



# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

計畫編號：NSC 89-2313-B-019-088

執行期限：89年8月1日至90年7月31日

主持人：莊守正助理教授 國立台灣海洋大學漁業科學學系

共同主持人：陳哲聰教授 國立高雄海洋技術學院校長

計畫參與人員：劉光明教授 國立台灣海洋大學漁業科學學系

## 一、中文摘要

本研究針對棲息於台灣東北部附近海域的平滑白眼鮫進行其生殖、年齡成長及食性研究，期能提供一完整的生物學資訊，以為日後資源評估及保育的依據。以下就結果作一扼要說明。本種性成熟體長經判斷雌雄分別為 205 公分及 181 公分，產仔季節則在每年 7 至 10 月間，胎仔產出體長約為 65-70 公分，妊娠期經判斷約為 1 年。每胎產仔數 3-16 尾不等，平均為 8.55 尾，胎仔性比接近 1:1。產仔間隔則至短為二年。利用 Holden 氏的方法推估 von Bertalanffy growth equation 的各參數，雌魚分別為  $t_0 = -1$  yr,  $k = 0.314$ ,  $L_\infty = 261$  cm, 雄魚分別為  $t_0 = -1$  yr,  $k = 0.263$ ,  $L_\infty = 303$  cm。本種體長與體重之迴歸關係式，雌雄分別為  $W = 3.5 \times 10^{-6} TL^{3.1131}$  及  $W = 3.8 \times 10^{-6} TL^{3.0938}$ 。本種雌、雄魚之性成熟年齡分別為 5.91 歲及 4.46 歲。經胃內容物分析發現，本種皆以中表層之鯖、參為主要餌料生物。

關鍵詞：平滑白眼鮫、漁業生物學、系群評估、太平洋

## Abstract

To ensure the abundance of Silky shark, the biology of this species must be understood before instituting any fishing management. The results are described as following. Size at sexual maturity were 181 cm and 205 cm for male and female, pupping season is estimated to be between July and October since near full-term embryos appear during that period. The gestation period is estimated to be about 12 months. 3 to 16 embryos with an average of 8.55 were

pupped per litter. Matured females pups once per two years. Sex ratio of embryos is estimated to be 1:1. The von Bertalanffy growth curves parameters obtained using Holden's method were as follows: maximum observed length ( $L_{max}$ )=261cm, growth coefficient ( $K$ )=0.314, age at zero length ( $t_0$ )=-1 yr for females; and maximum observed length ( $L_{max}$ )=303cm, growth coefficient ( $K$ )=0.263, age at zero length ( $t_0$ )=-1 yr for males. General weight-length relationship were  $W = 3.5 \times 10^{-6} TL^{3.1131}$  and  $W = 3.8 \times 10^{-6} TL^{3.0938}$  for females and males, respectively. The age at sexual maturity were 5.91yr and 4.46yr for both female and male. Stomach content is comparatively low in this study. *Scomber japonicus*, *Trachurus declivis* and *T. japonicus* were the dominant species of food items for this species.

Keywords: Silky sharks, Fishery biology, stock assessment, Pacific Ocean

## 二、緣由與目的

平滑白眼鮫 (*Carcharhinus falciformis*) 為本省東北部沿近海域數量頗豐的板鰐類之一。根據本省南方澳漁港漁獲統計資料得知，其年產量約 50 公噸，漁獲量在白眼鮫中僅次於灰色白眼鮫 (*Carcharhinus obscurus*)、高鰭白眼鮫 (*Carcharhinus plumbeus*) 及薔薇白眼鮫 (*Carcharhinus brevipinna*)，而位居第四。南方澳為本省沿近海板鰐類產量最多的漁港，因此平滑白眼鮫在本省沿近海鯊魚漁業中佔有一席之地。

平滑白眼鮫為一泛世界大型鮫類

(Compagno, 1984), 出現於南北緯 40 度間之世界各大洋熱帶及亞熱帶海域, 沿、近海甚至外洋均可發現其蹤跡。由平滑白眼鮫的研究中發現, 出現於大西洋水域者受到較多的關注, 而西太平洋出現者則極少有研究報告出現。

