

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生物科

第一名

080312

春眠怖「子」曉，處處蚊子咬

學校名稱：高雄市新興區七賢國民小學

作者： 小六 林昺霆 小五 陳沛羽 小五 馬聿琳	指導老師： 鄭秀萍 李正媚
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：登革熱、斑蚊、子子

得獎感言



炎熱的夏天裡，令人厭惡的斑蚊，總是悄悄的到處傳播登革熱，引發大家的恐慌，所以我們積極的想要找出滅蚊的方法。在研究過程中 爲了證明—「銅能殺死孑孓」這個論點，整整花了一年，連過年、國定假日都不能中斷；有時實驗結果不如預期，心情盪到谷底，還好在夥伴的相互鼓勵下，鏗而不捨終能有了成果。

藉由參與科展比賽，使我們獲益良多，例如：如何發現問題、提出假設、蒐集資料、設計實驗等等……也讓我們瞭解到團隊合作的重要。科學探索是一條永無止盡的的學習道路，在過程中，雖然常常失敗，但也因為嘗試錯誤讓我們有了新的發現。

宇宙中還有非常多的事情，等著我們去挖掘發現，這次榮獲佳績，激發我們對研究的興趣及信心，我們不因此而自滿，將會更加努力。最後，謝謝最辛苦的指導老師，和一直支持我們的家人，當然還有一起並肩作戰的好伙伴們和所有協助我們的人。

春眠怖「孑」曉 處處蚊子咬

摘要

本實驗研究斑蚊在孵化、結蛹及羽化各期受外界影響的因素。

少數幼蟲缺乏食物時，具抗餓性可活很久。氣溫升高，蛹與成蚊期提前並延長存活期。避光下，幼蟲、蛹、成蚊存活較久。蛹羽化受外界影響小。白線斑蚊在 22~25°C 和 40~45°C 易孵化，埃及是在 30~35°C。

光線對埃及斑蚊結蛹影響不大，卵在正常光 30°C 與避光 25°C 適合孵化；白線分別是 25°C 與 22°C，在避光下結蛹率最高。埃及斑蚊在 151.55 lux 易羽化，白線為 503.8 lux。

水中 1 元硬幣愈多，對一齡及三齡蟲生存威脅愈大。一齡蟲無法在銅片和含銅溶液中生存；在含鋅溶液中活久一些；含鉛溶液中仍可結蛹、羽化。水中放含銅較高的 1 元或 50 元，可阻斷幼蟲生長，每 300ml 水中放入 4 個以上 1 元為有效比例，揭開許願池中硬幣防治蚊蟲的祕密。

壹、研究動機：

有一天，我在家門口發現一張藍色單子，上面寫著「高雄市政府登革熱防治強制地毯式孳生源檢查通知單」。我十分好奇，趕緊拿給媽媽看。媽媽看了一下，說是衛生局發現附近已經有登革熱的病例，所以要到家裡進行檢查。

隔天到了學校，我向老師提出問題：「什麼是登革熱？登革熱和蚊子又有什麼關聯呢？」一聽到我的問題，同學也說：「對啊！聯絡簿後面有登革熱的自我檢查表，那是用來做什麼的呢？」「為什麼要檢查有水的容器呢？」因為大家在四年級的自然與生活科技課程學過有關昆蟲家族的課程單元，已經有初步的認識，老師決定帶我們去衛生局疾病管制處登革熱防治中心一探究竟。

貳、研究目的：

〔研究一〕：登革熱病媒蚊生活史與習性觀察

- 一、實地拜訪疾管處登革熱防治中心並請教專家，飼養蚊子的方法及安全。
- 二、觀察白線斑蚊、埃及斑蚊的生活史及生活習性。

〔研究二〕：探討影響病媒蚊蟲卵孵化與羽化成蚊的因素

- 一、比較埃及斑蚊在不同環境的存活率
- 二、探討溫度對斑蚊蟲卵孵化的影響
- 三、探討不同強度的光照對斑蚊蟲卵孵化與幼蟲生長的影響

〔研究三〕探討硬幣對斑蚊幼蟲生存的威脅

參、研究設備及器材：

一、孵化飼養用：

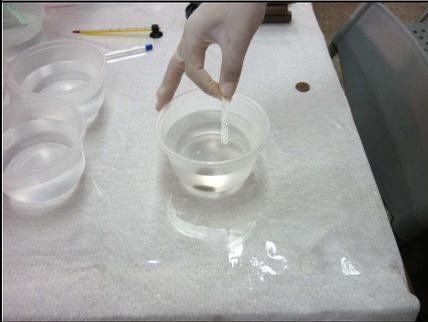
埃及斑蚊蟲卵、白線斑蚊蟲卵、恆溫培養箱、精密電子微量天平、照度計、LED 座燈、電池、透明塑膠容器、透明寶特瓶、量杯、培養皿、塑膠滴管、手套、濾網、紙箱、曝氣過的自來水、酵母粉、1 元、5 元、10 元、50 元、銅片、鉛片、鋁片、鎳片、碳棒、硫酸銅、硫酸鋅、硝酸鉛。

二、觀察用：

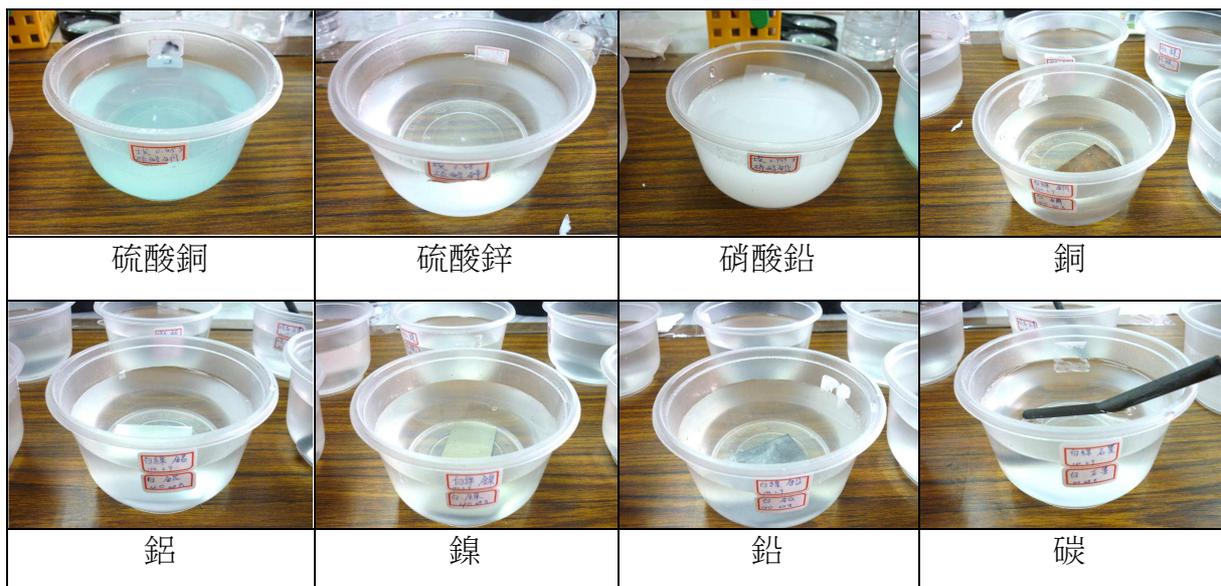
顯微鏡、照相電子顯微鏡、數位相機、放大鏡、溫度計、酸鹼試紙、觀察記錄表、1mm x1mm 方格紙。

肆、研究過程與方法：

- 一、拜訪疾管處登革熱防治中心，請教專家登革熱的相關知識，學習孵化養育蚊子正確又安全的方法，特別留意安全並記錄。
- 二、觀察白線斑蚊、埃及斑蚊的生活史與習性。
 - (一)將白線斑蚊與埃及斑蚊卵條放置 4°C 冰箱冷藏，儲水曝氣 2 天備用。
 - (二)取出埃及斑蚊卵條，利用放大鏡數 100 顆剪開卵條，放入塑膠容器(300cc 水，pH=7)中，分成四組(A 組：對照組，B 組：不餵食，C 組：避光 24hr，D 組：放置 1 元硬幣)靜置於室內，每日測量氣溫及水溫。
 - (三)當卵孵化成一齡幼蟲即分裝在另一個容器中，A 組、C 組及 D 組每日餵食酵母粉 (0.01g)，進入二齡~四齡階段分裝在其他容器中，並觀察與記錄，但不改變靜置的環境。進入蛹期以滴管吸進保特瓶加蓋。

