

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

081546

最具父愛的水中小暴君

金門縣金湖鎮多年國民小學

作者姓名：

小五 王智鴻 小五 柯正桓 小五 呂智安
小五 陳柏良

指導老師：

劉界宏 李岳弦

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
《作品說明書》

【最具父愛的水中小暴君】



- 科別：自然科
- 組別：國民小學組
- 作品名稱：最具父愛的水中小暴君
- 關鍵詞：負子蟲、水椿象、刺吸式
- 編號：

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會

《最具父愛的水中小暴君》

～ 目 錄 ～

壹、摘要.....	1
貳、研究動機.....	1
參、研究目的.....	2
肆、研究設備及器材.....	2
伍、研究過程或方法.....	3-4
陸、研究結果.....	4-13
柒、討論.....	13-15
捌、結論.....	15-16
玖、參考資料.....	16
拾、其他(後記).....	17

最具父愛的水中小暴君-負子蟲的觀察研究

壹、摘要：

金門-一個擁有豐富水生資源的生物寶庫，藉由自然與生活科技課程中的相關經驗與內容設計，我們挑選學校附近水域中較為特殊也較易取得之代表性物種-負子蟲作為觀察及科學展覽的主題，從負子蟲的觀察與研究中，不僅讓我們對課堂上老師講解的內容更容易聯想瞭解，也讓我們對平時較少接觸到的水棲昆蟲具有更進一步的認識。

本次科展作品中我們針對負子蟲的構造、雌雄辨別、棲息環境、食性、育幼行為、若蟲孵化過程、趨光性等等進行觀察與實驗，除了更深層地認識負子蟲外也間接瞭解到在捕捉負子蟲過程中其他各式各樣的水棲昆蟲，例如龍蝨、仰泳蝽、水螳螂、豉蟲、蜻蜓水虻、豆娘水虻等等，水塘的生態多采多姿，藉由這次的經驗讓我們持續認識這個偉大奧妙的生物寶庫。

貳、研究動機：

在上學期自然與生活科技第二單元-植物世界面面觀中談及到植物的分類，其中有些是屬於水生植物的部分，老師為了讓我們有實際的植株觀察，帶我們到許多水池去撈各種的浮水性水生植物，但是在打撈的同時，我們發現原來水生植物上面還有不一樣的生物存在，數量跟種類還不少，於是我們挑選了其中一種我們最為好奇也最感興趣的水棲昆蟲-負子蟲當作飼養與觀察的對象，剛好在這一學期第二單元-動物世界面面觀課程內容中提到許多動物的特徵與觀察方式，使我們比較有系統而且深入的瞭解這平常我們不太接觸到的水棲昆蟲-負子蟲，包括從觀察覓食行為、食性、保護自己的方式、如何繁殖、育幼行為等等，感覺以負子蟲當成課本裡的例子更貼切也更容易瞭解喔！簡直是課本裡的代表性動物。

而且金門因軍方及民間蓄水的需要，挖掘了有許多大大小小的池塘、沼澤與溼地，不管走到哪裡都會有池塘、湖泊的蹤跡，而且每個水塘都有不同的優勢種植物，使金門成爲一個擁有豐富水生資源的生物寶庫，然而雖然我們擁有非常優勢的天然環境，但我們卻不知道大自然的寶藏就在我們身邊，不懂得去挖寶，所以我們從這次的負子蟲觀察開始，希望藉由這次的觀察與實驗經驗，讓我們體會水生環境的奧妙，將這豐富的水生資源帶給大家認識。



參、研究目的：

- 一、觀察負子蟲的構造。
- 二、區別負子蟲的雄雌及野外雌、雄比例。
- 三、負子蟲食物喜好與種類。
- 四、觀察負子蟲喜歡棲息攀附的植物種類。
- 五、觀察負子蟲卵塊著生的奧妙。
- 六、負子蟲孵化的過程。
- 七、負子蟲趨光性研究。

肆、研究設備及器材：

品名	規格	數量	用途
大飼養箱	L29xW19xH18cm	4 個	野外採集、飼養
小飼養箱	L19.5xW12xH11.5cm	4 個	野外採集、飼養
數位相機	Nikon COLLPIX2200	1 台	記錄、蟲體辨認及產卵 數量計數
二節式水撈網	二節式	2 枝	野外採集
透明塑膠杯		20 個	蟲體飼養
培養皿		3 個	蟲體觀察及拍射
蝦籠		2 個	負子蟲食物(魚苗)誘補
牛筋線		一卷	蝦籠固定用
座式放大鏡	5x	1 個	蟲體構造觀察及產卵數 量計數
滴管		4 支	負子蟲若蟲食物吸取用
珍珠板	全開	1 張	負子蟲攀附植物喜好實 驗箱用
厚紙板	全開	1 張	負子蟲趨光性實驗箱用
小刀		2 支	實驗箱製作用
雙面膠		1 卷	紙板、珍珠板黏貼用
電腦設備	Windows2000 Photoimpact8 Microsoft Office	4 台	負子蟲產卵數量計數



