

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高中組 生物(生命科學)科

佳作

040705

「生」「生」不息—本土種石田螺及外來種多稜  
角螺之生殖生物學

學校名稱：國立高雄師範大學附屬高級中學

作者： 高一 謝子涵	指導老師： 陳桂芳
---------------	--------------

關鍵詞：石田螺、多稜角螺、懷胎數

## 中文摘要

多稜角螺 *Angulyagra polyzonata* 為臺灣近期發現的外來種螺類，目前主要分布在屏東縣九如鄉崇蘭新圳。本實驗從生殖生物學探討外來種多稜角螺對本土種石田螺可能造成的影響，發現多稜角螺數量遠大於石田螺數量，兩者最小生殖體長約為 16~18 mm，但個體平均懷胎數，多稜角螺卻高於石田螺。多稜角螺雌螺有效生殖個體占族群中的 47%，而石田螺雌螺有效生殖個體占族群中的 46%。相對死亡率累加至有效生殖體長之前，石田螺占族群中的 91.82%，多稜角螺占族群中的 91.73%。預估下一世代數量及可存活達生殖體長的數量，多稜角螺數量大於石田螺，兩者相差約 8 倍。從以上的資料可以看出，多稜角螺在生殖潛能上具有相對優勢，且已嚴重影響石田螺的生存空間，對臺灣生態的影響不容忽視。

## 壹、研究動機

住家附近的灌溉小溝渠，是我小時候遊玩的最佳場所，溝渠裡一年四季的動靜變化及外形嬌小可愛的田螺，更是引我注意。

升高中的暑假，網路搜尋資料查到中華民國貝類學會出版的貝類學報第三十三期刊，當中有一篇文獻—臺灣新紀錄外來種：多稜角螺 *Angulyagra polyzonata*(Frauenfeld,1862)



(圖一) 屏東縣九如鄉崇蘭新圳

(腹足綱：田螺科)之形態描述與生殖生物學初探，提到位於屏東縣九如鄉的崇蘭新圳(圖一)正受到外來種多稜角螺的入侵而且其數量逐漸增加，但是否因此影響本土種石田螺的生存空間還有待長期觀察。由於文獻中只記載多稜角螺外形的特徵，以及調查 2007 年的 10、12 月石田螺與多稜角螺的個別資料，缺乏長期觀察且系統性的統計資料。此外，在高中基礎生物課程中，老師介紹外來種造成的影響及危害。因此，我想以此篇文獻為基礎，進行田野調查，並藉相關實驗數據，嘗試預測石田螺和多稜角螺下一世代的子代數量，以提供做為防治的參考。

## 貳、研究目的

藉由生殖生物學研究屏東縣九如鄉玉泉村崇蘭新圳石田螺和多稜角螺的共棲關係，並利用統計學的方式探討外來種多稜角螺和臺灣本土種石田螺之間的入侵潛能。主要研究方向如下：

### 一、族群生殖繁衍調查

#### 1.石田螺和多稜角螺單位面積的數量

以單位面積的數量分析此兩種物種族群數量之關係。

#### 2.石田螺和多稜角螺雌螺最小生殖體長及個體懷胎數

利用雌螺懷胎數分析成熟石田螺和多稜角螺的生殖能力及最小生殖體長，以利初步估計不同體長的個體平均懷胎數。

#### 3.石田螺和多稜角螺雌螺性比與有效生殖個體之比例

估計兩物種的性比與有效生殖個體之比例，可以看出石田螺和多稜角螺的生殖競爭能力，以推測未來兩物種的消長關係。

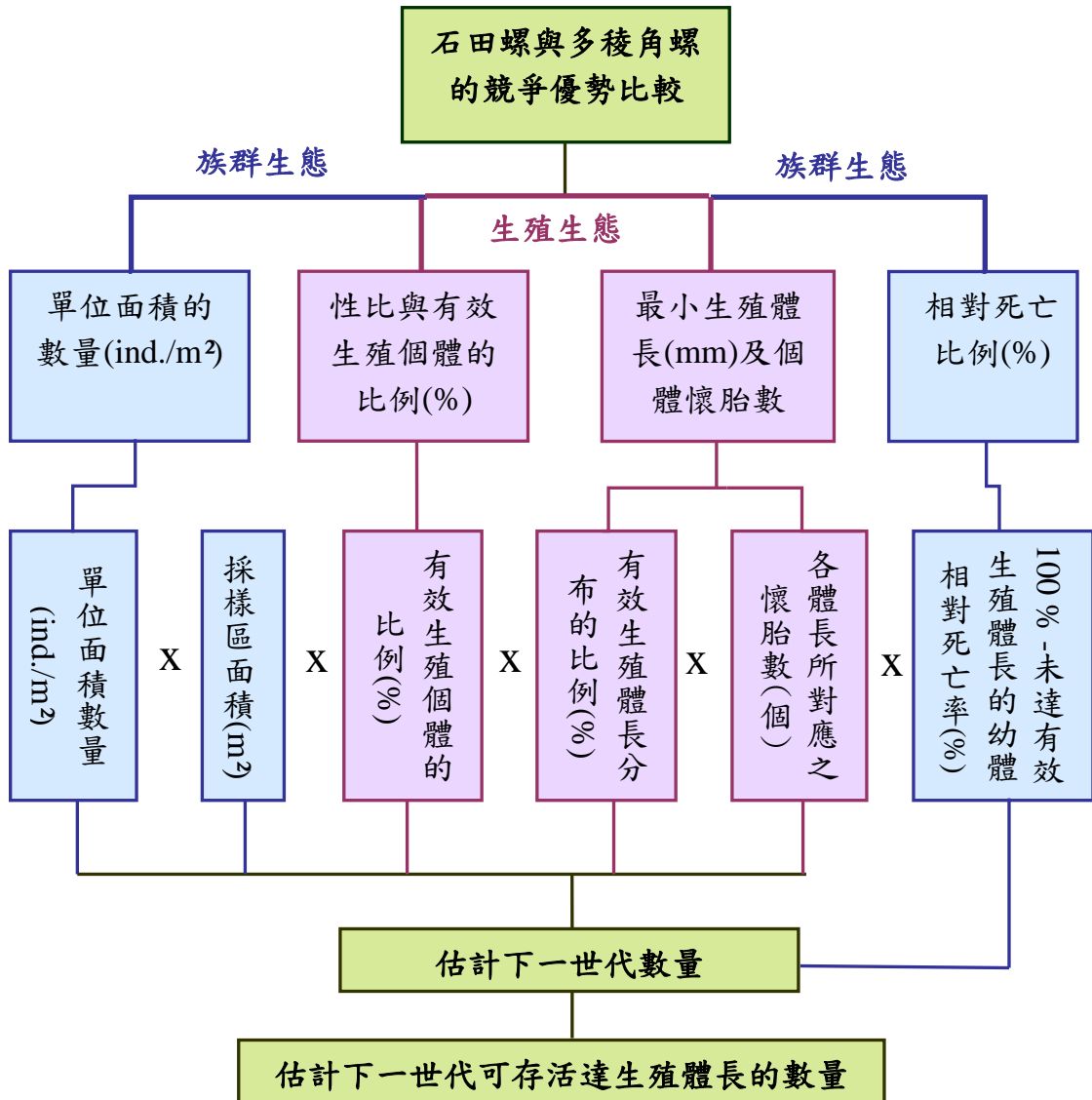
#### 4.石田螺和多稜角螺相對死亡率

藉單位面積兩物種死亡空殼數量，分析石田螺和多稜角螺的死亡率。

### 二、以統計學預測下一代數量

由統計學方式推估本採樣區兩物種下一代可孕育之子代數及可存活達生殖體長之數量。

### 三、實驗流程圖



## 參、研究器材

### 一、實驗材料：石田螺(*Sinotaia quadrata*)、多稜角螺(*Angulyagra polyzonata*)

#### 1.物種介紹：

石田螺廣泛分布於中國大陸及臺灣地區，由 Benson 於 1842 年命名的物種，常見於未受污染或受輕度污染水域的稻田、水塘或湖泊中(圖二)。

多稜角螺原產於中國福建、廣東、海南與雲南等熱帶與亞熱帶地區，是 1862 年由 Frauenfeld 所命名，臺灣地區目前主要發現在屏東縣九如鄉玉泉村的崇蘭新圳 (圖三)。

#### 2.分類地位：

石田螺(*Sinotaia quadrata*)與多稜角螺(*Angulyagra polyzonata*)同屬於軟體動物門 (Mollusca)

腹足綱 (Gastropoda)

中腹足目 (Mesogastropoda)

田螺科 (Viviparidae)

### 二.野外調查工具：濾網一組、鏟子、塑膠盤、實驗用手套、夾鍊帶

### 三.外表型質測量：電子秤 (精確至小數點以下二位) (圖四)、

Mitutoyo SERIES NO.500 電子游標尺 (精確至小數點以下兩位) (圖五)