近年來受到鯊魚資源保育觀念抬頭的影響, 板鰓類研究學者已著手進行其保育相關的措施及研究。而平滑白眼鮫每胎產仔數量如一般白眼鮫類, 極為有限, 且非年年產子, 為期能保證該種族得以綿延, 本種實應加以保育及管理。惟保育管理之先需建立其生物學的基礎資料, 因此本研究就棲息於本省東北部沿近海域的平滑白眼鮫, 進行其生殖、年齡成長、食性一系列的研究, 期能建立棲息於西太平洋本省近海之本種的漁業生物學相關資料, 使本種之資訊更趨完備, 並藉此作為日後資源保育、管理之依據。

### 三、結果

#### 3.1 雄性生殖系統

雄性生殖系統包括左右對稱之睪丸、精細管 (ductus efferentes)、副睪丸 (epididymis)、輸精管 (ductus deferens)、貯精囊 (sperm sac) 及交接器。精細胞在睪丸中發育, 當精蟲達成熟階段時, 精蟲會脫離賽托利細胞而流入精細管中, 再進入副睪丸。副睪丸下半部往尾端彎曲的連接輸精管, 當雄魚成熟時副睪丸的上端會稍微彎曲。由副睪丸而來的精子進入輸精管, 在加入由位於輸精管附近的萊狄氏腺 (Leydig's gland) 所分泌的液體及成精液。輸精管穿入腎臟後越往尾端管徑越大, 在成熟的魚體其輸精管末端直徑甚至超過 1 公分, 稱之為輸精管壺腹, 而輸尿管末端部份和輸精管是纏繞在一起的, 兩者之間的進行方向近乎平行。輸精管壺腹最末端部份即為貯藏精液部份。當進行交配時, 貯存的精液經由魚體腹側的交接器囊中海水稀釋, 並由交接器囊提供推進的力量, 藉由交接器射入雌魚體內, 完成授精動作。

#### 3.2 雄魚性成熟判斷

雄魚成熟度判斷的標準大致可以分為兩個方法, 一個是由外在的第二性徵來加以判斷, 另一個是由體內的輸精管、貯精囊的精蟲存在與否? 及睪丸的發育情形來加以判斷。就整體而言, 兩者皆有其缺點, 前者較為粗略而後者判斷過程手續繁複, 因考量標本採集及處理過程, 因此本研究對於雄魚成熟度的判斷以前者為主, 而以後者為輔。

觀察交接器的軟硬度發現, 交接器長度在 14 公分以上者具相當硬度 (因幹骨鈣化程度較高而無法彎折), 且發育完善, 末端可任意張開, 於根部的地方 (後鰭骨與幹骨間之關節) 可以很容易扭轉; 而交接器長度不及 11 公分者, 由於其交接器硬度不足, 且發育不完善; 長度介於 11 公分與 14 公分者其硬度介於兩者之間, 而其根部已可扭轉, 此一觀察結果似乎可較容易界定成熟狀態。即交接器長度不及 11 公分者界定為未熟, 11-14 公分者界定為成熟中, 14 公分以上者界定為成熟。此一觀察經驗配合實際的量測數據得知, 交接器在 11 公分以內者 (未熟標本), 其最大體長為 187 公分, 亦即該標本之體長達 187 公分時仍未達性成熟。而交接器長度在 14 公分者, 其最小體長為 175 公分, 亦即此一體長為本研究所觀察到之成熟雄魚標本中體長最小者。本研究因此定義此二體長之重疊範圍

(175-187 公分) 為成熟中, 為了方便與具體起見, 本研究以其中間值 181 公分來代表本種雄魚之性成熟體長。此一數值將於年齡成長研究中帶入成長方程式, 以推估本種的性成熟年齡。

#### 3.3 雌性生殖系統

雌魚生殖系統由卵巢、生殖腺附著器官 (Epigonal Organ)、輸卵管、卵殼腺 (Shell Gland) 及子宮所構成, 當卵巢發育完全後, 於繁殖季節排出成熟的卵粒進入體腔, 再經由共同開口 (Ostium) 進入左右兩側輸卵管, 經卵殼腺最後進入子宮中發育, 卵子的受精係在其進入子宮之前, 可能在輸卵管或在卵殼腺中完成。受精卵在進入子宮發育一段時間之後隨即著床, 靠著臍帶

