

p6 「繽紛的生命特展」  
單元介紹  
以角窺天：從兜蟲  
看生物多樣性(三)

文—鄭明倫·圖—鄭明倫、WCC、Flickr CC

**前**回連載提到，雄兜蟲打鬥前會彼此打量犄角大小，避免不必要的戰鬥。但犄角是否真能反映身體強弱？大角會不會是中看不中用的紙老虎？如此簡單的懷疑正是近20年的研究重點之一。

不論野生或飼養的個體，通常體型大，犄角也大，反之亦然(圖1)。過去曾認為犄角大小完全取決於遺傳。但近幾年的研究發現，吃得好、長得壯的幼蟲(圖2)，未來才能長出大犄角，跟父親是否是大犄角沒有絕對關係。科學家進一步發現，犄角尺寸相當程度上取決於幼蟲體內胰島素含量，而胰島素的分泌量與營養狀態呈正相關。換句話說，犄角大小可類比為生產履歷，能忠實反映雄蟲品質，是個「誠實」的特徵。因此不論在雄蟲打鬥或雌蟲擇偶，都被當成判斷指標。這衝擊了傳統性擇的想法，若犄角尺寸會受到環境影響，意味著性擇未必能選汰調控犄角大小的遺傳因子，那性擇的對象究竟為何？或許大角雄蟲佔有比較好的地盤，前來覓食的雌蟲能獲得更多營養或不受打擾，產出更多卵或較強健的後代，而並非靠典型遺傳方式讓後代長成大角個體？

既然犄角是誠實的特徵，按照傳統的性擇想法，又如何解釋還有小犄角個體的存在？科學家也發展出一套解釋。雖然大犄角的雄兜蟲通常佔有優勢，容易佔有地盤，並獲得雌蟲青睞，但體型大也



圖1 體型大的雄蟲，犄角也大。圖為長戟大兜蟲。

容易引來殺身之禍，特別是鳥類和哺乳類的捕食，這已有日本學者的數據支持。相反地，體型小的雄蟲雖然不擅打鬥，但行動較敏捷也容易躲藏，當交配機會夠多時，牠們也能傳宗接代。換句話說，犄角大小各有益處與代價，在環境變動的狀況下，維



圖2 幼蟲期的營養會影響日後雄蟲的犄角尺寸(WCC)

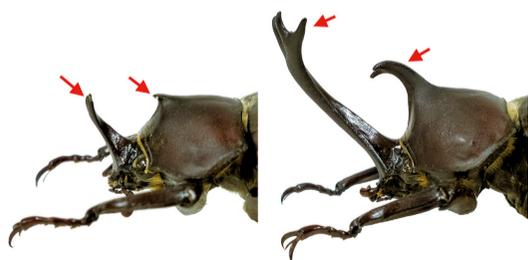


圖3 雄獨角仙的犄角有雙表型，注意犄角長度與端部分叉。

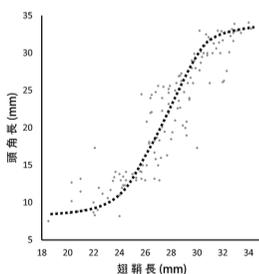


圖4 異速生長示意圖，以翅鞘長代表身體大小。例如翅鞘在24mm以下個體多半為小型，且犄角隨體長改變幅度不大；24mm以上多半為大型，又以24-30mm左右的個體角長與翅鞘比例最大；30mm以上個體雖然都是大角，但角長與翅鞘的比例又變小(仿自Eberhard)。

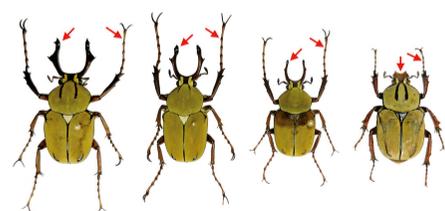


圖5 角金龜有性別雙態(最右為雌蟲，餘為雄蟲，注意箭頭所處的差異)，雄蟲頭角有雙表型(左邊兩隻為大型，右2為小型型)，且為異速生長，但前足長度則否。



圖6 雄兜蟲體色會受環境影響，高溫下成長者偏紅(右)，低溫者偏黑。

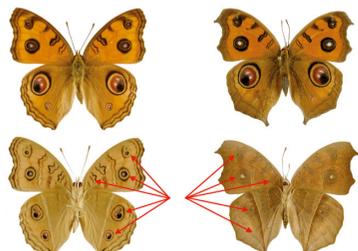


圖7 眼蛺蝶的季節雙表型性，濕季個體(左)的翅色鮮明，斑紋清楚，乾季個體(右)則否(比較紅箭頭處)(科博館檔案)。



圖8 犀角金龜成蟲鑽孔蛀食椰子嫩芽(Flickr CC)