操作步驟		
		
準備飼養的容器	用放大鏡仔細計算卵條上的斑蚊卵數量	
		
數好了，剪下卵條放進水中	每天測量氣溫、水溫	幼蟲階段以不同容器分齡飼養
		
每日餵 0.01 克的酵母粉	把塑膠容器放進恆溫箱	固定溫度飼養

- 三、改變恆溫箱溫度(22°C、25°C、30°C、35°C、40°C、45°C)，埃及斑蚊和白線斑蚊卵各 200 個，300ml 曝氣水，每日餵食酵母粉，飼養 7 天，記錄蟲卵孵化情形。
- 四、重覆以上實驗，全日避光，記錄斑蚊卵孵化情形。
- 五、以照度計測量 LED 燈源的光照度為 1048.5lux、503.8lux、151.55lux，斑蚊一齡幼蟲各 30 隻，300ml 曝氣水，室溫，每日餵食酵母粉，記錄幼蟲結蛹、羽化情形。
- 六、容器內放置 1 元硬幣數枚，斑蚊一齡幼蟲各 40 隻，300ml 曝氣水，室溫，每日餵食酵母粉，觀察與記錄。
- 七、容器內放置不同硬幣 1 枚(1 元、5 元、10 元、50 元)，斑蚊一齡幼蟲各 40 隻，300ml 曝氣水，室溫，每日餵食酵母粉，觀察與記錄。
- 八、容器內放置金屬片(3×5cm，銅、鋁、鎳、鉛)及碳棒，斑蚊一齡幼蟲各 40 隻，300ml 曝氣水，室溫，每日餵食酵母粉，觀察與記錄。
- 九、斑蚊一齡幼蟲各 40 隻，加入不同濃度含金屬溶液 300ml(0.01M、0.005M、0.001M)，室溫，每日餵食酵母粉，觀察與記錄。



伍、研究結果與討論：

〔研究一〕：登革熱病媒蚊生活史與習性觀察

一、實地拜訪疾管處登革熱防治中心，並請教專家安全飼養蚊子的方法。

老師帶領我們去高雄市衛生局疾管處參訪，登熱防治中心的資料相當豐富，兩側的牆上掛了許多大幅斑蚊的生長資料，生活史介紹也非常清楚。工作人員幫我們說明兩種病媒蚊(埃及斑蚊和白線斑蚊)的特徵和致病造成的危險性。

阿姨告訴我們，他們須到各地區捕捉蚊子，了解各地區的蚊子分布及種類。投藥來檢

測蚊子是否有抗藥性，再決定噴灑藥劑的種類及配方。還介紹了分辨兩種病媒蚊的方法：在孑孓時期，以顯微鏡觀察，埃及斑蚊胸部有勾刺，白線斑蚊則沒有。接著示範觀察蚊子的方法與捕捉技巧，例如：水盆的清理、用滴管吸取孑孓、吸取蚊子…，飼養過程包含捕捉、產卵、飼養(幼蟲期餵酵母粉，蛹期不進食，成蚊餵以糖水及白老鼠的血)、交配等過程，真是厲害呀！

後來，阿姨還告訴我們：「只要在水裡放個銅板，孑孓就會死掉。」讓我們覺得好新奇，一個小小的銅板，就能殺死孑孓，我們好想做實驗來試試看這個說法是不是真的。

以下是我們拜訪疾管處的活動照片

		
<p>阿姨示範以捕蟲網捕捉蚊子的方法</p>	<p>不同地區捉到的蚊子分開飼養</p>	<p>平時餵糖水提供營養</p>
		
<p>捉白老鼠讓雌蚊叮咬提供蛋白質，經過一段時間，雌蚊就會開始產卵。</p>	<p>雌蚊會在水面交接處產卵</p>	
		
<p>自來水曝氣 2 天以上</p>	<p>將卵條放進曝氣 2 天的水中等待孵化</p>	<p>每日餵少量酵母粉作為孑孓的食物</p>



二、從疾管處取得卵條後，開始進行孵化與飼養，以下是我們觀察記錄：

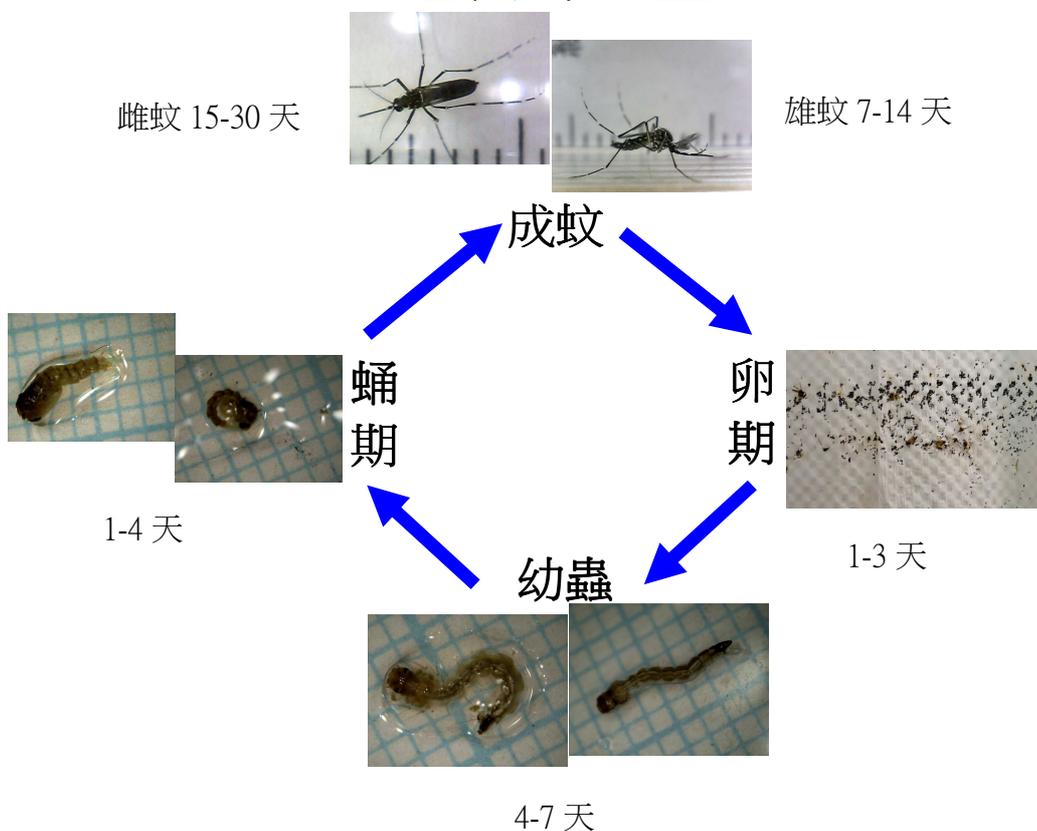
傳染登革熱之病媒蚊為斑蚊雌蚊，主要在白天活動及吸血。蚊子屬於完全變態的昆蟲，包括卵、幼蟲、蛹、成蚊四階段：蟲卵在水中孵化，幼蟲和蛹也在水中生長發育，成蚊則在陸地上生活，所以生活史有水中和陸上二個明顯不同時期，生長所需的時間因溫度、食物的狀況有不同。一般平均卵期 1-3 天，幼蟲期 4-7 天，蛹期 1-4 天，所以斑蚊從卵、幼蟲至蛹約需 6-14 天，雌蚊約可存活 15-30 天，雄蚊約 7-14 天。

階段	埃及斑蚊	白線斑蚊
卵期		
	<p>斑蚊的卵是黑色紡錘形，有硬殼，雌蚊吸血後可產卵在容器壁邊水面交接處，也可產卵在水中植物上面，卵若離開水面，可耐乾旱及低溫，通常乾燥半年以上仍具有孵化能力，卵期約 3 天，實驗室的卵泡水後，最快 24 小時後開始有一齡的小幼蟲。</p>	
一齡幼蟲		
	<p>埃及斑蚊和白線斑蚊在外觀上不易分辨，身體幾乎呈現透明，頭部佔全身大部份的比例，全身長度約為 0.15cm。</p>	
二齡幼蟲		
	<p>二齡幼蟲的體色變深，全身長度約為 0.25cm，頭：胸：腹的長度比例約為 1：1：6，腹部的呼吸管常以倒懸方式在水面交界處進行氣體交換。</p>	

