

台灣二〇〇二年國際科學展覽會

科 別：環境科學

作品名稱：塑膠海岸－臺灣東北海岸微小塑膠污染之研究

得獎獎項：環境科學科第三名
英特爾環境健康與安全獎

學 校：基隆市私立二信高級中學

作 者：張瑋淵

作者簡介



我，張瑋淵，1986年生於雨港基隆，小時後受祖母喜歡帶我到處玩的影響，使我對許多事情感到興趣，國中的時候想參加科展，可苦無機會，升上了高一終於有機會自由參加科展，一心想要躍躍一試，後來發現做科展不是一件易事，當然遭遇到許多難題，但都一一克服了，感謝曾經幫助我的同學、老師，不管勝負如何，這次的經驗將令我永難忘懷。

作品名稱: 塑膠海岸 - 臺灣東北部海岸塑膠微小物污染之研究

Plastic Coast - Studies on small plastics pollution from the northeast coast of Taiwan

壹、中英文摘要

一. 目的: 1. 找出基隆沿岸是否受到塑膠微小物的污染, 2. 建立塑膠成分的簡易檢定法, 3. 分辨所發現塑膠微小物成分, 4. 試圖分析其污染源, 並尋求減輕污染方法。

二. 結果: 本研究為首篇證實東北部海岸已遭受塑膠微小物污染之本土研究。我們想出了不用昂貴儀器的未知塑膠簡易成分判別法, 發現海面漂浮的油渣含有塑膠微小物, 還觀察到海洋生物 (藤壺) 由本來附生在岸邊的石頭上轉而附著於漂浮的塑膠垃圾及漁民和釣客所使用的浮標、漁網、浮桶等。

三. 為減少海岸的塑膠微小物污染, 建議政府立法規定業者注意塑膠原料運送中產生的問題, 並提倡垃圾分類, 人民本身也應自我覺醒。

Taiwan is an island, and the sea is very important for us. So in this study, we tried (1) to examine the small plastics (resin pellets and plastic fragments) pollution of the northeast coast, (2) to identify the components of unknown plastics by burning, solubility in organic solvents and relative weight but without using expensive instruments, and (3) to classify the small plastics we found and to find out where were they from.

Our study is the first grassroot research proving that the northeast coast of Taiwan has been polluted by small plastics. We attempt to identify the components of unknown plastics without using expensive instruments. The present study discovers that there are many small plastics in the floating oil scum. The relation between the oil scum and small plastics needs more study. We finds marine life (barnacles) growing on floating small plastics. The ecological importance of this discovery needs more study.

We also make suggestions for reducing the minute plastic pollution of the coasts: (1) The government should ask big companies to be more careful on the transport of plastic pellets, (2) people should be aware of the problems caused by small plastics.

貳、內文

一、前言

1. 動機

臺灣四面環海，海洋有提供漁業資源，調節氣候等功用，對我們來說非常重要，且我從小都在基隆長大，對於周遭環境應該好好保護它。但今天海洋的問題為何那麼嚴重呢？值得令人省思！

由於參加臺北濕地網 (<http://big5.to/臺北濕地網>) 的活動，因而接觸到一篇報導提到「塑膠小球會對動物的免疫系統造成破壞。海洋生物可能會被漂浮在海洋上的微小塑膠球毒害，日本研究者發現塑膠球會從海水中吸收有毒化學物質，毒物再藉由食物鏈傳播」(參考文獻 1)，興起了我們對於臺灣海岸是否也受到塑膠污染危害的研究。塑膠污染不但影響生物的健康，對景觀也會造成危害，但由於大型的塑膠垃圾已有國際監測計畫 (參考文獻 2)，所以我們決定調查沿岸是否跟河川一樣 (參考文獻 3) 受到塑膠微小物的污染。

2. 目的

- (1) 找出基隆沿岸是否受到塑膠微小物的污染。
- (2) 建立塑膠成分的簡易檢定方法。
- (3) 分辨塑膠微小物種類。
- (4) 試圖分析其污染源，並且尋求減輕污染的方法。

