

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生物科

080304

除藻大作戰~水族缸除藻生物大亂鬥

學校名稱：高雄市左營區勝利國民小學

作者：	指導老師：
小六 李秉蓁	王鴻彰
小六 陳品君	陳利玲
小五 謝涵璿	
小五 張凌菱	
小五 劉羽晴	
小五 郭芝羽	

關鍵詞：絲狀藻、除藻生物、水族缸

摘要

為了改善水族缸絲狀藻滋生的困擾，我們以不同色光照射絲狀藻，期待找出何種色光容易造成絲狀藻增生；再以 3 種水族缸常見的絲狀藻（髮藻、絨毛藻、轉板藻）為食物，養殖同重量的紅米奇、三色天鵝、小猴飛狐、槍蝦、紅米蝦、大和藻蝦、角螺、斑馬螺及黑金剛螺進行攝食絲狀藻能力的實驗，希望找出攝食絲狀藻能力最強的除藻生物。經過 5 個月實驗期，總計 212 隻除藻生物的實驗過程，結果顯示：1.藍光（波長 450nm）容易造成絨毛藻滋生，2.全光譜白光讓轉板藻生長快速，3.大和藻蝦清除髮藻的速度最快，4.髮藻是最容易清除的絲狀藻，而絨毛藻最難清除，5.經過綜合比較，大和藻蝦與紅米奇是最強的水族缸除藻生物。

壹、前言

一、研究動機

開學時，老師在教室放置了水族缸，裡面養了一些魚和水草，我們最喜歡下課時聚集在水族缸前，討論自己最喜歡的小魚，覺得好療癒。過了一段時間，我們發現水族缸慢慢出現了許多絲狀藻（圖 1），絲狀藻不斷的滋生，越長越多，看起來有點可怕。

因此，我們思考要用什麼方法來解決絲狀藻爆缸的問題，於是我們到網路水族論壇的討論區觀看許多魚友的經驗分享，我們發現有些觀賞魚、蝦或是螺類都會攝食絲狀藻，能夠有效解決藻類不斷滋生的問題，所以我們決定利用這次機會，以 3 種水族缸中常見的絲狀藻作為研究對象，試著分析 9 種觀賞魚、蝦和螺類清除絲狀藻的能力。

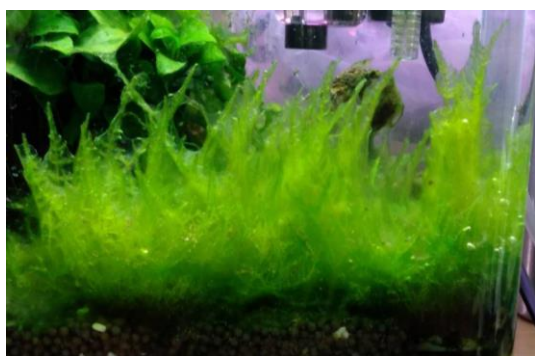


圖 1-1 絲狀藻滋生阻礙了水草的成長



圖 1-2 沉木也容易滋生絲狀藻

圖 1 水族缸的絲狀藻

二、研究目的

為了清除絲狀藻，我們擬定以下五個研究目的。

- 一、瞭解髮藻、絨毛藻與轉板藻的生態特徵。
- 二、探討不同色光對髮藻、絨毛藻與轉板藻生長的影响。
- 三、探討紅米奇、三色天鵝、小猴飛狐攝食髮藻、絨毛藻與轉板藻的能力。
- 四、探討槍蝦、紅米蝦、大和藻蝦攝食髮藻、絨毛藻與轉板藻的能力。
- 五、探討角螺、斑馬螺、黑金剛螺攝食髮藻、絨毛藻與轉板藻的能力。

根據上述研究目的，擬定研究架構，如下圖 2 所示。

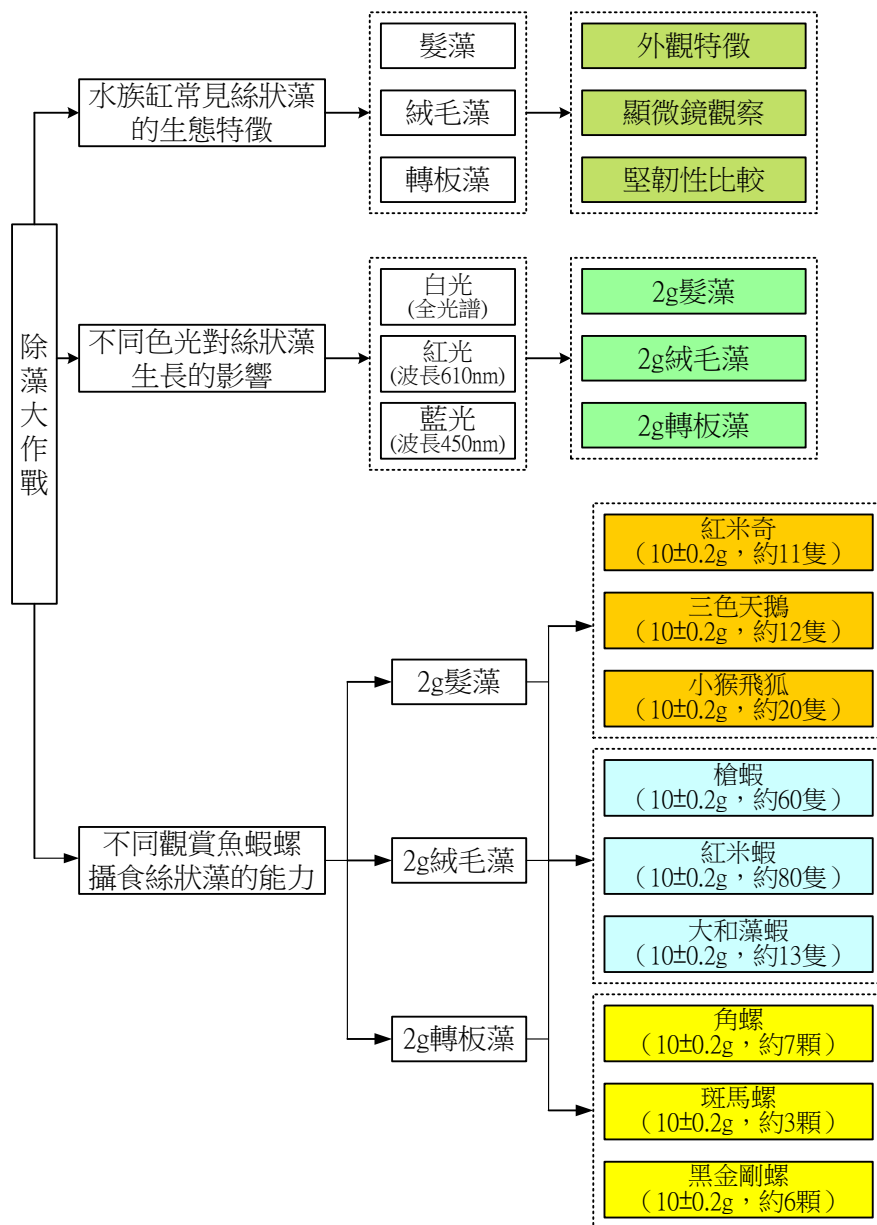


圖 2 研究架構

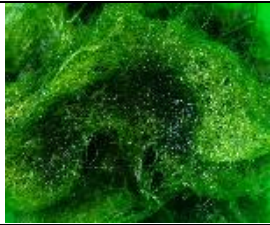


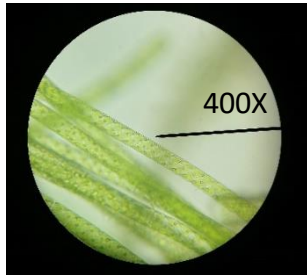
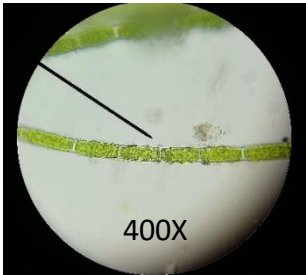
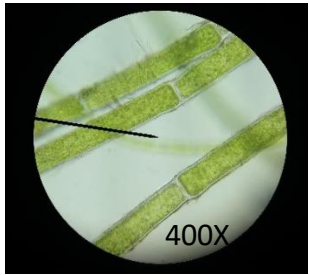
三、文獻回顧

為進行絲狀藻的生長與清除研究，因此對絲狀藻生態、光合作用有效光與除藻生物進行資料蒐集與探討，並閱覽相關文獻，分述如下。

(一) 絲狀藻文獻整理

本專題擬以髮藻、絨毛藻、轉板藻等 3 種水族缸常見藻類為研究對象，前述絲狀藻的相關文獻探討如表 1 所示：

表 1 髮藻、絨毛藻、轉板藻生態特徵摘要表 3、5

名稱 項目	髮藻	絨毛藻	轉板藻
外觀			
學名	<i>Spirogyra</i>	<i>Oedogonium</i>	<i>Mougeotia</i>
簡介	髮藻又稱水綿，生活在淡水裡的真核多細胞藻類。常常附著於成長慢速的水草、底床或沈木上，摸起來滑滑黏黏的感覺，因體內含有 1~16 條帶狀、螺旋形的葉綠體。	絨毛藻是鞘藻屬成員的泛稱，種類很多。幼體是附生性，藻絲很短，主要長在水草葉片向光表面，尤其是葉緣上。絨毛藻不僅能附生，其藻體也可以漂浮生長。	轉板藻屬雙星藻科轉板藻屬，葉綠體成板狀，且對光照強度刺激反應敏感，而有轉動現象。細胞缺乏固著器之分化，絲狀體通常是漂浮的，很容易纏繞在水草植物體上生長。
生態習性	髮藻的生命力和繁殖力極強，喜歡生長在相對清潔而富營養化水體中。髮藻在 pH 值 7.5 左右的靜水域生長最為適宜，最適生長溫度約為 25~32°C，10°C 以下難以生存。	絨毛藻為多年生水生植物，能適應廣泛水質的範圍與變化，pH 值 5.0~8.0 都能適應良好，喜歡相對清潔而富營養化的環境，溫度以 15~25°C 為最適生長溫度。	轉板藻在溫度高、含氮量多的水中能大量繁殖，多生長在魚池、稻田、池塘中。春夏是生長旺季，秋末冬初會進行有性生殖，藻體便會死亡分解。最適生長溫度 25~30°C。
型態構造	髮藻個體由一串圓筒狀細胞構成，在顯微鏡下看起來像一根無分支的絲線。髮藻的細胞壁有兩層，外層由纖維素構成，內層由果膠構成。細胞質中的葉綠體上有一個或多個小的球形澱粉核，細胞的中央是一個由葉綠體圍繞的大液泡和細胞核。	絨毛藻體為不分枝的絲狀體，細胞一般為長圓筒形，每個營養細胞不相關聯，各自獨立生活。細胞壁的外層是果膠質，內層主要是纖維質，還有少量幾丁質。體內充滿細胞質，除了有一細胞核外，還具有葉綠體、液泡等胞器。葉綠體周生網狀。	轉板藻的絲狀體由單列細胞組成，每個細胞為長圓柱形，細胞內有一個大的、板狀的葉綠體，位在細胞的中央。板狀的葉綠體上分布著一系列顆粒狀的澱粉核。細胞壁共有二層，內層為纖維素，外層為果膠，但果膠含量較少，缺乏黏著性，可是觸摸仍具有黏滑感。
顯微鏡觀察			

資料與圖片來源：研究者自行整理與拍攝

(二) 光合作用有效光

光是植物生長發育的基本環境因素。它不僅是光合作用的基本能源，也是植物生長發育的重要因子，廖文毅（2012）統整 Kendrick 等學者探討光質對植物生長影響的文獻之後，指出波長 400~520nm 的光線對光合作用影響最大，而 610~720nm 的光線對光合作用與光週期效應也有顯著影響，也就是說可被植物吸收的光波長介於 400nm~700nm 之間，此段波長也被稱為「光合作用有效光」，而且不同的植物對光的需求也各有不同。

而本專題的研究對象有髮藻、絨毛藻、轉板藻等絲狀藻，鑑於水族缸通常配有水族燈，我們懷疑水族燈可能也是助長絲狀藻滋生的原因之一，因此我們分別購買全光譜、紅光（波長 610nm）與藍光（波長 450nm）的水族燈，探討不同波長光線對不同絲狀藻生長的影響。

(三) 觀賞魚文獻整理

本專題擬以紅米奇、三色天鵝、小猴飛狐等 3 種水族缸觀賞魚類為研究對象，前述觀賞魚的相關文獻探討如表 2 所示：

表 2 紅米奇、三色天鵝、小猴飛狐生態特徵摘要表 2.7

種類 項目	紅米奇	三色天鵝	小猴飛狐
外觀			
學名	<i>Xiphophorus hellerii</i> .var	<i>Poecilia latipinna</i>	<i>Crossocheilus reticulatus</i>
物種	界：動物界 門：脊索動物門 綱：輻鰭魚綱 目：鱗形目 科：花鱗科 屬：劍尾魚屬	界：動物界 門：脊索動物門 綱：輻鰭魚綱 目：鱗形目 科：花鱗科 屬：花鱗屬 種：茉莉花鱗	界：動物界 門：脊索動物門 綱：硬骨魚綱 目：鯉形目 科：鯉科 屬：穗唇魮屬 種：網紋穗唇魮
特徵	尾巴附近有三個緊挨的黑點，一個大兩個小，看起來就像米老鼠的頭像一樣。	體長而側扁，胸鰭、腹鰭、臀鰭都很修長。人工飼養有金、銀、黑三色。	身體上有著網狀紋路，在尾鰭上有一明顯的大黑斑。
原產地	無原產地，是透過人工改良的雜交品種，是劍尾魚和花鱗科於雜交而來。	中美洲與北美洲	泰國、雲南西雙版納瀾滄江流域




環境要求	人工品種，適應力較強，pH7 中性水質即可飼養。水溫以 24°C 最佳，不得低於 15°C。	適宜水溫為 25~28°C，對水質要求不高，喜歡弱鹼性的硬水。	飼養水溫為 20~24°C；pH 弱酸性至中性。喜歡生活在流速稍快、充滿礫石的溪流河床上。
注意事項	溫和，適應力很強。	抗汙性好，多出現在淡水區域，半鹹淡水域或沿岸海域也會出現。	性情溫和，但對其他小型魚有一定攻擊性。
食性	雜食性，可接受活食。	雜食性，以藻類及有機碎屑、昆蟲、蠕蟲、甲殼類等為食物來源	雜食性，幼年時期喜食魚缸中的藻類，但隨著體型增大，反而喜歡挑藻類配方的飼料吃。

資料與圖片來源：研究者自行整理與拍攝

(四) 觀賞蝦文獻整理

本專題擬以槍蝦、紅米蝦、大和藻蝦等 3 種水族缸觀賞蝦類為研究對象，前述觀賞蝦的相關文獻探討如表 3 所示：

表 3 槍蝦、紅米蝦、大和藻蝦生態特徵摘要表 2、7

種類 項目	槍蝦	紅米蝦	大和藻蝦
外觀			
學名	<i>Caridina</i> sp.	<i>Neocaridina denticulata</i>	<i>Caridina multidentata</i>
分類	界：動物界 門：節肢動物門 綱：軟甲綱 目：十足目 科：匙指蝦科 屬：米蝦屬 種：蝦種	界：動物界 門：節肢動物門 綱：軟甲綱 目：十足目 科：匙指蝦科 屬：新米蝦屬 種：多齒新米蝦	界：動物界 門：節肢動物門 綱：軟甲綱 目：十足目 科：匙指蝦科 屬：米蝦屬 種：多齒米蝦
形態特徵	突出的額角與弓背是槍蝦的特徵，甲殼半透明狀，游泳時身體微向前傾，緩慢且優美。	由黑殼蝦改良育種出的新品種觀賞蝦，母的顏色較深、腹部較圓以利抱卵，成體較公的大，當抱卵時顏色會更深。	甲殼半透明狀，腹甲背緣中央有褐色帶狀中線及腹緣有褐色斑點虛線三條，皆由頭部延伸到尾柄。
最大體長	5.5cm	2~3cm	5cm
生活習性	棲息於河川下游或河口水草間，可在低鹽度水域或淡水中生存。	陸封型，多棲息於石塊或沙石底質的山澗，常可於石塊下或落葉堆中發現。	降海洄游型，在淡水域中交配抱卵，約兩到三周放出浮游蝦苗，隨溪水漂到海中，脫殼變態成為底棲稚蝦後，再溯回溪流成長。

食性	雜食性	雜食性	雜食性
飼養	生長適溫 20~28°C及酸鹼值 6.5~7.5 的水域中。	生長適溫 18~28°C及酸鹼值 6.0~7.5 的水域中。	生長適溫 15~30°C及酸鹼值 5.0~8.5 的水域中。
分布	台灣	台灣	日本、琉球、台灣

資料與圖片來源：研究者自行整理與拍攝

(五) 觀賞螺文獻整理

本專題擬以角螺、斑馬螺、黑金剛螺等 3 種水族缸觀賞螺類為研究對象，前述觀賞螺的相關文獻探討如表 4 所示：

表 4 角螺、斑馬螺、黑金剛螺生態特徵摘要表 2、7

種類 項目	角螺	斑馬螺	黑金剛螺
外觀			
學名	<i>Clithon</i> sp.	<i>Neritina natalensis</i>	<i>Neritina pulligera</i>
分類	界：動物界 門：軟體動物門 綱：腹足綱 目：原始腹足目 科：蜚螺科 屬：石蜚螺屬	界：動物界 門：軟體動物門 綱：腹足綱 目：原始腹足目 科：蜚螺科 屬：河蜚螺屬	界：動物界 門：軟體動物門 綱：腹足綱 目：原始腹足目 科：笠螺科 屬：笠螺屬
特徵	外殼的顏色豐富多彩，有的殼體青黃，或褐、紅等顏色相間，前端有一對小小的角。	外殼上有黃黑相間的條紋，似斑馬紋和虎紋，其外殼上面的紋路比較多樣，一般有鋸齒狀和斑點狀的條紋等等。	外形像一頂烏黑的頭盔，外表通常為黑色帶金屬光澤，因為環境關係，也會有個體是咖啡色。
生活環境	角螺屬於汽水螺類，剛入缸時，對新環境的適應較差容易死亡，對水質變化比較敏感，水質 pH 值最好控制在 7.1~7.4，水溫控制在 22~24°C。	斑馬螺喜歡 pH 值控制在 7.1~7.4 的水質，在軟水中會比較容易發生溶殼的現象。水溫控制在 22~24°C，最有利於斑馬螺的生長發育。	黑金剛螺喜歡弱鹼性的水質 pH 值 7~7.8 之間，溫度在 20~35°C 間都可以生存，在弱酸的水草缸跟弱鹼的水域環境也能存活，飼養容易。
食性	雜食性，喜歡攝食缸壁附著的藻類。	喜歡攝食缸壁附著的藻類，因此許多人都把斑馬螺做為工具螺放進魚缸進行除藻。	喜歡吸附在石頭或者缸壁上，啃食附著在上面的藻類，除藻能力很強。

