

出國報告(出國類別：研究)

植林及森林經營之碳匯效益 計量與認證制度研究報告書

服務機關：行政院農業委員會林業試驗所

姓名職稱：林俊成 副研究員

派赴國家：日本

出國期間：101年07月29日至08月05日

報告日期：101年10月17日

摘要

日本政府推出「地球溫暖化對策推進大綱」，其中主要策略之一，即加強造林和森林經營以增加二氧化碳吸收與固定。占有日本土地面積約7成的森林，被賦予需達成減量3.8%(13百萬公噸的碳)。因此日本林業部門以提升日本森林碳吸收量為目標，規劃出「防止地球溫暖化的森林吸收源十年對策」。本計畫目的乃藉由人員前往日本，進行現地參訪及與日本相關人員研討與相關資料收集，可汲取日本之森林碳吸存量計量方法及認證制度的經驗，瞭解國內之企業森林及森林碳匯抵換制度之實際執行情形，並進行技術交流，可供未來國家研擬森林碳管理策略之參考。

目 次

摘要

一、目的	01
二、過程	03
三、心得	03
(一)森林碳吸收量計量方法	03
(二)日本森林認證實施現況	06
(三)日本已查證排放減量抵換額度制度(J-VER)	12
(四)企業森林(企業の森)	15
四、結論與建議	21

一、目的

日本政府於 1997 年 12 月成立「地球溫暖化對策推進本部」，之後，於 1998 年 6 月推出「地球溫暖化對策推進大綱」，作為推展相關政策之指導原則與方向，大綱中訂出各部門之二氧化碳減量目標，及規劃各項策略以達成 6%的減量目標，其中主要策略之一，即加強造林以增加二氧化碳吸收與固定。占有日本土地面積約 7 成的森林，被賦予需達成減量 3.8%，即確保減少 13 百萬公噸的碳。因此日本農林水產省於 2002 年 12 月，以提升日本森林碳吸收量為目標，規劃出「防止地球溫暖化的森林吸收源十年對策」，其主要內容包括健全的森林經營；適當的保安林管理與保護；鼓勵民眾參與森林經營；促進木材、木質生質能源利用；強化吸收量報告與驗證體制等 5 項。

以日本森林碳計量為例，由公部門提供具有一致性及可信度的轉換係數，供國內在計量森林碳量時使用，也供國內碳交易之計量基準。其所估計之林木材積是依據日本林野廳之國家森林資源資料庫(National Forest Resources Database；NFRDB)及主要樹種的材積收穫表。木材基本比重、擴展係數及根莖比的數據取自日本森林總合研究所(Forestry and Forest Products Research Institute)之研究與調查結果。碳含量比例(CF)，則以 LULUCF-GPG 給的預設值 0.5 為準。

日本政府推動企業的社會責任(Corporate Social Responsibility；CSR)造林，以達成生物多樣性與碳吸存等環境效益，對企業森林的效益包括公關與企業形象 CSR、休憩空間、環境教育、環境貢獻。由森林所有者提供土地，企業提供資金，委託森林所有者或森林組合來經營管理林地，而政府部門主要負責資訊提供、媒合及行政支援的角色。

日本政府欲達成減量目標及實現「低碳社會」，於 2008 年 10 月起，推動二項合作減量的制度，一為開始試行國內排放量交易統一市場(Integrated Domestic Market for Emissions Trading) 及日本查證排放減量之抵換減量額度制度(Japan Verified Emission Reduction for offset credit; J-VER)等自願性減量措施。企業可根據自己預設的減量目標從事減量活動，當企業減量成果超過預先設定的目標，所額外減少的量將可在國內進行交易。在抵換減量額度制度中，除有將鍋爐燃料由燃油轉換成使用木質生物量的碳替代專案外，尚包含以加強森林管理及造林活動所增加CO₂吸收量之專案。這些專案活動的推行使森林資源在降低溫室氣體的貢獻上產生更大價值，而出售抵換減量額度所獲得的資金將歸屬於森林管理者所有，這也為活化林業，以及由山村維護森林溫室氣體減量的效益上產生實質的貢獻。目前抵換制度專案活動的項目有排放減量及森林碳匯 2 大類，在排放減量有 6 項專案類型，在森林碳匯有 3 項專案類型，並有其各自之方法學。

藉由人員前往日本進行現地參訪及與相關人員研討與相關資料收集，可汲取日本之森林碳吸存量計量方法及認證制度的經驗，並進行技術交流；研習日本國內企業森林及查證排放減量之抵換減量額度制度(J-VER)之實際執行情形及運作機制，可供未來國家研擬森林碳管理策略時之參考，並可提供國內森林減碳專案運作時之可行模式。

二、過程

於101年7月29日至8月5日，前往日本進行現地參訪及研習，主要活動行程安排如下：

表1 行程安排

日期	活動行程
7/29(日)	台北-東京(至東京大學討論森林碳管理相關議題)
7/30(一)~7/31(二)	東京(參訪森林認證相關機構討論森林認證(FSC、SGEC)、日本已查證排放減量抵換額度制度(J-VER)
8/01(三)~8/02(四)	東京、名古屋、三重(參訪日本全國森林組合連合會討論企業森林及至速水林業之經森林認證林地進行現場觀摩)
8/03(五)~8/04(六)	京都(與森林總合研究所相關專家學者討論森林碳吸收量計量方法及森林碳管理策略及進行現場觀摩)
8/05(日)	京都-台北(資料整理與返程)

三、心得

(一)森林碳吸收量計量方法

與東京大學、森林總合研究所相關專家學者討論森林碳吸收量計量方法及森林碳管理策略。

日本國家溫室氣體報告(2006)對於土地使用、土地使用變化與林業(Land Use, Land Use Change and Forestry; LULUCF)推估方法，在碳貯存量的估算，

主要還是依循聯合國氣候變化政府間專家委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change；IPCC)的LULUCF良好做法指南(Good Practice Guidance for Land Use， Land-use Change and Forestry；LULUCF-GPG)之相關規範，一般推估林木每公頃碳吸存量，係根據 IPCC 所制定估算林業部門碳吸存量之原則，將林木材積藉由木材比重換算出林木生物量，再利用林木生物量與地上部、地下部生物量的擴展係數與碳含量等轉換係數估算出碳吸存量，其林木碳吸存評估模式如下(IPCC 2003)：

$$C_t = [V_t \times D \times BEF] \times (1 + R) \times CF \quad (1)$$

式中： C_t =在時間為 t 時的林木每公頃碳量(tC/ha)； V_t =為林齡 t 年每公頃之林木材積(m^3/ha)； D =木材基本比重(t/m^3)； BEF =生物量擴展係數； R =根莖比； CF =碳含量比例

