

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國中組 生物科

030307

「螺」生「們」—水池生態系中石田螺(*Sinaitaia quadrata quadrata*)與福壽螺(*Pomacea canaliculata*)及環境間交互影響之研究

學校名稱：臺中市立新光國民中學

作者：  國二 王君慧  國二 林妤柔  國二 林郁君	指導老師：  李志堅
---	------------------

關鍵詞：石田螺、福壽螺、水池生態系

## 摘要

本研究探討石田螺、福壽螺與水池溼地三者間交互作用對環境及族群數量之影響。結果發現野外水池環境中兩種螺族群單獨存在時，石田螺死亡率(80%)遠高於福壽螺(45.8%)。共存時則相反，石田螺的活動力受福壽螺影響明顯下降，被鳥類發現的機率降低，死亡率亦大幅降低(25%)；共存亦使石田螺被附著次數大幅增加，促使其生殖潛能升高，族群總數亦較福壽螺為高。

兩種螺對水質影響截然不同，福壽螺會大量啃食水生植物，使浮游藻類數量遽增，水質惡化；石田螺具有快速取食浮游藻類的能力，故能讓水質清澈。當水質惡化時，石田螺的存活及生殖能力則驟降。

石田螺未來應可嘗試推廣養殖於水族箱中，以取代外來種琵琶鼠魚的功能，減輕其對水池溪流生態的危害。

## 壹、研究動機

一年級上學期到校外稻田，原欲採集福壽螺做動物行為觀察作業，然而秋季即將收割的稻田已不再灌溉，幸好田邊淺水的溝渠內仍有不少的福壽螺。不過隔天帶回學校後仔細觀察，卻發現抓到的螺多數體型較為細長，似乎不太像福壽螺；與老師共同查閱貝類圖鑑(賴景陽，2005)後確認除少數為錐實螺外，其餘則為台灣的原生種「石田螺」。統計抓到的 52 隻螺之中，石田螺就占了 39 隻!這與平時所聽聞「外來種福壽螺嚴重危害台灣生態環境」的說法不盡相同，我們決定以此為主題進一步深入探討。



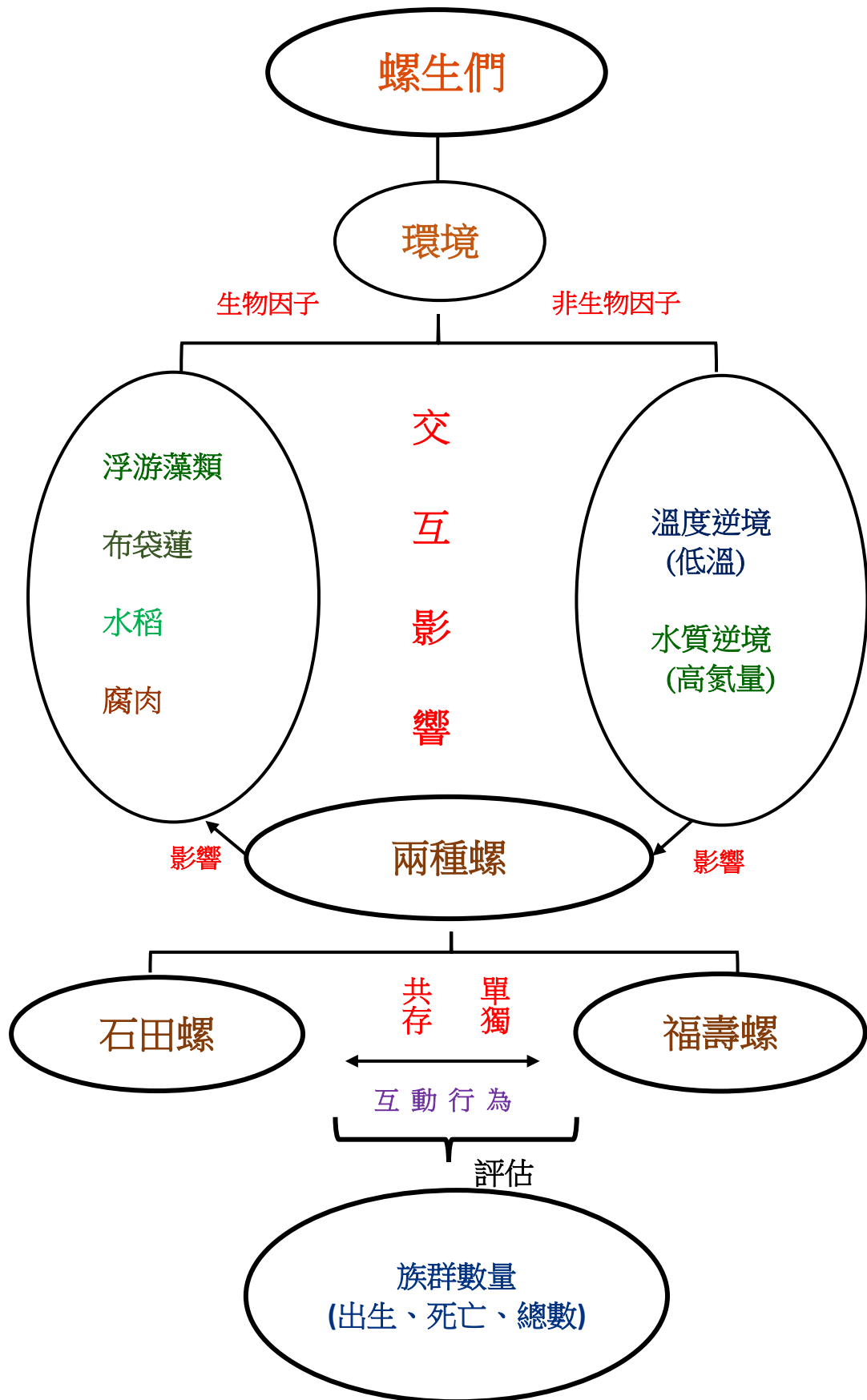
圖一 秋季即將收割的稻田；停止灌溉的溝渠內散布著福壽螺及眾多的石田螺幼螺

## 貳、研究目的

### 一、文獻回顧

查閱近來有關淡水螺類的研究期刊及論文，多數集中在福壽螺的危害評估及各種水稻防治方法的測試(陳昇寬、黃榮作、李兆彬，2007)，石田螺的相關研究相對較少。其中較相關的是彭存偉等學者的一份研究報告，報告中指出「**水質較差的濕地環境中，福壽螺的數量明顯較其他淡水螺類為多；相對的，若水質清澈時，福壽螺的數量明顯較少**」(2008)。我們所採集的濕地環境水質目視看來相對清澈，似乎符合文獻的說法；然而，我們要問的是「造成這種差異的原因為何？」，是福壽螺主動離開？石田螺群聚至此？還是石田螺群聚後改造環境成水質較為清澈的現況？相對地，福壽螺群聚後是否反而使水質變差？或者還有其他原因？再者，倘若他們處在不適宜的環境，又無法離開時，對其生存的影響又是如何？

此外，石田螺與福壽螺之間存在何種互動關係？在同一環境下，是彼此相安無事？還是會驅趕？或攻擊對方？進而影響族群的生殖、生存？他們選擇的食物是否重疊，進而形成競爭的關係？綜合上述一連串的疑問，參考相關文獻經討論後，我們整理出整個研究的架構如下：



## 二、研究目的

分析整個研究架構，最後具體條列出下列幾點研究目的:

- (一) 比較石田螺與福壽螺形態構造上之差異
- (二) 觀測水池生態系中兩種螺的互動關係對族群數量之影響
  - 1. 野外水池
    - (1) 族群單獨生存 (2) 兩種族群共存(產生互動關係)
  - 2. 實驗室內水池
    - (1) 族群單獨生存 (2) 兩種族群共存(產生互動關係)
- (三) 比較不同水池逆境對兩種螺族群數量之影響
  - 1. 惡化水質逆境      2. 低溫逆境 (8°C、5°C、3°C、0°C )
- (四) 評估兩種螺對水池生態系中生物之影響
  - 1. 浮游藻類 2. 布袋蓮 3. 水稻 4. 腐肉 (石田螺、福壽螺)
- (五) 比較石田螺與福壽螺族群交互行為之差異
  - 1. 族群單獨生存
  - 2. 兩種族群共存(產生互動關係)

## 參、研究設備及器材

一、研究器材:水缸、麥飯石、氣泡石、電子天平、照相機、燈具、打氣幫浦、加熱棒、大型收納箱、網子、夾子、盒子、抽水機、pH 值檢測計、植物生長箱、分光光度計、冰箱



## 二、生物材料養殖場域



## 肆、研究方法

### 一、比較石田螺與福壽螺形態構造上之差異

養殖過程中仔細觀察比較兩種螺外殼形態及構造之差異，並查閱文獻圖鑑確認其分類上異同之處。

### 二、觀測水池生態系中兩種螺的互動關係對族群數量之影響

我們在學校的生態農場的空地上，以大型水箱模擬稻田旁淺水池濕地環境，設置 12 箱水池生態系。除了觀測結果是否與稻田旁淺水濕地相近外，亦藉此比較兩種螺族群單獨與共存下數量的差異，進一步推測互動關係的有無對族群數量是否有所影響。

