

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生物科

030301

天涯何處無「塑膠」－探討微塑膠在水域環境
及幾種無脊椎動物體內分布之研究

學校名稱：臺中市立新光國民中學

作者： 國二 賴柔臻 國二 錢愛童 國二 黃士榕	指導老師： 蔡逢光
---	------------------

關鍵詞：微塑膠、高美濕地、無脊椎動物

摘要

本研究調查高美溼地的海砂、海水及野生無脊椎動物體內有無微塑膠，並購買傳統市場常見的海鮮與之比較。結果顯示高美濕地的環境及物種體內皆含有微塑膠，其中離岸較近的「生態保護區」內海砂中的微塑膠含量高於木棧道外的「永續發展區」；堤岸邊大排水口處海水的微塑膠含量亦多於漲潮海水。高美濕地所採集的物種中，節肢動物平均微塑膠含量較軟體動物高，可能與分佈地區及食性有關，也不排除有生物放大作用的可能。市場購得的海鮮體內亦含有微塑膠，但數量皆遠低於野生物種。高美濕地微塑膠含量皆大於國內外數據，甚至百倍千倍，顯示必須重視此海域汙染問題，也希望國人能發揮公德心，徹底落實塑膠減量，造福自己也造福他人。

壹、研究動機

國一下自然科教到最後一個單元「人類與環境」時，老師要我們每個人交一份有關環境汙染的心得報告。蒐集資料中赫然發現我們的生活周遭早已到處充滿了微塑膠，使我們十分驚訝，中部地區目前的環境與生態又是如何？我們決定以此為主題做進一步的探討。

貳、研究目的

由蒐集的資訊得知，日常生活所使用的塑膠製品僅有少部分落實回收，絕大多數的塑膠碎片被沖刷入河川，最終則是大海。我們急切地想了解臺中的海域目前的狀況如何？經討論後，我們決定到遊客眾多的高美溼地採集海水、海砂及當地物種；並於傳統市場購買幾種常見的海鮮，分別觀察計算其微塑膠的含量及分布情形，綜合上述，我們整理出四個研究目的：

實驗一、檢測高美溼地的海砂及海水其中所含微塑膠的數量

(一) 海水

1. 漲潮海水

2. 退潮大排水口海水

(二) 海砂

1. 生態保護區海砂(離堤岸 0~600 公尺)

2. 永續發展區海砂(離堤岸 600~1050 公尺)

實驗二、實地檢測高美濕地無脊椎動物體內微塑膠含量

實驗三、實際解剖觀察自傳統市場購買的海鮮體內有無微塑膠

實驗四、相較本次實驗數據與國內外文獻之綜合分析

參、研究設備及器材



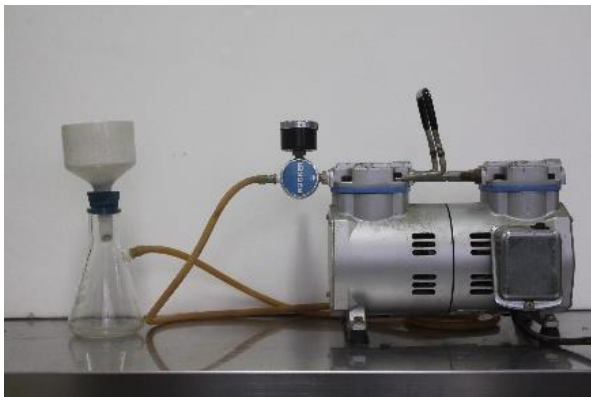
複式顯微鏡



解剖顯微鏡



不同網徑分析篩



負壓過濾裝置



震盪水浴槽



生物前處理裝置

濃度 30%的雙氧水+飽和食鹽水



檢塑裝置

橘色濾光片+藍光+漏斗架

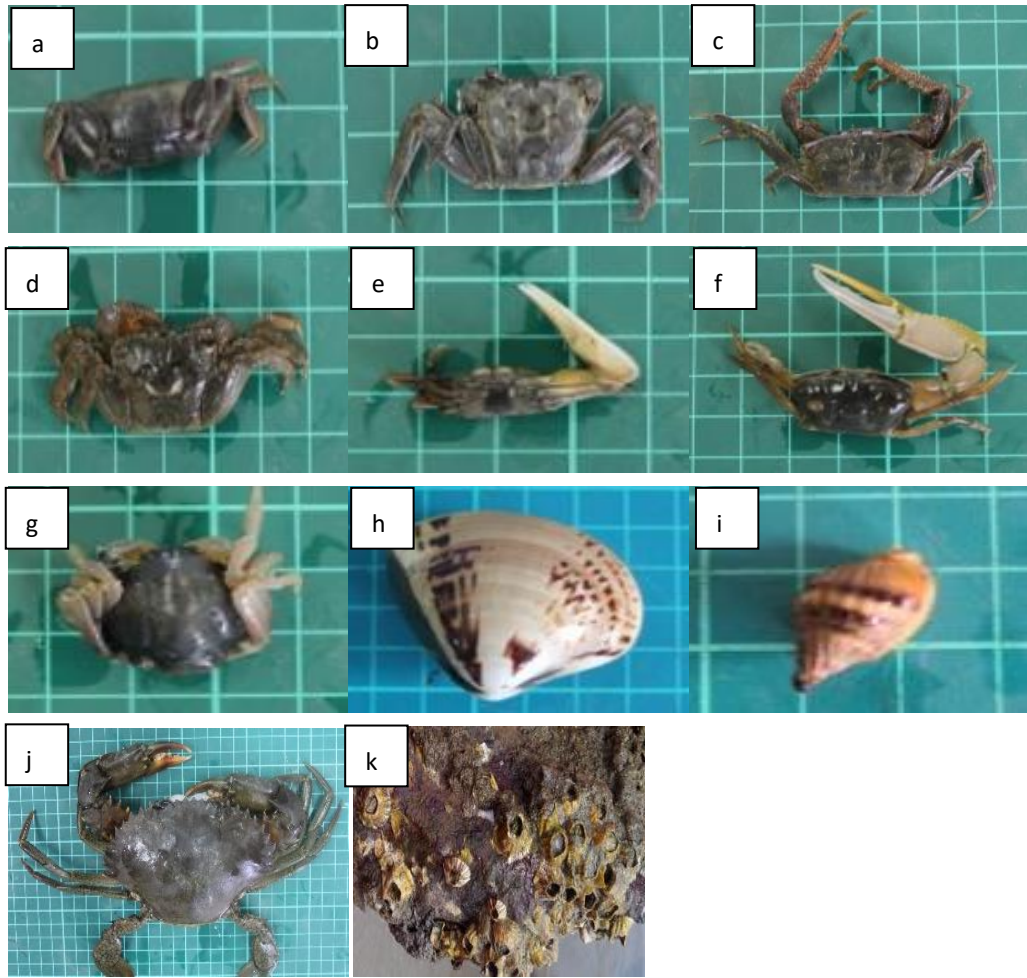


尼羅紅染劑



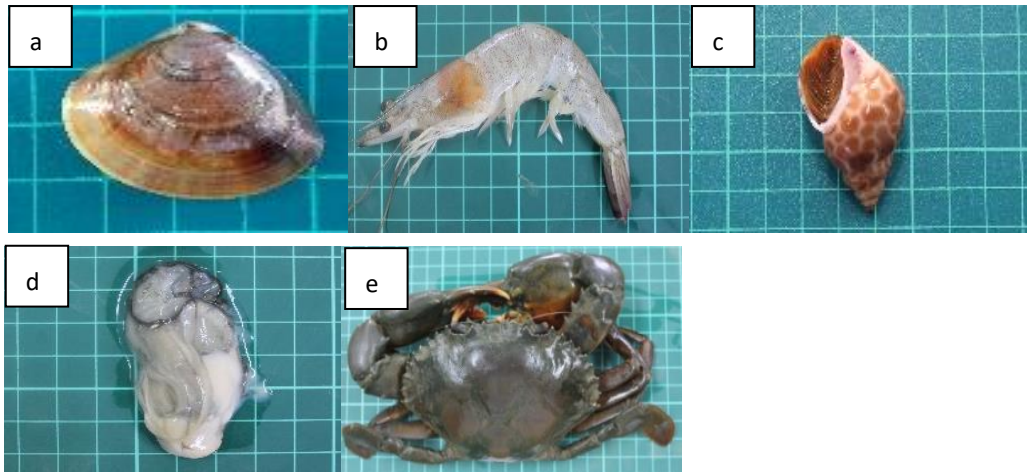
取土器

圖一 實驗器材



圖二 採集自高美濕地之物種

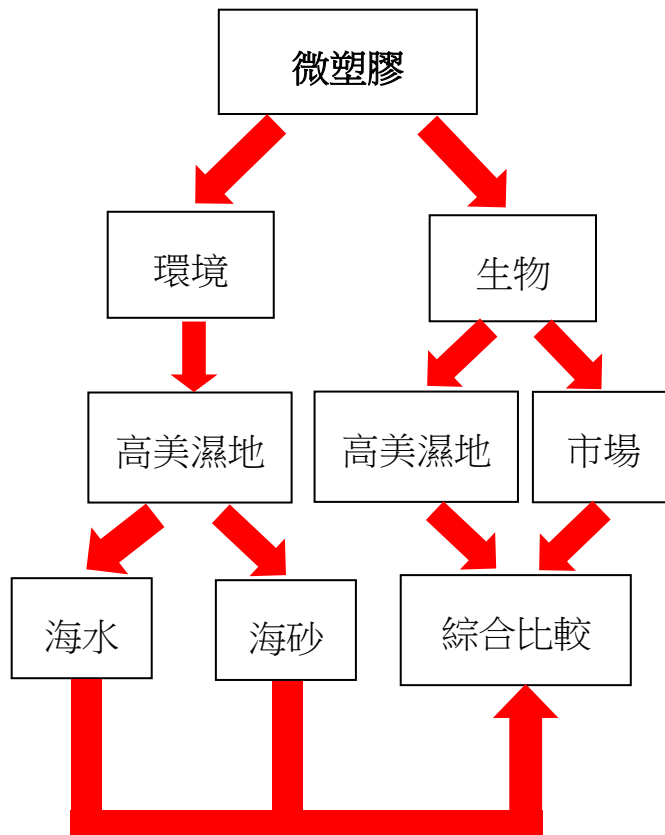
- a：弧邊招潮蟹(*Uca arcuata*)
- b：雙齒近相手蟹(*Perisesarma bidens*)
- c：寬身大眼蟹(*Macrophthalmus dilatatum*)
- d：無齒螳臂蟹(*Chiromantes dehaani*)
- e：清白招潮蟹(*Uca lactea*)
- f：北方呼喚招潮蟹(*Uca borealis*)
- g：短指和尚蟹(*Mictyris brevidactylus*)
- h：斧足綱
- i：腹足綱
- j：鋸緣青蟳(*Scylla serrata*)
- k：藤壺(Balanidae)



圖三 購買自傳統市場之海鮮

- a : 文蛤(*Meretrix lusoria*)
- b : 白蝦(*Litopenaeus vannamei*)
- c : 鳳螺(*Buccinidae*)
- d : 牡蠣(*Ostreidae*)
- e : 鋸緣青蟳(*Scylla serrata*)

肆、研究步驟



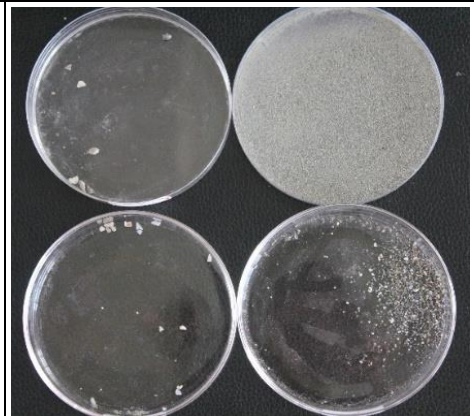
圖四 研究流程圖

實驗一、檢測高美溼地的海砂及海水其中所含微塑膠的數量

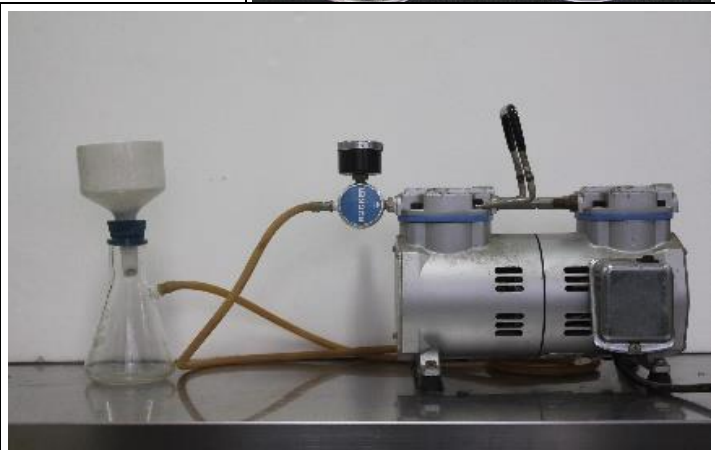


1. 採水點設定在退潮時的排水口及漲潮海水，各採樣五組(每組 500 ml)。採土點分為生態保護區(離岸 0、50、150、300 及 500 m)與永續發展區(離岸 750 及 1050 m)，利用手機量測距離軟體橫向測量 20 m 為一採集點，各距離分成三個採集點；且各採點以取土器取等量海砂，以鋁箔紙包覆帶回實驗室。(上圖五)

2. 每段土條以分析篩區分為相異粒徑(大於 2 mm、1~2 mm、0.5~1 mm、小於 0.5 mm)的異物與土壤。(右圖六)

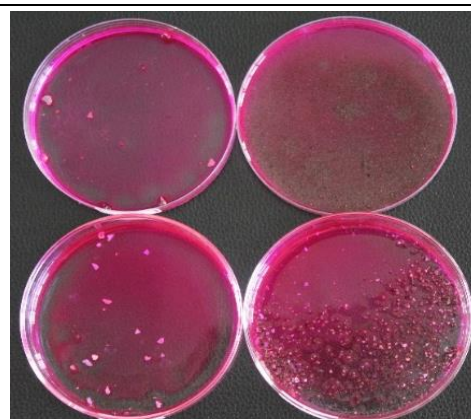


3. 過濾瓶內鋪上一層濾紙，倒入海水以負壓過濾裝置過濾(右圖七)。

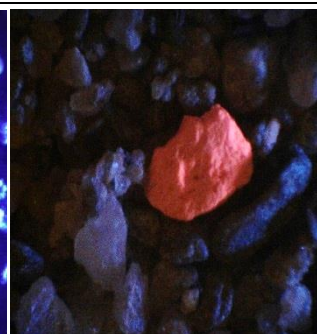
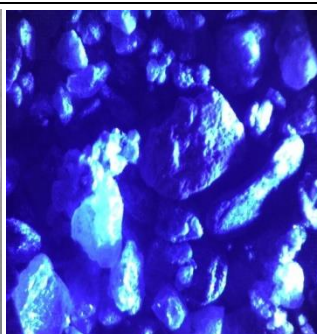
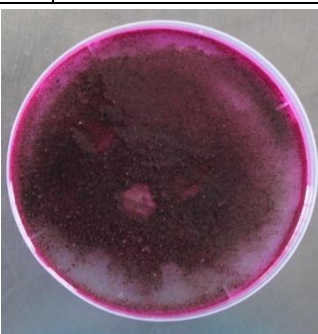
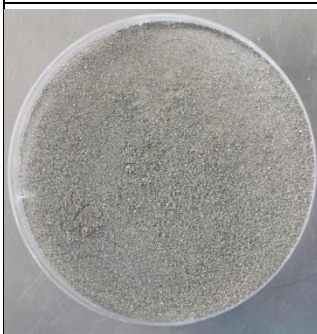
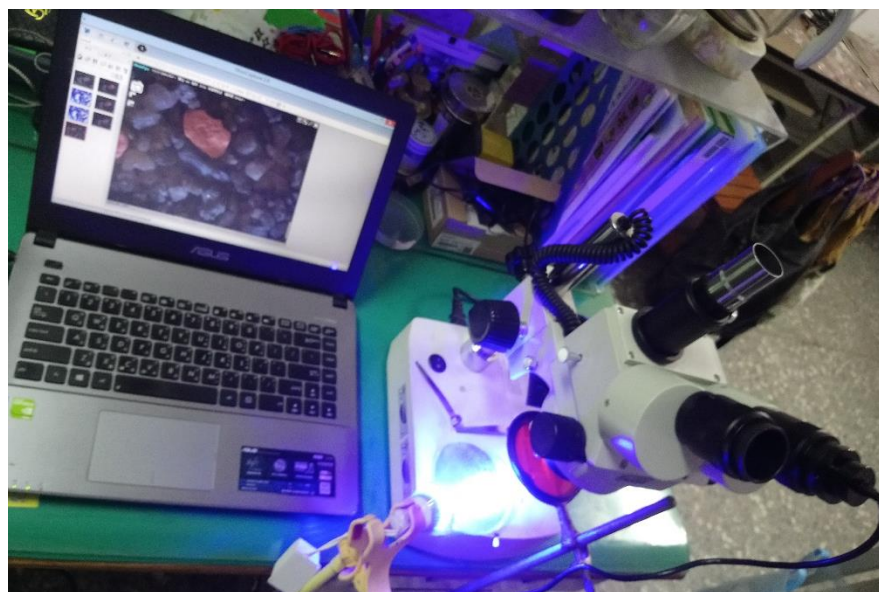


