

第 38 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生物科

組 別：國小組

作品名稱：「虻」寵一生—探究「飼養循環裝置」的設置

關 鍵 詞：黑水虻、生物觀察、飼養循環裝置

編 號：

「虻」寵一生—探究「飼養循環裝置」的設置

摘要

昆蟲的觀察教學除了認識昆蟲，更應結合自然生態，讓小朋友從小培養與大自然和諧共處的素養。其次校園飼養有許多的困境，需要有不同於企業，更貼近學生或個人飼養的友善裝置。藉由了解黑水虻每個時期的特徵、環境需求，研發出適合的裝置，使黑水虻能真正推廣到校園昆蟲飼養，也讓學生更認識這種對環境有益的最完美昆蟲。

壹、研究動機

小學四年級老師進行昆蟲教學，都是以觀察蠶寶寶為主，我們常煩惱蠶寶寶的食物取得不易，飼養照顧也不輕鬆，死亡率高，飼養的蠶屬家蠶，沒辦法在野外自然存活。雖然昆蟲教學中飼養昆蟲，主要是讓我們了解昆蟲的生長變化；六年級第三單元「珍愛家園—知道人類活動會影響其他生物」，我們更應該了解昆蟲與人類生活之間的關聯性，獲取生態的平衡性。

去年研究黑水虻，牠的生長週期除了符合完全變態的四個週期：「卵、幼蟲、蛹和成蟲」，蟲體適合少量照顧與觀察，成蟲交配後一週內會死亡，是一個對環境相對友善的一種益蟲。而且黑水虻是目前最具農業經濟價值的昆蟲，有「最完美的昆蟲」之稱；不僅可以在農業上獲得有效益的循環運用，也讓人們獲取在經濟上的產值，更解決了人們處理廚餘和腐質在傳染疾病上的困擾，因此，黑水虻的飼養，似乎讓生態與人類生活之間獲取互利共生的新契機！

因此，黑水虻在校園中的飼養與觀察，是我們開發與研究的重點。老師從教學著手，讓學生從小就能從了解昆蟲與人類生活之間的關聯性，邁向國際觀和對世界的關懷。

然而目前對於黑水虻生物特性的「微觀」觀察資料較缺乏，希望藉研究的生物觀察能呈現此。此外，校園中對黑水虻的飼養，我們覺得除了環境衛生的考量外，也需考量飼養的經費和方便性、食物的取得和處理方式、飼養硬體的設置方式……。尤其希望能探究出一黑水虻飼養的循環裝置，讓校園中的黑水虻飼養可以更加省時、省力、省錢、省空間、清理方便、飼養方便性高、攜帶移動性也高。

貳、研究目的





- 一、生物觀察黑水虻在各個時期的生物體特徵和其成長變化的特性。
- 二、探究黑水虻成長所需要的環境影響因素。
- 三、因應黑水虻成長的環境影響因素，探討並研發飼養循環裝置的設置方式，以達成取材便宜、製作方便、容易清理、便於移動照顧等特色。

參、研究設備及器材









一、研究設備及器材

(一) 飼養裝置

1 卵

			
電鍋架	密林 380<無洞整理盒	密林 380<有洞整理盒	圓型微波盒

2. 幼蟲和蛹

			
布丁盒	密林 380<無洞整理盒	密林 380<有洞整理盒	保特瓶 (6L)
			