(umbilical cord) 由母體吸收養分，待胎仔成熟後即產出體外。

### 3.4 雌魚性成熟判斷

雌魚的生殖器官許多部位均被拿來當作成熟度的判斷，如卵巢的發育狀態、輸卵管的發育狀態、卵殼腺的發育狀態、陰道開口的狀態，本研究以卵巢及子宮的狀態兩者同時來作為判斷成熟狀態的標準，未成熟的平滑白眼鮫其卵巢鬆弛，卵粒小或不明顯，子宮則呈細長狀態；成熟者其卵巢增大增厚，具大型卵粒，於生殖季節其子宮中或具受精卵或具胎仔，如無受孕者則可見產後逐漸收縮復原的子宮。介於成熟與未成熟之間者稱之為成熟中，其卵巢卵粒稍增大，子宮亦稍微膨脹而表面光滑，此時子宮的狀態與產後收縮的子宮有很明顯的差異，產後者子宮表面具較多的皺褶。

觀察結果顯示，當雌魚體長達 180 公分以上時，部份的個體子宮開始發育逐漸膨大，當體長達 190 公分以上之際，少數個體達成成熟的階段，之後隨著體長的增加，成熟個體所佔的百分比亦逐漸增加，至體長在 230 公分以上個體則全數成熟。本研究據此判斷平滑白眼鮫的 50% 性成熟體長在 200-210 公分間。此數值 (205 公分) 亦將於年齡成長一節中，用以推估本種雌魚之性成熟年齡。

### 3.5 胎仔成長、每胎產仔數、胎仔性比、妊娠期、產子頻率及胎仔產出體長

由胎仔的體長月別變化得知，雖僅在五月、七月及十月的三個月份中發現懷孕的母體，不過仍可約略發現胎仔隨著時間成長的情形，其中最大的胎仔在七月份被發現，體長為 68 公分，而至 10 月份仍有 65 公分體長的大型胎仔，據此判斷平滑白眼鮫胎仔的產出體長應在 65-70 公分之間。而產仔時間應在七至十月間。此外在觀察期間亦發現，於七月、九月及十月間均發現卵巢中具大型的成熟卵粒，或子宮中出現受精卵，因此本研究判斷，本種係在每年的七至十月間受孕，而在經過一年的懷孕期之後，於隔年的同一時段產下胎仔。

本研究在所採得的 11 尾懷孕母體子宮中發現懷有總計 94 尾的胎仔，其中雌性者 49 尾，而雄性有 45 尾，其性比 (雌魚：雄魚) 為 1.1:1。而每尾母體懷孕的胎仔數目，由 3 至 16 尾不等，平均則為 8.55 尾。另在七至十月的繁殖期間的觀察顯示，成熟雌魚並非每尾魚均受孕，亦即部份成熟雌魚懷有大型即將產出的胎仔，但部份則沒有懷孕，而這些沒有懷孕的個體則卵巢中具有大型的成熟卵粒，據此判斷，本種雌魚並非年年產仔，其產仔間格最短應為二年。

### 3.6 成長式的推定

本研究現階段採用 Holden (1974) 的方法，來推估 von Bertalanffy growth equation。亦即以最大觀測體長 ( $L_{max}$ ) 來取代成長式中的理論極限體長  $L_{\infty}$ ，以妊娠期來取代  $t_0$  值，再配合產出體長 ( $L_g$ ) 來求得成長係數  $K$ 。

$$K = -\ln[1 - (L_g / L_{max})] / g$$

所求得的成長式雌雄分別如下：

$$\text{雌魚：} L_{(t)} = L_{\infty} [1 - e^{-0.314(t-1)}]$$

$$\text{雄魚：} L_{(t)} = L_{\infty} [1 - e^{-0.263(t-1)}]$$

依此成長是推斷，本種雌魚的性成熟年齡為 5.91 歲 (全長 205 公分)，雄魚的性成熟年齡為 4.46 歲 (全長 181 公分)。

### 3.7 胃內容物種類組成

在平滑白眼鮫的胃內容物種類組成當中，分為鯖、參、鯉、頭足類及其他幾個大類。而鯖類當中最主要種類為日本花鯖 (*Scomber japonicus*)，參類當中最主要種類為綠真參 (*Trachurus declivis*) 及真參 (*Trachurus japonicus*)，頭足類則主要為鎖管類 (Squid)。