根據 Thomas Maes 等人的研究得知，尼羅紅能有效地將塑膠染色，進而以藍光照射後會激發出螢光。經研究確認後，發現此方法確實可行，於是我們將樣本進行以下處理。(文獻四)

4. 調製尼羅紅染劑：尼羅紅染劑與 95 % 酒精混合達濃度 1 ug/ml；再於每個玻璃培養皿濾紙樣本滴入 3 毫升尼羅紅染劑。(右圖八)



5. 將樣本至於檢測裝置下，透過電子木徑於電腦螢幕上搜尋計算發螢光的微塑膠數量。



6. 上述操作乃於黑暗環境中以藍光照射待測物、透過橙色濾光片檢驗待測物是否發出螢光，即可推斷微塑膠的存在。(上圖九由左至右分別為：未染色、染色後、照射藍光後、加上濾光片後)

實驗二、實地檢測高美濕地無脊椎動物體內微塑膠含量



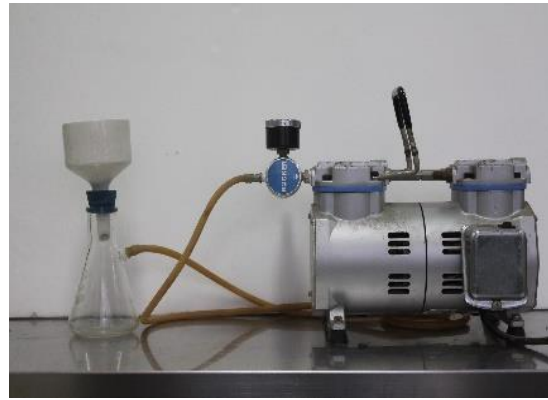
圖十 高美濕地物種處理步驟圖



圖十一 高美濕地樣本液變化圖

1. 於高美濕地採集當地物種。
2. 以剪刀將物種碎裂成小塊並秤量其重量。
3. 計算任一物種所需雙氧水及飽和食鹽水量：雙氧水體積為物種質量數值的 6.4 倍、飽和食鹽水體積為雙氧水體積的 4 倍。
4. 樣品液浸泡於雙氧水，移至震動烘箱以 80 rpm 反應 12~16 小時，再添加飽和食鹽水並置於植物生長箱反應 12 小時。

5. 各樣品液經負壓過濾後的濾紙，照射藍光並檢驗有無微塑膠，判別方式同實驗一。(右圖十二)



實驗三、實際觀察自傳統市場購買的魚獲體內有無微塑膠

1. 自傳統市場購買實驗所需的海鮮：白蝦、鳳螺、紅蟳、文蛤和牡蠣。
2. 將白蝦的觀察部位分為內臟及蝦肉，而紅蟳則分為肉、內臟及鰓，實驗流程同實驗二。



圖十三 由傳統市場購得的白蝦



圖十四 由傳統市場購得的鋸緣青蟳(母)

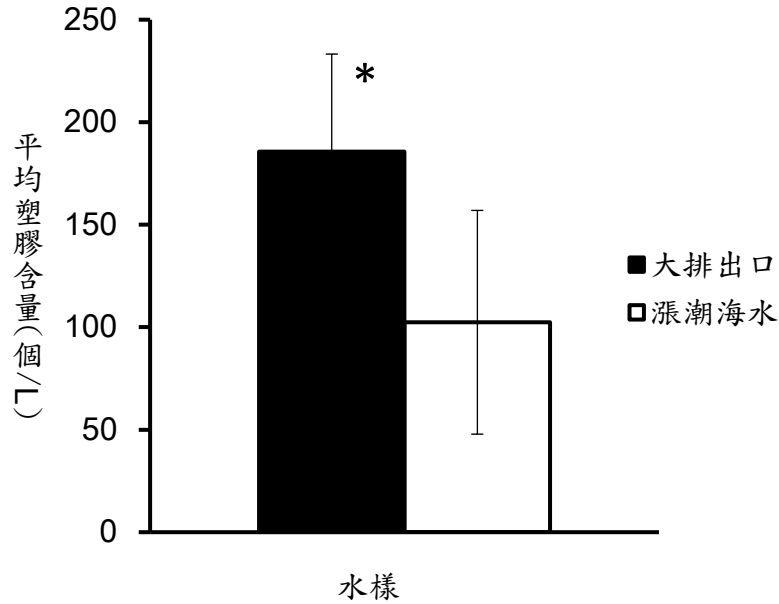
實驗四、相較本次實驗數據與國內外文獻之綜合分析

我們迫切的想知道高美濕地的生態環境與生物體內微塑膠的含量相較於國內及國際其他海域到底如何?針對海水、海砂及生物進一步與與國內外文獻數據做一比較。

伍、研究結果與討論

實驗一、檢測高美溼地的海砂及海水其中所含微塑膠的數量

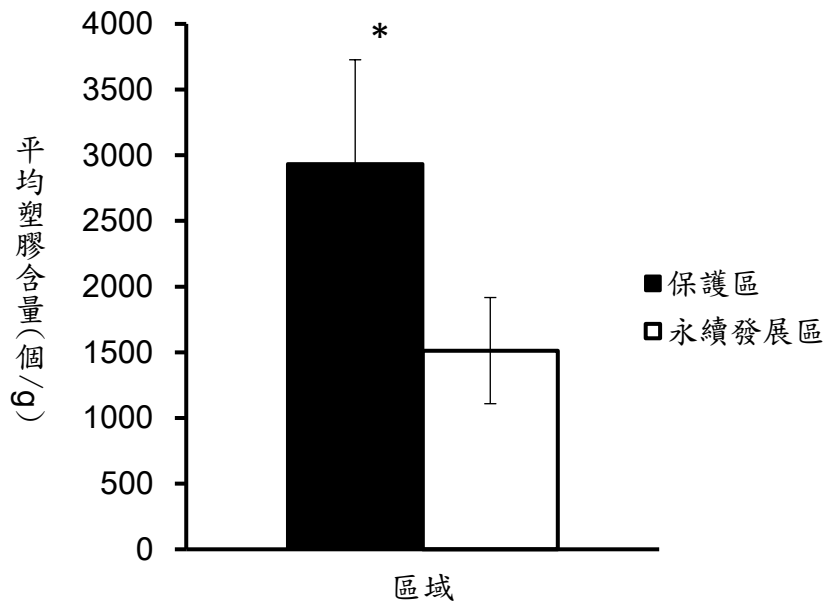
(一)海水檢測



圖十五 退潮海水(大排水口)及漲潮海水之塑膠含量比較圖

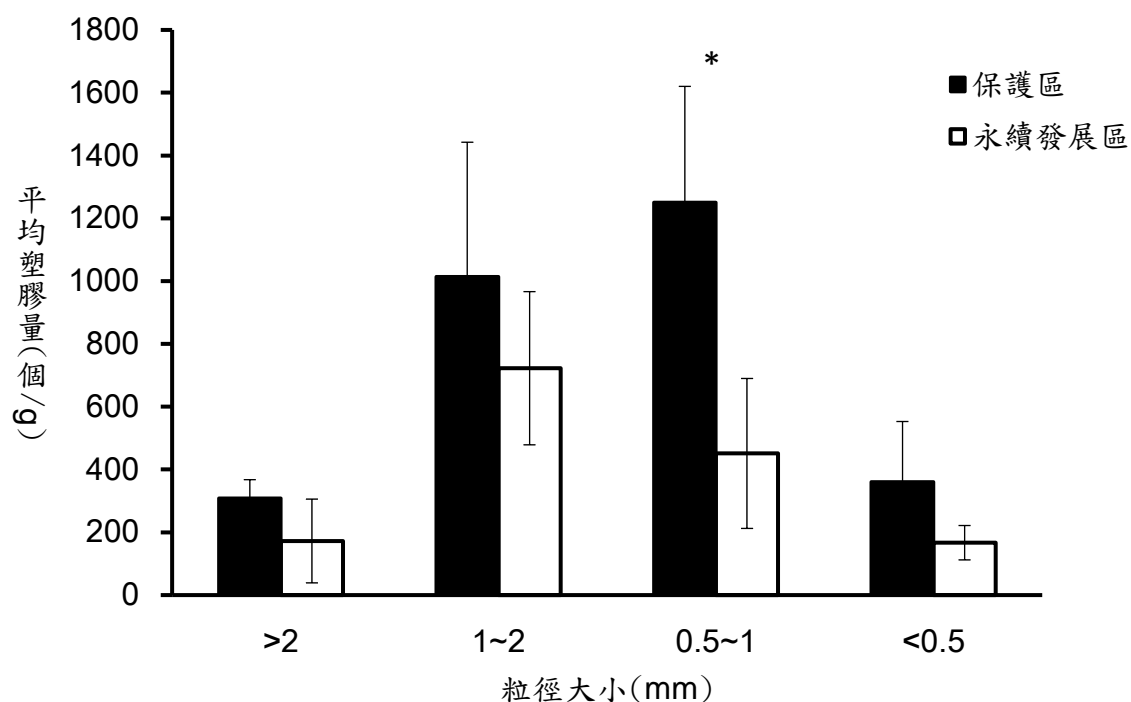
* = $p < 0.05$

(二)海砂檢測



圖十六 生態保護區及永續發展區海砂中微塑膠的含量

* = $p < 0.05$



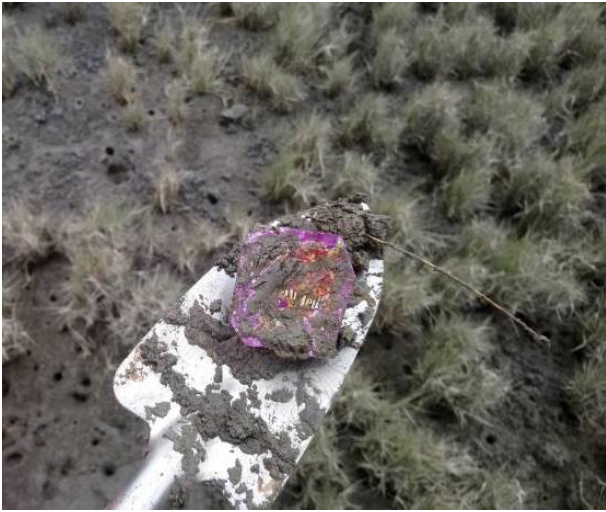
圖十七 不同粒徑的微塑膠在生態保護區及永續發展區分布比較圖

* = $p < 0.05$

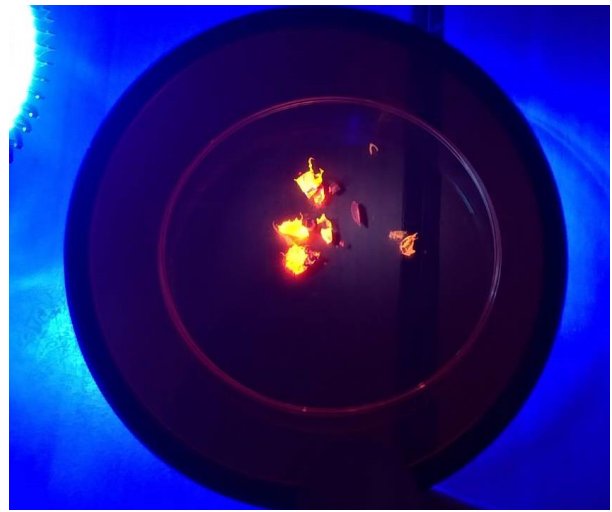
1.由圖十五得知，退潮海水(大排水口)平均每公升含有約 186 個微塑膠，漲潮海水平均每公升含有約 102 個微塑膠，兩者在統計上有顯著差異($* = p < 0.05$)。圖十六生態保護區內海砂平均每公克含有約 2934 個微塑膠，亦遠高於永續發展區的 1513 個。其中生態保護區海砂中又以粒徑 0.5~1 mm 的微塑膠數量最多(圖十七)。

2.由實驗一結果可發現，退潮海水(大排水口)的塑膠含量較漲潮海水多、生態保護區海砂的塑膠含量多於永續發展區，我們推測造成此現象的原因應為往外排出的水污染較嚴重，又由於生態保護區內遍布了雲林完草等植物，塑膠廢棄物容易被植物阻擋(圖十八)，所以保護區內塑膠含量較高。

3.為了驗證調查結果是否符合實際狀況，我們進行了反向測試實驗，以乾淨的砂及混有塑膠片的砂分別染色並照射藍光，結果顯示乾淨的砂並無螢光，但外加的塑膠片發出了強烈的螢光(圖十九~二十一))，由此可證實本次實驗海砂中所發現的強烈螢光物質為塑膠微粒，也提高本次調查數據的真實性。



