

投稿類別:生物類

篇名:

塑欲淨而瘋不止

作者:

陳緯宸。嘉義高中。高二 7 班。

吳文翔。嘉義高中。高二 7 班。

張庭祐。嘉義高中。高二 7 班。

指導老師:

侯富議老師

壹、前言

一、研究動機:

自從 1907 年，純合成塑膠問世後，我們的生活漸漸地被塑膠世界掌控，而現今的自然環境中，處處皆可看到塑膠垃圾，讓我們對於人類的自私行為感到憤慨，尤其是海洋中被拋棄的垃圾數量大到令人難以想像，看到一張張令人痛心的海洋生物誤食塑膠垃圾的相片，遂引起我們了解對海洋塑膠垃圾的興趣，包括他們對生態所造成的影響，以及是否間接危害到人體的健康等。



圖一，和垃圾共存的鳥。2019 年 3 月 5 日，取自 <https://goo.gl/9YzcZF>

二、研究目的:

- (一)認識海洋中的塑膠垃圾、微粒
- (二)了解塑膠垃圾對環境的衝擊
- (三)是否對人體造成危害
- (四)探討大眾對海洋垃圾的認知與不良習慣
- (五)改善、解決之道

三、研究方法:

本研究採文獻分析法以及問卷調查法完成小論文，文獻分析的參考包括參考書籍、網路文章、紀錄片、影片等，藉以彙整塑膠污染的資料；問卷調查則為統計周遭人們對污染嚴重性的認知以尋求改善的方向。

四、研究架構:



貳、正文

一、海洋中微小的大軍

(一) 塑膠的誕生

一八六三年，美國的凱悅兄弟發明了 *celuloid*，被用來製作玩具、文具及底片等，一八八四年，夏爾東尼使用硝化法做出人造絲，但兩者都尚且稱不上是人工合成高分子。直到一九零六年，雷奧·貝克藍德做成酚甲醛樹脂，可用來製造膠木，才符合人工合成高分子的定義，塑膠就此問世。經過第二次世界大戰，加速了塑膠的開發工作，到了今日，塑膠被大量生產為各式各樣便宜的產品。(杉本賢司，2004)根據資料，「**塑膠產量從 1950 年的 170 萬公噸增加到 2015 年約 3 億公噸(年產量)**」(Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M.,A., Narayan, R., Law, K.L., 2015)，塑膠的問世帶給我們許多便利，短短一百年間，它便成為我們生活中不可或缺的角色，無所不在的地位。

(二) 隨波逐流的旅行者

隨著日漸頻繁的使用，塑膠的生產量已不容小覷，且塑膠與其他常見的材料組成不同，不能透過再融化進行提煉，所以越來越多的塑膠垃圾成為棘手的問題。而塑膠垃圾並非只局限於塑膠產品產生的垃圾，還包括塑料纖維，(我們的島，2018)解釋化學纖維製成的各種紡織品，亦是微塑膠的主要來源，英國科學家實測，每一次使用洗衣機，就會產生 70 萬條微塑膠纖維。

善耕 365(2017)提到 2017 年 6 月，海洋潔淨基金會指出每年有 115 萬至 241 萬噸的塑膠垃圾由河川進入海洋，研究的河流包含全世界 4 萬 760 條河川，至於嚴重污染河川的排名，「前五名分別是長江、恆河、西江、黃浦江、與奈及利亞的克里斯河」(善耕 365，2017)，且前 20

名主要位在亞洲。而根據巴特爾(2018)所述塑膠垃圾進入海洋的總量每年約有 800 萬噸之多(包括河川及其他途徑)，由圖 2 則可得知排放塑膠垃圾的前十名國家。



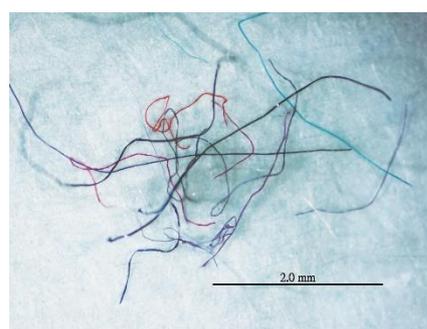
圖二，海洋塑膠垃圾生產國。2019 年 3 月 5 日，取自 <https://goo.gl/DHV8yt>