所估計林木材積(V)是來自日本林野廳之國家森林資源資料庫(National Forest Resources Database；NFRDB)及主要樹種的材積收穫表(yield tables)，人工林針葉樹區分為以柳杉(Japan cedar)、檜木(Hinoki cypress)、日本落葉松(Japanese larch)、日本松(Japanese pine)、冷杉(Sakhalin fir)、雲杉(Yezo spruce)及其他針葉樹等7種林型，而闊葉樹包括麻櫟(*Quercus acutissima*)、日本橡木(Japanese oak)及其他闊葉樹等3種林型，在半天然林(Semi-natural forests)部分，只分針葉樹與闊葉樹兩種。木材基本比重(D)、生物量擴展係數(BEF)及根莖比(R)依日本森林總合研究所(Forestry and Forest Products Research Institute)之研究與調查結果(表2)。碳含量比例(CF)，則以LULUCF-GPG給的預設值為0.5。

表2 日本森林碳量估算之木材基本比重(D)、擴展係數(BEF)及根莖比(R)

林型	樹種	D	BEF		R	
			<20年	>20年		
人工林	針葉樹	柳杉(Japan cedar)	0.31	1.57	1.23	0.25
		檜木(Hinoki cypress)	0.41	1.55	1.24	0.26
		日本松(Japanese pine)	0.42	1.63	1.23	0.27
		日本落葉松 (Japanese larch)	0.40	1.50	1.15	0.29
		冷杉(Sakhalin fir)	0.32	1.88	1.38	0.21
		雲杉(Yezo spruce)	0.36	2.15	1.65	0.21
		其他針葉樹	0.42	1.80	1.36	0.30
	闊葉樹	麻櫟(Quercus acutissima)	0.67	1.36	1.33	0.25
		日本橡木(Japanese oak)	0.62	1.40	1.26	0.25
		其他闊葉樹	0.59	1.43	1.27	0.25
半天然林	針葉樹	0.38	1.81	1.32	0.26	
	闊葉樹	0.60	1.41	1.27	0.25	

日本森林碳吸收量計量與查證體系架構中，可藉由森林登記(台帳)及森林計畫圖之調查資訊；森林資源監測調查、森林經營監測及野外調查以取得森林分資訊；使用正射影像、衛星影像等地理資訊進行區位與面積的查證為資訊取得來源，藉由這些資訊可進行森林碳吸收量計量與查證(圖 1)。

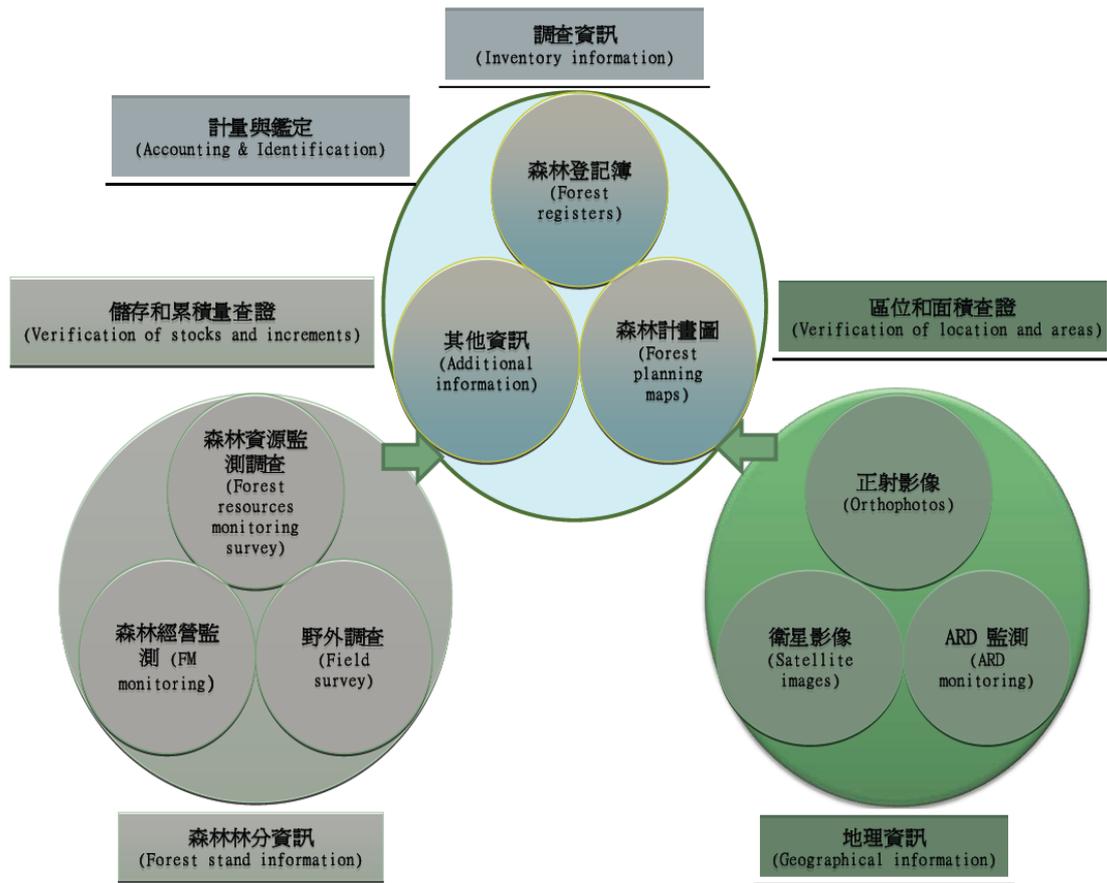


圖 1 日本計量與查證體系架構

(二)日本森林認證實施現況

與 SGEC(Sustainable Green Ecosystem Council)綠の循環認證會議及日本 FSC(Forest Stewardship Council)事務局人員進行討論及交流，並與日本第一家取得 FSC 森林認證林地之速水林業經營者進行討論及交流。

1. FSC(Forest Stewardship Council)認證制度

FSC(Forest Stewardship Council)於1993年由世界自然基金會(WWF)所推動的全球性的森林認證制度，每個國家的森林經營者，可參照FSC的10項原則和56個準則來通過認證。至2012年3月，日本國內森林取得FSC-FM認證之林地共同35個地點，認證林地面積為392989公頃。

表3 日本森林取得 FSC-FM 認証之状況

認証取得者	面積 (ha)	代表樹種	地域
速水林業	1,072	扁柏、柳杉	三重県
栲原町森林組合	13,238	柳杉、扁柏、赤松	高知県
アサヒビール(株)	2,169	柳杉、扁柏、麻櫟	広島県
宮川森林組合	1,442	柳杉、扁柏	三重県
吉田本家山林部	1,256	扁柏、柳杉	三重県
山梨県	143,000	落葉松、扁柏、赤松、闊葉樹	山梨県
北越製紙(株)岩手社有林	3,044	落葉松、赤松	岩手県
尾鷲市	3,407	扁柏、柳杉、闊葉樹	三重県
下川町森林組合	6,122	冷杉、落葉松	北海道
岩泉町	6,212	落葉松、赤松、柳杉、闊葉樹	岩手県
(有)三英クラフト	955	柳杉、闊葉樹	山形県
松阪飯南森林組合	2,352	柳杉、扁柏、闊葉樹	三重県
気仙地方森林組合	12,633	柳杉、落葉松、赤松、闊葉樹	岩手県
中勢森林組合	1,281	柳杉、扁柏	三重県
諸塚村	12,236	柳杉、扁柏、麻櫟	宮崎県
九州電力(株)	4,448	柳杉、扁柏	大分県他
社団法人兵庫みどり公社	25,180	柳杉、扁柏	兵庫県
かが森林組合	32,391	柳杉、扁柏	石川県

