

屏東縣第 61 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科別：生物科

組別：國中組

作品名稱：蛙喜變態

~探討環境壓力對蝌蚪生長與變態的影響~

關鍵詞：蝌蚪、色光、密度

編號：B4017

目錄

摘要.....	2
<u>壹</u> 、研究動機.....	3
<u>貳</u> 、研究目的.....	3
<u>參</u> 、研究設備及材料.....	4
<u>肆</u> 、文獻探討.....	4~5
<u>伍</u> 、研究過程與方法.....	5~8
<u>陸</u> 、研究結果與討論.....	9~18
<u>柒</u> 、結論.....	19
<u>捌</u> 、參考資料.....	19

作品名稱：蛙喜變態

~探討環境壓力對蝌蚪生長與變態的影響~

摘要

在和蝌蚪相處四個月以來，經過不斷悉心照顧與測量，我們的研究有了初步的成果：

- 一、空間越大，蝌蚪的成長速度就比較快，變態的時間比空間小的可提早二個多月。
- 二、鏡子數量會影響蝌蚪的生長發育，5面鏡子的變態時間較早，但是體重到後來明顯比較小，三面鏡子體重最重，整體而言是生長發育較好的，鏡子具有空間效應和心理效應(視覺及體感效果)，所以適量最好。
- 三、用玻璃紙罩住，體重比較重，色光中以黑色體重較輕，體全長也是黑色比較短。
- 四、罩玻璃紙的長後腳的時間都比較慢，色光中又以黃和黑最慢，紅色最快。長前腳和變態成蛙的速度很明顯的以紅光最快，再次證實紅光可加速蝌蚪的變態。
- 五、干擾對蝌蚪的變態影響很大，干擾最頻繁的體重較輕，體全長較短，變態的時間長。



我是小朋友!



長後腳了!



尾巴不見了!

壹、研究動機

下了幾次大雨後，校園處處積水，有一天上體育課我們在積水窪裡發現很多蝌蚪，隨著天氣變乾燥，蝌蚪們隨時有被乾死的危險，於是我們找生物老師求救，先將蝌蚪帶回實驗室養著觀察，在將蝌蚪放生前老師還讓我們調查蝌蚪的生存環境、蝌蚪的種類及食物，飼養的過程我們發現蝌蚪雖然喜歡成群聚在一堆，但分散飼養的似乎長得比較快，因此我們對甚麼環境因子會促進蝌蚪的生長和變態充滿了好奇，於是答應老師在細心照顧蝌蚪的前提下，研究空間大小、鏡像、色光、天敵干擾等因子對蝌蚪成長的影響。

貳、研究目的

一、探討生存空間大小對蝌蚪成長的影響？







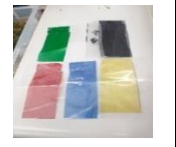
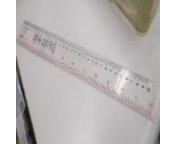







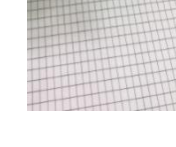


二、探討鏡像對蝌蚪成長的影響？

三、探討周圍環境顏色對蝌蚪成長的影響。

四、探討天敵出現的頻率對蝌蚪成長的影響。



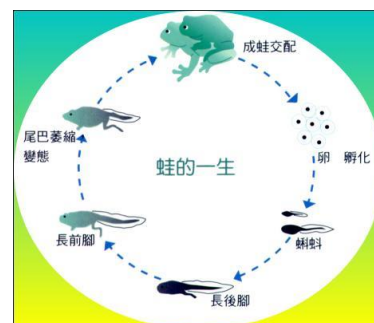
參、研究設備及材料

箱子	天敵擾動棒	鑷子	水草	飼料	鏡子
					
玻璃色紙	尺	電子秤	蝌蚪	撈網	手機
					
空杯子	飛機木	有洞盒子	方格紙	擋蚊紗網	針筒
					

肆、文獻探討

蝌蚪是兩棲動物蛙、蟾蜍、蠵蟾或蚓蟾的幼體，生長在水裡，蝌蚪透過鰓來呼吸。起初牠們沒有四肢，而是有一條鰭狀般的尾巴，因此牠們能像大多數魚類般通過擺動尾巴來游水，成年後它們開始蛻變，漸漸長出四肢，成長時先生後肢，再生前肢，然後通過細胞凋亡來擺脫尾巴最後變成蛙或蟾蜍。蝌蚪既有草食的也有雜食，其水生幼體，背為黃褐色或黑色，身體呈橢圓形，有鰓，尾巴大而側扁。

從蝌蚪變成成體的過程稱為變態，變態前的蝌蚪期的長短受到許多因素影響，包括生長空間大小、生長環境、牠們的幼體生活於水中，用鰓進行呼吸；成體長大以後則在陸地生活或水棲，用肺及皮膚呼吸。青蛙的皮膚裸露時，還必須靠皮膚呼吸，為了保持皮膚的濕潤，牠們多半棲息在陰暗潮濕的地方，像樹林底層、山澗溪流等地方，肺則呈空心囊狀，在水中生活時游至水面進行呼吸(參考一、參考二)。



※澤蛙蝌蚪：*Fejervarya limnocharis*

頭部：長寬略相等，吻端尖圓，上下唇有深色縱紋，鼓膜及顛褶明顯。

背部：顏色及花紋多變，青灰色、褐色或深灰色，有時雜有明顯的紅褐色或綠色斑紋。兩眼間有深色 V 型橫斑，肩部有類似 W 型斑。有些個體有背中線，背中線寬細不一。

體側：有些延續自肩部的深色斑。

皮膚：背部有許多長短不一、不規則排列的棒狀膚褶，褶間有許多小圓疣，四肢背面也有小疣粒分布。

腹部：光滑乳黃色。

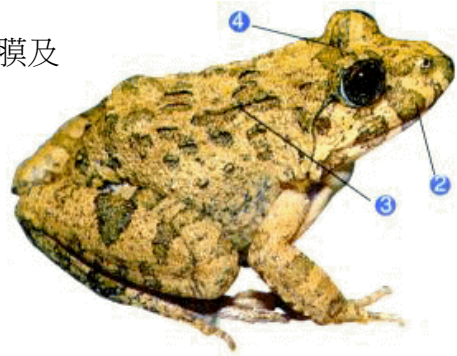
前肢：上臂有橫紋，指端尖，掌突發達。

後肢：較短，有橫紋，股部內側有許多白色小顆粒突起。趾端尖，趾間有半蹼。有內外蹼突。(參考三)

