

澎湖縣海龜保育管理計畫成果報告書



計畫主持人：羅柳墀 博士

國立高雄師範大學

目錄

壹、 緒論.....	2
貳、 保育現況與執行方法.....	7
一、 研究地區環境現況.....	7
二、 執行方法.....	10
參、 結果與討論	28
一、 海龜生殖生態調查.....	28
二、 沙灘地形變化監測.....	46
三、 澎湖地區產卵棲地調查與海龜族群分布調查.....	53
四、 海龜巡護解說訓練.....	63
五、 國際海龜保育工作坊.....	71
肆、 經營管理建議.....	81
伍、 參考文獻.....	85

壹、 緒論

綠蠔龜(*Chelonia mydas*)是全球廣泛分布的物種，但以往由於人們過度的捕捉食用個體和龜卵，漁業上的混獲誤捕增加牠們的死亡，以及產卵棲地逐年的劣化或破壞，造成其族群陷入滅絕的危機。因此國際自然保育聯盟(International Union for Conservation of Nature, IUCN)(2010)將其列入瀕危物種的保育紅皮書中，是目前世界上各海洋國家極力保育的指標物種。

澎湖群島是海龜的重要棲息地，由大小不同的島嶼組合而成，擁有超過四百餘公里綿延的海岸線與近海水域，海洋資源特別豐富。而位處澎湖南海的大島--望安島，從島嶼西北部的天台山下一直向南延伸至島嶼南方網鞍口的沙灘，為綠蠔龜上岸產卵的最佳地點，每年固定返回產卵的綠蠔龜多數到此處來繁殖，政府選定此處公告成立綠蠔龜繁殖保護區。在保護區中持續監測調查海龜的繁殖族群量，至今年(2017年)已累積記錄25年的繁殖資料，對海龜的繁殖族群的消長趨勢，有進一步的瞭解，並提供海龜保育管理的基礎資料。對於望安綠蠔龜繁殖保護區的產卵母龜族群數量和繁殖的成功率，需要持續進行監測調查。

海龜繁殖時對於外在干擾相當敏感，產卵活動多產生於人煙罕至的沙灘，且上岸的母龜有著極高的棲地忠誠度(Nichols, 2003)，不論

洄游多遠的距離，都會回到的以往產卵的沙灘築巢繁殖(Carr, 1975；Bowen et al, 1994)，但是如果產卵棲地遭受破壞，便會降低對棲地的選擇性或直接放棄築巢 (Witherington and Martin, 2000)。台灣地區近年來因為快速的工業化，強烈的人為活動常影響海龜的繁殖棲地，以致產卵母龜逐年減少(圖一)。如果任由繁殖棲地繼續被破壞，將會使台灣附近的海灘不再有海龜上岸產卵，因此繁殖棲地條件的保育相當重要，會直接或間接影響母龜上岸產卵的意願，必須重視產卵棲地的保護，以確保海龜能在產卵棲息地上永續繁殖。



圖一、澎湖縣望安島綠蠵龜保護區產卵母龜數量之年變化(2015與2016年各有2隻和6隻產卵母龜)，繁殖族群有振盪向下的趨勢(黃色直線和紅色振盪趨勢線)。(澎湖縣政府農漁局資料提供)。

自1992年國內開始執行海龜相關的研究以來，偏重於海龜繁殖

生態學的探討(Chen and Cheng 1995, Chen et al 2007, Cheng et al 2009), 而較少以生物地理學及棲地管理的角度來研究海龜的生態族群。近年來沙灘的地型測量、地理資訊系統(GIS)及遙測衛星技術的進步, 能以大尺度的空間格局來分析重要的繁殖棲地, 並透過地理學所衍生出的主流價值--區域、空間和地景, 探究綠蠵龜上岸產卵時所適合的棲地條件, 在充分瞭解棲地條件下, 能對合適的繁殖棲地加以保護, 或能以人為的方式創造出適合海龜繁殖的棲地。隨著科技進步, 遙感工具和衛星追蹤可以幫助量化海龜繁殖棲地內的環境因子與地形地貌的變化, 將這些工具用於大尺度空間和區域間操作, 以認識物種對棲息地的選擇、移動, 以確定該物種是否受到威脅。透過衛星影像的環域分析資料, 以探討海龜築巢分布的顯著環境因子, 並用來幫助瞭解海龜大範圍產卵活動和對繁殖棲地的選擇。這種管理方式將有效的運用於大尺度空間範圍, 且能優先保護受威脅的棲地環境。對於澎湖海龜產卵及棲地環境的保護, 是需要積極進行的重要工作。

海龜產卵棲地的地形特徵對海龜產卵地的選擇有決定性的影響, 尤其較陡峭的沙壁或崖壁將阻礙海龜上岸產卵。在望安島上沙灘的草生地由於人為的利用擾動減少, 發育良好的植被將沙層護住, 並與受風吹侵蝕的裸露地間形成較陡峭的沙壁, 阻止母龜上岸產卵。使母龜在沙崖下產卵, 在颱風期間的長浪侵襲, 常造成卵窩浸水而導致

繁殖失敗。因此有需要利用歷年衛星影像進行分析，以光達(Lidar)進行沙灘地形 3D 數位測繪，並配合正攝影像將地形資料以精準數位化的模式呈現出來，並進行海龜繁殖前棲地的營造，以提高海龜繁殖的成功率。海龜產卵沙灘數位化測量也有助於瞭解沙灘的季節性演替變化，或因人為的沙灘整理、採沙和工程進行後環境變遷，所產生的侵蝕或淤積量的確實數據，以做為日後管理的具體基礎資料。

除了望安島上綠蠵龜每年固定上岸產卵外，澎湖其他島嶼也有綠蠵龜上岸產卵的記錄，如山水、林投、嵵裡、龍門、吉貝、北寮、後帝仔嶼、東嶼坪嶼等沙灘亦偶有海龜上岸產卵。由於綠蠵龜產卵常會受到海水溫度、食物的豐富度和其他的環境因子的影響(Chaloupka 2001; Balazs and Chaloupka 2004)，每隻產卵母龜也有 2-3 年的產卵間隔(Chen and Cheng 1995; Cheng et al. 2007; Cheng et al. 2009)。因此其他地區雖然產卵狀況不如望安島上的穩定，但對於進行澎湖縣境內綠蠵龜保育之完善工作，除目前望安島綠蠵龜產卵保護區外，也應儘速建立其他地區繁殖棲地的保護，與海龜生殖生態資料的調查。

海龜的保育著重於在地社區居民的參與，地方的支持是保育工作的基石，綠蠵龜的保育行動和管理方法必需與地方居民互相配合，並能得到地方人士的認同和支持，保育行動和管理方法才能落實並可以

順利進行。但是以往望安島綠蠵龜產卵棲地保護區的經營，常與當地民眾的期望相背離，也得不到地方的認同與支持(羅 2010)。所以為了達成綠蠵龜的保育目的和地方的永續發展，必需和地方民眾緊密配合，使在地居民能認同綠蠵龜的保育，並相信綠蠵龜在望安島上繁殖是當地寶貴的資源，共同來保護綠蠵龜的繁殖。

因此積極進行望安島綠蠵龜產卵保護區內海龜的基礎生殖生態調查，並尋找出影響綠蠵龜族群繁殖的環境因子，提出因應改善的方法。此外，應加強與地方居民的保育合作，綠蠵龜產卵棲地保護區巡護員的投入，是社區直接參與保育工作的重要指標，也是保護區經營與管理上的重要角色，對望安地區巡護員與海龜巡護救傷志工的訓練，是重要且需積極進行的，未來期許這些巡護員與志工能成為海龜保育之種子，在全國各地發芽茁壯，共同為海龜的保育而努力。

海龜是大洋性迴游的大型動物，活動範圍廣大常在國際間海域來回游動，每年繁殖與覓食區的距離常遠達 2000 公里以上。因此為了對海龜有全面性的保育，需要各國的專家學者共同研商海龜保育的方法與策略，尤其是針對各國海龜繁殖棲地的保護、非法捕殺食用和遠洋漁業的混獲死亡，均需要因應各國的狀況，而提出改善的方法以減少海龜族群的死亡。此外，在各國的海龜身上均有發現的共同的傳

染病，如血吸虫和纖維囊腫病毒的感染，也造成海龜大量的死亡。還有很多國際間海龜保育面臨的問題，需要各國學者專家集思廣義，提出合作解決的辦法。因此，急需要召集台灣鄰近海域地區國家的學者專家，召開國際海龜保育工作坊，大家共同討論研商解決全球跨國間海龜保育的難題，使海龜族群可以得到全面性的保育。

海龜是澎湖縣未來發展的明星物種，也是地方發展觀光的重要資源，期望能藉由本計畫的執行，促進澎湖觀光產業的持續發展，同時也能兼顧綠蠵龜的保育，達到地方永續發展的目標。

貳、 保育現況與執行方法

一、 研究地區環境現況

望安島是澎湖南海的大島，從島嶼西北部的天台山下一直向南延伸到網鞍口的沙灘(表一、表二)，為綠蠵龜上岸產卵的絕佳地點，每年固定返回產卵的綠蠵龜多數會到此處來繁殖。澎湖縣政府配合國際海龜保育運動陳報農委會，於民國八十四年正式設立保護區(圖二)(圖三)，使綠蠵龜的重要繁殖地得以確保，讓珍貴的海洋生態資源綿延不絕。但是近年來每年上岸產卵的母龜數量有逐漸下降的趨勢(King et al 2013)，由1998年的18隻上岸母龜下降至2011年的3隻母

龜，在 13 年內產卵母龜的數量降低至最高量的六分之一(16.6%)，而 2014 與 2015 年的調查更只剩 1 隻和 2 隻產卵母龜(圖一)。如果依此趨勢繼續下降下去，則望安綠蠵龜產卵保護區也就將失去保育的功能和意義，對海龜的族群保育所出現嚴重的警訊，急需要深入加以調查。

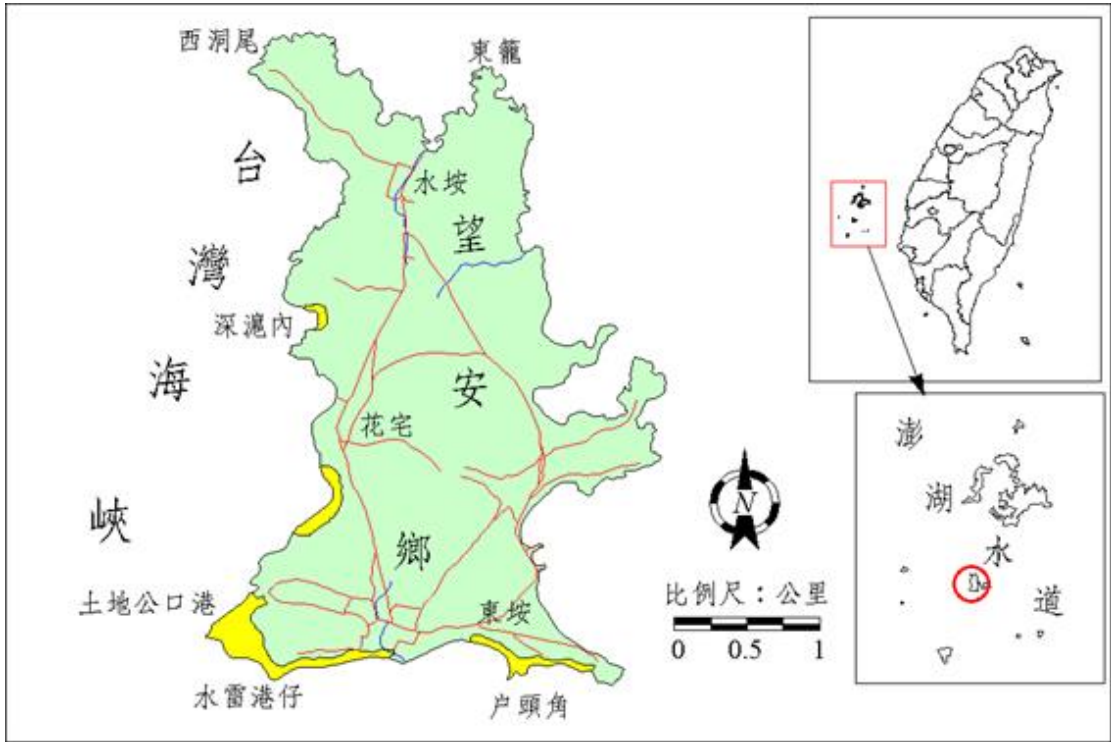
表一、望安島綠蠵龜產卵棲地保護區範圍及面積

保護區範圍	面積 (公頃)
天台山南側沙灘草地	0.75
西安水庫西側沙灘草地	3.47
土地公港南側沙灘草地 (由土地公港經大瀨仔、長瀨仔至鼻尾)	12.41
水雷港仔南側沙灘草地 (由鼻尾至中宮廟前西側)	3.40
網垵口東側沙灘草地 (由東垵社區活動中心東側至戶頭角)	1.24
萬善宮南側沙灘草地	1.46

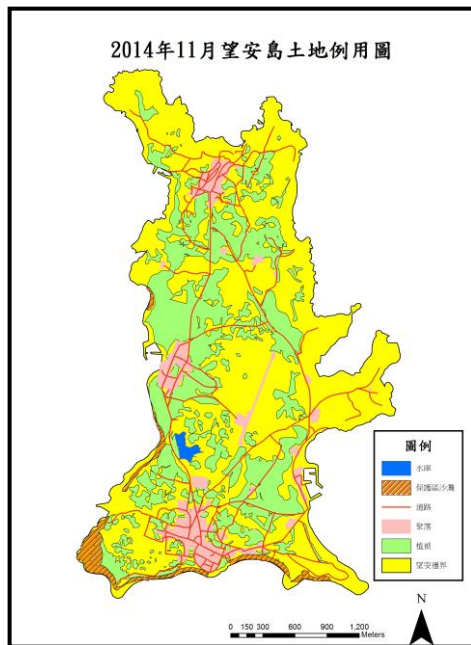
表二、望安島綠蠵龜產卵棲地保護區基本資料表

島 嶼	保護區 成立時間	緯 度		面積 (公頃)	年平均 溫度(°C)
		東經	北緯		
望安	1995 年 1 月 17 日	119 度 30 分	23 度 22 分	23.3	23.4

資料來源：行政院農委會林務局、澎湖縣島嶼資源調查及開發評估先期規劃



圖二、望安島綠蠵龜產卵保護區範圍(黃色部份)圖。



圖三、2014 年望安島土地利用分布圖。

目前在澎湖有穩定海龜上岸產卵紀錄的地區為望安島，其他如山
水、林投、蒔裡、龍門、吉貝、北寮、後帝仔嶼、東嶼坪嶼等沙灘亦

偶有海龜上岸產卵。對於進行整體的綠蠵龜保育之完善工作，除目前望安保護區外，也應儘速建立其他地區海龜繁殖棲地的保護與生殖生態資料的調查。

二、 執行方法

(一)、望安保護區的繁殖族群數量、地理分布和繁殖成功率調查：

在海龜可能上岸產卵的沙灘，利用夜視望遠鏡在不干擾海龜上岸產卵的情況下，觀察記錄海龜產卵行為。

A. 產卵位置調查--海龜預定產卵季調查於6月上旬至9月中旬在可能海龜上岸產卵沙灘，每夜於最高潮位前後3小時內巡視沙灘，察看母龜是否上岸產卵。每日清晨巡視沙灘，調查母龜在沙灘上的爬痕和挖掘的產卵位置，也將透過母龜遺留的爬痕，判斷母龜產卵的位置、不同個體的大小和爬行的路徑。若研究人員在第一時間不在現場，將事後經由訪談在地人士，得知上岸母龜產卵的日期、地點和孵化狀況。

