

森林生態系服務的生產和價值

文/圖 吳俊賢 ■ 農委會林業試驗所研究員兼主任秘書

森林具有多元效益與功能，隨著環境林業時代的來臨，森林八大效益包括林業生產、森林遊樂/保健、提升文化/EQ、保育舒適環境、水源涵養、庇護野生動物、保護地球環境、保安防災(林文鎮，2004)。森林是生產資源、環境資源、以及文化資源。森林可以提供「林木」及「非林木」產品與服務，滿足人類各種需求，具有「市場價值」和「非市場價值」。

所有的選擇(Choices)都包含交換(抵換；Tradeoffs)。選擇A，就不能選B；魚與熊掌不可兼得。經營公有土地也包含許多選擇，此等選擇包含是否、何處及何時去伐採、疏伐、放牧、保留、或焚燒林木，所有皆包含在地景和時間上之各種因素中的交換。林業機關負責經營公有土地，做健全的經營選擇，要如何得到公眾的接受與認同？首先要瞭解交換是如何被評估，以及鑑識支撐評估交換的科學資訊之限制。

美國森林署現已採用生態系服務(Ecosystem

Services)的概念和文字去敘述國家森林經營的效益結果。生態系服務就是由森林生態系所產生的服務，可供人類享用或獲得效益，包括景觀、魚和野生動物、乾淨的水、及林木等(Kline and Mazzotta, 2012)。因此，廣義的生態系服務包括林木及其他非林木產品與服務(如水源涵養、國土保安、自然保育等)。

美國的國家森林經營目前的經營管理包含(1)森林規劃，包括發展各式各樣及長期的目標(Broad and Long-term Objectives)；(2)專案計畫層級的規劃與執行，包括發展與執行個別的地方專案計畫，其追求森林計畫內所描述的目標。國家森林(National Forest)可被視為致力於生產一個生態系服務的組合，以提供公眾最大的總效益，在地景的產能內生產服務，以及在任何必要的安全最低標準、法定的制度限制、與法律的規定(如美國的瀕危物種法案)之內。國家森林計畫(National Forest Plans)即規定一個國

家森林將致力達成的服務組合，其敘述對施業地景之各式各樣及長期的目標。專案計畫層級的規劃與執行(Project-level Planning and Implementation)根據森林計畫進行經營行動，以增進特殊生態系服務的產出，如促進特定的魚種或野生動物族群，或減少有負面影響生態系服務的產出之自然干擾(如野火)的可能性。許多生態系服務及其所衍生出的地景條件是以衝突或協力合作的方式交互作用，致使某一種服務改變時會使另一種服務改變。在某些案例中，增加某一服務的產出可能只會減少另一服務產出。評估及連結預期的經營結果必然必須考量這些交互關係和交換，某一水平的服務交易另一水平的服務就是必要的，當執行某個專案計畫將會影響多元生態系服務產出時。

生態系服務之間的交換應用「生產可能曲線」(Production Possibility Frontiers; Production Possibility Curves)之經濟概念來表示最清楚。生產可能曲線顯示在一個地景(Landscape)上既定生產此等服務的地景產能(如其面積大小、生物物理學的特性)、經營投入(如勞力)、及資本改良(如道路、步道、涵洞)下，生態系服務的各種組合及水平。地景可為一個國家森林或一個營林員管理區(Ranger District)，或包含國家森林及臨近土地的更大地區，其視要如何描述一既定組的生態系服務與其經營而定。生產可能曲線結合了描述個別生態系服務之生產關係，在特定的地景條件與程序下敘述某一生態系服務的生產如何和另一生態系服務的生產相關。

現假設有二種生態系服務在生產上是具競爭性的。例如，生產商用林木可認為和保育類動物(如斑點鼻、藍腹鵲、或帝雉)的生產是互相

競爭的。吾人可假設林木生產是土地和地位級的正向函數，且最好是以短輪伐期的森林林分經營，而其和土地用於藍腹鵲喜愛的天然老齡闊葉樹林棲地之數量是負相關的。在此假設下，一個森林地景只能夠生產這麼多隻藍腹鵲和這麼多量林木，達到某一個上限後，要增加藍腹鵲的生產則只有減少林木的生產才能辦到。那種上限就是生產可能曲線(圖1)。

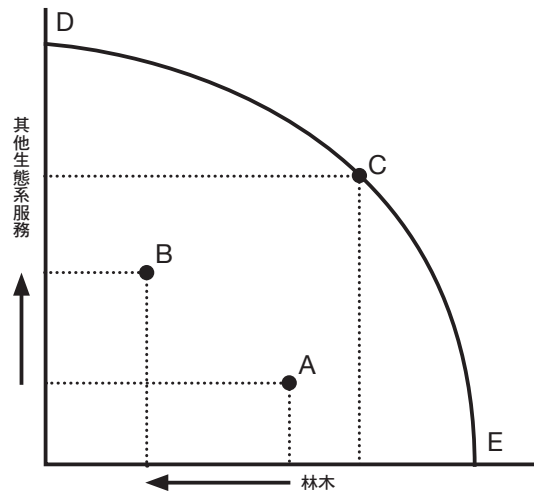


圖1 期望來自所選的經營替代方案之聯合生產可能選擇組(Joint Production Possibilities Choice Set)

生產可能曲線界定了聯合生產的生態系服務(如藍腹鵲和林木)之組合範圍，在一組既定的投入之下(此案例中，投入即固定的地景及經營預算)。我們可在此曲線(DCE)之內生產任何藍腹鵲和林木的組合(如A點及B點)，以及在曲線上的任何一點組合(如C點)。然而，一旦在曲線上，我們若要生產更多的藍腹鵲，則就必須生產較少的林木，或是生產更多的林木但較少的藍腹鵲—因此需要在地景上生產的服務之中做交換，用林木交換藍腹鵲或用藍腹鵲交換林木。