美幌町森林組合	3,028	落葉松、冷杉	北海道
NPO 法人緑のダム北相模	41	柳杉、扁柏	神奈川県
岐阜県グループ	6,274	柳杉、扁柏	岐阜県
西粟倉村	1,794	柳杉、扁柏	岡山県
大正町森林組合	2,949	柳杉、扁柏、麻櫟類	高知県
F-net 大井川	1,472	柳杉、扁柏	静岡県
宗教法人真如苑	374	柳杉、扁柏、麻櫟、楮櫟類	東京都
磐城造林株式会社	754	柳杉	福島県
日本土地山林株式会社	1,860	柳杉、扁柏、赤松、落葉松、闊葉樹	兵庫県
三菱製紙株式会社	398	赤松、落葉松、柳杉、扁柏、闊葉樹	福島県及び青森県
三井物産株式会社	44,093	冷杉、落葉松、柳杉、扁柏、闊葉樹	全国
東京電力株式会社	16,334	落葉松、側柏、山毛櫸、蒙古櫟	群馬県
日南町森林組合	2,616	柳杉、扁柏	鳥取県
天竜林材業振興協議会	36,494	柳杉、扁柏	静岡県
トヨタ自動車株式会社	1,690	柳杉、扁柏	三重県
田中林業	348	扁柏、柳杉、落葉松、日本花柏、冷杉、日本榧樹、柳杉	東京都
檜原村	33	柳杉、冷杉、闊葉樹	東京都

資料來源：NPO 法人 日本森林管理協議會

2.SGEC(Sustainable Green Ecosystem Council)綠の循環認證會議

基於森林永續經營為國際趨勢，日本為符合此一趨勢，於 2003 年 6 月，由森林、林業和木材工業、自然保護組織、消費者團體、學術各領域專家，來自各行各業的意見，為促進日本國內資源豐富的人工林資源的循環利用、振興地域材而成立國家特定的制度而設立，SGEC 為日本國內的認證制度，目前尚未與國際上的認證制度結合，未來考慮與 PEFC 進行相互承認，而經 SGEC 認證的林產品目前僅以日本國內市場為主，尚未出口到其他國家。SGEC 森林經營的認證，主要是參照 7 個森林永續經營的獨立基準，即：

基準 1：認證的森林需有明確的管理方針：為了森林的良好管理，需有森林明確的使用權或擁有權的證明文件及經營計畫。

基準 2：生物多樣性保全：森林管理應保持森林的多樣性，如不同物種、動植物的相互關係，如果有珍貴樹種更應特別考慮。

基準 3：土壤和水資源的保全和維護：森林對於水資源供給、土砂流失防止等效益是非常重要的。特別是水源保護、飲用水安全等，因此在林地開發及森林利用時需要特別注意。

基準 4：森林生態系健康及生產力的維持：為了享受森林生態系的各種功能和資源，進行伐採、更新。保育、間伐等作業時，考量森林的長期穩定性是必要的。另外也需考慮森林火災和森林病蟲害災害等的防治措施。

基準 5：森林永續經營的法律和法規：需符合國內及國際上與森林經營相關的法律和法規，且必需尊重地域社會之傳統文化習俗及生活權利。

基準 6：社會、經濟效益的維護和提高：與森林區域附近的居民應促進夥伴關係、提升民眾對森林管理的意識和教育，對自然生態環境的保護是必需的。

改造)；(7)認證產品的可追溯性等 7 項評估基準來比較 FSC、SGEC 認證制度的符合情形，結果顯示，不同森林認證制度有不同的符合程度，但整體來看 FSC 對於的各項評估基準的要求較高。

表 4 FSC、SGEC 認證制度比較

評估基準\森林認證制度	FSC	SGEC
確保不是非法採伐	A	A
保護珍貴的森林生態系	A	B+
森林利用與避免與當地居民產生衝突	A	B
避免大規模皆伐與禁止天然林轉換	B	B
珍稀物種(樹種、動植物)的保護	A	A
避免對自然生態系統發生顯著的影響(如藥物使用、基因改造)	B+	C
認證產品的可追溯性	A	B

註：A：要求、B 為部分要求、C 為不要求

資料來源：國際環境 NGO FoE Japan、地球・人間環境フォーラム(2008 年)「フェアウッド～森林を破壊しない木材調達」

4. FSC、SGEC 認證森林面積趨勢

日本主要的森林認證為 FSC 及 SGEC，經認證的森林面積每年有增加的趨勢。根據日本森林、林業白書(平成 24 年版)的統計資料，截至 2011 年底，經認證的森林面積分別為 39 萬及 87 萬公頃。但和其他國家比較，日本經森林認證的面積與森林總面積的比例與其他國家相較，大約只有占其百分之 1~2，與歐洲和北美等國家相比為低，如芬蘭為 96%，瑞典為 71%、加拿大為 52%、美國為 16%。歸納其原因，主要為森林所有者認為森林認證是一種額外的成本負擔，而消費者的認知程度也較低，因此沒有認為森林認證的重要及迫切性並不是很高。此外，在消費

