

裝訂線

# 屏東縣第 61 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：地球科學

組 別：國中組

作品名稱：「塑」人之亂-探討萬年溪塑膠微粒及人口數的關係

關 鍵 詞：塑膠微粒、拉曼光譜分析、TGOS（最多三個）

裝訂線

編號：B5009

裝訂線

# 目錄

## 頁碼

摘要.....	2
壹、研究動機.....	3
貳、研究目的.....	3
參、研究設備及器材.....	4
肆、研究過程或方法.....	4
伍、研究結果.....	8
陸、討論.....	22
柒、結論.....	27
研究限制與未來展望.....	28
捌、參考文獻資料.....	29

## 摘要

基於對鄉土的關懷，我們選定與我們生活息息相關母親河~萬年溪，調查溪流中塑膠微粒的種類和含量，透過TGOS 系統探究人口數和塑膠微粒之關係。萬年溪是屏東市唯一通過商業區、公園用地和住宅區的特殊溪流，利用傅立葉轉換紅外線光譜儀，測出其光譜結果。研究結果發現：廣東橋附近水域塑膠微粒數值最高(達173根)，推論位於『住宅區』與家庭排放民生汙水有關；長春橋水域塑膠微粒數值次之(達167根)，與位於『商業區』有直接關係，其中汽機車的輪胎磨損，導致塑膠微粒值較高恐為主因。而水蚤作為生態環境指標，可作為檢測標準，研究發現：塑膠微粒確實會降低水蚤活動力，而水蚤的繁殖力，從上游到下游逐量遞減，與下游的水質汙染較嚴重息息相關。另外透過TGOS 定位系統研究萬年溪取水點周遭的人口數及塑膠微粒數量，發現當人口數越多的區域，與產生之塑膠微粒數量呈正相關。本研究將有助於理解人類活動與工商業區發展是否和塑膠微粒有相數量的卻存在著因果關係，重大發現，如建國橋及希望之橋水域塑膠微粒數值偏低，為縣府單位萬年溪流整治改善，設置萬年公園生態工法淨水設施；及玉皇宮前附近河段溪水採用固床工，均可達到減塑、環保，降低排放至海洋塑膠微粒含量，進而讓海洋生態能夠有機會恢復榮景。

## 壹、 研究動機

2020 年 10 月 7 日台灣英文新聞的一篇報導【塑膠垃圾入海後去哪？ 研究：海底恐有千萬噸塑膠】映入眼簾，發表這篇文章的 CSIRO 科學家、Denise Hardesty 博士表示，在這麼偏遠、這麼深的海洋中發現塑膠微粒，代表塑膠垃圾基本上已經無所不在，其中報導中有一句話「海床並不是絕大多數塑膠垃圾的終點」引起我們的好奇，這也就意味著海洋只是一個垃圾場。因此基於對自己家鄉土地的關懷，我們想嘗試從自己的家鄉找出塑膠微粒與人口數相關分析，希望透過研究可以幫助我們所住的環境更加美好。

## 貳、 研究目的

- 一、探討萬年溪之塑膠微粒量及種類
- 二、探討萬年溪中塑膠微粒對水蚤活動的影響
- 三、探討萬年溪塑膠微粒與人口數的相關分析

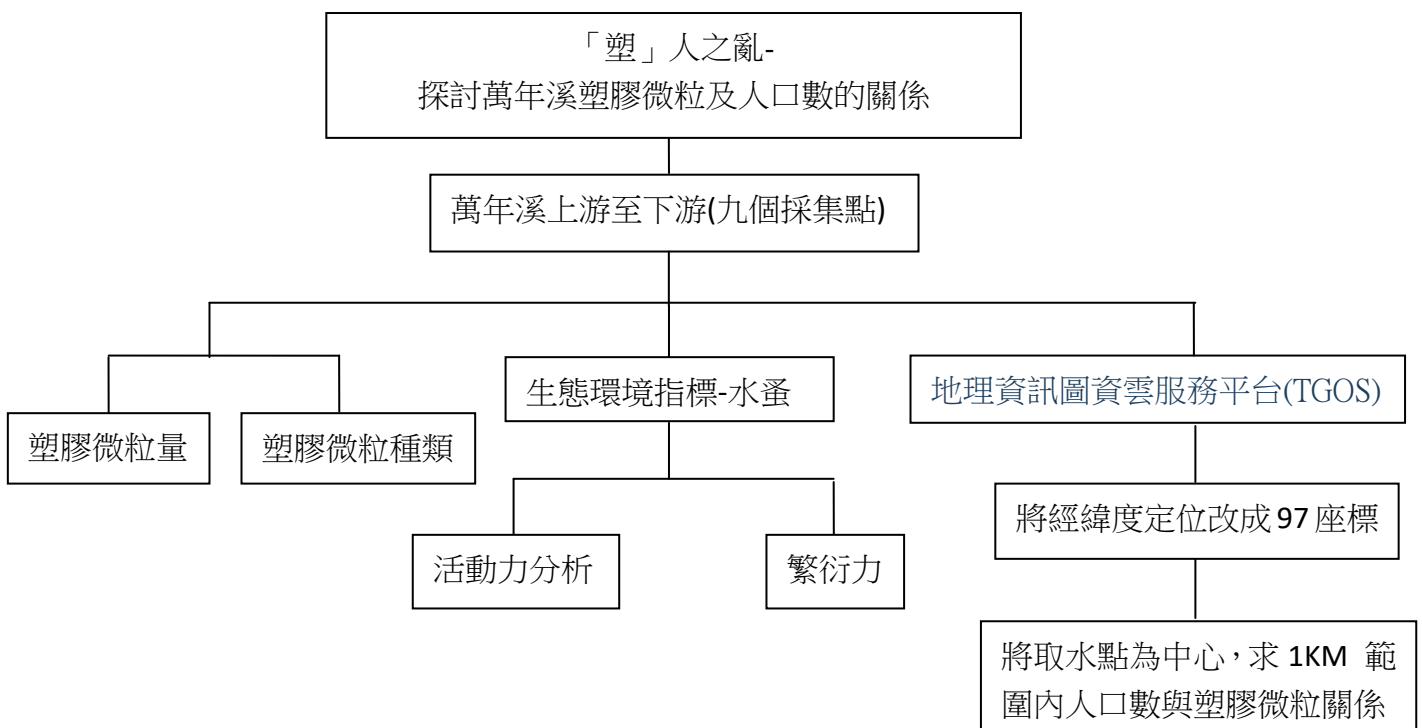


圖 1 研究架構圖

## 參、研究設備及器材

### 一、實驗設備儀器及軟體:

流速儀、濁度計、傅立葉轉換紅外線光譜儀、解剖顯微鏡、烤箱、斑馬魚行為觀察系統

### 二、實驗器材

無菌濾上杯、濾紙、玻片、不銹鋼桶、童軍繩、玻璃瓶數個、小樣品瓶 7 個、培養皿數個

### 三、實驗藥品 鹽

### 四、實驗樣本~萬年溪溪水

## 肆、研究過程或方法

### 一、研究流程圖(如圖 2)

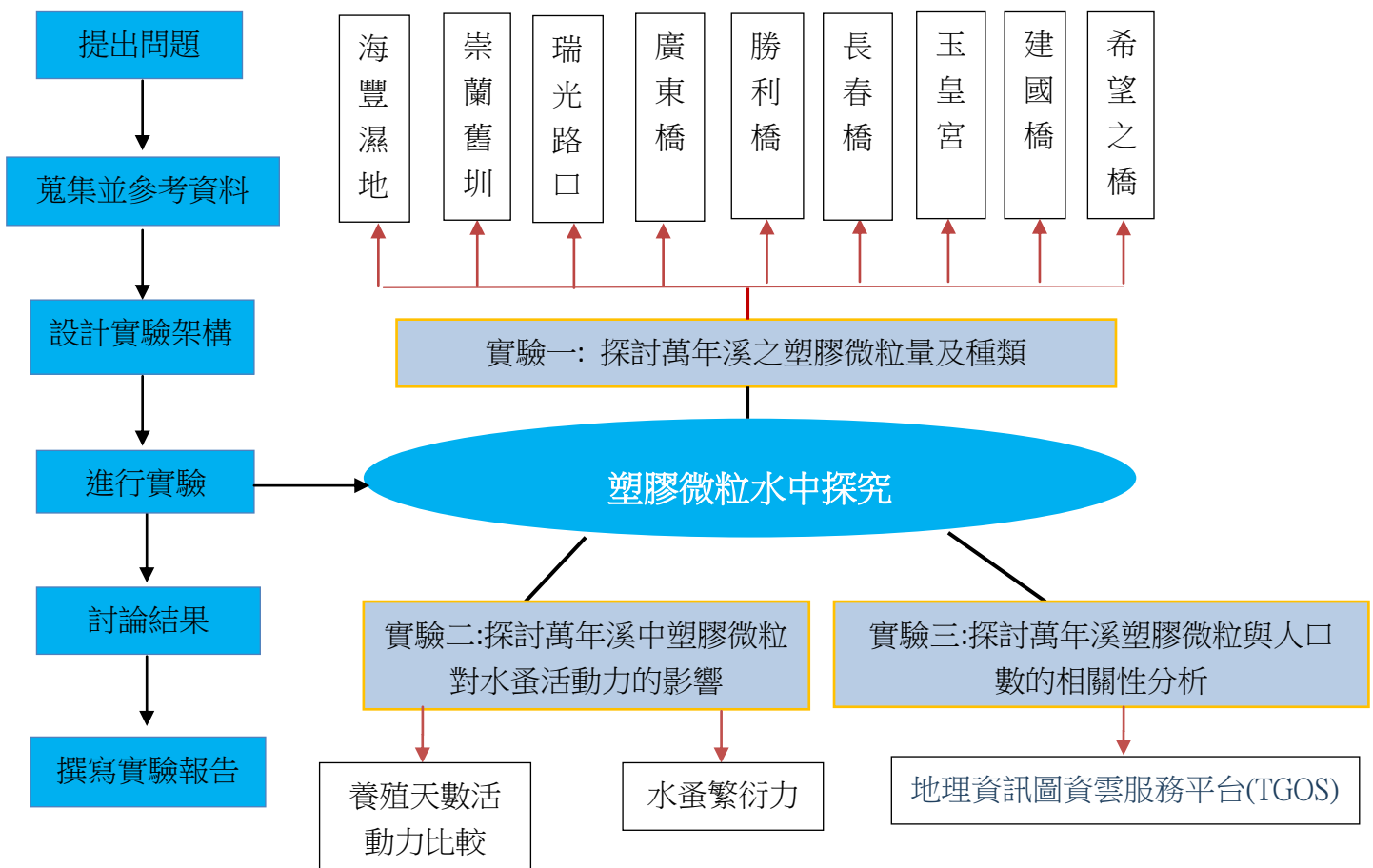


圖 2 研究流程圖

## 二、文獻探討

(一)檢測塑膠微粒有三種方法，分別為熱觸法、螢光染色法及拉曼光譜法，民國109年4月行政院環保局公告水中微型塑膠檢測方法-『熱觸法』實施，但是此水樣若含高濁度之懸浮微粒、動植物碎片及藻類等，易造成濾膜孔隙阻塞或遮蔽濾膜上之微型塑膠而影響檢測。而檢測塑膠微粒還有另外二種方法，分別為『螢光染色法』及『拉曼光譜法』。根據Thomas Maes 等人的研究論文（A rapid-screening approach to detect and quantify microplastics based on fluorescent tagging with Nile Red）尼羅紅有親油性，可以溶於乙醇，並可將塑膠微粒染色，且在波長下（495 - 570nm）能被激發至特定光波段，這是『螢光染色法』。若能將激發至特定光波段的螢光加以方析，進行塑膠定性，這是『拉曼光譜法』。

