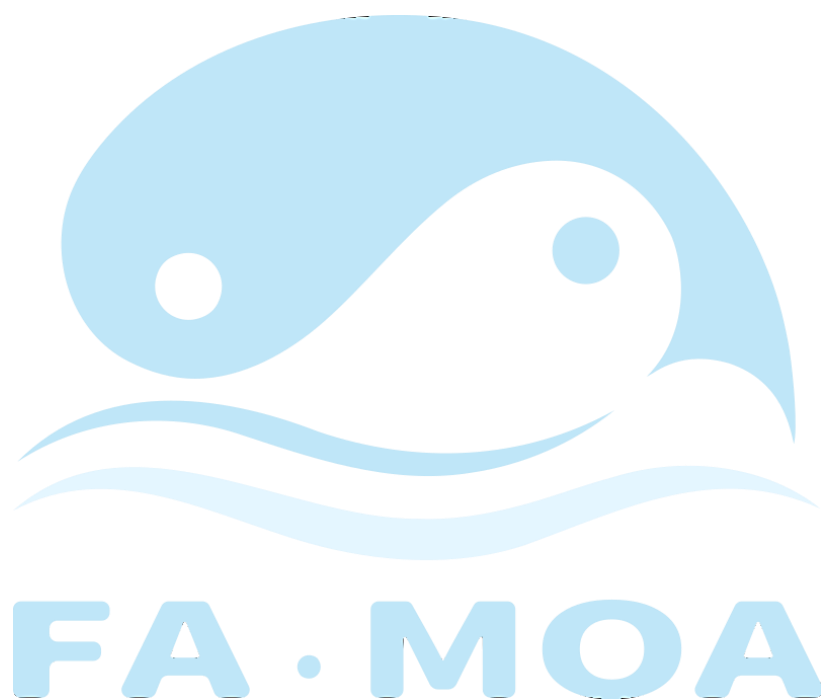


臺灣沿近海雙髻鯊科之 無危害評估



農業部漁業署
2025年7月

第一章 前言

1.1 緣由與動機

鯊魚在海洋生態系中扮演非常重要的角色，牠們以頂級掠食者的身分幫助維護海洋中的自然平衡(Cortés, 1999; Stevens et al., 2000; Schindler et al., 2002)。而且大型鯊魚具有成長緩慢、產仔數少、成熟晚等特性，若未給予適當的漁業管理，很可能會因不當的漁獲壓力導致其資源崩潰枯竭。因此，近年來鯊魚資源保育與管理之議題逐漸成為國際矚目之焦點。根據 2017 年聯合國糧農組織(Food and Agriculture Organization United Nations, FAO)的統計資料顯示全球鯊魚漁獲量前五名為西班牙、墨西哥、印尼、印度及美國，而臺灣排名六名(FAO, 2020)。近年來我國每年大約有 3 萬公噸的鯊魚漁獲來自於遠洋鮪延繩釣漁業的混獲，此一漁獲量約佔全球鯊魚漁獲總量 4-5% (FAO, 2020)。行政院農業委員會漁業署為確保鯊魚資源永續推動一連串鯊魚養護管理措施，包括為配合國際鯊魚管理及保育的趨勢，已於 2006 年發布了「鯊魚保育與管理國家行動計畫」，2012 年實施「鯊魚鰭不離身」措施，而臺灣是亞洲第一個採取此等措施的國家，以杜絕割鰭棄身與誤捕保育類鯊魚之行為，並配合各區域性漁業組織禁止污斑白眼鮫及平滑白眼鮫留船。2020 年國內公告「禁捕巨口鯊(*Megachasma pelagios*)、大白鯊(食人鮫 *Carcharodon carcharias*) 與象鯊(*Cetorhinus maximus*)」以避免物種滅絕。同時頒布「魚翅進口管理辦法」僅容許國際漁業管理組織漁船名單之漁船所捕獲之魚翅輸入我國，善盡市場國管理責任。2017 年通過「遠洋漁業三法」包含《遠洋漁業條例》、《投資經營非我國籍漁船管理條例修正》及《漁業法部分條文修正》及相關 15 項子法規，修正後的法令規範更加嚴格。另外，漁業署成立「24 小時漁業監控中心」，整合漁船監控系統(VMS)與電子作業日誌(eLogbook)，監控臺灣上千艘漁船作業情況，透過定位即時得知是否越界、非法捕撈等情況。

