

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生物（生命科學）科

040702

螺夫有復

— 田螺及福壽螺對環境因子的耐受度差異探究

學校名稱：國立宜蘭高級中學

作者： 高二 黃得綺 高二 藍元得 高二 陳立富	指導老師： 馮淑卿
---	------------------

關鍵詞：田螺、福壽螺、耐受度

摘要

本研究是在探討田螺及福壽螺對環境因子的耐受度差異，希望能藉由發現兩者適應環境的差異，使目前面臨消失的田螺能抵抗福壽螺的入侵，以此作為未來防治福壽螺的參考方向，進而找到防治福壽螺、復育田螺的方法。

本研究發現：在低溫下，田螺由低溫復甦的速度大於福壽螺，田螺的活動力也顯著的優於福壽螺。此外，田螺較福壽螺耐強酸(pH3、4)。而防治福壽螺的苦茶粕與 Morpholine，只有在特定濃度時，田螺的忍受度才優於福壽螺。田螺在低溶氧量環境下活動力較低，但若完全不接觸空氣，田螺有較持久的不換氣能力。田螺在黑暗中的活動比例明顯優於福壽螺。再者，田螺能忍受的溫度範圍也較福壽螺廣。田螺與福壽螺皆有雲集現象。

壹、研究動機

福壽螺一直為台灣農業近三十年來的最大危機，原本想在台灣養殖買賣取代田螺作為食品，但最後因其肉質不佳被遺棄至野外，在幾乎無天敵的情況，福壽螺在短時間迅速繁殖，嚴重影響原生長於台灣田園中的田螺，使此種原為田中清道夫的生物日漸消失，造成十分嚴重的生態危機，所以我們希望透過各種實驗比較田螺及福壽螺的生長習性差異，並進一步找出兩者對環境因子的耐受度差異，從中找出防治福壽螺或復育田螺的方向，讓台灣的農業能夠回歸自然、生態平衡的景象。而我們在搜尋田螺的相關資料時，發現目前對圓田螺的研究文獻極為稀少，因此，更加深我們想一探究竟的決心。

貳、研究目的

- 一、研究不同環境介質對於田螺與福壽螺的生存與活動之影響。
- 二、研究水質(溶氧量、酸鹼值)對於田螺與福壽螺的生存與活動之影響。
- 三、研究不同水分及溫度對於田螺與福壽螺的生存與活動之影響。
- 四、研究現有不同防治法(苦茶粕、Morpholine)對於田螺及福壽螺之生存影響。
- 五、研究田螺與福壽螺的雲集現象。

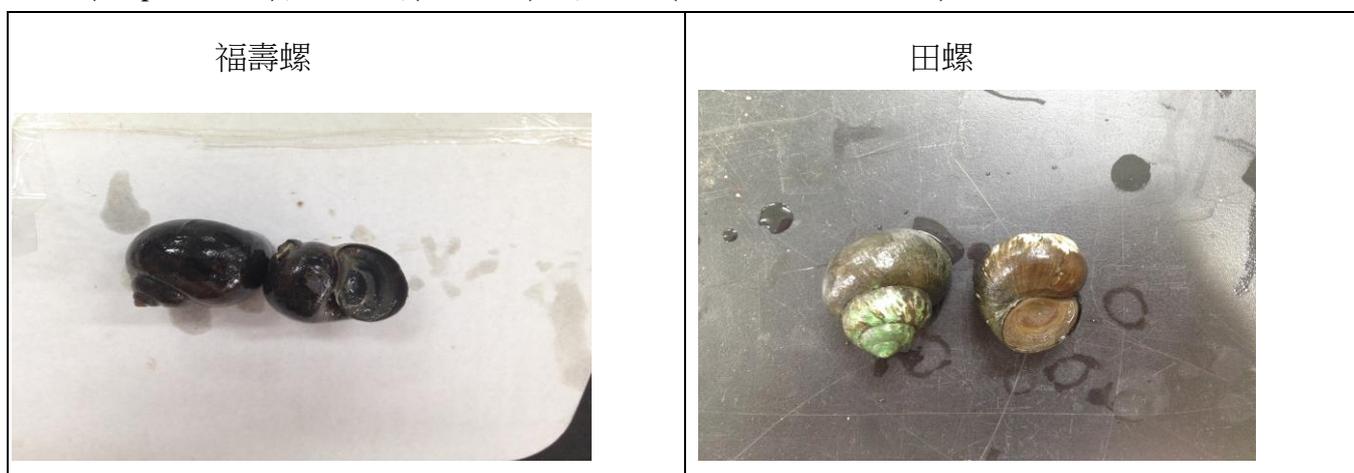
參、研究設備及器材

一、研究材料

(一)田螺的選用：

本實驗使用的田螺為腹足綱(Gastropoda)中腹足目(Mesogastropoda)田螺科(Viviparidae)田螺屬(Cipangopaludina)的圓田螺(*Cipangopaludina chinensis*)。

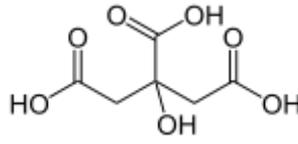
(二)福壽螺的選用：本實驗使用的福壽螺為腹足綱(Gastropoda)中腹足目 (Mesogastropoda)福壽螺科(Ampullariidae)福壽螺屬(Pomacea)的福壽螺(*Pomacea canaliculata*)。



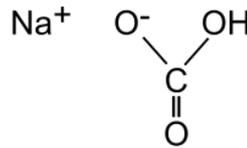
(三)酸鹼劑：

我們之所以採用檸檬酸與小蘇打，乃是因為檸檬酸與小蘇打皆是日常生活中常見的清潔用品，所以流入稻田中的機率較大，比較有可能進一步影響螺類的生長，便選擇此做為實驗的酸鹼劑。

酸：檸檬酸 $C_6H_8O_7$



鹼：小蘇打 $NaHCO_3$



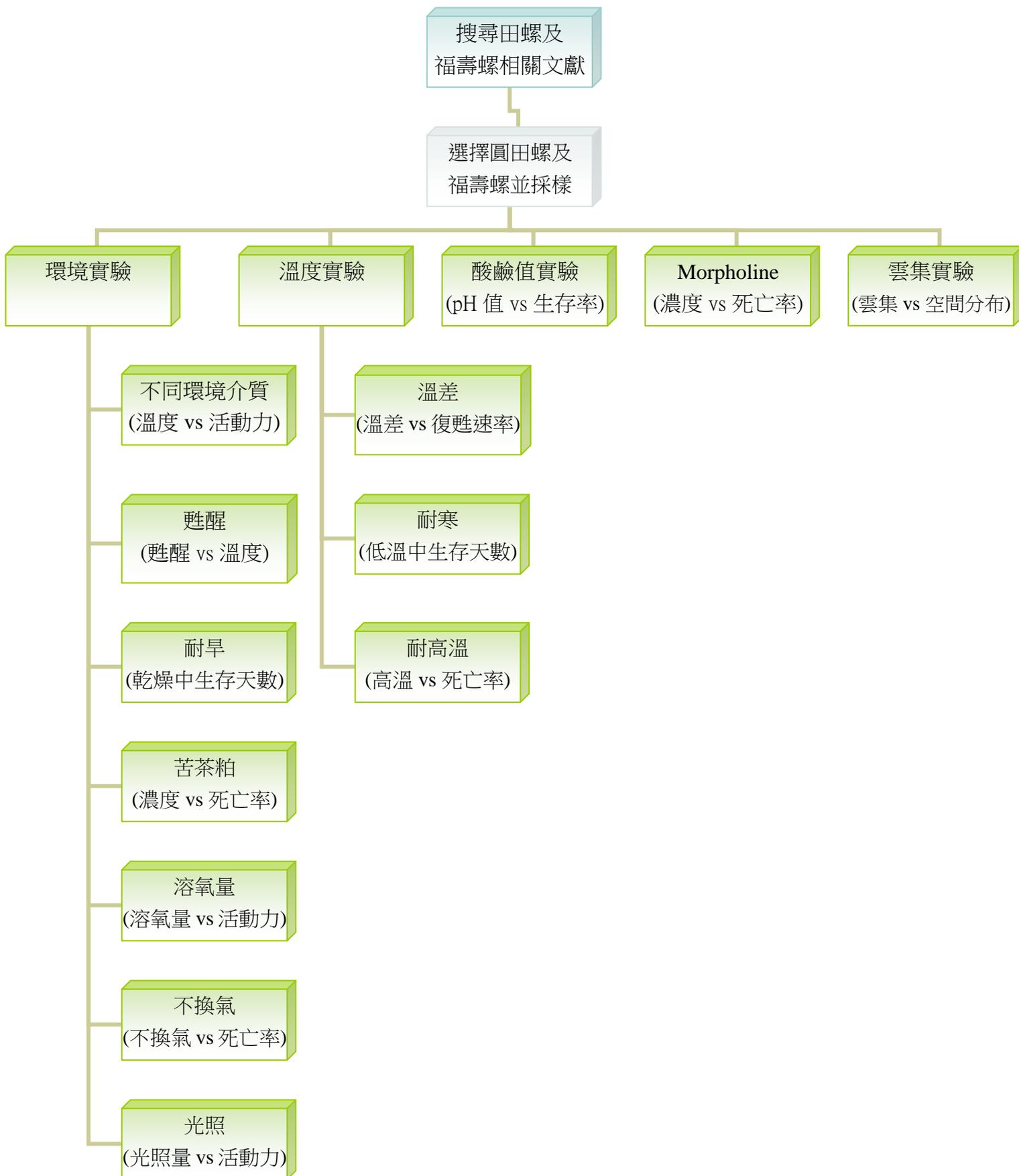
(四)苦茶粕

(五)Morpholine

二、研究器材 GLX、Ph 計、溫度計、數位相機、溶氧量測量計、電腦軟體(Word、Excel、小畫家)、水缸、電子天平、鑷子、冰箱、吸量管、滴管、碼錶、手電筒、塑膠 pp 版

肆、研究過程與方法

一、研究流程圖



二、研究方法與研究過程

以下我們會有許多活動比例的數據，我們判斷其是否活動的依據為：是否有將腹足伸出爬行並輕觸口蓋視其有無反應。

(一)不同低溫環境下對田螺及福壽螺的影響

1. 實驗目的：研究田螺及福壽螺在不同低溫環境下的活動能力
2. 研究方法：
 - (1)將田螺及福壽螺各取 15 隻
 - (2)分別放置在水盒、泥盒及砂盒中並置入冰箱
 - (3)觀察其在由室溫逐漸降低溫度下的活動情形

(二)甦醒實驗

1. 實驗目的：研究田螺及福壽螺在不同環境下由低溫逐漸復甦的能力
2. 研究方法：
 - (1)將田螺及福壽螺各取 15 隻
 - (2)分別放置在泥盒及水盒中，並置入冰箱
 - (3)待其轉為低溫時，全數不活動後，從冰箱取出
 - (4)觀察其由低溫漸漸升溫後，復甦活動的情形

(三)耐旱實驗

1. 實驗目的：研究田螺及福壽螺之耐旱程度
2. 研究方法：
 - (1)將田螺及福壽螺各取 15 隻
 - (2)分別放置在乾燥的泥盒中
 - (3)觀察數日後其死亡率

(四)苦茶粕實驗

1. 實驗目的：研究田螺及福壽螺之耐苦茶粕程度
2. 研究方法：
 - (1)將田螺及福壽螺各取 15 隻
 - (2)分別放置在不同濃度內的苦茶粕溶液
 - (3)觀察三日後其死亡率

(五)溶氧量實驗

1. 實驗目的：研究田螺及福壽螺在不同溶氧量中的活動程度
2. 研究方法：
 - (1)分別取不同溶氧量的水體
 - (2)將田螺及福壽螺各取 15 隻放置水體內
 - (3)觀察一週內，在不同溶氧量中，田螺及福壽螺的活動程度差異

(六)不換氣實驗

1. 實驗目的：研究田螺及福壽螺在不換氣的情況下，存活的極限天數
2. 研究方法：
 - (1)將田螺及福壽螺各取 15 隻放置完全封閉、充滿水且不接觸空氣的容器內
 - (3)觀察不同天數後，田螺及福壽螺的死亡率

