

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生物科

080304

海洋塑食文化

學校名稱：臺東縣綠島鄉公館國民小學

作者： 小六 林明翰 小六 蔡承洋 小四 田峻安 小五 曾宇晨 小六 田秉彝	指導老師： 陳坤村
---	------------------

關鍵詞：微塑膠、魚、海洋

海洋廢棄物無所不在，有大有小，其中一部份被生物吃了進去。家鄉的魚也無法倖免，本研究發現 50% 的魚腸胃樣本中有塑膠的蹤跡，纖維狀有 75%、片狀有 12.5%、顆粒狀有 12.5%，這些塑膠都屬於微粒，要用顯微鏡放大觀察。本研究在魚腸胃中無發現肉眼可以輕易辨別的人造垃圾。

壹、 研究動機

平時我們在海邊走動時，可以發現塑膠垃圾，沙灘上塑膠微粒污染是無處不在的，在恆春半島海岸的研究顯示，塑膠微粒以纖維比例最高，佔 97% 以上（陳美琪，2018）。東華大學海洋生物研究生調查恆春半島的魚類，把魚腸胃泡鹼性溶液消化有機質，再過濾這些液體，濾出片狀、纖維狀塑膠，其中大多是纖維狀塑膠，幾乎每一條魚都有（公共電視，2018；聯合新聞網，2018）。為了解生活周遭的魚是不是也會吃進塑膠垃圾，吃進塑膠垃圾的狀況是如何，我們做這個研究。

貳、 研究目的

依據研究動機，擬定兩個研究目的，如下：

- 1、 調查本鄉捕獲之魚腸胃樣本有殘留塑膠的比例是多少。
- 2、 調查本鄉捕獲之魚腸胃樣本中殘留塑膠的型態與數量。

本研究的魚腸胃樣本數量少，研究結果不足以代表本鄉的魚現況，只能代表樣本的狀況。

參、 研究設備及器材

本實驗的實驗器材分成 4 類：製作魚腸胃樣本與製作對照組的器材、抽濾溶液用的器材、熱觸濾紙上殘留物的器材、製作塑膠對照組的器材。

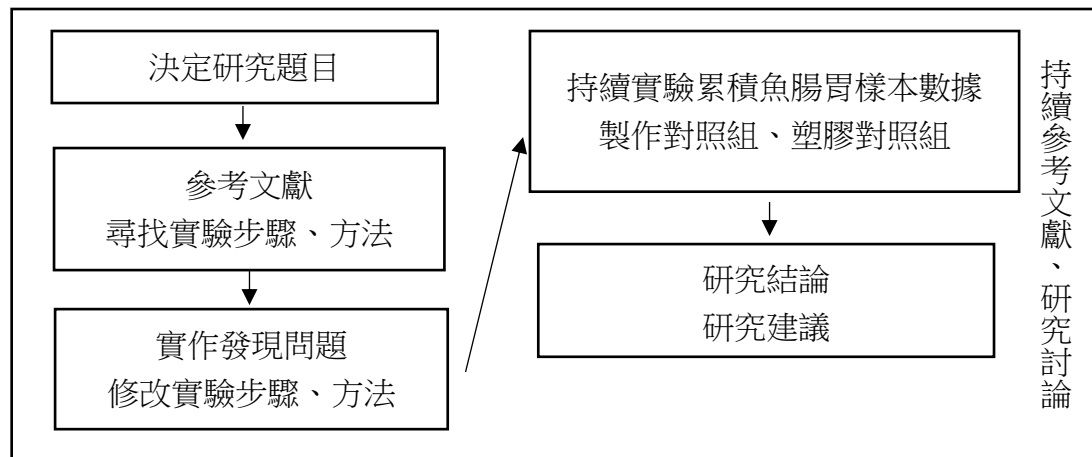
製作魚腸胃樣本與製作對照組的器材：					
					
魚腸胃	鑷子	解剖刀	解剖剪刀	125ml 樣本瓶	500ml 有蓋廣口瓶
					
電子秤	燒杯	氫氧化鉀	藥杓	食鹽	攪拌棒
					
乳膠手套	防酸鹼手套	護目鏡	烘箱	滴管	塑膠盤
抽濾溶液用的器材：					
					
100mm 瓷漏斗+橡皮塞	1000C.C.過濾瓶	水流抽氣管	橡皮管	塑膠管	90mm 濾紙

					
沖洗瓶	鐵盤	桌罩	化驗水龍頭		
熱觸濾紙上殘留物的器材：					
					
雙眼解剖顯微鏡	輕鬆顯微電腦接	筆電	酒精燈	酒精	解剖針
製作塑膠對照組的器材					
					
聚乙烯 Polyethylene (PE) 柔珠洗面乳	聚酯纖維 100%衣物	紙碗	臉盆	牙刷	玻璃片
					
小刀					

肆、 研究過程或方法

一、 研究過程

研究流程如下圖：



二、 研究方法

本實驗的魚腸胃樣本我們採用隨機取樣，向本鄉打魚者、抓魚者索取魚腸胃，沒有經過挑選，屬於本鄉周遭海域捕獲之魚。

此研究用氫氧化鉀溶液消化魚的腸胃道，再用飽和食鹽水讓輕質塑膠漂浮，然後抽濾上層含漂浮塑膠的上清液，最後把含微粒濾紙放在雙眼解剖顯微鏡下熱觸，尋找會捲縮、融化的塑膠微粒。

考慮到我們找到的塑膠微粒可能來自水、空氣、容器等地方，而不是來自魚腸胃，我們製作對照組，處理方式和魚腸胃樣本一樣，只是不放魚的腸胃道進去。對照組用來找塑膠微粒是來自水、空氣、容器等地方的污染比例。

會捲縮、融化的微粒也許不是塑膠，我們做了塑膠對照組，把真正的塑膠微粒熱觸反應，和魚腸胃樣本的微粒反應作比較。讓我們更加確定找到的會捲縮、融化的微粒是否為塑膠微粒。其中顆粒狀塑膠對照組由塑膠柔珠洗面乳提供，纖維狀塑膠對照組由聚酯纖維 100%衣物提供，片狀塑膠對照組由紙碗提

供。

以下依序說明樣本編碼方式、實驗用語定義、魚腸胃樣本實驗步驟、對照組實驗步驟、塑膠對照組實驗步驟。

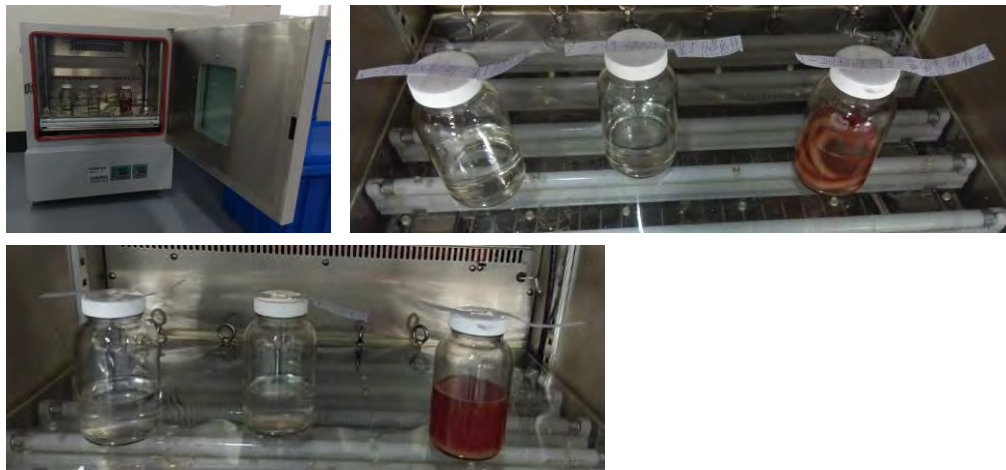
(一)、 樣本編碼方式

本實驗樣本編碼方式為「樣本代碼-年-月-日-樣本名稱」共 5 碼，樣本代碼為英文字母，年月日為樣本製作的第一天，樣本名稱為魚名、對照組、塑膠來源。如「E-2018-11-15-單角鼻魚，簡稱 E 單角鼻魚、E 樣本」、「Z-2018-12-17-對照組，簡稱 Z 對照組」、「P-2019-03-14-聚酯纖維 100%，簡稱 P 聚酯纖維 100%、P 塑膠對照組」。魚腸胃樣本編碼從 A 往後編，對照組編碼從 Z 往回編、塑膠對照組從 O 往後編。

