

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生物（生命科學）科

040707

校園中的清糞高手

學校名稱：南投縣立旭光高級中學

| | |
|-----------------------------------|---------------------|
| 作者： 高一 林家瑋 高一 李青宜 高一 趙心瑜 | 指導老師： 黃明樹 留淑娟 |
|-----------------------------------|---------------------|

關鍵詞：糞金龜

校園中的清糞高手

摘要

本研究的二種糞金龜分別是三瘤糞金龜與紅斑糞金龜，二種糞金龜是靠觸角嗅覺覓食，其食物偏好在陰涼處的雜食性動物糞便，如人糞與狗糞，較不喜歡草食性動物的糞便。影響糞金龜選擇食物的原因可能是糞便的氣味及成分。糞金龜在生殖築巢時需要有黏性的泥土，若是細砂子則不利糞金龜築巢生殖。二種糞金龜皆容易以人糞飼養，且生殖力高，非常適合做生態研究，更是大自然的清道夫。

壹、研究動機

國中時曾參與社團與學長姊一起研究過糞金龜，對這大自然的清道夫有極大的興趣，升上高中基礎生物課本有提到某些物種會執行生態系清除者的任務，更讓我們想到糞金龜在生態上的重要性而有繼續研究的動力。無論是在校園、公園或馬路旁，常常可發現狗大便，這些狗大便是生活環境中令人厭惡的問題。在校園中只要有草地，糞金龜就會幫我們清除這些糞便。由於糞金龜的模樣可愛，又在自然界扮演著非常重要的角色，所以我們決定研究校園中的糞金龜之覓食偏好及築巢生殖。

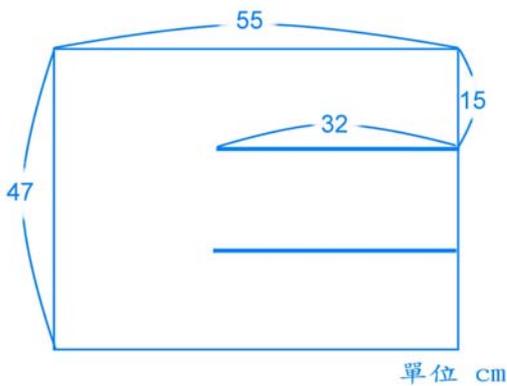
貳、研究目的

- 一、校園內糞金龜的種類
- 二、校園內糞金龜喜歡的棲地環境
- 三、糞金龜對於不同動物糞便之喜好
- 四、糞金龜對於吃不同食物的人糞之喜好
- 五、糞便氣味對糞金龜食物選擇的影響
- 六、不同的築巢環境對糞金龜生殖的影響
- 七、二種糞金龜的生殖比較

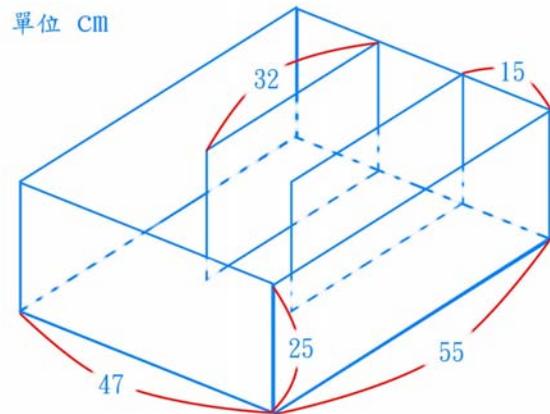
參、研究設備及器材

- 一、**設備及器材**：竹筷子與鑷子（夾糞金龜）、皮尺（量草地長度）、底片盒（裝糞金龜）、游標尺、透明塑膠飼養箱、夾鏈袋（裝糞便）、電子秤（秤糞便重量）、解剖顯微鏡、去味大師、明星花露水、保鮮膜、沙子、泥土、相機、自製紙箱(長 55 公分、寬 47 公分、高 25 公分，一端用長 32 公分、高 25 公分的兩紙板格成三小格紙版與紙板間的距離為

15 公分。)



自製紙箱俯視圖



自製紙箱側面圖

二、糞金龜的食物：人糞、狗糞、牛糞

肆、研究方法

一、校園內糞金龜的種類

在校園內尋找狗糞，並且翻動狗糞，將狗糞中的二種糞金龜用鑷子挑出裝入底片盒，再以每個糞便為中心，往下將 15×15×15 公分的土壤挖到網孔為 2 mm 的金屬篩網上，再將泥土中的糞金龜篩出，裝入底片盒帶回實驗室。在實驗室中利用解剖顯微鏡觀察外型特徵，並對照圖鑑將糞金龜分類，並且利用游標尺測量糞金龜的體長。最後將二種糞金龜分別飼養於裝土八分滿的飼養箱中並供給人糞食用。

二、校園內糞金龜所喜好之棲地環境

校園附近常會有野狗活動，所以，採集的範圍以校門旁的兩片草地為主校門旁靠圍牆的兩塊草地，沿著圍牆邊外側種植一排大王椰子，內側種植一排大葉桃花心木，因此靠圍牆的草地有樹蔭遮蔽比較陰涼，所以將草地分為「有樹蔭區」與「無樹蔭區」。「有樹蔭區」為離圍牆 6 公尺處的草地，校門兩旁圍牆長 175 公尺，所以本研究的「有樹蔭區」總面積為 1050 平方公尺；本研究的「無樹蔭區」的長 65 公尺、寬 18 公尺，總面積為 1170 平方公尺。每隔 2—3 天，在「有樹蔭區」或「無樹蔭區」尋找新鮮的狗糞，將狗糞翻開觀察是否有糞金龜在糞便中，若有糞金龜再將糞金龜用竹筷子或鑷子挑出，依其特徵分類。當天實驗完成將糞金龜在校門口統一釋放，讓糞金龜重回自然環境。將所紀錄的 10 次數據分析糞金龜對兩種棲地環境之喜好。

