

台灣東部雨傘旗魚洄游行為特徵研究

江偉全¹、傅信欽¹、黃梓倫¹、許紅虹¹、陳淑芬¹、陳文義¹、劉燈城²、蘇偉成²
孫志陸³、Michael K. Musyl⁴

¹水產試驗所東部海洋生物研究中心、²水產試驗所

³國立台灣大學海洋研究所、⁴Pelagic Fisheries Research Program,
Joint Institute for Marine and Atmospheric Research, University of Hawaii at Manoa

前言

雨傘旗魚 (*Istiophorus platypterus*) 屬高度洄游性魚種，廣泛分布於三大洋之熱帶及亞熱帶海域，喜好成群棲息於大陸棚邊緣，具有明顯之季節性分布 (Beardsley et al., 1975; Spear, 1995)。Nakamura (1985) 由雨傘旗魚的仔稚魚分布調查結果指出，西北太平洋雨傘旗魚棲息分布與黑潮流境息息相關。台灣東部海域終年雖然均有雨傘旗魚漁獲，但主要漁期為每年的 4 月起至 10 月止，盛漁期為 5—7 月，此時之漁獲量佔全年雨傘旗魚總漁獲量的 75% 以上，是東部地區之漁業特色及重要經濟來源 (江，2004)。

有關台灣東部雨傘旗魚之族群動態研究，近年來相繼有年齡成長 (Chiang et al., 2004) 及生殖生物學 (Chiang et al., 2006a, 2006b) 等研究成果，族群特徵已被使用於對該魚種資源評估之基礎參數 (Chiang et al., 2009)，但對於其洄游行為及棲息環境水文特徵則僅有片段之訊息 (江等，2007)。

自從 Block et al. (1998) 首先開發上脫型衛星標識器 (pop-up satellite archival tag, PSAT) 追蹤黑鮪之洄游路徑，近十年來

PSAT 已廣泛使用於旗魚類之洄游行為、棲息深度與溫度及標識後活存情形之探討 (Graves et al., 2002; Domeier et al., 2003; Gunn et al., 2003; Kerstetter et al., 2003; Horodysky and Graves, 2005; Prince and Goodyear, 2006; Goodyear et al., 2007)。

目前針對雨傘旗魚之洄游追蹤研究僅侷限於局部海域。Hoolihan (2005) 及 Hoolihan and Luo (2007) 採用 PSAT 標識印度洋阿拉伯灣雨傘旗魚，記錄棲息深度為 0—61 m、棲息水溫為 19.7—31°C，洄游距離最遠達 543 km，但皆未離開阿拉伯灣。Prince et al. (2006) 使用 PSAT 標識東太平洋中美洲海域雨傘旗魚，記錄洄游路徑最遠達 1,059 km，但未有跨洋及跨赤道之紀錄。至於有關西太平洋雨傘旗魚之洄游生態相關研究則完全闕如。本研究主要目的為利用 PSAT 配置於雨傘旗魚活體，探討台灣東部海域雨傘旗魚洄游之行為特徵與棲息環境。

材料與方法

本研究採用 2 枚 PSAT，分別由 Microwave Telemetry 製造，型號為 PTT-100

及由 Wildlife Computers 製造，型號為 MK-10。PSAT 具有浮性，脫落魚體後可浮出水面傳送記錄資料。PSAT 每 4 分鐘記錄 1 次深度、溫度及光照度，當 PSAT 脫離魚體後，記錄資料以每小時壓縮型式傳送至 Argos 衛星系統傳輸，追蹤之最終地點為 PSAT 脫離魚體浮到水面後透過 Argos 衛星系統定位得到之位置。PSAT 記錄資料依據日夜區分進行彙整，根據中央氣象局「日出日沒」資料顯示，2008 年 5 月 1 日台東日出時間為 05:23，日落時間為 18:22。依據 5 月 27 日標體脫落傳回之地理位置（地理座標為北緯 28.508 度；東經 127.484 度），經查詢 U.S. Naval Observatory (USNO; <http://aa.usno.navy.mil>) 得日出時間為 05:48，日落時間為 19:06，由於標識起點與最終位置之日出及日落時間差異僅在 30 分鐘之內，因此選定研究期間白天時間為 05:30 至 18:29，夜晚為 18:30