青松微波盒 (1L)	紗網 (20 目)	溼度檢測宣紙	計時器

3. 成蟲室





			
矩型網室 (20 目) 長 50cm 寬 50cm 高 1m	鐵網圓桶狀 (7 目) 直徑 21cm 高 40cm	方型木質網室	木質集卵器
 			
瓦楞板筒狀集卵器	藤蔓	遮陽塑膠布	直立式保特瓶蟲室

(二) 基底：米糠

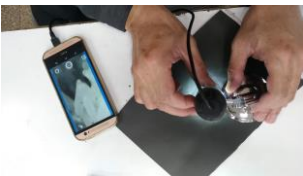


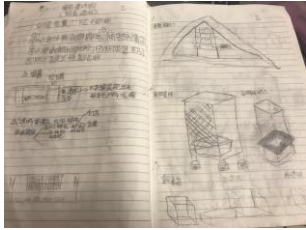
(三) 食物

			
豆渣	豆粉	醋酸	小蘇打粉

(四) 環境設施

			
三層架	Pp 遮陽板	電風扇	向陽處走廊

(五) 觀察工具

			
高倍攝影鏡頭	有尺規的切割墊	直尺	筆記本

肆、研究過程或方法

一、研究架構

本研究從三個方向進行探究如下

研究方向	變態週期	階段／類別	研究與觀察變項
生物觀察的紀錄	卵	卵放置的時間（初產卵、1 日以上的卵、孵化後的卵殼）	卵的顏色
	幼蟲	一到六齡蟲階段	蟲體顏色、大小、活動量
	蛹	前蛹、中蛹、後蛹	蟲體狀態
	成蟲	性別：雌、雄	蟲體狀態
研究方向	變態週期	階段／類別	研究與觀察變項
生活環境的需求	卵	模仿期、修正期、穩定期	探究裝置的用途
	幼蟲	蟲苗期、營養期、泡泡期	蟲齡期、蟲體食量、基底狀態
	蛹	環境因子（基底、光線）	環境布置
	成蟲	環境因子（光線、誘產卵環境）	蟲體狀態
研究方向	變態週期	階段／類別	研究與觀察變項
飼養裝置的設置	卵	裝置元件	元件功能
	幼蟲	蟲苗期、營養期、泡泡期	器皿、除溼、光線
	蛹	環境因子	裝置設置
	成蟲	環境因子	裝置設置

二、研究方向說明

本研究主要從生物觀察、生活環境和飼養裝置三個面向進行觀察與記錄，分別敘述如下：

（一）生物觀察黑水蛇在各個時期的生物體特徵和其成長變化的記錄。

黑水蛇的一生主要分四個階段，卵期、幼蟲期、蛹期和成蟲，是完全變態的昆蟲。觀察內容如下：

- 1.卵：一個卵包約可孵化多少隻幼蟲。
- 2.幼蟲：分六個齡期，各齡期的蟲體顏色、體型大小、食量及活動量的變化。
- 3.蛹：蛹期在前蛹、中蛹和後蛹的蟲體變化。
- 4.成蟲：分辨雌雄及產卵時的行為模式。

（二）探究黑水蛇成長所需要的環境影響因素。大致可以分成

- （1）自然環境：陽光、溫度、溼度
- （2）人工飼養環境：蟲體數、通風、食物

不同時期，在自然與人工飼養環境應注意哪些因素，才能使養殖順利進行，蛇兒成長良好。

- 1.卵：成功孵化的條件。
- 2.幼蟲：適合生長的环境因子

3.蛹：蛹期要如何照顧。找出羽化成蟲需要的條件

4.成蟲：雄雌蟲體交配的條件、蟲體死亡後的處理、誘導成蟲產卵的環境條件

(三) 因應黑水虻成長的環境影響因素，探討並研發飼養循環裝置的設置方式，以達到取材便宜、製作方便、容易清理、便於移動照顧等特色。

從過去的飼養經驗覺察每個階段的蟲體養殖需要的環境不盡相同，同一裝置無法滿足整個昆蟲變態的歷程，所以依照不同時期的蟲體特性，探究需要的裝置設置是這次研究的目的之一。依據過去的養殖問題，羅列如下：

1.卵：需注意卵放置的環境，可以讓蟲苗孵化後不會四處亂爬。








2.幼蟲：隨著蟲體變化，置換的器皿。

3.蛹：如何與預蛹區分，便於管理與照顧。

4.成蟲：探究影響成蟲交配、產卵及成功蒐集到卵進行孵化的環境因子。

伍、研究記錄與結果

一、觀察記錄

生物觀察的記錄	卵期	期別	新鮮初產卵	產卵 1 日以上	已孵化成蟲			
		卵的顏色	淡黃色  紅 255 綠 255 藍 221	銻黃色  紅 255 綠 255 藍 221	橘黃色  紅 2462 綠 219 藍 146			
		期別	一齡蟲	二齡蟲	三齡蟲	四齡蟲	五齡蟲	六齡蟲
	幼蟲期	蟲體顏色	透明	乳白色	紅 255 綠 252 藍 239 	紅 254 綠 250 藍 232 	紅 255 綠 253 藍 239 	
		蟲體大小	1-2mm	2-5mm	5-10mm	10-15mm	15-20mm	20mm<
		活動量	大	大	大	大	大	減緩
	蛹期	期別	前(預)蛹期	中蛹期	後蛹期			
		蟲體狀態	體軟, 尾端微翹	體逐漸變硬	體變硬薄尾端			
	成蟲期	性別	雄蟲		雌蟲			
		蟲體狀態	體型較小, 尾端較圓		體型較大, 尾端較尖			
	生活環境的需求	卵期	期別	模仿期	修正期	穩定期		
			裝置說明	鍋架上放樹葉, 下層放豆渣	鍋架上放網子, 下層放豆渣	鍋架上放盒裝卵, 下層放豆渣		
幼蟲期		期別	蟲苗期	營養期	泡泡期			
		齡期	0~1	1~5	6 期後			
		蟲體食量	大	大	減少			
蛹期		基底狀態	潮溼	潮溼	潮溼			
		環境因子	基底	光線				
成蟲期		處理方式	木屑/無	避光				
		環境因子	照光	陰暗	樹葉	誘產卵環境		
飼養裝置的設置		卵期	蟲體狀態	交配	羽化/產卵	停留準備交配	集卵器需讓雌蟲能停駐產卵	
			裝置	電鍋架	樹葉	食物放置	網室	
		幼蟲期	功能	隔離卵與食物	放置卵	電鍋架下吸引蟲, 圍成圈, 內置豆渣, 外放米糠	防其他蟲進入	
	期別		蟲苗期	營養期	泡泡期			
	器皿		中型密林盒	大型密林盒	有網洞的可過濾的器皿			
	除溼		翻攪和吹電風扇	翻攪和吹電風扇	翻攪和吹電風扇			
	蛹期	光線	避光	避光	避光			
		環境因子	避光	基底				
	成蟲期	裝置	遮板遮陽	木屑/無				
		環境因子	照光	避光	誘產卵環境	集卵器		
	裝置	假藤蔓向陽處	假藤蔓背光面	集卵器、腐敗味、微量幼蟲、成蟲屍體	浸泡廚餘產生腐敗的味道			