「密度效應」：

「在擁擠的族群裡頭，生物體必須競爭有限的資源以及空間」，這種族群密度過高導致對成長、發育、生育率、死亡率的影響通稱為(參考四)。

蝌蚪在面臨族群密度增加的壓力時，會以視覺當作感受機制，並可能是壓力激素在體內的濃度增加，使蝌蚪產生相對的生理反應，為因應環境的改變將能量重新分配而導致生長減緩。



快速鑑定清單：

1. 中型

兩眼間有深色 V 型橫斑

2. 上下唇有 3、4 條深色縱紋

3. 背部有長短不一的棒狀膚褶

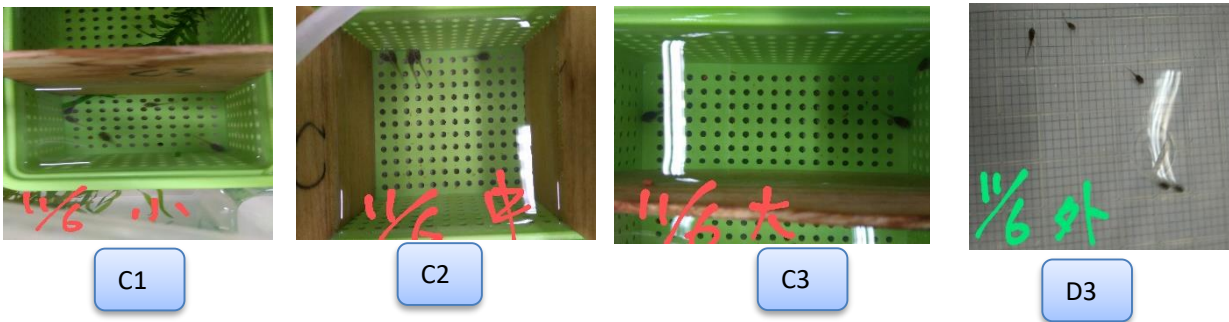
伍、研究過程與方法

一、探討生存空間大小對蝌蚪生長的影響？

(一)我們將 20 隻蝌蚪以每區五隻，分成四區，C1(5*3cm²小區)、C2(5*5cm²中區)、C3(5*10cm²大區)及自由區 (大缸內 D3)，如圖。

(二)觀察紀錄各區蝌蚪的成長幅度及發育狀況來判斷空間大中小對蝌蚪的成長有甚麼不同的影響，**實驗時間 11 月~1 月，約 92 天。**

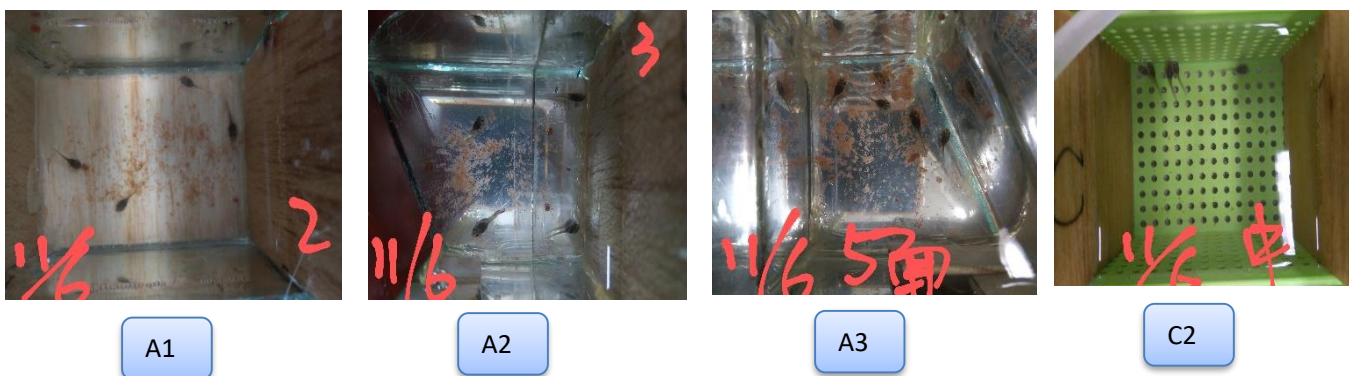
(三)分析結果，將變態後的小青蛙放到學校旁公園的生態池內。



二、探討鏡像對蝌蚪生長的影響？

(一) 我們將 20 隻蝌蚪以每區五隻，分成大小相同的四區，A1(2 面鏡子)、A2(3 面鏡子)、A3(5 面鏡子)及沒鏡子-C2，如圖。

(二) 步驟同實驗一~(二)(三)。



三、探討周圍環境顏色對蝌蚪成長的影響。

(一) 我們將 30 隻蝌蚪以每區五隻，分成大小相同的六區，四周及蓋子裝上不同顏色的玻璃紙，B1(綠色)、B2(黃色)、B3(藍色)、B4(紅色)、B5(黑色)、E1(對照組)，如圖

(三) 步驟同實驗一~(二)(三)。

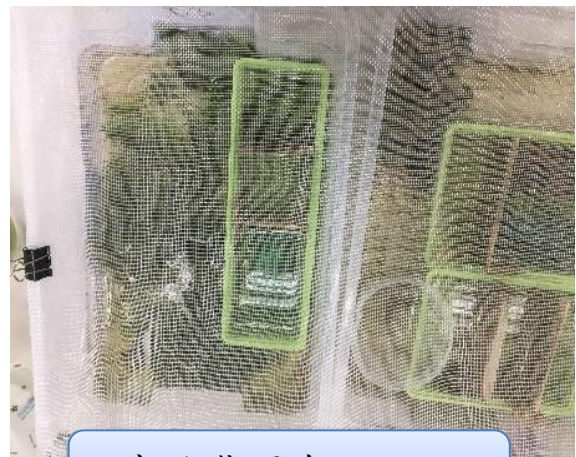
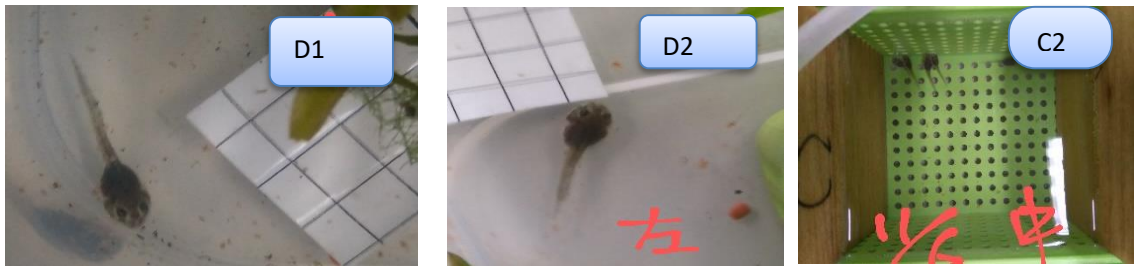


