

出國報告（出國類別：考察）

日本人工林疏伐經營與林木收穫利用

服務機關：國立宜蘭大學
姓名職稱：林世宗教授
派赴國家：日本
出國期間：101.11.12-16
報告日期：102.1.15

摘要

日本在人工林的經營，亦曾面臨與臺灣人工林經營相似的問題，對環境友善、節能低碳的林木收穫與更新造林技術體系、提升林業產能競爭力已有相當研究成果與進展，確值得學習借鏡之處。職亦多年進行人工林疏伐更新及林木收穫之研究計畫，除提供學生教學實習外，並與林務局及林業試驗所合作研究。為應日本森林綜合研究所邀請由林業試驗所及本系之植林減碳研究團隊於 101 年 11 月 12 日 16 日至日本關西一帶區參訪人工林經營間伐實務及林木收穫作業見習觀摩，(1)人工林的間伐、造材、集材技術及機具使用之現地觀摩。(2)造林地作業道、高性能林業機械、列狀間伐等。(3)間伐小徑木的利用、間伐材流通、列狀間伐跡地的植栽更新等。參訪地點包括奈良縣林業試驗場、吉野森林及林業、兵庫縣森林林業技術中心、民間林業組合及岡山縣西粟倉村人工林長伐期間伐實施，並與日本森林綜合研究所關西支所進行討論交流。

目次

摘要.....	1
本文.....	3
目的.....	3
過程.....	3
心得與建議.....	5
攜回之參考文獻.....	6
參訪圖片.....	7

本文

目的

在臺灣森林永續發展理念下，對人工林經營著重林木資源永續利用與經營，在經營技術上亦需考量環境友善與節能減碳之效能。日本人工林經營已有成熟的林木收穫與更新造林技術體系之運作，本次應日本森林綜合研究所邀請至日本關西地區參訪人工林經營間伐實務及林木收穫作業等觀摩訪問，提供臺灣人工林經營模式之參考。

過程

(一) 於 11 月 12 日上午至桃園國際機場搭長榮航空飛機 (BR 2132) (08:30) 至日本大阪關西機場(11:50)，由日本森林綜合研究所大原博士接機後，即前往奈良縣林業試驗場(圖一)，由場長簡報該林業試驗場人工林經營業務與推廣，因日本人工林大都為民有林，該場協助與輔導民有林經營與利用之開發技術及推廣。旋即由著名之日本民間林業會社清光林業公司岡橋社長親自帶領至吉野木材協同組合連合會觀摩學習製材工廠及吉野木材製品展示與市場運作，包括以柳杉及日本扁柏疏伐木製材流程、製材分級、邊材供用小製品如木筷生產及木削廢材樹皮等利用為堆肥或跑馬道墊料，在木材市場展示販賣之木材分級與管理等運作，令人印象深刻，確值得學習借鏡(圖二至圖五)。

(二) 13 日前往觀摩學習吉野林業間伐作業現況下午搭車前往京都日本森林總合研究所關西支所座談會。

上午由岡橋社長帶領至中吉野木材公司觀摩以疏伐木造材之原木，分原木規格與品質等級販賣，也反應人工林不同經營集約度下林木價值確差異甚大，而非僅注重林木生長量之森林經營(圖六)。旋即由岡橋社長親自開車至吉野山區觀摩久仰的吉野柳杉林經營。該人工林是以長伐期經營，其輪伐期規畫為 400 年，期間則進行間伐，間伐的方式為單木擇伐，因此對間伐木的選擇需考量林木規格、品質及其位置決定每次間伐的數量，同時可調整林分密度競爭改善林分生產量與品質，但對間伐時間及每次間伐木的選擇，需有精密的規劃及現場經營技術熟練的人員。

