

萬有文庫

第一第一千種

王雲五主編

動物生態學

費鵬年著



商務印書館發行

萬有文庫

第一卷

五  
五  
五

商務印書館發行

2121.6  
(1) 7/503

040587



動物生態學

第一卷

科學出版社

# 動物生態學

## 目次

一 各個生態學	.....	一
各個生態學的範圍	.....	一
習性觀察上及解釋上的注意	.....	四
二 比較生態學	.....	一〇
比較生態學的範圍	.....	一〇
研究的方法	.....	一一
適應的研究	.....	一二
動物體的色彩	.....	一六

保存個體的習性	一八
保存種族的習性	二一
季節的移住	二五
生活法的種類	三〇
三 羣聚生態學	三五
羣聚生態學的範圍	三五
羣系的特色	四一
四 實驗生態學	四九
實驗生態學的範圍	四九
實驗生態學上的初期研究	五一
生態學的因子	五二

# 動物生態學

動物生態學 (Animal ecology 或 Ecology) 是研究動物對於外界關係的一種科學。生態學的原名，爲一八六九年海格爾 (H. Haeckel) 所創，這種科學是在生物學中，屬於發達較遲的一種分科，所以比較的還在幼稚時代，而其體系及術語，亦往往尙未統一。因此種科學在中國各大學的生物系尙少教授，今介紹其範圍及研究法概略於此。爲便利上，分爲四節述之。

## 一 各個生態學 (Autecology)

各個生態學的範圍 所謂各個的生態學，就是將各個的種類，分別詳查其習性的一種生態學，在原則上，以學者自己往野外動物的棲息地，而觀察記錄其習性爲最合理的方法，有時則亦可攜回研究室飼育，而再繼續觀察之。這種方法原非新的方法，從前多數篤學的動物學者，大多是用

此種方法以觀察動物的習性的，所以在前世紀反而盛行。彼有名的達爾文 (Ch. Darwin) 的蚯蚓的研究，就是這個的適例。蚯蚓的生態，在一七七七年 G. 花依脫 (White) 氏亦曾作相當的研究，但其工作，遠不及達氏的精細。此外如勃來姆 (A. B. Brehm) 則於各地旅行中，就見聞所及，並以漢堡 (Hamburg) 動物園長及柏林水族館長的經驗為基礎，而於一八七〇年出版「動物生活」(“Tierleben”) 十卷 (現在增訂為十三卷) 實為記載動物各個習性的最完備的名著。繆勒 (F. Muller) 在南美過其不幸的流浪生活的時候，曾作種種動物生態的觀察報告，助達爾文的自然淘汰學說不少。達氏曾尊稱其為觀察的王公。此外如法國法勃爾 (J. H. Fabre) 所著的「昆蟲記」(Savenirs entomologique) 十卷，為一世界名著，他的九十年生涯 (一八二三至一九一四) 無日不在與赤貧奮鬪中努力研究，此書即為其晚年三十年間逐次出版的貴重記錄。此外如馬辯立奇 (J. F. Mogridge) 的「豐收蟻類及關門蜘蛛類」(“Harvest ants and Trapdoor Spider”) (一八七二) 一書，亦是這一類的著作品。

古時的動物學家，多注重於這種各個生態學的研究，到了前世紀後半，受形態學及實驗方面

研究發達的影響，而反爲一般所忽視，直至近年始又復盛。海立克(F. H. Herrick)在一九〇一年出版的「野鳥的家庭生活」(「Home life of Wild Birds」)，用照相記錄鳥的抱卵育雛的實況，作爲反對本能的一種證據，爲動物心理學上一寶貴的報告。從此以後，引起多數學者的注意，以是而照相採集(Camera hunting)之風大盛，或於夜間攜照相機於森林中攝野獸爲娛樂，或派影畫遠征隊追逐野獸於非洲草原，這多是動物生態學研究發展的一端。

丹麥淡水生物學家魏生貝格，龍特(O. Wassenberg-Lund)對於水棲昆蟲的生活史研究，有特殊的技能，所以有種種有益的報告，(「水鼈的生物學研究」，「蜻蜓研究」等均載於國際淡水生物學及水理學報一九一二年，一九一三年。)又如綏東(E. Thompson Seton)的「北方哺乳類生活史」(「Life Histories of Northern Mammals」)附有巧妙的描寫，可視爲各個生態學上模範的記載，實爲不朽的工作。近年歐美方面，關於鳥獸的習性，頗有編纂爲書籍者，而「生態學」(「Ecology」)雜誌及「哺乳類學雜誌」(Journal of Mammalogy)中，亦多關於小獸的生態研究的記載。



習性觀察上及解釋上的注意 研究各個生態學上所最當注意的，爲觀察及解釋習性的正確。其注意事項如下：

(1) 類推的危險 在分類學上位置極近的兩種動物，而往往在習性上仍有極顯著的差異，所以觀察了一近似的種類，而推測其他種類；或以甲種的報告爲藍本，而作乙種的記載，實最危險。例如鼬鼠(*skunk*)之中，普通一種棲息於地上的穴中，而小鼬鼠(*lesser skunk*)則棲於落葉樹林中而睡於樹上。歐洲的豪豬，棲於地穴，美國的豪豬，作巢於樹上。歐洲的獾，常居於森林中，而美國產者則棲於草野。又在中國蕃殖的杜鵑科鳥四種中，其鳴聲，杜鵑，郭公，筒鳥及十一鳥，完全不同，即同一鶯科，其種類間，亦多差異。

由此可見每一種類，各有其習性上的特點，更依其個體，或所在地，亦有顯著的變異。鶯科中的鶯(*Eastern nightingale*)在臺灣，日本及上海附近的，習性彼此不同。此外飼養的小鳥，則往往各個體間，互有差異，在野外者，自有同樣的情形。其中變異最甚者，莫如關於食物種類的習性。

因有這種的事實，所以研究動物的習性，非由研究者親自對於各個體作精密的考查不可，然

後以事實報告於學界。在引用或比較他人的研究的結果時，必須充分注意，避免彼此的混同。雖在一定程度上，亦可用以推測，但務必將推測與事實間，設一嚴格的界線，並須將一個體或因地方而起的變異，與種的固有習性間，有明瞭的區別。雖然，這種原則，在事實上，有難於做到的。

(2) 習性的解釋 動物的習性可分為主習性 (major habit) 與副習性 (minor habit) 的兩類。所謂主習性者，即爭鬪、攝食、育兒等與日常生活有重要關係的習性。動物大體在形態上亦因此而有相當的適應。副習性則如走法、飛法，以及停止的姿勢等。這類特性在我人現在的智識範圍，尚無法解釋的亦頗不少。例如鴿鴿科的鳥，常將尾震動，翁鳥科的鳥常以上半身向下傾，而作鞠躬的姿勢，以及熊常將頭左右搖擺，此種舉動，未能解釋。惟步行姿勢亦有可視為主習性者，例如象及長頸鹿進行時，同側之前後肢，同時前伸等皆屬之。

動物習性中更有為痕跡的 (rudimentary) 或退化而殘存的 (vestigial)，正與形態學上的性質相似，必須先了解此種事實，然後方可作相當的解釋。此種性質，在下節的比較生態學項下，當再述及。此外尚有某種習性，平素本合於該動物的生活的，而以過於進化之故，因外圍的條件稍有

變化，遂使其習性變為無效。屬此例者，亦頗不少。豐收蟻 (Harvest ants) 使用蚜蟲為其奴隸，養成了這種習性之後，一旦沒有蚜蟲的時候，雖屬有許多食物，積在他的旁邊，他亦不能採取而竟餓死。所以本能這一種東西，為一種動物生活上所必需的複雜的行動，經過了幾久的時間，由上代傳之子孫，成了一種不可更變的固定性質，所以因本能而反受到不利的，亦頗不少。例如蠅的產卵於腐肉這種本能，本來由許多原因去決定這種行動的，但是到了後代，此種本能失其原來的作用，所以祇要有一種臭氣刺戟昆蟲的感覺器官，就能使此本能開展，所以多數的蠅，產卵於發同一臭氣的花上，而完全失了他生殖的效用。鷄的抱玻璃蛋，以及蜉蝣把陶器的破片誤作淡水而產卵，多是這一類的動作。所以各個生態觀察的時候，一見好像沒有意義的動作，苟詳細調查，溯其進化的起源，就能明白他的作用的，也復不少，研究時必須慎重周到，就在於此。但用了這類的進化的見解，還是有許多習性為我們所不能解釋的，假使強加說明，而把一切習性，多給他一種解釋，那就易陷於附會之弊，最須注意。

(3) 俗語的價值與動物心理學 各個生態學迄今還未脫幼稚時代的狀態，可確信的觀

察報告，尙屬稀少，因此有時記述某種動物的生態時，不能不參酌俗間的傳說。而且積許多經驗而來的傳說中間，往往含有相當的真理，正是我們用作學術考究的可貴的原料。但是俗人的解釋，既無動物心理學的知識，以下等動物的無意識行動，也與我人的情形相同視，而加以喜怒哀樂，利害，嫉妬，復仇報恩等的判斷，亦殊不少，像法勃爾就不免常陷於此種謬誤。沒有愛動物的感情，就不能長期觀看動物的動作，起了愛動物的感情，又難免不起偏袒的情感，所以雖屬熟練的科學家，尙且不容易下純客觀的冷靜的批判，更何況一般的常人。

與人類相近的哺乳類中，尤其是猿類及食肉類，多少有一種智能，但除了這種動物之外，其他下等動物，未必有如我人所傳說的這樣聰明智慧，近代動物心理學的實驗，業已證明。所以古來關於動物的傳說中，以現在動物心理學的智識再批判，不是我人故意創作的童話，就是我人缺少純正批評的誤解。在東方傳說中，有懸掛母猿的死體於爐邊，忽而有許多猿仔前來，各用手烘爐，然後交替攀柱，到母猿的旁邊，用手暖其母體的傳說；還有獅子產仔後第三日，在高崖上將仔獸投下，以試其強弱的話；以及鳥有反哺之孝，等等。西洋傳說中則山鷓（Wood-cock）傷足時，能自己用泥及