五、糞便氣味對糞金龜食物選擇的影響

準備一個人糞重 300 公克，平均分成三等份，每份 100 公克，其中一份糞便噴上去味大甌，第二份糞便噴上明星花露水，第三份糞便噴上清水，分別放入自製的紙箱一端的三小格中。再將先前準備有 30 隻糞金龜的小盒子打開，放入自製紙箱的另一端，並用保鮮膜將紙箱上部封住，讓糞金龜去選擇食物。30 分鐘後將保鮮膜打開，並快速將糞金龜抓起來再計算數量。每次皆重噴糞便並將糞便放入不同位置的格子中，二種糞金龜皆重複實驗 6 次，觀察記錄並統計分析糞便氣味對二種糞金龜食物選擇的影響。

六、不同的築巢環境對糞金龜生殖的影響

準備三個塑膠飼養箱，其中一個飼養箱中放入八分滿的泥土（校園中的泥土，利用 150 網目篩孔為 0.1mm 的篩網篩過的粉狀泥土），第二個飼養箱放入八分滿的砂子（跳遠場上的砂，利用 18 網目篩孔為 1.0mm 的篩網篩過的細砂子），第三個飼養箱放入混合的泥土與砂子八分滿。再各放入五對的糞金龜及 200 公克的人糞並蓋上透氣的蓋子，一個星期後，挖開挑出糞金龜所做的育兒糞團。二種糞金龜皆重複以上實驗 6 次，觀察記錄並統計分析不同的築巢環境對二種糞金龜生殖的影響。

七、二種糞金龜的生殖比較

準備二個塑膠飼養箱，皆放入八分滿的泥土，再分別放入二種糞金龜五對及 200 公克的人糞並蓋上透氣的蓋子，一個星期後，挖開挑出糞金龜所做的育兒糞團，再將育兒糞團埋於土中直到下一代成蟲羽化出來。重複實驗 6 次，觀察、記錄並比較二種糞金龜的生殖。

伍、研究結果

一、校園內糞金龜的種類

在校園內採集到的兩種糞金龜（表一），分別為三瘤糞金龜與紅斑糞金龜。

（一）三瘤糞金龜（*Onthophagus trituber*）：

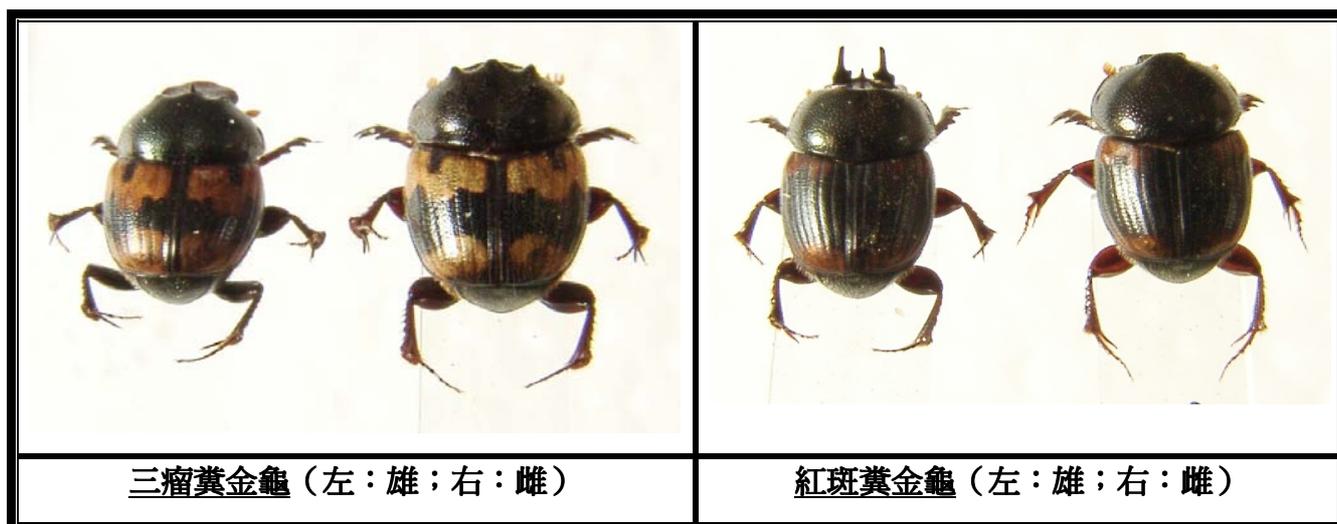
體長 5.5-7.5mm；體呈黑色；胸部稍微有綠銅色光澤；翅鞘有大塊黃色斑紋；胸部前緣有三個瘤狀突起；雄蟲兩眼間具一支短角，雌蟲的頭部則無角。

