

【2021 國科學探究競賽-這樣教我就懂】

題目名稱：海洋塑膠解不解？

一、摘要：

海洋廢棄物，指人類生活中所產生的垃圾。這些垃圾中，部份的垃圾會沉入海底，大部分會漂浮在海面上。以太平洋為例，一部分的垃圾會在海水的推動下，隨著洋流聚集，產生太平洋垃圾帶。而這些垃圾對於生物的影響非常嚴重，可能會透過食物鏈進入人類生活，造成不可收拾的災害。因此我們設計了三種實驗檢測塑膠的方法，並透過問卷調查讓我們了解大眾對於可分解塑膠的看法還有可分解塑膠的意義。希望能對海洋垃圾問題有所助益。

二、探究題目與動機

買飲料加塑膠提袋、下雨天穿雨衣.....這些看似非常習以為常的事其實在不斷累積塑膠使用量，根據統計台灣人一年要使用掉 780 個塑膠袋，是歐洲國家的四倍。根據「2019 台灣 ICC 淨灘行動」統計，海洋廢棄物中塑膠提袋排名第五，總共有 15662 件！塑膠是人們生活中常使用的工具，現今市面上的塑膠有分為兩種一種是傳統的塑膠袋(PP、PE、PVC...)還有一種是可分解塑膠(PLA、PHA、PCL...)，這兩種塑膠的差異在哪?分解的效果又是如何?市面上販售的可分解塑膠是否真的能隨意的分解掉?這些都是我們所要探討的內容。

三、探究目的與假設

- (一) 透過文獻了解可分解塑膠的分解原理
- (二) 假設可分解塑膠以及傳統塑膠在不同溫度的土壤中分解的差異，並透過三項檢測方式分析可分解塑膠以及傳統塑膠經過掩埋後的差異程度
- (三) 透過問卷了解大眾對於可分解塑膠的認識

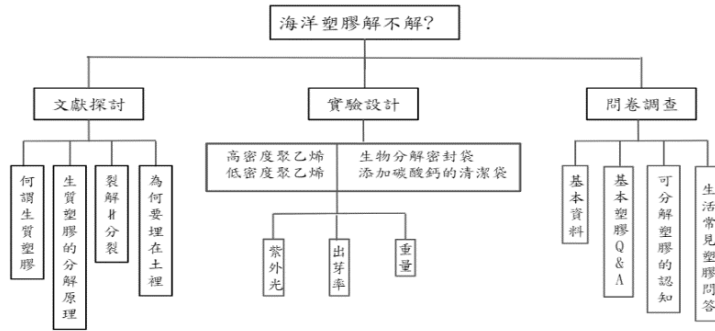
四、探究方法與驗證步驟

(一) 探究方法

我們先參考相關文獻，探討可分解塑膠、裂解及分解等資料，再依文獻水平展開，設計出實驗。我們將裁剪好的塑膠片放入土中，以不同溫度條件，進行兩周的實驗。在實驗進行的同時，我們設計出一份問卷，想探討大家對於塑膠的了解程度。

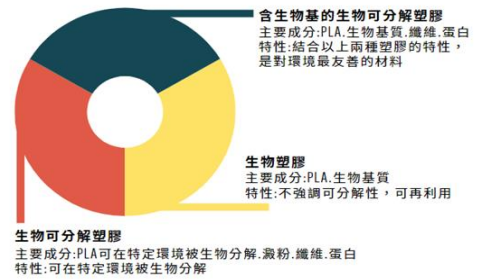
(二) 文獻探討

依據【綠色觀點】的分類方式，可分解塑膠可分為三種，有生物可分解塑膠、生物塑膠、含生物基的生物可分解塑膠(如圖二所示)。



圖一 研究架構圖

可分解塑膠



圖二: 塑膠類別示意圖

1. 何謂可分解塑膠

可以透過生物及其所生產的分解性酵素作用來分解塑膠成為土壤中的一部分。其關鍵在於生物酵素可分解塑膠的組成結構成為更小單元，回歸到自然界的生化回收體系。

2. 可分解塑膠的分解原理

有些微生物和細菌能分解塑膠，例如:練臭假單孢菌可把聚氨酯當成氮、碳還有能量來源。

3. 裂解≠分裂

裂解是將塑膠分成更小的單位，但並不會因此消失，分解是將塑膠轉變成原本構成的物質。

4. 為何要埋在土裡

塑膠可以在任何環境下被分解，而土壤中的微生物數量比較多所以分解的速度也比較快。

(三) 實驗設計

1. 實驗設計說明

根據文獻，塑膠要在 60°C、濕度 70%以上的土壤中且要耗時 180 天才可以分解，於是我們將四種塑膠片放入不同條件土中，兩週後以三種不同實驗方式檢測塑膠分解狀況。



