美日林業研習記

林文鎮

中國農村復興聯合委員會印行

中華民國五十四年五月

美日林業研習記

林文鎮

A Report of Technical Training in Forestry in the U. S. A. and Japan

by
RIN Un-Ching

中華民國五十四年五月
中國農村復興聯合委員會印行
臺灣　臺北
Published by
Joint Commission on Rural Reconstruction
Taipei, Taiwan, China
May, 1965

前　　言

在美國對華技術援助計劃（Technical Assistance Program）及日本對海外技術協力計劃（Overseas Technical Assistance Plan）之下，筆者曾奉派赴美日兩國研習林業，於一九六四年七月六日啓程，一九六五年一月二十六日返國，為期二〇五天（六個月又二十一天）。

在美國研習之題目，係以松類之育種、育林、保護、經營及利用為主，並以竹類試驗、熱帶林業及林業推廣制度為副。由於筆者之研習係屬個別訓練，大小鎖事均需自己連繫洽辦，加以旅途生疏，且衣食住行與娛樂均與臺灣迥乎不同，回憶在旅美一〇四天間，與國外社會及各界人士之接觸經過，及戰戰兢兢之緊張情形，真是歷歷猶在眼前。就美國之林業科學及林業經營管理而言，政策明確，制度完善，機構建全，設備充實，人才豐富，工作效率甚高，成果斐然，一切堪稱發達，可資借鑑之處不勝枚舉。

至於在日本研習之題目，則以竹類之栽培、經營、收穫及加工利用為主，並以一般經濟樹種及特用樹種之育林、經營、利用為副。由於筆者曾於七年前，東渡日本考察林業一個月，此次旅日一〇一天，可謂重遊舊地，老馬識途，精神上較為輕鬆，而且旅程僅限於東京、京都、九州、四國等地區，有較充分之時間從事專題之研習與調查，遂能收事半功倍之效果矣。日本之地勢、樹種及森林經營規模與臺灣相似之處頗多，林學發達，林業基礎良好，林學理論研究與林業實際事業並進，可為吾人取長捨短，以資借鏡。

筆者此次赴美日兩國，期間不長，旅行地域亦不廣，惟為完成目的，確已盡我所能，取我所需，觀摩研習，對於個人之學識上與經驗上，收穫豐富，獲益良多可謂天天都有新的領悟與發現，使我回憶無窮。是以在旅途中，將所見所聞，一一記在簿上，閱讀有關報告文獻，摘錄其重要者，利用假日及夜間整理編撰，歸國後再略加補充修正，是成本研習記。故本文之作，非僅個人之記錄及紀念，旨在介紹傳播先進國之林業研究成果及林業推展實況，供國內林業界同好，共同研討，或採擇

參考，冀圖有助臺灣林業之建設於萬一也。

本文內容分為兩部；其中第一部美國部份，乃以筆者實際從事林業研習之十週間為報告對象，由於研習旅程是在每一地點停留一週，故撰成十週之週記。至於第二部日本部份，係擇筆者最感興趣且印象深刻之十個題目為報告對象，是以作成十題之專題報告。

本文之得以完成，實導源於美日兩國技術援助計劃之執行，對於服務機關長官之推薦與指導，同事朋友之鼓勵與協助，美日兩國有關機關主管訓練人員及專家之指導與接待，均致深切之謝忱！

本研習記大部份在旅途中，趁印象深刻，記憶猶新之時，抽空編撰，時間匆促，其中記述錯誤在所難免，尚祈先進賢達勿吝匡正，是幸。

又本文蒙　楊組長志偉賜予校閱，銘感之餘，特再誌謝！

一九六五年五月　　林　文　鎮　謹識

美日林業研習記目次

前　言

第一部　美國林業研習十週記

美國林業相片……圖1至圖53

旅程紀要……1

第一週　7月25日至7月31日　於ARKANSAS 州 CROSSETT

一、概述……6

二、美國南部森林首都— CROSSETT— 之林業背景……6

三、林業試驗中心之使命……7

四、試驗成果摘要……8

五、研習心得及觀感……11

第二週　8月1日至8月7日　於 MISSISSIPPI 州 OXFORD

一、概述……13

二、OXFORD 林業試驗中心……13

三、洪災防止計劃……15

四、研習心得及觀感……17

第三週　8月8日至8月14日　於 MISSISSIPPI 州 GULFPORT

一、概述……19

二、林木育種之研究……19

三、森林病害之研究……21

四、木材蟲害防治試驗……22

五、研習心得及觀感……24

第四週　8月16至8月21　於 ALABAMA 州立大學

一、概述……26

二、州農業教育、試驗及推廣……26

三、林業教育與林業試驗……26

四、竹類之引進及試驗……29

五、研習心得及觀感……31

第五週　8月22日至8月28日　於 GEORGIA 州 VALDOSTA

一、概述……33
二、松脂產業保持計劃……33
三、松脂採取技術……34
四、松脂採取之經濟價值……36
五、公司原料林之經營……36
六、關於濕地松造林、經營及收穫之試驗調查……37
七、研習心得及觀感……41

第六週　8月29日至9月4日　於 GEORGIA 州 SAVANNAH

一、概述……44
二、植物引進場之竹類搜集及試驗……44
三、美國竹林事業之一般……48
四、世界最大之牛皮紙廠及其原料林……49
五、HERTY 基金—促進紙業發展之民間機構……51
六、美國南部之造紙工業與林業……52
七、研習心得及觀感……53