至 05:29，進行資料分析與比較。水層溫度與深度的比對為標識期間 PSAT 所記錄之平均溫度與深度。

針對定置網漁獲之雨傘旗魚進行配置 PSAT，利用自製帆布擔架置放於定置網作業漁船邊，定置網收網時，由研究人員將雨傘旗魚導入擔架中，再抬至甲板上，檢視魚體健康狀況後，使用濕毛巾覆蓋魚眼以減少魚體掙扎，將海水流水管置入魚體口中，增加鰓部溶氧量，並測量記錄魚體長度。PSAT 以單絲尼龍繩連結塑膠製翅膀形標頭，尼龍繩中配置旋轉環（圖 1），減少魚體游動中連帶使標體轉動而讓標頭處脫落，標頭植入雨傘旗魚第一背鰭下部及側線上部肌肉，於標體中間位置配置第二標頭植入，以增加標體與魚體之配適性，降低標體提前脫落魚體之風險。

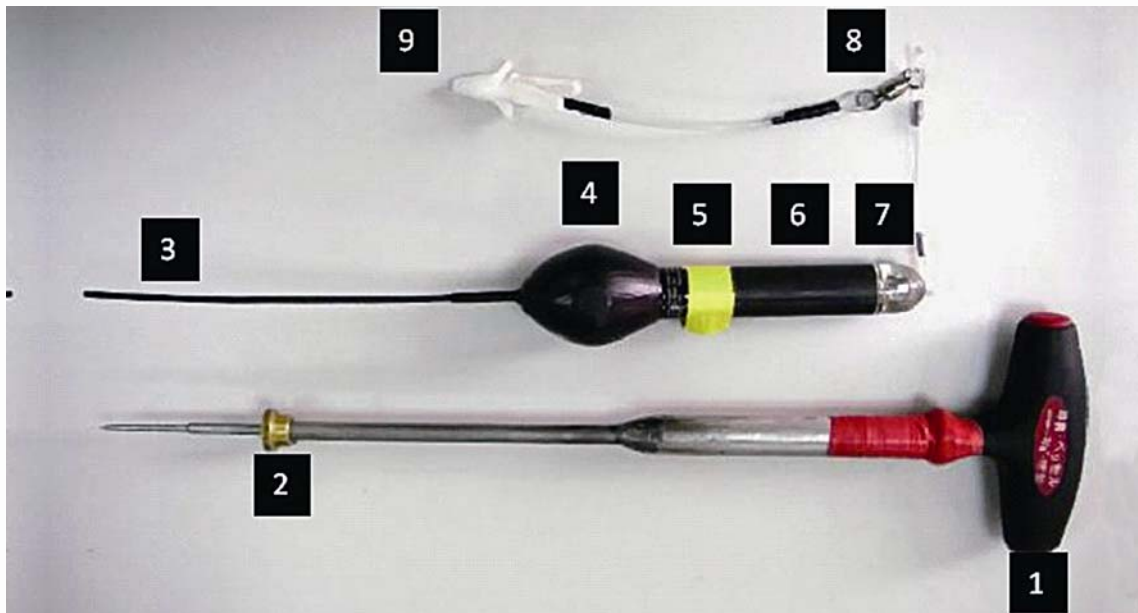


圖 1 上脫型衛星標識器組件：1：標頭植入操作桿；2：植入深度控制環；3：天線；4：浮球含壓力感應器；5：電磁感應開關；6：標體含溫度感應器；7：光度感應器；8：旋轉環；9：翅型塑膠製標頭

