

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：台灣扁鍬形蟲行為研究-產卵偏好與幼蟲的趨避反應

一、摘要

本研究以幫助社區復育台灣扁鍬形蟲，提供復育參考為宗旨，以台灣扁鍬形蟲作為研究對象，希望藉由本研究探討台灣扁鍬形蟲生長狀況與行為。為此，進行了台灣扁鍬形蟲母蟲之投產實驗、台灣扁鍬形蟲幼蟲之群養與趨避行為研究。

根據研究結果有以下發現：首先，台灣扁鍬形蟲母蟲在太空包及產木中皆有產卵情形，顯示以太空包進行投產具有可行性；其次，台灣扁鍬形蟲幼蟲群養時，平均重量隨幼蟲飼養密度上升而下降，並且在高密度飼養時，幼蟲有提早化蛹的現象。在趨避行為實驗中，也發現台灣扁鍬形蟲幼蟲彼此會保持約 $15\pm 4\text{cm}$ 的距離，顯示幼蟲彼此具有驅避行為，透過震動實驗的結果顯示，台灣扁鍬形蟲幼蟲對於同類的感知，應該與聲音、震動有關。

二、探究題目與動機

嘉義市頂庄社區擁有大面積農田與綠地，長期推動低碳環保與獨角仙生態復育有成。學校社團與社區長期合作，共同進行獨角仙的復育與解說。我們在社區進行生態解說時，發現社區在夏季常可以看到獨角仙，但鍬形蟲的數量卻十分稀少。因此我們希望藉由研究台灣扁鍬形蟲母蟲的投產偏好及幼蟲的行為模式，找到台灣扁鍬形蟲復育方法。

因此我們設計了台灣扁鍬形蟲母蟲投產實驗，比較台灣扁鍬形蟲母蟲使用不同投產介質後的產卵數差異。另外，我們在文獻搜集時發現台灣扁鍬形蟲的飼育記錄，養殖者普遍將台灣扁鍬形蟲幼蟲分開飼養（單一空間內只飼養一隻台灣扁鍬形蟲幼蟲）。網路社群也表明台灣扁鍬形蟲幼蟲群養會造成其體型偏小。但使用太空包做為台灣扁鍬形蟲的產卵介質時，母蟲會在太空包中產下複數顆的卵，在有限的空間裡會有多隻扁鍬形蟲幼蟲。因此我們希望透過將台灣扁鍬形蟲幼蟲群養，了解飼養密度對於幼蟲生長狀況與行為的影響。希望透過這些研究，給予社區未來進行台灣扁鍬形蟲復育基地建置的參考。

三、探究目的與假設

- 一、了解台灣扁鍬形蟲母蟲，對於「太空包」與「產木」兩種不同介質是否有產卵的偏好，比較「母蟲生產卵與幼蟲數量」之差異。
- 二、探討台灣扁鍬形蟲幼蟲「飼養密度」對於幼蟲「生長狀況」與「行為」之關聯性。
- 三、探討台灣扁鍬形蟲幼蟲的趨避行為。

四、探究方法與驗證步驟

實驗一：台灣扁鍬形蟲母蟲投產偏好

(一)實驗目的：了解台灣扁鍬形蟲母蟲對於「太空包」與「產木」兩種不同介質是否有產卵的偏好，比較「母蟲生產卵與幼蟲數量」之差異。

(二)使用器材：太空包、產木、整理箱

(三)實驗流程：

我們作為研究樣本的台灣扁鍬形蟲群體是由 2023 年由幼蟲開始飼養，2024 年 5 月份羽化成蟲的兩隻台灣扁鍬形蟲的公蟲與十隻台灣扁鍬形蟲母蟲所組成。透過分組配對，並觀察到公蟲與母蟲完成交配動作（母蟲和公蟲尾部的生殖器會相交）數次，才視為配對完成。並把母蟲放入箱子中投產，等待兩個月後統計實驗結果。

(四)研究結果：

在第一次投產實驗中，我們在產木組發現共計 23 隻幼蟲與卵，太空包組共計 10 隻。在產木組的部分，有 21 隻幼蟲在產木中發現，2 隻幼蟲於墊材中發現。而在太空包組，有 6 隻幼蟲在太空包中發現，4 隻幼蟲於墊材中發現。