植物纖維以行外科的應急處理；魚狗（Kingfisher）爲教育幼鳥起見，放魚於小溪，使作捕魚的練習；豪豬爲了需要造巢的枯葉，將毛豎起，而由山上滾落山下，用棘毛以收集枯草；猿羣在森林中渡河的時候，各猿以手相連絡造成一橋，使他猿得以渡過等等，這類的傳說，不能盡述，無非用以激起多數人的好奇心及愛憐之情，其中且頗有足以爲兒童的訓話的，但由動物學上看起來，往往有未敢認爲事實的。

本能的進步者，往往亦有靈巧的習性，但其程度，有一定的限度，且不如智能的能隨機應變，馴養的猿及犬受傷，我人往往爲之包裹繃帶，他們安心包紮，毫不躊躇。但如野獸則就無此種理解，據紐約動物園園長忽奈第（Hornaday）的報告，除了本來是有集羣性而營社會生活的動物之外，其他動物施以教育，而使其習得社交性，非常困難。又據魏休朋（M. F. Washburn）女史所述，觀察動物時，易陷於誤謬的原因有六種：（1）觀察者無科學的訓練，致使真的事實與類推的產物相混雜；（2）觀察少數動物的事實，以判斷其全體；（3）不知道觀察的動物的過去而下判斷；（4）愛動物之念過強，易覺其有優秀的智能；（5）因人類多有一種慾望，使其所述富有興趣；（6）轉轉相

傳，內容漸次改變。因有此種種的原因，所以我們聽關於動物的逸話時，應當加以斟酌。勞意特馬根 (Lloyd Morgan) 曾立一有名的規則，即「動物行動在心理上如可作高級低級種種程度的解釋時，務取最低級的解釋。」這是對於動物心理學者的一種警告。這個警告的必要，有例可以證明。譬如生理學者常行切去動物腦髓的實驗，切去大腦的鳥，尚可以生存相當的期間，且能作普通的行動。去腦的蛙，如有昆蟲至口前，仍能伸舌捕取。蜂祇剩腹部，仍能螫人。這多是動物去了高級中樞而反射運動還是存在的例。這種運動，往往為心理學所誤解，不可不注意的。原生動物的鐘形蟲 (Vorticella) 等，收縮極速而伸長甚緩，這是因為收縮與伸長的兩種方法不同使然。也許我們可以解釋：他是因為一驚而縮後，又在恐懼中漸漸伸長起來纔有此現象。但是這個解釋就是主觀的。蜘蛛及昆蟲有所謂假死 (death mimicry) 的現象，這也是因為全身肌肉忽起收縮 (Tonus) 而起，完全是一種反射的作用，與欺敵全無關係。

所以調查動物各個的生態時，第一要明瞭其分類學上所屬的位置，第二要知道其身體解剖構造的要點；第三要知其發生及生活環 (Life cycle)；然後，第四，從事習性行動的冷靜的觀察；第五

再以動物心理學上及動物生理學上充分的知識，而加以正當的說明；最後，第六，爲供他日參考及其他研究之用，作精巧的描述或照相等。這種工作，除了學者以外，其他一般愛好動物者，亦可作相當的幫助。

## 二 比較生態學

**比較生態學的範圍** 比較生態學，是將各個生態學上所得的各個體的習性研究資料，加以整理，而發見其動物全體的共通法則爲目的，正如形態學上有比較形態學的關係相同。關於這方面的研究，以德國學者著作爲最多。德國所謂狹義的生物學（Biologie）的研究，就是指這一類研究。普通是以一科或一屬的動物加以比較的研究，亦有範圍廣大，研究一綱或動物全體的生態的。例如路加南斯（Fr-von Lucas）所著的「鳥類生活」〔“Das Leben der Vogel”〕（1924）以及費恩（F. Finn）所著的「鳥類的行動」〔“Bird Behavior, Psychological and Physiological”〕皆是。魏勒（W. M. Wheeler）講昆蟲類中社會生活的起原與由來的「昆蟲社會生活」〔Social

Life among the Insects) (1922) 亦爲這一類的生態學的重要著作。此外如最近德國休爾志 (Paul Schulze) 所編纂的「德國動物生物學」(“Biologie der Tiere Deutschlands”) 也是一部比較生態學上的大著。其他單行本的書籍甚多，無暇枚舉。多數所討論的範圍非常廣汎，而對於生態學的系統也比較整齊，適於教授上的教本之用。惟這種著作除少數爲獨創的研究之外，大多則爲編纂各方面關於官能及習性的研究的記錄而成，難免有不甚確實的材料混雜其間。

**研究的方法** 積多數代表的動物的精細解剖，可成一完美的比較解剖學，而積多數各個生態學上的報告，亦可以成一有系統的比較生態學。但各個生態學的觀察，不若解剖的輕易着手，所以有系統的比較生態學的完成，亦不若比較解剖學的易舉。不得已而求其次，則整理各個生態學上斷片的事實，未嘗不可爲比較生態學的初步。譬如東半球的杜鵑科，有托卵於他鳥孵雛的習性，要明白這種的習性的由來，經路，除於本題作精細的研究之外，同時則由其他方面的事實，亦可供這個問題解決上的參考，例如(1)西半球的小形黑鳥(Cowbird)有此習性，(2)營巢本能已退化的其他鳥類的調查，(3)產卵於巢外地上的鳥的研究，(4)產一卵後而至產第二卵期間非常



延長的鳥類等等，若能同時研究調查，也可助本問題的解決，這就成了一種的比較生態學。此外如欲說明何以狸有貯糞的習性，可由犬貓等排糞於有自己糞臭之處，以及脫糞後用足搔地以埋糞等習慣，連絡考查而解決之。狐狸飲水後將水攪濁，這種習性，有其他獸類可比較否；小鳥在白晝，往往圍繞於梟的四周而紛擾，其他鳥類有無這種情形，以及如何起源，均為比較生態學上的有興趣的問題。

根據這樣的方法，研究動物的比較生態學而已得相當的結果的為數甚多，現在將比較生態學上的重要事項，列舉其最主要者數端於下，以示比較生態學的範圍，此在生態學中，可說是最主要的一部分，故說的略詳。

**適應的研究** 動物形態及習性而為適合於各個生活的狀態，以遂其特殊的進化者，稱為適應(Adaptation)。適應大概有下列的若干法則：

(1) 因一種生活狀態而起的適應，生活較久者，比生活稍遲者，更為進步。例如昆蟲類中蜻蜓類營空中生活為最早，所以體形的適於空中生活的設計，亦比其他空中生活的昆蟲為更完全。

(2) 雖營同樣生活的動物，亦有在體形上完全不能發見其顯著的適應的。例如河鳥 (Water-ouzel) 屬的鳥，常潛入流水中而捕蟲，但其體形並不作水禽的形狀。海燕類有稱爲大風燕 (Storm petrel) 的小鳥，能在大洋上不顧大暴風而飛翔，在體形上亦未見有特殊的分化。木鴨 (Wood ducks) 常作巢於樹洞中，但其腳卻不適於停立樹枝上，而往往墜落。

(3) 依上述同一理由因習性變更而亦有不利用其種屬特殊的形態的，例如澳洲產的稱爲 Greopsis 屬的雁類，有完全的蹼，但該鳥除水浴及負傷逃避之外，決不入水。爪哇有一種稱爲 Nosohan Sandvicensis 的雁，完全在陸地生活，飲水亦祇取草葉上的露水及果實的水，而其體形則完全爲普通的雁形。同科同屬而同一體形的動物，亦往往有顯異的習性，適應的原則，不可過度視之，亦甚必要。

(4) 最適應的動物，大抵在同一地方的屬數種類較多。例如寒海的鯨類，鰭腳類，非洲的羚羊，馬達加斯加的原猿類，澳洲的有袋類等。依同一理由，而同一類中而起不同的形態習性，稱爲分散 (Divergence)。

(5) 因適應而綱目相去甚遠的動物，形態上及習性上變為相似，此稱為集合 (Convergence)。例如有袋類中有飛袋鼠 (Flying marsupials)，食蟲類中亦有能飛原猿 (Lemur)，而齧齒類中則有飛鼠，多是彼此相似的。

(6) 適應性大抵由一局部而次第擴至全部，例如哺乳類的對於水棲生活，最初先生足蹼，其次而及於保溫的脂肪組織，再進而體形作船形及紡錘形，以及骨骼的變多孔性，內臟的轉位，(例如鯨的橫隔膜的變更位置) 等。惟最初起適應的部分，則因習性而異。例如由地面而變為空中生活，則由運動器官為起點；對於食物的適應，由口及前肢而起；對於交尾，由感受器官及發音器官及香腺；對於夜行性適應由眼而起。而運動器官的變化，最足以引起我的注意，所以哺乳動物中的齧齒類中，樹上的栗鼠，空中的飛鼯，以及地上的兔，穴中生活的巨鼠 (Hare), 水生的海狸等，多於體形上各有重大的差異的。

(7) 進化史上一經消失的器官，就是重新回復其生活的狀態，而再有原形的必要時，決不再重顯原有形態，而以起其他適應為原則。

(8) 對於某種生活狀態，起相當適應之後，而忽然改變其生活狀態時，則必起應急的適應，此之謂再適應(Readaptation)。此種適應，往往使體的全形或器官多少失卻調和，如鯨及河馬以及寄生蟲的體形的蠢醜，即由此而起。

(9) 適應向一直方向進行，亦有過分而反不合於生活的目的，這稱為過度適應(Overadaptation)。例如羊角及東印度諸島所產的一種野豬 *Balinsa* 的牙，或加拿大北部所產的大鹿(Moose)的角，就是因過於發達，而反為生活之累。昆蟲及鳥類中，這種情形亦頗不少。

