有毒胡蜂？被忽視的生態系統服務

⊙林業試驗所福山研究中心・陸聲山(sslu@tfri.gov.tw)
⊙林業試驗所森林保護組・葉文琪
⊙國立嘉義大學植物醫學系・宋一鑫

蜂(bee與wasp)是昆蟲綱內膜翅目(Hymenoptera)的俗稱，全世界的種類已超過15萬種，在昆蟲綱中排名僅次於鞘翅目(甲蟲)，與鱗翅目(蝶蛾)可能不相上下。蜂類在生態系統中廣泛存在，並且與其他生物產生多種共同演化和相互利用的關聯。從生態的角度來看，不同的蜂類扮演著授粉者、寄生者和捕食者的角色，在農業上有益於農作物授粉或害蟲防治。

蜂類中除了被人類豢養取蜜的蜜蜂較為人熟知以外，另一類因為螫人事件頻傳而導致大眾聞「蜂」色變的類群便是胡蜂。狹義的胡蜂在分類上是屬於膜翅目胡蜂科(Vespidae)，共同的外表特徵是蠶豆狀內凹的複眼，休息時可縱向摺疊的翅膀，以及前翅中央的翅室至少跟亞基室等長或更長。胡蜂科成員可分為社會性與獨棲性兩大類，前者主要利用樹皮纖維築巢，並具有個體階級分工的複雜社會結構，後者則是啣泥做窩或利用天然或人為孔道築窩的蜾蠃。胡蜂科種類豐富，是重要農林害蟲的天敵，目前全世界已知約6,000多種，估計全世界尚有超過1,500種仍屬未知。與農林業有關的胡蜂包括虎頭蜂(hornet)、長腳蜂(paper wasp)、蜾蠃(potter wasp)等類群，台灣約有100多種。然而，相對於其他昆蟲類群，例如蜜蜂、蝴蝶、甲蟲而言，大眾並未能理解胡蜂提供的生態系統服務及其價值，只留下牠們在防禦蜂窩時會有螫人攻擊的負面印象。本文希望經由介紹胡蜂所提供的生態系統服務，以促進社會大眾對牠們的認識，了解其價值，冀望能破除胡蜂只會傷人的惡名。

胡蜂的生態角色

當我們在山野間活動時，往往會在園區或步道入口處看到一塊大大的警示牌標示著「小心毒蛇、毒蜂」(圖1)；這些訊息長久以來傳達給大眾有關蜂類的的印象是「致命的胡蜂」、「殺人蜂」等負面形象，讓人們因此聞「蜂」色變。而造成這個負面形象的主要原因，則是因為胡蜂在保護蜂窩時會有群聚螫刺的攻擊行為，並伴隨蜂毒的注入。蜂螫之所以危險，主要是人體對蜂毒中所含的蛋白質產生過敏反應，有些體質過敏的人被螫一針後就可能送命。會造成蜂螫意外的胡蜂主要是社會性的虎頭蜂與長腳蜂，除了會群集攻擊，虎頭蜂的警戒範圍甚至可達數十公尺遠，被螫後的傷亡也最為慘重。因此，任何長得類似胡蜂的昆蟲，即使是生性溫馴



圖1 野外經常可見小心毒蛇、毒蜂的警戒牌示

的蜜蜂，都可能讓不知情的人們心生恐懼，不但敬而遠之，甚至急於除之而後快。大家可能不知道，一般所熟知會產蜂蜜的蜜蜂全世界僅有8種，而螫人事件主角的虎頭蜂全世界也只有22種，台灣目前記錄9種。其實，這兩類會因防禦而螫人的蜂僅僅占了蜂類大家族中的極小部分，而大部分的蜂如果沒有受到招惹，其實是不會無緣無故發動攻擊。