四、探討天敵出現的頻率對蝌蚪成長的影響。

(一) 餵食同樣飼料蝌蚪，以每 5 隻養在空間相同的盒子裏。

(二) 每天擾動 7 次(D1)的盒子、每天擾動兩次 (D2)、沒有擾動 (C2)，如圖。

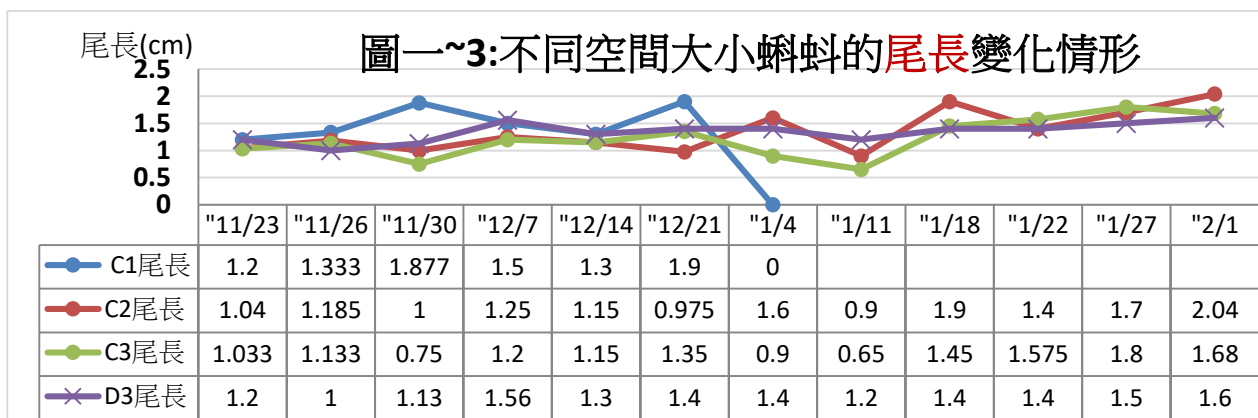
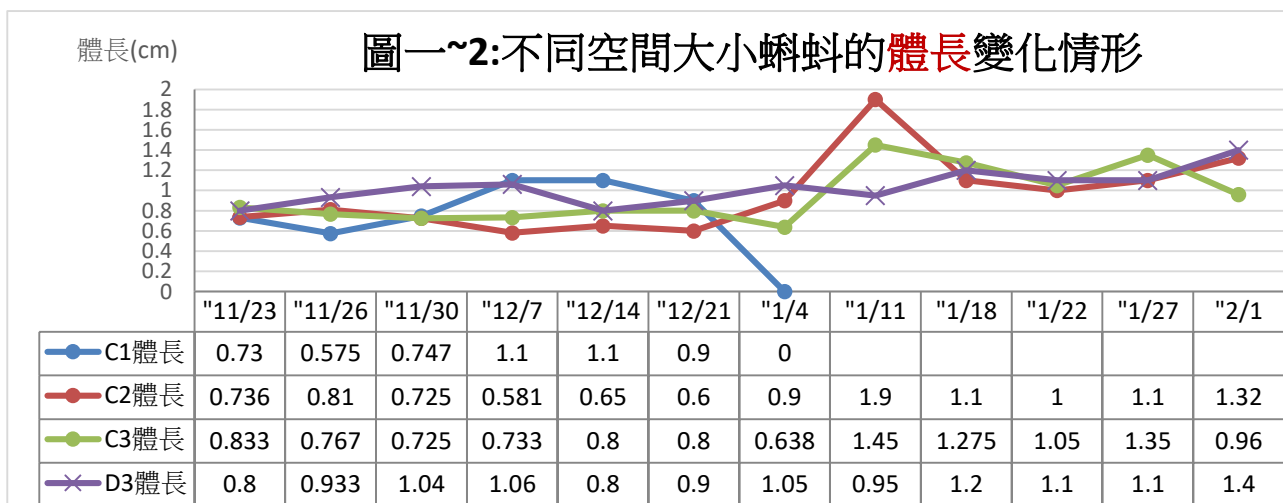
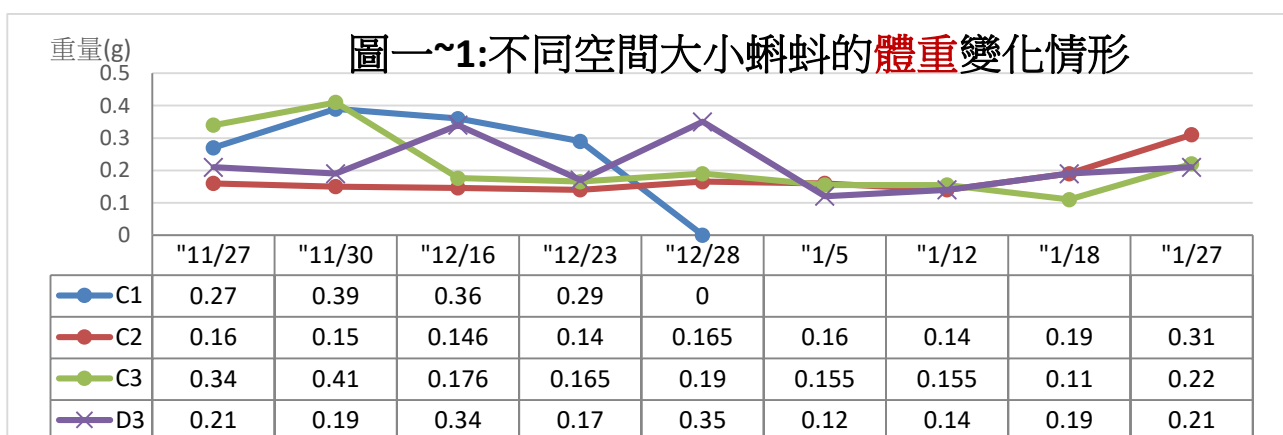
(三) 每周記錄其生長狀況，約 3 個月後，比較不同擾動中，蝌蚪生長長度、重量變化及發育變態的情形。

