

五月份 國中生物教室

楊榮祥

國立臺灣師範大學

本世紀後半，因科技之突飛猛進，使人類生活水準普遍提高；醫學發達，為人類「延命添壽」，却沒想到另一方面也造成幾個極為麻煩的問題，譬如：人口、資源開發與維護，以及人類生活環境品質問題等等。這些都是有關生態學的問題，已成為每天電視與報紙的「基本」新聞。

過去的中小學生物科學教材，都以生物個體的生理、構造為主要內容，現在全世界的新生物教材，則莫不大量增加有關生態學的教材，可以說完全符合科學教育課程設計原理，以社會的「需要(need)」與「興趣(interest)」為教材的選擇與編輯的依據，國中生物教師更不能不特別注意這些問題。最近有科威特籍的油輪布拉哥號在基隆外港觸礁，所漏出大量油料污染本島東北海域，直接影響到千千萬萬漁民的生活；去年「龍」年，所增添的「龍子」「龍女」，對於家庭計劃推行人員的打擊，使人擔心本省將來人口壓力問題；水產試驗所海功號遠征南極海，大捕磷蝦的壯舉；數年來不斷地吵吵鬧鬧引起全世界經濟混亂的中東石油，以及能源問題，都是有關人類生態學「現實的」教材。生物教師萬不可拿課本為唯一的教材，一味地要求學生埋頭記憶書上的知識，使其成為井中之蛙群，而為脫離現實的死教育。

當然，有關這些人類對於環境的影響問題，

正是下一章，第十二章「人類和自然環境的關係」的主題，但生物教師要認清，第十一章就是第十二章的直接基礎，學生要先瞭解自然環境中生命世界的結構與功能，才能面對人類環境的問題，討論其解決方法。

本章最主要的科學概念：

一沒有任何一種生物能單獨生活，生物與生物，包括同種與異種，生物與其環境都有互相影響的相互關係。

二生物圈中這種相互關係，是複雜的，纖弱的，動態的平衡系統，一旦喪失其平衡，必導致生命圈的毀滅。

本章最重要的學習行為目標：

一能鑑賞自然環境中，生物與生物，生物與環境之間，美妙的、巧妙的、複雜而微妙的相互關係。

二能表現其愛好生命體，並維護這結構脆弱的生命地球之意願。

請注意這二個重要目標，都屬於「德育領域(或稱情意領域, affective domain)」的目標。要達成這些目標，教師只顧教導學生課本上的知識是不夠的，教師宜設法，使學生感覺到「需要」這些知識，也要使學生能發生「興趣」，至少也要使學生們能「關心」我們大家所居住，唯一的，無法找到「接替物」的生命地球。

教材研究

第一節 族群

族群是專有名詞，其定義為「生活在同一地區內所有的同種生物群」。這個定義書上有，但並不是要學生來記憶。我們希望使學生能瞭解族群在生態系中的地位。生物並不能以個體來生存，個體必須與其周圍一切同種與異種生物，以及無機環境，保持密切的相互關係，在其互為依賴的關係中生存。族群中的個體，雖然在生理上，通常都是獨立的，但在生活上（尤其生殖生活）都離不開其族群。

一個族群都有其大小或密度。在適宜的環境中族群要發展要生長，結果密度增高。但密度提高到某一限度之後，族群又要變小。影響族群密度或族群大小的四項生態因素為：出生率、死亡率、遷入率與遷出率，其中出生率與遷入率的提高使族群生長；死亡率與遷出率的提高，使族群萎縮。

本節並不討論這影響族群變化的四項因素，先要讓學生瞭解族群大小，也就是族群中個體數的估計方法。在任何地區中任何的族群大小都是「估計」的，可不能像人口調查那樣一個個來數。人口的調查，可以根據戶籍、出生與死亡登記，還要動員成千成萬的人員施行戶口普查。自然界各種族群，通常都比人口還大得多，也沒有辦法實施「普查」。所以生態學家必須設計各種方法來估計。譬如教師手冊第 49 頁第 2～11 行所敘述的，都是很好的例子，教師宜引用，一方面使學生瞭解「取樣」的目的與方法，另一方面也可藉以使學生對於生物世界發生興趣，進而啟發其思想，使能設計其獨特的族群估計法。