當塑膠排放到海中時，經過日照、衝擊等因素，勢必會改變原本的型態，我們要進一步了解塑膠的去向，(紀錄片《海洋的塑膠秘密》，2017)中說到漂浮在海洋表面的塑膠碎片數量可能高達 500 億個，且從北極到南極以及經過的熱帶海域皆有微塑膠的存在，而聚集處通常在由洋流形成的海洋環流漩渦中央，共有五個聚集區，太平洋與大西洋各有兩個；印度洋有一個，被稱之為塑膠大陸，然而這些聚集區的塑膠量並沒有隨時間增加，海洋生物學教授理查湯普森發表的論文中說明塑膠在海洋中並未消失，只是體積變小，所以沒被記錄下來。

既然消失的塑膠很可能是因為變小了，那我們必須繼續深入研究在海中的塑膠顆粒。微塑膠(Microplastics)定義為長度小於 5 公釐的塑膠顆粒(如圖 3)，分為初級和次級兩種，初級是指直接以微粒型式製造，例如清潔用品裡的柔珠、融化後用來製造塑膠產品的樹脂小粒；次級則為大型的塑膠廢棄物經長年浸泡、風化逐漸裂解而成。而微纖維則是數條塑膠絲線編織而成的纖維，如聚酯纖維、尼龍纖維，當磨損、拉扯與清洗時會將微塑膠釋放出來(Elizabeth Atalay, Laura Parker, and Heidi Schultz, 2018、陳美琪，2018)



圖三，塑膠顆粒。2019 年 3 月 6 日，取自 <https://goo.gl/RH6jDW>



圖四，顯微鏡下的纖維樣本。2019 年 3 月 6 日，取自 <https://goo.gl/RH6jDW>

「海洋塑膠碎片以直徑 2 毫米的大小所占比例最多，小於 2 毫米的則非常稀少」(李讚虔，2018)的文章中，更深入地記述有關微塑膠的資料，小於 2 毫米的微粒稀少的可能原因，包括

部分被海洋生物吞食；受陽光照射而分解，因塑膠微粒分解速率較大型廢棄物快；甚至是微粒上的附著物導致浮力減少而下沉。

除了塑膠變小之外，在(納維爾，2016)的文章中也提出了聚集區的塑膠量並沒有隨時間增加的可能原因，他描述到一篇論文指出數兆個塑膠顆粒儲存在北極海冰中，因為結冰過程似乎會使微塑膠聚集，所以每立方公尺的海冰含有高達 240 個微顆粒，是太平洋垃圾帶顆粒濃度的 2000 倍。他們推斷若北極海冰因氣候變遷融化，可能會釋出高達七兆個微塑膠。而(埃里克手，2014)文章中寫到 Rachel Obbard 在北極考察相同的問題，他們收集四個冰芯研究冰中的顆粒，結果發現人造絲含量最多占 54%、聚酯占 21%、尼龍 16%、聚丙烯 3%，還有聚苯乙烯、丙烯酸、聚乙烯各 2%。由此可見，雖然人造絲來自天然纖維素，技術上不是合成聚合物，但這個結果顯示人造垃圾和塑膠微粒已確實入侵海冰。

塑膠微粒的汙染目前已受到各國的關注，許多國家在沙灘上及水域裡都發現塑膠微粒的存在，我們排放的塑膠垃圾，正以微塑膠的形式轟轟烈烈地在世界各地旅行，雖然不過短短 100 年的歷史，卻已造成不容忽視的環境問題。

