

出國報告（出國類別：國際會議）

2013

台日韓國際研討會-在快速變遷中的永續森林生態系經營

(Joint International Symposium by Korea, Taiwan and Japan- Sustainable Forest Ecosystem Management in Rapidly Changing World )

服務機關：中興大學森林系

姓名職稱：馮豐隆教授

派赴國家與地區：日本，九州鹿兒島市及屋久島

出國期間：中華民國 102 年 9 月 3 日至 9 月 8 日

報告日期：中華民國 102 年 10 月 31 日

## 摘要

延續 2004 年臺灣日本雙方森林經營規劃方面教學研究的成果發表與討論，讓老師、學生及研究人員有更密切的學術交流。去年(2012)在臺灣宜蘭大學舉行，今年在日本九州的鹿兒島大學舉行，會中仍以傳統的調查測計為主題，碳匯與交易以及社區林業是當前東北亞森林大學經營規劃的最重要課題。此回韓國學者全場中發表針對未來韓國林業研究與經營欲往森林醫學、森林治療的智慧科技(IT)整合計畫，當然由森林生態系的勞務-支持、提供、調整與文化等勞務-評估是世界森林經營的重點，而文化價值中之森林醫學與林業歷史文化，是值得努力鑽研的地方。

日本九州大學 Yashida 教授團隊近年來透過森林調查測計，生長錐技術探索森林經營文化史方面的研究成果，提供探索屋久島的三種柳杉的林業文化意義。此三種杉分別為(1)1000 年以上天然林柳杉稱為“屋久杉”，(2)林齡未滿 1000 年天然林柳杉木稱“小杉”，(3)伐木之根株殘材謂之“土埋木”，不在該天然林活立木地區取材，而規劃成國家公園或世界遺產登錄地。目前的土埋木提供當地木材工藝品，人工林則供做板材，這些天然林取之木材價格(35 萬/11m<sup>3</sup>)約為人工林木材的 35 倍。另外參訪其自然博物館，由森林調查測計研究人員(1 萬/1m<sup>3</sup>)的研究成果，可以提供環境教育，林學教育很主要的一環。

台日共同研究日本時期於臺灣設立演習林，對近百年的林業歷史文化的影響，是值得探討。地點包括四個當時有林業科系之帝大的演習林，如東京帝大的溪頭演習林、北海道帝大的能高演習林(今稱惠蓀林場)，京都帝大的在今日藤枝森林遊樂區設立的演習林，而九州大學在台北文山地區的演習林。至於九州帝大的演習林應再查訪由文獻找出地點範圍，並與九州大學共同研究將當時九州帝國大學在臺灣演習林的歷史迄今的發展予以探索。

# 目次

壹、	任務目的.....	4
貳、	2013 台日韓永續森林生態系經營研討會行程安排.....	5
參、	任務過程.....	6
肆、	綜合心得與建議.....	19
伍、	附錄	
	一、相關活動圖片.....	21
	二、攜回資料.....	24

# 2013 台日韓永續森林生態系經營研討會

## 前言

為瞭解台灣、日本及韓國學界對森林永續經營、社會經濟與生物生態的看法，於(1)2006年開始台日森林經營研討會，由本人馮豐隆召集組隊赴東京大學千葉演習林(與會者，台大鄭欽龍、林試所汪大雄及兩位碩博士生一行)台灣與日本具有森林經營規劃有關科系專業之大學教授達成互訪研討會之約定，(2)2007年在台灣興大舉行「台灣與日本之永續森林經營與碳吸存研討會」，藉此研討會回顧森林永續經營及森林與氣候變遷關係的內涵，進行台日雙方森林經營、管理、規劃方面之學術研究成果交流與實地參訪，提供更直接溝通觀念的機會，使本次研討會成為台日雙方互動的里程碑。(3)2008年在日本山形大學舉行，(4)2010年配合 IUFRO 於韓國舉行。(5)去年(2012)年由宜蘭大學、中興大學共同主辦，也將韓國納入，形成東北亞森林經營研討會。(6)今年 2013 年由日本九州大學、鹿兒島大學主辦，這種發表討論東北亞森林經營研究成果的研討會頗值得繼續合作發展。相信對東北亞區域與世界之森林經營教學研究有非常重要的意義與效果。

## 壹、 任務目的

1. 延續台日韓森林經營規劃學術研究的交流。
2. 實地參訪九州鹿兒島大學森林經營規劃有關專業與校史館有關實驗林歷史文物參訪。
3. 柳杉老樹木的原鄉-屋久島，了解其伐木歷史與當今森林經營規劃及森林遊憩與環境教育。

## 貳、2013 台日韓永續森林生態系經營研討會行程安排

9/4事前參訪櫻島火山及其林木更新

9/5 5th (Thu);

在鹿兒島大學舉辦台日韓森林永續研討會<Symposium at Kagoshima University>

8:30 - 9:00 註冊(Registration)

9:00 - 9:15 開幕典禮(Opening Ceremony)

9:15 - 15:00 口頭論文報告(Oral Presentations)

15:00 - 17:00 海報報告與解說(Poster Presentations)

17:00 - 17:30 閉幕討論與總結(Closing Discussion)

18:30 - 21:00 接待晚宴Dinner Reception

9/6(五)乘船由鹿兒島(Kagoshima)到屋久島(Yakushima)且參訪自然博物館與柳杉根株

07:45 鹿兒島南港口集合

08:30 乘渡輪到宮之浦港

14:00 參觀屋久島自然館

15:30 柳杉老樹根株

16:30 千尋淹瀑布森林

17:45 抵達飯店

19:00 屋久島山莊晚餐

9/7(六)赴屋久島(Yakushima)，參訪柳杉(*Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don)的老樹木

