

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生物科

最佳(鄉土)教材獎

080311

當我們蝨(く口弓ノ)在一起

-環境因子對淡水螺行為影響之探討

學校名稱：臺北市萬華區私立光仁國民小學

作者： 小六 王致嘉 小五 陳秉良 小六 莊婕妤 小五 林均慧 小五 楊翊凡	指導老師： 楊建明
---	------------------

關鍵詞：淡水螺、環境因子、行為習性

摘要

本實驗以淡水螺中石田螺、網蜷及瘤蜷群聚情形為出發點，探討不同環境因子對這三種淡水螺的行為習性與影響。

我們在臺北市內溝溪中游發現石田螺、網蜷及瘤蜷群聚，不同地點三種淡水螺類的組成數量不盡相同，因此我們實地觀察實驗，控制不同的環境因子如水溫、光線、水流速、水質等，觀察淡水螺的行為反應。

實驗發現，石田螺對水溫適應力及吸附力較高；網蜷水質忍受度高，吸附力較低；瘤蜷對水質忍受度低。整體來說，三種螺尋覓食能力敏銳度不高，水溫高於 30°C 或低於 10°C，會減緩行動力。流速、水質均會影響行為及棲息。

在應用上，本研究提供流速、水質及底質等對淡水螺的影響，作為水利工程設計參考及自然生態或環境教材。

壹、研究動機

有一次，老師帶我們到內溝溪踏青，發現筊白筍田裡有許多螺，過去我們較常知道的螺類除了福壽螺就是燒酒螺，所以一開始發現田裡有螺時，我們都以為是這兩種！經查詢資料後，田裡發現較多的三種淡水螺分別是，石田螺、網蜷及瘤蜷。後來到較湍急的溪邊時，發現石頭上密布瘤蜷，兩側泥沙處也有一些石田螺，網蜷卻十分稀少，所以我們很好奇這三種淡水螺的生活習性是否相同，群聚在一起生活時，不同環境，如溫度、光線、水流速度等會對牠們有什麼影響？

相關教學單元：認識動物(三下)、水生家族(四上)、動物的生活(五下)

貳、研究目的

- 一、探討石田螺、網蜷及瘤蜷的覓食行為。
- 二、探討溫度對石田螺、網蜷及瘤蜷活動力的影響。
- 三、探討石田螺、網蜷及瘤蜷對光線的趨避反應。
- 四、探討石田螺、網蜷及瘤蜷在不同底質的行為反應。
- 五、探究水流強弱對石田螺、網蜷及瘤蜷吸附能力影響。
- 六、探討水質對石田螺、網蜷及瘤蜷的生存影響。

參、研究設備與器材

一、觀察對象：

石田螺 (*Sinotaia quadrata*)、網蝸 (*Melanoides tuberculata*)、瘤蝸 (*Tarebia granifera*)

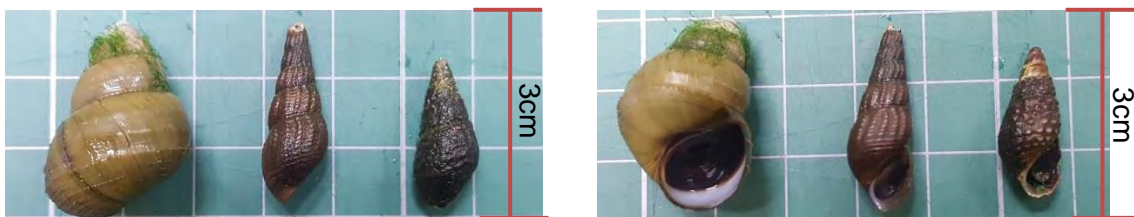


圖 1、2 研究對象:由左至右分別為--- 石田螺、網蝸、瘤蝸

二、實驗器材：

水族器材:水族箱、LED 燈具、加熱器、過濾器、溫度計。

實驗工具:游標卡尺、鋸子、捲尺、計時器、電子磅秤、pH 計。

裝置材料:塑膠瓦楞板、黑色書面紙、30L 儲水桶、管徑 2cmPVC 水管、水流開關、塑膠盤。



圖 3 研究器材



圖 4 實驗一 覓食實驗裝置



圖 5 實驗三 光線趨避性實驗裝置



圖 6 實驗六 水質實驗裝置

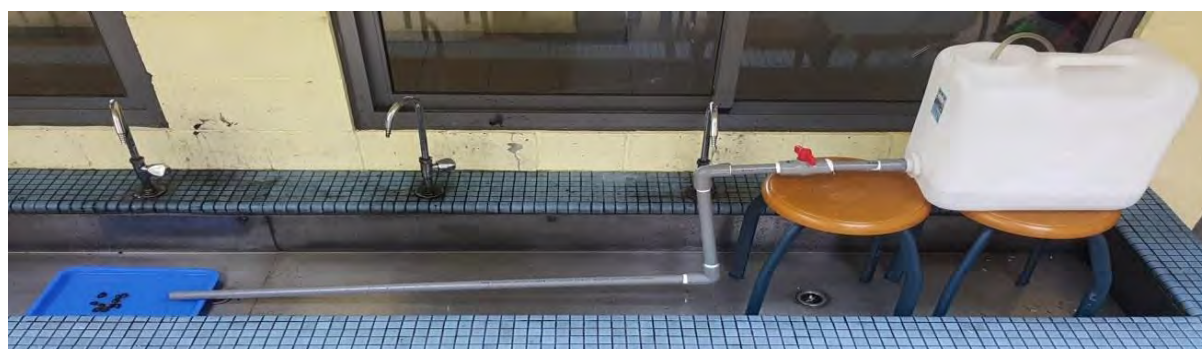


圖 7 實驗五 水流沖擊檢測裝置

肆、研究過程與方法

研究流程

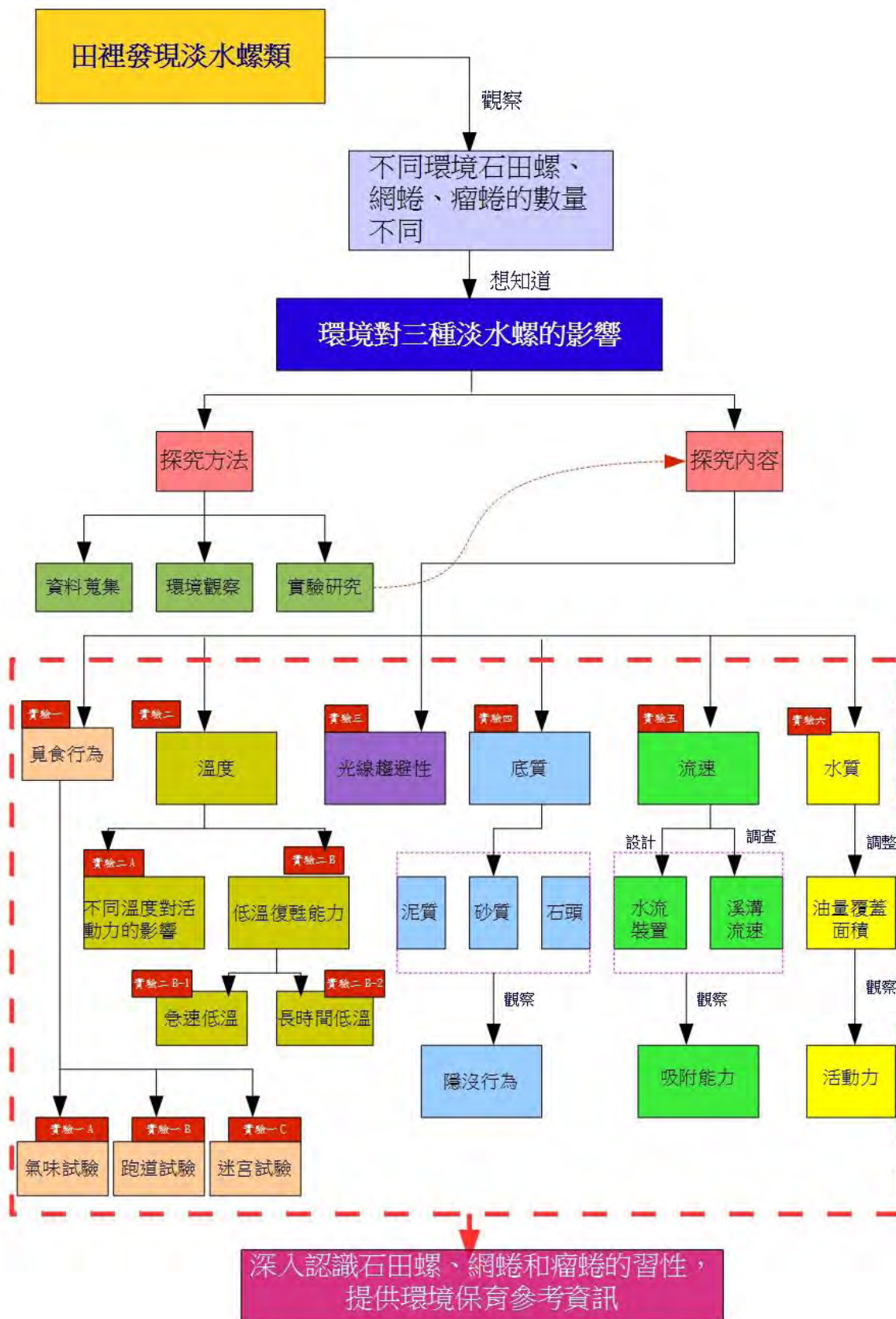


圖 8 研究流程圖

研究方式：

一、資料蒐集:

「淡水貝類」指的是生活在淡水域環境的貝類，其中包含腹足綱和雙殼綱的淡水性貝類，若以「淡水螺」稱之時，則是單指腹足綱的淡水性貝類（陳文德，2011）。我們主要是針對淡水螺中的石田螺、網蝽及瘤蝽進行觀察的對象，本研究所提到的淡水螺泛指以上三種。

三種螺類的外型及棲息環境說明如下：

石田螺，土名稱為石螺，屬於田螺科的一員，廣泛分布於臺灣地區及東北、東南亞，過去曾被人類大量食用(賴景陽，2008)。殼呈現較高的錐形，殼表平滑，有些殼表周圍有明顯的稜環繞。主要棲息在淡水性的湖沼區、池塘區或水田軟泥土中。

網蝽屬於錐蝽科，外觀上殼較厚，呈現黃褐色到深褐色。殼表有縱肋和螺肋，縫合溝明顯(賴景陽，2008)。主要棲息在池塘、溪流、稻田至河口一帶地區。

瘤蝽也是屬於錐蝽科，殼呈紡錘形，淡黃褐色，螺塔及體層上半有規則排列的粒狀瘤。主要生活淡水湖泊或河川中。

二、實地觀察與採集:

本研究觀察區域及採集地點以臺北市內溝溪及溪旁筊白筍田為主，共分為三個區域。根據內溝溪生態展示館摺頁介紹，觀察區域主要位於內溝溪中游處，內溝溪上游發源自五指山麓，注入基隆河，該河段是以生態工程進行設計整治，溪流設置跳石及淺水池。沿內溝溪旁則有當地居民引水注入所形成的池塘與筊白筍田。



圖 9 設置樣區統計螺數



圖 10 檢測水溫



圖 11 觀察覓食行為



圖 12 量測水流速度



圖 13 觀察地點位置圖

表 1. 環境觀察說明表

觀察區域		A 內溝溪中游河段	B 筊白筍田	C 池塘
環境說明	水位	水深約 11cm~41cm。	水深約 3cm~19cm 隨引進水流量不同而有所高低。	面積較大，水深約 14cm-36cm。
	流速	水流中間較湍急，靠岸處較平緩。水流速約 2.7~106.4cm/sec。	水流靜止幾乎不流動。	水流靜止幾乎不流動
	底質	溪流具有泥沙及石頭。瘤蜷多聚集在石頭上，石頭富有藻類。	底質以爛泥為主，腐植質多。常見水生螺在泥土表層移動覓食。土壤深度約為 9 公分。	底質以爛泥為主，土壤深度約為 4~20 公分。
	水溫	10°C~23°C	11°C~27°C	11°C~26°C
	水質酸鹼性	pH7.4~7.8	pH7.1~7.2	pH6.9~7.2
數量與分布		水生螺以瘤蜷居多，石田螺其次，網蜷幾乎沒有發現。瘤蜷主要分布石塊上。 以 20*20 公分取樣五處進行平均數量計算結果如下：	水生螺三種皆有，網蜷居多。 以 20*20 公分取樣五處進行平均數量計算結果如下：	石田螺居多。主要集中池岸兩側。 以 20*20 公分取樣五處進行平均數量計算結果如下：

	石田螺 8 隻/400cm ² 瘤蜷 36 隻/400cm ²	石田螺 2 隻/400cm ² 網蜷 10 隻/400cm ² 瘤蜷 3 隻/400cm ²	石田螺 18 隻/400cm ² 網蜷 3 隻/400cm ² 瘤蜷 2 隻/400cm ²
環境照片			
螺類分布			
備註	觀察月份 105/10~106/6，共計九次		

根據環境觀察我們有以下幾點推論:

1. 三種螺主要取食腐植質及藻類，應具有嗅覺尋找食物的能力。
2. 野外環境水溫 10°C~27°C，過高或過低應會減緩三種螺的行動力。
3. 水流較湍急的流域較不容易發現網蜷，可能與吸附能力有關。
4. 有油汙的水域較少發現瘤蜷，因此瘤蜷需生活在水質較佳的環境。

研究內容：根據推論我們進行以下探究

實驗一：探討石田螺、網蜷及瘤蜷的覓食行為

實驗 1-A：氣味對石田螺、網蜷和瘤蜷覓食的影響？

資料中提出三種螺皆為雜食性，以攝食腐爛的有機質及藻類為主，野外我們多發現三種螺類趴附在泥土表層及腐爛的筊白筍殼上攝食。飼養的過程中曾發現牠們會取食魚蝦飼料及煮過的地瓜葉。



圖 14 石田螺取食死魚

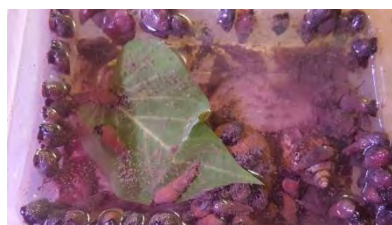


圖 15 取食地瓜葉



圖 16 野外會攀附筊白筍殼取食

我們想知道飼養時淡水螺最喜歡吃什麼？並認為味道對淡水螺應具有一定的影響，因此想了解三種螺對不同食物的喜好性及嗅覺反應？但要如何營造出只有氣味沒有食物的環境？我們的做法是，將地瓜葉、魚肉、豬肝取 10g 加入 50ml 水打成汁，並取棉花浸泡 10ml 汁液，

放入杯子中，將三種觀察對象共 15 隻放入食物氣味裝置前端 10 公分處，透過縮時攝影定時觀察記錄進入杯中區域至少 1 分鐘的隻數。

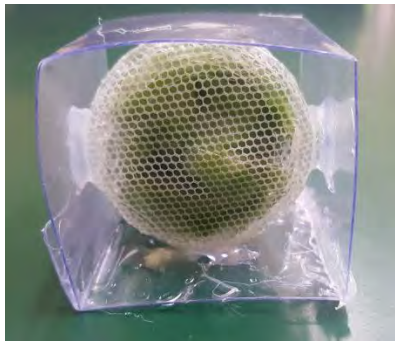


圖 17、18 棉花浸泡汁液放入杯中

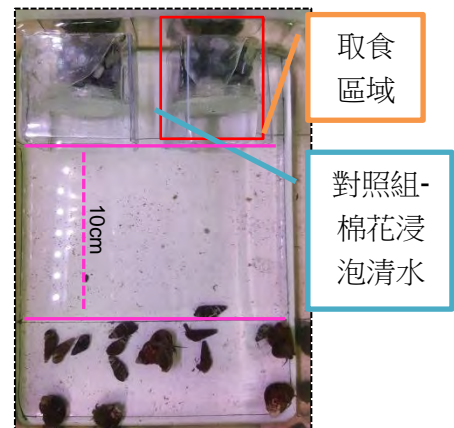


圖 19 放入觀察箱中定時觀察

經由實驗，氣味吸引取食效果不如預期，推測可能是氣味擴散太快太廣也可能是需要實際的物體提供刮食，所以重新準備三種食物各 10g，分別將食物以單獨及共同放置觀測盒中，檢測三種淡水螺對不同食物的取食喜好。

