

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

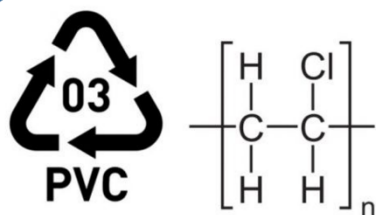
題目名稱： 塑來萍聚-塑膠微粒對浮萍的影響

一、摘要：

塑膠微粒是環境水域中的新興污染物，我們利用水生植物“浮萍”探究水中塑膠微粒對生物的影響。本研究中我們探討第一及第二常見的泛用塑膠材料 PVC 及 PE 兩種塑膠微粒對浮萍的影響，由我們的探究結果得知，塑膠微粒對浮萍造成葉狀體分離及黃化和白化，浮萍根部都會吸附上塑膠微粒，使根部變長變粗，並且造成光合作用形成澱粉效率變差。我們推論塑膠微粒干擾了浮萍的正常生長，浮萍為了要爭取生存能力，因而產生更粗更長的根以獲取養分，倘若仍無法順利獲得養分則造成葉狀體的分離或黃化、白化，進而造成無法光合作用。雖然目前的結果尚未知道塑膠微粒是否會進入植株中囤積，進而增加食物鏈放大效應的機會，但從我們的探究中，了解到在沒有節制的使用塑膠狀況下，將會增加許多環境污染的可能性，最終造成生物的危害，因此我們更應該要減塑愛地球。

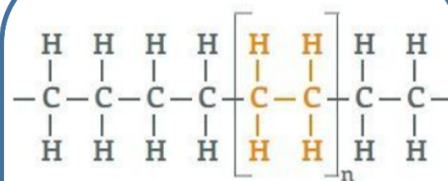
二、探究題目與動機

塑膠微粒(Microplastic) 塑膠微粒不局限於「顆粒」形式，而是指直徑或長度少於 5 毫米的塊狀、細絲或球體的塑膠碎片。它們可以是原本就被製造成該體積的顆粒材料；或是因暴露於風、浪和紫外光下而分解或變形的塑膠碎片。一般環境水域中的塑膠微粒來源多元，包括：洗衣廢水之人工合成纖維；輪胎行駛道路磨損產生之粉塵；粉刷塗料產生之粉塵；塑膠廢棄物處理不當之二級衍生性；衣服摩擦飛至空氣中的人工合成纖維等。常見的塑膠微粒材質有六種，分別為：聚丙烯 (Polypropylene, PP)、聚乙烯 (Polyethylene, PE)、聚對苯二甲酸乙二醇酯 (Polyethylene Terephthalate, PET)、聚苯乙烯 (Polystyrene, PS)、聚氯乙烯 (Polyvinylchloride, PVC)，以及俗稱尼龍的聚醯胺纖維 (Nylon / Polyamide fibres, PA)。目前市面上以 PVC 及 PE 為最常見的塑膠原料(如下圖)。