09:00 離開屋久島山莊

09:45 參訪柳杉老樹

12:00 屋久杉大地用餐

14:30 參訪大川の瀑布之水資源

15:30 參訪屋久島西部及參訪柳杉根株木材工藝品

17:30 抵達飯店

18:30 屋久島飯店用餐

9/8(日)

搭飛機離開屋久島

## 參、任務過程

- (一) 9月3日 由臺灣赴日本鹿兒島
- (二) 9月4日 參訪鹿兒島大學及櫻島
- (三) 9月5日 學術發表與交流 2013 台日韓永續森林生態系經營研討會  
地點：鹿兒島大學
- (四) 9月6日 參訪屋久島
- (五) 9月7日 參訪屋久島
- (六) 9月8日 由屋久島返回鹿兒島，接著返回臺灣。

一、本報告依照會議日程以相片文字加以說明(如附錄一)。

二、文字的說明以參加研討會為主。而研討會的內容依(1)口頭報告(2)海報報告及其類別整理如下：

### 1. 口頭報告(oral)

編號	英中文題目	國家	內容類別
oral1	預測高生長及地位指數(SI)曲線的推導 Predicting height growth and derivation of site index curves for <i>Pinus thunbergii</i> growth in Korea	韓國	生長收穫(測計學)
oral2	發展低成本(更新造林)育林系統 The development of low cost silvicultural system for ensuring re-planting in southern Kyushu Moriaki Yamashita (Kagoshima University), Keiko Fukumoto, Yukio Teraoka, Ikuo Takeuchi.	日本	林木評價
oral3	三種韓國主要造林樹種長期疏伐監測之研究 A study on long-term thinning monitoring of major coniferous planting trees ( <i>Pinus koraiensis</i> , <i>Pinus densiflora</i> , <i>Larix kaempferi</i> ) in Korea	韓國	疏伐監測(測計學)
oral4	臺灣大甲溪肖楠撫育對林木生長的效應 The effect of forest tending on the growth of Taiwan incense cedar plantation in the Dachiaohsi	臺灣	生長收穫(測計學)

	Experimental Forest		
oral5	屋久島的歷史當前柳杉造林木樹狀況 The history and current status of old-growth <i>Cryptomeria japonica</i> forest on Yakushima Island	日本	森林經營歷史+調查測計
oral6	擇伐系統下，伐木對殘材和林分結構的影響。 Logging effects on residual trees and stand structure under Myanmar Selection System	日本	生長收穫(測計學)
oral7	森林碳吸存與碳交易的實際情況，著重有信譽的羅者與森林經營 Elucidation of the actual situation about forest absorption trading that focuses on credit buyers and forestry management	日本	碳交易(評價學)
oral8	監測人工製造之天然闊葉樹林的樹冠孔隙其林木生長狀況 Monitoring of tree growth in artificially created canopy gaps in natural hardwood forests in Korea	韓國	生長收穫(測計學)
oral9	熱帶森林碳匯計算的誤差，以柬埔寨研究為例 Errors of carbon accounting in tropical forests: A case study in Cambodia	日本	碳匯(測計學)
oral10	碳交易框架：馬達加斯加珍貴闊葉樹的保育與永續經營 Carbon trading scheme as an incentive for precious hardwoods conservation and sustainable forest management in Madagascar	日本	碳交易(評價學)
oral11	柬埔寨 Chinit 河的水文組成與森林覆蓋改變 Change in hydrological components and forest cover in the Chinit River Watershed, central Cambodia	日本	水文組成 LU/LC 土地利用/土地覆蓋(評價學)
oral12	REDD+(減少由於伐木和森林惡化所造成碳釋放)和社區森林的安全：以柬埔寨的 Oddar Meanchey 研究 REDD+ and tenure security of community forestry: A case study of the Oddar Meanchey REDD+Project, Cambodia	日本	碳吸存
oral13	分析南韓森林生態區的破碎化特徵 Analyzing fragmentation characteristics of forest ecological regions in South Korea	韓國	地景生態
oral14	森林步道的景觀視覺 Landscape visualization on forest trail	臺灣	3D
oral15	雷達(LiDAR) 空載對地上部碳推估情形的影響 The effect of plus density of airborne LiDAR on the estimation accuracy of above ground carbon	日本	RS
oral16	智慧科技基礎(IT-based)的森林福利效應的研究	韓國	森林醫學

	Introduction of IT-based forest wellness research in South Korea		
oral17	最適化對收穫排程的 ArcGIS 擴張模式 OPTIMAL-ArcGIS extension for harvest scheduling	捷克	GIS、林木經營
oral18	臺灣森林經營理念的變化和森林能為人類做什麼的評估 The paradigm shift and evaluation of “forest for people” in Taiwan	臺灣	森林醫學、森林評價

## 2. 海報報告(Poster)

編號	英中文題目	國家	內容
Poster01	利用LiDAR比較植生剖面方法的迴歸式以進行材積推估 Comparing the regression equations of the vegetation profile method for stand volume estimation by airborne LiDAR	日本	RS
Poster02	使用 WorldView-2 影像探討 LU/LC 的分類 A comparison of pixel-based and object-based classification of land use and land cover using WorldView-2 imageries	臺灣	RS
Poster03	利用智慧電話來進行森林研究 Forest research with smartphones	日本	AM/FM
Poster04	使用商用數位相機來發展原木材積之量測系統 Development of log volume measuring system using a commercial digital camera	日本	測計
Poster05	韓國國家森林資源調查的品質經營系統建立 Quality management system for the National Forest Inventory in Korea	韓國	測計 (FIA)
Poster06	挪威之杉的地方材積表的資料收集與製作系統 Methodology of data collection and creation of local automated assortment tables for tree species of Norway spruce	捷克	測計
Poster07	紅檜人工林林分密度之研究 Studies on stand density of red cypress ( <i>Chamaecyparis formosensis</i> ) plantations	臺灣	測計
Poster08	使用馬匹做運材之可能性 Study of transporting possibility by using horse	日本	伐木運材
Poster09	日本柳杉人工林疏伐對林分結構和樹輪生長的影響 Effects of thinning on the stand structure and tree-ring growth of <i>Cryptomeria japonica</i> plantation	臺灣	測計
Poster10	社區為基礎的森林作業有問題之討論 Discussion of the problems for generalization of the forest operations activities of community-based	日本	社區林業
Poster11	比較老樹的柳杉人工林在臺灣中部的生長 Comparison of Growth of Old Japanese Cedar Plantations in Central Taiwan	臺灣	測計