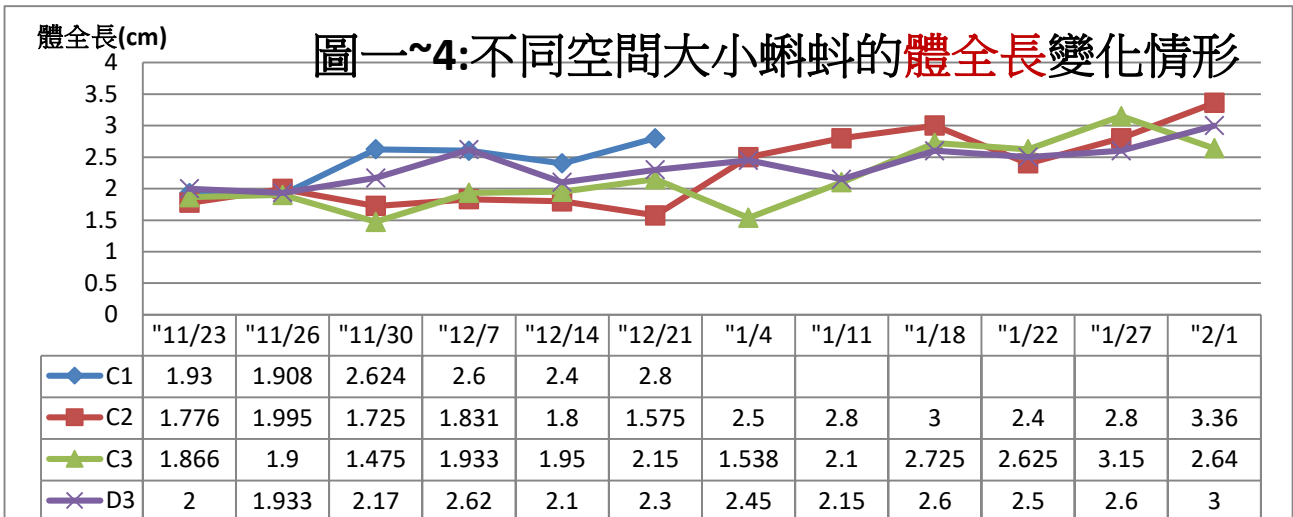


陸、研究結果和討論

一、探討生存空間大小對蝌蚪生長的影響？

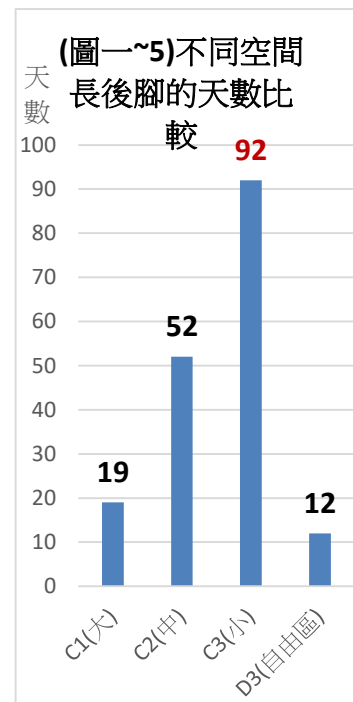
以每五隻養在一盒，分別養在大(C1)、中(C2)、小(C3)的區域中，每周記錄其生長狀況，約3個月後，比較不同空間大小中，蝌蚪生長長度、重量變化、發育情形，結果如下圖表:





表一:蝌蚪在不同的空間大小發育情形比較

區域	項目	後腳	前腳	成蛙
C1(大)	天數	19	51	65(1隻)
	體全長(cm)	1.93	2.8	1.9
	體重(g)	0.27	0.29	0.29
C2(中)	天數	52	無	無
	體全長(cm)	1.58		
	體重(g)	0.14		
C3(小)	無	超過 92 天	無	無
D3(自由區)	天數	12	34	44 (3隻變態)
	體全長(cm)	2		
	體重(g)	0.21		



* C3(小)在實驗時間(11/1~2/1)內尚未長出後腳，紀錄為超過 92 天，後面的紀錄皆如此。以 92 天畫圖。

結果與討論:

- (一) 我們由圖一~1 到圖一~4 蝌蚪的生長指標都發現空間越大，蝌蚪的成長速度就比較快，反之空間越小，蝌蚪成長速度就越慢。
- (二) 由圖一~1 發現蝌蚪的生長在空間最小的 C3 有漸小的趨勢，C2 則緩慢成長，到最近才速度加快，推測是受到溫度的影響。

- (三) 由表一及圖一~5，蝌蚪的變態時間很明顯的發現空間大的變態速度比較快，而且差異很大，長後腳的時間 C3(小) > C2(中) > C1(大) > D3 自由區，長前腳和變態成蛙的時間和隻數也是大區域的最快最多。
- (四) 就發育速度而言，**空間大的變態的時間比空間小的提早二個多月(圖一~5)**，推測空間小的可能減慢發育速度來減少食物和空間的競爭，接著進入冬天，天氣轉涼，在水中生存優勢大於陸地(溫度較高、不用擔心到陸地的乾旱問題)，所以整個生長速度變慢，直到我們打報告時都尚未變態。

二、探討鏡子數量對蝌蚪生長的影響?

由實驗一發現空間大小會影響蝌蚪的生長和發育，如果讓蝌蚪照鏡子呢?鏡子數量越多，他會看到更多同伴，是否因此而感覺生活空間變小，如實驗一的結果，會有生長和發育變慢的趨勢呢?我們的結果如下:

表二~1:體重變化情形

單位(g)

處理	11月27日	11月30日	12月16日	12月23日	12月28日	1月5日	1月12日	1月18日	1月27日
A1(2)	0.18	0.16	0.15	0.2	0.155	0.15	0.1	0.18	0.19
A2(3)	0.36	0.22	0.22	0.39	0.23	0.29	0.32	0.34	蛙
A3(5)	0.22	0.5	0.135	0.13	0.17	0.07	蛙		
C2	0.26	0.15	0.146	0.14	0.165	0.16	0.14	0.19	0.31

表二~2:尾長變化情形

單位(cm)

處理	11/23	11/26	11/30	12/7	12/14	12/21	1/4	1/11	1/18	1/22	1/27	2/1
A1 尾長	0.913	0.975	0.975	1.3	1.033	1.33	1.2	1.1	1.6	1.92	1.4	1.9
A2 尾長	0.872	1.033	1.03	1.1	1.033	1.3	1.6	1.95	1.28	1.36	蛙	
A3 尾長	1.03	1.075	1.067	1.53	1.03	0.9	1.28	蛙				
C2 尾長	1.04	1.185	1	1.25	1.15	0.975	1.6	0.9	1.9	1.4	1.7	2.04