(二)、 實驗用語定義

1、 消化處理

在樣本瓶中放入魚腸胃和 100 公克 10%的氫氧化鉀溶液，於 60 度的烘箱環境 24 小時以上，來溶解魚腸胃中的有機質組織，稱為消化處理。



2、消化液

氫氧化鉀消化魚腸胃後的液體，稱為消化液。



3、混合液

在魚腸胃樣本中的混合液為「消化液與抽濾後的飽和食鹽水的混合液」，在對照組中的混合液為「氫氧化鉀溶液與抽濾後的飽和食鹽水的混合液」。



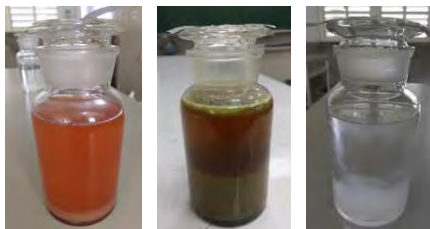
4、靜置分層

本實驗透過密度上的差異，把混合液靜置 24 小時以上沉澱分層，讓輕質塑膠浮在上層，稱為靜置分層。



5、上清液

混合液靜置分層後，上面較為清澈的混合液稱為上清液。



6、沖洗抽濾

用沖洗瓶裝飲水機水，對抽濾完上清液的濾紙一邊沖水一邊抽濾，用來洗掉濾紙上的氫氧化鉀與食鹽。



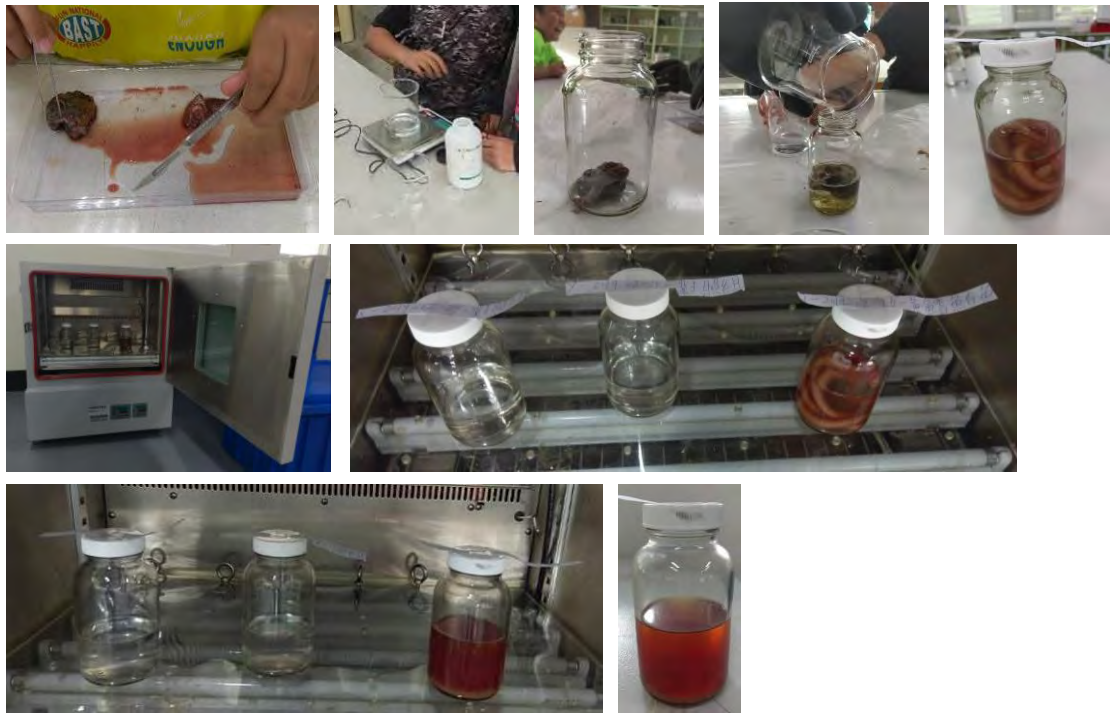
7、熱觸法：

把抽濾後的濾紙放於雙眼解剖顯微鏡下，使用燒熱的解剖針碰觸濾紙上的微粒做觀察，並用輕鬆顯微電腦接進行錄影紀錄，稱為熱觸法。



(三)、 魚腸胃樣本實驗步驟：

1、 把除去多餘內臟、組織的魚腸胃做消化處理。



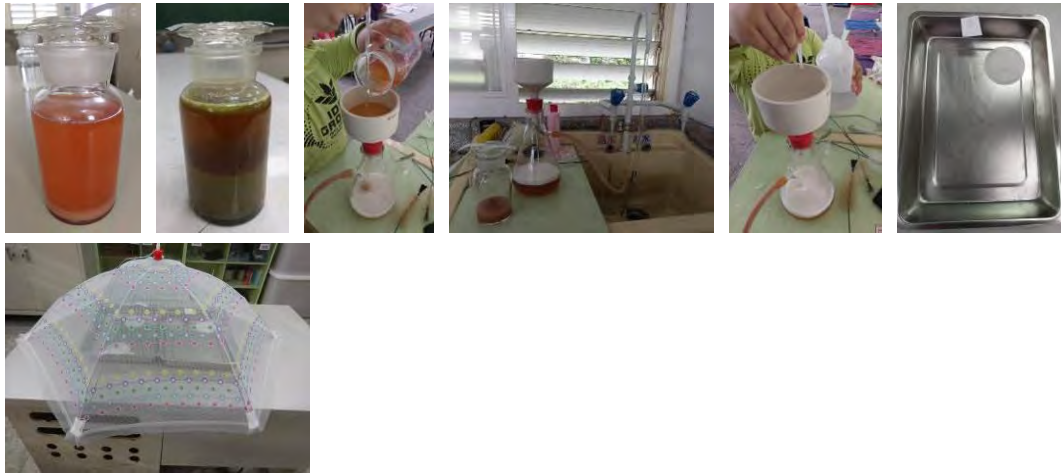
2、 配置飽和食鹽水 400 公克，並抽濾待用。(氫氧化鉀溶液重量的 4 倍重)(比例：鹽 26 公克加水 74 公克)



3、 把樣本瓶中的消化液倒入廣口瓶，再用抽濾過的飽和食鹽水沖洗樣本瓶後
倒入廣口瓶，沖洗動作重複幾次，直到飽和食鹽水用完。



4、混合液靜置分層後，抽濾上清液，抽濾後對濾紙進行沖洗抽濾 2 次，把濾紙樣本放置鐵盤中並罩上桌罩等待熱觸法觀察。



5、剩餘的混濁混合液重複步驟 4 後，剩餘的混濁混合液丟棄。



6、對抽濾後的濾紙使用熱觸法。



(四)、 對照組實驗步驟

1、 100 公克 10%的氫氧化鉀溶液裝入樣本瓶後，放入 60 度的烘箱 24 小時以上。



2、 配置飽和食鹽水 400 公克，並抽濾待用。(比例：鹽 26 公克加水 74 公克)



3、 把樣本瓶中氫氧化鉀溶液倒入廣口瓶，再用抽濾過的飽和食鹽水沖洗樣本瓶後倒入廣口瓶，沖洗動作重複幾次，直到飽和食鹽水用完。



4、 混合液靜置分層後，全部混合液進行抽濾，抽濾後對濾紙進行沖洗抽濾 2 次，把濾紙樣本放置鐵盤中並罩上桌罩等待熱觸法觀察。

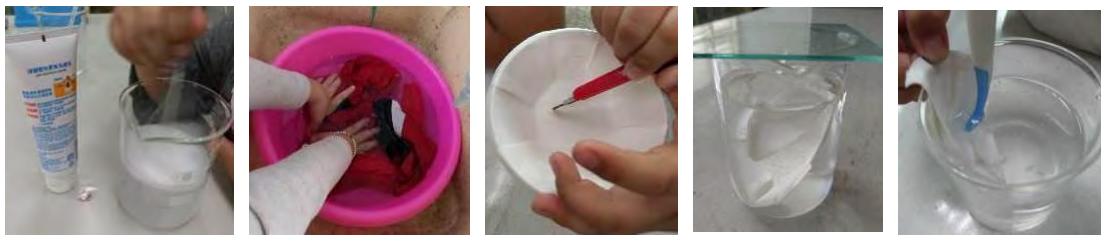


5、對抽濾後的濾紙使用熱觸法。

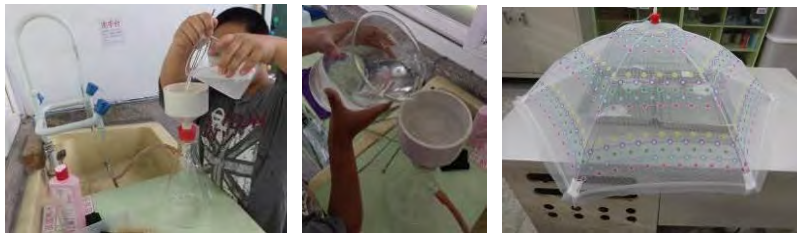


(五)、 塑膠對照組實驗步驟

1、把塑膠來源與水混合。(柔珠洗面乳加水攪拌。揉洗聚酯纖維衣物。表面割花的紙碗泡水一週以上後刷洗。)



2、抽濾步驟 1 的液體，把濾紙樣本放置鐵盤中並罩上桌罩等待熱觸法觀察。



3、對抽濾後的濾紙使用熱觸法。









伍、 研究結果

本實驗一共使用 10 隻魚 A~J，其中 4 隻魚 A~D 在實驗步驟調整階段，沒有結果產出，其餘 6 隻魚 E~J 有產出結果。以下 6 隻魚 E~J 的排列方式先依造棲息地，然後依造食性，做調整排序。

一、 魚腸胃樣本使用的魚

6 個魚腸胃樣本使用的魚如照片：

		
E-2018-11-15-單角鼻魚	G-2018-12-13-斑鼻魚	H-2018-12-24-斑鼻魚
棲息於礁溝，礁坡或有湧浪處成群活動，幼魚以藻類為食，成魚則以浮游生物為食。	棲息於礁區、近海沿岸，深度 43-100 米，以藻類、浮游生物為食。	
		
I-2018-12-24-金錢鰻	F-2018-11-15-鬼頭刀	J-2019-02-25-黃鰭鮪魚
棲息於海底礁石中，獵食廣、量大，以小魚、小蟹、蝦、小烏賊、小章魚、魷魚等為主食。	棲息於全球溫暖水域，水深 5~10 公尺左右，捕食飛魚、小魚。	棲息魚大洋暖水上層，通常在 50m~250m 水深處，捕食魚、甲殼動物、烏賊。