資料與圖片來源：研究者自行整理與拍攝

貳、研究設備及器材

一、研究對象

本研究之研究對象為 3 種絲狀藻與 9 種觀賞魚、蝦、螺，絲狀藻的來源為學校班級內的水族缸或水族館業者，每種絲狀藻在實驗之前，皆先利用顯微鏡觀察其外型特徵與內部構造，作為後續研究分析的背景資料，而 9 種觀賞魚、蝦、螺來源亦為水族館業者，實驗對象如下圖 3 所示。

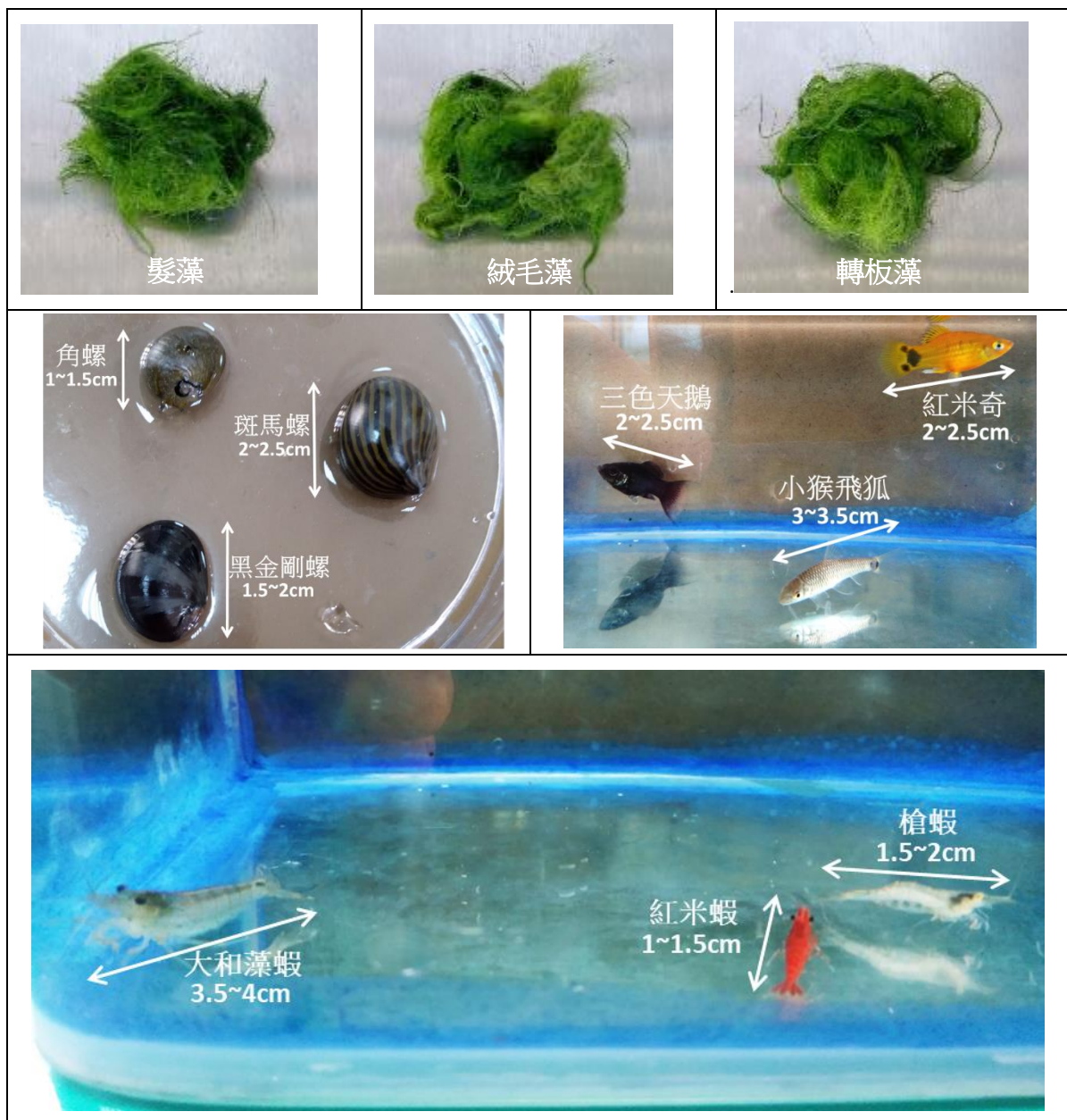
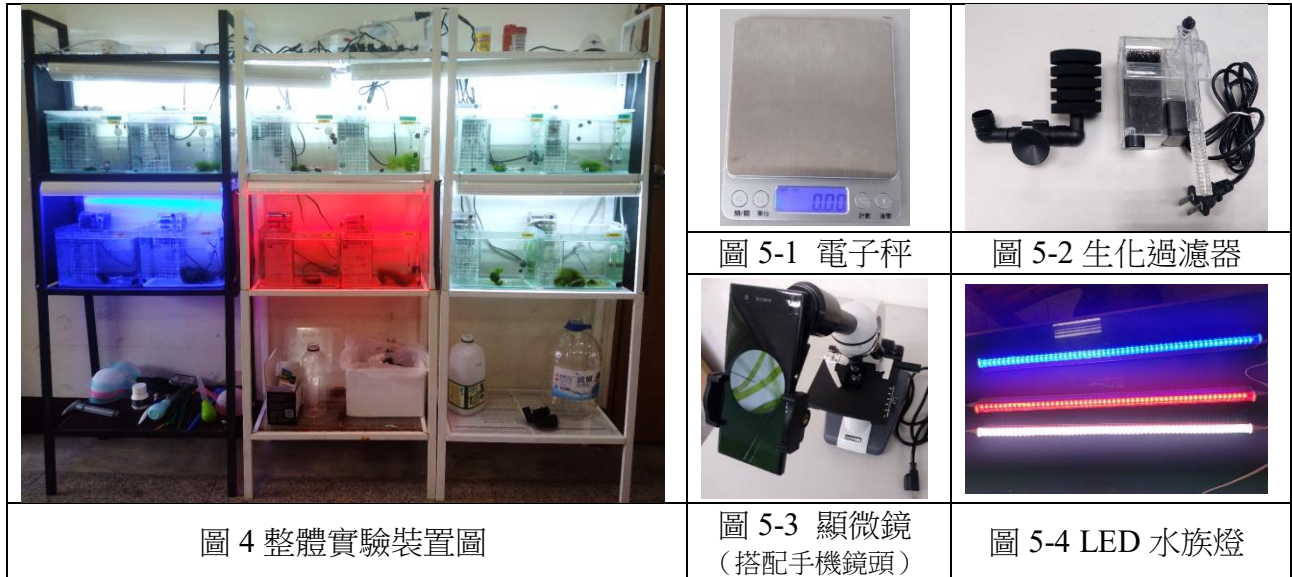


圖 3 實驗對象圖

圖片來源：研究者自行整理拍攝

二、整體實驗裝置與實驗器材

本研究使用 12 個 30*18*24cm 的水族缸飼養實驗對象，每個水族缸配有外掛過濾器、打氣裝置與溫度計，並按照實驗目的安裝不同色光的水族燈與養殖不同的觀賞魚、蝦、螺，整體實驗裝置如圖 4，其餘器材如圖 5 所示。



參、研究過程或方法

根據研究目的，為瞭解絲狀藻生態特徵及不同色光對絲狀藻生長的影響，並進一步探討不同觀賞魚、蝦、螺攝食絲狀藻的能力，依序設計研究過程如下所述。

一、絲狀藻生態特徵的研究過程

經由文獻探討，我們選定髮藻、絨毛藻與轉板藻等 3 種水族缸常見的絲狀藻作為我們的研究對象，我們發現絲狀藻很難從外觀察覺差異，為了辨別並瞭解其生態特徵，首先以眼睛、觸覺及嗅覺觀察，再採用 MICROTECH C2000-LED 生物顯微鏡，以放大倍率 10x 目鏡搭配 40x 物鏡觀察髮藻、絨毛藻與轉板藻，進一步細部觀察其葉綠體、細胞壁等構造（圖 7-1）。

而進行絲狀藻實驗時，我們發現有的絲狀藻容易拉斷，有的則較為堅韌，於是我們設計堅韌性比較實驗，將相同枝數的絲狀藻掛在拉力計往下拉（圖 7-3），同時觀察指數變化直到絲狀藻斷裂為止，以瞭解三種絲狀藻的堅韌程度，研究流程與實驗照片如圖 6 與圖 7 所示。

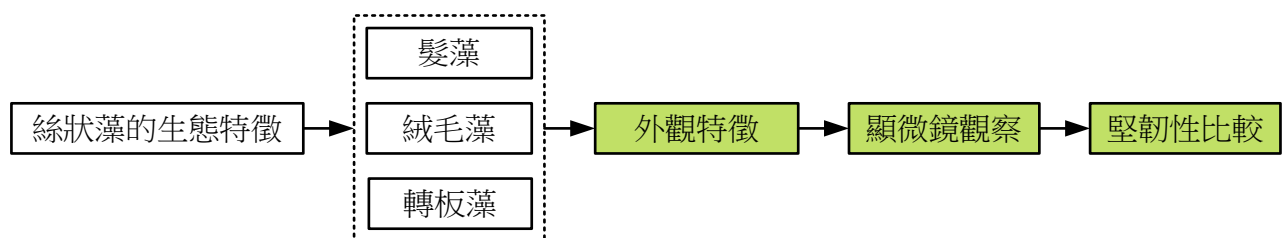


圖 6 絲狀藻生態特徵研究過程圖



圖 7 絲狀藻生態特徵實驗照片

二、不同色光對絲狀藻生長影響的研究過程

飼養水族養魚人，為了種植水草及方便晚上也能觀賞水族缸，通常會購買水族燈安裝在水族缸上方，市面上的水族燈以全光譜白光 LED 為大宗，且為了促進水族箱裡面水草的成長，除了白光以外，水族燈還會搭配部份紅光與藍光的 LED，因此我們懷疑除了白光之外，紅光或藍光也可能會造成某種絲狀藻的滋生，因此為瞭解不同色光對絲狀藻生長的影響，分別安裝全光譜白光、紅光（波長 610nm）與藍光（波長 450nm）的植物 LED 燈，並以每日 8 小時的光照時間進行實驗，每 7 天將絲狀藻撈出，先用手初步擠除水分，再以衛生紙吸水之後稱重，進一步觀察不同色光對髮藻、絨毛藻與轉板藻的生長影響，研究流程與實驗裝置如圖 8 與圖 9 所示。

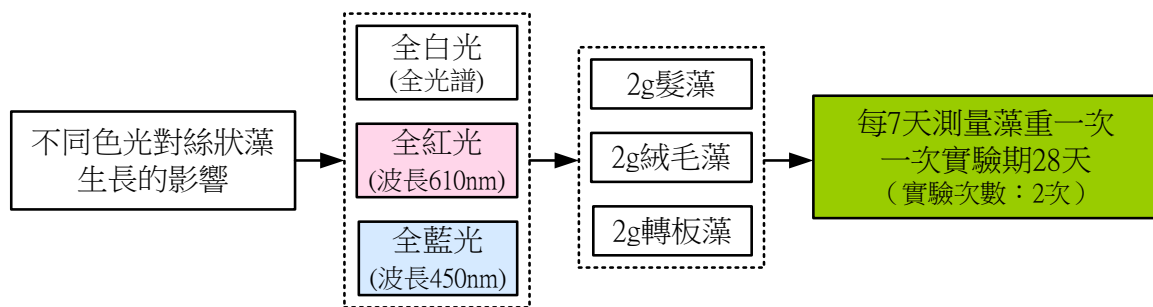


圖 8 不同色光對絲狀藻生長的影響研究流程圖

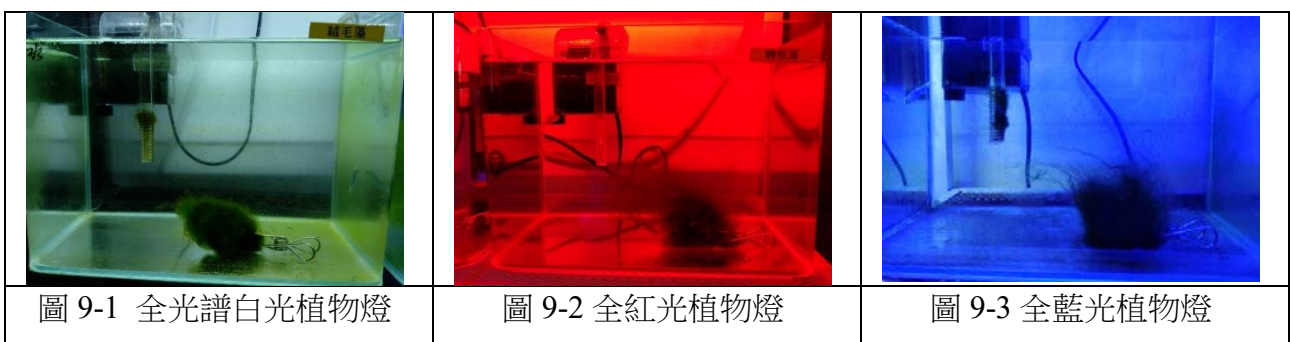


圖 9 不同色光對絲狀藻生長影響實驗裝置圖

三、觀賞魚攝食絲狀藻的研究過程

從水族論壇對於觀賞魚清除絲狀藻的討論與推薦，我們選了紅米奇、三色天鵝與小猴飛狐作為清除絲狀藻的觀賞魚，為了瞭解上述觀賞魚清除絲狀藻的能力，我們養殖 10g 的紅米奇、三色天鵝與小猴飛狐，再分別稱重 2g 的髮藻、絨毛藻與轉板藻（圖 11）放入缸中進行攝食實驗，在實驗的過程中不另外餵食餌料，每 3 天將絲狀藻取出（如因除藻生物啃咬導致些許絲狀藻脫離不鏽鋼夾，則一併撈取稱重），先用手初步擠除水分，再以衛生紙吸水之後，以電子秤測量絲狀藻重量（圖 12-1、圖 12-2），藉以瞭解觀賞魚攝食絲狀藻的狀況。且為方便觀察與測量，我們將絲狀藻固定在不鏽鋼夾，如絲狀藻因為觀賞魚的攝食，導致部份絲狀藻斷裂於缸底或漂浮於水面，則進行撈取並固定於不鏽鋼夾。且為了維持水質的穩定，每天必須清理排泄物（圖 12-3），防止水質惡化，整體研究流程與實驗對象如圖 10 與圖 11 所示。

以下進行之觀賞蝦與觀賞螺攝食絲狀藻的實驗，有關絲狀藻的固定、稱重亦如上述之處理方式，以下不再贅述。

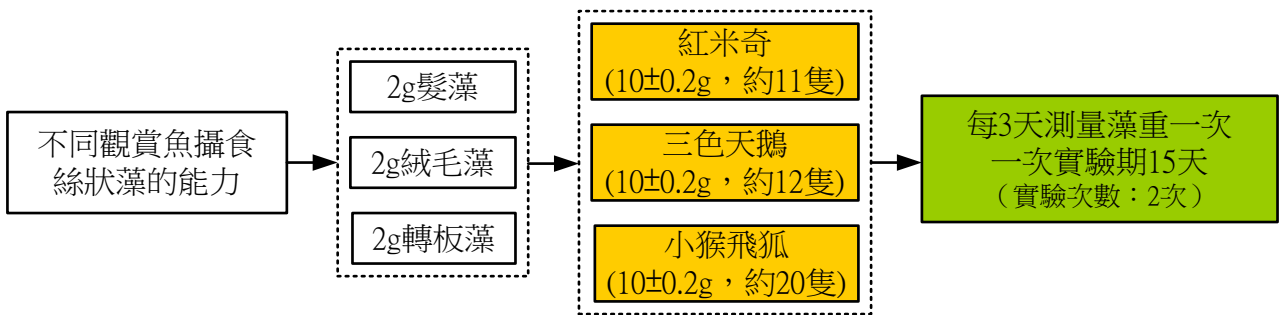


圖 10 觀賞魚攝食絲狀藻實驗研究過程圖

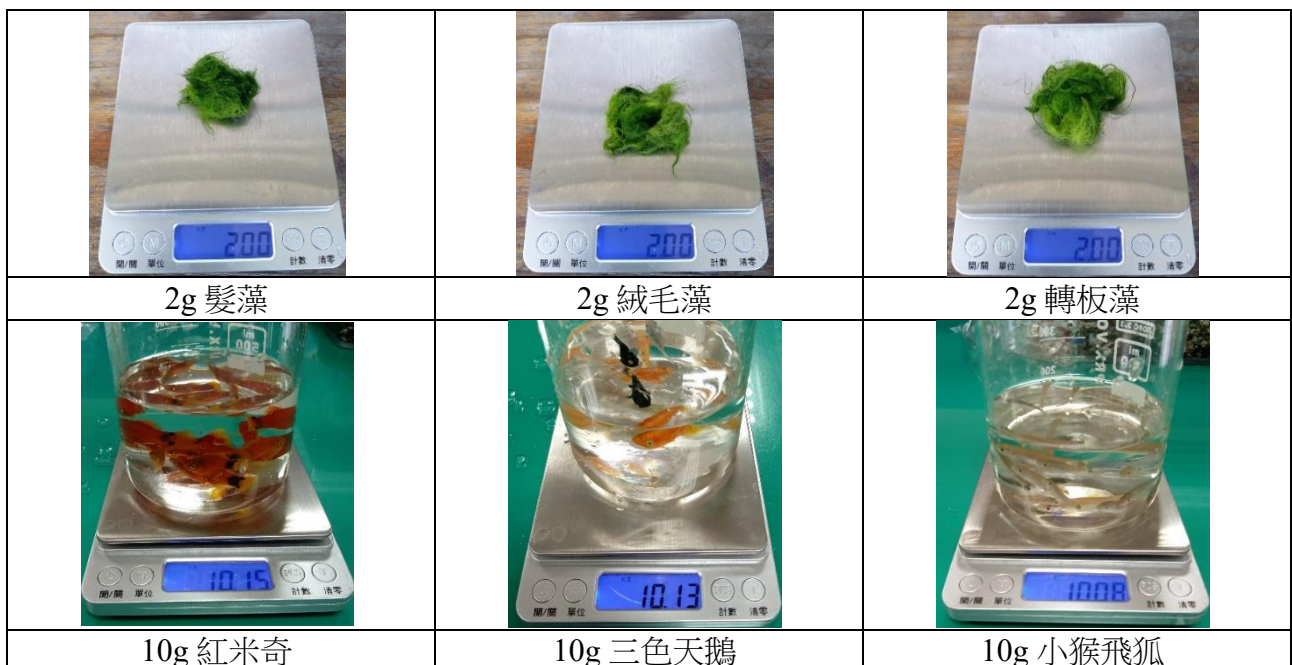


圖 11 2g 的絲狀藻與 10g 的觀賞魚



圖 12 攝食絲狀藻實驗操作過程圖

四、觀賞蝦攝食絲狀藻的研究過程

從水族論壇魚友對於觀賞蝦清除絲狀藻的討論與推薦，我們選了槍蝦、紅米蝦與大和藻蝦作為清除絲狀藻的觀賞蝦，為了瞭解觀賞蝦清除絲狀藻的能力，我們養殖 10g 的槍蝦、紅米蝦與大和藻蝦，再分別稱重 2g 的髮藻、絨毛藻與轉板藻放入缸中進行攝食實驗，在實驗的過程中不另外餵食餌料，研究流程與觀賞蝦如圖 13 與圖 14 所示。

