

出國報告（出國類別：其他）

「世界快速變遷下之森林永續經營」
**Sustainable Forest Ecosystem
Management in Rapid Changing
World**

服務機關：行政院農業委員會林業試驗所

姓名職稱：邱志明 組長

派赴國家：日本九州

出國期間：102年9月3日～102年9月8日

報告日期：102年11月1日

摘要

21 世紀之今日地球暖化，極端氣候之頻繁，加上，世界貿易之蓬勃發展，WTO 之簽訂，木材之供給與需求，各國主客觀環境不同，林產品及副產品之輸出與進口，貿易政策之合縱與連橫，迅速萬變，地球上之世界各國經濟已經緊密結合在一起，尤其日本、韓國經濟體和台灣近似，處於競爭及合作之勢態。因此，在這世界快速變遷下之森林，其經營因應之道該如何，藉著研討會各國研究人員、專家齊聚一堂，瞭解日本及韓國有無突出之作法，藉此國際交流平台，可減少我們摸索之時間及增加彼此學習機會。本次研討會共有台灣、日本、韓國、印尼、泰國等 10 國 100 餘人參與，會中針對快速變遷下之森林永續經營進行探討，共發表研究報告 43 篇，會後並參訪屋久島柳杉老齡林之永續經營策略，研究試驗地、屋久杉自然博物館及世界自然遺產之保育與經營，和規劃分區經營與當地居民共生共榮之永續利用，尤其屋久杉（日本柳杉）之保育利用永續經營策略及作法。由於屋久杉之組成結構及環境和檜木老齡林類似，因此，可提供台灣棲蘭山檜木老齡生態永續經營之借鏡。

目錄

I、目的.....	4
II、行程.....	4
III、過程.....	5
IV、心得與建議.....	9
V、照片.....	13

I、 目的

氣候變遷、地球暖化，使全世界各地之人類及生態均受影響，連帶引起基本的經濟發展產生變化，根據聯合國政府間氣候變遷專家委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)氣候情境分析，至 2050 年，溫度持續增加 3.2°C。另 21 世紀之今日，世界貿易之蓬勃發展，WTO 之簽訂各國貿易頻繁，木材之供給與需求，各國主客觀環境不同，林產品及副產品之輸出與進口，貿易政策之合縱與連橫，迅速萬變，地球上之世界各國經濟已經緊密結合在一起，尤其日本、韓國經濟體和台灣近似，處於競爭及合作之勢態。因此在這世界快速變遷下之森林，其經營因應之道該如何，藉著各國研究人員、專家發表之研究報告共 43 篇及相關野外參訪，屋久島柳杉永續經營策略及世界自然遺產之保育，及瞭解日本及韓國有無突出之作法，藉此國際交流平台，可減少我們摸索之時間及增加彼此學習機會，祈望將台灣之森林建構成生態、生活及生產，三生之森林，亦即達到環境、社會、經濟三贏之境界。

II、 行程

行程	事由
9 月 3 日台灣桃園至日本九州鹿兒島	路程
9 月 4 日鹿兒島(Kagoshima)	參訪鹿兒島大學及報到
9 月 5 日鹿兒島(Kagoshima)	研討會
9 月 6 日鹿兒島－屋久島	行程及參訪屋久島柳杉人工林、屋久杉自然博物館及屋久杉殘材貯存場
9 月 7 日屋久島(Yakushima)	參訪柳杉老齡林經營試驗地和屋久島世界自然遺產地
9 月 8 日屋久島－鹿兒島－台灣	回程

III、過程

一、鹿兒島大學

鹿兒島大學 (Kagoshima University) 是日本國立大學，位於日本九州鹿兒島縣鹿兒島市，至 2010 年止日本共有 86 座國立大學、95 座公立大學和 597 座私立大學。國立大學擔當日本高等教育之主要角色。鹿兒島大學設立於 1949 年，由第七高等學校、鹿兒島師範學校、鹿兒島縣女子師範學校、鹿兒島青年師範學校、鹿兒島農林專門學校、鹿兒島水產專門學校合併而設立。現共有三個校區，學校內大學部共有 8 個學部 (faculty)，研究所則有 11 個院 (school)，是一所綜合之研究型大學。