我國國內主要鯊魚漁獲產地，以南方澳、成功及東港等地為大宗，其鯊魚漁獲大多為鮪延繩釣漁業所釣獲。我國漁獲鯊魚物種中，鋸峰齒鮫(*Prionace glauca*) 佔 63%為最多，第二為灰鯖鮫(*Isurus oxyrinchu*) (11%)，第三為深海狐鮫(*Alopias*

superciliosus) (7%)，紅肉丫髻鮫(*Sphyrna lewini*)則排行第四(5%)。臺灣周邊曾紀錄捕獲過三種丫髻鮫，主要分布在南北緯 55 度之間的沿近海域，臺灣於周邊海域皆可漁獲，其中以紅肉丫髻鮫漁獲產量為最多，丫髻鮫(*S. zygaena*)次之，八鰭丫髻鮫(*S. mokarran*)最少(Liu, 2002; Lai, 2011)。紅肉丫髻鮫具有高度洄游性，多棲息在溫暖的海域和熱帶沿近海，分佈範圍從水表到潮間帶至水深至少 275 公尺深的海域，幼魚與亞成魚以沿近海海域為棲息地，該物種具有季節性洄游及群游行為(Compagno et al., 2005)。1989 年臺灣東部紅肉丫髻鮫年漁獲量約為 500 噸，2003 年起紅肉丫髻鮫漁獲量從 525 噸持續下降至 2013 年最低的 195 噸，近幾年則介於 200-300 噸間。

IUCN 鯊魚專家群以生命地球指數(Living Planet Index, LPI)及 IUCN 紅色名錄(Red List)指數針對全球半世紀以來 31 種表層鯊魚及魷進行資源變動評估，蒐集目前最完整的生物學及漁業相關文獻及資料，同時也參考過去區域性漁業組織(RFMOs)進行資源評估的結果，進行分析，結果發表於權威的期刊 Nature。此研究結果顯示自 1970 年以來，由於漁獲壓力增加了 18 倍，這些表層鯊魚及魷資源減少了 71%，且 3/4 的指標性物種有滅絕風險(Pacoureaux et al., 2021)。2018 年 IUCN 鯊魚專家小組針對表層鯊魚與魷之保育等級再次進行評估，將全球紅肉丫髻鮫由易危(Vulnerable, VU)提升至極危(Critically Endangered, CR)等級，而丫髻鮫則由易危提升至瀕危(Endangered, EN)等級(Rigby et al., 2019)，顯示該物種過去 10 年資源狀況在某些海域有明顯惡化情形。

瀕危野生動植物國際貿易公約(Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna, CITES)於 2013 年將紅肉丫髻鮫、丫髻鮫與八鰭丫髻鮫列入附錄二(Appendix II)名錄。而經濟物種被列入附錄二之物種並非不能進行貿易，而是需要提出該物種之「無危害評估(Non-detriment Findings, NDF)」，無危害評估係透過科學評估，該物種的出口不會危害到該物種野生族群的資源狀況，才能發出許可出口貿易之證明。如果物種漁獲海域超過 200 海浬經濟海域，還須提出「從海洋引進規定(Introduction from the sea, IFS)」

類似產證之文件。

紅肉丫髻鮫及丫髻鮫的成熟雌魚會在臺灣周邊沿岸海域(特別是西部)產仔，這些幼魚會遭到沿近海多種魚法捕/混獲，而較大體型(>150 cm 全長)的魚則會被宜蘭南方澳及臺東成功新港的延繩釣或流刺網所漁獲。因此，為了確保丫髻鮫類資源的永續利用，其資源調查及 NDF 評估之研究刻不容緩。

1.2 文獻回顧

國內紅肉丫髻鮫之研究，過去有 Chen et al. (1988)針對西北太平洋紅肉丫髻鮫進行生殖研究，出生體長(L_b)為 48.5 cm，50%性成熟體長(L_m)為 230 cm TL，產仔數(f)平均為 25.8 尾，生殖週期(R_c)為 2 年。Chen et al. (1990)針對西北太平洋紅肉丫髻鮫進行年齡成長研究，雄魚之極限體長(L_∞)為 320.6 cm TL、成長係數(k)為 0.222 year^{-1} 、體長為零時之理論年齡(t_0)為 -0.75 year，雌魚之極限體長為 319.7 cm TL、 k 為 0.249 year^{-1} 、 t_0 為 -0.41 year，性成熟年齡(t_{mat})為 4.7 年，最大年齡(T_m)為 15 歲。Liu (2002)針對西北太平洋丫髻鮫進行生殖研究，出生體長(L_b)為 55 cm，50%性成熟體長(L_m)為 259.4 cm TL，產仔數(f)平均為 30 尾，生殖週期(R_c)為 2 年。Chou (2004)針對臺灣東北海域丫髻鮫進行年齡成長研究，雄魚之極限體長(L_∞)為 358.8 cm TL、成長係數(k)為 0.128 year^{-1} 、體長為零時之理論年齡(t_0)為 -0.72 year，雌魚之極限體長為 375.2 cm TL、 k 為 0.111 year^{-1} 、 t_0 為 -1.31 year，性成熟年齡(t_{mat})為 11 年。

