

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

081544

點點螢光閃閃現生機—黃緣螢的觀察與人工復育方法探討

學校名稱：臺北縣蘆洲市蘆洲國民小學

作者： 小五 李仲彥 小五 李瑞彥 小五 劉力瑋 小五 李昱萱 小五 張以友	指導老師： 呂淑貞 劉騰謙
---	---------------------

關鍵詞：螢火蟲 黃緣螢 人工復育

點點螢光閃閃現生機—黃緣螢的觀察與人工復育方法探討

摘要

本研究的出發點在於我們學校是位於都市裡，要看到螢火蟲的機率真是少之又少，所以我們會對牠充滿了好奇，想更進一步的認識牠。

我們的研究主要在觀察黃緣螢的一生、模樣和行爲，並爲了在人工復育的方法上力求改進，提高成功率，而在人工飼養上做了很多研究，讓我們知道食物放太多，而且水溫又高的情況下，水中有毒物質—阿摩尼亞及亞硝酸的含量就會偏高，造成幼蟲的損傷，這時如果能利用滴流系統全天候的換水，不僅會稀釋水中有毒物質含量，在管理上也便利許多。在餵食食物的選擇上，只要是肉類即可，但如要以取得上較方便的話，可以利用在水族館買得到的豐年蝦片，但也要注意餵食量的問題。化蛹床的設計也要以方便管理及模擬野外環境爲主。

總之此次研究除了在觀察黃緣螢外，也能在人工復育上提出一些改進方法，以利後續有心復育的人能有所參考。

壹、研究動機

在四年級下學期時，自然課上到了一個單元「校園中的昆蟲」，那時自然老師介紹了很多昆蟲，也提到了學校正在復育一種昆蟲—螢火蟲，我們就覺得很好奇，一問老師才知道當時我們的級任老師和自然科的老師正在做這樣的復育工作，復育的是以前農田裡常見的水生螢火蟲—黃緣螢。因爲我們對螢火蟲一知半解，所以我們就跟著兩位老師一起來研究這種環境指標昆蟲，希望能透過觀察及實驗，了解螢火蟲的特性，以及在人工復育時會遭受到的困難和改進方式，到最後我們還希望能將人工復育的螢火蟲，放入學校生態園裡的生態池，讓我們這種都市型的學校也能出現螢火蟲一閃一閃的亮光。

貳、研究目的

- 一、觀察水生螢火蟲--黃緣螢的一生，從卵期開始觀察飼育，經過幼蟲、蛹至成蟲，瞭解各個階段的模樣。
- 二、觀察黃緣螢幼蟲的行爲。
- 三、瞭解飼育幼蟲時水質的變化，來改良人工復育時的方法。
- 四、進行幼蟲食物種類的測試，以瞭解幼蟲除了書上講的食物外，還有沒有其它的食物，當作復育時食物來源的參考。
- 五、藉終齡幼蟲上岸時的化蛹床材質不同，瞭解在哪種化蛹床化蛹、羽化成功率最高。

參、研究設備及器材：

透明圓盒（圖 1）、旁邊打洞裝細目鐵網的飼育盒（圖 2）、魚缸、水中馬達、水中加熱器、冷水機、過濾盒、塑膠細水管、滴流開關、滴管、量筒、顯微鏡、海棉片、瓦楞板、水苔、大磯砂、宜蘭砂、石英砂、泥土、保利龍加紗網（圖 3）、JBL 酸鹼度 PH 值測量組（圖 4）、JBL 亞硝酸值測量組（圖 5）、JBL 阿摩尼亞值測量組（圖 6）。



圖 1 透明圓盒



圖 2 細目鐵網飼育盒



圖 3 保利龍加紗網



圖 4 JBL 酸鹼度測量組



圖 5 JBL 亞硝酸值測量組



圖 6 JBL 阿摩尼亞值測量組

肆、研究方法、結果及討論

研究一、黃緣螢從卵期至成蟲期變化的觀察

(一) 研究方法

1. 卵期：我們以海棉片收集野外帶回的母黃緣螢成蟲產下的卵，並將它們泡水（圖 7），每天用肉眼或顯微鏡觀察，測量並記錄卵的直徑大小及變化。
2. 幼蟲期：我們將同一天孵化的十隻幼蟲，放入水量 150ml 透明圓盒裡置於室內飼養，（圖 8）。依成長的齡數每天餵食 1~4 顆直徑約 4mm 壓碎的小螺（圖 9）。每天換水，測量水溫及氣溫，用尺測量牠們的身長，用肉眼和顯微鏡觀察其模樣，將成長過程及模樣記錄下來。
3. 蛹期：將終齡幼蟲放入化蛹床中，待化蛹後觀察牠的模樣及蛹期的時間，並記錄下來。
4. 成蟲期：蛹羽化成蟲時，觀察雄蟲和雌蟲的差異性、模樣、存活時間等，並記錄下來。



