

誰吃了鬼頭刀？



林憲忠、張慕璿、江偉全、何源興

水產試驗所東部海洋生物研究中心

前言

魚類在自然界中的移動行為、棲地偏好及洄游模式之相關資訊不易取得，但隨著電子式記錄器技術的發展，促進了解中上層魚類生活史的詳細描述，並已發展到適合結附於許多不同型態的物種，記錄移動位置及棲息深度與溫度等精細時間序列資料，明確的解析物種的活動範圍及棲地偏好，判定物種的水平及垂直移動模式及分布範圍與確定產卵場等重要資訊，亦是提供資源評估所需的重要生態參數。

鬼頭刀為表層洄游性魚種之一，主要棲息於熱帶及亞熱帶海域之混合層內，經常於淺海域及表面漂流物附近活動。臺灣於 2014 年開始建立鬼頭刀漁業改進計畫 (Fishery Improvement Plan, FIP)，並於 2015 年正式登入 SFP (Sustainable Fisheries Partnership) 網站，為臺灣首項執行之魚種。工作計畫的制定與內容必須有科學研究作為依據，因此由國立臺灣海洋大學及本所科學家執行臺灣鬼頭刀族群動態解析，作為工作計畫所需科學研究之佐證。

本中心針對鬼頭刀移動行為及環境特徵之研究已於 2019 及 2020 年發表於國際期刊 (Lin et al., 2019, 2020)。雖然如此，本中心仍

持續進行有關鬼頭刀移動行為之相關研究，收集更完整且長期的行為資料，以提供資源評估所需之生態訊息相關科學參數。

標識器及衛星訊號接收器介紹

本研究所使用之彈脫型衛星標識器 (Pop-up Satellite Archival Tag, PSAT) 是由 Wildlife Computers (WC) 公司所生產之 MiniPAT 型號。該標識器可記錄生物的棲息環境深度、溫度與光照度 (推算地理位置) 等資料，其優點為無須取回，而是透過 Argos 衛星系統傳送資料。標識器尾端處具有自動釋放彈脫裝置 (電解分離連接環; electrolytic breakaway bin)，釋放彈脫機制條件包括：(1) 到達初始設定的日期；(2) 保持恆定深度，當 PSAT 感應深度變化於 ± 3 m 時；(3) 記錄深度超過 1,250 m，時間長達 15 分鐘等，當達到其中一個條件時，釋放裝置的環狀針腳 (bin) 便會發出熱能，溶斷 (腐蝕) 連接標識器的繫繩，使其從魚體自動彈脫。標識器彈脫後，裡面所儲存的紀錄資料將會透過 Argos 衛星系統進行傳遞並回傳標識器的地理位置，使用者也可以自行從 Argos 網站下載資料。

PSAT 為目前標識放流解析魚類移動行

為及棲地環境等研究之最佳利器，但由於不容易長時間裝置於魚體，且經常於設定日期前提早脫落，或受到氣候、海況、電波干擾和（或）電池壽命耗盡等因素影響，往往導致訊號無法完整回傳或是資料遺漏短缺。當標識器脫離魚體浮出水面時即開始發送訊號，衛星接收訊號後，會將資料及標識器位置的經緯度等訊息傳至 Argos 衛星系統，但由於受到訊號傳遞品質之影響，經常會有數公里的誤差。

衛星訊號接收器 (Argos Goniometer) 是由訊號接收機器與衛星天線所組成，可接收標識器發送的特定頻度信號，並偵測訊號發報的方向與距離。當研究人員由 Argos 衛

星傳送資料得知標識器位置的經緯度訊息時，便可利用衛星訊號接收器至最新位置範圍進行搜尋，並依據接收器所接收之方向及訊號強度來判斷標識器之方位及距離，縮小搜尋範圍。

標識器尋回紀實

研究人員於 2020 年 11 月 18 日在臺灣東部海域利用衛星標識器共標識 1 尾由延繩釣所漁獲之鬼頭刀進行移動行為之研究 (圖 1)。該標識器在 5.5 天後，於 2020 年 11 月 24 日於臺灣東北角海域發送訊息，標放位置與發送訊息位置之直線距離達 255.8 km，且



圖 1 鬼頭刀魚體標識彈脫型衛星標識器 (黃色箭頭為鬼頭刀眼睛及嘴巴位置)