二、研究結果

生物觀察中，去年黑水虻大多是盆養，處在熟悉養殖方法的階段，未能清楚每個階段的蟲體變化，所以今年養殖時，分成四種模式：盆養（0~3 齡期）、盆養（4~6 齡期）、個人飼養盒（2 隻）、個人飼養盒（數隻）。盆養利用餵食、翻攪除溼及分盆時觀察蟲體間的變化、環境影響與思考友善養殖裝置的建置；個人飼養盒觀察蟲體蛻皮、蟲體間的互動、蟲體大小與顏色變化及各階段變化的機制。

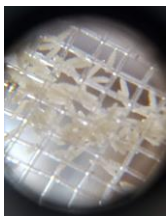




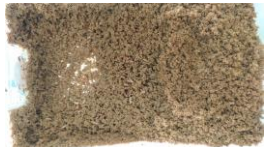
（一）生物觀察黑水虻在各個時期的生物體特徵和其成長變化的結果。






1.卵：一個卵包約可孵化 500 隻幼蟲。一隻雌蟲約可產 1~3 個卵包。



2.幼蟲：有六個齡期，我們再依照生物體特徵再區分蟲苗期、營養期、泡泡期：





- ①蟲苗期 0~1 齡：蟲體透明不易觀測，所以豆渣發霉也不可以挑出丟棄，避免蟲體因為避光的特性鑽入豆渣塊粒中，丟棄塊粒可能也會將苗蟲一併丟掉。若要取蟲苗到個人飼養盒觀察，豆渣揉成球狀，讓蟲體攀附後移至個人飼養盒，減少蟲苗傷害。
- ②營養期 2~5 齡：這個時期的蟲體食量很大，成長迅速，蟲體在顏色變化不大。5 齡期蟲體朝上體色漸深，腹部色澤較淺，推測是和光照有無有關。
- ③泡泡期 6 齡後：蟲體頭部開始出現透明體液，蟲殼明顯與蟲體產生間隙，當體液由頭部往尾部移動，最後體液排乾，性喜歡乾燥的環境。

階段	狀態一	狀態二	狀態三
蟲苗期			
	初產卵大小約 1mm	初孵化大小與卵同	發霉豆渣也有蟲體
營養期			
	左邊蟲體右邊米糠	左邊蟲體往右移動	最後混合布滿蟲體

泡泡期			
	從頭部開始出現水泡	蟲體微透明似有二層	蟲體內有液體泡泡狀
蟲體蛻皮			
	幼蟲蛻皮	泡泡期從身體側面開口	泡泡期頭部第四節開口

3. 蛹：

- ①前（預）蛹期：這個時期蟲體身體仍柔軟，進食量減少，體色漸黑，蠕動緩慢。
- ②中蛹時期：蟲體尾端開始微翹扁平，慢慢僵硬，幾乎不動
- ③後蛹期：蟲體硬化，變薄扁平，尾端更翹。

			
剛蛻皮進預蛹期	前（預）蛹期	中蛹	後蛹期尾端翹起

4. 成蟲：蟲體在幼蟲時期看不出雌雄，訪問專家（嘉義縣邑米社區大學理事長）得知雌雄由蟲體大小決定，蟲體大的成蟲是雌蟲的機率很大，反之蟲體較小則可能是雄蟲，礙於現場觀察設備有限，暫時無法進一步找出雌雄轉化的機制。雄蟲尾端如菊花狀較平；雌蟲尾端較尖，推測是雌蟲要將卵產在狹縫或間隙中而形成的構造。