階段	埃及斑蚊	白線斑蚊
三齡幼蟲		
<p>三齡幼蟲的腹部長度不斷變長，頭和胸的長度則沒有變化，全身長度約為 0.55cm，頭：胸：腹的長度比例約為 1：1：9。</p>		
四齡幼蟲		
<p>埃及斑蚊幼蟲在中胸及後胸兩邊的胸側毛叢根部有勾刺；白線斑蚊則沒有勾刺，子子用它的後半部身體來回左右扭動，可以在水中快速移動，全身長度約 0.8cm。</p>		
蛹		
<p>子子大約經過 7~14 天脫皮 4 次變成蛹。蛹和子子一樣在水中可迅速游動，但不進食，形狀像逗點，靠著連接胸部氣孔的一對呼吸角呼吸，需 2 天可成熟開始羽化為成蚊。</p>		

階段	埃及斑蚊	白線斑蚊
成蚊		
	<p>埃及斑蚊：體色為黑色，身上有白斑後足有五個白環，胸部背板上有一對銀白色像括弧的曲線，中間有一對白色細線。雄蚊的觸角呈鑲毛狀雌蚊沒有，雄蚊因口器退化，不能吸血，多吸食植物汁液，壽命較雌蚊短。雌蚊特別喜歡在 9 時~10 時與 16 時~17 時叮咬人與動物，雌蚊吸血後將血液存在消化管中消化吸收，在吸血後 2~5 天開始產卵，雌蚊的壽命約 30 天。主要分布在嘉義以南。</p> <p>白線斑蚊：中胸盾板有一條白色中央縱紋。喜歡在室外棲息，一天內有晨昏二個吸血高峰，約在日出後 1~2 小時和日落前 2~3 小時。主要分布於台灣全島平地及 1500 公尺以下之山區。</p>	

斑蚊的一生



[研究二]: 探討影響病媒蚊蟲卵孵化與羽化成蚊的因素

一、比較埃及斑蚊在不同環境的存活率

(一)第一次實驗結果：斑蚊卵 100 個，300ml 曝氣水，室溫，每日餵食酵母粉
飼養時間：99 年 11 月起，共 53 天(表一)

表(一) 四種不同環境下，埃及斑蚊卵的孵化結果

組別	A	B	C	D
飼養環境條件	對照組	不餵食	24hr 避光	放 1 元硬幣
飼養天數	21	53	19	41
平均氣溫(°C)	23.4	21.5	24.1	22.5
平均水溫(°C)	22.2	19.9	23.0	20.7
孵化數量(隻)	17	10	15	21
結蛹數量(隻)	16	4	13	13
羽化數量(隻)	15	4	13	13
一齡~四齡存活日期	Day 2~Day 13	Day 2~Day 53	Day 2~Day 15	Day 2~Day 28
蛹存活日期	Day 11~Day 16	Day 28~Day 34	Day 10~Day 16	Day 12~Day 35
成蚊存活日期	Day 13~Day 21	Day 32~Day 39	Day 12~Day 18	Day 15~Day 40
現象觀察		Day 31~Day 53 有 1 隻四齡蟲		

- 1.比較四種飼養方式，以 D 組的孵化率最高、A 組次之；A 組的羽化數最高、B 組的孵化數和羽化數都是最低，推測食物缺乏對幼蟲的生存會造成危機，但發現少數幼蟲在沒有食物的情況下可以存活很久。
- 2.經過近 2 個月的飼養觀察(表一)，我們隨著幼蟲脫皮成長取出換盆，子子的成長環境受到干擾，如果幼蟲期都不換盆會不會有不同的結果呢?
- 3.日本朝日新聞的報導提到，用銅幣放置在水中可殺死子子，但是我們實驗卻沒有得到相同的結果。我們決定以不換盆的方式再次飼養。

(二)第二次實驗結果：斑蚊卵 100 個，300ml 曝氣水，室溫，每日餵食酵母粉
飼養時間：100 年 1 月起，共 46 天

表(二) 四種不同環境下，埃及斑蚊卵的孵化結果

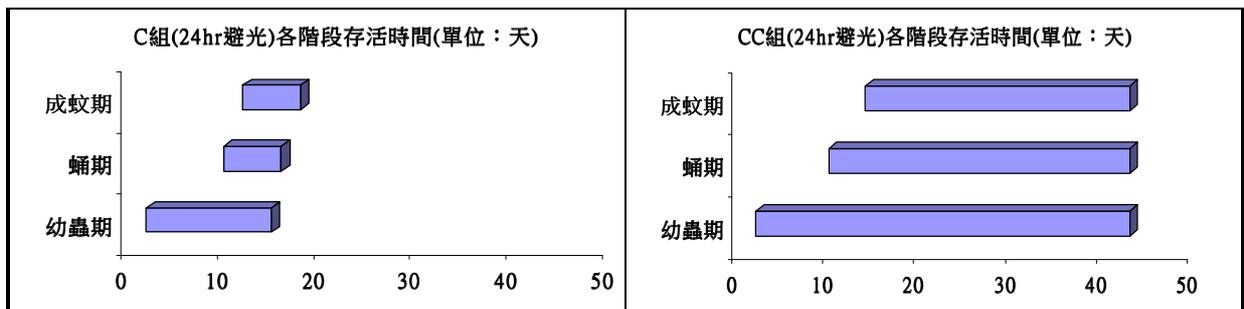
組別	AA	BB	CC	DD
飼養環境條件	對照組	不餵食	24hr 避光	放 1 元硬幣
飼養天數	44	46	43	45
平均氣溫(°C)	21.5	25.3	21.4	20.8
平均水溫(°C)	20.1	22.4	20.0	19.5
孵化數量(隻)	62	40	32	64
結蛹數量(隻)	4	6	12	18
羽化數量(隻)	4	4	8	12
一齡~四齡存活日期	Day 1~Day 44	Day 2~Day 34	Day 2~Day 43	Day 1~Day 45
蛹存活日期	Day 11~Day 26	Day 9~Day 20	Day 10~Day 43	Day 16~Day 45
成蚊存活日期	Day 14~Day 30	Day 10~Day 21	Day 14~Day 43	Day 19~Day 45
現象觀察		Day 28 有 4 隻四齡蟲，Day 34 仍有 1 隻四齡幼蟲		