（二）紅斑糞金龜（*Onthophagus proletarius*）：

體長 5-6mm；體呈黑色並具光澤；胸部稍微有紫銅色光澤；翅鞘前端和末端為橙紅色；雄蟲兩眼間具三支角，中間的角較短小，左右兩支角較長，雌蟲的頭部則無角。

【表一】校園中採集的糞金龜數量及平均體長

| 糞金龜種類 | 性別 | 數量 | 平均體長 |
|--------------|----|----|--------|
| <u>三瘤糞金龜</u> | 雄 | 11 | 6.30mm |
| | 雌 | 14 | 6.47mm |
| <u>紅斑糞金龜</u> | 雄 | 10 | 5.50mm |
| | 雌 | 9 | 5.74mm |



三瘤糞金龜 (左：雄；右：雌)

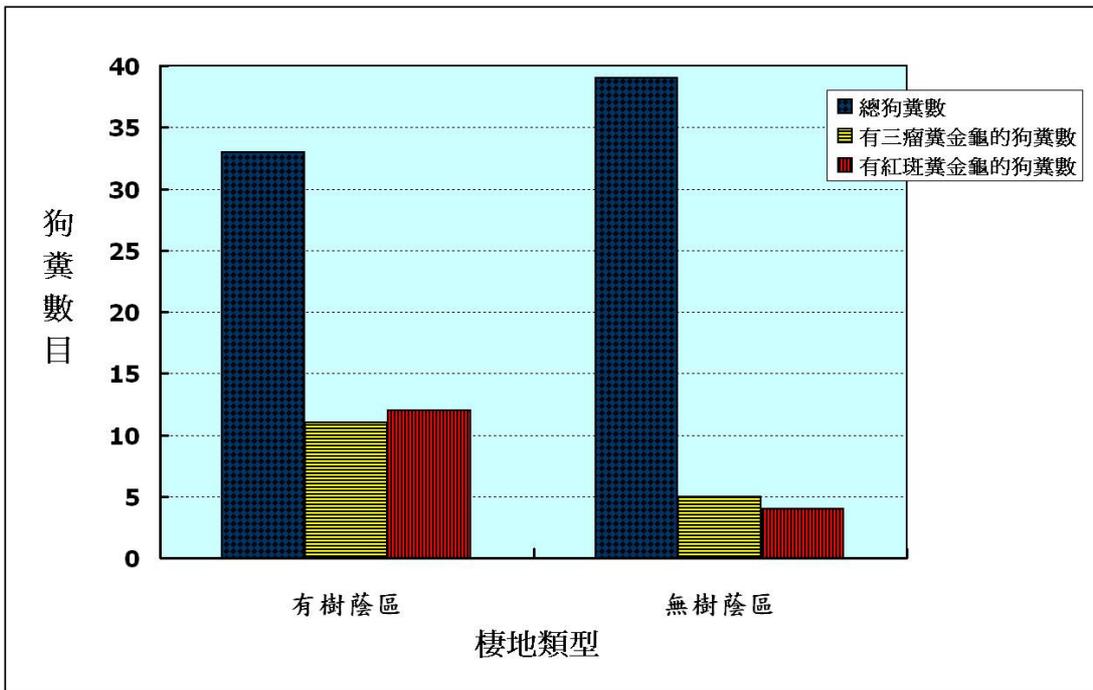
紅斑糞金龜 (左：雄；右：雌)

二、校園內糞金龜所喜好之棲地環境

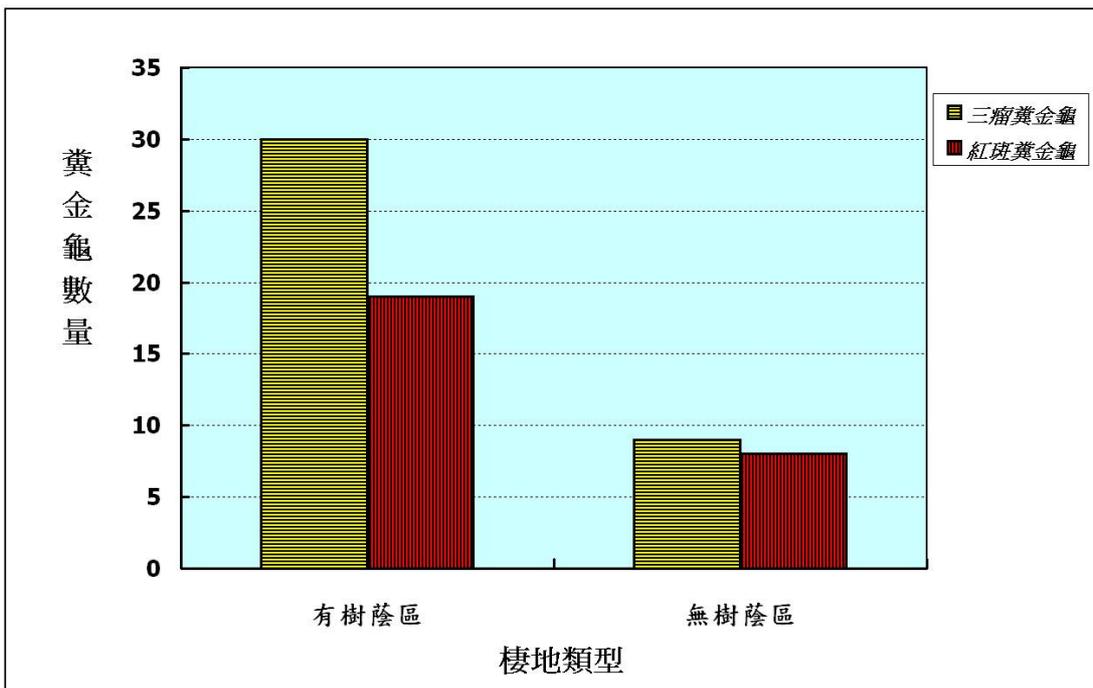
在研究期間，「有樹蔭區」共發現 33 個新鮮狗糞，其中 17 個狗糞有糞金龜（11 個狗糞有三瘤糞金龜，12 個狗糞有紅斑糞金龜），共採集到 49 隻本研究所需之糞金龜（三瘤糞金龜 30 隻，紅斑糞金龜 19 隻）。「無樹蔭區」共發現 39 個狗糞，其中 7 個狗糞有糞金龜（5 個狗糞有三瘤糞金龜，4 個狗糞有紅斑糞金龜），共採集到 17 隻本研究所需之糞金龜（三瘤糞金龜 9 隻，紅斑糞金龜 8 隻）。