二、邪惡的塑膠

(一) 被迫害的生物與被侵襲的環境

然而，人類的自私並不是沒有代價的，紀錄片《海洋的塑膠秘密》(2017)中科學家在 2015 年證實至少 560 的物種吃下了塑膠或被困在塑膠裡，包括從浮游生物到鯨魚都不能倖免。

例如有研究者針對緬甸，泰國，印度尼西亞和澳大利亞附近的 159 個珊瑚礁進行了調查，發現沒有塑料污染的珊瑚只有 4% 的機率患病，但塑料的存在使風險提高到 89%。(Erik Stokstad, 2018)；在中途島上，有 71% 的黑背信天翁住在這裡，但研究人員發現每年有 50 萬隻稚鳥誕生，但卻有 20 萬隻因脫水或營養不良死亡，歸咎於過多的塑膠垃圾使牠們誤食。(張泰迪，2016)。

塑膠微粒不僅本身可能具有塑料毒性，它也能吸附海水中具持久性、生物累積性的有機汙染物，像 DDT、戴奧辛、多氯聯苯、多環芳香烴等有毒物質，亦即有機會成為持久性有機汙染物(POPs)，生物若吃下肚，就等於直接吞下高濃度的毒物；塑膠碎片也可能會阻塞小型無脊椎動物的口器或消化道，進而阻斷內分泌的雙酚 A；另外有些初級塑膠微粒會在外層包覆金屬離子，進入生物體將影響生理與生殖機能。國外多篇研究證實海洋生物攝食塑膠微粒的紀錄，例如浮游動物、軟體動物、甲殼動物及魚類等，研究者在加州和印尼的市場中購買魚類抽驗，都檢驗出約有四分之一魚類的內臟殘有塑膠微粒的身影。

(陳美琪，2018)、(阿克曼，2018)、(李贊虔，2018)的統整撰寫。

塑膠垃圾甚至可能會改變生態，在國家地理雜誌(2018)寫到 2011 年日本遭地震與海嘯蹂躪後，一波波的漂浮垃圾包刮飼養貝類的箱籠、碼頭殘骸，被沖上北美西岸與夏威夷，令人想不到的是，那些塑膠殘骸上的日本貽貝、藤壺和海鞘等 289 種日本生物竟存活下來，隨之而來的生態衝擊可想而知。另外，有地質學家發現，夏威夷上有新岩石，他們稱之為“plastiglomerates”，是塑膠垃圾與其他雜質遇熱形成的岩石，可能造成環境的改變。(安格斯陳，2014)

塑膠微粒已進入生態圈，許多無辜的生物因為人類的自私承受莫大的痛苦，而塑膠正悄悄地與世界磨合，但大多數的我們卻尚未察覺

(二) 自作自受的人類

既然吸附著有毒物質的微塑膠已著實進入了食物鏈，海洋生態系統哺育的魚類及物種提供了動物蛋白質來源的 16%，那位居高層食物鏈的我們，是否也有機會成為塑膠大軍攻佔的據點呢？

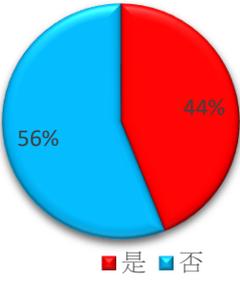
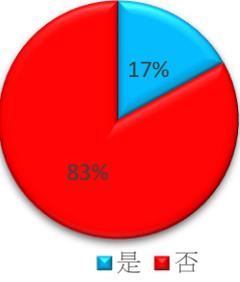
蔡亦寧(2017)的文章中指出，有國外媒體與研究團隊合作，抽查 5 大洲、14 國的自來水，發現在全部樣本中有 83% 含有微塑膠，其中以美國的 94% 高居第一；在正見新聞網(2017)的報導中寫到一份研究發現海鹽也會累積塑膠微粒，研究團隊購買產地來自各國的海鹽做檢測，結果顯示除了法國品牌以外，其他品牌每公斤海鹽中都含有 1 至 10 顆塑膠微粒；而在紀錄片《海洋的塑膠秘密》(2017)中的研究團隊研究淡菜含有微塑膠的程度，結果顯示所有樣本都發現微塑膠，一名淡菜饕客每年可能會吃下 11000 枚的微粒，片中的浮游生物專家蓋比郭斯基(2017)說到「不必費心扔掉塑膠袋，你們可以先加些調味料，因為遲早會以其他方式，回到各位的餐盤上。」，雖然有些誇飾，但有關塑膠影響生物鏈確實是個不容小覷的問題。