(七)光照實驗

- 1.實驗目的：研究田螺及福壽螺在不同光照環境中的活動程度
- 2.研究方法：
 - (1)營造四種環境，分別為：連續光照組(純水組、水草組)(5 天)
連續黑暗組(純水組、水草組)(5 天)
 - (2)將田螺及福壽螺各取 15 隻放置水體內
 - (3)觀察其在不同光照環境中的活動程度

(八)溫差實驗

- 1.實驗目的：研究田螺及福壽螺的耐溫差能力
- 2.研究方法：
 - (1)取田螺及福壽螺各 15 隻，將其放置在初始溫度中十分鐘
 - (2)十分鐘後，再將其瞬間放置到已設計好的溫度
 - (3)觀察在不同溫差下，田螺及福壽螺的甦醒速度及活動比例

(九)耐寒天數實驗

- 1.實驗目的：研究田螺及福壽螺之耐寒天數
- 2.研究方法：
 - (1)取田螺及福壽螺 15 隻
 - (2)放置在泥盒中並置入冰箱
 - (3)使其維持在低溫 4°C
 - (4)觀察數日後其死亡率

(十)耐高溫實驗

1. 實驗目的：研究田螺及福壽螺之耐高溫程度
2. 研究方法：
 - (1)取田螺及福壽螺 15 隻
 - (2)放置在不同溫度的水中
 - (3)觀察 30 分鐘後其死亡率

(十一)酸鹼值實驗

- 1.實驗目的：研究田螺及福壽螺的耐酸鹼值之程度
- 2.研究方法：
 - (1)將田螺及福壽螺各取 15 隻

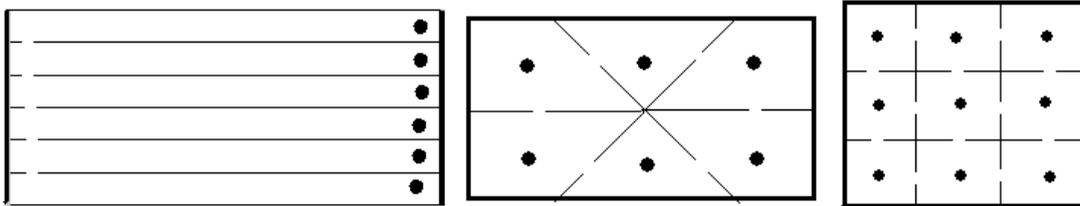
- (2)分別放置在酸鹼值 2~8 之溶液中
- (3)觀察數日後其存活率

(十二)Morpholine 實驗

- 1.實驗目的：研究田螺及福壽螺的耐 Morpholine 之程度
- 2.研究方法：
 - (1)取田螺及福壽螺 15 隻
 - (2)放置在不同濃度的 Morpholine 溶液中
 - (3)觀察 1 日後其死亡率

(十三)雲集實驗

- 1.實驗目的：研究田螺及福壽螺的聚集現象
- 2.研究方法：
 - (1)設計三種不同的水缸空間，如下圖

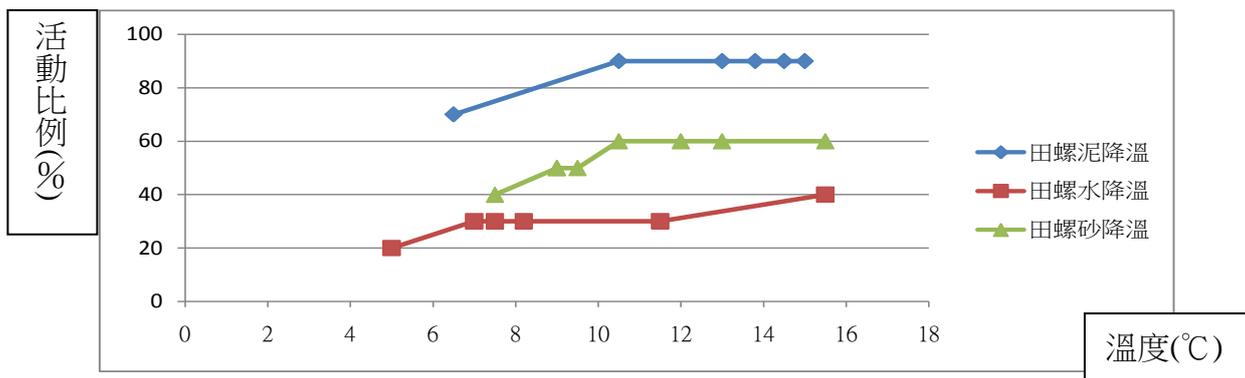


- (2)各取不同隻數(6、6、9 隻)的田螺及福壽螺放置其中
- (3)觀察每一小時後其分布情形

伍、研究結果

一、不同低溫環境下對田螺及福壽螺的影響：

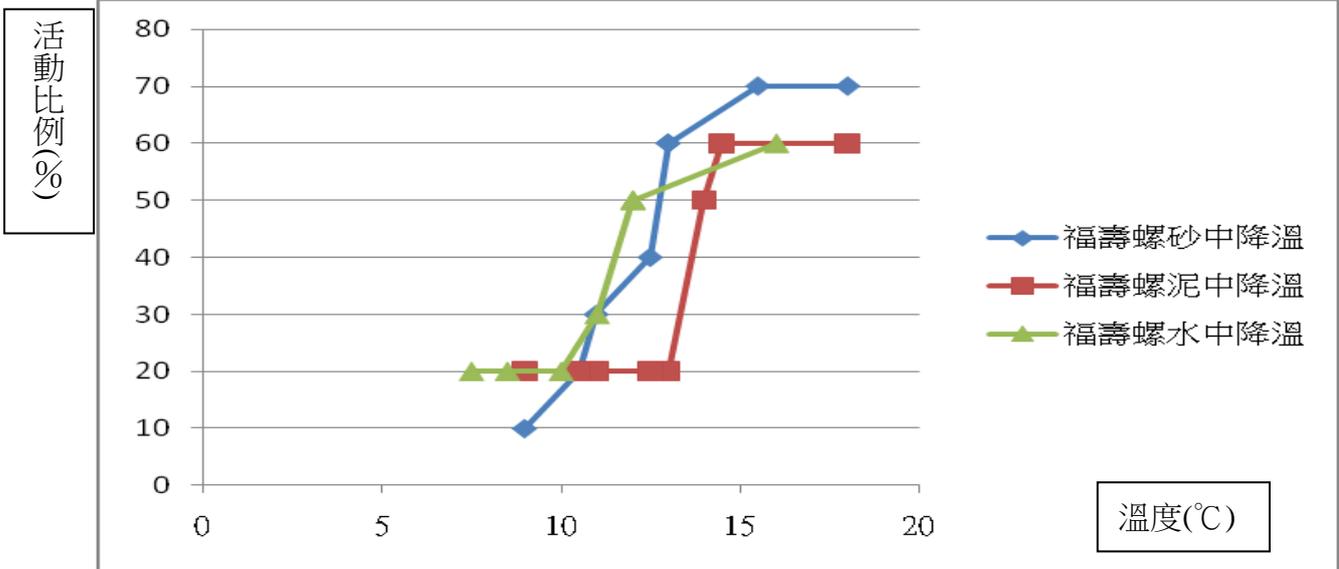
(一)田螺組---資料圖表彙整：



(圖一)

- 1.田螺在泥中降溫該組活動比例下降得最慢，推測是因為泥巴的溫度下降得最緩慢，所以田螺的活動比例改變得較不明顯。
- 2.由圖可知，這三種介質中，溫度下降的速度為泥巴< 砂子< 水，所以田螺在泥巴此組的活動比例始終高於另外兩組。

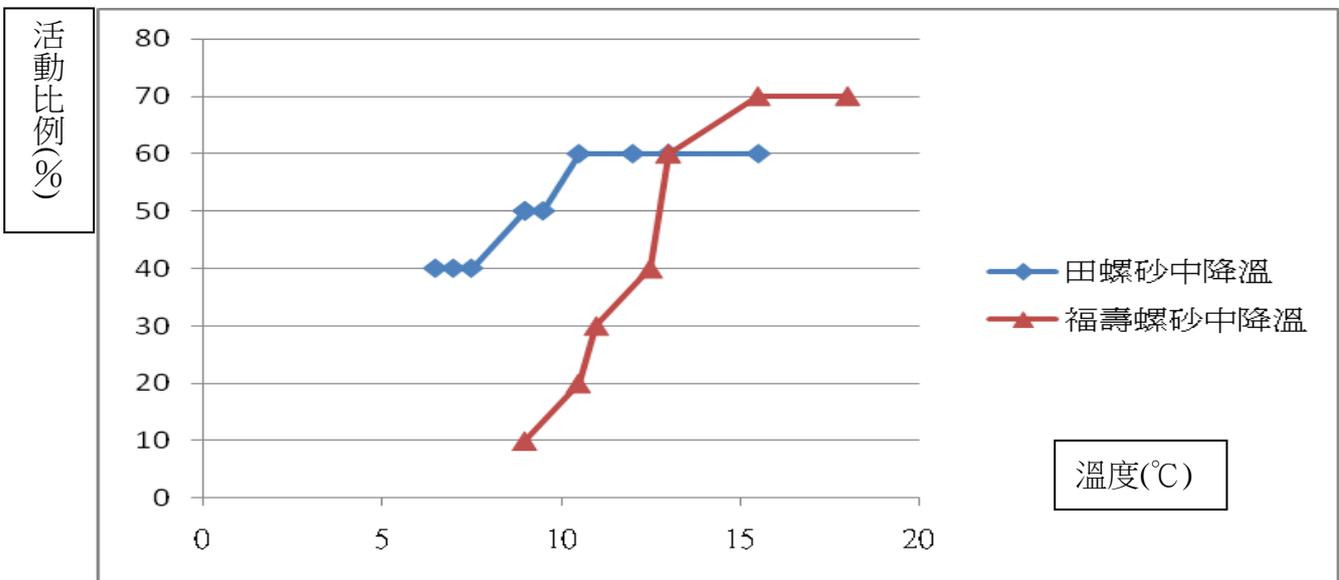
(二)福壽螺組---資料圖表彙整：



(圖二)

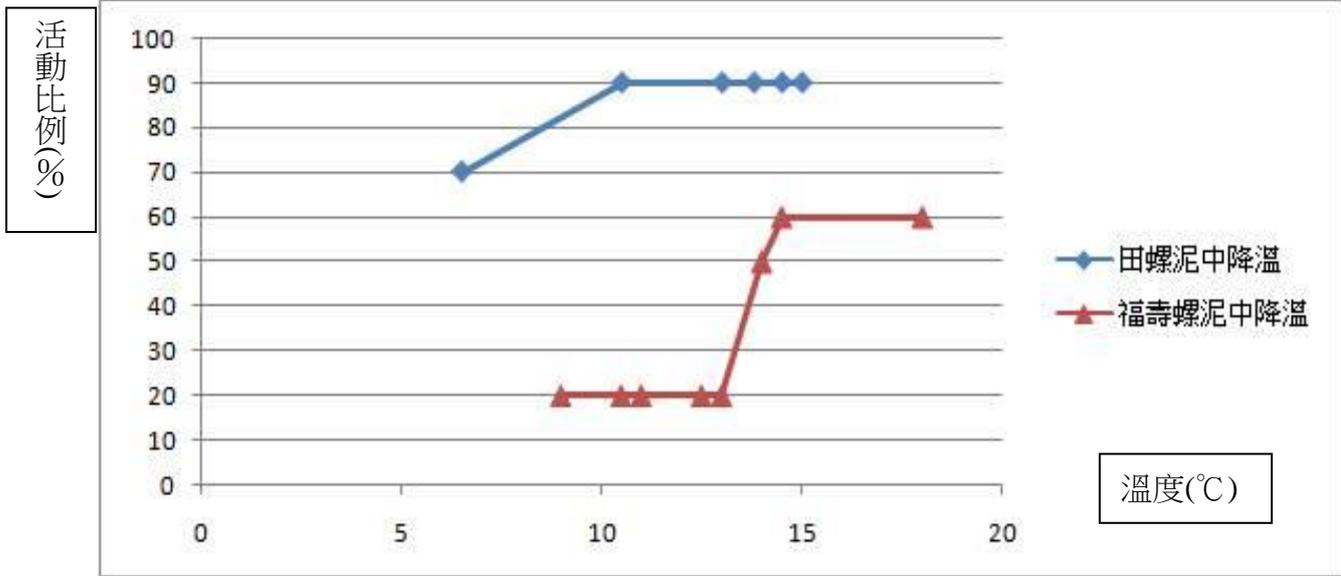
- 1.由圖可知，不論福壽螺在哪種介質中，一旦溫度低於 15°C 時，其活動比例皆快速下降。
- 2.福壽螺在砂中活動比例較高，我們推測是因為砂子阻擋其口蓋閉合，但在低於 15°C 後，因更無法忍受低溫，所以便勉強將口蓋閉上。