圖三:四種不同的實驗塑膠



圖四實驗器材

本次實驗我們選擇了四種塑膠，其中兩種為不可分解塑膠，分別為高密度聚乙烯、低密度聚乙烯，另外兩種為可分解塑膠，分別為生質可分解塑膠和含有碳酸鈣的塑膠。使用器材有。培養土、乾濕度計、實驗容器、恆溫箱。(如圖四)

A 箱子為 25°C 下掩埋四種實驗塑膠的容器，B 箱子為 60°C 下掩埋四種實驗塑膠的容器。

2. 前置步驟

(1)先把四種不同成分的塑膠裁剪成 10x10 平方公分

(2)將剪好的四種塑膠分別埋進製作好兩個箱子(60 度及 25 度) , 並以每 0.5 公分埋一片塑膠 , 共 15 片。

(3)將箱子分別放置在恆溫箱(60 度)和室溫(25 度) , 觀察紀錄 2 週塑膠的溫度與濕度。

3.檢測方式

兩週後 , 將塑膠片從土壤中取出 , 進行三種檢測以比較四種塑膠片分別在 25°C 和 60°C 掩埋的條件下分解狀況。

1. 紫外光檢測

(1)原理說明 : 因為塑膠內的吸光分子會折斷聚合物鍊。所以我們預期在掩埋時土壤溫度 60°C 的可分解塑膠片會在紫外光的照射下以最短的時間分解為液體。

(2)實驗步驟

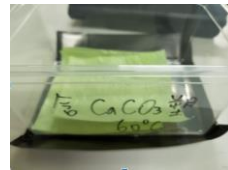
A. 器材:塑膠盒、紫外光燈、塑膠片、黑色色紙

B.步驟: a.將塑膠片放在塑膠盒裡面 , 貼上黑色色紙(方便觀察)

b.用短波紫外光照塑膠片 , 紀錄並觀察他是否會融化



圖五:八種塑膠中將掩埋時土壤溫度 25°C 的含有碳酸鈣塑膠片放在塑膠盒中 , 並將紫外光架設好的狀態。



圖六:將八種塑膠分別照射紫外光線後 , 其中在掩埋時土壤溫度 60°C 的含有碳酸鈣塑膠片分解之狀況。

(3)實驗結果

本實驗之八種塑膠片經過紫外光照射三小時後 , 都沒有融化 , 但有濃濃的燒塑膠味。圖六為經過 3 小時的紫外光照射後 , 掩埋時土壤溫度 25°C 的含有碳酸鈣塑膠片狀態。

(4)結果討論:

我們原本期待在 60°C 下掩埋的可分解塑膠會在紫外光的照射下以最短的時間分解為液體 , 但可能因為塑膠沒有被完全的分解或是因為紫外光的強度不夠所以塑膠才沒有被分解。

2. 出芽率檢測

(1)原理說明 : 土壤在掩埋過塑膠後 , 會有因為塑膠分解產生的毒性 , 留在土壤中 , 將此種埋過塑膠的土壤用以種植植物 , 透過檢測其出芽率 , 就可以得知此種塑膠對環境是否有害。

(2)實驗步驟

A.器材 : 綠豆、埋過各項塑膠的土、燒杯

B.步驟 : a.將埋過各項塑膠的土混合均勻後分別裝進燒杯中 , 並做好標示

b.如圖七 , 我們在每個燒杯中放入 5 個綠豆 , 每天澆水紀錄觀察



圖七:圖中我們使用的綠豆，下方的燒杯為將埋過各實驗塑膠的土均勻混合後分類放置，



圖八:將綠豆種在 60°C 下掩埋過實驗塑膠的土壤第一天的狀態。

(3)實驗結果

各個燒杯中的綠豆皆有在漸漸發芽。如圖九所有燒杯中的植物皆有出芽，到了第 4 天後出芽率達 100%，會導致這樣的原因可能是因為我們掩埋塑膠的時間過短。



圖九:在 60°C 下埋生物可分解塑膠的土種出來的綠豆第四天的狀態



圖十:埋過各項實驗塑膠的土種出來的綠豆情況

(4)結果討論:

