

海有什麼塑？

臺灣海岸垃圾總體檢

目錄

- 一、前言
- 二、摘要
- 三、快篩調查方法
- 四、調查結果
- 五、數據到政策
- 六、建議



著作權及免責聲明

本報告為綠色和平東亞分部臺北辦公室（以下簡稱「綠色和平」）於環保公益工作中形成的資料。閱讀本報告即表示您已閱讀、理解並接受下列著作權和免責聲明條款的約束。請認真閱讀。

著作權聲明

本報告由綠色和平發佈，綠色和平是本報告的唯一合法著作權所有人。

免責聲明

本報告作環保公益和資訊分享目的使用，不作為公眾及任何協力廠商的投資或決策的參考，綠色和平亦不承擔因此而引發的相關責任。

本報告為綠色和平基於公開的研究方法和各種公開的訊息產出的研究成果。綠色和平不對報告中所涉及資訊的及時性、準確性和完整性作擔保。

作者

顏寧 Ning Yen

數據分析

邱靖淳 | 海洋大學 海洋事務與資源管理研究所 郭庭君助理教授研究室
胡介申 | 中華民國荒野保護協會

特別感謝

共同參與全臺首度快篩調查的夥伴們：
中華民國荒野保護協會、台灣環境資訊協會、慈心有機農業發展基金會、黑潮海洋文教基金會、海洋公民基金會、海洋大學海洋事務與資源管理研究所、呂允中、林育朱、陳彥翎、翁珍聖

設計排版

早安設計

2019年7月出版

綠色和平東亞分部 臺北辦公室



一、前言

輕薄、柔韌、廉價與方便，塑膠帶給人們便捷衛生的生活，卻逐漸成了地球的惡夢。塑膠被發明以來，至今已經生產了83億噸，有半數是2000年後才生產的。但是，只有9%有回收、12%被焚化，而將近六成不是被丟棄、掩埋，就是散逸到自然環境中。到2050年，將有120億的塑膠垃圾在掩埋場或散逸在自然環境中。¹

據估計，每年最多有1,270萬噸的塑膠垃圾流入海中，相當於每分鐘就有一卡車的垃圾往海裡傾倒。² 超過700種海洋物種受到海洋塑膠污染的影響，有15%的瀕危海洋物種，包括所有的海龜、多數的鯨魚與其他海洋生物，會誤食海洋廢棄物或遭到海洋廢棄物意外纏繞。³ 海廢垃圾已成為僅次於氣候變遷的全球危機，聯合國在全球與區域層級啟動海廢行動計畫與區域合作，並呼籲工業國領袖帶頭減塑。

如今，九成以上的海洋廢棄物為塑膠，由於塑膠的持久性，其對海洋、野生動物與人類的影響與時俱增。包含海洋環境



生態系惡化、垃圾對船舶航行的阻礙、海岸與海底垃圾對觀光和漁業的不良影響，以及對仰賴海洋維生的沿海社區之負面影響。臺灣位於西太平洋島鏈中央，緊鄰全世界垃圾密度最高之北太平洋環流⁴西側，以及全球海洋垃圾排放量最大的中國與東南亞⁵之間。過去雖然官方與民間不乏淨灘活動，卻從未有任何單位能掌握臺灣海岸上的海廢垃圾總量與污染熱區，而影響海廢清理資源未能有效運用。

估算海岸上廢棄物的多寡，是評估海廢對海洋環境與生態系影響的關鍵。有了海廢量化的數據，才能分配有效資源與清除的優先順序。實地的海岸調查能高度正確估算海廢量，過去通常受限於空間尺度僅能調查少數海岸，而少有大規模的海岸調查。臺灣雖有長達十幾年的淨灘數據，但多半以交通便捷、鄰近都會區或遊憩區、沙灘為主，缺乏對海岸廢棄物的整體數據。

2018年7月，綠色和平與荒野保護協會共同規劃為期一年、連續四季的海岸快篩調查，是臺灣首次大規模的海岸垃圾調查。「快篩」是普查海岸垃圾的一種調查方式，「快篩」不清理垃圾，而是用視覺評估的方式，在短時間內，快速並大範圍地調查全臺海岸的垃圾量。

快篩調查目的在於估算出海岸上有多少廢棄物，觀察廢棄物的種類和累積廢棄物的位置，即「海廢熱點」(hotspot)。未來可根據污染程度排定清理的優先順序，以有限的資源和人力創造最大的環境改善；政府單位則可依資料結果建立專業的高效率污染復原工作。

本次調查方法與相關資料也將開放查詢，環保署及各地縣市政府也可參考調查資料，與相關部會合作，制定源頭控管與末端清理政策，優先清理海岸上的海廢熱點，儘早恢復臺灣海岸美麗樣貌。另外，期待未來各縣市可應用此調查方法做海廢監測，修正源頭減量與末端清理計劃，以達資源有效運用。

1 Geyer, R., Jambeck, J.R., & Law, K.L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*. DOI:10.1126/sciadv.1700782
 2 Jambeck, J.R., Andrady, A., Geyer, R., Narayan, R., Perryman, M., Siegler, T., Wilcox, C., Lavender Law, K. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347, p. 768-771.
 3 Gall, S.C., & Thompson, R.C. (2015). The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bull* (92): 170-79.
 4 Eriksen M et al (2014). Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PLoS One* 9:e111913.
 5 翻譯自原文 Jambeck, J.R., Andrady, A., Geyer, R., Narayan, R., Perryman, M., Siegler, T., Wilcox, C., Lavender Law, K. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean, *Science*, 347, p. 768-771.



調查發現：

(1) 臺灣海岸上有 12,272,000 公升的垃圾相當於每 100 公尺的海廢垃圾可裝滿 13 袋黑色大垃圾袋；重量 646 噸，當於每 100 公尺就有一個大冰箱（53 公斤）重的海廢垃圾。

(2) 一半的海廢累積在 10% 海岸線上（詳表 3），以北海岸（基隆、新北、桃園）和西南海岸（彰化、雲林、嘉義、臺南）污染最嚴重，應優先清理。

(3) 海廢的多寡，與海岸面向、所在地區、海岸地質有關。65% 的垃圾累積在北向、西北與東北向海岸；特別是面北向海岸，海岸線長度不到 5%，累積的垃圾量卻近全臺海岸垃圾的 20%。

(4) 海廢的類型與漁港、景點有關，與掩埋場沒有顯著相關。離景點越近的海岸，越容易發現塑膠袋、離漁港越近的海岸，越容易發現漁業廢棄物。

(5) 臺灣應擬定海洋廢棄物管理專法與海岸廢棄物污染標準，依海岸依垃圾嚴重程度訂定清除策略。

二、摘要

海洋廢棄物問題日益嚴重，造成全球海洋生物、沿岸社區與海岸生態備受威脅。為了解決海廢危害，國際間越來越多官方和民間機構與科學家投入海廢研究。從微塑膠的化學毒性、生物意外攝食、生物因纏勒海廢受傷致死，海廢在海岸、海面、海底與極地的分佈，海廢對社會經濟的影響，以及如何掌握海廢污染量，從政策工具進行源頭管理等等。臺灣目前也已加速研究海廢相關影響等議題，但仍缺乏全面性臺灣海廢的總量與分佈數據。

2018年7月，綠色和平與荒野保護協會展開一季一次、為期一年，環臺灣本島的海岸快篩調查，透過視覺評估海廢體積，快速、大範圍的調查海廢污染的分佈狀況。藉由快篩調查，希望獲得全臺灣海岸上的海廢總量，同時找出哪邊的海岸最髒及主要的海廢類型，這些資料將有助於有效率且確實移除、清運海岸上的既有海廢垃圾。

目前政府缺乏系統性海岸清理預算統籌與成效追蹤機制，部分海岸管理單位傾向在暴雨風災或海廢累積量大等特殊事件時額外清理，而不一定有編列常態性海岸清理經費。有海廢污染管制標準，並制定污染分級制度或相關標準，中央主管機關才能以此評估海廢嚴重程度，建立系統性的防制策略；而地方政府亦能提出實際預算需求。考量臺灣海岸地形崎嶇多變、生物多樣性豐富，人力淨灘仍是效率最高、生態衝擊最低的清除方式，若有人力無法移動之大型廢棄物，再以大型機具或船舶輔助清運。

我們呼籲，**儘速建立海洋廢棄物管理專法與海廢污染管制標準為首要之務**，各縣市方能依據海岸垃圾嚴重程度訂定清除策略，盤點適合該海岸段的清運方式，優先清除海廢熱區。建立後續海廢監測調查，以理解海廢的累積速度、是否在特定季節累積等，依各縣市或海岸段需求計算淨灘預算。另外，環保署應加速源頭減塑時程，減少一次用塑膠廢棄物；而漁業署與海保署也應著手研討如何管理漁業廢棄物，開發替代浮具或加強漁網漁具回收。一般消費者則可從生活中減塑，並參與淨灘，一起守護美麗海洋。



三、快篩調查方法

視覺評估海洋廢棄物體積 快速、具體量化海岸廢棄物的污染程度

各種海洋廢棄物在外觀、尺寸、重量、材質之間具有高度變異，且海岸地形樣貌多變，造成海岸上的廢棄物不易以電子儀器監測與定量。以污染治理的角度出發，盤點海岸廢棄物的現存總量與標示熱區的等基礎數據非常關鍵，借助數據資料以規劃有效的移除策略，亦可做為進一步分析來源與風險評估的重要依據。

傳統淨灘式的撿拾與計數雖然準確但費時費力，數據的代表性與應用亦有侷限。因此「海岸廢棄物快篩調查」便是依據以上需求而設計的科學抽樣調查手法。目標是利用精簡的人力與簡易的器材，在短時間內執行大範圍的抽樣調查，計算特定長度海岸線上廢棄物總量（體積），並拍攝紀錄現場地理環境資訊。

臺灣海岸線上的海洋廢棄物有多少？

獨特的目測定量法：
1 袋 = 80L 特大垃圾袋

相較於重量（公斤）需要裝填與過磅、數量（件數）需要逐一盤點畫記，以快篩估算海廢的體積（公升）相對快速省時，調查員透過雙眼估算與擷取海廢的量體資訊（quantitative information）。體積同時也是規劃淨灘工作時，安排適當人力與機具時的重要資訊。

透過特殊的視覺與雙手等感官演練課程，來自於全臺 14 個縣市的 49 位快篩調查員不斷練習將各種垃圾的型態、大小、數量、離散程度與覆蓋面積等視覺訊息，轉換為市售常見之黑色 90L 大垃圾袋的體積資訊，基本單位為「袋」。「一袋」之定義為：「一個 90 公升之黑色大垃圾袋裝滿至可打結或九分滿的程度」，「一袋」海廢實際換算之體積為 80 公升。