1.第二次實驗的結果，孵化率明顯提高了。仍以 DD 組(放硬幣)最高、AA 組(對照組)次之，與第一次實驗相同。

2.二次實驗的共同特性，不餵食組的飼養天數都是最久，推測少數子在缺乏食物的環境下具有抗餓性，實驗至第 28 天仍有 4 隻四齡蟲存活。

(三)比較二次的飼養結果：

A 組(對照組)從蟲卵孵化到成蚊各階段的存活時間																											
第一次實驗		第二次實驗																									
平均氣溫(°C)	23.4	平均氣溫	21.5																								
平均水溫(°C)	22.2	平均水溫	20.1																								
<p>A組(對照組)各階段存活時間(單位：天)</p> <table border="1"> <caption>A組(對照組)各階段存活時間(單位：天)</caption> <thead> <tr> <th>階段</th> <th>第一次實驗 (天)</th> <th>第二次實驗 (天)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>成蚊期</td> <td>~18</td> <td>~15</td> </tr> <tr> <td>蛹期</td> <td>~12</td> <td>~10</td> </tr> <tr> <td>幼蟲期</td> <td>~15</td> <td>~45</td> </tr> </tbody> </table>		階段	第一次實驗 (天)	第二次實驗 (天)	成蚊期	~18	~15	蛹期	~12	~10	幼蟲期	~15	~45	<p>AA組(對照組)各階段存活時間(單位：天)</p> <table border="1"> <caption>AA組(對照組)各階段存活時間(單位：天)</caption> <thead> <tr> <th>階段</th> <th>第一次實驗 (天)</th> <th>第二次實驗 (天)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>成蚊期</td> <td>~18</td> <td>~15</td> </tr> <tr> <td>蛹期</td> <td>~12</td> <td>~10</td> </tr> <tr> <td>幼蟲期</td> <td>~15</td> <td>~45</td> </tr> </tbody> </table>		階段	第一次實驗 (天)	第二次實驗 (天)	成蚊期	~18	~15	蛹期	~12	~10	幼蟲期	~15	~45
階段	第一次實驗 (天)	第二次實驗 (天)																									
成蚊期	~18	~15																									
蛹期	~12	~10																									
幼蟲期	~15	~45																									
階段	第一次實驗 (天)	第二次實驗 (天)																									
成蚊期	~18	~15																									
蛹期	~12	~10																									
幼蟲期	~15	~45																									
<p>討論：1.我們改善餵養方法，延長斑蚊各時期的生存時間。 2.幼蟲期存活的時間都比蛹期和成蚊期久，如果要防治斑蚊的孳生，最好的方法就是從幼蟲期加以防治。</p>																											
B 組(不餵食)從蟲卵孵化到成蚊各階段的存活時間																											
第一次實驗		第二次實驗																									
平均氣溫(°C)	21.5	平均氣溫(°C)	25.3																								
平均水溫(°C)	19.9	平均水溫(°C)	22.4																								
<p>B組(不餵食)各階段存活時間(單位：天)</p> <table border="1"> <caption>B組(不餵食)各階段存活時間(單位：天)</caption> <thead> <tr> <th>階段</th> <th>第一次實驗 (天)</th> <th>第二次實驗 (天)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>成蚊期</td> <td>~35</td> <td>~30</td> </tr> <tr> <td>蛹期</td> <td>~30</td> <td>~25</td> </tr> <tr> <td>幼蟲期</td> <td>~55</td> <td>~35</td> </tr> </tbody> </table>		階段	第一次實驗 (天)	第二次實驗 (天)	成蚊期	~35	~30	蛹期	~30	~25	幼蟲期	~55	~35	<p>BB組(不餵食)各階段存活時間(單位：天)</p> <table border="1"> <caption>BB組(不餵食)各階段存活時間(單位：天)</caption> <thead> <tr> <th>階段</th> <th>第一次實驗 (天)</th> <th>第二次實驗 (天)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>成蚊期</td> <td>~35</td> <td>~30</td> </tr> <tr> <td>蛹期</td> <td>~30</td> <td>~25</td> </tr> <tr> <td>幼蟲期</td> <td>~55</td> <td>~35</td> </tr> </tbody> </table>		階段	第一次實驗 (天)	第二次實驗 (天)	成蚊期	~35	~30	蛹期	~30	~25	幼蟲期	~55	~35
階段	第一次實驗 (天)	第二次實驗 (天)																									
成蚊期	~35	~30																									
蛹期	~30	~25																									
幼蟲期	~55	~35																									
階段	第一次實驗 (天)	第二次實驗 (天)																									
成蚊期	~35	~30																									
蛹期	~30	~25																									
幼蟲期	~55	~35																									
<p>討論：氣溫和水溫提高，蛹期及成蚊期會提前出現並延長存活時間。</p>																											
C 組(全日避光)從蟲卵孵化到成蚊各階段的存活時間																											
第一次實驗		第二次實驗																									
平均氣溫(°C)	24.1	平均氣溫(°C)	21.4																								
平均水溫(°C)	23.0	平均水溫(°C)	20.0																								



討論：1.24hr 避光可延長幼蟲期、蛹期、成蚊期的存活時間。
2.溫度下降會使成蚊期延後，但是出現幼蟲期及蛹期的時間則影響不大。

D組(放1元硬幣)從蟲卵孵化到成蚊各階段的存活時間			
第一次實驗		第二次實驗	
平均氣溫(°C)	22.5	平均氣溫(°C)	20.8
平均水溫(°C)	20.7	平均水溫(°C)	19.5

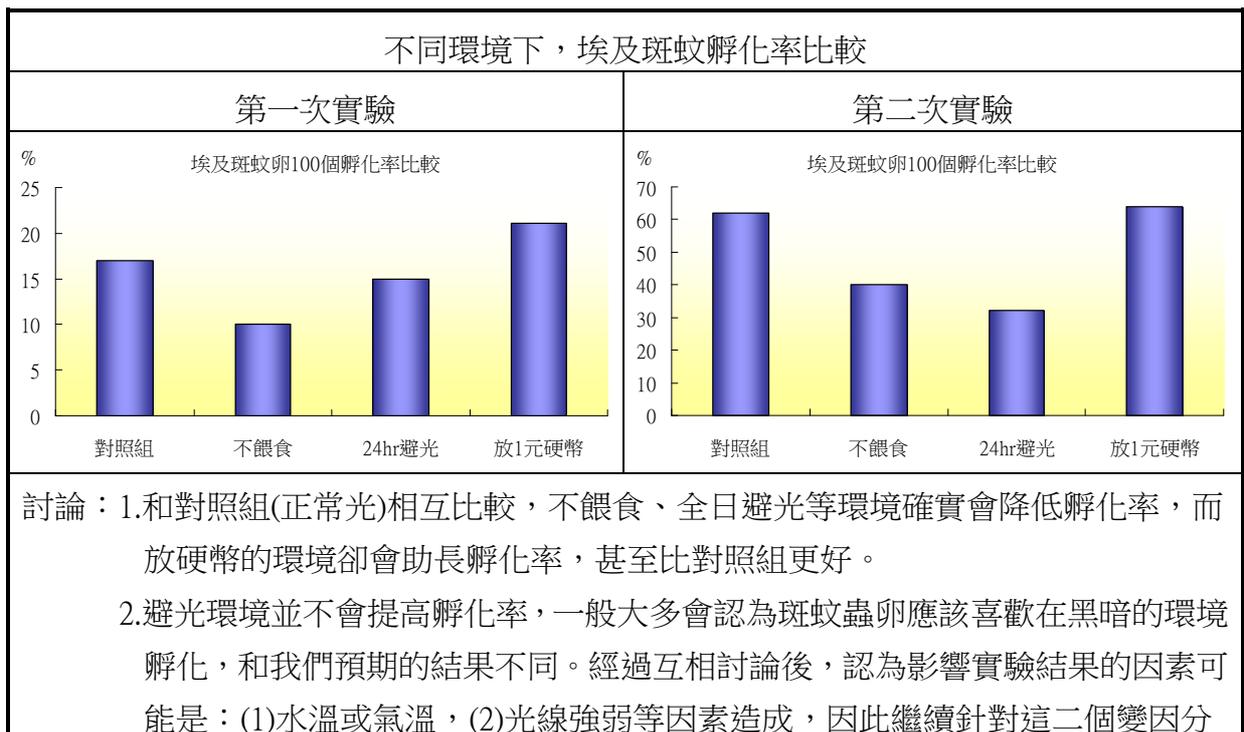
階段	存活時間(天)
成蚊期	~40
蛹期	~35
幼蟲期	~30

階段	存活時間(天)
成蚊期	~45
蛹期	~45
幼蟲期	~45

討論：溫度下降使蛹期和成蚊期延後開始，三階段時期均延長。

(四)比較二次的飼養埃及斑蚊在不同環境的生存情形：

$$\text{孵化率} = \frac{\text{幼蟲數量}}{\text{蟲卵數量}} \times 100\% ; \text{結蛹率} = \frac{\text{蛹數量}}{\text{幼蟲數量}} \times 100\% ; \text{羽化率} = \frac{\text{成蚊數量}}{\text{蛹數量}} \times 100\%$$

