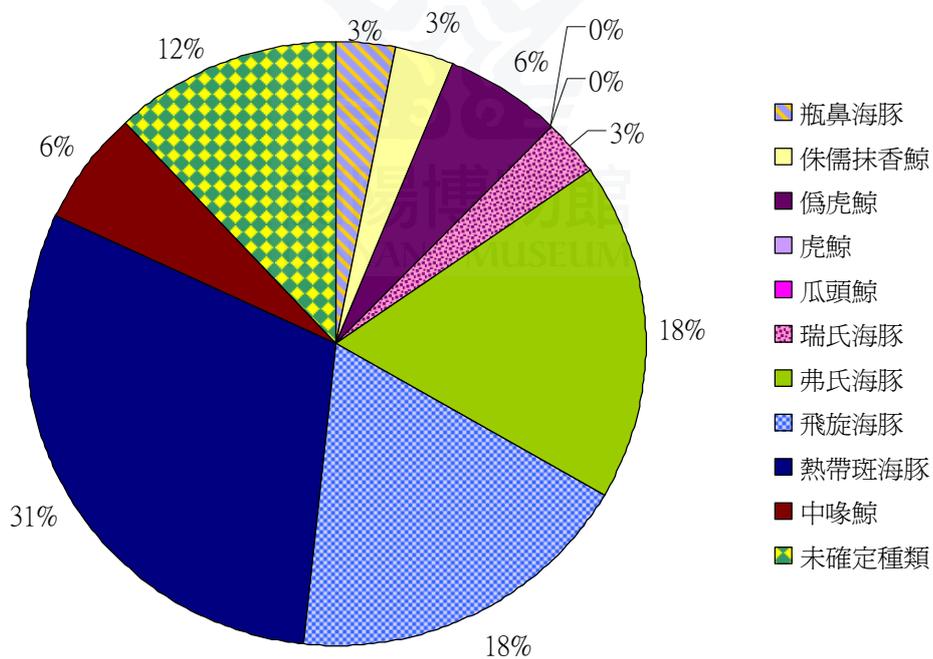
圖十一 b、總計畫 2010-2012 年漁船調查實際航跡(包含 on effort, off effort)。



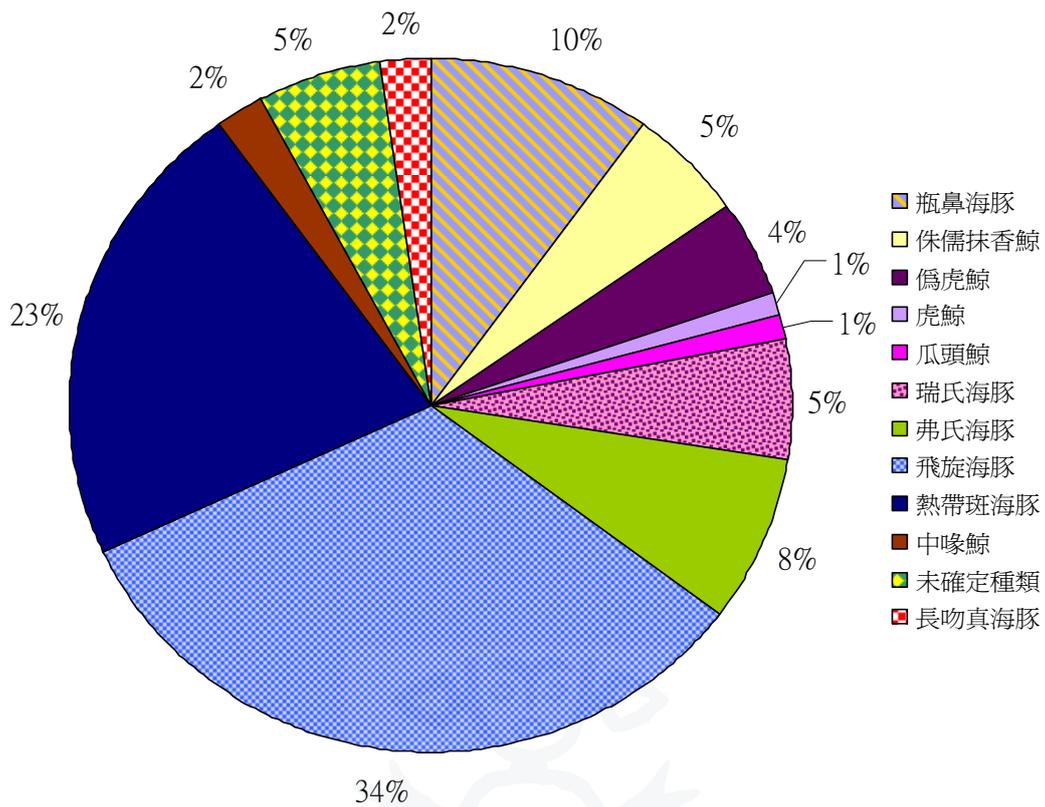
圖十一 c、總計畫 2010-2012 年漁船調查目擊之鯨豚群位置與水深圖 (n=62)。



