

# 澎湖海龜繁殖族群與現況 . . . . .

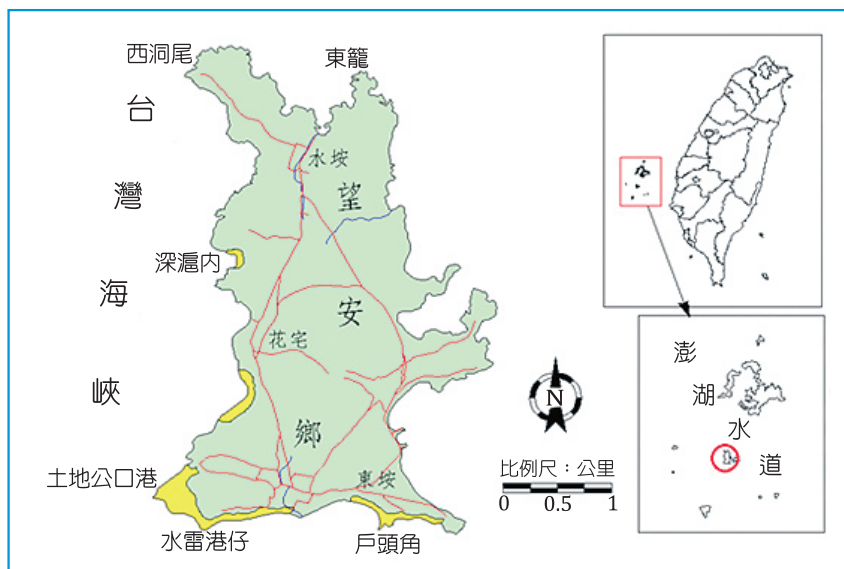
澎湖群島由大小不同的九十個島嶼所組成，擁有超過四百餘公里綿延的海岸線與近海水域，海洋資源特別豐富，是國內海龜的重要繁殖棲息地。

位於澎湖南海的大島一望安島，從島嶼西北部的天台山山下，一直向南延伸至島嶼南方網鞍口的沙灘，為綠蠵龜上岸產卵的最佳地點，每年固定返回產卵的綠蠵龜多數到此處來繁殖，政府選定此處公告成立「綠蠵龜繁殖保護區」（圖一）。在保護區中持續監測調查海龜的繁殖族群量，至今年(2018年)已累積記錄26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。

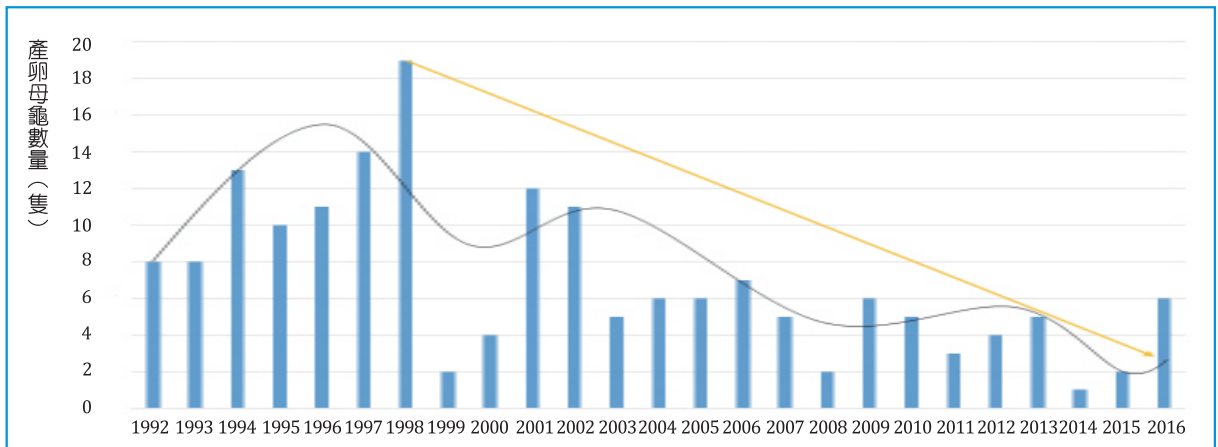
海龜繁殖時對於外在干擾相當敏感，產卵活動多產生於人跡罕至的沙灘，且上岸的母龜有著極高的棲地忠誠度，不論洄游多遠的距離，都會回到以往產卵的沙灘築巢繁殖，文獻報導指出，綠蠵龜的覓食區和繁殖區的距離有些甚至超過2000公里，但是如果產卵棲地遭