圖 7 海棉片上的卵

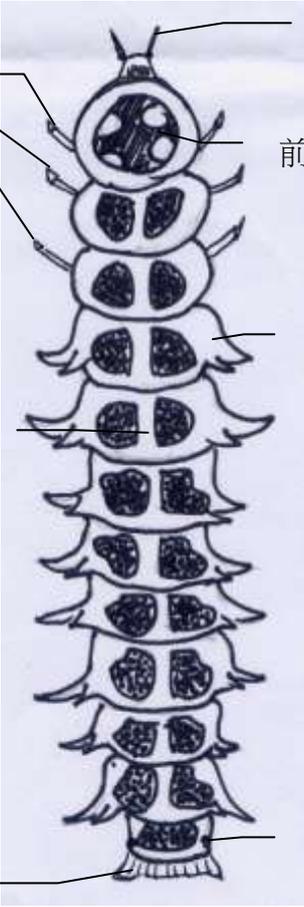


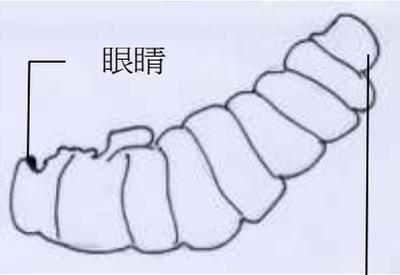
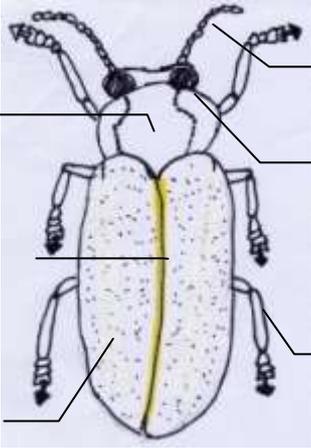
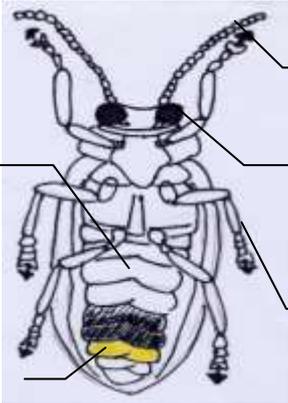
圖 8 幼蟲飼育模式



圖 9 餵食用小螺

(二) 研究結果

階段	相片	手繪模樣及各部位名稱	平均身長(mm)	時間(日)
卵	 <p data-bbox="421 524 459 562">卵</p>	 <p data-bbox="879 524 917 562">卵</p>	0.8	20
	 <p data-bbox="357 815 523 853">快孵化的卵</p>	 <p data-bbox="815 815 981 853">快孵化的卵</p>		
一齡幼蟲		 <p data-bbox="1070 1025 1134 1064">觸角</p> <p data-bbox="632 1077 695 1115">前足</p> <p data-bbox="1023 1155 1150 1193">前胸背板</p> <p data-bbox="1054 1335 1150 1373">氣管鰓</p> <p data-bbox="619 1435 715 1473">背中線</p> <p data-bbox="1054 1827 1150 1865">發光器</p> <p data-bbox="624 1877 687 1915">尾足</p>	1.5~3	23
二齡幼蟲			3~5	15
三齡幼蟲			5~8	40
四齡幼蟲			8~12	38
五齡幼蟲			12~15	21

階段	相片	手繪模樣及各部位名稱	平均身長(mm)	時間(日)
六齡幼蟲			15~20	20
蛹	 <p>蛹背面</p>	 <p>眼睛</p> <p>尾部</p> <p>蛹的背面</p>	10	7
	 <p>蛹腹部</p>			
成蟲	 <p>成蟲腹面(雄)</p>	 <p>觸角</p> <p>前胸背板</p> <p>眼睛</p> <p>翅膀邊緣黃線</p> <p>翅膀</p> <p>腳</p> <p>成蟲背面</p>	10~14	7~20
	 <p>成蟲腹面(雌)</p>	 <p>觸角</p> <p>眼睛</p> <p>腳</p> <p>腹部</p> <p>發光器</p> <p>雌蟲腹面</p>		

