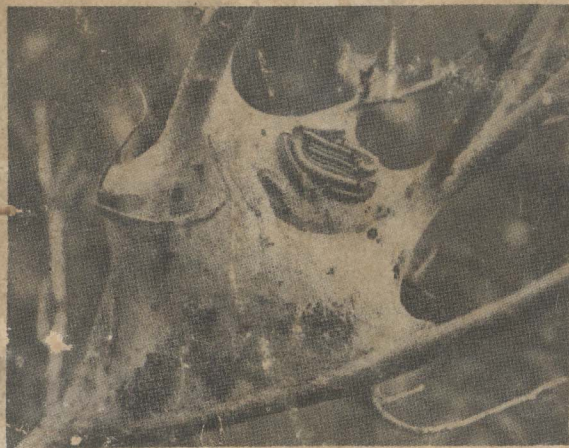


自然科學小叢書

昆蟲生態學

矢野宗幹著
薛德煊譯

王雲五周昌壽主編



商務印書館發行

自然科學小叢書

昆 蟲 生 態 學

矢野宗幹著
薛德燿譯

王雲五 周昌壽 主編

商務印書館發行

目次

一	生態學的意義	一
二	昆蟲的棲息領域	三
三	環境的分類及其居住者	七
甲	陸界	七
	(一)地中 (二)地上 (三)氣中	
乙	水界	一七
四	昆蟲社會的構成	二一
甲	同種社會	二一
	(一)性的社會 (二)母性愛的發達 (三)家族制度的發達 (四)母性中心家族 (五)兩性中心家族	

(六) 同種的羣團

乙 異種社會.....四四

- (一) 爭鬪與親和
- (二) 親和寄生與共棲
- (三) 食性
- (四) 羣落的關係
- (五) 分布

五 羣落的變遷.....六八

- (一) 地質的變遷
- (二) 季節的變遷
- (三) 晝夜的變遷
- (四) 生態的變遷
- (五) 數量和力量

昆蟲生態學

一 生態學的意義

昆蟲和其他的生物一樣，也是爲了自體生命的保全和種族的生存而不息地活動。因爲這個緣故，所以昆蟲必須要有安全的棲息場所，以及其自體的構成和活動所需要的資源纔行；換句話講，昆蟲必須在充滿這些要求的環境裏面，纔能够棲息，纔能够活動，纔能够蕃殖。在牠棲息的環境裏面所發生的種種事象，對於昆蟲的影響，或好或壞地互相交涉着；由於這些環境事象的好壞，便可以左右昆蟲生活勢力的消長。凡是研究這種昆蟲和環境交涉現象的學問，便叫做生態學（ecology）。換句話講，生態學，便是研究生物對於外界關係的一種科學。如果這種科學，祇以一種生物爲對象，而研究其與環境交涉現象的時候，便叫做個體生態學（autoecology）；如以許多種

生物所集成的羣落(association)爲對象，而研究其與環境交涉現象的時候，便叫做羣落生態學(synecology)。如果只限於昆蟲生態學的說法，便是以屬於個體生態學範圍的爲主，至於昆蟲的羣落方面，是僅限於種以內的羣落罷了。爲什麼呢？因爲昆蟲的食物，直接地或間接地均仰給於植物，離開了植物羣落，昆蟲便無可棲息而生活。根據這種意義，我們可以說昆蟲是植物生態中的一種共棲者，又可以說是植物生態中的一種從屬者。照這種意義來研究昆蟲的羣落，與其叫牠動物生態學(animal ecology)，毋寧更進一步，作爲廣義的生物生態學(bioecology)來研究，較爲允當。

因此生態學毋寧說就是生物的社會學，以這種新的趨向來研究生態學，纔可以使得生物和環境的交涉，更加適切。個體生態學，乃是以生物社會底各個構成分子的種爲對象而研究的。以這些零碎的知識和見解綜合起來，便成功羣落生態學。因此現在生態學的觀念，比以前更加廣汎。換句話講：生態學就是一門研究生物的社會經濟的學問，而羣落生態學，必須廣汎地對於動植物所構成的社會底一切現象，加以研究，纔有意義。

一一 昆蟲的棲息領域

原始的昆蟲，大概都是棲息在地土表面的，後來因為進化的結果，從地土的表面，再向種種方面去進化，變成各種狀態，而移殖到各種不同的棲息場所裏面去——有的托生在地表的植物上，有的是因為翅的發達而征服到空中，有的則侵入地土的裏面，有的則侵入淡水之中，甚而也有在淡水中生活的，在一生的某時期，往往不脫其本來的面目，又回到地面上來；而且慣於淡水中生活的昆蟲，其中亦有極少數的，又能夠跑到海水中去生活。因此昆蟲現在棲息的領域，可以說只限於陸上和淡水中；但是這不過就大體昆蟲地觀察是這樣罷了。如果就一種一種的昆蟲看起來，其中亦有棲息於各種限定的場所，而不出其場所範圍以外的。這究竟是什麼緣故呢？因為牠有限於某種環境，纔適其棲息的性習的緣故。這種限定的環境，大都就是牠出生的環境，因為各種昆蟲出生的環境不同，所以各個限定的棲息場所，也就各有差異了。

所謂環境者，就是指某種生物的棲所，周圍一切的事物而言，這些事物，和那種生物互相交涉，而發種種因子出來。這些因子，可大別為三種：一是氣象的因子 (climatic factor)，一是土地的因子 (edaphic factor)，一是生物的因子 (biotic factor)。氣象的因子，就是普通氣象學所研究的現象，也就是氣界和水界中所有的或所發生的許多現象。例如溫度的高低，日光的強弱，水分的多，氣壓和水壓的大小，以及變化的狀況等等，以物理的或化學的關係以影響生物體。土地的因子，就是土地的地質或地形的種種組成和現象，也都是普通地質學上所研究的因子。至於生物的因子，便是各種生物的活動。這許多因子集合起來，便形成一個環境，在某種狀態的環境之下，纔可以棲息某種昆蟲。

以一種因子看來，例如溫度，一種生物所能够活動的溫度界限，大概是有一定的，在其最高溫度和最低溫度之間的最適於生物活動的溫度，是為最適溫度。凡是最高溫度和最低溫度以外的溫度，便不適於生物的活動。又從生物靜止和休眠的狀態看來：昆蟲的生命，可以持續的能力，亦有一定的限度；超過了這個限度，便不免於死亡，這便是生物的致死度。溫度慢慢地變化，固然可以達

到某種昆蟲的致死度，然而在溫度急劇變化的時候，雖然不會達到牠的致死度的，亦不免於死。

溫度固然有昆蟲最適的溫度，然而這不過是單就溫度而想像的罷了，實際上，因為空氣中還有水分，其溼度的大小對於昆蟲體的影響，亦有差異。就是說：在同一最適溫度裏面，因為空中溼度的不同，所加於昆蟲的影響，就有差異。所以當我們就一種因子來實驗的時候，如果有其他的因子加入進去，結果便發生差異；參加的因子愈多，當然所發生的結果也就愈複雜。因此必須在種種因子集合於某種界限內的環境裏面，纔適於某種生物的棲息；而且在同一種環境裏面，因為因子變異靡常，其中所棲息的昆蟲亦就有榮衰之別。這些能够棲息的或者適於棲息的環境的界限，因昆蟲的種屬不同，亦略微有點變異，大都各有特殊的棲息領域，就是縱令有移動的便益，苟非環境所許，亦不能自由遷移他處，所以各種生物各有其限定的棲息場所和分布的領域。

棲息於相同的或者類似的環境中的生物，集合起來，便形成一種生物的羣落。在類似的環境裏面，便可形成類似的生物羣落，構成這些羣落的分子，或是由於系統上的異種所構成，也說不定；然而羣落的形態，大都是類似的。為什麼有系統上的差異呢？原因是：生物在牠最初產生的地方，受

地形或其他因子所阻礙，不能自由地向別處移動，那怕就是類似的環境中的任何場所，亦不能移動，因此遂有系統上的差異發生出來了，然而類似的環境中就有類似的生態形的種住在一起，所以牠們羣落的形貌，也就互相類似了。

現在所謂環境者，就是產地的意思，比普通所謂境遇的意思，要稍微強一點。質言之：環境就是某種場所裏面所有的生態因子的總和。因此現在所用的「產地」比普通所說的「棲所」意思上並不輕微，反而有特殊的意義。

三 環境的分類及其居住者

如果因環境不同，而生出不同的生物羣落，那末，只要將環境加以分類，大概就可以知道該處生物羣落的構成狀態了。而且這種羣落構成分子底共通的形態和習性等，由此也可以知道。然而分類的式樣，因為各人的見地不同，方法也有種種，現在且簡單地大別述之如次：

甲 陸界

原始形的昆蟲，因為是從陸界發達而來的，所以陸界昆蟲的數量最多；而且基本形的昆蟲，現在陸界上還可以發現。陸界昆蟲的呼吸方面，是賴開口於體側的氣管所經營的。食物方面，不外乎得自動物或植物；大形的植物，大概都是昆蟲的食物。

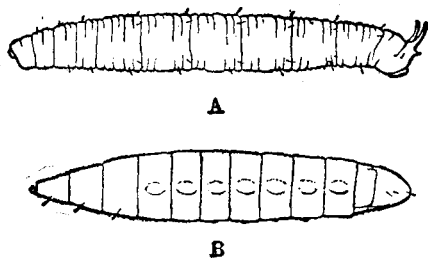
(一) 地中

地中棲息的昆蟲，大都棲息在土壤裏面。因為構成土壤的成分和性質不同，如砂土的分配，砂

礫的大小，表土的厚薄，礦物質的差異，含水量的多少，生長植物的種類，腐植質含量的多寡，溫度的高低等等，因而有種種相異的環境，於是就形成種種不同的羣落出來了。

棲息在裏面的昆蟲，牠們底食物，大都是生活植物的根、腐朽的動植物質、微生物、以及其他昆蟲和小動物。例如蟬、金龜子、叩頭蟲等，都是以生活的或枯死的植物質為食料。又如跳蟲和雙翅目的昆蟲，多以微生物或其他的昆蟲為食料。此外，在甲蟲裏面，食其他昆蟲的亦不少。

住於地中而吃於地中的昆蟲亦不少。最普通的如蟻、白蟻和黑胡蜂等都是在地中營巢以為蕃殖根據的。此外如蛾、甲蟲、葉蜂、蠅等許多昆蟲，當蛹的時期，在地中穿穴或是造繭。又如蜂類方面，鑽入地中以求幼蟲的食物，而直接產卵其中，或是在裏面營巢，把幼蟲的食物貯藏在裏面，再行產卵的亦不少。這類昆蟲因為在地中生活，身體不致於



第一圖

棲息於地中的雙翅目底幼蟲。

A.大蚊。 B.食蟲虻。

露出，所以很可以避免敵害的寄生或捕食地侵害。加之地中溫度和溼度變化較少，尤其在冬季，地中是個非常適當的避難所。因為冬天，除掉土表以外，土中結凍的事很少，所以土表的下面，是個很好的越冬所；尤其是在被雜草或落葉遮避之下的土中，溫度比較地格外容易保持，變化很少。又因為近於地表處的溫度，下降的時候很少，所以昆蟲凍死在裏面的事情，是不大會有的。而且有許多住在地中的昆蟲，例如甲蟲的幼蟲，能够隨着地氣的寒暖，以變更其棲息的深度，如此一來，便格外安全了。

在地中生活，因為無須使用翅，所以很適於無翅的幼蟲去棲息；因此普通昆蟲大都在幼蟲時期住在地中生活，直到成蟲時期，纔跑到地面上來。例如蟬、金龜子都是這樣。雖是成蟲亦有翅不發達的，例如蟻和白蟻底職蟻，都是沒有翅的。就是牠們的女王，也只在生殖的時期需要飛翔的幾小時之內纔有翅，等到交尾以後營巢之前，這種翅便脫落。總之，在地中生活的昆蟲，翅非但無用，而且有妨礙。

大凡住在土中的昆蟲，體形大都是紡錘形、橢圓形或長圓形，如食蟲虻、牛虻等是前者的例，即

頭蟲的幼蟲和金線蟲是後者的例。這種幼蟲，腳雖不發達，然而牠們能利用牠的體形，在地中很容易地分開土壤而移動，即如金線蟲，牠的腳便是不發達的。然而也有同時腳很發達的，用以掘土成穴而前進，例如金龜子的幼蟲便是。尤其是蟬和螻蛄底前腳呈異形的發達，宛如鐵鍬一樣，很適於在土中穿掘。又如蟻和白蟻等，有堅固的口器，便於在土中掘穴，而搬運土塊以營巢。此外住在土中的昆蟲，因為眼的需要很少，所以眼睛大都不發達。在蟻方面，雖說職蟻須出外活動，具有複眼的必要，這是很普通的事實；然而白蟻的職蟻和兵蟻，因為不喜歡而不常到明亮的地方去的緣故，所以牠們的眼，大都退化而全然盲瞎。