自然界從生物到生態系統，提供了許多功能和商品，可以稱為生態系統服務(ecosystem services)，直接或間接與維持人類的生活品質有關，進而對人類社會產生服務價值。以胡蜂來講，從生態系統服務的四個主要面向來看，在這些過程中胡蜂都扮演相當重要的角色，圖2至少列出10種服務，包括：(1)調節服務–即調節生態系統與生態過程，如熟知的蟲害防治、授粉、族群調節。(2)供給服務–即直接獲得的生物材料本身或來自生態系統的能量輸出，如營養、生物醫藥。(3)支持服務-即幫助維護其他生態系統，像是傳播種子、促進分解。(4)文化服務–即生態系統在教育、娛樂或保育上的貢獻，如生物指標、文化、遊樂。本文將從族群調節、食用與藥用、分解和養分循環、生物指標等面向，說明胡蜂在生態與經濟上扮演的功能，嘗試消弭人們對胡蜂負面的刻板印象。

族群調節

目前已知至少有3萬種(涵蓋22個科)有螫蜂類會捕食或寄生各種節肢動物，比如較為人熟知的有青蜂科(Chrysididae)、小土蜂科(Tiphiidae)、蟻蜂科(Mutillidae)、蛛蜂科(Pompilidae)、土蜂科(Scoliidae)、及胡蜂科，具有調控自然和農業生態系統中其他節肢動物族群的功能(圖3)。通過調節植食性或肉食性的節肢動物族群，有螫蜂類可以抑制其它

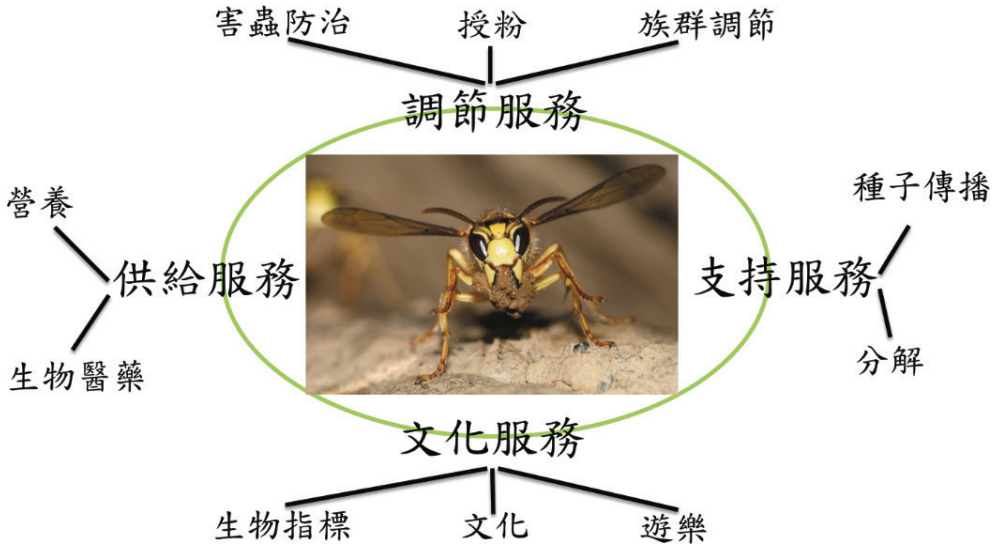


圖2 有螫蜂類提供的生態系統服務(參考Brock, Cini and Sumner 2021繪製)



圖3 攜帶獵物毛蟲回巢的蜾蠃扮演族群調節或害蟲防治的功能

節肢動物族群的增長，壓抑其族群規模上升到可能對植物和其他無脊椎動物產生有害的程度。其中，胡蜂捕食的效益可能等於或大於食蟲性的鳥類、哺乳類和兩棲類，其較短的世代更能夠緊密適應獵物族群的動態變化。

社會性胡蜂具高度適應性和機會主義，為廣食性的獵食者，具有較高的獵物捕獲能力，每年光是築巢育幼期間所消耗的昆蟲生物量便可達數公斤重，對於維持自然生態系統中植食性節肢動物的族群平衡很重要。森林害蟲綜合管理是整體森林生態系經營裏的一環，害蟲及其天敵昆蟲，都是森林生態系的成員之一。在一個自然的森林生態系中，生物彼此間是相互依存且又相互制約，害蟲族群數量往往經由自然的調節機制而得到控制。因此，在森林害蟲防治上，若能加強天敵昆蟲胡蜂的研究和保護，將有助於生物防治的推動與利用。