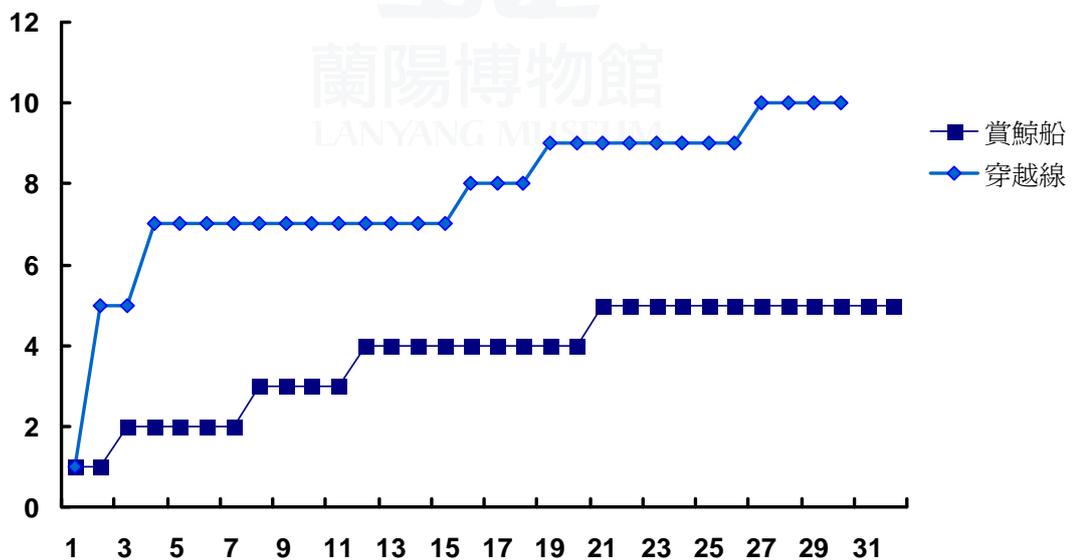
圖十二 a、2010-2012 年間，宜蘭南區海域租船調查中，所有目擊鯨豚的種類組成圖。發現率最高的為熱帶斑海豚 18 群次（29%）飛旋海豚 14 群次（23%），其次為弗氏海豚 7 群次（11%）。



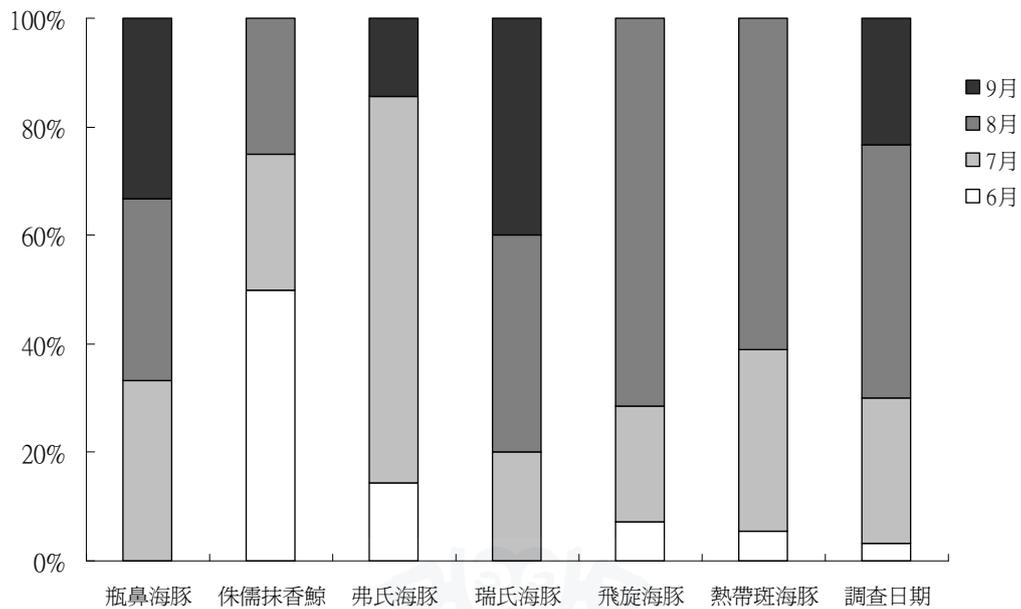
圖十二 b、2010-2012 年間，宜蘭南區海域租船調查中，『有效目擊群次』的鯨豚種類組成圖。有效航線上發現率最高的仍為熱帶斑海豚 10 群次（30%）飛旋海豚 6 群次（18%），其次為弗氏海豚 6 群次（18%）。