由實驗結果可知，「有樹蔭區」的狗糞中能找到三瘤糞金龜或紅斑糞金龜的狗糞數比例大於「無樹蔭區」（圖一），且「有樹蔭區」所採集到的糞金龜數量也大於「無樹蔭區」（圖二）。所以，本研究的兩種糞金龜皆喜好「有樹蔭區」。

【圖一】「有樹蔭區」與「無樹蔭區」有糞金龜的狗糞數比較



【圖二】「有樹蔭區」與「無樹蔭區」所採集到的兩種糞金龜數量比較

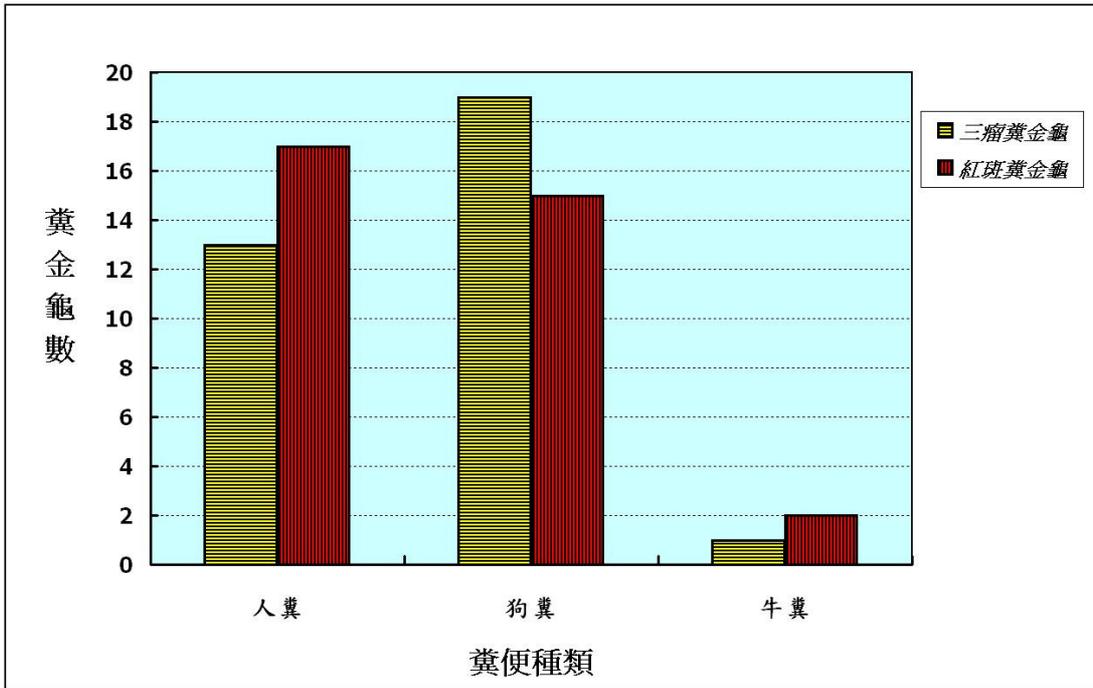


三、糞金龜對於不同動物糞便之喜好

(一) 室外實驗

在研究期間，利用人糞、狗糞及牛糞三種糞便去誘集本研究所需之糞金龜，結果三瘤糞金龜誘集數量為：人糞 13 隻、狗糞 19 隻和牛糞 1 隻；紅斑糞金龜誘集數量為：人糞 17 隻、狗糞 15 隻和牛糞 2 隻（圖三）。由實驗結果可知三瘤糞金龜與紅斑糞金龜最喜歡狗糞與人糞，牛糞不是所喜好之糞便種類。