劉(2011)利用年級群解析法進行紅肉丫髻鮫及丫髻鮫資源量與漁獲死亡率之估算，其結果顯示紅肉丫髻鮫之資源量從 1989 年開始即呈現下滑之趨勢。單位加入親魚量之結果則指出紅肉丫髻鮫除 1991 年-1995 年間，2000 年-2002 年間與 2008 年 SPR 之 95%信賴區間有涵蓋 $SPR=0.4$ 之生物參考點外，其他 10 個年度之 SPR 均低於 0.4，且有 6 個年度低於 0.3。因此，建議應減少其漁獲量，並且針對已成熟之個體進行保護。丫髻鮫之結果則顯示其資源狀態應屬良好，所有年度 SPR 的 95%信賴區間皆高於 0.3 的生物參考點，且有 13 個年度高於 0.3 的

生物參考點，然其 SPR 在近年來有下降之趨勢，需要持續監控其資源狀況。Tsai et al. (2018)使用 YPR 和 SPR 來估計西北太平洋丫髻鮫的生物學參考點(BRP)和族群狀況。YPR 結果顯示，當前捕撈死亡率(F_{cur})，雄性低於 $F_{0.1}$ 的 BRP，但高於雌性的 $F_{0.1}$ 。此外，SPR 分析的結果表明，當前的 SPR (SPR_{cur})大大低於目標參考點($SPR_{35\%}$)和閾值參考點($SPR_{30\%}$)。這一發現表明，在目前的捕撈水平下，西北太平洋雌性丫髻鮫被過度開發。建議應不斷監測丫髻鮫的族群狀況，以確保其可持續發展。

Liu et al. (2015)以族群統計法估計的結果，在無漁獲的狀況下，紅肉丫髻鮫的族群內部成長率(λ)為 1.275，族群變為兩倍的時間為 2.9 year，世代間隔為 7.1 year。丫髻鮫的族群內部成長率(λ)為 1.166，族群變為兩倍的時間為 4.5 year，世代間隔為 15.6 year。

Liu et al. (2021)針對我國 11 種表層鯊魚進行生態風險評估，係利用族群內部增加率法估算生產力指標，以及利用釣獲率百分比、選擇性與捕獲後死亡率估算敏感性指標進行分析，最後再與魚種瀕危狀態、漁獲體型變化趨勢與族群成長曲線反趨點，將這四項進行整合式生態風險評估，紅肉丫髻鮫屬於風險最高之群組。因紅肉丫髻鮫具有生命週期長、性成熟晚、體型大之生活史特性，雖然產仔數量相對其他大型鯊魚物種較多，但生殖週期長。因此，西北太平洋紅肉丫髻鮫無法忍受長期針對低齡魚進行高度開發，一旦資源量下降，將非常難以復原，實行資源評估與漁業管理刻不容緩(Liu and Chen, 1999)。

劉(2015)提出我國無危害評估之步驟流程，並完成紅肉丫髻鮫之無危害評估，但是紅肉丫髻鮫資源狀態呈現下滑及過漁之趨勢。因此，目前針對紅肉丫髻鮫並不應核發無危害證明文件，即不應准許出口。Chu (2020)針對我國丫髻鮫進行無危害評估，其結果顯示為「有條件之 NDF」，即必須進行管理並要滿足某些新的條件後，才得以給予正面 NDF。

1.3 研究目的

因應丫髻鮫類已被 CITES 列入附錄二名錄與 IUCN 保育等級為極危及瀕危等級，以及我國仍未對丫髻鮫類提出相關管理措施。因此，本研究將嘗試針對我國沿近海捕獲之丫髻鮫類進行資料調查與進行無危害評估，提出我國丫髻鮫類管理措施與建議供行政單位參考。

第二章 實施方法

無危害評估

第一步驟：初步資訊蒐集

此步驟為評估前的事前準備工作，蒐集物種的基本初步資料並彙整，確認物種是否需要 NDF 才得以進行出口。因此，評估的對象須為 CITES 附錄二名單之物種，並且是合法取得之；接著蒐集區域漁業管理組織(RFMOs)之資料，確認物種是否為規範內之禁捕鯊種。若該鯊種在該區域漁業組織之禁捕名單內，即沒有繼續進行 NDF 判定之需要，隨即停止評估；若皆符合以上條件，代表該物種將進入本流程後續步驟之評估。

