

# 以臺灣鮪釣漁業資料建構大西洋 雨傘旗魚資源豐度指標

戴靖萱

水產試驗所海洋漁業組

## 前言

雨傘旗魚 (*Istiophorus platypterus*) 廣泛分布於熱帶表層海域，由於雨傘旗魚非臺灣鮪釣漁業主要目標魚種，慣例上與同樣為非目標魚種的長吻旗魚 (*Tetrapturus pfluegeri*) 漁獲量合併申報予區域性漁業管理組織。2009 年起國際大西洋鮪類資源保育委員會 (International Convention for the Conservation of Atlantic Tunas, ICCAT) 提議將雨傘旗魚與長吻旗魚漁獲量分別申報，臺灣因應 ICCAT 資源評估需求，開始提報這兩種旗魚的個別漁獲資料。

ICCAT 的資源評估指出雨傘旗魚資源呈現過漁現象，因此本研究為瞭解大西洋雨傘旗魚及長吻旗魚漁獲量分布情形，蒐集彙整臺灣遠洋漁船在大西洋的鮪釣旗魚漁業資訊，並分析 2009–2015 年雨傘旗魚及長吻旗魚的漁獲量資料，利用兩者相對漁獲比例進行漁獲量推估。因考量雨傘旗魚為非目標魚種，漁獲量為零的比例較高，故比較分析不同漁獲比例估值及不同 CPUE 標準化方法的差異，並篩選最符合原始資料的漁獲比例及 CPUE 標準化方法。以重建 1968–2008 年大西洋雨傘旗魚漁獲量資料，建立 1968–2015 年大西洋雨傘旗魚相對豐度指標，提供資源評估與漁業管理所需之科學資訊。

## 材料方法

彙整財團法人中華民國對外漁業合作發展協會所提供的 1968–2015 年大西洋臺灣遠洋鮪釣漁業作業日誌所記錄之經緯 5 度方格之月別漁獲量資料；其中，2009–2015 年的資料包括年、月、經度、緯度、投放鈎數及每筐鈎數等紀錄，1968–2008 年的資料則無每筐鈎數之紀錄。為瞭解環境對於大西洋雨傘旗魚的影響，考慮的環境參數為表層溫度 (sea surface temperature, SST)、表層鹽度 (sea surface salinity, SSS)、混合層深度 (mixed layer depth, MLD)、海底深度 (bathymetry, BTH)、葉綠素甲濃度 (chlorophyll-*a*, CHL)、海面高度 (sea surface height, SSH)。

利用 2009–2015 年漁獲量資料估計雨傘旗魚 (Sailfish, SAI) 與長吻旗魚 (Spearfish, SPF) 的相對漁獲比例，以雨傘旗魚漁獲量在兩種旗魚總漁獲量所佔比例  $[SAI/(SAI+SPF)]$  表示。空間尺度分為經緯 5 度方格及由作業型態 (每筐鈎數) 區分的 8 個漁區，漁獲比例的估計方法由簡單到複雜分別為：觀測漁獲比例 (臺灣鮪釣資料, OBS 及 ICCAT 估計之漁獲比例, ICCAT)、環境參數模式 (suitability index of SST, SST.SI)、統計模式採用 generalized linear model, GLM 及 generalized additive model, GAM 與 Habitat suitability

index model, HSI 採用 arithmetic mean model, AMM 及 geometric mean model, GMM。

由於大西洋臺灣鮪釣船的雨傘旗魚漁獲量為零的比率相當高 (81.6%)，考慮漁獲量為零對於模式所造成的影響，故模式預測方法中比較使用不同資料量進行估計包含所有漁獲資料及去除漁獲量為零的結果。各模式預測結果與觀測漁獲比例分布圖進行比對，利用方均根值 (root mean square error, RMSE) 比較不同方法之估算誤差。