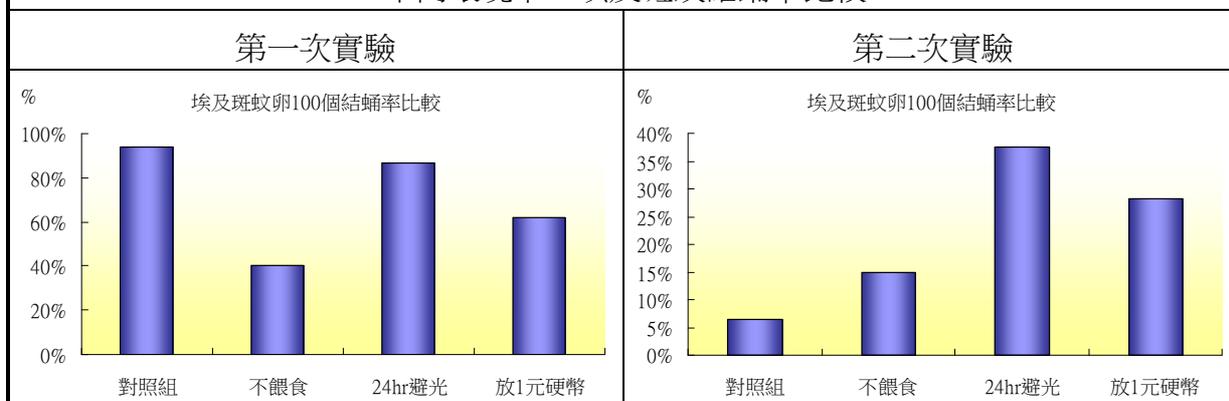


別探討。

3.另一個疑問是：白線斑蚊是否也有相同結果呢？

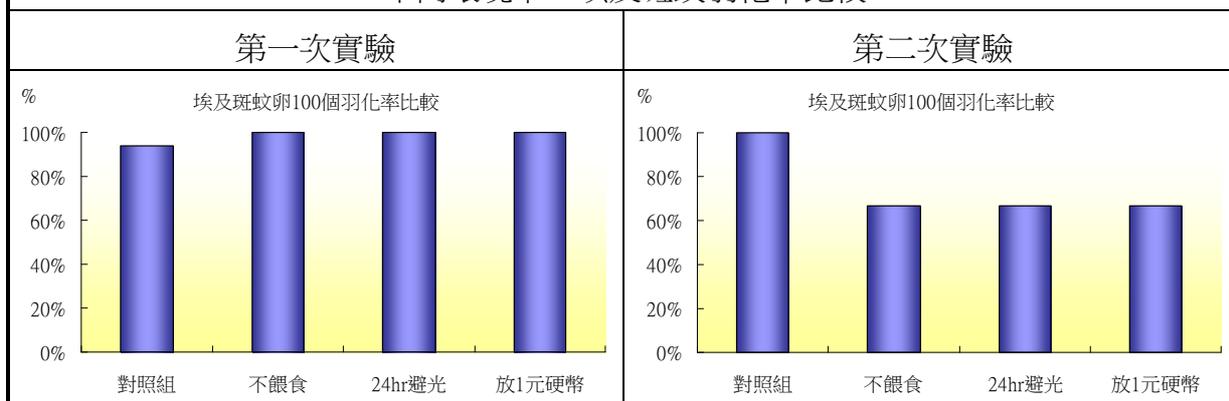
4.較特殊的是 D 組(放銅幣)孵化率都是最高，引起我們的好奇，決定針對這個因素深入研究。

不同環境下，埃及斑蚊結蛹率比較



討論：幼蟲在避光和放置硬幣的環境下結蛹的情形良好，顯示孑孓在避光的環境生長良好；不餵食的情況下，結蛹情形不好。對照組在 2 次實驗結果明顯不同，可能是溫度或其他因素的影響造成。

不同環境下，埃及斑蚊羽化率比較



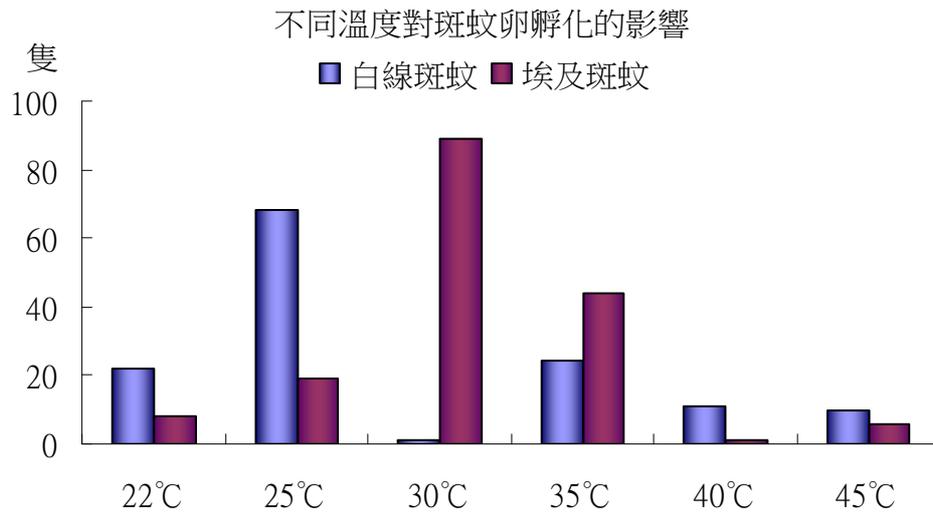
討論：實驗顯示蛹羽化為成蚊受到外界因素的影響較小，甚至不餵食、全日避光、放硬幣組的羽化率相同。

二、探討溫度對斑蚊蟲卵孵化的影響

(一)用恆溫箱控制不同溫度，不改變光線條件，斑蚊卵分別孵化一週的結果(表三)。

表(三) 卵 200 個，300ml 曝氣水，恆溫箱控溫，正常光，飼養 7 天

箱內溫度	22°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
平均水溫	19.8°C	22.0°C	24.8°C	29.1°C	33.0°C	35.9°C
白線斑蚊	22 隻	68 隻	1 隻	24 隻	11 隻	10 隻
埃及斑蚊	8 隻	19 隻	89 隻	44 隻	1 隻	6 隻



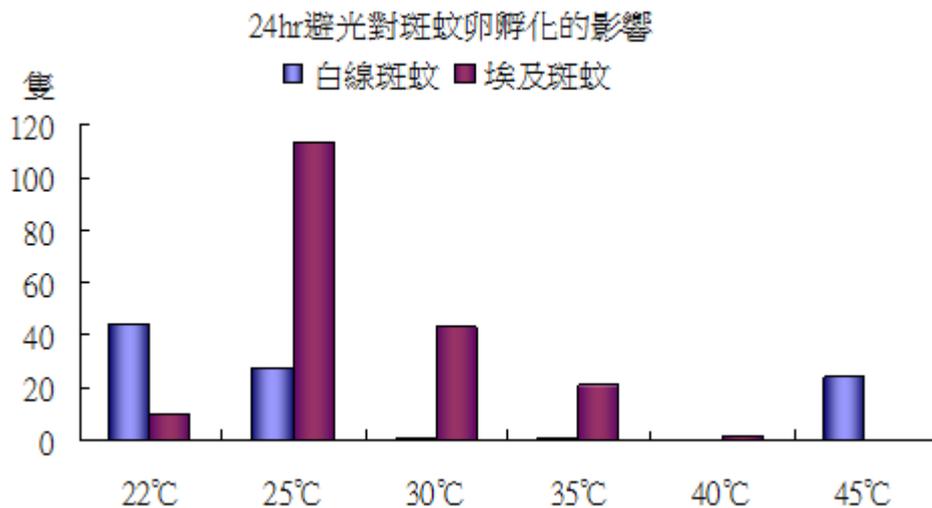
- 圖(1) 正常光環境，埃及斑蚊在 30°C 孵出最大量，白線斑蚊則在 25°C
- (二)從實驗得知，溫度對蟲卵的孵化的影響很大。較特別的是白線斑蚊容易孵化的溫度在低溫(22°C~25°C)，但高溫環境(40°C~45°C)也可孵化；埃及斑蚊容易孵化的溫度在 30°C~35°C 之間。其中，30°C 孵出最大量的埃及斑蚊。文獻資料得知，埃及斑蚊喜歡棲息在室內(氣溫較穩定)，陰暗、潮濕、不通風的角落；白線斑蚊主要棲息在室外(氣溫較極端，白天高溫、晚上低溫)，和我們的實驗結果相吻合。
- (三)因此，我們發現夏天的室內環境有利於埃及斑蚊的孵化；較冷或酷熱的天氣有利於白線斑蚊的孵化，因此，高雄的夏天容易出現登革熱疫情，除了氣溫的有利因素以外，人群大多在室內活動的因素，也讓疫情不減反增。

