

文·圖／黃坤燁

甲蟲顧名思義，即其體表堅硬，猶如披覆盔甲般，就如同昆蟲中的甲蟲。主要棲息於土中，取食腐植質，將腐敗的植物組織嚼碎並排出糞粒，增加微生物分解的表面積，對土壤之肥力助益極大，在森林生態系中扮演很重要的角色，所以又稱為土蠹，尤其在溫帶森林的土壤中，甲蟲的種類個體重量竟占無脊椎動物總重量的7%。但並非所有的甲蟲都生活於土中，以腐植質為食，甲蟲其實是一群食性及棲所相當繁雜的分類群，甲蟲除土棲外，尚有水棲、樹棲，食性包含腐食性、寄生性、植食性、捕食性或取食真菌、苔蘚、細菌及酵母菌等。

甲蟲屬甲蟲亞目（或稱隱氣門亞目），目前全世界約有七千多種，約出現在泥盆紀（約3億6千萬年至4億6百萬年前），經由分類學及生態學上的研究，推測今日所謂的甲蟲在演化上並非來自於單一最近祖先。一般甲蟲的行動緩慢，不具眼睛，但有感覺器，體表具有明顯突起物，大小約0.02mm~0.13mm（圖1、2、3），其中許多種類具有側後半體背板（Notogaster），可以保護軀體（圖4），就像二片大翅膀般，所以也稱為翼蠹。成蠹一般具有不連續的氣管系統，分別為開口於第二、三足基側邊的導管，及短氣管開口可藉由足部的生殖盤腔或經由前體部的假氣門，但一般開口並不明顯可見，故稱為隱氣門類。

甲蟲雌雄性外表並無差異，需藉由生殖器來區別雌雄性，雌性具有大型、未骨質化的產卵管，而雄性可由骨質化的短型陽莖區別，一般生殖方式為間接生殖，即雄性由陽莖將精苞擠壓排出，雌性再將精苞置入生殖口內受精，如果有雌性於某地區活動，則會刺激雌性排出更多的精苞；有些種類被發現有雌雄性直接經由生殖器的交合而達到受精，在*Collohmanna*的雄性有求偶儀式，雄性會準備結婚食物來引誘雌性交尾；雌雄二型及特殊的行為證實交尾儀式確實存在，雄性在跗節網毛的變異或側後半體背板具有腺體皆是性行為的一種表現。

甲蟲除行二性生殖外，也可行專產雌

# 甲蟲的生物習性

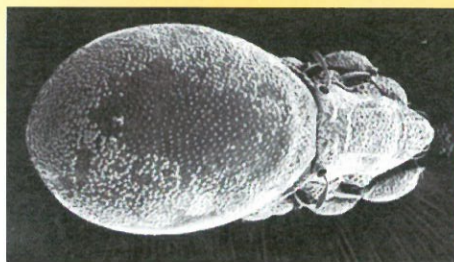


圖1. *Tetosus* sp. 背面圖

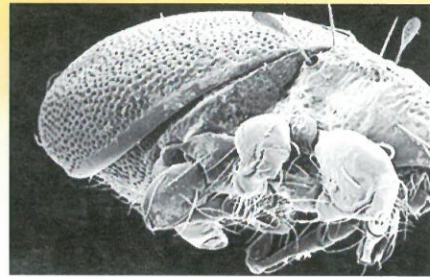


圖2. *Foveolatus* sp. 側面圖

孤雌生殖（thelytoky），即雌性產下未受精的卵，發育後為雌性個體。這與環境的適應有關，因為甲蟲一般的生育率很低，如此等於可以產生一倍於二性生殖的生殖率，專產雌孤雌生殖普遍存在於甲蟲，據統計約有10%的甲蟲有此現象，且大部分行專產雌孤雌生殖的科，都是單性種類。

甲蟲生活環在卵後的後胚胎發育期包含有前幼蠹期、幼蠹期、前若蠹期、第二若蠹期、第三若蠹期及成蠹期共6期。前幼蠹期是靜止不動包含於卵內，所以好像由卵直接孵化出幼蠹期，除前幼蠹期外的5期都是正常活動及取食。大部分甲蟲產出的卵其胚胎都已在發育期（卵生），但有些種類卻有子宮發育的現象（也稱為卵發育保留），即卵仍在胚胎發育中，繼續發育至前幼蠹期形成才停止發育，或者有些種類是待幼蠹發育後才產出（產幼現象）。