			
從頭部蛻殼頭先出	從頭部蛻殼尾先出	剛羽化翅膀皺皺的	雌蟲產卵

(二) 探究黑水虻成長所需要的環境影響因素。

校園飼養黑水虻，主要從二個環境類型，三個因素著手：

(1) 自然環境

1.卵：

- ①不需陽光
- ②溼度不宜過溼，以免造成蟲體死亡
- ③環境溫度較低，蟲卵不易孵化。

2.幼蟲：

- ①不需陽光或適量的陽光也行。
- ②春夏秋氣候較溫暖，蟲體進食多成長速度較快，但因食材和蟲體排泄導致盆底部溫度太高蟲體易死亡。
- ③食物、空氣中和飼養盆三者混合因素造成溼度太高，蟲體容易生病且會散發異味。

3.蛹：進入蛹期只要保持乾燥、避光，置放在網室中即可。

4.成蟲：

- ①雄雌蟲體交配的條件：成蟲需溫暖（26 度以上），充足的光照，有停留的空間才能交配
- ②誘導成蟲產卵的環境：產卵的地方陰暗隱密，仿自然營造一個讓虻兒覺得有安全感，有食物，卵孵化後可以得到營養長大的環境，所以有食物腐臭味、幼蟲和成蟲屍體的地方是一個吸引力，再搭配一些間隙較小的裝置就可以讓雌蟲產卵。較佳的產卵場所。
- ③蟲體死亡後的處理：成蟲在交配後一週內就會死亡，成蟲的屍體會造成環境上的髒亂。

(2) 人工飼養環境

人工飼養從飼養裝置、食物、陽光、溼度等四個部分進行探討：

1.飼養裝置：大致可分矩型和圓柱型

- ①密林盒（12L）與蟲體數（約 1500 隻），觀察蟲體數與密林盒容量間的關係，準備適當的飼養空間。
- ②布丁盒（250ml）與蟲體數（約 2-6 隻），觀察每個齡期的蟲體變化、蟲體間的互動關係。
- ③保特瓶（6L）與蟲體數（約 500 隻），保特瓶資源再利用，利用裝置瓶口讓蟲體進入預蛹期時可以移動到另一個空間。
- ④圓型微波食品盒（1000ml）可以飼養約 500 隻三齡期蟲體。

以上需注意通風，避免飼養盆的溫度和溼度太高。

2.食物來源：主要有二種，豆渣和豆粉。針對食物的濕度對飼養盆濕度的影響及食物酸鹼度對蟲體成長的影響進行研究。

- ①豆渣和豆粉各 50g，前者加溶液 15ml，後者加溶液 75ml，呈固態，濕潤。
- ②豆渣和豆粉分別加入純水、醋酸（99%）和食用級小蘇打水（0.08%、ph 值 8.1）
黑水虻會排出尿素，原以為醋酸可以進行酸鹼中和，消除味道，然而並不會產生這個結果，反而使食物味道更重，加上蟲體進食量少，食物剩餘較多，交互產生更不舒服