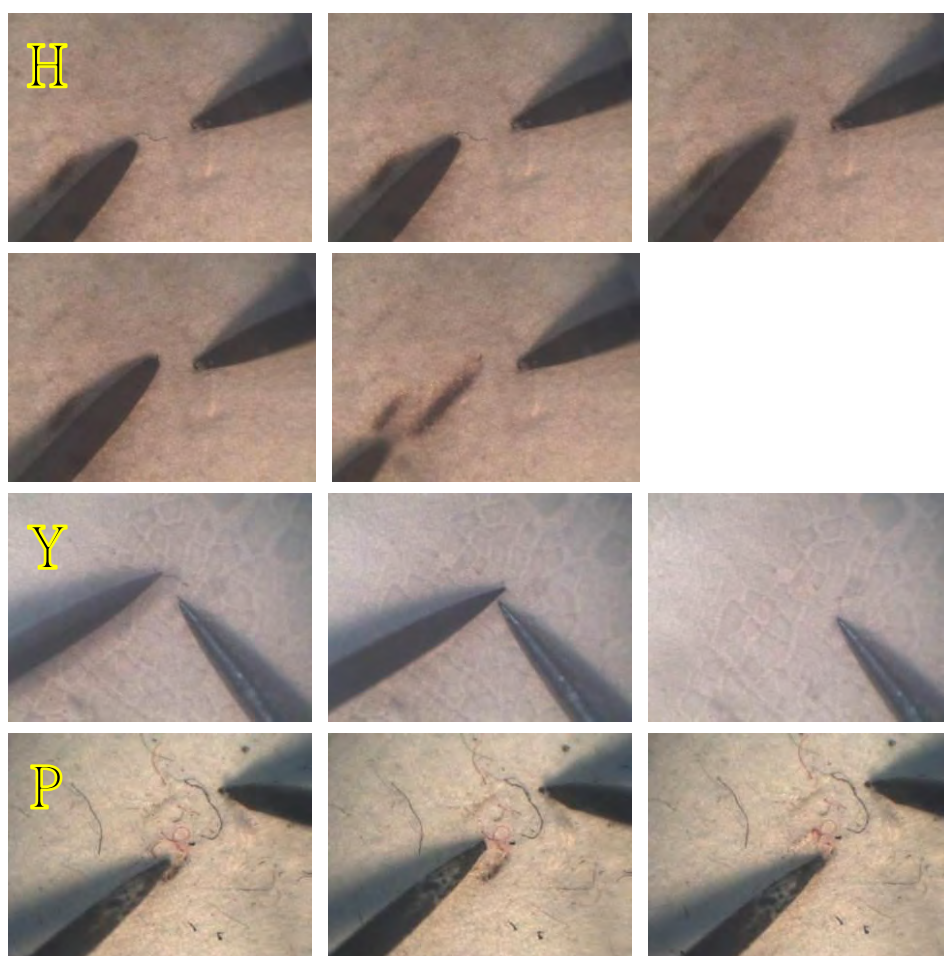
二、 微粒熱觸結果

(一)、 魚腸胃樣本、對照組微粒熱觸模樣與塑膠對照組微粒熱觸模樣比較

1、 纖維狀

魚腸胃樣本、對照組中纖維狀的微粒捲縮的樣子，是由線的一端縮往另一端，縮完後線頭有一點圓圓粗粗的樣子，和塑膠對照組纖維狀塑膠微粒捲縮的樣子一致。

下面依序擺放 H 斑鼻魚、Y 對照組和 P 聚酯纖維 100%熱觸的連續性照片。

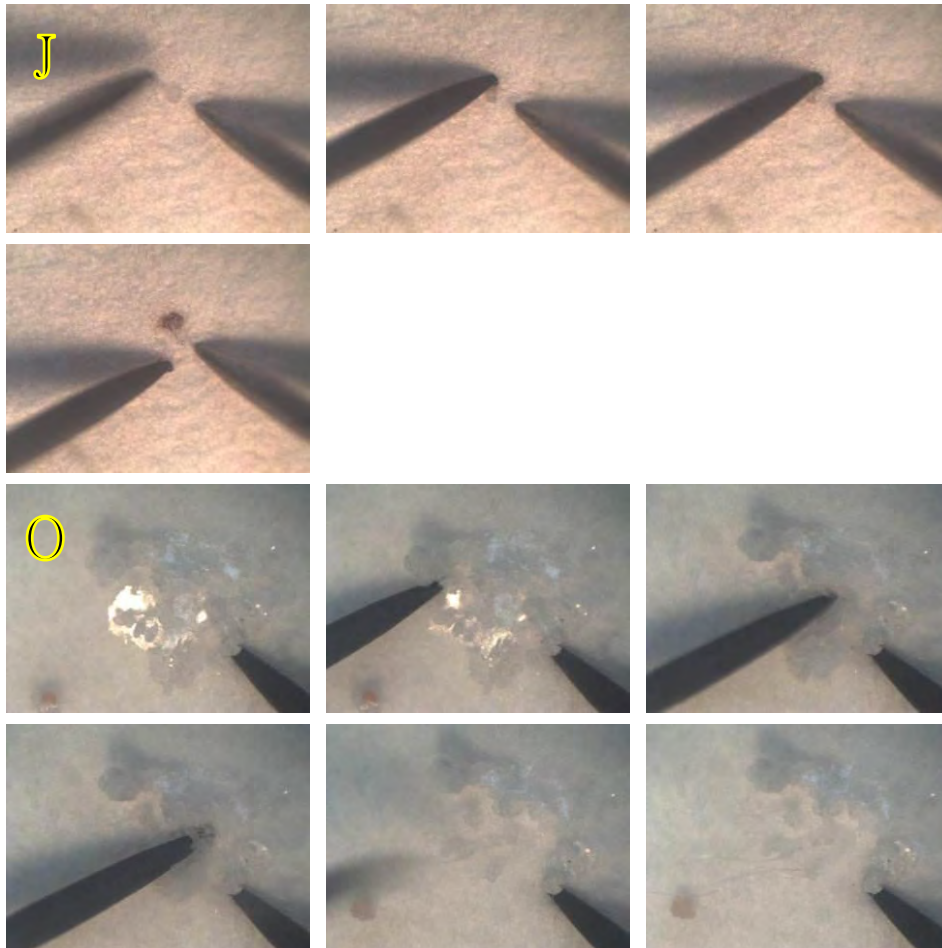


2、顆粒狀

O 塑膠柔珠樣本裏頭有黃色微晶蠟柔珠、白色微米柔珠、白色片狀固體。其中黃色微晶蠟柔珠成分微晶蠟是製作蠟燭的原料，不是塑膠。白色微米柔珠在雙眼解剖顯微鏡下沒有找到，可能是放大倍率不足，難以找出。使用一堆白色片狀固體進行熱觸時，用鼻子聞有蠟燭味、塑膠味，裡頭除了微晶蠟成分外，也有 PE 塑膠，也就是含有白色微米柔珠，它融化的樣子是液化再固化。

J 黃鰭鮪魚中顆粒狀微粒熱觸的樣子，是整個液化，和 O 塑膠柔珠樣本白色片狀固體混合白色微米柔珠塑膠微粒液化的樣子一致。

下面依序擺放 J 黃鰭鮪魚熱觸、O 塑膠柔珠熱觸的連續性照片。

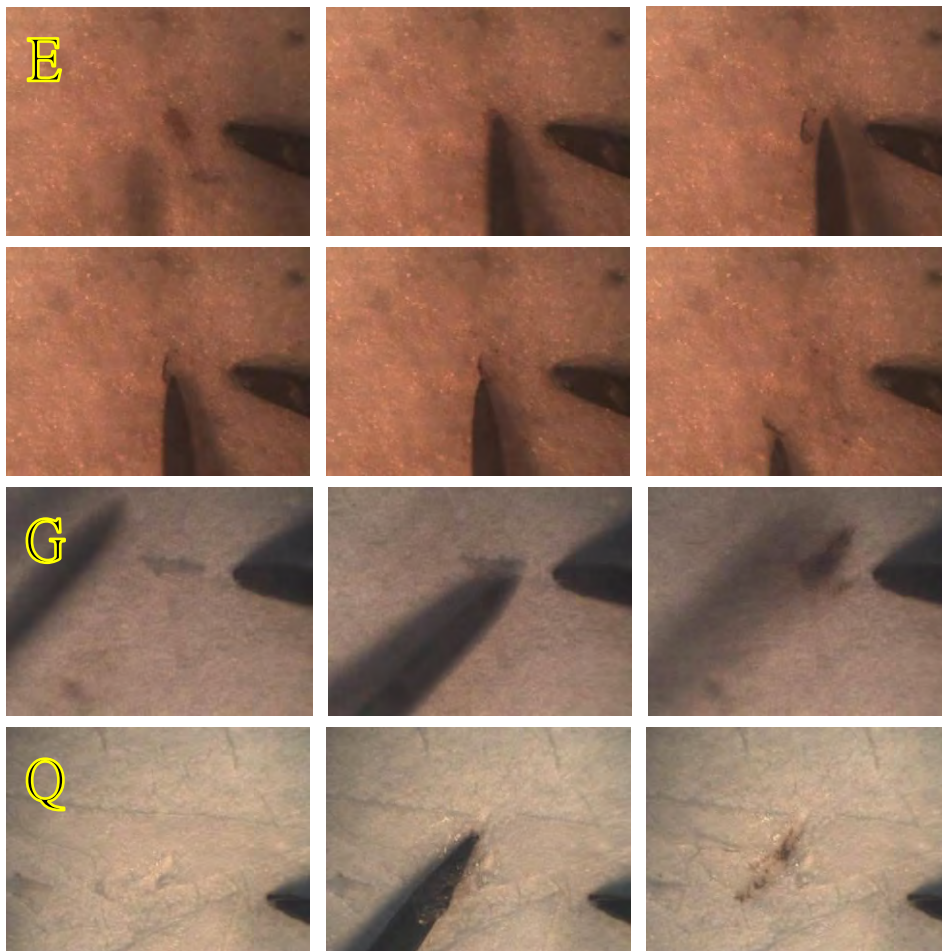


3、片狀

E 單角鼻魚的片狀微粒熱觸模樣是捲縮起來，像捲心酥一樣。Q 紙碗片狀微粒熱觸模樣是融化。兩者表現不一樣，為求慎重，E 單角鼻魚片狀捲縮微粒本實驗不當作塑膠。

G 班鼻魚的片狀微粒熱觸模樣是融化，和 Q 紙碗片狀樣本融化表現一致。

下面依序擺放 E 單角鼻魚、G 班鼻魚、Q 紙碗樣本熱觸的連續性照片。



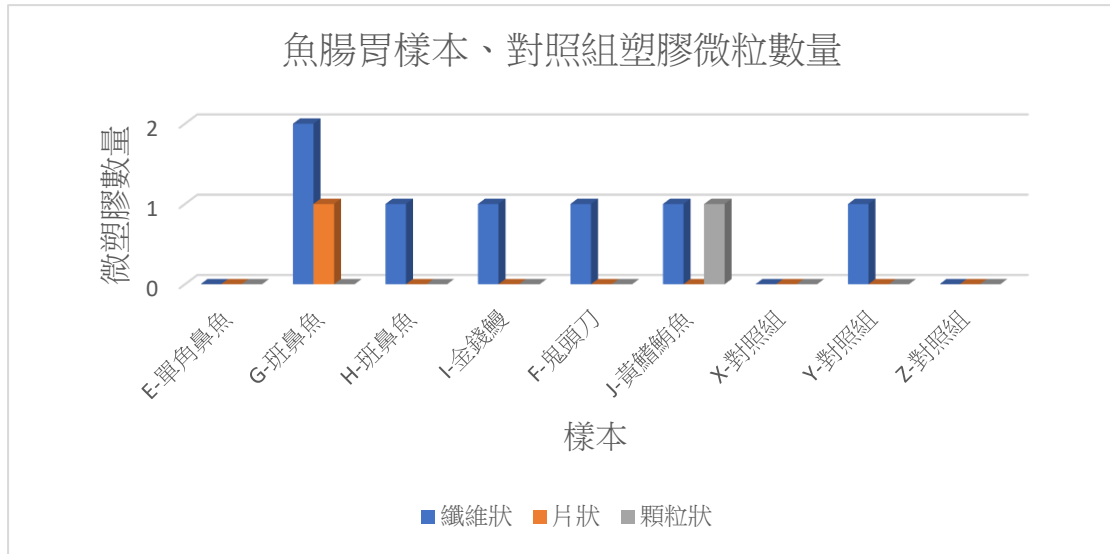
E、F、G、H、I、J 魚腸胃樣本和 X、Y、Z 對照組微粒熱觸模樣，與 O、P、Q 塑膠對照組微粒熱觸模樣相互比對後，我們更加確定找到的纖維狀、顆粒狀、片狀捲縮、融化微粒，除了 E 樣本 3 個片狀捲縮微粒之外，是塑膠微粒。

(二)、 塑膠微粒數量統計

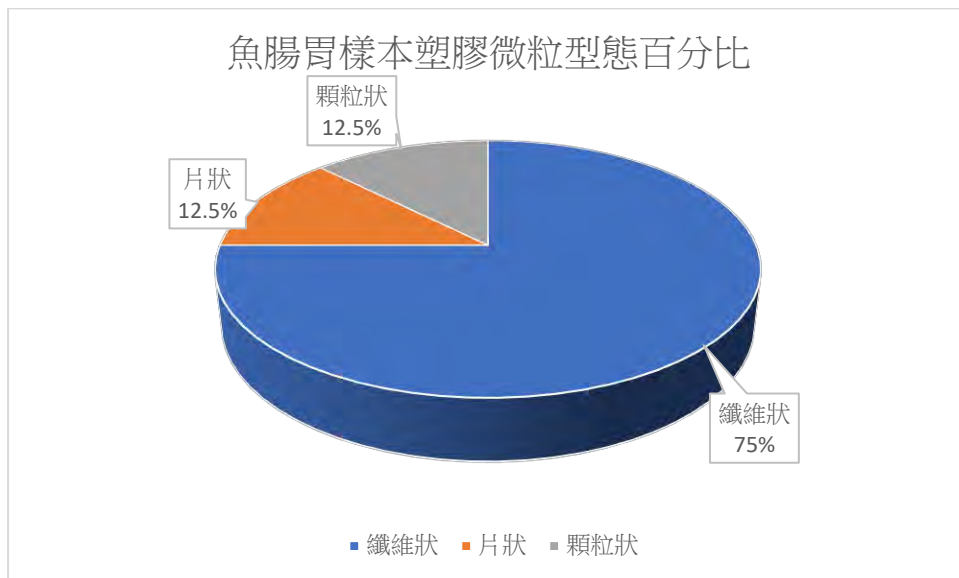
6 個魚腸胃樣本、3 個對照組、3 個塑膠對照組經過微粒熱觸模樣比較後，
整理捲縮、融化塑膠微粒數如下表：