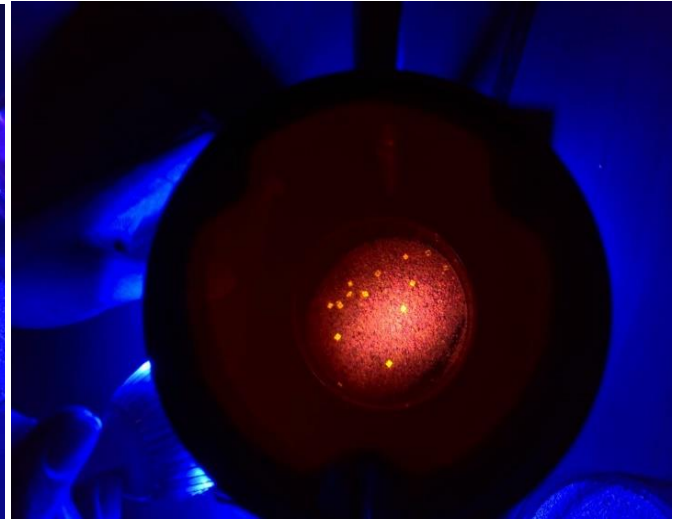
圖十八 高美濕地拾獲的海洋垃圾



圖十九 海洋垃圾碎片照射藍光發出強烈螢光

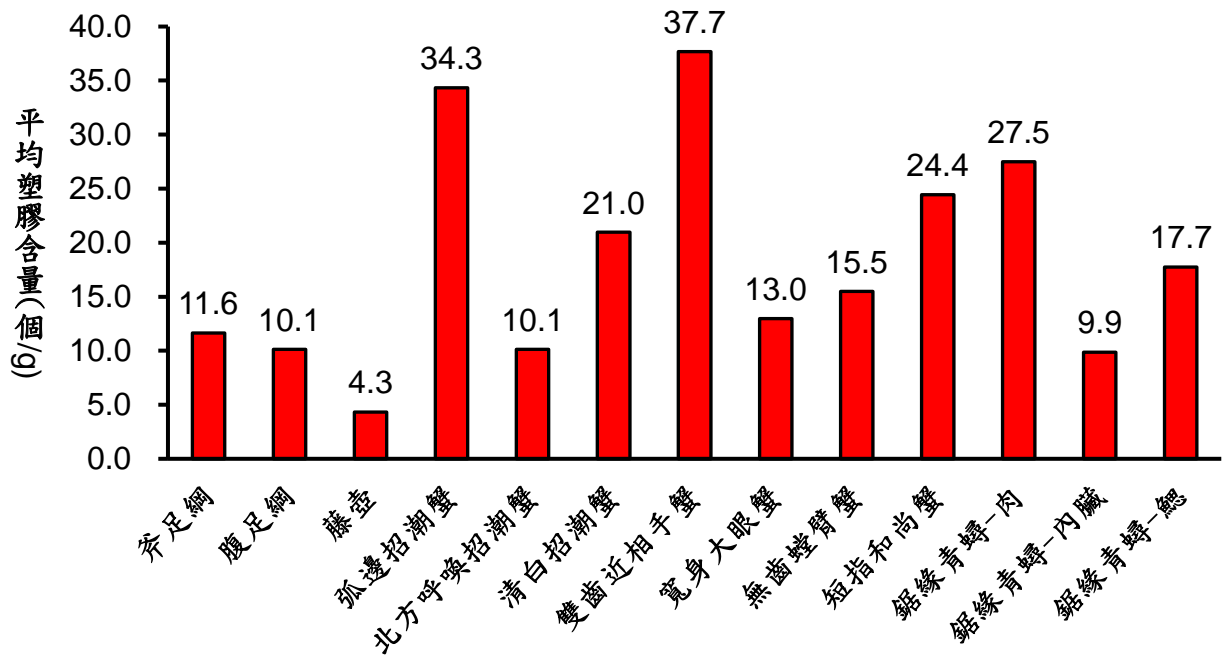


圖二十 乾淨的砂經藍光照射後並無螢光

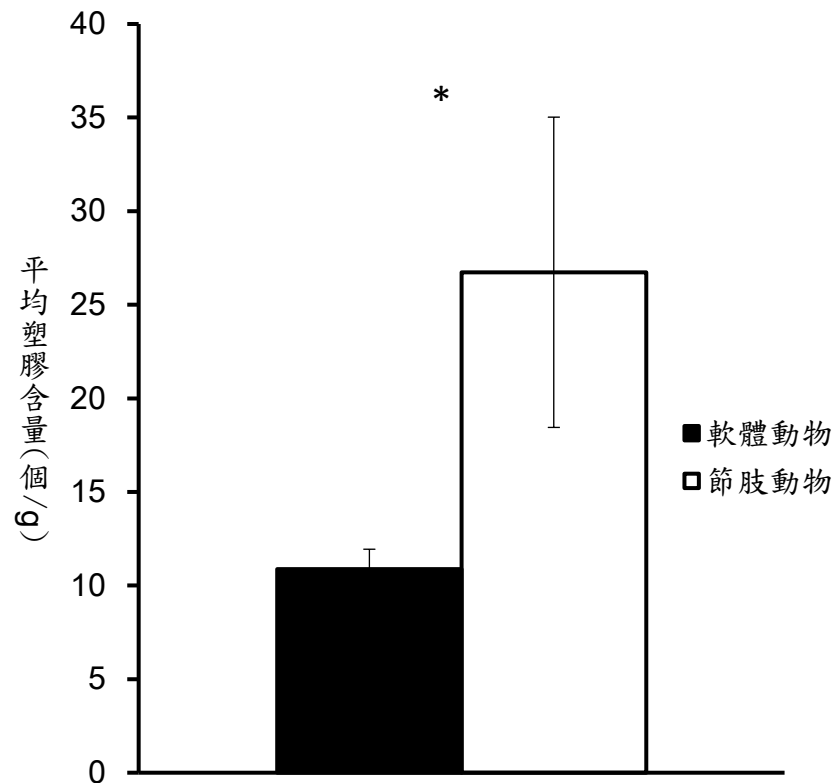


圖二十一 混入沙中的塑膠片經藍光照射後發出強烈的螢光

實驗二、實地檢測高美濕地無脊椎動物體內微塑膠含量



圖二十二 高美濕地無脊椎生物體內微塑膠含量



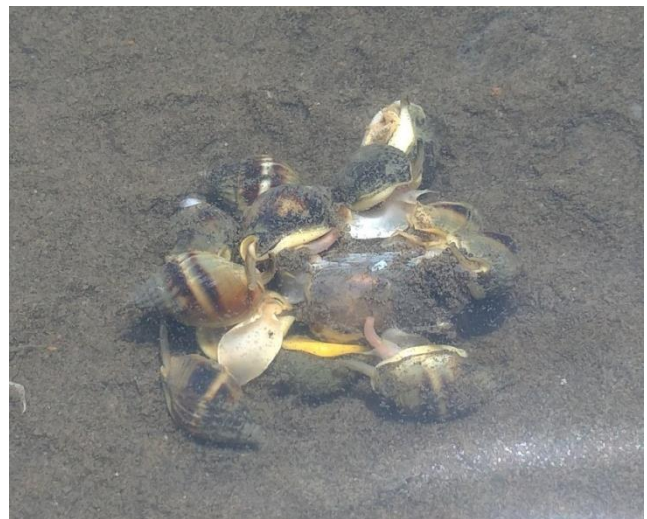
圖二十三 高美濕地軟體動物與節肢動物體內塑膠含量比較圖

* = $p < 0.05$

- 1.由圖二十二可得知雙齒近相手蟹體內塑膠含量最高，平均每公克約含有 37 個微塑膠，而藤壺體內的塑膠含量則為最低，平均每公克的藤壺約含有 4 個微塑膠。由圖二十三可得知節肢動物體內塑膠含量高於軟體動物，且具有顯著差異。
- 2.此外，我們將鋸緣青蟬的鰓取下清洗，將鰓及汙水分別處理，發現鰓平均每公克約有 18 個微塑膠，汙水以濾紙過濾後發現 86 個微塑膠，由於是採用第三次清洗之汙水，故推測鰓內原本的微塑膠可能更多。
- 3.根據實驗一的數據顯示，高美濕地生態保護區內塑膠含量高於永續發展區。在此區我們撿拾到各式各樣的塑膠廢棄物，推測應是遊客於永續發展區丟棄後經幾次漲退潮後擱淺與此，加上此區密布保育類的植物進一步影響垃圾的漂移，因此生態保護區內(離岸 0~600 m)物種體內所含塑膠量才會遠高於永續發展區(離岸 600~1050 m)。
- 4.本實驗中多數的節肢動物(除寬身大眼蟹外)皆在生態保護區內所捕獲，軟體動物則是在永續發展區，故推測軟體動物體內塑膠含量少於節肢動物，其中一個因素是由於分布位置不同所造成(圖二十三)。
- 5.生活型態與攝食方式也是可能的影響因素。由於節肢動物活動範圍較大，且為主動獵食的動物，故其體內所含塑膠量較軟體動物的螺貝類多，但像藤壺這種固著的被動濾食性節肢動物，其塑膠含量就較其他物種少。
- 6.另外在採集的過程中，我們發現物種間有食物鏈的關係，故推測生物體內的塑膠亦可能透過食物鏈造成生物放大作用。

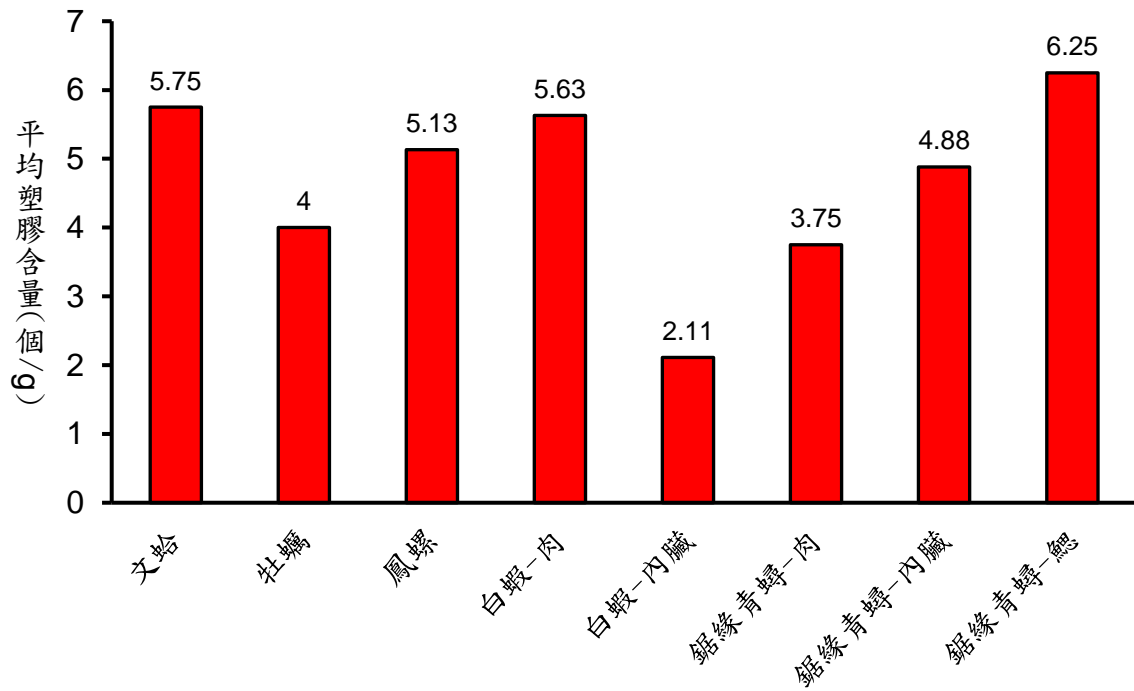


圖二十四 螃蟹捕食蛤蜊

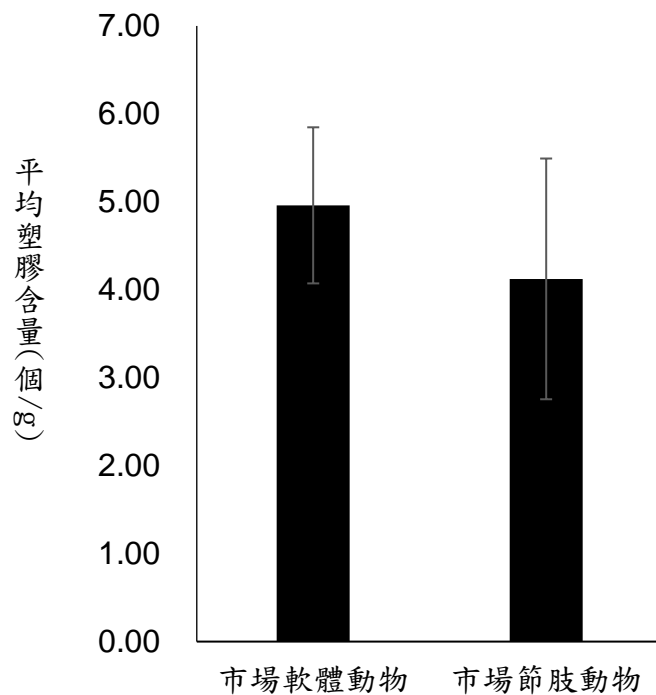


圖二十五 螺攝食死亡的螃蟹

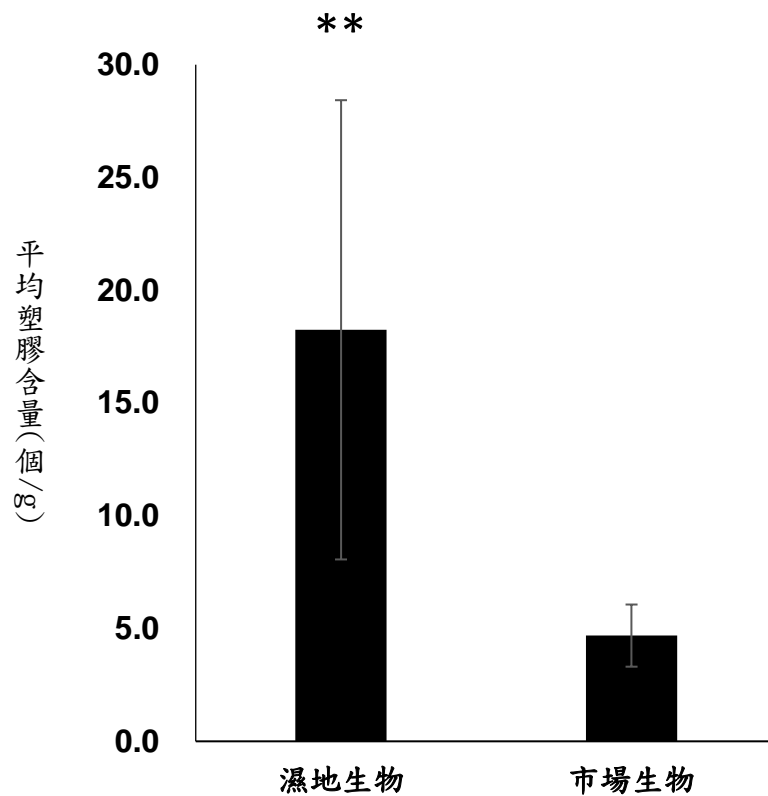
實驗三、實際觀察自傳統市場購買的漁獲體內有無微塑膠



圖二十六 傳統市場所購得之海鮮體內塑膠含量比較圖



圖二十七 傳統市場所購得之軟體動物與節肢動物體內塑膠含量比較

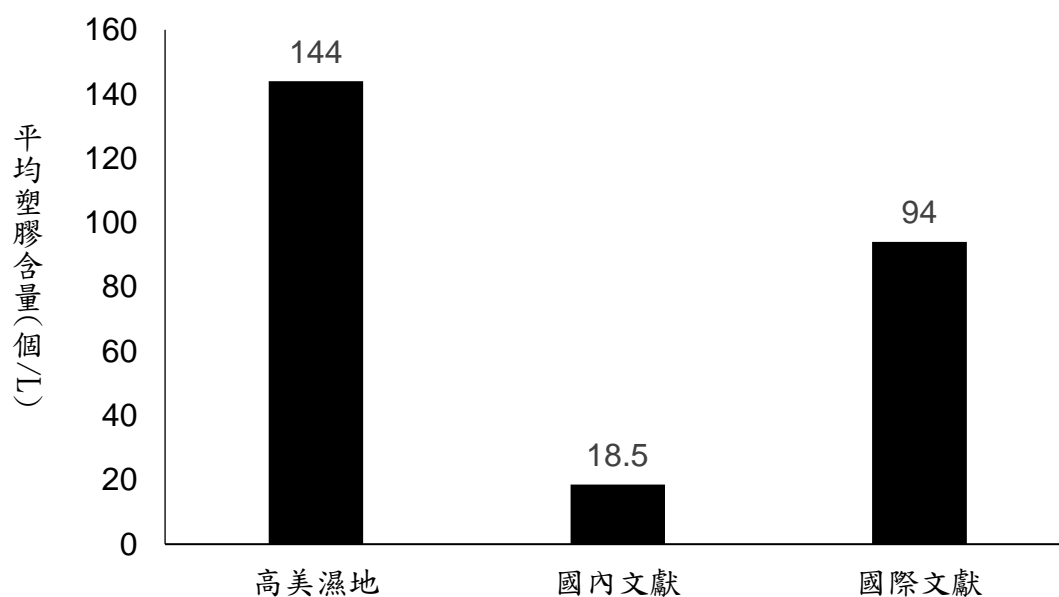


圖二十八 高美溼地生物與傳統市場海鮮平均塑膠含量的比較圖

** = $p < 0.01$

- 1.由圖二十六可知鋸緣青蟳鰓中的塑膠含量最高，平均每公克約有 6 個微塑膠，但相較於高美濕地所捕獲的個體少。圖二十七顯示傳統市場裡的軟體動物體內塑膠含量高於節肢動物，軟體動物平均每公克約有 5 個微塑膠，節肢動物約有 4 個，但彼此並無顯著差異。
- 2.由圖二十八可知，高美濕地生物體內塑膠含量遠大於市場購得的生物，高美濕地生物每公克平均約 18 個，市場購得的生物約 5 個，且兩者有顯著差異($p < 0.01$)。造成此差異的因素可能是由於市場上購得的海鮮多為人工養殖，相較於野生環境汙染較少，因此較推薦食用人工養殖的海鮮。