市場上，經認證的木材與非認證木材在使用上並沒有什麼差別，如果價格相近，消費者才會選擇經認證的木材，如經認證的木材價格較高，消費者則選擇非認證木材。

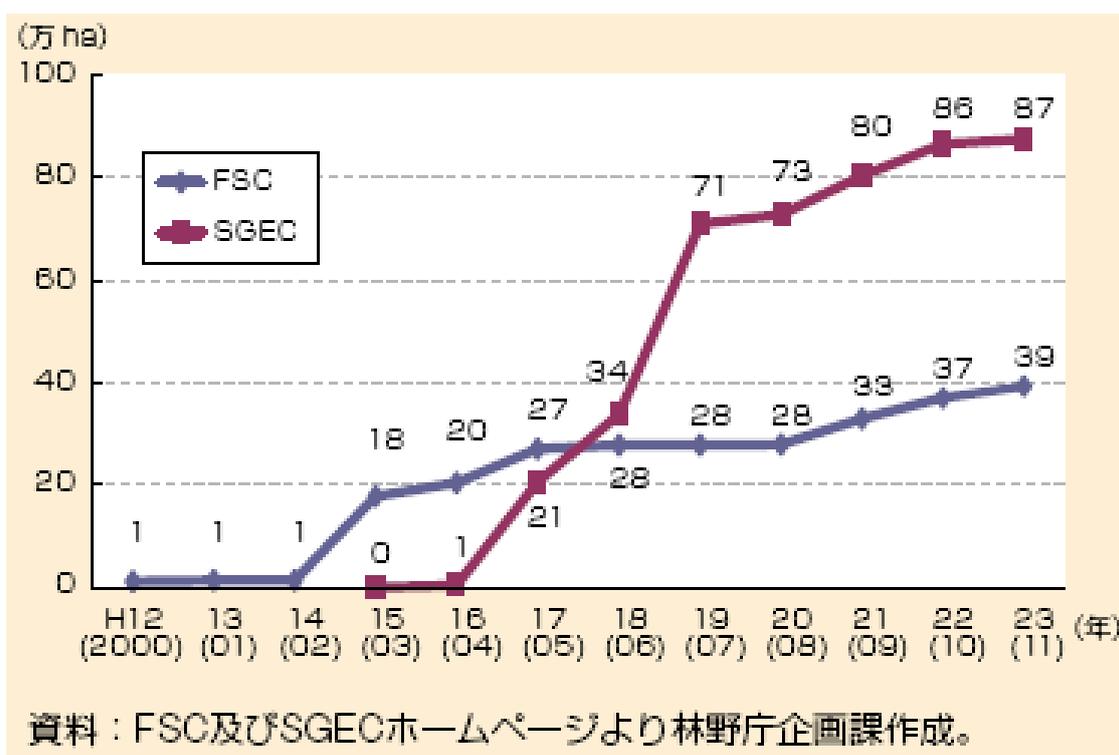


圖3 日本森林認證(FSC、SGEC)情形

(三) 日本已查證排放減量抵換額度制度(J-VER)

與日本東京農業大學農山村支援中心研究人員進行討論及交流。

2008年11月，為了確保碳抵換的可信度，因此日本已查證排放減量抵換額度制度(Japan Verified Emission Reduction for offset credit; offset credit)(J-VER)(以下簡稱抵換制度)(圖4)，制度主要為溫室氣體排放廠商提供資金，由專案實施者提供森林生質、森林管理或再生能源的碳減量及碳吸存量產出的共同合作模式，經由日本環境省之抵換制度認證營運委員會(The J-VER

Certification and Steering Committee, MOEJ)所提供的學方法及後續的受理、審查、登錄、認證及減量額度的核發，另由查證機構針對專案活動的查證，其流程大致如下：

1. 專案規劃階段：

(1)由認證營運委員會設計和公開專案活動的方法學及應該滿足的條件(即採正面表列的方式)。

(2)由溫室氣體排放企業提供資金，由專案實施事業者根據專案活動的方法學，準備專案設計申請書，並向認證營運委員會提出申請。

(3)認證營運委員會受理後，針對專案內容進行審查，審查通過後，則同意專案的登錄。

2. 專案實施階段：

(4)專案經登錄後即開始實施，專案實施階段專案實施事業者應進行專案監測，並將監測報告提交給查證機構。

(5)查證機構針對監測結果實施查證，並將查證結果交由認證營運委員會。

(6)認證營運委員會針對專案活動的成果加以認證。

(7)認證營運委員會根據認證結果核發減量額度，並登錄於 J-VER 帳戶中。

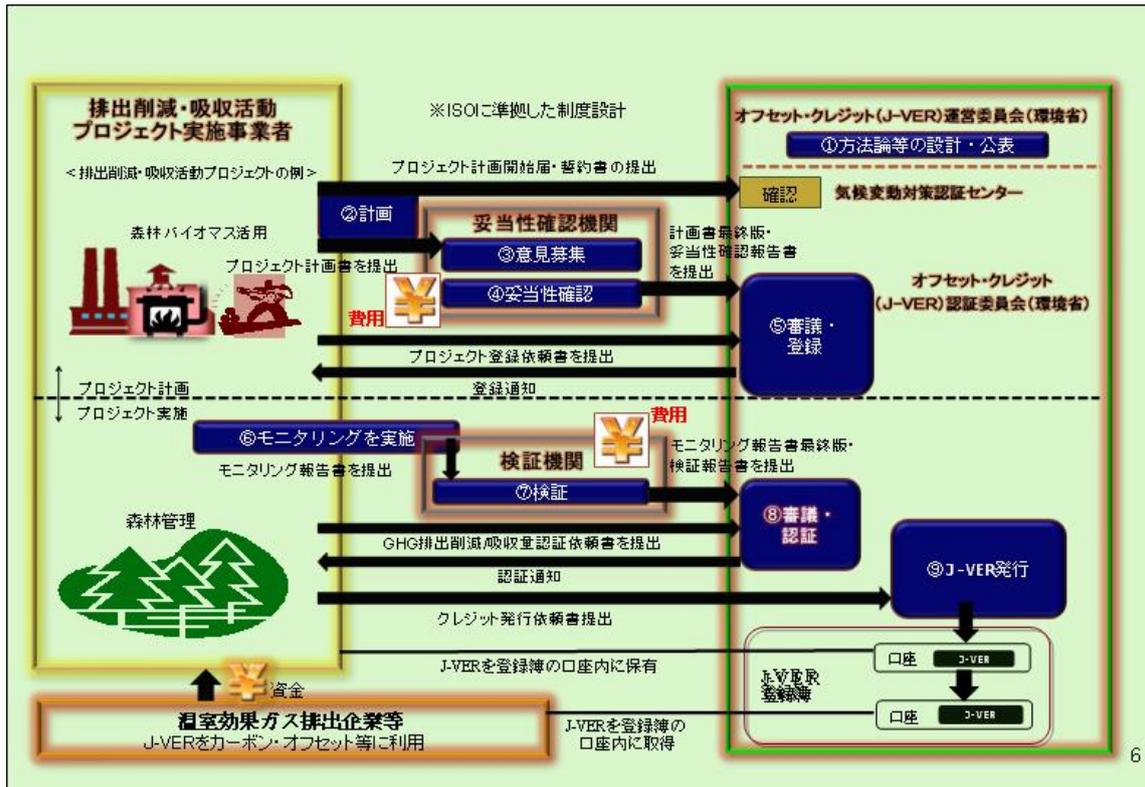


圖 4 日本已查證排放減量抵換額度制度程序

截至目前為止，抵換制度專案活動的項目有排放減量及森林碳匯 2 大類，在排放減量有 28 項專案類型，與林業活動有關的專案類型主要為使用木質生質燃料 (woody biomass) 或木質顆粒生質燃料 (woody pellet biomass) 取代化石燃料成為鍋爐燃料。在森林碳匯有 3 項專案類型，分別為 1. 森林經營專案 (促進間伐型)；2. 森林經營專案 (永續性森林經營型)；3. 植林專案，並有其各自的其方法學。截至 2012 年 2 月 23 日為止，抵換制度中森林碳匯專案經認證者有 56 件，發行的共有 97 件，發行的二氧化碳量為 162817 公噸/年，而總認證的二氧化碳量為 147252 公噸。在發行量方面，其中屬 1. 森林經營專案 (促進間伐型) 者有 87 件，發行的二氧化碳量為 129233 公噸/年；屬 2. 森林經營專案 (永續性森林經營型) 者有 9 件，發行的二氧化碳量為 33456 公噸/年；屬 3. 植林專案者僅 1 件，發行的二氧化碳量為 128 公噸/年。在經認證量方面，其中屬 1. 森林經營專案 (促進間伐型) 者有 49

