

環太平洋的 11 國海廢工作坊

2014 AMETEC Training Workshop 參與紀錄 (下)

文、圖／胡介申（荒野保護協會海洋守護專員，自然名：螃蟹）

筆者有幸於 2014 年 6 月代表台灣至韓國釜山參加海洋廢棄物與微小塑膠的非營利組織與學術工作坊。本活動為亞太經合會（APEC）所屬的亞太海洋環境訓練與教育中心（AMETEC）主辦，由韓國海洋科學與科技研究所（KIOST）與非營利組織 OSEAN 承辦。在此分享九天中所見所學：（續上篇，請參見荒野快報第 269 期）

知識傳授

韓國海洋科學與科技研究所 KIOST 的 Dr. Won Joon Shim 與 Dr. Sang Hee Hong 提出，考古學家定義人類已由鐵器時代進入塑膠時代，2012 年全球塑膠產量是 2 億 8 千萬噸，依目前趨勢，2050 年將達到 330 億噸。掩埋或回收率仍未過半，剩下約有 10% 進入海洋，但塑膠（石化聚合物）的化學特性讓塑膠難以被生物分解，除了高溫燃燒可轉化成二氧化碳與水，海上的塑膠大部分僅會受紫外線照射後，在表層剝落微小的碎屑（光分解），此類塑膠碎屑被命名為微塑膠（microplastic），研究已發現最微小的微塑膠碎屑可達到病毒的大小（奈米塑膠，nanoplastic）。以人類壽命或其他人造物質的分解速度相比，塑膠被製造後可算是恆久存在。

塑膠入海後，其多孔隙與親油性的特性，塑膠會如海綿般吸附海水中微量的持久性有機汙染物（Persistent organic pollutants, POPs），如多氯聯苯（PCBs）、多環芳香烴（PAHs）或殺蟲劑（DDTs）。同時也在海中釋放製造時添加的化合物，如塑化劑類（雙酚 BPA、鄰苯二甲酸酯 Phthalates）、阻燃劑類（六溴環十二烷 HBCDs、多溴二苯醚 PBDEs）、安定劑類（壬基苯酚 Nonylphenol）與抗氧化劑類。此類化學物質許多都已被證實為環境賀爾蒙，低濃度就可干擾生物的內分泌與發育。但塑膠在海水中吸附與釋

放毒性物質的過程，究竟對海洋生物、海鮮甚至人類的健康有何危害或威脅，科學家目前仍在摸索，尚未發展出完善的風險評估方法。

事實上，學術界近年才開始以「汙染物」或「毒性物質」的角度重新檢視塑膠，不同尺寸塑膠對海洋生態影響的研究也才剛起步，在名詞定義上，學界一般將環境中的塑膠廢棄物依尺寸分成五類，由大到小分類如下：

分類	英文名	中文名 (暫譯)	尺寸
大	Megaplastics	巨大塑膠	$x > 1$ 公尺 (m)
	Macroplastics	大型塑膠	25 公厘 (mm) $< x < 1$ 公尺 (m)
	Mesoplastics	中型塑膠	1 公厘 (mm) $< x < 25$ 公厘 (mm)
小	Microplastics	微塑膠	1 微米 (um) $< x < 1$ or 5 公厘 (mm)
	Nanoplastics	奈米塑膠	$x < 1$ 微米 (um)

當塑膠裂解的越小，數量、清理難度、測量難度、表面積／體積比、吸附有毒物質的能力也隨著倍數成長，倍增研究的困難。

實作練功

1. 巨大塑膠與大型塑膠 ($x > 25$ mm)

OSEAN 的 Dr. Jongmyoung Lee 解釋：「國際淨灘 ICC 雖有一份紀錄海廢種類與數量的表格，但無法做出定性（不是以材質來分類）與定量（未固定沙灘面積與努力量）的科學分析。」韓國 OSEAN 團隊研擬出一份研究方法（簡稱 AMETEC 海廢監測）將海廢依材質細分成 81 項個別計數與秤重，成功利用這種淨灘方式將成果發表在國際期刊，並希望推廣至亞太各國。Dr. Lee 比較四國提供的數據，顯示台灣註¹與越南的海廢在數量與重量上均高於韓國與泰國。Dr. Lee 也表示，這僅是各國單一海灘的一次採樣，無法完整反映全國的現況，但已跨出 ICC 淨灘數據難以比較的障礙，只要有更全盤的數據，就能