實驗 11-1，就是估計生物族群的模式。這一個實驗的目的，並不只學生瞭解族群估計法，最重要的，還是要啟發學生「發明」或「創新」族群估計的方法。所以，教師可以考慮，先讓

學生研究步驟 2 與 3。因為這是生態學家所用的方法，學生們可以參考。然後，再讓學生做步驟 1，也就是要學生自行設計。

學生們可能有很多新的辦法來估計豆數。教師宜鼓勵學生自由發揮，並要求照其估計方法先行估計，然後實際計數。實際計數時，可能需要一些幫手，教師可妥為安排。「估計」與「實數」之間，有一些差異是難免的。本來就一定有誤差，但，誤差太大時，教師宜提示或協助學生自行再檢討估計法，與計數技術，重新修改後再做。當然各組的實驗結果，都應該給予公開發表與互相觀摩的機會。這時教師可以讓學生們選出最簡單而誤差最小的方法。

如果學生們無法發揮其創造能力時，教師宜重新檢查學生是否瞭解什麼是「族群」？是否瞭解什麼是「取樣」？如果不瞭解，請重新舉例說明。如果已瞭解，就要設法用提示、暗示、並鼓勵的方法，讓學生自行設計，千萬不要由教師代勞。教師手冊第 49 頁，倒數第 8～4 行的兩種方法最簡單，教師可參考。另外第 50 頁第 1～5 行關於牧羊人計數羊群的方法，也值得做為很好的例子。

關於實驗 11-1 的技術上還有一點要注意。請看書上第 57 頁，步驟 2 的第 8 行「先將十顆紅豆加進綠豆的杯中，使它們充分混合，…」。

實際操作過的教師（與學生）都知道，紅豆與綠豆混合在一起，很不容易使它們「充分」混合，無論你怎樣擾動，擺動，這十顆紅豆總是「混」不進綠豆裏面，因為這兩種豆大小，比重都不同。紅豆既不能充分混合，也就是說紅豆不能平均分佈在綠豆群之中，紅豆就不能為「取樣」的根據。

因此本實驗的材料應有所改變。譬如改為「先將十顆染成紅色的綠豆，加進綠豆的杯中，…」，或改為「先將染成綠色的紅豆，加進紅豆的杯中，…」都可以。紅、綠豆只要質料大小比重

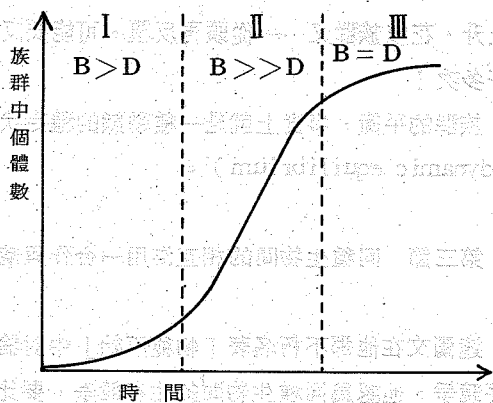
相同就可以做成功。

第二節 族群大小的改變

本節提到影響族群生長的四項因素，包括出生率、死亡率、遷出與遷入率。如果某一族群，這四項因素剛好互相抵消，這一族群是在「平衡」狀態。

這一節有幾個專有名詞，負荷量與生物質量、生物潛能與環境抗力。這些名詞的定義，當然要學生們瞭解，但只是這樣還不夠。教師務必要使學生能瞭解其含義才對。除了書上的例子以外，教師手冊第 50 頁倒數第 9 行起，至第 51 頁的第 3 行，都很有幫助。

生物都有相當大的「生物潛能」，一旦獲得合適的環境時，立即發揮其潛能，快速發展，如圖一，第 I 與第 II 階段，這時出生率（ B ）大於死亡率（ D ）， $B > D$ 甚至 $B \gg D$ ，但受「環境抗力」，或謂「環境的限制」，使 $B = D$ ，呈平衡狀態，如圖一，第三階段，這時的數值就是「這個地區對於這個族群的負荷量」。



（圖一）族群生長曲線

負荷量可以生物個數來表示，也可以用生物質量（Biomass）來表示，請再參閱教師手冊第 50 頁倒數第二段～第 51 頁第一段，不另多做敘述，現在還是談「環境抗力」。在族群生長第 III 階段，族群生長所受的限制因素很多，結果可