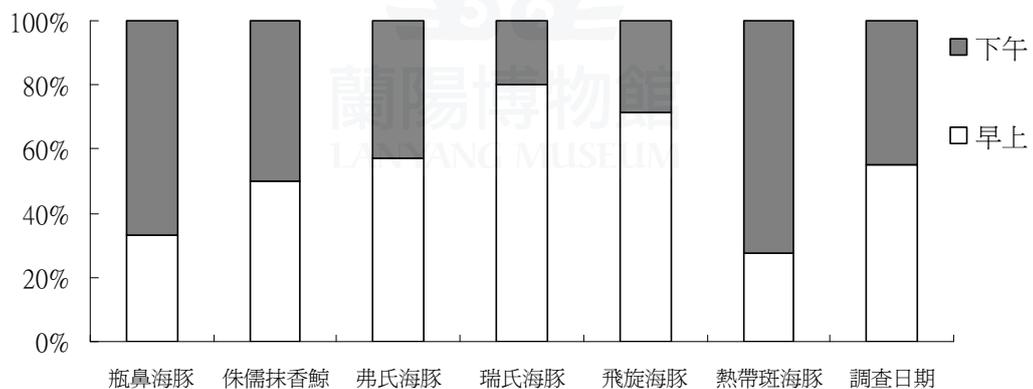
圖十三、2010-2012年宜蘭海域綜合南北兩區的鯨豚目擊群次之種類比例：整體而言以飛旋海豚最為常見，熱帶斑海豚次之，瓶鼻海豚與弗氏海豚亦為常見種類。



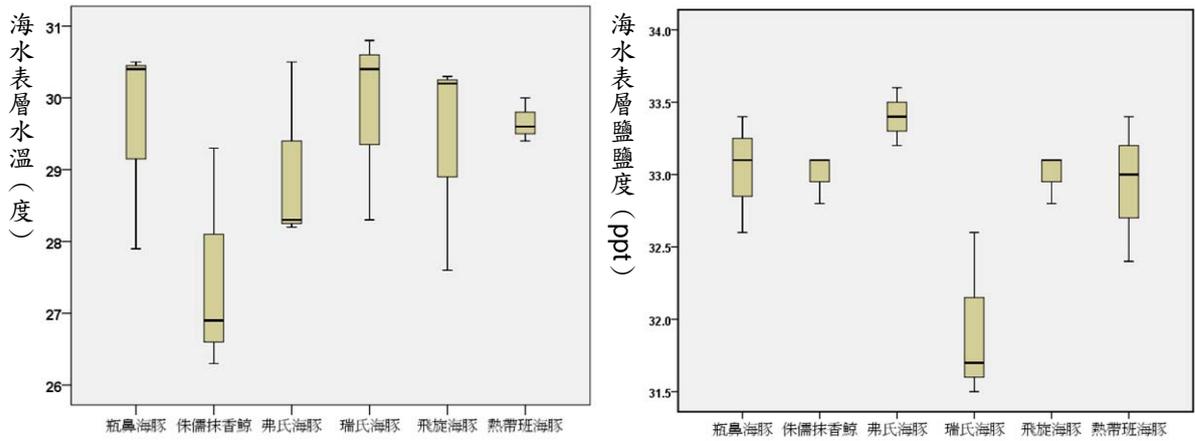
圖十四、調查趟次與累積之目擊鯨豚種類圖。隨著調查趟次的增加，該海域鯨豚種類目擊的累積情形。