的味道。加入小蘇打水也是同樣的道理。所以，最後還是回到最初餵食豆渣，蟲體的生長速度較快，蛇碳狀態較膨鬆無臭。

3.陽光：需有陽光照射至少半天的時間、遮陽板避免蟲體照光運動而消耗能量，蟲體較小。

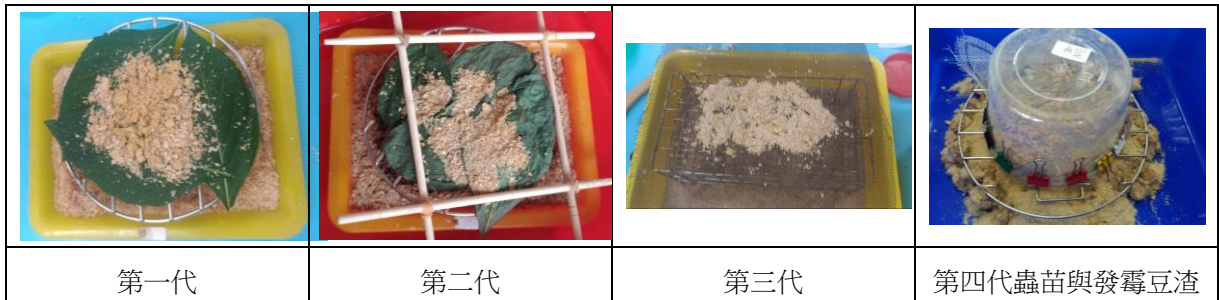
4.溼度：需通風良好，或能夠翻盆散熱的裝置或環境。

			
蟲體逃離潮溼環境	吹電風扇	加米糠充分攪拌	加米糠未充分攪拌

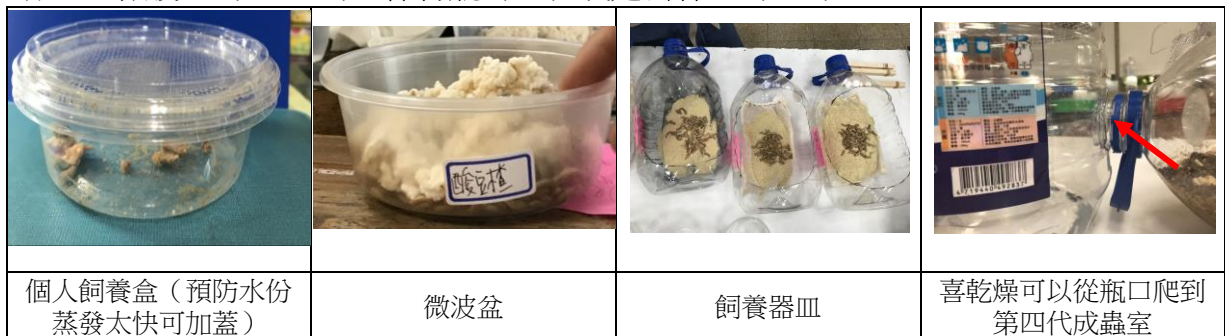
人工飼養中，保特瓶裝置很適合蟲體在階段轉換從潮溼換到乾淨的六齡期，準備進入預蛹期，且取得容易，各個部分都有功用。是很好的養殖器皿。食物則仍維持中性豆渣，因為豆粉再加上酸或鹼溶液會產生異味，無法符合空氣乾淨養殖的目的，且調配食物酸鹼非常耗時費工。

三、因應黑水虻成長的環境影響因素，及蟲體的特性，研發取材便宜、製作方便、容易清理和便於移動照顧飼養的循環裝置設置，目前僅將卵期單獨處理，其他三個階段均能在裝置中進行。裝置說明如下：

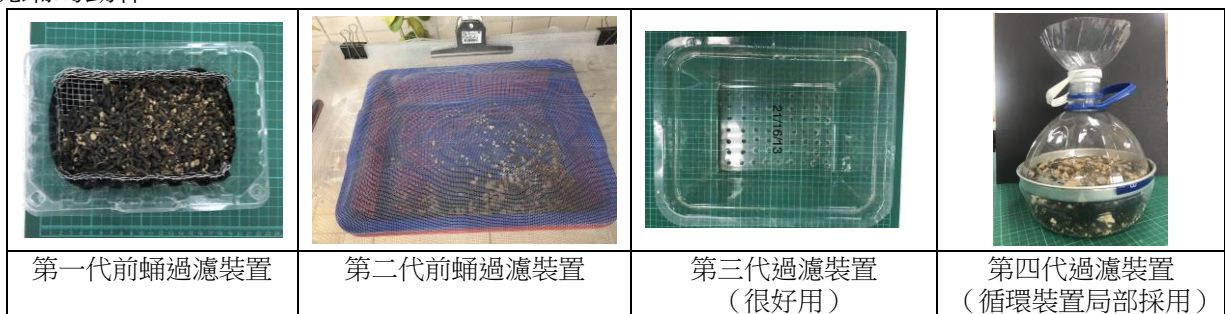
1.卵：獨立孵化，鍋架上層放卵，下層豆渣圍成圈，外圍再鋪一層米糠，避免潮溼。



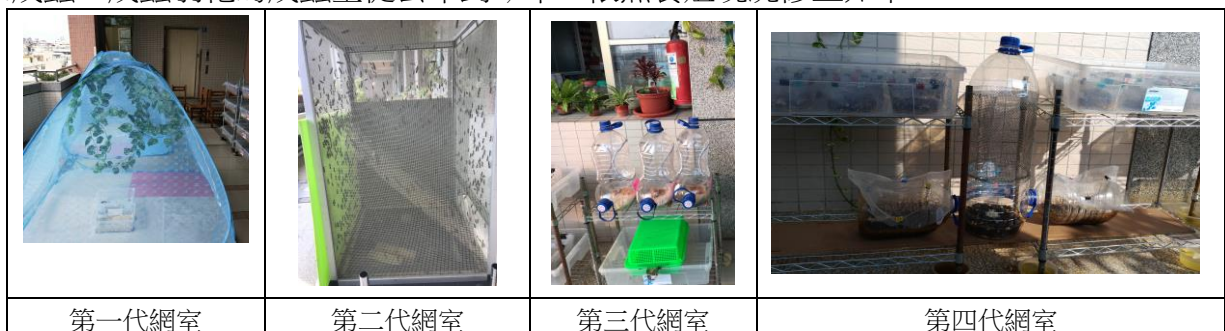
2.幼蟲：每一齡期蟲體大約會成長 5mm，隨著蟲體大小和數量及生長環境變化，置換的器皿。微波盒（1000ml）、保特瓶（6L）或是密林盒（12L）。