以泛線性模式 (GLM) 進行 2009–2015 年雨傘旗魚 CPUE 標準化時，期望值會受到年、月、經度、緯度及每筐鈎數等參數影響。以變異數分析 (analysis of variance, ANOVA) 檢驗各參數的顯著性時，考慮漁獲量為零對於標準化模式所造成的影響，故將標準化方法分成三種類型：一般處理、零膨脹模式 (zero inflated model, ZI model) 及 delta 模式。零膨脹模式能處理高比率的漁獲量為零的資料，而 delta 模式將漁獲量為零及有漁獲資料以 0 及 1 表示，再針對有漁獲資料進行分析。一般處理及 delta 模式之估計漁獲機率包含三種不同的分布假設：常態分布 (Gaussian)、卜瓦松分布 (Poisson)、伽瑪分布 (Gamma)，而零膨脹模式包含零膨脹卜瓦松分布 (Zero-inflated Poisson distribution, ZIP)、零膨脹負二項分布 (Zero-inflated negative binomial distribution, ZINB)。delta 模式之出現機率 (Presence and absence, P/A) 利用二項分布 (Binomial) 估計漁獲出現比率。各模式結果利用赤池資訊準則 (Akaike information criterion, AIC) 及變異解釋程度作為衡量標準，選擇 AIC 值最低者及變異解

釋程度最大者為最佳標準化方法。

假設 2009–2015 年雨傘旗魚及長吻旗魚漁獲量合併，利用最適漁獲比例估計的雨傘旗魚漁獲量所計算之 CPUE 稱之為估計 CPUE，比較東大西洋及西大西洋之觀測及估計 CPUE 標準化趨勢，若兩者趨勢一致說明該漁獲比例及標準化方法可行。利用篩選之最適漁獲比例回推 1968–2008 年漁獲量資料，比較 1968–2015 年東、西大西洋標準化及資源豐度指標趨勢變動以瞭解大西洋雨傘旗魚資源變動情形。

## 結果與討論

為避免過度參數化及共線性問題，在建構 CPUE 模式時，將時空及環境變量分開估計。空間分布以統計模式之環境模式為例，使用所有漁獲量資料的環境模式 (GAM) 估計結果顯示高漁獲比例集中分布於熱帶海域 (圖 1)，季節性變化不明顯，而過去研究顯示雨傘旗魚出現季節性洄游，可能原因為東大

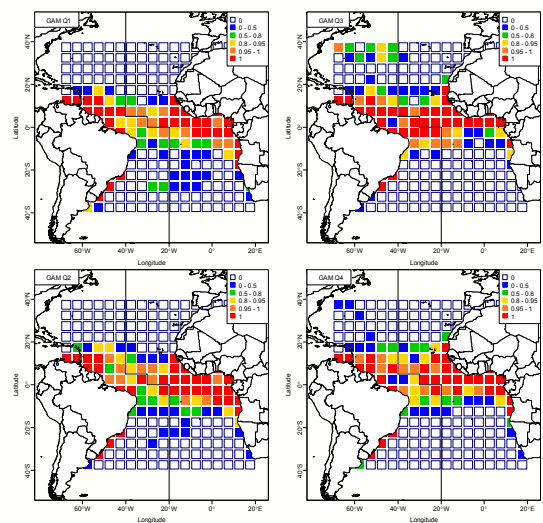


圖 1 GAM 估計漁獲比例經緯 5 度方格季別分布

西洋海域出現季節性湧升流，因此出現春季向北、秋季向南的季節性移動 (Bard et al., 2002)。

假設 2009—2015 年雨傘旗魚與長吻旗魚漁獲量是合併的情況下，利用上述估計雨傘旗魚相對漁獲比例之方法所估計的漁獲比例模擬各魚種漁獲量，方均根值計算結果顯示，包含所有資料的環境模式所估計的經緯 5 度方格漁獲比例為最佳漁獲比例 (表 1)。

