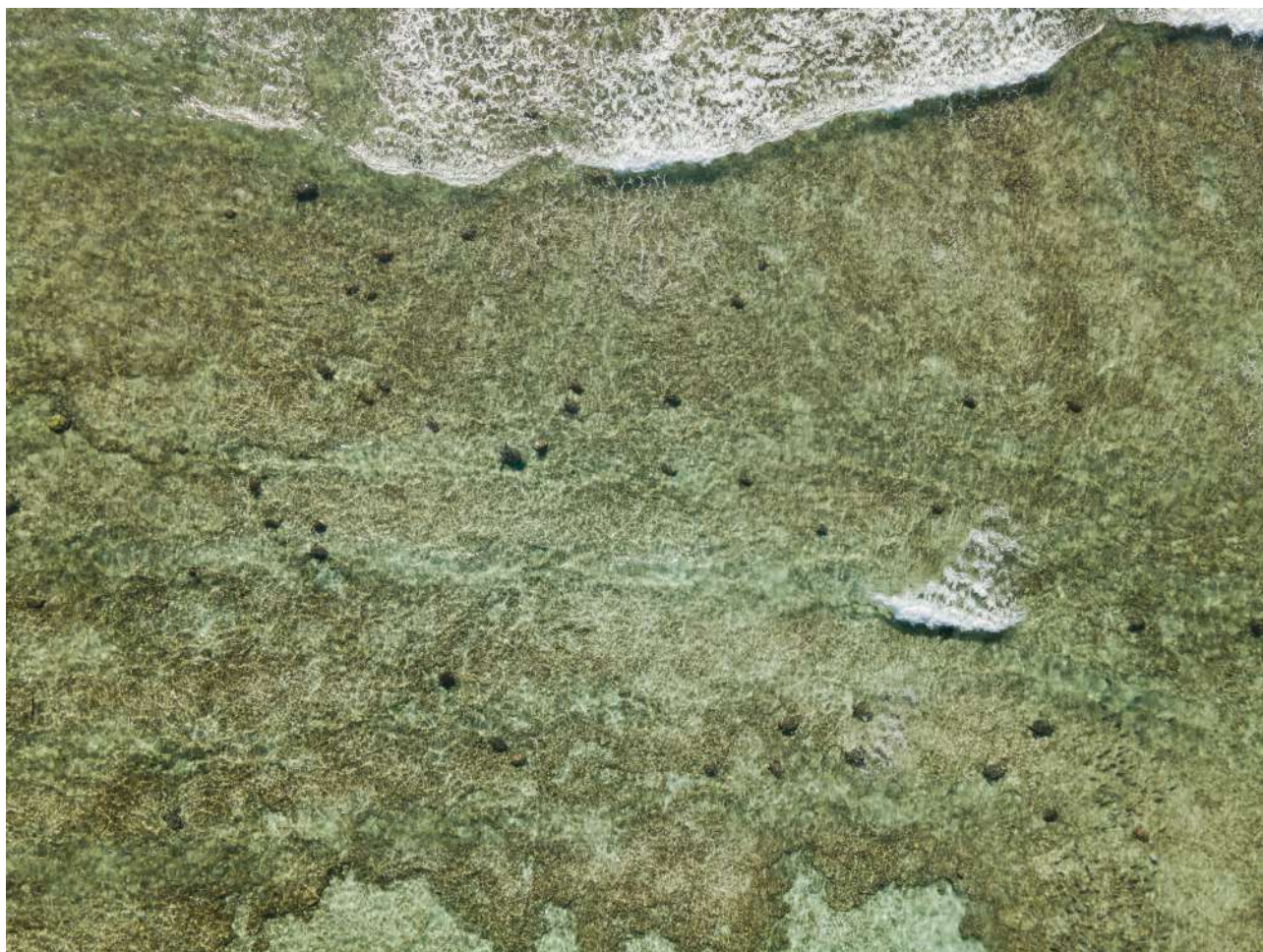


油污事件後小琉球海龜族群空拍監測調查計畫

調查報告書



指導單位：海洋委員會海洋保育署

執行單位：島人海洋文化工作室

110年12月

摘要

Abstract

2021年6月22日中油公司大林煉油廠外海浮筒輸油管破裂，造成小琉球海域受到原油污染，為評估是否對海龜族群造成影響，故使用空拍機調查小琉球全島周邊之海龜族群，全程錄影拍攝後，由計數人員計算海龜數量，從2021年7月至12月，總計共26趟次，每次觀察到的海龜數量60至805隻不等，推測影響海龜數量的主要因素和滿潮水位高低有關，風浪大小、海面漂浮物多寡、海面光線折射強弱等因素，也會影響計數人員計算判讀。本次調查中，並無目擊有任何海龜因油污而擱淺或漂浮等異狀，海龜族群數量也無明顯減少，根據調查結果判斷此次油污事件短期內對小琉球棲息海龜族群影響應不大。另油污是否殘留於潮間帶或底質之藻類和其他生物，海龜是否有食用油污影響之藻類，食用後是否會對海龜健康狀況有影響仍未知，需要更長時間的觀察與其他專業的調查研究。

June 22, 2021, an oil pipeline ruptured at an unloading facility operated by CPC Corp. at the Dalin Oil Refinery causing Xiaoliuqiu sea area to be polluted by the oil spill. This survey was launched to evaluate how the oil spill affect the number of green sea turtles by using a drone to film around the coastline of the island. After filming, the investigator would count the number of sea turtles shown in the video. From July to December 2021, in a total of 26 drone surveys, the investigator can count the number of sea turtles from 60 to 805. The results that the numbers are varied is reasonably assumed by the different conditions of tides, wind, sea floats, and refractions. In this survey, there is no witness of any sea turtles stranded or floating because of the oil spill, and no dramatic number decrease of sea turtles. However, the survey can not tell if the spilled oil remained in the tidal pool, sea bottom, and surface of algae or sea creatures. The survey also can not tell if sea turtles foraging for oil-polluted algae and how it happens affects their health condition. To answer those questions, it would need different kinds of research methods and set up long-term programs to continue monitoring. In conclusion, this oil spill incident had no impact on foraging sea turtle groups of Xiaoliuqiu in a short time.

目錄

一、動機與目的	1
二、實行計畫	1
三、預期效益	1
四、小琉球簡介	2
五、小琉球海龜族群現況	2
六、調查方法	3
七、空拍機設定參數	4
八、調查月份與趟數	6
九、海龜數量計數	6
十、調查結果	8
十一、討論與總結	12
附表一	14
參考文獻	15

一、動機與目的

小琉球為重要漁業資源保育區，觀光資源豐富，更是臺灣重要的海龜覓食棲地，近年來由於相關保育政策的施行及大眾保育意識的提升，在島嶼周圍出沒的覓食海龜數量越來越多，不但吸引大量遊客慕名而來，更是政府與民間合作保育有成的豐碩成果。

2021年6月22日中油公司大林煉油廠外海浮筒輸油管破裂，造成小琉球海域受到原油污染，在相關單位積極的處理下，合力將衝擊降到最低，惟仍需持續評估對海洋生態環境可能衍生之影響，其中對於海龜族群的調查評估，如能運用空拍機進行廣泛的監測，將可大量蒐集族群變化及分布地點等重要資訊，瞭解油污事件前後海龜族群是否受到影響，例如族群數量是否減少、分布地點及行為有無改變等。期盼透過政府與民間團體的通力合作，提供相關研究分析、保育宣導之基礎資料，並作為未來保育政策研擬之依據。