文、圖／羅柳墀(高師大地理系副教授)  
受破壞，便會降低對棲地的選擇性或直接放棄築巢。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和破壞海龜的繁殖棲地，以致產卵母龜逐年減少，以望安海龜繁殖保護區為例，在2014年僅剩一隻母龜上岸產卵(圖二)。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，因此我們必須重視繁殖棲地的保護，以確保海龜能在產卵棲息地上永續繁殖。

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，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，遙感探測工具、無人飛機和衛星追蹤，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與海龜族群變動關係，將這些



圖一、望安島綠蠵龜產卵保護區範圍(黃色部分)圖



圖二、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(黃色直線和黑色振盪趨勢線)。(澎湖縣政府農漁局資料提供)

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，可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。

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，阻止母龜上岸繁殖。使母龜被迫在沙崖下產卵(圖三)，在颱風期間長浪的侵襲，常造成卵窩浸水而導致繁殖失敗(圖四)。因此以光達(Lidar)進行沙灘地形3D數位測繪(圖五)，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(圖六)，以做為日後海龜繁殖棲地管理的具體基礎資料。



圖三、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



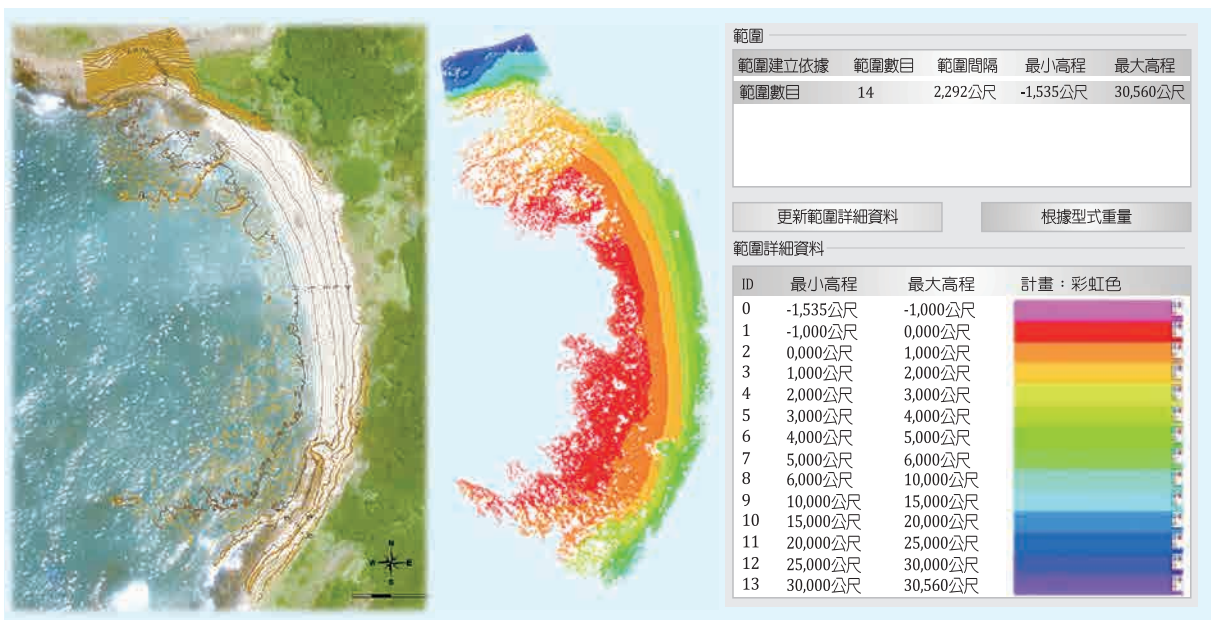
圖四、受長浪侵襲後繁殖失敗的海龜蛋和胚胎



圖五、以光達 (Lidar) 測繪天台山南側沙灘草地真實色彩點雲立體數位圖

除了望安島上綠蠟龜每年固定上岸產卵外，澎湖其它島嶼也有綠蠟龜上岸產卵的記錄，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(圖七)。由於綠蠟龜產卵常會受到海水溫度、食物的豐富度和其它環境因子的影響，每隻產卵母龜也有2-3年的產卵間隔。

望安島綠蠟龜繁殖保護區歷經2014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(圖二)，保育成效已逐漸顯現。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



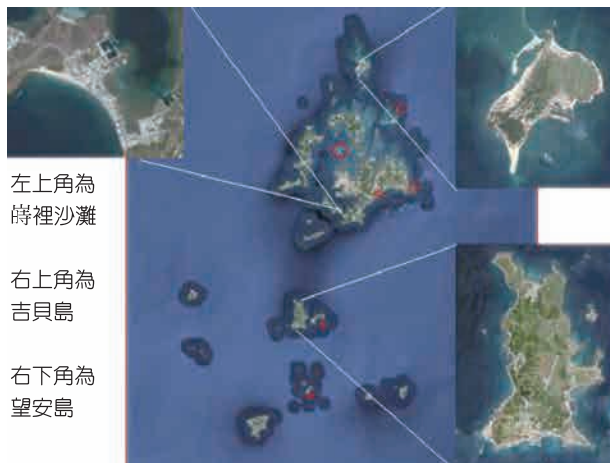
圖六、天台山綠蠟龜繁殖保護區正攝影像(左圖)與三維雷射 (LIDAR) 影像產生的地形高低程圖，有助於瞭解保護區內地形的變化

代(圖八)；也在產卵時不靠近母龜，不產生人為的壓迫感；不在母龜上岸時上金屬腳標，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，提供母龜產卵的友善環境。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，仍必須對母龜以溫和的調查方式進行。

