

# 日本因應溫室氣體減量之森林資源經營管理政策分析

文 ■ 林國慶 ■ 國立台灣大學農業經濟學系教授

柳婉郁 ■ 真理大學自然資源應用學系助理教授（通訊作者）

## 一、前言

京都議定書要求日本溫室氣體排放量降至1990年基準年水準之94%，但1999年時日本排放水準已超過基準年之7%，因此若要達到京都議定書所要求的減量水準，則在2010年時日本需減少預估排放水準的13%（Amano and Sedjo, 2003）。日本政府的基本策略是維持能源使用及能源部門排放水準盡量不變，或是利用各種計劃，如大眾共同努力、自願性減量來降低排放水準，而非能源部門的排放水準也須適度的小幅下降。日本因應京都議定書減量來源之比例如表1。

日本有大量的森林資源，全國面積3,778萬公頃中，森林面積佔2,512萬公頃，森林覆蓋率為66.49%。以1995年而言，天然林所佔比例為53.2%，人工林為41.4%，其他為5.4%。根據京都議定書中第3.3條內容「1990年後實行的新植造林，再造林所提供的CO<sub>2</sub>吸存量」，及第3.4條內容「農業、林業以及土地利用變動部門之相關措施，所提供之CO<sub>2</sub>減量」，日本在此兩條文下適用的總吸存量為47.67百萬公噸CO<sub>2</sub>（佔總減量標準的3.9%），日本森林在日本因應溫室氣體減量

表1 日本因應京都議定書減量來源之比例

減量方式	比例
能源使用所排放之二氧化碳	+ / - 0%
非能源使用之二氧化碳、甲烷、氧化亞氮	- 0.5%
減量技術創新以及國內各層級推動溫室氣體減量活動	- 2%
冷煤替代物所排放的三種溫室氣體	+ 2%
森林吸存的減量	- 3.9%

資料來源：本研究整理。

中將提供相當大的貢獻。

在森林可扮演的角色上，歐盟可使用森林吸附為減量工具的比例只佔4%，日本擁有豐富的森林資源，是目前全世界京都議定書各締約國中，應用森林吸存進行減量工作，佔總減量比例最高者，亦即日本可使用森林吸附減量之比例最高，可達到2010年預估所需減量的四分之一，日本每年可使用森林碳吸附的量可達1,300萬噸碳（Amano and Sedjo, 2003）。但若日本要使用森林碳吸附的方式，則勢必要減少林木砍伐量，增加木材進口，因此會有碳逸漏（Carbon Leakage）情形，亦即本國CO<sub>2</sub>排放減少，而在別的國家CO<sub>2</sub>



增加的情形。為因應京都議定書所需之溫室氣體減量，日本希望透過京都議定書第3.3條與第3.4條內容規範之森林吸存效果以及京都機制來完成47.67百萬公噸之減量，佔應減量之3.9%。

## 二、日本實施森林經營管理策略之原則

日本溫室氣體減量措施主要為加強森林管理，且行之多年，其相關原則分述如下：

### （一）制訂森林法，以強制的法令來保護森林

最初倡議制定保存森林的法令可追溯至1600年代，其主要目的是保護水源及穩定地質，禁止森林砍伐及開採則是為了避免森林的減少。日本持續致力於森林保護，於1897年制訂森林法，為國家級的森林保護法令。森林保護的目的包括：1·保護水源地；2·控制侵蝕與沉降作用；3·預防土壤崩塌；4·控制沙土位移；5·防風；6·防洪；7·防止潮汐帶來的災害；8·防旱災；9·防雪；10·防煙霧粉塵；11·預防雪崩或山崩；12·防止落石；13·防止火災；14·保存漁業資源；15·導航；16·公眾健康；17·美化景觀。