二、實行計畫

（一）基本資料：

1. 執行時間：2021年7月1日起至2021年12月20日止
2. 執行地點：小琉球周邊海域
3. 執行單位：島人海洋文化工作室
4. 聯絡人：蘇淮
5. 連絡電話：0912-470-878
6. E-mail：islanderdivers@gmail.com

（二）計畫施行內容：

1. 空拍調查小琉球海龜族群共計至少26趟次（7月至少8趟、8至11月每月至少4趟，12月至少2趟），每趟至少3小時，並於結案時提供空拍影像原始檔案作為後續相關研究分析之參考。
2. 依據空拍影響分析、計算小琉球海龜族群數量、分布地點等資訊，以瞭解油污事件前後海龜族群狀況是否有所差異。
3. 編纂及製作監測調查計畫報告。
4. 執行人員：蘇淮、陳芄諭
5. 準備器具：空拍機（型號：DJI Mavic Air 2、備用機DJI Mavic 2 Enterprise、DJI Mavic pro）、含定期更換電池、記憶卡、儲存硬碟等。

三、預期效益

（一）瞭解油污事件前後，小琉球海龜族群是否受影響，例如族群數量是否減少、分布地點及行為有無改變等。

（二）監測調查成果可作為相關研究分析、保育宣導及政策研擬之參考。

四、小琉球簡介

屏東縣琉球鄉琉球嶼，又稱小琉球（22°21'25"-19'15" N, 120°21'05"-23'25" E），面積為6.8平方公里，位於臺灣西南方外海約13公里。小琉球居民早期以漁業為主要產業，因漁業資源枯竭，近幾年轉型以觀光產業為主要經濟來源。相關專家學者推測，自2013年起，小琉球沿岸3海里禁網政策¹，加上珊瑚礁生態衰退，食藻魚類及無脊椎生物減少，藻類大量生長，島嶼周圍棲息的綠蠵龜成為優勢種，數量愈來愈多，並且容易讓人目擊，吸引大量遊客慕名而來賞龜，使得海龜成為小琉球的明星物種。

五、小琉球海龜族群現況

小琉球的海龜族群以綠蠵龜（*Chelonia mydas*）為主，目前綠蠵龜在國際自然保護聯盟（IUCN）列為瀕危物種（Endangered species），在臺灣受《野生動物保育法》保護，是監測海洋環境的指標性物種之一。

小琉球也是臺灣目前已知的主要綠蠵龜覓食棲地，已發表的相關文獻紀錄包括Cheng et al. (2019)²，該團隊於2011到2017年，利用Photo-ID的方式，浮潛調查小琉球海龜個體數量，總共紀錄了432隻海龜個體。公民科學團體海龜點點名於2017年6月至2020年5月，公民科學家的回報資料中，總共紀錄了小琉球330隻海龜個體³。利用空拍機調查小琉球周邊海域之相關調查，海龜點點名團隊於2019年11月8日至11日期間，進行小琉球全島沿岸空拍調查測試，紀錄到的海龜數量為433隻⁴。范元育(2019)⁵於2018年10月8日13:20以空拍機沿小琉球離岸200公尺內飛行一周調查，當時水位為低於海平面29公分，總共紀錄到91隻海龜。

根據Makowski et al. (2006)⁶ 及 Seminoff et al. (2002) ⁷的研究，綠蠵龜的活動範圍和食物的分佈有很大的關連，當食物集中時，活動範圍較小（0.77-2.88平方公里），當食物分布較廣時，則是食物集中區的五倍大（16.62平方公里）。綠蠵龜對棲息地有相當高的忠誠度 (Hart and Fujisaki, 2010)^{8 9}，主要的覓食棲地在海草及海藻豐富的淺水域透光層，選擇於這樣的環境覓食，綠蠵龜能耗費最少的能量獲取最大的食物量（Mancini et al., 2015）¹⁰。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）潮間帶更是綠蠵龜集中的覓食區域，本次空拍調查以水深約2米內正在淺礁區覓食的海龜為主要監測對象。

六、調查方法

執行調查人員為飛行手一名、觀察手一名，共兩名人員。人員騎乘機車環島繞行小琉球一周，起點與終點為白沙港堤防綠燈塔（+120. 38368, +22. 35439），方向為逆時針，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，還包含白沙港、杉福港、海子口港、大福西廢港及漁埕尾港，大福港為禁航區，因此避開至離岸約100至150米飛行如圖一。在各個起降點皆以高度計APP測量海拔高度，飛行高度為海拔50米，全程錄影拍攝沿岸覓食海龜數量。環島一周空拍機飛行距離約為22至23公里，飛行約20至25分鐘回程更換電池，總耗時約3至4個小時，使用電池需8至9顆。



圖一、空拍環島調查路線圖



圖二、實際拍攝之錄影截圖畫面

七、空拍機設定參數

（一）型號

無人飛行載具 (Unmanned Aerial Vehicle, UAV) 又稱空拍機，近年來逐漸普及運用在休閒娛樂及調查研究等用途，其中又以多旋翼型空拍機為主，特點為不需跑道，可垂直起降，較不受地形限制，機動性好，且可搭載全球定位系統 (Global Positioning Systems, GPS) 準確定位及高解析度相機攝錄影。此次調查主用機及備用機都選用多旋翼型且搭載GPS和攝錄影機的DJI Mavic系列。

（二）飛行高度

飛行高度較低雖能夠清楚辨識海龜個體，但拍攝涵蓋的範圍較窄，高度太高雖涵蓋範圍較廣，但辨識海龜個體不易。經不同高度測試，決定以海拔高度50米拍攝，能夠涵蓋全島離岸約50至100米的潮間帶至水深約10米以內的亞潮帶，也足夠清楚辨識不同體型大小的海龜個體。如圖三所示。

（三）飛行速度

海龜的游泳均速為10m/s (Hochscheid, 2014) ¹¹，若將飛行速度設定為10m/s以上，理應能避免重複拍攝相同海龜，經測試飛行速度大於6m/s所拍攝之影片，速度已過快，不利於人工計數。因目標拍攝之海龜個體都是於淺礁區覓食的海龜，短時間內幾乎都在定點，不會快速移動或移動範圍不大，因此選定飛行速度為2m/s至4m/s，較易於人工計數。