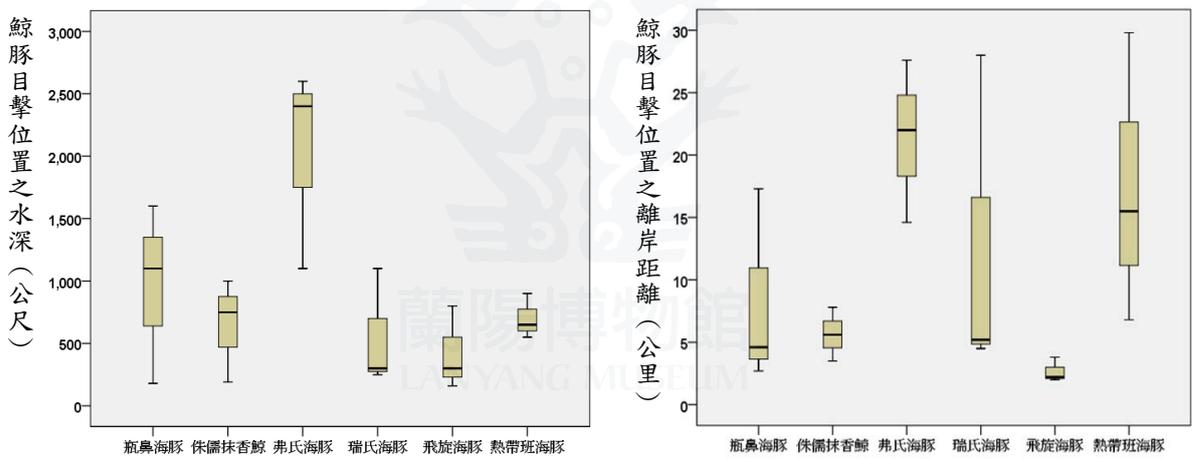
圖十五 a、2010-2012 年穿越線調查中，常目擊的鯨豚種類之出現月份頻度比例圖，最右側的調查日期是以趟次為單位。



圖十五 b、2010-2012 年穿越線調查中，常目擊的鯨豚種類之出現於日間之頻度比例圖，最右側的調查日期是以小時為單位。



圖十六 a、2010-2012 年穿越線調查中，常見目擊的鯨豚種類之出現位置水表鹽溫度之盒狀圖。



圖十六 b、2010-2012 年穿越線調查中，常見目擊的鯨豚種類之出現位置水深與離岸距離之盒狀圖。



ST20080809_01 Gg_311

IL20100803_02 Gg_07

ST20120722_01 Gg_014

圖十七 a、宜蘭南區海域瑞氏海豚個體比對結果，其中一隻（圖中 IL20100803_02 Gg_07）與石梯海域 2008 年所拍照（圖左 ST20080809_01 Gg_311）的辨識結果為同一個體。於今年再度於石梯海域目擊（圖右，ST20120722_01 Gg_014）。