去年(第60屆科展)我們嘗試用螢光染色法來找塑膠微粒，但是對於定量部分，我們比較難以定量，今年我們延伸性實驗，想用最基礎的方式來定量改良，熱觸法是一個非常實用且簡單的方式，而定性部分，我們想借助『拉曼光譜法』，來將河水中的塑膠微粒分析出哪類塑膠污染較嚴重?這研究可以結合地理資訊圖資雲服務平台(TGOS)，來進行一整個系列的探討並分析，從中可以得知塑膠微粒的來源，並能加以監控塑膠微粒排放量。

## 二、實驗步驟

### ◎研究一: 探討萬年溪之塑膠微粒量及種類

首先在萬年溪上、中、下游進行 9 處取水(如圖 3)，取水點是依土地都市計畫分區為主要比較，從農業區到一邊未開發工業區一邊住宅區，進而公園綠地前後，再到住宅區及商業區，進行塑膠微粒之分析，進而了解萬年溪塑膠微粒之污染狀況。



圖 3 屏東市萬年溪河道取水點分布圖

### (一)、萬年溪表層塑膠微粒採樣

採樣前利用大量自來水沖洗玻璃瓶及採樣器，採樣過程穿著純棉質之衣服以免污染。採樣時以不銹鋼桶為採樣器，進行採樣時記錄採樣地點、座標及河流流速、濁度。採樣方法參考「**河川、湖泊及水庫水質採樣通則**」進行採樣。我們採溪水水面上層水，距離水面下不超過 20 公分，多次取樣並將3L玻璃瓶裝滿，並**量測濁度**，**取三次平均**並記錄(如表1)。採樣後樣品妥善放置以室溫保存靜置一天。

表1 萬年溪不同採樣點之流速與濁度值

採樣橋名稱	座標		流速(m/s)	濁度(NTU)
海豐濕地	N 22.7072	E120.5065	5	9.71
崇蘭舊圳	N 22.6964432	E120.5011908	5	11.16
瑞光路口	N 22.6994	E120.4928	6.5	10.47
廣東橋	N 22.6810490	E120.5011390	2.5	10.18
勝利橋	N 22.6693696	E120.4927703	1.5	8.92
長春橋	N 22.6691351	E120.4947791	0.5	7.40
玉皇宮	N 22.6665972	E120.4929494	0.5	7.60
建國橋	N 22.664697	E120.483303	0.5	6.64
希望之橋	N 22.654311	E120.478935	0.5	3.71

1. 將各採集點的溪水，取 1.5L 分別置入玻璃瓶中，加入食鹽，放置振盪器下震盪 60 分鐘後靜置 1 日。1 日後，再取各採集點溪水 1L，將濾紙放置無菌濾上杯，利用真空泵提供壓力差，將其溶液分別過濾，將濾紙放入蒸箱中以 50°C 溫度將水分蒸乾後，將其濾紙置於解剖顯微鏡上，統一放大倍率為 **20X**(目鏡 10X；物鏡 2X)，找尋濾紙上纖維，再將纖維集中後用**熱觸法**看看是否捲曲，若有捲曲則可統稱『**塑膠微粒**』並計數。
2. 剩餘各採集點的溪水約 0.5L，也用此方式來過濾並烘乾，收集濾紙上的纖維放上玻片，再用**傅立葉轉換紅外線光譜儀**，測出採水點共九處的光譜來成分分析。

### (二)、常見之七大類塑膠樣品測出其光譜結果(如表 2)



表 2 七大類塑膠樣品及常見用圖表

七大類塑膠圖	塑膠名稱	學名	常見用途
	第一類塑膠	聚乙烯對苯二甲酸脂 (PET)	市售飲料瓶、寶特瓶
	第二類塑膠	高密度聚乙烯(HDPE)	一般塑膠袋、牛奶罐
	第三類塑膠	聚氯乙烯(PVC)	保鮮膜、塑膠盒、水管
	第四類塑膠	低密度聚乙烯(LDPE)	一般塑膠袋、環保保鮮膜
	第五類塑膠	聚丙烯(PP)	塑膠瓶、咖啡杯蓋
	第六類塑膠	聚苯乙烯(PS) 俗稱保麗龍	飲料杯、泡麵碗、保麗龍 飯盒
	第七類塑膠	其他類(美耐皿、PC 聚碳 酸酯等)	美耐皿、運動水壺、餐具

我們將市面上常見七大類塑膠各取其一為代表，以磨砂機磨七大類塑膠，形成粉末分別至於小樣品瓶中，再將粉狀的七大類塑膠用**傅立葉轉換紅外線光譜儀**，測出其光譜結果。

◎研究二:探討萬年溪中塑膠微粒對水蚤活動的影響

(一)、**水蚤**屬於節肢動物門，主要以濾食水中浮游植物為主，由於濾食的方式無法選擇性攝入食物，若在受污染的溪水中**有機會攝入塑膠微粒**。所以我們選用水蚤中的大型蚤來作為**生態環境指標生物**。原因為在淡水浮游生物中，*Daphnia magna* (大型蚤)是一種長期被使用在生態毒理學中的實驗生物，由於牠們繁殖周期較短且子代個數多，飼養成本低廉且誘食性高，故常被選為科學家運用於測試環境污染的指標物。

(二)、我們取萬年溪各採集點的溪水各 1L 及對照組(乾淨水域)，放置於標示不同的玻璃瓶中，



選取體型大小相近之大型蚤(來源~屏東大學細胞及分子生物實驗室)以十隻為一組，分別丟入各玻璃瓶中，養殖一、三、五天後，用乾淨的滴管將水蚤取出 3 隻放置於凹槽玻片中，利用斑馬魚行為觀察系統，以 10 分鐘為亮，10 分鐘為暗，當成一個周期行晝夜節律研究，連續 4 週期在系統提供的光線控制之下光暗交替，並錄影共 80 分鐘，觀察記錄水蚤活動力變化。

(三)、我們將對照組(屏東大學細胞及分子生物實驗室)提供的水蚤移動臨界值輸入，若水蚤移動速度大於 2mm/s，則在圖上顯示為紅色軌跡線，若移動速度介於 1mm/s ~2mm/s 之間，則在圖上顯示為綠色軌跡線，但若移動速度低於 1mm/s 則顯示黑色軌跡線，以求取水蚤移動速度來探討水蚤活動力狀況。

(四)、水蚤於各採集點的水中養殖五天後，我們觀察是否有後代繁衍出來?(孤雌生殖)

#### ◎研究三:探討萬年溪取水點周遭的人口數與塑膠微粒的相關性分析

TGOS 定位為全國地理空間、瀏覽查詢與加值媒合之入口，可作為全國地理資料服務，我們想借用此系統，將萬年溪取水點周遭的人口數及塑膠微粒數量結合，探討人類活動是否與塑膠微粒相關。操作過程如下:

(一)、以 GPS(全球定位系統)取得 9 個取水點的經緯度資料，輸入系統轉換為 97 座標(X, Y)。

(二)、從取水點 1 開始定點沿著河流往下游逐步地圖標記到取水點 9, 共取得 892 個地圖標記，進行多點距離圖面量測。

(三)利用 GIS 系統(地理資訊系統)將 892 個地圖標記都做 1000 半徑的圓加以交疊，之後再將行政區交疊，可得出環域面積。

(四)假設人在各里範圍內均勻分布，利用全面面積減去環域面積除以全面面積再乘以於屏東縣政府「屏東縣人口統計」網站中取得 2020 年 12 月各里總人口數，利用各里 1 公里範圍內的比例來推算人口數之加總，即能算出以每個取水點為中心 1 公里範圍內人口數。

(五)將每個取水點的塑膠微粒和每個取水點為中心 1 公里範圍內人口數做出圖表。

## 伍、研究結果


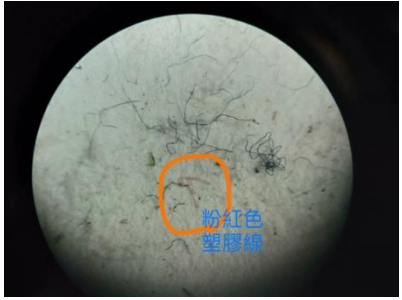
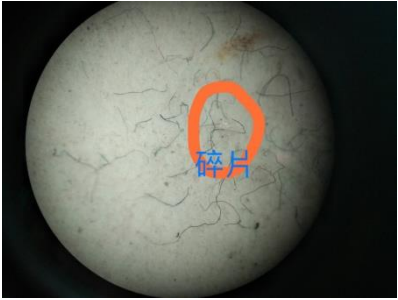

### 一、研究一：探討萬年溪之塑膠微粒數量及種類

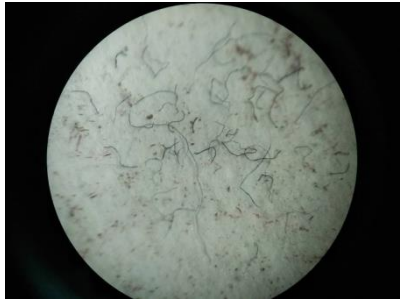

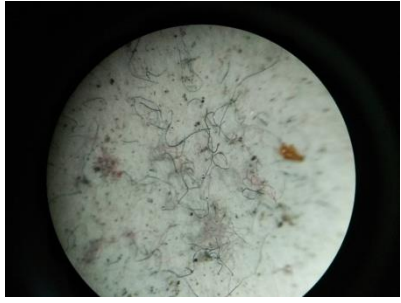
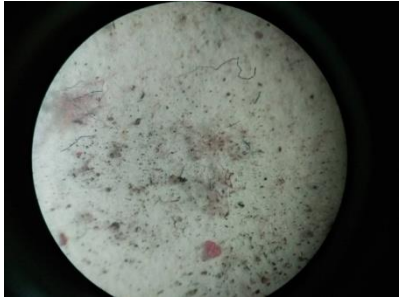

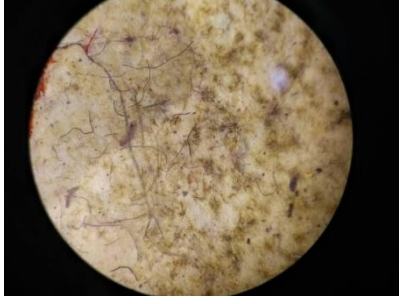


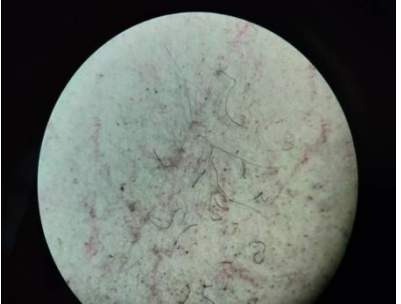

(一)、萬年溪各採樣地表層塑膠微粒採樣結果(如表 3)及顯微鏡下塑膠纖維樣態圖片(圖 4)

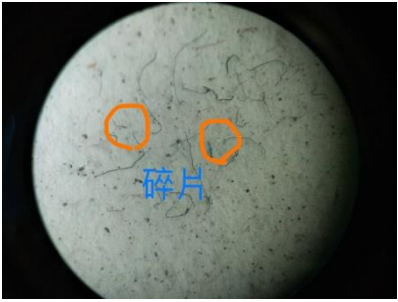
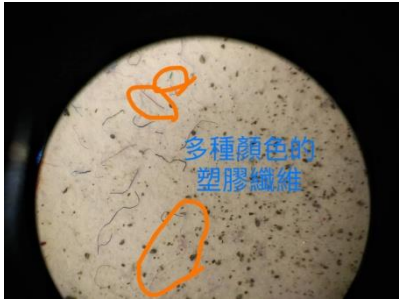