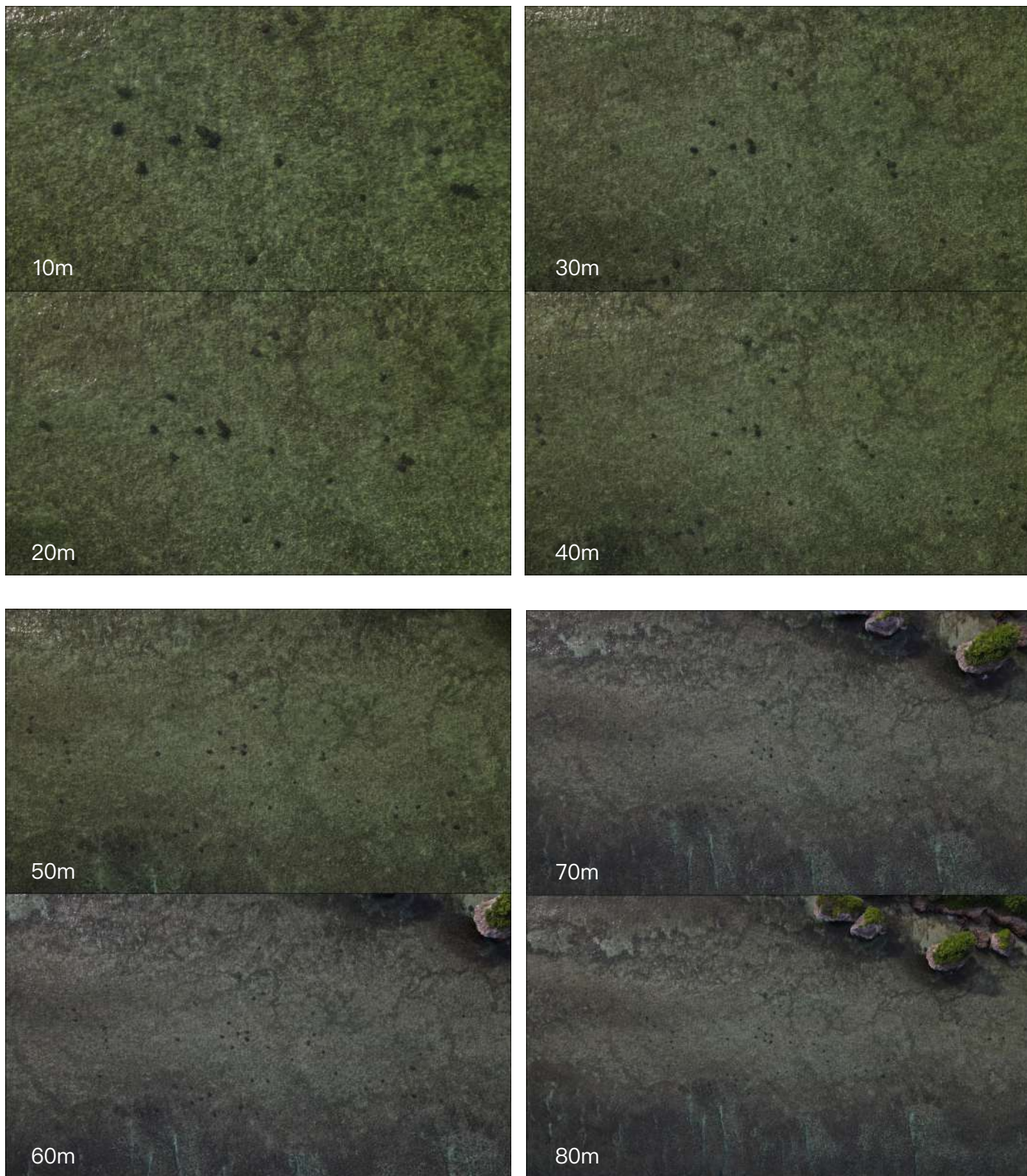
（四）錄影格式

選用高解析度高畫質的4K Ultra HD，以利於從電腦螢幕上人工辨識計數。

（五）拍攝視角

與海平面呈90°垂直俯視，較易於估算拍攝距離及面積，也較易於判斷海龜個體形狀及體型大小。

型號	飛行高度	飛行速度	錄影格式	拍攝視角
主用機：DJI Mavic Air 2 備用機：DJI Mavic 2 Enterprise DJI Mavic pro	海拔50m	2m/s - 4m/s	4K Ultra HD: 3840x2160	與海平面呈90° 垂直俯視



圖三、不同飛行高度之空拍機錄影截圖畫面

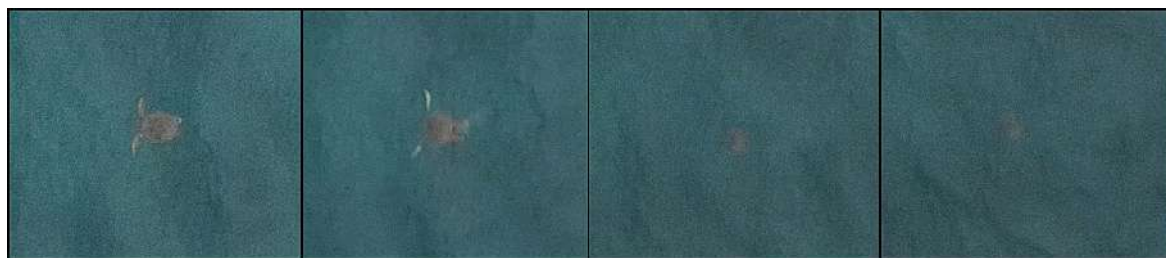
八、調查月份與趟數

原訂計畫為7月環島調查8趟，8月至11月各4趟，12月2趟，共26趟。其中7月20日至8月初受烟花颱風及颱風過後之西南氣流影響，天候狀況不佳，因此7月調整為7趟、8月為5趟，其餘月份皆照原定計畫執行。

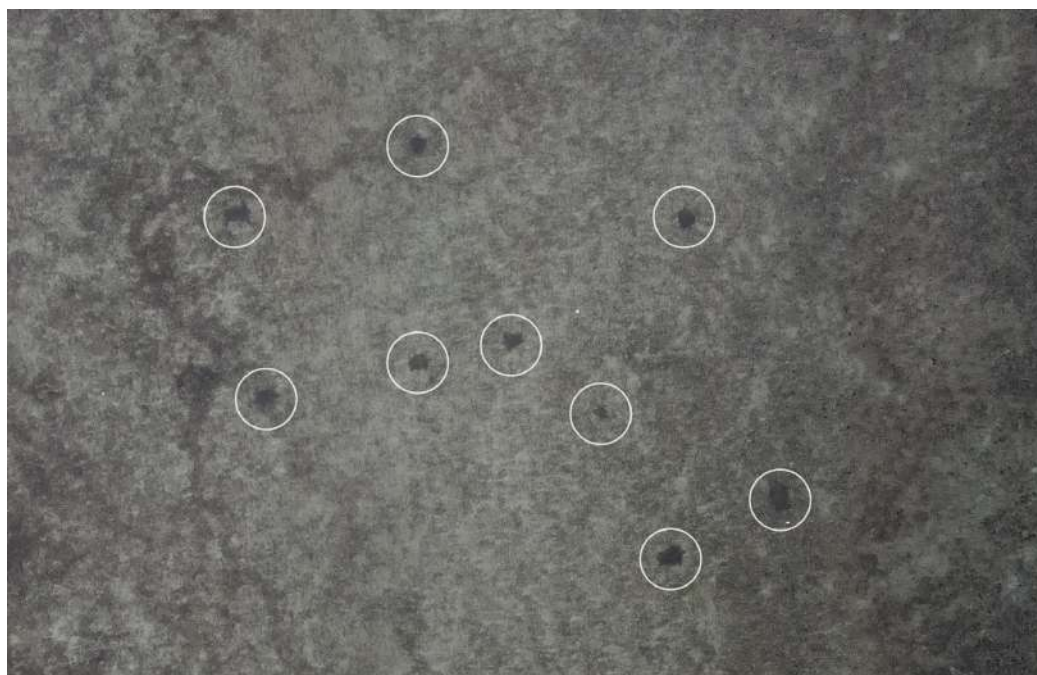
7月	8月	9月	10月	11月	12月	總計
7趟	5趟	4趟	4趟	4趟	2趟	26趟