由胃內容物的觀察中發現，鯖類為本種主要的餌料生物，其次是參類，再其次是頭足類。顯示本種以中表層棲息之洄游性魚類為主要的餌料生物。

## 四、討論

本種雌魚之成熟體長為 205 公分，此一體長為最大觀測體長 261 公分之 0.79

倍，據 Holden(1974)之研究歸納，板鰐類性成熟體長與最大觀測體長之比值介於 0.6 與 0.9 之間，本研究之 0.79 亦落於該範圍之內。顯示本種較傾向於晚熟。

本研究以子宮中胎仔體長的月別變化，及受精卵於子宮中出現的時機判斷，平滑白眼鮫之妊娠期為 12 個月。Springer(1960)指出，有些板鰐類在兩次的產子中間會有一定期間的復原期，本種和 Springer(1960)所指者一致，本種經觀察得知，產子間隔最短為二年。此一繁殖策略雖然於再生產之“量”提昇上有負面的效果，然而於值的觀點而言，其對於親代及仔代間均有莫大的裨益。

本研究推測平滑白眼鮫的產出體長約 65-70 公分，此一研究結果稍小於 Poll(1951)在非洲西岸所推得的 73 公分、Springer(1960)於大西洋所推得的 75 公分、Fourmanior(1961)於馬達加斯加海域所推得的 75 公分，及 Bass(1957)於南非東岸所推得的 78-87 公分。此一差異應是棲息環境不同所致。

棲息於台灣附近海域之平滑白眼鮫，每胎產仔數由 3 尾至 16 尾部等，而平均每胎的產仔數為 8.55 尾，此稍高於中太平洋棲息者之 6.5 尾 (Strasburg, 1958)。而低於馬達加斯加及東非水域的 11 尾 (Fourmanoir, 1961; Bass et al., 1957)。另西大西洋者為 6-14 尾 (Gilbert et al., 1965)，東大西洋者為 9-12 尾 (Bane, 1966)，顯示其每胎產仔數目範圍較窄，推測其原因應是本研究所採得的標本，其中可能有一些的個體其部份胎仔已產出。因此實際上本研究平滑白眼鮫的產子數應較目前所得的數據稍高。

本研究經推估得本種的性成熟體長，雌雄分別為 205 公分及 181 公分，年齡則分別為 5.9 歲及 4.5 歲。此一結果均較棲息於墨西哥海域西北岸者之 7-9 歲及 6-7 歲，和棲息於墨西哥 Campeche Bank 者之 12 歲及 10 歲來得小。

## 五、計畫成果自評

本研究經一年的資料蒐集及標本採集，獲得平滑白眼鮫資源生物學的的各參

數，如成熟體長及年齡、孕仔數、產仔季節、產仔頻率、成長式的各參數，這對日後進行是項資源管理政策擬定時，提供了絕對必要的參數，可謂已達到今年度計畫預期的成果。不過目前第三年度計畫仍持續進行中，待第三年度研究工作完成之際將可提供更完整資料其他研究人員參考。

## 五、重要參考文獻

- Bass, A.J., J.D. D'Aubrey, and N. Kistnasamy. 1973. Sharks of the east coast of southern Africa. 1. The genus *Carcharhinus* (Carcharhinidae). Invest Rep. Oceano. Res. Inst. Durban 33:1-168.
- Bonfil, R., Mena, R., and de Anda, D. 1993. Biological parameters of commercially exploited silky shark, *C. falciformis*, from the Campeche Bank, Mexico. NOAA Tech. Rep. NMFS 115:73-86.
- Branstetter, S. 1987. Age growth and reproductive biology of the silky shark, *C. falciformis*, and the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the Northwestern Gulf of Mexico. Environ. Biol. Fish. 19(3):161-173.
- Gilbert, P.W., and D.A. Schlernitzauer. 1996. The placenta and gravid uterus of *Carcharhinus falciformis*. Copeia 1966(3):451-1.
- Strasberg, D.W. 1958. Distribution, abundance, and habits of pelagic sharks in the central Pacific Ocean. Fish. Bull. U.S. Fish. Eidl. Serv. 58:335-61.
- Steven, J.D. 1984a. Life-history and ecology of sharks at Aldabra Atoll. Indian Ocean Proc. R. Soc. Lond. Biol. Sci. 222:79-106.
- Steven, J.D. 1984b. Biological observations on sharks caught by sport fishermen off New South Wales. Aus. J. Mar. Freshwater Res. 35:573-590.