昆蟲中亦有住在很長的洞窟裏面的，這種洞窟大都有長久的歷史和很廣的容積，有特種昆蟲永住在裏面，和住在普通土壤中的昆蟲是不同的。長久住在黑暗中的昆蟲，眼大都退化而不發達；身體的顏色亦大都是白色。如蟻和白蟻巢中的許多共棲者，是一個很好的例。在蟻巢或白蟻巢中共同生活的各種個體，其生活式樣，固然各有表現，而他一方面都有這種洞窟生活的形態和習性。

(二)地上

1. 地表 在地表生活同時又能在土壤中生活的，有跳蟲等，此外如塵芥蟲、隱翅蟲、斑蝥等和多數甲蟲類的幼蟲和成蟲，都是這樣。蟻類都在地表找尋食物，一到溫暖時期，即從巢中出來，幾乎到處都可以看見。除掉那些遇敵追逐就立刻逃入土中，或示擬死狀態的昆蟲以外，其他大多數的昆蟲，多用敏捷的肢腳在地面上奔走，就是有翅的時候，亦不輕易使用。因為牠們的食物大都是些小動物，非步行尋找不可。此外那些肢腳不很敏捷的，且常帶土色外貌的昆蟲，如象鼻蟲類和翅已退化的甲蟲等，往往一遇敵就表示擬死狀態，有這種特性的昆蟲，數目亦不少。住在地表的昆蟲，除掉土中水分等的關係以外，對於其他的土地因子，殆無多大關係；因為牠的巢和幼蟲，都在土中的緣故，所以只能住在有有限制的環境裏面。例如斑蝥必須住在有各種限制的地方，就是選擇適於幼蟲生活的場所底附近纔棲息。又如蟻等不能跑到很遠的地方去，而總在巢的附近。在這些昆蟲當中，如獵取蜘蛛的玳瑁蜂等是用腳奔走的，雙翅類的昆蟲是時飛時行的。

2. 植物上 和植物關係最深的昆蟲，就是直接以植物為食料的昆蟲；那末以這種草食性的

昆蟲爲食料的昆蟲，也落在這種植物上面居住。因此看了某處植物的生態如何，或是植物的種類如何，就可以知道該處昆蟲的類別是怎樣了；且在同一植物體上，隨部分不同，亦可以將牠分類。

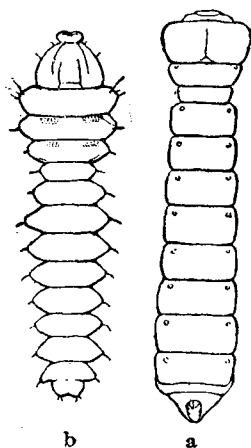
棲息在植物上的昆蟲，普通按喬木林、灌木林、草原等的區別，各有其相異的昆蟲生態現象。此外耕地等因有很廣的面積，故常有特殊單調的羣落棲息在裏面。而且按各個植物的種類不同，其中棲息的昆蟲，種類亦有差異。例如松林、杉林、雜木林等等，其中昆蟲的種類——羣落的構成分子——是不同的；就是說，環境因子相異的，其羣落亦相異。在耕地上大都是單純的植物占着很廣的面積，然森林中因植物種類不同，那末植物的高度和密度，便有差異，因之土地乾燥的程度，空氣中的許多因子，亦都有差異發生出來，相鄰的地方形成相異的昆蟲羣落。在同一種森林裏面，往往可以形成幾個小羣落。譬如在落葉裏面，在蘚苔之間，在亂草之間，在樹幹上，在樹枝上，在枝葉上，往往各有相異的小昆蟲羣落可以發見。

以植物體爲食料的昆蟲，也有種種：有按其所食的植物種類而定的，有按其所食的部分而定的，也有按時期而定的。就是同一種森林裏面，雖說有幾百種草食性的昆蟲棲息着，但是因爲牠

們彼此的食性不同，很少有同時吃一種植物的現象；所以很難堪地爭奪食物的事情，是不大會有的。這種現象，對於許多種昆蟲在同一處混雜而生活，是非常便當而需要的。

以植物體為食料的昆蟲，或在植物體外面，或是穿入植物體裏面。穿入植物體裏面去的許多幼蟲，牠們的口器當然很發達，身體大都細長，而上下略微扁平，胸節很短，或是全無胸節；在胸部腹部的上下兩面，比其他部分略厚，而且凹凸不平，有時排列成齒牙狀的突起，用這種突起，便可和穿孔的壁面相接着；身體的移動，全靠身體各節的伸縮，因之生出高度的差異，時而接觸壁面，時而又復脫離，如此反覆，其身體便可漸次向前進行。

住在樹幹裏的天牛、吉丁蟲等的幼蟲，是這方面最顯著的例子。吉丁蟲、象鼻蟲等甲蟲的幼蟲和鱗翅類的幼蟲，大都具有同一的形態；而且他們的棲所，亦有相似的形態。



第二圖

住在樹枝薄皮下的幼蟲，身體大都是扁平的。a. 吉丁蟲類(甲蟲)。b. 蛾類。

在植物體上的幼蟲，等到成蟲的時期，便不很表現生態的相似形了，往往各有其自好的體形；當遇到危險的時候，往往便可立刻飛去；然而在幼蟲期，因為沒有像這樣飛翔的事，所營的都是些類似的生活，所以外形大都略相類似——體長而粗，胸節發達。此外在鱗翅目和葉蜂類的幼蟲方面，從腹部直到尾端的那幾節，下面有二次的顯著發達的腳；又在其他的形態上，亦有許多變化，或是裸出，或是生毛，或是生肉質突起，或是身體的表面有種種的色彩和斑紋……等種種不同的外貌，因之成爲兩個完全不同的部類；然而大體上仍有互相類似的形態，是爲生態形的表現。牠們單眼的數目，和腳上關節的形態等當然是不同的，兩個種類在系統上完全可以區別出來；但是在概觀上，往往有全然類似的，而且生活亦類似。又如甲蟲的幼蟲，雖有金花蟲科、擬瓢蟲科等，形態上雖略有差異，然而尾端都有適於附着的一種很發達的腳，牠們便利用這種腳和胸腳來爬行，變成所謂毛蟲或蠶相似的體形；又和某種蛾類的外形也很相似。像這些身體露在植物上面的昆蟲，大都是比較遲鈍的昆蟲；可是牠們防禦外敵的機能大都很發達。這種昆蟲所以外敵多的原因，是因為身體露在植物上面生活的緣故，這是很顯著的事實。

3. 動物上 昆蟲中由動物而得食的亦不少，大都和在植物上生活的動物有密切關係；其中也有一部分是營寄生生活的。寄生生活，是一種特別的生活，而有特別的體形。在體內寄生的，如寄生蜂、寄生蠅之類，無論屬於那一類裏面的那一種，幼蟲大都是蛆形，而呈種種器官退化的形狀。這是因為他們埋在食物當中，沒有自己求食的必要，所以纔有此形態的。此外甲蟲等的寄生性的昆蟲，亦是這樣。寄生於獸類、鳥類等大形動物身上的葉蝨、蚤、臭蟲、蝨等，都沒有翅，而有上下扁平或側方扁平發達的腳，以便穿入動物的羽毛之間，而獲得食料。就中蚤的成蟲是營寄生生活的，而幼蟲是營獨立生活的。自幼蟲到成蟲，形態上有顯著的差異和變化。此外亦有幼蟲和成蟲都寄生在宿主身上，以營寄生生活的，因而牠們的形態也相類似。像這些營寄生生活的昆蟲，將其宿主的羽毛，作為平和的安全的棲所，或是作為食料的供給所，隨着宿主的移行而移行到世界各處，現在住在遠隔異境的獸類，凡是親緣相近的，往往可以在牠們身上發見緣近的寄生者。

(三) 氣中

住在地上的昆蟲，以腳為生活上唯一移動的機關，等到空氣中去生活的時候，便生出翅來。翅

生出來以後，牠們的生活便完全改變——能在短時間自由地作遠距離的移動。有翅的昆蟲，大都以翅供暫時移動之用；然而亦有像蚊、蟻等在交尾時期纔飛到空中去找異性的；又如蜻蛉方面，是以飛翔而求食物的。翅的構造、大小、飛翔的持久力、飛行的距離等等，與其移動的能力有關，如加以研究的話，很能引起我們不少興趣。此外更有一件重要的事，就是昆蟲的翅必在成蟲期纔有，而在幼蟲期是沒有的；而且因為幼蟲期——即攝取營養而生長的時期——比較長久，所以昆蟲在一生中不得不有兩種不同的體制，即子和親的生活方式完全不同，在兩種體制交替的期間，其形態和習性，亦是各向着不同的方向去發展，因此幼蟲和成蟲的形態、生活和食物均全然不同；至於有完全變態的昆蟲，其蛹的時期，便是在這兩種不同生活中間的一種變態改造時期。親和子，一個在空中，一個在地上，過着全然不同的昆蟲生活，這是別種動物中很少見的現象。而且同一種個體，親和子往往在完全不同的生態上生存着，簡直可以當作兩種個體來研究。假令同時棲息在一個羣落裏面的昆蟲，從構成分子上講，雖是一樣，但是親的時代和子的時代，各有相異的生活存在。例如蜻蛉成蟲在空氣中生活，而幼蟲在水中生活。食蟲虻也是成蟲在空氣中求食，而幼蟲在地中爬行。

的。這些動物，在一生當中，隨時期不同，遂成爲兩個相異環境的居住者，因此又可以把他作爲完全不同的羣落的構成分子看待。像這樣住在兩種相異環境中的事情，因老幼的時期不同，生活式樣即起分化，特別是成蟲生翅，對於空中生活的事實有深切的關係。又幼蟲的營養生長期，和成蟲的生殖期發生各別的結果，往往成蟲完全不攝取食物，即或攝取食物，亦必很少；這樣一來，則其結果，幼蟲和成蟲對於周圍生物的力量，是全然不同的。像這樣因爲年齡老幼所屬的社會不同，以致於社會的勢力也兩樣，推原其故，實在是由於翅的發生。

乙 水界

前面已經說過，住在淡水中的昆蟲，最初都是從陸地棲息的種種部屬的昆蟲漸次移到水中來的，以致於後來完全住在水中生活。就這一類昆蟲而言，蜻蛉、積翅蟲、流石蠶、蜉蝣等，雖說是全部水棲的，然而只是幼蟲水棲，成蟲則全部都是空氣中生活的。至於像蜉蝣，當其飛到空中來的時候，並不攝取食物，往往不久即死，其所以特意回到陸面上來的用意，祇是爲了互相交尾而產卵罷了；只要目的已達，生命便終了。由此看來：豈不是昆蟲有了移動器官的翅，在離開水以後，便於求得移

住的住所，而回復從前生活的嗎？此外如甲蟲、蛾、蜂、雙翅目、有吻目等許多陸棲的昆蟲當中，亦有少數能够移住到水中去的。有的在幼蟲期有此現象，有的在成蟲期纔能移住到水中；然而不拘那種，到了成蟲，都能再飛到空氣中來，爲了在空氣中生活所發生的翅，仍舊完全保存；一面在水中生活，一面又能在空氣中生活，營着相異的移動方式。許多見火光即聚集的昆蟲裏面，往往混有風船蟲、松藻蟲、龍虱等水棲的有吻類昆蟲和甲蟲在裏面；其所以飛到空中來的，祇是偶然來玩玩的罷了，而牠們實在都是水棲者。

水棲的昆蟲必須富有適應水棲的機構，就是移動和呼吸方面，須有特別的方式。翅是在空中移動最好的器官，然而在水中是不能使用的，又因爲水壓的緣故，也不能步行，因此身體多呈紡錘形或流線形，以便適於在水中突進，同時腳也變成適於游泳的形式。龍虱等的中腳後腳略微扁平，且一側生毛，這都是很好的例子。又如蜻蛉的幼蟲，利用肛門排水的力量，使身體前進。有翅的昆蟲，當其在水中的時候，則將前翅疊在後翅上面，以免被水浸溼，預備隨時飛到空中之用。

在普通所謂水棲的昆蟲當中，有叫做水黽的，牠不是水中棲息者，而是棲息在水面的，利用牠

那腳端的密毛落在水面上。在這類昆蟲當中，有的竟能够從淡水上進到海上去生活；且有許多種類，雖在急遽的波浪之上亦能游泳。固然海水中的鹽分很多，可是因為牠歇在水面上的緣故，卻並無妨礙。

住在氣界裏的昆蟲，大都賴體側開口的氣門，將空氣出入於氣管，以營呼吸。這種昆蟲，就是到了水中，仍舊用氣門來呼吸；許多甲蟲和有吻目的昆蟲及雙翅目的幼蟲等都是這樣。這些昆蟲，有的在氣門的周圍，生出貯藏氣泡的裝置，例如鼓蟲、龍蝨、蚜蟲等。有的生出長的呼吸管，從近於腹端的氣門伸出，以便在水上呼吸，例如紅娘華和石斧蟲便是。亦有將尾端的氣門突出水面，身體倒懸在水面下的，例如子孓和水虻的幼蟲便是。然而亦有將開口於氣門的氣管等加以改造，成爲一種特別的器官，以直接吸取水中養氣的，這方面的例子亦不少。此外蜉蝣和豆娘等的幼蟲，用皮膚直接呼吸空氣的也有。此外幼蟲有氣管鰓（*gill*）的也不少。這種鰓，有生在頭上或胸部的，如蜉蝣；亦有生在腹側的；豆娘則生在突出於尾端的扁平體上；水螟蛾則生在體側絲狀的束上；又如蜻蛉的鰓，則生在直腸裏面，當水通過肛門而呼吸的時候，使用這種鰓來攝取養氣。