九、海龜數量計數

空拍後將拍攝之影片輸入電腦播放，由計數人員以人工方式計算海龜數量。海龜下潛至約2米深度時，就難以判斷是否為海龜，如圖四。為避免誤判或與礁石混淆，因此只計算有在活動、看得見海龜四肢、背甲顏色及形狀明顯或水深2米內之海龜個體，如圖五。另水深2米內之海龜，行為大多為正在淺礁區覓食或在水面換氣，短時間內多為定點，不會快速移動，因此也可盡量避免重複計數相同之海龜個體。



圖四、影片截圖。由左至右分別為海龜於水面換氣、躬身下潛、下潛約1米、下潛約2米



圖五、白圈為列入計算之可辨識海龜個體

錄製影片可以讓計數員在計數海龜時，將影片暫停、回放和逐格播放重複驗證，和傳統使用輕航機並由觀測員現場目視觀測相比之下，可以有效降低觀測誤差（Dunstan A et al. 2020）¹²。Sykora-Bodie ST et al. (2017)¹³於哥斯大黎加Ostional所進行的空拍海龜調查，認為可用性誤差接近0%，范元育(2019)⁵於2018年的計數員測試觀測誤差率為0%。

為驗證此次空拍調查海龜計數的誤差率，以2021年7月12日多仔坪潮間帶（全島分區編號②）及海子口至厚石裙礁（全島分區編號⑤）兩處地形及海龜組成差異較大的區域測試，多仔坪潮間帶為平坦礁台、礁台顏色較淺、海龜密度高，海龜體型由青年龜、亞成龜及成龜皆有，海子口至厚石裙礁為海蝕溝、礁石顏色深、海龜體型以青年龜為主。

檢驗的計數員共三位，分別重複計數兩段影片共五次，計數員A為此次調查的飛行手，也是主要的計數人員，計數員B為參與多次水下及空拍調查的當地潛水教練，計數員C為不曾參與空拍調查的當地觀光業者。計數員A、B因已累積多次計數之經驗，在計數到第五次後兩者的誤差並不大，計數員C經訓練後，計數之數量與計數員A、B誤差也並不大如表一，因此本次調查以計數員A所計數之海龜數量為主要數據。

2021.07.12 分區②+⑤海龜隻數	計數員A	計數員B	計數員C
第一次計數	247	254	230
第二次計數	246	240	236
第三次計數	249	241	242
第四次計數	253	246	256
第五次計數	255	256	257

表一、海龜數量計數員誤差率測試

十、調查結果

7月全島調查前，已於2021年6月25日至6月30日先行調查岸際發現油污最多之區域（花瓶岩至龍蝦洞，分區為A、B如圖六）。因當時天候不佳時有雷雨，無法調查全島，所以選擇全島海龜密度最高的多仔坪潮間帶為另一處監測點，如圖六分區為C。6天的調查中，並無目擊有任何海龜擱淺、漂浮等異狀，海龜數量也無顯著減少或增加如圖七。



油污事件後小琉球海龜族群空拍監測調查分區圖

調查時間：2021年6月25日-6月30日

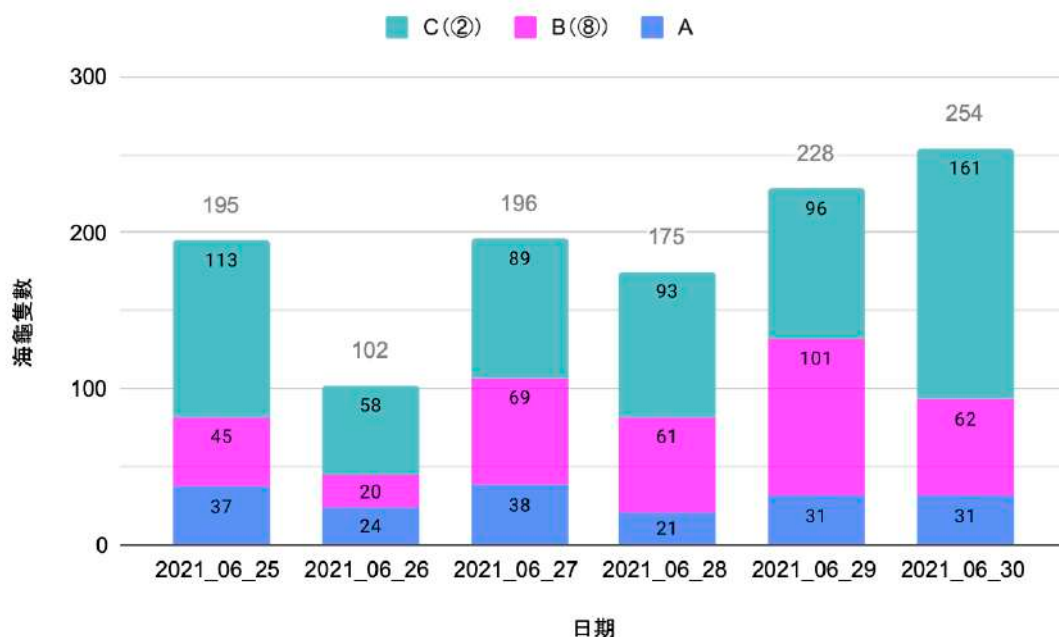
依調查先後順序及油污污染嚴重程度分區為：

- A. 花瓶岩
- B. 白沙港-中澳沙灘-漁埕尾-龍蝦洞
- C. 多仔坪

A、B 為6月22日-24日海面及岸際油污最多之區域
C 為全島覓食海龜數量及密度最高之區域，此次油污較少
B區為全島調查分區的⑧區、C區為②區

（地圖取自Google Map修正）

圖六、油污事件後小琉球海龜族群空拍監測調查分區圖



圖七、2021年6月分區調查數量圖

7月至12月之全島調查依空拍機飛行先後順序、沿岸地形、水底結構、岸上定位目標物、空拍機電池續航力、接收訊號強弱及起降點有無干擾物將小琉球全島分為8區，分區圖如圖八。總共26趟的調查中，並無目擊有任何海龜擱淺、漂浮等異狀，海龜數量與2020年6月9日中央研究院生物多樣性中心野澤洋耕實驗室之全島空拍調查比較，並無太大差異如圖九。

其中於2021年7月9日，觀測到最高紀錄全島共805隻海龜，當天調查時間為上午6:50到9:36，滿潮時間為7:09，最高潮位為66公分。紀錄數量次多為7月12日及8月24日，分別觀測到739隻及735隻海龜，調查時間分別為上午7:13至10:09，滿潮時間8:50，最高潮位71公分，以及調查時間上午6:48到9:56，滿潮時間8:42，最高潮位71公分（如附表一）。三次調查數量超過700隻海龜的當日，水位高於30公分的持續時間較長，高水位涵蓋了整個調查時間，海龜可以持續待在潮間帶覓食，且最滿潮都是在上午光線佳但不至於海面折射太強的時候，全島浪高都在1米以下、海面漂浮物少讓多數海龜個體不受其他因素遮蔽而較好辨識，綜合以上因素，因此推測才有機會紀錄到超過700隻海龜個體。另外，根據中央氣象局2002年至2020年小琉球每月潮位統計圖之統計，每年的7、8月份小琉球的最高高潮位、平均高潮位及平均潮位都高於其他月份如圖十，也可能是7、8月份小琉球沿岸能夠紀錄到最高海龜數量的關鍵因素之一。