見微知著， 用抽樣推測整體海岸情況 百分之一海岸線上的 121 個觀測站

理想狀態下，貼近海岸線步行盤點垃圾，能取得最真實的數據，但臺灣本島各類人工與天然海岸地形交錯，時間、資源與安全的考量上都不允許如此操作，因而採取統計學上的「等距抽樣」來達到相同目的。

參考政府公告之海岸數化 GIS 資料後，設定臺灣本島 1,210 公里長的海岸線為母體，劃設 10 公里固定間隔的 121 個觀測站。每站內再以等距抽樣的概念，面海隨機向左或右徒步 50 公尺做為起點，劃設 100 公尺的海岸線為固定樣區，每三個月一次至現場記錄相同區域內的垃圾體積。

樣區長度 100 公尺是國際上海廢科學領域公認已具備代表性的最基本尺度，如聯合國 UNEP、美國 NOAA、澳洲、韓國與日本等都以 100 公尺作為海岸調查的長度。樣區寬度則是參考澳洲聯邦科學與工業研究組織（CSIRO）所建議，

「由海水延伸至海岸植被內一公尺或人工堤防基部」，做為樣區寬度範圍的統一標準。由 121 個、每個樣區 100 公尺的樣本加總，樣區總和 12.1 公里為母體（1,210 公里）之 1%，因此每次調查獲得之垃圾量乘以 100，即推定為全臺海岸上垃圾現存之總體積。

數據品質管理 專家工作坊、影像與數據雙重確認、 調查員回訓

為了減少人為觀測誤差，本計畫透過「影像重覆確認」與「調查員技術校正」等方式提高數據品質。相較於空氣中的 PM2.5 與水體中的重金屬，海岸上的廢棄物是肉眼可見、手機可拍攝記錄的污染物質。因此，四次調查過程中，調查員不僅使用目測定量法估算每個觀測站固定樣區內的垃圾體積，並需要至少以相同取景角度拍攝四張照片，兩張分別於樣區起點與終點朝樣區內拍攝，另兩張則拍攝垃圾密度最高與最能代表該處海岸段海廢污染狀況之區域。

每次拍攝的四百多張照片都由工作核心小組檢視，確認照片中的海廢量體與目測定量數據相符。而本計畫準備期間，辦理日本、韓國專家工作坊，多方交流調查方式並因應臺灣需求作適度調整，同時安排多次人員視覺調查訓練。如同電子儀器需要校正，計畫後期亦邀請超過 1/3 的調查員回訓，重新演練與精進海廢目測定量的調查技巧。

本次快篩調查為臺灣第一次系統性及科學化標準方法，透過訓練有素的 49 位調查員，以公民科學方式，建立大數據資料分析海廢。本次快篩方法改良自日本、韓國方法，因方法大致相同，得以作後續數據的比較與分析。期待資料開放後，有更多對此議題有興趣之研究人員投入研究；同時希望未來有更多海岸或地方能應用相同方法做為海岸廢棄物監測調查，以此建立區域性的海廢資料，或區域型的合作計畫，共同解決海廢問題。



四、發現

（一）全臺本島海岸上海廢總量

本次環臺海岸調查，共調查 12.1 公里，相當於 1% 的海岸線。這 1% 的海岸上，四季平均有 1,534 袋的垃圾，由此推估全臺海岸上有 153,400 袋，總共是 1,227 萬公升（12,272,000 公升）的海廢垃圾。

快篩調查時，調查員於現場收集的量化數據（Quantitative data）為體積，單位是公升，與以往官方或民間淨灘或海廢調查時以磅秤測量重量（公斤）的紀錄方式不同。為了讓快篩數據能與國內外海廢資料庫比較，我們於第四次調查（2019 年 4 月）時，於全臺海岸 121 個測站當中，選定累積之垃圾量佔前三次調查的 51.3%、最髒的 13 站。

這 13 站中，每站我們進行 2 至 3 次，與海岸線垂直 2 公尺寬的等距帶狀取樣，並紀錄帶狀區域內垃圾重量與體積之間的轉換係數（垃圾密度）。經過計算，建議以「平均每十公升 0.526 公斤」作為臺灣海廢體積與重量之間的轉換係數。若以快篩使用 90 公升黑色大垃圾袋為單位，則是「平均每袋重 4.21 公斤⁶」。

根據過去 12 年淨灘統計資料，在臺學者 Bruno 等人（2018）推測，臺灣海岸上有 360 萬至 790 萬件垃圾，重量達 560 噸至 1,110 噸。⁷ 本次調查估算臺灣本島海廢重量為 646 噸，介於先前推估值。臺灣本島海岸上的垃圾，相當於每 100 公尺有 13 袋黑色大垃圾袋，重量等同於一個 200 公升的大冰箱。與日韓數據相比，以體積來看，臺灣海廢幾乎是日本的 2.5 倍、韓國的 1.8 倍（詳表 2）。



（二）海廢熱點

1. 全臺 50% 垃圾累積在 10% 海岸線上，應優先集中資源清理熱點

四次調查下來，我們發現海廢的空間分佈是不平均的，臺灣本島 49% 至 56% 的海廢垃圾累積在 10% 的海岸線上，平均四季來看，一半的垃圾累積在 10% 海岸線上。對比韓國和日本的調查也有相似的分佈：韓國 50% 垃圾累積在 10% 海岸線上，日本則更極端，70% 的垃圾累積在 10% 海岸線上。以日本為例，日本國土交通省在 2006 年以目測式快篩，完成全國 3,000 多處海岸調查。調查發現海廢的分佈根據地區不同，有很大的差異。特別是九州北部、東北北部，與封閉的水域如瀨戶內海、琉球群島（沖繩縣）等處，有較大量的海漂廢棄物。⁸

日本沖繩與臺灣澎湖情況類似，由大大小小的島嶼組成，離島的垃圾經常受到季風洋流的影響，而垃圾清運與處置的費用高昂。沖繩縣於 2011 年起開始定期監測 349 個海岸，以了解海岸特性與垃圾現存量、種類與來源國狀況。除了沖繩，日本在 2007-2010 年亦針對 18 海廢嚴重受害都道府縣，做利害關係人問卷調查；另外，也針對海漂垃圾熱點，在 13 縣的 25 個海岸進行淨灘。⁹

⁶ 快篩是以 90 公升黑色大垃圾袋裝滿至可打結或九分滿的程度當作一袋，一袋海廢實際換算之體積為 80 公升。0.526 公斤 / 10 公升 * 80 公升 = 4.208，進位至一袋 4.21 公斤。請留意此次環臺海廢快篩僅紀錄人造廢棄物，漂流竹木或布袋蓮等自然可分解物質並不列入快篩體積與重量的計算。

⁷ Walther, B.A., Kunz A. & Chieh-Shen 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.

⁸ 日本國土交通省（2007）全國海岸の漂着ゴミの実態調査。國土交通省 Available online: <https://goo.gl/nFgkjf>

⁹ <http://www.env.go.jp/press/10888.html>

表 1. 全年海廢快篩結果

	第一次調查 2018.07	第二次調查 2018.10	第三次調查 2019.01	第四次調查 2019.04	四次平均 ^A
等距抽樣測站數	119 站	121 站	121 站	121 站	121 站
測站調查總袋數	1,583 袋	1,369 袋	1,639 袋	1,535 袋	1,534 袋
預估海廢總體積	12,664,000 公升	10,952,000 公升	13,112,000 公升	12,280,000 公升	12,272,000 公升
海廢累積程度	56% 海廢集中在 10% 海岸線上	49% 海廢集中在 10% 海岸線上	50% 海廢集中在 10% 海岸線上	50% 海廢集中在 9% 海岸線上	50% 海廢集中在 10% 海岸線上

表 2. 日本、韓國、臺灣海廢快篩調查重點比較

	調查長度 Km 占母體海岸線比例	海岸線長 公里	累積分佈 10%海岸線海廢量	推測海廢垃圾 總體積 L	推測海廢垃圾 總重 t	平均每公里海廢 體積 L/km
日本 ^B	325 0.9%	34,913	70%	147,000,000	257,000	4,210
韓國 ^C	38.2 0.25%	149,623	50%	86,158,073	17,318	5,758
臺灣	12.1 1%	1,210	50%	12,272,000	646	10,142

^A 第一次調查因宜蘭漢本和臺中高美溼地為懸崖與人工海堤，當時調查員找不到進入海岸的路徑，所以測站少了 2 站。這裡的平均袋數是用此兩站三季袋數，和其他測站的四季袋數下去計算。

^B 日本國土交通省（2007）全國海岸の漂着ゴミの実態調査。Available online: <http://www.mlit.go.jp/common/000109000.pdf>

^C Jongmyoung Lee, Sunwook Hong & Jongsu Lee (2018) Rapid assessment of marine debris in coastal areas using a visual scoring indicator. OSEAN.