第七週　9月5日至9月11日　於 GEORGIA 林業中心

一、概述……55
二、東區林木種子實驗所……55
三、林木改良計劃……57
四、GEORGIA 州之林務……58
五、民有林業獎勵制度……60
六、研習心得及觀感……62

第八週　9月12日至9月18日　於 NORTH CAROLINA 州

一、概述……64
二、美國南方松材分級之要素……64
三、分級之標準及材價……66
四、木材用途之趨勢……66
五、ASHEVILLE 一帶木材利用實況……67
六、RALEIGH 之林業科學實驗所……68

七、林業試驗專家之地位及進修制度……69
八、RALEIGH 之中國留學生……69
九、研習心得及觀感……70

第九週　9月19日至9月25日　於 PUERTO RICO

一、概述……72
二、PUERTO RICO 之一般……72
三、RIO PIEDRAS之熱帶林業研究所……73
四、林產物之利用及試驗……74
五、熱帶育林試驗……76
六、研習觀感……79

第十週　9月26日至10月2日　於 PUERTO RICO

一、國有林之林相改良及森林遊樂……80
二、育苗事業及農用林造林之獎勵……82
三、MAYAGUAZ 之聯邦農業試驗場……83
四、PUERTO RICO 之竹類……83
五、RUERTO RICO 之可可椰子……87
六、研習心得及觀感……89

第二部　日本林業研習記十題

日本林業相片……圖54至圖99
旅程紀要……93

第一題　四國林業觀摩紀要

一、魚梁瀨林業——日本三大美林之一……96
二、千本山學術參考保護林……97
三、構樹皮造紙……99
四、"POLYSTAL" 工藝品——竹木之新用途……101
五、研習心得及觀感……103

第二題　九州林業觀摩紀要

一、九州林業摘要……105
二、葦北林業——九州之松樹造林中心……106

三、飫肥林業——著名的柳杉造船用材生產地…… 103
四、鹿兒島之竹材薄板鑲嵌工藝…… 110
五、研習心得及觀感…… 111

第三題　大分縣之竹產業

一、竹產業發展經過及現況…… 114
二、竹林增產計劃…… 114
三、主要竹林之經營收益…… 115
四、竹工藝之訓練、示範及推廣…… 116
五、竹產業之民間團體…… 117
六、竹材工藝之一般…… 118
七、竹材貿易之一斑…… 119
八、研習心得及觀感…… 121

第四題　天草島之栲皮樹

一、概述…… 123
二、天草島之栲皮樹栽培效果…… 123
三、栲皮樹之用途…… 124
四、栲皮樹栽培要點…… 125
五、栲皮樹生長之一斑…… 127
六、栲皮樹栽培上之問題及其對策…… 127
七、研習心得及觀感…… 127

第五題　京都地區林業觀摩紀要

一、北山林業…… 130
二、工藝柱材之栽培及加工…… 131
三、關西林業試驗支場…… 132
四、京都府立植物園…… 135
五、臺檜市況之一端…… 137
六、研習心得及觀感…… 138

第六題　京都之竹產業

一、竹筍之集約栽培…… 140
二、竹筍促成栽培試驗…… 141

三、特殊工藝竹材之栽培…… 141
四、示範竹林…… 142
五、竹庭園之建造…… 143
六、竹材加工之一般…… 144
七、京都之竹扇手工藝…… 144
八、竹材斷面花邊…… 147
九、研習心得及觀感…… 147

第七題　京都大學之林業試驗及竹類研究

一、京都大学及其演習林…… 150
二、上賀茂試驗地…… 150
三、松屬育種及育林試驗…… 151
四、竹類之試驗研究…… 152
五、外國樹種之育種試驗林…… 153
六、關於土壤侵蝕及林地改良之試驗…… 154
七、研習心得及觀感…… 154

第八題　吉野林業——臺灣柳杉之原產地

一、吉野林業之發展經過…… 156
二、自然及經濟環境…… 156
三、吉野地區之森林資源…… 157
四、林業經營上之特徵…… 157
五、吉野地區之林產物…… 158
六、營林收支概況…… 158
七、櫻井木材市場…… 158
八、森林組合…… 159
九、研習心得及觀感…… 160