(三) 討論

1. 我們發現卵在孵化前會從土黃色變成黑色，透過顯微鏡觀察還可觀察到卵裡有黑色幼蟲捲曲的模樣。
2. 而在卵孵化成幼蟲後，我們就開始做觀察日誌了。在幼蟲成長期間，原先想要正確記錄出牠各齡幼蟲的時間，但這時卻出現一些困難，因為我們是以 10 隻為單位放在一起飼育，但同一盒每隻幼蟲成長狀況不太一樣，有的快、有的慢，所以造成各齡幼蟲的成長時間無法正確記錄，只能以大部分幼蟲脫皮進到下一個齡數時，來算出成長時間，再加上觀察飼育期間碰到寒假，所以記錄的結果只能為一個大約值。如果下次要正確記錄幼蟲各齡成長時間，最好以一隻為單位來飼育會比較好。
3. 在時間表裡三齡幼蟲後的成長時間拉長了不少，可能跟這段時間溫度偏低以及放假沒有觀察記錄到有關係。
4. 在幼蟲的觀察中，我們剛開始以為蟲體旁刺刺的構造是腳，但仔細一看才發現不是，牠的腳除了尾足以外，都集中在前面共有三對，而刺刺的構造是牠在水中呼吸的氣管鰓，真是特別。
5. 幼蟲的頭部平常不活動或是受到驚嚇時都會隱藏在前胸背板裡，只有活動及覓食時才會伸出來。在尾足旁邊我們還看到兩個透明小點，那是幼蟲的發光器，晚上時會從這兩個小點發出微弱的光。
6. 終齡幼蟲放入化蛹床後，他們在化蛹前會先爬到和趴在水面與陸地的交接處，等待溫度適合時再上岸尋找合適地方鑽洞，做土繭，將自己藏身在裡面靜靜的化蛹。
7. 蛹的顏色為乳白色，它的外表跟成蟲已經很像了，這時也可分出公母，因為蛹的尾部發光器已經發育完成，如果看到一節發光器就是母的，而兩節就是公的。
8. 蛹期大約是 7 天就會開始羽化成成蟲，我們也看了一部老師拍的蛹羽化成功的影片，蛹在快羽化時，顏色會變深，蟲體慢慢開始蛻皮，成蟲鑽出時，顏色是白色的，經過一段時間才會慢慢變成正常的顏色。
9. 成蟲的胸部為黃色的，翅膀為黑色的，但翅膀中間交接處有黃色的邊，所以才叫黃緣螢。雄蟲尾部的發光器有兩節，雌蟲只有一節，發出來的光為黃綠色的。白天成蟲不怎麼活動，都在飼育盒裡休息。
10. 在參考資料上寫說野外的黃緣螢成蟲因為不覓食，只吸露水，壽命大約是 3~7 天，在之前老師有請教過台大楊平世教授，楊教授教我們可以餵食蜂蜜來延長成蟲的壽命，於是有的成蟲生命可以到 20 天左右。

研究二、幼蟲期的各種行爲研究

(一) 研究方法

我們將剛孵化的幼蟲以 10 隻為單位放在水量 150ml 的透明圓盒裡飼養，依成長的齡數每天餵食一～四顆壓碎的小螺，每天換水，觀察及記錄其行爲。

(二) 研究結果

行爲名稱	圖片	行爲敘述
行動方式	 <p>連續動作一</p> <p>連續動作二</p> <p>連續動作三</p> <p>連續動作四</p>	<p>幼蟲的行動方式非常特別，牠們會先用尾足上爪子狀的構造，把自己固定在地上，再利用六隻前足來向前爬行，好像尺蠖蛾的幼蟲行進模式，所以走路時會小幅度的彎曲蟲體。</p>
覓食行爲		<p>幼蟲在覓食活的田螺時，會先用尾足將自己固定在螺殼上，把口器刺入螺肉內，先注射麻醉劑，這時會看到螺殼晃來晃去，似乎想要把幼蟲甩開，有時田螺會成功甩開幼蟲，但幼蟲還是會再接再厲的爬上螺殼，重複著剛才的動作，直到田螺成功被麻醉不會爬行爲止。但有時也會看到當幼蟲在攻擊時，田螺會快速的將自己縮起來藏在螺殼裡，並蓋起螺蓋，但幼蟲也會很快速的縮起來，以免被螺蓋夾住，身子繼續固定在螺殼上，等田螺再伸出身子時再做攻擊。而當麻醉劑生效，牠的口器會再注入消化液，將螺肉溶解掉，再吸食其汁液。</p>
聚集行爲		<p>幼蟲通常在水溫較低時（大約在 15°C 左右），容易有聚集行爲，會彼此纏繞在一起，形成一團黑球。在白天休息時也會聚集在一起，集體進食時也會纏繞在一起。</p>