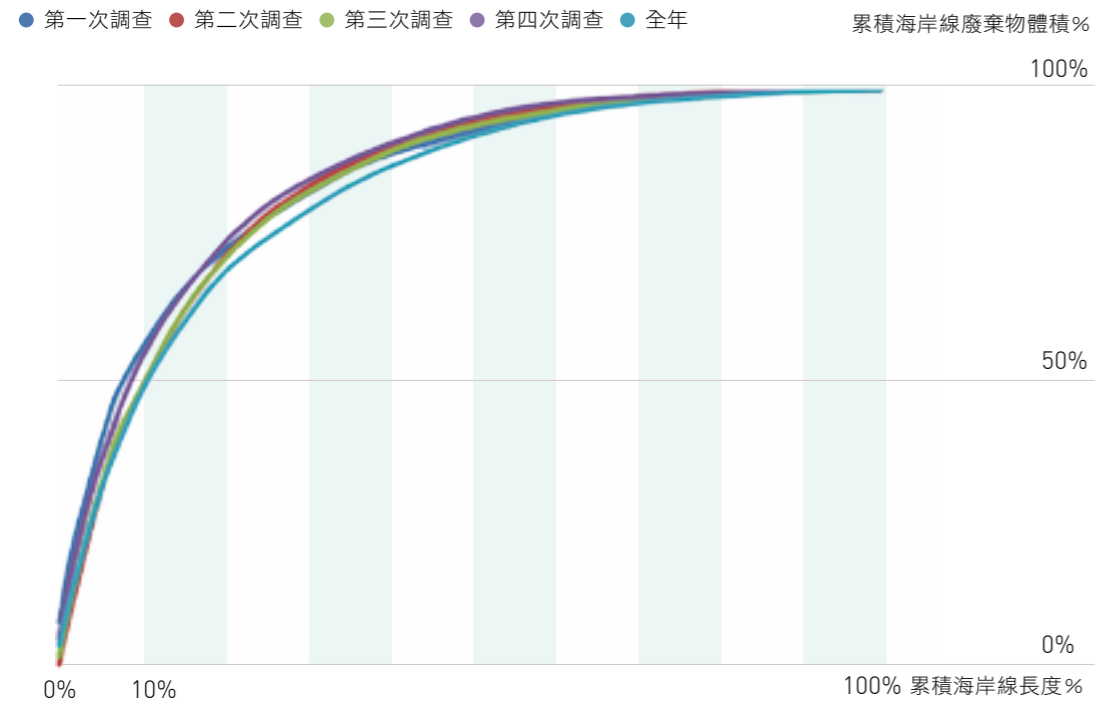


圖 1. 海岸廢棄物累積量與臺灣本島海岸線比例

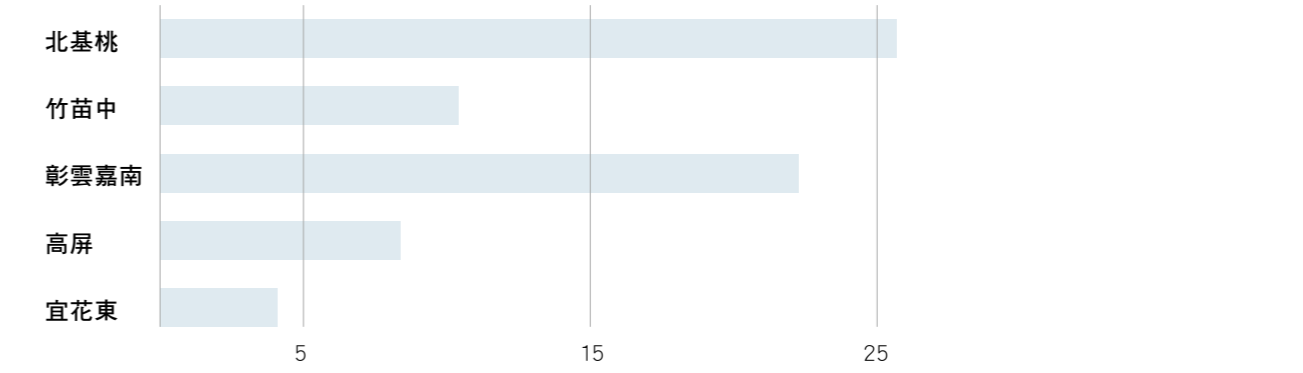


圖 3 全臺各區段海岸上平均百米海廢垃圾袋數

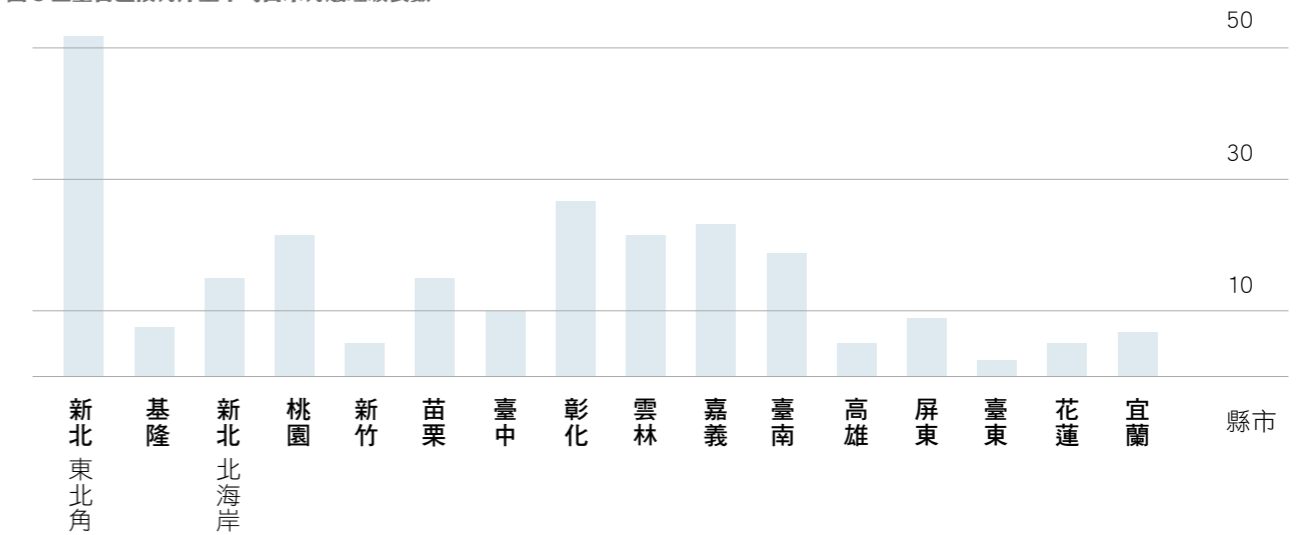


圖 4 臺灣本島各縣市海岸上之平均百米海廢垃圾袋數



圖 2 臺灣各區海岸段海廢污染程度

表 3. 臺灣本島海廢污染最嚴重之 13 海岸段

	縣市	海岸地點	平均100公尺海廢 取整數	垃圾體積前三名			地形
北部	新北市瑞芳區	台2線83.2K	145	發泡	金屬(FAD)	塑膠瓶罐	暴露岩盤
西南	彰化縣大城鄉	大成南段海堤	74	發泡	塑膠瓶罐	漁業浮球	暴露人造結構物
西南	臺南市	青草崙	68	發泡	漁網繩索	漁業浮球	沙灘
北部	新北市瑞芳區	員山子分洪道	64	發泡	漁網繩索	塑膠瓶罐	礫石灘
西南	雲林縣麥寮鄉	六輕北側	63	發泡	塑膠瓶罐	漁業浮球	沙灘
北部	桃園市觀音區	白玉海灘	58	塑膠瓶罐	發泡	漁網繩索	砂石混合灘
北部	新北市	濱水	56	發泡	漁網繩索	塑膠瓶罐	礫石灘
西南	彰化縣線西鄉	慶安北路	49	發泡	塑膠瓶罐	外帶杯	礫石灘
西南	苗栗縣通霄鎮	精鹽廠旁	43	發泡	漁網繩索	其他(輪胎)	暴露人造結構物
西南	嘉義縣東石鄉	白水湖	44	發泡	漁網繩索		沙灘
北部	桃園市	竹圍	40	發泡	漁網繩索	其他(輪胎)	礫石灘
西南	臺南市	國聖燈塔	40	發泡	漁網繩索	塑膠瓶罐	沙灘
西南	嘉義縣布袋鎮	好美寮	35	漁網繩索	發泡	塑膠瓶罐	沙灘



圖 5 花蓮長濱海岸

2. 兩大海廢熱區－北部海岸、西南海岸

此次調查發現兩大海廢熱區為北海岸與西南海岸。北海岸（基隆、新北、桃園）上，每 100 公尺的垃圾量近 26 袋，而西南海岸（彰化、雲林、嘉義、臺南）為近 23 袋，遠高於其他海岸。

3. 全臺 13 最髒海岸段

依統計數據分析結果，此 13 段最髒海岸上累積海廢占臺灣本島海岸垃圾量之半，且主要分佈於北海岸與西南海岸。換句話說，只要優先清理這 11% 的海岸段，臺灣本島的海岸線即減少一半的垃圾。觀察此 13 段最髒海岸，垃圾體積仍以漁業廢棄物 - 保麗龍、漁網繩索、浮球，以及塑膠瓶罐為大宗。

4. 花東海岸普遍乾淨

調查發現宜花東海岸明顯比西部海岸乾淨，以 100 公尺的海岸來看，平均不到 5 袋垃圾。花蓮若扣除最髒的掩埋場海岸段，海廢平均為 2 袋，若再扣除次髒的水璉，平均袋數則再降至 1.3 袋。臺東扣除垃圾量最多的南田海岸段後，其餘海岸以 100 公尺來看，垃圾量為 1.1 袋。

（三）海廢移除系統性對策

1. 現況分析

目前臺灣尚未有海廢污染管制標準。缺少污染分級制度或相關標準，不只中央主管機關難以評估海廢嚴重程度，無法建立系統性的防制策略，地方政府亦難以反映實際需求，不易估算預算。海洋廢棄物的問題越來越嚴重，且涉及不同管理機關與行政部門，但過去多以「環境整潔」或「海

岸美化」來作清理，而未把海廢提昇到污染層級。除了土壤、地下水、農作物重金屬等有管制標準，治理空污尚有空氣污染防治策略、空氣污染防制行動方案、空氣污染防制法、細懸浮微粒管制策略、鍋爐空氣污染物排放標準、交通工具空氣污染物排放標準等。

在沒有海廢專法和污染管制標準的狀況下，也連帶缺乏系統性淨灘預算統籌規劃與成效追蹤機制。海岸清理的預算除了由地方環保局提出需求、環保署核定之外，地方環保局、各鄉鎮市公所、風景管理處與海岸土地所有權人（如國有財產局）也會編列不等的預算做淨灘。就我們所知，海岸管理單位比較偏向特殊事件時額外清理，一般沒有編列常態性淨灘經費。例如，在每年北海岸知名的萬金石馬拉松舉辦前，鄉公所便會特別清理該海岸段。或是當有民眾反應申訴時，再派員清理。

我們建議，環保署未來應擬定海廢污染管制標準，並將海岸依垃圾嚴重程度訂定清除策略，集中經費和資源優先清理這些海廢熱區。而各縣市政府亦可借鑑日本經驗，依據此策略針對海廢垃圾嚴重的縣市，除了定期清理，也可啟動縣尺度的小區域海岸調查，並加強民眾教育，鼓勵地方組織（如漁會）、民間或企業團體，與學校等自發性淨灘或推行減塑行動。

以日本為例，在環境省特別撥定淨灘預算「海漂垃圾熱區重點海岸清除業務（漂流 漂着ゴミ 策重点海岸クリーンアップ事業）」，需選擇分配到適合的海廢熱區時，日本政府依照海廢的來源、回收與處理的困難度、地方經濟活化的必要性與效果、確保有相關人士共同協力，與淨灘之後的後續體制檢討等因素來判定，最後選了 13 縣的 25 個海岸。¹⁰ 臺灣未來也可啟動其他海廢監測相關調查，以理解

海廢的累積速度、是否在特定季節累積等，並依各縣市或海岸段需求計算淨灘預算。

2. 人力物力與經費評估方式

海廢清理效率與海岸地形、地質、當地生物多樣性、清除人力與車輛的可及性、搬運的便捷性等外在環境因素息息相關。以日本為例，沖繩縣政府針對海岸地質訂定不同係數，計算在沙灘、礁岩等不同地質環境下，所需要的清潔人員數量。臺灣海岸地形變化豐富，清運策略需依照海岸特性與廢棄物類型多寡，搭配安全與有效率的清除策略。以下參考日本沖繩縣海灘清掃手冊¹¹，列出海岸廢棄物清運方法的判斷依據，以及所需盤點事項（詳表 4、表 5）。