第二步驟：既有的生物易危性及保育關注程度

此步驟包含了既有的生物易危性及保育關注程度。

1. 既有的生物易危性

首先評估該物種受到開發利用後，是否會因為物種本身的生物特性而造成資源難以恢復的情形。

生物易危性的評估指標包含成熟年齡(t_{mat})、成熟體長(L_m)、最大年齡(T_m)、極限體長(TL_{∞})、自然死亡率(M)、產仔數(f)、族群內在增加率(r)、地理分布範圍、單位加入親魚量百分比(Spawning per recruit, SPR%) (原基準資源豐度"Baseline abundance"因資訊難以取得，改以 SPR%值作為替代判定指標)、行為因素、營養位階等計 11 項指標。

各既有生物易危性指標的判定標準如下：

(1) 成熟年齡(t_{mat})

如成熟年齡小於 5 歲代表風險程度低，獲得分數 1 分；介於 5 歲至 15 歲代表風險程度中，獲得分數 2 分；大於 15 歲代表風險程度高，獲得分數 3 分；若缺乏此項數據代表風險程度未知，獲得分數 3 分。

(2) 成熟體長(L_m)

如成熟體長小於 40 公分代表風險程度低，獲得分數 1 分；介於 40 公分至 200 公分代表風險程度中，獲得分數 2 分；大於 200 公分，代表風險程度高，獲得分數 3 分；若缺乏此項數據代表風險程度未知，獲得分數 3 分。

(3) 最大年齡(T_m)

如最大年齡小於 10 歲代表風險程度低，獲得分數 1 分；介於 10 歲至 25 歲代表風險程度中，獲得分數 2 分；大於 25 歲代表風險程度高，獲得分數 3 分；若缺乏此項數據代表風險程度未知，獲得分數 3 分。

(4) 極限體長(TL_{∞})

如極限體長小於 100 公分代表風險程度低，獲得分數 1 分；介於 100 公分至 300 公分代表風險程度中，獲得分數 2 分；大於 300 公分代表風險程度高，獲得分數 3 分；若缺乏此項數據代表風險程度未知，獲得分數 3 分。

(5) 自然死亡率(M)

如自然死亡率 M 值大於 0.4 代表風險程度低，獲得分數 1 分；介於 0.17 至 0.4 代表風險程度中，獲得分數 2 分；小於 0.17 代表風險程度高，獲得分數 3 分；若缺乏此項數據代表風險程度未知，獲得分數 3 分。

(6) 產仔數(f)

如產仔數 f 值大於 15 代表風險程度低，獲得分數 1 分；介於 2 至 15 代表風險程度中，獲得分數 2 分；小於 2 代表風險程度高，獲得分數 3 分；若缺乏此項數據代表風險程度未知，獲得分數 3 分。

(7) 族群內在增加率(r)

如族群內在增加率 r 值大於 0.35 代表風險程度低，獲得分數 1 分；介於 0.15 至 0.35 代表風險程度中，獲得分數 2 分；小於 0.15 代表風險程度高，獲得分數 3 分；若缺乏此項數據代表風險程度未知，獲得分數 3 分。

(8) 地理分布範圍

如物種資源分布於全球性的範圍代表風險程度低，獲得分數 1 分；分布於區域性的範圍代表風險程度中，獲得分數 2 分；分布於國家性的範圍代表風險程度高，獲得分數 3 分；若缺乏此項數據代表風險程度未知，獲得分數 3 分。

(9) 單位加入親魚量百分比(SPR%)

如物種單位加入親魚量百分比(SPR%)值大於 35%代表風險程度低，獲得分數 1 分；介於 20%至 35%代表風險程度中，獲得分數 2 分；小於 20%代表風險程度高，獲得分數 3 分。

(10) 行為因素

如物種少數行為因素會增加系群風險代表風險程度低，獲得分數 1 分；部分行為因素會增加系群風險代表風險程度中，獲得分數 2 分；多數行為因素會增加系群風險代表風險程度高，獲得分數 3 分；若缺乏此項數據代表風險程度未知，獲得分數 3 分。

(11) 營養位階

如物種位於營養位階底層代表風險程度低，獲得分數 1 分；位於營養位階中間代表風險程度中，獲得分數 2 分；位於營養位階頂層代表風險程度高，獲得分數 3 分；若缺乏此項數據代表風險程度未知，獲得分數 3 分。