B. 母龜個體測量與記錄--利用卡尺與皮尺量測上岸母龜基本大小資料，如背甲曲線長、背甲直線長、背甲曲線寬、背甲直線寬等，於不干擾原則進行觀察(如臉部鱗片拍照不使用閃光燈、在母龜進入產卵昏迷狀況時才進行量測)。為不過度干擾母龜，將不上腳標做個體識別而以身體上特徵辨識，如龜殼上的缺刻，或著生的藤壺數量和

分布位置。為不影響母龜產卵將利用夜視望遠鏡進行觀察和錄影(圖四)。



圖四、在深夜全暗的環境中為了避免干擾母龜產卵，以夜視望遠鏡觀察並拍照記錄母龜產卵狀況。

C. 海龜繁殖成功率調查—在稚龜孵出後，於巢位所在位置將遺留的卵皮、死亡的胚胎、未破殼卵和未受精卵分別計算，以記錄存活的稚龜數量、死亡的稚龜數，早期死亡的胚胎和未受精卵數，並分析出產數、孵化率和繁殖成功率(圖五)。



圖五、由遺留的卵皮和未孵化的蛋，計算出死亡的胚胎、未破殼的卵和未受精卵，並分析存活的稚龜數量、死亡的稚龜數，早期死亡的胚胎和未受精卵數。

D、當保護區海龜上岸產卵，同時通知主管單位(以電話、簡訊或 LINE 知會)，如需卵窩移位也一併告知。另外，將產卵母龜與卵窩相關資料製成 EXCEL 表格，以 E-MAIL 或傳真於產卵次日通報。卵窩孵化後即通知主管單位(以電話、簡訊或 LINE 知會)，經同意後進行卵窩孵化資料調查，並在主管單位核准後進行挖掘卵窩，所發現的稚龜與死亡個體，將交由主管單位或相關單位人員處理。

(二) 指導巡護員、訓練解說人員並建立海龜解說制度：

A、指導巡護員志工對產卵母龜的測量記錄

針對本年度海龜上岸產卵地區，協助並指導本年度聘請的在地巡護員、志工，針對產卵母龜進行基礎測量，如記錄母龜上岸時間、卵

窩的位置(以 GPS 登錄資料)、背甲直線長與曲線長等基礎資料的登錄。對於未上標的產卵母龜，則依相關規定為避免過度干擾造成緊迫，將於母龜第四次上岸產卵時，進行晶片植入與標識繫放。

B、辦理巡護員與志工訓練

巡護員的資歷與經驗是推動保育工作的最佳助力，也是解說的寶貴資源，因此將澎湖縣望安島綠蠵龜產卵棲地保護區巡護員訓練班，辦理海龜巡護、救傷訓練，對象為在地在籍的居民(招收 18 歲以上對海龜巡護工作有興趣者)，每場次活動人員將達 15 人以上。為配合望安當地居民，上課時間為晚上，訓練時數為 8 小時，每次不小於 4 小時，課程規劃除了海龜的基本常識外，再加上當地耆老的經驗傳承，強化學員對望安海龜的認知與認同。因此在 7 月 31 日前將上課時間、地點、講師與備案等訓練計劃資料呈報主管單位，將訓練課程排定在海龜產卵季期間舉行，並於上課前 10 天陳請主管單位核可。

C、海龜解說制度建立

目前全世界各國家在推動生態旅與社區發展，使各地區珍貴的物種能成為地區的觀光資源，並帶動在地的觀光發展，促進地方經濟的

活絡，使在地居民能得到具體的經濟收入，進而保育在地珍貴的物種，達到觀光發展與物種保育的雙重目的。

海龜為望安地區具有觀光特色的物種，為了獲得在地民眾對海龜保育的支持和重視，將積極規劃海龜生態旅遊與解說制度，配合在地的民宿和旅遊業者，以在地收費的方式進行海龜的解說，將所得的生態旅遊觀光利益，回歸為在地居民所有，使海龜保育在經濟上可以得到在地居民的支持。

(三) 海龜繁殖沙灘棲地在繁殖期間的地形與環境變化：

由於測量技術日新月異，新的儀器和測量方法將有助於綠蠵龜產卵棲息地地形地貌的調查監測。以往對於 DEM 或 DSM 等地形資料的蒐集採行二種主要的方式，最普遍的方式是於外業測量，透過人工取樣的方式進行地面特徵的測繪，另一種方式則是採航空攝影測量或是衛星影像遙測技術製作。近年來，由於主動式遙感探測技術已相當成熟，尤其光達技術 (LiDAR, Light Detection And Ranging) 的廣義定義是指以雷射光對目標物進行量測的技術，而目前所稱的光達是指利用雷射光，對目標物進行高密度的掃瞄以獲取目標物三維型貌的技術，數值地形是空間資訊基礎建設的核心圖資(圖六)。因此利用光達 (Lidar) 進行海龜繁殖棲地海岸線沙灘及地形變遷的 3D 數位測繪，製作 LiDAR 高解析度數值地形，掃瞄數值地形，進行地質分析，建立精

細完整的基礎資料。利用可攜式雷射掃描儀測量望安保護區沙灘地形，並將高程、面積、坡度等數據數化，建置數位高程(DEM)3D 模型(圖八、九)。

針對澎湖海龜繁殖棲地的光達(LIDAR)測繪定位，將採用下列的步驟(圖七)：

(1)坐標系統:本保護區經測量呈現的成果，平面坐標基準採用二度分帶橫梅式投影 TWD97 坐標系統。經由內政部 103 年 6 月 4 日台內地字第 1030178307 號公告，最新臺灣地區大地起伏模型成果轉換至 TWVD2001 正高系統。

(2)控制點測量:本保護區計畫地形測量共 6 處，每測區控制點規劃配合光達測量測站分布，施測控制點至少四處，應用即時衛星動態定位(RTK-GPS)技術進行控制點觀測，為控管 GPS 接收品質，只接受公分級的原始觀測資料進行統計，並剔除仰角小於 10 度的衛星訊號。

本計畫將對吉貝、林投沙灘和後袋仔產卵棲地等已產卵而未進行光達測量的地區，進行基礎測量調查，以建立基本的地形資料，以待日後因人為挖砂或天然因素造成地形改變時，比對參考的基準。

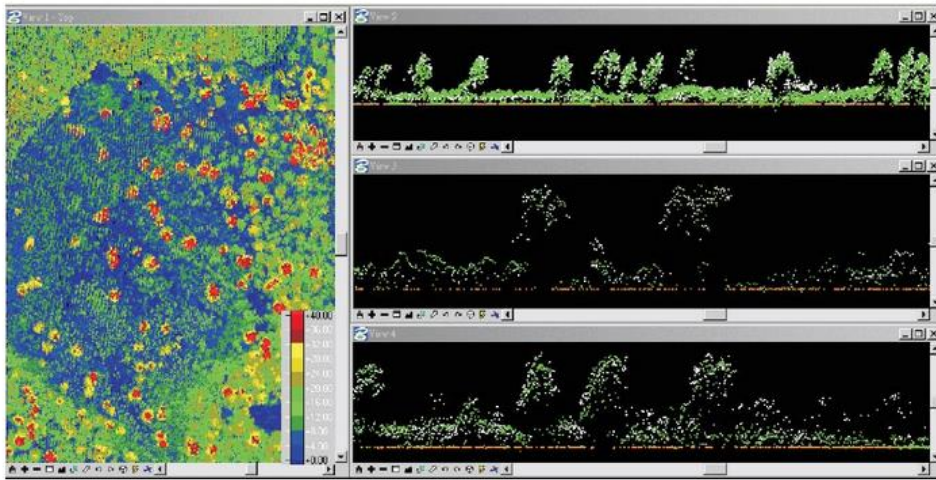
A. 利用歷年衛星影像，進行沙灘地形變遷的判讀。

於海水退潮時，利用光達掃描儀進行海岸線及地形的 3D 測繪，

以建立保護區基本資料。

a. 衛星影像判讀

將澎湖吉貝、林投沙灘和後袋仔嶼產卵棲地衛星影像，進行歷年沙灘地形變遷的判讀，利用不同時期福衛二號拍攝之衛星影像，進行沙灘變遷套疊分析，並將沙灘面積進行影像數值化，進一步了解沙灘面積的消長變遷。



圖六、以光達(LiDAR)掃描地表植被呈現的點雲數據。

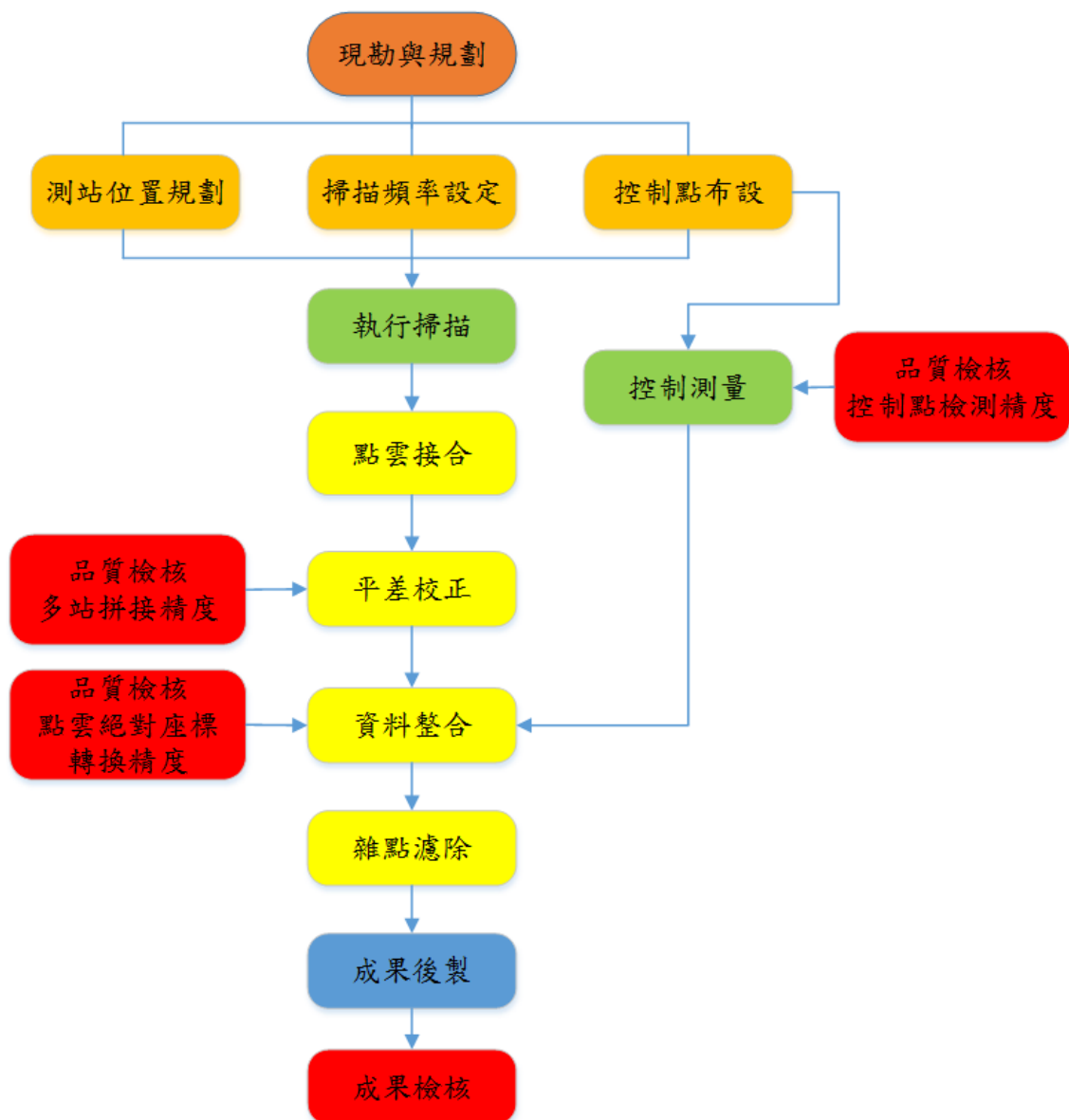
b、光達(Lidar)對地形 3D 數位測繪：針對澎湖海龜產卵棲地的光達測繪定位，將採用下列的步驟(圖七)：

(1)坐標系統：本保護區經測量呈現的成果，平面坐標基準採用二度分帶橫梅式投影 TWD97 坐標系統。經由內政部 103 年 6 月 4 日台內地字第 1030178307 號公告，最新臺灣地區大地起伏模型成果轉換至 TWVD2001 正高系統。

(2)控制點測量：本保護區計畫地形測量共 6 處，每測區控制點規

劃配合光達測量測站分布，施測控制點至少四處，應用即時衛星動態定位(RTK-GPS)技術進行控制點觀測，為控管 GPS 接收品質，只接受公分級的原始觀測資料進行統計，並剔除仰角小於 10 度的衛星訊號。

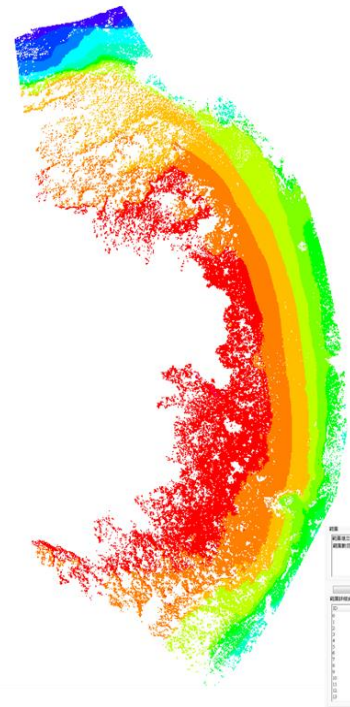
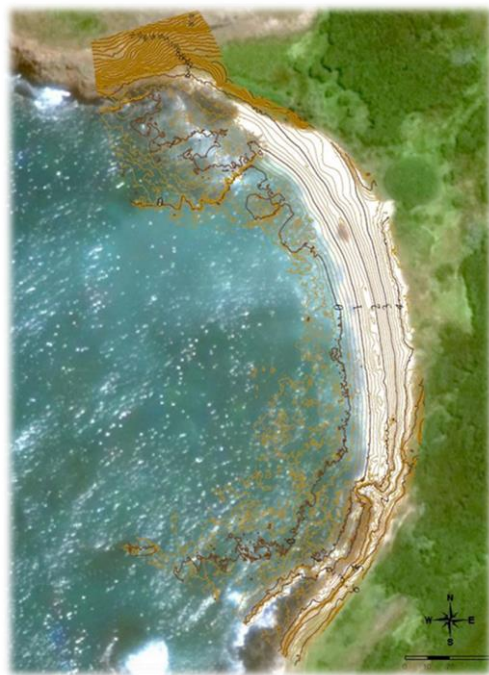
本計畫將於七月中旬進行光達測量，以瞭解海龜繁殖高峰時繁殖棲地地型地貌的基礎資料。



圖七、三維雷射(LiDAR)掃描作業流程圖



圖八、天台山南側沙灘草地真實色彩點雲立體視圖例。



範圍建立依據	範圍數目	範圍間隔	最小高程	最大高程
範圍數目	14	2.000公尺	-1.535公尺	30.560公尺

ID	最小高程	最大高程	計畫: 彩虹色
0	-1.535公尺	-1.000公尺	
1	-1.000公尺	0.000公尺	
2	0.000公尺	1.000公尺	
3	1.000公尺	2.000公尺	
4	2.000公尺	3.000公尺	
5	3.000公尺	4.000公尺	
6	4.000公尺	5.000公尺	
7	5.000公尺	6.000公尺	
8	6.000公尺	10.000公尺	
9	10.000公尺	15.000公尺	
10	15.000公尺	20.000公尺	
11	20.000公尺	25.000公尺	
12	25.000公尺	30.000公尺	
13	30.000公尺	30.560公尺	

圖九、天台山綠蠵龜繁殖保護區正攝影像(左圖)與三維雷射(LiDAR)