(三)田螺組與福壽螺組---資料圖表比較：



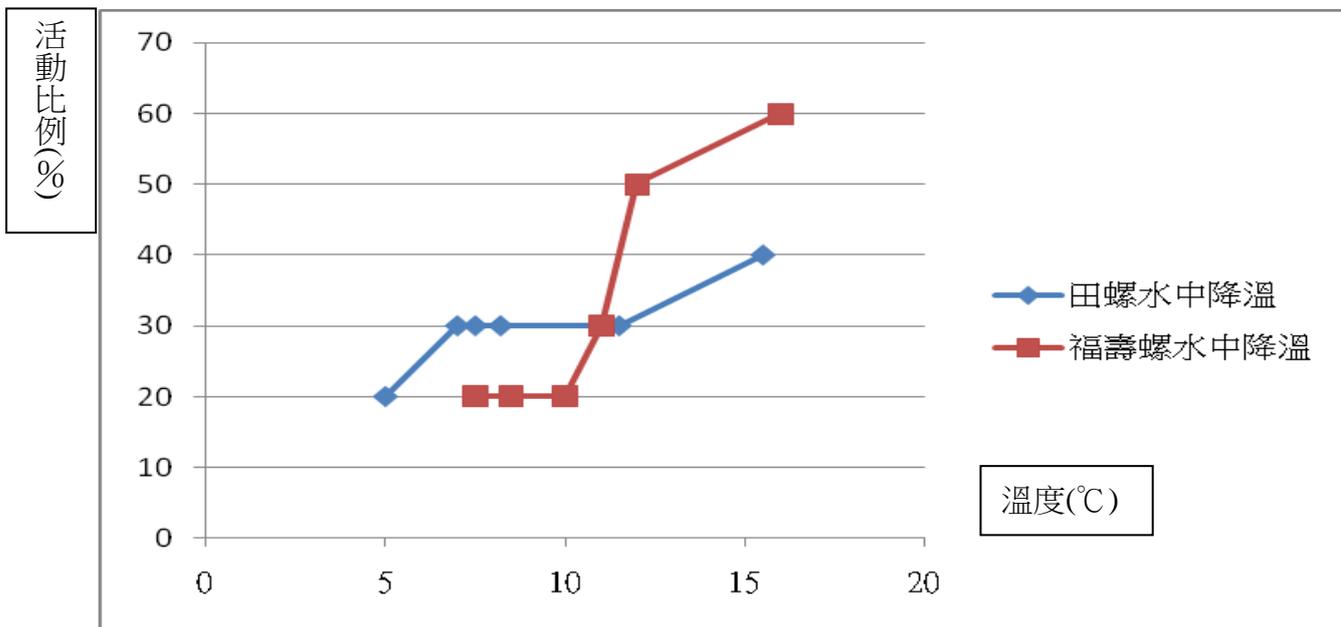
(圖三)

- 1.由圖可得，當溫度從 15°C 降至 6°C 時，福壽螺受溫度降低而活動比例下降的趨勢較田螺明顯，所以可以推測福壽螺比較不適應寒冷的環境。



(圖四)

1.當溫度由 15°C 降至 6°C 時，可發現田螺的活動比例始終高於福壽螺，推測田螺比較能夠忍受寒冷的環境。

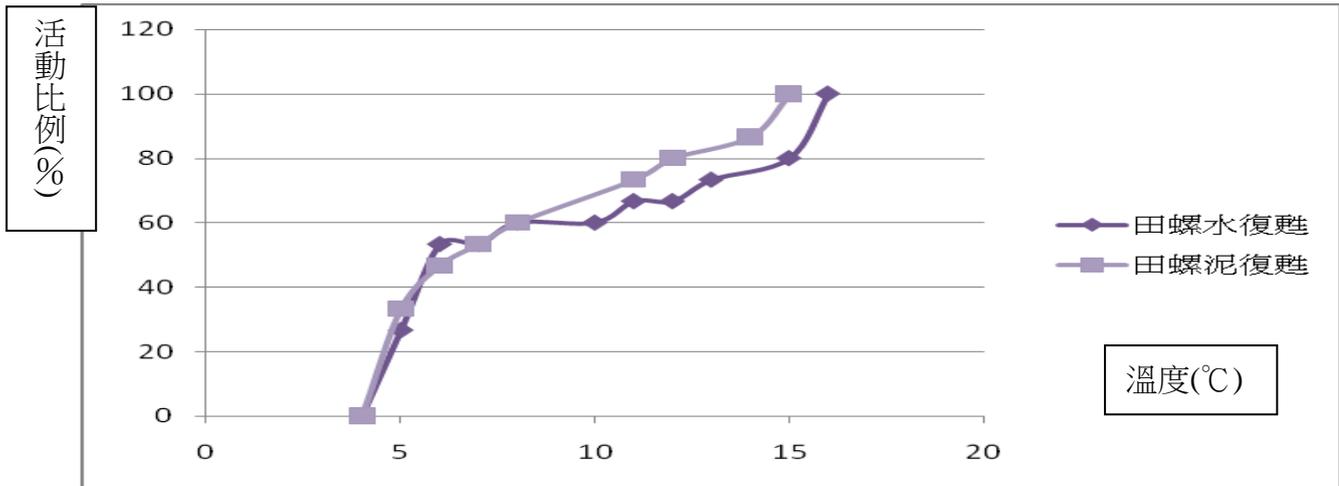


(圖五)

1.在介質為水逐漸降溫的實驗中，田螺及福壽螺的活動比例皆不高。

二、甦醒實驗

(一)田螺組---資料圖表彙整：

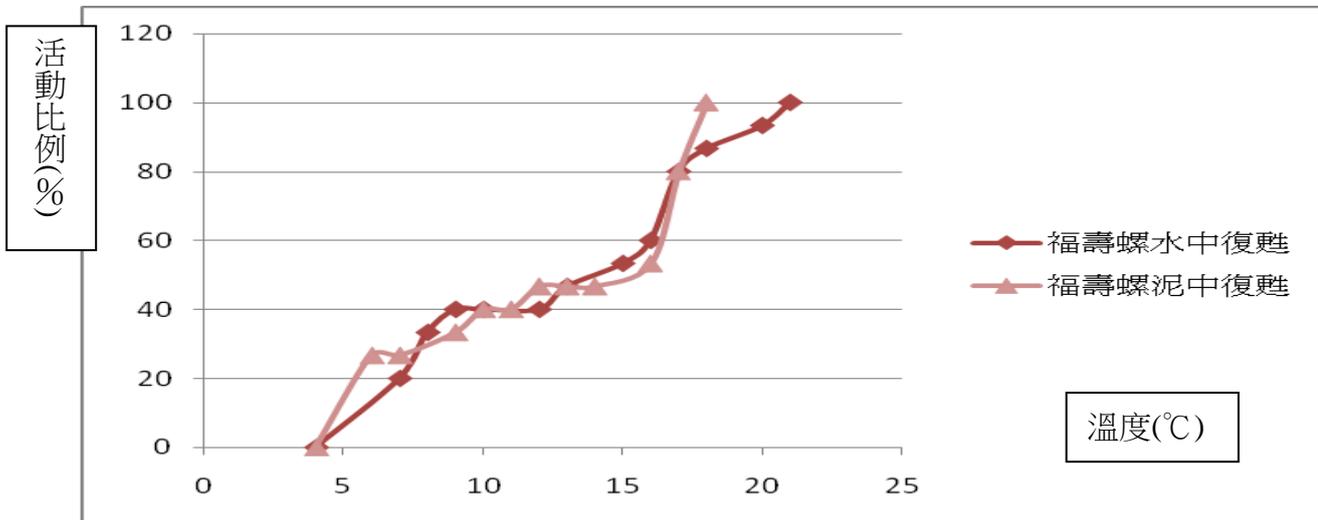


(圖六)

泥	溫度°C	4	5	6	7	8	11	12	14	15		
	活動比例%	0	33	47	53	60	73	80	87	100		
水	溫度°C	4	5	6	7	8	10	11	12	13	15	16
	活動比例%	0	27	53	53	60	60	67	67	73	80	100

1.由圖可知，當溫度由低溫逐漸上升時，在泥巴中田螺的活動比例恢復得稍快。

(二)福壽螺組---資料圖表彙整：

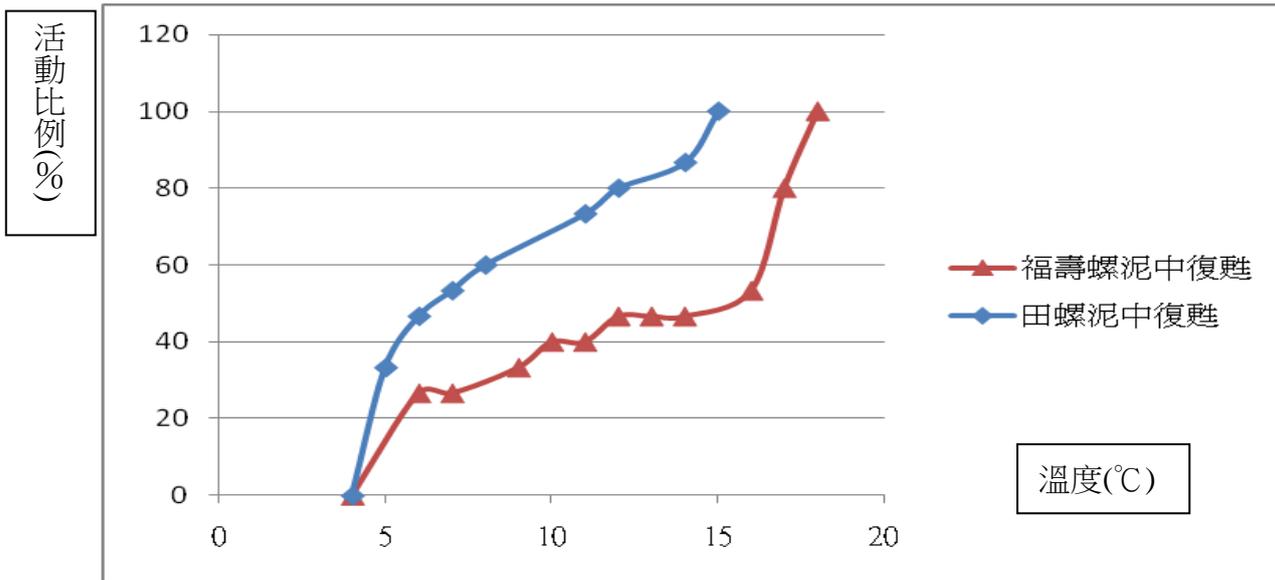


(圖七)

泥	溫度°C	4	5	6	7	8	11	12	14	15	16	17	18	
	活動比例%	0	27	27	33	40	40	47	47	53	53	80	100	
水	溫度°C	4	7	8	9	10	12	13	15	16	17	18	20	21
	活動比例%	0	20	33	40	40	40	47	53	60	80	87	93	100

