



## 以經驗模式進行 鎖管棒受網漁業資源趨勢預測

張可揚<sup>1</sup> 陳玉姬<sup>1</sup> 劉康熙<sup>1</sup>

### 一、前言

鎖管為臺灣沿近海漁業中五大經濟魚種之一，其漁獲方式以火誘網（燈火漁業，含棒受網、焚寄網等）為主，

其次為拖網（含中小型拖網及單船拖網），一支釣、刺網及扒網則屬少量捕獲。漁獲地點以東北部海域為主，澎湖海域及西南海域亦有捕獲，主要漁期為每年的

4到10月。就產量產值而言，以2017年為例，全臺沿近海漁業之鎖管產量為6,939公噸，產值達12億新臺幣，顯見其重要性（圖1）。就物種而言，研究顯示臺

| 註 1：行政院農委會水產試驗所。

灣北部海域火誘網漁船漁獲之鎖管種類包含劍尖槍鎖管 (*Uroteuthis edulis*)、中國槍鎖管 (*U. chinensis*) 及杜氏鎖管 (*U. duvauceli*) 等 (圖 2)，其中又以劍尖槍鎖管為主。此外，在北部海域作業之火誘網漁船，除以鎖管為主要目標魚種外，於每年5~7月間轉為以鰹類 (圓花鰹, *Auxis rochei rochei*、扁花鰹, *Auxis thazard thazard*) 為主要漁獲目標。在10月主要漁期結束後，改為以白帶魚為主要漁獲目標。

## 二、漁業資源評估與經驗模式

漁業資源評估的目的為評估目標魚種之族群資源量，使漁業管理者得以設定合適的漁獲努力水準。目前已發展出多種資源評估方法，如系群-入添量模式、產量-單位入添量模式等。因鎖管等頭足類生物的多數種為單次生殖物種 (一生只繁殖1次)，且生活史在1年以下，不像多數魚種可以多次的繁殖，因此每年的族群資源量系由新入添之個體組成。每年影響鎖管繁殖成功率的环境因子可能強烈左右其資源量。因此魚類使用的資源評估模式未必適合於評估鎖管資源量。

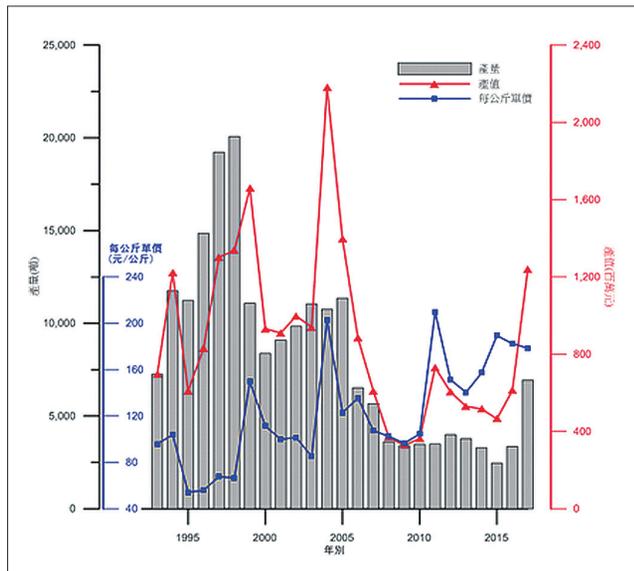


圖 1. 鎖管漁獲年別時序變化 (產量、產值及每公斤單價)。

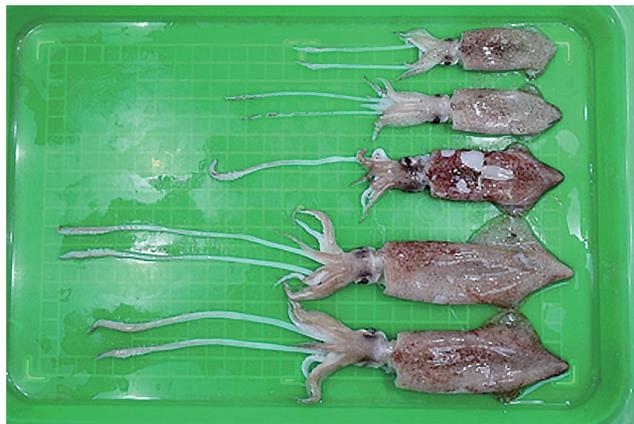


圖 2. 臺灣北部海域火誘網漁船所漁獲之主要鎖管物種。(上 2: 杜氏鎖管 (*U. duvauceli*)；中 1: 中國槍鎖管 (*U. chinensis*)；下 2: 劍尖槍鎖管 (*U. edulis*) )

