

出國報告（出國類別：考察）

114 年「臺美海洋廢棄物調查與監控技術及海洋環境應處交流-參訪美國夏威夷海廢研究中心及在地海洋保育組織」
出國報告書

服務機關：海洋委員會海洋保育署
姓名職稱：李筱霞副署長、劉馥萱專員
派赴國家：美國夏威夷
出國期間：114年8月9日至18日
報告日期：114年8月22日

摘要

本次自 114 年 8 月 9 日至 18 日赴美國夏威夷，參訪當地海洋廢棄物研究與保育機構，包括美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心（Center for Marine Debris Research, CMDR）及夏威夷衝浪者基金會可愛島分會（Surfrider Foundation Kauai Chapter）。透過座談交流與實地訪查，深入瞭解美方在海洋廢棄物治理方面之政策策略、行動計畫及在地實務經驗，並與專業團隊探討執行成果與研究發展。期能藉由雙邊互動相互學習，作為我國後續政策規劃與技術優化之重要參考。

此次出訪使我方更為深刻體認，海洋廢棄物問題並非單一國家所能獨力解決，而是跨越國界的全球性挑戰。我國與夏威夷雖地理位置遙遠，但同樣面臨海洋廢棄物之威脅，並在治理策略、清除行動及教育推廣上展現相似脈絡，顯示國際交流的必要與契機。未來若能持續深化合作，不僅有助於提升我國於國際海廢治理領域之能見度，亦可共同守護不可分割的海洋環境，為全球永續發展盡一份心力。

綜合此次交流，討論範疇已由政策面向延伸至實際清除作業與科學研究領域，除展現我國在海洋廢棄物回收再利用之技術能量外，亦增進臺美雙方在專業知識與治理策略上之互補與合作。雙方互動熱絡，進一步強化國際合作網絡，為未來共同面對全球海洋廢棄物及塑膠污染問題，奠定更為堅實之合作基礎與應對策略。

目錄

壹、目的.....	1
貳、過程.....	2
一、參訪團員名單	2
二、簡介參訪行程明細表	3
三、夏威夷廢棄物處理現況	6
四、簡介美國夏威夷海廢研究中心	7
五、本署與美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心的雙方互動.....	10
六、本署與美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會的雙方互動.....	17
七、本署參訪歐胡島的焚化廠設施	32
參、心得與建議.....	34
肆、附錄.....	1
附件一、美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心簡報資料.....	1
附件二、美國衝浪者基金會可愛島分會簡報資料.....	42
附件三、海洋委員會海洋保育署英文簡報資料.....	56

圖目錄

圖 1 夏威夷群島分布地理圖	6
圖 2 美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心微型塑膠實驗室的地理位置	7
圖 3 美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心的微型塑膠實驗室	8
圖 4 夏威夷群島與北太平洋垃圾帶的對比圖	9
圖 5 美國夏威夷海廢研究中心大型塑膠計畫與微型塑膠計畫	10
圖 6 臺美雙方互相簡報概況與成果	11
圖 7 本署與夏威夷太平洋大學海廢研究中心大合照左至右，美方教務長布倫達、主任瑪法達、主任詹妮佛、本署副署長李筱霞及專員劉馥萱及翻譯人員	11
圖 8 塑膠回收分類中繼站大合照左至右，美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心哈雷、麗娜、凱蒂、瑪法達、本署副署長李筱霞及專員劉馥萱	12
圖 9 本署致贈海廢再生產品予美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心人員	12
圖 10 塑膠回收分類中繼站設施 PRRF	13
圖 11 夏威夷太平洋大學海廢研究中心檢測沙灘微型塑膠含量	14
圖 12 自創海灘調查推車	14
圖 13 自創 TTM 植物沖洗機	14
圖 14 美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心的微型塑膠實驗室設施	15
圖 15 本署與衝浪者基金會可愛島分會創辦人辛西亞合照	17
圖 16 本署與衝浪者可愛島分會團員們深入對話海廢治理與預防	17
圖 17 港口釣線回收筒	20
圖 18 港口大型海廢回收箱	20
圖 19 夏威夷衝浪者基金會可愛島分會分會所租用的海廢暫存區場域	21
圖 20 美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會 Dr.卡爾 Carl Berg 博士說明海廢的來源與種類	21
圖 21 美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會斯考特博士說明海廢海鰻陷阱裝置與對當	

地海豹生態的影響	22
圖 22 本署與美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會準備出發淨海去.....	23
圖 23 本署與美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會志工們大合照.....	23
圖 24 本署與美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會共同潔淨海水行動.....	24
圖 25 本署與美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會潔淨海洋清除逾 500 公斤	24
圖 26 本署與美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會參訪海廢涼亭	25
圖 27 海廢涼亭的展示牆突顯海廢問題及環境教育意識	25
圖 28 海廢涼亭展示文字	25
圖 29 藍海任務海灘水質監測與告示	26
圖 30 鰻魚陷阱的錐形入口.....	27
圖 31 夏威夷飛旋海豚又名長吻飛旋海豚，其口鼻被陷阱卡住。照片由 Joi Petrik 提供。	28
圖 32 夏威夷僧海豹幼崽的口鼻被鰻魚陷阱卡住，使其無法進食。照片由國家海洋漁 業局（NMFS）提供。	29
圖 33 美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會的海廢教育成果展示	30
圖 34 美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會 Dr. 芭芭拉 Barbara Wiedner 博士分享海 廢教育	30
圖 35 本署與衝浪者基金會可愛島分會交流海洋教育宣導	30
圖 36 海廢影響海洋生物的教材示範	31
圖 37 本署與歐胡島焚化廠人員及夏威夷太平洋大學海廢研究中心人員合照	33
圖 38 歐胡島焚化廠人員簡介焚化廠	33

表目錄

表 1 參訪團員名單	2
表 2 赴美出訪行程表	3

壹、目的

本署為強化臺美雙方在海洋廢棄物調查與監測領域之交流，於 114 年「臺美海洋廢棄物調查與監控技術及海洋環境應處交流」出國計畫項下，分別執行 2 趟次赴美出訪行程，包含 114 年 4 月 7 日至 13 日「參訪美國舊金山拜會海巡太平洋打擊部隊」及 114 年 8 月 9 日至 18 日「參訪美國夏威夷海廢研究中心及在地海洋保育組織」。

我國長期致力於海洋廢棄物及海洋污染之調查與監測，已具備相當基礎能力，依據臺美雙方 111 年簽署「建立衛星監測海上油污染與海洋廢棄物技術合作協定」，本署持續與美方展開技術層面的深度交流，希冀藉由引進美方更精進之監控與辨識技術，提升我國海洋污染監控及海廢偵測與調查之準確性與即時性，進而強化對海廢熱區之掌握與應變效率。本次 114 年 8 月 9 日至 18 日赴美「參訪美國夏威夷海廢研究中心及在地海洋保育組織」旨在深入交流偵測與辨識海洋廢棄物，並促進技術與經驗的相互分享，建立國際海洋廢棄物治理的緊密夥伴關係。

114 年 8 月 9 日至 18 日赴美參訪美國夏威夷海廢研究中心及在地海洋保育組織，如美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心(Center for Marine Debris Research, CMDR)及夏威夷衝浪者基金會可愛島分會(Surfrider Foundation Kauai Chapter)，藉由對話座談與實地交流方式，了解美方在海洋廢棄物治理方面的策略、行動計畫與在地經驗，並與其專業團隊深入討論執行成果與研究發展，期望從中互相學習與借鏡，作為我國後續政策制定與技術優化之參考。此外，為展現我國在海洋廢棄物治理方面的努力與成效，本署特於交流期間向美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心及夏威夷衝浪者基金會可愛島分會，簡介本署近年「我國海洋廢棄物治理的政策成果」包含海洋廢棄物的調查偵測、清除去化、回收再利用、教育宣導與國際交流的具體政策成果與展現，且特別致贈由海洋廢棄物回收再生製成之環保實用產品，不僅傳達我國對海洋環境保護的重視，也展現變廢為寶的海廢回收再利用理念，均獲得與會單位與組織的高度肯定與正面回饋。

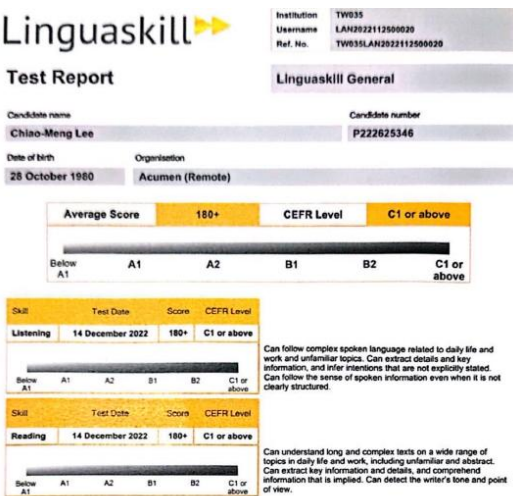
本次赴美出訪行程有助於拓展我國與美國海洋廢棄物治理相關政府機構、研究單位及非營利組織(NGO)間的交流管道，奠定雙方未來在監測技術、資訊交換、研究發展與潔淨海水等方面之基礎。透過經驗與跨國交流，不僅可提升海廢來源與成因之判識能力，更能落實溯源管理、早期偵測、即時清除與有效處置，對於我國未來規劃海洋廢棄物治理政策、推動海洋環境永續發展將具有實質助益。

貳、過程

一、參訪團員名單

本次 114 年 8 月 9 日至 18 日赴美「參訪美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心及在地海洋保育組織」由本署奉派 2 名，專業翻譯人員 1 名，共計 3 名前往美國進行拜會及交流活動。

表 1 參訪團員名單

編號	姓名	職稱	機關名稱
1	李筱霞	副署長	海洋委員會海洋保育署
2	劉馥萱	專員	海洋委員會海洋保育署 海洋環境管理組
3	李喬萌	翻譯人員	1. 學歷 高雄大學西洋語文學系學士 高雄大學都市規劃與建築研究所碩士 2. 經歷 從事專業中英口譯迄今 9 年，超過 1000 小時，擅長領域包括環境教育、城鄉規劃、地方文化創生、人權與環境議題、教育培訓、商業會晤以及動物訓練。曾任數場國際場合之中英雙語主持人，熟稔外賓接待事宜。 3. 英文能力 劍橋領思 (Linguaskill) 聽力&閱讀 C1  The image shows a screenshot of a Linguaskill Test Report. At the top, it says 'Linguaskill' with a logo. Below that is 'Test Report' and 'Linguaskill General'. The candidate's name is 'Chiao-Meng Lee' and the candidate number is 'P222625346'. The date of birth is '28 October 1980' and the organization is 'Acumen (Remote)'. The report shows an 'Average Score' of '180+' and a 'CEFR Level' of 'C1 or above'. There are two sections for 'Listening' and 'Reading', both dated '14 December 2022', both with a score of '180+' and a 'CEFR Level' of 'C1 or above'. Each section includes a progress bar and a description of the skill level.

二、簡介參訪行程明細表

自 114 年 8 月 9 日至 114 年 8 月 18 日為期 10 天 9 夜之參訪行程(原預定 9 天 8 夜，因返程日受限日本航空公司班機延遲，所有航班延後一日返回)，參訪地點包括美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心 (Center for Marine Debris Research, CMDR)、塑膠回收分類中繼站 (Plastic Recycling Research Facility, PRRF)、微型塑膠實驗室；夏威夷衝浪者基金會可愛島分會 (Surfrider Foundation Kauai Chapter) 的現勘海廢暫存場域、與志工們執行漁網巡查暨潔淨海洋行動、現勘海洋廢棄物涼亭、現勘港口釣魚線回收筒及大型海廢回收箱、介紹公民科學家的藍水任務行動、探討境外海廢的鰻魚捕捉陷阱因應對策以及海廢教育宣導等。

本次赴美出訪行程表：

表 2 赴美出訪行程表

所在地日期	所在地地點	臺灣時間	夏威夷時間	行程內容
第一天 8月9日 (星期六)	桃園-夏威夷			➢ 自桃園國際機場 (TPE) 搭機前往至美國檀香山國際機場 (HNL)
第二天 8月10日 (星期日)	歐胡島	8/11 (一) 全天	8/10 (日) 全天	➢ 資料整備及聯繫參訪單位
第三天 8月11日 (星期一)	歐胡島	8/12 (二) 02:30-04:15	8/11 (一) 08:30:- 10:15	➢ 參訪夏威夷太平洋大學海廢研究中心Center for Marine Debris Research (CMDR) ➢ 08:30-08:45與夏威夷太平洋大學教務長 Dr. 布倫達Brenda Jensen Dr. 詹妮佛 Jennifer Lynch、Dr. 瑪法達Mafalda見面問候 ➢ 08:45-09:15 Dr. 詹妮佛Jennifer Lynch 介紹海洋廢棄物研究中心 (CMDR) 概況 ➢ 09:15-10:15 初步討論與交流
		8/12 (二) 04:15-05:00	8/11 (一) 10:15-11:00	➢ 參訪夏威夷太平洋大學海廢研究中心Center for Marine Debris Research (CMDR) 的塑膠回收分類中繼站 (Plastic Recycling Research Facility, PRRF)
		8/12 (二) 05:00-06:00	8/11 (一) 11:00-12:00	➢ 由Dr. 瑪法達Mafalda、Dr. 凱蒂Katie Stevens 和Dr.哈雷 Harley Wahl 帶領參觀塑膠回收分類中繼站 (Plastic

所在地日期	所在地地點	臺灣時間	夏威夷時間	行程內容
				Recycling Research Facility, PRRF)
		8/12 (二) 08:00-10:00	8/11 (一) 14:00-16:00	➢ 參訪夏威夷太平洋大學海廢研究中心Center for Marine Debris Research (CMDR) 的微型塑膠實驗室 ➢ 14:00-15:00 由 Dr. 詹妮佛 Jennifer Lynch、Dr.瑪法達 Mafalda 和 Dr.傑洛米 Jeremy Axworthy 帶領參觀微型塑膠實驗室 ➢ 15:00-16:00 在 夏威夷太平洋大學的 Waimanalo 校區的會議室進行交流討論
第四天 8月12日 (星期二)	歐胡島	8/13 (三) 2:00-2:30	8/12 (二) 8:00-8:30	➢ 搭車至美國檀香山國際機場 (HNL)
	可愛島	8/13 (三) 3:55-4:45	8/12 (二) 09:49~10:30	➢ 搭乘國內線航班至利胡坎國際機場
		8/13 (三) 7:00-8:30	8/12 (二) 13:00-14:30	➢ 參訪衝浪者基金會可愛島分會 (Surfrider Foundation Kauai Chapter) 並會面創辦人暨聯絡人 Dr.辛西亞 Cynthia 彼此分享海洋廢棄物治理成果
		8/13 (三) 8:30-11:00	8/12 (二) 14:30-18:00	➢ Dr.卡爾 Carl Berg 博士、Dr.斯柯特 Scott McCubbins 博士、Dr.創辦人辛西亞 Cynthia 現勘可愛島分會所租用海廢暫置場域
第五天 8月13日 (星期三)	可愛島	8/14 (四) 4:00-6:00	8/13 (三) 10:00-12:00	➢ 衝浪者基金會可愛島分會 (Surfrider Foundation Kauai Chapter) 創辦人暨聯絡人 Dr.辛西亞 Cynthia 說明夏威夷可愛島海洋廢棄物治理成果
		8/14 (四) 9:30-12:00	8/13 (三) 15:30-18:00	➢ 海保署與衝浪者基金會可愛島分會 (Surfrider Foundation Kauai Chapter) 的10 多名志工清除海廢，執行漁網巡查 Net Patrol 暨潔淨海水行動
第六天 8月14日 (星期四)	可愛島	8/15 (五) 3:00-8:30	8/14 (四) 9:00-14:30	➢ 衝浪者基金會可愛島分會 (Surfrider Foundation Kauai Chapter) Dr.卡爾 Carl Berg 導覽解說 ➢ 現勘可愛島內的島嶼學校海洋廢棄物建造涼亭 ➢ 現勘港口設置的釣魚線回收筒及大型海廢回收箱 ➢ 探討境外海廢的鰻魚捕捉陷阱因應對策

所在地日期	所在地地點	臺灣時間	夏威夷時間	行程內容
		8/15 (五) 8:30-11:30	8/14 (四) 14:30-18:30	➤ 海保署簡報海廢治理執行成果 ➤ 與衝浪者基金會可愛島分會 (Surfrider Foundation Kauai Chapter) 創辦人與聯絡人 Dr. 辛辛西亞 Cynthia、Dr. 辛芭芭拉 Barbara Wiedner、Dr. 卡爾 Carl Berg 深入對話
第七天 8月15日 (星期五)	可愛島	8/16 (六) 3:00-6:00	8/15 (五) 9:00-12:00	➤ 與衝浪者基金會可愛島分會 (Surfrider Foundation Kauai Chapter) 芭芭拉 Barbara Wiedner 會面並討論海廢教育宣導與環境保護
		8/16 (六) 7:00-7:20	8/15 (五) 13:00-13:20	➤ 搭車至國內線利咕阿機場
	歐胡島	8/16 (六) 8:23-9:01	8/15 (五) 14:23-15:01	➤ 搭乘國內線航班至歐胡島
第八天 8月16日 (星期六)	歐胡島	8/17 (日) 20:45	8/16 (六) 10:00-10:30	➤ 自美國檀香山國際機場 (HNL) 搭機返回桃園國際機場 (TPE) ➤ 由於日本航空公司發生班機事故，所有前往日本轉機班機延遲返回日期
第九天 8月17日 (星期日)				
第十天 8月18日 (星期一)	歐胡島	8/18 (一) 20:45 抵達桃園	8/17 (日) 10:00-10:30	➤ 自美國檀香山國際機場 (HNL) 搭機返回桃園國際機場 (TPE)

三、夏威夷廢棄物處理現況

(一)美國夏威夷的陸域廢棄物處理現況

夏威夷由 4 大島（歐胡島、可愛島、茂宜島及大島）及群島組成，屬於觀光旅遊的歐胡島，島上垃圾處理以焚燒為主，以不同顏色的垃圾桶進行分類，綠色收集生廚餘與落葉並進行堆肥、藍色收集可回收物，包含#1#2 號塑膠、玻璃、金屬、紙板、報紙及紙張等回收物，金屬和玻璃賣給美國本土買家、灰色垃圾桶收集一般垃圾、營建廢棄物以掩埋為主。至於其他 3 大島（可愛島、茂宜島及大島）則以掩埋方式處理。

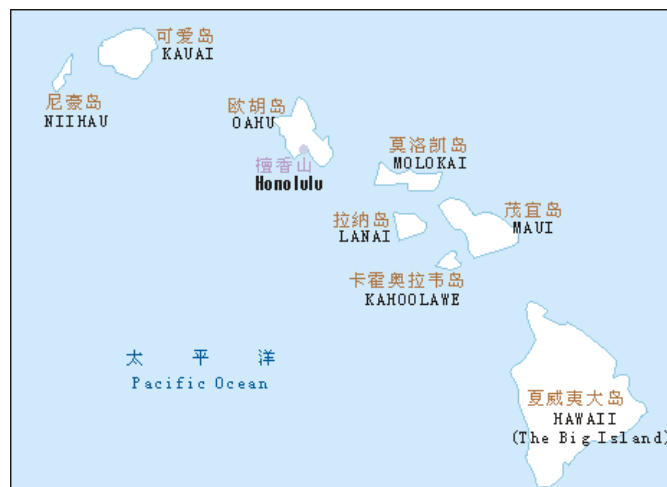


圖 1 夏威夷群島分布地理圖

(二) 美國夏威夷的海洋廢棄物處理現況

夏威夷海洋廢棄物中超過 80%是廢棄漁具，大多由高密度聚乙烯(HDPE)、聚丙烯 (PP)、聚乙烯 (PE) 等組成，因隨著北太平洋垃圾帶累積於夏威夷群島附近。其海洋廢棄物根據島嶼類型有不同的處理方式，主要以漁網轉能源計畫進行焚燒去化為最大宗，其次是掩埋處理，極少部分回收再利用：

1. 歐胡島：由美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心 Center for Marine Debris Research (CMDR) 協作清除，少部分海廢進入塑膠回收分類中繼站 (Plastic Recycling Research Facility, PRRF) 並根據塑膠的聚合物進行分類，以便後續的回收作業，其餘則進入歐胡島的焚化廠進行漁網焚燒轉能源。
2. 可愛島：由非營利組織衝浪者基金會可愛島分會從海岸海上清除海洋廢棄物，並暫存所租用的海廢暫置場域。
3. 茂宜島：由非營利組織太平洋鯨魚基金會協作清除，且跟島內陸域廢棄物併同掩埋處理居多。

4. 大島：由非營利組織組織協作清除，並暫存於兩個暫存點位，且跟島內陸域廢棄物併同掩埋處理居多。

(三) 州政府成立海洋廢棄物的回報專線

由夏威夷州土地與自然資源局設置海洋廢棄物電話專線及線上回報單，由民眾回報在各島嶼群島海灘或是海域中所遇到難以移除的大型海洋廢棄物，以便後續清除。州立政府每年提供 15,000 美元補助金額給予非營利組織負責接聽回報及嘗試清除海洋廢棄物。除此之外，夏威夷州政府投入海洋廢棄物資源有限，幾乎所有海廢清除工作由美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心、非營利組織、志工們等執行清除。