#### (一)野外水池設置

1.水池生態系裝置過程如圖二所示，實驗設計共分 4 組，每組三重複共計 12 箱。

(1)石田螺組:每箱放入 40 隻成螺，其中 20 隻雄性、20 隻雌性，共三箱。

(2)福壽螺組:每箱放入 40 隻成螺，其中 20 隻雄性、20 隻雌性，共三箱。

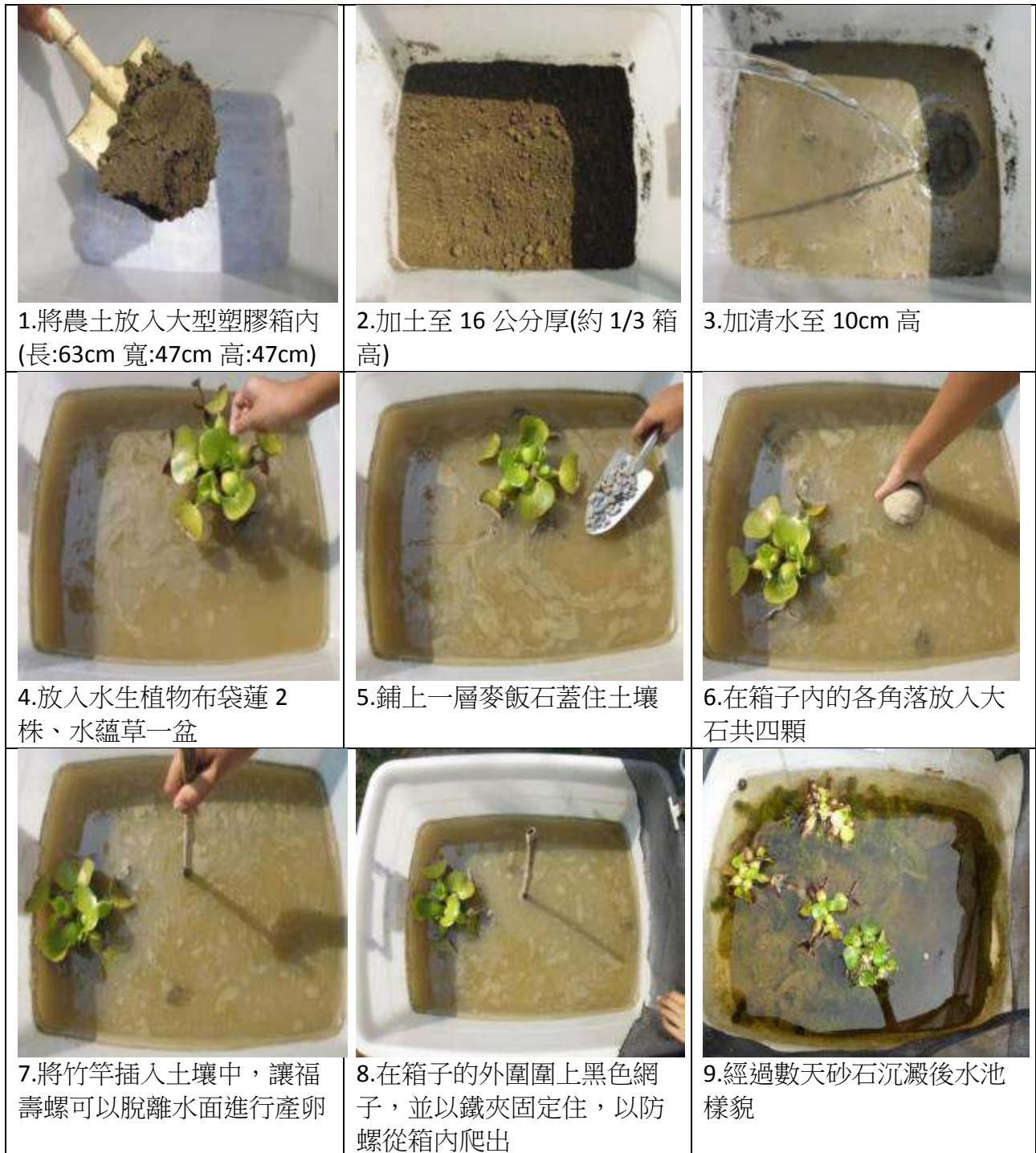
(3)石+福(共存)組:每箱放入 40 隻成螺，其中 20 隻石田螺(10 雄+10 雌)、20 隻福壽螺(10 雄+10 雌)，共三箱。

(4)對照組: 不放螺做為空白對照用。

2.實驗裝置於 2014/10/15 日完成，每日觀察、拍照、記錄箱中的螺生存互動情形及水池環境的變化。每星期觀察水位變化，固定補水至相同水位高度(10cm)。



3.每月 15 日午休時取出計算成螺死亡數量及出生的幼螺數後再放回，數據輸入 excel 並求其平均值。實驗進行至 2015/2/15 日止共計四個月。







10.實驗場域及裝置全景



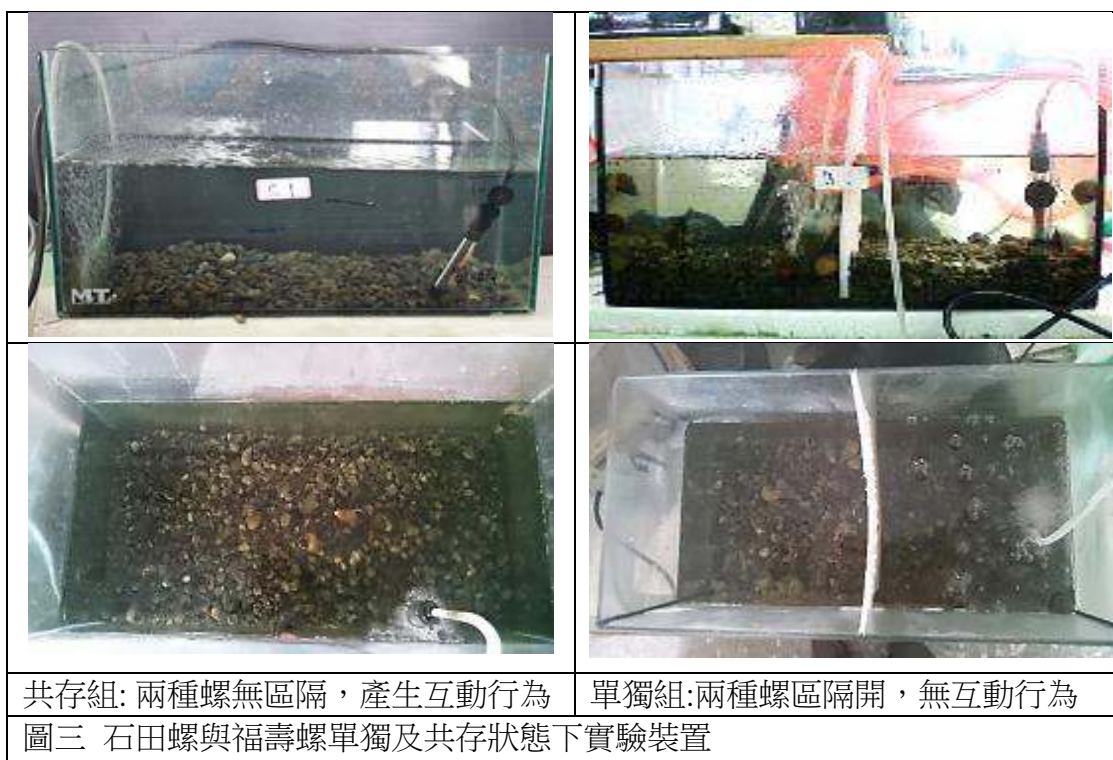
圖二 野外水池生態系裝置過程及設立三星期後對照組(無螺)樣貌。系統隱然呈現穩定狀態，水質清澈，布袋蓮花朵盛開。

## (二) 實驗室內水池



由於野外環境變因甚多，我們進一步在實驗室內設置水缸，將變因較為精準地控制，以利單純觀測兩種螺的互動關係對族群數量之影響。

- 1.取兩個 2 尺玻璃水缸，最底層放入三公分高的麥飯石後，分別加入十公升曝氣三天後的自來水，再置入打氣幫浦及加熱棒(溫度固定 25°C)。
- 2.單獨組:在中央以打洞的珍珠板區隔開兩側，一側放入二十隻石田螺(10 雄、10 雌)，另一側放入二十隻福壽螺(10 雄、10 雌)。
- 3.共存組:放入石田螺及福壽螺各二十隻(10 雄、10 雌)。
- 4.每日觀察兩種螺的生存及互動情形，30 天後計算兩種螺的族群數量。
- 5.實驗共三重複，求平均值。



### 三、比較不同水池逆境對兩種螺族群數量之影響

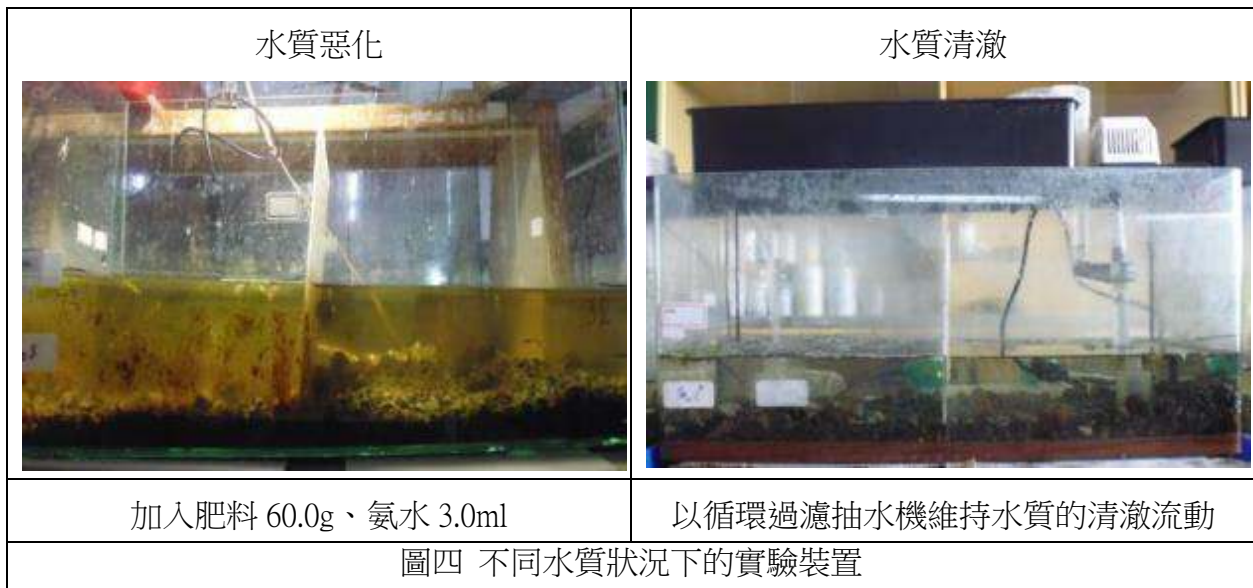
在水質惡化的環境中，石田螺是否無法適應而死亡，才相對凸顯福壽螺數量較多呢？而台灣冬季寒流過境所導致的低溫，對兩種螺的生存影響程度又是如何？

#### (一) 惡化水質逆境

- 1.裝置同研究二單獨組，實驗分成兩組(如圖四):
- 2.水質清澈組:上方裝設循環過濾抽水機，使水質維持清澈流動狀態。
- 3.水質惡化組:水缸中加入有機肥料 60.0g，氨水 3.0 毫升，水呈不流動停滯狀態。

