

林業與環境

林業與環境

國立台灣大學森林學系教授 / 楊榮濟

1. 緒言

自從德國森林學家柯塔 (H. Cotta 1763-1784) 創立林科大學使林學成為科學及林業成為一種行業以來直到 1960 年代，是以生產木材為中心，森林學則按照此一明顯的目標，形成一個領域 (或稱分野)。

林業之英語為 forestry，根據美國林業用語辭典的定義：「forestry 是一種業務，在森林資源永續利用之目標下，包括森林建造、維護及經營之科學、技術及業務等」，當然含有經濟行為也就是經濟林業 (economic forestry) 的意義。

森林不僅具有提供木材

等林產物的生產功能，亦具備保安國土及涵養水源等公益功能 (又稱社會功能)。我們從人類歷史得知，木材為人類生活中不可或缺的物質。木林竹需要量有隨經濟發展而逐漸增多之趨勢。

近年，隨著工商業發達都市化以及繁忙生活步調的增加，興起森林浴及森林之旅等活動，成為國民旅遊的熱門風尚，以尋求投入自然懷抱而獲得舒適恬靜的休憩。森林資源因而從木材資源擴充到環境資源及健康資源。

森林又可以藉著光合作用，吸收及固定空氣中之二氧化碳再將其轉換成有機物，而且能夠供給氧氣。

此項作用不僅限於林木，一切綠色植物皆能實行，但是樹木之壽命長久，森林蓄積所儲存之有機物占地球全體光合作用之 9%。因此，森林吸收空氣中之二氧化碳，有防止全球氣候變遷作用。

總之，森林資源對人類之貢獻，一項功能為靠林木存在而產生，而另一項功能為靠林木伐採而達成，則此二種功能不能並存而成為對立狀態。然而間接功能多屬公共公益性，至少屬於多數人之共同利益。所謂直接功能，若從供給國民經濟需要的觀點而言，亦不失具有公益性，但是以營利目的之生產木材的林木伐採，則當屬於私益性。

我們應該注意的是，一般所稱的林業問題，莫不皆導自森林提供給社會大眾的諸多服務。我們希望人類可以永續利用此種再生資源，從中得到更多的福祉。因此，談到林業問題時，不能不涉及到森林對人類的貢獻。

林業尤其是專業性的經營管理，自從建立以來，在過去兩百年間，沒有任何改變，至少從基礎認知上沒有感受到任何變化。當進入1970及1980年代之後，林業籠罩在環境問題之中，人類社會對於森林之關心度提高，造成其他領域開始參與森林問題的實況例如：林務局邀請地理學專家評估保安林與開發地理資訊系統，邀請植物學家規劃森林保護區，測量學家發展遙感探測，大學森林系聘請野生動物學教授，以及農業委員會設立主管野生動物科室等等。

我國林業在戰後的五十年中，亦在不斷的演變，現在將其中演變顯著的項目列舉如下：

(1) 從以生產木材的單一目

標演變到多元化利用的多目標經營管理。

- (2) 從重視物質功能演變到重視社會功能。
- (3) 從林業（企業化）的經營型態演變到森林生態系經營型態。
- (4) 從自給自足及盈餘繳納國庫的會計制度演變到一切由國家負擔的公務預算。

現代林業特別重視環境

及森林之再生性。台灣光復後之擴大造林運動，成就非凡，累計面積高達二十多萬公頃。其主要目的不是在創造環境而是一種經濟活動。如果我們要將這種造林事業轉變成為創造全面環境為目的時，就必須改變林業經濟學之架構，置重點於地球環境之保護上，例如碳素固定與生產、水的循環或更積極的建造碳素林 (carbon forest)



等。談到再生資源，天然林很容易的改變成爲人工林，而人工林荒廢之後，就不易使用人工方法轉變成爲天然林。林木伐採之後，如果改成耕地或放牧地時，就很難再恢復成爲具有再生性之森林，土地生產力亦將成爲半永久性之低落，最後是不毛之地大量增加。