伍、研究過程或方法：

一、觀察負子蟲的體態和身體構造：

(一)從長期撈補負子蟲的水域中選定一個負子蟲數量最多的池塘進行採集，選定的水域即榕園戰史館前之小水塘，故本次科展作品中的蟲體來源即為榕園水塘。



(二)利用數位相機拍射負子蟲之活體，避免觀察過程中對負子蟲造成傷害，並記錄之。

(三)將死去之負子蟲放至培養皿中，直接以放大鏡觀察負子蟲體態及身體構造，並記錄之。



(四)以電腦將負子蟲照片加描繪仿製，並標上身體構造名稱。

二、分辨雌雄負子蟲的差別：

(一)分別觀察背負蛋的雄負子蟲及產卵的雌負子蟲。

(二)將確定雌雄之負子蟲進行觀察，並參考文獻（蘇新基，1911）進行比較。

(三)綜合各種方法，找出最準確的分類方式。

(四)計數每次採集野外雌、雄負子蟲個體數目，每次採集數為 40 隻。

三、負子蟲食性分析？

(一)採集文獻、書籍、刊物上查閱到負子蟲可能捕食的各種生物。

(二)將單一負子蟲放至透明塑膠杯中，並將各種可能捕食的生物放入，觀察負子蟲捕食的情形，並記錄之。

(三)多次記錄後計算負子蟲捕食的種類及喜好之程度。

四、觀察負子蟲喜歡棲息攀附的植物種類？

(一)利用珍珠板將透明飼養箱區隔成具有四個空間大小相同的隔間，並能調整隔板的高度。



(二)放入四十隻負子蟲（雄、雌各 20 隻），將區隔板拉起，讓負子蟲可以任意遊動，攀附於各種植物上。



(三)將飼養箱注入約八分滿的水，在四個隔間中分別放入槐葉蘋、水芙蓉、布袋蓮及原棲地之浮水性植物—即滿江紅和紫萍。



(四)每天計數各空間內之負子蟲數量，在計數時先將區隔板壓入飼養箱中將四個空間完全阻隔，避免負子蟲到處竄跑，影響計數時的難度。

(五)每日將結果記錄後，再將隔板拉起，等待下次計數。

五、負子蟲卵塊著生的方式。

(一)觀察實驗過程掉落之負子蟲卵塊。

(二)將雄、雌負子蟲放置同一飼養箱中，飼養並觀察負子蟲產卵的情況。

(三)計數每次捕撈負卵之負子蟲 10 隻，統計平均的背負卵數。

六、負子蟲孵化的過程及孵化率：

(一)飼養背負有蛋的負子蟲，觀察負子蟲孵化的過程。

(二)收集孵化後之負子蟲卵塊，利用數位相機拍攝後，將照片傳輸到電腦進行計數，區分已孵化及未孵化的卵數，再統計孵化率。



七、負子蟲的趨光性研究：

(一)將透明之飼養箱加工，一邊以厚紙板包裹使其不透光，一邊則保持透明。



(二)注入清水後不加任何附著植物，再放入四十隻負子蟲（公母各二十隻），控制因素為光線，即一邊有光線照射，一邊保持黑暗。

(三)每經過一段時間後觀察記錄結果，記錄乙次後再將負子蟲平均分散於飼養箱內，等待下次觀察記錄：

陸、研究結果：

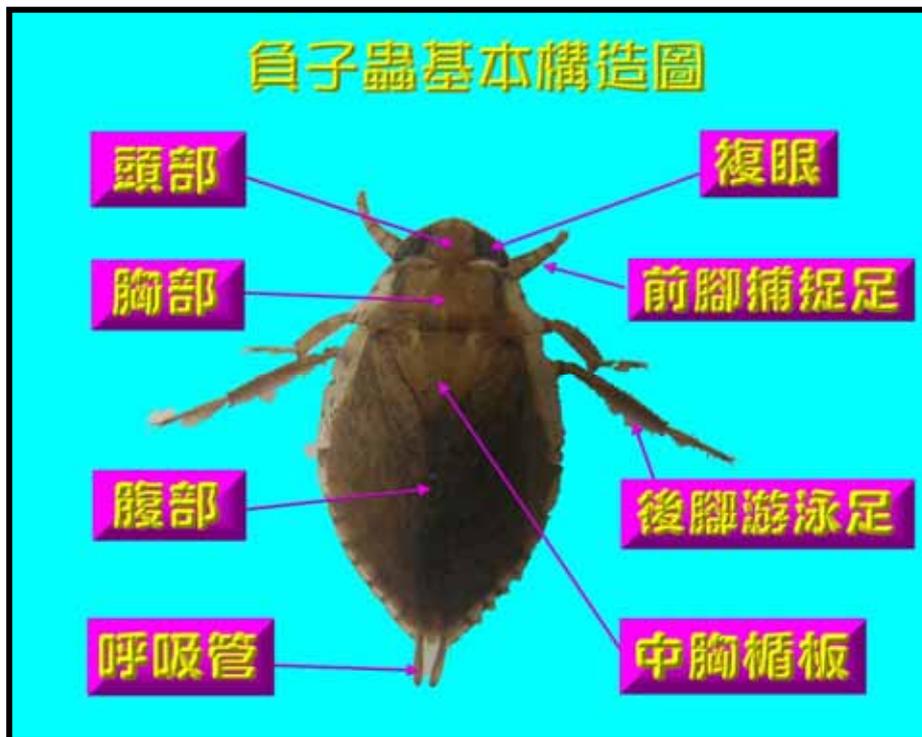
一、觀察負子蟲的體態和身體構造：

1.負子蟲身體扁平略呈橢圓形，體色為土黃色偏褐色。

2.負子蟲區分為頭、胸、腹三個部分，頭部具有一對複眼及一根針狀尖銳的口器，具有刺吸的功能，可以刺入其他生物組織吸取流質成分為食；胸部腹面著生三對腳，分別為前腳、中腳及後腳，第一對前腳為鐮刀狀之「捕捉腳」，第三對後腳為具有毛列的「游泳腳」；胸部背面有兩對翅，第一對翅革質，第二對則為膜狀翅藏置於革質翅下方；腹部沒有明顯的外部構造，尾端具有呼吸管，但平時收於腹部內，是分辨雌、雄最有效的辨別部位。



