

造林抵換專案方法學研擬與未來展望

- ◎林業試驗所主任秘書室·林俊成
- ◎林業試驗所林業經濟組·劉恩妤 (rak2721@hotmail.com)
- ◎國立臺灣大學森林環境暨資源學系·邱祈榮

一、前言

溫室氣體減量為國際社會的共識下，我國「溫室氣體減量及管理法」(簡稱溫管法)業於2015年7月1日公布施行，設定的國家整體減量目標為2050年時之溫室氣體排放量降為2005年排放量的50%以下，且採用先緩後加速的減碳路徑。另為有效降低溫室氣體排放量，環保署也預計2025年針對排放量大的事業體進行總量管制。為因應施行總量管制後，事業或企業的減量成本會隨之增加而影響產業競爭力、產業外移及碳洩漏等問題，因此溫管法仿照聯合國清潔發展機制(Clean Development Mechanism, CDM)制定出專案型式的彈性減量策略，即受排放量管制的事業可執行減量或碳匯專案計畫以取得減量額度用於抵銷其超額排放量，溫管法稱此策略為抵換專案。對林業而言，近幾十年來，民間造林意願長期低落，並衍生林地荒廢及退化等問題，抵換專案政策的推行便成為增加林農及企業造林誘因及促進造林地經營管理之可能契機。由於我國「溫室氣體抵換專案管理辦法」規定，欲實施抵換專案，應採用CDM或其他經環保署認可之減量方法，因此，本文整理目前CDM造林方法學種類及申請現況，並分享國內造林方法學研擬歷程及關鍵性問題及未來展望。

二、CDM造林方法學種類及申請現況

1997年通過的京都議定書是具有法律效力的國際公約，為使被約束的工業化國家能以

更具經濟效益及彈性方式來履行溫室氣體減量承諾，京都議書制定3種彈性機制，而CDM即為3種彈性機制之一，此機制允許發展中國家執行溫室氣體減量計畫來取得排量減量權證(Certified Emission Reduction, CER)，且這些CERs可用於交易和買賣，並被工業化國家用於滿足京都議定書的部分減排目標。CDM從1997年發展至今(2019年)已有20幾年發展歷史，其申請流程、執行機制及規範已逐漸發展成熟，因此也是我國擬定抵換專案執行機制的重要參考依據。目前CDM方法學總計有15個類別，與林業相關的類別僅有第14類別造林及再造林(Afforestation and Reforestation, AR)。

依據CDM執行理事會規範，CDM專案計畫必須依據方法學規範來撰寫專案文件，因此需先依據已核准方法學的適用條件進行適用性評估，若未有適用於專案的方法學，須向執行理事會申請新方法學。目前CDM在造林及再造林類別核可的減量方法共4項，各項方法學的適用條件說明如表1。綜觀CDM造林及再造林方法學更新歷程，CDM執行理事會偏向減少方法學數量，即將以往不同適用情境的方法學進行整併，如原本適用於退化土地復育造林、農地造林、放牧地造林或以木材生產為目的等不同方法學整併為一個方法學，目前方法學只區分成應用於「非濕地」及「濕地」二種類型，並另外發展方法學工具，如說明如何進行外加性分析、計算碳移除量及計算洩漏排放量等，使方法學內容簡化且能適用多種情況。此外，有鑑於造林方

表1 各項CDM造林及再造林方法學的適用條件

減量規模	減量方法編號	減量方法名稱	適用條件(須符合所有情況)
大規模	AR-ACM0003	不含濕地的大規模綜合造林與再造林(2.0版)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 適用濕地以外的造林專案活動 2. 若專案活動符合下列條件之一，其土壤擾動面積不能超過 10% <ol style="list-style-type: none"> (1)有機土壤 (2)土地利用及管理方式符合此減方法附件所列之標準，如短期耕作且有施肥的農田、廢耕農田、沒有退化的草地等 3. 符合「大規模」造林及再造林規範，即不符合小規模造林及再造林專案申請資格
	AR-AM0014	退化紅樹林棲地之大規模造林與再造林(3.0版)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 專案土地為退化的紅樹林棲地 2. 專案土地預期將種植 90% 以上紅樹林植物，若種植超過 10% 的非紅樹林植物，則專案不能改變當地水文 3. 土壤干擾面積不能超過 10% 4. 符合「大規模」造林及再造林規範
小規模	AR-AMS0003	應用於濕地之小規模造林和再造林專案活動(3.0版)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 專案土地需符合下列濕地類別之一： <ol style="list-style-type: none"> (1)潮間帶 (2)氾濫平原(屬無機土壤) (3)水庫或水體邊緣的季節性氾濫區域 2. 專案活動不會改變當地水文 3. 土壤干擾面積不能超過 10% 4. 專案活動土地不能含有泥炭土 5. 符合「小規模」造林及再造林規範，即年平均移除量小於 16,000 公噸二氧化碳當量，且專案執行者為低收入社區或個人
	AR-AMS0007	不含濕地之小規模造林和再造林專案活動(3.1版)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 適用濕地以外的造林專案活動 2. 若專案活動符合下列條件之一，其土壤擾動面積不能超過 10% <ol style="list-style-type: none"> (1)有機土壤 (2)土地利用及管理方式符合此減量方法附件 2 及 3 所列之標準，如短期耕作且有施肥的農田、廢耕農田、沒有退化的草地等 3. 符合「小規模」造林及再造林規範
<p>各方法學共同的適用條件如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 專案活動土地須於1989年12月31日以後皆為非森林地 2. 若沒有人為干預，專案活動土地無法成為森林 3. 專案活動起始時間須為2000年1月1日(含)以後 4. 若沒有執行專案活動，碳儲存量預期會降低或增加很少 			