點雲高程圖例(右圖)。

C. 地形監測方法

本計畫於今年 106 年度起辦理：「澎湖縣望安島綠蠵龜產卵棲地保護區地形地貌變遷」進行地形與環境變化調查。利用光達(Lidar)進行保護區海岸現沙灘及地形變遷的 3D 數位測繪，製作高解析度之數值地形模型，建立完整細緻的基礎資料及以無人機空拍望安鄉後袋子建立三維立體模型。

D. 控制測量

控制測量，為測量追朔之基準，作為後續地形監測參考依據。佈設之控制點都可能發生位移，故於已知點使用前應先行清查與檢核。

(1)、坐標系統

平面坐標基準採用二度分帶橫梅式投影 TWD97 坐標系統，中央子午線定於東經 119 度。

(2)、控制點檢核與引用

引用內政部國土測繪中心於2010年公告最新一等衛星控制點座標(表三)，澎湖一等衛星控制點（連續追蹤站）分佈如圖十。

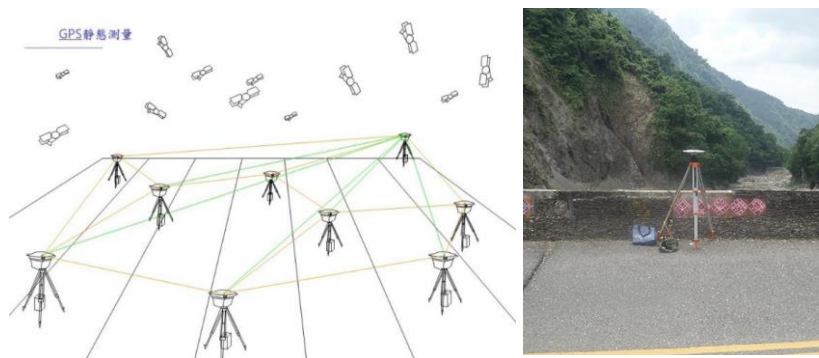
表三、澎湖海龜繁殖地形控制測量引用表

點號	點名	縱座標(m)	橫坐標(m)	橢球高	備註
CIME	七美	2567008.760	294011.824	54.858	
HUSI	湖西	2607164.735	318334.459	44.882	
JIBE	吉貝	2626522.039	312529.721	30.999	



圖十、澎湖衛星連續追蹤站分佈圖。

採雙星雙頻全球導航衛星系統（GNSS）靜態觀測方式（圖十一），作為RTK-GPS之基準站，再引測控制點及本次後袋仔空標。



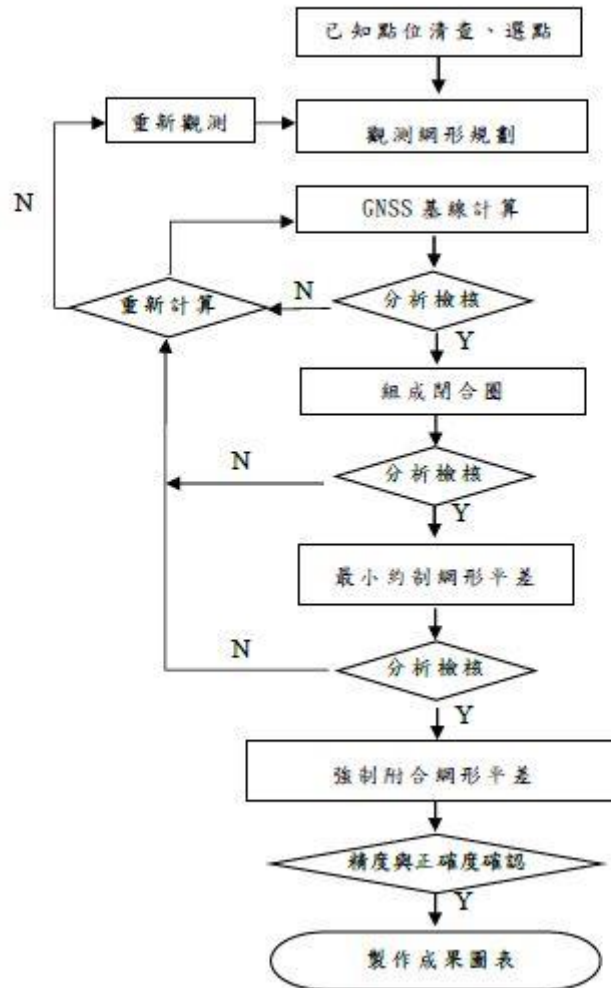
圖十一、GNSS 靜態觀測方式圖示

其靜態觀測參考基本測量實施規範，規劃與設定如表五。透過閉合圈及強制附合網型平差進行基線分析與檢核，觀測解算與檢核流程如圖十二。

表五、靜態觀測設定表

測量方法	衛星控制測量
測量已知點	一等衛星控制測量
同步觀測時間(小時)	≥ 1
取樣間隔(秒)	≥ 10
點位遮蔽仰角(度)	< 30

點位精度因子	<10
連測之上級控制點數	≥3



圖十二、雙星雙頻全球導航衛星系統 (GNSS) 靜態觀測解算與檢核流程。

而即時衛星動態定位系統 (RTK-GPS) 進行控制點測設，觀測與檢核標準如下：

1. 外業觀測條件：

使用具備 RTK 功能 L1、L2 雙頻衛星接收儀，動態測量時其精

度應至少符合水平分量 10mm+1ppm、垂直分量 20mm+1ppm。儀器資料接收設定應表如表六所示。

本次外業觀測工作如圖十三所示。

表六、儀器資料接受設定表

資料記錄速率	1 Hz，每秒連續記錄坐標成果
資料記錄筆數	每測回記錄固定解至少 180 筆以上
坐標成果品質控制 (QC 值) 設定	平面分量 <2 厘米 高程分量 <5 厘米
點位觀測重複率	100%，不同測回至少須間隔 60 分鐘以上



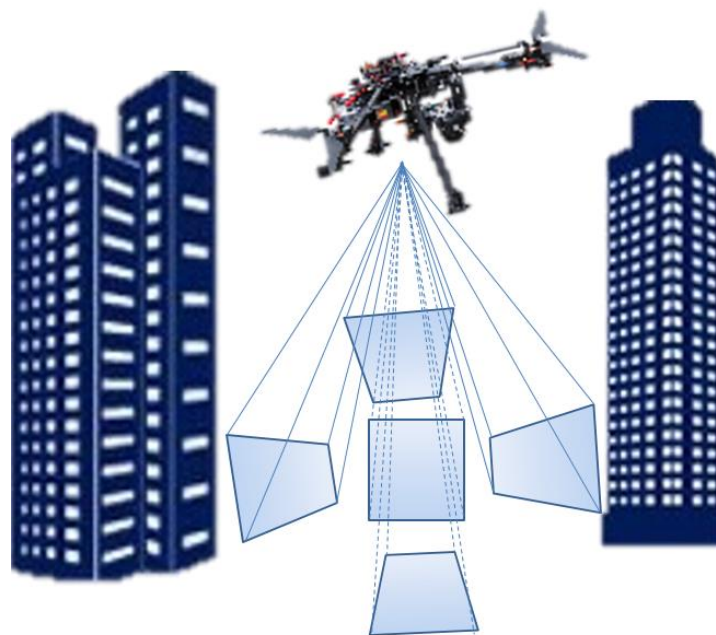
圖十三、RTK-GPS 基準站架設(隘門沙灘)

UAV 傾斜攝影及正射影像

本計畫於後袋仔執行無人飛機空拍傾斜攝影(圖十五)，將結合地面式掃描點雲，建立三維立體模型。

1. 技術說明

以往航空攝影測量之航空攝影相機鏡頭以垂直向下之角度拍攝，所產製之正射影像僅地物地貌頂部之資訊(包含影像色彩、高程值)。傾斜攝影則同時從垂直、傾斜等不同角度拍攝影像(圖十四)，獲取地物多個方位(尤其是立面)的相片可供用戶多視瀏覽，並透過影像運算建立三維模型。



圖十四、航空攝影測量之航空攝影相機鏡頭傾斜攝影示意圖。

2. 設備簡介

	
DJI PHANTOM3-ADVANCED	
飛行器規格	
GPS 懸停精度	垂直±0.1m~0.5m
	水平±1.5m
衛星定位模組	GPS/GLONASS
相機規格	
影相傳感器	1/23 英吋 CMOS
像素	1240 萬(總像素 1276 萬)
鏡頭	FOV90°20mm(35mm 格式等校)f/2.8 對交點無窮遠
照片解析度	4000*3000
圖片格式	JPEG,FNG(RAW)

圖十五、無人飛機空拍規格一覽表。

(四)、澎湖地區產卵棲地探查與海龜族群分布調查

澎湖地區海龜的產卵地，除了望安、吉貝、嵵裡，小白沙嶼…等地區外，應有其他尚未為人知的沙灘有海龜上岸產卵。本研究將於七月下旬海龜繁殖高峰期間，利用衛星影像先行分析，並探訪漁民尋找海龜有可能產卵的地區。再租用船隻將有可能產卵的沙灘，逐一登島探查，以進一步全面瞭解澎湖地區海龜繁殖的現況。

研究中將以無人空拍攝影機進行澎湖地區海域海龜分布調查，目前初步調查成果，在水深 2 公尺內的海龜個體將可清楚被拍攝登錄，尤其在北海地區較淺的水域或石滬內的海龜個體，將容易做族群調查。水深超過 2 公尺的海域，將由海龜由水下浮出換氣時(平均為 4 分 30 秒)攝影記錄之。海龜的族群與地理分布調查將有助於瞭解澎湖地區海龜數量，和聚集的保育熱點，對進一步海龜的保育有決定性幫助(圖十)。

(五) 舉辦國際海龜工作坊

海龜是大洋性迴游大型物種，在國際間跨國游行，常可見繁殖區與覓食區間的距離有數千公里之遙。海龜的保育工作更需是跨國合作，結合各國的專家學者共同討論，並提出國際海龜保育的策略。本計畫將邀請國際上海龜研究知名的學者專家共同與會。會議將進行 3 天報告與討論，並做成工作成果報告，由各國專家帶回做海龜保育的

參考。在工作坊會後將帶領各國專家，參訪澎湖海龜產卵棲地，並瞭解臺灣海龜保育的成果。

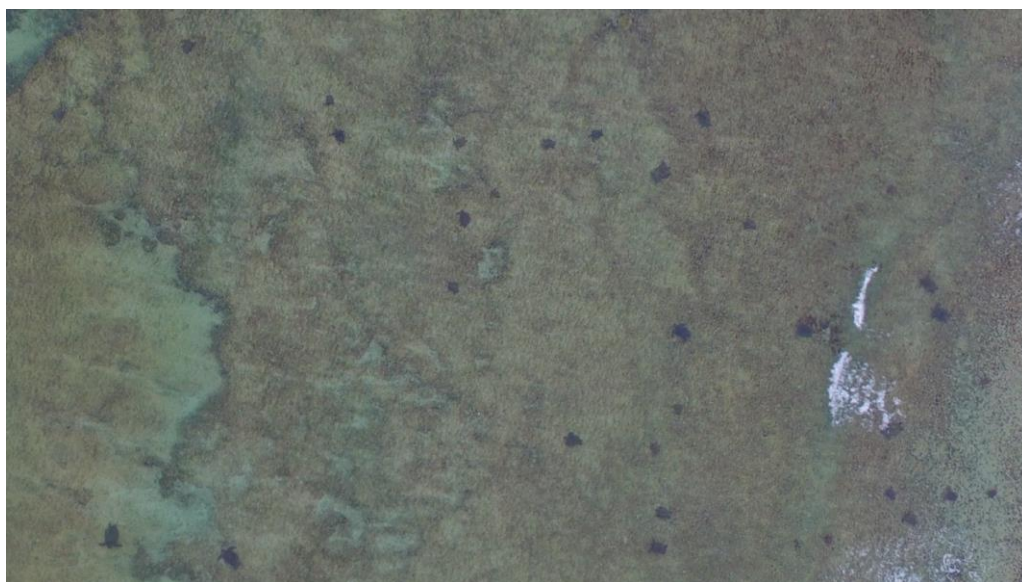
本次國際海龜保育工作坊著重西太平洋地區海龜保育，因此邀請夏威夷專家 2 人、日本專家 2 人、，並有國內學者 4 人與會。會議採用半開放式方式進行，由國內有興趣的民眾、在地居民和官方的重要成員參與進行。

國際海龜保育工作坊將尋求各與會專家的共識，撰寫國際海龜保育宣言，並透過國際媒體發布新聞稿，使大家都能瞭解世界海龜保育需完成的使命。

(六) 彙歷年研究資料，建立澎湖海龜產卵及覓食熱區，參考國外保育方式，提供友善漁法、棲地管理建議。

自 1992 年澎湖地區進行海龜相關研究至今年(2017)已有 25 年，歷年來針對望安海龜產卵繁殖保護區，已建立長期繁殖監測資料，對於海龜繁殖的趨勢變化，已能建立經營管理模式。由歷年海龜繁殖的環境因子的分析調查，對於海龜繁殖的棲地需求，如地形上沙灘的坡度變化、植被的分布與生長、稚龜的天敵的種類與族群數量、繁殖沙灘的砂粒粒徑分析、和人為活動與社區的互動關係，均為保護區經營管理上的重要因素，均將提供保護區未來經營管理的重要依據。

近年來無人空拍機的發展已日新月異，將可供海龜族群的調查，提供最有效的工具。本研究利用無人空拍機(圖十五)，調查澎湖海域海龜產卵棲地地形地貌的變遷，透過空拍機直接進行攝影記錄。



圖十六、以無人空拍機(25 公尺高)拍攝海龜族群及個體(黑色影像)數量。

海龜是世界上廣泛分布的物種，在其他國家將海龜視為觀光發展的重要明星物種，也是重要的保育動物。本研究將蒐集世界各國海龜保育成功的案例，如夏威夷的海龜保育、澳洲西海岸、日本琉球群島及菲律賓的阿波島(Apo Island) 社區共同保育海龜的成功案例，供國內對海龜保育的經營管理的參考。

參、結果與討論

一、海龜生殖生態調查

(一)、產卵母龜數量

2017 年在澎湖縣境內共調查到有望安保護區(7 隻)和嵵裡(1 隻母龜)，總共 2 處計有 8 隻產卵母龜上岸產卵。今年望安保護區 7 隻產卵母龜中，有 6 隻母龜後肢有植入晶片的紀錄，其中編號 1 與 2 母龜，鈦合金標號已遺失。母龜的相關資料如下表七，而晶片編號 145209152A 編號 1 號的產卵母龜，背甲曲線長為 122.5 公分，背甲直線長 115 公分，是保護區成立以來所記錄到體型最大的母龜。

表七. 2017 年望安產卵母龜基本資料。

編號	晶片編號	晶片位置	海龜標號	標號位置	CCL(cm)	SCL(cm)
1	145209152A	左後	non		122.5	115
2	4607585C54	左後	non		97	94
3	145314364A	左後	TW653	右後	95	90
4	133456453A	左後	TW139	左後	105	100
5	133472514A	左後	TW1041	左後	98.5	92.5
6	133439180A	右後	TW1039	右後	110	103

備註:CCL - 背甲曲線長 ; SCL - 背甲直線長

(二)繁殖期

2017 年望安島綠蠵龜產卵棲地保護區，透過夜視鏡特徵辨識及產卵週期推測，今年望安島綠蠵龜產卵棲地保護區共計 7 頭母龜上岸繁殖。自第一隻上岸產卵母龜於 5 月 26 日產卵於長瀨沙灘草地，共有 6 頭產卵母龜上岸，總計產下 30 窩龜卵。產卵地點分布於長瀨沙灘草地 10 窩；大瀨沙灘草地 5 窩；土地公港沙灘草地 7 窩；西安水