Poster12	檜谷扁柏之上層林木生長評估-擇伐實驗林之個案研究 The growth evaluation of the upper story in the Kiso Japanese cypress natural forest - Case study of selective cutting experimental forest-	日本	測計
Poster13	郊區森林朝向永續性的角色：在日本對低碳社會的貢獻 Role of suburban forest towards sustainability: contributing to low carbon society in Japan	日本	C(經營)
Poster14	森林生態系選擇非林木生產函數之收穫排程模式 Model of harvest scheduling with regard to the selected non-wood productive functions of forest ecosystems	日本(捷克)	ES
Poster15	評估地區人民社會經濟狀況和對森林的依賴特性： Myanmar Bago Township 為例 Assessment of local people's socio-economic status and dependency on forests: A case study of Bago Township, Myanmar	日本(利馬)	社區林業
Poster16	人民參與社區林業的狀況-以印度尼西亞，西瓜爪哇為例 People's involvement in community-based forestry in West Java, Indonesia	日本(印度尼西亞)	社區林業
Poster17	台大實驗林混農林業的執行 Implement of Agroforestry in The Experimental Forest of National Taiwan University	臺灣	社區林業
Poster18	使用社會-經濟因子模擬柬埔寨的森林區 Simulating Forest Areas in Cambodia using Socio-Economic Factors	日本(柬埔寨)	社區林業
Poster19	包括林火處理木材能源使用現況的辨認-以日本 Ina 市為例 An identification of the current status of wood energy utilization by woodstove including firewood procurement process -A Case Study in Ina City, Japan-	日本	木材利用
Poster20	(由於氣候變遷和社會經濟造成)農田沖蝕的易撻性評估 Vulnerability assessment for farmland erosion to climate change and social economy	韓國	生態系經營
Poster21	琉球主要島嶼北部森林集水區的物理社會研究 Phytosociological research of forest watershed in the northern part of Okinawa Main Island	日本	生態系經營
Poster22	使用動態生長模式推估依照完成集約松林改變 Estimating Changes of Pinus thunbergii stands According to the Thinning Intensity using the Dynamic Growth Model	韓國	測計生長
Poster23	由國家森林資源調查資料推估樹木生長 Estimating Tree Growth from National Forest Inventory Data in Korea	韓國	測計
Poster24	推估貯存量說明韓國的森林資源	韓國	測計+森

	Estimation of Physical Stock Accounts for Forest Resources in Korea		林資源調查與分析 (FIA)
--	---	--	----------------

由以上的研究，當前仍以林分生長收穫及測計、資源調查有關，而森林生態系經營的規劃與電腦網路科技結合；另外韓國提出 IT 智慧科技整合森林治療。

### 三、發表論文

## 探討台灣“森林能為人類做什麼”的觀念改變

馮豐隆

森林生態系經營教授

國立中興大學森林學系

E-mail: [flfeng@nchu.edu.tw](mailto:flfeng@nchu.edu.tw)

Tel.(O): +886-422854060

Mobile: +886-953248590

20 世紀以來，林學與森林經營理念的演化可分成四個時期：(1)十八世紀、十九世紀初人們追尋由森林物理性的林木生產(timber management)的經營功能(掠奪式之林木生產永續)和保安功能的法正林觀念。(2)1960 年代在美國西部華盛頓州西雅圖(Washington Seattle)舉辦的第五屆世界森林會議(World Forest Congress)揭示了森林多目標利用，設立多目標利用(multiple use)的指引和“好的森林經營”規範。1980 年代，開始使用電腦和其他量化方法與工具，並著重於分析的思考，來進行符合林主的經營目標。(3)1993 年在巴西舉辦的世界環境高峰會議及美國克林頓總統期間於奧瑞岡州的波特蘭(Portland)舉辦總統森林會議(Forest Conference in Portland, Oregon)揭示了新林業—森林生態系經營(Forest Ecosystem Management)，之後則世界林業強調森林使用者如何由更寬廣的空間，更長遠的時間去分析、考量生態系的地景格局與過程，大量使用地理資訊系統和其他空間資訊的方法與工具，更而進行生態系經營(ecosystem management)。(4)2009 年，則提出生態系關係管理(ecosystem stewardship)，即由於社會—生態系統變動相當頻繁，所以需要透過人與自然之間關係的反應和修正，維繫不確定中生態系勞務的使用和人類福祉供給與機會的維持。

而本次發表之論文彙整臺灣三大林場(阿里山、太平山、八仙山)之生物物理、地理有關之資料，並利用 5S 空間資訊(RS+GPS+PSP+GIS+SMS)等，發展單株/林分/森林層級之資訊，以提供快速變化的森林，永續經營策略-生態系關係管理。由 DPSIR(驅動力量，壓力、狀況與衝擊反應)模式。配合文化地景完成林業歷史的時間軸線解釋林業政策的改變。進行三大林場近百年的林業歷史，探討“森林能為人們做什麼”。

## The Paradigm Shift of “Forest for people” in Taiwan

**FENG, Fong-Long**  
**Professor of Forest Ecosystem Management**  
**National Chung-Hsing University, Taiwan**  
**E-mail: [ffeng@nchu.edu.tw](mailto:ffeng@nchu.edu.tw)**  
**Tel.(O): +886-422854060**  
**Mobile: +886-953248590**