因為分解的時間太短了，所以土壤中塑膠分解後產生的毒素並沒有達到對植物造成影響的地步，造成每一個燒杯裡的綠豆都長得很好。

3. 重量檢測

(1)實驗步驟及結果

經過兩週的實驗之後，我們將塑膠片從土中挖出清洗曬乾後以一片為單位，並秤出其重量。

表一 在不同溫度土壤掩埋兩週後所得知塑膠片重量

四種不同塑膠。	掩埋時土壤溫度 25°C。	掩埋時土壤溫度 60°C
添加碳酸鈣的清潔袋(1片)。	0.262g。	0.236g。
低密度聚乙烯(1片)。	0.114g。	0.140g。
高密度聚乙烯(1片)。	0.004g。	0.010g。
生物分解密封袋(1片)。	0.482g。	0.471g。

(2)結果討論

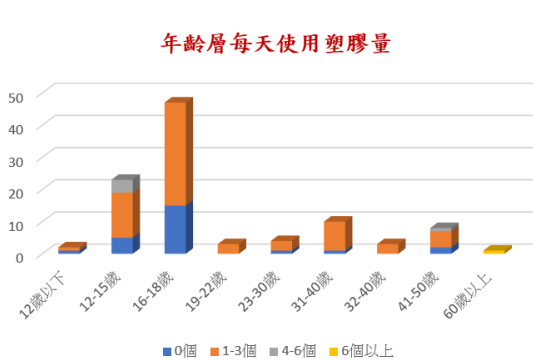
由表一可知，添加碳酸鈣的清潔袋以及生物分解密封袋在掩埋時土壤溫度 60°C 下一片的重量小於掩埋時土壤溫度 25°C 下一片的重量，這符合預期 但重量其實差異不大 我們認為是因為時間不夠。另一組低密度聚乙烯、高密度聚乙烯在 60°C 下反而比 25°C 下更重，與我們的預期不符，我們對此結果感到非常好奇，有機會我們會再蒐集文獻探討此原因。

(四)問卷調查

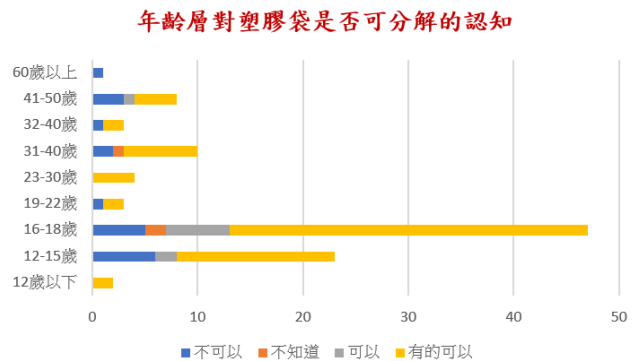
本研究問卷共有基本資料、基本塑膠 Q&A、可分解塑膠的認知、生活常見塑膠問答等四大部分，回收有效問卷數為 101 件，調查時間 3/27~4/2，分析如下：

(1)根據問卷第 1.2 題調查結果可以發現(圖十一)，使用塑膠量最多的族群分布在 60 歲以上，我們推測可能跟族群的生活習慣有關(如:買菜等)。根據環境品質文教基金會顯示，台灣每人每天平均使用 2.75 個塑膠袋，而我們的調查結果，大部分的人，每天平均使用 1-3 個塑膠袋，和平均值相差不大。

(2)根據問卷第 1.5.9 題分析結果顯示(圖十二)，各年齡層大部分的人都認為有些塑膠是可以分解的，但仍有少數的人認為塑膠是不可分解的。依年齡分布，認為塑膠可以分解的族群分布在 12-15 以及 16-18 歲，我們推測可能跟進幾年來重視塑膠議題以及教育推廣有關。

