

投稿類別:地球科學類

標題：

垃圾追追追——來自洋流的海岸垃圾？

作者：

林睿鈺。私立葳格高中。高三甲班

指導老師：

林珈樺老師

壹、前言

一、研究動機

台灣，海洋環繞，海岸環境與我們密不可分，小時候對海岸的印象常常是美麗海景和亮晃晃的雪白沙灘，可是長大後卻時常在電視和網路上看到環保團體宣揚淨灘、重視海洋等訊息。近期，從新聞報導中得知花蓮的小學生撿到相機事件，後續報導中提到此相機是來自沖繩石垣島，讓我明白這個在洋流交會處的島嶼，透過洋流，可以從中發現一些漂流很久的或是具有研究價值的資源，於是就從台灣西部海岸著手，藉由淨灘的方式從中加以研究，究竟環保團體說的「海洋垃圾」是像美國加州布拉格堡的彩色沙灘一樣，能成為代表性地標帶動當地的觀光經濟，亦或是像湄公河一般，成為人們最大的垃圾處理場呢？

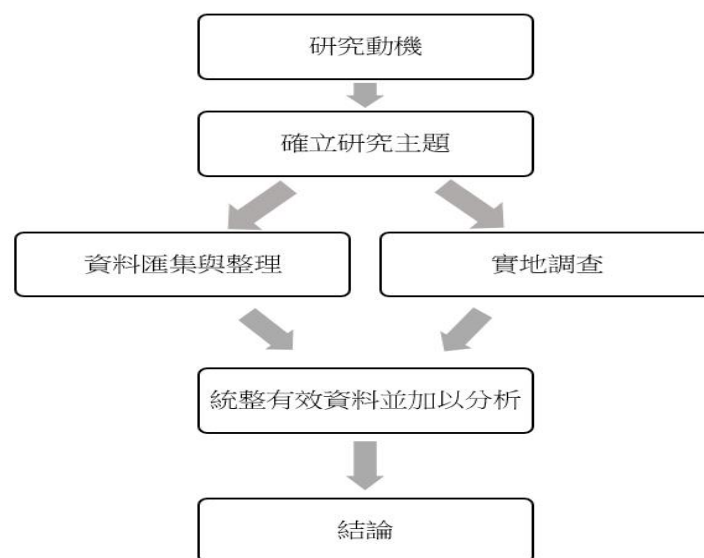
二、研究目的

探討沿岸垃圾對於海岸環境造成的影響，希望藉此研究可以探討人們對於「海岸垃圾都是由洋流衝過來。」的迷思，和更進一步了解洋流跟海岸垃圾之間的關聯性、海岸垃圾對於海岸生態的影響，並且找出維護或是能改善現已遭到破壞的生態環境，進一步達成永續發展的理念。

三、研究方法

利用實地調查法、數據分析法、文獻分析法完成此次論文。透過研讀黑潮海洋文教基金會和荒野保護協會的調查報告、海洋保護相關法規，查詢台灣近海洋流的文獻，並在大安海水浴場及通霄漁港進行淨灘行動，分析海岸垃圾種類、比例，最後統整分析，推測垃圾可能之來源。

四、研究流程



圖一：研究流程圖（圖一資料來源：研究者繪製）

貳、正文：

一、海洋汙染：

（一）海洋汙染：

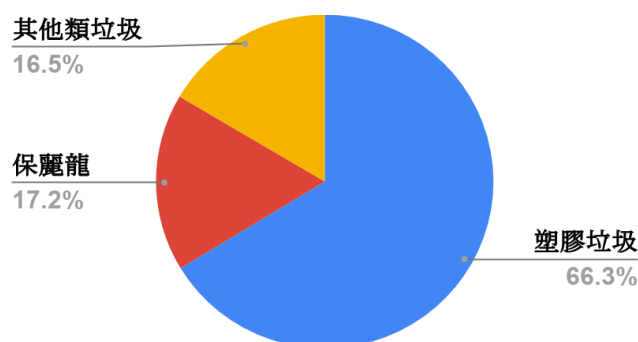
根據聯合國環境署（United Nations Environment Programme）定義：「**海洋垃圾為任何持久性大量製造的或是加工過的固體物質，被丟棄、處理或拋棄在海裡或海岸線。**」，1960年代之前，人們習慣將海洋視為最大的廢棄物堆積場，不斷傾倒大量垃圾，直到1962年美國女作家—Rachel Carson 女士，以其鉅著《寂靜的春天》點出環保的重要性，海洋問題才逐漸被世人重視，可是為時已晚，海洋的汙染與海洋垃圾已經透過食物鏈，回到人類的日常生活當中。為了有效處理海洋汙染問題，以汙染來源區分以下種類：油汙染、重金屬汙染、有機物合成汙染、熱汙染、放射性汙染、固體廢棄物汙染等。