而在第二次投產實驗中，在產木組共計 22 隻幼蟲與卵，太空包組共計 14 隻。在產木組中，有 21 隻幼蟲於產木發現，1 隻幼蟲於墊材中發現。而在太空包組，有 9 隻幼蟲於太空包中發現，5 隻於墊材中發現。

由實驗數據顯示，我們發現母蟲可以用來產卵的介質並不只侷限於產木。統整兩次實驗中產木組與太空包組的卵及幼蟲數量進行比較，顯示台灣扁鍬形蟲母蟲在產木中產卵的數量大於在太空包中的產卵數量，但台灣扁鍬形蟲母蟲仍會在太空包進行產卵。而產木與太空包中的幼蟲數量也比木屑中的多，從以上實驗結果可以發現，台灣扁鍬形蟲母蟲偏好在完整的介質中產卵，因此，在社區不一定會有足夠數量的枯倒木提供台灣扁鍬形蟲母蟲進行產卵的狀況下，我們可以提供完整廢棄的太空包（非打碎後的碎屑）替代枯倒木，來復育台灣扁鍬形蟲。

表 5-1-1 實驗一幼蟲數量表

組別	於墊材中發現	於介質中發現	合計
產木組	3	42	45
太空包組	9	15	24



圖 4-2-1 產木



圖 4-2-2 太空包



圖 4-2-3 產木中的幼蟲

實驗二：台灣扁鍬形蟲幼蟲生存壓力實驗

(一) 實驗目的：探討台灣扁鍬形蟲幼蟲「飼養密度」對於幼蟲「生長狀況」之關聯性。

(二) 使用器材：573x413x345mm 整理箱

(三) 實驗流程：

我們在記錄前測實驗的台灣扁鍬形蟲幼蟲（以下簡稱幼蟲）位置時，發現幼蟲之間會保持一定距離，並沒有相遇的情況發生。為了找出原因，因此我們將實驗一（鍬形蟲母蟲生產實驗）所產下的幼蟲分為 4 隻、6 隻、8 隻共 3 組，於相同大小的飼養箱進行第二輪實驗。我們以幼蟲飼養密度為變因，觀察、記錄幼蟲位置及大小變化。在記錄過程中，我們以相片拍攝搭配比例尺進行幼蟲的量測，並以座標軸記錄幼蟲位置。我們以貼標籤側的左下角為原點進行量測，以便統一測量規範。在 2 個月後，我們開箱將幼蟲取出並進行數量的統計。

(四) 研究結果：

我們也發現生存壓力會讓幼蟲提早化蛹，在查詢《鍬形蟲 58 野外觀察超圖鑑》時，書中提到台灣扁鍬形蟲的生長期大約是 1 年。在我們的飼養經驗裡，單獨飼養的台灣扁鍬形蟲幼蟲會於出生後約 6 至 8 個月進入蛹期，在一箱 6 隻組及一箱 8 隻組群養的幼蟲中，有些幼蟲在 2 個月便會進入蛹期或前蛹期，而在一箱 4 隻組的就沒有這種情況發生。在此實驗中，幼蟲的生長期與書中提到的時間差異甚大，因此，我們推測可能是因為在生存壓力較大的環境下，幼蟲會透過提早化蛹的方式來增加自己的生存優勢，才会有上述現象。由此實驗，也證明了幼蟲的生存壓力會影響到幼蟲的生長時間以及體重。

在觀察的過程中發現幼蟲多集中在箱子的底部，較少分布在箱子的上半部。另外，我們也發現其中一箱的幼蟲只集中在箱子的右半部，但我們認為這是因為此箱子在最外側，因此較容易受到光照的影響，所以幼蟲會往暗處鑽。也顯示出幼蟲會有負驅光行為。但就算有光照的影響，幼蟲依然保持均勻分布，距離也保持在 15 ± 4 cm 間。

表 5-2-1 幼蟲飼養密度實驗第一階段數據資料

飼養密度	平均體重	平均距離	觀察現象描述
4 隻/箱	9.0g	13.87cm	由一齡幼蟲轉變成三齡幼蟲。
6 隻/箱	6.0g	18.09cm	由一齡幼蟲轉變成三齡幼蟲，其中二隻已經構築蛹室，進入蛹期。
8 隻/箱	3.5g	17.51cm	由一齡幼蟲轉變成三齡幼蟲，其中四隻已經構築蛹室，一隻進入前蛹期，三隻進入蛹期。