以上各生物易危性指標分數加總後，可得出該物種整體生物易危性水平，總分落在 11 分至 17 分代表物種整體生物易危性風險程度為低等；18 分至 26 代表物種整體生物易危性風險程度為中等；27 分至 33 分代表物種整體生物易危性風險程度為高等。風險程度越高代表該物種被開發利用後，因為自身的生物特性而越容易導致其資源量難以恢復。

2. 保育關注程度

根據上述既有的生物易危性參數針對物種被保護的關鍵因子來做更確切的討論。保育關注程度的判定指標共有 3 個，包括保護該物種或資源評估的情況、族群的趨勢、受保育關注的區域範圍。

各保育關注程度指標的判定標準如下：

(1) 保育與資源評估的情況

若該物種資源沒有過漁且目前被 IUCN 列為無危(LC)等級，代表風險程度低，獲得分數 1 分；若物種資源正處於過漁狀態或已經過漁，且目前被 IUCN 列為近危(NT)等級、易危(VU)等級，代表風險程度中，獲得分數 2 分；若物種資源正處於過漁狀態且已經過漁，且目前被 IUCN 列為瀕危(EN)等級、極危(CR)等級，代表風險程度高，獲得分數 3 分；若缺乏此項數據代表風險程度未知，獲得分數 3 分。

(2) 族群趨勢

若物種族群呈現上升趨勢代表風險程度低，可得分數 1 分；若物種族群呈現穩定趨勢代表風險程度中，可得分數 2 分；若物種族群呈現下降趨勢代表風險程度高，可得分數 3 分；若缺乏此項數據代表風險程度未知，獲得分數 3 分。

(3) 受保育關注的區域範圍

若物種面臨的主要威脅僅會影響少數系群代表風險程度低，獲得分數 1 分；若物種面臨的主要威脅會影響部分系群代表風險程度中，獲得分數 2 分；若物種面臨的主要威脅會影響全球系群代表風險程度高，獲得分數 3 分；若缺乏此項數據代表風險程度未知，獲得分數 3 分。

以上各保育關注程度指標分數加總後，可得出該物種整體保育關注水準，3 分至 4 分代表物種整體保育關注風險程度低等；5 分至 7 分代表物種整體保育關注風險程度中等；8 分至 9 分代表物種整體保育關注風險程度高等。理論上，物種的生物易危性水準越高，越容易因為開發利用而造成其資源難以恢復，也將遭

受到更多的保育關注程度，尤其是大多數鯊魚是具有 K 選擇的生活史特性，所以族群更容易受捕撈行為影響。

第三步驟：物種承受的壓力（原貿易壓力評估列為參考）

評估該鯊種的漁業壓力，考量內容包含其漁獲死亡率、丟棄死亡率、漁具選擇性的大小、IUU 漁業規模等四項來進行評估。

由於我國目前尚未設立個別鯊種之專屬貨品分類號列(CCC code)，因此無法得知詳細之國際貿易輸出量與交易價格等相關市場資料來提供做為貿易壓力的評估，因此，在我國目前情況下，為符合國情制定 NDF 之判定步驟，本研究建議將原有之貿易壓力評估改為日後管理建議參考，步驟三先以評估「漁業壓力」為主。

1. 物種所受的漁業壓力

評估該物種受到的漁業壓力，漁業壓力可能導致物種的資源量銳減，影響整體族群結構改變，長時間的影響也可能使物種個體產生生物學上的變化，此部分還需考慮到漁業行為對物種造成的漁獲死亡率、丟棄死亡率、漁具對於年齡、各體型階段與性別的選擇性大小，以及 IUU 漁業的規模。

各漁業壓力指標的判定標準如下：

(1) 漁獲死亡率

若漁業行為減少低比例的族群資源，代表風險程度低，獲得分數 1 分；若漁業行為減少部分比例的族群資源，代表風險程度中，獲得分數 2 分；若漁業行為減少高比例的族群資源，代表風險程度高，獲得分數 3 分；若缺乏此項數據代表風險程度未知，獲得分數 3 分。

(2) 丟棄死亡率

若對於物種少數漁獲被丟棄，且其釋放後存活率偏高，代表風險程度低，獲得分數 1 分；若對於物種部分漁獲被丟棄，且其釋放後存活率中等，代表風險程度中，獲得分數 2 分；若對於物種多數漁獲被丟棄，且其釋放後存活