能就是出生率減低，死亡率提高，或遷出率升高。

四個有趣的族群研究實驗：

第一個實驗（地下室的家鼠族群實驗）：

美國威斯康辛大學曾做好幾個有關家鼠族群的實驗。其中有一個是在一所古老木屋的地下室進行。他們每天放 250 克的食物，給地下室的家鼠吃。在剛開始時，老鼠們並沒有吃完這定量的食物。但，顯然老鼠繁殖得很快。不久之後，老鼠們都將每天的食物完全吃光。再過一段時間，科學家們發現，連樓上都開始有了老鼠。老鼠繼續一窩一窩地生下幼鼠，但，科學家卻找不出任何跡象以證明老鼠的死亡率有所改變。地下室裏的老鼠不斷地生產，但，其族群（地下室裏面的族群）顯然並沒有增加，死亡率也沒有提高。食物不夠，顯然這就是這個實驗區（地下室）內老鼠族群的限制因素。地下室裏面的老鼠族群密度始終穩定並沒有改變。其決定因素，顯然就是遷出。也就是說：當老鼠族群生長，超過每天 250 克的定量食物所能維持的數目時，有大批老鼠由此遷出，使這個地下室內的老鼠族群保持一個穩定狀態。

第二個實驗（關閉室有限食物中的族群實驗）：這一批科學家，另外做過相似的實驗。但，這一次則有個很重要的不同，那就是老鼠族群是在關閉的空間內。當食物短缺時，老鼠都不可能遷出去。生物教師都知道馬爾薩斯的人口論：「當族群過度生長後，饑餓、瘟疫、戰爭等災害接踵而來。」他所說的，就是死亡率提高！可是在這個實驗所看到的，卻不是死亡率之提高。在食物短，又無法遷出的情形下，老鼠們都不生育了。也就是說：出生率降低。

從上面這兩個實驗，我們看得出，同一個因素（食物短缺）可能通過兩種不同的決定因子（在第一個實驗為遷出，第二個實驗則為出生率），以調節其族群而保持其穩定狀態。

第三個實驗（關閉室無限食物中的族群實驗）：威斯康辛大學的科學家們又試另一個決

定因素。在這項第三個實驗中，他們還是把老鼠放在關閉室裏面，但供應充分的食物。當老鼠族群生長，每一個老鼠所佔面積相對減小（族群密度提高）。那就是說，這族群愈來愈“擁擠”。鼠群開始互相追趕、打鬥、甚至互相殘殺。這情形隨著族群密度的提高，愈來愈劇烈。雌鼠完全停止照顧牠們巢窩裏的幼鼠。雖然，幼鼠還是繼續出生，但，都由於缺乏母鼠的哺育而相繼夭折，最後，新生的幼鼠的死亡率，竟達到100%。實驗結果顯示，這個老鼠族群，提高族群中一部分（幼鼠）的死亡率，以維持其穩定。

第四個實驗（英國的擁擠族群實驗）：差不多同一個時期，在英國，也有人做過相似的實驗。鼠群還是被放在食物充分，但有限空間的環境。實驗結果，却與美國威斯康辛大學的第三個實驗不一樣。英國人實驗結果，老鼠族群中並沒有發生互相追趕、打鬥、殘殺等現象，因此幼鼠的死亡率也沒有提高。他們所觀察到的是：當鼠群增殖，變成相當擁擠的程度時，牠們就逐漸地停止生殖。也就是說：出生率變成零。

為什麼同樣的實驗，會達到這樣不同的結果？在有限空間，食物充分的環境下，控制族群的因素都不一樣。威斯康辛大學的實驗所得到的控制因素為幼鼠的死亡率（提高至100%），但，英國大學的實驗結果，則為幼鼠的出生率（降低至0%）。為什麼呢？進一步仔細檢查雙方的實驗報告後，才發現原來這二組的實驗設計並不完全相同。連雙方所設計關閉室的圍欄及巢窩都完全不同。於是美國新澤西州一所大學的生物學家，用同一種類的小鼠，重做這兩個實驗。結果發現，無論美國的，或英國的實驗，對於老鼠族群密度的決定因素為「新生鼠死亡率的提高」和「出生率的降低」二者的組合。所以我們可以下結論說：「在有限空間下（或說太擁擠的族群中），控制族群的生長的因素為死亡率或出生率的變動，或者這兩者的組合」。

