

雲嘉沿海刺網漁業作業捕撈海洋廢棄物現況調查

邱靖淳¹、柳琬玲²、吳斐竣²、郭庭君^{1*}

¹ 國立臺灣海洋大學海洋事務與資源管理研究所

² 環境權保障基金會漁民權益暨環境永續中心

摘要

海洋廢棄物污染逐年增加，其中塑膠廢棄物最為普遍。這些廢棄物隨著海水漂流，對人類和海洋生物造成危害，並影響全球環境和經濟。由於調查人力與技術的限制，目前臺灣的海洋廢棄物調查主要集中在海岸，對水域(海面、水層和海底)的廢棄物調查較少。意識到海洋廢棄物對漁民生計的威脅，本計畫自 2022 年底起，與雲林縣刺網漁業的 10 位漁民合作，統計其於刺網作業過程中攜回的海洋廢棄物。自 2023 年 1 月至 9 月，504 次刺網作業撈起 2,849 件廢棄物(加權後 4,680 件)，總重 313.59 公斤，平均每次 9.29 ± 20.94 件、 0.63 ± 1.92 公斤，94% 的捕撈航次會撈到海洋廢棄物。雲嘉沿海的刺網所收集到的廢棄物主要集中在口湖鄉，尤其是接近牡蠣養殖範圍，每次作業平均 14.62 ± 26.43 件，第一季(一月至三月)廢棄物量較高。台西鄉、四湖鄉、東石鄉的平均廢棄物量相近，每次約 5-7 件垃圾，第三季廢棄物量較高。雲嘉刺網廢棄物中，塑膠占比最高(61%)，其次為漁業廢棄物(27%)，兩者合計占整體海廢的近九成，其中塑膠碎片/塑膠袋(41%)和廢棄蚵條(23%)最多。根據漁民的長期觀察，海洋廢棄物的主要來源可能包含：颱風、台塑六輕工業港清淤、離岸風電工程船舶的海拋垃圾。西南沿海的牡蠣養殖是臺灣的主要生產地，蚵條成為當地特有的海洋廢棄物。臺灣西南沿海海洋廢棄物的具體來源仍需更多數據來驗證。

關鍵詞：海洋廢棄物、海洋垃圾、刺網漁業、塑膠、蚵條

前言

海洋廢棄物(以下簡稱海廢)為當今最嚴重的海洋汙染之一，導致近年來對於海

廢議題的關注日益升高。1982 年的研究顯示，每日約有 800 萬個海廢流入海洋，而現在更以倍速增加(Barnes and Milner, 2005)。隨著全球氣候變化的加速發展，海

Received 21 June 2024; revised 22 August 2024; accepted 05 September 2024; available online 20 September 2024

*通訊作者電子信箱：tckuo@mail.ntou.edu.tw

DOI: [10.29474/fer.202412.0103](https://doi.org/10.29474/fer.202412.0103)

平面上升、極端氣候等狀況，可能導致更多廢棄物流入海中(Meier and Wahr, 2002; Goldenberg *et al.*, 2001)。塑膠類製品為海廢最常見的類型，一項估計顯示，2025 年的塑膠流入海洋的總量可能從目前的 1,270 萬噸增加至 2.5 億噸(Jambeck *et al.*, 2015)。隨著海水的漂移，海廢甚至能影響到海洋最偏遠的地方，例如：南大洋的南極洲和南極群島(Gregory *et al.*, 1984; Eriksson and Burton, 2003; Barnes and Milner 2005)、北太平洋渦漩(Moore, 2003)、南太平洋群島(Gregory, 1999)與馬里亞納海溝(Chiba *et al.*, 2018)等，皆曾發現廢棄物漂流於此。

海廢對全球環境、經濟和人類健康都構成了相當高的風險(Siung-Chang, 1997; Cho, 2009; Butler *et al.*, 2013)。許多研究中發現，鳥類、海龜、魚類和海洋哺乳動物皆可能因廢棄物纏繞或吞食而死亡(Laist, 1997; Secretariat of the Convention on Biological Diversity and the Scientific and Technical Advisory Panel – GEF, 2012)。牡蠣等濾食性生物的體內，也曾被發現含有微塑膠(Zhu *et al.*, 2019)。累積在浮游生物中的微塑膠可能沿著食物鏈往上傳遞，影響其它生物(包含人類)的健康安全(Desforges *et al.*, 2015; Kang *et al.*, 2015)。另外，海廢亦會造成負面的經濟影響。海面上的廢棄物會因周遭環境變化而漂移，若與船舶撞擊或捲入，可能造成船舶損壞(Barnes and Milner, 2005)。另外，沙灘上的海廢可能造成對海岸線的負面觀賞體驗，

降低前往目的地的吸引力，影響旅遊業效益(Roehl and Ditton, 1993; Jang *et al.*, 2014)。海廢影響海洋生物如魚類的生存，也會降低漁業產量(Matrutty *et al.*, 2023)。

在臺灣，過去對海廢問題的關注由淨灘開始(Walther *et al.*, 2018)，近年來發展出各種海廢科學調查(Chiu *et al.*, 2020; Liao *et al.*, 2021; Wong *et al.*, 2020)。蒐集淨灘記錄可在較低成本之下，大規模地瞭解全臺各地海灘的廢棄物狀況。非政府組織荒野保護協會自 2005 年開始舉辦海灘清理活動，並於 2009 年開始累積淨灘數據，逐步釐清臺灣海洋垃圾中約 90% 為塑膠(荒野保護協會, 2020)。然而，淨灘資料因為民眾在垃圾分類上可能會有誤差，且資料依賴自願回報，可能導致時間和空間覆蓋不均勻的問題。相較之下，科學化的定點調查資料可能更有系統地收集統計資料。Kuo 與 Huang (2014)利用穿越線調查臺灣各種海濱垃圾數量和種類，結果顯示，岩岸垃圾密度最高(0.398 件/m²)，其次是沙灘(0.149 件/m²)，而漁港最少(0.035 件/m²)。綠色和平與荒野保護協會(2019)使用視覺量化的「海岸快篩」方法，發現臺灣海岸線上的垃圾分布極不均勻，大約一半的垃圾集中在 10% 的海岸上。海漂廢棄物方面，Chiu *et al.* (2020)透過公民科學家及機會船舶全面性調查臺灣周遭海域海漂垃圾分布、密度與垃圾組成，研究結果顯示臺灣北部海面垃圾密度最高，垃圾組成以塑膠(63.2%)、保麗龍(20.1%)為主。然而，受環境條件的限制，目前臺灣的海廢