由於海洋環境因子對鎖管資源量之良窳有顯著影響，目前多數鎖管資源評估研究均以經驗模式為主，而將海洋環境因子視為主要影響因子。不同於邏輯或數學假設為基礎的理論模型，經驗模式是由觀察、實驗或經驗衍生而來，通常使用迴歸來建立

經驗模式，其中包含線性迴歸及非線性迴歸，如廣義線性模式（generalized linear model, GLM）及廣義可加性模式（generalized additive model, GAM）等，用以建立鎖管資源變動與環境因子間的關係。最常用於評估鎖管豐度的海洋環境因子為海面水溫（sea surface temperature, SST）及海面葉綠素甲濃度（sea surface Chlorophyll-a, SSC），這些因子亦與漁民作業經驗相符。鎖管漁業漁民在海上尋魚時，海面水溫及水色（以海面葉綠素甲濃度為指標）為其重要之參考因子，依據其長久之作業經驗及由前輩教授，漁民會在不同月份找尋適合作業之水溫及水色進行作業，換句話說，所謂經驗模式，即是將漁民總體之作業經驗加以數據化、模式化的一個過程。

### 三、鎖管棒受網資源趨勢預測模式

行政院農業委員會水產試驗所（簡稱水試所）自2009年起展開臺灣北部海域鎖管棒受網資源評估研究，目前資料已累積10年，所收集鎖管樣本船作業位置如圖3。研究

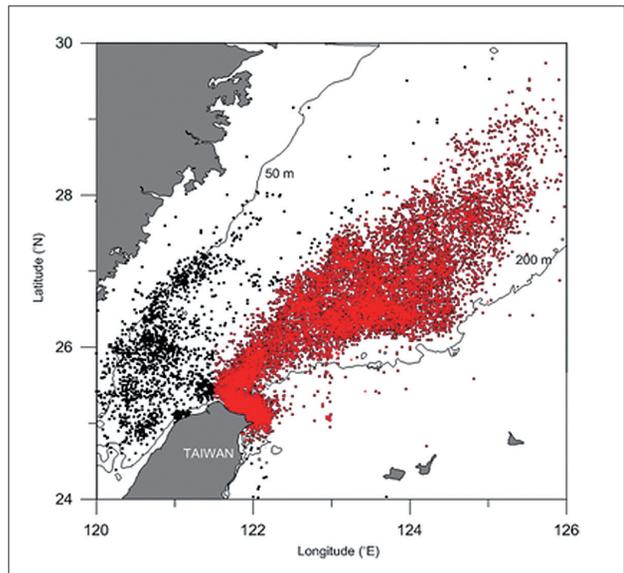


圖 3. 2009 年至 2018 年樣本船作業位置分布圖，其中紅色點為劍尖槍鎖管之主要漁獲點。

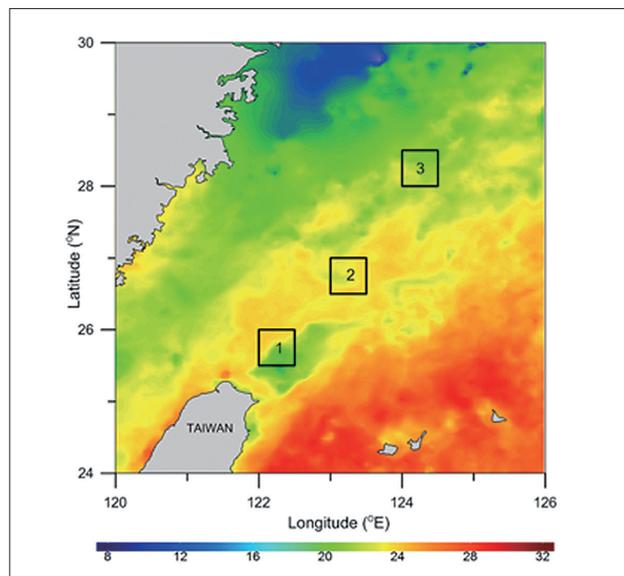


圖 4. 影響鎖管之環境因子海域參考點（1：湧升流；2：潮境海域；3：東海陸棚區。顏色表示海表面水溫）

顯示臺灣北部海域火誘網漁船所漁獲之鎖管物種包含劍尖槍鎖管、中國槍鎖管及杜氏鎖管等3種，其中中國槍鎖

表 1. 廣義線性模式適配之 ANOVA 分析表 (2009 年至 2017 年, Z1\_3SST: 湧升流區 3 月 SST; PZ3\_11SST: 東海陸棚區前一年 11 月 SST)