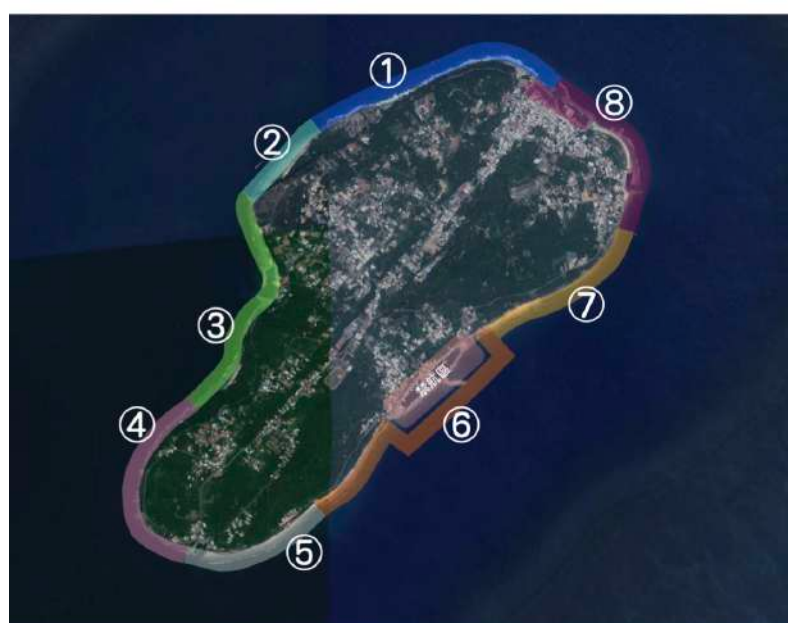
最低數量是2021年8月3日全島只紀錄到60隻海龜個體，當日受烟花颱風後西南氣流影響，全島大浪，浪高皆超過2米，且滿潮水位低，最高潮位僅5公分。另外兩次全島數量低於100隻個體的紀錄，分別為2021年7月21日及8月16日。7月21日當日是烟花颱風前，小琉球全島受颱風外圍環流影響風浪較大，且天候不穩定，因此趁著雨停的時候調查，調查時間為上午9:00至12:09，當日最乾潮時間為12:37，最低潮位為-34公分。8月16日當日全島小浪至大浪，海面有些許海漂物，調查時間為11:30至14:40，天候晴朗海面折射強，滿潮時間14:19，最高潮位16公分（如附表一）。三次調查數量低於100隻海龜的當日，水位都較低，不超過20公分，兩次調查日受颱風外圍環流或西南氣流影響全島浪況不佳，另一次雖天候晴朗，但水位也較低且調查時間是中午，海面折射強影響人工計數海龜，所以可能導致計數後的海龜數量偏低。

另有兩次數量偏低的紀錄分別為2021年9月28日及11月9日，海龜數量為110隻及142隻。9月28日當日為全日潮，最乾潮是上午7:27，水位-14公分，潮水漲得較緩慢，滿潮時間為隔日9月29日00:11。11月9日當日也是全日潮，潮位變動較小且最高潮位於夜間22:19，調查時間為10:30至13:30（如附表一）。兩次調查當日水位都較低，很可能是紀錄到的海龜數量偏低的主要因素。

全島8個分區當中，海龜數量最多、密度最高為分區編號②的多仔坪潮間帶，最高紀錄為2021年9月5日的220隻，調查時水位若高於20至30公分，經常可紀錄到超過百隻或接近百隻海龜個體。次多為分區編號①及編號③，分別於7月9日紀錄到161隻、9月5日紀錄到172隻，這兩區於高水位時，偶爾可紀錄到超過百隻海龜個體。分區編號⑧的龍蝦洞潮間帶及漁埕尾潮間帶，也曾於7月27日紀錄到159隻海龜。這4區涵蓋了多處潮間帶平坦礁台如

花瓶岩礁台、美人洞沙灘外礁台、多仔坪潮間帶、杉福潮間帶、蛤板灣潮間帶、龍蝦洞潮間帶和漁埕尾潮間帶，這幾處只要水位高於20至30公分以上，經常聚集許多海龜於此覓食，是小琉球海龜數量最多的覓食熱區。

全島海龜數量最少的分區為編號④的烏鬼洞海域，大多數的調查日都紀錄到不超過10隻，推測可能和地形有關，這一區較無大面積平坦礁台，多為巨型礁石、落差較大，水深較深，且岸際浪況經常不佳。分區編號⑤、⑥、⑦的島嶼東南側，紀錄到的海龜個體體型較小，大多為背甲直線長度90公分以下的青年龜和亞成龜，數量較不穩定，每個分區很少紀錄到超過百隻，只有三次調查日7月9日、7月12日及12月15日於分區⑦分別紀錄到124隻、109隻及135隻。推測可能和這3區地形多為海蝕溝，較少大面積平坦礁台有關。