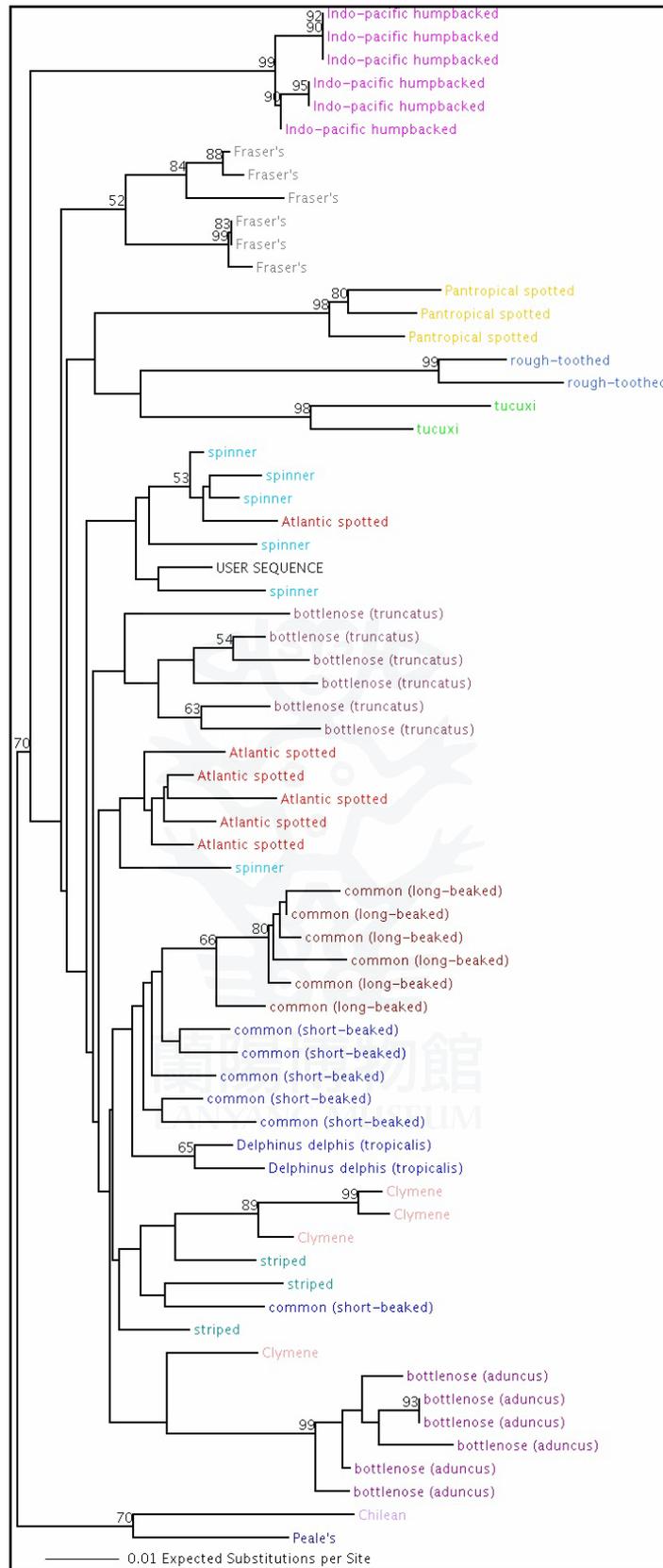
圖十七 b、宜蘭南區海域瑞氏海豚同一個體出現的位置，2008 年於花蓮縣南邊的石梯海域目擊 (ST20080809_01)，2010 年於宜蘭縣南澳海域目擊，兩位置的直線距離量測為 109 公里。



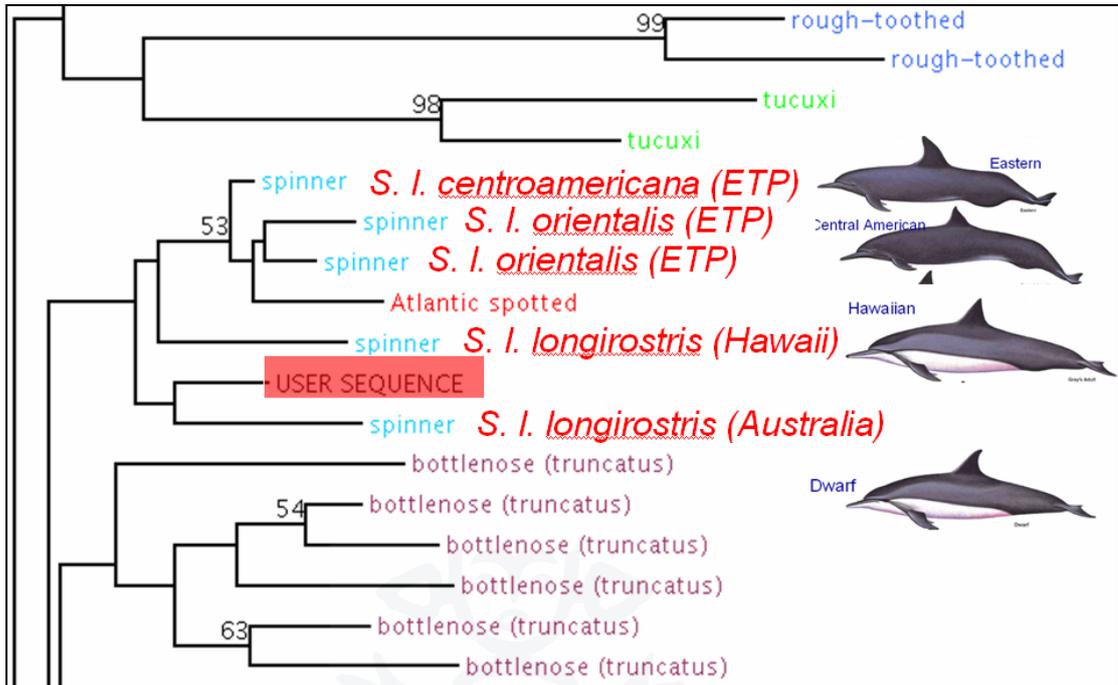
圖十八、宜蘭南區海域瑞氏海豚之個體辨識名錄 (I)