四、簡介美國夏威夷海廢研究中心

(一) 美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心 Center for Marine Debris Research (CMDR)

1. 美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心

美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心 Center for Marine Debris Research (CMDR) 於 2019 年由夏威夷太平洋大學 Hawaii Pacific University (HPU) 發起成立。夏威夷太平洋大學各分校座落於歐胡島上不同地方，與當地生活密不可分，其中海廢研究中心的微型塑膠實驗室選擇設立在海廢清除行動勢在必行的北太平洋垃圾帶下游地帶，該地帶的海洋及海灘上累積許多境外海洋廢棄物及微型塑膠。

美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心 Center for Marine Debris Research (CMDR) 成立宗旨為，透過開發與應用科學方法，精確測量海洋塑膠廢棄物的量化、來源、運輸、命運、影響與再利用，從宏觀到微觀（從大型塑膠到微型塑膠）全面研究海廢污染物特性，期望最終實現海洋環境永續的願景。



圖 2 美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心微型塑膠實驗室的地理位置



圖 3 美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心的微型塑膠實驗室

2. 概述美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心

美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心的執行策略層面，涵蓋生物、化學、物理、工程、經濟與政治科學等多面向：生物領域為探討塑膠對海洋物種（如海洋哺乳類、海龜、魚類）造成的纏繞、攝食與毒性效應。化學分析為識別不同塑膠種類中的聚合物、添加物及表面特性。物理層面為模擬與分析塑膠在海洋環境中的運輸與碎裂過程。工程技術為開發微塑膠偵測與再利用技術，研發塑膠廢棄物再生應用解決方案。經濟與政策科學為評估塑膠污染的經濟影響並監測相關政策效力，以支持決策制定。

經研究顯示，夏威夷周邊的海洋廢棄物受到北太平洋垃圾帶影響最為嚴重。該漂浮垃圾帶的面積約為夏威夷群島的十倍以上，如圖 4 夏威夷群島與北太平洋垃圾帶的對比圖所示（海廢密度高者為螢光黃，依序顏色為淺黃、綠色、淺綠至海廢密度低者淺藍）。可以從圖 4.中發現隨著長時間的海流漂流，太平洋垃圾帶逐漸向夏威夷群島靠近，並受近岸島嶼海底地形影響。從垃圾帶的表面積大小及顏色變化，可觀察海廢核心區域螢光黃逐漸轉變淺黃、綠色、淺綠至面積更廣的海廢密度低的淺藍區域，表面積逐漸變大變廣、海廢密度顏色變淺且擴散。最終，當這些漂浮垃圾隨北太平洋海流堆積至夏威夷群島迎風面上後並漂上海岸後，會破碎成難以清除的微型塑膠，進一步形成另一種塑膠污染危機，且造成人力清除成本的提高。

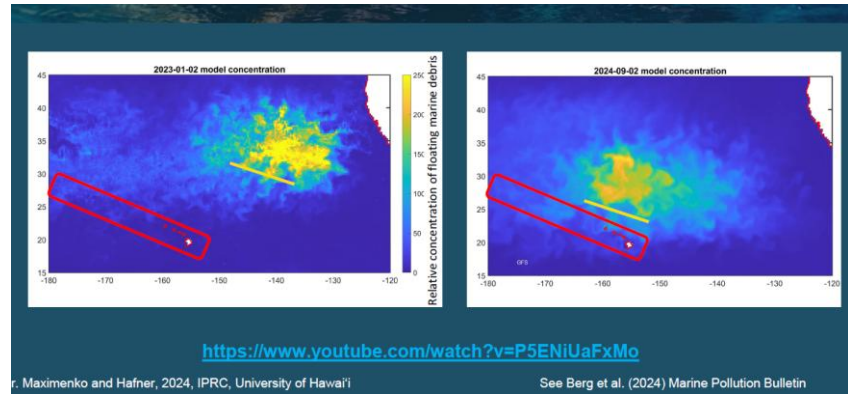


圖 4 夏威夷群島與北太平洋垃圾帶的對比圖

經多位學者估計，北太平洋垃圾帶中累積約 96,400 公噸海漂垃圾，相比之下，夏威夷太平洋大學海廢研究中心與各非營利組織每年僅能清除約 200 公噸，若單靠現有能量需 500 年才完成清理。除此之外，夏威夷廢棄物處理設施僅有歐胡島設有焚化廠；可愛島、茂宜島與大島僅能以掩埋場處理廢棄物。因此，減少海廢產生、降低海廢堆積量、促進資源循環再利用，是當地海廢治理的核心目標。

目前夏威夷太平洋大學海廢研究中心的新策略為，設置塑膠回收分類中繼站 (Plastic Recycling Research Facility, PRRF)，於港口設置海廢暫存區及空貨櫃，當地漁民可以將自行產生的廢漁網具丟棄或協助打撈境外海廢垃圾並置放於此海廢暫置區中，當其貨櫃滿載時，將移往塑膠回收分類中繼站 (Plastic Recycling Research Facility, PRRF) 進行海廢分類、標註種類、分辨來源、分類破碎、中繼儲存、廢漁網與廢塑膠漁具運送至不同處理回收公司，例如販售給美國本土境內製造塑膠木公司或打印 3D 之構件，經統計相關海廢處理量已超過 227,000 磅，主要以為境外幽靈漁網、塑膠浮具等為主，夏威夷太平洋大學海廢研究中心的瑪法達 Mafalda de Freitas 博士說：「夏威夷當地僅有 150 艘延繩釣漁船，並沒有使用拖網或是刺網；這些拖網、刺網、塑膠海廢及海鰻陷阱設施經判斷絕大多數屬於境外污染，且大部分海廢漁網具及塑膠是隨著北太平洋垃圾帶捲入的，但經過長時間的漂流某部分海廢破碎成塑膠碎片，造成海洋廢棄物清除上的困難度、人力消耗與清除成本的提升，在夏威夷各個島嶼可以明顯看出海廢這個全球性的問題。」

除此，美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心 Center for Marine Debris Research (CMDR) 亦設有微型塑膠實驗室，並且擁有完整的化學檢測設備組合，包括：熱解 GC-MS、顯微 FTIR 光譜儀、Raman 成像

光譜儀等設備，適用於微塑膠量測與鑑定。設備如掃描熱量分析儀、高精度分析天秤、微波萃取器、溶劑濃縮器、潔淨工作臺等。冷藏設施包括 -20°C 、 -80°C 及液氮冷凍設備，以及冷凍乾燥器，確保樣本保存品質與研究分析的檢測。

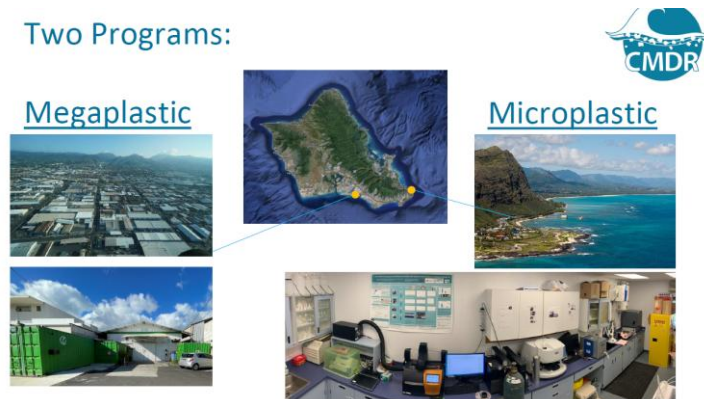


圖 5 美國夏威夷海廢研究中心大型塑膠計畫與微型塑膠計畫

綜上，美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心 Center for Marine Debris Research (CMDR) 不僅協助當地海廢的清除收集分類，且其微型塑膠實驗室亦具備高度的科學研究能力，更透過多元創新方式推動海廢回收再利用（漁網獎勵兌換制度等），成為連結科學量測、策略方法與實務應用的重要中心。對於全球海洋塑膠治理與永續發展領域而言，是不可或缺的國際研究與技術交流夥伴。

五、本署與美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心的雙方互動

（一）拜會美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心人員：

本署與夏威夷太平洋大學教務長 Dr. 布倫達 Brenda Jensen、海洋廢棄物研究中心的主任 Dr. 詹妮佛 Jennifer Lynch、Dr. 瑪法達 Mafalda de Freitas 博士、Dr. 哈雷 Harley Wahl 博士、Dr. 凱蒂 Katie Stevens 及 Dr. 傑洛米 Jeremy Axworthy 博士，共計 6 位。



圖 6 臺美雙方互相簡報概況與成果



圖 7 本署與夏威夷太平洋大學海廢研究中心大合照左至右，美方教務長布倫達、主任瑪法達、主任詹妮佛、本署副署長李筱霞及專員劉馥萱及翻譯人員

(二) 美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心-大型塑膠海廢計畫：

1. 定期清除行動：

與在地非營利組織合作清除海廢，每年清除約 200 公噸海廢，清除頻率為每日、每週、每月及每兩年的大規模清理。

2. 設置港口海廢暫置區：

於 38 號港口設置海廢暫置區並放置空貨櫃，供漁民將自行產生的廢漁網具或是協助打撈的境外海廢暫存放置於此空貨櫃或區域。此方法類似我國目前所推動的 84 處第二類漁港海廢暫置區之目的相同，促使漁民主動將自行產生的或協助攜回海洋廢棄物協助放置於港口旁的海廢暫

置區。

3. 設置塑膠回收分類中繼站 (Plastic Recycling Research Facility, PRRF)：

集中歐胡島海洋廢棄物，初步海廢分類與標註，將廢棄漁網破碎為細小纖維，售予美國境內本土廠商製作塑膠地板所需、部分塑膠浮具破碎造粒成再生材料，並以照片標註不同類型海廢的可能來源國進行溯源分析、研究改良延繩漁船之集魚裝置並採用天然材質捕魚及衛星追蹤器 dFAD 流向、協作分類後的廢棄漁網進入歐胡島焚化廠焚燒轉能源。



圖 8 塑膠回收分類中繼站大合照左至右，美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心哈雷、麗娜、凱蒂、瑪法達、本署副署長李筱霞及專員劉馥萱



圖 9 本署致贈海廢再生產品予美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心人員



圖 10 塑膠回收分類中繼站設施 PRRF

4. 實施漁網回收獎勵計畫：自 2022 年 11 月起，美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心獲美國大氣暨海洋總署（NOAA）補助，鼓勵漁民收集自身產生或協作清除境外流入的廢漁網具計畫，提供每磅 1 美元的獎勵補助，至今已回收 70 公噸廢漁網具。然於 2025 年 8 月 31 日將因經費不足而終止計畫的推動。
5. 嘗試海廢回收再利用於公共道路：率先開創並試行將廢棄漁網納入瀝青路面項目，並於歐胡島實驗性公共道路上試行。路面僅使用少量 1% 的塑膠，夏威夷州交通部規範州際公路和機場跑道可使用瀝青混合物，目前可以添加苯乙烯 SBS，約占瀝青黏合劑組成的 5%，但仍在試驗其路面耐用性和壽命及對環境影響的考驗。另美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心亦試圖評析，漁網添加轉道路之公共建設與漁網焚燒轉能源之去化方式的生命週期評估分析。

（三）美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心-微型塑膠海廢計畫：

1. 夏威夷海灘塑膠微粒之調查結果比較：
夏威夷海灘平均每公斤沙含 559 微粒（25 μ m ~ 5 mm）相較美國西岸每公斤沙平均 92.8 微粒（38 μ m ~ 1 mm）、東南亞每公斤平均 2.82 微粒（500 μ m ~ 5 mm）高出許多。

Microplastic per kg of beach sand

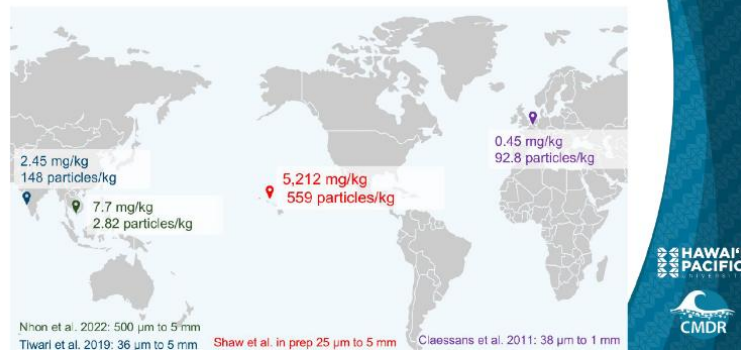


圖 11 夏威夷太平洋大學海廢研究中心檢測沙灘微型塑膠含量

2. 微型塑膠之檢測與分析設備：

- 自創海灘調查推車：以灌水方式沖洗固定體積沙樣，運用不同物質的密度差異，分離上層塑膠與下層水。



圖 12 自創海灘調查推車

- 自創 TTM 植物沖洗機：利用密度差分離更微小的微塑膠粒。



圖 13 自創 TTM 植物沖洗機

- FTIR 紅外線光譜儀：測定塑膠類別（0.5 mm 以上）。
- 化學實驗室：確保對照組樣本潔淨度。
- 差示掃描量熱儀（DSC）：依熔點區分 LDPE、LLDPE、HDPE。
- FTIR Microscope：分析 30~50 μm 微塑膠。
- Raman Microscope：分析 1~500 μm 微塑膠。
- GC 儀器：偵測塑膠添加物種類。塑膠對照組樣品：22 類塑膠定性對照樣品。



圖 14 美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心的微型塑膠實驗室設施

（四）雙方意見交流與討論：

美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心簡介該概況與成果後，由本署介紹過去、現在與未來所執行海廢治理成果中的 5 大政策面向：調查、清除、回收、宣導、教育，並致贈海洋廢棄物回收成果與再生商業產品，獲美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心的高度肯定，尤其讚賞公私協力的多元清除策略以及海廢回收再生產品。特別是，夏威夷與我國分別處於全世界兩端的地理位置，但是雙方深有感觸的是，彼此都已開展海洋廢棄物的治理行動且十分相似，例如廢漁網的獎勵兌換機制（美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心提供每 1 美元/磅的兌換、本署委託地方政府提供每新臺幣 15 元/公斤的兌換）、提供漁民放置海廢的港口海廢暫存區、設置海廢塑膠回收中繼站、對於微型塑膠的重視與調查等多元對策，都感到相似的實際行動與治理成果。

很可惜的事情，針對海洋廢棄物的回收再利用面向，美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心指出，美國鮮少有結合民間企業與公部門政府推動海廢回收並製成商業產品的案例，因此對我方海廢執行成果展現高度肯定並深

感興趣。希望美國政府能夠像我國政府一樣高度重視海洋環境與保育，並結合公私力量一起推動海洋環境的永續與海洋廢棄物的清除行動。

特別是，目前美國國家海洋暨大氣總署（NOAA）因人員異動。許多已核准或正在申請的計畫面臨停擺，並且缺乏對應窗口，對美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心而言，多項已通過或是申請中的計畫備受影響，因此期盼美國政府能更加重視海洋環境議題，並實際提供行政支援與經費挹注。另外，值得注意的是，夏威夷群島的海廢清理與海洋保育行動幾乎仰賴志工、學校及非營利組織自行發起，進行海廢預防與清除工作。

綜上，本署與美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心具備豐富的海洋廢棄物檢測經驗與科技應用基礎，未來可積極與彼此深化交流與科研互動，攜手推動國際海洋廢棄物治理，結合科學分析、創新回收應用與在地實踐，其跨領域的研究模式與實務經驗，對我國現行與未來海廢治理政策規劃將具高度參考價值。

六、本署與美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會的雙方互動

(一) 拜會美國夏威夷衝浪者基金會 (Surfrider Foundation Kauai Chapter)

人員：

美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會 (Surfrider Foundation Kauai Chapter) 創辦人暨聯絡人 Dr.辛西亞 Cynthia 博士、Dr.斯柯特 Scott McCubbins 博士主責漁網巡查與清除行動、Dr.卡爾 Carl Berg 博士主責海廢調查、Dr.芭芭拉 Barbara Wiedner 博士主責海廢教育及海洋保育，共計 5 位。



圖 15 本署與衝浪者基金會可愛島分會創辦人辛西亞合照



圖 16 本署與衝浪者可愛島分會團員們深入對話海廢治理與預防

(二) 簡介美國夏威夷衝浪者基金會

美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會 (Surfrider Foundation Kauai Chapter) 創辦人暨聯絡人 Dr. 辛西亞 Cynthia 博士說明，美國夏威夷衝浪者基金會 Surfrider Foundation 成立於 1984 年，為一群關心海岸環境的衝浪者倡議團體，總部設於加州聖克萊門特。經過多年擴展，全美共設有 75 個分會，其中夏威夷可愛島分會以其特殊運作模式及深厚在地影響力著稱，該可愛島分會現有會員約 200 人，由志願服務者組成，長期投入守護當地可愛島長達 37 公里之迎風面海岸線，推動海灘清潔及海洋廢棄物清除工作。

美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會 (Surfrider Foundation Kauai Chapter) 自 2007 年成立以來，秉持這一跨世代的环境保護理念，積極在可愛島 (Kaua'i) 推展海洋保育與社區參與行動，是一個以志願者為核心、公民科學與社區倡權為主軸的海洋保育組織，且於可愛島分會上並無固定的辦公室，人力資源的志工們都是來自島嶼上的民眾自願擔任，相關營運組織的經費多來自跟官方所申請的補助計畫，且定期於每周三例行性淨灘作業外，可愛島分會亦推動 2 項重要環境計畫：(一) 為當地海灘水質監測，由當地民眾協助採樣海水，藉以調查海灘海水品質；(二) 為「北太平洋海鰻陷阱追溯計畫」以追蹤並研究相關漁具之來源與影響。前述兩項計畫經費主要由志願者及當地居民捐助，另全球幽靈漁網基金會 (Global Ghost Gear Initiative) 亦提供 5,000 美元之資助。

在 Dr. 卡爾 Carl Berg 博士指導下，可愛島分會於「北太平洋海鰻陷阱追溯計畫」項下，首次實施海洋廢棄物溯源與分類作業，結果顯示，多數回收之海鰻陷阱來源為中國、韓國及日本。韓國方面對改善此一情況表達高度關切，惟部分漁民仍有將損壞陷阱直接棄置海中的情形；日本方面則多因暴風影響而被迫棄置。是以，源頭減量與材質創新與廢棄物清除同等重要，為此分會也試圖與學術機構合作，研析採用具生物可分解材質製作海鰻陷阱之可行性，以降低長期污染風險。相關研究成果將由 Dr. 卡爾 Carl Berg 博士與我國澄洋顧問有限公司顏寧執行長於未來共同發表，促進環境永續與清除廢漁具的推廣。

此外，夏威夷衝浪者基金會可愛島分會目前刻正積極推行「海洋友善餐廳」計畫，倡導餐飲業者停用一次性塑膠製品及吸管，改用環保材質，並鼓勵選用當地魚種、遵守永續捕撈規範，該計畫並設有標章圖樣、分會認證機制與不定期的稽核，以確保其落實成效。

回顧重大事件，於 2011 年日本大地震所引起的海嘯，使得日本陸域廢

棄物因海嘯及北太平洋海流帶漂到夏威夷造成海洋環境破壞；過幾年後亦有 1 艘日本貨櫃船於暴風發生船難導致逾 1,800 個貨櫃掉落，貨櫃內的物品漂流於海上成為海洋廢棄物亦隨著北太平洋海流漂向夏威夷可愛島，造成可愛島環境危害與重大影響；因此，可愛島分會試圖運用洋流與風向數據回溯技術，確認來源國家及漂流路徑，當時日本政府亦撥款協助清理海嘯所造成的海廢清除。多年監測數據顯示，截至 2024 年，海洋廢棄物數量已有下降趨勢，經與學者討論研判與近年北太平洋海流路徑發生變化相關，但是未來海洋洋流是否再次回流至夏威夷也未可知。

回顧另一起重大事件，還有 2023 年發生之一宗抹香鯨擱淺事件，經檢驗其腸道內阻塞 19 個海鰻陷阱，導致無法進食而死亡，顯示海廢問題嚴重性並引發當地社會關注。

以下將簡介，美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會（Surfrider Foundation Kauai Chapter）於可愛島上的海廢治理情形，包含簡介港口釣線回收筒與大型海廢回收箱、簡介可愛島分會所租任的海廢暫存區場所堆置情形、共同執行每周三定期的廢漁網巡查與潔淨海水清除工作、參訪夏威夷島嶼學校的海廢涼亭、簡介「藍水任務公民科學計畫（Blue Water Task Force, BWTF）」、簡介「北太平洋海鰻陷阱追溯計畫 North Pacific Eel Trap Project」以及海洋環境教育等多元成果。