二、研究方法或過程

1. 實地調查: 對照參考文獻 4 的照片於海岸尋找塑膠微小物。

- (1) 我們選取外木山海灘、基隆港、和平島沙灘區、和平島的潮間帶退潮後的海蝕平台作為觀察的地點。
- (2) 用絹網撈取基隆港海水與海面上漂浮油污，將其中的塑膠微小物用竹筷和塑膠手套挑出洗淨後，陰乾保存在底片盒或封口袋。
- (3) 在外木山沙灘用篩子篩沙子，或由目視在枯枝堆中找出塑膠微小物，特別注意沙灘上不同種類塑膠分布的情形。
- (4) 在和平島公園裡的沙灘上以目測撿起散落在沙灘上的微小塑膠物，在潮間帶的海蝕平台上以網子或徒手撈起在石頭縫中的的塑膠垃圾。



圖一外木山調查地點遠眺

2. 種類檢驗: 先用已知常見的六類塑膠的以知樣本作下列實驗，再依所得結果配合目視結果與參考文獻 (5, 6) 綜合判斷所採塑膠樣本的可能成分。

- (1) 燃燒判別法 (判別熱塑性/熱固性塑膠)
- (2) 有機溶劑判別法 (使用乙醚，丙醇，丙酮，甲苯)
- (3) 比重判別法

3. 污染源追蹤

- (1) 由潮流研判
- (2) 了解基隆週遭的塑膠工業發展的狀況
- (3) 從微小塑膠上判定可能污染源位置



圖二. 基隆沿海概略圖

三、研究結果與討論

結果

1. 調查共發現塑膠粒 70 顆 (港區 4 顆 / 外木山 66 顆), 碎片 51 片 (港區 3 片 / 外木山 48 片), 1 個氣球破片 (外木山), 4 個碎電線 (外木山), 14 片碎片 (和平島沙灘區), 2 個冲天炮塑膠殼 (和平島沙灘區), 3 片冲天炮塑膠皮 (和平島沙灘區), 汽水瓶蓋 2 個 (和平島沙灘區), 速食店蕃茄醬包 1 個 (和平島沙灘區), 棒棒糖果棒 1 個 (和平島沙灘區) 廢棄漁網 1 個 (和平島海蝕平台), 保麗龍碎塊無數個 (和平島海蝕平台區) 參考圖二。
2. 在和平島的沙灘上則有塑膠製的冲天炮彈頭，在海蝕平台的石頭縫中則有較大型保麗龍碎塊及漁民丟棄的漁網。
3. 不同種類的塑膠在不同有機溶劑中的溶解度不同。丙酮可以溶解聚氯乙烯 (PVC)，松香水可以部分溶解發泡聚苯乙烯 (PS)，其他種類的塑膠對不同有機溶劑之反應如下表。

有機溶劑: 甲苯

反應時間	PET	HDPE	PVC	LDPE	PP	PS
10 分	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化	全部溶解
20 分	無明顯變化	變脆/軟化	無明顯變化	變脆/軟化	無明顯變化	全部溶解
30 分	無明顯變化	變脆/軟化	無明顯變化	變脆/軟化	無明顯變化	全部溶解
60 分	無明顯變化	變脆/軟化	無明顯變化	變脆/軟化	無明顯變化	全部溶解
90 分	無明顯變化	變脆/軟化	無明顯變化	變脆/軟化	無明顯變化	全部溶解

有機溶劑: 丙酮

反應時間	PET	HDPE	PVC	LDPE	PP	PS
10 分	無明顯變化	無明顯變化	變脆/軟化	無明顯變化	無明顯變化	全部溶解
20 分	變脆/軟化	變脆/軟化	變脆/軟化	無明顯變化	無明顯變化	全部溶解
30 分	變脆/軟化	變脆/軟化	變脆/軟化	無明顯變化	無明顯變化	全部溶解