三、探討不同強度的光照對斑蚊蟲卵孵化與幼蟲生長的影响

(一)用恆溫箱控制不同溫度，全日避光，斑蚊卵分別孵化一週的結果(表四)。

表(四) 卵 200 個，300ml 曝氣水，恆溫箱控溫，全日避光，飼養 7 天

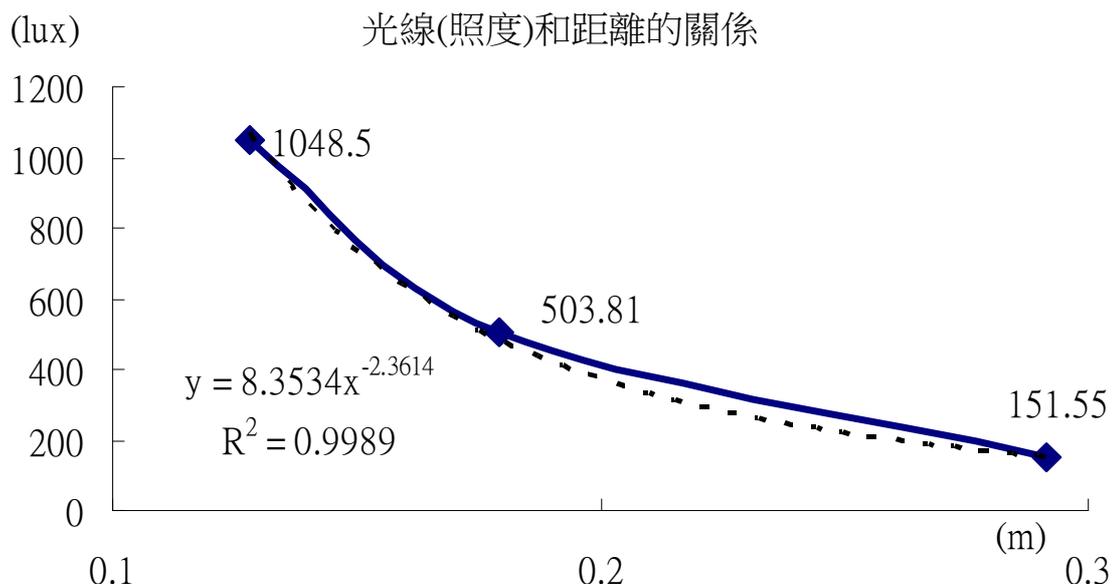
箱內溫度	22°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
平均水溫	19.8°C	22.0°C	24.8°C	29.1°C	33.0°C	35.9°C
白線斑蚊	44 隻	27 隻	1 隻	1 隻	0 隻	24 隻
埃及斑蚊	10 隻	114 隻	43 隻	21 隻	2 隻	0 隻



圖(2) 避光環境下，埃及斑蚊在 25°C 孵出最大量，白線斑蚊則在 22°C

- 1.由圖(2)，全日避光的環境下，埃及斑蚊卵容易孵化的溫度為 25°C~35°C；白線斑蚊仍為較冷(22°C~25°C)或酷熱(45°C)環境容易孵化。
- 2.相較於正常光(表三)，避光環境(表四)可使埃及斑蚊卵孵化的數量較多。埃及斑蚊在有光線的環境下適合孵化的溫度是 30°C，避光環境下適合孵化的溫度是 25°C；白線斑蚊在有光線與避光環境則是 25°C 與 22°C。
- 3.除了正常光線和全日避光的環境會影響卵蟲孵化的數量，不同強度的光是否也會影響斑蚊幼蟲的成長呢？

(二)以照度計測量距離和光強弱的關係，圖(3)，測得距離光源愈遠，光的強度愈弱，光的強度約略和距離的 2.36 次方成反比。

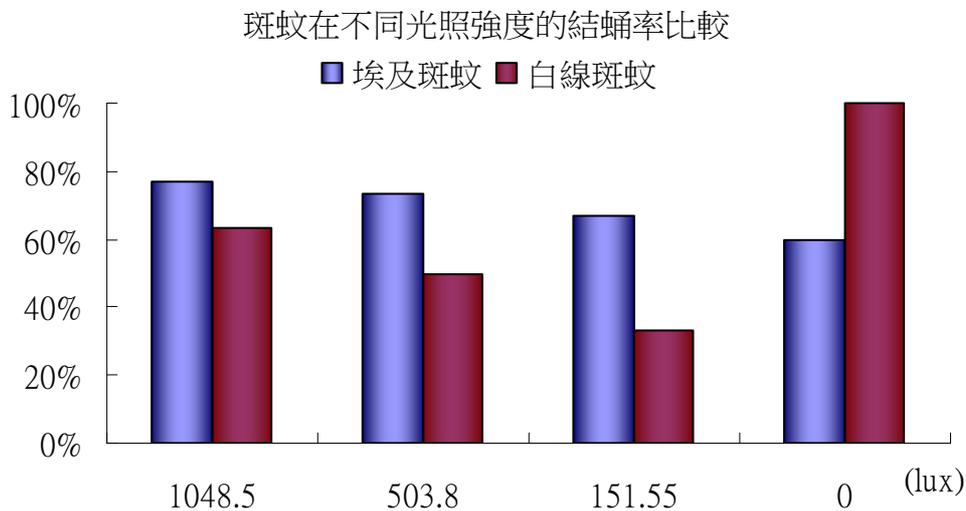


圖(3) 距離光源愈遠，光的強度愈弱

1.斑蚊一齡蟲 30 隻，不同光強度 24hr 照光，室溫 20.2℃~20.8℃，水溫 19℃~19.7℃，飼養 39 天，結果如表(五)

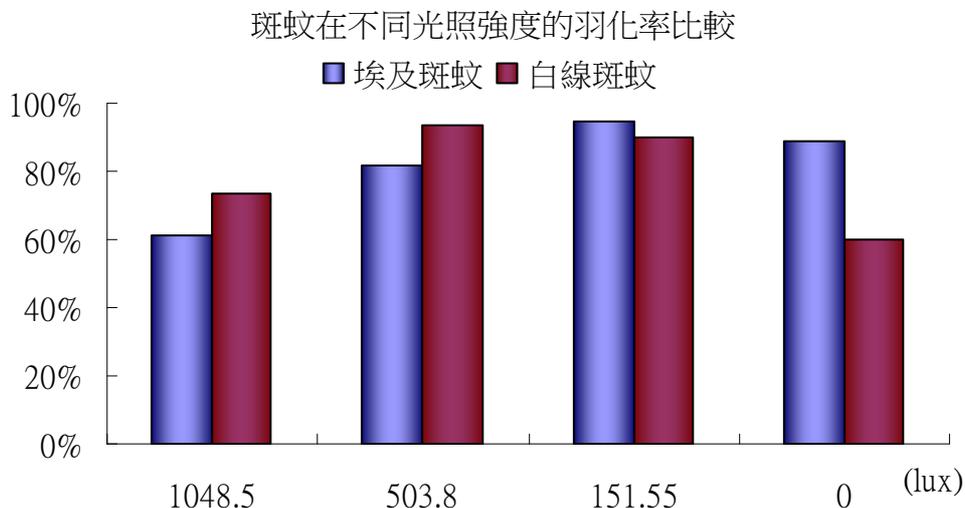
表(五) 不同光照強度斑蚊生長記錄					
斑蚊種類	照度(lux)	1048.5	503.8	151.55	0
埃及斑蚊	結蛹率(%)	76.7%	73.3%	66.7%	60%
	羽化率(%)	60.9%	81.8%	95%	88.9%
白線斑蚊	結蛹率(%)	63.3%	50%	33.3%	100%
	羽化率(%)	73.7%	93.3%	90%	60%

2.從圖(4)得知光線強弱對埃及斑蚊結蛹率的影響不大，光線較強的結蛹率較高；白線斑蚊在避光環境下的結蛹率最高。



圖(4) 光線強弱對埃及斑蚊結蛹影響不大；白線斑蚊在避光環境下的結蛹率最高

3.從圖(5)得知光線太強或太弱對斑蚊羽化率的影響較明顯，埃及斑蚊容易羽化的光強度為 151.55 lux；白線斑蚊容易羽化的光強度為 503.8 lux。



圖(5) 埃及斑蚊容易羽化的光強度為 151.55 lux；白線斑蚊為 503.8 lux

〔研究三〕 探討硬幣對斑蚊幼蟲生存的威脅

由於疾管處專家與日本朝日新聞報導都有相同的建議，在儲水容器中放置銅板可以達到殺死孑孓的效果，可是根據我們的實驗，放入 1 元硬幣 1 個並沒有得到相同的結論。經過討論後，認為影響實驗結果的因素可能是：不同硬幣的數量或硬幣的種類（硬幣成份）。