第九題　王子製紙會社之育種研究及紙原林推廣

一、王子製紙會社之林木育種研究…… 162
二、龜山林木育種場…… 162
三、上野實驗林…… 163

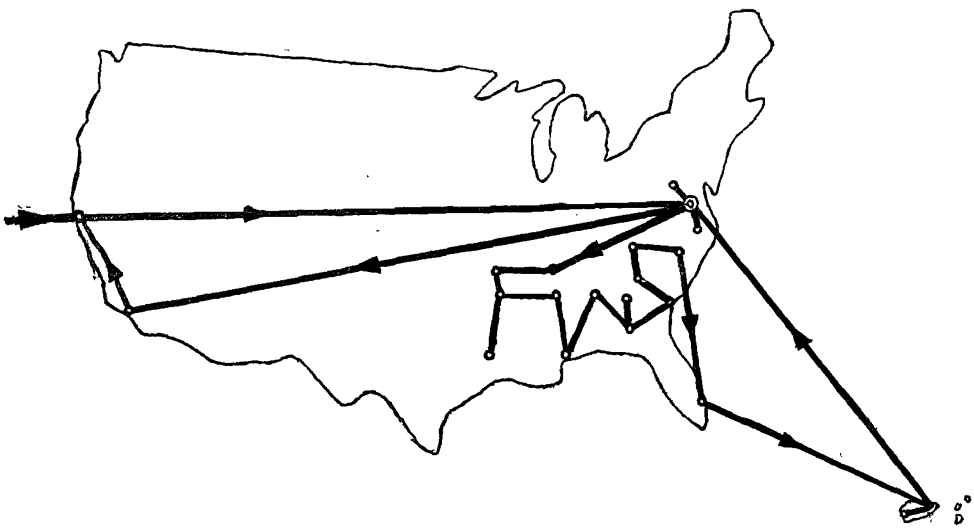
四、紙原林之推廣…… 164
五、研習心得及觀感…… 165

第十題　松毛蟲之微生物的防治之研究

一、日本以往之松毛蟲防治法…… 167
二、應用 Smithiavirus 防治松毛蟲之研究經過…… 167
三、特點及應用方法…… 168
四、Smithiavirus 應用上之注意事項…… 169
五、研習心得及觀感…… 169

第一部

美國林業研習十週記





(圖1)30年生之濕地松林；Georgia 州南部至 Florida 州北部有似此松林，延續達數百萬畝。



(圖2)濕地松松脂採取實況：做工者多為黑人，每天工資約12美元。於Georgia州之南部松脂化學公司原料林。



(圖3)濕地松及大王松，在砍伐前4年間可採取松脂，圖示松脂產業保持計劃之一林業技師在選定採脂松樹



（圖4）濕地松之冰害（ice damage）：在土層淺薄處被害尤為嚴重；於 Georgia 州中部之 George Walton 實驗林。



（圖5）濕地松經營示範林：於林地標示26年間之生產及收穫；於 Gorge Walton 實驗林。



（圖6）濕地松列狀補植之結果：補植木多被壓，幾乎完全失敗。



（圖7）洪災防止計劃下推廣之德達松林；於 Mississippi 州北部之 Yazoo-Little Tallahatchie 集水區。



（圖8）火災跡地之復舊造林，樹種為濕地松，被燒死的枯立木仍散在林地；於 Georgia 州 Homeville 一帶。



（圖9）德達松異齡林經營示範，面積40畝，通稱Farm Forestry Forty；於Arkansas 州 Crossett實驗林。



(圖10)不同來源之德達松育林試區；站立者為 Oxford 試驗中心主管 H. L. Willstone氏。

(圖11) Oxford 林業試驗中心之土壤專家 Dr. D. C. McClurkin 以土壤螺絲鑽 (soil auger) 採取土壤樣本。





(圖12)集水區逕流及土砂流失量之測定；於 Mississippi 州之 Oxford 林業試驗中心實驗林。

美國南方松木材利用之一斑



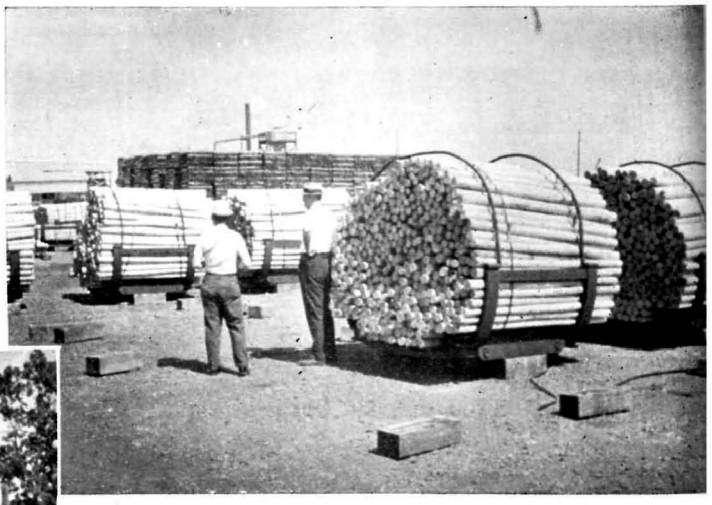
(圖13)電桿材：每m^3U$21.00，大王松及濕地松桿材端直，最受歡迎，佔用途之5％。圖中圓錐形塔為燒棄鋸屑之火爐；於Georgia 州 Valdosta 市。



(圖14)枕木：每 m^3 U$ 12.00（松樹原木價），佔用途之約1％；於Georgia 州 Valdosta 市。



(圖15)建築用材：松樹原木價每 m^3 U$ 12.41，佔用途之50％。於 South Carolina 州 Spartanberg 市。



(圖16)圍柵用柱材：佔松木用途之約1%；經防腐處理者，由公司保證耐用期間20年。於 South Carolina 州 Spartanberg 市。



(圖17)紙漿原料：每一鋸木廠均設有切片機，將邊材廢材變為切片後運往紙漿廠；松樹用為紙漿；每 m^3值 U$9.20，佔用途之37%；於 North Carlina 州 Asheville 市。



