

塑膠漂流記：由城市、河流到海洋

研究人員：楊令衡、周藹銓、鍾子熙

18/10/2018

概要

根據總共34小時33分鐘的影像分析調查推算，城門河大圍段在沒降雨時段每天共排放超過48,000件塑膠，即是每年約1700萬件塑膠（平均塑膠排放率為0.599件/秒，平均塑膠含量為0.180件/平方米）；而在降雨時段，10分鐘內就排出約562件塑膠（平均塑膠排放率為0.937件/秒，平均塑膠含量為0.426件/平方米）。結果顯示，降雨量與平均塑膠含量之間存在明顯的正比關係。是次調查的9條河流中，最常見的塑膠垃圾種類為膠樽、食品包裝、快餐餐具和容器（包括飲管，膠攪拌棒，膠蓋和膠杯）、膠袋和發泡膠碎片等。

研究背景

塑膠污染早已在全球各地響起警號。即棄塑膠產品由1950年代開始興起，迅間圍繞大眾的日常生活，帶來的塑膠污染無遠弗屆，遠至南極及北極海域都能發現塑膠污染的足跡，嚴重影響全球的生態系統。一般塑膠垃圾會持續分裂成細小的塑膠碎片，甚至是比沙粒更細的微塑膠，分裂過程中更會釋放出有害物質。較大型的塑膠垃圾有可能會纏繞海洋動物，而細小的塑膠碎片或微塑膠則有可能被動物誤食，阻塞其消化系統。當動物或海洋生物誤吞微塑膠，難以分解的塑膠繼而影響食物鏈，人類最終只會自食其果。

多個國際組織及頂級教育院校都進行研究，嘗試了解並推算落入大自然環境中的塑膠數量。而近年社會上更多人開始關注塑膠污染源頭，以及城市塑膠垃圾如何落入海洋，希望更有效阻止塑膠污染蔓延。

聚焦本地，香港人口密集，有超過700萬人口，擁有極多元的生態棲息地，包括豐富的海產資源，例如位於新界或離島的魚類養殖場及蠔田。可是，本地和外來塑膠垃圾都威脅著香港的海洋生態。

現時多份本地研究揭示香港整體塑膠污染程度，卻未能顯示來自市區或本地源頭的塑膠垃圾實際數量。是次研究除了填補該空白部分外，亦同時希望監察和記錄從城市落入河流及海洋的塑膠垃圾數量，更深入地調查城市塑膠污染的程度及嚴重性，為將來的研究作鋪墊。

研究目標

- 量化從城市經河道流出香港沿海地區的塑膠垃圾數量
- 找出降雨量與河流中塑膠垃圾含量的相關性
- 進一步了解香港主要河道中常見的塑膠垃圾類別

研究方法

- 實地調查和所有分析於2018年8月完成
- 實地考察和調查：從Google Maps中篩選出位於新界，河流貫穿人口稠密城市區域的9條主要河道，包括城門河、林村河、大埔河、屯門河、石上河、雙魚河、元朗主明渠、山貝河及錦田河¹。各河道分別連接具高生態價值的沿海地區，如后海灣、吐露港及赤門海峽
 - 於每條河道進行的實地考察過程中，由研究人員沿著河流走至少30分鐘，觀察和紀錄河道內的塑膠垃圾，同時拍下照片作存檔
 - 塑膠垃圾被分類紀錄為 膠樽、食品包裝、快餐餐具及食物容器、膠袋及其他塑膠垃圾
 - 每條河道至少進行實地考察一次，而城門河和錦田河則分別進行了5次和4次的實地考察
- 影像記錄和分析：
 - 於城門河大圍段的橋上設置一部縮時攝影相機（Brinno TimeLapse Camera BCC200），連續8天紀錄河面情況
 - 縮時影片的拍攝完成後，由研究人員作進一步篩選和修剪，挑選有日光及河道水流單向流動時的影像，繼而分為降雨時段及無降雨時段（計算始於肉眼可觀察到的降雨開始後15分鐘內）的影像。
 - 兩名研究人員在電腦屏幕上用肉眼數出各片段中從上游流到下游的塑膠垃圾
 - 整體數據分成降雨時段及無降雨時段的資料：
 - 記錄無降雨時段的塑膠數量（ $N^{\text{no-rain}}$ ）及降雨時段的塑膠數量（ $N^{\text{post rain}}$ ）
 - 記錄實際時間（ T ）
 - 記錄無降雨時段的河流流速（ $V^{\text{no-rain}}$ ）及降雨時段的河流流速（ $V^{\text{post rain}}$ ），該等流速為透過觀察一件塑膠在已知距離下流過的所需時間而推算得知
 - 研究人員從而計算出：
 - 塑膠排放率 = N / T
 - 塑膠垃圾含量 = $N / (T \times V \times \text{河道闊度})$
 - 無降雨時段的塑膠垃圾含量 = $N^{\text{no-rain}} / (T \times V^{\text{no-rain}} \times \text{河道闊度})$
 - 降雨時段的塑膠垃圾含量 = $N^{\text{post rain}} / (T \times V^{\text{post rain}} \times \text{河道闊度})$
 - 無降雨時段的採樣影像總時間為15小時11分鐘，降雨時段的採樣影像總時間為19小時21分鐘