60 分	變脆/軟化	變脆/軟化	變脆/軟化	無明顯變化	無明顯變化	全部溶解
90 分	變脆/軟化	變脆/軟化	變脆/軟化	無明顯變化	無明顯變化	全部溶解

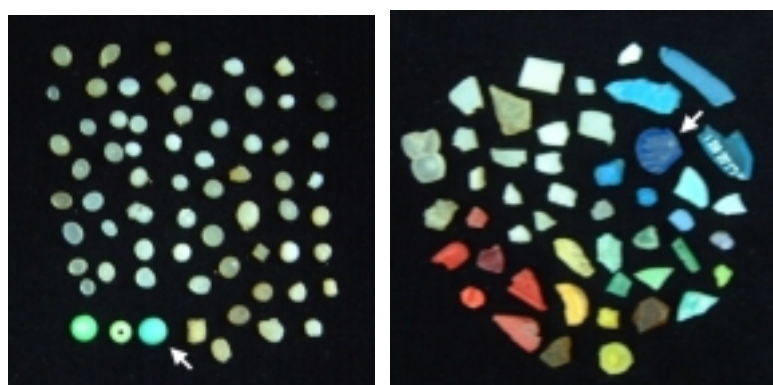
有機溶劑: 丙醇

反應時間	PET	HDPE	PVC	LDPE	PP	PS
10 分	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化	部分溶解
20 分	無明顯變化	變脆/軟化	硬化	無明顯變化	無明顯變化	部分溶解
30 分	無明顯變化	變脆/軟化	硬化	無明顯變化	無明顯變化	部分溶解
60 分	無明顯變化	變脆/軟化	硬化	變脆/軟化	無明顯變化	部分溶解
90 分	無明顯變化	變脆/軟化	硬化	變脆/軟化	無明顯變化	部分溶解

有機溶劑: 乙醚

反應時間	PET	HDPE	PVC	LDPE	PP	PS
10 分	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化	全部溶解
20 分	變脆/軟化	變脆/軟化	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化	全部溶解
30 分	變脆/軟化	變脆/軟化	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化	全部溶解
60 分	變脆/軟化	變脆/軟化	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化	全部溶解
90 分	變脆/軟化	變脆/軟化	硬化	無明顯變化	無明顯變化	全部溶解

4. 在基隆港區撈取的海水中未發現塑膠微小物。海面漂浮的油渣參雜煙蒂，蟑螂卵鞘和許多民生用品類大型塑膠垃圾，包括完整的寶特瓶，便當盒，拖鞋，還有家電外殼碎片，且都屬於熱塑性塑膠。油渣中可以找到少量塑膠微小物。
5. 在外木山沙灘發現的大型塑膠垃圾主要是發泡 PS 和 PVC 做的浮標，種類較基隆港少，但塑膠微小物的數量比港區多出許多（見圖三）。
6. 在外木山沙灘的保麗龍呈碎粒狀看起來較泛黃，在和平島石頭縫中的保麗龍呈碎塊且看起來較新，和平島和基隆港的塑膠垃圾比起來，基隆港的塑膠垃圾較多樣性且都為民生用品如便當、寶特瓶，在和平島則發現大都為漁民丟棄的漁具等。