本次研討會是在 Korimoto 校區農學部大樓舉行。農學部在 1908 年成立，已有百餘年歷史。農學部下分農業科學和自然資源 (Agricultural Sciences and Natural Resources)、生物化學科學與技術 (Biochemical Sciences and Technology)、環境科學與技術 (Environmental Sciences and Technology) 和醫藥 (Veterinary Medicine) 4 個系。除大學部，農學部還提供碩士和博士課程。鹿兒島大學沒有森林系，其森林課程是列屬在農學部下之農業科學和自然資源系，與森林相關之研究室有森林計畫、森林保護、森林政策、林業經濟、育林、森林土壤和植物病理等。

二、研討會

(一) 主辦單位

主辦單位為日本森林規劃學會 (Japan society of forest planning (JSFP))，鹿兒島農學部 (Faculty of Agriculture Kagoshima university)、九州大學東亞環境研究所 (Research Institute of Asia Environments, Kyushu university, RIEAE)、日本數理統計研究所、風險分析研究中心 (Risk Analysis Research Center, Institute of statistical Mathematics, ISM)、日本 FORMATH 研究群。

協同單位：

韓國森林經營與資訊學會(Korea Society of Forest Management and Information, KSFMI)、中華林學會(Chinese Forest Association, CFA)、國立中興大學森林研究所(NCHU)。

本次參加國家有日本、韓國、台灣、印尼、泰國、捷克等共進 10 國研究人員參與，台灣亦有台灣大學、中興大學、宜蘭大學、嘉義大學及本所等單位，含相關工作人員，共 100 餘人參與。

(二) 口頭報告分 5 大部分共 18 篇報告

1. 為人工林經營，共 4 篇報告發表
2. 為天然林之經營，有 4 篇報告發表
3. 為碳吸存和水資源之經營，有 4 篇報告發表
4. 為森林生態之監測與評估，有 3 篇報告
5. 為森林醫療功能與服務之評價，有 3 篇報告

(三) 壁報展示共 25 篇

壁報之發表，除需依規定時間在張貼壁報處說明外，在張貼前在大會上，每一篇均需口頭介紹報告大意，結果約 5 分鐘。內容有森林林分、林木之生長、收穫及各種生長收穫預測模式之評估，各國重要經濟樹種天然林、人工林之撫育經營，對林分組成結構、生態、微環境，及各種疏伐方式、單株下層、上層、選擇、行列疏伐、疏伐強度及塊狀、群狀之疏伐、生長、生態之探討及伐木、收穫、集運等成本效益之評估，森林自然醫療分析並使用高科技之遠 Li-DAR 及遙測衛星影像、GIS 進行資源及植生綠化指標之評估分析，地球暖化、極端氣候，對脆弱敏感之林地農地沖蝕，紅檜及柳杉天然林擇伐長伐期經營分析，都市林碳貯存量等，非木質產品之森林生態功能評估，及許多森林多目標之社會經濟面向分析及探討。研討會內容，各國研究人員發表之報告，皆針對快速變遷下之森林經營有關，各國之森林經營，亦皆幾乎面臨相同之議題，提出各種因應情境，討論分析，盼能解決共同面對之難題。

三、 屋久島(Yaku shima)

(一) 位置

屋久島位於鹿兒島市(Kagoshima)南方約 130km，搭乘渡輪約需 4 小時，搭乘小型飛機約需 30 分鐘，人口約 14,000 人，面積約 504km²，東西約 28km，南北約 24km，其中林地 456km²，占全島面積 91%，國有林有 384km²，佔 76%，可見屋久島大部份皆屬國有林之林地。非林地及私有林僅佔少部分，島中央海拔最高達 1936m，其植生分布由低海拔之暖溫帶林至高海拔之冷溫帶林，植生變化很大，柳杉主要分布于海拔 500-1,900m。氣候方面，年平均溫度 19.4°C，相對濕度 74%，年降雨量海平面約 4,000mm，島中央高山地區達 8,000-10,000mm。故當地有一句俗語「一個月下 35 天的雨」，即在形容當地降雨量。

