

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 化學科

佳作

(鄉土)教材獎

080210

「藻」到「白」頭~綠藻(礁膜)褪白探究

學校名稱：澎湖縣湖西鄉龍門國民小學

作者： 小六 顏芯鈴 小六 張津菲 小六 洪鉞翹 小五 陳金正 小五 范凱嵐	指導老師： 辛柏緯 賴秀智
---	---------------------

關鍵詞：綠藻、礁膜、葉綠素

摘要

在校訂課程清洗「遛海菜(礁膜)」時，耆老說沾染到露水的礁膜會變白，因這句話展開這次的研究。

我們探討不同來源水、日照、紫外線燈照、溫度、脫水時間等變因，再利用手機光譜儀與 ImageJ 軟體分析，得到以下結論：

- 一、浸泡過海水的葉綠素萃取液優於其它來源的水，其餘各來源水的差距不大，所有淡水接觸皆易造成礁膜褪白，並非僅有露水。
- 二、日照會影響礁膜褪白，紫外線對褪白的影響勝於日照；此外，以碘液檢測澱粉反應亦可是檢測指標。
- 三、氣溫對於礁膜褪白並無影響。
- 四、以海水清洗，脫水時間對於礁膜褪白無明顯影響；但以自來水清洗，脫水能明顯改善礁膜褪白。
- 五、澎湖日常清洗礁膜的方法，以海水清洗時，礁膜較不易褪白，優於自來水。

壹、研究動機

我們六年級今年學校的校訂課程是綠藻課程，老師帶我們到龍門的潮間帶進行「遛」海菜（礁膜）的課程；回到學校後，我們清洗採收回來的礁膜，洗完後在耆老的指導下，鋪成平面進行曬乾的動作，這時耆老提醒我們放學時記得收回去，不然沾到露水後，隔天就會變成白色不能賣了！

我們聽了覺得很好奇，為什麼沾到露水後礁膜就會褪白呢？是什麼原因造成的呢？我們七嘴八舌的討論了起來，老師便建議我們來做這次研究，一起來找出礁膜褪白的原因，以及怎麼清洗礁膜能較長時間的保持青綠色，於是，我們就開始這次的研究。

貳、研究目的

- 一、探究不同來源的水對礁膜褪白的影響。
- 二、探究不同日照程度對礁膜褪白的影響。
- 三、探究不同溫度設定對礁膜褪白的影響。
- 四、探究不同含水量對礁膜褪白的影響。
- 五、探究澎湖日常清洗礁膜的方法（海水、自來水），何者較佳。

參、研究設備及器材

一、不同來源的水、pH 儀、鹽度計

本研究，我們蒐集了海水、自來水、露水、RO 水、井水等 5 種常見的水，並利用 pH 儀、鹽度計來檢測其酸鹼值與鹽度，檢測結果與情形如下表 1、圖 1 至 4：

表 1 不同來源的水檢測結果

	海水	自來水	露水	RO 水	井水
酸鹼值	7.1	7.4	3.6/6.1*	7.0	7.6
鹽度值	1.5	0.0	0.8	0.0	0.0

*第一次測得露水 pH 值僅 3.6，故再行於第二次合適機會時蒐集得 pH 值為 6.1。

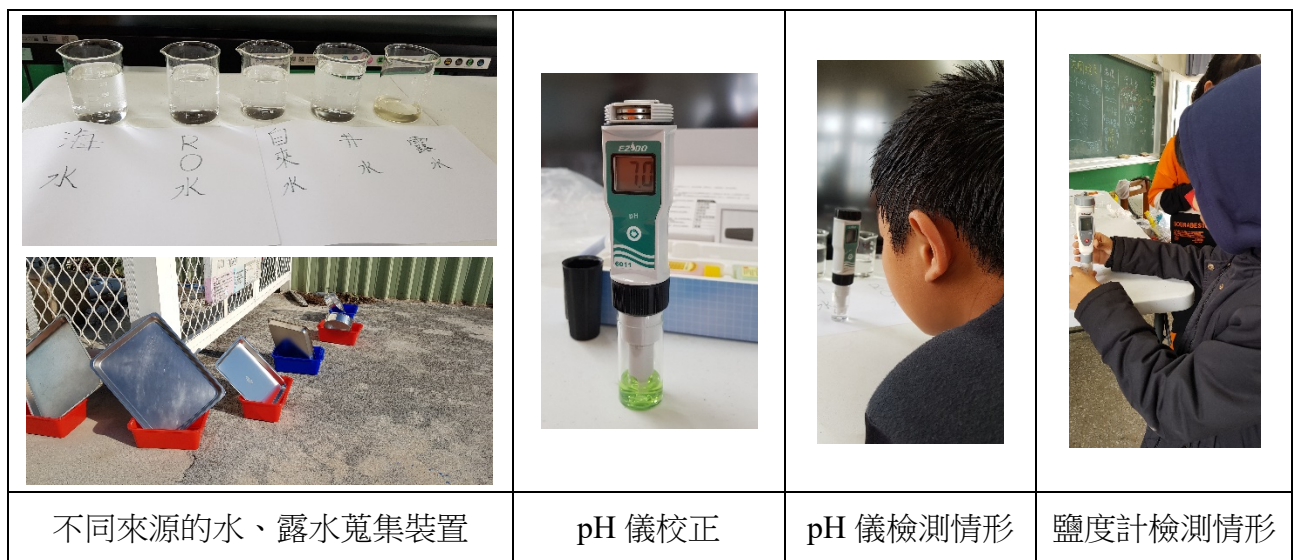


圖 1~4 各研究器材與檢測情形

二、可控溫冷暖小冰箱

為了進行研究目的三—不同溫控設定對於礁膜褪白的影響，我們本來想使用開冷暖氣，但是因為太耗電所以放棄，後來老師指導我們可利用五年級學過的致冷晶片來進行研究，致冷晶片即是通電後可以產生熱面與冷面的溫度差異，但是溫度控制如何控制仍是個挑戰，老師為了讓我們研究更方便，所以搬來了一台利用致冷晶片而開發的冷暖小冰箱；我們上網蒐集礁膜的生長季節（109 年 12 月~110 年 2 月*）最高溫與最低溫的平均，並將溫度設定為 11°C、15°C、20°C。

*本研究實驗時間主要於二月。



圖 5 可控溫冷暖小冰箱

三、全光譜植物燈、密林、遮光紗網(遮光率 60%)

為了探究研究目的二—不同日照程度對礁膜褪白的影響，所以我們利用學校蝴蝶園內的全光譜植物燈，配合遮光紗網(遮光率 60%)，進行 24 小時的曝曬，如下圖 6、7。

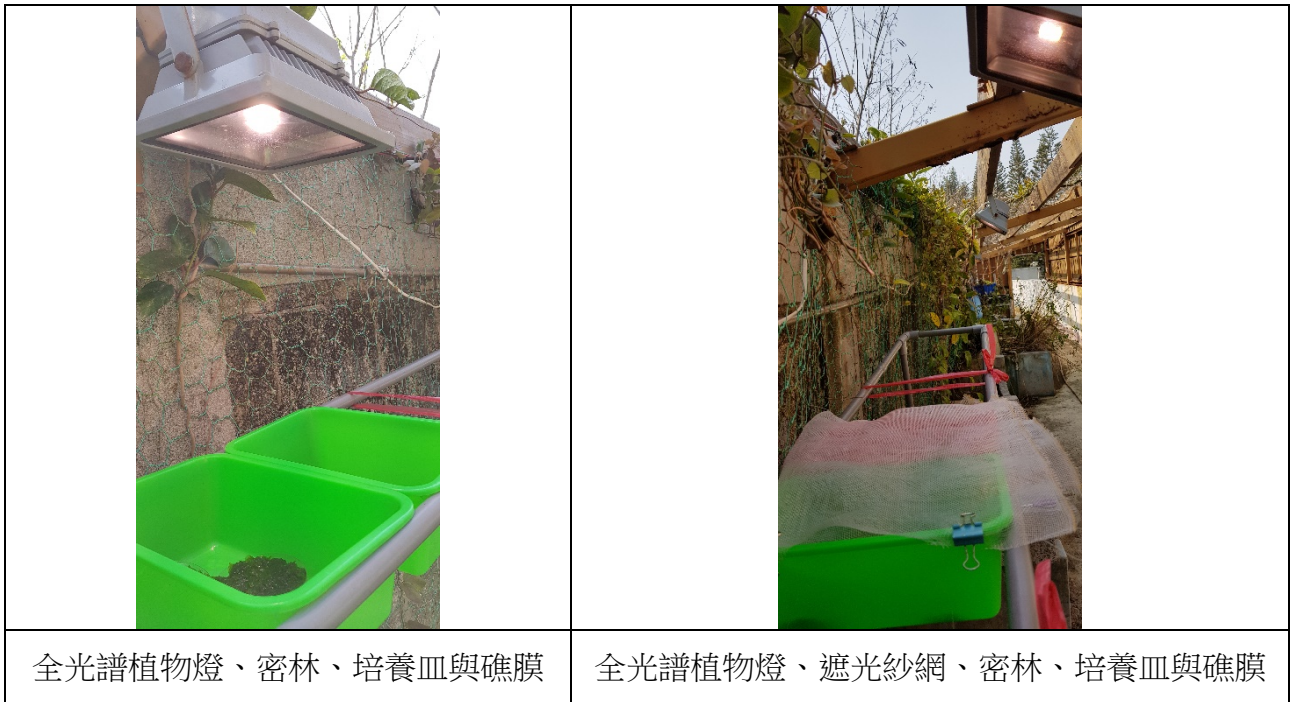


圖 6、7 全光譜植物燈、密林、遮光紗網(遮光率 60%)

四、礁膜

礁膜是澎湖冬天常見的經濟藻類，藻體呈綠色或黃綠色的薄膜狀，生長於中、高潮帶岩上，每年 12 月至翌年 3 月為盛產期，這是我們學校六年級的校訂課程，我們會實地進行撈取，如圖 8、9。