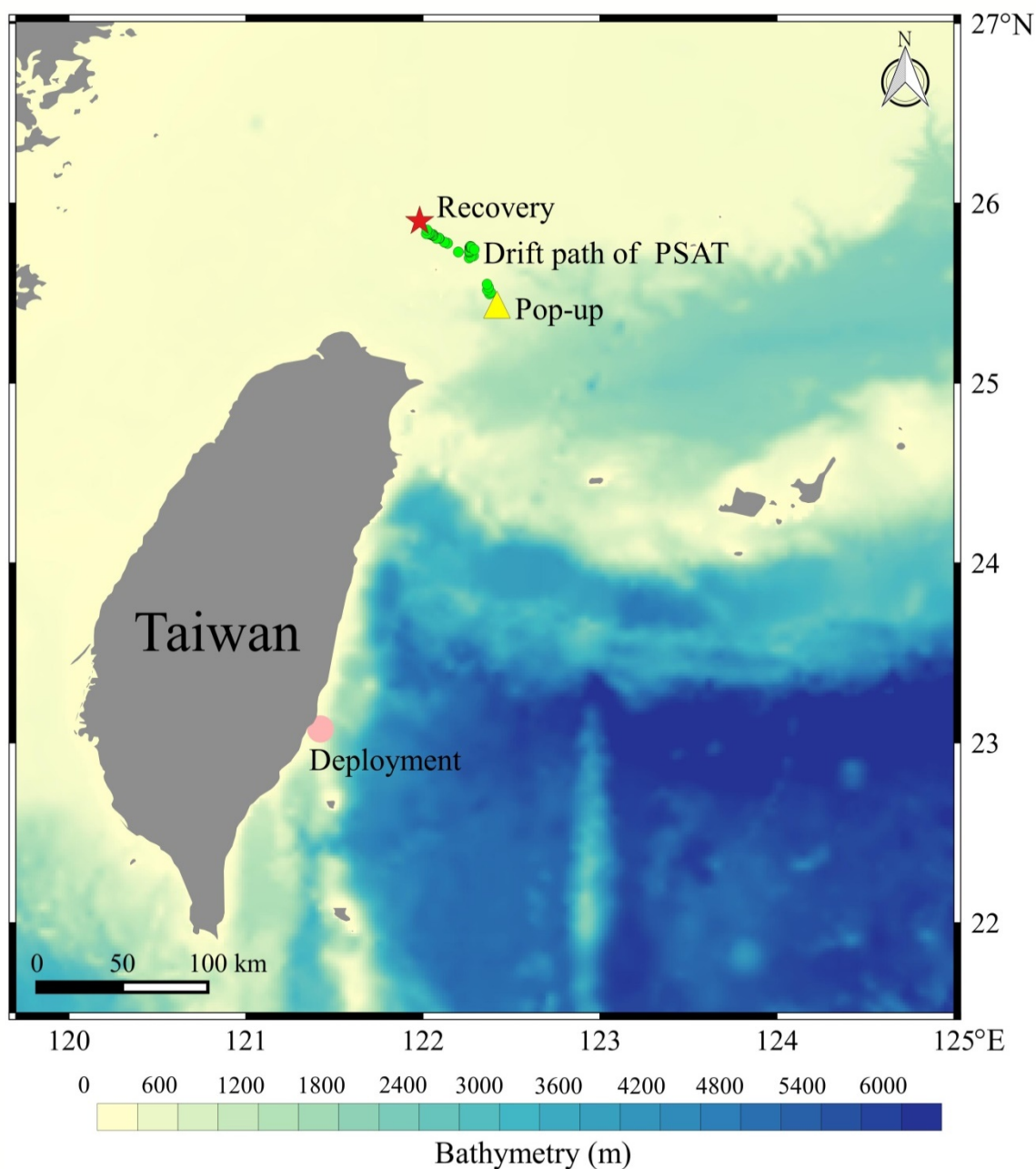


圖 2 鬼頭刀標放位置及 PSAT 彈脫位置與漂流路徑及尋回位置

持續向西北漂流 (圖 2)。因為擔心標識器往北移動至越界，因此研究人員於 2020 年 11 月 25 日早晨 06:00 搭乘八斗子娛樂漁船，攜帶 Argos 衛星訊號接收器及天線 (圖 3)，前

往 Argos 傳送最新之位置點，並根據前幾個位置點計算標識器於海面上的移動速度及方位，推估計算標識器可能的位。



圖 3 PSAT 於鬼頭刀魚體脫落，由 Argos 衛星系統傳送標識器位置，研究人員利用 Argos 衛星天線進行搜尋並尋獲標識器



於當天上午 10:30 左右，衛星訊號接收器傳來訊號，並指示標識器於船的正前方，但是訊號弱且距離遠，因此持續向前航行，經過 30 分鐘後，訊號則指示為反方向，表示標識器於船後方，經過反覆幾次後，發現此時的訊號可能受到干擾，因此當下研究人員與船長共同討論決定，先航駛前往推算標識器可能的位置，並持續接收訊號，當接收器

頻頻傳來訊息，且訊號強度增加與距離尺度慢慢接近時，開始根據接收器所指示之方向微調船向，直到更接近標識器時，將停止船速且船首必須向於標識器，再由研究人員及工作人員用肉眼搜尋，最終於下午 15:30 在彭佳嶼北方海域順利尋回該衛星標識器（圖 4 左）。整個尋標過程與返航時間長達 11 個小時，共航行 108 浬。



圖 4 研究人員海上尋回之 PSAT，黃色圈為疑似被掠食者捕食之咬痕

鬼頭刀怎麼了？

尋回之標識器每 3 秒記錄一筆資料，從標放 (Deployment) 到彈脫 (Pop-up) 之時間共儲存 80,460 筆資料，經研究人員解析資料 (圖 5)，發現標識器結附於鬼頭刀魚體 31 小時，期間鬼頭刀正常持續性進行 V 及 W 型垂直移動，白天棲息於表層，夜間深潛至 200 m 深度，環境水溫為 15–26°C。但 31 小時後，夜間則待在表水層，白天深潛至 200 m