Variables*	Deviance	Df.	Explained(%)	Resid. Deviance	Resid. Df	F	p
NULL				0.37250	8		
Z1_3SST	0.2296	1	61.6	0.14296	7	48.975	0.0004
PZ3_11SST	0.1148	1	30.5	0.02812	6	24.500	0.0026
Total	92.4						

表 2. 廣義線性模式適配之 ANOVA 分析表 (2009 年至 2018 年, Z1\_4SST: 湧升流區 4 月 SST; Z1\_5SST: 湧升流區 5 月 SST; PAO\_12: 前一年 12 月北極震盪指數; PZ1\_11SSC: 湧升流區前一年 11 月 SSC)

Variables*	Deviance	Df.	Explained(%)	Resid. Deviance	Resid. Df	F	p
NULL				0.36908	9		
Z1_4SST	0.1512	1	41.0	0.21792	8	45.711	0.0011
Z1_5SST	0.0610	1	16.5	0.15696	7	18.435	0.0078
PAO_12	0.0832	1	22.5	0.07380	6	25.149	0.0041
PZ1_11SSC	0.0573	1	15.5	0.01653	5	17.318	0.0088
Total	95.5						

管多分布於臺灣海峽，杜氏鎖管主要在中國沿岸捕獲，二者與劍尖槍鎖管略有地域上的區隔。水試所目前所收集漁獲資料亦顯示漁船作業地點以水深 100 公尺為界，可分成二大區塊，一區為臺灣北海岸至東北角之沿岸海域及南東海水深 100 至 200 公尺深之陸棚海域。另一區則在臺灣海峽及中國沿岸海域（主要分布在大陸沿岸水深 50 公尺附近），整體而言，漁船作業範圍最北可達北緯 30 度。

以鎖管漁船之年平均單位努力漁獲量 (catch per unit of effort, CPUE) 為資源指標，與環境因子進行相關分析及經驗模式建構（這裡以廣義線性模式為基本模型），線性迴歸

模式：

$$\ln(\text{CPUE}_t) = \text{intercept} + E_{1,0} + E_{2,1} + \dots + E_{i,t} + \varepsilon; \varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$$

其中  $\ln(\text{CPUE}_t)$  為不同年度經對數轉換後之 CPUE 指標， $E_{i,t}$  為第  $i$  項環境因子以當年 6 月為起點回推第  $t$  月之變數，其中  $t$  由 0 (6 月) 至 9 (前一年的 9 月)， $\varepsilon$  為誤差項。完成模式建構後，取得環境因子變數後即可預測資源趨勢。如要進行隔年度的資源趨勢預測，需取得環境因子的預測值，因此本所目前與交通部中央氣象局進行合作研究，利用中央氣象局提供的環境因子預測資源變動，以評估鎖管資

源之未來趨勢。

在經過多年的反覆模式建構後，目前主要被納入的海洋環境因子為海面水溫、海面葉綠素甲濃度及北極震盪指數，而不同地點不同月份的海洋環境因子對鎖管資源會有不同影響。因此選擇環境因子時，必須同時考慮時間與空間尺度，而選擇不同海域做為參考點，進行模式分析（圖4）。同時，隨著漁獲資料量的增加，不同年度間模式所引用的環境因子亦會有所不同，以2009年到2016年的資料為例，廣義線性模式將漁期當年度湧升流區3月及東海陸棚區4月之海面水溫選為影響因子，模式解釋率為89.35%。再加入2017年的漁獲資料後，廣義線性模式將湧升流區漁期當年3月與東海陸棚區在漁季前一年11月之海面水溫納入模式，解釋率提升為92.4%（表1）。

#### 四、2019年鎖管資源變動趨勢預測

2018年度建立之廣義線性模式（資料範圍2009年至2017年）將湧升流區漁期當年3月與東海陸棚區的漁期前一年11月之海面水溫納入模式，及至2019年伊始，再加入2018年的漁獲資料後，廣義線性模式改將湧升流區漁期當年4月、5月之海面水溫、漁期前一年12月之北極震盪指數及漁期前一年湧升流區11月之海面葉綠素甲濃度等因子納入模式後，解釋率又提高

為95.5%（表2）。雖然分析結果顯示不同時序列之漁獲資料會產生不同的模式，但湧升流海域的海面水溫皆對鎖管資源量造成影響。鎖管漁期於每年4月開始，哪麼如何在漁期開始前得以預測當年度鎖管資源趨勢之變化呢？