當我們重新檢查上面這四個有趣的實驗時，不難注意到，所有影響族群密度的決定因素（即，出生率、死亡率等）的因素，都來自生物的“外面”（如，食物的量、空間的大小等），也就是說，來自這些生物的周圍一環境。事實上，環境對於族群的影響力相當大。然而這些影響生物的環境因子，並不只食物與空間，還有很多重要的因子。

當生物族群達到平衡狀態時，也不是真正的恒定狀態，以深山區的花鹿族群為例：

花鹿慢慢地繁殖，愈來愈多，食物（草）愈吃愈少。有些花鹿為尋食而離去，留下來的花鹿，也因食物不足而變得虛弱，易受次級消費者（食肉動物）所捕食。於是，遷出以及被害的花鹿愈來愈多，也就是遷出率與死亡率慢慢提高，花鹿族群慢慢減少。但，隨著花鹿族群衰退，綠草恢復生長，慢慢地又能提供較為充裕的食物，於是鄰近各區的花鹿也來到此地，原有的花鹿，也因營養充足而體力大增，多能避過次級消費者的侵害，迫使這些食肉動物改食別種動物而遷出。花鹿族群死亡率降低，出生率提高。更由於遷入率的上升，花鹿族群又……從頭再反覆，可能要反覆好多次！

族群的平衡，事實上就是一種動態的穩定狀態(dynamic equilibrium)。

第三節 同種生物間的相互作用—合作與競爭

達爾文在他那不朽名著「物種原始」中討論生存競爭。他認為同種生物間的生存競爭，要比異種間的還要厲害，因為同種的生物間，所需要的環境，包括食物、空間等，都相同，當生物族群生長，其生物質量接近甚至超過其環境的負荷量時，為爭食爭空間，而發生劇烈的競爭，這時較劣者被淘汰，最適者生存，這就是達爾文天擇說的要義，也是世界各個物種演化的原理，結果

各物種各擇優而生存，而傳種，使物種始終保持其最高「品質」。

可是，同種之間，並非敵對、互相迫害，除了書上的例子以外，還有很多合作的例子。譬如，野馬群受群狼攻擊時，衆雄馬將雌馬與幼馬爲中心圍成一圈，頭向圓心，後腿朝外，以共同禦敵；狼群也有組織，牠們連合狩獵，共享獵物；蜜蜂互通訊息共同採食、育幼，其他各例不勝枚舉。

同種間有競爭，也有合作，是否有矛盾？其實並沒有，競爭的結果，是適者生存；合作的結果，也是適者生存；都是族群生存的「手段」。

第四節 食物鏈與食物網

這一節所編，可以說是異種間的合作與競爭。各種生物之間有「食性關係」，所謂「螳螂捕蟬，黃雀在後」。這就是說螳螂吃蟬，黃雀吃螳螂。在自然界之中，這不過是一條食物鏈中的一小段，黃雀之「後」還有蛇，蛇之後還會有貓頭鷹，其「後」可能還有人（有許多人認爲貓頭鷹的肉可治氣喘病）。蟬不是專爲人家之「後」，蟬會吃樹汁。所以這一條食物鏈就並不簡單：

樹→蟬→螳螂→黃雀→蛇→貓頭鷹→人

這是食物鏈，也可以說表示了生物世界中「能量轉移鏈」或「物質運轉」。在生命世界中，生產者是綠色植物，能藉光合作用將陽光的能量，「取」進生命世界，供各種生物享用，所以說太陽確實就是生命的源泉，一切生物活動所需要的能量，都要仰賴葉綠素，取自太陽。同時，生物體的構成物質，最主要的是碳、氫、氧、氮等元素，則在生命世界中，由生產者→消費者→分解者→生產者…，不斷地循環。

在自然界物質與能量的轉移，常常並不是「鏈」狀，而是網狀，所以成爲食物網。螳螂不只吃蟬；黃雀也不專吃螳螂；蛇也不是專找黃雀來吃。

無論是食物鏈、食物網，教師要讓學生瞭解的，並不只這些生命世界的結構，更重要的是其「功能」。生命世界中這些食物網通常都很複雜，但都是能量與物質的轉移系統，而且那是高度錯綜複雜，各種生物賴以生存的平衡系統。一旦食物網中，某一部分發生差異或變化，必定影響食物網其他部分，或大部分，甚至全部的更動。這也就是動態的平衡系統。