就經濟學而言，在生產可能曲線所界定的

區域內的可行點(Feasible Points)(如A點、B點、C點)都確認不同經營體制(Management Regimes)下的服務水平。假設現狀的體制是A點，如果我們選擇B點界定的服務水平之經營體制，經營者就可預期較少林木及較多藍腹鵲之結果，交換林木為藍腹鵲。瞭解一既定地景之生產可能性，能使經營者確認且權衡某一既定地景上可預期的可能產出組合，可使其更能避免非必要的交換。例如，假設社會大眾希望避免必須放棄林木生產來交換藍腹鵲增加，即需要從A點移至B點。假設經營者具有關於地景上生產可能性全部範圍之充足資訊，他們就可能致力於接近C點的經營體制，其生產將同時增加林木和藍腹鵲。

在現代的森林經營裏，森林經營者有沒有掌握森林地景上生產可能曲線之充足資訊？森林經營管理機構之決策者是否選擇了正確的經營體制？如果我們的林業決策者選擇了B點的經營體制，還沾沾自喜以為重視自然保育，那麼就非常可悲了。明智的決策應該是在生產可能曲線之一點，如C點的經營體制，同時增加林木和其他生態系服務的生產。台灣主管國家森林的林業機關(構)如果只談自然保育，卻忽視林木經營生產，可以預見其未來經營方向必然傾向於B點的經營體制，就總體國家福利而言並非明智的選擇，無法達成全國國民之所託付與期望。

聯合國環境規劃署(UNEP)為能彰顯生態系與生物多樣性的價值，於2007年起開展「生態系暨生物多樣性經濟學」(The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB)研究計畫，並於2010年公布其估算結果。TEEB致力於增進更瞭解生態服務的真正經濟價值，並提供適當

評估此價值的經濟工具。TEEB對全球各種棲地類型彙整國際相關研究，針對其生態系服務的貨幣價值加以量化。生態系服務即生態系對人類福祉直接與間接的貢獻，可分為供給、調節、棲地、文化與生活安適性等四大類。供給是生態系提供食物、原料或藥用資源。調節是強調生態系具有防洪、空氣淨化、水質淨化、水土保持等避免環境品質對人類產生負面影響的功能。生物棲地是強調其對保護物種存續及維持遺傳多樣性之價值。生態系為生態旅遊之主要去處，更為許多文藝創作的靈感來源，故其在文化與生活安適性上之貢獻也不可忽視。2010年第10屆生物多樣性公約締約國大會(COP 10)，通過了政策目標「2020年前，各締約國應將生物多樣性的價值，納入全國與地方政策規劃之中，且須與國家會計系統加以整合。」

就個體經濟學而言，生態系服務和生物多樣性之市場價格缺乏時，其意味當人們從商品中獲得利益時(通常是公有的自然資源)，常會忽略或低估這些自然的價值，而使人們做出會導致生物多樣性喪失的行為，也會影響人類自己的生存與發展，這些損失可能非常巨大而難以估計。生物多樣性和生態系服務雖會為私人帶來利益，大致而言其具有公共財的性質，提供群體共同享有的利益，一般可以免費取得或是透過非正式的方式被分配或管理。生態系如果未能永續經營利用，就可能遭受過度破壞而使生態系服務受到損傷，甚至因竭澤而漁，使自然資源枯竭。

生態系服務付費(Payments for Ecosystem Services, PES)就是對一種服務或可能確保該服務的土地利用之付費。生態系服務付費能創造

需求，此為矯正損害生物多樣性與妨礙永續發展之現有失衡的必要市場力量。各國政府正漸增加創造獎勵的計畫，藉由補償損生利益以支援保護生態系服務的地主。當土地無法為保育而被購買或保留，或無法建立保護區時，付費就特別有價值。PES可為地方性的，如飲水的供應；亦可為國際性的，如減少碳排放量與新植造林，REDD⁺。

在缺乏市場交易的情況下，生態系服務的傳送與消費可被視為一種正面的外部性(Positive Externalities)之型式，此種來自生態系的無形價值是一種市場失靈(Market Failure)，在環境經濟學上也發展出一些對非市場的環境產品與服務之評價方法。就生態系的總體產出價值而言，可分為使用價值(Use Values)和非使用價值(Non-use Values)兩大類。使用價值包括直接使用價值(Direct Use Value)、間接使用價值(Indirect Use Value)、選擇價值(Option Value)。非使用價值包括遺贈價值(Bequest Value)、利他價值(Altruist Value)、存在價值(Existence Value)。生態系和生

物多樣性之總經濟價值(Total Economic Value, TEV)就是自然的資本所產生的現在與未來之服務流量的價值總和。總經濟價值中，價值是來自直接有關生態系服務市場交易所提供的個人行為資訊。如缺乏此種資訊，價格資訊必須來自和該要被評估之物品間接相關的類似市場交易。如果生態系服務上的直接和間接價格資訊都缺乏時，就可創造出假設性市場以引導出價值。因此，評估生態系服務之可用的技術包括(1)直接市場評估方法(Direct Market Valuation Approaches)，(2)顯示性偏好方法(Revealed Preference Approaches)，(3)敘述性偏好方法(Stated Preference Approaches)。吳俊賢等(2006)以條件評估法(Contingent Valuation Method, CVM)評估六龜試驗林之總經濟價值，結果顯示為了維護六龜試驗林自然資源，每年每戶當地地區居民平均願意支付(WTP)108元，非當地地區居民平均願意支付344元。六龜試驗林自然資源每年對全國地區居民之總經濟效益共計為15.65-27.57億元。▲