自2018年起，中央氣象局積極進行客製化短期天氣及長期氣候的監測與預報工作，以供農漁業權責單位利用短期的天氣預報，採取防護措施減少農損，其中長期氣候之海面水溫預報即為其中項目之一。目前中央氣象局已可提供未來5個月內之海面水溫預測資料。利用水溫預測資料，配合本所建立之鎖管資源趨勢預測模式，即可於每年1月進行當年度鎖管資源趨勢預測。

以今(2019)年為例，目前中央氣象局提供的3組今年4~6月臺灣北部海域海面水溫(以彭佳嶼周圍海域為例)的預測值較過去10年的平均值均升高約1到3度，而美國大氣與海洋局的衛星遙測資料亦顯示，今年3月彭佳嶼周圍海域海面水溫較10年平均增加2.1℃，顯見今年鎖管漁場水溫為增加趨勢，而相關水溫資料代入模式後，顯示今年鎖管資源量恐不樂觀（圖5）。

#### 五、結論

2007年以前，臺灣的鎖管棒受網漁業之鎖管年漁獲量超過5,000噸。

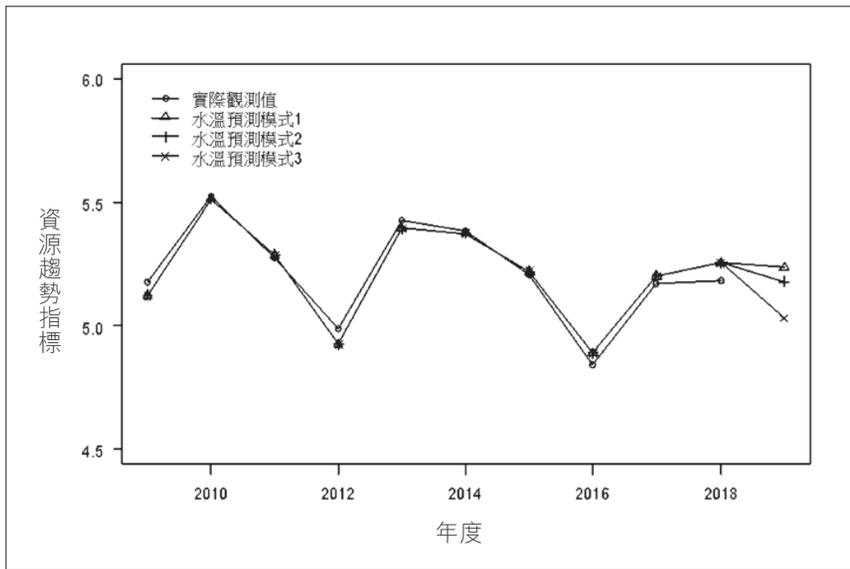


圖 5. 以模式預測 2019 年臺灣北部海域劍尖槍鎖管資源較 2018 年為下降趨勢。

2008年以後，除2017年外，年漁獲量皆不及5,000噸，顯示在長期漁業壓力下，鎖管資源量的減少趨勢。因此，及早進行資源管理為目前重要的工作之一。本研究提供初步的資源趨勢評估結果，可做為相關漁政單位及漁民參考利用。然在模式實用之前，仍有許多問題待解決。首先，本研究僅使用10年的漁獲資料，相較於其他管魷研究所採用的漁獲資料時序列，例如阿根廷魷的20年，英吉利海峽鎖管的11~14年，漁獲資料的時序列仍嫌過短，可能影響模式的建構，因此未來仍有待漁獲資料的累積以持續驗證並增加模式準確性。另一方面，劍尖槍鎖管分布在東海，而為臺灣、中國、日本及韓國等國家共同利用，因此在資源的評估與管理上，有賴這些國家

共同合作，進行資料分享，才能窺見全貌。水試所自2009年啟動劍尖槍鎖管資源評估研究以來，已逐步完成產卵場探測、樣本船建置、生物資料累積及單位努力漁獲量標準化等工作，並建立初步的資源趨勢評估模式。未來除進一步累積漁獲資料，增加趨勢預測準確性外，亦將進一步分析所收集的資料，朝鎖管資源漁海況預測進行相關研究，以期提供漁民作業參考，達到降低作業成本，增加漁民收益之目標。此外，由於正確而詳盡的漁獲資料是資源評估的根本，為能使資源永續利用，研究人員需要有更多的資料才能進行更準確的預測，因此水試所也再度呼籲漁民朋友能積極參加水試所的樣本船資料收集作業，共同為鎖管資源的永續利用而努力。