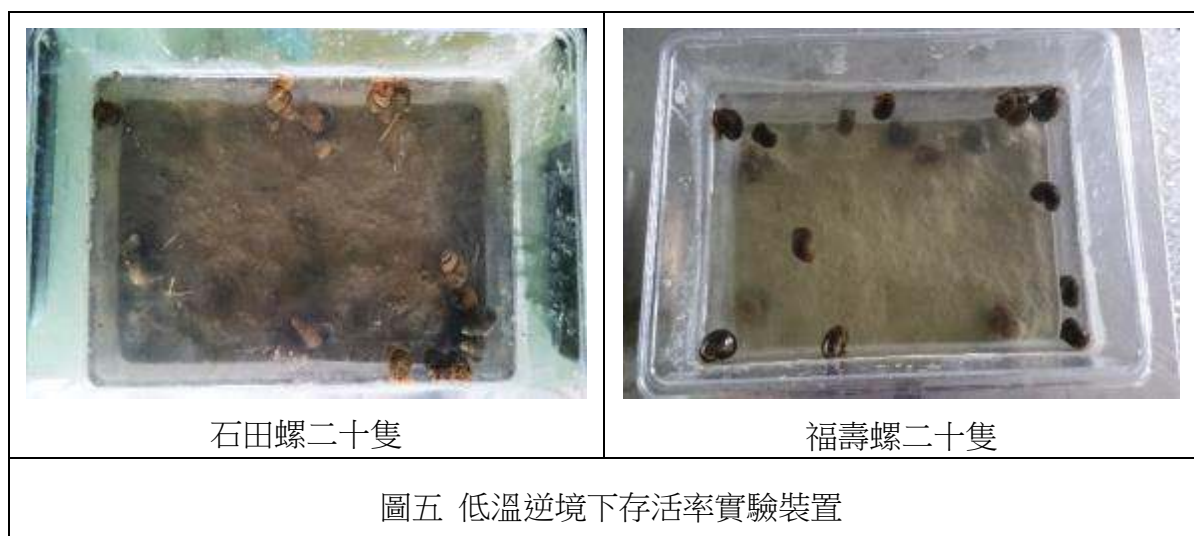
4.觀察記錄螺的活動情形，30 天後計算族群生存及生殖數量。

5.實驗共三重複，求平均值。



## (二) 低溫逆境






- 1.取兩個透明壓克力箱(26cmx17cmx16cm)，放入麥飯石及農土 5 公分高，加至水十公分高。
- 2.分別放入石田螺及福壽螺各 20 隻，兩箱同時移至植物生長箱中，溫度設定在 8℃，光照黑暗各 12 hr。五天後取出置入含室溫水的燒杯中，計算兩種螺存活數量。
- 3.重複上述步驟，溫度設定分別改為 5℃、3℃、0℃。
- 4.實驗共三重複，求平均值。



## 四、評估兩種螺對水池生態系中生物之影響

兩種螺是否亦有可能藉由影響水中生物，間接改造環境，進而影響水質呢?其食物的選擇是否重疊，進而形成競爭的關係呢？

(一) 我們發現當水中浮游藻類數量增加時，水質會逐漸偏綠，其透光度會降低。因此藉著測量其吸光度的大小可相對比較出浮游藻類的數量的多寡；當浮游藻類數量愈多時，其相對吸光度就愈高，浮游藻類測定實驗步驟如圖六所示。

		
<p>1.取野外池水約 100ml</p>	<p>2.共計 12 箱池水樣本</p>	<p>3.將樣本滴入光度管中</p>
		<p>圖六 野外水池浮游藻類數量測定過程</p>
<p>4.將波長調整至 430nm(葉綠素的吸收高峰)</p>	<p>5.以蒸餾水歸零後，分別測量 12 箱池水樣本之吸光度</p>	

(二)取十個透明壓克力箱(25x15x17cm<sup>3</sup>)，加水四公升，放入氣泡石後，分成兩組(每組五箱)，將四種等重的生物材料(布袋蓮、水稻、石田螺腐肉、福壽螺腐肉)分別放入箱中。

(三)放入石田螺及福壽螺各二十隻(對照組不放螺，只放四種材料)，每天中午將布袋蓮、腐肉及水稻取出以吸水紙擦乾後秤重與對照組相減，計算其啃食量，共計五天。

(四)實驗共三重複，求平均值。







圖七 水池環境中，兩種螺可能啃食的生物材料，由左上至  
右分別為布袋蓮、水稻、福壽螺腐肉及石田螺腐肉

### 五、比較石田螺與福壽螺族群交互行為之差異

若研究目的二的結果顯示兩種螺共存時的互動關係會影響族群數量，則又是那些互動行為造成影響？兩者間的動物行為是否亦有不同之處？



圖八 兩種螺互動行為觀察實驗裝置。水缸上方置放一玻璃片，螺移動情形直接紀錄於玻璃上(左圖)；架設錄影機，長時間紀錄螺的動物行為(右圖)。

- (一) 取三個兩尺水缸，裝置如研究目的二之實驗室內水池。單獨組兩缸分別放入石田螺與福壽螺成螺各 20 隻，平均分散在缸中；共存組則同時放入各 20 隻螺。
- (二) 水缸上方分別置放一透明玻璃(較水缸底面積稍大)，由上方垂直往下俯視，以不同顏色(石田螺藍色，福壽螺紅色)油性簽字筆編號標示螺所在位置。當螺移動時隨即標示



移動路徑；若有附著、暫停、貼壁、出水、漂浮等各式行為亦一併圈選、標示於玻璃片或四周缸壁上並文字記錄。

(三) 觀察一小時後，將玻璃取下，列表統計各螺的移動距離及各式行為紀錄。



(四) 實驗共三重複，取平均值。

(五) 我們亦隨機架設錄影機，長時間紀錄螺的動物行為，觀察是否有其他特殊的行為模式。

## 伍、結果及討論

### 一、比較石田螺與福壽螺形態構造上之差異

1. 蒐集相關資料，與實際飼養觀察心得，比較整理後列表如圖一。

	福壽螺	石田螺
分類	蘋果螺科	田螺科
學名	<i>Pomacea canaliculata</i>	<i>Sinotaia quadrata quadrata</i>
外殼 型態		
福壽螺體型矮胖，螺塔較短；石田螺體型瘦長，螺塔較高，殼較硬		

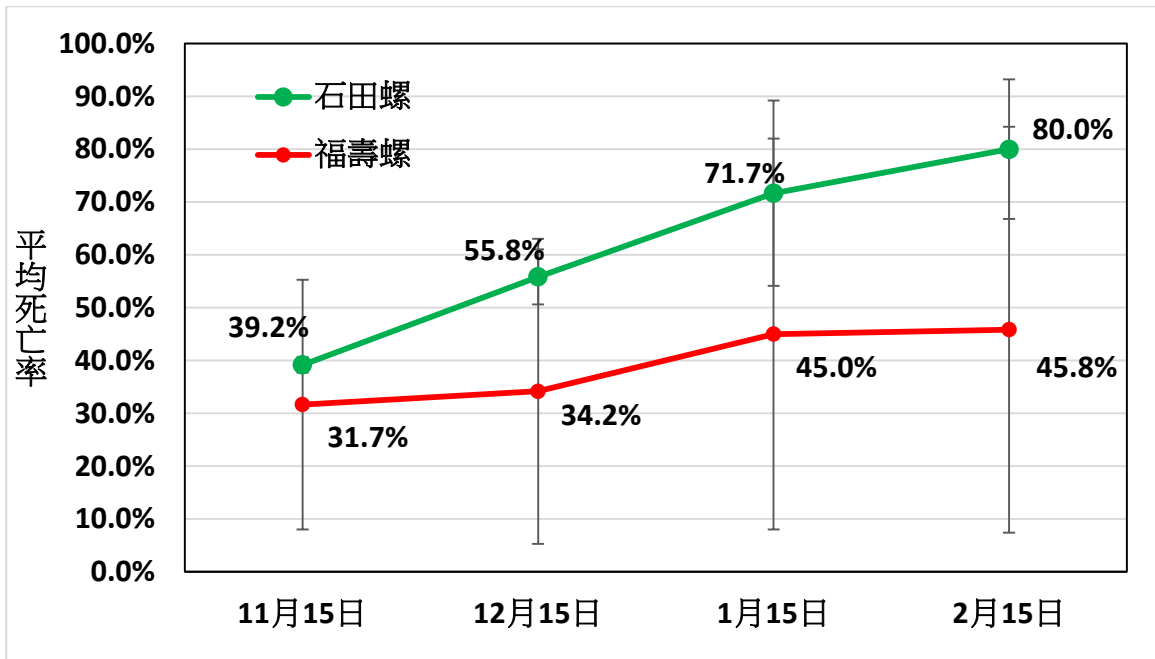
<p>構造</p>	 <p>觸角兩對，具一長呼吸管(紅色箭頭)，可浮至水面呼吸空氣；母螺體型較大(體長可至 4cm)，口蓋較平整；公螺體型小約一倍，口蓋中央較往內凹呈碗狀，邊緣外翻。</p>	 <p>觸角一對，母石田螺(下圖)的觸角不彎曲；公石田螺的右觸角會向外彎曲(紅色箭頭)，形成交尾器。</p>
<p>生殖</p>	 <p>卵生，母螺離水產卵</p>	 <p>卵胎生，生出即為幼螺</p>
<p>圖九 福壽螺與石田螺分類與形態構造之比較</p>		