結果與討論

2008 年 5 月 1 日及 7 月 7 日於台東縣三仙台定置漁場（地理座標為北緯 23.133 度；東經 121.419 度）標識雨傘旗魚，經測量下顎尾叉長分別為 215 cm（編號：55658）及 225 cm（編號：55981），配置 PSAT 後將魚體抬至定置網外圍野放。水下研究人員觀察魚體健康情形良好，捕捉及 PSAT 配置等過程並未造成損傷，野放後即迅速往深處游去。由標體最後脫離魚體的位置解析洄游路徑（編號：55981），結果顯示雨傘旗魚在定置網標識野放後，往北洄游經過沖繩進入日本海域（圖 2）。本研究首次記錄雨傘旗魚夏季由台灣東部海域洄游至日本海域之生態行為特徵，但仍須更多衛星標資料以探討台灣東部雨傘旗魚季節性洄游之習性與黑潮流境之關係。



圖 2 雨傘旗魚配置 PSAT(編號：55981)與 PSAT 脫離魚體之地理位置及洄游路徑解析圖

本研究從 PSAT 標識於雨傘旗魚至 PSAT 脫離，總計 27 天的紀錄資料中（編號：55658），總計回傳 1,368 筆棲息溫度與深度資料，其棲息水深為 0–213.8 m，水溫為 19.4–28.4°C。標識期間雨傘旗魚有 14.25% 時間棲息於表層，22.81% 棲息於 1–10 m 水

層，總計 53.9% 時間棲息於 60 m 以淺水層。其中白天 14.6% 時間棲息於表層，29.6% 棲息於 1–10 m 水層，63.7% 棲息於 60 m 以淺水層，最深達 139.9 m；夜晚 13.9% 時間棲息於表層，16.5% 棲息於 1–10 m 水層，44.8% 棲息於 60 m 以淺水層，最深達 213.8 m。

利用 PSAT 的配置於旗魚類之研究結果皆顯示旗魚類喜好棲息表層海域，包括 Graves et al. (2002) 記錄 8 尾大西洋黑皮旗魚，棲息於 10 m 以淺水域時間達 79.9%；Kerstetter et al. (2003) 記錄 2 尾大西洋黑皮旗魚，棲息於 5 m 以淺水域時間 64.4% 及 81.5%；Block et al. (1992) 指出太平洋黑皮旗魚超過 50% 時間棲息於 5 m 以淺水域；Pepperell et al. (1999) 及 Gunn et al. (2003) 指出太平洋白皮旗魚喜好棲息於混合層之上海域；Prince and Goodyear (2006) 亦指出大西洋黑皮旗魚與雨傘旗魚超過 50% 時間棲息於 50 m 以淺水域；Hoolihan and Luo (2007) 指出印度洋阿拉伯灣海域雨傘旗魚雖經常棲息於表層 10 m 以淺之水層（60–83.9%），但棲息的深度受季節性之水溫及棲息海域深度之影響，因此台灣東部海域雨傘旗魚棲息之深度可能受海域環境深度的影響而棲息至較深的水層。

雨傘旗魚有 89.3% 的時間棲息於水溫高於 26°C 以上之海域，其中白天高達 85.1%，夜間 83.9%，而夜間棲息於 25°C 以下之海域時間則較白天高。白天棲息水溫為 19.9–28.4°C，夜間棲息水溫為 19.4–28.4°C，日夜間棲息水溫範圍接近，顯示雨傘旗魚之棲息分布受水溫因子影響。進一步選取記錄間隔較密集的期間之資料，由 5 月 21–26 日總

計 301 筆棲息深度與溫度資料，依據白天與夜間之區隔彙整棲息深度資料，結果顯示雨傘旗魚白天及夜間皆經常棲息於表層海域，並具有持續性的深潛行為，白天每次下潛深度為 17.5–96.8 m，夜晚每次下潛深度為 21.5–146.6 m，夜間下潛深度顯然較白天深。

經常持續性的在短時間內下潛行為也是旗魚類的生態特徵，推測為與攝食或逃避被捕食有關 (Hoolihan and Luo, 2007)，由於旗魚類的腦及眼睛具有特殊的組織足以容忍較深水層中的低水溫 (Block, 1986)，也可能與海洋環境因子及餌料生物的分布有關。Prince and Goodyear (2006) 指出大西洋黑皮旗魚、太平洋雨傘旗魚與黑皮旗魚棲息海域深度與水中溶氧有關，缺氧層形成了下潛行為的障礙；Hoolihan (2004) 認為雨傘旗魚之棲息環境與水溫、鹽度及溶氧有密切關係。本研究 PSAT 記錄雨傘旗魚棲息之水層平均深度與