Joint International Symposium By Korea, Taiwan and Japan- Sustainable Forest Ecosystem Management in Rapidly Changing World –

Forest management paradigm shifts were developed from timber management (before 1960), multiple-use management (1960), ecosystem management (1993) and ecosystem stewardship (2009). For accomplishing these functions, we have to prepare the biophysical, geo-referenced data and information of these stations according to forest management paradigm shift. 5S spatial technologies (RS, GPS, PSP, GIS and SMS) were developed to get individual tree, stand and forest landscape data/ information in the past 30 years. For responding sustainability strategies for the rapidly changing world, we have to precede ecosystem stewardship with putting ecosystem services in landscape planning and decision-making of forest management. We would identify, quantify and assessment the capacity of ecosystems and landscapes to provide goods and services with DPSIR (driving force, press, status, impact and respond) model. Alishan, Basianshan and Taipinshan forest areas are the oldest ones in Taiwan. It is almost 100 years from beginning harvest in 1912 in the period of Japanese rule to post-war era till now. There are paradigm shift of forest management from timber management to multiple-use management, ecosystem management and ecosystem stewardship in Taiwan. In the study, we tried to use GIS for overlapping LU/LC and transportation maps of these three forest areas to understand the relationships trends between society and ecology in these areas. Developing the database of culture landscape would be key function of studying in the future. In the database of culture landscape, we completed history timeline and explained the changing of forest policy in different periods of these areas with transportation systems. The livelihood of forest area in old-time were studied and showed in detail theme maps, also.

#### 四、屋久島概況：

(一)位置：位於鹿兒島市的南方約130km，離九州最南端佐多岬約65km。如圖一

(二)交通：

1. 由鹿兒島市啟程：(1)搭飛機(約需30分)

(2)乘高速船(直行)約2小時/渡輪則約需4小時

2. 由福岡市啟程則：搭飛機(約需70分)

(三)人口：約1萬4千人

(四)面積約為504km<sup>2</sup>，森林面積:456km<sup>2</sup>(佔全島的91%)，國有林面積:384km<sup>2</sup>(佔全島的76%)島內有(一)原生自然環境保全地區(二)國家公園地域(三)世界自然遺產登錄地分佈如下圖2



圖2、屋久島(1)原生自然環境保全地區(2)國家公園地域(3)世界遺產登錄地 分布圖

(五)氣候：

1. 溫暖多雨 已故林芙美子在她的小說“浮雲”(浮雲)曾寫道屋久島下雨“一個月有35天”

2. 年降雨量平地約近海平面4000mm  
(山區降雪量最高約2m)

3. 島的中部山區降雨量則高達約8000~10000mm



4. 若與其他城市如九州福岡市及東京市之氣象(如氣溫、溫度、降雨量)

如表 1 則可見屋久島較溫暖、潮濕、降雨量高，約為東京的 3 倍。

表一、屋久島、福岡市、東京市氣象如年平均氣溫、降雨量、濕度之比較一覽表

城市 \ 氣象	氣溫	濕度	降雨量
屋久島	19.4°C	74%	4,477mm
福岡市	17.0°C	68%	1,612mm
東京	16.3°C	62%	1,529mm

(氣象廳：HP1981~2010)

