

後記

刺竹遺傳變異研究 印證台灣先民開拓路線

臺南平原為台灣西部較早開墾之區域，而嘉義高中何維邦同學發現嘉義的刺竹帶有西部刺竹大部分變異基因，可能是西部刺竹的源頭所在，間接與台灣開拓史相互印證。

尋找刺竹與台灣先民開拓的淵源

「台灣開拓史」這樣的題目，怎麼聽都不像自然科學的研究主題；不過它對何維邦的科學研究而言，是十分重要的思想源頭。「我國中之前住在嘉義縣民雄的鄉下，菁埔村落周邊，以前圍繞著密密麻麻的刺竹叢。」何維邦說起自己與刺竹的淵源，「我阿公利用它們，做了許多農具。據說村民用它來打日本人，但這是年代久遠的傳說了。」他侃侃談著刺竹，自然地將它置於台灣歷史脈絡當中，好像刺竹本來就該這樣被討論似的。

幼時在鄉村成長的獨特經歷，讓何維邦對刺竹有一份別於其他人的思考。就讀嘉義高中時，碰巧其父親所帶的研究生，正在做溪流間構樹遺傳變異，「我想到台灣開拓史，就像歷史長河，刺竹就是構樹，或許有些印證。」加上卑南族有以「倒竹」做為占卜之用的傳統，似乎說明著刺竹與台灣居民的密切關係。何維邦從這些背景資料，推論刺竹可能在台灣開拓的過程中隨人類遷移，並因此在各地產生遺傳變異，而刺竹特殊的營養繁殖方式，相信更可以明確看出遺傳變異的現象，遂以此做為研究題目。

眾人不吝協助 研究過程樂趣多

研究台灣各地刺竹的變異，意味著首先得取得各地的刺竹樣本；林維邦雖然是一個人做這個題目，但採集的過程，同學也給予他很多協助。此外為了做分析，他到嘉義大學育林技術研究室去，在那裡獲得儀器設備之支持，還有研究人員的技術傳授。對這些人的協助，何維邦充滿感謝。當然，他感謝最深的還是李文堂老師和林秀珠兩位指導老師，提供他關於生物遺傳訊息的資料，也從旁協助他的研究，適時給予建議。

和眾多專題研究者一樣，為了做這個研究，何維邦自行找了許多遺傳和演化相關的資料來閱讀，花上很多課餘時間。此外就是一直待在實驗室了。何維邦對於生物和遺傳方面的研究充滿興趣，即使關在實驗室也不以為苦，「我有從中得到研究的樂趣，」他說，「尤其是第一次電泳成果出來的時候，看到DNA出現，心情十分振奮。」目前的他，仍保持這樣的心情，正努力朝醫學研究之路前進著。



3-2 生物

科學小論文



吃虧就是佔便宜？ 美洲螯蠣社會互動行為與 資源分配關係的探討

臺北市立中山女子高級中學
胡琬穠

吃虧就是佔便宜？ 美洲蜚蠊社會互動行為與資源分配關係的探討

A 研究動機

本校高瞻計畫的老師開設了許多培養我們科學素養的課程，包含實驗設計、觀察練習、邏輯思考等等。為了讓我們有機會進行實驗操作，也在校內培養了許多美洲蜚蠊(*Periplaneta americana*)，供我們進行觀察與研究。美洲蜚蠊是一種飼養成本低、族群大、神經構造簡單的昆蟲，很適合做為我們實驗練習的實驗動物。例如在我們曾利用蜚蠊學習解剖技巧，從脂肪體到消化系統再到神經系統，這些昆蟲體內「麻雀雖小，五臟俱全」的精細程度，讓我十分讚嘆！每天搭乘捷運上下學的我，透過每日的觀察，漸漸的對人類使用座位的模式感到好奇。有時我們會想要讓座位給別人，或是看到別人讓座的行為？有時我們會懷疑在捷運車廂裡最常有座位可使用的人通常是哪些族群？是孩童還是老人家？是女上班族還是家庭主婦？是男上班族還是青少年？這些座位的使用與分配依循著人類對於資源分配行為及想法。裡面交叉了許多的因素，包括：搶位子的能力、弱勢族群的關懷、性別的差異等等。但是因為人類的資源使用牽涉太多因素和過多習慣差異，所以不易做社會行為觀察統計與結果解釋。因此我利用美洲蜚蠊的群居性、神經構造簡單等優點，試圖探討社會行為與資源使用的關係。而我們學校正好有在培養蜚蠊，讓我的實驗動物來源不受阻礙，使我可以將時間花在思考實驗的設計與結果的分析上，培養我的科學經驗與素養。