率偏低，代表風險程度高，獲得分數 3 分；若缺乏此項數據代表風險程度未知，獲得分數 3 分。

(3) 漁具的選擇性

若漁具對物種的年齡、各體型階段與性別有高度選擇性，代表風險程度低，獲得分數 1 分；若漁具對物種的年齡、各體型階段與性別有中度選擇性，代表風險程度中，獲得分數 2 分；若漁具對物種的年齡、各體型階段與性別有低度選擇性，代表風險程度高，獲得分數 3 分；若缺乏此項數據代表風險程度未知，獲得分數 3 分。

(4) IUU 漁業規模

若對於物種有詳細的貿易紀錄，交易鏈透明公開，貿易量與漁獲量大致相符，代表風險程度低，獲得分數 1 分；若對於物種有適當的貿易紀錄，交易鏈難以追蹤，貿易量與漁獲量部分相符，代表風險程度中，獲得分數 2 分；若對於物種的貿易紀錄不齊全，交易鏈不透明公開，貿易量與漁獲量差異甚大，代表風險程度高，獲得分數 3 分；若缺乏此項數據代表風險程度未知，獲得分數 3 分。

以上各漁業壓力指標分數加總後，可得出該物種整體漁業壓力水準，4 分至 6 分代表物種承受低度漁業壓力；7 分至 9 分代表物種承受中度漁業壓力；10 分至 12 分代表物種承受高度漁業壓力。

第四步驟：評估現有的管理措施

此步驟是期許 CITES 附錄二名單內的物種都能有適合的管理措施，以降低利用對物種資源的風險，並且達到永續利用的目標，若上述步驟之物種整體既有的生物易危性、受到保育關注程度，與所受的貿易、漁業壓力之風險程度越高，代表該物種需要更完善並嚴格的管理措施，才能減緩物種面臨到的衝擊。第四步

驟之意圖即為評估現今的管理措施，是否發揮其有效性？適當的管理措施能使物種得以減緩貿易與漁業的壓力。

第五步驟：進行 NDF 判定

經過上述步驟的判定之後，將於此步驟判定是否頒布給該鯊種正面之 NDF。本研究將第二步驟與第三步驟之風險分數進行加總後依四分位數分成如下，加總分數在 18 分至 27 分為正面 NDF，28 分至 45 分為有條件 NDF，46 分至 54 分為負面 NDF。若判定為正面 NDF，則代表貿易並不會危害到該鯊種族群的資源狀況，可根據此核發 NDF 進行國際貿易；若判定為有條件式之 NDF，表示現有的管理措施必須要在滿足一些新的條件後，才得以頒布正面 NDF；若判定為負面 NDF，則必須要進入步驟六來進行管理措施之改善。

第六步驟：進一步措施

此步驟為根據前一步驟之 NDF 判定結果找出需要改正的管理問題，提出適合國家之漁業主管機關當局的監控計畫與管理方法，並做出適當的改善。而執行者即可藉由第六步驟的實施後，即可於往後需要重新進行評估時透過此流程檢查修訂 NDF 之最新判定結果。

參照德國 BfN 的指導綱領，NDF 之有效期限訂定為「一年」，故每年到期日後皆須再根據最新資源量情況重新審理及更新判定，才能達到有效控管物種的資源(Mundy et al., 2015)。

第三章 結果與討論

第一步驟：初步資訊蒐集

	CITES 附錄二	ISC 與 WCPFC 管制措施	符合 NDF 流程
紅肉丫髻鮫	2013 列入	未管制	是
丫髻鮫	2013 列入	未管制	是

第二步驟：既有的生物易危性及保育關注程度

此步驟包含了既有的生物易危性及保育關注程度。

1. 既有的生物易危性

各既有生物易危性指標的判定結果如下：

生物易危性指標		風險等級			物種	
		低(1分)	中(2分)	高(3分)	紅肉 丫髻鮫	丫髻鮫
1	成熟年齡(t_{mat})	<5	5-15	>15	4.7	♂ 7.5/♀ 11
2	成熟體長(L_m)	<40	40-200	>200	230	♂ 238/ ♀ 251
3	最大年齡(T_m)	<10	10-25	>25	15	♂ 22/♀ 25
4	極限體長(TL_{∞})	<100	100-300	>300	320	♂ 358.8/ ♀ 375.2
5	自然死亡率(M)	>0.4	0.17-0.4	<0.17	0.279	♂ 0.102- 0.208/ ♀ 0.095- 0.178
6	產仔數(f)	>15	2-15	<2	25.8	13-37
7	族群內在增加率(r)	>0.35	0.15-0.35	<0.15	0.243	0.154
8	地理分布範圍	全球性	區域性	國家性	區域性	區域性
9	單位加入親魚量($SPR\%$)	>35%	20-35%	<20%	21.9	6.3