3.負子蟲在分類學上屬於半翅目、田龜科的昆蟲，然而我們觀察到的種類翅膀並不像陸生椿象般有這麼明顯的半翅情況（即第一對翅後半部沒有呈現膜狀），而且負子蟲又稱為水椿象，但不像陸生椿象具有發達的臭腺，遇到危急時會施放腥臭的體味來達到驅退敵害的功能，但跟椿象一樣比較有特色的是具有三角形的中胸小盾板。



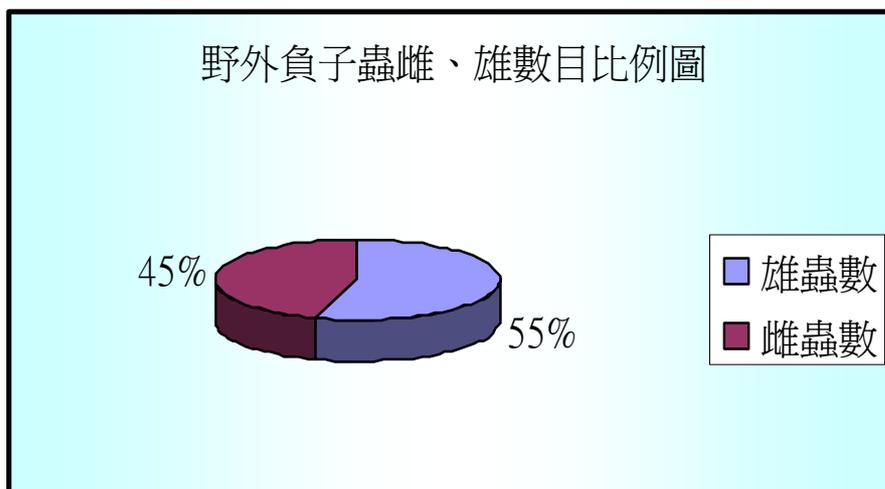
二、分辨雌雄負子蟲的差別：

- (一)雄負子蟲最好區別的方法即為視蟲體是否負有卵塊，有的即為雄負子蟲，然而沒有背負卵塊的負子蟲就須利用其他特徵加以區別。
- (二)利用呼吸管有無剛毛是最容易分別的方法，雄負子蟲呼吸管末端外側具有一對剛毛，而雌負子蟲呼吸管則無此構造。



(三)野外採集數量記錄：

次數	數量	雄負子蟲數	雌負子蟲數	備註
第一次		25	15	一、蟲源為榕園前方水塘。 二、記錄日期為每週星期三及星期六下午。 三、背負卵塊即以雄蟲計，未背負卵塊再以呼吸管有無剛毛區別雌、雄。 四、採計方式以成蟲計數，若蟲不予以納入。 五、每次採集數為 40 隻。
第二次		21	19	
第三次		23	17	
第四次		18	22	
第五次		26	14	
第六次		27	13	
第七次		20	20	
第八次		16	24	
第九次		23	17	
第十次		20	20	
總數		219	181	

