

三棘蟹保育計畫

Conservation Plan for Horseshoe Crab (*Tachypleus tridentatus*)



海洋委員會

Ocean Affairs Council

113 年 6 月

誌謝

中央研究院生物多樣性研究中心 陳章波研究員

中央研究院生物多樣性研究中心 謝蕙蓮研究員

國立成功大學 楊明哲博士

國立中山大學 張懿教授

農業部水產試驗所澎湖漁業生物研究中心

金門縣政府水產試驗所

連江縣政府

嘉義縣生態保育協會 蘇銀添總幹事

封面繪圖 徐維駿（海洋保育署金門海洋保育站前站長）

目錄

圖目錄.....	III
表目錄.....	V
縮寫.....	1
前言.....	2
摘要.....	3
第一章 物種介紹.....	4
第一節 物種簡介.....	4
第二節 國際保育現況.....	8
第三節 臺灣族群分布.....	11
一、臺灣本島.....	11
二、金門.....	12
三、澎湖.....	18
第三節 保育及復育工作.....	25
一、稚鸞保育及復育.....	25
二、成鸞保育及復育.....	25
第二章 生存威脅.....	27
第一節 棲地破壞.....	27
第二節 外來種入侵.....	29
第三節 漁業混獲.....	30
第四節 海水污染與海洋廢棄物.....	31
第五節 氣候變遷.....	32
第六節 三棘鸞及其產製品利用.....	33

第七節 遺傳多樣性減少	34
第三章 保育行動	35
第一節 法令規範與執行	35
一、滾動更新保育等級評估	35
二、善用相關法令規範	38
三、三棘蠶及其產製品利用管制	40
第二節 調查、監測與研究	40
一、稚蠶族群調查及棲地監測	40
二、成蠶標誌放流及族群量評估	41
三、族群遺傳多樣性監測及研究	42
第三節 棲地維護及物種保（復）育	42
一、棲地評估及維護管理	42
二、人工繁養殖及復育	42
第四節 教育宣導及公民參與	45
一、校園宣導及保（復）育行動參與	45
二、推廣大眾宣導活動、生態旅遊及友善漁產等	45
三、公民科學及企業參與	46
四、建立跨領域網路及媒體推廣	46
第五節 國際交流	46
一、舉辦或參與國際研討會及相關活動	46
二、推廣 620 國際蠶保育日	46
參考文獻	51

圖目錄

圖 1、4 種鸞的外型特徵.....	6
圖 2、三棘鸞自然地理分布.....	7
圖 3、公、母鸞的第二、三對附肢型態之差異.....	7
圖 4、三棘鸞生活史.....	8
圖 5、2007-2014 年臺灣三棘鸞存續族群與成鸞捕獲地圖	11
圖 6、2017-2020 年臺灣 本島、澎湖、金門公民科學鸞通報分布	12
圖 7、2013-2023 年金門水試所成鸞收購來源區域之數量與性比圖	13
圖 8、2013-2023 年金門縣水產試驗所成鸞收購數量變化	15
圖 9 (a) 2003-2018 年金門各地區定期調查平均稚鸞密度 (b) 4 處相同 樣點之標準化密度圖.....	17
圖 10、2023 年金門縣稚鸞族群分布.....	18
圖 11、2018 年 8 月 25 日在青螺濕地調查到不同體型大小的鸞：	19
圖 12、2021 年 8 月 14 日在青螺濕地發現成對成鸞目擊紀錄.....	19
圖 13、2015-2017 年澎湖底刺網調查各地點鸞分布與數量	20
圖 14、2015-2017 年澎湖底刺網調查各月份鸞數量及性別	20
圖 15、澎湖三棘鸞分布.....	22
圖 16、澎湖縣稚鸞族群分布.....	23
圖 17、2023 年澎湖各調查樣區稚鸞齡期分布.....	24

圖 18、亞洲鸞的生存威脅.....	27
圖 19、嘉義縣好美寮國家級重要濕地與稚鸞分布區.....	28
圖 20、近年金門稚鸞棲地主要影響事件.....	29
圖 21、因廢棄漁網受困於潮間帶的成鸞.....	30
圖 22、澎湖歷年成鸞收購數量.....	31
圖 23、2019 年澎湖死亡的三棘鸞成鸞消化道解剖取出的塑膠、漁網、 保麗龍碎屑.....	32
圖 24、近年鸞試劑相關事件時間軸.....	33
圖 25、三棘鸞遺傳多樣性.....	34
圖 26、三棘鸞生活史棲地需求示意圖.....	41
圖 27、臺灣三棘鸞收容中心與收容野放程序.....	43

表目錄

表 1、中國地區鰲相關自然保護區列表.....	10
表 2、2013-2023 年金門水試所歷年收購成鰲數量	14
表 3、歷年三棘鰲稚鰲及成鰲放流紀錄.....	26
表 4、2023 年三棘鰲保育類海洋野生動物評估分類.....	36
表 5、國內現有三棘鰲相關保育措施.....	39
表 6、三棘鰲保育行動及權責分工.....	47

縮寫

全名	縮寫
Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora／瀕臨絕種野生動植物國際貿易公約（華盛頓公約）	CITES
International Union for Conservation of Nature and Natural Resources ／國際自然與自然資源保育聯盟（國際自然保育聯盟）	IUCN
野生動物保育法	野保法
海洋委員會海洋保育署	海保署
農業部漁業署	漁業署
農業部水產試驗所澎湖漁業生物研究中心	水試所澎湖 中心
內政部國家公園署	國家公園署
衛生福利部食品藥物管理署	食藥署
交通部觀光署	觀光署
經濟部國際貿易署	貿易署
國立海洋科技博物館	海科館
國立海洋生物博物館	海生館
金門縣政府水產試驗所	金門水試所

前言

三棘蠶 (*Tachypleus tridentatus*) 屬於節肢動物門 Arthropoda/肢口綱 Merostomata/劍尾目 Xiphosurida/蠶科 Limulidae，由於受到海岸開發破壞、食用、醫療試劑製造、漁業混獲、海洋廢棄物污染等複合因素影響，造成蠶族群數量衰退。2019 年國際自然保育聯盟 (IUCN) 評估顯示包括臺灣、日本、中國、香港、馬來西亞、越南、印尼，幾乎所有地區族群數量都呈衰退趨勢，棲地也遭受程度不等的破壞，因此被列入瀕危物種名單。

三棘蠶曾遍布臺灣本島北海岸及西海岸，目前僅剩澎湖跟金門有成蠶穩定上岸產卵紀錄，而臺灣西部捕獲成蠶僅有零星紀錄。稚蠶分布僅金門潮間帶有較長期之調查，歷年報告顯示浯江溪口潮間帶稚蠶密度明顯高於「古寧頭西北海域潮間帶蠶保育區」及其他潮間帶，且浯江溪口潮間帶稚蠶齡期在 4 齡出現高峰且 7 齡為次高峰，顯示該處潮間帶有穩定新生稚蠶加入，由此可知金門周邊潮間帶稚蠶主要棲地以夏墅、建功嶼至浯江溪口潮間帶為主 (金門縣水產試驗所，2021；金門縣水產試驗所，2022；海洋保育署，2023)。臺灣西部海岸潮間帶於新竹香山、嘉義好美寮之稚蠶多以 5-7 齡為主 (海洋保育署，2023)，顯示臺灣西部海岸潮間帶缺乏穩定新生稚蠶加入，有賴累積長期稚蠶齡期數據，以作為管理依據。

臺灣蠶的生態研究及保育工作係由中央研究院生物多樣性研究中心研究員陳章波和謝蕙蓮發起，1996 年起開始進行蠶生活史、棲地特徵與養殖的研究，並與金門縣水產試驗所共同推動金門三棘蠶的保育與復育工作。海保署於 2021 年委託靜宜大學辦理「臺灣三棘蠶野外族群調查及保育策略計畫」，藉由 4 場次保育工作坊，歸納出保育政策、行動及教育等方向，完成「臺灣三棘蠶保育計畫草案」，並於 2022 年召開專家諮詢會議修訂。為使保育計畫更為周延，海保署於 2023 年委託國立中山大學辦理「臺灣三棘蠶資源評估」，以成蠶的標誌放流及稚蠶族群調查，評估臺灣特定三棘蠶棲地的資源量，作為各地區保育計畫推動之參據。

保育行動需要各方團隊參與，包括中央及地方政府機關、民間團體及學術單位等，從保育策略的擬定、執行至教育推廣，都仰賴跨部門且公私協力的配合。本保育計畫回顧臺灣海域三棘蠶已知分布，列出三棘蠶所受到的主要威脅，並提出提升族群存續力、改善三棘蠶棲地等保育行動及國際合作等方案，以健康棲地及穩定族群為目標，確保其存續。

摘要

資源狀態

亞洲三棘蠶族群面臨棲地破壞、食用、醫療試劑製造、漁業混獲、海洋廢棄物污染等生存威脅，印尼於 2018 年將其列為保育類動物，中國於 2021 年列為國家二級保護動物，日本、香港及臺灣則以劃設保護（育）區或實施禁捕規定進行保護，國際自然保育聯盟（IUCN）更於 2019 年將三棘蠶列入瀕危物種(Laurie et al., 2019)。我國 2023 年首次推估金門縣稚蠶族群量為 73,769 至 119,078 隻，成蠶族群量為 36,320 至 64,423 隻；澎湖縣稚蠶族群量為 3,918 至 14,483 隻，成蠶族群量為 577 至 19,849 隻，臺灣西部海域則因樣本數量不足，尚無法評估其資源量（海洋保育署，2023）。

目標

維持族群數量穩定及棲地健康，以確保自然環境中的物種存續。

復育指標

- 1) 掌握成蠶數量並維持其穩定
- 2) 維持稚蠶族群穩定進而增加

復育行動

- 1) 確定並保護該物種的主要產卵及分布範圍。
- 2) 減少對三棘蠶產卵及覓食棲息地的不利影響。
- 3) 減少漁業對三棘蠶的意外捕獲。
- 4) 透過立法執法及教育宣導降低威脅。
- 5) 國際交流及合作保育

第一章 物種介紹

第一節 物種簡介

全世界有 4 種蠶，美洲蠶 (*Limulus polyphemus*)、圓尾蠶 (*Carcinoscorpius rotundicauda*)、巨蠶 (*Tachypleus gigas*) 及三棘蠶 (*Tachypleus tridentatus*) (圖 1)。臺灣海域僅有 1 種三棘蠶，其自然地理分布於太平洋西岸，由北自南包含日本瀨戶內海、九州北部，沿中國浙江、福建、廣東、香港、廣西、海南；臺灣北部與西部沿岸、離島金門、澎湖、馬祖，越南以東部與北部沿海為主、菲律賓的巴拉望島海域；馬來西亞沙巴、沙勞越兩省，印尼四大島加里曼丹 (婆羅洲) 北岸和東岸、爪哇島北岸以北、蘇拉威西、蘇門答臘印度洋東側的海域 (圖 2)。相對於東南亞沿岸，三棘蠶在中國沿岸和日本九州海域的分布較廣，數量較多 (Laurie et al., 2019; Liao et al., 2019)。

三棘蠶 (Tri-spine horseshoe crab)

學名：*Tachypleus tridentatus*

俗名：中華海怪, 中華馬蹄蟹, 東方蠶, 小海蠶, 中華蠶, 中國蠶

分布範圍：分布於日本南方沿海及長江以南沿海，包括浙江寧波、福建、廣東、廣西、臺灣、香港及海南島沿海。

分類：動物界 Animalia、節肢動物門 Arthropoda、螯肢亞門 Chelicerata、肢口綱 Merostomata、劍尾目 Xiphosurida、蠶科 Limulidae、東方蠶屬 *Tachypleus*、三棘蠶 *T. tridentatus*

生物特徵：成年三棘蠶總體長約 30-60 公分，雌蠶體型較雄蠶大，外觀型態分為頭胸部、腹部及劍尾等三部份，各部之間透過類似關節的構造相連。頭胸甲略呈扁平的半圓形，與鎌蟲屬的三葉蟲頭部很像，前方中央有兩個單眼，左右有大型的複眼，雄蠶在前緣具一凹陷，雌蠶則無；腹甲中央末端具 3 小刺，因而得名。如同其他的節肢動物，蠶是以脫殼方式成長，一次脫殼體型約增加 1.3 至 1.5 倍。蠶的卵於孵化前在卵膜內就脫殼 4 次，脫殼至第 4 次時為回轉卵時期，此時的胚體已長成像蠶的形體。剛孵化出的第 1 齡期稚蠶形態與成

蟹相似，只是還沒有劍尾；第 2 齡期頭胸甲寬約為 9 公釐，此時期也已明顯長出來劍尾。性成熟前蟹的外觀一致，共有 6 對附肢，第 1 對附肢短小呈鉗狀，功能為把食物送進嘴裏；第 2-5 對亦為鉗狀；第 6 對呈蘭花狀；頭胸甲前緣呈圓弧狀，腹甲具 6 對緣棘。性成熟後，雄蟹的頭胸甲前緣具一凹陷，且第 2、3 對附肢特化為鉤狀，而雌蟹的頭胸甲前緣仍為圓弧狀，附肢亦與未成熟時一致；此外雄蟹腹甲的緣棘為 6 對長棘，雌蟹則為 3 對長棘與 3 對短棘，以免妨礙雄蟹的伏身擁抱（圖 3）；另外也可以從生殖脣（讀音「一弓」）內的生殖孔來判別雌雄。

成長：蟹卵約需 53 天孵化，依脫殼次數決定稚蟹的齡期，日本研究指出，1 齡稚蟹在第 1 年不會脫殼，第 2 年脫殼 3 次，第 3 年脫殼 2 次，之後每年脫殼 1 次（佐藤及惣路，1993）。另有研究指出，三棘蟹的後期胚胎階段在 5%-35% 的鹽度範圍間具有較高活力（Botton & Itow, 2009），較大齡期的稚蟹在 15%-60% 鹽度下存活率可達 100%（Liao et al., 2012）。三棘蟹至 12 齡階段都稱為稚蟹，13-14 齡為亞成蟹，需歷時 10-15 年方能成長至成蟹（Tanacredi et al., 2009），雄蟹約經過 13 年脫殼 16 次，雌蟹約經過 14 年脫殼 17 次可達到性成熟。蟹的壽命雖無定論，一般而言，野生的蟹大約可活 20-25 年之久（Sekiguchi et al., 1988）。

食性：蟹為海洋底棲雜食性動物，生活在潮間帶的 6-11 齡稚蟹，以底質中的昆蟲幼蟲（如搖蚊屬）、多毛類、幼蟹、薄殼雙殼貝以及端足類等無脊椎動物為主要攝食對象。此外，稚蟹也會選擇有機碎屑、海藻和海草作為食物。

生殖：成蟹主要於高潮線的沙灘地產卵，剛產下的卵直徑約 0.3 公分，呈淡鵝黃色，孵化後的稚蟹則於潮間帶泥灘地行底棲生活，成長期間長達 9 年或更久（Hu et al., 2009）。隨著齡期增加，棲息區位會逐漸移向外海，約至 10 齡期離開潮間帶到較深的海域生活。成蟹主要棲息於水深約 30-40 公尺的淺海或近岸海域（翁朝紅等，2012），冬天水溫較低時會待在較深的海域，水溫回暖時再回到淺水域（Hu et al., 2009）（圖 4）。生殖季節時，雄性成蟹會尋找雌性成蟹配對，配對完成為固定一對後，游回高潮位產卵，將卵產於砂中，一次產卵數約百顆，產卵季節為每年 5-9 月，卵的最適孵化溫度為 28-31°C（Chen et al., 2004; Chiu and Morton, 2004; Hu et al., 2009; 翁朝紅等，2012）。

族群數量：2012 至 2014 年香港評估全境稚蠶族群量為 2,100 至 4,300 隻 (Kwan et al., 2016)，2014 至 2015 年馬來西亞評估 Sabah 海岸沿岸區域成蠶族群量為 182 至 1,095 隻 (Manca et al., 2017)。我國 2023 年首次評估金門縣稚蠶族群量為 73,769 至 119,078 隻，成蠶族群量為 36,320 至 64,423 隻；澎湖縣稚蠶族群量為 3,918 至 14,483 隻，成蠶族群量為 577 至 19,849 隻，臺灣西部海域則因樣本數量不足尚無法評估其資源量 (海洋保育署，2023)。

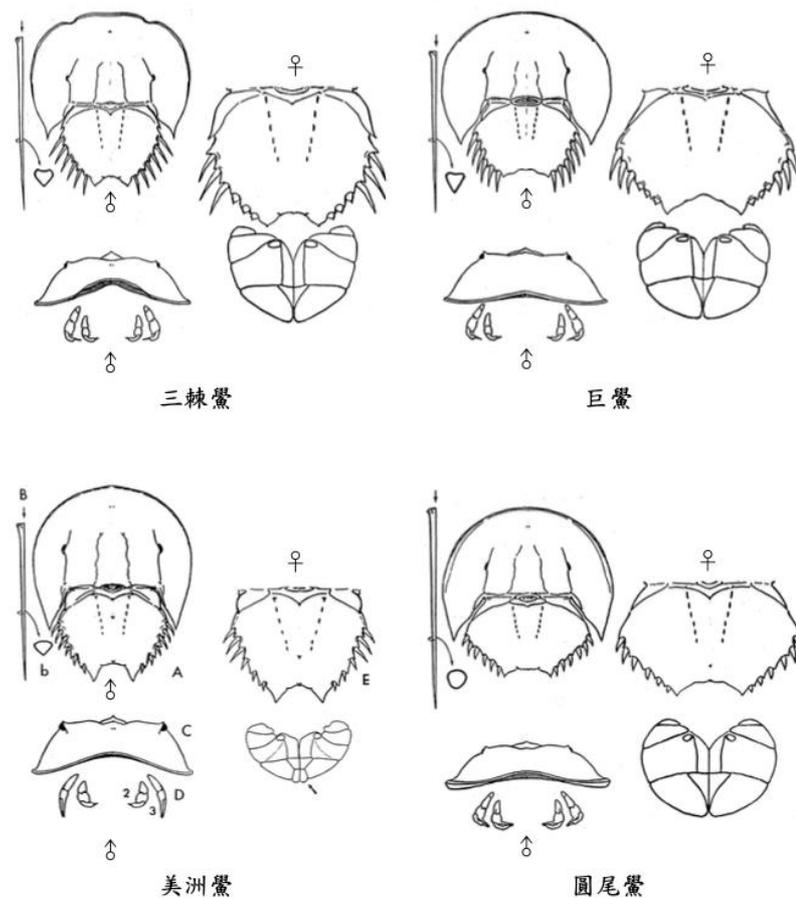


圖 1、4 種蠶的外型特徵

說明：修改自 ERDG (1999)，稚蠶腹甲具 6 對緣棘，雄蠶腹甲的緣棘為 6 對長棘，雌蠶則為 3 對長棘與 3 對短棘；雄蠶第 2、3 對附肢在性成熟後轉為鉤狀，雌蠶及稚蠶皆為鉗狀。雄蠶的頭胸甲前緣具一凹陷，雌蠶及稚蠶的頭胸甲前緣皆為圓弧狀。