圖 8、9 溜海菜情形與礁膜

五、自製脫水設備

為了探究不同含水量對礁膜褪白的影響，所以我們利用奶粉罐、學校的電鑽(每分鐘 3000 轉)、小洗衣袋製作小型脫水機，如圖 10。



圖 10 自製小型脫水機

六、光譜儀與 ImageJ 分析軟體

為了分析實驗後的樣本葉綠素存量的程度，我們上網找到了彰化高中游大立老師所設計的簡易型光譜儀，但實作後的成品拍攝出來的效果不佳，跟老師反應後，老師找到了由台灣大學江宏仁教授所研發的 SciView 手機光譜儀，利用自製小暗房與手機，讓我們得到實驗的分光照片，再利用 ImageJ 軟體分析實驗結果，如圖 11~13。

	<p>第一版簡易光譜儀 (游大立老師設計)</p>
	<p>SciView 手機光譜儀與自製暗房</p>
	<p>ImageJ 軟體</p>

圖 11~13 光譜儀與 ImageJ 分析軟體

七、自製紫外線燈

在進行探究不同日照程度對礁膜褪白的影響、探究澎湖日常清洗礁膜的方法（海水、自來水）兩個實驗設計後的延伸探究器材，如圖 14。



圖 14 自製紫外線燈（開燈時紙箱關閉，人不在現場）

八、酒精、碘液

酒精為 95%，碘液用以檢測澱粉。

肆、研究過程與方法

一、研究架構圖

本研究自我們上校訂課程-海藻課程(礁膜)時，耆老的一句話開始，進行了一連串的實驗設計與驗證，架構圖如下圖 15。

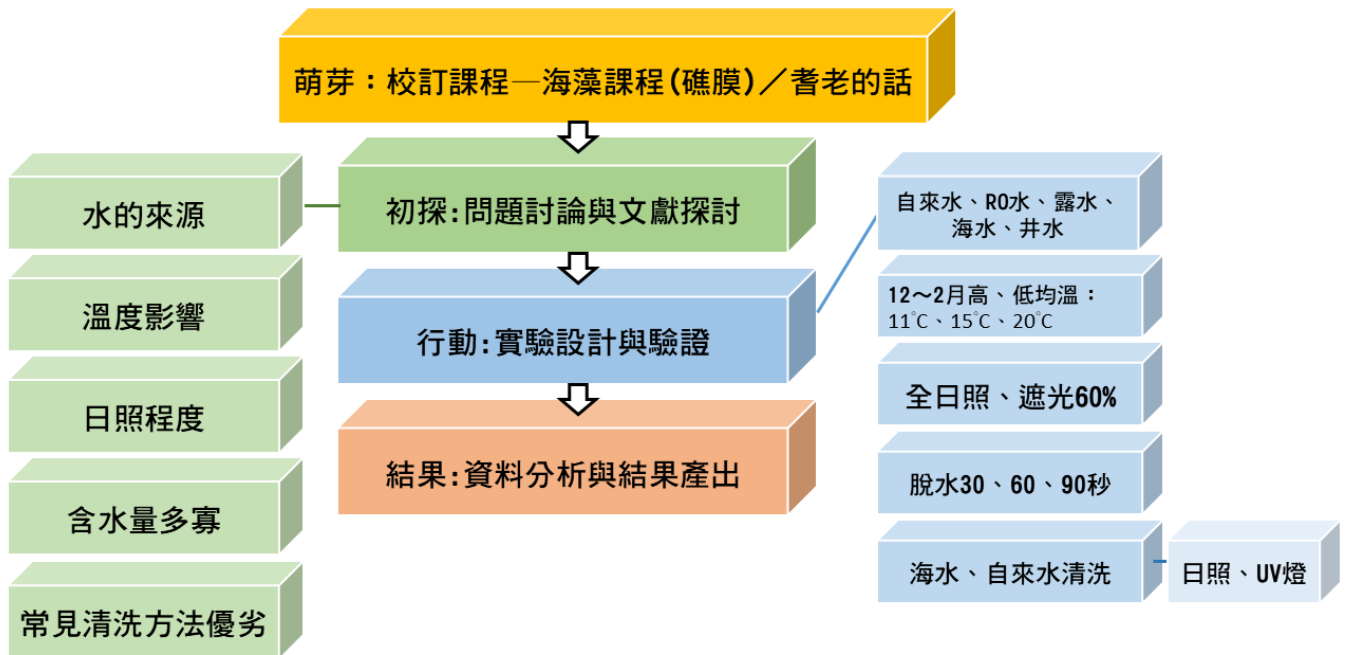


圖 15 研究架構圖

二、文獻探討

透過網路蒐尋與閱覽全國科展有關於「葉綠素」、「綠藻」的研究報告，並將重點整理如下：

(一)中華民國第 47 屆中小學科學展覽會 高中組 生命科學科：眼不見為憑：光合色素的濾紙層析分離。

1. 探討內容：葉黃綠、葉綠素的濾紙層析分離實驗。

2. 對本研究幫助：葉綠素的含量檢測方式，但我們買不到石油醚，所以沒有採用此研究的方法。

(二)中華民國第 47 屆中小學科學展覽會 高中組 化學科：深思熟「綠」才會螢—葉綠素螢光的探討

1. 探討內容：利用濾紙層析法、紫外線光照射檢測葉綠素的光譜與螢光表現。

2.對本研究幫助：可利用甲醇萃取出葉綠素，以及葉綠素在甲醇溶液的電子波長在 450~650nm 之間。

(三)中華民國第 49 屆中小學科學展覽會 國中組 化學科：青春永駐—探討地瓜葉烹飪之顏色變化

1.探討內容：地瓜葉存放的方式與葉綠素有關，接觸光線和空氣會變黃；烹煮過程添加鹽或小蘇打可穩定葉綠素。

2.對本研究幫助：葉綠素接觸光線會變色，以及鹽可以穩定葉綠素。

(四)中華民國第 54 屆中小學科學展覽會 國中組 生物科：千「片」一「綠」—光照對葉綠素濃度之影響

1.探討內容：探究光照與葉綠素含量的關係，並利用酒精冷萃取法萃取葉綠素，最後再針對光合作用產物進行澱粉測試。

2.對本研究幫助：我們看完文獻也使用酒精冷萃法進行萃取，也試著利用碘液測驗萃取葉綠素後的礁膜澱粉含量。

(五)中華民國第 57 屆中小學科學展覽會 國中組 化學科：Oh!「葉」~利用手機光譜儀探討市售植物油在可見光雷射照射下發光行為。

1.探討內容：市售植物油受綠光及藍紫光照射後的發光行為；並利用簡易手機光譜儀並輔以 ImageJ 來解析發光的波譜分布。

2.對本研究幫助：我們看完文獻知道本研究可以使用的器材設備—簡易手機光譜儀與 ImageJ 分析軟體。

(六)維基百科(2021 年 2 月 2 日)•葉綠素

1.探討內容：介紹葉綠素的波長、光合反應與澱粉的關係。

2.對本研究幫助：葉綠素 a 波長約在 420~650nm 間，此外對綠光的吸收很少，所以呈現綠色；含葉綠素區會有澱粉反應。

(七)facebook SciView 手機光譜儀社團(2021 年 3 月 5 日)•光譜儀介紹、ImageJ 製作光譜圖教學

對本研究幫助：光譜儀組裝、ImageJ 軟體的使用與判讀。

(八)農業知識入口網((2021 年 2 月 2 日)•楓葉為什麼變紅•

1.探討內容：一般樹葉都是變黃，而為什麼楓葉會變紅？

2.對本研究幫助：葉子含有豐富的葉綠素。當葉子內同時含有葉綠素與胡蘿蔔素時，葉子會吸收紅光、藍光、藍綠光，剩下的光線反射，葉子便呈現綠色。

從以上的文獻探討，我們知道可以利用酒精冷萃法來萃取葉綠素，以及光照、鹽度對葉綠素與澱粉有影響，以及葉綠素 a 的波長分佈約在 420~650nm 間，最後透過手機光譜儀和 ImageJ 軟體的分析，從吸收光譜圖中綠光吸的量，可以推知葉綠素的含量。

三、研究過程及方法

(一)正式(校訂)課程教學：

1.校訂 LONG 課程—生命之母藻傳奇：在課堂上認識藻類的種類、藻類與生活的關係，共 16 節。

2.校訂 LONG 課程—澎湖綠金藻美食：遛海菜的漁法體驗，共 16 節。

經由校訂課程的學習，我們認識本研究的目標—礁膜，以及撈取和後續的處理方式。

(二)實驗設計與步驟

1.實驗一：探究不同來源的水對礁膜褪白的影響。

因為耆老說礁膜過夜沒有收，吸收到露水後隔天就會褪白不能賣了，所以我們蒐集了一些常見不同來源的水，分別有自來水、RO 水、露水、海水與井水等 5 種，原預計要蒐集雨水來實驗，但我們進行實驗期間（二個月），澎湖都沒有下雨，所以我們只好作罷，實驗一步驟如下：