1.由圖可知，當溫度由低溫逐漸上升時，在 15°C 前，福壽螺的活動比例不大，而在 15°C 後，在兩種介質中的活動比例都顯著的提升。

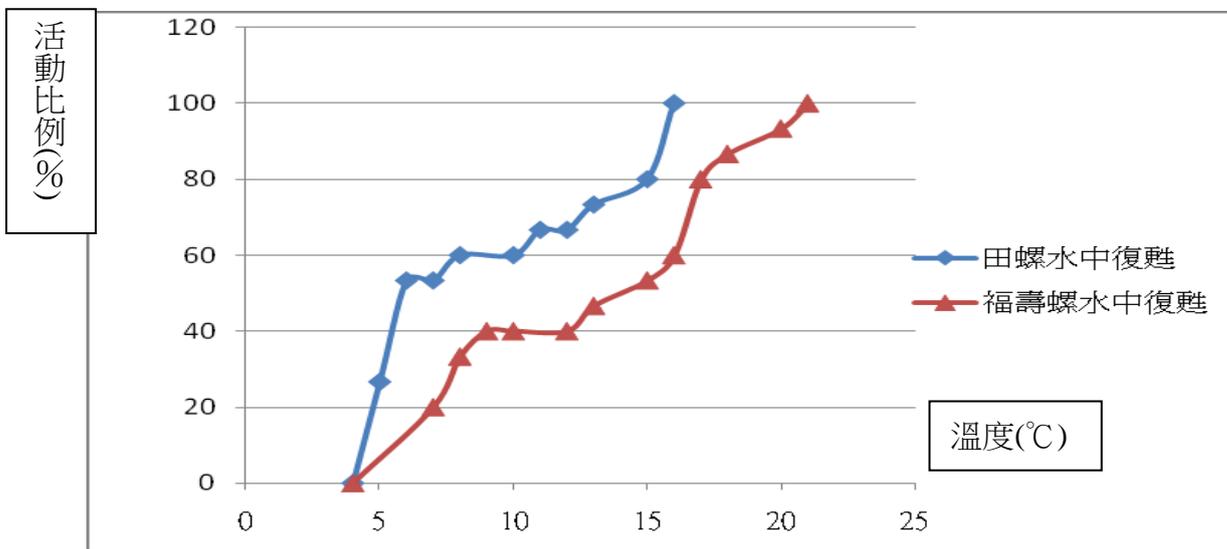
(三)田螺組與福壽螺組---資料圖表比較：



(圖八)

田螺	溫度°C	4	5	6	7	8	11	12	14	15			
	活動比例%	0	33	47	53	60	73	80	87	100			
福壽螺	溫度°C	4	5	6	7	8	11	12	14	15	16	17	18
	活動比例%	0	27	27	33	40	40	47	47	53	53	80	100

1.在泥巴介質中，隨著溫度上升，田螺的復甦情形明顯優於福壽螺。



(圖九)

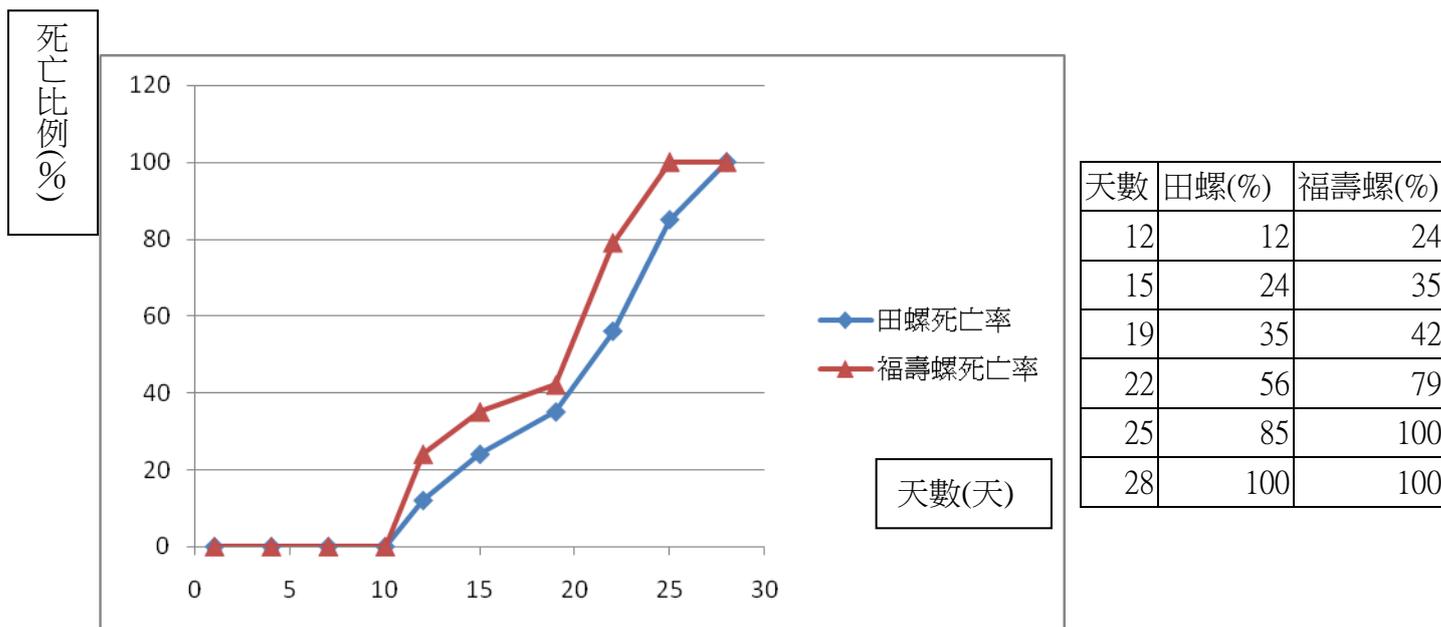
田螺	溫度°C	4	5	6	7	8	10	11	12	13	15	16		
	活動比例%	0	27	53	53	60	60	67	67	73	80	100		
福壽螺	溫度°C	4	7	8	9	10	12	13	15	16	17	18	20	21
	活動比例%	0	20	33	40	40	40	47	53	60	80	87	93	100

1.在水介質中，溫度於 15°C 以下時，田螺的復甦情形明顯優於福壽螺。

2.當溫度上升至 15°C 時，福壽螺的活動比例才和田螺不分軒輊，可見福壽螺較不適應低溫。

三、耐旱實驗

(一)田螺組與福壽螺組---資料圖表比較：

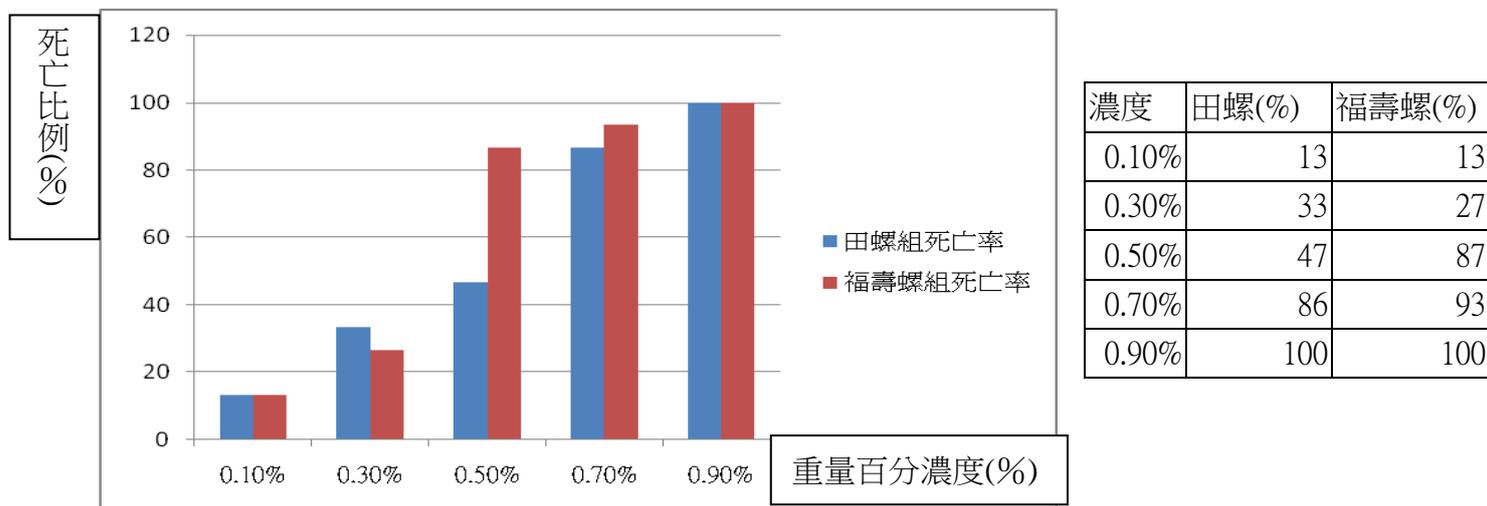


(圖十)

1.由圖可知，在乾旱環境 20 天後，田螺和福壽螺的死亡比例急速上升。

四、苦茶粕實驗

(一)田螺組與福壽螺組---資料圖表比較：

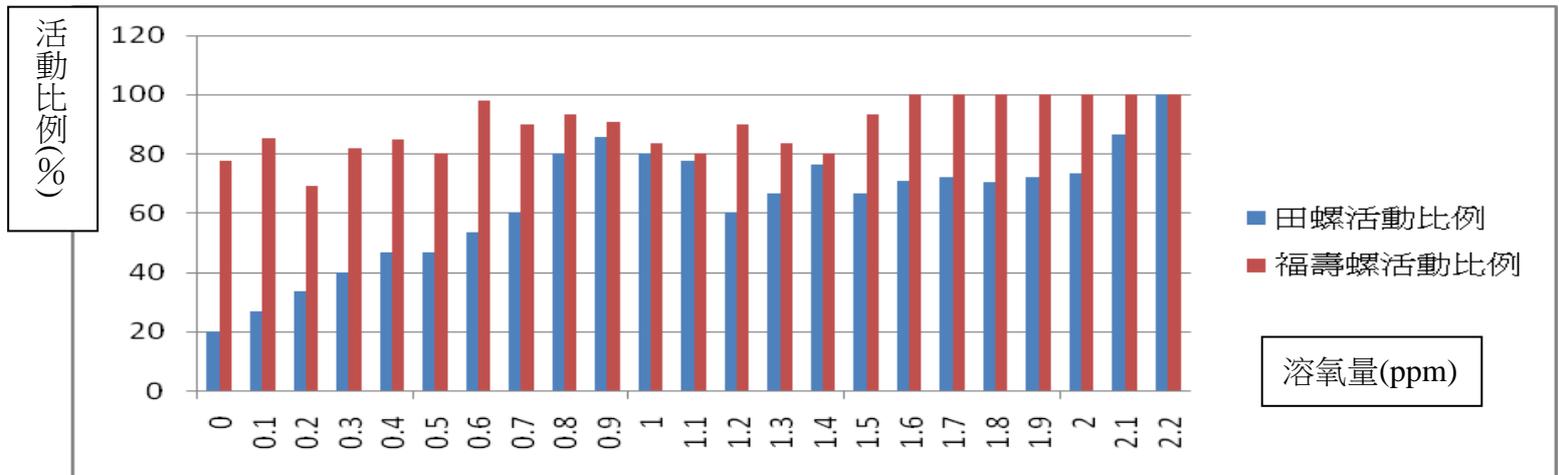


(圖十一)

- 1.由圖可知，在重量百分濃度 0.5%時，田螺死亡率 47%，但福壽螺已升至 87%，可見在此濃度下，田螺的生存優勢明顯大於福壽螺。
- 2.當濃度高於 0.7%時，兩者的死亡比例皆趨近於 100%，可見較高濃度的苦茶粕溶液，皆會造成兩者死亡。

