

# 基礎生態學

Elements of  
ECOLOGY 7/e

## Chapter 09

### 族群的特性

原著 Smith and Smith

譯者 朱麗萍 江友中 洪國翔 孫元勳 翁國精 翁韶蓮

張焜標 陳子英 曾美珍 黃美秀 楊勝任 劉世華

劉和義 蔡文田 謝漢欽 蘇秀慧

PEARSON



高立圖書

# 族群-棲息在特定區域中的一群同種個體。

---

## 重要特性

- 個體屬於同一物種，這個定義暗示族群中的成員間有相互交配的可能。(有性生殖)

族群為一個遺傳單位，定義為基因池，演化發生的中心。

- 族群是一個空間的概念，需要界定空間上的疆界。



這片原野中的雛菊代表一個族群，  
意即棲息在特定區域中一群同種的個體。

## 9.1 生物可能為單體或構體

---

### 單體生物之特性--

同種生物個體具有相似的外形、發育過程、生長和壽命；受精卵為有性生殖所產生，它可以長成一個具有獨特遺傳組成的生物體。

例如：狗、貓、蜘蛛、昆蟲、魚類大部分的動物都是單體生物。



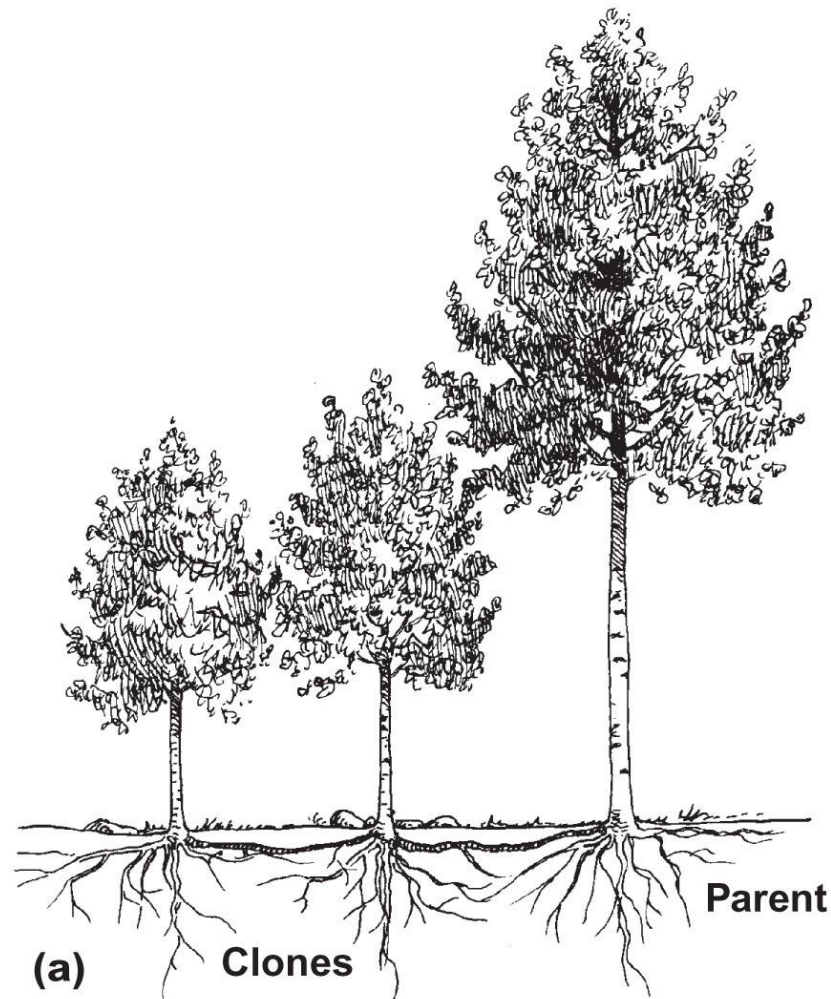
## 構體生物之特性--

在構體生物中，受精卵發育成一個構體的單元，然後更進一步產生出相似的構體。

例如：大多數植物都是構體生物。

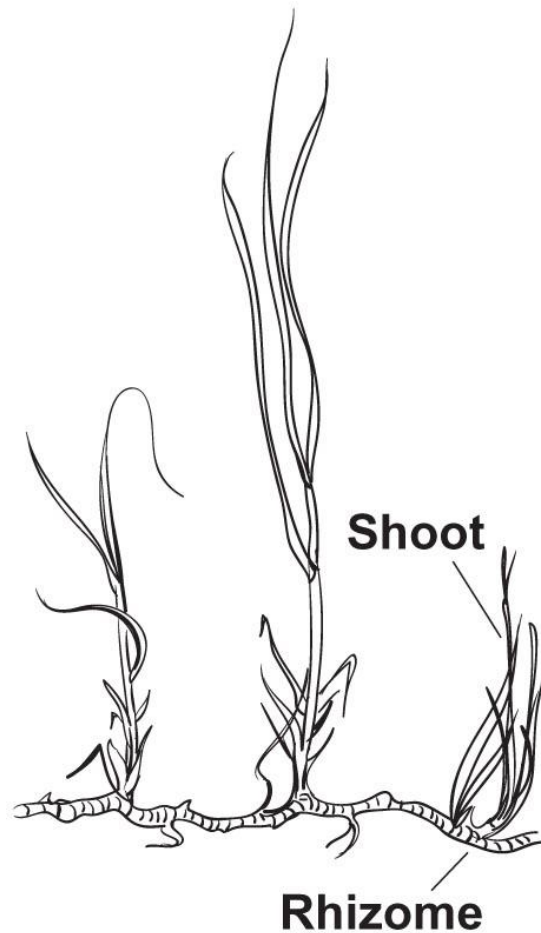
◆從單一個合子行無性生殖所得的樹木或植物個體，稱為**無性單體 (genet)**。

◆由無性單體，經無性生殖產生的構體被稱為**無性分株(ramets)**。



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

圖9.1(a) 顫抖白楊(*Populus tremuloides*) 生長是從樹根和根芽的構體產生分株。這些分株具有不同的年齡，最年輕的個體位於與親代最遠的位置。



(b)

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

圖9.2(b) 暗沙草(*Halodule beaudettei*) 沿著根莖增長的方式。根莖長在海底沈積物下，在根莖橫向生長時，在固定的間隔距離產生新的短枝葉。

