



海洋委員會海洋保育署

OCEAN CONSERVATION ADMINISTRATION,
OCEAN AFFAIRS COUNCIL

「小琉球產卵母龜生殖暨周邊海龜調查」案 成果報告

執行單位 | 社團法人台灣咾咕嶼協會

中華民國 112 年 12 月

OCA

目錄

目錄	I
圖目錄	III
摘要	VI
壹、 期中報告審查意見回覆	1
貳、 期末審查委員意見回覆	7
參、 計畫委託範疇及工作內容	13
一、 計畫說明	13
二、 工作內容	14
(一) 母龜生殖生態調查	14
(二) 龜卵孵化生理資料調查	14
(三) 稚龜孵化調查	14
(四) 巡護志工培訓及環境教育講座	15
(五) 協助辦理相關行政業務並提供專業諮詢	15
三、 工作成果要求	15
四、 工作進度及期限	17
肆、 文獻回顧	18
伍、 調查方法	22
一、 母龜生殖生態調查	22
二、 龜卵孵化生理資料調查	27
(一) 微生物分離培養	29
(二) 微生物鑑定	30
(三) 藥物敏感性測驗(紙錠擴散法)	31
三、 稚龜孵化調查	32
四、 巡護志工培訓及環境教育講座	33
(一) 巡護志工招募	33
(二) 巡護志工培訓	34
五、 周邊海域海龜活動範圍調查	37
陸、 執行成果	40
一、 母龜生殖生態調查	40
(一) 產卵沙灘夜間巡守	40
(二) 產卵母龜紀錄	41
二、 龜卵孵化生理資料調查	46
(一) 卵窩孵化狀況	46
(二) 微生物分析	48
三、 稚龜孵化調查	51
四、 巡護志工培訓及環境教育講座	53

(一)	志工培訓	53
(二)	環境教育講座	54
五、	周邊海域海龜活動範圍調查	61
柒、	討論	66
一、	母龜生殖生態調查	66
(一)	小琉球、蘭嶼、望安產卵母龜數量年度變化	66
(二)	海龜藉由行為改變因應全球暖化	69
二、	卵窩孵化調查	70
三、	稚龜孵化調查	72
四、	巡護志工培訓及環境教育推廣	74
五、	周邊海域海龜活動範圍調查	75
捌、	建議	77
一、	海龜保育相關建議	77
二、	重要棲息環境設立建議	79
玖、	參考文獻	80
壹拾、	附件	88
附件 1	、2023 年琉球嶼綠蠵龜觀察記錄表	89
附件 2	、小琉球綠蠵龜卵記錄表	90
附件 3	、稚龜記錄表	91
附件 4	、龜仔路腳沙灘變化圖	92
附件 5	、2023 年 3 月巡灘排班表	93
附件 6	、2023 年 4 月巡灘排班表	94
附件 7	、2023 年 5 月巡灘排班表	95
附件 8	、2023 年 6 月巡灘排班表	96
附件 9	、2023 年 7 月巡灘排班表	97
附件 10	、2023 年 8 月巡灘排班表	98
附件 11	、2023 年 9 月巡灘排班表	99
附件 12	、2023 年 10 月巡灘排班表	100
附件 13	、海龜志工培訓簽到表	101
附件 14	、講座活動：微醺之夜簽到表	107
附件 15	、小琉球海龜密度調查	109
附件 16	、保育類利用申請核准公文	111

圖目錄

【圖 1】綠蠐龜移動路徑，摘錄自(NG AND MATSUZAWA, 2021)。	21
【圖 2】小琉球綠蠐龜產卵沙灘位置圖	22
【圖 3】量測工具：皮尺	24
【圖 4】投標器及藍芽溫度計	24
【圖 5】卡尺	25
【圖 6】打標器及金屬標	25
【圖 7】金屬標籤施打位置示意圖。上圖摘錄自 ECKERT ET AL., 1999	25
【圖 8】卵窩孵化後之死亡綠蠐龜(稚龜)於組織切片染色之性腺特徵。	28
【圖 9】卵窩微生物採樣試管	30
【圖 10】游標卡尺及電子秤	32
【圖 11】2022 年度本團隊海龜巡守志工培訓	34
【圖 12】三角廣場位置示意圖	35
【圖 13】本團隊過去執行海龜生殖生態解說活動照片	36
【圖 14】本團隊過去執行卵窩挖掘作業時現場與遊客進行解說工作	36
【圖 15】紅色區域為小琉球禁飛區	37
【圖 16】小琉球周邊海域調查空拍區段圖	38
【圖 17】空拍海龜前肢示意圖	39
【圖 18】空拍計算示意圖(共 10 隻)	39
【圖 19】2023 年 2 月 17 日在地居民通報母龜產卵紀錄截圖	40
【圖 20】2023 年產卵母龜 TWOCA0601 產卵位置圖(地點蛤板灣)	42
【圖 21】2023 年蛤板灣光害影響示意圖	44
【圖 22】蛤板灣產卵位置光害紀錄	44
【圖 23】蛤板灣產卵位置光害紀錄(改善後)	45
【圖 24】2023/6/26 龜仔路腳綠蠐龜母龜上岸爬痕照	45
【圖 25】卵窩 N.3 孵化溫度折線圖	47
【圖 26】卵窩 N.4 孵化溫度折線圖	47
【圖 27】卵窩 N.7 孵化溫度折線圖	47
【圖 28】取樣及樣本紀錄照	50
【圖 29】海龜培訓課程紀錄	53
【圖 30】5/11 微醺聽海龜的故事活動宣傳海報	55
【圖 31】活動餐飲準備及贈送驚喜小禮物	55
【圖 32】分享會活動紀錄照	56
【圖 33】街頭開講活動紀錄	58
【圖 34】預約制講座宣傳小海報	59
【圖 35】8/22 活動紀錄	59
【圖 36】10/17 活動紀錄	60
【圖 37】10/24 活動紀錄	60
【圖 38】2023 年 1 至 12 月小琉球周邊海域各區段平均海龜數量分佈圖	61

【圖 39】11 月小琉球周邊海域各區段海龜數量分佈圖	62
【圖 40】白沙漁港段海龜覓食熱點分佈圖 備註：紅色圓點代表海龜出現的區域，1-12 月平均海龜 7 隻次.....	62
【圖 41】大福漁港段海龜覓食熱點分佈圖 備註：紅色圓點代表海龜出現的區域，1-12 月平均海龜 14 隻次	63
【圖 42】衫福漁港段海龜覓食熱點分佈圖 備註：紅色圓點代表海龜出現的區域，1-12 月平均海龜 25 隻次	63
【圖 43】小琉球空拍沿岸各區段地形示意圖	65
【圖 44】小琉球 2011-2023 年間上岸產卵母龜數量變化圖 部分資料取自 2022 年海龜保育計畫草案.....	67
【圖 45】澎湖望安 1992-2018 年間上岸產卵母龜數量變化圖 資料取自 2019 年台灣周邊海龜族群調查計畫.....	67
【圖 46】蘭嶼 1997-2016 年間上岸產卵母龜數量變化圖 資料取自 2019 年台灣周邊海龜族群調查	68

表目錄

【表 1】小琉球夜間巡守排班表	23
【表 2】綠蠐龜產卵行為定義表	23
【表 3】真菌 PCR 設定條件	30
【表 4】細菌 PCR 設定條件	30
【表 5】志工培訓課程表	34
【表 6】海龜生殖生態解說活動課程表	35
【表 7】2023 年及 2022 年產卵母龜體型比較資料表.....	41
【表 8】母龜 TWOCA0601 產卵週期與產卵區間平均氣溫關係表	42
【表 9】2023 年產卵母龜 TWOCA0601 產卵時間記錄表	43
【表 10】產卵母龜 TWOCA0601 已孵化卵窩基礎資料表	46
【表 11】小琉球海龜細菌分離與鑑定結果	48
【表 12】海龜卵窩分離之菌株與其抗藥性分布	49
【表 13】2023 年 N.1、N.2、N.7 孵化稚龜型態紀錄	51
【表 14】卵窩孵化後死亡稚龜之性別分布	52
【表 15】2023 年 5 月至 11 月活動辦理人數表	54
【表 16】小琉球各沿岸區段綠蠐龜密度及各地形涵蓋範圍表	64
【表 17】N.1、N.2、N.7 卵窩孵化期間平均氣溫	72
【表 18】培訓公民科學家建議課程	78

摘要

本年度母龜生殖生態調查自 2023 年 2 月至 10 月止，共紀錄到 1 隻產卵母龜，總計產下 7 個卵窩。這 7 窩的產卵週期（產卵間隔天數）最高為 18 天，最低為 12 天，其天數的遞減與氣溫呈現負相關，溫度變化可能導致產卵時間間隔的改變。

計畫調查期間共挖掘 6 窩。平均孵化天數為 63.6 天、平均孵化率為 83%、平均卵數為 93 顆、平均卵窩深度為 63.2cm。卵窩 N.1、N.2、N.5、N.6 因發現母龜時，已進行覆沙，故無投放溫度計，N.5 則因溫度計設備故障，無收取到溫度資料，僅 N.3、N.4、N.7 有卵窩溫度數據。經統計分析 N.4 的孵化溫度顯著低於 N.3 及 N.7，其最大的可能原因為 N.4 的卵窩深度最深，可達 71.1cm，相對不易受到陽光直射，也較不容易因卵孵化時產生的代謝熱與卵窩間形成熱循環。

另外將孵化溫度之數據，使用 King, R. et. al. 於 2013 年導出的公式進行計算，發現 N.3、N.4、N.7 這三窩孵化出雌性稚龜的機率為 100%，但 N.4，孵化後死亡的稚龜進行性別切片辨識，仍發現有雄性稚龜，可見公式還是有所偏差性。另活體稚龜經過背甲長、曲線長及體重的測量後發現，N.2 孵化的稚龜型態顯著較 N.1 與 N.7 還來得大，此可能與孵化溫度及沙灘環境因子有關。

關於卵窩孵化，共計成功孵化 459 隻稚龜，其中 25 隻死亡稚龜(包含終止發育者)，活體稚龜共 61 隻，經本次共收集的死亡稚龜，除 9 隻無法鑑定個體，其餘 16 個檢體中，雌性比例較高(87.5%)，為 14 隻；雄性為 2 隻。

綠蠐龜 (*Chelonia mydas*) 是我國海洋保育類野生動物，在臺灣主要的產卵地為澎湖、蘭嶼、小琉球及南沙群島的太平島。覓食地則遍佈全臺周圍海域，其中又以小琉球與太平島的綠蠐龜覓食族群數量最多。但小琉球不僅是海龜覓食棲地，亦是臺灣綠蠐龜穩定產卵棲地之一。故了解小琉球綠蠐龜棲地利用狀況，對於未來棲地管理有極大效用。

本計畫共進行 1 月至 12 月每月一次空拍調查調查底，結果顯示，沿岸海龜平均數量為 637 隻次；拍攝單次海龜數量最高為 11 月，共 981 隻次，數量最低為 5 月 334 隻次。沿岸綠蠐龜熱點為『肚仔坪沿岸』，1 至 12 月平均 147 隻，每公頃約 36 隻次；其次為『龜仔路腳→漁福漁港』，1 至 12 月平均 110 隻次，每公頃約 43 隻次；海龜數量最少之區域為『中澳→花瓶岩』1 月至 12 月平均 7 隻次，每公頃約 2 隻次。『龜仔路腳→漁福漁港』及『肚仔坪沿岸』

大部分沿岸地形為水深及腰的平緩淺灘，此類型區域海龜分布較多其原因可能有三，1)覓食耗能較低，2)複合性海藻、海草適口性佳，3)此區域海水溫度較高，但以上推測皆須經後續科學性調查驗證。

本團隊於 5 月至 8 月共辦理 4 場次街頭開講，10 場次預約制解說，總計參與人數共 344 人。在小琉球針對綠蠵龜進行保育是勢在必行，由本團隊的調查結果，經過轉化，透過環境教育的方式提供給在地學生、居民或遊客，讓民眾對於海洋環境的危機有所覺知，另外調查結果也可用來規劃出適合在地文化又可兼具海龜保育的策略。

Abstract

This year's green turtle reproductive ecological survey was conducted from February to October 2023. During this period, a total of 1 nesting green turtle was recorded, resulting in 7 nests. The nesting intervals across these 7 nests ranged from a maximum of 18 days to a minimum of 12 days, exhibiting a negative correlation between the interval days and temperature changes, suggesting that temperature fluctuations might influence nesting intervals.

Six nests were excavated during the study. The average incubation period was 63.6 days, with an average hatching success rate of 83%. The average clutch size was 93 eggs, and the average nest depth was 63.2cm. Nests N.1, N.2, N.5, and N.6 had the sand already covered when the green turtle was found, preventing temperature measurement. N.5 lacked temperature data due to equipment failure. Among N.3, N.4, and N.7, statistical analysis revealed that N.4 had significantly lower incubation temperatures than N.3 and N.7. This discrepancy could be attributed to the deeper depth of N.4, reaching 71.1cm, which limited direct sunlight exposure and the potential heat generated from metabolic activity during incubation, preventing the formation of heat cycles within the nest.

Furthermore, the incubation temperatures were calculated using the formula derived by King, R. et al. in 2013. According to this formula, the probability of female hatchlings was 100% for three nests. However, despite this prediction, male hatchlings were found in N.4 upon sex determination through hatchling dissection, indicating a deviation in the accuracy of the formula. Additionally, morphometric measurements of hatchlings revealed that those from N.2 exhibited significantly larger sizes compared to N.1 and N.7. This variation might be associated with incubation temperatures and beach environmental factors.

Regarding hatchlings, a total of 459 turtles successfully hatched, with 25 reported deaths (including development terminations). Among the collected deceased hatchlings, 16 samples were identifiable, with a higher proportion of females (87.5%) comprising 14 individuals, while males accounted for 2 individuals.

The green turtle (*Chelonia mydas*) is a protected marine species in our country. Main nesting sites in Taiwan include Penghu, Orchid Island, Xiao Liuqiu, and Taiping Island. Feeding grounds span the surrounding seas of Taiwan, with Xiao Liuqiu and Taiping Island hosting substantial green sea turtle populations, serving as stable nesting grounds. Understanding the utilization of these areas by green sea turtles in Xiao Liuqiu is crucial for future habitat management.

Twelve aerial surveys were conducted from January to December, revealing an average coastal turtle count of 637 sightings per survey. The highest count occurred in November with 981 sightings, while the lowest was in May with 334 sightings. The coastal hotspot for green sea turtles was identified as "Duzaping," averaging 147 sightings per survey and approximately 36 sightings per hectare. The next notable area was "Guizai Road to Yufu Fishing Port," averaging 110 sightings per survey and around 43 sightings per hectare. The region with the fewest sightings was "Zhongao Beach to Vase Rock," averaging 7 sightings per survey and approximately 2 sightings per hectare. The areas "Guizai Road to Yufu Fishing Port" and "Duzaping" primarily feature gently sloping shallow beaches, potentially attracting more turtles due to lower energy consumption for feeding, better suitability of complex seaweed and seagrass, and higher water temperatures. However, these assumptions require scientific validation.

From May to August, the team organized four street lectures and ten scheduled interpretive sessions, with a total participation of 344 individuals on Xiao Liuqiu. Given the necessity of conservation efforts for green sea turtles, the team aims to disseminate

diverse research findings through environmental education among local students, residents, and tourists. This initiative aims to raise awareness about the critical state of.

壹、期中報告審查意見回覆

期中委員意見		執行團隊說明	參照 期末報告
邵委員 廣昭/國立臺灣海洋大學			
1	<p>綠蠵龜在台灣主要的產卵地是澎湖、蘭嶼、小琉球和太平島等地。綠島和東沙島沒有是什麼原因？</p> <p>是不是因為沙灘面積不夠大？</p> <p>小琉球是覓食區該並非產卵區，所以在小琉球進行生殖的調查，資料可能會不足。在有限的資料中，希望能夠在期末報告時可以和國外或台灣其他地區產卵母龜的生殖資料做比較看有沒有地區間的差異？</p>	<p>台灣本島及周邊群島在早年皆有綠蠵龜產卵之跡象，但經過漁業捕撈、誤捕、岸邊水泥構造物的興建及污染導致產卵母龜慢慢消失，而綠島及東沙很可能是以上複合式的原因導致數量減少，但東沙在近年新聞報導偶爾可發現綠蠵龜產卵之蹤跡，但因地處軍事基地，研究調查難進行，難以追蹤紀錄。</p> <p>小琉球在民國港口興建前，擁有綿延 2 公里以上的長沙灘，根據居民口述當時可輕易觀察到海龜上岸產卵。</p> <p>目前跟台灣其他產卵區域比較，在母龜產卵數量上有明顯差異，但歷年產卵母龜在數量的波峰變化現象是雷同的，詳第 4 章、第 6 節、第 1 小節。</p>	P 51
2	<p>小琉球海龜出現的數量相當多，不知道有沒有比較長期調查的資料，來看它從過去到現在增加了多少？海龜數量逐年的是否和小琉球珊瑚礁的衰敗，藻類的增加相關。小琉球最早出現海龜的紀錄不知道是哪一篇文獻。澎湖望安島海龜產卵的調查研究是陳添喜老師在 32 年前開始做的。</p>	<p>目前並未有小琉球海龜長期調查資料可進行交叉比較。近年來開始利用空拍機系統，雖已估算現有海龜數量，但還無法看出族群量是增加還是正常波動。根據 2022 年海龜保育計畫草案，小琉球開始進行科學調查紀錄時間是 2011 年，距今 12 年。</p>	-
3	<p>期中報告第 5 頁第 2 段第 1 行有一篇海龜抗藥性細菌的文獻，好像沒有註明文獻出處。</p>	<p>已修正，文獻出處已註明在文內，第 3 章第 4 段，詳細文獻也已經新增至第 6 章。</p>	P 10
4	<p>第 6 頁第七行的優氧化要改為優養化。</p>	<p>已修正，詳第 3 章第 5 段。</p>	P10
5	<p>第 14-16 頁的圖 6、7、9 太小以及致文字看不清楚。</p>	<p>已修正，報告內所以涉及文字的圖片皆已放大，增強文字可視度。</p>	-
6	<p>第 14 頁利用空拍機調查周邊海域海龜活動的範圍並計數數量的方法，可能需要解釋的更清楚</p>	<p>攝後影片由人員以目視，並佐以手持式計數器進行計算，計算時為避免誤算、重複計算及海龜時，符合以下 2 點才可計算：1)可明顯觀察到前肢揮</p>	P22

期中委員意見		執行團隊說明	參照 期末報告
	如何避免同一海龜不是被重複計算。	動、2)無法於 3 秒內判斷為海龜時，不納入計算（海龜靜止無游動或覓食時較難辨識），詳第 3 章第 5 節第 3 段。	
7	第 34 頁提到海龜公母比例嚴重失衡的四篇國外文獻，後面漏列了，需要再補上。不知公母比例失衡的原因中是否有氣候變遷的證據。又冬天產卵的幼龜性別是否公龜真的比夏天產的比例較高？	國外文獻已補上，詳報告內文第六章。 目前並無實質的直接證據可證明公母比例失衡的原因，但氣候變遷導致氣候異常，如降雨量減少，確實使卵窩溫度大多維持在較高的溫度。關於幼龜性別，在小琉球所搜集的資料量尚且不足，故無法確立冬天產卵的幼龜性別公龜是否比例較高，而本團隊今年度的調查，2 月至 4 月所產的卵窩皆有公龜，而 4 月底的卵窩除無法辨識外皆為母龜。	P55
8	小琉球的遊客人數眾多，為確保海龜夜間上岸產卵時不時受到遊客的干擾，可否乾脆在海龜的生殖季期間，夜間禁止遊客進入海龜可能會產卵的沙灘。	目前小琉球島內觀光業中，有夜間潮間帶導覽之需求，禁止令將與觀光業有所衝突，目前實難執行。	-
劉委員 莉蓮/國立中山大學			
1	建議把摘要補上，使報告書內容更完整。	已補充，詳報告摘要。	-
2	本計畫包含所有海龜物種之調查，若無其他物種建議補充說明一下。	已補充，詳報告第 3 章，第 9 段。	P6
3	卵窩微生物分析是否為本計畫執行項目？或是協助採樣？（p.10）	卵窩微生物分析確實為本計畫執行項目，詳第 2 章，第 2 節，第 3 小節。	P7
4	有些記錄資料分別於各表，如表 4-6，建議可考慮有些可整合一起。表 8 數值為平均值？標準差？表 9 資料來源。	表 8 為各項數值為平均值，已補充至表格標題。 表 9 資料來源為中央氣象局，出處已補充至內文。	P 32 P33
5	覆沙行為、大洞行為請補充說明。	已補充，詳報告第 4 章，第 1 節，第 2 小節。	P 28
6	表 10.雌雄比率是實測或參考資料？切片工作執行單位？建議補充說明。	表 10 的雌雄比例是利用 King, R.等人於 2013 年在台灣的綠蠵龜性別比研究所導出的公式所計算出來，為估計值。 切片工作執行單位為國立海洋生物博物館。	-

期中委員意見		執行團隊說明	參照 期末報告
7	卵窩溫度監測結果，請說明。如 p.22 中段所指為何建議加以說明。	決定綠蠵龜孵化稚龜性別的因素為溫度，根據稚龜孵化確定性別的時間，大約是孵化時間的第 2/3 期，故此時的平均卵窩溫度將會是決定性別的關鍵，計算此區的孵化溫度可導入 King, R. 等人於 2013 年在台灣的綠蠵龜性別比研究所導出的公式，以利估算性別比。	-
8	各工項參與負責執行調查之單位建議補充說明。	卵窩微生物分析由屏東科技大學蔡明安副教授進行分析。 稚龜性腺切片及海龜調查專業諮詢由國立海洋生物博物館負責。 其餘工項則由本協會負責。	-
9	討論與建議部分，分開論述會清楚，以即時提供管理單位為改善管理之依據。	已修正。	-
10	簡報資訊多，請儘量整理後納入報告書。	已補充進內文。	-
11	地下水或淡水影響區，若能加以記錄更佳。		
張委員懿/國立中山大學			
1	是否備有動物晶片 reader?	否，目前僅使用鐵環進行標記。	-
2	P.10 溫度計品牌、型號及記錄頻率設定等需補充。記錄結果也應補充分析。	於每個卵窩在情況允許下（若為目擊海龜產卵，夜間巡視時母龜已開始覆沙，或是有遊客妨礙沙灘巡護工作，則無法放置溫度計），放置藍芽溫度計（型號：HOBO MX2201 Series Water Temp Loggers）進行溫度監測，紀錄頻率為每小時 1 次。	P 27
3	P.16-17 母龜上岸產卵機率是否與大潮有關？若是，則應調整巡守班表？	根據以往經驗，小琉球母龜上岸產卵機率並未有明顯與潮汐相關，目前巡守時間固定之原因，部分為在地志工較難支援凌晨時段，而利用外島志工的話需招募更多人員。	-
4	某些表格或圖片可整理至附錄。	已修正。	-
5	可用免費 drone mapping 軟體，合成「正攝影像」依此判讀海龜數量。	由於海龜保護色與礁岩過於相似，使用照片難以辨別，但錄像因拍攝到海龜游動或隨海浪晃動，故可精確辨識為海龜個體。	-
陳委員添喜/國立屏東科技大學			
1	卵窩溫度測量是否有其必要性？因許多文獻提及卵窩的孵	卵窩溫度是海龜性別、孵化成功率的重要因素，但溫度計如有磁場干擾的可能性，未來可	-

期中委員意見		執行團隊說明	參照 期末報告
	化率會受磁場干擾，而溫度計中的金屬所產生的磁場是否會影響龜卵孵化仍無定論。因此在為了解每一窩雌雄比例，使用溫度計量測卵窩的溫度，卻可能導致龜卵受磁場影響使孵化率降低。建議受託團隊還是需要審慎評估溫度計的使用。	降低其使用率，如母龜產卵時間接近之卵窩，可擇一放置即可，降低影響的風險。	
2	針對利用空拍機推估小琉球周邊海龜族群數量的部分，應先將測量方法標準化，且推算偵測率。	目前計算時以最高標準進行規範，避免誤算及重複計算。計算時符合以下 3 點才可計算，1)確定為海龜、2)可明顯觀察到前肢揮動、3)無法於 3 秒內判斷為海龜時，不納入計算(海龜靜止無游動或覓食時較難辨識)。	P18
3	全球暖化造成海龜的性別比例失調，是目前大家討論的課題，而有些區域的海龜會往北移動找尋適合產卵棲地，也是動物本能的調整。國外有些文獻針對龜卵微棲地的改善措施，以降低卵窩孵化溫度，減緩暖化造成的影響，建議可羅列提供業務單位參考。	目前降低卵窩孵化溫度做法有兩種，卵窩上放增設遮蔽物如網罩或是使用滲漏式灌溉，灌溉方式通常可控制水分滲漏速率，以使水分均勻地滲入沙地。	-
4	建議受託單位在進行沙灘巡護排班調整應有效率且節省人力，並可用輔助方法如監測設施(如紅外線攝影機)或搭配潮汐(漲潮時段增加密集巡邏)。	感謝委員建議，本團隊會先以使用紅外線攝影機，作為增加巡邏效率的方式之一。	-
5	受託團隊提及沙灘周邊燈光影響母無上岸產卵或稚無迷航，應針對產卵沙灘周邊進行環境改善，如燈光改為海通友善照明，而不是只有將燈光暫時關閉而已。	目前已收集小琉球沙灘周圍路燈資訊，如，相對位置、燈具類型等資訊提供給廠商，未來可能有改善的機會。	-
6	小琉球遊憩發展造成人與海龜之間的距離縮短，不論是未來劃設重要棲息環境的人流管理、又或者水下餵食魚群等行為而衍	隨著小琉球遊憩發展，保護海龜棲息地和管理遊客行為變得至關重要。透過制定有效的管理措施和宣導遊客適當的行為規範，可以最大程度地保	-