而本篇小論文將以固體廢棄物汙染作為本次探討重點，以前人研究及實地調查成果紀錄，觀察海岸的固體廢棄物對海洋的汙染及相關的影響。

二、前人研究：

（一）黑潮海洋文教基金會——島航計畫

2018年黑潮海洋文教基金會與海洋大學合作進行「島航計畫」，以研究鯨豚生活環境為最初目標而進行繞島行動，研究人員從花蓮港出發，沿東部、北部、中部、南部的順序，定點收集數據進行分析，過程中因為天線損毀和颱風侵襲等原因，被迫縮短航程，減少觀測地點，最後共運用18天完成繞島一圈的研究採樣。這次的繞島行動以塑膠微粒、溶氧量、水下聲景為主要研究目標，檢測範圍包括溪流出海口、重要港口附近海域、離島周圍海域等，與人類息息相關的生活環境。透過海洋大學研究生邱靖淳的野外實察紀錄，島航計畫的航程中其海漂垃圾組成以塑膠佔比最高（66.3%），主要為塑膠包裝、食物容器、餐具、寶特瓶，其次為保麗龍，佔17.2%。（彭宣雅，2018）。依據上列數據，繪出垃圾種類百分比（圖二），由此紀錄可得知塑膠已成為人類生活中不可或缺但隨意丟棄的一次性容器，並造成海洋垃圾的主要來源，若是繼續輕視，將為自然環境帶來嚴重損害。



圖二：垃圾種類百分比

(圖二數據來源：聯合新聞網。2018年10月23號，取自 <https://reurl.cc/2b35v>)

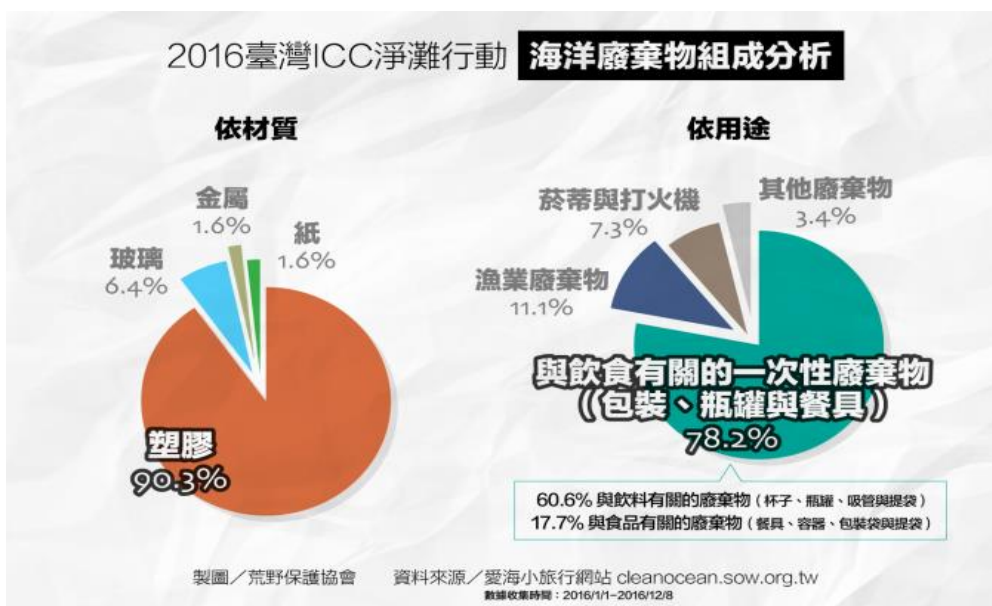
(二) 荒野保護協會——淨灘數據統計

截至2016年12月8日止，總共獲得240筆淨灘數據，從(圖三)的淨灘統計數據中，可以得知寶特瓶為海洋廢棄物的最大宗，又以(圖四)海洋廢棄物組成可知，許多廢棄物為一次性的廢棄物，若是回收的成效不如預期，廢棄物將有更高的機率進入生物圈，影響動植物。