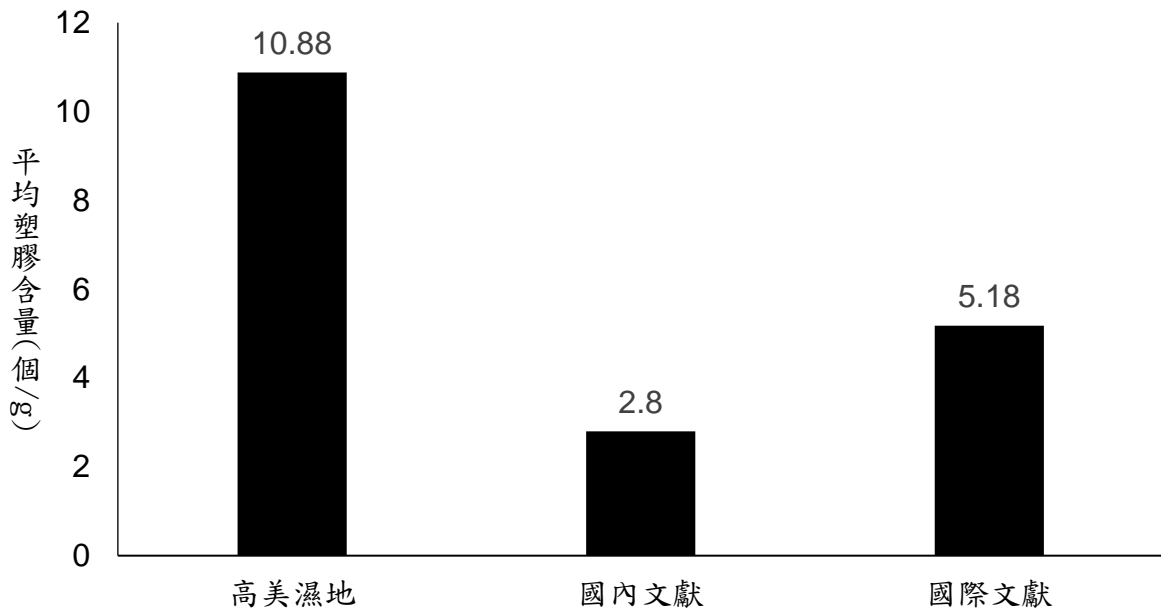
實驗四、相較本次實驗數據與國內外文獻之綜合分析



圖二十九 高美濕地海水平均塑膠量與國內外文獻之比較

表一 高美濕地海砂、海水及軟體動物體內平均塑膠量與國內外文獻之比較

	數據別		
	高美濕地	國內文獻	國際文獻
海砂(個/g)	2224000	2400	8700
海水(個/L)	144	18.5	94
軟體動物(個/g)	10.88	2.8	5.18



圖三十 高美濕地軟體動物體內塑膠含量與國內外文獻之比較

- 1.由圖二十九、三十及表一可知，高美濕地海水中平均塑膠量(144 個/L)約為國內文獻資料的 10 倍(18.5 個/L)，國際文獻(94 個/L)的 2 倍。海砂的塑膠含量(2224000 個/g)更是驚人，約為國內外文獻的 1000 倍，而軟體動物體內塑膠含量(10.88 個/L)約為國內文獻(2.8 個/L)的 5 倍，國際文獻(5.18 個/L)的 2 倍。
- 2.實驗結果顯示高美濕地塑膠含量均高於國內外文獻數據，表示該地區的環境汙染問題日益嚴重，須理出完整的政策因應此問題。
- 3.高美濕地為國際著名的觀光景點，遊客眾多，政府也在當地大力的發展觀光事業，人為擾動的增加實際上也對當地環境造成不少影響，國人需發揮公德心，落實塑膠減量，減少對環境的影響及破壞。

陸、結論

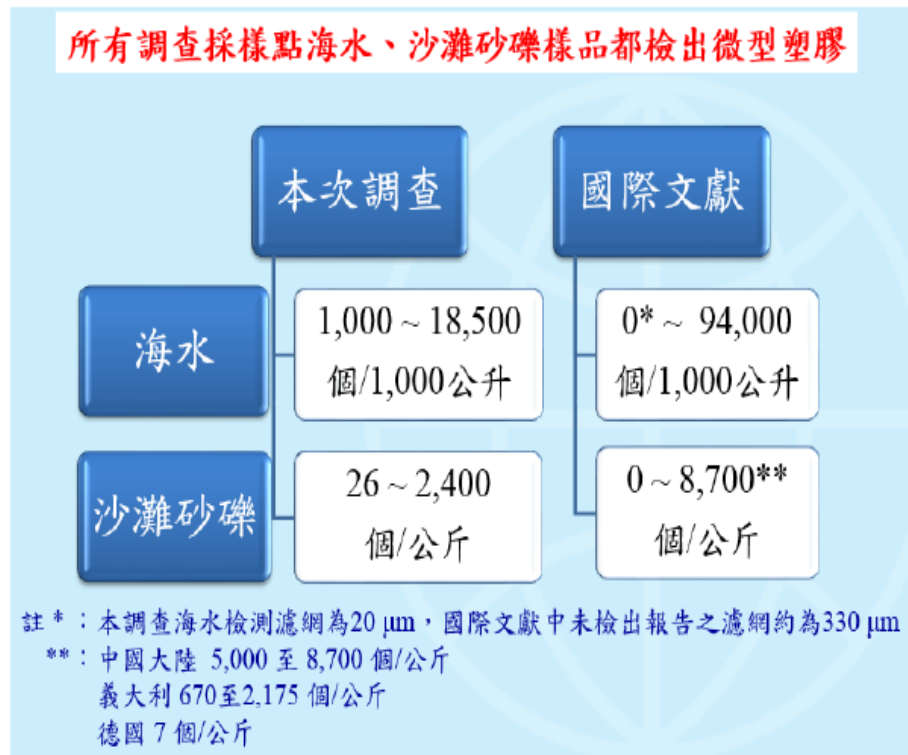
- 一、由實驗可知，由陸地流出的微塑膠多於漲潮海水帶進來的，顯示汙染源自人類活動所造成，必須徹底落實塑膠減量。
- 二、綜合實驗結果，不論是海砂、海水或是生物體內含量，高美濕地生態保護區皆高於永續發展區，顯示背景環境確實會影響塑膠垃圾的分佈，進而影響當地的生物。
- 三、高美濕地節肢動物體內塑膠含量大於軟體動物，可能與生物本身的分布區域有關，且因為彼此有掠食的關係，是否造成生物放大作用也是一個值得探討的問題。
- 四、於傳統市場購得的海鮮，其體內塑膠含量低於高美濕地，可能與物種來源有關，人工養殖的環境較能控制，故食用海鮮時建議選擇人工飼養的物種。
- 五、比較文獻數據，高美濕地海水的塑膠量約為國內外其他海域的 2~10 倍，海砂約為 200~1000 倍，軟體動物約為 2~5 倍，顯示高美溼地的汙染程度遠較其他地區嚴重，亟須制定一個完整的因應政策。
- 六、調查報告至此，不得不令人感嘆，真的是「天涯何處無塑膠」！，懇切呼籲人們，在後防疫時代爆炸性旅遊來臨的時刻，發揮公德心，到了旅遊區，除了足跡什麼都不要留下，尤其是塑膠！

柒、參考文獻

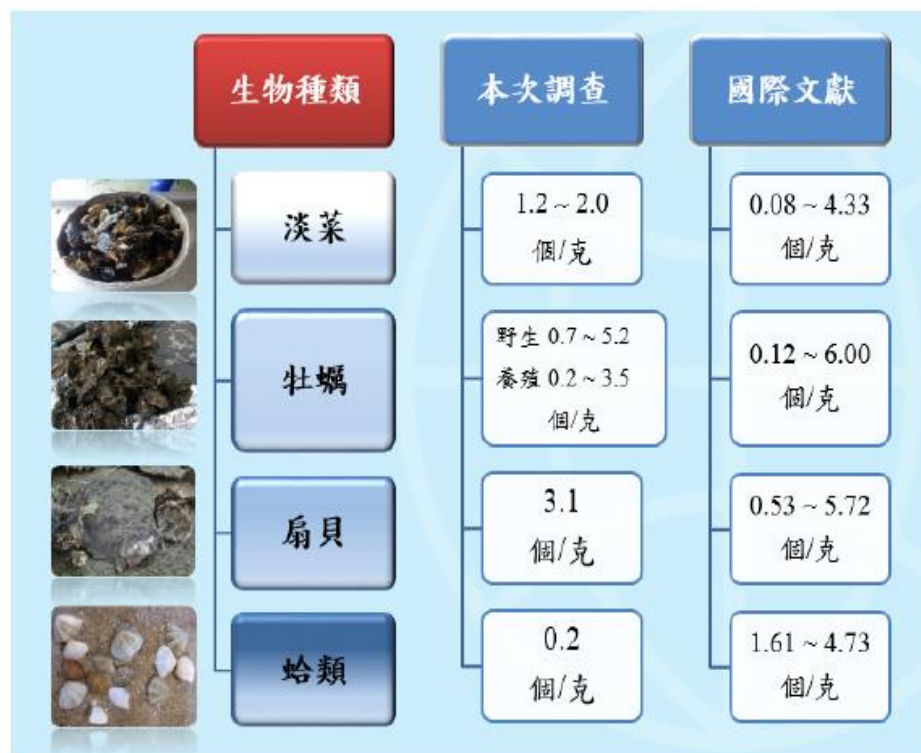
- 一、李永適(JUN. 2019) 海洋微塑膠。取自：
<https://www.natgeomedia.com/e-mag/environment/content-8308.html>
- 二、SARAH GIBBENS(蔡雅鈴編譯) (JUN. 2019) 你我每年吃下成千上萬塑膠屑，且傷害不明。國家地理雜誌。取自：
<https://www.natgeomedia.com/environment/article/content-8473.html>
- 三、微型塑膠記者會附件 (10709251) 。取自：
<https://enews.epa.gov.tw/Page/894720A1EB490390/19fa5d34-98ff-4a9d-a624-1f466ca146d4>
- 四、「塑」不及防—牡蠣中的微塑膠與環境及養殖方式的影響
http://sciexplore2019.colife.org.tw/vote_content.aspx?guid=61439bce-b6e9-4f16-9c32-58a818e15f02&type=pop&group=6

捌、附錄

附表 3 本次調查環境中微型塑膠結果與國際文獻比較



附表 4 本次調查養殖及野生貝類微型塑膠結果



【評語】 030301

本研究主要探討塑膠微粒在不同水域環境以及居住其中的幾種無脊椎動物體內的含量及分佈。研究主要分為檢測海砂及海水的塑膠微粒，以及實地收集高美濕地以及市場購買的海鮮，並分析其中所含塑膠微粒含量。關懷生態並以實際行動，值得鼓勵。研究主題有學術性，但創新性較為不足。

優點：本作品為現象確立型研究，探討微塑膠在環境與動物內的累積量。關懷生態並有實際行動，值得鼓勵。

建議：

1. 實驗中用來檢測海水中塑膠微粒的方法是先以濾紙過濾海水樣品後，以尼羅紅染劑染色後於檢測裝置中觀察螢光物質是否存在。本方法雖然可以找到塑膠微粒，卻較難定量。研究中以每公升來水內有幾個塑膠微粒的方法作為定量方式較不準確，且不確定該方法是否能夠準確偵測塑膠微粒。
2. 尼羅紅能有效地將塑膠染色，進而以藍光照射後會激發出螢光。需以定量塑膠當對照組，以確定所配製之尼羅紅染色塑膠之效能。
3. 此染色方法根據 Thomas Maes 等人的研究得知，參考文獻需列出出處。
4. 微塑膠計數的面積並未說明清楚。
5. 採取各物種的組織部位是否相同？需說明。
6. 第 7 頁-目鏡，非木徑。書面資料送出前宜做檢視。

作品海報

摘要

本研究調查高美溼地的海砂、海水及野生無脊椎動物體內有無微塑膠，並購買傳統市場常見的海鮮與之比較。結果顯示高美溼地的環境及物種體內皆含有微塑膠，其中離岸較近的「生態保護區」內海砂中的微塑膠含量高於木棧道外的「永續發展區」；堤岸邊大排水口處海水的微塑膠含量亦多於漲潮海水。高美溼地的物種中，節肢動物平均微塑膠含量較軟體動物高，可能與其分布區域及食性有關，亦有生物放大作用的可能。於市場購得的海鮮體內亦含有微塑膠，但數量皆遠低於野生物種。高美溼地微塑膠含量大於國內外數據，甚至有百倍千倍，故須重視海域汙染問題，希望國人發揮公德心，徹底落實塑膠減量以盡地球公民的職責。

壹、研究動機

國一自然科老師教到「人類與環境」此單元時，老師要我們交一份有關環境汙染的心得報告。蒐集資料時，赫然發現我們的生活周遭早已充滿了微塑膠，令我們不禁捫心自問，中部地區目前的環境與生態又是如何？我們決定以此為主題做進一步的探討。

貳、研究目的

實驗一、檢測高美溼地的海砂及海水其中所含微塑膠的數量

(一) 海水

- 1.漲潮海水
- 2.退潮大排水口海水

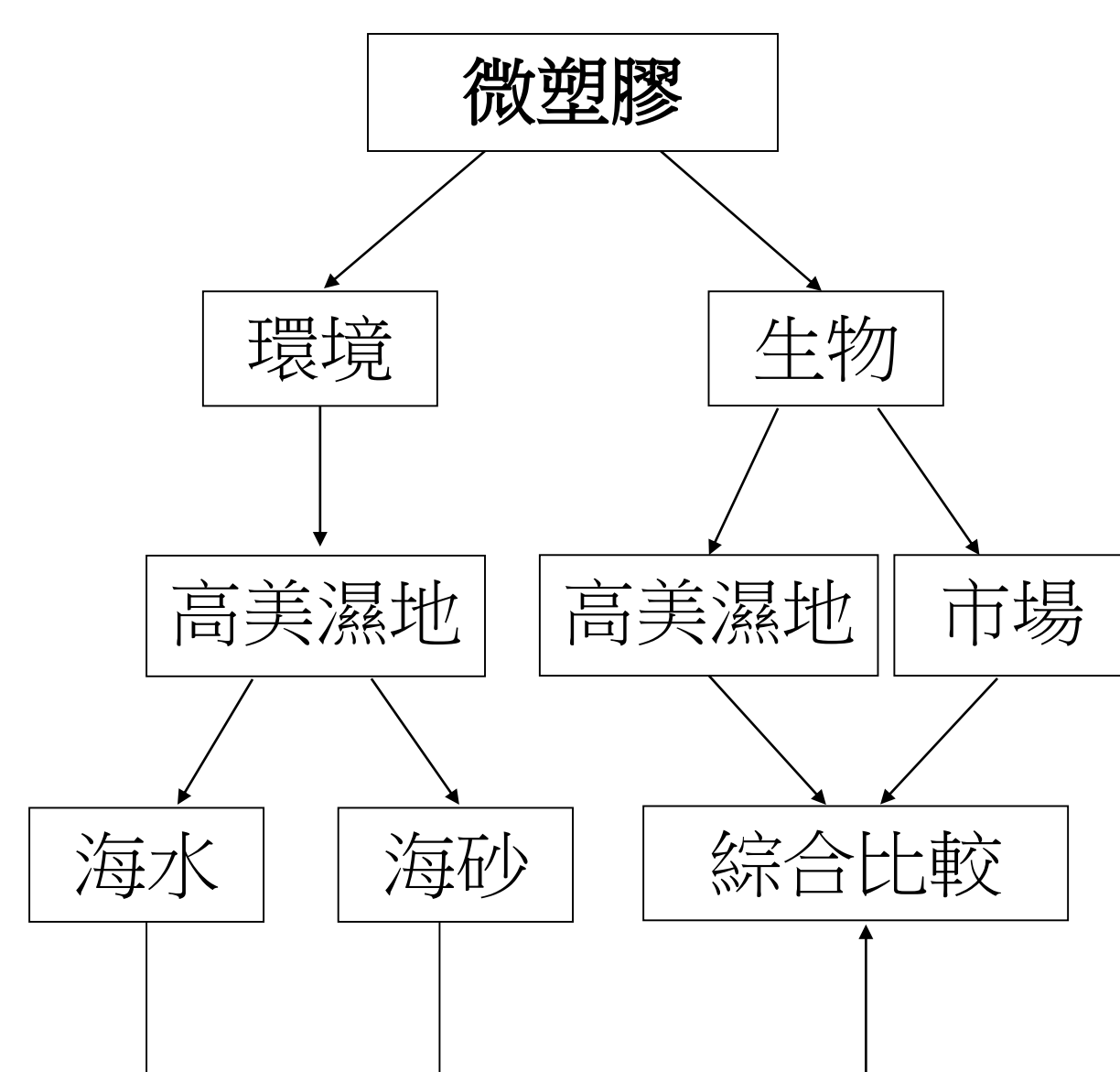
(二) 海砂

- 1.生態保護區海砂(離堤岸0~600公尺)
- 2.永續發展區海砂(離堤岸600~1050公尺)