期中委員意見		執行團隊說明	參照 期末報告
	生出人被海龜咬傷等事件皆需要進一步考量。	護海龜和遊客的安全，並確保這片區域的生態平衡和永續發展。	
7	報告中提及今年所孵化第 1、2 隻體型大，建議可以查詢相關文獻，探討稚龜體型大小與孵化環境的關聯性。	稚龜體型大小與孵化環境(溫度、濕度、氣體通透性)等因素有直接或間接的關係，孵化溫度可能是其中一個關鍵因素，因為它能夠影響胚胎發育的速度和結構，進而影響稚龜的體型。高溫可能會加快發育速度，產生更大的稚龜。此外，孵化溫度還可能影響稚龜的性別比例，對性別決定方式也可能產生影響。	-
8	報告格式及寫法(討論與建議應分開)應加強。	已補充進內文。	-
9	關於本報告中提及微生物的研究目的應更明確，並應注意是否有真菌，因廢汙水會造成真菌量增加，而真菌對於龜卵的孵化率會有影響。	已補充進內文，未來將觀察真菌影響卵窩孵化率之層面。	-
蘇委員宏盛/海洋保育署			
1	P.21 提及 7 隻死亡稚龜，寄送至海生館進行性腺切片，請問其結果如何？其中 NI、N2 當時較低的氣溫，其公龜的比例是否較高？	本次共收到 25 個死亡稚龜(包含終止發育者)樣本，冷藏寄送至屏東海生館進行性腺切片，以利辨識雌雄個體，當中 9 個樣本因死後變化或未見性腺而無法鑑別其性別。在 16 個檢體當中，在經過組織切片製作完成後，可以經由其性腺判定死亡稚龜的性別，當中有 2 隻為雄性，14 隻為雌性。	P 33
2	P.23 在 N3、N4 進行微生物分析，均獲得數目不等菌株數的結果，請問此結果為正常或異常？	不同卵窩位置不同，N3 位置較靠近野草區域，N4 較靠近沙灘空曠區，可能造成卵窩微環境的不同，而有菌株數不等的結果。	-
3	P.32 在肚仔坪，調查海龜的數目最高，除了海草、海藻及沿岸無風浪之因素外，是否與當地人為活動狀況有關？	此區為潮間帶休養區，又地處偏遠，的確較少遊客前往遊憩，不失為其中一樣因素。	-
羅委員進明/海洋保育署			
1	依照目前執行調查成果，所觀察到的海龜孵化情形如何？和往年比起來有無哪些變化？往年有無記錄溫度變化，相關性如何？季節影響如何？	依目前調查成果，與往年最大的差異在於，今年在 2 月就發現母龜上岸產卵，經性腺切片分析也確實發現有孵化出公龜的證據，而往年僅記錄到夏天有海龜上岸產卵，且無孵化出公龜的直接	-

期中委員意見		執行團隊說明	參照 期末報告
		證據，故今年調查顯示季節性的影響及性腺切片的重要性。	
2	從現在所觀測到海龜分布狀況，有沒有辦法推估小琉球一年到訪的海龜數量？	空拍調查無法分辨不同個體之海龜，故無法推估移入至小琉球的海龜數量。	-
3	在教育推廣方面，有無可能結合民宿、店家或船家，在遊客上島前或到達後，透過 QR Code 或適當立即且便利方式，增加保育觀念。	有，往年曾有保育人士將減塑懶人包提供給民宿業者，讓業者發給遊客出發前參考。這不失為一項有利的方式。	-
4	從協會多年的在地經驗與觀察，如何減少遊客等人為干擾，劃設重棲或遊客人數管制方面，認為有那些可以建議政府或有關單位努力的意見。	根據巡灘與遊客接觸的經驗得知，大家多半不知小琉球沙灘會有母龜上岸產卵，故只能盡量進行環境教育、宣傳讓更多人知道沙灘上海龜會上岸產卵的事情。	-
5	報告書內容請依本署規範之封面、格式完成，另有關參考文獻資料的表達方式亦請配合修正(參考其他署內報告書之表達格式)。	已參考其他署內報告書之表達格式。	-

貳、期末審查委員意見回覆

期末委員意見	執行團隊說明	參照 成果報告
邵委員廣昭/國立臺灣海洋大學		
1 團隊很努力在執行計畫，報告寫的也很詳細，但是錯別字不少，很多地方不通順，語意不明、不合邏輯，甚至整段重覆剪貼等等，需要好好再重新檢視、訂正或改寫。譬如：p.1 期中報告審查意見，我的第 1 點，升值為生殖之誤，第 8 點小玩球為小琉球之誤；第 6 頁的內容和 p.13 的後半頁-14 前半段完全重覆。但又不完全是，如第一段說小琉球綠蠵龜產卵沙灘主要有 7 個區域，但第 13 頁只寫 6 個區域，少了網美老木沙灘；p.6 第三段，前一句先下結論說：「氣候變遷有可能影響海龜的生殖行為，」但後一句卻說：「但仍需要長期監測才能得到證實」；p.10 第二段及第 12 頁的第一、二段看不懂；第 15 頁倒數第 3 行：「體內晶片標」為何是「打在海龜後肢中間偏外的最後一片背鱗片的下方」；等等。	報告內相關錯別字及語意不通順的語句皆已修改完畢。	-
2 P.24 圖 10 不知是否解析度不夠，我在 7 個圈中只數到 8 隻海龜，而非圖說共 10 隻海龜。	是解析度不夠，已重新修正。	P39
3 P.25 第一行應該是期末階段執行成果而非期中階段；第一頁的目錄頁也需要改。	已修正。	-
4 P.29 表 6 的表頭寫編號 A，為什麼不直接寫 TWOCA0601 呢？又，倒數第 4 行的表 6 寫上岸時間較為集中，但和表中的時間對不起來。	報告內已全數改為 TWOCA0601 作為母龜代號，另上岸時間確實無明顯同步，此部分已改為討論母龜產卵時間的變化狀況。詳閱【表 9】。	P43
5 p.32 頁的表 8 是比較 2022 年和 2023 年稚龜形態差異，但在文中	以上各圖表已重修編排及修正。	-

期末委員意見		執行團隊說明	參照 成果報告
	找不到這個表。p.14 頁的圖 17 和圖 18 在文中也找不到。p.35 頁的表 11，圖 19 和 p.36 的圖 20 也在文中沒有出現。p.37 的表 1 是表 12 之誤。		
6	P.47-48 圖 32-34 的紅色圈圈位置是沙灘，真的是海龜的覓食區嗎？	小琉球許多沙灘向海延伸約 50 公尺寬的區域，視為水深及腰的沙、岩地形，確實是海龜會聚集覓食的區域。	P62
7	P.55 很多的「巡攤」應該改成巡灘。 p.56 的复合型應該是複合型。	已修正。	-
8	P.58 第 7 點第一句話寫錯了，應該是「由於沙灘光害主要是路燈固定光源，」。	已修正。	-
9	簡報中有提到沙灘會因為颱風而流失的問題，如果小琉球過去有這方面的長期監測資料，建議也可以納入討論中。	確實經過長期監測，小琉球大部分的沙灘會在冬季時沙子流失到海中，但到了夏季又會再因為海浪的關係沙子回到沙灘上。但夏季時出現的颱風，則容易在一夕之間將沙子掏空。	P92
10	簡報中有增加一些不錯的照片或是圖表建議可以再補充到報告中。 另外提到可以利用遮陰或是灑水降溫等方法來作卵窩的管理問題，在報告中沒有，如果覺得有需要也可以加入討論或建議事項中。	已修正。	-

期末委員意見		執行團隊說明	參照 成果報告
劉委員 莉蓮/國立中山大學			
1	<p>做了很多的工作，非常不容易，若在報告中能對執行工作之內容，做較詳細的說明更佳。例如，溫度記錄器在卵窩的擺放位置，及如何放置(P.16)、培訓活動辦理場域三角廣場在何處(P.20)。產卵母龜編號要一致(目前有 A，TWOCA060x 二種方式，ex.P.28)。數據分析結果列表除平均值，建議加入標準偏差，數據範圍等(ex.P.28.29)。海龜上岸次數 11 或 10 次?(P.29)。表 11 建議加入監測時間(P.35)。海龜卵窩微生物分析部分，表 13(P.38)為何無沙分析之結果?各菌類代號請說明。</p>	<p>1.每個卵窩在無外在干擾因子(如：人為騷擾、發現時母龜已結束產卵)下放置藍芽溫度計(型號：HOBO MX2201 Series Water Temp Loggers)進行溫度監測，放置方式會待母龜產卵量至卵窩的 3/1，才進行投放，投放位置會選在卵窩邊側，避免牽引線阻擋稚龜爬出卵窩。</p> <p>2.三角廣場位於白沙港熱鬧的區域，google 點位可尋找百海餐廳，廣場就在此餐廳的前方。</p> <p>3. 報告內已全數改為 TWOCA0601 作為母龜代號。</p> <p>4. 在夜間巡護期間，共調查紀錄到 11 次上岸紀錄(TWOCA0601)，其中 4 次僅上岸探查並未產卵，剩下 7 次上岸皆有成功產卵。</p> <p>5.沙的分析結果，詳【表 11】內的卵窩內沙與卵窩外沙。</p> <p>6.各代號詳第四張、第二節、第三小節-藥物敏感性測驗(紙錠擴散法)</p>	P21 P27 P31 P48
2	提供預約制度做海龜解說推廣很好。	謝謝委員支持，本協會將會延續此方式繼續推廣海龜保育。	
3	海龜「聚集區」如何定義?此結果和空拍數量調查數量高之地點不盡相同，請補充說明。(如 P.47-49)	此處所要表達的論述為，空拍某些區段包含漁港，但調查時，漁港幾乎無海龜棲息覓食，在紀錄上雖有些許海龜紀錄，但實際上海龜僅聚集在漁港兩側進行覓食或休憩行為【圖 40】、【圖 41】、【圖 42】。	P61
4	歷年海龜上岸產卵數資料建議可考慮與氣候變遷之聖嬰指數作分析探討。(P.51-52)	海龜繁殖遷移大多上百公里，在遷移前需要攝取大量的食物儲備能量，海龜主食為海草或海藻，而此兩類群可能會因為海水溫度劇烈地上升或下降導致生產力下降，故在聖嬰現象發生，讓海水溫度產生較大變化時，可能會間接的導致產卵母龜儲存繁殖能量的效率變差，使母龜返回小琉球產卵的意願降低。	-
5	已知溫度記錄在歷年資料上呈現孵化雌性比例偏高，目前二月上岸產卵孵化期長，這些已經有具體現象之案例，建議考慮不同季節做些模擬及改善海	目前已納入建議，可規劃，於各季節進行一次改善海龜卵窩溫度之實驗，於沙灘中設置對照組、人工遮陰組及自然遮陰組，進行卵窩溫度變化的實驗，如找出最適降溫方式，未來確實可依造此結果進行卵窩孵化溫度降溫的改善措施。	-

期末委員意見		執行團隊說明	參照 成果報告
	龜卵窩溫度之實驗，評估提升保育層次之可能性。		
張委員懿/國立中山大學			
1	P.10 項次參，建議改為「文獻回顧」。	已修正。	
2	P.13 第一段完全擷取報告文字，建議歸納彙整重點並註明出處。	已修正。	
3	P.15 新增大標題、肆、調查方法。	已修正。	
4	P.17 圖 3 上應標記各項工具名稱。	已修正。	P24、 P25、P32
5	P.32 表 8，是否有各筆原始紀錄，若有應利用 ANOVA 分析，確立是否有顯著落差。	目前改為今年度各卵窩稚龜型態比較，經分析 N.2 卵窩孵化的稚龜顯著較其他稚龜大。	P51
6	P.33、P.35 表 10 表 11 應整合。	已修正。	
7	文獻格式部分不一致，另應補充英文摘要。	已修正。	
8	P.16 補充雌龜比例估算方法與文獻。	已修正。	P28
陳委員添喜/國立屏東科技大學			
1	缺英文摘要(幼龜、青少龜、Juvenile)。	已修正。	-
2	參考文獻應校對。	已修正。	-
3	部分敘述重複。	已將重複敘述修改調整。	-
4	圖標題或圖說應完整。	已修正。	-
5	部分結果敘述(P.28)應是方法。	已調休。	-
6	結果避免過多描述性內容，適度利用圖表及歷史資料進行比較(如母龜體型)。	已修正。	-
7	P.33 性別判定應再多些敘述及討論。	已修正。	P72
8	應考慮長期資料累積需求建立 GIS 系統，如海域活動範圍可用 grid 方式呈現。	將納入委員建議，未來擬將資訊建立在 GIS 系統中。	-
9	P.25 應不是期中階段。	已修正。	-

期末委員意見		執行團隊說明	參照 成果報告
10	計畫需求中活動熱點及其密度部分應列出 P.7 應為(五)活動熱點獨立出來。	熱點為『龜仔路腳→漁福漁港』每公頃約 43 隻次及『肚仔坪』每公頃約 36 隻次。	P64
11	P.18 方法仍應適度提供方法敘述。	已補上相關敘述。	-
12	綠蠵龜食物應有參考文獻。	有屏東縣政府於 2017 年有進行小琉球沿岸藻類調查，已加入本計畫進行討論。	P75
蘇委員宏盛/海洋保育署			
1	摘要需編頁，並放入目錄之後。	已修正。	-
2	期末報告 P.8，編號括號後方不應該加上頓號。	已修正。	-
3	期末報告 P.51，圖 36 應加上 2022 年及 2023 年的母龜產卵資料，可以的話圖 37、38 也一併更新。	已修正。但目前並未取得蘭嶼及望安近年資料，故僅更新小琉球數據。	P67
4	稚龜性別比差異大的論點目前如有所疑慮，報告內用字應謹慎用語。	在小琉球，稚龜性別比確實有明顯偏差，報告內將依實驗結果謹慎用詞。	-
5	小琉球藻類多寡對於沿岸綠蠵龜數量的變化是有益還是有弊？是正相關還是負相關？	<p>綠蠵龜以海草、海藻為主食。因此，當海域中的有豐富的食草，可能會提供足夠的食物來支持綠蠵龜的生存和繁殖。藻類豐富可能對綠蠵龜的棲息地和食物來源有正向的影響，進而促進其數量增加。</p> <p>然而，如果藻類過度增加，可能導致生態系統的失衡，影響其他海洋生物的生存，進而對綠蠵龜產生負面影響。過量的藻類也可能導致水質惡化，影響綠蠵龜的棲息地品質。</p> <p>藻類多寡對於綠蠵龜數量的影響並非單一因素所能決定，而是需要考慮生態系統中多個因素的綜合影響。</p>	-
6	保育類動物利用相關申請應該放入報告中。	已放入報告中。	P111
7	期末報告中有寫到『如遇風浪較大、有安全疑慮則停止巡邏，難免有錯失觀測之機率，故建議針對該項調整調查方式。』請提出具體調整的方式。	關於研究調查，目前產卵母龜調查主要依靠志工進行沙灘巡視，如遇風浪較大、有安全疑慮則停止巡邏，難免有錯失觀測之機率，但在颱風常有另一種狀況是，屏東縣其他區域因颱風達 2m 浪高，全縣就會插上紅旗，此時小琉球即使風平浪	-

期末委員意見		執行團隊說明	參照 成果報告
		靜，也依然無法進入沙灘，故建議在無雨且安全的狀態下，可於白天，搜尋制高觀測點，並使用望遠鏡進行爬痕搜尋或晚上手持夜視鏡望遠鏡進行觀測。	
羅委員進明/海洋保育署			
1	請團隊針對協助重棲劃設及海龜保育計畫補充資料等工作內容放入本報告中。	內容已針對海龜保育計畫及綠蠐龜重要棲息地劃設進行補充。	P77
3	本署規劃要在小琉球推行重要棲息環境的設置，請團隊對於劃設區域、方法等給予建議。	根據過往及本計畫調查，小琉球所有沙灘皆為產卵繁殖期地、綠蠐龜覓食區域（沿岸水及腰的潮間帶區域，如肚仔坪），故皆建議劃設為重要棲息地，但需避開在地漁民使用的區域，如出入港口。	-
4	P.57 建議中，寫到小琉球遊客人潮爆滿，貴協會對於地方上執行人流控管？有何看法或實質建議。例如：總量管制、各重點沙灘人流管制。	目前執行各區管制的成效有限，如現行潮間帶管理，無權進入管制區的人員，皆會轉向非管制區的潮間帶進行導覽，反而增加其他區域的承載量，導覽業者總量管制，故建議執行總量管制才可實質解決人潮爆滿之問題。	-
5	期末報告提到眾多遊客多半不了解小琉球有綠蠐龜產卵一事，請問協會建議如何透過教育宣導，提高遊客認知？例如期中時有提到QR code，遊客在掃描後獲得宣導說明或影片，是否可行？或是有更好的建議？	1. 本團隊今年共使用三種方式進行教育宣導 (1) 巡灘時針對沙灘遊客進行3分鐘短宣導 (2) 街頭開講(3) 開放預約式解說，以利提高遊客認知。 2. QRcode 是很可行的宣導方式，目前本團隊以搜集為數不少的綠蠐龜產卵、游泳、覓食等的影片，未來可剪輯成小宣導影片供遊客觀看。未來可建議在各沙灘前設立綠蠐龜產卵告示牌提醒民眾此處為綠蠐龜產卵棲地。	-
6	期末報告建議引入公民科學家協助參與調查、推廣正確觀念等，請再提出更具體的執行方式。	具體執行方式與在地導覽員培訓雷同，期望有實質專業知識的在地科學家可以為小琉球提供長期監測與調查。	P77
7	對於期末建議部分，請團隊提出相關看法，例如：未來可進一步執行的研究，像是卵窩遮陰的模擬實驗，以利了解溫度變化的影響等，供本署參考。	鑑於小琉球卵窩孵化的稚龜性別比偏向雌性，建議未來進行卵窩降溫實驗以利卵窩孵化管理。於各季節進行一次改善海龜卵窩溫度之實驗，在沙灘中設置對照組、人工遮陰組及自然遮陰組，進行卵窩溫度變化的實驗，如找出最適降溫方式，未來可依此結果進行卵窩孵化溫度降溫的改善措施。	-

參、計畫委託範疇及工作內容

一、計畫說明

綠蠓龜 (*Chelonia mydas*) 是我國海洋保育類野生動物，臺灣過去曾有綠蠓龜、玳瑁和赤蠓龜上岸產卵的紀錄，然而因棲地破壞及過度捕殺，產卵母龜的數量驟減，在臺灣主要的產卵地為澎湖、蘭嶼、小琉球及南沙群島的太平島。覓食地則遍佈全臺周圍海域，如小琉球、恆春半島、綠島、澎湖等，其中又以小琉球與太平島的綠蠓龜覓食族群數量最多。根據海洋保育署 (以下簡稱海保署) 2019 年及 2021 年調查顯示，小琉球不僅是海龜 (幼龜、亞成龜及成龜) 覓食棲地，亦是臺灣綠蠓龜穩定產卵棲地之一，每年平均在琉球嶼周邊海域棲息的海龜數量達 400 多隻，小琉球周圍海域的環境，藻類豐富並集中分佈於離岸水深 30 米內的亞潮帶及潮間帶，其中平坦的潮間帶礁台如多仔坪 (又稱肚仔坪) 潮間帶更是綠蠓龜集中的覓食區域，而小琉球綠蠓龜產卵沙灘主要有 7 個區域，包含龍蝦洞沙灘、中澳沙灘、美人洞沙灘、蛤板灣沙灘、漁埕尾沙灘、肚仔坪沙灘及龜仔路腳沙灘，其中肚仔坪及漁埕尾為潮間帶保育示範區範圍。

屏東縣琉球鄉產卵沙灘莫約於 2011 年展開生殖生態學研究，並曾評估設立小琉球綠蠓龜野生動物保護區。從歷年調查顯示小琉球周圍海域雖有數量龐大的海龜活動，但上岸產卵的母龜數量卻少於望安及蘭嶼，近來相關研究亦以海龜食性及活動分佈調查居多。

由於近年來氣候變遷，海水溫度較高，小琉球在 2022 年觀察到 3 月就有母龜上岸產卵的紀錄，且當年度突破往年紀錄，有 7 頭海龜上岸產卵，共記錄到 33 窩龜卵，顯示氣候變遷有可能影響海龜的生殖行為，因此需要長期監測才能得到證實。受全球暖化與海水溫度上升的影響，小琉球母龜可能有提早上岸產卵的跡象，再加上小琉球近幾年遊客數大增，人為活動與海龜產卵沙灘重疊性太高，恐會干擾母龜上岸產卵意願。

為瞭解綠蠓龜母龜對於小琉球產卵棲地利用程度，及稚龜孵化情形，以進行小琉球產卵母龜生殖生態學研究，並探討人類活動對綠蠓龜生存影響，本計畫針對小琉球潛在產卵沙灘持續進行產卵母龜生殖調查，同步進行小琉球周邊

海域海龜活動範圍調查。另為使在地居民及遊客了解小琉球海龜相關知識，辦理海龜生殖生態解說，以達保育推廣之效。

二、工作內容

本計畫主要進行產卵母龜生殖生態調查、周邊海域海龜活動範圍調查，及海龜保育宣導，計畫內容綱要如下：

(一) 母龜生殖生態調查

1. 3-10 月小琉球全島潛在產卵沙灘夜間巡守。
2. 進行產卵母龜金屬標誌標放，並記錄產卵母龜體長等相關資料。
3. 參考海保署提供之「112 年琉球嶼綠蠵龜觀察記錄表」，進行年度海龜生殖調查記錄，包含海龜產卵位置、掘洞數、產卵週期、記錄卵窩在沙灘上不同地區的分布等。
4. 若母龜產卵處有需移窩，需告知海保署，並依循 MARN 專家之建議進行移窩作業。倘需移窩時，需填寫海保署提供之「琉球嶼綠蠵龜龜卵記錄表」。

(二) 龜卵孵化生理資料調查

1. 於卵窩孵化期過後，進行挖掘有標示之卵窩，計算孵化率、產卵數，並記錄每窩龜卵的未受精、孵化中死亡及孵化後死亡率。
2. 若有發現尚未爬離卵窩之小龜，需告知海保署並依 MARN 專家之指示，進行處理（送至國立海洋生物博物館收容或就地野放、掩埋），挖掘工作將持續之所有已標記之卵窩均挖出為止。
3. 利用卵窩中沙及腐壞的龜卵進行卵窩微生物分析。
4. 於每個卵窩放置溫度計進行溫度監測，以分析天然植被對小海龜性別偏差的緩解效應，及探討氣候變遷對於稚龜孵化的影響。

(三) 稚龜孵化調查

1. 於龜卵預計孵化日前後 3 天進行卵窩巡查。
2. 若遇到小海龜，進行稚龜外觀檢查（卵黃囊是否已收齊）並記錄數量後，立即進行野放。如稚龜腹部卵黃囊未收齊，則需告知海保署並依 MARN 專家之指示，進行處理。
3. 利用於卵窩中死亡的稚龜酌情進行科學研究，並可保留一些數量作為

日後研究樣本。

(四) 巡護志工培訓及環境教育講座

1. 辦理 2 場次海龜調查志工培訓說明活動。
2. 5-9 月旅遊旺季時，針對遊客及民眾辦理至少 5 場次海龜生殖生態解說活動。
3. 周邊海域海龜活動範圍調查
4. 每月一次利用空拍機進行調查小琉球周邊海域海龜活動範圍，以了解海龜活動熱點及其密度。

(五) 協助辦理相關行政業務並提供專業諮詢

1. 倘海保署需進行產卵母龜洄游路徑追蹤時，廠商應提供可安裝追蹤器之母龜相關資訊與建議安裝日期，並於現場協助衛星發報器安裝及後續資料分析等。
2. 協助提供小琉球劃設海龜重要棲息環境計畫書相關資料。
3. 協助提供「臺灣海龜保育計畫書」補充資料。
4. 協助撰寫母龜產卵期間遊客觀察海龜注意指引，以提供海保署後續製作摺頁之用。

三、工作成果要求

- (一) 受託廠商於工作執行期間，須依雙方契約之規定提送報告，以辦理書面或會議審查；另雙方得視實際需求，召開工作會報。
- (二) 各期報告格式須配合海保署要求，相關紀錄原始資料須列為附件，調查原始數據須依海保署指定之資料紀錄與分類標準格式整理填報，併結案成果繳交。
- (三) 廠商（包含其人員）因履行契約所完成之著作，其著作財產權之全部於著作完成之同時讓與海保署，廠商放棄行使著作人權利；海保署就廠商所完成之著作，於日後亦得加以重製、改編或其他形式之利用；著作內容如有違反著作權法之規定，廠商應自行負責；廠商所引用之創意、資料、道具及音樂如涉他人權利時，應依著作權法相關規定辦理，如有糾紛應由廠商完全負責，與海保署無涉。
- (四) 報告內容使用照片及相關工作照片，數量至少 60 張以上，以生態