◆產生無性分株會使無性單體可以涵蓋較大區域並且能延伸其生命。

當一些構體死亡，其他活著的構體，就可以再產生新的構體。

◆植物是最常見的一群構體生物，很多其他構體動物，如珊瑚蟲、海綿和苔蘚蟲類，也是經由構體重複的生殖後長成。





**(a)**

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

圖9.2 (a)動物中無性生殖的例子：珊瑚蟲。



**(b)**

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

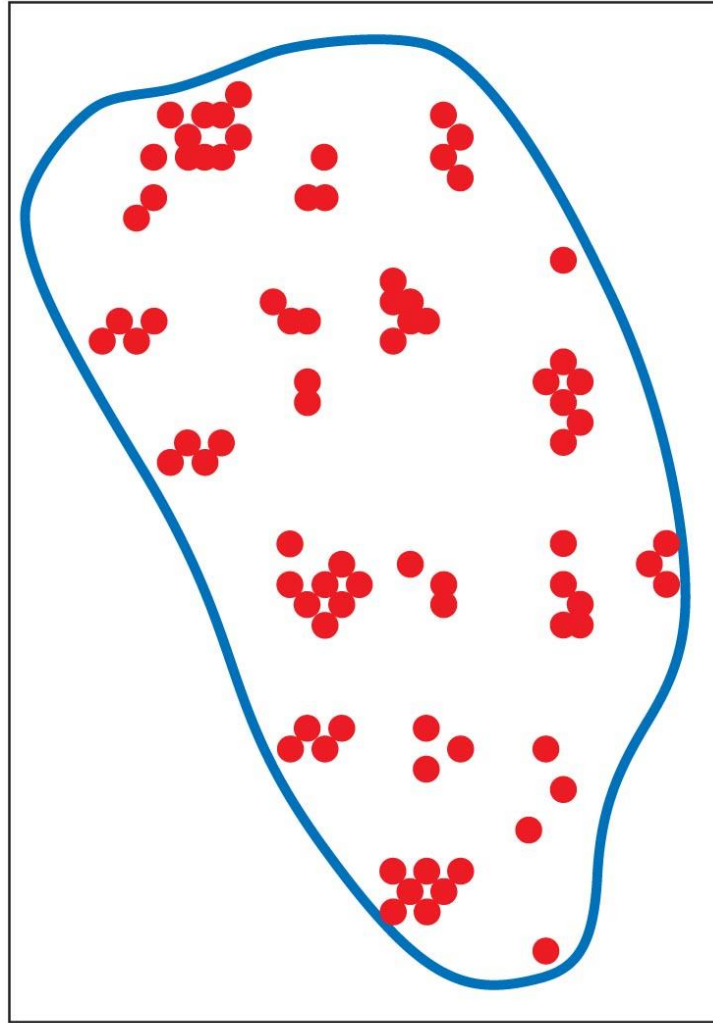
圖9.2 (b)動物中無性生殖的例子：海綿。

## 9.2 族群的分布範圍是指其所在的空間位置

---

■族群的**分布範圍(distribution)**是描述它所在的空間位置，其範圍遍及族群棲息的區域。

■當有一個清楚的範圍，可以涵蓋一個物種所有個體時，此分布範圍即定義為族群的**地理範圍(geographic range)**。



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

圖9.3 一個假設族群。每個紅點表示一個生物個體。  
藍線為族群分布域或族群出現的區域。

# 族群分布受環境條件適當程度所影響

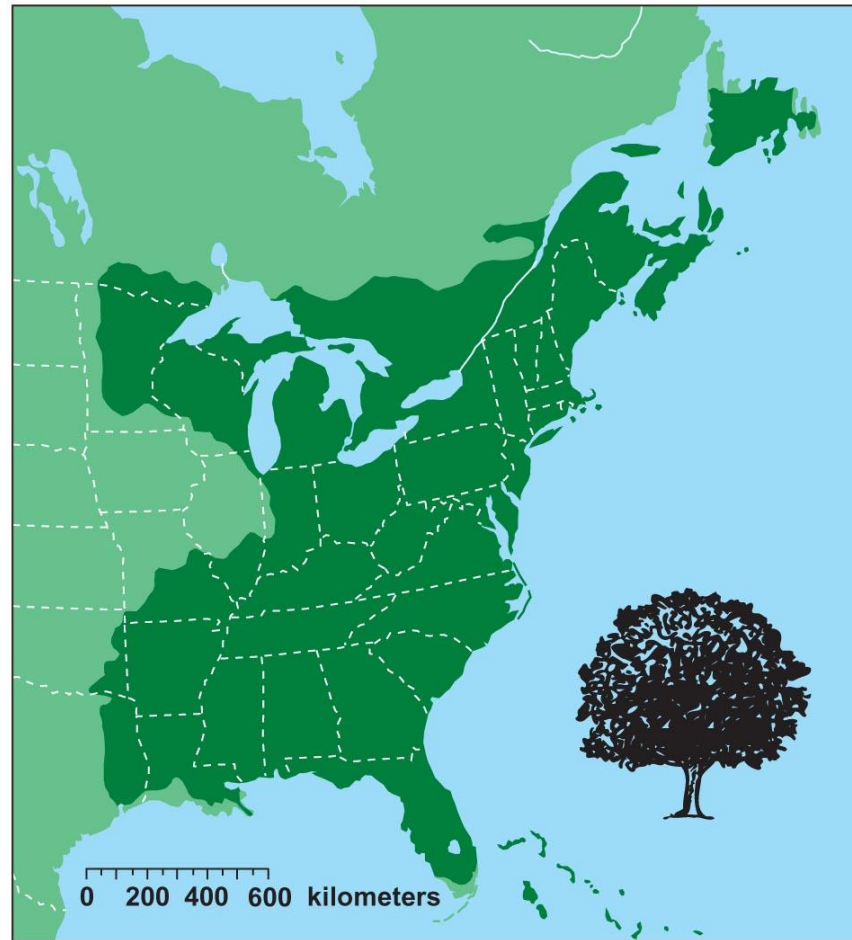
---

舉例來說：

紅槭(*Acer rubrum*)對溫度和其他環境條件有很高的耐受力，此高耐受力使它有廣泛的地理範圍。

紅槭這個例子說明了限制族群分布區域的另一個重要因子：**地理障蔽**。





Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

圖9.4 紅槭(*Acer rubrum*)，是北美東部最豐富與廣泛分布的樹種之一，比其他北美的森林物種，更容易在不同的土壤類別、質地、濕氣、酸度及海拔下繁盛。它生長範圍的北限是加拿大的東南部，在冬天有著極低的溫度。

地球上其他地區(如歐洲和亞洲)的環境狀態，也可能適合紅槭生長，但紅槭遷移到那些地方的能力受到限制，也就是**地理障蔽**所造成的阻礙。

■播遷(個體的遷移)的障礙，像是山脈或不適合生長的地區，都會妨礙一個物種的擴散，也限制了物種的地理範圍。

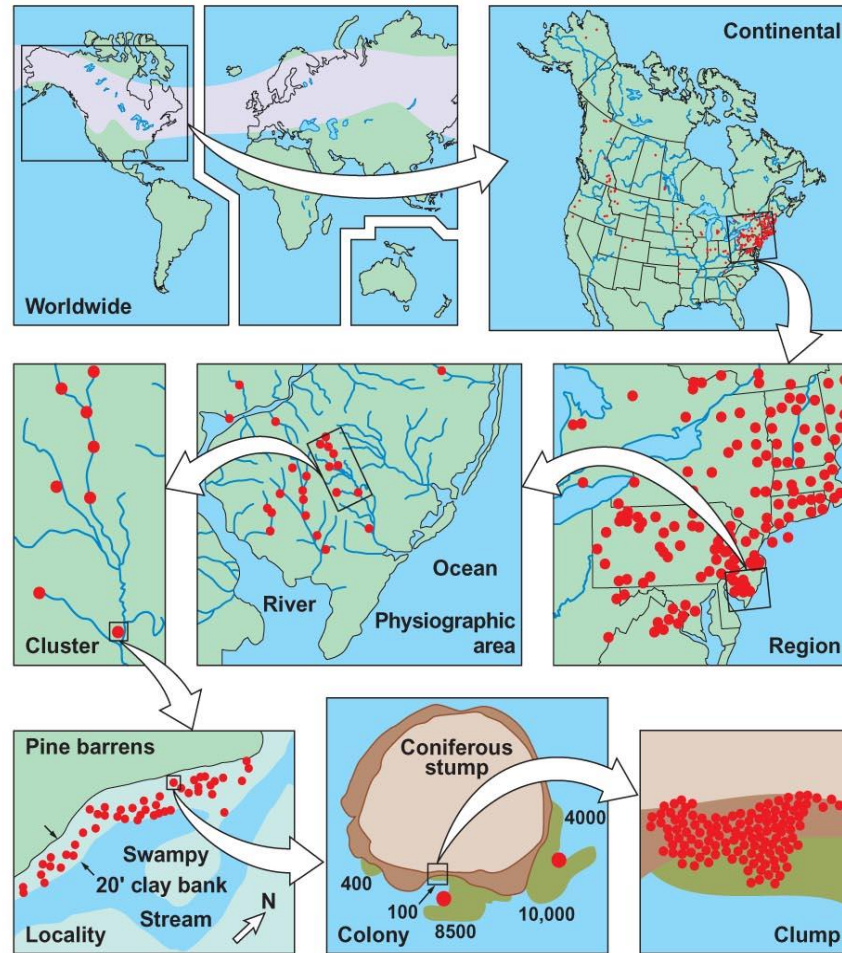
■其他限制族群分布範圍的因子：如種和種間的競爭及捕食的交互作用。

## 四齒蘚(*Tetraphis pellucida*) 的分布

---

這種苔蘚只能生長在溫度、濕度和pH 值都適合它的地方，並且不同的空間尺度中，可能有不同的限制因子存在。

在大陸塊的空間尺度下，合適的氣候(溫度和濕度)是主要條件。



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

圖9.5 四齒蘚(*Tetraphis pellucida*)在不同空間尺度的分布，來自全球地理範圍到一棵針葉樹殘根上個別集群的位置。

■在針葉樹很豐富的區域中，苔蘚的分布受限於河岸的微氣候。在一個特定位置中，它佔據pH 夠低的針葉樹殘根進行生長。

→針葉林殘根可提供四齒蘚生長的基質。

■由於環境的異質性，大部分的族群會被分化成亞族群，佔領一個合適的棲地，亞族群間會被不合適的棲地分開。



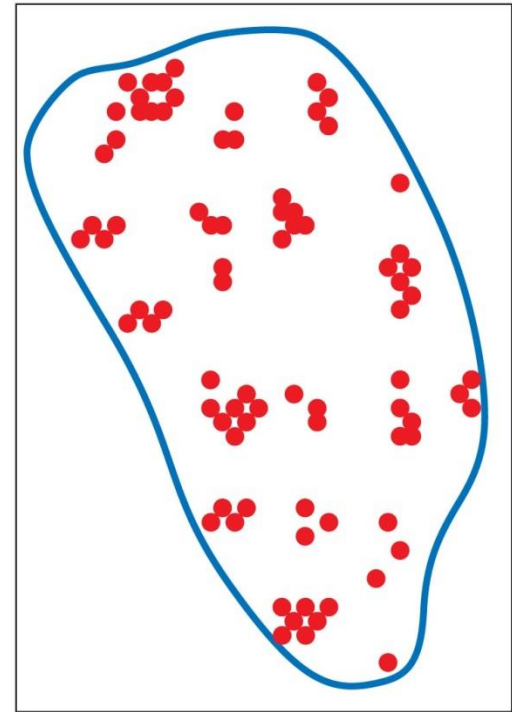
■族群分化成**地區性亞族群(local subpopulations)**，並且分別與河川流域相連結。生態學家把地區性亞族群的集合體稱為**互動族群(metapopulation)**。