庫沙灘草地 4 窩；天台山沙灘草地 4 窩。在調查產卵母龜個體確認方面，今年產卵海龜共發現 6 隻母龜具有晶片編號，皆為以往在望安島有繁殖產卵的紀錄(表八)。

嵵裡沙灘自 8 月 3 日被發現母龜產卵後，8 月 17 日有第 2 窩卵產下，共產下 4 窩卵，可惜均未發現稚龜孵出，在嵵裡沙灘已經有 3 次龜產卵，均無稚龜成功孵化，對於無法繁殖成功的原因，需要進一步加以探討。產卵位置如圖十七至圖二十一所示。

表八、2017年望安綠蠵龜繁殖保護區各繁殖母龜繁殖狀況一覽表

2017_1																	
晶片編號	145209152A	晶片位置	左後														
海龜標號	non	標號位置															
CCL	122	SCL	115														
卵窩編號	產卵日期	地點	窩位置	經緯度座標(WGS84)	預估孵化	實際孵化	檢查孵化	孵化期	產卵總數	孵化稚龜	孵化中死亡	未受精卵	窩內死亡	孵化率	爬出率	深度	
1	6月23日	D	IZ	119.4882278E, 23.35524444N	8月13日	8月6日	8月6日	45	150	133	11	6	58	92%	38%	61	
2	7月6日	CD	IZ	119.48835E, 23.3558532N	8月23日	8月21日	8月24日	48	153	57	33	59	16	63.3%	64.9%	70	
3	7月31日	CD	IZ	119.4879877E, 23.3560743N	9月18日	9月18日	9月20日	50	135	72	43	1	19	67%	74%	73	
4	8月18日	CD	IZ	119.4880466E, 23.3560191N	10月6日	10月8日	10月12日	52	61+								
5	8月31日	D	OB	119.4902072E, 23.3543056N	10月19日	蓋住											

2017_2																	
晶片編號	4607585C54	晶片位置	左後														
海龜標號	non	標號位置															
CCL	97	SCL	94														
卵窩編號	產卵日期	地點	窩位置	經緯度座標(WGS84)	預估孵化	實際孵化	檢查孵化	孵化期	產卵總數	孵化稚龜	孵化中死亡	未受精卵	窩內死亡	孵化率	爬出率	深度	
1	7月2日	B	IZ	119.4918528E, 23.36183056N	8月19日												
2	7月18日	A	IZ	119.494117E, 23.3773358N	9月5日	侵蝕											
3	8月1日	B	IZ	119.4925851E, 23.3628337N	9月19日												
4	8月14日	B	IZ	119.4915511E, 23.3614876N	10月2日												
5	8月27日	B	OB	119.4951172E, 23.3658383N	10月15日												

2017_3																
晶片編號	145314364A	晶片位置	左後													
海龜標號	TW653	標號位置	右後													
CCL	95	SCL	90													
卵窩編號	產卵日期	地點	窩位置	經緯度座標(WGS84)	預估孵化	實際孵化	檢查孵化	孵化期	產卵總數	孵化稚龜	孵化中死亡	未受精卵	窩內死亡	孵化率	爬出率	深度
1	7月4日	C	OB	119.4892806E, 23.35870278N	8月21日	8月21日	8月24日	50	128	124	2	2	44	98.4%	50.8%	84
2	7月16日	C	OB	119.4890924E, 23.3584065N	9月3日		9月3日		78	0	78	0	0	0%	0%	95
3	7月30日	C	OB	119.4891977E, 23.3584910N	9月17日											
4	8月14日	D	IZ	119.4905096E, 23.3537914N	10月2日		蓋住									
5	8月28日	C	OB	119.4890865E, 23.3582440N	10月16日											

2017_4																
晶片編號	133472514A	晶片位置	左後													
海龜標號	1041	標號位置	左後反													
CCL	98.5	SCL	92.5													
卵窩編號	產卵日期	地點	窩位置	經緯度座標(WGS84)	預估孵化	實際孵化	檢查孵化	孵化期	產卵總數	孵化稚龜	孵化中死亡	未受精卵	窩內死亡	孵化率	爬出率	深度
1	7月8日	D	OB	119.4897351E, 23.3546537N	8月25日		8月28日		121	0	121	0	0	0%	0%	100
2	7月22日	D	IZ	119.4884673E, 23.3551747N	9月9日											
3	8月5日	D	IZ	119.4885953E, 23.3550851N	9月23日	9月24日	10月12日	51	89	87	1	1	0	97.80%	100%	80
4	8月19日	D	IZ	119.4885132E, 23.3551453N	10月7日											

2017_5																	
晶片編號	133439180A	晶片位置	右後														
海龜標號	1039	標號位置	右後反														
CCL	110	SCL	103														
卵窩編號	產卵日期	地點	窩位置	經緯度座標(WGS84)	預估孵化	實際孵化	檢查孵化	孵化期	產卵總數	孵化稚龜	孵化中死亡	未受精卵	窩內死亡	孵化率	爬出率	深度	
1	7月11日	C	IZ	119.4887667E, 23.3578055N	8月28日	8月28日	9月4日	50	114	109	5	0	79	96%	36%	75	
2	7月23日	C	IZ	119.4885276E, 23.3573967N	9月10日	9月10日	9月12日	50	119	117	0	2	12	98%	90%	75	
3	8月5日	C	IZ	119.4887992E, 23.3577066N	9月23日												

2017_6																	
晶片編號	133456453A	晶片位置	左後														
海龜標號	139	標號位置	左後														
CCL	105	SCL	100														
卵窩編號	產卵日期	地點	窩位置	經緯度座標(WGS84)	預估孵化	實際孵化	檢查孵化	孵化期	產卵總數	孵化稚龜	孵化中死亡	未受精卵	窩內死亡	孵化率	爬出率	深度	
1	7月4日	CD	IZ	119.4877917E, 23.356475N	8月21日	8月21日	8月24日	50	128	124	2	2	44	98.4%	50.8%	84	
2	8月2日	D	OB	119.4896716E, 23.3548338N	9月20日	蓋住											

其他																	
卵窩編號	產卵日期	地點	窩位置	經緯度座標(WGS84)	預估孵化	實際孵化	檢查孵化	孵化期	產卵總數	孵化稚龜	孵化中死亡	未受精卵	窩內死亡	孵化率	爬出率	深度	
1	5月26日	D	IZ	119.4884806E, 23.35518611N	7月15日	7月22日	7月25日	57	124	113	7	4	1	94%	96%	70	
2	6月9日	D	IZ	119.4881694E, 23.355425N	7月30日	8月5日	8月8日	57	114	69	43	2	6	62%	94%	70	
3	6月28日	D	OB	119.4893194E, 23.354925N	8月15日	8月14日	8月17日	49	90	82	8	0	0	91.1%	100%	70	

備註:

1. 預估孵化日期為產卵日期往後推 50 天
2. 地點代號:A-天台山沙灘, B-水庫沙灘, C-土地公港沙灘, CD-大瀨沙灘, D-長瀨沙灘
3. 窩位置代號:OB-開闊沙灘, IZ-沙草交界
4. 紅色字體為未現場目擊產卵

表九、2017年望安島綠蠵龜繁殖區繁殖卵窩紀錄表

卵窩編號	產卵日期	地點	窩位置	經緯度座標 (WGS84)	晶片編號	晶片位置	海龜標號	標號位置	CCL (cm)	SCL (cm)	預估孵化	實際孵化	檢查孵化	孵化期	產卵總數	孵化稚龜	孵化中死亡	未受精卵	窩內死亡	孵化率	爬出率	深度
1	5月26日	D	IZ	119.4884806E, 23.35518611N							7月15日	7月22日	7月25日	57	124	113	7	4	1	94%	96%	70
2	6月9日	CD	IZ	119.4881694E, 23.355425N							7月30日	8月5日	8月8日	57	114	69	43	2	6	62%	94%	70
3	6月23日	D	IZ	119.4882278E, 23.35524444N	145209152A	左後	non		123	115	8月13日	8月6日	8月6日	45	150	133	11	6	58	92%	38%	61
4	6月28日	D	OB	119.4893194E, 23.354925N							8月15日	8月14日	8月17日	49	90	82	8	0	0	91.1%	100%	70
5	7月2日	B	IZ	119.4918528E, 23.36183056N	4607585C54	左後	non		97	94	8月19日			X								
6	7月4日	C	OB	119.4892806E, 23.35870278N	145314364A	左後	TW653	右後	95	90	8月21日			X								
7	7月4日	CD	IZ	119.4877917E, 23.356475N	133456453A	左後	139	左後	105	100	8月21日	8月21日	8月24日	50	128	124	2	2	44	98.4%	50.8%	84
8	7月6日	CD	IZ	119.48835E, 23.3558532N	145209152A	左後	non		123	115	8月23日	8月21日	8月24日	48	153	57	33	59	16	63.3%	64.9%	70
9	7月8日	D	OB	119.4897351E, 23.3546537N	133472514A	左後	1041	左後反標	98.5	92.5	8月25日		8月28日		121	0	121	0	0	0%	0%	100
10	7月11日	C	IZ	119.4887667E, 23.3578055N	133439180A	右後	1039	右後反標	110	103	8月28日	8月28日	9月4日	50	114	109	5	0	79	96%	36%	75
11	7月16日	C	OB	119.4890924E, 23.3584065N	145314364A	左後	TW653	右後	95	90	9月3日		9月3日		78	0	78	0	0	0%	0%	95
12	7月18日	A	IZ	119.494117E, 23.3773358N	4607585C54	左後	non		97	94	9月5日			侵蝕								
13	7月22日	D	IZ	119.4884673E, 23.3551747N	133472514A	左後	1041	左後反標	98.5	92.5	9月9日			?								
14	7月23日	C	IZ	119.4885276E, 23.3573967N	133439180A	右後	1039	右後反標	110	103	9月10日	9月10日	9月12日	50	119	117	0	2	12	98%	90%	75
15	7月30日	C	OB	119.4891977E, 23.3584910N	145314364A	左後	TW653	右後	95	90	9月17日			X								
16	7月31日	CD	IZ	119.4879877E, 23.3560743N	145209152A	左後	non		123	115	9月18日	9月18日	9月20日	50	135	72	43	1	19	67%	74%	73
17	8月1日	B	IZ	119.4925851E, 23.3628337N	4607585C54	左後	non	右後	97	94	9月19日			X								
18	8月2日	D	OB	119.4896716E, 23.3548338N	133456453A	左後	139	左後	105	100	9月20日			蓋住								

19	8月5日	C	IZ	119.4887992E, 23.3577066N	133439180A	右後	1039	右後 反標	110	103	9月23日	9月24日	10月12日	51	89	87	1	1	0	97.80 %	100%	80
20	8月5日	D	IZ	119.4885953E, 23.3550851N	133472514A	左後	1041	左後 反標	98.5	92.5	9月23日			?								
21	8月14日	B	IZ	119.4915511E, 23.3614876N	4607585C54	左後	non		97	94	10月2日			X								
22	8月14日	D	IZ	119.4905096E, 23.3537914N	145314364A	左後	TW65 3	右後	95	90	10月2日			蓋 住								
23	8月18日	CD	IZ	119.4880466E, 23.3560191N	145209152A	左後	non		123	115	10月6日	10月8日	10月12日	52	61 +							
24	8月19日	D	IZ	119.4885132E, 23.3551453N	133472514A	左後	1041	左後 反標	98.5	92.5	10月7日			?								
25	8月27日	B	OB	119.4951172E, 23.3658383N	4607585C54	左後	non		97	94	10月15日			?								
26	8月28日	C	OB	119.4890865E, 23.3582440N	145314364A	左後	TW65 3	右後	95	90	10月16日			X								
27	8月31日	D	OB	119.4902072E, 23.3543056N	145209152A	左後	non		123	115	10月19日			蓋 住								
28	9月27日	A	IZ								11月16日											
29	10月9日	A	IZ								11月28日											
30	10月23日	A	IZ								12月12日											

"備註:

1. 預估孵化日期為產卵日期往後推 50 天

2. 地點代號:A-天台山沙灘, B-水庫沙灘, C-土地公港沙灘, CD-大瀨沙灘, D-長瀨沙灘

3. 窩位置代號:OB-開闊沙灘, IZ-沙草交界"



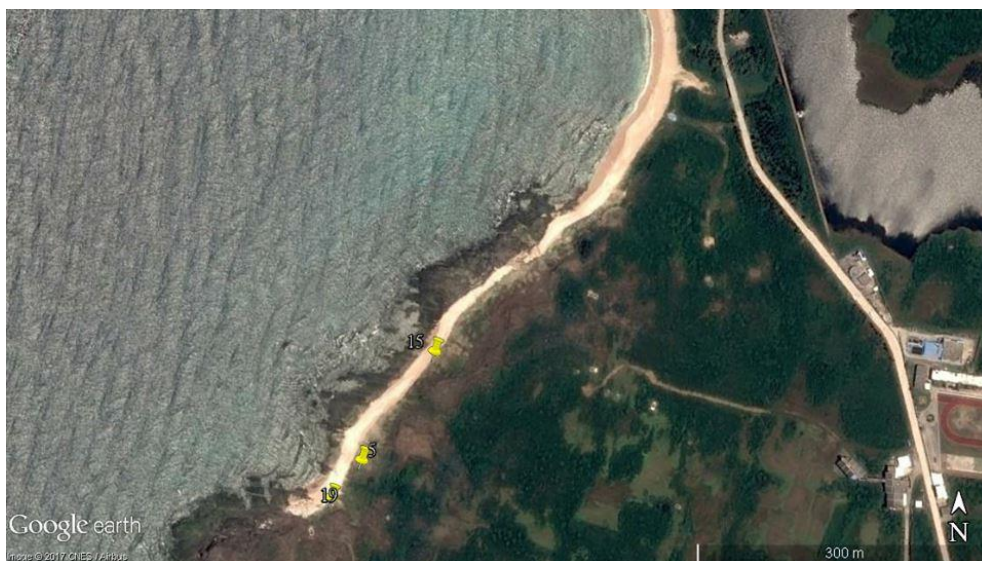
圖十七、2017 年望安島天台山綠蠵龜產卵位置圖。



圖十八、2017 年望安島土地公港綠蠵龜產卵位置圖



圖十九、2017年望安島長瀨綠蠵龜產卵位置圖



圖二十、2017年望安島西安水庫綠蠵龜產卵位置圖。



圖二十一、2017年嵵裡沙灘綠蠵龜產卵位置圖。

(三)、卵窩孵化資料

1. 稚龜孵化率

在 30 窩卵窩中共紀錄 12 窩已孵化(表九)，共記錄產卵 1415 顆，其中未受精卵 73 顆，龜卵在孵化中死亡的個體有 104 顆，總共孵出 963 隻稚龜，總體孵化率為 72.0% ($n=12$; $sd=16.4$)。最高孵化率為第 7 窩的 98.4%，最低為第 2 窩的 61.6%。其中第 8 窩的未受精卵比例偏高，追查為編號 1 號母龜所產下，其中因素需將其餘卵窩資料備齊後來評估，目前尚有最晚 10 月底產下 3 窩卵的稚龜尚未孵出，預計孵出時間將在 12 月底(表八)。