環境、物種紀錄及工作調查紀錄為原則。

- (五) 結案時須繳交報告內容使用照片及相關工作照片，機關得視需求挑選照片，數量至少 150 張以上，像素 800 萬以上，以生態環境、物種紀錄及工作調查紀錄為原則 (原始電子檔存於結案成果隨身碟中提供)。
- (六) 提供本案執行過程 30 分鐘以上影片 (DVD 品質)，須包含母龜生殖、稚龜孵化或教育宣導等。

四、工作進度及期限

(一) 本年度計畫期程：自決標日起至112年12月20日止。

(二) 工作執行計畫書：廠商應於決標次日起10工作天內提送工作執行計畫書1份，以供機關辦理審查。

(三) 各期工作進度：

1. 期中進度：廠商應於 112 年 6 月 30 日前函送期中報告 1 式 10 份，以供機關辦理期中審查。
2. 期末進度：廠商應於 112 年 11 月 15 日前提送期末報告 1 式 10 份，以供機關辦理期末審查。
3. 結案成果：於期末審查通過後，在履約期限屆期前，函送依期末審查結果修改完竣之成果報告書（彩色膠裝、含中英文摘要）1 式 5 份及隨身碟 2 份（含相關影像、資料電子檔、調查原始數據、各期報告及成果報告書 word 及 pdf 檔、各期簡報 ppt 及 pdf 檔等）予機關驗收。

肆、文獻回顧

臺灣周圍海域的海龜以綠蠐龜(*C. mydas*)最常見(Fong et al., 2010; King et al., 2013; Kuo et al., 2017)。同時臺灣附近海域也是綠蠐龜遷移與攝食的重要場域(Cheng 2000; Cheng et al., 2018, 2019; Ng et al., 2018; Kuo et al., 2017; Li et al., 2020)，例如臺灣南部和小琉球。除綠蠐龜以外，欖蠐龜(Olive ridley turtles; *L. olivacea*)、玳瑁(Hawksbill turtles; *E. imbricata*)、赤蠐龜(Loggerhead turtles; *C. caretta*)及革龜(Leatherback turtles; *D. coriacea*)等都曾經在臺灣海域被發現，海洋委員會海洋保育署(後稱海保署)亦將這些海龜都列入「海洋保育類野生動物名錄」當中所屬的「瀕臨絕種海洋野生動物」(保育等級屬於 I)。因此，明瞭臺灣海域瀕臨絕種海龜所面臨的各種人為活動造成的威脅，對於海洋保育工作甚為重要。

許多區域的海龜族群數量都因為人類活動的干擾與危害，在逐漸的減少中(Spotila et al., 1996; Chaloupka and Limpus, 2001; Chan, 2006)。此外，因海龜的成長和性成熟時間比較長，以綠蠐龜為例子，我們可以看到當年幼海龜個體成長至背甲長度約 35(20-40)公分左右(Work et al., 2020)，會開始從外海移動至近岸的攝食場域定居，在此時期，海龜體型之成長，每年僅約增加 3 公分(背甲長度)(Summers et al., 2017)，而當個體達到性成熟並繁衍下一代時，可能需要花費 20 至 50 年的時間(Seminoff et al., 2002 and 2003 ; Shigenaka, 2003)，此一成熟繁衍週期較長的特性，使海龜的野外族群，在面臨人類活動的各種威脅時，顯的更敏感與脆弱(Crouse et al., 1987; Norton, 2005)。再者，綠蠐龜靠近近岸定居後，對於沿近海的覓食場域和產卵棲地的頻繁利用與高度的區域偏好性，還有其本身有著比較長的生命週期等特性，也使在沿近海攝食場域活動的綠蠐龜，更容易受到人類活動的負面衝擊和影響，例如漁業混獲、非法採捕、海洋垃圾、全球環境變遷、環境污染與海岸開發等，前述人類活動皆被認為會對綠蠐龜的野外族群造成威脅(Shigenaka, 2003 ; Aguirre and Lutz, 2004; Hamann et al., 2010; Pilcher et al. 2014 ; Perrault et al., 2017; Godoy and Stockin, 2018; Ng et al., 2018b; Parga et al., 2020)。

因此，藉由保育工作的介入，來減少海龜所受到的人為傷害與威脅是有其必要的，如美國、歐洲、亞洲和澳洲等，皆可見海龜救傷設施或單位的成立與運作，在地中海方面，大約有 30 多處的海龜救傷設施或單位，來救治受傷海龜，藉此緩解人類活動對海龜族群的威脅(Ullmann and Stachowitsch, 2015 ; Tsai

et al., 2019 ; Chuen-Im et al., 2021) 。在這些被救治的海龜當中，如綠蠵龜，其因近岸棲息與覓食、對於攝食場域的偏好以及生命週期較長等因素，所以容易受到人類活動影響而受傷，然而，因海龜多數時間都在水面以下生活，一般人能接觸到的機會很少，因此，救傷單位的獸醫師，其對於這些海龜所進行的收容、照護、醫療、野放、動物解剖、致病原培養分離與鑑定等工作，便可以增進我們對於海龜擱淺的成因或死亡原因之了解。收容中心的獸醫師們，可以從獸醫診斷醫學、臨床病理學、流行病學、公共衛生與微生物等觀點(Innis et al., 2014; Orós et al., 2016; Kuo et al., 2017; Li et al., 2017; Li and Chang, 2020; Tsai et al., 2021)來了解傷病擱淺海龜病況、擱淺相關因素的分析，其結果可提供海龜救傷中心與保育單位，在海龜救援工作與保育政策擬定的參考。

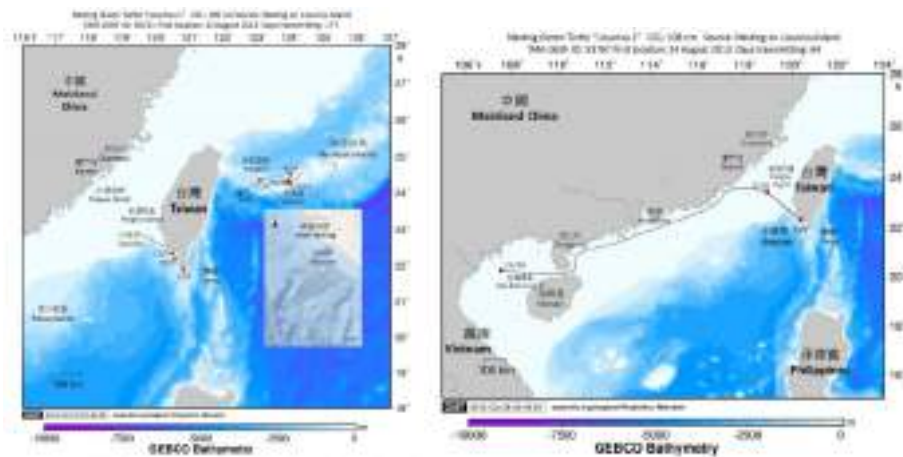
例如在臺灣方面，一篇綠蠵龜抗藥性細菌的發表資料 (Tsai et al., 2021)，讓我們知道，多重抗藥性之革蘭氏陰性菌(gram-negative bacteria)，確實存在於臺灣海域的瀕危綠蠵龜當中，該研究的主要結果為:1) 89.36%的分離株對 3 或 3 種以上抗生素具抗藥性; 2) 40.42%的分離株對 6 或 6 種以上抗生素具抗藥性;3)各菌株當中以弧菌 (*Vibrio* spp.) (31.91%)為最常見;4) 60.0.%的弧菌 (*Vibrio* spp.)分離株對 6 或 6 種以上抗生素具抗藥性;5) 在 *Vibrio* spp.當中，以 *V. alginolyticus* (46.66%)為最常見，其次為 *V. harveyi* 與 *V. vulnificus* (皆 20.00%)，而 *V. cholera* 與 *V. metschnikovii* 所佔之比例較低(皆為 6.66%)。6) 抗生素種類方面，以 penicillin (74.47%)、spiramycin (70.20%)、amoxicillin (65.94%)及 cephalexin (63.83%)等，為最常出現抗藥性的藥物。該研究也發現綠蠵龜分離之 *Vibrio* spp.當中，又以 *V. alginolyticus* (佔 46.66%)為最常見，其他弧菌尚可見 *V. harveyi*、*V. vulnificus*、*V. cholera* 和 *V. metschnikovii*。弧菌除了對海龜造成危害(Wiles and Rand, 1987; Oros et al., 2004, 2005; Chuen-Im et al., 2010; Fichi et al., 2016)以外，文獻也指出 *V. alginolyticus*、*V. harveyi*、*V. vulnificus* 和 *V. cholera* 也和蝦子、魚類、許多水產動物的罹病甚至與人類的感染有關(Austin, 2010; Sony et al., 2021)。因此明瞭這些微生物的特性，對於海龜的危害和野外調查人員的安全皆相當重要。

在小琉球方面，根據 2019 年的資料顯示，其死亡擱淺海龜有 4 成多被觀察到有螺旋槳傷痕(Li et al., 2022)，其數量為全臺灣最高。此外，根據 2017-2021 的資料指出，小琉球海龜受船隻撞擊(如螺旋槳傷痕)和漁業活動(海龜體表發現魚線魚鉤)影響的情況，顯著高於鄰近同為屏東縣墾丁地區之海龜；在獸醫師剖檢海龜所見亦發現，小琉球海龜可見腸胃道人造物、魚鉤、螺旋槳傷痕等情

況也高於墾丁地區(吳等, 2022)。以上資料顯示小琉球海龜受到人為活動的影響, 應受到更多的關注, 例如所在熱點區域資訊與數量, 可提供政府做為船隻減速或釣魚區域管理等參考。在海龜數量方面, 根據海洋保育署 108 年度臺灣周邊海龜族群調查計畫成果報告書指出, 小琉球海龜密度為 369 隻/平方公里(約 4 頭/公頃), 該調查為一次性的調查資料。在其他區域方面, 在印度洋的 Agatti lagoon, 其綠蠵龜數量約 6 頭/公頃(Lal et al., 2010)。一項在德拉旺群島(Derawan Islands)的資料指出, 海洋保護區的綠蠵龜密度在 2008-2011 年間, 約 15-20 頭/公頃, 這是過去相關調查所顯示的最多海龜數量的資料(Christianen et al., 2014)。以上資料有助於讓我們明瞭小琉球海龜和其他區域的比較, 也讓我們知道海洋保護區的綠蠵龜有較多的數量。但是海龜數量在單一區域有局部性的顯著增加, 是否和保育工作介入、水質環境優養化或是鄰近海龜攝食場域衰退有關, 應一併進行考量並非僅單就數量來進行觀測。

除了前述為因應人類活動衝擊而有海龜救傷單位的成立與運作外, 產卵棲地的監測、調查與數據收集也被認為是不可或缺的保育工作項目之一, 例如 IUCN 海龜專家小組之年度區域報告, 其會依據各地發表過的期刊論文或相關資料, 就和海龜有關的 Key biological data(如卵窩數/年、產蛋母龜數/年、產卵季節、主要產卵區域、產卵間距時間、性別比例、卵窩大小...)、族群趨勢變化、威脅、研究、監測計畫及保育措施等資料進行收錄, 並就各地海龜保育工作現況、海龜面臨的威脅和生態學等重要保育相關資料進行收錄整理與撰寫(Ng and Matsuzawa, 2021), 如東亞的 MTSG Annual Regional Report, 會收錄包含臺灣、日本、南韓、中國、香港等以上資料, 因此持續的投入相關研究與監測計畫經費, 可藉此來呈現臺灣在海龜保育工作上的投入與其成效, 藉此提高臺灣在海龜保育工作上的國際能見度。

臺灣附近海域為綠蠵龜攝食與遷移的重要場域(Cheng 2000; Cheng et al., 2018, 2019; Ng et al., 2018; Kuo et al., 2017; Li et al., 2020), 如臺灣的南部和小琉球。小琉球除了是海龜覓食場域以外, 也是產卵母龜(只有綠蠵龜被記錄)會利用其沙灘, 上岸產卵的重要棲地, 根據海龜移動軌跡追蹤研究資料顯示, 曾經發現 2 頭產卵母龜分別從小琉球移動至日本和越南(Ng et al., 2018; Ng and Matsuzawa, 2021), 此也讓我們可以一窺琉球產卵母龜的可能來源。



【圖 1】綠蠵龜移動路徑，摘錄自(Ng and Matsuzawa, 2021)。

此外海洋保育署 110 年度臺灣海龜產卵棲地保育措施規劃成果報告書資料指出，在小琉球方面，「根據近十年的調查顯示，每年均有綠蠵龜母龜（無發現其他種海龜）會上岸產卵，介於 1 到 6 頭之間，平均為 3 頭，且平均有高達 78% 的產卵母龜為新加入的個體，這顯示島上的產卵族群數量雖不多，但卻有穩定新龜加入，是一個值得進行經營管理的棲地」，(海洋保育署，110 年)。根據海洋保育署資料，「小琉球是從 2011 年才開始進行生殖生態調查的，島上雖然有七處沙灘，分別是中澳、魚埕尾、龍蝦洞、蛤板灣、杉福生態廊道、肚仔坪及美人洞等」，(海洋保育署，110 年)。產卵棲地環境調查方面，小琉球全年平均氣溫，最小值-最大值為 25°C(2011 年)-26°C(2017 年)，(海洋保育署，110 年)。

伍、調查方法

一、母龜生殖生態調查

小琉球綠蠵龜產卵沙灘主要有 7 個區域，包含龍蝦洞沙灘、中澳沙灘、美人洞沙灘、蛤板灣沙灘、漁埕尾沙灘、肚仔坪沙灘及龜仔路腳沙灘(網美老木)，母龜生殖生態調查依據沙灘位置區分為東側(中澳沙灘、漁埕尾、龍蝦洞沙灘、龜仔路腳沙灘) 及西側 (美人洞沙灘、蛤板灣沙灘、肚仔坪沙灘) 進行夜間沙灘巡守 (後簡稱巡灘) 【圖 2】。



【圖 2】小琉球綠蠵龜產卵沙灘位置圖

巡灘頻度依照綠蠐龜產卵淡季、旺季有所區分，3~5 月、10 月為淡季，調查頻度為每 2 日一次，巡灘時間為晚上 21:30，小琉球東、西側各一班次，並於隔日白天以空拍機巡視是否有綠蠐龜母龜爬痕，如發現母龜上岸產卵則提高發現點位的巡灘頻度。6~9 月為綠蠐龜母龜產卵旺季，此時巡灘於每晚入夜後 19:30 開始，以每 2 小時為一間距進行夜間產卵沙灘巡查至次日凌晨 1:30，若遇母龜產卵週期則增加巡邏至 3:30，班表如【表 1】。

【表 1】小琉球夜間巡守排班表

巡灘時間	小琉球西側	小琉球東側
19:30	班次 1	班次 2
21:30	班次 3	班次 4
23:30	班次 5	班次 6
01:30	班次 7	班次 8
03:30	班次 9	班次 10

巡視產卵沙灘時不使用或必要時使用紅光照明，以免驚擾產卵母龜，由於母龜產卵有其一定的行為模式【表 2】，故紀錄時將依照其行為模式順序予以紀錄或處置，相關資訊填寫至海保署提供之「112 年琉球嶼綠蠐龜觀察記錄表」【附件 1】。

【表 2】綠蠐龜產卵行為定義表

產卵行為	行為目的
上岸	上岸尋找合適產卵地
挖大洞	使用前肢所挖掘之洞，用於隱匿自身於及清除表層植被或異物
挖小洞	使用後肢挖掘之洞，目的是將卵產於小洞內
產卵	小洞及大洞挖掘至約 70cm，母龜就會開始產卵
後肢覆沙	使用後肢如揉麵團般將產卵洞掩埋
前肢覆沙	使用前肢將沙子覆蓋在產卵洞上，此行為會邊覆沙邊移動，屆時除了產卵位置外，其他未產卵位置也會被覆沙，目的在於混淆掠食者，降低卵窩被找到而被掠食的機率。
下海	回到海中等待下一批卵成熟

以下為巡灘時各狀況處置方式：

- (一) 僅目擊爬痕及挖掘痕跡，則使用皮尺量測爬痕寬，並紀錄目擊地點、日期時間與掘洞數，如無掘洞則免。
- (二) 若目擊母龜上岸，但未產卵，則紀錄目擊地點、日期時間與掘洞數（大洞小洞各別計算），並使用皮尺量測爬痕寬，如無掘洞則。另需於母龜放棄產卵下海前，以匍匐前進的方式於後方接近產卵母龜，觀測並記錄是否有金屬標號。
- (三) 若目擊母龜且有產卵，則依照個別產卵行為進行處置：
 - 1. 上岸、挖掘大小洞：紀錄目擊地點、日期時間與掘洞數（大洞小洞各別計算），並使用皮尺【圖 3】量測爬痕寬。



【圖 3】量測工具：皮尺

- 2. 產卵：記錄產卵時間，並投放投標器及藍芽溫度計（型號：HOBO MX2201 Series Water Temp Loggers）【圖 4】。



【圖 4】投標器及藍芽溫度計

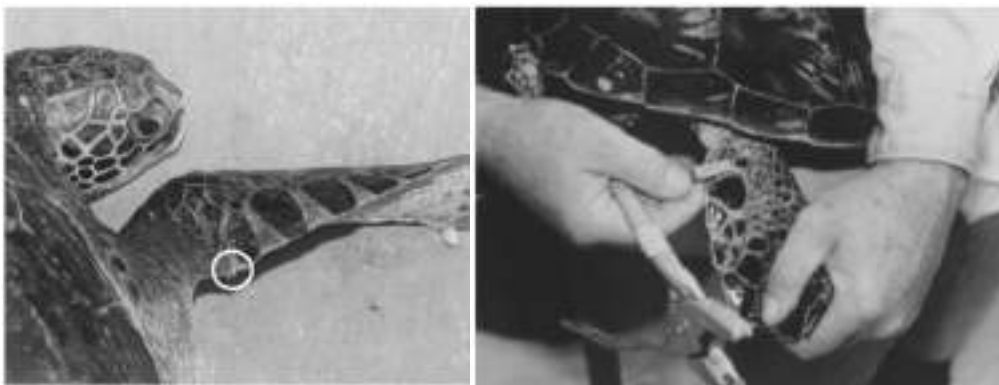
3. 後肢覆沙：產卵行為至後肢覆沙階段時，迅速使用卡尺【圖 5】及皮尺量測產卵母龜背甲長、寬，並於產卵母龜完成後肢覆沙前，在後肢及前肢，最靠近身體處打上由海保署提供之金屬標號【圖 6】，以利後續個體辨識。標記方式為，使用特製打標器裝上金屬標籤後，施打於產卵母龜四肢，施打位置為前肢及後肢靠近身體最後一個鱗片旁【圖 7】，以上作業僅於產卵母龜產完卵進行後肢覆沙時施作，此時產卵母龜因生產行為所產生的賀爾蒙正處於半昏迷狀態，對產卵母龜的騷擾性較低，打標施作前，將於器具、施打部位及施作者的手噴灑酒精消毒。



【圖 5】卡尺



【圖 6】打標器及金屬標



【圖 7】金屬標籤施打位置示意圖。

上圖摘錄自 Eckert et al., 1999

4. 前肢覆沙及下海：停止一切動作，檢查記錄表是否有缺失、器具是否收回，並記錄下海時間。
5. 若遇 (1)卵窩過於接近潮線，有被海水淹沒之可能、(2)卵窩位於光害嚴重之地區、(3)卵窩密集區，將依循 MARN 專家之建議進行移窩之作業，移窩作業將於海龜產下第一顆龜卵後 4-8 小時內完成，告知海保署並填寫海保署提供之「琉球嶼綠蠵龜龜卵記錄表」【附件 2】。

實際巡視人力視沙灘上產卵活動得增加人力，若巡視時間遇颱風或天氣惡劣則暫停巡視，或是當遇到沙灘持續都無產卵母龜上岸，則將於日間巡查為主，若遇爬痕則安排夜間加巡。

產卵週期為綠蠵龜母龜第一次產卵及第二次產卵間隔的天數，普遍產卵間隔天數約為 14 天(Witherington, 2015)，為避免誤差值，巡灘時會在產卵間隔天數第 10 至 17 天開始提高警覺並密集巡視。淡季時 (3 至 5 月、10 月) 由於班次較少，因此會在產卵間隔天數第 10 天開始密集排班，旺季時 (6 至 9 月) 則因為本就處於密集排班的狀態，僅提醒志工巡灘時提高警覺。

二、龜卵孵化生理資料調查

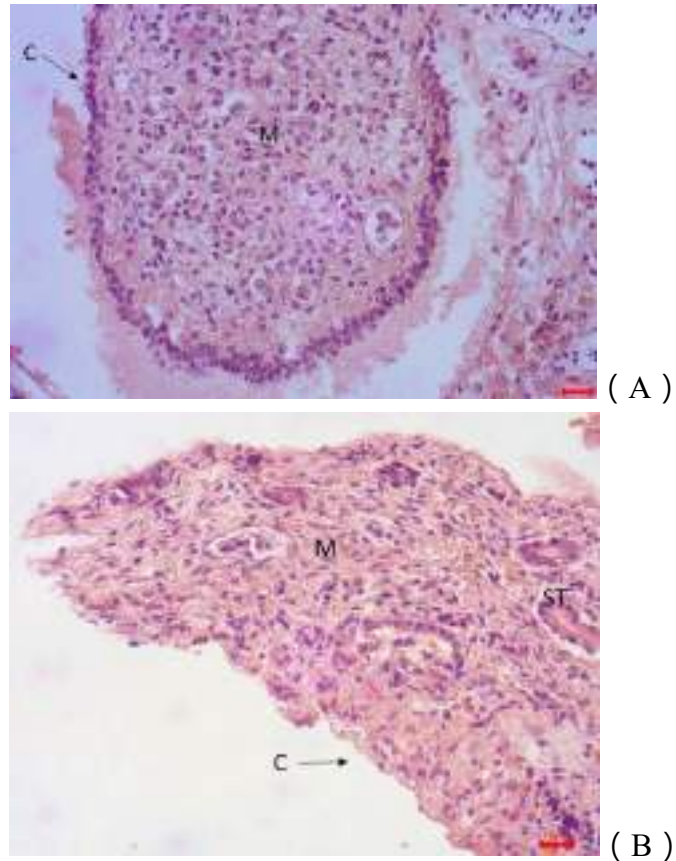
於稚龜大出後的第五日，視情況進行挖掘有標示之卵窩，挖掘時，需輕輕從卵窩正上方往下挖掘，若於沙灘上層發現正在沈睡之稚龜，則先暫緩挖掘工作，隔日再繼續進行挖掘工作，挖掘後計算產卵數、孵化率並紀錄卵窩內孵化中死亡、孵化後死亡之卵數。另「每窩龜卵的未受精」部分，因卵窩的蛋在經過長時間的孵化期後才被挖掘出來，並非產卵後幾天內就挖掘出來用手電筒檢視，因此胚胎中止發育若發生於非常早期(如肉眼未可見階段)或胚胎組織已經隨著時間被降解，可能會被誤判為未受精(Phillott and Godfrey, 2020)，此部分結果將以未知進行記錄。

若發現尚未爬出卵窩之已孵化稚龜，則告知海保署並依 MARN 專家之指示，送至國立海洋生物博物館進行收容或就地野放，卵窩挖掘工作將持續至所有已標示之卵窩均完成調查為止。

每個卵窩在無外在干擾因子(如：人為騷擾、發現時母龜已結束產卵)下放置藍芽溫度計(型號：HOBO MX2201 Series Water Temp Loggers)進行溫度監測，放置方式會待母龜產卵量至卵窩的 3/1，才進行投放，投放位置會選在卵窩邊側，避免牽引線阻擋稚龜爬出卵窩，紀錄頻率為每小時 1 次，並記錄卵窩周遭環境，當稚龜大出後五日，進行上述挖掘卵窩之工作，若遇到孵化後死亡之稚龜，則收集樣本交由國立海洋生物博物館進行性別分析，以利了解小琉球孵化稚龜性別比。

目前本團隊使用兩種方式推估卵窩中稚龜性別比，(1)組織切片觀察稚龜性腺(2)使用孵化溫度來估算稚龜性別比。

- (一)組織切片觀察稚龜性腺：利用卵窩中死亡的稚龜進行性腺觀察，來獲取卵窩稚龜性別比的資料，沒有動物倫理問題。在野外取得稚龜屍體後，會於當日或隔日冷藏寄送至國立海洋生物博物館，由獸醫人員將幼龜進行解剖並切除腎臟周圍的器官，而後取出附著在腎臟旁的生殖腺，將其固定在 10% 的福馬林溶液中，經處理後，進行切片辨識，辨識方式如【圖 8】。



【圖 8】卵窩孵化後之死亡綠蠵龜(稚龜)於組織切片染色之性腺特徵。

(A)雌性，卵巢組織特徵:外層為複層立方上皮組織組成之皮質(cortex; C)，內層則是緻密而不規則排列之髓質(medulla; M)。

(B)雄性，睪丸組織特徵:可見其皮質僅為單層鱗狀上皮，而髓質則為曲細精管(seminiferous tubules; ST)所組成。(H&E 染色，400倍)。

(二) 使用孵化溫度來預測稚龜性別比：是根據 King, R. et. al.於 2013 年在台灣的綠蠵龜性別比研究中所導出的公式進行性別比的換算：

$$\text{性別比}\% = -3.012 + 0.140 (\text{孵化期間中段的平均溫度})$$

孵化期間中段的平均溫度計算方式為：將卵窩產卵日至稚龜大出日期間的天數切成 3 等分，取中間(第 2 等分)的平均卵窩溫度，即為決定性別的孵化溫度（此時期為稚龜性腺形成的時期），舉例：卵窩產卵日至稚龜大出日為 60 天，取中間(第 2 等分)的平均卵窩溫度，既代表第 21 天至第 40 天為稚龜性腺形成的時候，故這時的平均孵化溫度，即為決定稚龜性別的孵化溫度。