種類	樣本編碼	熱觸 微粒 數	捲縮、融化塑膠微粒數				備註
			纖維 狀	片狀	顆粒 狀	合計	
魚 腸 胃 樣 本	E-2018-11-15-單角鼻魚	54	0	0	0	0	有 3 個片狀非塑膠捲縮 微粒
	G-2018-12-13-班鼻魚	21	2	1	0	3	
	H-2018-12-24-班鼻魚	30	1	0	0	1	
	I-2018-12-24-金錢鰻	25	1	0	0	1	
	F-2018-11-15-鬼頭刀	27	1	0	0	1	
	J-2019-02-25-黃鰭鮪魚	37	1	0	1	2	
	塑膠微粒合計	194	6	1	1	8	
	占塑膠微粒百分比		75%	12.5%	12.5%	100%	
對 照 組	X-2019-02-25-對照組	20	0	0	0	0	
	Y-2019-02-25-對照組	21	1	0	0	1	
	Z-2018-12-17-對照組	18	0	0	0	0	
	塑膠微粒合計	59	1	0	0	1	
	占塑膠微粒百分比		100%	0%	0%	100%	
塑 膠 對 照 組	O-2019-03-13-PE 柔珠	6		1		1	供顆粒狀塑膠熱觸對照
	P-2019-03-14-聚酯纖維 100%	15	4			4	供纖維狀塑膠熱觸對照
	Q-2019-03-21-紙碗	6		3		3	供片狀塑膠熱觸對照

魚腸胃樣本、對照組塑膠微粒數量直條圖如下：



魚腸胃樣本塑膠微粒型態百分比圓形圖如下：



陸、 討論

以下討論分成「實驗調整、從魚生活習性探討塑膠微粒影響範圍、本鄉捕獲之魚腸胃樣本有殘留塑膠的比例是多少、本鄉捕獲之魚腸胃樣本中殘留塑膠的型態與數量」4 部分。

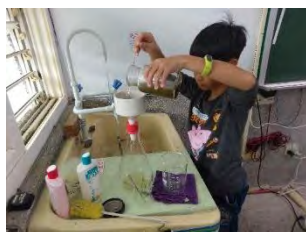
一、 實驗調整

(一)、 從用錐形漏斗過濾到用瓷漏斗過濾

在 A~D 樣本時，我們使用錐形漏斗進行抽濾，遇到過濾速度超慢；過濾中濾紙一直破掉；濾紙太大張，且含有鹽分和氫氧化鉀會受潮而溼答答，不適合顯微觀察的問題。後來我們得知，抽濾是使用瓷漏斗，趕緊準備瓷漏斗與大小適合的濾紙。

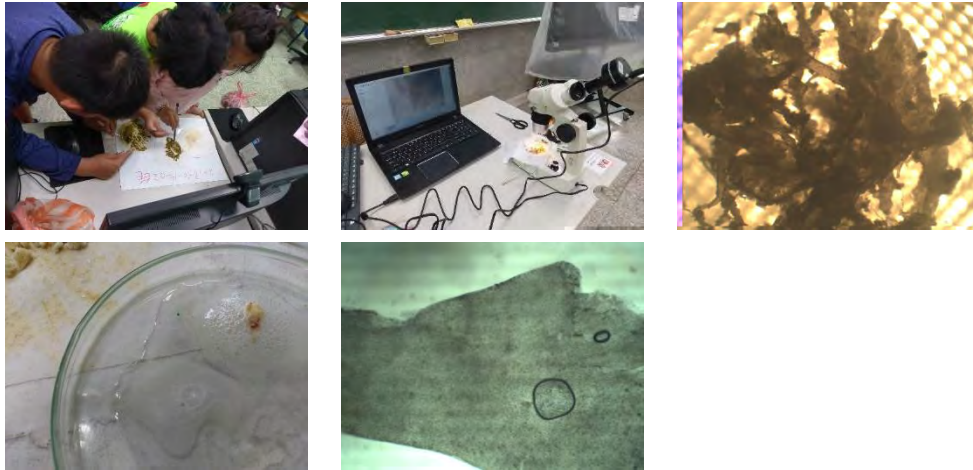


從 E 樣本開始使用瓷漏斗後，上清液過濾速度較快了、濾紙不再破損，抽濾後，還可以進行沖洗過濾，做熱觸時，濾紙不再受潮而溼答答。



(二)、 從觀察下半部固體殘渣到觀察上清液濾紙

在 A~D 樣本時，我們想要在混合液下半部固體殘渣中找出人造垃圾。先用肉眼、顯微設備找出可疑物後，用鹽酸排除骨骼、珊瑚礁等碳酸鈣物質，然後用單眼生物顯微鏡放大看，如果有細胞，就是生物。但是我們發現，放大觀察很難斷定是生物組織還是人造垃圾。而且鹽酸、細胞只能用來斷定非骨骼、非生物組織，無法用來斷定殘渣是塑膠。



後來我們發現做此研究常用熱觸法、螢光染色法、顯微光譜法來辨別塑膠微粒 ("1070925 微型塑膠記者會附件", 2018)，加上從 E 樣本開始使用瓷漏斗過濾後，有了平面化、較小張、乾燥的濾紙樣本後，我們改用在雙眼解剖顯微鏡下使用熱觸法來尋找會捲縮、融化的微粒。



一開始 E 樣本全部混合液都進行抽濾，得到濾紙張數較多，熱觸微粒數較多，有捲縮的微粒都是在抽濾上清液的濾紙上發現的。加上底部濃稠狀的混合液抽濾超級慢，我們決定觀察重點擺在上清液濾紙，底部濃稠狀的混合液丟棄不抽濾。

二、 從魚生活習性探討塑膠微粒影響範圍

本實驗 6 個魚腸胃樣本中的魚有 4 隻生活在珊瑚礁岩環境，其中 3 隻以藻類、浮游生物為食，1 隻以小魚、小蟹、蝦、小烏賊、小章魚、魷魚等為主食，除了 E 樣本，其餘都有發現塑膠微粒。

有 2 隻生活在溫暖水域上層，以小魚、甲殼動物、烏賊為食，都有發現塑膠微粒。

我們發現塑膠微粒在較淺、岸邊的礁岩區，和離岸較遠的海洋上層都有影響力。

三、 本鄉捕獲之魚腸胃樣本有殘留塑膠的比例是多少

6 個魚腸胃樣本 E~J，100% 都有發現捲縮、融化微粒，而 E 樣本的片狀微粒排除為塑膠，有塑膠微粒的魚腸胃樣本比例為 $5/6=83\%$ 。

這些魚腸胃樣本中的塑膠微粒有可能來自於水、空氣、器材等地方，從 3 個對照組有 1 組 Y 發現捲塑膠微粒來看，污染的可能性本實驗訂為 $1/3=33\%$ 。有塑膠微粒的魚腸胃樣本比例 83%，還需要扣掉污染的可能性 33%，調整有塑膠微粒的魚腸胃樣本比例為 $83\%-33\%=50\%$ 。

本鄉捕獲之魚腸胃樣本有殘留塑膠的比例為 50%，和東華研究生陳冠如從墾管處開放的 10 處釣點和車城鄉滿豐定置網漁場，採集近百隻珊瑚礁魚類和洄游性魚種腸胃調查微塑膠，發現高達 9 成都有（聯合新聞網，2018）相較，本鄉的魚可能較少有機會攝食塑膠微粒，海洋較為乾淨。如要更加肯定，還需要提高魚腸胃樣本數才行。

四、 本鄉捕獲之魚腸胃樣本中殘留塑膠的型態與數量

6 個魚腸胃樣本發現的塑膠微粒，纖維狀 6 個，占 75%；片狀 1 個，占 12.5%；顆粒狀 1 個，占 12.5%。大多為纖維狀，超過一半，其次為片狀、顆粒狀。

本實驗和東華研究生陳冠如從墾管處開放的 10 處釣點和車城鄉滿豐定置網漁場，採集近百隻珊瑚礁魚類和洄游性魚種腸胃調查微塑膠，找到的幾乎是線狀的塑膠纖維（聯合新聞網，2018），結果一致。我們推測纖維狀的塑膠微粒來自化學纖維織品，洗衣機排出的纖維微粒就是一大來源（王穎芝，2019），建議盡量少買塑膠纖維的衣物，多買天然纖維的衣服，且穿到壞掉再丟，衣服夠穿就好，這樣可以減少纖維狀塑膠微粒的產生。

本實驗發現塑膠微粒有纖維狀、顆粒狀、片狀，這些微粒可能來自初級微型塑膠(製造出來時就這麼小)、次級微型塑膠(脆化、分解、破碎而形成)（medpartner，2018），這些微粒已經進入生物鏈中，呼籲源頭減塑、減少丟棄、落實回收、減少買合成纖維衣物等，以減緩塑膠垃圾的增加。

柒、 結論

一、 本鄉捕獲之魚腸胃樣本有殘留塑膠的比例是多少

本實驗發現本鄉捕獲之魚腸胃樣本有殘留塑膠的比例是 50%。

二、 本鄉捕獲之魚腸胃樣本中殘留塑膠的型態與數量

本實驗發現本鄉捕獲之魚腸胃樣本殘留的塑膠微粒，纖維狀 6 個，占 75%；片狀 1 個，占 12.5%；顆粒狀 1 個，占 12.5%。

捌、 參考資料及其他

一、 參考資料

- 1070925 微型塑膠記者會附件 (2018)。取自
https://enews.epa.gov.tw/enews/enews_ftp/107/0925/112045/1070925%E5%BE%AE%E5%9E%8B%E5%A1%91%E8%86%A0%E8%A8%98%E8%80%85%E6%9C%83%E9%99%84%E4%BB%B6.pdf
- medpartner (2018)。塑膠微粒污染自來水、海水及貝類！專家分析如何應對。取自 <https://www.medpartner.club/micro-plastics-contamination-introduction/>
- 公共電視 (2018)。我們的島 第 944 集 塑膠微機(2018-03-05)。取自
<https://www.youtube.com/watch?v=YGNrgdHEVUM>
- 王穎芝 (2019)。洗衣洗出塑膠污染 廢水排出超細纖維相當於每年 500 億隻寶特瓶。取自 <https://csr.cw.com.tw/article/40860>
- 陳美琪 (2018)。恆春半島沙灘塑膠微粒的時空分佈。國立東華大學海洋生物研究所，花蓮縣。
- 聯合新聞網 (2018)。「微垃圾」衝擊墾丁生態 海灘、魚肚充斥微塑膠。取自
<https://www.ndhu.edu.tw/files/16-1000-126741.php?Lang=zh-tw>

二、 研究建議

(一)、 使用飲水機水調配溶液、沖洗器材

在調配飽和食鹽水、氫氧化鉀溶液時，使用有過濾的飲水機水，可以減少樣本受到外界污染的機會。而在使用樣本瓶、廣口瓶等器材前，先用飲水機水做沖洗，也可以減少樣本受到外界污染的機會。

(二)、 氫氧化鉀溶液使用前先抽濾

此次實驗中的飽和食鹽水先進行抽濾再使用，氫氧化鉀溶液則是沒有，建議氫氧化鉀溶液使用前先抽濾，減少樣本受到外界污染的機會。抽濾氫氧化鉀溶液時要十分小心，避免傷害。可能有如下狀況，氫氧化鉀溶液沿著杯壁流下來、瓷漏斗在抽濾瓶上面很重易翻覆。

(三)、 抽濾和熱觸的間隔時間要短

受限於做實驗的時間，抽濾和熱觸可能隔了好多天，隔越多天樣本受外界污染的機會越大，建議抽濾和熱觸的間隔時間要短，或是找一個防潮箱來放濾紙樣本，減少濾紙受外界污染的機會。

【評語】 080304

探討捕獲魚的腸胃道內塑膠微粒的形態及比例，設計實驗系統性地收集資料，惟樣本數不多，不易支持實驗結果。可進一步探討未發現塑膠微粒的魚種原因，試驗如果加入海水樣本分析，數據較足以證實結論及釋義。實驗設計與前人研究之間的差異導致無法相互比較，較為遺憾。譬如，纖維狀的塑膠污染來源推測為衣服上的塑膠纖維因洗衣服所導致，但是洗衣服的動作應該與前人研究相同或類似才較為有意義的比較。