實驗二、實地檢測高美溼地無脊椎動物體內微塑膠含量

實驗三、實際解剖觀察自傳統市場購買的海鮮體內有無微塑膠

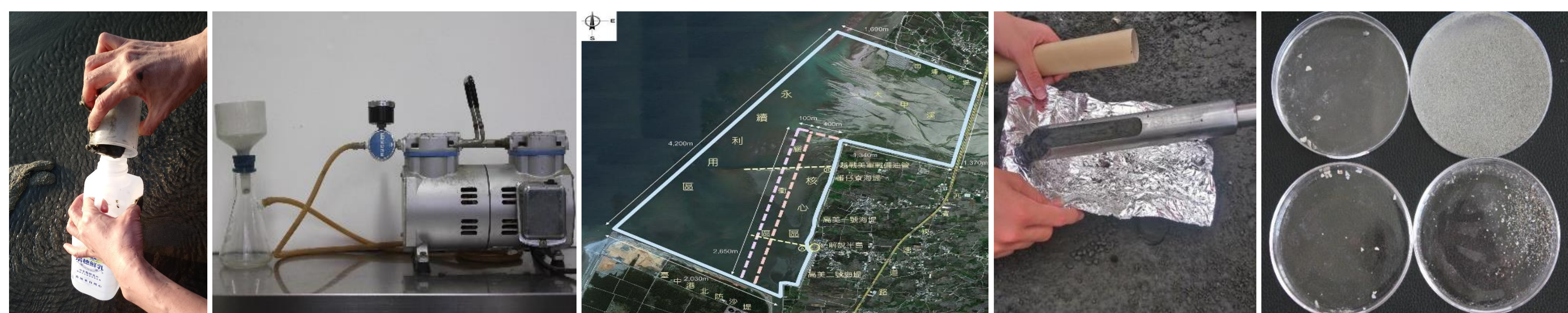
實驗四、相較本次實驗數據與國內外文獻之綜合分析



圖一 實驗流程圖

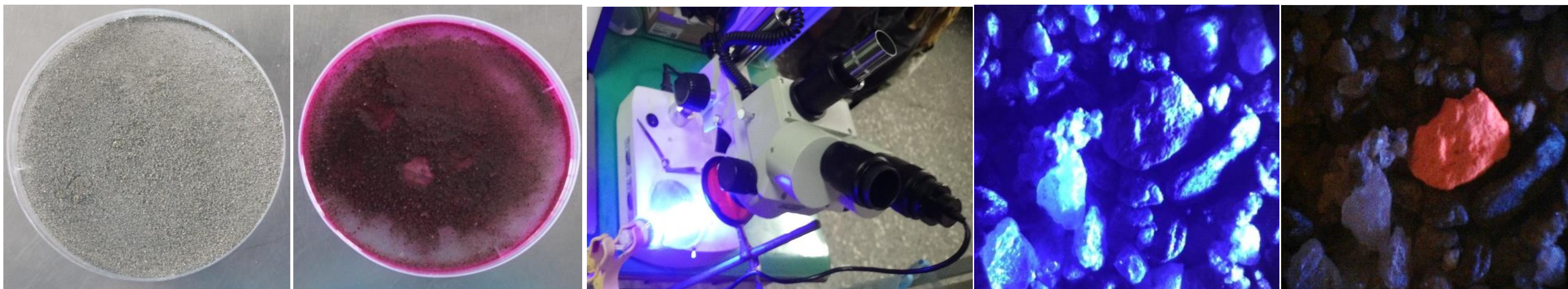
參、實驗步驟、結果及討論

實驗一、檢測高美溼地的海砂及海水其中所含微塑膠的數量



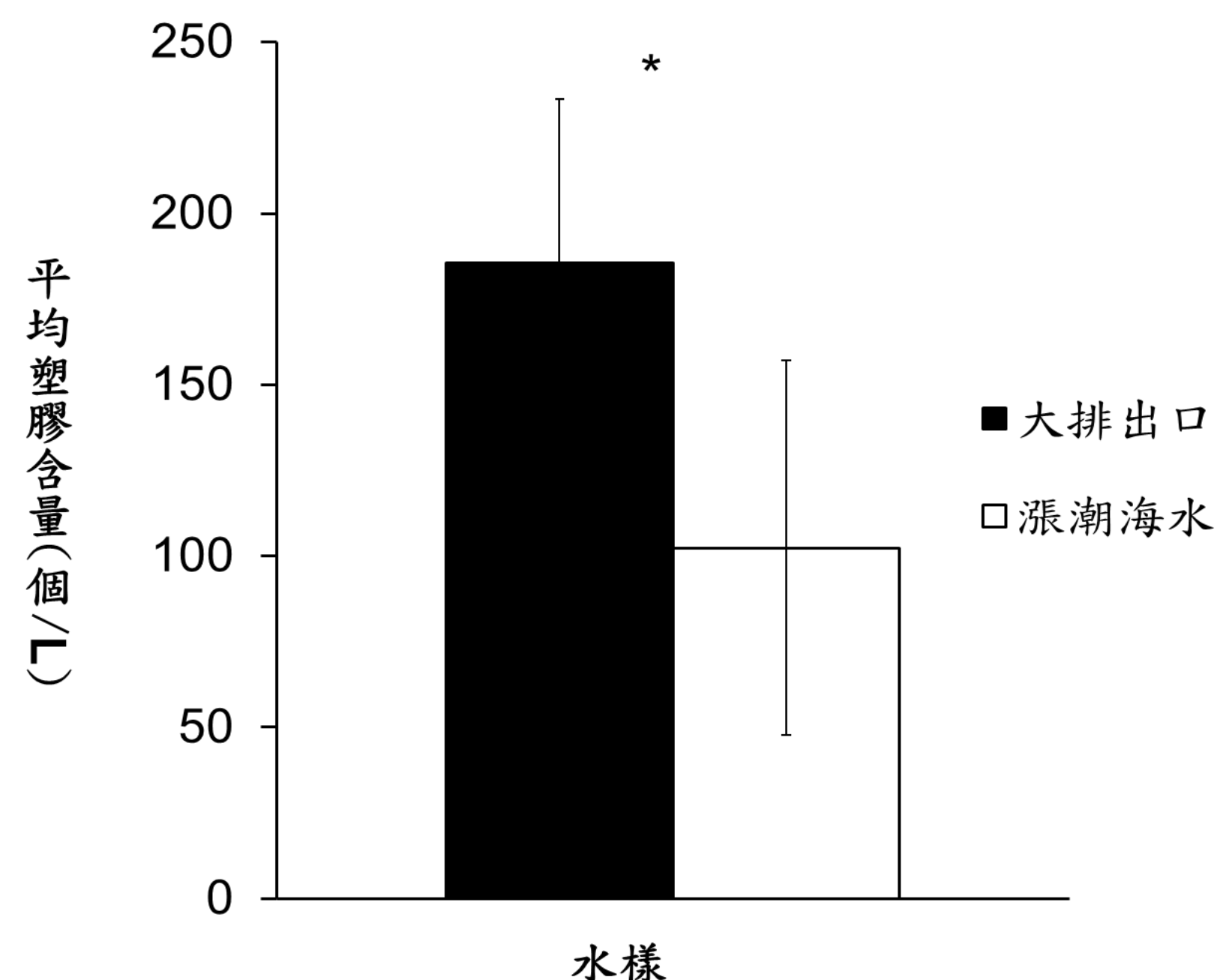
圖二 實驗一 採集海水及海砂步驟

自高美溼地漲潮時段及退潮時大排水口採集的海水(各採樣5組)以負壓過濾裝置過濾；分別於高美溼地生態保護區及永續發展利用區進行海砂取樣，以取土器採集等量海砂帶回實驗室，用鐵網分析篩過濾分為四種粒徑。

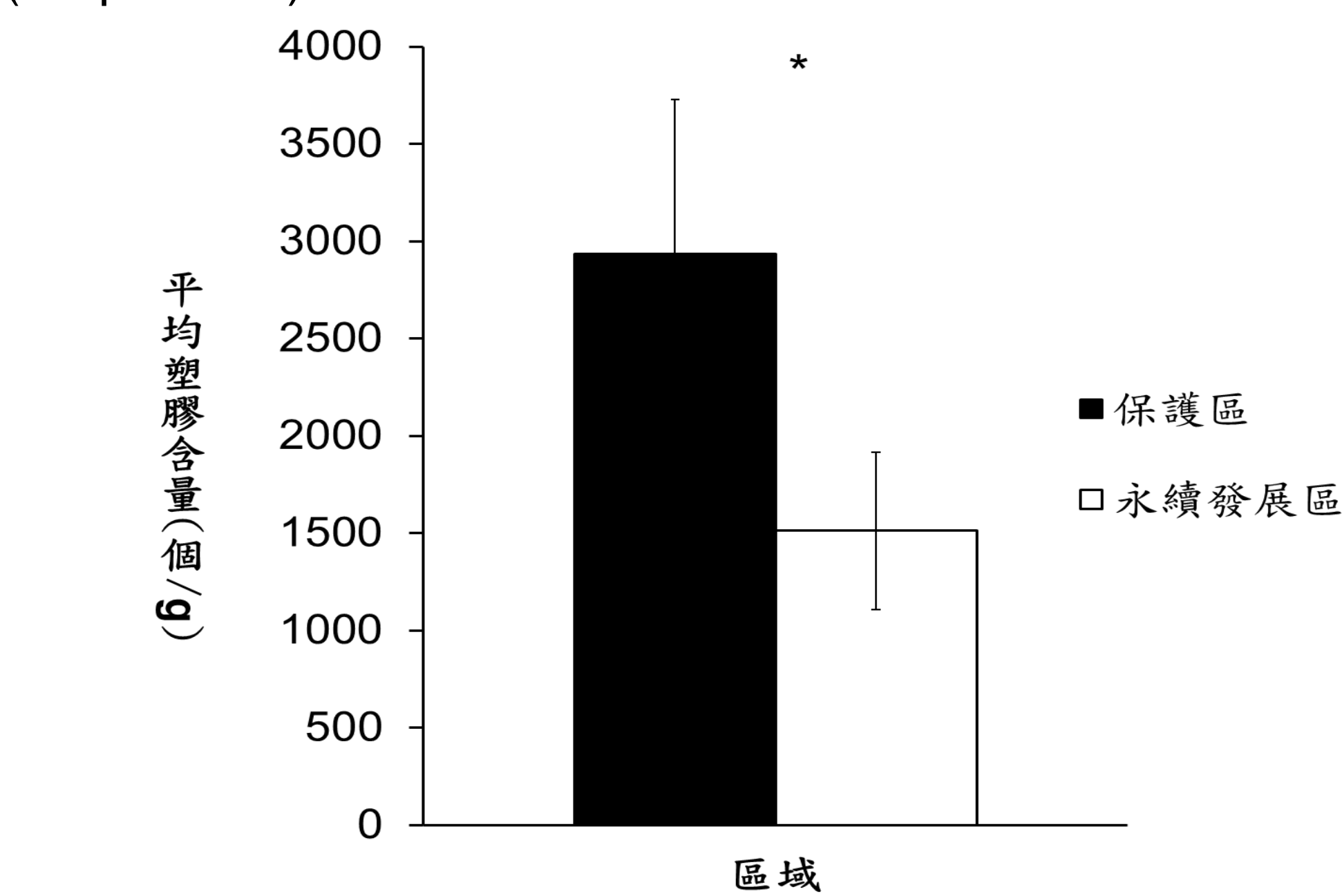


圖三 微塑膠檢驗流程

濾紙及海砂以尼羅紅染劑染色後，於黑暗環境中以藍光照射，透過橙色濾光片于顯微鏡下檢驗待測物是否發出螢光，即可推斷微塑膠的存在。(上圖由左至右分別為：未染色、染色後、檢塑裝置、照射藍光後、加上濾光片後)

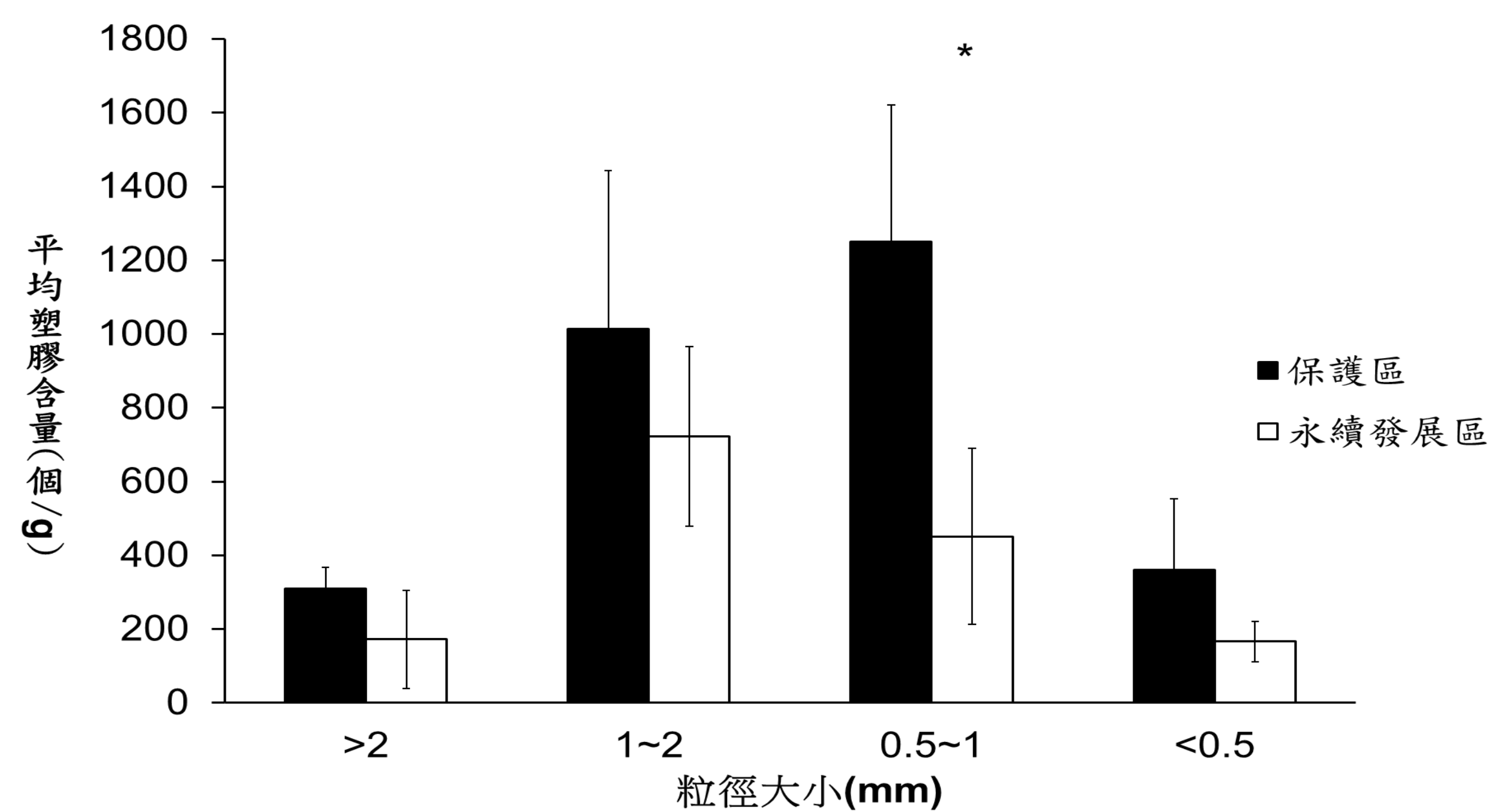


圖四 大排水口及漲潮海水之塑膠含量比較圖 (* = $p < 0.05$)