表 3 萬年溪各採樣地表層塑膠微粒採樣數量及種類與顏色

採樣橋名稱	流速(m/s)	濁度(NTU)	塑膠纖維數(根)	纖維顏色描述
海豐濕地	5	9.71	146	有粉紅色黃色塑膠線
崇蘭舊圳	5	11.16	83	有碎片
瑞光路口	6.5	10.47	62	
廣東橋	2.5	10.18	173	有黃色、粉色塑膠
勝利橋	1.5	8.92	87	
長春橋	0.5	7.40	167	有碎片
玉皇宮	0.5	7.60	30	
建國橋	0.5	6.64	42	有碎片
希望之橋	0.5	3.71	67	

圖 4 屏東市萬年溪河道各取樣點表層 在顯微鏡視野下塑膠纖維樣態圖片

採樣橋名稱	顯微鏡視野下塑膠纖維樣態圖片	
海豐濕地		
崇蘭舊圳		

<p>瑞光路口</p>		
<p>廣東橋</p>		
<p>勝利橋</p>		
<p>長春橋</p>		
<p>玉皇宮</p>		

<p>建國橋</p>		
<p>希望之橋</p>		

(二)、以傅立葉轉換紅外線光譜儀測出七大類塑膠微粒之光譜結果(如圖 5~11)


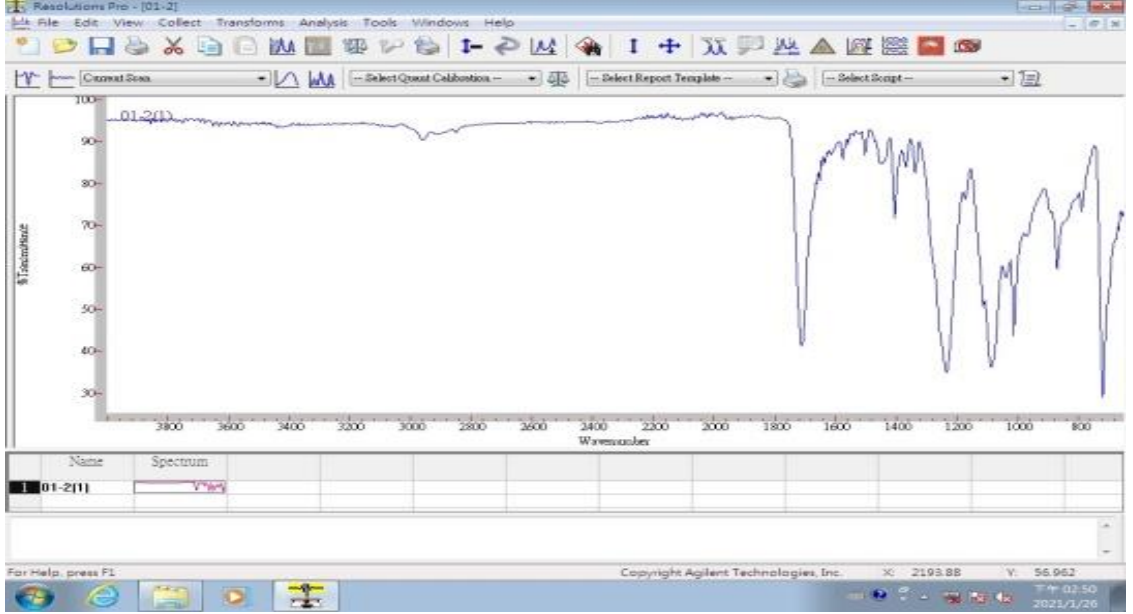
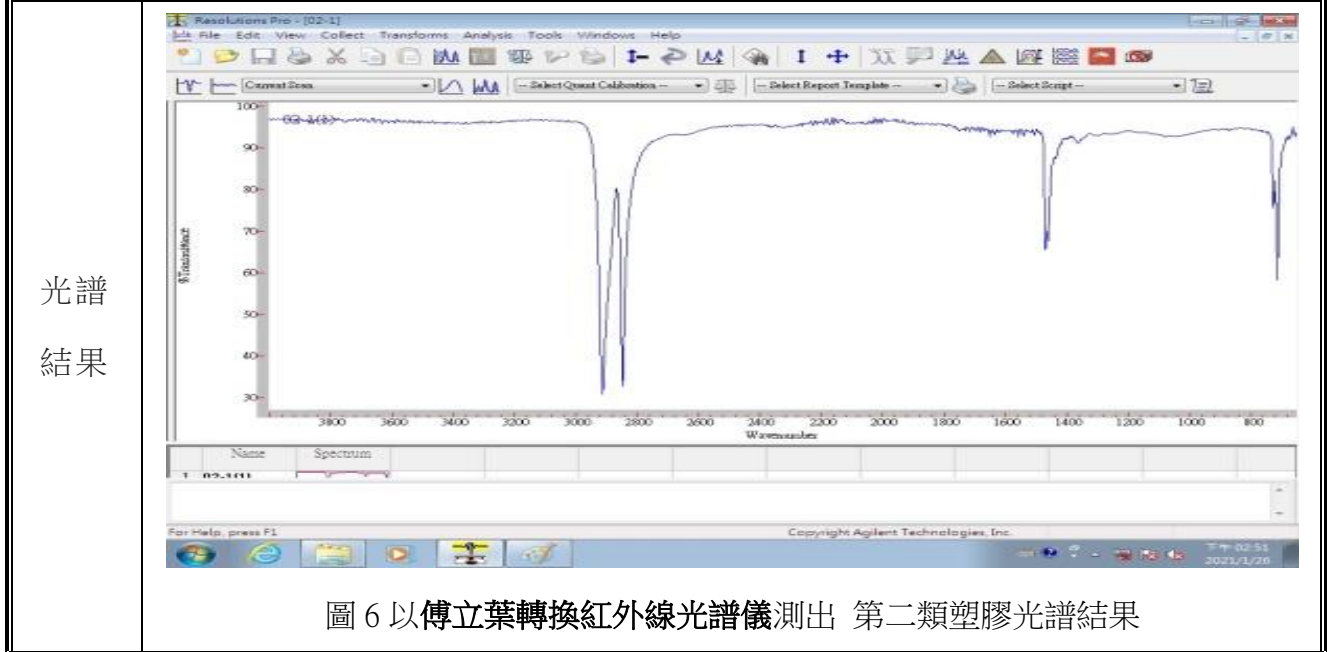

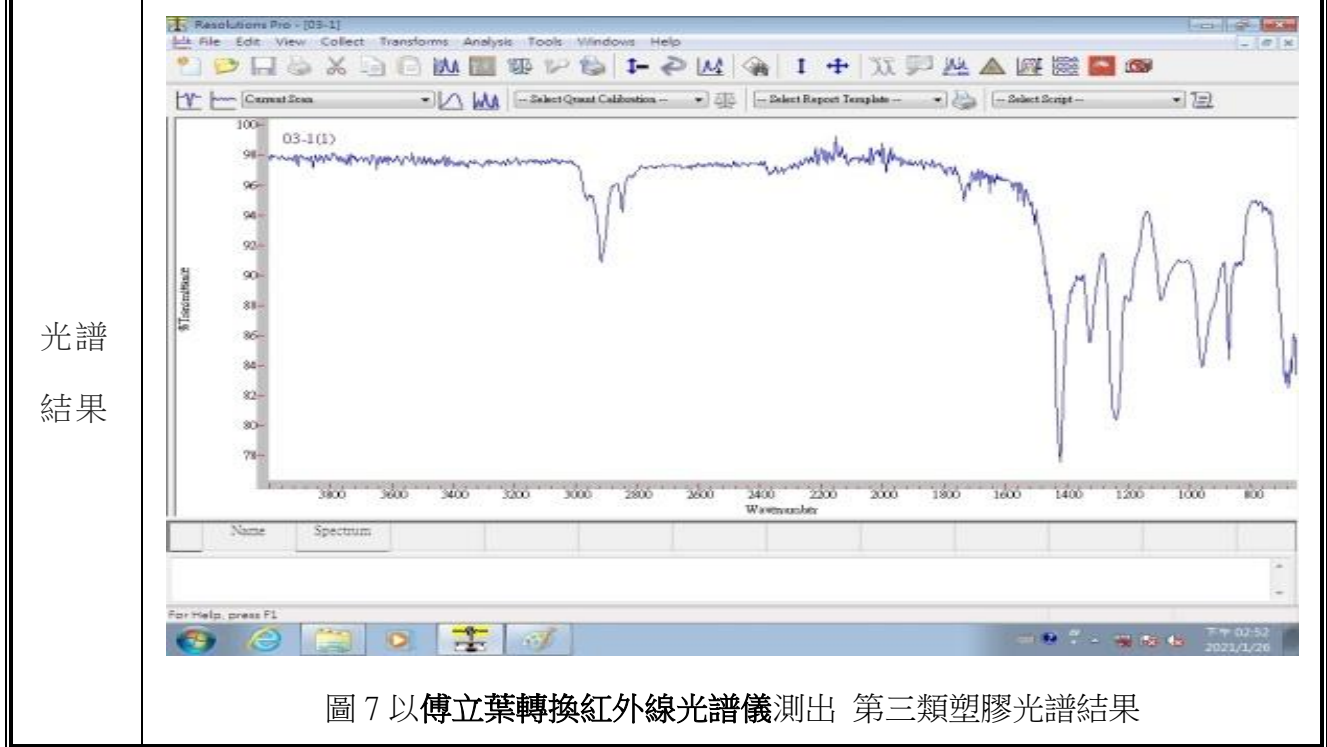
七大類塑膠	七大類塑膠圖	學名	常見用途
第一類塑膠		<p>聚乙烯對苯二甲酸脂 (PET)</p>	<p>市售飲料瓶、寶特瓶</p>
光譜結果			

圖 5 以傅立葉轉換紅外線光譜儀測出 第一類塑膠光譜結果


<p>第二類 塑膠</p>		<p>高密度聚乙烯(HDPE)</p>	<p>一般塑膠袋、牛奶罐</p>
-------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------	------------------

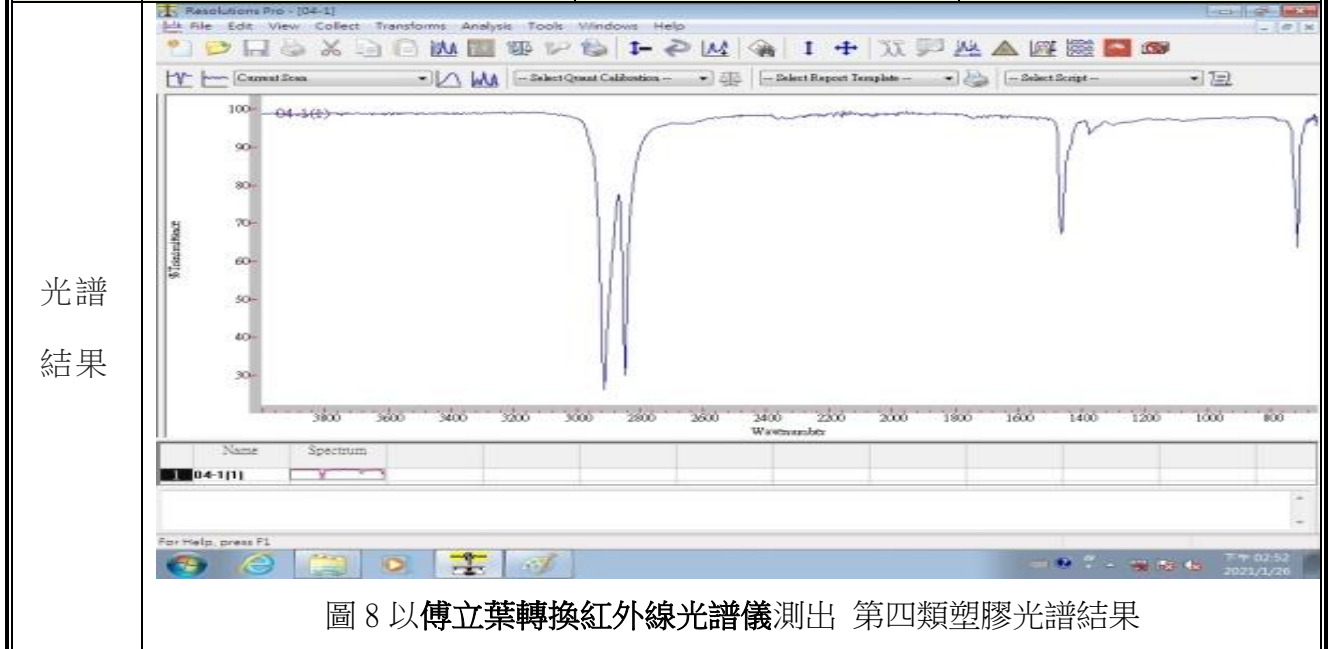



<p>第三類 塑膠</p>		<p>聚氯乙烯(PVC)</p>	<p>保鮮膜、塑膠盒、水管</p>
-------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	------------------	-------------------