值得注意的是，人力幾乎可清理所有類型海廢，若再配合小型機具如鏈鋸和電動切割機，也可以處理大型的漁網繩索和漂流木，以及包括其他機具都無法處理的、埋在沙下或礫石

表 4 海岸廢棄物清運移除盤點事項

海岸特性	清除方式	搬運方式
<input type="checkbox"/> 是否為保護區或國家公園？是否為重要生物棲地？ <input type="checkbox"/> 是否為海濱生物繁殖季？海岸生物多樣性程度？ <input type="checkbox"/> 能否使用重機、船舶或人力清運？ <input type="checkbox"/> 是否有道路可進入海岸？ <input type="checkbox"/> 車輛能否進入海岸？入口有無停車場？ <input type="checkbox"/> 使用船舶清運，地形與天候是否適合？ <input type="checkbox"/> 是否有大量漂流木、竹木或布袋蓮？ <input type="checkbox"/> 海岸地質 - 砂岸、岩岸、礫石、礁岩、消波塊、海堤等 <input type="checkbox"/> 海岸長度	人力 <input type="checkbox"/> 人力 <input type="checkbox"/> 引擎鏈鋸（切斷漂流木） <input type="checkbox"/> 怪手電動切割機（切斷漁網繩索） 重型機具 <input type="checkbox"/> 推土機 <input type="checkbox"/> 沙灘清潔車 <input type="checkbox"/> 吊車	人力 <input type="checkbox"/> 人力 <input type="checkbox"/> 兩輪拖車 <input type="checkbox"/> 單輪車 <input type="checkbox"/> 手推車 機具 <input type="checkbox"/> 挖土機 <input type="checkbox"/> 全地形履帶鏟土車 <input type="checkbox"/> 輕型卡車 <input type="checkbox"/> 卡車 <input type="checkbox"/> 牽引車 <input type="checkbox"/> 怪手 <input type="checkbox"/> 起重機 <input type="checkbox"/> 船舶

表 5 沖繩縣提供海廢清運方法選定之判斷依據

海廢種類\清運方式	人力			重型機具		
	人力	引擎鏈鋸	電動切割機	怪手	堆土機	沙灘清潔車
塑膠碎片	○	✕	✕	✕	✕	✕
可裝入垃圾袋的海廢	○	✕	✕	✕	✕	○
巨大垃圾	○	✕	✕	○	✕	✕
草本類	○	✕	✕	✕	○	✕
灌木、漂流木	△	○	✕	○	✕	✕
漁網繩索	△	✕	○	○	✕	✕
埋在沙下的海廢	○	✕	✕	✕	✕	△

○ 可行；△ 若海廢體積太大或太重，可能無法操作；✕ 不適用



圖 6 新北瑞芳海岸為台 2 線下懸崖岩盤地形

灘的實際清運成果，計算出在步行困難礁岩地形上淨灘，比起在行走、搬運容易的沙灘上，在礁岩地形的淨灘效率是在沙灘上淨灘的 65%。

以下以日本計算清運人力的方式，用本次調查四處較髒、不同海岸地質的海岸為範例，初步計算淨灘、清運與垃圾處理所需成本。先以調查袋數換成為每 100 公尺的垃圾量 X，再以 Google 地球衛星地圖量測海岸長度，計算出該段海岸的垃圾總量 Z。清除效率 Y 引用自日本的公式： $Y (m^3/人/日) = 0.187 * X (100 公尺垃圾量) (m^3) * 地形係數$ 。因無岩盤、砂礫混合灘與消波塊之地形係數，暫以日本礁岩地形係數 0.65 取代。最後，再以垃圾總量 Z 除以清除效率 Y，即可得出作業人日。下方表格係以日本公式與係數為基礎計算，期待政府能以過往淨灘累積資料，計算出臺灣實際清理海岸廢棄物的經費需求。

X：100 公尺垃圾量 (m^3)

Y：淨灘人員每人每日清除效率 ($m^3/人/日$)

Z：垃圾總量 (m^3)

$X = 調查袋數 * 80L / 1000$

$Y = 0.187 * X * 地形係數$

Y 的範圍為 $0.3 \leq Y \leq 1.5$

$Z = X * 海岸長度 / 100$

作業人日 = Z/Y

表 6 試算臺灣四種海岸地質之海岸段清除作業

	海岸地質	海岸長度(m)	100公尺垃圾量X(m^3)	垃圾總量 Z(m^3)	地形係數	清除效率 Y	作業人日	配合機具	搬運形式
新北瑞芳員山子	暴露岩盤	471	11.6	54.65	0.65	1.4	39	X	人力船泊
桃園觀音白玉海濱	砂礫混合	1,026	4.64	47.61	0.65	0.56	85	△	人力卡車
彰化大城南岸海堤	消波塊	1,590	5.92	94.13	0.65	0.72	131	X	人力卡車
臺南青草崙	沙灘	5,070	5.44	275.81	1	1	276	怪手 沙灘車	沙灘車 卡車

新北瑞芳與彰化大城南岸海堤，因地形限制，僅能以人力清除。瑞芳海岸為緊鄰道路懸崖下岩盤，人員搬運效率受地形環境限制。若在天氣與浪況許可下，以小型船舶或動力舢舨接駁廢棄物搬運至鄰近漁港，清除效率或比人員從海岸搬運至道路來得更便捷。目前以日本沖繩縣的係數與公式計算，新北瑞芳需 39 人日，而彰化大城因海岸線較長，需 131 人日的清理能量。

桃園觀音白玉海濱為砂礫混合灘，雖然履帶式鏟裝車（全地形車）可能可以用在該地形移除堆積垃圾。但考量臺灣海岸生物多樣性豐富，又位於東亞候鳥遷徙路徑上，春夏（北部 3-6 月、南部 4-7 月）為鸕鶿科水鳥繁殖季節，四季都有候鳥過境，因此強烈建議避開鳥類繁殖期，並以人工清除。以東方環頸鴿為例，親鳥不會特別築巢，而是直接將蛋下在河口沙灘地面凹處（如圖 7），加上蛋顏色與花紋容易融入周遭環境，即使近看外觀也很像石頭。若在水鳥繁殖季節淨灘，即使人力淨灘都很容易輕忽卵窩，若以全地形車或沙灘車根本無法察覺。

臺南青草崙因養蚵而產生的大量廢棄竹棚與保麗龍，竹棚體積巨大，若全靠人力清除，光聘雇清潔人力就要 40 多萬，相當於 15 人的清潔隊清上一個月。若倚賴重型機具如怪手，在現場進行破碎竹棚後，再以怪手鏟起廢棄物搬運至卡車或沙灘車清運。以 15 人清潔隊加上 3 台怪手，1 天約 10 萬。保麗龍因破碎後會產生大量微塑膠，建議以人力清除，否



圖 7 左：在人視線高度俯看的沙灘，不易發現鳥蛋；



右：鳥蛋近照。親鳥會以卵窩附近明顯物體作為標示，因此雖然四周許多海廢，仍不建議清除，以免親鳥找不到自己的卵窩。



圖 8 青草崙主要海廢種類為保麗龍

則保麗龍破碎的微塑膠數量且更難清除，對環境生態影響更大。

以上初步估算的清理費用，是只針對塑膠類為大宗的海洋廢棄物，若再加上大雨沖刷帶來的漂流竹木，因體積量體大，還需出動挖土機和推土機，實際清運的費用會比以日本公式計算的還更多。例如，雲林麥寮鄉公所今年四月底發現六輕海岸段海廢問題嚴重，派出清潔隊十餘人連續清理三個工作天，清出寶特瓶、鐵鋁罐等 420 公斤的資源垃圾，與竹木、保麗龍、漁具漁網等近 2 噸垃圾。¹³

另外，今年五月因連續大雨，彰化伸港出現大量漂流木與垃圾，堆積長達 1.6 公里。縣府水利資源處緊急調派廠商，出動 2 部挖土機、2 部 35 噸卡車和 1 輛推土機（山貓），與 2 名工人。但因海廢清運量大，周邊又是消波塊，估計大約 4000 立方公尺¹⁴，廠商評估需 7 至 10 天才能完成清除，清除經費三十多萬元¹⁵。環保局還需調派破碎機，協助後續垃圾處理。臺灣的消波塊海岸地形在廢棄物移除工作上極具挑戰，公式中的地形係數還需下修，有賴未來建立臺灣本地的清運公式。

4. 整體海廢移除建議

學者 Zielinski 等人（2019）回顧 12 個不同國家清理海岸的方式，歸結機械式淨灘對生物種類與生態系帶來的衝擊，可能比想像更嚴重，尤其是短時間內頻繁淨灘，將使海岸棲地變得在未來中長期都不適合生物生存，因此人力清除仍是目前最推薦的方式。海岸的特性與遊憩行為的強度也可決定是否適合機械式淨灘，例如荷蘭就發現人力清除是較機械式淨灘便宜的。¹⁶

13 經實際電話詢問麥寮鄉公所清潔隊（2019/6/4）與參考海保署驗書發文（2019/5/28）：[https://www.facebook.com/ocaoactaiwan/posts/1213428952170837_xts__\[0\]=68_ARBSRP8Tco7qzc-aBfNXWmnhm_-FwGhxulyJxY5ZK8JedVo226okmBxQseHWRUqkmdme6l3Pa-R9TwN9n8HIFyVyoZEIYLX8M1jFOU0YlqaLaKAGejRWdqvFoM3NG96htq8xMkyrl6jdnIXKZtzwAMZm-QtodMCi64irS0oC3eTDVFL08frQdla-WMG0r2yACJEWss47rZFY_0kkP3S-WsuGe9EwzOca4fGisDoQShDW45SBkpXuz1ZQNUCOZicanuQ1-B15iywOScMrpj4CZaPN3qGyZ_0lYUolSJQ5EgW86K1x5yeOsQb3Dih_KuklddMNNziboWhu4hR8NC97pLw&_tn_=-R](https://www.facebook.com/ocaoactaiwan/posts/1213428952170837_xts__[0]=68_ARBSRP8Tco7qzc-aBfNXWmnhm_-FwGhxulyJxY5ZK8JedVo226okmBxQseHWRUqkmdme6l3Pa-R9TwN9n8HIFyVyoZEIYLX8M1jFOU0YlqaLaKAGejRWdqvFoM3NG96htq8xMkyrl6jdnIXKZtzwAMZm-QtodMCi64irS0oC3eTDVFL08frQdla-WMG0r2yACJEWss47rZFY_0kkP3S-WsuGe9EwzOca4fGisDoQShDW45SBkpXuz1ZQNUCOZicanuQ1-B15iywOScMrpj4CZaPN3qGyZ_0lYUolSJQ5EgW86K1x5yeOsQb3Dih_KuklddMNNziboWhu4hR8NC97pLw&_tn_=-R)

14 謝瓊雲（2019）伸港海堤海漂垃圾，彰縣府派員清運。中國時報（2019/6/3）。網頁：<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20190603002379-260405?chdtv>

15 湯世名（2019）彰濱海岸漂流木惹怨，彰化縣府展開清除。自由時報（2019/6/4）。網頁：<https://news.ltn.com.tw/news/local/paper/1293380>

16 Zielinski, S., Botero, C.M. & A. Yanes (2019) To clean or not to clean? A critical review of beach cleaning methods and Impacts. Marine Pollution Bulletin (139): 390-401.