實驗 1-B：食物放置前端時，石田螺、網蝽和瘤蝽在群聚的情形下覓食能力為何？

根據實驗 1-A，煮爛的地瓜葉完整放置較能吸引淡水螺取食。既然螺會移動到葉子上刮食，這三種螺類的覓食能力都一樣嗎？牠們是否能判斷食物的位置並加以取食？所以我們設計「跑道型」取食環境(如圖 20)，利用塑膠板將水族箱分隔如跑道空間，食物放置前端，利用縮時攝影輔助，觀察並計算三種螺每小時取食隻數及覓食情形。

引誘食物的製作以 10g 地瓜葉以熱水煮 1 分鐘，面積約 25cm² 為原則。為了減少誤差，檢測對象在進行覓食實驗前一天另行放置乾淨水域的飼養箱，隔天進行觀察。



圖 20 設置相關環境



圖 21 觀察取食情形

實驗 1-C：食物放置不同位置時，石田螺、網蝽和瘤蝽在群聚的情形下覓食能力為何？

當食物放置前端時，部分淡水螺會取食，真的是因為他們感受的食物的存在嗎？還是只會往前移動？為了確認這一點，我們設計不同隔板將食物放在不同位置，每 30 分鐘觀察移動及取食情形，共計四小時。有人說好像螺在走迷宮，為了方便說明我們稱這個方法為「迷宮試驗」。

食物放置方式說明如下：

直線型：將食物放置三種淡水螺前端 10 公分，與 1-B 跑道試驗不同的是途中有 5 公分缺口。

L 型：將食物放置待測螺群前方側邊，預期牠們能轉彎取食，故稱為 L 型。

U 型：將食物放置待測螺群側邊，以隔板分開，預期能迴轉取食，故稱 U 型。

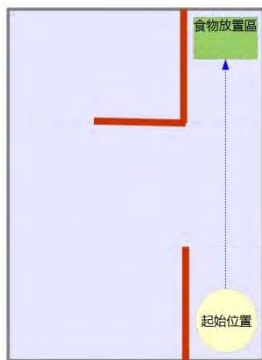


圖 22 直線型



圖 23 L 型

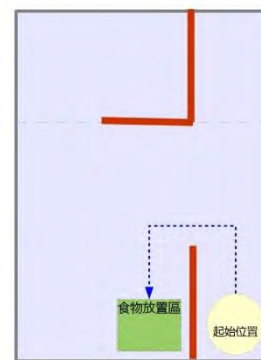


圖 24 U 型

實驗二：探討溫度對石田螺、網蝽及瘤蝽活動力的影響。

實驗 2-A：溫度高低不同是否會影響石田螺、網蝽及瘤蝽的活動力？

我們想知道三種螺類對於不同溫度下的活動力是否會有不同，根據野外的觀察，我們將溫度分別調整 16°C、20°C、25°C 及 30°C，分別放入三種觀察對象共 15 隻，以縮時攝影方式輔助觀察每小時的活動情形，連續紀錄三天。其中**活動力**的判別以**觸角是否伸展及腹足是否移動兩者兼具**作為依據。

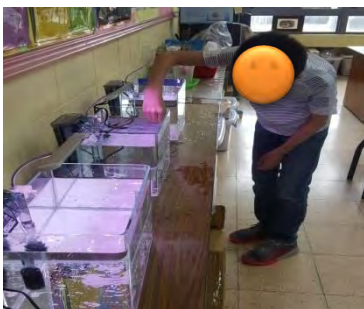


圖 25 布置測試環境



圖 26 控制水深燈光等變因



圖 27 挑選大小適中的螺類

實驗 2-B：低溫逆境對石田螺、網蝽及瘤蝽的影響？

實驗 2-B-1：溫度急速下降對石田螺、網蝽及瘤蝽的影響？

觀察期間寒流來襲，石田螺、網蝽及瘤蝽在低溫逆境下的行為如何？我們將溫度分別在 30 分鐘及 60 分鐘調降至 10°C 及 5°C 時，觀察其復甦情形。**復甦標準**為**觸角及腹足露出並具有移動行為**。



圖 28 放置冰箱使溫度降低



圖 29 觀察復甦情形

實驗 2-B-2：長時間低溫對石田螺、網蝽及瘤蝽的影響？

溫度降至 5°C 及 10°C 約需經過 30 分鐘及 1 小時，之前媽媽說蛤蠣可以冷藏數日也不會死亡！所以我們想知道三種螺在低溫時間 6 小時及 12 小時的影響，所以我們將觀察對象放入溫度降至 5°C 冷藏室 6 小時及 12 小時，觀察其復甦情形。

實驗三：觀察石田螺、網蝽及瘤蝽對光線明暗的趨避反應。

石田螺、網蝽和瘤蝽雖然能生活在同一區域，但對於光線明暗的趨避性是否相同？為了呈現明暗的區別，我們準備黑色書面紙將魚缸二分之一處包覆，中間加入隔板使明暗更明顯，之後注水使深度為 5cm 後分別放置石田螺、網蝽和瘤蝽各 10 隻於光亮區中央，每天照射約 12 小時，每小時觀察一次，計算停留區域種類及隻數並取三天觀察平均。

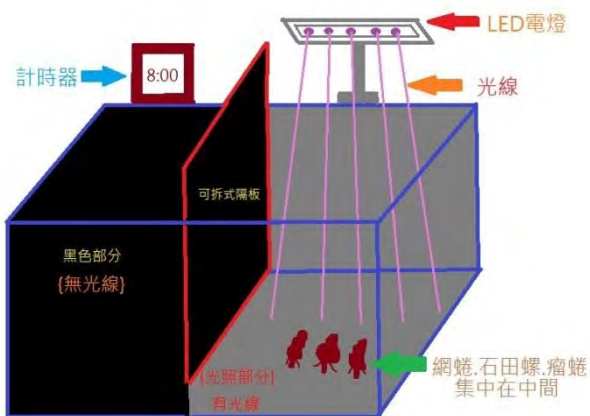


圖 30 光線試驗示意圖



圖 31 加入隔板讓光線明暗更明顯

實驗四：石田螺、網蝽及瘤蝽在不同底質的行為反應。

田中的底質主要以泥沙為主，常見三種觀察對象在泥上爬行，但在溪流邊發現的瘤蝽多趴附在沙子及石頭表面上，石田螺、網蝽及瘤蝽對於不同的環境底質會有怎樣的行為？隱沒行為會有不同嗎？

我們至野外採集泥土、砂質及石頭三種不同底質，並分別布置於觀察箱中，厚度約 5 公分，將其溫度控制 20-25°C，水深 20 公分，定時觀察三天，觀察石田螺、網蝽及瘤蝽的隱沒等行為。

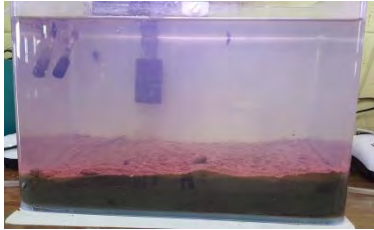


圖 32 泥質底質



圖 33 砂質底質

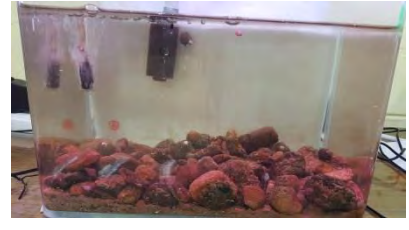


圖 34 石頭底質

實驗五：水流強弱對石田螺、網蝽及瘤蝽吸附能力的影響。

筊白筍田及池塘的水流通常較平緩，溪流則較湍急，我們想知道石田螺、網蝽及瘤蝽對不同水流的適應性，從過去的資料我們可以發現螺殼的外型有助減少水流的衝擊，因此本次的實驗我們想著重螺類在水流沖擊下的吸附能力，也就是不容易被沖走的能力。

我們想要設計出一個水流沖擊裝置檢測三種螺對不同水流大小的吸附性為何？根據我們的調查，觀察區中溪流流速約 2.7cm/s~73.1cm/s，下雨後流速最高可達 106.4cm/s，所以我們希望據此來調節不同的水流速度。但水流要如何控制呢？由於市面河川流速器材價格昂貴，所以我們利用公式 $Q=V*A$ (流量=流速*截面積)，透過水流開關調整裝置流量，計算 10 秒流量，再反推流速。

我們利用 30 公升的儲水桶及內徑 2 公分 PVC 水管利用水位高低差及流量開關控制水流大小。裝置設計如圖 35。

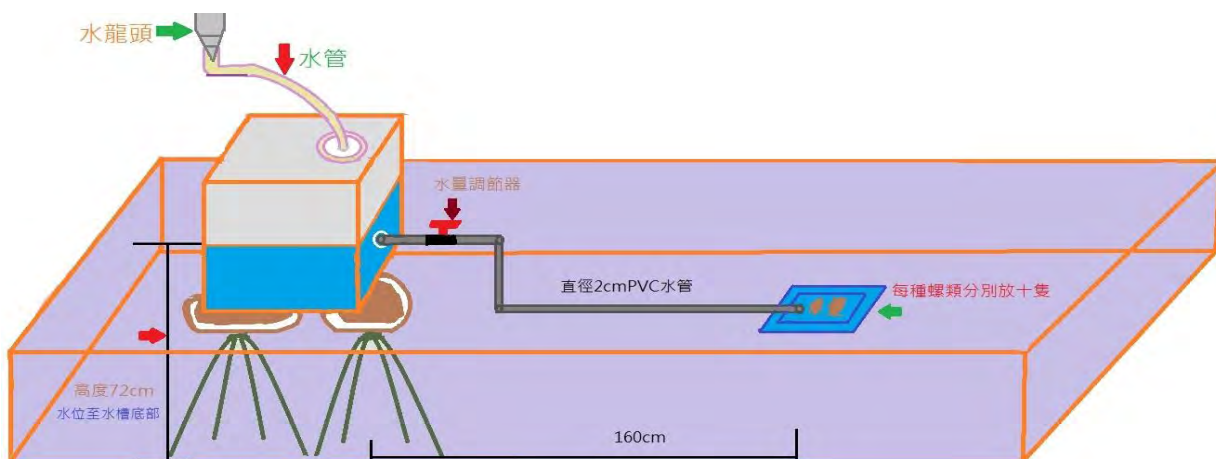


圖 35 水流沖擊試驗裝置示意圖

調整水位高度及開關位置，量測 10 秒流量並加以換算流速，如下表：

表 2. 水流裝置流速換算表

流量(cm ³ /sec)	333	229.8	94.8	24.8	12.6
換算流速(cm/sec)	106	73.1	30.2	7.9	4
流速代稱	極大流速	大流速	中流速	小流速	超小流速
*水管管徑=2cm =>管徑截面積(A)=3.1416*1 ² =3.1416 (cm ²)					

確定流速之後，終於可以開始檢測了，我們將石田螺、網蝨及瘤蝨各 10 隻，分別放入檢測盤中，確定觀察對象腹足是否伸展吸附盤面後，調節水流量並控制水流出時間 5 秒及 1 分鐘進行檢測，至少三次。

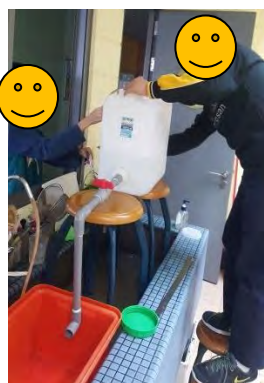


圖 36 水流沖擊裝置組裝



圖 37 放置螺類

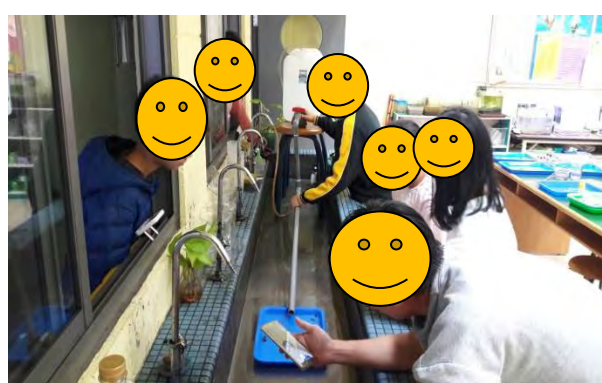


圖 38 打開水量開關進行量測

實驗六: 探討水質對石田螺、網蝨及瘤蝨的生存影響。

有一次，馬路邊的筊白筍田水面上漂浮著油漬，我們心想這樣的環境應該沒有淡水螺了吧？沒想到隨手一撈，泥堆裡竟有網蝨和石田螺！在這樣的環境不知道石田螺、網蝨及瘤蝨的生存能力為何？

我們想知道水質帶來的影響，根據全國環境水質監測資訊網，水質好壞的因素有很多，受限於儀器及能力，我們不可能一一檢驗！由於該區是停滯的水域，又有油污覆蓋，因此推測水中的氧氣應該不足，所以我們就從水的溶氧量著手。但我們面臨一個問題，就是如何控制及檢測溶氧量的多寡？我們上網查了許多資料，一般檢測溶氧量較精確的方法就是使用水質檢測計，但價格八千到一萬多元不等，對小學生來說似乎有點昂貴，我們決定利用油覆蓋率來決定水溶氧量的多寡。我們的想法是，油的密度較小，會浮在水面上，如果倒在水中，就會形成一層膜，減少與空氣接觸的機會。倒什麼油呢？雖然我們推測田裡的油漬應該是汽機車的機油，但擔心倒入機油會直接傷害到螺類，因此我們決定用植物性的沙拉油。



圖 39 位在道路旁的水域有油漬



圖 40 油漬漂浮在水面



圖 41 撈取油漬下的泥土



圖 42 土中的網蜷較多

我們準備五組觀察箱(長 20cm*寬 13cm*高 13cm)，水深為 10 公分，利用隔板分隔並倒入沙拉油於四分之一格(25%)、二分之一格(50%)及全格(100%)，油覆蓋厚度約 0.5 公分，另外兩個組則不倒油，其中一組打氣使溶氧量提高，另一組不打氣做為對照組。準備完畢後每組觀察箱各放五隻石田螺、網蜷及瘤蜷，並每天定時觀察三種螺的活動力，連續觀察 14 天。

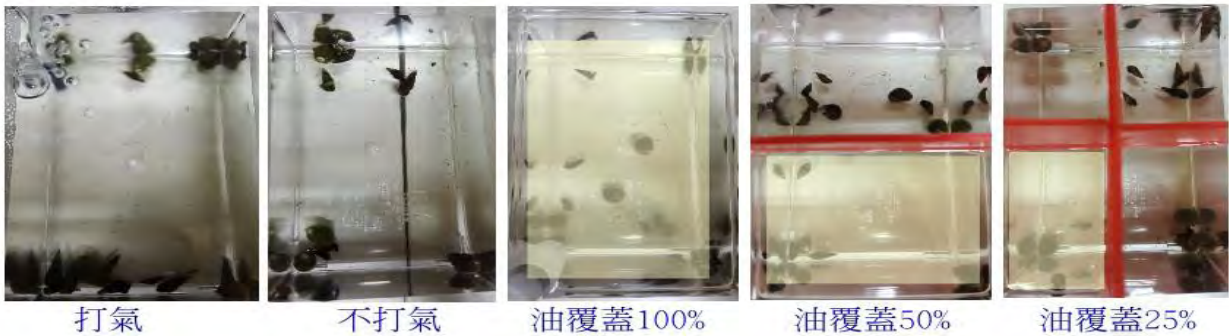


圖 43 以沙拉油覆蓋率控制水中溶氧量的多寡

伍、研究結果

實驗一：探討石田螺、網蜷、瘤蜷的覓食行為

實驗 1-A：氣味對石田螺、網蜷和瘤蜷覓食的影響？

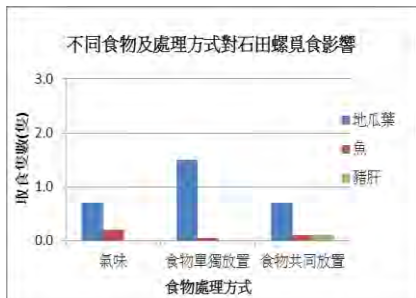


圖 44 石田螺平均每小時覓食情形

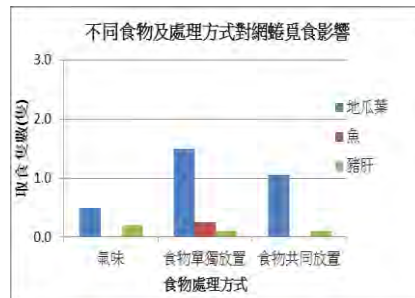


圖 45 網蜷平均每小時覓食情形

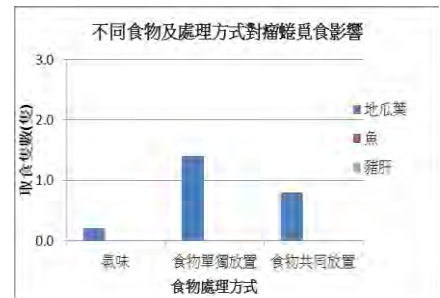


圖 46 瘤蜷平均每小時覓食情形

1. 只以食物氣味吸引三種淡水螺，效果不佳。
2. 三種螺較會取食煮爛的地瓜葉，腥味較重的魚及豬肝則較少取食。
3. 將腥味較重的魚、豬肝和地瓜葉混放，會降低三種螺對地瓜葉的取食，顯見淡水螺不一定會喜歡腥味較重的食物。
4. 螺類具有一定的嗅覺，但螺類對煮過且完整的地瓜葉取食性較高，推測可能是單獨以氣味引誘時，氣味擴散太快太廣，也可能是需要實際的物體提供刮食。