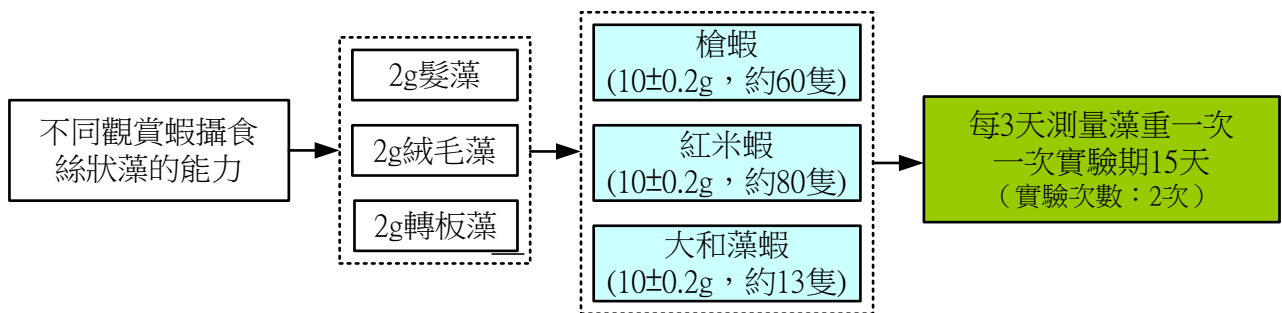


圖 13 觀賞蝦攝食絲狀藻實驗研究過程圖

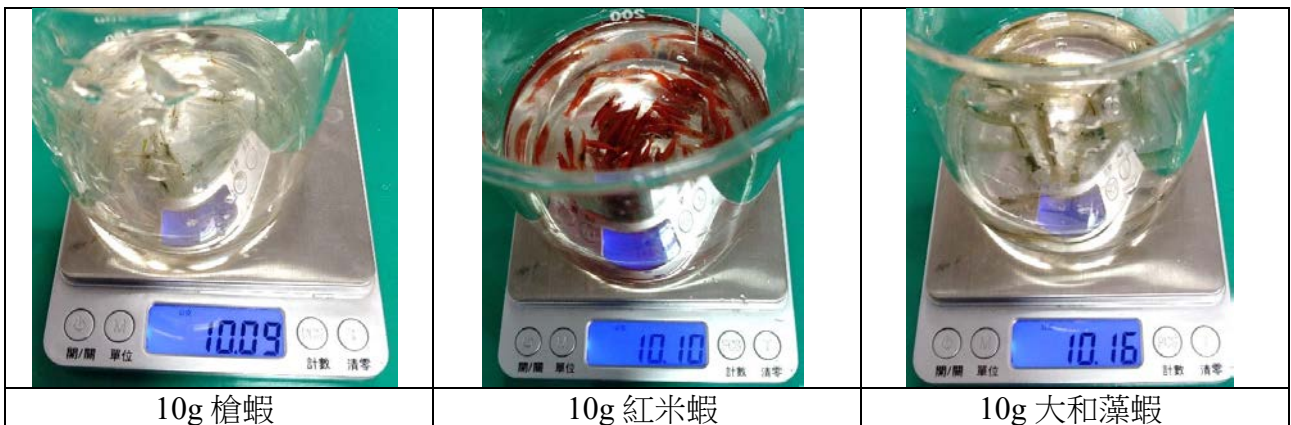


圖 14 10g 的觀賞蝦

五、觀賞螺攝食絲狀藻的研究過程

從水族論壇魚友對於觀賞螺清除絲狀藻的討論與推薦，我們選了角螺、斑馬螺與黑金剛螺作為清除絲狀藻的觀賞螺，為了瞭解觀賞螺清除絲狀藻的能力，我們養殖 10g 的角螺、斑馬螺與黑金剛螺，再分別稱重 2g 的髮藻、絨毛藻與轉板藻放入缸中進行攝食實驗，在實驗的過程中不另外餵食餌料，研究流程與觀賞螺如圖 15 與圖 16 所示。

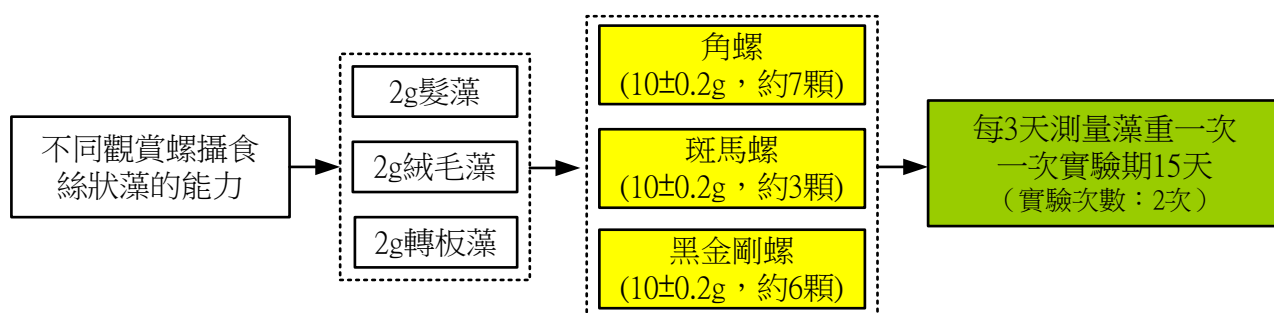


圖 15 觀賞螺攝食絲狀藻實驗研究過程圖



圖 16 10g 的觀賞螺

肆、研究結果

經過上述研究過程，依序將絲狀藻生態特徵、不同色光對絲狀藻生長影響與不同觀賞魚、蝦、螺攝食絲狀藻能力實驗的研究結果敘述如下。

一、絲狀藻生態特徵的研究結果

(一) 外觀特徵

髮藻、絨毛藻與轉板藻的外觀特徵，如圖 17 所示，我們也將三種絲狀藻擰乾，聞起來皆有濃厚的草腥味，其中髮藻既短且綠，因此較容易透過眼睛辨識，而絨毛藻與轉板藻在水中看起來極像，需透過顯微鏡方能辨識。







		
髮藻纖維較短且粗糙	絨毛藻摸起來輕柔順滑	轉板藻比絨毛藻粗糙
		
水中的髮藻看起來顏色深且短	水中的絨毛藻顏色較淺	水中的轉板藻與絨毛藻極像，要透過顯微鏡分辨

圖 17 髮藻、絨毛藻與轉板藻的外觀

(二) 顯微鏡觀察

顯微鏡觀察結果如圖 18 所示，結果顯示三種絲狀藻可透過葉綠體形狀、環紋與是否分枝進行辨識，髮藻的葉綠體排列方式為螺旋狀，看起來特別美麗（圖 18-1、18-4）；絨毛藻與轉板藻的環紋間隔長度不同，絨毛藻間隔較短（圖 18-2、18-5）；而轉板藻有分枝（圖 18-3、18-6），不同於髮藻與絨毛藻。

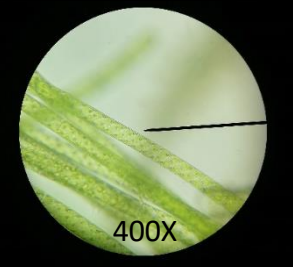
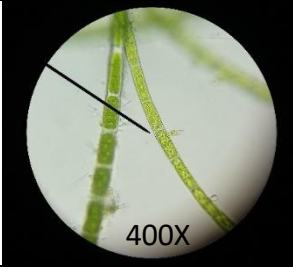




	髮藻	絨毛藻	轉板藻
顯微鏡觀察			
說明	圖 18-1 髮藻的藻體無分枝	圖 18-2 絨毛藻的藻體不分枝，環紋間隔短	圖 18-3 轉板藻的環紋間隔較絨毛藻長
手機再放大			
說明	圖 18-4 髮藻的葉綠體呈螺旋狀	圖 18-5 絨毛藻的葉綠體周生	圖 18-6 轉板藻的藻體分枝，成熟葉綠體呈現板狀

圖 18 顯微鏡下的髮藻、絨毛藻與轉板藻

(三) 堅韌度比較

絲狀藻堅韌性實驗結果如表 5 所示，從表中資料可知：轉板藻的堅韌度最高，單枝轉板藻可以承重 2.16g，絨毛藻次之 (0.83g)，髮藻最容易斷裂，只要 0.51g 的拉力就可以讓單枝髮藻斷裂。

表 5 絲狀藻堅韌度實驗結果摘要表 (實驗枝數 30 枝)

實驗 \ 絲狀藻 拉力(g)	髮藻	絨毛藻	轉板藻
第一次實驗	16.06	25.76	66.25
第二次實驗	14.96	24.16	64.38
第三次實驗	15.06	24.85	63.88
30 枝平均值	15.36	24.92	64.84
單枝平均值	0.51	0.83	2.16

二、不同色光對絲狀藻生長影響的研究結果

經過二次實驗採平均值，不同色光對絲狀藻生長影響實驗結果與生長摘要表如圖 19~21 與表 6 所示。

從圖 19 可知：就髮藻而言，藍光 (450nm) 讓髮藻生長最快，經過 28 天，重量增加 31.5% (2g→2.63g)，而紅光 (610nm) 對髮藻生長的影響最小，僅增加 7.5% (2g→2.15g) 的重量。從圖 20 可知：藍光讓絨毛藻生長最快，經過 28 天，重量增加 113% (2g→4.27g) 超過 1 倍，而紅光對絨毛藻生長的影響有限，僅增加 19% (2g→2.38g) 的重量。從圖 21 可知：全光譜白光讓轉板藻生長最快，經過 28 天，重量增加 156% (2g→5.13g) 超過 1 倍，而紅光對轉板藻生長的影響亦有限，僅增加 22% (2g→2.44g) 的重量。

而從表 6 絲狀藻成長的情形亦可看出髮藻在三種色光照射 28 天之後，其生長情況有限；絨毛藻在白光及藍光的照射下，從小球狀逐漸往外增生；而轉板藻則在白光及藍光的照射之下，從原先小球狀蔓生到整個水族缸的寬度。

綜合上述結果，我們發現紅光 (610nm) 對於三種絲狀藻的生長影響有限，但用藍光 (450nm) 照射絨毛藻與全光譜白光及藍光照射轉板藻，則是一個月就可以增加一倍以上的重量。整體來說，三種絲狀藻以轉板藻的成長狀況最好，尤其是在白光及藍光每天 8 小時的照射下，經過 28 天，轉板藻幾乎佈滿了半個水族缸，這就是養魚人最怕的「爆藻」。

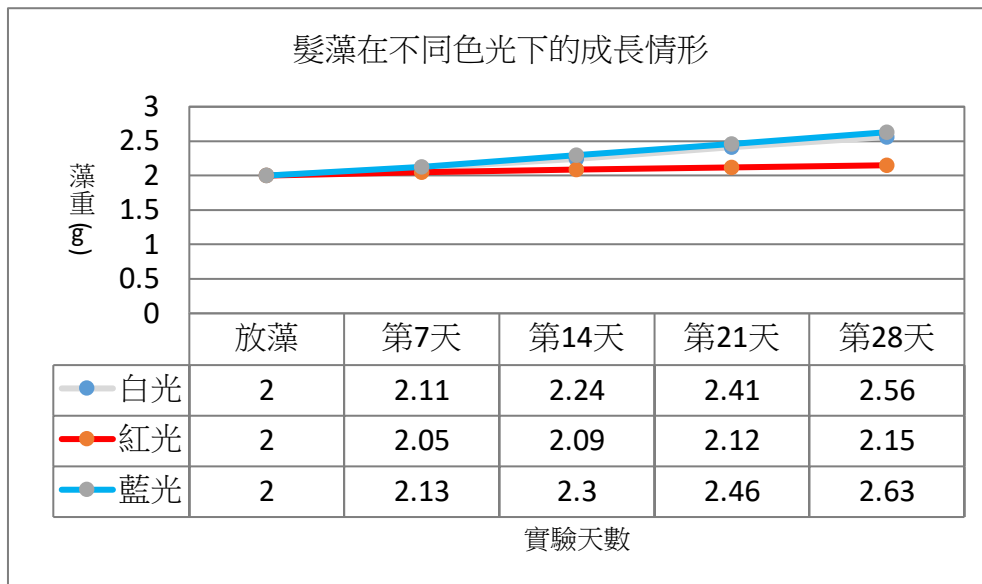


圖 19 不同色光對髮藻生長影響數據與折線圖

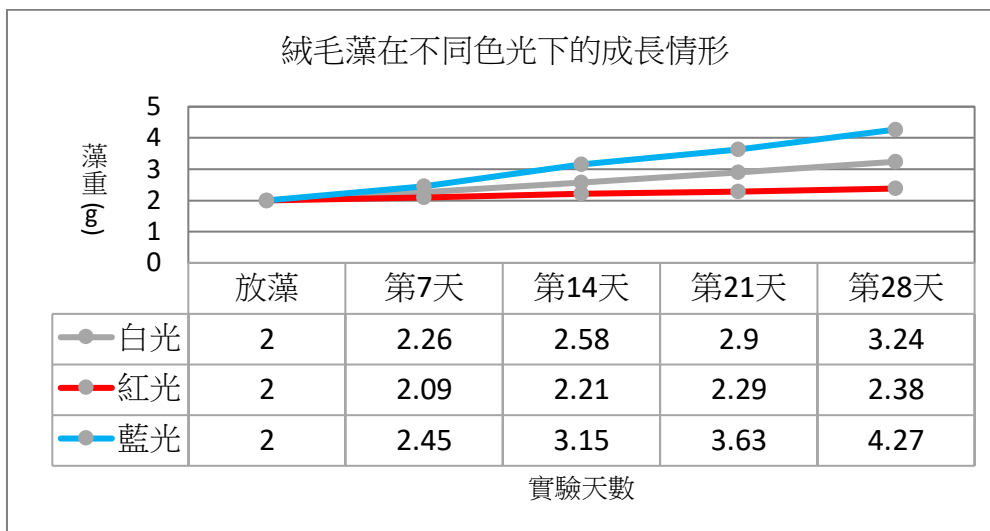


圖 20 不同色光對絨毛藻生長影響數據與折線圖

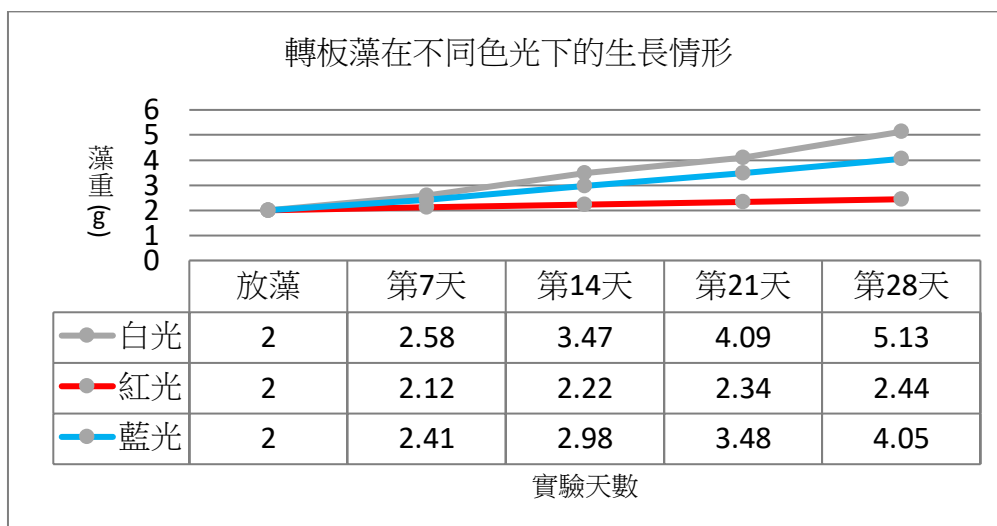





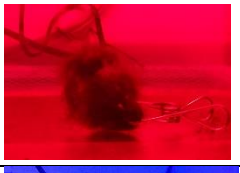


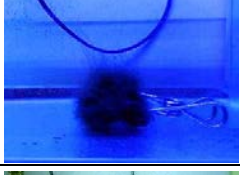







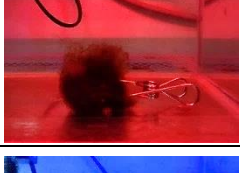

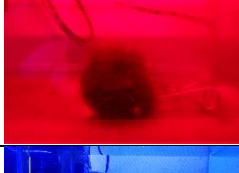




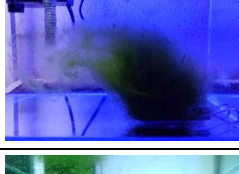
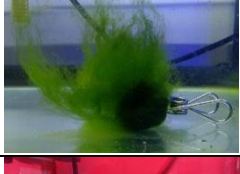