現場觀摩的柳杉林已有 250 年生，林木株株高大且均勻分布於林地至為壯觀(圖七)，尚可間伐 150 年，即至 400 年生時始完成輪伐期。在該林分邊尚有不同年生的柳杉林，採高密度栽植，每公頃栽植 6,000 株甚至 10,000 株，此不同於臺灣現行之柳杉林栽植密度為 3300 株。密植林分之林木生長較細長，由於林木競爭較早，因此需不斷的定期間伐，其作業方式在 40 年生前之間伐屬保健伐，間伐林木棄置現場，並不搬運出利用或提供林地維護的用材(圖八)，例如林分作業道邊坡護地結構材利用，自 40 年生後之間伐木視林木利用價值再搬運出為木材生產使用。在現場亦看到對間伐木的採伐，對伐口處理與伐木均倒向上坡，可見其伐木技術。同時亦觀摩其經營之作業道之維護管理之集約度(圖九)，包括作業道護坡管理及林間作業機械車輛的使用，現場僅見 4~5 名技術人員的維護管理(圖十及十一)。

參觀吉野柳杉人工林後，旋即回吉野搭電車至京都之日本森林綜合研究所關西分所，進行日臺雙方人工林經營現況與討論，包括關西支所所長，與會人員約十五位。日本人工林經營現況類似臺灣人工林，主要受工資高漲及進口材價低影響所致，以及因應節能減碳之木材生產使用需源自人工林之國際認證與壓力，加強植林減碳同時提升木材自產率。但日本人工林以民有林為主，在日本國有林經營不如民有林之集約，也表現日本林業與林木文化的特色。臺灣人工林則以國有林為主，經營情況與困境略似日本之國有林，所以也需借鏡日本民間人工林的經營，也是本次到日本觀摩的重點。

(三) 14 日前往兵庫縣森林林業技術中心及木材流通中心，觀摩學習兵庫縣列狀間伐 作業實施現況及間伐木流通現況。

14 日上午由森林綜合研究所大柱主任研究員會合，搭新幹線由京都至姬路轉車至兵庫縣森林技術中心拜訪(圖十三、十四)，旋由該中心人員帶領至縣內民間林業組合辦理，當地國有人工林間伐與木材收穫作業實務(圖十五)，目前日本人工林間伐作業不論國有林或人工林均委由當地民間林業組合辦理，不僅在專業實務或專業機械之投入，均較自行雇工或發包由一般作業商承攬均較具效率。現場除由技術中心人員參與技術協助外，林業組合之現場負責人亦解說該柳杉人工林，係為國有林，在經營規畫下進行行列疏伐，即砍一行留二行之間伐方式來降低林分密度競爭改善林木生長，但國有林經營管理較粗放，林木未曾修枝，或以往未行保健伐，林木生長品質不同於前日於吉野所見的民間人工林，現場所見使用的伐木機械，集材搬運機械及造林機械均能有效於路寬僅 3m 之臨時作業道操作運用(圖十六)，對林地破壞較小，不同於臺灣人工林的相關作業常因作業廠商因專業技術不足，所使用工具與機件車輛亦常造成林地破壞，此亦為常遭人詬病與反感之處，日本的作業模式確值得臺灣的學習。

下午由技術中心安排至兵庫木材中心觀摩，該中心亦由當地林業組合構成的，是配合當地地區各人工林間伐木的通路開發，亦即是建構人工林經營以間伐方式定期持續的伐木收穫生產木材，且在木材的產品利用在集約及高效率的作業模式下(圖十九至二十一)，提昇日本自用材的接受性與市場競爭力。

觀摩之兵庫木材中心，即由當地民間組合投資的經營三年後，所生產的木材通路已逐漸開展，在投資效益已漸成長，甚至其他地區之民有林林主亦參加該木材中心的原料供應。

(四) 15 日前往美作森林組合西粟倉事務所，觀摩學習岡山縣西粟倉村長伐期間伐選木實施現況。

15 日復由大柱研究員帶領至岡山縣英田郡西粟倉觀摩由美作森林組合，由當地民有林組合形成之區塊整合之人工林長期經營計畫，該組合設置之初，參加之當地民有林林主多為高齡者，無法實際勞作而委由組合經營管理，由於該組合亦包括入股方式，組合之營運效益，亦會依比例提撥基礎收益金給林主，再以該林分當年木