2.我們各測量十隻石田螺與福壽螺的殼高與殼寬，求得石田螺殼高寬比平均值約為 1.7，福壽螺則為 1.3，較為矮胖；兩者目視即可分辨其差異。

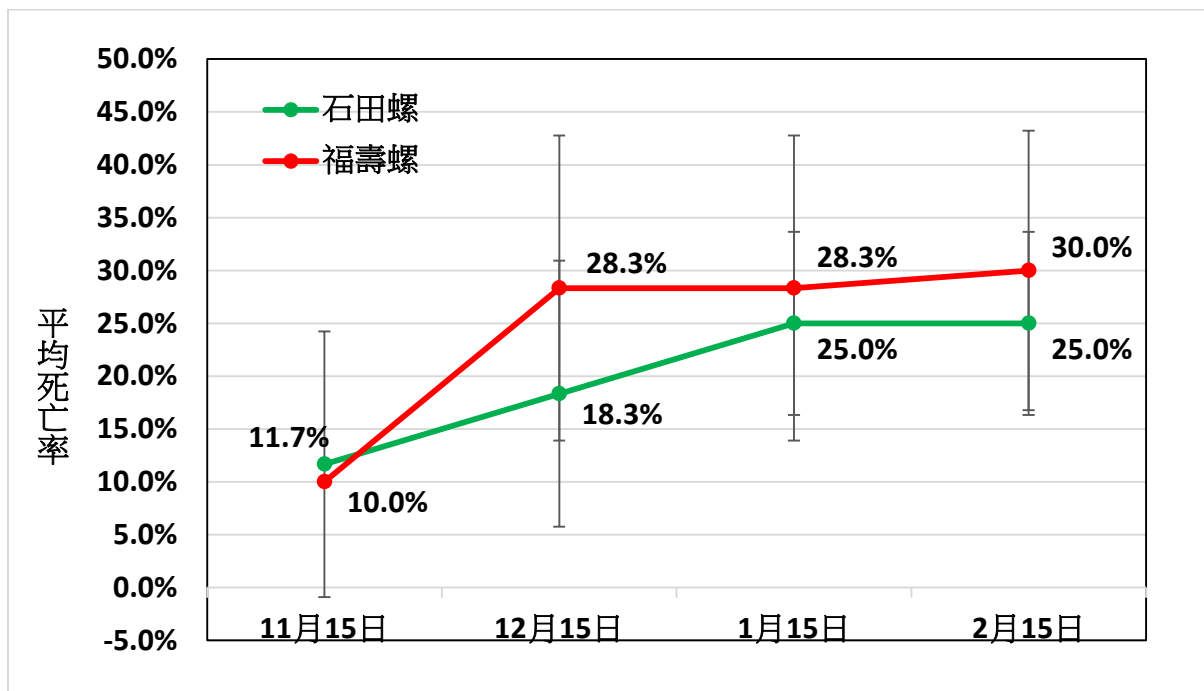
3. 約同樣大小的螺，石田螺較為厚重，野外捕獲之成螺殼上常有藻類附生，且殼觸感亦較粗糙。

## 二、觀測水池生態系中兩種螺的互動關係對族群數量之影響

### (一)野外水池



圖十 野外水池生態系中石田螺與福壽螺族群單獨存在時成體平均死亡率



圖十一 水池生態系中石田螺與福壽螺族群共存時成體平均死亡率

1.由圖十結果顯示，在族群單獨存在的情況下，隨著秋冬季節的來臨，戶外水池中兩種螺的死亡率皆逐步增加。石田螺在經過兩個月後平均死亡率已超過五成(55.8%)，四個月後更達到 80%；反觀福壽螺的死亡率增加速率較為平緩，第三、四個月幾乎不變，且仍未過半(45.8%)。最後第四個月的死亡率兩種螺差距達三成以上，這顯示族群單獨存在時，

福壽螺的生存適應能力遠優於石田螺。

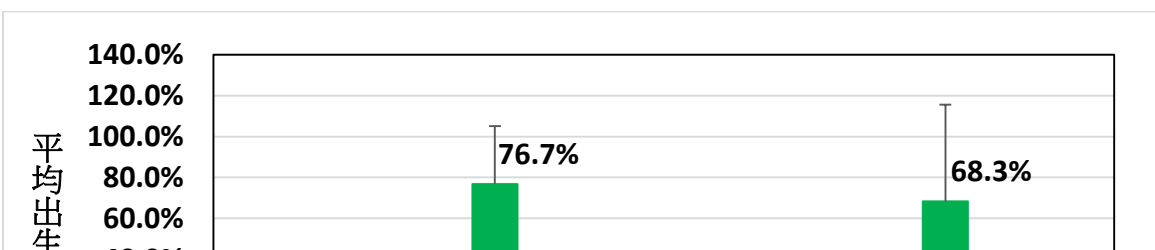
2.圖十一的結果與圖十相較，呈現了巨大的反差；當兩種螺族群共存於同一水池內時，其成體平均死亡率較單獨生存時，明顯大幅降低。四個月後兩種螺的死亡率約只有三成，且福壽螺的死亡率(30%)甚至高於石田螺(25%)!這與單獨生存的結果呈現翻轉的情形。無論如何，即使考慮組間的個別標準差異，仍顯現一個事實，當兩種螺族群共存時，明顯有利於雙方的生存!但原因為何？

3.在觀察紀錄的過程中，我們納悶為何有些箱螺殼數量會減少？仔細搜尋箱內土壤底層及箱外地上皆未見螺殼蹤影，短暫幾個月亦不可能被完全碎解？螺跑到哪裡去了？直到有一次要去紀錄時，被一隻停在池邊驚慌展翅而逃的鳥嚇到才解開疑惑，原來有鳥類會啄食水池中的螺!為了捕捉牠的蹤影以確認種類，我們與老師攜帶遠距望遠鏡頭，經過無數次的耐心等待，終於捕獲牠的身影。經比對圖鑑及請教鳥類專家後，確認這隻鳥為「黑冠麻鷺」(圖十二)。

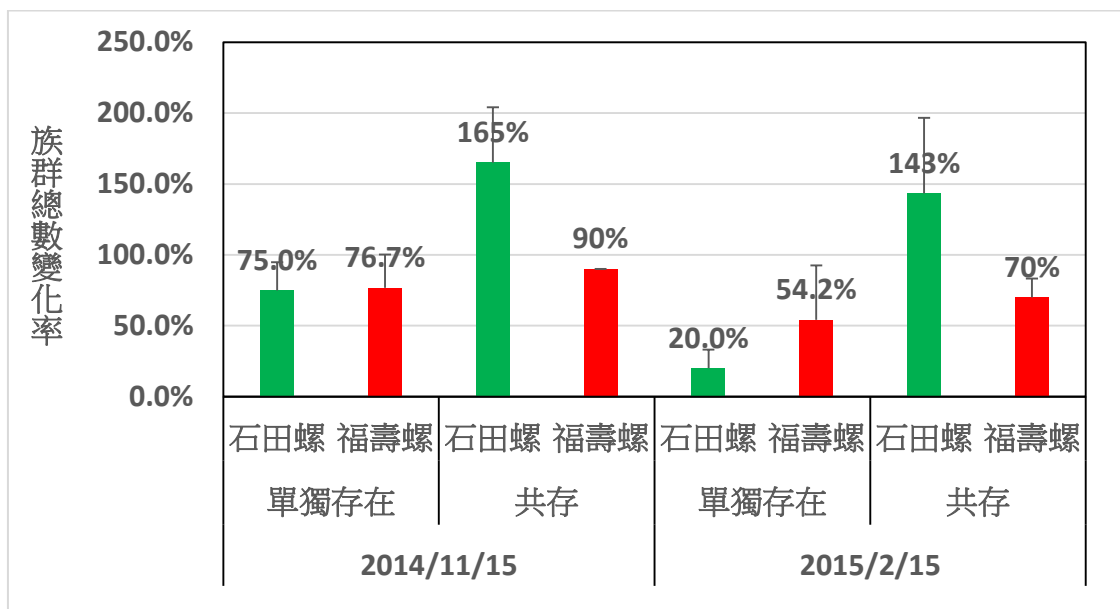


圖十二 黑冠麻鷺—螺類的天敵之一。左圖為覓食後駐立於水池邊廢棄課桌椅上休憩；頭頂羽飾及虹膜顏色為重要辨識特徵。某天大雨後曾被同學捕獲，不久隨即釋放。

4.我們亦觀察到，單獨福壽螺的池水顏色愈來愈綠，一個月左右即呈深綠色不見底部，相較於石田螺組、石+福共存組以及空白對照組，這三組池水相對明顯清澈許多。據此，我們推測可能是因為石田螺的水質較為清澈，鳥類容易觀察到石田螺而加以捕食；福壽螺則因水質混濁，鳥類不易察覺，其存活數才會比石田螺高出許多。而共存組中，石田螺可能以福壽螺排泄孳生的浮游藻類為食，故水質亦較為澄清；且觀察福壽螺的活動力似乎高於石田螺，有數隻福壽螺黏附於石田螺殼上，甚且爬離水面，如此導致其較易被鳥類發現，故死亡率反較石田螺為高。這一切仍有待進一步觀察及設計實驗才能證實。







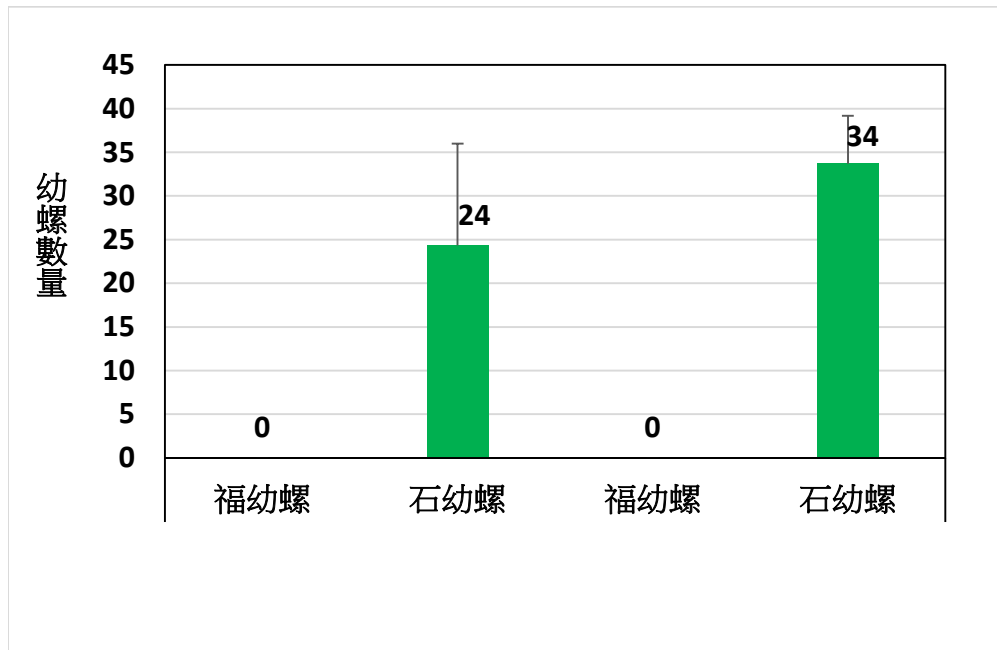
圖十四 水池生態系中石田螺與福壽螺單獨及共存時族群總數變化率

5. 由圖十三可知，在長達四個月的觀測中，可能受溫度影響所致，整個秋冬季節福壽螺皆未產卵；而石田螺依然有產出幼螺。

6. 當共存時，石田螺的幼螺出生率(76.7%)竟然是單獨生存時(14.2%)五倍以上，如此亦使其族群的總數變化率在四個月後(143%)，仍高於福壽螺(70%)達兩倍之多(圖十四)。這與我們在野外溼地採集時多數是石田螺的情況相吻合。為何石田螺與福壽螺共存時出生率會大幅提升?我們決定進行實驗室內實驗進一步加以釐清。