五、溶氧量實驗

(一) 田螺組與福壽螺組---資料圖表比較：

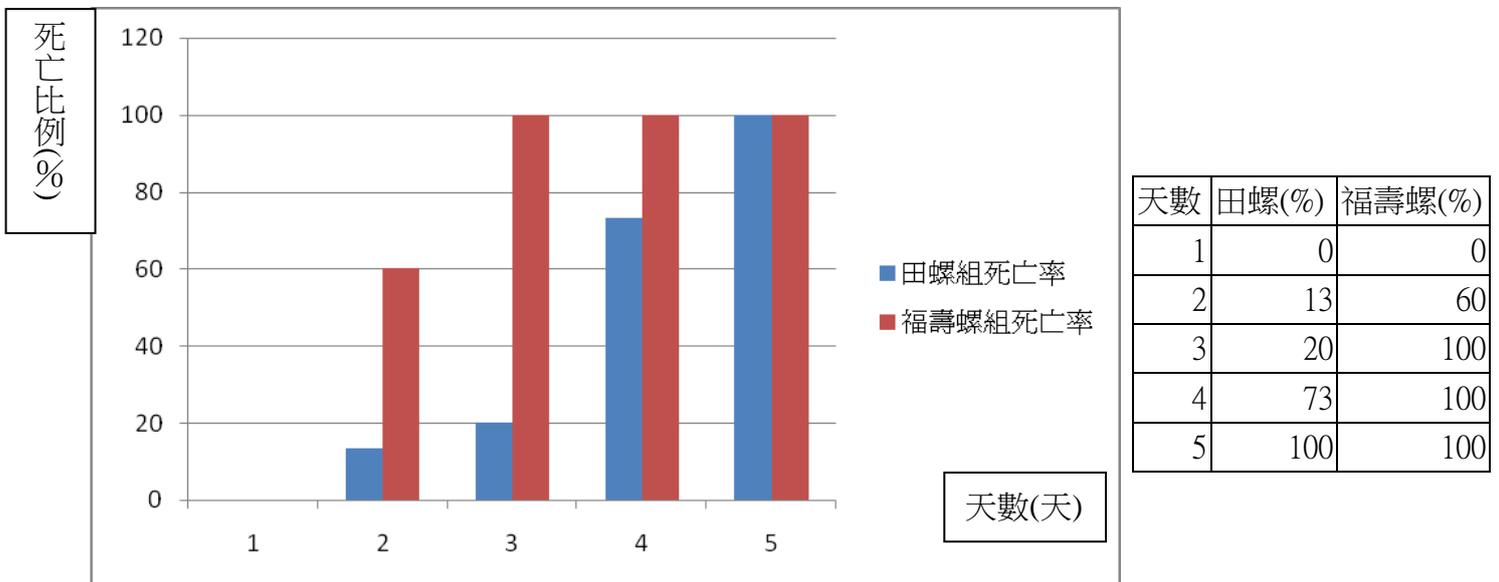


(圖十二)

1.由圖可知，當田螺在溶氧量 $>2.2\text{ppm}$ 的環境下，活動力皆為 100% ，但在溶氧量 <2.1 的環境中，活動力則明顯逐漸下降，而福壽螺即使在溶氧量 <1.6 的環境下，活動比例仍高於 80% 。

六、不換氣實驗

(一)田螺組與福壽螺組---資料圖表比較：



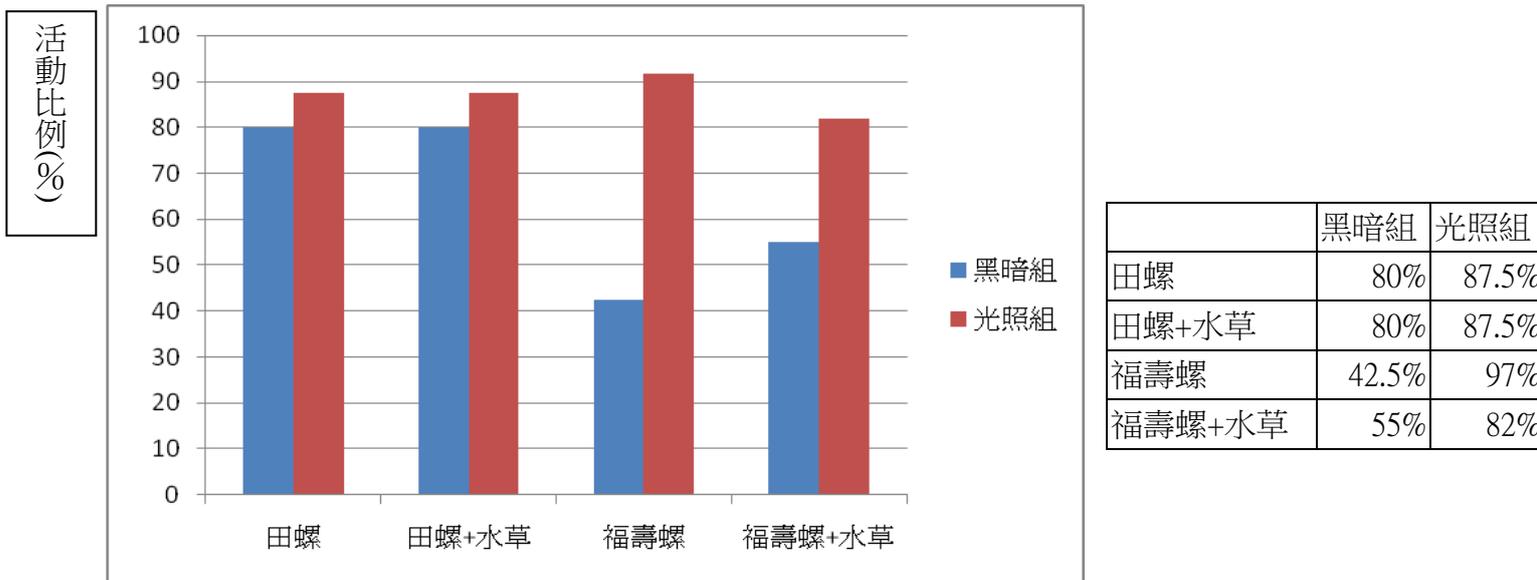
(圖十三)

1.我們在觀察福壽螺時，發現福壽螺在溶氧量低的水體中，會伸出水管至表面，接觸空氣以利呼吸，於是我們便設計此實驗，來探討田螺及福壽螺在不接觸空氣的情況下，存活的極限天數。

2.由圖可知，在不接觸空氣的環境下，福壽螺3天後即全數死亡，而田螺則到5天才全數死亡，由此可知如果福壽螺無法伸出水管，便失去在低溶氧時的優勢。

七、光照實驗

(一)田螺組與福壽螺組---資料圖表比較：

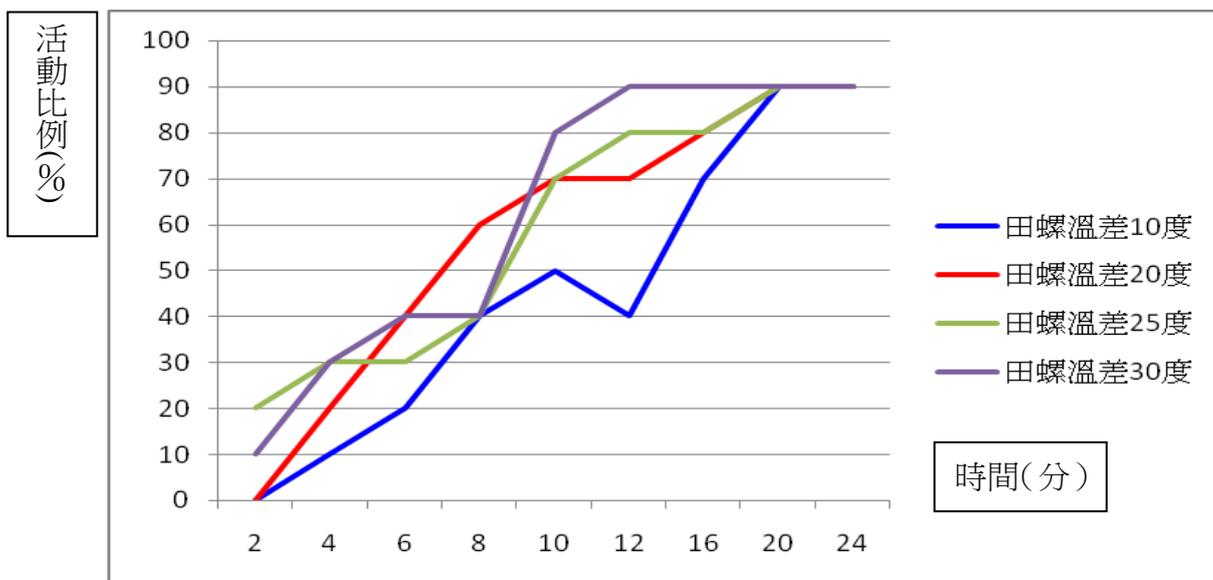


(圖十四)

- 1.由圖可知，對於田螺而言，在持續光照或持續黑暗的環境中五天後，活動比例差異不大，然而對於福壽螺而言，在持續光照環境中的活動比例明顯優於在持續黑暗環境，由此可見，福壽螺的活動力較仰賴光照。
- 2.比較有無水草的環境時，我們發現水草對於兩者的活動力皆不具明顯的影響。

八、溫差實驗

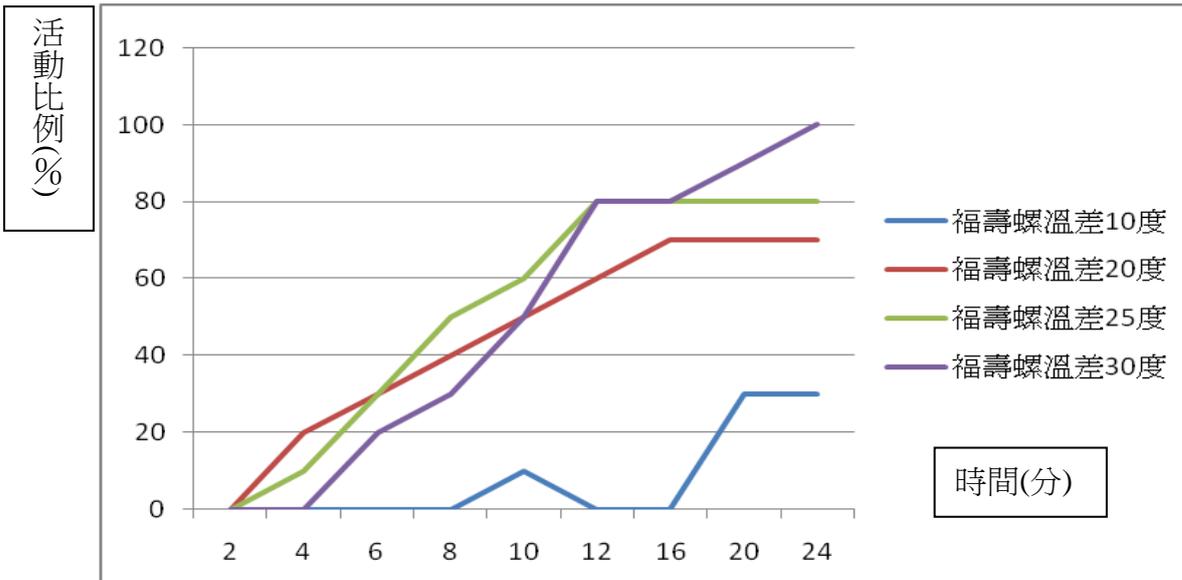
(一)田螺組---資料圖表彙整：



(圖十五)