實驗 11-2 可以讓學生在操作中，發現上面這些生命世界的大道理（概念）。

在步驟 1 請注意指導學生，這十個圓圈，要畫開一些，且要儘量避免有三個以上的圓圈同在一條直線上。這樣才好畫箭頭以表示其食性關係（也就是能量與物質轉移方向）。如果學校有絨布板或磁鐵板，可以考慮讓一組學生來主持，全班學生一齊來作業或討論。無論用何種方式，最主要的討論中心，應該就是「當食物網中某一成員，例如甲蟲，突然消失之後，對於食物網的結構有何影響？」。有些生物將失去食物，有些要減少食物，有些還可變更食性，有些要遷出，有些甚至要滅亡…。結果有些族群衰退，有些族群繁榮，整個食物網的結構也會改變。這些「影響」都要輔導學生「自行」發現，不要由教師「說明」給學生聽。

第五節 生態系

各種不同生物的族群住在同一地區，構成食物網，這是一個群聚或稱群落（community）。在不同的環境中，所能居住的生物都不同，因而所發展的食物網的內容與結構都不同，因而構成不同的生態系（ecosystem）。生態系包括各種生物與其所居住之環境的一切。在一片大草原，由斑馬、獅子、長頸鹿、羚羊、各種灌木及草的族群構成一個草原生態系；在南極海，由矽藻、磷蝦、鯨及逆戟鯨等族群構成南極海生態系；在一口池塘中，也由水草、草魚、鯉魚及一些水棲昆蟲

的族群，構成池塘生態系；甚至在家裏客廳的水族箱、水藻、熱帶魚也可能構成一個小生態系。

無論何種生態系，都能指出其中的生產者、消費者與分解者，當然也可以建立其食物網，而更重要的就是各種生態系，各有其特殊的環境因素。換言之，氣候、地形等各種環境因素條件，就是各種生態系的決定因素。

因此，教師宜特別注意學生是否能思想各種生態系的成因、組成與功能，關於「成因」，影響生態系成因的環境因子很多，其中最重要的決定因子，就是溫度與雨量，水中生態系則以溫度、鹽度與有機物之含量為重要因子。教師要輔導學生要能由環境條件，說明各生態系的成因。關於「組成」，教師要幫助學生，使他們能建立各生態系的食物網，表示其能量與物質轉移的方向與結構。至於「功能」，則要求學生能指出生態系中，各成員的地位，例如：生產者、消費者或分解者，討論其對於整個生態系生命世界的地位。教師手冊第 55 ～ 58 頁有各類生態系輔助資料。要注意「啟發」學生思想，不是「灌輸」有關知識而已。

實驗 11 — 3 與 11 — 4，都是有關各種生態系的內容與組成的實驗。無論如何，實驗都要由學生自己動手（更重要的是「動腦筋」），教師只在幫助的地位。有很多教師很熱心，唯恐學生做錯，一步一步領著做，可以說是「熱心過度」，結果學生還是看著教師活動，並沒有真正的參與機會。

實驗 11 — 3 的答案，正確的配合應為：

甲—7，大城市

乙—1，非洲平原

丙—5，農村

丁—6，沙漠

戊—4，動物園

己—2，海邊

庚—3，森林

步驟 2 寫著「等老師來評判…」，但請注意老師評判是否正確，還是次要，學生能否說得出其「配合的理由」或「配合的根據」，才是主要的行為目標。

實驗 11 — 4，也一樣，教師應要求學生能說得出其選擇的理由，也就是「其判斷的依據」才是真正的學習行為目標。

第六、七節 動植物的傳播

生態系之中，任何動植物，都具有相當高的生殖潛能，以及傳播的潛能。所以一個生態系之中，不斷地有些生物遷出去，也有些遷進來。遷移也有各種不同的方式。能自由運動的動物，多藉其個體本身的運動器官來遷移，不能運動的植物，則多以果實、種子或孢子的狀態，靠風力、水力或其他動物的幫助來遷移。遷移之後，當然就是一番競爭或天擇。

動植物傳播的目的，不外乎謀求族群的生存。植物不斷地生產大量的種子、孢子，不斷地播出去，只要能落在適宜之地就可以萌發生長。但所謂「適宜」之地，通常早為同種或異種植物所佔據，難得「奪下」取而代之。動物的情形也一樣，動物由於族群膨脹的壓力，迫使部分動物離「鄉」出走，遷移出去，其「命運」通常也是悲劇，其所能生存「適宜」之地，早為同種或異種而不能相容的動物所佔據，非經一番慘烈之競爭不能求生，物競天擇，適者生存，生命世界確實在「奮鬥」中求生存求進步。