2. 孵化天數

望安 12 窩孵化資料中卵窩的孵化期最長為 57 天，最少為 45 天，平均為 51 ± 4.9 天($n=12$)，產卵季節前期所產下的卵窩，孵化天數較

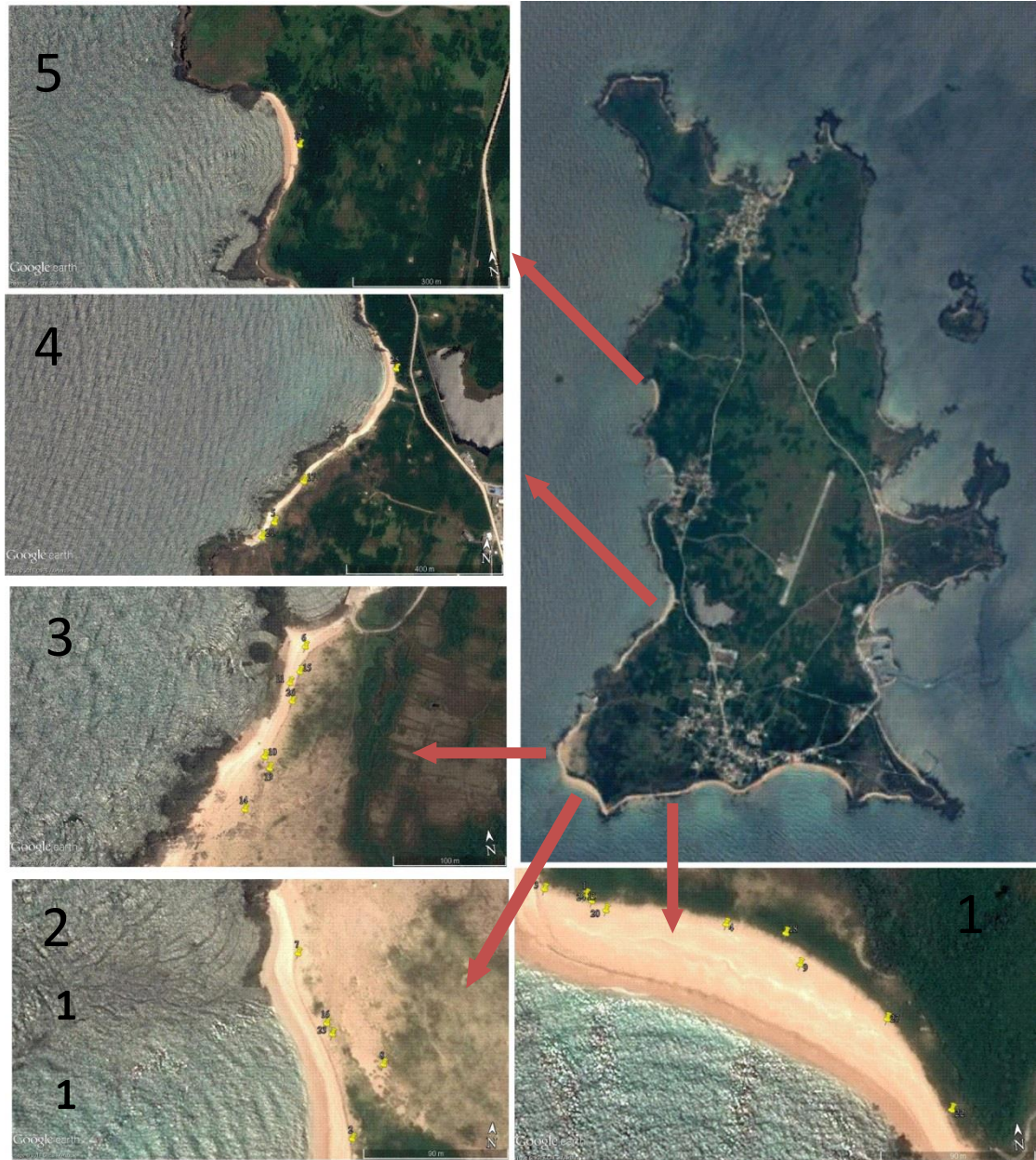
產卵高峰期的孵化天數短，是因為卵窩孵化天數隨著環境溫度的上升而縮短。另外，第 3 窩卵數達 150 顆，且共 133 顆卵孵化，此窩所產生的代謝熱會明顯增加，使溫度升高而使孵化天數減少。

3. 卵窩深度

卵窩深度最淺 61 公分，最深 84 公分，平均深度為 70.8 ± 7.3 公分 ($n=12$)，與以往紀錄相較並無顯著差異 ($p > 0.05$)。由於今年記錄到晶片編號 145209152A 的產卵母龜，其兩後鰭肢接受外力影響而僅剩約為原長度 1/2，除造成上岸產卵成功率較其他母龜低外，卵窩深度也較淺，且其卵窩大小也比平均值大。因此，未來當此母龜再度上岸產卵時，須將其卵窩進行移位，以提高孵化率。

4. 卵窩位置與巢位選擇

在 30 窩已被調查的母龜產卵處中，產卵地點分布於長瀨沙灘草地 10 窩；大瀨沙灘草地 5 窩；土地公港沙灘草地 7 窩；西安水庫沙灘草地 4 窩；天台山下沙灘草地 4 窩(圖二十二)。今年網垵口沙灘亦有海龜上岸嘗試挖掘的紀錄(沙灘體驗屋前方沙灘)，但可能是因為挖掘時有機車聲響以及燈光干擾而放棄。隨然隔周期後也有再次上岸，但選擇上岸的地點(排水溝東側)沙崖過陡，經多次嘗試後放棄，之後就無再次上岸的紀錄。



圖二十二、2017年望安島綠蠵龜上安產卵數量及巢位資料圖

- 編號 1 長瀨沙灘草地共計 10 窩
- 編號 2: 大瀨沙灘草地共計 5 窩
- 編號 3: 土地公沙灘草地共計 7 窩
- 編號 4 西安水庫沙灘草地共計 4 窩
- 編號 5: 天台山下沙灘草地 4 窩

今年以記錄海龜巢位的選擇有 9 窩產於開闊沙灘上(佔 30%)，有 21 窩產於沙草交界上(佔 70%)。相較去年 27 窩已被調查的母龜產卵

處中，只有 3 窩產於開闊沙灘上(佔 11.1%)今年生產在開闊沙灘的比例是相對較高的，尤其在長賴、大瀨、土地公港沙灘草地最為明顯(36%)。其可能原因與此處海崖的生成有關(圖二十三)，許多海龜有留下嘗試爬上海崖的痕跡，但最後可能因為載卵的壓力影響，只好選則在沙崖下方生產。



圖二十三、海龜爬痕顯示母龜受到沙崖阻擋無法深入較高地區產卵。

5. 卵窩孵化監測及調查

卵窩孵化期7月至10月份就有3個颱風通過望安，颱風所挾帶之短時間暴雨及浪潮導致沙層嚴重流失，固沙作用較佳的草生地沙層堆疊，部分卵窩找不到造成研究資料缺失，或因卵窩遭受海水長時間浸漫而孵化率不佳。

2017年望安島一共調查到12筆卵窩孵化資料(表十)，總共孵出963隻稚龜，平均孵化率72%(n=12)。根據調查資料顯示，12筆卵窩資料中最高孵化率為第7窩的98.4%，最低為第9窩跟第11窩的0%，總體平均孵化率為72%(n=12)。在植被線以上的9窩均繁殖成功，平均孵化率為85%。但在12窩卵窩中有3窩位於植被線下開闊沙灘，其中包含孵化率最低的第9窩以及第11窩均無稚龜孵出，在植被線以下的開闊沙灘調查到僅有1窩未受長浪影響，孵化率為91%。其餘18窩卵窩受到颱風暴雨及浪潮影響，而標位被沖走或地形改變找不到卵窩，此18窩的巢位也位於植被線下的開闊沙灘。

表十、2017年望安保護區內海龜繁殖狀況。

卵窩編號	孵化稚龜	孵化中死亡	未受精卵	卵總數	孵化後死亡	孵化率	孵化期	深度	備註
1	113	7	4	124	1	94%	57	70	
2	69	43	2	114	6	62%	57	70	
3	133	11	6	150	58	92%	45	61	
4	82	8	0	90	0	91.1%	49	70	
7	124	2	2	128	44	98.4%	50	84	
8	57	33	59	153	16	63.3%	48	70	
9	0	121	0	121	0	0%		100	產於開闊沙灘
10	109	5	0	114	79	96%	50	75	
11	0	78	0	78	0	0%		95	產於開闊沙灘
14	117	0	2	119	12	98%	50	75	
16	72	43	1	135	19	67%	50	73	
19	87	1	1	89	0	97.80%	51	80	
平均值	80.25	29.33	6.41	117.91	19.58	72%	51	76.91	
最大值	133	121	59	153	79	98.4%	57	100	
最小值	0	0	0	78	0	0%	48	61	
總和	963	352	77	1415	235				

在卵窩深度方面，望安調查資料顯示 12 窩巢的深度最淺 61 公分，最深 100 公分，平均深度為 76.91 公分($n=12$)(如表十)。調查發現，卵窩深度會受到表面沙層的災變事件而影響，就今年調查沙灘地形所述，草生地不容易受到海水攻擊因此容易使沙層堆積；反之，若海龜產卵位置離岸較近，容易遭受海水攻擊將沙層搬移或掏空。因此卵窩深度會因為受海水襲擊而使沙層變薄，而且沙層因含水量較高容易使孵化稚龜為爬出而卡死於沙層中，從沙層剖面可看出侵蝕堆積等災變事件(表十一)。

表十一、比較卵窩位於植被線以上和植被線以下孵化狀況一覽表。

卵窩位於植被以上

卵窩編號	產卵日期	地點	卵窩位置	實際孵化	檢查孵化	孵化期(天)	產卵總數	孵化稚龜	孵化中死亡	未受精卵	窩內死亡	孵化率	爬出率	深度(公分)
1	5月26日	D	IZ	7月22日	7月25日	57	124	113	7	4	1	94%	96%	70
2	6月9日	CD	IZ	8月5日	8月8日	57	114	69	43	2	6	62%	94%	70
3	6月23日	D	IZ	8月6日	8月6日	45	150	133	11	6	58	92%	38%	61
7	7月4日	CD	IZ	8月21日	8月24日	50	128	124	2	2	44	98%	51%	84
8	7月6日	CD	IZ	8月21日	8月24日	48	153	57	33	59	16	63%	65%	70
10	7月11日	C	IZ	8月28日	9月4日	50	114	109	5	0	79	96%	36%	75
14	7月23日	C	IZ	9月10日	9月12日	50	119	117	0	2	12	98%	90%	75
16	7月31日	CD	IZ	9月18日	9月20日	50	135	72	43	1	19	67%	74%	73
19	8月5日	C	IZ	9月24日	10月12日	51	89	87	1	1	0	98%	100%	80
平均值												85.0%		

卵窩位於植被線以下

卵窩編號	產卵日期	地點	卵窩位置	實際孵化	檢查孵化	孵化期	產卵總數	孵化稚龜	孵化中死亡	未受精卵	窩內死亡	孵化率	爬出率	深度
4	6月28日	D	OB	8月14日	8月17日	49	90	82	8	0	0	91%	100%	70
9	7月8日	D	OB		8月28日		121	0	121	0	0	0%	0%	100
11	7月16日	C	OB		9月3日		78	0	78	0	0	0%	0%	95
平均值												30%		

二、沙灘地形變化監測

1、監測地點

本次監測三處地形位於澎湖縣湖西鄉隘門-林投沙灘、吉貝嶼吉貝沙尾及望安鄉後袋子。三處沙灘相對位置如圖二十四。



圖二十四、澎湖吉貝、隘門和後袋仔地形監測位置示意圖

2. 光達(Lidar)測繪成果

光達點雲成果，包含 3D 點雲及隨掃描測站拍攝各區環景相片(圖二十五、二十六)，並由濾除植被之地表點計算數值地形模型，並繪製地形圖，首曲線為 0.2 公尺一條，計曲線為 1 公尺一條。

(1)環景相片：



圖二十五、湖西鄉-隘門-林投沙灘(上、下圖)

望安鄉-後袋仔



圖二十六、後袋仔沙灘環景像片圖。

(2). 點雲真實色彩上色

光達點雲拼接完成後，將各測站環景射像作業之 RGB 資訊貼附於點雲上，呈現真實色彩(圖二十七、二十八)與等高線圖(圖二十九)。

1. 望安鄉-後袋仔



圖二十七、 後袋仔-俯視點雲數位圖。



圖二十八、後袋仔沙灘-前視點雲數位圖

(3). 等高線地形圖

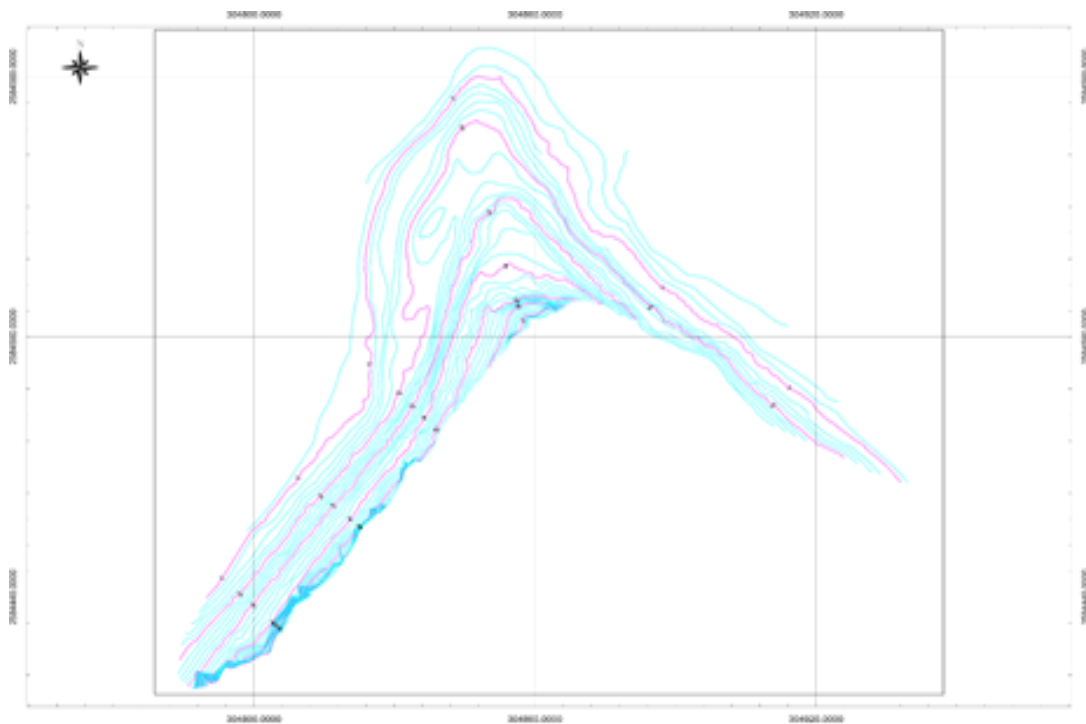
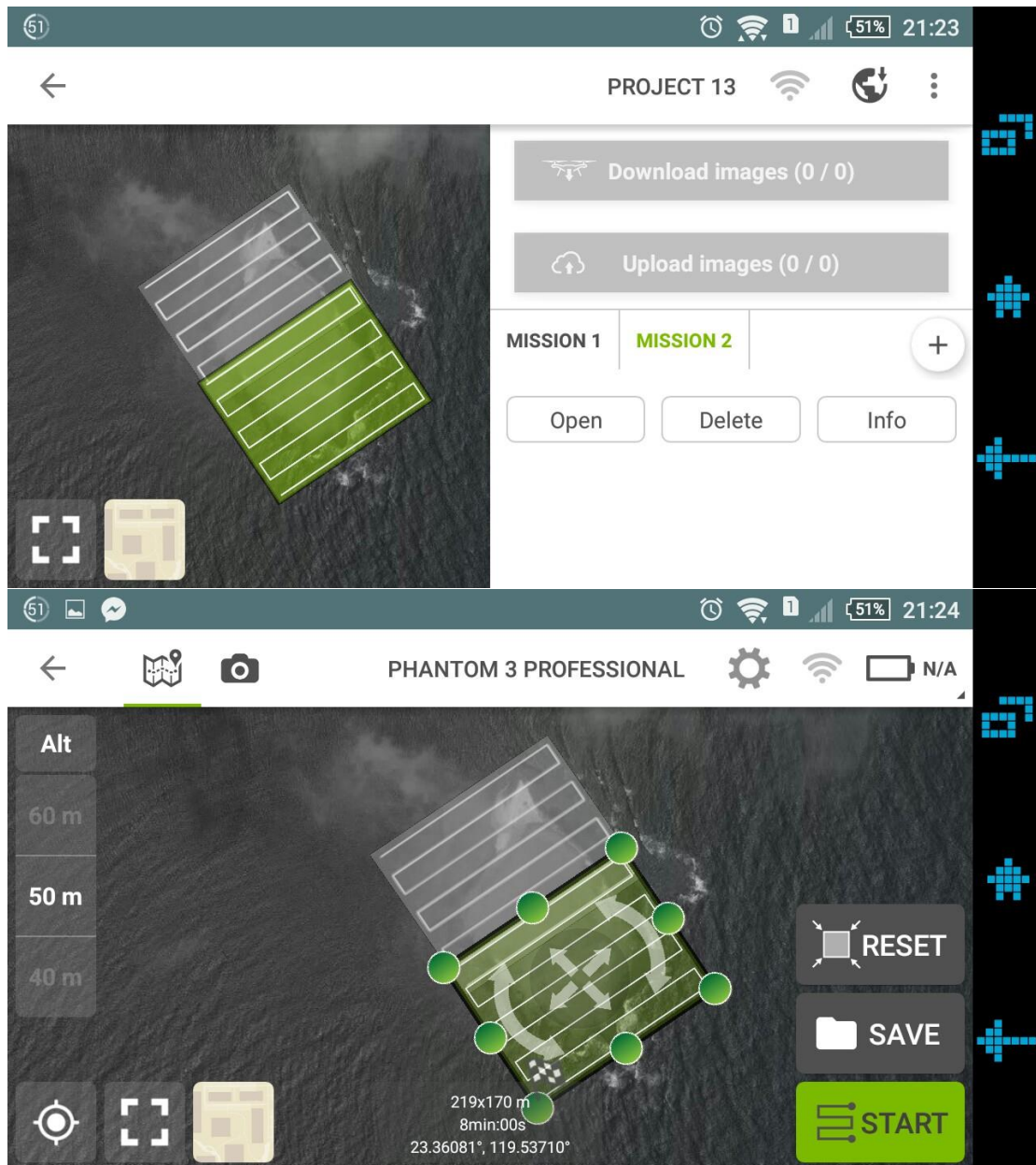