### 四.實驗解剖工具：萬力夾、尖頭鑷子、解剖剪

### 五.電腦軟體分析：Microsoft Office Excel、SPSS 14.0



(圖二)石田螺



(圖三)多稜角螺



圖(四)電子秤測量重量



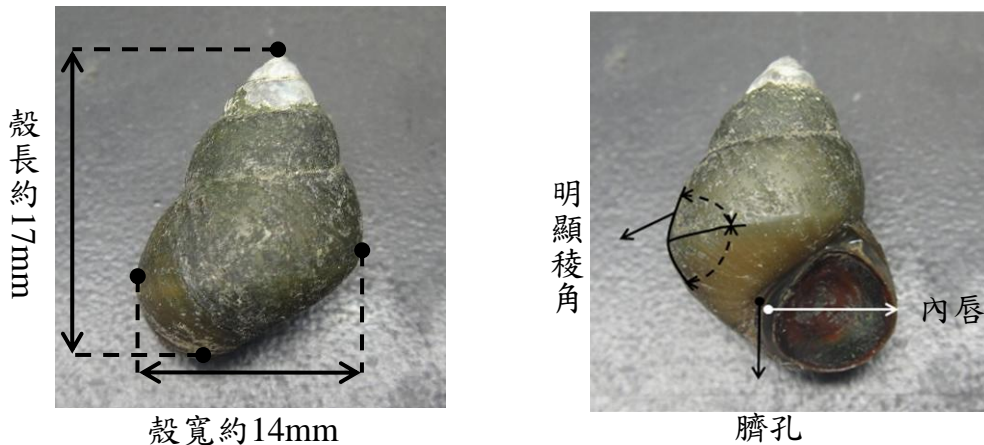
圖(五)電子游標尺測量殼長

## 肆、研究方法及過程

### 一、石田螺與多稜角螺外觀形態及生長環境調查

#### 1. 石田螺的外觀形態

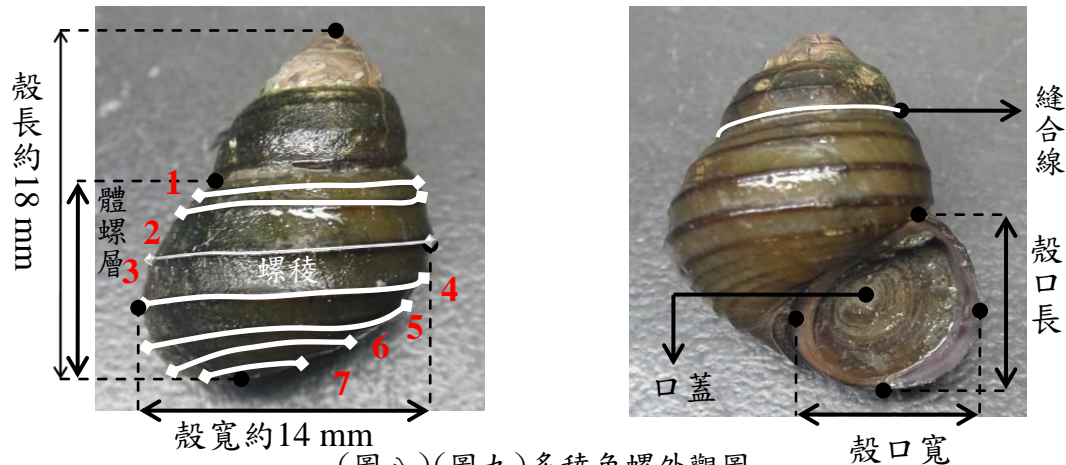
殼層呈圓錐狀，殼口在殼的右側，故為右旋螺。殼長約 17 mm，殼寬約 14 mm。各螺層間的縫合線淺，體螺層有一明顯的稜橫過腰部。殼面顏色多變，呈現土黃色至黃綠色。體螺層約為螺高的 1/3。臍孔明顯，內唇偏墨綠色。殼口近卵圓形。口蓋為角質，形狀大小約如殼口，黃褐色具同心圓螺旋紋，口蓋的核位於中間偏向內唇。(圖六、圖七)



(圖六)(圖七)石田螺外觀圖

#### 2. 多稜角螺的外觀形態

外殼堅硬厚實，殼層呈現圓錐狀。殼長約 18 mm，殼寬 14 mm。殼層約 6~7 層，各螺層之間的高度生長緩慢，殼面略凸。螺層之間的縫合線淺，且體層膨大，約佔全部殼高的 3/4。殼面呈現褐色或黃褐色，且在各體層具有數條深褐色且粗的螺稜，螺旋部各體層具有 4 條，其中最下面一條位於縫合線處，體螺層則具有 7 條螺稜。殼口成卵圓形，於上方有一銳角，臍孔明顯，內唇呈現橘紅色。口蓋為角質，黃褐色具有同心圓生長線的薄片，口蓋的核位於中間偏向內唇。(圖八、圖九)



(圖八)(圖九)多稜角螺外觀圖

### 3.石田螺與多稜角螺的的生長環境

石田螺常成群棲息於淡水水田、溝渠、河流與湖泊等水域或軟泥中，亦喜歡生活在河川水流較為緩慢之河床，常見於臺灣各地低海拔的河川、水塘與水圳等淡水區域均有機會發現其蹤跡。而多稜角螺目前僅發現於屏東縣九如鄉玉泉村崇蘭新圳之中(圖十)。

屏東縣九如鄉玉泉村崇蘭新圳樣點為例，石田螺與多稜角螺生長於清澈的淡水溪流，藉由河道中茂盛的水草為食(圖十一)。河床則是由鬆軟的泥沙夾雜小石塊所組成，可供其鑽入躲藏。石田螺與多稜角螺也會附著於河道旁的水泥牆壁上，但大都棲息於水面下(圖十二)。另外，在崇蘭新圳內亦發現其他共棲生物，如福壽螺 (*Pomacea canaliculata*)、梯形福壽螺 (*Pomacea scalaris*)、臺灣網蝽 (*Melanoides tuberculatus formosensis*)、網蝽 (*Melanoides tuberculatus tuberculatus*)、塔蝽 (*Thiara scabra scabra*)、錐蝽 (*Stenomelania plicaria*)、結節蝽 (*Stenomelania tortuosa*)、小椎實螺 (*Austropeplea ollula*)、囊螺 (*Physa acuta*) 與臺灣蜆 (*Corbicula fluminea*) 等。

採集方式為固定樣框後先以目視的方式撿拾石田螺與多稜角螺，再以鏟子收集河床底沙，以濾網濾除細泥，挑出躲藏於底沙裡的石田螺與多稜角螺。(圖十三)



(圖十)採集樣點



(圖十一)水中植物為食物來源



(圖十二) 附著於河道旁的水泥



(圖十三)採集方法及工具



## 二、族群生殖繁衍調查

### 1. 石田螺和多稜角螺單位面積的數量

屏東縣九如鄉玉泉村崇蘭新圳福德祠旁長約 19.6 m，寬約 7 m 的河段隨機設三個 30×30 (cm) 的採樣框，採集框內所有石田螺及多稜角螺，並計算數量。

### 2. 石田螺和多稜角螺雌螺最小生殖體長及個體懷胎數

將採樣個體編號並分別包裝(圖十六)，保存於-20°C 冰箱中，之後隨機挑取各 20 隻雌性石田螺和多稜角螺，以萬力夾壓碎螺殼並去除 (圖十七、圖十八、圖十九、圖廿四、圖廿五)，並取出外套膜所包覆之育兒囊 (圖廿、圖廿一)，從中取出並計算胎殼數量(圖廿二、圖廿三)即為懷胎數。

將保存於-20°C 冰箱中的標本，以電子游標尺測量殼長、殼寬、殼口長及殼口寬(圖五)，用電子秤測量其重量(圖四)，再利用以上的個體懷胎數實驗得知最小生殖體長，最後利用 SPSS 軟體進行資料分析。

### 3. 石田螺和多稜角螺雌螺性比與有效生殖個體之比例

分別利用石田螺與多稜角螺(圖十四)雌螺最小生殖體長的數據，以雄螺成體右觸角彎曲特化成生殖器為基準(圖十五)，將所有採集樣本區分為幼螺、成熟雌螺和成熟雄螺，並用 Excel 軟體計算兩物種雌螺占族群中的比例與性比。

### 4. 石田螺和多稜角螺相對死亡率

採集樣框中所有石田螺與多稜角螺已死亡空殼，後以電子游標尺測量其殼長、殼寬、殼口長、殼口寬及重量，並用 Excel 軟體計算兩物種相對死亡率。(圖廿七)

## 三、以統計學預測數量

綜合以上四個實驗，利用 Excel 軟體統計函數的迴歸曲線(forecast) 得出迴歸方程式，嘗試利用此方程式預測石田螺及多稜角螺下一世代數量及可存活達生殖體長的數量。