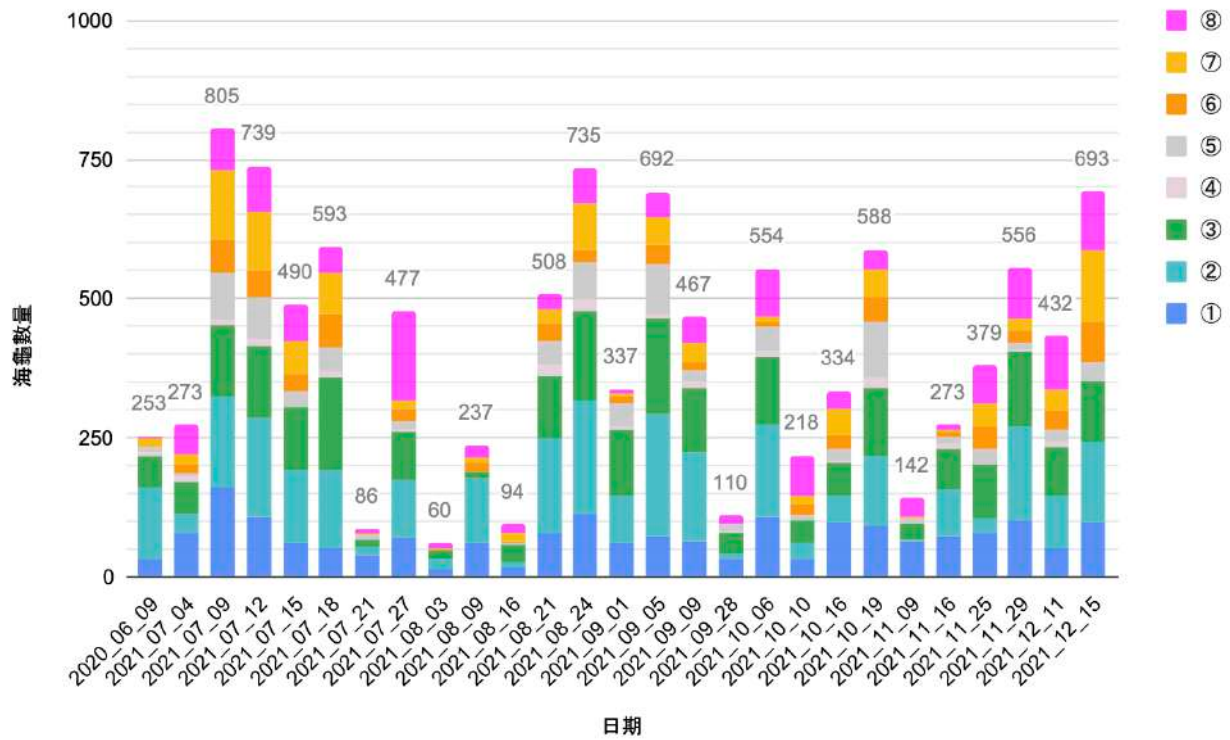


油污事件後小琉球海龜族群空拍監測調查分區圖

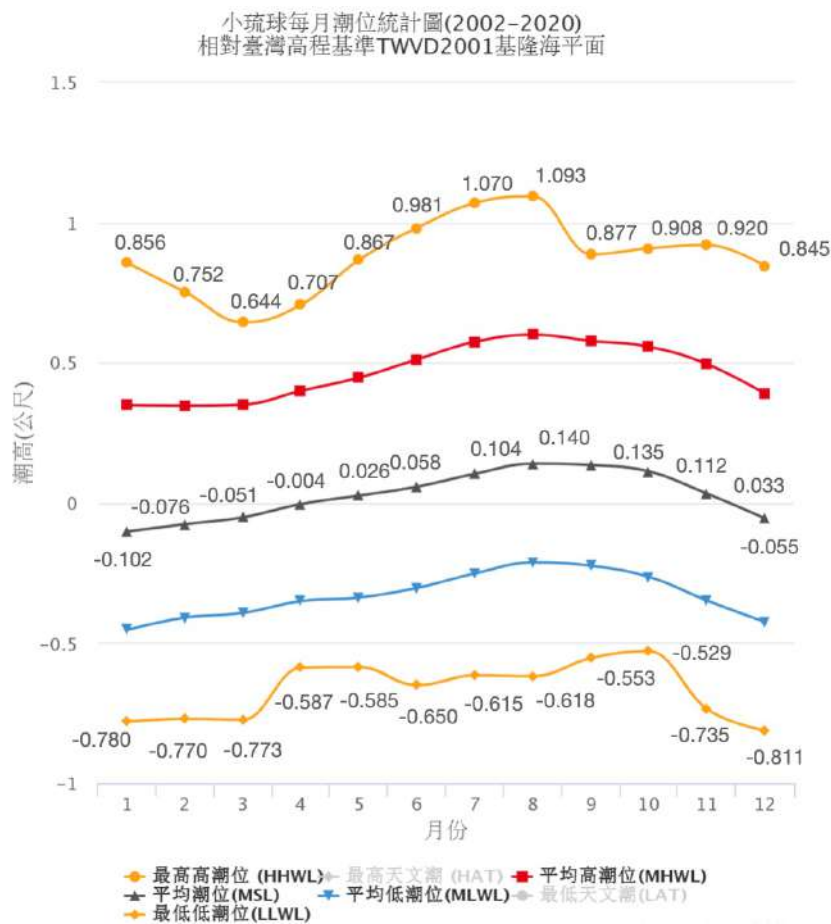
- ① 白沙港-花瓶岩-美人洞-多仔坪
- ② 多仔坪
- ③ 多仔坪-杉福港-蛤板灣
- ④ 蛤板灣-海子口
- ⑤ 海子口-厚石裙礁
- ⑥ 厚石裙礁-大福港
- ⑦ 大福港-龍蝦洞
- ⑧ 龍蝦洞-漁埕尾-中澳沙灘-白沙港

(地圖取自Google Map修正)

圖八、油污事件後小琉球海龜族群空拍監測調查全島分區圖



圖九、2020年6月9日及2021年7月至12月全島調查海龜數量圖



圖十、2002年至2020年小琉球每月潮位統計圖（資料來源：中央氣象局）

十一、討論與總結

7月至12月共26趟全島調查以及2021年6月25日至6月30日之調查，皆無紀錄到有海龜個體因油污擱淺、漂浮等異狀。此次油污事件短期內對小琉球棲息海龜族群影響應不大。油污是否殘留於潮間帶或底質之藻類和其他生物，海龜是否有食用油污影響之藻類，食用後是否會對海龜健康狀況有影響仍未知，需要更長時間的觀察與其他專業的調查研究。

海龜數量有明顯變動的調查日，主要和當日水位高低有直接的關係，潮位高於20至30公分以上的持續時間較長，允許讓海龜在潮間帶平坦礁台覓食的時間較長，礁台的水深淺、且覓食海龜大多為定點，更有利於空拍機拍攝及計數員計算海龜個體。海面折射、海面漂浮物、海浪大小、海面下底質顏色、岩岸地形陰影、海龜行為和影像品質等因素，皆會影響海龜個體的辨識和判讀。因此，若天候狀況允許飛行，使用空拍機監測小琉球海龜族群的最佳時機，為潮位高於20至30公分持續時間超過3至4個小時的潮汐，且最滿潮時間避開中午海面折射最強時。

空拍機除了可以在突發油污事件的第一時間監測油污影響範圍之外，也可以用較少的人力，更有效率監測小琉球全島海龜族群數量和分佈範圍，並彌補了潛水員較不易下水調查的區域，像是海子口、烏鬼洞和多仔坪潮間帶的海龜資訊。但容易受天候狀況影響，例如油污事件發生那週皆有雷雨，能夠飛行的時間短且風險高，也受電池續航力影響，單次能夠飛行的時間約20至25分鐘。因此仍須結合海巡人員、民眾或船隻從岸際和海上監測，甚至潛水員水下調查，才能更全面地評估當時狀況。

從1940年至2017年，全世界因油污外洩對海龜造成影響的案例共22件（Bryan P. Wallace et al. 2020）¹⁴，油污對海龜可能造成的影響與應變措施整理如圖十一。另一個案例為巴西成功救援一隻因油污沾黏的欖蠟龜（Oliveira REM et al. 2021）¹⁵，處理流程如圖十二。

國外海龜大量擱淺及救援可參考的案例，有2021年2月於美國德州發生的大規模海龜冷暈眩事件，因極端低溫及暴風雪導致約11,000隻海龜擱淺及漂浮，當地海龜救援中心Sea Turtle Inc. 無法容納這麼多海龜，政府機關開放當地大型會議中心收容了約5,000隻海龜，也有大型企業提供發電機，讓因暴風雪停電而無法運作的暖氣運作。除了當地政府及民間組織介入救援之外，擱淺海龜搬運也有大量的民眾參與，提供人力、推車和貨車協助，海面漂浮的海龜救援也動用了民間船隻出海協助救援，最終大多數的海龜都順利存活並野放¹⁶。

若因油污或其他因素導致大量海龜擱淺，小琉球目前能夠處理的軟硬體皆有限，資源皆不足。小琉球島上可供使用的吸油棉不足，且無專業獸醫師，也無專業的海龜收容所，所有傷病海龜皆需後送至屏東車城海生館處理。萬一不幸發生大量海龜擱淺事件，小琉球目前第一時間能赴現場處理的現有人力只有海巡人員及民間志工，擱淺海龜除人力搬運外，或許能調借潛水業者載運裝備之小貨車或交通船上下貨之手推車協助搬運，海面漂浮的海龜，除海