表二~3: 體長變化情形

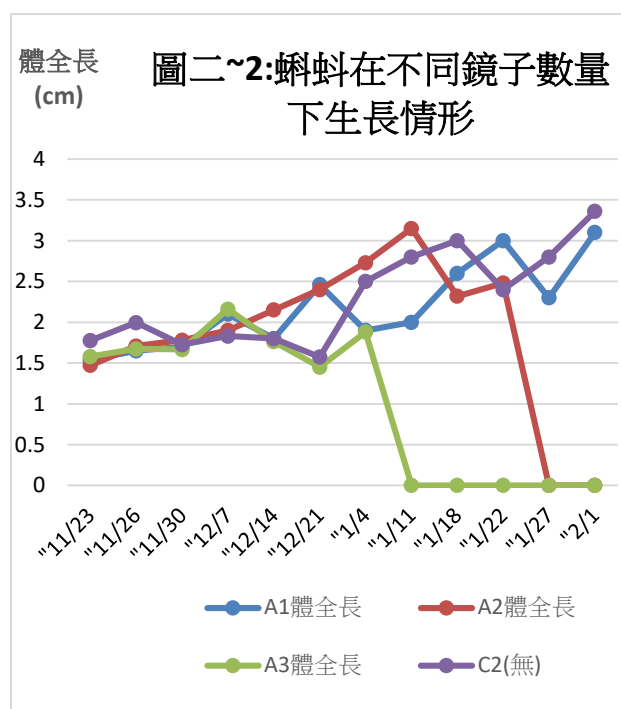
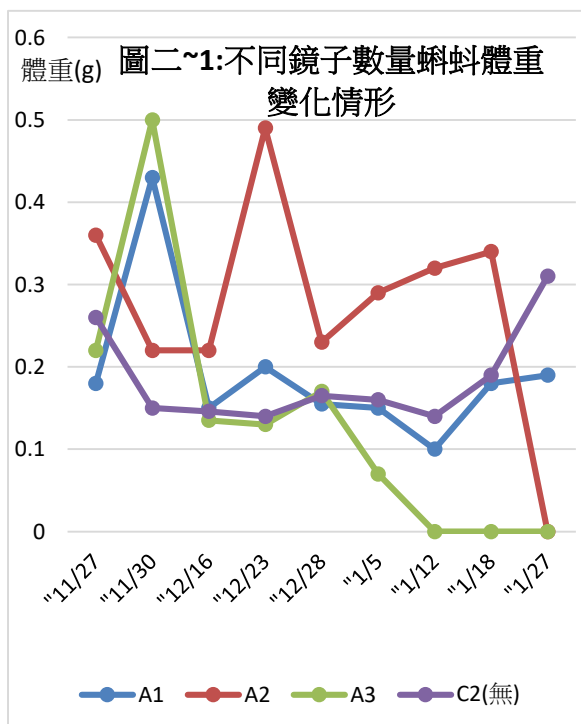
單位(cm)

A1 體長	0.623	0.675	0.725	0.8	0.767	1.13	0.7	0.9	1	1.08	0.9	1.2
A2 體長	0.601	0.676	0.75	0.8	0.95	1.1	1.13	1.2	1.04	1.12	蛙	
A3 體長	0.55	0.6	0.6	0.63	0.733	0.55	0.6	蛙				
C2 體長	0.736	0.81	0.725	0.581	0.65	0.6	0.9	1.9	1.1	1	1.1	1.32

表二~4:體全長變化情形

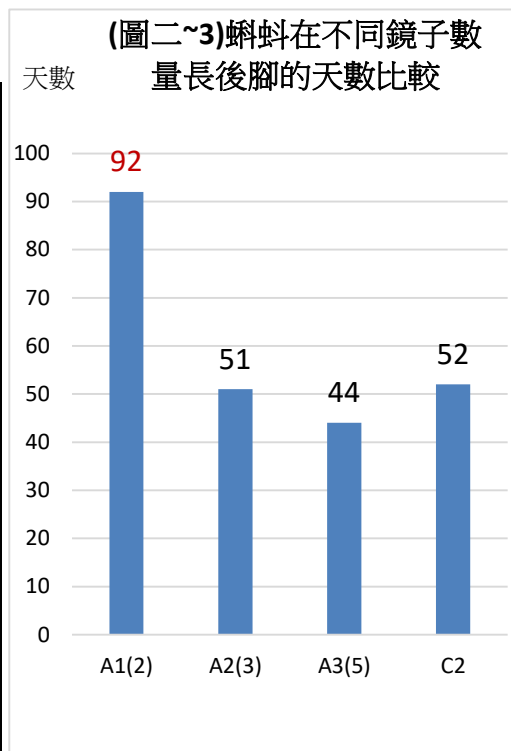
單位(cm)

	11/23	11/26	11/30	12/7	12/14	12/21	1/4	1/11	1/18	1/22	1/27	2/1
A1 體全長	1.536	1.65	1.7	2.1	1.8	2.46	1.9	2	2.6	3	2.3	3.1
A2 體全長	1.473	1.709	1.78	1.9	2.15	2.4	2.73	3.15	2.32	2.48	蛙	
A3 體全長	1.58	1.675	1.667	2.16	1.763	1.45	1.88	蛙				
C2 體全長	1.776	1.995	1.725	1.831	1.8	1.575	2.5	2.8	3	2.4	2.8	3.36



表二~5: 蝌蚪在不同鏡子數量發育情形的差異

區域	項目	後腳	前腳	成蛙
A1(2)	天數	無	無	無
	體全長(cm)	無	無	無
	體重(g)	無	無	無
A2(3)	天數	51	無	無
	體全長(cm)	2.4		
	體重(g)	0.39		
A3(5)	天數	44	無	無
	體全長(cm)	1.76		
	體重(g)	0.135		
C2	天數	52	無	無
	體全長(cm)	1.58		
	體重(g)	0.14		



結果與討論:

- (一) 由表二~1 和圖二~1 發現 5 面鏡子的 A3 變態時間較早，但是體重到後來明顯比較小，三面鏡子體重最重，整體而言是生長發育較好的一組，兩面鏡子則和沒鏡子的生長的體重和體全長變化情形類似。
- (二) 由圖二~2 發現，除了照五面鏡子特別小之外，其餘都和沒照鏡子的生長趨勢接近，緩慢上升。
- (三) 鏡子數量會影響蝌蚪的生長發育，五面鏡子讓蝌蚪有四面楚歌的感覺，雖然生活的空間密度大家都一樣，但從鏡子中的反射可以看到無數的蝌蚪，或許無形的競爭壓力迫使蝌蚪提早變態，好脫離這個壓力空間，三面鏡子讓蝌蚪感到有同伴又沒有太擁擠的感覺，較符合自然中群居的環境，所以生長發育狀況最好。
- (四) 由以上實驗推測蝌蚪喜歡群聚，適當的數量和空間(3 面鏡子)，有安全感，但數量太多(5 面鏡子)會有反效果。