## (二)實驗室內水池

由於戶外實驗受到鳥類等其他因素的影響，無法單獨觀察兩種螺共存互動時對族群出生數量的影響，因此我們在室內繼續設計實驗，在變因單純的情況下，觀察族群出生數量變化。



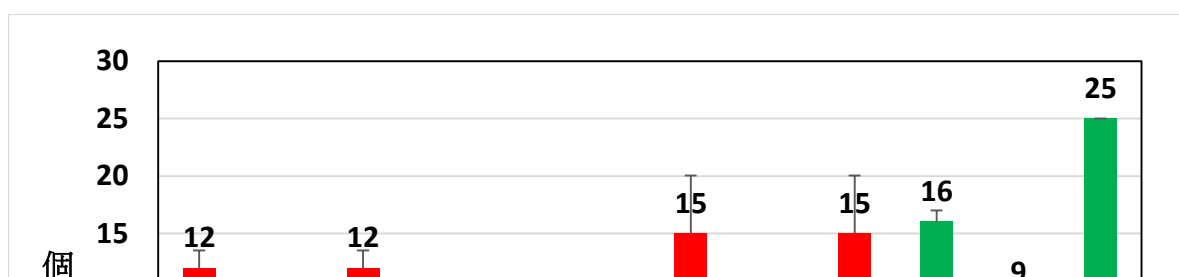
圖十五 實驗室內水池兩種螺族群單獨及共存下出生幼螺數量(30 天)

- 1.圖十五結果顯示，在實驗室內福壽螺與野外相同，無論單獨或共存，皆未產卵，故無幼螺；但石田螺在單獨生存時的平均幼螺數為 24 隻，共存時則大幅增加為 34 隻，兩者已有顯著差異。這趨勢與野外實驗結果相符，亦更加確認我們的推測。
2. 我們更進一步推測，當兩種螺共存時，兩者間的互動關係或行為與單獨生存時勢必有所不同，才導致石田螺的生殖潛能升高，生出較多的幼螺。

### 三、比較不同水池逆境對兩種螺族群數量之影響

兩種螺在不同的逆境下其適應能力是否亦有所不同？查閱相關資料後，我們選擇兩種影響生存主要的環境因子:水質及溫度，進行評估比較。

#### (一) 惡化水質逆境



1.由圖十六的結果顯示，在水質惡化的情況下(有機肥料 60.0g，氨水 3.0 毫升，水呈不流動停滯狀態)，福壽螺數量並未明顯減少(12 隻)，而石田螺則大量死亡(只剩三隻)，幼螺數亦大幅減少(三隻)。反觀澄清水質，石田螺平均存活的數量達到 16 隻，明顯大幅增加；出生幼螺數(9 隻)則是惡化水質的三倍(3 隻)。再由族群總數的結果來看，惡化水質中福壽螺數量較多，澄清水質則反之，石田螺遠多於福壽螺。這結果亦與彭存偉等學者的調查報告相符合。簡言之，水質對福壽螺的生存並無明顯的影響，而石田螺僅適合生存於乾淨的水質中。

## (二)低溫逆境

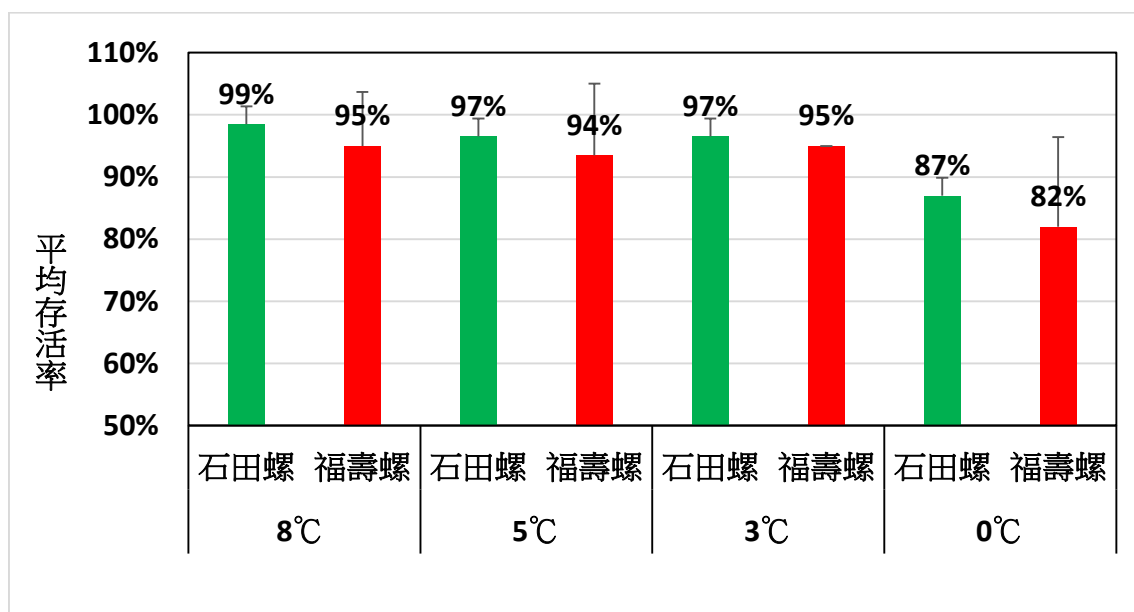


圖 十七 石田螺與福壽螺在不同低溫下五天後回溫之存活率

1.文獻(陳昇寬、黃榮作、李兆彬，2007)中提及福壽螺在 10°C 以下低溫會緊閉螺蓋躲入土中進行冬眠，倘若溫度過低(低於 10°C)會導致死亡嗎？圖十七的存活率顯示，在 8°C、5°C 及 3°C 的低溫環境下，當溫度回升時石田螺及福壽螺存活數量仍超過九成以上，兩者沒有太大的差別。

2.當溫度低至 0°C 時，石田螺及福壽螺的存活率才真正的明顯下降，但石田螺適應低溫環境的能力(87%)仍比福壽螺高了一些(82%)。然而，台灣平地一般溫度不會低至 0°C，顯示低溫逆境對兩種螺的存活並無太大的影響。

