

臺北市第 49 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：點「屎」成金—蟲大便挑戰養殖蝦子

關 鍵 詞：烏干達角金龜幼蟲大便、黑土、黑殼蝦

編 號：

摘要

水族館飼養蝦子的底材通常是黑土(圖一)，我發現黑土和爸爸飼養的烏干達角金龜的幼蟲糞便長得很像(圖二)，所以想用它來實驗，看看是否能代替黑土？

據我們觀察得知：蟲大便能讓黑殼蝦攀附休息，還能增加藻類附著的面積，提供蝦子食物，在小空間自成一個獨立的小生態和食物鏈（陽光、水、蟲大便、莫絲、蝦子），並且提供幼蝦躲藏與藻類等生物繁殖。（四上自然第二單元介紹水生家族，在不同的水域環境有不一樣的水生生物。所以我想模擬建造一個簡單的水域生態。）

而在實驗過程中，發現飼養盒中有許多小白點跳動，經查閱資料得知此小生物為水蚤，而水蚤為水質良好的證明，代表烏干達角金龜的糞便並不會汙染水質，還更容易營造多元的生態環境！



(圖一) 黑土，水族館飼養蝦子使用昂貴的底材



(圖二) 蟲大便，是不是與(圖一)黑土很像

壹、研究動機

我家有養魚，在偶然一次我和爸爸去水族館時，看到水族館都是以黑土飼養蝦子，但是市售黑土價格極高，所以我和爸爸突發奇想，想用現成的烏干達角金龜的幼蟲大便代替黑土飼養蝦子，更希望可以讓蝦類繁殖成功。（黑土是一種可作為穩定水質並提供許多小型蝦類休息、繁殖及躲藏的底材。因爸爸養的烏干達角金龜幼蟲剛換土，所以家裡有許多烏干達角金龜幼蟲的大便，這原本是爸爸要拿來當成種花肥料的蟲大便，竟成了我今天研究的主角。）

四下自然第三單元飼養昆蟲，當時爸爸送我一隻鍬形蟲，我發現鍬形蟲在扭動屁股時要特別注意自己觀察的位置，因為牠正要噴液態的糞便，在這時轉動手上的鍬形蟲，周遭的同學都會驚嚇得趕快閃開。當老師問我為甚麼要用幼蟲的糞便？我更發現兜蟲及金龜子，不僅外型完全變態，連糞便也完全變態。烏干達角金龜幼蟲的大便是固態，但是成蟲糞便卻是液態。因此我們只能放入幼蟲大便，否則大便會溶解於水中，不能長時間作為水草缸的底材。五上自然第三單元上到溶解，雖然我需要觀察溶解情形，但是我並不希望烏干達角金龜幼蟲的糞便溶解於水中，因為黑土並不會短時間溶解在水中，這樣才能被使用在飼養蝦子及種植水草。

貳、研究目的

- 一、探討烏干達角金龜幼蟲大便在水中會不會溶解
- 二、探討烏干達角金龜幼蟲大便是否能充當黑土，讓黑殼蝦成功產卵
- 三、探討不同蟲大便數量飼養環境裡幼蝦的成長情形

參、研究設備及器材

- 一、1500cc 飼養盒 x6
- 二、烏干達角金龜糞便 75 公克
- 三、電子秤

四、抱卵黑殼母蝦 x6

五、莫絲(每個飼養盒一小撮)

六、從 2014 年 11 月~2015 年 5 月，每個禮拜每個飼養盒要換水 1~2 次。

備註：1 號飼養盒：無蟲大便、1000cc 水。(圖六)

2 號飼養盒：5 公克蟲大便、1000cc 水。(圖七)

3 號飼養盒：10 公克蟲大便、1000cc 水。(圖八)

4 號飼養盒：15 公克蟲大便、1000cc 水。(圖九)

5 號飼養盒：20 公克蟲大便、1000cc 水。(圖十)

6 號飼養盒：25 公克蟲大便、1000cc 水。(圖十一)

肆、研究過程及方法

一、烏干達角金龜幼蟲大便取代黑土的實驗：

(一).首先我和爸爸買了一兩黑殼蝦，並從裡面挑出了抱卵的母蝦做實驗(圖三)，抱卵母蝦的腹部及腹足間會包覆著許多墨綠色和黑褐色的卵，這些卵在良好的環境下，可以孕育出一群健康的幼蝦，而幼蝦的飼養環境也需要比成蝦更嚴格的條件，才能成長茁壯。