巡船隻外，也可調用漁民舢舨、獨木舟或SUP業者協助救援。能夠短暫收容的空間或許可利用社區活動中心、學校體育場或禮堂等場域。

此次油污事件所幸並無造成小琉球海龜大規模擱淺或漂浮，岸際油污也在政府及民間團體合作下快速清除。期盼未來相關單位能妥善管理、監督各項軟硬體設施，避免再次發生油污外洩事件，造成海洋生態及環境的傷害。

油污對海龜造成的影響和應變措施		
環境對象	陸地（產卵沙灘）	近岸（覓食棲息地）
	產卵母龜、卵窩、稚龜	青年龜、亞成龜、成龜
		
可能威脅	沙子被油污污染 毒素影響胚胎、稚龜被油污污染 油污清理器材變成沙灘障礙物 海龜被沙灘上活動干擾 大型淨灘器具造成海龜受傷或破壞卵窩	油污沾染海龜（體表、口腔、眼睛和洩殖腔） 棲息地破壞和食物被油污破壞 攔油索、救援船隻造成的可能傷害
應變措施	密切觀察是否有產卵行為 紀錄可能受威脅的卵窩位置 評估人工移位、孵化或野外孵化的保育措施 提供工作人員適合的作業程序和指引	利用空拍觀察沿岸海龜狀況 巡視海岸線，監控海龜擱淺情形 擬定油污海龜的救援和處置流程
參考資料：Endang Species Res 41: 17-37, 2020		

圖十一、油污對海龜造成的影響和應變措施（製圖：馮加伶）

油污海龜 (oiled turtle) 的處理流程

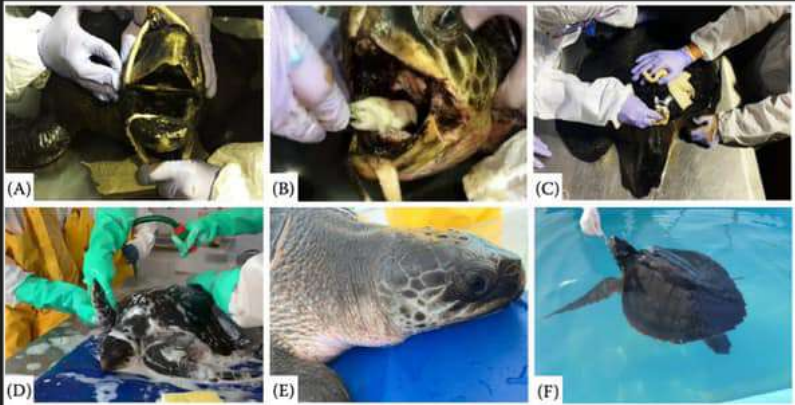


Figure 2. Process of the manual removal of oil from the olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*)

(A) Presence of oil on the entire body surface and mucous membranes. (B) Manual removal of the oil from the oral cavity using a gauze pad soaked with vegetable oil. (C) Removal of the oil from the body surface using a gauze pad soaked with mineral oil. (D) Removal of the oil with heated water (39°C) and neutral detergent. (E) Clean animal, without any traces of oil. (F) Animal in a pool feeding at will

以油攻油

A. 體表和黏膜都被油污污染的玳瑁龜

B. 先用沾滿植物油的紗布清除口腔內的油污

C. 再用紗布沾滿礦物油清除海龜體表的油污

D. 用中性清潔劑和溫熱水（約39度）徹底清潔

E. 乾淨溜溜的海龜

F. 收容海龜進食中

參考資料：Veterinarni Medicina, 66, 2021 (07): 313-319

圖十二、油污海龜的處理流程（製圖：馮加伶）

附表一

日期	2021_06_25	2021_06_26	2021_06_27	2021_06_28	2021_06_29	2021_06_30
時間	07:48-08:50	08:41-10:20	08:41-10:20	10:07-11:16	09:17-10:04	11:02-11:46
潮汐	07:31 80	08:17 80	09:04 77	09:53 69	10:47 60	11:47 49
海況	小浪至中浪 海面許多海漂物	小浪至中浪 海面許多海漂物	A,B 小浪 C 中浪	小浪至中浪 大筒沖刷入堤的實泥水較多	A,B 小浪 C 中浪至大浪	小浪至中浪 海面折射強
編號						
A	37	24	38	21	31	31
B (8)	45	20	69	61	101	62
C (2)	113	58	89	93	96	161
總計	195	102	196	175	228	254

日期	2020_06_09	2021_07_04	2021_07_09	2021_07_12	2021_07_15	2021_07_18	2021_07_21	2021_07_27	2021_08_03	2021_08_09	2021_08_16	2021_08_21	2021_08_24
農曆	十八	二十五	三十	初三	初六	初九	十二	十八	二十五	初二	初九	十四	十七
時間	119	14:08-16:46	06:50-09:36	07:13-10:09	08:23-11:29	12:43-15:52	09:00-12:09	06:14-09:45	13:25-16:25	07:40-10:40	11:30-14:40	06:16-09:28	06:48-09:56
潮汐		04:01 35 10:45 -5 15:46 11 21:32 -15	07:09 66 14:41 -35 20:17 0	01:01 -9 08:50 71 16:29 -39 22:18 2	03:42 -3 11:02 58 18:31 -30	02:23 37 08:31 -4 14:23 28 20:29 -17	02:27 -13 09:44 70 17:04 -35 22:54 12	02:27 -13 09:44 70 17:04 -35 22:54 12	04:04 50 11:58 -2 17:13 5 21:04 -2	12:40 -4 08:05 78 15:23 -36 21:12 14	01:34 53 08:40 -10 14:19 16 19:21 -3	06:29 84 14:06 -44 19:49 10 21:28 23	01:45 -15 08:42 71 15:40 -30 21:28 23
海況	微浪: 0-0.5m 小浪: 0.51-1m 中浪: 1.01-2m 大浪: 2.01m以上	①-③海浪至中浪 ④-⑦中浪至大浪	①-⑥微浪至小浪 ②-④小浪至中浪 ⑤小浪	④微浪至小浪 其他微浪 水下能见度估計20m+	⑤微浪至小浪 其他微浪 水下能见度估計20m+	①-④微浪至中浪 ⑤小浪至中浪	①-④微浪至中浪 ⑤小浪至中浪	①-④微浪至中浪 ⑤小浪至中浪	①-④微浪至中浪 ⑤小浪至中浪	①-④微浪至中浪 ⑤小浪至中浪	①-④微浪至中浪 ⑤小浪至中浪	①-④微浪至中浪 ⑤小浪至中浪	①-④微浪至中浪 ⑤小浪至中浪
編號													
①	33	79	161	107	82	50	39	71	12	12	60	16	78
②	129	34	164	180	130	142	15	101	20	116	103	10	169
③	55	58	128	127	113	166	13	89	16	12	32	115	161
④	8	9	9	13	1	10	0	2	0	1	0	18	21
⑤	8	7	85	75	26	43	8	17	1	1	3	44	67
⑥	0	13	59	46	34	61	5	22	0	15	4	30	22
⑦	16	20	124	109	58	74	0	16	3	8	13	26	85
⑧	4	53	75	82	66	47	6	159	8	24	16	28	63
總計	253	273	805	739	490	593	86	477	60	237	94	508	735