針對現況與政策提出建言。

2. 中型塑膠 ($1 \text{ mm} < x < 25 \text{ mm}$)

研究機構 KIOST 先將採樣工具包（孔徑 1 公厘的金屬篩網與邊長 50 公分的方框）寄到 10 個國家，並錄製了中型塑膠的教學短片註²，此時由 OSEAN 的 Dr. Yong Chang Jang 帶領各國代表分析自己帶來的樣本，將塑膠碎片分成七類（硬塑膠、保麗龍、原料顆粒、纖維或布料、薄膜、其他發泡物與其他聚合物），比較結果相當有趣，例如汶萊的中型塑膠數量很多，重量卻不高，因為近八成都是保麗龍碎片。

3. 微塑膠 ($1 \text{ um} < x < 1 \text{ or } 5 \text{ mm}$)

微塑膠分析是採取通過 1 mm 篩網的沙粒，加入食鹽水（1 升水：200 克鹽）後，以 1.2 um 的濾紙過濾懸浮在表面與水層中的粒子，再用光學顯微鏡與傅里葉轉換紅外光譜儀（FT-IR）來檢驗塑膠的成分。這套方法讓肉眼看不見的微塑膠無所遁形，台南市四鯤鯓沙灘深受牡蠣養殖保麗龍危害，採獲的樣本中，就驗出了細菌大小的保麗龍碎片。

4. 奈米塑膠 ($x < 1 \text{ um}$)

這是塑膠汙染研究的最新領域，需要更高端的檢測儀器（如電子顯微鏡），本次未施作。

◀ 將台南四鯤鯓採集的中型塑膠分成 7 類

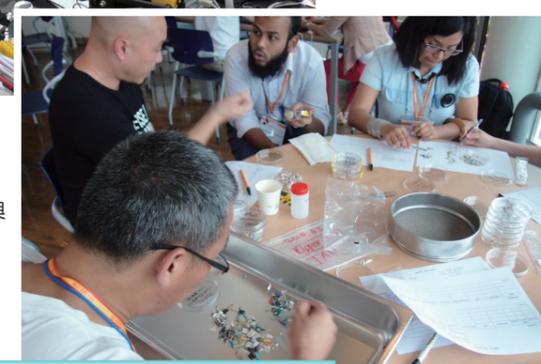
研習心得

每年夏天台灣各地都有淨灘活動，環保署的資料顯示，今年 1-7 月已有 301 個單位與環保署合作，舉辦 5,567 場、動員 92,287 人次、清理垃圾 2,992 公噸、海岸線長度達 8,587 公里，這是相當了不起的成就。維護乾淨的海灘不只是荒野的責任，而是每個會製造垃圾的地球人應該付出的努力。

做好事、又可運動固然不錯，但議題戰場不應只是一場「你丟我撿」的遊戲。事實上，今日的活動不會讓明日海洋從此清淨，參考聯合國、歐盟與其他國際 NGO 的作法，淨灘只是補救措施，解藥應該是清算「塑膠足跡（Plastic Footprint）」，從源頭終止「塑膠汙染（Plastic Pollution）」。各國 NGO 已著手監測各種尺寸的塑膠汙染物，因為唯有拿出科學證據，才能說服民眾、政府與企業三方攜手，恢復大海的清淨。



▲ 學習以 FT-IR 儀器檢測微塑膠



▶ 各國代表認真參與分類塑膠碎片

塑膠垃圾的分解環境與效果

分解環境	分解方式	分解速度	清除方式
焚化爐	燃燒	快速	焚化，但需要 800 度以上高溫，以避免產生毒氣
海灘	光分解 / 高溫 / 磨損 / 氧化	較快	可淨灘清除
海面	光分解 / 氧化	緩慢	幾乎無法清除
海中 / 海底 / 掩埋	生物分解	非常緩慢	幾乎無法清除

註 1 2013 及 2014 年台灣 AMETEC 海廢監測由環境資訊協會（金山國聖埔）、台南社大（台南四鯤鯓）、黑潮基金會（花蓮鹽寮）負責採樣。

註 2 採樣教學短片（2014 AMETEC Microdebris sampling method）http://youtu.be/wQoa_uJc38