仍以沿岸垃圾調查為多數，海漂垃圾、海底垃圾(潛水或底拖網)的海廢調查仍為少數(Chiu *et al.*, 2020; Lin *et al.*, 2022)。

即使 2020 年臺灣海域海漂廢棄物調查顯示，臺灣所有海域都發現了海漂垃圾，垃圾目擊率近七成(Chiu *et al.*, 2020)，水體內及海底之海廢狀況目前我們仍所知甚少。如果說「臺灣海域海洋垃圾無所不在」(Chiu *et al.*, 2020)，那麼在進行漁業行為的時候，是否也會一併捕撈到海洋垃圾呢？藉由漁業捕撈到的垃圾，能否能幫助我們瞭解海中的廢棄物分布及狀態？意識到海廢對漁民生計的威脅，環境權保障基金會漁民權益暨環境永續中心與雲林縣近沿海作業漁船協進會在海洋保育署海洋保育在地守護計畫補助下，自 2022 年底起與雲林縣台子村漁港 10 位船長及臺灣海洋大學合作，著手展開沿近海刺網作業誤捕海洋垃圾的調查計畫，並分析其垃圾種類組成、地理分布及季節動態。本篇報告的目的即為簡述此項臺灣首次的刺網廢棄物調查，研究結果可供後續有關單位進行沿近海廢棄物治理參考。

研究方法

1. 研究地區

本研究分析雲林嘉義沿海地區刺網漁業之海廢調查數據，範圍自 23.4°-23.8°N、119.9°-120.2°E，鄉鎮由北到南包括：雲林縣台西鄉、四湖鄉、口湖鄉與嘉義縣東石鄉。該範圍之特殊環境包括：1.離岸風電廠(允能風力

發電廠)、2.牡蠣養殖場、3.台塑六輕石化廠(圖 1)。

2. 資料來源

海廢數據來自漁民權益暨環境永續中心與雲林縣近沿海作業漁船協進會合作，收集自 2023 年 1 月至 9 月期間來自 10 艘漁船作業時攜回之海廢。漁船攜回海廢後，先排除漂流木／竹，再交由漁民權益暨環境永續中心之研究人員清點及記錄海廢與漁船作業相關資訊。數據內容包括：漁船名稱、漁船編號、填表人員、作業日期、作業起訖時間、作業範圍、網具種類、海廢總重量、海廢種類及數量(詳附錄一)。