■生態學家通常研究的是地區族群或是亞族群，而不是涵蓋整個物種地理範圍的族群。這主要是由於探討一個族群時，對於一個族群分布的明確界定，是很重要的。

## 9.3 豐量反映了族群的密度和分布

**豐量(abundance)** 指族群的大小——  
在族群中個體的數量。

在圖9.3，族群的豐量即是藍色線  
中所有紅色點（個體）的總數。



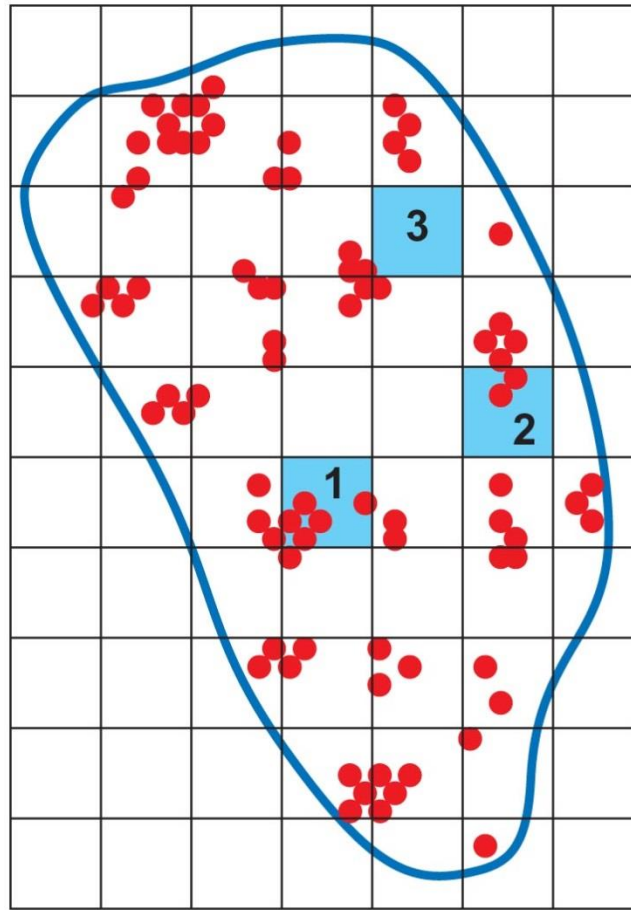
Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

豐量由兩個因子所構成：

- (1)族群密度
- (2)族群分布的區域。

### 族群密度(population density)

是單位面積(每平方公里、公頃，或平方公尺)  
或單位體積(每公升或立方公尺)的個體數目。



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

圖9.6 我們可以利用如圖9.3 的假設族群，說明豐量和密度的差別。豐量是族群內個體的總數(紅點)。族群密度是單位面積中的個體數。用網格劃分成同等大小的方格。如果我們假設每一個方格為1 m<sup>2</sup>，方格1的密度是每m<sup>2</sup>有5個個體，方格2的密度是每m<sup>2</sup>有2個個體和方格3的密度是0(個體未存在的區塊)。

■簡單的計算出每一單位區域的數量，稱為**粗算密度(crude density)**。

■不是所有區域都適合生存，因此不同地區的密度變化會非常大。

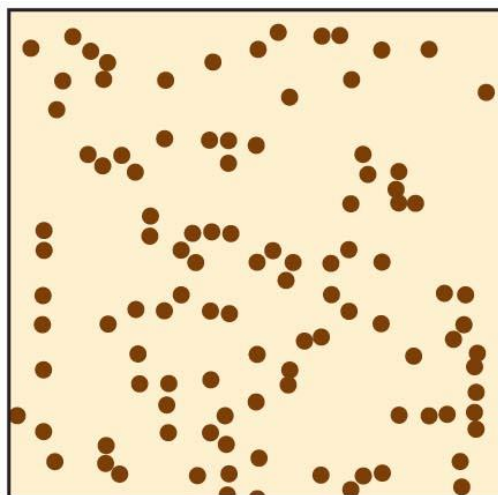
■在族群中的個體，分布可能是隨機的、均勻的或群狀的。



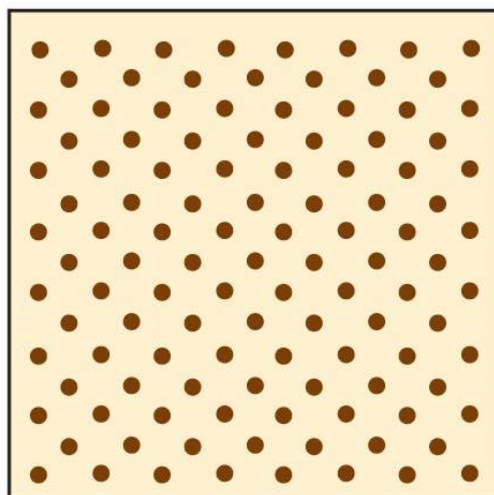
# 問題 (Q-News)\_chapter 9

- ㉔ 請說明abundance與richness的差異。
- ㉔ 請觀察住家周圍或學校環境10分鐘，說明此環境之abundance與richness，並拍照存證。

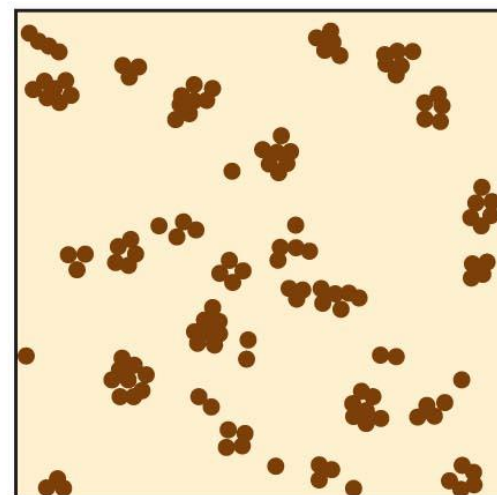




**Random**



**Uniform**



**Clumped**

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

圖9.7 族群內個體空間分布的類型：隨機的、均勻的、和群狀的。

# 族群內個體空間分布的類型

---

## 隨機分布

如果每個個體與其他個體的所在位置是獨立分開的，那麼這些個體就可能呈隨機分布。

## 均勻分布

空間如果太小或太大，個體會呈均勻的分布，常起因於個體間的交互作用，像是競爭。

→動物會保護自己專屬的區域(地域性，territoriality)。

→植物族群常見的是競爭地底下的資源，像是水或養分。



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

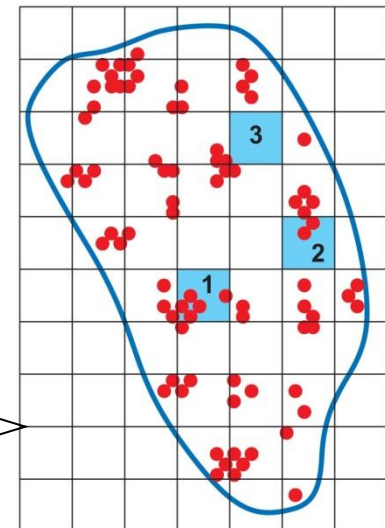
圖9.8 中亞卡拉庫姆沙漠中的灌木為均勻分布。這些灌木的根系橫向發展，最遠可擴展到其樹冠直徑的8 倍距離，並且在乾旱的環境下，對水的競爭是很激烈的。



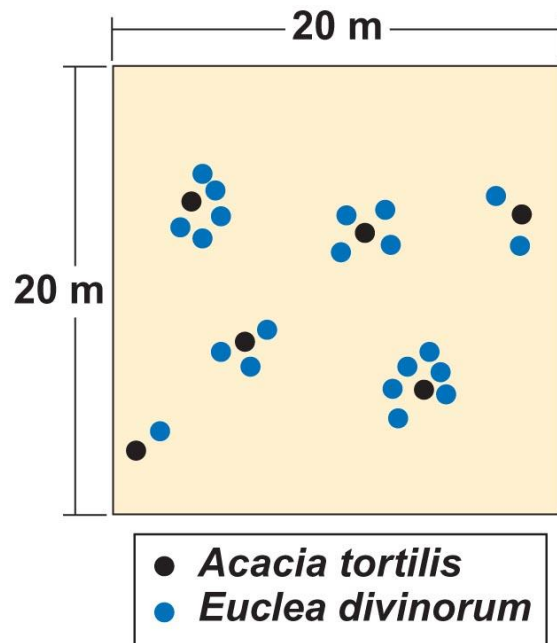
## 群狀分布

為最常見的空間分布，個體是以一整群的方式生活。起因於適合的棲地或是其他資源，可能分布在大的地景中不同的區塊上。如魚群、鳥群、人群等等。

在圖9.6 顯示出族群中的個體是群狀分布的。







(a)

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.