#### 四、評估兩種螺對水池生態系中生物之影響

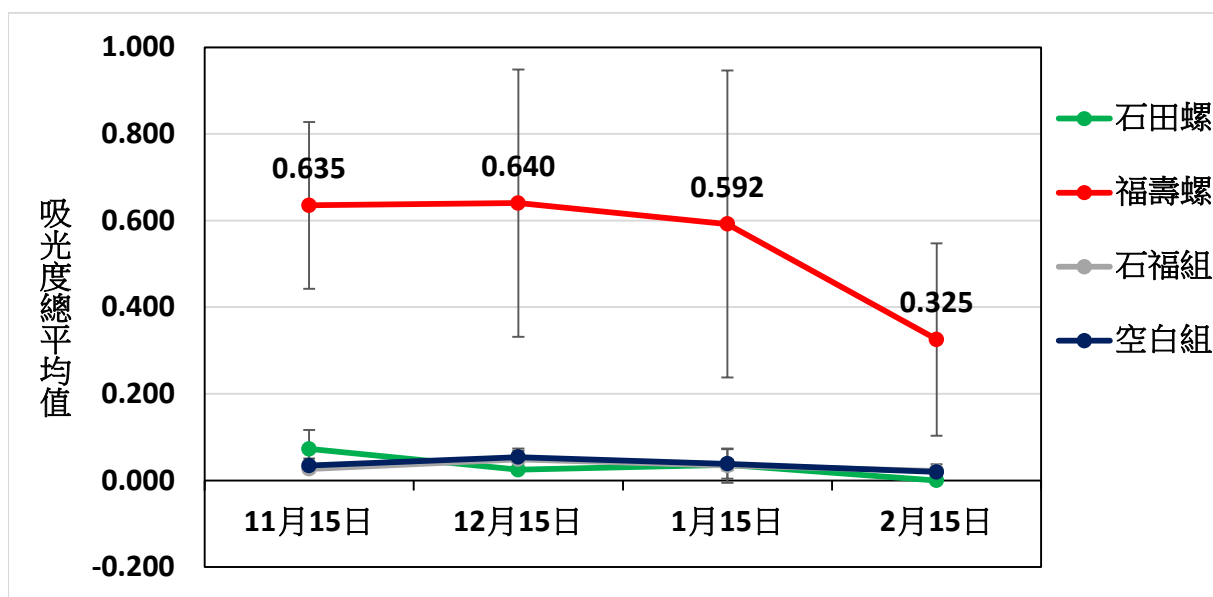
##### (一)對浮游藻類的影響

1.兩種螺是否有主動改造環境的能力，變成自身所喜愛的生存樣貌呢？在野外十二箱水池實驗中，我們除了按月調查族群的數量外；亦關注池水水質的變化，並測量其吸光度。



圖十八 野外水池生態系設立約兩個月後生態樣貌，共分為四組。福壽螺組呈嚴重優養化藻華現象。



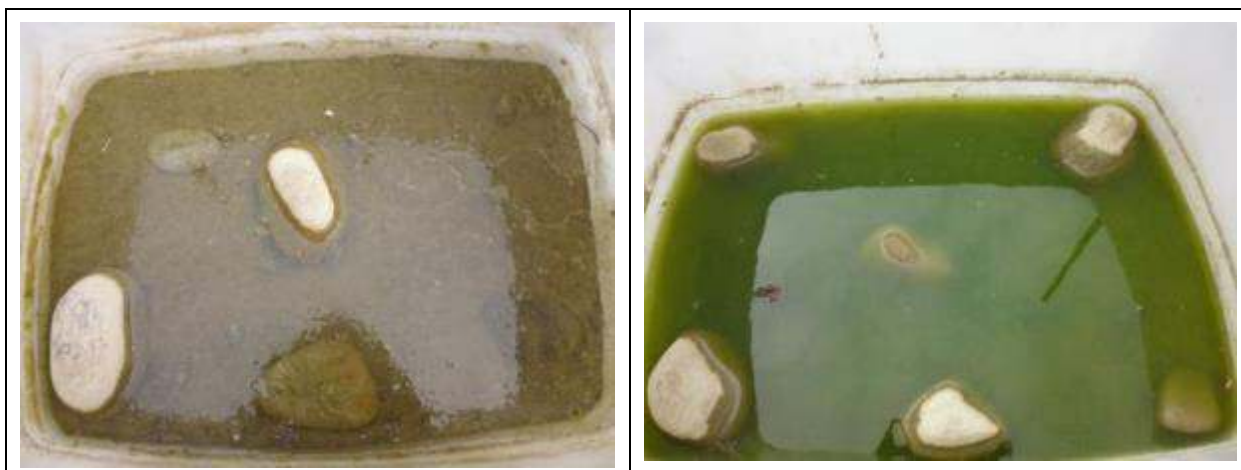


圖十九 野外水池生態系水質吸光度總平均值

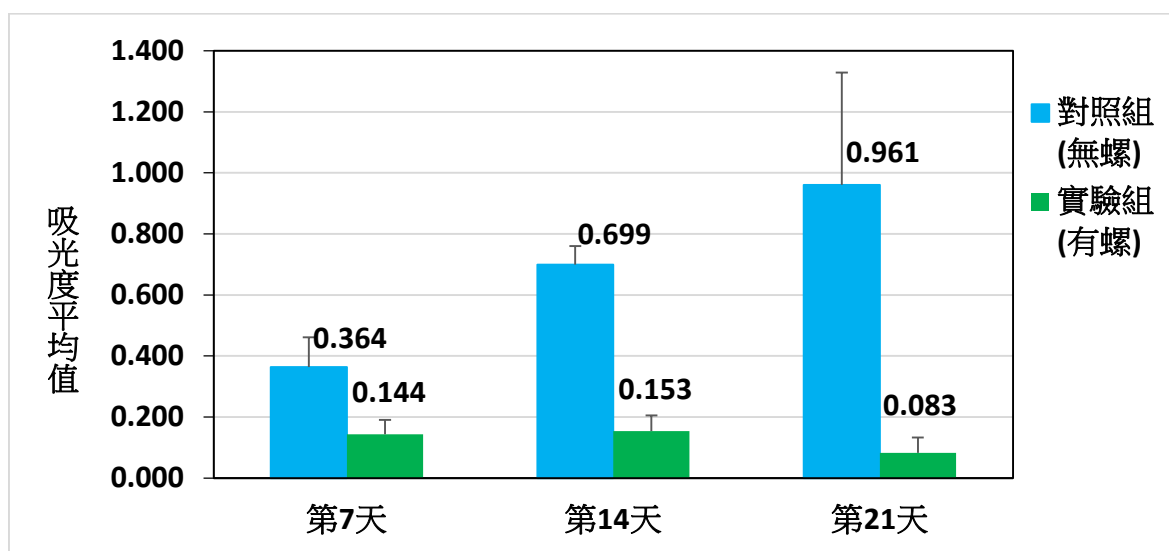
2.野外十二箱水池的樣貌給我們極大的震撼!如圖十八所示，福壽螺組一片綠油油，其餘三組則呈現澄清的狀態，由吸光度的總平均值可知兩者存在極大的差異(圖十九)。這亦顯示福壽螺具有主動改造環境成水質惡化樣貌的能力；池中的布袋蓮、水蘊草幾乎被啃食殆盡，其排泄的含氮廢物無法被水生植物吸收，導致水質優養化，促使浮游藻類大量增生，形成藻華的現象。

3.對照組及石田螺組中水生植物生長繁茂，故水質相對清澈；但共存組中布袋蓮等水生植物亦所剩無幾，為何水質一樣澄清？文獻中曾提及石田螺可以藻類為食，我們推測共存組中福壽螺排泄所滋生的浮游藻類，恰好可做為石田螺的食物來源。亦即石田螺對環境也有改造的能力，讓水質變得清澈。

4.針對上述疑問，我們再準備兩箱環境相同的水池，將 40 隻石田螺單獨放進其中一箱，進行短時間的觀察。結果發現無螺組的水池逐漸滋生浮游藻類使水質混濁綠化(圖二十)，21 天後吸光度達 0.961(圖二十一)；另一箱石田螺水質受到了改造變得非常清澈，吸光度只有 0.083。這證明了我們原先的想法，但這仍只是短期觀察，長期下來造成的結果，仍有待進一步實驗才能確認。



圖二十 石田螺對野外水池浮游藻類的影響。野外水池設置後第二天，左箱放入 40 隻石田螺，右為對照組，未放螺。第 21 天石田螺組水質相對清澈；對照組呈現優養化藻華的現象。



圖二十一 野外水池生態系中石田螺對浮游藻類數量之影響

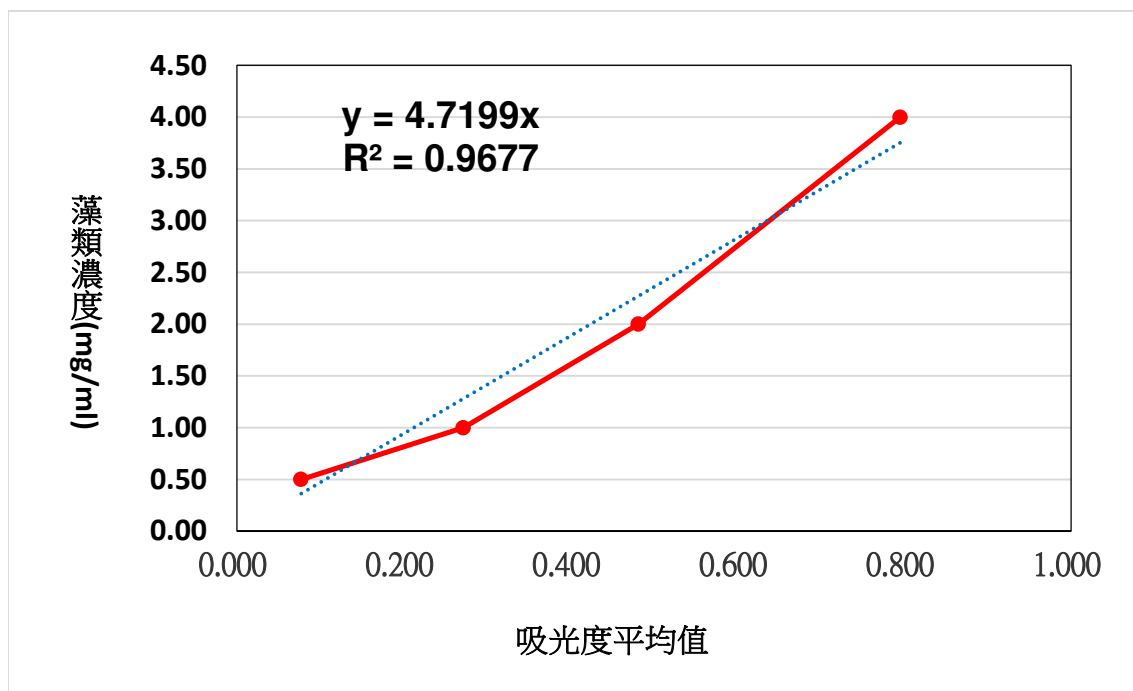
#### 5. 測量兩種螺取食浮游藻類的速率:

前述實驗皆以水質吸光度間接推論浮游藻類數量，我們想進一步了解石田螺單位時間內取食浮游藻類的數量有多少。撈取對照組優養化池水經過濾、烘乾、秤重、連續稀釋後測量吸光度，輸入 excel 求得藻類濃度與吸光度間對應關係之檢量線(表一，圖二十二)，兩者線性函數關係為:

$$y = 4.7199 x$$

( $y$  = 藻類濃度 (mg / ml) ,  $x$  = 吸光度平均值)

藻類濃度(mg/ml)	吸光度						吸光度平均值
	1	2	3	4	5	6	
0.5	0.084	0.092	0.098	0.056	0.064	0.067	0.077
1.0	0.317	0.295	0.301	0.253	0.218	0.245	0.272
2.0	0.410	0.432	0.522	0.502	0.515	0.506	0.481
4.0	0.730	0.746	0.806	0.843	0.856	0.790	0.795