卵窩微生物分析則由國立屏東科技大學蔡明安老師協助分析，其採樣檢體共 4 類，分別為卵窩外沙、卵窩內沙、成功孵化卵內膜、未成功孵化卵內容物，採樣時每一類皆採 3 個樣本。

實驗步驟如下：

(一) 微生物分離培養

1. 卵窩外沙:

將 1.5% Tryptic soy broth 滅菌後裝至 15mL 離心管，加入卵窩外沙並混合均勻後，放入培養箱 25°C 培養 24 小時後，並分別接種在 MacConkey、TCBS(Thiosulfate-citrate-bile salts-sucrose agar)、Blood agar；真菌接種至 SDA(Sabouraud agar) 放入培養箱 25°C 培養 3 至 5 天。

2. 卵窩內沙:

將 1.5% Tryptic soy broth 滅菌後裝至 15mL 離心管，加入卵窩外沙並混合均勻後，放入培養箱 25°C 培養 24 小時後，並分別接種在 MacConkey、TCBS(Thiosulfate-citrate-bile salts-sucrose agar)、Blood agar；真菌接種至 SDA(Sabouraud agar) 放入培養箱 25°C 培養 3 至 5 天。

3. 未成功孵化蛋:

無菌的棉棒沾取滅菌 0.9% Saline，由內而外擦拭欲採樣區域，組織剪使用前 75%酒精棉球擦拭，再用酒精燈燒至變紅色，冷卻 1-2 分鐘後，剪開蛋殼，用滅菌棉棒沾取內容物，並分別接種在 MacConkey、TCBS(Thiosulfate-citrate-bile salts-sucrose agar)、Blood agar；真菌接種至 SDA(Sabouraud agar) 放入培養箱 25°C 培養 3 至 5 天。

4. 成功孵化蛋:

無菌的棉棒沾取滅菌 0.9% Saline，刮取孵化蛋的內膜，並分別接種在 MacConkey、TCBS(Thiosulfate-citrate-bile salts-sucrose agar)、Blood agar；真菌接種至 SDA(Sabouraud agar) 放入培養箱 25°C 培養 3 至 5 天。



【圖 9】卵窩微生物採樣試管

(二) 微生物鑑定

1. Polymerase Chain Reaction (PCR)

取 Sample DNA 4 μ l，正、反向引子各 1.5 μ l，無菌 DDW 18 μ l，加入商品化之 2 倍 PCR MasterMix 25 μ l 混合均勻後，總量 50 μ l，置入 PCR 機器中反應，依不同菌株種類，使用不同引子對及反應條件。

真菌 PCR 使用 Primer 為 ITS-1 和 ITS-4，預期產物 632bp。

【表 3】真菌 PCR 設定條件

引子對	產物大小 (bp)	Initial Denaturation	Cycles (Denaturation Annealing, Extension)	Final Extension
ITS1&ITS4	632	95°C 5 minutes	33 cycles (95°C 45sec, 52°C 45 sec, 72°C 1 minute)	72°C 10 minutes Hold at 4°C

【表 4】細菌 PCR 設定條件

引子對	產物大小 (bp)	Initial Denaturation	Cycles (Denaturation Annealing, Extension)	Final Extension
005F&0531R	500	95°C 5 minutes	35 cycles (95°C 1 minute, 50°C 1 minute, 72°C 2 minute 30 sec)	72°C 10 minutes Hold at 4°C

2. PCR DNA Extraction Kit

使用 ZEJU GEL & PCR Extraction Kit 純化 PCR 後產物，以便於送檢體於次世代定序公司做定序。

- (1). 取全部的產物與 5 倍產物量 binding buffer, 加入 1.5ml eppendorf, 均勻 vortex。
- (2). 再加入產物與 binding buffer 的混合液離心 13000rpm 30 秒，倒

掉管內液體再加入 Wash buffer 600μL。

- (3). 再次離心 13000rpm 30 秒，再次倒掉管內液體。
- (4). 離心 13000rpm 2 分鐘，更換 eppendorf，加 DDW 40μL，靜待 2min，等 DDW 浸濕過濾膜。
- (5). 再次離心 13000rpm 2 分鐘，抽取內容物保存於-20°C 並填寫次世代定序表單。

3. 定序

純化後的 PCR 產物送達定序公司後，會回傳樣品的含氮鹼基對序列，將其序列經過 National Library of Medicine 內 Nucleotide Blast 資料庫比對，即可鑑定出相對應的菌株。

(三) 藥物敏感性測驗(紙錠擴散法)

將測驗菌株培養在 Tryptone Sulfite Neomycin agar(TSN agar) 上 並放置培養箱 25°C 培養 24 小時，以無菌棉花棒刮取菌落於在 3mL 滅菌生理食鹽水中，配置成濁度 0.5 Mcfarland 的菌液。以棉花棒沾取菌液 3 重複劃菌，讓菌液均勻分布 Mueller-Hinton agar(MH agar)，並在 Mueller-Hinton agar(MH agar)等距貼上抗生素紙錠，在 25°C 培養箱培養 8~12 小時後，測量抑菌圈大小，判讀藥物敏感性；對照組為 ATCC25922 *Escherichia coli*。

使用藥敏錠如下(共 13 種):

1. AMC30(amoxicillin/clavulanic Acid, 30mg)。
2. AN30(amikacin, 30mg)。
3. AZM15(azithromycin, 15mg)。
4. CIP5(ciprofloxacin, 5mg)。
5. OT30(oxytetracycline, 30mg)。
6. XNL30(ceftiofur, 30mg)。
7. GM10(gentamicin, 10mg)。
8. SXT25(trimethoprim/sulfamethoxazole, 25mg)。
9. CRO30(ceftriaxone, 30mg)。
10. F/M300(nitrofurantoin, 300mg)。
11. C30(chloramphenicol, 30mg)。
12. D30(doxycycline, 30mg)。
13. ENO5(enrofloxacin, 5mg)。

三、稚龜孵化調查

為評估是否稚龜已有大量爬出 (簡稱大出) 卵窩之狀況，於預計孵化日前後 5 日，進行密集巡視 (巡灘頻度為一小時查看一次卵窩)，以利觀察是否有大出現象；若遇需要圍網之卵窩 (例：受光害影響之區域)，則將依據 MARN 專家之指示進行圍網作業，細節及時間規劃將待專家指示後執行。

若遇孵化之稚龜，需於數量紀錄後，儘速進行稚龜外觀檢查-卵黃囊是否收齊，若正常收齊者，則計算數量，並以游標卡尺量測稚龜背甲長及使用電子秤量測重量後【圖 10】，立即於附近無光害之沙灘進行野放，留置測量時間以不超過 2 小時為主。如遇稚龜腹部卵黃囊未收齊，則需告知海保署並依 MARN 專家之指示，進行處理，若需暫時安置，則令存放於盛裝潮濕沙子的桶內，放至陰暗處，等待指示，紀錄表如【、稚龜記錄表】。



【圖 10】游標卡尺及電子秤

四、巡護志工培訓及環境教育講座

(一) 巡護志工招募

海龜志工招募上分為兩種，其一為島內志工；另一則為島外志工。

島內志工招募時間為 2 月下旬，預計招募 40 人，組成為小琉球居民、業者、島上工作者等長期待在小琉球之民眾。只要這些人群對海龜保育有興趣，即可參加培訓並實際執行海龜志工勤務，因島內志工只要還在小琉球，即是未來宣傳的重要力量，且因島內志工仍有各自的工作業務，無法密集安排巡攤工作，故僅規定其每月只需要巡攤超過五次。

為了補足勞力密集的巡攤工作，故招募了短期、密集巡攤的島外志工群。

島外志工招募時間為 3 月~4 月，巡攤月份為 6~9 月，每月預計招募 5 位，以能夠至少在小琉球待滿一個月的志工為主，填寫報名表單後，經過線上面試錄取。島外志工需每晚 7:30-1:30 待命，受大隊長安排巡攤班次。每天巡攤 2-3 班次，一週排休一日。

招募資訊主要透過 Facebook 來宣傳，利用本協會的粉絲專頁及 Facebook 其他社團、小琉球在地社團 (Line 群組) 傳遞招募訊息。這樣的方式能夠有效地讓更多人知曉並參與我們的招募活動。

(二) 巡護志工培訓

為使志工了解在沙灘上面對產卵母龜所需注意事項，利於現場狀況處理。培訓課程內容主要介紹海龜生殖生態、小琉球海龜與旅遊業的衝突、保育海龜的意義、測量工具方法；並模擬母龜上岸產卵，操作量測流程以及練習填寫紀錄表單。

1. 日期：第一場培訓活動預計於 2023 年 3 月辦理，視實際招募狀況與海保署確認後訂定)，第二場培訓活動預計於 2023 年 7 月辦理。
2. 地點：台灣咾咕嶼協會辦公室
3. 活動內容：

【表 5】志工培訓課程表

時間	活動內容	活動地點	備註
5 分鐘	活動說明及自我介紹	咾咕嶼協會	
1 小時	海龜生殖生態調查解說		
1 小時	調查器具操作說明		
1 小時	實際走訪產卵沙灘	潛在產卵沙灘	視天氣狀況調整

備註:活動以不干擾產卵母龜為前提，解說內容將包含海龜分佈與洄游等相關資訊。



【圖 11】2022 年度本團隊海龜巡守志工培訓

(二) 5-9 月旅遊旺季時，針對遊客及民眾辦理至少 5 場次海龜生殖生態解說活動。

1. 日期：5 至 9 月期間，每月辦理一次解說活動（視氣候狀況而定）。
2. 地點：三角廣場（百海餐廳前方廣場）。



【圖 12】三角廣場位置示意圖

3. 活動內容：

【表 6】海龜生殖生態解說活動課程表

時間	活動內容	活動地點	備註
20:00-20:10	開場及團隊介紹	三角廣場	
20:10-20:30	海龜生殖生態解說		包含海龜生產過程、小琉球海龜危機等
20:30-20:40	Q&A 時間		



【圖 13】本團隊過去執行海龜生殖生態解說活動照片

在過去開挖卵窩若剛好遇見遊客時，本團隊則隨即開始進行解說，以利遊客可旁觀挖掘作業，場次將視挖掘卵窩時是否有遇見遊客而定。



【圖 14】本團隊過去執行卵窩挖掘作業時現場與遊客進行解說工作

五、周邊海域海龜活動範圍調查

根據交通部民用航空局的空域資料，小琉球沿岸週邊海域，除大福漁港港內，為可飛行區域，均可進行空拍調查【圖 15】。



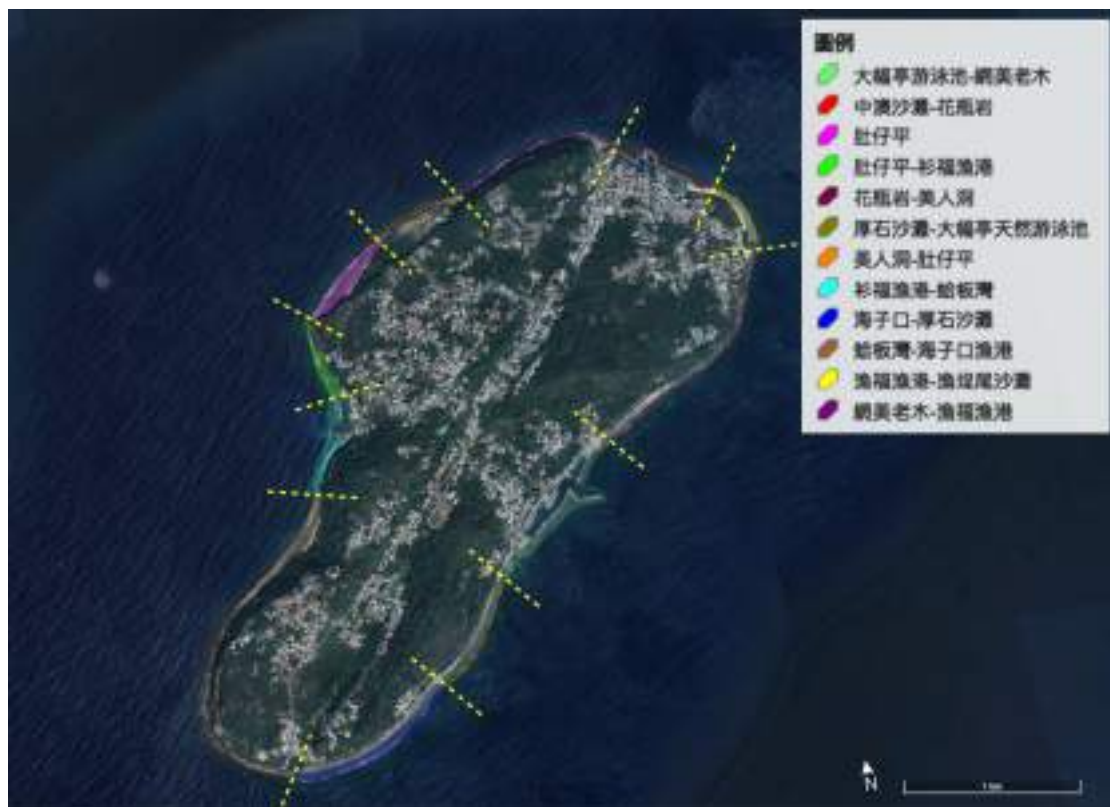
【圖 15】紅色區域為小琉球禁飛區

空拍調查頻度為每月一次，為了增加拍攝到海龜的機會，拍攝時間盡量以滿潮時間點(Staines et al., 2022)來進行拍攝。拍攝方式以穿越線沿著海岸(Bevan et al., 2016 ; Selles-Rios et al., 2022)環繞小島一周的方式進行。空拍機離岸約 50 至 100 米沿高潮線飛行，飛行路線除島嶼沿岸離岸 50 至 100 米外，而大福港為禁航區，因此預計避開至離岸約 100 至 150 米飛行，飛行高度預計設定為海拔 50-60 米(Schofiel et al., 2019 ; 海洋委員會海洋保育署, 110 年 ; Dickson et al., 2021 ; Dickson et al., 2022 ; Selles-Rios et al., 2022)。

由於海龜的游泳均速為 10m/s (Hochscheid, 2014)，若將飛行速度設定為 10m/s 以上，將可避免重複拍攝相同海龜。經查過去相關資料指出，空拍海龜的飛行速度有 <8m/s (Roos et al., 2005)、6-8m/s (Bevan et al., 2018)、3-5m/s (Staines et al., 2022)和(Yaney-Keller et al., 2021)等被使用過，以及油污事件後小琉球海龜族群空拍監測調查計畫調查報告書(海洋委員會海洋保育署, 110 年)，所使用速度為 2m/s 至 4m/s。

因小琉球拍攝之海龜個體多是於淺礁區覓食的海龜，多數時間內幾乎都在定點，不會快速移動或者其移動範圍不大，因此選定飛行速度為2m/s至4m/s(海洋委員會海洋保育署，110年)做為其設定，以免因速度過快而影響計數。拍攝角度則與海平面呈90°垂直俯視(Sykora-Bodie et al., 2017; Selles-Rios et al., 2022)，較易於估算拍攝距離、面積及計算數量。但實際飛行之高度與範圍，將視當天氣候及海況做調整，由於調查時無法標記不同海龜，須於最短時間內進行環繞島嶼一圈之調查方式，因此若調查期間如突然遇天候狀況不好，則以盡可能的方式繞行一圈，並且微調離岸距離或高度。

小琉球海岸線全長約12公里，為明確瞭解小琉球哪一區為綠蠐龜活動熱點，故拍攝時依照沿岸明顯地標物（例如：碉堡、凸岬、港口）分成12區，每區海岸線皆為0.5公里至2公里不等【圖16】。



【圖 16】小琉球周邊海域調查空拍區段圖

攝後影片由人員以目視，並輔以手持式計數器進行計算，計算時以最高標準進行規範，避免誤算及重複計算，計算時符合以下 2 點才可計算，1)確定為海龜、2)可明顯觀察到前肢揮動、3)無法於 3 秒內判斷為海龜時，不納入計算（海龜靜止無游動或覓食時較難辨識）。如此一來，即使是不同人計算，經調查取得的數據（海龜數量）較為一致，可降低人員計算時誤判之因素【圖 17】
【圖 18】。



【圖 17】空拍海龜前肢示意圖



【圖 18】空拍計算示意圖（共 10 隻）

陸、執行成果

一、母龜生殖生態調查

(一) 產卵沙灘夜間巡守

2023 年 2 月 17 日當日晚上 22:20 左右，由民眾直接目擊產卵母龜於蛤板灣面海左側上岸【圖 19】，故本團隊隨即邀請曾擔任 2022 年海龜志工的在地居民組建巡灘人員，由於為臨時組建巡灘人員，人數有限，故每日至多三班（20:00、22:00、24:00），每班 1 至 2 人進行沙灘夜間巡守。



【圖 19】2023 年 2 月 17 日在地居民通報母龜產卵紀錄截圖

2023 年 3 月至 10 月期間，進行小琉球潛在產卵沙灘夜間巡視東側 529 班次，西側 450 班次，共 948 班次，詳【附件 5-12】。

唯於 4/9、4/25、5/7、6/1、7/25-29、8/30-9/7、10/1-10/6 因颱風、西南氣流之惡劣氣候，使人員不易行走且有被海浪捲下去的風險，故考量安全因素取消夜間巡視工作。

(二) 產卵母龜紀錄

2023 年 2 月 19 日至 5 月 18 日於蛤板灣沙灘【圖 2】，觀察到產卵母龜 1 隻，四肢並無標號，也無打過金屬標的痕跡，研判可能為新產卵母龜。本計畫於 3 月 23 日及 4 月 8 日分別於後肢及前肢釘上金屬標(左後肢 TWOCA0601、右後肢 TWOCA0603、左前肢 TWOCA0604、右前肢 TWOCA0605，簡稱母龜『TWOCA0601』)，並量測其基礎形質【表 7】，其數據相較於 2022 年母龜的平均體型較小，其背甲直線長 (SCL) 僅 76cm，相較 2022 年平均背甲直線長 (SCL) 短了 21.8cm，其餘背甲曲線長及背甲曲線寬、直線寬度數值皆小於 2022 年平均值。

【表 7】2023 年及 2022 年產卵母龜體型比較資料表

年份	數量(n)	平均 背甲直線長 (SCL)	平均 背甲曲線長 (CCL)	平均 背甲直線寬 (SCW)	平均 背甲曲線寬 (CCW)	平均 爬痕寬 (cm)
2023 年	1	76cm	102cm	75cm	91cm	108
2022 年	7	97.8cm	104.04cm	76.8cm	93.74cm	104.81

在本計畫調查期間，共紀錄到該母龜(TWOCA0601)有 11 次的上岸紀錄，其中 4 次僅上岸探查並未產卵，剩下 7 次上岸皆有成功產卵，總卵窩數為 7 窩，皆分布於蛤板灣沙灘【圖 20】，其中 4 窩(分別為 N.3、N.4、N.5、N.7)為直接目擊產卵行為，故成功投遞溫度計至卵窩中；其中 2 窩(N.1、N.6)到現場時母龜已產完卵開始覆沙行為；其中 1 窩(N.2)僅發現爬痕，因經過 73 天後，於同位置發現稚龜孵化，故判斷此次母龜有產卵。



【圖 20】2023 年產卵母龜 TWOCA0601 產卵位置圖(地點蛤板灣)

根據產卵行為記錄，產卵週期(產卵間隔天數)最高為 18 天，最低為 12 天，有明顯遞減趨勢，海龜為外溫動物，其產卵週期可能與氣溫有關，故將產卵間期之平均溫度與產卵週期進行 Pearson 相關分析，發現為負相關(係數 -0.602)【表 8】。

【表 8】母龜 TWOCA0601 產卵週期與產卵區間平均氣溫關係表

卵窩編號	產卵日	孵化日	產卵週期	產卵區間平均氣溫
N.1	2/19	5/3	初次	
N.2	3/6	5/18	15	23.0
N.3	3/24	5/28	18	24.3
N.4	4/9	6/11	16	25.6
N.5	4/23	6/21	14	26.67
N.6	5/6			26.2
N.7	5/19	7/8	13	20.5

備註：平均氣溫資料來源為中央氣象局

本計畫有記錄到產卵母龜 TWOCA0601 完整產卵時間的資料，共有兩筆分別為 4 小時 53 分鐘 (N.3) 及 6 小時 53 分鐘 (N.4)，而卵窩 N.1、N.5、N.6、N.7，在巡灘發現母龜時，母龜皆已上岸一陣子，尤其 N.1、N.6 已達覆沙階段，故假定母龜在上一班巡灘結束後上岸，以上一班巡灘結束時間至母龜下海時間，作為產卵時間的估計值，發現產卵時間分別為 02:24 (N.1)、03:53(N.5)、02:10(N.6)、02:56(N.7)。產卵時間常常與大洞、小洞挖掘次數相關，產卵時間最長為 N.4，其大小洞挖掘次數為最多，產卵時間最短為 N.6。比較掘洞次數與產卵時間之關聯性，產卵時間次短為 N.7，其掘洞數為最少【表 9】。

【表 9】2023 年產卵母龜 TWOCA0601 產卵時間記錄表

卵窩編號	日期	上一班巡查結束時間	上岸時間	下海時間	大洞次數	小洞次數	產卵所花時間	估計產卵時間	發現狀況
N.1	2/19	21:00	22:21	23:24	2	-	-	02:24	覆沙
N.2	3/6	21:00	10:30	-	-	-	-	-	僅爬痕
N.3	3/23	21:00	22:24	2023/3/24 03:17	4	3	04:53	-	上岸
N.4	4/8	-	19:35	2023/4/9 02:28	4	5	06:53	-	上岸
N.5	4/24	23:00	00:20	2023/4/25 02:53	3	1	02:33	03:53	大洞
N.6	5/6	21:00	22:11	23:10	-	-	00:59	02:10	覆沙
N.7	5/18	23:00	23:58	2023/5/18 01:56	1	1	01:58	02:56	大洞

備註：『產卵所花時間』指母龜從上岸產卵至結束下海的時間

『估計產卵時間』假定母龜在上一班巡灘結束後上岸，故以上一班巡灘結束時間至母龜下海時間，作為產卵時間的估計值

『-』代表未知

產卵母龜 TWOCA0601，上岸產卵位置較為集中固定，皆從蛤板灣面海左側尾端上岸，而後往蛤板灣面海右側尋找合適產卵位置，其卵窩位置除蛤板灣面海左側尾端較無光害影響外，其餘卵窩皆受路燈影響，恐影響稚龜孵化後的下海行為【圖 21】【圖 22】，經協調後鄉公所同意在外側路燈加裝開關，可於稚龜孵化期間關閉該路燈，但路燈 B 因有停車光照需求，故建議裝設擋光板，以利減少進入沙灘之光源【圖 23】。



【圖 21】2023 年蛤板灣光害影響示意圖



【圖 22】蛤板灣產卵位置光害紀錄



【圖 23】蛤板灣產卵位置光害紀錄（改善後）

另，本團隊於 6 月 26 日晚上 8:30 於龜仔路腳沙灘有發現產卵母龜爬痕【圖 24】，但當下並未發現產卵、經過產卵週期 14 天後也未發現母龜再次上岸，不幸的事，龜仔路腳在 7 月底後因為颱風關係，全區的沙皆被捲走，已不再適合母龜上岸產卵，故自此停止巡視此區【附件 4】。



【圖 24】2023/6/26 龜仔路腳綠蠵龜母龜上岸爬痕照

二、龜卵孵化生理資料調查

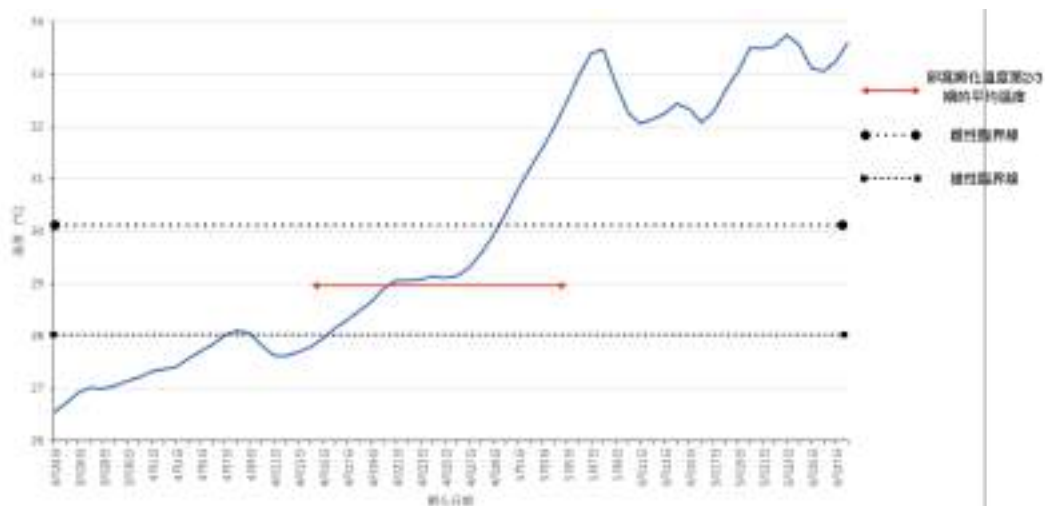
(一) 卵窩孵化狀況

本計畫調查期間共挖掘 6 窩。平均孵化天數為 63.6 天、平均孵化率為 83%、平均卵數為 93 顆、平均卵窩深度為 63.2cm。卵窩 N.1、N.2、N.6 因發現母龜時，已進行覆沙，故無投放溫度計，N.5 則因為溫度計設備故障，無收到溫度資料，因此僅 N.3、N.4、N.7 有卵窩溫度數據【表 10】。