材生量給收益金。在高效率營運下民有林主接受性漸提升。

由於上午當地下雨氣溫低，鑑於山區下雪行動不便，先由該組合之西栗倉事務所人員解說該組合及其事務所之營運介紹，並參觀其原木貯木場。

該組合之人工林經營計畫營運除在經營間伐作業與開發外，亦有對木材製品開發與教育解說，本次參觀亦需費用（每人日幣 2000 元），因此在下午氣候許可下依行程至山區民有林柳杉及日本扁柏林間伐跡地觀摩，由技術人員解說包括日本扁柏的林下間伐及柳杉的行列間伐(圖二十二及二十三)，未間伐的林相林分密集、林內環境陰暗，林木生長為細長形，已間伐的林分林木生長形態與林相則轉健康，同時也有不同的樹種植物更新形成林相景觀多變化，組成亦呈多樣性(圖二十四)。此對於人工經營多為單一樹種之林相，雖對目標樹種之造林經營可獲較高的生產量，但相對因組成結構簡單易遭受環境的衝擊而破壞，因此由間伐方式除改善林分生產外，亦增加組成多樣性形成混合林，因此在該山林亦有對人工林間伐後或因遭受風害等破壞後(圖十七十八)，則整理林地後由原生的樹種以種子或萌蘖方式更新形成混合林，如槭樹、殼斗科林木等闊葉樹種增加山林色彩景觀。本次觀摩正逢秋冬之際亦可見紅楓黃葉之景觀林，亦相對增加觀賞生態旅遊發展。

離開山區後，由解說人員引導至該美作森林組合以該社區的小學學校因廢校後之校區與教室(圖二十五)，設置間伐木的工藝製品展示及 DIY 教室、禮堂則展示日式房屋木材結構體展示(圖二十六)，的確具創意與教育的功能，也具該森林組合的用心。

(五) 16 日上午至關西機場長榮航空 (BR 2131) (12:55) 返回桃園國際機場(15:05)。

在四天的匆忙參訪行程後，於 16 日上午由神戶搭車並轉搭渡輪至關西國際機場，以避開通車人潮，並於中午返臺結束此次觀摩訪問。

心得與建議

- (一)、日本為振興產業及因應氣候暖化與國際木材認證，對木材的生產利用需來自人工林而非天然林的開發，在林業經營尤其在人工林經營，為提高木材之自給率，由不到 5% 提升至 20%，面臨工資高及進口材使用的壓力下，人工林經營亦面臨困境。因此積極調整人工林經營策略，不以皆伐方式生產林木，而以長伐期之間伐方式定期伐木收穫，此不僅持續生產原木，亦可減低環境的衝擊，此次參訪日本關西地區人工林經營，以保護森林、培育森林及活化森林為經營策略，以長伐期間伐生產木材的循環方式永續經營森林，已跳脫傳統的生產輪伐期概念（由 50 年輪伐期調整為 200 年甚或 400 年的長伐期），同時由間伐改善森林環境、森林的組成結構，維護森林的健康與完整性，減低森林的劣化，對同樣是島國生態環境的臺灣，如何在環境生態保育與永續利用木材資源之平衡發展，此人工林經營模式值得參考。
- (二)、在間伐與林木收穫作業，則以環境友善、運用低成本的高效能性機械，包括適合小型作業具使用之作業道僅 3m 寬，且對邊坡維護與林道管理均採用當地素材開發利用，即以生態工法之概念施作，減低對環境的衝擊。其中對收穫機械之開發

利用，確值得臺灣的引用。

- (三)、對森林資源經營由間伐持續性供應原木、生產收穫（伐木、集材及搬運）至木材製品開發供銷，包括原木分級及製作木材規格機械自動化流程與產品品質控管等工廠設置及管理，由當地民間專業機構營運，包括上游、中游及下游產業之整體規畫營運，因此可見到不論是國有林或私有林之人工林，依其經營作業漸委由民間組合施作。因有充分的規畫、資金與人力運用，應可改善小林農或僵化的行政作業，提升產業競爭力，目前臺灣可由推動森林技師協會配合民間人力資金建構類似日本的林業組合模式如林業合作社等。
- (四)、此次由日本森林綜合研究所大柱主任研究員帶領參訪，大柱博士專長於森林生態研究，對關西森林經營亦有專研，也提供許多的意見，其中對日本發展的里山(Sa to yama)之自然、友善與當地特色之山村發展理念，結合生態、生產及生活之三生一體所進行研究與推廣。如果有機會建議邀請來學校專題演講或講座，提供臺灣新林業發展的學習與教育，尤其對本校推動環境教育，以環境與資源管理為主軸之課程與教材設計、本校實驗林場為環境教育場域結合本區山村生態發展特色與體驗，具開創性之參考。
- (五)、各項參訪事項均有拍照記錄可提供學生學習教材。