食用與藥用

昆蟲身體含有豐富的蛋白質與必需氨基酸，是一種可行的葷食健康食物替代品。世界各地也都有食蟲的飲食習慣。全球至少有20億人口食用昆蟲蛋白，作為他們飲食的一部分，這包括超過2,000種昆蟲種類，其中鞘翅目最高達31%，鱗翅目次之達18%，以及膜翅目占15%，這三大類昆蟲是最主要的食用昆蟲。國內有些餐廳販售有炒蜂蛹，炸得香酥的蜂蛹再配上多種調味，其實口感都類似各類炸物，只是必須克服食蟲的恐懼感！研究顯示胡蜂佔消耗的昆蟲種類約 4.8%，這樣的數據很可能被低估了！

世界上有許多國家和民族都有食用胡蜂幼蟲和蛹的習俗，例如墨西哥、中國、日本與泰國等國家都有食用胡蜂的習俗，且在日本市場甚至有胡蜂罐頭「花久曜印幼蜂」出售。此外，利用虎頭蜂成蜂或幼蟲浸泡成的蜂酒，在台灣也是秋冬季節許多捕蜂人額外的收入來源，這樣浸泡的蜂酒，其實日本、韓國、中國也都有類似的作法，號稱對治療風濕性關節炎的症狀有顯著效果。蜂毒的組成複雜，含有許多生物活性分子，包括多種過敏原、酵素和胺類，因此，具有顯著的藥理價值。令人感興趣的是，胡蜂有開發應用於抗菌醫療上，甚至治療癌症的潛力。

據報載雲林縣北港鎮的一家烘焙坊，研發做成的「虎頭蜂月餅」，除將蜂蛹入餡外，月餅外皮上還放了1隻烤熟的虎頭蜂，成功創造話題且限量製作，自然吸引消費者嘗鮮。作為食用昆蟲，胡蜂從幼蟲、蛹到成蟲，均有豐富的營養成分，是一種高蛋白、低脂肪、含多種維生素和微量元素的理想保健食品(圖4)。除了食用蜂蛹，許多喜愛飼養寵物的人們，也會經由網路購買虎頭蜂幼蟲或蜂蛹供寵物食用，以補充優質的蛋白質。



圖4 捕獲的虎頭蜂成蟲、幼蟲及蜂蛹除泡酒也可當成寵物飼養用的高蛋白食物

有趣的是胡蜂與葡萄酒生產也有關，社會性胡蜂，包括虎頭蜂*Vespa crabro*與長腳蜂*Polistes dominula*提供了釀酒酵母菌*Saccharomyces cerevisiae*安全的越冬場所，酵母細胞可在越冬蜂后的腸道中生存。這種獨特的生態環境，使酵母細胞能通過液體食物交換(trophallaxis)轉移到工蜂及未來創建蜂窩的蜂后，胡蜂喜食甜液，當胡蜂取食葡萄時，便將酵母細胞散布到葡萄園，完成釀酒酵母的整個自然循環週期。這兩種社會性胡蜂的腸道提供了適當的條件可用於酵母繁殖，成為載體後提供多種酵母品系繁殖，可保持酵母菌株的局部表型變異，在釀酒酵母的進化和遺傳多樣性上扮演著重要角色。