圖十八續、宜蘭南區海域瑞氏海豚之個體辨識名錄 (II)



圖十九a、此樣本（圖中USER SEQUENCE）在海豚科中的種類位置，確認為飛旋海豚。



圖十九b、此樣本（圖中USER SEQUENCE）親緣關係與夏威夷型(*S. l. longirostris*)與東熱帶太平洋型(*S. l. centroamericana*、*S. l. orientalis*)此三亞種距離較遠，而與澳洲水域的飛旋海豚(Australia)分類為相近之族群。

附錄一， 鯨豚活動狀態之定義

活動狀態	定義
Socializing 社交	可見個體與個體間互相接觸、追逐、交配、水面可見翻滾造成的水花、結伴同游做不定向的衝浪等行為，亦常伴隨不同展示行為。
Prob.Feeding 可能覓食	鯨豚處於可能於捕食的狀態，表現出如跳躍、深潛及追逐等現象。
Feeding 吃	出現以上的動作，並有魚跳出水面 或是有看到海豚咬獵物。
Resting 休息	泳速極慢或靜止於水面上，個體距離、頭部的朝向及泳速等均維持在穩定狀態。
Travelling 行進	鯨豚持續朝著同一個方向移動
Milling 繞圈子	經常性的改變泳向，無明確的方向性。

附錄二，農委會同意對保育類動物進行研究性質之生物採樣。

校級公文 101/07/18



收文號:1010053634

行政院農業委員會 函

機關地址：100台北市中正區南海路37號

承辦人：吳麗娟

電話：02-23515441-662

電子信箱：lizawu@forest.gov.tw

受文者：國立臺灣大學

發文日期：中華民國101年7月17日

發文字號：農授林務字第1011700774號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：普通

附件：如說明三(計5頁)

主旨：本會同意貴校生態演化所周蓮香教授等4人利用保育類野生動物（鯨豚6種）作研究用，詳如說明，請查照。

說明：

一、依據教育部101年7月4日臺環字第1010123634號函及貴校101年7月13日電郵補送資料辦理。

二、請依下列事項辦理：

(一)本申請案係依據野生動物保育法第18條第1項第2款及其施行細則第21條之規定許可，如行為涉及其他法條或法規時，請申請人依相關規定辦理。申請利用期間涉及瀕臨絕種及珍貴稀有野生動物因病或不明原因死亡時，應依該法第38條規定辦理。

(二)請於進行野外調查研究時，攜帶本同意函（或相關核准函）影本及身分證明文件，並於1星期前以電話或電子郵件通知主管機關，俾以視業務狀況派員瞭解及查驗執行利用情形。

(三)為建檔保存臺灣野生動物遺傳物質之需，如有採集遺傳物質時，

附錄二續， 農委會同意對保育類動物進行研究性質之生物採樣

請配合將研究賸餘之遺傳物質副份存放至本會補助成立之「台灣野生動物遺傳物質冷凍儲存庫」（網址<http://cryobank.sinica.edu.tw>）。

(四)請於本核准同意利用案截止日期後3個月內

- 1、將本案利用物種之野外調查座標資料填寫「生物資源調查共同記載項目」表格並電郵至bio_xy@forest.gov.tw。
- 2、將研究調查成果填寫「利用保育類野生動物成果報告書」並函送本會備查。
- 3、相關表格及報告書請至本會林務局自然保育網（網址：<http://conservation.forest.gov.tw/>）/下載專區/申請書表/下載。