圖三

左圖箭頭所指 BB 彈直徑約 0.6mm, 右圖箭頭所指直徑約 0.9mm

討論

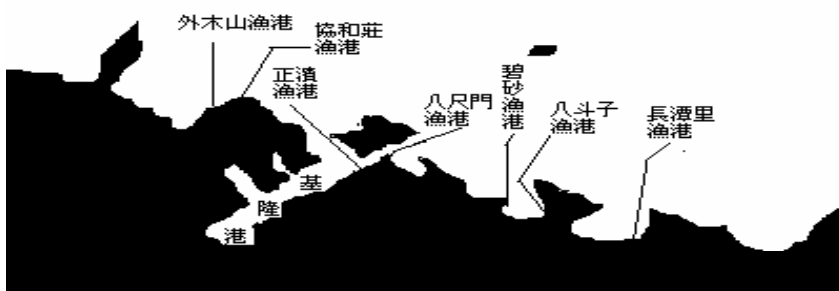
1. 港區內塑膠微小物都隨油污聚集成一區一區隨潮水漂動且沖不散，可能是因為塑膠和油污都是非極性物質，容易互相聚集的緣故。
2. 在外木山海灘發現保麗龍碎片上有藤壺附生，顯示漂流塑膠增加了可供藤壺著生物體的數量，對附生生物生態的影響需要進一步觀察研究。
3. 保麗龍小球與同樣材質的垃圾在沙灘上都停在離海較遠處（下圖四），可能是因為比重較小，如 BB 彈和其他會下沉的塑膠粒多分布在離海較近處（下圖五）。



左圖為離海較遠處，主要為保麗龍垃圾(圖四)

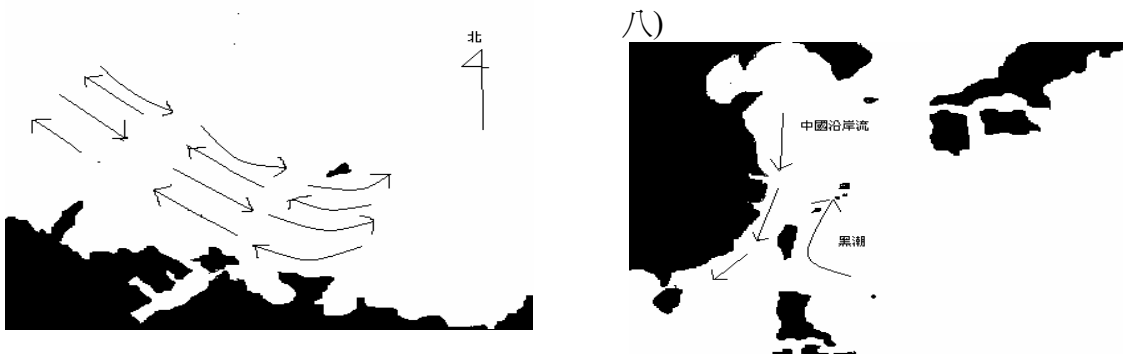
右圖為離海較近處，可找到 BB 彈和其他會下沉的塑膠粒(圖五)

4. 港區大型塑膠垃圾較多且外型完整，推測為雨污水沿田寮河與旭川河自人口密集區帶來，這些垃圾經過常久海上旅行，受到陽光和海浪等因素，結構遭受破壞成為片狀或粒狀的塑膠微小物。
5. 和平島發現的垃圾大概可依來源分二類：1.遊客，和平島為一著名的公園，遊客在園裡的垃圾都集中在有海水浴池旁的沙灘上。2.漁業的廢棄物，在和平島的海蝕平台上發現大都為漁網、裝魚用的保麗龍箱子，及編織漁網的繩子等，這些塑膠垃圾與附近漁港(圖六:正濱漁港、碧砂漁港、八斗子漁港、長潭里漁港、八尺門漁港)脫不了關聯。



圖六. 基隆沿岸漁港分布圖

6. 在基隆周遭有登記有案塑膠石化工業為數不多，只有瑞芳工業區 8 家和大武崙的 5 家。但是基隆港為北部大港，北部的五股、新竹、林口、觀音等工業區都依賴基隆港出口或進口原料，在裝卸的過程中假設有塑膠原料或成品不注意流出最後隨著河流沖入大海，再被潮流可能漂流到世界各地。
7. 台灣北部的潮汐一天有兩次高潮到低潮的波動，這個波動是由東岸產生，繞過東北角後向基隆前進。且基隆的潮流受漲退潮的原理，潮流是東南往西北有規律性的移動(如圖七)，所以說基隆的塑膠垃圾除了有從東部隨潮流帶上來即在北部海域外，跟西部較無關聯。
8. 海洋有洋流移動，所影響的成面更大，所以在沙灘看到的塑膠垃圾有可能為冬天隨著東北季風南下及中國沿岸流，而夏天則是隨著颱風北上或隨著南方來的黑潮帶上來。(如圖