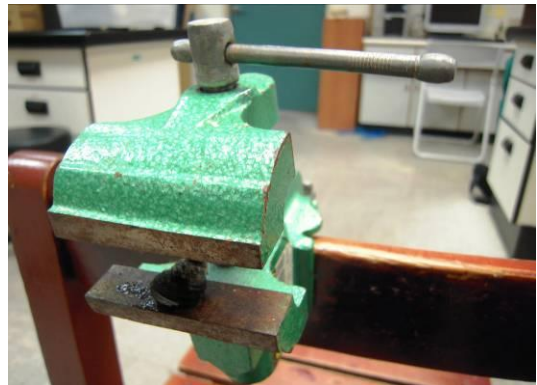
(圖十四)雌性個體-石田螺



(圖十五)雄性個體-多稜角螺



(圖十六)分別包裝採集個體



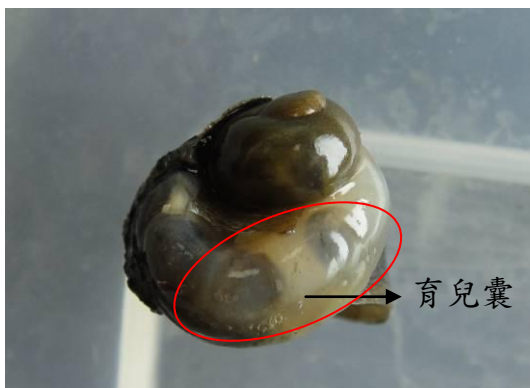
(圖十七)萬力夾壓碎螺殼



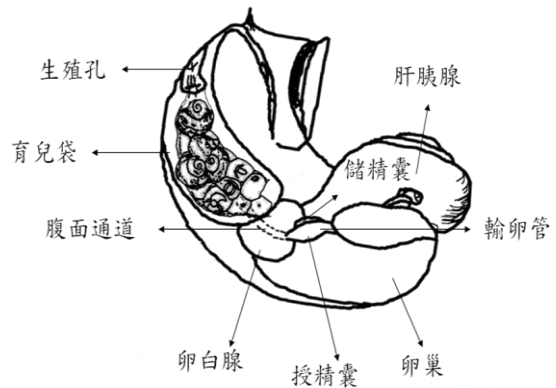
圖(十八)分離外殼及軀體



圖(十九)分離外殼及軀體



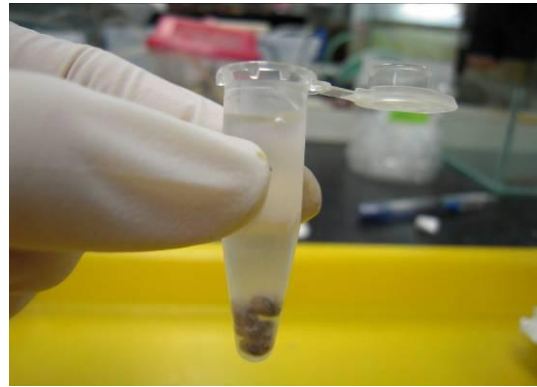
圖(廿)育兒囊



圖(廿一)石田螺與多稜角螺  
身體構造剖面圖



圖(廿二)取出育兒囊中的胚胎



圖(廿三)將胚胎保存於酒精中



圖(廿四)多稜角螺內部構造剖面



圖(廿五)螺殼剖面圖



圖(廿六)螺軸肌



圖(廿七)區別空殼種類

## 伍、研究結果與討論

### 一、族群生殖繁衍調查

#### ※本實驗中生殖生物學定義

雄螺：達生殖體長(大於 16 mm)之個體且雄性右觸角特化彎曲成交接器。

雌螺：達生殖體長(大於 16 mm)之個體且雌性為一對直柄狀觸角。

幼螺：未達生殖體長(小於 16 mm)且無法區別雌雄性之個體。

### 1. 石田螺和多稜角螺單位面積的數量

(表一)石田螺單位面積數量(ind./m<sup>2</sup>)

石田螺	雄螺	雌螺	幼螺	總數
9月	7	7	11	26
10月	11	26	7	44
11月	30	19	37	85
12月	33	22	48	104
1月	52	67	22	141
2月	52	93	33	178
3月	19	48	11	78
4月	19	67	22	107
平均	28	44	24	95

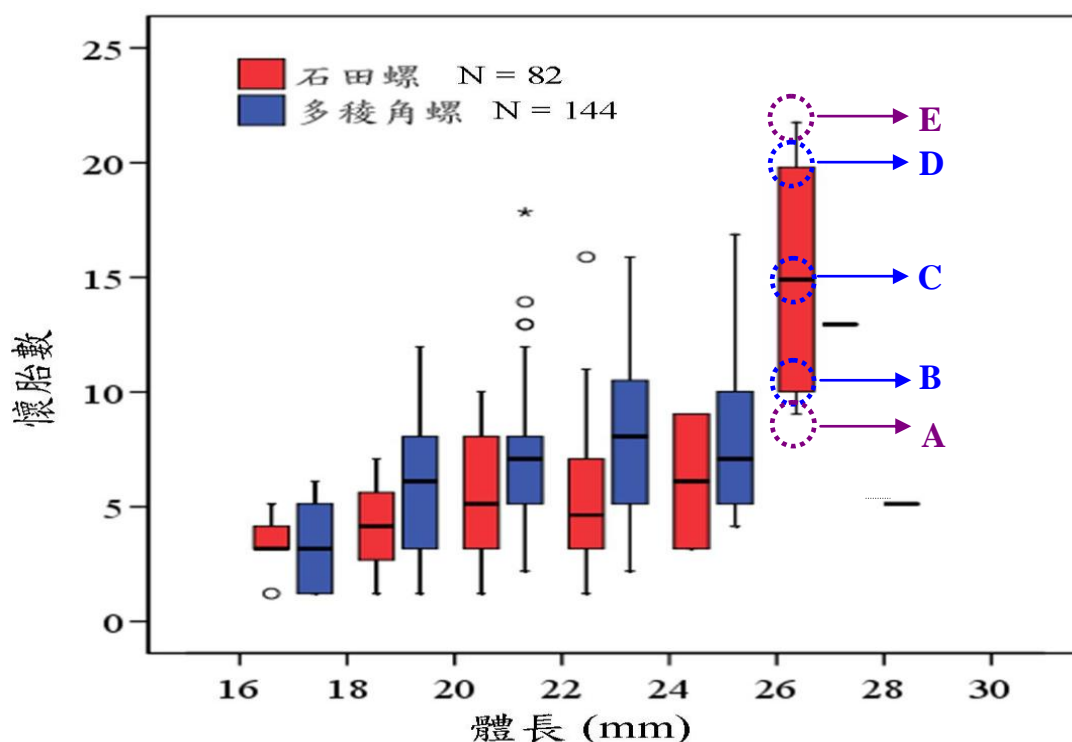
(表二)多稜角螺單位面積數量(ind./m<sup>2</sup>)

多稜角螺	雄螺	雌螺	幼螺	總數
9月	170	204	33	407
10月	78	100	11	189
11月	252	274	115	641
12月	211	189	41	441
1月	407	263	67	737
2月	267	281	115	663
3月	156	411	193	759
4月	178	426	148	752
平均	215	269	90	574

以石田螺和多稜角螺的單位面積數量進行分析，發現石田螺的數量遠低於多稜角螺的數量，比例約為 1:6，而石田螺單位面積最多 178 ind./m<sup>2</sup>，但多稜角螺高達 759 ind./m<sup>2</sup>，由此可知多稜角螺在此棲地已經逐漸建立起穩定而且龐大的族群數量。

在參考文獻蔡等(2009)的調查中，石田螺對多稜角螺的比例為 5:1，不過在本次研究中卻發現石田螺的數量遠低於多稜角螺的數量，比例約為 1:6，兩者數量在最近三年相差 30 倍之多，由此顯示外來種多稜角螺已經對本土種的石田螺產生競爭排擠效應，並將可能導致此流域中的石田螺減少至滅絕。而至於此流域中的多稜角螺是否可能因其他因素直接或間接造成石田螺族群減少，或甚至對其他共棲物種造成影響，還有待未來進一步調查。