資料蒐集共 504 筆(作業次)，作業範圍集中在四湖鄉與口湖鄉(分別

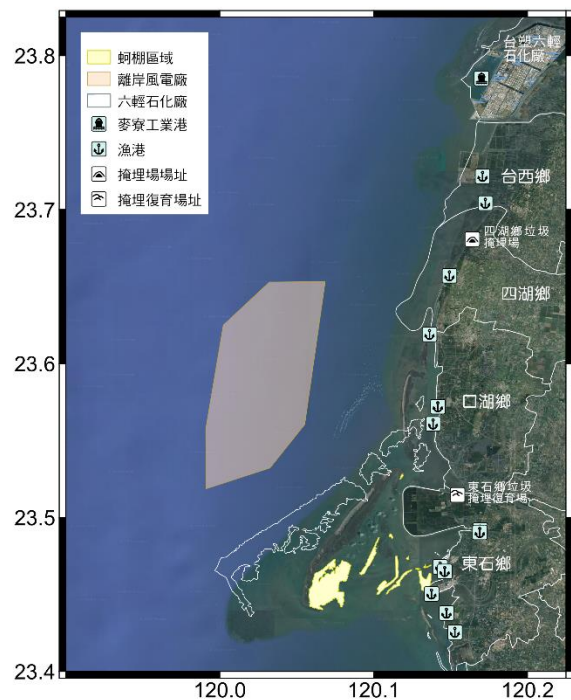


圖 1. 雲林嘉義沿海環境。

為 210 筆與 188 筆，占 42%與 37%)，動力漁筏(CTR)為主要作業漁船(301 筆，占 60%)(圖 2)；刺網種類以底刺

網為主(334 筆，占 66%)，主要作業範圍為四湖鄉以北(圖 2)；第二季調查次數最多(237 筆，占 47%) (圖 3)。

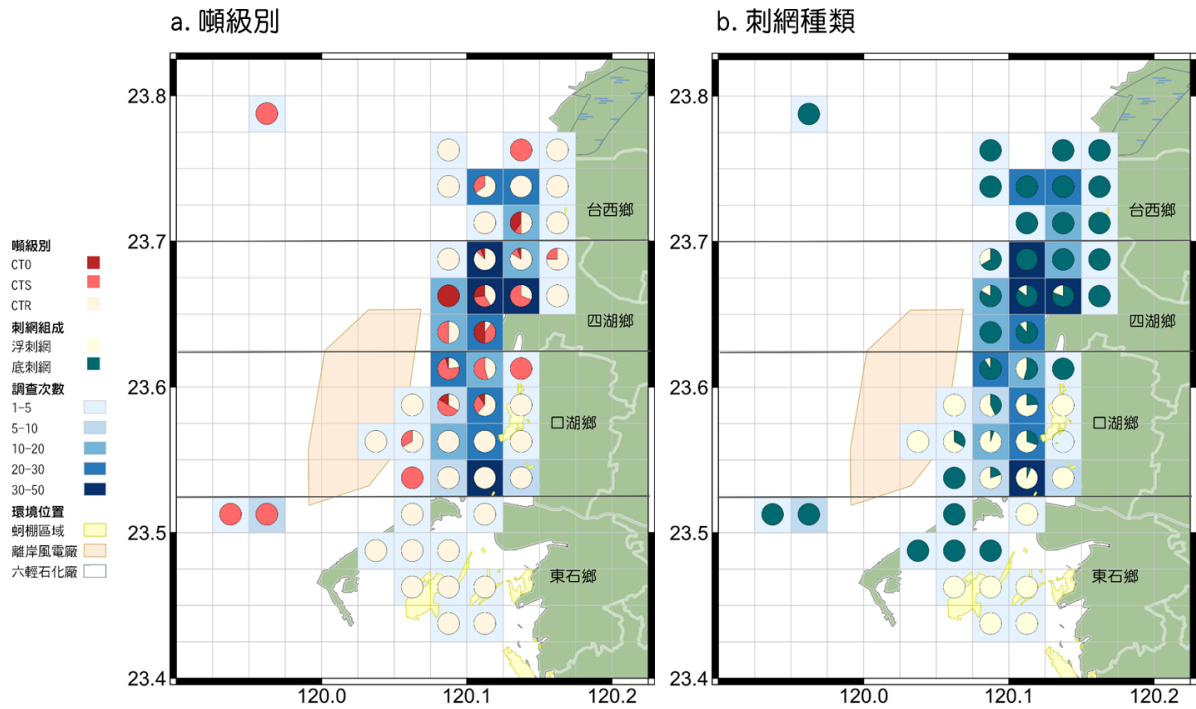


圖 2. 噸級別（左圖）、刺網種類（右圖）之組成與調查次數分布圖。

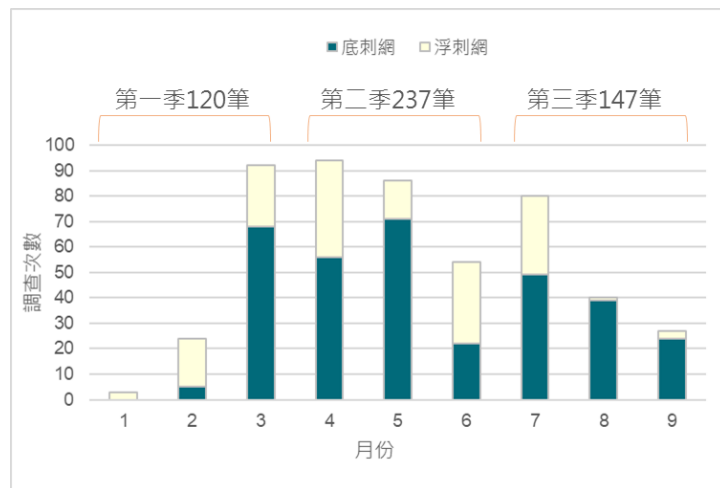


圖 3. 不同刺網種類與季節的調查次數。

3.數據分析

本研究將資料依 0.025°網格呈現其單次作業平均海廢數量(重量)之地理分布，且依鄉鎮、噸級別、刺網種類分別探討平均海廢數量與平均海廢重量之差異，以 Kruskal-Wallis test (簡稱 K-W 檢定)檢視其統計學上之顯著性，再以 Wilcoxon rank-sum 檢定 (簡稱 Wilcoxon 檢定)進行成對比較。

單次作業平均海廢數量(重量)之計算方式如下：

$$\text{單次作業平均海廢數量(重量)} = \frac{\sum \text{海廢數量(重量)}}{(\text{縣市/噸級別/刺網種類}/0.025^\circ\text{網格})\text{調查次數}}$$

在海廢的組成上，將依調查表分成九大類，其中菸蒂、打火機數量較

少，分類至其他。其他項目中多次出現手套，則與衣服、鞋子一併歸類在紡織品(表 1)。

此外，由於刺網纏繞的部分海廢難以計數，如塑膠碎片/塑膠袋與蚵條(圖 4)，若海廢紀錄表上呈現一批時，僅用 1 件計數將造成數量低估。經詢現場統計海廢的人員，認為蚵條勾選一批時，大約為 10 件；塑膠碎片/塑膠袋勾選一批時，平均約為 100 件左右。故當蚵條勾選一批時，將加權為 10 件；而塑膠袋/塑膠碎片雖然數量多，但因為塑膠碎片十分細小，僅加權為 20 件，避免因加權過大而造成整體組成偏離真實情況。

表 1. 雲嘉刺網海廢之分類

*表示經過加權

類別	項目
塑膠	*塑膠碎片/塑膠袋、塑膠瓶蓋、吸管、飲料瓶/保特瓶、塑膠餐具、巧拼、其他塑膠類
金屬	鐵罐、鋁罐、其他金屬類
紙類	鋁箔包、紙容器、紙/紙箱/紙板
紡織品	衣服/布料、鞋子、手套
醫療	點滴罐、藥罐、注射筒、其他醫療廢棄物
玻璃	玻璃瓶、玻璃碎片、其他玻璃
電器/燈管	日光燈管、燈泡、電線、其他電器類
漁業	浮球、浮標、浮筒、漁網、*蚵條、漁線、螢光棒、保麗龍、其他漁業廢棄物
其他	菸蒂、打火機、其他



圖 4. 多條纏繞難以計數的蚵條(柳琬玲攝)。

研究結果

根據 2023 年 1-9 月 504 次刺網作業調查中，共 474 次作業撈到海廢，佔調查次數 94%，共撈到 2,849 件海廢(加權後為 4,680 件海廢)，總計 313.59 公斤。平均每次海廢量為 9.29 ± 20.94 件，約 0.63 ± 1.92 公斤。從海廢分布來看，雲嘉沿海刺網垃圾主要分布在口湖鄉 (Wilcoxon 檢定 $p < 0.05$)，尤其接近牡蠣養殖範圍(圖 5)，口湖鄉平均海廢量為每次 14.62 ± 26.43 件海廢，台西鄉、四湖鄉、東石鄉之平均垃圾數量相近，平均約為每次 5-7 件海廢。垃圾重量與數量呈現一致的結果。

然而若以各地區之季節來看，口湖鄉明顯於第一季(1-3 月)海廢數量較高(平均 28.67 ± 37.10 件海廢)，其他地區都以第三季(7-9 月)海廢數量較多(平均 6.88-15.94 件垃圾)，反觀口湖鄉在第三季海廢數量最少(圖 6)。