(b)

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

圖9.9 生長在南非的熱帶稀樹草原中，灌木鑽葉假烏木 (*Euclea divinorum*) 的空間分布情形。

在旋扭相思樹 (*Acacia tortilis*) 覆蓋下，個體成群狀分布。當旋扭相思樹在地景的空間呈均勻分布時，鑽葉假烏木的樹群也會呈均勻分布。

**生態密度(ecological density)**：在每個可供生長的空間中，每單位的個體數。

以威斯康辛州鶴鶉(*Colinus virginianus*)的研究為例，生物學家以每英哩灌木中鳥的數量，來計算密度，而不是以每公頃來計算。

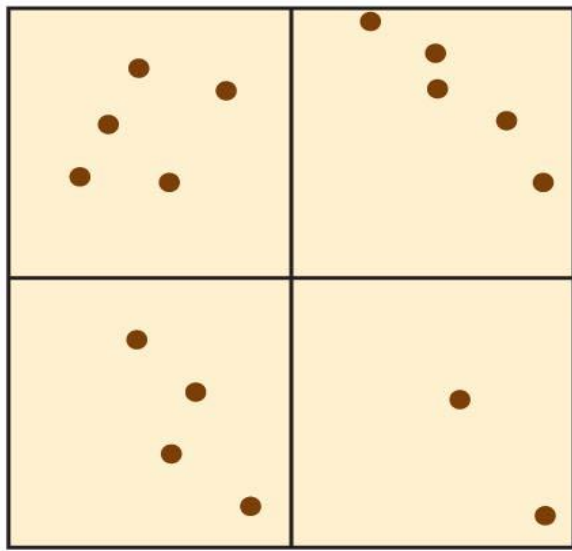
## 9.4 要測定密度需經由採樣分析

---

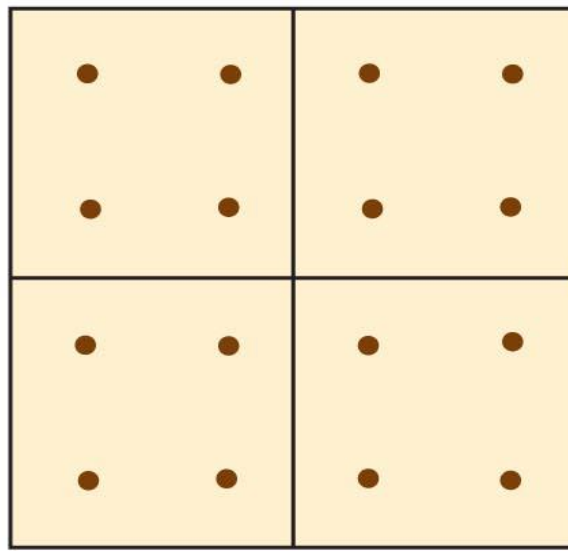
■ 族群量 = 密度  $\times$  區域面積。

■ 密度必須藉由族群的採樣來估算。目前廣泛使用在植物和固著性動物的抽樣方法，是利用樣方或採樣單位。

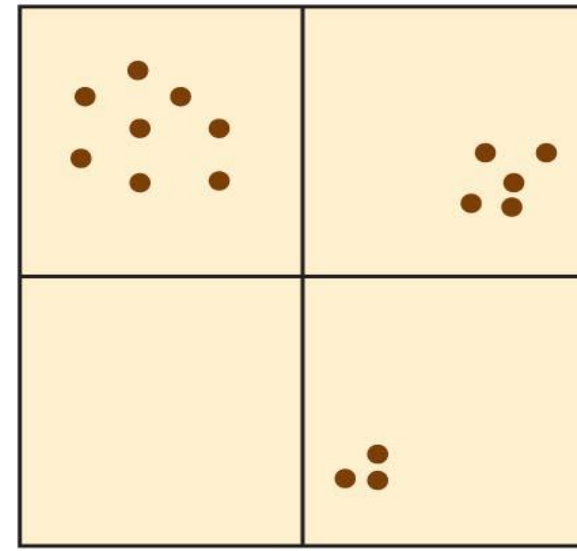
■ 算出取樣區域的平均密度，計算所有地區的平均值，即可評估族群量(豐量)。



**Random**



**Uniform**



**Clumped**

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

圖9.10 取樣的難題。每個區域含有由16 個個體組成的族群。我們將每一個區域劃分成四個取樣單位，並隨機選擇一個。根據我們選擇的取樣單位，計算的結果將有很大的不同。其若為隨機分布族群，則估計值是20、20、16 和8。其若為均勻分布族群，任何取樣單位都會產生正確的估計值(16)。若為群狀分布的族群，估計值則是32、20、0 和12。

## 標誌- 重捕(mark-recapture)：

---

對於會移動的族群，捕捉、標記，再捕捉族群中的個體，此為最廣泛使用於估計動物族群量的技術。

這些方法是利用陷阱捕捉、標記，並釋放已知標記的動物數量( $M$ ) 回到牠們的族群( $N$ )。使有標誌個體在適當的時間內，與族群內的個體混合後，再從族群中( $n$ ) 捕捉個體，再次被重新捕獲的為 $R$ 。

假設第二次從族群中取樣帶有標誌個體的比例( $n/R$ ) 可以代表整個族群的比例( $N/M$ )，我們可以使用下列關係式來估計族群量：

$$\frac{N}{M} = \frac{n}{R}$$

此關係式中，我們唯一不知道的變數是 $N$ ，我們可以藉由方程式重排得到 $N$ ，如下所列：

$$N = \frac{nM}{R}$$



0512B

這個簡單的一次標記，一次重捕的方法，被稱為相對族群量的林肯指數(Lincoln-index)或彼得森指數(Petersen index)。

其他方法：

- ◆發聲(vocalizations)的計數，像是沿著小道記錄雞叫聲的次數，來估算環狀羽毛松雞的數量。
- ◆計算動物足跡，像從負子鼠通過塵土飛揚的道路時，留下的足印來計數。
- ◆大部分鳥類或哺乳類動物的族群數據，都是根據相對豐量指數，而非直接計數。