圖 2、三棘鯿自然地理分布 (Laurie et al., 2019)

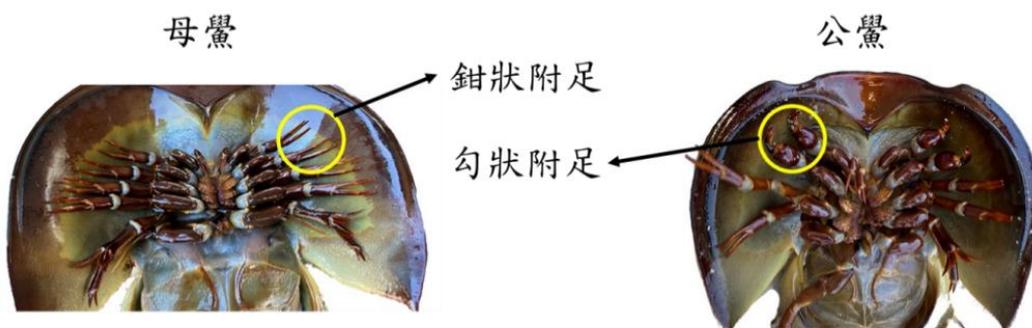


圖 3、公、母蟹的第二、三對附肢型態之差異

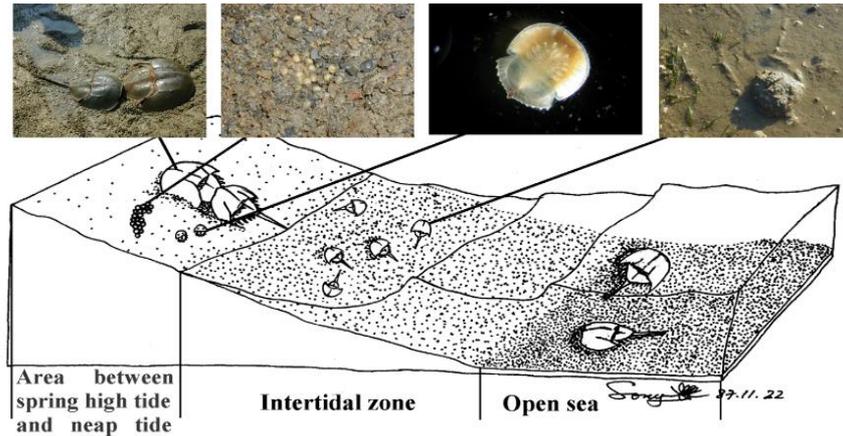


圖 4、三棘蠶生活史

第二節 國際保育現況

美洲蠶 (*Limulus polyphemus*) 在 2016 年列入國際自然保育聯盟 (IUCN) 紅皮書易危物種 (Vulnerable, VU)，其他三種蠶資料不足 (Data Deficient, DD)，直到 2019 年 3 月三棘蠶 (*Tachypleus tridentatus*) 被列入瀕危物種 (Endangered, EN)，此一評估涵蓋全亞洲三棘蠶分布範圍，包括臺灣、日本、中國、香港、馬來西亞、越南、印度尼西亞、菲律賓，然而目前 4 種蠶均尚未列入瀕臨絕種野生動物國際貿易公約 (CITES) 進行國際貿易管制。

日本是最早投入三棘蠶族群研究與採取保護行動的國家。日本三棘蠶棲地主要分布於瀨戶內海與北九州地區，棲地範圍廣布於 11 個縣，不過至今三棘蠶僅列在不具法律效力的紅色名錄 (レッドリスト，日本環境省，2020)，並未在具有法令效力的《野生動植物物種保護法》中有相關規範 (日本環境省，1992；日本環境省，2022)。目前三棘蠶在日本國內的保育等級依日本環境部 2020 年 3 月 27 日發布的紅色名錄中屬於「極度瀕危物種」(絕滅危懼 I 類 (CR+EN))，依日本環境部對於「極度瀕危物種」分類的定義，可以理解為如果導致三棘蠶當前狀態的壓力因素繼續存在，則三棘蠶很難在野外生存。日本文化廳依據《文化財產保護法》設立三處國家天然記念物，分別為笠岡市立蠶博物館、笠岡港三棘蠶繁殖地與伊萬里灣三棘蠶繁殖地 (日本文化廳，1950；日本文化廳，2023a；日本文化廳，2023b；日本文化廳，2023c)。日本最早之三棘蠶保護區可追溯至 1928 年，岡山縣指定生江海灘為國家天然記念物三棘蠶的重要棲地亦是產卵場，然而 1960 年代開始進行大規模土地開墾，導致潮灘消失殆盡，於 1994 年取消指定。除此之外，日本並沒有制定蠶保育的統一規範，目前僅有岡山縣及長崎縣有針對三棘蠶制定地區性保護規範。岡山縣笠岡市於 1975 年至 1990 年間陸續成立蠶保

護中心、鯊保護協會及設立笠岡市立鯊博物館，更於 2005 年施行《笠岡市鯊保護條例》，禁止捕撈鯊與提醒周圍船隻減速以維護其生活環境。長崎縣於 2001 年成立珍稀野生動植物保護審查委員會並訂定基本方針，2008 年起指定稀有野生動植物保護區，2010 年全縣設立保護區禁捕特定物種。長崎縣政府依《瀕危野生動植物種保護法》及《長崎縣保護培育未來環境條例》第 51 條第 3 項第五點的規定，針對三棘鯊制定除了波佐見町以外的全縣境內距離海岸 100m 內的海域設立保護區，並禁止在保護區內捕捉三棘鯊（長崎縣政府，2008；長崎縣自然環境課，2010）。日本對於鯊的保護作為除了制定法規外，笠岡市與伊萬里灣皆有相關介紹鯊的場館，藉以貼合民眾生活（笠岡市政府，2003a，2023b；日本環境省，2023；長崎縣自然環境課，2010）。

2021 年 2 月 5 日，中國根據《中國野生動物保護法》將鯊列為國家二級保護動物，禁止獵捕、殺害。因科學研究、種群調控、疫源疫病監測或者其他特殊情況，需要獵捕國家二級保護野生動物者，應向省、自治區、直轄市人民政府野生動物保護主管部門申請特許獵捕證。在此之前，部分地方政府將鯊列為縣、市級保護物，並積極推動建立市、縣級保護區，目前共有七處鯊保護區。最早於 1989 年廣東省湛江市建立硃洲海珍資源自然保護區（縣級），表 1 為中國生態環境部官方網站中國自然保護區名錄中關於鯊的保護區列表（中國生態環境部，2019）。中國鯊海洋特別保護區位於中國平潭區的壇南灣，建立攔沙壩並將鄰近海域劃為生態紅線區以保護鯊棲地（中國生態環境部海洋生態環境司，2021）。中國福建省平潭防洪防潮工程環境影響報告書中（中國生態環境保護部，2014）載明須嚴格落實水生生態保護措施，施工期間應避開生物產卵高峰期、避免使用硬質護底作為河段底部材質、建設生態護岸、適時開啟部分水閘為生物提供洄游途徑、禁止捕捉鯊及對鯊持續生態調查等措施，以加強對鯊及相關生物的保護。

表 1、中國地區鯧相關自然保護區列表（中國生態環境部，2019）

設立時間	行政區域	保護區名稱	主要保護對象	保護區面積 (平方公里)
1989.01.11	廣東省湛江市	硯洲海珍資源	中國龍蝦、鯧、江珧等海洋 水產資源及 火山島海洋生態系統	91.74
2000.09.07	廣東省湛江市 遂溪縣	遂溪中國鯧	中國鯧及其棲地	10
2001.08.20	廣東省湛江市 徐聞縣	外羅海灣鯧	鯧及其棲地	17.262
2003.09.09	廣東省湛江市 廉江市	英羅灣海洋生態	儒艮、中國鯧等水生生物 及其棲地	13.1523
2003.11.20	廣東省湛江市 坡頭區	南三島鯧類 保護區	中國鯧、圓尾鯧及其棲地	21.855
2004.02.06	廣東省汕頭市 南澳縣	南澳平嶼 保護區	南方鯧及其棲地	1.573
2010.08.06	廣東省揭陽市 惠來縣	揭陽海龜、 鯧保護區	海龜、鯧及其棲地	9.346

第三節 臺灣族群分布

臺灣本島三棘蠶族群曾遍布北海岸以及西海岸，目前成蠶僅零星分布，偶爾在北海岸、西海岸及東部海域（如蘇澳）有捕獲或目擊紀錄，而稚蠶存續族群（viable population）目擊紀錄出現於金門及澎湖，新竹香山、嘉義布袋和馬祖僅有零星稚蠶出沒（圖 5）。2023 年海保署委託國立中山大學執行臺灣三棘蠶資源評估計畫，於金門縣（古寧頭蠶保育區 2 處、雄獅堡、建功嶼、小金門上林）、澎湖縣（青螺溼地 2 處、安宅、重光、中衛港）、新竹縣香山濕地及嘉義縣好美寮濕地等 12 處稚蠶樣區調查，共記錄 6,470 隻稚蠶，分別為金門縣 5,954 隻、澎湖縣 490 隻、新竹市 25 隻及嘉義縣 1 隻。

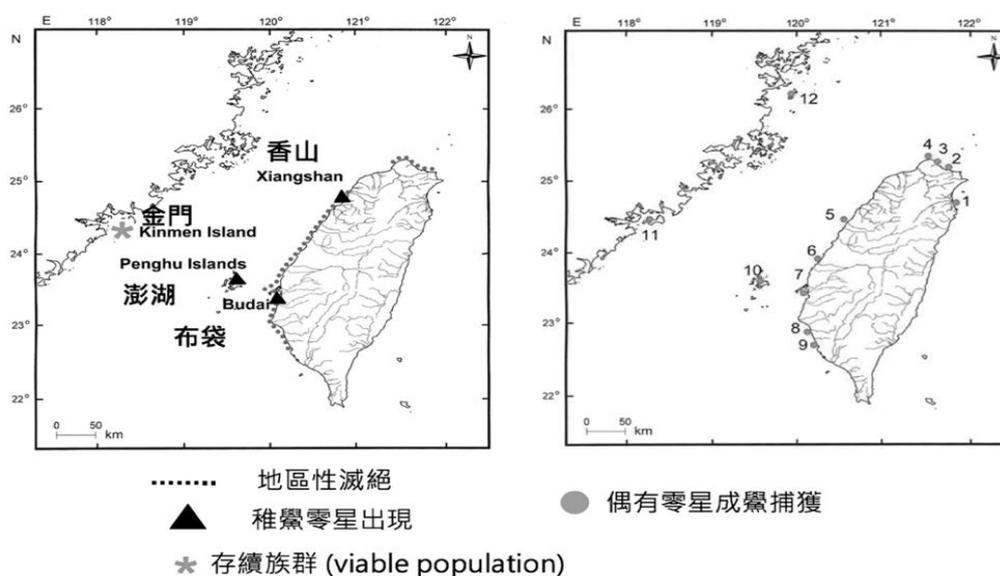


圖 5、2007-2014 年臺灣三棘蠶存續族群與成蠶捕獲地圖 (Hsieh and Chen, 2015)

一、臺灣本島

臺灣本島的三棘蠶極少見，僅靠科學調查所能涵蓋範圍有限，為擴大調查範圍與頻度，2019 至 2020 年透過「蠶公民科學通報調查」，邀請志工或一般民眾蒐集資料或通報蠶目擊照片（楊明哲，2020），累計通報 44 筆，數量雖少但出現新的紀錄點位，如新北、桃園、新竹通報目擊成蠶，填補臺灣西海岸蠶不連續分布的空缺 (gap)，證實臺灣西海岸由北至南蠶連續分布的重要證據。較為特別的是，臺灣最南端珊瑚礁地形為主的墾丁於 2020 年 7 月 5 日有漁民捕獲 1 隻雌性成蠶（圖 6），而嘉義縣生態保育協會 2021 年 4 至 8 月在布袋與東石收購漁民誤捕獲的 14 隻成蠶。

稚鸞方面，過去 20 年來，新竹市香山國家級重要濕地曾記錄到，而嘉義縣布袋好美寮國家級重要濕地近幾年皆有調查紀錄，但數量稀少；離島部分，連江縣清水濕地 2016 年 1 月及 11 月發現 4 隻稚鸞，從頭胸甲長推斷可能在前 2 至 3 年才入添至濕地（連江縣政府，2016，2017；內政部國土管理署，2019；嘉義縣政府，2021），金門與澎湖則持續有稚鸞紀錄，但隨著經濟發展，適合稚鸞的棲地面積正逐漸減少。

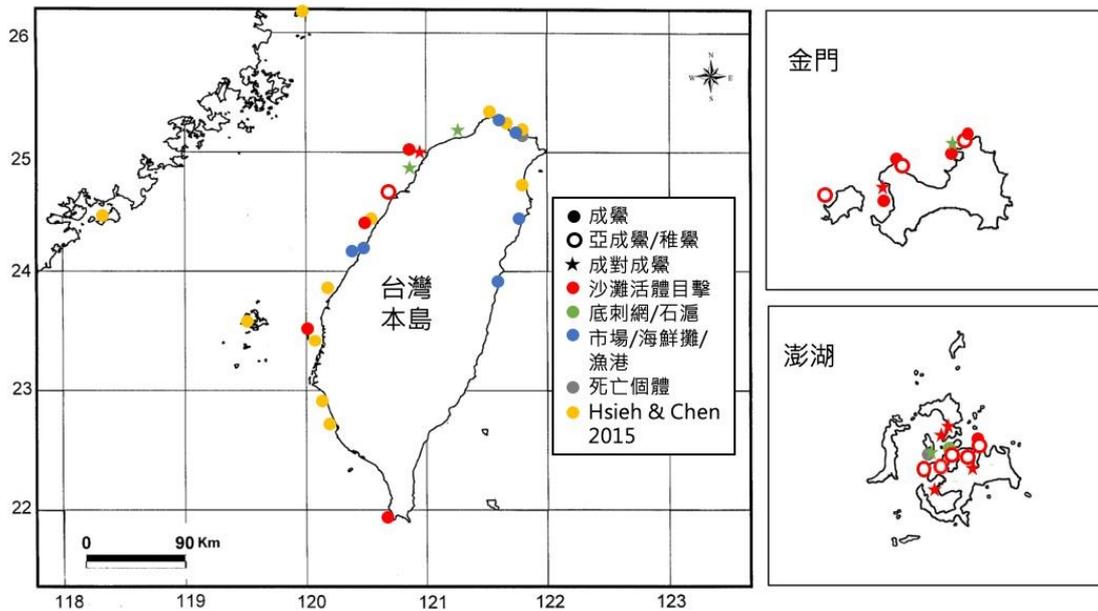


圖 6、2017-2020 年臺灣 本島、澎湖、金門公民科學鸞通報分布

說明：Hsieh and Chen (2015) 主要收集 2015 年之前歷年媒體報導。2019 至 2020 年 8 月期間收集民眾通報資料，事件溯及 2017 年（楊明哲，2020）

二、金門

金門海岸為三棘鸞提供得天獨厚的棲地環境，其中沙灘、泥灘和淺海海溝三者連續性的分布構成三棘鸞生活史中必需的重要棲地，深度約 20-40 公尺的淺海海溝是亞成鸞和成鸞平常底棲的地點。早年金門因戰地任務，多數海岸線保留自然原貌，且有嚴格海岸軍事管制，使得鸞族群較不受人為干擾。隨著近年軍管解禁、開放觀光及小三通之施行，出現大量海岸開發與觀光建設，進而對海岸潮間帶濕地環境造成影響，使鸞族群量明顯減少（Hsieh and Chen, 2015；楊明哲等，2019）。以往隨處可見的成鸞，如今僅能偶爾捕獲，潮間帶地區母鸞上岸產卵的景象也相對減少。金門居民利用鸞的方式過去主要為食用，近年來水頭商港興建完工及中國抽砂船在金門北部海域長期抽砂等結果，造成金門海岸線沙灘、鸞的產卵場與稚鸞棲地環境明顯變化，造成族群數量減少。

金門水試所曾在 2008 年 6 月以底拖網抓到 12 隻鯧(Hsieh and Chen, 2015)，為進行繁殖復育，於 1999 年起投入三棘鯧的復育與放流，並收購漁民誤捕或刻意捕捉作為食用的成鯧，期望透過人工繁殖放流以增殖野外稚鯧族群。2000 年設立金門縣水族教育展示館（2003 年更名「鯧生態文化館」），宣導鯧的科學知識與歷史文化，輔以實體成鯧的展示，引發社會大眾對鯧的保育動機。

金門水試所 2013 至 2023 年成鯧收購資料顯示，捕獲到成鯧的海域可分為 13 區，其中收購數量以南門海（即建功嶼/雄獅堡/夏墅低潮帶），1,887 隻最多，其次為料羅外海 1,037 隻及新湖（新頭/尚義）外海 624 隻（圖 7、表 2、圖 8）。2021 年起金門水試所收購的成鯧達 1 千餘隻，推測 2021 年起中國將鯧列為二級保護動物後捕撈減少，增加金門漁民捕抓成鯧機率，然而金門水試驗所以政府經費收購亦造成保育與激勵漁民捕捉之兩難。