生在淡水中的昆蟲，和生在空氣中的昆蟲一樣，隨着水流的狀態和水的化學成分不同，也有許多差異；而且隨着溫度、光線透入度、水中生物種類、水底土壤的性質等等環境因子的變化，亦很複雜。隨着這些差異，可以把牠分作許多類：或是有流水和靜水的區別，又有湖、沼、池、河溝、或急流和緩流等的許多區別；又縱的方面，從水的表面到水底，或是橫的方面，從水面的中央到周圍的水邊，亦有許多區別；細分起來，可以分出各種相異的環境，因之可以知道有各種相異的昆蟲羣落在裏面。

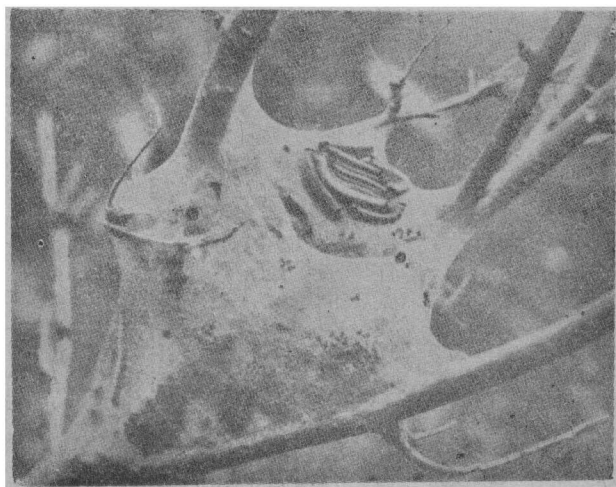
以上所述，不過只就一塊地面而言，就可以把牠區別出這許多的環境來；那末，各種環境因為有各種特異的昆蟲棲息的緣故，所以就有相異的羣落發生。我們要知道某處昆蟲的真相，如果照向來的方法，只曉得某地昆蟲全體的名稱目錄，是不能滿足的；至少先要把那塊地域區分成許多種環境，再調查每種環境裏可棲息的種類底名稱和數量，若是可能的話，這些羣落構成的狀態，也非知道不可。不然的話，這地方昆蟲界的現象，便不能真正的把牠表示出來。

四 昆蟲社會的構成

在某種環境內所能够棲息的昆蟲，牠們是互相集住在一起的，這種事實，上面已經說過。可是，這種現象，是偶然造成的呢？還是真正構成這種羣落的個體呢？又各個體之間，是不是有有意義的關係存在呢？研究起來，可以發現種種有意義的關係。所謂社會云者：在動物學上有種種不同的解釋，我以爲凡是兩個以上的個體，在生存上以有意義的關係存在的時候，便是社會。這現象無論在同種間或是在異種間都是有的。如果根據這種意義來解釋社會，則住在某種環境裏的全體生物，祇要是以有意義的關係存在的，也可以叫做社會。這裏所說的「社會」和「羣落」的意義相同，而向來所說的昆蟲底社會生活（social life），是專指蜂、蟻和白蟻等特殊的社會而言的；這一點，從現代的生態學上講，很容易引起人們的誤解，所以特地在這裏提一句。

甲 同種社會

四 昆蟲社會的構成



者是羣集性。譬如有許多地方，害蟲們是以比較的少數互相分離而居住的，便叫做孤獨性，以比較多數居住在一處的時候，便叫做羣集性，這是以數目多少來判斷的。然而這種判斷，除掉數目的多少而外，沒有什麼特殊的意義。可是現在所說的羣集性，是有一個集團的，例如梅蛄蜥（天幕蛾），以同胞關係的幼體羣集在一塊的，我們可以把牠叫做同胞家族，或是叫牠 *child family*。此外亦有不是同胞關係，而以同種的昆蟲羣集在一處而營巢的，或是羣集以後而越冬的，這些現象仍舊可以說是同種集成的團體。如果因食物纔互相集合的，實在不是真正的羣集性。何以故呢？因為牠們只是被食物誘來的烏合之衆罷了。其所以集合的原因，只是偶然的結果；集合，與牠們無利益，倒是不集合或只有一隻的時候，反而可以獲得充分的利益。就是說：牠們沒有非集合不可的意義。夏天夜間因慕燈火而飛來的昆蟲，也是這樣——牠們只是爲了燈火纔飛來的。這種昆蟲，不能說它有羣集性。總之，凡是有羣集性的，必須對於羣集者的本身上或是生態上有一種意義。

如此看來：昆蟲中屬於孤獨性的亦很多。然而所謂孤獨性，也並不是終年都是孤獨的，至少到交尾的時期，雌雄必須相求而集合。至於集合數目的多少，隨種類而異；總之，異性相慕的事，無論在

那種昆蟲裏面都有的。有這種生態意義的羣集，纔可以叫做社會，但其形式也有種種。

(一) 性的社會

昆蟲都是雌雄異體的，都是兩性個別發達而交尾而受精的。只有極少數的昆蟲是例外，而用單性生殖（或稱孤雌生殖），這方面最著名的例子，便是蚜蟲——在一年中的數世代之間，只有一世代是雌雄兩性生殖，其餘的幾世代，都是孤雌生殖。此外如葉蜂等，雌的很多，而雄的很少，因而亦有單性生殖的事實；可是一般的現象，都是兩性生殖。

昆蟲底性的生活期，在牠一生中僅占了很短的時間。蜉蝣等經過一年以上的幼蟲期，但是飛到空氣中以後，不久即死，牠成蟲的生命，只有一兩天乃至十幾天，而交尾不過是短時間的事。蛾類方面，亦有許多類似的。地方。蟻等的女王，雖有幾年乃至幾十年的長壽命，而交尾也不過只是幾分鐘的事。但是也有像蝶和金龜子、蜚蠊等那樣——交尾、產卵、攝食，交互地繼續地行着很長的性生活的。

在交尾期間，兩性互求異性而接近。為明白彼此的住所起見，牠們的感覺器官和習性大都很



第 四 圖

樺蠹蛾的交尾 上方是雌的停在壁上，下方是雄的，而將腳縮進。

發達。彼此所標示着的，或是用顏色，或是用光彩，或是用聲音，或是用香味，或是用活動，隨種類不同，而有種種的方法。例如螢類的發光器，蟬和鳴蟲的發音器，某種蛾的發香器等發達，以及各種感覺器官（眼耳等）的發達，都是這方面很好的例證。在蝶類之中，往往有各種特異的色彩，和各種特異的飛翔方法，使同種的異性容易識別。我們把這些性的行爲，和很發達的許多器官，凡是和生殖器官沒有直接關係的，統稱爲第二性徵（或稱繼生性徵）。昆蟲的一切形態和動作，都包括在內。例如螢類在一定的時間內，使牠的發光器忽明忽滅，便是這種動作的第二性徵。鳴蟲的發聲器和鳴的音色，也都是牠的性徵。第二性徵，亦有以異性爲目的，以便和同性間發生爭鬪而用的；也有爲容易把握異性起見，而某部分特別發達的；例如獨角仙的前胸突起，鍬娘的長大的大腿，都是前者之例；如龍蝨的前腳跗節下面有吸盤，是爲後者之例。至於交接的方法，如蜻蛉之類最爲奇異，是雄的先把精液放在近於腹部基部腹面的貯精囊中，然後再送到雌的交接器裏面去。這是因爲牠的體形發達太長的緣故，所以有此必要，可以說是一種非常特異的交接方法。

至於雌雄數量的比例，通常都是近於同數的居多，或者多少有點差異，例如葉蜂等的差異較

爲顯著；然而有的雌的多，有的雄的多，亦常不能一定。例如蟻便是雄的多，普通雄的往往比雌的多上幾倍。如果從用燈火所集來的昆蟲裏面，比較牠們雌雄的數目，是很不正確的。例如毛蟻類的羽蟻，向燈光飛來的，可以說完全是雄的。又從其巢中來調查，仍舊是雄的占着非常的多數。

(二) 母性愛的發達

母蟲當產卵的時候，對於卵子加以非常深切的注意。一方面防止卵子的外敵，一方面替幼蟲準備着食物。爲防禦外敵起見的，如天牛和葉蜂類，在植物質中深深地將卵產在裏面。天牛方面，往往在樹皮下產卵，可以說含有易於得到食物的意義。葉蜂方面，因其幼蟲並不深入植物質中，只在葉面上採取食物，故用牠那特別發達的鋸齒狀的產卵管，插到莖或葉的裏面而產卵，以便保護卵子。這裏所說的外敵，包括很廣，不限於以幼蟲爲食料的動物，就是外界的物理的障害也包含在內。又如草蜻蛉，將卵連一個長柄，放在枝葉的上面，凡是匍匐在枝上的小動物，便不致於把牠當作食料。又在卵的上面附着種種物質的亦不少。分泌一種特殊的液質或黏質附在卵上，如椿象之類；或是將液體乾燥而成厚厚的被膜，如螳螂、蜚蠊等。或是像某種蛾類產卵成塊狀，把自己腹部的鱗毛

附着在上面，以便隱藏。或是像二化螟蟲和毒蛾之一種 (*Lymantria dispar*) 等的卵塊，外觀上好似附着一小塊舊綿絮一樣。當然這些有防禦裝置的卵塊，小鳥仍舊可以發見，寄生蜂亦仍舊可以鑽到裏面去產卵，因此有人說這種體毛附着不能算是一種防禦的裝置，可是這種議論似乎不能成立。

在幼蟲食物的附近而產卵的，亦是很普通的現象。白粉蝶在園圃裏往來不停地的飛翔着，如果在作物或雜草裏面，發見了十字花科植物，便在那種植物嫩



第五圖

產卵 雌蠶蛾正在樹上產卵，約產了一卵塊的三分之一。

葉的反面產下細長的卵，這是誰都容易見到的事情。鳳蝶也是這樣——因為要尋覓秦椒和柑橘類的樹木，在叢樹之間很忙碌地飛翔着，等到找着以後，便在嫩芽的附近，一點一點地產下許多淡黃色的半球形的卵。不僅是兩三種蝶類有這種事實，在蛾類和甲蟲類方面亦有這種現象；牠們都是在幼蟲的食物上面或附近，或是安全的易於得到食物的地方去產卵。昆蟲的食物是隨着種類而各別的，大都以幾種限定的生物為食料；假使不是這幾種限定的東西，便不能得到充分的營養。母蟲認清了子蟲的食物以後，便在上面或附近產卵，如此纔完成牠為親者的任務，而無後顧之憂。

以上所述不過是一般的現象，其中亦有一部分昆蟲，非但為接近食物設施防禦裝置纔產卵，並且親任保護的責任。在椿象中有這種習性的亦有兩三種。青椿象等也是這樣：將卵分成幾列地產在樹葉上，牠自己便靜伏其上用自己的身體將卵蓋覆起來，若是那一面有妨害的東西接近時，牠便向着那一面傾斜，如果從反對方向接近牠的時候，牠便向着那反對的方向傾斜；如此幾天以後，卵便孵化而成幼蟲，這些幼蟲很親密地集合在母體的腹下，正和貓犬的母體抱着小貓小犬的情形一樣。幼蟲孵化成功，大約須經過一星期的光景，同時這種保護也就終了。

此外母蟲特別爲子體預備食物的也有，所謂收集死蟲的蜂，便是這樣。又如蝶羸、細腰蜂、玳瑁蜂等，都是這方面的例子。這些蜂類，大都先在土中或木材裏面穿一個穴道，或是把舊有的孔淨除一下，再把各種幼蟲的食物放在裏面，例如把尺蠖蟲、小形的甲蟲、蜘蛛、浮塵子、蚜蟲、蜚蠊，以及其他的種種小動物，捕來以後，使用牠的毒針來刺這些俘虜的神經系統，使牠們完全失掉自由，陷於半死的狀態，然後再搬到預先準備的巢中，或是一疋，或是幾疋，把這個有生命而永久睡眠着的小動物放在產卵的室中，然後在裏面各產下一個卵，再用土或其他物質把卵室封閉起來，於是母體對於一個卵的任務，纔算終了。如此再一個一個地把其他許多卵，各產在準備的室中。從卵孵化一直到幼蟲，都在安全的室中獨自享受着慈母所遺留的食物，而長成蛹，再變成蜂，然後再破室而出。

在象鼻蟲裏面有所謂『落文』(Atelabus)，一類的昆蟲，當初夏的時候棲息樹葉上的成蟲，在近葉的基部，橫嚼一部分葉片，將略微斷下的部分懸掛在切口下面，落文就從這種垂下的葉片先端捲起，一面捲一面用口慢慢地嚼，把牠綴附起來，捲到相當的所在，便做成一個巢穴而產一個或數個卵在裏面，然後再捲，到最後成功的時候，好像枕頭一樣，垂在葉的基部；有時被風雨吹落