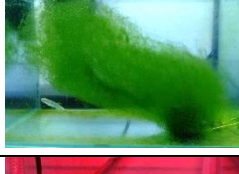





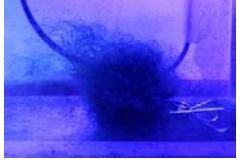




圖 21 不同色光對轉板藻生長影響數據與折線圖

表 6 三種絲狀藻在不同色光下之生長情形摘要表

色光 絲狀藻		天數			
		第 7 天	第 14 天	第 21 天	第 28 天
髮藻	白光				
	紅光				
	藍光				
絨毛藻	白光				
	紅光				
	藍光				
轉板藻	白光				
	紅光				
	藍光				

三、觀賞魚攝食絲狀藻實驗的研究結果

觀賞魚攝食絲狀藻實驗，經過二次實驗取得剩餘藻重平均值，3種觀賞魚攝食髮藻、絨毛藻與轉板藻的實驗結果如下所述。

(一) 觀賞魚攝食「髮藻」實驗結果

從圖 22 的實驗結果可知紅米奇攝食髮藻的能力最強，10g 的紅米奇花了 9 天的時間吃完 2g 的髮藻，小猴飛狐則是花了 15 天吃完，而三色天鵝攝食髮藻的能力最弱，但到了第 15 天，也吃了一半以上的髮藻 (2g→0.78g)。實驗數據與實驗紀錄如圖 22 與表 7 所示。

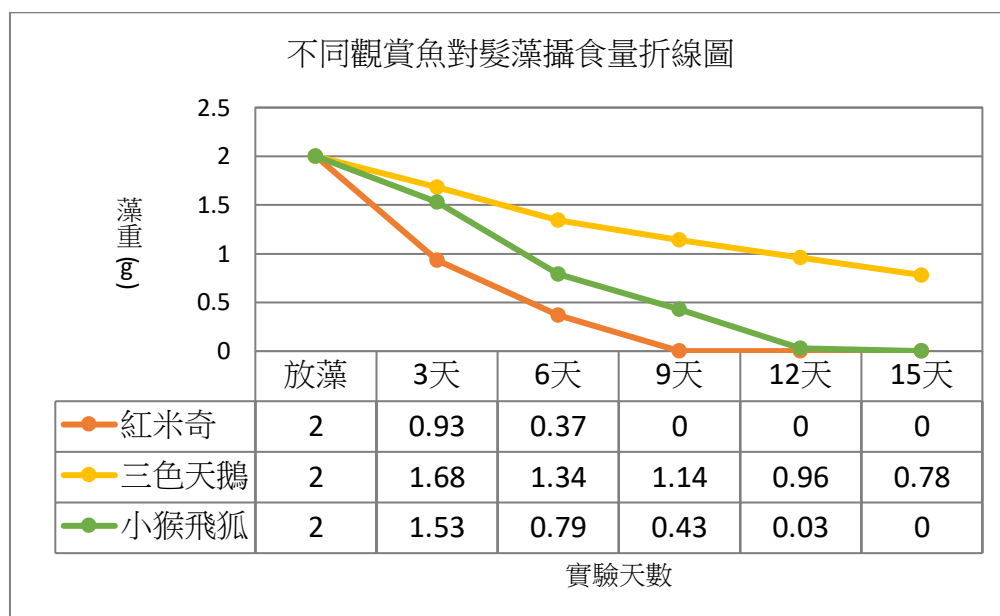




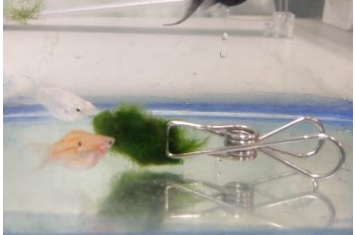
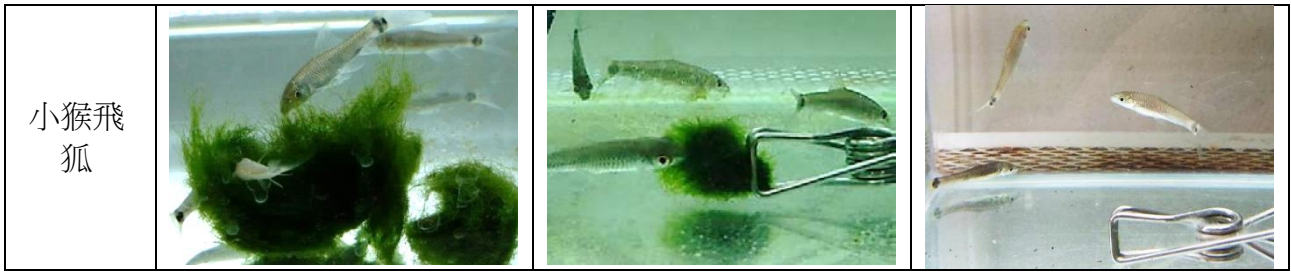


圖 22 觀賞魚對「髮藻」攝食量數據與折線圖

表 7 觀賞魚攝食「髮藻」實驗紀錄摘要表

天數 魚種類	第 3 天	第 9 天	第 15 天
紅米奇			略 (紅米奇已將髮藻吃完)
三色天鵝			



(二) 觀賞魚攝食「絨毛藻」實驗結果

從圖 23 的實驗結果可知，三種觀賞魚都無法在 15 天內吃完 2g 的絨毛藻，但以紅米奇攝食絨毛藻的能力最強 (2g→0.16g)。實驗數據與實驗紀錄如圖 23 與表 8 所示。

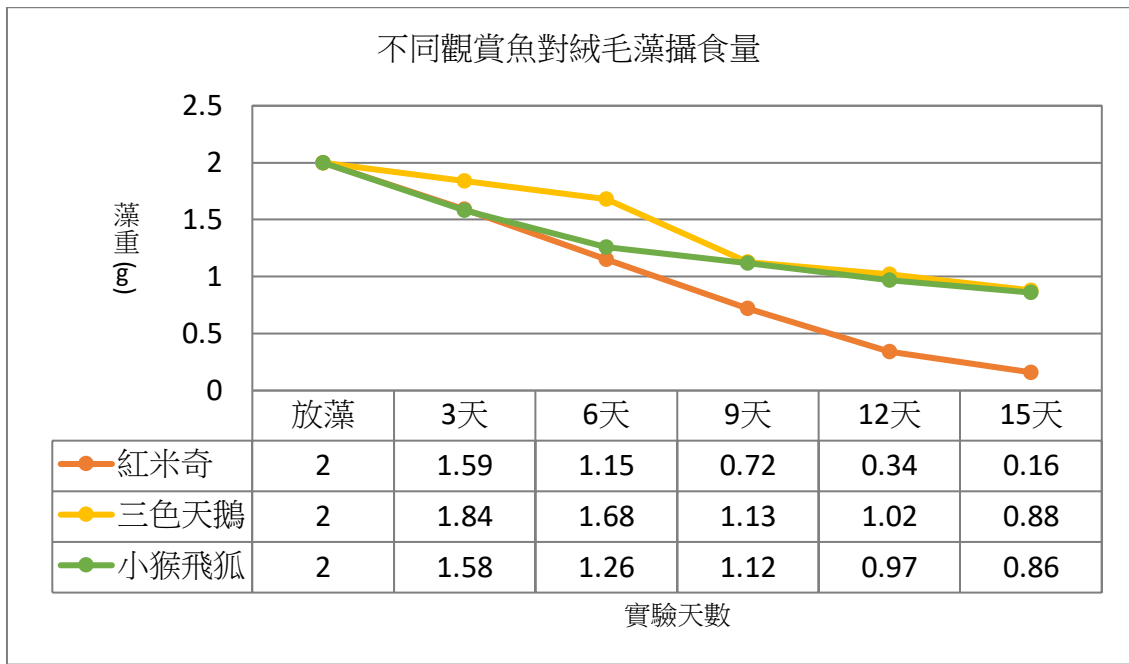





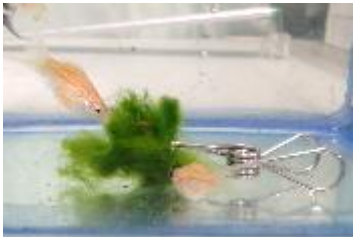
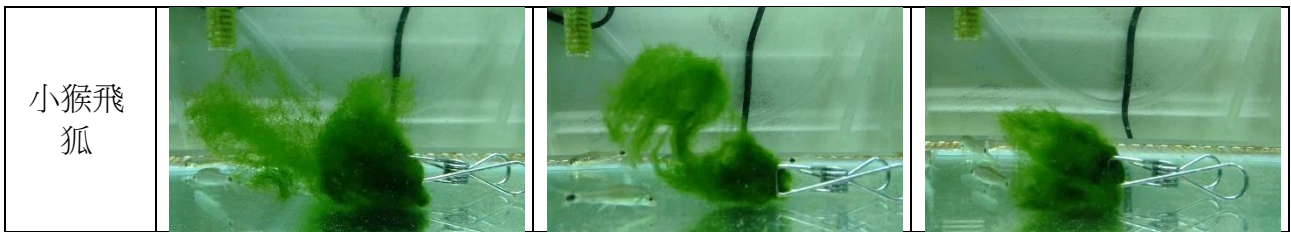


圖 23 觀賞魚對「絨毛藻」攝食量數據與折線圖

表 8 觀賞魚攝食「絨毛藻」實驗紀錄摘要表

天數 魚種類	第 3 天	第 9 天	第 15 天
紅米奇			
三色天鵝			



(三) 觀賞魚攝食「轉板藻」實驗結果

從圖 24 的實驗結果可知：紅米奇攝食轉板藻的能力最強，10g 的紅米奇花了 12 天吃完 2g 的轉板藻，而三色天鵝與小猴飛狐則還剩下 1g 以上。實驗數據與實驗紀錄如圖 24 與表 9 所示。

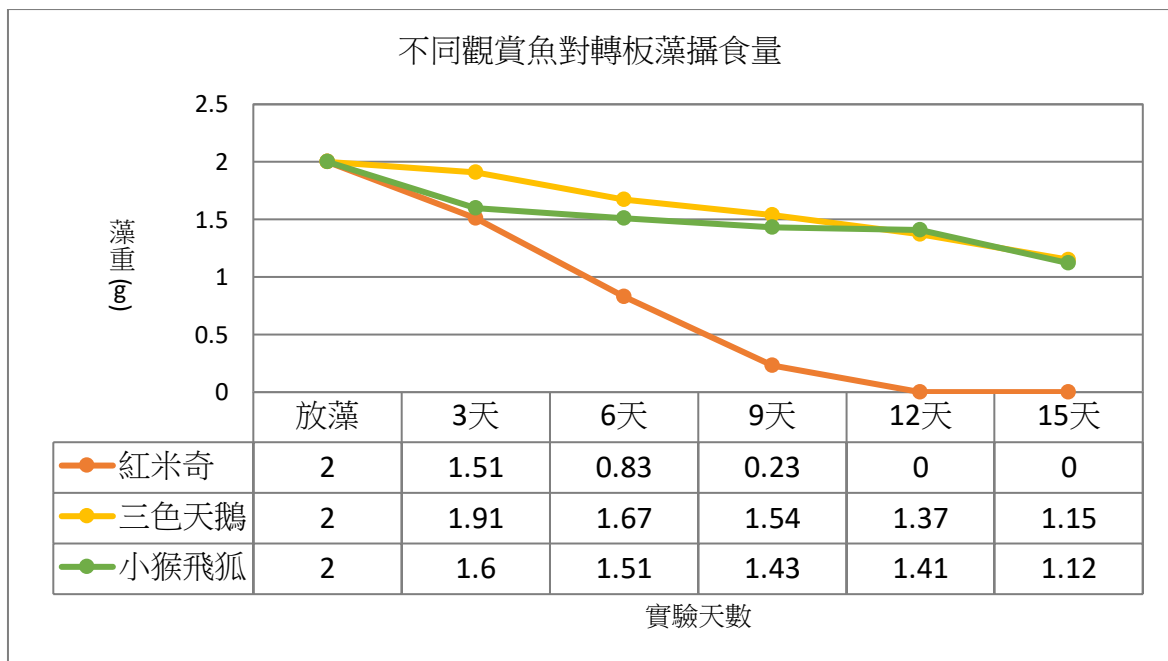
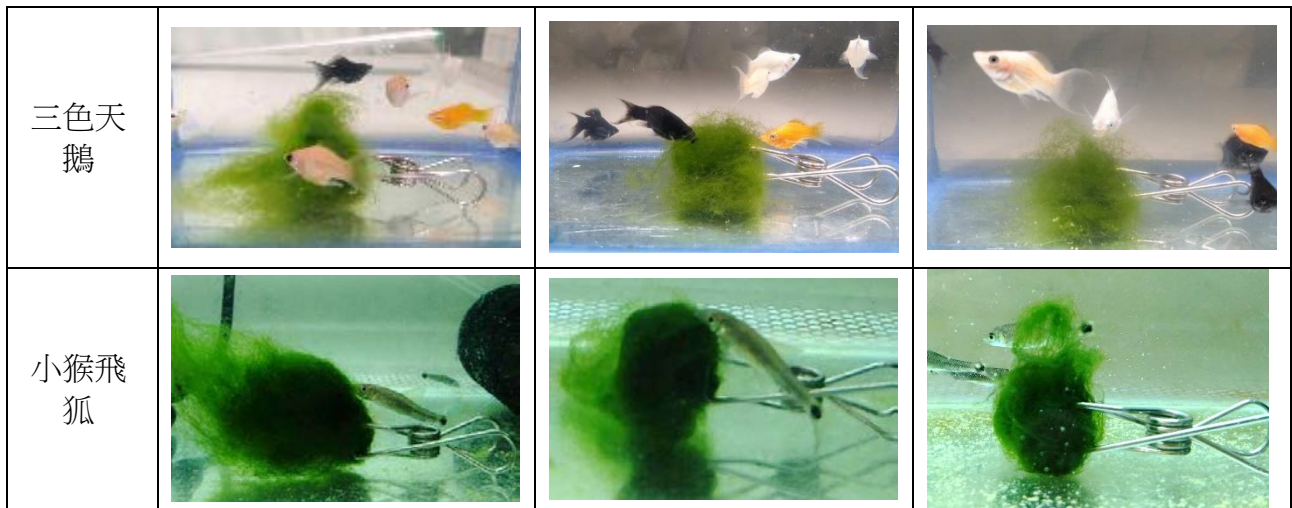


圖 24 觀賞魚對「轉板藻」攝食量數據與折線圖

表 9 觀賞魚攝食「轉板藻」實驗紀錄摘要表

天數 魚種類	第 3 天	第 9 天	第 15 天
紅米奇			



四、觀賞蝦攝食絲狀藻實驗的研究結果

觀賞蝦攝食絲狀藻實驗，經過二次實驗取得剩餘藻重平均值，三種觀賞蝦攝食髮藻、絨毛藻與轉板藻的結果如下所述。

(一) 觀賞蝦攝食「髮藻」實驗結果

從圖 25 的實驗結果可知大和藻蝦攝食髮藻的能力最強，10g 的大和藻蝦花了 2 天就吃完 2g 的髮藻，而紅米蝦花了 15 天的時間；雖然槍蝦攝食髮藻的能力較弱，但經過 15 天也僅剩 0.12g，幾乎吃完 2g 的髮藻。實驗數據與實驗紀錄如圖 25 與表 10 所示。

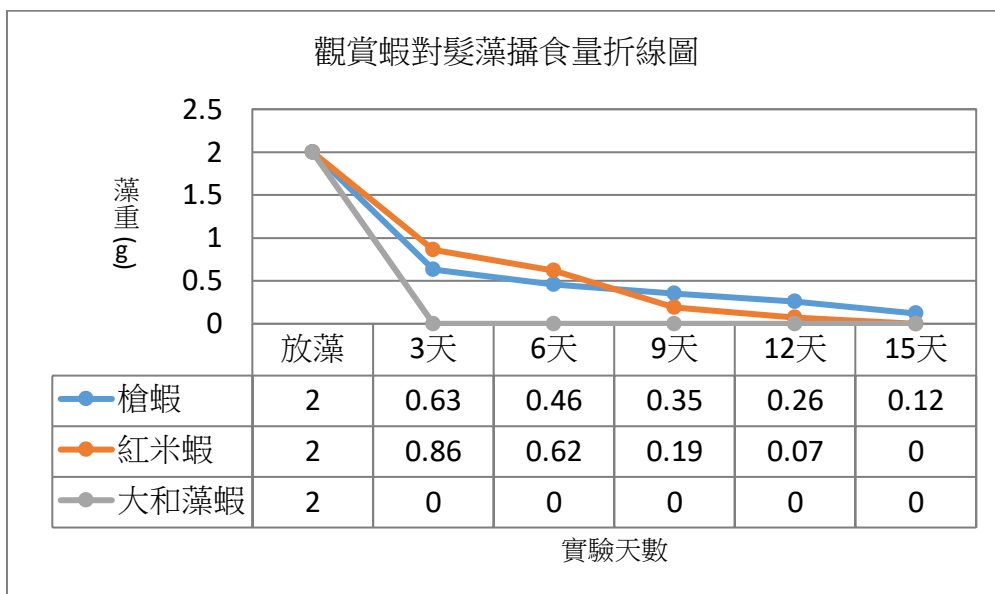

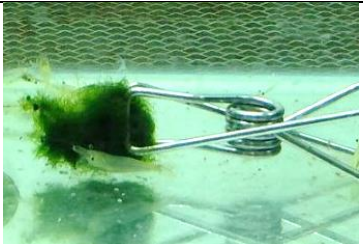
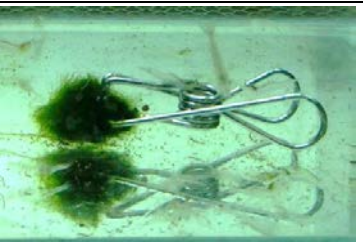

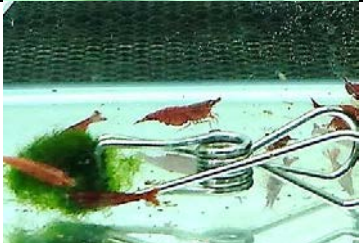

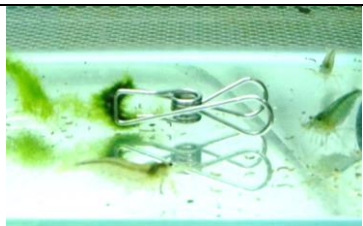
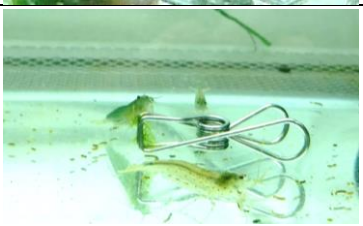