【表 10】產卵母龜 TWOCA0601 已孵化卵窩基礎資料表

卵窩編號	孵化天數	孵化率	卵數	平均卵窩深度 (cm)	卵窩孵化溫度 第 2/3 期的 平均溫度	雌龜比率
N.1	73	63%	123	50.0	-	-
N.2	73	98%	104	61.8	-	-
N.3	65	95%	77	63.6	29.69°C	100%
N.4	63	83%	75	71.1	29.03°C	100%
N.5	59	62%	91	67.5	-	-
N.6	-	-	-	-	-	-
N.7	49	99%	89	65.2	31.99°C	100%
平均	64	83%	93	63.2	30.24	

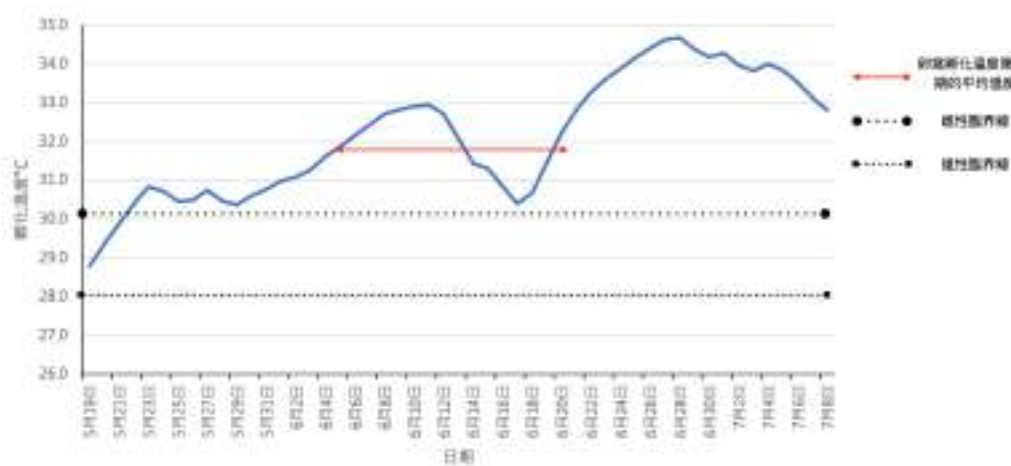
決定綠蠵龜孵化稚龜性別的因素為溫度，根據稚龜孵化確定性別的時間，大約是孵化時間的第 2/3 期【圖 25】【圖 26】【圖 27】，故此時的平均卵窩溫度將會是『決定性別』的關鍵，根據資料並套入公式，得出結果，N.3 決定性別的孵化溫度為 29.69，雌龜比例為 100%、N.4 決定性別的孵化溫度為 29.03，雌龜比例為 100%、N.7 決定性別的孵化溫度為 31.99，雌龜比例為 100%。此決定性別的平均孵化溫度 N.3(N = 22)與 N.7(N = 17)有極顯著差異($p < 0.001$; Mann-Whitney U test)、N.4(N = 22)與 N.7(N = 17)有極顯著差異($p < 0.001$; Mann-Whitney U test)、N.3(N = 22)與 N.4(N = 17)有極顯著差異($p < 0.001$; Mann-Whitney U test)。



【圖 25】卵窩 N.3 孵化溫度折線圖



【圖 26】卵窩 N.4 孵化溫度折線圖



【圖 27】卵窩 N.7 孵化溫度折線圖

(二) 微生物分析

本次共計進行 5 個海龜卵窩微生物分離，分離之細菌經初步生化性狀檢測後，選取 31 株細菌進行鑑定，其中以 *Myroides odoratimimus* (4/31) 與 *Proteus vulgaris* (3/31) 分離率最高【表 11】。在 13 種抗菌劑的藥物敏感性試驗結果顯示，9 株(隨機挑選)細菌皆對 enrofloxacin 與 ciprofloxacin 無抗藥性，但仍有 3 株細菌具多重抗藥性【表 12】。

【表 11】小琉球海龜細菌分離與鑑定結果

編號	孵化率(%)	樣本來源	菌種
LAM112061	99.0	孵化蛋	<i>Serratia marcescens</i>
LAM112078	57.1	孵化蛋	<i>Myroides odoratimimus</i>
LAM112078	57.1	孵化蛋	<i>Myroides odoratimimus</i>
LAM112074	79.5	孵化蛋	<i>Proteus sp.</i>
LAM112067	94.8	孵化蛋	<i>Oceanobacillus oncorhynchi</i>
LAM112104	98.9	孵化蛋	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
LAM112078	57.1	卵窩內沙	<i>Proteus penneri</i>
LAM112067	94.8	卵窩內沙	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>
LAM112104	98.9	卵窩內沙	<i>Shewanella algae</i>
LAM112061	99.0	卵窩內沙	<i>Serratia marcescens</i>
LAM112078	57.1	卵窩內沙	<i>Photobacterium ganghwense</i>
LAM112074	79.5	卵窩內沙	<i>Vibrio alginolyticus</i>
LAM112104	98.9	卵窩內沙	<i>Acinetobacter sp</i>
LAM112074	79.5	卵窩內沙	<i>Acinetobacter venetianus</i>
LAM112104	98.9	卵窩外砂	<i>Franconibacter daqui</i>
LAM112104	98.9	卵窩外砂	<i>Oceanobacillus iheyensis</i>
LAM112061	99.0	卵窩外砂	<i>Acinetobacter venetianus</i>
LAM112078	57.1	卵窩外砂	<i>Pantoea stewartii</i>
LAM112061	99.0	卵窩外砂	<i>Photobacterium arenosum</i>
LAM112078	57.1	卵窩外砂	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>
LAM112067	94.8	未孵化蛋	<i>Gallaecimonas xiamenensis</i>
LAM112074	79.5	未孵化蛋	<i>Providencia rettgeri</i>
LAM112074	79.5	未孵化蛋	<i>Proteus vulgaris</i>
LAM112067	94.8	未孵化蛋	<i>Gallaecimonas xiamenensis</i>

LAM112078	57.1	未孵化蛋	<i>Photobacterium sp.</i>
LAM112074	79.5	未孵化已成型海龜	<i>Proteus vulgaris</i>
LAM112078	57.1	未孵化蛋	<i>Myroides odoratimimus</i>
LAM112074	79.5	未孵化蛋	<i>Proteus vulgaris</i>
LAM112078	57.1	未孵化蛋	<i>Pseudomonas oleovorans</i>
LAM112074	79.5	未孵化蛋	<i>Myroides odoratimimus</i>
LAM112061	99.0	未孵化蛋	<i>Citrobacter amalonaticus</i>

【表 12】海龜卵窩分離之菌株與其抗藥性分布

抗生素	T30	XNL30	F/M300	D30	SXT	CRO30	AN30	ENO5	GM10	AZM15	CIP5	C30	AMC
未孵化的龜卵													
S %(n)	60(3)	60(3)	80(4)	80(4)	100(5)	60(3)	80(4)	100(5)	80(4)	60(3)	40(2)	100(5)	60(3)
I %(n)	0	20(1)	0	0	0	20(1)	0	0	0	40(2)	60(3)	0	40(2)
R %(n)	40(2)	20(1)	20(1)	20(1)	0	20(1)	20(1)	0	20(1)	0	0	0	0
Total	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
孵化的龜卵													
S %(n)	75(3)	50(2)	50(2)	75(3)	75(3)	50(2)	25(1)	100(4)	50(2)	25(1)	50(2)	75(3)	25(1)
I %(n)	0	0	0	0	0	0	25(1)	0	0	0	50(2)	25(1)	25(1)
R %(n)	25(1)	50(2)	50(2)	25(1)	25(1)	50(2)	50(2)	0	50(2)	75(3)	0	0	50(2)
Total	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
總計													
S %(n)	66.7(6)	55.6(5)	66.7(6)	77.8(7)	88.9(8)	55.6(5)	55.6(5)	100(9)	66.7(6)	44.4(4)	44.4(4)	88.9(8)	44.4(4)
I %(n)	0	11.1(1)	0	0	0	11.1(1)	11.1(1)	0	0	22.2(2)	55.6(5)	0	33.3(3)
R %(n)	33.3(3)	33.3(3)	33.3(3)	22.2(2)	11.1(1)	33.3(3)	33.3(3)	0	33.3(3)	33.3(3)	0	11.1(1)	22.2(2)
Total	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

備註：T30: Oxytetracycline; XNL30: Ceftiofur; F/M300: Nitrofurantoin; D30: Doxycycline; SXT: Sulfamethoxazole and Trimethoprim; CRO30: Ceftriaxone; AN30: Amikacin; ENO5: Enrofloxacin; GM10: Gentamicin; AZM15: Azithromycin; CIP5: Ciprofloxacin; C30: Chloramphenicol; AMC: Amoxicillin with Clavulanic Acid.

S:感受性(Susceptible)、I:中間性(Intermediate)及 R:抗藥性(Resistant)。

	
<p>分生取樣</p>	<p>取樣之樣本</p>

【圖 28】取樣及樣本紀錄照

三、稚龜孵化調查

本計畫調查期間共挖掘 6 窩，根據孵化率計算，推測成功孵化 459 隻稚龜(平均孵化率為 83%、平均卵數為每窩 93 顆)，共記錄到 25 個死亡稚龜(包含終止發育者)，活體稚龜共 61 隻(卵窩 N.1 30 隻、N.2 12 隻、N.7 19 隻)，現場測量體長、體重並記錄於「稚龜記錄表」，活體稚龜皆於 2 小時內於原沙灘野放。所收集到孵化稚龜 61 隻(包含活體及死亡個體)中共計發現 28 隻為背甲畸形，平均體型為背甲直線長(SCL) 4.89 ± 0.2 公分，背甲曲線長(CCL) 5.08 ± 0.3 公分，體重 24.7 ± 2.09 公克，卵窩 N.3、N.4、N.5 挖取時活體稚龜皆已離開卵窩【表 13】。經統計分析(Mann-Whitney U test)，N.2 稚龜的平均背甲直線長 (N.2 -N.1, $p < 0.01$)、(N.2 - N.7, $p < 0.01$)、平均背甲曲線長 (N.2 -N.1, $p < 0.01$)、(N.2 - N.7, $p < 0.01$) 及平均重量 (N.2 -N.1, $p < 0.01$)、(N.2 - N.7, $p < 0.01$) 皆與其他兩窩有顯著差異，而 N.1 與 N.7 所孵化的稚龜形質則無顯著差異。

【表 13】2023 年 N.1、N.2、N.7 孵化稚龜型態紀錄

卵窩編號	數量	平均背甲直線長	平均背甲曲線長	平均重量(g)
		SCL(cm)	CCL(cm)	
N.1	30	4.83 ± 0.14	4.97 ± 0.15	24.11 ± 1.39
N.2	12	5.10 ± 0.29	5.46 ± 0.44	27.89 ± 1.19
N.7	19	4.85 ± 0.13	5.00 ± 0.16	23.55 ± 1.39

本計畫期間共收到 25 個死亡稚龜(包含終止發育者)樣本，冷藏寄送至國立海洋生物博物館進行性腺切片，以利辨識雌雄個體，當中 9 個樣本因死後變化或未見性腺而無法鑑別其性別。剩餘 16 個檢體當中，在經過組織切片製作完成後，可以經由其性腺判定死亡稚龜的性別，當中有 2 隻為雄性，14 隻為雌性【表 14】，稚龜性別分布方面，除 N.5 主要以雌性為主外，其餘 N.1、N.4 皆有雄性出現。

【表 14】卵窩孵化後死亡稚龜之性別分布

卵窩編號	樣本數	無法判定 ^a	雄性	雌性	卵窩孵化溫度 估算之 雌性比	產卵日期	孵化日期	卵窩挖掘日	取得樣本日	備註
N1.	2	1	1	0	-	2/19	5/3	5/8	5/3	
N.2	1	1	-	-	-	03/06	5/18	5/31	5/30	
N.4	3	1	1	1	100%	04/09	6/11	6/16	6/16	
N.5	19	6	0	13	-	4/23	6/21	6/26	6/26	
	總計	9	2	14						

^a 樣本因死後變化或未見性腺或無法辨識。

此 4 窩皆為母龜編號 TWOCA0601 所產

四、巡護志工培訓及環境教育講座

(一) 志工培訓

本計畫從 3 月至 11 月中，總計辦理志工培訓 6 場次，共培訓 50 位志工，分別為島內（小琉球居民）志工 38 位、島外（非小琉球居民）志工 12 位。島內志工課程於 3/2、3/4 辦理，共 3 場次；島外志工課程則於 6/4、6/12、6/27、7/1、8/1、9/8 辦理，6 場次。另外為了增加志工海龜的專業知識，本協會分別於 4 月 19 日（三）及 4 月 29 日（六）加開海龜知識的增能課程，邀請團隊中的志工再行進修。

	
<p>沙灘實地演練</p>	<p>解說爬痕辨識方式</p>
	
<p>解說海龜辨識特徵</p>	<p>解說現場</p>

【圖 29】海龜培訓課程紀錄

(二) 環境教育講座

為提高小琉球居民、業者及遊客對綠蠵龜生態的認識，本團於 5 月至 8 月共辦理 4 場次街頭開講，10 場次的市內預約制解說，總計參與人數共 344 人

【表 15】，街頭開講原定以 7 月、8 月暑期為主要辦理日期（即遊客較多的季節）。然而，今年 7 月至 10 月皆有 1 至 2 個颱風，導致原訂的街頭開講一直受到臨時性大雨而延期的影響。

【表 15】2023 年 5 月至 11 月活動辦理人數表

類型	日期	人數	備註
街頭開講	5 月 11 日	65	
	5 月 20 日	50	
	8 月 12 日	30	人數估計
	8 月 19 日	72	人數估計
室內預約制	8 月 22 日	9	
	9 月 20 日	4	
	10 月 17 日	16	
	10 月 19 日	6	
	10 月 24 日	5	
	11 月 23 日	26	白沙國小 3-4 年級
	11 月 25 日	30	在地民宿合作
	11 月 26 日	14	在地民宿合作
	11 月 28 日	13	
	11 月 30 日	4	
總計		344	

在面對不可預測的天氣下，我們已於 5/11（四）5/20（六）、8/12（六）、8/19（六）成功舉辦了 4 場次的街頭開講，但因風雨不斷，活動次數相對較少。因此，我們進一步規劃了預約制的解說計畫，以利在地業者、遊客等直接進行預約。此方式不僅提高活動的靈活性，也有助於拉近業者與海龜保育的距離。

今年第一場講座對象是以小琉球業者及居民為主，旨在讓大家了解 2022 年本團隊在小琉球針對綠蠵龜產卵研究所調查的結果，及 2023 年預計要執行的事項。

為了吸引小琉球業者和居民參與講座，我們在活動前製作了電子海報，並在臉書上宣傳活動【圖 30】。同時，我們也製作了紙本宣傳品，請當地志工協助向商家宣傳，以提高參與意願。在活動中，我們準備了餐點、成人飲品和果汁供參與者享用，並隨機贈送小禮物，以為活動增添驚喜【圖 31】。



【圖 30】5/11 微醺聽海龜的故事活動宣傳海報



【圖 31】活動餐飲準備及贈送驚喜小禮物

當天活動參與人數達 65 人。活動結束後，我們在民眾享用餐點的同時展開了一對一的對話，詢問他們對海龜保育的看法。透過這些對話，我們發現大多數人對於小琉球海龜的產卵行為以及何種行為可能對母龜產卵造成干擾並不太了解。然而，多數店家在聆聽了分享會後表示，他們非常願意在工作中協助向遊客宣導如何在沙灘上友善地對待母龜產卵的行為。

<p>請問您是否有想對我們說的語或是想對海龜說的話呢？</p> <p>👉 我的回覆</p> <p>恭喜你們了！</p> <p>謝謝你們——</p> <p>加油！</p> <p>謝謝你們的努力</p> <p>非常棒！好喜歡有這種普及觀衆的故事分享會！希望可以常常辦 知識量大增</p> <p>謝謝你們的努力，聽完覺得感動👉你們超棒👍</p>	
活動現場後參與民眾的回饋	
	
分享會現場	展示海龜研究量測方式

【圖 32】分享會活動紀錄照

於 5/20 (六) 、 8/12 (六) 、 8/19 (六) 辦理的 3 場街頭開講，主要針對小琉球遊客，辦理地點位於小琉球白沙港鬧區空地，為開放空間，活動除事前 F B 進行宣傳及海龜巡灘志工的推廣外，也會在活動前 30 分鐘先放置小琉球海龜紀錄影片，做為聚集人潮、熱絡活動場域的手段。經過宣傳每場次皆吸引 30 至 70 人至現場聆聽海龜講座。



活動現場

您從這次講座中得到的最主要收穫是什麼?

9 則回應

海龜生態

自主環保

得到很多原本不知道的知識，很開心！

原來我在沙灘上不動，海龜會以為我是石頭!!

對海龜的了解

對海龜更加認識，知道為什麼要保育海龜、怎麼幫助保育海龜

得到關於海龜的知識

綠蠵龜保護不容易

對海龜及保育有更多的認識，也因著這樣的教育，讓我對保護自然生態有更多的責任心

請問您是否有想對我們說的話或是想對海龜說的話呢？

9 則回應

謝謝你們的付出推廣海龜保育

離開航道換氣

謝謝你們，辛苦了！我會努力帶著孩子做環保，為了你們！

希望可以趕快加入巡邏行列，保護小海龜!!

那個應該不是香龜 是食蛇龜

從去年開始接觸潛水，在小琉球下潛總是能看到一些海龜，今天卻是第一次瞭解到海龜的生態跟習性，覺得這樣的小講座很棒❤

你好 海龜 ~我知道生存不容易 很抱歉你的成長路程被人類造化成更艱難

謝謝你

謝謝你們的用心！真的是很棒的活動！

【圖 33】街頭開講活動紀錄

而預約制講座規劃【圖 34】，採 GOOGLE 表單線上報名預約，辦理時間為每週 2 及週 4 晚上 8 點開講，每場約 1 小時。預約方式靈活，小琉球在地業者或遊客可提前兩天進行預約，僅需兩人以上即可開講，該講座聚焦於學習辨識海龜種類、分享小琉球記錄到的珍貴產卵行為，以及深入剖析海龜生活史。



【圖 34】預約制講座宣傳小海報

截至目前為止分別於 8/22、9/20、10/7、10/17、10/24、11/23、11/25、11/26、11/28、11/30 進行辦理，參與人數共 127 人，皆為來小琉球遊玩的家庭或教師，由於每場次人數不多，故於本協會成員的民宿辦理，有不受風雨影響之優點，且講師與參與民眾互動性高，可提供專業互動，相較於街頭開講可給予民眾更多海龜的知識。



【圖 35】8/22 活動紀錄



【圖 36】10/17 活動紀錄



【圖 37】10/24 活動紀錄

五、周邊海域海龜活動範圍調查

本計畫於 1 月至 12 月，分別於 1/30、2/24、3/16、4/10、5/10、6/5、7/23、8/26、9/14、10/27、11/24 與 12/12 執行海域空拍調查，以上日期除 8/26 外，皆為當月潮高最高之時刻，故擇定上述日期進行空拍調查。而 8 月份因遇到颱風於當月潮高最高之時過境，導致拍攝時只能選擇潮高較低時進行拍攝。

結果計算沿岸海龜平均數量為 637 隻次【圖 38】。拍攝單次海龜數量最高為 11 月，共 981 隻次【圖 39】，數量最低為 5 月 334 隻次，【附件 15】；推測原因有可能因 5 月拍攝時，降雨及西南氣流導致海象不佳，海水能見度不高，導致計數與其他月份有所差異。根據以上數據，各區段海龜數量之月平均、月份最高及海龜數量最高之區域為小琉球西側『肚仔坪沿岸』，1 月至 12 月平均 147 隻；其次為『龜仔路腳→漁福漁港』，1 月至 12 月平均 110 隻次；海龜數量最少之區域為『中澳→花瓶岩』1 月至 12 月平均 7 隻次【圖 38】。

經過 12 個月的觀察，大型漁港幾乎無海龜棲息覓食，在紀錄上雖有些許海龜紀錄，但實際上海龜僅聚集在漁港兩側進行覓食或休憩行為【圖 40】、【圖 41】、【圖 42】。



【圖 38】2023 年 1 至 12 月小琉球周邊海域各區段平均海龜數量分佈圖



【圖 41】大福漁港段海龜覓食熱點分佈圖

備註：紅色圓點代表海龜出現的區域，1-12 月平均海龜 14 隻次



【圖 42】衫福漁港段海龜覓食熱點分佈圖

備註：紅色圓點代表海龜出現的區域，1-12 月平均海龜 25 隻次

小琉球沿岸長約 12 公里，本計畫飛行拍攝離岸約 50 公尺，總面積約 47.1 公頃，以飛行區段個別計算密度可知，密度最高為『龜仔路腳→漁福漁港』每公頃約 43 隻次、其次為『肚仔坪』每公頃約 36 隻次；密度最低為『中澳→花瓶岩』每公頃約 2 隻次、其次為『蛤板灣→海子口漁港』每公頃約 3 隻次【表 16】。

根據調查凡含有『港口』、『礁岩』等水深較深的區域，觀察到的海龜數量皆不多，而海龜密度較高的『肚仔坪』、『龜仔路腳→漁福漁港』兩區段，剛好都未涵蓋這兩種地形【表 16】，此可能是這兩區海龜密度較高的原因。

【表 16】小琉球各沿岸區段綠蠵龜密度及各地形涵蓋範圍表

飛行區段	年平均 海龜數 量	面積 (公頃)	密度 (隻/每 公頃)	區段行經地形 (涵蓋範圍)			
				潮間帶 淺灘	港口 (水泥 構造物)	群礁	礁岩
美人洞 ↓ 肚仔坪	40	2.818	14	10%			90%
肚仔坪	121	3.393	36	100%			
肚仔坪 ↓ 衫福漁港	43	2.625	16	10%			90%
衫福漁港 ↓ 蛤板灣	21	3.909	5	5%	45%		50%
蛤板灣 ↓ 海子口漁港	39	11.519	3	10%	5%		85%
海子口漁港 ↓ 厚石群礁	49	4.711	10		5%	95%	
厚石群礁 ↓ 大福亭	42	2.806	15		5%	95%	
大福亭 ↓ 龜仔路腳	11	3.075	4		90%	5%	

飛行區段	年平均 海龜數 量	面積 (公頃)	密度 (隻/每 公頃)	區段行經地形 (涵蓋範圍)			
				潮間帶 淺灘	港口 (水泥 構造物)	群礁	礁岩
龜仔路腳 ↓ 漁福漁港	101	2.336	43	5%		95%	
漁福漁港 ↓ 中澳	32	2.053	16	90%	10%		
中澳 ↓ 花瓶岩	7	2.957	2	10%	90%		
花瓶岩 ↓ 美人洞	51	4.861	10	10%			90%

	
群礁地形	港口 (人造水泥構造物)
	
潮間帶淺灘 (會有大範圍水深僅 1 公尺內的平台)	礁岩 (陡峭岩壁，通常水深較深)