屋久島植群分布屬暖溫帶闊葉樹林、落葉樹之闊葉林木及針葉樹柳杉林帶，因此其垂直變化大，植群之物種多樣，四面臨海，景緻優美，島上更設有六個重要之區域。

1. 屋久杉學術研究保護林，1922 年設立，面積 4,343ha，1992 年併入森林生態系保護區。
2. 天然紀念物（屋久島柳杉原始林），1924 年設立，面積 2,900ha。
3. 霧島屋久島國立公園，1964 年設立，面積 20,989ha。
4. 屋久島原生自然環境保全區，1975 年設立，面積 1,219ha。
5. 屋久島森林生態系保護區，1992 年設立，分兩個部份，保護區 9,600ha，保全利用區 5,585ha。
6. 世紀遺產登錄地，1993 年設立，面積 10,749ha，從海岸至山頂，約佔整個島 20%面積。

上述六個區域除第 5 項之保全利用區外，國有林禁止伐採。由此可知日本政府和當地民眾對島上環境和資源保育利用之用心。

(二) 殘材及枯倒木貯藏標售處

參訪屋久島森林管理署春牧及船行森林事務所柳杉老樹殘材整理及標售之展示場，此殘材為以前伐採所殘留之根株及枯倒木，其殘材腐朽狀很類似台灣紅檜之蓮根腐，由政府林野廳集運搬出整理編號、調查材積，並進行公開標售。

（三） 屋久島柳杉自然館

內容主題有：

1. 介紹屋久島日本屋久杉利用歷史之演變，由海的時代（造船、捕魚）（紀元前至西元約 1600 年）。
2. 森林利用的時代（砍伐建築）（西元 1600-1904 年）。
3. 國有林的時代（西元 1904-2000 年）。
4. 共生時代（西元 2000 年~），森林巨樹保護、環境保全、生物多樣性維護和居民發展生態旅遊、永續多目標利用。

各個階段對屋久杉伐採工具、方法、歷史，古今利用之生活用具，著名之巨樹介紹，屋久杉木材特徵，年輪測定及屋久杉之更新演替等，均以圖文、照片及實物展示說明。

（四） 屋久杉生態保護區及永久試驗地

屋久島老齡林之柳杉，在 310 年前曾遭到大規模之伐木作業，此伐木作業一直持續 300 年。島上之森林目前主要由 200-300 年生天然更新之柳杉及伐木時期殘存之 400-1000 年之老齡柳杉所組成。由於島上高濕又有颱風侵襲，促使老樹風倒，打開鬱閉之樹冠，增加林內光度，促使柳杉種子于倒木或根株上發芽更新，歷經時間之洗禮，形成目前之林相。經由樹輪分析發現，天然更新柳杉之胸高斷面積生長（Basal area increment, BAI），個別單株間生長變異很大，但大致上 BAI 之生長率隨林齡之增長而增加，直到約 110 年生，而人工林 BAI 之生長初期隨林齡增加至直徑 30cm 止，接著人工林 BAI 在 30-50cm 直徑級會緩慢之增加，因此天然更新之柳杉林增加之期間比人工林更長。監測比較這些結果，發現天然更

新之柳杉林 100-150 年前之生長率比最近 30 年前還高，此進一步暗示著因大規模伐木作業，造成孔隙之形成，此對柳杉之生長率有正面之效應。

不含車程，來回徒步行程約 4 小時，除短程來回約 1 小時之生態教育步道外，更深入生態保護之核心區，路徑甚為原始，皆是裸露之樹根、岩石及枝葉腐植層。探訪屋久島森林管理署，九州大學及鹿兒島大學合作柳杉老齡林之研究試驗地，主要進行幾個部分 1.探討屋久島柳杉最近數十年之長期生長類型，2.評估樹冠孔隙與地形對林下植群生長之光條件，3.探討颱風影響干擾下，柳杉胸徑與樹高之生長問題，4.柳杉天然更新之類型，5.生態旅遊相關設施如解說、安全之設置狀況，6.柳杉老齡年輪氣候之解析，7.參訪生態教育之遊客中心及屋久杉工藝品展示。