- (五) 由圖二~3 發現兩面鏡子的發育狀況最慢，經過 92 天都尚未長後腳，是否鏡子的位子所造成，需要更進一步的實驗來證實。
- (六) 在空間相同的情況下，三面鏡子和沒有鏡子差不多，二面鏡子發育最慢，五面鏡子發育最快，是否五面鏡子已到達蝌蚪抗壓的臨界，所以他們必須趕快變態好脫離這種不太好的環境，而 2 面鏡子讓他們放心慢慢長大，3 面鏡子在空間密度和喜歡群聚上剛好取得平衡，所以生長情形最接近沒鏡子的。
- (七) 由實驗一的分析發現體長和尾長變化較不規律，可能是測量方法或變態發生時產生體重和體長微量的變化所導致，所以後面實驗僅分析體重及體全長的曲線變化來討論蝌蚪的生長情形。

三、探討周圍環境顏色對蝌蚪成長的影響。

由實驗二發現蝌蚪可使用眼睛察覺周圍同伴的數量，然而對於顏色蝌蚪是否也具有敏感度，不同的色光會改變蝌蚪的生長發育狀況嗎？我們用綠、黃、藍、紅、黑、透明和無玻璃紙等處理來測試，結果如下圖表：

表三~1:各種色光造成蝌蚪體重變化情形

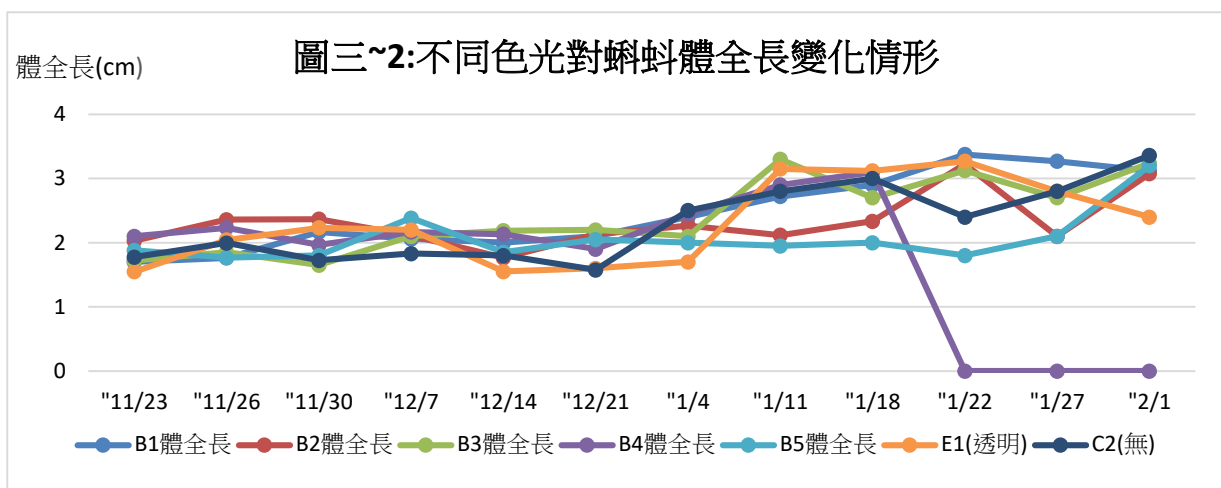
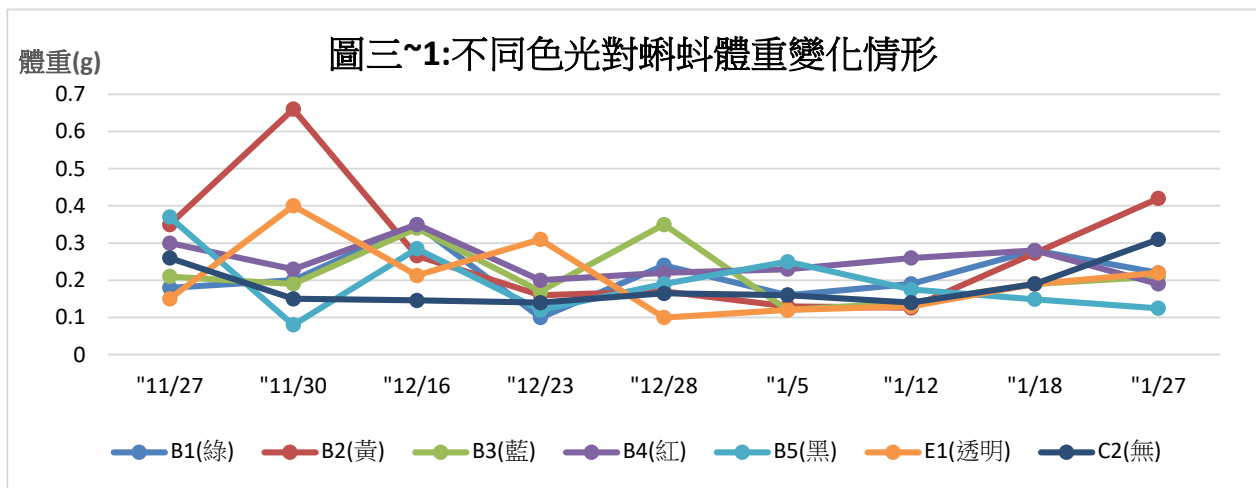
單位(g)

區域	11/27	11/30	12/16	12/23	12/28	1/5	1/12	1/18	1/27
B1(綠)	0.18	0.2	0.35	0.1	0.24	0.16	0.19	0.28	0.22
B2(黃)	0.35	0.66	0.266	0.16	0.17	0.13	0.126	0.273	0.42
B3(藍)	0.21	0.19	0.34	0.17	0.35	0.12	0.14	0.19	0.21
B4(紅)	0.3	0.23	0.35	0.2	0.22	0.23	0.26	0.28	0.19
B5(黑)	0.37	0.08	0.285	0.12	0.19	0.25	0.175	0.149	0.125
E1(透明)	0.15	0.4	0.213	0.31	0.1	0.12	0.13	0.19	0.22
C2(無)	0.26	0.15	0.146	0.14	0.165	0.16	0.14	0.19	0.31