除了人類社會具有資源分配模式，科學家也研究昆蟲的社會階層與資源分配（表一）。前人多以單項資源分配、單一侵犯行為、單項能力高低等行為表現作為社會階層的判斷依據。如Murfin(1992)發現美洲蜚蠊(*Periplaneta americana*)有爬到高處的習慣，所以將環境中的直立短棍視為一項資源，以爬上棍子的行為程度定義其社會階層。Moore等人(1988)與Lee等人(1991)用灰色蜚蠊(*Nauphoeta cinerea*)在團體中侵犯（推擠）與被侵犯的多寡做為社會階層的定義。Rivault等人(1990)以德國蜚蠊(*Blattella germanica*)偷取食物的能力做為社會階級的分類。這些研究的實驗設計簡潔而單純，實驗結果亦非常顯著，但昆蟲社會階層與資源分配的關係真的如這些研究所顯示的如此單純嗎？這些實驗是否過度簡化昆蟲的社會互動？這些定義方式會不會加入過多人的主觀認定？這些疑問引發我對昆蟲社會互動與資源分配的強烈興趣。再者，以昆蟲作為社會行為與資源分配的觀察對象，具有取樣數量多、易取得、成本低、易安置、生命力強、操作方便、易觀察、內分泌與神經系

統較單純等優點，非常適合作為探討社會互動與資源分配等關係的模式動物。本研究以美洲蜚蠊(*Periplaneta americana*)作為實驗動物，觀察其在團體情境（具社會因素）與單獨情境（不具社會因素）時，對資源的分配情形，並比較侵犯行為（踢或爬其他個體）與資源分配的關係。

表1 前人研究昆蟲社會階層與資源分配的研究方法與研究結果。

作者	實驗方法	定義取向	結論	我們的質疑
Murfin (1992)	蜚蠊有爬到高處的習慣，故以爬到高處的相對比例做為階層判定。	資源分配	剪掉觸角的蜚蠊會影響其社會階層。	蜚蠊有使用「高處」這項資源的必要性嗎？
Lee等人 (1991)	觀察兩群年齡相差28日的蜚蠊，分別記錄侵犯行為的發生比例。	侵犯行為	年齡越大的蜚蠊，主導權越大且雌蟲可用氣味分辨雄蟲的社會階層。	侵犯行為在平權社會中不會發生嗎？一次嚴重的攻擊和多次輕微的攻擊意義相同嗎？
Rivault等人 (1990)	在盤子中放入一塊食物記錄群體中個體的攝食行為。	能力取向 資源分配	雄成蟲和體型大的幼蟲在族群中主導權較大。	蜚蠊真的餓了嗎？攝食的能力是否可代表主導權或社會階層？
Moore等人 (1988)	以一個經常更換成員的蜚蠊族群，與另一組成穩定的族群相互比較個體的侵犯行為。	侵犯行為	社會經驗越豐富的蜚蠊，在群體中階級較高。	無法排除因為陌生而減少互動，且與社會階層無關的可能性

B 研究目的

本研究欲解決以下問題：

1. 建立一逆境模式，以觀察蜚蠊對資源的使用情形。
2. 比較蜚蠊在團體情境（具社會因素）與單獨情境（不具社會因素）對資源的使用情形。
3. 比較團體情境下，侵犯行為（踢或壓其他個體）與資源分配的關係。

一、研究過程或方法

本研究的實驗架構如圖一，實驗流程見下述：

（一）建立一逆境模式，以觀察蜚蠊對資源的使用情形。

在大型培養皿內的邊緣，固定一個長3.5 cm寬2.0 cm 高0.5 cm的匱字型厚紙板檯子（圖2）並於培養皿正上方約50公分處架設USB攝影機進行記錄，攝影機影像訊號傳輸至電腦，以KMPlayer軟體進行影片錄製。若蜚蠊在室溫時於培養皿中所記錄的行為參數，稱為室溫組。

將培養皿放入水溫50°C的水浴槽內進行加熱，並使水面高度不致溢過培養皿。於培養皿正上方約50公分處架設USB攝影機進行記錄。若於50°C的水浴槽內所記錄的行為參數，稱為高溫組。在高溫組中，爬上檯子可避免高溫逆境，檯子的使用在本研究中視為資源的使用。