2. 森林環境

環境，爲自然界具有價值的屬性，完全私有相當困難，僅能成爲不完全的私有化，所以無法順利進入市場交易過程。典型的此種資源有：包圍地球之空氣、水、陽光及複雜的生態系等。私益與公益具有對立的特性因而產生所謂環境問題及其相互間的關係。環境一詞可能有多種不同的定義，而以共有資源 (common property resources) 爲最切合實際。

森林環境功能 (效用) 與林產品功能又可分成無形與有形的區別，因而又鑄造出有無形利益 (intangible benefits) 的名詞。此外，又有許多人將「共同利益」簡



稱做「公益」，所以森林對於環境的貢獻，又可稱做「公益功能」。德國早期的林政學家 Endres (1905) 認爲森林對於居民有保安上、健康上及倫理上的各種功能，又將其稱做「福利作用 (Wohlfahrtswirkung)」。

森林之國土保安功能及水源涵養功能對於個人的效

益，也將受距離遠近及地形不同等物理條件所左右，應該區分爲差別公共財。森林遊樂功能則應該算在準私有財之列。森林公園從個人可以自由進出的觀點將其歸屬爲公共財。假如將其排他性加以調節，民間也可以提供。例如在森林公園四周樹立柵欄再在其入口處徵收門

票，與商業化的電影院很類似，則可將其歸到準公共財之類別。林業案例為臺灣大學實驗林溪頭森林遊樂區及臺中縣東勢林場。

人類經濟活動對自然環境所造成的危害有資源枯竭、生物物種減少、生態系穩定性破壞、基因庫資訊損失、生物棲息地喪失以及污染等。近年，林業界開始對森林環境進行評價（在此之前已有森林評價學的建立），其建立起因及發生背景，為鑑於人類對於森林之經營管理鬆懈，林業逐年衰退，致使森林荒廢。在另一方面，國民又有森林成為環境財之意願，因此有將森林在社會上重新定位之必要，以解除對於森林之混淆印象。

森林所持有之環境功能，為因森林存在而產生。過去林業上所稱之森林環境功能，為森林在生產木材過程中附帶所產生之間接功能的總括。現代社會富裕之後，人類之價值觀多樣化，因而產生對於森林有特別鍾愛之傾向。

過去臺灣省林務機關對

於國有森林資源的經營管理，一直採取積極提高森林生產力的組織方式，以材積收穫最多之林齡當作伐期齡，與國民經濟相關聯。然而今後國有林之經營管理必須重視環境目標，方能適應社會大眾的需求。

森林之環境功能不能形成市場價格同時又具有強烈的公益性格，所以其供給面應由公共部門負擔某種程度之責任。國際林學研究機構聯合會第七屆世界會議（The 7th International Union of Forestry Research Organization World Congress）1972年在阿根廷首都布宜諾斯艾利斯召開，曾經發表下列報告：森林之生產功能（productive function），一般言之，在企業會計的意義下，必須受到收入等於支出或超過支出的條件所支配。然而森林之保安與社會服務（protective and social services）多少或許能跟生產功能相一致成為非計畫的或偶然的利用可能性，但是此等功能要靠公共努力、政府行政力量及公共支出等措施才能達到適當的保證。

從森林在社會上定位問題所引發之森林環境評價問題，日本島根大學森林系北尾邦伸教授已經講授森林環境評價學課程，其主要內容有：（1）課程之背景，（2）森林環境效果之性格，（3）森林環境外部效果之內部經濟化及社會費用論，（4）森林環境效果之社會評價等。

森林環境功能所作貢獻屬外部經濟，純為自我犧牲性質而且種類繁多及金額龐大。此種外部功能尚未納入森林所有者的經濟計算之內。例如：某一所有者在荒廢地上造林，育成健全森林之後，則會產生水源涵養及國土保安等為社會大眾所希望的外部效用。然而他的目的只是從生產木材之經濟目的上著眼，假如將來利潤黯淡，不論有多大的外部效用，他絕不肯在荒廢地上造林，任其放置不顧，此極為明顯的社會損失；反之，只以短期為目的之木材生產業者，在更新困難之高山天然林進行大面積皆伐，或許引發如山崩等重大災害，其社會成本相當龐大。然而，此種社會成本如果不由木材生