圖三：廢棄物含量前十名

(圖三資料來源：荒野保護協會。2018年10月23日，取自 <https://tinyurl.com/yagemhko>)



圖四：海洋廢棄物組成分析

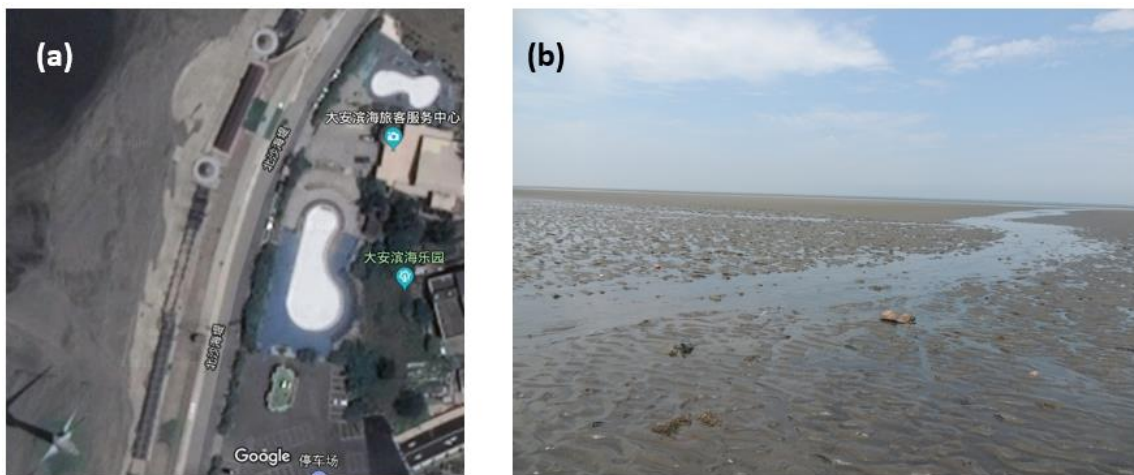
(圖四資料來源：荒野保護協會。2018年10月23日，取自 <https://tinyurl.com/yagemhko>)

三、沙岸和海堤垃圾研究成果及討論：

(一) 大安海水浴場

大安海水浴場，又稱大安濱海樂園，位於臺灣中部海岸，特點為台中地區唯一一個天然大型海水浴場，擁有平直且寬敞的海岸，沙質為灰黑色，又名「黑色沙灘」，但大安海水浴場自 1981 年開始，便有嚴重的大腸桿菌超標的問題，而海水受污染的主要因素，來自大安北汕溪上游的家庭、養豬戶所排放廢水污染。

海水浴場為許多人在夏季時選擇的避暑之地，帶來人潮也會拉動當地的經濟效應，然而在帶來錢潮的同時，也對當地海岸帶來了垃圾，本次的調查地點觀察出海岸垃圾以靠近堤防處漸減，靠近海岸線處漸增，藉由（圖八）可觀察出當地的垃圾屬於一次性塑膠產品，且多為一般日常生活用品殘骸。