圖五 生態保護區及永續發展區海砂中微塑膠的含量 (* = $p < 0.05$)

- 1.大排水口(退潮海水)平均每公升微塑膠數量(186)遠多於漲潮海水(102)。
- 2.生態保護區內的海砂平均每公克微塑膠數量(2934) 高於永續發展區(1513)；又此區海砂以粒徑0.5~1 mm的微塑膠數量最多。
- 3.由實驗一得知，大排水口(退潮海水)的塑膠含量較漲潮海水多、生態保護區海砂的塑膠含量多於永續發展區，我們推測造成此現象的因素有二：外排的水汙染嚴重，且生態保護區內遍布雲林莞草等植物，塑膠廢棄物易受植物阻擋(如圖七)，故生態保護區內塑膠含量較高。



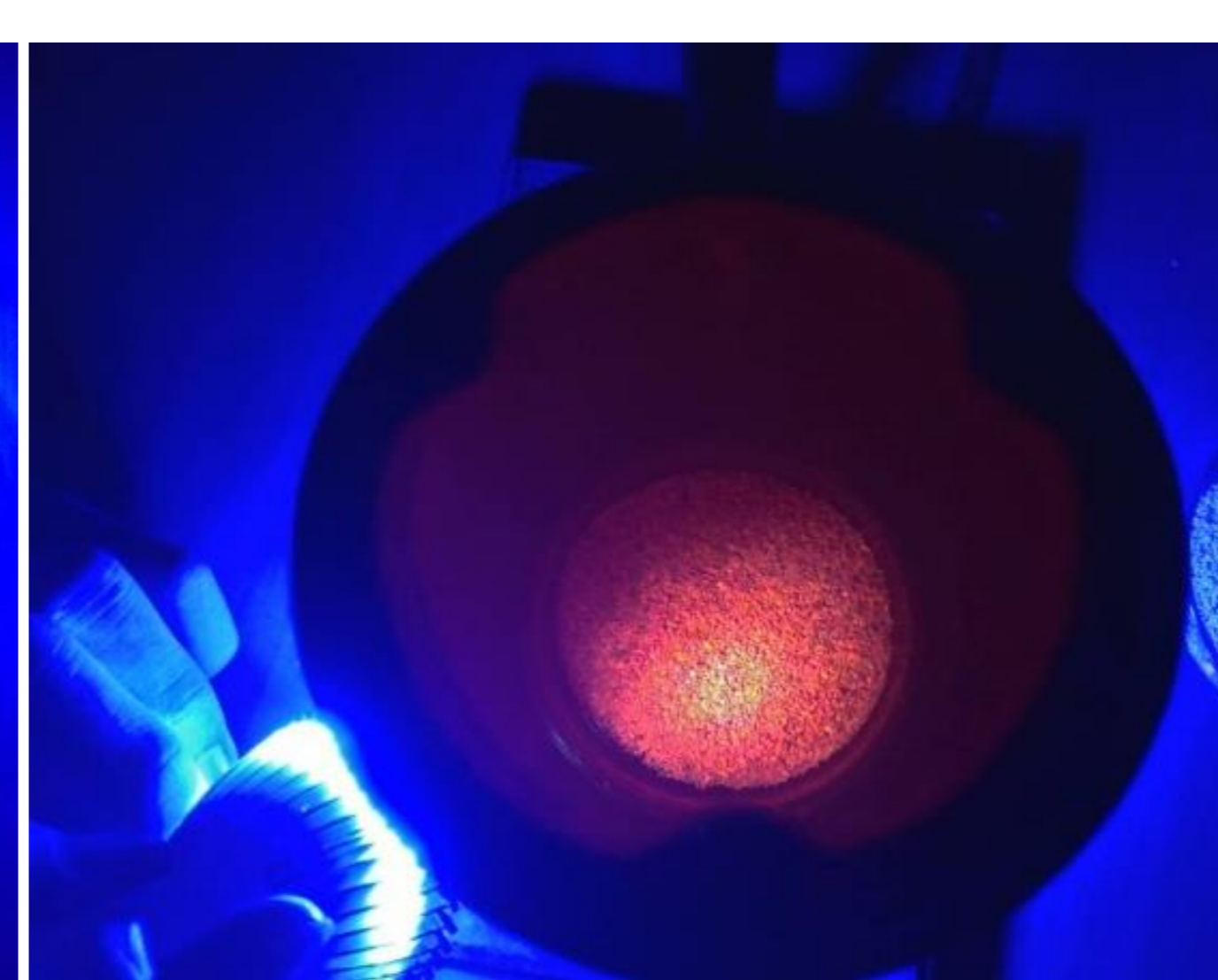
圖六 不同粒徑的微塑膠在生態保護區及永續發展區分布比較圖 (* = $p < 0.05$)



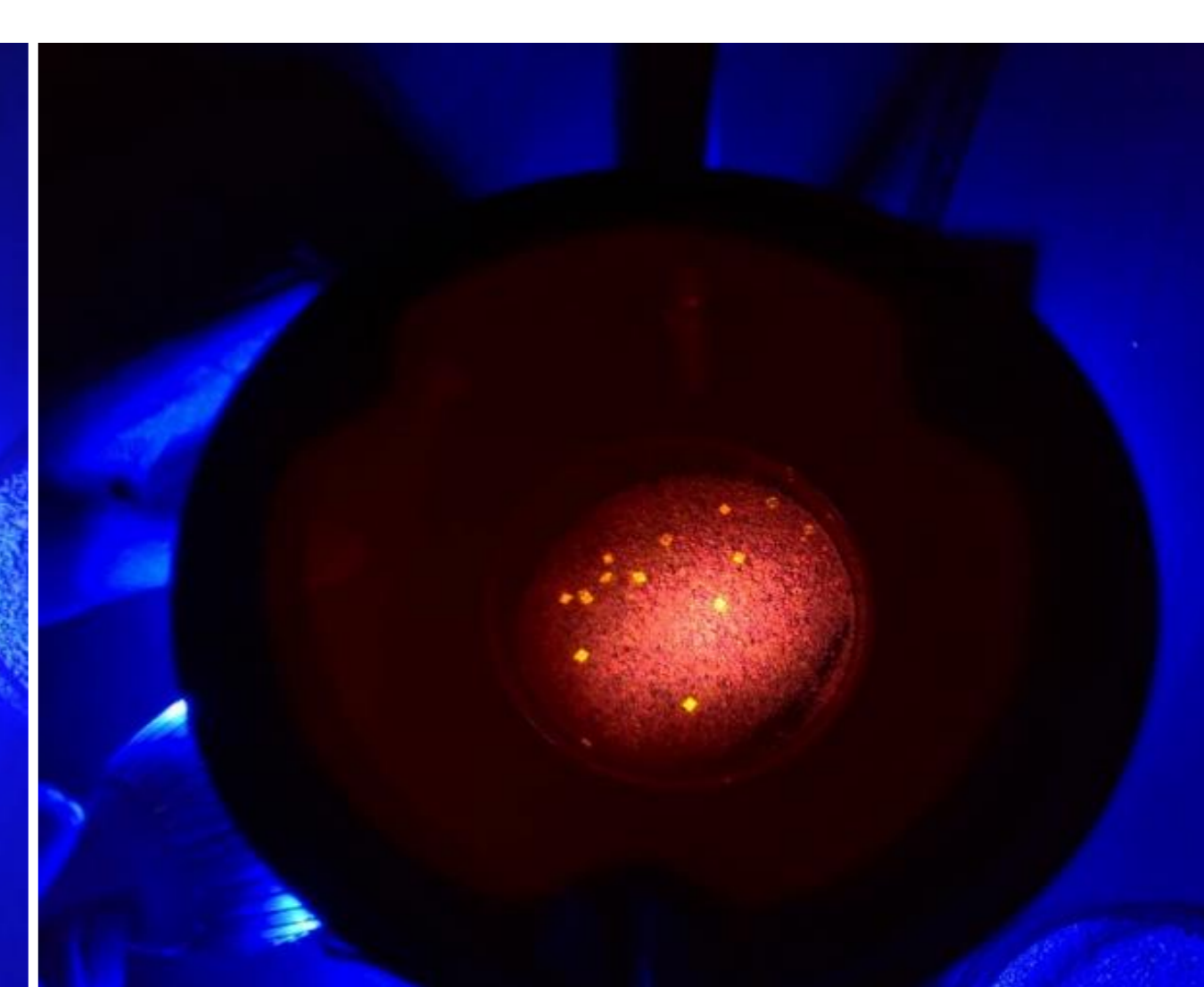
圖七 拾獲於高美濕地的海洋垃圾



圖八 海洋垃圾發出強烈的螢光



圖九 潔淨的砂經檢驗後無螢光



圖十 砂中的塑膠片發出強烈的螢光

實驗二、實地檢測高美濕地無脊椎動物體內微塑膠含量

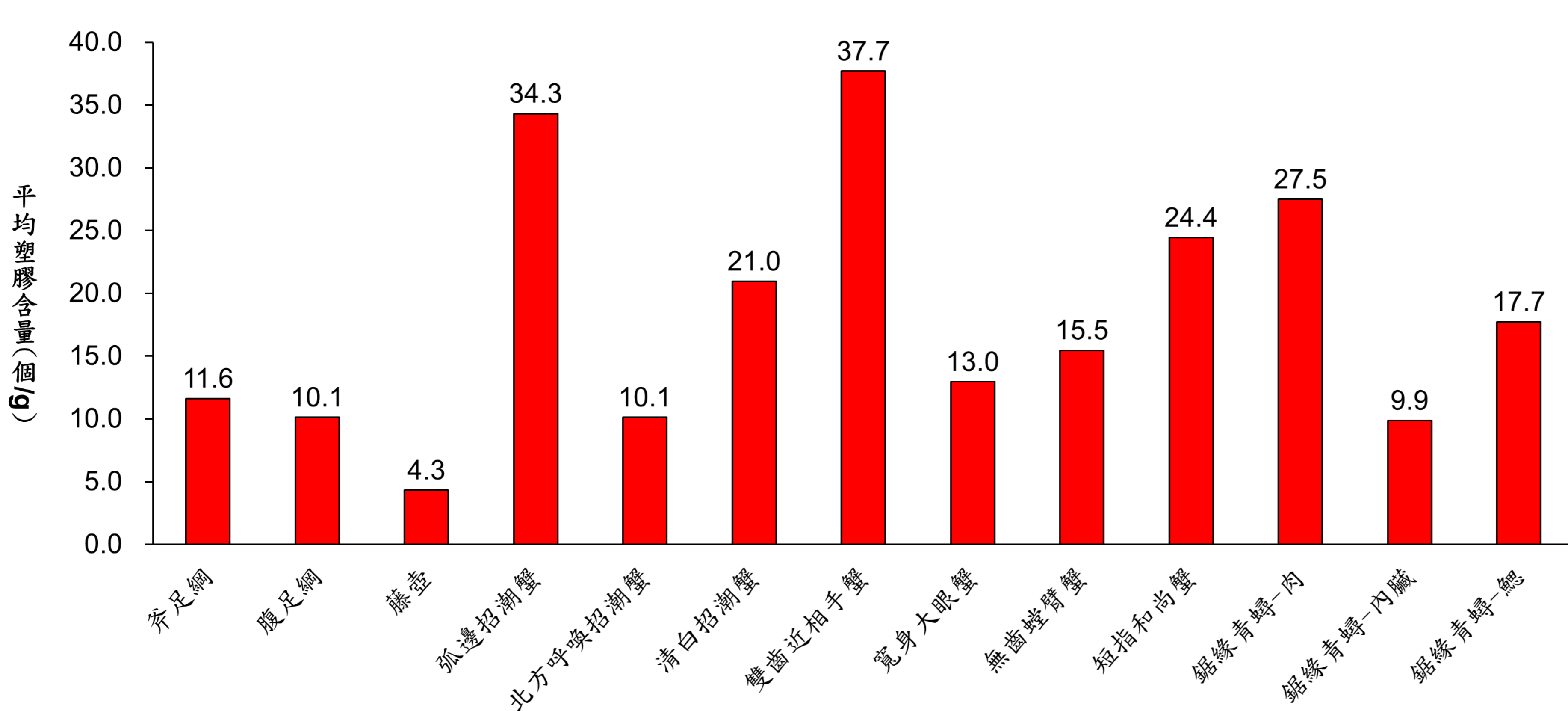


圖十一 實驗二步驟示意圖

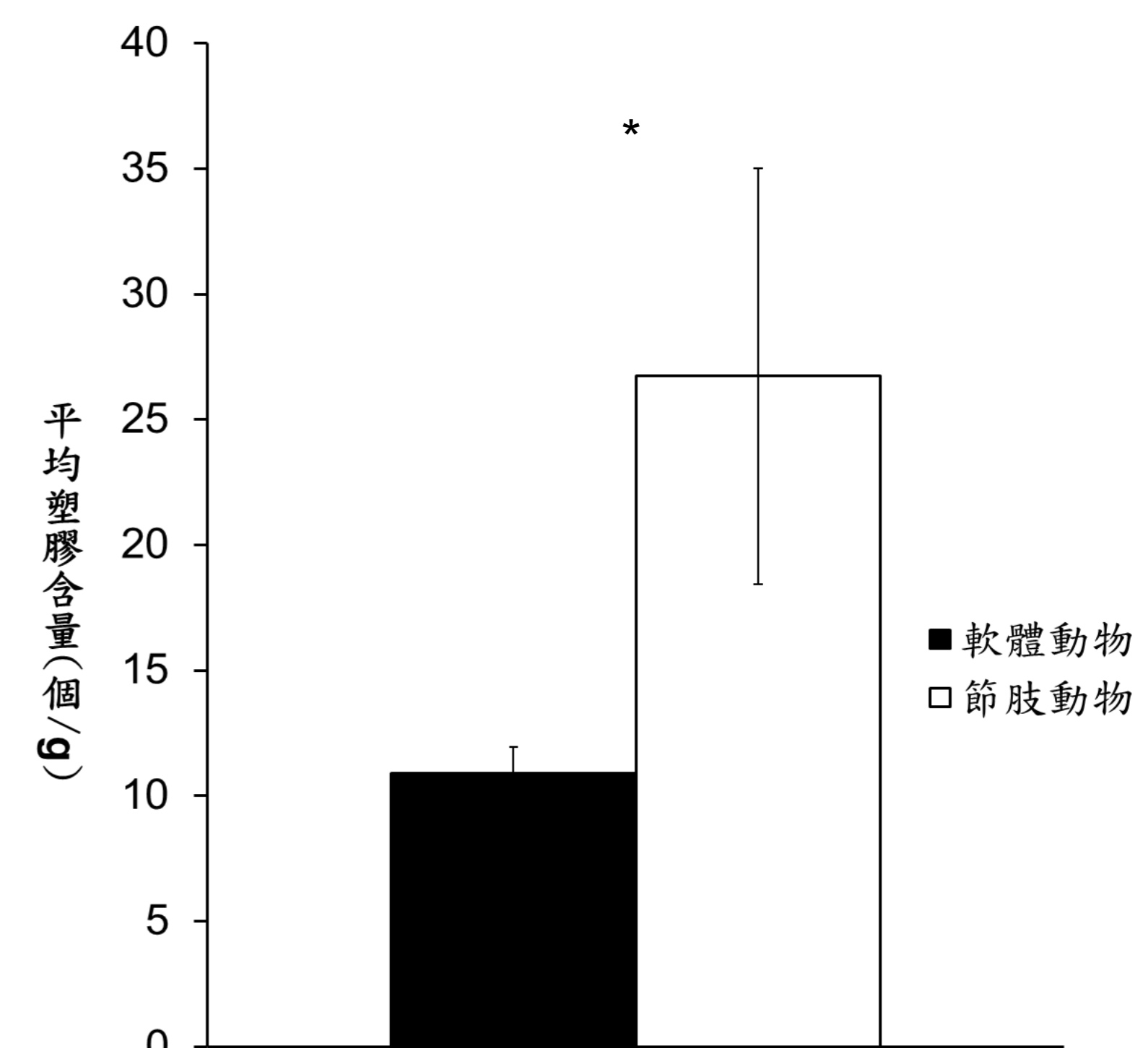
實地自高美溼地採集物種；於實驗室中進行生物前處理：將各樣本碾碎後，加入該物種重量6.4倍之雙氧水，於震盪水浴槽搖晃12~16小時，再倒入液體體積4倍之飽和食鹽水，置於室溫12小時即可。檢驗物種體內有無塑膠的方式同實驗一。