攜回之參考資料

- (一) 森林綜合研究院簡介
- (二) 吉野林業中英文手冊
- (三) 500 年長期經營吉野森林
- (四) 奈良縣森林技術研究中心報告第 41 號
- (五) 列狀間伐最新研就成果—兵庫縣林業技術研究中心
- (六) 兵庫縣森林及林業手冊
- (七) 兵庫縣伐採搬出計畫調查報告
- (八) 兵庫縣森林經營研究
- (九) 兵庫縣森林復育作業方針
- (十) 永續林業之苗木培育技術—兵庫縣林業技術研究中心

參訪圖片



圖一、奈良縣林業試驗所訪問



圖二、奈良縣吉野清光林業之疏伐木去皮自動化作業



圖三、展示人工林循環更新經營對木材永續利用與碳效益



圖四、至吉野木材展示市場觀摩木材製品分級與管理



圖五、木製品等級與角材防裂處理



圖六、間伐木造材為不同等級原木與販售現場



圖七、至吉野山區觀摩著名之清光林業經營
長伐期（400年）之250年生柳杉人工林



圖八、主伐後以密植（1萬株/公頃）更新造林40年生時
以保健間伐之柳杉人工林林相



圖九、利用間伐木為作業道護坡材料



圖十、以間伐木為護坡結構之生態材料



圖十一、利用簡易組合的石籠鐵絲網護溝操作方便效率高



圖十二、以小型林間搬運之工程履帶車維護林間作業道



圖十三、至兵庫縣森林林業技術中心訪問



圖十四、與林業技術中心場所等討論及合影



圖十五、由技術中心人員陪同至國有林人工林間伐現場觀摩



圖十六、使用功能性機械操作伐木及造材自動化



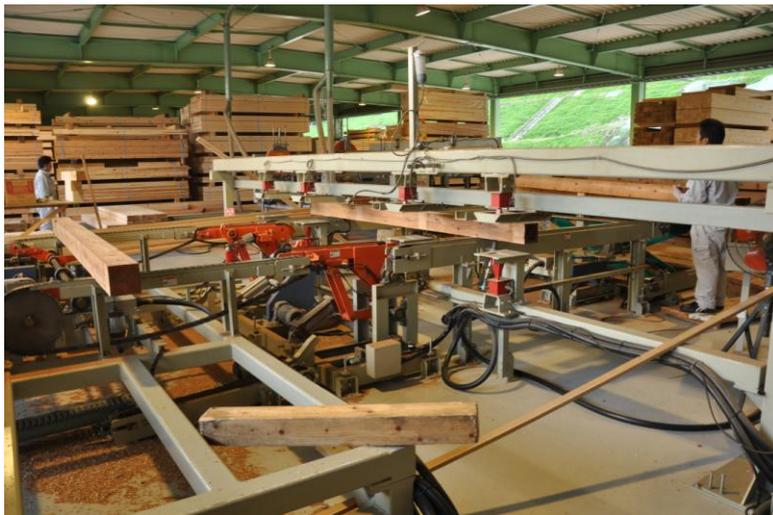
圖十七、小面積塊狀間伐跡地造林



圖十八、人工林災害跡地整理後更新造林



圖十九、至兵庫縣當地林業組合的間伐木製材自動化操作



圖二十、至材乾燥處現場鉋光分及自動操作



圖二十一、分級之角材製品身分標記



圖二十二、日本扁柏人工林經間伐後林相



圖二十三、柳杉人工林採行列間伐後之林相



圖二十四、柳杉林經間伐跡地由原生闊葉樹種更新
形成景觀多樣之混合林



圖二十五、利用教室設置間伐木工藝品展示及 DIY 教室



圖二十六、利用教室設置間伐木工藝品展示及 DIY 教室



圖二十七、以學校大禮堂空間展示利用間伐木結構之房舍