表 1 漁獲比例選擇分析表

5 degree grid	RMSE
ICCAT	0.325
GLM	0.381
GLM.PC	0.404
GAM	0.269
GAM.PC	0.295
AMM	0.363
GMM	1.504
SST.SI	1.317

根據不同資料量進行標準化分析比較，可分為使用所有資料 (表 2a) 及僅使用有漁獲量的資料 (表 2b)，顯示 delta-lognormal 模式之 AIC 值最低及變異解釋程度最高，此結果說明該方法最適於大西洋臺灣遠洋鮪釣魚

業雨傘旗魚漁獲量標準化 (表 2)。

觀測與估計 CPUE 標準化趨勢，結果顯示兩者標準化趨勢相似 (圖 2)，表示利用本研究篩選之最適漁獲比例將雨傘旗魚與長吻旗魚漁獲量分開的方法為有效的方式，並以此建構 1968—2008 年雨傘旗魚歷史漁獲量資料。

東大西洋及西大西洋雨傘旗魚出現機率標準化趨勢穩定 (圖 3)，西大西洋雨傘旗魚 CPUE 於 1968 年為最高峰之後緩慢下降，2000 年之後呈現穩定，東大西洋雨傘旗魚 CPUE 於 1968 年之後急速下降，於 1974 年略微上升。影響標準化的因素包含標準化方法及參數、模式選擇方法、參數估計方式及資源分布假設。本研究使用 GLM 及時空參數進行標準化分析，由於漁獲比例估計時已考慮環境參數的影響，因此標準化模式中沒有使用環境資料進行資源豐度指標估計，避免重複考慮的情形。對於多數漁獲量為零的資料進行標準化分析，通常會使用 ZI model。過去研究指出使用 ZINB 標準化較負

表 2 標準化比較表

a

	Gaussian		Poisson		ZIP	ZINB
	R <sup>2</sup>	AIC	R <sup>2</sup>	AIC	AIC	AIC
NULL	-	23466	-	66844	28385	12989
+Year	0.010	23401	0.027	65152	26694	12186
+Month	0.014	23398	0.039	64422	25939	12149
+Lon	0.065	23048	0.135	58509	25211	11960
+Lat	0.114	22685	0.231	52564	24107	11924
+Lon:Lat	0.161	22539	-	-	-	-
+HPB	0.183	22374	0.302	48147	-	-

b

	Gaussian.delta		Poisson.delta		Gamma.delta		Binomial	
	R <sup>2</sup>	AIC	R <sup>2</sup>	AIC	R <sup>2</sup>	AIC	R <sup>2</sup>	AIC
NULL	-	4551	-	24505	-	8768	-	7052
+Year	0.023	4530	0.044	23638	0.045	8703	0.007	7015
+Month	0.065	4492	0.077	22999	0.077	8668	0.011	7008
+Lon	0.094	4486	0.114	22301	0.112	8642	0.082	6547
+Lat	0.151	4425	0.176	21099	0.146	8606	0.184	5856
+Lon:Lat	0.257	4366	0.273	19287	0.240	8538	-	-
+HPB	0.350	4203	0.313	18516	0.262	8514	0.213	5678