實驗 1-B：食物放置前端時，石田螺、網蝽和瘤蝽在群聚的情形下覓食能力為何？

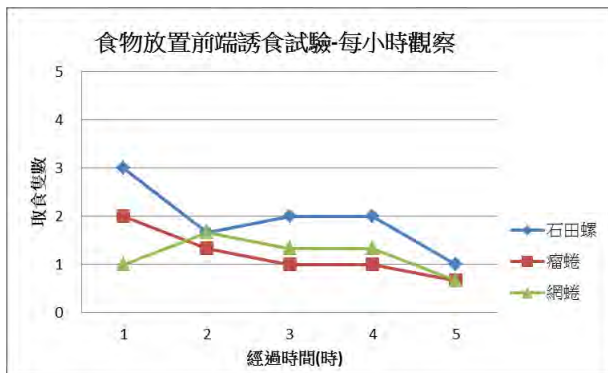


圖 47 跑道型試驗，觀察每小時取食情形

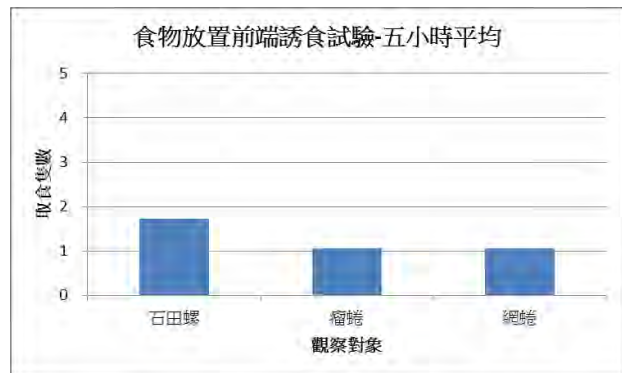


圖 48 跑道型試驗，五小時平均取食情形

1. 由圖 47 可知，將食物放置前端 10 公分時，第一個小時，石田螺移動取食隻數較多。三種淡水螺經過四小時後，移動便漸趨緩，取食也漸減少。
2. 圖 48 顯示五小時平均取食隻數，石田螺的取食地瓜葉的個體數量最多，但差異不大。
3. 在跑道試驗中，我們發現部分個體會很快移動到食物區，但有些會聚在一起互相攀附對方的殼上。
4. 取食地瓜葉的行為在第一個小時達到數量較多，經過四個小時則趨緩，所以我們接下來的覓食實驗以觀察四小時為原則。
5. 網蝽和瘤蝽移動速度快，但取食時間較石田螺短，停留在地瓜葉的時間並不長。
6. 我們比較不放置食物時(對照組)，三種淡水螺多數群聚在一起(圖 49)，經過二個小時後，三種淡水螺中都有部分個體集中在底端(圖 50)，三種淡水螺的覓食能力會有目的性嗎？所以我們將食物放在不同的位置，測試牠們覓食的能力會不會因此改變？



圖 49 對照組:第一小時，互相啃食

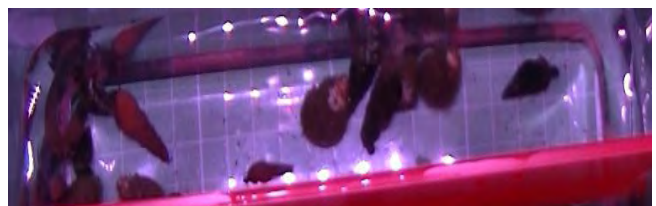


圖 50 對照組經二小時，部分群聚底端

實驗 1-C：食物放置不同位置時，石田螺、網蝷和瘤蝷在群聚的情形下覓食能力為何？

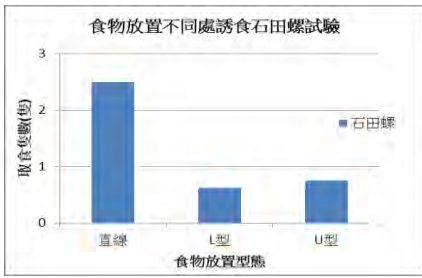


圖 51 石田螺平均每小時取食

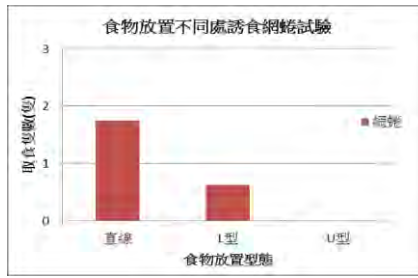


圖 52 網蝷平均每小時取食

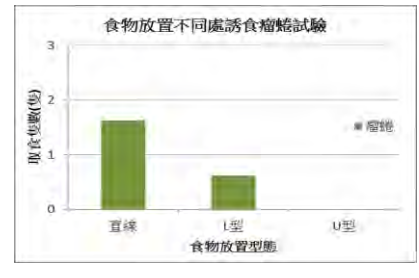


圖 53 瘤蝷平均每小時取食

1. 食物放置前端(直線型)時，三種螺取食隻數較多。
2. 食物放置前端(直線型)，石田螺取食方向較一致，取食到葉子的個體數量較多。網蝷和瘤蝷在二小時後取食葉子機會較高。(圖 54)
3. 食物放置側邊(L 型)，三種淡水螺取食隻數明顯較直線型(食物放置前端)減少。(圖 55)
4. 食物放置隔板側邊(U 型)，覓食速度與取食隻數明顯減少。(圖 56)



1 小時:陸續開始移動

2 小時:較多聚集取食

2 小時取食稍多

1 小時陸續移動

2 小時取食少

圖 54 直線型

圖 55 L 型

圖 56 U 型

5. 大致來說，食物放置前端對三種淡水螺來說較容易找到食物，覓食機率較大，放置側邊將食物阻隔，覓食能力降低。
6. 三種淡水螺比較，除直線型石田螺稍佳外，對於尋找不同位置的食物能力三種螺差異不大。
7. 放置食物誘食，雖會吸引他們來取食，但皆須經過 1-2 小時以上。
8. 我們發現石田螺、網蝷及瘤蝷尋找食物時會邊走邊伸出觸角晃動，頭部會有觸地行為。
9. 綜合以上實驗，我們認為嗅覺對覓食有一定的影響，但似乎沒有那麼敏銳，覓食行為為多邊找邊吃。

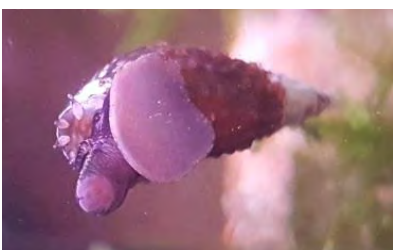


圖 57 瘤蝷取食情形



圖 58 石田螺覓食情形



圖 59 網蝷觸地覓食

實驗二：探討溫度對石田螺、網蝽和瘤蝽活動力的影響。

實驗 2-A：溫度高低不同是否會影響石田螺、網蝽和瘤蝽的活動力？

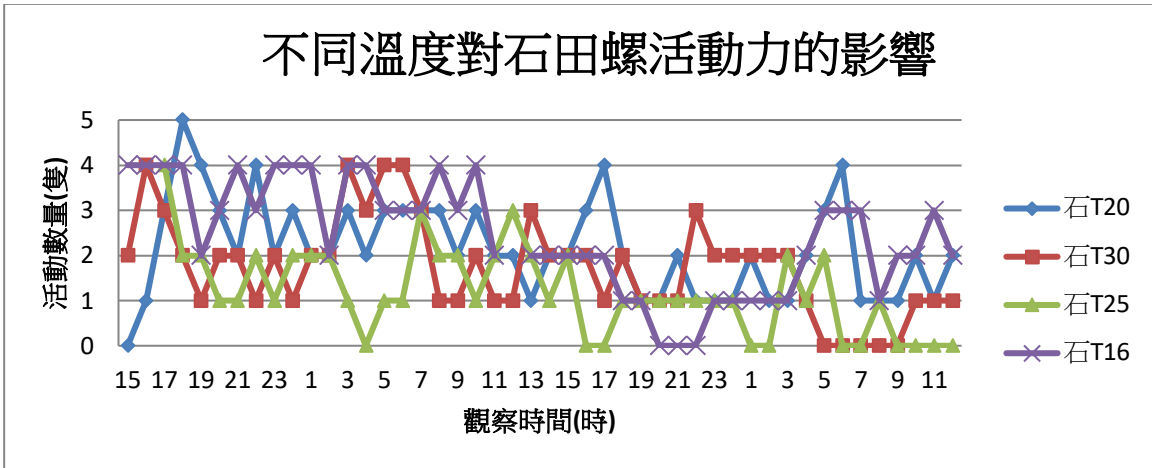


圖 60 不同水溫對石田螺活動力的影響

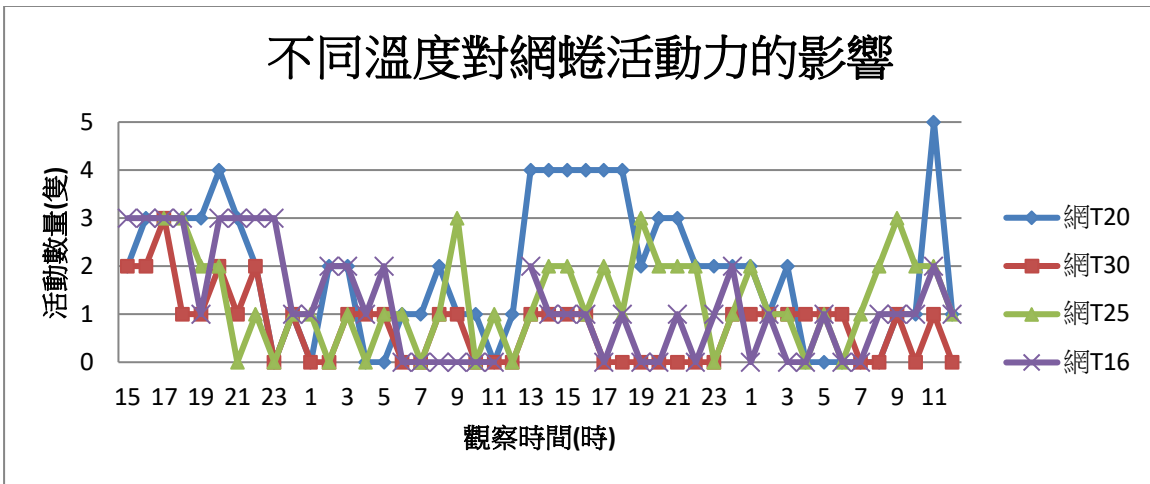


圖 61 不同水溫對網蝽活動力的影響

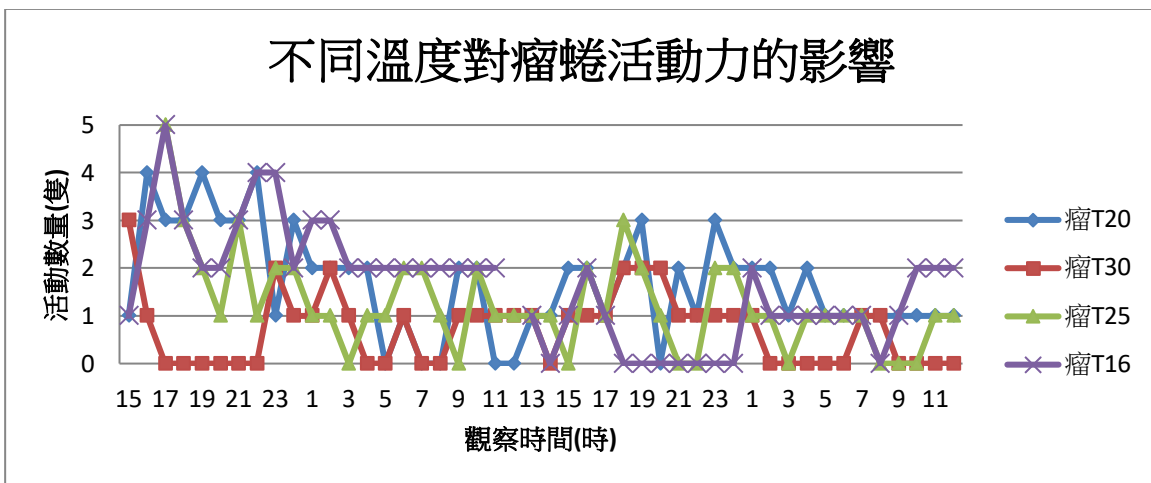


圖 62 不同水溫對瘤蝽活動力的影響

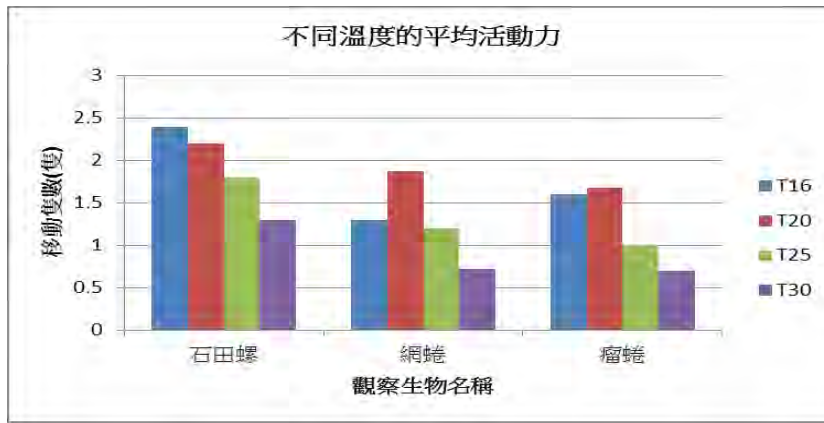


圖 63 不同水溫對淡水螺每小時平均活動力的影響

1. 三種淡水螺在水溫 20°C 時活動力較佳。
2. 石田螺溫度適應較瘤蝽及網蝽佳，但水溫 30°C 時，活動力會在 36 小時後開始衰退。
3. 網蝽和瘤蝽高於 25°C 時活動力開始減弱，處於水溫 30°C 二天後開始有螺死亡。
4. 綜合以上，水溫 16°C~25°C 適合淡水螺的生長，超過 30°C 則不利於活動及生存。