產業者負擔時，則環境資源即被完全吞食。

森林資源的諸多環境服務不具備市場性。一般民眾在傳統上認為森林環境功能可以不必付費，結果造成環境品質降低現象。當伐採收入增加而間接功能仍能維持不變時，則不會發生任何衝突；否則，將會產生衝突而形成對立狀態。如何將森林之外部功能使其內部化，以及採用課稅及補助金政策，可能達到某種程度的成功。當「環境」無法與「市場」相結合時，建立法的制度，實為擔保森林環境成本在經濟上使其內部化之必然措施。因此在市場功能不健全的情況下，要求對於森林環境功能進行評估，求出人民付費的標準，實為有效的林業活動。例如：數年前日本林業專家們就評估出自來水公司及水利發電廠所應負擔的水源涵養林之建造及維護費用。當時台灣農業委員會曾經派遣林業專家赴日本考察研究此項作業。1985年，日本公佈森林環境功能之價值，按照森林社會評估方法推算，約為32兆日圓。1992

年，日本林業白皮書所刊載之森林對環境功能貢獻為39兆日圓（折合台幣約為91,000億元，美金約為3,200億元）。

人類對於環境破壞之後，自然會產生一種哲學式的反省，因而建立生態倫理學。森林資源是多用途的，不能僅從有形的經濟立場評估，還要從生態學、道德及美學立場加以評估。倫理觀在現代林業中對於森林價值可以分成：(1) 現代人與人之間的利益分配，(2) 現代人與子孫後代之間的利益分配，(3) 人與自然之間的協和關係。現在有人提出林業專業人員之倫理規範是「以整體服務社會」或是「對於土地的服務」。最重要的是均衡經濟的倫理問題，是否應該如此？尚有待社會的判斷。現在進行大規模的森林生態系破壞，林業應該以警告者的立場完成其天賦的任務。假如我們對現在所流行之遊樂及休閒僅做奉承恭維，繼續容忍無秩序的開發而放棄保育森林的職守，實對後世子孫無法交代。總之，林業不僅提供社會所需

要的林產品，而且還要保護森林及防止環境破壞。換言之，林業不僅對人類（包括現代人及其後代子孫）的利益負責，還要對森林生態系統的完整性負責，這就是他們的倫理規範。

1989年9月，在日本東京召開國際地球環境保安會議，其所作之確立「環境倫理」的宣言，可能就是我們所需要的環境倫理。

3. 森林之分類

德國森林學家柯塔氏所創立的林業（傳統的林業），是以生產木材為中心，森林之分類方法如下：

- (1) 按成立原因分為：天然林與人工林
- (2) 按樹種構成分為：純林與混種林
- (3) 按林木年齡構成分為：同齡林與異齡林

現代林業特別重視環境，提出新的森林分類方法如下：

- (1) 日本森林學家增田美砂教授建議將森林分成兩類：生育環境良好以生產木材為目的及配合經

濟活動之森林（經濟林）與不注重收益性原則之其他森林（環境林）。

- (2) 台灣森林學家林文鑽教授建議將森林對人群與社會的服務功能分成：木材資源森林、環境資源森林及健康資源森林。
- (3) 台灣森林如果按照功能分類，其優先順序應為 (I) 國土保安，(II) 自然保育，(III) 森林空間利用，(IV) 木材生產。其中之國土保安功能包括水土保持及水源涵養功能，自然保育功能包括生態保護、自然維護、文化保存及環境改善等，森林空間利用包括森林遊樂、文化保存及環境改善等。至於木