## 9.5 族群具有年齡結構

---

族群可以分為三個生態上重要的年齡階段：  
生殖期前、生殖期和生殖期後。

個體在每個階段的時間長短，取決於生物的生活史。

■對一年生的物種，生殖期前的長度，對於族群的成長速率影響很小。

■對有不同世代時間的生物，生殖期前的長度，則會對族群成長的速率造成影響。

■壽命短的生物，通常族群會快速增加，因其世代所間隔的時間較短。

■壽命長的物種族群，像是大象和鯨魚，族群增加緩慢，且世代的間隔時間較長。

最準確但最困難的方法，是標記族群中的年輕個體，並長期追蹤牠們的存活者，此方法需要標記大量的個體也需花大量的時間。



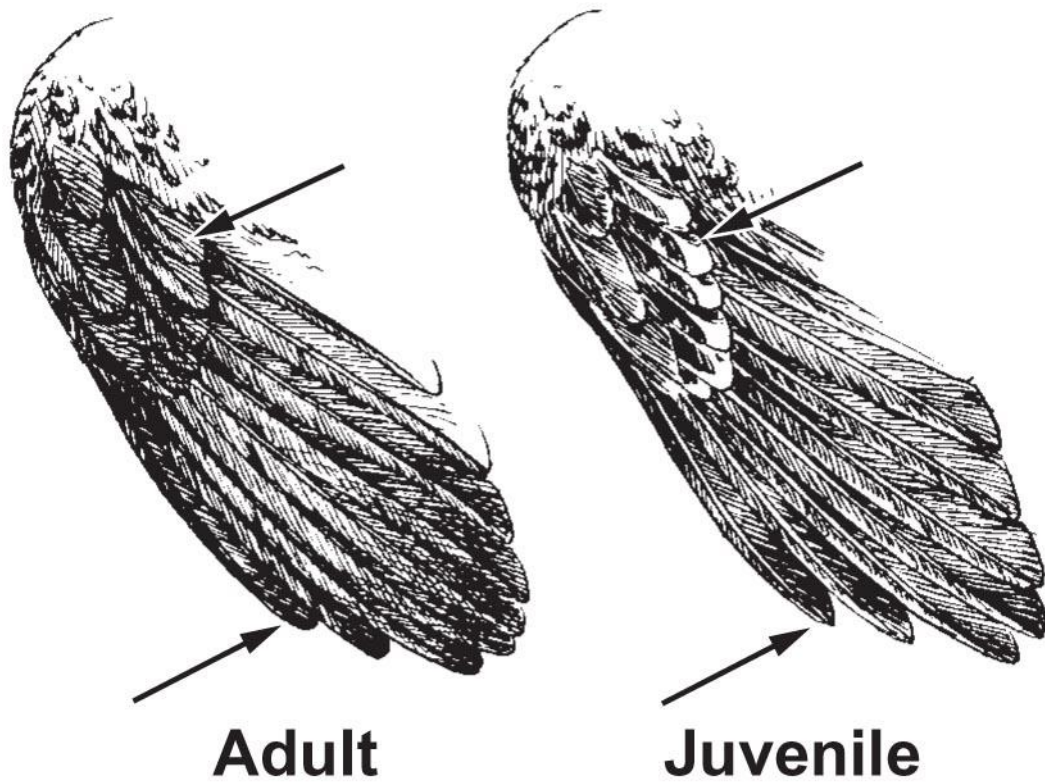
- ❖ 鹿和其他有蹄類動物的牙齒，觀察其磨損和更換的情形。
- ❖ 檢查食肉動物和有蹄類牙齒齒莖質的生長環帶。
- ❖ 山羊羊角每年的生長環帶。
- ❖ 在鳥類，研究其個體羽毛的變化和磨損的情形，可藉以從亞成鳥(在某些種類)和成鳥中區別出稚鳥。
- ❖ 魚類年齡常是計算每年在硬質組織中累加的環帶，包括魚鱗、耳石、硬棘和脊椎骨。



**(a)**

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

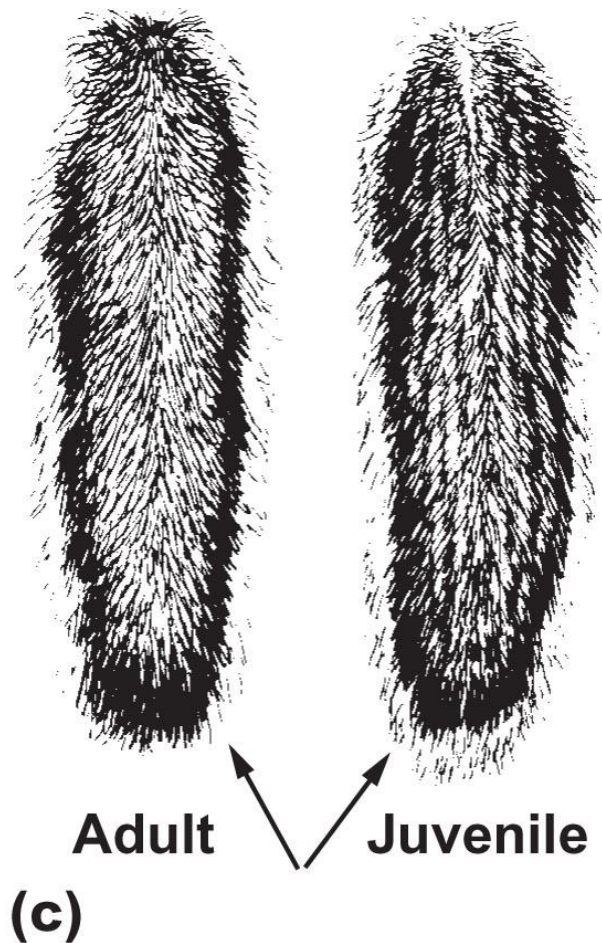
圖9.11 舉例說明生態學家用來確定鳥類和哺乳類年齡所使用的方法。(a) 野生火雞成年的翅膀外緣羽毛前端是圓形的，而幼年個體是尖的。



**(b)**

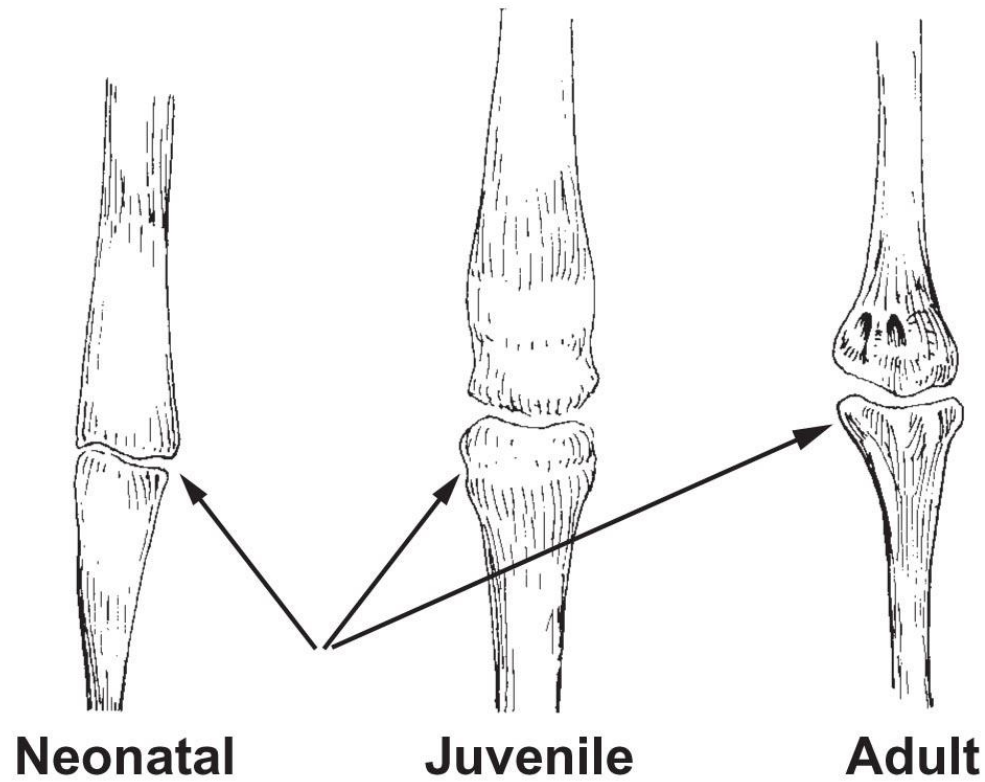
Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

圖9.11 舉例說明生態學家用來確定鳥類和哺乳類年齡所使用的方法。(b) 鶴鶉除了翅膀外緣羽毛前端比較尖外，幼年個體還具有淡褐色覆羽(見箭頭)。



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

圖9.11 舉例說明生態學家用來確定鳥類和哺乳類年齡所使用的方法。(c) 灰松鼠尾部顏色條帶的不同，可以區別成年及幼年個體，幼年的尾部邊緣有更多的白色和黑色交錯的條帶。