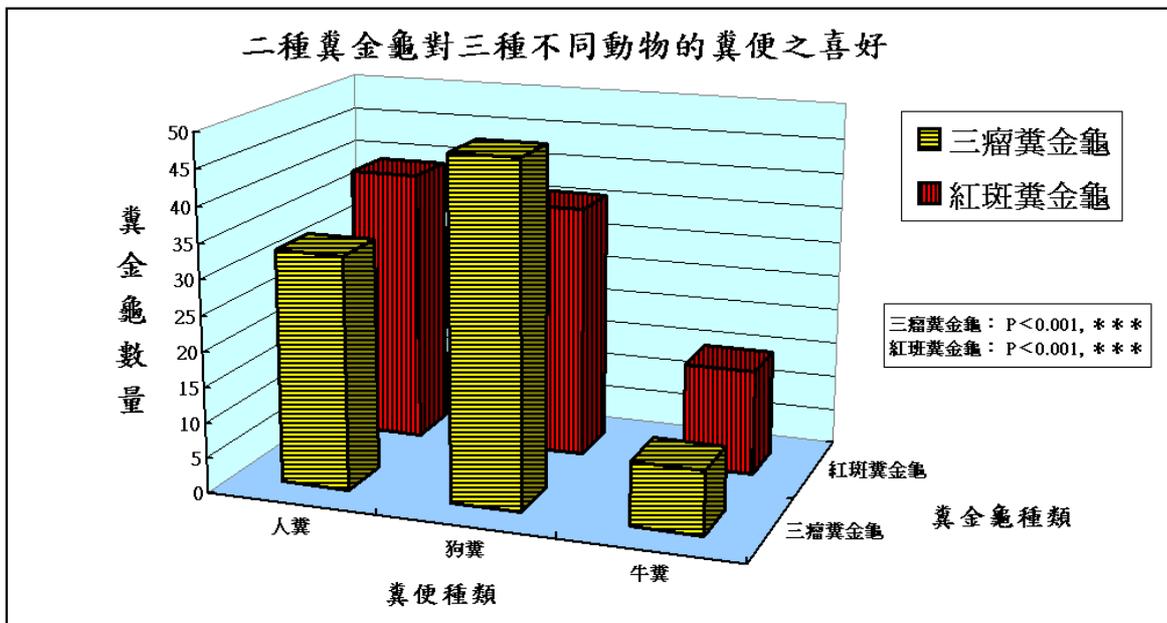
【圖三】三種糞便吸引兩種糞金龜數量之比較



(二) 室內實驗

二種糞金龜對於三種動物糞便之喜好結果顯示皆有顯著差異（三瘤糞金龜： $P < 0.001$, * **；紅斑糞金龜： $P < 0.001$, * **）（圖四），二種糞金龜比較偏好狗糞及人糞，並不喜歡牛糞。