件，經認證的二氧化碳量為 114896 公噸；屬 2. 森林經營專案(永續性森林經營型)者有 7 件，經認證的二氧化碳量為 32356 公噸/年；尙未有 3. 植林專案者的認證專案(表 5)。

表 5 森林碳匯抵換制度的實施現況

專案類型	完成認證		已發行減量額度	
1. 森林經營專案 (促進間伐型)	49 件	114896 公噸	87 件	129233 公噸/年
2. 森林經營專案 (永續性森林經營型)	7 件	32356 公噸	9 件	33456 公噸/年
3. 植林專案	0 件	0 公噸	1 件	128 公噸/年
合計	56 件	147252 公噸	97 件	162817 公噸/年

(四)企業森林(企業の森)

與全國森林組合連合會組織部林政課人員進行企業森林討論及交流。

1. 企業森林的概念

日本政府為促進企業來參與造林及森林經營，強化企業的社會責任(Corporate Social Responsibility；CSR)，推動企業森林。企業可藉由本身的對企業的社會責任的認知及預算等考量，提出相關參與造林及森林經營的計畫，經由與林地所有者或森林區域的利害關係人協調取得合作並簽訂契約(圖 5)。企業森林對參與的企業而言，可帶來公關與企業形象 CSR 的正面形象、森林可提供休憩空間及環境教育，也可以達成生物多樣性與碳吸存等環境外部效益。

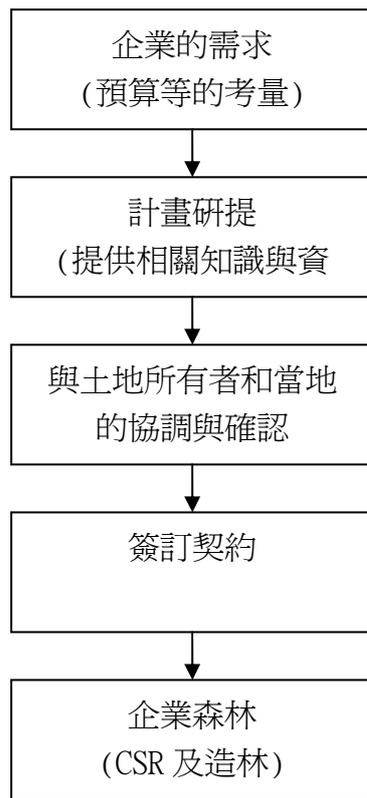


圖 5 日本企業森林形成的簡要流程

2. 企業森林的參與模式

日本政府為促進企業來參與造林及森林經營，強化企業的社會責任，由森林所有者提供土地，而企業提供資金委託森林所有者或森林組合來經營管理林地，而政府部門主要負責資訊提供、媒合及行政支援的角色，而在參與方式及與各利害關係人的互動方式，則依不同地區而有差異(圖 6~10)。

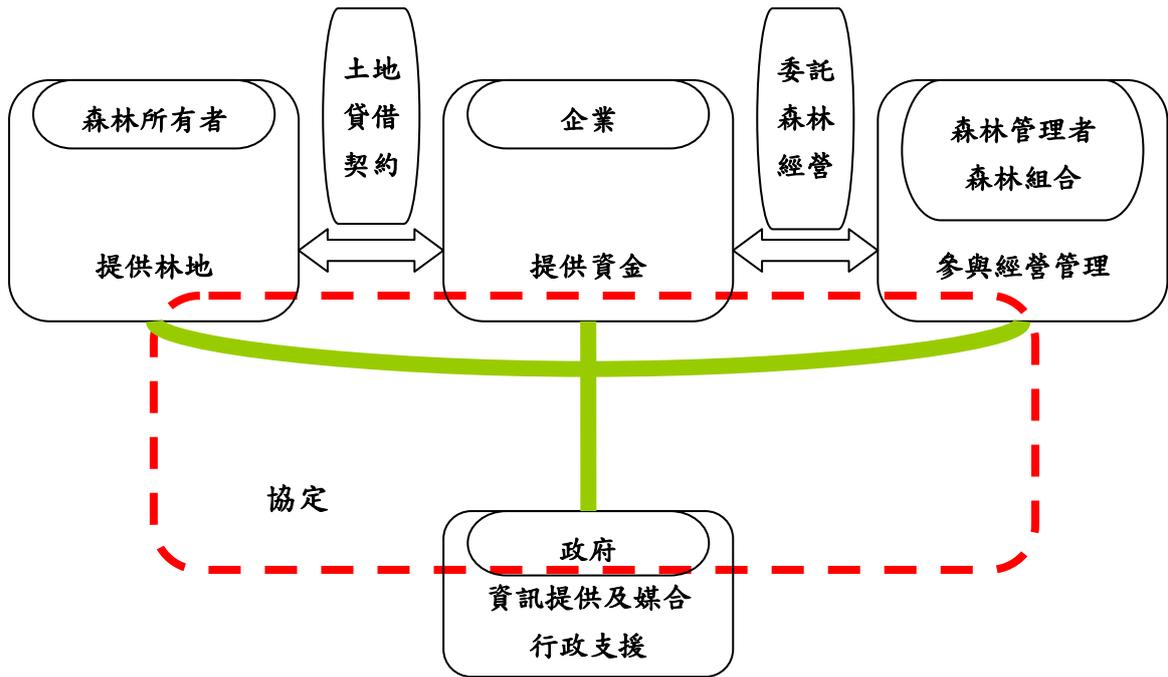


圖 6 企業森林的參與模式(一)