一、硬幣的數量

(一)1 元硬幣數枚，300ml 曝氣水，斑蚊一齡蟲各 40 隻

1 元硬幣 (銅 92、鎳 6、鋁 2) 直徑 20mm 重量 3.8g	埃及斑蚊		白線斑蚊	
	一週後	結果	一週後	結果
 × 5	多數為二齡幼蟲	Day 12 全部死亡	幼蟲生長緩慢，多數是二齡，還有一齡	Day 18 全部死亡
 × 10	多數死亡，仍為一齡，喜歡圍繞在硬幣周圍	Day 10 全部死亡	多數死亡	Day 12 全部死亡
 × 20	幼蟲幾乎沒有生長，Day 4 仍為一齡，喜歡躲在硬幣下，Day 6 全部死亡	Day 6 全部死亡	多數死亡，只剩下不到 5 隻	Day 9 全部死亡
特色	埃及斑蚊和白線斑蚊的生存情形相似，不同的硬幣數量下，白線斑蚊的存活狀況比埃及斑蚊久。			
討論	<ol style="list-style-type: none"> 1. 硬幣確實可以影響一齡蟲的生存能力，硬幣數量愈多，對幼蟲的威脅愈大。推測之前做的實驗應該是 1 元硬幣太少，對幼蟲的生存不構成威脅。 2. 數量較多的 1 元硬幣有殺死一齡孑孓的效果，如果對於較大的三齡蟲是否也有效呢？ 			

(二)1 元硬幣 10 枚，300ml 曝氣水，斑蚊三齡蟲各 40 隻

1 元硬幣	埃及斑蚊	白線斑蚊
 × 10	Day 2 已經有看到一些死亡 Day 3 約有半數死亡 Day 4 全部已經死了 25 隻 Day 7 全部已經死了 28 隻 Day 12 剩 4 隻	Day 2 已經有看到一些死亡 Day 3 有少數稍微長大 Day 4 全部已經死了 9 隻 Day 7 全部已經死了 26 隻 Day 12 剩 2 隻
特色	埃及斑蚊和白線斑蚊的生存情形和行為相似。	
討論	硬幣不僅會影響一齡蟲的生存能力，對三齡蟲一樣有效。	

二、硬幣的種類（硬幣的成份）

(一)不同種類硬幣各一枚，300ml 曝氣水，斑蚊一齡蟲各 40 隻

硬幣	埃及斑蚊		白線斑蚊	
	一週	一個月	一週	一個月
 5元(銅 75、鎳 25) 直徑 22mm 重量 4.4g	幼蟲的活動力好，少數四齡，多數是三齡	結蛹率=12.4% 羽化率=80%	3~四齡的幼蟲很多	結蛹率=42.5% 羽化率=94.1%
 10元(銅 75、鎳 25) 直徑 26mm 重量 7.5g	活動力很好，都是四齡蟲	結蛹率=62.5% 羽化率=72%	從一齡到四齡都有	結蛹率=55% 羽化率=59.1%
 50元(銅 92、鎳 2、鋁 6) 直徑 26.85mm 重量 8.5g	少數二齡，多是三齡蟲	結蛹率=35% 羽化率=78.6%	少數幾隻三齡其他都是一~二齡	結蛹率=22.5% 羽化率=77.8%
討論	金屬的成份確實會影響幼蟲的成長，5元和10元硬幣成份相同，第一週後幼蟲的活動力也相似；50元和1元硬幣成份相近，對幼蟲的生存影響也很相似。			

(二)金屬片(3×5cm)及碳棒，曝氣水 300ml，斑蚊一齡蟲各 40 隻

從硬幣的實驗得知：數量較多的硬幣確實可以達到殺死孑子的效果，是哪一種金屬成份所造成的？哪一種金屬的效果最好？或是金屬都可以殺死孑子呢？我們以目前流通的硬幣中的成份銅、鋁、鎳，再加上常見的鉛，以及非金屬的碳進行實驗。得到結果如下：

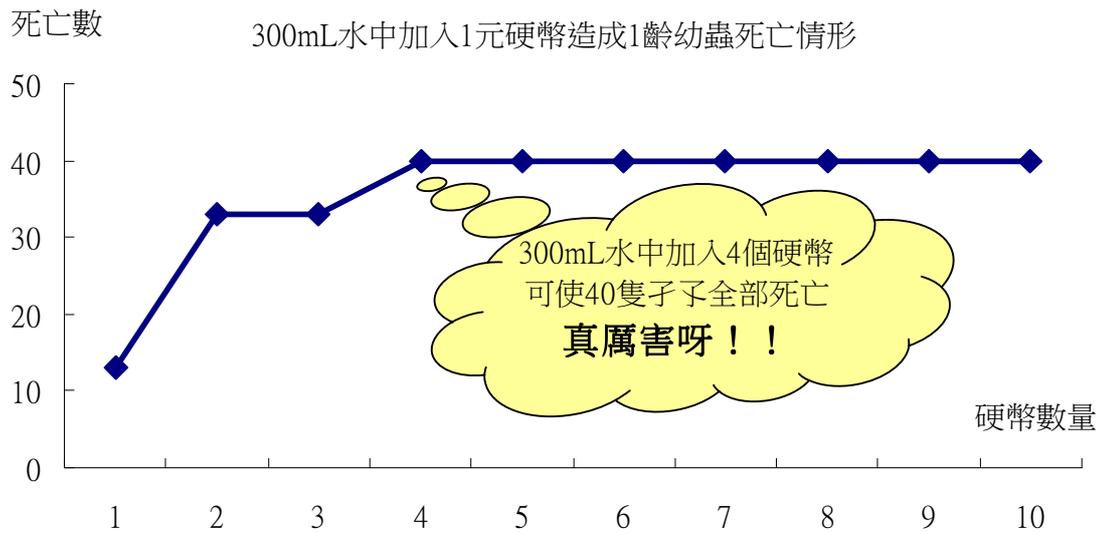
放置物質	埃及斑蚊		白線斑蚊	
	一週	一個月	一週	一個月
 銅	生長最緩慢，孑子喜歡在銅片下	Day16 全部死亡	生長最緩慢，喜歡在銅片下	Day18 全部死亡
 鋁	生長正常，Day7 出現蛹，孑子不靠近鋁片附近(推測是鋁片會反光)	結蛹率=67.5% 羽化率=81.5%	活動力良好，Day5 出現蛹	結蛹率=70% 羽化率=92.9%
 鎳	生長最快速，Day6 出現蛹，孑子不靠近鎳片附近(推測是鎳片會反光)	結蛹率=57.5% 羽化率=91.3%	喜歡在鎳片下，生長比埃及斑蚊慢	結蛹率=25% 羽化率=70%
 鉛	生長正常，Day7 出現蛹，孑子常靠近鉛片附近	結蛹率=52.5% 羽化率=71.4%	Day6 出現蛹，每隻幼蟲平均生長，身長差不多	結蛹率=72.5% 羽化率=82.8%
 碳(石墨)	幼蟲生長緩慢	結蛹率=12.5% 羽化率=60%	喜歡聚集在碳棒附近	結蛹率=45% 羽化率=61.1
討論	1. 碳棒雖然在初期對幼蟲的生長會有抑制作用，幼蟲成長較遲緩，但仍會結蛹、羽化。 2. 不同的金屬片對斑蚊的影響也不相同。其中以銅片的影響最大，埃及斑蚊與白線斑蚊分別在 Day16 與 Day18 全部死亡；鋁片、鎳片、鉛片對斑蚊的影響較小。 3. 經過討論，我們想瞭解是不是含金屬溶液也會造成幼蟲的生存危機呢？			