到地上，因此而有落文之名。落文蟬的食物，就是葉片，且兼爲幼蟲的居室，但已孵化的幼蟲，常殘留食物的外壁，而食其內部以生長，直到由蛹變成成蟲爲止。

從這些昆蟲的生活情形，可以看出母性愛發達的種種階段。此外某種椿象，雖然母子同棲的時期很短，然而已經可以發見家族生活的曙光了。

(三) 家族制度的發達

如果母子同棲的時間很長，且其共同的動作也很顯著的，就可以稱爲家族生活。這種生活，以前叫做社會 (social life)；這種昆蟲，普通叫做社會昆蟲 (social insect)；現在這兩種稱呼，普通也還沿用，但是近來有羣落即社會的解釋，且這方面的研究很盛，現在所述的母性中心的團體，或夫婦中心的團體，就其本來的意義，稱之爲家族 (family)，無論從那一點說，都很適當。

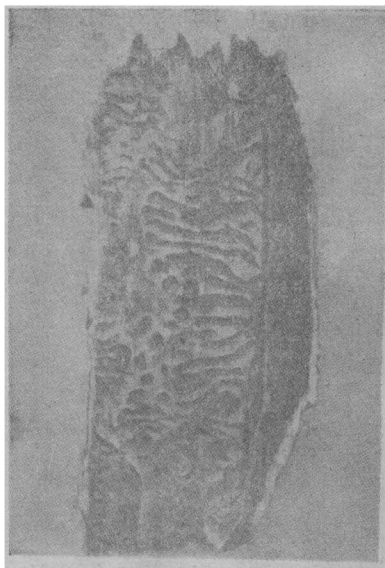
營家族生活的，其程度亦有種種，如前述的蜾蠃等，有營巢的習性，雖無母子同棲的事實，然而就其爲母性愛的活動一方面講，也可以說牠是營家族生活，可是現在要母子同棲而能分授食物的，纔可以叫做家族。縱然從這種限定的意義上講，昆蟲有家族生活的還是不少。在鞘翅目中有齒

蝨娘科、小蠹蟲科、長蠹蟲科等，和等翅目方面的白蟻，都是的，與此類似的紡腳目亦然。此外膜翅目的蟻科、大蜚科幾完全都是的，又如蜜蜂科的蜜蜂，也不乏其例。

若是舉幾個普通的營初期家族生活的昆蟲，則以蠶蛾爲最顯著，其次是膜翅目，鞘翅目等的昆蟲。以及向爲埃及人所崇拜的 *acanth*（蛾娘），——是屬於金龜子科的甲蟲等，牠們那種雌雄共同爲子體準備食物而操作的現象，很能惹起人的注意，可以說是一種營家族生活的原始的昆蟲。現在先就甲蟲類其他方面的昆蟲來略說一下：

小蠹蟲和長蠹蟲是世界上到處棲息的小形甲蟲，大都是在樹幹中生活的，其中亦有某類是在材部和皮部之間穿巢孔的，也有更深地吃到木材內部去的。先就在皮下造巢的說罷：成蟲在皮上穿穴而達於材部和皮部之間，在此處作成稍廣的室——交尾室——，有一正雄的住在裏面，從這個室起，雌的又穿一長的產卵穴道，但是雌的數目，隨種類而異，有一匹的，有兩匹的，也有多到四五匹的，各穿一個穴道在裏面。因爲雌的數目不同，故有一夫一妻、一夫二妻或一夫多妻等的區別；並且穿穴的方法亦有種種，例如一夫二妻的時候，兩個雌的便以交尾室爲中心，向前後相反的方向

向，各穿一個孔，穿成的孔道，看來好似一直線；或是兩方各穿一個彎曲的孔，穿成的孔道，好似弧形。若是雌的有四五匹的時候，則向着四方或五方各別地穿孔。等到長的孔道穿成以後，便在孔道的孔壁左右小凹陷裏面，產下一個卵，或是再行穿穴。所穿的木屑，便排向後方，而送到外面去。由卵孵化的幼蟲，以直角的方向，從孔內向皮部和材部之間吃進去，將糞殘存在孔的後方。這種孔起初很狹，隨着身體生長而漸漸增廣。等到老熟的時候，便在終點再作成一個小室而藏身其中，以變成蛹，再漸次地變為成蟲。等到變為成蟲以後，便以直角的方向在皮下開一個圓孔而跑到外界去。由母蟲所成的孔叫母孔，或叫產卵孔，由幼蟲所成的孔叫仔孔；仔孔多呈鳥羽狀從母孔向左右分出，



第 六 圖

小蠹蟲的蟲孔 右方縱而長的孔，為母孔，從此橫出的孔，是仔孔。其先端成橢圓形的是蛹化的蛹室。在此處已成的蛹，漸次的變為成蟲。

形狀比較整齊，且隨種類不同，大體形式亦有一定。這種全體的孔形，是每個種類的特徵。我們看了牠的孔形，就可以知道牠是那一種。像這樣在樹皮下穿巢孔的昆蟲，母蟲和子蟲只是連續地住在巢中，而且母蟲並不授給子蟲的食物，如果從真正的家族意義上講，不能稱為家族。至如那種深入材部的昆蟲，是小蠹蟲科的 *Kylloborus* 屬，和長蠹蟲科的許多昆蟲，牠們大都在邊材部穿一個深的孔，再在裏面以直角的方向穿一個仔蟲可以進去的孔穴。這類昆蟲最顯著的事實是：牠們能够在室壁上培養一種菌。牠們就將這種有菌絲蔓延着的穴室，使幼蟲住在裏面，以菌體作為牠們底食料。這種菌是母蟲從舊的巢中帶來的，就是說，當親蟲從舊巢中出來的時候，便把巢中所培養的菌體附着在身上而帶到新的巢中去。為着容易附着菌體起見，牠們的頭部等處有很適當的裝置。因此這種菌可以說是祖先傳來的東西。凡是培養這種菌體的甲蟲，統叫做 *Ambrosia beetle*（芳香甲蟲），其種類很多，達四百以上。凡是像這樣親子同棲着共同培養一種特別的菌類的，纔可以稱為家族生活。

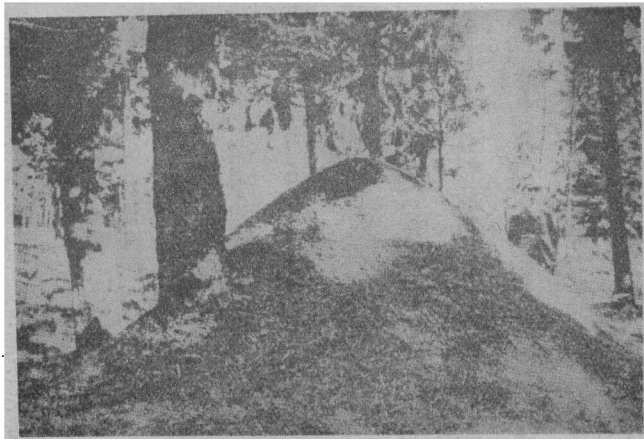
我對於許多營家族生活的昆蟲，沒有許多時間來詳細地敘述。現在且拿牠的代表蟻和白蟻

的家族制度說一說。這兩種家族制度顯著的異點是：蟻是母性中心的家族，白蟻是夫婦中心的家族。

(四) 母性中心家族

爲蟻生殖個體的雌雄，有兩對完全的翅，和其系統類緣的蜂，外形相同。這種羽蟻，從巢中出來以後，便飛到空中，雌雄相求而交尾；交尾以後便落在樹上或地上，雄的大都幾小時或第二天便死；雌的先除去兩對翅，匍匐在地上或樹幹上，找一特別的場所，如石下、土中、或樹皮下，穿一個足夠容身的小穴，牠便住在裏面，同時把入口閉塞，經過幾天以後，便開始產卵，在幾天內產下幾個卵，大約經過旬日的光景，卵便孵化而成蛆狀多毛的幼蟲，這時母蟲使用口把養分餵給幼蟲，極盡其撫愛之能事。因爲幼蟲從巢屋雖可以得到水分，而得不到其他的食料，所以非靠母體哺給不可。如此經過相當的時日，蛆遂成蛹，再變爲成蟲。這種成蟲身體雖完全，可是沒有翅，身體比母體小，各部也不及母體來得充實。至於性能方面，雖是雌性，可是生殖器並不發達，這便是我們通常所見的蟻。此種雌性幼蟻，等到身體完全發育的時候，便可追隨母體之後而工作——將巢口開開，跑到外面採集

食物。把食物先吃到胃中，再從口裏把養分哺給幼蟲和母親，以及在巢內工作的同胞。從事這種勞動的蟻，叫做工蟻或職蟻。牠們只是終生地勞動着，所謂生殖的生活，全然與牠們無關。在職蟻裏面，往往又雜有體大而頭部特別發達的蟻，這種蟻我們普通叫牠兵蟻。有這些特徵的昆蟲，在蟻類方面，數目很多，可以把牠分類予以各別的名稱。現在對於這方面的事只好從略。像這樣的一匹母性，在一兩年之間生出無數的職蟻出來，牠的生命往往可達幾年或十幾年，而職蟻不過只有一年內外的壽命；然而因為繼續不斷地產生，所以數目漸次增加，家族也就漸次地繁榮起



第七圖

蟻巢 赤山蟻之類集合樹林中的落葉，造成高達尺餘的巢。

來。等到家族繁榮之後，纔把生殖器發達而趨完全的雌雄個體產生出來，牠們再在一定的時期，從巢中飛去，再形成另一個家族。等到把這種新的雌雄個體送出巢外之後，爲舊家族中心的母蟲便老死，同時許多職蟻因爲失了中心，也就漸次地死亡，而整個終於完全毀滅。當然蟻的家族制度，不限於這一種，還有其他的種種分化。即如由數家族連合而形成一大家族，選擇數匹或數十匹的母，作爲共同的中心，以維持其家族的生存，至於其他的情形，大致和前述一樣，毋庸再贅。

照此看來：可知蟻的每個家族，是由一個生殖者的母體和許多勞動者的職蟻所成功的一種團體生活，在身體和工作上雖有區別，又形態上雖由數百個個體所構成，然而在生態上不過是一個有機體罷了。即母性是爲了產生後代雌雄生殖個體的一種母體的延長者，牠爲了後繼者不惜犧牲多數仔體的生殖力，使其盡哺育子女的職務，只將其餘極少數的仔體，作爲有性生殖者而養育之，等到牠們的身體發育完全以後，便一齊送到外界去，使牠們另行組織新家族。這雖是一種複雜的分業團體，然而不過還是一種單爲子孫永續起見而發露的母性愛罷了。

因爲有這種家族制度存在，於是就有家族的寄生（社會的寄生（social parasitism））這

種很有趣的現象產生出來。現在且就甲家族的個體寄生於乙家族的情形來說一說：新自巢中飛出而交尾終了甲種母體，侵入乙種的家族以後，遂殺了乙的女王，而自據其王位；乙的職蟻供養這個侵入者，猶如供養自己女王一樣；由甲產的卵所孵化出來的幼蟲，乙的職蟻亦養育而愛護之。後來這種幼蟲便生長而成職蟻，可是這種職蟻自己不能尋找食物，仍舊要依賴乙種的職蟻來供養；然而因為職蟻的壽命不長，漸次死滅，非加以補充不可，於是就去攻擊其他乙種的巢穴，把牠的幼蟲或蛹凡是將來變成職蟻的，一齊捕了回來加以養育，等到這些俘虜生長而成職蟻的時候，再為這個強居主人地位的甲種女王及其職蟻而勞動。乙種在寄生現象方面雖是宿主，而事實上就是奴隸。這種狩獵奴隸的蟻是很有名的，很廣的分布在全北州等處，在生態上即稱為家族寄生。不過家族寄生的方式，不一定和上述一樣，亦有其他種種階梯。

(五)兩性中心家族

白蟻在外觀上是和蟻相似的，也是一種營家族生活的昆蟲，可是牠們系統的關係很遠，乃是由兩種全無關係的家族制度發達而來的。

白蟻的生殖生活者，也是用翅飛到巢外，經過幾分鐘乃至幾十分鐘的飛翔以後，落在地上，先把兩對翅從基部折落，迴旋地走在地上，等到雌雄相遇的時候，就隨同前行，在適當的木材和地面相連接的地方，穿一個小穴，牠們便在穴中同居，交尾而產卵，等到幼蟲孵化出來以後，再加以養育。白蟻的食物是植物質，特別是木質。兩性連續地行着攝食、交尾、產卵的生活。所產生的幼蟲，身體很弱，殆為白色，漸次生長雖略有變化，然而殆和幼蟲同形，只是大小增加而成成蟲罷了，這便是職蟻。這種職蟻，不論雌的或雄的，生殖器都不發達。其中有一部分是頭部非常發達的，特別是大顎很大，且顏面的中央有分泌特殊液體的孔，這便是所謂兵蟻，大都住在巢的入口等處，利用牠那發達的頭部各器官，以防預敵害的侵入。這種兵蟻的發達，是各種白蟻都可見到的事，其形態隨種類不同而各有很相異的特徵。這種兵蟻職蟻達到相當數目之後，便生出生殖的個體——生殖腺特別發達的羽蟻。這一點是和蟻相同的，和蟻不同的地方是：白蟻為直接變態——幼蟲變大的時候，始則胸部後節發生翅芽，繼則翅芽生長而自腹端延長，終則羽化而成羽蟻。這種羽蟻不是白色，而有黃褐色乃至黑褐色的色彩；因為牠有翅的原故，所以胸部很發達；至於牠的職蟻，雖是終日盲目的