圖 二十九、後袋仔沙灘等高線地形圖。

(三) UAV 無人機航拍成果

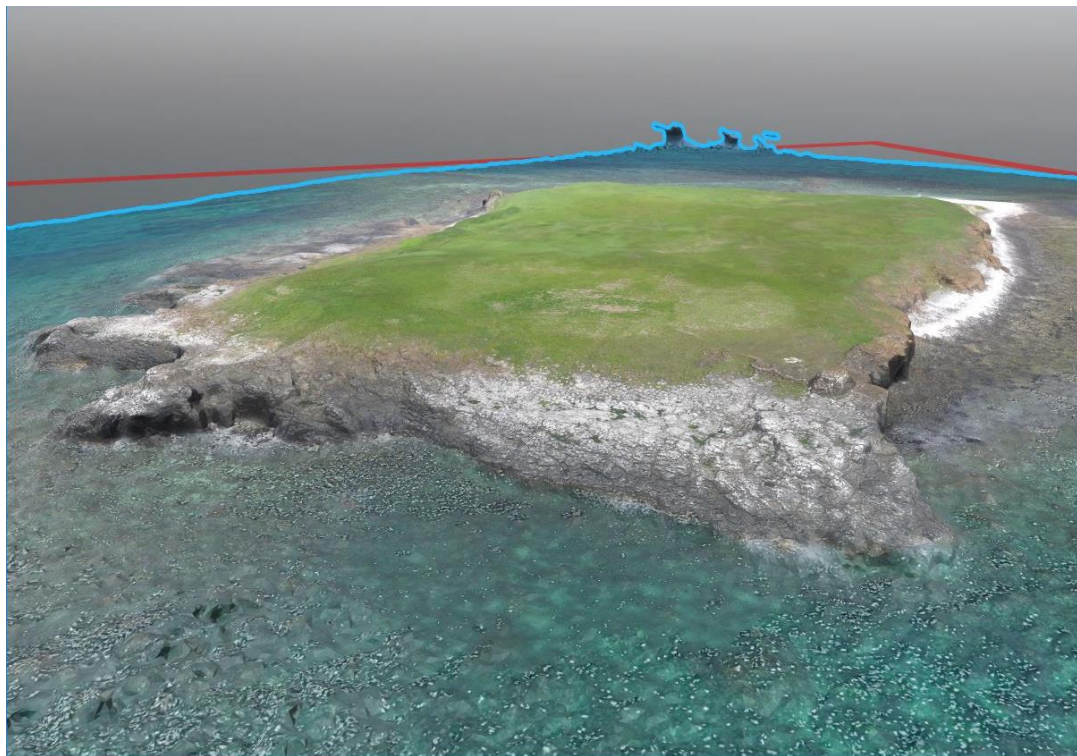
本次地形變遷監測於後袋仔進行空拍攝影，航帶規劃如圖三十，而產出之正射影像如圖三十一，三維立體模型如圖三十二~圖三十四。



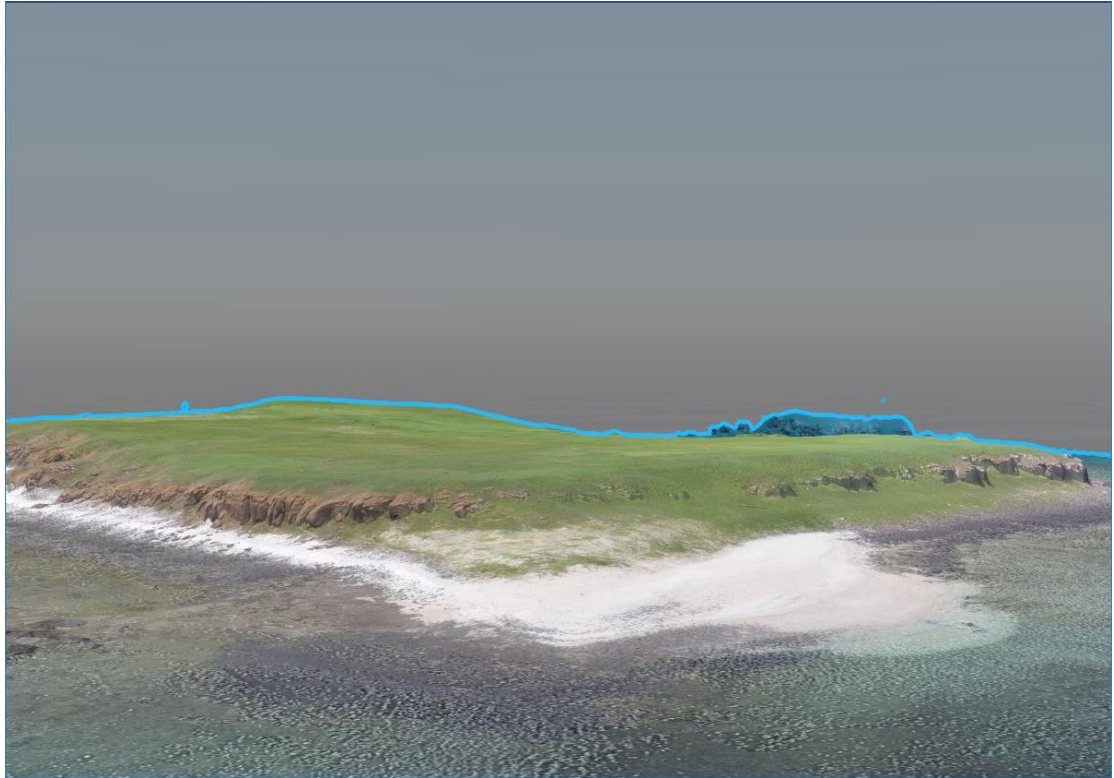
圖三十、後袋仔嶼航帶規劃圖。



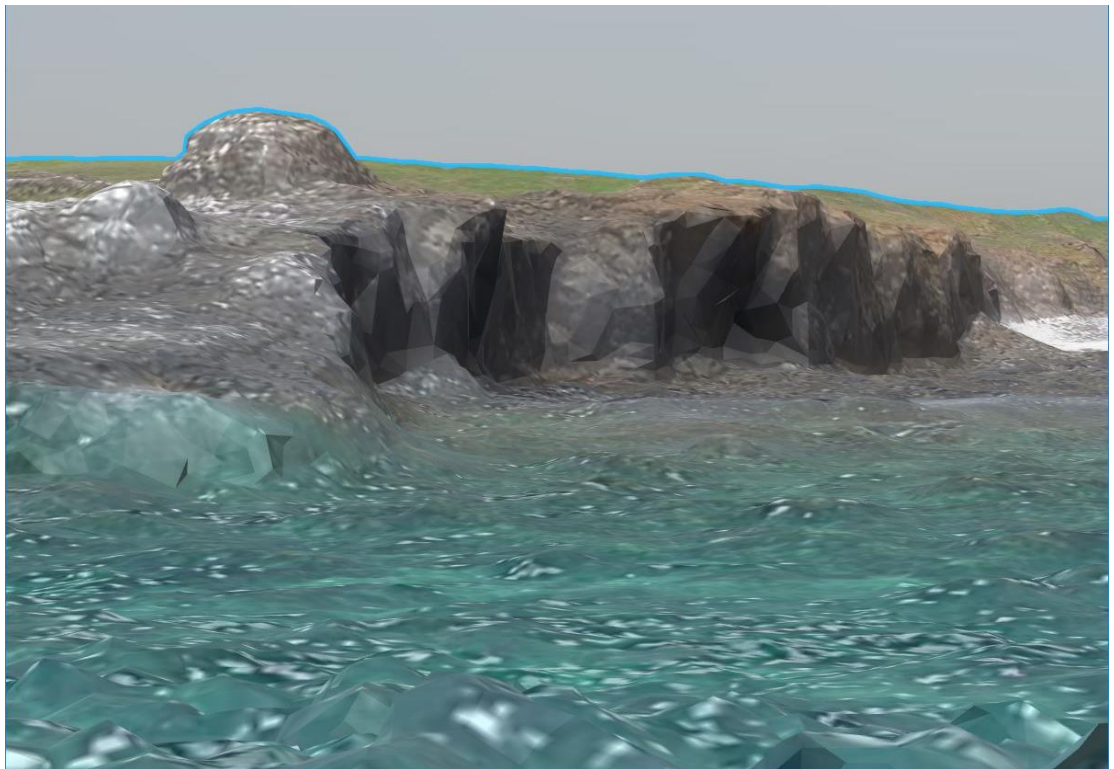
圖三十一、以 UAV 拍攝後之後袋仔嶼-正射影像



圖三十二、以 UAV 拍攝後之後袋仔-三維立體模型(1)



圖三十三、以 UAV 拍攝後之後袋仔-三維立體模型(2)



圖三十四、以 UAV 拍攝後之後袋仔-三維立體模型(3)

三、澎湖地區產卵棲地探查與海龜族群分布調查

在以往的調查中，除了在望安綠蠵龜保護區有產卵紀錄外，尚有吉貝島、將軍嶼旁的後袋仔、澎湖本島林投沙灘、嵵裡沙灘以及北寮沙灘有海龜上岸地記錄。2017年產卵季節僅有澎湖本島的嵵裡沙灘有海龜上岸產卵4窩的記錄。

另外為調查澎湖縣境內所有海龜產卵沙灘和繁殖棲地，先利用衛星影像先行分析，劃定澎湖地區海龜有可能產卵的沙灘，於七月下旬海龜繁殖高峰期間開始逐一調查海龜可能上岸的產卵地，並且於8月6日利用無人飛機進行後袋仔嶼的海龜產卵棲地調查，以及分別於8月7日雇船從馬公港出發前往貓嶼與花嶼調查，8月9日雇船從岐頭港出發前往小白沙嶼以及活龍灘調查。調查結果如表十二所列，並敘述於下：

1、嵵裡沙灘

嵵裡南邊有一片由珊瑚及貝殼碎片所組成的白色沙灘，西邊有風積砂丘景觀，共綿延1公里餘，但因海堤之設置，有海龜上岸產卵處，集中在沙丘下方樹林草地交接處及下方草地。2017年產卵季節嵵裡沙灘有海龜上岸產卵2窩的記錄(圖三十五)。要注意的事，在夜間調查過程中發現野狗群出現在嵵裡沙灘，且根據當地志工表示，野狗群對上岸之母龜造成危脅，希望相關單位能處理。



圖三十五. 2017 年嵵裡沙灘海龜產卵沙灘環境。

2、青灣沙灘

青灣沙灘位於嵵裡與風櫃之間，長約 50 公尺，沙灘由珊瑚遺體、貝殼、有孔蟲殼等碎片、砂及石英砂等所堆積，也散佈著許多玻璃碎片，曾有海龜上岸產卵紀錄。但今年到目前為止，並未有海龜上岸消息。調查過程發現至少有 7 隻野狗出沒(圖三十六)，是否與鄰近嵵裡沙灘是同一群體需進一步調查，但野狗群可對上岸母龜造成威脅，需盡快處理。



圖三十六. 青灣沙灘所發現隻野狗群

3、山水沙灘

山水沙灘由細緻的貝殼沙與有孔蟲遺骸組成(圖三十七),砂質柔軟金亮,沙灘外圍有一離岸潛堤,東邊則已開發成漁港。山水沙灘近來成為澎湖觀光重點,吸引遊客到此戲水衝浪等,今年產卵棲地調查尚未發現有海龜上岸產卵。



圖三十七. 由東邊碼頭遠眺山水山攤

4、後袋仔

後袋仔位於望安鄉將軍嶼南方，長期以來即發現有海龜挖洞產卵，是燕鷗與海龜的重要繁殖地。後袋仔僅在北側有一處沙灘，沙灘和其上方的草生地面積不大，僅約 0.5 公頃)，沙灘主要組成物質為珊瑚礁碎屑與貝殼碎屑，草生地則以馬鞍藤以及濱豇豆為主要物種。後袋仔嶼於 2016 年調查發現後發現有新舊挖痕和產卵覆砂共有 11 處，研判應有 3 隻左右的母龜上岸到此產卵，但 2017 年 8 月 6 日經由無人空拍機調查(圖三十八)，尚未有新產卵覆沙的記錄。並且經由空拍影像發現沙灘東側有許多漂流木，可能會阻擋海龜上岸至草生地產卵的路徑，未來可藉由人工移除，增加海龜上岸的機會。



圖三十八、2017年7、8月調查後袋仔嶼沙灘和草生地空拍照片圖，沒發現海龜產卵痕跡和爬痕。

5、貓嶼

貓嶼位於澎湖望安島西南方約16公里，由大貓嶼以及小貓嶼組成，於2017年8月7日雇船繞島行駛一周發現位於大貓嶼南側有一處沙灘，但沙灘組成物質的顆粒較大，無明顯的植被且有許多海漂物覆蓋，並沒有發現海龜上岸產卵的痕跡(圖三十九)。



圖三十九. 大貓嶼南側沙灘不適合海龜繁殖。

6、花嶼

望安島西北稍南距離約 18 公里處，是澎湖縣最西方的島嶼。於衛星影像上可辨識出位於西側與東北側共有兩處沙灘，經實地調查後發現沙灘的組成物質皆為粗顆粒的岩石碎屑，並沒有發現海龜上岸產卵的痕跡(圖四十、四十一)