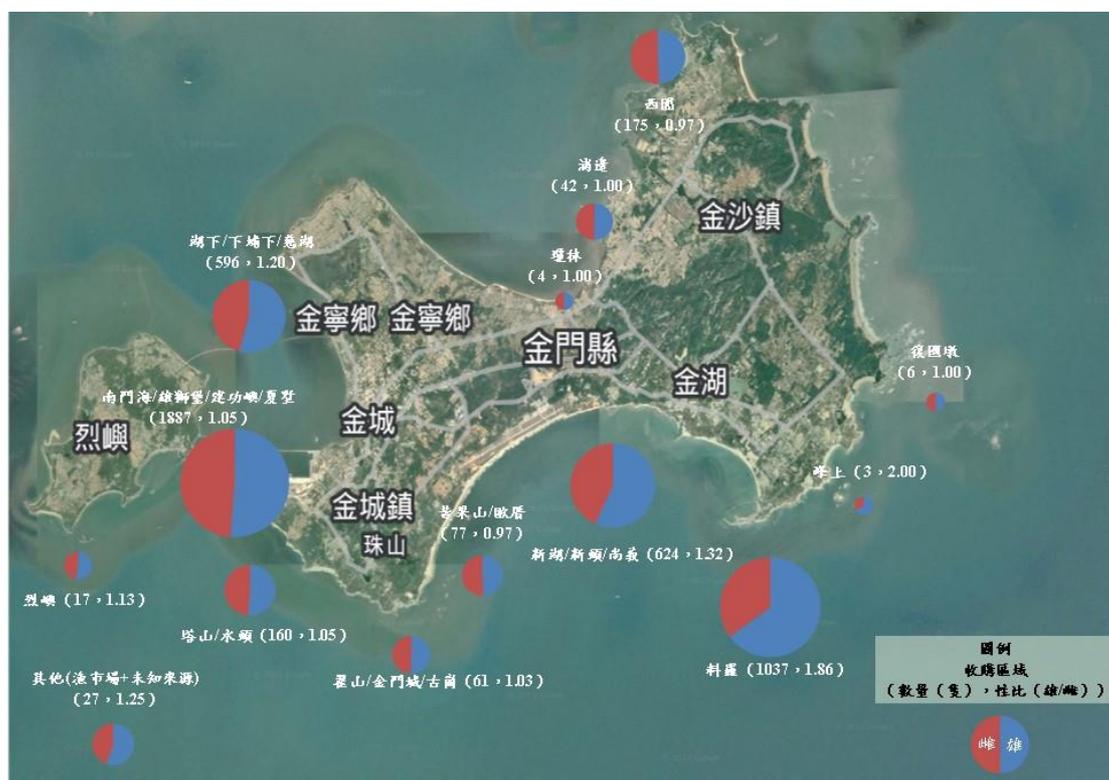


圖 7、2013-2023 年金門水試所成鯧收購來源區域之數量與性比圖
 （金門縣水產試驗所，2022；海洋保育署，2023）

表 2、2013-2023 年金門水試所歷年收購成蟹數量

單位：隻

地點	2013-2018		2019 年		2020 年		2021 年		2022 年		2023		合計
	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	
南門海/ 雄獅堡/ 建功嶼/ 夏墅	297	303	29	30	43	39	184	163	210	184	205	200	1887
料羅	114	103	3	3	35	29	239	86	260	121	23	21	1037
新湖/新 頭/尚義	50	49	26	27	56	36	97	63	33	27	93	67	624
湖下/下 埔下/慈 湖	20	18	10	10	10	11	31	29	69	56	185	147	596
西園	0	0	3	3	0	0	9	9	38	39	36	38	175
塔山/水 頭	0	0	1	1	2	2	8	8	47	42	24	25	160
昔果山/ 歐厝	5	6	4	4	2	2	6	6	16	16	5	5	77
翟山/金 門城	2	3	2	2	0	0	8	8	12	10	7	7	61
浦邊	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	17	16	42
烈嶼	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	8	17
復國墩	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
瓊林	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4
峰上	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
其他(漁 市場 + 未知來 源)	3	3	0	0	0	0	0	0	5	3	7	6	27
合計	495	489	78	80	149	120	584	374	692	500	613	542	4716

(金門縣水產試驗所，2022；海洋保育署，2023)

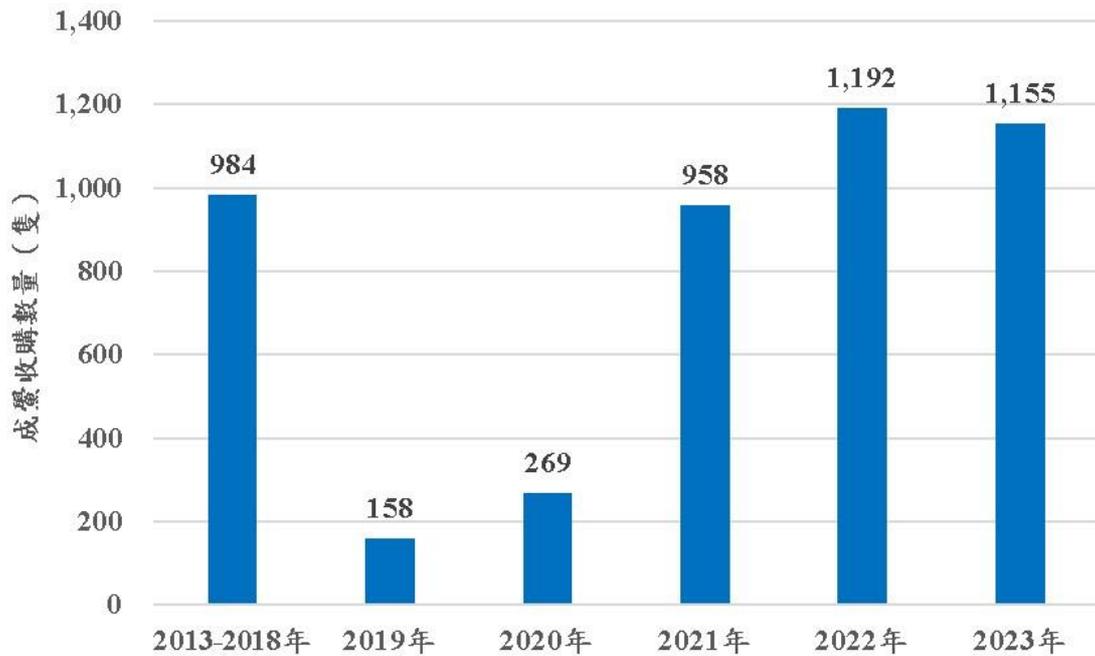


圖 8、2013-2023 年金門縣水產試驗所成鯧收購數量變化

為瞭解金門縣稚鯧族群量變化，金門水試所持續監測潮間帶（西園、北山、南山、雄獅堡、浯江溪口、建功嶼、上林與埔頭等 8 處）稚鯧之分布及棲地環境，在 2010 年起於后豐海岸填海造港後，該處的鯧棲地完全消失，而水頭商港直至 2023 年仍在興建旅客大樓，鄰近的建功嶼稚鯧族群因棲地改變，族群量已大幅衰退（圖 9a），其餘潮間帶如南山、埔頭皆有棲地劣化之虞，埔頭潮間帶更是嚴重沙化。

1998 年調查古寧頭潮間帶與后豐、水頭一帶棲地狀態良好且稚鯧數量豐富（莊西進等，1997），但 1999 年興建水頭碼頭將后豐港至水頭一帶的潮間帶完全填平，嚴重影響三棘鯧重要棲地。金門縣府於 1999 年 12 月以漁業法設立「金門縣古寧頭西北海域潮間帶鯧保育區」，期以移地保育方式維護三棘鯧族群量（陳章波與葉欣宜，2001）。然而 2010 年代開始，來自福建的抽砂船長期來回駐留金廈海域，抽海砂建構新機場與福建的沿海填海造陸，造成古寧頭海岸線沙灘侵蝕，使得成鯧產卵場更少，又因長期淘洗砂石產生微細懸浮顆粒，造成稚鯧孵育場淤泥的現象，使金門北山、南山更不適合底棲生物和稚鯧生存；加上金廈海域兩岸長期有捕撈成鯧的情形、外來種植物「互花米草」在部分稚鯧棲地繁生（主要為西園、浯江溪口、北山等地），造成金門鯧族群數量大幅衰減（金門縣水產試驗所，2018；金門縣水產試驗所，2019）。

前述稚鸞密度之歷年調查結果，由於資料來自不同研究團隊，且密度分析尚未標準化，金門縣水產試驗所（2022）挑選歷年重複調查樣區，將建功嶼、雄獅堡、南山、北山 4 處潮間帶進行稚鸞密度標準化分析，結果顯示（圖 9b）建功嶼密度由 2013 年的 11.33 隻/4m²，下降至 2020 年的 0.04 隻/4m²，但 2022 年上升至 4.33 隻/4m²；雄獅堡族群密度近年呈現波動，2022 年密度明顯上升。南山僅於 2013 年有發現稚鸞，密度為 0.06 隻/4m²，2022 年密度上升至 0.17 隻/4m²；北山密度亦呈下降趨勢，由 2013 年的 4.28 隻/4m²，下降至 2020 年的 0.38 隻/4m²，2023 年度密度則上升至 2.17 隻/4m²。以相同比較基礎而言，建功嶼、雄獅堡、北山稚鸞族群密度 2022 年度調查結果均明顯上升，此三處潮間帶稚鸞族群分布範圍廣泛，且 2022 年新發現多處過去未曾被調查過的稚鸞棲地。

海洋保育署（2023）擇定建功嶼、雄獅堡、北山（古寧頭西北海域鸞保育區範圍內）及上林潮間帶稚鸞調查結果顯示（圖 10），夏季為稚鸞活躍期，調查數量以雄獅堡最多，其次為建功嶼及上林。北山 2 為金門縣水產試驗所於 2022 年調查過程中新發現的稚鸞熱點，2023 年調查記錄的稚鸞個體數累計 662 隻（金門縣水產試驗所，2022；海洋保育署，2023）。儘管目前金門縣稚鸞族群數量豐富，然而稚鸞棲地被大量開發，許多原有稚鸞棲息的潮間帶已近消失。而即將發包的馬山港工程，則鄰近稚鸞密度較高的西園潮間帶，未來施工可能造成海流變化、底質改變，使得稚鸞棲地劣化，需持續加強監測。

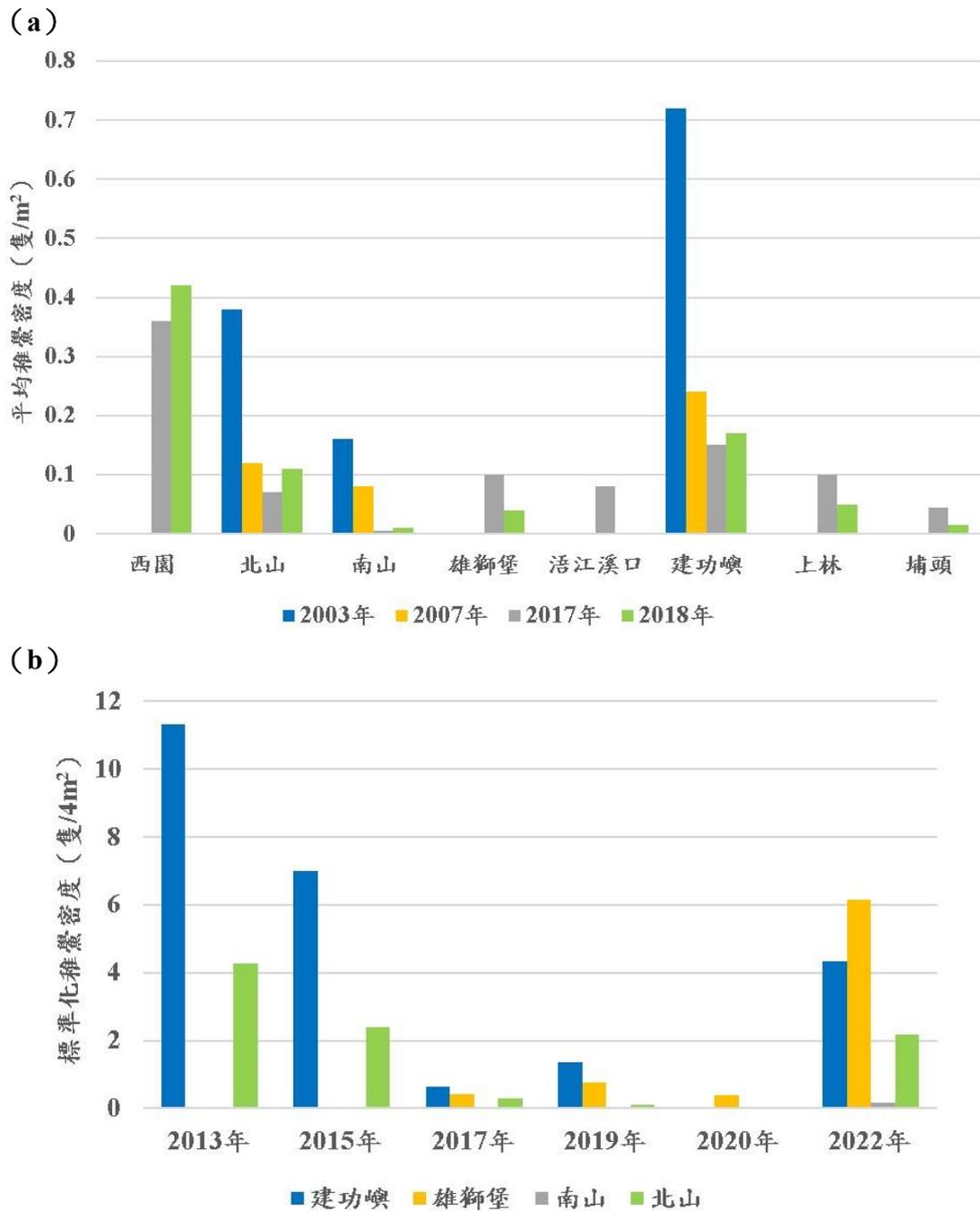


圖 9 (a) 2003-2018 年金門各地區定期調查平均稚鸞密度 (b) 4 處相同樣點之標準化密度圖

說明：(a) 2003、2009 年資料來自金門水試所稚鸞調查，2017、2018 年資料來自楊明哲與黃守忠 (2017)、楊明哲等 (2018)，但兩者未標準化。(b) 金門縣水產試驗所 (2022) 挑選 4 處長期重複觀察樣點進行空間密度標準化分析。

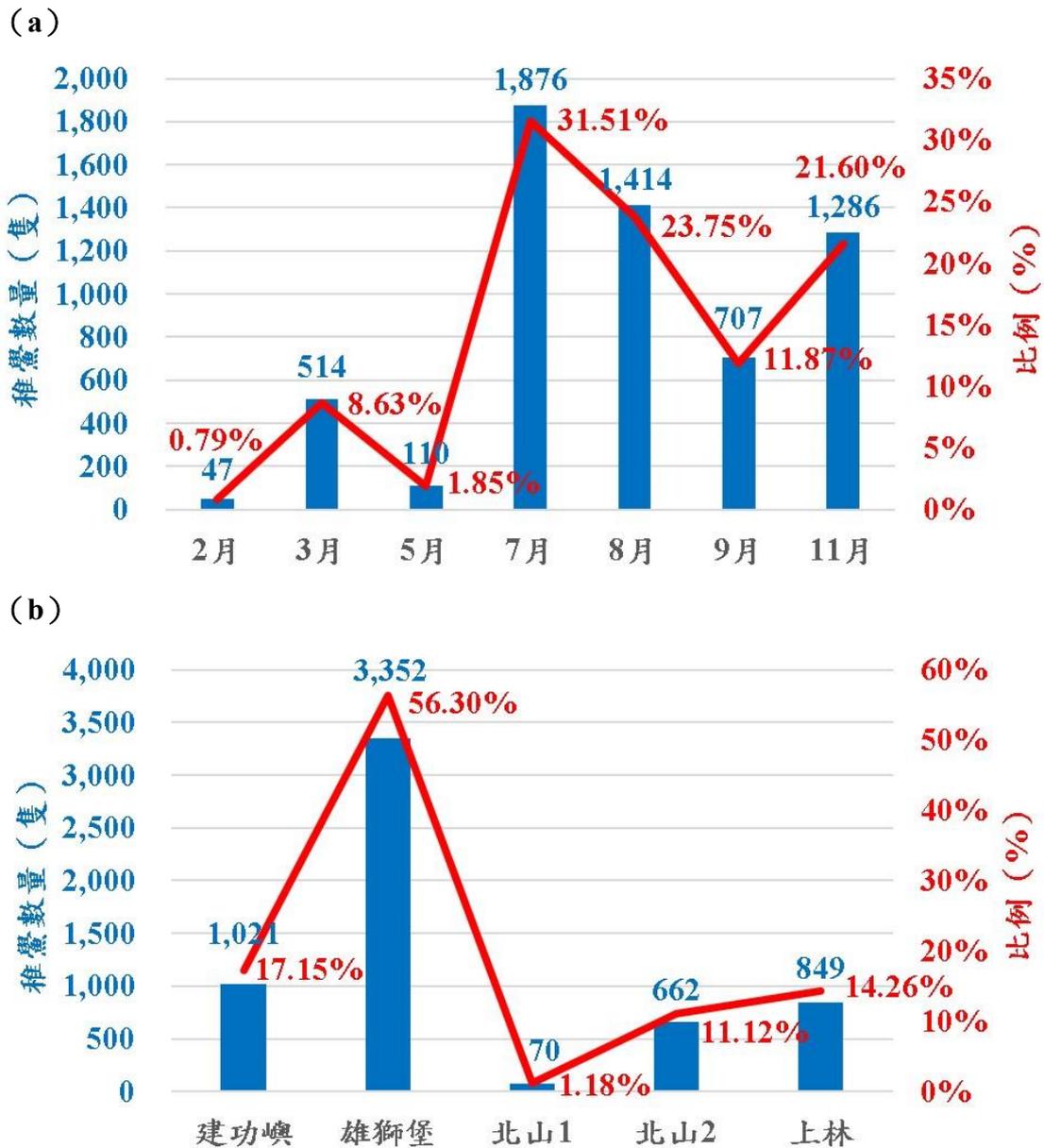


圖 10、2023 年金門縣稚鸞族群分布 (海洋保育署, 2023): (a) 月別稚鸞族群分布百分比 (b) 各調查樣區稚鸞族群分布數量與百分比

三、澎湖

澎湖青螺濕地是國內保存狀況較佳、較穩定的鸞生存棲地之一，對鸞的繁殖族群有重大的貢獻，在調查期間能在同一天內看到體型不同的鸞存在，推測可提供不同階段的鸞繁殖，也是不同齡期稚鸞生長的重要棲地 (圖 11)。澎湖縣政府農漁局 2021 年委託團隊於青螺濕地進行三棘鸞族群調查，當年度 8 月 14 日在青螺濕地內倒滬附近發現準備產卵的成鸞 (圖 12)，說明該棲地為鸞的產卵場 (澎湖縣政府農漁局, 2021)。