表 7 粗算臺灣四海岸段之淨灘、清運與垃圾處理（焚化）成本^A

	作業人日	人力費用	機具費用 每日	搬運工具	暫置管理 ^B	焚化處理 3,500元/噸	初步估算
新北瑞芳	39	58,500	0	卡車、舢舨、 CT3以下船舶	0	近3噸 10,500	10萬
桃園觀音	85	127,500	0	卡車	0	2.5噸 8,750	13.6萬
彰化大城	131	196,500	0	卡車	0	近5噸 17,500	21.4萬
臺南青草崙	276	怪手12,000	怪手 拖車 沙灘車	卡車	0	14.5噸 ^C 87,500	35萬 ^D

A 清潔人力每日工資以1500計，卡車租賃每日3000計、舢舨每日1-2萬，CT3以下船舶2-3萬。焚化處理垃圾，每噸以3500計，剝殼處理每噸6000。
 B 若海廢量大，在垃圾搬運至焚化廠之前還需存放在暫置區，這部分因管理費用未知，未計入初步估算費用
 C 參考先前新聞報導臺南黃金海岸清除的淨灘數據，計算出廢棄竹棚與保麗龍比例約為34:1，以此計算得出剝殼14噸，保麗龍0.5噸。
 新聞來源：林慧貞（2014）黃金海岸成保麗龍海岸，2天清20噸廢棄物。上下游新聞：https://www.newsmarket.com.tw/bllog/53560/
 D 以出動3台怪手、3名工人與1台卡車5個工作天計算

表 8 臺灣各地購置的淨灘車輛



北觀處購置的沙灘鏟裝車，照片：聯合影音網 / 游明煌



北觀處購置的垃圾搬運車（後者）照片：聯合影音網 / 游明煌



臺南市沙灘清潔車



桃園市沙灘車（楊梅新聞網）



不同款式之淨灘機械均有其操作侷限，例如篩濾式淨灘車（Sandboni）僅可在人力移除大物件如漂流木與漁網後，再用來過濾細小碎片。而即便是遊客經常造訪的海灘，研究人員也建議降低機械式淨灘的頻率，並搭配人力淨灘一起操作。

綠色和平電訪環保署、北海岸風景管理處與麥寮鄉公所，發現除了部份縣市環保局向環保署申請海岸清理相關預算，地方海岸管理單位並沒有特定海廢清運預算。海廢清理的預費散布在不同單位的多種項目，可能被涵括在環境美化、風景區維護管理、國際馬拉松賽事活動，甚至地方公所清潔隊的預算裡。未來需提昇清運為資源分配的重點，讓真正的海廢污染熱區，以及海廢頻繁累積的海岸段能成為優先清除的目標。

綠色和平呼籲政府首要之務在於制定海廢污染管制標準，各縣市方能依據海岸垃圾嚴重程度訂定清除策略，盤點適合該海岸段的清運方式。以及，利用過往淨灘累積資料，計算出臺灣實際清理海岸廢棄物的經費需求。目前各縣市不乏購置清除海廢的機具，如北海岸及觀音山國家風景區管理處（北觀處）花費 400 萬購買的沙灘鏟裝車與垃圾搬運車，以及桃園縣的沙灘車，和宜蘭縣購買切斷漂流木的鏈鋸等等。但除了在遊客量多、高度觀光發展的海岸上，建議以人力淨灘為

主、輔以機械式淨灘，考量海岸生態系的保全與健康，應以人力清除作為清理海廢的優先手段。而搬運則可評估海岸地形和出入口可及性，使用單輪車、推車、全地形車（ATV）、怪手、卡車、吊車、漁筏船舶等多元方式。

另外，亦結合民間淨灘能量，如鼓勵企業、學校、社區、人民團體、NGO 淨灘，或與地方組織如漁會合作，邀請漁民在漁汛期外的時候幫忙載運。以基隆市政府今年五月舉辦的基隆嶼淨灘為例，上千人在基隆嶼清出近 2 噸垃圾，60 艘在地船隻響應。¹⁷ 一般來說，大型船隻如棒受網上空間較小，CT3 以下的刺網船、一支釣船或娛樂漁船較適合，亦可納入淨灘清運的選項之一。

政府應儘速建立海廢污染管制標準為首要之務，各縣市方能依據海岸垃圾嚴重程度訂定清除策略，盤點適合該海岸段的清運方式，優先清除海廢熱區。另外，配合後續海廢監測調查，以理解海廢的累積速度、是否在特定季節累積等，依各縣市或海岸段需求計算淨灘預算。最後，可適時結合民間淨灘能量，才能有效維持海灘清淨。

17 游明煌（2019）基隆嶼開放前夕放流 3 萬尾魚苗，淨灘清出 2 噸垃圾。聯合新聞網（2019/5/17）：https://udn.com/news/story/7328/3807145

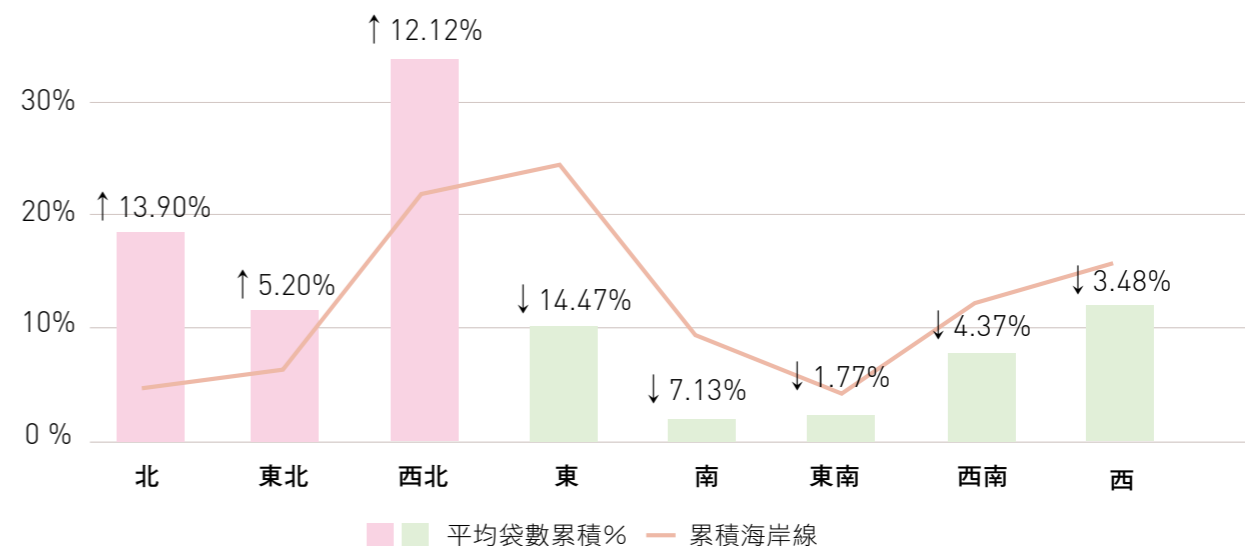


圖 9 臺灣本島各面向海岸線長度與累積之垃圾量關聯



圖 10 臺東南田雖在整體海廢量少的東部，但因面北，垃圾量相當於海廢熱區的量

(四) 海廢的多寡，跟什麼有關？

為了解海廢多寡與季節、區位海岸段、海岸面向、海岸形狀、海岸地質之關連性，我們採無母數的統計方式克-瓦二氏檢定 (Kruskal-Wallis test，簡稱 K-W 檢定)，判斷海廢數量是否在特定的環境因子下 (如季節、面向、海岸形狀等) 會產生差異。

1. 面向

65% 的垃圾累積在面北、西北與東北向海岸。西北向與北向海岸，雖只占整體海岸長度不到三成，但有超過五成的垃圾都分佈於西北向與北向的海岸上。特別是面北向海岸，如新北瑞芳 (台 2 線 83.2K 處)、新北濱水、桃園竹圍、新北南灣溪口與臺東南田等處¹⁸，海岸線長度不到 5%，累積的垃圾量卻近全臺海岸垃圾的 20%。值得注意的是臺東南田，是東海岸線上垃圾最多的地方，平均袋數 23 袋，遠高於東海岸平均的 4 袋、臺東的 2 袋。

根據中央氣象局的分析，臺灣地處歐亞大陸與太平洋間，在氣候上屬世界最顯著亞洲與西北太平洋季風區，可依長期氣候觀測資料，將季節變化分為冬半年 (10-3 月) 與夏半年 (4-9 月) 兩個時期。自 1961 年至 2013 年超過半世紀的資料顯示，臺灣本島平地冬半年受東北季風影響；但夏半年風向較紊亂，各地盛行風皆不盡相同。

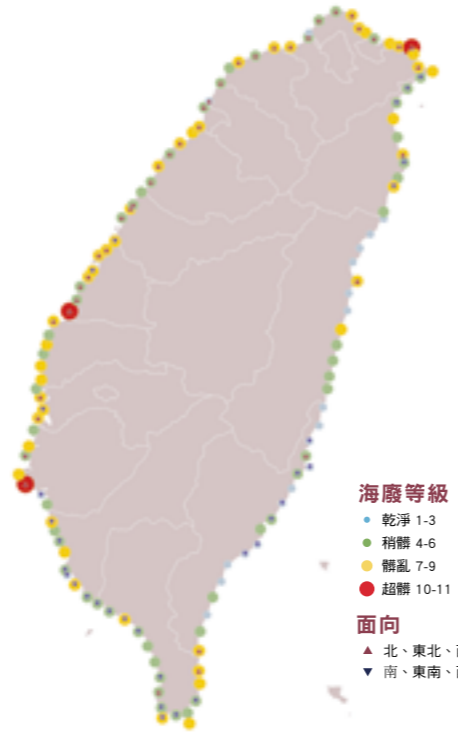


圖 11 快篩各站測點海廢等級與海岸面向

- 海廢等級
● 乾淨 1-3
● 稍髒 4-6
● 髒亂 7-9
● 超髒 10-11
面向
▲ 北、東北、西北
▼ 南、東南、西南

另外，北部地區冬半年風速比夏半年強；中部與南部在夏半年也有風速低值與風速減弱的現象。總括而言，除宜蘭受地形影響，臺灣各地所受冬季平均風速均高於夏季。¹⁹

以此來看，東北季風的影響遠大於西南季風，因此朝北的海岸成了接受廢棄物的終點。另外，我們以中央氣象局²⁰紀錄 2018 年的平均風速，與海廢多寡作相關性分析，發現風速與海廢多寡有顯著相關，風速越強，測站海岸越髒。

2. 地區

北基桃與彰雲嘉南垃圾多、東部垃圾少，宜花東明顯低於全臺其他海岸。

3. 海岸地質

本調查依據美國漁業大氣部 NOAA 針對海上漏油污染，將海岸依照漏油發生後，需要投入清理程度的分類，把海岸地質分為暴露岩岸、暴露人造結構物 (如海堤、消波塊)、暴露岩盤、沙灘、砂礫混合灘、礫石灘、開濶潮間帶與遮蔽岩岸，共計八類。分析結果發現，砂礫混合灘垃圾量顯著低於沙灘、礫石灘、暴露人造結構物，其它則無顯著不同。桃園白玉海濱則為砂礫混合灘中最髒海灘。

19 韓宛蓉、盧孟明 & 徐堂家 (2014) 1961-2013 年期間臺灣地區風向風速變化分析。交通部中央氣象局 103 年天氣分析與預報研討會。

20 交通部中央氣象局氣候觀測資料庫 https://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp

21 Jambeck, J.R., Andrady, A., Geyer, R., Narayan, R., Perryman, M., Siegler, T., Wilcox, C., Lavender Law, K. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean, Science, 347, p. 768-771.