行為名稱	圖片		行為敘述
受驚嚇時的行為			<p>當幼蟲受到驚嚇時，會將身子收縮起來，捲曲成一團，待危險過去後，再回復原狀。當情況危急時，牠甚至還會在蟲體旁出現白色條狀的腺體，根據參考資料上知道它可能會散發出一種特殊的味道來驅敵。</p>
脫皮行為	 <p data-bbox="391 929 566 974">脫皮前側躺</p>	 <p data-bbox="694 929 805 974">脫皮後</p>	<p>幼蟲大多會選在晚上脫皮，所以通常一大早來換水觀察時，就會發現有脫下來的皮。幼蟲在脫皮前，會側躺彎曲不動，外皮會先從頭部裂開，蟲體再慢慢往前鑽出，所以通常脫完後的皮只有在頭部部分有裂口。幼蟲脫完皮後，還會經過短時間的側躺，通常是一~兩分鐘，然後才會慢慢恢復爬行。這時牠們的體色會呈現乳白色，慢慢的才會變成正常的體色。</p>

(三) 討論：

1. 幼蟲的行進模式很特別，尤其牠的尾足構造好像是爪子一樣，在行進中會抓住固定物，使蟲體不會被水流沖走，比較容易朝牠想去的方向前進。
2. 幼蟲在覓食時，如果只有一兩隻在攻擊田螺，成功率就不會那麼高，常常會被田螺甩下來，但是如果是很多隻在攻擊時，成功率就會提高不少，很快的田螺馬上就會棄械投降了，所以在野外牠們應該也會集體行動來覓食，才會提高覓食的成功率。
3. 幼蟲在水溫低時會纏繞在一起，可能是為了保溫的關係，讓自己可以在水溫較低的環境中繼續生存下去，但水溫在 25°C 時，牠們也會有彼此纏繞的狀況出現，為何會這樣，我們就不太了解了。
4. 幼蟲很容易受驚嚇，只要碰一下，牠們馬上會捲曲在一起，還會從蟲體旁伸出白色腺體，而且驚嚇的程度越高，白色腺體顏色就越白，可能是會散發出一些分泌物在蟲體四周，讓想攻擊牠的敵人知難而退，這有點像鳳蝶幼蟲遇到驚嚇時，會從頭部伸出臭角並散發出氣味一樣來嚇退敵人。而黃緣螢幼蟲蟲體所伸出白色腺體的分泌物成分是什麼，我們也很好奇，但因為我們的研究器材不足，所以無法分析。
5. 幼蟲在脫皮前會側躺，剛開始我們都會認為牠不動了，是不是死掉了，但過了一陣子後才又發現牠的脫皮行為。
6. 觀察幼蟲脫皮時，才知道牠是從頭部裂開一個小洞，蟲體再慢慢鑽出來，但鑽出來時，蟲體並沒有靠強烈的扭動來甩開皮，而是靠小動作的蠕動，來讓蟲體從舊皮中脫出。

研究三、飼育中幼蟲的水質變化研究

(一) 研究方法：

組別	圖片	方法說明
A		<p>將身長約 1.2cm 的 10 隻幼蟲放入透明圓盒裡，將之置於室內，餵食前裝入 100ml 新的水，先測量並記錄新水的 PH 值、阿摩尼亞值、亞硝酸值，再餵食每顆直徑約 5mm 打碎小螺四顆。經過 1 天後，再測量並記錄餵食後水的 PH 值、阿摩尼亞值、亞硝酸值。</p>
B		<p>操作方法同 <A 組>，只是時間改為餵食後 3 天測量，這 3 天內不換水、不餵食。</p>
C		<p>將身長約 1.2cm 的 10 隻幼蟲放入水量 100ml 的透明圓盒內，再將圓盒放入加溫至 26°C 的魚缸水中，隔水加熱，讓圓盒內的水溫保持 26°C，其餘操作與記錄皆同 <A 組>。</p>
D		<p>將身長約 1.2cm 的 10 隻幼蟲放入水量 100ml 的透明圓盒內，再將圓盒放入加溫至 26°C 的魚缸水中，隔水加熱，讓圓盒內的水溫保持 26°C，再利用滴流系統（圖 10）將新水以每分鐘 44 滴，每滴約 0.1ml 的速度往透明圓盒內滴流。先測量並記錄餵食前水的 PH 值、阿摩尼亞值、亞硝酸值，然後再餵食每顆直徑約 5mm 打碎小螺四顆。經過一天後，再測量並記錄餵食後水的 PH 值、阿摩尼亞值、亞硝酸值。</p>
E		<p>操作方法與記錄時間同 <D 組>，只是將圓盒換成旁邊打洞裝有細目鐵網的飼育盒，再將飼育盒放入魚缸中，這時飼育盒裡的水量會因鐵網的關係，而與魚缸裡的水相流通，這時總水量為 45612ml(181cm X 28cm X 9cm)。</p>
F		<p>操作方法與記錄時間皆同 <A 組>，只是將餵食的小螺增至 12 顆。</p>