(五)本研究成果發表時，請於研究報告中註明本案核准日期及文號，並函送本會存參。

三、檢附附件「同意利用保育類野生動物事項」及「執行人員名冊」各1份。

正本：國立臺灣大學

副本：內政部警政署森林暨自然保育警察隊、臺北市政府、宜蘭縣政府、花蓮縣政府、本會林務局、本局羅東林區管理處、本局花蓮林區管理處、臺灣生物資源資料庫中心

101/07/18
709:32:24

LANYANG MUSEUM

裝
訂
章
縫
訂
線

附錄三，目擊的鯨豚照片



攝於 2011/07/01 調查漁船

(a) 飛旋海豚水面活躍的身影



攝於 2011/06/30 調查漁船

(b) 飄於海面的侏儒抹香鯨



攝於 2011/06/30 調查漁船

(c) 衝浪中的熱帶斑海豚



攝於 2011/07/21 調查漁船

(d) 大群游動的弗氏海豚



攝於 2011/07/05 賞鯨船

(e) 咬食鬼頭刀的偽虎鯨



攝於 2011/06/14 賞鯨船

(f) 龜山島海域的長吻真海豚

附錄三續，目擊的鯨豚照片



攝於 2012/08/19 調查漁船

(g) 數隻不同年齡層之瑞氏海豚群體



攝於 2012/08/14 調查漁船

(h) 熱帶斑海豚在海面映出倒影



攝於 2012/08/14 調查漁船

(i) 於近岸活動小群體的小虎鯨



攝於 2011/06/14 調查漁船

(j) 瓶鼻海豚群體活躍於海面



攝於 2012/08/21 調查漁船

(k) 豚游的飛旋海豚



攝於 2012/08/20 調查漁船

(l) 飛旋海豚的母子對群體

附錄四， 結案報告評審委員審查意見回覆

	審查意見	受託單位意見回覆
1.	<p>本計畫之研究目的應是收集、整理宜蘭外海鯨豚之種類、豐度及相關生物生態、分佈各方面之資料，作為 2013 年『鯨豚特展』之素材，因此收集及整理資料可以盡量配合特展時遊客或觀眾之興趣極可能會問的問題，除了各種鯨豚基本的生物習性、生態及分佈的資訊外，也會問：</p> <p>(1) 宜蘭外海的鯨豚迴游的路徑，哪一個區域出現最多，有無原因？種類組成的變動（季節、年間），資源（族群量）是否有減少。(2) 是否每種海豚均有錄到聲音，錄不到的可否向國際上洽談取得授權使用，可以讓展示的內容更豐富完整。(3) 水下聲音監測之距離有多遠，其牽涉到監測其活動範圍，以及水下噪音污染對鯨豚造成衝擊的問題。(4) DNA 序列部分之研究用的是哪一段基因分析結果等均應在報告中予以敘明。</p>	<p>感謝指教，為豐富 2013 年鯨豚特展之內容，本計畫在調查期間除了進行一般的科學資料蒐集外，並特別儘可能的多加使用高畫質的相機與攝影機拍攝動物，及收錄鯨豚之聲音。</p> <p>(1) 目前的資料顯示在宜蘭南部的東澳海域，為鯨豚出沒之熱區，其發現率與種類歧異度均相當高。但是是否為洄由之群體仍待更多個體辨識資料庫之建立與比對才能確認。本調查尙未能分析族群數量的增減狀況。估算族群數量的方法，在使用穿越線調查，計算調查區域的該種生物的密度，回推其動物數量，但須待同種的有效努力群次至少達到四十群以上，估算值才具有意義。但本計畫最常見的熱帶斑海豚有效目擊群次僅有 10 群次，若分析則會存在統計上的誤差。以發現率而言，本調查的結果與 1998-1999 年之研究近似。</p> <p>(2) 本海域常見的鯨豚種類均有收錄到聲音（瑞氏海豚、瓶鼻海豚、飛旋海豚、偽虎鯨、弗氏海豚、熱帶斑海豚），除了侏儒抹香鯨嘗試過兩次無聲音外。遺憾的是於調查期間無法收錄到此海域特別之種類『真海豚』的聲音，但可向國際洽談取得授權使用。本實驗室亦曾於其他計畫中收錄如大翅鯨、抹香鯨、領航鯨、糙齒海豚、中華白海豚等聲音片段，可供展覽單次授權使用。</p> <p>(3) 水下聲音監測的距離，依不同鯨豚種類有所差異，偽虎鯨等較低頻之聲音可傳遞較遠，而本計畫中所收錄的海豚科哨音，約 300 公尺左右可錄製品質良好可分析之訊號，再遠僅可隱約聽到，訊雜比率較高。近年來水下噪音對鯨豚衝擊的議題，不論在國際與臺灣</p>