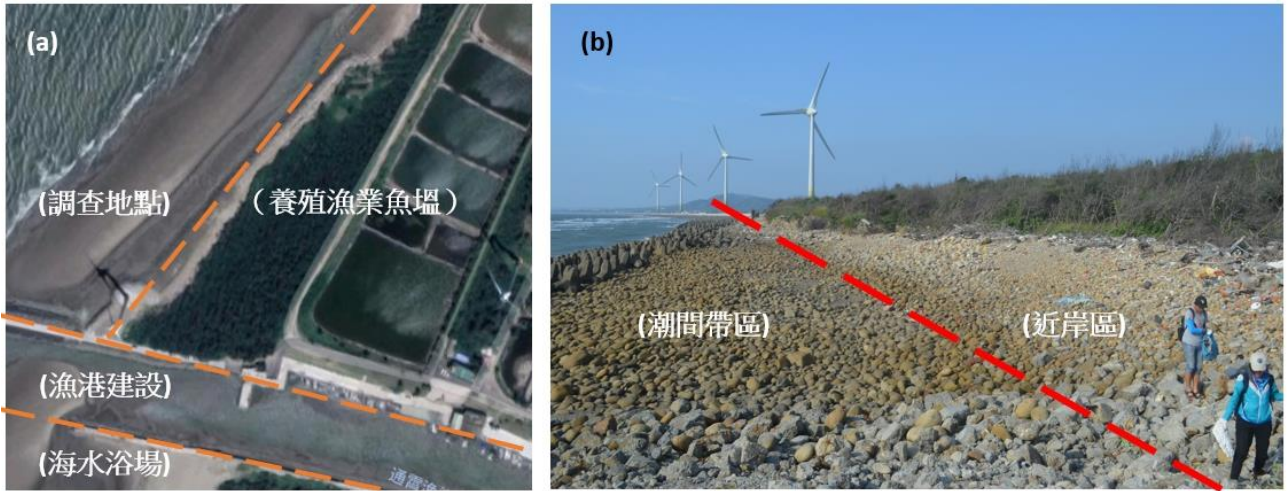
圖五：大安海水浴場調查紀錄。(a)海堤左側為本研究淨灘範圍（圖片來源：google map），(b)大安海水浴場景觀與沙灘上的垃圾分佈狀況（研究者拍攝）

(二) 通霄漁港

通霄漁港，位於臺灣中部海岸，其南側為通霄海水浴場，以沿海底流刺網為主要補漁作業方式，屬於較傳統之捕魚法，海底流刺網若使用較小網格之規格，將導致「誤捕」，而犧牲掉 60-70% 不具經濟性的小魚或魚苗，造成資源的浪費。漁船廢棄所留下的流刺網，亦有可能因海流沖刷漂流至海中，有一定機率會纏繞在海洋生物上，亦會造成海洋生態環境的惡化。

相較於大安海水浴場，通霄漁港北側風力發電塔下潮間帶，遊客較少，釣客為多，地形屬於礫岩灘（圖六）。為了更仔細探究海岸垃圾的來源，本論文將此區域分為近岸區與潮間帶區，以（圖六）的紅色虛線為界，左側為潮間帶區，右側為近岸區，依據（圖九）調查結果發現近岸區垃圾以寶麗龍、寶特瓶、塑膠製品為主，而潮間帶垃圾則以紅磚、尼龍繩、塑膠水管為主，經調查該區域為漁業養殖場，且為漁港港口北側，依據淨灘垃圾種類、大小

及周遭環境，可推測該處的海岸垃圾多為人為隨意拋棄所堆砌，而非來自洋流帶來的遠洋垃圾累積。



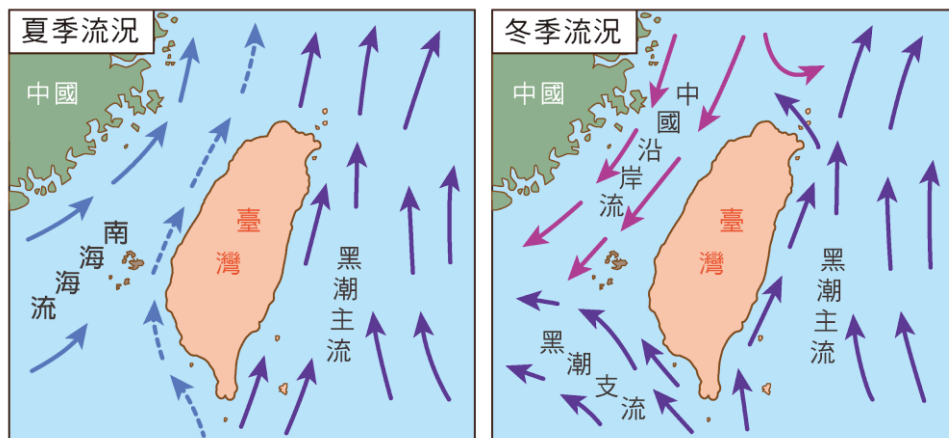
圖六：通霄漁港調查記錄。(a)淨灘區域紀錄（圖片來源：google map），(b)通霄漁港北岸礫灘景觀與垃圾分佈情形（研究者拍攝）