甲蟲生殖方式與其分類系統有些相關，例如，雖然卵發育保留在甲蟲中是雜在各分類群中，但在折甲蠹類（*Ptyctina*）是很普遍的現象，其中卷甲蠹總科（*Phthiracaroida*）生殖方式是產前幼蠹，而在真卷甲蠹總科（*Euphthiracaroida*）則同時有卵生、前幼蠹生及



圖3. 無角羅甲蠹（取材自“日本ダニ類圖鑑”）

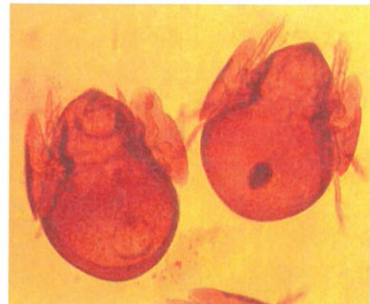


圖4. 全大翼甲蠹（取材自“日本ダニ類圖鑑”）

幼蠹生三種方式，但在個別的分類群則有其一致的生殖方式，例如*Oribotritia*則全為前幼蠹生。在有些高分類群中，卵發育保留與其生物特質有關，例如，所有的折甲蠹類，其未成熟個體都是內食性（endophagous），在腐木或植物組織內挖掘取食，這可能與雌成體在尋找高濕度適合產子處時，有較充裕的尋找時間，以便幼蠹可以較容易穿透出組織；此外，越晚出生對於未成熟個體暴露於捕食者的時間相對就較少，所以很多有潛挖食性者都有相似的生殖方式。

而在水生或半水生的種類*Ameronothrus*及*Trimalaconothrus*，其成蠹於潮流中將幼蠹產出，可隨潮流而分散；而生活於靜水的*Hydrozetes*及*Limnozetes*，則為卵生。目前所知，幼生者皆為水生種類。在非實驗性的觀察中，發現有些種類在不同季節或不同的生存環境，會有不同的生殖方式，例如，Haq等人在1991年於印度發現，*Schelolibates*

*fijiensis*在牧場的土中行產卵生殖，而在耕地或荒地的土中則行產幼生殖，至於影響因子為環境或基因因子則不知。

此外，卵發育保留與變異體形尺度（allometric scaling）也有關，在樹棲的種類中，行前幼蠹生的種類（*Camisia*及*Liodes*）個體大於不行卵發育保留的種類（*Scapheremaus*），而行前幼蠹生的*Nothrus*及*Damaeus*個體明顯大於不行產前幼蠹種類。

有些學者觀察到有些陸生甲蟲，有活的幼蠹留在死去的雌成蠹體內，起初以為是卵發育保留現象，現今則認為可能是幼蠹在取食雌成蠹的屍體，或者是有些卵在母體死亡後依舊可以繼續發育至孵化出來。

甲蟲與其他蠹類相比較，具有較低的生育率，在較小個體種類*Oppiella nova*一次只產一顆卵，一星期平均產12顆卵，而在較大個體的種類*Stegana-carus magnus*一次可分別產下6個直接發育為前幼蠹的後代。許多因子都會影響到生育率，擁擠會降低*Nothrus palustris*、*Alaskozetes antarcticus*、*Achipteria holomonensis*、*Carabodes willmanni*及*Oppia nodosa*的生育率；食物、營養及微氣候也都是影響因子。

對於甲蟲的遷移行為研究並不多，一般認為主要發生於成蠹，因為成蠹比未成熟個體躲避捕食者較為有利，此外，未成熟個體大都潛藏於組織內行內食性生活，直至為成蠹才離開其潛藏的組織；有些種類的成蠹會攀附於生活在腐木內的昆蟲身上，以達到遷移的目的。遷移不外乎尋找新食物或找較適合的產卵環境，但都不會超過幾公分的距離，長距離的遷移可見於*Hydrozetes*的成蠹，在其腸道充氣，當成浮筒般進行長距離遷移。

甲蟲為適應環境而有各種不同的生活方式，總言之，甲蟲在現存環境中表現的是慢發育、低生育率及成蠹壽命長等特性，這都歸因於其低新陳代謝率造成。這些特質與其同時棲息於土中的跳蟲則完全不同，跳蟲是發育速率快、食量大，甲蟲如何以其較慢的發育速率與跳蟲同棲於土中，而又可在土中環境占據重要角色，則是值得深入研究。