		<p>都受到廣泛的重視，故本計畫所收錄之聲音資料庫，可提供為日後相關研究之基礎。</p> <p>(4)活體組織採樣之結果已完成，使用粒腺體 mtDNA 的 D-loop 片段，已新增於結案報告之結果部分。</p>
2.	<p>海洋學中有些海洋監測技術似乎可作為利用方法，例如此次利用水中聲學作為海豚監測。如果經費許可，選擇特定漁船捕魚作業時協助將記錄器設置，對於計畫區域進行聲音之監測，甚至可定點設置連續記錄器，進行常期監聽，資訊在實驗室分析，再與現場調查兩者比較，可能會有更明顯之成就？</p>	<p>感謝建議，目前在台灣海峽的中華白海豚研究中，本團隊已使用水中聲學（A-tag）進行長期監測，對於探討中華白海豚在河口近岸區出沒的時空分佈有相當大的突破。但進行此類研究相當昂貴，除了儀器本身價錢高之外，還有固定樁柱的適當位置，而天候或其他人為因素儀器遺失或耗損等也所費不貲。東部海域目前中央氣象局的地震監測 M A C H O 計畫，亦建造一水下收音系統於蘇澳東側外海長期收音，目前本實驗室正參與相關聲音資料研究計畫，但目前鯨豚種類的聲音尚未能完全正確鑑定，所獲得之資訊仍待詳加分析。</p>
3.	<p>也許可以擴大調查範圍？調查季節與區域之密集度可變成均勻度較高？</p>	<p>感謝建議，本調查因租用 CT1 約十餘噸的小漁船進行調查船速多於 8-10 節，加上進出港口的交通時間、安檢手續等費時，已經有部分航線無法完整走完的情形，平均航行的時間也約 10 小時，實在無法將航線再往外海延伸。若以後有機會搭乘中型船隻，將可安排單趟次 2-3 天的調查，有效跨大調查範圍。此外，評審所建議之使用水中聲學裝置安裝於漁船，或是貨輪等不同航行範圍之調查平台增加調查範圍，若經費許可購置相關設備則相當有幫助。</p>
4.	<p>環境因素以水深與離岸遠近為主；主要因素是覓食或者？請問同種海豚在其他區域是否有同樣之行爲？</p>	<p>感謝建議，如評審所言，雖然水深與海底地形成為影響臺灣東岸常見鯨豚種類棲地範圍的主因，但與生物分佈息息相關仍是食餌資源的豐富與否。此在國內外相關研究案例詳細說明於討論部分的第三十頁第一段的部分。此外，棲地是否可減少被天敵攻擊的機率，與其他鯨豚種類共域的競爭，這兩個因子也是影響鯨豚分佈與水深與離岸遠近之關聯。</p>

5.	<p>第六十一頁之圖 11a 與圖 11b 理論將可為賞鯨船提供賞鯨位置，甚至予以規劃與節制，如果可能將來漁民捕魚，能在該區作業時注意，提供海豚多一些保護措施。</p>	<p>感謝建議，本計畫之結果雖然調查趟次不多，但以鯨豚分佈位置而言仍具參考價值，盼中央或地方主管機關能採用，以進行規劃與保育措施的研擬依據（例如龜山島海域海洋保護區之劃設，賞鯨衝擊規範之研擬）。</p>
6.	<p>海豚生物學之研究？已累積難得的資料，建議為來可持續做研究，做為宜蘭環境資料庫。</p>	<p>感謝建議，本計畫於 2010-2012 年間已於宜蘭海域建立多項鯨豚相關資料，如分佈點位、聲音資料庫與鯨豚個體辨識資料庫，若能有機會獲得經費支持，持續累積數據，將更能完整分析此區的鯨豚生態資料。</p>

會議結論：

本次報告審查通過，請將會議中報告之 DNA 相關內容加入報告書中。