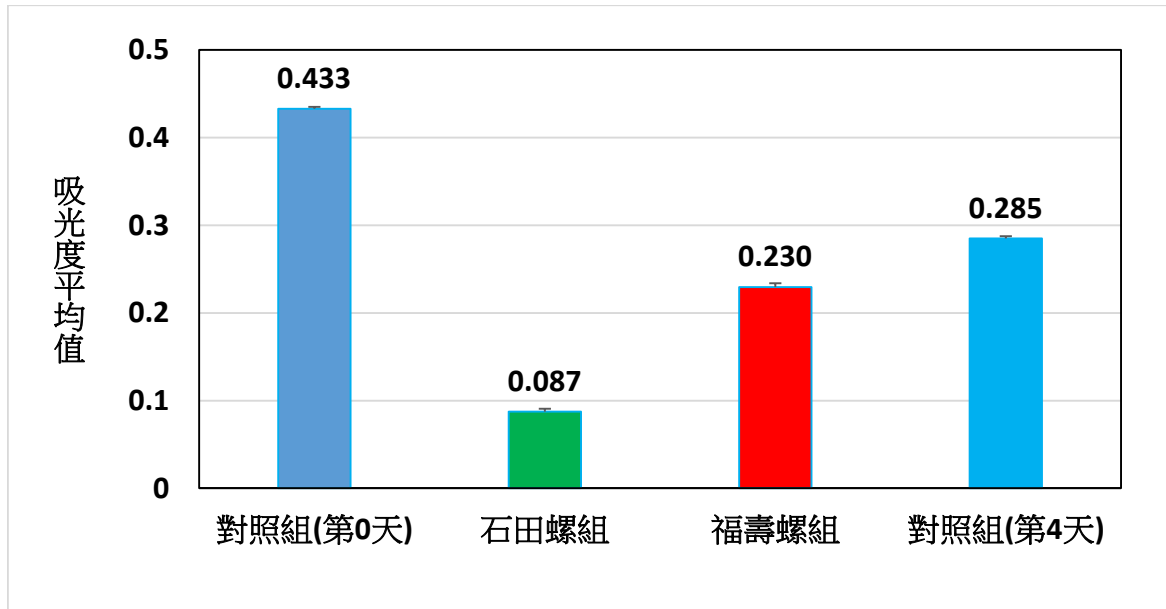


圖二十二 浮游藻類濃度與吸光度(430nm)關係之檢量線

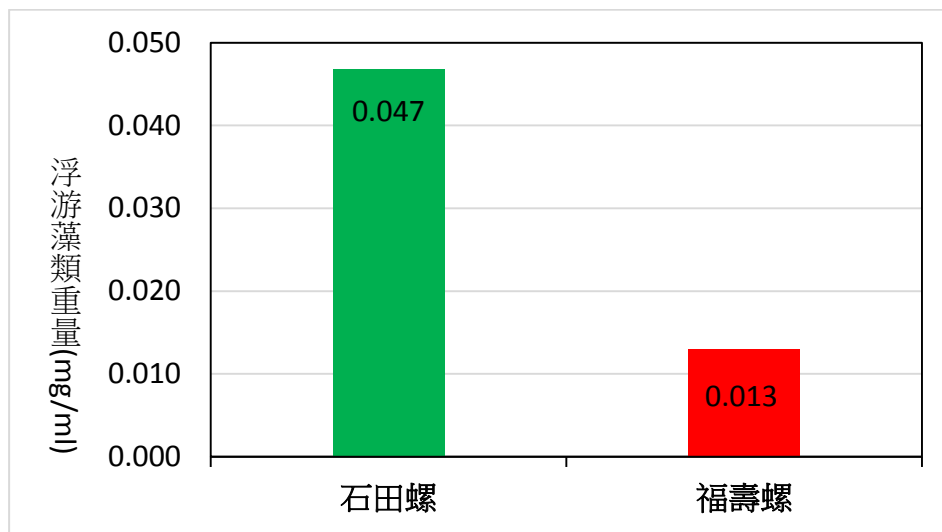


圖二十三 實驗室內兩種螺對浮游藻類數量之影響。取野外優養化池水平均放入三壓克力箱，移入植物生長箱(25°C，光暗各 12hr)4 天後池水樣貌。石田螺組一如野外情形，池水顏色變淡。

6.如圖二十三所示，實驗室內重複野外藻類實驗，再度證實石田螺強大的清除藻類的能力。四天後測量池水吸光度(圖二十四)，帶入公式換算(再除以每箱 20 隻)得每隻石田螺在每毫升池水中可清除 0.047 g 的浮游藻類，約為福壽螺的 3.6 倍(圖二十五)。



圖二十四 實驗室內兩種螺對浮游藻類數量之影響(吸光度)



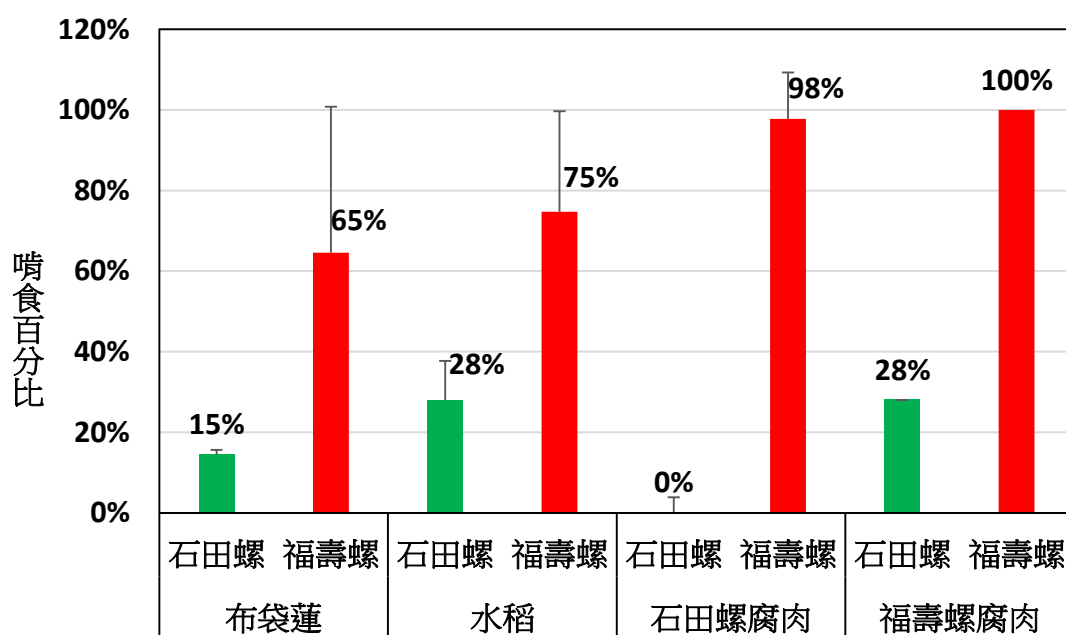
圖二十五 每隻螺取食藻類速率

7. 石田螺既然具有如此快速清除浮游藻類的能力，未來應可嘗試推廣養殖於水族箱中，以取代外來種琵琶鼠魚(垃圾魚)的功能，一併減少琵琶鼠魚隨意丟棄於池塘溪流所帶來的生態問題。目前已有學弟妹以此為主題進行科展實驗探究。



## (二)對水生植物及腐肉的影響

- 1.圖二十六結果顯示，福壽螺屬雜食性，不僅大量啃食水生植物布袋蓮及水稻(65%、75%)，動物性屍體腐肉更在一天內幾乎啃食殆盡。其危害水稻的嚴重無須再言，布袋蓮雖是外來種，但具有強大吸收氮磷的能力，被啃食後，更加速水質的惡化情形。
- 2.石田螺的食物取向與福壽螺有很大的不同，對此四種食物取食量皆不高(低於三成)，顯見其食物來源應是以浮游藻類為主。



圖二十六 兩種螺對不同食物平均啃食量百分比

## 五、比較石田螺與福壽螺族群交互行為之差異

在研究二野外十二箱族群數量實驗中，除了統計族群數量之外，亦隨時觀察兩種螺的交互關係與行為差異。發現這兩種螺的行為確有不同之處，我們推測這種差異有可能是造成兩種螺出生、死亡等族群數量不同的原因之一。因此決定在實驗室內進一步觀察並量化兩者間的行為差異，並試著解釋這些差異對族群數量所造成的影響。

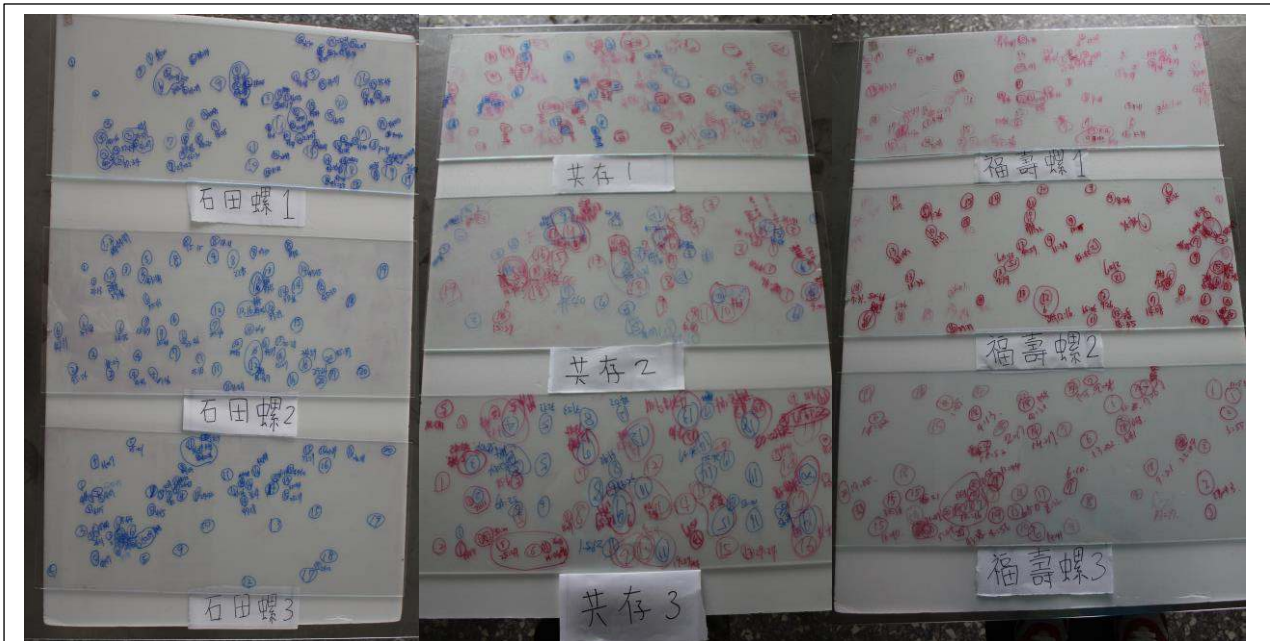
### (一) 行為模式歸類

- 1.綜合整個長期觀察過程，我們發現兩種螺的行為大致可歸納為下列幾種模式:

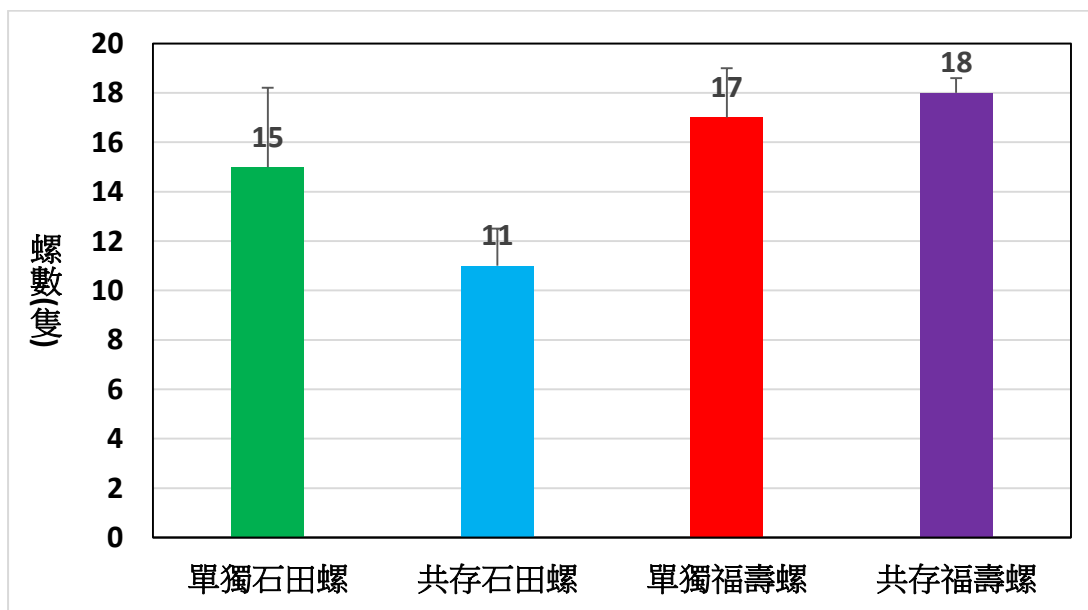
(1)原地不動 (靜止或覓食) (2)爬行移動 (3)附著 (4)漂浮水面 (5)爬出水面(6)攻擊，其中漂浮水面及爬出水面出現次數較少，一小時觀察過程中最多只出現一次，且僅見於福壽螺。當水質惡化時漂浮水面的次數會大為增加，福壽螺伸出呼吸管以呼吸水面空氣；攝影過程中則發現有福壽螺攻擊石田螺的行為出現，但並未造成其死亡。我們統計量化主要以前三項行為為主。