四、綜合討論跟洋流的關係：

(一) 臺灣周邊海流

臺灣附近海域的海流受到季風影響，主要是以季節區分海流狀況，可分為夏季和冬季兩型。六月至八月為夏季的西南風時期，9月至次年5月則是冬季的東北風時期。春季和秋季則為轉型期。

在夏季時，源自於赤道的黑潮流經臺灣東部外海，同時，西南季風將來自南海的海水向北帶入臺灣海峽，溫暖的海水流過臺灣的四周，在加上西南季風帶來的充沛水氣，使臺灣在夏季時成為一座溫暖潮溼的島嶼；在冬季時，黑潮主流依然會流經臺灣南端，沿著臺灣東部向北流動，其支流再由臺灣南端，向西流入臺灣海峽，而較冷的中國沿岸流受東北季風的影響，由北向南流入臺灣海峽，這兩種不同流向的海流最終會在澎湖群島附近相遇，接著朝著西南方向一起流入南中國海。因此冬季時，臺灣西部沿海氣候會受到兩種不同水團的影響。



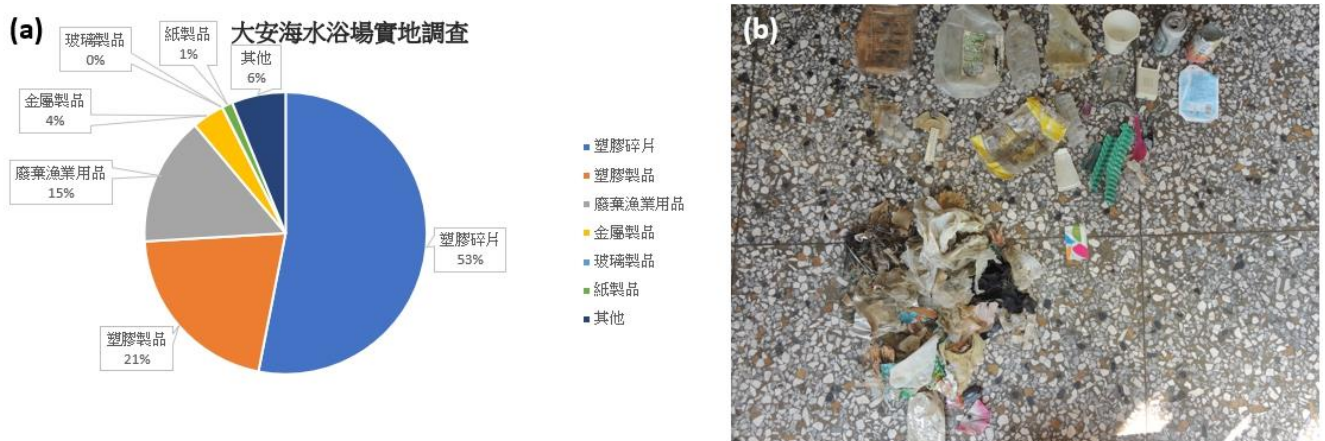
圖七：臺灣的夏季與冬季洋流流況

(圖七資料來源：中央氣象局數位科普網。2018年10月29日，取自 <https://tinyurl.com/yae9nwhz>)

(二) 大安海水浴場

根據本研究小組在大安海水浴場實地調查後，依據檢到的海岸垃圾分類，製成(圖八)之圓餅圖。由(圖八)可得知，在大安海水浴場的垃圾組成中，塑膠碎片的佔比超過百分之五十，若把塑膠製品納入考量，海岸垃圾近四分之三皆為塑膠垃圾。