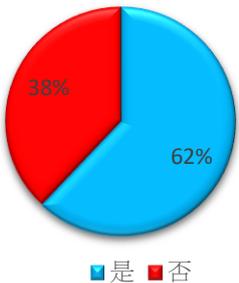
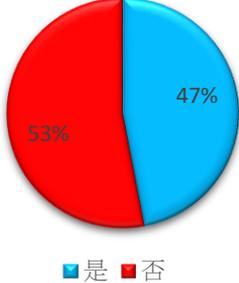
塑膠微粒由於過小，可能會被生物體的組織吸收，也就是有機會轉移到其他器官或血液、淋巴系統等；他們也可能成為病菌傳播的新載體，使有害物質更容易進入體內。儘管有許多研究指出塑膠微粒能進入人體，也提出許多假設，但由於含量不高，所以並沒有研究明確證實會對健康產生立即的危害，不過我們還是不能輕視越來越多塑膠垃圾進入海洋所導致的影響力。

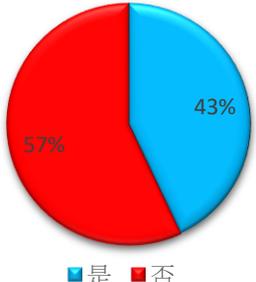
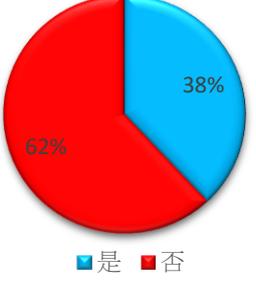
三、問卷的探討

為了更加了解民眾對塑膠製品使用的習慣以及對垃圾污染海洋的認識，我們製作了 google 表單進行問卷調查，使用社交軟體向親友訪問，共收到 231 份的問卷結果，以下取六點進行探討。

(問卷網址: <https://goo.gl/j5eVGZ>)

圖五:1.是否曾在海邊亂丟垃圾?	圖六:2.是否有淨灘的經驗?
 <p>56% 44%</p> <p>■是 ■否</p>	 <p>17% 83%</p> <p>■是 ■否</p>
<p>1.根據結果，有高達 44%的民眾曾在海邊亂丟垃圾。</p> <p>2.由圖所繪，只有 17%的人有參加過淨灘。</p> <p>由此可知，仍有將近一半比例的人有不良習慣，且願意以行動保護環境的人不到五分之一，顯示大多數民眾對人類應該愛護環境的意識仍不足。</p>	

圖七:3.你是否認為海洋汙染對健康有影響?	圖八:4.你是否認為隨手丟棄的塑膠垃圾可能會回到餐桌?
 <p>38% 62%</p> <p>■是 ■否</p>	 <p>47% 53%</p> <p>■是 ■否</p>
<p>3.結果顯示有六成民眾認為海洋汙染會對健康造成影響。</p> <p>4.由圖可知將近一半的人認為隨手丟棄的垃圾可能會被自己吞下肚。</p> <p>由此可知，其實有過半的人民是有意識到汙染可能間接影響人類健康和生活的。</p>	

圖九:5.你是否會留意海洋汙染程度的情形?	圖十:6.你是否願意去重視海洋汙染帶來的影響?
 <p>43% 57%</p> <p>■是 ■否</p>	 <p>38% 62%</p> <p>■是 ■否</p>