### （二）日本森林資源經營管理政策之範疇與重點

日本森林資源經營管理包括三項範疇：1·人類與森林共生共存；2·土壤與水源的保護；3·維持森林資源的利用。第1項與第2項是基於公眾利益，第3項則是基於使用木材

產品，但以不破壞環境為前提，日本森林管理的重點在於提供大眾服務、涵養土地及水源及保護自然環境，除落實控制及管理天然林，使其維持初始的自然環境，並發展可供民眾認識天然林及其他功能的「休閒林業」。

### （三）日本的森林分為國有林、私人或公共團體擁有的非國有林

日本森林所有權制度的建立約在100年前，分為國家的所有權及非國家的所有權。國家政府負起管理國有林的責任，另一方面，非國有林的管理歸於縣市政府、地方政府、私人及法人等。日本的森林分為國有林、私人或公共團體擁有的非國有林，小規模的私有林主為主要的非國有林營林者。日本約有290萬公頃的非國有林，廣布在全國各地，大多為小於5公頃的小規模經營，因地形陡峭且複雜使林主無法提高森林生產力及合理使用他們的森林。此外，與其他產業比較，人民工資的提高使再造林及造林地維護的成本提高，另日圓升值也帶動進口量增加，與國內的產品產生競爭的效果。其他國家所提供的木材製品數量多於日本，此因素也造成國內木材價格再下降，且阻止了森林活動的投資，因此，林業的收入相對偏低，且不足以提供生活所需，又大量的私有林主必須另尋就業機會，而對管理森林的時間相對減少。高山村落人口的減少及經濟的衰退對於保護及管理森林產生重大的負面影響，例如都市的高薪資吸引年輕且高生產力的工作者往都市發展，因此缺乏人力來保護及

管理森林，再加上木材價格低迷，且木材需求結構改變，更使問題加劇。此結果造成森林生產力及農村經濟活力降低，林主為了擴大經營規模，組成森林所有權人協會（Forest Owners Cooperative），總共成立1,500個組織，管理70%的非國有林地，面積約170萬公頃，提供4萬個工作機會。森林所有權人協會扮演替換、補充人力的角色，且致力於降低成本與提升所得。

#### （四）日本致力於國際推廣與國際合作

日本在國際間倡導由政府及非政府組織推動的綠色革命已超過40年。從遠古至今，日本重視森林文化，不僅在於木材使用，而且充滿精神上的信仰與感情，因此，日本致力於建立及保存森林，從中引申出土壤與水源保護，並發展出有效使用木材製品的方法。日本提供開發中國家技術，並與其合作致力於保護並管理森林。此外，日本也透過國際組織，如世界農糧組織，提供資金來促進他國森林的保育及管理。

### 三、日本因應溫室氣體減量之森林資源管理政策

日本因應溫室氣體減量森林資源管理政策包括如下：

#### （一）實施森林與林業相關政策措施以因應溫室氣體減量

日本因應溫室氣體減量所實施的林業相關措施包括強化森林整備，提升間伐效率以促進木材品質；其次延長森林輪伐期，改變森林組成、促進育成複層林，並加強保安林的

管理；而日本亦針對山地災害發生率高的山區推行相關治山計畫，防止森林病蟲害與森林火災的發生。日本也鼓勵企業與民間參與，進行新植造林或再造林，並推動木質材料與生質能源材料的使用，促使森林經營活性化。

#### （二）推動都市綠化以達成京都議定書第3.4條之規範

此部分之措施主要依據京都議定書第3.4條之內容「與農林業相關之政策措施提供之CO<sub>2</sub>減量計入排放淨值中」，相關措施包括都市林的建立、都市公園的管理、開放空間的綠化活動等。日本主要之溫室氣體減量措施，可歸納為表2。