壹、研究動機

海洋廢棄物無所不在，有些被生物吃了進去。家鄉的魚也無法倖免。海洋生物研究生調查恆春半島的魚類，發現幾乎每一條魚腸胃都有塑膠（公共電視，2018；聯合新聞網，2018）。為了解本鄉的魚吃進塑膠垃圾的狀況是如何，我們做這個研究。

貳、研究目的

調查本鄉捕獲之魚腸胃樣本有殘留塑膠的比例是多少。
調查本鄉捕獲之魚腸胃樣本中殘留塑膠的型態與數量。

參、研究設備及器材



肆、研究過程或方法

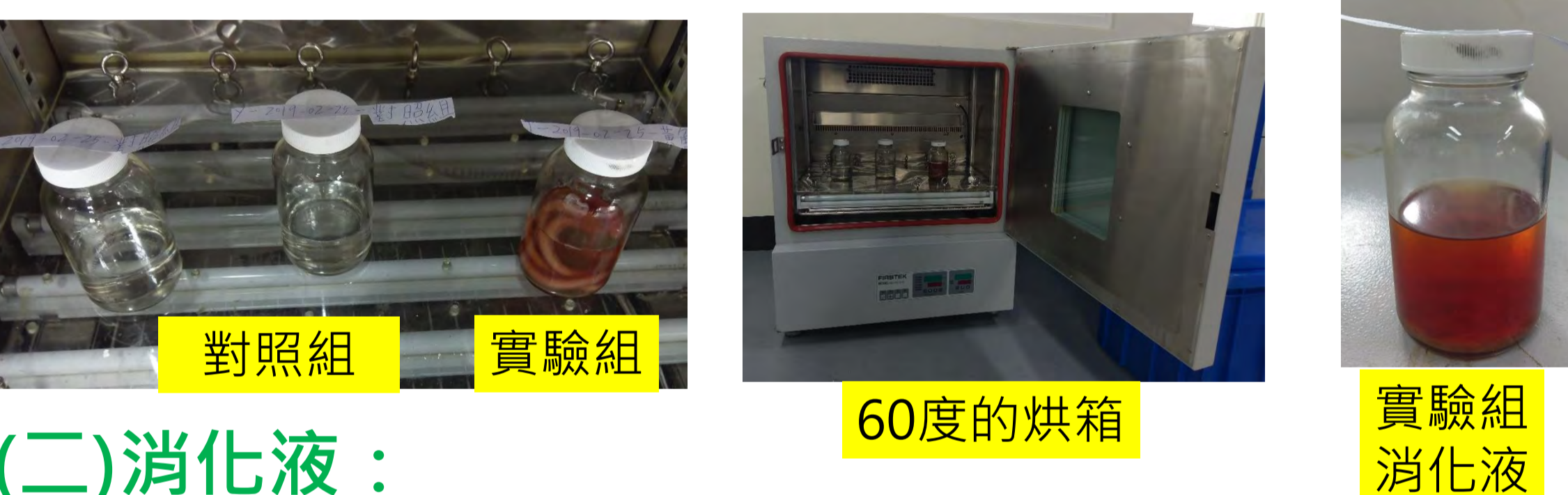
一、樣本編碼方式：

編碼方式為「**樣本代碼-年-月-日-樣本名稱**」共5碼，樣本代碼為英文字母，年月日為樣本製作的第一天，樣本名稱為魚名、對照組、塑膠來源。

二、實驗用語定義：

(一)消化處理：

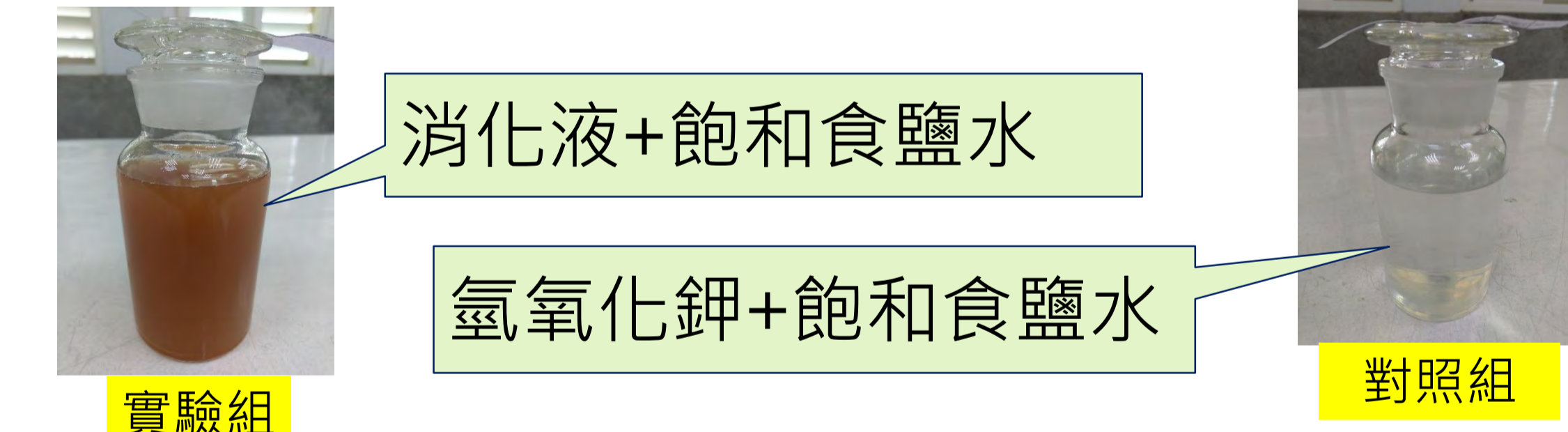
在樣本瓶中放入**魚腸胃**和100公克**10%的氫氧化鉀溶液**，於**60度的烘箱**環境**24小時以上**，來溶解魚腸胃中的有機質組織，稱為消化處理。



(二)消化液：

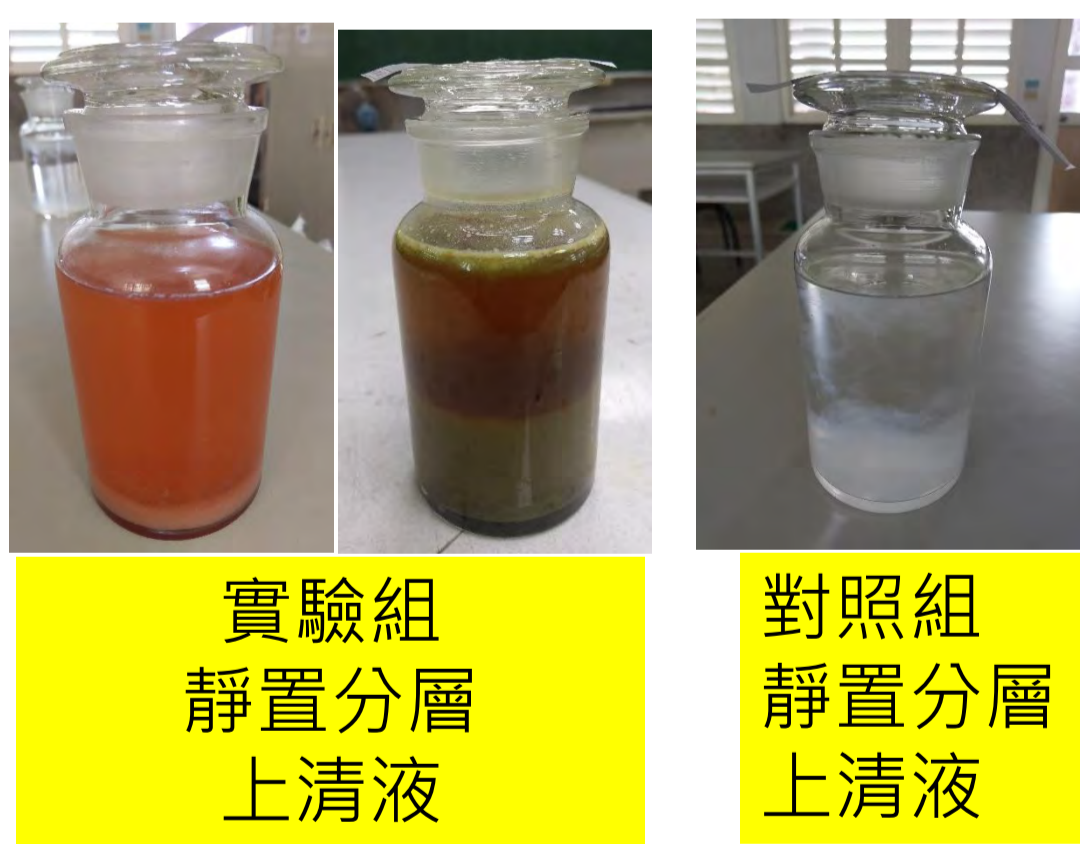
氫氧化鉀消化魚腸胃後的液體，稱為消化液。(見上圖)

(三)混合液：



(四)靜置分層：

把**混合液**靜置**24小時以上**沉澱分層，讓輕質塑膠浮在上層，稱為靜置分層。



(五)上清液：

混合液靜置分層後，上面較為清澈的混合液稱為上清液。(見上圖)