海洋廢棄物數量組成方面，可以發現塑膠碎片/塑膠袋與蚵條為雲嘉沿海主要的海廢。雲嘉刺網廢棄物組成以塑膠占比最高(61%)，其次為漁業(27%)，兩者占整體海廢近九成。單看塑膠與漁業的組成，塑膠類前三名為 1. 塑膠碎片/塑膠袋(67%)、2. 塑膠餐具(15%)、3. 其他塑膠(10%)；漁業前三名為 1. 蚵條(86%)、2. 漁網(6%)、3. 浮標(3%) (圖 7)。

以季節與地區來看，首要的海廢主要仍是塑膠碎片/塑膠袋(29.39% - 52.74%)，其次是蚵條(12.50% - 42.73%)，但不同地區有季節上的差異(圖 8)。口湖鄉的塑膠碎片/塑膠袋在季節上有增加的狀況，四湖鄉第三季則維持約 50% 的占比，但口湖鄉與四湖鄉的蚵條則在季節上有減少之情況；台西鄉與東石鄉的蚵條在季節上有增加的狀況，但塑膠碎片/塑膠袋則有減少之情形。此外，台西鄉與口湖鄉有較多的塑膠餐具及其他塑膠(圖 8)；四湖鄉第三季的紙類占比則增加至 20%。

討論

雲林嘉義沿海一帶的海廢以塑膠為主(61%)，與歷年的海廢研究結果一致 (Kuo and Huang, 2014; Chiu *et al.*, 2020)。由於塑膠的便利性及普遍性，全球塑膠成指數級增長，估計目前年產量為 4 億噸。根據聯合國估計，每年約有 1,900 萬至 2,370 萬噸的塑膠流入水域環境當中 (UNEP, 2021)。當各種塑膠材質持續流入海洋中，隨著陽光曝曬及海洋物理因素將