表 9 臺灣不同海岸地質類型



新竹幸福沙灘 - 沙灘



臺東石雨傘 - 沙灘與暴露岩岸



桃園白玉海濱 - 砂礫混合灘



新北瑞芳 - 開闊岩盤



雲林六輕北側 - 暴露人造結構 (消波塊)



屏東恆春 - 潮間帶

海岸地質的不同，也是主要影響未來人員清運的效率，連帶也會影響清運的預算和資源。像沙礫混合灘與潮間帶海岸，人員行走不易，開闢岩盤有時需手腳並用攀爬上下海岸，對一般民眾或親子淨灘有安全上的疑慮。人造結構若是消波塊，海廢卡在縫隙，清運困難，且鄰近消波塊或海堤結構也無法使用重型機具或堆土機，只能全靠人力清運，清運的時間相對會更久。

4. 季節與海岸形狀

以現有數據來看，季節變化與海岸形狀，跟臺灣整體海岸海廢多寡都沒有顯著相關。我們再將海岸依照海廢多寡分為五段 - 北基桃、竹苗中、彰雲嘉南、高屏與宜花東，比較各區段與季節變化之影響，結果亦沒有顯著相關。我們將海岸分為三類型——內凹（海灣）、平直與岬角，發現海岸形狀與海廢多少沒有相關。

由於目前只有一年的數據，現有數據在統計分析上沒有呈現顯著相關，未來需更長期的調查，或再加入洋流、季風風向與風速等變因做比較。

(五) 海廢的類型，跟什麼因素有關？

從過往文獻裡，Jambeck 等學者（2015）指出不當的垃圾處置，如惡意棄置或管理不當的掩埋場，為海洋廢棄物的主要來源²¹，而許多研究也指出河川為廢棄物進入海洋之重要途徑^{22,23,24}，以及都市鄰近的流域，生活相關的塑膠垃圾比例較高²⁵。因此，我們設定了河口、漁港、商港、掩埋場、

復育場、掩埋場與復育場，以及景點為地理環境標的。

為了解臺灣海岸上出現不同類型的海廢，是否跟上述環境標的有關。將樣本分為兩組（有出現生活/漁業廢棄物、沒有出現生活/漁業廢棄物），以 Mann-Whitney U 檢定分析海廢與各種地理環境間的距離關係，比較兩組樣本與地理環境的距離是否有顯著差異。

舉例來說，把發泡、浮球、漁網繩索、釣魚用具歸入「漁業廢棄物」，再比較「有漁業廢棄物」的測點對港口距離，與「無漁業廢棄物」的測點對港口距離，兩者的距離是否有顯著不同。若有顯著不同，則進一步檢視「有漁業廢棄物」的測點離港口的距離，是否比「無漁業廢棄物」的測點離港口距離來得近。以了解「有漁業廢棄物」的測點離港口越近，是否越容易記錄到漁業用具。

1. 離河口、漁港越近的海岸越容易發現一次用塑膠垃圾嗎？

雖然從統計分析中，離河口和漁港越近的海岸，與是否出現一次用塑膠製品沒有顯著相關，但我們仍在現場發現許多海岸有出現下列情況。以新北挖子尾與臺東大鵬灣為例，為同時界於河口與漁港邊的兩個海岸，四次調查中都出現外帶杯等一次用餐具。挖子尾位於臺灣人口最稠密的臺北市下游，為被「海洋吸塵器」團隊評為全球第 16 髒的淡水河出海口²⁶，同時周邊鄰近滬尾漁港、下罟漁港、六塊厝漁港、後厝漁港等港口。而屏東大鵬灣，鄰近東港、汕尾漁港，附近有臺灣最長、流域面積最廣的河川高屏溪²⁷，與東港溪和林邊溪。

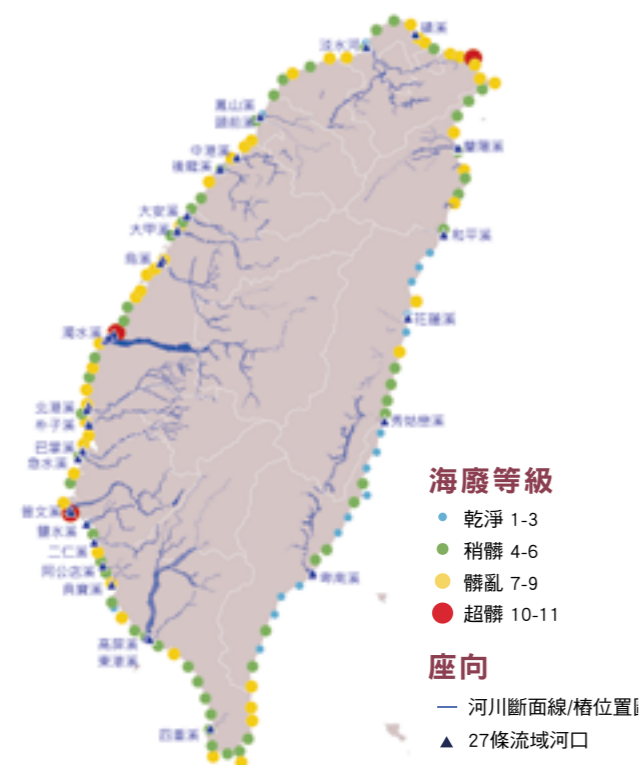
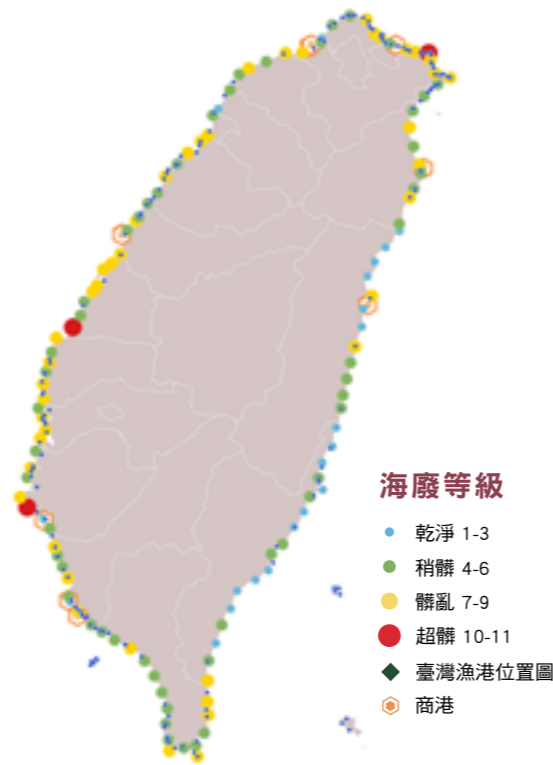


圖 12 臺灣本島主要河川與快篩點位分佈



臺灣漁港商港與快篩點位分佈圖



圖 13 左：新北挖子尾，右：臺中草厝溪，河口附近測站可見許多手搖杯與飲料瓶

Fazey 與 Ryan（2016）藉由研究南非首都開普敦附近兩處都會海灘（距開普敦 10 與 35 公里）、四處偏遠海灘（距開普敦 100 與 200 公里遠），以及兩個外島海灘（距開普敦 2800 公里）上的垃圾。他們發現，浮力越差的如塑膠包裝、塑膠袋等，多半出現在距離都市越近的海灘上，離岸越遠，海廢的尺寸越大。換句話說，**都市是海廢的主要來源，小型塑膠製品多半是都市陸源的海廢垃圾。**²⁸

本次調查於高屏、竹苗、花東幾站發現，一次用餐具、玻璃瓶與塑膠袋居多，這些垃圾的浮力相較於保麗龍與寶特瓶較低。推測河川流經上游都市地區時，夾帶包含外帶杯、吸管等一次用餐具的生活垃圾，同時漁港也有來自漁民、漁工或釣客遺留的飲食包裝垃圾。顯示污染源頭可能就是鄰近的都市鄉鎮聚落，因而距離河口與漁港越近的海岸，越容易發現一次用塑膠垃圾。雖然統計分析未有顯著相關，但從現場實際經驗，這些海廢類型與河口和漁港之關連仍值得後續關注。

22 Jambeck, J.R., Andraday, A., Geyer, R., Narayan, R., Perryman, M., Siegler, T., Wilcox, C., Lavender Law, K. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean, Science, 347, p. 768-771.

23 Lebreton, Laurent C. M., Joost van der Zwet, Jan-Willem Damsteeg, Boyan Slat, Anthony Andraday, and Julia Reisser. (2017). River Plastic Emissions to the World's Oceans. Nature Communications 8 (June): 15611.

24 Baldwin, A. K., Corsi, S. R., & Mason, S. A. (2016). Plastic Debris in 29 Great Lakes Tributaries: Relations to Watershed Attributes and Hydrology. Environmental Science & Technology, 50 (19), 10377-10385.

25 Ibid.

26 The Ocean Clean-up 為推出海洋吸塵器的團隊，以全球四萬條河川進行數據模擬，發現最髒的 20 條河多半位於亞洲，排放的垃圾占全球的 67%。Lebreton, Laurent C. M., Joost van der Zwet, Jan-Willem Damsteeg, Boyan Slat, Anthony Andraday, and Julia Reisser. (2017). River Plastic Emissions to the World's Oceans. Nature Communications 8 (June): 15611.