屋久杉巨樹，最著名為繩文杉，最大最老，位於海拔 1,300m，樹高 25.3m，胸圍 16.4m，樹齡約 2,000-7,200 年。

屋久島當地之柳杉天然林之命名

Yaku-sugi：天然林中，林齡超過 1,000 年

Ko-sugi：天然林中，林齡低於 1,000 年

Domai-boku：天然林中殘留根株和倒木部分

Ji-sugi：人工栽植之柳杉

IV、心得與建議

一、日本地形、雨量和台灣極為相似，其針對森林經營相關之研究，涵蓋甚廣，不同地形、林地、森林狀況及所有權屬分別訂立不同之經營目標及不同撫育經營作業模式。此次台灣、日本、韓國為主的學者專家群聚一堂，並為因應地球暖化、極端氣候之侵襲，其採取甚多之策略，值得台灣借鏡與學習。

(一) 加強人工林之經營，鼓勵私有林行疏伐、修枝撫育，並予以獎勵。

(二) 林地分級分區使用，對於坡度大、土石崩塌之地區，予以嚴格保護。

- (三) 對於具有生態景觀價值(如屋久杉)之地區劃定核心區域，除學術研究外，禁止干擾。
- (四) 生態、景觀核心區外，亦劃分緩衝區及永續利用區，讓島民能造林撫育，永續經營利用林產物
- (五) 和當地居民共享自然資源、發展民宿、生態旅遊及環境教育。
- (六) 森林服務和生態功能之量化研究，並發展森林自然休閒醫療。

二、屋久島柳杉老齡林之結構和台灣棲蘭山之檜木老齡林生長環境、氣溫、雨量極為相似，其組成更新之方式和台灣棲蘭山檜木林極為相近，因此對棲蘭山檜木林之經營利用，屋久島柳杉老齡林之經營規劃及作法，值得我們借鏡，個人認為棲蘭林區，包含太平山及大溪事業區，面積約 27,821 公頃，可發展為生態系永續經營之絕佳環境，個人建議作法如下：

- (一) 核心區之天然檜木老齡劃設與監測計畫：籌劃世界襲產價值檜木老齡林，核心區內未經任何作業之檜木原始林及針闊葉混合林及鴛鴦湖自然保留區，將進行嚴格之護管，區內僅供科學研究及生態監測外，未經許可禁止任何干擾與進入，保護位階如同文化資產保存法劃設自然保留區，以有效保護原始檜木老齡林及野生動物棲息環境，並進行生物多樣性資料庫之收集。
- (二) 緩衝區，霧林檜木林探索計畫：森林保育處，奉政府核准自原始檜木林中，由 1986~1998 年于 170 線、160 線、130 線及 120 線林道兩側共整理 813ha，曾進行之枯立倒木整理區，採取枯立木及倒木，然後空隙地橫坡帶狀整地，使檜木種子能與土壤接觸，促進天然下種更新，並配合已下種之自生苗保育，立木不足處再以人工造林，目前已形成老齡、壯、幼齡林，形成之複層異齡及混合闊葉樹之檜木林相，值得闢建數個小區塊，供大眾探索體驗，從而由心裡發展出愛林護林，保護環境之情操，同時進行環境生態之調查與監測。