(1)檢測 5 種來源水的酸鹼值與鹽度，以評估是否可能因酸鹼值或鹽度，讓礁膜褪白。

(2)取 20g 礁膜 5 份，分別浸泡於 5 種來源水中 30 秒後取出，平鋪於培養皿中。

(3)重覆步驟(2)三次，以達實驗信度。

(4)置於同一地點（教室內）24 小時（如圖 16）。

(5)利用手機光譜儀拍攝光譜照。

(6)利用 ImageJ 軟體進行光譜分析。

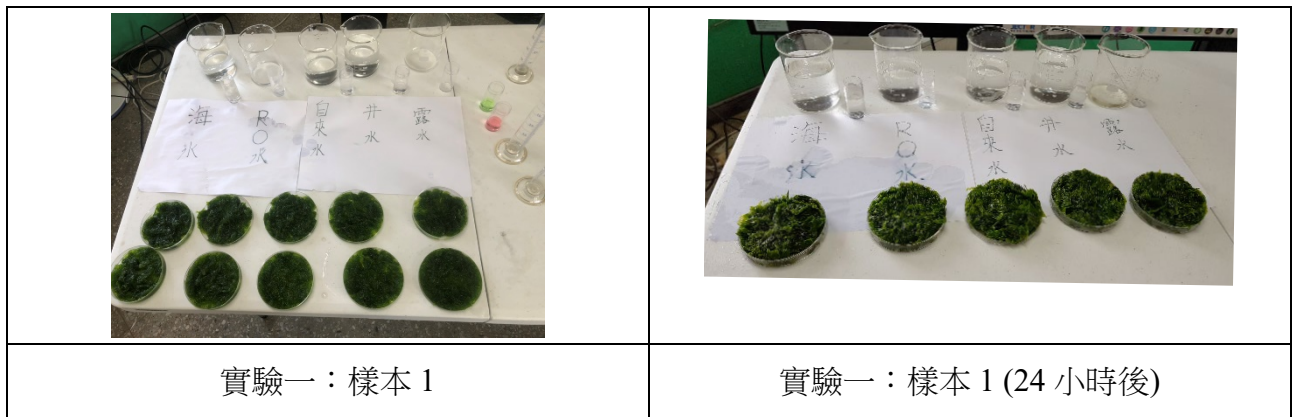


圖 16 實驗一樣本情形

2. 實驗二：探究不同日照程度對礁膜褪白的影響。

我們從耆老那裡學到，傳統處理礁膜的方法是利用日曬法，所以我們想瞭解不同日照程度會不會對礁膜褪白有所影響，所以我們參考文獻，拿相同網目的農用紗網來進行遮光，依據文獻此方法遮光度為 60%，實驗二步驟如下：

- (1)因實驗二與實驗一同時進行，尚不知實驗一結果，故仍依實驗一步驟(1)~(3)製作浸泡不同來源水後的樣本(各來源水各 6 份)。
- (2)承步驟(1)，將各來源水中的 3 份樣本，放置於密林內，定義為未遮光組；剩餘各來源水的 3 份樣本，則利用紗網遮光，放置於密林內，定義為部份遮光組(如圖 17)。
- (3)將步驟(2)所製作的樣本，放置於學校蝴蝶園內的全光譜植物燈下 24 小時。
- (4)收回肉眼觀察後，各樣本進行酒精冷萃法 2 天。
- (5)利用手機光譜儀拍攝光譜照。
- (6)利用 ImageJ 軟體進行光譜分析。



圖 17 實驗二操作情形

3.實驗三：探究不同溫度設定對礁膜褪白的影響。

我們從耆老的說法中，推想是否因放過夜，夜晚溫度較低的關係，所以我們至中央氣象局找尋 12 月至 2 月，三個月的最高溫與最低溫平均，分別為 11°C、20°C，另求兩者間平均，得 15.5°C，但因研究設備—致冷冰箱限制，設定為 15°C，實驗三步驟如下：

- (1)根據實驗一研究結果，故各取 20g 礁膜，分別浸泡入常見的清洗方式：海水、自來水中 30 秒，取出後平鋪至培養皿中。
- (2)依據步驟(1)，各製作樣本 3 份，以達實驗信度。
- (3)設定致冷冰箱溫度 11°C，放入步驟(2)的 6 份樣本(自來水 3 份、海水 3 份)，放置 2 天(如圖 18)。
- (4)取出肉眼觀察後，各樣本進行酒精冷萃法 2 天，
- (5)重覆步驟(3)、(4)，溫度設定為 15°C、20°C
- (6)利用手機光譜儀拍攝光譜照(如圖 19)。
- (7)利用 ImageJ 軟體進行光譜分析(如圖 20)。

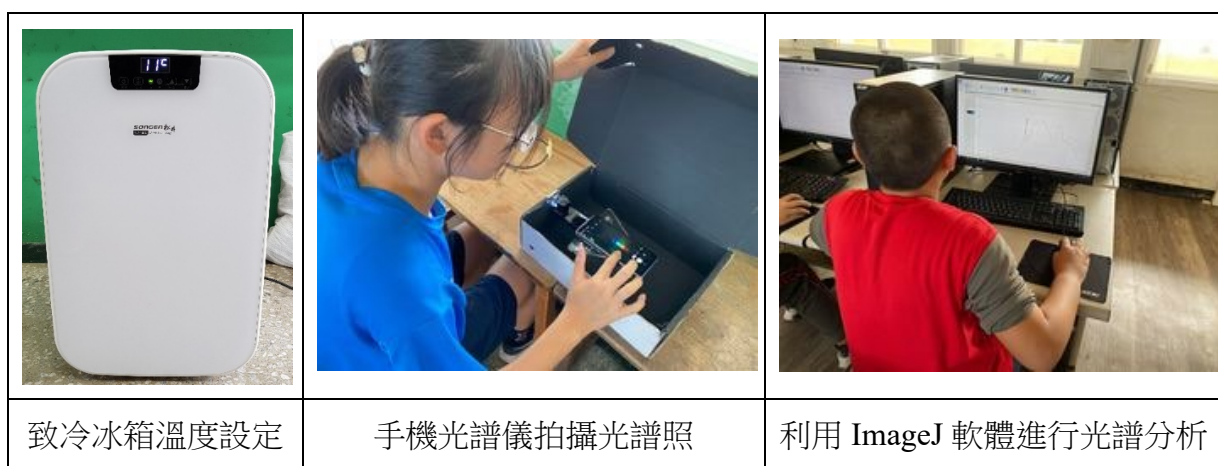


圖 18~20 實驗三操作情形

4.實驗四：探究不同含水量對礁膜褪白的影響。

一般專門在販售礁膜的業者，清洗完後都會使用脫水機來減少礁膜的含水量，以減少曝曬的時間，所以我們利用奶粉罐和電鑽自製小型脫水機，進行實驗四以下步驟：

- (1)各取 20g 礁膜，分別浸泡入常見的清洗方式：海水、自來水中 30 秒取出。
- (2)放入小型洗衣袋內，接著放入自製脫水機，脫水 30 秒；並以相同實驗設定，各製作 3

份樣本(自來水 3 份、海水 3 份)，以達實驗信度。

(3)同步驟(1)、(2)，惟脫水秒數設定為 60 秒，再製作各 3 份樣本。

(4)同步驟(1)、(2)，惟脫水秒數設定為 90 秒，再製作各 3 份樣本。

(5)所有樣本於教室走廊曬得到陽光處，放置 24 小時。

(6)肉眼觀察後，各樣本進行酒精冷萃法 2 天，

(7)利用手機光譜儀拍攝光譜照。

(8)利用 ImageJ 軟體進行光譜分析。

5.實驗五：利用 UV 燈探究不同清洗方式(自來水、海水)對礁膜褪白的影響。

依據以上各實驗的結果，我們自製 UV 燈，增加本實驗，其實驗步驟與設定如下：

(1)各取 20g 礁膜，分別浸泡至自來水、海水中 30 秒，再利用自製脫水機脫水 30 秒，平鋪至培養皿內。

(2)重覆步驟(1)三次，製作自來水、海水樣本各 2 份(因紙箱空間有限，所以僅各製作 2 份樣本)。

(3)置入自製 UV 燈內，封箱後放置 24 小時(如圖 21~22)。

(4)肉眼觀察後，各樣本進行酒精冷萃法 2 天，

(5)利用手機光譜儀拍攝光譜照。

(6)利用 ImageJ 軟體進行光譜分析。



圖 21~22 實驗五操作情形

(三)資料整理、討論與成果報告產出。

伍、研究結果

以下就本研究的目的與實驗設計，進行數據分析與研究結果說明，分述如下：

一、實驗一：探究不同來源的水對礁膜褪白的影響

實驗一設計主要是根據耆老所說的過夜後，礁膜沾染到露水後就褪白，進行擴展式實驗設計，利用自來水、RO 水、露水、海水與井水等 5 種不同來源的水，利用比色法、酒精冷萃法與光譜分析，來驗證耆老的說法，實驗結果如下：

(一) 肉眼比色法

我們依實驗設計將不同種類的水放置 24 小時後，並排在一起進行比較(如圖 23)，確實比一天前，顏色稍微較淺，但肉眼看不出來有什麼明顯的差別。

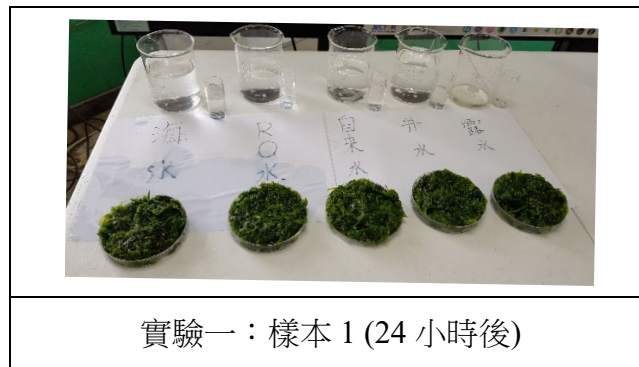
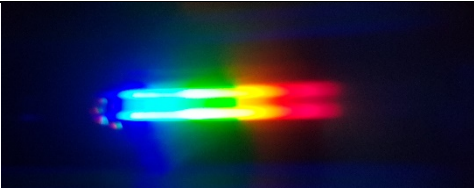
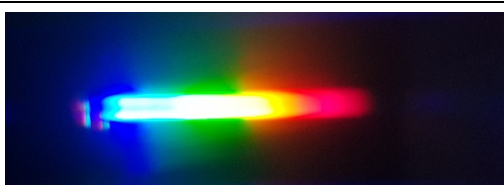


圖 23 實驗一 24 小時後樣本圖

(二) 酒精冷萃法與光譜分析

接著我們將樣本浸入 95%酒精進行葉綠素萃取，再透過手機分光儀進行樣本分析，光譜圖中紅框處為葉綠素 a 的波長(420nm~650nm)，葉綠素平均值為該波段內吸收光譜數值的平均，愈低表示吸收的綠光愈少，綠光的反射量愈多，本研究定義為褪白程度較少(即較綠色)，分析結果下表 2、續表 2-1、2-2：