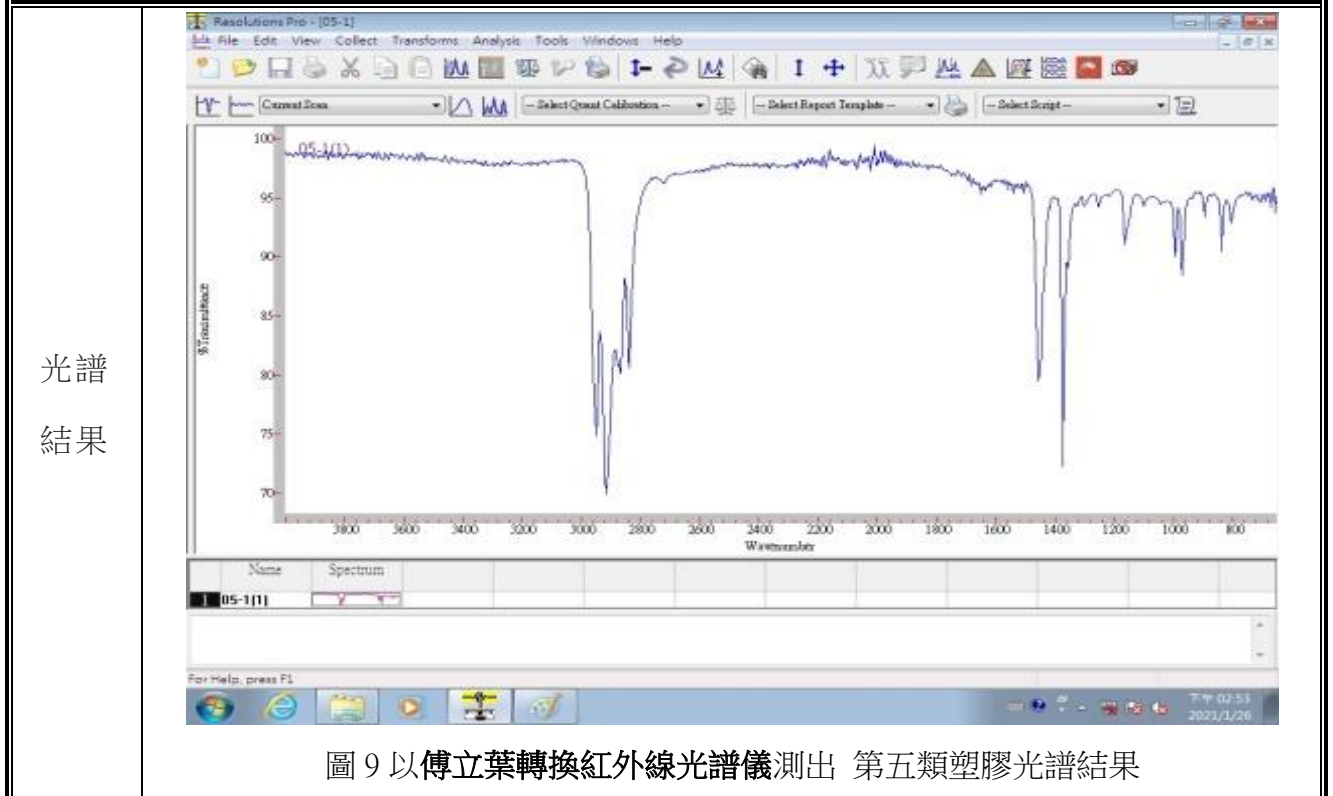





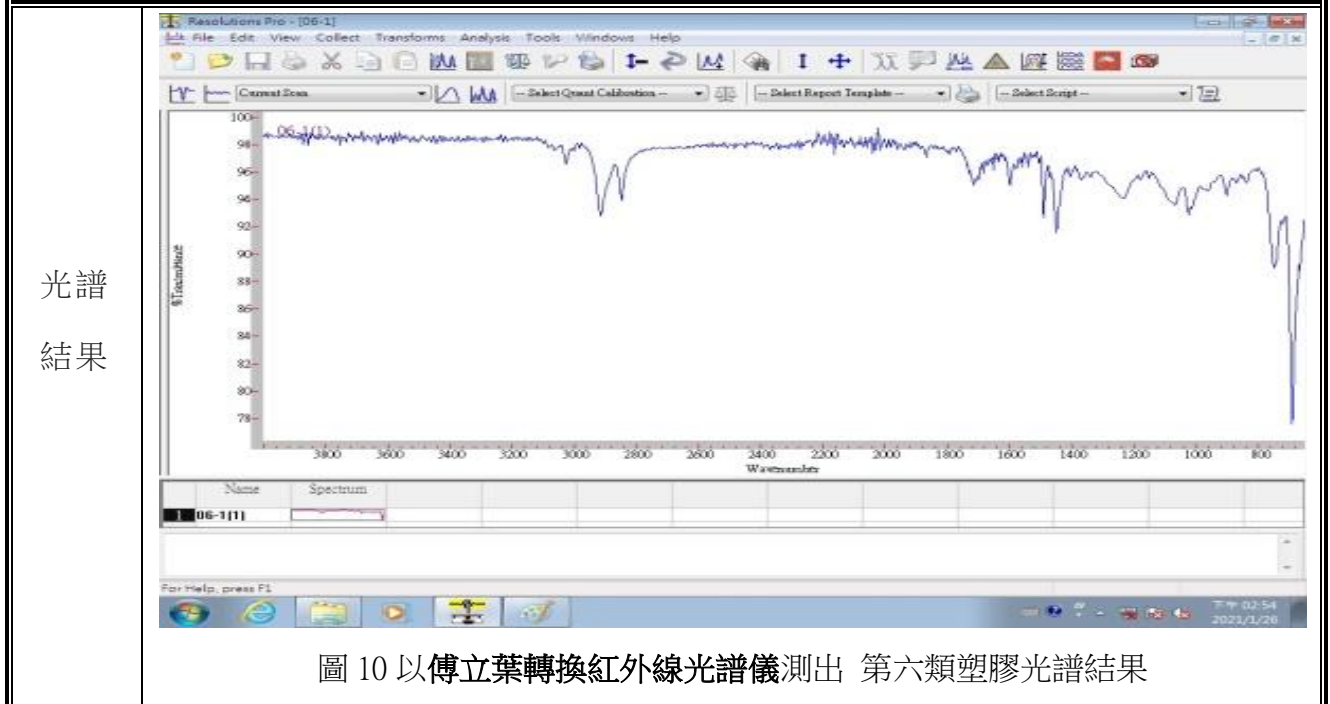
<p>第四類 塑膠</p>		<p>低密度聚乙烯(LDPE)</p>	<p>一般塑膠袋、環保保鮮膜</p>
-------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------	--------------------




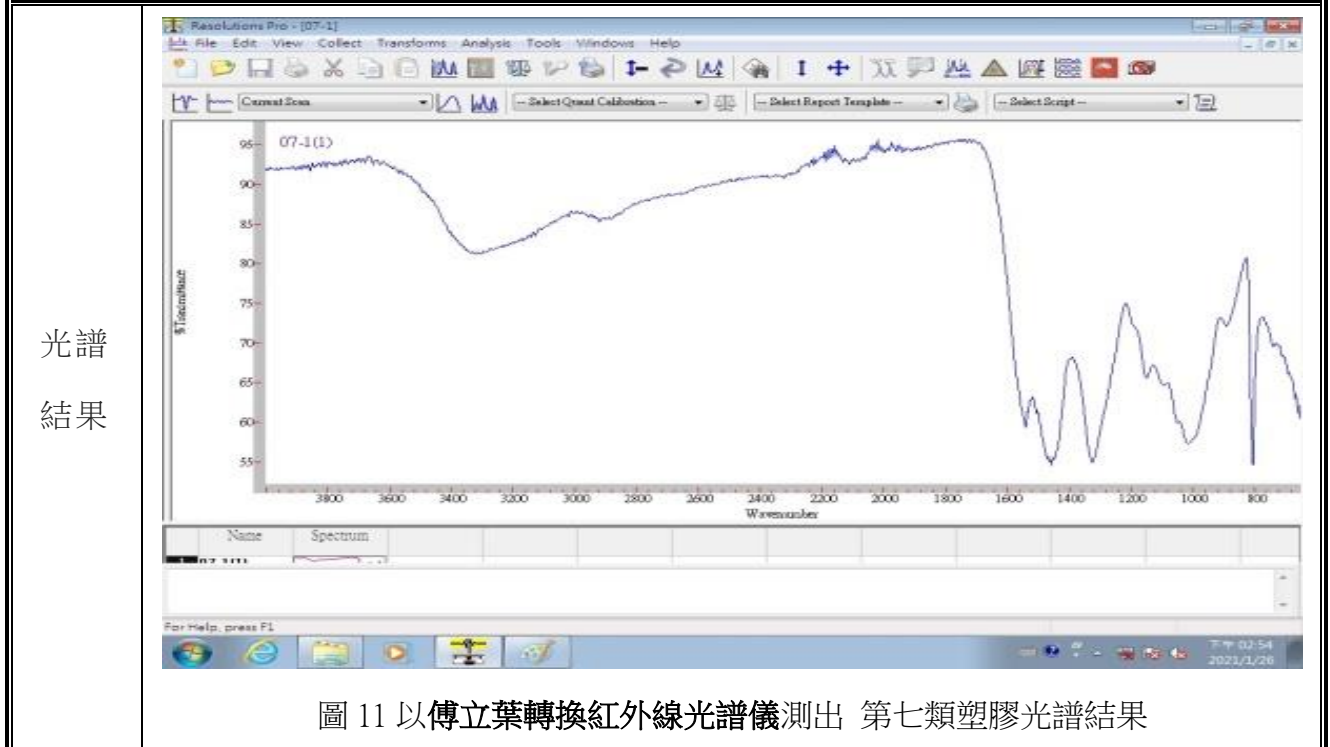
<p>第五類 塑膠</p>		<p>聚丙烯(PP)</p>	<p>塑膠瓶、咖啡杯蓋</p>
-------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	----------------	-----------------



第六類 塑膠		聚苯乙烯(PS) 俗稱保麗龍	飲料杯、泡麵碗、保麗 龍飯盒
-----------	-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------	-------------------