活動着，可是牠有完全的眼，具有適於氣界生活的昆蟲底一般形態。羽蟻如果離巢飛去，即可成一个新的家族。在白蟻方面最有趣的事情是：凡沒有女王或王的時候，牠們能夠自幼蟲中速成一個後繼者。所謂速成就是將這種幼蟲不使牠發生完全的羽蟻，只生出翅芽，其生長程度亦只在胸部發達的時候就中止，而且體色亦不白，仍舊是乳白色，但是生殖腺很發達。而且牠們能在女王或王死掉以後，生出許多後繼者——代用王和代用女王——出來，變成數家族或數十家族的共同大家族，而蕃殖格外鼎盛。如果有一部分幼蟲和職蟻分離出來的時候，亦能產生代用的王和女王出來，而成一新家族。所以白蟻是容易飼養而供我們實驗的。像這樣雌雄異體長久的同棲，由職蟻兵蟻產生雌雄兩性的事，以及能夠速成後繼者等現象，都是和蟻的家族制度全然不同的，就是說白蟻和蟻在系統上完全表示着相差的事實；但是就家族制度本身而言，仍舊是一種母性延長哺育子女的現象，在根本的生態意義上，是沒有什麼區別的。縱令牠的制度複雜，一家族的個數達於幾十萬，牠的基礎是母性，或是附加雄性親體做中心，以成一個家族，和人類的家族制度相類似。其所以稱牠為社會的，只因牠的個體數目很多，也有分業現象，情形複雜，又可加入其他的昆蟲，而成為

很複雜的組織，可當作人類的小社會看待的緣故。

(六) 同種的羣團

同種的羣團有兩種：一是同胞家族的羣團，一是非同胞家族的羣集。同胞家族羣團，是以一卵塊所產生的同胞幼蟲之羣集為主，其中有的只在幼蟲期的初期，有的比較長久可以連續到成蟲期。在毛蟲方面短期間成羣體的也不少。松毛蟲等的羣集只限於一歲之間；然毒蛾的幼蟲在共同的巢中可以羣棲到三四年，後來纔分離的。梅毛蟲（梅蚜蠹）自早春起，在梅桃櫻等的枝間，吐絲造成共同的巢，一直到老年，纔漸次地分離，而個別的造繭。蛺蝶當全幼蟲期都是同棲的，直到蛹化後仍舊在一個枝子上排成數十列而下垂着，這並不是什麼珍奇的事。此外如吃胡桃葉子的胡桃蟲也是這樣，卵成列地產下，幼蟲也是成列地吃着葉子，蛹也是成列地垂在葉柄下或枝下。在嚙蟲方面，當梅雨的時節，在板壁或樹幹等處，從幼蟲起就羣棲在一塊，直到成蟲，仍舊是羣棲在一塊；如果靠近去吹牠的時候，牠們便向着同一方向移動；若是急劇地吹牠的時候，牠們便驚散得四分五裂，但是不久又集成一團仍靜止在一起了。看來恰似騎兵的團集一樣——靜靜的集團，若是中央

落下一個破彈，則隊形立刻崩潰，向四方分散，不久又集成舊形而行動。這種同胞的羣團，純粹是沒有兩親的諸幼兒的家族集合而成，因此把牠稱爲兒童家族（child family），想來該是如何的適當啊！

這種同胞社會，是以共同動作防禦外敵和共同分配食物爲目的的。幼蟲將頭部整齊地向着葉的同一方向前進，不使牠有一點浪費，而且是絲毫不爭地且食且行着，由此看來，可以知道牠們食物的分配是如何的完善啊！牠們用吐出的絲互相重疊在一起而造成共同巢，使牠變爲安全的住所，互相扶助而生活，實在令人不可思議！這種具有同胞家族習性的昆蟲，有時也和住在附近同種的牠



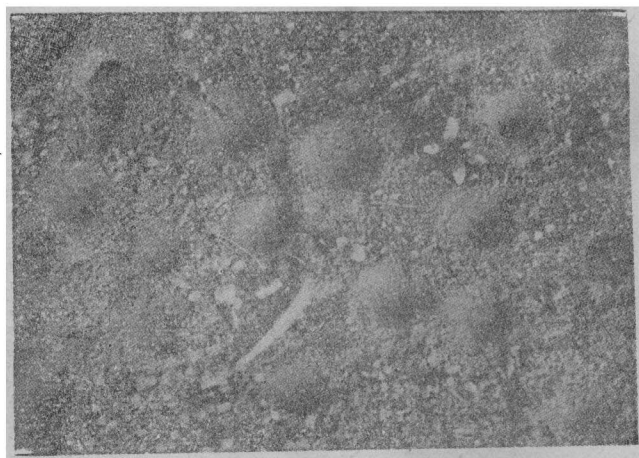
第八圖

同種的羣落(一) 大草履介殼蟲(介殼蟲的一種)在樹上的羣落，可視作同胞社會所集成的集團。

一家族相合併，不過在通常狀態，一家族總是由同一母體所生的仔體所組成的。

亦有和前者完全不同的羣集，只在越冬的時期纔由成蟲羣集的。最普通的例就是瓢蟲之類，其間亦常有與他種混合的事，然而通常都是同一種昆蟲幾百個集爲一團而越冬的。又如蠟蟪，也有這種現象。這個只是和腐肉上所集合的蛆一樣，在適於越冬的地方，偶然的集合罷了，是完全無意識的集合，也不是性的社會，也不是家族，不過是因爲大家有同種的嗜好而集合的罷了。同胞社會以外的同種社會，昆蟲界裏面雖

四 昆蟲社會的構成



第九圖

同種的羣落(二) 蟻地獄的巢，這是在適當的場所所成的羣落。

然不多，但是仍舊可以發見。除了這種顯著稀少的地方以外，我認爲因食物而偶然的羣集，和同種社會亦有一點非常稀薄的關係。

乙 異種社會

昆蟲和其他生物的關係，有兩種：一個是種和種之間所發生的某種密切的關係，可以叫做聯鎖的直接關係；一個是在同一棲所中與所有的生物發生的關係，可以叫做羣落的關係，當然這種區別的方法，不過只是就關係密切與否而區別罷了。

異種生物之間所發生的密切關係，是食物、住所，以及敵害的關係，質言之，就是利害的關係，這種利害關係，或是相同，或是相反，或是兩者參半；有時發生同盟，有時發生爭鬪，使種和種之間，發達到不可分離的程度。所謂寄生、共棲，便是這方面最顯著的現象，而彼此關係的程度，還不會發達到這種地步的也不少。由這些連鎖的關係，便可以把羣落的關係例示出來。

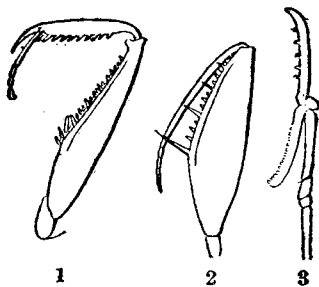
(一) 爭鬪與親和

兩個生物之間的關係，是介於爭鬪與親和之間的。所謂爭鬪便是兩個生物間的一種競爭。這

種競爭或是因為某昆蟲攻擊他種生物為食料的時候所發生的，或是因為防禦他種生物攻擊的時候所發生的，或是因為爭奪同一食物或住所的時候所發生的。前面兩種是有意識的，後面一種是無意識的，不論那種都有劇烈的爭鬥。而且昆蟲對於植物，和昆蟲對於其他的動物，都是一樣，在外觀上，雖有動靜之別，但是結果可以說是相同的，亦有一種競爭存在。

昆蟲間的爭鬥，雖有自動的和被動的兩種差別，然而無論如何必要有攻擊和防禦的武器。攻擊的武器，以有力的咀嚼口，強大的肢，特為爭鬥而發達的前腳、毒針和尾端的鉗等，尤其是口器的發達等最為普通。如螳螂、螳蜋、螳臂蜂、田鼈、紅娘華等的前肢，適於把握，且有銳刺，都很便於捕敵。蜂的毒針等，雖為產卵管的變形，然在蜜蜂的職蜂方面，就作為唯一的攻擊武器。昆蟲以他種小昆蟲為食物而發生爭鬥的時候，往往依賴急速的飛翔力，銳敏的視覺力，

四 昆蟲社會的構成



第一〇圖

為捕小昆蟲而前腳變形的鉗。

1. 螳螂。2. 螳蜋。3. 螳臂蜂。

敏活的把握、咀嚼、刺傷等動作，以達其目的。然而受他種生物攻擊的時候，便不容易運用自如。凡是受攻擊的昆蟲，並不是限於爭鬪行爲不熟諳的種類，大都是草食性的溫和的昆蟲。縱令具有爭鬪性的，若爲求得食物起見，不惜用盡全力，來攻擊體大力強的動物的，是斷無此理的。像這樣的昆蟲，不得不講求防守的方法，如逃逸等的種種手段——即用擬死、擬態、保護色、威嚇、警告、惡臭、毒液、棘毛、厚皮等的方法。

保護身體的防禦方法，有將皮膚硬化的。幸而昆蟲都有幾丁質的外皮，因爲其厚且硬的緣故，所以有許多便利。例如甲蟲等的身體和前翅皆硬化以包被後翅和腹部。此外如蜚蠊、飛蝗、椿象等，都是前翅發達，除了飛翔而外，還有保護的功用。在皮膚硬化的昆蟲裏面，亦有遇着敵害的時候，並不恐懼，能够即刻逃去的；或將腳及觸角等縮了進去以聽其自然的。或變成有硬皮包着的小塊，而不致爲小鳥所啄碎的。或是身體裏面有惡味或惡臭等，以便使小鳥所嫌惡的；尤其是當要被捕的時候，就從身體的某部發出種種惡臭，或刺激性的物質，以備逃脫或防敵攻擊之用。如白鳳蝶的幼蟲，胸部有臭角，瓢蟲和葛上亭長的腳上，能生出黃色臭液；又如大形的鋸蜂幼蟲，腹部能射出水液；

飛蝗等的口中，能射出黑色液；白蟻的兵蟻底顔面分泌孔，能射出黃色液，凡此種種，都可說是防敵的毒液。又如豆娘當夜行被敵追逐的時候，從肛門中發散一種刺激性物質，即使是那種貪食的蛙，遇之亦惘然，而莫如之何。毛蟲中有棘毛或毒毛的亦不少，如松苔蠹、苔蛾即是。毒蛾尤其著名，幼蟲的身體上全部都生着許多毒毛束，不拘人或畜，碰了牠都可使你感到苦痛；這種毒毛束，在繭的時期就充滿了，等到成蛾以後仍舊存在，在六七月的夏天，當其因慕燈火而飛到室內來的時候，穿着單薄衣服或是赤膊的人，皮膚上往往受其刺激。當然這是牠防禦器官的濫用，然而其毒之甚，由此可知。

除皮膚堅硬或不堪供作食物兩法以防敵人侵襲之外，還有設法逃避敵眼的必要。因此而隱藏各種物質之中的昆蟲亦很多。例如土壤、木材中、羽毛中，都可以隱藏。或是像結草蟲那樣，在幼蟲期造成厚的巢。又如蠶和天蠶等許多蛾類及鋸蜂等，在蛹的時期，造一厚而堅的繭，而隱身其間的亦不少。亦有身體不得不在外界，則用種種方法以隱避牠們的身體；最普通的是把體色變得和所棲的外界顏色相似，或是把體形變得和外界相似。我們普通稱爲保護色的，實際上不單是

色，必須色和形及動作相連合，纔能奏保護的效果。凡綠葉上的幼蟲，不拘是鱗翅目、膜翅目或直翅目，其所以都是綠色者，可以說都是爲了保護自體的緣故。至於牠們身體上的斑紋等，放在近處看來，雖然可以看出很鮮明的色彩，然而當牠登在葉上的時候，的確可以和周圍的自然色彩相調和，而難以



第一一圖

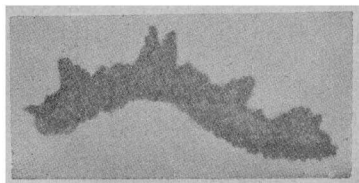
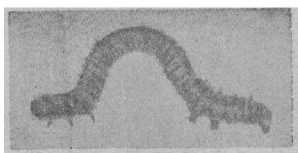
有毒毛的毒蛾之幼蟲的同胞社會。