分解和養分循環

目前幾乎沒有關於胡蜂在分解和養分循環中所扮演角色的研究。胡蜂主要捕食活的獵物，但是根據報導與野外觀察，牠們其實會吃死掉或腐爛的動物屍體，稱為屍食(necrophagy)，因為屍體也是氨基酸、脂肪、蛋白質、碳水化合物、維生素和礦物質的來源。胡蜂吃屍體的報告最早是由Bertoni於1912年發表，他描述了社會性胡蜂可在數小時內將鳥類屍體剝食乾淨的行為。另外，胡蜂吃肉的紀錄在南美國家很普遍，這些胡蜂在當地西班牙語稱為“carniceras”，意思就是“屠夫”。分子檢測分析胡蜂腸道內容物，也發現有哺乳動物蛋白質存在。根據作者的私人野外觀察，在台灣中低海拔山區常見的黃胡蜂*Vespula arisana*，曾多次取食蚯蚓乾屍(圖5)，也曾觀察過虎頭蜂取食鼠類屍體。以上的報導與紀錄均顯示，胡蜂應該也有助於分解屍體和加強營養循環利用。

有人指出胡蜂可能只利用腐爛程度後期的屍體，因此對分解過程貢獻很小。但從胡蜂試圖從活體脊椎動物及剛死亡的屍體中收集食物，說明情形並非總是如此。胡蜂其實還會捕食蒼蠅產卵在屍體上孵化的幼蟲，進而減少蒼蠅族群，提供了生態調節服務。社會性胡蜂利用新鮮和腐爛的屍體可能影響為



圖5 黃胡蜂*Vespula arisana*於野外取食蚯蚓乾屍扮演分解生態功能

何? 以及牠們的存在如何加速分解的過程皆需要進一步的研究。

生物指標

國外關於借坑性築巢蜂類(trap-nest bees and wasps)的研究相當多，調查方法通常是利用人工誘引築巢材料或基質(trap-nesting implements, or nest substrates) (本文簡稱“誘引巢體”)吸引雌蜂前來築巢，再將已被築巢的巢體帶回實驗室內觀察與分析。在東亞地區，借坑性築巢蜂類中的狩獵蜂包括胡蜂總科胡蜂科的蜾蠃亞科(Eumeninae)、蛛蜂科與蜜蜂總科的細腰蜂科(Sphecidae)、銀口蜂科(Crabronidae)，多數物種以鱗翅目或鞘翅目幼蟲、直翅目、蜘蛛等節肢動物為其獵物，因此在生態上具有重要的生物防治服務功能。誘引巢體(圖6)可方便的應用在物種多樣性及物候調查，以及基本的生物學研究，還可取得與蜂類相伴發生的寄生性昆蟲資料。透過誘引巢體取得的資料可用以探討不同環境因子以及土地利用的干擾對於物種多樣性、群聚組成及族群結構的影響。



圖6 利用誘引巢體進行胡蜂類昆蟲多樣性調查與監測

除了在農林業的潛在應用價值，借坑性築巢蜂類也常被拿來當作檢驗環境品質與監測棲地變化的指標生物。作者等人曾於陽明山國家公園採用過誘引巢體的方法，進行胡蜂科昆蟲多樣性調查。隨後，也曾於雲嘉、苗栗、宜蘭地區的農林環境中，進行借坑性築巢蜂類物候及群聚分析的調查。近年也利用相同監測方法，進行都市綠地中蜂類的物種普查及生態監測，希望能收集都市林生態環境中有螫蜂類的種類、分布、物候等資料，希望使社會大眾對都市林的蜂能能有初步認識與了解，並可作為發展都市林生態變化或棲地品質的生物指標。

結語

胡蜂具有應用在蟲害管理，作為生物防治的重大經濟效益，卻仍被嚴重忽視。而且目前關於胡蜂在生系統中扮演傳粉者、分解者、種子傳播者等角色所提供的生態服務功能，以及在實用經濟上具有的食用與藥用價值的了解也仍嫌不足，也讓牠們在人類世界的名聲一直無法提高。但是有報導指出，其實胡蜂在生態系統服務的價值，估計與其他「有用」昆蟲(例如蜜蜂)至少是相當的。胡蜂可提供對整個人類社會至關重要的基本生態和經濟服務，包括在健康、福祉、營養需求等層面。因此，希望日後提到胡蜂時不再只是讓人們聯想到毒蜂，而是牠們扮演的多種生態功能角色所提供的生態系統服務，更不需要無謂恐慌，甚至將牠們趕盡殺絕。