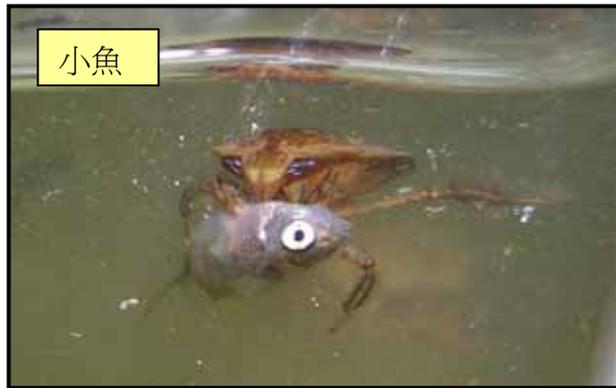
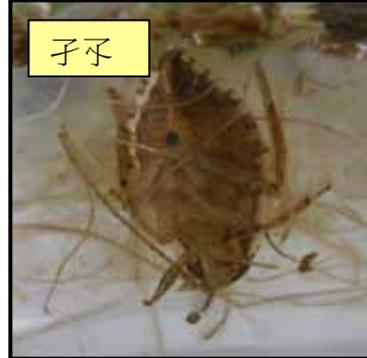
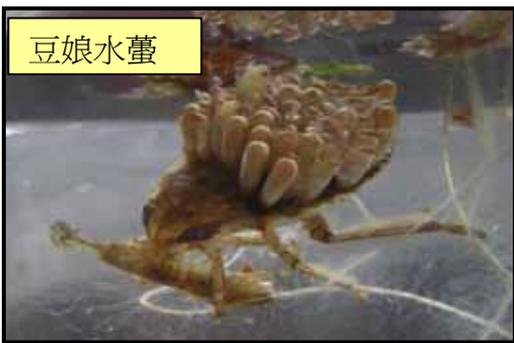
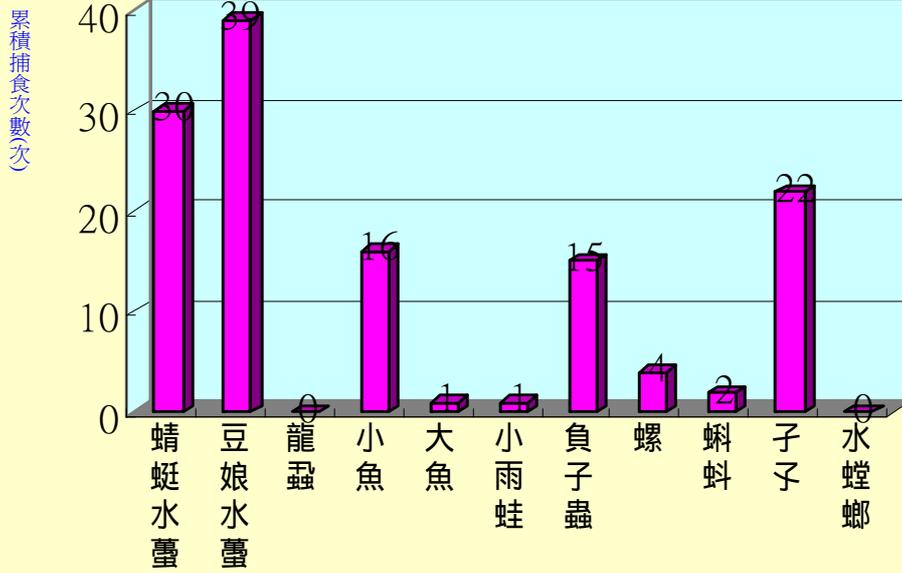


※野外雄蟲約佔 55%，雌蟲約佔 45%。

三、負子蟲食性分析？

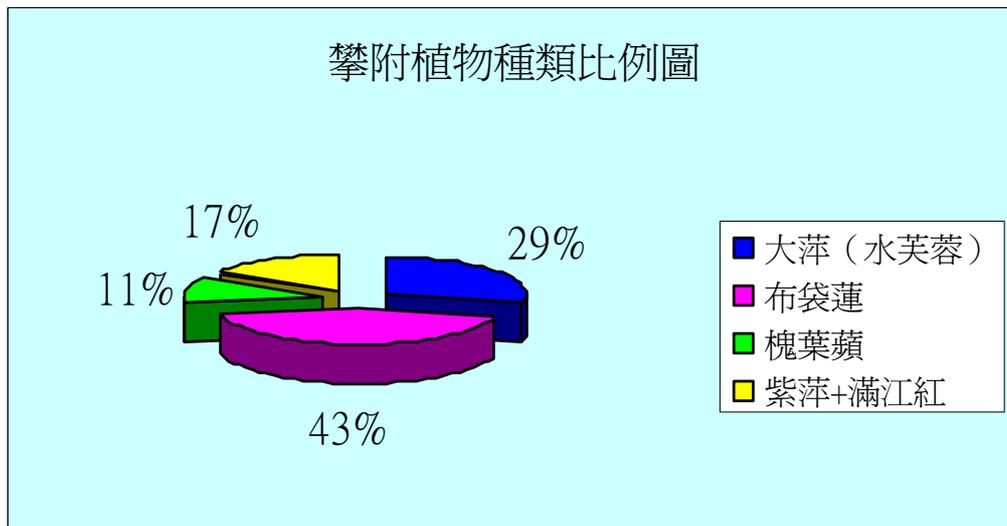
	蜻蜓水虻	豆娘水虻	龍蝨	小魚	大魚	小雨蛙	負子蟲	螺	蝌蚪	孑孓	水螳螂
累積捕食次數	30	39	0	16	1	1	15	4	2	22	0
備註	次多	最多		體型比負子蟲小	體型稍大於負子蟲					第三	

負子蟲食性分析分析圖



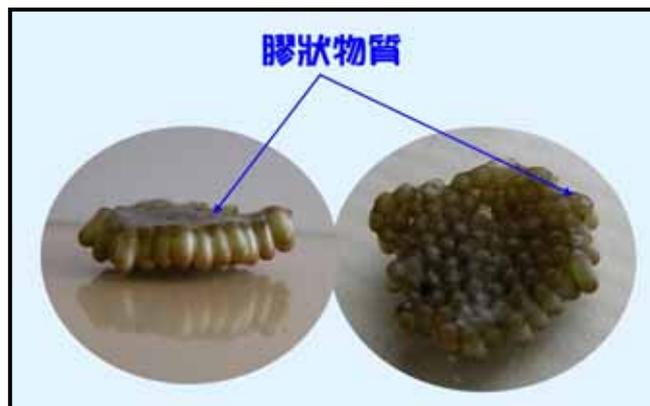
四、觀察負子蟲喜歡棲息攀附的植物種類？(N=40)