表 2 不同種類水對礁膜變色的影響

種類	自來水	RO 水
分光照		

吸收光譜圖		
葉綠素 a 數值平均	134.3051	132.3464

續表 2-1 不同種類水對礁膜變色的影響

種類	露水	海水
分光照		
吸收光譜圖		
葉綠素 a 數值平均	120.5267	93.6329

續表 2-2 不同種類水對礁膜變色的影響

種類	井水
分光照	
吸收光譜圖	
葉綠素 a 數值平均	123.9563

由上表各數據顯示，葉綠素 a 吸收的數值，海水(93.63)<露水(120.53)<井水(123.96)<RO 水(132.35)<自來水(134.31)，所以浸泡過海水的葉綠素萃取液呈現的顏色較為綠，優於其它來源的水，但其餘各來源水差距不大，且肉眼無法辨識差別。

二、實驗二：探究不同日照程度對礁膜褪白的影響

實驗二的實驗設計，是探究日照程度對礁膜褪白的影響，利用農用遮光網來減光 60%，配合學校的全光譜植物燈光照 24 小時後，ImageJ 分析實驗結果如下(表 3~7)：

(一)肉眼比色法

經過全光譜植物燈照射 24 小時後，從肉眼即可明顯看得出樣本之間的差異(如圖 24)，上排為未遮光組，下排為部份遮光組；部份遮光組的各樣本皆比遮光組還翠綠。

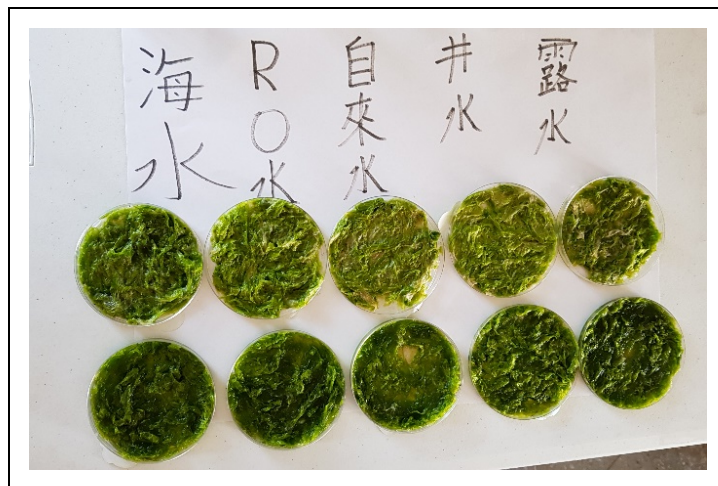

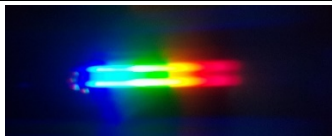


圖 24 部份遮光與遮光組樣本 24 小時日照後情形

(二)酒精冷萃法與光譜分析

接著我們將樣本浸入 95%酒精進行葉綠素萃取，再透過手機分光儀進行樣本分析，分析結果下表 3~7：

表 3 自來水(未遮光組／部份遮光組)

種類	自來水-未遮光組	自來水-部份遮光組
分光照		

吸收光譜 圖	<p>自來水-未遮光</p>	<p>自來水-部份遮光</p>
葉綠素 a 數值平均	162.2947	140.2725

表 4 RO 水(未遮光組／部份遮光組)

種類	RO 水-未遮光組	RO 水-部份遮光組
分光照		
吸收光譜 圖	<p>RO水-未遮光</p>	<p>RO水-部份遮光</p>
葉綠素 a 數值平均	160.157	126.3852

表 5 露水(未遮光組／部份遮光組)

種類	露水-未遮光組	露水-部份遮光組
分光照		
吸收光譜 圖	<p>露水-未遮光</p>	<p>露水-部份遮光</p>
葉綠素 a 數值平均	168.5183	125.5382

表 6 海水(未遮光組／部份遮光組)

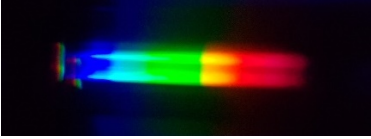
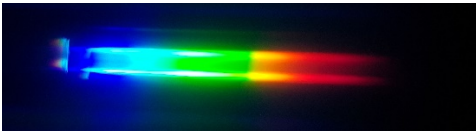
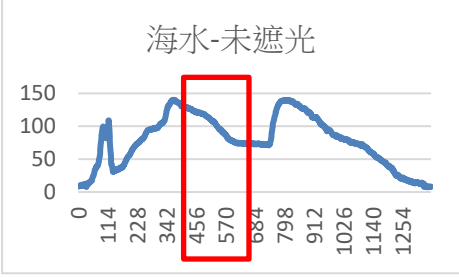
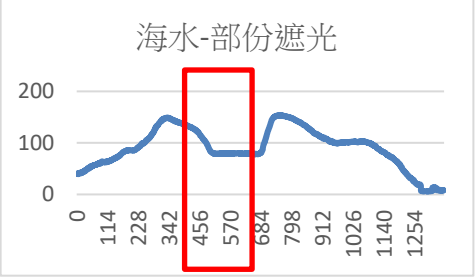
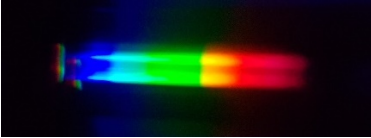
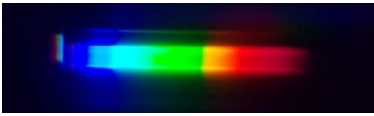
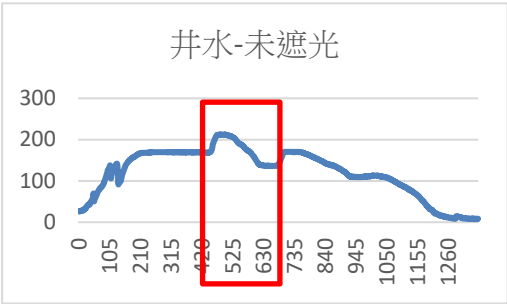
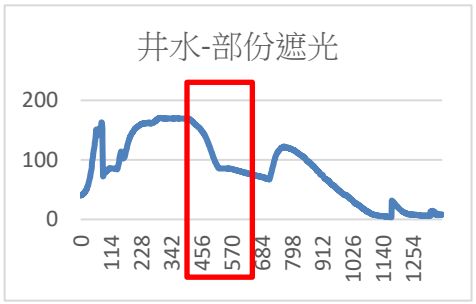
種類	海水-未遮光組	海水-部份遮光組
分光照		
吸收光譜圖	 <p>海水-未遮光</p>	 <p>海水-部份遮光</p>
葉綠素 a 數值平均	99.65352	94.10044

表 7 井水(未遮光組／部份遮光組)

種類	井水-未遮光組	井水-部份遮光組
分光照		
吸收光譜圖	 <p>井水-未遮光</p>	 <p>井水-部份遮光</p>
葉綠素 a 數值平均	170.1348	128.4412

實驗二主要以全光譜植物燈模擬日照時間 24 小時，探討對礁膜褪白的影響，從表 3~7 可知，各不同來源水呈現一致性的結果，自來水(部份遮光)：140.27<自來水(未遮光)：162.29；RO 水(部份遮光)：126.39<RO 水(未遮光)：160.16；露水(部份遮光)：125.54<露水(未遮光)：168.52；海水(部份遮光)：94.10<海水(未遮光)：99.65；井水(部份遮光)：128.44<井水(未遮光)：170.13；該結果亦與肉眼觀察一致，顯示日照確對礁膜褪白有所影響。

三、實驗三：探究不同溫度設定對礁膜褪白的影響

實驗設計三參考常見清洗礁膜的方式，將實驗樣本的浸泡水來源鎖定於海水、自來水兩種；另接續實驗一、二的實驗結果，我們想瞭解日照 24 小時的過程中，是不是因為溫度的變化造成未遮光的比部份遮光的還要白，所以進行不同溫度設定(11°C、15°C、20°C)的實驗，其實驗結果如表 8~10：

表 8 11°C (海水組／自來水組)

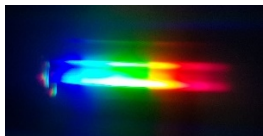

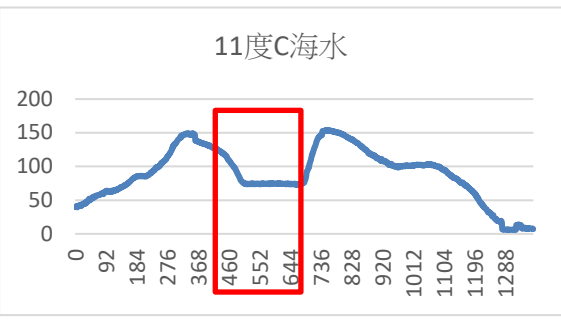
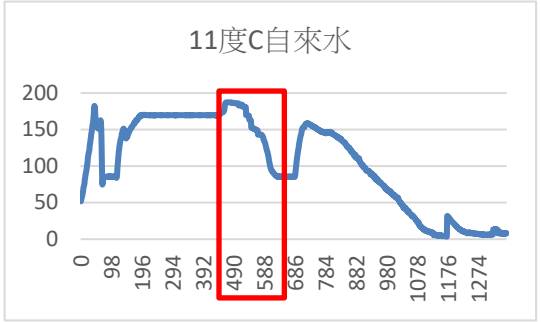
種類	海水-11°C	自來水-11°C
分光照		
吸收光譜圖	<p>11度C海水</p> 	<p>11度C自來水</p> 
葉綠素 a 數值平均	85.6329	130.2725

表 9 15°C (海水組／自來水組)