（二）比較蜚蠊在團體情境（具社會因素）與單獨情境（不具社會因素）對資源的使用情形。

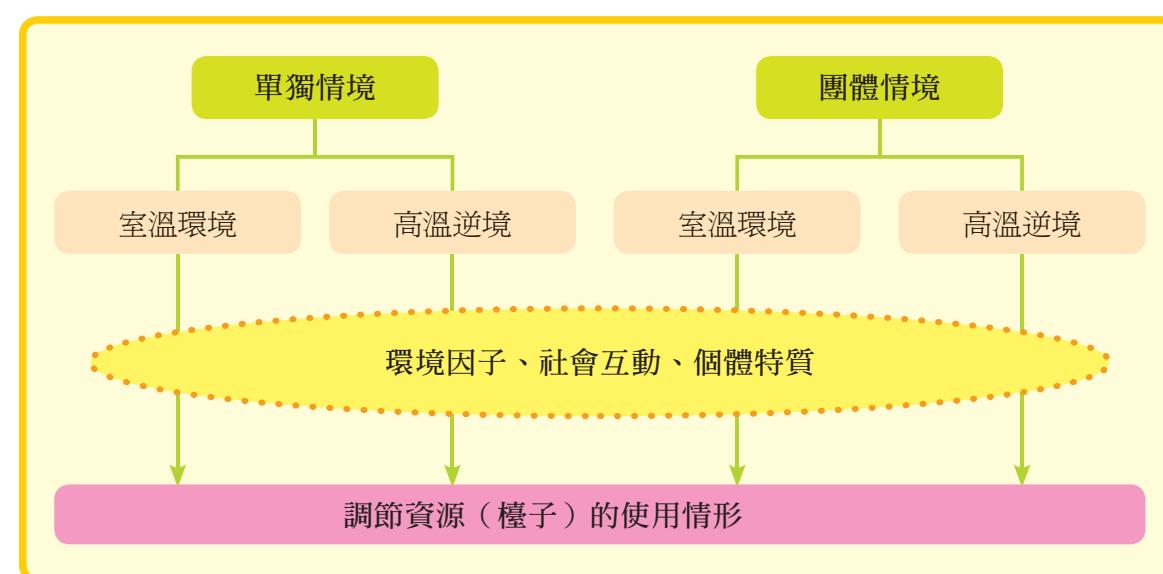
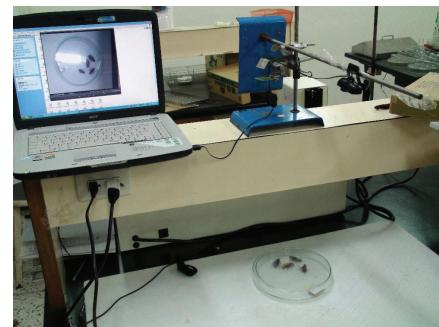


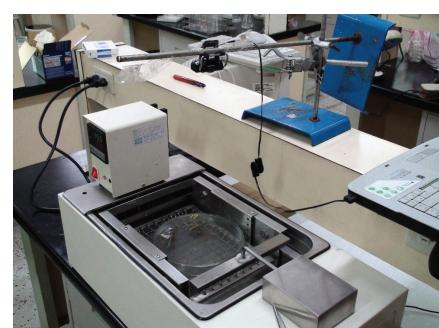
圖1 本研究的實驗架構示意圖。



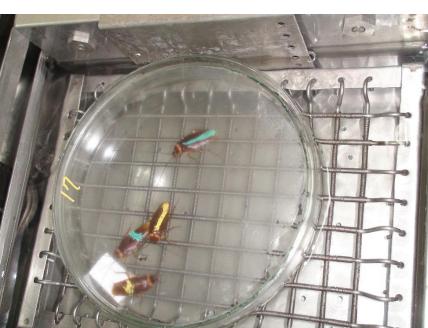
(a) 室溫組的紀錄器材架設。



(b) 室溫組的蜚蠊(團體)活動情形。



(c) 高溫組的紀錄器材架設，培養皿置於溫度為50°C的水浴槽中，以建立逆境環境。



(d) 高溫組的蜚蠊(團體)活動情形，培養皿中邊緣設置一個檯子，爬上檯子可脫離高溫逆境。

圖2 實驗設備與操作過程照片

將蟲體單獨置於培養皿中，並於室溫與高溫環境下進行四分鐘的紀錄，比較其使用資源的情形（爬上檯子的總和時間），並依蟲體在高溫環境下資源使用情形進行排序，將使用資源情形相近的蟲體以4隻為一組放入一個培養皿中，在室溫與高溫環境下分別進行4分鐘的紀錄，以比較蟲體在團體情境（具社會因素）與單獨情境（不具社會因素）對資源的使用情形。紀錄過程中以黃色及綠色的漆筆於蟲體前翅劃製記號，方便做觀察記錄。若實驗過程有蟲體折損，則該組（4隻）的數據全數捨去。實驗過程共成功記錄12隻蟲體的數據，其中每一個團體組（4隻）在高溫環境下各進行7次的觀察記錄（共收集84筆數據），每次的觀察記錄間隔約40分鐘。