表 5-2-2 幼蟲飼養密度實驗第二階段數據資料

飼養密度	平均體重	平均間隔距離
3 隻/箱	6.20g	15.44cm
4 隻/箱	6.00g	16.83cm
6 隻/箱	5.56g	15.23cm

實驗三：台灣扁鍬形蟲幼蟲導管實驗

(一)實驗目的：探討台灣扁鍬形蟲幼蟲「飼養密度」對於幼蟲「生長狀況」之關聯性。

(二)使用器材：吸管

(三)實驗流程：

為了更方便觀察及提高實驗精準度，我們設計了導管實驗：管子的種類依照幼蟲的大小分別選擇口徑 1.2 公分長 16 公分的粗塑膠吸管，以及口徑 1.6 公分長 26 公分的 PVC 管。首先，將土壤填入管內，為了防止幼蟲跑出來，我們將吸管的底部壓實 1 公分，再把土填入，並輕輕敲打，直到土不會再鬆動，經過測量，填入的土壤密度為 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。最後，在頂部留 2 公分放入幼蟲。

將體重相近的幼蟲分為兩兩一組，共 6 組。將 2 隻幼蟲分別放置在 2 支管子內，確認幼蟲已經鑽進木屑中，為了減少幼蟲為了覓食移動所產生的誤差，所以我們讓 2 隻幼蟲分別放入管中，待 5 天後再將兩管合併，並將合併的吸管組放入塑膠箱，平放於桌上，用深色塑膠袋蓋上，減少外在干擾因子影響實驗結果。5 天後，將幼蟲頭部對齊後，將並排的吸管使用保鮮膜纏繞起來。

(四)研究結果：

本次將實驗組與對照組 2 隻幼蟲的平均距離做比較。實驗組平均距離 10.8cm，標準差 4.4cm，對照組平均 3.1cm，標準差 2.5cm，圖表如圖 5-2-4。實驗組平均 10.8cm 明顯高於對照組 3.1cm，且兩組數據之標準差錯開，顯示在各組誤差的前提下，幼蟲合併之實驗組較不合併之對照組平均距離大，顯示幼蟲緊鄰會造成幼蟲間距離拉長。

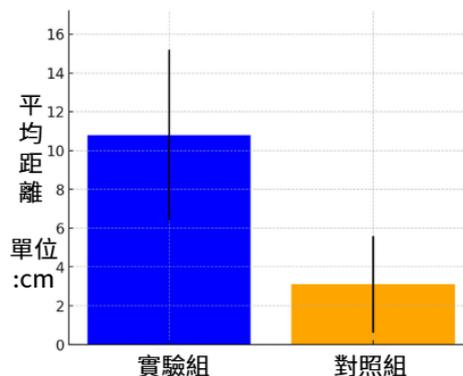


圖 5-2-4 吸管實驗幼蟲移動間距長條圖

實驗三：台灣扁鍬形蟲幼蟲震動實驗（二維平面實驗）

(一)實驗目的：探討台灣扁鍬形蟲幼蟲的趨避行為

(二)使用器材：透明壓克力箱、震動感測器

(三)實驗流程：

為探討聲音震動與幼蟲趨避行為之關聯性，我們設計了壓克力箱延伸實驗--聲音震動實驗。本實驗分別針對同一箱內放置一隻及二隻幼蟲進行研究，實驗次數共兩次（實驗日期：2025.01.21、2025.01.22），兩組實驗分別從當天下午 4 點至隔天上午 8 點。填土與開箱過程同上述壓克力箱二維平面實驗。此實驗於壓克力箱背面上貼上震動感測器，以程式錄音，比較壓克力箱內，時間與震動次數的差異，藉以觀察幼蟲數量不同時，聲音震動與幼蟲趨避行為之關聯性。