(六)屋久島的植物垂直分布圖，隨地形而變化

1. 地形：大體區分為(1)海岸丘陵地，(2)前岳(山)斜面地，(3)高山地區宮浦山，海拔 1936m 九州最高峰，河川有 140 餘條呈放射狀。

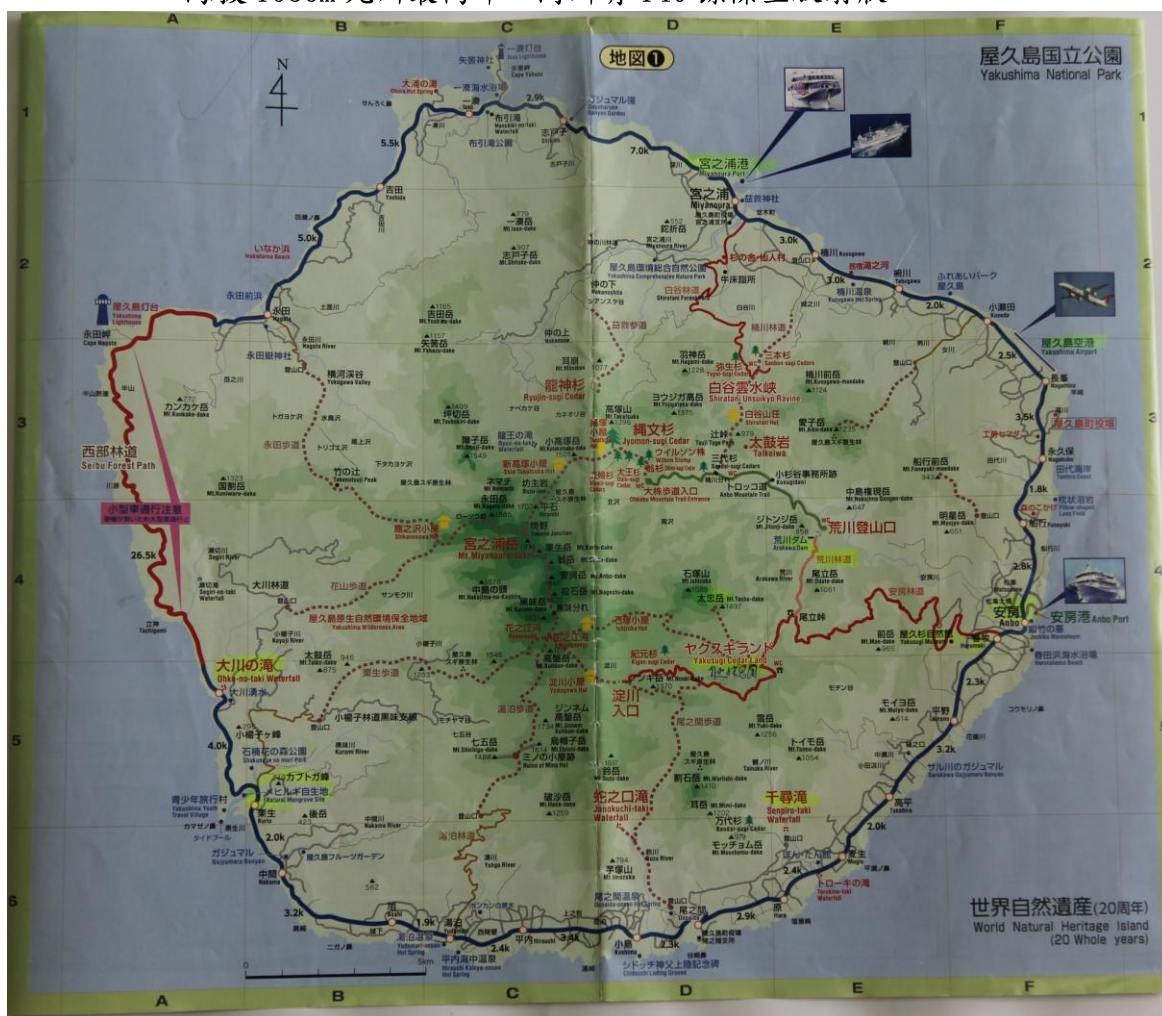


圖 3、屋久島最高山-宮浦山(1936m)、140 餘條河流與千尋瀑布、大川瀑布等瀑布分布以及繩文杉、紀元杉等大柳杉之分布圖

2. 植物垂直分布由低海拔的亞熱帶到高海拔的冷溫帶皆分布，分布如圖 4、

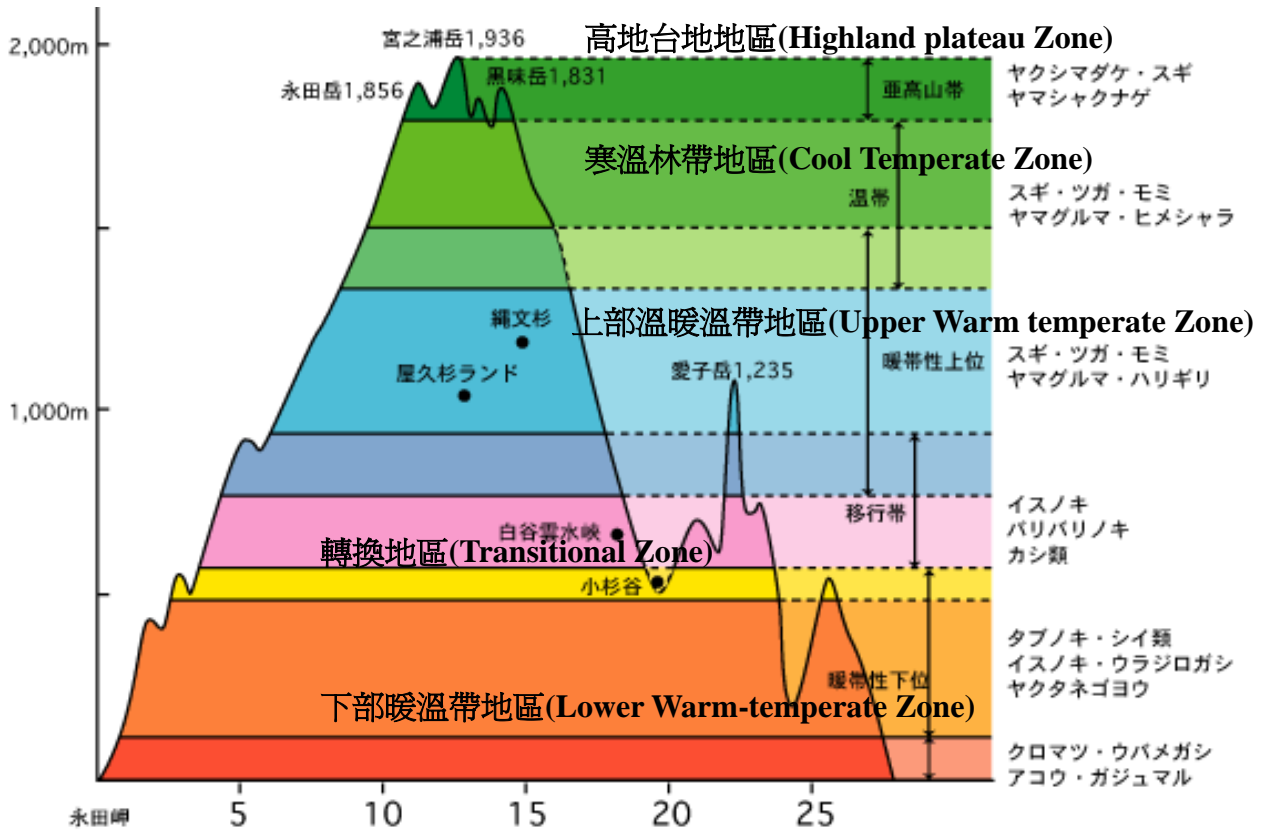


圖 4. 屋久島植物垂直分布

(七)屋久島の柳杉稱，木材依其天然林、人工林林齡而區分為以下

1. 天然林(自然林)

- (1)屋久杉：樹齡 1000 年以上的天然生的杉木
- (2)小杉：樹齡未滿 1000 年的天然生的杉木
- (3)土埋木：江戸時代伐倒的杉木及伐木後的根株殘材

2. 人工林

- (1)地杉：生長在人工林的杉木

若以木材利用來看，屋久杉、小杉是禁止伐採，而土埋木(即伐木後之根株殘材)為當今屋久島工藝品的材料，每 $m^3$ 約 35 萬日幣，而人工林的地杉  $1 m^3$ 才 1 萬日幣，其價格 35 倍之多，這兩類木材可由圖 5、6 看出差別