材生產在目前之林業政策下應該殿後。

台灣森林之環境功能已經與木材生產功能並駕齊驅甚至有成為第一優先之趨勢。我們應該注意的是如何找出此種功能區分之著力點，用以說服社會大眾，使大家達到共識，實為森林家今後之重要使命。

- (4) 印尼將森林分成：自然保護林、保安林及生產林三類。

「環境」原本具有與自然相關聯的含義，但是「環境」並不等於自然，而是被包括在自然之內。日本森林學家花崎舉平氏將環境分成三個



層次：(1) 屬於大地的自然：為生物(包括人類)的自然以及與「自然」交通之領域，因而產生交通阻塞及公害之環境問題。(2) 屬於富裕的自然：人類為開發得到富裕而使「自然」貧困化所產生的問題。(3) 屬於景觀的自然：此一層次的「自然」，與人類精神世界之形成相關聯，所以「自然」則順理成章成為其對象。

4. 森林與地球環境

森林成為「地球規模之



環境資源」，是從美國卡特總統政府在1980年所發表之「紀元二千年之地球」特別調查報告開始。報告以具體數字預測地球規模之森林面積已在逐漸減少，如下表所示在1956年森林面積佔世界陸地面積之1/4，而在1978年僅佔1/5。2000年將減少到1/6，及至2020年則將更少到1/7。這篇報告促使許多人認為對於地球是不祥之兆。

因為隨著森林之逐漸減少，大家開始認為森林在地球規模之環境資源上負有重要任務。一個國家在實行近代化時或實行產業革命時，則大量利用森林資源中之木材資源，結果造成森林之水土保持功能減退，引起洪水或水源不足之災害。

1989年在法國召開已開

發國家首長高峰會議，發表經濟宣言，提出環境問題，特別強調熱帶林之保護問題。

1990年在美國召開之工業大國高峰會議，美國布希總統呼籲締結世界性之森林公約。

1992年在巴西舉行聯合國環境發展會議（簡稱地球高峰會議），其目的旨在整合世界各國對於環境與發展所持不同觀點，進而建立共識。從長遠立場訂立計畫以確保環境與永續發展，使地球永久可供人類居住。針對地球日益嚴重的環境破壞問題，致力於整合國際經濟發展與環境保護之衝突，會議訂定的國際法律文件包括氣候變化公約，生物多樣性公約及森林原則等，均與林業經營有密切的關係，而且對

未來林業經營之影響極為重大。

1997年6月在美國紐約聯合國總部召開地球高峰會議，全世界一百七十餘國家領袖參加。評估自1972年巴西高峰會以來的進程並規劃未來環保之道。地球高峰會第二次召開時，討論第一次會議議程的進展，並檢討現在地球環境是否比以前巴西高峰會舉行時好。

環保人士警告，高峰會進程是倒退，主要有兩項議題：(1) 全球二氧化碳排放量一直在增加，美國排放量佔全球第一，增加13%（現在美國人口僅佔世界之4%，溫室氣體排放量卻佔20%及美國消耗物質佔世界之25%）。(2) 森林面積以每年減少13萬2千平方公里（相當於希臘的面積）的速度

表一 世界森林面積之預測表 (1956-2020)

西 曆	森林面積 (億公頃)			森林面積 陸地面積
	已開發國家	開發中國家	合 計	
1956	14.6	25.4	40.0	1/4
1978	14.6	11.0	25.6	1/5
2000*	14.5	6.6	21.1	1/6
2020*	14.5	3.6	18.1	1/7

* 在1980年之預測值

不斷縮小。我國環保署也在注意這個問題並且主持研究氣候變遷對台灣林業的損害度評估與適應策略，台灣大學已經成立全球氣候變遷中心。

1997年夏印尼森林大火，引發東南亞嚴重霾害。森林大火對於森林中的動植物是滅絕性的大災難，絕大多數生物難逃劫數，稀有生物更是可能就此滅種。大火之後，大自然的力量可以復舊，但是過程緩慢，滅種生物一去不返，這恐怕是較之經濟利益更值得世人關注的損失。