**(d)**

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

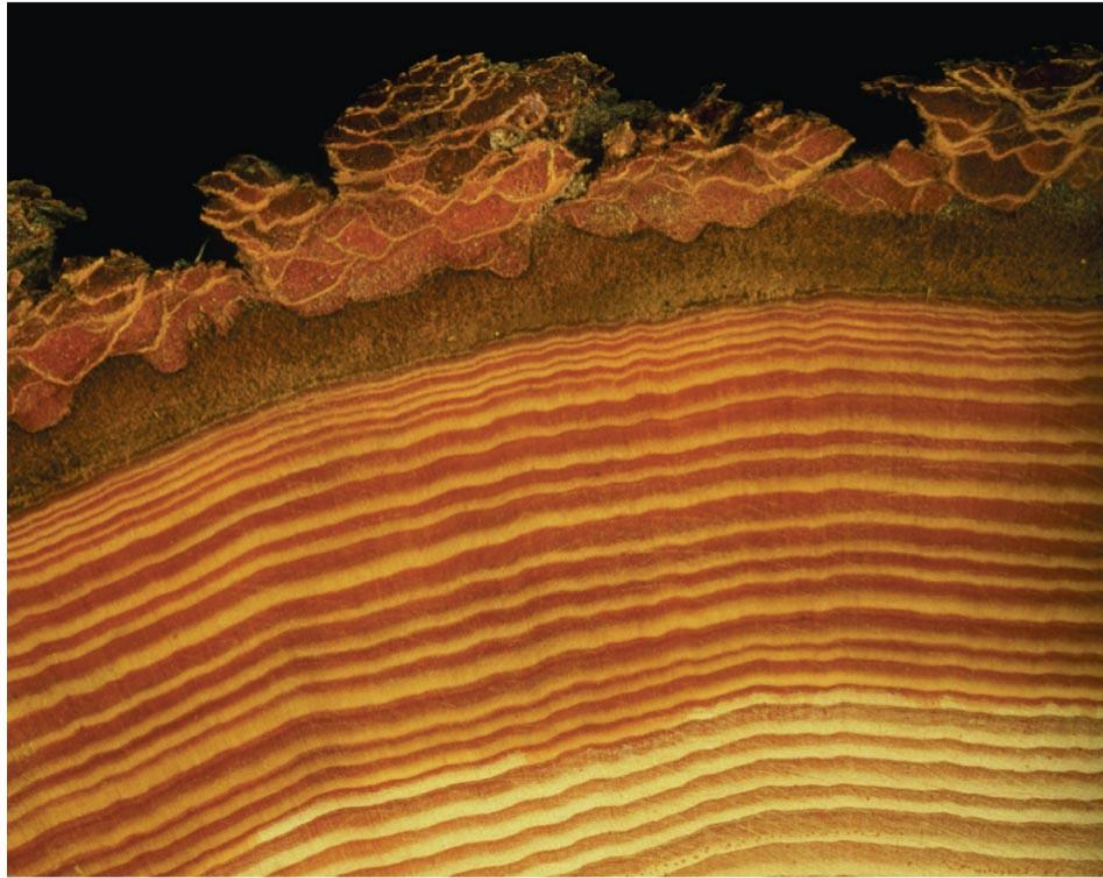
圖9.11 舉例說明生態學家用來確定鳥類和哺乳類年齡所使用的方法。(d) 研究人員可以檢測蝙蝠翅膀骨骼結構的差異，藉由感覺活體的翅膀骨骼以確定其年齡。

- 植物族群年齡結構的研究較少，主要是因為其年齡難判斷，且為無性單體或無性分株。

- 使用胸高直徑作為年齡的指標，直徑愈大就代表樹齡愈老。但這樣的假設，只適用於優勢樹種的樹冠層個體。

- 計算短生命期的草本植物年齡結構，較精確的方法是：標誌幼苗並且記錄整個生活史的過程。

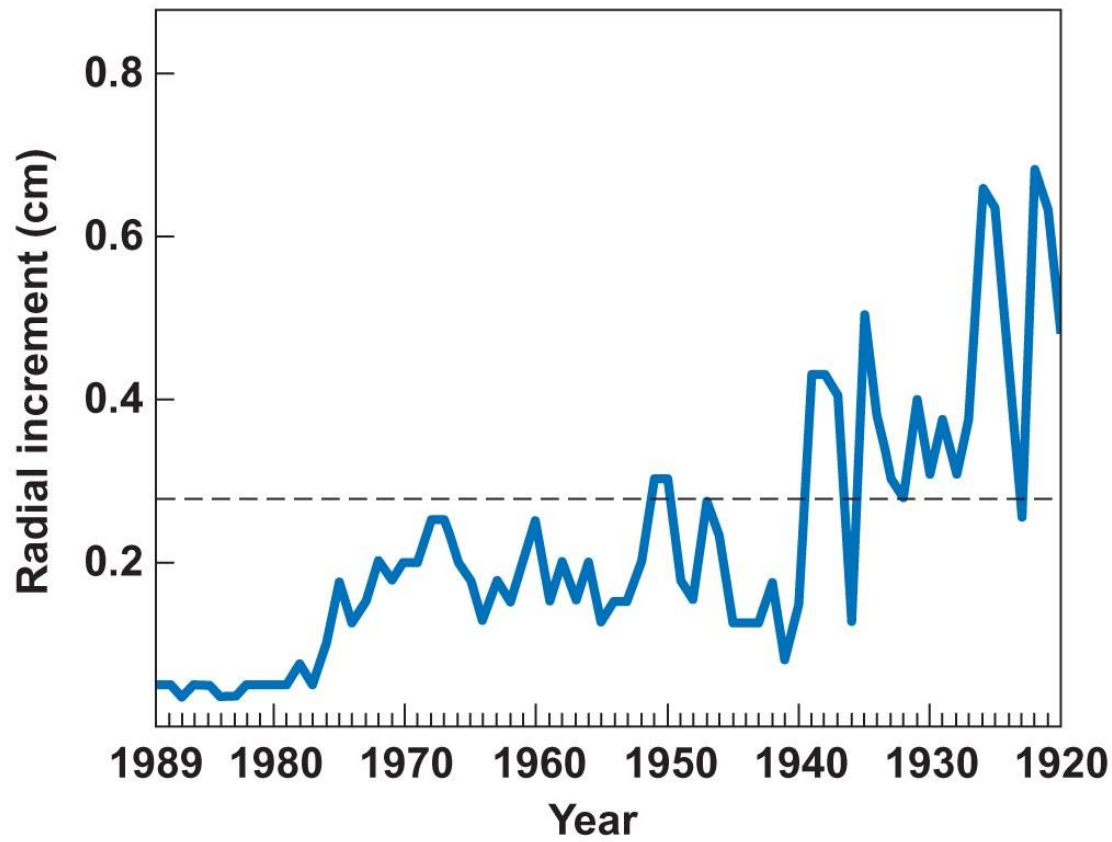




**(a)**

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

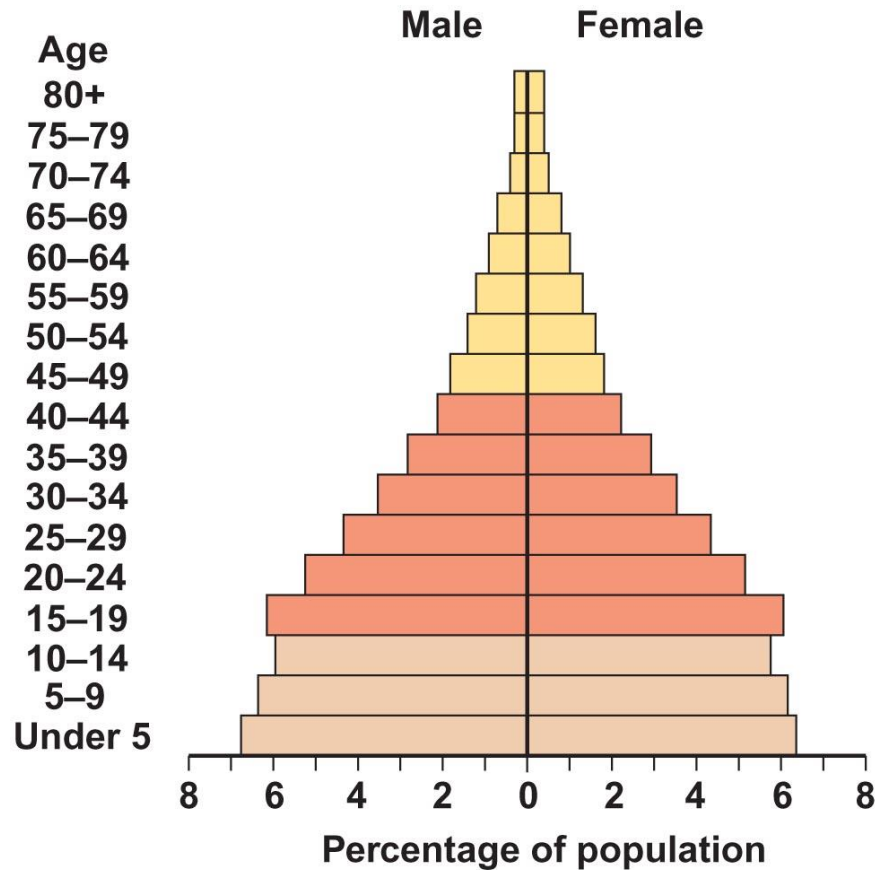
圖9.12 (a) 樹幹的橫切面顯示每年生長的環帶。藉由測量每一個環的寬度，半徑增加所經過的時間就可以被確立。



(b)