#### （三）日本提出並實施防止地球暖化之森林碳吸存十年政策

日本提出森林碳吸存10年政策，其政策基本目標如下：1·完善的森林整頓工：包括促進間伐實施、森林複層林化、以多樣化方式造林，建立全國綠色網絡架構等。2·保安林等施以合適的管理與保育：包括管制保安林的伐採，確保森林公益機能的發揮、針對保安林推動治山管理相關政策、與推動森林相關病蟲害防治及驅除技術等。3·推動利用木材、木質產品、擴張林產品的需求：包括促進使用當地木材、生質能源以及其相關設施的推動與建設等。4·全民參加的森林營造活動：包括推動全國不同層級、不同單位共同進行造林工作，培養全民對森林經營、森林維護之共識。5·積極推廣全民森林環境教育。6·健全森林吸存溫室氣體的測量與檢證



表2 日本主要減量措施目標與其比例

主要減量措施	部門減量值（萬公噸）	佔基期年排放比例	佔總減量值比例
各部門溫室氣體減排措施	68.16	- 6.5%	45.92%
森林吸存	47.67	- 3.9%	32.11%
應用京都機制	32.61	- 1.6%	21.97%
合計	148.44	- 12%	100%

資料來源：本研究整理。

體系：包括森林對二氧化碳吸存貢獻的科學證明工作、促進國內森林資源導入地理資訊系統（Geographic Information System，GIS），有效監控國內既有森林資源、推動建立森林資源狀況資料庫等。

日本為防止地球暖化之政策目標為使溫室氣體排放量降至1990年水準之94%，分為三階段實施，第一階段期間為2002年～2004年，實施相關減量政策與作法，並於2004年進行檢討。第二階段期間為2005年～2007年，實施追加的政策，並於2007進行檢討，主要為環境相關稅制。第三階段期間為2008年～2012年，實施追加的政策，並於2012年達成6%的減量目標（詳細參見表3、4與表5）。

就森林吸存政策方面，目標吸存量為基期年排放水準之3.9%。日本為達到此目標，必須針對全國70%以上森林（約1,750萬公頃）進行適當的森林管理。若換算為材積量，則須在第一約束期間屆滿時，達到國內森林碳吸存量增加1,300萬噸的目標。以日本目前森林管理的現況來看，距離森林所需做出的

3.9%削減目標還有很大的差距。日本未來朝節省成本，進行更有效率的森林經營管理，確保森林勞動力，與促進木材與林產品使用等方向努力，並針對現階段可實施的措施優先施行，朝向於2012年達成總目標努力。

日本森林碳吸存之10年政策目標為達成森林碳吸存部門提供削減3.9%之貢獻，及每年對聯合國氣候變化綱要公約（The United Nations Framework Convention on Climate Change，UNFCCC）提出報告。森林碳吸存之10年政策亦分為三個階段，第一階段為建構政策推動體系（2002年～2004年），此階段之目標為確保日本國內森林資源能達到最大限度的吸存潛力，並於2004年針對實施成果進行評估與檢討。此階段之相關政策包括：1·森林相關公共設施、公共建設的強化與效率化；2·健全林業勞動力的勞資規範，專業森林勞動力的培育政策；3·健全木質生質材料的利用與相關設施；4·建立森林吸存潛力的監測體系；5·強化中央與地方政府間的政策連結。第二階段為追加補強的政策措施（2005年～2007年），此階段視第一階段政



表3 森林碳吸存10年政策第一階段之政策

項目	細部內容
完善的森林整頓工作	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 制定「森林吸存政策推動計畫」</li> <li>b. 推動「緊急間伐5年政策（2000～2004）」</li> <li>c. 推動長期循環施業，積極管理森林資源</li> <li>d. 建立森林相關人才培育的相關機構</li> <li>e. 修正現有森林法</li> </ul>
保安林等施以合適的管理與保育	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 制定保安林管理計畫</li> <li>b. 修正森林法</li> <li>c. 根據水文流域特性建立相應的治山整備計畫</li> </ul>
推動利用木材，木質產品，擴張林產品的需求	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 建立新的物流，加工設施與制度</li> <li>b. 木質、生質能源使用設備的建構</li> </ul>
全民參加的森林營造活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 修正森林法，促使全國各階層共同加入森林營造活動</li> <li>b. 培育森林相關人才，建構區域性森林網絡架構，擴大造林活動的範圍等</li> </ul>
健全森林吸存溫室氣體的測量與檢證體系	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 著手規劃森林吸存潛力的公報與檢證機制</li> <li>b. 國有林與地方公有林陸續與GIS系統連結，建立森林資源資料庫</li> </ul>