【圖 43】小琉球空拍沿岸各區段地形示意圖

柒、討論

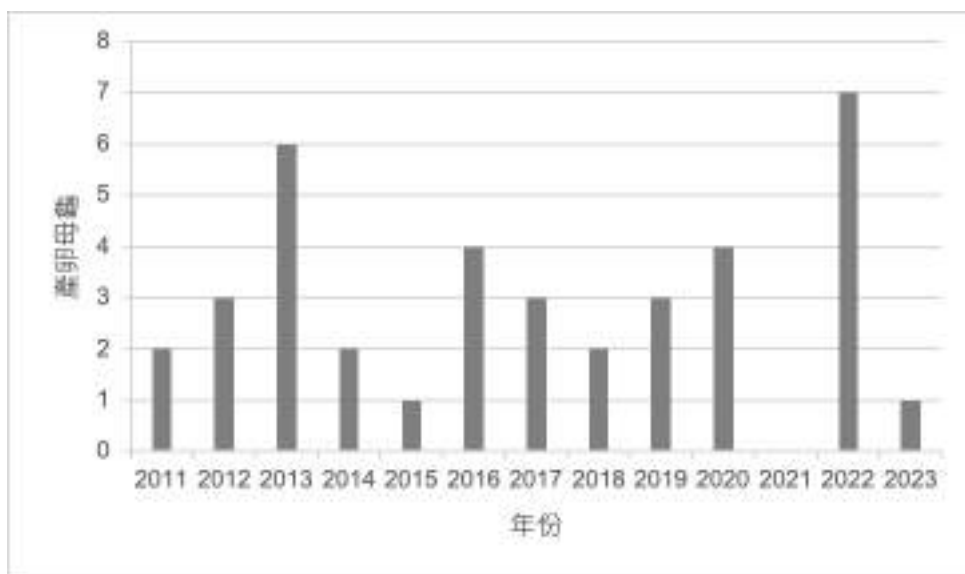
一、母龜生殖生態調查

(一) 小琉球、蘭嶼、望安產卵母龜數量年度變化

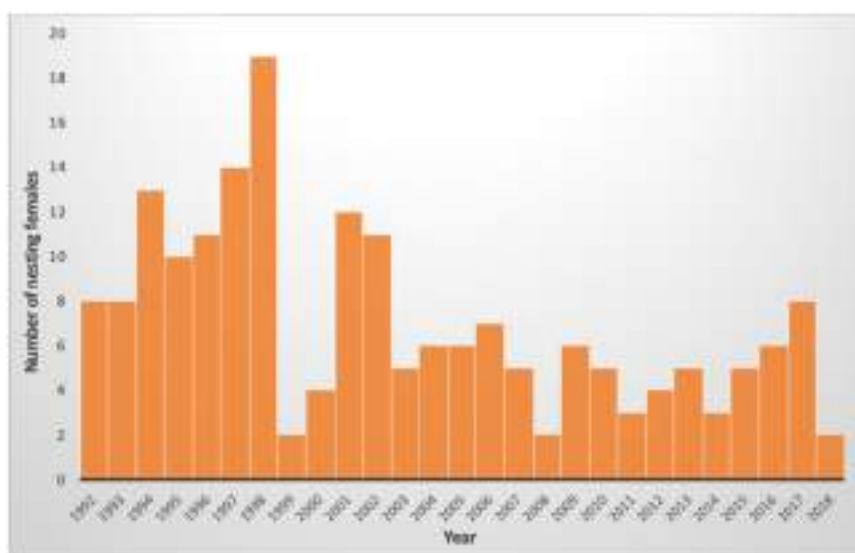
根據本協會調查，2022 年共有 7 頭母龜上岸產卵，2023 年僅有 1 頭母龜上岸產卵，顯示有極大差距，在海洋生態被破壞 (如垃圾問題、氣候變遷、過魚問題) 的現今，此現象可能會是令人擔心綠蠵龜的保育工作是否需更加緊腳步。根據 2022 年海保署海龜保育計畫草案資料顯示，2011 年至 2020 年以來每年 6~9 月皆有母龜上岸產卵，平均每年會有 3 頭母龜上岸產卵，但 2023 年僅 2~4 月有 1 隻母龜上岸產卵，此與過往資料不同，但相符的是，在某年達到母龜上岸產卵高峰後，隔年多半都會減少，如小琉球過往資料 2013 年至 2015 年、蘭嶼 2010 年至 2012 年、望安 1998 年至 2000 年，皆在母龜上岸產卵高峰後的隔年有明顯下降趨勢【圖 44】、【圖 45】、【圖 46】，因可推測此現象為正常波動起伏，且上岸產卵的高峰為每幾年會再出現一次。

由於今年為聖嬰現象，聖嬰現象會使颱風或熱帶氣旋在太平洋地區的發生頻率和強度增加，可能會增加母龜在遷移產卵時的風險。故將過去幾年發生聖嬰現象的時間與小琉球 2011-2023 年間上岸產卵母龜數量變化進行比較，2014-2016 年、2018-2019 年(資料取自中華民國交通部中央氣象署)皆為聖嬰現象，而此時也正是小琉球較少母龜產卵的年份。

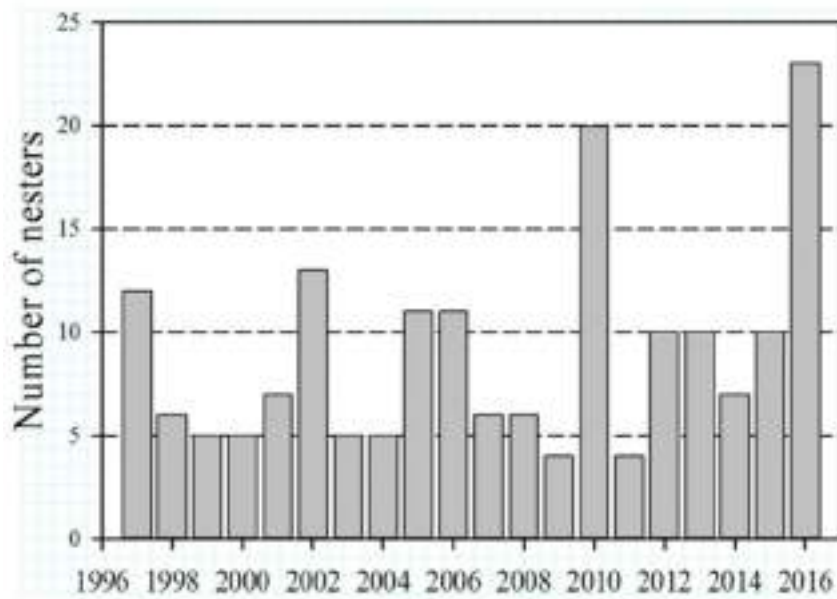
海龜繁殖遷移大多上百公里，在遷移前需要攝取大量的食物於體內儲備能量，海龜主食為海草或海藻，而此兩類群可能會因為海水溫度劇烈地上升或下降導致生產力下降，故在聖嬰現象發生，讓海水溫度產生較大變化時，可能會間接的導致產卵母龜在繁殖季節以前儲存繁殖能量的效率變差(Saragoça Bruno, 2020)，使母龜返回小琉球產卵的意願降低。



【圖 44】小琉球 2011-2023 年間上岸產卵母龜數量變化圖
部分資料取自 2022 年海龜保育計畫草案



【圖 45】澎湖望安 1992-2018 年間上岸產卵母龜數量變化圖
資料取自 2019 年台灣周邊海龜族群調查計畫



【圖 46】蘭嶼 1997-2016 年間上岸產卵母龜數量變化圖
資料取自 2019 年台灣周邊海龜族群調查

(二) 海龜藉由行為改變因應全球暖化

本計畫調查及文獻資料搜集方面，在現今海龜公母比例嚴重失衡的狀態下(Mrosofsky and Provancha, 1992; Binckley et al., 1998; Broderick et al., 2001; Heredero Saura et al., 2022)，在氣溫較低之季節時，上岸產卵的母龜顯得格外重要，因此時產下的卵窩，雄性的比例可能會較高，或許可增加為數不多的公龜數量。溫度對於爬蟲類來說，是影響生理機能一個很重要的環境因子。當水溫較暖時，產卵時間間隔會變短（平均為 14 天），水溫較冷時，產卵時間間隔會變長（Hays, 2002），此現象與本計畫研究結果一致-產卵時間間隔與氣溫成反比（本研究中因尚未取得中央氣象局連續性的海水溫度資料，故使用氣溫作為分析數據）。

前人 Mayeul Dalleau 於 2013 年的研究指出，綠蠵龜較偏好於海溫 26 度 ~ 27 度時上岸產卵。根據中央氣象局小琉球浮標 19 年平均海溫資料顯示 (2003 年-2022 年)，小琉球 3 月過後海水溫度即會上升至 26 度以上，直至 12 月才會再次下降。故小琉球於 3 月後的海水溫度即符合綠蠵龜的偏好溫度。

然而今年根據中央氣象局的紀錄，2 月海水溫度僅約 24.5 度（資料記錄時間 2/24 12 點前）；直至 5 月初，海水溫度才上升至 26-27 度（資料記錄時間 5/10 12 點前）；6 月至 7 月海水溫度則達到 28-30 度（資料記錄時間 6/5、7/23 12 點前）。

過往小琉球並無冬季綠蠵龜上岸產卵的相關紀錄，然今年 2 月記錄到綠蠵龜母龜 TWOCA0601 上岸產卵，推測兩論點：(1)綠蠵龜母龜 TWOCA0601 原本就是在 2 月至 5 月區間上岸產卵的母龜，只是先前調查未在此月份區間進行，故沒有發現其蹤跡，此項目前較難論證。(2)海龜為因應全球暖化，海水溫度上升而產生產卵行為的改變。此項論點目前已有其他區域有相似的現象，如佛羅里達州的赤蠵龜產卵時間提早、同地點革龜轉向更北的地方進行產卵（Santidrián Tomillo et al., 2020），但以上不管哪一論點是可成立的，這筆紀錄都是珍貴且值得繼續追蹤的資訊。

二、卵窩孵化調查

過去的研究已指出溫度會影響到稚龜的性別、體型、孵化時間以及游泳和爬行能力 (Deeming, 2004; Rhen and Lang, 2004)。此外，孵化溫度的不同也會間接的影響到卵中卵黃轉換成組織的程度 (Booth and Astill, 2001)。然而，我們觀察到在 N.3、N.4 以及 N.7 的卵窩中，存在顯著的孵化溫度差異，依溫度排序為 $N.7 < N.3 < N.4$ 。造成這種差異的原因可能包括季節、遮陰情況、沙灘濕度、植被覆蓋以及卵窩的深度等 (Miller, 1997; Pritchard, 1997; Van de Merwe et al., 2006)。

以 N.7 卵窩為例，其位於靠近礁岩並有植被覆蓋的區域。由於處於夏季最高溫的時期，因此觀察到較高的孵化溫度。而 N.3 和 N.4 卵窩則相距僅有 2-3m【圖 19】，兩者皆暴露在陽光下，並且沒有植被覆蓋。然而，明顯的區別在於卵窩的深度，N.3 的深度為 63.6cm，較 N.4 的 71.1cm 淺。深度較深的卵窩，相對不易受到陽光直射，也較不容易因卵孵化時產生的代謝熱與卵窩間形成熱循環。這可能是造成這兩個卵窩孵化溫度差異的原因之一。

卵窩微生物分離方面，*M. odoratimimus* 為最常見之分離株(12.9%)，其次為 *P. vulgaris* (9.6%)。*M. odoratimimus* 可見於未孵化和孵化龜卵當中，而 *P. vulgaris* 則僅見於未孵化的龜卵。*M. odoratimimus* 常見於環境當中(如土壤和海水) (Dharne et al., 2008)，其過去也曾在犬隻糞便中被分離出(Park et al., 2019)，且亦見於因被豬隻咬傷而造成兒童感染的報導(Maraki et al., 2012)。

Foti 等人於地中海的研究(2009)指出，*P. vulgaris* 是赤蠍龜最常見分離之菌株，且被觀察到其有多重抗藥性的現象(Foti et al., 2009)。該菌亦於臺灣擱淺綠蠍龜被發現，其亦有多重抗藥性的特徵(Tsai, et al., 2021)。在馬來西亞方面，*P. vulgaris* 亦為綠蠍龜卵窩當中最常見的細菌之一(Katni et al., 2022)。

細菌可能會對卵巢和子宮等生殖器官造成影響(Keene, 2012)，因此，這些微生物也有可能藉由親代產卵過程中，透過泄殖腔將其傳播到所產之卵 (Al-Bahry et al., 2009; Gantois et al., 2009)。雖然 *P. vulgaris* 也可在綠蠍龜的消化道當中被發現(Bindaco et al., 2020; McDermid et al., 2020)，然而其在赤蠍龜和綠蠍龜泄殖腔分離出的比例卻相對較低 (Gantois et al., 2009; Tsai, et al., 2021)。因此未來應該進行更多的研究，來了解母龜感染狀態與其龜卵受感染狀態之間的關係。

在菌株的藥物敏感性試驗方面，分離株對於各抗生素的抗藥性，介於 0.0-33.3%之間，各菌株對於 Fluoroquinolones 類(enrofloxacin 與 ciprofloxacin)的抗生素皆無抗藥性，但是在 oxytetracycline、ceftiofur、nitrofurantoin、

doxycycline、amikacin、gentamicin、azithromycin 和 chloramphenicol 這些藥物方面，相對於野外擱淺綠蠵龜(Tsai, et al., 2021)，卵窩來源的菌株則有較高比例的抗藥性。

因綠蠵龜有著近岸定居特性，綠蠵龜身上所發現的抗藥性細菌，被認為可能與陸域來源的污染有關(Short et al., 2023)，但此次樣本來源僅有卵窩而已，並未就產卵母龜在產卵過程時，從泄殖腔進行細菌的分離培養，因此我們無法得知這些抗藥性細菌，其來源究竟是來自環境當中或是來自於母海龜。過去衛星追蹤資料顯示，小琉球產卵的母龜並非定居於小琉球(Ng and Matsuzawa, 2020)，因此往後的調查工作或可從母龜身上進行取樣，藉此與卵窩的來源樣本以及臺灣的定居海龜進行比較。過去在海水環境和綠蠵龜身上常見的 *Vibrio* species，在本次分離株當中僅有 2 株(*V. parahaemolyticus* 和 *V. alginolyticus*)，然而這些菌株(Austin, 2010)和 *M. odoratimimus*，過去都有造成人類感染的紀錄，因此就卵窩監測工作者而言，野外工作(例如挖掘卵窩)進行時，應有適當的防護。

三、稚龜孵化調查

在自然界中有許多因素會影響稚龜的體型(Packard, 1988)、運動能力(Janzen, 1993)及性別(Ewert and Nelson, 1991; Janzen and Paukstis, 1991; Spotila et al., 1994)，而這些因素，包含非生物和生物因子，其中生物因子包括遺傳性基因和母龜產卵位置的選擇，非生物因子包括孵化溫度、沙子的顆粒大小和溼度等(Ackerman, 1997, Wallace et al., 2004)。

根據結果卵窩 N.2 孵化的稚龜顯著較 N.1、N.7 大隻，造成此差異的因素通常與孵化溫度相關，但巡灘時未成功投遞溫度計，N.1 及 N.2 並未有孵化溫度的相關數據可進行分析，故以氣溫作為間接分析的數據，卵窩 N.7 孵化期，為 5 月至 7 月，孵化期的溫度較卵窩 N.2 高（平均氣溫 28.7 度）【表 17】，故較能推斷孵化稚龜較小的原因。另外，N.1 及 N.2 孵化期間平均氣溫僅 23.7 度、24.9 度【表 17】，較低溫的氣候可能會導致較低的孵化溫度，而較低的孵化溫度會使胚胎的新陳代謝率降低、孵化期增長(Vleck and hoyt, 1991)，再者此 2 卵窩孵化時間長達 73 天，這些因素可能是造成 N.2 孵化稚龜較大的原因。但在以上條件雷同的狀態下，N.1 及 N.2 孵化稚龜，還是有其大小差異，其實影響稚龜大小的因子還有沙子粒徑、卵窩氧氣含量或基因，但因以上數據並未收集，故無法藉統計分析確認原由。

另，N.1 及 N.2 孵化稚龜，因孵化期較長，孵化期間的卵黃皆投資在組織生成，用作孵化初期驅動的能量較少 (Booth and Astill, 2001; Burgess et al., 2006; Ischer et al., 2009)，稚龜透過游泳進入安全海域所需的能量也會減少(Hamann et al., 2007)，因此相較其他卵窩孵化的稚龜，在海中會更迫切的需要進快找到食物。

【表 17】N.1、N.2、N.7 卵窩孵化期間平均氣溫

	N.1	N.2	N.7
孵化期間平均氣溫	23.7	24.9	28.7
最大值	27.7	28.7	30.5
最小值	18.7	21.2	25.5

本計畫收集卵窩中死亡綠蠵龜(稚龜)屍體，進行性腺檢視，此方法已廣泛被使用在海龜性別比的檢視上(King et al., 2013; Tolen et al., 2021)，且因其為死亡海龜之屍體，因此並無動物倫理之問題。但其缺點是，所撿拾之稚龜樣本，其內臟組織可能因死亡多時，已經在卵窩當中腐敗，以至於無法進行所有樣本的性腺判別檢視。

本次調查中觀察到，小琉球孵化之綠蠵龜稚龜，其雌性比例較高(87.5%)。根據 King 等人發表(2013)的資料指出，2011 年小琉球、望安和蘭嶼卵窩中的稚龜，雌性稚龜比例分別為 100%、93%和 68%為雌性稚龜(樣本數分別為 2、13 和 9 窩)(King et al., 2013)。這些資料讓我們知道，小琉球稚龜的性別比偏差的現象，其實在過去(2011 年)就已經被觀察到，且其雌性佔比較高的情況，也比望安和蘭嶼稚龜來的常見。

另一項觀察性別比的方式為，擱淺死亡海龜的性別比，這也可以讓我們看到臺灣海龜的性別分布，例如一篇發表於 2019 年，其收錄 20 多年(1997-2019)臺灣海龜擱淺資料的數據分析指出，在擱淺綠蠵龜以雌性綠蠵龜為主，性別分布(雌性:雄性)為 2.3(Cheng et al., 2019)，顯示這些體型較大的擱淺(青少年、亞成年和成年)海龜，其性別比偏差現象較此次觀察的稚龜(雌性:雄性為 7)較輕微。

從過往到近年文獻也指出，海龜性別比以母龜為多數者，已經是非常普遍的現象(Mrosovsky and Provancha, 1992; Binckley et al., 1998; Broderick et al., 2001; Heredero Saura et al., 2022)。海龜性別比例集中於雌性的現象，被認為和環境溫度上升有關，卵窩在溫度較低的地方(如有天然遮蔭)進行孵化，可有效降低性別偏差的比例(Reboul et al., 2021)，因此應就產卵沙灘的天然植被加以進行保護。此外，由於全球氣候變遷可能對受威脅海龜的孵化率和性別比例產生嚴重的負面影響(例如較高死亡率和無法產出健康性別比例的下一代)，因此使用人為策略的介入，為卵窩降溫的措施(遮蔭)也逐漸受到重視 (Hill et al., 2015 ; Jourdan and Fuentes, 2015 ; Mutalib and Fadzly, 2015 ; Tolen et al., 2021)。

四、巡護志工培訓及環境教育推廣

母龜生殖生態調查方面，會因為巡守員的熟悉度及人力多寡，影響其調查結果，而今年意外由在地居民通報，才得知 2 月即有母龜上來產卵，也因為 2022 年就已培訓部分在地居民擔任海龜巡守員，故本協會才可隨即組建臨時團隊，進行海龜巡視調查。

由於 2022 年的海龜巡守員傳播海龜相關保育知識，今年於小琉球在地招募志工時，在地居民報名踴躍，直至 6 月都有居民詢問是否可加入，可見在地居民對於海龜保育的關心及好奇，未來將增加針對在地居民的海龜解說課程。

隨者志工參與的時數增加，其得到的經驗值也會增加，如今年調查到母龜在產 N.1、N.6 卵窩時，誤認『覆沙行為』是『挖大洞』的行為，然而覆沙行為與大洞行為相似，其辨別方式可依照母龜挖沙時沙子噴灑的角度進行區分，覆沙行為並不是挖深，此時沙子噴灑的方向會低於 45 度，相反大洞行為需要向下挖，此時沙子噴灑的方向會趨近於 90 度，另外，覆沙時產卵母龜會伴隨著轉向或移動，故根據以上因素可作區分，此一經驗除增加志工對海龜的認識，也累積在地志工作為公民科學家的專業知識。

另外，每日排班皆由大隊長安排，兩人為一單位，並分為東西側沙灘。通常會安排島外志工搭配島內志工，亦是讓島外志工擔任海龜志工外，也能略知小琉球風土民情，增加對這土地的認同與愛護感。本協會在巡灘期間，多次遇到遊客於夜晚在沙灘上進行煙火施放、開燈夜遊及飲酒喧嘩，這些舉動都可能使母龜產卵時皆處於緊迫狀態或放棄上岸產卵，故除巡灘期間，如在沙灘上遇到遊客，本團隊志工亦會進行臨時性的解說宣導，增加遊客的海龜知識。

在宣導期間得知，遊客多半不知道小琉球的沙灘為綠蠵龜產卵沙灘，更有人不知道小琉球有產卵母龜會上岸產卵，因此環境教育的推廣是海龜保育極重要的一環，故本協會將提供更多講座讓在地居民、遊客取得更多海龜相關的生態知識。

五、周邊海域海龜活動範圍調查

海龜是有高度遷徙行為的物種，在一生中會移動至多個棲息地，故了解其活動空間、不同時間點的分布對於保育管理及策略擬定至關重要。經觀察，目前已知在漲潮時可發現較大量的海龜於沿岸淺灘（水深約 1-2m 內）覓食，此現象與 Julia Hazel 於澳洲的 Moreton Bay 的綠蠐龜覓食行為現象一致（Hazel, J., 2009），但此區域與人類活動（如：捕魚、浮潛）範圍重疊，極易受到影響。故了解小琉球活動熱點區段極為重要。

根據調查結果，『肚子坪』區段和『龜仔路腳-漁福漁港』區段是小琉球海龜數量平均數最高的地區。這兩個區域的環境相似，都位於淺灘區。在觀查中發現，進入這些區域的海龜大多停留不動或是做輕微的移動，這使得我們可以清楚地計算海龜的數量，並且推測牠們可能在這裡覓食或休息。

屏東縣政府曾經在 2017 年針對小琉球綠蠐龜食物及活動分佈進行調查，當時調查方式是使用潛水進行各區穿越線調查，結果顯示綠蠐龜出現熱點為『花瓶岩、杉福港、美人洞及肚子坪』，其中肚子坪為海龜最多的區域，與本計畫部分雷同，此案潛水調查區間為 1-5m、1-15m 左右，與本調查區域不同，此可能為兩研究案熱點有所差異的原因，另外，此計畫在 12 月於肚子坪進行過一次空拍試飛，單次紀錄就高達 113 隻（屏東縣政府，2017），顯示此區早在 6 年前就已是綠蠐龜的熱點之一。

根據先前的研究，綠蠐龜通常以紅色大型藻類和海草為食（Bjorndal 1985; Bjorndal 等人 2005; Makowski 等人 2006; Williams 等人 2014; Holloway-Adkins 和 Hanisak 2017）。但是在小琉球的這些區域並沒有大型藻類，而是大多數是复合型短藻，這些通常是海草或海藻的幼苗，這些复合型短藻，多為綠藻（Chlorophyta）、紅藻（Rhodophyta）、褐藻（Ochrophyta）這三大類群（屏東縣政府，2017），經辨識各區都有約 15-20 種，無太大的藻類豐度差異，且根據本團隊觀察，小琉球綠蠐龜並無明顯擇食行為，故海藻生物量可能才是影響綠蠐龜分佈的主因之一。

我們推測這些區域有較多海龜聚集的原因可能與以下幾個因素有關：1) 這些區域的海浪較小，水深較淺，海龜覓食所需的能量較低；2) 這裡的复合型短藻可能更適合海龜的適口性；3) 海水溫度較高，在淺灘區因水深不深而受到日曬影響較大。

現階段調查結果擁有淺灘區的區段包含 9 處，各處雖然涵蓋範圍不同，但皆是相對其他地形來說，較能吸引海龜前去覓食或休息的區域。由於海龜出現熱點區深度較淺，又多半鄰近沙灘，與人類遊憩行為有著高度的重疊，未來勢必要進行保育宣導，避免人龜在空間利用上有所衝突。

捌、建議

本團隊經過 2022 年及 2023 年的調查，於遊憩行為、研究調查、設施等發現不同狀況，累積些許經驗，故提出可改善之建議。

關於遊客，發現近年因國內旅遊蓬勃發展，來小琉球的遊客絡繹不絕，每到晚間產卵沙灘多有遊客進行遊憩行為（例如：喝酒聚會、生營火、放煙火或夜間潮間帶導覽...等），這些行為可能會造成產卵母龜認為此產卵沙灘不夠安全而放棄產卵，或是產卵期間一直維持緊迫狀態，造成產卵時位置選擇較隨便、覆沙不完整等狀況。故本團隊在巡灘期間，向沙灘中的遊客進行『海龜產季友善行為』的宣導，而在執行期間發現，多數遊客不曉得產卵母龜會上岸產卵一事，或是在地民宿業者提供沙灘遊憩建議，但無『海龜產季友善行為』的宣導。顯示不管是遊客或在地業者對於海龜保育意識甚少，故建議強化環境教育及海龜保育的宣導是有其必要性的。

關於研究調查，目前產卵母龜調查主要依靠志工進行沙灘巡視，如遇風浪較大、有安全疑慮則停止巡灘，難免有錯失觀測之機率，但在颱風常有另一種狀況是，屏東縣其他區域因颱風達 2m 浪高，全縣就會插上紅旗，此時小琉球即使風平浪靜，也依然無法進入沙灘，故建議在無雨且安全的狀態下，可於白天，搜尋制高觀測點，並使用望遠鏡進行爬痕搜尋或晚上手持夜視鏡望遠鏡進行觀測。

關於設施，沙灘周圍常鄰近公路及住家，其兩區域因照明需求，光源多半會溢散至沙灘上，造成稚龜孵化時難以分辨海洋位置，故建議針對光害部分進行處置。

一、海龜保育相關建議

（一）規劃在地綠蠓龜公民科學家制度

本協會在 2019 年一次帶領當地小朋友的淨灘活動中，剛好遇到稚龜孵化，生命的誕生除了感動之外，相信也為這些小朋友們埋下一顆守護海洋的種子，當時的沙灘環境，由於漂流木及垃圾的堆積，非常不利稚龜爬向海邊，如在現場的在地人士多數是受過訓練的公民科學家，當下的處置方式，將會更為妥當，因此，如何讓海龜生殖計畫進入學校裡面變成琉球鄉專屬的特色教育，並有機會培育出小琉球當地海龜生殖公民科學家，變成了團隊希望努力的目標。