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

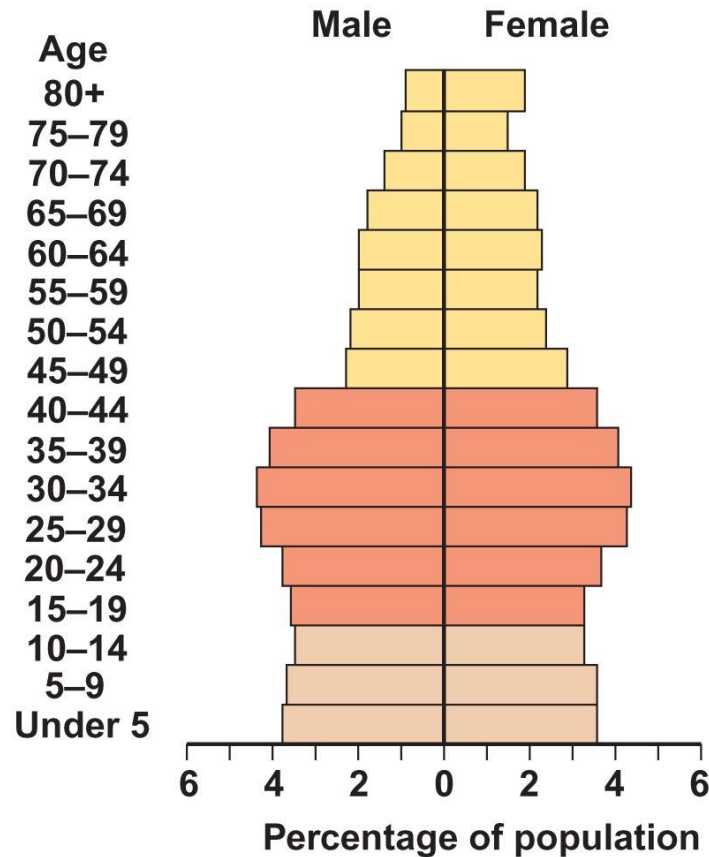
圖9.12 (b) 在維吉尼亞州中部的美國山毛櫸(*Fagus grandifolia*) 在一連續時間中半徑增加的狀態。虛線是所經過的時間內整體的平均值。



(a) Mexico

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

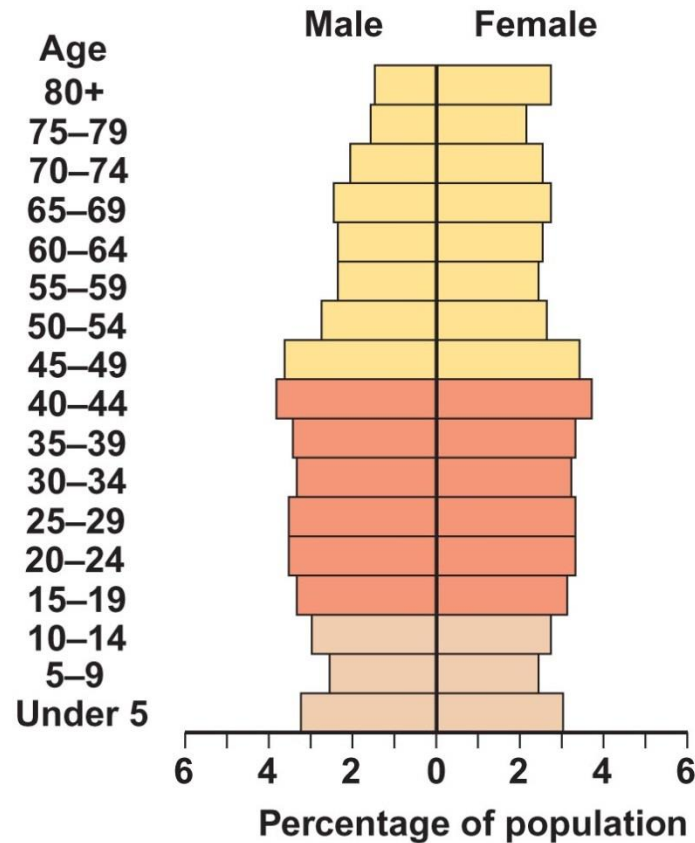
圖9.13 1989 年三個人類族群的年齡金字塔。(a) 墨西哥為一個擴張的族群。金字塔有寬廣的下層，年輕者即將進入生殖年齡層。



**(b) United States**

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

圖9.13 1989 年三個人類族群的年齡金字塔。(b) 美國的年齡金字塔底層逐漸減少。最年輕的年齡階層已不再是族群中數量最多的。



(c) Sweden

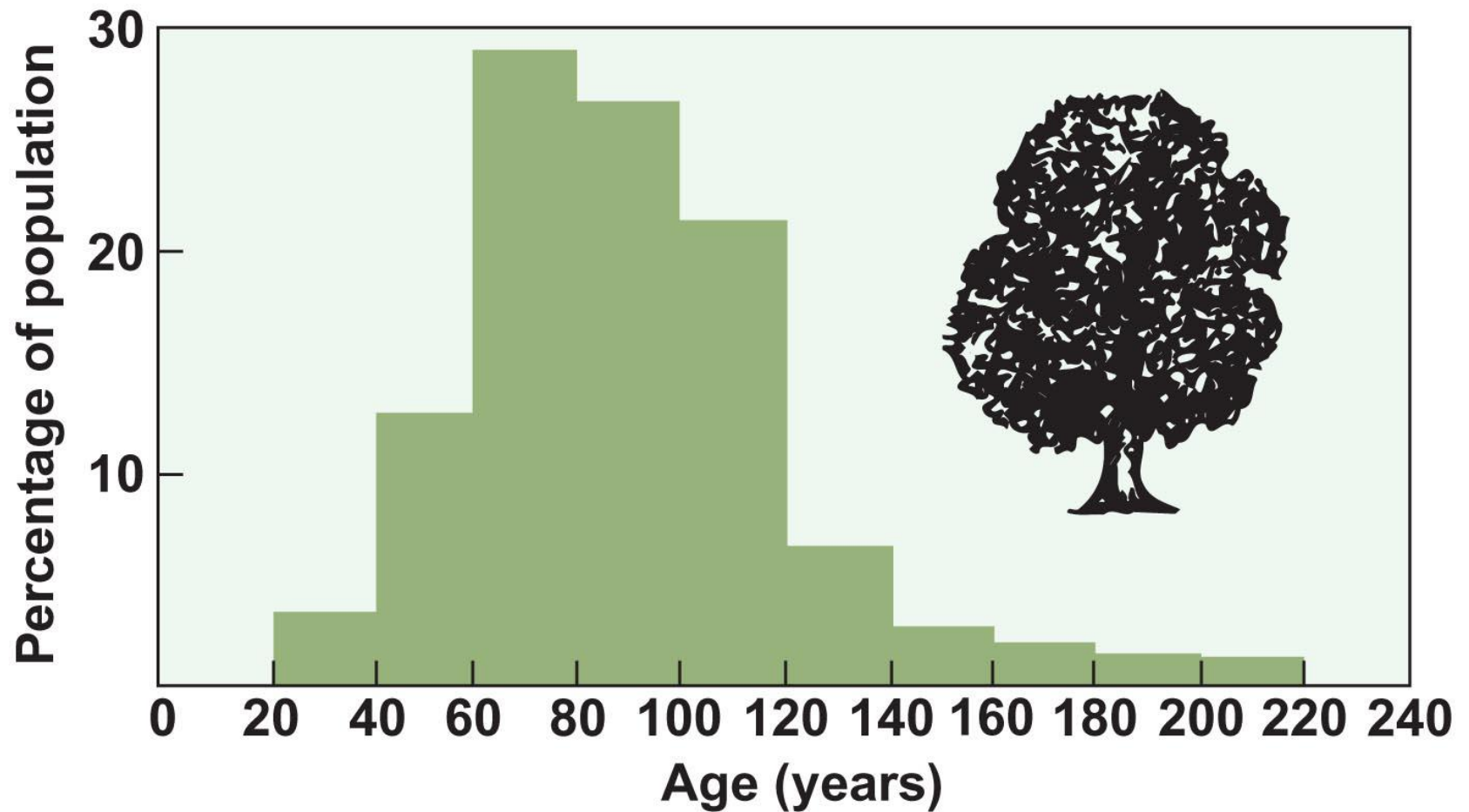
Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