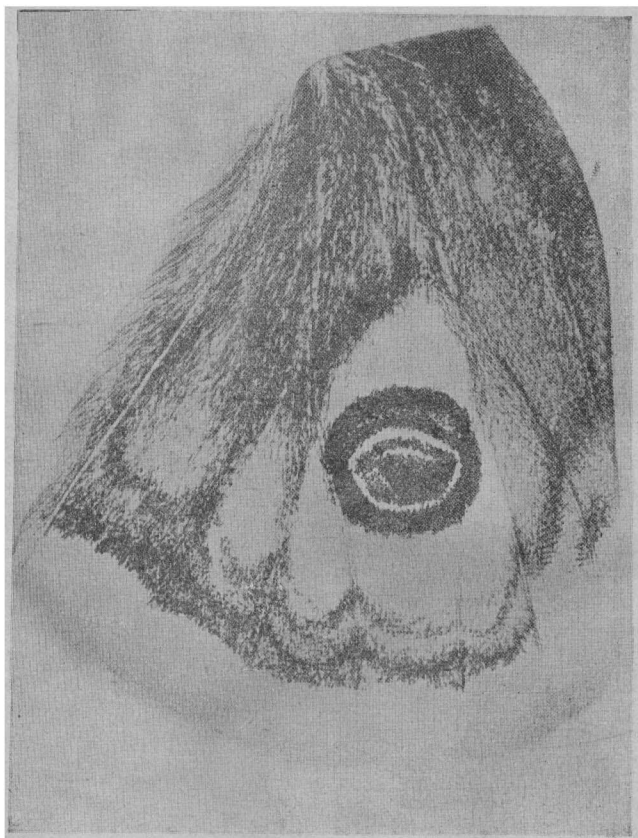
區別。有人說：人類肉眼觀察時所得的感覺，和鳥眼觀察時所得的感覺，是不一定相同的；但是只要人眼不能發現其存在，便可以證明牠是有相當效益的了。至少當人培養蔬菜或花卉的時候，在不會留意的當兒，而幼蟲不知在何時卻生長出來，往往等到葉子被吃以後纔發覺。桑尺蠖蛾之類，在樹枝上，和枝相似，色彩、形狀和動作，都很吻合，我們必須加以相當的注意，纔可以發覺牠的存在。小鳥要想發現牠作為食物，當然非比人更加注意不可。雖說小鳥能夠發見類似外界的昆蟲，然而亦不能說保護色沒有效力；因為發現雖是發現，不過是



第一二圖

保護色 類似樹皮色彩的枯葉蛾的幼蟲靜止的狀態。





第 一 四 圖
某種大蛾翅上的眼斑。

是有益的如桑尺蠖似枯枝，木葉蝶似枯葉，都是擬態方面最顯著的例證。因為和枯枝或枯葉相似，便不容易被他種動物所發現，和蠟的綠色一樣，都是同樣的保護色。擬態方面，譬如有毒針的，或是有惡味的都是小鳥所不喜歡的，原型，如果和這種有毒針或有惡味的昆蟲形態相似，於是小鳥縱令能發現牠的話，然而祇要想到牠的惡味或被刺的痛苦，往往便可放之過去，而不敢嘗試了。將形色模擬外界的方法，其依據的方法也有種種。有許多昆蟲，往往形似一種有毒針的蜂類，在花虻類方面，這種例子很多，小鳥們總以為牠是圓花蜂，恐怕被其所刺，不敢去侵犯牠，其實乃由雙翅所模擬。又有一部分蛾類和蝶類，翅膀上往往有一對好像眼睛一樣的斑紋，用以恐嚇牠的敵人，使牠們畏懼不敢侵襲。此外無毒針的葉蜂類和蛾類的硝子蛾等，外形很像拖足蜂，採集標本的人也常為其所蒙蔽。

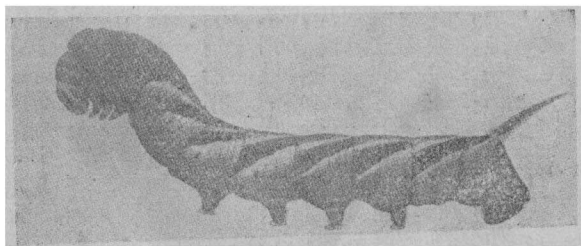
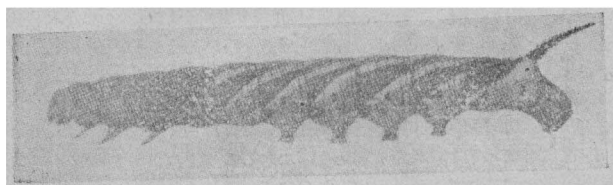
然而這些現象，究竟是擬態呢？還是生活式樣的類似呢？還是系統的關係呢？還是偶然的概形的類似呢？都是很難解答的問題。蟻和蟻蜂、豔蟻蜂等形狀色彩的類似，不能僅僅乎認為是系統上近緣的關係，毋寧說在生活式樣的類似上亦有關係。和他種蟻相類似的擬蟻及菽蟀的幼蟲，恐怕

只是偶然的巧合罷了。至於螞蜘蛛似蟻形，雖可作為擬態，然而牠是因為要捕食蟻所以纔和蟻相酷似的，這種擬態和普通昆蟲防敵的擬態不同。因此形態色彩的類似雖有同樣的外觀，然而對於生態上的許多相異的意義，亦不可不注意。

昆蟲中亦有在被敵襲擊的時候，用不動的狀態，以免被敵發見的。普通我們把這種現象叫做擬死。在捕食性的昆蟲之中，凡不動的昆蟲，往往使我們不容易發見牠們。蜻蛉和食蟲虻等，只有飛的時候纔可以看見。貪食昆蟲的蛙，每每不能看出不動物的昆蟲，縱然不到這種程度，如小鳥等雖然亦能夠看見不動的東西，但是昆蟲暫時的靜止，再利用牠的保護色等，落在雜草或落葉之間，便很不容易看見牠。如金龜子等當我們搖動樹木或用手觸牠的時候，牠便立刻落下而鑽進雜草裏面，暫時不動，過了一些時候，又從那裏逃出而急速地飛去。其中亦有一直線的從葉上落下兩三尺，再急速地向橫處飛去的。尤其是在枝上附着的昆蟲，如果稍微觸牠一下，牠一點也不動，例如象鼻蟲等。這也許是因為牠的身體非常堅硬，小鳥的嘴力都無可如何牠的緣故罷。

凡是遇到危險就利用自己的機械力而逃去的亦不少。例如跳蚤使用腳的跳躍力，而急速地

跳到很
地方。此
部分而
容易昏
腳穢狀
小鳥啄
設的。且
之，都有
有。示牠不
色。如斷
的幼蟲



態，可以說是爲威嚇敵人而設的，和前面所說的翅上眼紋的作用一樣。松蝻在胸部的背面，有毒毛叢，在敵近的時候，則屈曲體節以示之；某種蛾的幼蟲因尾端突起上有細的肉狀突起，栩栩地活動，也都是爲威嚇敵人而設的。

就以上所述的種種事實推想起來，不能說沒有欠充分的地方，具有此等意義的色彩、形態、動作等現象，現在仍然存在，而且都是日常司空見慣的事，其生態上的意義，和前述一樣，都不難推想得知。可是牠們真正的意義，還有很多疑問，也許以前所推究的事實，有許多錯誤的地方，也說不定；尤其是在昆蟲的色彩和形態方面，須要待諸今後研究的地方很多。

(二) 親和寄生與共棲

兩種或兩種以上的生物，互相提攜而生活的，至少有三種現象，就是親和、共棲和寄生。

1 親和(commensalism) 兩個生物在親和關係之間的，其中一個或一個以上的種總是受到相當的利益，然而他一方面也並不受害的。例如蟻之中有在樹木的枯枝上造巢的，就蟻方面講，是受益於樹木的，而就樹木的生活方面講，也並不受害的。當天牛從樹幹上吃進去的時候，在其

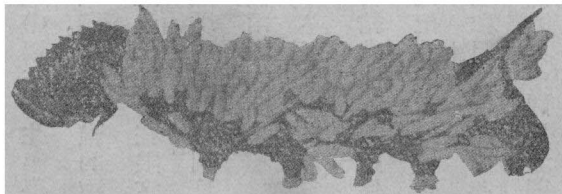
入口常有很多木屑堆集着，這種木屑，因為被樹液浸溼的緣故，裏面往往有許多小甲蟲或雙翅目的幼蟲寄生着，這些昆蟲是因同居而獲得食物和住所的，在天牛方面也是不受什麼損害的。

2 共棲 (symbiosis 或 mutualism) 所謂共棲，就是在兩個或兩個以上的生物親密的共同生活之間，兩者都可獲得相當利益，至於兩方利益的多少是不問的。蟻和蚜蟲的生活關係，便是個很好的實例。有共棲現象的昆蟲，其間亦有程度上的差別，甚至共棲的關係密切到極點的時候，不共棲便不能獨立生存的亦有。花和昆蟲，也是一種共棲的例，花若非有某種特別的昆蟲為其媒介，便不能結實，花不能結實，這種植物便不能繁殖。同時從昆蟲方面講，若非有特種的花就無從獲得供牠營養的蜜。

3 寄生 (parasitism) 兩個或兩個以上的種在一塊兒生活的時候，如果是一方得利而他方受害的，便叫做寄生。得利的一方面，叫做寄生者，受害的一方面，叫做宿主。馬虻的幼蟲，寄生在馬胃中以得食物，這是體內寄生的例，蝨則寄生在獸類的體表以得營養，是為體外寄生的例。寄生者是得益的，宿主是受害的，兩者並無何等利益相交換，牠們兩者間的關係，是以應離而不離地積年的

因果關係所結成的。然而寄生者往往除了牠的宿主便不能生活。這種寄生生活和普通捕食生活（即某種昆蟲捕捉他種一定的昆蟲爲食物），我以爲其間實在沒有什麼一定界限。蜻蛉捕食蠅類，誰都知道這是一種捕食生活；然而土蜂捕尺蠖而產卵在牠的體上，將來孵化出來的幼蟲再食尺蠖，這究竟是寄生呢？還是捕食呢？兩方面都可以說，這倒很難確定。像這樣介於兩方之間的狀態，如欲區別牠是寄生或共棲或親和的時候，須就兩方利害關係的分量多少，加以比較之後，纔能確定。總之，三者之間，確實的區別是不大容易的。即本來兩個或兩個以上的種之間的利害關係，因種種情形不同，起各別的交易，在各個交易之間，並無連絡，只是類似的交易，發生類似的結果。我們不過按其關係最顯著的時候，說牠是寄生或共棲或親和罷了。因此之故，在這三項標題當中，雖可舉出許多特別的關係來，現在只

四 昆蟲社會的構成



第一六圖

寄生蜂在其宿主蠅的身體上作成許多米粒樣的繭。

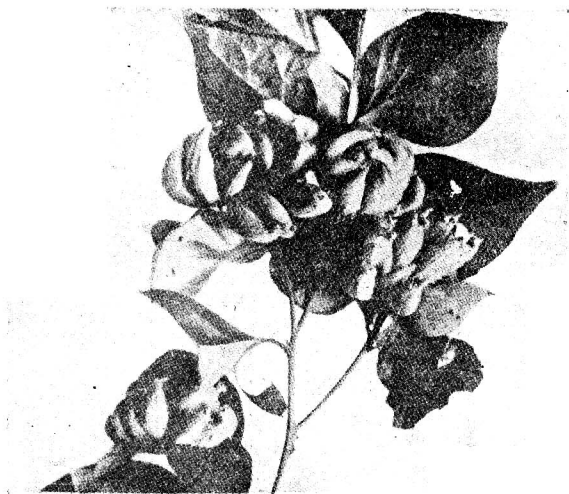
好從略。

在這些現象之中，昆蟲和植物的關係，可以說老早就被人注意了，就中以花部生態學的研究爲最廣。關於這方面所研究的事項是：花和昆蟲的關係，花引誘昆蟲的機構，對於昆蟲的種類、吸蜜及附着花粉的特徵等等，都是花部生態學裏面所要探求明白的。花和昆蟲只是各在限定的種之間成立牠們密切的關係，一種花只依賴一種特殊的昆蟲以達其花粉媒助的目的。我們只要知道一種花的各種現象以後，其他許多花的現象，也就可以推知了。總之，牠們兩者之間是不能離開的，例如圓花蜂和附子，在地球上分布的區域也是相同的，凡是有附子地方，必有圓花蜂。

像蟻等那樣大家族的昆蟲，廣汎地和各種昆蟲及小動物乃至植物結成種種的關係，差不多和蟻有關係的動物，不下三千多種。在植物方面，和蟻有特殊關係的，竟至把牠稱爲蟻植物，當然從其真正意義上講，不無還有許多討論之處，牠那發達的不可思議的構造和組織，很能引起我們的研究心。某種蟻且能幫助植物散布種子……等等現象，不勝枚舉，正如牠的巢中同居者關係複雜的情形一樣，蟻的對於生物社會的活動也是多方面的。