資料來源: 2017年聯合國清潔發展機制(CDM)方法學操作手冊

法學相較於其他類別(如能源工業、製造工業)的減量方法學更具複雜性、經濟效益低及繁重的監測計畫書及專案計畫書撰寫要求等特

性，CDM執行理事會為簡化方法學以降低專案計畫準備及執行成本，於2005年開始制定小規模方法學的簡化模式及申請程序，其中

請資格為年平均移除量小於16,000公噸二氧化碳當量，且專案執行者為低收入社區或個人的專案計畫。因此，目前CDM只將造林及再造林方法學以減量規模大小(大規模或小規模)及專案類型(濕地或非濕地)進行區分。

根據CDM網頁最新資料，截至2019年1月31日，各類別總計有7804件專案計畫通過註冊，主要的專案計畫類別為能源工業，占比達75.20%，而造林及再造林類別的專案計畫僅佔0.76%，只有66件計畫通過註冊。CDM造林及再造林專案計畫通過註冊數量低的現象，國外許多學者也有提出討論，雖然小規模方法學已改善大規模方法學內容太複雜及困難的問題，但造林及再造林類別本身存在造林時間長效益回收慢、造林具有風險及不確定性(如病蟲害及火災等)、土地利用的機會成本高、經濟效益低及土地所有權與制度等問題，而能源工業類別(如發展再生能源、提高能源效率等相關計畫)占大多數，主要與其能快速產生經濟效益有關。因此，相較於其他類型的專案計畫，投資造林專案計畫較不具吸引力。

三、造林抵換專案方法學研擬歷程

根據「溫室氣體抵換專案管理辦法」規定，欲實施抵換專案應採用CDM之減量方法或環保署核可的本土方法學，若未有適用的方法學，須向環保署提出新減量方法認可申請。由於CDM造林及再造林方法學適用條件與我國實際操作情況有差異，且方法學工具內容過於專業化，在國內推行難度高，因此截至2019年2月底，尚無林業類型的抵換專案申請案例。本文之研究團隊嘗試提出本土方法學，雖然研提的方法學主要修改自CDM既有

方法學，但此造林方法學屬於國內申請首例，因此屬於新減量方法學。茲將新方法學研擬歷程、方法學修正特點及關鍵議題說明如下：

(一)新方法學研擬歷程

1.方法研擬

由於我國造林專案多屬小規模，為使方法學適用於國內造林現況及具備可操作性，本文研究團隊參考CDM最新版的不含濕地之小規模造林及再造林方法學(AR-AMS0007 第3.1版)及我國「溫室氣體抵換專案管理辦法」相關規範，並經相關領域的專家學者反覆討論後於2016年10月提出我國適用之「造林與植林碳匯專案活動」方法學，並以平地造林作為實際應用案例。

2.查驗機構針對減量方法學及應用案例審查依據「溫室氣體抵換專案管理辦法」規定，申請減量方法認可者應出具查驗機構之評估報告。2016年10月，本文研究團隊將造林方法學及應用案例送交國際查驗證機構進行審查，並依據審查意見調整、補充方法學內容及應用案例。2016年11月，國際查驗證機構正式核發新減量學評估報告。

3.環保署初審

從2017年2月提出申請至2019年1月，此方法學歷經3次環保署初審會議審查後決議修正後通過。

(二)方法學修正特點

CDM造林及再造林方法學的適用條件及申請資格嚴格，在我國很難推行，因此考量我國實際造林作業方式、土地判釋資料年分的可獲得性，及專案執行成本等因素，進行CDM

既有減量方法學修改及補充，使造林專案計畫具有實際可操作性，新擬定方法學與CDM既有方法學的差異比較及調整原因說明如表2。

(三) 關鍵議題

為使造林抵換專案具可操作性及提高林農或企業申請意願，本文研究團隊根據國內現況調整及簡化CDM方法學內容(表2)，然而，在不同調整項目中，3次初審會議期間，主要針對監測頻率及計入期回溯等2項議題有較多討論，茲說明如下：