實驗 2-B-1：溫度急速下降對石田螺、網蝽和瘤蝽的影響？

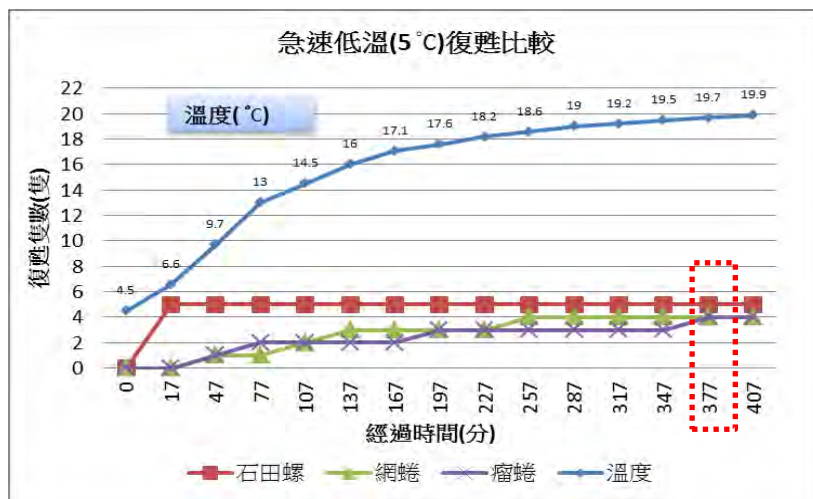


圖 64 比較三種淡水螺在 5°C 低溫的復甦情形

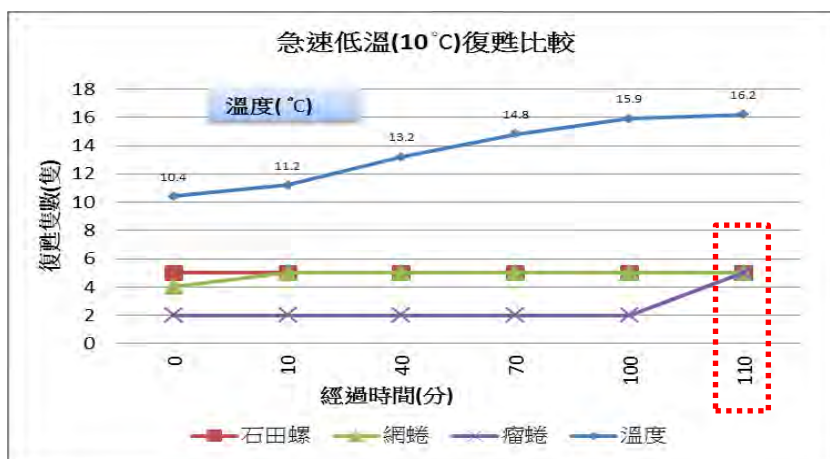


圖 65 比較三種淡水螺在 10°C 低溫的復甦情形

1. 溫度降至 5°C 時，三種螺活動能力皆會停止，其中網蝽及瘤蝽腹足多會裸露在外。
2. 溫度降至 5°C 時，石田螺第 17 分即全部復甦，網蝽需 257 分，瘤蝽最慢復甦需 377 分。
3. 溫度降至 10°C 時，石田螺未進入休眠狀態，網蝽 10 分就全部恢復活動力，瘤蝽則需經 110 分才全部復甦。
4. 石田螺對急速低溫逆境耐受力較高，瘤蝽則較低。



圖 66 5°C 急速低溫時，網蝽及瘤蝽腹足裸露僵硬



圖 67 水溫降至 10°C 時多數仍具活動力

實驗 2-B-2：長時間低溫對石田螺、網蝽和瘤蝽的影響？

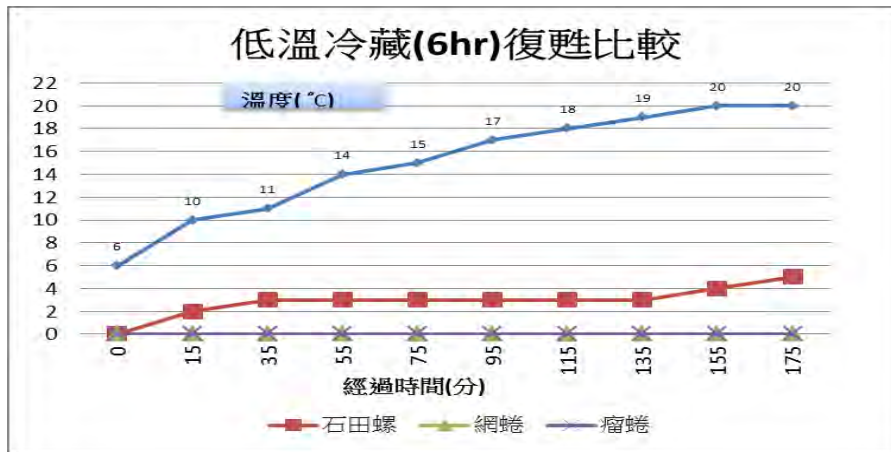


圖 68 低溫 6 小時復甦比較

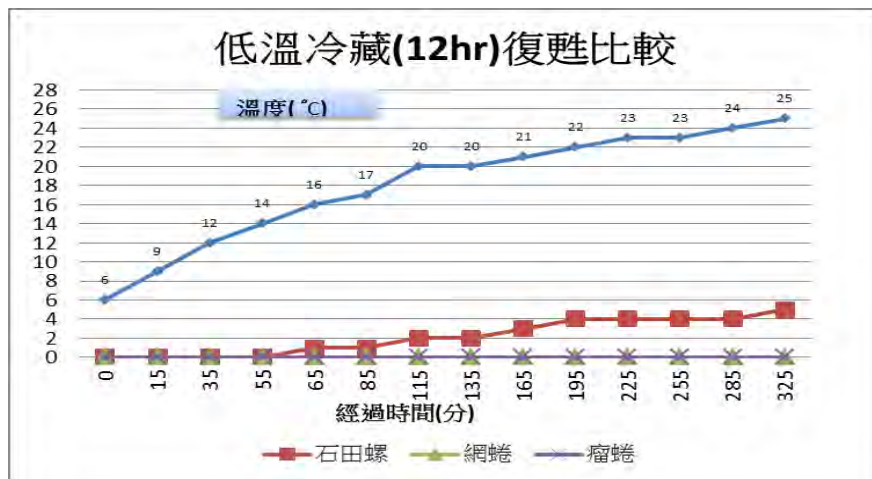


圖 69 低溫 12 小時復甦比較

1. 網蝽及瘤蝽不耐長時間低溫，低溫 6 小時及 12 小時皆易造成死亡。
2. 石田螺能耐低溫，但復甦時間需較久。
3. 綜合實驗 2-A、2-B，石田螺對於溫度的適應能力較網蝽及瘤蝽高。水溫低於 5°C，高溫超過 30°C 皆不利三種淡水螺的活動及生存。

實驗三：觀察石田螺、網蝷和瘤蝷對光線明暗的趨避反應。

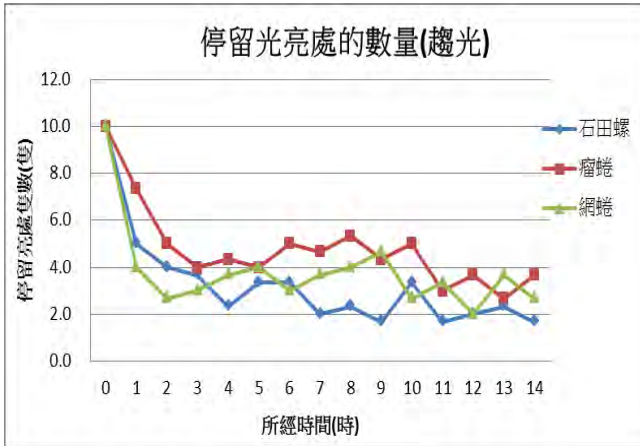


圖 70 每小時停留在亮處的隻數

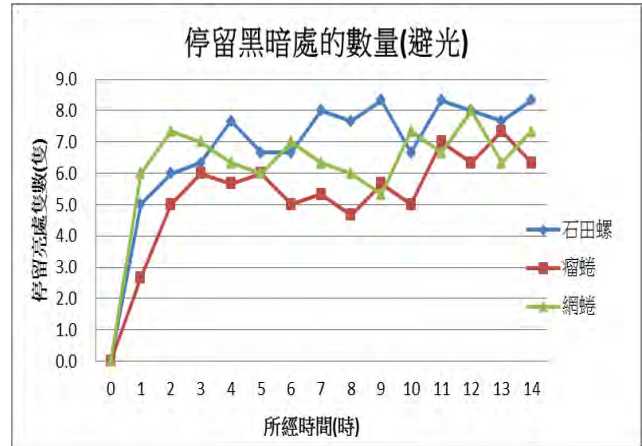


圖 71 每小時停留在黑暗處的隻數

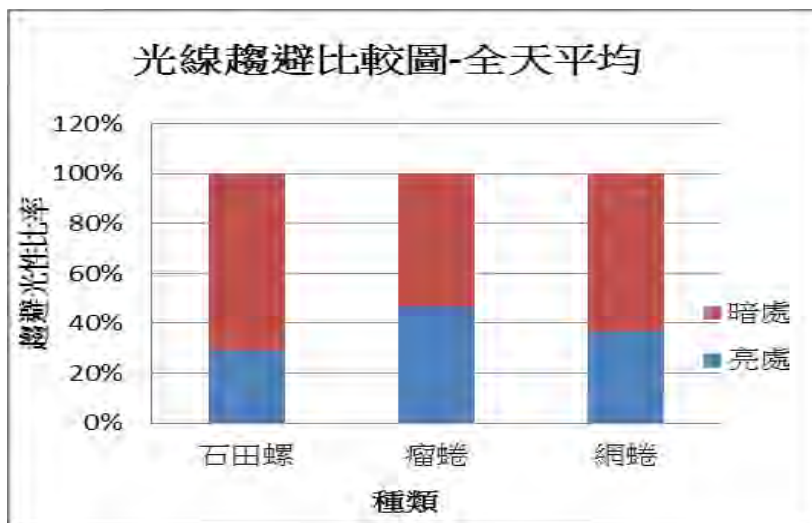


圖 72 趨避光性平均比較

1. 一小時內石田螺及網蝷移動至暗處較多，瘤蝷較少。
2. 平均來說，石田螺避光行為較明顯，其次是網蝷。
3. 根據野外觀察，螺類分布區域多在有植物或陰影遮蔽，而實驗結果發現三種螺也多有趨暗處的行為，呼應野外環境的觀察。

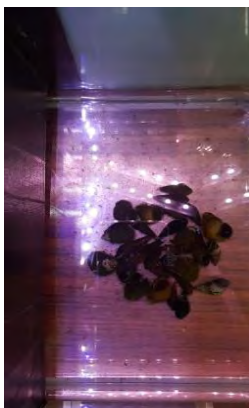


圖 73 將淡水螺放置光亮區中間



圖 74 多數會移往暗處



圖 75 移往暗處多在箱周圍

實驗四：石田螺、網蜷及瘤蜷在不同底質的行為反應。

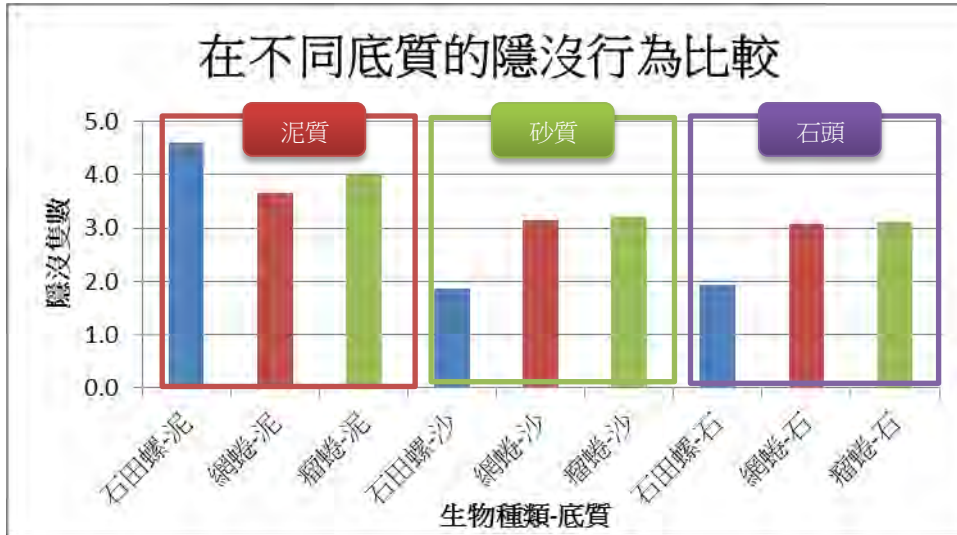


圖 76 不同底質的隱沒行為比較

1. 三種螺皆會隱沒泥中，隱沒砂質和石頭的行為較泥土少。推測土質較鬆軟，較容易躲避敵人，砂質較硬，不容易隱沒，石頭部分則常見隱沒在縫隙中。
2. 隱沒泥中時，我們常無法觀測到，隱蔽性高，而在野外有時會看到白鷺鷥等在池塘間，因此我們推測這是保護自己的方式之一。