1997年10月在德國波昂召開國際環保會議，有一百五十個國家代表參加，討論抑制地球溫暖化及減少溫室效應問題。美國計畫在2008~2012年之間才減少廢氣排放量在1990年的水平，遭致多方面的抨擊，各國都希望工業國能在今年12月之日本



京都的世界環保會議中，達成一個切實並且及早減低廢氣的公約。

地球環境惡化之後，不僅限於人類，對於地球上全體生物皆廣受影響。現在為將地球環境恢復成為適於人類生存及建立文明之契機，值得百人全力以赴。森林為陸地上最大的生態系統，生

物多樣性之保存及森林永續經營等，為地球環境維護問題之關鍵。美國環保署建議：安定全球氣候變化之最節省及有效的對應政策就是大規模的建造森林。

5. 森林生態系經營

生態學 (ecology) 一詞源自希臘語之 Oikos (相當於英語之 house)，其後發展成為帶有棲息場所科學之意義。1886年有一崇信達爾文進化論之德

國生物學家賀柯爾 (E. Haeckel, 1834-1909) 氏，倡議將其另立一個新的科學分野，開始使用「Oekologie」一詞。其定義為：集合自然法則相關知識之生態學 (Oekologie)，為研究動物之無機乃至有機環境的各種關係，包括直接或間接接觸動植物之友好的及敵對的關

係。

生態學從發展到現在，其涵蓋範圍不再僅限於上述定義，已經擴展到重視自然生態系 (ecosystem)，以調和社會之發展。所謂生態系，指生存在具有陽光、能量、大氣、水及土壤之地球表面上並且做各種生命活動之動物與植物群體而言。

現在最膾炙人口的森林生態系經營，導源自德國森林學家蓋爾 (Kar Gayer, 1822-1907) 氏之「回歸自然」的林業生產技術觀。他主張忠實執行依照自然的方法建造森林，使用人工造林彌補天然更新之不足。其後，由莫洛澤 (C.F. Morosow) 氏擴展成爲森林共同體的學說 (Waldgemeinschaft)：森林是由社會的生物團體所組成，森林學家爲設法使森林內的生物得到安定。

生態學所涵蓋的範圍甚廣，本文所要討論內容，將僅限於森林資源經營管理架構內的生態。換言之，也就是以森林資源經營管理爲基礎的生態學。作者曾就森林生態系經營理論及其與森林資源經營管理關係加以探

討。現在則就其理念的規劃與執行加以申論，期望能將此種新的森林資源經營理念早日在臺灣實踐推廣。

環境爲共有資源 (common property)，森林生態系很明顯的可以看出是共有資源，帶有環境的屬性。然而從森林資源之私有化及捲入市場程序的許多實例觀察，又可脫離共有資源之範圍。然而能夠成爲私有化及市場交換對象者，限於可以與生產私有化消費財 (木材) 有直接關聯的森林資源。森林生態系有其獨具的特性，不是全部具有價值屬性並且可以納入市場程序，其不能納入的部份則構成環境層面，而特別將此種森林功能定名爲環境功能。森林之間接效用，大部份是使用環境的名義而由森林生態系的活動表現出來。環境危機是資源經營管理錯誤的結果，所以如將社會組織與生態保持調和即可解決此一問題，確保人類生存的條件。因此，現在生產技術應盡量使其滿足生態系的要求而進行重建。具體言之，即農業工業及運輸業等企業應該配合新

的生產技術重新調整。現在就森林所扮演的角色加以考量，生態系在實質上有兩種任務：(1) 維持人類生活環境的安定化，例如：水的循環、氧氣與二氧化碳的交換、氣溫、氣壓與其他物理的環境之安定、廢棄物之還原利用及除掉。(2) 生態系與物質生產相關聯，最重要的是對於糧食生產有所影響，同時木材生產也不能脫離生態系的作用。