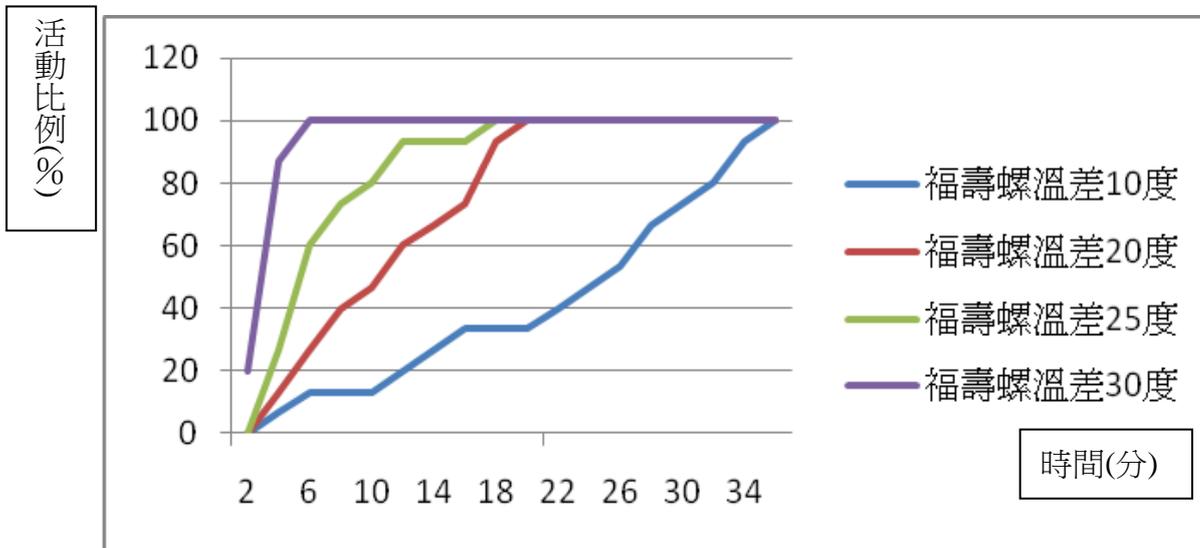
- 1.由圖可知，當我們把原先置於 5°C 水中的田螺分別放到 15°C、25°C、30°C、35°C 水溫下，其活動比例皆上升，可見當溫差範圍為 10°C 至 30°C 時，田螺仍可忍受。
- 2.在放置於較高溫的環境下，田螺的活動比例明顯上升。

(二)福壽螺組---資料圖表彙整：



(圖十六)

1. 由圖可知，當我們把原先置於 5°C 水中的福壽螺分別放到 15°C、25°C、30°C、35°C 水溫下，其活動比例皆上升，可見當溫差範圍為 10°C 至 30°C 時，福壽螺仍可忍受。
2. 由圖可知，當溫度由 5°C 上升至 15°C 時，福壽螺的活動比例仍然不高。



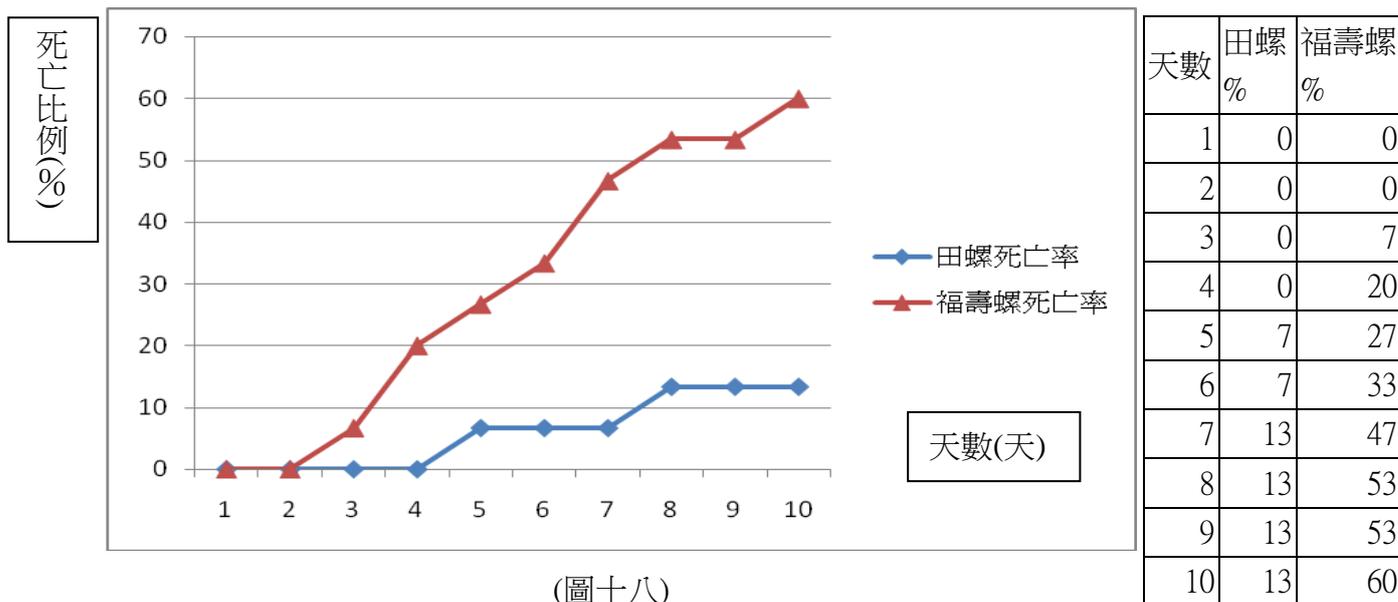
(圖十七)

因為我們認為福壽螺的甦醒臨界溫度應為 15°C 左右，所以我們便為福壽螺設置了另一個不同初始溫度(10°C)的溫差實驗：

1. 由圖可知，當我們把原先置於 10°C 水中的福壽螺分別放到 20°C、30°C、35°C、40°C 水溫下，其活動比例皆上升，可見當溫差範圍為 10°C 至 30°C 時，福壽螺仍可忍受。
2. 由圖可知，相同是溫差 10°C 的實驗裡，當溫度由 10°C 上升至 20°C 時，福壽螺的活動比例明顯高於先前圖十六的 5°C 上升至 15°C。

九、耐寒天數實驗

(一)田螺組與福壽螺組---資料圖表比較：

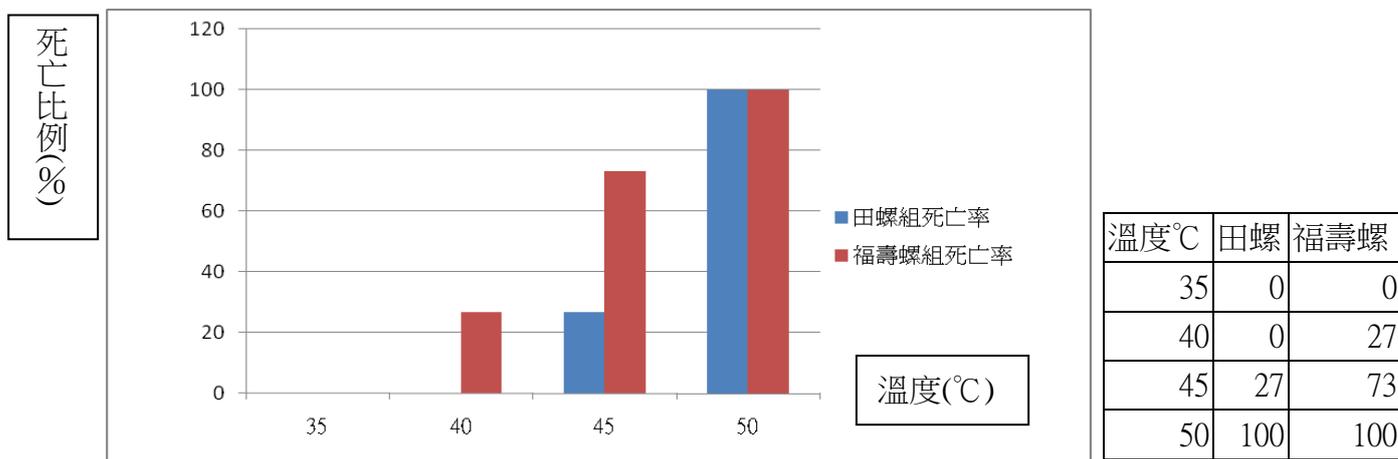


(圖十八)

1.由圖可知，在持續低溫(4°C)下，在第8天時，福壽螺的死亡率為53%，而田螺的死亡率在十天後仍低於15%，由此可知，田螺較福壽螺更能忍耐低溫。

十、耐高溫實驗

(一)田螺組與福壽螺組---資料圖表比較：



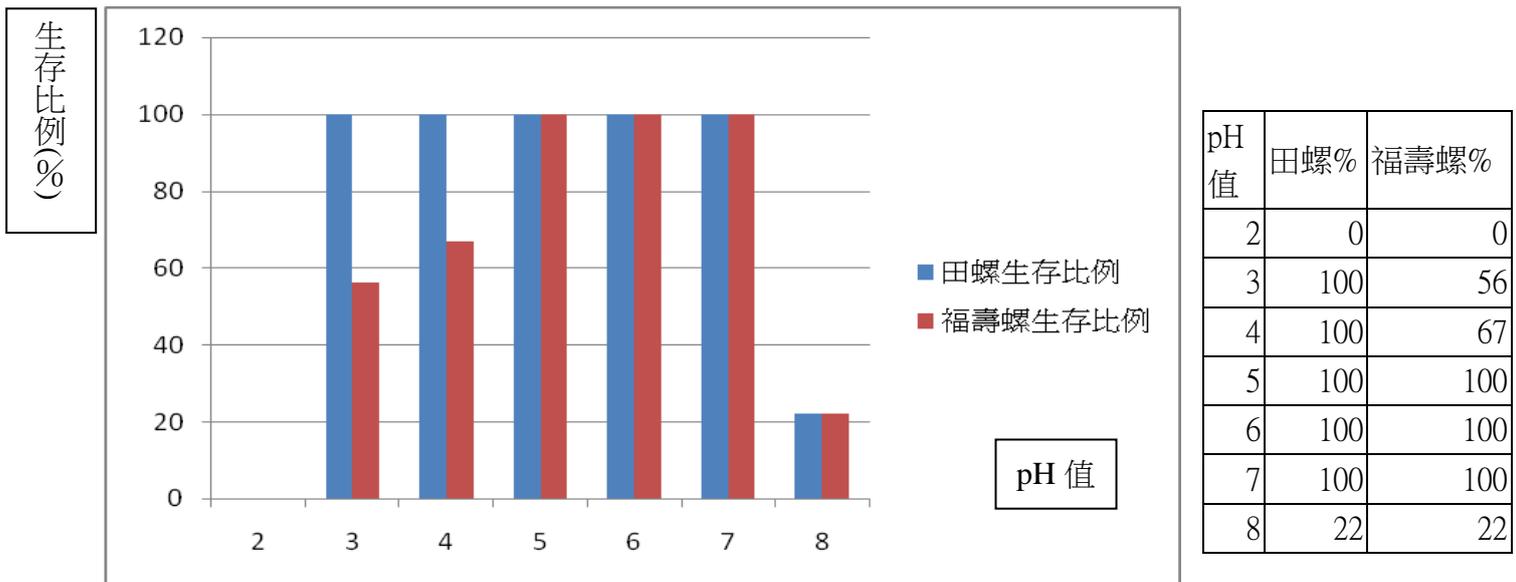
(圖十九)

1.由圖可知，當溫度於40°C時，田螺的死亡比例(0%)低於福壽螺(27%)，當溫度於45°C時，田螺的死亡比例(27%)仍低於福壽螺(73%)，可見在40°C到45°C時，田螺的生存優勢較佳。

2.當溫度高至50°C時，兩者皆死亡，由上可知，田螺的耐高溫極限溫度高於福壽螺，應介於45°C到50°C之間，而福壽螺的耐高溫極限溫度應介於40°C到45°C之間。