10	行為因素	少數行為	部分行為	多數行為	季節性洄游/體型相似有群體移動之行為	季節性遷移/幼魚偶爾會在洄游的過程中聚集在一起
11	營養位階	低	中	高	高	高
總分/等級		11-17	18-26	27-33	23	26

2. 保育關注程度

各保育關注程度指標的判定結果如下：

保育關注程度指標		風險等級			物種	
		低(1分)	中(2分)	高(3分)	紅肉 丫髻鮫	丫髻鮫
1	保育與資源評估的情況	LC	NT/VU	EN/CR	CR	EN
2	族群趨勢	上升	穩定	下降	下降	下降
3	受保育關注的區域範圍	影響少數	影響部分	影響全球	影響部分	影響部分
總分/等級		3-4	5-7	8-9	8	8

第三步驟：物種承受的壓力（原貿易壓力評估列為參考）

1. 物種所受的漁業壓力

各漁業壓力指標的判定結果如下：

漁業壓力指標		風險等級			物種	
		低(1分)	中(2分)	高(3分)	紅肉 丫髻鮫	丫髻鮫
1	漁獲死亡率	低	中	高	高	高
2	丟棄死亡率	活存率高	活存率中	活存率低	低	低
3	漁具的選擇性	高	中	低	高	高
4	IUU 漁業規模	紀錄詳細	部分記錄	紀錄不齊	紀錄不齊	紀錄不齊

總分/等級	4-6	7-9	10-12	10	10
-------	-----	-----	-------	----	----

第四步驟：評估現有的管理措施

目前我國尚未有特定針對太平洋海域丫髻鮫的相關規定，適用於此兩鯊種的管理措施已列在整體鯊魚物種的規範之內。而我國對於附錄二鯊種的管理上級之主管單位為行政院農業委員會漁業署（活體以外）及海洋委員會海洋保育署（活體）。

我國管理措施		風險等級			物種	
		低(1分)	中(2分)	高(3分)	紅肉 丫髻鮫	丫髻鮫
1	無管理措施。			+		
2	有管理措施但無針對特定物種的管理。例如：鰭連身、禁漁期。		+		鰭連身	鰭連身
3	針對物種有特定管理措施。例如：總量管制、禁止留艙、漁獲大小限制、CCC code。	+				
總分/等級		1	2	3	2	2

第五步驟：進行 NDF 判定

NDF 評估結果	總分			物種	
	19-38	39-48	49-57	紅肉 丫髻鮫	丫髻鮫
	正面	有條件	負面	43	46

我國紅肉丫髻鮫與丫髻鮫之無危害評估結果皆為有條件之 NDF。

參考文獻

- Alverson, D. L. and Carney, M. J. (1975). A graphic review of the growth and decay of population cohorts. *ICES Journal of Marine Science*, 36(2), 133-143.
- Chapman, D. and Robson, D. S. (1960). The analysis of a catch curve. *Biometrics*, 354-368.
- Chen, C. T., Leu, T. C. and Joung, S. J. (1988). Reproduction in the female scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, in northeastern Taiwan waters. *Fishery Bulletin*, 86(2), 389-393
- Chen, C. T., Leu, T. C., Joung, S. J. and Lo, N. C. H. (1990). Age and growth of the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, in northeastern Taiwan waters. *Pacific Science*, 44(2), 156-170.
- Chou, Y. C. (2004). Studies on age and growth of smooth hammerhead, *Sphyrna zygaena* in northeastern Taiwan waters. M.S. Thesis, National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan, 66 pp. (In Chinese.)
- Chu, C. H. (2020). Assessment of Non-Detriment Findings and Management of the CITES Appendix II Species in Taiwan: the Smooth Hammerhead Shark as an Example. M.S. thesis, National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan, 93 pp. (In Chinese.)
- Compagno, L.J.V., Dando, M. and Fowler, S. (2005). A field guide to sharks of the world. Harper Collins, London.
- Cortés, E. (1999). Standardized diet compositions and trophic level of shark. *ICES Journal of Marine Science*, 56, 707-717.
- FAO. (2020). World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2020. Rome.
- Heincke, F. (1913). Investigations on the plaice. General report 1. The plaice fishery and protective measures. Preliminary brief summary of the most important points of the report Rapp. P.-V. Reun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer. 16, 67.
- Hoening, J. M. (1983). Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. U.S. National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin 81, 898–903.
- Krebs, C. J. (1995). Two paradigms of population regulation. *Wildlife Research*, 22(1), 1-10.
- Lai, W. (2011). Analyses of stomach contents of four large shark species in the waters off northeastern Taiwan. M.S. thesis, National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan, 121 pp. (In Chinese.)
- Liu, K. M. and Chen, C. T. (1999). Demographic analysis of the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, in the northwestern pacific. *Fisheries Science*, 65, 218 – 223.
- Liu, K. M., Chin, C. P., Chen, C. H. and Chang, J. H. (2015) Estimating finite rate of population increase for sharks based on vital parameters. *Plos One*, 10(11),

e0143008.