- 5.從圖得知，有近六成民眾對海洋污染漠不關心。
- 6.結果顯示，差不多有六成民眾是不願意重視海洋污染議題的。
- 所以，有超過半數的人並不將海洋污染問題視為現代每個人的責任。

由調查結果我們推論:有將近半數的人曾隨意丟垃圾以及淨灘活動經驗不盛行,代表人們對愛護環境的意識有待加強;近六成的人們認為污染會影響健康代表他們了解人類對環境的衝擊可能藉由循環而使大家自作自受;雖然過半數的人知道我們對環境的破壞有一定嚴重程度,但在 5、6 題可得知仍有過半數的人不重視保護環境與減少污染的重要性,顯現出現代大家面對地球污染是消極的,環境教育或宣導的成效亦不顯著,實是未來的隱憂。

四、改善、解決之道

雖然人類對地球的破壞在短期內很難挽回,但我們可以減少污染物質的排放,使環境用本身的淨化能力漸漸調節,慢慢恢復原本乾淨、天然的世界,以下分析幾種解決的方案。

賽達卡(2017)的文章中提到研究人員發現一種名叫大蠟蛾的幼蟲有分解塑膠中 40% 的能力,聚乙烯,推測應是特殊的酵素讓它們具有此特殊功能,並確認此分解確實是生物降解的過程;楊嘉慧(2010)的文章描寫一種環保的塑膠叫做生物可分解性塑膠,遇水即容易造成主鏈斷鍵而水解,微生物又可將其再分解成更小的分子,六個月內大約就能分解 90% 以上。除了上述例子還有諸如可堆肥性塑膠之類的替代品,都是在塑膠分解時能發揮有效減少毒素的方法,缺點就是如何廣泛應用與成本問題,調整後或許便可成為有效的方案。

政府與人民也應承擔起責任,比如台灣政府至今制定許多相關法令包括禁止部分行業免費提供塑膠袋、塑膠柔珠法規的上路,都有助於避免產生過多的塑膠垃圾,政府亦能從教育教導新世代有環保、永續的價值觀,從小養成好行為;企業也應負起社會責任,例如在產品設計時,考量更多符合綠能環保的生產材料和模式;人民生活上要能夠自主性地減少對塑膠製品的依賴,改變像減少使用免洗餐具等習慣,以達到追求環保的目標。

唯有全民共同合作,才有機會解決世界性的污染問題,改變的契機就在我們手中,如何改變以及能否改變,將影響彼此的未來,而未來是否美好,取決於大眾的危機意識。

參、結論

從開始進行研究、蒐集大量文獻統整到問卷調查,我們發現在科學日益進步的同時,人類對生態的自私行為也越來越嚴重,如今似乎已成為一發不可收拾的後果。

在閱讀資料時,有許多超乎我們想像的污染數據使我們備感震驚,舉凡每年可能有 241 萬噸的塑膠垃圾由河川進入海洋、漂浮在海洋表面的塑膠碎片數量可能高達 500 億個之多、

北極那看似純潔的海冰裡，存有大量噁心的微塑膠，以及各種生物因誤食而死亡事件，附上令人不禁皺眉的痛心照片，都讓我們憐憫不已。而食物中存有塑膠微粒的事實、海上的飄浮塑膠能成為傳播生物的媒介，更是令生活在安逸世界的我們感到不可思議。

然而問卷調查的結果，我們看到社會上普遍仍不重視汙染的程度，使我們頗為失望，多數人並不對人類造成的生態衝擊感到羞愧，實是不該有的態度。

塑膠的問世，迅速翻轉了人類生活的型態，但過度使用的結果，造成如今海洋生態的危機，我們應該要時時警惕自己，不該再讓我們的自私玷汙神聖的大自然，從源頭做到垃圾的減量，為了自己健康著想，也為了後代子孫，甚至是所有和我們共同生活在地球的物種，我們要竭盡所能維護這顆美麗的星球。

肆、引註資料

一、書籍類

(一) 蕭志強(譯)(2004)。圖解塑膠新世界。臺灣:世茂出版社。

二、期刊論文類

(一) Jambeck, J.R., & Geyer, R., & Wilcox, C., & Siegler, T.R., & Perryman, M.A., & Narayan, R., & Law, K.L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347, 768-771.