組別	圖片	方法說明
G		<p>操作方法與記錄時間同<C 組>，只是將餵食的小螺增至 12 顆。</p>
H		<p>操作方法與記錄時間同<D 組>，只是將餵食的小螺增至 12 顆。</p>
I		<p>操作方法與記錄時間同<E 組>，只是將餵食的小螺增至 12 顆。</p>



圖 10 滴流系統

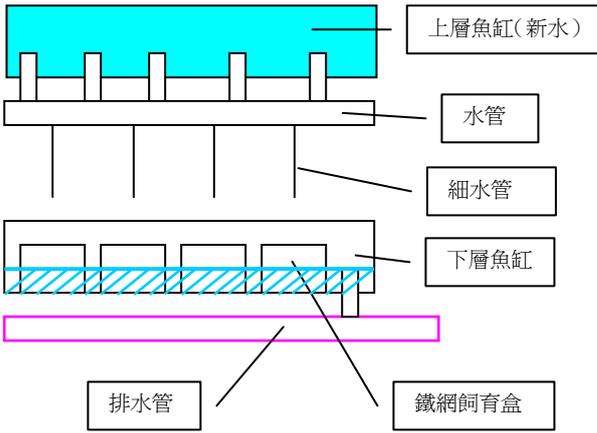


圖 11 滴流系統圖示

滴流系統的構造是木架上有個大魚缸，魚缸底下鑽洞後裝上水管，然後在水管上鑽小洞裝上一個小開關，接上細水管，而下層也有個大魚缸，上層的魚缸裝入新水，並有一組水中馬達及過濾盒進行水的流動及曝氣，增加水中溶氧量，這些新水會流到缸底下的水管中，再透過水管上裝入的小開關，控制新水滴流到下層魚缸中的速度，而下層魚缸也有溢流裝置，可將超過一定高度的水排放出去。

(二) 研究結果

組別	天數	水溫 °C	水量 (ml)	餵食量 (顆小螺)	PH 酸鹼度		阿摩尼亞 值(ppm)		亞硝酸值 (ppm)		備註
					餵食前的 值	餵食後的 值	餵食前的 值	餵食後的 值	餵食前的 值	餵食後的 值	
A	1	21	100	4	7.5	7.5	0.1	0.4	0.025	0.1	
B	3	16	100	4	7.5	7.5	0.1	0.8	0.025	0.3	
C	1	26	100	4	7.5	7.5	0.1	2.0	0.025	0.3	
D	1	26	100	4	7.5	7.5	0.1	0.2	0.025	0.05	使用滴流系統
E	1	26	45612	4	7.5	7.5	0.1	0.1	0.025	0.05	使用滴流系統
F	1	16	100	12	7.5	7.5	0.1	3.0	0.025	0.2	
G	1	26	100	12	7.5	7.5	0.1	5.0	0.025	0.6	
H	1	26	100	12	7.5	7.0	0.1	0.2	0.025	0.05	使用滴流系統
I	1	26	45612	12	7.5	7.0	0.1	0.2	0.025	0.05	使用滴流系統



圖 12 酸鹼度測試



圖 13 阿摩尼亞測試



圖 14 亞硝酸測試

(三) 討論

1. 透過參考資料得知，只要有水中生物在水中成長，水質一定會有變化，老師跟我們說早期在飼育螢火蟲時，因為沒有注意到水質變化，造成很多失敗的經驗，曾經有已經可以化蛹的終齡幼蟲，因為水質變化，在短短幾天內大量死亡，於是我們就去尋找一些資料，想看看水裡有哪些有毒物質對幼蟲會造成傷害，結果就是阿摩尼亞及亞硝酸這兩種物質會對生物有所傷害，於是我們針對這兩種成分及水的酸鹼度進行多組的測試，希望能找出在大量人工飼育幼蟲時較為方便且成功率較高的方法。