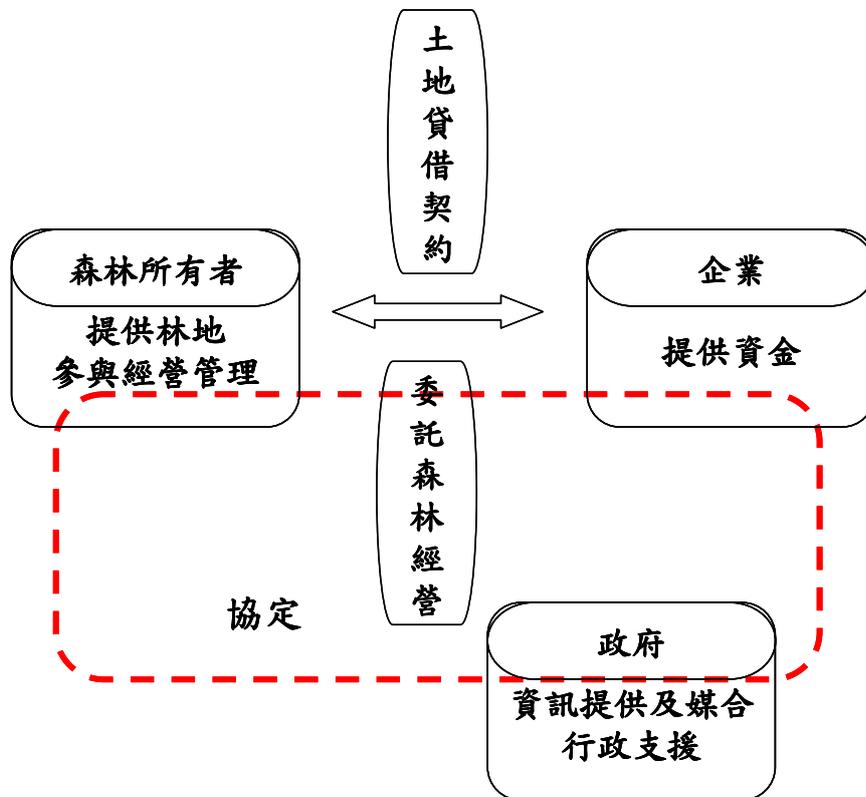


圖 7 企業森林的參與模式(二)

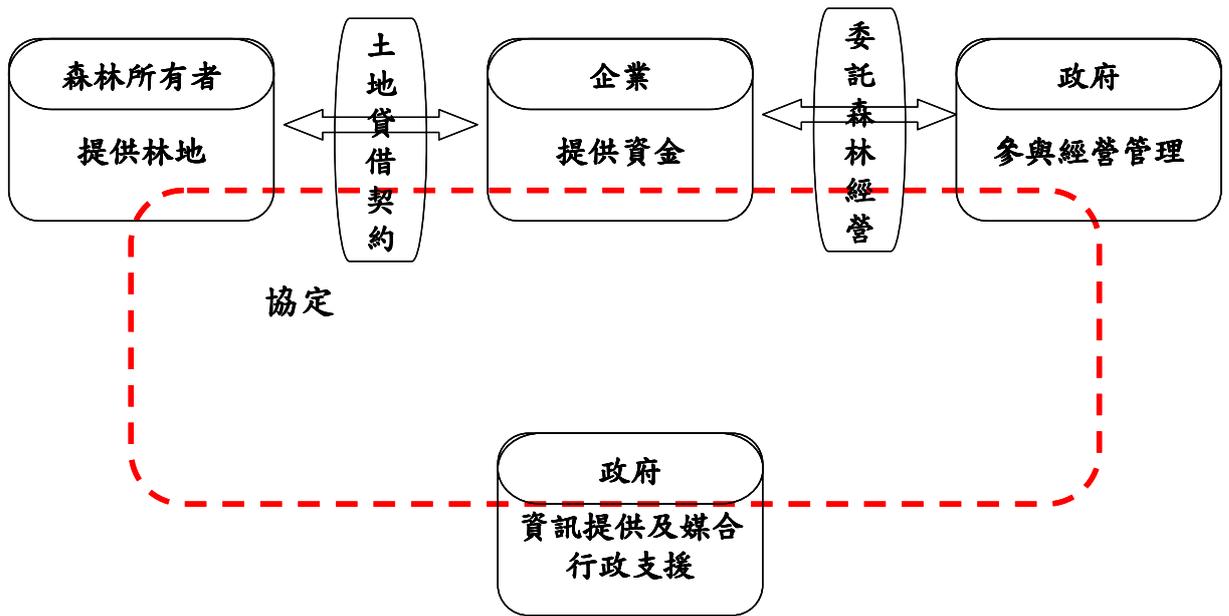


圖 8 企業森林的參與模式(三)

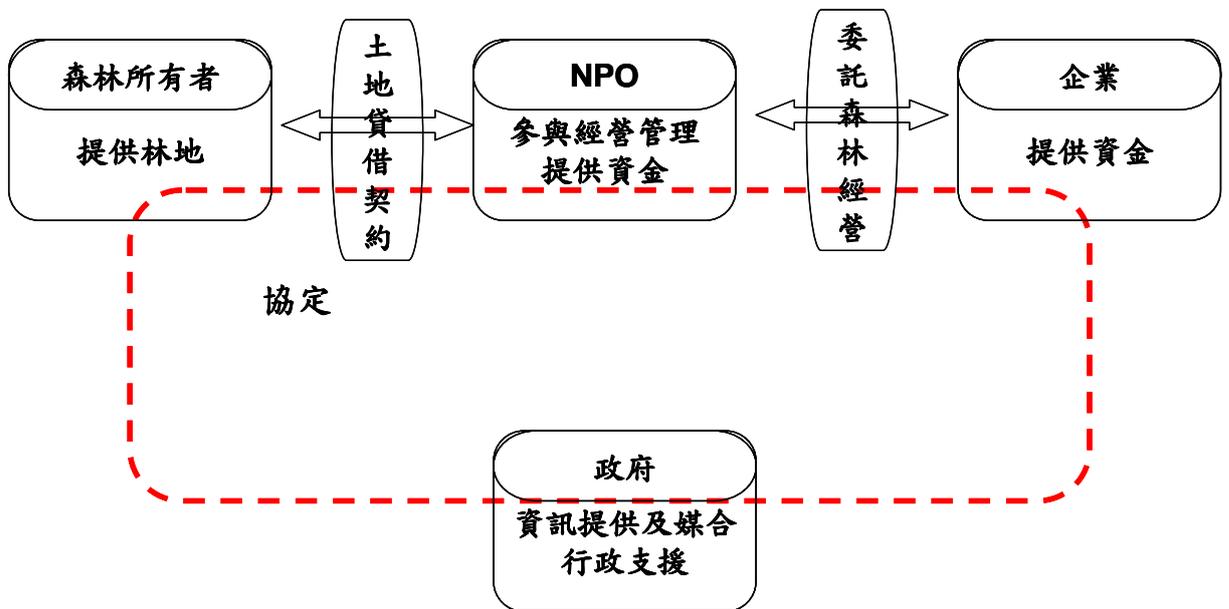


圖 9 企業森林的參與模式(四)