稚蟹分齡之依據

稚蟹 齡期	Sekiguchi and Sugita (1980)	惣路紀通 (1993)	成勇生 (2004)	葉欣宜 (1999)		
	頭胸甲寬 平均(mm)	頭胸甲寬 平均(mm)	頭胸甲寬 (mm)	頭胸甲寬 (mm)	頭胸甲寬 平均(mm)	書鰓數 (對)
1 齡	6	7	7	5.5-6.5	5.77	2
2 齡	7.8	10	7.9-9.9	8-9	8.69	3
3 齡	10.7	17	10.3-12.9	10-12	11.76	4
4 齡	13.3	28	13-17.9	13-18	15.25	5
5 齡	17.5		18-24.8	19-24	21.22	5
6 齡			25-32.9	25-32	29.96	5
7 齡			33.2-48.6			
8 齡			51-59.5			
9 齡			73.8			



圖 11、2018 年 8 月 25 日在青螺濕地調查到不同體型大小的蟹：
7 齡蟹（右上圖）、9 齡蟹（右中圖）及 13 齡蟹（右下圖）



圖 12、2021 年 8 月 14 日在青螺濕地發現成對成蟹目擊紀錄
（澎湖縣政府農漁局粉絲專頁）

水試所澎湖中心於 2015 年 2 月 26 日至 2017 年 10 月 16 日以單層底刺網進行大型底棲與底水層生物調查，調查樣區位於澎湖內灣與馬公內海兩區域；澎湖內灣是指位在馬公、白沙及西嶼三大島中間的海域，面積約為 60 km²，為良好的海洋漁業資源生棲場所，也是沿近海漁船出入頻繁之處，包括大倉、城前蚵坪、重光北、觀音亭等；馬公內海則為近封閉式海灣，有海二軍區、青灣、前寮、菜園等樣區。在 2015-2017 年間的調查發現 35 隻（亞）成蟹，多位於澎湖內灣，有 24 隻佔總數的 68.6%（圖 13）。所有航次調查中，亞成蟹有 17 隻佔 48.6%，雄成蟹 12 隻佔 34.3%，雌成蟹 6 隻佔 17.1%（圖 14）（楊明哲，2020）。



圖 13、2015-2017 年澎湖底刺網調查各地點蟹分布與數量

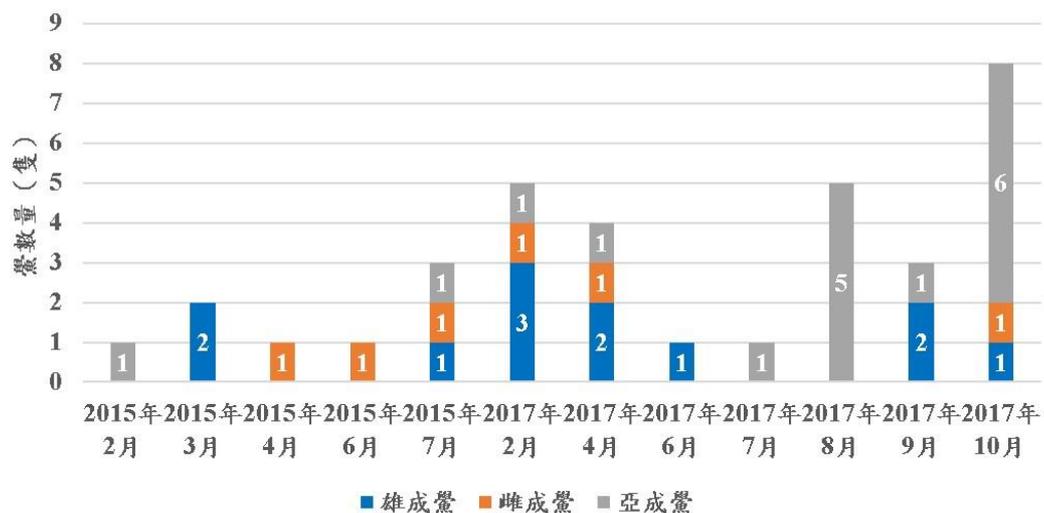


圖 14、2015-2017 年澎湖底刺網調查各月份蟹數量及性別

2021 年 4、7、9 月針對安宅、潭邊、重光等稚蠶分布熱點的調查發現，稚蠶密度最高為 2021 年 7 月 23 日安宅 (0.2588 隻/ 100 m^2)，年均密度依序為安宅 (0.1333 隻/ 100 m^2)、潭邊港外 (0.1047 隻/ 100 m^2)、潭邊港內 (0.0201 隻/ 100 m^2)、重光 (0.0183 隻/ 100 m^2)；標定放流結果發現，7 月份稚蠶脫殼率較低，推估族群數量較為精準，安宅稚蠶族群約為 147-157 隻，潭邊港外 72-80 隻，潭邊港內 6-11 隻、重光 21-29 隻。同年的 6、8 月另針對其他稚蠶潛在分布地點進行調查，6 月調查地點為北寮、菜園、菜園港、鐵線、東衛、西衛港南、西衛港北、重光外、西衛澎科大、岐頭、後寮、鎮海等 12 處，共發現 153 隻稚蠶，其中僅西衛港南、西衛港北未發現稚蠶；8 月調查地點為東石、沙港、五德、前寮、井崙、竹灣、中屯港、中屯、瓦崙、講美、許家等 11 處，其中前寮、井崙、中屯、瓦崙、講美、許家等 6 處共發現 63 隻稚蠶；所有潛在分布地點中，以東衛稚蠶數量最多達 41 隻 (圖 15) (海洋保育署，2021)。

澎湖各樣區稚蠶調查缺乏小於 5 齡稚蠶的原因 (僅有有安宅有 3 齡 1 隻與 4 齡稚蠶 2 隻) 有幾種可能性：(1) 近年這些樣區缺乏新生稚蠶入添，依 5 齡養殖生長所需日數推算，約 2 年沒有新生稚蠶入添，可能是成蠶數量減少或產卵場劣化，造成產卵頻率或機率降低；(2) 這些樣區皆不適合 4 齡以下的稚蠶生存，此需歷史紀錄驗證，或擴大調查範圍；(3) 可能距離產卵場較遠。根據過去金門調查經驗，1、2 齡稚蠶會在接近潛在產卵場的沙灘與泥灘地交接處發現 (金門縣水產試驗所，2018)，這與三棘蠶仔稚期本身幾乎不具浮游期有關，直接在沙灘中孵化後，藉由漲潮時的潮浪游泳到下方附近的泥灘，因此越小齡期稚蠶應該越接近產卵場。

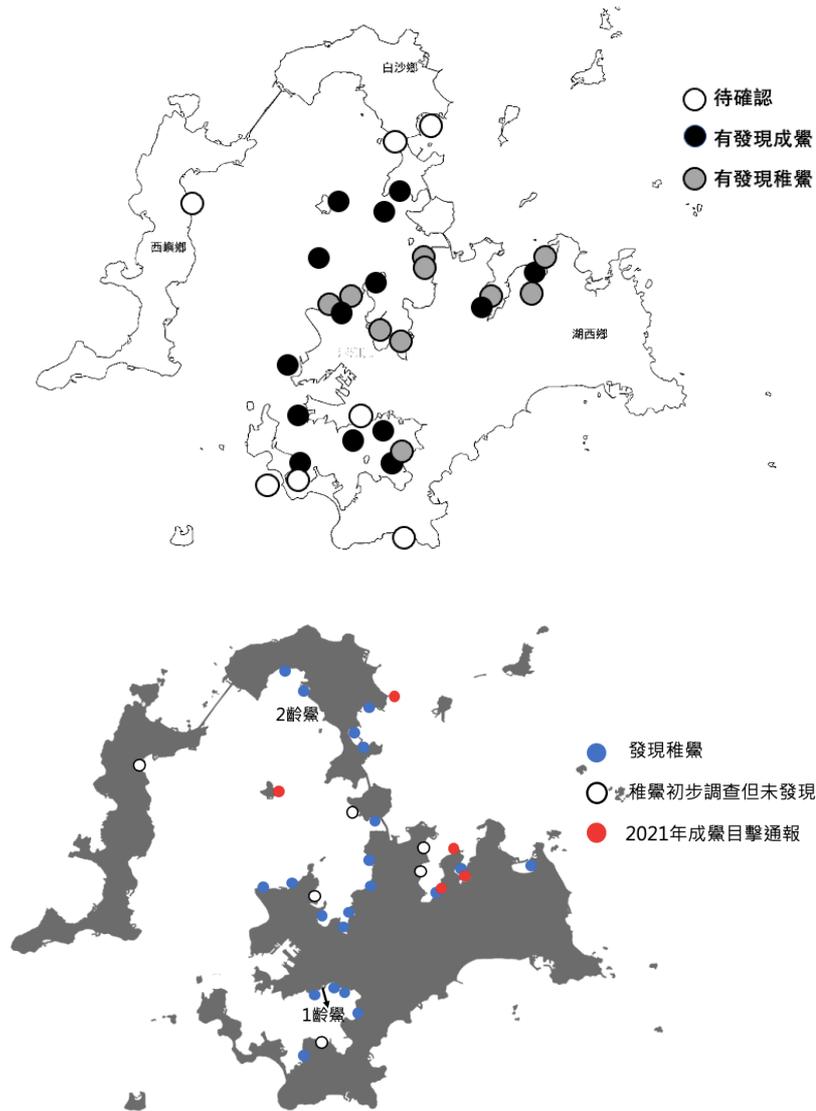
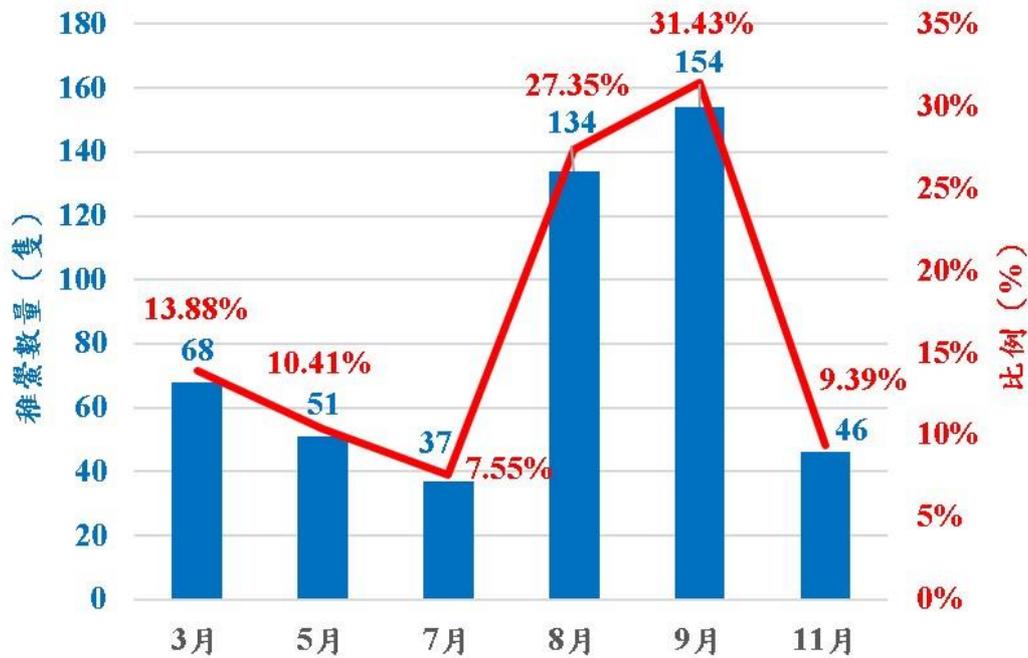


圖 15、澎湖三棘鯊分布：上圖為歷年三棘鯊分布，下圖為 2021 年調查結果更新（海洋保育署，2021）

澎湖成功漁港 2021 年 7 月 24 日調查發現 101 隻稚鯊，是澎湖各地歷年調查中數量最高。2021 年 3 月經當地居民在稚鯊調查樣區主動回報，發現正要到岸邊產卵的 1 對三棘鯊成鯊，此為相當珍貴的紀錄，證明此樣區為稚鯊棲地也是成鯊產卵場，亦反映出社區民眾對於在地守護計畫的了解與支持。2023 年由海洋保育巡查員、在地居民及研究人員於 5 處潮間帶（青螺濕地紅羅灣潮間帶、青螺濕地紅羅灣水道區、安宅漁港南側、中衛港及重光潮間帶）進行大面積稚鯊調查，於 3-11 月共調查 29 次，總計記錄 490 隻稚鯊個體，8、9 月記錄稚鯊數量最多（圖 16a），且安宅漁港潮間帶稚鯊個體調查數量最多達 154 隻（圖 16b），其次依序為紅羅灣 117 隻、紅羅灣水道 105 隻（海洋保育署，2023），紅羅灣及紅羅灣水道樣區同處一片海灣，推測此處潮間帶稚鯊分布範圍可能更為廣泛。如圖 17 顯

示，澎湖各調查樣區普遍缺乏 5 齡以下的幼齡稚鸞，與 2021 年調查結果一致，值得注意的是，根據海洋保育署（2023）調查結果，安宅發現 4 齡稚鸞，儘管數量不多，但是否為新稚鸞族群加入有待持續監測。

(a)



(b)



圖 16、澎湖縣稚鸞族群分布（海洋保育署，2023）：(a)月別稚鸞族群分布、(b)各調查樣區稚鸞族群分布

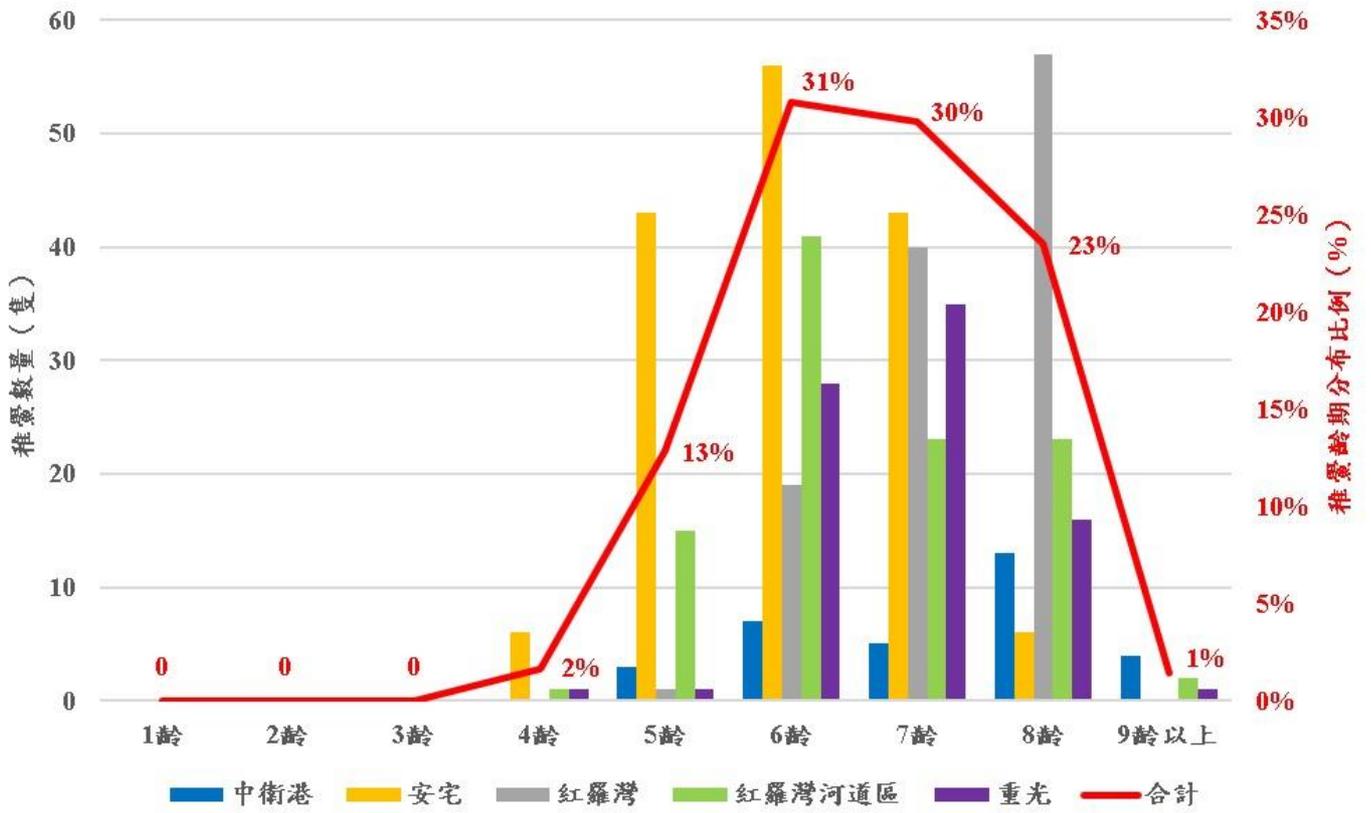


圖 17、2023 年澎湖各調查樣區稚鸞齡期分布 (海洋保育署, 2023)

第三節 保育及復育工作

一、稚蠶保育及復育

(一)人工養殖及復育

目前全球唯一將蠶自卵養成至成蠶者，僅有日本及水試所澎湖中心。水試所澎湖中心及金門水試所有 20 年左右收容及繁養殖三棘蠶稚蠶經驗，國立海洋生物博物館、嘉義縣生態保育協會及國立海洋科技博物館等也有蠶養殖經驗。而 2015 年起國立海洋生物博物館、嘉義縣生態保育協會、國立海洋科技博物館及國立中山大學亦分別建立蠶養殖技術。