種類 次別	大萍（水芙蓉）	布袋蓮	槐葉蘋	紫萍+滿江紅
第一次攀附數量	12	14	9	5
第二次攀附數量	10	18	8	4
第三次攀附數量	12	19	4	5
第四次攀附數量	11	20	0	9
第五次攀附數量	10	21	5	4
第六次攀附數量	6	20	2	12
第七次攀附數量	12	17	4	7
第八次攀附數量	17	16	4	3
第九次攀附數量	9	17	3	11
第十次攀附數量	15	14	4	7
總次數	114	176	43	67



五、負子蟲卵塊著生的方式。

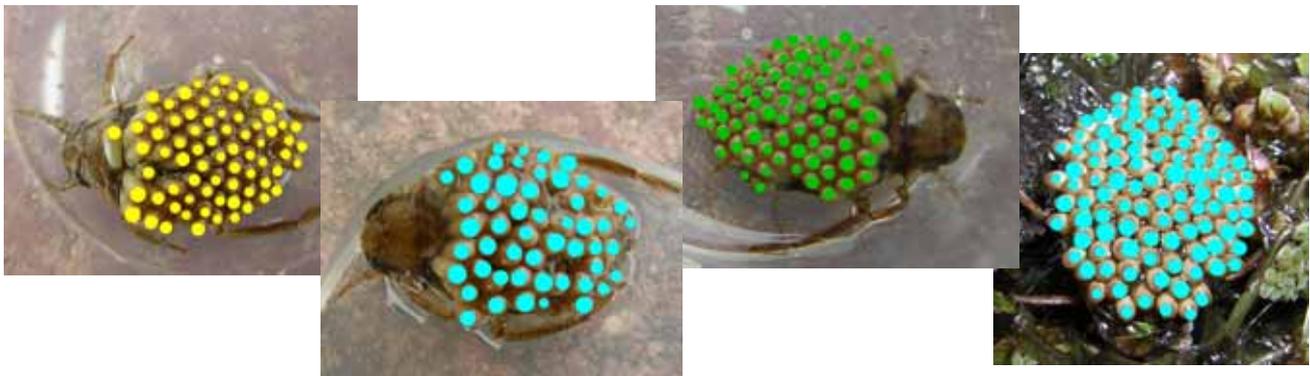
(一)負子蟲革質前翅較光滑平整，無法直接附著卵塊，故負子蟲卵塊是藉由一片透明膠狀物質加以附著。



(二)負子蟲卵塊著生順序是從腹部尾端開始產卵。



(三)負子蟲平均負卵數約 68.9 顆，計數最大值為 102 顆，最小值為 52 顆。



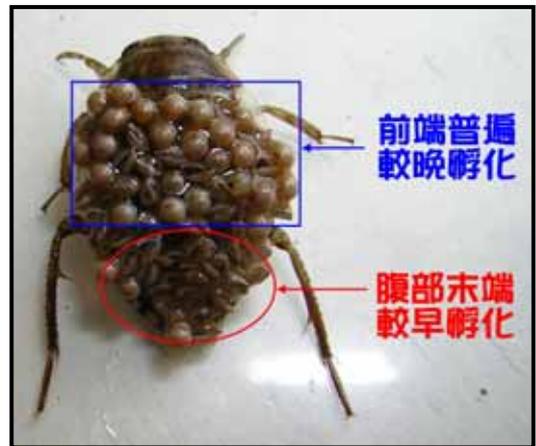
蟲體 次數	第一隻	第二隻	第三隻	第四隻	第五隻	第六隻	第七隻	第八隻	第九隻	第十隻	平均
第一次	70	87	75	57	82	55	70	71	73	70	69.9
第二次	63	65	76	75	71	67	53	73	81	63	71.0
第三次	102	94	59	68	75	82	62	74	77	102	69.3
第四次	52	87	69	76	72	64	52	93	76	89	67.8
第五次	86	94	58	64	82	74	73	92	66	86	68.9
第六次	72	63	69	80	71	68	54	58	91	72	62.6
第七次	80	69	78	76	81	75	84	81	88	80	71.2
第八次	92	84	76	71	69	74	72	85	73	92	69.6
第九次	89	81	77	73	82	68	74	83	90	89	71.7
第十次	74	68	62	73	78	74	75	86	79	74	66.9
總平均	68.9										