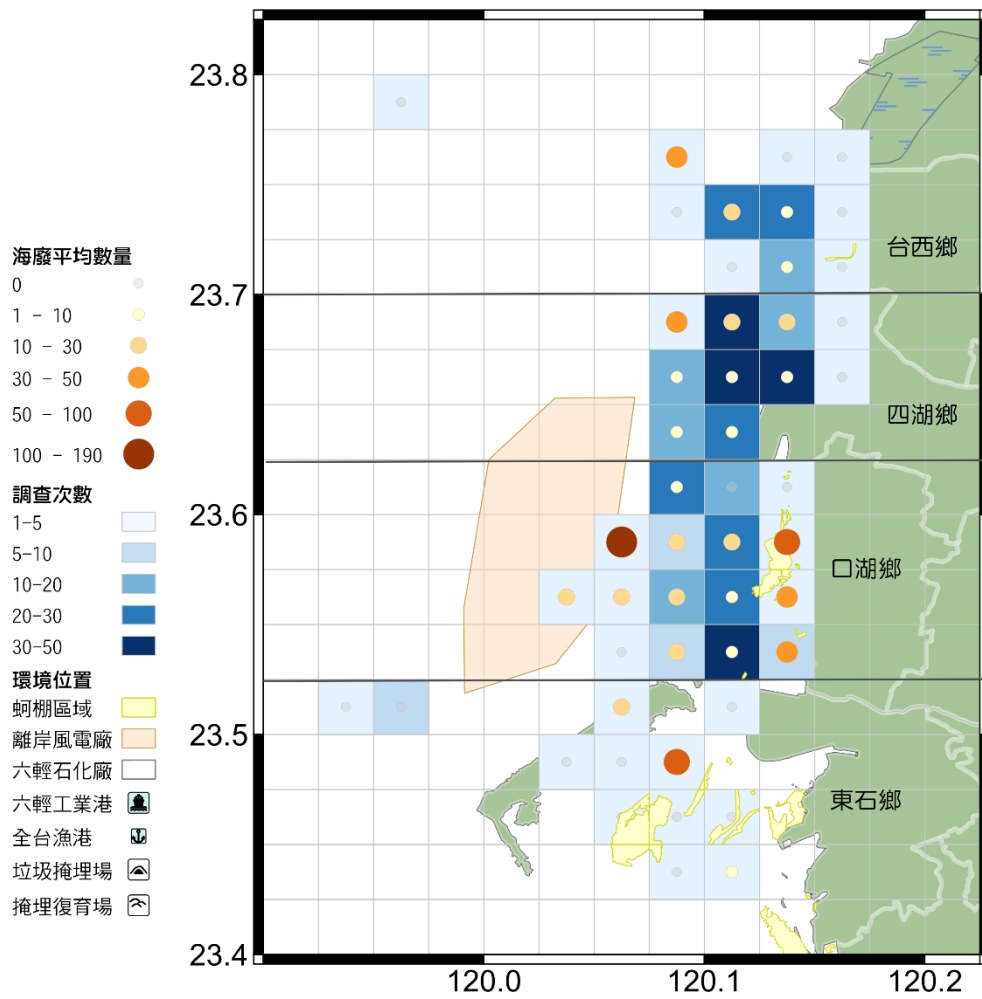


圖 5. 雲嘉刺網廢棄物平均數量分布圖。

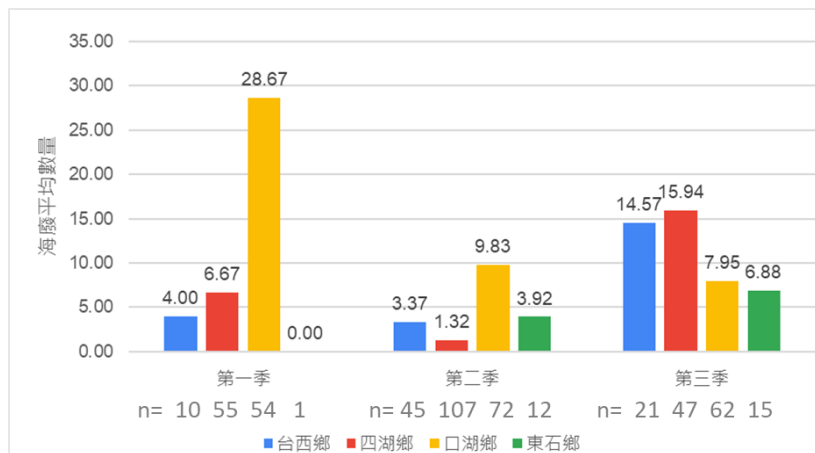


圖 6. 鄉鎮之季節平均海廢數量。

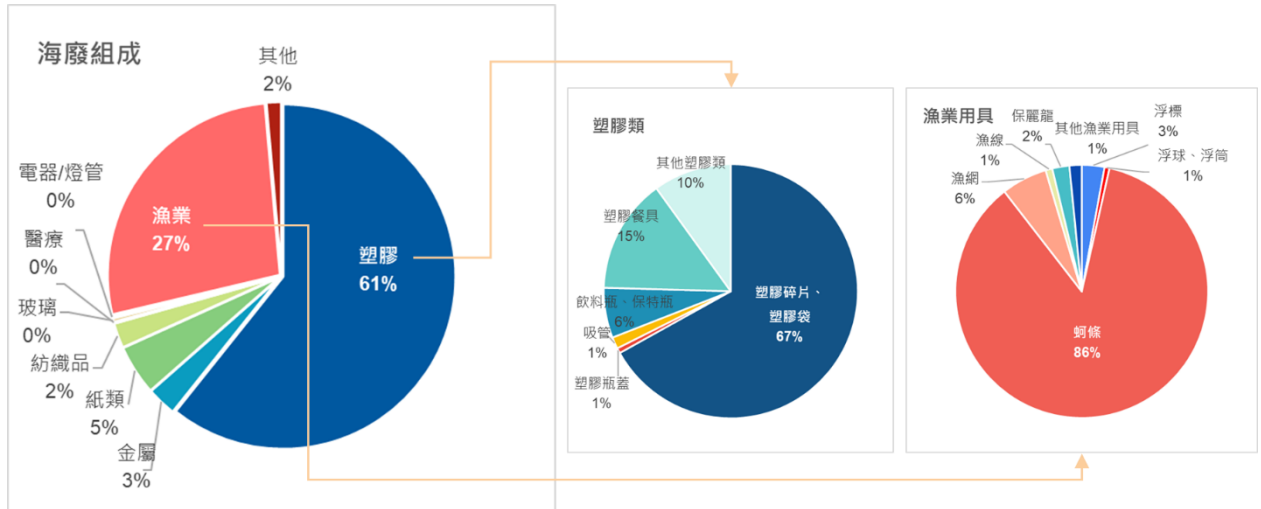


圖 7. 雲嘉沿海廢棄物之數量組成。

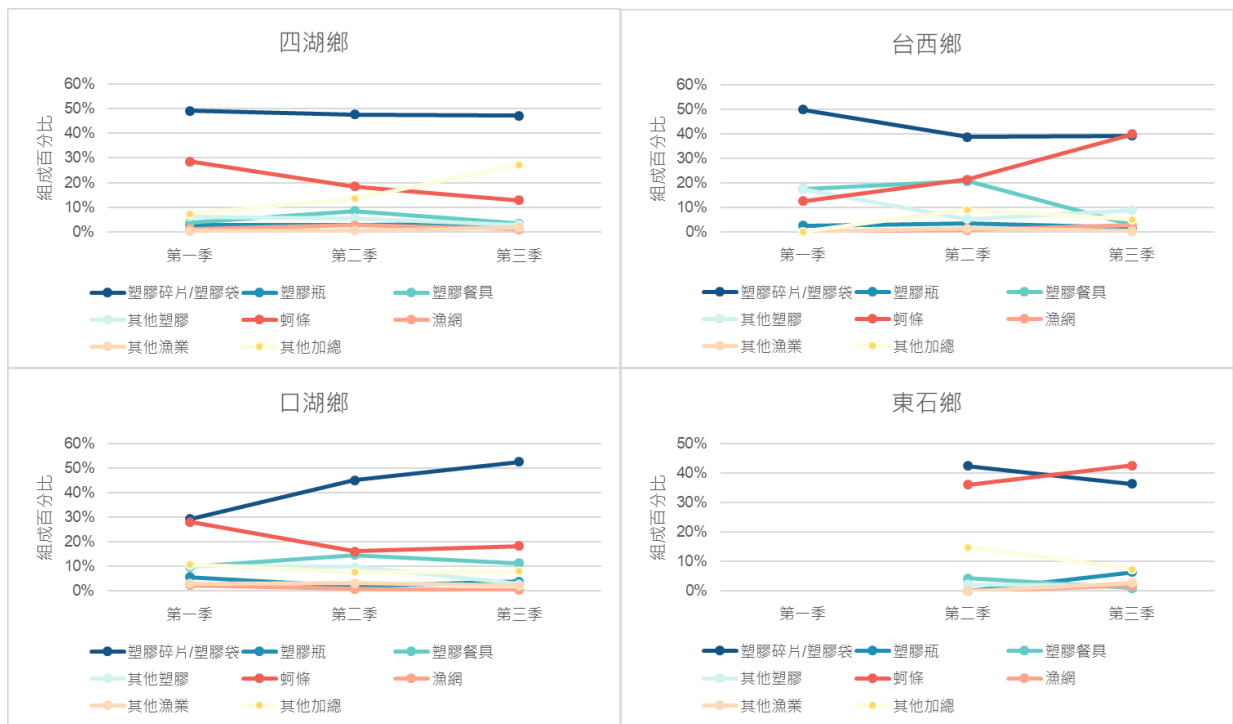


圖 8. 鄉鎮之季節數量組成變化。

可能導致塑膠裂解為塑膠碎片，在加上細菌與生物的附著，塑膠薄膜會逐漸沒入水層中(報導者, 2021)。在本研究地區中，塑膠碎片/塑膠袋即占了整體海廢的 41%，為最多的海廢項目。澄洋環境顧問於 2020 年