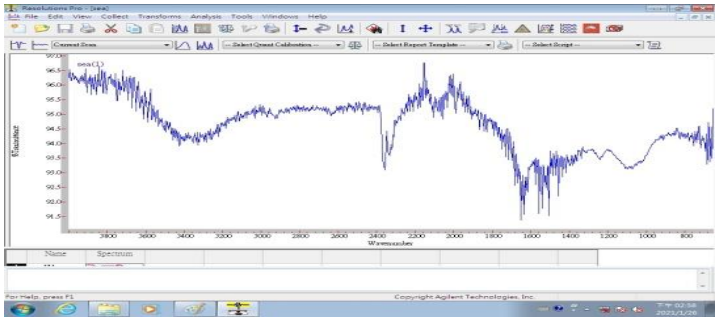
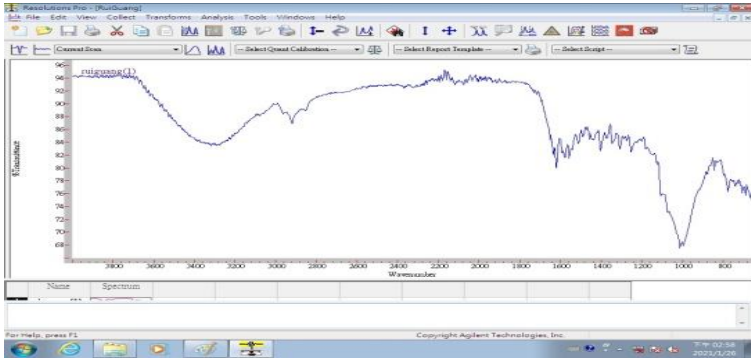
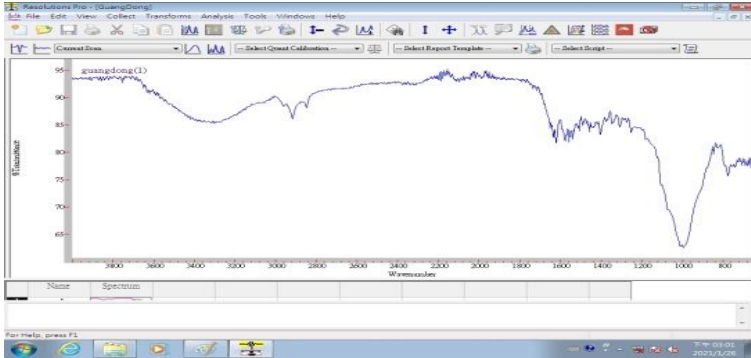


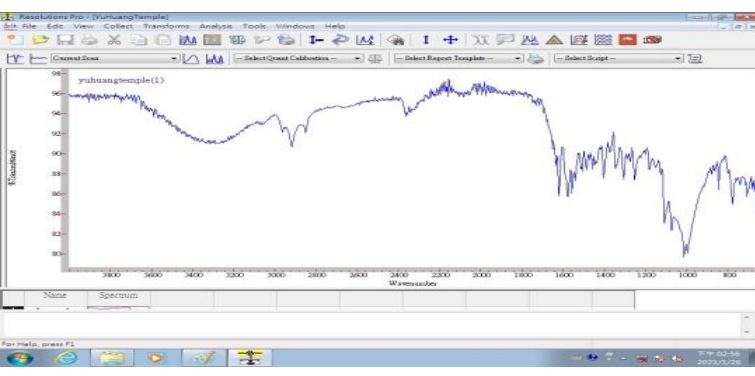
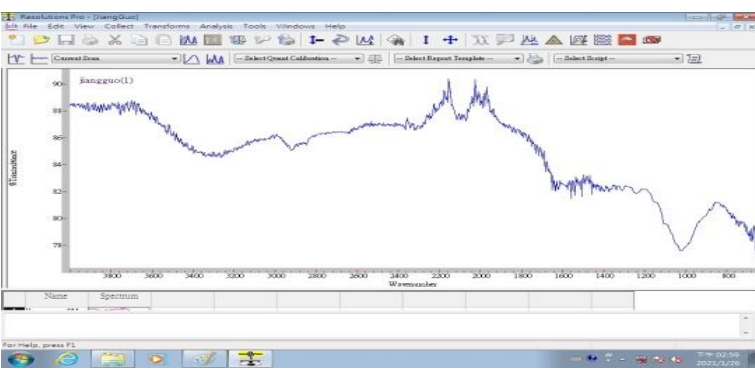
第七類 塑膠		其他類(美耐皿、PC 聚碳 酸酯等)	美耐皿、運動水壺、餐 具
-----------	-------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------	-----------------

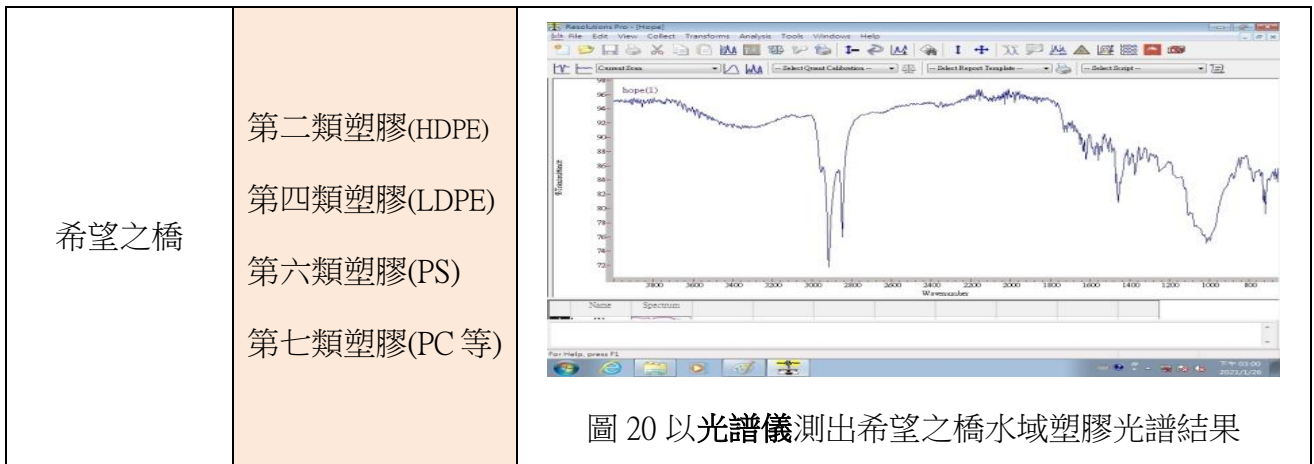




(三)、萬年溪各採要點溪水測出之光譜結果及推測可能之塑膠標號(如圖 12~20)

採樣橋名稱 (上游至下游)	推測有可能的 塑膠標號	光譜結果
海豐濕地	光譜的 PEAK 太小 可能是背景值	 <p>圖 12 以光譜儀測出海豐濕地水域塑膠光譜結果</p>
崇蘭舊圳	第三類塑膠(PVC) 第六類塑膠(PS) 第七類塑膠(PC 等)	 <p>圖 13 以光譜儀測出崇蘭舊圳水域塑膠光譜結果</p>
瑞光路口	第三類塑膠(PVC) 第六類塑膠(PS) 第七類塑膠(PC 等)	 <p>圖 14 以光譜儀測出瑞光路口水域塑膠光譜結果</p>
廣東橋	第三類塑膠(PVC) 第六類塑膠(PS) 第七類塑膠(PC 等)	 <p>圖 15 以光譜儀測出廣東橋水域塑膠光譜結果</p>

<p>勝利橋</p>	<p>第三類塑膠(PVC) 第六類塑膠(PS) 第七類塑膠(PC 等)</p>	 <p>圖 16 以光譜儀測出勝利橋水域塑膠光譜結果</p>
<p>長春橋</p>	<p>第七類塑膠(PC 等)</p>	 <p>圖 17 以光譜儀測出長春橋水域塑膠光譜結果</p>
<p>玉皇宮</p>	<p>第三類塑膠(PVC) 第六類塑膠(PS) 第七類塑膠(PC 等)</p>	 <p>圖 18 以光譜儀測出玉皇宮水域塑膠光譜結果</p>
<p>建國橋</p>	<p>第六類塑膠(PS) 第七類塑膠(PC 等)</p>	 <p>圖 19 以光譜儀測出建國橋水域塑膠光譜結果</p>

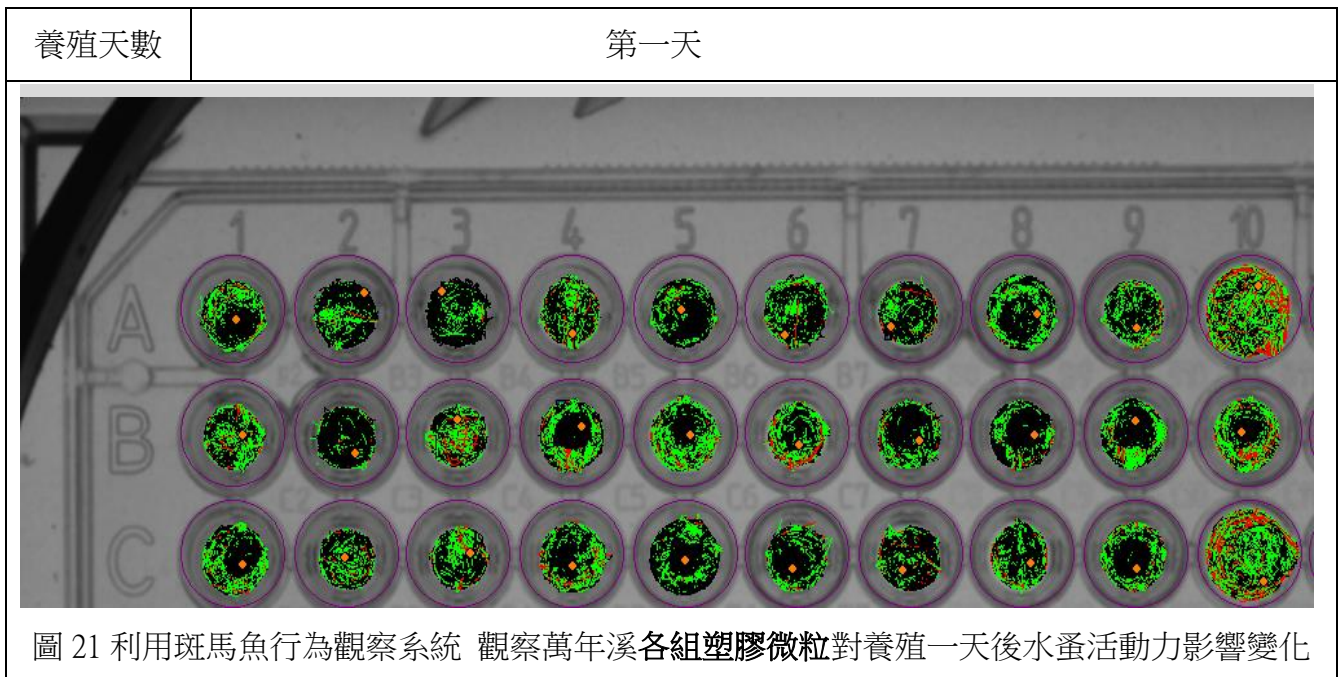


二、研究二:探討萬年溪中塑膠微粒對水蚤活動的影響(如表 4、圖 21~24)

表 4 萬年溪中塑膠微粒對水蚤活動影響之採樣組別及取水點

組別	取水點	組別	取水點
第一組	海豐濕地	第六組	長春橋
第二組	崇蘭舊圳	第七組	玉皇宮
第三組	瑞光路口	第八組	建國橋
第四組	廣東橋	第九組	希望之橋
第五組	勝利橋	第十組	對照組

(一) 觀察萬年溪中塑膠微粒對養殖一天後水蚤活動力影響變化(如圖 21、22)