深度，且該期間標識器的光照度資料則急速下降，溫度資料則維持於 23–26°C，此時研判鬼頭刀疑似已被掠食者所捕食 (圖 4 右)，而標識器於掠食者胃內，因此無光照資料且溫度資料為掠食者體內溫度，因此變化不大，處於恆溫狀態 (圖 5)。在 39 小時後標識器彈跳脫落並浮至海面，此時之溫度及深度則為表層，且光照度呈現正常晝夜之規律變化此時此期間達 39 小時，直到標識器被研究人員尋回。

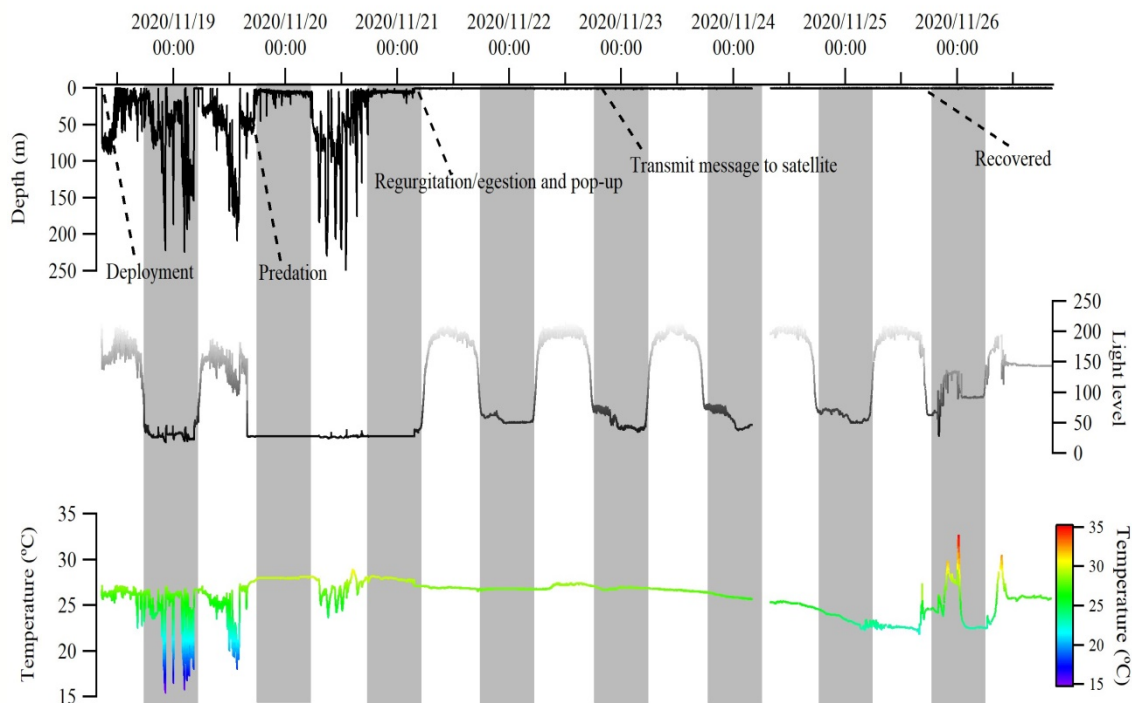


圖 5 PSAT 紀錄完整時間序列之深度、溫度及光照度資料 (灰色區塊為夜間)

誰是掠食者？

PSAT 標識器提早脫落對研究人員而言是件不幸的驚喜，然而標識器能順利尋回獲得完整的資料卻是一件更大的收穫，因為不僅能得到完整的研究數據，且可以以標識器一半的價位重新更換電池或透過以舊換新的方式更新標識器，無論是在研究資料取得或是降低經費方面都有很大的效益。鬼頭刀相對於許許多大洋掠食物種來說體型較小，且各年齡階段皆為許多大型魚類（旗魚、劍旗魚、鮪魚及鯊魚類）的獵物之一。鬼頭刀晝夜垂直移動與多數大洋掠食者的移動模式相

反，或許是要避免大型掠食魚種的攻擊 (Lin et al., 2019, 2020)，根據這些結果顯示，標識之鬼頭刀可能被大型掠食者（可能是變溫性鯊魚）吞食，標識器在掠食者胃內及體內的溫度相對穩定。為了找出嫌疑犯（掠食者），未來將運用群聚分析方法，解析這些嫌疑犯（中表層鯊魚或硬骨魚類）的潛水模式，或許有機會找出嫌疑犯是誰 (e.g., Musyl et al., 2003, 2011)？這些寶貴且難得的鬼頭刀生物紀錄科學 (Bio-logging Science) 資料已刊登於 Argos 網站上 (<https://www.argos-system.org/rare-data-recovered-with-the-argos-goniometer/>)。