(三)斑蚊一齡蟲各 40 隻，加入含金屬溶液 300ml

電解質種類			
	含銅溶液(硫酸銅)	含鋅溶液(硫酸鋅)	含鉛溶液(硝酸鉛)
溶液濃度	0.01M	0.01M	0.01M
埃及斑蚊	Day 2 全部死亡	Day 2 多數死亡 Day 3 全部死亡	Day 2 多數死亡 Day 3 多數死亡 Day 4 全部死亡
溶液濃度	0.005M	0.005M	0.005M
埃及斑蚊	Day 2 全部死亡	Day 2 多數死亡(2 隻活) Day 3 全部死亡	活動力差 Day 2 部份死亡 Day 3 多數死亡 Day 4 全部死亡
白線斑蚊	Day 2 全部死亡	Day 2 少數死亡 Day 7 觀察到9隻瘦弱的幼蟲 Day 30 還有 4 隻三齡	Day 2 活動力好 Day 3 少數死亡 Day 7 多數三齡蟲 Day 30 結蛹率=45% 羽化率=88.9%
溶液濃度	0.001M	0.001M	0.001M
埃及斑蚊	Day 2 全部死亡	Day 2 多數死亡(3 隻活) Day 3 剩 1 隻活 Day 4 全部死亡	活動力差 Day 2 部份死亡 Day 3 多數死亡(8 隻活) Day 11 開始結蛹 Day 30 結蛹率=5% 羽化率=100%
白線斑蚊	Day 2 全部死亡	Day 2 少數死亡 Day 7 有 5 隻三齡，其他多是二齡 Day 30 還有 10 隻 2~四齡	Day 2 多數死亡 Day 3 多數死亡 Day 4 開始結蛹 Day 30 結蛹率=62.5% 羽化率=76%
特色	白線斑蚊的抵抗力較好，除了在含銅溶液中無法生存外，在其他金屬溶液的存活情形都比埃及斑蚊好。		
討論	<p>1.實驗得知幼蟲無法在含銅溶液的環境中生存；在含鋅溶液環境也很難生存，但在低濃度中的子子可以存活較長時間；在含鉛溶液環境中，較低濃度就能存活，甚至結蛹、羽化。</p> <p>2.含銅溶液濃度降低至 0.001M，不論是埃及斑蚊或是白線斑蚊，在 Day 2 都全部死亡，因此推論銅離子在極低的濃度就可以達到殺死子子的效果。</p>		

3 由以上實驗得知，銅確實會影響孑孓的生存，也間接證實新聞報導和實驗結果有相似之處。因此，利用在日常生活中隨手可得含銅比率較高的 1 元硬幣，我們想嘗試在硬幣和水量之間找尋可以達到防治病媒蚊孳生的適當比例。

(四)容器內放置不同數量 1 元硬幣，300ml 曝氣水，埃及斑蚊一齡蟲 40 隻



1. 觀察記錄 20 天得知，300ml 水中放置 4 個以上 1 元硬幣，一齡孑孓無法存活；但放置 1~3 個 1 元硬幣，幼蟲仍可以存活、結蛹、羽化。
2. 我們聯想到各地的許願池和聚寶盆裡有很多硬幣，然而卻不見孑孓的蹤跡，應該是硬幣發揮了防治幼蟲孳生作用。



高雄市旗津天后宮許願池



聚寶盆

3. 根據這個研究結果，學校採納我們的建議，校務會議決議在水池和水溝裡放置銅絲來防治病媒蚊孳生。我們希望能把研究成果推廣到各校園，讓登革熱從此消聲匿跡。

陸、結論：

【研究一】

一、蚊子屬於完全變態的昆蟲，卵在水中孵化，幼蟲和蛹也在水中生長發育，成蚊則在陸地上生活，生活史有水中和陸上二個明顯不同的時期。

【研究二】

二、實驗結果得知，放置 1 元硬幣容器內斑蚊卵的孵化率最高，少數幼蟲在沒有食物的環境具有抗餓性，可存活很久(第一次實驗 Day53 仍有幼蟲生存，第二次實驗 Day28 仍有 4 隻四齡幼蟲生存)。

三、溫度提高，蛹期及成蚊期會提前出現並延長存活時間。全日避光可延長幼蟲期、蛹期、成蚊期的存活時間。溫度下降會使蛹期和成蚊期延後，三階段時期均延長。孑孓在避光環境生長良好；不餵食的情況，結蛹情形不好。蛹羽化為成蚊受外界因素的影響較小。

四、蟲卵的孵化受溫度的影響很大。白線斑蚊容易在低溫(22°C~25°C)和高溫環境(40°C~45°C)孵化；埃及斑蚊則在 30°C~35°C 之間。30°C 孵化出最大量的孑孓。文獻資料得知，埃及斑蚊喜歡棲息在室內(氣溫穩定)，陰暗、潮濕、不通風的角落；白線斑蚊主要在室外(氣溫較極端，白天高溫、晚上低溫)，和我們實驗結果相吻合。

五、埃及斑蚊在有光線環境適合孵化的溫度是 30°C，避光環境適合孵化的溫度是 25°C；白線斑蚊在有光線或避光環境則是 25°C 與 22°C。光線強弱對埃及斑蚊結蛹率的影響不大，白線斑蚊則在避光環境的結蛹率最高。埃及斑蚊容易羽化的光強度為 151.55 lux；白線斑蚊容易羽化的光強度為 503.8 lux。

【研究三】

六、硬幣對斑蚊幼蟲生存的威脅

(一)硬幣的數量

- 1.硬幣確實對一齡蟲的生存造成威脅，硬幣數量愈多，對幼蟲的生存威脅愈大。
- 2.硬幣不僅會影響一齡蟲的生存，只要數量夠多，對三齡蟲一樣會達到抑制生長的效果。

(二)硬幣的種類（硬幣的成份）

- 1.放置不同種類的硬幣，容器中的幼蟲活動力也不相同，含銅比例相同的 1 元和 50 元

硬幣，幼蟲活動力明顯較差。

- 2.硬幣成份中的銅、鋁、鎳，以及常見的鉛，還有非金屬的碳，對幼蟲生存的影響各不相同：銅的影響最大，鋁、鎳、鉛的影響較小，碳在初期有抑制幼蟲成長的現象，但還是會結蛹、羽化。
- 3.一齡蟲無法在含銅溶液中生存；低濃度含鋅溶液可使幼蟲多存活一些時間；低濃度含鉛溶液可見幼蟲在水中活動，3種含金屬溶液對幼蟲的威脅都不相同，再次確認銅對幼蟲生長的威脅最大。

(三)日常生活的應用

- 1.利用硬幣來阻斷斑蚊幼蟲的成長，實驗得知，每 300ml 水中放入 4 個以上 1 元硬幣就可以達到預期的效果。
- 2.我們聯想到各地的許願池和聚寶盆裡有很多硬幣，然而卻不見子子的蹤跡，應該是硬幣發揮了作用防治功能，下次許願時，請投入 10 個 1 元硬幣，而不是 1 個 10 元硬幣喔！
- 3.根據這個研究結果，學校採納了我們的建議，校務會議決議在水池和水溝裡放置銅絲來防治病媒蚊孳生。我們希望能把研究成果推廣到各校園，讓登革熱從此消聲匿跡。

柒、參考資料：

- 一、衛生署疾病管制局-登革熱病媒蚊生態及習性。
- 二、國小自然與生活科技學習領域。四年級—昆蟲家族。
- 三、吳懷慧、張念台。溫度、水質及酸鹼度對埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲取食及發育之影響。中華昆蟲(13)33~44，(1993)。
- 四、李學進(1994)。白線斑蚊卵、幼蟲及蛹之發育。中華昆蟲(14)13~32(1994)。
- 五、朱耀沂(2010)。數不盡的昆蟲資源—吸血性昆蟲。科學月刊(484)2010/04/10。
- 六、陳冠廷、鍾坤錡、柯利鴻、蘇峻緯。是水養的蚊子。中華民國第 46 屆中小學科學展覽會，高中組生物科。
- 七、登革熱中央流行疫情指揮中心。www.cdc.gov.tw
- 八、日本朝日新聞(2007/07/21)。
聯合新聞網 <http://udn.com/NEWS/WORLD/WOR4/3418003.shtml>。
- 九、國立科學工藝博物館。防疫戰鬥營。<http://epidemic.nstm.gov.tw/ch/02fight/03main.asp>。
- 十、中央銀行。<http://www.cbc.gov.tw/mp1.html>

【評語】 080312

1. 實驗設計相當好，數據收集及處理也很出色。
2. 應加入一些其他生物(如大肚魚、孔雀魚等)以確認同對子子以外的生物無毒性。
3. 對結果解釋的其他可能性可以更虛心考慮。