由先前研究可觀察出，海岸垃圾以靠近堤防處漸減，靠近海岸線處漸增，因為河流沖積物藉由搬運作用易於海岸線處進行堆積，可推論此處垃圾來自河流的可能性較高，與此同時大安海水浴場也是受歡迎的觀光景點，且撿拾之鐵鋁罐和其他仍能辨識來源之垃圾，皆來自臺灣本地，因此可推測當地垃圾的來源較可能是由遊客棄置。綜合以上可推測出，大多數的垃圾是由台灣本島所產生，且遊客是此地垃圾問題的關鍵因子。

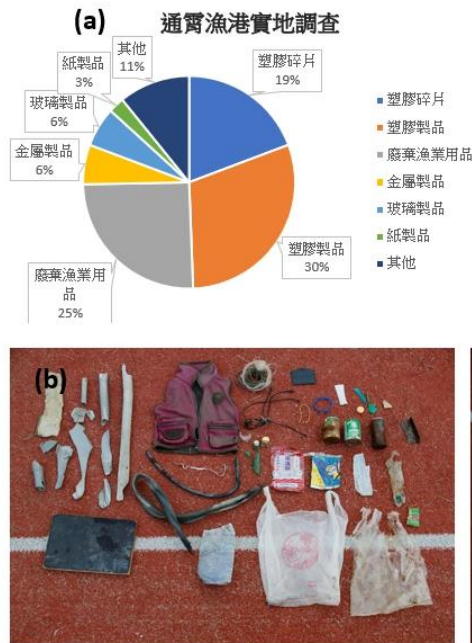


圖八：大安海水浴場實地調查。(a)垃圾種類百分比紀錄，(b)淨灘垃圾成果紀錄(研究者繪製及拍攝)

(三) 通霄漁港

本研究小組在通霄漁港海堤北側實地勘查後，將近岸垃圾與潮間帶垃圾統整並分類，製成(圖九)之圓餅圖。由(圖九)垃圾種類可得知，在通霄漁港北側海岸的垃圾組成中，塑膠類的垃圾佔了一半的比例，而廢棄漁業用品則佔了四分之一。

由此調查結果指出，通霄漁港海岸邊的垃圾中，廢棄漁業用品所佔比例極高，因為廢棄物品的密度比海水密度大，導致不易藉由海浪或洋流搬運至他處，此外，其地理位置鄰近漁港，故推測該區的垃圾來源應為來自漁港漁業活動。



圖九：通霄漁港實地調查。(a)垃圾種類百分比紀錄，(b)為潮間帶的垃圾，(c)為近岸的淨灘垃圾紀錄（研究者繪製及拍攝）

(四) 大安海水浴場及通霄漁港海岸垃圾之綜合討論

大安海水浴場的實地調查時間為 2018 年 4 月 22 日，此時段海流為春季的轉型期，中國沿岸流流向為東北至西南，但東北季風逐漸減弱，導致海流流速減緩。而在大安海水浴場南邊有頂店第二大排水溝，且它的路徑配合滿潮的位置，實地調查當天觀察當地的海岸垃圾密度由堤防處至海岸線為稀疏至密集，因此地周圍排水系統會挾帶垃圾排放至出海口，進而造成海岸垃圾堆積，由此推論大安海水浴場的海岸垃圾主要組成因子是來自河流，而海流的影響較無法清楚得知。

通霄漁港的實地調查時間為 2018 年 6 月 30 日，此時段為西南季風盛行的夏季，海流流向為西南至東北。由（圖九）可觀察出廢棄漁業用品佔了四分之一的比例，在通霄漁港的附近，除了漁港之外還有許多的人工魚塢，廢棄漁業用品的來源應來自附近的漁業者，而非來自洋流的堆積，由此推論通霄漁港附近的海岸垃圾和與洋流的關聯性較不明確。

綜合上述可發現在臺灣的西部海岸，海流並不是海岸垃圾的主要影響因子，而莊卉婕、莊捷如、陳羿蒨與董東璟（2012）指出「從颱風前後總體垃圾量發現，颱風後的垃圾會比颱風前的垃圾多，可知颱風後會將海上之垃圾沖上海岸」，結合本論文的研究成果，可得出在臺灣中、西部海岸一帶，相較於海流會將垃圾沖刷上岸的可能性，颱風更會將漂流在海上之垃圾沖上海岸。