(二)人工養殖稚蠶野外放流

我國進行稚蠶放流的個體皆在實驗室產卵與孵化，金門水試所於 2001 年起投入三棘蠶的復育，幾乎每年都有稚蠶與成蠶放流活動，水試所澎湖中心近年放流數量為 2021 年 1,000 隻、2022 年 300 隻、2023 年 1,600 隻，嘉義縣近年稚蠶復育數量為 2021 年 652 隻、2023 年 321 隻（表 3）。將室內養殖的幼齡稚蠶轉移到野外進行放流，目的在提升野外稚蠶族群量，可利用標誌放流或遺傳基因定序等方法評估成效。

二、成蠶保育及復育

(一)依法禁捕三棘蠶

澎湖縣及連江縣轄海域內根據《漁業法》公告全年禁止採捕三棘蠶。

(二)成蠶放流

金門水試所長期向漁民收購混獲/誤捕之成蠶，並將其養殖於水試所養殖池內，進行生物體內外標誌後，利用研究船將成蠶放流至特定海域。除金門水試所持續了 20 餘年放流活動外，澎湖縣近年也舉辦多次放流活動，嘉義縣亦於 2013 年放流 6 隻成蠶（金門水試所提供）。

表 3、歷年三棘鰲稚鰲及成鰲放流紀錄

地區	年份	稚鰲放流數量	成鰲放流數量	備註
金門	2001		40	
	2002	30,000	40	
	2003	3,000	40	
	2004	80,000		
	2006	70,000		
	2008	350,000		
	2010	100,000	60	
	2011	100,000	60	
	2012	150,000	30	
	2013	330,000		
	2014	65,000		
	2015	140,000	36	
	2017	60,000	10	
	2019	150,000		
	2020	40,000	86	
	2021	300,000	336	
	2022	200,000	910	
	2023	150,000	780	
澎湖	2020	500		
	2021	1,000	20	
	2022	300	10	
	2023	1,600	90	
嘉義	2013	20,000	6	金門縣水產試驗所復育，於嘉義布袋好美寮濕地放流
	2022	250		稚鰲 2021 年復育 652 隻，2022 年放流 250 隻
	2023			稚鰲復育 321 隻
新竹	2023	800		2023 年 4 月 23 日新竹市政府與國立海洋科技博物館辦理

第二章 生存威脅

根據 IUCN 威脅分類架構 v.3.2，亞洲鸞面臨威脅有 10 項，包括人類入侵與干擾、居住與商業發展、農業與水產養殖、交通與服務廊道、生物資源利用、污染、自然系統更動、入侵種或其他問題物種、氣候變遷、能源生產與挖礦（圖 18）（Wang et al., 2020）。本節列出三棘鸞在臺灣面臨主要生存威脅，並將部分威脅併於棲地破壞加以說明。

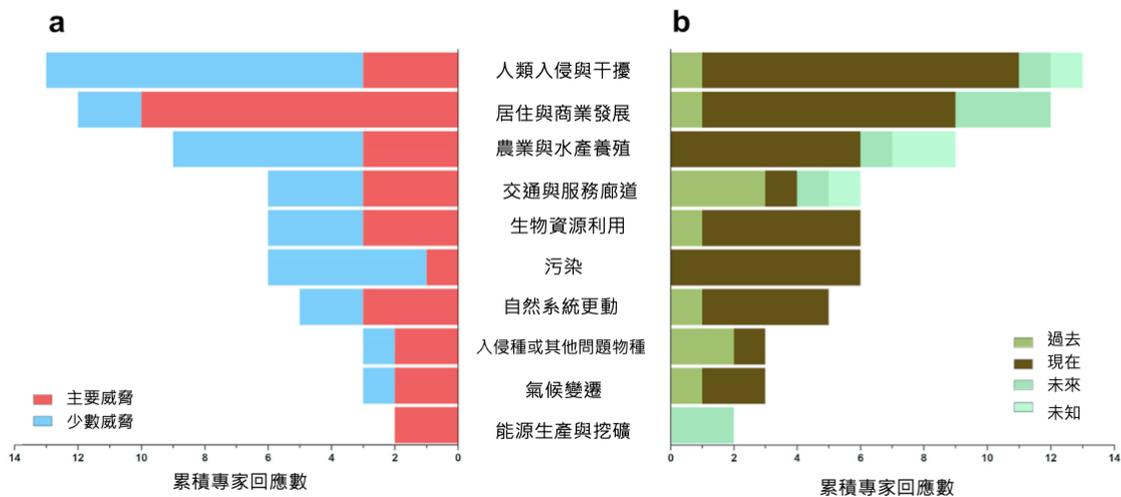


圖 18、亞洲鸞的生存威脅 (a) 主要威脅/少數威脅 (b) 威脅持續時間

說明：根據 IUCN 威脅分類 3.2，「填海造陸作為居住或商業用途」為最主要威脅，且大多數威脅正在進行中（修改自 Wang et al., 2020）。

第一節 棲地破壞

鸞棲地受到破壞，包含海岸填海造陸作為居住或商業用途、海岸防護工程（消波塊、水泥堤岸）、港口興建、航道疏浚、海域抽砂、海岸農業與水產養殖等，不利於鸞的棲息與移動，或間接因海岸地形變化，造成產卵場與孵育場消失或衰退。其中，海岸填海造陸作為居住或商業用途，為亞洲三種鸞面臨的最主要且仍正在進行中的威脅（Wang et al., 2020）。例如日本在 1968 年笠岡灣曾估計有 10 萬隻三棘鸞成鸞棲息，但在大規模填海造陸後，此地成鸞已大量消失（Seino et al., 2003）。

臺灣本島西部海岸人工化最為嚴重，多達 90%以上為人工海岸，以有稚蠶分布的嘉義縣為例，2017 年僅存 5.24%自然海岸（內政部營建署，2017）。布袋海岸除了好美寮沙洲外，幾乎都已是人工化海堤。歷年來有多重人為影響，導致沙洲、紅樹林、泥灘地面積與位置變遷。舉例而言，好美寮位於龍宮溪口，於 1998 年啟用的布袋商港將原有約 2 公里寬的河口縮小至約 200 公尺寬，導致河口淤積，影響河口內的好美寮紅樹林與泥灘潮間帶生態，加上周邊道路開發所影響（圖 19），導致鄰近海岸底質改變。

地景變遷影響蠶的遷徙，龍宮溪河口縮小也影響蠶的遷徙，由於河口內濕地並無成蠶產卵粒徑較大的沙灘。本區蠶於河口外的沙灘產卵孵化後，稚蠶再遷徙至河口內覓食。但是由於河口窄化，稚蠶能通行的機率變低。2005 年在好美寮的稚蠶生態調查，採集其中 14 隻稚蠶附肢肌肉 DNA，發現其粒線體 d-loop 片段基因型只有 1 種，說明所採集之稚蠶皆由同一雌蠶所產。一方面可能是能通過此河道的稚蠶數量少；另一方面可證明 2005 年時好美寮蠶族群即已衰退（Yang et al. 2009）。



圖 19、嘉義縣好美寮國家級重要濕地與稚蠶分布區，箭頭為稚蠶分布地點

金門海岸環境近幾年有幾件重大開發影響事件（圖 20）。水頭商港開發，以及中國船隻在金厦海域抽砂，造成鸞產卵場沙灘流失，及導致稚鸞的生長地不利覓食，數據顯示鸞的平均密度下降 20%（金門縣水產試驗所，2021）。由於 20 年來持續進行水頭商港興設計畫，使得建功嶼海岸的稚鸞族群不斷衰退。從 2002 年統計至今，金門建功嶼稚鸞族群密度只剩下原先的 20%（楊明哲，2020）。目前還有東北方的馬山港規劃中，如後續工程發包可能破壞西園等重要稚鸞棲地。



圖 20、近年金門稚鸞棲地主要影響事件

全國海岸皆有類似海岸破壞的歷程，在澎湖成功社區透過耆老訪談顯示，1972 年成功水庫興建、1992 年成功漁港興建與航道疏濬，以及 2004 年聯外道路興建，造成潮間帶生物族群消失，在地特色的地名稱呼「鸞穴」的產卵場因棲地被道路切割而破壞。透過對於曾經有觀察紀錄的場域的探索，可逐漸歸納出澎湖稚鸞棲地消失的歷程（楊明哲等，2020）。

第二節 外來種入侵

「互花米草」原產地在美國東南部海岸，中國大陸於 1979 年引入上海崇明島，隨後因為物種自然拓殖，成為強勢入侵種，致破壞近海生物棲息環境、堵塞航道和影響海水交換能力，導致水質下降，不利灘地養殖的環境威脅，並會誘發赤潮，致使大片紅樹林消失，已名列世界百大入侵生物。

金門縣政府在 2007 年發現互花米草於浯江溪口隨著潮汐入侵後，委託農委會特有生物研究保育中心及荒野保護協會進行移除試驗與監控，其中以機械掩埋成效最高。近年來，金門北部海岸沿線的互花米草逐漸擴張，已經威脅到稚鸞密

度高的西園（楊明哲等，2019）。金門縣府於 2014 年、2021 年陸續完成浯江溪口、官澳內堤與外堤、洋山、呂厝鶯山廟、西園、金沙溪等區域的互花米草移除作業。金門縣府指出，採用怪手移除的方式，雖會對潮間帶造成一定衝擊，但約一年的時間，即可恢復原來的生物相。

第三節 漁業混獲

在繁殖期，成蟹會成對上岸產卵，而海岸有時會有架設底刺網、潮間帶會有立竿網，或是廢棄漁網等，都可能導致成蟹受困甚至死亡（圖 21）。金門水試所 2013 年 6 月至 2023 年 10 月 18 日間共計向漁民或民眾收購成蟹 4,712 隻（海洋保育署，2023），主要來自於底刺網混獲（楊明哲，2020）。依據水試所澎湖中心歷年成蟹收購數量圖（圖 22）可發現，雖然 2014 至 2016 年數量下降，但近年仍每年有數十隻成蟹收購量。



圖 21、因廢棄漁網受困於潮間帶的成蟹

說明：圖為 2018 年在金門發現的雌蟹，當時並未死亡，在剪網上藥後，送往金門水試所留置兩個月死亡。

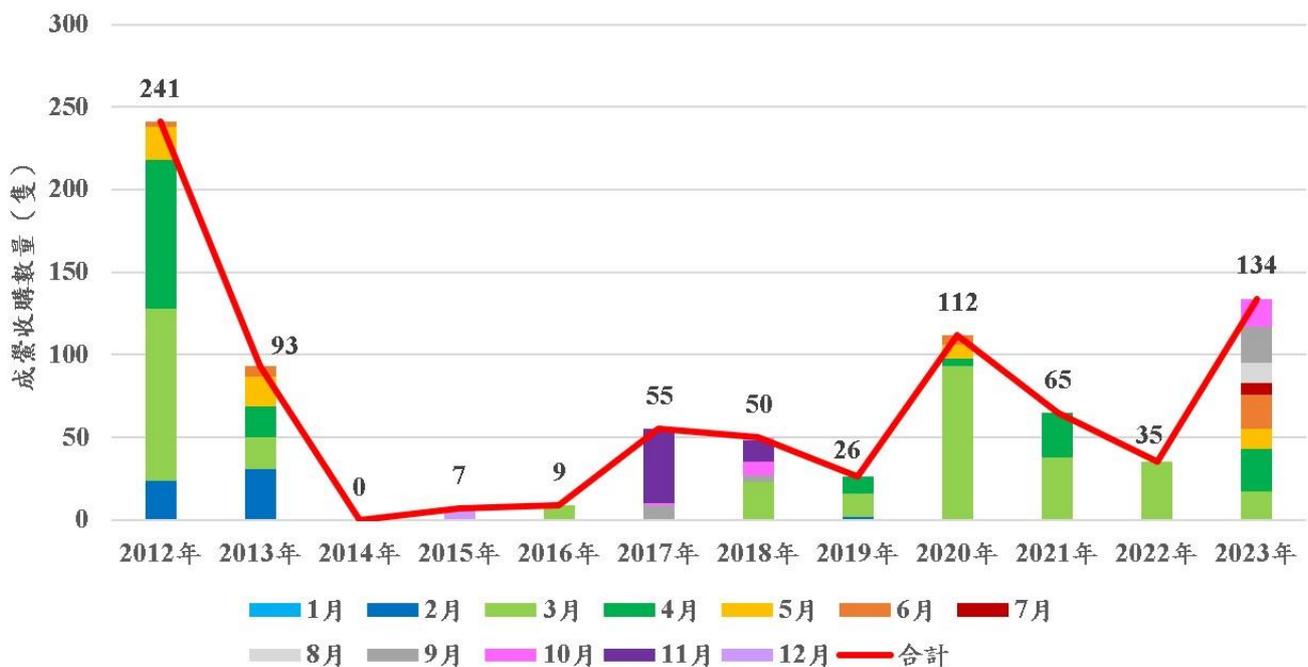


圖 22、澎湖歷年成鯧收購數量（海洋保育署，2023）

根據嘉義縣居民觀察，過往成鯧出現於布袋、東石一帶，漁業混獲頻率在 2005 年前後約為每個月一對，之後捕獲頻率越來越低，近 5 年來，已低到一年僅捕獲 1 至 2 對（2018 年僅於外傘頂洲捕獲一對）。2019 年 12 月 15 日東石沿海有漁民捕獲一隻母鯧，於隔日野放回蚵棚區外海域。由於鯧僅為漁民混獲所得，為被動式捕獲，捕獲頻率降低代表整體族群量衰退（澎湖縣政府農漁局，2021）。族群量衰退之原因與海岸開發破壞、漁業混獲、海洋廢棄物污染等皆有關聯。

第四節 海水污染與海洋廢棄物

鯧在胚胎時期對於海洋化學污染較為敏感，較容易影響發育，例如日本瀨戶內海由於海岸長期受工業污染，某些地點的鯧胚胎曾被發現有 42% 為畸形（Botton, 2000; Botton et al., 1988; Itow et al., 1993）。Itow et al.(1998)指出三丁基錫化合物 (tributyltin, TBT)、汞、銅、鉻、和鋅會影響附肢的再生 (regeneration)。Botton(2000)指出長期暴露於銅與鉻，會對美洲鯧胚胎與幼生發育有負面影響。Itow(et al., 1993) 指出重金屬會使三棘鯧胚胎發育成畸形，影響程度為汞 $Hg \geq$ 有機錫 $>$ 鉻 Cr (equals with falling dots) $>$ 鎘 $Cd >$ 銅 $Cu >$ 鉛 $Pb >$ 錫 Zn 。而有機化學聚合物多氯聯苯 (polychlorinated biphenyls, PCBs)、有機氯化物 chlordane compounds, CHLs)、六氯環己烷 (Hexachlorocyclohexanes, HCHs)、滴滴涕 (dichlorodiphenyltrichloroethane, DDTs)、六氯苯 (hexachlorobenzene, HCB)等也被證實累積在日本博多灣等海域三棘鯧鯧卵中 (Kannan et al., 1995)。

海洋廢棄物對鸞影響的研究尚少，微塑膠被證實對於稚鸞生存有顯著影響，實驗發現，三棘鸞於含有微塑膠環境中生長，體重及頭胸寬度出現負增長。當生活環境含 PET，稚鸞死亡率高達 70%，為四組中最高。死亡率遠超對照組的 20%，及生活環境混有尼龍樣本組的約 30%。生活於 PET 樣本組的稚鸞，活動亦較不活躍 (Fang et al., 2023)。2019 年在澎湖曾發現一隻死亡成鸞，在解剖後發現消化道內有保麗龍、塑膠、漁網碎屑，但不確定其是否為死亡原因 (圖 23) (楊明哲, 2020)。



圖 23、2019 年澎湖死亡的三棘鸞成鸞消化道解剖取出的塑膠、漁網、保麗龍碎屑 (硬幣用為比例尺)，上方為天然物質的食物殘渣

第五節 氣候變遷

氣候變遷對於鸞不至於產生直接威脅，但加上海岸開發、海水污染等綜合因素後，就會造成鸞的生存威脅。氣候變遷造成海水表面上升，會使鸞產卵場受到海水浸泡時間增加，也會使沙灘內的鸞卵增加被真菌感染風險。同時因為海水上升，原本高程較高的沙灘因人工海岸消失，也會造成海灘上鸞產卵場區域直接限縮甚至消失。

氣候變遷造成的海水暖化，會讓海水中的氧氣變少，而原本長期缺氧的海洋區域又叫「海洋死區 (dead zones)」。海域因陸源營養鹽過度輸出，造成海水優養化，加上海水溫度上升會促使海洋死區擴張，再加上人為影響，就會對海洋生物的傷害更嚴重。2016 年曾約有 2,000 隻鸞棲息在日本北九州市的曾根干潟，但三棘鸞的死亡數量從 6 月底開始增加，7、8 月惡化，有時一天就發現 10 多隻鸞

死亡。直到 2016 年 9 月共發現 490 隻成鯊死亡，相當於當年 20% 鯊的數量。雖然對於鯊大量死亡的原因眾說紛紜，但曾根干瀉海域早已被認定為「海洋死區」之一，而 2016 年更是 1880 年來史上最熱的一年，鯊可能因此難逃缺氧死亡 (Takahashi, 2016)。

第六節 三棘鯊及其產製品利用

鯊為人類利用主要用途分為早期的肥料、廚具如鯊殼仔（鍋鏟）和鯊稀（水杓）、人類食用、動物飼料、中醫藥用、漁業餌料，以及目前最重要的用途－醫藥試劑（圖 24）。鯊試劑被廣泛使用於內毒素檢測，市場上對於鯊血需求甚高，鯊亦持續受到食用、混獲、海洋污染及海岸破壞等不同層面威脅，造成族群衰退，幾乎所有地區的族群都呈現下降趨勢 (Laurie et al., 2019)。

鯊試劑檢驗法最早是在 1956 年由美國的貝格博士 (Fred Bang) 偶然間發現，1977 年美國食品藥品監督管理局 (FDA) 批准了美洲鯊試劑 (LAL) 的應用，歐洲藥典、日本藥局方、英國藥典、中國藥典、中華藥典也相繼收載該方法，成為全球通用的、官方認定的內毒素基本檢測法。目前美國為鯊試劑最大生產國，2019 年有超過 50 萬隻鯊捕抓用於醫藥用途，死亡率為 10~30% (Atlantic States Marine Fisheries Commission, 2019)。