- (三) 生態旅遊區結合周圍原住民社區，建立伙伴與生態導覽計畫：除目前有 3 處生態旅遊區，棲蘭、明池及歷代神木園，另可結合社區對緩衝區進行生態探索或于永續利用區設置各項林業經營試驗解說據點，讓社會瞭解林業經營與未經營之差別，從而瞭解林業經營之重要。
- (四) 永續利用區：此區域為曾經人為皆伐後，建造之人工林或天然更新之檜木林或針闊混合林，面積計有 5,804ha，大致可分為幾類：
1. 衰退人工林之撫育更新計畫：針對 50 年代皆伐建造之柳杉人工林，因林分冠層已極度鬱閉，柳杉林之生長已產生停滯，林分健康性降低，林木因競爭激烈，枯死嚴重，因此需行不同類型之撫育經營試驗及經營教育展示，所獲得科學數據試驗結果，可應用於大面積人工林之經營。在永續經營之前題下，提升碳吸存及林地生產力，增加社區就業機會，維護林分之健康，並可舒解天然林木材需求之壓力，結果亦可應用於其他樹種之人工林。
 2. 非核心區檜木林之更新、經營與利用：對未有水土保持之虞地區之檜木林，進行各類型之檜木林更新經營技術及森林經營教育展示，永續收穫之檜木，亦可進行精密之利用，以滿足社會所需。
 3. 友善環境之林木集運展示計畫：讓社會大眾瞭解何種集運方式，對環境水土破壞最少，又最經濟效率之木材收穫集運方式，並設置示範據點，從而可推廣於其他林業機關或平地造林林主。
 4. 混農林經營試驗計畫：位於永續利用區，社區居民已開墾種植蔬菜、果樹之地區，進行混農林經營之探討，以發展在地消費，提升社區經濟收入，並可減少對環境生態之衝擊。

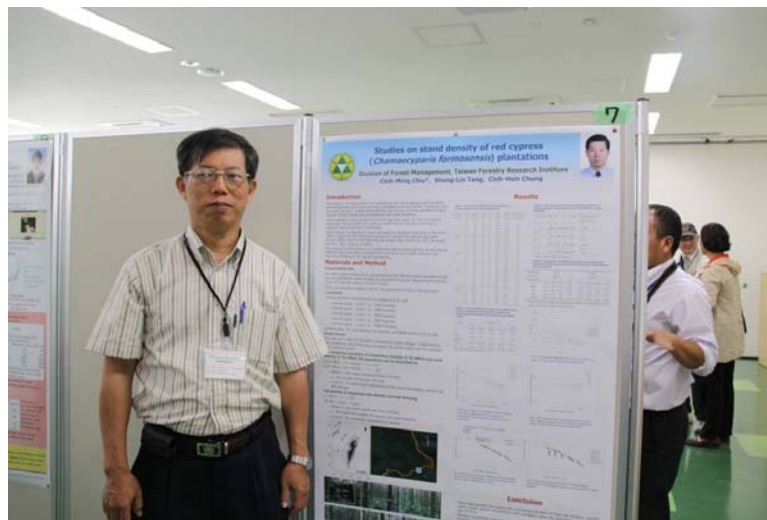
三、社區居民，在生態旅遊與山林保育共生：

社區林業之工作，是落實由下而上規劃、參與式經營、以及共同管理的森林

生態系經營。社區林業之推動，就是要建立起夥伴關係，培養經營者和居民間良好互動的共同經營模式。生態旅遊是一種維護當地社區概念的旅遊，負有繁榮地方經濟、提升當地居民生活品質、尊重與維護當地生態環境保育檜木老齡林的重要功能。