資料來源：本研究整理。

表4 森林碳吸存10年政策第一階段的成果

項目	細部內容
完善的森林整頓工作	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 針對重點區域制定實施計畫 全國共477個點</li> <li>b. 緊急間伐計畫達成目標 每年間伐30萬公頃</li> <li>c. 人才培育參加者達每年2,400人</li> </ul>
保安林等施以合適的管理與保育	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 擴大保安林範圍 905萬公頃→920萬公頃</li> <li>b. 山坡地災害高風險地區（23處）整備率達44%</li> </ul>
推動利用木材，木質產品，擴張林產品的需求	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 區域木材流通、加工體系的革新（全國5處）</li> <li>b. 擴建木質資源利用設施 157組（1999）→324組（2003）</li> </ul>
全民參加的森林營造活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 全民參與造林的自發性參加團體 277團→1,165團</li> <li>b. 森林之子俱樂部活動參加人數 18萬人→25萬人</li> </ul>
健全森林吸存溫室氣體的測量與檢證體系	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 共計有34處地方政府所有林地資料納入GIS體系</li> </ul>

資料來源：本研究整理。

策的實施情形，追加必要的強化政策（目前仍在商議環境稅制的實施，很可能是未來主要追加的減量措施），並於2007年針對實施成果進行評估與檢討。第三階段為確實推動與實施森林整備，森林保育的措施（2008年～2012年），此階段視第一、二階段政策的實施情

形，進行政策檢討與修正。

#### （四）日本利用現有森林資源（包括人工林與天然林）充分發揮碳吸存之貢獻

日本國內森林資源分為人工育成林（1,160萬公頃）與天然林（1,350萬公頃）。



表5 森林碳吸存十年政策未來預計實施的措施

項目	細部內容
完善的森林整頓工作	a. 針對需實施間伐之森林與林道交通不便之林地，積極進行強化措施 b. 提升間伐材的使用率（目前約40~50%） c. 積極達成森林林業基本計畫之目標（2012年共140萬公頃，每年成長5萬公頃之造林），並推動複層林造林
保安林等施以合適的管理與保育	a. 努力達成2012年保安林所提供的吸存效果，並持續推動天然林的保育與管理體系 b. 繼續施行山坡地高風險地區的整備活動（約4,000處） c. 水源地的森林保育與管理工作（約1,500處）
推動利用木材，木質產品，擴張林產品的需求	a. 達成森林林業基本計畫中的目標（2010年達25百萬立方公尺），擴大伐採木材的使用率 b. 持續建立新的物流與加工體系，擴大木材使用範圍，推動「家裡隨處能看到木材製品」的理想
全民參加的森林營造活動	a. 建立「透過造林來防止地球暖化」的觀念，實施森林教育 b. 基於森林教育促進法，推動森林教育相關措施
健全森林吸存溫室氣體的測量與檢證體系	a. 持續努力連結國際規範與國內制度，建立森林吸存二氧化碳的估算與測定機制 b. 將全國森林資源導入GIS系統，建立全國森林資源資料庫

資料來源：本研究整理。

註：日本減量目標為6%，森林吸存貢獻了3.9%，其中的1998~2002年實際吸存量仍在評估中。日本於2004年3月檢討過去實施成果，修正政策大綱，在2004年6月召開森林審議會，匯集意見擬定未來地球暖化對策，而在2005年3月為制定新的地球暖化政策推動大綱。