【圖四】二種糞金龜對於三種不同動物糞便之喜好

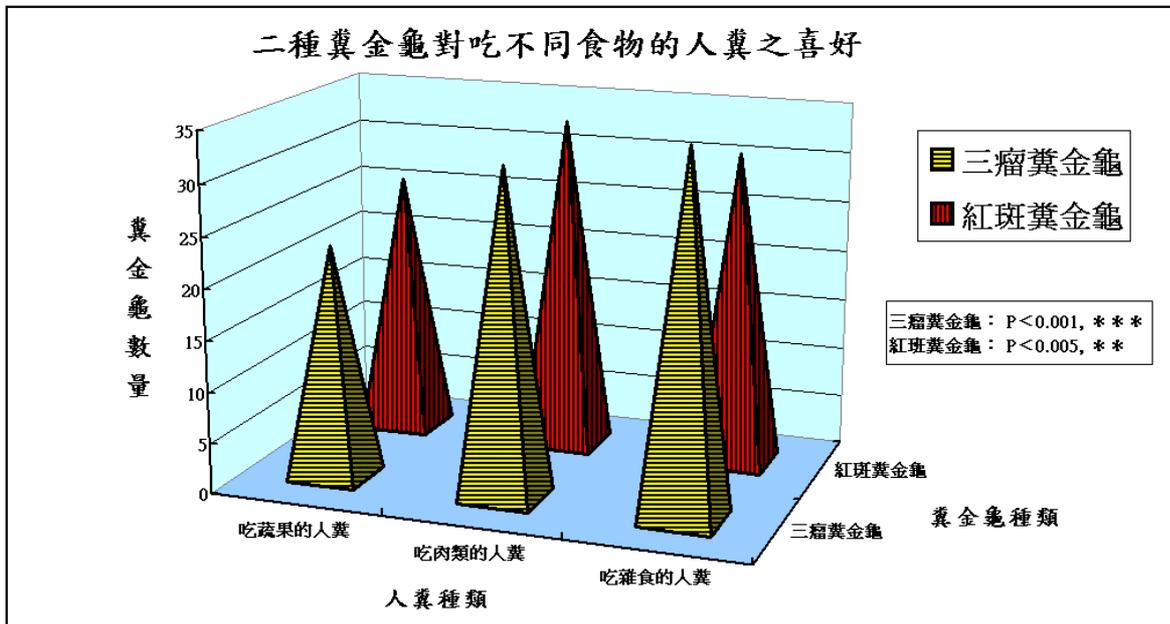


四、糞金龜對於吃不同食物的人糞之喜好

二種糞金龜對於吃不同食物的人糞之喜好結果顯示皆有顯著差異（三瘤糞金龜： $P < 0.001$,

***；紅斑糞金龜：P<0.005,**) (圖五)，二種糞金龜還是比較不喜歡吃蔬果的人糞，但是與吃肉類及雜食的人糞差異並不大。

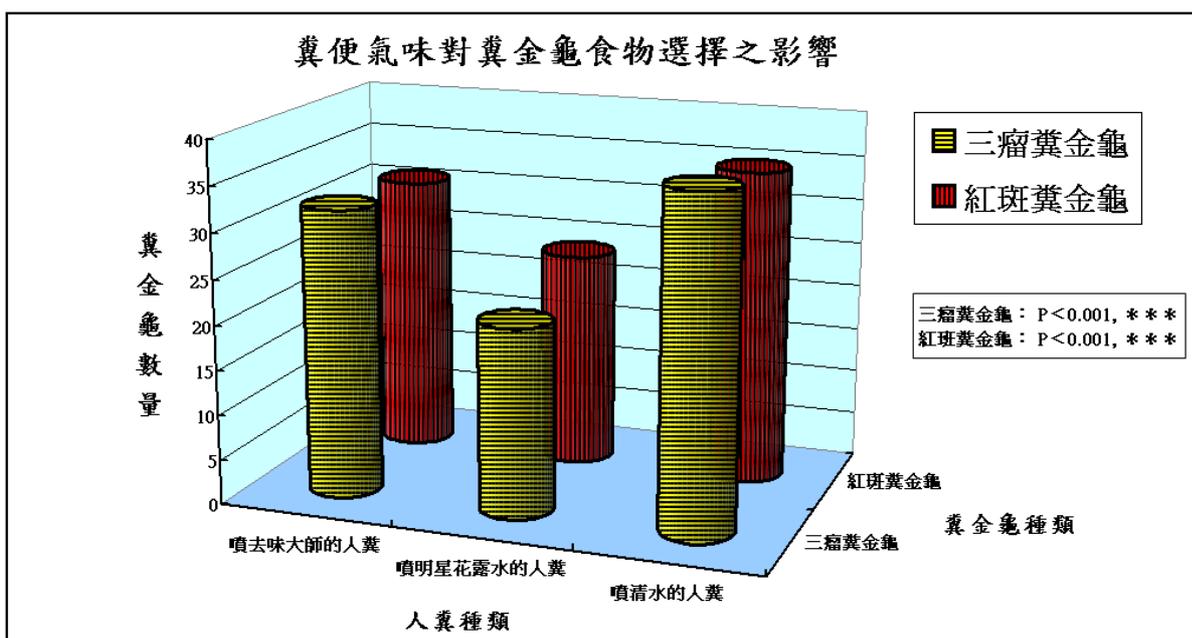
【圖五】二種糞金龜對於吃不同食物的人糞之喜好



五、糞便氣味對糞金龜食物選擇的影響

糞便氣味對二種糞金龜食物選擇的影響結果顯示皆有顯著差異（三瘤糞金龜：P<0.001,***；紅斑糞金龜：P<0.001,***) (圖六)，二種糞金龜較容易被噴上清水的人糞所吸引，噴上去味大師的人糞次之，噴上明星花露水的人糞最少。

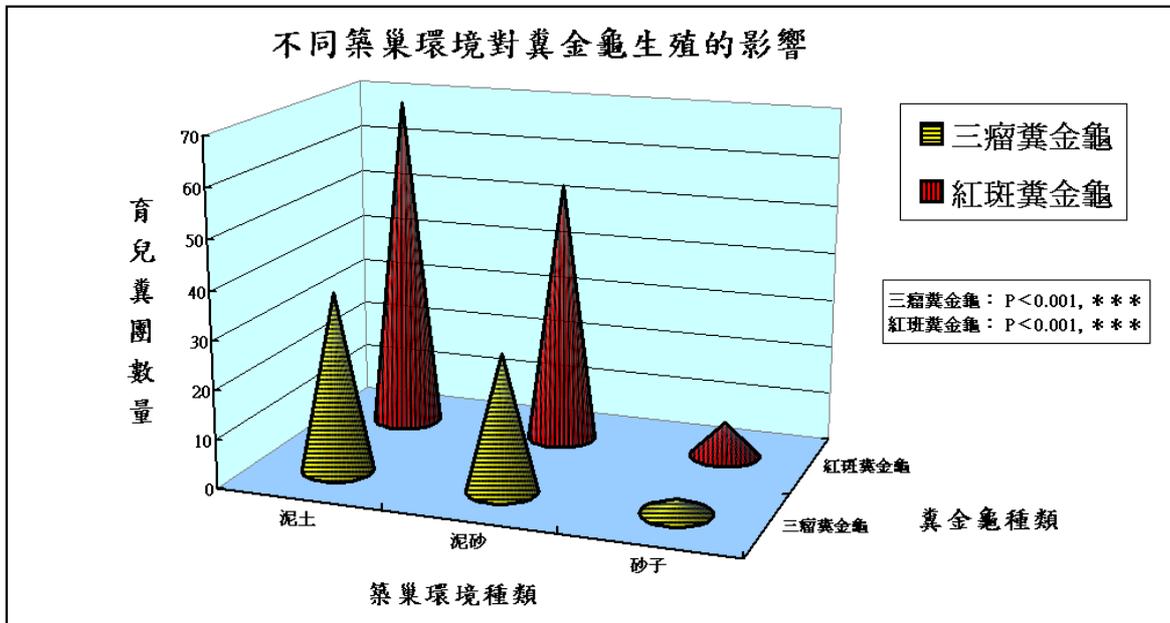
【圖六】糞便氣味對糞金龜食物選擇之影響



六、不同的築巢環境對糞金龜生殖的影響

不同的築巢環境對二種糞金龜生殖的影響結果顯示皆有顯著差異(三瘤糞金龜： $P < 0.001$, ***；紅斑糞金龜： $P < 0.001$, ***) (圖七)，二種糞金龜皆於泥土環境中築巢所製造的育兒糞團最多，泥土與砂子混合的環境次之，砂子的環境最差。