1. 監測頻率

依據CDM造林及再造林小規模方法學規範，監測頻率可參照國內既有規範或操作

手冊。由於國內沒有明確規範森林資源調查頻率，考量造林抵換專案之經濟效益低是阻礙申請意願的重要因素，因此申請方利用執行抵換專案之成本效益分析作為擬定監測頻率之依據。造林抵換專案的收支需考量一般造林活動的收支及執行抵換專案的衍生費用，若僅考量執行抵換專案的衍生收支(包括註冊前的確證支出、監測支出、申請減量額度的查證支出及碳權收入)，成本效益的分析結果如表3。分析結果顯示，監測頻率越高，須越大的造林規模才能使碳權收入與支出達到平衡，我國林農持有林地面積主要以小規模居多，2公頃以下占80.2%，為提高林農或企業執行抵換

表2 新擬定減量方法與CDM既有減量方法差異比較及調整原因說明

方法學撰擬項目	調整內容	CDM既有減量方法 (不含濕地之小規模造林和再造林專案活動 第3.1版)	新擬定減量方法 (造林與植林碳匯專案活動)
(1)適用條件	修改對土壤擾動面積的限制	若專案活動前屬於短期耕作且有施肥的農田、廢耕農田或沒有退化的草地等土地類型，其土壤擾動面積需小於10%。	採用政府擬定的造林相關作業規範。平地造林土壤擾動面積不能超過40%，而山坡地造林不能超過33%
(2)專案邊界	放寬對土地合格性的要求	專案活動土地須於1989年12月31日以後的任何時期皆處於非森林狀態	考量2000年以前航空照片解析度較低且取得可能較困難，因此，專案申請者只需提供資訊證實於專案活動起始時，土地符合非森林地的定義
(3)基線及專案碳儲存變化量計算	簡化碳庫計算項目及詳細說明碳儲存變化量計算方式	<ul style="list-style-type: none"> 碳庫計算項目為地上部及地下部生物量，而枯死木、枯枝落葉及土壤有機碳具選擇性 各碳庫計算方式有額外文件說明，由於文件羅列許多計量方式或情況，使內容顯得複雜及困難 	<ul style="list-style-type: none"> 考量林木地上部及地下部生物量是主要碳儲存變化量來源，因此其他碳庫以保守方式不計。 參考我國溫室氣體排放清冊的計算公式以清晰及容易理解方式詳細說明林木地上部及地下部儲存變化量計算方式，並說明如何取得計算參數。
(4)監測方法	說明監測頻率	採用專案國家普遍使用於森林資源調查的監測做法或政府間氣候變遷專家小組採用的作法	由於國內沒有明確規範森林資源調查頻率，考量執行抵換專案之經濟效益，擬定的監測頻率為專案註冊前及申請查證前進行監測

表3 利用執行抵換專案的衍生收支進行成本效益分析

類別	項目	收支預估
收入	(1)碳權收入	· 造林20年後每公頃移除222.88公噸CO ₂ 當量(註1) · 碳價為每公噸5.2美元(約168臺幣)(註2) · 每公頃碳權收入222.88*168=37,443元
	(2)監測支出	每公頃約10,000元(註3)
支出	(3)確證支出	1件案件60萬元(註4)
	(4)查證支出	1件案件60萬元(註4)
合計	(1)-(2+3+4)	計入期以20年計算 每5年監測一次：每公頃監測支出4萬大於碳權收入 每10年監測一次：至少需造林69公頃才達收支平衡 計入期滿前監測：至少需造林44公頃才達收支平衡

註1: 每公頃造林移除量來自平地造林實際應用案例

註2: 碳價採用自Forest Trends' Ecosystem Marketplace之最新研究報告「Fertile Ground – State of the Forest Carbon Finance 2017」

註3: 監測費用採用自林業試驗所98至102年度各研究中心人工林清查經費

註4: 確查證支出採用自陶子婕及林俊成(2014)研究報告

專案之意願，建議於查證前再進行監測。

後因CDM查證頻率規範已有調整變更，原先2005年時訂為每五年查證一次，於2014年變更為若申請核發臨時排放減量權證(Temporary Certified Emission Reduction, tCER)，專案申請者可自行決定查證時間，因此最後配合國際規範，專案執行者可於申請查證前再進行監測。

2. 計入期回溯

依我國抵換專案管理辦法規定，專案活動的碳吸存量計入期需於註冊申請通過後開始計算，但造林專案與其他類型專案不同，林木生長期長，具特殊性，因此CDM執行理事會第35次會議決議，若造林專案活動於1999年12月31日後開始執行，但於專案註冊之前，專案申請者可提交相關證明文件，其計入期可以從造林起始日開始計算。目前通過註冊的CDM造林專案，幾乎皆有計入期回溯的情況，提