十一、酸鹼值實驗

(一)田螺組與福壽螺組---資料圖表比較：

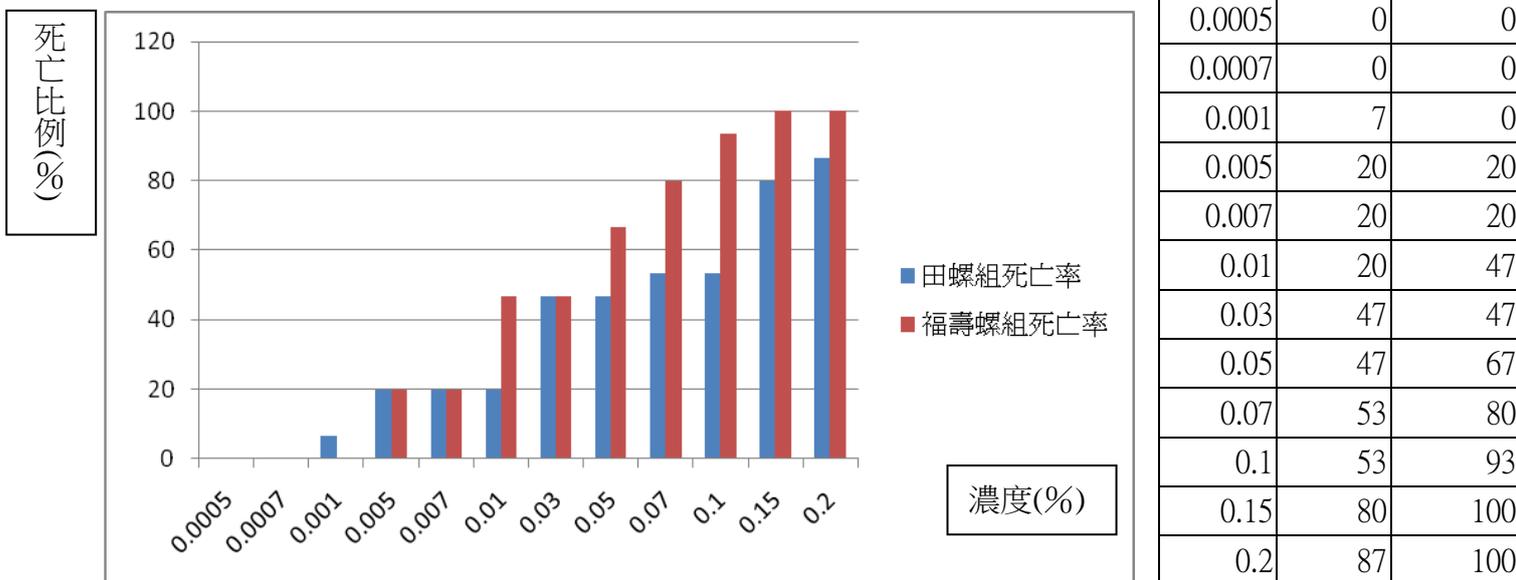


(圖二十)

- 1.由圖可知，在強酸（pH=3、4）環境下，田螺的生存比例皆為 100%，但福壽螺的生存比例已降低至 56%、67%，可見福壽螺較不能忍受強酸的環境。
- 2.在 pH=8 的環境中，兩者的存活率皆只有 22%，可見皆不能忍受較鹼性的環境。

十二、Morpholine 實驗

(一)田螺組與福壽螺組---資料圖表比較：

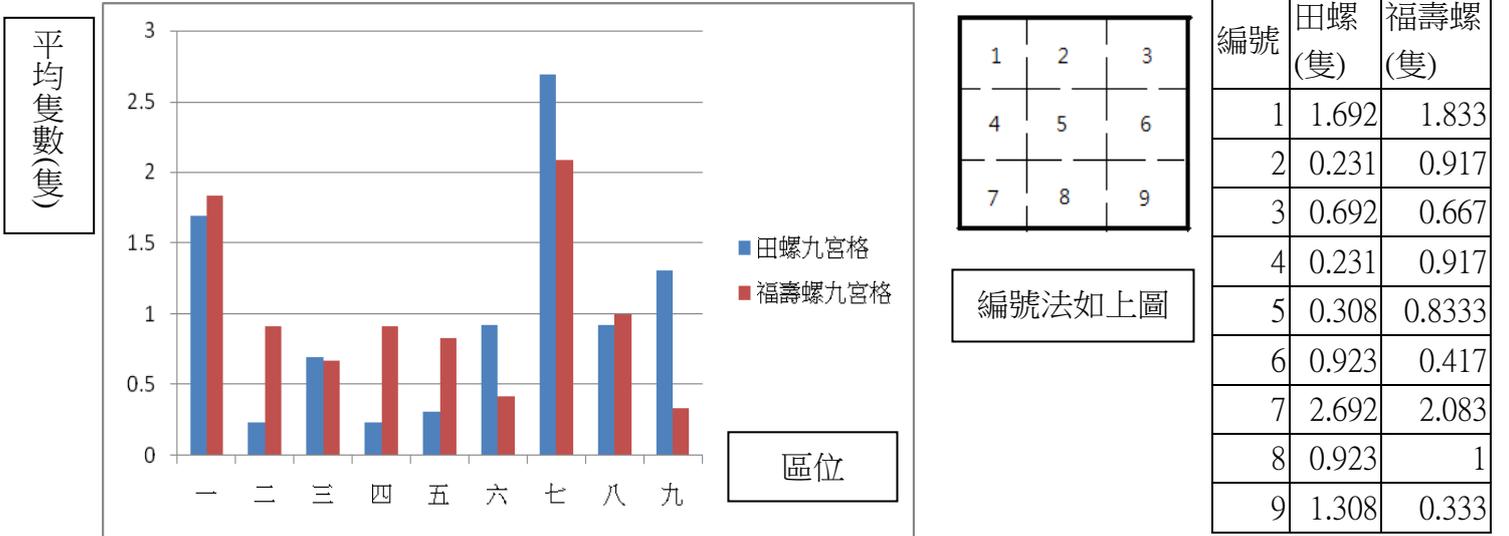


(圖二十一)

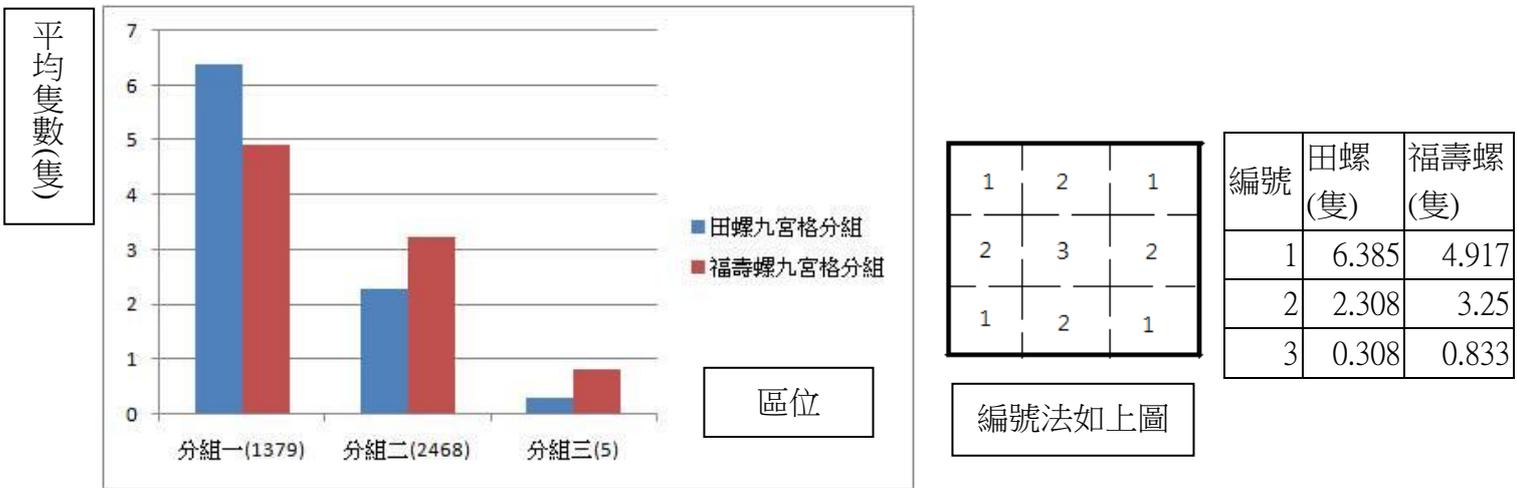
1. 由圖可知，當 Morpholine 濃度在 0.1~0.15%時，田螺的死亡率由 53%升至 80%，所以我們推測其忍受 Morpholine 濃度的極限值為 0.1~0.15%間，當 Morpholine 濃度在 0.03~0.05%時，福壽螺的死亡率由 47%升至 67%，所以我們推測其忍受 Morpholine 濃度的極限值為 0.03~0.05%間，由此可見，田螺對 Morpholine 的忍受度較福壽螺高。

十三、雲集實驗

(一)田螺組與福壽螺組---資料圖表比較：
九宮格版：



(圖二十二)

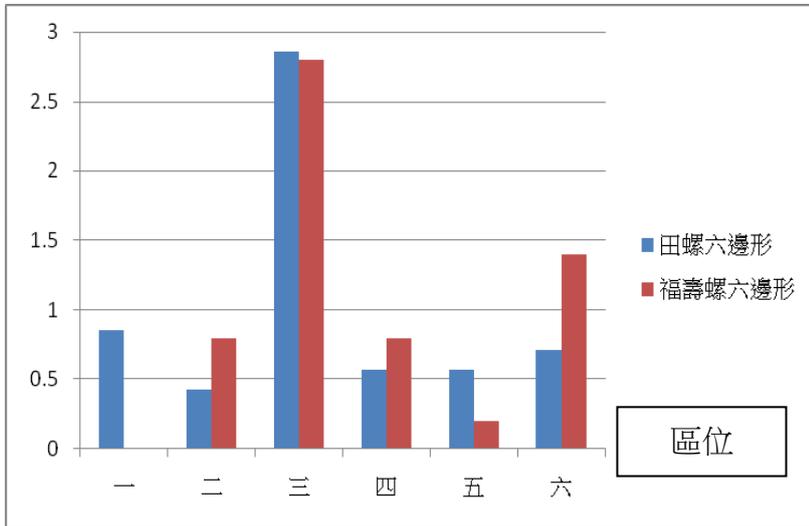


(圖二十三)

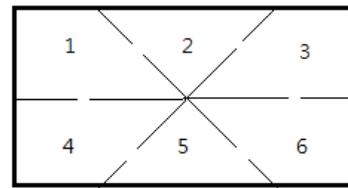
- 1.由圖可知，田螺及福壽螺皆會有雲集的現象，所以我們推測其有互相通訊連絡的能力。
- 2.兩者皆較傾向於聚集在角落(如 1、7、9)，便繪製了(圖二十三)來統計此現象。我們發現兩者真的明顯較喜愛聚集於有兩面牆的方格(分組一)內，我們推測原因，其一是水紋較穩定，其二是較易於攀爬或換氣。且田螺聚集於角落的現象更勝於福壽螺。

六邊形版：

平均隻數(隻)



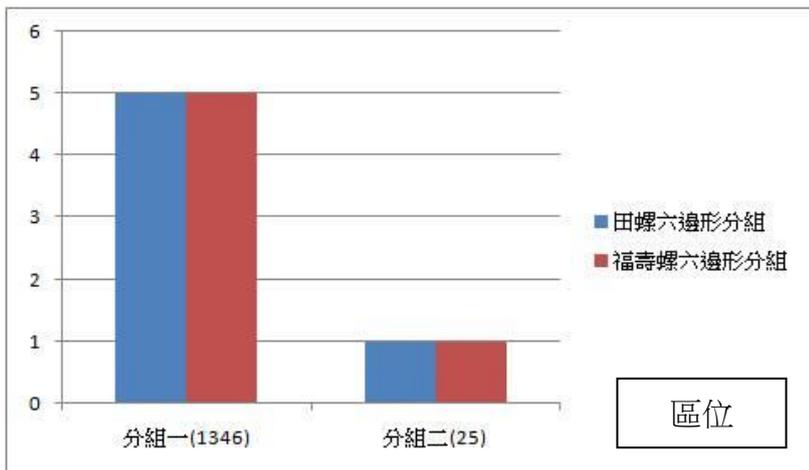
(圖二十四)



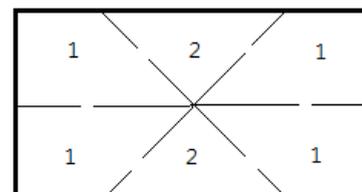
編號如上圖

編號	田螺(隻)	福壽螺(隻)
1	0.857	0
2	0.429	0.8
3	2.857	2.8
4	0.571	0.8
5	0.571	0.2
6	0.714	1.4

平均隻數(隻)



(圖二十五)