聚氯乙烯 (PVC)的化學結構

聚氯乙烯質地較堅硬，可以製作成保鮮盒、水管、及信用卡的本體等等。



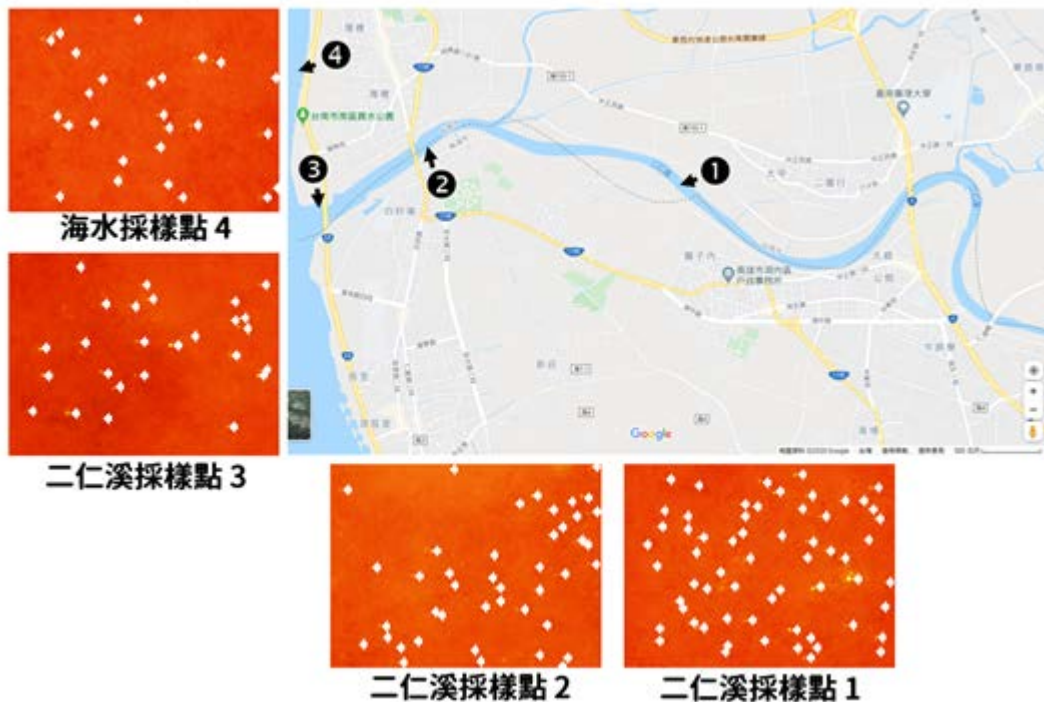
聚乙烯 (PE)的化學結構

常見塑膠袋，保鮮膜的成分，通常是PE，也就是「聚乙烯」，聚乙烯的耐溫僅在0 ~ 110 度之間。

見微知塑 2020 年的科學這樣教的活動中，我們嘗試用尼羅紅進行塑膠微粒的螢光染色，不但了解到尼羅紅螢光染劑產生發光的原理，也知道塑膠微粒親脂性的特性，親手實驗觀察，也利用不同光源測試，成功地看到僅在文字報導中所知悉，熱水煮過的茶包袋中有塑膠微粒的存在！

台南的水環境塑膠微粒 塑膠微粒從我們日常生活或環境塑膠垃圾排放至環境中，最後匯入汙水處理廠、河水及海水中。利用尼羅紅螢光染色法，我們檢測了台南與高雄交界的二仁溪流域，台南臨海區的魚塢，還有處理家用水和工業用水的汙水處理廠，我們發現二仁溪流域從中下游、下游、出海口的河水及黃金海岸的海水，確實均有發現有大小不一的塑膠微粒，魚塢中也發現。最後在汙水處理廠，也發現不論是家用水的官田汙水處理廠或是工業區的安平汙水處理廠也是有，但還不錯的是在汙水處理廠處理過後的出水區的水，塑膠微粒的量有較為減少 (如下圖，此成果參與過台南市科展國小組生活應用科競賽)。二仁溪中存在有這些塑膠微粒，是否會造成生態的影響呢？

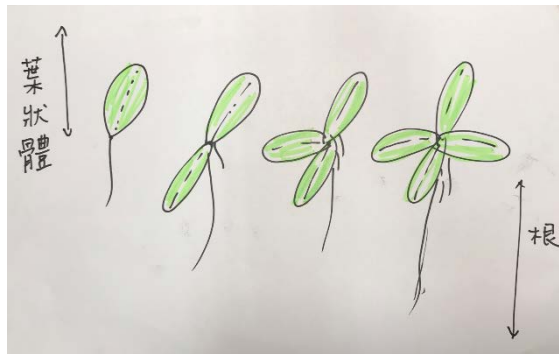
A. 二仁溪流域



生態食物鏈 但由於這些塑膠微粒太小，也就讓過濾系統較不易過濾及吸附，因此而分散於河川、大海的生態環境中，於是讓大小型魚類或濾食性生物誤食進入生物體，最後再由人類捕撈下進入了餐桌上而進入身體，這個食物鏈的影響也就又回到人類身上，造成塑膠微粒所引起的巨大生態浩劫。塑膠微粒具有吸附性，能吸附重金屬，使得人類在不知覺的情況下，將對身體有害的毒素吃進身體內。近期也有報導指出聚苯乙烯 (polystyrene) 顆粒以螢光標記混入土壤，接著將擬南芥 (*Arabidopsis thaliana*) 種植在這些土壤中，七週後發現，種在含有塑膠微粒的土壤中的植物，出現植株變小、根變短的狀況。因此也推論塑