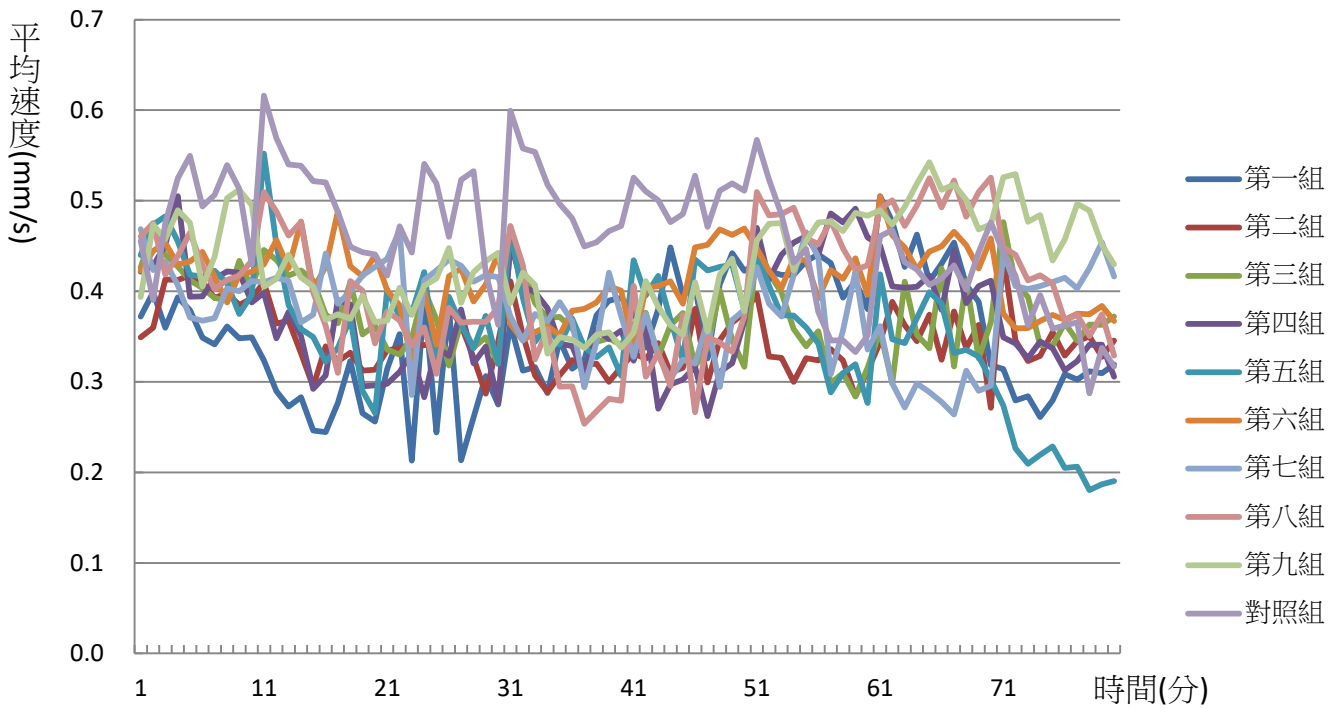
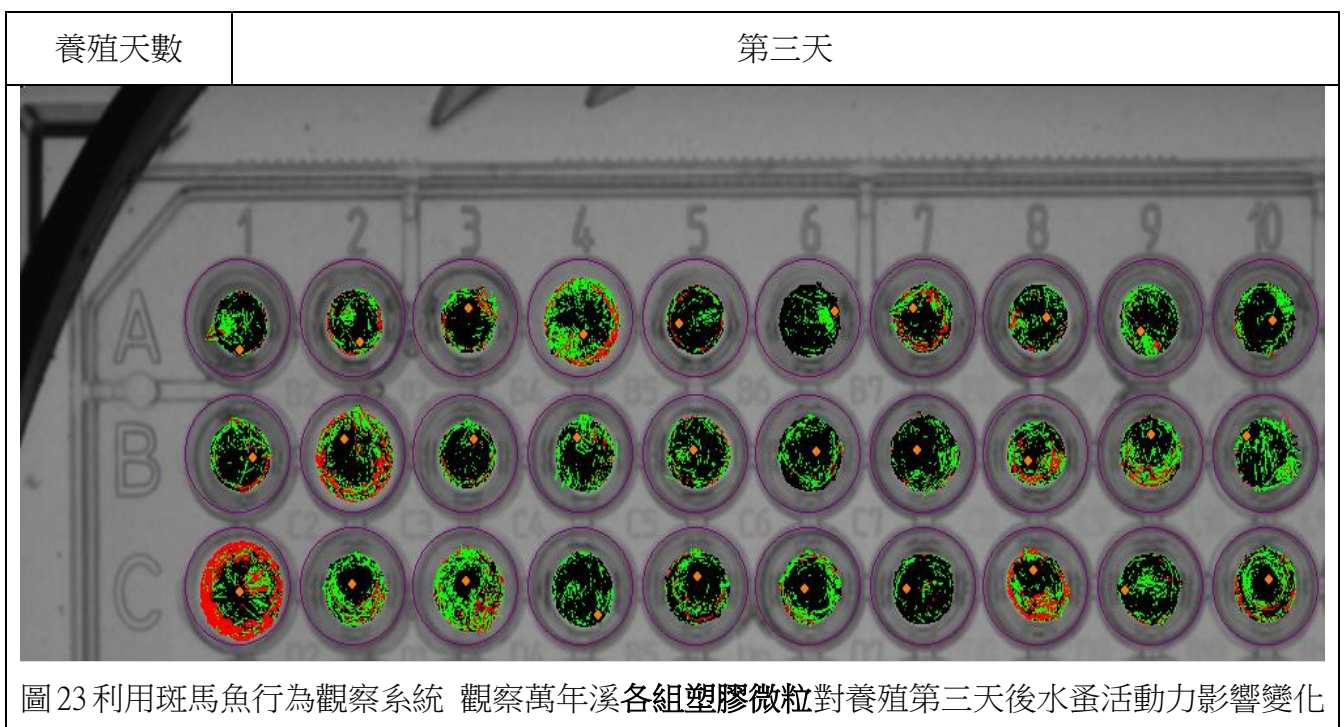


圖 22 養殖後第一天低於移動臨界值比較圖

結果分析：

1. 由圖 22 得知~從第一組到第九組取樣的溪水皆有影響水蚤的移動速度，平均看起來有稍微降低。
2. 2.正常水蚤的活動力大約介於 0.4~0.6 mm/s 左右，而取水點的水蚤，平均速度大約介於 0.2~0.5 mm/s 左右，大多集中於 0.3~0.4mm/s。

(二)觀察萬年溪中塑膠微粒對養殖第三天水蚤活動力影響變化(如圖 23、24)



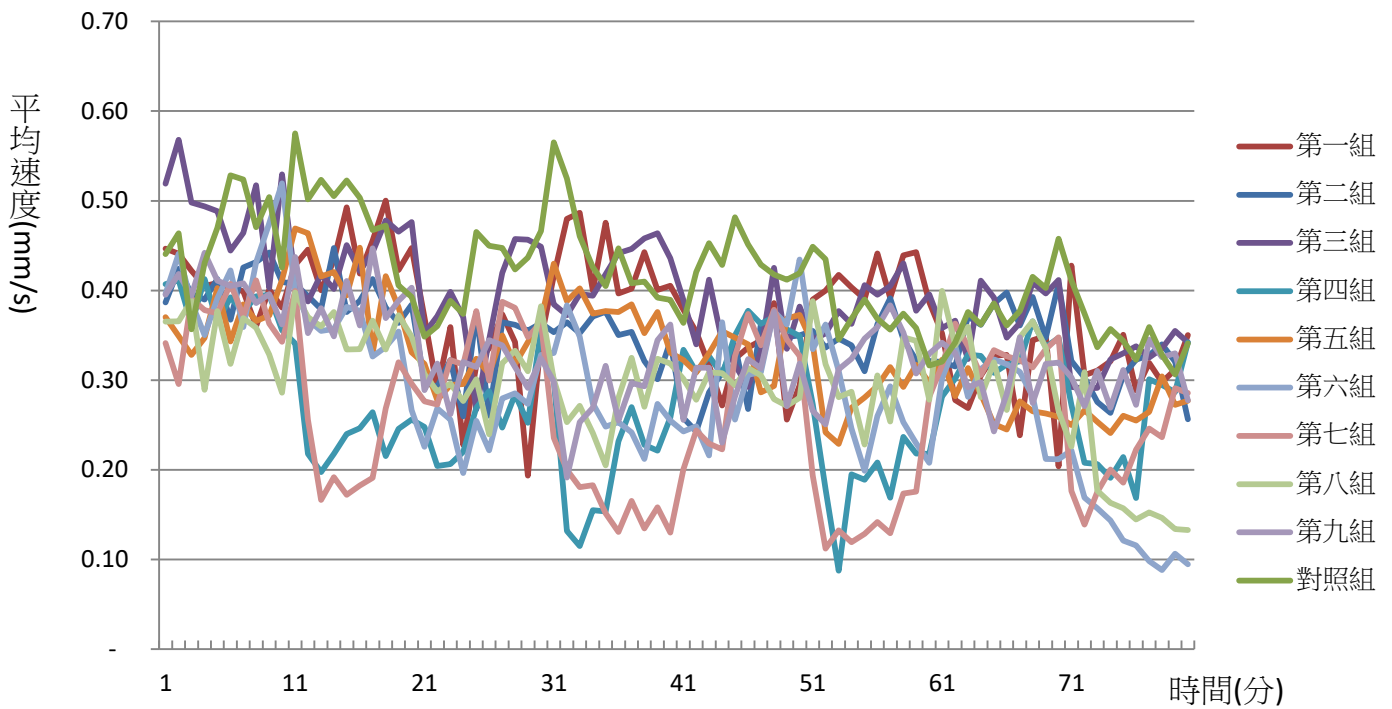


圖 24 養殖第三天低於移動臨界值比較圖

結果分析：

由圖 24 得知~從三天過後來看，**第四組及第七組**水影響水蚤的移動速度，已經降至 0.1mm/s。正常水蚤的活動力還是大約介於 0.4~0.6 mm/s 左右，而**取水點的水蚤**，平均速度大約介於 0.2~0.4 mm/s 左右，大多集中於 0.3~0.4mm/s。

→**歸納分析**：由圖 22、24 顯示，可進一步推論**塑膠微粒對於水蚤活動力皆有影響，會降低其活動力。**

(三) 水蚤於各採集點的水中養殖五天後，我們觀察是否有其後代繁衍(孤雌生殖)出來？

表 5 水蚤於各採集點的水中養殖五天後繁衍數統計

	第五天繁衍數(隻)
海豐濕地	10
崇蘭舊圳	8
瑞光路口	6
廣東橋	6
勝利橋	2
長春橋	2
玉皇宮	2
建國橋	0
希望之橋	0

→由表 5 可知**水蚤的繁衍力**，從上游到下游，慢慢減少，我們推論下游的水質污染較嚴重，所以**不利水蚤的繁衍。**

研究三：探討萬年溪取水點周遭的人口數與塑膠微粒的相關性分析(如表 6、圖 26~27)