【圖七】不同築巢環境對糞金龜生殖的影響



七、二種糞金龜的生殖比較

比較二種糞金龜的生殖結果顯示 (表二)，三瘤糞金龜的育兒糞團數為 78 個，紅斑糞金龜的育兒糞團數為 135 個。卵經幼蟲及蛹成功羽化成成蟲的三瘤糞金龜數目為 55 隻，紅斑糞金龜的數量為 108 隻。

【表二】二種糞金龜的生殖比較

| | 育兒糞團數 | 子代成蟲數 | 生殖成功率 |
|-------|-------|-------|-------|
| 三瘤糞金龜 | 78 | 55 | 71% |
| 紅斑糞金龜 | 135 | 108 | 80% |

陸、討論

一、校園內糞金龜的種類

糞金龜是屬於金龜子科 (*Scarabaeidae*) 中的食糞性金龜群 (*Coprophagides*)，主要是吃動物的糞便。糞金龜的嗅覺能力非常發達，牠們只要一聞到糞便的味道，就會立刻飛向糞便。

在校園內所採集到的三瘤糞金龜與紅斑糞金龜在外形上有很大的差異，三瘤糞金龜的翅鞘有大塊黃色斑紋，紅斑糞金龜的翅鞘肩部和末端為橙紅色，所以，本研究的兩種糞金龜非常容易辨識。二種糞金龜皆會在糞便下挖地道築巢，再將糞便搬進巢內儲存，可自己食用或製做育兒糞團，雌糞金龜會將卵產於育兒糞團中。

二、校園內糞金龜所喜好之棲地環境

狗糞在無遮蔽的情況下，很容易因日曬而失去水分。狗糞在有遮蔽的情況下，比較能保持水分，也比較能被糞金龜所利用。所以，在「有樹蔭區」中的狗糞能吸引較多的糞金龜，「無樹蔭區」的狗糞能所吸引的糞金龜數較少。土壤也是影響糞金龜來築巢的因素，「有樹蔭區」比較陰涼，土壤濕軟，糞金龜在挖地道築巢時比較容易，且巢穴中的糞便也不易乾掉。「無樹蔭區」的土壤比較乾硬，糞金龜比較不容易挖地道，且巢穴中的糞便也比較容易乾掉。所以，三瘤糞金龜與紅斑糞金龜比較喜好的棲地類型為「有樹蔭區」。

三、糞金龜對於不同動物糞便之喜好

不管是室外或室內實驗，二種糞金龜皆偏好人糞及狗糞，只有極少數會被牛糞所吸引。因人糞與狗糞的味道較重，可能是糞便的氣味影響糞金龜的食物喜好。而牛糞中所含的纖維質較多，可能也是影響糞金龜食物喜好的因素之一。另外，在一般平地的生活環境中，最常見到的也是狗糞，糞金龜可能已經演化成對狗糞的氣味特別敏感。狗雖然是食肉目，應屬於肉食性動物，但現在的狗經人類飼養過後已偏向雜食。因此，人糞及狗糞對糞金龜來說，應屬於較類似的食物。所以，三瘤糞金龜與紅斑糞金龜比較喜偏好屬於雜食性動物（人、狗）之糞便。

四、糞金龜對於吃不同食物的人糞之喜好

二種糞金龜比較容易被吃肉類及雜食的人糞所吸引，吃蔬果的人糞則比較差一點，但是差異並不大。可能是因為食物雖有差異，但還是經過人類的消化系統，在其氣味上的差異有限，只會稍微影響到糞金龜的食物選擇。也有可能是因為此二種糞金龜的消化系統與人類相似皆無法分解消化纖維質，所以不喜歡纖維質成分太高的糞便。

五、糞便氣味對糞金龜食物選擇的影響

二種糞金龜主要是靠觸角嗅覺覓食，噴上清水的人糞其氣味與原本差異不大，所以可以吸引糞金龜來享用。噴上去味大師的人糞味道可能被去味大師所含的介面活性劑破壞，使糞

便之氣味減弱，但仍可吸引不少的糞金龜。噴上明星花露水的人糞吸引較少的糞金龜，可能是因為明星花露水的味道很重又刺鼻，所以覆蓋了原來糞便的味道，而影響的糞金龜的嗅覺及食物選擇。

六、不同的築巢環境對糞金龜生殖的影響

二種糞金龜無論是在挖地道築巢及製造育兒糞室時，總不希望地道或育兒糞室常常塌陷，此時有黏性的泥土就扮演著像水泥一樣的功能，使地道不塌陷，可順利將糞便填入育兒糞室中做成育兒糞團。所以，在泥土環境中築巢所製造的育兒糞團最多，泥土與砂子混合的環境次之，砂子的環境因無黏性故最差。

七、二種糞金龜的生殖比較

二種糞金龜皆會在糞便下挖地道築巢並製做育兒糞室，再將糞便搬進育兒糞室中，做成育兒糞團，雌糞金龜會將卵產於育兒糞團中。三瘤糞金龜每隻雌糞金龜每次約產 2-3 顆卵，紅斑糞金龜每隻雌糞金龜每次約產 4-6 顆卵。除了冬天外，二種糞金龜皆可生殖，且二種糞金龜的卵經幼蟲及蛹成功羽化成成蟲的生殖成功率皆超過 70%。所以兩種糞金龜是非常適合飼養及研究其生殖生態的種類。