膠微粒會進入植物、並由此進入吞食植物的動物，造成生物累積現象。由於塑膠微粒也常出現於水域環境中，因此，我們很想了解關於水域中的塑膠微粒對水生植物的影響。

浮萍 浮萍科植物是水域或濕地中常見的漂浮性維管束植物，也常見於水族養殖，外觀型態十分簡單，僅具有葉狀體及根部，其葉狀體以分裂方式進行個體增殖，最多可長到 4 葉後再度分裂為單葉個體 (如右圖)。由於生長十分快速，因此被應用於工業廢稅或重金屬的水質監測，已知可觀察浮萍葉狀體黃化、白化、分離及根部生長抑制或斷裂等現象，作為重金屬污染的監測。因此，我們認為浮萍將可作為水域中塑膠微粒檢測的一個良好的生物指標。



本次實驗探究我們挑選出最常用的 PVC、PE 兩種塑膠微粒進行探討，以浮萍作為水生植物標的，希望能了解塑膠微粒對水生植物的影響。

三、探究目的與假設

探究塑膠微粒是否對浮萍造成影響：(觀察葉狀體、根部及葉部光合作用之澱粉形成)

1. 不同種類之塑膠微粒
2. 不同濃度之塑膠微粒

四、探究方法與驗證步驟

I. 實驗器材




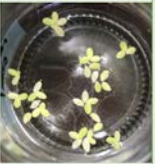







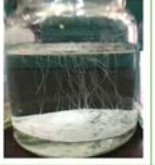


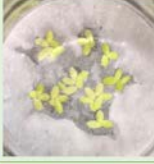
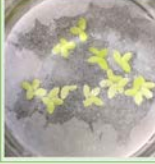


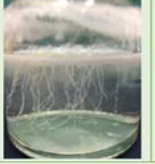


			
聚氯乙稀 (Polychloroethylene, PVC)	聚乙烯 (Polyethylene, PE)	浮萍	手機照相鏡頭
			
鑷子	燒杯	酒精	優碘

II. 探究方法

(1) 探究高濃度(10 mg/ml)塑膠微粒是否對浮萍造成影響？

1. 首先購入塑膠微粒 2 種聚氯乙烯(PVC)及聚乙烯(PE)。
2. 培育浮萍一批。(自水族館取得)
3. 首先取 25ml 水配置兩種塑膠微粒濃度 (10 mg/ml) ，分別為控制組(H₂O)、PVC 及 PE 三組。
4. 分別移入 10 株具有 3-4 葉之葉狀體浮萍。
5. 每天持續觀察液狀體及根部，並於第四天移出植株觀察，並進行葉子光合作用澱粉測試。(圖一)
6. 光合作用澱粉測試：取出植株以沸騰熱水軟化葉子，再移入隔水加熱的酒精中，煮至綠色消失再移出，再以熱水漂洗後以優碘染色澱粉。

圖一

	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	根部變化	植株大小	澱粉測試
控制組 (H ₂ O)							
PVC (10 mg/ml)							
PE (10 mg/ml)							

(2) 探究中低濃度(2, 0.4 mg/ml)塑膠微粒是否對浮萍造成影響？

1. 取 25ml 水配置兩種塑膠微粒濃度分別為 2 及 0.4 mg/ml ，分別為控制組(H₂O)、PVC(2, 0.4 mg/ml)及 PE(2, 0.4 mg/ml) 五組。
2. 分別移入 10 株具有 3-4 葉之葉狀體浮萍。
3. 每天持續觀察液狀體及根部，並於第六天移出植株觀察，並進行葉子光合作用澱粉測試。(圖二)

圖二

	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	根部變化	植株大小	澱粉測試
控制組 (H ₂ O)									
PVC (0.4 mg/ml)									
PVC (2 mg/ml)									
PE (0.4 mg/ml)									
PE (2 mg/ml)									