研究誤差及數據調整

- 本研究可能出現之誤差包括：
 - 錯誤辨認其他物體（例如樹葉，紙張或其他非塑膠物件）之機率為20%

¹ Residential population and non-residential population along the river: Shing Mun River- Resident: 460,000 people and Non-resident: 280,000 people; Lam Tsuen River - Resident: 200,000 people and Non-resident: 70,000 people, Tuen Mun River - Resident: 380,000 people; Yuen Long Creek - Resident: 240,000 people.

- 在電腦屏幕上數算錯誤之機率為10%
- 塑膠垃圾在下游地區被食物環境衛生署的清潔船艇撈起而沒有流出大海之機率為20%
- 因其他原因導致塑膠垃圾沒有流出大海之機率為10%
- 針對以上可能出現之誤差，本研究採用的塑膠垃圾數量為研究人員肉眼數算出的總數的40%
- 由於電腦屏幕上能看到的最小塑膠垃圾尺寸大約為20-50毫米，而引用綠色和平與香港教育大學科學與環境學系助理教授霍年亨博士在2018年初在彩虹勇士號進行的微塑膠研究（報告有待正式發表），河流中實際存在的塑膠垃圾中，研究人員僅能透過電腦屏幕出數算出其中10%。因此，塑膠垃圾的數量調整為研究人員數算得出的10倍，以反映難以透過電腦屏幕點算的塑膠物件
- 實際採納的塑膠垃圾的數量=(研究人員肉眼數算所得 x 40%) x10

降雨量資料

- 從香港天文台數據庫取得沙田區於2008年8月的降雨量資料
- 本研究利用降雨數據計算出每日塑膠垃圾含量的平均值

研究結果及討論

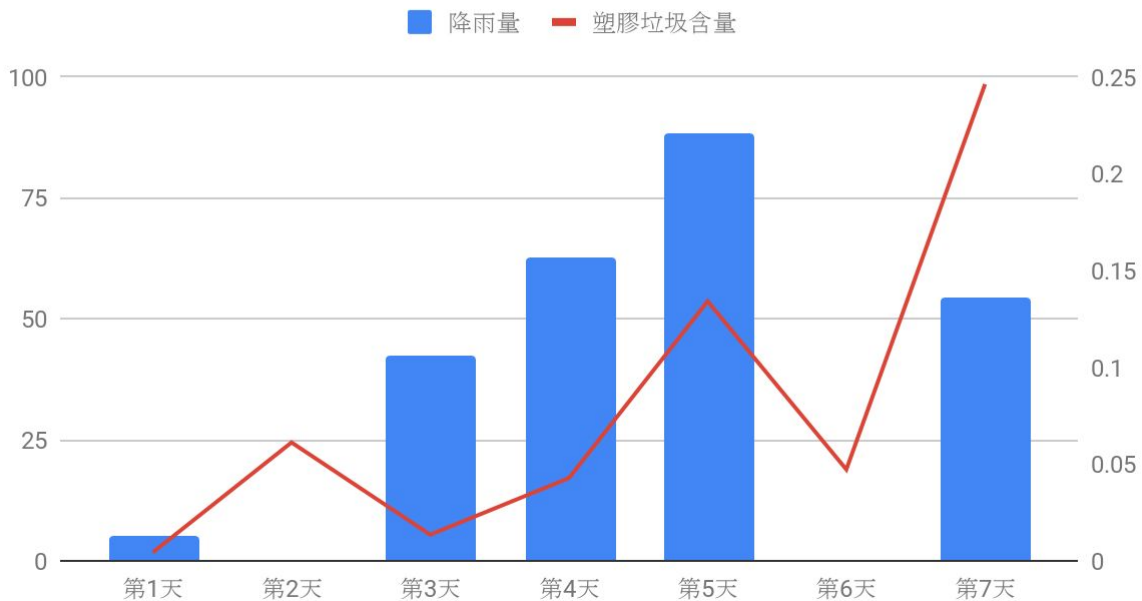
在本港9條主要河流進行實地考察後，發現河流中的垃圾種類與城市垃圾種類十分相似，包括膠樽、食品包裝、快餐餐具及食物容器（如飲管、攪拌棒、膠蓋及膠杯）、膠袋、發泡膠碎片及鋁罐。研究結果指出，河流沿岸一帶的城市人類活動是河流塑膠污染的主要源頭；雨季時，市區街道上的雨水渠把大量城市塑膠垃圾帶到河流，為造成河流塑膠污染的一大主因。