日期	2021_09_01	2021_09_05	2021_09_09	2021_09_28	2021_10_06	2021_10_10	2021_10_16	2021_10_19	2021_11_09	2021_11_16	2021_11_25	2021_11_29	2021_12_11	2021_12_15
農曆	二十五	二十九	初三	二十二	初一	初五	十一	十四	初五	十二	二十一	二十五	初八	十二
時間	05:45-08:50 03:11 48 11:29 -15	06:00-09:00 06:26 69 13:41 -33 19:38 17	07:45-10:49 02:21 -15 09:03 63 15:32 -20 21:28 42	09:00-14:30 07:27 -14	07:42-10:50 12:42 -18 07:18 54 13:41 -26 19:39 37	07:36-10:55 04:28 -33 10:27 13 14:40 -11 21:56 63	14:40-17:42 04:01 49 11:48 -40 17:57 7 22:20 5	07:25-10:31 12:14 -20 06:36 36 13:00 -27 21:05 27	07:50-10:30 05:47 -49 22:19 54 18:01 20	13:24-16:32 06:17 -40 22:25 30	14:23-17:24 02:38 20 09:47 -39 16:08 1 21:21 -16	14:23-17:24 02:38 20 09:47 -39 16:08 1 21:21 -16	12:20-15:20 12:57 24 08:41 -46 15:08 -11 18:52 -16	14:45-17:47 05:14 -8 10:34 -29 17:32 22
潮汐	全島微浪至小浪 ⑦海面有海漂物	全島微浪 ⑦海面有海漂物 ③海面有海漂物 ③~⑦海面折射強些許	全島微浪 ①海面至中浪 ③~⑦海面折射強些許	①~⑦微浪至小浪 ②中浪 全島海面有海漂物些許	①~⑦微浪至小浪 ②~⑦中浪至大浪 ⑦海面有海漂物些許 全島海面有海漂物些許	①~⑦微浪至小浪 ②~⑦中浪至大浪 ⑦海面有海漂物些許 全島海面有海漂物些許	①~⑦微浪至小浪 ②~⑦中浪至大浪 ⑦海面有海漂物些許 全島海面有海漂物些許	①~⑦微浪至小浪 ②~⑦中浪至大浪 ⑦海面有海漂物些許 全島海面有海漂物些許	全島水位低 ①~⑤微浪至中浪 ②~③微浪至小浪 ③~⑦微浪 ④~⑥微浪至中浪 ⑤~⑦微浪至中浪 ⑥微浪至中浪	①~③小浪至中浪 ④~⑥微浪至中浪 ⑦~⑧微浪至中浪 ⑨微浪至中浪 ⑩微浪至中浪	①~③小浪至中浪 ④~⑥微浪至中浪 ⑦~⑧微浪至中浪 ⑨微浪至中浪 ⑩微浪至中浪	①~③小浪至中浪 ④~⑥微浪至中浪 ⑦~⑧微浪至中浪 ⑨微浪至中浪 ⑩微浪至中浪	①~④中浪至大浪 ⑤~⑧小浪至大浪 ⑨微浪至中浪 ⑩微浪至中浪	①~③小浪至中浪 ④~⑤小浪至中浪 ⑥~⑧小浪至中浪 ⑨微浪至中浪 ⑩微浪至中浪
海況														
編號														
①	61	72	65	33	106	31	98	91	65	74	79	100	52	97
②	85	220	157	8	169	29	47	125	3	83	26	169	94	146
③	118	172	118	39	122	40	60	122	27	74	95	137	87	108
④	5	8	12	4	8	0	3	20	1	8	1	1	8	1
⑤	41	90	18	10	43	11	21	102	9	13	30	13	24	34
⑥	13	33	18	1	12	17	25	43	0	8	39	24	33	71
⑦	6	53	32	1	8	17	48	49	1	4	4	22	38	131
⑧	8	44	47	14	86	73	32	36	36	9	69	90	96	105
總計	337	692	467	110	554	218	334	588	142	273	379	556	432	693

參考文獻

- ¹ 屏東縣政府公告(2012)。 <https://reurl.cc/KNWvn>
- ² Cheng WH, Chan YT, Hong H, Johnson B, 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
- ³ 海龜點點名(2020)。海龜點點名三週年年刊
- ⁴ 海洋委員會海洋保育署(2019)。108年度臺灣周邊海龜族群調查計畫
- ⁵ 范元育 羅柳墀(2019)。利用無人飛行載具調查琉球嶼海龜空間分布之評估。國立高雄師範大學地理學系
- ⁶ Makowski C, Seminoff JA, Salmon M (2006). Home range and habitat use of juvenile Atlantic green turtles (*Chelonia mydas*) on shallow reef habitats in Palm Beach, Florida, USA. *Mar Biol.* 2006;148(5):1167–79. doi:10.1007/s00227-005-0150-y.
- ⁷ Seminoff JA, Resendiz A, Nichols WJ (2002). Home range of green turtles *Chelonia mydas* at a coastal foraging area in the Gulf of California, Mexico. *Marine Ecology Progress Series*, 242, 253-265.
- ⁸ Hart KM, Fujisaki I (2010). Satellite tracking reveals habitat use by juvenile green sea turtles *Chelonia mydas* in the Everglades, Florida, USA. *Endangered Species Research*, 11(3), 221-232.
- ⁹ Hart KM, Fujisaki I (2010). Satellite tracking reveals habitat use by juvenile green sea turtles *Chelonia mydas* in the Everglades, Florida, USA. *Endangered Species Research*, 11, 221-232.
- ¹⁰ Mancini A, Elsadek I, Madon B (2015). When simple is better: Comparing two sampling methods to estimate green turtles abundance at coastal feeding grounds. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 465, 113-120.
- ¹¹ 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.
- ¹² Dunstan A, Robertson K, Fitzpatrick R, Pickford J, Meager J (2020). Use of unmanned aerial vehicles (UAVs) for mark-resight nesting population estimation of adult female green sea turtles at Raine Island. *PLoS ONE* 15(6): e0228524.
- ¹³ Sykora-Bodie ST, Bezy V, Johnston DW, Newton E, Lohmann KJ (2017). Quantifying nearshore sea turtle densities: applications of unmanned aerial systems for population assessments. *Sci. Rep.* 7: 1255641.
- ¹⁴ Bryan PW, Brian AS, Eduardo C, Carly H, Paulo HL, Ana CJM, Jeffrey DM, Hugo N, Nicolas JP, Ian R, Nicolle R, Gary S (2020). Oil spills and sea turtles: documented effects and considerations for response and assessment efforts. *Endang Species Res* 41: 17–37.

¹⁵ Oliveira REM, Attademo FLN, Galvinctio JS, Freire ACB, Silva AS, Pires JML, Lima LRP, Aguiar JMF, Moreira AB, Melo LIS, Gavilan SA, Lima SA, Lima MA, Silva FJL, Oliveira MF (2021). Successful rehabilitation of an oiled sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) affected by the biggest oil spill disaster in Brazil. Vet Med-Czech 66, 313–319.

¹⁶ NOAA Fisheries NEWS (2021). Rescuing Thousands of Sea Turtles in Texas.
<https://reurl.cc/Q6qYo2>