圖 25 觀賞蝦對「髮藻」攝食量數據與折線圖

表 10 觀賞蝦攝食「髮藻」實驗紀錄摘要表

天數 蝦種類	第 3 天	第 9 天	第 15 天
槍蝦			
紅米蝦			
大和藻蝦			略 (大和藻蝦已將髮藻吃完)
	第一天 髮藻僅剩 0.31g	第二天 大和藻蝦已吃完髮藻	

(二) 觀賞蝦攝食「絨毛藻」實驗結果

從圖 26 的實驗結果可知：三種觀賞蝦都無法在 15 天內吃完 2g 的絨毛藻，其中以槍蝦攝食絨毛藻的能力最強 (2g→0.76g)；而以紅米蝦攝食絨毛藻的能力最弱，到了第 15 天，還剩餘 1.37g 的絨毛藻，攝食量不到原藻重的一半，實驗數據與實驗紀錄如圖 26 與表 11 所示。

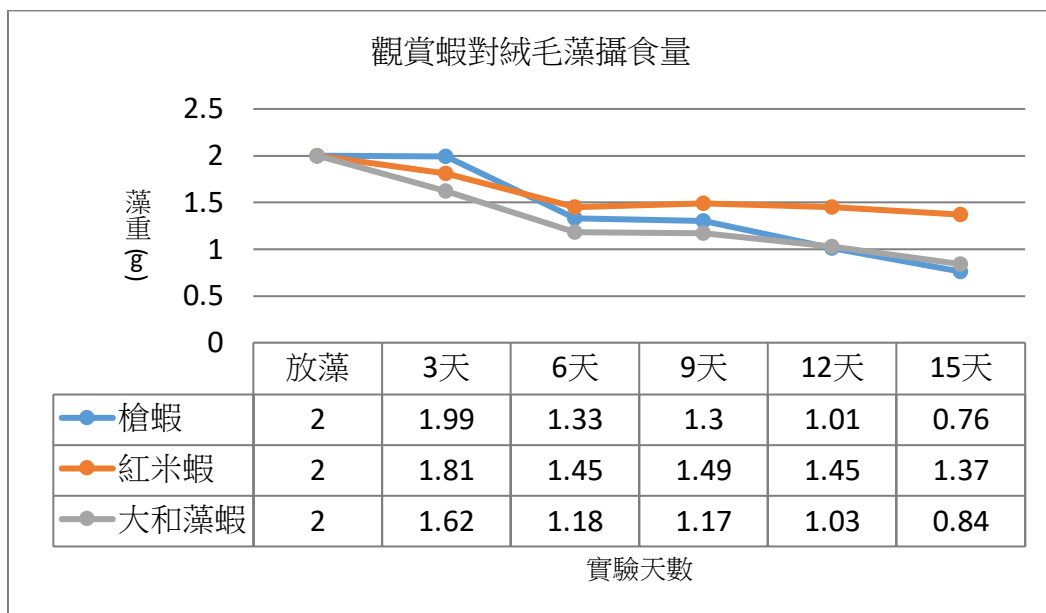
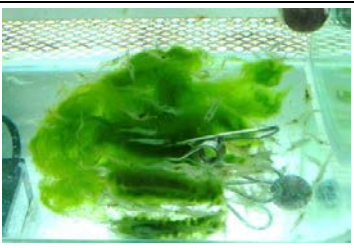
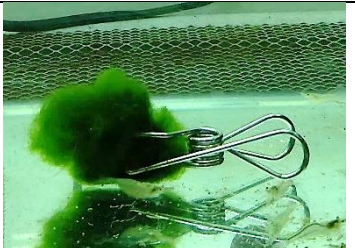
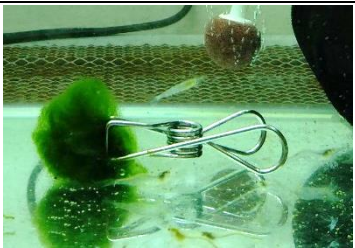




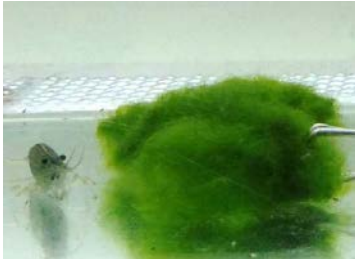



圖 26 觀賞蝦對「絨毛藻」攝食量數據與折線圖

表 11 觀賞蝦攝食「絨毛藻」實驗紀錄摘要表

天數 蝦種類	第 3 天	第 9 天	第 15 天
槍蝦			
紅米蝦			
大和藻蝦			

(三) 觀賞蝦攝食「轉板藻」實驗結果

從圖 27 的實驗結果可知：大和藻蝦攝食轉板藻的能力最強，到了第 15 天，10g 的大和藻蝦已吃完 2g 的轉板藻；而槍蝦與紅米蝦攝食轉板藻的能力較弱，到了第 15 天，還剩餘 1.29g 與 1.24g 的轉板藻，實驗數據與實驗紀錄如圖 27 與表 12 所示。

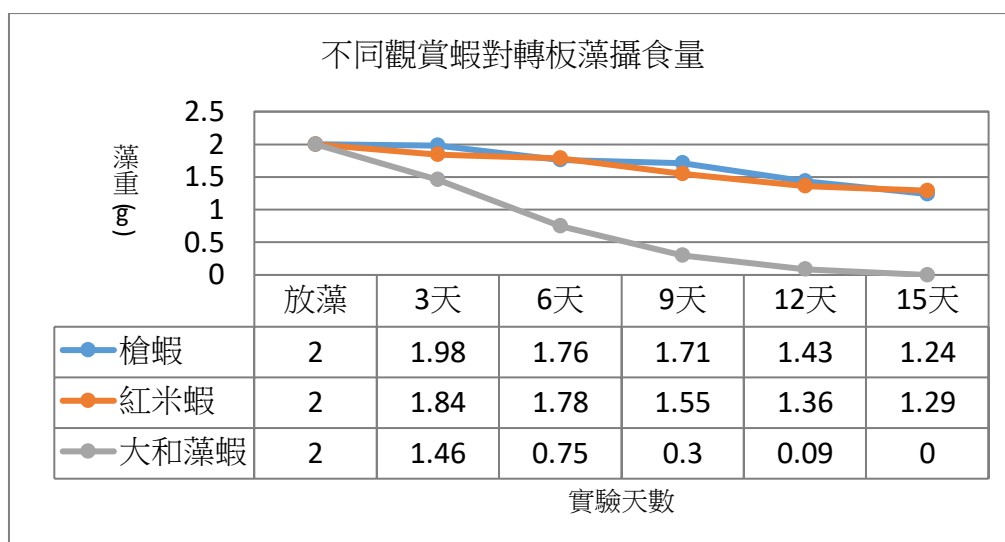



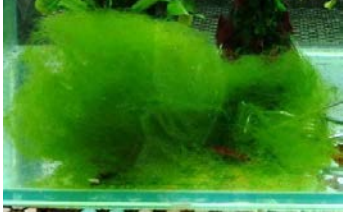
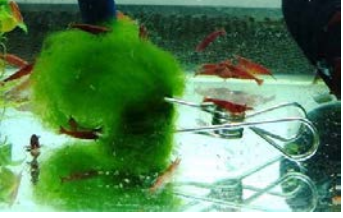






圖 27 觀賞蝦對「轉板藻」攝食量數據與折線圖

表 12 觀賞蝦攝食「轉板藻」實驗紀錄摘要表

天數 蝦種類	第 3 天	第 9 天	第 15 天
槍蝦			
紅米蝦			
大和藻蝦			

五、觀賞螺攝食絲狀藻實驗的研究結果

觀賞螺攝食絲狀藻實驗，經過二次實驗取得剩餘藻重平均值，3 種觀賞螺攝食髮藻、絨毛藻與轉板藻的實驗結果如下。

(一) 觀賞螺攝食「髮藻」實驗結果

從圖 28 的實驗結果可知：三種觀賞螺中，角螺與斑馬螺攝食髮藻的能力較強，到了第 15 天，髮藻分別剩餘 0.45g 與 0.52g；而以黑金剛螺攝食髮藻的能力最弱，還剩下一半以上的髮藻（2g→1.48g），實驗數據與實驗紀錄如圖 28 與表 13 所示。

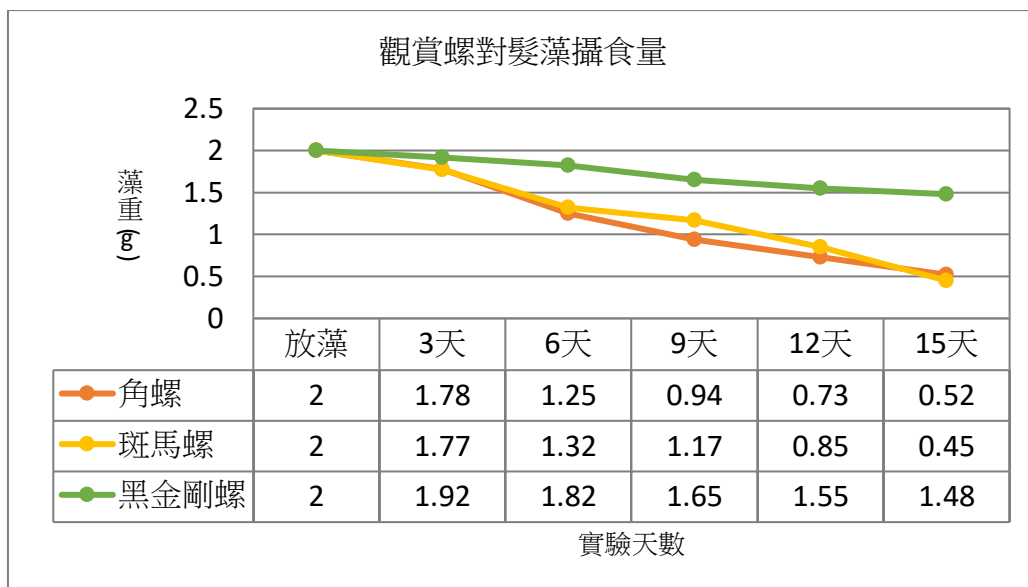
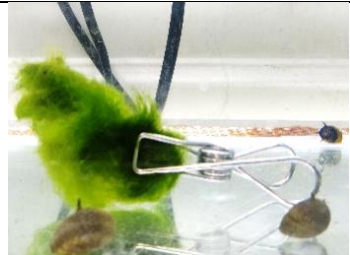
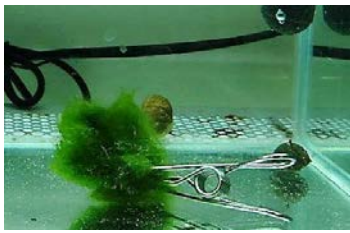


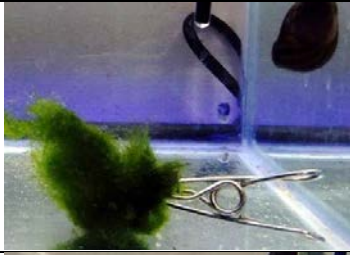

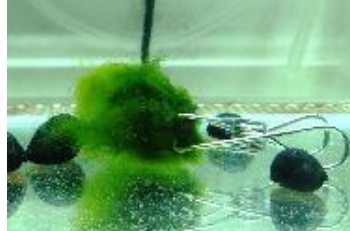
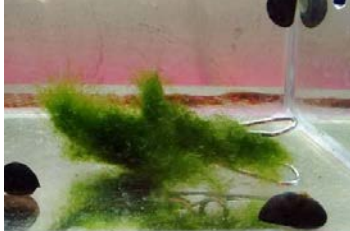
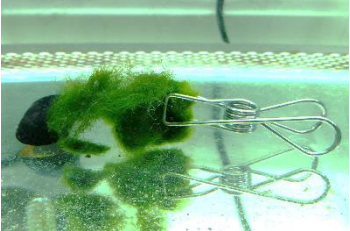


圖 28 觀賞螺對「髮藻」攝食量數據與折線圖

表 13 觀賞螺攝食「髮藻」實驗紀錄摘要表

天數 螺種類	第 3 天	第 9 天	第 15 天
角螺			
斑馬螺			
黑金剛螺			

(二) 觀賞螺攝食「絨毛藻」實驗結果

從圖 29 的實驗結果可知：三種觀賞螺中，以角螺攝食絨毛藻的能力較強，10g 的角螺第 15 天已吃完 1.31g 的絨毛藻（剩餘 0.69g）；而以斑馬螺攝食絨毛藻的能力最弱（2g→1.34g），還剩下一半以上的絨毛藻，實驗數據與實驗紀錄如圖 29 與表 14 所示。

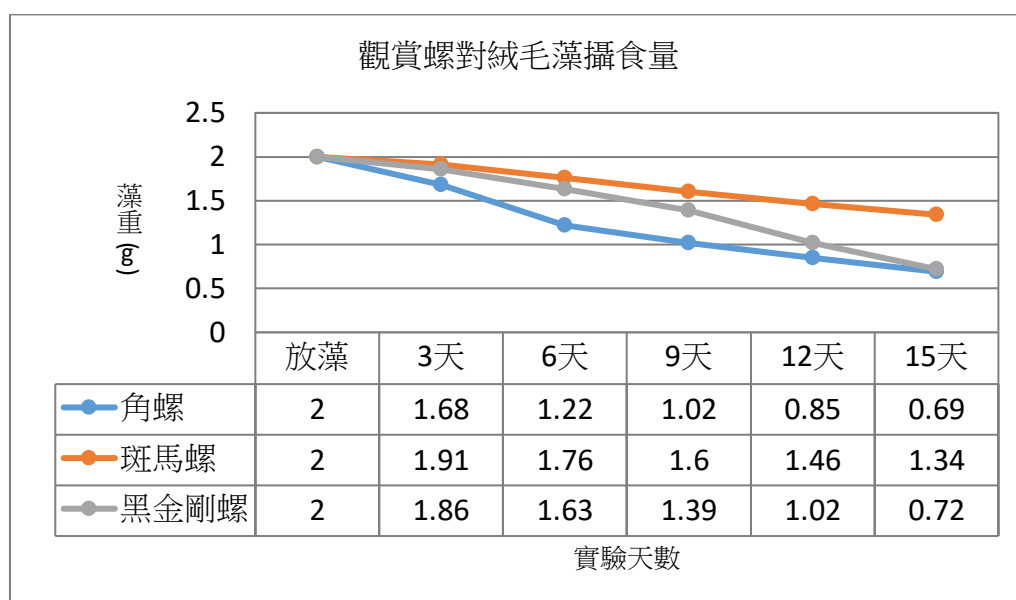





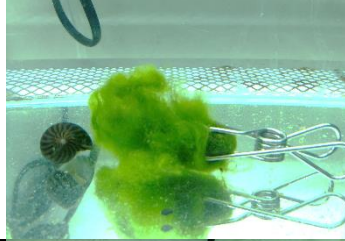

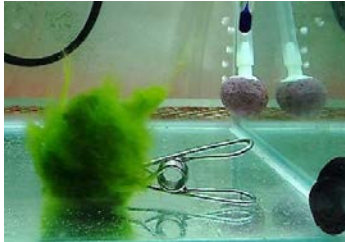



圖 29 觀賞螺對「絨毛藻」攝食量數據與折線圖

表 14 觀賞螺攝食「絨毛藻」實驗紀錄摘要表

天數 螺種類	第 3 天	第 9 天	第 15 天
角螺			
斑馬螺			
黑金剛螺			

(三) 觀賞螺攝食「轉板藻」實驗結果

從圖 30 的實驗結果可知：三種觀賞螺攝食轉板藻的能力都不強，到了第 15 天，2g 的轉板藻，都還剩餘超過一半，顯示三種螺攝食轉板藻的能力差異不大，其中黑金剛螺攝食轉板藻的量較多，而角螺攝食量較少，實驗數據與實驗紀錄如圖 30 與表 15 所示。

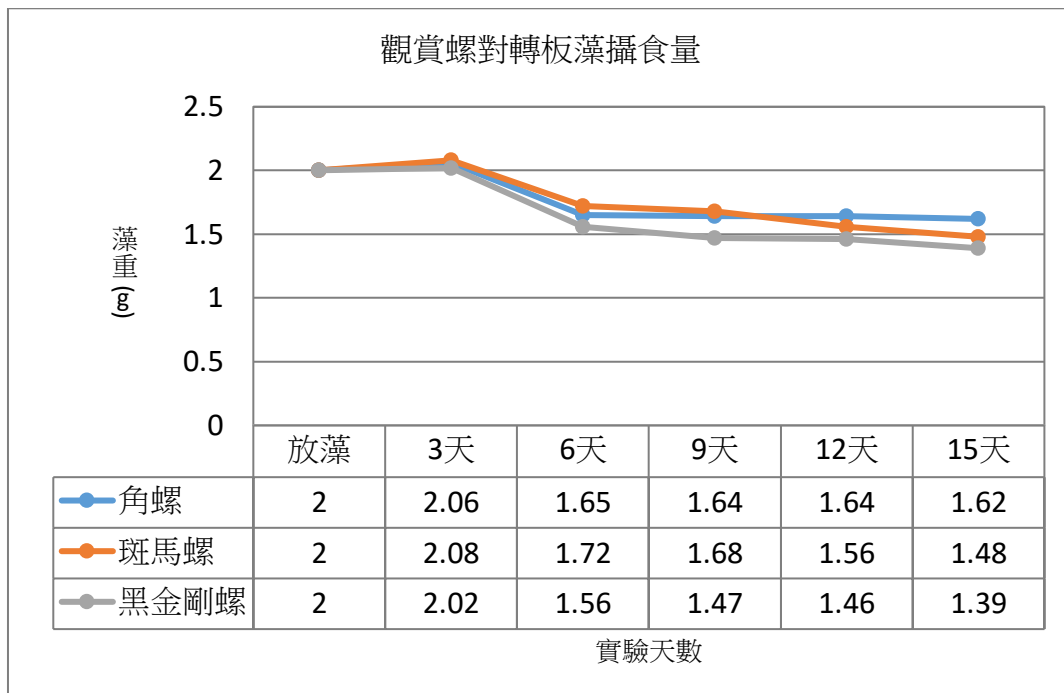

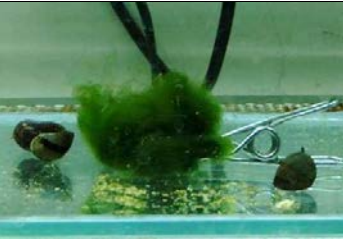


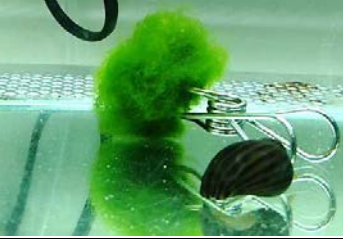






圖 30 觀賞螺對「轉板藻」攝食量數據與折線圖

表 15 觀賞螺攝食「轉板藻」實驗紀錄摘要表

天數 螺種類	第 3 天	第 9 天	第 15 天
角螺			
斑馬螺			
黑金剛螺			

伍、討論

依據上述實驗結果，進行相關討論如下：

一、絲狀藻的生態特徵

我們發現辨識絲狀藻種類最重要的依據是葉綠體的排列形狀，髮藻的葉綠體呈現螺旋狀，絨毛藻葉綠體周生，而轉板藻的葉綠體則呈現板狀，但必須要在至少 400 倍的放大倍數下才能明顯辨別，沒有顯微鏡的水族缸玩家很難辨識。但從絲狀藻的堅韌度來看，轉板藻最堅韌，拉扯時有難以扯斷的感覺，或可作為簡單判別的依據。