許多海洋相關的議題跟行動，例如珊瑚調查以及海龜生殖調查，都需要長期數據的累積，而執行相關調查的人員，必須要有正確的相關知識背景或經驗，故希望推動『在地綠蠺龜公民科學家制度』，培養在地且有基礎專業知識的人員。未來相關人員將具備，(1)海龜生殖基礎調查能力及相關知識(2)進入學校海洋環境教育能力(3)擁有對民眾或外國遊客導覽解說能力。

辦理方式：可提供各種專業課程讓在地居民進修【表 18】，進修時數達 7 小時並進行培訓試講者，方可領取證書。

【表 18】培訓公民科學家建議課程

課程項目	訓練時數
海龜生殖生態解說	2
生殖調查機具操作	1
小琉球海龜研究結果概論	1
海龜生殖調查巡灘操演	1
小琉球文化解說	1
海龜對環境影響及人為對海龜影響	1
培訓試講	1

- (二) 規劃小小巡灘員體驗活動，讓小琉球國小、國中的學生一起參與海龜保育調查。
- (三) 於每個產卵沙灘入口處，設立海龜產季告示牌，進行『海龜產季友善行為』的宣導。
- (四) 由於中澳沙灘入口停車處距離沙灘較近，車燈光源容易溢散至沙灘上，故建議離入口處 20 公尺處設置柵欄，讓遊客徒步進入沙灘。
- (五) 規劃產卵母龜觀察 SOP，並製作觀察手冊，可提供給各民宿或導覽員，降低錯誤行為的產生。
- (六) 建議於各沙灘中裝設夜視攝影機來觀測沙灘，屆時可降低人力觀察產卵母龜，也可預防騷擾海龜事宜的發生。
- (七) 由於沙灘光害主要是路燈固定光源，建議可利用遮罩或燈頭轉向降低光源溢散，或是使用黃光降低稚龜吸引力。
- (八) 鑑於小琉球卵窩孵化的稚龜性別比偏向雌性，建議未來進行模擬之卵窩降溫實驗以利卵窩孵化管理。於各季節進行一次改善海龜卵窩溫度之實驗，在沙灘中設置對照組、人工遮蔭組及自然遮蔭組，進行卵窩溫度變化的實驗，如找出最適降溫方式，未來可依造此結果進行卵窩孵化溫度降溫的改善措施。

二、重要棲息環境設立建議

重要棲息環境的設立目的在於加強綠蠵龜生態的保育，進而也保護到在地的生態資源。此規劃也會影響到在地居民的生活（如採集、釣魚）、在地遊憩業者的經濟（如戲水、潛水），故要規劃設想的層面非常多，以下本團隊將以幾大項進行實質建議。

1. 生態調查與評估：綠蠵龜為生活史較長的生物，需要進行長期監測方可窺探綠蠵龜在小琉球的繁殖偏好、年變化及棲地的變化，故在地專業人士的培養相當重要；另外，島內廢水排放對於周邊海域污染的影響、綠蠵龜的食草、潛在的威脅等皆須進行調查及監測。
2. 重要棲息環境的劃設：根據過往及本計畫調查，小琉球所有沙灘皆為產卵繁殖期地、綠蠵龜覓食區域（沿岸水及腰的潮間帶區域，如肚仔坪），故皆建議劃設為重要棲息地，但需避開在地漁民使用的區域，如出入港口。
3. 制定管理計劃：建立可持續管理計劃，確保保護區的有效管理和監控。這可能涉及限制開發、規範漁業活動、監測綠蠵龜數量和行為等。
4. 社區參與和教育：與當地社區合作，讓居民一起參與保護區管理。並進行教育活動（例如：利用贈送便當或生活用品吸引民眾參與），提高人們對綠蠵龜和其棲息地重要性的認識。

玖、參考文獻

海洋委員會海洋保育署。油污事件後小琉球海龜族群空拍監測調查計畫調查報告書。中華民國 110 年 12 月。

海洋委員會海洋保育署。2019 年度台灣周邊海龜族群調查計畫。中華民國 108 年 12 月。

海洋委員會海洋保育署。海龜保育計畫草案。中華民國 2022 年 04 月。

屏東縣政府。106 年小琉球海龜食物及活動分佈調查計畫。中華民國 107 年 11 月。

Ackerman, R. A. (1980). Physiological and ecological aspects of gas exchange by sea turtle eggs. *Am. Zoo.* 20:575-583.

Ackerman R. (1997). The nest environment and the embryonic development of sea turtles. In: Lutz P, Musick J, ed. by. *The biology of sea turtles*. 1st ed. Boca Raton: CRC Press. p. 83–106.

Aguirre AA, Lutz PL. Marine turtles as sentinels of ecosystem health: Is fibropapillomatosis an indicator? *EcoHealth*. (2004). 1: 275-283.

Al-Bahry S, Mahmoud I, Elshafie A, Al-Harthy A, Al-Ghafri S, Al-Amri I, et al. (2009). Bacterial flora and antibiotic resistance from eggs of green turtles *Chelonia mydas*: An indication of polluted effluents. *Mar. pollut. Bull.* 58 (5), 720–25.

Austin B. Vibrios as causal agents of zoonoses. *Vet Microbiol.* (2010) Jan 27;140 (3-4):310-7.

Bevan E, Whiting S, Tucker T, Guinea M, Raith A, Douglas R (2018). Measuring behavioral responses of sea turtles, saltwater crocodiles, and crested terns to drone disturbance to define ethical operating thresholds. *PLoS ONE* 13(3): e0194460.

Bevan E, Wibbels T, Navarro E, Rosas M and others (2016). Using unmanned aerial vehicle (UAV) technology for locating, identifying, and monitoring courtship and mating behavior in the green turtle (*Chelonia mydas*). *Herpetol Rev* 47: 27–32.

Bresette MJ, Witherington BE, Herren RM, Bagley DA and others (2010). Size-class partitioning and herding in a foraging group of green turtles *Chelonia mydas*. *Endang Species Res* 9: 105–116

Burgess E, Booth D, Lanyon J. (2006). Swimming performance of hatchling green turtles is affected by incubation temperature. *Coral Reefs* 25:341-349.

Booth D, Astill K. (2001). Incubation temperature, energy expenditure and hatchling size in the green turtle (*Chelonia mydas*), a species with temperature-sensitive sex determination. *Australian Journal of Zoology* 49:389 - 396.

- Binckley, C. A., Spotila, J. R., Wilson, K. S., & Paladino, F. V. (1998). Sex determination and sex ratios of Pacific leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*. *Copeia*, 291-300.
- Bindaco ALS, Calais Júnior A, Almeida IC, Liesner CO, Ferreira MR, Donatele DM, Carvalho GD & Nunes LC. (2020). Isolation and characterization of the aerobic bacterial microbiota of the esophagus and its probable association with obstructive caseous lesions in green turtles (*Chelonia mydas*). *Pesquisa Veterinária Brasileira* 40(11):922-932.
- Bjorndal, K.A. 1985. Nutritional ecology of sea turtles. *Copeia* 1985:736-751.
- Bjorndal, K.A., A.B. Bolten, and M.Y. Chaloupka. 2005. Evaluating trends in abundance of immature Green Turtles, *Chelonia mydas*, in the Greater Caribbean. *Ecological Applications* 15:304-314.
- Chan EH, (2006). Marine turtles in Malaysia: on the verge of extinction? *Aquat Ecosyst Health Manage.* 9: 175-184.
- Chaloupka M, Limpus C (2001). Trends in the abundance of sea turtles resident in southern Great Barrier Reef waters. *Biol Conserv* 102: 235–249
- Chuen-Im T, Areekijseree M, Chongthammakun S, Graham SV, (2010). Aerobic bacterial infections in captive juvenile green (*Chelonia mydas*) and hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) sea turtles from Thailand. *Chelonian Conserv. Biol.* 9, 135e142.
- Cheng IJ., Cheng WH, Chan YT, (2018). Geographically closed, yet so different: contrasting long-term trends at two adjacent sea turtle nesting populations in Taiwan due to different anthropogenic effects. *PloS One* 13 (7), e0200063.
- Cheng WH, Chan YT, Hong H, Cheng IJ, (2019). Using programming languages and geographic information system to determine spatial and temporal variability in a green turtle foraging population on liuchiu island, taiwan. *Zool. Stud.* 58, 18.
- Claire Burke, Maisie Rashman, Serge Wich, Andy Symons, Cobus Theron & Steve Longmore (2019). Optimizing observing strategies for monitoring animals using drone-mounted thermal infrared cameras, *International Journal of Remote Sensing*, DOI: 10.1080/01431161.2018.1558372
- Chuen-Im T, Sawetsuwannakun K, Neesanant P, Kitkumthorn N, (2021). Antibiotic-Resistant Bacteria in Green Turtle (*Chelonia mydas*) Rearing Seawater. *Animals* 11:1841. <https://doi.org/10.3390/ani11061841>.
- Deeming D. 2004. Post-hatching phenotypic effects of incubation in reptiles. In: Deeming D, ed. by. *Reptilian Incubation: Environment, Evolution and Behaviour*. Nottingham: Nottingham University Press. p. 229-252.
- Dharne MS, Gupta AK, Rangrez AY, Ghate HV, Patole MS, Shouche YS. (2008). Antibacterial activities of multi drug resistant *Myroides odoratimimus* bacteria isolated from adult flesh flies (Diptera: sarcophagidae) are independent of metallo beta-lactamase gene. *Braz J Microbiol.* 39(2):397-404.

- Dickson LC, Katselidis KA, Eizaguirre C, Schofield G. Incorporating Geographical Scale and Multiple Environmental Factors to Delineate the Breeding Distribution of Sea Turtles. *Drones* (2021), 5, 142.
- Dickson LCD, Tugwell H, Katselidis KA and Schofield G. (2022). Aerial Drones Reveal the Dynamic Structuring of Sea Turtle Breeding Aggregations and Minimum Survey Effort Required to Capture Climatic and Sex-Specific Effects. *Front. Mar. Sci.* 9:864694.
- Fong CL, Chen HC, Cheng IJ, (2010). Blood profiles from wild populations of green sea turtles in Taiwan. *J Vet Med Anim Health.* 2: 8-10.
- Fichi G, Cardeti G, Cersini A, Mancusi C, Guarducci M, Di Guardo G, Terracciano G, (2016). Bacterial and viral pathogens detected in sea turtles stranded along the coast of Tuscany. Italy. *Vet. Microbiol.* 185, 56-61.
- Freitas C, Caldeira R, and Dellinger T. (2019). Surface behavior of pelagic juvenile loggerhead sea turtles in the eastern north atlantic. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 510, 73-80.
- Foti M, Giacobello C, Bottari T, Fisichella V, Rinaldo D, Mamminac C. (2009). Antibiotic resistance of Gram negatives isolates from loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the central Mediterranean Sea. *Mar. Pollut. Bull.* 58,1363e1366.
- Gantois I, Ducatelle R, Pasmans F, Haesebrouck F, Gast R, Humphrey TJ, et al. (2009). Mechanisms of egg contamination by *Salmonella enteritidis*. *FEMS Microbiol. Rev.* 33 (4), 718–38.
- Godoy DA and Stockin KA, 2018. Anthropogenic impacts on green turtles *Chelonia mydas* in New Zealand. *Endanger. Species Res.* 37, 1-9.
- Hays, G. C., Broderick, A. C., Glen, F., Godley, B. J., Houghton, J. D. R., & Metcalfe, J. D. (2002). Water temperature and internesting intervals for loggerhead (*Caretta caretta*) and green (*Chelonia mydas*) sea turtles. *Journal of Thermal Biology*, 27(5), 429-432.
- Hamann M, Jessop T, Schauble C. (2007). Fuel use and corticosterone dynamics in hatchling green sea turtles (*Chelonia mydas*) during natal dispersal. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 353:13-21.
- Hamann M, Godfrey MH, Seminoff JA, Arthur K, Barata PCR, Bjørndal KA, Bolten AB, Broderick AC, Campbell LM, Carreras C, Casale P, Chaloupka M, Chan SKF, Coyne MS, Crowder, L.B., Diez, C.E., Dutton, P.H., Epperly, S.P., FitzSimmons, N.N., Formia, A., Girondot, M., Hays, G.C., Cheng, I.J., Kaska, Y., Lewison, R., Mortimer, J.A., Nichols, W.J., Reina, R.D., Shanker, K., Spotila, J.R., Tomas, J., Wallace, B.P., Work, T.M., Zbinden, J., Godley, B.J., (2010). Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. *Endanger. Species Res.* 11, 245-269.
- Hochscheid S. (2014). Why we mind sea turtles' underwater business: a review on the study of diving behavior. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 450, 118-136.

- Holloway-Adkins, K.G. and M.D. Hanisak. (2017). Macroalgal foraging preferences of juvenile Green Turtles (*Chelonia mydas*) in a warm temperate/ subtropical transition zone. *Marine Biology* 164:161. <https://doi.org/10.1007/00227-017-3191-0>.
- Herederó Saura, L., Jáñez-Escalada, L., López Navas, J., Cordero, K., & Santidrián Tomillo, P. (2022). Nest-site selection influences offspring sex ratio in green turtles, a species with temperature-dependent sex determination. *Climatic Change*, 170(3-4), 39.
- Hazel, J., Lawler, I. R., & Hamann, M. (2009). Diving at the shallow end: green turtle behaviour in near-shore foraging habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 371(1), 84-92.
- Ischer T, Ireland K, Booth D. (2009). Locomotion performance of green turtle hatchlings from the Heron Island Rookery, Great Barrier Reef. *Marine Biology* 156:1399-1409.
- Innis CJ, Braverman H, Cavin JM, Ceresia ML, Baden LR, Kuhn DM, Frasca S, McGowan JP, Hirokawa K, Weber ES, Stacy B, Merigo C, (2014). Diagnosis and management of *Enterococcus* spp. infections during rehabilitation of cold stunned Kemp's ridley turtles (*Lepidochelys kempii*): 50 cases (2006-2012). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 245 (3), 315-323.
- Katni NH, Azmi AFM, Abdullah MM, Rusli MU, Zakaria Z, Azizan TRPT, Amat AC, Saad MZ, Yasin ISM, Nazarudin MF and Hassim HA. (2022). Nutritional compositions, pathogenic microorganisms and heavy metal concentration in green turtle eggs (*Chelonia mydas*) from Terengganu and Sabah, Malaysia. *Front. Mar. Sci.* 9:948427.
- Keene EL. (2012). Microorganisms from sand , cloacal fluid , and eggs of *Lepidochelys olivacea* and standard testing of cloacal fluid antimicrobial properties. *Purdue University Fort Wayne*, 1–124.
- King, R., Cheng, W. H., Tseng, C. T., Chen, H., & Cheng, I. J. (2013). Estimating the sex ratio of green sea turtles (*Chelonia mydas*) in Taiwan by the nest temperature and histological methods. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 445, 140-147.
- Kuo FW, Fan TY, Ng CKY, Cai Y, Balazs GH, Li TH, (2017). Tale of the unlucky tags: the story of a rescued, rehabilitated, and released green sea turtle (*Chelonia mydas*) in southern Taiwan. *Bull. Mar. Sci.* 93 (3), 689-690.
- Li TH and Chang CC, (2020). The impact of fibropapillomatosis on clinical characteristics, blood gas, plasma biochemistry, and hematological profiles in juvenile green turtles (*Chelonia mydas*). *Bull Mar Sci.* 96(4):723-734.
- Li TH, Cai YR, Wu PY, Ng CKY, Balazs GH, (2020). Lesson to learn from an endangered green turtle (*Chelonia mydas*): marine debris ingestion, rehabilitation and satellite tracking. *Indian J. Anim. Res.* <https://doi.org/10.18805/ijar.B-1246>.
- Makowski, C., Seminoff, J.A., Salmon, M., 2006. Home range and habitat use of juvenile Atlantic green turtles (*Chelonia mydas* L.) on shallow reef habitats in Palm Beach, Florida, USA. *Mar. Biol.* 148, 1167–1179.

- Maraki S, Sarchianaki E, Barbagadakis S. *Myroides odoratimimus* soft tissue infection in an immunocompetent child following a pig bite: Case report and literature review. *Braz.J.Infect.Dis.*(2012), 16, 390–392.
- McDermid KJ, Kittle RP 3rd, Veillet A, Plouviez S, Muehlstein L, Balazs GH. (2020). Identification of Gastrointestinal Microbiota in Hawaiian Green Turtles (*Chelonia mydas*). *Evol Bioinform Online*. 15;16: 1176934320914603.
- McGehee, M. Angela. Effects of moisture on eggs and hatchlings of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *Herpetologica*, (1990), 251-258.
- Miller, S. L., Honig, M. L., Shensa, M. J., & Milstein, L. B. (1997). MMSE reception of DS-CDMA for frequency-selective fading channels. In *Proceedings of IEEE International Symposium on Information Theory* (p. 51). IEEE.
- Mrosovsky, N. A. J. P., & Provancha, J. (1992). Sex ratio of hatchling loggerhead sea turtles: data and estimates from a 5-year study. *Canadian Journal of Zoology*, 70(3), 530-538.
- Ng CKY, Gu HX, Li TH, Ye MB, Xia ZR, Zhang FY, Duan JX, Hsu CK, Balazs GH, Murphy NB, (2018). Insights into identifying habitat hot spots and migratory corridors of green turtles in the South China region. *Aquat. Conserv.* 28 (5), 1181-1191.
- Ng, C.K.Y., Matsuzawa, Y., (2020). Sea Turtles in the East Asia Region. MTSG Annual Regional Report.
- Ng, C.K.Y. and Matsuzawa, Y. (eds.) (2021). Sea Turtles in the East Asia Region. MTSG Annual Regional Report 2021. Draft report to the IUCN-SSC Marine Turtle Specialist Group.
- Oros J, Calabuig, P, Deniz S, (2004). Digestive pathology of sea turtles stranded in the Canary Islands between 1993 and 2001. *Vet. Rec.* 155, 169-174.
- Oros J, Montesdeoca N, Camacho M, Arencibia A, Calabuig P. (2016). Causes of Stranding and Mortality, and Final Disposition of Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*) Admitted to a Wildlife Rehabilitation Center in Gran Canaria Island, Spain (1998-2014): A Long-Term Retrospective Study. *PLoS ONE* 11(2): e0149398.
- Packard, G. C., C. R. Tracy and J. J. Roth. (1977). The physiological ecology of reptilian eggs and embryos, and the evolution of viviparity within the class Reptilia. *Biological Reviews* 52: 71-105
- Park DH, Kothari D, Niu K-M, Han SG, Yoon JE, Lee H-G, Kim S-K. (2019). Effect of Fermented Medicinal Plants as Dietary Additives on Food Preference and Fecal Microbial Quality in Dogs. *Animals*. 9(9):690.
- Parga ML, Crespo-Picazo JL, Monteiro D. et al. (2020). On-board study of gas embolism in marine turtles caught in bottom trawl fisheries in the Atlantic Ocean. *Sci Rep* 10, 5561.
- Phillott AD and Godfrey MH. (2020). Assessing the evidence of ‘infertile’ sea turtle eggs. *Endang Species Res.* 41: 329–338.

- Plummer, M. V. (1976). Some aspects of nesting success in the turtle, *Trionyx muticus*. *Herpeto-logica* 32:353-359.
- Pritchard, P. C. (2017). Evolution, phylogeny, and current status. In *The Biology of Sea Turtles, Volume I* (pp. 1-28). crc Press.
- Rhen T, Lang J. (2004). Phenotypic effects of incubation temperature in reptiles. In: Valenzuela N, Lance V, ed. by. *Temperature-dependent sex determination in vertebrates*. Washington: Smithsonian Books. p. 90-98.
- Roos D, Pelletier D, Ciccione S, Taquet M and Hughes G. (2005). Aerial and snorkelling census techniques for estimating green turtle abundance on foraging areas: A pilot study in Mayotte Island (Indian Ocean). *Aquat. Living Resour.* 18, 193–198.
- Saragoça Bruno, R., Restrepo, J. A., & Valverde, R. A. (2020). Effects of El Niño Southern Oscillation and local ocean temperature on the reproductive output of green turtles (*Chelonia mydas*) nesting at Tortuguero, Costa Rica. *Marine Biology*, 167(9), 128.
- Santidrián Tomillo, P., & Spotila, J. R. (2020). Temperature-dependent sex determination in sea turtles in the context of climate change: uncovering the adaptive significance. *BioEssays*, 42(11), 2000146.
- Spotila JR, Dunham AE, Leslie AJ, Steyermark AC, Plotkin PT, Paladino FV, (1996). Worldwide population decline of are leatherback turtles going extinct? *Chelonian Conserv Biol.* 2: 209-222.
- Seminoff JA, Resendiz A, Nichols WJ, Jones TT, (2002). Growth rates of wild green turtles (*Chelonia mydas*) at a temperate foraging area in the Gulf of California, Mexico. *Copeia* 3:610-617.
- Seminoff JA, Jones TT, Resendiz A, Nichols WJ, Chaloupka MY, (2003). Monitoring green turtles (*Chelonia mydas*) at a coastal foraging area in Baja California, Mexico: Multiple indices describe population status. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 83:1355-1362.
- Shigenaka G, (2003). *Oils and sea turtle: Biology, planning, and response*. Seattle, Washington: Office of Response and Restoration, NOAA Ocean Service.
- Short FS, Lôbo-Hajdu G, Guimarães SM, Laport MS, Silva R. Antimicrobial-Resistant Bacteria from Free-Living Green Turtles (*Chelonia mydas*). *Antibiotics* (2023), 12, 1268.
- Summers TM, Jones TT, Martin SL, Hapdei JR, Ruak JK, Lepczyk CA, (2017). Demography of marine turtles in the nearshore environments of the Northern Mariana Islands. *Pac. Sci.* 71(3): 269-286.
- Sykora-Bodie ST, Bezy V, Johnston DW, Newton E, Lohmann K. (2017). Quantifying Nearshore Sea Turtle Densities: Applications of Unmanned Aerial Systems for Population Assessments. *Sci Rep* 7, 17690.
- Schofield G, Esteban N, Katselidis KA. and Hays GC. (2019). Drones for research on sea turtles and other marine vertebrates – A review. *Biological Conservation* 238: 108214.

- Sony M., Sumithra TG, Anushree VN, Amalab PV, Reshma KJ, SwapnaA, Sanil NK. et al. (2021). Antimicrobial resistance and virulence characteristics of *Vibrio vulnificus*, *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio harveyi* from natural disease outbreaks of marine/estuarine fishes. *Aquaculture*. 539:736608.
- Selles-Rios B, Flatt E, Ortiz-Garcia J, Garcia-Colome J, Latour O and Whitworth A (2022). Warm beach, warmer turtles: Using drone-mounted thermal infrared sensors to monitor sea turtle nesting activity. *Front. Conserv. Sci.* 3:954791. doi: 10.3389/fcosc.2022.954791.
- Staines MN, Smith CE, Madden Hof CA, Booth DT, Tibbetts IR, Hays GC. (2022). Operational sex ratio estimated from drone surveys for a species threatened by climate warming. *Marine Biology* 169:152
- Thomson JA, Cooper AB, Burkholder DA, Heithaus MR, and Dill LM. (2011). Heterogeneous patterns of availability for detection during visual surveys: spatiotemporal variation in sea turtle dive–surfacing behaviour on a feeding ground. *Methods in Ecology and Evolution*, 3(2), 378-387.
- Tsai MA, Chang CC, Li TH, (2019). Multiple-antibiotic resistance of *Enterococcus faecalis* in an endangered olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*): a case report. *Indian J. Anim. Res.* <https://doi.org/10.18805/ijar.B-1064>.
- Tsai MA, Chang CC, Li TH. (2021). Antimicrobial-resistance profiles of gram-negative bacteria isolated from green turtles (*Chelonia mydas*) in Taiwan. *Environmental Pollution* 277, 116870.
- Ullmann J, Stachowitsch M, (2015). A critical review of the Mediterranean sea turtle rescue network: a web looking for a weaver. *J. Nat. Conserv.* 10: 45-69.
- Van De Merwe, J., Ibrahim, K., & Whittier, J. (2006). Effects of nest depth, shading, and metabolic heating on nest temperatures in sea turtle hatcheries. *Chelonian Conservation and Biology*, 5(2), 210-215.
- Wiles M, Rand TG, (1987). Integumental ulcerative disease in a loggerhead turtle, *Caretta caretta*, at the Bermuda Aquarium: microbiology and histopathology. *Dis. Aquat. Org.* 3, 85-90.
- Wallace B, Sotherland P, Spotila J, Reina R, Franks B, Paladino F. (2004). Biotic and Abiotic Factors Affect the Nest Environment of Embryonic Leatherback Turtles, *Dermochelys coriacea*. *Physiological and Biochemical Zoology* 77:423-432.
- Witherington, B. E., & Witherington, D. (2015). *Our sea turtles: a practical guide for the Atlantic and Gulf, from Canada to Mexico*. Pineapple Press, Incorporated.
- Williams, N.C., K.A. Bjorndal, M.M. Lamont, and R.R. Carthy. (2014). Winter diets of immature Green Turtles (*Chelonia mydas*) on a northern feeding ground: integrating stomach contents and stable isotope analyses. *Estuaries and Coasts* 37:986-994.