27 經濟部水利署（2014）中華民國 104 年臺灣水文年報。經濟部水利署。

28 Fazey, F.M.C. and Peter G. Ryan (2016) Debris size and buoyancy influence the dispersal distance of stranded litter. Marine Pollution Bulletin (110): 371-377.

知識小框框

ICC 淨灘數據與海岸調查資料的差異不只臺灣有，韓國也有類似經驗。韓國從國家海廢監測的數量統計上，保麗龍浮具（12.8%）與繩索（8.2%）是前兩名，而保麗龍從 2008 年到 2012 年都是位居國家海廢監測第一名。不過，ICC 數據則顯示，在 2008 年和 2009 年的前兩名是煙蒂和塑膠袋，保麗龍與繩索落於之後。

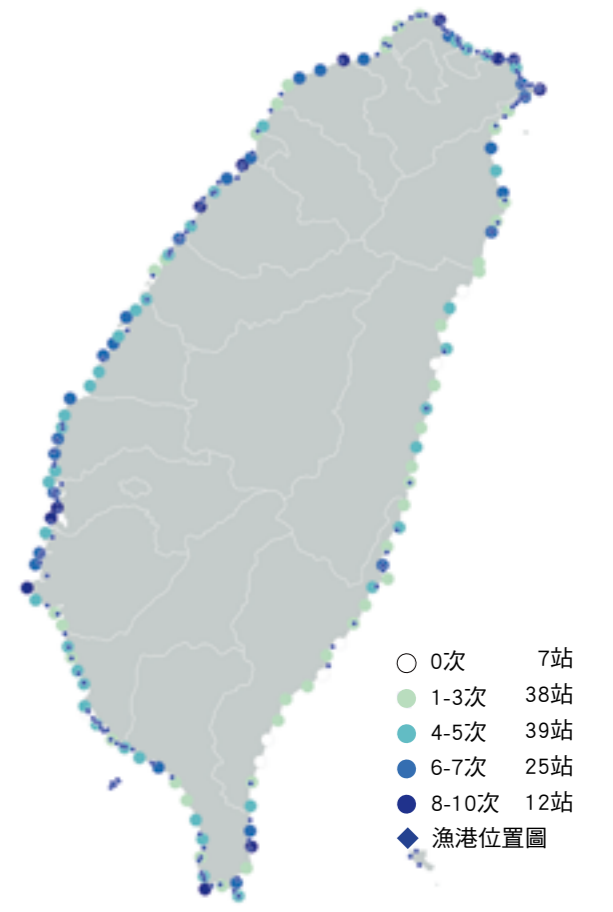


圖 14 快篩各測站漁業用具四季累積次數與漁港分佈對照

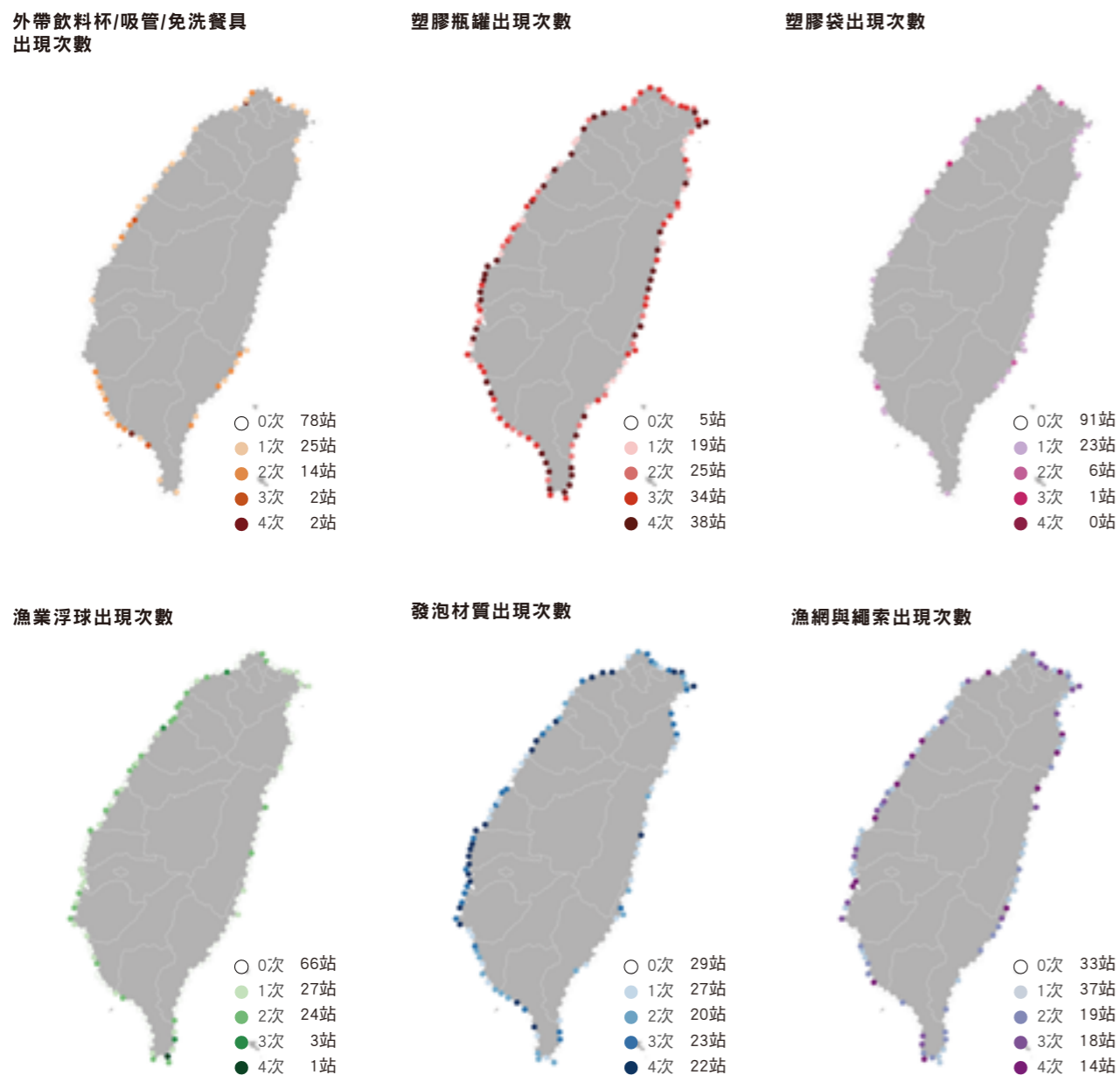


圖 15：四次調查中，六種海廢占體積前三名的次數，上排左到右：一次用餐具、塑膠瓶罐、塑膠袋；下排左到右：漁業浮球、發泡（保麗龍）、漁網繩索

2. 離景點越近的海岸，越容易發現塑膠袋

以實際測站來看，桃園觀音小飯糰溪（近桃園藻礁）、苗栗海口（近海濱森林遊憩區、竹南溼地）、臺中大甲松柏港（北堤沙灘為衝浪、戲水景點）、與高雄新港鑽石海灘等地，離休閒遊憩景點近或本身即為景點。推估遊客在景點海灘從事遊憩行為時，可能從鄰近市區外帶食物飲料等，卻丟失或棄置在海岸上，使得離景點越近的海岸上越容易發現塑膠袋。

3. 離漁港越近的海岸，越容易發現漁業廢棄物

根據快篩統計分析數據結果，發現漁業行為盛行的地方，也較容易發現漁業廢棄物。推測可能是漁民在海上作業時，因天候不佳或意外丟失漁具漁網。丟失的刺網和籠具容易繼續

捕獲生物，而拖網和延繩（綫）則會纏繞海洋生物，以及造成棲地的損害。²⁹ 廢棄漁業廢棄物對海洋環境影響甚鉅，建議漁業署需制定廢棄漁具管理政策。

過去環保團體淨灘所紀錄的國際淨灘行動（International Coastal Clean-up, 簡稱 ICC）數據，因以件數來紀錄，使得單件體積大、又難以被移除的漁業廢棄物如漁網、繩索與保麗龍，在數據統計上明顯少於體積小、易撿拾且數量多的吸管、手搖杯、塑膠袋、寶特瓶與菸蒂等。快篩調查主要是紀錄廢棄物體積的量，也因此顯現過去淨灘數據所忽略的廢棄漁具漁網問題。



圖 16 嘉南地區海岸常見蚵棚

（六）各區段垃圾類型

觀察圖 15 外帶杯、吸管、免洗餐具、塑膠瓶罐與塑膠袋等生活類垃圾，外帶杯尤其集中在高屏、北臺東與新北的挖子尾和淺水灣，而高雄幾乎每一站都有。塑膠瓶罐的四次調查結果差異不大，是廣泛分佈全臺海岸的垃圾類型。塑膠袋因體積較小，不太會是體積前三名的海廢，但在苗栗與新北仍有幾處海岸較常發現塑膠袋。

漁業廢棄物的部分，發現海岸上出現廢棄保麗龍的區域以西部沿岸為大宗，尤其與養蚵產業重鎮的雲嘉南海岸有極高重疊。浮球與漁網繩索出現的海岸段差不多是切線（圖 17- 上）以北的縣市，浮球以新北、桃竹苗與屏東為主，漁網繩索則集中在北海岸、宜蘭、中部海岸與屏東。浮球與漁網繩索會出現在這些海岸的原因與來源仍須進一步研究分析才得以解答。

總結海廢髒污程度與垃圾種類分佈，我們發現可以將臺灣本島由東北的三貂角斜切至極西點的臺南青草崙。切線以北包括北海岸、桃竹苗、中彰至雲嘉南，海岸污染程度嚴重，而漁業廢棄物³⁰的比例超過一半；雖然生活廢棄物的比例只占約三成，但因臺灣西部人口密度遠大於東部，生活垃圾的量還是相當可觀。

切線以下包含宜花東與高屏地區，垃圾類型以生活垃圾的比例超過一半，包括一次用塑膠製品、塑膠瓶罐、塑膠袋、菸蒂與打火機，與紙類（多用於包裝，且遇水容易破爛，來源為臺灣本地）。按前述分析，生活垃圾主要來自臺灣本地，顯見塑膠製品的源頭管理，以及後端的垃圾處置急需改善。