(10) 相當分化的器官，往往同時又作其他目的之用，這稱為二重機能(Double function)。達爾文舉了鳥翼的例，作權用(企鵝 *Penguin*)，或帆用(鴛鳥)之外，又可作武器用。蜻蜓幼蟲的腸呼吸，同時可助運動。

(11) 大形陸產動物的身體，據一八七七年貝爾格孟(C. Bergmann)所說，其所以如此之大全在於保持體溫而起，即定溫動物在同科屬中的動物，由熱帶經溫帶再到寒帶的時候，見其身體漸次膨大，而變溫動物則與此反射，次第縮小。是即所謂貝爾格孟法則。例如企鵝類自南極經南

美而至加拉伯谷斯 (Galapagos) 島間，有十二種大小不同的差異，但其變化由南而北，次第減小。美國的駱駝 (Llama)，自海拔四千米突高原至平原，體形次第縮小；反之，爬蟲類，兩棲類，則溫暖的熱帶所產者大，而寒帶及寒地所產者小。所以定溫動物一般最大形的中心在於亞拉斯加，而最小形的中心在於沙麥理。特。

狐耳及鼠尾這種失體溫最易的部分，亦受貝爾格孟法則而決定其大小。北極的麝香牛，及西藏的山羊，胴長與四肢相比例，覺其特短，由南歐至俄國各地的雀，比較其心臟的重量，對於體重的比例，也是愈至北方愈大，這都是同一理由。

**動物體的色彩** 動植物的美觀問題，本來會有多數的議論。其中亦有人以為這種醜美的觀念，完全是人類的主觀的情操，自然界未必有此醜美。不過據美學者的調查，鳥類或昆蟲類等等，確有色彩的調和，這在生態學上有何意義，未嘗不可加以相當的考慮。

動物的色彩，本來是由於色素的堆積，(1)或以新陳代謝的殘廢物被某種遊離細胞所包圍而送至體的表面及腹腔壁或內臟組織中，在此種組織中又隨羽毛的伸長，而送入羽毛內。(2)

也有將動物所攝取的食物色素，而直接貯積以造成體色的。這兩種方法所造成的體色，在生態學上無重大意義。然動物進化之後，(3)色素堆積的部位，常受一定方針的支配，而將不規則的斑紋，漸變為一定的斑紋，及線條。(4)更進而配合二三種的色彩，(5)或羽毛中不使色素流入而僅留空氣，成為純白色，(6)或加光學的色彩(例如甲蟲)，以是殊有討論的價值。

就全體而論，動物多是由簡單的條紋進化而為潔練的色彩。獅子及野豬或單頂鶴，幼時多有條紋，到了長大而成純粹的色澤。培克拉夫脫(W. P. Peralt)蒐集全世界百餘種燕科的鳥，比較研究的結果，知非洲有一種條燕(Bourbon striped swallow)，背面有灰褐色及濃褐色的條紋，腹部則為淡褐色，下腹部為白色，此為原始型。經過種種的燕，而至巖燕，再至美國的紫燕(Purple martin)，色彩漸次調和，而起物理的色彩。翡翠科的鳥，也有同樣的情形。而齧齒類中地栗鼠(grounds squirrel)，比較研究的結果，也發見其線紋漸斷落而成點，點線更次第消失而成素色。這樣看來，動物的色彩，既有一定進化的徑路，而其方針無非為美的純化。至於生態學的效用，則為二次的性質。多數進化論者及生態學者，往往解釋色彩為動物保護之用，但事實上也有若干，

是完全無利益的。熱帶動物的有強烈的色彩，也許因為身體的特異的生理作用而起，寒地的定溫動物的多為淡色或白色，以及變溫動物的為濃色或黑色，則可視為關於熱的吸收及發散作用的適應。然動物色彩常有與背景作同色的傾向，也許與飛行機及潛水艦為防攻擊起見而作與天空同色的原因相同，亦未可知。

保存個體的習性 保存個體上的習性，種類極多，先講關於食物性的習性。凡食物種類的異同，未必與種屬的近遠相一致。例如甲為食植物性 (Phytophaga)，而乙為食昆蟲性 (entomophaga) 的，也有選一定的食物為食的 (monophaga)，亦有祇食若干少數種類的 (Diigophaga) 也有為雜食性的 (Polyphaga)。通常食小鳥獸的肉食性動物 (Saprophaga) 的鷲鷹之中，也有專食死骸的腐肉的 (Saprophaga, Coprophaga)，又有括取小昆蟲的，也有探索鳥巢而盜鳥卵的。墨西哥則有一種鷲鷹，專以都市街道上的馬糞為食。

同一動物往往隨季節變其食性，此事尤以在食物不自由的北極地方的食肉類為最顯著；有一時期專襲鳥類，有一時期專狩齧齒類的例。狸與熊就是採食種種食物的好例。據調查所得，干姆

薩加 (Kamshack) 的熊，由冬眠而至次年再潛入雪穴爲止，食物由海藻而陸上雜草、鮭鱒魚、野生葷、灌木漿果，地中的齧齒小獸 (marmot)，如是次第變更。觀美國鳥獸局調查的報告，知各種鳥獸因季節而變更其食性的實例，不知凡幾。而其原則，多是先攝取其近旁易得之食物，後及於他物，所以一般所謂有害有益的判斷，必須觀察其通年的習性方可確定。

攝取奇異食物的例，爲潛入水中食蟹的印度猿，用同樣方法食魚的西印度諸島的蝙蝠，息於緬羊背上而啄吃其肉的紐西蘭鸚鵡（稱爲 Kea），以及南極地方所產的盜鷗，專吃海豹 (Weddel's seal) 的胎盤，伽拉伯谷斯島的大蜥蜴，專食海產的魚貝，同島產一種蟹專食壁蝨，其例甚多。至於採食的方法，其習性亦不一，有靜臥於地上，隱於蔭下，或自造隱蔽物的後面，待動物的經過而襲擊的，例如獅子、豹、鱷魚、蟒蛇、山蛭、熱帶產花中的蜘蛛。更有作捕獲器具以待動物自行投入的，如蜘蛛的造網，毛翅目昆蟲 (Hydropterygidae) 的幼蟲有一網以採浮游生物，田蟲 (Cicindela) 的陷穽等。以上多是待伏式的捕敵法。更有以速力追逐敵獸的，爲狼及一種獵豹 (Cheetah)，鷹等；襲擊敵的棲所的爲熊的毀壞地中的蜂巢，熱帶食蟲類，貧齒類的破壞蟻或白蟻巢，死頭蛾



(death head moth) 的襲蜜蜂等。更有用投物以射落動物的，爲印度的 Toxotes 及爪哇的 chironus 二屬的淡水魚；行共同狩獵的例有狼、伽藍鳥等等；用威嚇以捕獲的，爲蛇、注射毒液的爲蛇、蜘蛛、這多屬於狩獵的。

尚有用掠奪方法的，亦有若干類；強取他動物所獲的食物，的爲盜鷗，奪奴隸的爲某種蟻類；有特殊手段的，例如熱帶海鳥中有稱 skimmer 的，有長嘴浸於水中，而在水面飛翔，嘴遇着物體時，即捕獲之。南美有一種大嘴鳥 (toucan) 將食物先拋於空中，再張口受之。還有一種鷺鳥，將龜及骨由高空投於巖面，然後取其肉及髓而食之。

保存個體的生存上第二種的習性，爲防敵的手段。此種手段有數種：(1) 武裝，用角爲武器的爲犀、牛、鹿、羊等；用腳蹴物的爲馬、駝鳥、雞；用翼相關的有鳩等，此外更有用毒腺的，放惡臭的，以及發電的魚；利用他動物以防敵的有 Melia 一屬的蟹；用缺夾海葵，遇敵以海葵刺之。更如印度有一種鳥，稱爲 Indian bottle bird，其巢爲瓶狀，捕螢置於巢口，夜間巢能發光。

此外則或以身體作一種擬勢的，有自體截斷 (Autotomy)，例如蟹的足，蜥蜴的尾，以便逃避；

有擬死的，如鴨，雷鳥等，惟真偽尙未完全判明。更有假裝 (Masking) 及隱遁 (hiding)，如被海綿及貝類的蟹；以及雉科及鷓科的雛，見敵隱伏地面，完全不動。更有先備遁逃之所的，如齧齒類的穿地穴等。餘如草原動物，羚羊類，馬，驢等的具捷走的能力；水牛，野牛等集合以防敵；山羊，雁，鶴，鵲等設守衛 (sentinel)，都是防衛敵獸的習性。

保存種族的習性 動物爲保存自己的種族而行蕃殖，其方法亦極多，而在習性行動上，屬於生態學所研究的範圍的，有下列若干事項：

(1) 婚期 (Oestral period) 通常在蕃殖季節以外，雌的生理狀態，爲非婚期 (anoestrum)，到近蕃殖期之前，則爲前婚期 (prooestrum)。哺乳動物在這個時期，格拉夫氏胞 (Graafian follicle) 的卵細胞膨大，而輸卵管與子宮膨大而充血，其粘膜的分泌特盛，結果血管破裂而出血，是即爲月經 (menohmation)。在外部能見其出血的，爲猿類及原猿類 (Tarsius)，食肉類 (犬，狼之類)，翼手類 (Pteropus)，有蹄類 (如牛)，食蟲類，有袋類 (如 *Tupaia*) 等。期間如犬約爲十日。其次爲婚期 (Oestrus)，在此期間，雌的熱心迎雄，在此期之前，已有卵的產出 (ovulation)，犬約

爲八日至十日左右，此時稱爲終婚期（*postoestrum*）。但婚期不多的動物，在受胎失敗的時候，有第二次的婚期，即稱爲後婚期（*metaoestrum*）。如此而一婚期遂終了。

