

中國大陸、日本及韓國之森林生態系服務評估結果比較

◎林業試驗所林業經濟組·林俊成(ljc@tfri.gov.tw)、何宇睿

◎林業試驗所·邱祈榮

生態系服務及其評估

生態系服務(ecosystem service)是指人類能直接或間接從生態系中得到的效益。自然情況下，生態系會向人類經濟社會系統輸入有用的物質和能量，並接受和分解來自經濟社會系統的廢棄物，能自然地對人類社會產生有形或無形的服務。這些服務，或稱為功能，對人類是有價值的，因其能使人類得以生存，並享受生活的品質，這種福祉即為生態系所衍生之經濟效益。與一般市場上販售的商品不同，生態系服務只有一小部分能夠在市場上進行買賣，因為大多數生態系服務屬於公共財或共有資源之性質，對經濟社會來說，即使其與一般商品同樣具有價值，礙於其無法私有化、價值難被量化等特性，極少項目能進入自由市場進行交易。也因此，生態系的功能或服務價值常常容易被人類經濟社會所忽略。

經濟評估被視為決策制定時比較方案利弊的有利工具，主要是因為經濟評估能將不明確的價值量化，以提供精確的訊息予決策者作為方案選擇時的參考。人們經常在維護自然資本和增加人造資本之間進行取捨，或在不同種類的自然資本之間進行選擇，一旦開始進行選擇，就進入了價值評估過程，若以貨幣價值的形式表示不同生態系服務功能，將有助於我們更加理解這種隱晦的價值，也更有利於進行政策的比較、選擇。欲達成森林資源使用的效率與公平，有待進行相關的經濟評估工作，本文針對鄰近臺灣之

中國大陸、日本、韓國所使用的森林生態系服務評估結果加以分析，以便日後臺灣森林生態服務價值評估時參考。

森林生態系統服務功能之國家評估結果

對全國森林價值的評估，中國大陸是於近5年方由學界轉向官方進行森林價值評估，韓國、日本則是早在20及40多年前便有官方完整的評估架構。然而，各國各個年度之架構並非一成不變，故本文將各國歷年符合本文架構之森林功能予以對應標號，並使用本文架構之命名，以利讀者比較，若要了解各國原始名稱及架構可參考相關資料來源，以下為各國歷年評估之介紹。

(一) 中國大陸

中國大陸森林價值之資料多出自學術研究，各研究的架構、評估方法、單位價值、物理量等均有很大的差異，本節整理其金額供讀者參考。早期蔣延玲、周廣勝(1999)使用全國第三次森林資源調查資料之森林面積，以及學者Costanza等(1997)之全球森林單位面積平均價值數據，評估中國大陸森林38個類型的價值。由於其計算結果以美金為單位，本研究以當年美金對人民幣月均匯率8.28換算得當年森林總價值人民幣9,717億元(表1)。趙同謙等(2004)使用2000年全國林業統計指標之面積、生產力資料以及千禧年生態系統評估(Millennium Ecosystem Assessment, MEA)架構中TEEB(The Economics of Ecosystems and

表1 中國大陸歷年森林價值評估結果

單位：億人民幣

功能 ¹ 年度	1999	2004	2005	2011
① 水體保存	34	2,135	3,305	30,234
② 淨化水質	25	-	-	10,341
③ 防洪	21	-	-	-
④ 森林養分累積	3,883	372	1,221	2,077
⑤ 土壤保肥	86	-	4,539	9,059
⑥ 防治土砂流失/侵蝕	1,032	-	14	862
⑦ 防治地表崩壞/地滑	-	136	6	-
⑧ 固碳、化石燃料代替	1,272	1,627	1,968	4,303
⑨ 釋氧	17	6,732	7,184	11,290
⑩ 滯塵	-	6	4,990	7,502
⑪ 吸收空氣汙染物	-	36	123	374
⑫ 供負離子	-	-	-	56
⑬ 生物多樣性及保育	207	496	84	24,050
⑭ 森林遊憩	642	194	133	-
森林副產品	347	1,215	873	-
林木產品	1,433	1,110	915	-
廢物處理	736	-	-	-
年度總價值	9,717	14,060	25,354	100,148

註1：編號為符合本文架構之森林功能

資料來源：整理自蔣延玲、周廣勝(1999)；趙同謙、歐陽志雲、鄭華等(2004)；余新曉、魯紹偉、靳芳等(2005)；王兵、任曉旭、胡文(2011)