美國森林生態系經營評估小組 (Forest Ecosystem Management Assessment Team)，根據植物社會生態系、景觀生態、保育生態及造林等多方面知識，對於現行的森林生態系經營提出看法如下：

生態系的研究法：近年，以整個生態系爲基礎維持生物歧異度的方法 (與此相對的是以單一物種爲考量的方法)，已經受到各方面諸如科學界、決策界以及經營管理界的重視，結果造成：從全方位考量生物歧異度及生物組成分子的生態系方法，勢必取代按照各個種別的研究方法。評估小組也

同樣以生態系為基礎的方法研究物種、生態系保育，並致力於水上、陸上生態系和目標的整合。雖然以生態系為基礎以及物種為基礎的兩種方法被肯定是一種理想的方法，有時尚嫌不足，所以必須對於某些物種如北美斑點貓頭鷹制定法令，以引起特別重視。

動態的景觀準則：評估小組的方案對可能失去演替末期的森林及林分變更都有所考慮。演替末期保留地包括大面積的原生林(80-200年生的森林)及相當面積的幼齡

林，所以不可能遭受到全面性毀滅，即使遭受全面性毀滅之後，也可能產生替代的林分。

森林結構的重要性：森林結構為棲息地及演替過程的指標。評估小組在分析棲息地歧異度時，森林林分結構是一個重要因素。在有林木收穫之森林內，應該維持

適當的林分結構及林分歧異度。如此方能成為野生動物棲息地及快速恢復到演替末期的森林狀況，增進景觀之優美性。

台灣省林務局前局長何德宏氏對於森林生態系經營所下之定義如下：

森林是一個複雜的生態系，在此生態系中的各個物



種相互依存，而達到動態平衡，並能生生不息，不斷地演替下去；因此，森林在合理、適當的經營下，是可以永續利用的再生資源。換言之，以生態的方法來達到森林多目標利用，稱為生態經營或生態系經營。生態系經營的過程，是要尋求環境保護與經濟發展間的平衡點，

使兩者的損害儘可能減少而接受對方，並達到共識，以和平理性解決兩者間的問題。

森林生態系經營在執行上可能產生兩個評估性問題：(1)若從植物生態學的立場評估，是一種理想的森林資源的經營管理體系。(2)若從森林經理(或稱森林

資源經營經理)的立場評估，是成本高昂。

總之，生態系經營(Ecosystem management)是現在林業界所最具吸引力的施業方法，可以跟早年所提出之法正林

相媲美。實言之，從對資源政策之不滿意的反省開始認識環境問題，在環境政策不夠完整的情況下，再使用市場經濟手段加以補充的作法。現在，雖然已有很多報告發表，但皆僅限於理論性及原則性的探討。在實行上，還要仰賴森林家努力，考量各個森林所處經濟活動

中心之環境、經營目標以及傳統文化等，建立安適的可行方法，亦即重新建立森林資源經營管理及森林產業的新架構。

6. 結論

自1960年世界森林會議倡導森林多目標利用以來，促使森林資源經營管理發生重大變革。森林的角色不再侷限於為所有者的生產工具，而成為全民共有的社會資源。林業工作者處於這種

以人為中心的經營管理趨勢中，首先必須經由良好的溝通方式及有效的研究方法分析大眾的意向，才能在決策上反應社會的需求同時透過設計規劃後的森林環境、影響及改變社會大眾對於森林的看法，人類的意識與所處的環境是互相回饋的機制。因此，森林資源經營管理一定要反映國民的意見，不能再如同過去僅仰賴少數林業專家意見，才容易推行，並且提高森林帶給全民的福利。

人類在求生存過程中，從「自然」中不斷採取所需材料以維持生活。森林屬於「自然」的一部份，森林經營管理一直是在兼顧生產林產品及維護自然環境下進行。然而現在情況改變，維護森林及培育森林已經成為每一個人的責任，必需超越經濟層次進入社會大眾共同參與的層次，森林環境在社會上的地位必須評估，加深社會大眾對於森林的認識。