(六)沖洗抽濾：

用飲水機水，對抽濾上清液的**濾紙**一邊**沖水**一邊**抽濾**，洗掉濾紙上的氫氧化鉀與食鹽。

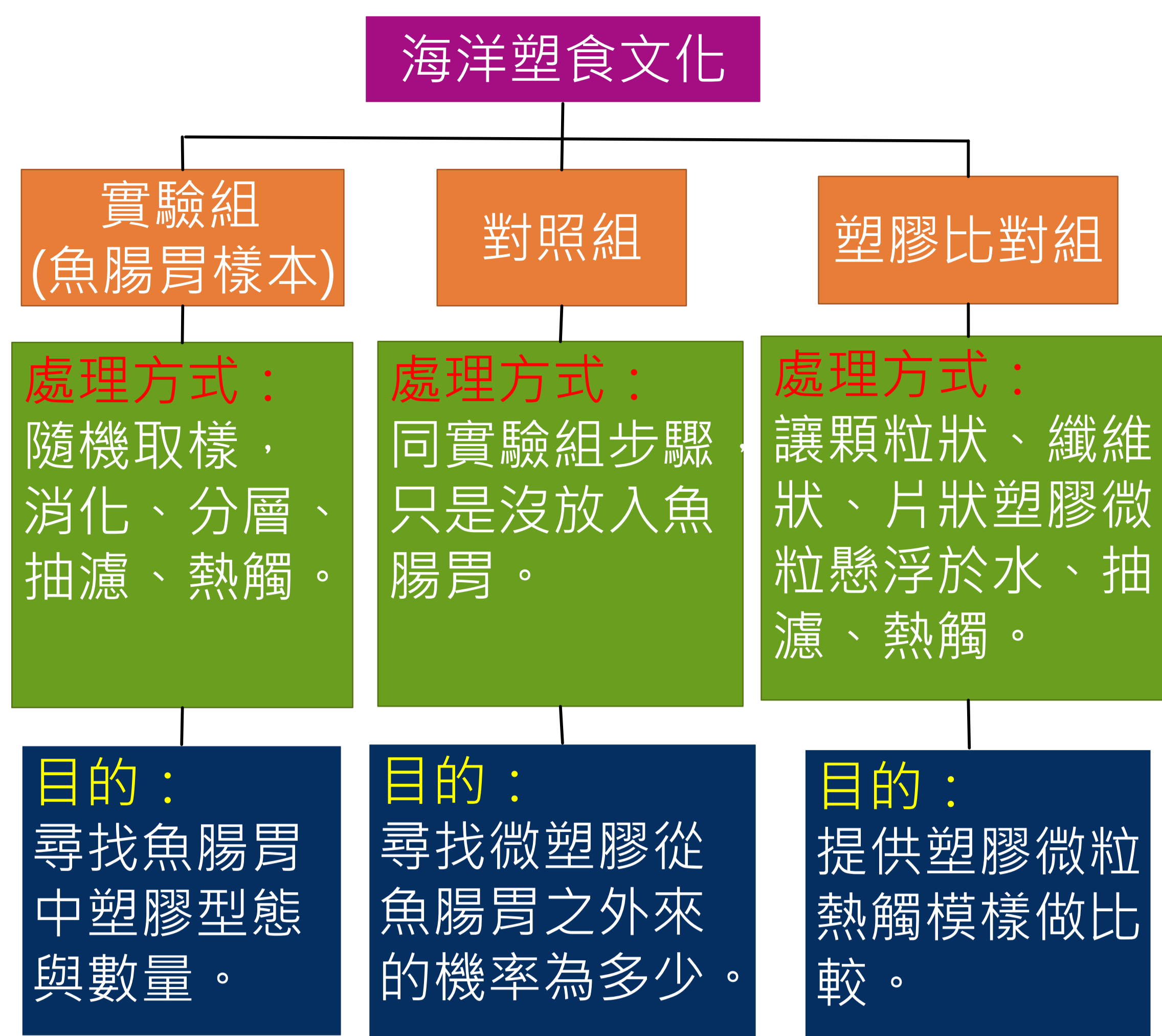


(七)熱觸法：

把抽濾後的濾紙放於**雙眼解剖顯微鏡**下，使用**燒熱的解剖針**碰觸濾紙上的**微粒**做觀察，並用**輕鬆顯微電腦接**進行**錄影紀錄**，稱為熱觸法。



三、實驗設計：



四、實驗組實驗步驟：

消化 1、把除去多餘內臟、組織的魚腸胃做**消化處理**。



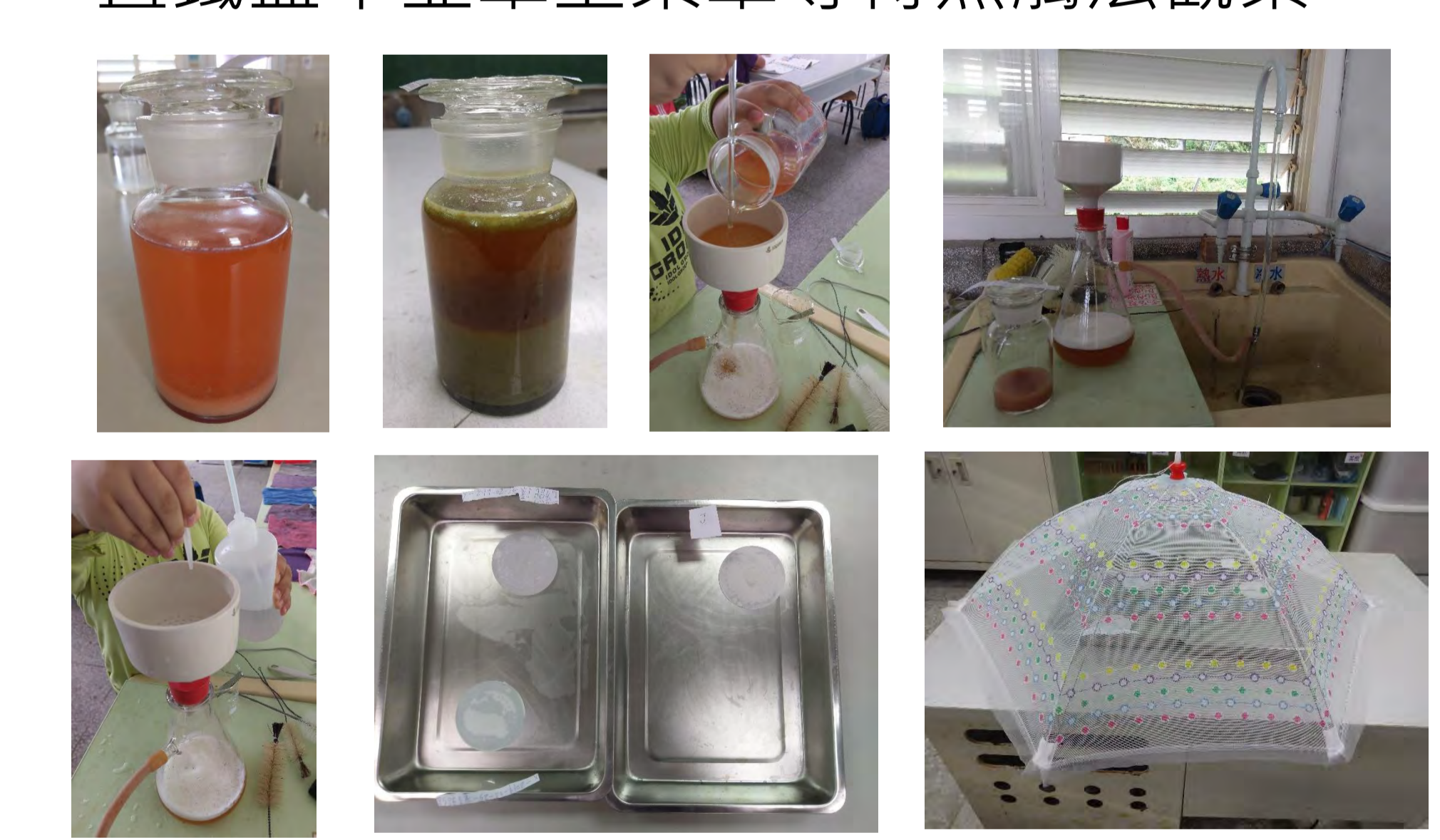
分層 2、配置飽和食鹽水400公克，並抽濾待用。



3、把樣本瓶中的消化液倒入廣口瓶，再用抽濾過的飽和食鹽水沖洗樣本瓶後倒入廣口瓶，沖洗動作重複幾次，直到飽和食鹽水用完。



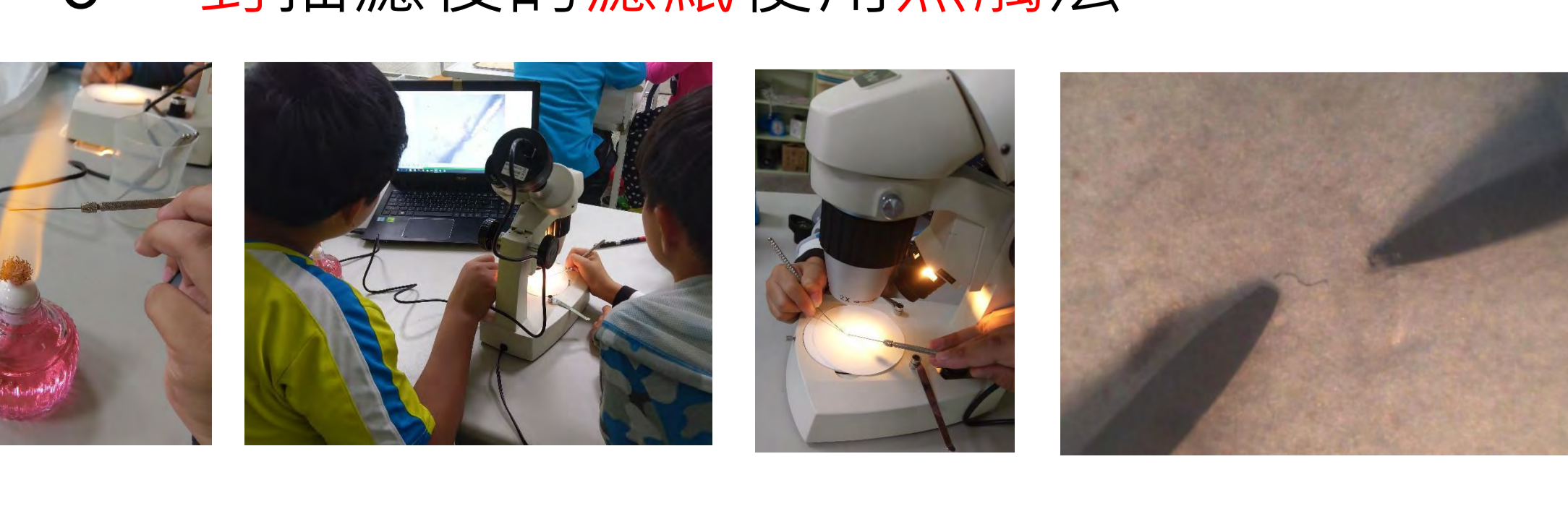
抽濾 4、混合液**靜置分層**後，**抽濾上清液**，抽濾後對**濾紙**進行**沖洗抽濾**2次，把濾紙樣本放置鐵盤中並罩上**桌罩**等待熱觸法觀察。