（三）說明港口釣線回收筒與大型海廢回收箱

在港口參訪中，Dr.卡爾 Carl Berg 博士介紹了州政府設置的釣線回收筒，目前僅回收單股釣線，尚未涵蓋多股釣線。由於夏威夷僅有延繩釣漁船，無拖網與刺網漁船，針對境外海廢的收集，由可愛島分會於港邊設置大型海廢回收箱，用於回收漁網、漁具、繩線及其他難分類海廢。這些回收箱每月清運一次，運往可愛島分會所租用海廢暫置場域，值得一提的是，該大型海廢回收箱其實是屬於境外日本漁船的漁獲收集箱變成海廢後再利用的結果。



圖 17 港口釣線回收筒



圖 18 港口大型海廢回收箱

(四) 說明可愛島分會所租任的海廢暫存場域堆置情形

參訪美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會所租用海廢暫置區場域，Dr. 卡爾 Carl Berg 博士、Dr. 斯柯特 Scott McCubbins 博士分別說明，目前該分會固定每周三進行海岸淨灘，並將淨灘後的海洋廢棄物先行堆置於此場址中，先進行初步的分類與溯源。

經 Dr. 卡爾 Carl Berg 博士的說明，90%以上均為境外海廢垃圾居多，且以中國、日本、韓國為最大宗比例，從浮球、漁網箱籠等物品上均有其該國的文字可以進行判斷與分辨。同時，最多種類大多為塑膠製的浮球或漁具，以及非夏威夷本地漁船所產生的廢棄漁網，已造成夏威夷環境重大負擔。

除此，可愛島的海廢清理行動亦受限於地理條件，部分海岸屬私人土

地，且地形崎嶇、交通不便，僅能仰賴志工徒步搬運，效率有限，所幸當地觀光直升機公司協助吊掛運輸海廢，大幅減輕人力與時間負擔，確保清理行動之持續推進。舉例，上周當地觀光直升機公司已協助吊掛 36 包大型的海廢垃圾包，透過此方法可以運送大型的海廢垃圾進入本海廢暫置場所，避免環境與海洋生物再遭受危害與影響。



圖 19 夏威夷衝浪者基金會可愛島分會分會所租用的海廢暫存區場域



圖 20 美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會 Dr.卡爾 Carl Berg 博士
說明海廢的來源與種類



圖 21 美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會斯考特博士說明海廢海鰻陷阱裝置與對當地海豹生態的影響

(五) 定期每周三廢漁網巡查與潔淨海水清除工作

美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會固定於每週三選擇不同海岸進行淨灘行動。志工可先上網查看當週行程再自主參與。此次本署與該分會 10 多名志工一同投入逾 3 小時的潔淨海洋作業。

在清理過程中發現，約 9 成海廢為塑膠製品，其餘則為漁網與漁具，且塑膠廢棄物多為細小、破碎的碎片，需透過人力過篩方式收集。針對海廢溯源的分辨，因夏威夷僅有 150 艘的延繩釣漁船釣捕鮪魚，從漁法可以容易分辨海廢來源，由此推測，可愛島的廢塑膠廢漁網具等海廢幾乎受境外來源影響甚鉅，是全球境外海廢的受害者。且海廢經北太平洋洋流長時間漂流影響，大型塑膠廢棄物會逐漸破碎成小型與微型塑膠，增加了清理難度與人力、時間成本，也無法以大型機械處理。本次參與潔淨海洋行動經過 3 小時努力，共清除約 500 公斤海廢，包含大量微型塑膠碎片。

此外，美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會除每週三固定淨灘外，每年也會擺設攤位販售以海廢製作的藝術品，藉此提升當地居民的環境意識，同時為組織籌措部分資金。



圖 22 本署與美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會準備出發淨海去



圖 23 本署與美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會志工們大合照



圖 24 本署與美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會共同潔淨海水行動



圖 25 本署與美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會潔淨海洋清除逾
500 公斤

(六) 參訪夏威夷島嶼學校的海廢涼亭

在美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會 Dr.卡爾 Carl Berg 博士的導覽下，我們參觀了夏威夷島一所學校的海廢涼亭。該涼亭於 6 年前興建，由 Dr.卡爾 Carl Berg 博士牽線美國加州分公司與紐西蘭製磚工廠合作，將回收塑膠以特定融點處理成高強度塑膠磚，再組裝成建材。海廢涼亭結構以水泥為基底、鋼筋為骨架，並以 500 塊海廢塑膠磚如積木般組裝，外層覆灰泥防日曬裂化，座椅則使用再製塑膠木板，並特設露出一部分海廢展示牆兼具回收與環境教育功能。

Dr.卡爾 Carl Berg 博士強調，製磚過程需先清洗海廢，再以 1,200°C 高溫融合，製作過程需兼顧硬度、成本、毒性釋放風險、氣體排放與廢水處

理，以確保安全與可行性，才能說服當地民眾與贊助機構。後來因該私人公司的道德與經費提升問題而終止合作，可愛島分會曾試圖海廢製磚在地化技術嘗試未果，但仍持續探索更佳海廢回收再利用方案。



圖 26 本署與美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會參訪海廢涼亭



圖 27 海廢涼亭的展示牆突顯海廢問題及環境教育意識

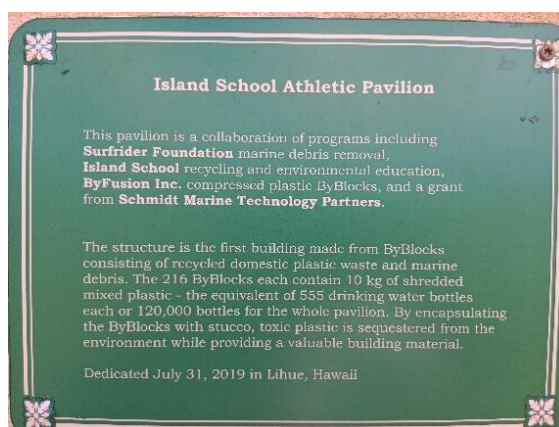


圖 28 海廢涼亭展示文字

(七) 「藍水任務公民科學計畫 (Blue Water Task Force, BWTF)」

美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會長期執行藍水任務，於河川入海口每月採集水樣，檢測河海交界處的水質。檢測依州政府規範項目進行，並以腸球菌含量為主要指標，且於海灘周邊自設水質警示標誌，提醒大眾評估下水安全。



圖 29 藍海任務海灘水質監測與告示

(八) 「北太平洋海鰻陷阱追溯計畫 North Pacific Eel Trap Project)」

1. 北太平洋鰻魚陷阱計畫該計畫從 2020 年起，由美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會發起，是一項針對漂流於海洋的廢棄鰻魚（或海底魚類）陷阱入口部件（Eel Trap Entrances, ETEs）進行調查、回收與來源溯源的跨國合作計畫。
2. 廢棄、遺失與丟棄的漁具（簡稱 ALDFG）對夏威夷的海洋與沿海生態系造成嚴重威脅。其中一種在夏威夷海岸最常見、最容易辨識的海洋廢棄物，便是用於捕撈海鰻的塑膠錐形陷阱入口（Eel Trap Entrances, ETEs）。這些陷阱多用於北美太平洋海岸捕撈太平洋盲鰻（*Eptatretus stoutii*）與黑盲鰻（*E. deani*），以及來自最大宗的南韓，日本與中國沿海也有少量的海鰻（*E. burgeri*）、海鱸（*Conger myriaster*）與裸胸鯙（*Gymnothorax isingteena*）抓捕管，很容易脫落漂浮於北太平洋洋流，漂至夏威夷海岸後容易纏住瀕危的夏威夷僧海豹幼崽鼻部，導致攝食障礙、感染甚至死亡，構成嚴重生態威脅。



圖 30 鰻魚陷阱的錐形入口

3. 北太平洋鰻魚陷阱計畫（North Pacific Eel Trap Project）的國際合作成員有：

- Dr. Satoquo Seino, Hideo Kinoshita（九州大學，日本）
- Ai Iwamoto（美國衝浪者基金會 日本分會）
- Eo Jin Son（南韓首爾大學）
- 顏寧、胡介申、許祈瑄（我國 Indigo Waters Institute）
- Barbara Weidner、Scott McCubbins、Cynthia Welti（美國衝浪者基金會 可愛島分會）
- Megan Lamson（Hawaii Wildlife Fund）
- Cheryl King（Hawaii Sharkastics）
- Dr. Jennifer Lynch、Dr. Sarah-Jeanne Royer、Paige White（夏威夷太平洋大學）
- Dr. James Carlton（美國威廉斯學院）
- Lauren Blickley、Hanna Lilley（美國衝浪者基金會）
- Thea Johanos-Kam（NOAA 美國國家海洋暨大氣總署漁業部）

4. Dr.卡爾 Carl Berg 博士調查發現，夏威夷沿海收集到的境外海鰻陷阱多源自中國與韓國製造。韓國 KHK 製造商每年生產近百萬個陷阱，單價不到新臺幣 20 元，大型漁船每次捕撈投放約 1 萬個，其陷阱損壞後因成本低廉漁船選擇直接棄置於海中，造成許多海鰻陷阱的海廢產生。雖部分製造商選擇研發改用生物可分解的塑膠，但仍需評估塑膠長期漂流可能釋放毒性物質所衍生的環境風險。海鰻陷阱塑膠分解後會形成微塑膠與奈米塑膠，具生物累積性，威脅生態與人類健康。Dr.卡爾 Carl Berg 博士呼籲應從源頭減量、推動回收與生命週期評估，並在面對海廢議題時兼顧能源消耗、成本效益與溫室氣體排放，為後代謹慎規劃環境與經濟上的評估。

5. 在 2021 至 2024 年期間，夏威夷總共收集了 21,504 件海鰻陷阱零件。

僅 2024 年，就在夏威夷四大島平均每月收集 687 件。透過國際上與我國、南韓和日本科學家的合作，計畫團隊分析不同國家漁民使用的陷阱形制差異。由於這些陷阱多為再生塑膠混合製成，聚合物分析不具辨識價值，但許多陷阱上壓印有製造國與地點的字樣，部分還印有港口、船名或漁民資訊，使得部分遺失漁具得以追溯或歸還。

6. 儘管部分漁具是因糾纏海底、器具衝突、極端氣候或海嘯等意外流失，但絕大多數疑為大型商業漁船於作業後蓄意棄置，商業捕魚漁船每次下放數量可達 10,000 個陷阱。從海上回收的陷阱零件中，以南韓與中國漁具最為常見。這些用聚丙烯與聚乙烯混合製成的陷阱若未沉沒，會漂浮於海面導致動物誤食或纏繞；若陷阱加重沉底，仍會長期持續捕捉目標與非目標物種。隨時間推移，塑膠分解成微塑膠與奈米塑膠，進一步於海洋食物鏈造成污染。
7. 目前，南韓政府已推廣可生物分解材料於漁網、陷阱與籠具的應用，並出口至北美西岸讓漁民實地測試。美國科學家亦開發了另一種無毒生物分解性聚合物，正在進行分解速率實驗。
8. 衝浪者基金會可愛島分會希望推動國際、國內與地方層級立法，禁止於海上丟棄塑膠廢棄物；鼓勵漁民將損壞漁具帶回港口，並設置回收設施或購回計畫；開發可於海底自然分解的材料與陷阱設計，如新型高密度聚合物，能於短時間內分解，並因其密度高於海水，不會漂浮污染水面或漂移至太平洋垃圾帶或夏威夷群島。



圖 31 夏威夷飛旋海豚又名長吻飛旋海豚，其口鼻被陷阱卡住。照片由 Joi Petrik 提供。



圖 32 夏威夷僧海豹幼崽的口鼻被鰻魚陷阱卡住，使其無法進食。照片由國家海洋漁業局（NMFS）提供。

（九）美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會的海廢教育宣導

美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會並沒有固定的辦公室，但不影響分會的海洋教育與宣導推動。可愛島分會已經執行 15 年的海洋教育，主要是進入校園與學生們開始海洋環境教育，從小紮根環境意識與關懷在地海洋。

除海廢教育外，美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會定期於每周三進行岸際海廢清除與廢漁網巡查，並邀請島嶼上的學校學生們一起參加，從實際清除行動中體會海洋環境的重要，並進一步分辨海廢種類與來源、觀察海廢對海洋生物的傷害、思考附著於海廢上的外來物種對環境的影響以及動手製作海廢藝術品等。

海洋廢棄物的宣導方式很多元，美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會 Dr. 芭芭拉 Barbara Wiedner 博士會讓學生扮演被漁網具所纏繞的海洋生物去體驗難以逃脫的感覺、邀請學生扮演醫生去協助海洋生物開刀剖腹取出海廢垃圾的過程、填寫廢塑膠廢漁網等海廢的解決方案、運用海廢垃圾融入互動式遊戲等方式執行海洋教育。

特別是，有一次可愛島分會曾邀請 130 個學生在 2 天內協助清除 1,500 磅的廢漁網，讓學生們從實際執行、動手清除、大腦思考、撰擬方案等多元方式，共同解決歐胡島上海廢問題與守護在地海洋。



圖 33 美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會的海廢教育成果展示



圖 34 美國夏威夷衝浪者基金會可愛島分會 Dr.芭芭拉 Barbara Wiedner 博士分享海廢教育



圖 35 本署與衝浪者基金會可愛島分會交流海洋教育宣導



圖 36 海廢影響海洋生物的教材示範

七、本署參訪歐胡島的焚化廠設施

夏威夷由 4 大島（歐胡島、可愛島、茂宜島及大島）及小群島所組成，只有歐胡島有焚化廠，其他可愛島、茂宜島及大島僅有掩埋場，且受限於運送及入廠焚化的經費關係，其他島嶼選擇掩埋於該島上，並無將垃圾運送往歐胡島上處理。

由焚化廠人員進行簡介，美國境內約有 100 座焚化廠，夏威夷上僅有歐胡島 1 座焚化廠，垃圾車經過磅後投入置放區後，再經過分選機制挑選出具有可回收價值的金屬，並將焚化鍋爐以 2,000 加侖的油加熱且保持一定高溫，續使用爪斗投入垃圾於鍋爐內燃燒，維持 1,100 度的焚化高溫，高溫產生的蒸氣帶動渦輪轉動為動能，動能所產生的電力可進行廠內使用與販售，最後經空氣污染防制設施處理並即時監測空氣品質。

焚化進廠每噸垃圾收費 90 美元，每日垃圾處理量為 2,000 公噸，現今有 2 個廠內有 3 個鍋爐運行中，舊式焚化廠廠房已 30 年之久，目前係作前處理 RDF 的使用；新式焚化廠廠房已 13 年係以焚化燃燒為主要功用。

焚化廠歲修期間，3 個鍋爐互相支援燃燒，一年 2 次歲修，並歲修時期告知進場的垃圾車，假使發生 3 個鍋爐都無法開啟的狀況，將以掩埋場做最後的處理垃圾方案。

現行新式焚化廠廠房，已可處理家具跟輪胎跟污水處理廠的污泥，即使污泥含水率較高，但卻利用其含水特性去控制溫度，不至於造成鍋爐降溫的問題產生。少部分的輪胎可處理，如大型公司需處理大量輪胎，則必須經過申請許可後始得焚化。至於焚化後的灰飛跟底渣，則會直接進入掩埋場進行掩埋，不會以水泥方式固化處理。

經統計焚化廠垃圾每年淨收入約 5,000 萬美金，能源販售收入每年約 7,000 萬美金，金屬回收約 500 萬美金。而夏威夷太平洋大學海廢研究中心所清除的海廢，受益美方大氣暨海洋總署 NOAA 的申請計畫，海廢先於塑膠回收分類中繼站 PRRF 先行分類破碎後，得以免收費進入焚化廠。



圖 37 本署與歐胡島焚化廠人員及夏威夷太平洋大學海廢研究中心人員合照



圖 38 歐胡島焚化廠人員簡介焚化廠

參、心得與建議

本次於 114 年 8 月 9 日至 8 月 18 日赴美出訪夏威夷太平洋大學海廢研究中心及衝浪者基金會可愛島分會，交流海洋廢棄物治理成果與實踐行動。透過 10 日的互動與學習，不僅加深對國際海廢治理現況的理解，也更明確看見我國與夏威夷在此領域的相似與差異，收穫豐碩。尤其值得注意的是，雖然兩地位處太平洋的不同端點，但面對海廢議題的挑戰與未來展望卻有著驚人的相似性，顯示出此議題的全球性與迫切性。以下就調查偵測、清除去化、回收再利用及國際交流等面向，分別進行心得整理與建議。

調查偵測面向

本署近年持續進行海漂及海底廢棄物密度與分布調查，並同步檢測海水及海洋生物體內的微型塑膠含量，藉以掌握海廢污染對環境及生態的影響。美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心則專注於微型塑膠在當地沙灘中的濃度調查，並使用高科技監測儀器進行塑膠材質分類與定性。雖然兩方的調查方法不盡相同，但共同點皆在於從環境本身出發，累積科學數據，揭露塑膠對海洋的長期衝擊。這些研究結果再次凸顯塑膠污染已是無法忽視的全球性議題，唯有跨國合作與持續監測，方能建構完整的知識基礎，提供決策支撐。

清除去化面向

我國在海廢清除方面，採取「公私協力」模式，透過本署、地方政府與民間力量的合作，於全國第二類漁港設置 84 處海廢暫置區，提供漁民集中放置撈取廢棄物的空間，避免隨意棄置於海中，再由 19 個臨海縣市政府協助後續清運。夏威夷方面則於歐胡島的港口設置海廢暫置區，並利用空貨櫃裝載廢棄物，待滿載後送至塑膠回收暫存中繼站（PRRF），進行分類、溯源、破碎與回收等作業。此舉與我國設置海廢暫置區的目的類似，皆在於提供方便而制度化的收集管道，使漁民有固定地點可放置海廢，避免隨意丟棄。兩地的經驗顯示，建立「可被信任的收集管道」是海廢去化的核心。

另外，我國結合公私協力治理海廢的清除力量，受到美方高度肯定與讚賞，從本署海廢治理政策研擬到署內 16 個海洋保育站暨 50 名巡查員（滿額員額為 54 名巡查員）、19 個臨海地方政府共同清除、84 處的第二類漁港海廢暫置區，以及結合民間力量的環保艦隊與潛海戰將及淨海前哨站等多方管道，讓美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心希冀借鏡與效仿我國公私協力的海廢清除方式，藉以深化該海廢中心與在地州政府的鏈結，彼此互相支援協助維護共同海洋環境。

回收再利用面向

我國在推動海廢再利用上具有相對成熟的體系。本署結合企業、品牌商、回收廠商、金融機構及研究單位，共同成立「海廢再生聯盟」。目前已有超過 70 家業者參與，成功研發並量產超過 60 種海廢再生產品。本次出訪所致贈的海廢產品，也令美方深感驚訝與肯定，對我國政府在循環經濟政策上的積極作為表示佩服。相比之下，美方回收利用產業仍不普及，大多採焚化或掩埋方式處理廢棄物，顯示我國在此領域具備領先優勢，未來可進一步將經驗轉化為國際交流與技術輸出。

國際交流面向

此次交流中，雙方透過會議與實地參訪，深入分享各自的治理成果與挑戰，逐步建立起夥伴關係。然美方目前面臨重大困境，因政治情勢變化，政府對環保署及大氣暨海洋總署大幅縮減預算與人力，導致各研究中心經費短缺，許多計畫被迫中止或延宕，海廢研究中心亦正處於關鍵轉折點。此情形提醒我國，國際交流除了技術面向，也需關注夥伴單位的制度與財務穩定性，方能維繫長期夥伴關係。

未來展望與結論建議

- 補助個人、青年、團體或原住民各族交流：透過教育部「百億青年計畫」或其他補助計畫申請，支持我國個人、青年、團體或原住民各族赴美交流海洋文化等或參與國際會議與活動。
- 連結非營利組織：協助我國海洋相關 NGO 非營利組與夏威夷學術單位及非營利組織建立互動管道，持續分享海廢治理成果與經驗。
- 互訪國際研討會：邀請夏威夷研究團隊參與我國舉辦的國際研討會，或派員赴美與會，加深彼此專業連結。
- 交流實務技術：探討海廢分類廠及塑膠回收中繼站的運作模式，精進後端回收與再利用技術，提升海廢循環經濟效益。

總結

此次出訪，讓我們更深刻體認到海廢問題並非某一國家的孤立挑戰，而是跨越疆界的全球課題。我國與夏威夷雖地理位置遙遠，但面對相同的海廢威脅，卻能在治理策略、清除行動與教育宣導上找到相似脈絡，這正是國際交流的契機。

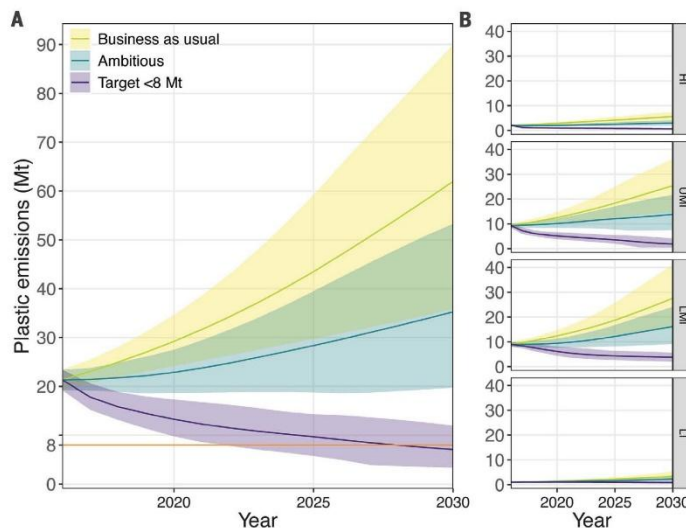
未來，若能持續深化交流，不僅有助於提升我國在海廢治理上的國際能見度，也能共同守護這片不可分割的海洋環境，為全球永續發展盡一份心力。