Biodiversity)之評估體系，評估總價值為人民幣14,060億元。餘新曉、魯紹偉、靳芳等(2005)使用全國森林生態系統定位站、全國第五次森林資源清查、全國第二次土壤侵蝕遙感調查等資料，以Costanza等(1997)之架構評估全國森林價值，評估總值人民幣25,354億元。直到2008年森林價值評估工作開始受到政府單位重視，中國大陸國家林業局發布「森林生態系統服務功能評估規範」，奠定其評估準則包含14項評估指標；王兵、任曉旭、胡文(2011)依據該規範以及第7次全國森林資源清查資料進一步評估，以規範中的11項指標(不含評估規範提及的降低噪音、森林防護、森林遊憩)評估全國森林價值達人民幣100,148億元。由於前述各篇研究其架構上的差異，總森林價值的金額差異頗大。排除1999年使用世界平均單位面積價值的評估結果不看，2004年的研究與2011年半官方資料

的森林總價值估算結果之差異近7倍。原因為2011年的評估，其使用的單位價格較高，例如2004、2005年水體保存功能使用的替代價格單位蓄水費用僅人民幣0.67元/m³，而2011年用的是水庫單位庫容投資人民幣6.1元/m³，即使森林水體保存的物理量相差不大，10倍之差的單位價格使得2011年的保水價值較2004、2005年的評估高出10倍之多，同樣的情形也發生在固碳、釋氧、滯塵及空氣汙染物吸收等功能。評估結果的差異還有一些可能的原因是同一個功能項目下新增加了子項目的評估，例如2011年較2004、2005年於土壤保肥功能多計算了有機質的價值，讓土壤保肥功能額外多出了約700億元的價值。另2011年在土壤保肥及森林養分之價值計算方式有令人質疑的部分，該篇假設樹木或土壤保存1公噸的氮，相當能製成7公噸的磷酸二胺肥料，卻將這7公噸的磷酸二胺肥的價值(7公噸

表2 日本歷年森林價值評估結果

單位：億日圓

功能\年度	1972	1991	1993	2000	2000	2001	2002
① 水體保存	16,100	42,600	694	87,407	87,407	87,407	134,881
② 淨化水質	-	-	91,760	55,688	64,686	64,686	73,450
③ 防洪	-	-	-	128,130	128,130	146,361	134,437
⑥ 防治土砂流失/侵蝕	22,700	79,800	285,200	303,304	282,565	282,565	211,334
⑦ 防治地表崩壞/地滑	500	1,800	758	84,421	84,421	84,421	84,421
⑧ 固碳、化石燃料代替	-	-	3,340	21,215	12,400	14,661	14,667
⑨ 釋氧	48,700	184,200	-	39,107	39,013	-	-
⑬ 生物多樣性及保育	17,700	6,900	-	-	37,800	37,800	37,792
⑭ 森林遊憩	22,500	76,700	41,133	21,609	22,546	22,546	22,546
年度總價值	128,200	392,000	422,885	740,881	758,968	740,447	713,527

註1：編號為符合本文架構之森林功能

資料來源：整理自全國林業改良普及協會(2008)

× 2,400人民幣元/公噸)視為該森林保存1公噸氮的價值，此估算有高估肥力功能價值之疑慮。防止地表崩壞在2004年所使用的替代價格為防止崩壞面積改作農作物的機會成本，同樣功能在2005年卻是以林業的機會成本估算，導致兩者估價值的差異頗大。2004年滯塵價值是採當年工商排放量的30%作為吸收量(3百萬公噸)，較2005、2011年採用理論上森林能吸收之細塵量(30億公噸、50億公噸)低得多。生物多樣性2004年採用國民WTP(willingness to pay)、政府保育金、林業機會成本加總價值，2005年僅用WTP，2011年則是採用林產品及動物產品市場價格迴歸值再依Shannon生物多樣性指數分層計算加總全國不同森林生物多樣性地區之價值，乃完全不同的評估方法。

(二) 日本

日本的農林水產省林野廳組織對森林進行實物產品和生態服務之經濟評估，於1972年首次核算森林服務功能價值為12.8兆日圓(表2)，1991年利用該年物價指數對1972年的評估結果進行調整，評估1991年森林價值為39.2兆日圓。1993年三菱綜合研究所評估森林價值為42.3兆日圓。至2000年，林政綜合研究所、林野