5、剩餘的混濁混合液重複步驟4後，剩餘的混濁混合液丟棄。



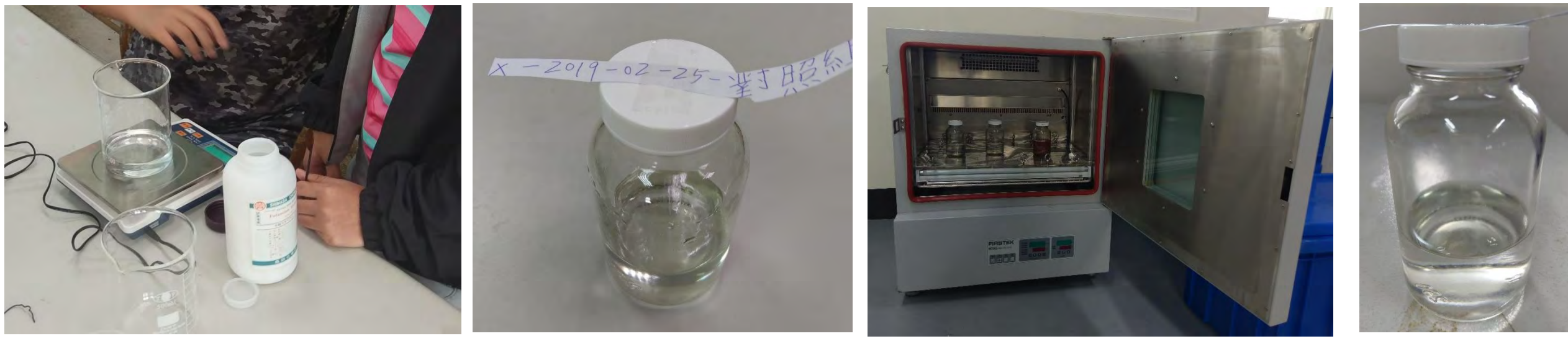
熱觸 6、對抽濾後的**濾紙**使用**熱觸法**。



五、對照組實驗步驟：

氫氧化鉀

1、100公克10%的氫氧化鉀溶液裝入樣本瓶後，放入60度的烘箱24小時以上。



分層

2、配置飽和食鹽水400公克，並抽濾待用。

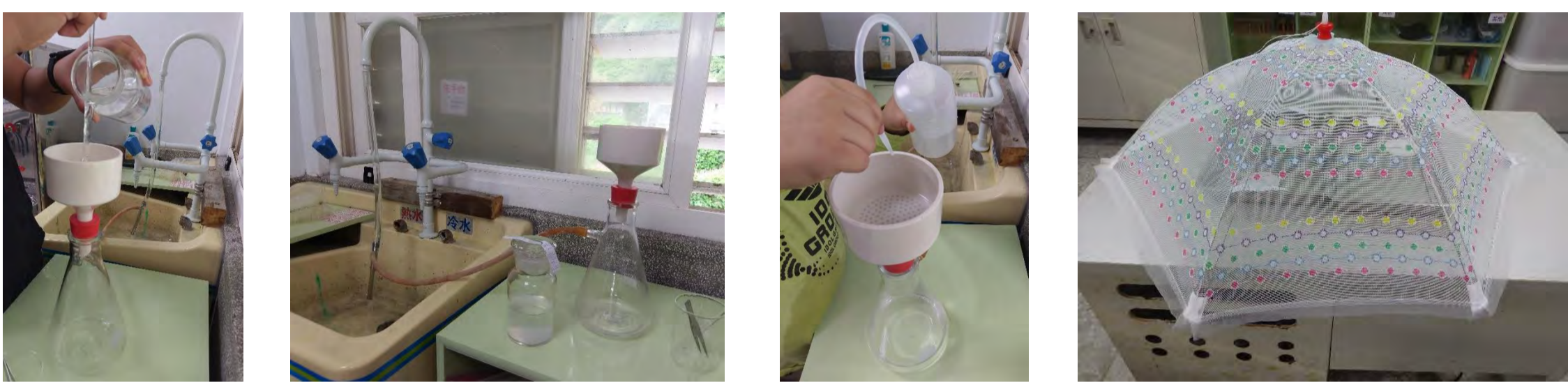


3、把樣本瓶中氫氧化鉀溶液倒入廣口瓶，再用抽濾過的飽和食鹽水沖洗樣本瓶後倒入廣口瓶，沖洗動作重複幾次，直到飽和食鹽水用完。



抽濾

4、混合液靜置分層後，抽濾全部混合液，抽濾後對濾紙進行沖洗抽濾2次，把濾紙樣本放置鐵盤中並罩上桌罩等待熱觸法觀察。



熱觸

5、對抽濾後的濾紙使用熱觸法。



六、塑膠比對組實驗步驟：

懸浮

1、把塑膠來源與水混合。



聚乙烯Polyethylene (PE) 柔珠洗面乳加水攪拌，提供顆粒狀塑膠微粒。

揉洗聚酯纖維衣物，提供纖維狀塑膠微粒。

表面割花的紙碗泡水一週以上後刷洗，提供片狀塑膠微粒。

抽濾

2、抽濾步驟1的液體，把濾紙樣本放置鐵盤中並罩上桌罩等待熱觸法觀察。



熱觸

3、對抽濾後的濾紙使用熱觸法。



聚乙烯Polyethylene (PE) 柔珠洗面乳顆粒狀塑膠微粒熱觸。

聚酯纖維衣物纖維狀塑膠微粒熱觸。

紙碗片狀塑膠微粒熱觸。

伍、研究結果

一、樣本編碼一覽表：

本實驗隨機取樣10隻魚A~J，4隻魚A~D在實驗方法調整階段，沒有結果產出，其餘6隻魚E~J有產出結果。以下6隻魚E~J的排列方式先依造棲息地，然後依造食性，做調整排序。

實驗組(魚腸胃樣本)	對照組	塑膠比對組
E-2018-11-15-單角鼻魚	X-2019-02-25-對照組	O-2019-03-13-PE柔珠
G-2018-12-13-斑鼻魚	Y-2019-02-25-對照組	P-2019-03-14-聚酯纖維100%
H-2018-12-24-斑鼻魚	Z-2018-12-17-對照組	Q-2019-03-21-紙碗
I-2018-12-24-金錢鰻		
F-2018-11-15-鬼頭刀		
J-2019-02-25-黃鰭鮪魚		

二、3組微粒熱觸模樣比較

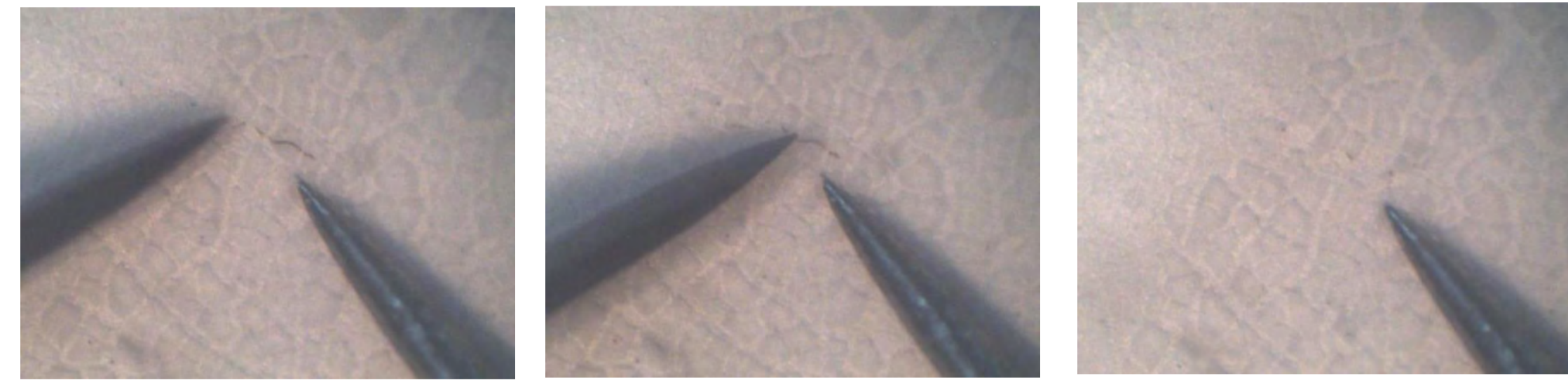
(一)纖維狀：

3組中纖維狀微粒熱觸模樣，全都是由線的一端縮往另一端，縮完後線頭有一點圓圓粗粗的樣子，3組一致。

H-2018-12-24-斑鼻魚
一端縮往另一端



Y-2019-02-25-對照組
一端縮往另一端



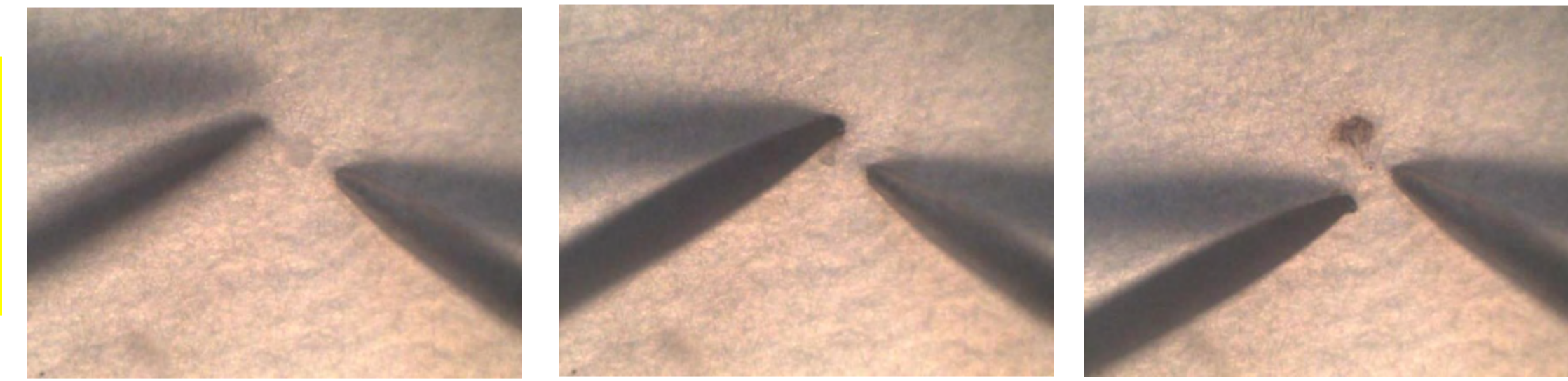
P-2019-03-14-聚酯纖維100%
一端縮往另一端



(二)顆粒狀

J黃鰭鮪魚中顆粒狀微粒熱觸的模樣，是整個液化，和O塑膠柔珠比對組白色片狀固體混合白色微米柔珠塑膠微粒液化的樣子一致。

J-2019-02-25-黃鰭鮪魚
液化



O-2019-03-13-PE柔珠
液化



(三)片狀

E單角鼻魚的片狀微粒熱觸模樣是像捲心酥捲縮。Q紙碗片狀塑膠微粒熱觸模樣是融化。兩者表現不一樣，E單角鼻魚片狀捲縮微粒本實驗不當作塑膠。G斑鼻魚的片狀微粒熱觸模樣是融化，和Q紙碗片狀塑膠微粒融化的樣子一致。