(圖三)我和爸爸買了一兩黑殼蝦，從裡面挑出了抱卵的母蝦做實驗。

(二).將抱卵黑殼母蝦分別放置在不同飼養盒。

1.準備 1500cc 透明飼養盒六個。

2.分別放入莫絲及 5、10、15、20、25 克的蟲大便和 1000cc 的水，最後再放入正準備產卵的抱卵黑殼母蝦。(圖四、圖五)



(圖四)2014/11/16 我們準備 6 個 1500cc 的透明觀察盒，
並分別在其中放入 0~25g 蟲大便。



(圖五)接著再分別加入 1000cc 的水。

二、觀察研究抱卵黑殼母蝦分別在 6 個不同飼養盒中的繁殖情形。(圖六~圖十一)



(圖六)1 號飼養盒：無蟲大便、1000cc 水



(圖七)2 號飼養盒：5 公克蟲大便、1000cc 水



(圖八)3 號飼養盒：10 公克蟲大便、1000cc 水



(圖九)4號飼養盒：15 公克蟲大便、1000cc 水



(圖十)5號飼養盒：20 公克蟲大便、1000cc 水



(圖十一)6號飼養盒：25 公克蟲大便、1000cc 水

三、觀察黑殼蝦幼蝦在不同飼養箱出現情形的過程紀錄：(圖十二、圖十三)

1 號飼養盒(0g)：母蝦死亡，重新換了兩次母蝦，在 1/15/2015 終於發現幼蝦。

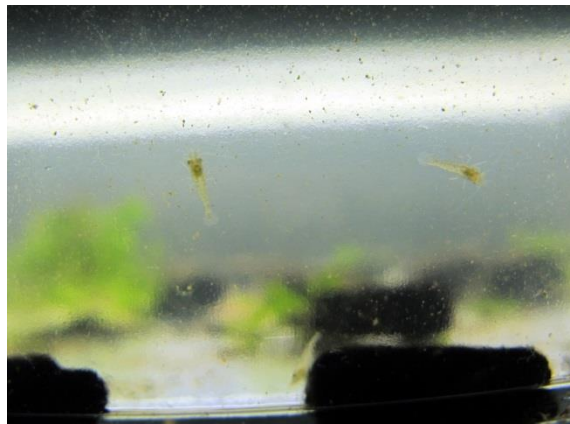
2 號飼養盒(5g)：12/4/2014 發現幼蝦。換水時，蝦子緩慢游動，較不會急速向後彈跳。