表三~2: 種色光造成蝌蚪體全長變化情形

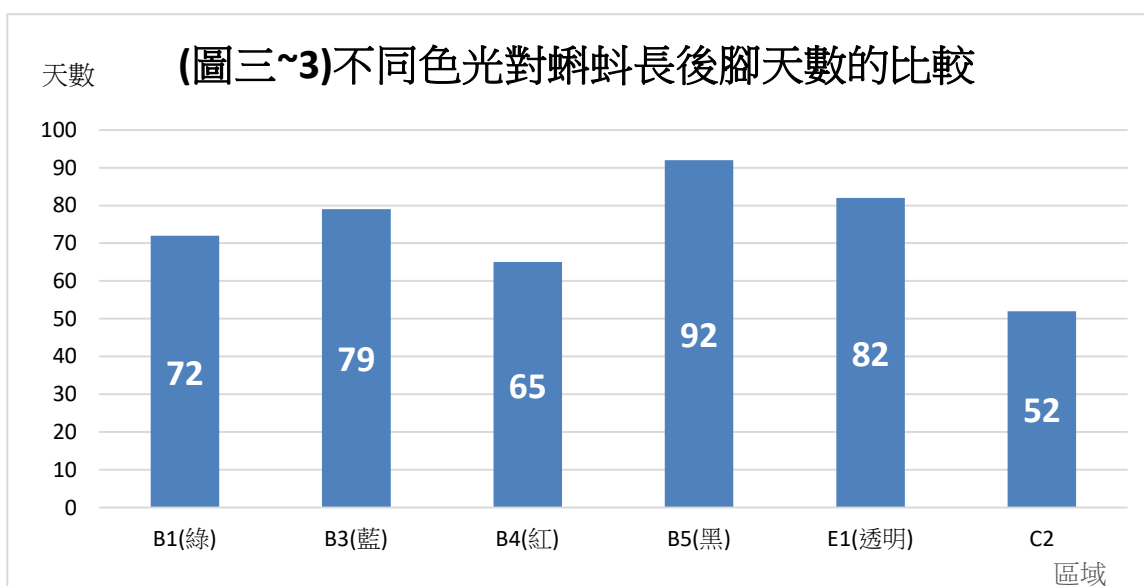
單位(cm)

區域	11/23	11/26	11/30	12/7	12/14	12/21	1/4	1/11	1/18	1/22	1/27	2/1
B1(綠)	1.7	1.763	2.166	2.06	2	2.1	2.4	2.72	2.9	3.375	3.27	3.12
B2(黃)	2.03	2.36	2.366	2.11	1.766	2.133	2.267	2.117	2.334	3.225	2.1	3.075
B3(藍)	1.72	1.85	1.65	2.1	2.188	2.2	2.1	3.3	2.7	3.125	2.7	3.24
B4(紅)	2.1	2.233	1.965	2.167	2.133	1.9	2.45	2.9	3.1	蛙		
B5(黑)	1.879	1.767	1.8	2.383	1.85	2.05	2	1.95	2	1.8	2.1	3.2
E1(透明)	1.549	2.043	2.232	2.2	1.55	1.6	1.7	3.15	3.12	3.27	2.8	2.4
C2(無)	1.776	1.995	1.725	1.831	1.8	1.575	2.5	2.8	3	2.4	2.8	3.36



表三~3: 蝌蚪在不同色光下發育情形的差異

區域	項目	後腳	前腳	成蛙
B1(綠)	天數	65	無	無
	體全長(cm)	2.72	無	無
	體重(g)	0.19	無	無
B2(黃)	無	無	無	無
B3(藍)	天數	79	無	無
	體全長(cm)	2.7		
	體重(g)	0.19		
B4(紅)	天數	65	79	83
	體全長(cm)	2.45	3.1	
	體重(g)	0.23	0.28	0.19
B5(黑)	天數	92	無	無
	體全長(cm)	2.2		
	體重(g)	0.125		
E1(透明)	天數	82	無	無
	體全長(cm)	3.9		
	體重(g)	0.19		
C2	天數	52	無	無
	體全長(cm)	1.58		
	體重(g)	0.14		



結果與討論：

- (一) 由表三~1 和圖三~1 發現用玻璃紙罩住，不管甚麼顏色，體重都比沒蓋玻璃紙的重，色光中以黑色體重較輕，其他顏色變化較不規則。
- (二) 由表三~2 和圖三~2 發現用玻璃紙罩住，體全長也是黑色比較短，所以影響其生長的是光的顏色或強度則有待進一步的實驗來釐清。
- (三) 由圖三~3 和表三~3 發現有照玻璃紙的變態時間都比較慢，這可能跟光的強度有關，淡色光中又以黃和黑最慢，紅色最快，可見除了光的強度外，色光對蝌蚪的變態是有影響的，尤其是紅色的色光。
- (四) 長前腳和變態成蛙的速度很明顯的以紅光最快，再次證實鬻宮可加速蝌蚪的變態。
- (五) 顏色深的玻璃紙蝌蚪的顏色也較深，所以蝌蚪也會改變體色來適應環境，下視丘對光線敏感，藉此產生多種激素影響腦垂腺，控制生物的生長和發育，所以光線的強度和種類應該對蝌蚪的生長發育有很大的影響，只可惜目前我們的能力無法進行如此深入的研究，但發現這種現象也讓我們覺得很有趣。