圖四十、花嶼東北側沙灘為礫石灘，不適合海龜產卵。



圖四十一、花嶼西側沙灘為礫石灘，不適合海龜產卵繁殖。

6、白沙嶼

白沙嶼位在烏嶼北方約 3 公里處，沙灘主要位於其西岸，沙灘和其上方的草生地面積約為 0.8 公頃。其中又可細分為西側以及西南側沙灘。西側沙灘上方有植被，較為可能是海龜上岸產卵沙灘(圖四十二)；西南側沙灘上方則無植被，為連接岩礁的沙洲(圖四十三)，主要組成物質皆為貝殼碎屑。經詢問附近烏嶼的居民了解小白沙過往有海龜上岸產卵的紀錄，但於 2017 年 8 月 9 日登島調查並無發現海龜上岸產卵的痕跡。



圖四十二、2017年調查小白沙西側沙灘沒發現產卵的跡象。



圖四十三、2017年調查小白沙西南側沙灘沒發現海龜產卵跡象。

7、澎澎灘

澎澎灘為鳥嶼西側的離岸沙洲，由於東側為燕鷗保護區本次調查未申請不得進入，因此調查皆位於活龍灘西側進行。澎澎灘的主要組成物質為粗顆粒的珊瑚礁碎屑，上方植被稀疏(圖四十四)，且島上有業者提供休閒娛樂設施，人為干擾較為嚴重(圖四十五)，但或許因沙灘有業者進駐，較沒有海漂物的問題。本次調查於2017年8月9日登島，並無發現海龜上岸產卵的痕跡。



圖四十四、澎湖灘沙灘，上方植被稀疏，沒發現海龜產卵跡象。



圖四十五、2017年調查時澎湖灘上人為設施。

表十二、望安保護區除外澎湖各地海龜產卵沙灘繁殖狀況。

調查地點	2016 產卵狀況	2017 產卵狀況	沙灘環境敘述
吉貝沙尾	有	無	沙灘產卵棲地已被開發為遊憩區
白沙嶼	有	無	過往有海龜上岸產卵的紀錄
澎澎灘	無	無	有沙灘業者和觀光遊憩干擾無海龜產卵
險礁	無	無	過往有海龜上岸產卵，但近年開發觀光無海龜產卵
林投沙灘	有	無	2016 年為 12 年來首度產卵，但 2017 無產卵
峙裡沙灘	無	有	沙灘適合海龜產卵，有 1 至 2 年間隔性的產卵現象
山水沙灘	無	無	過往有海龜上岸產卵的紀錄
青灣沙灘	無	無	礫石灘不適海龜產卵
後袋仔	有	無	東北方有適合產卵沙灘，但 2017 年無海龜產卵
貓嶼	無	無	礫石灘不適海龜產卵
花嶼	無	無	礫石灘不適海龜產卵
金瓜仔嶼	無	無	沙灘產卵條件很好，但旁有潛水業者干擾
狗沙仔嶼	無	無	沙灘太窄不適海龜產卵
白砂塹	無	無	過往有海龜上岸產卵的紀錄
東嶼坪	無	無	往年常有海龜在舊嶼坪國小旁沙灘產卵
東吉嶼	無	無	過往有海龜上岸產卵的紀錄
西吉嶼	無	無	沙灘為礫石不適海龜產卵

四、海龜巡護解說訓練

(一)、計畫內容與目標

1. 計畫內容

澎湖群島擁有超過四百餘公里的延綿海岸線與近海水域，海洋資源特別豐富。而位處澎湖南海的望安島，從島西北部的天台山下一直向南延伸的沙灘，為綠蠵龜上岸產卵的最佳地點，也因此政府公告成立綠蠵龜產卵棲地保護區。在保護區中持續監測調查海龜的繁殖族群量，至今已累積記錄 20 多年的繁殖資料。且海龜保育著重於社區居民的參與，其中綠蠵龜產卵棲地保護區巡護員的投入，是社區直接參與保育工作的重要指標，在保護區經營管理上的具有重要角色。為了達成綠蠵龜的保育目的和地方的永續發展，除了對巡護員加強訓練外，為使在地居民能認同綠蠵龜保育，並相信綠蠵龜在望安島上繁殖是當地寶貴的資源，以增進保護綠蠵龜的意願。因此，我們除繼續巡護員本質訓練外，並推動訓練解說人員，以建立海龜解說制度，加強與地方居民的保育合作，未來期許這些巡護解說員能成為海龜保育之種子，在全國各地發芽茁壯，共同為海龜的保育而努力。

2. 計畫目標

- A. 指導巡護員並訓練解說人員，安排訓練相關專業課程 8 小時(表十三)，使具有鄉土情操，達到愛護海龜之目的。
- B. 初步建立海龜解說收費制度，以帶動海龜保育與地方經濟發展。

(二)執行方式

1. 指導巡護員、訓練解說人員並建立海龜解說制度：

A. 指導巡護員對於海龜生殖生態測量記錄

針對本年度海龜上岸產卵地區，協助並指導本年度聘請的在地巡護員，針對產卵母龜進行基礎測量，如記錄母龜上岸時間、卵窩的位置（以 GPS 登錄資料）、背甲直線長與曲線長等基礎資料的登錄。

B. 辦理巡護員解說訓練

巡護員的資歷與經驗是推動保育工作的最佳助力，也是解說的寶貴資源，因此將澎湖縣望安島綠蠵龜產卵棲地保護區巡護員訓練班，辦理海龜巡護訓練，對象為在地居民（招收 18 歲以上對海龜巡護解說工作有興趣者。為配合望安當地居民，上課時間為晚上，訓練時數為 8 小時，課程規劃除了海龜的基本常識外，再加上當地耆老的經驗傳承，強化學員對望安海龜的認知與認同。

C. 海龜解說制度初步建立

目前全世界各國家在推動生態旅與社區發展，使各地區珍貴的物種能成為地區的觀光資源，並帶動在地的觀光發展，促進地方經濟的活絡，使在地居民能得到具體的經濟收入，進而保育在地珍貴的物種，達到觀光發展與物種保育的雙重目的。

海龜為望安地區具有觀光特色的物種，為了獲得在地民眾對海龜保育的支持和重視，將積極規劃海龜生態旅遊與解說制度，配合在地的民宿和旅遊業者，以在地收費的方式進行海龜的解說，將所得的生態旅遊觀光利益，回歸為在地居民所有，使海龜保育在經濟上可以得到在

地居民的支持。

2. 課程規劃原則

- A. 對象為當地居民、業者、團體中有意參與從事解說活動之人員。
- B. 釋放誘因吸引當地居民投入培訓，如解說員時數認證制度、海龜保育成就、在地認同感、福利及額外收入等以提高參與意願。
- C. 巡護解說員的訓練分為前期、中期及後期三個階段：前期邀請各方面專業老師課程指導，使學員具備應有的專業知識；中期在指導員帶領下，讓學員彼此進行解說練習，以培養台風及解說技巧；後期則讓學員帶領遊客進行實際解說，並讓學員彼此間定期交流解說經驗，學習體驗隨著民眾的不同而有不同的解說方式。

3. 巡護解說員前期階段訓練：

在專業老師課程指導下，使學員具備相關的專業知識。課程內容包含海龜生殖生態基本知識，望安當地人文與海龜保育的聯繫，海龜生態旅遊之展望，將課程內容轉化為在地故事敘述，呈現出個人解說風格。共吸引 19 位學員參與，17 位學員完成課程活動。課程安排訓練如表十三所示。活動現場狀況如圖四十六至圖五十所示。

表十三. 2017 年望安海龜巡護與解說訓練課程表

日期	時間	課程	主講者	備註
7月10日	18:30~18:40	報到		學員簽到
	18:40~19:20	望安生態旅遊	羅柳墀博士	
	19:20~20:00	望安傳統在地生活與海龜保育	顏神靠校長	
	20:00~20:20	綜合討論		
	20:20~21:00	海龜巡護與解說	陳久林博士生	
	21:00~21:40	20 年海龜巡護經驗分享	許和洲	
	21:40~22:00	綜合討論		會後學員簽退
7月11日	18:30~18:40	報到		學員簽到
	18:40~19:20	澎湖龜文化	陳久林博士生	
	19:20~20:00	解說技巧	羅柳墀博士	
	20:00~20:20	綜合討論		
	20:20~22:00	海龜巡護解說現地實作	陳久林博士生	會後學員簽退



圖四十六、2017年望安海龜巡護與解說訓練課程"望安生態旅遊"上課現況。



圖四十七、2017年望安海龜巡護與解說訓練課程"傳統在地生活與海龜保育"上課現況。



圖四十八、2017年望安海龜巡護與解說訓練課程"海龜巡護"經驗分享。



圖四十九、2017年望安海龜巡護與解說訓練課程"解說技巧"上課現況。



圖五十、2017年望安海龜巡護與解說訓練課程海龜巡護解說現地實作。

4. 巡護解說員中期階段訓練：

中期階段訓練則在指導員帶領下，引領學員進行解說練習，以培養台風及解說技巧。並在海龜生殖生態調查中，將卵窩孵化調查與稚龜野放安排入生態旅遊中，除了讓當地居民與遊客知道海龜保育現況，更可創造當地經濟收入來源。另外在卵窩孵化調查與稚龜野放活動的過程，有望安鄉長與秘書支持，望安鄉公所除了廣播活動外，也幫忙沙灘活動路線之道路清理，並以鄉公所公車協助運送參與活動的民眾。到目前為止，我們於8月9日舉辦稚龜野放活動，約有70位民眾參加(圖五十一)；17日與24日舉辦兩梯次卵窩孵化調查的活動，分別有50與20人次民眾參加。此外也與望安國中小聯繫，邀請師生一起參與活動(圖五十二)。



圖五十一、對遊客進行海龜生殖生態與棲地環境管理之解說活動。



圖五十二、海龜解說活動-海龜卵窩尋找體驗。

五、國際海龜保育工作坊

一、計畫緣起：

海龜是大洋性洄游的大型動物，活動範圍非常廣大，常在國際間海域來回游動，每年繁殖與覓食區的距離常遠達2000公里以上。因此為了對海龜有全面性的保育，需要各國的專家學者共同研商海龜保育的方法與策略，尤其是針對各國海龜繁殖棲地的保護、非法捕殺食用和遠洋漁業的混獲死亡，均需要因應各國的狀況，而提出改善的方法以減少海龜族群的死亡，共同謀求海龜保育最佳的策略。

在各國的海龜身上均發現共同的傳染病，如血吸虫和纖維囊腫病毒的感染，也造成海龜大量的死亡。更有很多國際間海龜保育面臨的問題，需要各國學者專家集思廣義，提出合作解決的辦法。因此，急需要召集台灣鄰近海域地區國家的學者專家，召開國際海龜保育工作坊，大家共同討論研商解決全球跨國間海龜保育的難題，使海龜族群可以得到全面性的保育。

為保育澎湖地區海龜的族群，必需結合臺灣週圍海域國家的專家學者，尤其在西太平洋地區海龜研究人員，共同集思廣義提出國際海龜保育的策略與辦法，運用各項國際資源，以

全方位的角度保育全球的海龜族群。因此，本計畫將舉辦國際海龜保育工作坊，邀集全球海龜研究的學者專家，尤其在臺灣周圍海域國家，及西太平洋地區的研究人員，共同研商海龜保育的策略，以全方位國際合作的方式，加強海龜的保育工作。。

海龜是澎湖縣未來發展的明星物種，也是地方發展觀光的重要資源，期望能藉由本計畫的執行，能促進澎湖觀光產業的持續發展，同時也能兼顧綠蠵龜的保育，達到地方永續發展的目標。

二、實施方法：

(一)、會議內容：海龜的保育工作需要跨國合作，結合各國的專家學者共同討論，並提出國際海龜保育的策略。本計畫將邀請國際上海龜研究知名的國內外學者專家 8 人共同與會，進行專題報告。會議將進行 1 天報告與討論(表十四)，2 天現場實地考察。會後將做成工作成果報告，由各國專家帶回做海龜保育的參考。在專題報告會議後將帶領各國專家，參訪澎湖海龜產卵棲地，並瞭解臺灣海龜保育的成果。由於會議中大多數參與者皆使用中文，僅有 4 位外賓不熟悉

中文，因此會議的主要語言為中文發表與發言。並為這 4 位外賓安排隨身英、日文語言翻譯。

(二)、參與對象：本次國際海龜保育工作坊著重西太平洋地區海龜保育現況探討，因此將邀請夏威夷專家 2 人、日本專家 2 人，並有國內學者 4 人與會。會議將採用半開放式方式進行，由國內有興趣的民眾、在地居民和官方的重要成員參與進行。本次辦理國際海龜保育工作坊的參加人員，主要以在地居民和國內海龜保育相關人員為主，期望未來能將海龜保育知識落實在國內保育工作上，並得到在地居民與全國民眾的認同。

(三)、實施期程與地點：於 106 年 10 月 11 日在澎湖縣馬公市生活教育館進行各國研究人員專題報告(圖五十三至圖五十六)。10 月 12 日與 13 日參訪澎湖水試所、望安綠蠵龜繁殖保護區和望安觀光保育中心。

(四)、宣傳與報名方式：

1、 工作坊舉辦前將製作海報，分送至主管單位和有關單

位，請其派員參加。

2、 在相關網站上公告，請關心海龜議題的國人報名參加。並分別電話通知望安在地巡護人員與海巡署相關人員參與。

3、 在工作坊前三天分別於望安綠蠵龜繁殖保護區，請村長以廣播的方式通知在地有興趣的民眾參與。

4、 在工作坊前三天事先發出新聞稿，讓有興趣或關心海龜議題的民眾報名參加。

5、 針對幾位重要的權益關係人和意見領袖，則分別電話邀請參加。

(五)、成果報告：國際海龜保育工作坊將尋求各與會專家的共識，撰寫國際海龜保育宣言，並透過國際媒體發布新聞稿，使大家都能瞭解世界海龜保育需完成的使命。

三、國際海龜保育工作坊工作目標、研討大綱、專題報告專家與議題、和工作坊時間表如下所列：

(一)、工作目標

為使國人具有海龜保育的專業知識和國際觀，培養愛護

海龜的專業人才，擁有國際海龜保育與救傷必備的知識與技能。並能為台灣的海龜保育在國際上廣為宣傳，結合國際上海龜研究專家，共同貢獻海龜保育的力量。

(二)、研討大綱

- 1、臺灣澎湖地區海龜保育現況與未來保育構想
- 2、美國夏威夷海龜保育歷程與現況探討
- 3、太平洋地區海龜常見的疾病與防治探討
- 4、西太平洋地區海龜追蹤標識與洄游的探討
- 5、大陸沿岸地區海龜的繁殖現況與保育策略
- 6、臺灣地區海龜救傷常見的問題與海域環境的警訊
- 7、臺灣澎湖地區海龜繁殖棲地的經營管理議題

(三)、專題報告專家介紹與報告議題

專題報告日期：民國 106 年 10 月 11 日

報告時間：9:00-17:00

報告地點：馬公市生活教育館

與會重要海龜研究專家介紹：

- 1、George Balazs 美國夏威夷國家海洋與大氣總署(NOAA)

研究員，自 1962 年開始進行海龜研究，已有超過 45 年研究經驗，對太平洋地區海龜研究有卓越的貢獻，且長期和國內學者有海龜研究合作計畫，在國際海龜研究和保育上有舉足輕重的分量，是非常值得邀請的對象。

2、Kamezaki Naoki（龜崎直樹）日本岡山理科學部 生物暨岩石圈科學系教授，前日本海龜協會主席，也是日本海龜界最具影響力的學者。長期以來和國內學者有合作關係，也一直和國內學者保持密切的聯繫。

3、羅柳墀 國立高雄師範大學地理學系副教授，長期進行生態學與野生動物管理研究，近年進行澎湖地區與小琉球海域綠蠵龜繁殖生態學與棲地經營管理計畫，將有豐富的海龜保育經驗與大家分享。

4、陳添喜 國立屏東科技大學野生動物保育研究所助理教授，是臺灣第一位海龜研究的學者，長期以來持續關注海龜的保育議題，對臺灣海域海龜的族群變化與環境變遷，將有深入獨特的見解。