3 號飼養盒(10g)：11/24/2014 發現幼蝦，但集體死亡。重新放入抱卵母蝦，1/15 發現幼蝦。

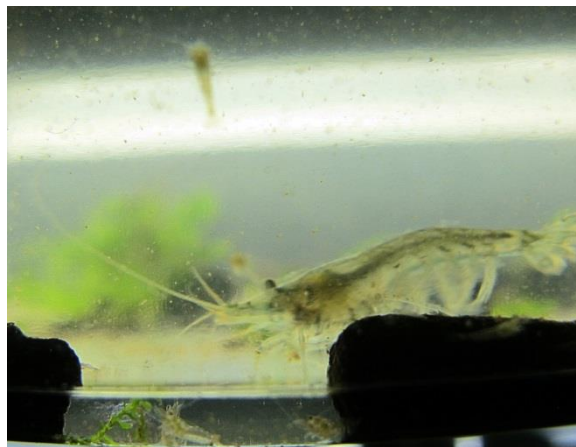
4 號飼養盒(15g)：12/4/2014 發現幼蝦。換水時，蝦子活力十足。

5 號飼養盒(20g)：11/26/2014 發現幼蝦。換水時，蝦子活蹦亂跳。

6 號飼養盒(25g)：12/6/2014 發現幼蝦。換水時，蝦子較少死亡。



(圖十二)每天觀察水的顏色並固定每星期換水 1~2 次。幼蝦誕生了！



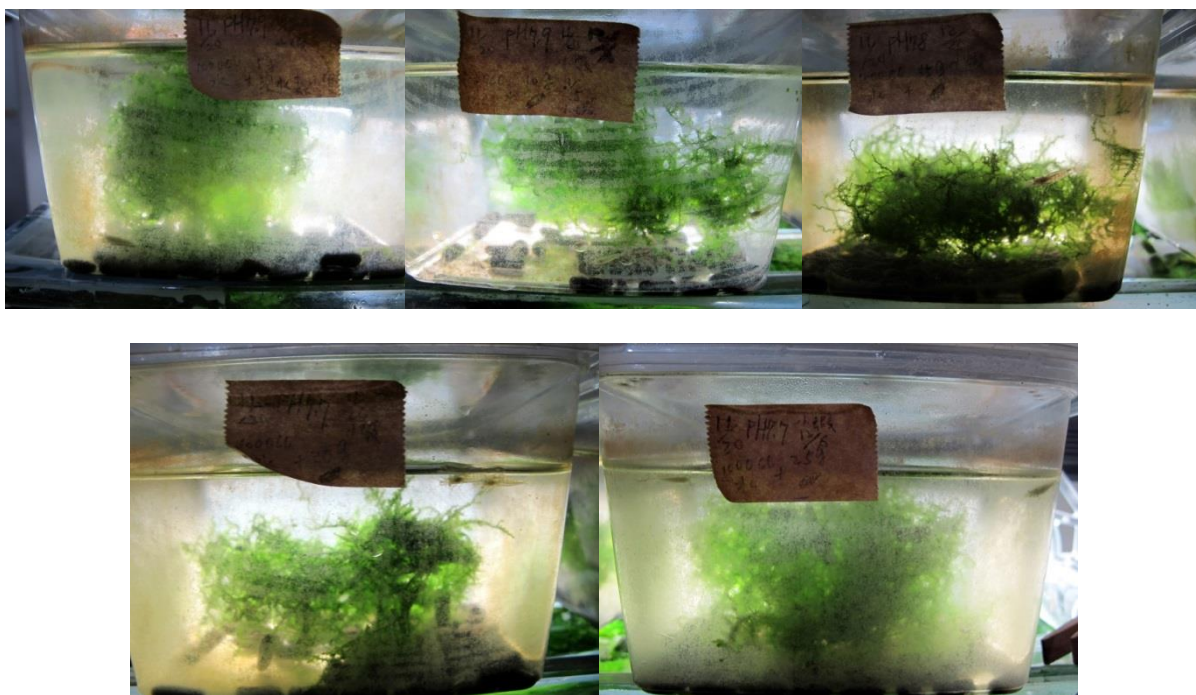
(圖十三)蝦寶寶與蝦媽媽的合照，黑色的是蟲大便，和蝦媽媽幾乎一樣大；另外蝦媽媽腹部及腹足間的卵已消失。

〔發現一〕：在無蟲大便飼養環境的母蝦較不易成功繁殖，母蝦及幼蝦都較容易死亡。

〔發現二〕：飼養在適量糞便的幼蝦較穩定，也較不易死亡。

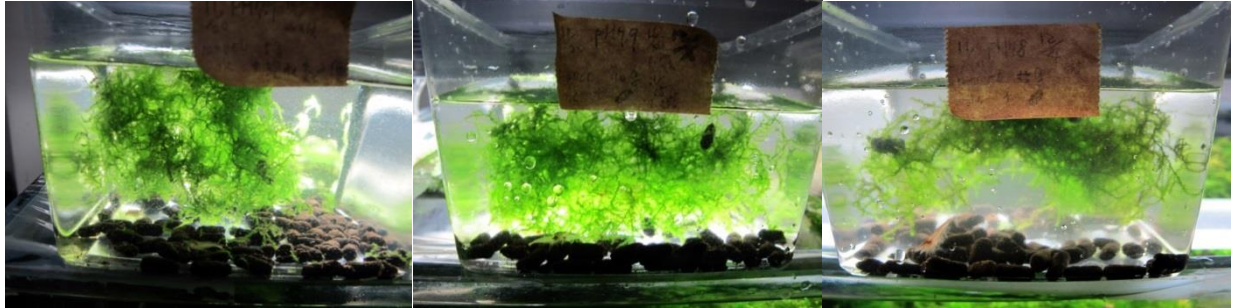
〔解決〕：無蟲大便飼養盒的幼蝦死亡後，為了減少幼蝦死亡，我們每次換水時，在每個飼養盒增放 3~5 顆蟲大便(約 1g)於飼養盒中，直到底層佈滿蟲大便，讓幼蝦生命穩定。(圖十四、圖十五)