（三）比較團體情境下，侵犯行為（踢或壓其他個體）與資源分配的關係。

為了比較侵犯行為（踢或壓其他個體）的程度是否會影響資源分配的關係，在上述的行為觀察中，紀錄以下各項參數，以瞭解各項行為的表現，最後比較各項參數之間的相關係數，建立各行為之間的關係。測量的參數如下：

1. 移動次數：蟲體位移的次數，記錄期間（4分鐘）蟲體發生位移的次數，單位為次。
2. 移動單次時間：蟲體一次位移所花費的時間，記錄從具有位移開始到該行為停止的時間，單位為秒。
3. 移動總和時間：記錄期間蟲體位移的時間總和，為各移動單次時間的總和，單位為秒。

4. 爬上檯子（圖3a）次數：記錄期間（4分鐘）蟲體爬上檯子的次數，單位為次。蟲體有超過3隻腳位於檯子之上，定義為爬上檯子。
5. 爬上檯子單次時間：蟲體單一次爬上檯子的時間，單位為秒。
6. 爬上檯子總和時間：記錄期間蟲體爬上檯子的時間總和，為爬上檯子單次時間的總和，單位為秒。
7. 壓它隻與被壓（圖3b）次數：記錄期間（4分鐘）蟲體發生部分身體在另一隻的部分身體之上(不包括翅膀尾端)的次數，定義為壓它隻次數，單位為次。而身體有部分在另一隻部分的身體下的次數，定義為被壓次數。
8. 壓它隻或被壓單次時間：蟲體一次壓它隻或被壓的時間，單位為秒。
9. 壓它隻或被壓總和時間：記錄期間蟲體壓它隻或被壓的時間總和，為各壓它隻或被壓單次時間的總和，單位為秒。
10. 踢它隻（圖3c、d）次數：記錄期間（4分鐘）蟲體的腳推擠其他個體的次數，單位為次。
11. 被踢次數：記錄期間（4分鐘），被其他蟲體的腳推擠身體的次數，單位為次。
12. 其他參數：本研究同時記錄翻正行為（圖3e）次數、單次時間、總和時間等參數。



圖3 本研究測量的各項蟲體行為照片

C

結論

- 一、本研究建立一動物模式，於高溫逆境下，觀察美洲蜚蠊在團體與單隻情境對於享有資源的差異，進而研究團體與非團體對於生物體互動關係與資源分配的影響。
- 二、蜚蠊在團體情境下，會產生對其他個體的互動行為（包括壓或踢其他個體）與增加活動力（移動）。
- 三、蜚蠊的侵犯與被侵犯行為皆會增加資源的使用效率，資源使用效率的增加主要是透過增加爬上檯子的次數。
- 四、單獨情境下與團體情境下之間的資源使用關係為正相關，代表蜚蠊本身的特質（個性習慣）亦會影響資源的使用情形。
- 五、單項社會互動行為（侵犯與或被侵犯行為）難以作為社會階層或能力的判斷依據。
- 六、資源的使用效率，同時受環境因子、社會互動與個性習性等因子的影響（圖4）。