肆、附錄

附件一、美國夏威夷太平洋大學海廢研究中心簡報資料



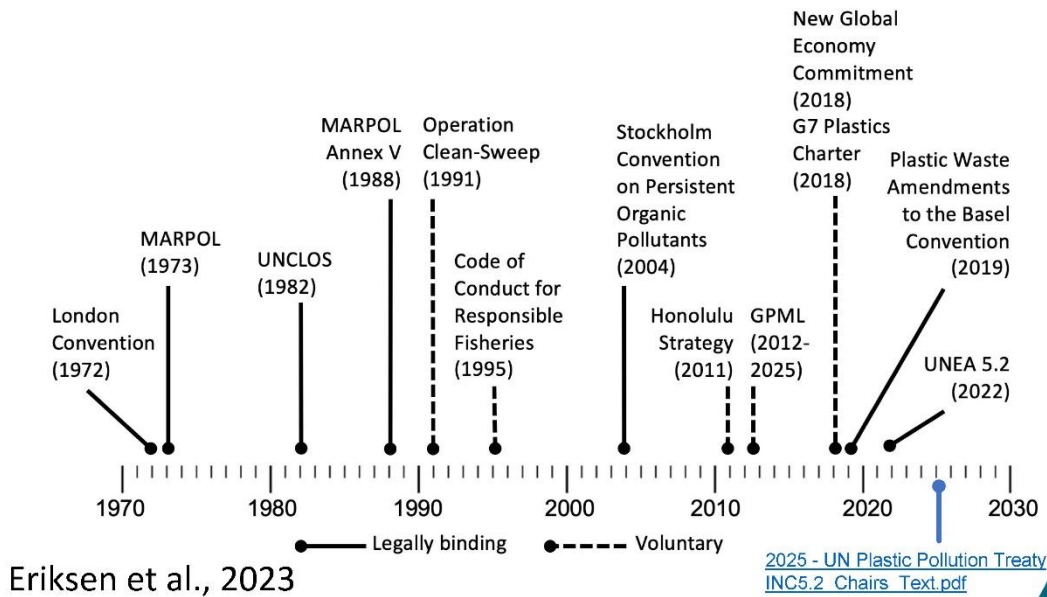
Global Plastic Pollution in Waters



Borrelle et al. (2020) Science



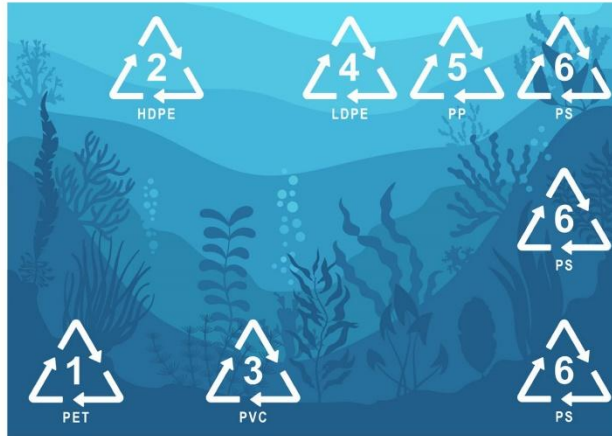
International Efforts to Reduce Plastic Pollution



Plastic Polymers on the Market



Vertical Stratification

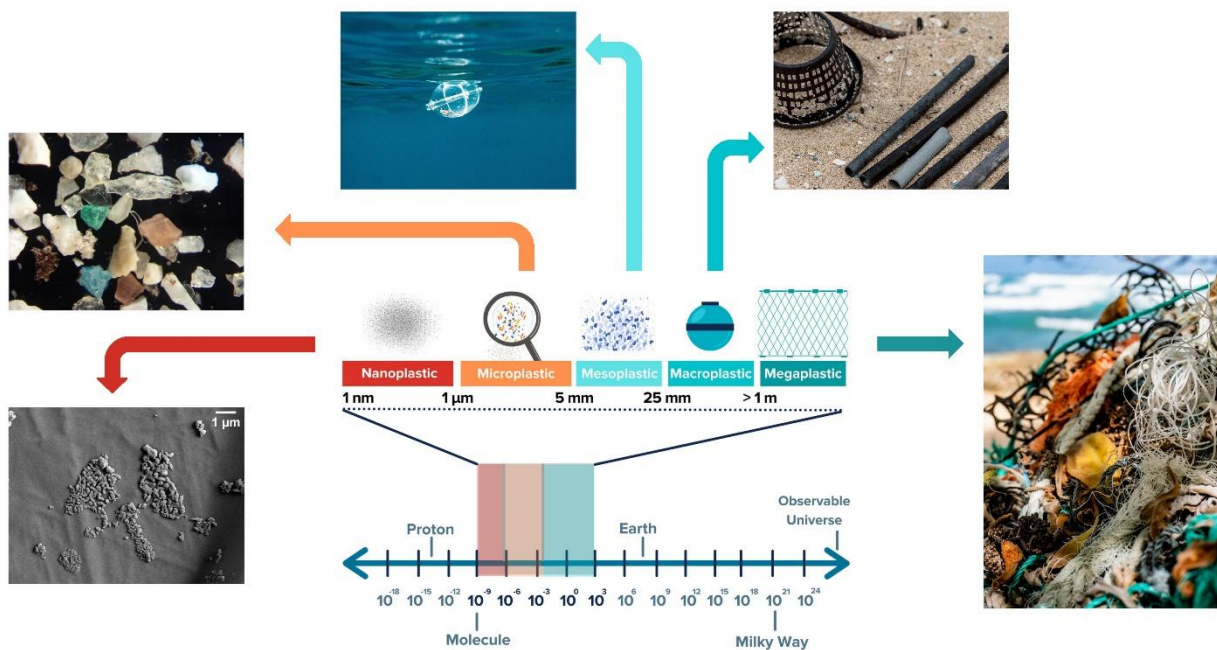


Polymer	Density
PP	0.90 g/cm ³
LDPE	0.92 g/cm ³
HDPE	0.95 g/cm ³
Seawater	1.03 g/cm ³
PS	1.04 g/cm ³
PET	1.38 g/cm ³
PVC	1.38 g/cm ³

HAWAII
PACIFIC
UNIVERSITY



Plastic Pollution Sizes



Center for Marine Debris Research (CMDR)
Established Jan 2019



**Center for Marine
Debris Research**

Vision

The ultimate goal of all our activities is a trash-free ocean.



<https://www.hpu.edu/cncs/cmdr/index.html>



@MarineDebrisResearch



@debrisresearch

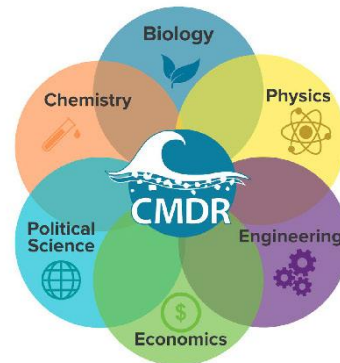


@company/center-for-marine-debris-research



Mission

- DEVELOP and APPLY optimal methods
- Investigate
 - Quantities
 - Sources
 - Transport
 - Fate
 - Impacts
 - Reuse of plastic marine debris
- Share knowledge to stimulate ocean stewardship



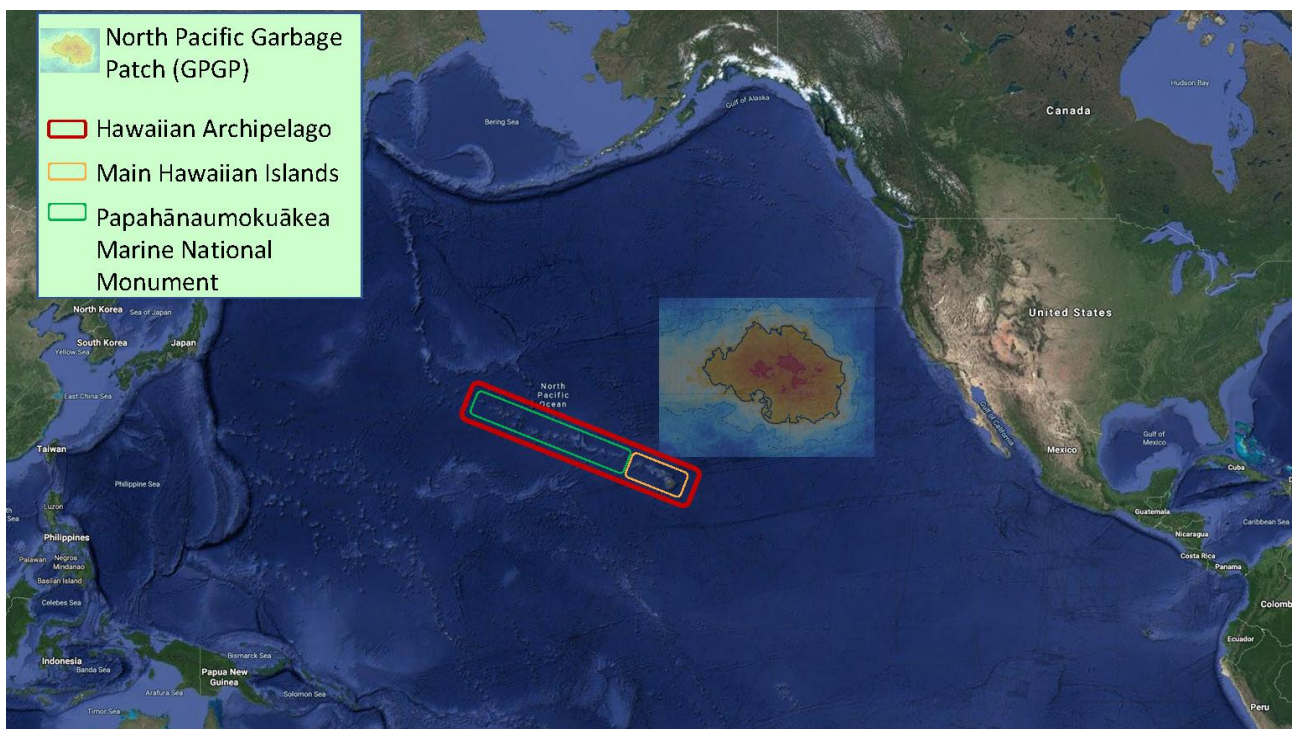
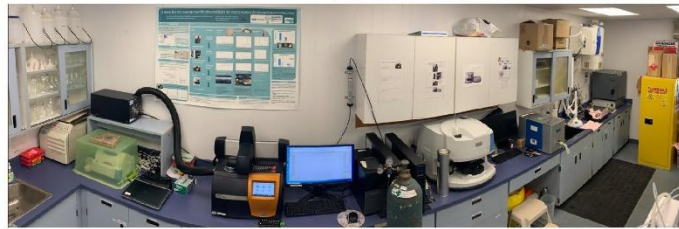
Two Programs:



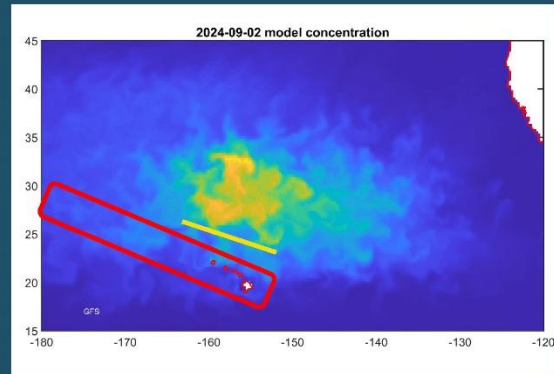
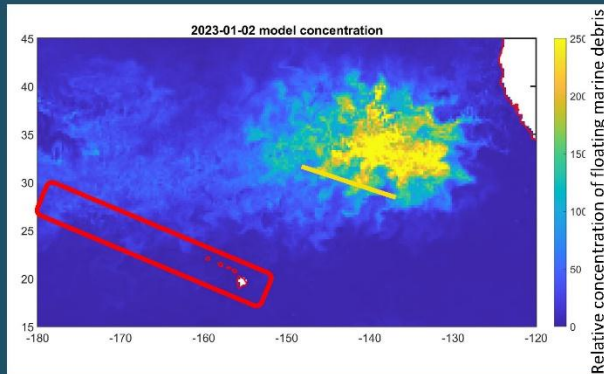
Megaplastic



Microplastic



1. Detect



<https://www.youtube.com/watch?v=P5ENiUaFxMo>

Dr. Maximenko and Hafner, 2024, IPRC, University of Hawai'i

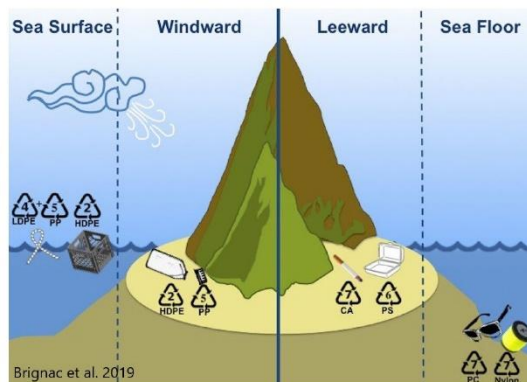
See Berg et al. (2024) Marine Pollution Bulletin

Litter types and quantities in Hawaii

Windward beaches had 1-2 orders of magnitude more plastic than leeward beaches.

Windward beach litter consisted to severely weathered, floating polymers. Leeward beaches had fresh litter items that would sink.

The majority of Hawai'i's marine debris is floating in from distant sources.



Brignac et al. (2019)

HAWAII
PACIFIC
UNIVERSITY



Hawai'i's Marine Debris Problems

Foreign

- ~96,400 tons of floating marine debris is estimated to be accumulated in the NPGP (Eriksen et al., 2014)
- The five most active organizations in Hawai'i remove 200 metric tons every year
- 500 years to cleanup



Local

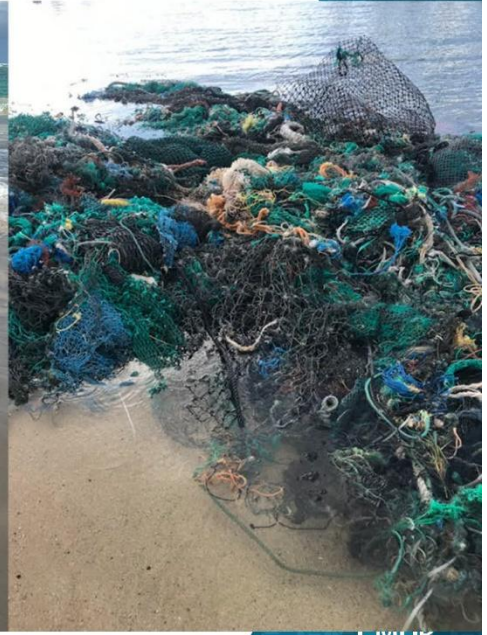
- Fishing line, hooks, weights
- Single-use packaging



Local Impacts in Hawai'i

- Environmental
 - Kills coral reefs, fish, seabirds, sea turtles, and marine mammals
 - Fragments to microplastics that are ingested by organisms
 - Contributes to global warming, sea level rise
- Economic
 - Threatens tourism
 - Entangles ship propellers and fishing gear; hazards to navigation and boating safety
- Cultural
 - Desecration of natural resources, counter to Hawaiian culture of care and respect
 - Use of sacred and limited land for landfills





CMDR

Study 1: Microplastics in Beach Sand James Campbell National Wildlife Refuge



Seed World

1 m x 1 m
2.5 cm depth
~34 kg sand

3 replicates

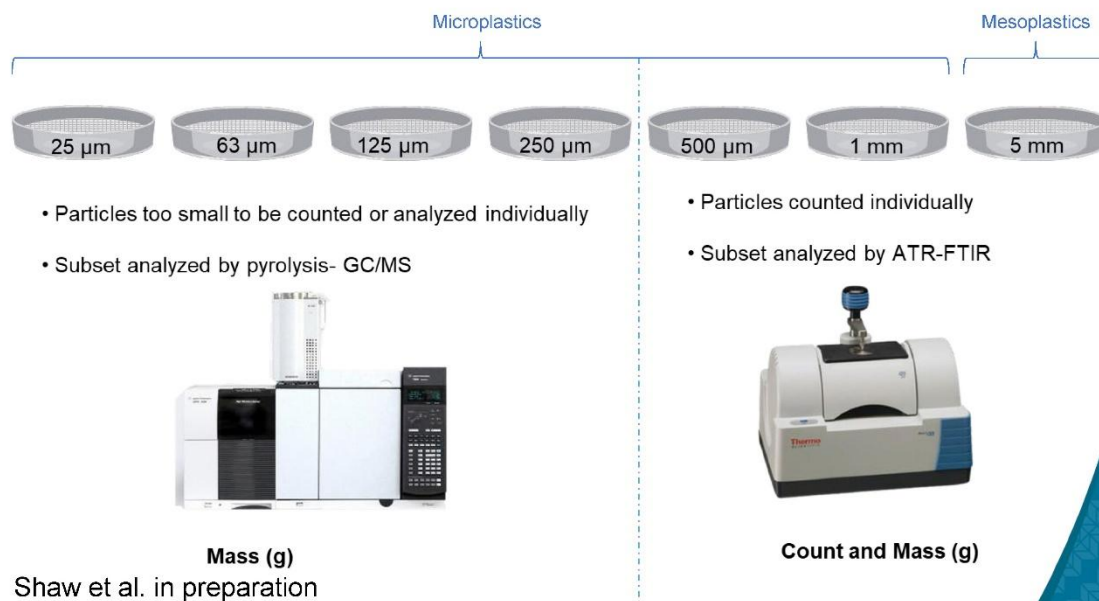
Shaw et al. in preparation



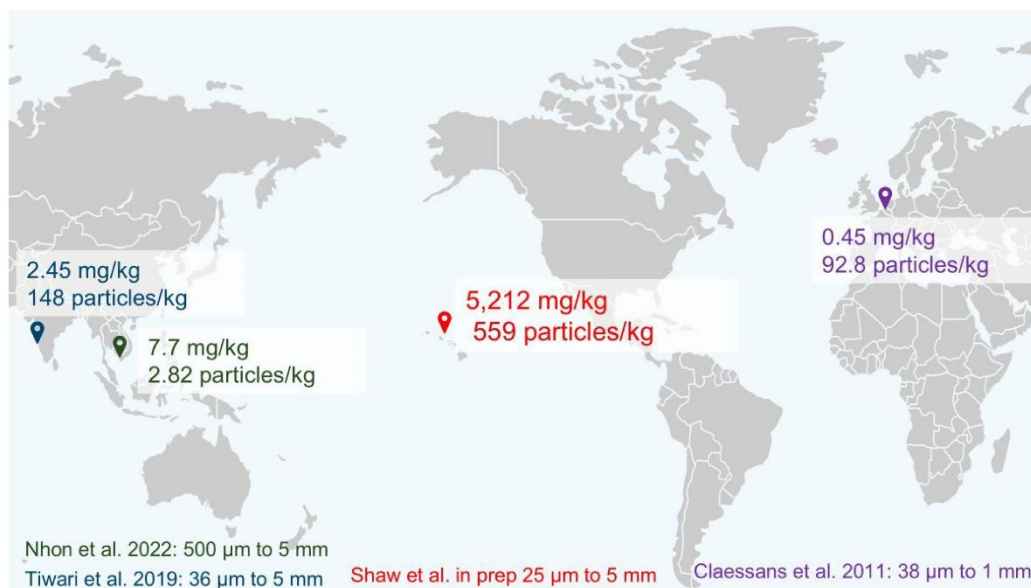
**HAWAII
PACIFIC
UNIVERSITY**

CMDR

Plastic Quantification and Identification



Microplastic per kg of beach sand

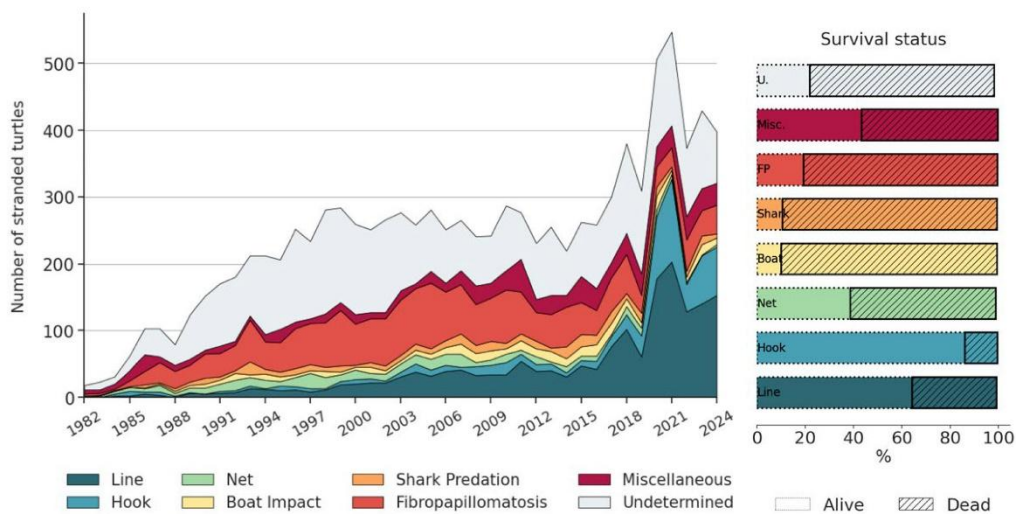


Study 2: Sea Turtle Entanglement in Local Fishing Line



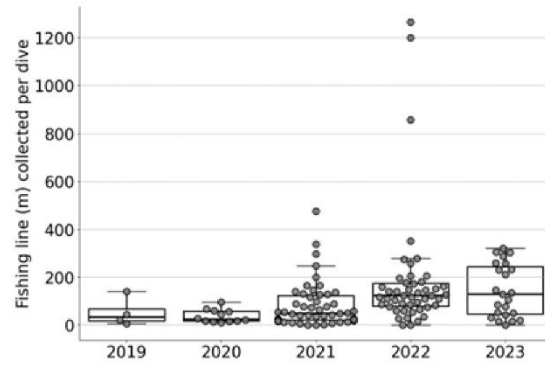
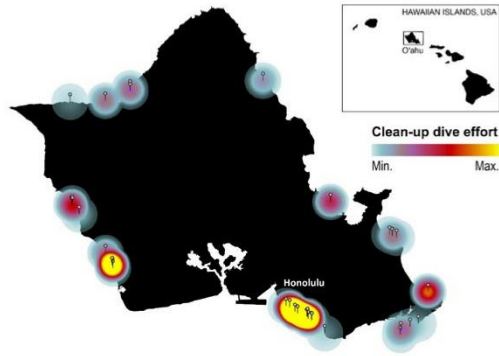
Høiberg et al., 2025