## 2.石田螺和多稜角螺雌螺最小生殖體長及個體懷胎數



(圖廿八)石田螺與多稜角螺懷胎數與體長之關係

由於相同體長頻度個體懷胎數差異甚大，因此本實驗將數據以盒狀圖的方式呈現極端值及各體長頻度的個體平均懷胎數。圖中各符號意義：

○為偏離值，表示該數值大於四分位距的 1.5 倍

\*為極端值，表示該數值大於四分位距的 3 倍

將數據由小排到大得知 **A** 為最小值，**E** 為最大值，

**B** 為第一四分位數，表示該筆數據中第 1/4 個數據的值

**C** 為第二四分位數(中位數)，表示該筆數據中第 1/2 個數據的值

**D** 為第三四分位數，表示該筆數據中第 3/4 個數據的值

四分位距 = 第三四分位數 - 第一四分位數

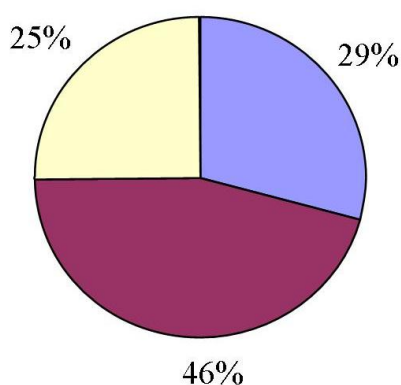
其中體長 16 mm 以下的個體由於未達有效生殖體長，故本圖不呈現。

例如：體長 22 ~ 24 mm 石田螺個體懷胎數約有 4.5 隻，多稜角螺約有 8 隻。

由圖(廿八)顯示石田螺和多稜角螺的最小生殖體長皆為 16 ~ 18 mm，且多稜角螺體長 16 ~ 28 mm 的個體平均懷胎數量高於石田螺。此外，兩物種分別有兩個生殖高峰體長頻度，石田螺為 20 ~ 22 mm 及 26 ~ 28 mm，多稜角螺為 22 ~ 24 mm 及 26 ~ 28 mm。不過，分析生殖優勢，石田螺雌螺 20 ~ 22 mm 占族群中有效生殖個體的比例最高，而多稜角螺雌螺 22 ~ 24 mm 個體卻不然，顯示石田螺的生殖高峰體長恰為最多有效生殖體長比例，故推測具備相對生殖優勢，但由於石田螺數量明顯小於多稜角螺數量，造成下一子代的數量也相對稀少。而此現象有利於外來種多稜角螺加快族群擴張速度，故整體來看多稜角螺較具生殖優勢，同時具有高度的入侵潛能。

### 3.石田螺和多稜角螺雌螺性比與有效生殖個體之比例

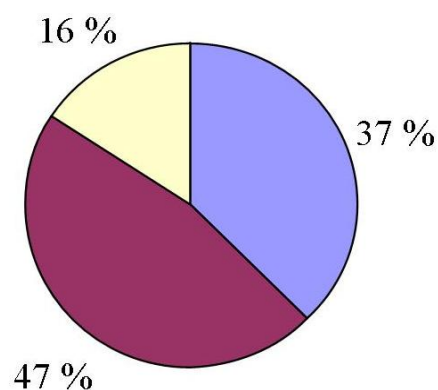
1.石田螺性比



■ 雄螺 ■ 雌螺 ■ 幼螺

雌螺：雄螺 = 1：0.63

2.多稜角螺性比



■ 雄螺 ■ 雌螺 ■ 幼螺

雌螺：雄螺 = 1：0.79

(圖廿九)石田螺與多稜角螺雄螺、雌螺與幼螺所佔之比例

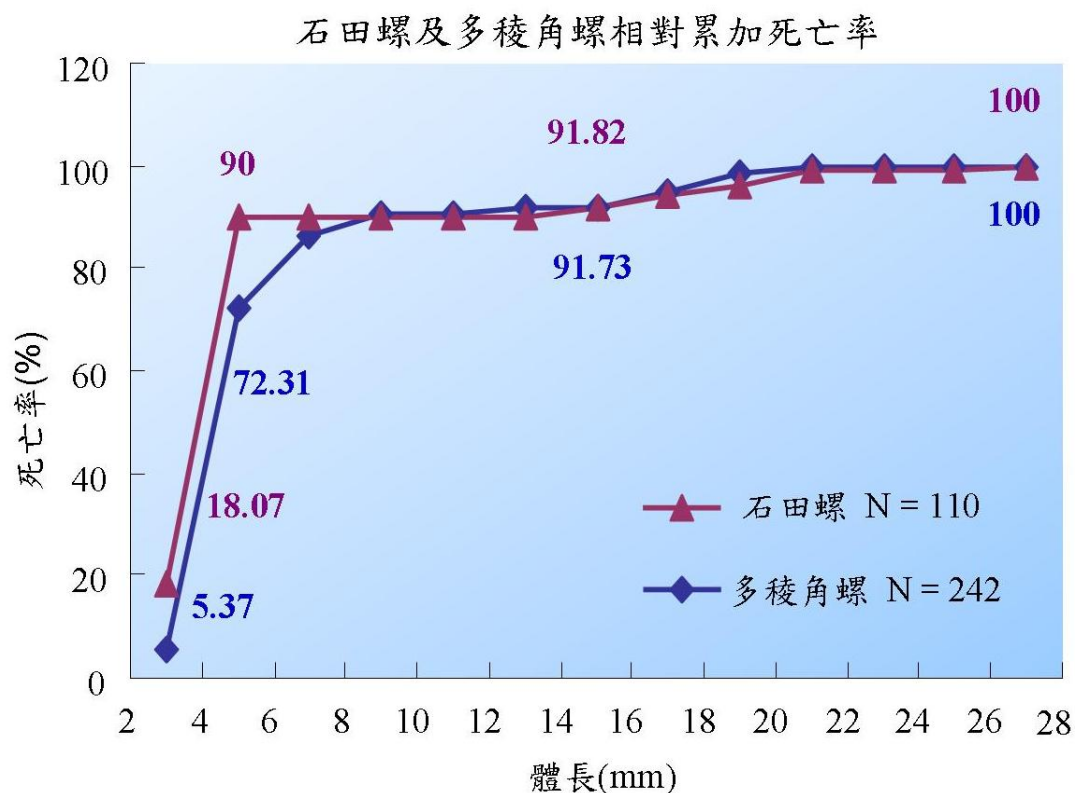
註：性比 = 雌螺：雄螺

由(圖廿九)可知石田螺雌螺占總個體數 46 %，多稜角螺雌螺占總個體數 47 %，顯示兩物種族群中雌螺比例皆多於雄螺比例。此外，石田螺的性比為 1：0.63，多稜角螺的性比為 1：0.79。

在性比的分析上，雖然石田螺和多稜角螺族群中雌螺的比例相差不大，但從實驗調查結果，發現本採樣區的石田螺族群明顯小於多稜角螺，因而造成石田螺雌螺數量仍小於多稜角螺，加上多稜角螺整體的個體平均懷胎數大於石田螺，因此推論外來種多稜角螺具有較高的生殖潛能與優勢，且此現象有利於其加快入侵臺灣的速率。

另外，雖然石田螺幼螺占族群中的比例大於多稜角螺，但由於幼螺死亡率高，且整體數量少，導致最後能存活至成體比例有下降的趨勢。

#### 4.石田螺及多稜角螺相對死亡率



(圖卅)石田螺及多稜角螺相對累加死亡率

由於石田螺和多稜角螺體長 2~4 mm 的個體部分尚未產出母體，故從圖(卅)可看出相對死亡率明顯偏低，反而從體長 4~6 mm 時死亡率直線上升。石田螺未達生殖體長(小於 16 mm)死亡率約為 91.82%，故達生殖體長存活率約為 8.18%，而多稜角螺未達生殖體長(小於 16 mm)死亡率約為 91.73%，故達生殖體長存活率約為 8.27%。雖然兩者未達生殖體長死亡率相差不到 1%，但由於石田螺數量明顯少於多稜角螺數量，導致多稜角螺在總數多、死亡率較低的優勢下，下一代可存活至有效生殖體長的數量遠多於石田螺。

石田螺和多稜角螺皆呈現幼體死亡率高，成體死亡率低的現象，推測此現象影響兩物種生殖策略的變化，因而採取大量繁殖的策略，以確保增加幼螺存活至有效生殖體長的數量。因此，若欲防治多稜角螺的擴散速率，可藉由破壞或撿拾成體，以降低其族群的數量。

至於在本實驗採樣區中，推測石田螺和多稜角螺死亡的因素包括自然死亡、河域中魚類、鳥類的捕食及其他人為因素造成，且由於當地居民有採集此河域中石田螺和多稜角螺做為烹調食材的行為，其肉質的口感可能影響當地居民取捨食材的依據。推測此採樣區的多稜角螺可能因螺殼硬度、體型大小、環境耐受性等因素，造成其較石田螺具有較高的環境適應潛能。



## 二、以統計學預測數量

### 1.石田螺和多稜角螺單位面積數量(ind./m<sup>2</sup>)

以(表一、表二)2010年9月~2011年4月的資料得知:

	石田螺	多稜角螺
雄螺平均	28	215
雌螺平均	44	269
幼螺平均	24	90
總數平均	95	574

### 2.採樣區總面積(m<sup>2</sup>)

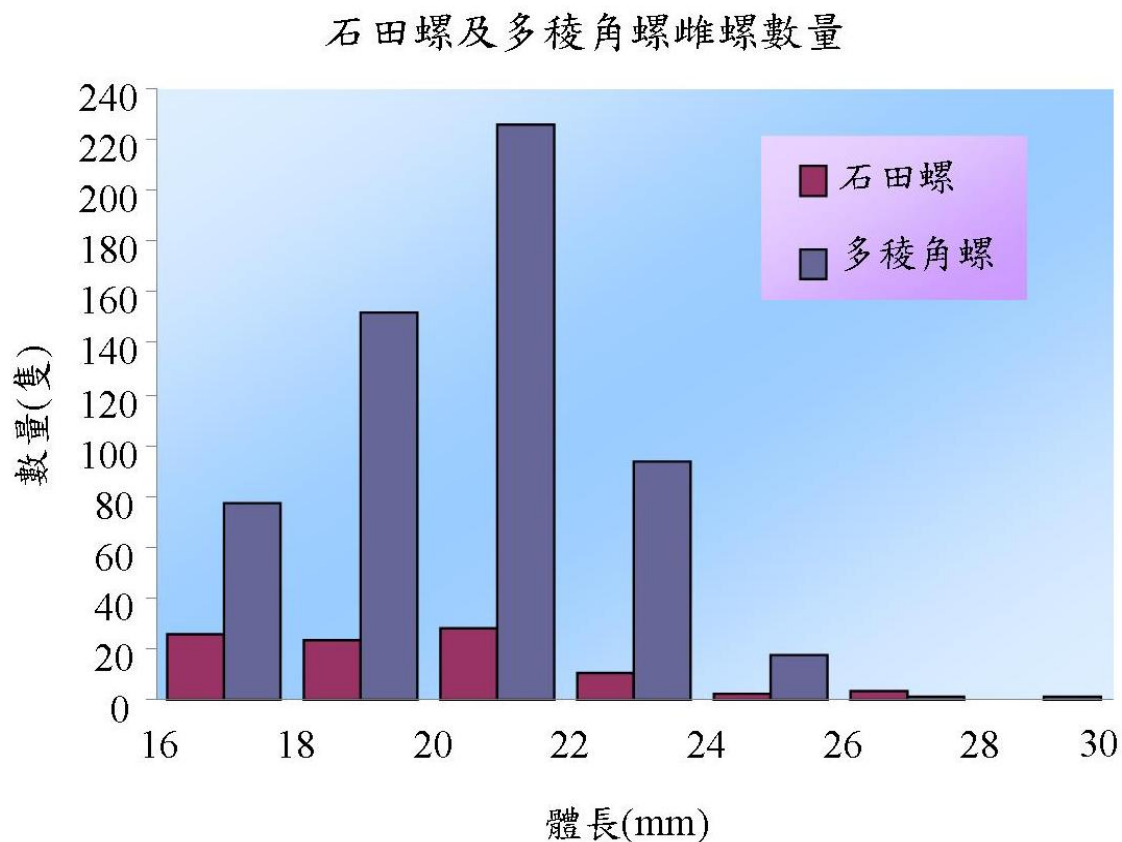
本實驗採集範圍位於屏東縣九如鄉玉泉村崇蘭新圳福德祠旁長約19.6 m，寬約7 m的河段，河域面積約為137.2 m<sup>2</sup>。

### 3.石田螺和多稜角螺有效生殖個體的比例(%)

以(圖廿九)為主繪製的圓餅圖得知，石田螺雌螺占族群中的46%，而多稜角螺雌螺占族群中的47%。

#### 4.石田螺與多稜角螺有效生殖體長分布的比例(%)

##### (1)實際觀察值

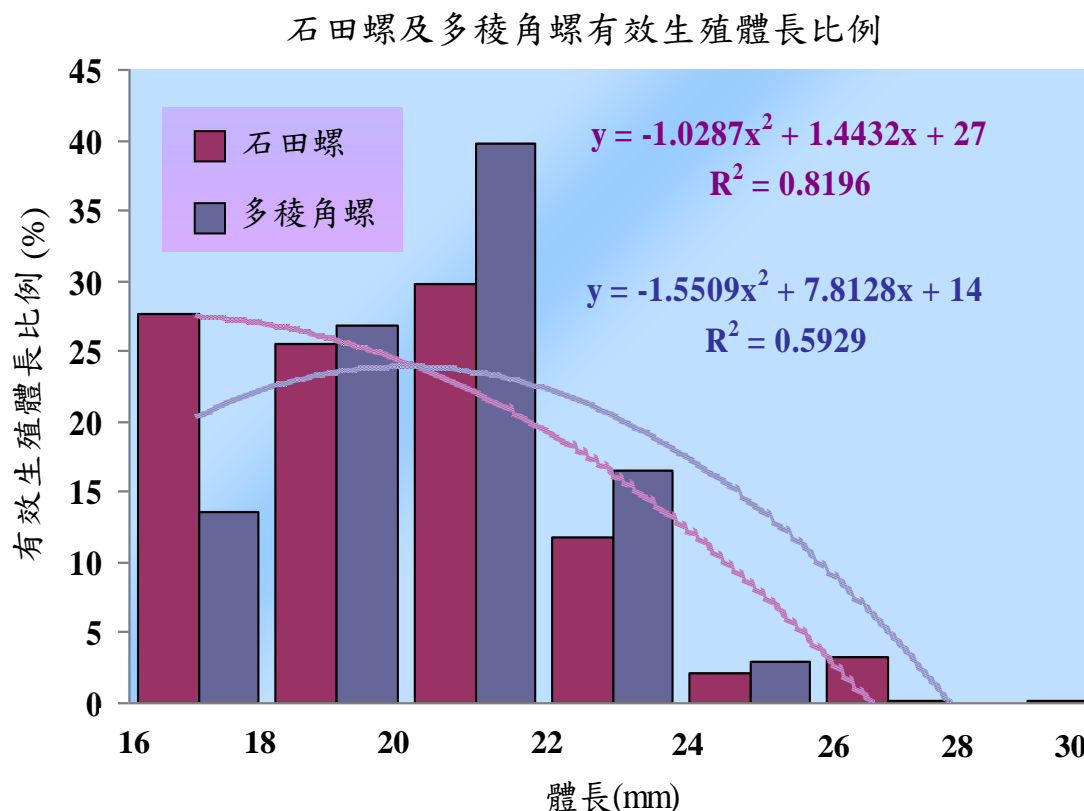


(圖卅一)石田螺及多稜角螺雌螺數量

(圖卅一)中體長  $x \sim (x+2)$  mm 的數量，表示體長大於或等於  $x$  mm，小於  $(x+2)$  mm 的個體。例如：體長 16 ~ 18 mm 的數量，表示體長大於或等於 16 mm，小於 18 mm 的個體數。

將(圖卅一)各體長頻度的數量值除以全部有效生殖體長的數量，並換算成百分比例，彙整得知各有效生殖體長頻度占族群中雌螺的比例，接著再加上趨勢線，即可藉由實際觀察數量推估理想狀態下石田螺和多稜角螺的平均數量。

(2)期望值



(圖卅二)石田螺及多稜角螺有效生殖體長比例

取石田螺和多稜角螺有效生殖體長(大於 16 mm)的雌螺各體長頻度的組中距值(x)分別帶入方程式:

石田螺  $y = -1.0287x^2 + 1.4432x + 27$

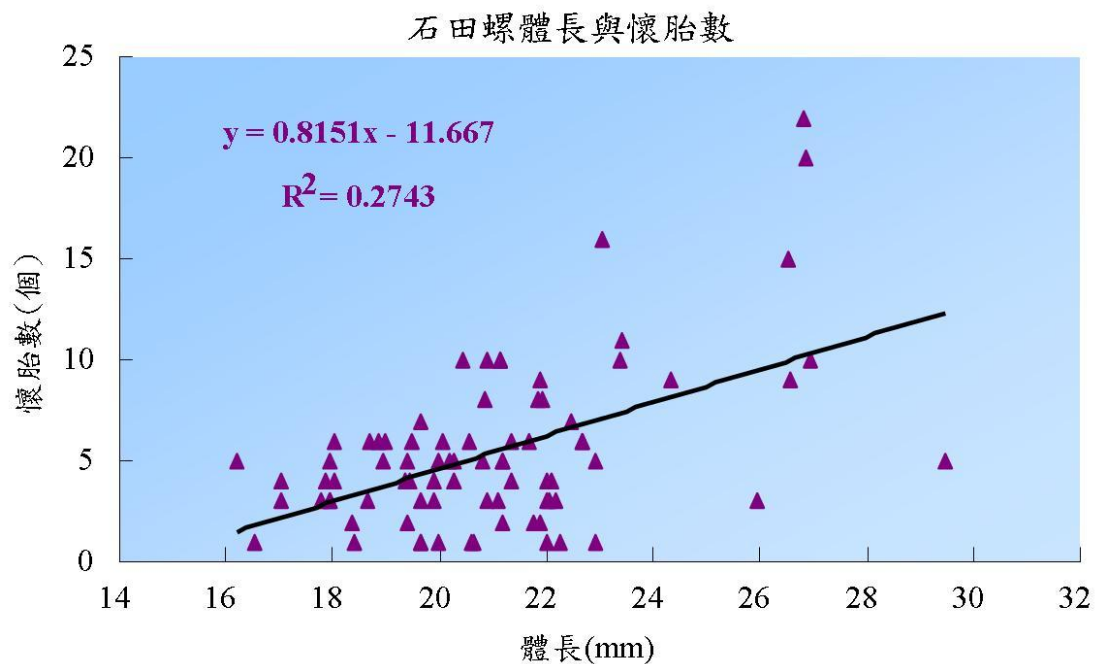
多稜角螺  $y = -1.5509x^2 + 7.8128x + 14$

可預估有效生殖體長的比例(y),亦即各體長頻度具有生殖能力個體的比例。例如:

當多稜角螺體長 16~18 mm 時,取組中距值  $x = 17$  帶入方程式,得到  $y$  (比例) = 20.2619%,亦即多稜角螺體長 16~18 mm 的個體數量占整個族群有效生殖體長(大於 16 mm)數量的 20.2619%。

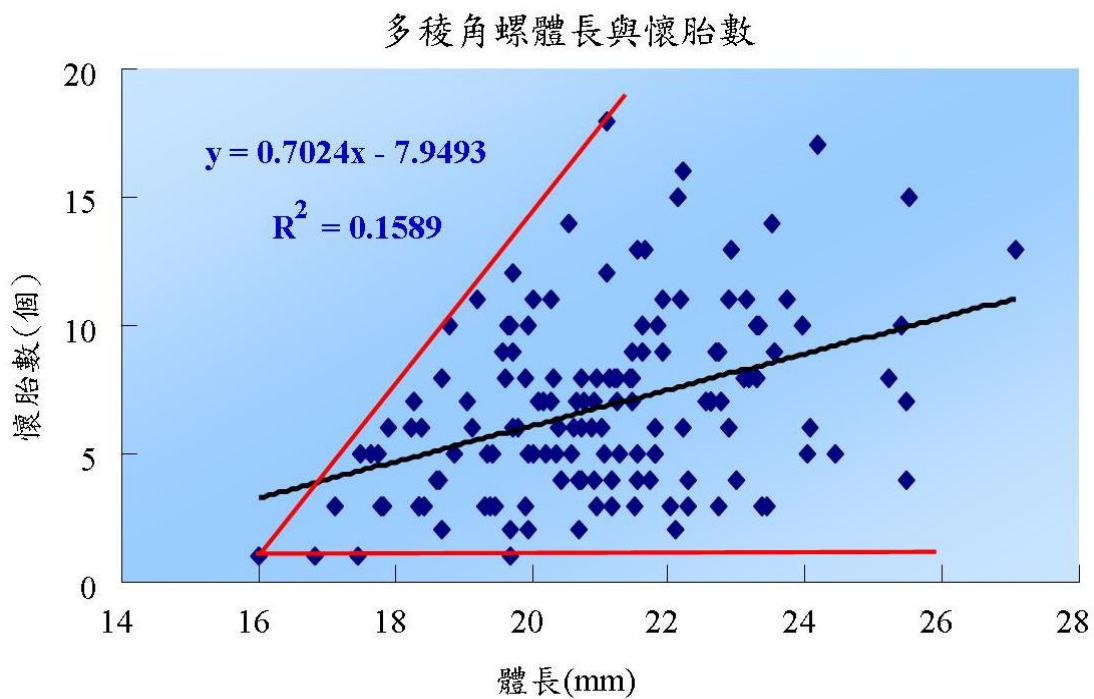
## 5.石田螺與多稜角螺各體長所對應之懷胎數(個)

### (1)石田螺



### (2)多稜角螺

(圖卅三)石田螺體長與對應之懷胎數



(圖卅四)多稜角螺體長與對應之懷胎數

將石田螺和多稜角螺各體長的組中距值(x)分別帶入迴歸方程式：

$$\text{石田螺 } y = 0.8151x - 11.667$$

$$\text{多稜角螺 } y = 0.7024x - 7.9493$$

但由於有效生殖體長個體體長須大於或等於 16 mm，故  $x \geq 16$  mm

例如多稜角螺：

體長 16~18 mm 時，取組中距值  $x = 17$  帶入方程式，

$$\text{可得 } y (\text{懷胎數}) = 3.9915 (\text{約 } 4 \text{ 個})$$

體長 18~20 mm 時，取組中距值  $x = 19$  帶入方程式，

$$\text{可得 } y (\text{懷胎數}) = 5.3963 (\text{約 } 5 \text{ 個})$$

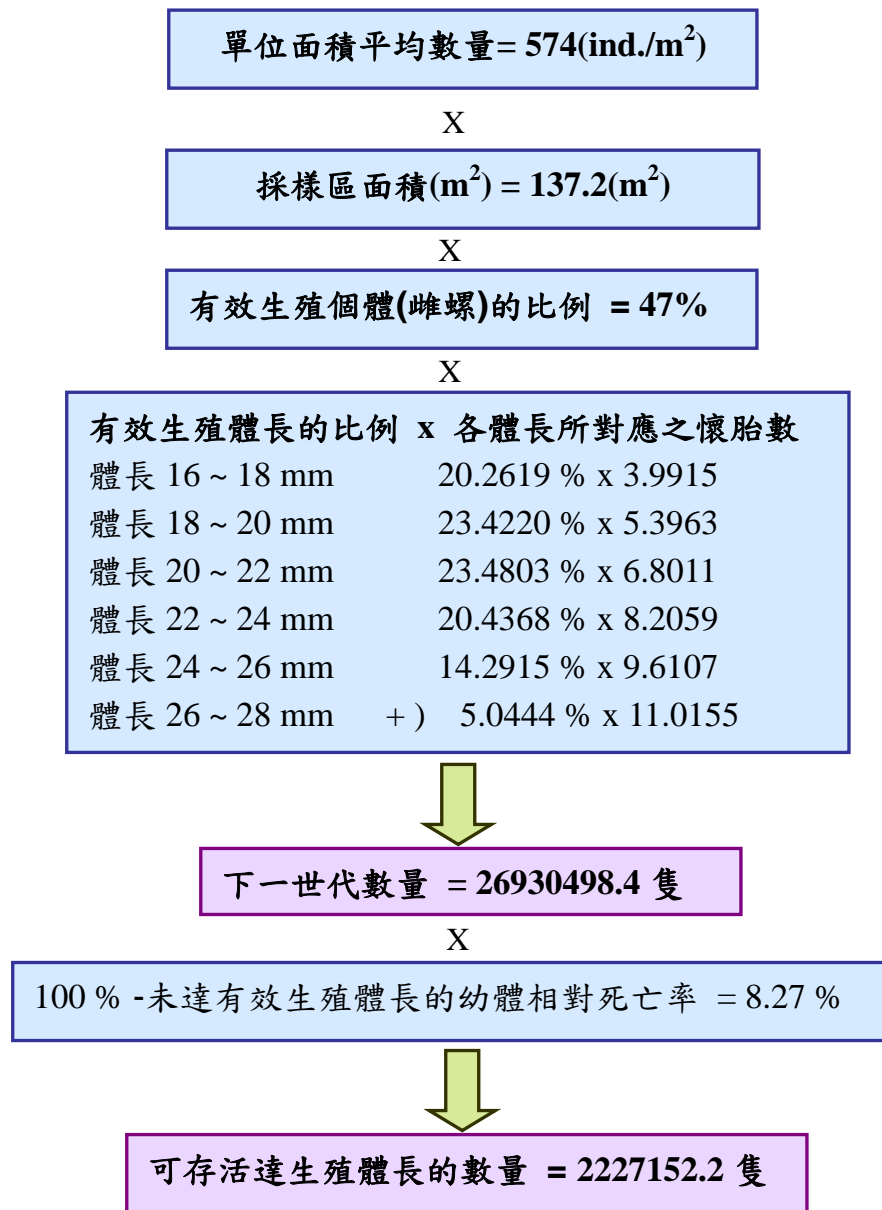
實際採集樣本並帶入本實驗預估的迴歸方程式中，發現石田螺個體懷胎數的準確率達 50% 以上，但多稜角螺準確率偏低，難以掌握個體確切的懷胎數，故推論雌性多稜角螺可能較易受四周環境的變化，而影響其決定產出的子代數。例如懷孕中的多稜角螺生長於四周天敵數量多，或者環境中出現大量幼螺的情況，為了避免幼螺一出生即遭遇危險，亦或和其他幼螺共同競爭食物及生存空間，母螺會決定保留育兒囊中以達成熟之幼螺，直到環境因子改善後再產出個體，以提升幼螺存活率。此現象有利於大量提高多稜角螺幼螺的數量，以加快適應新棲息環境，並提高族群擴張速率。