圖9.13 1989 年三個人類族群的年齡金字塔。(c) 瑞典的年齡金字塔的特徵是一個族群接近零成長。

優勢樹木會抑制幼苗生成和小樹的生長與存活。

通常是由一個或兩個年齡層處於優勢地位，直到它們死亡或被移除後，年輕的年齡層才獲得資源，如光、水和養分，而能成長和發育。





Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

圖9.14 在英國蘇塞克斯的橡樹(*Quercus*) 森林，樹木的年齡階層主要是60-120歲。已有20年沒有新樹(年輕的年齡層)加入。

## 9.6 族群中性別比例可能隨著年齡轉變

---

■理論上有性生殖的生物族群的性比(雄性與雌性的比例)趨向1:1。

■在大多數哺乳動物族群，包括人類，第二性比(出生時的比率)往往是雄性較多，但在老年群中，性比會偏向女性。

■一般來說，雄性壽命比雌性短，雄性壽命較短可能是由於生理和行為因素所造成的結果。

## 9.7個體在族群中的移動

---

個體在空間中的移動被稱為**播遷(dispersal)**。

當個體離開亞族群，則被稱為**遷出(emigration)**，  
當個體從其他地方移入亞族群，稱為**遷入(immigration)**。

許多生物，特別是植物，依賴被動性的散佈，包括重力、風、水和動物，這些生物移動的距離，取決於散佈的媒介。

### 植物種子的運送

- 通過動物消化道，出現在動物的排泄物中。
- 種子帶有針或鉤子，附著在動物的毛皮、鳥類的羽毛或人類的衣服上。

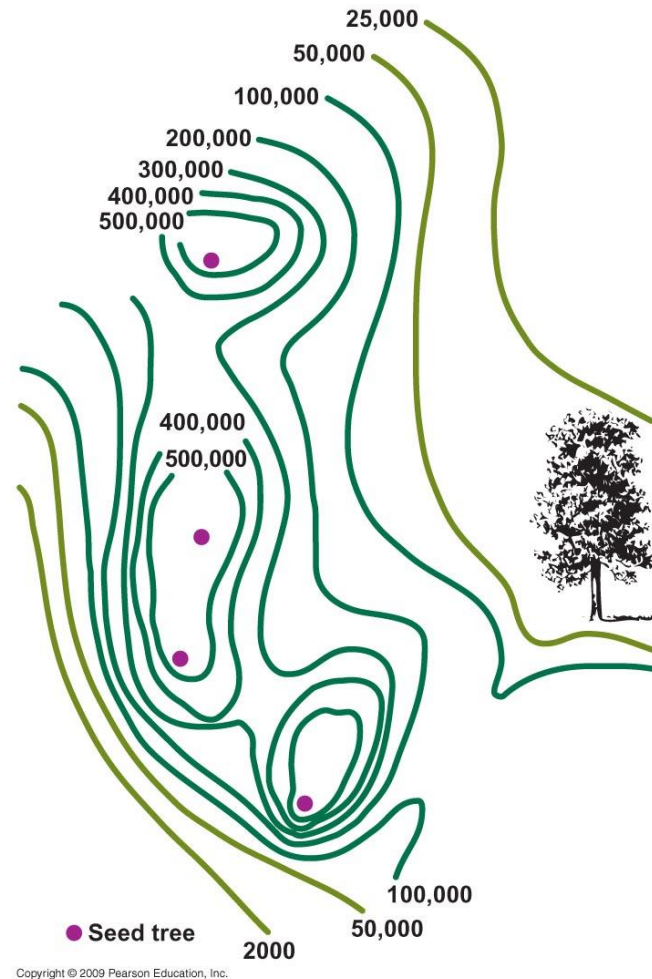


圖9.15 鵝掌楸(*Liriodendron tulipifera*) 每年種子掉落的情形。每條線所指的是種子密度相同的區域。這個藉由風力散播的物種，離其親代越遠掉落種子的數量會驟減。

■播遷和年齡階層、雄性和雌性個體有關。

■擁擠的程度、溫度改變、食物的數量和豐量與光週期都是刺激動物播遷的原因。

■播遷的個體是為了尋找空的棲地，它們移動的距離與周圍族群的密度及適合可供居住的區域有關。

不像某些只有單程移入或移出的動物，**遷徙 (migration)**是循環的旅程，其旅程可能是每日或每季重複的進行著。

海裡的浮游動物、蝙蝠、蚯蚓、麋鹿、美洲馴鹿、灰鯨、座頭鯨、海鳥和大西洋鮭魚等等都是眾多動物遷徙的例子。





Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

圖9.6 脊椎動物的遷徙路徑。(a) 環頸鴨(*Aythya collaris*) 在美洲東北部繁殖，會順著沿岸遷移至南卡羅萊納及佛羅里達的冬季繁殖場。



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

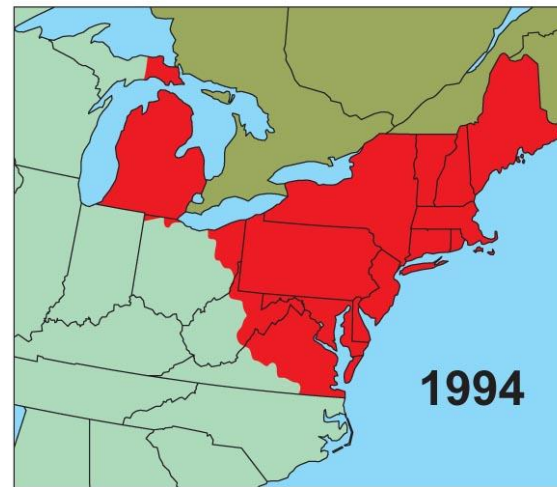
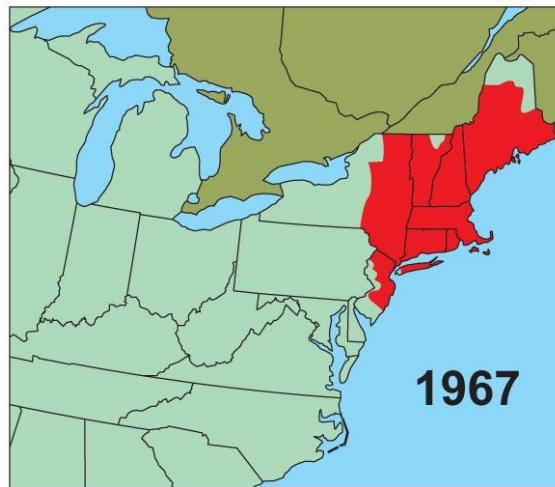
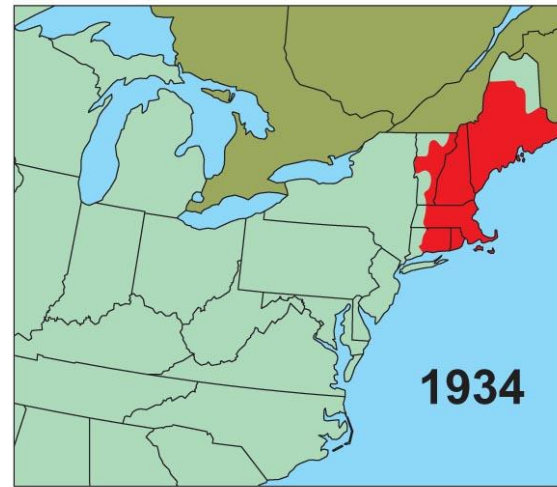
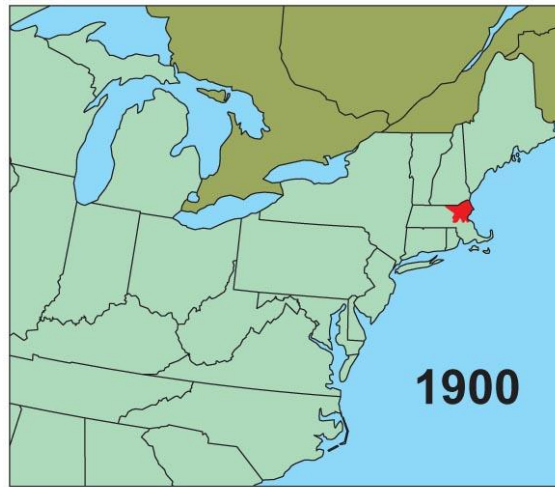
圖9.6 脊椎動物的遷徙路徑。(b) 灰鯨(*Eschrichtius robustus*)  
夏天在北極及白令海峽；冬天則到美國加利福尼亞灣及墨西哥的下加利福尼亞沿岸水域。

## 9.8族群的分布範圍和密度隨著時空改變

---

播遷會影響個體的空間分布變化，也會造成地區族群密度的改變。

當起始族群建立時，個體會散佈到適合的棲地，地理範圍也會隨著族群成長而擴張。



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

圖9.17 舞毒蛾自1869年引進麻薩諸塞州後，在美國的擴散。圖中記錄自引進後如何播遷到這個族群的地理分布域。

族群中個體的移動會隨著時間造成分布區域和密度的改變，但控制族群豐量動態最主要的因子，是出生和死亡數量變動的過程。