二、絲狀藻在不同色光下的生長情形

根據我們的研究結果，紅光（波長 610nm）最不會導致髮藻、絨毛藻與轉板藻大量滋生，但藍光（450nm）會讓絨毛藻滋生，全光譜白光則讓轉板藻生長迅速。而根據郭章儀、張永達(2010)對於光譜的研究顯示：在自然光下，藍光佔有 20%，而多數植物只需波長 400~700nm 範圍內 6%的藍光能量，所以一般的人工光源不必額外補充藍光光譜。因此水族缸玩家如果要在水族缸種植水草，在選擇水族燈的時候，應該盡量避免選擇搭配有藍光 LED 的水族燈，因為原本全光譜白光的水族燈就已經含有藍光的成份了，再增加藍光可能會讓絲狀藻的增生加速。

三、觀賞魚、蝦、螺攝食髮藻、絨毛藻與轉板藻的能力

根據上述研究結果，我們發現大和藻蝦攝食髮藻的速度很驚人，10g 的大和藻蝦在第 2 天就吃完 2g 的髮藻。而紅米奇與大和藻蝦都能夠在 15 天內吃完髮藻與轉板藻，但所有魚蝦螺都無法在 15 天內吃完絨毛藻。

接下來，我們將大和藻蝦攝食髮藻的食量與人類食量做一個有趣的比較，依據國民健康署的每日飲食指南手冊來估算，就 40 歲、身高 170cm、體重 64kg 且適度活動強度的成年男性而言，每天約需 2500 大卡的熱量，再將 2500 大卡換算成六大類食物的攝取量，我們概算出體重 64kg 的成年男性，每日均衡攝取食物的重量約為 2.34kg，也就是每天攝取的食物重量約為體重的 3.7%；對照 10g 大和藻蝦僅 2 天就吃完 2g 的髮藻，平均每天攝取的髮藻重量約為大和藻蝦體重的 10%，由此可知大和藻蝦攝食髮藻的食量之大與速度之快。

四、觀賞魚、蝦、螺除藻能力的綜合比較

最後我們綜合圖 22~30 的數據，將 9 種觀賞魚、蝦、螺清除絲狀藻的能力進行綜合比較，整理如下表 16，結果發現「紅米奇」與「大和藻蝦」清除絲狀藻的能力最好，而「絨毛藻」是最難清除的絲狀藻，髮藻是最容易清除的絲狀藻。雖然三種觀賞螺都沒能在 15 天的時間內吃完絲狀藻，但我們發現角螺、斑馬螺與黑金剛螺另有清除缸壁藻類的功能。

如果水族缸的絲狀藻氾濫成災，可考慮將原本飼養的魚類撈出，再購買紅米奇或大和藻蝦放入缸內除藻，而且除藻期間不用再額外餵食飼料，相信會有不錯的除藻效果，如果能再加購除藻能力也不錯的角螺放入，就可以在不投入化學除藻劑的情況下，盡可能將水族缸的絲狀藻清除乾淨。

表 16 觀賞魚、蝦、螺除藻能力綜合比較表

魚蝦螺 剩餘藻重 (g) 藻類	紅米奇	三色天鵝	小猴飛狐	槍蝦	紅米蝦	大和藻蝦	角螺	斑馬螺	黑金剛螺
髮藻		0.78g		0.12g			0.52g	0.45g	1.48g
絨毛藻	0.16g(註)	0.88g	0.86g	0.76g	1.37g	0.84g	0.69g	1.34g	0.72g
轉板藻		1.15g	1.12g	1.24g	1.29g		1.62g	1.48g	1.39g

註：表格數據為絲狀藻剩餘克數， 表示除藻生物在 15 天內將 2g 絲狀藻吃完

接下來，我們再將 9 種除藻生物對絲狀藻的攝食率整理如表 17，從表中資料可知：就髮藻的清除而言，以大和藻蝦的攝食率最高（1.000 g/天），也就是 10g 的大和藻蝦 1 天可以攝食 1g 的髮藻，紅米奇居次（0.222 g/天）；就絨毛藻的清除而言，紅米奇的攝食率最高（0.123 g/天），角螺居次（0.087g/天）；以轉板藻的清除而言，紅米奇的攝食率最高（0.167 g/天），大和藻蝦居次（0.133g/天）。

表 17 觀賞魚、蝦、螺對絲狀藻攝食率之綜合比較表

魚蝦螺 攝食率 (g/天) 藻類	紅米奇 (註 1、2)	三色天 鵝	小猴飛 狐	槍蝦	紅米蝦	大和藻 蝦(註 2)	角螺	斑馬螺	黑金剛 螺
髮藻	0.222	0.081	0.133	0.125	0.133	1.000	0.099	0.103	0.035
絨毛藻	0.123	0.075	0.076	0.083	0.042	0.077	0.087	0.044	0.085
轉板藻	0.167	0.057	0.059	0.051	0.047	0.133	0.025	0.035	0.041

註 1：紅米奇在第 9 天吃完髮藻，攝食率計算方式為 2/9=0.222 g/天

註 2：紅米奇在第 9 天吃完髮藻、第 12 天吃完轉板藻；大和藻蝦在第 2 天吃完髮藻，其餘攝食率的計算天數皆為 15 天

五、將絲狀藻做成水族飼料

經過上述實驗，我們瞭解紅米奇、大和藻蝦等除藻生物確實有一定的除藻能力，但我們很好奇，如果將絲狀藻做成飼料，那這些除藻生物也會吃嗎？於是我們嘗試以絲狀藻為主體自製水族飼料，先將絲狀藻混合適量蛋液及麵粉攪拌成型，再進烤箱烘烤乾燥，最後利用食物攪碎機將絲狀藻攪碎成小片狀飼料，再將絲狀藻飼料投入水族缸，實驗結果顯示紅米奇、三色天鵝及大和藻蝦都非常喜歡攝食我們自製的絲狀藻飼料，這樣的結果讓我們很開心，原來飼料不一定要到水族館買，自製飼料既有趣又有成就感，製作過程與成果如圖 31 所示。

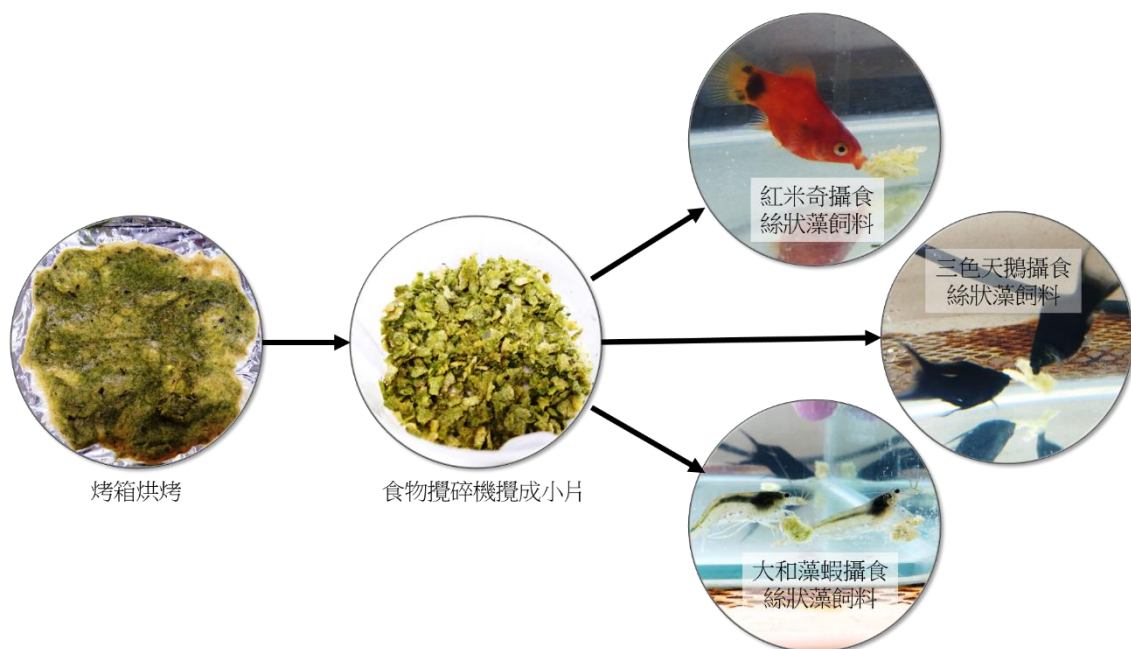


圖 31 利用絲狀藻自製水族飼料流程圖

六、絲狀藻堅韌度與魚、蝦、螺攝食率的關係

從表 5 的實驗結果可知：髮藻最容易斷裂，而轉板藻最堅韌不易斷，因此我們思考是否愈容易斷裂的絲狀藻會讓除藻生物更容易攝食，反之亦然？而參考表 16 的綜合比較表，髮藻是除藻生物攝食率最高的絲狀藻，實驗結果符合上述想法；但最堅韌的轉板藻仍然可以在 15 天內被紅米奇及大和藻蝦清除，卻似乎又違背上述假定，反而是堅韌度居中的絨毛藻，本研究中的 9 種除藻生物都無法在實驗期內攝食完畢。因此絲狀藻堅韌度與魚、蝦、螺攝食率是否有關仍有待驗證，而絨毛藻攝食率偏低的結果，或許是絨毛藻的味道讓除藻生物不喜歡，也有可能我們尚未找到喜歡攝食絨毛藻的除藻生物。

七、選擇最適合的除藻生物

綜合本研究選擇之 9 種除藻生物，以「紅米奇」與「大和藻蝦」的整體除藻能力最強，而除藻生物的市場價格如表 18 所示，「紅米奇」與「大和藻蝦」單價在 15~20 元之間，不但經濟實惠且好養耐活，非常適合水族缸玩家將其納入自己的水族樂園，如果再加上除藻能力也不錯的「角螺」，則更能增添水族缸裡面的生態平衡，而價格相對便宜的斑馬螺與黑金剛螺除藻能力卻欠佳，就看水族玩家如何取捨。

表 18 除藻生物價格表（單位：新台幣）

魚蝦螺	紅米奇	三色天鵝	小猴飛狐	槍蝦	紅米蝦	大和藻蝦	角螺	斑馬螺	黑金剛螺
單價	15~20	15~20	15~20	3~4	2~3	15~20	20~25	20~25	20~25
10g 價格	165~220	180~240	300~400	180~240	160~240	195~260	140~175	60~75	120~150

陸、結論

為達研究目的，我們以不同色光照射絲狀藻，且飼養了 212 隻觀賞魚、蝦、螺進行絲狀藻攝食實驗，最後得到下列五點研究結論：

一、波長 450nm 的藍光讓絨毛藻生長速度最快，全光譜白光則讓轉板藻生長速度最快，波長 610nm 的紅光對髮藻、絲狀藻與轉板藻的生長影響有限；建議水族缸玩家避免購買搭配藍光的水族燈，購買全光譜白光或搭配紅光 LED 的水族燈即可。

二、就髮藻的清除而言，大和藻蝦攝食髮藻的能力最強，而 10g 的紅米奇、小猴飛狐與紅米蝦亦可以在 15 天內吃完 2g 的髮藻，顯示髮藻是比較容易清除的絲狀藻。

三、就絨毛藻的清除而言，9 種觀賞魚、蝦、螺都無法在 15 天內將 2g 的絨毛藻吃完，其中以角螺攝食絨毛藻的能力稍好，顯示絨毛藻最難被除藻生物清除。

四、就轉板藻的清除而言，紅米奇攝食轉板藻的能力最棒，大和藻蝦次之。

五、綜合比較除藻能力，以紅米奇與大和藻蝦清除絲狀藻的能力最強。

柒、參考文獻資料

- 1.每日飲食指南手冊。取自 <https://www.hpa.gov.tw/Pages/EBook.aspx?nodeid=1208>
- 2.國立臺灣海洋大學水產養殖學系水生動物實驗中心。取自 <http://aac.ntou.edu.tw/>
- 3.柯志翰、柯清水（2009）。水草缸常見藻類圖鑑。取自 <https://www.tbsaqua.com/encyclopaedia/researchList?Pid=14&Cid=90>
- 4.郭章儀、張永達（2010）。作用光譜。取自 <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=6784>
- 5.陳佳稜（2012）。臺灣絲狀藻類之分類及生態研究。國立高雄海洋科技大學水產養殖研究所碩士論文。
- 6.廖文毅（2012）。LED 在農業領域的應用與展望。工業材料雜誌第 306 期。
- 7.觀賞水族產業資訊網。取自 <https://ofs.npust.edu.tw/>

【評語】 080304

本作品探討水族缸內不同絲狀藻的生長速率及針對多種觀賞魚、蝦、螺的攝食絲狀藻能力進行比較。有寓教於樂及實際應用的潛力。

然而本研究的數據多為單次實驗測量的結果，科學的可靠性較為不足。又在對絲狀藻進行不同色光照射的實驗中，不同光色的強度不詳，會影響實驗結論的可靠性。而各種魚蝦螺的食藻能力探討中，並未提供實驗物種的生理成熟度資料，無法排除幼體與成體不適當比較；而且攝食實驗也數無選擇設計，不夠真實。

作品簡報



除藻大作戰 ~ 水族缸除藻生物大亂鬥

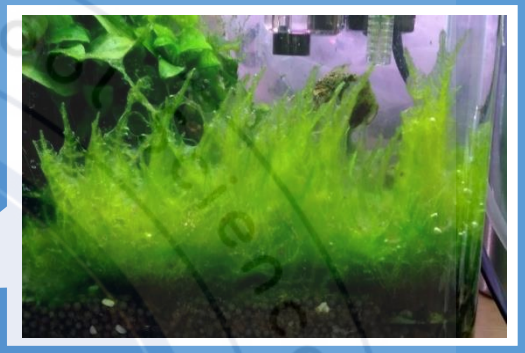
國小組 生物科

除藻大作戰 ~ 水族缸除藻生物大亂鬥

一、研究動機

水族缸出現絲狀藻

絲狀藻越長越多



思考如何抑制絲狀藻

???