3.蛹：預蛹期放置「上層密林盒底部有孔洞，下層密林盒無孔洞」，蟲體放上層，微量食物放下層，依據蟲體避光、進食及喜歡到邊角的特性，會透過孔洞進到下層。如已進到蛹期的蟲體則會留在上層密林盒。透過這個裝置進行蛹與預蛹的分離取代去年人工進行挑蛹的動作。



4.成蟲：成蟲羽化的成蟲室從去年到今年，依照養殖現況修正如下：



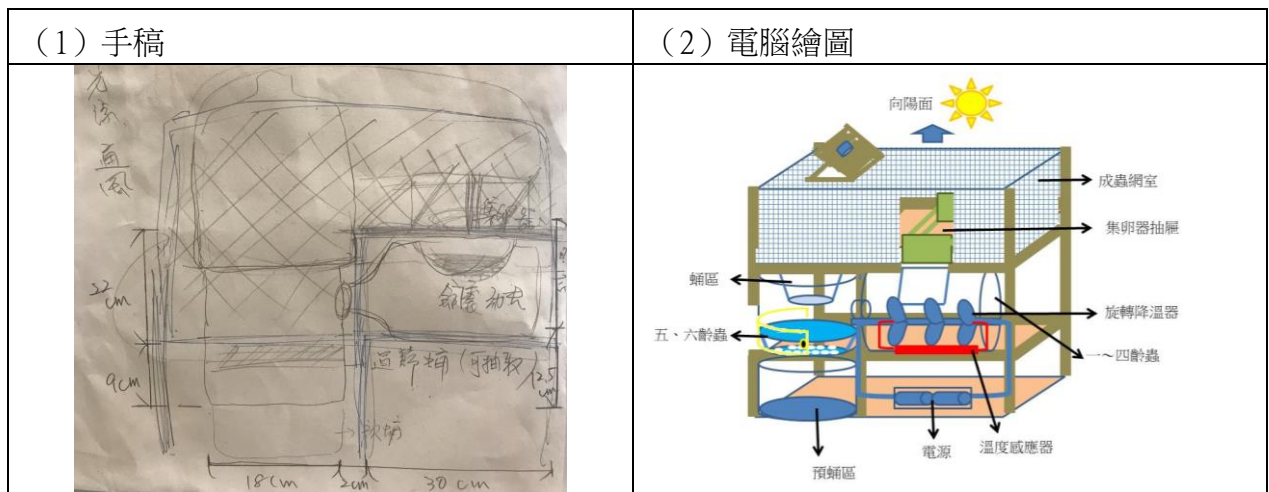
5.循環裝置圖：因應黑水虻大量養殖需耗費許多時間與心力，所以嘗試開發新的少量飼養循環裝置，精減人力，讓這樣的昆蟲觀察變得更便民可行。依據黑水虻特性設置說明如下：