經調查後，明確知道去年(2017)望安保護區共有7隻母龜上岸產卵，其中有6隻是往年曾來繁殖的母龜，身上帶有被植入的晶片，可見大部分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(圖九)，也是漫游在其它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。

去年(2017)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2016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，且大部分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達98%。在12窩巢中，總共觀察到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，調查到望安綠蠵龜繁殖保護區共有2131隻稚龜成功降海生長(表一)。若加上其它未被調查到的卵窩，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



左上角為  
峙裡沙灘  
右上角為  
吉貝島  
右下角為  
望安島

圖七、澎湖海龜產卵繁殖棲地分布(圓圈處)圖和三處重要繁殖地，這三處是澎湖海龜繁殖族群最穩定的區域



圖九、2017年望安島長瀨沙灘綠蠵龜母龜產卵位置圖



圖八、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



圖十、稚龜離巢後，由遺留在集中的卵皮、未孵化的蛋和死亡的胚胎，可分析出存活及死亡的稚龜數、死亡的胚胎和未受精卵數

表一、2014、2016及2017年望安綠蠵龜繁殖保護區繁殖比較表

	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(%)
<b>2014年</b>									
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
<b>2016年</b>									
全年總數	6隻母龜27窩	1188	941	79.2	34	211	56	885	74.5
每窩平均值	觀察13窩	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
<b>2017年</b>									
全年總數	7隻母龜30窩	1415	963	68.1	77	352	235	728	51.5
每窩平均值	觀察12窩	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

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。

望安島上沙灘的草生地多年以來，已很少受到採集、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，最後被迫在較低也較不適合的地方產卵(圖三)。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(圖四)。

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，必須將海龜繁殖的障礙消除。因此，在海龜繁殖四月底前需要將沙灘進行整理，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，海龜的繁殖將有更好的成果。



上、下圖：綠蠵龜·蘇建銘 攝