四、工作坊之保育成果

本次國際海龜保育工作坊將透過研討，使國人具有海龜

保育的專業知識和國際合作的觀念。並能培養出愛護海龜的年輕專業人才，擁有國際海龜保育與救傷必備的最新知識與實用的技能。在此次國際工作坊後將透過與會的海外學者專家，為台灣的海龜保育在國際上廣為宣傳，使世界各國知道臺灣為保育類動物-海龜所做的努力。本國際工作坊將能促進國際合作，結合國際上知名的海龜研究專家，共同貢獻海龜保育的力量。經由本次工作坊，使國內的年輕的海龜研究學者與相關人士，得以和國際知名的海龜研究學者認識，建立往後海龜研究的合作機會，對國內海龜保育研究是重要突破的里程碑。

表十四、 國際海龜保育工作坊報告時間表

國際海龜保育工作坊報告時間表：

8:30-9:00 學員報到

9:00-9:20 開幕式-長官致詞

第一場 夏威夷、臺灣與日本的海龜保育回顧與現況 主持人 羅柳墀 副教授

9:20-10:00 夏威夷海龜的衰落與興起-50年見證文化與保育的變遷 George Balazs

10:00-10:40 臺灣與澎湖海龜保育歷史回顧 陳添喜

10:40-11:00 休息/咖啡時間

11:00-11:40 澎湖地區海龜繁殖現況與棲地經營管理 羅柳墀

11:40-12:20 日本八重山群島的綠蠵龜現況 Kazunari Kameda

12:20-14:00 午間休息

第二場 海龜的自然史、科學研究與未來願景 主持人 于錫亮 院長

14:00-14:40 日本周圍海龜自然史 Naoki Kamezaki

14:40-15:20 擴展研究的影響力-激發學生的保育與科學研究 Marc Rice

15:20-15:40 休息/咖啡時間

15:40-16:00 臺灣海龜救傷、野放與洄游路徑 蔡雅如

16:00-16:20 澎湖地區海龜保育管理與未來願景 藍志嵐

16:20-17:00 綜合討論 (農漁局長、George Balazs, Marc Rice, Kazunari Kameda, Naoki Kamezaki, 羅柳墀, 陳添喜, 蔡雅如, 藍志嵐共同列席)

散會



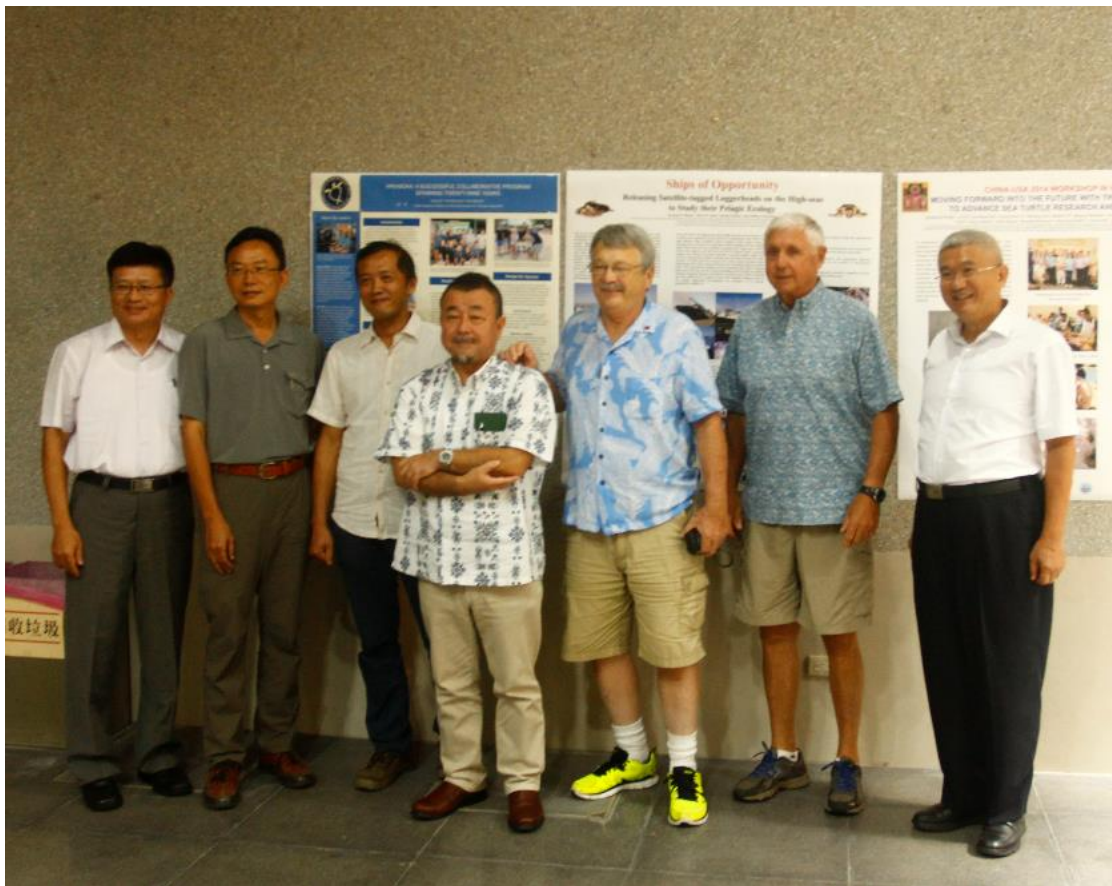
圖五十三 國際海龜保育工作坊與會加人員合影。



圖五十四 國際海龜保育工作坊農漁局長致詞



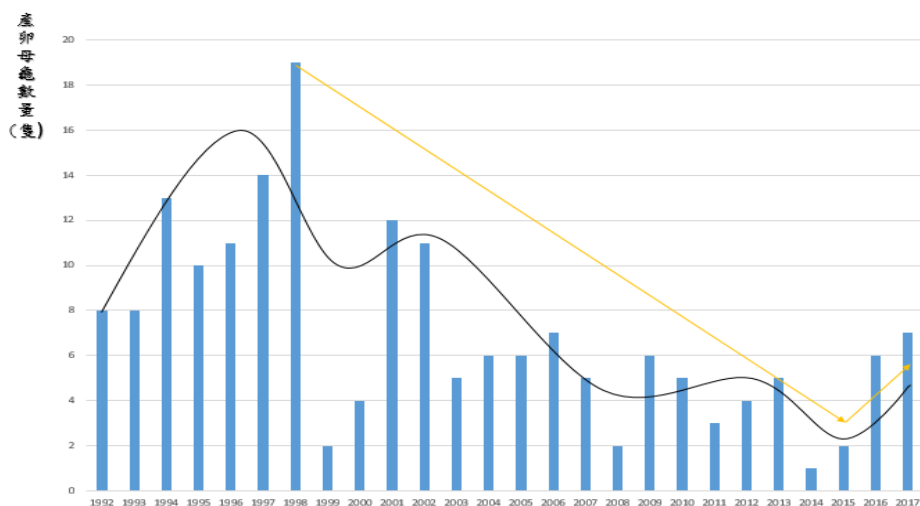
圖五十五 國際海龜保育工作坊計畫主持人主持議程進行現況。



圖五十六 國際海龜保育工作坊國內外專家學者合影。

經營管理建議

一、望安島綠蠵龜繁殖保護區歷經民國 103 年最危急的繁殖情況，僅有一隻母龜產卵的情況下，經主管單位配合研究人員積極努力下，繁殖母龜的數量已每年逐步上升(圖五十七)，海龜的保育成效已逐漸顯現出來。不同於以往海龜研究調查的方法，近幾年的研究盡量以不干擾母龜繁殖的狀態下進行調查，如不用手電筒照光而以夜視鏡來取代；也在母龜產卵時不靠近母龜，不產生人為的壓迫感；不在母龜上岸上金屬腳標，甚至不用以往的調查對母龜進行侵入性的抽血，使母龜得以在最不受干擾的情境下產卵。由於採取對母龜溫和的調查方式，近二年來產卵母龜數量已回復到 7 隻以上，未來如要使保護區內產卵母龜數量逐年增加，仍必需以對母龜溫和的調查方式進行。



圖五十七 望安綠蠵龜繁殖保護區產卵母龜數量近年已逐步回升。

二、經調查後明確知道今年(2017)望安保護區共有 7 隻母龜上岸產卵，其中有 6 隻被發現是往年曾來繁殖的母龜，身上帶有被植入的晶片，可見大部份繁殖的母龜仍對望安保護區具有很高的繁殖忠誠性，望安島仍是澎湖海龜繁殖數量最多的重要棲息地，也是漫游在其他海域的繁殖母龜回來產卵的重要根據地，對於望安島海龜的繁殖棲地保育，更顯得格外重要。

表十五、2014、2016 及 2017 年望安綠蠵龜繁殖保護區繁殖比較表。

2014 年	產卵母龜及 卵窩數	產卵 數	孵化稚 龜數	孵化率 (%)	未受 精卵	孵化中 死亡	孵化後 死亡	成功降海 稚龜數	繁殖成功 率(%)
全年總 數	1 隻母龜 6 窩	506	489	96.6	1	16	59	428	84.6
每窩平 均值		84	82	96.6	0	3	10	71	84.4
最大值		96	93	98.9	1	5	22	89	93.8
最小值		77	74	92.5	0	1	2	54	67.5
2016 年									
全年總 數	6 隻母龜 27 窩觀 察 13 窩	1188	941	79.2	34	211	56	885	74.5
每窩平 均值		91.4	72.4	81.5	2.6	16.2	4.3	68.1	70.2
最大值		125	124	98.4	11	125	21	123	98.4
最小值		63	0	0	0	0	0	0	0
2017 年									
全年總 數	7 隻母龜 30 窩觀 察 12 窩	1415	963	68.1	77	352	235	728	51.5
每窩平 均值		117. 9	80.3	72	6.4	29.3	19.6	60.7	52.3
最大值		153	133	98.4	59	121	79	97.8	97.7
最小值		78	0	0	0	0	0	0	0

三、今年母龜最早上岸產卵的日期是 5 月 26 日，前後共產下 30 窩卵，較去年 27 窩還多。今年的卵窩有七成以上產卵在長瀨附近的沙灘，且大部份卵窩位於沙灘上沙草交界的位置。在研究人員調查到的 12 窩卵窩中，平均孵化率為 72%，最好的卵窩孵化可高可達 98%。總共在 12 窩巢中共觀察到 963 隻小海龜成功孵化出來，有 728 隻稚龜成功降海生長。總計在 2014、2016 和 2017 年三年內共調查到，望安綠蠟龜繁殖保護區共有 2131 隻稚龜成功降海生長(表十五)。若加上其他未被調查到的卵窩，望安海龜繁殖保護區每年可以繁殖貢獻出超出一千隻的海龜個體到海龜族群中。未來將可配合望安殖母龜基因庫的建立，瞭解望安海龜保護區繁殖的稚龜散布與族群成長狀況，對全世界海龜保育，澎湖海龜保育佔有非常重要的地位。

四、望安島上沙灘的草生地多年以來，已很少受到人為採集撿拾薪柴活動的人為影響，濱刺麥、濱豇豆和馬鞍藤等植物生長良好，由於這些植物具有很好的固沙作用，導致不受植物保護的沙灘下方容易受到侵蝕，而形成陡峭的沙崖，造成產卵母龜無法爬上沙崖到達較高的產卵位置。研究中發現很多母龜常在沙崖下爬行很長的距離，無法找到適合產卵的位置，最後被迫產在較低也較不適合的地方產卵(圖五十八)。在 7、8 月的海龜繁殖高峰，也是颱風最多的季節，颱風所帶來的暴風長浪，常侵襲淹沒產卵較低的巢位，造成整窩巢位被海

水刮走，或龜卵受到海水的浸泡而導致繁殖失敗。



圖五十八、望安島綠蠵龜繁殖保護區產卵母龜爬痕及在沙灘上挖洞分布，顯示產卵母龜無法爬越沙崖，而被迫在崖下挖洞產卵。

今後要提高望安保護區海龜的繁殖成功率，提供海龜繁殖的良好環境，必需將海龜繁殖的障礙消除。因此，在海龜繁殖四月底前需將沙灘進行整理，將陡峭的沙崖高度降低和降緩，以利繁殖母龜可以爬上較高且較合適的地點產卵。如能以挖土機在沙崖上每隔 20 公尺，挖出 10 公尺的通道，將使母龜爬到最佳的繁殖位置產卵，對於海龜的繁殖成功率，會有很大的繁殖效果。相信在今年相關人員的努力基礎下，明年的海龜繁殖將有更好的成果。

參考文獻

- 陳禾張(2002),〈澎湖縣望安島沙灘沙層特性對綠蠵龜卵窩分布的影響〉,國立海洋大學海洋生物研究所碩士論文。
- 賴鵬仁(2000),〈望安沙灘坡度對綠蠵龜上岸及產卵之影響〉,國立海洋大學海洋生物研究所碩士論文。
- 澎湖縣政府(2013) 澎湖縣各保護區、保留區經營管理檢討暨修訂計畫書。澎湖縣政府農漁局, 93pp。
- 羅柳墀、陳久林、陳添喜(2016), 2014年澎湖縣綠蠵龜(*Chelonia mydas*)繁殖與族群危機調查。台灣生物多樣性研究
- Chen, T.H. and I.J. Cheng. 1995. Breeding biology of the green turtle, *Chelonia mydas*, (Reptilia:Cheloniidae) on Wan-an Island, Pen-Hu Archipelago, Taiwan. I. Nesting ecology. *Marine Biology*. 124: 9-15.
- Chen, S., I.J. Cheng, K.F. Zhou, H.I. Wang, H.X. Gu and X.J. Song. 2007. A comprehensive overview on the population and conservation status of sea turtles in China. *Chelonian Conservation Biology* 6: 185-198.
- Cheng, I.J., C.T. Huang, P.Y. Hung, B.Z. Ke, C.W. Kuo and C.L. Fong. 2009. Ten years of monitoring the nesting ecology of the green turtle, *Chelonia mydas*, on Lanyu (Orchid Island), Taiwan. *Zoological Studies* 48(1): 83-94.
- Gregoy M(2014)." Exploring scenarios of light pollution from coastal development reaching sea turtle nesting beaches near Cabo Pulmo, Mexico" *journal of Global Ecology and Conservation* 14(2):170-180.
- Karavas (2005)." Vegetation and sand characteristics influencing nesting activity of *Caretta caretta* on Sekania beach " *Biological Conservation*,121: 177-188.
- Kerr and Ostrovsky(2003)." From space to species: ecological applications for remote sensing", *Trends in Ecology & Evolution*, 6:299-305.
- King, R., W.H. Cheng, C.H. Tsung, H.C. Chen, and I.J. Cheng. 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.

Nichols, (2006). " Developments with Antarctic microorganisms: culture collections, bioactivity screening, taxonomy, PUFA production and cold-adapted enzymes" *journal of Current Opinion in Biotechnology*, 240–246.

Stoneburner and Richardson(1981)."Observations on the role of temperature in loggerhead turtle nest sitedelection."*Copeia*,1981(1):238-241.

Tessa, M (2013). " Can satellite-based night lights be used for conservation? The case of nesting sea turtles in the Mediterranean"*journal of Biological Conservation* 159: 63–72.

Whitmore,(1985)." Masculinisation of leatherback turtle *Dermochelys coriacea* hatchlings from eggs incubated in styrofoam boxes " *Biological Conservation*, 31(3): 249–264.

Wood and Bjorndal(2000)."Relation of temperature,moisture,salinity.and slope in loggerhead sea turtle." *Copeia*,2000(1):119-128.

Yamamoto ,(2012). "Using LiDAR to quantify topographic and bathymetric details for sea turtle nesting beaches in Florida"*Remote Sensing of Environment* 125 (2012) 125–133