進行臺灣西部沿海各處進行調查，發現膜狀塑膠約為三成，其可能來源為塑膠包裝、塑膠袋(澄洋環境顧問, 2020)，與本研究有相近之處。

塑膠碎片/塑膠袋的計數為本研究的

挑戰，由於塑膠碎片/塑膠袋經常呈現碎片狀態，量多而難以計數，考量時間成本關係，多以一批替代實際數量。對於塑膠碎片/塑膠袋項目，未來研究應可以參考如海廢快篩的調查方式(Yen *et al.*, 2022)，以視覺評估納入調查，將塑膠碎片/塑膠袋湊成一個寶特瓶大小(約 600 ml)作為一個單位，較能評估整體的比例。此外，塑膠碎片/塑膠袋中可能還包含長條狀之塑膠纖維，這類型的來源可能源自於尼龍編織袋(米袋)(澄洋環境顧問, 2020)，因此可以將塑膠碎片/塑膠袋再區分出膜狀塑膠與塑膠纖維，以識別其海廢的來源。

雲林嘉義沿海另一個主要的垃圾則為蚵條，這是西南沿海牡蠣養殖地區獨有的海廢(圖 4)。透過 2023 年 Google 衛星雲圖瞭解牡蠣養殖場作業範圍(圖 9)，並以 0.0025° 網格框選，隨機抽樣 10% 有浮棚式蚵架的網格，進行人工計算數量後再推估

總量。本研究範圍中(23.4°-23.8°N)牡蠣養殖場估計約有 1,417 公頃及 8,870 座浮棚式蚵架(浮棚式蚵架覆蓋範圍內平均每公頃 6.26 座浮棚)，主要分布在東石鄉，超過 7,000 座浮棚式蚵架，占比約 80%。

據當地漁民指出，蚵條成為海廢的可能原因，主要來自於海浪拍打導致蚵繩掉落。此外，當蚵農收成時，會將整條蚵串放進洗蚵機內清洗以節省人力成本，洗蚵機在清洗時會將牡蠣上的泥沙清除並將牡蠣與蚵條分離，倘若人為處理不當，將形成當地的海廢。此外，每年農曆中秋節至隔年農曆過年期間為附苗期(圖 10)，根據現場作業人員的瞭解，當年 2-4 月幼蚵有異常死亡的狀況，由於蚵棚主要分布在東石鄉與口湖鄉，加上臺灣海峽海流終年偏北(戴等, 2018)，當蚵條會割捨毀棄及棄置不當，可能為口湖鄉第一季蚵條占比較多的原因，(圖 8)也造成口湖鄉在第一季的



圖 9. Google 衛星圖清楚可見的浮棚式蚵架，即左半邊正方形點狀。



圖 10. 雲林嘉義沿海牡蠣養殖時程表（農曆）。

單次作業平均海廢數量較其他地區來的高。

雲林刺網漁民表示，他們也十分在意海洋垃圾汙染，因為「有垃圾就沒魚」。根據 2019 年於高雄外海底拖網船調查，發現七月份的漁獲量較高時海洋垃圾也較少，在 80 m 以淺的水層亦為如此；80 m 以深的水層則發現，有較多的海洋垃圾且漁獲量較少(林, 2020)。印尼安汶灣的底刺網調查同樣也指出，刺網垃圾會導致漁獲捕撈量下降 20%-50% (Matrutty *et al.*, 2023)。這些研究正好應證了漁民在海上作業的經驗：「當刺網上的垃圾少，漁獲就會多；相反的，當刺網垃圾多時，漁獲就減少」。

漁民就海上作業的觀察，認為除了蚵條外，造成海廢來源或數量增加的原因可能包含以下三項：1. 颱風，2. 台塑六輕工業港清淤，3. 離岸風電工程船舶作業的海拋垃圾。2023 年度颱風自 7 月底開始至 10 月初影響臺灣，共有三個颱風過境，包括杜蘇芮、海葵與小犬。當颱風過境時強大的風擾動海水，將海水底層的泥沙與垃圾捲起，垃圾由底層重新漂至水層中，以至於颱風過後垃圾量增加。而台塑六輕工業港約莫於每年 12 月底至隔年 6 月清淤航道泥沙，可能將底層泥沙連同垃圾抽起並

排放到周遭海域，而造成垃圾量增加。此外，在口湖鄉外海的允能風力發電廠(圖 1)，西南季風期作業頻繁，工程船舶由雲林三條崙漁港進出，據漁民說法，無論工程船或是商船，可能有海拋垃圾的情況發生。然而，此三個原因是否為造成當地海廢的主要原因，仍待未來更多實證資料驗證。

參考文獻

- 林瑞堃 (2020) 台灣西南海域底拖網作業之漁獲與海洋廢棄物組成之研究。國立高雄科技大學碩士論文，高雄市，109 pp.。
- 荒野保護協會 (2020) 2019 荒野保護協會淨灘數據發表記者會。取自：
<https://www.sow.org.tw/blog/129/20191121/7062>
- 報導者 (2021) 你所不知的「海底廢」現世報。取自：<https://www.twreporter.org/a/marine-litter>
- 綠色和平與荒野保護協會 (2019) 海岸快節。耗時一年海廢快節調查，揭露臺灣海岸汙染真相！取自：
<https://www.natgeomedia.com/environment/article/content-8745.html>
- 澄洋環境顧問 (2020) 臺灣首度海底垃圾調查 (2020/10/20 記者會簡報)。
- 戴昌鳳、俞何興、王冑、詹森、喬凌雲、張翠玉、陳慶生、黃千芬、曾于恒、郭家榆、郭天俠、楊穎堅、陳世楠、張明輝、邱銘達、溫良碩、翁其羽、李佑青、謝志豪、蕭仁傑、張妮娜、林佩諭、林先詠、陳韋仁 (2018) 臺灣區域海洋學(二版)，國立臺灣大學出版中心，臺北市。
- Barnes, D.K.A., P. Milner (2005) Drifting plastic and its consequences for sessile organism dispersal