六、負子蟲孵化的過程及孵化率：

(一)負子蟲卵剛產出時呈卵圓形，淡黃色；老熟快孵化時的卵呈長圓形，顏色為偏黃褐色，而且可發現在卵裡小若蟲的複眼，呈現黑色二點明顯可見。



(二)負子蟲孵化順序一般由靠近雄蟲腹部末端的卵先孵化，此因雌負子蟲由腹部末端先產卵有關，但並非絕對。



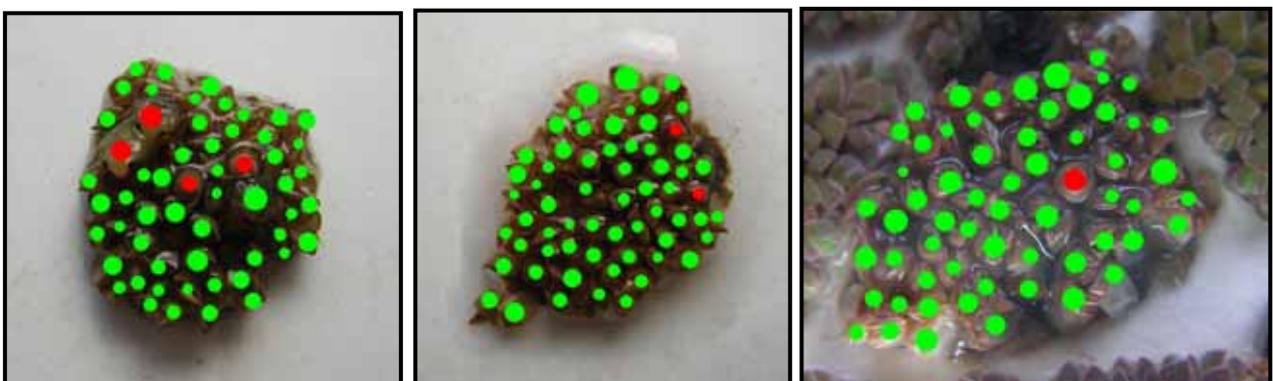
(三)負子蟲孵化時會先由頭部及前胸背板將卵殼上部頂破，再藉由自我蠕動及負子蟲爸爸的幫助，例如藉由雄負子蟲往前游動時產生水衝力協助負子蟲若蟲脫離卵殼，順利進入水中，由此也可知為何負子蟲若蟲腹部皆朝雄蟲尾端，而非朝向雄負子蟲頭部。



(四)負子蟲若蟲產出時為黃綠色，無法馬上運動游泳，而呈僵硬不動的狀態，約一分鐘後才會奮力一踢，踢出一塊白色薄膜後才能自由游動，再經過約二小時的時間逐漸變成灰褐色。



(五)負子蟲孵化率：(以綠點表示已孵化、紅點表示未孵化)



依此方法計數十五個孵化完成之卵塊，得到之負子蟲孵化率約 96.1%。

負子蟲孵化率統計表				
卵塊	顆數	總卵數(顆)	孵化數(顆)	孵化率(%)
卵塊一		56	52	92.8
卵塊二		63	61	96.8
卵塊三		62	61	98.3
卵塊四		74	72	97.3
卵塊五		78	72	92.3
卵塊六		69	69	100
卵塊七		87	84	96.5
卵塊八		82	76	92.7
卵塊九		76	74	97.3
卵塊十		84	80	95.2
卵塊十一		93	90	96.8
卵塊十二		56	54	96.4
卵塊十三		66	65	98.5
卵塊十四		64	59	90.8
卵塊十五		78	77	98.7
總數		1088	1046	96.1

七、負子蟲的趨光性研究：

多次實驗幾乎所有的負子蟲皆於暗室中活動，故以此結果判斷負子蟲並無趨光性。



數量 次別	負子蟲數量(隻)		備註
	燈光照射一端	保持黑暗一端	
第一次	1	39	
第二次	0	40	
第三次	0	40	
第四次	0	40	
第五次	0	40	
第六次	1	39	
第七次	2	38	

第八次	0	40	
第九次	0	40	
第十次	0	40	
總數	4	396	
發生機率	1%	99%	

柒、討論：

一、為何負子蟲體型扁平略呈橢圓形，體色為土黃色偏褐色，沒有同屬於半翅目之陸生椿象發達的臭腺？

負子蟲為水棲型之昆蟲，身體呈扁平呈橢圓形可減少游泳時水流之阻力，利於水中游動，故身體扁平略呈橢圓；然而也因為屬於水棲型態的昆蟲，在水裡臭腺排放出來的臭腥味較無功效，所以負子蟲體色呈不明顯之黃褐色，在水中也常攀附植物保持靜止不動，藉以降低敵害。

二、辨別雌、雄負子蟲最有效正確的方法為何？

根據文獻及書刊上的記載可歸納分辨雌、雄的方法有：

(一)雄負子蟲為了承載更多的卵粒，保護背負的卵粒，故雄蟲個體稍大於雌蟲。

(二)背負卵塊的即為雄負子蟲。

(三)雄蟲腹部腹面生殖板較平坦也較尖，略呈三角形；而雌蟲為了產卵比雄蟲較凸且呈鈍圓形。

(四)雄蟲之呼吸管尾端外側各有一簇剛毛；雌蟲不具有此構造。

利用上述四點來分辨雌、雄蟲體可發現，方法（一）蟲體體型大小並無法明確判斷。方法（二）僅能知道背負卵粒的為雄蟲，但未背負卵粒的就無法再區別。方法（三）尖、凸或三角、鈍圓形並無法明確判斷，不夠具體。故我們採用方法（四）利用剛毛的有無很明確就可以判別出雌、雄，唯一比較不方便的是抓取負子蟲觀察時，負子蟲的呼吸管通常是收進腹部的狀態，故需要用手輕輕從翅外側往內壓讓翅稍微突起，就容易看到呼吸管是否有剛毛。

三、為何野外雌、雄負子蟲佔的比例以雄蟲較多？

本次調查統計的結果，雌、雄負子蟲所佔的比例約為 45%：55%，也就是雄蟲的數目比雌蟲多，這是因為一隻雌蟲可以重複產卵在雄蟲上，所以野外負子蟲的數目為雄負子蟲稍微多一些。