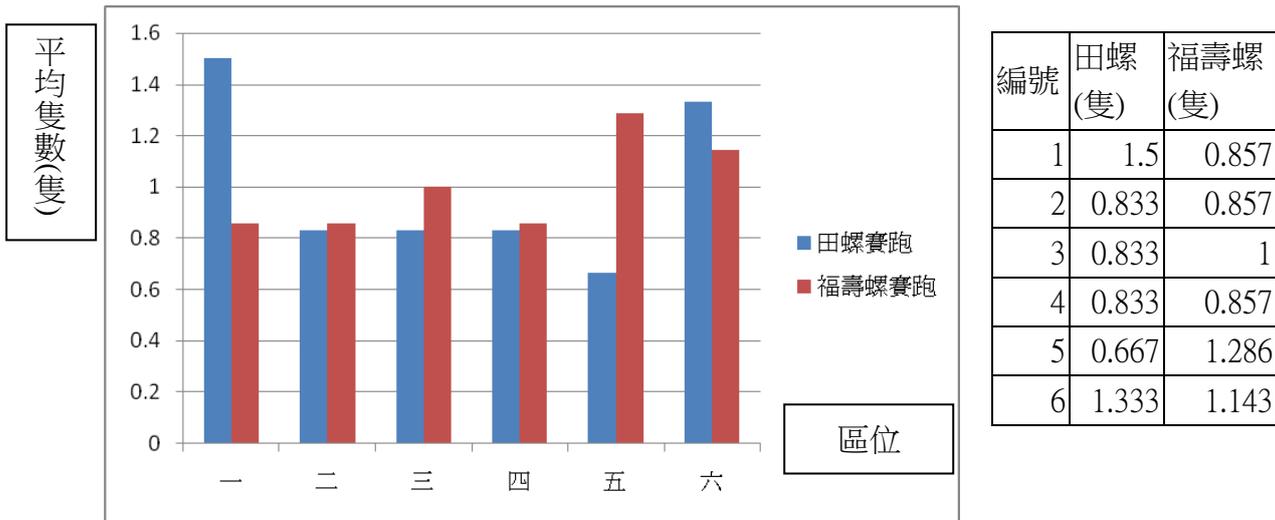


編號如上圖

編號	田螺(隻)	福壽螺(隻)
1	5	5
2	1	1

- 1.由圖可知，田螺及福壽螺皆會有雲集的現象，且傾向於有雙面牆的區域。
- 2.由圖二十四可知，田螺及福壽螺都較喜愛聚集於編號三的區域，詳細原因值得進一步探討。
- 3.由圖二十五可知，田螺及福壽螺較喜愛聚集於有兩面牆的方格(分組一)內。

賽跑版：



(圖二十六)

1
2
3
4
5
6

編號如右圖

1.由圖可知，田螺及福壽螺不會有雲集的現象，我們推測是因為阻隔的距離過長，可能使他們的通訊受阻，所以雲集現象不明顯。

陸、討論

一、環境實驗

- (一) 不同環境介質實驗中，我們發現在泥巴中的田螺活動力最好(圖一)，推測是因為泥巴的保溫能力最佳，而砂子會阻礙福壽螺將口蓋閉合，所以才會顯現出在砂介質中的福壽螺活動比例最高(圖二)，水則因為升降溫度容易受到外界環境干擾，不易維持穩定(圖一)(圖二)，所以泥巴是最適合螺類生存的環境。然而在不同介質低溫中，田螺的活動比例始終高於福壽螺(圖三)(圖四)(圖五)。
- (二) 在於復甦實驗裡，我們發現田螺不論在泥中(圖八)或水中(圖九)，在低溫下復甦速度皆大於福壽螺，而單比較泥與水兩種介質，田螺在泥中復甦的程度又更優於在水中的環境(圖六)，而福壽螺也是在泥中復甦的程度優於在水中(圖七)。
- (三) 耐旱實驗中，我們發現不論田螺或福壽螺，皆在乾燥環境下 20 天後死亡率明顯上升，且由結果(圖十)可知，兩者的乾旱耐受度相去不遠，但田螺仍略勝一籌。
- (四) 苦茶粕實驗中，我們在查詢現有的防治福壽螺之方法中，發現有機農業主要以施灑苦茶粕來防治福壽螺，我們希望進一步探討出此種物質對於田螺及福壽螺的個別影響差異，苦茶粕是苦茶籽榨油後剩餘的殘渣，遇水會溶解出皂鹼（皂素），會刺激黏膜組織。能對福壽螺造成刺激而使其大量分泌黏液，最終因為體液過度流失而死亡。實驗中我們發現，在

0.5%(重量百分濃度)時，田螺的死亡率遠遠低於福壽螺(圖十一)，但在其他濃度下，兩者的死亡率差異不大，而且此種方法不僅僅讓福壽螺死亡，田園清道夫的田螺也會被一併犧牲。

- (五) 溶氧量實驗中，我們採集了數種水體，從中發現，當田螺與福壽螺在溶氧量高(>2.2ppm)的環境下，活動力皆十分旺盛(圖十二)，但在溶氧量低(<2.1ppm)的環境中，田螺的活動力則明顯下降，而福壽螺仍維持高活動力，所以我們推論田螺較不適合生長在含氧量低的環境。
- (六) 不換氣實驗中，使田螺及福壽螺都無法接觸空氣時，福壽螺在三天後便全數死亡，而田螺在五天後才全數死亡(圖十三)，由此我們推測若在無法接觸空氣的環境下，福壽螺便失去低溶氧下的優勢。
- (七) 光照實驗中，觀察其在此兩種不同光照環境下的活動力趨勢(圖十四)，我們發現田螺及福壽螺在光照環境下的活動力皆優於黑暗中，但對於田螺而言，在光照及黑暗中活動力皆高，所以其較不受光照的影響，而福壽螺在連續光照時的活動力比在連續黑暗時顯著的提升，我們推測可能是因為光照後水體表面的溫度較高，進而影響其活動力，而水草組的福壽螺之活動力較低，我們推測是因為福壽螺在大量攝取水草後，排泄物激增，造成水質混濁，所以相較之下活動力較低。

二、溫度實驗

- (一) 溫差實驗中，我們發現田螺及福壽螺皆能容忍 30°C 的溫差(圖十五)(圖十六)(圖十七)，但在低溫的環境下，田螺的復甦程度及活動力皆大於福壽螺，代表著田螺對於寒冷有更高的忍受力。
- (二) 耐寒天數實驗中，我們將溫度維持在 4°C 左右，在第 8 天時，福壽螺的死亡率為 53%，而田螺的死亡率在十天後仍低於 15%(圖十八)，由此可知，田螺較福壽螺更能忍耐低溫。然而我們希望能更進一步找出田螺及福壽螺耐低溫的極限天數。
- (三) 耐高溫實驗中，在溫度 40°C~45°C 的環境下，田螺的死亡率皆低於福壽螺(圖十九)，但當溫度到達 50°C 時，兩者的死亡率皆為 100%，所以我們推測田螺的忍受高溫極限高於福壽螺，應介於 45°C~50°C，福壽螺的高溫極限約在 40°C 到 45°C 之間。

三、酸鹼值實驗

- (一) 在酸鹼值實驗中，我們可以得知田螺及福壽螺的容忍酸鹼程度皆介於 pH3~7 之間(圖二十)，但在強酸性環境下，田螺能夠有更高的忍耐力，而水稻的酸鹼耐受力介於 pH4.5~pH7.0 之間，因此在酸性環境(pH4.5 左右)下，田螺具有較佳的生存優勢，而這或許可以作為將來復育田螺、消滅福壽螺的思考方針。

四、Morpholine 實驗

- (一) 文獻記載有一種蠟的成分---Morpholine，因為其分子小，且不溶於水，便能吸附在福壽螺的卵上，使其無法呼吸而死亡，所以我們希望可以進一步探討此種存在於水果蠟中的成分，是否能使福壽螺的卵死亡，而不會造成卵胎生的田螺生存上的威脅。當 Morpholine 濃度在 0.1~0.15% 時，田螺的死亡率由 53% 升至 80%，所以我們推測其忍受 Morpholine 濃度的極限值為 0.1~0.15% 間，當 Morpholine 濃度在 0.03~0.05% 時，福壽螺的死亡率由

47%升至 67%，所以我們推測其忍受 Morpholine 濃度的極限值為 0.03~0.05%間(圖二十一)，由此可見，田螺對 Morpholine 的忍受度較福壽螺高，因此若要使用 Morpholine 來抑制福壽螺的生存時，濃度的控制應更加精準，否則也會導致田螺的死亡。

五、雲集實驗

(一)我們發現，在阻隔的距離不過長的情況下，田螺及福壽螺皆有雲集現象，且傾向於聚集在兩面牆的區域(圖二十二)(圖二十三)(圖二十四)(圖二十五)(圖二十六)，我們想進一步探討聚集的個體間，有無雌雄比例的特殊關係，以推測這種雲集的現象對其生存的意義。

柒、結論

本實驗，最後我們發現：

- 一、田螺在泥巴中的環境時，活動力最佳，且泥巴的保溫能力也最好。而福壽螺則因沙子附著於身體上，而無法使口蓋完全閉合，所以在砂中的活動隻數較其他環境下多。但在相同介質的低溫下，田螺的活動力顯著的優於福壽螺。
- 二、田螺與福壽螺的耐旱程度相差不大，皆為 25 天左右。
- 三、在苦茶粕重量百分濃度 0.5%時，田螺的生存率明顯優於福壽螺，但在其他濃度下，兩者的生存率相差不大。
- 四、田螺不適合溶氧量低的環境，但溶氧量對於福壽螺的影響非常地不明顯，可知福壽螺對低溶氧的耐受度較高。但若使田螺及福壽螺都無法接觸空氣時，福壽螺在低溶氧下的優勢便消失。
- 五、田螺在持續黑暗環境中的活動力較福壽螺更為旺盛許多，而兩者在持續光照的環境中活動力差異不大。
- 六、田螺及福壽螺皆可耐短時間溫差至 30°C，但在低溫下，田螺由低溫復甦的速度大於福壽螺。
- 七、田螺忍受持續低溫的能力優於福壽螺。田螺忍受高溫極限應介於 45°C~50°C，福壽螺忍受高溫極限應介於 40°C~45°C。
- 八、田螺及福壽螺對於酸鹼度的容忍皆介於 pH3~7 之間，但在於強酸的環境下，田螺的生存率高於福壽螺。
- 九、田螺忍受 Morpholine 濃度的極限值為 0.1~0.15%間，福壽螺忍受 Morpholine 濃度的極限值為 0.03~0.05%間。
- 十、在阻隔的距離不過長的情況下，田螺及福壽螺皆有雲集現象，且傾向於聚集在兩面牆的區域。
- 十一、總結上述：田螺對於低溫、高溫、不換氣、黑暗、酸性環境的忍受度皆優於福壽螺；但在不同溶氧量環境，田螺需要較高溶氧的環境，而田螺對於苦茶粕與 Morpholine 的忍受度，在特定濃度下優於福壽螺。

捌、未來展望

- 一、我們在文獻當中發現淡水腹足類可以作為一種環境的生物指標，因此藉由淡水螺類分佈的種類與數量，即可得知水體污染的程度，便可用以輔助檢測生活中的廢水或稻田的水質等等，因此我們希望能夠更進一步研究田螺對環境的生存極限，以探討其為水質檢測的生物指標之可能性。
- 二、在光照實驗中，我們推測田螺殼上的共生藻類會影響其活動力，我們希望可以更進一步探討不同藻類對田螺的生存影響。
- 三、在雲集實驗中，我們希望能更進一步探討聚集的個體間，有無雌雄比例的特殊關係，以推測這種雲集的現象對其生存的意義。也希望能影響他們相互通訊的因素或構造，未來若能找到阻礙福壽螺雲集的方法，就能夠有效的抑制他們的繁殖。

玖、參考文獻

1. 張文亮，水中石田螺代謝需氧量與水溫之關係研究，中國農業工程研討會，P588-595，2002。
2. 佔家智編著，福壽螺田螺高效養殖技術，化學工業出版社，2013/01/01。
3. 行政院農業委員會，稻田福壽螺整合性防治，101年7月(第241期)。
4. 行政院農業委員會，工廠排放廢水對水稻之危害，植物保護圖鑑系列8。
5. 巫文龍、李彥錚，福壽螺在台灣，中央研究院動物研究所。

【評語】 040702

能找出低氧條件對繁衍有影響，具有新意。

實驗處理中，介質深度變化與溫度梯度及溶氧(或隔絕)的相對變化如何影響兩螺類，可以補足。

另可針對兩種螺類混合培養，觀察其交互作用。