2. 根據酸鹼度的測試結果發現到不論是那種環境下，酸鹼度的變化都不太大，一直維持在 7.5 左右，屬中性。
3. 根據參考資料及阿摩尼亞測試組和亞硝酸測試組的說明書中得知，當水中阿摩尼亞和亞硝酸值超過 0.2ppm 時，容易對幼蟲造成傷害，含量越高，幼蟲的死亡率就會越高。
 - (1) 天數的變化：從實驗的 A 組、B 組中得知，當餵食過後，如果越多天不換水，阿摩尼亞及亞硝酸就會隨著天數增高，所以要常換新水來降低水中阿摩尼亞及亞硝酸的含量。
 - (2) 溫度的變化：從實驗的〈A 和 C〉、〈F 和 G〉中得知，當水溫越高時，阿摩尼亞及亞硝酸就會越高，所以在夏天及冬天加溫的飼育環境下，也要多以換水來降低有毒物質的含量。
 - (3) 餵食量的變化：從實驗的〈A 和 F〉、〈C 和 G〉中得知，如果餵食量增加到 12 顆小螺，水中阿摩尼亞和亞硝酸的含量會比餵食 4 顆小螺時增加不少，而且溫度越高，含量越接近超高危險值，這是因為沒吃完的食物在高溫下比較容易發酵，而吃多排泄也就多，才會讓阿摩尼亞和亞硝酸的含量升高很多。所以餵食要適量，但這實在很難拿捏，因為想要讓牠們快快長大，又不能餵食過量，真的很難。
 - (4) 滴流系統使用與否的變化：從實驗的〈C 和 D〉、〈G 和 H〉中得知，如果在同樣的溫度和水量下，有進行滴流的水中阿摩尼亞及亞硝酸含量就比較低，危險度降低許多，因為滴流系統會自動進行全天候的換水，隨時會稀釋因溫度提高及餵食後水中阿摩尼亞及亞硝酸的含量，真是個好方法。
 - (5) 使用滴流系統並提高飼育盒裡水量的變化：從實驗的〈D 和 E〉、〈H 和 I〉中我們知道水量對於餵食後水中的阿摩尼亞及亞硝酸含量影響不大，所以影響阿摩尼亞及亞硝酸含量多少的因素，主要還是在滴流系統的使用。

研究四、幼蟲食物種類研究

(一) 研究方法

將十隻幼蟲放入圓形容器裡，分別放入柚子的枝幹、死蝦、死魚、活錐實螺、活蜆、餵魚用的豐年蝦，觀察並記錄幼蟲食用狀況。

(二) 研究結果

食物項目	相片	會吃食	不會吃食
柚子枝幹			V
死蝦		V	
死魚		V	
活錐實螺		V	
活蜆		V	
餵魚用的豐年蝦		V	

(三) 討論

1. 這個實驗主要的目的是除了驗證參考資料寫的幼蟲食物外，也試著餵食不同食物，來測試幼蟲的食物是否具有多樣性，當作人工飼育時的參考。
2. 實驗結果也證明死魚及活錐實螺，幼蟲都會去吃食，而死蝦及餵魚用的豐年蝦，牠也會去吃食，只有柚子枝幹不會引起牠們任何興趣，這可證明幼蟲的食性是肉食性的。而當初會用柚子枝幹做測試，是想測試看看牠們會不會吸食植物的汁液。

3. 在死蝦、死魚及豐年蝦的測試中，幼蟲吃食完後，水質明顯變得較為混濁及腐臭味，所以在大量飼育時如要為了方便，而用外面水族館所賣的豐年蝦片時，投食的量要小心控制，以免水質惡化讓幼蟲全死光。
4. 在用活錐實螺測試中，幼蟲吃食完後，其水質變化沒有如同上述的來得大，所以如要進行大量人工飼育時，投入活體食物，由幼蟲自行去覓食，比較合乎大自然法則，而且沒有螺蓋的螺，幼蟲的覓食效率比較高。
5. 在活蜆的測試中，顯然幼蟲要花很多時間才能攻擊成功，因為蜆在遭受到攻擊時，會一直緊閉著蜆殼，但幼蟲就是有辦法鑽入蜆殼的細縫中攻擊成功，而且當幼蟲吃飽後，剩下的蜆肉因為沒有吃完，水會有臭味，在實驗的過程中，差點就因為水質惡化，造成幼蟲的死亡，所以在餵食活體時，還是要注意食物量的多寡。