E-2018-11-15-單角鼻魚
像捲心酥捲縮，排除為塑膠。



G-2018-12-13-斑鼻魚
融化

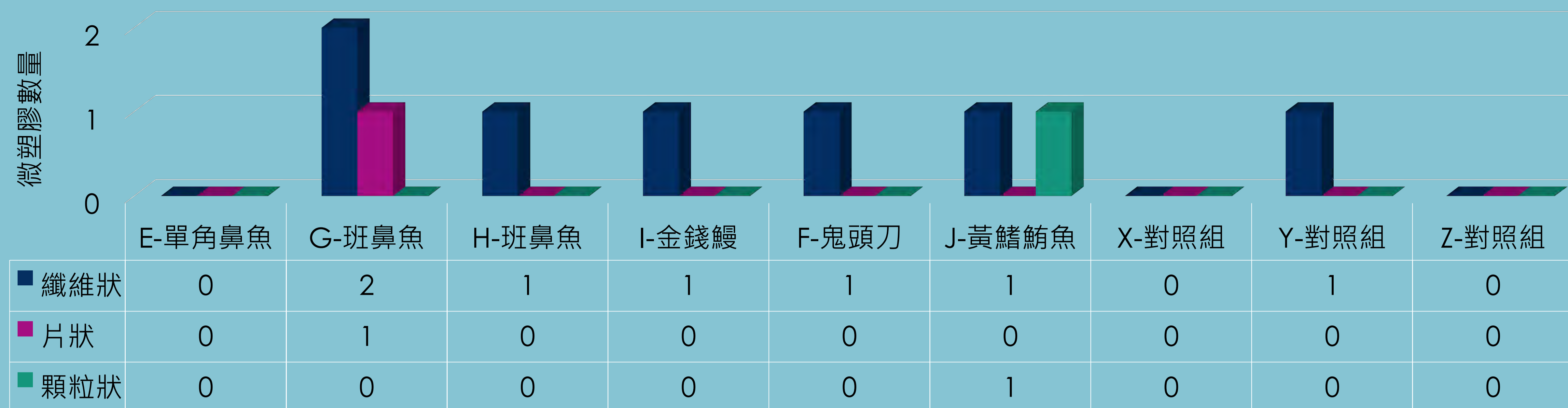


Q-2019-03-21-紙碗
融化



3組微粒熱觸模樣相互比對後，我們更加確定找到的捲縮、融化微粒，除了E樣本3個片狀捲縮微粒之外，是塑膠微粒。

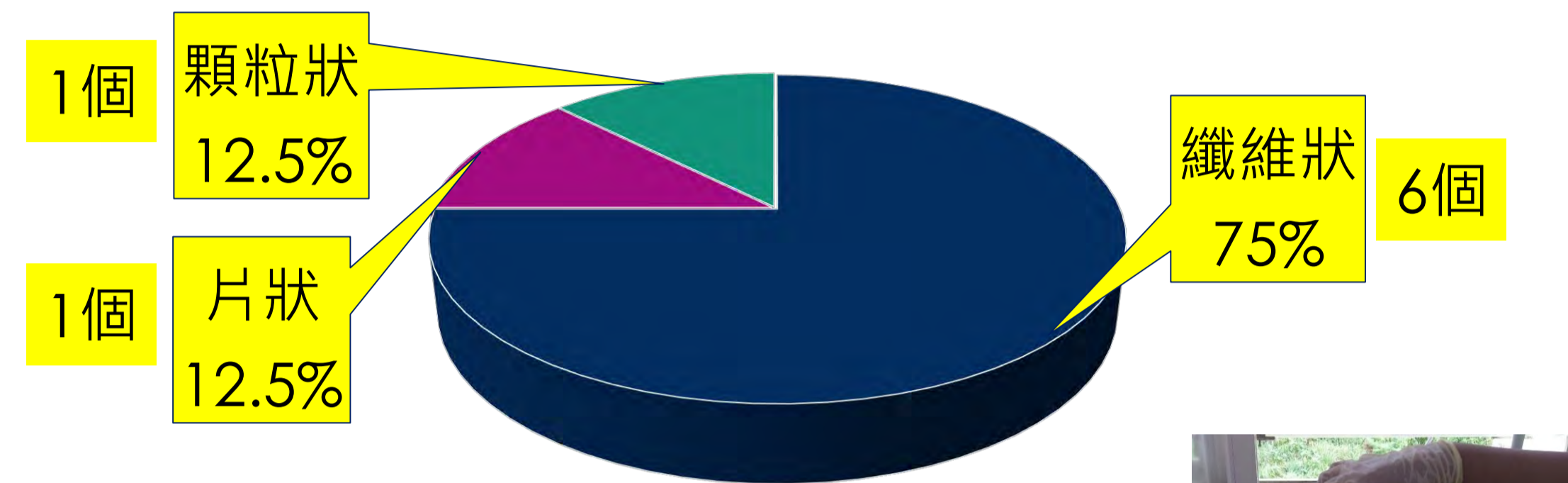
三、實驗組、對照組微塑膠數量直條圖：



魚照片	棲息地	食性
	棲息於近海礁區	食藻類、浮游生物
	棲息於大洋暖水上層	食魚、蝦、蟹、烏賊、章魚、魷魚、甲殼動物

塑膠微粒來自於水、空氣、器材等地方的可能性本實驗訂為1/3=33%。

四、實驗組微塑膠型態百分比圓形圖：



四、本鄉捕獲之魚腸胃樣本中殘留塑膠的型態與數量

本鄉捕獲之魚腸胃樣本發現的塑膠微粒，纖維狀6個，占75%；片狀1個，占12.5%；顆粒狀1個，占12.5%。大多為纖維狀，超過一半，其次為片狀、顆粒狀。

結果一致

陸、討論

一、實驗調整

(一)調整抽濾方式：

原先 抽濾用錐形漏斗，缺點：速度慢、濾紙破、濾紙含鹽分和氫氧化鉀受潮溼答答。

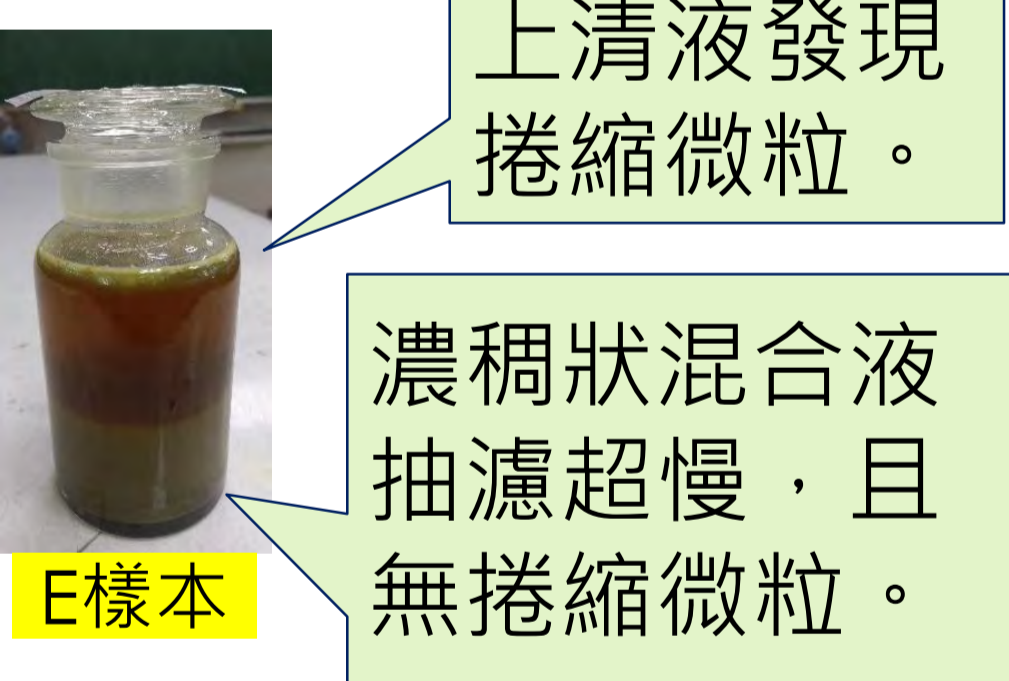
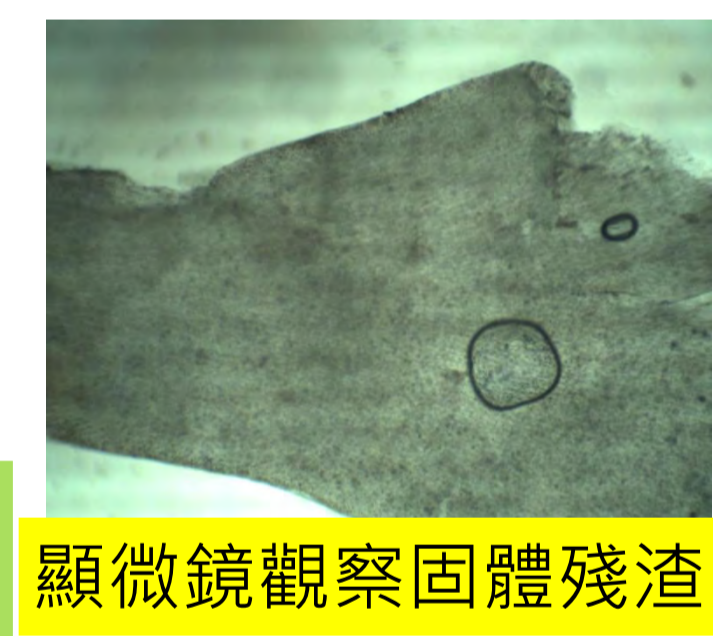
後來 抽濾用瓷漏斗，優點：速度較快、濾紙完好、濾紙可沖洗抽濾。



(二)調整觀察方法、重點：

原先 放大觀察固體殘渣，缺點：難斷定是生物組織或是人造垃圾。

後來 熱觸抽濾上清液的濾紙，優點：判斷有依據、可與塑膠微粒熱觸模樣比較。

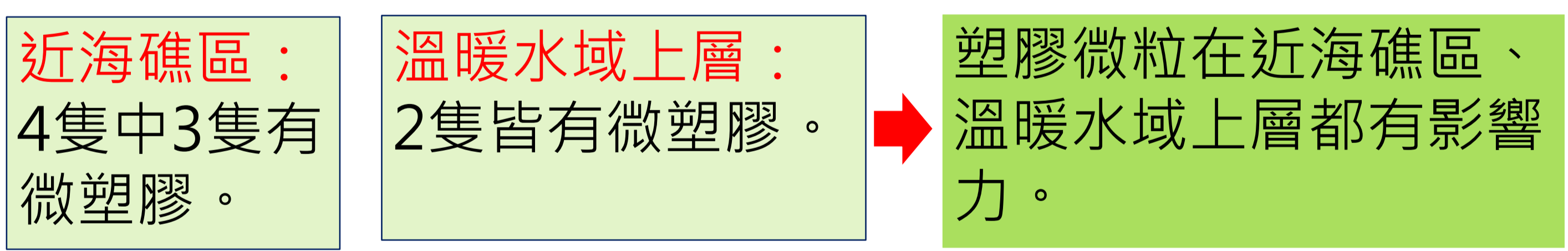


只抽濾上清液，底部濃稠狀混合液丟棄。

柒、結論

1. 本實驗發現本鄉捕獲之魚腸胃樣本有殘留塑膠的比例是50%。
2. 本實驗發現本鄉捕獲之魚腸胃樣本殘留的塑膠微粒，纖維狀6個，占75%；片狀1個，占12.5%；顆粒狀1個，占12.5%。

二、從魚生活習性探討塑膠微粒影響範圍



三、本鄉捕獲之魚腸胃樣本有殘留塑膠的比例是多少

實驗組：5隻有微塑膠。1隻無微塑膠。有塑膠微粒的比例為5/6=83%

對照組：1組有微塑膠。2組無微塑膠。塑膠微粒來自水、器材、環境的可能性訂為1/3=33%。

調整有塑膠微粒的魚腸胃樣本比例為83%-33%=50%。

本鄉捕獲之魚腸胃樣本有殘留塑膠的比例為50%。

東華研究生陳冠如從墾管處、車城鄉採集近百隻珊瑚礁魚類和洄游性魚種腸胃調查微塑膠，發現高達9成都有。(聯合新聞網，2018)

本鄉的魚可能較少有機會攝食塑膠微粒，海洋較為乾淨。如要更加肯定，還需要提高魚腸胃樣本數才行。

捌、參考資料及其他

一、後續研究建議

- 為了減少塑膠微粒來自於水、空氣、器材等地方的機率，提出3點建議：
1. 使用飲水機水調配溶液、沖洗器材。
 2. 氫氧化鉀溶液使用前先抽濾。
 3. 抽濾和熱觸的間隔時間要短。

二、參考資料

1. 1070925微型塑膠記者會附件 (2018)。取自 https://enews.epa.gov.tw/enews/enews_ftp/107/0925/112045/1070925%E5%BE%AE%E5%9E%8B%E5%A1%91%E8%86%A0%E8%A8%98%E8%80%85%E6%9C%83%E9%99%84%E4%BB%B6.pdf
2. medpartner (2018)。塑膠微粒污染自來水、海水及貝類！專家分析如何應對。取自 <https://www.medpartner.club/micro-plastics-contamination-introduction/>
3. 公共電視 (2018)。我們的島 第944集 塑膠微機(2018-03-05)。取自 <https://www.youtube.com/watch?v=YGNrgdHEVUM>
4. 王穎芝 (2019)。洗衣洗出塑膠污染 廢水排出超細纖維相當於每年500億隻寶特瓶。取自 <https://csr.cw.com.tw/article/40860>
5. 陳美琪 (2018)。恆春半島沙灘塑膠微粒的時空分佈。國立東華大學海洋生物研究所，花蓮縣。
6. 聯合新聞網 (2018)。「微垃圾」衝擊墾丁生態 海灘、魚肚充斥微塑膠。取自 <https://www.ndhu.edu.tw/files/16-1000-126741.php?Lang=zh-tw>