2015/5/17 天氣漸熱，飼養盒中水中含氧量降低，觀察盒蝦子死亡率提升，基於愛護生命的立場，我和爸爸決定結束觀察，將剩餘幼蝦放入水族箱中。



(圖十四)2014/11/19~2015/5/17 幼蝦已經長大了，透明觀察盒長滿褐藻，不易觀察。

2015/5/17 拍攝



(圖十五)更換新的透明盒方便觀察紀錄。2015/5/17 拍攝

伍、研究結果

研究目的	1號飼養盒 0g 蟲大便	2號飼養盒 5g 蟲大便	3號飼養盒 10g 蟲大便	4號飼養盒 15g 蟲大便	5號飼養盒 20g 蟲大便	6號飼養盒 25g 蟲大便
蟲大便在水中是否會溶解	無	不會	不會	不會	不會	不會
蟲大便能否充當黑土，讓黑殼蝦成功產卵	無	可	可	可	可	可
不同蟲大便數量飼養環境裡幼蝦的成長情形	母蝦死亡，重新換了兩次母蝦，在1/15/2015終於發現幼蝦。	12/4/2014發現幼蝦	11/24/2014發現幼蝦但集體死亡。重新放入抱卵母蝦，1/15發現幼蝦。	12/4/2014發現幼蝦	11/26/2014發現幼蝦	12/6/2014發現幼蝦

一、我們發現無蟲大便的母蝦較不易成功繁殖，母蝦及幼蝦都較容易死亡。

放入 3 號飼養盒(10g)與 5 號飼養盒(20g)的母蝦較早生出幼蝦，但 3 號飼養盒(10g)幼蝦死亡，極可能因此水質汙染導致存活率 0，另外，每隻母蝦抱卵後會有自己的產期(抱卵後約三周能看到幼蝦)，這些因素都會影響實驗結果，但環境更是影響了蝦子存活率的主要因素。

二、觀察過程中發現：4 號飼養盒(15g)、5 號飼養盒(20g)、6 號飼養盒(25g)的幼蝦最有活力，因此在後續的實驗過程我們陸續將蟲大便鋪滿底層，調整的用意是驗證適量的蟲大便能更穩定幼蝦生長。而這樣的穩定狀況直到 5 月中，溫度在上午 10 點過後常超過 30 度而有了變數，溫度影響了水中含氧量，另外幼蝦經過 6 個月已成為成蝦，對環境含氧量的需求也日亦提高，而原先條件 1000cc 靜止的水與無過濾的環境，對於成蝦群太不友善了，因此終止了繼續觀察。

三、黑殼蝦會在糞便上休息與覓食，盒子中會出現被黑殼蝦抓下來的糞便粉末，可能是被黑殼蝦吃掉了表面的藻類或糞便。但水質不會因糞便粉末而惡化，糞便也不會完全溶解在水中。

四、蟲大便撲滿底層後確實能成功讓黑殼蝦產卵，也能使幼蝦穩定的長大。

五、蟲大便放入水中不會立即溶解，只會使水溶液會呈現茶色，一年後仍可看見(圖十六)，因此能長時間作為水草缸的底材。



(圖十六)換水時不小心滑落在水族箱中卻還沒溶解的蟲大便。2015/11/21 拍攝

陸、討論

- 一、蟲大便飼養環境經 6 個月的實驗後，發現能讓幼蝦在此環境長大
- 二、實驗過程中發現，如果放入的蟲大便數量過多或沒先過水稀釋，會導致水溶液顏色變深，使黑殼蝦死亡(圖十七)。觀察後發現，剛開始水溶液會呈現茶色，經過換水後會漸淡，最後漸漸變透明。溶解的可能只是蟲大便的色素，而蟲大便經過長時間的浸泡也不會溶解。



(圖十七) 最初的失敗實驗

- 三、老師問我一定要使用烏干達角金龜的幼蟲大便嗎？

2015/11/11 我和爸爸再次使用獨角仙的幼蟲大便做實驗，我們這次選用家中現成的 30 公升儲水桶來當作飼養容器，倒入 15 公升的水，200 公克獨角仙幼蟲大便、莫絲一撮，還有新買來的黑殼蝦抱卵母蝦 8 隻，這次主要是看金龜子以外的其他兜蟲幼蟲大便是否也不會溶解。(圖十八)

2016/2/3 我找爸爸趁著寒假拍照記錄，並瞧瞧獨角仙幼蟲大便是否也與烏干達角金龜的幼蟲大便一樣不會溶解。因為 30 公升儲水桶不透明，桶子水深加上天氣不佳，所以就伸手進冰冷的桶子裡把蟲大便撈出來拍照，發現獨角仙幼蟲大便也不會溶解。晚上用手電筒從容器外圍照亮可以發現許多靠近水面的幼蝦及水蚤，於是我們也拍了幾張照片把它們記錄下來。(圖十九~二十三)