圖 5 為人工林木材運材

圖 6 為地杉與殘材土埋木放誌之土場

#### (八)屋久島國有林的經營歷史

1885 森林皆隸屬官方的國有林

1886 設置鹿兒島大林區的宮之浦(Miyanoura)派出所(林務局)

1921 設立屋久島(宮之浦)國有林經營大綱

1967 繞島一周的道路開通

1971 屋久杉(Yakusugi Land)和白谷雲水峽(Shiratani unsuikyo canyon)開放

1992 劃定屋久島森林生態系保護地域

1993 約 10,747 ha 被列為世界自然遺產地域

1995 屋久島營林署及林業辦公室，合併建置屋久島森林環境保護署保全中心

1999 屋久島森林管理署再度編置，由屋久島林業辦公室改為屋久島森林辦公室

2001 種子島管理歸屬於屋久島森林辦公室

2013 屋久島森林環境保護署(保全中心)改隸屬屋久島森林生態系環境保護署(保全中心)

#### (九)屋久島國有林的概要

##### 1. 屋久島國有林具公益功能與經濟功能，亦即

(1)公益功能：國家土地保育，水源涵養，社會福利和文化等。公益機能的發揮是國有林最重要的功能。

(2)木材產品供應：人工林和木材的供應

屋久杉(即 1000 年以上)的土埋木(殘材處理)等林產物的生產機能尚可適切地發揮。

##### 2. 國有林的面積：可依天然林、人工林來區分：

人工林	83,000 ha (22%)
天然林	28,800 ha (75%)
其他	1,200 ha (3%)
合計	113,000 ha

3. 世界自然遺產登陸地域 1993 年 12 月(平成 5 年 12 月)登錄

登錄地域合計	10,747ha
(1)國有林	10,260ha
(內含森林生態系保護地域	10,236ha)
(2)民有林	487ha

4. 森林生態系保護地域(約佔屋久島國有林的 40%土地)，主要特點

- (1)原生天然林的保存與保護
- (2)核心區基本上沒有被人類干擾

5. 休養林

(1)自然休養林

- a. 屋久杉 270 ha  
海拔 1,000~1,300m  
遊客 81,000 (2011 財政年度)
- b. 白谷雲水峽 424 ha  
海拔 600~1,300m  
遊客 105,000 (2011 財政年度)

(2)風景林

屋久島的風景林最有名者有三

- a. 大川瀑布 13 ha
- b. 千尋瀑布 29 ha
- c. 田代海濱 44 ha

6. 屋久島土埋木的生產與銷售

土埋木的生產與銷售使得屋久杉傳統工藝品成了當地非常重要的產業

7. 原生屋久種子島五葉松的保護

屋久種子島五葉松

有一種五葉松樹，其天然生長在屋久島和種子島

屋久島約有 1,000~2,000 種的原生種

種子島約有 300 種的原生種

滅絕危險的物種類 B 類

8. 屋久島，屋久種子島五葉松，志願調查隊，在屋久種子島保全協會的協助下，一起進行保護，進行以下經營管理措施

- (1)林驅除食松蟲的作業。
- (2)棲息地的研究、收集個別的信息，保護松木，以及驅蟲的作業實施過程與成效。



(十)採取措施改善“繩文杉”的樹勢，進行繩文杉的樹勢回復措施。

1. 樹勢衰弱原因

由於登山者的踩踏及不良的排水系統圍繞著“繩文杉”，那些問題造成地下的根部受損，使得“繩文杉”看起來很虛弱。

2. 改善措施

為了改善繩文杉的這些狀況，採取用編柵工程梯田形狀的方式避免土壤流失，並以

(1)土壤改良劑及土壤堆肥劑加以改善土壤。

(2)測量並恢復繩文杉樹皮的損傷

a. 清洗受傷的部分

b. 藥物的殺菌消毒

c. 受傷的部分以癒合促進劑來塗布去刺激他。

(十一)屋久島有關森林測計學之文章摘要

九州大學的Yoshi教授領銜的森林測計學團隊，利用取樣調查與樹輪分析探索屋久島柳杉的伐木年代歷史，且將其研究成果提供屋久島、種子島營林單位以及自然博物館林業及環境教育的教學，展示資料的科學依據與內涵，是學術研究與經營管理很好的結合應用。發表的四篇學術論文其摘要分述如下：

1. 屋久島柳杉的不連續胸高直徑-樹高關係函數：經常性颱風對最大樹高的影響

Atsushi Takashima · Atsushi Kume · Shigejiro Yoshida · Takuhiko Murakami · Tsuyoshi Kajisa · Nobuya Mizoue, 2009, Discontinuous DBH-height relationship of *Cryptomeria japonica* on Yakushima Island: effect of frequent typhoons on the maximum height, *Ecol Res* (2009) 24: 1003-1011

屋久島的山區覆蓋著以柳杉(*Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don) 為主之針闊混淆林，即使屋久島經常受風速超過 $55\text{ms}^{-1}$ 的颱風吹襲，柳杉在山區依然存留了好幾百年而沒被摧毀，為評估雷擊對林木生長的影響，吾人檢視柳杉和其他共同生存物種間樹幹的胸高直徑與樹高。此模式是分別基於(1)擴展生長關係函數(expanded allometric equation)(2)不連續逐步生長關係函數(discontinuous piecewise allometric equation)來表達DBH-H的關係。在所有樣區中，柳杉的DBH-H關係，在小徑材與大徑材的DBH範圍的DBH-H關係曲線，發現有不連續的現象，幾棵最大DBH的柳杉老樹木其樹頂往往受強風吹襲而斷稍，然而大的柳杉樹在樹冠層上仍是佔了最大範圍的位置。相反地，在許多樣區的次樹冠層闊葉樹物種，其DBH-H的關係曲線圖仍然是連續的，且不論柳杉樹冠多高，其他優勢闊葉樹物種的高度是相類似。此結果揭露了屋久島柳杉森林都有一定的垂直結構亦顯示森林中垂直的棲地在颱風壓力下，森林樹種的垂直結構能有效地使用森林空間，也更增加了斷面積(BA)的密度。