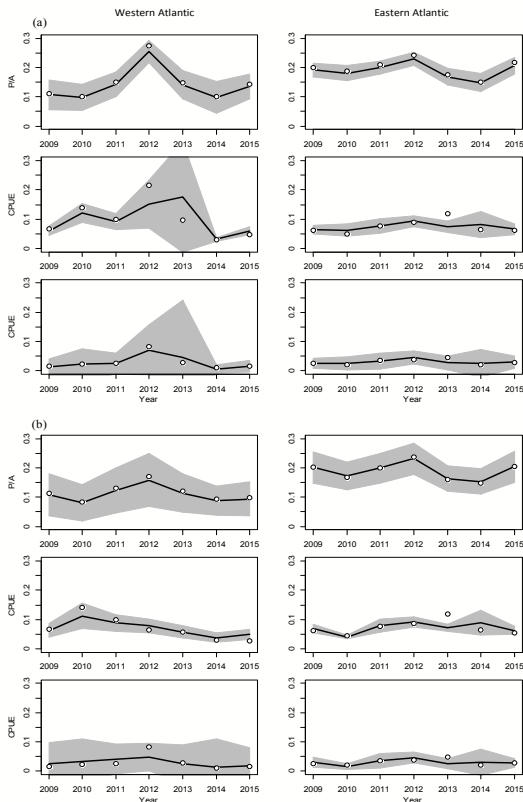


圖2 大西洋雨傘旗魚觀測及估計 CPUE 標準化比較  
二項分布的結果為佳，但兩者間的差異微乎其微。負二項分布在使用上更簡單且結果較易說明，因此並非所有過度分散的資料 (Over-dispersion) 皆需要使用零膨脹模式進行標準化分析。

### 結論

大西洋臺灣遠洋鮪釣漁業過去係將雨傘旗魚與長吻旗魚漁獲量合併提報，為了解大西洋雨傘旗魚資源變動趨勢，利用 2009—2015 年大西洋臺灣遠洋鮪釣漁業雨傘旗魚漁獲量資料估計雨傘旗魚相對漁獲比例，使用 GLM、GAM 以及 HSI 進行估計與比較，漁獲比例結果顯示包含所有資料的環境模式

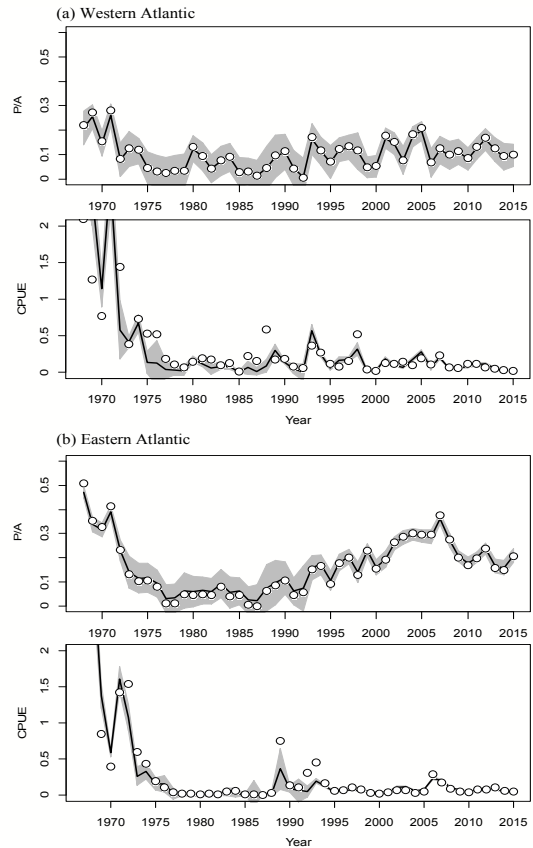


圖3 大西洋雨傘旗魚資源豐度指標趨勢

估計之漁獲比例所推估的雨傘旗魚漁獲量最為準確，東大西洋雨傘旗魚漁獲比例較高，尤其是在沿岸海域，此結果與作業日誌填報之雨傘旗魚漁獲分布具有一致性。由於雨傘旗魚為混獲物種，因此處理漁獲量為零的資料為首要關鍵，對於雨傘旗魚觀測 CPUE 進行標準化分析並比較不同模式間標準化趨勢，結果顯示 delta-lognormal 模式為最合適的標準化方法。

本研究使用大西洋臺灣遠洋鮪釣漁業所混獲雨傘旗魚漁獲量資料，選擇最佳漁獲比例估計模式及資源豐度指標標準化方法，建立大西洋雨傘旗魚相對豐度指標，並提供往後資源評估與漁業管理之依據。