

生態系自我設計能力幕曲—「食物鏈」

梁昇

摘要

生態工法須先行掌握生態系的自我設計能力才能進一步協調工程方法的優點，使施行的工法發揮功效。本文分別轉述(來自國家地理雜誌影片)就雨林一種較開放的二翅豆(dipteryx)巨木成長與其食物鏈之複雜關係來區隔另一種較閉塞的螞蟻-巴豆與螞蟻-毛蟲之互動，共同來為「自我設計能力」作註解說明。其中正確觀測「食物鏈」之操作是極重要的一環。

緒言

生態工法被定義為「對人與自然互惠的生態系設計」，因此它至少包括二個對等的內容；基於充分了解自然生態系的自我設計能力，所有環境內素材只能依循自然演進法則，人類要發展各種工程建設必須因勢利導。生態工法須先行掌握生態系的自我設計能力才能進一步協調工程方法的優點，使施行的工法發揮功效。

貝洛科羅加多島(BCI)雨林已有重要研究進展去解答雨林是如何供養許多的生物棲地？一顆巨大的二翅豆，長到 30 公尺以上樹冠高是雨林姣姣者，其頂端的紫紅色花朵會結出果實，再由果實繁衍後代，假以時日足以取代母樹躋身巨木之列。此過程說來容易，如進一步分析之，可以發現它涉及一個相當開放的大系統。在這個系統下它呈現出二種不同的食物鏈運作，其一是日間食物鏈幾乎無涉及其衍續；另一夜間食物鏈途徑，則因蝙蝠携走了果實，吃了果肉，拋棄殘留種子，被蹄鼠收藏埋在土中，在土壤中數個月等待雨水降臨才得新生。新生的幼苗沒被動物吃掉，有機會獲得足夠的陽光，再經數十年至數百年的茁壯才有機會出人頭地。

食物鏈可以簡單地闡述為「靠什麼維生？」，我們可以隨著螞蟻的腳步看到二個較為閉塞的螞蟻-巴豆與螞蟻-毛蟲的特殊互動關係來作說明。

在這個雨林中，每一種生物都活在錯綜複雜的相關網裡。可以說是不斷地上演著和睦與爭鬥間的戲碼，然而像本文所述這種關係例僅是粗淺皮毛，略知生態系一二而已，其實算不上瞭解多少。如果我們僅有這些皮毛知識就急躁地自以為全盤了解；甚至於如果我們連這些粗淺的皮毛都不知道；就開始進行自然生態工法設計與施工，我們不是極有可能鑄成大錯嗎？

二翅豆一串無益世代交遞的食物鏈

這個雨林乾濕季分明，近乾季時食物愈來愈少，雜食性長鼻浣熊聚集在二翅

豆巨木下守株待兔等著檢食成熟果實果腹；此時吼猴出現在樹頂，吼聲震耳，大快朵頤之餘；來了一大群僧帽猴，後者驅走了前者。由於四處都是成熟的果實，樹冠層的動物變得十分挑食，未吃的、吃了一半的都有機會掉到地面來。然而在母樹下，這些種子因為落葉太多了，被夾在落葉層中而無法落土萌芽；長鼻浣熊或者接在母樹下檢食果實的蹄鼠、松鼠或野豬，或是隨後在傍晚時候看到蝴蝶和螞蟻來享受殘羔剩菜；因不碰種子，此種食物鏈對種子的再生毫無助益。雖然種子就地為微生物分解後補充森林碳、氮、磷、鉀、鈉等元素，一次分解需歷經多年的循環，卻無助於新世代的形成。

二翅豆果實推演世代新生的夜間食物鏈

黑夜裡另一套食物鏈卻有不同的演出。首先短尾果蝠受到菓香的誘惑，飛翔而來；在途中它看到一隻偽裝的蚕斯被負袋鼠所捕食；然而不幸地它的嚼食聲引來野貓，負袋鼠旋即葬身貓腹，這一幕讓牠警惕。地上已有棘鼠在啃食著果實，它啃食中發出的聲音同樣招來豹貓而慘遭身亡，又另一幕讓牠毛骨悚然。果蝠採食時偵測到有蛇守候在旁，為了安全，它會啣走菓實攜帶到安全的棕櫚樹上吃；來回數次，棕櫚樹樹下就會堆了不少的種子。這樣的安排恰巧協助助種子遠離母樹病毒之可能侵害。其他的機緣又發生了，蹄鼠在棕櫚樹下現身，吃了一部分果實，也帶走了一部分。在這乾季來臨之前，蹄鼠會將這些帶走的種子儲埋在地下，埋後有一部分遺漏，有一部分因不需要就遺留在土中。

乾季來到，闊葉樹葉片紛飛掉落；也剛好是秋天了，此時林內溪流乾枯，太陽卻依舊強烈，蒸發乃極盛，積水池愈來愈小。落葉是樹木減少林木水分的損耗的一種對策，落葉愈積愈多，落葉堆躲了許多小動物、昆蟲或者與偽裝成枯葉的昆蟲混在一起。乾旱使得動物間的衝突更明顯，螞蟻因食物短少，被迫攻擊比自己的體型大許多倍的獵物；螞蟻雄兵無往不利。另一幕是角蟬帶著新世代吸食僅存樹莖中的汁液；黃蜂想竊走幼蟲，雌蟬竭力護子，黃蜂難以得手而離去。轉眼間來到盛旱的四月，動物只好紛紛改食幼芽。