- Work TM, Dagenais J, Willimann A, Balazs G, Mansfield K, Ackermann M. (2020). Differences in Antibody Responses against Chelonid Alphaherpesvirus 5 (ChHV5) Suggest Differences in Virus Biology in ChHV5-Seropositive Green Turtles from Hawaii and ChHV5-Seropositive Green Turtles from Florida. *J Virol.* Jan 31;94(4):e01658-19. doi: 10.1128/JVI.01658-19. PMID: 31748397; PMCID: PMC6997749.
- Yaney-Keller A, San Martin R, Reina RD. (2021). Comparison of UAV and Boat Surveys for Detecting Changes in Breeding Population Dynamics of Sea Turtles. *Remote Sens.* 13, 2857.

壹拾、附件

附件1、2023 年琉球嶼綠蠵龜觀察記錄表

記錄者： 卵窩編號

發現狀況： <input type="checkbox"/> 僅有爬痕 目擊： <input type="checkbox"/> 上岸 <input type="checkbox"/> 爬行 <input type="checkbox"/> 大洞 <input type="checkbox"/> 小洞 <input type="checkbox"/> 產卵 <input type="checkbox"/> 覆沙 <input type="checkbox"/> 下海		
日期： 月/ 日 發現時間： 下海時間：		
上岸地點： <input type="checkbox"/> 龍蝦洞 <input type="checkbox"/> 漁埕尾 <input type="checkbox"/> 中澳 <input type="checkbox"/> 蛤板灣 <input type="checkbox"/> 肚仔坪 <input type="checkbox"/> 美人洞 <input type="checkbox"/> 龜仔路腳		
潮汐： <input type="checkbox"/> 漲潮中 <input type="checkbox"/> 滿潮 <input type="checkbox"/> 退潮中		
海況： <input type="checkbox"/> 大浪 <input type="checkbox"/> 中浪 <input type="checkbox"/> 小浪		
天氣： <input type="checkbox"/> 晴 (50%以下的雲) <input type="checkbox"/> 陰 (50%以上的雲) <input type="checkbox"/> 小雨 <input type="checkbox"/> 大雨 <input type="checkbox"/> 颱風		
月光：有 <input type="checkbox"/> 強 <input type="checkbox"/> 弱 無 <input type="checkbox"/> 雨 <input type="checkbox"/> 陰天 <input type="checkbox"/> 無月		
一、母龜基本資料		
直線背甲長 (SCL)：		曲線背甲長 (CCL)：_____
直線背甲寬 (SCW)：		曲線背甲寬 (CCW)：_____
標號： 左前：	(舊：_____)	右前：_____ (舊：_____)
左後：	(舊：_____)	右後：_____ (舊：_____)
晶片號碼： <input type="checkbox"/> 左後：		(舊：_____)
<input type="checkbox"/> 右後：		(舊：_____)
取 組 織： <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		抽血： <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
二、母龜產卵資料		
溫度計編號：		沙袋編號：
產 卵： <input type="checkbox"/> 有 時間：____/____ 卵數：____顆 <input type="checkbox"/> 無		
人為移位： <input type="checkbox"/> 有 新地點： 原深度： 新深度： (cm) ; <input type="checkbox"/> 無		
卵窩位置： <input type="checkbox"/> 沙灘 <input type="checkbox"/> 沙草交界 <input type="checkbox"/> 草地 <input type="checkbox"/> 草林交界 <input type="checkbox"/> 沙林交界 <input type="checkbox"/> 礫石 <input type="checkbox"/> 其他		
爬痕頂點： <input type="checkbox"/> 沙灘 <input type="checkbox"/> 沙草交界 <input type="checkbox"/> 草地 <input type="checkbox"/> 草林交界 <input type="checkbox"/> 沙林交界 <input type="checkbox"/> 礫石 <input type="checkbox"/> 其他		
爬痕寬：____/____/____		備註：
挖掘分類與次數：四肢： 次 大洞：____次 小洞：____次		
卵窩位置 GPS 定位：		(e.x 中澳涼亭 N: E:)
三、沙灘狀況資料		
人為干擾： <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		
干擾時間： <input type="checkbox"/> 上岸 <input type="checkbox"/> 爬行 <input type="checkbox"/> 挖大洞 <input type="checkbox"/> 挖小洞 <input type="checkbox"/> 產卵 <input type="checkbox"/> 覆沙 <input type="checkbox"/> 下海		
干擾種類：研究員____人；遊客____人(大約)；漁船____艘；其他____		
導 遊： <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 ; 配合度： <input type="checkbox"/> 好 <input type="checkbox"/> 差		
干擾形式：		
<input type="checkbox"/> 聲音	<input type="checkbox"/> 燈光	<input type="checkbox"/> 接觸
人聲：_____	手電筒：_____	研究員：_____
車聲：_____	路 燈：_____	遊 客：_____
其他：_____	漁 船：_____	其 他：_____
	其 他：_____	

海龜健康狀況：☐藤壺 ☐外部寄生蟲 ☐腫瘤 ☐外傷 ☐其他

附件2、小琉球綠蠵龜龜卵記錄表

母龜標號：_____ 產卵日期：_____月_____日

產卵地點：☐龍蝦洞 ☐漁埕尾 ☐中澳 ☐蛤板灣 ☐肚仔坪 ☐美人洞 ☐龜仔路腳

卵窩位置：☐沙灘 ☐沙草交界 ☐草地 ☐草林交界 ☐沙林交界

卵窩深度：_____cm 卵數：_____顆

龜卵資料表							
龜卵直徑 (cm)				龜卵重量重 (g)			
1		16		1		16	
2		17		2		17	
3		18		3		18	
4		19		4		19	
5		20		5		20	
6		21		6		21	
7		22		7		22	
8		23		8		23	
9		24		9		24	
10		25		10		25	
11		26		11		26	
12		27		12		27	
13		28		13		28	
14		29		14		29	
15		30		15		30	

附件3、稚龜記錄表

表3-3 琉球嶼綠蠵龜稚龜記錄表

母龜標號或晶片：_____ 產卵地點：_____

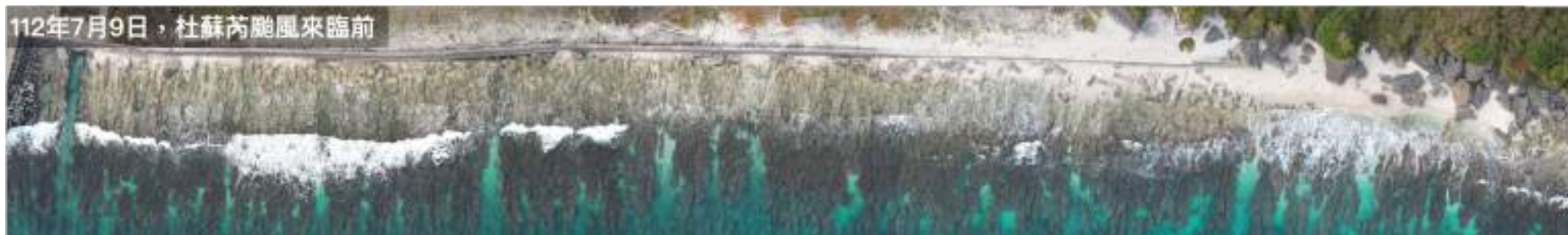
產卵日期：_____年_____月_____日

預估孵化日期：_____年_____月_____日 卵窩深度：_____cm

實際孵化日期：_____年_____月_____日

序號	直線 背甲長 SCL(cm)	曲線 背甲長 CCL(cm)	重 量 (g)	序 號	直線 背甲長 SCL(cm)	直線 背甲長 CCL(cm)	重 量 (g)
1				21			
2				22			
3				23			
4				24			
5				25			
6				26			
7				27			
8				28			
9				29			
10				30			
11				31			
12				32			
13				33			
14				34			
15				35			
16				36			
17				37			
18				38			
19				39			
20				40			

附件4、龜仔路腳沙灘變化圖



附件5、2023 年 3 月巡灘排班表

[illegible]

[illegible]

附件7、2023 年 5 月巡灘排班表

2023/1			星期一	2023/2			星期二	2023/3			星期三	2023/4			星期四	2023/5			星期五	2023/6			星期六	2023/7			星期日			
時間	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏			
1400	休			林耀文	李冠豪	劉寶榮	劉寶榮	李冠豪	李冠豪	507	休					劉寶榮	李冠豪	李冠豪	林耀文	508	508 50cm高	休				劉寶榮	林耀文	劉寶榮	507	
1500										17:00 15cm高										509	509 50cm高						劉寶榮	劉寶榮	李冠豪	508 50cm高
1600												509								510	510 50cm高						劉寶榮	劉寶榮	李冠豪	509
1700												0000 15cm高								0000 15cm高							劉寶榮	劉寶榮	李冠豪	0000 15cm高
備註													休滿假期，第13天。			休滿假期，第14天(星期日)。			休滿假期，第15天。											
2023/8			星期一	2023/9			星期二	2023/10			星期三	2023/11			星期四	2023/12			星期五	2023/13			星期六	2023/14			星期日			
時間	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏			
1400	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	509	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	509	509 1800 15cm高	休					李冠豪	李冠豪	李冠豪	林耀文	510	510 2019 15cm高	休				李冠豪	劉寶榮	劉寶榮	李冠豪		
1500	李冠豪	李冠豪	林耀文	509	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	510	510 1800 15cm高										511	511 2019 15cm高										
1600	李冠豪	李冠豪		511 15cm高				511	511 1800 15cm高										512	512 1800 15cm高										
1700	李冠豪	李冠豪						512	512 1800 15cm高										513	513 1800 15cm高										
備註	休滿假期，第15天。																													
2023/15			星期一	2023/16			星期二	2023/17			星期三	2023/18			星期四	2023/19			星期五	2023/20			星期六	2023/21			星期日			
時間	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏			
1400	休			李冠豪	李冠豪	劉寶榮	512	李冠豪	李冠豪	李冠豪	512	李冠豪	李冠豪	李冠豪	512	李冠豪	李冠豪	李冠豪	512	512 2019 15cm高	休				李冠豪	劉寶榮	劉寶榮	李冠豪		
1500				李冠豪	李冠豪	劉寶榮	513	李冠豪	李冠豪	李冠豪	513	李冠豪	李冠豪	李冠豪	513	李冠豪	李冠豪	李冠豪	513	513 2019 15cm高					李冠豪	劉寶榮	劉寶榮	李冠豪		
1600				李冠豪	李冠豪	劉寶榮	514	李冠豪	李冠豪	李冠豪	514	李冠豪	李冠豪	李冠豪	514	李冠豪	李冠豪	李冠豪	514	514 2019 15cm高					李冠豪	劉寶榮	劉寶榮	李冠豪		
1700				李冠豪	李冠豪	劉寶榮	515	李冠豪	李冠豪	李冠豪	515	李冠豪	李冠豪	李冠豪	515	李冠豪	李冠豪	李冠豪	515	515 2019 15cm高					李冠豪	劉寶榮	劉寶榮	李冠豪		
備註	休滿假期，第16天(星期日)。			休滿假期，第17天(星期日)。			休滿假期，第18天(星期日)。			休滿假期，第19天(星期日)。			512(星期日)。			513(星期日)。														
2023/22			星期一	2023/23			星期二	2023/24			星期三	2023/25			星期四	2023/26			星期五	2023/27			星期六	2023/28			星期日			
時間	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏			
1400	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	515	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	515	515 1800 15cm高	休					李冠豪	李冠豪	李冠豪	李冠豪	516	516 2019 15cm高	休				李冠豪	劉寶榮	劉寶榮	李冠豪		
1500	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	516	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	516	516 1800 15cm高						李冠豪	李冠豪	李冠豪	李冠豪	517	517 2019 15cm高					李冠豪	劉寶榮	劉寶榮	李冠豪		
1600	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	517	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	517	517 1800 15cm高						李冠豪	李冠豪	李冠豪	李冠豪	518	518 2019 15cm高					李冠豪	劉寶榮	劉寶榮	李冠豪		
1700	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	518	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	518	518 1800 15cm高						李冠豪	李冠豪	李冠豪	李冠豪	519	519 2019 15cm高					李冠豪	劉寶榮	劉寶榮	李冠豪		
備註	休滿假期，第20天。			休滿假期，第21天。			休滿假期，第22天。			休滿假期，第23天。			休滿假期，第24天。			休滿假期，第25天。			休滿假期，第26天。			休滿假期，第27天。			休滿假期，第28天。					
2023/29			星期一	2023/30			星期二	2023/31			星期三	2023/32			星期四	2023/33			星期五	2023/34			星期六	2023/35			星期日			
時間	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏	西貢沙灘	東貢沙灘	巡邏			
1400	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	519	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	519	519 1800 15cm高	休					李冠豪	李冠豪	李冠豪	李冠豪	520	520 2019 15cm高	休				李冠豪	劉寶榮	劉寶榮	李冠豪		
1500	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	520	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	520	520 1800 15cm高						李冠豪	李冠豪	李冠豪	李冠豪	521	521 2019 15cm高					李冠豪	劉寶榮	劉寶榮	李冠豪		
1600	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	521	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	521	521 1800 15cm高						李冠豪	李冠豪	李冠豪	李冠豪	522	522 2019 15cm高					李冠豪	劉寶榮	劉寶榮	李冠豪		
1700	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	522	李冠豪	李冠豪	劉寶榮	522	522 1800 15cm高						李冠豪	李冠豪	李冠豪	李冠豪	523	523 2019 15cm高					李冠豪	劉寶榮	劉寶榮	李冠豪		
備註	休滿假期，第29天。			休滿假期，第30天。			休滿假期，第31天。			休滿假期，第32天。			休滿假期，第33天。			休滿假期，第34天。			休滿假期，第35天。			休滿假期，第36天。			休滿假期，第37天。					

附件8、2023年6月巡灘排班表

[illegible]

附件9、2023年7月巡灘排班表

[illegible]

附件10、2023年8月巡灘排班表

[illegible]

附件11、2023年9月巡灘排班表

[illegible]

附件12、2023 年 10 月巡灘排班表

[illegible]

附件13、海龜志工培訓簽到表



2023 年小琉球島民巡護志工培訓課程簽到表

3 月 2 日 (四) 第一場次

執行單位：社團法人台灣龍咕嚕協會、國立海洋生物博物館、海通工作室有限公司

指導單位：海洋委員會海洋保育署

序號	姓名	序號	姓名
1	吳千良	11	
2	簡佳慧	12	
3	王育吉	13	
4	謝秉霖	14	
5	趙慧婷	15	
6	呂苗蓮	16	
7	游慈綺	17	
8		18	
9		19	
10		20	





2023 年小琉球巡護志工培訓課程簽到表

6月12日

執行單位：社團法人台灣地哈職協會、國立海洋生物博物館、海湧工作室有限公司

指導單位：海洋委員會海洋保育署

序號	姓名	序號	姓名
1	劉宇陞	11	
2	陳思吟	12	
3	江祐鈞	13	
4	何怡禪	14	
5		15	
6		16	
7		17	
8		18	
9		19	
10		20	





2023 年小琉球巡護志工培訓課程簽到表

6月27日

執行單位：社團法人台灣咕咕嶼協會、國立海洋生物博物館、海湧工作室有限公司

指導單位：海洋委員會海洋保育署

序號	姓名	序號	姓名
1	涂詠馨	11	
2	蘇芷儀	12	
3	陳均	13	
4		14	
5		15	
6		16	
7		17	
8		18	
9		19	
10		20	





2023 年小琉球島民巡護志工培訓課程簽到表

3 月 2 日 (四) 第二場次

執行單位：社團法人台灣咕咕鴨協會、國立海洋生物博物館、海湧工作室有限公司

指導單位：海洋委員會海洋保育署

序號	姓名	序號	姓名
1	劉寬熙	11	謝柏丞
2	李建佑	12	王亭穎
3	黃佳琳	13	張嘉
4	張欣怡	14	陳鈺涵
5	張欣怡	15	
6	吳芸瑄	16	
7	呂珩臺	17	
8	林戴勝	18	
9	陳玉鈴	19	
10	蔡俊亨	20	





2023 年小琉球島民巡護志工培訓課程簽到表

3 月 4 日 (四) 第三場次

執行單位：社團法人台灣藍點鯨協會、國立海洋生物博物館、海濱工作室有限公司

指導單位：海洋委員會海洋保育署

序號	姓名	序號	姓名
1	陳志豪	11	
2	林佩瑜	12	
3	李品瑩	13	
4	黃詩婷	14	
5	呂伊文	15	
6	富麗瑤	16	
7	胡榮新	17	
8	蔡怡亭	18	
9	曾銀屏	19	
10		20	





2023 年小琉球巡護志工培訓課程簽到表

6月4日

執行單位：社團法人台灣地站網協會、國立海洋生物博物館、海通工作室有限公司

指導單位：海洋委員會海洋保育署

序號	姓名	序號	姓名
1	陳冠宇	11	
2	曾婉明	12	
3	梁瑋茹	13	
4		14	
5		15	
6		16	
7		17	
8		18	
9		19	
10		20	



附件14、講座活動：微醺之夜簽到表

 微醺聽海龜的故事

職稱	姓名	職稱	姓名
型男	李德芳	針灸	吳俊強
海保哥	蘇維如	針灸 針灸	黃河芳
	潘若珊		黃曉雲
Blue (male)	蘇維如		吳俊強
咪咕咪	蘇維如		林亮吟
歐陽雲龍	潘若珊		黃曉雲
吳以煥	陳淑慧	眼子	郭品英
謝太太	潘若珊	時任	郭品英
小黃(女)	李德芳	小黃(女)	黃曉雲
	黃曉雲	潘若珊	陳亮吟
	黃曉雲	郭品英	黃曉雲
	陳淑慧	謝太太	李德芳
	胡雲白	針灸 針灸	黃曉雲
	黃曉雲		黃曉雲

 微醺聽海龜的故事

職稱	姓名	職稱	姓名
仲昌	謝淑慧		潘若珊
黃曉雲	潘若珊		陳亮吟
針灸 針灸	李德芳		黃曉雲
黃曉雲	謝淑慧		黃曉雲
	李德芳		潘若珊
	陳淑慧		陳亮吟
Mina	謝淑慧		黃曉雲
教練	謝淑慧		潘若珊
	黃曉雲		黃曉雲
解說員	潘若珊		陳亮吟
教練	陳亮吟		黃曉雲
	李德芳		黃曉雲
	黃曉雲	潘若珊	黃曉雲
	李德芳		黃曉雲

附件15、小琉球海龜密度調查

日期	2023/1/30		2023/2/24		2023/3/16		2023/4/10		2023/5/10		2023/6/5		2023/7/23	
天氣	晴		晴		晴		晴		晴		晴		晴	
風速(m/s)	1.1-1.7		2.4-2.7		2.6-2.8		1.7-1.5		0.9-0.7		1.8-2.6		1.6-2.0	
飛行時間	01:21		01:47		02:17		01:34		02:24		03:05		01:57	
氣溫	22.5-21.4°C		21.6-24.1°C		27.1-25.4°C		23.1-25.5		26.1-27.9		27.8-32.6		32.1-33.9	
海溫	23.2-23.2		24-24.2°C		24.4-24.6°C		24.4-24.5		26.9-26.9		28.7-29.1		28.7-29.1	
當日開始潮	15:33	108	10:48	103	14:36	104	10:00	117.5	10:00	142	08:00	154	10:46	114
飛行開始潮高	15:33	108	09:53	98.6	14:47	103	08:46	109.2	08:48	135	07:41	152	10:50	113
飛行結束時潮高	16:54	101	11:40	98.4	17:04	88	10:20	117	11:12	141	10:46	103	12:47	103
飛行區段	海龜數量		海龜數量		海龜數量		海龜數量		海龜數量		海龜數量		海龜數量	
美人洞→肚仔坪	103		9		31		37		27		25		27	
肚仔坪			136		110		124		151		155		143	
肚仔坪→杉板港			51		44		23		22		41		49	
杉板港→蛇板港	25		14		17		7		19		21		33	
蛇板港→海子口漁港	51		37		42		46		6		36		65	
海子口漁港→厚石蒜礁	53		27		75		30		41		67		49	
厚石蒜礁→大福草	57		34		38		11		14		81		23	
大福草→龜仔港	19		11		27		8		4		7		3	
龜仔港→海福漁港	84		81		114		114		29		106		66	
海福漁港→中港	52		35		49		12		8		38		29	
中港→花瓶岩	31		3		2		2		0		7		4	
花瓶岩→美人洞	89		59		24		53		13		50		40	
總計	564		497		573		467		334		634		531	

潮高：當地最大比例尺海圖基準面起算(以當地最低低潮位為零)。單位為釐米(cm)

日期	2023/6/5		2023/7/23		2023/8/26		2023/9/14		2023/10/27		2023/11/24		2023/12/12		總平均
天氣	晴		晴		晴		晴		晴		陰		陰		
風速(m/s)	1.8-2.6		1.6-2.0		1-0.7		0.8-1.1		0.91-1.62		2.72-0.81		2.62-0.31		
飛行時間	03:05		01:57		01:19		01:38		02:01		02:00		01:52		
加溫	27.8-32.6		32.1-33.9		28.1-26.9		25.5-28.6		25.1-28.5		24.6-22.3		27.3-25.7		
海溫	28.7-29.1		28.7-29.1		30.7-30.6		21-15		測站無資料		測站無資料		測站無資料		
當日最高潮	08:00	154	10:46	114	02:00	137	07:08	134	07:08	134	18:00	108	19:00	122	
飛行開始潮高	07:41	152	10:50	113	16:02	145	07:17	134	07:14	108	16:00	96	15:30	110	
飛行結束降潮潮	10:46	103	12:47	103	17:21	145	08:55	120	09:15	73	18:00	108	17:22	79	
飛行區段	海龜數量		海龜數量		海龜數量		海龜數量		海龜數量		海龜數量		海龜數量		海龜數量
美人洞→肚仔坪	25		27		48		44		44		6		63		40
肚仔坪	155		143		70		152		51		288		233		121
肚仔坪→砂崙漁港	41		49		53		68		35		67		82		43
砂崙漁港→船板灣	21		33		19		23		35		31		55		21
船板灣→海子口漁港	36		65		34		39		29		67		85		39
海子口漁港→厚石群礁	67		49		3		132		124		72		75		49
厚石群礁→大福亭	81		23		5		72		89		85		77		42
大福亭→龜仔路腳	7		3		2		17		22		21		25		11
龜仔路腳→海墘漁港	106		66		35		224		159		176		135		101
海墘漁港→中澳	38		29		26		23		31		145		69		32
中澳→花船岩	7		4		3		0		14		8		4		7
花船岩→美人洞	50		40		82		53		44		15		63		51
總計	634		531		380		847		677		981		966		556

潮高：當地最大比例尺海圖基準面起算(以當地最低低潮位為零)。單位為釐米(cm)

附件16、保育類利用申請核准公文

副本	檔 號： 保存年限：
海洋委員會海洋保育署 函	
929	機關地址：80661高雄市前鎮區成功二路25號7樓 聯 絡 人：蘇雅如 聯絡電話：07-3382057 #262218 傳真電話：07-3381663 電子郵件：cany1006@oca.gov.tw
屏東縣琉球鄉南福村中正路82號	
受文者：社團法人台灣咕咕嶼協會	
發文日期：中華民國112年3月3日	
發文字號：海保生字第1120001892號	
速別：普通件	
密等及解密條件或保密期限：	
附件：如說明四	
主旨：為社團法人台灣咕咕嶼協會辦理本署「小琉球產卵母龜生殖暨周邊海龜調查」委託辦理計畫案，詳如說明，請查照。	
說明：	
<ol style="list-style-type: none">一、依據旨揭計畫核定版工作執行計畫書暨野生動物保育法第12、18條相關規定辦理。二、該協會為執行旨揭計畫，將前往貴府轄管琉球鄉進行海龜產卵棲地之巡查監測，並針對母龜產卵行為、龜卵及稚龜數量估算等進行相關調查，該等涉及保育類海洋野生動物事項業經本署同意。三、另依貴府110年3月31日屏府農漁字第11011479101號公告「琉球、車城水產動植物繁殖保育區及有關限制事宜」，旨揭計畫調查範圍涉及貴府管制範圍，懇請同意該協會進入。四、檢附「申請利用保育類海洋野生動物資料」、「執行相關調查人員名冊」、採購需求說明、核定版工作執行計畫書、「屏東縣水產動植物繁殖保育區（湖間帶保育示範區）學術研究申請書」及「研究計劃書」各1份。五、該協會聯絡人：林駿宏先生；聯絡電話：0910-601582；電	

正本

檔 號：

保存年限：

海洋委員會海洋保育署 函

機關地址：80661高雄市前鎮區成功二路25號7樓
聯絡人：蘇雅如
聯絡電話：07-3382057 8262218
傳真電話：07-3381663
電子郵件：cany1006@oca.gov.tw

929

屏東縣琉球鄉南橋村中正路82號

受文者：社團法人台灣咕咕嶼協會

發文日期：中華民國112年6月9日

發文字號：海保生字第1120005404號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：核定新增調查人員名冊1份

主旨：有關貴協會所送「小琉球產卵母龜生殖暨周邊海龜調查」
新增劉家誠等10位調查人員，本署同意備查，請查照。

說明：

- 一、復貴協會112年6月5日咕咕嶼字第11200605001號函。
- 二、另請貴協會依屏東縣政府110年3月31日屏府農漁字第11011479101號公告「琉球、車城水產動植物繁殖保育區及有關限制事宜」，向屏東縣政府申請新增人員進入許可。

正本：社團法人台灣咕咕嶼協會
副本：屏東縣政府(含附件)

署長黃向文

Ocean Conservation Administration,
Ocean Affairs Council