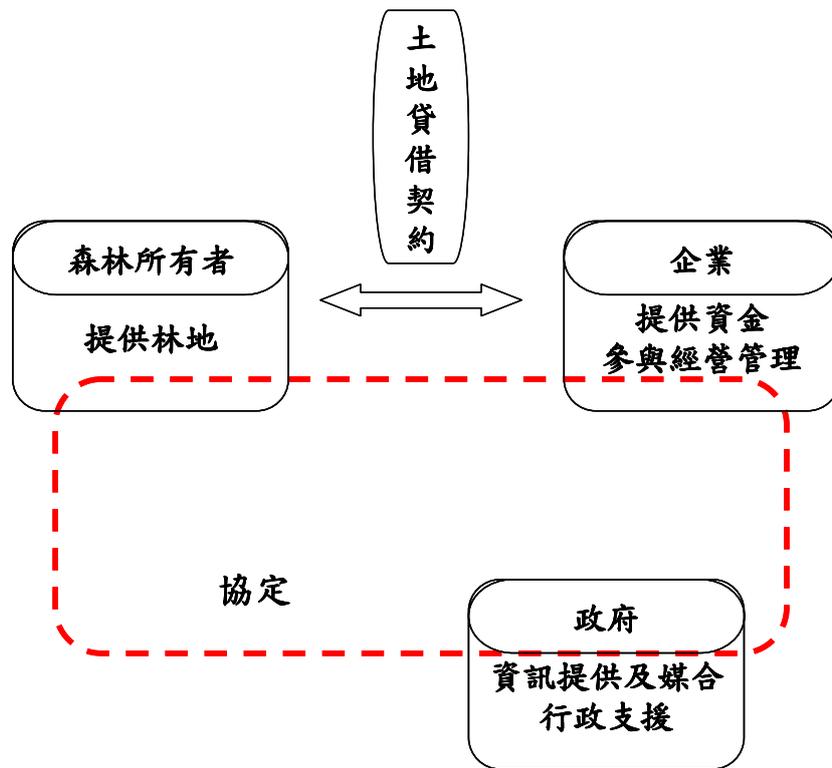


圖 10 企業森林的參與模式(五)

3. 企業森林的實施程序

由森林所有者向地方政府提出申請，由地方政府確認所申請的內容後，向林業管理單位或企業森林合作平台提出報告，經審核後，一方面通知森林所有者完成登錄，另一方面加以公告，如有意願參與企業可向林業管理單位或企業森林合作平台提出申請並協助媒合，經森林所有者與企業達成協議後，企業森林活動正式開始，而地方政府可提供技術指導。企業森林的實施成果，可藉由績效報告的提出，做為後續CO₂抵減量等的取得數據。企業經與森林所有者、森林管理者或在森林地區活動活支援者合作，提出企業森林實績報告來申請森林CO₂吸收量認證，地方政府可藉由認證指定單位審核結果來核發森林CO₂吸收量認證書(圖 11、12)。