1,160萬公頃的人工林經過適當的經營管理與整備，都可提供碳吸存。而天然林部分，其中590萬公頃保安林的管理，亦可提供京都議定書中認可的吸存效果。若依上述理想狀態加總，日本國內森林資源將可提供京都議定書所認可2,580萬噸的碳吸存量，為1990年排放量之7.7%。而其中1,270萬噸將作為木材供給使用，即不用來達成京都議定書之用，剩餘的1,310萬噸則用以提供碳吸存的貢獻（3.9%）。以1998~2000年的狀況來模擬2010年森林提供的吸存量狀況：天然林的部分達成率與理想目標相符（1,160萬公頃），而人工育成林整備則僅達成820萬公頃，加總後發現以現行措施而言，2010年時總吸存量

將只有1,980萬噸（相當於1990年水準的5.9%），此對原先預期的木材供給與提供議定書認定的碳吸存貢獻都有向下調降的趨勢。因此日本目前需加強的為人工育成林中尚未完成整備的部分（約340萬公頃）。

在京都議定書中森林扮演二氧化碳吸收源的角色，雖然對溫室氣體減量的目標而言，森林的吸收量有其限度，但仍被認定予以計入。日本的地球暖化對策是根據「地球暖化對策進行綱領」進行，綱領以達成6%的減量為目標。在6%當中3.9%屬於森林吸收部分，可見大部分的減量需仰賴森林吸存，其他部分則藉由京都機制來補足，包括海外造林計畫等。因此日本要達成京都議定書中所

承諾的減量義務，國內森林及海外造林皆扮演重要的角色。在京都議定書中，日本幾無造林、再造林及伐林等方面的活動，而以森林管理為主。日本每年約造林3~4萬公頃，都很少在伐採跡地、農地或牧草地實施造林。京都議定書的定義雖未將伐採跡地列入造林的對象，但農地與牧草地的造林可列入計算。在馬拉喀什會議中（COP7，2001年11月），已對「森林管理」作定義，並對利用「森林管理」所可達成的各國吸收量訂定上限值。日本的上限值是1,300萬噸碳，相當於1990年排放量的3.9%。值得注意的是，根據「森林管理」的定義，必須是人類的行為活動下所增加的吸收量，才能列入計算。日本林野廳則根據此定義，將「森林管理」所能達到的吸收量，以約相當於日本森林面積2,500萬公頃的70%，即1,750萬公頃來試算。如果日本保持現狀，沒有採取任何新的對策，則估計可達相當於1990年排放量2.9%的吸收量，與3.9%相差的1%（330萬噸碳）如何補足，便成為新政策的目標。林野廳規劃防止地球暖化的10年對策。10年對策主要重點包括健全的森林整理、保安林等的適當管理、推行森林合理使用與利用以及國民參與森林的建構等四點。健全的森林整理是以間伐等人工林的修整為重要項目，適當利用生產的木材亦為重要的課題。

#### 四、結語

我國目前並不屬於聯合國氣候變動綱要公約（UNFCCC）的會員國，京都議定書中亦無規範我國之減量責任與義務，但在全球溫室

氣體的減量趨勢，排放量成長快速的國家如我國等，未來受到國際約束的可能性相當高，因此透過了解各先進國家之減量政策、減量經驗，作為我國因應全球溫室氣體減量趨勢的參考，亦十分重要。由溫室氣體排放量趨勢預測相關研究可以發現我國每年排放量成長速度明顯高於其他先進國家，若不採取任何因應措施，至2020年時排放量約為1990年水準的2倍以上，足見我國必須正視溫室氣體問題，且應及早進行因應策略之規劃。相關模擬研究中亦指出進行溫室氣體減量將對國家經濟發展造成負面影響，如何在經濟發展與溫室氣體減量間取得平衡，達成減量目標並將對國內的經濟影響減到最小，是世界各國，包括我國所需要思考且共同努力的方向。🌱



（圖片／高遠文化 攝影／曾珮瑩）