研究五、不同材質的化蛹床，幼蟲化蛹、羽化成功率研究

(一) 研究方法

組別	化蛹盒材料		方法說明
1	塑膠瓦楞板		將六個旁邊裝有細目鐵網的飼育盒做成化蛹盒，化蛹床各別用塑膠瓦楞板、水苔、大磯砂、美國矽砂、石英砂、泥土六種不同材料，鋪成坡度大約在 45 度左右供幼蟲上岸的化蛹床，每個化蛹盒放入 30 隻終齡（身長超過 1.5cm）的幼蟲，盒上蓋上可透氣的保麗龍板，再把化蛹盒放入大魚缸內，水溫控制在 26℃，並以滴流系統進行滴流換水，每天仍放入 10 顆直徑約 5mm 的小螺，供其覓食。觀察幼蟲在哪一個化蛹盒能夠順利化蛹並羽化成蟲的最多。
2	水苔		
3	大磯砂		
4	美國矽砂		

組別	化蛹盒材料		方法說明
5	石英砂		
6	泥土（栽植水草用）		

(二) 研究結果

組別	1		2		3		4		5		6	
	塑膠瓦楞板 (仿水泥)		水苔		大磯砂		美國矽砂		石英砂		泥土(栽植水草用)	
成蟲羽化日期	公	母	公	母	公	母	公	母	公	母	公	母
96.03.29									1			
96.04.02					1							
96.04.07									1			
96.04.11											1	
96.04.14				1								
96.04.17											1	1
96.04.22										1		
96.04.25					1							
96.04.27						1						2
96.04.29			1									
96.05.02			1							2		
96.05.03							1					
96.05.07				1								
96.05.11				1				1				
96.05.15										1		
合計 (至5月15日止)	0	0	2	3	2	1	1	1	2	4	2	3
	0		5		3		2		6		5	



(三) 討論

1. 第 1 組塑膠瓦楞板的化蛹盒，上面不鋪任何材質，用意模擬野外水溝水泥化的情形，希望能讓大家了解現在很多的圳溝或溪流都水泥化，對於水生螢火蟲可能會有影響，結果也證實了這種狀況，這一組完全都沒有化蛹及羽化，所以我們希望政府單位在河川整治上或許可以考慮用生態工法來做，減少對生物的衝擊。
2. 第 2 組水苔的化蛹盒，雖然有比較多的成蟲羽化成功，但我們也發現這組羽化的成蟲全身都很溼，抓出來一看幾乎都死掉了，推論應該是溺死了，因為水苔溼度很高，成蟲羽化成功後，待在水苔裡的時間太久，全身濕答答的，而且水苔纖維錯綜複雜，比較不好爬出，以致於溺死了，所以雖然水苔的羽化成蟲機率很高，但存活率卻不高。
3. 第 3 組大礫砂的化蛹盒羽化成功有 3 隻，因為石頭顆粒較粗縫隙也較大，幼蟲能鑽入化蛹，但也看到許多化蛹成功卻羽化失敗的例子，可能是因為無法成為土繭保護整個蛹，所以羽化失敗率也比較高。
4. 第 4 組美國砂的化蛹盒只有羽化出 2 隻，可能跟砂子顆粒較小且較硬，無法成為縫隙有關係，幼蟲只能勉強化蛹，所以失敗率也比較高。
5. 第 5 組石英砂的化蛹盒羽化成功有 6 隻，成功隻數最多，可能是因為石英砂顆粒較細且較軟，幼蟲容易鑽入成土繭化蛹成功，所以羽化成功數最多。
6. 第 6 組泥土的化蛹盒裡剛開始時，幾乎看不到幼蟲，可能是泥土顏色跟幼蟲的顏色接近的關係吧！原先預料應該是此化蛹盒裡會最先出現成蟲，但實際出現的時間卻比石英砂晚，但也因為此材質跟野外環境較為類似，所以羽化成功率也較高。

7. 綜合以上結果，我們發現如果以石英砂跟泥土為底來做化蛹床是最適合的，上面再擺上幾顆大磯砂製造一些縫隙會更好。如果要為了觀察方便可以用石英砂，因為石英砂為白色的，較容易觀察。如果要模擬野外環境，那就用泥土，但我們也想把這兩種混在一起用，看看效果如何，這就有待以後的研究了。