①假藤蔓：舞動的成蟲不交配，交配時需要陽光強、溫暖，此裝置能向陽光面提供成蟲能停留與交配。

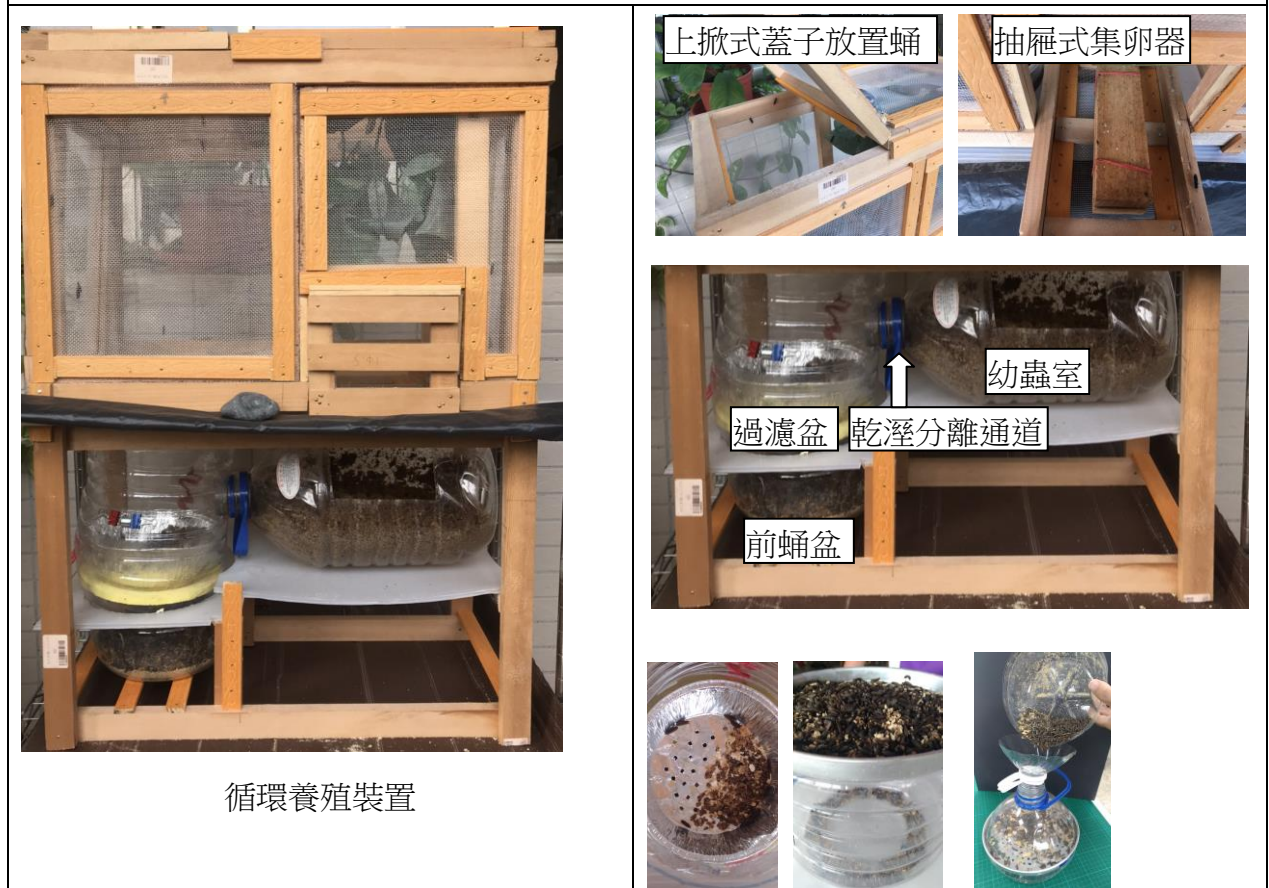
②集卵器抽屜：抽屜正下方是幼蟲飼養盆，提供氣味吸引雌蟲產卵；抽屜式裝置便於取卵。

③蛹盆放置網室陰暗處，藤蔓背陽處亦可。

④循環裝置網架下層間隙：便於成蟲屍體清掃，透過吹風或輕拍使死亡蟲體落入溝槽統一蒐集清理。第一代到第四代都有死亡蟲體清掃的問題。



(3) 裝置實體：



陸、討論

一、生物觀察的紀錄

(一) 卵

1. 卵孵化的裝置顏色宜與卵色差大，較易觀察。
2. 卵的顏色可判定它的新鮮成度及是否已孵化。

(二) 幼蟲

1. 蟲苗期因為蟲體透明且非常小，顏色和豆渣相近，肉眼觀察不易，所以飼養盆未有豆渣處有時也能看到一點一點的蟲苗（如圖 2）；結塊發霉的豆渣不可以丟棄，因為蟲苗有時會鑽入其內攝食。
2. 每一個齡期是以蟲體蛻皮的次數進行判別。
3. 黑水虻眼睛、口器、剛毛等身體的構造與細節需要透過高倍攝影機才能觀察詳細。
4. 部份如身體有十一節、頭或尾的區別可以用肉眼看見。
5. 幼蟲時期需要大量進食，食物愈充足，蟲體長得愈大。不需要太多照光。蟲體大小有時跟營養有關不能完全判定是哪一齡期，藉由蟲體蛻皮次數、營養充足下的蟲體大小、蟲體顏色才是一個比較客觀的判斷標準（圖 3）。
6. 但餵食時，豆渣潮溼、蟲體本身也會排出液體，易造成盆底潮溼，與豆渣或米糠相混易結塊造成發霉或食物未完全分解產生異味，需充分攪拌、除溼。

(三) 蛹

1. 前蛹期仍需提供少量食物。減少照光可以避免蟲體一直活動消耗自身脂肪。
2. 中蛹期，身體漸扁平，尾端上翹，偶爾會移動，但已經不太攝食。
3. 後蛹期，蛹殼完全變硬，大小不一。
4. 進入蛹期的蟲體和幼蟲時期相比較小，有時可以差到 5mm（圖 3）。
5. 蛹期需注意不可過多堆疊，以免下層蛹因上層重量下壓無法成功羽化。