中國擁有最大的三棘鯊棲息地，但由於食用與鯊試劑的需求而大量捕捉，加上海岸開發造成棲地破壞，族群量急速衰退中。美國「生態研究發展協會」(ERDG) 的創辦人 Glenn Gauvry，除了長期在美國本土進行鯊保育活動，多年來也關注亞洲鯊的保育，提及全中國的三棘鯊族群量已不敷國內所需，需盡快採用替代試劑與實質有效的採捕管理和保育，才有機會穩定其衰退速度 (Gauvry, 2015)。

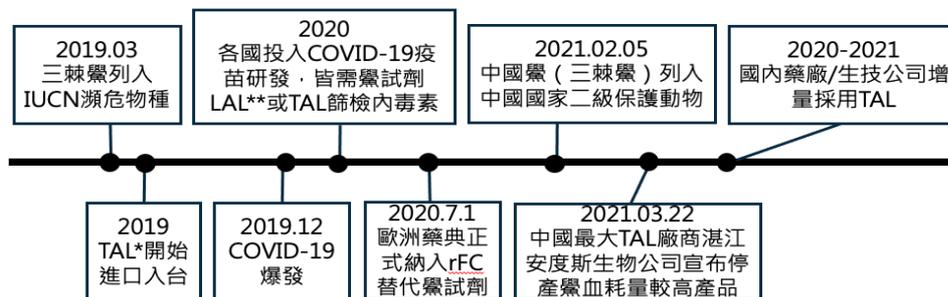


圖 24、近年鯊試劑相關事件時間軸

說明：*TAL：三棘鯊試劑 *Tachypleus amebocyte lysate*（萃取自三棘鯊 *Tachypleus tridentatus*）；**LAL：美洲鯊試劑 *Limulus Amebocyte Lysate*（萃取自美洲鯊 *Limulus polyphemus*）。

第七節 遺傳多樣性減少

在基因交流受到限制時，隔離對族群常導致嚴重的親代自交與遺傳多樣性的流失（楊明哲等，2009）。臺灣三棘蠶的族群遺傳研究，自 2009 年前與日本九州大學一同用遺傳標誌研究臺灣、中國大陸及日本的三棘蠶族群（圖 25），發現澎湖鐵線的三棘蠶族群也是由於位於半封閉型的海灣，因此與外界基因交流較少，遺傳多樣性因此較低。嘉義布袋好美寮濕地的三棘蠶族群，因為布袋港的擴建，阻擋了大部分的龍宮溪河口外的成蠶進入河口內的好美寮濕地產卵，或是稚蠶在河口外的沙洲孵化後無法進入好美寮，最後造成個體數量逐漸減少，而沒有遺傳多樣性的族群。（Yang et al., 2007；Yang et al., 2009）

Weng 等在 2007-2008 針對中國東南沿海的三棘蠶進行族群遺傳多樣性的研究發現，從浙江寧海、福建梅州、漳浦、廣西、海南等五個地區所收集的 28 個三棘蠶樣本，顯示 CO1 序列變異相對較低，也就是遺傳多樣性較低，有其必採取緊急保護的必要措施（Weng et al., 2012）。

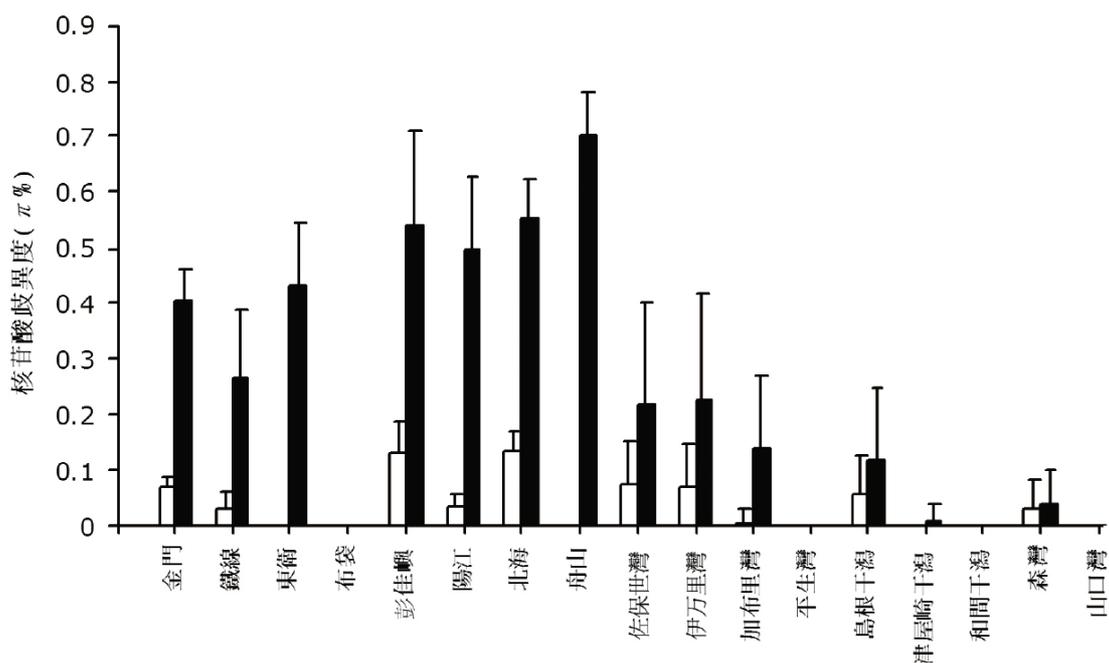


圖 25、三棘蠶遺傳多樣性（核苷酸歧異度 nucleotide diversity）。實心者為粒線體控制區間（mtCR）；空心者為細胞色素 c 氧化酶基因 I（COI）

第三章 保育行動

透過分析臺灣三棘蠶族群現況、所受威脅、相關調查研究及歷年國內外文獻等，以保護自然棲息地、維持族群穩定及永續生存為目標，以下就：(1) 法令規範與執行、(2) 調查、監測與研究、(3) 棲地維護及物種保(復)育、(4) 教育宣導及公民參與、(5) 國際交流，五大工作面向分述如下。

第一節 法令規範與執行

適時制定、檢討與修訂三棘蠶保育相關法規政策，滾動更新三棘蠶保育等級與評估是否列為保育類動物等，並召集海洋保育主管機關、各目的事業主管機關與地方政府等，針對其職權或轄區內的執法及管理運作情形進行檢討，確認職權競合問題或執法成效，或透過「海洋野生動物保育諮詢委員會」檢討相關保育措施。

一、滾動更新保育等級評估

依據 2020 年 5 月 27 日公告之《海洋野生動物評估分類作業要點》，持續評估其野生族群之分布趨勢、變動趨勢、特有性、面臨的威脅及國際保育現況等，適時更新保育等級並評估保育成效。

2021 年初次就當時資料，初步評估認為三棘蠶已達列入保育類物種基準的 25 分，應適時提報「海洋野生動物保育諮詢委員會」研商是否納入保育類動物。後強化野生族群資源調查後，於 2023 年再次評估，認為評估項目中之「野生族群趨勢」由快速下降評為下降中，「野生族群年齡結構」由幼年或成年個體稀少評為幼年或成年個體少，故保育類海洋野生動物評估分類總分為 23 分，未達列入保育類物種基準(表 4)，雖然生存危急狀態趨緩，但仍需積極採取適當保育管理措施，並持續監測野生族群變動趨勢。

表 4、2023 年三棘鯨保育類海洋野生動物評估分類

項目	分級	計分	描述性基準	量化基準	說明
一	野生族群之分布趨勢				
	三	3	不普遍	已有觀察、推論或預測顯示其目前族群分布於西北部、西南部、南部、東部及離島海域其中 3 個海域。	目前分布範圍為臺灣本島西北部、西南部、離島金門縣及澎湖縣。
二	野生族群之變動趨勢				
(一)	野生族群趨勢				
	四	4	下降中。	已有觀察、推論或預測顯示其族群量在十年或三代間（取時間較長者為準）有減少，其減少速率低於百分之二十者或有非規律性振盪但振幅小於百分之三十者。	金門 2022 年及 2023 年稚鯨數量逐年上升，且成鯨收購數量皆超過 1,000 隻，尚無大幅減少趨勢。
(二)	野生族群年齡結構				
	三	3	幼年或成年個體少。	已有觀察、推論或顯示其目前成年個體數佔總族群百分之十以上而未達百分之十五。	2023 年金門縣稚鯨族群量約 91,101 隻，齡期結構完整，成鯨族群量約 65,944 隻；澎湖稚鯨族群量約 6,167 隻，成鯨族群量約 1,121 隻。成年個體均佔總族群百分之十五以上，惟考量臺灣本島族群結構尚無法評估，故酌減為 3 分。
三	特有性				
	二	2	只分布在印度洋及太平洋		目前自然分布範圍以西太平洋為主，印度洋僅分布小族群於蘇門答臘島西岸。

項目	分級	計分	描述性基準	量化基準	說明
四	面臨威脅				
(一)	棲地面積縮小趨勢				
	四	4	棲地面積縮小趨勢非常嚴重		本島原遍及西海岸的族群，目前僅剩布袋和香山有稚蠶族群
(二)	被獵捕、誤捕及利用之壓力				
	四	4	被獵捕、誤捕及利用之壓力對其生存產生高度程度影響		金門成蠶誤捕量最高的西海岸，已經嚴重影響當地稚蠶族群
(三)	其他：該物種正遭受重大威脅(如：傳染病、族群遺傳基因有弱化情形等)，對族群量將造成重大影響，每具有一種，計分一分。				
		1	族群基因弱化		布袋族群無遺傳多樣性、澎湖族群基因弱化
五	國際保育現況				
(一)	該物種於世界自然保護聯盟(IUCN)之分類等級				
		1		列為近危(NT)、易危(VU)、瀕危(EN)等級，計分一分。	瀕危(EN)等級
(二)	該物種於瀕臨絕種野生動植物國際貿易公約(Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, CITES)之分類等級				
		0			三棘蠶尚未列入瀕臨絕種野生動植物國際貿易公約附錄。
(三)	該物種有其他國內外保育規範或規定者(如：禁止捕撈等)，計分一分。				
		1			連江縣及澎湖縣全縣禁捕、金門縣於古寧頭設置三棘蠶保育區。
總分	23分				
附表使用原則：(一) 附表所稱族群皆指臺灣地區族群。(二) 野生動物物種依野生族群之分布趨勢、野生族群之變動趨勢、特有性、面臨威脅及國際保育現況等五項條件綜合評估。(三) 當評估項目中有四項以上分數為四分，或兩項(不含特有性)為五分，或總分超過二十四分以上時，表示此物種生存已呈現危急狀態，則建議應列入保育類野生動物名錄。(四) 資料缺乏以三分計。					

二、善用相關法令規範

(一) 評估劃設保護區/保育區或將三棘鰲列為禁捕物種

依據《漁業法》或《野生動物保育法》等相關法規，評估劃設漁業資源保育區、野生動物重要棲息環境或保護區等。金門縣政府依《漁業法》第 44 條第 1 項第 9 款於 2015 年府建漁字第 10400182731 號函文公告限制事項：(1) 全年禁止於保育區範圍內採捕鰲或從事破壞其棲息地環境之行為。(2) 如須於保育區內投放或除去水產生物繁殖上所需之保護物或進行學術之研究，需經本府書面同意後始可為之。(3) 凡違反本公告事項規定者，依《漁業法》第 65 條第 6 款規定處新臺幣 3 萬元以上 15 萬元以下罰鍰。

依據《漁業法》第 44 條第 1 項第 9 款，規定特定海域內禁捕三棘鰲，並以《漁業法》第 65 條第 6 款為罰則，違反規定處新臺幣 3 萬元以上 15 萬元以下罰金。連江縣於 2016 年起規定其轄內海域大小鰲一律禁捕，澎湖縣亦於 2022 年公告「澎湖縣三棘鰲資源管理有關限制事宜」，其轄內海域全年禁止採捕三棘鰲。

(二) 以《濕地保育法》保護稚鰲棲地

依據《濕地保育法》劃設國家級或地方級重要濕地，並將潛在稚鰲棲地劃為核心保護區或生態復育區等。目前已劃設的重要濕地中，新竹市香山（國家級）重要濕地、嘉義縣好美寮（國家級）重要濕地、連江縣清水（國家級）重要濕地、澎湖縣青螺（國家級）重要濕地以及菜園（地方級）重要濕地都有發現稚鰲，證明重要濕地的禁止海岸開發、污水防治、管制遊客行為以降低人為干擾等管理措施，對於維護三棘鰲棲地有正面的功能。

目前國內現有三棘鰲相關保育措施列於表 5。

表 5、國內現有三棘鸞相關保育措施

	濕地保育法	漁業法	成稚鸞標誌放流	調查	概況補充
金門		古寧頭西北海域三棘鸞保育區(1999年12月公告)	2000~2023年 (水試所)	2013~2023年每年稚鸞調查	保育區禁止蓄意捕撈
澎湖	青螺國家級重要濕地	澎湖縣三棘鸞資源管理有關限制事宜(2022年3月4日公告)	2020年放流稚鸞500隻 2021年放流成鸞20隻及稚鸞1000隻 2022年放流成鸞10隻及稚鸞300隻 2023年放流成鸞90隻及稚鸞1600隻 (水試所)	1. 2015-2017年進行水生物調查時，於澎湖內灣和馬公內海捕獲35隻成鸞。 2. 2020-2021年青螺濕地、成功社區及重光稚鸞調查。 3. 2022年安宅稚鸞調查。 4. 2023年青螺溼地、安宅、中衛及重光稚鸞調查、內灣亞潮帶成鸞潛水調查。	1. 水試所澎湖中心持續進行三棘鸞繁養殖計畫。 2. 湖西鄉各灣澳及部分馬公潮間帶泥沙底質灣澳均有稚鸞出現紀錄，成功、安宅、青螺族群較為穩定。 3. 澎湖縣轄海域自2022年3月4日全年禁止採捕三棘鸞。 4. 青螺濕地禁止流刺網、立竿網。
嘉義	好美寮國家級重要濕地	-	2021年孵化稚鸞650隻、2022年放流稚鸞250隻、2023年孵化稚鸞321隻(嘉義鸞宮)	2005、2019、2021-2023年稚鸞調查	1. 嘉義縣政府自2012年起在布袋鹽田濕地進行三棘鸞的復育，並在新岑國小內建構「小鸞中間育成及成鸞飼育場」。 2. 2022年8月27日嘉義縣濱海環境教育館動土開工，預計2025年完工。
北海岸	-	-	2022年放流稚鸞145隻(海科館)	-	成鸞常被捕捉做為宗教放生。
新竹	香山國家級重要濕地	-	2023年放流稚鸞800隻(海科館、新竹市政府)	2015、2017、2021-2023年稚鸞調查	1. 數量稀少且繁殖地不明。 2. 2014、2015年漁民有捕獲成鸞紀錄、2017、2019、2020、2022、2023年皆有稚鸞目擊紀錄。
連江	清水國家級重要濕地	全縣禁止捕捉大小鸞(2016年3月公告)	-	2015、2016年基礎調查	1. 目擊紀錄稀少。 2. 2015、2016年有稚鸞調查紀錄。

三、三棘蠶及其產製品利用管制

檢視及評估三棘蠶及其產製品的持有、使用、買賣、進出口的相關法律規章與制度流程，確保三棘蠶族群不會受到貿易等利用行為之影響，並規劃以三棘蠶為原料進行醫藥製造與檢驗的三棘蠶試劑（TAL）進口的相關管制措施。

國際間最大宗的三棘蠶採捕消耗，主要為製作蠶試劑（TAL），考量目前三棘蠶並非我國保育類物種，該利用並無違法，我國目前主要依據「中華藥典」第九版通則（3085）細菌內毒素檢驗，使用美洲蠶試劑（LAL）執行細菌內毒素檢驗，並已參考歐美先進國家之藥典、規範等，研訂非蠶血替代試劑檢驗方法「用重組因子 C 於細菌內毒素之檢驗」，已納入中華藥典第九版補篇（二），供各界參考應用，且國內蠶族群量不足，尚無蠶試劑產業，應不致因此造成傷害。

第二節 調查、監測與研究

整合協調海洋保育相關之中央單位（海保署、國家公園署、國家風景管理處等）、漁業主管單位（漁業署）、地方政府及民間團體等，啟動全國系統性科學調查工作，提升三棘蠶保育研究能量，加強相關資訊的蒐集、公開、交流與應用。

一、稚蠶族群調查及棲地監測

藉由委託專業團隊、補助地方政府或民間團體等，並結合多方研究人力及在地公民力量，針對各地區稚蠶數量進行長期調查及族群量評估。此外，在瞭解稚蠶成長時孵育場的條件要求後，持續評估棲地的生態整合性，包含稚蠶入添數量、齡期結構、孵育場的棲地變化以及潛在產卵場所在地；海灘侵蝕是產卵場喪失的警訊，為防止產卵場或稚蠶棲地可能的損失，需定期監測及評估潛在的產卵場及目前有稚蠶分布的海灣地形、地貌，並可作為保護區劃設之參據（圖 26）。

目前長期監測地點包含：(1)金門縣：浯江溪口（建功嶼、雄獅堡）、北山（古寧頭西北海域潮間帶蠶保育區）、烈嶼上林；(2)澎湖縣：青螺國家級重要濕地、安宅、重光；(3)嘉義縣：好美寮國家級重要濕地；(4)新竹市：香山國家級重要濕地；(5)連江縣：清水國家級重要濕地。