## (二)交互行為統計

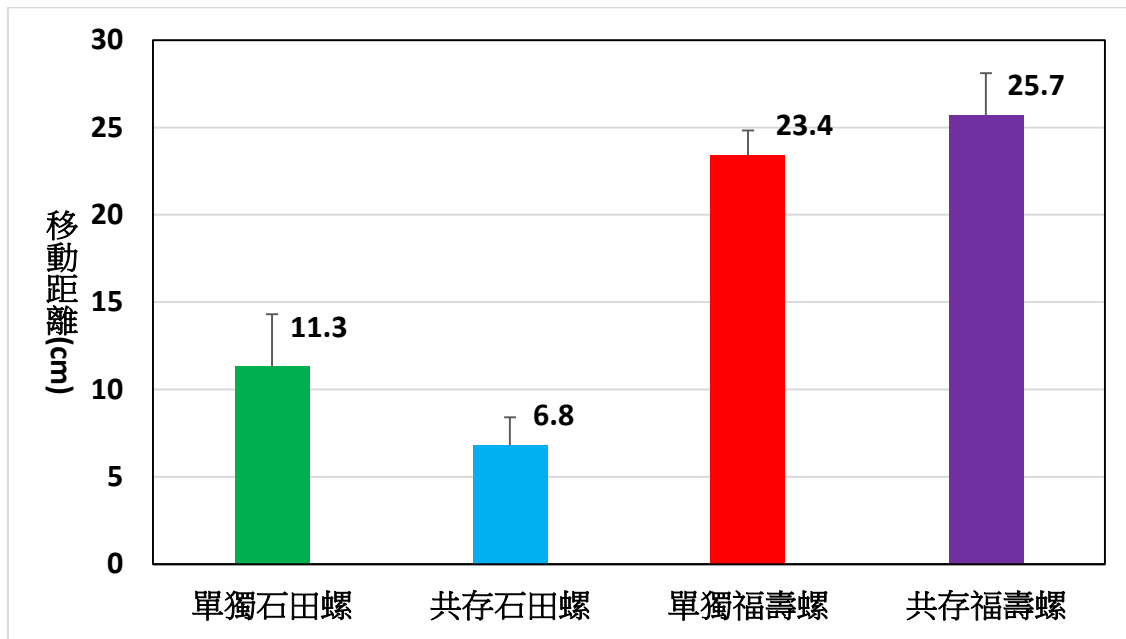


圖二十八 兩種螺族群單獨及共存時互動行為紀錄之結果。石田螺以藍色標記，福壽螺以紅色標記



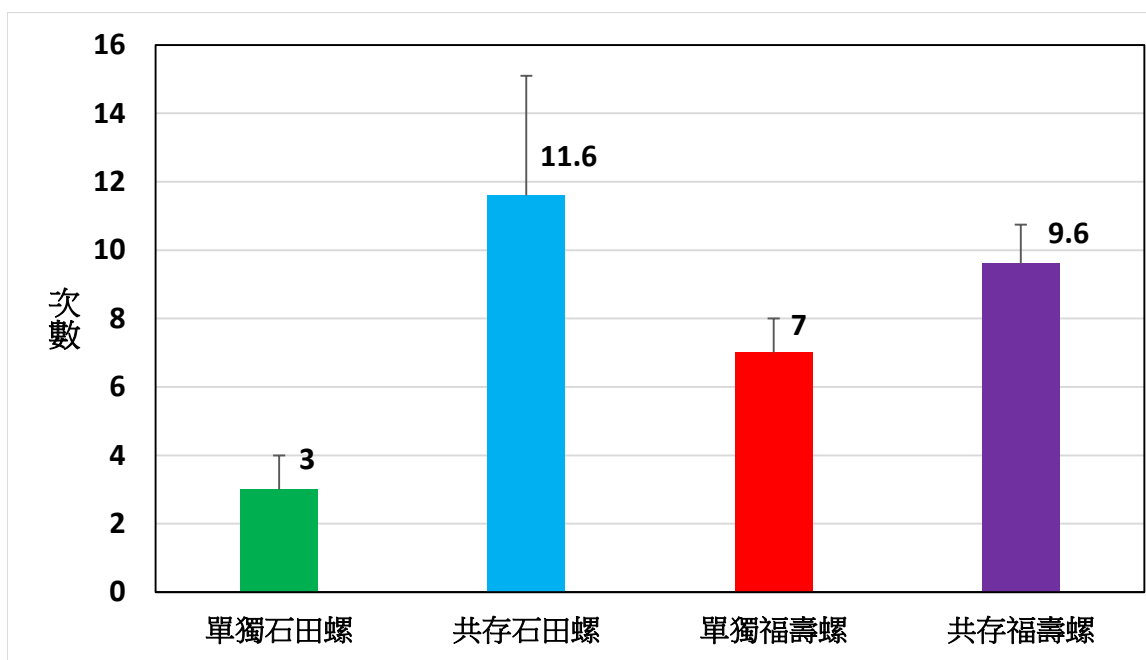
圖二十九 兩種螺族群單獨及共存時移動螺數

1. 圖二十九顯示，無論單獨或共存狀態，福壽螺的移動數量(17、18 隻) 皆較石田螺(15、11 隻)為高；且當兩種螺共存時，石田螺的移動數量明顯減少(11 隻)。我們推測當福壽螺存在時，生存空間的擠壓可能對石田螺的造成一種脅迫感，迫使石田螺本能上減少活動量，以求安全。



圖三十 兩種螺族群單獨及共存時總平均移動距離(cm)

2. 圖三十顯示無論在單獨或族群共存下，福壽螺的總平均移動距離遠高於石田螺，已達顯著差異的階段；且當兩者共存時，石田螺的移動距離(6.8cm)與單獨存在時(11.3cm)相較大幅減少近一半左右。綜合圖二十九的結果，亦即當兩種螺共存時，石田螺的活動力(移動螺數+移動距離)會受到福壽螺的影響而明顯下降。這種生存本能上的行為反應恰可解釋為何研究二野外水池兩種螺共存時，石田螺活動力降低不易被鳥類發覺，導致死亡率明顯降低的原因之一。



圖三十一 兩種螺族群單獨及共存時螺體被附著次數



3.由於石田螺為卵胎生，因此我們提出一個假設，「當石田螺被附著時，無論附著的螺種類為何，皆可能促使其生殖潛能提高」。圖三十一結果顯示，當兩種螺共存時，石田螺被附著次數大幅提高(11.6次)，幾乎是單獨存在時(3次)的四倍，也因此使得無論野外或實驗室內水池當兩者共存時，石田螺生出幼螺的數量會大幅增加。

綜合整個研究，我們認為在秋冬季節，當兩種螺共存時，兩者的死亡率皆大幅降低，石田螺的出生率大幅提升，促使族群總數增加；兩種螺的互動關係應傾向於對雙方皆有利的「互利共生」關係。但就長期而言，兩者的互動關係究竟為何，仍有待進一步觀察方能定論。

## 陸、結論

- 一、 野外水池環境中兩種螺族群單獨存在時，石田螺死亡率(80%)遠高於福壽螺(45.8%)；共存時則相反，兩種螺死亡率皆大幅降低(25~30%)。
- 二、 在秋冬季節，福壽螺已停止產卵，石田螺仍可產出幼螺；當兩者共存時，石田螺出生率會大幅提升(14.2%~76.7%)，致使族群總數亦較福壽螺為高。
- 三、 兩種螺單獨存在時，對水質影響截然不同。福壽螺使水質優養化混濁；石田螺則讓水質清澈。
- 四、 福壽螺屬雜食性，會大量啃食腐肉及水生植物(布袋蓮、水稻)，致使浮游藻類數量遽增，形成藻華的現象；石田螺則主要以浮游藻類為食，其快速取食藻類的能力(0.05 mg / ml)，故能維持水質的澄清。
- 五、 當水質惡化時，福壽螺有較高的存活率；石田螺的存活及生殖能力則驟降。反之，石田螺較能適應低溫逆境，當氣溫降至0°C，五天後再回升時，仍有87%的存活率。
- 六、 福壽螺的活動力明顯較石田螺為高；當兩者共存時，石田螺的活動力更是明顯下降。如此使其被鳥類發現的機率亦隨之降低，族群死亡率亦跟著下降。
- 七、 當兩種螺共存時，石田螺被附著次數大幅增加，促使其生殖潛能升高，生出更多的幼螺。
- 八、 石田螺具有快速清除浮游藻類的能力，未來應可嘗試推廣養殖於水族箱中，以取代外來種琵琶鼠魚的功能，減輕其對水池溪流生態的危害。

九、在秋冬季節，兩種螺的互動行為傾向於對雙方皆有利的「互利共生」關係。但長期而言，兩者的互動關係究竟為何，仍有待進一步觀察方能定論。

## 柒、參考文獻

王以安、余佩欣、姜程庭(2004)。「**餓止**」生態殺手—福壽螺的食性研究。中華民國第四十四屆中小學科學展覽會作品說明書。

石田螺—維基百科。取自: <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%9F%B3%E7%94%B0%E8%9E%BA>

陳昇寬、黃榮作、李兆彬(2007)。福壽螺之生態及藥劑防治現況。台南區農業專訊，62。

彭存偉、荊樹人、林瑩峰、李得元、黃大駿(2008)。人工溼地淡水螺的分布與水質變化之關係。貝類學報，32，1-13。

福壽螺—維基百科。取自:

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A6%8F%E5%AF%BF%E8%9E%BA>

賴景陽(2005)。台灣貝類圖鑑。台北市:貓頭鷹出版社。

謝子涵(2011)。「生」「生」不息—本土種石田螺及外來種多稜角螺之生殖生物學。中華民國第五十一屆中小學科學展覽會作品說明書。

## 【評語】 030307

研究石田螺與福壽螺共生時的影響，做了許多新穎、有趣的實驗，並發現石田螺可清除蜉蝣綠藻，此結果值得後續觀察研究。