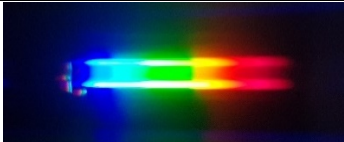

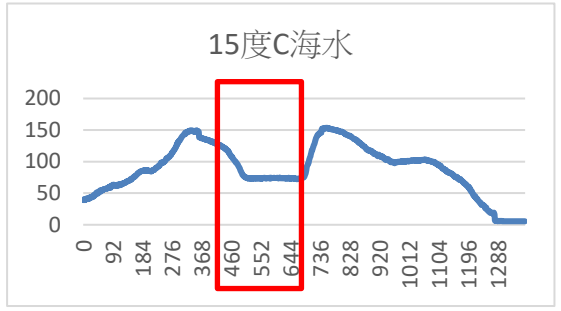
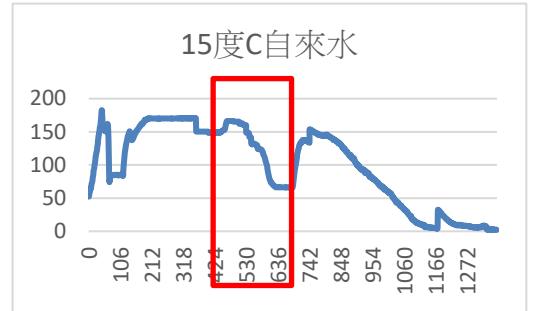
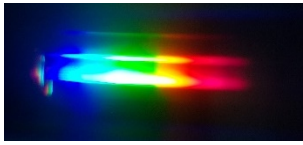


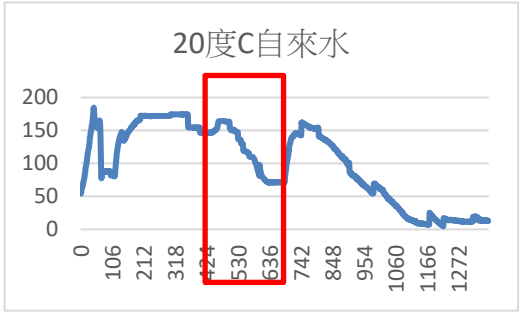
種類	海水-15°C	自來水-15°C
分光照		
吸收光譜圖	<p>15度C海水</p> 	<p>15度C自來水</p> 
葉綠素 a 數值平均	85.2389	130.1076

表 10 20°C (海水組／自來水組)

種類	海水-20°C	自來水-20°C
分光照		
吸收光譜圖	<p>20度C海水</p> 	<p>20度C自來水</p> 
葉綠素 a 數值平均	86.01427	124.9007

實驗三主要是探究不同溫度設定對於礁膜褪白的影響，從表 8~10 可知，不同溫度設定對於葉綠素變化並無太大差別(海水介於 85.23~86.01、自來水介於 124.90~130.27)；另就肉眼觀看亦無明顯差異(如圖 25)，僅有氣味改變為較腥臭。



圖 25 實驗三 樣本放置情形

四、實驗四：探究不同含水量對礁膜褪白的影響

實驗設計四，亦參考常見清洗礁膜的方式（海水、自來水），使用自製脫水機(電鑽轉速每分鐘 3000 轉)，加入脫水設定，30 秒、60 秒、90 秒，我們想瞭解平常清洗完的脫水時間(含水量)，對於礁膜褪白是否有所影響，其實驗結果如表 11~13：

(一)肉眼比色法

經過脫水後，置於教室外走廊 24 小時後，從肉眼可明顯看出自來水與海水有所差異 (如圖 26)，上排為海水組，下排為自來水組；樣本由左至右分別為 30 秒、60 秒、90 秒，脫水秒數的差異肉眼無法辨別，故再進行酒精冷萃法(如圖 27)。



圖 26 實驗四樣本情形、圖 27 酒精冷萃法使用情形

(二)酒精冷萃法與光譜分析

接著我們將樣本浸入 95%酒精進行葉綠素萃取，再透過手機分光儀進行樣本分析，分析結果表 11~13。

表 11 30 秒 (海水組/自來水組)

種類	海水-30 秒	自來水-30 秒
分光照		
吸收光譜圖	<p>海水30秒</p>	<p>自來水30秒</p>
葉綠素 a 數值平均	96.84869	106.3313

表 12 60 秒 (海水組/自來水組)

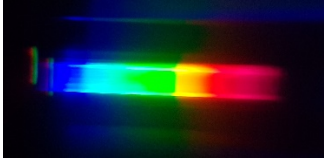


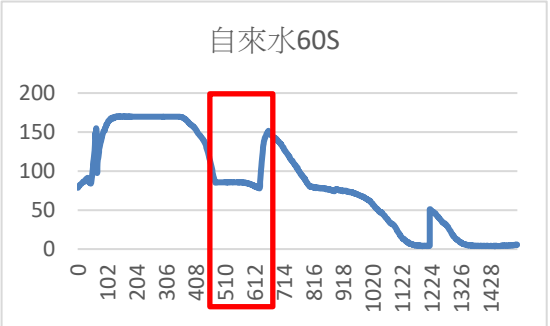
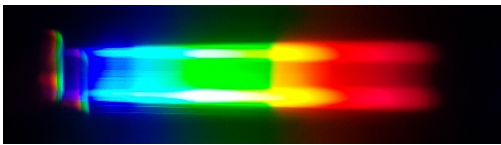
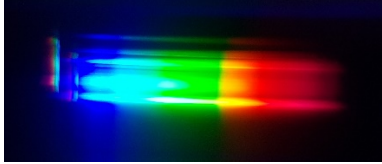
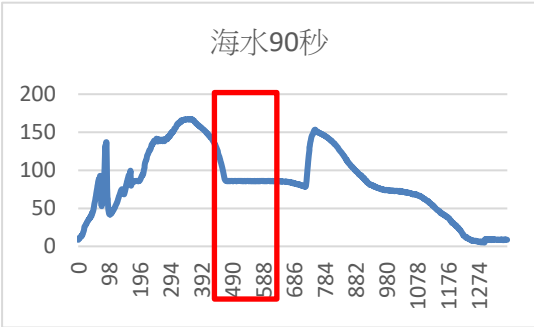
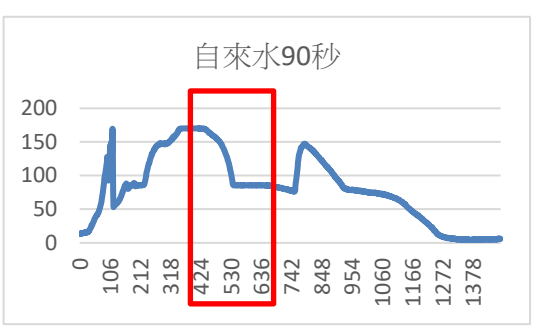
種類	海水-60 秒	自來水-60 秒
分光照		
吸收光譜 圖	 <p>海水60S</p>	 <p>自來水60S</p>
葉綠素 a 數值平均	94.36977	107.04909

表 13 90 秒 (海水組/自來水組)

種類	海水-90 秒	自來水-90 秒
分光照		
吸收光譜 圖	 <p>海水90秒</p>	 <p>自來水90秒</p>
葉綠素 a 數值平均	93.02514	107.4357

從上表 11~13 的實驗數據可知，海水(30s)：96.85、海水(60s)：94.37、海水(90s)：93.03，自來水(30s)：106.33、自來水(60s)：107.04、自來水(90s)：107.44，脫水秒數對於海水樣本內、自來水樣本內，皆無明顯差異。

五、實驗五：利用 UV 燈探究不同清洗方式(自來水、海水)對礁膜褪白的影響

根據實驗一至四的結果，我們得知海水優於其它不同來源的水，且明顯優於自來水，未遮光優於部份遮光組，但溫度對礁膜褪白無明顯影響，所以我們想瞭解會不會是陽光中的紫外線造成礁膜褪白，因此我們自製 UV 燈箱，將海水、自來水的脫水 30 秒後置於箱中，實驗結果如下。

(一)肉眼比色法

經過置於 UV 箱 24 小時後，肉眼可看出樣本有明顯褪白(如圖 28)，且海水稍綠於自來水樣本，由左至右樣本為海水 1、海水 2、自來水 1、自來水 2，再進行酒精冷萃法。

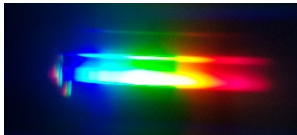
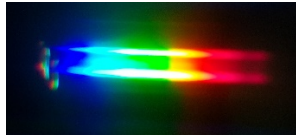
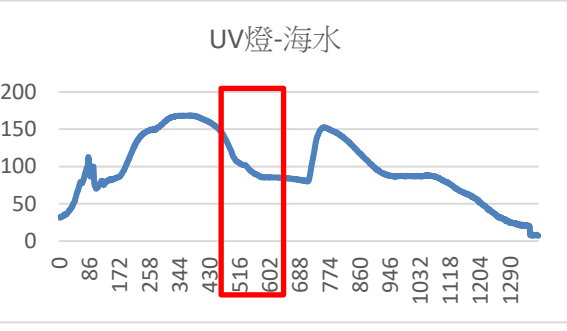
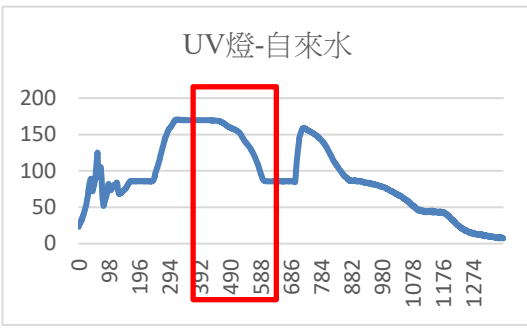


圖 28 實驗五樣本 UV 燈曝曬 24 小時後情形

(二)酒精冷萃法與光譜分析

接著我們將樣本浸入 95%酒精進行葉綠素萃取，再透過手機分光儀進行樣本分析，分析結果表 14。

表 14 UV 燈 (海水組/自來水組)

種類	UV 燈-海水	UV 燈-自來水
分光照		
吸收光譜圖	<p>UV燈-海水</p> 	<p>UV燈-自來水</p> 
葉綠素 a 數值平均	110.1383	132.2536

從表 14 數據可知 UV 燈照射 24 小時後， $UV_{(海水)} : 110.14 < UV_{(自來水)} : 132.14$ ，結果與以上各實驗一致，惟值得注意的是 $UV_{(海水)}$ 的數據高於其它實驗設計海水部份的樣本數據，顯示 UV 燈的照射對礁膜褪白有重大的影響。