交的證明文件為第一次整地時間或造林時間的合約書等。森林兼具許多公益功能，但營林收入低，土地所有者造林意願普遍低落，從1991年起，政府已施行許多獎勵造林政策(如農地造林、全民造林、平地景觀造林、及獎勵輔導造林等)，20年獎勵期限到期後，林農將缺乏持續經營造林地的誘因。抵換專案的碳權收入將是持續經營林地的重要誘因，但依據林木生長特性(以光臘樹為例)，造林1-20年的材積增加量是21-40年的3至4倍(圖1)，因此為增加營林誘因及造林抵換專案的申請意願，申請方建議我國造林方法學計入期應參照CDM規範，若為2000年1月1日開始的造林活動，但於專案註冊之前，其專案活動的計入期可以從造林起始日開始計算。

目前適用條件已納入2000年1月1日以後開始的造林活動，但受限於溫室氣體抵換專案管理辦法修正草案第10條規範，計入期

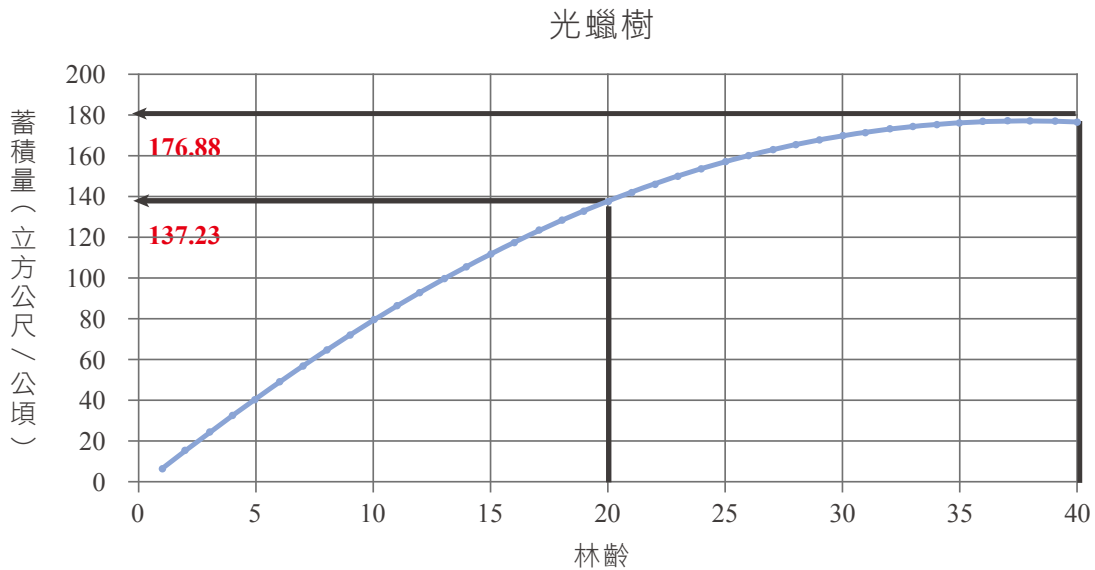


圖1 光蠟樹各林齡蓄積量。資料來源：永久樣區調查資料

仍需於註冊申請通過後開始計算。因此，造林抵換專案的計入期回溯部分有待後續於法規調整後再行調整。

四、結語

從京都議定書到巴黎協定，溫室氣體減量規範已從已開發國家擴大至全球(即包含開發中國家)，顯示國際氣候談判已越來越重視溫室氣體減量承諾，而區域間及跨國間所實行的碳交易及減量專案計畫成為各國達成減量目標的重要手段。雖然我國非聯合國會員，但溫管法所公布的減量目標顯示我國具有共同承擔溫室氣體減量責任的意願，且仿照國際作法，抵換專案及碳交易是我國達到減量目標的重要策略。

由於造林活動效益回收慢且經濟效益低，土地所有權者造林意願低，而抵換專案政策推行成為增加林農及企業造林誘因及促

進造林地經營管理之重要契機。本文研究團隊藉由調整CDM既有造林法學來研提我國適用之「造林與植林碳匯專案活動」新減量方法學，並簡化CDM方法學計算方式以提高造林抵換專案實際可操作性，然而在環保署審議過程中，雖然新減量方法學已通過審核，但屬於法規規範的計入期回溯部分仍須需向法規委員會提出修正申請。由於造林專案與其他類型專案不同，不具投資吸引力，計入期如不回溯，則專案更不具誘因，為增加申請意願，仍有待後續持續調整制度規範。⊗