圖1. 正進入四眠的蠶寶寶不食不動，抬頭挺胸。

天左右的吃桑葉後，就進入了一個不食不動的休息期，也就是蛻皮期，經過蛻皮後，牠長大一歲（齡），進入二齡的生長期。我們一般飼養的蠶寶寶幼蟲期要經過這樣4次的幼蟲蛻皮才能變成五齡幼蟲（圖1），在五齡的末期牠長得又肥又大後（圖2），再吐絲結繭、化蛹及完成整個生命週期（圖3）。因為這樣的蠶寶寶經過了4次幼蟲蛻皮，我們稱牠為四眠蠶。但是如果蠶寶寶在四齡末期，不經過第五齡而直接吐絲結繭化蛹的話，我們稱牠為三眠蠶。三眠蠶所結的繭一般只有四眠蠶的60%以下。

那麼通過什麼方法使蠶寶寶變成三眠蠶呢？科學家已研究出許多種方法來完成。首先，就是利用遺傳基因的變異來培育成三眠蠶的品種。原來三眠蠶及四眠蠶這些特性是受遺傳基因所控制的。通過選擇特定的突變基因來培育成三眠蠶的實用品種即可使蠶寶寶在第四齡吐絲結繭。另外一種方法就是人為操控昆

蟲的化學語言特展系列

## 小蠶寶寶立大功



圖2. 五齡中期的蠶寶寶

蟲的化學語言特展系列

蟲的化學語言特展系列



圖3. 正在交尾中的雌雄蠶蛾



圖4. 四眠蠶的吐絲管（箭頭所指，解剖顯微鏡下之放大圖）

蟲蛻皮與變態的激素來使蠶寶寶在第四齡吐絲結繭。那麼如何人為操控昆蟲的激素呢？

要瞭解如何人為操控昆蟲的激素，首先讓我們看一下昆蟲的激素如何控制幼蟲的蛻皮與變態的？控制幼蟲蛻皮的蛻皮激素主要有使昆蟲一直停留在幼蟲期的青春激素及使昆蟲蛻皮的蛻皮激素。在一至四齡期因為一直存在高濃度的青春激素，因此在高濃度蛻皮激素的同時作用下，就一直進行幼蟲的蛻皮。但是在五齡的中期，青春激素消失了，在蛻皮激素單獨作用下，蠶寶寶就吐絲結繭了（圖4）。因此如果在四齡的中期於蠶寶寶桑葉中添加一種抗青春激素的化合物，使其體內青春激素在四齡中期就提早消失，而只剩蛻皮激素，所有的蠶寶寶就在四齡末期吐絲結繭了，這樣就人工地製成了三眠蠶。

人為地使蠶寶寶成為三眠蠶且加以推廣飼養，有什麼經濟效益呢？原來三眠蠶吐出來的絲比四眠蠶的要細很多，品



圖5. 正在展出的「昆蟲的化學語言」特展中的迷你型與正常型蠶繭及蠶蛾的比較

質要優良很多，可以用作許多特殊用途。例如製作成許多特製的日本和服及衣料，還可以用在許多醫療及化妝品工業上。蠶絲為一特殊的絲蛋白，經過適當的加工處理後，可用在傷口的縫合線、人造血管、人造皮膚、導尿管、人工腱及隱形眼鏡等多方面的醫學用品的材料上，將絲纖維磨碎，通過一定的加工處理，可製成許多種美容化妝品，用內含絲蛋白製成的化妝品，具有極強抑制酪氨酸酶的功能，能表現顯著的抑制黑色素的能力，絲蛋白中有許多易被人體吸收的氨基酸，對預防皮膚衰老有明顯效果，已受到消費者的好評。而在許多特殊用品的利用上，三眠蠶所吐出來的細纖維絲具有較好的品質。

如果讀者想要進一步瞭解蠶寶寶生長的奧妙，本館正在展出的「昆蟲化學語言」特展（圖5），就有更詳細的介紹及蠶寶寶的各發育階段之活體展示，走一趟本館的「昆蟲化學語言」特展就能瞭解得更清楚。