圖十二 高美濕地物種

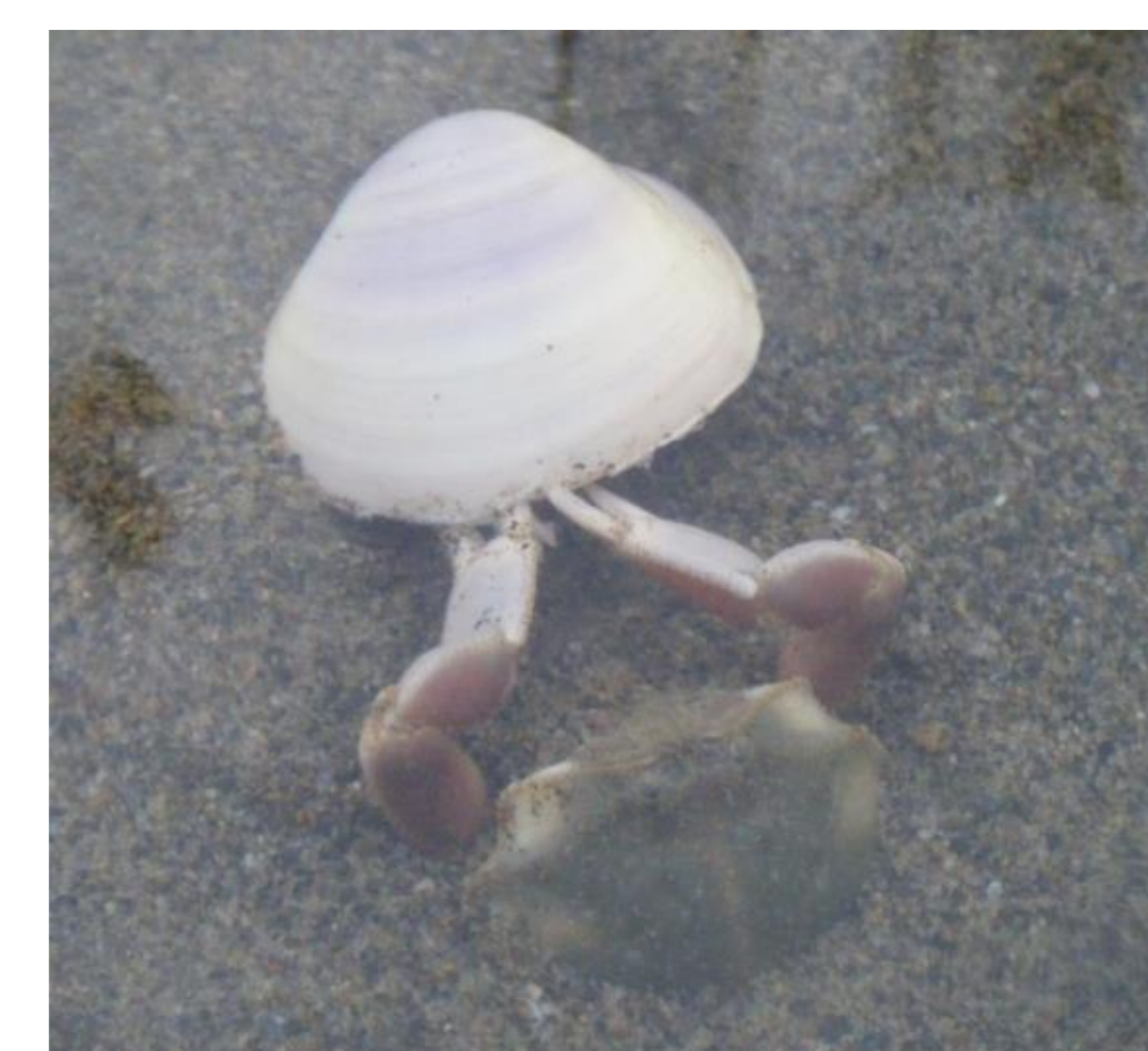


圖十三 高美濕地無脊椎生物體內微塑膠含量

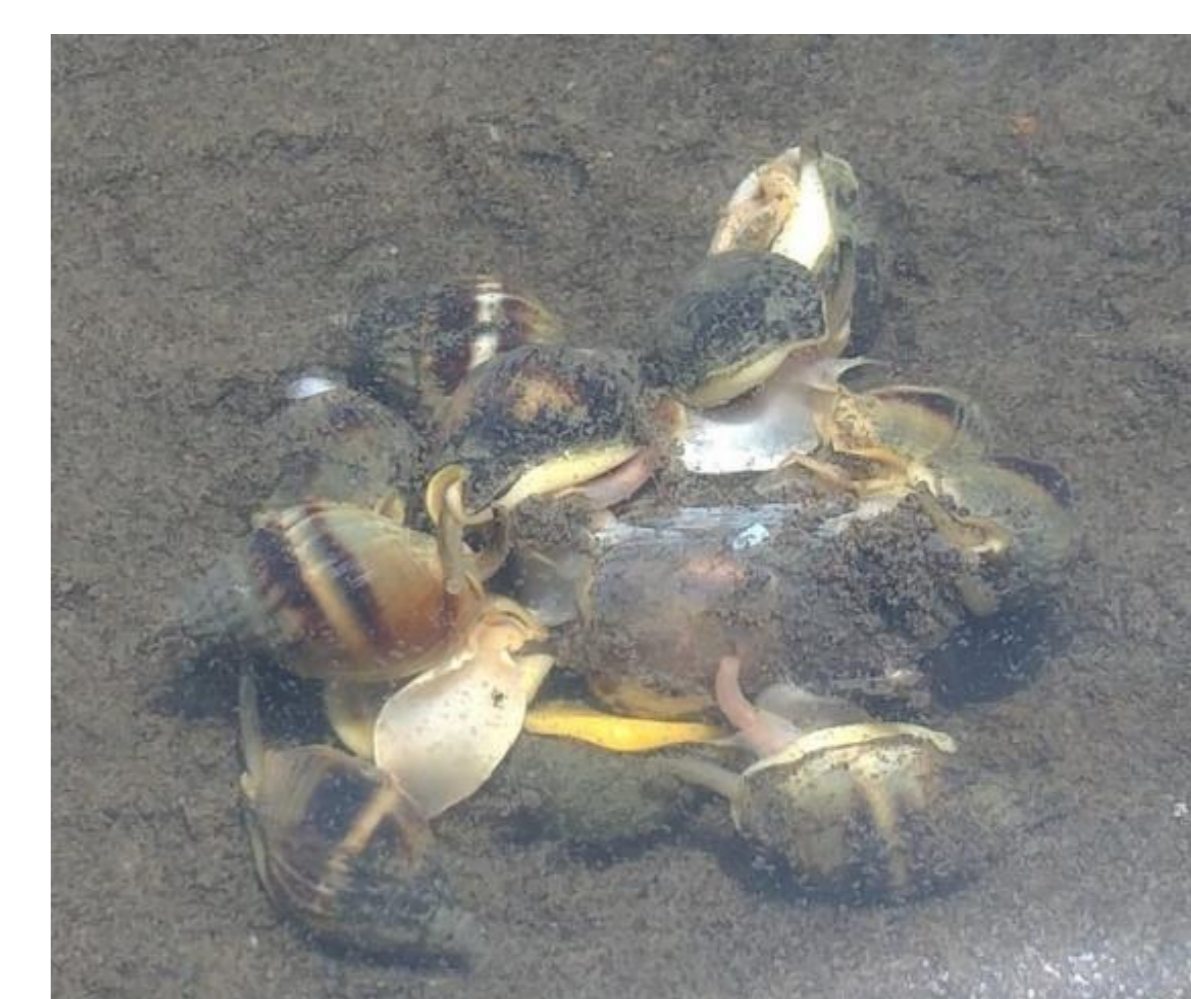


圖十四 高美濕地軟體動物與節肢動物體內微塑膠含量比較圖(* = p < 0.05)

- 由圖十三得知**雙齒近相手蟹**體內塑膠含量最高(平均每公克約含有37個微/g)，而**藤壺**則為最低(4個/g)。由更廣度的分類群來分析，圖十四顯示**節肢動物**體內塑膠含量遠高於**軟體動物**，在統計上具有顯著差異。
- 我們在生態保護區檢拾到各式各樣的塑膠廢棄物，推測應是遊客於永續發展區丟棄後，經幾次漲退潮攔淺於此；且此區廣佈保育類的植物進而影響垃圾的漂移，故**生態保護區內(離岸0~600 m)**物種體內所含塑膠量才會遠高於**永續發展區(離岸600~1050 m)**。
- 推測上述的環境因素，極可能是導致本實驗中多數的節肢動物(除寬身大眼蟹外，皆在生態保護區內所捕獲)，體內塑膠含量遠高於軟體動物(在永續發展區捕獲)的原因之一(圖十四)。
- 生活型態與攝食方式**亦可能為影響的因素。由於節肢動物活動範圍較大，且為主動獵食的動物，故其體內所含塑膠量較軟體動物的螺貝類多，但像藤壺此類固著的被動濾食性節肢動物，其塑膠含量就較其他物種少。
- 在採集的過程中，我們發現物種間有食物鏈的關係，故推測生物體內的塑膠亦可能透過食物鏈造成**生物放大作用**。(如右圖十五及十六)



圖十五 螃蟹捕食蛤蜊



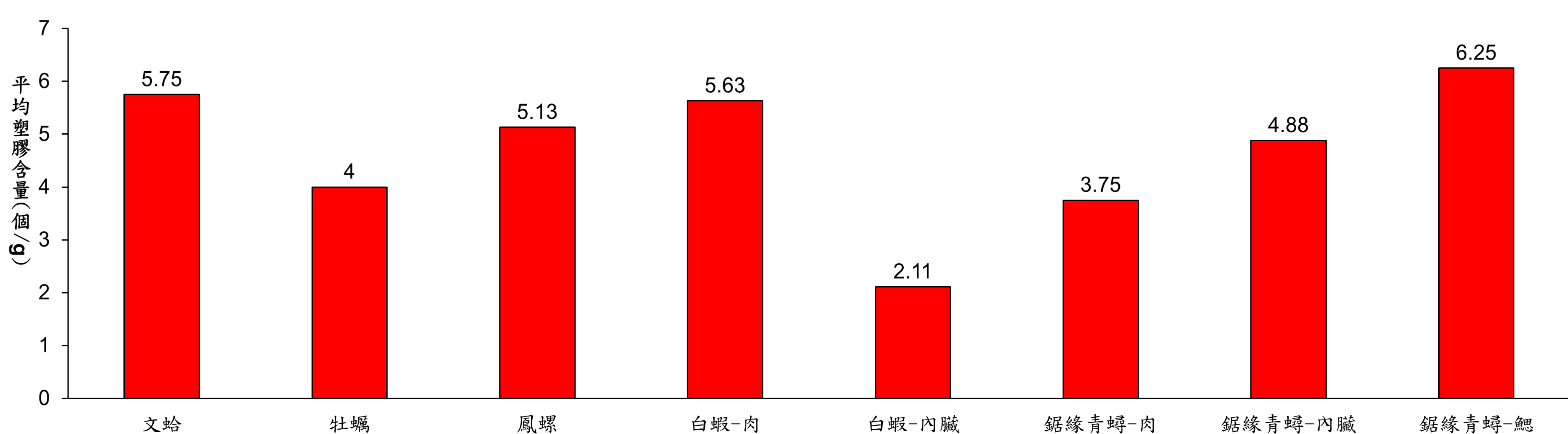
圖十六 螺攝食死亡的螃蟹

實驗三、實際觀察自傳統市場購買的漁獲體內有無微塑膠

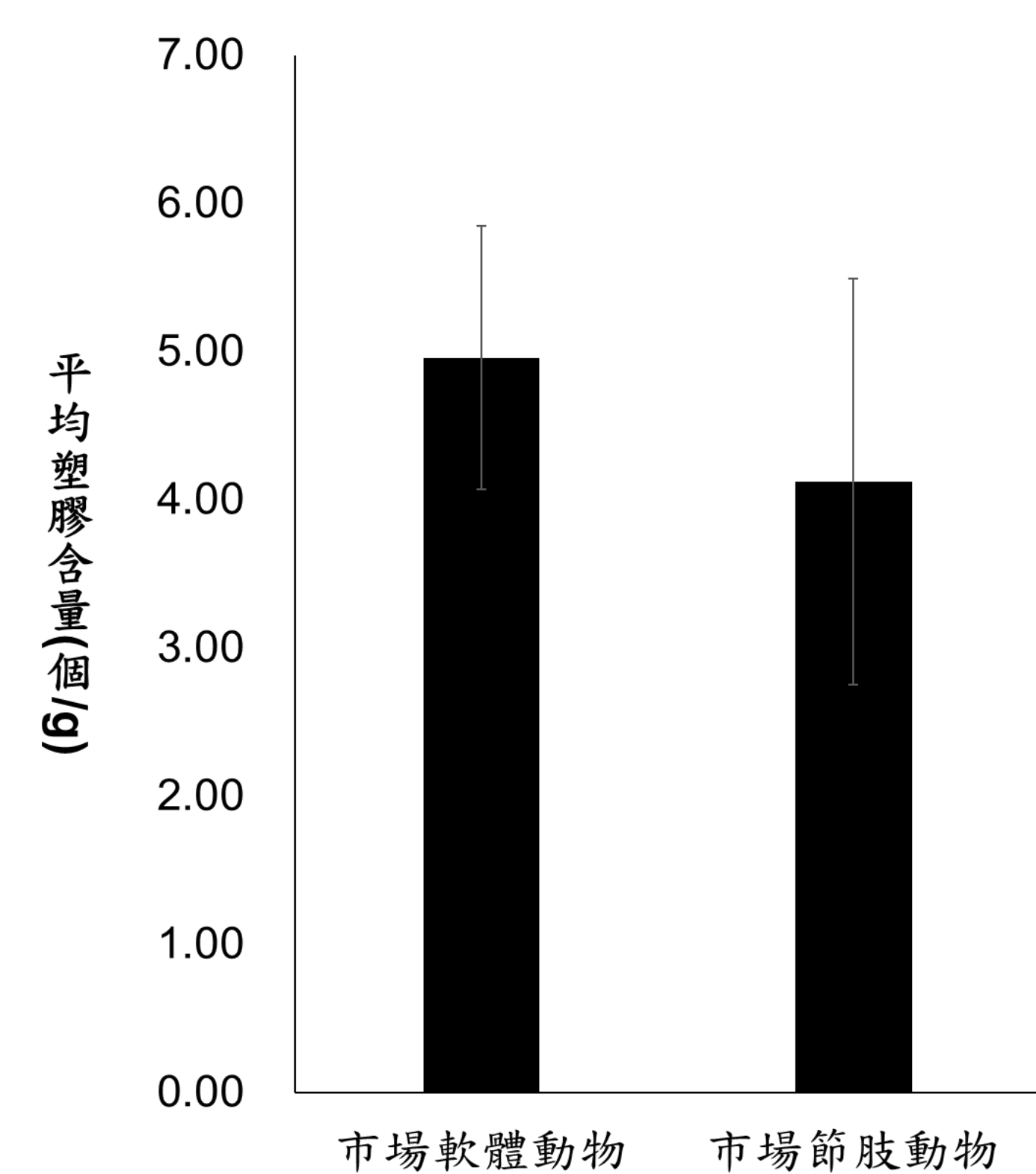
- 自傳統市場購買實驗所需的海鮮：白蝦、鳳螺、紅蟳、文蛤和牡蠣。
- 將白蝦的觀察部位分為內臟及蝦肉，而紅蟳則分為肉、內臟及腿；實驗流程同實驗二。