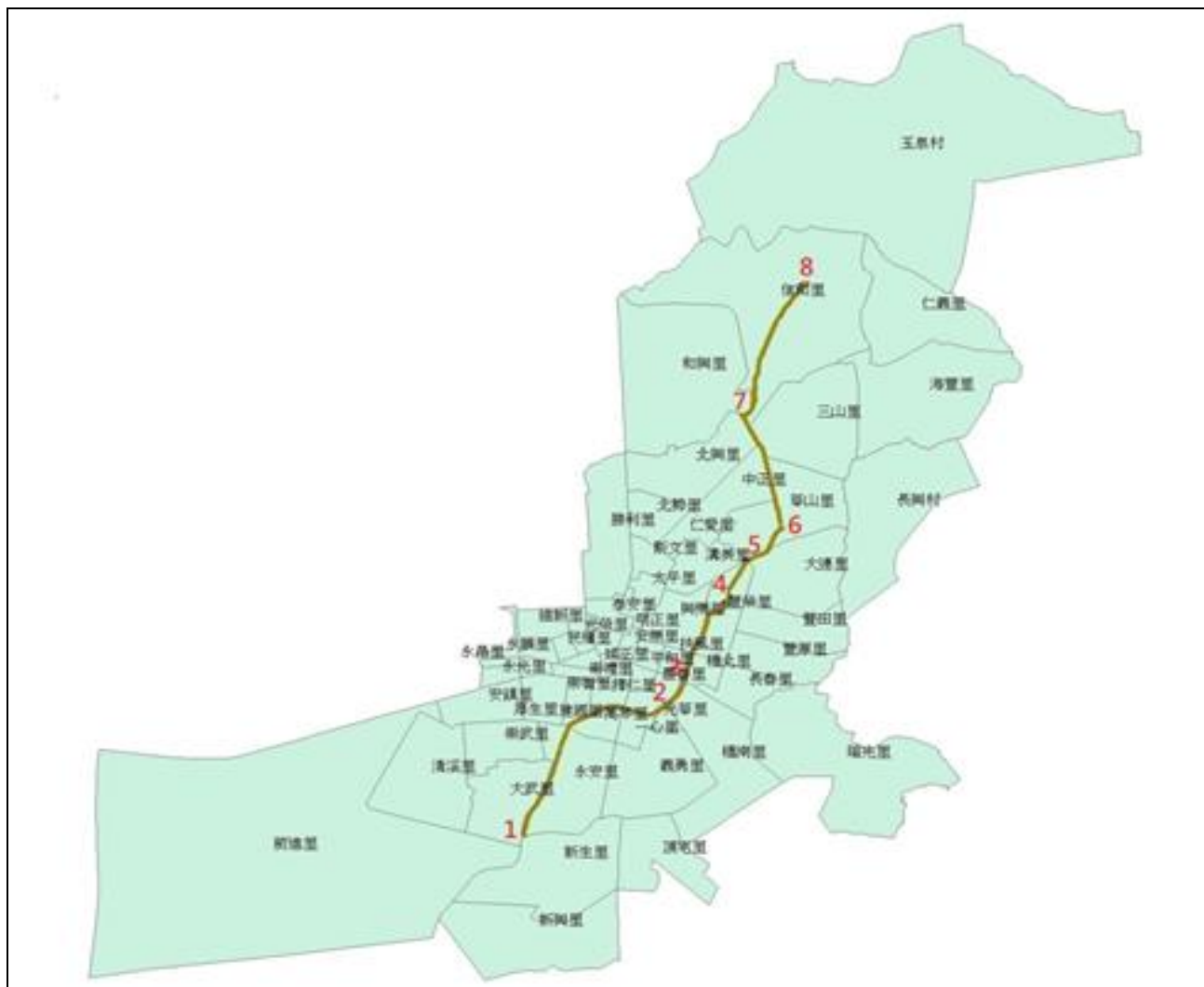


圖 25 以每個取水點為中心 1 公里範圍的里分布圖

表 6 水蚤於各採集點周圍(方圓 1 公里內)人口數及塑膠微粒數量統計

取水點	地圖上編號	人口數(約)	人口數排名	塑膠微粒
海豐濕地	8	981	8	146
崇蘭舊圳	7	3590	7	83
瑞光路口	6	21242	6	62
廣東橋	5	30048	5	173
勝利橋	4	42466	4	87
長春橋	3	58277	3	167
玉皇宮	2	60944	2	30
希望之橋	1	99570	1	67

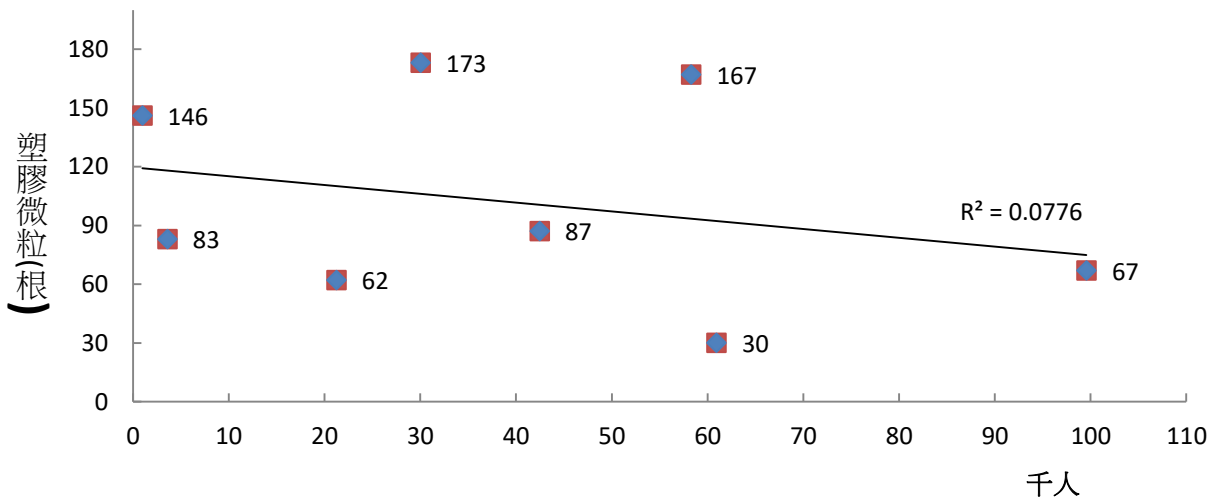


圖 26 各採集點周圍居民人數與塑膠微粒量之關係圖

結果分析：由圖 26 得知：

1. 左邊是上游，**上游塑膠微粒較下游多**，這是河流的主要趨勢，因為**下游水量較多**，推測**可將塑膠微粒濃度沖淡了**。地圖上編號 8，**海豐濕地塑膠微粒數值偏高**，我們推論海豐溼地的水是由九如鄉匯入，而**九如鄉沒有汙水處理系統**，**所以塑膠微粒較高**。
2. 地圖上編號 5，**廣東橋塑膠微粒數值偏高**，推論**位於住宅區**，與家庭排放民生用水有關。
3. 地圖上編號 3，**長春橋塑膠微粒數值偏高**，推論**位於商業區**有直接關係。

→以上如圖 28 之區域分布圖所示。

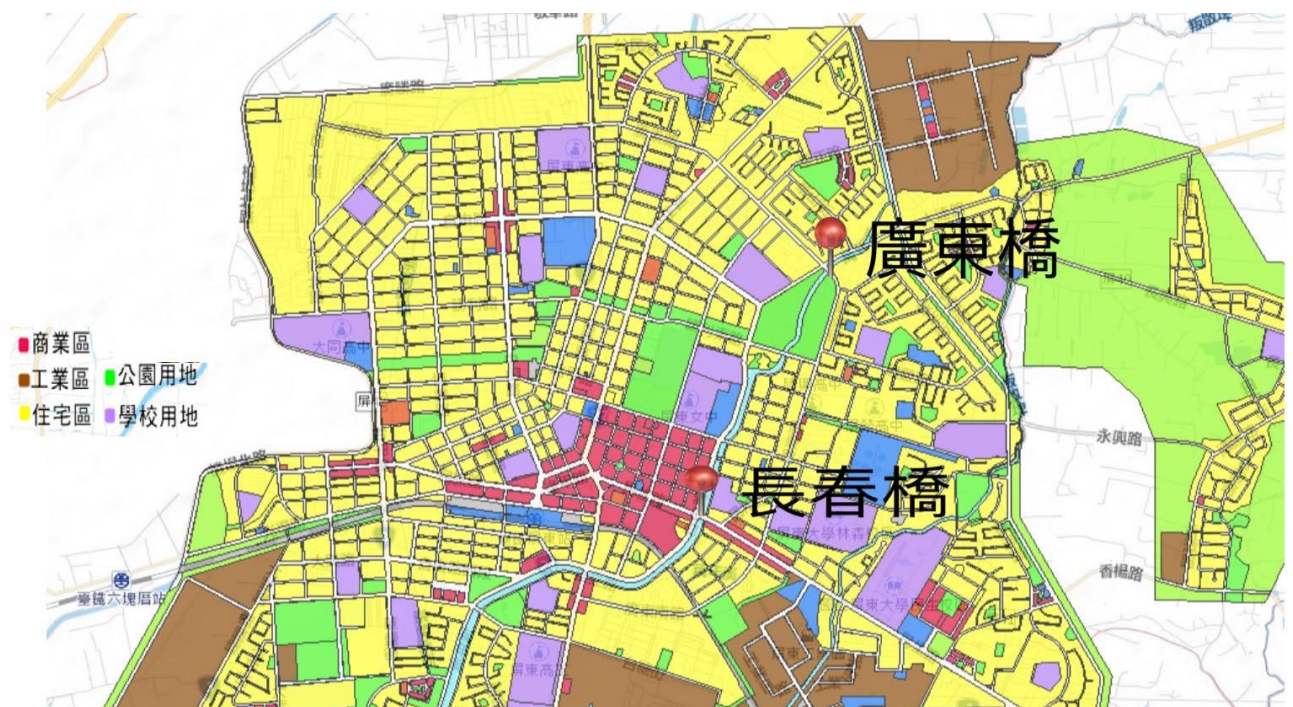


圖 27 萬年河流域主要流經商業區、公園用地和住宅區分布圖



## 陸、討論

### 一、研究一: 萬年溪之塑膠微粒量及種類

根據環保署「水中微型塑膠檢測方法-熱觸法」及「河川、湖泊及水庫水質採樣通則」，我們從萬年溪上游至下游擇取九個適合的採樣點。

(一)、萬年溪各採樣點流速；濁度、表層塑膠微粒數量(在顯微鏡相同放大倍率視野下)及纖維顏色(表 7)

表 7 萬年溪各採樣點流速；濁度、表層塑膠微粒數量及纖維顏色比較

採樣橋名稱	流速 (m/s)	濁度(NTU)	塑膠纖維數 (根)	塑膠纖維數量 排名	纖維顏色描述
海豐濕地	5	9.71	146	3	有粉紅色黃色塑膠線
崇蘭舊圳	5	11.16	83	5	有碎片
瑞光路口	6.5	10.47	62	7	
廣東橋	2.5	10.18	173	1	有黃色、粉色塑膠
勝利橋	1.5	8.92	87	4	
長春橋	0.5	7.40	167	2	有碎片
玉皇宮	0.5	7.60	30	9	
建國橋	0.5	6.64	42	8	有碎片
希望之橋	0.5	3.71	67	6	

1. 海豐濕地水域塑膠微粒數值排名第 3(塑膠纖維數達 146 根)，我們推論海豐溼地的水是由屏東縣九如鄉匯入，而九如鄉沒有汙水處理系統，所以塑膠微粒數值較高。
2. 廣東橋水域塑膠微粒數值最高(塑膠纖維數達 173 根)，推論位於『住宅區』，與家庭排放民生用水(汙水)有關，特別是每戶幾乎都會利用洗衣機洗衣服，洗衣所排放之洗滌汙水，會導致數千種纖維被排放在生活廢水中，易導致溪水中塑膠微粒含量高。
3. 長春橋塑膠微粒數值次之(塑膠纖維數達 167 根)，推論位於『商業區』有直接關係，大馬路上車輛人來人往，機車汽車的輪胎皮會磨損，城市灰塵也會影響塑膠微粒 (Dikareva and Simon, 2019; Su et al., 2016)，導致塑膠微粒值較高，這些都和我們日常息息相關(如圖 28)。且長春橋水面較上游的水面寬，流速也較慢，微弱的水動力使水中的塑膠微粒更有可能在沉積物中積累。