圖9 長戟大兜的卡其綠色翅鞘(左)遇到高濕會轉黑(右)，乾燥後又恢復原色(示意圖)。



圖10 大兜屬裡頭的神話角色：左起赫克里斯、許洛斯、提提俄斯、撒旦、海神。赫克里斯是赫克里斯之子，體型小了一號；提提俄斯是巨人卻是當中最小的。

持多樣的發展彈性反而是好的。

典型雄兜蟲的大小差異很大，犄角形態也有所不同。體型小的通常犄角也小，端部分叉跟著消失(圖3)。但犄角和身體並非固定的比例：體型在個體間是連續性變化，犄角則否，通常分為雙型。當身體超過某個門檻，雄蟲便傾向具備大型犄角，小於此的則是小型犄角，並非逐漸變大。這在科學上被歸為異速生長(allometry)(圖4)的一種。而如腳長、後翅長等，大小與體長在個體間的比例穩定，則是等速生長(isometry)。由於犄角尺寸有很大因素取決於營養而非全由遺傳決定，因此大小型犄角並非先天性的雙態型(dimorphism)，而是半後天性的雙表型(diphenism)。類似情形也發生在許多鍬形蟲，但在花金龜亞科的角金龜(*Dicranocephalus*)，頭上的犄角呈異速生長，而修長的前足則否(圖5)，意味著異速生長未必是誇飾的特質。

除了犄角大小，另如體色也受環境影響。雄獨角仙有的偏紅，有的偏黑(圖6)，雌蟲體色則較穩定偏黑。2016年日本小學生做的科展便證實，同一隻父親的後代若養在較高溫環境，出現紅褐色雄蟲的比例較高，反之則黑褐色的比例會提升。有些鍬形蟲的體色也有類似的變化，同樣是肇因於溫度/濕度的差異。另如某些蝴蝶種類在乾、濕季會出現翅色和眼斑的季節性差異(圖7)。這些變異的背後原因，科學上稱為表型可塑性(phenotypic plasticity)，亦即在遺傳編碼不變的情況下，生物發育過程中依據所受到的環境刺激(溫溼度、食物質與量等等)而發展出不同的表型來適應環境。這顛覆了傳統遺傳學裡遺傳型決定表現型，什麼都是天生的概念。有些調控機制能對環境改變而快速反應，有些則容許多樣的變化，也有的不輕易改變。因此表型背後也呈現了遺傳多樣性與調控機制的多樣性。

最後來談談兜蟲與人。兜蟲深受蒐藏家喜愛，向來是熱門的昆蟲商品。過去仰賴採集，但上世紀末日本興起的飼養風潮已蔚為流行，成為另類的寵物養殖。要養出大而美的個體並維持累代不墜，需要多方嘗試和技術，為此增添了追求和突破的目標及樂趣。兜蟲的圖像與資料也被運用在電玩「甲蟲王者」裡，卡通與遊戲跟養殖的風行互成因果。泰國北部有鬥姬兜蟲的傳統賭博遊戲，雖然近年立法禁止，但還是禁不了民俗。農

業上，蛀兜蟲族、禾兜蟲族與圓頭兜蟲族當中有不少種類會危害棕櫚、甘蔗等作物而被視為害蟲(圖8)。反過來，如扁兜會獵食這些有害兜蟲的幼蟲而被視為益蟲，甚至有不少熱帶國家的人民取食兜蟲的成蟲或幼蟲，當做補充食物。在生物學上，關於性擇、特徵的起源和遺傳調控、行為生態等等，兜蟲都是良好的研究材料。另外像長戟大兜在高濕環境下翅鞘會轉為黑色(圖9)，乾燥後又恢復原色，則提供給科學家仿生的靈感，研發出對濕度敏感的變色塗料或材料(hygrochromic)，可用來偵測濕度變化與節能。此外，博物學家大量以神話或是宗教裡的神祇、怪物、人物或歷史名人來命名兜蟲(圖10)，例如英雄赫克里斯(Hercules)與他的兒子許洛斯(Hyllus)、勇士阿基里斯(Achilles)、獵人阿克托安(Actaeon)、巨人亞特拉斯(Atlas)和堤提俄斯(Tityus)、戰神(Mars)、海神(Neptune)、牧神(Pan)、門神(Janus)、死神(Anubis)、兩神(Aecus)、半人馬(Centaur)、撒旦(Satanas)、基甸將軍(Gideon)、阿吉諾王(Agenor)、黎科米德王(Lycomedes)、紅鬍子王(Barbarosa)等等，為兜蟲平添想像。這些也體現了兜蟲多樣性對人類的各種價值。

三期連載從不同角度敘述了兜蟲的各類多樣性，以及其背後的道理與關聯。您會發現犄角固然千奇百怪，仍可以從「變」當中找出「不變」或「如何變」，例如同屬的種類，犄角數目和著生位置大致不變，變化通常出現在犄角大小與端部。同一種類大小個體間的犄角通常有兩型，卻不是跟身體等比例放大或縮小。透過觀察比較(what)，察覺差異(variation)，接著從龐雜的現象裡分類與歸納(如規律、型式、趨勢(cycle/ pattern/ trend)等等)，找出關聯(connection)，才能進一步探究背後的成因與運作(why, how)，並想到如何去驗證是否真是如此(what if...then)。其實大部分基於觀察的研究也是依循同樣的原則。換句話說，您如果看出了生物多樣性的妙，便也體會到了科學觀察的竅。

館藏的世界兜蟲標本是科博館於2004年由德國昆蟲學家Karl Werner手中購入，原本是捷克採集家Rudolf Rous花費30餘年在各地採得，共約2000件600種，本次乃首度展示當中的一部分。來到特展，您可以不帶知識包袱地去欣賞牠們的奇妙，也可以當作觀察學習的機會，相信都會是個特別的經驗。