五、海岸垃圾對當地生態的影響：

海洋垃圾的影響並不止於該地，海洋垃圾的汙染問題會擴及海水表層、中層和深海海床，甚至隨著海流漂至其他地方，亦或是自行堆積成垃圾島；海洋垃圾也會直接或間接影響到海岸生態系及海洋生物之生存環境，和船隻航行之安全。

在海洋發現的物品中，只有 20% 可以與海洋活動相關聯，如商業捕魚船遺留下的廢棄物、卸載集裝箱和垃圾的貨船。其餘 80% 皆是來自陸地，行人、駕駛者、海灘遊客丟棄的垃圾、工業排放的塑料顆粒或粉末。

廢棄漁網、釣魚線、捆紮帶和各類塑料會破壞海岸生物的棲息地，且對牠們造成傷害。一旦這些人為垃圾纏繞在海岸生物上，將會危及到牠們的生長，其中塑料垃圾的比例是所有海岸垃圾種類中占最多的，棄置在海岸邊的各類塑料會因波浪的拍打，以及來自太陽的輻射，使它們分解成更小的碎塊，導致許多海岸生物誤以為是食物而吞食，長期吞下大大小小的塑料後，這些塑料將無法順利通過的消化道，堆積在胃中佔據相當的空間，讓海岸生物無法攝取到足夠的營養。

除了海漂垃圾，設立在濱海地區的垃圾場也是影響動植物生態的一大主因，因為垃圾的污水外滲導致出海口以及紅樹林的生長環境受到破壞，對於仰賴近海漁業資源的漁民來說更是一大損失，尤其臺灣候鳥群偏愛停棲於沿海地區以至於政府設立沿岸的候鳥保護區，如果不重視這些污水所造成的潛在傷害，季節變遷形成的候鳥遷徙景觀將不復存在。

六、維護與改善

為了避免垃圾汙染持續擴大，也為了執行永續發展之理念，我們勢必得研擬出相關法律加以保障這片島嶼的環境免於垃圾的覆蓋。有關海水浴場的維護方法，根據環保署於 104 年訂定「海漂垃圾處理方案」，藉由補助各縣市，進行淨海作業之外，也推動各縣市成立環保艦隊，運用回收物的獎勵兌換機制，敦促各區推動相關政策期望，至於港區周邊的改善方案，則有相關法規所規範。「**各類港口管理機關應依本法及其他相關規定採取措施，以防止外、排除或減輕所轄港區之汙染。各類港口目的事業主管機關，應輔導所轄港區之汙染改善。**」（海洋汙染防治法第 11 條）。期望能藉由政策的推動和法律的保障，使各縣市對於海岸垃圾相關議題有更高的重視和提升維護海岸環境的品質。

除了政策的規範之外，越來越多相關組織也相繼重視這個環境議題，像是臺灣環境資訊協會會不定期舉辦淨灘行動，綠色和平網站提供環境研究專案和相關刊物，荒野保護協會進行環境生態教育，透過上述種種的活動，期望能加強民眾對於海岸環境的認知，並且明白維護環境的重要，藉此改善現存的垃圾堆積問題。

七、轉型成和自然共存的方式

海岸環境維護較難短期內改善，若能將此議題「轉型」，或許也是另類的解決之道，以桃園市新屋區永興掩埋場為例，永興掩埋場舊有的功能為儲存廢棄垃圾，透過環保局的規劃，將此地轉型為兼具復育、保育、教育的功能，配合海岸環境的整體維，護增設觀新藻礁

保護區、紅樹林復育區，兼具永續發展與活絡人文風貌的功能，給民眾一個自然與人文融會的場域。

就像聯邦科學與工業研究組織(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation)的生態學者提及：「解決方法的核心是要鼓勵人們不要亂丟垃圾，這才是最便宜、最簡單也最有效率的解決辦法。」(Chris Wilcox, 2014)，儘管人們不斷地將垃圾投入海中，海洋還是能將這些垃圾透過磨蝕和堆積作用，轉型成能和海洋共存的型態，回到人類的生活中，諸如：美國加州布拉格堡、俄羅斯海參崴烏蘇里灣、臺灣南方澳猴猴鼻。這些充斥垃圾的海灘，經長時間淘洗成為觀光客為之瘋狂的彩色沙灘，更為當地帶來觀光風潮。