(圖18)林產工業公司原料林之工人宿舍，都用松木修建；於 Georgia 州 Vaedosta 近郊。

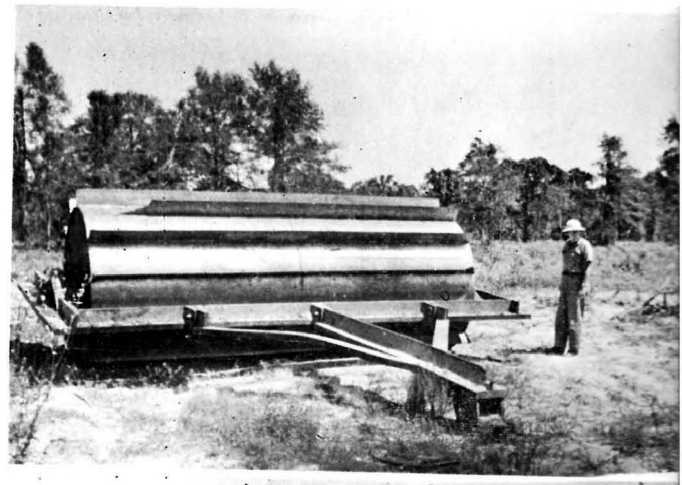




(圖19) Georgia 州材務委員會推廣用之松苗包裝情形；於 Macon 林業中心。

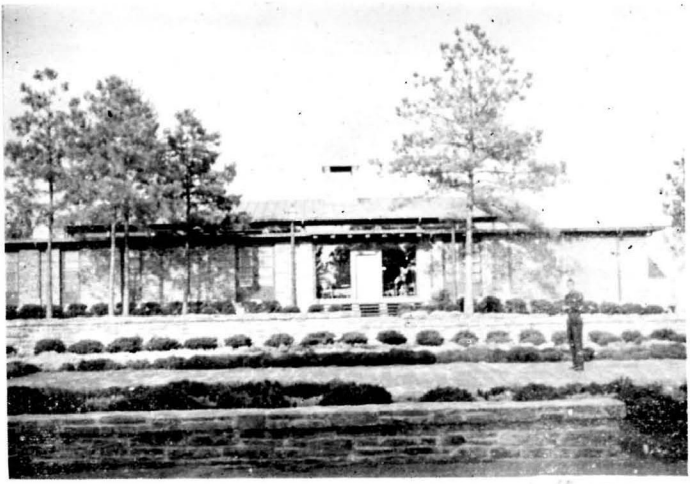
(圖20)松苗包裝及運搬情形；於 Georgia 州 Macon。

(圖21)松樹造林整地用之鐵輥軸 (rollen chopper)，重達 35,000 磅，林地之殘材、枝條均可藉此切碎。





(圖22)用鐵輥軸整地後之林地；於 Georgia州Homeville近郊。



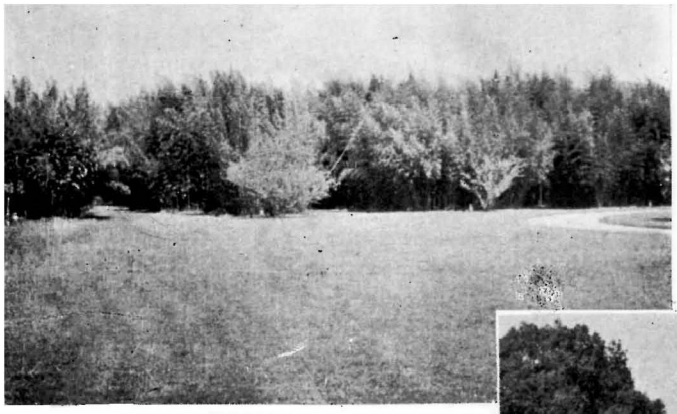
(圖23)林業科學實驗所，於North Carolina州 Raleigh 之 Research Triangle Park。



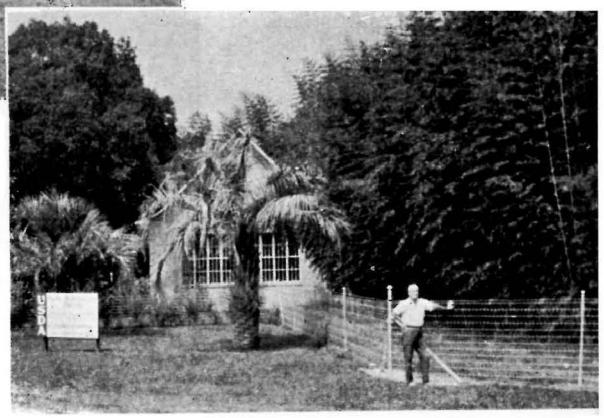
(圖24 Duke大學，於North Carolina州 Durham。

(圖25)於喬治亞州林務委員會，與該會造林組長 S.P.Darby氏合影。

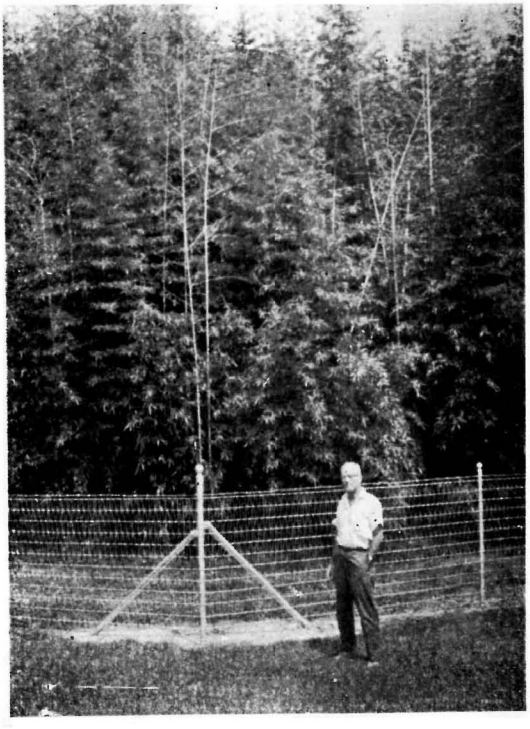




(圖26) Savannah 植物引進場之竹類引進觀察區，現有竹種 150 種，多屬散生竹類。



(圖27) Savannah植物引進場大門口：該場設於Georgia州 Savannah 市郊，一般稱為竹林農場(Bamboo Farm)，是美國之竹類引進試驗推廣中心之一。