四、負子蟲最喜歡吃什麼？

本次我們將查到資料中負子蟲有可能的食物種類加以實驗觀察，我們發現負子蟲最喜歡補食豆娘水蠶（39次），其次是蜻蜓水蠶（30次），兩者的差別可能是水蠶體型大小的關係，豆娘水蠶體型大小較適宜捕食，而蜻蜓水蠶稍微粗胖，故排名第二。

排名第三名的種類為孑孓（16次），所以曾有利用負子蟲來防治孑孓的案例。

排名第四名的是體型比負子蟲小的魚苗（15次），此次觀察我們發現如果體型比

負子蟲大的魚苗負子蟲就無法捕食，大概是因為掙扎與活動力量較大的關係，僅有一次捕食的記錄，而且此魚應該是屬於較不健康的關係才無法掙脫；小雨蛙的情況也類似。

負子蟲個體間的自相殘殺現象從本實驗觀察中也可明顯看出，不僅大負子蟲會互相刺吸同類，連自己孵出的小若蟲也會被捕食，所以「虎毒不食子」在負子蟲中是不成立的。

比較有趣的是螺類，無意間我們發現飼養箱中傳來陣陣的撞擊聲，後來仔細觀察才發現原來是負子蟲吸附著螺類游動時，撞擊到飼養箱壁緣的關係，原本以為螺類光滑的表面負子蟲無法以抓住吸食，然而負子蟲還是有辦法用捕捉足抓取螺類刺吸，但次數並不多（4次）。

我們查閱到的資料中，負子蟲會捕食蝌蚪和龍蝨，然而本次實驗觀察負子蟲並未捕食龍蝨，而捕食蝌蚪的次數也僅有2次，跟記載有所出入，我們判斷這是因為龍蝨體型較大，而且外骨骼較堅硬，負子蟲無法刺吸體液的關係，所以負子蟲未捕捉龍蝨；而蝌蚪捕食的次數僅2次，大概是因為我們抓取的蝌蚪為蟾蜍蝌蚪，體內可能有微毒性存在，故負子蟲捕食的次數跟文獻資料有所出入。

五、負子蟲喜歡棲息攀附的植物種類為何？

經本次實驗我們發現在浮水性水生植物中，以較大型的布袋蓮及大萍攀附的數量最多，這大概是因為負子蟲需要較牢固的攀附體，而且負卵之負子蟲有時需要將卵塊暴露在水面上，使卵獲得較多的氧氣，故選擇較牢固也較易挺出水面的布袋蓮及大萍攀附。

在槐葉蘋與原棲地採集回來的滿江紅及紫萍中，以原棲地之滿江紅加紫萍數量較多，我們覺得這是因為負子蟲的卵塊與滿江紅極為相近，當負子蟲將卵塊暴露在水面上很難辨別出兩者的差別，所以原棲地植物（17%）所攀附的負子蟲數量比槐葉蘋多（11%）



由此可知負子蟲需要較為穩固的植物攀附，原棲地除了滿江紅及紫萍外，尚有田字草及蓼科等較為穩固的植物可供攀附，故該棲地孕育了許多負子蟲。

六、負子蟲卵塊附着的方法為何？

負子蟲革質前翅較光滑平整，無法直接附着卵塊，故負子蟲卵塊是藉由一片透明膠狀物質加以附着，調查發現負子蟲平均負卵數約 68.9 顆，計數最大值為 102 顆，最小值為 52 顆，相差很大，最大值大概是重複產卵的關係所致，雌蟲大部份都是都在雄負子蟲腹部至中胸小盾板間產卵，但我們採集到卵塊附着到胸部及頭部的雄負子蟲，從上方看負子蟲，只看到滿滿的卵塊，頭部及胸部均不可見了。



七、為何卵孵化的順序為靠近雄蟲腹部末端的卵先孵化？

因為雌負子蟲產卵時是從雄蟲腹部尾端開始產卵，故負子蟲孵化順序一般由靠近雄蟲腹部末端的卵先孵化，但有時會有幾顆例外。

八、為何負子蟲若蟲腹部皆朝雄蟲尾端，而非朝向雄負子蟲頭部。

負子蟲孵化時會先露出頭部及前胸背板，此時可藉由雄負子蟲往前游動時產生水衝力協助負子蟲若蟲脫離卵殼，順利進入水中，若小若蟲面向雄負子蟲頭部，則由小負子蟲腹面承受水的衝力，比起較堅硬的背部比較容易受傷，所以負子蟲若蟲腹部皆朝雄蟲尾端，而非朝向雄負子蟲頭部。



九、負子蟲孵化率為何？

負子蟲的孵化率極高，本實驗統計結果約 96.1%，這也是負子蟲爸爸辛苦背負照顧的成果，孵化完畢後負子蟲爸爸才會把整片卵塊一次掉離蟲體，所以我們是採集孵化完畢之卵塊加以計數，另外我們也曾將實驗掉落之卵塊加以實驗(因此實驗次數不多，尚未列入本次內容)，將從雄體掉落之卵塊(全數未孵化)直接放入水中，比較沒有雄體背負的卵塊孵化率，結果僅有一隻孵化出來，顯示沒有雄體背負的卵塊孵化率極低，這也突顯雄負子蟲在卵塊孵化過程中的重要性。