2. 使用樹冠投影圖及地形資料推估下層光狀況

Atsushi Takashima · Atsushi Kume · Shigejiro Yoshida, 2006, Methods for estimating understory light conditions using crown projection maps and topographic data, *Ecol Res* (2006) 21:560-569

透過樹冠投影圖(crown projection maps)和地形資料(topographic data)採取 4 種樹冠的性態值指標來推估樹冠下層的光狀況，樹冠面積(crown area, CA)由單元 20m X 20m 形成。(1) 樹冠蔽蔭指數(canopy shade index, CSI)則由於地形因素，有興趣的林木及其周遭林木的樹冠計算而得，(2)地位蔽蔭數(Site shade index, SSI)整合陰影坡到樹冠蔽蔭數(CSI)內，可以表示地位的整個物理鬱閉度，(3)立地光指數(Site light index, SLI) 將立地的方位角(azimuth)結合到 SSI 內，以獲知樹冠下層的光狀況評估計算，以獲知樹冠下的光狀態。(4) 使用陡坡的老林木柳杉和 3D 樹冠結構數化於 GIS 中。結果顯示由半球體照像術(hemispherical photography)樹冠開放(canopy openness, CO)和孔隙光指數(gap light index, GLI)，圍繞樹冠的 3D 結構和地形，對冠層下的光狀況有明顯影響，而 CA 與 CO 則沒有明顯的關係，CSI、SSI 與 CO 是明顯的負相關；雖然 GLI 與 SLI 有高度負相關( $R^2=0.69$ )，CSI 是可以實際應用於推估 GLI( $R^2=0.65$ )，本指標方法可以應用於將過去有研究紀錄的森林樹冠投影圖，用來推估製樹冠投影圖當時之樹冠下的光狀況，以供比較應用。

### 3. 利用屋久島的柳杉樹輪分析資料來推估生長率 2013

Shizu Itaka, Shigejiro Yoshida, Nobuya Mizoue, Tetsuji Ota, Atsushi Takashima, Tsuyoshi Kajisa and Koh Yasue, 2013, Estimation of Growth Based on Tree-ring Analysis of *Cryptomeria japonica* on Yakushima Island, Japan J. For. Plann. (2013)19:1-7

屋久島的老樹林柳杉已歷經 300 年，從 350 年前開始就有大規模伐木活動，所以目前屋久島的柳杉有更新 300 年、400 年的林木-亦即伐採後仍然存留的 1000 年柳杉。本研究係為了解屋久島柳杉近數百年長期生長的格局，利用 28 株柳杉年輪木蕊標本來分析，更新柳杉長期的生長，BA 生長率是由樹輪序列算出，結果指出個體單株樹木直徑生長曲線的變異。BA 生長在 DBH 達 30cm 時最大，DBH 的值在 30-50cm 時，BA 生長又慢下來更而生長達到漸近線，超過 DBH 值在 70cm 以上時則 BA 生長趨勢不確定。監測結果柳杉在 100-150 年的樹齡時，其林木生長量比近 30 年來得高，此說明伐木行為是有助於柳杉的生長。

### 4. 判釋屋久島柳杉雜林木之樹輪生長

Shizu Itaka, Shigejiro Yoshida, Nobuya Mizoue, Tetsuji Ota, Atsushi Takashima, Tsuyoshi Kajisa, 2013, Identifying Dendroecological Growth Releases in Old-growth *Cryptomeria Japonica* Forest on Yakushima Island, Japan J. For. Plann. (2013)19: 19-16

在日本屋久島的柳杉老林木是受過去伐木行為所影響，有關屋久島的伐木紀錄最早要追溯到 1563 年，屋久島有系統性且大規模伐採柳杉則開始於 1642 年，約有 300 年的伐採期間，迄今更新柳杉林的年齡大約 200-300 年，而老林木柳杉，其林齡約 400-1000 年亦即表示為伐木後的存留木。本研究是在辨認伐木的時間點和過去干擾的程度。並利用年輪學法(Dendrochronology approach)之年輪樹檢驗伐木活動的紀錄，由 8 株柳杉的樣木的樹輪分析(tree-ring analysis)來發展了解過去伐木干擾的時間點，生長速率(%GL)是檢視人類或自然干擾形成孔隙時，存留木的釋放空間，造成的再生長；而斷面積生長量(basal area increment, BAI)是用來計算生長量；有一棵老樹樣木樹輪標本顯示，在 1700 中葉-1800 和 1900 年來時有空間的釋放情形，其他老樹標本亦得到相似的結果不管 1600 到 1900 中葉，1700 中葉到 1900

初，或 1800 到 1900 末的樹輪分析，都顯示在 150 年伐木期間釋放存留木的競爭壓力，使其 BAI 值最大，至於 6 株更新林木(人工林)之年輪分析則可看出相對的伐木期間在 1791-1835 的狹窄範圍-證據亦可由根株上或伐木上發芽更新的樹幹年輪檢視得之由於大規模伐木活動造成的空間釋放所致。本研究結果大規模的伐木(1)促進 500-600 年存留木的生長量增加，(2)亦是促進柳杉更新的重要因素。

