



種間競爭壓力對尼泊爾埋葬蟲繁殖偏離的影響

詹勳承^{1,2}、沈聖峰¹

¹中央研究院 生物多樣性研究中心
²國立臺灣大學 氣候變遷與永續發展國際學位學程

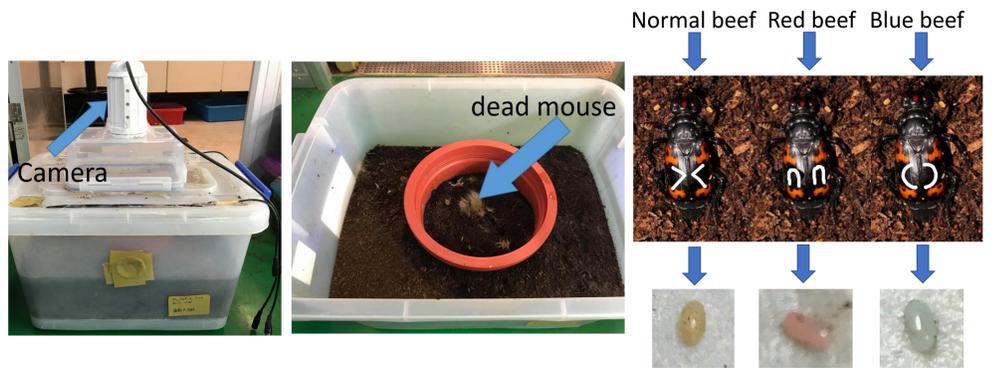


摘要

繁殖偏離意指在合作生殖群體中，群體成員之間子代數量分配不均的現象。群體成員之間身體狀態的差異、親緣關係遠近和環境壓力等因素都有可能影響繁殖偏離的程度。研究繁殖偏離的形成機制有助於理解社會行為的演化驅動力，理論生態學家為此發展出許多理論模型，試圖解釋生物形成群體的機制。然而，過往的研究往往著重在群體成員間的親緣關係如何影響群體形成的機制以及繁殖偏離，較少探討其他生態因子（例如：環境壓力）對繁殖偏離的影響。因此本研究以社會性的尼泊爾埋葬蟲為實驗物種，藉由控制實驗用蟲的親緣關係和體型大小，進行改變種間競爭壓力的室內操作實驗，來探討不同環境壓力對繁殖偏離的影響，並結合理論模型探討尼泊爾埋葬蟲繁殖偏離的形成機制。我們發現尼泊爾埋葬蟲在有麗蠅競爭壓力的環境下，群內成員的互動模式會改變。高位階個體較不會驅趕低位階個體，形成較大的合作生殖群體，且因為麗蠅的競爭壓力，各個位階的個體都將產卵時間提早至相近的時間點，消除了高位階個體的殺嬰線索（infanticide cue），間接使得低位階個體子代存活機會提高，使得合作者的基因能被傳遞至下一代，促進合作行為的演化。除了會有較高程度的合作行為外，雌蟲之間的產卵時間和產卵數量也變得更平均，整體繁殖偏離程度降低，形成在行為和繁殖成果上都更為合作的群體。本研究透過操作環境壓力的室內實驗，深入了解尼泊爾埋葬蟲組成群體時的細節，使我們更加了解群體形成的機制以及社會群體演化的驅動力。

實驗材料

本實驗所使用的尼泊爾埋葬蟲皆為同一支室內繁殖品系，其來自於2014年，在梅峰山區設置懸吊式腐肉掉落陷阱（pitfall trap）捕捉後，帶回實驗室所建立之品系。一次實驗會使用三雌三雄，一共六隻尼泊爾埋葬蟲成蟲。實驗分為控制組和實驗組，控制組使用一般的老鼠屍體，實驗組使用帶有麗蠅幼蟲的老鼠屍體。雌蟲在實驗開始前被餵食染色牛絞肉，使其能產下不同顏色之卵。在六隻成蟲的鞘翅上畫上不同標記，以利在影片中分辨不同個體。

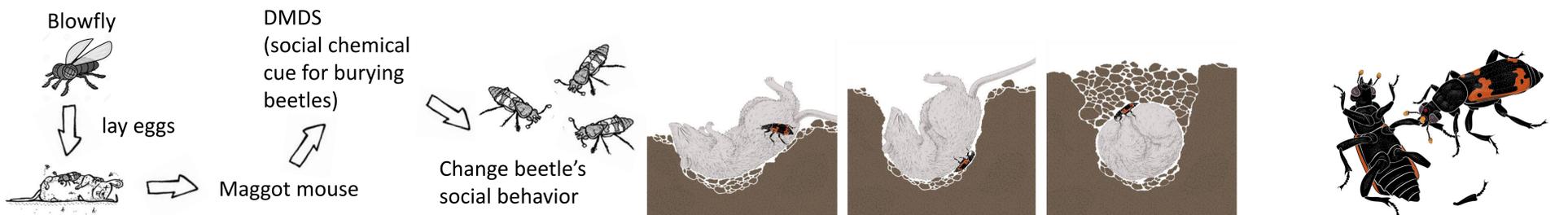


實驗設計

本研究想回答兩個問題。Q1: 在尼泊爾埋葬蟲的合作生殖群體中，繁殖偏離的形成機制。Q2: 種間競爭壓力如何影響尼泊爾埋葬蟲社會行為的演化。為了量化埋葬蟲的繁殖偏離程度，我們利用繁殖偏離的公式算出繁殖偏離指數，該指數是一個介於零至一的數值，越接近一則代表繁殖偏離程度越高，子代分配越不平均；越接近零則代表繁殖偏離程度越低，子代分配越平均。