(圖28) Savannah 植物引進場主任W. O. Hawley 氏。

美國之幾位竹類研究專家



(圖29) Savannah 植物引進場之 Dr. H. T. DeRigo，背景為散生竹類帶狀皆伐試驗區；於 Georgia 州 Savannah。



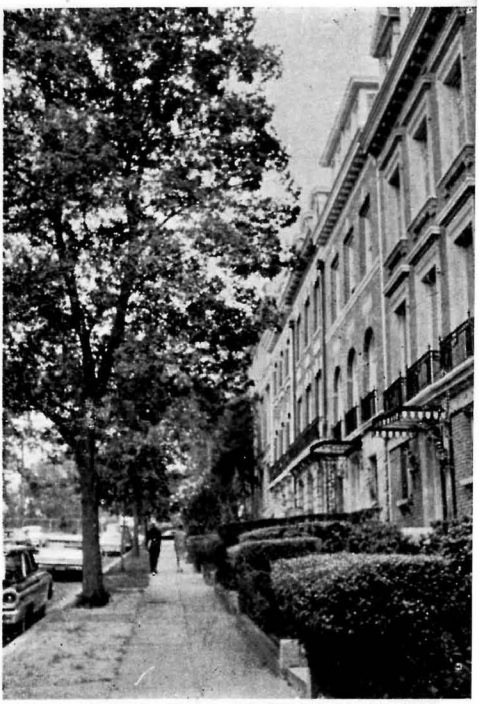
(圖30) Alabama 州立大學農藝土壤學系教授Dr. D. G. Sturkie；於 Alabama 州 Auburn 之大學試驗農場竹類觀察區。



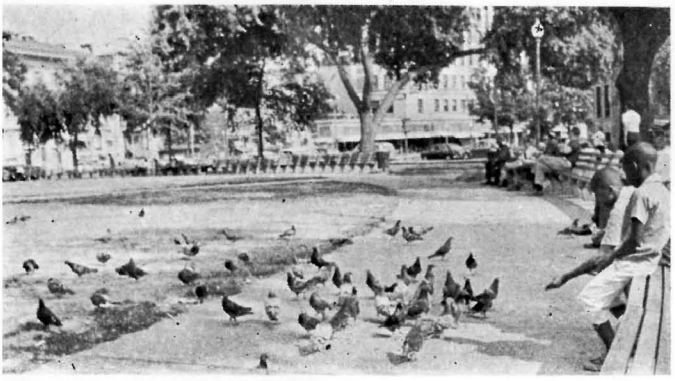
(圖31)波多黎各Mayaguaz之聯邦農業試驗場之 Dr. N. Almeyda；圖中竹叢為 Guadua angustifolia，原產拉丁美洲。