(圖十八) 挑戰 30 公升大容器飼養。



(圖十九) 2016/2/3 拍攝，樹枝上的幼蝦已經不小了。



(圖二十) 2016/2/3 從大容器裡撈取在 2015/11/11 放入水中的獨角仙幼蟲大便。



(圖二十一) 撈取到的獨角仙幼蟲大便並沒有溶解。



(圖二十二) 夜晚用手電筒觀察大容器裡的幼蝦。



(圖二十三) 夜間觀察容易看見光線下跳動的水蚤，但是我們的相機拍不出來，
只拍得出貼近水面游泳的幼蝦。

四、觀察烏干達角金龜幼蟲大便及獨角仙幼蟲大便的溶解情形

年月	烏干達角金龜幼蟲大便	獨角仙幼蟲大便
2014/11~2015/11	尚未溶解	
2015/11~2016/2	尚未溶解	尚未溶解

五、比較蟲大便與黑土的差異

	蟲大便	黑土
形狀、顏色	橢圓形、黑色	圓形、黑色
酸鹼值	微弱酸	弱酸
能不能當有機肥料	可以	可以
會不會溶於水	不會	不會
能否讓蝦子成功產卵	能	能

最初，我跟老師借了 pH 測量筆，因測得結果變化不大，所以就不考慮酸鹼值因素。但是為了說明蟲大便的弱酸性，補上了 2014 年 11 月的測量記錄。

備註：1 號飼養盒：無蟲大便、1000cc 水。(測得 pH7.9)

2 號飼養盒：5 公克蟲大便、1000cc 水。(測得 pH7.9)

3 號飼養盒：10 公克蟲大便、1000cc 水。(測得 pH7.9)

4 號飼養盒：15 公克蟲大便、1000cc 水。(測得 pH7.8)

5 號飼養盒：20 公克蟲大便、1000cc 水。(測得 pH7.7)

6 號飼養盒：25 公克蟲大便、1000cc 水。(測得 pH7.7)

柒、結論

一、蟲大便不會溶於水中，可以當作給黑殼蝦攀附、休息、覓食及躲藏的地方。蟲大便經過長時間的浸泡也不會溶解於水中，代表它具備黑土不溶解的特質，可以進一步嘗試黑殼蝦以外的其他米蝦飼養與水草種植。

- 二、蟲大便可以讓黑殼蝦成功產卵，也能讓黑殼蝦較不容易死亡，很可能是有蟲大便的環境，水中很快就會出現許多水蚤，而水蚤會濾食浮游藻類、有機顆粒及細菌等。蟲大便加速水蚤繁殖，而水蚤的濾食行為協助穩定水質，讓蝦子活得更健康。
- 三、黑殼蝦幼蝦的出現情形可能跟蟲大便的數量，及每隻母蝦有自己的產期和不同的身體狀況有關，但適量的蟲大便確實影響了幼蝦的存活率。

經過一年的實驗，我們發現蟲大便確實可以讓黑殼蝦成功產卵，且擁有許多與黑土相似的條件，但也有一些與黑土不同的地方，例如黑土主要成分為風化的岩石(泥沙)經水聚合成，黏土偏黑色者含腐植土、礦物質及少數添加劑，而蟲大便是被兜蟲與金龜子消化的腐植土。雖然黑土與蟲大便皆為弱酸，但黑土的酸度比蟲大便強。另外，黑土需經過加工，表面經過低溫烘烤(180~200 度)，才能定型並保留內部有機質，而蟲大便是兜蟲及金龜子天然的排泄物，不需加工就不會溶解，但也不像黑土成分多了礦物質與添加物。雖然這個突發奇想的研究可能還不是很周全，但可以提供給有興趣的飼養者另類的參考，如果因減少昂貴的黑土開銷而降低了飼養門檻，對於像我們喜愛水族飼養的學生，就能輕易嘗試水族館中各種美麗米蝦的飼養，甚至挑戰種植水草。蟲大便雖然不完全等於黑土，但是將原本要丟棄的蟲大便養蝦，不僅可以節省一筆可觀的開銷，也能響應環保，把回收再利用概念推廣，造就更美好的世界！

捌、參考資料及其他

黃之暘.李訓瑞(2006)。《紅水晶蝦&其他淡水蝦特輯》。台北市：威智文化科技