柒、結論

- 一、校園內的糞金龜種皆屬在糞便下挖地道築巢的糞金龜，分別為三瘤糞金龜與紅斑糞金龜，其外形上有很大的差異，非常容易辨識。
- 二、校園內二種糞金龜所喜好之棲地環境為比較陰涼、土壤濕軟的「有樹蔭區」，糞便在有遮蔽的情況下，比較能保持水分供糞金龜所利用。
- 三、二種糞金龜對於不同動物糞便之喜好選擇，不管是室外或室內實驗，二種糞金龜皆偏好雜食性動物之糞便（人糞、狗糞）。
- 四、二種糞金龜比較容易被吃肉類及雜食的人糞所吸引，吃蔬果的人糞則比較差一點，因糞金龜不喜歡纖維質成分太高的糞便。
- 五、二種糞金龜主要是靠觸角嗅覺覓食，若糞便噴上其他氣味的物質而覆蓋了原來糞便的味道，則會影響的糞金龜的嗅覺及食物選擇。
- 六、細砂子較不適合用來飼養二種糞金龜，用有黏性的泥土來飼養能增加糞金龜的生殖成功。
- 七、二種糞金龜皆會在糞便下挖地道築巢並製做育兒糞室，再將糞便搬進育兒糞室中，做成育兒糞團，雌糞金龜會將卵產於育兒糞團中。二種糞金龜的生殖成功率高，所以兩種糞

金龜是非常適合飼養及研究。

八、在日常生活中，地上的狗糞主要是由喜好雜食性動物糞便的三瘤糞金龜與紅斑糞金龜清除，而且糞金龜需要有泥土的環境來生殖，若是地面都鋪上了水泥，那糞金龜便無法在此生存，於是，地上的狗糞就必須靠人力來清除。現在都市的街道上或馬路旁，常常可發現狗大便。如果是在大自然的環境中，糞金龜就會把它們清理乾淨。所以糞金龜是處理動物排泄物的清道夫，在自然界中扮演了一個重要的角色。

捌、參考資料及其他

張永仁。昆蟲入門。台北市。遠流出版公司。1998。

張永仁。昆蟲圖鑑：台灣七百多種常見昆蟲生態圖鑑。台北市。遠流出版公司。1998。

張永仁。昆蟲圖鑑 2：台灣七百六十種昆蟲生態圖鑑。台北市。遠流出版公司。2001。

陳克敏。糞金龜的世界。台北市。貓頭鷹出版社。2002。



三瘤糞金龜 (左: ♂; 右: ♀)



紅斑糞金龜 (左: ♂; 右: ♀)



明星花露水 (左) 去味大師 (右)



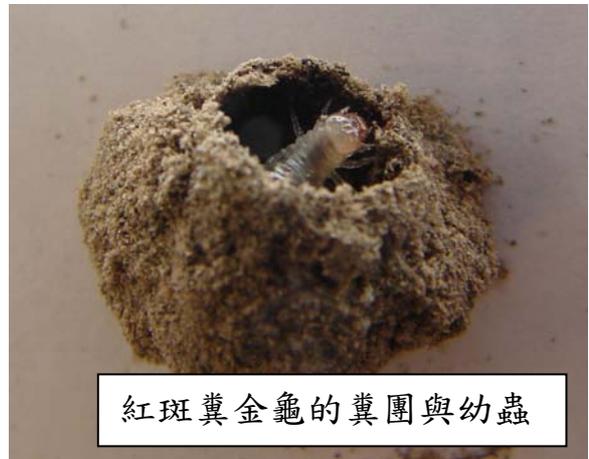
自製紙箱



放在小盒子的 30 隻糞金龜

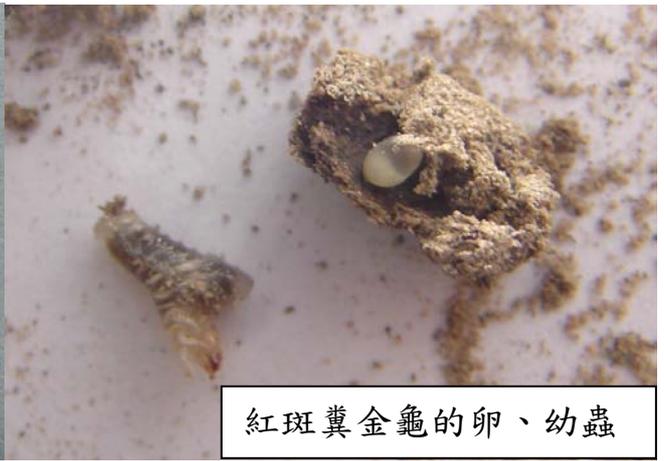


糞便選擇





三瘤冀金龜的幼蟲



紅斑冀金龜的卵、幼蟲



三瘤冀金龜的幼蟲



紅斑冀金龜的蛹



三瘤冀金龜的蛹



剛羽化的三瘤冀金龜

【評語】 040707

本研究之優點為以大自然清道夫角色，針對兩種糞金龜進行生態研究，具環保性。部分結果輔以 P 值呈現是正確的手法。但應說明所用統計方法。此外，於討論時可以更客觀的解釋結果。