(圖32)中華民國駐美大使館；是華府麻州大道的使館區華屋中相當出色的一幢。

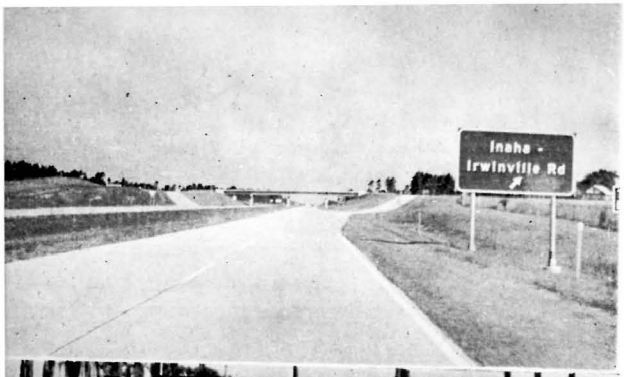


(圖33)華府白人住宅區之人行道及行道樹。



(圖34)華府市區到處有綠地小公園，供市民休息。

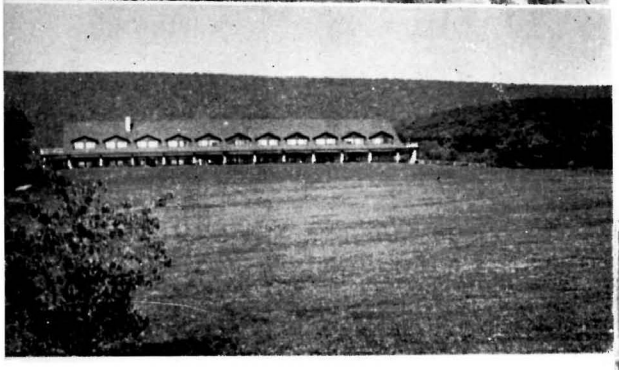
美國風光片段



(圖35)
鄉下公路，均兩條平行，來往車輛必完全分開。



(圖36)
南部沼澤地之樹林，樹上茂生苔類。



(圖37) West Virginia州立公園之一角，Cacapon dodge，位於天然森林間，景色幽美如繪，是美國東部之避暑勝地。

(圖38)
檀香山（Honolulu）機場：有一位夏威夷小姐替每位旅客在脖子上套上一個「歡迎花環」。





(圖39)聯邦熱帶林業研究所：於波多黎各 Rio Piedras 之丘稜上。



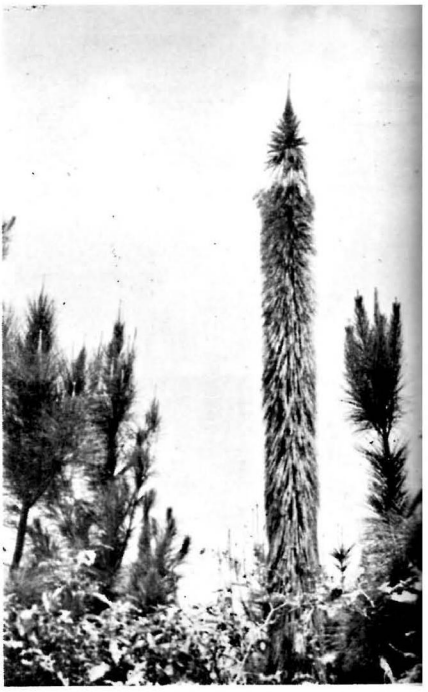
(圖40)波多黎各林研所考案之塑膠袋裝土機，其裝土效率約為人工之3倍。



(圖41)波多黎各林研所之水栽培苗床(hydroponics)，專供 Caribbean 松之營養灌溉試驗，背景為苗圃作業房，其屋頂係半透明纖維玻璃，能保持蔭凉溫度。



(圖42) Caribbean pine 為中美洲熱帶地區之最重要針葉樹，4年生樹高達 19.3呎；於 Puerto Rico 島中部民有林。



(圖43) Caribbean pine（加勒比松）之新梢萌出情形。



(圖44) 天然雜木林之林相改換；以藥劑毒殺雜木之 1/3，種植桃花心木，次年再毒死殘除雜木；於波多黎各 Luguillo 國有林。



(圖45) Caddam tree (Anthocephalus cadamba)，4年生樹高達 17.9呎；本種於4年前引進臺灣，試植成績良好。



(圖46) 由飛機上俯瞰波多黎各島西岸之椰林。

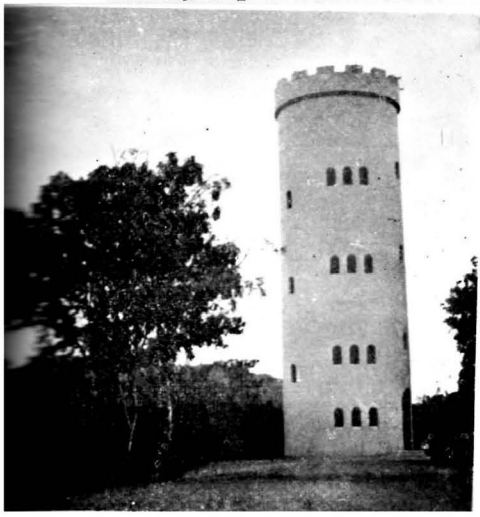
(圖47)
波多黎各 Luguillo 國有林之 La Min森林遊樂區；圖示散設在天然林間之遊憩房，專供遊客午餐休息。





(圖48)波多黎各Mayaguaz 市郊之民營椰子林，圍在每株椰幹之鋁板係為防野鼠爬上嚙食椰實。

(圖49)森林遊樂區內之瞭望塔之一：登此塔上展望絕佳，而且塔旁設有停車廣場；於波多黎各 Luguillo 國有林。



波多黎各風光



(圖50)波多黎各自治政府(Commonwealth Government of Puerto Rico)之大門口；圖內人物都是該府公務人員，此地建物有西班牙風情，與美國大陸迥乎不同。

(圖51) San Juan 市近郊海濱觀光地區之小販攤位。





(圖52)波多黎各首邑 San Juan 市一瞥。

(圖53)由飛機上俯瞰富有熱帶情調之海濱浴場。



在美國研習旅程紀要

1954年7月6日下午，由臺北起飛，經沖繩、東京、檀香山、舊金山，8日傍晚，安抵美京華盛頓 (Washington, D. C.)。

7月9日：上午往華盛頓國際中心 (Washington International Center)報到，並聽取概況說明。下午至國際開發總署 (Agency of International Development)之總務處 (Office of Administration)、糧農處 (Office of Food & Agriculture) 及援華主管官 (Desk Officer) 室辦理報到手續，並接受有關入境、生活及研習、計劃方面之一般介紹及指導。

7月10日：上午至聯邦農業部 (United States Department of Agriculture)之國際農業開發署 (International Agricultural Development Service)報到，並討論研習計劃及旅程。下午拜訪駐美中國大使館經濟參事處。

7月12—18日：參加華盛頓國際中心 (Washington International Center) 主持之講解會 (Orientation Seminar) 接受美國文化歷史、經濟教育、風俗習慣等之介紹與指導，並參加各種社交活動，參觀名勝古蹟，及華盛頓市郊之自然中心 (Nature Center)。參加本週講解會者約有60人，均係AID (國際開發總署) 及UN (聯合國) 資助來美之各國研習人員。

7月20—24日：

(a) 參加聯邦農業部國際農業開發署 (International Agricultural Development Service, USDA) 主持之講解會，聽取有關美國農業、政府授地之大學 (land-grant colleges)、其他機構、學會等之介紹，參觀農部圖書館。