十、負子蟲為趨光性還是負趨光性？

從實驗結果來看，負子蟲位於暗室內的次數佔的比例高達 99%，所以負子蟲應該為負趨光性的昆蟲。

捌、結論：

- 一、負子蟲在分類學上屬於昆蟲綱、半翅目、田蠶科的昆蟲，頭部具有一對複眼及一根針狀尖銳的口器，可以刺入其他生物組織吸取流質成分為食；胸部腹面著生三對腳，分別為前腳、中腳及後腳，第一對前腳為鐮刀狀之「捕捉腳」，第三對後腳為具有毛列的「游泳腳」。
- 二、分辨雌、雄負子蟲的方法中，以「呼吸管有無剛毛」是最容易分別的方法，雄負子蟲呼吸管末端外側具有一對剛毛，而雌負子蟲呼吸管則無此構造。
- 三、野外雄蟲約佔 55%，雌蟲約佔 45%，因為一隻雌蟲可以重複產卵在雄蟲上，所以野外負子蟲的數目為雄負子蟲稍微多一些。
- 四、負子蟲最喜歡補食豆娘水蠶，其次是蜻蜓水蠶，另對於孑孓、螺類之抑制有一定的貢獻，

但是對於魚苗的捕食卻造成危害。負子蟲個體間有自相殘殺的行爲，但對於龍虱、蝌蚪興趣較爲缺乏。

- 五、負卵之負子蟲有時需要將卵塊暴露在水面上，使卵獲得較多的氧氣，故需要選擇較穩固的植物攀附，如布袋蓮及大萍。原棲地除了有滿江紅可供負子蟲暴露卵塊時不易被發現外，尚有田字草及蓼科等較爲穩固的植物可供攀附，故該棲地孕育了許多負子蟲。
- 六、因負子蟲前翅較光滑平整，無法直接附著卵塊，故卵塊是藉由一片透明膠狀物質加以附著，調查發現負子蟲平均負卵數約 68.9 顆，計數最大值爲 102 顆，最小值爲 52 顆，相差很大，最大值大概是重複產卵的關係所致，雌蟲大部份都是都在雄負子蟲腹部至中胸小楯板間產卵，有的雄負子蟲卵塊會附著到胸部及頭部。
- 七、雌負子蟲產卵時是從雄蟲腹部尾端開始產卵，故負子蟲孵化順序一般由靠近雄蟲腹部末端的卵先孵化，但有時會有幾顆例外。
- 八、負子蟲若蟲孵化時會先露出頭部及前胸背板，此時可藉由雄負子蟲往前游動時產生水衝力協助負子蟲若蟲脫離卵殼，順利進入水中，若小若蟲面向雄負子蟲頭部，則由小負子蟲腹面承受水的衝力，比起較堅硬的背部比較容易受傷，所以負子蟲若蟲腹部皆朝雄蟲尾端，而非朝向雄負子蟲頭部。
- 九、有雄負子蟲背負的卵塊孵化率可達 96.1%，而沒有雄負子蟲背負的卵塊孵化率則很低，所以雄負子蟲在若蟲孵化的過程中扮演很重要的角色。
- 十、有些文獻刊載負子蟲具有趨光性，然而實驗發現負子蟲應該爲負趨光性的昆蟲。

玖、參考資料：

- 一、郭玉吉。1983。水棲昆蟲。圖文出版社 自然圖書館 (29)。22-23。
- 二、張永仁。1998。昆蟲入門。遠流出版事業股份有限公司。96-97。
- 三、張永仁。1998。昆蟲圖鑑。遠流出版事業股份有限公司。67。
- 四、廖智安。1999。台灣昆蟲記。大樹文化。25。274-280。
- 五、蘇新基。1991。負子蟲之生物學研究。國立臺灣大學植物病蟲害學研究所碩士論文。
- 六、吳怡欣。1991。水生昆蟲之飼養與復育。動物園雜誌。17-24。
- 七、楊平世。1980。小小昆蟲採集家。聯經出版事業公司。56-57。
- 八、趙榮台、陳景亭。昆蟲大發現-追蹤常見昆蟲 125。遠流出版事業股份有限公司。35。
- 九、楊平世。2001。臺灣四季小百科-夏。台灣東方。51。
- 十、國小自然與生活科技康軒版第五冊第二單元。
- 十一、國小自然與生活科技康軒版第六冊第二單元。

拾、其他(後記)：

一、實驗後我們發現有許多我們還想知道的答案與存在的問題，例如負子蟲的如何渡冬、負子蟲若蟲演變至成蟲的生活史等等，另外我們野外採集時還發現了顏色極為特殊的負子蟲，這都是我們具有興趣的地方，希望有機會我們還能繼續努力。

二、從這次的實驗中我們發現親自參與觀察動手實驗的樂趣，大自然有許多有趣的地方等待我們去發掘，藉由這次的實驗觀察，我們對這種特別又有趣的負子蟲有了較深的認識，也趁著

無數次野外採集的機會認識了許多不一樣的水棲昆蟲及其他動物與植物，更加深及活化了課堂上的學習內容，現在把這個生物寶庫初步介紹給大家，希望大家也能跟我們一樣對金門的一切充滿驚喜與好奇。



中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 自然科

081546

最具父愛的水中小暴君

金門縣金湖鎮多年國民小學

評語：

1. 實驗設計合手科學研究方法，唯無創意性。
2. 運用電腦及攝影技巧進行研究之方法佳。
3. 研究討論完整。
4. 文獻蒐集及材料背景說明較弱。