伍、結論

- 一、根據〈研究一〉結果，黃緣螢因為牠的幼蟲期是在水裡生活，所以牠是一種水生的螢火蟲。牠的一生會經歷卵、幼蟲、蛹、成蟲四個階段，屬完全變態的昆蟲。卵期模樣為黃色球體，直徑約 0.8mm，大約經過 20 天後會孵化成幼蟲，幼蟲在水裡生活，用蟲體旁尖狀的氣管鰓呼吸，尾足旁有兩點發光器。身長大約為 1.5mm~20mm，會經過五次脫皮到六齡，幼蟲期大約為 157 天。幼蟲成熟後，會爬上陸地尋找適合的地點做土繭化蛹，蛹長大約為 10mm，蛹期大約為 7 天，發光器已經發育成熟能分辨公母。成蟲身長大約為 10mm~14mm，雄蟲的尾部有兩節發光器，雌蟲有一節發光器，都能飛翔，在兩片黑色翅膀中間有一條黃色邊線，所以稱為黃緣螢，存活日數大約在 3~7 天，如果餵食蜂蜜水最長可達 20 天。
- 二、根據〈研究二〉結果，幼蟲的行進模式是透過尾足固定後，再利用三對前足往前進。攻擊螺時，會利用尾足抓住螺殼，再用口器攻擊螺，先注射麻醉劑將螺麻醉後，再注射消化液後把體液吸食進去。在覓食時幼蟲會聚集在一起覓食，於是就很容易捲曲在一起，而在溫度較低時，也會捲曲在一起。受到驚嚇時，蟲體會捲曲起來，蟲體旁也會有白色腺體出現。幼蟲在脫皮時會先側躺，再從頭部裂開，利用蟲體蠕動及尾足往前鑽出，剛脫皮的蟲體為乳白色，過一段時間才會變回正常的體色。
- 三、根據〈研究三〉結果，如果我們要用人工來大量復育黃緣螢，就要注意到在幼蟲期飼育時水質的變化，要把水中的有毒物質-阿摩尼亞和亞硝酸的含量降低。餵食量要適量，最好是以幼蟲在 30 分鐘內吃完為原則。除此之外，為了降低水中阿摩尼亞和亞硝酸含量，就要勤換水，而為了減輕換水的工作量，如果能利用滴流系統進行全天候的少量換水，會比較輕鬆的工作，而且也比較有效率。在夏天飼育時，溫度的控制也要注意，因為溫度越高，有毒物質的含量就會越高，所以除了食物量要注意外，最好也能用冷水機將水溫降低至 25°C 左右，以免雖然用了滴流系統，但可能換水的速度還是跟不上水質惡化的速度。
- 四、根據〈研究四〉結果，黃緣螢幼蟲的食性為肉食性，只要是肉類牠都會吃，所以在人工復育時，可以餵食的食物種類很多，比如像小田螺、蜆、死掉的魚蝦等，但這些食物來源及後續飼養上，會比較不方便，所以如果可以餵食水族館裡賣的冷凍豐年蝦片，也是很好的選擇，但不管是餵食什麼食物，都還是要注意水質的變化。

五、根據〈研究五〉結果，完全都沒鋪的瓦楞板那一組，模擬的是水溝水泥護岸的狀態，化蛹及羽化成功率是 0，所以現今水溝整治都利用水泥材質，這樣就會影響螢火蟲的棲息，希望政府以後在水溝整治時要考慮到原先棲息的生物，最好能使用生態工法，讓生物也能繼續生存下去。實驗結果是石英砂及泥土的成功率最好，所以可以以這兩種為材質為底加上幾顆大磯砂，佈置適合牠們的化蛹床，加上滴流系統的運用，提高復育的成功率。

陸、未來的展望

經過這次的研究觀察，我們發現黃綠螢是一種對環境很挑剔的昆蟲，難怪老師會告訴我們，牠是生態環境的指標性生物。藉這次的研究讓我們對黃綠螢有更進一步的認識，也希望能將黃綠螢野放到我們學校生態園的水池內，讓我們學校在春天的夜晚也能有螢火蟲的亮光。更希望讓有興趣飼養螢火蟲的學校有更正確的飼養資訊，大家一同來復育這種可愛的昆蟲，讓牠們重現大自然，同時也藉由黃綠螢的復育，讓我們更了解要尊重並珍惜各種生物的生命。

柒、參考資料

- 一、何健鎔、朱建昇（民 91）。台灣賞螢地圖。臺中市：晨星。
- 二、柯清水（民 94）。柯老師談如何在水族缸中建立硝化系統。Terry's blog。民 94 年 6 月 19 日，取自
<http://h38.twbbs.org/www/index.php?op=ViewArticle&articleId=619&blogId=4>
- 三、柯清水（民 95）。水族缸中的有毒物質。翠湖水草網。民 95 年 9 月 4 日，取自
<http://www.tbs-aqua.com.tw/encyclopaedia/paper?paperID=244>
- 四、陳燦榮（民 88）。台灣螢火蟲生態導覽。臺北市：田野影像。

點點螢光閃閃現生機—黃緣螢的觀察與人工
【評語】 081544
復育方法探討

觀察黃緣螢生活史，仔細用心，但可再加強文獻探討及比較，並思索如何將結果用於螢火蟲的保育，以符合研究題目主旨。