實驗五: 水流強弱對石田螺、網蜷及瘤蜷吸附力影響。

5-A 水流衝擊 5 秒

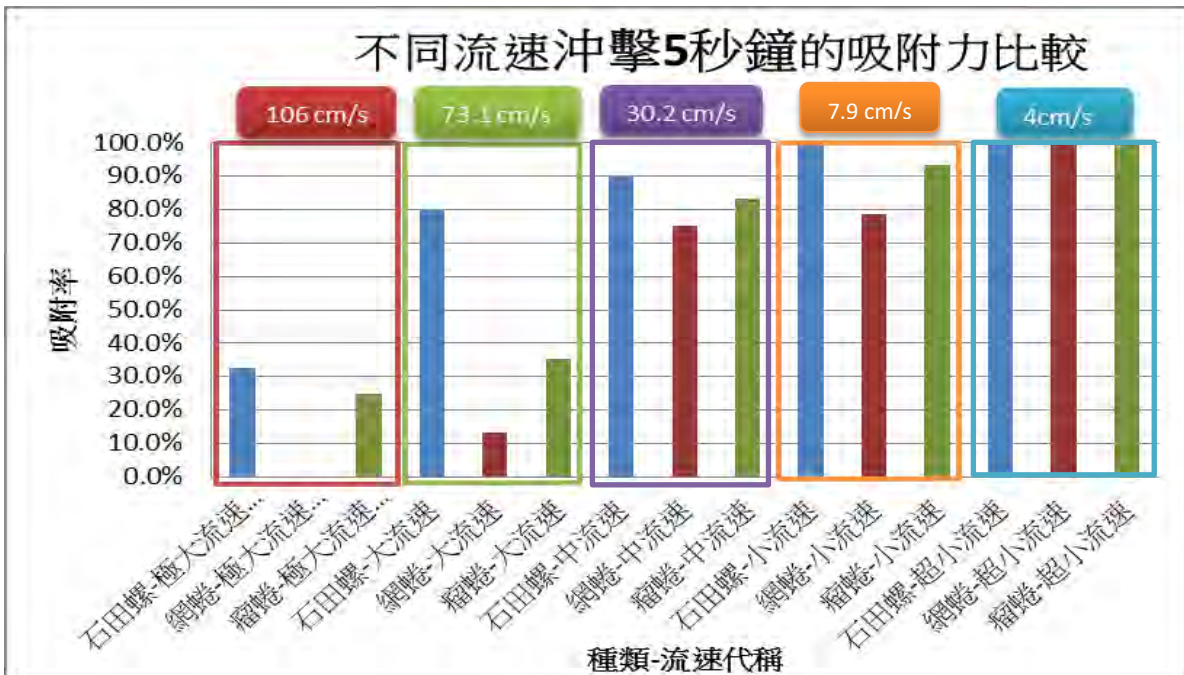


圖 77 不同流速衝擊 5 秒對淡水螺的吸附力

5-B 水流沖擊 1 分鐘

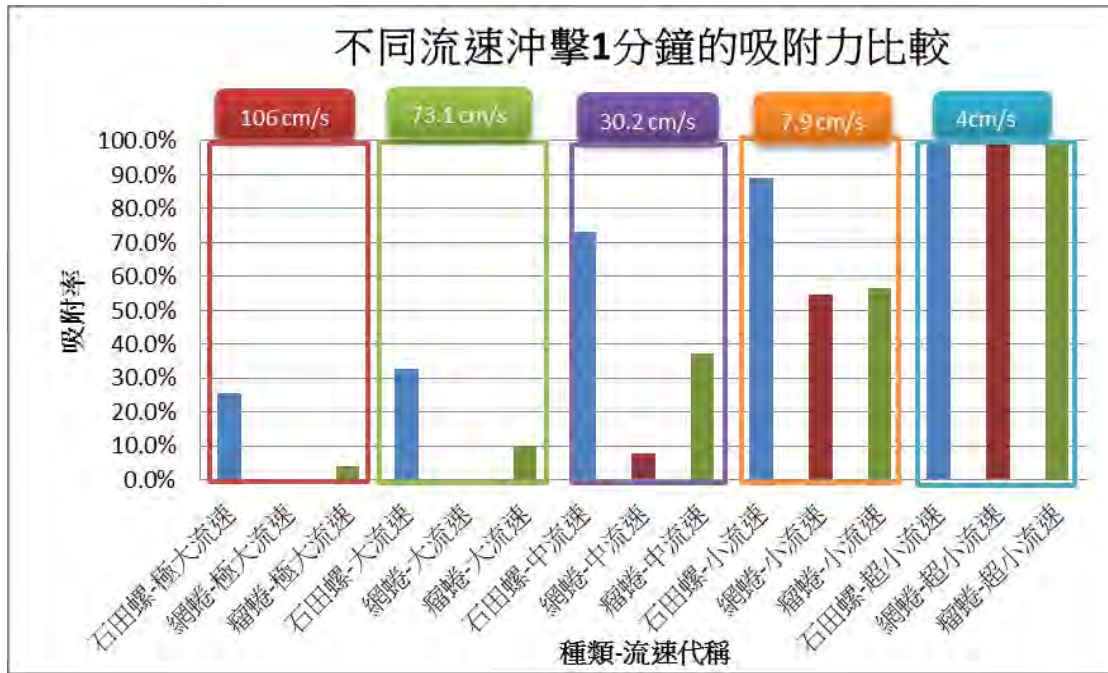


圖 78 不同流速衝擊 1 分鐘對淡水螺的吸附力

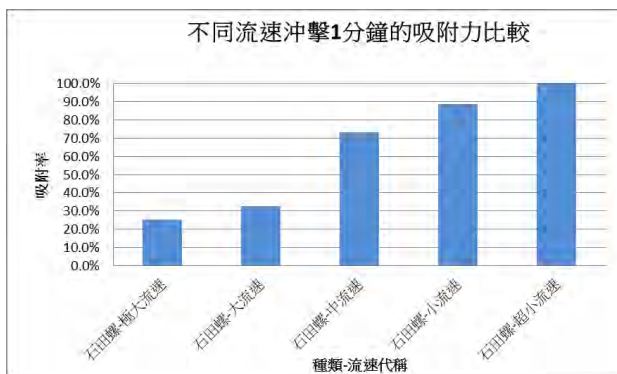


圖 79 不同流速對石田螺的吸附力



圖 80 不同流速對網蝨的吸附力

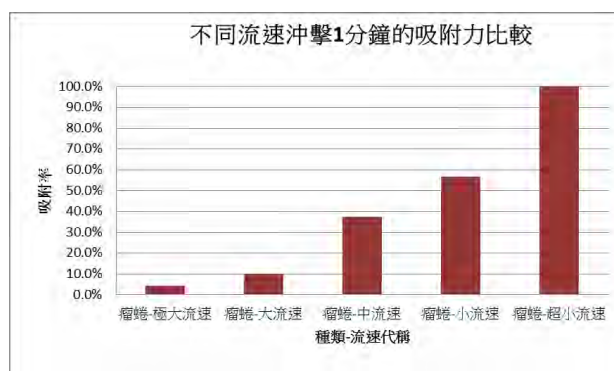


圖 81 比較不同流速對瘤蝨的吸附力

1. 水流沖擊一分鐘的吸附力皆較 5 秒降低。沖擊時間越久吸附力越低。
2. 水流沖擊一分鐘，流速低於 7.9cm/sec，石田螺、網蝨及瘤蝨不易被水流沖離。
3. 流速 30.2cm/sec 以上，網蝨及瘤蝨吸附不易，容易被水沖離。
4. 石田螺在水流沖擊下吸附力較佳，瘤蝨其次，網蝨最差。

實驗六: 探討溶氧量多寡對石田螺、網蜷和瘤蜷螺的生存影響。

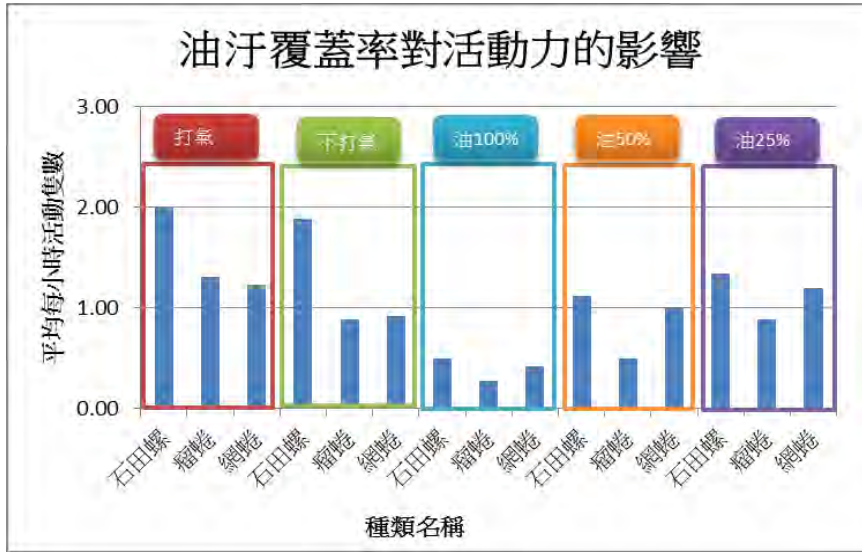


圖 82 油汙覆蓋率對三種淡水螺活動力的影響

1. 石田螺在五組中活動力皆較高，無加油時，網蜷與瘤蜷的活動力差異不大。水面倒入沙拉油形成不同比率覆蓋面積，石田螺及瘤蜷的活動力明顯降低。網蜷則在水面全覆蓋油時活動力降低較明顯。
2. 水中打氣時，三種螺的活動力皆提高。油覆蓋率越高，活動率越低。
3. 由圖 82 及觀察可推測，網蜷抗污性較高，瘤蜷抗污性最低。

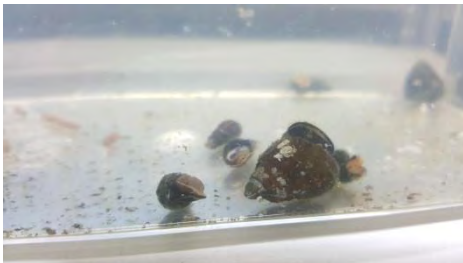


圖 83 油覆蓋率 100%組:瘤蜷活動力明顯降低。



圖 84 在水中打氣，螺群活動力佳

陸、討論

1. 本來以為，淡水螺的嗅覺很敏銳，應會隨著氣味很快找到食物，但根據實驗 1-A 螺依循氣味前進方向並不明顯，且食物放置後皆需一段時間才能找到引誘的食物，因此可以推測淡水螺雖具一定的嗅覺，但並不十分敏銳。
2. 受限於加熱器溫度限制，將水溫控制在 16°C、20°C、25°C、30°C 三種不同溫度。16°C 以下的水溫是否會影響？我們曾嘗試放入冰塊，水溫從 16°C 降至 10°C 再回升原溫度，不同淡水螺間活動力略有不同，但整體差異不大，另從實驗 2-B，可以發現溫度降至 10°C 開始回溫，全體不到二小時就恢復活動力，加上我們在寒流時觀察水溫 10°C 下仍有個體進行覓食等行為，因此我們可以判定石田螺、網蜷和瘤蜷在 10°C~15°C 仍保有一定的活動力。

3. 進行光線趨避性實驗時，大部分螺群們並不會一直停留光亮區，而是沿著觀察箱周圍環繞，在光亮處與暗處移動，我們嘗試將光亮時間拉長，發現光亮時間越久，移往亮處的數量會逐漸減少。
4. 水流速如何檢測？我們原想使用流速計進行檢測，但網路上販售的儀器，對於還是小學生的我們實在太貴了，由於觀察水域水位不深所以我們改以寶特瓶漂浮計算一公尺距離所需時間水流速，這個方法較簡單容易操作。我們曾嘗試利用水車葉扇帶動計數器方式自製流速計，但經實地測試，過於笨重，運轉也不順暢，未來我們希望能夠繼續修正完成，目標針對更多不同的流域，進行檢測。
5. 測試淡水螺在不同流速沖擊時的吸附力時，常需要花一段時間等待牠們確實吸附在盤面上，但有時無法全部吸附，我們的解決方法是以吸附在盤面上的百分率作為計數單位，吸附率越高表示吸附力越高。
6. 影響吸附力因素包含殼的外型、面對水流的角度及腹足吸附能力三大面向(林秉石、張文亮，2003)，因此我們推測，石田螺吸附力大與腹足較圓大，本身吸附能力較大有關。進行實驗時，網蝸受輕微震動便立刻將腹足縮入殼中，因此，網蝸面對水流沖擊的吸附力較差也可能與本身吸附及遇衝擊的反應能力有關。另外，石田螺和瘤蝸吸附力較網蝸高，但超過 30.2cm/sec 吸附力便降低許多，綜合實驗結果與野外觀察，網蝸適合水流平緩的水域，但石田螺和網蝸也不適合在超過 30.2cm/sec 的水域。這樣的發現讓我們想到，未來如果進行河川整治時，水利工程設計建議將流速以不超過 30.2cm/sec 讓淡水螺不被沖走為上限。
7. 我們想知道水質的差異對石田螺、網蝸及瘤蝸在不同水質的生存能力，我們認為需朝兩個方向思考，一個是水質的檢測，一個是控制水質優劣程度。水質檢測有許多項目，其中溶氧量為溶解在水中的氧量，水中溶氧可能來自大氣溶解，自然及人為曝氣及水生植物的光合作用，水若受到有機物質汙染，則水中微生物在分解有機物時，會消耗水中的溶氧，所以可做為水質檢測的依據，加上我們在水田發現油污，如實驗六研究過程所述，因此我們決定以溶氧量為依據。經過資料查詢，測量水中溶氧量的方法，一種是使用「碘定量法」，以硫代硫酸鈉的多寡，來表示水中溶氧量，另一法則以溶氧量儀器法測試。這兩種方法對我們來說都有難度，一個是化學原理我們不大了解，超過我們所學；另一個是價格太過昂貴。因此我們決定朝控制水質優劣程度方向思索，找出比較簡單的方法可以控制溶氧量多寡，進而觀察淡水螺的活動行為或生存能力是否有差異。
8. 根據我們觀察，螺會食用植物油，所以我們未選擇機油等污染性較高的油質，此外植物

油約 14 天開始變質較嚴重，為避免影響淡水螺，所以我們將觀察時間設定在 14 天即將觀察對象移置適合的環境。

9. 在水質的檢測中，我們的想法是淡水螺由於種類差異，對於水污染的耐受程度也會不同，根據實驗結果，網蝷能生活對汙染環境有一定的忍受度。文獻中提到田螺及網蝷為輕度汙染之生物指標，瘤蝷則屬於未(稍)有汙染生物指標(馮豐隆等，2005)。這個結果與我們的實驗相符，我們也由此推論，**觀察地點 A 的水質較地點 B、C 佳。**
10. 我們在這次的實驗發現網蝷有時會腹足裸露朝上漂浮在水面，尤其是水位較淺時，有同學推測可能是在取食或者用漂的較輕鬆也可移動較長的距離，但都不能肯定，資料也找不到，大家約好做為下次研究方向。

柒、結論

1. 三種淡水螺群聚時，石田螺、網蝷及瘤蝷面對不同環境因子，行為習性略有不同。

說明如下

- (1). 石田螺覓食能力稍佳，對水溫適應力高，具避光性，面對水流沖擊的吸附能力較高。
- (2). 網蝷覓食能力較隨機，生存最適水溫 20°C，具避光性，水質忍受度高，面對水流沖擊的吸附能力較差，較不易在水流較急的流域棲息。
- (3). 瘤蝷覓食能力較隨機，生存最適水溫 16°C -20°C，略具避光性，對水質忍受度較低。
- (4). 針對環境因子對三種淡水螺的影響整理如下:

表 3. 環境與淡水螺行為反應整理

螺類名稱 行為反應 環境因子	石田螺	網蝷	瘤蝷
覓食行為	能略快找到食物	覓食能力較隨機	覓食能力較隨機
水溫	適合 10°C -25°C 活動。低於 5°C 高於 30°C 活動力減退。	20°C 活動力佳。低於 10°C 高於 30°C 活動力減退甚至死亡。	16-20°C 活動力佳。低於 10°C 高於 30°C 活動力減退甚至死亡。
光線	具避光性	具避光性	略具避光性
底質	會隱沒泥質	會隱沒泥質	會隱沒泥質
流速	吸附力較大	吸附力最小	吸附力中等
水質	耐污性稍高	耐污性稍高	耐污性較低

為了更清楚比較群聚時三種淡水螺間行為差異，我們根據實驗結果評估各項能力，轉換色點數量表示：

表 4. 淡水螺行為反應差異程度表

螺類名稱 差異程度 行為能力	石田螺	網蝽	瘤蝽
水溫適應能力	●●●	●●	●
避光性喜好程度	●●●	●●	●
泥砂隱沒程度	●●	●●●	●●●
耐沖擊能力	●●●	●	●●
耐污能力	●●	●●	●

註：●●●最高 ●●中等 ●最低

2. 淡水螺具有嗅覺尋找食物的能力，但敏銳度並不高。
3. 水溫高於攝氏 30 度或低於攝氏 10 度，會減緩淡水螺的行動力。
4. 觀測區水流湍急的水域較少發現網蝽，吸附力較低可能是原因之一。
5. 三種淡水螺皆須在乾淨的水質生存，其中瘤蝽更需在水質較佳的環境生存，所以當在水域中發現瘤蝽表示該水質未遭受污染。
6. 本研究發現在環境及教育上的應用與參考:
 - (1). 淡水螺能提供生物取食，也能分解腐植質及藻類，在生態上具有重要地位。
 - (2). 喜歡生活在乾淨的水域，能做為水質監測生物指標。
 - (3). 提供水利工程設計流速及底質參考，以維護淡水螺的生存環境。
 - (4). 石田螺生存能力較佳，飼養容易，適合做為生態觀察等教育教材。

捌、參考資料及其他

1. 陳文德(2011)。台灣淡水貝類。屏東縣車城鄉：海生館
2. 賴景陽（2008）。台灣貝類圖鑑。台北市：貓頭鷹。
3. 顏培如、陳柏維(無日期)。動靜之間-瘤蝽的行為習性探討中華民國第五十三屆中小學科學展覽會 file:///C:/Users/uUX32/Downloads/10300_nphssf2013-080304.pdf
4. 馮豐隆、曾晴賢、甘宸宜(2005)。台灣溪流地景分類與生物指標之建置—以南崁溪、客雅溪、中港溪為例。林業研究季刊(27)，P.25-36。
5. 水質標準 2016年11月9日取自 全國環境水質監測資訊網網頁
<http://wq.epa.gov.tw/Code/Business/Standard.aspx>
6. 林秉石、張文亮(2003)。螺類在流體逆境之行為與型態。農業工程學報(49)，P.12-24。

【評語】 080311

口語表達豐富，實驗設計與研究架構清楚完整，觀察記錄仔細，設計相關實驗探討淡水螺之行為習性，並與實地調查的部分做比對。

作品海報

~當我們蝨(<口弓 /)在一起~

摘要

本實驗以淡水螺中石田螺、網蝨及瘤蝨群聚情形為出發點，探討不同環境因子對這三種淡水螺的行為習性與影響。

我們在東湖內溝溪中游河段區域發現石田螺、網蝨及瘤蝨群聚在同一水域，不同地點三種淡水螺類的組成數量不盡相同，因此我們實地觀察並進行實驗，控制不同的環境因子如水溫、光線、水流速、水質等，觀察這三種淡水螺的行為反應。