Cause of Sea Turtle Strandings

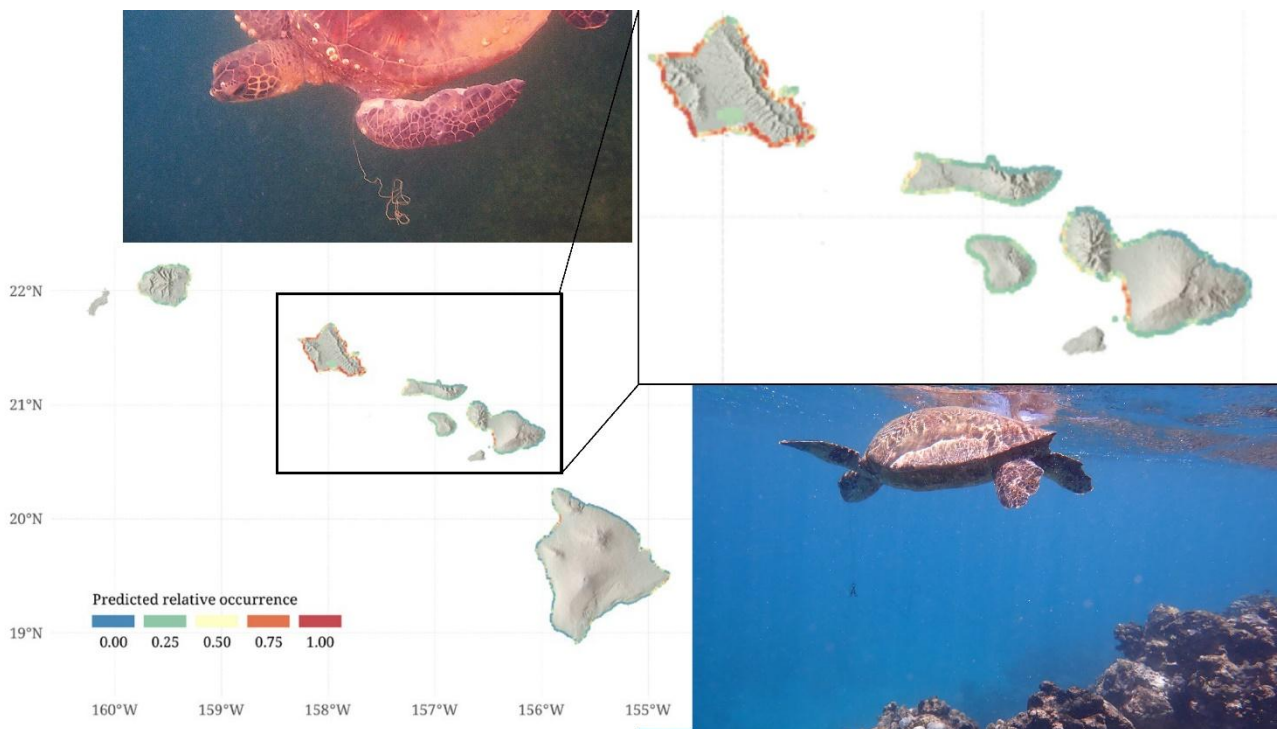


Høiberg et al., 2025

Scuba Diving Debris Clean-ups



Høiberg et al., 2025



Study 3: Megaplastics Program Objectives



REMOVE



PREVENT

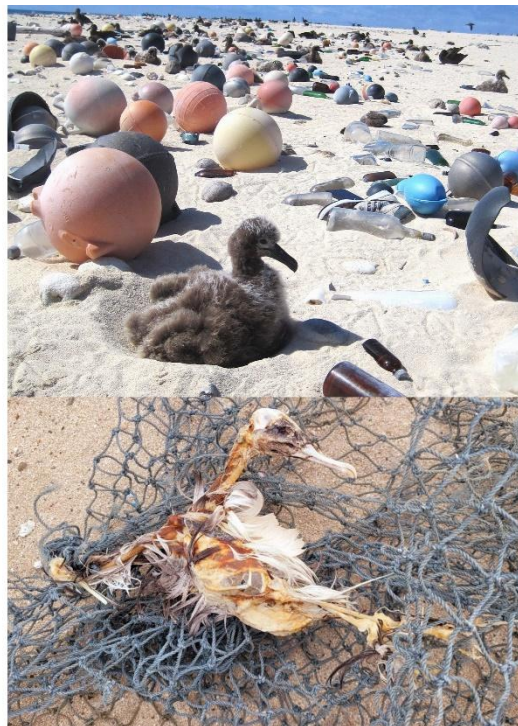
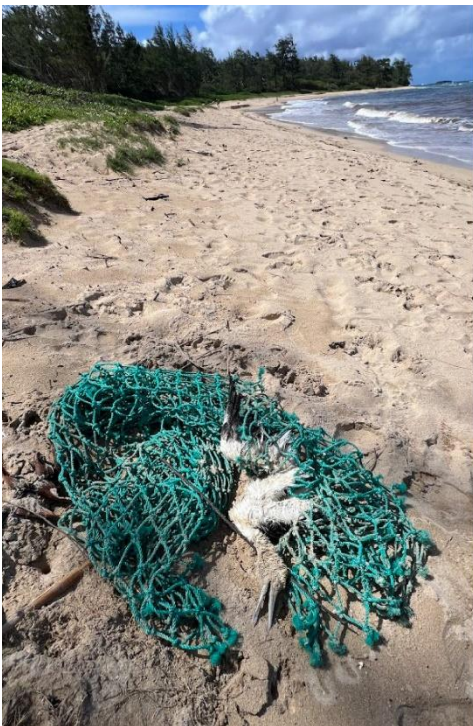
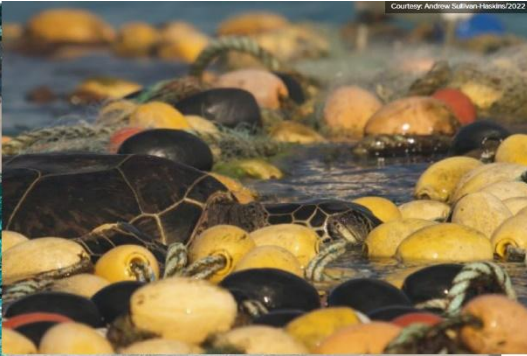


RECYCLE

HAWAII
PACIFIC
UNIVERSITY

CMDR







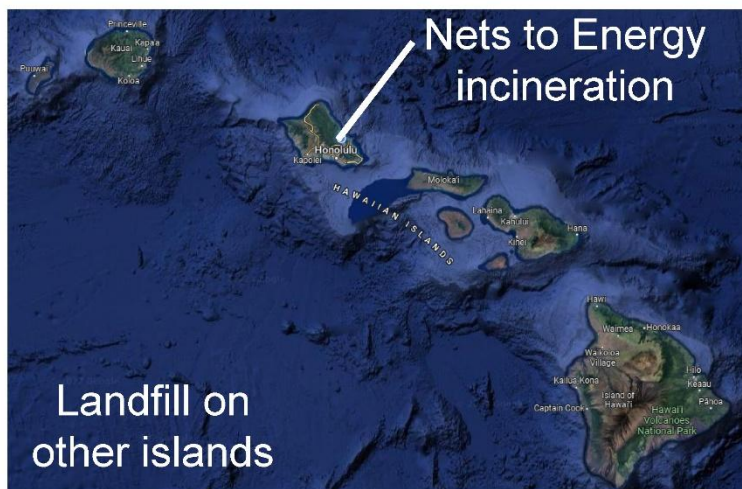
Remove 200 tons/year



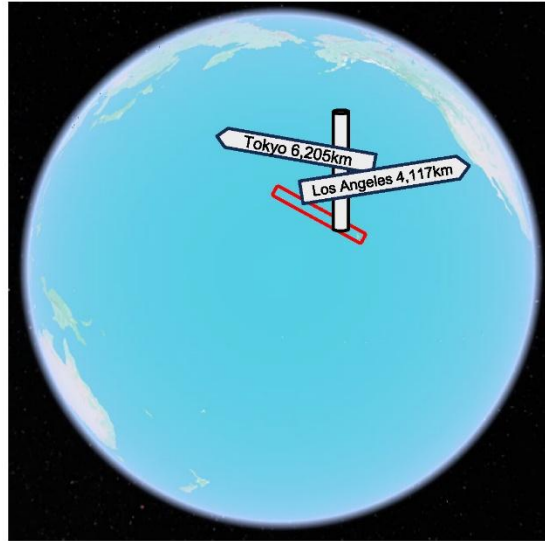
HAWAII WILDLIFE FUND
PROTECTING NATIVE WILDLIFE IN HAWAII



Disposal Options



Hawai'i Needs Plastic Circularity

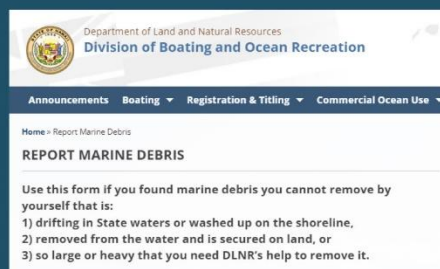
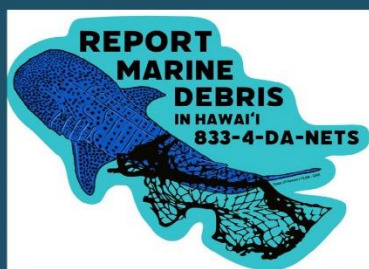


Public Reporting - Dispatch



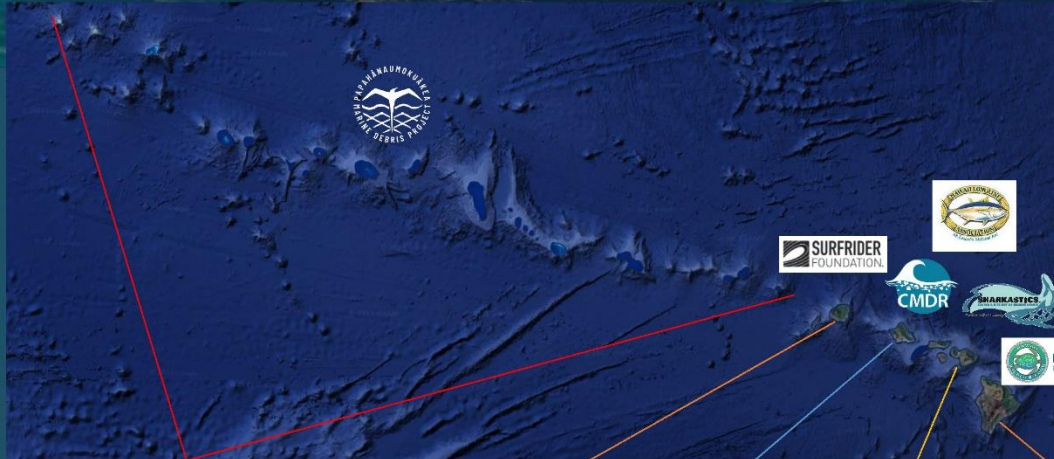
Reporting options:

1. Call hot-line (DAR)
2. Online form (DOBOR)



Removal

On-going daily, weekly, monthly, or biannually large scale operations



NWHI
96,348 kg

Kaua'i
22,800 kg

O'ahu & Pelagic
6,787 kg

Maui
2,636 kg

Hawai'i
13,434 kg

2023 Hawaiian Archipelago
Total 142,005 kg

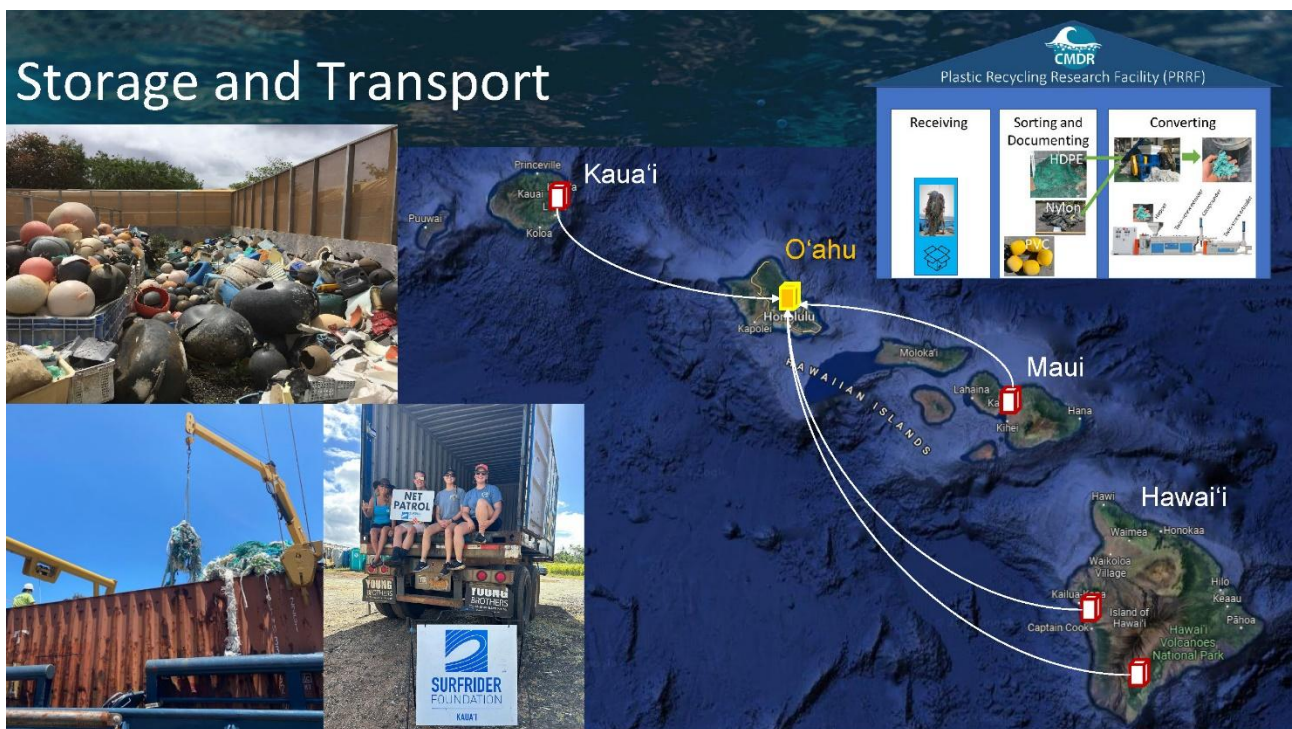
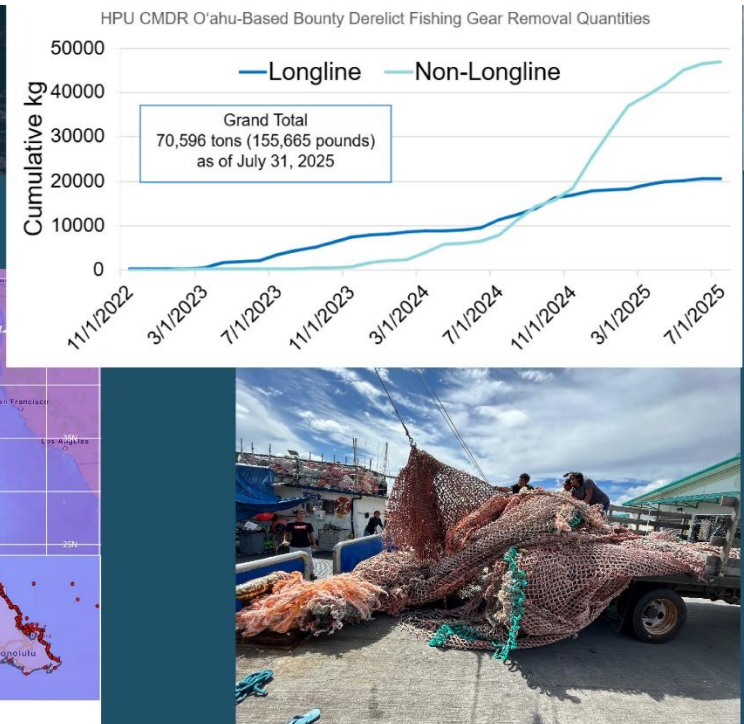
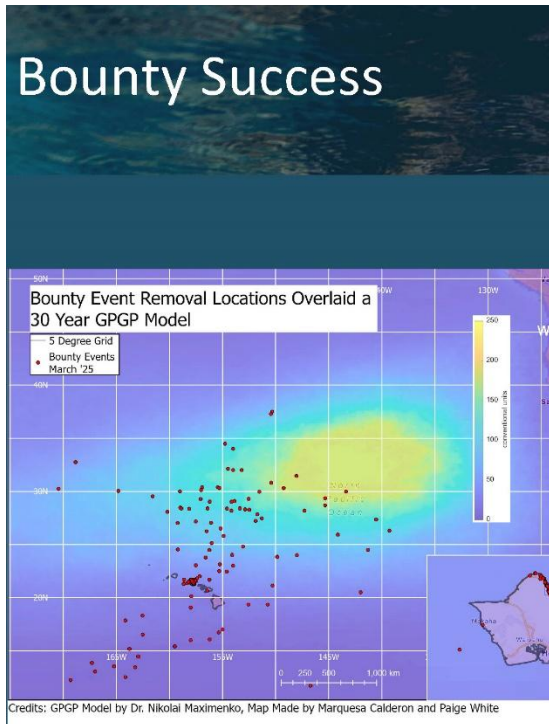
DFG Bounty - O'ahu

- Financial incentive to remove DFG offshore and along beaches
 - LL vessels of opportunity out there
- Commercial fishermen get paid \$1/dry lb

partner

funding





Storage at nodes



Arrival at CMDR's PRRF



Sorting Debris at PRRF

Marine Pollution Bulletin 195 (2023) 1215379



Contents lists available at ScienceDirect

Marine Pollution Bulletin

journal homepage: www.elsevier.com/locate/marpolbul

Polymer identification of floating derelict fishing gear from O'ahu, Hawai'i

Raquel N. Corniak^{a,*}, Katherine R. Shaw^{a,b}, Andrew McWhirter^a, Harry W. Lynch IV^c, Sarah Jeanne Royer^{a,d}, Jennifer M. Lynch^{a,b}

Fishing gear type



- Net
- Line
- dFAD
- Oyster spacer
- Eel trap entrance

Polymer (plastic material)



- Polyethylene
- Polypropylene
- Polystyrene
- Nylon

WHY?