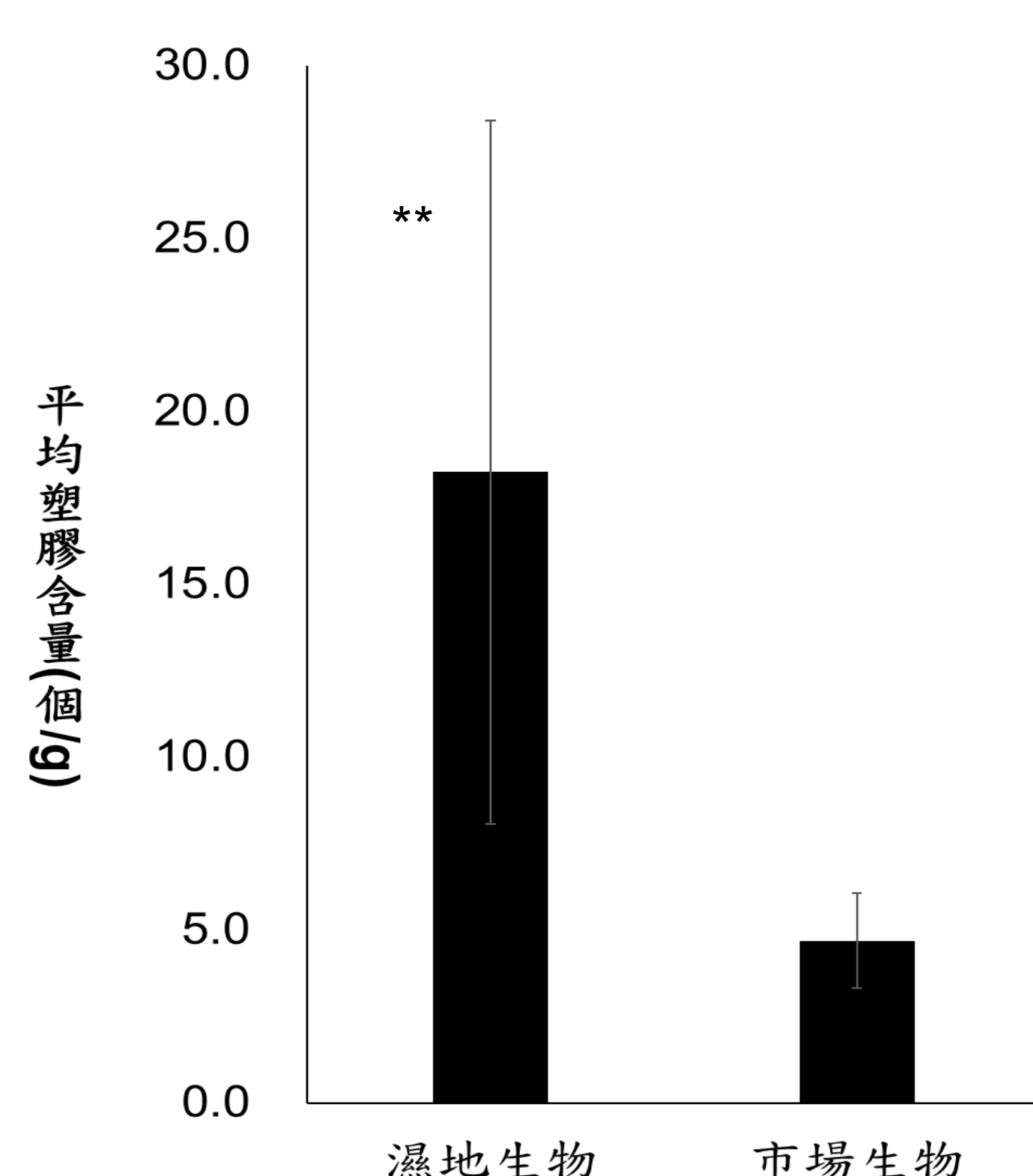
圖十七 購自傳統市場的海鮮



圖十八 傳統市場所購得之海鮮體內塑膠含量比較圖



圖十九 傳統市場所購得之軟體動物與節肢動物體內塑膠含量比較圖



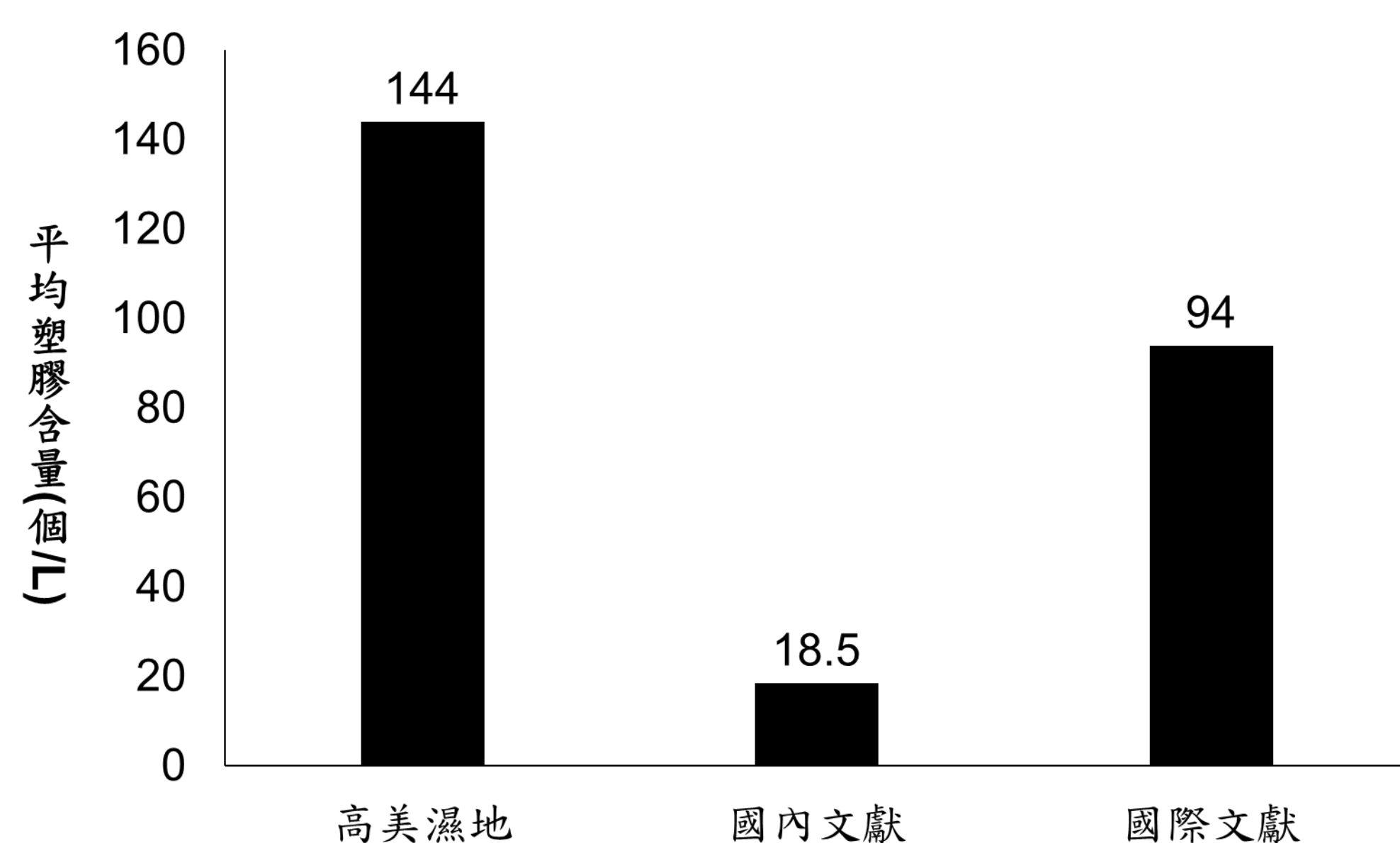
圖二十 高美溼地生物與傳統市場海鮮平均塑膠含量的比較圖(** = p < 0.01)

1.由圖十八可知鋸緣青蟳鰓中塑膠含量最高，平均每公克有6個微塑膠，但相較於高美濕地所捕獲的個體少。圖十九顯示傳統市場的軟體動物體內塑膠含量高於節肢動物，軟體動物平均每公克有5個微塑膠，節肢動物有4個，但彼此並無顯著差異。

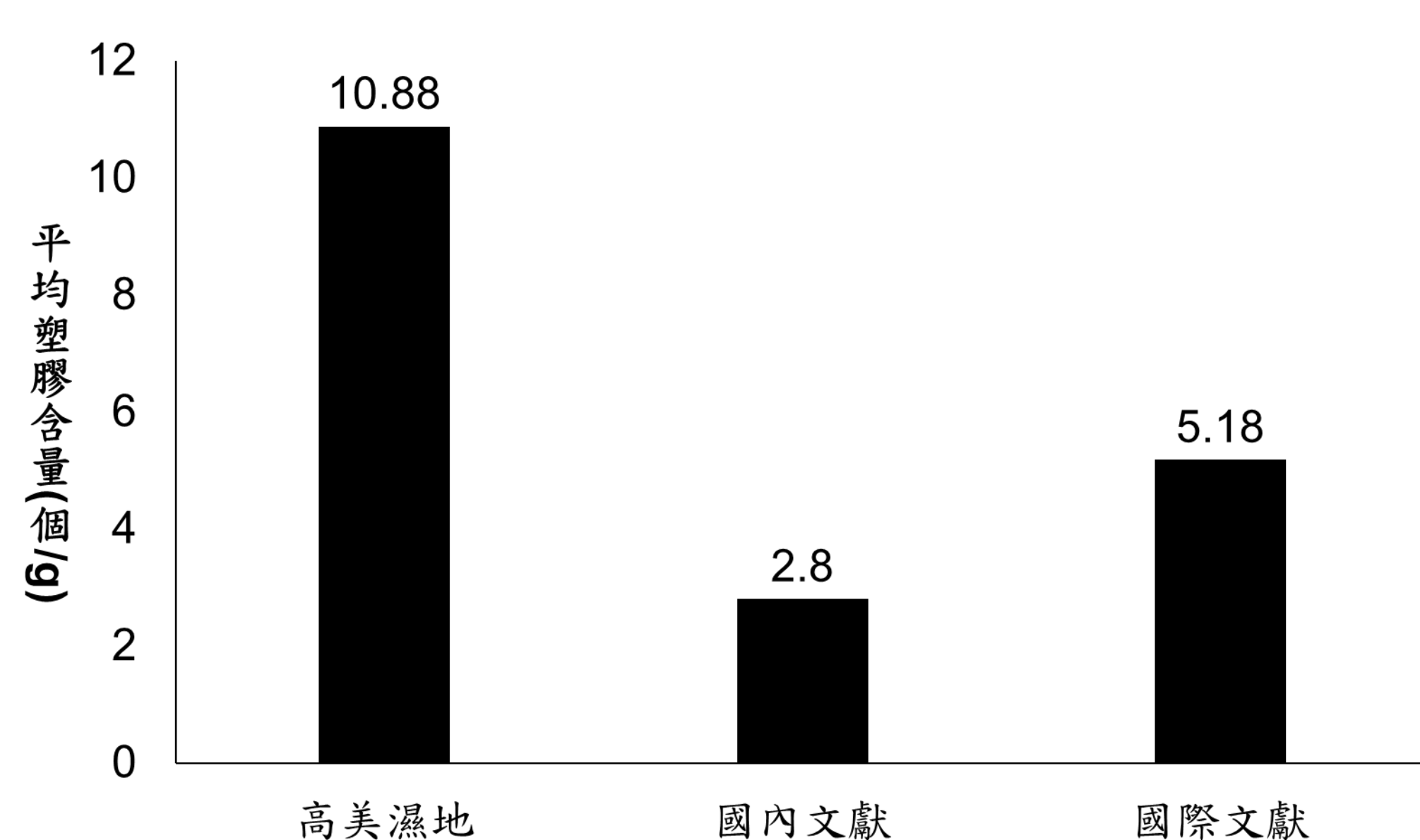
2.由圖二十可知，高美濕地生物體內塑膠含量遠大於市場購得的生物，高美濕地生物每公克平均有18個微塑膠，市場購得的生物有5個微塑膠，且兩者有顯著差異(p < 0.01)。

實驗四、相較本次實驗數據與國內外文獻之綜合分析

我們迫切地想知道高美濕地的生態環境與生物體內微塑膠的含量相較於國內及國際其他海域到底如何？針對海水、海砂及生物進一步與國內外文獻數據做一比較。



圖二十一 高美濕地海水平均塑膠量與國內外文獻之比較



圖二十二 高美濕地軟體動物體內塑膠含量與國內外文獻之比較

表一 高美濕地海砂、海水及軟體動物體內平均塑膠量與國內外文獻之比較

	數據別		
	高美濕地	國內文獻	國際文獻
海砂(個/g)	2224000	2400	8700
海水(個/L)	144	18.5	94
軟體動物(個/g)	10.88	2.8	5.18

1.由圖二十一、二十二及表一可知，高美濕地海水中平均塑膠量(144個/L)約為國內文獻資料的10倍(18.5個/L)，國際文獻(94個/L)的2倍。海砂的塑膠含量(2224000個/g)更是驚人，約為國內外文獻的1000倍，而軟體動物體內塑膠含量(10.88個/L)約為國內文獻(2.8個/L)的5倍，國際文獻(5.18個/L)的2倍。

2.實驗結果顯示高美濕地塑膠含量均高於國內外文獻數據，表示該地區的環境汙染問題日益嚴重，須理出完整的政策因應此問題。

肆、結論

- 1.由實驗可知，由陸地流出的微塑膠多於漲潮海水帶進來的，顯示汙染源自人類活動所造成，必須徹底落實塑膠減量。
- 2.綜合實驗結果，不論是海砂、海水或是生物體內含量，高美濕地生態保護區皆高於永續發展區，顯示背景環境確實會影響塑膠垃圾的分佈，進而影響當地的生物。
- 3.高美濕地節肢動物體內塑膠含量大於軟體動物，可能與生物本身的分布區域有關，且因為彼此有掠食的關係，是否造成生物放大作用也是一個值得探討的問題。
- 4.於傳統市場購得的海鮮，其體內塑膠含量低於高美濕地，可能與物種來源有關，人工養殖的環境較能控制，故食用海鮮時建議選擇人工飼養的物種。
- 5.比較文獻數據，高美濕地海水的塑膠量約為國內外其他海域的2~10倍，海砂約為200~1000倍，軟體動物約為2~5倍，顯示高美溼地的汙染程度遠較其他地區嚴重，亟須制定一個完整的因應政策。
- 6.調查報告至此，不得不令人感嘆，真的是「天涯何處無塑膠」！，懇切呼籲人們，在後防疫時代爆炸性旅遊來臨的時刻，發揮公德心，到了旅遊區，除了足跡什麼都不要留下，尤其是塑膠！

伍、參考文獻

- 一、李永適(JUN. 2019) 海洋微塑膠。取自：
<https://www.natgeomedia.com/e-mag/environment/content-8308.html>
- 二、SARAH GIBBENS(蔡雅鈴編譯)(JUN. 2019) 你我每年吃下成千上萬塑膠屑，且傷害不明。國家地理雜誌。取自：
<https://www.natgeomedia.com/environment/article/content-8473.html>
- 三、微型塑膠記者會附件(10709251)。取自：
<https://enews.epa.gov.tw/Page/894720A1EB490390/19fa5d34-98ff-4a9d-a624-1f466ca146d4>
- 四、「塑」不及防—牡蠣中的微塑膠與環境及養殖方式的影響。取自：
http://sciexplore2019.colife.org.tw/vote_content.aspx?guid=61439bce-b6e9-4f16-9c32-58a818e15f02&type=pop&group=6