資料收集: 為了詳細了解埋葬蟲在繁殖時的細節行為，我們將詳細記錄卵的數量、卵在土中的位置以及其孵化時間。實驗結束時，仔細的把土撥開，用直尺量測所有卵產下的位置，以公分為單位紀錄卵的三軸座標。

影片分析: 我們將衝突行為分成四種，攻擊、追逐、扭打和逃跑。我們定義高位階個體為發起攻擊行為和追逐行為次數最多的個體。另一種行為是投資行為，投資行為指的是埋葬蟲在屍體上方或下方所進行的各種工作，例如搬動屍體、掩埋屍體、清理屍體。

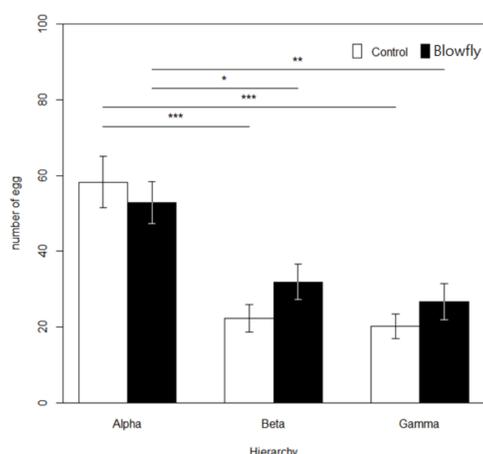


種間競爭壓力會改變尼泊爾埋葬蟲的社會行為，使其形成更大的合作生殖群體。

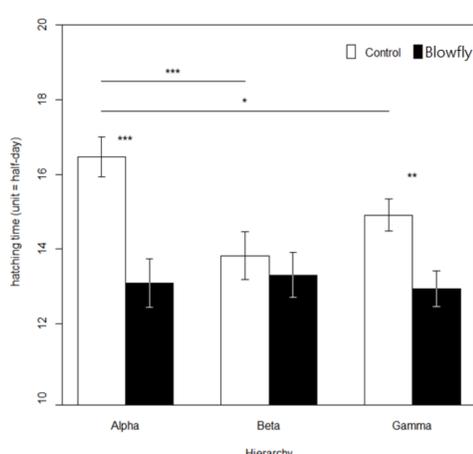
投資行為的一種: 掩埋屍體

衝突行為的一種: 攻擊行為

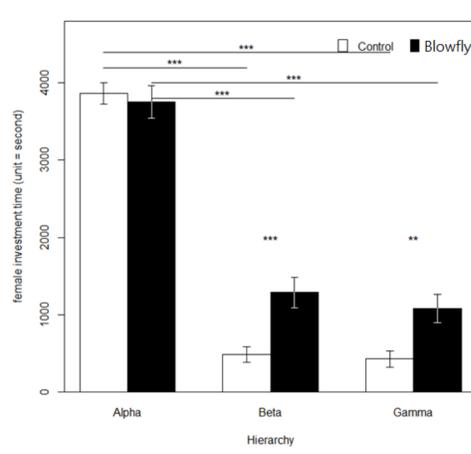
結果與討論



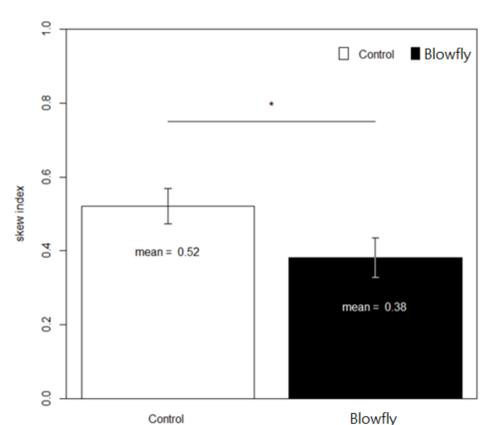
圖一、位階與產卵數之關係
高低位階之間的產卵數量差異，在麗蠅處理組中變得更平均。



圖二、位階與孵化時間之關係
1. 在控制組中，高位階的卵最晚孵化。
2. 在麗蠅處理組中，alpha和gamma的孵化時間提前到和beta相同的時間點。



圖三、位階與投資時間之關係
和控制組相比，在麗蠅處理組中，低位階個體的投資時間變長了。



圖四、麗蠅處理和繁殖偏離之關係
在種間競爭的壓力下，繁殖偏離的程度降低。

討論:

1. 太早孵化的幼蟲被殺死的機會較大: 在控制組中，Alpha產下的卵的孵化時間晚於Beta和Gamma。這樣的時間差能成為執行殺嬰行為時的線索。
2. 種間競爭壓力防止了殺嬰行為: 在種間競爭的壓力下，雌蟲不論高低位階都有提早產卵的壓力，這也消除了殺嬰線索，防止了殺嬰行為。
3. 低位階個體投資時間增加: 尼泊爾埋葬蟲在面對種間競爭壓力時會形成大群的合作群體，低位階個體不是成為只產卵不工作的欺騙者（cheater），低位階個體確實需要協助處理屍體，投資更多的時間來換取整體的成功。

結論:

種間競爭壓力消除了高低位階之間彼此欺騙和剝削的可能。本研究證實了，當種間競爭壓力變大時，尼泊爾埋葬蟲除了在行為上變得更加合作之外，繁殖偏離的程度也下降了，形成在行為上和繁殖成果上都更為合作的群體。