台灣參與研討會之人員於大會合影



筆者於壁報前



屋久島森林生態系保護區解說牌



屋久杉往昔之伐木工具



屋久杉往昔之伐木工具

部分(早材)と一年に1対年輪の数と(年齢)と過去を調べます。記を調べる入り込むる必要がた。

サンプル採取と年輪解析

折れた枝の根元付近の最も太い部分からサンプルを数個採取しました。サンプルの茶色の部分は木の皮(樹皮)で外側にあたり、反対に白い部分が内側です。

縄文杉の枝の中心部は腐っているので、サンプルには中心部の年輪はありません。

採取したサンプルを木片に固定し、表面を削って、コンピュータによる画像解析を利用して年輪の数と年輪幅を測定します。

サンプル

サンプルの長さが確認でき、約80cmの長さの約21cm分がデータやコア採取した付620年、悪いそして、900年とし

サンプルの採取

年輪解析

屋久杉博物館中樹輪解析紹介



屋久杉博物館中樹輪解析紹介



屋久杉（柳杉）緻密之年輪並富含精油



日本最老之柳杉～縄文杉



屋久杉之破壞與再生



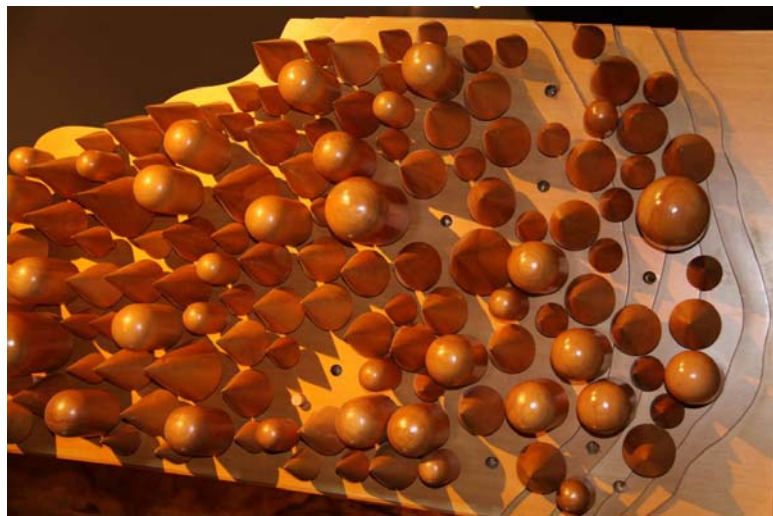
三種著名日本柳杉（A-秋田之桃洞杉、B-屋久杉及 C-奈良之吉野杉）之比較



屋久杉之利用



屋久杉利用之解說



屋久杉之應用



屋久島森林管理署



屋久杉倒木和根株殘材土場



屋久島上日本彌猴



屋久島生態保護區



屋久杉林相和生態旅遊



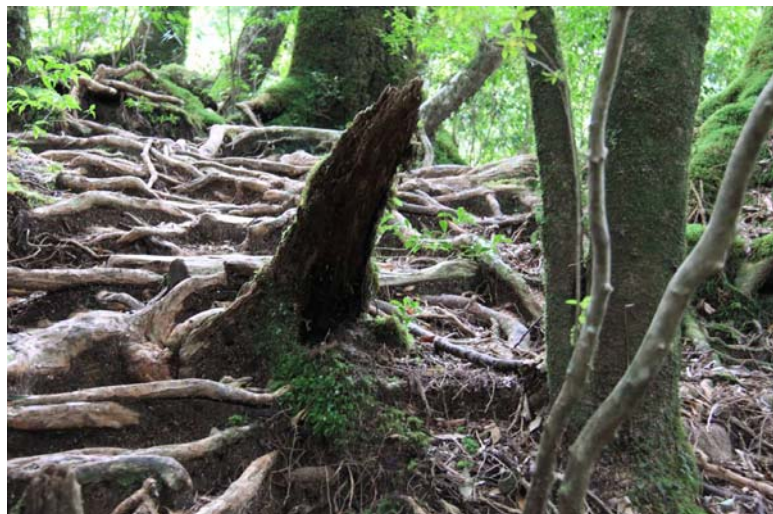
環境教育（日本以前屋久杉伐採之介紹）



屋久島生態環境教育解説牌



屋久杉天然下種更新情形



屋久島環境保護區地表樹根部裸露狀況



屋久杉試験地林相



屋久杉永久様區試験地



屋久杉老齡林一千年杉



屋久杉老齡林

切り株更新

倒木更新と同じ原理で、江戸時代に屋久杉を抜き切りした跡にも若い屋久杉が誕生しました。この場合も、多くは日当りのいい切り株の上に育っています。

長期にわたって多量の屋久杉が伐採されたにもかかわらず、森林の生態が破壊されなかったのは、このような仕組みが働いたからです。

10～20年後

数百年後

Regeneration on stump

屋久杉自然保護區解說牌，倒木更新，由伐木橫斷面切口，柳杉天然下種後，種子於伐木切口萌芽、競爭，最後形成之林木更新情形



屋久杉更新方式：倒木更新



倒木更新情形



屋久島國立公園景緻