凡婚期每年祇有一次的，稱單婚性（*monoestrous*），兩回以上的稱多婚期性（*Polyoestrous*），二婚期之間稱爲休婚期（*diestrum*），與前述的非婚期則爲永久停止蕃殖作用的季節有區別。多婚期性的好例，爲諸種齧齒類及食蟲類。鼠蕃殖期約有八九個月，其間婚期約有五六回，產仔的翌日，即能受胎。犬狐婚期爲春秋兩次，育子的雌，則大抵減少一回婚期居多，有袋類及一穴類，及鳥類以下，多是單婚期性，無脊椎動物，則未必一定。

畜養動物，比野生動物的休婚期較不正確，而蕃殖期亦較長，例如兔在野生的，每年一回，而在二月至五月，家兔則幾乎全年均能蕃殖，又家貓約三次以上，而野生貓僅二回。熊、獅子、象等野生的爲一回，而在動物園中時則爲二回或三回。野生羊一回，澳洲產的梅利諾（*Melino*）羊，亦一年中能蕃殖。馬、牛、野生種爲一回，而家畜種則早春與初夏各週間有婚期。人的月經的週期性，可說由多婚期所進化而來。與人相近的類人猿，也有一定的婚期；且在前婚期時，亦有與人相類似的月經，每

月一回，惟受胎則祇在一短期的婚期中。

(2) 性的刺激 動物在蕃殖期之初(即婚期之前)大多發現一種與其他時期不同的特殊行動，稱為演技(display)。這種行動大抵以雄誘雌而起。(一)放散香氣，例如麝香鹿即其著例，此外則羚羊的眼下腺，象的攝護腺等，亦屬此類。犬的尿臭，雌雄亦異。(二)唱歌，鳴禽類在晚春均唱巧妙的歌，為一般所熟知，其中且有特備共鳴函使其聲調較高的。(三)羽毛的誇示，如孔雀、青鸞、七面鳥等；(四)舞蹈，如鷓鴣、千鳥、鶴等。華萊斯(Wallace)曾報告風鳥在紐西蘭森林中舞蹈的情形，此外如駝鳥亦能張翼搖頸，作奇妙的動作。(五)鬪爭，不獨在食肉性動物中有之，其他各種動物中，均有此種情形。二匹的雄鹿，因爭鬪致兩角絞合，不能分離，以致餓死於森林中，乃常有之事。野生羊及羚羊亦有此種鬪爭，在蟲鳥，以產於歐洲森林的一種鷓鴣為最有名。爬蟲類中則有避役(chameleon)，無脊椎動物中有蜘蛛，多是著名的例。以上的各種現象及習性，多是由於性的刺激而來。歌唱等種種動作，多由生理學的狀態而起，這種行動，一方面可以促異性的性的興奮，同時又更可促進自身生理作用而增加性的興奮，達爾文把這種現象歸諸異性的選擇，而造成雌雄

淘汰，則未必爲真理。

(c) 營巢 (nest-building) 巢有種種，棲息於樹洞、地中及巖陰的動物，則指其平素所休息的場所，就稱爲巢，但現在我們所要解釋的，則以準備蕃殖爲目的的巢，惟有時巢亦可同時作兩種的用途，哺乳類蒐集材料以造巢的，有狐猴、猩猩、鼠等，而用木皮及木葉敷於洞穴的，則有栗鼠，但究屬不及鳥巢的完美，在我國所產鳥類的營巢工作，最優美的爲鶯鶯 (*Loonstilla*) 等的鶯科鳥類。並有以蔓線而縫葉的，南歐所產的裁縫鳥 (*Orthotomus*) 以及東印度諸鳥的機織鳥 (*Ploceus*) 等亦極著名。伯拉齊爾產一種稱爐鳥 (*Ovenbird*) 的小鳥，在樹枝上造球形的小巢，有一種鴨用自己的羽毛以造巢。而造巢技能最不發達的，則爲鳥、鳩、鷺諸科，南洋諸鳥的雨燕 (*Collocalia*) 以唾液造巢，即一般所謂燕窩。巢中最大的，莫如鷺類，其巢的材料，可以裝載兩馬車。美國的禿鷺的巢的四緣，可以行人。南非洲的社交性機織鳥 (*Social weaver bird*)，多數夫婦集於一巢。駝鳥等則產卵於巖石不作巢。

魚類之中，棘魚、雄魚能造巢。東三省亦有一種魚類，往往造巢於水面。這種巢的構造及造巢習

性，也是生態學上一種重要研究的題目。

季節的移住 產卵與育兒必須在食物豐富氣候適當的地方行之，所以動物在蕃殖期之前，必行一種相當距離的旅行，蕃殖終了的老者與育成的壯者，隨同回至原來住所，這種的習性，稱為蕃殖移住 (Spawning migration)。或季節的移住 (Seasonal migration)。動物移住，除了這種原因之外，亦有為個體增加太多，而分其一部分於他處的，稱為偶然的移住 (Spontaneous migration)。後者當於後節中述之，現在先講遠距離的季節的移動。遠距離移動當然是限於移動力大的動物，其中以鳥類為第一，哺乳類海獸的鯨類，鰭腳類次之，此外則為蝙蝠、海蛇、海龜、魚、蟹及昆蟲中的一部分。

(1) 哺乳類的移住 如鯨，通過奧忽庫海 (Okhotsk)、日本海而經對馬海峽，至中國海而至臺灣附近，南北往復，海狗 (Seals)則於千島的康孟獨爾司克島 (Commadorevsky Is.)及樺太的海豹島上蕃殖之後，經金華山外海及朝鮮東海而南下以越冬。在培林海 (Bering sea)勃里比老夫島 (Periboroff Is.)的海狗，則沿加立福尼亞沿岸，而作環狀的往復。哺乳類中還有有蹄

類，亦有移住；北美的野牛，移住時往往千萬成羣，橫斷大陸，車馬與之相遇，必須停留數日，方可前行，其成羣之大，於此可見。又如非洲的長頸鹿及羚羊，兩期移住於高原，乾期移於水邊低地。

(2) 鳥類的移住 鳥類的遷棲，爲東西洋自古以來所熟知。西洋在中古時代，以爲燕在池沼的泥中越冬，這種迷信，英國的動物解剖學者亨脫 (Hunter) 爲確定其是否事實起見，曾於室中放一水槽，而觀察燕的行動，也是有名的一個逸話。到了近年，則鳥的遷棲已次第判明，並且還應用了初着記錄法 (first arrival recording method) 及標識法 (banding or ringing) 等等方法，把他們的徑路及時間，也有了精確的調查。凡作移住準備的鳥，必先換鳥羽，預貯脂肪，同時更作飛翔的練習。若作遠距離旅行的種類，則在開始出發後方換羽毛，(這種的鳥交尾亦在到着前行之。) 英國的鳥類，大抵幼鳥前行，向南方出發；美國的鳥以老鳥前行居多。北海 (North sea) 的立郭能特 (Heligoland) 島上，常見殘缺的鳥 (例如脚有缺陷或尾嘴爲畸形者) 在春季後行，在秋季先行。晝間飛行的爲大形翼強的鳥，例如雁、鴨、鳥、燕、鷹等，晝夜兼行的則爲鶻、千鳥、鷗 (雁鴨有時亦然) 在薄暮遷移的爲夜鷹類，其他多爲夜行者。

徑路種種不一，大體上爲南北方向，由北美而南美，由歐洲至非洲，由西伯利亞至印度，由東印度諸島至澳洲。而西部西伯利亞的鳥，爲赴西歐及非洲，而常飛至海立郭能特島再分向東西。東亞洲方面的鳥，則沿大陸的形狀，由北東而向西南。祇南極地方的若干鳥類，夏季（南極的寒期）向北飛，所以南美溫帶地方的海帶，發現冬夏兩次盜鷗的奇現象。至於往復於東半球的，除海鳥之外，多由格林蘭經英國而至非洲的唯一徑路，往復大抵從由原路的，但其中亦有作環形的徑路的。例如加拿大的鷗，千鳥，先向東行，由諾白斯谷起亞（*Novascotia*）縱斷大西洋約二日間，一氣飛二千英里，而至南美大陸的東方，並至南方白塔谷尼亞。歸路則沿陸基山脈而北上。其中旅行最遠的，爲由加拿大而至南冰洋，往復約一萬一千哩，如北極燕鷗（*Tern*）以及由加姆芝加而經日本東印度諸島以達澳洲東方各島的鷗及千鳥。亞拉斯加的鷗，兩晝夜而能飛達爪哇。徑路大體多沿海岸線（例如地中海沿岸）或大河的本支流的方向，（例如美國密西西比河，）然未必全體皆然。

鳥遷棲的速度，以其飛翔力而言，則並不甚速，大抵每日行二三十哩爲最普通。最初稍慢，次第速度增加，其後則一日能行至百哩以上爲通則。這種遷移，大抵與氣候的變化及等溫（*isotherm*）



線的進行相一致者爲多。所以在越高山及海時，常繞道將距離延長。蜂鳥及鶯科的小鳥，在墨西哥灣及地中海上，一夜能飛數百哩。鳥的飛行高度，從前每多誇大之辭，據現在飛行家所目擊的精確調查，則大多在四百米突以下，二千米突以上的甚少，祇有雲雀有時能飛到這樣高度，飛至三千米突以上的祇有鶯，惟遷棲時比平常飛翔較高，以避氣流的變動。

鳥類的遷棲常集大羣，往往在途中遭難而死。有時與紀念碑燈台相撞，有時則受暴風雨的打擊，而一夜無慮數萬個體，落於海中或冰雪上（北美大陸其例甚多）而死者有之。西伯利亞的小鳥，飛往印度時而必須橫斷海拔一萬五千呎以上的寒原，以及終年積雪的喜馬拉亞山脈的最低一萬八千呎的高峯，其辛苦艱難，實堪驚歎。

(3) 魚類的遷棲 爬蟲類中的海龜亦有若干移住的習性，但不及魚類的顯著。魚類在深所淺所間的往復現象，稱爲垂直移住 (Vertical migration)，淡水魚如湖中的鱒，海魚則如鯖及甘鯛，卽其著例。然水平移住則比垂直移住更顯明，最遠距離的爲鰻。歐洲產的在大西洋中央，南美亞嗎松 (Amazon) 河口的北方，美國產種稍在西北，而東洋產的則在南太平洋紐西蘭的東北爲