(b) 至Beltsville之聯邦農業試驗中心 (Agriculture Research Center或稱Plant Industry Station, Agricultaral Research Service, USDA) 參觀農林牧試驗地，並聽取全國試驗計劃及推廣情形。

(c) 至聯邦農部林務署 (Forest Service, USDA)，接受美國林業經營及試驗之介紹，參閱有關林業資料及林業宣傳電影，並分訪其各技術單位，聽取各種林業技術之介紹。

7月25日：結束華盛頓之日程，開始參觀研習旅行。當日由華盛頓啓程，經Memphis, Little Rock, Pine Bluff 等地，抵達 Arkansas 州 Crossett。

7月27—31日：以Crossett林業試驗中心 (Crossett Research Center, U. S. Forest Service) 為據點，參觀研習：

(a) 松樹育林、經營、林相改良及砍伐技術。

(b) 森林土壤型之鑑定，及土壤與水分之關係。

(c) 松樹育種技術，包括優越樹之選定、採種園及試驗林。

(d) 參觀 Arkansas 州南部，Louisiana 州北部一帶之示範林，公司林經營，林產工業及森林遊樂事業。

8月1日：由 Crossett 經 Greenville, Winona, Batesville 抵達 Mississippi 州 Oxford。

8月3—5日：

(a) 在Oxford試驗中心(Oxford Research Center, U.S. Forest Service)及其實驗林，研習土壤、立地與樹種之關係。集水區治山造林、松林更新及經營等。

(b) 參觀 Mississippi 州立大學。

8月6—7日：在 Yazoo-Little Tallahatchie 防洪計劃機構 (Flood Prevention Project, U. S. Forest Service)，研習集水區擴大造林、林相改良、苗木包裝及貯藏方法等事項，及參觀 Mississippi 州北部一帶之防洪計劃實施成果。

8月8日：由 Oxford 經 Batesville、Jackson, 而至 Mississippi 州南端 Gulfport 市。

8月10—14日：在 Gulfport 林業試驗中心及其實驗林研習：

(a) 林木育種研究所(Institute of Forest Genetics)之林木雜交及嫁接技術，優越樹選定及採種園設定方法，美國南方各樹種之鑑定及特性。

(b) 森林及木材病害研究室 (Forest & Wood Disease Laboratoy) 之美國南方松病害之蔓延經過、鑑定及防治法，尤注重銹病 (fusium rust) 及腐根病 (root rot)。

(c) 木材蟲害研究室 (Wood Products Insect Laboratory)之白蟻及木材穿孔蟲之防治試驗計劃。

8月15日：由 Gulfport 乘夜車，於8月16日晨抵達 Alabama 州 Auburn。

8月17—21日：在 Alabama 州立大學農學院及其實驗農林場研習：

(a) 政府授地大學 (land-grant colleges) 之教學、試驗及推廣制度。

(b) 參觀森林系、森林研究所及實驗林及Camden 試驗分場之林業及竹類試驗。

(c) 在農藝系及園藝系，閱讀有關竹類、chest nut, pecan 之資料，並接受有關教授之指導。

(d) 參觀竹類標本園及其栽培、收穫試驗。

8月22日：由 Auburn 經 Columbia 至 Georgia 州南部之 Valdosta 市。

8月24—28日：

(a) 在松脂產業保持計劃機構(Naval Stores Conservation Program, U. S. Forest Service) 研習有關松脂採取之示範及推廣。

(b) 訪問森林經營者及採脂工人，聽取經驗談。

(c) 參觀 Southern Resin & Chemical Co. 之原料林經營。

(d) 參觀 Georgia州南部一帶之松樹利用情形。

(e) 在 Georgia Walton 實驗林 (Experimental Forert) 研習有關濕地松育林、經營、收穫之試驗調查。

8月29日：由 Valdosta 經 Waycross 至 Georgia 州東部之 Savannah市。

8月31日—9月4日：

(a) 在 Savannah 植物引進場 (Plant Introduction Station, USDA) 參觀竹類引進觀察區，並研習竹類育苗、經營及帶狀皆伐更新試驗。

(b) 參觀世界最大的牛皮紙廠，Union Bag-Camp Paper Corp. 之 Savannah 工廠。

(c) 參觀 Harty 基金會之造紙研究工作。

9月5日：由 Savannah 乘火車至 Georgia 州中部 Macon 市。

9月8—11日：在喬治亞林業中心 (Georgia Forestry Center)，研習節目如下：

(a) 東區林木種子實驗所 (Eastern Tree Seed Laboratory)：種子之生理學的研究、應用試驗、服務試驗、濕地松種子之貯藏、發芽試驗。

(b) Macon林木改良計劃機構 (Tree Improvement Project)：濕地松、德達松之地域品種之研究、優越木之後裔試驗、育種對減少病害之效果等。

(c) 參觀 Hitchichi 實驗林 (Experimental Forest) 之各種試驗。

(d) Georgia 州林務委員會 (Forestry Commission) 之組織、民有林輔

導制度、樹農計劃、種子及苗木之貯藏法等。

9月12日：由 Macon 經 Spartanburg 至 North Carolina 州 Asheville 市。

9月14—16日：

(a) 在東南區林業試驗場(Southeastern Forest Experiment Station, U. S. Forest Service) 研習木材之分級法。