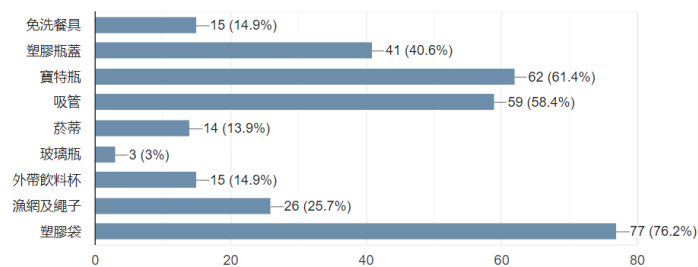


(圖十一)年齡層對塑膠用量圖



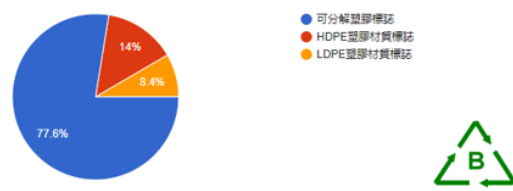
(圖十二)年齡層對塑膠袋用量是否可分解的認知

(3)根據問卷第 3 題調查結果顯示(圖十三)，海洋垃圾前三名分別為塑膠袋、寶特瓶以及吸管。依結果推測，大家認為塑膠袋、寶特瓶、吸管常被隨手丟棄，又不易分解，容易隨著河流流入大海，造成汙染。



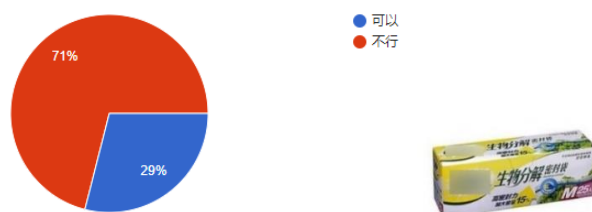
(圖十三)海洋垃圾前三名票選

在問卷的第四部分,我們想了解大眾對於分解塑膠的標認知。結果顯示，有 77%的人知道此標誌為可分解塑膠標誌。



(圖十五)大眾對於塑膠標誌的認知

(8)最後是號稱可分解塑膠(圖十四)，有高達 71%的人認為「生物分解密封袋」不能分解。這題的結果令我們驚訝 因為盒子上已經標示，但居然多數人還是這種塑膠袋無法分解，由此可見大眾對於號稱可分解塑膠仍有存疑。



(圖十四)大眾對於號稱可分解塑膠的認知

五、結論與生活應用

- 1.我們原本期待塑膠片在掩埋時土壤溫度 60°C 與掩埋時土壤溫度 25°C 經過兩週的掩埋會有明顯的差異。但從紫外光檢測實驗、出芽檢測及重量檢測實驗來看，我們認為這與掩埋時間不夠有關。
2. 由問卷結果可知，大部分人都能分辨可分解塑膠以及不可分解塑膠，但大多數人對於塑膠的分解條件仍不太了解，有正確認知的族群分布於 18 歲以下，我們推測可能因為教育以及政府政策有關。
- 3.本次研究可以發現，可分解塑膠需要特定環境才可以被完全分解，分解也是需要至少 180 天才可行且分解的過程繁複。從問卷中可以知道民眾對於可分解塑膠的認知不多，要達到減少海洋塑膠的方法，我們認為要從源頭開始減少塑膠製品，透過政策的呼籲讓大家一起為了海洋生態盡一份心力。

參考資料

- 【1】星島教育(2018)。塑膠廢物難分解。擷取日期：2021/3/15 <https://is.gd/kJz3us>
- 【2】環境諮詢中心(2016)。假「分解」真「裂解」 塑膠變成碎屑更可怕。擷取日期:2021/3/19 <https://e-info.org.tw/node/202126>
- 【3】全國科學探究競賽(2020)。當我塑膠做的?!玉米粉、馬鈴薯粉也能變塑膠?。擷取日期:2021/3/27 https://sciexplore2020.colife.org.tw/vote_content.aspx?guid=b285ad54-fe76-48bf-9788-67be90501463&type=pop&group=3
- 【4】2019 台灣 ICC 淨灘行動(2019)。海洋垃圾排名。擷取日期:2021/3/26 <https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2985205>
- 【5】塑膠分類
何羽晨等三人(2019)。探討可分解塑膠材烙特性及潛在發展。印尼泗水台灣學校，中學生小論文。
- 【6】解開可分解塑膠身世之謎
環境資訊中心(2019)。光降解、崩解、氧化生物可分解塑膠 其實不會分解、也不能堆肥。擷取日期:2021/3/26 <https://e-info.org.tw/node/221737>