- in the Atlantic Ocean. *Marine Biology* 146: 815-825.
- Butler, J.R., R. Gunn, H.L. Berry, G.A. Wagey, B.D. Hardesty, C. Wilcox (2013) A value chain analysis of ghost nets in the Arafura Sea: identifying trans-boundary stakeholders, intervention points and livelihood trade-offs. *Journal of Environmental Management* 123: 14-25.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.03.008>
- Chiba, S., H. Saito, R. Fletcher, T. Yogid, M. Kayo, S. Miyagi, M. Ogido, K. Fujikura (2018) Human footprint in the abyss: 30 year records of deep-sea plastic debris. *Marine Policy* 96: 204-212.
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.03.022>
- Chiu, C.C., C.P. Liao, T.C. Kuo, H.W. Huang (2020) Using citizen science to investigate the spatial-temporal distribution of floating marine litter in the waters around Taiwan. *Marine Pollution Bulletin* 157: 111301.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111301>
- Cho, D.O. (2009) The incentive program for fishermen to collect marine debris in Korea. *Marine Pollution Bulletin* 58(3): 415-417.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.10.004>
- Desforges, J.P.W., M. Galbraith, P.S. Ross (2015) Ingestion of microplastics by zooplankton in the Northeast Pacific Ocean. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 69: 320-330.
<https://doi.org/10.1007/s00244-015-0172-5>
- Eriksson, C., H. Burton (2003) Origins and biological accumulation of small plastic particles in fur seals from Macquarie Island. *Human Environment* 32(6): 380-384.
<https://doi.org/10.1579/0044-7447-32.6.380>
- Goldenberg, S.B., C.W. Landsea, A.M. Mestas-Nuñez, W.M. Gray (2001) The recent increase in Atlantic hurricane activity. Causes and implications. *Science* 293: 474-479.
<https://doi.org/10.1126/science.1060040>
- Gregory, M.R. (1999) Plastics and South Pacific Island shores: environmental implications. *Ocean & Coastal Management* 42: 603-615.
[https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(99\)00036-8](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(99)00036-8)
- Gregory, M.R., R.M. Kirk, M.C.G. Mabin (1984) Pelagic tar, oil, plastics and other litter in surface waters of the New Zealand sector of the Southern Ocean and on Ross Dependency shores. *New Zealand Antarctic Record* 6: 12-28.
- Jambeck, J.R., R. Geyer, C. Wilcox, T.R. Siegler, M. Perryman, A. Andrady, R. Narayan, K.L. Law (2015) Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347(6223): 768-771.
<https://doi.org/10.1126/science.1260352>
- Jang, Y.C., J. Lee, S. Hong, J.S. Lee, W.J. Shim, Y. K. Song (2014) Sources of plastic marine debris on beaches of Korea: more from the ocean than the land. *Ocean Science Journal* 49: 151-162.
- Kang, J.H., O.Y. Kwon, W.J. Shim (2015) Potential threat of microplastics to zooplanktivores in the surface waters of the Southern Sea of Korea. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 69: 340-351.
<https://doi.org/10.1007/s00244-015-0210-3>
- Kuo, F.J., H.W. Huang (2014) Strategy for mitigation of marine debris: analysis of sources and composition of marine debris in northern Taiwan. *Marine Pollution Bulletin* 83(1): 70-78.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.04.019>
- Laist, D.W. (1997) Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris

- including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In *Marine Debris: Sources, Impacts, and Solutions* (pp. 99-139). New York, NY: Springer New York.
- Liao, C.P., C.C. Chiu, H.W. Huang (2021) Assessment of microplastics in oysters in coastal areas of Taiwan. *Environmental Pollution* 286: 117437. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117437>
- Lin, P.I., G.C.M. Ku, H.H. Lin, C.H. Hsu, H.C. Chi, Y.C. Chen (2022) Investigating sources of marine litter and developing coping strategies in scuba diving spots in Taiwan. *Sustainability*, 14(9): 5726. <https://doi.org/10.3390/su14095726>
- Matrutty, D.D., S.R. Siahainenia, W. Waileruny, D. Noiija (2023) Effect of marine debris on the catching ability of bottom gill net. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1207, No. 1, p. 012016). IOP Publishing, July.
- Meier, M.F., J.M. Wahr (2002) Sea level is rising: Do we know why?. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99: 6524-6526. <https://doi.org/10.1073/pnas.112214499>
- Moore, C. (2003) Trashed: across the Pacific Ocean, plastics, plastics, everywhere. *Natural History* 112(9): 46-51.
- Roehl, W.S., R.B. Ditton (1993) Impacts of the offshore marine industry on coastal tourism: the case of Padre Island National Seashore. *Coastal Management* 21(1): 75-89. <https://doi.org/10.1080/08920759309362193>
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity and the Scientific and Technical Advisory Panel—GEF (2012) Impacts of marine debris on biodiversity: Current status and potential solutions. Montreal, Technical Series No. 67, 61 pages.
- Siung-Chang, A. (1997) A review of marine pollution issues in the Caribbean. *Environmental Geochemistry and Health* 19(2): 45-55.
- UNEP (2021) Drowning in Plastics – Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics. From <https://www.unep.org/resources/report/drowning-in-plastics-marine-litter-and-plastic-waste-vital-graphics>
- Walther, B. A., A. Kunz, C.S. Hu (2018) Type and quantity of coastal debris pollution in Taiwan: A 12-year nationwide assessment using citizen science data. *Marine pollution bulletin* 135: 862-872. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.025>
- Wong, G., L. Löwemark, A. Kunz (2020) Microplastic pollution of the Tamsui River and its tributaries in northern Taiwan: spatial heterogeneity and correlation with precipitation. *Environmental Pollution* 260: 11393. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.113935>
- Yen, N., C.S. Hu, C.C. Chiu, B.A. Walther (2022) Quantity and type of coastal debris pollution in Taiwan: A rapid assessment with trained citizen scientists using a visual estimation method. *Science of The Total Environment* 822: 153584. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153584>
- Zhu, J., Q. Zhang, Y. Li, S. Tan, Z. Kang, X. Yu, W. Lan, L. Cai, J. Wang, H. Shi (2019) Microplastic pollution in the Maowei Sea, a typical mariculture bay of China. *Science of the Total Environment* 658: 62-68. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.192>