其產卵之所。卵孵化後約三四年，經過稱爲 *Leptocephalus* 等的幼鰻時代，復從大洋中旅行，至河口。鮭、鱒、鱧等的淡鹹水魚類，亦有遷棲現象，所以魚類多依季節而出沒。海魚依環狀的徑路而遷棲者居多，例如鱒在夏季北行時，沿外海，而冬季南歸時則沿近海三十米突的巖礁而行，此時最易捕獲。鯉、鮪，則相反，夏季近陸岸而向北行，秋季在外海中層而南下。山東省外海及渤海灣兩處的鯛 (*Pagrus*)，在朝鮮海作環狀往復。日本北海道所產的鯨 (*Herring*)，則沿宗谷海峽向東行，至千島再南出太平洋，在金華山至室蘭外海間，約二年，然後再至奧忽庫海二年，再在北海道西方，日本海間二年，作環狀迴遊而成熟。

魚類移住的速度，例如鮭魚 (*Salmon*)，最初爲平均六十二哩，至後來則約爲四十二哩。魚類季節移住的主重原因，學者有種學說，然尙無定論。羅來 (*Roule*) 及亨斯孟 (*A. G. Huntsmann*) 注重於水中養氣多少的變化，華特 (*H. B. Ward*) 則謂紅鮭 (*red salmon*) 在河的本支流中常向冷溫的方向進行。鮑惠爾 (*E. B. Power*) 謂太平洋的鯨，因炭氧氣的張力，而決定其遷移，要之均屬片面之辭，其真確原因，尙未判定。

(4) 無脊椎動物的季節移住 魏生培龍特對於昆蟲中一種 *Physganea* 屬毛翅類幼蟲的研究結果，發見其冬季與夏季所居的地方不同，而作簡巢的材料亦異。又吳斯特來克 (J. E. Wodaslick) 見在湖中的蜉蝣的一種 *Heptagenia* 的幼蟲，夏季在近岸三呎的地帶棲息，冬季則移於深所。此外如甲殼類腹足類亦有季節的移住，而昆蟲類中則如非洲產的蝗及北美的蝶，亦見有季節的往復。

生活法的種類 動物的生活方法，為生態學研究上主要的對象，可分為單獨生活，羣棲生活，共同生活，社會生活，家族生活的五種，單獨生活的生態，上已述及，現對於其他四種生活方法，茲略述其概略。

(1) 羣棲生活 雖為肉食性的動物，在自然狀態下，頗少同種殘食的事實，普通均有棲於近隣の傾向。草食性動物則常以多數個體棲息於同一地域。但此處所謂羣棲生活，則更進一步，指相互關係較密切的生活而言。這種共謀益利的行動，亦屢見不鮮。僧帽水母 (*Physalia*) 被風吹時集於一處，毛蟲則羣集於樹枝，這是單單集合而已，到了候鳥及稚魚的集合，則多少已有類於羣

棲生活的性質，但最足以代表的則爲象，她給任何一象所生的小象以乳以及協同追捕食物的狼山犬，或遇險則共同圖脫逃的猿、馬、縞馬、羚羊、山羊、羊、海狸等一羣中往往均有先導者。（普通爲老雄者，有時爲老雌者，）或更設守衛，鳥類中如企鵝，常作一列橫隊，以圍捕魚類，此外雁、鴨等亦有共同防護的性質。

紐約動物園長忽那台發見羣棲生活上必要的法則有五：（1）除爭一羣的領導權外，羣中極少爭鬪；（2）羣中極少以強凌弱之事；（3）爲幼兒所纏擾而不能工作的雌動物，必能同樣的得到食物及受保護；（4）集合後常能發揮異常的能力；（一匹的羊，常爲山貓所襲，然羣居時，即大獸亦不敢近前，）（5）對於領導者絕對服從（指導者與其他個體間，常有指導的記號，長手猴率全羣行動時，高呼一聲，全體即刻行動）等。

南美白他谷尼亞及拉勃拉他（La Plata）草原所產的一種稱 *Vizcachas* 的嚙齒類小獸，由十餘頭至三十頭的獸，在地下掘造小穴，作爲村落，其大約達百至二百平方呎。若個體增殖，而有充滿之患時，則其原來的雄獸，從原村落遷出，在離穴四〇碼至六〇碼之處，另建新村落。五十年前觀

察此種生活的漢特生 (W. Hudson) 更謂其有一種巧妙的言語，恐未必可信，但爲羣棲生活的代表，則無疑。

(2) 共同生活 兩種動物間營一定生態關係的生活，如共棲 (Commensalism) 及寄生 (Parasitism) 可以稱爲共同生活。

共棲生活中，又可分爲兩類，有相利共棲 (Symbiosis) 卽彼此共同生活，而各得對等的利益，(例如蚜蟲與蟻) 亦有爲片利共棲 (Synoecosis) 或附着於一方的身體，而一方不甚有害，一方則有利益的。例如印頭魚附着於鯊之類，寄生生活則完全一方有利一方有害的。

(3) 社會生活 昆蟲類中如胡蜂，蜜蜂，白蟻，蟻，四類各有殊特的生活方法；從前有人作爲羣棲生活的一種，但確有區別，因其有社會生活上最重要的分業作用。社會生活爲保存種族爲目的而進化來的生活法，但欲多數個體集於一所而生活，實遇有兩種難題。

第一，爲食糧問題，社會生活的動物解決食糧問題，用三種方法：(1) 變更食性。上記四種昆蟲的祖先，均爲肉食者，但多數個體，欲同時要求食物，肉最不適當。所以不得不變更食性，而爲易得

的植物性食物。其向此方向而進化的事實，可以比較多數的蟻的社會生活證明之。今日尚有未捨去肉食性的蟻類生存，但其共同生活者僅有十數個體，其次則有數百成羣，由甲地飛至乙地的浪蟻 (driven ants) 更進步則有集花蜜與花粉的蜜蟻 (honey ants)，還有將菌絲種植於木葉的碎片上，而造菌球 (ambrosia) 的造菌蟻 (fungus grower)，特定一種草的種子，加以保護，以事收穫的豐收蟻 (harvest ants) 則進化的的最高階級。胡蜂至今尚爲肉食，所以社會亦小，而蜜蜂及白蟻稍稍進化，但不及蟻。(2) 貯藏食物。這種方法，在營單獨生活的昆蟲，亦已有之。沒食子蜂爲幼兒貯藏食物，作育兒寄生 (brood parasitism)。在社會生活中，特別在寒暑，乾溼相差劇烈的地方，貯藏尤爲需要。蟻與蜜蜂，出全力以事此種貯藏，亦屬當然。又蜜蜂有作貯蜜的容器的習性，而蜜蟻則無此方法，所以職蟻中有一部分個體，代作容器之用。(3) 限制人口。巢內爲防人口增加起見，產兒能力，祇賦於羣中極少數的個體，大多數的職蟻，職蜂，則爲生殖不能的，個體是即行產兒調節的。最理想的方法，不能生殖，同時與食糧也多少有關，此即所謂營養的去勢 (nutritive castration) 是。若行產兒調節而尚不足以防人口的增加時，則於一定時期行分封。

第二，爲統制問題，多數個體集合於一處營共同生活，在工作分配上，難免有不公平之事，所以爲防此種作用起見，（1）同巢者先有彼此認識的必要，這由身體所發臭氣識別之；（2）食物的分配方法，由一定刺激，而以口傳佈之；（3）爲避不平不滿起見，各個體均無智能，而祇有本能，所以甲司掃洗，乙司守門，丙司養育，丁司出外，及採食料等等，有條不紊。從前學者以爲此種分工每日互相協議而定，其實是由年齡的老小而決定的。換言之，即同一職蟻，於各不相同的期間，分擔不同的工作。所以他的分等，是非常有秩序的。（4）對外防禦，蜜蜂的職蜂有毒針，至於蟻及白蟻則有兵蟻。

（4）家族生活 家族生活爲較簡單的一種社會生活，然在人類，則爲由社會生活擴張而成的第二次的社會生活。惟不營社會生活者，亦有家族生活，因爲蕃殖期暫時雌雄同居，而養育幼兒（例如鳥的育雛，犬貓則無），即單養育一匹小動物，已須相當時間，若次兒三兒繼續產生，則夫婦關係，就將長久繼續，由是作全生涯的同棲，而形成家族生活。

### 三 羣聚生態學

羣聚生態學的範圍 無論那一種動物，生活在地球上某一部分，決不能過獨立自由的簡單生活，往往投入於極複雜的關係中，有許多的無機或有機的因子以形成環境的複雜體（environmental complex）。但在一種環境中生活着的，往往為無數不同門、綱、目的生物的混合世界，這可稱為羣聚（Community or Biocenose）。植物生態學上 Community 譯作羣落，動物則與植物不同，並非固定於一定的地域的，所以不如另稱為「羣聚」。

同一羣聚中的多數動物，除了新參加者外，大多對於同一的狀況，各起適應的結果，多少有其通的性質。例如生於溼地的動物，不論其屬於何門何綱，皆有耐乾涸及寒冷的性質。生於急流的動物，均具有若干抵抗水流以免被沖去的方法。學者中有謂動物間，亦有可以認為具一致之點者，但無充分的證據。

適應的程度，依動物種類而異，例如亞洲的虎，美洲的虎，均產於熱帶至近寒帶的各處，並在高



山的中腹以上，亦有分佈，但除毛皮的疏密之外，其他體形上不能發見其有何種差異。齧齒類大體上適應的差異比食肉類表示的較明瞭。舊時的動物地理學者，以分布的動物的種類的同異的，劃爲一地區；現在則以對於所棲息的動物的全羣的環境相同者，始作一區，稱爲羣系 (Formation)；換言之，羣系即以各地羣聚中狀況相當者，連合而成。例如中亞細亞的草原 (Steppe)，有有蹄類、齧齒類、食肉類、鳥類等，造成一個羣聚，而北美中部的草原（彼此稱爲 Prairie）的動物，亦有相似的羣聚。其他澳洲南部的草原、南美白他谷尼亞 (Patagonia) 附近的草原（南美稱爲 Pampas）亦有同樣的羣聚，以是這四區之間，動物生活狀況就有相共通之點，遂概括稱爲溫帶草原羣系 (temperate steppe formation)。