實驗發現，石田螺對水溫適應力及吸附力較高；網蝨水質忍受度高，吸附力較低；瘤蝨對水質忍受度低。整體來說，三種螺尋覓食能力敏銳度不高，水溫高於 30°C 或低於 10°C，會減緩行動力。流速、水質均會影響行為及棲息。

在應用上，本研究提供流速、水質及底質等對淡水螺的影響，作為水利工程設計參考及自然生態或環境教材。

壹、研究動機

我們在野外發現石田螺、網蝨及瘤蝨。湍急的溪邊發現瘤蝨及石田螺，卻不見網蝨的存在，所以我們很好奇這三種淡水螺的生活習性是否相同，群聚在一起生活時，不同環境，如溫度、光線、水流速度等會對牠們有什麼影響？

相關教學單元：認識動物(三下)、水生家族(四上)、動物的生活(五下)

貳、研究目的

- 一、探討石田螺、網蝨及瘤蝨的覓食行為。
- 二、探討溫度對石田螺、網蝨及瘤蝨活動力的影響。
- 三、探討石田螺、網蝨及瘤蝨對光線的趨避反應。
- 四、探討石田螺、網蝨及瘤蝨在不同底質的行為反應。
- 五、探究水流強弱對石田螺、網蝨及瘤蝨吸附能力影響。
- 六、探討水質對石田螺、網蝨及瘤蝨的生存影響。

參、實驗材料

一、觀察對象：

石田螺 (*Sinotia quadrata*)、網蝨 (*Melanoides tuberculata*)、瘤蝨 (*Tarebia granifera*)



圖 1、2 研究對象:由左至右分別為--- 石田螺、網蝨、瘤蝨

二、實驗器材：

水族器材：水族箱、LED 燈具、加熱器、過濾器、溫度計。

實驗工具：游標卡尺、鋸子、捲尺、計時器、電子磅秤。

裝置材料：塑膠瓦楞板、黑色書面紙、30L 水桶、管徑 2cmPVC 水管、水流開關、塑膠盤。



圖 3 實驗一 覓食實驗裝置



圖 4 實驗三 光線趨避性實驗裝置



圖 5 實驗五 水流衝擊檢測裝置



圖 6 實驗六 水質實驗裝置

肆、研究步驟

研究流程

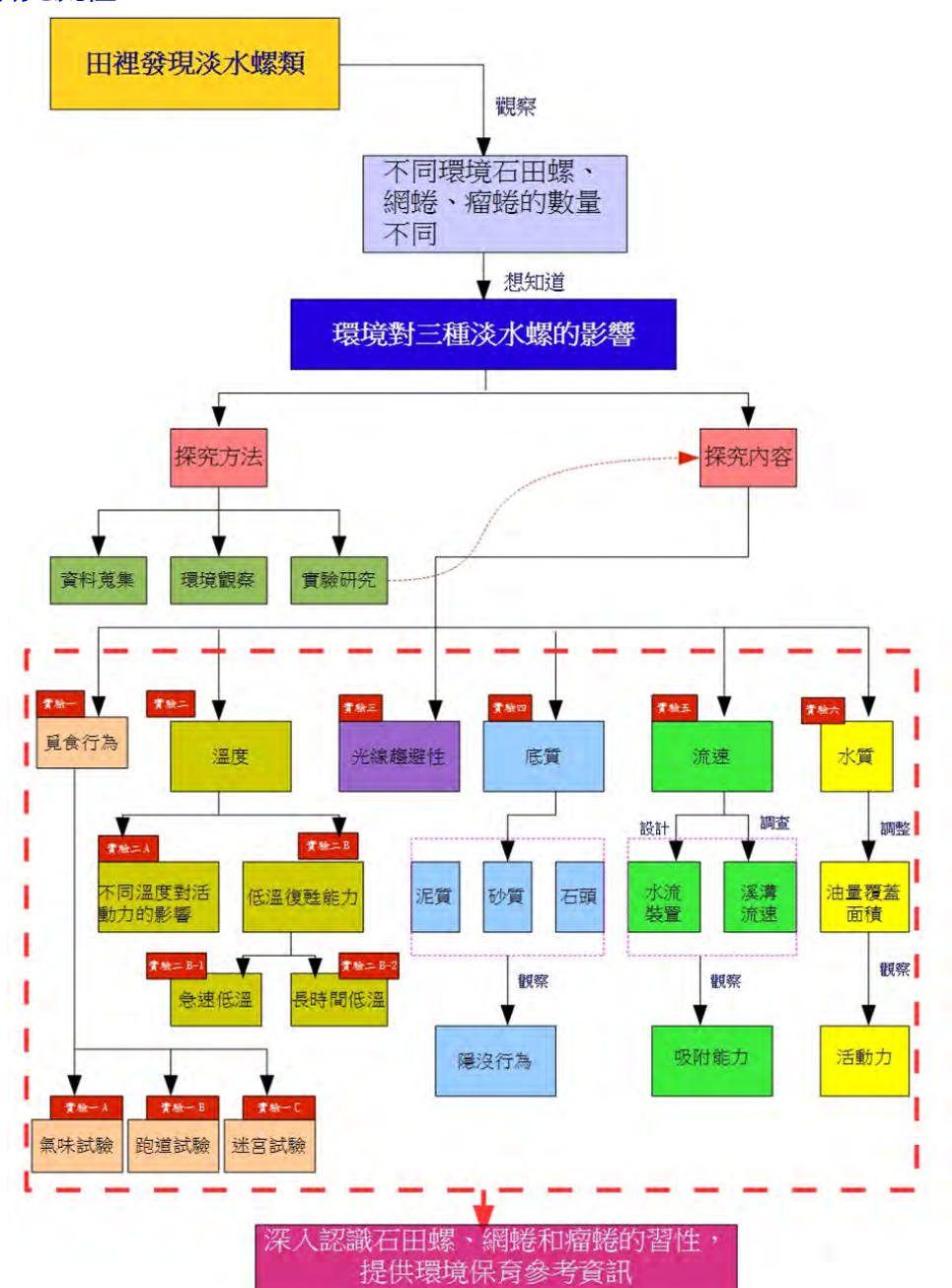


圖 7 研究流程圖

研究方式：

一、資料蒐集：

「淡水貝類」指的是生活在淡水環境的貝類，其中包含腹足綱和雙殼綱的淡水性貝類，若以「淡水螺」稱之時，則是單指腹足綱的淡水性貝類（陳文德，2011）。我們主要是針對淡水螺中的石田螺、網蝨及瘤蝨進行觀察的對象，本研究所提到的淡水螺泛指以上三種。

三種螺類的外型及棲息環境說明請參照說明書。

二、實地觀察與採集：

本研究觀察區域及採集地點以臺北市內溝溪及溪旁筊白筍田為主，共分為三個區域。

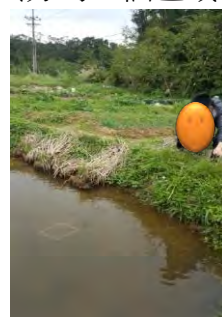


圖 8 設樣區統計螺數



圖 9 檢測水溫



圖 10 觀察覓食行為



圖 11 量測水流速度



圖 12 觀察地點位置圖

環境觀察說明表

觀察區域	A 內溝溪中游河段	B 筊白筍田	C 池塘	
環境說明	水位	水深約 11cm~41cm。	水深約 3cm~19cm 隨引進水流量不同而有所高低。	面積較大，水深約 14cm~36cm。
	流速	水流中間較湍急，靠岸處較平緩。水流速約 2.7~106.4cm/sec。	水流靜止幾乎不流動。	水流靜止幾乎不流動。
	底質	溪流具有泥沙及石頭。瘤蝨多聚集在石頭上，石頭富有藻類。	底質以爛泥為主，腐植質多。常見水生螺在泥土表層移動覓食。土壤深度約為 9 公分。	底質以爛泥為主，土壤深度約為 4~20 公分。
	水溫	10°C~23°C	11°C~27°C	11°C~26°C
	pH	pH7.4~7.8	pH7.1~7.2	pH6.9~7.2
數量	水生螺以瘤蝨居多，石田螺其次，未發現網蝨。瘤蝨主要分布石頭上。	水生螺三種皆有，網蝨居多。腐植質多。常見水生螺在泥土表層移動覓食。	石田螺居多。主要集中在池岸兩側。	
環境照片				

根據環境觀察我們有以下幾點推論：

1. 三種螺主要取食腐植質及藻類，應具有嗅覺尋找食物的能力。
2. 野外環境水溫 10°C~27°C，過高或過低應會減緩三種螺的行動力。
3. 水流較湍急的流域較不容易發現網蝨，可能與吸附能力有關。
4. 有油汙的水域較少發現瘤蝨，因此瘤蝨需生活在水質較佳的環境。

研究內容：

實驗一：探討石田螺、網蝨及瘤蝨的覓食行為

實驗 1-A：氣味對石田螺、網蝨和瘤蝨覓食的影響？

營造出只有氣味沒有食物的做法:地瓜葉、魚肉、豬肝取 10g 加入 50ml 水打成汁，取棉花浸泡 10ml 汁液放入杯子中，將三種觀察對象共 15 隻放入食物氣味裝置前端 10 公分處，透過縮時攝影定時觀察記錄進入杯中區域至少 1 分鐘的隻數。



圖 13、14 棉花浸泡汁液放入杯中

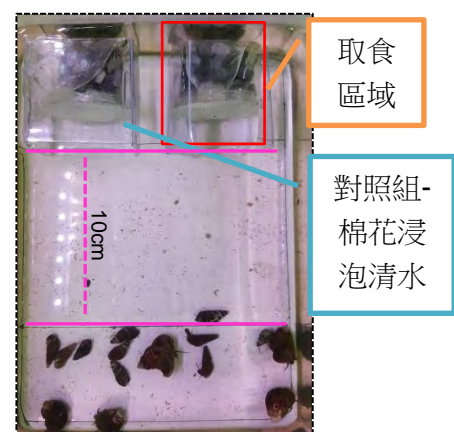


圖 15 放入觀察箱中定時觀察

實驗 1-B：食物放置前端時，三種淡水螺在群聚的情形下覓食能力為何？

我們利用塑膠板將水族箱分隔如跑道空間(如圖 16)，食物放置前端，觀察並計算三種螺每小時取食隻數及覓食情形。引誘食物的製作以 10g 地瓜葉以熱水煮 1 分鐘，面積約 25cm² 為原則。為了減少誤差，檢測對象在進行覓食實驗前一天另行放置乾淨水域的飼養箱，隔天進行觀察。



圖 16 設置相關環境



圖 17 觀察取食情形

實驗 1-C：食物放置不同位置時，石田螺、網蝥和瘤蝥在群聚的情形下覓食能力為何？

為了確認覓食能力，將食物放在不同位置，每 30 分鐘觀察移動及取食情形，共計四小時。我們稱這個方法為「迷宮試驗」。

食物放置方式如下：

直線型：將食物放置三種淡水螺前端。

L 型：將食物放置待測螺群前方側邊，預期牠們能轉彎取食，故稱為 L 型。

U 型：將食物放置待測螺群側邊，以隔板分開，預期能迴轉取食，故稱 U 型。

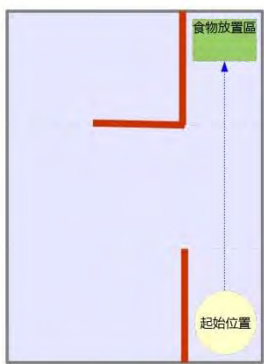


圖 18 直線型

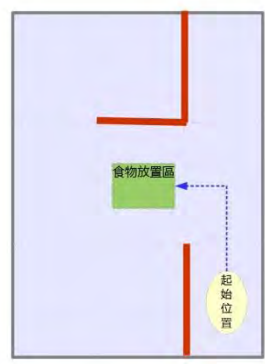


圖 19 L 型

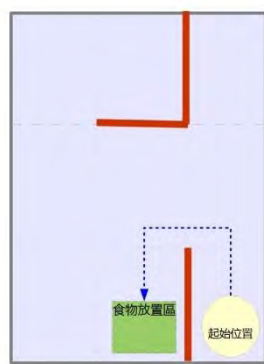


圖 20 U 型

實驗二：探討溫度對石田螺、網蝥及瘤蝥活動力的影響。

實驗 2-A：溫度高低不同是否會影響石田螺、網蝥及瘤蝥的活動力？

根據野外的觀察，我們將溫度分別調整 16°C、20°C、25°C 及 30°C，分別放入三種觀察對象共 15 隻，以縮時攝影方式輔助觀察每小時的活動情形，連續紀錄三天。其中**活動力**的判別以**觸角是否伸展及腹足是否移動兩者兼具**作為依據。

實驗 2-B：低溫逆境對石田螺、網蝥及瘤蝥的影響？

實驗 2-B-1：溫度急速下降對石田螺、網蝥及瘤蝥的影響？



圖 21 放置冰箱使溫度降低

圖 22 觀察復甦情形

觀察期間寒流來襲，石田螺、網蝥及瘤蝥在低溫逆境下的行為如何？我們將溫度分別在 30 分鐘及 60 分鐘調降至 10°C 及 5°C 時，觀察其復甦情形。**復甦標準**為**觸角及腹足露出並具有移動行為**。

實驗 2-B-2：長時間低溫對石田螺、網蝥及瘤蝥的影響？

溫度降至 5°C 及 10°C 約需經過 30 分鐘及 60 分鐘，之前媽媽說蛤蠣可以冷藏數日也不會死亡！所以探討三種螺在低溫時間 6 小時及 12 小時的影響，觀察其復甦情形。

實驗三：觀察石田螺、網蝥及瘤蝥對光線明暗的趨避反應。

黑色書面紙將魚缸二分之一處包覆，中間加入隔板使明暗更明顯，之後注水使深度為 5cm 後分別放置石田螺、網蝥和瘤蝥各 10 隻於光亮區中央，每天照射約 12 小時，每小時觀察一次，計算停留區域種類及隻數並取三天觀察平均。

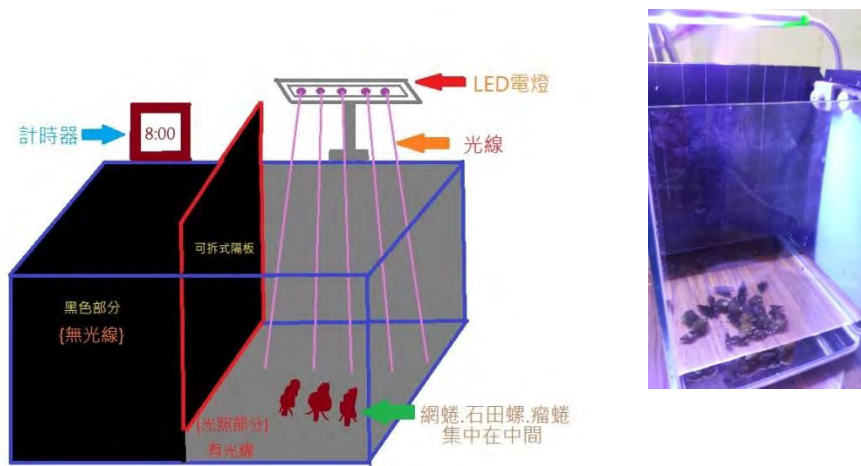


圖 23 光線試驗示意圖



圖 24 加入隔板明暗明顯

實驗四：石田螺、網蝥及瘤蝥在不同底質的行為反應。

田中的底質主要以泥沙為主，但在溪流邊發現的瘤蝥多附在石頭上，石田螺、網蝥及瘤蝥對於不同的環境底質會有怎樣的行為？野外採集泥土、砂子及石頭，將其溫度控制約 20°C，水深 20 公分，每小時觀察石田螺、網蝥及瘤蝥的隱沒等行為。



圖 25 泥土底質



圖 26 砂子底質



圖 27 石頭底質

實驗五：水流強弱對石田螺、網蝥及瘤蝥吸附能力的影響。

設計水流衝擊裝置檢測三種螺對不同水流大小的吸附力。觀察區中溪流流速約 2.7cm/s~73.1cm/s，下雨後流速最高可達 106.4cm/s，所以據此來調節不同的水流速度。利用公式 $Q=V*A$ (流量=流速*截面積)，透過水流開關調整裝置流量，計算 10 秒流量，再反推流速。我們利用水位高低差及流量開關控制水流大小。裝置設計如圖 32。