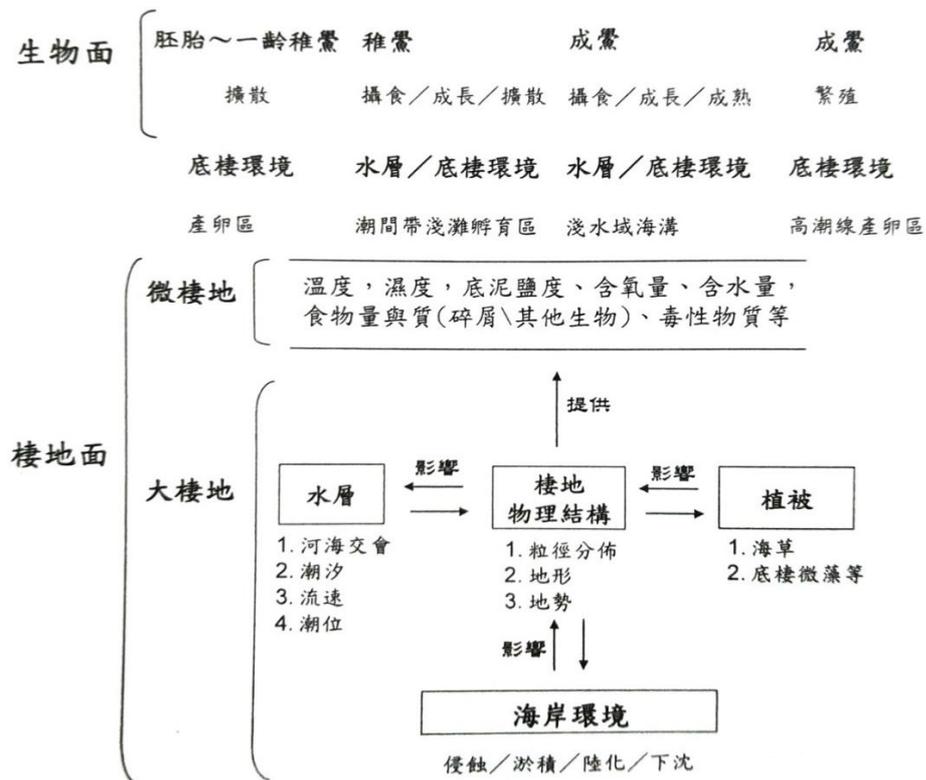


圖 26、三棘蠶生活史棲地需求示意圖（修改自 Hsieh and Chen，2015）

二、成蠶標誌放流及族群量評估

委託專業團隊，或透過補助研究單位、地方政府、民間團體或與之合作等方式，推動成蠶標誌放流再捕回收機制，以瞭解其族群量及變動趨勢。評估建立全國三棘蠶通報平臺，並協調與地方單位合作進行收容暫置及標誌放流，例如海科館、金門水試所、水試所澎湖中心、嘉義縣政府、嘉義生態保育協會等。

海保署自 2022 年 7 月起建立巡查員市場巡查通報機制，以增加資料蒐集量能及廣度，截至 2023 年 11 月止，共記錄 24 筆於市場發現三棘蠶的資料，總計發現 92 隻個體。北部與基隆地區共計發現 9 隻蠶，臺中地區發現 81 隻蠶，臺南地區發現 2 隻蠶。市場巡查時發現蠶最頻繁的為臺中梧棲漁港觀光魚市場，其次為基隆市和平島觀光魚市場。可見臺灣本島周邊海域仍為蠶的棲息海域，不排除鄰近人煙稀少的泥沙岸環境可能成為蠶的產卵場及稚蠶棲地。

三、族群遺傳多樣性監測及研究

進行遺傳多樣性監測，更新全國三棘蠶族群遺傳資訊，可瞭解族群長期存活所需的遺傳多樣性最低閾值，與找出避免遺傳均質化的環境變因，並改善原有或復育已破壞的棲地，增加族群的適應性，減少地方性干擾和氣候變遷造成的極端環境的衝擊（楊明哲等，2009）。遺傳多樣性越高，則族群中可提供環境天擇的基因愈多，其族群對於環境適應能力就愈強，有利於族群的生存及演化。

第三節 棲地維護及物種保（復）育

採取有效棲地管理及物種保（復）育措施，以維繫其族群存續，透過委託專業團隊、補助研究單位、地方政府、民間團體或與之合作等方式，持續推動棲地管理、蠶收容野放及繁殖復育技術。

一、棲地評估及維護管理

盤點成蠶產卵與稚蠶熱區及潛在棲息地，建立環評或生態檢核標準，規劃三棘蠶放流或生態教育示範區等，避免遊憩行為干擾三棘蠶族群繁衍，並找出應優先推動保育措施地區，強化與海岸開發/漁業權益關係人之溝通，以研擬及落實保育計畫。針對既有保育區/保護區進行長期監測，落實適應性經營管理策略，並針對尚未列為保育區/保護區的三棘蠶產卵場、稚蠶與成蠶棲息區域進行評估，優先建議地點為金門縣浯江溪口濕地、澎湖縣成功及安宅潮間帶。

二、人工繁養殖及復育

（一）成蠶收容、稚蠶繁養殖及復育

國內較無以三棘蠶為主要標的物種之漁業活動，惟許多漁法皆可能意外誤捕成蠶，目前部分地區主要以收購（未禁捕地區）或收容後野放等方式保育成蠶族群，例如金門水試所及水試所澎湖中心已執行收容多年，並可作為種蠶繁殖復育及標識放流等。國立海洋科技博物館於2020年開始收容成蠶，設置收容池並進行繁殖試驗。國立中山大學也已建立蠶養殖技術。另嘉義縣濱海環境教育館於2022年8月27日動土開工，預計2025年完工，設施將包含蠶收容池與蠶生態展示教育館（圖27）。

目前水試所澎湖中心、金門水試所及嘉義縣生態保育協會皆已成功誘引成鸞在人工環境下自然產卵，但尚未能達到完全養殖，主要瓶頸為人工環境下，仍無法將從卵孵出的稚鸞飼養至雌成鸞卵巢成熟並產卵（雌鸞約經過 14 年脫殼 17 次可達到性成熟）。水試所澎湖中心目前紀錄為自卵培育出 1 隻 16 齡的雌成鸞，為世界上人工養殖三棘鸞脫殼次數最多，且存活最久的新紀錄，但該個體已於 113 年死亡。未來期能研究出可在人工環境達到卵巢成熟並繁殖的技術。

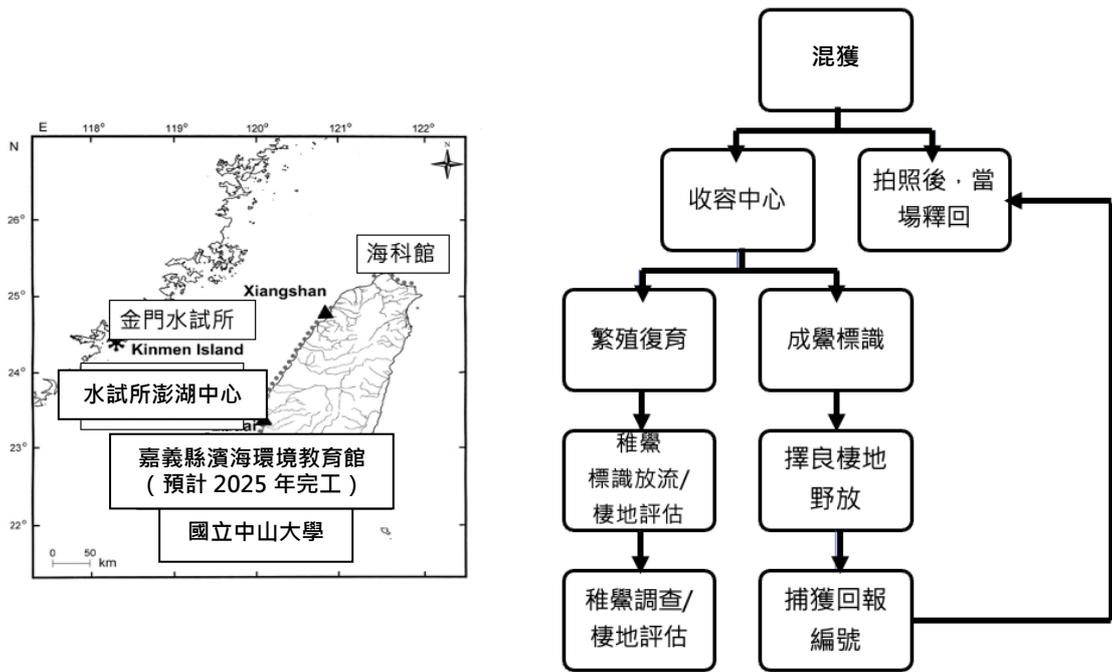


圖 27、臺灣三棘鸞收容中心與收容野放程序

稚鸞繁養殖及復育方面，應結合研究單位及協助民間建立優良稚鸞孵育及中間育成場所，規劃稚鸞放流標準作業程序；針對現有及潛在放流地點進行選址評估，確保稚鸞放流於適合的棲地，並進行成效評估。

(二) 稚鸞飼育

稚鸞飼養的重點為：(1)提供豐富的食物；(2)減少不必要的活動，降低能量的消耗；(3)具足夠溶氧量的環境。飼養環境的品質是影響 1 齡稚鸞成長的重要因素，提供安穩的底質環境，讓 1 齡稚鸞能夠埋入底質中完成發育及脫殼。但 1 齡期相當長，要經過 3 至 5 個月才會脫殼成為 2 齡，若有休眠現象，如何打破其休眠應為研究方向之一。

至於提高 2 齡稚蟹至 3 齡稚蟹的蛻殼成功率仍待突破，關鍵在於飼養環境以及餌料質與量。2 齡稚蟹尚有卵黃可用，但若無法攝取足夠的食物，則會因無營養供其成長而死亡，且 2 齡稚蟹有取食泥沙的現象，因此底質顆粒不可太大；在缺乏底質的環境中，稚蟹會時常處於翻倒的狀態，此時稚蟹會本能的想翻身，長時間掙扎會消耗過多能量；在水流強勁的環境中，同樣會使稚蟹消耗過多能量。3 齡以上的稚蟹已沒有卵黃可用，需自行從外界獲得足夠食物才能存活，此時期是建議稚蟹放流的最小體型。

餌料亦是影響稚蟹成長的關鍵，人工飼養時大多使用豐年蝦做為 2 齡稚蟹的餌料，但在自然環境中，其大部分的食物來源為底質的有機物或底棲小型生物。故投餵底棲橈足類、多毛類及貧毛類動物，更貼近其自然棲地的食物相。單一的食物也會使稚蟹營養不均，故也需要投餵藻類或海草，讓食物更多元，稚蟹的食性及養分取得來源亦是研究重點（陳章波等，2014）。

稚蟹蛻殼時需要蛻殼激素做為蛻殼啟動的訊號，蛻殼激素是調控節肢動物蛻殼的重要化合物，這些激素大多無法在體內自行產生，必須藉由食物取得原料來合成，因此餌料中需富含蛻殼激素的原料（先驅物）。目前可使用蝦用飼料做為稚蟹的食物，由於該飼料具有促進蛻殼的成分，希望能藉此增加 2 齡稚蟹的蛻殼成功率。研究蛻殼激素在蟹體內的調控機制及合成，並且瞭解稚蟹如何在食物中取得蛻殼激素的原料是未來研究的重要課題（陳章波等，2014）。

(三)稚蟹放流

稚蟹放流要考慮：(1)放流個體的存活率及再現辨識率；(2)放流地點的位置及方式；(3)放流後的成效評估。1 齡稚蟹約飼養至隔年春季可成長至 3-4 齡稚蟹，但因培育至 3 齡的稚蟹數量往往不到孵化 1 齡稚蟹數量的 10%，故實際上常以 1 齡進行放流；過去國內外放流經驗顯示，直接放流 1 齡稚蟹死亡率極高，3 齡以上的稚蟹放流後較可適應野外環境，但尚未評估其放流成效(Xu et al., 2021)；故有關稚蟹適合放流之齡期，未來應持續蒐集相關資訊進一步評估。

放流地點在大尺度上要參考蟹生活史中三類型棲地的完備性，考慮是否為保護區，或將來的管理策略；小尺度則是稚蟹成長的潮間帶，如放流於半月灣形淺灘，將來此地即可規劃為保護區（陳章波等，2014）；例如金門可優先選擇西園、建功嶼等稚蟹較適棲地（金門縣水產試驗所，2019）。此外，不可在滿潮期間放流，以免因退潮時潮水將稚蟹帶到非泥灘地之外海或其他棲地；並應於乾潮前約

3 小時(水深約 10-30 公分)，泥灘地潮水即將退至暴露於空氣時，在泥沙交界處放流之稚蟹可由潮水帶向不遠的泥灘地；放流時也應均勻分布於海岸，避免過度集中造成食物競爭。

第四節 教育宣導及公民參與

促成政府、民眾及權益關係人建立夥伴關係，並透過補助或建立獎勵制度等方式，鼓勵共同參與蟹保育行動，同時強化相關教育宣導，以降低騷擾、捕捉、貿易、棲地破壞之風險，提升大眾保育意識。

一、校園宣導及保(復)育行動參與

結合中小學的海洋、環境、科學等教育，提供相關課程及宣導素材，培訓推廣講師群或透過活動讓教師設計教案，讓學生進行創作或體驗學習，並可串聯不同單位的活動及展覽。例如海保署巡查員與中小學、金門及水試所澎湖中心等合作辦理的教育宣導活動，以及海科館與金門水試所合作辦理的公民科學行動計畫。

二、推廣大眾宣導活動、生態旅遊及友善漁產等

(一)主題展覽或活動

以蟹棲地所在縣市或社區為單位，推動以蟹為主題的展覽或活動，例如嘉義縣政府與嘉義縣生態保育協會舉辦的「七夕蟹保育日」，除推廣環境教育外，也可增加閒置空間的再利用。

(二)棲地保護示範區及生態旅遊

透過蟹友善社區推動棲地保護示範區，以社區自發性、政府補助或協助推廣等方式，由在地居民或結合理念相同的業者推動生態旅遊，進行棲地導覽、探索體驗活動等，並可進而推廣潮間帶生物多樣性及棲地保育觀念。除能凝聚社區意識、拓展當地觀光產業外，亦有助於將相關保育知識擴及外地遊客。

(三)在地守護行動及友善漁產

從熱點海岸社區推動在地守護行動，以澎湖為例，因厚殼仔(厚殼縱廉蛤，*Gafrarium tumidum*)棲地常和蟹棲地重疊，而厚殼仔是澎湖的平民美食，透過厚殼仔棲地守護、永續利用及平民美食的文化連結，連帶守護蟹的棲地，也提供透過《漁業法》倡議禁捕的合適理由，推動友善漁產「護蟹厚殼仔」及「護蟹標章」等認證。

三、公民科學及企業參與

推動科研單位與社區合作，以公民科學為起點，結合室內與戶外課程，由科研單位給予專業知識、所需資訊或場地等支持，再透過社區的居民意識及自主管理（例如澎湖成功社區與紅羅社區），進行公民科學調查及環境教育推廣。亦可推動鸞保育的公益行銷，讓企業贊助認養鸞調查及保（復）育行動等。

四、建立跨領域網路及媒體推廣

建立鸞保育網絡（例如臉書社團「臺灣鸞保育網」）或實體社群網絡，增進跨領域交流與合作的機會，並發展宣導系統，加強與社會大眾及媒體之溝通合作，提升民眾保育意識及增加相關訊息曝光度，另針對重要訊息及新聞議題，適時發布公開聲明、舉辦研習營或說明會等。

第五節 國際交流

透過舉辦或參與國際研討會、實體與網路活動，以及 620 國際鸞保育日主題性活動推廣，促進國內外鸞保育行動的交流與合作，接軌國際保育趨勢，並提升我國大眾保育素養及國際能見度。

一、舉辦或參與國際研討會及相關活動

舉辦或參與國際研討會、實體與網路活動，促進國內外鸞保育行動的交流與合作。例如國際鸞專家自 2007 年起每四年舉辦的「國際鸞科學與保育研討會」，其中在 2019 年廣西舉辦的第四屆研討會提出鸞保育策略「北部灣宣言」，國際自然保育聯盟物種存續委員會鸞專家群組（IUCN SSC Horseshoe Crab Specialist Group, HCSG）同時決議 2020 年 6 月 20 日為第一屆「國際鸞保育日」。

二、推廣 620 國際鸞保育日

規劃及推動 620 國際鸞保育日主題性活動，不僅可喚起國內大眾對於鸞、海洋、濕地生物多樣性的保育意識及參與，亦提供全球性國內外交流合作的機會，例如針對亞洲地區國家的亞洲鸞保育研討會，預定每年於 620 鸞保育日前後舉辦。建議根據每年需要著重的保育行動，設定年度主題，保持民眾、媒體對於三棘鸞保育議題的熱度。各地區也可以不同的形式，讓當地民眾及政府建立目標、檢視行動與宣傳成果。

本章各保育行動之優先性、執行時程及主協辦機關，如表 6 三棘鸞保育行動及權責分工。

表 6、三棘鸞保育行動及權責分工

工作面向	保育行動	優先性 (1 最優先)	短中長程 經常性	2024	2025	2026	2027	主辦機關	協辦機關
第一節 法令規範與執行									
一、滾動更新保育等級評估	持續評估其野生族群之分布趨勢、變動趨勢、特有性、面臨的威脅及國際保育現況等，適時更新其保育等級並評估保育成效。	1	經常性	V	V	V	V	海保署	
二、善用相關法令規範	依據《漁業法》或《野生動物保育法》等相關法規，評估劃設漁業資源保育區、野生動物重要棲息環境或保護區等；或依據《漁業法》規定特定海域內禁捕三棘鸞。	1	中		V	V	V	海保署、 地方政府	漁業署
	依據《濕地保育法》劃設國家級或地方級重要濕地，並將潛在稚鸞棲地劃為核心保護區或生態復育區等。	1	中		V	V	V	國家公園署、 地方政府	
三、三棘鸞及其產製品利用管制	檢視及評估三棘鸞及其產製品的持有、使用、買賣、進出口的相關法律規章與制度流程，規劃三棘鸞試劑（TAL）進口相關管制措施，並依據「國際藥典」修訂國內鸞試劑相關規範。	2	中		V	V	V	海保署、 貿易署	食藥署
第二節 調查、監測與研究									
一、稚鸞族群調查及棲地監測	針對各地區稚鸞數量進行長期調查及族群量評估，並持續評估其棲地的生態整合性，包含稚鸞入添數量、齡期結構、孵育場的棲地變化及潛在產卵場所在地等。	1	經常性	V	V	V	V	海保署、 地方政府	水試所、 國家公園署