實驗結果：

塑膠微粒對浮萍葉狀體的影響 我們初步用高濃度的塑膠微粒進行實驗比較，相較於控制組，在第三天時 PVC 組別就可以看到明顯的浮萍葉狀體分離，並開始黃化及白化，所以實驗在第四天就停止繼續觀察；而 PE 組別則沒有明顯的葉狀體改變。而在中低濃度的塑膠微粒實驗中，不論是 PVC 或 PE 組別，觀察到第六天時，葉狀體均開始變黃、變白，所以實驗在第六天停止繼續觀察。

塑膠微粒對浮萍根部的影響 我們主要是在實驗終止日觀察根部的變化，我們初步用高濃度的塑膠微粒進行實驗比較，在第四天時相較於控制組，PVC 組別可以看到較多的根，也就是每單葉葉狀體都長出長根，因此相較於控制組有較多根的情形；而 PE 組別由於根部都吸附上塑膠微粒，因此根部明顯變粗變多。而在中低濃度的塑膠微粒實驗中，在第六天時，不論中或低濃度的 PVC 及 PE 組別相較於控制組，由於根部都吸附上塑膠微粒，因此根部明顯變粗變多。

塑膠微粒對浮萍植株的影響 我們也是在實驗終止日取出植株觀察變化，我們初步用高濃度的塑膠微粒進行實驗比較，在第四天時相較於控制組，PVC 組別可以看到分離的單葉葉狀體長出長根，因此相較於控制組植株，根有較多的情形；而 PE 組別由於根部都吸附上塑膠微粒，因此根部明顯變粗變多且變長。而在中低濃度的塑膠微粒實驗中，不論中或低濃度的 PVC 和 PE 組別相較於控制組，由於根部都吸附上塑膠微粒，因此根部明顯變粗、變多也變長。

塑膠微粒對光合作用的影響 我們也是在實驗終止日取出植株觀察變化，我們初步用高濃度的塑膠微粒進行實驗比較，在第四天時相較於控制組，PVC 組別可以看到分離的葉狀體葉子邊緣無澱粉的成色反應；而 PE 組別仍有光合作用進行中。而在中低濃度的塑膠微粒實驗中，中濃度的 PVC 及 PE 組別相較於控制組根有較差的澱粉成色情形，而低濃度的 PVC 及 PE 則沒有明顯影響。

五、結論與生活應用

結論 由我們的探究結果得知，不同的塑膠微粒對浮萍的影響不盡相同，相同的是，塑膠微粒均會明顯影響葉狀體分離及黃化和白化，浮萍根部都會吸附上這兩種塑膠微粒，而造成浮萍根部變長變多，並在中高濃度開始就造成光合作用形成澱粉能力變差。

我們推論再有塑膠微粒的狀況下，浮萍是為了要爭取生存能力，因而產生更多、更長的根以獲取養分，然而，我們實驗仍需要再證實這些塑膠微粒是否真正吸附進入根部進入植株體中，我們將會再學習植物切片近一步觀察塑膠微粒顆粒的位置。

生活應用 我們的這個塑來萍聚的探究實驗了解到，小小的塑膠顆粒，水生植物也是會吸收而受影響，特別是在根部，進而造成無法光合作用的影響。雖然目前的結果尚未知道塑膠微粒是否會進入植株中進而囤積而增加食物鏈放大效應的機會，但從我們的探究中，我們了解到在沒有節制的使用塑膠狀況下，將會增加許多環境污染的可能性，造成植物的傷害，因此我們更應該要減塑愛地球。

參考資料

1. Xiao-Dong Sun, Xian-Zheng Yuan, Yuebin Jia, Li-Juan Feng, Fan-Ping Zhu, Shang-Shang Dong, Jiajia Liu, Xiangpei Kong, Huiyu Tian, Jian-Lu Duan, Zhaojun Ding, Shu-Guang Wang, Baoshan Xing. Differentially charged nanoplastics demonstrate distinct accumulation in *Arabidopsis thaliana*. *Nature Nanotechnology*, 2020; DOI: 10.1038/s41565-020-0707-4
2. 吳純宜、莊雅雲、李貽華、徐慈鴻。六種重金屬之浮萍毒性試驗。植物保護學會會刊。51: 69-82，2009。
3. 蔡睿宸、許茵耘。見微知塑。2020 科學這樣教。
4. 蔡睿宸、高豐秀、李奇維、張紘睿。茶鐵除三害。60 屆台南市科展國小組生活應用科。