如果樹木因乾旱而死亡，會影響到許多生物的存續或衰亡。但是同樣的一顆樹木的新生卻帶來許多生機，食物鏈撐起生態系自我設計能力的內涵。雨降臨了，往往一天即高達數十公厘，雨水帶來二翅豆的生機掀起另一串食物鏈的運作。在土中的種子受到雨水的滋潤。在旱季堆積在林下的枯葉，其碎屑一部分被水軟化，殘餘的枯葉上覆滿了真菌與黴菌開始迅速工作，消化這些養分。運氣好的種子開始萌芽，蔓藤迅速地向上攀爬。許多飢餓的動物及其新生代趕在此時出生，爭食著嫩葉。有的植物為了避免成為捕殺者食物，葉片常有毒，但嫩葉一般仍無毒。就是有毒有些動物食之無害反而成為專屬食草，有的動物有解毒之道或者食用後每日吃下些微土壤中礦物質來解毒。切葉蟻則只搬走沒有毒的葉片。所有草食動物都涉及再生，葉片入肚只是吸收其中一部分，其餘的化為糞便。這些糞便一部分成為肥料，一部分被糞金龜劫走(猴糞為主)。

二翅豆的種子大概就是如此千粒中僅有一粒可以萌芽，巨大的種子貯存了足

夠養分，幼芽高達 20 公分高以上，雖它不是美味多汁，但在其他植物幼芽的短缺時，夭折的下場比比皆是；數秒間可能就會被吃光。接著漫長的數十年到數百年，立地的陽光照射影響到其生長速率。速率愈慢，罹災或生長不良遭受淘汰的機率愈高。

螞蟻與巴豆

在雨林透光縫隙底下有一種叫巴豆的植物，它扮演卻是另一種食物鏈的互動。巴豆會提供糖分泌物吸引螞蟻爬進蜜腺，因有螞蟻，其它樹葉為食的昆蟲就不會來吃巴豆的葉，巴豆提供螞蟻長期飯票，自己即可生生不息。

螞蟻與蝴蝶毛蟲

有一種蝴蝶毛蟲身體上會不斷地製造糖分泌物，蝴蝶毛蟲與植物巴豆一樣，用其糖分泌物當作美食的賄賂來交換螞蟻的長期保護。不過這種毛蟲被發現另外有模擬螞蟻叫聲的能力，當螞蟻不在身旁，它會發出螞蟻求救語調，螞蟻會馬上趕來救援。因為一隻象椿蟲有可能一下就吸乾一條毛蟲；寄生黃蜂也有可能隨時飛來，螞蟻的防衛時時都是不可或缺的。

三種蜜蜂的不同命運

結論與教訓

- 1、二翅豆母樹經歷數百年，才長到 30 公尺以上出類拔萃的高度，結出數百萬個果實，最後可能僅有一顆種子能成長高至雨林樹冠層。主要的原因是它在食物鏈扮演的角色中能新生代為繼的狀況十分複雜。吼猴或僧帽猴採食而丟在母樹下，縱使有蹄鼠、棘鼠或蝴蝶等協助清除餘肉，但因沒有搬離並進一步藏埋種子入土，新生代無法為繼。好在在夜間經過葉蝠連接的食物鏈會使蹄鼠搬走種子並埋種子入土而展生機。

我們不禁要問：為什麼夜行的或者到棕櫚樹下的蹄鼠與日間到二翅豆母樹下尋食的蹄鼠行為不同？這個食物鏈裡萬一夜行蹄鼠不見了，恐怕只有夜間能看到蹄鼠前往尋食行為的觀查者才有可能認為二翅豆的更生會很渺茫，而可能趨於滅亡消失。

- 2、二翅豆的萌芽與幼苗，須要水分化解危機。雨季的遲來，以及因饑餓動物的攝食威脅之下會大大地降低它存活的機率。其他陽光的立地條件不良也會使幼苗夭折，因而類似單純林的操作可能引起上敘類似的危機。對本身

新生代的存活也是相當大的威脅。如果萬一乾旱天氣突然變太長，這樣類似的天氣變遷，恐怕也是生態工法主要考量的因子。

- 3、螞蟻與巴豆的關係以及螞蟻與蝴蝶毛蟲的關係分別說明另一種緊密食物鏈存在方式。沒有螞蟻，巴豆不可能存活，沒有螞蟻，蝴蝶生機也會變得渺小。因而一般僅顧及食草、誘蝶植物的單線想法，恐多不符考驗。其他諸如道路工程或營建案，如果肩負巴豆與蝴蝶存活操作，螞蟻出入廊道(即所謂動物廊道(animal corridor))也要充分考量。不然的話光考量種下多少量巴豆與蝴蝶誘草，恐怕無濟於事。
- 4、食物鏈如何影響完成生態系的自我設計在生態工法中不宜輕忽。其中能正確觀察食物鏈運作更是不可或缺。