由於春季和夏季(4月~9月)為石田螺及多稜角螺的生殖季節，推論隨著生殖季的到來，雌螺的個體懷胎數可能會降低，或呈現不穩定的情形。此外，春季至梅雨季節前為臺灣河流的乾早期，故推論雌螺個體可能為了保存體內的養分和水分，而減少懷胎的數量。推測此現象將導致石田螺及多稜角螺體長與懷胎數散布圖的相關系數( $R^2$ )偏低(圖卅三、卅四)。

利用本實驗推估的方程式，希望可應用於日後野外調查石田螺及多稜角螺族群時，只需事先確認其性別並得知體長，即可初步預估採集樣本體內的懷胎數。但由於利用此方程式得知的  $y$  值(懷胎數)不一定為整數，故可將小數點以下第一位數(估計值)四捨五入，以方便實際預估樣本內的懷胎數。

## 7. 預估下一世代數量及可存活達生殖體長的數量

以多稜角螺為例：



經統計後保守估計在本採樣區長約 19.6 m，寬約 7 m 的河段，以每個月雌性石田螺平均 95 隻，多稜角螺平均 574 隻，預估石田螺下一世代約可產生子代 2813877.3 隻，多稜角螺約產生 26930498.4 隻，而最後可存活達生殖體長的石田螺約 230175.2 隻，多稜角螺約 2227152.2 隻，兩者相差約 8 倍。因此推測未來多稜角螺從原本的純屬外來種(exotic species)轉變為外來入侵種(alien invasive species)的可能性相當大，故將必須經由長期密切的追蹤調察，高度關切外來種多稜角螺的族群動態，預防其在臺灣地區大肆繁衍，造成臺灣本土物種在棲地中消失等危機。

### 三、綜合討論

#### 1.體型大小是否影響生存競爭：

2010年9~2011年4月數據顯示石田螺和多稜角螺平均體長(附錄表五)皆呈現逐漸增大而後縮小的趨勢，且成長幅度以石田螺較為明顯，推測可能與兩物種間的生殖季節有關。

經由測量螺類基本資料(殼長、殼寬、殼口長、殼口寬、重量)，發現石田螺體型小於多稜角螺。是否會因體型的大小或螺殼的結構形態影響其生存競爭能力還有待日後長期的觀察。

#### 2.生長環境的變化影響：

石田螺和多稜角螺生長於屏東縣九如鄉崇蘭新圳的湧泉支流，原為日治時期人工開挖以利製糖會社(糖廠)使用的水圳，故水質相當乾淨。但除本實驗採集區域外，下游因有飼養家畜等養殖行為，導致此河段中下游地區受到污染。然而，在受中度污染的河道中仍可發現石田螺、福壽螺和梯形福壽螺，卻未見多稜角螺生長的蹤跡，推論多稜角螺可能需要在水質乾淨的環境中才能生存，形成無法有效擴散至全臺各地而侷限於屏東縣九如鄉崇蘭新圳的原因。雖然目前推測外來種多稜角螺對棲息環境的標準相較於福壽螺等其他外來入侵種高，但仍不可忽略其入侵臺灣的潛力。假如未來屏東縣九如鄉崇蘭新圳由於河道整治成功，或因颱風梅雨季節，大量的水流將多稜角螺沖刷至下游或其他地區，造成流域中的多稜角螺向外擴張勢力，或經由其他管道流入臺灣各地區，將導致臺灣淡水水域一大浩劫。

#### 3.推測入侵危害原因：

實地調查當地居民生活習性，發現居民有購買螺類並放養的行為。推測此外來種多稜角螺可能因非法走私或各種非蓄意引入管道等流入市面，而後經由當地居民的放養行為入侵屏東縣九如鄉崇蘭新圳，但因目前未傳出任何農、漁業損害的事件，故未能斷定其對臺灣生態環境的影響。未來可藉長期追蹤觀察，調查多稜角螺是否已從純屬的外來種(exotic species)轉變為外來入侵種(alien invasive species)，並了解其對其他共棲物種的影響。

#### 4.有效降低外來種多稜角螺的方式：

根據外來種多稜角螺入侵臺灣的文獻資料，得知目前多稜角螺分布範圍只侷限於屏東縣九如鄉崇蘭新圳中游偏上游河段，由於入侵範圍較小，且因其生殖方式為卵胎生而非似福壽螺以卵生為生殖方式的物種，故推測較容易防治其擴散速率。未來可藉由優先清除河道中體型較大的多稜角螺個體以降低其繁殖速率，進而達到防治的效果。

## 陸、結論

### 一、由單位面積的數量得知：

石田螺族群數量(95 ind./m<sup>2</sup>)遠小於多稜角螺族群數量(574 ind./m<sup>2</sup>)。

### 二、由石田螺和多稜角螺雌螺最小生殖體長與個體懷胎數得知：

1.體長 16 ~ 28 mm 的多稜角螺平均懷胎數大於石田螺平均懷胎數。

2.石田螺及多稜角螺最小生殖體長為 16 ~ 18 mm。

### 三、由石田螺和多稜角螺雌螺性比與有效生殖個體之比例得知：

1.石田螺的性比(1 : 0.63) 及多稜角螺的性比(1 : 0.79)。

2.石田螺 (46 %)雌性有效生殖個體的比例較多稜角螺 (47 %)低。

### 四、石田螺和多稜角螺相對死亡率得知：

1.石田螺和多稜角螺體長 4 ~ 6 mm 相對死亡比例直線上升。

2.有效生殖體長前，石田螺死亡比例(91.82 %)和多稜角螺(91.73 %)相差不大。

### 五、預估石田螺和多稜角螺下一世代數量及可存活達生殖體長的數量：

屏東縣九如鄉崇蘭新圳中以每個月石田螺平均 95 隻，多稜角螺平均 574 隻，預估下一世代可達生殖體長的多稜角螺數量大於石田螺，兩者相差約 8 倍。

由上述結論得知多稜角螺平均懷胎數及單位面積數量皆大於石田螺，且兩者在雌性有效生殖個體的比例相差不大的情況下，多稜角螺因雌螺數量大於石田螺，故具備較大的生殖潛能，同時具有高度入侵潛能。從單位面積數量的分析中也可看出多稜角螺的族群數量已經威脅到石田螺，並逐漸壓縮石田螺的生存空間。倘若多稜角螺以相同孕育子代的速率持續擴張其族群數量，石田螺的棲位將可能被取代(replacement)。



## 柒、未來展望與應用

- 一、本實驗目前共採得 8 個月的樣本數，往後可藉由持續追蹤蒐集至少 1 年的採集樣本，得知石田螺和多稜角螺隨季節個體數和懷胎數的變化，及兩物種最大和最小生殖體長的範圍，並探討兩物種不同時期消長的情況。
- 二、藉由測量同一流域，但不同區塊的溶氧量、壓力、pH 值探討多稜角螺與石田螺偏好生存的環境，並探討可能因四周田地不同季節的土地利用方式影響流域中的溶氧量、壓力、pH 值，進而造成兩種不同季節的消長變化。
- 三、將螺類生物融入鄉土教學，並指導當地居民辨別螺類本土種的相關特徵，且改正居民任意放養生物的行為，避免類似多稜角螺入侵臺灣的事件不斷重演。同時加強對多稜角螺的族群長期監測，建立生物學基本資料，避免多稜角螺向外擴張，危害臺灣其他物種生存情形。
- 四、實際調查全臺各地是否已經出現其他多稜角螺的蹤跡，並找出有效降低其入侵速率的方法，避免外來種多稜角螺族群勢力逐漸擴大。
- 五、由上述個體平均懷胎數實驗中可看出雌性石田螺和多稜角螺隨著體長的增加，個體懷胎數差異逐漸擴大，未來可藉其他實驗，分析不同環境因子影響石田螺和多稜角螺決定產出子代的數量，以及物種本身外形結構對生存競爭的影響。
- 六、嘗試將石田螺與多稜角螺帶回實驗室養殖，以預估兩者產生下一代所需的時間。
- 七、擴大採樣框面積，或增加採樣框數量，以提高估計石田螺和多稜角螺數量的準確性。