陸、討論

本章我們針對第五章的五個實驗設計與數據，分別討論如下：

一、探究不同來源的水對礁膜褪白的影響

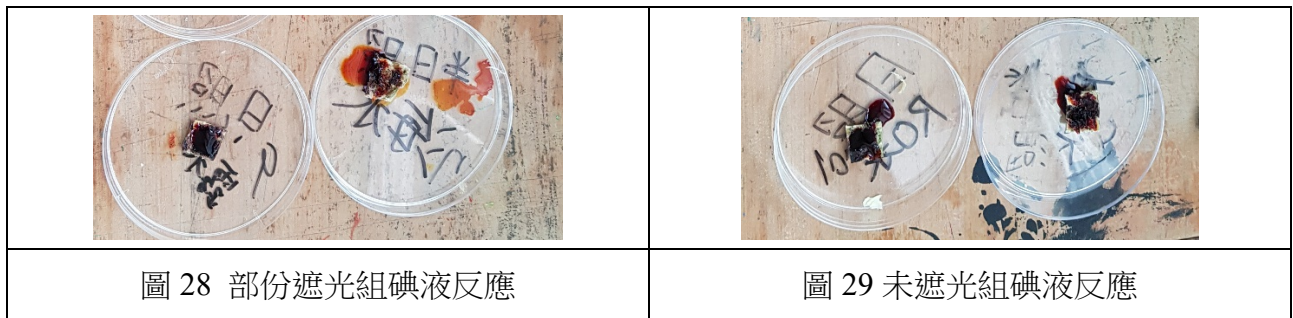
我們從數據發現葉綠素 a 吸收的數值，海水(93.63)<露水(120.53)<井水(123.96)<RO 水(132.35)<自來水(134.31)，所以浸泡過海水的葉綠素萃取液優於其它來源的水，但其餘各來源水差距不大，且肉眼無法辨識差別；這樣的結果跟我們在文獻中看到鹽能穩定葉綠素的保存相符；而耆老所說的沾染到露水隔天會變白的情況，確實有這樣的現象，但不是露水的特別現象，而是各種鹽度值相近的淡水皆有此現象。

另外，值得特別討論的是我們第一次蒐集到的露水，其 pH 值相當低，除長時間沒下雨外，第二次露水蒐集其 pH 值亦呈酸性，所以我們討論是否有其它的人為因素造成，值得我們再做後續的研究。

二、探究不同日照程度對礁膜褪白的影響

本研究以實驗二、實驗五來探究此研究目的。實驗二利用全譜植物燈來模擬日照時間 24 小時，得到部份遮光組皆優於未遮光組；實驗五用自製 UV 燈箱來單獨探究日照中的紫外線對礁膜褪白的影響，得到與日照的結果一致，確能使礁膜褪白，且影響情形更大於日照，針對此研究結果，我們討論如果後續有經費，可以採買像車用抗 UV 的窗貼，來進行後續的褪白研究。

此外，文獻中有提到葉綠素萃取後的樣本，可以利用碘液來檢測澱粉，所以我們將萃取後的樣本撈出，剪成 2cm² 大小，滴上碘液，發現真的有變紫色，靜待 30 分鐘後，可以發現部份遮光組(圖 28)的碘液反應不如未遮光組(圖 29)，和文獻上所寫的相同，因此碘液反應的澱粉含量也可以做為葉綠素含量的反指標。



三、探究不同溫度設定對礁膜褪白的影響

本研究以實驗三來探究此研究目的。由實驗二得知，日照會造成礁膜褪白，所以我們想單獨針對溫度這變因進行討論，我們在討論該設定多少溫度時，本來是想比照冰箱的 4°C 當作低溫，但老師有提醒我們這研究是希望能給耆老們處理礁膜時的實際建議，所以我們討論後決定依據礁膜的盛產期(12 月至 2 月)，去查中央氣象局的數據，定義為 11°C、15°C、20°C；實驗結果我們可以得知溫度對於褪白並沒什麼影響，讓我們想到煮海菜魚丸湯時，雖然水溫很高，但是礁膜仍能保持綠色，所以與真實生活的經驗相同。

四、探究不同含水量對礁膜褪白的影響

本研究以實驗四來探討此研究目的。從實驗數據可知，海水(30s): 96.85、海水(60s): 94.37、海水(90s): 93.03，自來水(30s): 106.33、自來水(60s): 107.04、自來水(90s): 107.44，脫水秒數對於海水樣本內、自來水樣本內，皆無明顯差異，但參考其它實驗設計的數據，自來水脫水後對葉綠素保存似乎有明顯的幫助。

根據以上的結果，我們討論後覺得可能是原本清洗過程中被自來水降低的鹽度，透過脫水這動作，使得礁膜所在的鹽度提高，有助於葉綠素的保存，與文獻的說法一致。

柒、結論

根據上面的結果與討論，針對我們的研究目的，我們這次的研究有以下結論與建議：

一、探究不同來源的水對礁膜褪白的影響

浸泡過海水的葉綠素萃取液優於其它來源的水，但其餘各來源水的葉綠素保存差距不大。耆老說沾染上露水會變白這情形，確實會發生，但並非僅針對露水，而是所有淡水皆易有這樣的情況發生。

二、探究不同日照程度對礁膜褪白的影響

實驗設計中部份遮光 60%的樣本優於不遮光的樣本，所以日照確實會影響礁膜褪白，故建議爾後耆老曬礁膜時，可以使用農用遮光網來減少日照。

自製 UV 箱的實驗設計中，得知紫外線對礁膜褪白有所影響，且 24 小時曝曬後褪白的情形更勝於日照，所以建議可嘗試購買抗 UV 的貼膜，來減少紫外線的照射量。

此外在延伸實驗中，以碘液檢測澱粉反應情形，亦可成為葉綠素含量的反指標。

三、探究不同溫度設定對礁膜褪白的影響

實驗設計中 11°C、15°C、20°C 的溫度設定，各樣本間的差距不大，所以推知溫度對於礁膜褪白並無影響。

四、探究不同含水量對礁膜褪白的影響

從實驗數據得知，若以海水清洗，脫水時間對於礁膜褪白無明顯影響；但若以自來水清洗，脫水時間亦無明顯影響，但脫水減少含水量，能明顯改善礁膜褪白。

五、探究澎湖日常清洗礁膜的方法（海水、自來水），何者較佳。

綜合以上實驗，澎湖日常清洗礁膜的方法，以海水清洗會使礁膜較不易褪白，優於自來水，另外提供部份遮光或隔絕紫外線，對於避免褪白有所幫助；若真只能使用自來水清洗，則需增加脫水動作，減少礁膜含水量。

捌、研究心得

這次的科展研究主題是綠藻(礁膜)，我們透過實驗的動手操作，像酒精冷萃法、手機光譜儀的操作、ImageJ 的軟體分析，看到原來肉眼看不出來差別的樣本，卻可以有不同的數據呈現；而這些實驗的結果，還能回應到我們上課的內容，更能讓我們跟著老建議利用海水洗可以讓礁膜常綠。

其中特別有趣的事，就是礁膜浸泡在酒精一段時間後，那股味道真的是很難聞；或是利用自製脫水機旋轉的過程中，水噴得到處都是，這些都是很難忘的體驗！希望我們能持續進行科展的實驗研究，解決生活中許多沒有想過的問題。

玖、參考文獻資料

- 一、中華民國第 47 屆中小學科學展覽會 高中組 生命科學科：眼不見為憑：光合色素的濾紙層析分離。
- 二、中華民國第 47 屆中小學科學展覽會 高中組 化學科：深思熟「綠」才會螢—葉綠素螢光的探討
- 三、中華民國第 49 屆中小學科學展覽會 國中組 化學科：青春永駐—探討地瓜葉烹飪之顏色變化
- 四、中華民國第 54 屆中小學科學展覽會 國中組 生物科：千「片」一「綠」—光照對葉綠素濃度之影響
- 五、中華民國第 57 屆中小學科學展覽會 國中組 化學科：Oh! 「葉」~利用手機光譜儀探討市售植物油在可見光雷射照射下發光行為。
- 六、維基百科(2021 年 2 月 2 日)•葉綠素•取自：<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%8F%B6%E7%BB%BF%E7%B4%A0>
- 七、Facebook SciView 手機光譜儀社團(2021 年 3 月 5 日)•光譜儀介紹、ImageJ 製作光譜圖教學•取自：<https://www.facebook.com/groups/690298274443573/files>
- 八、農業知識入口網((2021 年 2 月 2 日)•楓葉為什麼變紅•取自：https://kmweb.coa.gov.tw/knowledge_view.php?id=809

【評語】 080210

針對在地季節性的生物做研究，是具鄉土性的科學研究方向，值得肯定。觀察海菜中葉綠素被萃取量與含鹽濃度有關，是很好的發現。除了肉眼觀察，也利用科技方法協助測量，建立客觀的比較依據，符合科學方法與精神。可惜缺少足夠的數據說明觀察到的結果，光譜圖線條所代表的意義，與葉綠素顏色變化的分析，宜做更詳細說明。

作品簡報

編號：080210

「藻」到「白」頭—— 綠藻（礁膜）褪白探究

化學科
國小組

前言：動機與文獻

- **研究動機**：校訂課程時，耆老的一句話：「海菜沾到露水會變白」。
- **簡要文獻探討**：

- 第47屆全國中小學科展 高中組 生命科學科：
眼不見為憑：光合色素的濾紙層析分離。
- **對本研究幫助**：葉綠素的含量檢測方式，但我們買不到石油醚，所以沒有採用此研究的方法。

- 第47屆全國中小學科展 高中組 化學科：
深思熟「綠」才會螢—葉綠素螢光的探討
- **對本研究幫助**：可利用**甲醇萃取出葉綠素**，以及葉綠素在甲醇溶液的電子**波長在450~650nm**之間。

- 第49屆全國中小學科展 國中組 化學科：
青春永駐—探討地瓜葉烹飪之顏色變化
- **對本研究幫助**：**葉綠素接觸光線會變色**，以及**鹽可以穩定葉綠素**。

- 第54屆全國中小學科展 國中組 生物科：
千「片」—「綠」—光照對葉綠素濃度之影響
- **對本研究幫助**：使用**酒精冷萃法**進行萃取，也試著利用**碘液測驗**萃取葉綠素後的礁膜澱粉含量。