城門河大圍段的塑膠垃圾含量及排放率

無降雨時段			降雨時段		
塑膠垃圾含量			塑膠垃圾含量		
平均值	0.180	件/平方米	平均值	0.426	件/平方米
最高數值	0.497	件/平方米	最高數值	2.898	件/平方米
最低數值	0.008	件/平方米	最低數值	0.019	件/平方米
塑膠垃圾排放率			塑膠垃圾排放率		
平均值	0.559	件/平方米	平均值	0.937	件/平方米
最高數值	1.333	件/平方米	最高數值	2.058	件/平方米
最低數值	0.027	件/平方米	最低數值	0.060	件/平方米

研究分析顯示，平日(無降雨)每天至少有超過48,000件塑膠垃圾由城門河流至吐露港；而下雨時塑膠垃圾排放率比無降雨的高出接近一倍，短短十分鐘內就有超過562件塑膠垃圾被沖到河口及海洋。以下圖表顯示，降雨量與塑膠垃圾含量成正比關係。按此分析，香港在雨季（6月-9月）日子，尤其是暴雨或颱風來襲時，會有比平日更大量的塑膠垃圾由城市經河流落入海洋。

沙田降雨量及塑膠垃圾平均含量關係圖



結論

是次研究是全港首個河流塑膠污染影像分析研究，提出實証和數據，印證海洋塑膠污染除了一般因洋流及海浪把垃圾帶至香港海岸的外來因素，城市塑膠垃圾經由主要河道流入大海亦是促成海洋塑膠污染的內在主因。即使本研究調查推算過程中存在各種不確定因素，但數據結果已足以證明大量塑膠垃圾由市區流進海洋，這些來自城市的塑膠垃圾每分每秒都在污染海岸、影響海洋生態健康，為我們帶來不容忽視的環境問題。

雖然是次研究只是短期項目，卻為進一步了解香港城市塑膠污染提供有用的數據分析，對於將來針對塑膠來源、分裂及降解過程的研究及監察提供具體方向。要保護珍貴及脆弱的大自然，我們必須停止污染河流系統及海岸，不論市民、本地企業或政府，以至國際層面，都應該坐言起行，從源頭減廢，停止塑膠污染。

參考資料

Blettler, M. C. M., Abrial, E., Khan, F. R., Sivri, N., & Espinola, L. A. (2018). Freshwater plastic pollution: Recognizing research biases and identifying knowledge gaps. *Water Research*, 143, 416–424. <http://doi.org/10.1016/j.watres.2018.06.015>

Lebreton, L. C. M., Van DerZwet, J., Damsteeg, J. W., Slat, B., Andrady, A., & Reisser, J. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications*, 8, 1–10. <http://doi.org/10.1038/ncomms15611>

Lincoln, Fok (2018). Microplastic survey on the Rainbow Warrior in Hong Kong. (Unpublished report). Greenpeace EastAsia.

River Water Quality in Hong Kong in 2016. (2016). Environmental Protection Department The Government of the Hong Kong Special Administrative Region.

Schweitzer, J.-P., Gionfra, S., Pantzar, M., Mottershead, D., Watkins, E., Petsinaris, F., ...Janssens, C. (2018). UNWRAPPED: How Throwaway Plastic Is Failing To Solve Europe's Food Waste Problem (and what we need to do instead), 1–28.