Source fishery

- Trawl
- Purse seine
- Pot
- Gillnet
- Aquaculture

Prevention

Mechanical recycling

Sort

dFADs



Conglomerate



Distinct net



Distinct Line



Buoy



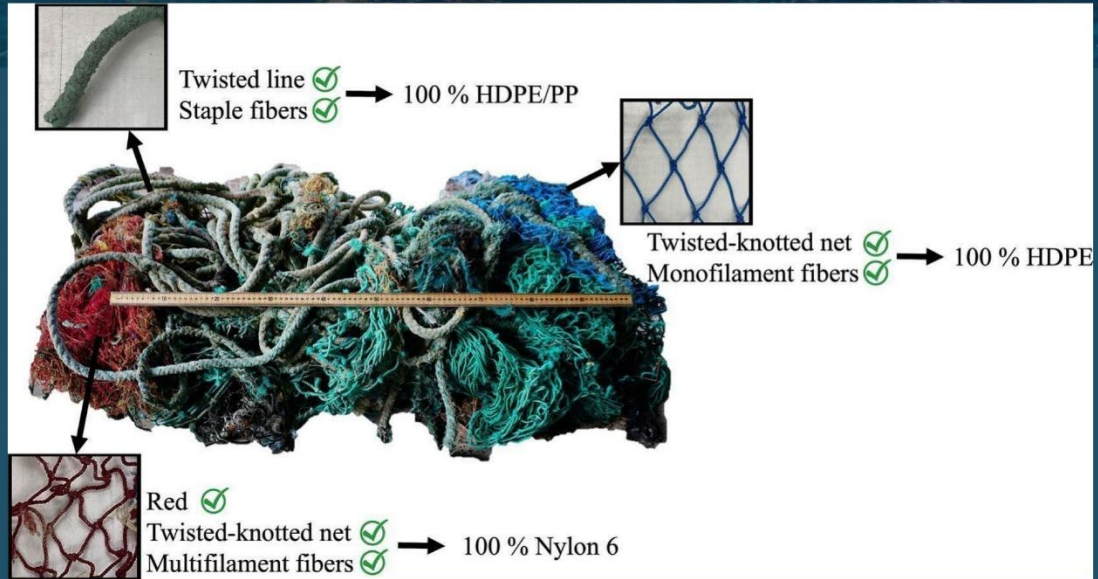
Unique gear



Royer et al., 2023

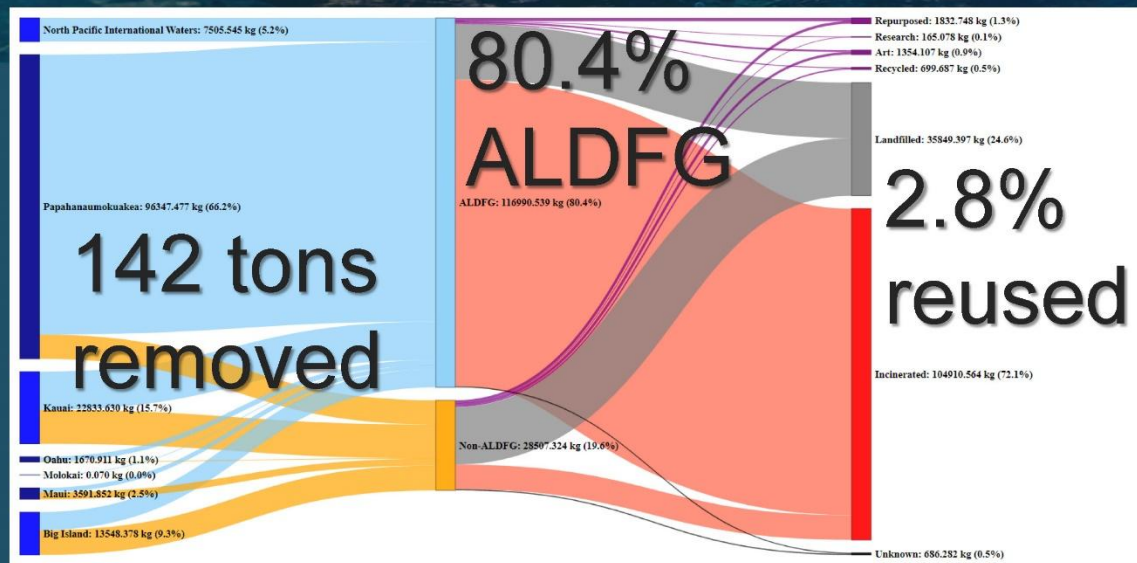


Sort by polymer



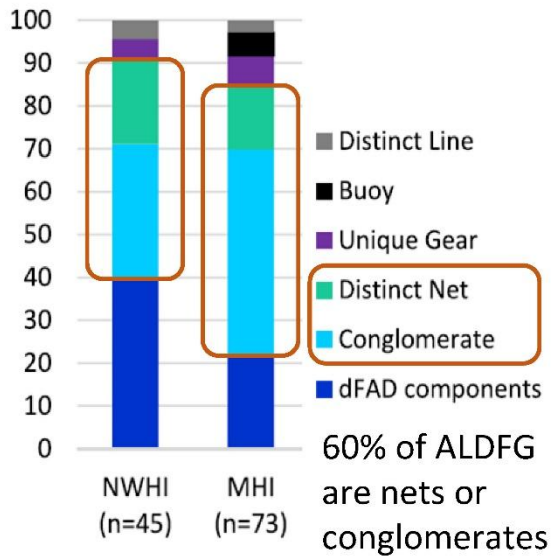
Corniuk et al., 2023

Debris Database – 2023



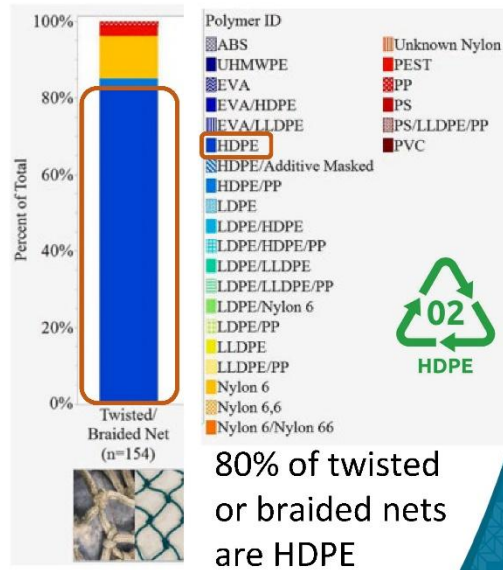
In collaboration with Dr. Win Cowger, Moore Institute for Plastic Pollution Research

Event gear types



Royer et al. 2023

Polymer ID

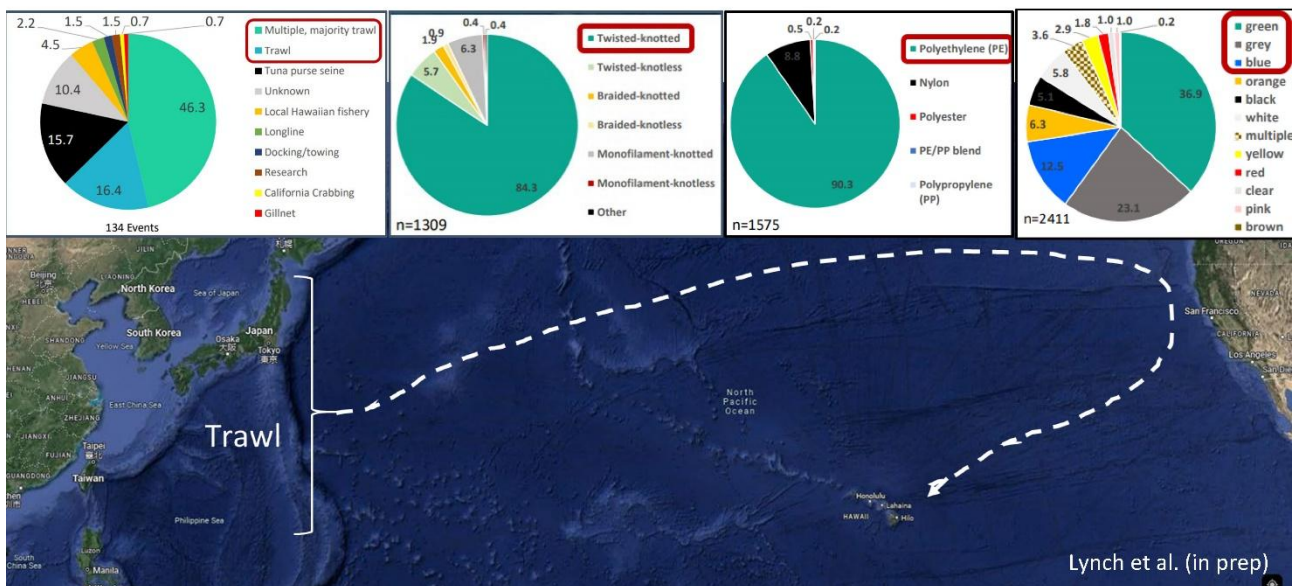


Corniuk et al. 2023

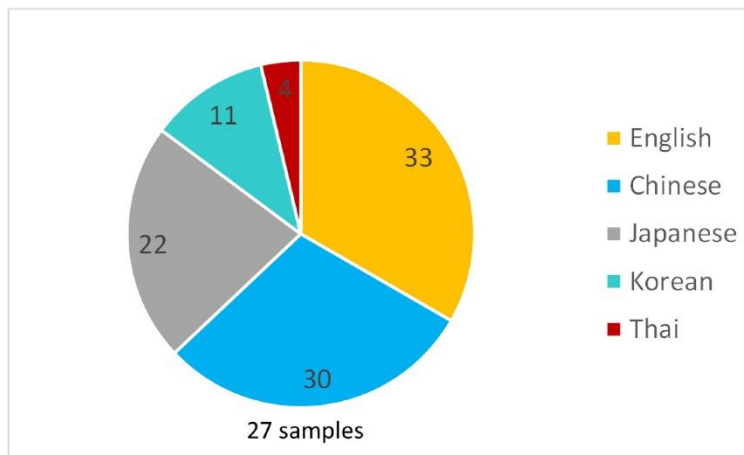


Sourced to East Asian Trawl Net Fisheries

Net construction, Communication w/ fishermen and researchers



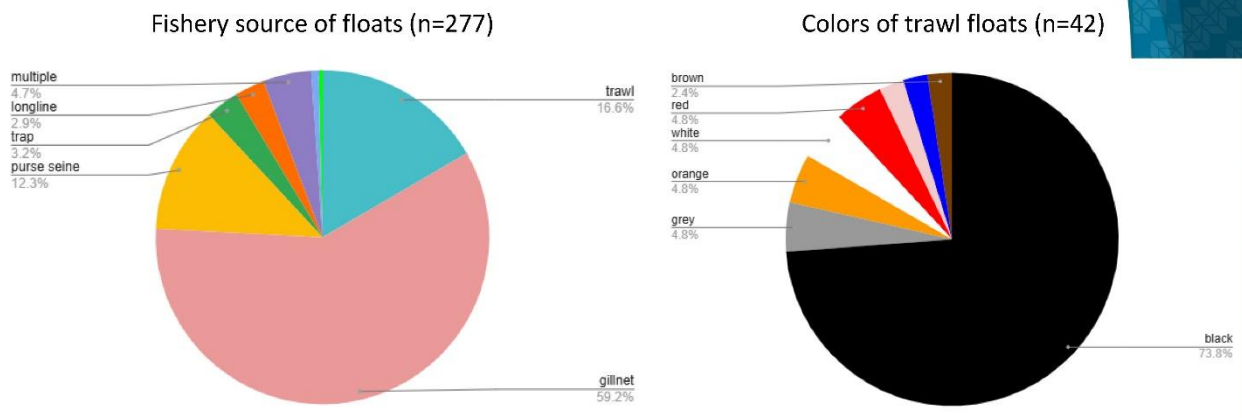
Languages on debris point to East Asia sources



HAWAII
PACIFIC
UNIVERSITY



Float types point to East Asian trawl fisheries and gear manufacturers



Float brands point to East Asian gear manufacturers



Float brands point to East Asian gear manufacturers



Float brands point to East Asian gear manufacturers



Float brands point to East Asian gear manufacturers



Float brands point to East Asian gear manufacturers



Float brands point to East Asian gear manufacturers



Float brands point to East Asian gear manufacturers



Gear markings on floats



HAWAII
PACIFIC
UNIVERSITY

CMDR

Gear markings on floats



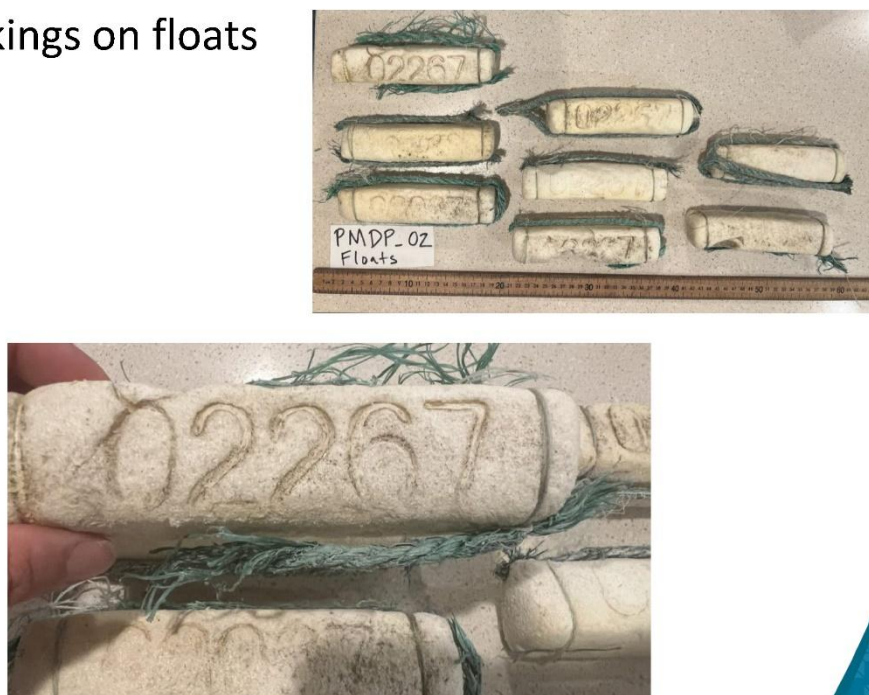
Gear markings on floats



Gear markings on floats



Gear markings on floats



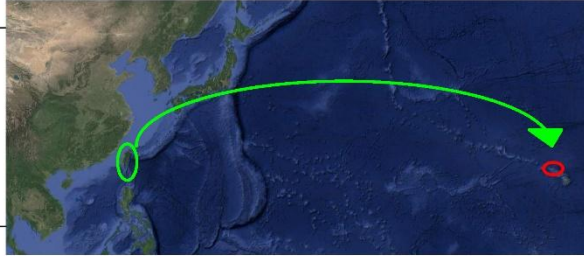
Matched to Asian Google StreetView



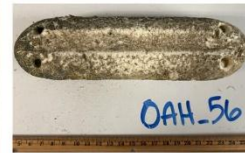
Chenggong Fishing Pier/Zingang Fishing Pier, Taiwan



Use of gear in East Asia matches



Unfamiliar DFG removed in Hawai'i



Matched to Asian Google StreetView



Takaoka Fishing Port, Japan

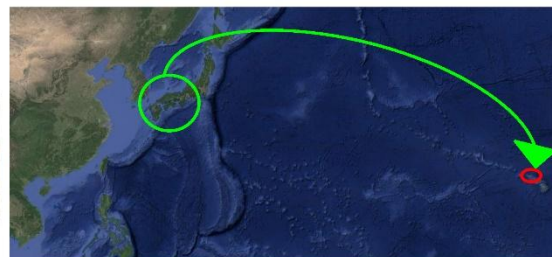


Takaoka Fishing Port, Japan

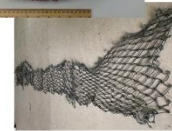


Orikasa, Japan

Use of gear in East Asia matches



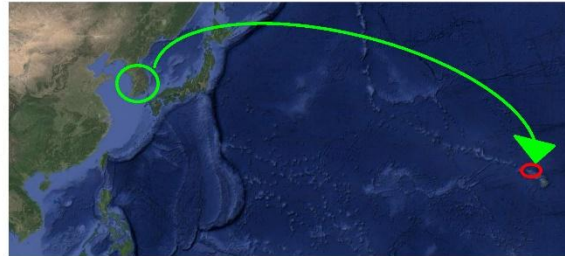
Unfamiliar DFG removed in Hawai'i



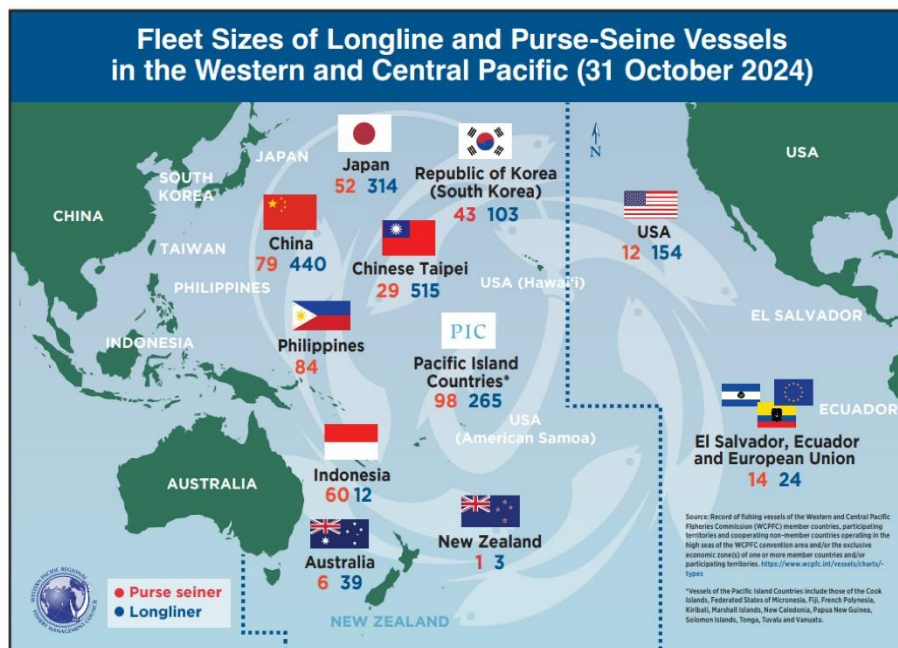
Matched to Asian Google StreetView



Use of gear in East Asia matches



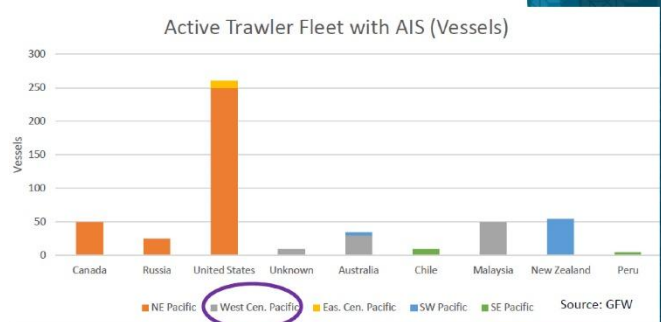
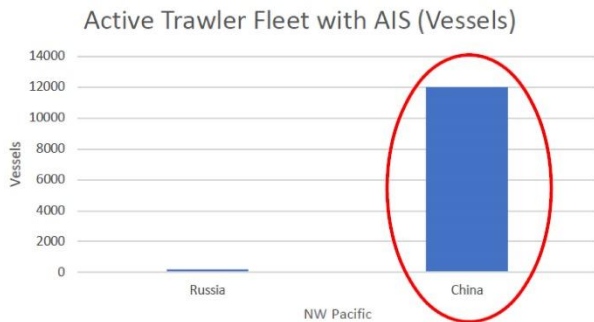
Unfamiliar DFG removed in Hawai'i



Fleet Sizes Longline and Purse-Seine Vessels Map 10-31-2024



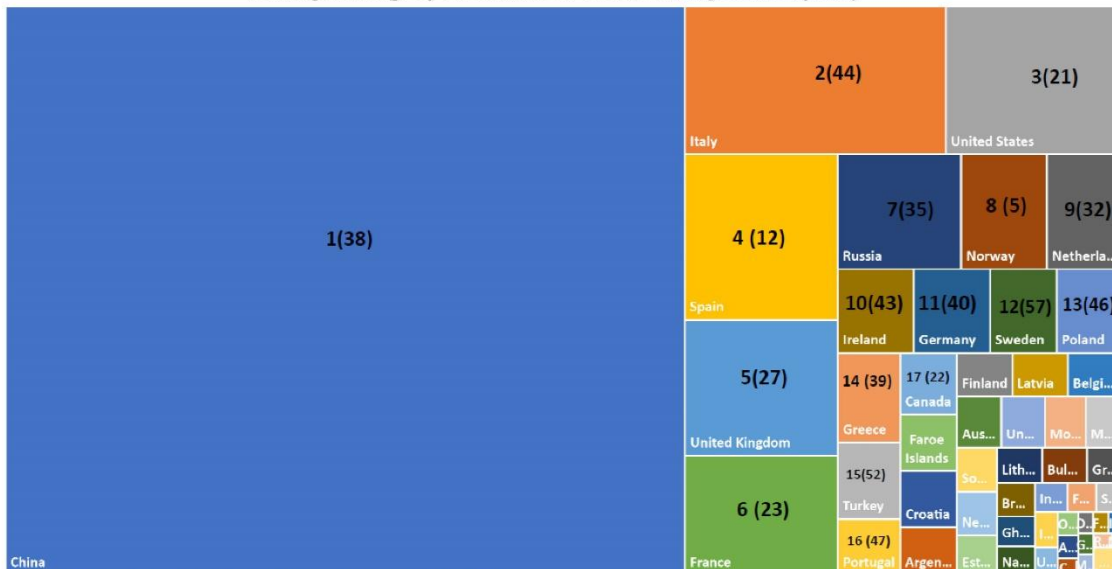
Trawl fleet sizes in Pacific Ocean (Global Fishing Watch 2021)