尋找除藻生物進行實驗



二、研究目的

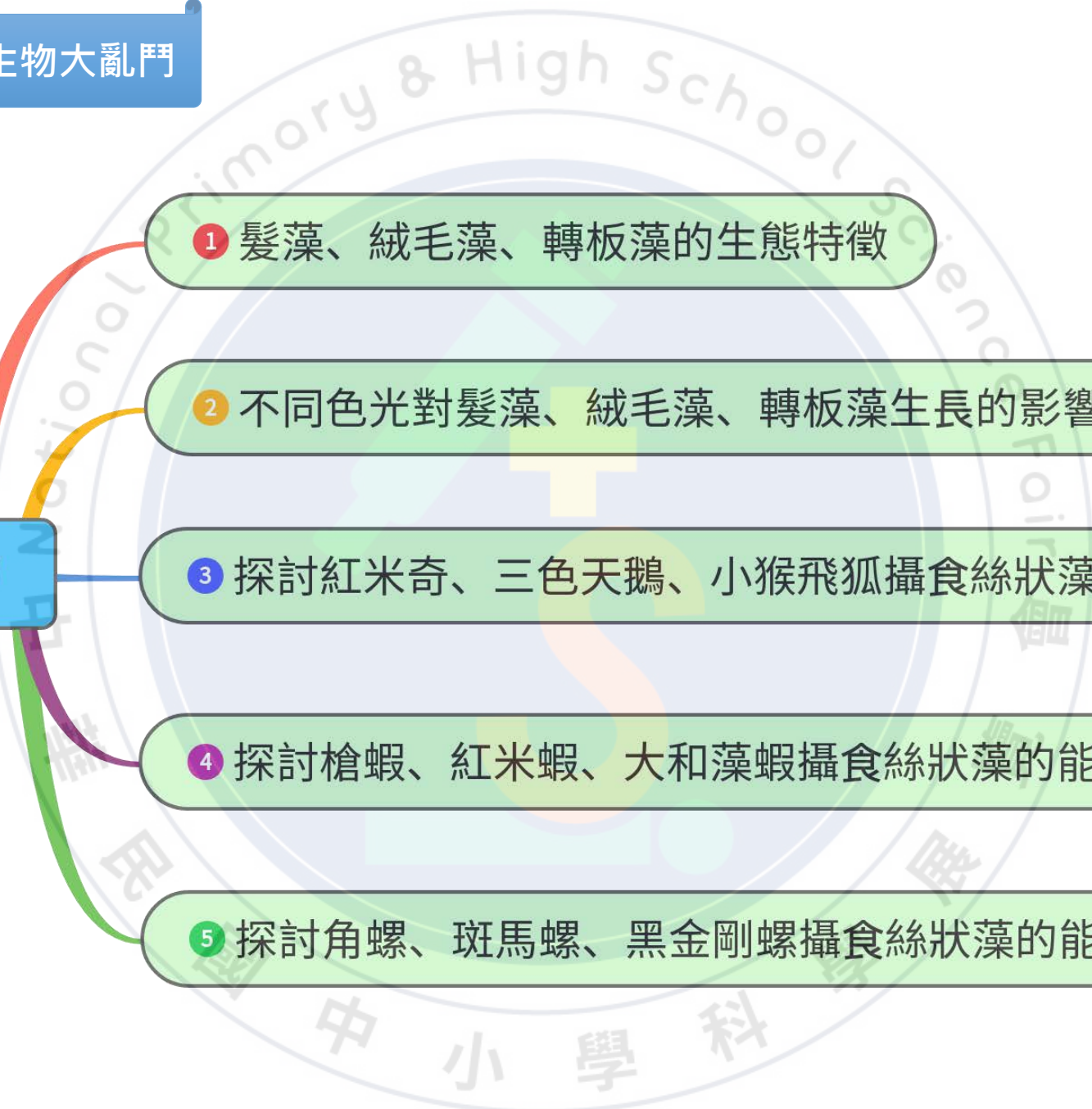
1 髮藻、絨毛藻、轉板藻的生態特徵

2 不同色光對髮藻、絨毛藻、轉板藻生長的影響

3 探討紅米奇、三色天鵝、小猴飛狐攝食絲狀藻的能力

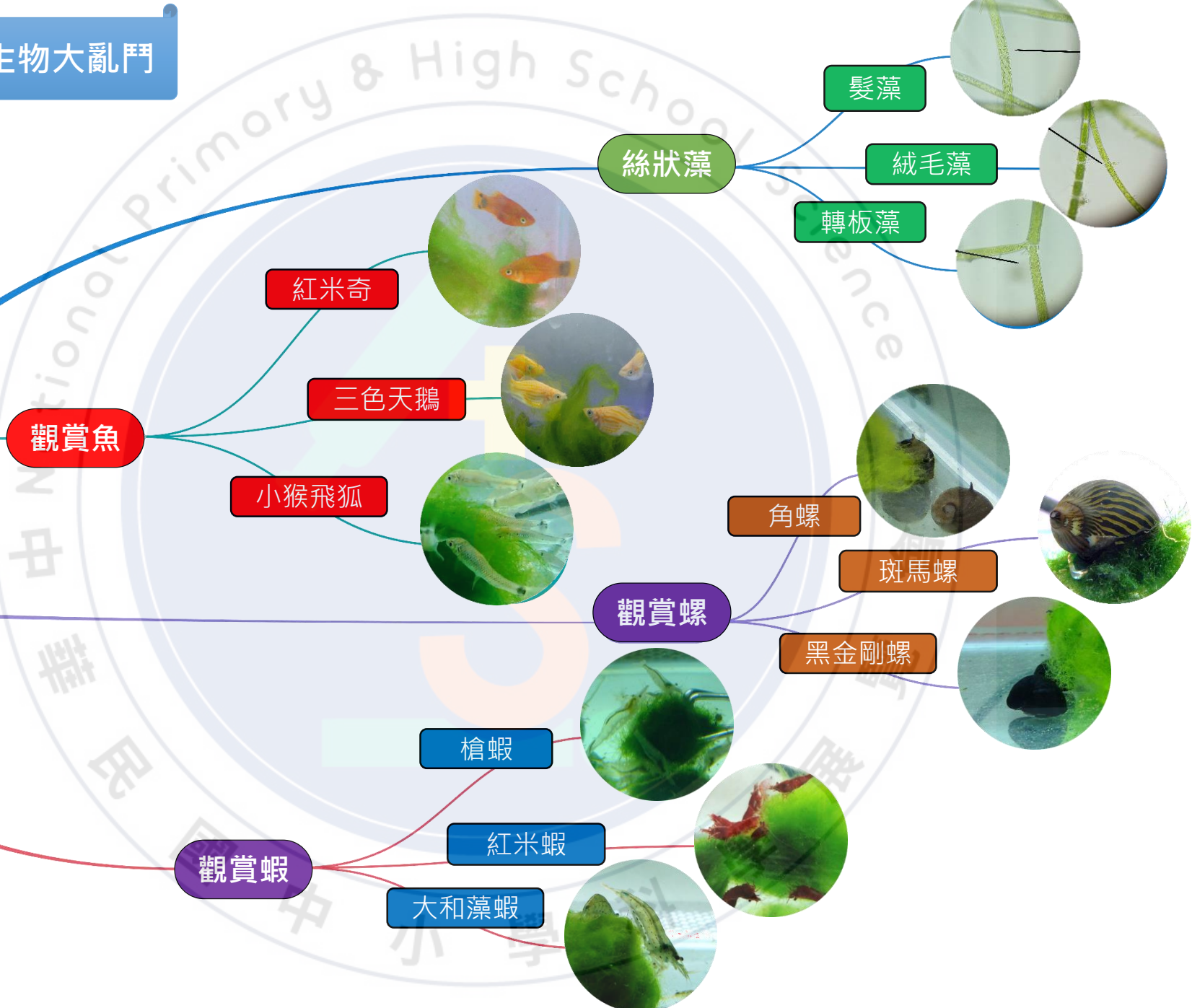
4 探討槍蝦、紅米蝦、大和藻蝦攝食絲狀藻的能力

5 探討角螺、斑馬螺、黑金剛螺攝食絲狀藻的能力



除藻大作戰 ~ 水族缸除藻生物大亂鬥

三、研究對象



四、研究架構

1 水族缸常見絲狀藻的生態特徵

- 外觀與觸感
- 顯微鏡觀察
- 堅韌性比較

白光(全光譜)
紅光(610nm)
藍光(450nm)

2 不同色光對絲狀藻生長的影響

- 髮藻
- 絨毛藻
- 轉板藻

髮藻
絨毛藻
轉板藻

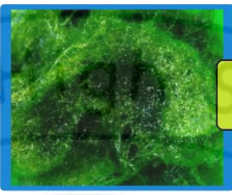
3 不同觀賞魚、蝦、螺攝食絲狀藻的能力

- 紅米奇、三色天鵝、小猴飛狐
- 槍蝦、紅米蝦、大和藻蝦
- 角螺、斑馬螺、黑金剛螺

除藻大作戰 ~ 水族缸除藻生物大亂鬥

五、研究結果 (一) 絲狀藻的生態特徵

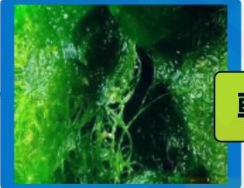
1.外觀特徵



髮藻短且易斷，摸起來粗糙

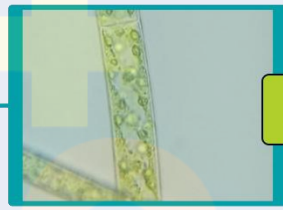


絨毛藻摸起來輕柔順滑

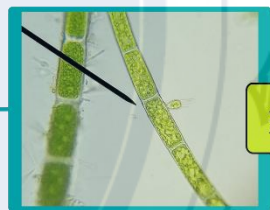


轉板藻長，摸起來較絨毛藻粗糙

2.顯微鏡觀察



髮藻無分枝，葉綠體呈螺旋狀



絨毛藻環紋間隔短，無分枝



轉板藻有分枝，葉綠體呈板狀

3.堅韌性比較



使用拉力計

表1 絲狀藻堅韌度實驗結果摘要表 (實驗次數3次，取平均值)

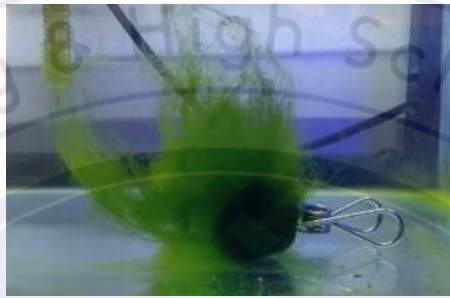
絲狀藻		髮藻	絨毛藻	轉板藻
實驗	拉力(g)			
30枝平均值		15.36	24.92	64.84
單枝平均值		0.51	0.83	2.16

除藻大作戰 ~ 水族缸除藻生物大亂鬥

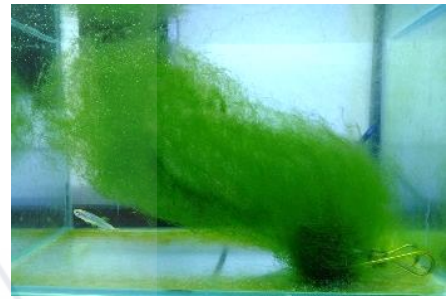
五、研究結果

(二) 不同色光對絲狀藻生長的影響

白光、紅光與藍光對髮藻生長的影響有限。

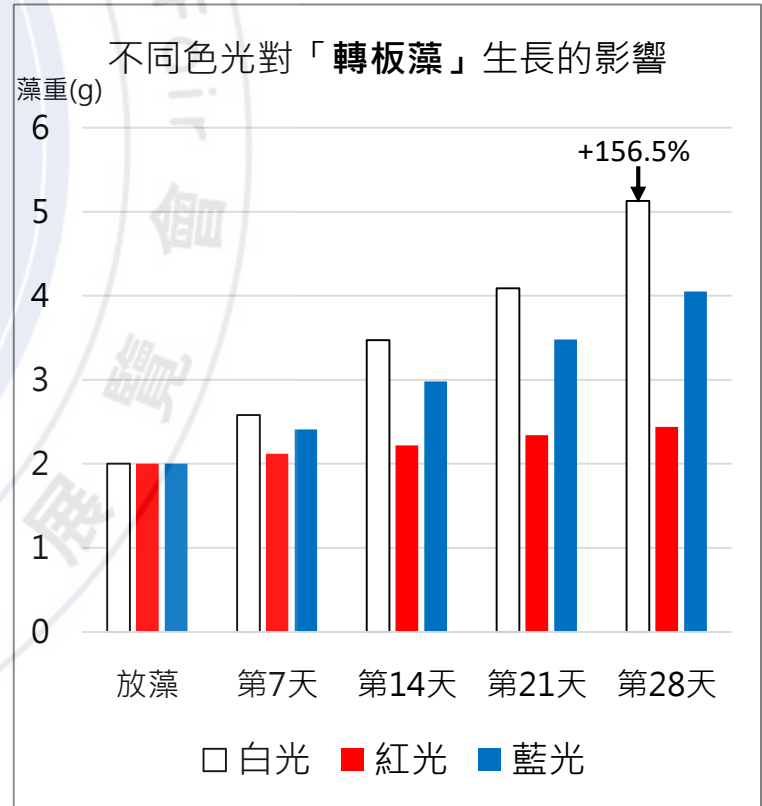
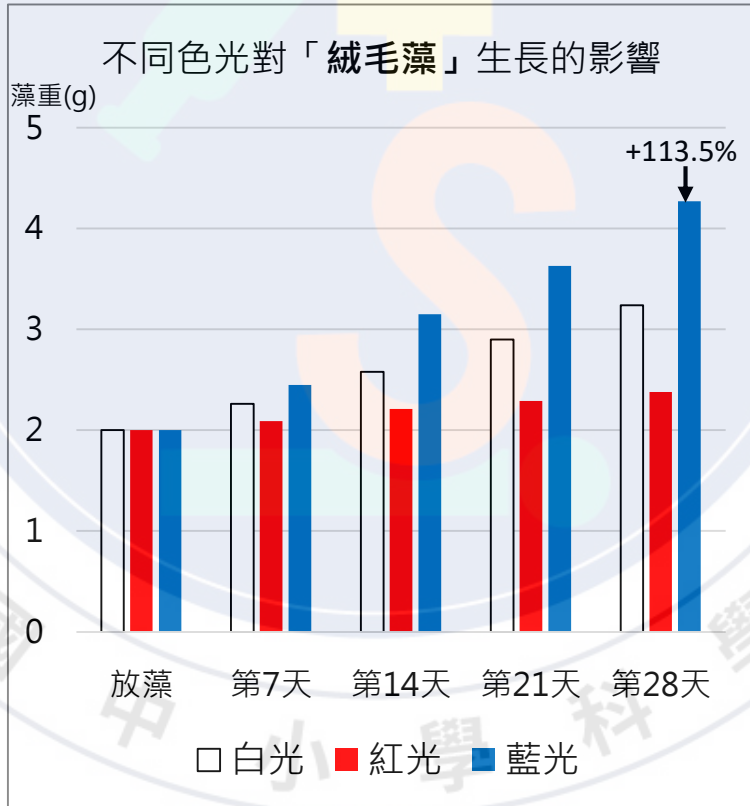
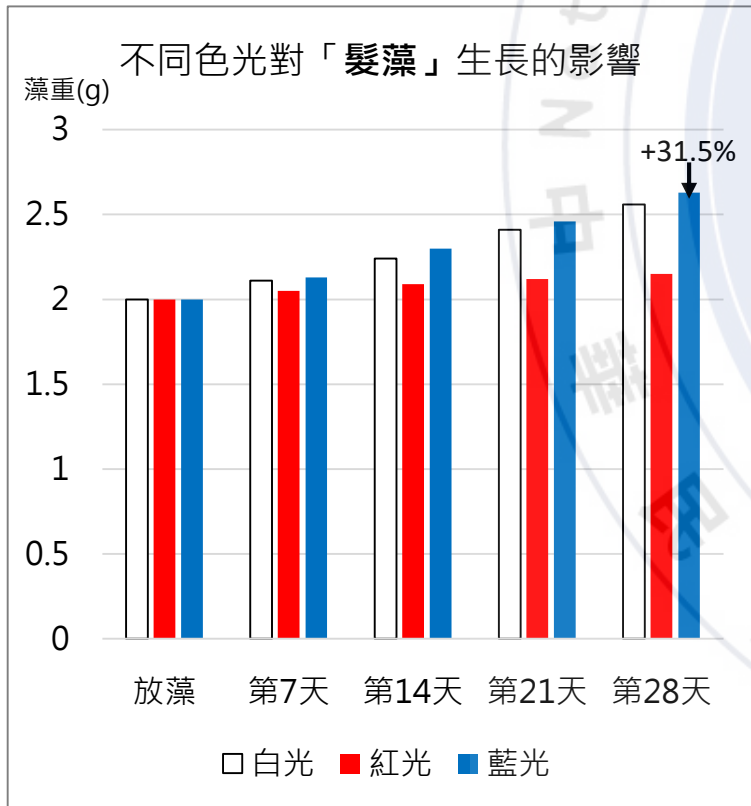


全光譜白光讓轉板藻成長最快



經過28天，藍光讓絨毛藻生長最快 (+113.5%)。

經過28天，白光讓轉板藻生長最快 (+156.5%)。



除藻大作戰 ~ 水族缸除藻生物大亂鬥

五、研究結果

(三) 不同觀賞魚攝食絲狀藻的實驗結果



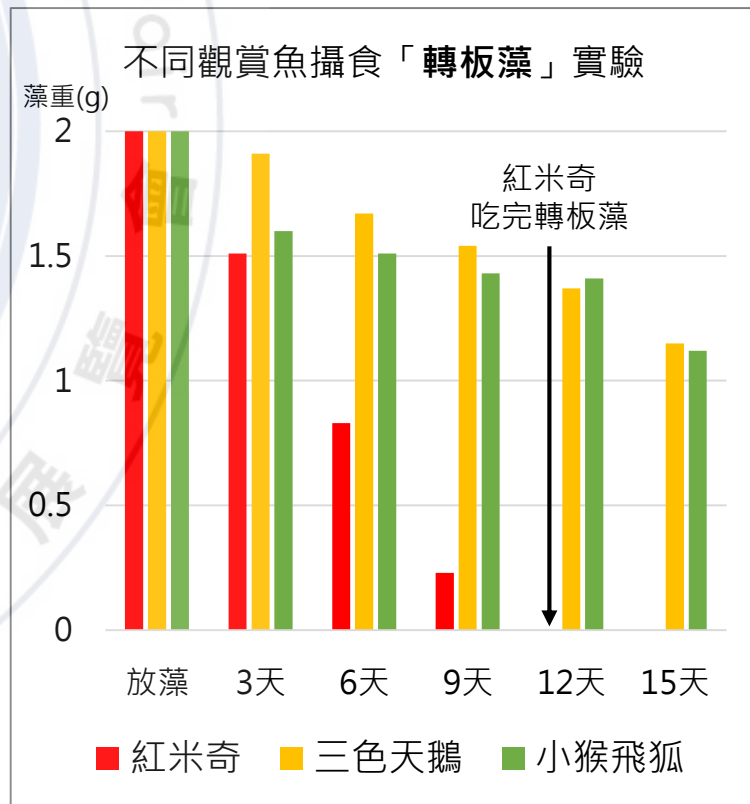
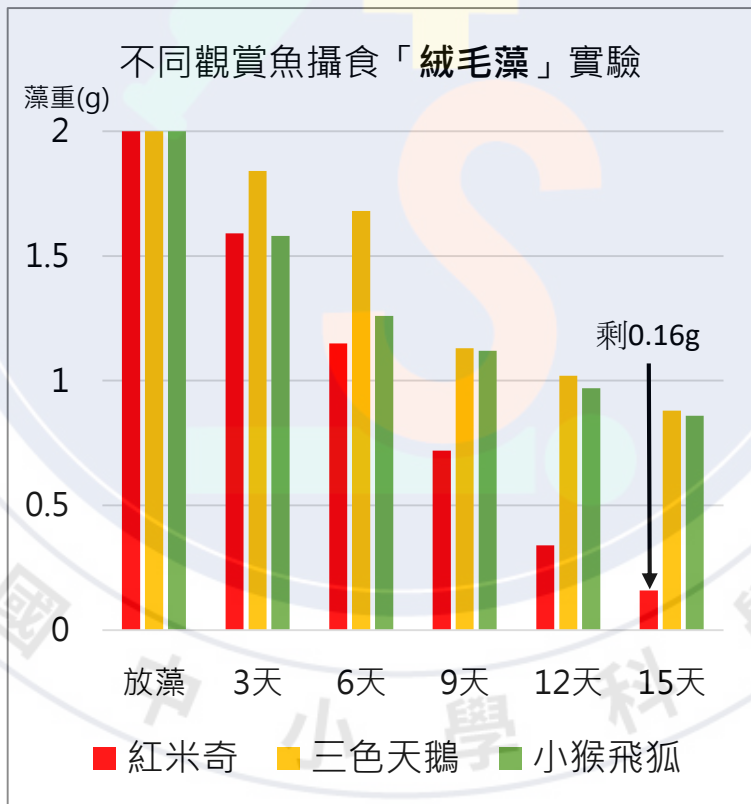
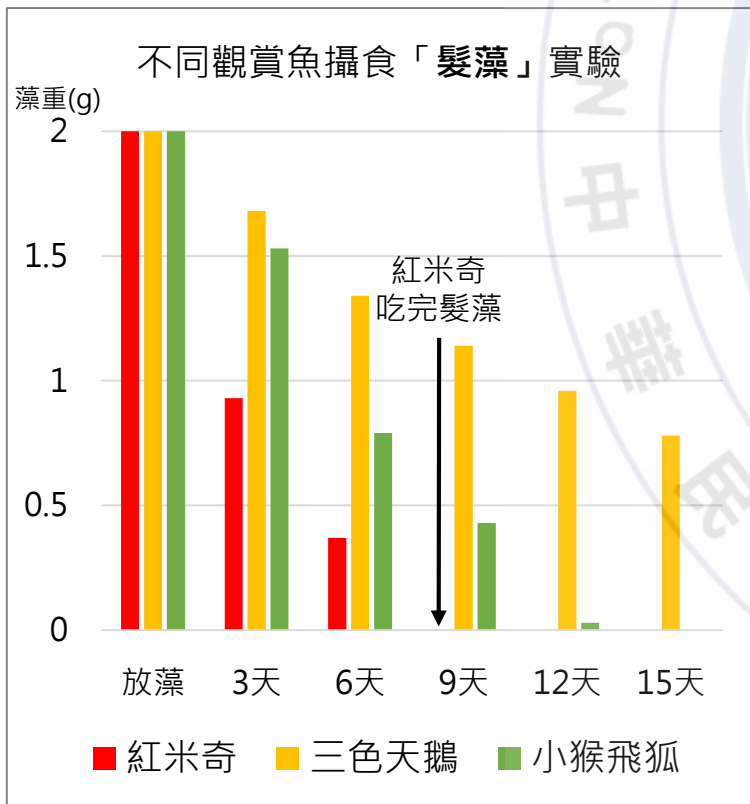
紅米奇攝食絲狀藻的能力最好