動物的播遷也有「定期」或「季節」性，例如，臺灣的燕子秋去春來。秋天時結群南飛，到南洋群島去過冬，春天時再回來築巢育雛，秋時又攜眷南飛過冬，這是候鳥。很多魚也有類似的情形。例如鱸魚，平常在海洋中生活，到生殖期時，結群由河口進入河川，奮力逆流而上，在高山湖水中，排卵排精，所生之後代，則必順流而下，回大海求生，至成長，還回到其山上出生

之地產卵。在哺乳類，在北極圈附近有海狗島，平時無一動物居住，到海狗繁殖季，千萬海狗來此產子育幼。

這些都是繁殖遷移之例，課本中沒提及，要不要「補充」？就要看學生學習情形，由教師來衡量了。

第八節 生態系內生物的活動

在任何生態系之內，各成員（各生物族群）都有其一定的活動週期。以夏天一林地為例，大清早破曉時，林中盡是各種鳥類的叫聲，天亮不久，群蝶在花草之中飛舞，松鼠與猴群在樹上，鼠群在地上叢草之間活動，這是這些動物攝食的時間，中午時分，牠們都找水吃，下午的林地較為清靜，入晚之後，成為青蛙與貓頭鷹的天下。

在一個生態系來看，一天二十四小時之內，都有不同的生物在活動；在一年四季之中，也各有不同的生物在活動。換句話說，每一種生物都有其固定的活動時間，包括其睡眠、尋食、喝水、休息、生殖（求偶交配、築巢、孵卵、育幼等），都有一定的週期。這種活動的週期性，都很明顯，很準確，就好像牠們身上都裝有一個「時鐘」，所以科學家就稱此為「生物時鐘(biological clock)」。教師要注意不要使學生誤解：生物體內真有那麼一個時鐘，或生態系中有時鐘，生物會「看」時鐘。

其實宇宙萬物本都有週期性。以我們地球為中心來說，由於地球的公轉與自轉使地球上一年四季、日夜交替；其他因月球公轉月亮盈缺，潮汐漲落，均有其週期性，影響所至，植物有其生長季與花季，動物有其成長期與繁殖季，動植物均有其特有的活動週期。關於生物時鐘的例子與解釋，還請參閱教師手冊第 60～61 頁。

第九節 消長

宇宙萬物均在「變」的過程之中，生態系的

內容與結構也會變。在生態系各族群中，有些愈來愈衰退，甚至滅亡，那是「消」；也有些族群愈來愈盛，甚至完全取而代之，那是「長」。但一生態系中之「優勢者」也不一定永遠是顯要份子，如環境條件有所變化，其優勢可能消失，成為劣勢者；本為劣勢的，也可能恢復其「往日雄風」。

生態系在環境條件因素的變化中，固然隨時變化，但在穩定的環境條件中，也因時間而慢慢地變化，今日的松柏林，可能就是往日的灌木林地，同時也是將來的相思樹的林地。（見封底）是一池塘地區的消長情形，如能將此圖繪出，讓學生「看圖說明」其消長經過，應不失良策。

實驗 11-5 可以讓學生觀察燒杯中微小物的小生態系消長情形。本實驗中，所出現的微生物種類可能很多，教師可能遭遇到「名稱」之困擾。如果能在附錄乙中找出類似的生物，當可照用此名，但查不出這些微生物的名稱時，又怎麼辦？本實驗目的不在鑑定生物種類，所以教師可指導學生「設法」記錄不同種類的生物就可以。學生們可能用「繪圖」來表示一品種，也可能根據其特徵「取」一個「自用」的名字。只要能記錄其消長情形就好。

實驗結果之處理方法很多，教師最好要求學生設計圖表來表示各物種的消長，這也是訓練「數據處理」技能的機會。只要能顯示 24 與 48 小時後，本生態系中的消長情形就好了。