HAWAII PACIFIC UNIVERSITY



Country Rankings by AIS Number of Trawlers and (Global Imports)**



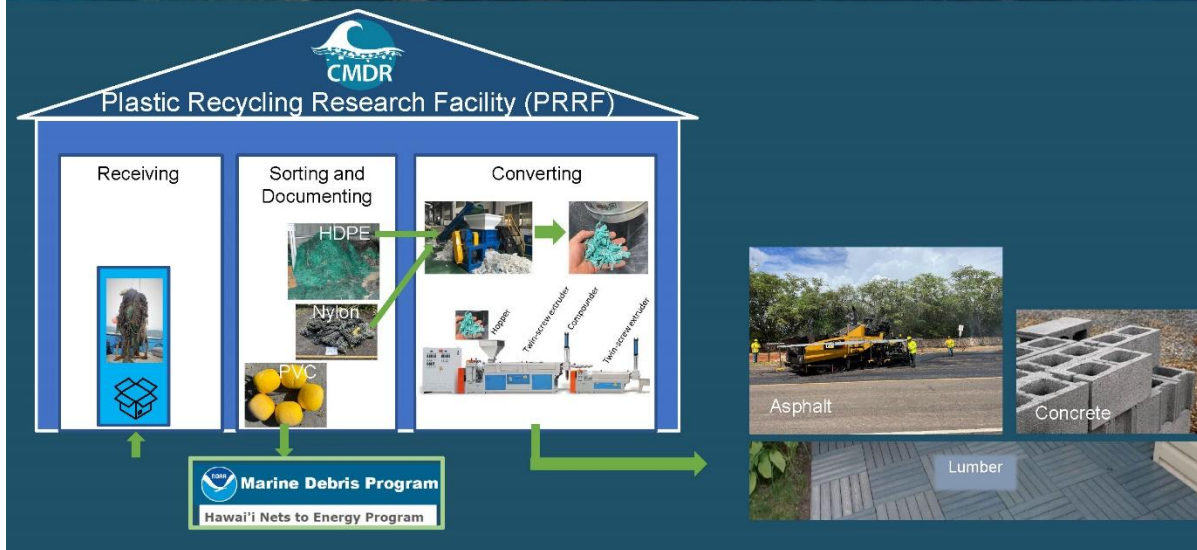
** AIS trawler data is for 2017 and Imports for 2019

Credit: Robbins 2021. Ocean Conservancy Internal report on The Global Fishing Net Industry Mapping the commercial fishing net supply chain to inform strategic planning and priorities for GGGI

HAWAII PACIFIC UNIVERSITY



Recycle – Mechanical, Local, Necessary, Long-term



Reuse through Nets-to-Energy

- Incineration of non-HDPE nets or nylon line
- Converted to electricity to power O'ahu homes

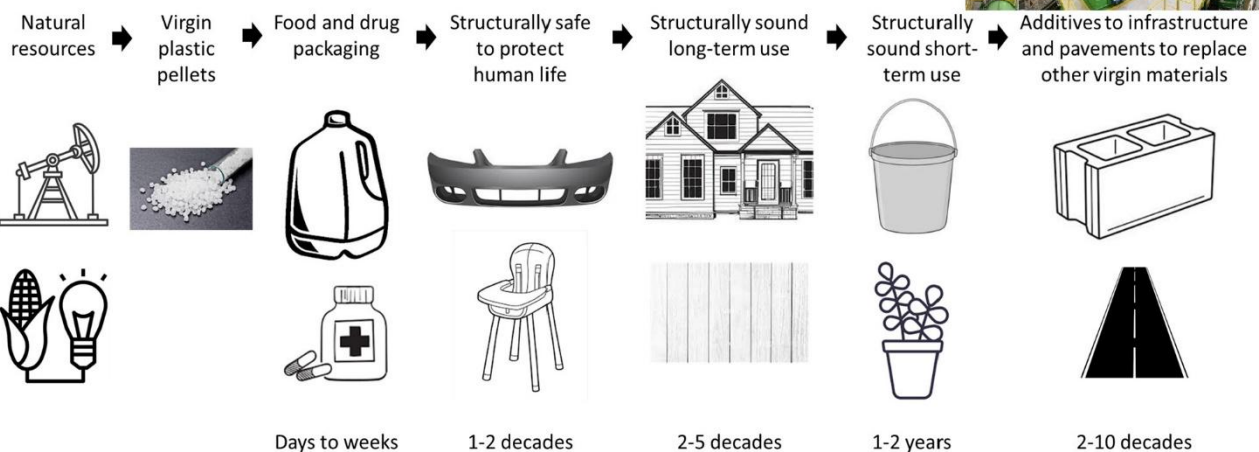


What polymers are we saving to recycle and avoid landfilling/incinerating?



Pure polymers compatible for recycled products

Cascading mechanical recycling



Original material is used five times for a total of 51 to 172 years

Recycle Nets to Roads



1000 pounds of HDPE trawl nets paved into an O'ahu road in April 2024 (0.1% final pavement content)

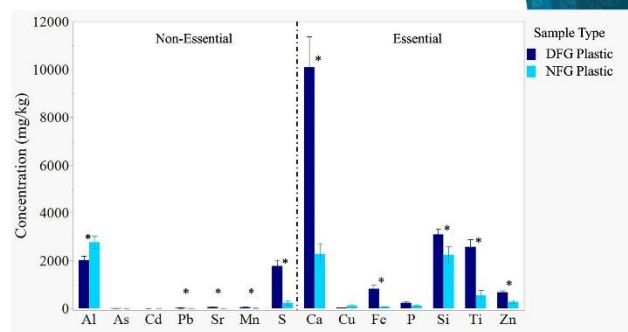
Scrutinize Recycling FIRST

Toxic Chemicals

- Heavy Metals
- Organic Plastic Additives (phthalates, flame retardants, etc)

Life-Cycle Assessments (LCAs)

- Global warming potential
- Carcinogens
- Fossil fuel depletion



Corniuk et al., 2023

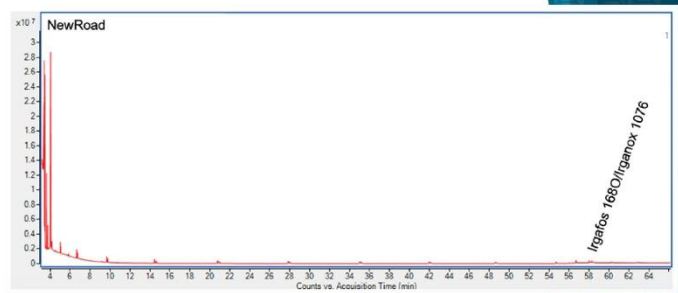
HAWAII
PACIFIC
UNIVERSITY

CMDR

Scrutinize Recycling FIRST

Toxic Chemicals

- Heavy Metals
- Organic Plastic Additives (phthalates, flame retardants, etc)



Life-Cycle Assessments (LCAs)

- Global warming potential
- Carcinogens
- Fossil fuel depletion

Megill 2023



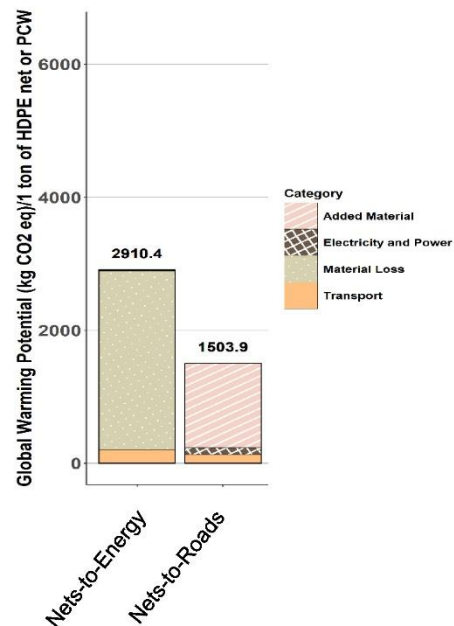
Scrutinize Recycling FIRST

Toxic Chemicals

- Heavy Metals
- Organic Plastic Additives (phthalates, flame retardants, etc)

Life-Cycle Assessments (LCAs)

- Global warming potential
- Carcinogens
- Fossil fuel depletion



Brinkmann et al., in prep.



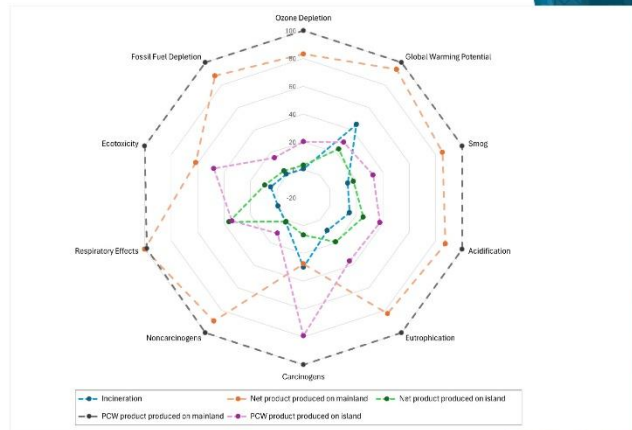
Scrutinize Recycling FIRST

Toxic Chemicals

- Heavy Metals
- Organic Plastic Additives (phthalates, flame retardants, etc)

Life-Cycle Assessments (LCAs)

- Global warming potential
- Carcinogens
- Fossil fuel depletion



Brinkmann et al., in prep.

HAWAII
PACIFIC
UNIVERSITY

CMDR

Recycle Nets to Boards



200 pounds of HDPE trawl
nets became plastic lumber

FIRSTSTAR
RECYCLING

THE
LAST
POUND

Recycle Nets to Walls



200 pounds of HDPE trawl nets to be trialed in a concrete forming system

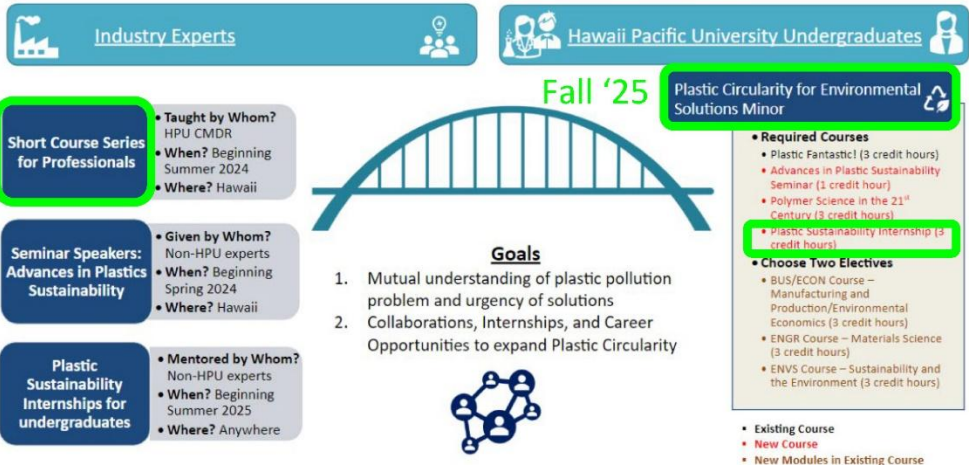
Educate



NIST National Institute of Standards and Technology
U.S. Department of Commerce

Training for Improving Plastics Circularity (TIIPC)

Collaborative Learning Bridge in Plastic Circularity



Key Take-Aways



Hawaii is severely impacted by plastic pollution



Hawaii needs international and local assistance to prevent, mitigate, remove it



Hawaii needs plastic recycling to avoid landfilling and environmental impacts of incineration



Our Needs



Awareness that Hawaii is negatively impacted by foreign fishing



Connections to

- Asian fisheries managers and associations, especially trawl
- Asian gear manufacturers
- Asian marine debris or plastic waste recyclers



Funding for a warehouse, removal and recycling operations





Learn More

Website: <https://www.hpu.edu/cncs/cmdr/index.html>

Email: jmlynch@hpu.edu



@debrisresearch



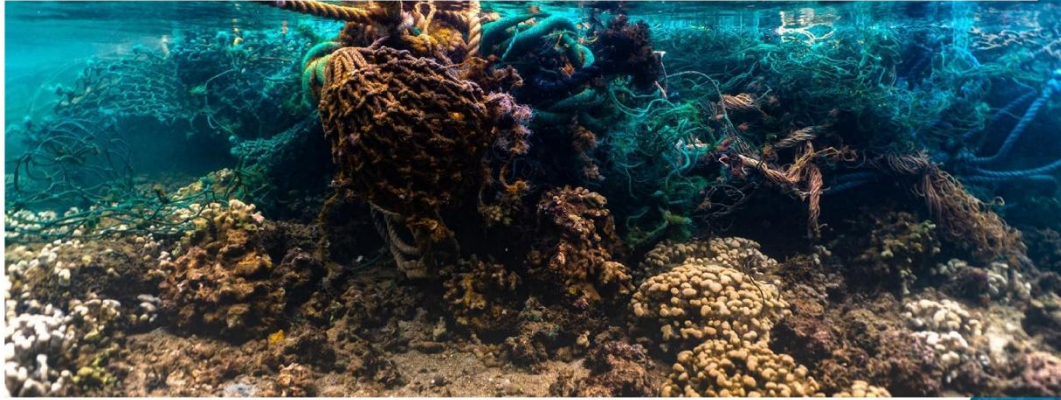
@MarineDebrisResearch



@company/center-for-marine-debris-research



Questions?



HAWAII
PACIFIC
UNIVERSITY





Kauai Marine Debris

August 12, 2025

- Who we are
- Where. Kauai's Location = Marine Debris
- Why we do this work
- What we do. Removal and Education
- When- history, changes over time
- Special Projects- Research
- Tomorrow's Net Patrol

Kauai Marine Debris

August 12, 2025



Protect the world's ocean, waves and beaches through a network of volunteers

Primary Partnerships and Funding



Barbara Wiedner
Marine Debris Co-Coordinator
Education Program Coordinator



Cynthia Welti
Marine Debris Program Manager
Data Analyst

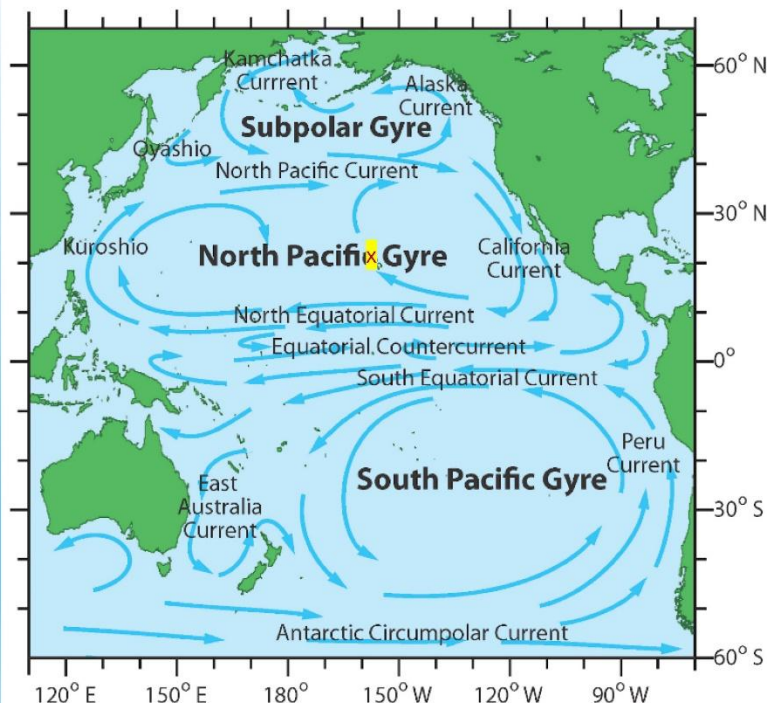


Carl J. Berg, Ph.D.
Senior Scientist
Past Marine Debris Prog



Scott McCubbins
Marine Debris Co-Coordinator
Net Patrol Coordinator

Surfrider Kauai Marine Debris Team



Why Kauai receives so much marine debris

Over 116 mt removed in 2024



Kauai Marine Debris: Oceanic Debris



Kauai debris comes from mid-ocean.
Almost no land-based trash.

Wildlife Impact



Turtle in net Kealia Beach



Birds caught in net

Sperm Whale Kauai Jan 2023



Eel Trap Entrance -- Entanglement



Wounded Monk Seal
2-year old pup January 2023

WANTED: HAGFISH TRAPS

If found, remove from the beach and
report to hagfish@surfrider.org



HAVE YOU
SEEN ME ON
THE BEACH?






©2023 Hawaii Department of Land and Natural Resources

Removal

2024: 116,236 kg removed

387 Net Patrols/ Beach Cleanups

Daily solo cleanups

Net Hotline reports



April 13, 2025
Donkey Beach Cleanup

Kids are willing workers!



Kauai County
heavy
equipment
sometimes used
for buried nets

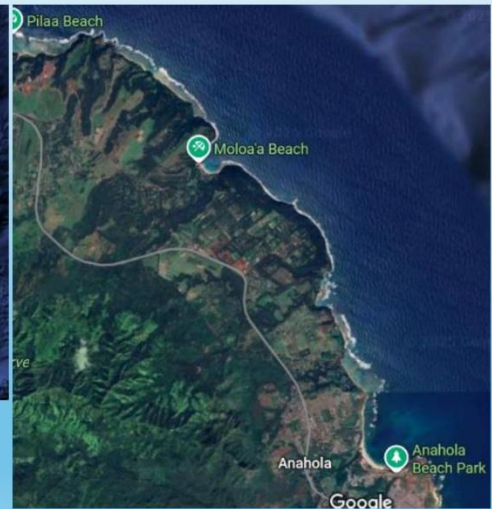
Net Bins at four small boat harbors on Kauai collect nets, fishing line, and ropes



Remote Coastline



3.7 km stretch of coast south of
Moloa'a Beach



Remote Coastline



Kauai Rocky coastline
Facing south towards Anahola Mountain



Remote Coastline Removal

Debris gathered in Supersacks, large reusable bags hold ~125 kg



Operation Airlift



Helicopter to the rescue!



Safe delivery to nearby field



Debris from several months 4.8 mt



Letters to Government to stop Ocean Plastic



Prevention - Education



Marine Debris Art Show

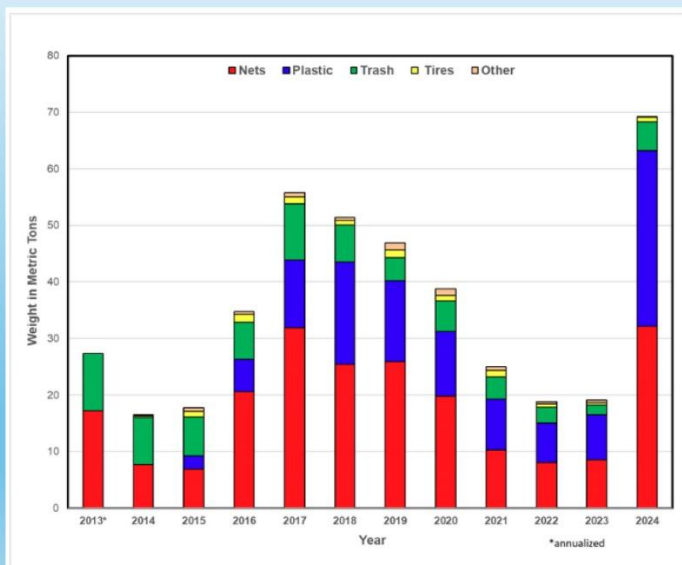


Barbara in class as the Gyre



Airport Display

Kauai Marine Debris – 10 years of data

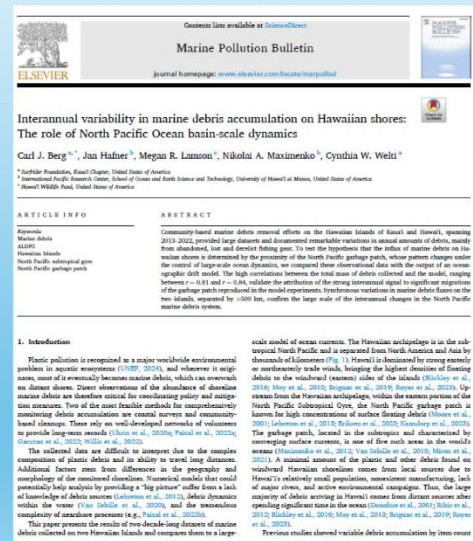
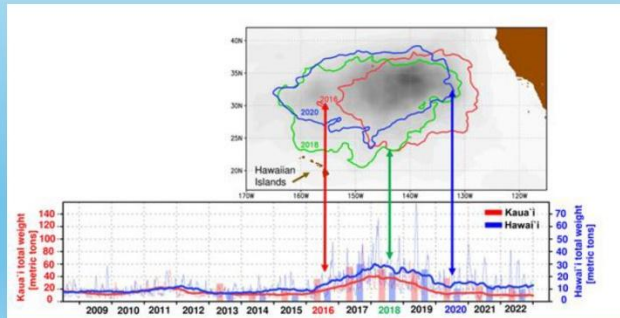


- Japan tsunami of 2011 brought debris starting 2012
- 2013 started catalog, analyze, manage data
- ~75% Fishing Gear!
- Annual fluctuation

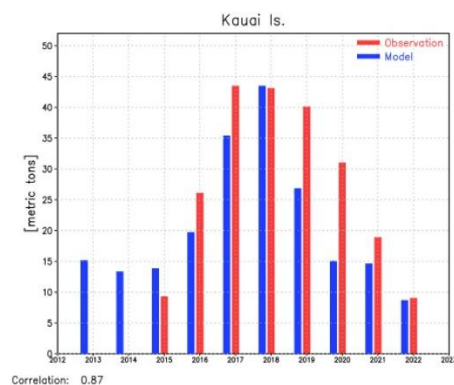


Marine Debris Research Publication Ocean Dynamics with University of Hawaii and Hawaii Wildlife Fund

Showed correlation of Garbage Patch location with
observations of debris on Kauai and Hawaii Islands



Correlation between amount of marine debris removed from Kauai’s shores and tracer modeling



Special Projects

2016 Barbara Wiedner reported increased numbers of these items on the beach....What are they??



North Pacific Eel Trap Project

Source Identification and Mitigation

Dr Carl Berg ...