廳設森林多功能評價特別委員會舉行10次學術會議，討論核算的架構、內容，並制定有關核算的指標體系和方法，評估當年森林生態服務的核算值約75.9兆日圓。於2001年、2002年，林政綜合研究所再次重訂功能分類，核算森林價值為74.0及71.4兆日圓。歷年評估中評估結果由最低的12.8兆日圓(林野廳，1972)至最高75.9兆日圓(林野廳，2000)，差距達6倍，然而至2000年後，總價值維持在70-75兆日圓上下。

(三) 韓國

韓國森林價值評估主要由隸屬韓國林務署(Korea Forest Service, KFS)下的韓國森林研究所(Korea Forest Research Institute, KFRl)執行，1987年評估結果森林價值為17.7兆韓元(表3)，1995年為34.7兆韓元。2010年提升為109.0兆韓元，其較2008增加49%(73.2兆韓元)，亦為2000年效益總值的兩倍。由Yoo et al. (2014)可知2010年的森林公共功能總價值為當年GDP的9.3%，為農、林、漁業生產產值的3.9倍，林業產值的19.7倍，韓國林業單位KFS預算的68倍，換算每年國民人均效益為216萬韓元。由表3可見自1987年至2010年總森林價值逐年提升。

表3 韓國歷年森林價值評估結果

單位：億韓元

功能 ¹ 年度	1987	1990	1992	1995	2000	2003	2005	2008	2010
① 水體保存	30,400	83,660	79,318	99,300	132,990	140,978	175,456	185,315	202,102
② 淨化水質	-	-	-	41,230	48,270	49,039	60,487	62,186	65,474
⑥ 防治土砂流失/侵蝕	34,730	45,950	57,630	64,000	100,560	109,774	124,348	134,867	143,358
⑦ 防治地表崩壞/地滑	3,080	4,090	14,664	16,630	26,360	40,243	40,462	47,479	66,928
⑧ 固碳、化石燃料代替	45,790	47,780	83,797	72,280	135,350	132,438	134,276	168,365	220,627
⑨ 釋氧									
⑩ 滯塵									
⑪ 吸收空氣污染物 ²									
⑬ 生物多樣性及保育	2,590	9,560	5,211	7,790	7,680	6,012	7,752	16,702	76,988
⑭ 森林遊憩	59,970	42,660	35,480	44,880	48,300	110,329	116,285	116,885	146,067
森林地景	-	-	-	-	-	-	-	-	151,708
森林治療	-	-	-	-	-	-	-	-	16,819
年度總價值	176,560	233,700	276,100	346,110	499,510	588,813	659,066	731,799	1,090,071

註1：編號為符合本文架構之森林功能

註2：韓國吸收空氣汙染物功能未涵蓋氟化物的吸收，此結果為⑧~⑪的合計

資料來源：整理自Korea Forest Research Institute (2008; 2014)

森林生態系統服務功能評估結果比較

進一步分析中國大陸2011年、日本2002年以及韓國2008年各項功能佔森林總價值的比例如表4，以單一項目分析，中國大陸以水體保存價值比率最高(30.19%)，日本則是以土壤流失與侵蝕防治價值比率最高(29.62%)，韓國以水體保存價值比率最高(25.32%)。當然，單一項目價值的比例受到其他所有評估項目以及詳細評估方法的不同影響，此表整理結果不適合做國與國之比較。

中國大陸2011年、日本2002年以及韓國2008年的森林總價值之原始金額分別為人民幣10.01兆元、71.35兆日圓、73.18兆韓元，欲以同一年度及同一貨幣單位檢視各國森林總價值，需先透過消費者物價指數(Consumer Price Index, CPI)將各國不同年度之價值轉換為2013年之貨幣價值，其方法為將評估當年度總森林價值乘上當年度之平均CPI與2013年之平均CPI的比值，可獲得2013年各國總森林價值分別為人民幣9.75兆元、70.71兆日圓、64.25

兆韓元；將各國貨幣以2013年平均匯率兌換新臺幣，可得各國森林總價值為新臺幣466.24、215.03、22.51兆元，若考量森林面積，中國大陸、日本、韓國當年評估每ha的森林價值現值分別為新臺幣22.45、85.74及35.33萬元。若考量森林蓄積量，中國大陸當年評估每m³的森林價值分別為新臺幣3,080、5,323及3,415元。