1. 飼養過程中，除了吹電風扇和人工翻動，還有沒有其他方法或是裝置可以除溼，而不需要太多人力。

(四) 成蟲

1. 成蟲交配產卵會受氣候的干擾。
2. 成蟲需要照光及可以停留的位置才會交配。
3. 成蟲產卵需有引誘的環境，吸引雌蟲，以免四處產卵最後會收不到卵。（圖 4）
4. 產卵後利用抽屜式的裝置方便取卵。



圖 1. 集卵器上孵化的蟲苗



圖 2. 發霉的豆渣和蟲苗



圖 3. 不同齡期的幼蟲



圖 4 卵產在成蟲室接縫處，無法取得

二、飼養裝置

1.依照卵、幼蟲、蛹和成蟲的生物特性研發的循環飼養裝置已大致完成，僅剩下養護方面的裝置，例如自動散熱與除溼、溫度控制和燈光補充，以及環境清理與重置，需要再加入電子產品的研發，更符合教學現場的需求。

柒、結論與未來發展

黑水虻的成長史，卵期是最不容易觀察的，整個飼養過程，卵的孵化過程尚未能完全掌握，相當可惜，是下一階段要努力的方向，會再添購縮時攝影攝備，希望能夠完整看到卵孵化的歷程。其次一個卵包的大小亦受限於器材，無法釐清卵包的定義。

其次，專家學者分享蛹殼大可是雌蟲、小的是雄蟲，下一階段可以嘗試將蛹殼分類，進一步驗證這一個說法。此次成蟲交配的細節並沒有完全拍攝掌握，也是要再努力的方向。

校園中飼養黑水虻，假日的養護一直是難題，思考在營養期飼養裝置中加入電子操控或感應設備，監控溫度、溼度、及攪拌機制，使得飼養裝置更加周全、舒適、便利、省時、省力。

成蟲室加入灑水器適時補充成蟲水份、溫控器、和燈光位置的設置、自動餵食器的研發、成蟲室清理方式、氣味偵測與處理器等等。有更便於養護的裝置，在推動「校園昆蟲—黑水虻—觀察」會更容易。

捌、參考資料及其他

- 1.參訪：嘉義縣民和國小、邑米社區大學
- 2.FARM432-LIVIN。 <http://www.livinstudio.com/farm432>。
- 3.每日頭條：新飼料蛋白黑水虻國內外熱潮正起？現狀是……。
<https://kknews.cc/agriculture/z9x6a6l.html>
- 4.零廢棄物大突破！黑水虻分解動物糞便，又可當蛋白質飼料| 上下游 ...。網址：<https://www.newsmarket.com.tw/blog/94719/>
- 5.台灣農業故事館用吃解決農業剩餘物的幫手 黑水虻台灣農業故事館-行政院農業委員會。網址：<https://theme.coa.gov.tw/storyboard.php?type=c&web=C&id=407>
- 6.嘉縣推廣家戶養黑水虻 1 隻可吃 3 公斤廚餘| 蘋果日報。
<https://tw.appledaily.com/new/realtime/20180914/1430132/>
- 7.探索黑水虻| 我們的島。<https://ourisland.pts.org.tw/content/探索黑水虻>
- 8.黑水虻百度百科。<https://baike.baidu.com/item/黑水虻>
- 9.黑水虻蟲卵每公克要 30 元中國大陸還搶著收購| 雲嘉南| 地方| 聯合新聞網。
<https://udn.com/news/story/7326/3398597>
- 10.黑水虻@ 陳世雄的有機生活(Organic life style) :: 隨意窩 Xuite 日誌
<https://blog.xuite.net/sschen194837266/twblog/492540020-黑水虻>
- 11.黑水虻的週期圖片。網站來源：<https://detail.1688.com/offer/911403285.html>。
- 12.黑水虻的經濟價值圖片。農傳媒。網址：

https://www.agriharvest.tw/theme_data.php?theme=article&sub_theme=article&id=119

- 13.嘉義市第 37 屆中小學科學展覽會—國小生物組—我的神奇寶貝——黑水蛇。嘉義市垂楊國小。
- 14.康芷菱、陳一婷、鄭嘉妤。廚餘分解—水蛇幫幫忙。國立中山大學附屬國光高級中學。
15. 柯維傑。不同食源之廚餘廢棄物對黑水蛇幼蟲成長表現以及蟲體營養成分的影響。中興大學昆蟲學系。108 年 4 月 17 日。