- Collected over 20,000 Eel Trap Entrances from across Hawaii
- Global Ghost Gear Initiative sponsored investigation
- Traveled to Asia to work with partners
- Can identify several source countries
- Investigating biodegradable materials
- Writing a paper of findings – summer 2025



ONE Apus Container Spill

University of Hawaii Research



Container ship at
Port of Rotterdam



ONE Apus returning to Kobe, Japan after the accident.. Photo credit:
W K Webster and Co

11/30/20. Major storm hit Ocean Network Express ship Apus sailing China to California lost 1,816 marine containers into the North Pacific Ocean.

ONE Apus Container Spill

2022-2024 debris arrives on Kauai



School Mats



Crocs



Bike Helmets



Footballs

Also coolers, tennis cans, toys
Collect and record data across Hawaii Islands
Reports from Washington State, Kure Atoll
Compare to oceanographic model
Item type arrival period depends on windage
Degradation of school mats over time
Collaborative research

Tsunami Source Identification: Fish boxes

Current project to correlate arrival of Fish boxes with land based debris from Japan



Wednesday Net Patrol: Net Cove



Small cove located on 4.8 km stretch of Rocky Coastline from Anahola Beach to Donkey Beach

Backcountry access on dirt roads through Hawaiian Homelands

Debris Collected at Net Cove November 8, 2017



Over 500 kg

Barbara
Wiedner led
Net Patrol

(August 13,
2025 cleanup
will be much
smaller!)

Value of work- International Collaboration



We highly value learning from
each other about our work on this
important topic for the ocean we
share



Ocean Conservation Administration
Marine Environment Management



Salute to the Sea

1,900 kilometers of coastline

Marine Area



Ocean Affairs Council



Ministry of Agriculture



Ministry of Transportation and Communications



Ocean Conservation Administration



Coast Guard Administration



National Academy of Marine



Ministry of Environment



Ministry of Education



Ministry of Interior



Ministry of National Defense



Ministry of Finance



Ministry of Economic Affairs



Ocean Conservation Administration

(OCA)



Healthy Habitats
健康棲地



Sustainable Resources
永續資源



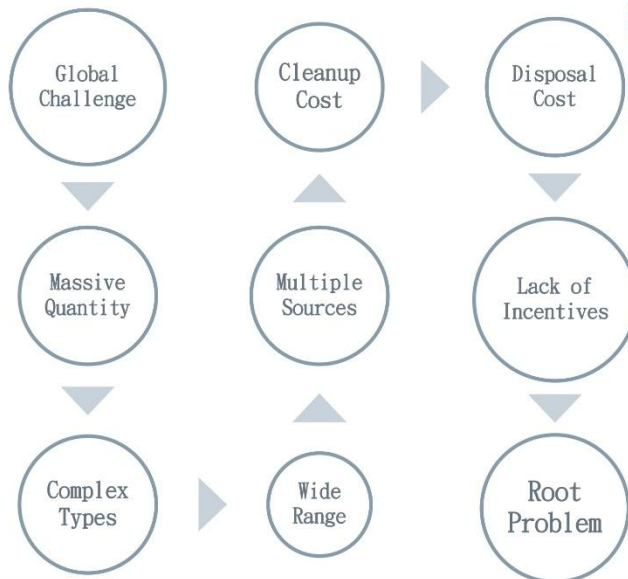
Clean Seawater
潔淨海水

- **Marine Debris Hotspot Investigation**
Practical Marine Debris Reduction
- **Water Quality Monitoring**
Ensuring Marine Environmental Quality
- **Emergency Response Enhancement**
Professional Training for Marine Pollution Prevention

3



Marine Debris



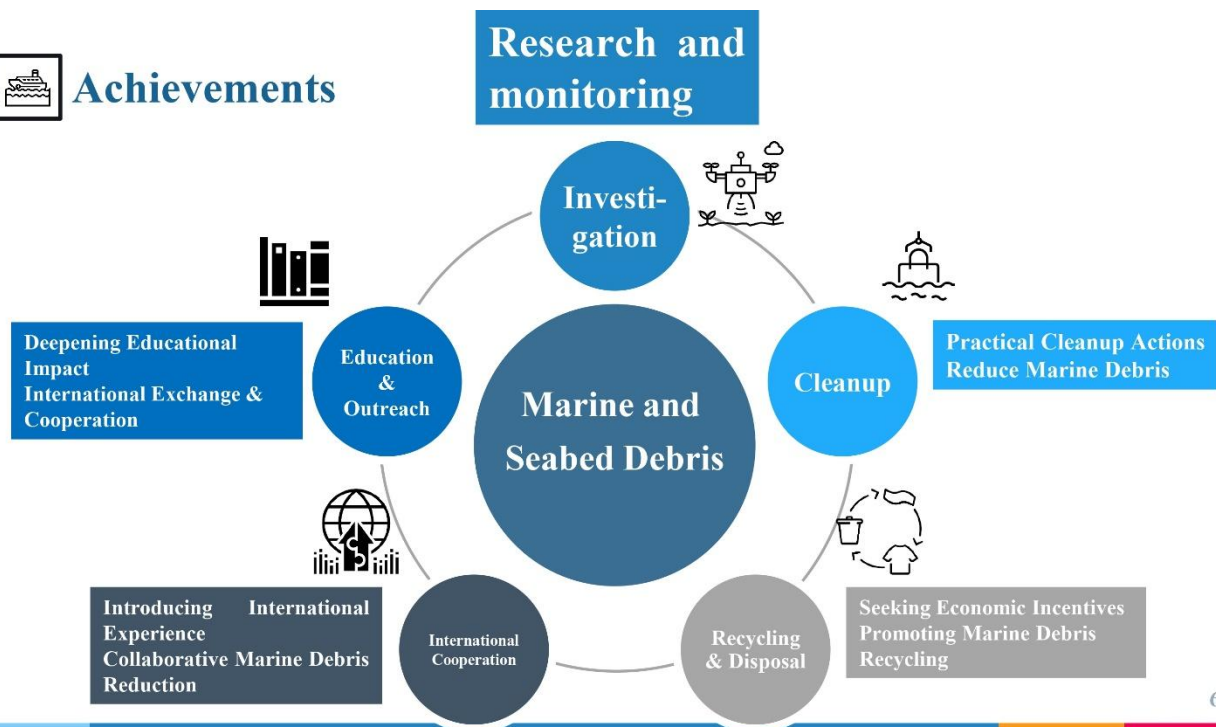
4

1

The Ocean Cleanup Journey We've Traveled Together



Achievements





Achievements - Investigation

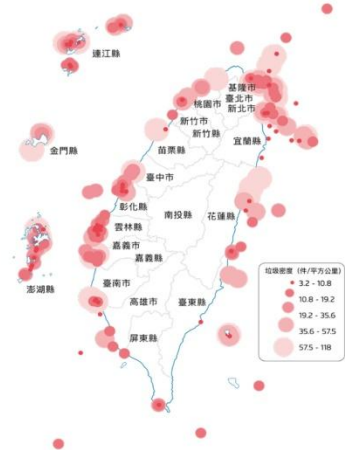
Marine Floating Debris

- **2024**
- Total survey distance: 1,178.85 km, recorded 1,761 debris items
- **Marine floating debris density: 1-91 items/km²**
- Plastic items account for 77%, with styrofoam accounting for 16%, other items 4%, and fishing nets 3%



Seabed Debris

- **2024**
- 10 seabed surveys conducted with underwater cameras, totaling 19 sites
- **Seabed debris density: 370-23,889 items/km²**
- Overall seabed debris is mainly fishing gear accounting for 62%, followed by plastic products at 28%



7



Achievements - Investigation

Seawater Micro-plastics

- **2024**
- Completed survey collection of 32 samples. **Seawater micro-plastic concentration ranges from 0.01-0.92 particles/m³**. Among seawater plastic particles, fragments are the most abundant (48%), followed by foam plastics (40%), plastic films (7%), plastic fibers (4%), with plastic pellets being the least abundant (1%).

Marine Organism Microplastics

- **2024**
- Micro-plastic survey in organisms completed, with 16 sets of samples collected (30 oysters per set). **Micro-plastic concentration ranges from 0-0.98 particles/g (wet weight), with an average micro-plastic concentration of 0.11±0.24 particles/g (wet weight)**. The global average is 1.41±0.33 particles per gram wet weight. In comparison, Taiwan's oysters have lower micro-plastic content than this average. Among plastic particles in marine organisms, fibers are the most abundant (50%), followed by fragments (45%), films (3%), and foam plastics (2%).

8



Achievements - Investigation

Code	Seven key marine debris concern areas	Common Debris Types
A	Northern Water	Fishing gear, waste fishing nets
B	Western Water	Lack of survey data
C	Southern Water	Waste fishing nets, some medium-large debris
D	Eastern Water	Medium-large fishing nets
E	Green Island, Orchid Island Waters	Overall debris quantity is relatively low
F	PengHu Water	Waste fishing nets and large marine floating debris
G	Kinmen, Lienchiang Waters	Aquaculture equipment, styrofoam and marine floating debris

G Kinmen, Lienchiang Waters



A Northern



F PengHu



D Eastern



B Western



C Southern



E Green Island, Orchid Island



Achievements - Cleanup



- Professional Marine Service Companies
- **19** Coastal County and City Governments
- Marine Debris Cleanup Network (MDCN)
- Category II Fishing Port Marine Debris Management Areas

84 Locations



6,360

Environmental Protection Fleet

5,690

Ocean Warriors

45

Ocean Cleanup Outposts

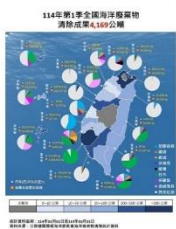
10



Achievements - Cleanup

From 2020 to 2024

- Removed **66,600 metric tons** of marine debris
- Quarterly publication of marine debris maps



Abandoned fishing nets and protective gear (floats)
2.59% 、 2.12%

Bamboo and driftwood
31.98%

Unclassifiable waste
56.72%

Paper, Iron cans, Aluminum cans: 0.35% 、 0.50% 、 0.65%

Glass bottles
1.16%

Plastic bottles
3.93%

Landfill
9.5%

Recycling
19.7%

Incineration
70.8%

11



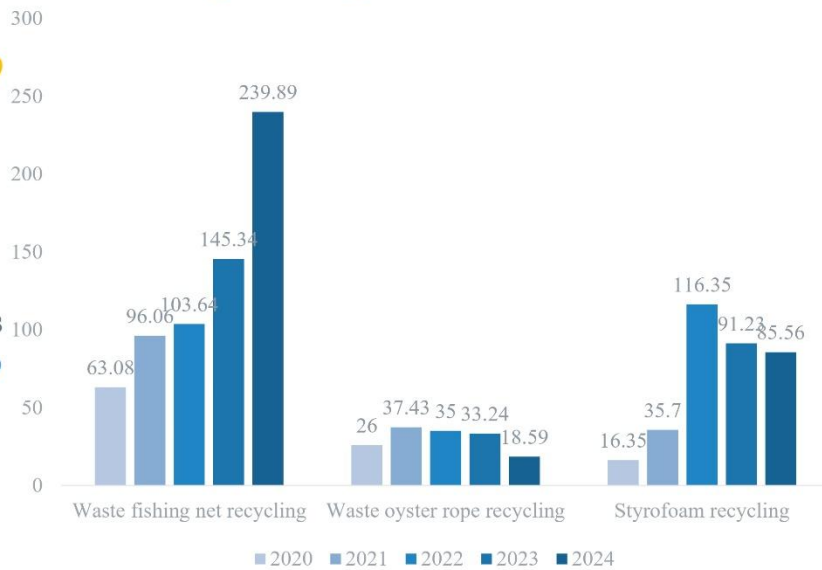
Achievements - Recycling

Abandoned Oyster Ropes

Abandoned Fishing Nets

Abandoned Floats

Abandoned Styrofoam





Achievements - Recycling

Fishing Net Processing:

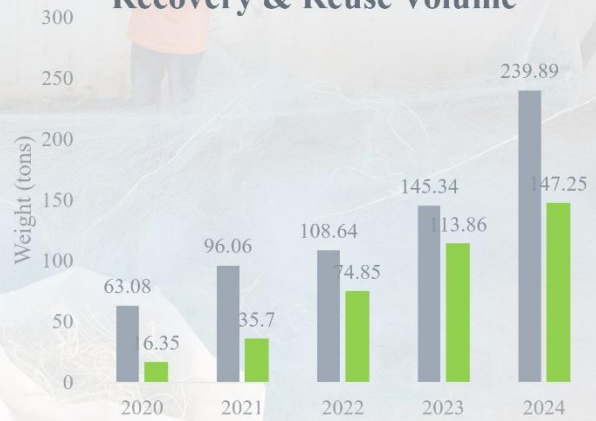
1. Cleaning
2. Dismantling
3. Recovery

Cooperation with Local Government

- 15 NT\$ per kilogram purchase
- Increase fishing net recovery rate



Waste Fishing Nets Recovery & Reuse Volume



Achievements - Recycling

PengHu

High-Temperature
Hot Melting

Kinmen

Low-Temperature
Compression

Lienchiang

Solvent Method

Styrofoam Recovery & Reuse Volume





Achievements - Recycling



1. Separating Oyster Shell from Ropes



2. Rolling and Crushing



3. Sorting

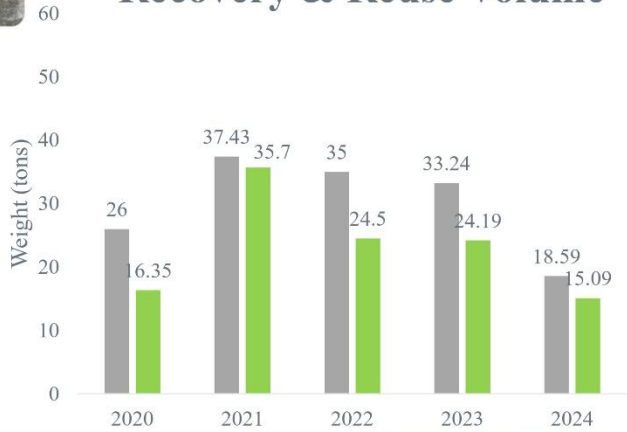


4. Cleaning Up and Cutting



5. Arranging and Carrying to Cooperation Companies

Oyster Ropes Recovery & Reuse Volume



Achievements - Recycling



Reuse Organizations

Supply quality recycled raw materials



Product Suppliers

Use marine recycled materials to produce products



Brand Companies

Establish product specifications, demand and expand market channels



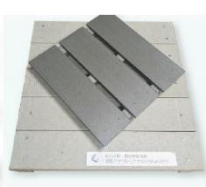
Financial Investors

Green financing, financial planning, responsibility lending



Research Institutions

Legal system research and technical development



16



Achievements - Education& Outreach& International Cooperation



Coastal Clean Water Patrols



Large-Scale Marine Debris Cleanup Events



SEA YOU Marine Environment Knowledge Exhibition



APEC Conference Participation

US-Japan Marine Debris Cooperation



NAAEE Youth Innovation Challenge



International Seminar & Asia Workshops

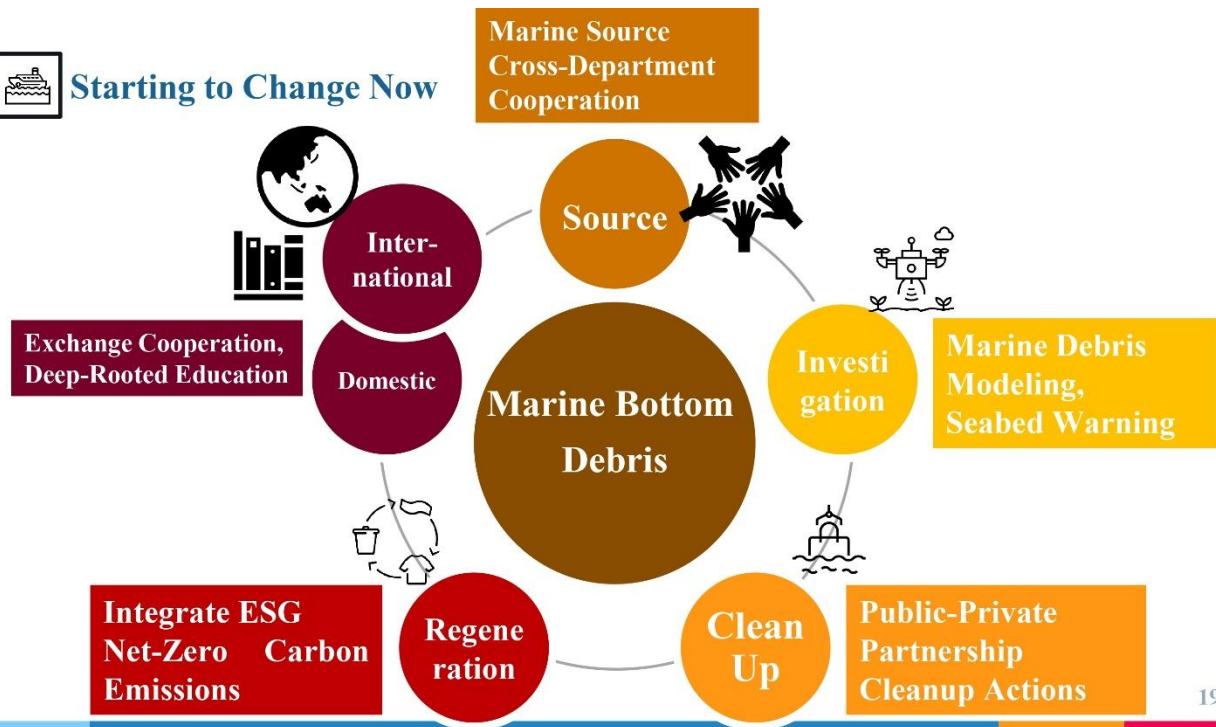
17

2

Now,
We are changing the fate of
the Ocean



Starting to Change Now



19



Starting to Change Now

Source

Marine Source Cross-Department Cooperation

Investigation

Marine Debris Modeling,

✓ **Suggestion**

Resource Recycling Administration Article 15 of the Waste Disposal Act Amendment Draft

Include "fishing nets" as mandatory recyclable items

✓ Cross-ministerial coordination and cooperation for source reduction

20



Starting to Change Now

Clean Up

Public-Private Partnership Cleanup Actions



- ✓ Expand the Ocean Cleanup Alliance Organization
- ✓ Standardize marine debris reporting, cleanup, and disposal procedures
- ✓ Increase fishermen's utilization rate and sense of identification with temporary storage areas

Regeneration

Integrate ESG Net-Zero Carbon Emissions



- ✓ Enhance the Marine Waste Regeneration Alliance Organization
- ✓ Strengthen corporate environmental sustainability responsibility
- ✓ Implement environmental commitments and priorities

21



Starting to Change Now

Domestic

Close to the People, Deep-Rooted Education



- ✓ Integrate local culture and marine experience education in authentic contexts
- ✓ Marine environmental education and marine waste regeneration

International

Bilateral and Multilateral Exchange Cooperation

- ✓ Actively participate in international conferences and sign cooperation memorandums
- ✓ Expand international partnerships for marine waste co-governance



22

3

**From pollution to hope,
this is our transformation**