羣聚與羣系兩語的意義，既如上述，但學者中亦有主張以狹區域的動物界，稱爲羣聚的。也有一羣聚中再分爲若干小階級的羣聚的，稱爲層聚 (Stratum)。層聚更可分爲較小的階級而稱爲同羣 (Mos or Mores)。

羣系的分法，各學者間意見不同，正如動物分類學的有種種不同的分類統系的情形相似。紐

別瑾(M. I. Newbigin)所著「動物地理學」(“Animal Geography”) (1913)中，自然區系分爲九種，即：(1)極地草原(tundra)；(2)針葉樹林(taiga)；(3)草原(steppe)；(4)山岳；(5)熱帶森林；(6)疏林草原及暖砂漠；(7)島嶼；(8)海；(9)淡水。並對於各區的生態學的特色，有簡明的記載。

達耳(Fr. Dahl)在「生態學的動物地理學」(“Grundlagen einer ökologischen Tiergeographie”) (1923)中，將全世界淡水及陸地動物，分爲四區十九州，而海洋動物分爲三區，但其分法仍與一般的動物地理學無甚差異。海稅(R. Hesse)所著「生態學的動物地理學」(“Tiergeographie auf ökologischen Grundlagen”) (1924)分海產動物爲：(1)固着動物區(Benthal)；(2)浮游動物區(Pelagial)；(3)深海固着及浮游區(abysale benthal and pelagial)。淡水產動物分：(1)流水動物界；(2)止水動物界；(3)熱帶及極地動物界；(4)其他淡水動物界。空氣呼吸動物分爲：(1)森林動物；(2)乾燥廣原動物界；(3)溼地及沿岸的動物界；(4)高山的動物界；(5)極地的動物界；(6)島的動物界；(7)地下

的動物界，(8) 文明地域動物界。

其他各學者的分區方法尚多，不能列舉，今僅錄美人培司 (Pease) 的動物生態學 (Animal Ecology) 的分類法於下，以示羣聚生態學上分類法的模範：

Superealm  $\alpha$  水棲動物 (aquatic animals)

Realm I (界) 海產動物 (marine animals)

Province (部) A 沿岸動物 (littoral animals)

Formation (羣系) 1 海濱動物 (animals of hard beaches)

Formation 2 海灘動物 (animals of shifting beaches)

Provinces B. 外洋動物 (animals of open ocean)

Formation 1 淺海動物 (shorewater animals)

Formation 2 大洋動物 (oceanic animals)

Province C 海底動物 (bottom animals)

- Formation 1 大陸棚上的海底動物(b. a. on continental shelves)
- Formation 2 深海底動物(abysal bottom animals)
- Realm II 淡水陸動物(Fresh water animals)
  - Province A. 流水動物(animals of flowing water)
    - Formation 1 急流動物(animals of rapidly flowing water)
    - Formation 2 緩流動物(animals at slowly flowing water)
  - Province B. 止水動物(animals of standing water)
    - Subprovince Ba 湖水動物(lacustrine animals)
      - Formation 1 沿岸動物(littoral animals)
      - Formation 2 外湖動物(limnetic animals)
      - Formation 3 深湖底動物(bottom animals of deep water)
    - Subprovince Bb 池沼動物(pond animals)

Formation 1 沿岸動物(littoral animals)

Subprovince Be 溼地及池動物(swamp and pond animals)

Formation 1 溼地及溼原動物(swamp and bog animals)

Formation 2 水溜動物(pool animals)

Province C. 流水性洞穴內動物(aquatic cave a. of f. w.)

Formation 1 急流動物(a. of rapidly f. streams)

Formation 2 緩流動物(a. of slowly f. streams)

Province D. 止水性洞穴內動物(a. c. a. of standing water)

Formation 1 湖沼動物(animals of lakes and pools)

Province E. 地下水動物(animals of ground waters)

Formation 1 地下水動物(animals of ground waters)

Superealm B. 陸產動物(terrestrial animals)

Realm I. 陸產動物(terrestrial animals)

Province A. 地下動物(Subterranean animals)

Formation 1 土中動物(animals living in soil)

Formation 2 洞穴動物(cave animals)

Province B. 地上動物(animals above surface of soil)

Formation 1 地上動物(surface animals)

Formation 2 地上植物關係動物(a. associated with plants)

Formation 3 空中動物(aerial animals)

Appendix 1 島嶼動物(animals of islands)

Appendix II 由人爲易於變化的動物(animals frequenting structures made by man)

羣系的特色 造羣聚或羣系的各種動物,大抵各有一定的特徵,今舉大區的特殊狀況於下:

(1) 海洋動物 (A) 沿岸部 沿岸水的動搖激烈,所以運動及固着器官均極發達,而

身體以扁者居多，且有隱於岩石下的通性。又因沿岸水濁，所以大多有避泥土的裝置。又以日光透入較多，植物繁茂，食物豐富，故有種種食性的動物，棲息於此，因而生存競爭激烈，行動不得不活潑，然亦有寄生與共生者。色彩一般豐富。沿岸部中（1）滿于潮線向的動物，有耐乾涸及日光的性質，藤壺（*Balanus*），石筆（*Lepas*）全生涯中，接水的時間甚少，其間為攝食及蕃殖時間。在岩石上的動物，則徘徊各處覓食之後，又復回復於原有棲息地，有類於歸家本能的行動。又棲息於退潮後所造成的水溜中的動物（*tide pool animals*），則有耐水溫、鹽分及氫離子（*Hydroion*）濃度等的急變的能力。（2）棲息於泥質或砂質淺底的，則大多穿孔於砂中，而便出入，或伸出長吻以取食物。且爲了抵抗砂的壓力，往往有球形的外骨骼（例如海膽），或爲了便於通過砂層，大多數乃呈扁平或棒狀。（3）腐泥質中，亦往往有動物潛入，但必具預防缺乏氧氣的特性，而血液中赤色素（*Hæmoglobin*）甚多，如環蟲類即屬於此類。（4）海藻繁茂之處，可與陸上的森林區相比，水中之蝦、小魚等均於此爲隱息之所，同時亦即以此爲食料。

（B）外洋部 適應浮游或游泳的生活，多數有其適當的構造，即浮游者其體形必小，且有

多數細長的突起，使其增加抵抗。一方面又多藏油脂或汽胞，以減輕比重，適於漂浮。至於游泳的，多有強力的尾及鰭。

(C) 深底部 植物性的食物缺少，所以生存競爭激烈，而攻擊及防禦的方法亦特別發達（例如有大口的魚。）又因深底暗黑，故眼及色素消失。水流較定，所以多能保持放射形及左右對稱的形狀。

(2) 淡水動物 淡水的水位及溫度比海水易生變化，所以對此必須各具相當的對抗手段以適應之，（例如海綿的生芽胞 Gemmule 以及苔蘚蟲的生體芽。）更有對於水質的變化，特別是養氣的食量，有充分的抵抗力，例如輪蟲類中的若干種類，及一種昆蟲 *Corethra* 的幼蟲，能在沸煮過的水中暫時生活。池沼及近湖的泥質湖岸，植物繁茂，水亦平靜，動物生於此等處所，均附着於植物或徘徊於其間，而營種種的生活法。若在水較少的溼原，及沼澤地的水溜，則均具極強的耐寒熱的性質，且能生活於極強的酸性水中，為其特色。又如棲息於池的中心及湖的外邊者，則生於表層的浮游生物，與海洋浮游生物相當，具有對於漂浮的適應，且比海產者更多季節的變形



(seasonform)。又日光透入量多，陸上流入的養分充足，所以淡水浮游生物的數量，常比海水為多。高山的湖中的動物，則有特殊的狀態。而在深湖底者，雖無奇特的種類及形態，然多纖弱而色淡，且能耐養氣的缺乏。地下水的動物，常無色及盲目。

以上所述為靜水區 (lentic or stagnant water region) 的生態，至於有波浪之大湖及溪流，即所謂動水區 (lotic or running water region)，則大不相同。生於動水區的動物，體軀大多扁平，固着於石面（例如渦蟲 *Planaria* 及昆蟲類），或備錨形的突起，以鉤着於他物（例如毛翅目的幼蟲及蛹所作的筒巢），平素棲息於養氣充足之區，所以一缺養氣，即行死亡。

(3) 兩棲地帶的動物 海水或淡水與陸地相連接的地方，學者有稱為兩棲地帶 (amphibious belt) 者，最便於採取食物及避敵，故各綱目的動物，多羣集於此，各自造成適於此種生活的習性。第一為呼吸器官的適應，能由水爬出水外的魚，例如跳魚 (*Periophthalmis*) 及蟹，以溼鰓兼營空氣的呼吸；其中更有鰓作特殊的構造的，（例如 *Anabas* 屬的魚類）亦有用鰓以代肺用的（肺魚）生活陸上而時時入水的動物，則其鼻孔移於上方，而有關閉的裝置，（例如河馬及

鰭脚類；)肺活量增加，以適於長時間的潛水，且有游泳裝置特別發達的(海狸的尾及企鵝的翼。)生活於此地帶的動物，往往備有一種性質，能於遠行之後，仍安然回至原棲息處。例如蟹類依空氣的溼度，而能辨別水的方角，海鳥能由數百里的外海，回至原處。白熊及河馬遠出外河，亦能回家。在海岸砂中孵出的海龜的幼兒，則以反射運動，回至海中。其他在生殖期中由廣大的洋面而集於小島等，也是屬於此類動物的特色。