- Liu, K. M., Huang, R. H., Su, K. Y. and Joung, S. J. (2021). Vulnerability assessment of pelagic sharks in the western North Pacific by using an integrated ecological risk assessment. *Animals*, 11, 2161.
- Liu, S. G. (2002). Reproductive biology of stomach hammerhead, *Sphyrna zygaena* in northeastern Taiwan waters. M.S. Thesis, National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan, 83 pp. (In Chinese.)
- Maceina, M. J. and Bettoli, P. W. (1998). Variation in largemouth bass recruitment in four mainstream impoundments of the Tennessee River. *North American Journal of Fisheries Management*, 18, 990-1003.
- Martell, S. and Froese, R. (2013). A simple method for estimating MSY from catch and resilience. *Fish and Fisheries*, 14(4), 504-514.
- Millar, R. B. (2015). A better estimator of mortality rate from age-frequency data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 72, 364-375.
- Mundy, V. and Sant, G. (2015). Traceability systems in the CITES context: A review of experiences, best practices and lessons learned for the traceability of commodities of CITES-listed shark species. TRAFFIC Report for the CITES Secretariat.
- Pacoureaux, N., Rigby, C. L., Kyne, P. M., Sherley, R., Henning Winker, Carlson, J. C., Fordham, S. V., Borreto, R., Fernando, D., Francis, M., Jabado, R. W., Herman, K. B., Liu, K. M., Marshall, A., Pollom, R., Romanov, E., Simpfendorfer, C. A., Yin, J. S., Kindsvater, H. K. and Dulvy, N. K. (2021). Half a century of decline in oceanic pelagic sharks and rays. *Nature*, 589, 567-571.
- Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *ICES Journal of Marine Science*, 39, 175–192.
- Ricker W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fishery Research Board of Canada*, 191, 1–382.
- Rigby, C.L., Dulvy, N.K., Barreto, R., Carlson, J., Fernando, D., Fordham, S., Francis, M.P., Herman, K., Jabado, R.W., Liu, K.M., Marshall, A., Pacoureaux, N., Romanov, E., Sherley, R.B. and Winker, H. (2019). *Sphyrna lewini*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T39385A2918526. Accessed on 26 December 2022.
- Roff, D. A. (1984). The evolution of life history parameters in teleosts. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 41(6), 989-1000.
- Schaefer, M. (1954) Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bulletin of the Inter-American Tropical Tuna Commission* 1, 27– 56.

- Seber G. A. F. (2002). *The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters*, 2nd edn. The Blackburn Press, Caldwell, New Jersey, 654 pp.
- Smith, M. W., Then, A. Y., Wor, C., Ralph, G., Pollock, K. H. and Hoenig, J. M. (2012). Recommendations for catch-curve analysis. *North American Journal of Fisheries Management*, 32(5), 956-967.
- Stevens, J. D., Bonfil, R., Dulvy, N. K. and Walker, P. A. (2000). The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Sciences*, 57, 476 – 494.
- Schindler, D. E., Essington, T. E., Kitchell, J. F., Boggs, C. and Hilborn, R. (2002). Sharks and tunas: fisheries impacts on predators with contrasting life histories. *Ecological Applications*, 12, 735–748.
- Then, A. Y., Hoenig, J. M., Hall, N. G., Hewitt, D. A. and Handling editor: Ernesto Jardim. (2015). Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1), 82-92.
- 劉光明(2015)。三大洋鯊魚漁業資源調查暨 CPUE 標準化與無危害風險評估 (NDF)等資源研究。行政院農業委員會漁業署，68 頁。
- 劉光明(2022)。裸胸鱈與紅肉丫髻鮫之資源調查(3/3)。台灣中油股份有限公司，53 頁。
- 劉光明(2022)。西北太平洋 IUCN 極危物種--紅肉丫髻鮫之系群、年齡與成長及時空分布研究。科技部，82 頁。