(四) 研究結果：

我們將測量之聲波轉換為圖表方式呈現，將聲波分為以下 2 個部分：環境噪音及幼蟲聲波。我們將環境噪音以紅色標記：以圖 5-3-10 為例，我們將各組在相似時間發出的相似聲音歸為環境噪音，以紅色表示。而較短的幼蟲造成的聲音則以綠色部分標示。兩隻幼蟲組的聲波次數平均為 14.8 次，標準差為 2.5；而單隻幼蟲組的平均為 10.0 次，標準差為 3.6。如表 5-3-1 及圖 5-3-11，顯示單隻組之震動次數較兩隻組少。

再者，我們發現幼蟲在 17 小時的測量中，前 4-5 小時的移動角度較大，如黃色部分（以圖 5-3-10 為例）。可以發現和第 5-16 小時相比，前 4-5 小時的移動軌跡較為明顯，在 5 個小時過後便幾乎不再發出聲音。經由以上兩項實驗結果，驗證了台扁幼蟲會透過震動感測彼此的存在，並在前 4-5 個小時內進行大幅度移動。

表 5-3-1 幼蟲震動實驗震動次數表

實驗組別	幼蟲震動平均次數
單隻組	10.0 次
2 隻組	14.8 次

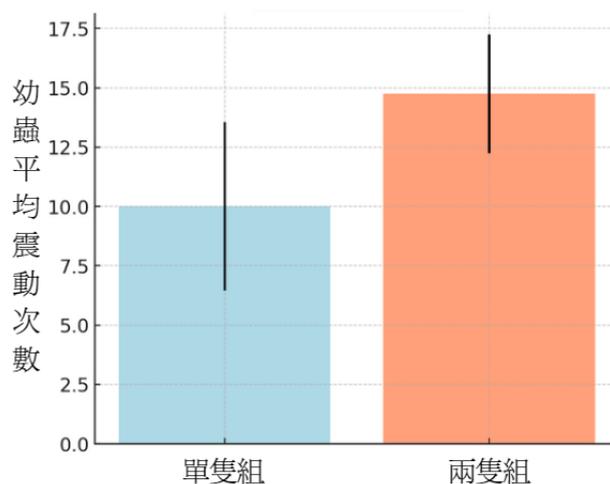


圖 5-3-11 幼蟲震動實驗震動次數長條圖

五、結論與生活應用

- 一、根據投產實驗的數據顯示，台灣扁鍬形蟲的母蟲不僅會在產木中產卵，在太空包中一樣有產卵的跡象，雖然幼蟲數量比起產木略少一些，但依然證明台灣扁鍬形蟲的產卵介質並不只侷限於產木。
- 二、台灣扁鍬形蟲的幼蟲在壓克力箱裡覓食時，會與同類保持距離，以實驗二來看，幼蟲主要分布於箱子的底部，只有少數的幼蟲停留在箱子上半部，且幼蟲在箱子裡皆呈現均勻的六角或四角分布，幼蟲在箱子中皆保持固定距離（ $15\pm 4\text{cm}$ ）。
- 三、台灣扁鍬形蟲在群養的狀況下，會造成幼蟲提早化蛹的情形，群養的密度越高，提早化蛹的情況越明顯。群養 8 隻組的幼蟲在 2 個月便會進入蛹期或前蛹期，而在 4 隻組的幼蟲就沒有這種情況發生。
- 四、我們發現土壤中的台灣扁鍬幼蟲之間會保持至少 8 到 10 公分的距離，而且幼蟲會有將經過通道土壤填實的行為；聲波實驗中，2 隻幼蟲發出的振動頻率會高於 1 隻幼蟲的組別，因此推測幼蟲在土中可以藉由震動感知同類並有趨避的行為。

參考資料

1. 范欽慧（2014/2/20）。「蟲聲」記傾聽大地耳語環境資訊中心。取自：<https://e-info.org.tw/node/97482>
2. 周承儒、張沛均（2017）。高砂鋸鍬形蟲幼蟲環境適應、攝食行為及影響其成長因素的研究。全國中小學科學展覽會。花蓮縣。
3. 張永仁（2024）。鍬形蟲 58 野外觀察超圖鑑。出版社：遠流出版社。
4. 官永堂、陳品融、楊竣亦（2022）。「獨」「嘉」報導-嘉義市獨角仙野外調查及室內模組操作研究。嘉義市中小科學展覽會。
5. 廖一璋、楊曼妙（2016）。以介質傳遞訊號進行求偶行為之溝通:木蝨聲學多樣性及物種辨識。國立中興大學。