結論

由於生態系價值的估算方式主要是以單位面積或蓄積量的功能價值乘上總面積或總蓄積量而得，因此具有較大森林面積及蓄積量的中國大陸可能具有較高的總森林生態系服務價值，未來每年衍生出巨大的生長量，相較各國有最大的森林價值成長。日本是有最高單位面積森林蓄積的國家，但這也意味著其生長較飽和，未來森林價值增幅應較少，然而其高森林覆蓋率及蓄積密度對於雨水截流、汙染物吸收、生物多樣性等功能可能具有正面影響。韓國森林面積雖緩慢萎縮，但其具有僅次於日本的森林覆蓋率及單

表4 中國大陸、日本、韓國各國森林生態系服務評估價值比例

介質類別	功能指標	中國大陸	日本	韓國
評估當年度之總森林價值		人民幣10.01兆元(2011)	71.35兆日圓(2002)	73.18兆韓元(2008)
換算2013年總森林價值 ¹		人民幣9.75兆元	70.71兆日圓	83.36兆韓元
折合2013新臺幣(兆元) ²		466.24	215.03	22.51
折合2013美元(兆元) ²		1.57	0.72	0.08
水	水體保存	30.19%	18.90%	25.32%
	淨化水質	10.33%	18.84%	8.50%
	防洪	-	10.29%	-
土	森林養分累積	2.07%	-	-
	土壤保肥	9.05%	-	-
	防治土砂流失/侵蝕	0.86%	29.62%	18.43%
	防治地表崩壞/地滑	-	11.83%	6.49%
空氣	固碳、化石燃料代替	4.30%	2.05%	3.50%
	釋氧	11.27%	-	18.24%
	滯塵	7.49%	-	0.17%
	吸收空氣汙染物 ³	0.37%	-	1.10%
	供負離子	0.06%	-	-
生物	生物多樣性及保育	24.01%	5.30%	2.28%
遊憩	森林遊憩	-	3.16%	15.97%
2013年森林總價值占GDP比率(%) ⁴		17%	15%	6%
森林單位面積之價值(新臺幣萬元/ha) ⁵		22.45	85.74	35.33
森林單位蓄積量之價值(新臺幣元/m ³) ⁵		3,080	5,323	3,415

註1：中國大陸2011年、日本2002年、韓國2008年的月均CPI分別為105.42、100.95、94.54；2013年中國大陸、日本、韓國的月均CPI為102.63、100.04、107.68

註2：2013年人民幣、日圓、韓元兌新臺幣之匯率分別為4.782、0.304、0.027；2013年人民幣、日圓、韓元兌美元之匯率分別為0.1614、0.0102、0.0009

註3：韓國吸收空氣汙染物功能未涵蓋氟化物的吸收

註4：2013年中國大陸、日本、韓國的GDP為9.24、4.92、1.30兆美元

註5：中國大陸2011年、日本2002年、韓國2008年的森林面積為20,769萬ha、2,512萬ha、637萬ha；中國大陸2011年、日本2002年、韓國2008年的森林蓄積量為151.3億m³、40.4億m³、6.6億m³

資料來源：本文整理

位面積蓄積量，且較中國大陸、日本，韓國具有極高的單位面積生長量，可以推測其未來單位面積森林價值將會有較大的漲幅。

每個年度的生態系價值可由其特定服務的產值得知，單位產值的金錢價值是由人為給予依市場或非市場的單位價值。這個產值為一物理量(例如每年儲水量體積、每年累積肥力噸數…)，是由單位面積的產值乘上總森林面積，或單位生長量的產值乘上總生產量而得。中國大陸有較大的森林面積，且其較大的蓄積量使逐年的生長量較大，假若單位

產值各國之間無異，中國大陸因其固有面積及淨生長量，應具有較高的總森林生態系服務價值。日本單位面積森林蓄積能力最高，可見其單位森林面積的服務價值應較高。但年均單位面積蓄積成長量而言，韓國未來單位面積森林價值成長的變化幅度較大。

依此，蒐集臺灣森林之林型、林種、齡級之面積、蓄積量、生長量以及評估物理量(涵養水量、氧氣產量)、單位價格(水庫造價、氧氣價格…)，將能效法中、日、韓評估家森林生態系服務價值，有助了解森林資源及政策評估。⊗