## 肆、綜合心得與建議

- 一、永續森林生態系經營之基本資料來源可分為(一)供給面，即森林生態系、森林地景、林分層級及單株層級等自然層級。(二)需求面，即人類、社群和個人等人類層級(三)經營管理規劃層級，即以 5S(RS+PSP+GPS+GIS+SMS)空間技術來整理森林及土地利用之時間、空間的資料，資訊形成經營、管理、規劃的資訊。
- 二、經營管理規劃之資訊來源。(一)供給面的資料一般由林木的測樹調查、林分的樣區調查及森林生態系(生育地、地景)的 5S 空間資訊科技的資源調查與分析(Forest inventory and Analysis, FIA)來獲得生態系有關資訊。(二)需求面則由社會、經濟、文化來探索個人的價值與社群和全人類的福祉效益。(三)經營管理規劃層級則往往需要由過去、現在與未來，供需如何平衡，資源如何考量生產力(productivity)、多樣性(biodiversity)和生態平衡，由生態機制，過程等原理和生態承載量，來探索永續達永續的生態系經營。
- 三、現代的森林經營管理的研究(不管日本、韓國和臺灣)仍以供給面的森林調查，林分樣區與林木調查生長收穫方面的研究為重心。由研討會的論文，不管口頭報告、海報報告，則皆仍以調查森林尤其單株與林分(樣區)為主要；利用遙航測、雷達等地景，大面積資料的收集，以提供生態系經營之所需，其實，未來仍應著重在整個生態系整體的考量。
- 四、屋久島的柳杉老林木的現場參訪後，省思臺灣 42 萬 ha 柳杉造林地，過去的經營管理伐採造成當今森林柳杉林的狀況，他山之石可以攻錯，未來森林的生長變化、組織結構，是很好的學習。臺灣將柳杉伐採輪伐期定為 60 年可能有問題，透過密度管理而將老林木保留，更新人工林做更長期的經營考量，是值得深思的。疏伐木的利用應是培育，高利用價值林木的中間產品。
- 五、森林醫學，森林提供水資源、森林遊樂、療癒、防治等身心靈的健康效益是值得發展的。森林醫學是一門新興的預防醫學。森林醫學包括對森林環境的評價，森林環境對人類健康的影響，森林環境中影響健康的因素，綠地環境對健康的影響等內容。森林浴及森林環境通過提高人體免疫機能，降低壓力激素，降低交感神經活性，降低血壓，增加人體活力等效應在預防生活習慣病(代謝綜合症，憂鬱症等)等方面發揮重要作用。森林醫學所涵蓋的內涵值得利用在臺灣的森林浴活動的遊客們，進行在地深入的研究探索，韓國學者亦由智慧科技(IT)整合計畫擬定未來研究方向。
- 六、日據時代的臺灣林業以及在臺灣的演習林之調查及經營所依循的事業區，林班之規劃設計，提供將近百年來以伐木為主體以及多目標利用的森林經營，現在仍繼續沿用。然當今以整個生態系為考量的生態系經營，過去這種林業經營的劃分、林地的

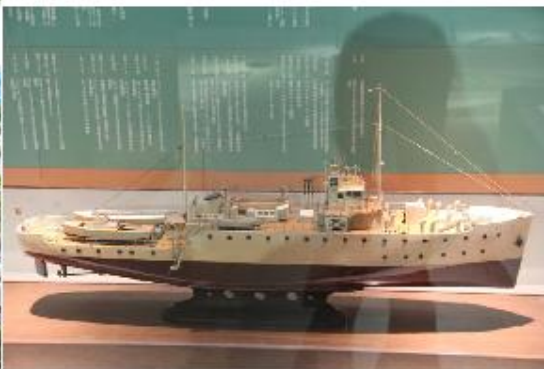
區劃，是否仍然合適，在日本已做改變與調整。在生態系經營理念下，(1)森林經營計畫應如何研擬，生態系功能的調查、價值的評估以及(2)其供給、調整、支持及文化等生態系勞務價值的資訊，如何放入依照生態系經營理念的計畫中，更而實際執行經營與管理。希望藉由到日本實際參訪了解其林業組織區劃，與及森林計畫之規劃執行在生態系經營理念下如何有效運作，以提供臺灣森林生態系永續經營的參考。

可分為四期執行，執行之初可與 19 世紀初在台灣設有演習林的日本北海道大學、九州大學、京都大學、東京大學森林有關係所及實驗林聯繫收集過去事業區、林班區劃之依據及當今如何進行整個生態系經營考量的決策資料，並與其教授及實作的畢業系友討論與分析蒐集建構有關生態系經營資料依次參訪，再由實驗林擴展層面至林野廳的瞭解比較，使生態系經營的精髓科學研究與林業經營有關知識技術能做整合調整。

## 伍、附 錄

### 一、相關活動照片

1. 到鹿兒島大學之校史館參訪其實驗林的設立發展，並參訪其森林經營科系。





2. 於鹿兒島大學舉辦之研討會會場，與會所有人員-臺灣與會人員、韓國漢城大學金教授夫婦合影。



3. 屋久島の柳杉原郷，博物館與國家公園、瀑布森林水源參觀



### 三、攜回資料

#### 1. 書本資料

- (1) Proceedings of Sustainable Forest Ecosystem Management in Rapidly Changing World 鹿兒島大學2013/09/05 出版 共18pp
- (2) Poster session of Sustainable Forest Ecosystem Management in Rapidly Changing World 鹿兒島大學2013/09/05 出版 共29pp
- (3) Yakushima Excursion of Sustainable Forest Ecosystem Management in Rapidly Changing World 鹿兒島大學2013/09/05 出版 共15pp
- (4) 電氣自動車環繞世界自然遺產的島-屋久島 鹿兒島縣環境林務部地球溫暖化對策課出版 2013 出版 共10pp
- (5) 鹿兒島觀光手冊 鹿兒島縣，鹿兒島縣觀光聯盟 2012/8 出版 共7pp
- (6) 屋久島觀光手冊 屋久島國家公園 2013 出版 共21pp

#### 2. 光碟 DVD 資料

- (1) 屋久島-生命與自然 南日本放送台 MBC 出版
- (2) 四季屋久島 南日本放送台出版