叁、結論：

本次研究選擇大安海水浴場、通霄漁港二處西部之海岸作為實地採集地點，透過現場採集資料，並將其結果製成圓餅圖加以分析，參考黑潮海洋文教基金會以及荒野保護協會的淨灘統計資料，統整出鄰近水域及海岸線之垃圾組成。對照前人研究及本次研究，可觀察出一項最主要之共通點——塑膠製的垃圾為汙染垃圾組成之冠，對於洋流所造成的海岸垃圾堆積的現象則因無法看出與海岸垃圾的直接關聯性，故無法推斷海岸垃圾即為洋流堆積產物。

其影響的範圍也已回到人類生活中，根據紐約州立大學教授梅森的相關研究，在 12 種世界知名品牌鹽類中，以 10 種海鹽做為研究樣本，發表於英國《衛報》的實驗數據：

「實驗結果指出，若依照美國官方飲食指南的建議，每日攝取 2.3 公克的鹽，則美國人平均每年可能攝取了 660 單位的塑膠微粒。」(Sherri Mason, 2017)，而在近期奧地利科學家的研究中，透過對人體進行為期一周的實驗，觀察每天的飲水、進食對人們產生的影響，得到相關研究數據：「研究報告說，這 8 名志願者都吃過用塑膠包裝的食品，以及飲過塑膠瓶裝水。其中 6 人吃過魚。」(bbc 中文網, 2018)，從上述引用研究數據可以推論若我們持續漠視塑膠垃圾所造成的危害，終將利用食物鏈或是食用相關產品，讓垃圾汙染重回到我們的體內。

關於海洋、海岸廢棄物之汙染已是國際性議題，而臺灣的海岸垃圾絕大部分是由臺灣本島產出，在臺灣的海灘，最常見到的是一次性塑膠製品以及日常生活用品的廢棄物，甚至有不肖業者隨意在海岸傾倒垃圾，防波堤施工完後，消波塊上的殘留垃圾更是屢見不鮮。

希望藉由此次論文的討論與研究結果，能夠再一次喚起人們對於海岸環境的重視，也破解許多人對於海岸垃圾來源的迷思和探討海岸垃圾造成的影響，並提供具體維護和改善的辦法，例如淨灘活動或是成立環保艦隊等，使人們有機會貢獻一己之力，也在所有人的努力中，使自己的生存環境獲得更好的改善。

肆、參考資料：

李素芳 (2001)。台灣的海岸。新北市：遠足文化出版社

戴昌鳳（2003）。**台灣的海洋**。新北市：遠足文化出版社

莊卉婕、莊捷如、陳羿蓓、董東璟（2012），**海岸垃圾調查與分析-以台南海灘為例**。國立成功大學：博士論文。

中央氣象局數位科普網。2018年10月29日，取自 <https://tinyurl.com/yae9nwhz>

王元容（2017）。塑膠汙染進入人體《衛報》：多國海鹽驗出塑膠微粒。2018年10月23日，取自 <https://reurl.cc/En26m>

海流-海洋學門資料庫。2018年10月29日，取自 <http://www.odt.ntu.edu.tw/adcp/?p=245>

荒野保護協會。2018年10月23日，取自 <https://tinyurl.com/yagemhko>

彭宣雅（2018）。航行台灣一圈能看到多少垃圾？真相讓你大吃一驚。2018年10月23日，取自 <https://reurl.cc/2b35v>

國家地理雜誌中文網。2018年10月23日，取自 <https://tinyurl.com/y8vkupkl>

黑潮海洋文教基金會。2018年10月23日，取自 <https://tinyurl.com/ngwky95>

環境資訊中心。2018年10月23日，取自 <https://e-info.org.tw/node/211876>

bbc 中文網（2018）。塑膠終將吞食人類！人體腸道中發現塑膠微粒，甚至可能進入血液、淋巴、肝臟。2018年10月23日，取自 <https://reurl.cc/MAR6m>