寄生生活是應用昆蟲學上很重要的問題，由此可以知道種種的事實。如蟲癭等是寄生的結果所發生的，就是某種昆蟲寄生在某種宿主的植物上所發生的畸形無用的組織，這種怪現象，很能惹起我們的注意。爲什麼蠅的幼蟲一定要變成蛆的形狀呢？爲什麼沒食子蜂一定要在橘類的枝上產卵使牠變成果實狀的大形組織呢？有人說這是因爲植物組織受了刺激而成的，然而我們仍舊很懷疑。要之，寄生是以食物和住所的供給爲必要，而蟲癭實在是一種太奢侈的東西，植物爲什麼要應許這種昆蟲

四 昆蟲社會的構成



第一七圖

某種好蟲所作成的蟲癭

過分的要求而生出蟲癭來呢？真是不可思議。

(三) 食性

昆蟲對於食物的各種事項非常重要，昆蟲完全仰賴其他生物來供給牠的食物，兩者的關係很密切，本有一述的必要；可是這一部分因為屬於「害蟲和益蟲」的範圍，現在暫且從略。

(四) 羣落的關係

昆蟲和昆蟲及其他生物相對的關係，前面已經說過了。現在且來談一談羣落的關係。先以一種生物為中心，來看牠和食物間的關係是怎樣。譬如以某種草食性的昆蟲來說，牠和其他生物所發生的關係，大致和第十八圖所表示的一樣：

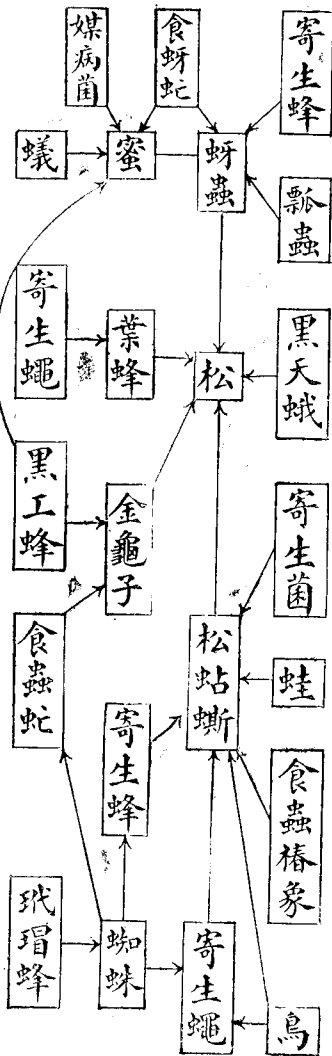


第一八圖

在寄生蟲方面，所謂一次二次者，就是重複寄生的意思。在每個草食性的昆蟲身上，亦往往有兩種以上寄生蟲寄生着。當我們以一種植物為中心，來考其與其他生物關係的時候，則每種生物勢力的消長，都可推想出來；究其結果，草食性昆蟲的命運，非但為氣候和土地的因子所左右，而且為其他許多動物的勢力所左右。所謂其他許多動物，便是以這種草食性昆蟲及其食物為營養源的動物。至於這種草食性昆蟲的蕃殖力，一方面由於食物的多少，一方面由於敵害的侵襲，非大犧牲不可，因此牠的蕃殖力不得不加強。昆蟲食物的多少，是隨着自然力變化而增減的；而且食同一植物的許多昆蟲，牠們彼此之間，亦是處於競爭狀態的，因此之故，昆蟲所受到的環境影響，直接間接地有二重三重之多。

其次以植物為主體，來看牠和其他生物的關係是怎樣。譬如就松來說：以松為食物的昆蟲很多，不下七十餘種，現在我們只舉五種來說罷，和這五種昆蟲有關係的生物也很多，現在也只能例示兩三種，例如單就松藻蟲說，便有十幾種寄生蟲，如果盡量地把牠們的關係，用引線一起表示出來，不特徒然使圖表難看，而且也太複雜，只好從略。現在只非常簡單地作成第十九圖，由這個圖便

可以曉得，只是一棵松樹——當然松樹的種類很多，大概無論那種松樹，所受的蟲害，大致相同，不妨即當作一種看待——然而牠與動物的關係，已經是這樣複雜了；如果再在喬木、灌木、雜草、蘚苔、



第一九圖

等數十種乃至數百種植物的森林裏面考察起來，則其複雜情形，更可想見。每種生物都有許多相關的昆蟲，且各個昆蟲之間，同一種昆蟲往往又食許多種植物，又同一種寄生蟲亦往往寄生在兩種食性不同的昆蟲體上，其情形真好似網一樣的複雜。在這種羣落的連鎖關係裏面所生存着的

許多昆蟲，無論那一種的榮枯盛衰，都不僅是牠本身問題，而且可以影響其羣落有機體的運命。假使這種關係，不十分動搖而在靜止狀態，便可稱爲平衡狀態。然而所謂平衡，不過只是比較的說法罷了，完全的平衡狀態，是理論上不可能的，通常總有稍微的動搖。在內部因子或外部因子不平均的時候，換句話說，就是環境因子發生重大變動的時候，無論生物全體或一種，便不能預斷其勢力的消長了。所以當我們從應用的立場來討論某種昆蟲勢力消長的時候，如果單就牠的生理作用來研究的話，是往往不能解決的，非從羣落生態學的觀點上來加以考察不可。譬如要知道某種昆蟲蕃殖力如何，如果只就其生存上重要的氣象因子——溫度和溼度——來推究的話，是不能確定的，必須對於其他的土地因子和生物因子亦要加以考察纔行。若以溫度和溼度的影響爲主要因子的話，則在某種限定場所裏面，我們只要觀察牠的溫度和溼度因子，來預測某種害蟲的增減，卻是很便利而簡單；然而這不過只是一種預測資料罷了，事實上其他許多條件，也是不能不顧及的。所以要想預知某種害蟲勢力消長的事實，實在是個很重大的問題。

(五) 分布

向來的動物地理學（亦名動物分布學），專以研究各地動物分布的種類爲主，因此對於地史的關係很着重。中國因爲地大物博，動物種類很多，照向來分布學上的區分，把北部列入舊北區，把東部和南部列入東洋區。不過這種區分，只是就地球上各處現存的生物分布情形而區分的罷了。這種區分因爲對於地理的關係很着重，所以不妨把牠當作地理學的一種分科看待。然而如從動物學的立場看來：則動物進化的歷史，即自古迄今動物榮枯盛衰的狀況，須依照動物的自然環境爲標準，來考其如何進化到現在這種地步；以時間的變遷歷史爲背景，來闡明現存動物羣落的種類之分布狀態。動物移動的方法和能力，是隨種屬不同而有差異的，所以牠們分布的範圍亦就有廣狹的參差。譬如兩個移動方式全然不同的種，縱令牠們的發現地和發生的時期相同，然而牠們現在分布區域是不見得一致的——往往棲息在相異的區域裏面。那末許多種分布的總和，如果只以構成分子的多少而來分割生物地理分布的境界線，當然很明白的界線是分不出來的。惟有在島嶼方面，因地理上完全隔離的緣故，其區分比較的容易明白。由此可以知道生物分布的域界線，只有在無區別的區別線之下纔可以把牠區分出來，而我們只能在便利上作成一種想像

線。我們所有的生物地理學知識，不外由兩方面得來：一面考察種或類的發達、變遷、移動等的現象，以推究其現在的分佈狀況；一面探求其羣落的分佈情形。從這兩方面所獲得的生物分佈的知識，將來仍舊有許多變更的。我認爲將現在生物地理的區分，作成暫定的無區劃線之概括的地方區別，似有相當價值。

各地的昆蟲相，是隨着地域而變化，從平面上講，北方的昆蟲相和南方的昆蟲相有着顯著差異，而且在同一區域裏面，又往往因爲土地的高低不同，其分佈的昆蟲相，亦有顯著的差異。如果平面的南北之差，認爲有引一地理區分線之必要的話，則高低方面，亦有引一區分線的必要。譬如臺灣，其大部分屬於印度亞區，而其高山頂上則屬於中亞細亞區的中部。因此之故，當我們記述某種昆蟲分佈的時候，像過去那樣概括的區分，是不能滿足的。研究昆蟲的分佈，現在只是蒐集資料的時代，必須等到每種昆蟲正確的分佈區域明白以後，再來考究其環境的因子，那末昆蟲地理學的研究，纔有面目一新的希望。

無論那種昆蟲，必須在其生態因子所充滿的環境裏面纔能分佈。然而無論那個方面，地理的

因子也好，氣象的因子也好，其他的因子也好，雖然昆蟲都有棲息的可能性，然而若是沒有食物，則其棲息的可能性，便完全失去。因此之故，在某種限定的分布區域裏面，因為是局部的環境，所以昆蟲所能够生活的棲息場所是有限制的。草食性昆蟲的分布區域，是隨着某種特殊的植物之分布而分布的，因為牠的棲息領域，極受限制。如果這種植物，在牠的分布區域裏面，因某種特別事故，一旦發生變動，而使其種絕滅的時候，若不等到原來的種子從別處再行移殖過來，縱令環境適宜，也不能發生；因之賴這種植物生活的草食性昆蟲，亦就同歸於盡。照這樣講起來：可知昆蟲的棲息區域，是局部的，是受食物所限制的。因此昆蟲的棲息地域，除了食物以外，其可能的棲息地域，比其實際的棲息地域來得廣大。又如農作物因人為的力量其分布區域時有變更，因此吃這種農作物的昆蟲，亦就隨着而受影響，不得不动其棲息地域。又因人力而移動的許多害蟲，消長於世界各處，該處的生物社會，遂受到莫大的影響。這些事實，從向來的動物地理學上講，是把牠作為例外的，其價值的大小，也是置之不顧的；然而從生態的動物地理學上講，實為很重大的問題。如果有某種昆蟲侵入一個新的領土，那地方植物生活的平衡狀態，就引起很大的騷動，甚至有時完全變更其生

物羣落的機構。而且這種害蟲，亦往往和人類引起不少經濟的爭鬭。

四 昆蟲社會的構成

五 羣落的變遷

羣落的構造和消長，與其構成分子即種的消長一樣，都不是永久不變的。縱令在平衡的狀態，也往往因季節或時間而略有變化——在種數上，個體數目上，及活動能力上，無論那方面，都是常有改變的，我們把這種改變稱爲變遷 (succession)。變遷的種類很多，要研究牠的話，有先把牠分爲幾大類的必要。

(1) 地質的變遷 (geological succession)

在地質年代很久遠的時間上，地球的表面，已發生幾度的變遷。無論從環境上講，或是從昆蟲的種族上講，因時代不同，而有羣落全異的昆蟲相。普通對於這方面的研究稱爲古生物學，或生物化石學。如以此作爲系統研究的資料，便可把牠列入昆蟲系統學的領域；如果從生態上講，這便是牠的變遷。按昆蟲的時間分布來研究的，則有所謂昆蟲的年代學 (chronology)。由於這種研究可

以知道昆蟲的系統發生和環境的關係。

(11) 季節的變遷 (seasonal succession)

無論什麼地方的氣候，沒有終年不變的；尤其是熱帶以北的地方，一年內就有顯著的週期變化。所謂週期變化，就是四季轉變。因為昆蟲各有其所好的環境範圍，四季的變化愈顯著，則昆蟲的活動界限也愈顯著，就是昆蟲的活動只限於某種特定時期，而在其他時期，無論用什麼方法，均不得陷於靜止休眠的狀態。因此昆蟲一生間的變化，自然而然地就有活動時期和休眠時期的區別；其活動的方式，亦是隨着成蟲和幼蟲而不同的。這種環境的週期變化，和昆蟲活動的週期變化，互相組合起來，於是在季節上就有四季景象的變化表現出來了；同時在生態上也就產生羣落構造和機能的變遷出來。觀察各季變化的科學，就是季節學，或叫氣象學 (phenology)，也就是研究氣象和生物關係的一種學問。然而這種研究，只是偏於氣候的變化一方面。這方面固然重要，同時我們對於羣落的構成和活動的變遷，亦不得不明瞭。季節的變遷，是一年間週期的變遷，所以又稱爲週年變遷 (annual succession)。

環境因子的變化，以溫度高低的影響為主，而溫度的高低，又由於日射時間的長短和角度的差異而生；且和溼度亦有關係，結果遂產生種種氣象因子的變化。此外更有一種因子的變化，就是植物活動的差異。因為溫帶以北的植物，大都到冬天即落葉，須到翌年春天纔發芽生蕾，再漸次成長而開花結實；因此許多草食性的昆蟲，必須到了植物的活動期纔可以自由地獲得食物，就是那些以其他昆蟲為食料的昆蟲，亦非到這個時期不能自由得到食物。這兩種很大的變遷，遂不得不影響於昆蟲的生活。到了溫暖而食物豐富的時期，無論成蟲或幼蟲，都非活動不可；到了缺乏食物且環境不適宜的時候，又非休眠不可。我們每以為冬天昆蟲休眠時期，不拘卵或蛹，只要有相當的休眠期就夠了，其實並不然，成蟲和幼蟲仍舊都有休眠的現象。何以故呢？其一部分的理由是：昆蟲的活動期是隨種類而異的。自春至秋雖說是適於昆蟲生活的時期，然而在這個期間裏面，亦並不是任何種類的昆蟲都始終活動的。所謂時間的分業，每個種的活動期是各不相同的，就是吃同一種植物的幾種昆蟲，在時期上亦多少有點差異。如此一來，無論那方面的昆蟲，便不致於發生競爭食物的事，就比較的容易棲息了。例如喜吃櫻葉的梅粘蠶，是在四月至六月出現的；而櫻毛蟲（狸