三、電子網路資料

- (一) 公視記者：陳寧、陳添寶、陳忠峰、張光宗、張元昱(2018)。【我們的島】塑膠「微」機 海洋裡的真相。2019年2月1日，取自 <https://e-info.org.tw/node/210246>
- (二) 善耕 365(2017)。每年有 100 多萬噸的海洋塑膠垃圾來自河川，而淡水河竟排名 16。2019年2月1日，取自 <https://harvest365.org/posts/4796>
- (三) Prachi Patel(2018)。塑膠垃圾滿將河。2019年2月1日，取自 <http://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?Unit=newscan&id=3897>
- (四) 紀錄片:Oceans,the plastic mystery.2019年2月2日，取自 <https://www.youtube.com/watch?v=I-a9ExDEx6Q>
- (五) 陳美琪(2018)。海洋中的塑膠微粒。2019年2月2日，取自 <https://oceanomics.blogspot.com/2018/05/blog-post.html>
- (六) Elizabeth Atalay, Laura Parker, and Heidi Schultz (2018)。什麼是微塑膠?海洋垃圾帶?你不能不懂的塑膠汙染知識。2019年2月2日，取自 <https://www.natgeomedia.com/environment/article/content-2462.html#photo1>

- (七) 李讚虔(2018)。塑膠微粒，微小的生態殺手。2019年2月2日，取自
<https://scitechvista.nat.gov.tw/c/sg3f.htm>
- (八) 納維爾(2016)。塑膠汙染入侵海冰。2019年2月3日，取自
<http://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?Unit=newscan&id=2992>
- (九) 埃里克手(2014)。數萬億的塑料碎片可能被困在北極冰層中。2019年2月3日，取自
<https://www.sciencemag.org/news/2014/05/trillions-plastic-pieces-may-be-trapped-arctic-ice>
- (十) 阿克曼(2018)。海浪裡的塑膠垃圾。2019年2月3日，取自
<http://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?Unit=featurearticles&id=3989>
- (十一) Erik Stokstad(2018)。塑料垃圾會讓珊瑚礁生病嗎? 2019年2月4日，取自
<https://translate.google.com/translate?hl=zh-TW&sl=en&u=http://www.sciencemag.org/news/2018/01/plastic-trash-making-coral-reefs-sick&prev=search>
- (十二) 張泰迪(2016)。海洋垃圾大軍。2019年2月4日，取自
<https://scitechvista.nat.gov.tw/c/sWbs.htm>
- (十三) Whitney Pipkin(2018)。海洋塑膠垃圾新威脅:入侵物種的歡樂遊輪? 2019年2月4日，取自
<https://www.natgeomedia.com/environment/article/content-6034.html#photo1>
- (十四) 安格斯陳(2014)。岩石由塑料製成在夏威夷海灘被發現了。2019年2月4日，取自
<https://www.sciencemag.org/news/2014/06/rocks-made-plastic-found-hawaiian-beach>
- (十五) 蔡亦寧(2017)。你喝的水安全嗎?美國調查各國自來水赫然發現逾八成含微塑膠
2019年2月4日，取自 <https://www.storm.mg/article/326947>
- (十六) 正見新聞網(2017)。海洋塑膠汙染太可怕，海鹽驗出塑膠微粒。2019年2月5日，取自 <http://big5.zhengjian.org/node/239745>
- (十七) 賽達卡(2017)。吃塑膠的蟲。2019年3月8日，取自
<http://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?Unit=newscan&id=3699>
- (十八) 楊嘉慧(2010)。生物可分解性塑膠，遇水即降解。2019年3月8日，取自
<http://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?Unit=easylearn&id=1638>