工作面向	保育行動	優先性 (1 最優先)	短中長程 經常性	2024	2025	2026	2027	主辦機關	協辦機關
二、成蠶標誌放流及族群量評估	推動成蠶標誌放流再捕回收機制，以瞭解其族群量及變動趨勢。評估建立全國三棘蠶通報平臺，並協調與地方單位合作進行收容暫置及標誌放流。	1	經常性	V	V	V	V	海保署	水試所、 地方政府
三、族群遺傳多樣性監測及研究	進行遺傳多樣性監測，更新全國三棘蠶族群遺傳資訊，可瞭解族群長期存活所需的遺傳多樣性最低閾值，與找出避免遺傳均質化的環境變因，並改善原有或復育已破壞的棲地。	2	長			V	V	海保署	水試所

第三節 棲地維護及物種保（復）育

一、棲地評估及維護管理	盤點成蠶產卵與稚蠶熱區及潛在棲息地，建立環評或生態檢核標準，規劃三棘蠶放流或生態教育示範區等，並找出應優先推動保育措施地區，強化與海岸開發/漁業權益關係人之溝通。	1	經常性	V	V	V	V	海保署、 地方政府	環境部
二、人工繁殖及復育	目前部分地區主要以收購或收容後野放等方式保育成蠶族群，並可作為種蠶繁殖復育及標識放流等。另應結合研究單位及協助民間建立優良稚蠶孵育及中間育成場所，規劃稚蠶放流標準作業程序；針對現有及潛在放流地點進行選址評估，確保稚蠶放流於適合的棲地，並評估適合放流的稚蠶齡期。	2	經常性	V	V	V	V	海保署	水試所、 地方政府

工作面向	保育行動	優先性 (1 最優先)	短中長程 經常性	2024	2025	2026	2027	主辦機關	協辦機關
第四節 教育宣導及公民參與									
一、校園宣導及保(復)育行動參與	結合中小學的海洋、環境、科學等教育,提供相關課程及宣導素材,培訓推廣講師群或透過活動讓教師設計教案,讓學生進行創作或體驗學習,並可串聯不同單位的活動及展覽。	1	經常性	V	V	V	V	海保署、 地方政府	教育部
二、推廣大眾宣導活動、生態旅遊及友善漁產等	以鸞棲地所在縣市或社區為單位,推動以鸞為主題的展覽或活動,除推廣環境教育外,也可增加閒置空間的再利用。	1	經常性	V	V	V	V	海保署、 地方政府	觀光署、 文化部
	推動棲地保護示範區,以社區自發性、政府補助或協助推廣等方式,由在地居民或結合理念相同的業者推動生態旅遊,進行棲地導覽、探索體驗活動等。	2	中		V	V	V	海保署、 地方政府	觀光署、 文化部
	從熱點海岸社區推動在地守護行動,透過棲地守護、永續利用及文化連結等,推動友善漁產「護鸞標章」等認證。	2	中		V	V	V	海保署、 地方政府	漁業署、 文化部
三、公民科學及企業參與	由科研單位給予專業知識、所需資訊或場地等支持,再透過社區的居民意識及自主管理,進行公民科學調查及環境教育推廣。亦可推動鸞保育的公益行銷,讓企業贊助認養鸞調查及保(復)育行動等。	2	長			V	V	海保署、 地方政府	水試所、 國立博物館群
四、建立跨領域網路及媒體推廣	建立鸞保育網絡或實體社群網絡,並發展宣導系統,加強與社會大眾及媒體之溝通合作。另針對重要訊息及新聞議題,適時發布公開聲明、舉辦研習營或說明會等。	1	經常性	V	V	V	V	海保署	地方政府

工作面向	保育行動	優先性 (1 最優先)	短中長程 經常性	2024	2025	2026	2027	主辦機關	協辦機關
第五節 國際交流									
一、舉辦或 參與國際研 討會及相關 活動	舉辦或參與國際研討會、實體 與網路活動，促進國內外鸞保 育行動的交流與合作。	1	經常性	V	V	V	V	海保署	
二、推廣 620 國際鸞 保育日	規劃及推動 620 國際鸞保育 日主題性活動，建議根據每年 需要著重的保育行動，設定年 度主題，保持民眾、媒體對於 三棘鸞保育議題的熱度。	2	經常性	V	V	V	V	海保署、 地方政府	

參考文獻

- Atlantic States Marine Fisheries Commission (2019). Benchmark Horseshoe Crab Stock Assessment and Peer Review Report, ASMFC, Arlington, VA. http://www.asmfc.org/uploads/file/5cd5d6f1HSCAssessment_PeerReviewReport_May2019.pdf.
- Botton ML, Loveland RE, & Jacobsen TR (1988). Beach erosion and geochemical factors: influence on spawning success of horseshoe crabs (*Limulus polyphemus*) in Delaware Bay. *Marine Biology*, 99, 325-332.
- Botton ML (2000). Toxicity of cadmium and mercury to horseshoe crab (*Limulus polyphemus*) embryos and larvae. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 64(1), 137-143.
- Botton, ML, & Itow T (2009). The effects of water quality on horseshoe crab embryos and larvae. *Biology and conservation of horseshoe crabs*, 439-454.
- Chen CP, Yeh HY, & Lin PF (2004). Conservation of the horseshoe crab at Kinmen, Taiwan: strategies and practices. *Biodiversity & Conservation*, 13, 1889-1904.
- Chiu HM & Morton B (2004). The behaviour of juvenile horseshoe crabs, *Tachypleus tridentatus* (Xiphosura), on a nursery beach at Shui Hau Wan, Hong Kong. *Hydrobiologia*, 523, 29-35.
- ERDG (1999). Ecological Research and Development Group, Crab Species. <https://horseshoecrab.org/>.
- Fang JK, Tse TW, Maboloc EA, Leung RK, Leung MM, Wong MW, Chui AP, Wang Youji, Hu M, Kwan KY, & Cheung SG (2023). Adverse impacts of high-density microplastics on juvenile growth and behaviour of the endangered tri-spine horseshoe crab *Tachypleus tridentatus*. *Marine Pollution Bulletin*, 187, 114535.
- Gauvry G (2015). Current horseshoe crab harvesting practices cannot support global demand for TAL/LAL: The pharmaceutical and medical device industries' role in the sustainability of horseshoe crabs. In: *Changing Global Perspectives on Horseshoe Crab Biology, Conservation and Management* (eds Carmichael RH, Botton ML, Shin PKS, Cheung SG), pp.475-482. Springer International

Publishing, Cham.

Hsieh HL & Chen CP (2015). Current status of *Tachypleus tridentatus* in Taiwan for Red List assessment. Changing global perspectives on horseshoe crab biology, conservation and management, 383-396

Hu M, Wang Y, Chen, Y, Cheung SG, Shin PK, & Li Q (2009). Summer distribution and abundance of juvenile Chinese horseshoe crabs *Tachypleus tridentatus* along an intertidal zone in southern China. Aquatic Biology, 7(1-2), 107-112.

Itow T (1993). Crisis in the Seto Inland Sea: Decimation of the horseshoe crab. EMECS Newsletter 3: 10–11.

IUCN (2019). Tri-spine Horseshoe Crab. The IUCN Red List. url: <https://www.iucnredlist.org/species/21309/149768986>

Kannan K, Tanabe S, & Tatsukawa R (1995). Geographical distribution and accumulation features of organochlorine residues in fish in tropical Asia and Oceania. Environmental science & technology, 29(10), 2673-2683.

Kwan BK, Hsieh HL, Cheung SG, & Shin PK (2016). Present population and habitat status of potentially threatened Asian horseshoe crabs *Tachypleus tridentatus* and *Carcinoscorpius rotundicauda* in Hong Kong: a proposal for marine protected areas. Biodiversity and Conservation, 25, 673-692.

Laurie K, Chen CP, Cheung SG, Do V, Hsieh H, John A, Mohamad F, Seino S, Nishida S, Shin P, & Yang M (2019). *Tachypleus tridentatus* (errata version published in 2019). The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e. T21309A149768986.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T21309A149768986.en>.

Liao Y, Chen CP, Hsieh HL, Cao Y, & Chen J (2012). Sallow-skin horseshoe crabs (late juvenile *Tachypleus tridentatus*) as osmoconformers. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 92(3), 463-468.

Liao Y, Hsieh HL, Xu S, Zhong Q, Lei J, Liang M, & Kwan BK (2019). Wisdom of Crowds reveals decline of Asian horseshoe crabs in Beibu Gulf, China. Oryx, 53(2), 222-229.

- Manca A, Mohamad F, Ahmad A, Sofa MFAM, & Ismail N (2017). Tri-spine horseshoe crab, *Tachypleus tridentatus* (L.) in Sabah, Malaysia: the adult body sizes and population estimate. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 10(3), 355-361.
- Seino S, Uda T, Tsuchiya Y, & Tsuchiya K (2003). Conservation History of Horseshoe Crab *Tachypleus tridentatus* and its Spawning Ground Assinged as a Natural Monument in Kasaoka Bay in Okayama Prefecture. In *Proceedings of Civil Engineering in the Ocean* (Vol. 18, pp. 551-556). Japan Society of Civil Engineers.
- Sekiguchi K (Ed.) (1988). *Biology of Horseshoe Crabs*. Science House, Tokyo. pp. 51.
- Takahashi S (2016). Over 400 endangered horseshoe crabs found dead in Fukuoka Pref. Head of the Fukuoka Branch of "Nihon Kabutogani o Mamoru Kai" (Association to protect the Japanese horseshoe crab). *The Mainichi*. Japan National Daily. 24 August 2016. url: <https://mainichi.jp/english/articles/20160824/p2a/00m/0na/009000c>.
- Tanacredi, JT, Botton ML, & Smith DR (Ed) (2009). *Biology and conservation of horseshoe crabs* (p. 659). New York: Springer.
- Wang CC, Kwan KY, Shin PK, Cheung SG, Itaya S, Iwasaki Y, & Hsieh HL (2020). Future of Asian horseshoe crab conservation under explicit baseline gaps: A global perspective. *Global Ecology and Conservation*, 24, e01373.
- Weng Z, Xiao Z, Xie Y, Wang Z, & Gui J (2012). Genetic difference of Chinese horseshoe crab (*Tachypleus tridentatus*) in southeast coast of China based on mitochondrial COI gene analysis. *Acta Oceanologica Sinica*, 31(3), 132-137.
- Xu P, Bai H, Xie X, Wang CC, Huang X, Wang X, & Kwan KY (2021). Tri-spine horseshoe crab aquaculture, ranching and stock enhancement: perspectives and challenges. *Frontiers in Marine Science*, 8, 608155.
- Yang MC, Chen CA, Hsieh HL, & Chen CP (2007). Population subdivision of the tri-spine horseshoe crab, *Tachypleus tridentatus*, in Taiwan Strait. *Zoological Science*, 24(3), 219-224.
- Yang MC, Chen CP, Hsieh HL, Huang TS, Hsieh HJ, Tsai WSW, & Chen CA (2009).

Is a living fossil about to go locally extinct? No mitochondrial genetic variation in horse shoe crab juveniles *Tachypleus tridentatus* at haomeiliao nature reserve, Budai, Taiwan. *Zoological Studies*, 48(6), 737.

中國生態環境保護部(2014)。關於福建省平潭綜合實驗區防洪防潮工程環境影響報告書的批准。
https://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/spwj1/201412/t20141224_293439.htm。瀏覽日期：2023年10月30日。

中國生態環境部(2019)。2017年全國自然保護區名錄。
https://www.mee.gov.cn/ywgz/zrstbh/zrbhdjg/index_1.shtml。瀏覽日期：2023年10月30日。

中國生態環境部海洋生態環境司(2021)。平潭區-潭南灣。
https://www.mee.gov.cn/home/ztbd/2021/mlhwyxalzjhd/alg/fjs/202109/t20210906_900068.shtml。瀏覽日期：2023年10月30日。

內政部營建署(2017)。108年度第2期各縣市自然及人工海岸線比例一覽表。
<https://www.cpami.gov.tw/filesys/file/rp6/rp10908261.pdf>

內政部國土管理署(2019)。108年度第2期各縣市自然及人工海岸線比例一覽表。網址：<https://www.cpami.gov.tw/filesys/file/rp6/rp10908261.pdf>

日本文化廳(1950)。《文化財產保護法》。
https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=325AC0100000214_20220617_504AC0000000068&keyword=%E6%96%87%E5%8C%96%E8%B2%A1%E4%BF%9D%E8%AD%B7%E6%B3%95。瀏覽日期：2023年11月10日。

日本文化廳(2023a)。國家指定天然紀念物一覽表。
<https://tennenkinenbutu.com/x3000>。瀏覽日期：2023年11月10日。

日本文化廳(2023b)。笠岡市鱉繁殖場。文化遺產網站。
<https://bunka.nii.ac.jp/heritages/detail/217319>。瀏覽日期：2023年11月10日。

日本文化廳(2023c)。伊萬里灣鱉繁殖場。文化遺產網站。
<https://bunka.nii.ac.jp/heritages/detail/278356>。瀏覽日期：2023年11月10日。

日本環境省(1992)。《瀕危野生動植物種保護法》(平成 4 年法律第 75 號)。
<https://elaws.e-gov.jp/document?lawid=404AC0000000075>。瀏覽日期：2023 年 11 月 10 日。

日本環境省(2020)。環境部紅色名錄。<https://www.env.go.jp/press/107905.html>。
瀏覽日期：2023 年 11 月 10 日。

日本環境省(2022)。關於對瀕危野生動植物保護法施行令進行部分修改的內閣令
(國內珍稀野生動植物種指定等)的內閣決定。
https://www.env.go.jp/press/press_00977.html。瀏覽日期：2023 年 11 月 10 日。

日本環境省(2023)。蟹。瀬戸内網。
https://www.env.go.jp/water/heisa/heisa_net/setouchiNet/seto/g1/g1chapter1/ikimono/kabutogani.html。瀏覽日期：2023 年 10 月 30 日。

佐藤義明及惣路紀通(1993)。カブトガニ。山陽新聞社，95，26 頁。

金門縣水產試驗所(2018)。106 年金門縣潮間帶稚蟹與生物多樣性資源調查成果
報告。

金門縣水產試驗所(2019)。108 年金門縣潮間帶稚蟹與生物多樣性資源監測成果
報告。

金門縣水產試驗所(2021)。109 年金門縣潮間帶稚蟹族群與棲地環境調查成果報
告。

金門縣水產試驗所(2022)。110 年金門古寧頭西北海域潮間帶蟹保育區及建功嶼
潮間帶稚蟹族群熱區調查成果報告。

長崎縣自然環境課(2010)。環境現況及保育環境所採取的措施(平成 22 年度)。
https://www.google.com/url?client=internal-element-cse&cx=009084070053545964424:kesuf4zlh5y&q=https://www.pref.nagasaki.jp/shared/uploads/2013/08/1377222654.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwizxpHW_ZWCAXX8rlYBHSonBGcQFnoECAEQAQ&usq=AOvVaw2wbiot4ZFHAsgTnc1WmSrp。瀏覽日期：2023 年 10 月 30 日。

長崎縣政府(2008)。《長崎縣保護培育未來環境條例》(平成 20 年 3 月 25 日長崎

縣 條 例 第 15 號) 。

<http://www.rilg.or.jp/htdocs/img/reiki/PDF/%EF%BC%98%EF%BC%92/%E9%95%B7%E5%B4%8E%E7%9C%8C%E6%9D%A1%E4%BE%8B.pdf>。瀏覽日期：

2023 年 11 月 10 日。

海洋保育署(2021)。110 年臺灣三棘蠶野外族群調查及保育策略計畫成果報告。

海洋保育署(2023)。112 年臺灣三棘蠶資源評估成果報告。

翁朝紅、謝仰杰、肖志群、黃良敏、李軍、王淑紅、張雅芝(2012)。福建及中國其他沿岸海域中國蠶資源分布現狀調查。《動物學雜誌》47(3)，頁 40-48。

笠岡市政府(2003a)。《笠岡市蠶保護條例》(平成 15 年 7 月 1 日條例第 22 號)。

https://www.city.kasaoka.okayama.jp/reiki_int/reiki_honbun/m206RG00000787.html。瀏覽日期：2023 年 10 月 30 日。

笠岡市政府(2023b)。《笠岡市蠶保護條例施行規則》(平成 15 年 7 月 1 日規則第 22 號)。

https://www.city.kasaoka.okayama.jp/reiki_int/reiki_honbun/m206RG00000789.html。瀏覽日期：2023 年 10 月 30 日。

莊西進、莊曜陽、翁嘉謙、翁文慶、李龍君(1997 年)。潮間帶的鐵甲武士—水頭沿海中國蠶(*Tachypleus tridentatus*)的生殖與族群動態研究。國立臺灣科學教育館科學資訊管理系統，中華民國第三十八屆中小學科學展覽會高中組優勝作品專輯。<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/38/38h.htm>。瀏覽日期：2023 年 10 月 30 日。

連江縣政府(2016)。104 年連江縣清水濕地行動保育計畫成果報告。

連江縣政府(2017)。105-106 年度清水重要濕地(國家級)基礎調查計畫成果報告書。

陳章波、葉欣宜(2001)。金門蠶保育實錄。金門歷史、文化與生態國際學術研討會論文集。

陳章波、謝蕙蓮、黃丁士、蔡萬生、林金榮、廖永岩、李裕紅、李瓊珍 (2014)。

海峽兩岸三棘鰲增殖放流的檢討與展望。2014 海峽兩岸漁業增殖放流研討會特刊。P.119-127。

楊明哲、謝蕙蓮、陳昭倫、陳章波(2009)。天然紀念物的隔離族群在保育上的困境與建議-以臺灣鮭及三棘鰲為例。國立臺灣博物館學刊。62(3)，75-90。

楊明哲(2020)。臺灣稚鰲調查計畫：進行金門、澎湖與臺灣本島香山溼地的稚鰲族群與棲地狀態調查。2019-2020 年度香港海洋公園基金保育項目。

嘉義縣政府(2021)。110 年嘉義好美寮濕地及朴子溪河口濕地三棘鰲潛在復育棲地調查計畫成果報告。

澎湖縣政府農漁局(2021)。109-110 年度青螺重要濕地(國家級)指標物種小燕鷗、三棘鰲暨石滬使用調查計畫結案報告書。