圖 28 長春橋平日車水馬龍的街景及附近興建大型停車場

4. 反觀玉皇宮水域塑膠微粒數值最低(塑膠纖維數僅約 30 根)，是因為從長春橋後到玉皇宮前面，總共有五個固床工（如圖 29），還有 2 個箱涵（如圖 30），我們取水時，箱涵都還有汙水再流入，推測水量增加，塑膠微粒減少。



圖 29 從長春橋到玉皇宮前的水利工程-固床工



圖 30 從長春橋到玉皇宮前的水利工程-箱涵



5. 建國橋及希望之橋水域塑膠微粒數值偏低(塑膠纖維數分別約 42、67 根)，因位於萬年溪水岸空間環境改善工程改造後之萬年公園下游，由抽水設備將萬年溪的水源抽取至園內，經由過濾桶、沉沙池、漂浮植物淨化池、疊瀑水道、礫間水道等（如圖 31），藉由層層的生態工法來淨化水質，創造優質的自然生態水域，最後再回歸萬年溪中，使水資源循環得以生生不息，達到環境營造兼具水質處理的功效。另復興公園設置橡皮壩攔高水位，將萬年溪引溪水至公園型水域，並創造都市滯洪空間（如圖 32）、營造生態淨化水道、規劃水上運動環境及碼頭廣場、興建跨橋銜接既有道路並創造都市亮點。



圖 31 萬年溪改造工程～萬年公園之生態工法達淨化水質之功效



圖 32 復興公園之生態工法～橡皮壩工程、引溪水至公園型水域

6. 我們採集水域所發現到的纖維大多是黑色、藍色、藍黑色等。雖然也有看到白色透明，但因不好計數，所以我們並未將其列入計算。

## (二)、萬年溪溪水的光譜

1. 勝利橋附近河段溪水，如圖 16 光譜檢測結果推測，含有第三類塑膠(PVC)、第六類塑膠(PS)、第七類塑膠(PC 等)，但到了長春橋河段溪水，如圖 17，只剩下第七類塑膠(PC 等)，我們推論可能因為流速降低，迫使塑膠微粒有更多機會向下沉澱。
2. 玉皇宮前附近河段溪水，如圖 18 光譜檢測結果推測，因為有一大『固床工』~(水順著臺階一層層的向下流，有一個橫向鋪展的過程)，跌落的水攜帶空氣中的大量氧氣進入河流，能夠給水流中的動植物和微生物提供良好的生長條件，提供水質淨化的功能，所以大大降低塑膠微粒含量。
3. 建國橋及希望之橋均鄰近於『和生市場』~(屬於早市，營業時間約 2:00-8:00，為屏東市最大型果菜批發市場) 河段溪水，如圖 19、20 光譜檢測結果，推論有多種的塑膠微粒，如飯盒、飲料杯、保麗龍製品和塑膠袋等。

## 二、研究二:探討萬年溪中塑膠微粒對水蚤活動的影響

根據浮游生物在過濾食物時是沒有選擇性的，所以本身在濾食時，不會分辨微塑膠。我們想要佐證塑膠微粒是否會影響水蚤的活動力和繁衍力，就如圖 22、24 顯示及分析討論說明，經過以採樣溪水養殖第一天，第三天後進行量測，水蚤活動力如假說般，真的有降低趨勢。且觀察繁殖力指標，發現會從上游遞減到下游。

## 三、研究三:探討人口數與塑膠微粒的關係

表 6 水蚤於各採集點周圍(方圓 1 公里內)人口數及塑膠微粒數量統計

取水點	地圖上編號	人口數(約)	人口數排名	塑膠微粒
海豐濕地	8	981	8	146
崇蘭舊圳	7	3590	7	83
瑞光路口	6	21242	6	62
廣東橋	5	30048	5	173
勝利橋	4	42466	4	87
長春橋	3	58277	3	167
玉皇宮	2	60944	2	30
希望之橋	1	99570	1	67

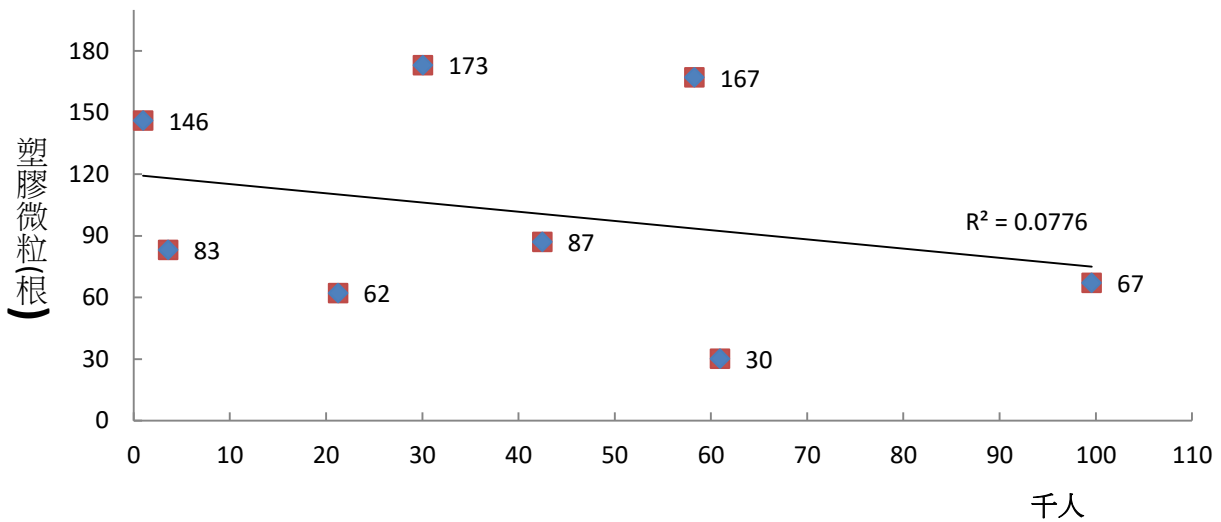


圖 33 居民人數與塑膠微粒量之相關圖

由圖 27、33 得知:

1. 左邊是上游，上游塑膠微粒較下游多，這是河流的主要趨勢，因為下游水量較多，推測將塑膠微粒濃度沖淡了。海豐濕地塑膠微粒數值偏高，我們推論海豐溼地的水是由九如鄉匯入，而九如鄉沒有汙水處理系統，所以塑膠微粒較高也或許溼地中又有大量植物纖維也會影響塑膠微粒。
2. 廣東橋塑膠微粒數值偏高，推論位於住宅區，與家庭排放民生用水所產生之汙水有關。
3. 長春橋塑膠微粒數值偏高，推論位於商業區有直接關係。



圖 27 萬年河流域主要流經商業區、公園用地和住宅區分布圖



## 柒、結論

### 一、研究一: 萬年溪之塑膠微粒量及種類

採樣橋名稱	塑膠纖維數(根)	推測有可能的塑膠標號
海豐濕地	146	光譜的 PEAK 太小 可能是背景值
崇蘭舊圳	83	第三類塑膠(PVC)、第六類塑膠(PS)、第七類塑膠(PC 等)
瑞光路口	62	第三類塑膠(PVC)、第六類塑膠(PS)、第七類塑膠(PC 等)
廣東橋	173	第三類塑膠(PVC)、第六類塑膠(PS)、第七類塑膠(PC 等)
勝利橋	87	第三類塑膠(PVC)、第六類塑膠(PS)、第七類塑膠(PC 等)
長春橋	167	第七類塑膠(PC 等)
玉皇宮	30	第三類塑膠(PVC)、第六類塑膠(PS)、第七類塑膠(PC 等)
建國橋	42	第六類塑膠(PS)、第七類塑膠(PC 等)
希望之橋	67	第二類塑膠(HDPE)、第四類塑膠(LDPE)、 第六類塑膠(PS)、第七類塑膠(PC 等)

### 二、研究二:探討萬年溪中塑膠微粒對水蚤活動的影響

水蚤的活動力經過養殖第一天、第三天後量測，發現水蚤活動力明顯降低。而對繁殖力來說也是從上游遞減到下游；越接近上游，繁殖力越好。

### 三、研究三:探討人口數與塑膠微粒的關係

當人口數越多的區域，與產生之塑膠微粒數量呈正相關。

四、塑膠微粒是最迫切需要解決的問題~台灣在2018年8月1日禁止販售含有塑膠柔珠的洗面乳、牙膏和磨砂膏等個人清潔用品，卻還是有大量的塑膠微粒存於河口和海洋當中。這些塑膠微粒可能源自於輪胎、衣物裡的合成纖維，或是工業排放。雖然塑膠微粒定義小於5mm(毫米)，大小約為一粒黑芝麻，然而當它們流入海洋之中，隨著洋流在全世界蔓延後，除了對海洋生物造成威脅，也會存於我們所食用的海鮮當中，傷害人體健康，成為名符其實的「隱形殺手」。

## 研究限制與未來展望

### 一、研究儀器限制

因本校無相關精密實驗設備一氣，我們很感謝屏東大學(細胞及分子生物實驗室)商借我們光譜儀，及提供我們水蚤和斑馬魚行為觀察系統。因為在國中端要取得這些儀器確實很困難，還好屏東大學不吝幫忙，對於我們國中生想做科展給予莫大的支持。

### 二、研究概念及方法限制

我們做科展的歷程中，多多少少都會遭遇到很多知識不足之處，雖然會請教專家學者(水利局、環保局)，但是對於地球科學、生物概念尚未學習到的知識，還稍嫌不足。本研究礙於時間限制，無法學習到較專業的資料統計和分析，建議未來可進行更廣泛的探究。

### 三、未來展望

研究過程中，因為我們取水時是枯水期，是否會因枯水期而使塑膠微粒量變多?未來我們考慮將取水時間拉長，做看看枯水期及豐水期的比較，再探討二者之間的差異，是我們近程目標。

中程目標：本研究重大發現~生態工法的確對於減少塑膠微粒有莫大的幫助，若我們在溪流中種植適合的水生植物(如水芙蓉、槐葉蘋等)，是否也可以有效減少塑膠微粒呢?最後，希望能找出有效且環保能降低塑膠微粒數值的方法，減少因文明進步而產生的環境汙染問題。



## 捌、參考文獻資料

1. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2017). Lusher, A., Hollman, P., Mendoza-Hill, J. Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. Fisheries and Aquaculture Technical paper, 615. from <http://www.fao.org/3/a-i7677e.pdf>
- 2.環境檢驗所(2020 年1 月4 日) 水中微型塑膠檢測方法-熱觸法 (NIEA M909.00C) [公告] · 取自 <https://www.epa.gov.tw/niea/6BEE72C0B3545B27>
- 3.環境檢驗所 (2004 年12 月27 日) 河川、湖泊及水庫採樣通則 (NIEA W104.51C) [公告] · 取自 <https://www.epa.gov.tw/niea/7AB3A823E6E36A4B>
4. Lingshi, Y. Xiaofeng, W . Chunyan , D. Jin, J. Lixue, W. Y, Z. Zhihui, Hu. Shuping, Hu, Zhiqiao, Feng. Zhenyu, Z. Yuannan, L. Qi, G. (2020). Comparison of the abundance of microplastics between rural and urban areas: A case study from East Dongting Lake. *Chemosphere*, 244, 125486.
5. Dikareva, N., Simon, K.S. ( 2019). Microplastic pollution in streams spanning an urbanization gradient. *Environmental Pollution*, 250, 292-299
6. Su, L. Xue, Y. Li, L. Yang, D. Kolandhasamy, P. Li, D. Shi, H. (2016). Microplastics in Taihu Lake, China. *Environmental Pollution*, 216, 711-719.