- 第57屆全國中小學科展 國中組 化學科：
Oh!「葉」~利用手機光譜儀探討市售植物油在可見光雷射照射下發光行為。
- **對本研究幫助**：使用的器材設備—簡易手機光譜儀與ImageJ分析軟體。

- 維基百科(2021年2月2日)•葉綠素•取自：維基百科
- **對本研究幫助**：葉綠素a波長約在420~650nm間，此外**對綠光的吸收很少，所以呈現綠色**；含**葉綠素區會有澱粉反應**。

- facebook SciView手機光譜儀社團(2021年3月5日)•光譜儀介紹、ImageJ製作光譜圖教學•取自：facebook
- **對本研究幫助**：光譜儀組裝、ImageJ軟體使用與判讀。

- 農業知識入口網((2021年2月2日)•楓葉為什麼變紅•取自：農業知識入口網
- **對本研究幫助**：葉子會吸收紅光、藍光、藍綠光，剩下的光線反射，葉子便呈現綠色。

研究架構

萌芽：校訂課程—海藻課程(礁膜)／耆老的話

水的來源

溫度影響

日照程度

含水量多寡

常見清洗方法優劣

初探：問題討論與文獻探討

行動：實驗設計與驗證

結果：資料分析與結果產出

自來水、RO水、露水、
海水、井水

12~2月高、低均溫：
11°C、15°C、20°C

全日照、遮光60%

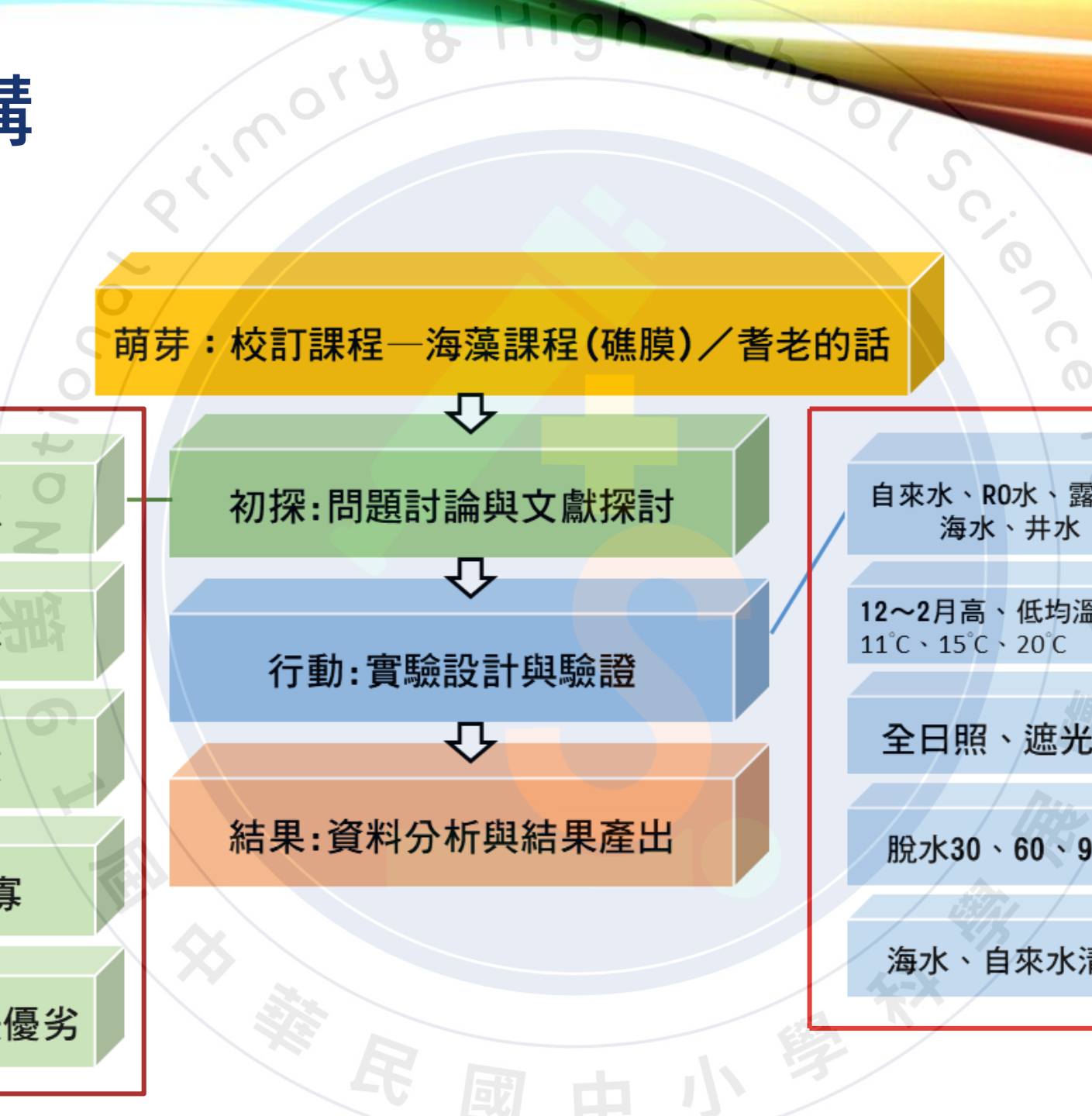
脫水30、60、90秒

海水、自來水清洗

日照、UV燈

實驗設計

研究問題



研究方法

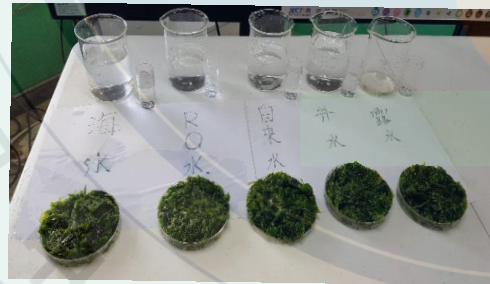
實驗一：探究不同來源的水對礁膜褪白的影響

實驗步驟：

- (1) 檢測5種來源水的酸鹼值與鹽度，評估是否可能因酸鹼值或鹽度，讓礁膜褪白。
- (2) 取20g礁膜5份，分別浸泡於5種來源水中30秒後取出，平鋪於培養皿中。
- (3) 重覆步驟(2)三次，以達實驗信度。
- (4) 置於同一地點（教室內）24小時。
- (5) 利用手機光譜儀拍攝光譜照。
- (6) 利用ImageJ軟體進行光譜分析。



實驗一：樣本1



實驗一：樣本1 (24小時後)

實驗二：探究不同日照程度對礁膜褪白的影響

實驗步驟：

- (1) 因實驗二與實驗一同時進行，故仍依實驗一步驟(1)~(3)製作浸泡不同來源水後的樣本(各來源水各6份)。
- (2) 承步驟(1)，將各來源水中的3份樣本，定義為未遮光組；剩餘各來源水的3份樣本，則利用紗網遮光，定義為部份遮光組。
- (3) 將步驟(2)所製作的樣本，放置於學校全光譜植物燈下24小時。
- (4) 肉眼觀察後，進行酒精冷萃法2天。
- (5) 利用手機光譜儀拍攝光譜照。
- (6) 利用ImageJ軟體進行光譜分析。



製作植物燈照
固定裝置



遮光組/未遮光組
樣本



酒精冷萃法

研究方法

實驗三：探究不同溫度設定對礁膜褪白的影響

實驗步驟：

- (1)各取20G礁膜，分別浸泡入常見的清洗方式：海水、自來水中30秒，取出後平鋪至培養皿中。
- (2)各製作樣本3份，以達實驗信度。
- (3)設定制冷冰箱溫度 11°C ，放入步驟(2)的6份樣本(自來水、海水各3份)，放置2天。
- (4)肉眼觀察後，各樣本酒精冷萃法2天。
- (5)重覆上述步驟，溫度設定為 15°C 、 20°C 。
- (6)利用手機光譜儀拍攝光譜照。
- (7)利用IMAGEJ軟體進行光譜分析。

實驗四：探究不同含水量對礁膜褪白的影響

實驗步驟：

- (1)各取20G礁膜，分別浸泡入常見的清洗方式：海水、自來水中30秒取出。
- (2)放入小型洗衣袋內，接著放入自製脫水機，脫水30秒，各製作3份樣本(自來水、海水各3份)。
- (3)同上述步驟，脫水秒數設定為60秒，製作各3份樣本。
- (4)同上述步驟，脫水秒數設定為90秒，製作各3份樣本。
- (5)所有樣本於教室走廊曬得到陽光處，放置24小時。
- (6)肉眼觀察後，行酒精冷萃法2天，
- (7)利用手機光譜儀拍攝光譜照。
- (8)利用IMAGEJ軟體進行光譜分析。



致冷冰箱溫度設定



手譜儀拍攝光譜照



利用ImageJ軟體進行光譜分析



自製小型脫水機

研究方法

實驗五：利用UV燈探究不同清洗方式(自來水、海水)對礁膜褪白的影響

實驗步驟：

- (1)各取20g礁膜，分別浸泡至自來水、海水中30秒，再利用自製脫水機脫水30秒，平鋪至培養皿內。
- (2)重覆步驟(1)三次，製作自來水、海水樣本各2份(因紙箱空間有限，所以僅各製作2份樣本)。
- (3)置入自製UV燈內，封箱後放置24小時。
- (4)肉眼觀察後，各樣本進行酒精冷萃法2天。
- (5)利用手機光譜儀拍攝光譜照。
- (6)利用IMAGEJ軟體進行光譜分析。



自製紫外線燈（開燈時紙箱關閉，人不在現場）

研究結果

實驗一：探究不同來源的水對礁膜褪白的影響

(一)肉眼比色法

我們依實驗設計將樣本放置24小時後，並排在一起進行比較，顏色稍微較淺，肉眼看不出各樣本有明顯差別。

(二)酒精冷萃法與光譜分析

將樣本浸入95%酒精進行葉綠素萃取，再透過手機分光儀進行樣本分析，光譜圖中紅框處為葉綠素A的波長(420nm~650nm)，葉綠素平均值為該波段內吸收光譜數值的平均，愈低表示吸收的綠光愈少，綠光的反射量愈多，本研究定義為褪白程度較少(即較綠色)。