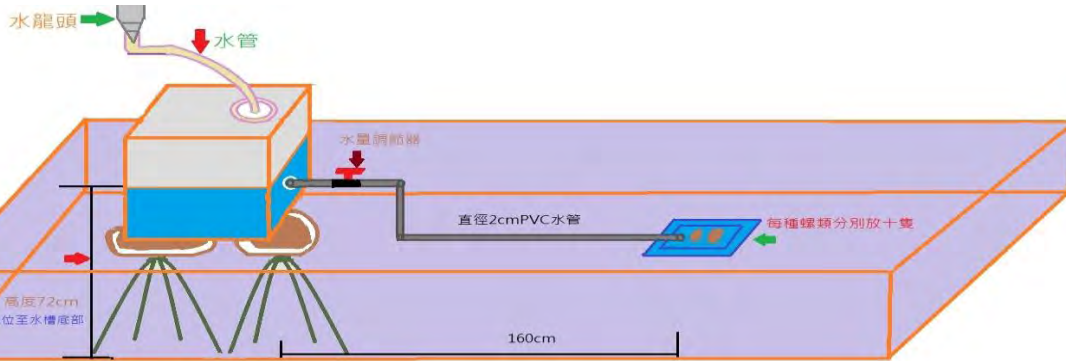


圖 28 水流衝擊試驗裝置示意圖

調整水位高度及開關位置，量測 10 秒流量並加以換算流速，如下表：

水流裝置流速換算表

流量(cm ³ /sec)	333	229.8	94.8	24.8	12.6
換算流速(cm/sec)	106	73.1	30.2	7.9	4
流速代稱	極大流速	大流速	中流速	小流速	超小流速

*水管管徑=2cm =>管徑截面積(A)=3.1416*1²=3.1416 (cm²)

確定流速將石田螺、網蝥及瘤蝥各 10 隻，分別放入檢測盤中，確定觀察對象腹足是否伸展吸附盤面後，調節水流量並控制水流出時間 5 秒及 1 分鐘進行檢測，至少三次。

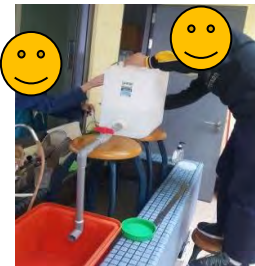


圖 29 水流衝擊裝置組裝



圖 30 放置螺類



圖 31 打開水量開關進行量測

實驗六：探討水質對石田螺、網蝥及瘤蝥的生存影響。

想知道水質帶來的影響，受限儀器，我們無法一一檢驗！該區是停滯的水域，又有油污覆蓋，因此推測水中的氧氣應該不足，所以我們就從水的溶氧量著手。我們決定利用油覆蓋率來決定水溶氧量的多寡。我們的想法是，**油的密度較小，會浮在水面上**，如果倒在水中，就會形成一層膜，**減少與空氣接觸的機會**。



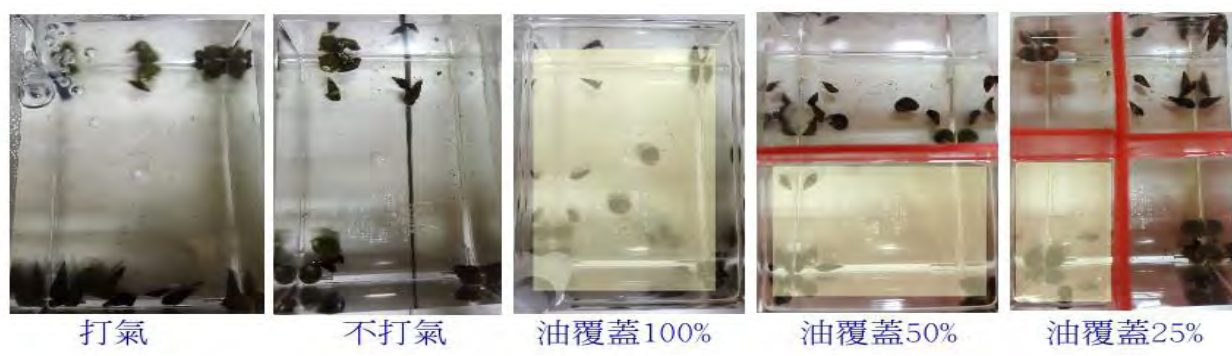
圖 32 道路旁的水域有油漬

圖 33 油漬漂浮在水面

圖 34 撈取油漬下的泥土

圖 35 土中的網蝥較多

準備五組觀察箱(長 20cm*寬 13cm*高 13cm)，水深為 10 公分，利用隔板分隔並倒入沙拉油於四分之一格(25%)、二分之一格(50%)及全格(100%)，油覆蓋厚度約 0.5 公分，另外兩個組則不倒油，其中一組打氣使溶氧量提高，另一組不打氣做為對照組。每組觀察箱各放五隻石田螺、網蝥及瘤蝥，並每天定時觀察三種螺的活動力，連續觀察 14 天。



打氣

不打氣

油覆蓋100%

油覆蓋50%

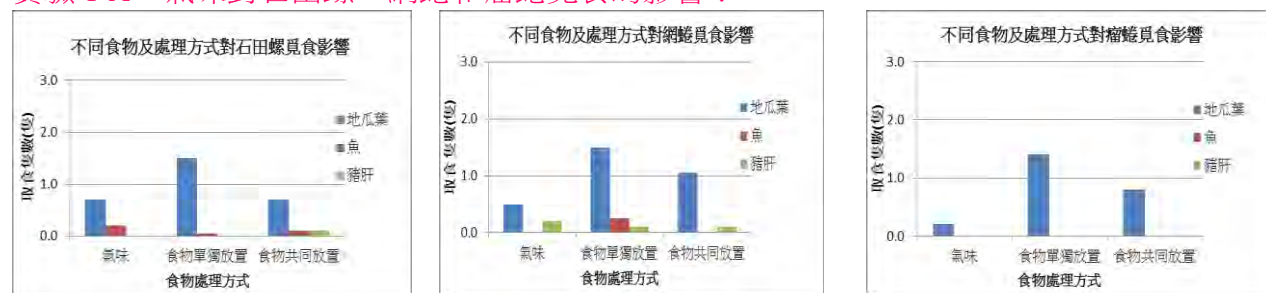
油覆蓋25%

圖 36 以沙拉油覆蓋率調整水中溶氧量的多寡

伍、研究結果

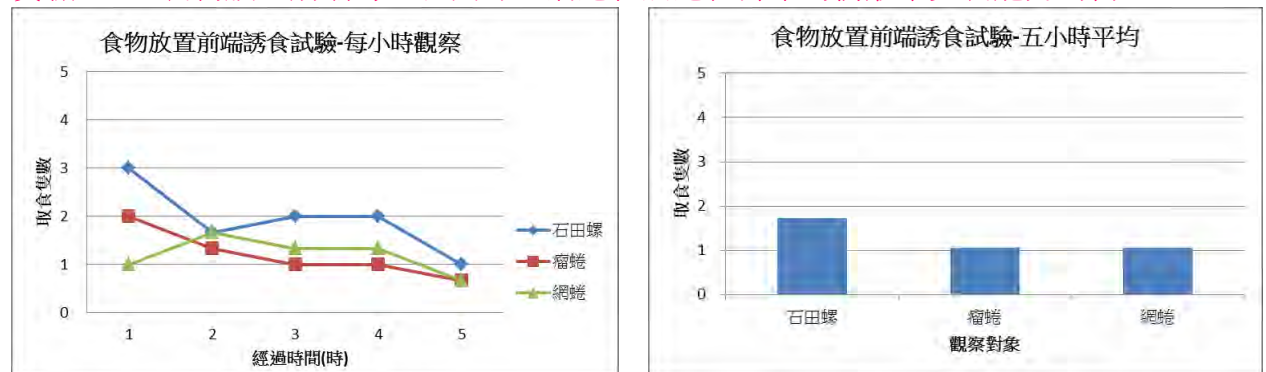
實驗一：探討石田螺、網蝥、瘤蝥的覓食行為

實驗 1-A：氣味對石田螺、網蝥和瘤蝥覓食的影響？



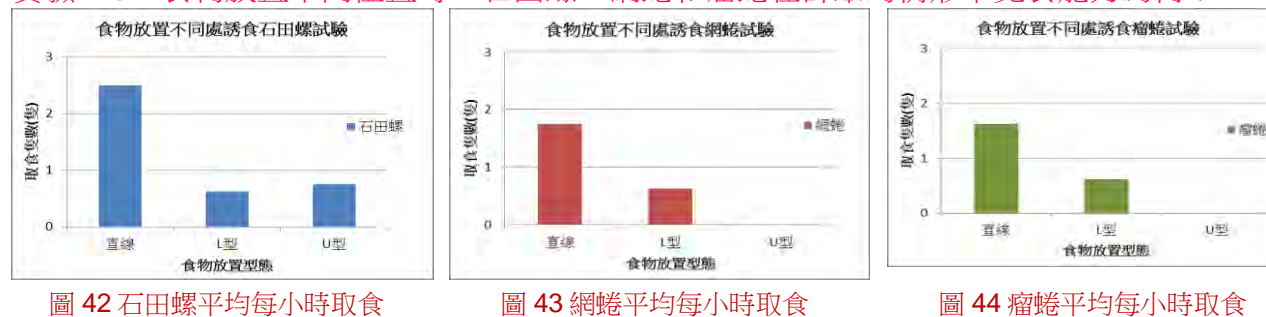
- 氣味吸引三種淡水螺，效果不佳。
- 螺類具有一定的嗅覺，但螺類對煮過且完整的地瓜葉取食性較高。
- 三種食物混放時，會降低三種螺對地瓜葉的取食。

實驗 1-B：食物放置前端時，石田螺、網蝥和瘤蝥在群聚的情形下覓食能力為何？



- 將食物放置前端 10 公分時，第一個小時，石田螺移動取食隻數較多。三種淡水螺經過四小時後，移動便漸趨緩，取食也漸減少。
- 五小時平均取食隻數，石田螺的取食地瓜葉的個體數量最多，但差異不大。
- 取食地瓜葉的行為經過四個小時趨緩，所以接下來的覓食實驗以觀察四小時為原則。

實驗 1-C：食物放置不同位置時，石田螺、網蝥和瘤蝥在群聚的情形下覓食能力為何？



- 食物放置前端(直線型)時，三種螺取食隻數較多。
- 食物放置前端(直線型)，石田螺取食方向較一致，取食到葉子的個體數量較多。網蝥和瘤蝥在二小時後取食葉子隻數較多。
- 食物放置側邊(L 型)，三種淡水螺取食隻數明顯較直線型(食物放置前端)減少。
- 食物放置隔板側邊(U 型)，覓食速度與取食隻數明顯減少。



1 小時:陸續開始移動

2 小時:較多聚集取食

2 小時取食稍多

1 小時陸續移動

2 小時取食少

圖 45 直線型

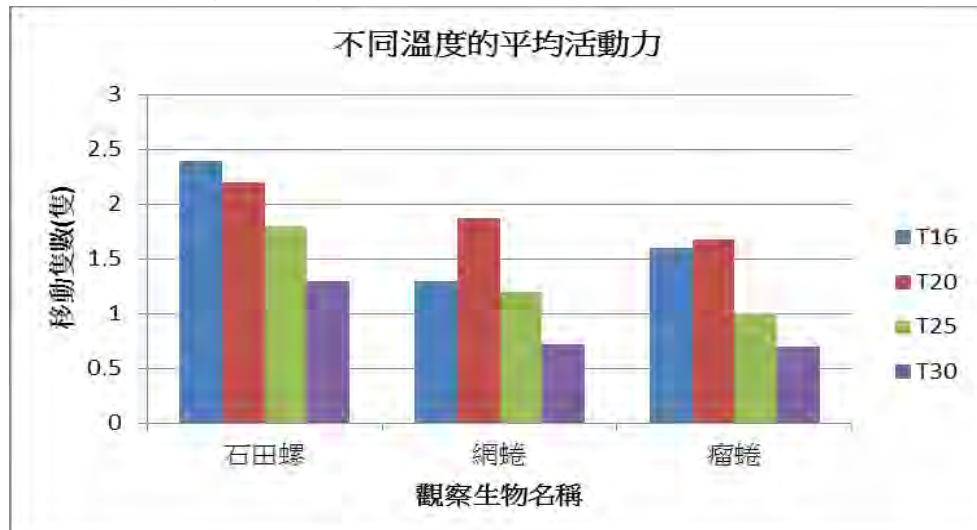
圖 46 L 型

圖 47 U 型

- 三種淡水螺比較，對於尋找不同位置的食物能力三種螺差異不大。
- 放置食物誘食，雖會吸引他們來取食，但皆須經過 1-2 小時以上。
- 綜合以上實驗，我們認為嗅覺對覓食有一定的影響，但似乎沒有那麼敏銳，覓食行為多邊找邊吃。

實驗二：探討溫度對石田螺、網蝥和瘤蝥活動力的影響。

實驗 2-A：溫度高低不同是否會影響石田螺、網蝥和瘤蝥的活動力？



- 三種淡水螺在水溫 20°C 時活動力較佳。
- 石田螺溫度適應較瘤蝸及網蝸佳，但水溫 30°C 時，活動力會在 36 小時後開始衰退。
- 網蝸和瘤蝸高於 25°C 時活動力開始減弱，處於水溫 30°C 二天後開始有螺死亡。
- 綜合以上，水溫 16°C~25°C 適合淡水螺的生長，超過 30°C 則不利於活動及生存。

實驗 2-B：低溫對石田螺、網蝸和瘤蝸的影響？

實驗 2-B-1：溫度急速下降對石田螺、網蝸和瘤蝸的影響？

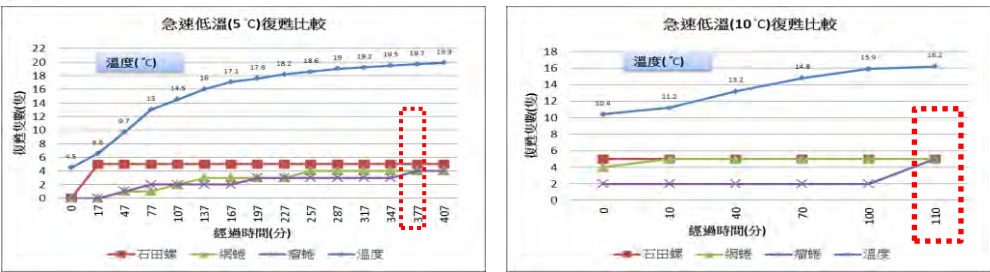


圖 49、圖 50 比較三種淡水螺在 5°C 及 10°C 低溫的復甦情形

- 溫度降至 5°C 時，活動力皆停止，石田螺第 17 分全部復甦，網蝸需 257 分，瘤蝸最慢復甦需 377 分。
- 降至 10°C 時，石田螺未進入休眠狀態，瘤蝸需經 110 分才全部復甦。
- 石田螺對低溫逆境耐受力較高，瘤蝸則較低。

實驗 2-B-2：長時間低溫對石田螺、網蝸和瘤蝸的影響？

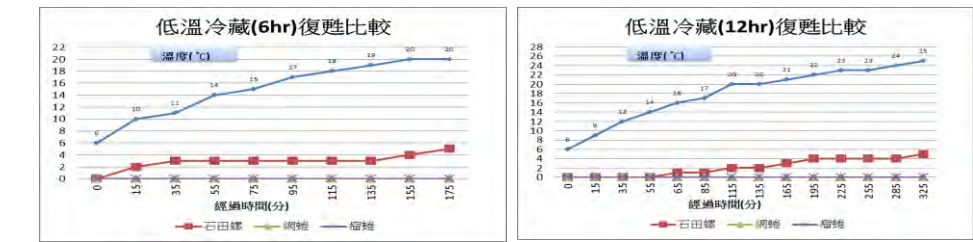


圖 51 低溫 6 小時復甦比較

圖 52 低溫 12 小時復甦比較

- 網蝸及瘤蝸不耐長時間低溫，低溫 6 小時及 12 小時皆易造成死亡。
- 石田螺能耐低溫，但復甦時間需較久。
- 綜合實驗 2-A、2-B，石田螺對於溫度的適應能力較網蝸及瘤蝸高。水溫低於 5°C，高溫超過 30°C 皆不利三種淡水螺的活動及生存。