圖七. 基隆附近海域的潮流軌跡,(仿參考文獻 7) 圖八. 黑潮及中國沿岸流有可能把南方或北方的垃圾帶來

四、結論與應用

1. 本研究為首篇證實臺灣東北部海岸已遭受塑膠粒及塑膠碎片污染之本土研究。
2. 根據不同塑膠對有機溶劑的反應，我製作了不使用昂貴儀器的未知塑膠簡易成分判別法(檢索表)。

1A 不溶於甲苯.....	2 [PET.PVC.PP]
1B 溶於甲苯或變軟.....	4 [HDPE.LDPE.PS]
2A 溶丙酮脆化.....	PVC
2B 溶丙酮不變.....	3 [PET.PP]
3A 溶乙醚軟化.....	PET
3B 溶乙醚不變.....	PP
4A 溶於丙酮.....	PS
4B 溶丙酮變軟或不變.....	5 [HDPE.LDPE]
5A 溶丙酮變軟.....	HDPE
5B 溶丙酮不變.....	LDPE

3. 我們發現海面漂浮之油渣含有數量可觀之塑膠粒及塑膠碎片，兩者間之關係有待觀察。
4. 我們發現到海洋生物（藤壺）由本來附生在岸邊的石頭上轉而附著於漂浮塑膠垃圾，其於生態學上的重要性值得進一步研究。
5. 從和平島的塑膠垃圾來看來，遊客為污染環境的兇手，而附近漁港的漁業廢棄物不能讓它任意在海中漂浮最後擱淺在案上造成沿岸的生態環境窒息，得不償失。
6. 溼地的下游效應是無遠弗屆的。所以要防止塑膠污染除了國內的防治外，國家與國家之間也要互相監督。
7. 為減少海岸生態系的塑膠微小物污染，建議政府立法規定業者注意塑膠原料在運送中產生的問題，並提倡垃圾分類或再利用。人民本身也應自我覺醒，不要等到塑膠微小物污染嚴重到不可收拾的地步，才後悔莫及。

五、參考文獻

1. 垃圾食物 http://www.scimonth.com.tw/sc_mp_list00_40.htm
2. 黃裕文. 2001. 海灘廢棄物監測活動札記. 高雄市教師會生態中心季刊 6: 42-45.
3. 張明慧. 《中縣》塑膠廢料放火燒 塑膠粒隨水流 中和中排傳污染. 聯合報 2001. 4/26
4. List of Unusual Trash / Marine Debris from Outside Japan
http://www.page.sannet.ne.jp/m_terui/special_e.html
5. 塑膠回收標碼介紹 <http://www.recycle.org.tw/polynews/POLY3-3.htm>
6. 常見的塑膠種類及用途 http://content.edu.tw/cgi/HyperNews1.10/get1.cgi/j_phy_chem/4/6.html?nogifs
7. 國立臺灣海洋大學(編). 2000. 海洋城市鄉土教材—基隆海域的生物世界.

評 語

- (1) 本研究調查基隆沿岸受塑膠微粒污染之狀況，並建立塑膠成分的簡易檢定法以分辨所找到的塑膠微粒，從而依基隆港區、沿岸、外島及洋流之環境條件與污染來源進行鑑別與原因分析，所獲致之結論值得基隆市環保單位之參考及改善。
- (2) 另，文中探討到藤壺本來為附生在岸邊石頭上的，現轉而附著於漂浮塑膠垃圾上，其對於生態學上之重要性，值得進一步研究探討。