附錄一、雲林嘉義海域海洋廢棄物纏繞刺網紀錄表



漁民權益暨環境永續中心
Taiwan Ocean and Environmental
Sustainability Law Center

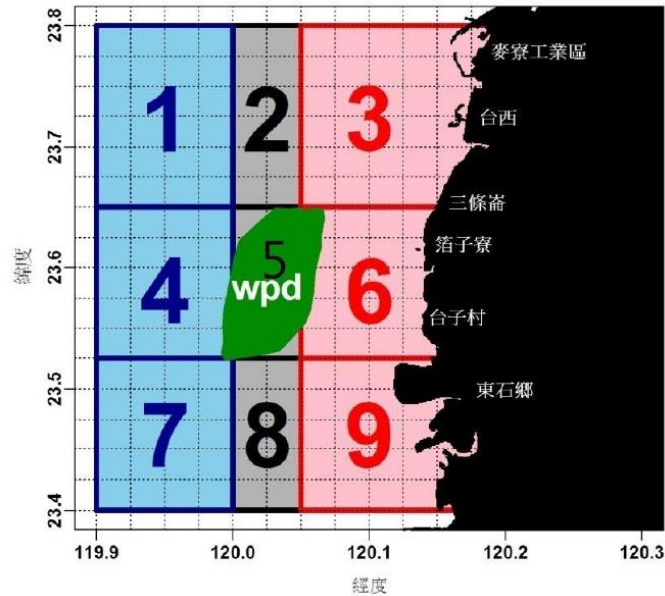


雲林縣
近沿海作業漁船協進會
Yunlin Offshore Fishers Association Y.O.F.A.

雲林嘉義海域海洋廢棄物纏繞刺網紀錄表

漁船名稱：	
漁船編號：	CT__ - _____
紀錄期間：	_____年_____月
填表人員：	
連絡電話：	

調查海域分區圖



作業日期：	_____號	放網時間：	_____點到_____點
網具種類：	<input type="radio"/> 浮網 <input type="radio"/> 沈網		
當日放網區域： (請填寫編號，圖中九區之外請填寫「0」)			
海廢種類	數量	海廢種類	數量
1.1 塑膠碎片、塑膠袋		6.1 浮球	
1.2 塑膠瓶蓋		6.2 浮標	
1.3 吸管		6.3 浮筒	
1.4 飲料瓶、保特瓶		6.4 漁網	
1.5 塑膠餐具		6.5 蚵條	
1.6 巧拼		6.6 漁線	
1.7 其他塑膠類		6.7 螢光棒	
2.1 點滴罐		6.8 保麗龍	
2.2 藥罐		6.9 其他漁業廢棄物	
2.3 注射筒		7.1 日光燈管	
2.4 其他醫療廢棄物		7.2 燈泡	
3.1 玻璃瓶		7.3 電線	
3.2 玻璃碎片		7.4 其他電器類	
3.3 其他玻璃		8.1 菸蒂	
4.1 鋁箔包		8.2 打火機	
4.2 紙容器		8.3 衣服、布料	
4.3 紙/紙箱/紙板		8.4 鞋子	
4.4 其他紙類		9 其他 (請自行填寫)	
5.1 鐵罐			
5.2 鋁罐		重量總計 (最小單位：10公克)	
5.3 其他金屬類		_____公斤	

數量請以「正」字記號紀錄。各種瓶、罐、漁具、衣服、鞋子，無論完整或部分皆算「一件」。

The Current Status of Marine Debris Retrieved by Gillnet Fisheries in the Coastal Areas of Yunlin and Chiayi, Taiwan

Ching-Chun Chiu¹, Wan-Ling Liu², Fei-Chun Wu², Ting-Chun Kuo^{1*}

¹Institute of Marine Affairs and Resources Management, National Taiwan Ocean University

²Taiwan Ocean and Environmental Sustainability Law Center, Environmental Rights Foundation

Abstract

Marine debris pollution has been increasing over time, with plastic waste being the most prevalent. These debris travel with ocean currents to various parts of the world, posing threats to both humans and marine life, and impacting the global environment and economy. Due to limitations in survey human power and technologies, marine debris studies in Taiwan have primarily focused on coastal areas, with only few surveys conducted on the water surface, water column, and seabed. Realizing the threat of marine debris to fishers' livelihoods, this study initiated a collaboration with 10 gillnet fishers in Yunlin County at the end of 2022 to document the marine debris collected during their fishing operations. From January to September 2023, a total of 504 gillnet fishing trips retrieved 2,849 pieces of debris (weighted to 4,680 pieces), totaling 313.59 kg, with a mean of 9.29 ± 20.94 pieces and 0.63 ± 1.92 kg of debris per fishing trip. 94% of the fishing trips encountered marine debris. The debris distribution in the Yunlin-Chiayi coastal area was primarily concentrated in Kouhu Township, especially near oyster farming areas, with an average of 14.62 ± 26.43 pieces per operation, and the highest amounts observed in the first quarter (January to March). The average debris amounts in Taixi, Sihu, and Dongshi Townships were similar, averaging about 5-7 pieces per operation, with higher amounts in the third quarter. Among the debris caught by gillnets in Yunlin-Chiayi, plastics accounted for the largest proportion (61%), followed by fishing-related waste (27%), together constituting nearly 90% of the total marine debris. The most common items were plastic fragments/plastic bags (41%) and discarded oyster ropes (23%). According to fishers, they believed the primary sources of marine debris in the area are typhoons, dredging activities at the Formosa Plastics No. 6 Naphtha Cracking Project industrial port, and marine litter from offshore wind farm vessels. The southwestern coast of Taiwan, a major oyster farming region, uniquely contributes oyster ropes to local marine debris. Further data collection is required to verify the specific sources of marine debris along Taiwan's southwestern coast.

Keywords: Marine debris, Marine litter, Gillnet fishery, Plastic, Oyster spat ropes

Received 21 June 2024; revised 22 August 2024; accepted 04 September 2024; available online 20 September 2024

* Corresponding Author's E-mail: tckuo@mail.ntou.edu.tw

DOI: [10.29474/FER.202412.0103](https://doi.org/10.29474/FER.202412.0103)