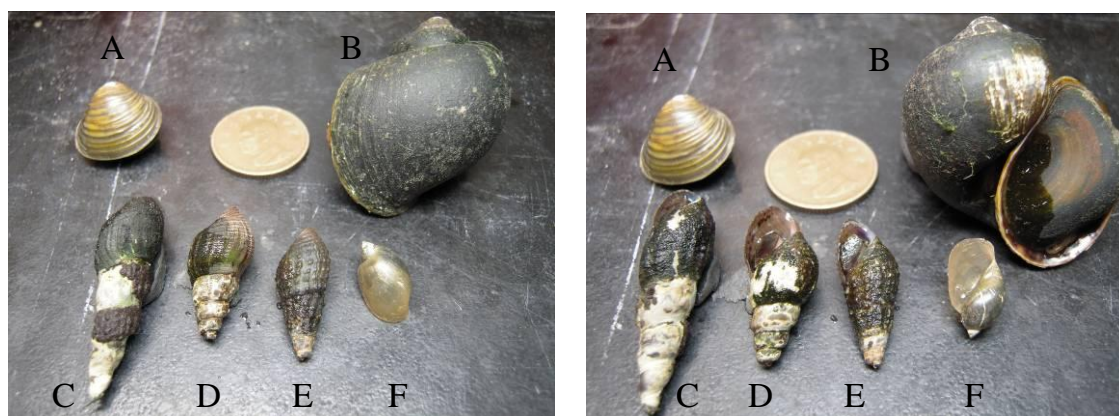
## 捌、參考文獻

- 一、蔡政達、蘇俊育、邱郁文。2009。臺灣新紀錄外來種：多稜角螺 *Angulyagra polyzonata* (Frauenfeld,1862)(腹足綱：田螺科)之形態描述與生殖生物學初探。貝類學報 33: 1-14。
- 二、蔡英亞、張英、魏若飛。1997。軟體動物貝類學概論，第一版。基隆市，水產出版社。
- 三、張文珍、劉月英、王耀先。1983。某些非海產螺類的形態。貝類學論文集 1: 73-80。
- 四、劉月英、張文珍、王耀先。1995。中國田螺科地理分布。貝類學論文集 5-6: 8-16。
- 五、張立。1993。雲南主要湖泊的田螺科種類。貝類學論文集 4: 22-28。
- 六、Gimenez, J., Brey, T., Mackensen, A. and Penchaszadeh, P. E. 2004. Age, grow, and mortality of the prosobranch *Zidona dufresnei* (Domovan, 1823) in the Mar del Plata area, south-western Atlantic Ocean. *Marine Biology* 145: 707-712.
- 七、Calow, P., and Calow, L. 1983. Ecology, ontogeny and reproductive biology of *Sinotaia quadrata*, a viviparid prosobranch, with special reference to the costs of brooding. In BS Mortan, D. Gudgeon, eds. *Proceeding of the Second International Workshop on the Malacofauna of Hong Kong and Southern China*. Hong Kong: Hong Kong Univ. Press, pp. 479-489.

## 玖、附錄

(表三)崇蘭新圳與石田螺、多稜角螺共棲之淡水螺名錄及圖片

中文科	科名	中文名	學名
田螺	Viviparidae	多稜角螺	<i>Angulyagra polyzonata</i>
		石田螺	<i>Sinotaia quadrata</i>
蘋果螺	Ampullariidae	福壽螺	<i>Pomacea canaliculata</i>
		梯形福壽螺	<i>Pomacea scalaris</i>
錐蝨	Thiaridae	臺灣網蝨	<i>Melanoides tuberculata</i>
		網蝨	<i>Melanoides tuberculatus</i>
		錐蝨	<i>Stenomelania plicaria</i>
		結節蝨	<i>Stenomelania tortuosa</i>
		塔蝨	<i>Thiara scabra</i>
		瘤蝨	<i>Tarebia granifera</i>
椎實螺	Lymnaeidae	小椎實螺	<i>Austropeplea ollula</i>
		臺灣椎實螺	<i>Radix auricularia</i>
囊螺	Physidae	囊螺	<i>Physa acuta</i>
蜆	Corbiculidae	臺灣蜆	<i>Corbicula fluminea</i>



A 臺灣蜆 B 福壽螺 C 結節蝨 D 塔蝨 E 瘤蝨 F 小椎實螺

(表四) 石田螺與多稜角螺的主要體長、平均體長及最小生殖體長

	主要體長	平均體長	最小生殖體長
09 月雄性多稜角螺	16 ~ 20 mm	18.42 ± 1.56 mm	
10 月雄性多稜角螺	16 ~ 22 mm	18.85 ± 1.13 mm	
11 月雄性多稜角螺	16 ~ 20 mm	18.34 ± 2.24 mm	
12 月雄性多稜角螺	16 ~ 20 mm	18.55 ± 1.68 mm	
01 月雄性多稜角螺	18 ~ 20 mm	18.82 ± 1.69 mm	
02 月雄性多稜角螺	18 ~ 20 mm	18.22 ± 1.64 mm	
03 月雄性多稜角螺	18 ~ 20 mm	17.72 ± 1.73 mm	
04 月雄性多稜角螺	16 ~ 18 mm	18.23 ± 2.36 mm	
09 月雌性多稜角螺	18 ~ 24 mm	19.86 ± 2.92 mm	19.37 mm
10 月雌性多稜角螺	18 ~ 24 mm	19.95 ± 3.68 mm	19.92 mm
11 月雌性多稜角螺	18 ~ 22 mm	18.41 ± 4.03 mm	18.27 mm
12 月雌性多稜角螺	18 ~ 20 mm	19.32 ± 2.83 mm	16.83 mm
01 月雌性多稜角螺	20 ~ 22 mm	19.23 ± 3.84 mm	16.01 mm
02 月雌性多稜角螺	18 ~ 22 mm	17.19 ± 6.12 mm	17.12 mm
03 月雌性多稜角螺	18 ~ 20 mm	18.51 ± 3.42 mm	17.79 mm
04 月雌性多稜角螺	20 ~ 22 mm	18.01 ± 5.51 mm	18.42 mm
09 月雄性石田螺	16 ~ 18 mm	15.68 ± 1.85 mm	
10 月雄性石田螺	14 ~ 20 mm	17.59 ± 2.41 mm	
11 月雄性石田螺	16 ~ 20 mm	17.20 ± 1.36 mm	
12 月雄性石田螺	14 ~ 18 mm	16.70 ± 2.39 mm	
01 月雄性石田螺	16 ~ 22 mm	19.18 ± 2.81 mm	
02 月雄性石田螺	16 ~ 20 mm	18.50 ± 2.84 mm	
03 月雄性石田螺	18 ~ 20 mm	18.68 ± 1.21 mm	
04 月雄性石田螺	16 ~ 18 mm	17.11 ± 1.08 mm	
09 月雌性石田螺	大於 12 mm	14.80 ± 2.82 mm	19.64 mm
10 月雌性石田螺	18 ~ 22 mm	19.37 ± 2.98 mm	18.64 mm
11 月雌性石田螺	16 ~ 18 mm	16.05 ± 5.22 mm	17.01 mm
12 月雌性石田螺	大於 14 mm	15.67 ± 4.33 mm	17.79 mm
01 月雌性石田螺	16 ~ 18 mm	18.22 ± 4.04 mm	16.18 mm
02 月雌性石田螺	16 ~ 22 mm	19.30 ± 3.27 mm	18.03 mm
03 月雌性石田螺	18 ~ 20 mm	19.54 ± 2.87 mm	17.92 mm
04 月雌性石田螺	20 ~ 22 mm	19.25 ± 5.40 mm	16.51 mm

(表五) 石田螺與多稜角螺平均懷胎數及主要生殖體長

	平均懷胎數	主要懷胎體長
09月多稜角螺	3.96 ± 2.84 個	20 ~ 24 mm
10月多稜角螺	4.10 ± 3.90 個	20 ~ 24 mm
11月多稜角螺	5.70 ± 3.60 個	18 ~ 24 mm
12月多稜角螺	7.15 ± 2.87 個	17 ~ 23 mm
1月多稜角螺	7.90 ± 4.77 個	18 ~ 25 mm
2月多稜角螺	7.40 ± 4.54 個	19 ~ 21 mm
3月多稜角螺	7.00 ± 4.31 個	17 ~ 26 mm
4月多稜角螺	4.43 ± 3.12 個	18 ~ 23 mm
09月石田螺	0.13 ± 0.33 個	大於 19 mm
10月石田螺	2.74 ± 2.88 個	18 ~ 24 mm
11月石田螺	1.05 ± 1.90 個	17 ~ 23 mm
12月石田螺	1.80 ± 2.86 個	17 ~ 23 mm
1月石田螺	3.80 ± 5.00 個	17 ~ 23 mm
2月石田螺	6.80 ± 8.12 個	18 ~ 24 mm
3月石田螺	6.95 ± 4.10 個	18 ~ 23 mm
4月石田螺	3.14 ± 3.88 個	16 ~ 23 mm

## 【評語】 040705

研究目的在探討屏東九如鄉崇蘭新圳石田螺和多稜角螺的共棲關係，是一個有趣的生態問題，如能探討為何上游或下游，石田螺或多稜角螺優勢原因，是否環境污染是因素之一？若是，應探討兩種螺之抗污染之機制，結合生態及機制應可突顯研究之創新性。