四、探討擾動頻率對蝌蚪成長的影響。

許多生物在遭受天敵威脅時可能會提早變態，但資源嚴重不足時，則會發育遲緩，那麼蝌蚪在食物充足時，給予不同頻率的干擾，對其生長發育的影響又如何呢？

表四~1:各種頻率的干擾造成蝌蚪體重變化情形

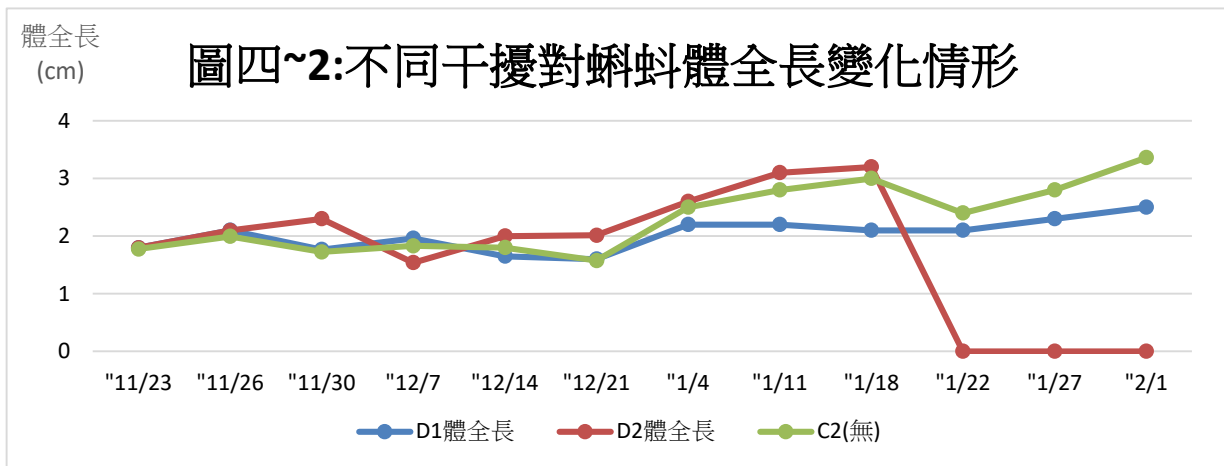
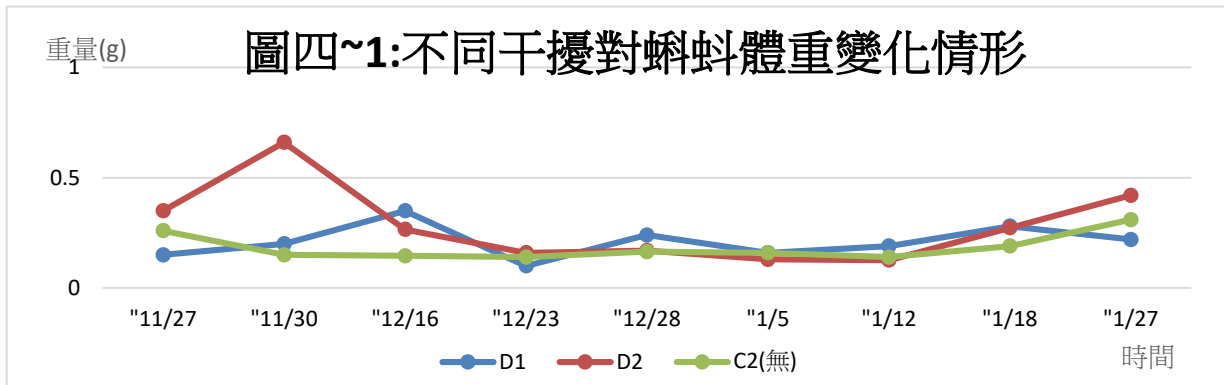
單位(g)

區域	11/27	11/30	12/16	12/23	12/28	1/5	1/12	1/18	1/27
D1(多)	0.15	0.2	0.35	0.1	0.24	0.16	0.19	0.28	0.22
D2(少)	0.35	0.66	0.266	0.16	0.17	0.13	0.126	未測量	0.42
C2(無)	0.26	0.15	0.146	0.14	0.165	0.16	0.14	0.19	0.31

表四~2: 各種頻率的干擾造成蝌蚪體全長變化情形

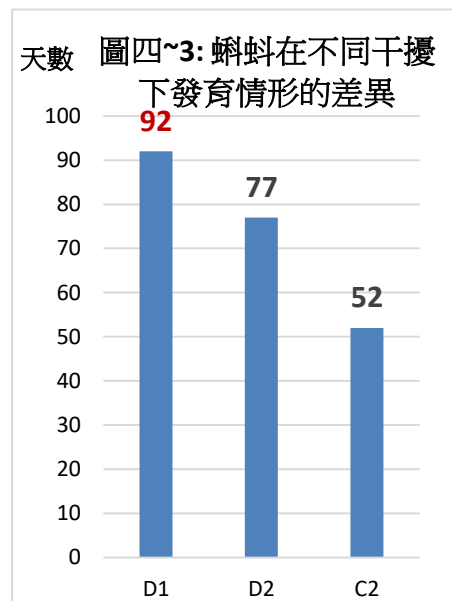
單位(cm)

區域	11/23	11/26	11/30	12/7	12/14	12/21	1/4	1/11	1/18	1/22	1/27	2/1
D1(多)	1.797	2.1	1.766	1.96	1.65	1.6	2.2	2.2	2.1	2.1	2.3	2.5
D2(少)	1.797	2.096	2.299	1.54	2	2.013	2.6	3.1	3.2	蛙		
C2(無)	1.776	1.995	1.725	1.831	1.8	1.575	2.5	2.8	3	2.4	2.8	3.36



表四~3: 蝌蚪在不同干擾下發育情形的差異

區域	項目	後腳	前腳	成蛙
D1	天數	無	無	無
	體全長(cm)	無	無	無
	體重(g)	無	無	無
D2	天數	77	無	無
	體全長(cm)	3.1	無	無
	體重(g)	0.126	無	無
C2	天數	52	無	無
	體全長(cm)	1.58		
	體重(g)	0.14		



結果與討論：

- (一) 由表四~1 和圖四~1 發現干擾最頻繁的 D1 體重較輕，干擾少的和沒干擾的體重大部分的時候較重。
- (二) 在體全長的變化上和體重類似，都是干擾嚴重的長最慢，干擾少的體全長較長（表四~2 和圖四~2。
- (三) 在發育上，很明顯的干擾越嚴重，變態的時間越長，干擾最嚴重的 D1 甚至 92 天了都還沒變態，其次是 D2 的 77 天，沒干擾的 D3 最快，23 天就長後腳了，可見干擾對蝌蚪的變態真的影響很大。

柒、結論

- 一、空間越大，蝌蚪的成長速度就比較快，反之空間越小，蝌蚪成長速度就越慢，空間大的變態的時間比空間小的可提早二個多月。
- 二、鏡子數量會影響蝌蚪的生長發育，5 面鏡子的變態時間較早，但是體重到後來明顯比較小，三面鏡子體重最重，整體而言是生長發育較好的。
- 三、用玻璃紙罩住，不管甚麼顏色，體重都比沒蓋玻璃紙的重，色光中以黑色體重較輕，體全長也是黑色比較短其他顏色變化較不規則。
- 四、玻璃紙的變態時間都比較慢，色光中又以黃和黑最慢，紅色最快。長前腳和變態成蛙的速度很明顯的以紅光最快，再次證實紅光可加速蝌蚪的變態。
- 五、干擾對蝌蚪的變態真的影響很大，干擾最頻繁的體重較輕，體全長較短，變態的時間長。

捌、參考資料：

- (一) 維基百科，自由的百科全書，蝌蚪
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%9D%8C%E8%9A%AA>
- (二) 生活史及蝌蚪 http://www.froghome.idv.tw/html/class_1/life_01.html
- (三) 澤蛙 https://www.froghome.idv.tw/html/class_1/fejervarya_limnocharis.html
- (四) 密視事件---探討澤蛙蝌蚪之密度效應與視覺感受機制