葉綠素A吸收的數值(如下圖)，所以**浸泡過海水**的葉綠素萃取液呈現的**顏色較為綠**，優於其它來源的水，但其餘各來源水差距不大，且肉眼無法辨識差別。



實驗二：探究不同日照程度對礁膜褪白的影響

(一)肉眼比色法

經過全光譜植物燈照射24小時後，從肉眼即可明顯看出樣本之間的差異，上排為未遮光組，下排為部份遮光組；部份遮光組的各樣本皆比遮光組翠綠。

(二)酒精冷萃法與光譜分析

從下表可知，各不同來源水呈現一致性的結果：**部份遮光組的各樣本皆比遮光組翠綠**。該結果亦與肉眼觀察一致，顯示日照確對礁膜褪白有所影響。

水的種類	部份遮光	未遮光
自來水	140.27	162.29
RO水	126.39	160.16
露水	125.54	168.52
海水	94.10	99.65
井水	128.44	170.13



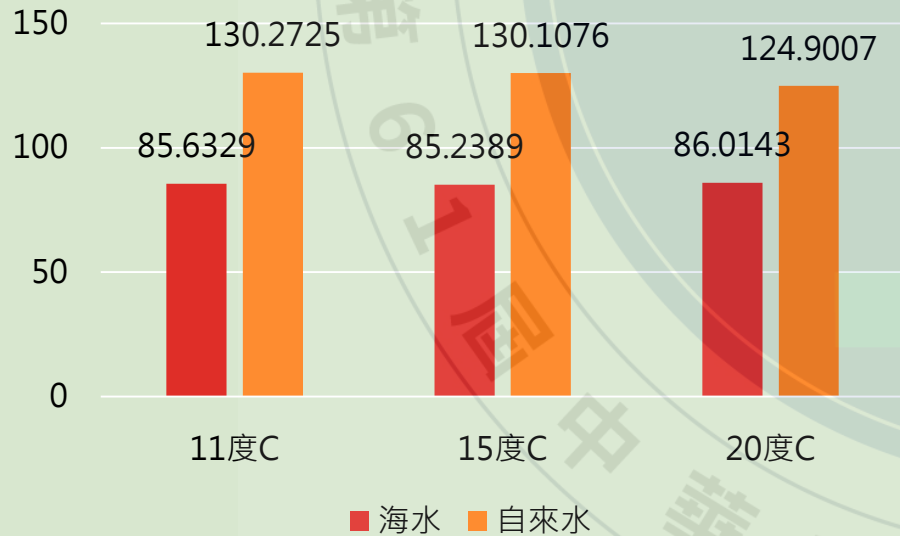
部份遮光與遮光組樣本24小時日照後情形

研究結果

實驗三：探究不同溫度設定對礁膜褪白的影響

參考常見清洗礁膜的方式，將浸泡水來源鎖定於海水、自來水兩種；我們想瞭解是否是溫度的變化造成未遮光的比部份遮光的還要白，所以進行不同溫度設定(11°C、15°C、20°C)的實驗。

從右圖可知，不同溫度設定對於**葉綠素變化並無太大差別**(海水介於85.23~86.01、自來水介於124.90~130.27)；另就**肉眼觀看亦無明顯差異**，僅有氣味改變為較腥臭。



實驗四：探究不同含水量對礁膜褪白的影響

(一)肉眼比色法

經脫水，置於走廊24小時後，從肉眼可明顯看出自來水與海水有所差異，脫水秒數差異肉眼無法辨別。



(二)酒精冷萃法與光譜分析

種類\秒數	30 秒	60 秒	90 秒
海水	96.85	94.37	93.03
自來水	106.33	107.04	107.44

脫水秒數對於海水、自來水樣本內，皆無明顯差異。

研究結果

實驗五：利用UV燈探究不同清洗方式(自來水、海水)對礁膜褪白的影響

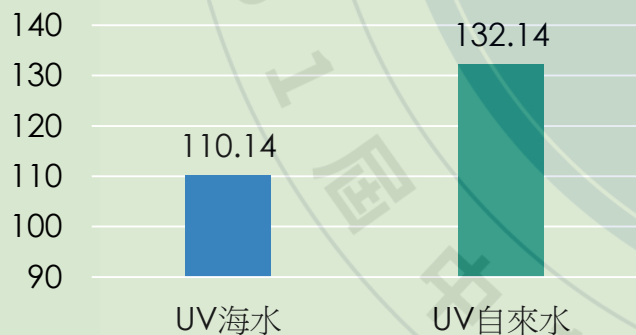
根據實驗一至四的結果，我們得知海水優於其它不同來源的水，且明顯優於自來水，未遮光優於部份遮光組，但溫度對礁膜褪白無明顯影響，所以我們想瞭解會不會是陽光中的紫外線造成礁膜褪白，因此我們自製UV燈箱，將海水、自來水的脫水30秒後置於箱中，實驗結果如下。

(一)肉眼比色法

經過置於UV箱24小時後，肉眼可看出樣本有明顯褪白(如下圖)，且海水稍綠於自來水樣本。

(二)酒精冷萃法與光譜分析

UV燈照射24小時後，結果如下圖：



研究結果解釋 / 討論

一、探究不同來源的水對礁膜褪白的影響

我們發現葉綠素a吸收的數值，海水(93.63) < 露水(120.53) < 井水(123.96) < RO水(132.35) < 自來水(134.31)，所以**浸泡過海水的葉綠素萃取液優於其它來源的水**，但其餘各水差距不大，這結果跟文獻中鹽能穩定葉綠素的保存相符；而耆老所說沾染到露水隔天會變白的情況，確實有這樣的現象，但不是露水的獨有，而是各種鹽度值相近的淡水皆有此現象。

另外，值得特別討論的是我們第一次蒐集到的露水，其pH值相當低，除長時間沒下雨外，第二次露水蒐集其pH值亦呈酸性，所以我們討論是否有其它的人為因素造成，值得再做後續的研究。

二、探究不同日照程度對礁膜褪白的影響

本研究目的以實驗二、實驗五來探究。實驗二利用全譜植物燈來模擬日照時間24小時，得到**部份遮光組皆優於未遮光組**；實驗五用自製UV燈箱來探究日照中的**紫外線對礁膜褪白的影響**，得到與日照的結果一致，**確能使礁膜褪白**，且影響情形更大於日照，針對此結果，我們討論如果後續有經費，可以採買像車用抗UV的窗貼，來進行後續的褪白研究。

此外，文獻中有提到葉綠素萃取後的樣本，可以利用碘液來檢測澱粉，所以我們將萃取後的樣本撈出，剪成2cm²大小，滴上碘液變紫色，靜待30分鐘後，可以發現**部份遮光組的碘液反應不如未遮光組**，和文獻相同，因此碘液反應的澱粉含量也可以做為葉綠素含量的反指標。



圖 28 部份遮光組碘液反應



圖 29 未遮光組碘液反應

研究結果解釋 / 討論

三、探究不同溫度設定對礁膜褪白的影響

本研究目的以實驗三來探究。由實驗二得知，日照會造成礁膜褪白，所以我們想單獨針對溫度這變因進行討論，在討論該設定多少溫度時，本來是想比照冰箱的4°C當作低溫，但老師有提醒這研究是希望能提供耆老處理礁膜時的實際建議，所以我們討論後依據礁膜的盛產期(12月至2月)的氣溫，定義為11、15、20°C；實驗結果可以得知**溫度對於褪白並沒什麼影響**，讓我們想到煮海菜魚丸湯時，雖然水溫很高，但礁膜仍能保持綠色，與真實生活的經驗相同。

四、探究不同含水量對礁膜褪白的影響

本研究目的以實驗四來探討。從實驗數據可知，海水：96.85(30S)、94.37(60S)、93.03(90S)；自來水：106.33(30S)、107.04(60S)、107.44(90S)，脫水秒數對於海水樣本內、自來水樣本內，皆無明顯差異，但參考其它實驗設計的數據，自來水脫水後對葉綠素保存有明顯的幫助，根據以上的結果，我們覺得可能是清洗過程中被自來水降低的鹽度，透過脫水，使得環境的鹽度提高，有助於葉綠素的保存，與文獻的說法一致。

結論

一、探究不同來源的水對礁膜褪白的影響

浸泡過海水的葉綠素萃取液優於其它來源的水，但其餘各來源水的葉綠素保存差距不大。耆老說沾染上露水會變白這情形，確實會發生，但並非僅針對露水，而是所有淡水皆易有這樣的情況發生。

二、探究不同日照程度對礁膜褪白的影響

實驗設計中部份遮光60%優於不遮光的樣本，所以**日照確實會影響礁膜褪白**，故建議爾後耆老曬礁膜時，可使用農用遮光網來減少日照。自製UV箱的實驗設計中，得知**紫外線對礁膜褪白有所影響**，且24小時曝曬後褪白的情形更勝於日照，所以建議可嘗試購買抗UV的貼膜，來減少紫外線的照射量。在延伸實驗中，以**碘液檢測澱粉反應情形**，亦可成為葉綠素含量的反指標。

三、探究不同溫度設定對礁膜褪白的影響

實驗設計中11、15、20°C的溫度設定，各樣本間的差距不大，所以推知**溫度對於礁膜褪白並無明顯影響**。

四、探究不同含水量對礁膜褪白的影響

從數據得知，若**以海水清洗，脫水時間對於礁膜褪白無明顯影響**；但若以自來水清洗，脫水時間亦無明顯影響，但**脫水減少含水量，能明顯改善礁膜褪白**。

五、探究澎湖日常清洗礁膜的方法（海水、自來水），何者較佳。

綜合以上實驗，澎湖日常清洗礁膜的方法，以**海水清洗會使礁膜較不易褪白**，優於自來水，若能提供部份遮光或隔絕紫外線，對於避免褪白有所幫助；**使用自來水清洗，則需增加脫水動作**，減少礁膜含水量。