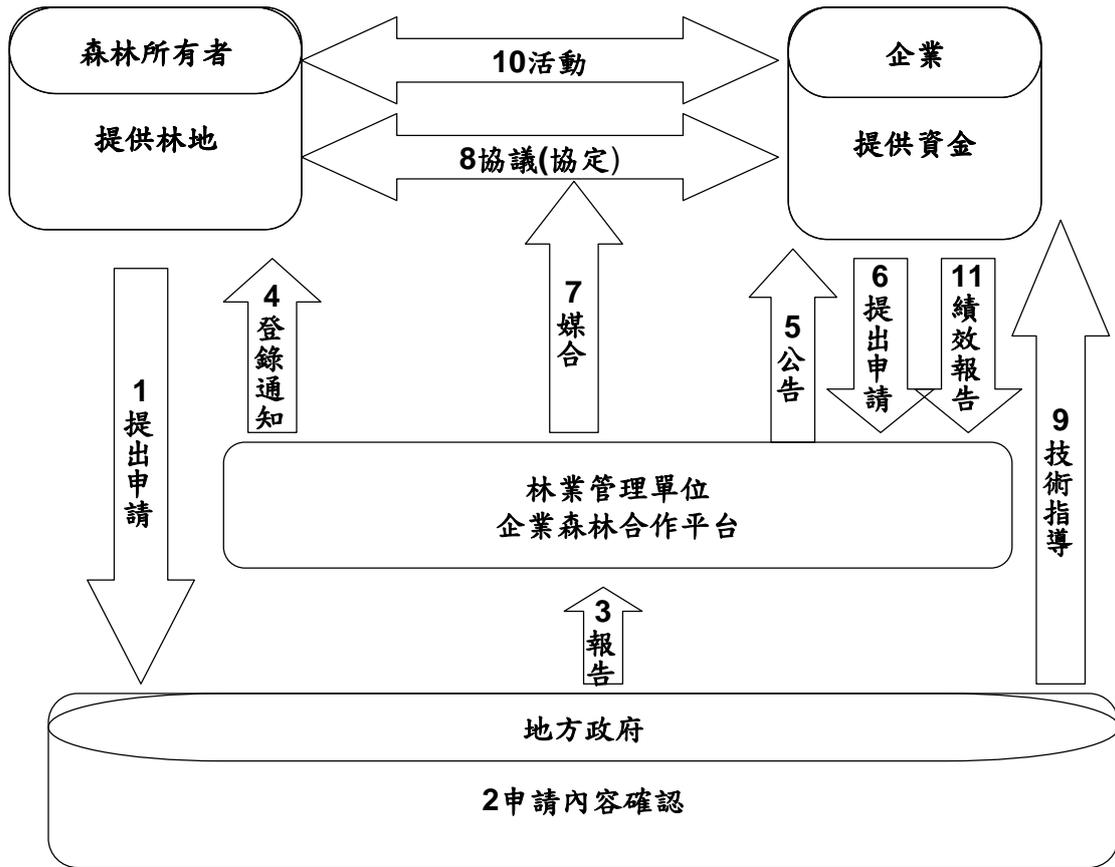


圖 11 日本推動企業造林(企業の森)程序

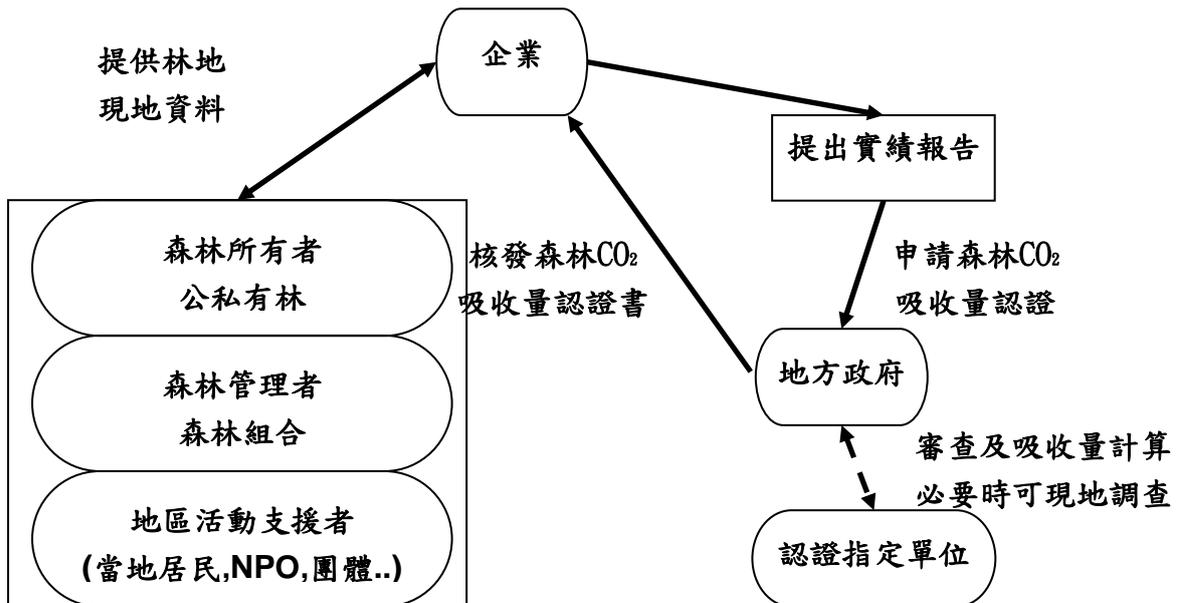


圖 12 日本企業造林(企業の森)森林CO₂吸收量認證程序

4. 企業造林(企業の森)森林CO₂吸收量

企業造林(企業の森)之森林CO₂吸收量的估算與認定，由各都道府縣依實際情形，個別提出企業造林(企業の森)之森林CO₂吸收量評價認證或認定制度，其內容包括認證申請者的條件、申請時間、認證對象及內容、申請方法等。其森林吸收量的估算方法為：

$$\text{CO}_2\text{吸收量} = A \times G \times \text{BD} \times \text{BEF} \times (1+R) \times \text{CF} \times 3.67 \quad (2)$$

式中：A= 森林面積；G=主幹年生長量(m³)；BD=木材基本比重(t/m³)；BEF=生物量擴展係數；R=根莖比。

四、結論與建議

(一)建立國家層級的森林碳吸收量計量與查證體系，可供未來國家溫室氣體調查及森林碳管理策略實施之依據

日本森林碳吸收量計量與查證體系相當完整，由公部門提供具有一致性及可信度的轉換係數，其所估計林木材積(V)是來自日本林野廳之國家森林資源資料庫(National Forest Resources Database；NFRDB)及主要樹種的材積收穫表(yield tables)，木材基本比重(D)、擴展係數(BEF)及根莖比(R)依日本森林總合研究所(Forestry and Forest Products Research Institute)之研究與調查結果。因此不論在日本國家溫室氣體清冊中有關林業部門、企業造林(企業の森)之森林CO₂吸收量估算及日本已查證排放減量抵換額度制度(J-VER)之森林經營或植林專案活動，皆以該體系的精神及數據為基準加以估算，因此符合可量測、可報告與可查證之MRV(monitors, reporting and

verification)的精神。在估算台灣地區林業部門溫室氣體時，由於台灣森林資源及土地利用調查與林業統計資料，許多林業統計細項資料與IPCC分類比較並不完整及符合。目前的推估方式僅依據IPCC統計溫室氣體之精神與原則及後續統計分析之一致性，多以目前國內可取得及歸納之資料進行分類計算，相關係數方面則以國內的研究數值為主，如國內無此數值，則使用IPCC預設值(採用主要氣候帶為亞熱帶的數值)。其他碳庫則因目前資料不足而無法完成統計工作。因此需建立一套國家層級的森林碳吸收量計量與查證體系，可供未來國家溫室氣體調查及森林碳管理策略實施之依據。

(二)應在符合國內相關規範下，建立國內森林碳交易之機制

日本政府欲達成減量目標及實現「低碳社會」，於2008年10月起，所推動的查證排放減量之抵換減量額度制度(J-VER)為一項自願性參與減量的措施。由於我國非聯合國的成員，也非京都議定書的簽約國，因此欲參加跨國減量之碳排放量交易(ET)、清潔發展機制(CDM)及聯合減量(JI)等彈性機制有其困難性。在我國目前朝向自願性減量的策略方向時，占國內58.53%土地面積的森林，如何以加強森林管理及植林活動以增加二氧化碳吸收量，進而在未來國內自願性碳交易市場制度中可進行買賣，日本抵換制度及例子便值得借鏡。此制度主要為溫室氣體排放廠商提供資金，由專案活實施者提供森林生質、森林管理或再生能源的碳減量及碳吸存量產出的共同合作模式，經由認可的方法學及後續的受理、審查、登錄、認證及減量額度的核發等一連串的程序。藉由森林擁有者與企業的合作，可降低國內的溫室氣體排放量，同時可發揮森林的多重效益。

(三)應在符合國內相關規範下，建立國內企業合作造林或森林經營之參與機制

日本政府推動企業的社會責任(Corporate Social Responsibility ; CSR)來參與造林，達成生物多樣性與碳吸存等環境效益，對企業森林的效益包括公關與企業形象CSR、休憩空間、環境教育、環境貢獻。由森林所有者提供土地，而企業提供資金委託森林所有者或森林組合來經營管理林地，而政府部門主要負責資訊提供、媒合及行政支援的角色。因此建議或可由地方政府或中央林業管理單位做為一個媒合交易平台或設立造林碳減量基金的模式，由私人或企業提供資金直接投資造林專案活動，土地所有人執行造林，並經地方政府審核及核發森林CO₂吸存量的證書。亦可由地方政府成立造林碳減量基金，私人或企業提供資金投入造林碳減量基金，而基金用於造林，並經地方政府審核及核發森林CO₂吸存量的證書，以供企業做為環境貢獻的社會責任成效。於造林碳減量認證制度建立後，造林碳減量可由第三方驗證機構就森林吸收二氧化碳量進行調查和查證，並可將驗證證書賣給企業及個人。企業所購買的證書可作為「企業社會責任」活動的一環，亦可計入環境責任報告書或用於碳抵換。經由造林專案活動的推動可以減緩溫室氣體，而資金的挹注將使土地管理者有非木材生產的附加收入，對人民收益、維護森林溫室氣體減量效益上具有實質的貢獻。



照片 1 與東京大學酒井教授討論森林碳管理策略



照片 2 FSC 森林認證產品



照片 3 間伐材之利用之一



照片 4 間伐材之利用之二



照片 5 與日本全國森林組合連合會組織部林政課人員進行企業森林討論及交流



照片 6 速水林業之 FSC 森林認證林地介紹



照片 7 於認證林地，利用間伐，增加林內光度，促進林下植物生長



照片 8 該林地於 1945 年造林(日本扁柏)，栽植 8000 株，經 7 次間伐，於 2004 年調查株數為 475 株，平均直徑 31.6 公分，樹高 21.4 公尺



照片 9 經營良好的森林，可做為文化資產



照片 10 林木具有碳儲存的效果



照片 11 林業機械化，可增加經營效率



照片 12 森林經營除了有碳吸存、碳儲存的效果，更可提供當地就業機會