溫度對比資料顯示，斜溫層的深度約在水深 100–150 m，水深 150 m 平均水溫為 25°C (圖 3)，雨傘旗魚棲息於 25–28.4°C 海域時間達 80.1%。Kerstetter et al. (2003) 利用 PSAT 記錄 1 尾黑皮旗魚 5 天的行蹤，指出其棲息於 28.6–30.6°C 海域時間達 98.6%；Graves et al. (2003) 利用 PSAT 記錄 8 尾黑皮旗魚 5 天的行蹤，指出其大部分時間棲息於 26°C 以上之海域，且皆未進入 22°C 以下之水層時間達 98.6%；Gunn et al. (2003) 利用 PSAT 記錄 1 尾白皮旗魚 39 天的行蹤，指出其棲息海域水溫為 22–30°C，大部分時間棲息於 26–27°C 海域。這些結果顯示，旗魚類對於海洋環境水溫因子有強烈的偏好。未來對於研究海域水文資料之收集及比對標識放流之研究結果，將有助於徹底瞭解雨傘旗魚洄游行為特徵，並可解析族群結構，作為雨傘旗魚資源管理策略擬定之科學依據。

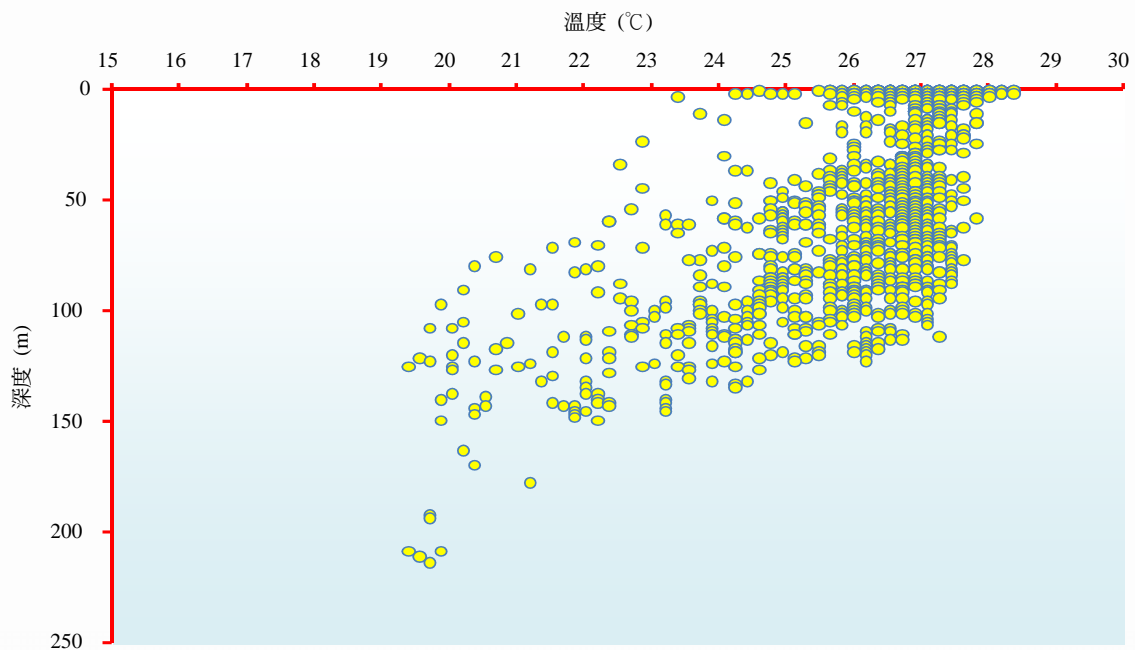


圖 3 PSAT 記錄雨傘旗魚棲息溫度與深度資料對照圖