(4) 島嶼動物 島分大洋島 (oceanic island) 與大陸島 (continental island) 兩種，後者面積若非太小，則所生動物大抵與大陸產的同種屬或為近似種。前者多有特產的動物，此為動物地理上的通則。然其間不無例外。即地理學上被確認為大洋島的(例如加洛林 *calorine* 生特魏起 *Sandwich* 諸羣島) 亦有祇產大陸島的兩棲類者；反之，一般認為大陸島的(例如牛加來獨尼亞島) 則又並無兩棲類。又如馬達加斯加、英國、日本雖為大陸島，而頗多特產的種類。達爾文用作大洋島適例的加拉伯谷斯島，在地理學上卻歸入於大陸島。島因隔離 (*isolation*) 作用，易造新的種類，所以大體上有產生特有種屬的傾向。

鳥產動物在生態上最足引人注目的，莫如昆蟲因強風的關係而翅常退化，且有完全消失其飛翔性者（鳥亦有此傾向）。又蠹食植物莖的昆蟲甚多。因鳥上少食肉動物，營地上生活的鳥類亦較多（南洋無猿的島上多鳩鴿亦同此理）。又以富有溼氣之故，所以海產動物能深入陸地而徘徊其間。在南洋諸島上，寄居蟹（Pagurus）及異腳類的 arachnids 分布達高山，又以食物不足的關係，純陸產動物而移居於海面的亦有之（例如食魚的蝙蝠及蜥蜴）。

(5) 極地草原 (tundra) 的動物 東西兩半球的近於北極的這種區域（南極無陸故無類此的地帶），被覆地衣與蘚苔，而樹木則甚少。雖在仲夏，地面亦常結冰，地上溫度沒有過十度的，四季或晝夜的溫度變化甚少，僅因日光之有無，溫度略有變化而已。環境如此，所以動物的生態，各有防禦的構造，例如毛厚，皮下脂肪層發達（馴鹿、兔），腳短而被毛，耳亦隱於毛中（麝香牛），鳥脚上生毛（雷鳥、白鳥），色的白化（兔、狐），小動物則多黑色。就食性而論，則為草食獸與食此種草食獸的肉食獸。屬他目的哺乳類的甚少。灌木結果實的種類甚少，所以同一種植物，蔓延區域極廣，猴鳥夏季來此生殖最為便利。而水溜中的幼昆蟲，亦為猴鳥的重要食物。

(6) 針葉樹林的動物 針葉樹林的特點，在於一年中能繼續同一的狀況，冬季積雪於樹枝上，可為動物的唯一隱藏所。枝幹及樹洞，亦可供動物棲息，更有豐富的果實，所以樹上生活者（栗鼠、山魈、啄木鳥、雨蛙等），以及食樹皮的（甲蟲類），避難於森林的（豬鹿），狙擊此種動物的（如貂、豹、狼、狐等），食針葉樹果的（交啄鳥 Grosbeak），多為該羣系的主要份子。

(7) 落葉樹木的動物 大體與上述的針葉林相似，（例如樹上生活的齧齒類，林中的鹿，歐洲的野牛，及野貓），惟以冬季植物枯落，而示與溫帶草原相似的形態，又以落葉樹林比針葉樹林為暖，所以往來於二者之間，或落葉樹林與草原之間的移住性動物，亦常有之（北美的大有蹄類）。又棲息於此區的，在冬季大抵冬眠，例如作蟲癭的昆蟲，即其適例。食蟲類在此區甚多。

(8) 溫帶草原的動物 溫帶草原大抵在針葉樹林之南，與落葉樹林往往互相混雜。在亞洲中部及北美中部，區域甚廣，草極繁茂，但冬季甚冷，且時有猛烈的雪風襲來，溫度變化甚速，且少藏匿之處，是為該區生態學的特況。所以棲於此區的動物，多掘穴而居，並貯食物，例如冬眠的齧齒類，具有敏銳感覺，便於逃遁，幼者與兩親，同時奔走，例如有蹄類（飛鼠及馬是其好例）。遇天災時，

死亡甚多，然易恢復（齧齒類、沙鷄類）爲其特點。

（9）山岳及高層草原的動物。山岳大抵合上述諸區之性質，所生動物的生態亦多相似，例如在雪線附近生有雷鳥、兔等，與極地草原區相似；草木帶有穴居的及冬眠的齧齒類，針葉樹帶亦與前述的針葉樹林的情形相同。

（10）熱帶森林的動物。詳言之，有年中降雨的降帶熱雨林（tropical rain forest）與分乾溼兩期的熱帶季節林（monsoon forest）的區別。惟爲便利起見，二者合併論之。又在溫帶低緯度地方的溫帶常綠林（temperate evergreen forest）與此亦相近。

熱帶森林以南美亞麥松地方爲第一，東印度諸島及非洲西岸若干地方，亦各有其代表。除樹木密生之外，有適度的降雨，溫度年中大略相同，且易獲取果實及作食餌的昆蟲，爲其特色。故動物以樹上生活的種類爲最多。其中如樹獼類、猿類、擬猴類、樹上生活的有袋類豹、山貓等的食肉類、鸚鵡類、蛇類、避役等，爲其代表。而脚嘴尾三部最能見其適應性。至於在森林中地上的，則以小形者居多（小象、小河馬、小水牛、小鹿等）因樹木密生，不便於大形動物的生活。然有時爲避熱而走入大

形的動物（亞細亞象及犀）。此種動物，多不若草原動物的有發達的肝腺（馬）且不能久在日光之下（豚、野豬）。森林中不易遠視，故其中動物視力皆弱，而聽力則強，發聲器官亦甚發達。

（11）熱帶草原及沙漠動物 除沙哈拉（Sahara）等以外，非洲大陸的內部，大部分爲草原，惟與溫帶草原不同之點，在於有疎林（又稱疎林草原 Savanna）。此種狀況，在南美及澳洲亦有之。而南北回歸線的附近，則雨量少而變沙漠，植物發育不良。

熱帶平原的特有生態學的狀況，第一有大羣的草食獸，非洲有大小數十種的羚羊、斑馬、野生驢馬、長頸鹿等，卽其適例，且多能望遠而捷走。其次則有大量的捕食此種動物的肉食類。第二有能耐長期乾涸的動物（例如駱駝、長頸鹿、羚羊、沙鷄）能飲鹽水（駱駝、斑馬、羚羊）能於身體表面吸收露水及驟雨（蜥蜴）及避強光與夜行等，均爲其特點。

#### 四 實驗生態學

實驗生態學的範圍 各個生態學及羣聚生態學上所研究的各項問題往往因在野外觀察，

不能精密探查生態學上的原因，故必須於實驗室中行分析的試驗，此即所謂實驗生態學 (Experimental ecology)。惟在野外觀察的時候，亦能偶然遇到自然界的故事 (incident)，而得到與人實驗時同樣的結果的。例如觀察池水的乾涸時，可以知道各種動物對於乾燥的抵抗力，又如司比亞斯山噴火的時候，其火灰降落於奈不爾斯 (Naples) 灣內，而栖於該灣底的動物，對於此種泥土被覆的抵抗力的大小，亦可觀察得之，直不啻自然代我人做生態學的實驗。

實驗生態學以研究動物生活上，即呼吸、營養、排泄、運動、蕃殖上必要的因果律，以及環境的條件為目的，所以這種的態度，也可以說就是廣義的生理學，因而實驗生態學也可歸入生理學中。但生理學重視內在的因子，而生態學則重視外圍的因子，此其異點。又生理學尤多觀察每種原因對於生活的影響，而生態學則觀察全生物體所受的影響，所以從這一點講，與衛生學的研究態度相似，衛生學上常用的統計學方法，生態學上亦常用之。

實驗生態學對於動物受什麼作用以起對外的行動，亦頗注意，所以動物心理學上關於刺激感受部位及反射弧的調查，足以供實驗生態學上的參考者，亦頗不少。至於實驗生態學上所研究

的問題，最主要的，爲下列數端：

(1) 生長，休眠，蕃殖的經過及生產率；

(2) 稠密度及分播；

(3) 死與死亡率；

(4) 勞動的效果；

(5) 形態及色彩的變異與適應；

(6) 畸形的出現；

(7) 採食，蕃殖及關於集合生活上的本能。

至於分析時所當考察的主要因子，則爲(1)溫度，(2)光線，(3)溫度與蒸發度，(4)外圍媒質 (medium) 的性質與運動，養氣的多寡，鹽分的濃度，化學的成分作用等，(5)地盤，(6)食物，及有機的因子(寄生，自然敵等)。

實驗生態學上的初期研究 實驗生態學的名稱，雖爲新名稱，而其內容則在前世紀的末葉



至這世紀之初，已有不少的研究。例如白伯克(E. Babak, 1903, 1905)以同一母體所產的蝸蚪，分養兩區，一區純給植物性食料，一區給肉食，至最後變態的二週間前，比較考察其腸管對於體長的比率，植物性食者特長。爲明瞭其原因起見，於肉中加植物纖維質(celulose)及玻璃粉末，未見何種影響；反之肉中混以由植物體抽出的鹽類或植物性蛋白質時，則見其腸能延長。所以起這種變化的原因，不是植物機械的結果，而爲化學的刺激。這一種研究，就是實驗生態學的代表研究。

紐約動物園的鳥類部長培皮(W. Beebe)將野外所捕來的各種鳥，置於溫度高的室中飼養之，又以此羣放養於屋外乾燥的空氣中，而使其溫度與室內相同，則發見在室內飼養的，每次換羽時增加新的黑羽。與此類似的研究發表甚多，其中且有給我們有益的暗示者不少。但因其實驗裝置及因子分析不甚充分，故實驗生態學尙大須待以後的研究。

**生態學的因子** 生活環境的種種條件，卽生態學的因子，決非單獨對於生物體起作用，多是多數的因子，同時對於動物的生活起影響，惟在研究時，仍能一一分開實驗，且其中不無主因與副因的關係。例如李比希(J. F. Liebig)的關於養分的最小法則(Law of minimum)所說：