蛴）是在八九月間出現的，兩者完全在各別的時期以求食物。此等幼蟲的攝食期，可以說是有限於溫暖期的某短期間的習性，這種習性和越冬期的情形，多少有點關係。還有一種理由，就是成蟲比在其他時期的昆蟲，抵抗外界的力量要來得強些。如甲蟲和椿象便是其例。

在適於活動的溫度以外的時候，昆蟲或設法逃避，或者陷於休眠狀態，不得不選擇其一途。普通把休眠的現象叫做冬眠(hibernation)和夏眠(aestivation)。前者非常普通而後者比較稀少。然而休眠也不一定爲了不適的溫度纔發生；如果在食物不足的時候，也有採取休眠狀態的。甲蟲尤其是草食性的金花蟲的成蟲，從仲夏直到翌年春天，皆在休眠的狀態，因爲恐怕幼蟲的食物不足，所以休眠到翌年春天等到新葉萌發以後再產卵。某種蚜蟲也有在春夏間採取休眠狀態；這種現象，究竟還是因爲不耐高溫的緣故呢？還是因爲食物不足的緣故呢？現在還不明白。

在蚜蟲中隨冬夏而變更食物的也有。因時期不同，食着兩種系統上完全不同的植物，例如冬天吃櫻花，夏天吃禾本科植物。究竟那一種是牠原來的食物，可不必問，總之，早春的植物新芽豐富，到了夏天，新芽便難找，而夏天所蕃茂的草，到了春天也難找，若非兩方面求食，勢必在任何一方面，

就要休眠以待纔行。如果某種蚜蟲是喜歡吃新芽，則必在新芽發生的時期纔能生活。作蟲癭的昆蟲，必在植物組織可以成蟲癭的柔弱時期纔發生。又如沒食子蜂之類，隨世代不同，遂造成異形的蟲癭，在一年間重複二世代的，往往在相異的部位去找牠能够發生蟲癭的嫩組織。

寄生於其他昆蟲體中的蜂類，其發育往往和其宿主的發育相呼應，又爲因食物所結合的關係，所謂發育時期相呼應而一致的事實，究由於何種生理作用而起，當另作別論，然而在生態上這種現象，對於寄生者生活的要求是必要的。

此外亦有許多昆蟲，其生活式樣往往隨季節不同而改變，如蚜蟲，在二年間經過幾世代乃至二十餘世代，隨世代不同而各有其相異的形態和生活——通常總是在卵的狀態而越冬，由卵孵化出來的，是不生翅的雌蟲，叫做幹母；由幹母所胎生的仔體，也是雌的，生翅或不生翅，並不一定；這種雌蟲所生出來仔體，仍是雌的，大都是生翅的；這種有翅的雌體，後來便移殖到別處去，無翅的仍留在原處；移到別處去的，便在那裏經過數代，其中也是有翅的無翅的相混雜，等到秋天，有翅的就跑到產卵的場所去產卵，直到這種卵所孵化出來的仔體，纔是雌雄兩性的個體，由這兩種個體再

交尾而產生最初的卵。因此之故，蚜蟲各世代的形態和生活方式是不同的，這種現象普通叫做世代交替。這種隨世代而發生的差異，亦是由於四季的變遷，所以纔有這種適應環境（尤其是食物）生活式樣的差異發生。在一年間所經過的世代數很多，因各世代所受的環境影響不同，所以便生出這樣的結果。至於他種壽命長的昆蟲，往往在幼蟲期間，雖受着環境幾度變化，仍能適應各種環境而生活。但如寄生性的地膽和葛上亭長的幼蟲，因其環境變遷非常厲害，往往隨着各個年齡不同而有非常特異的形態，可以說是一種畸形變態；氣象的環境變化，只能影響其習性的差異，而在形態方面是無甚顯著影響的。

蝶和蛾身體的大小、色彩的明暗等所謂季節的多態（seasonal polymorphism），是因溫度溼度等的影響而成的，其生理作用，我們已經可以解釋，然其生態的意義，還不十分明白。

季節對於生物的種種影響，已如前述，由此看來，那些羣落的變遷，也就不難想像了。自春至秋，是許多昆蟲活動而攝取食物的時期，也就是昆蟲羣落活動的時代，因此亦是易於紊亂平衡的時期，到冬天乃是牠們的休眠期。

(三) 晝夜的變遷 (daily succession)

一日之間的變化，以日射的關係為主，就是明暗和溫度以及其所關聯的氣象變化，由於這些變化，昆蟲所受的影響亦不少，昆蟲的種種動作是隨着晝夜早晚而變化的。蝶類大都在白天飛翔，而蛾類卻大都在夜間飛翔，這是誰都知道的事。非但可以晝夜來區別，在時刻上亦隨明暗而有差異，即以夜間飛翔的昆蟲說罷，亦往往隨種類不同而其出現的時候亦有差異。茅蠋的鳴聲，必待光線的明暗度達到某種程度纔興奮，又如螻蛄乃是隨着晴陰而時鳴時止的，從這些例證可以推想這種現象是與溫度無關的。當昏暮的時候，是發光的螢雌雄相誘的時刻；正如有這種時刻的限定一樣——雌雄交尾的時刻，產卵的時刻，攝食的時刻……昆蟲全天的活動時刻，都是各有一定的。因此之故，昆蟲一日間的生活，可以規定牠的活動和休止時刻；而且羣落內的動靜，在一日之間，亦有變遷。昆蟲晝夜的變遷，是標本採集家所常常注意的事。在生態的觀察上，亦往往因晝夜不同，而獲得不同結果。

月之盈虛的變遷 (lunar succession)，對於昆蟲的影響，還沒有像晝夜那樣顯著的事實可

以知道，然而因月的盈虛而生出明暗的時間差異，也就影響夜間交尾的昆蟲。有謂蛾類隨着發生的季節和月的盈虛不同，於是產卵就有多少之別，因此在翌年的繁殖上，亦就生出差異來，這亦是很有趣的問題。當我們用燈火將昆蟲集來的時候，能够影響其數目的原因之外，還有他種重要的因子，就是在月光明亮的時候所集來昆蟲的數目，比用燈火往往顯著地減少。

(四) 生態的變遷 (ecological succession)

生態的變遷，和前述的週期變遷不同，乃是把所有的生態型的羣落變遷總括在一起而說的一種變遷。例如因天變地異而環境全變的時候，或是因火山噴火而山林化為焦土的時候，或是因洪水汎濫而田地忽然淹沒的時候，或是因為人為的變革，將森林成為街市，草野闢為水田等時，縱令不是這樣大的變遷，即如草叢、池沼等，時時刻刻都有小變化發生，這些土地和植物生態的大小變遷，小而言之是局部的，大而言之是整個地方的，總之，生物羣落受到這些影響，就有變遷發生。又以一地方而言，就有氣候的變化。所謂氣候，就是通常平均的氣象，除了四季晝夜等週期的變化以外的非週期的變化，如降水量的多少，晴雨日數的比例，或由於暴風所起的氣象變化等等，或是暫

時的，或是長時間的，對於生物社會的變移，都有顯著影響的表示。

尤其是因為人為的關係，森林耕地等的變化，較為顯著，或是栽培新的植物，或是擴充某種單純的特殊植物栽培地的面積，或是將原野闢為水田，這些變革，直接間接地，對於那地方昆蟲，究有何等的變化，是不可推測的。或為綿亙數里的落葉松，或為廣大的杉林，或為一望無際的稻田，則隨其主要植物的生態不同，就有相異的環境產生出來，只有適於這種特殊環境的昆蟲，纔能生存其間；又這些昆蟲之間的關係，比較那些由多種植物所成的植物羣落裏面的昆蟲之間的關係來得簡單，且其羣落的構造也較簡單。所謂羣落構成簡單，就是說牠的構成分子的數量來得少；構成分子的數量少，則其間如果發生變化，其影響很容易擴大；反之，羣落構成分子複雜的，其中一種分子的變化，對於他種分子的影響很少，亦難引起全體的變革。因此之故，在單純的植物羣落裏面，發生害蟲的可能性來得多，所以容易引起昆蟲的大發生；在混淆的植物羣落裏面，害蟲大發生的事比較困難，因而植物受大害的事亦少。培養植物當然須賴人為的力量以促進其生長，然而同時亦適於昆蟲的滋生，主要的原因是：這種羣落構成很單純，其平衡狀態很容易動搖，於是因為某種機會

害蟲很容易增加。總之，在人力支配下的農耕地、果樹園、森林等處，是昆蟲非常容易繁殖的環境；反之，在自然的荒野、山林等處是比較容易保持平衡狀態的地方。

當昆蟲大量發生的時候，如果聽其自然，置之不問，則受此害蟲食害的植物，勢必發生勢力衰退的現象，甚而忽然在其羣落中失掉勢力。可是以這種植物為食料而繁殖的害蟲，亦不得不同歸於盡。結果，這種生物羣落的構成遂發生變遷。這並不是因為外力而變遷的，是由於內部所起的變遷，是一種生態的變遷。通常從內部所起的變遷，多半是慢慢兒發生的，而這種變遷，昆蟲往往是個很劇烈的變革者，也實在就是內部的破壞者。牠的形態雖然很小，可是牠的破壞力卻非常之大，因此變遷也很快。

(五) 數量和力量

最後對於昆蟲的量的變化和力來略說一下。

我們之所以說昆蟲是現代優越的動物者，多半是因為其種數非常之多的緣故；又在昆蟲之中，我們之所以說蟻是優越的動物者，並不是因為牠的家族制度發達的緣故，也是根據牠個體數

目的多寡而說的。蟻是無論什麼地方都可看到的昆蟲，牠的身體雖然很小，可是牠對於他種生物的力量之大，是不能想像的。

爲羣落構成分子的昆蟲，我們怎樣來推測牠及於別種生物的力量呢？我以爲昆蟲之力的表現，有兩種主要的事實：一個是有害他種生物的力，所謂有害者，最重要的當然就是以他種生物爲食料；一個是供給他種生物作爲食料的力，這種力可以從牠的體量和數目表示出來；至於有害他種生物的力，當然由牠的數目和食量的總和可以表示出來。然而因爲時期的關係，當我們推算的時候，結果是常不能一定的，這一點亦不可不注意。昆蟲攝取食物的時期，是幼蟲期和成蟲期，而多數的昆蟲，多以幼蟲爲主要的攝食期，幼蟲是隨着身體的大小而增加其食量，其間脫皮期和造繭期是不攝取食料的；而且因爲季節的關係，又有休眠期，那末照此看來，昆蟲對於外界的危害力，在其一生之中，隨時期不同而有差異。若是昆蟲所產的卵，全部都變爲成蟲的話，我們就可從牠的數目來推算其全體的食害量了；然而大多數的昆蟲，到了產卵期以後往往便死去，這是很普通的現象；又昆蟲每次產的卵數，雖說有幾十幾百乃至幾千個，可是其中往往只有一兩個或極少數的卵

可以完全發育成功，其餘的許多卵，因為種種關係，都一齊死亡，這是常有的事。至於這種死亡的時期，大約因種類不同而異。由此可知，凡是一個母體所生的昆蟲，在自然狀態之下，其危害力的大小，必須從多方面調查纔可以明白，往往不是如我們所想像的那麼大。我為什麼要累贅地說到這件事呢？因為普通一般人大都很簡單地考核昆蟲危害的總量，例如驅蠅的宣傳方面，大都用複利的增加表來表示蠅的增殖力，以說明驅蠅的必要。可是這種計算，只是表示其可能蕃殖的最大量，實際上蠅的成長是沒有這麼多的。以此來宣傳未免過於誇張，我們不能這樣極端，應該知道牠的實際狀態，考其究竟如何。同樣，當我們研究生物羣落構成狀態的時候，至少也應該這樣地注意；否則便不能了解害蟲對於植物真正的危害力。植物的生長和發育，是受季節影響的，如果要知道因季節相異的狀態，對於某種植物之昆蟲的加害度，必須考慮到加害的時期和數量，因加害的時期不同，所受的加害力就有差異；數量的多少，不一定就是害的多少。棲息數的多少，亦未必就是此時羣落勢力的強弱表現，要知道昆蟲休止的時期是很多的。當我們研究昆蟲的時候，只注意昆蟲種類和數目的多少，是不能滿足的，而對於各種昆蟲的發達史和習性等等所謂個體生態學方面的

種種現象也，不可不明瞭。

昆蟲數目的多少，是由其蕃殖力和環境因子雙方綜合所發生的結果。昆蟲的蕃殖力，有人說是永久不變的，然而我認為亦有多少的變化，因為環境因子的影響不同，蕃殖力當然有變化；至於昆蟲數目很厲害的增減之差，仍舊是由於環境因子的影響所成。此事毋庸贅述，就此擱筆罷。