實驗三：觀察石田螺、網蝸和瘤蝸對光線明暗的趨避反應。

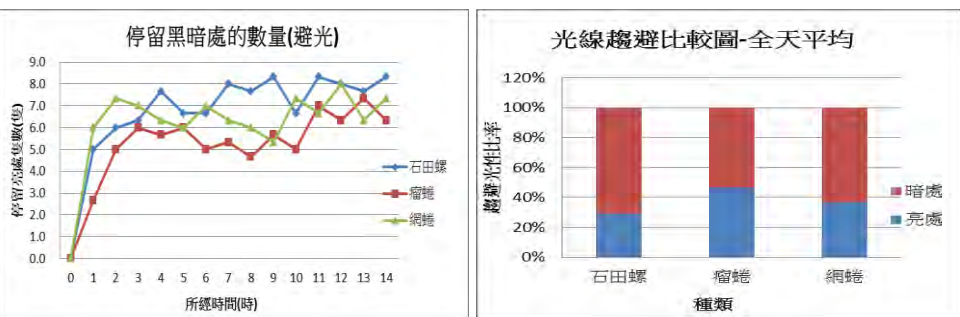


圖 53 每小時停留在黑暗處的隻數

圖 54 趨避光性平均比較

- 一小時內石田螺及網蝸移至暗處較多，瘤蝸較少。
- 平均來說，石田螺避光行為較明顯，其次是網蝸。

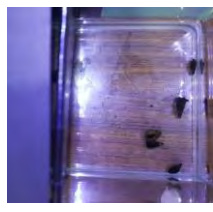
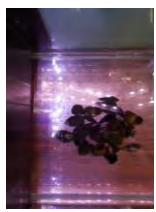


圖 55 放置光亮區

圖 56 多數會移往暗處

圖 57 移往暗處周圍

實驗四：石田螺、網蝸及瘤蝸在不同底質的行為反應。

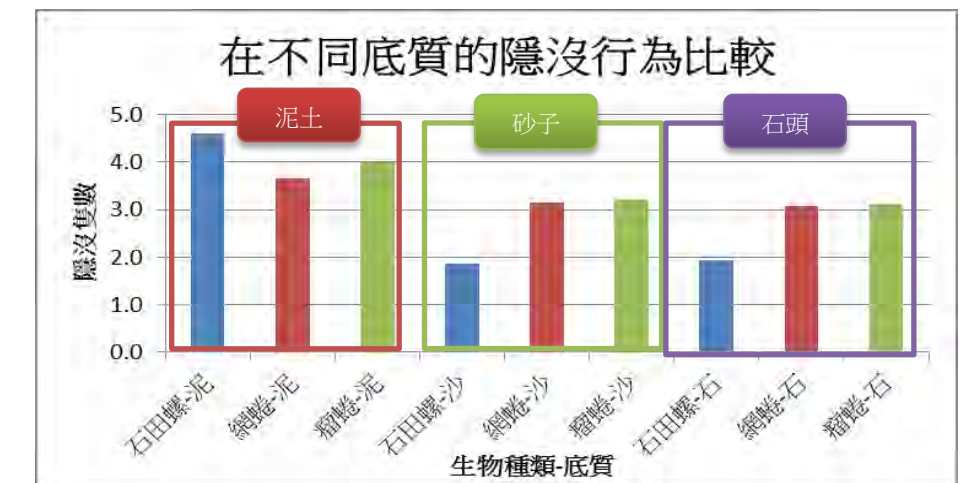


圖 58 不同底質的隱沒行為比較

- 三種螺皆會隱沒泥中，石田螺隱沒砂子和石頭的行為較少。
- 隱沒泥中時，我們常無法觀測到，隱蔽性高，因此我們推測這是保護自己的方式之一。

實驗五：水流強弱對石田螺、網蝸及瘤蝸吸附力影響。

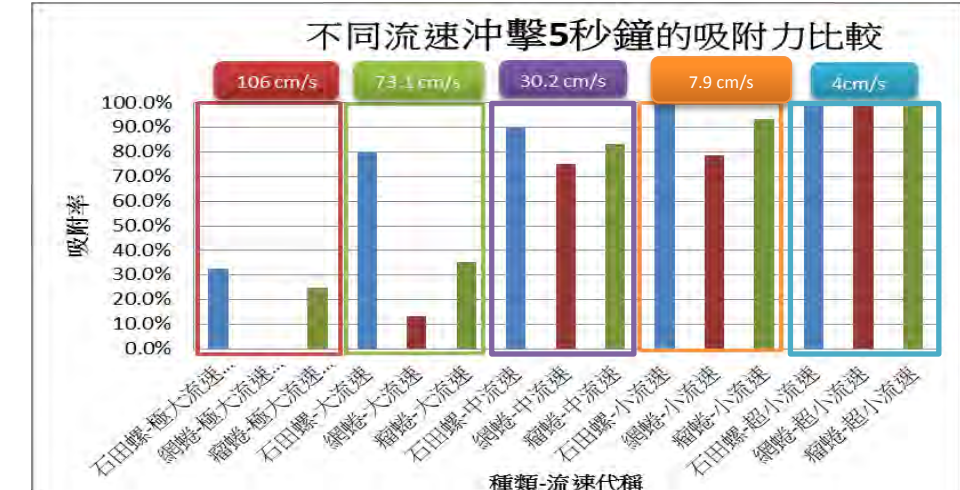


圖 59 不同流速衝擊 5 秒對淡水螺的吸附力

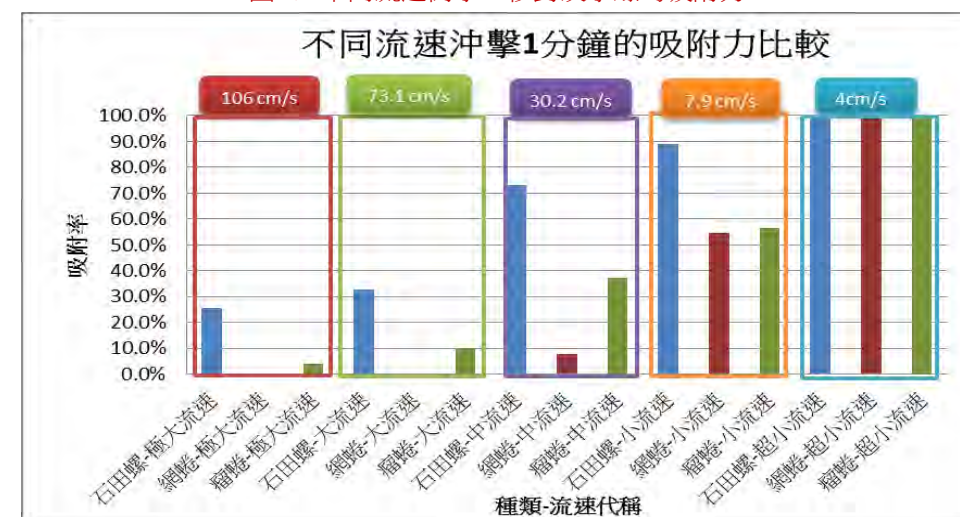


圖 60 不同流速衝擊 1 分鐘對淡水螺的吸附力

- 流速低於 7.9cm/sec，石田螺、網蝸及瘤蝸不易被水流沖離。
- 流速大於 73.1cm/sec，網蝸及瘤蝸吸附不易，容易被水沖離。
- 石田螺在水流沖擊下吸附力較佳，瘤蝸其次，網蝸最差。

實驗六：探討溶氧量多寡對石田螺、網蝸和瘤蝸螺的生存影響。

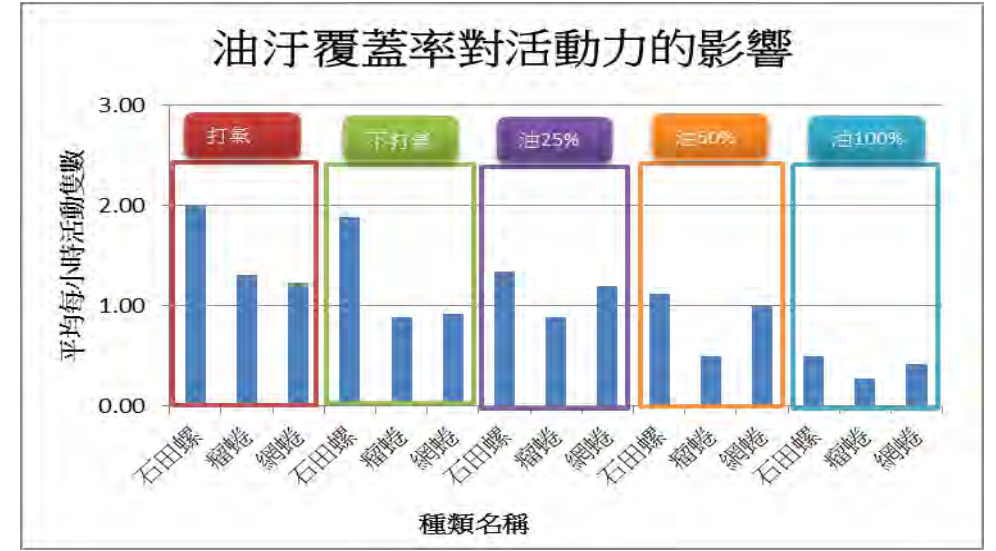


圖 61 油汙覆蓋率對三種淡水螺活動力的影響

- 石田螺在五組中活動力皆較高，無加油時，網蝸與瘤蝸的活動力差異不大。水面倒入沙拉油形成不同比率覆蓋面積，石田螺及瘤蝸的活動力明顯降低。網蝸則在水面全覆蓋油時活動力降低較明顯。
- 水中打氣時，三種螺的活動力皆提高。油覆蓋率越高，活動率越低。
- 由圖 61 及觀察可推測，網蝸抗污性較高，瘤蝸抗污性最低。

陸、討論

- 我們發現三種淡水螺皆需一段時間才能找到引誘的食物，由此推測，石田螺、網蝸及瘤蝸的嗅覺並不敏銳。
- 受限於加熱器，將水溫控制在 16°C、20°C、25°C、30°C 四種不同溫度。16°C 以下的水溫是否會影響？從實驗 2-B-1，可以發現溫度降至 10°C 開始回溫，全體不到二小時就恢復活動力，加上我們在寒流時觀察水溫 10°C 下仍有個體進行覓食等行為，因此我們可以判定石田螺、網蝸和瘤蝸在 10°C~15°C 仍保有一定的活動力。
- 進行光線趨避實驗時，大部分螺群們並不會一直停留光亮區，而是沿著觀察箱周圍環繞，在光亮處與暗處移動，我們嘗試將光亮時間拉長，發現光亮時間越久，移往亮處的數量會逐漸減少。
- 野外水流速如何檢測？由於觀察水域水位不深所以我們以寶特瓶漂浮計算一公尺距離所需時間水流速，這個方法較簡單不須昂貴器材。
- 測試淡水螺的吸附力時，需要等待確實吸附在盤面上，有時無法全部吸附，解決方法以吸附在盤面上的百分率作為計數單位，吸附率越高表示吸附力越高。
- 石田螺吸附力較佳，推測與腹足較圓大，本身吸附能力較佳有關。網蝸受輕微震動立刻將縮入殼中，因此，網蝸面對水流沖擊的吸附力較差也可能與本身吸附及遇衝擊的反應能力有關。石田螺和瘤蝸吸附力較網蝸高，但超過 30.2cm/sec 吸附力便降低許多。綜合實驗結果與野外觀察，網蝸適合水流平緩的水域，但石田螺和瘤蝸也不適合在超過 30.2cm/sec 的水域。這樣的發現讓我們想到，未來如果進行河川整治時，水利工程設計建議將流速以不超過 30.2cm/sec 讓淡水螺不被沖走為上限。
- 水質的差異對石田螺、網蝸及瘤蝸的生存能力。水質檢測有許多項目，其中溶氧量為溶解在水中的氧氣，可能來自大氣溶解等，所以可做為水質檢測的依據，加上我們在水田發現油污，如實驗六研究過程所述，因此我們決定以溶氧量为依據並找出較簡單又不昂貴的方法可以控制溶氧量多寡，進而觀察淡水螺的活動行為或生存能力是否有差異。
- 根據觀察，螺會食用植物油，所以我們未選擇機油等污染性較高的油質，此外植物油約 14 天開始變質較嚴重，為避免影響淡水螺，所以我們將觀察時間設定在 14 天後將觀察對象移置適合的環境。
- 淡水螺由於種類差異，對於水污染的耐受程度也會不同，根據實驗結果，網蝸對汙染的環境有一定的忍受度。文獻中提到石田螺及網蝸為輕度污染之生物指標，瘤蝸則屬於未(稍)有汙染生物指標(馮豐隆等，2005)。這個結果與我們的實驗相符，我們也由此推論，觀察地點 A 的水質較地點 B、C 佳。

柒、結論

- 三種淡水螺群聚時，石田螺、網蝸及瘤蝸面對不同環境因子，行為習性略有不同。說明如下
 - 石田螺覓食能力稍佳，對水溫適應力高，具避光性，水流沖擊的吸附能力較高。
 - 網蝸覓食能力較隨機，生存最適水溫 20°C，具避光性，水質忍受度高，面對水流沖擊的吸附力較差，較不易在水流較急的流域棲息。
 - 瘤蝸覓食能力較隨機，生存最適水溫 16°C -20°C，略具避光性，對水質忍受度較低。
 - 針對環境因子對三種淡水螺的影響整理如下：

螺類名稱 行為反應 環境因子	石田螺	網蝸	瘤蝸
覓食行為	能略快找到食物	覓食能力較隨機	覓食能力較隨機
水溫	適合 10°C -25°C 活動。低於 5°C 高於 30°C 活動力減退。	20°C 活動力佳。低於 10°C 高於 30°C 活動力減退甚至死亡。	16-20°C 活動力佳。低於 10°C 高於 30°C 活動力減退甚至死亡。
光線	具避光性	具避光性	略具避光性
底質	會隱沒泥質	會隱沒泥質	會隱沒泥質
水流速	吸附力較大	吸附力最小	吸附力中等
水質	耐污性稍高	耐污性稍高	耐污性較低

為了更清楚比較群聚時三種淡水螺間行為差異，我們根據實驗結果評估各項能力，轉換色點數量表示：

螺類名稱 差異程度 行為能力	石田螺	網蝸	瘤蝸
水溫適應能力	●●●●	●●	●
避光性喜好程度	●●●	●●	●
泥砂隱沒程度	●●●●	●●●●	●●●●
耐沖擊能力	●●●●	●●	●●
耐污能力	●●●●	●●●●	●●

註：●●●●最高 ●●●中等 ●●最低

- 淡水螺可透過嗅覺來尋找食物，但敏銳度並不高。
- 水溫高於攝氏 30 度或低於攝氏 10 度，會減緩淡水螺的行動力。
- 觀測區水流湍急的水域較少發現網蝸，吸附力較低可能是原因之一。
- 三種淡水螺皆須在乾淨的水質生存，其中瘤蝸更需在水質較佳的環境生存，所以在水域中發現瘤蝸表示該水質未遭受汙染。
- 本研究發現在環境及教育上的應用與參考：
 - 淡水螺能提供生物取食，也能分解腐植質及藻類，在生態上具有重要地位。
 - 喜歡生活在乾淨的水域，能做為水質監測生物指標。
 - 提供水利工程設計流速及底質參考，以維護淡水螺的生存環境。
 - 石田螺生存能力較佳，飼養容易，適合做為生態觀察等教育教材。

捌、參考資料及其他

- 陳文德(2011)。台灣淡水貝類。屏東縣車城鄉：海生館
- 賴景陽(2008)。台灣貝類圖鑑。台北市：貓頭鷹。
- 馮豐隆、曾晴賢、甘宸宜(2005)。台灣溪流地景分類與生物指標之建置——以南溪、客雅溪、中港溪為例。林業研究季刊(27)，P.25-36。
- 林秉石、張文亮(2003)。螺類在流體逆境之行為與型態。農業工程學報(49)，P.12-24。