「多數因子中以最適當範圍 (optimum range) 中的最小的一種因子，去決定其生存及蕃殖。」這就是主因與副因的關係。欲說明這個法則，可以浮游生物的發育爲例。浮游生物所需要的養分，養炭等等之中，特以水中所含硅酸及氮素化合物量，以決定其發育之優劣。但這兩種物質，浮游生物在最適當的生活中僅需要些少之量。所以稱爲最小法則。這就是一種主因。再如昆蟲產卵於地下，如有適當的溫度雨量日光等，尚須經過相當的日數，方能孵化，是即陽性反應 (Positive reaction) 的蕃殖，須有定性的及定量的多數因子，然如不產卵不蕃殖不孵化等的陰性結果 (negative results) 則祇須有一個因子的不足，即可惹起之。

今以若干因子與動物生態的關係，舉例說明於下：

(1) 光線 自然界中光線，依緯度海面高度，一日中的時刻，一年中的季節，日光的強度 (太陽黑點的有無)，日射的角度，反射的有無，氣象及空氣的清濁等而異。所以是一種極複雜的因子，在實驗室中實驗，常感困難。現將近來的數種研究介紹於下：

(一) 光的強弱與持續時間 勞能司 (H. Laurens, 1914) 曾由各種文獻中，蒐集一種結

論，證明人類及其他動物長時間生活於黑暗中，並不妨礙生理作用，然在北極過冬的及鑛山中的馬，則有害健康。所以光線在動物生活上，還是必要。至於下等動物則那斯洛丕 (J. H. Northrup, 1925) 曾發表果蠅 (*Drosophila*) 的壽命與光的有無殊有關係。勞溫 (W. Rowan, 1926) 謂鳥的遷移及魚的迴游，多與光線有關係。

(二) 波長(色)的影響 動物眼所能感覺的光線的波長，有一定的限制。人類為 760—400  $\mu$ ，魚為 750—340  $\mu$ ，左右，而蜜蜂則為 650—310  $\mu$ ，所以感覺刺激的方法，亦各不同。惟研究光波時，同時即應注意於光度。從前的研究，以太陽的分光 (Spectrum) 照於地面，然後平鋪豆於地面，使鴿啄之，則見其最先啄者，為最易見的光波之處，其實與光的強度亦有關係。最初用同勢力 (energy) 的異色來實驗的，為海堆爾 (R. Hertel, 1905)，他實驗草履蟲受波長 280, 334, 400  $\mu$  的紫外線，各於 3, 14, 180 分間而死，可見人類感覺不到的紫外線，下等動物能感到之。此外將蠅於綠色光下使其發育時，則蟲不能長大。偏光光線 (Polarized Light) 在植物有作用，動物則無。

(2) 溫度 溫度對於動物生活上有重大的關係，且可適用凡藿夫 (Van't Hoff) 的反射速度溫度法則 (Reaktionsgeschwindigkeit-Temperaturgesetz)。即多數生理作用與化學反應速度相同，每溫度增加十度，而作用增加二三倍。這個數值，稱為溫度係數 (temperature coefficient)，用  $Q_{10}$  的記號來表示，最初一般學者，頗為推賞，但後來知溫度的上下，係數亦起變化，尤其在五度附近或三十度以上，變化更大，由是此法則的適用範圍，亦已縮小。

現在暫不論這種生理作用上的法則，僅概括的觀察動物的生存及蕃殖，則見在一定溫度範圍之內，此種生活作用可以進行無阻時（例如華氏六十至九十度），這溫度的範圍稱為活動帶 (zone of activity)。與此範圍的上下相接的各有一定溫度範圍，至此則新陳代謝低落而成休眠的狀態，雖不復能活動，但尚能繼續生活。這一帶在低溫一方稱冬眠帶，在高溫稱夏眠帶。這多是對於成蟲而言的。若是卵或幼蟲，則不能休眠，即已變為致死的溫度 (fatal temperature)。比此兩種溫度再高或再低的，則成成蟲的致死溫度。冬眠帶與夏眠帶合稱為不活動帶 (zone of toleration)。不活動帶的位置與範圍，隨動物的種屬而異，而同一種動物亦因平常的生活狀態而異。例

如生於溫泉中的動物，能耐高溫。此即稱爲馴化 (acclimation)。有隨季節而異者，例如佛龍 (H. M. Vernon, 1892) 調查奈不里斯灣中無脊椎動物的平均致死溫度，在夏季比春季高 0.6 乃至 1.3 度。又有所謂溫度常數法則 (Law of thermal constant)，據顯福特 (Shefford, 1920) 的研究，昆蟲在發生有效範圍內，一種昆蟲發育所需溫度與時間（以時爲單位）的積，每種類自有一定。其後各學者比較研究的結果，知大多數昆蟲可以應用。溫度一定時，就可推算某一種昆蟲的發育所需的時間。

(3) 溫度及蒸發力 陸產動物常受溼度重要的支配，由水棲進化的，若皮膚無特別的裝置，以防蒸發；則常受乾燥之害，反之，適應於乾燥地的生活的，遇溼氣過剩，亦不相宜。此外定溫動物常利用水分以調節體溫，所以更爲需要。多數下等動物的發育，與溼度均有關係，綿羊的發育良否，亦受降雨量的影響。

溼氣對於動物行動頗有影響。在高等動物的工作效率上的影響如何，姑不具論。就下等者言，魏斯 (A. O. Weiss) 謂蜘蛛在冬季時自繭中出，祇在外界溼氣較高時有之。昆蟲的色彩與溼度

關係，至爲顯明，現在可不再縷述。

(4) 空氣的影響 空氣爲陸棲動物的生活媒質，所以對於生活上的影響甚大。第一，爲氣壓，高山動物移於平地時，雖氣壓增加，未見何等影響。然在人類，如潛水夫入深海時，因壓力增加而起一種潛水病 (Caisson disease)。深海魚浮於水面時，則胃腸吐出口外而死。人類登山時，呼吸及脈搏亦起變化。低氣壓對於昆蟲亦起反應，暴風雨，低氣壓前，常見雙翅目昆蟲多數飛翔空中，即因此理。

對於氣流及風力，亦有關係，海洋中小島的動物，大多無飛行力，而雙翅目，尤其是虻類，往往向風的方向而飛，稱爲趨風性 (anemotropism)。又工業地方，空氣不純粹的結果，與英國自七十年來，德國二十年來，蝶的漸變黑色有關係。英國中部已確定有十八種的例。其理由爲煤烟的增加，可以促生濃霧，而間接促蝶黑化 (melanism)，與北極高山，溼原，及海岸所見的黑化現象的原因一致。

(5) 水的影響 水爲水棲動物的媒質，所以在生活上亦甚重要。水的粘稠度與浮游生物

的體形及浮沉行動有關係，雖尚無實驗的明證，水流則似能引起魚貝等的向流性 (Rheotaxis)。至於水的養氣含有量，與氫離子濃度等，因地方而異，據綏民爾魏脫 (R. Senior-white, 1925) 調查，蚊科幼蟲四十一種的棲息地的氫離子濃度，及電氣傳導度，養氣含有量等，知有若干種類濃度在 PH. 4.6 以下至 9.4 以上，他種則在 5.8 附近，有的種類養氣含有量為 1 乃至 15% 間，而其他種則限於 7% 的司的克納 (F. Stickney, 1922) 實驗蜻蜓目幼蟲與氫離子濃度的變化，知其全無關係。仇台 (O. Juday, 1920) 則謂一種昆蟲名 *Corethra* 的幼蟲亦與濃度無關。

(6) 地盤的影響 地盤的狀況對於陸棲動物及固着性的水棲動物均有相當關係。因地盤可給動物以機械的附着的便宜，及潛息之所，同時在化學上亦有相當的效果。梅恩 (O. Mayne, 1918) 女史調查藤壺的結果，知藤壺大多附着於變質岩，而派克 (G. H. Parker, 1924) 將種種的金屬板沉於海底，發見動物附着的數量與電離化的程度作反比例。這多是地盤的關係。

(7) 食物及其他有機的因子 關於食性的問題在比較生態學中業已略述及，惟專食一二種食物的動物，則此種食料就成了他的生活的因子，足以制裁其生活。自然敵與競爭者的存在

亦復相同。愛爾東 (G. Elton) 所著「動物生態學」(Animal Ecology) (1929) 中曾引了許多有趣味的例。他在英國利物浦市附近發見在半鹹半淡的灣內或河口有一種橈腳類的劍水蚤，稱爲 *Eurytemora lacinulata* 的，其棲息處的水的鹽度似有一定。然在牛津植物園內及其他池內純淡水中亦發見同一種類，這也許有其他有機因子在支配亦未可知，但在化學上或其他方面則未得何等的確切證據。然此蟲祇在新築的池中有之，其他池中則無。而在古池中則有另一種的劍水蚤 *Diaptomus gracilis*。此蟲分布力稍弱，在造池後三四十年始產生。但一旦 *Diaptomus* 出現之後，上述的 *Eurytemora* 就不見。可知二者間有一種競爭，而 *Diaptomus* 較強，故發生此現象。這是關於食物因子的一例，其他相類似的例尚不少。

以上所述，爲關於動物生態學的範圍的概略，及其最近研究所得的幾個主要的結果。由這例子中，我們已可知道要研究生態學應如何入手的大要了。

(節譯川村氏的動物生態學)



編主五雲王  
庫文有萬  
種千一集一第  
學態生物動  
著年鴻費

路南河海上  
五雲王 人行發  
路南河海上  
館書印務商 所刷印  
埠各及海上  
館書印務商 所行發

版初月二十年二十二國民華中

究必印翻權作著有書此

---

The Complete Library  
Edited by  
Y. W. WONG

---

ANIMAL ECOLOGY  
BY FEI HUNG NIEN  
PUBLISHED BY Y. W. WONG  
THE COMMERCIAL PRESS, LTD.  
Shanghai, China  
1933  
All Rights Reserved

040587



2121.6