29 UNEP (2009) Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. Rome.

30 此處我們將金屬（FAD、鐵桶、鐵鉛罐）類歸入漁業廢棄物。因只有三站測站的其中一季，在海岸上發現有金屬類但沒有廢棄漁具和漁網。

圖 17 - 上 - 臺灣西北與東南半部海廢組成差異

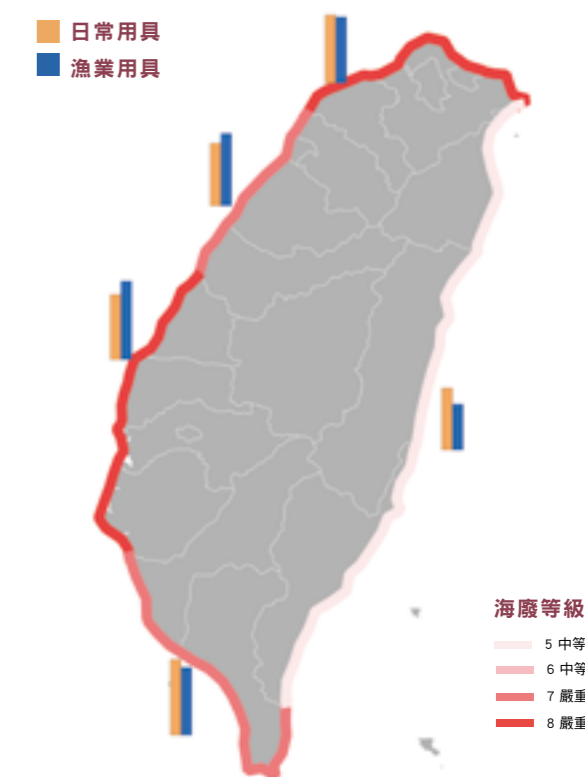
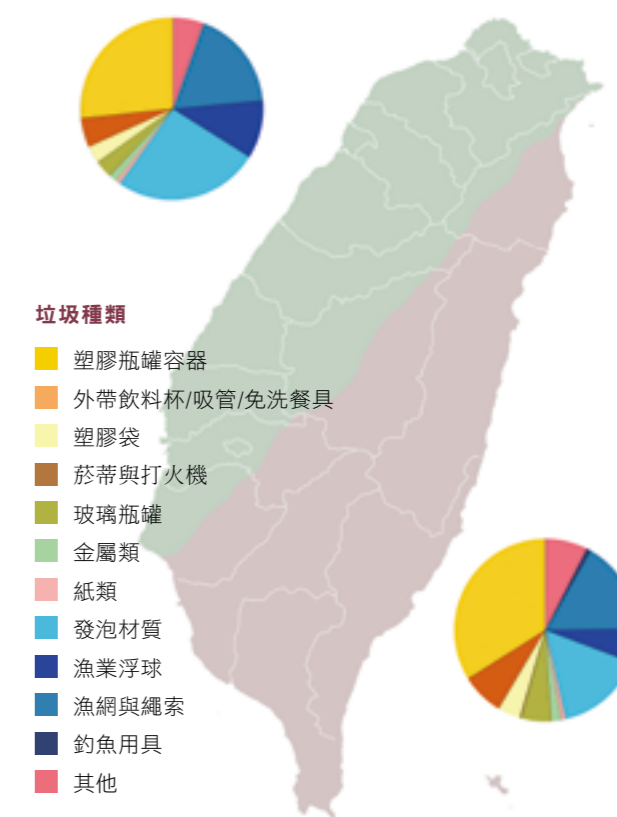


圖 17 - 下 - 臺灣本島各海岸段生活與漁業廢棄物比較圖



五、從數據到政策

澳洲聯邦科學與工業研究組織（CSIRO）學者 Denise Hardesty 曾大力疾呼：「沒有數據，就無法管理」。海洋廢棄物對全球海洋的威脅日益嚴重，但如果不能掌握污染的程度，就很難依照垃圾來源、路徑、海岸髒污狀況等擬定治理對策。以臺灣鄰近的日本與韓國為例，日本和韓國在十多年前就透過海廢調查，逐步影響政策、產業與居民行為的改變。

日本 2006 年完成全國海岸快篩調查；2009 年，在民間團體持續的推動之下，日本通過「海岸漂流物處理促進

法」³¹，目標在於維護海岸良好景觀、環境保護、順利處理與預防海岸漂流物。2010 年，以該法為基礎的「基本方針」出爐，30 個都道府縣（地方政府）依此制定區域計畫，推動各地區的海廢回收、處理和預防計畫。

像瀨戶內海，2011 年依此建立了海廢對策，開始一系列的調查研究和教育活動。鄉鎮公所積極向漁民與社區居民宣導回收的重要性，啟動海岸與海底垃圾移除的計畫；另外鼓勵增加海廢的調查研究，由小朋友組成「海廢偵察隊」，讓大眾能更認識海廢問題。

韓國政府 2008 年開始全國海廢監測計畫，每年投入臺幣 600 至 800 萬的預算用於海廢調查研究。監測發現來自養殖和捕撈漁業的保麗龍浮具和繩索

為海廢前兩名，且漁業廢棄物集中在養殖與捕撈漁業興盛的西部和南部沿海。2009 年，韓國以高密度 EPS 取代保麗龍，但仍容易破裂。另外，他們也以保麗龍壓實機收集使用過的浮球，但回收率僅 28%。於是，韓國花了六年參訪日本、舉辦無數的圓桌會議、政策工作坊與漁民的深度訪談。

2014 年，韓國制定《海洋環境管理法》，強化保麗龍的管理，鼓勵開發替代浮具，與提昇漁民意識。讓保麗龍回收率從 2009 年的 28% 提昇到 2018 年的 80%。而十年海岸監測的數據，成為政策決策的依據，也成為政府與公民團體合作的典範。最終，讓韓國海岸線上的海廢量，不論是體積、重量與件數均顯著減少。

臺灣目前還沒有針對管理海洋廢棄物的法規，或海廢污染管制標準。雖有《海洋污染防治法》，但所稱之海洋污染主要是海域工程的污染、海上漏油和漏油污染引起的火災等，管理相關緊急應變措施與對污染行為人的懲處。海岸廢棄物的管理涉及不同的管理機關，包括管理廢棄物的環保署、負責海洋污染的海保署、管理河川的水利署、港口環境管理的港務局、管理漁船的漁業署，以及實際清理海岸的地方清潔隊等等。未來我們十分期待臺灣能透過跨部會的對話，制定適用於臺灣海廢現況的法規，或依照海岸污染程度分級，建立海廢管制與清理的標準。

2017 年，包括綠色和平在內的數個公民團體，與環保署共同成立「臺灣海洋廢棄物治理平台」，在 2018 年初頒布海廢治理行動方案。這是繼韓國與印尼之後，亞洲提出的第三份海廢行動方案。與國際上各地行動方案相比，其他多著重於鼓勵更多團體投入淨灘與環境教育的推行，而少著墨於源頭減量的法規。臺灣從源頭減量、預防移除、調查研究與大眾參與四個面向處理海廢議題，另外亦參照過去十餘年環保團體淨灘累積的數據，將海岸上最常見的塑膠袋、吸管、手搖杯與一次用餐具等塑膠製品納入逐步限用到禁用的減塑時程表，可說是領先各國的減塑運動。

「臺灣海洋廢棄物治理平台」³² 是臺灣因應全球海洋塑化問題的第一步，公民團體藉由參與政策擬定、建立跨部會工作團隊、融合國際經驗、啟動全面性科學監測與研究，以有效達到廢棄物源頭減量與清理工作，未來將持續推動與監督減塑政策執行，守護臺灣美麗海洋。

³¹ 該法原名稱《海岸漂流物處理推進法（海岸漂着物推進法）》，後來更名為《海洋垃圾對策推進法（海洋ごみ推進法）》。

³² 臺灣海洋廢棄物治理平台團體包括綠色和平基金會、中華民國荒野保護協會、台灣環境資訊協會、慈心有機農業發展基金會、黑潮海洋文教基金會、海洋公民基金會、台灣蠻野心足生態協會、中華鯨豚協會、臺灣環境保護聯盟、台灣重新思考協會、海湧工作室。

六、建議

本次調查發現，臺灣西半部人口稠密，海岸上的生活垃圾遠高於東岸，顯示在都市的消費產品，許多經由河川、排水、惡意丟棄或垃圾處置不當，最終成為海洋廢棄物。

從廠商製造產品，消費者購買使用，產品變成廢棄物在環境中移動，最後進入海洋或海岸成為海廢。整個生命週期中的每個環節相關的個人或組織，都需一起負責，唯有從各個面向下手治理海廢，政府、企業與消費者都應共同合作，海岸才有恢復純淨的可能。



政府

臺灣需要一套治理海洋廢棄物污染的法規，並依母法制定海廢污染管制標準，各縣市才能依據海岸垃圾嚴重程度訂定清除策略，盤點適合該海岸段的清運方式。本次快篩已找出臺灣本島最需要淨灘的海岸段，若優先清除此 13 段海岸（見表 3），臺灣的海廢就能減少一半。另外，我們發現面向北的海岸特別容易累積垃圾，未來地方海岸管理單位可長期監測轄內北向海岸，進一步計算海廢的累積速度，就能訂定清理海廢的頻率與人力。

環保署可加速減塑時程，像之前的塑膠袋或今年開始限用的吸管，藉由政策逐步改變消費者習慣。尤其是高雄屏東海岸上的手搖杯與一次用塑膠製品最多，建議從減塑政策或地方自治條例加強管理。當用完的消費產品成為垃圾，進入環境時，我們可透過河川攔截與移除，與加強廢棄管管理，防堵垃圾進入海洋。此次調查發現漁業廢棄物的數量龐大，未來漁業署、海保署與環保署應共同合作，擬定相關減量與回收計畫。

企業


面對全球塑化危機，企業應檢視並反思自身一次用塑膠的使用量，制定逐步減量的時程表。另外，也可以重新思考產品設計，從延長產品生命周期著手，讓塑膠製品能妥善被回收使用。甚至，改變線性的生命周期，以循環經濟為生產基礎，讓產品的生命終點不再是廢棄物，而是走向重覆使用。

個人

即使只是一滴水，匯聚起來就能成為滾滾大河。我們可以從生活中減少一次用塑膠製品的使用量，帶自己的餐盒、水壺和購物袋，重覆利用既有的塑膠袋，影響自己的親朋好友一起加入減塑的行列。行有餘力，可進一步參與淨灘和淨海，用直接行動守護我們的環境。



圖 18 海廢涉及的法規與機關



綠色和平是一個全球性的環保組織，致力於以實際行動推動積極改變，保護地球環境與世界和平。
我們在全球超過 55 個國家、26 間全國和地區設立辦公室。為維持公正性和獨立性，綠色和平不接受任何政府、企業或政治團體的資助，只接受民眾和獨立基金會的直接捐款。

更多資訊 <http://www.greenpeace.org/taiwan>

如您有任何問題或建議，請聯繫 inquiry.tw@greenpeace.org

Tel : +886 (0)2 2361 2351 Fax : +886 (0)2 2361 2033

10045 臺北市中正區重慶南路一段 109 號

No.109, Sec. 1, Chongqing S. Rd., Zhongzheng Dist., Taipei City 10045, TAIWAN