只有紅米奇在第12天吃完2g的轉板藻。

10g紅米奇(約11隻)在第9天就吃完2g髮藻，速度最快。

三種觀賞魚皆無法在15天內，吃完2g的絨毛藻。



除藻大作戰 ~ 水族缸除藻生物大亂鬥

五、研究結果

(四) 不同觀賞蝦攝食絲狀藻的實驗結果

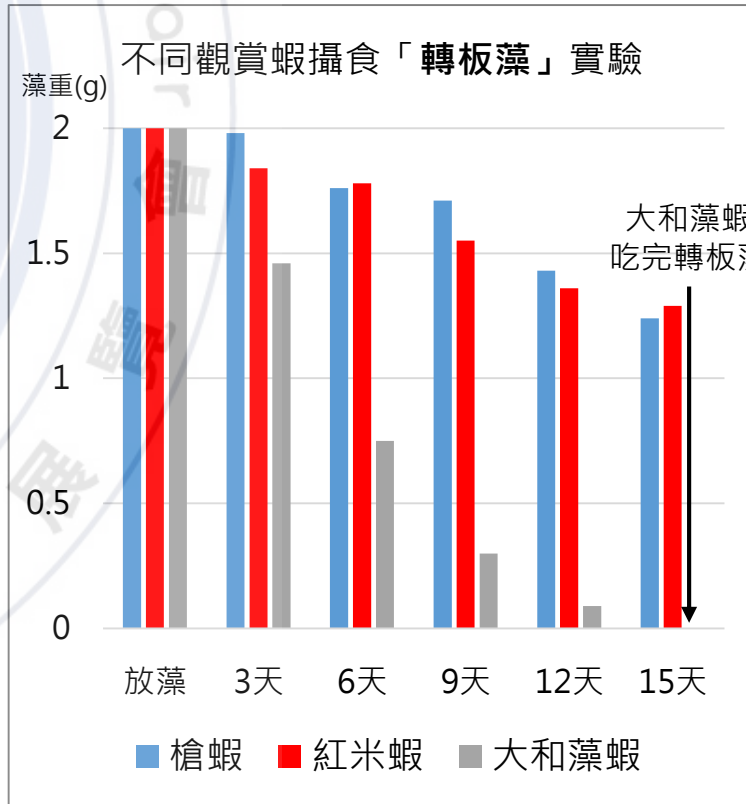
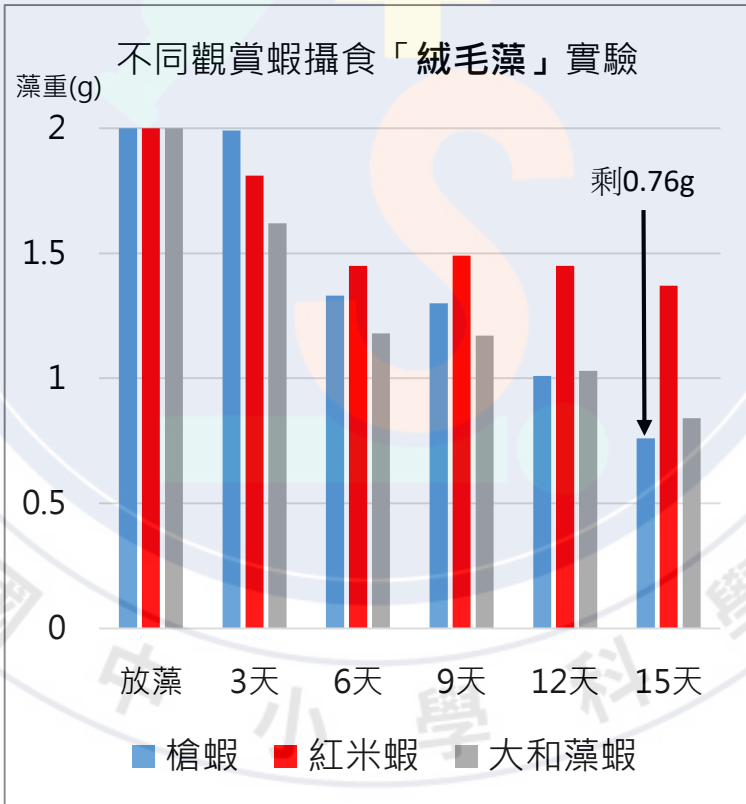
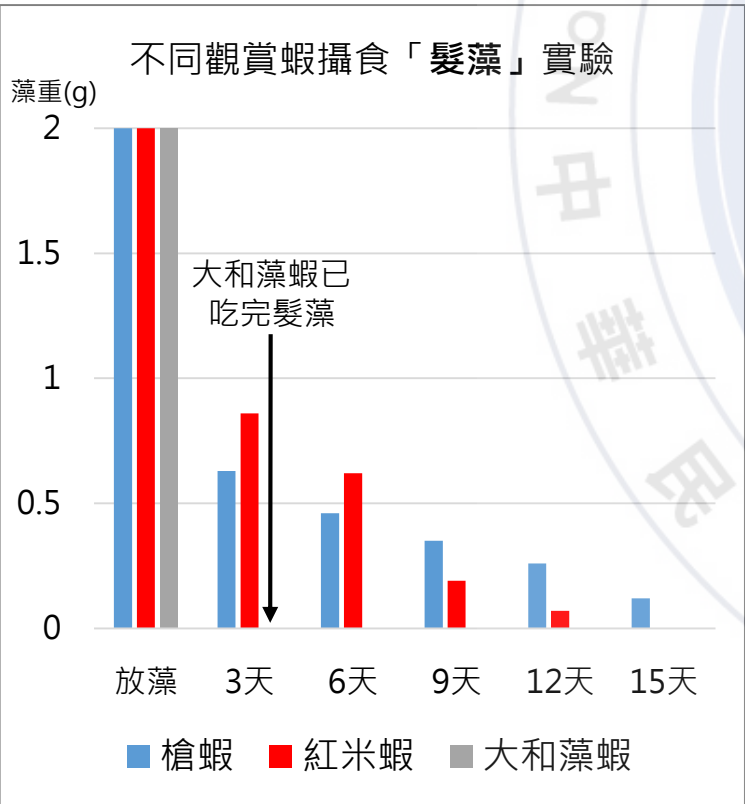
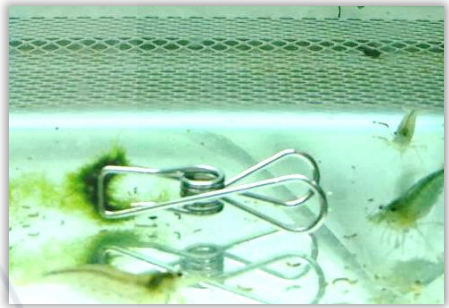
10g大和藻蝦(約13隻) · 在第2天就吃完2g的髮藻。

三種觀賞蝦皆無法在15天內 · 吃完2g的絨毛藻。

只有大和藻蝦在第15天吃完轉板藻。



大和藻蝦攝食絲狀藻的能力最好



除藻大作戰 ~ 水族缸除藻生物大亂鬥

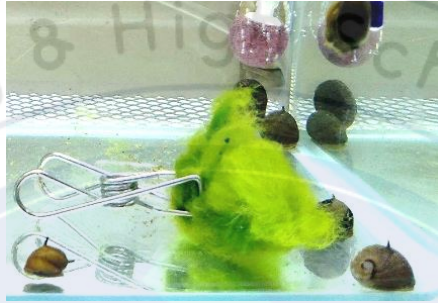
五、研究結果

(五) 不同觀賞螺攝食絲狀藻的實驗結果

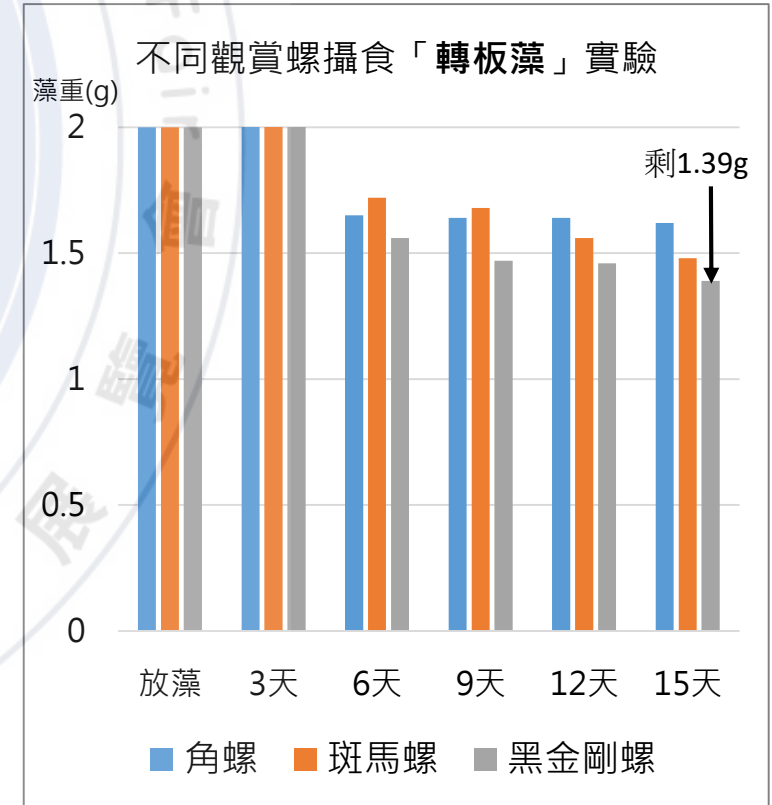
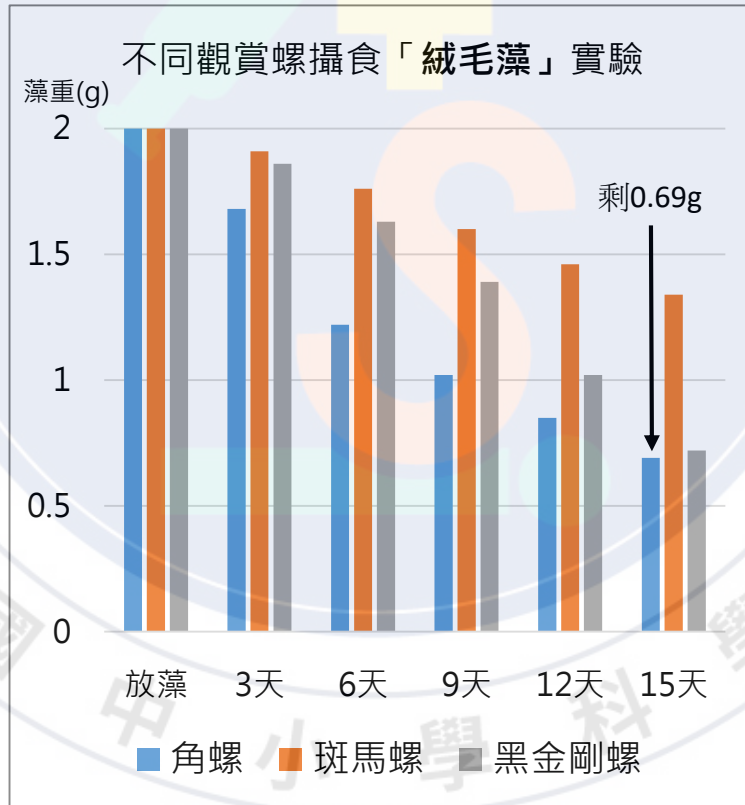
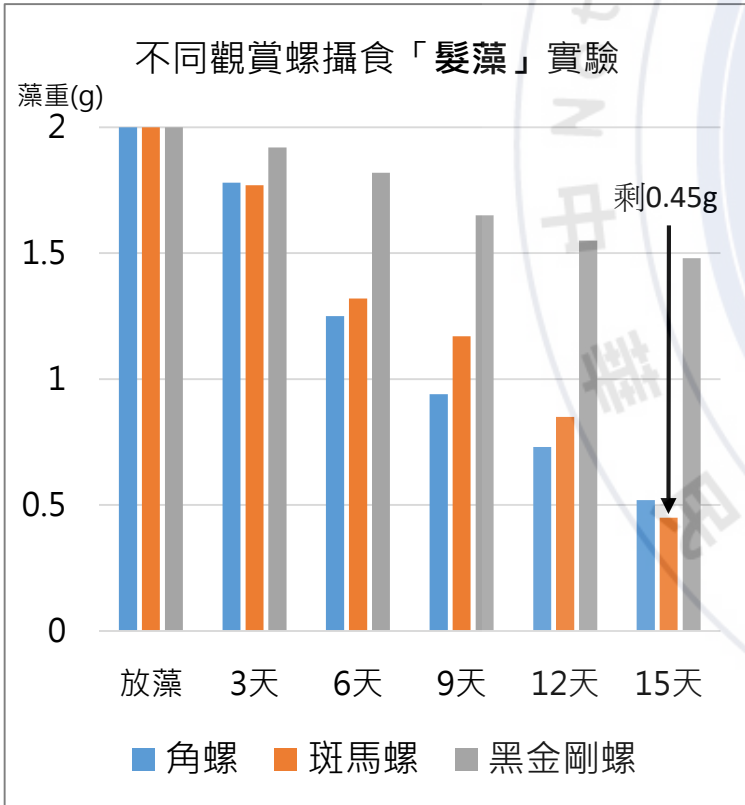
10g斑馬螺(約6顆)在第15天吃掉1.55g髮藻，角螺次之。

10g角螺(約6顆)在第15天吃掉1.31g絨毛藻，黑金剛螺次之。

三種觀賞螺攝食轉板藻的剩餘量皆超過1g (吃不到一半)。



角螺攝食絲狀藻



除藻大作戰 ~ 水族缸除藻生物大亂鬥

1 辨識絲狀藻種類最重要的依據是葉綠體的排列形狀，髮藻的葉綠體呈現螺旋狀，絨毛藻葉綠體周生，而轉板藻的葉綠體則呈現板狀。

2 紅光(波長610nm)較不會導致絲狀藻滋生，但藍光(450nm)則會讓絨毛藻、轉板藻大量滋生，而全光譜白光則讓轉板藻生長迅速。

3 9種觀賞魚、蝦、螺攝食絲狀藻能力的綜合比較如表2。

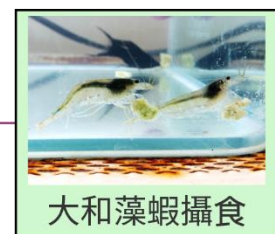
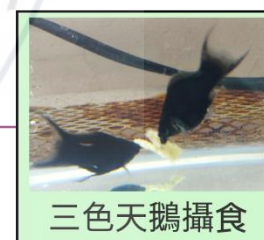
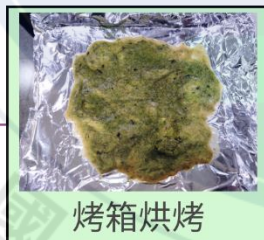
表2 觀賞魚、蝦、螺對絲狀藻攝食率之綜合比較表

魚蝦螺 攝食率 (g/天) 藻類	紅米奇 (註1)	三色天鵝	小猴飛狐	槍蝦	紅米蝦	大和藻蝦 (註1)	角螺	斑馬螺	黑金剛螺
髮藻	0.222	0.081	0.133	0.125	0.133	1.000	0.099	0.103	0.035
絨毛藻	0.123	0.075	0.076	0.083	0.042	0.077	0.087	0.044	0.085
轉板藻	0.167	0.057	0.059	0.051	0.047	0.133	0.025	0.035	0.041

註1：紅米奇在第9天吃完2g髮藻，攝食率計算方式為2/9=0.222 g/天。大和藻蝦在第2天吃完2g髮藻，攝食率2/2=1 g/天

六、研究討論

4 嘗試自製絲狀藻飼料



除藻大作戰 ~ 水族缸除藻生物大亂鬥

(一) 波長450nm的藍光讓絨毛藻、轉板藻生長快速，建議水族缸玩家避免購買搭配藍光的水族燈，避免爆藻。

(二) 大和藻蝦、紅米奇、小猴飛狐與紅米蝦皆可在15天內吃完2g的髮藻，顯示髮藻是比較容易清除的絲狀藻。其中以大和藻蝦、紅米奇清除髮藻的速度最快。

(三) 9種觀賞魚、蝦、螺都無法在15天內將2g的絨毛藻吃完，其中以角螺攝食絨毛藻的能力稍好，顯示絨毛藻最難被除藻生物清除。

(四) 紅米奇與大和藻蝦皆可在15天內吃完2g的轉板藻，其中以紅米奇清除轉板藻的速度最快。

(五) 綜合比較除藻能力，以紅米奇與大和藻蝦清除絲狀藻的能力最強。

七、研究結論



紅米奇



大和藻蝦