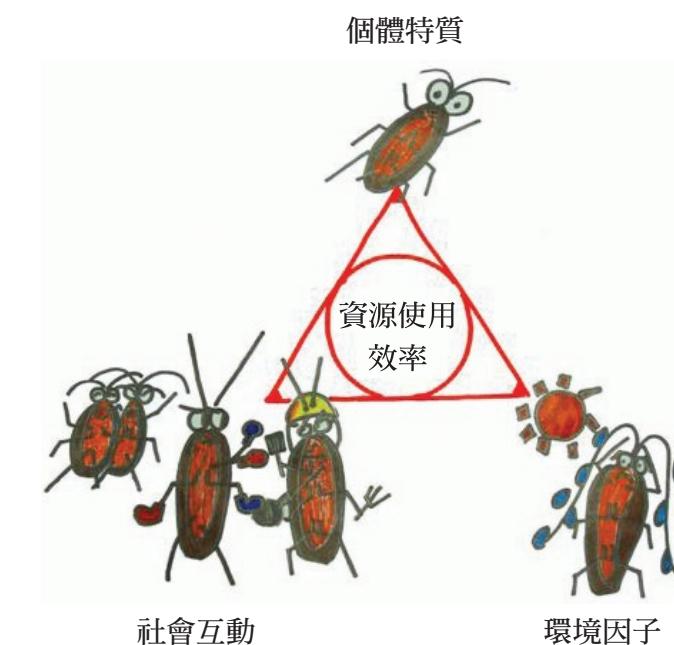


圖4 本研究結論示意圖：資源的使用效率，同時受環境因子、社會互動與個體特質等因子的影響。

後記

一個人的實驗：蟑螂的群體生活

人類因資源分配不平均而有社會階級的區別，其他生物呢？蟑螂的社會有階級嗎？

蟑螂又稱蜚蠊，中山女高學生胡琬穠利用美洲蜚蠊的群居性、神經構造簡單等優點，試圖探討社會行為與資源使用的關係。恰巧中山女高的美洲蜚蠊恰巧很多，以美洲蜚蠊作為模式生物，省去培育生物時間，可專心於思考實驗設計與結果分析，培養科學的經驗與素養，並質疑學者研究結論的合理性。

看逆境中的蟑螂生活

每組4隻蜚蠊關在培養皿中，下方加熱至攝氏50度，培養皿內擺了一個待在上面涼快些的小臺子。炙熱環境下，不管單獨或群體蜚蠊都想往臺子跑，以臺子是個社會資源，從中觀察單獨和群體蜚蠊對避難所的使用情形與相關性；另外統計團體生活中侵犯行為與資源分配（避難所）之關連性，結果比想像來得複雜許多。

胡琬穠同學於高二時主動找蔡仁圃老師做研究，從此開始「吃虧就是佔便宜，美洲蜚蠊社會互動行為與資源分配關係的探討」的實驗生活。通常高二已有升學的壓力，但胡同學熱愛實驗，勇者無懼，縱使偶而被爸媽叨唸也甘之如飴。一個人的實驗進展頗為順利，約5個月結果大致出爐，共28隻蟑螂參與（一組4隻共做7組，各組分2梯次進行），胡同學用Kmplayer軟體記錄每次4分鐘的畫面，放慢5倍做成20分鐘影片，再一隻隻紀錄小強的社會活動（踢+被踢+壓+被壓）、爬臺子、翻正反射等秒數和次數。胡同學承認這樣的片子並不特別好看，但她非常喜歡觀察、思考實驗設計與分析結果。結果發現，社會互動程度越大的蜚蠊越能得到資源，侵犯他人與被侵犯的次數越多的蜚蠊佔據臺子的時間越久；如果願意被其他小強壓在身上一起利用臺子，又可佔用更久的資源。前人的研究雖有實際數據，但個人主觀詮釋造成了結論的偏差。胡同學另補充說明，其實每隻蟑螂都有自己的個性，一些性喜孤僻、靜靜待在角落，一些生性活潑，喜歡動來動去，個體特質亦影響使用資源的表現。

一個人的實驗生活

受訪時，胡同學有著縮靦又誠摯的笑容，開心地介紹自己的實驗。過程當中只有上台報告，挑戰性比較高，不過後來把報告背得爛熟也就沒問題了。胡琬穠非常喜歡一個人待在實驗室的感覺，一進實驗室就很開心，她認真地詰問：「不開心怎麼做實驗？」過程中最刺激莫過於抓蟑螂，她認為當人靠近蟑螂，觸鬚激烈地動來動去相當有趣；最後蟑螂的社會行為也加入了「習慣胡同學」這個項目，她靠近蟑螂們也不會跑開。

胡琬穠認為，最開心莫過於完成整個實驗：「辛苦那麼久終於有成果，比得獎還來得開心。」這次實驗屬社會行為觀察，縱使利用同樣的蟑螂、同樣實驗步驟再做一次實驗，因個體特質影響，也會得出不同實驗數據；未來想做解剖相關的實驗，感覺比較「科學」。

3-3 生物

科學小論文



不同餌料生物影響豐年蝦之生長及存活率

國立台南高級海事水產職業學校
黃毓惠、徐巍埕、杜愷峰、陳昱憲