第十節 討論

本討論題為「食物網」。有許多班級討論的結果，都是「豹減少之後，羊群數量大增，羊便吃矮樹」。這個答案看來沒問題，但，仔細一想，羊是人養的，羊會大增到吃矮樹的程度？

教師宜提示：「豹並不專吃羊」，羊有人與牧羊狗保護，豹不一定「喜歡」冒險，豹一定還有其他的食物。所以本題「正答」應為「原為豹

所捕食，而以這些矮樹葉為主食的動物（可能就是鹿），因豹被人捕殺而減少，乃能無顧忌地出來大嚼矮樹」。

本討論的目的，並不是要學生記憶這個「正答」。而應以討論過程中，學生是否能注意食物網的結構與功能。教師宜指出「人們常爲了保護某種生物（如羊），而殺死其敵害動物（如豹），結果反而危害人們所要保護的其他生物（如矮樹）」。除了本討論題之外，教師手冊第 63 頁，還有鹿與狼的例子，教師可善加利用，以啟發學生思想，以便對於生態系的平衡，食物網的結構與功能，做進一步的瞭解與探討。

問題討論

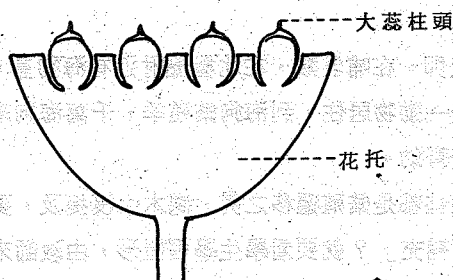
1. (問) 第 69 頁第 11 行，「生活多年而有良好根系的植物」，所謂良好根系是指軸根系？或鬚根系？

(答) 降水量(雨量)較小的地區，通常會發展草原生態系。因爲很多草類，都具有「良好根系」，以固著，以吸收土壤中「稀少」的水分。所謂「良好根系」就是強韌而粗長，或細長而分支特多，便以固著，並能吸收土中稀少水分的根系，所以可能是軸根系，也可能是鬚根系。

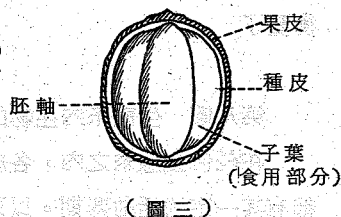
2. (問) 再論「蓮子」究竟是果實？還是種子？

(答) 課本第 52 頁第 14 行敘述「蓮…結的果實叫蓮子，…蓮子可供食用」。我們在上個月國中生物教室，曾論及蓮子是否是果實，後來又有好幾位老師提出問題，有些老師還指出某些書裏寫的是「種子」，另一些書卻寫那是「果實」，究竟蓮子是果實？還是種子？

現代的科學教育重視「過程」而不過份重視「結果」，在教學上解決這個問題的精神，也應該一樣。翻閱參考書籍看看專家怎麼說，確是個很好的解決途徑，但何不讓學生自己「實地」探討？現在還沒有到蓮花開放結果的季節，先介紹下面的方法，屆時請各位老師領導學生們試試探討。



(圖二)



(圖三)

①蓮花謝了之後，找尚未成熟，發育各階段的蓮蓬。蓮蓬是「海綿質宿存花托」，觀察這蓮蓬上面，未成熟的每一個「蓮子」，是否有大蕊柱頭？如果有大蕊柱頭，那麼下面膨大的部分，應該就是子房（圖二）。再做縱切面看看，是否有子房壁、珠被之分？如有，這個「蓮子」就是果實。

②根據我們的觀察（包括切片檢查），剝開成熟蓮子的硬殼，剝開的就是「果皮」，這是由子房壁發育出來的，露出來的褐色薄膜就是「種皮」，裏面黃白色的橢圓球就是「子葉」，其中間的「心」，就是「胚軸」，整個蓮子就是一個果實（圖三），書上的敘述並沒有錯誤。

③到中藥房買「蓮子」看看。老板拿出來的蓮子是黃白色的。結婚喜宴上，祝福新婚夫婦「早生貴子」的蓮子湯裏，漂浮的蓮子也是黃白色的。還沒有送入口前，先仔細看看，這些「蓮子」已去掉硬殼（果皮），種皮以及胚軸（心），只剩子葉的部分。說吃蓮子，吃的是這個子葉部分，所以說「蓮子是種子，可供食用」也沒有錯誤。

說到這裏，再問蓮子究竟是果實？種子？各位老師，您怎麼答覆？相信各位老師都能把握重點，拿這一個問題，做爲訓練學生探討問題的主題。學科學之道，最主要的是「探討」，而不是只管問「人家怎麼說」。