(b) 在 North Carolina 州東部及 South Corolina 州北部一帶，參觀砍伐、運材及利用情形，並調查木材市價。

9月16日：下午由 Asheville 至 North Carolina 州首邑 Raleigh 市。

9月17—18日：

(a) 在林業科學實驗所 (Forestry Sciences Laboratory) 參觀森林土壤、森林生理、森林病蟲害之研究工作，並閱讀試驗報告。

(b) 參觀 Darham 市之 Duke 大學林學院 (Forestry School, Duke University) 。

(c) 參觀 N. S. 州立農工大學 (North Carolina State University of Agriculture & Industry) 之林學各研究室及實驗工廠。

(d) 訪問 N. C. 州林務局，並參觀州營苗圃 Clayton Nursery。

9月19日：由 Raleigh 乘機，經 Atlanta (Georgia州州都)，Miami (Florida州)，而至 Puerto Rico 之 San Juan 市。

9月21—22日：在波多黎各自治政府 (Commonwealth Government of Puerto Rico) 之國務院 (Department of State) 聽講歷史、政治、經濟、風俗等一般情形。

9月23—29日：在Rio Piedras 之熱帶林業研究所(Institute of Tropical Forestry U.S. Forest Service) 為基點，研習如下事項：

(a) 熱帶育林試驗：包括引進樹種之不同立地育林，桃花心木地域品系之搜集及試驗，塑膠袋裝土機，殺草整地，Caddam tree 及 Carilbean Pine之育苗造林技術等。

(b) 日光熱乾燥木材試驗，木材防腐試驗，木材加工技術之示範與推廣。

(c) 國有林之經營：包括林相改良，樹種改換，森林遊樂區等工作。

(d) 農用林之獎勵造林地，參觀州營苗圃Catalina Nursery。

(e) 參觀民營木材防腐廠及傢具廠各1所，並調查木材市價。

9月29日：下午由 Puerto Rico 島 San Juan市飛抵該島 Mayaguaz 市。

9月30日—10月2日：以 Mayaguaz 之聯邦農業試驗場（Federal Agriculture Experiment Station）為基點，研習下列事項：

(a) 參觀竹類引進觀察區及竹材加工室，並閱讀有關竹類試驗報告。

(b) 參觀熱帶植物園。

(c) 可可椰子之栽培、施肥及經營收益。

10月2日：下午由 Mayaguaz 經 San Juan 飛返 Washington, D. C.

10月4日—10日：參加密歇根州立大學 (Michigan State University) 主持之知識傳授講習班 (Communications Seminar)，班址設在 West Virginia 州立 Cacapon 公園 (Cacapon State Park, Barkelly Spring, West Virginia)；講習目的，係使 AID 研習人員返國後，能更有效地傳播推廣新構想及新技術。指導教授有5人，參加學員計54人。

10月12—15日：再訪國際開發總署、農部林務署、農部國際農業開發署等，報告研習經過及心得，參閱補充資料，接受美國新聞署及美國之音電臺記者之訪問，並洽辦有關離美手續。

10月16日：由 Washington, D. C. 乘機經 Los Angeles 抵達 San Fransisco.

10月17日：由 San Fransisco 經 Honolulu, 於10月18日安抵東京，繼續在日本之研習旅程。

第　一　週　　7 月 25 日至 7 月 31 日　於 ARKANSAS 州 CROSSETT

一、概　述

7 月25日10時由華盛頓乘 Delta航空公司飛機，到Tennessee州 Memphis, 換搭 American Airline 飛機到 Arkansas 州 Little Rock, 再換乘長途巴士，於下午 8 時半到達目的地 Arkansas 州 Crossett。啓程之前曾有一方面高興，一方面擔心之矛盾心情，因在華盛頓已滯留 17 天，時間多費在訪問各機關洽談，及接受一般地歷、文化、經濟及農業方面之講習，與筆者研習題目關係不多，故能開始往林區現場研習專門技術，深覺高興與欣慰；然筆者到各州旅行，係獨自行動，無人引導，不惟感覺孤獨生疏，且依據日程，每週需移動 1—2 次，每次移動係乘飛機、火車或巴士，中途必需換乘數次，一天交通時間多達 10 小時以上，因而擔心此次旅行必為非常緊張辛勞。事實上在旅途中，又怕乘錯班機及班車，又擔心行李是否會失落，又考慮究應於何時何地付小費，到達目的地後之住食，連繫研習事宜等等問題，心理上乃緊張無比，在飛機或長途巴士內，不能一如在臺灣的呼呼入睡，回憶那些縈迴於腦際的往事，真是歷歷如繪！

幸虧美國各種交通工具設備極佳，如巴士、火車均裝有冷氣，坐位廣舒，較臺灣舒服得多，故雖旅行時間長，仍不覺得特別疲倦，又交通服務人員及一般旅客多非常和藹懇切，有問必答得很清楚，有困難必誠懇幫忙，深富人情味，這對置身於異邦的筆者，實是意料之外，結果還是順利安然地抵達目的地，事後回想，當時之擔慮緊張，一切都是多餘的了。

二、CROSSETT 之林業背景

(1)美國南部的森林首都：—— Crossett 位於 Arkansas 州東南角，係人口一萬多人的小鎮，市區非常清靜幽雅，但隣近森林資源非常豐富，森林工業極為發達，為美國南部林業中心之一，該市電話簿以松林相片為封面，並印有「南部森林首都」 (Crossett—Forest Capital of the South) 字樣，作為一個林業家能來到此地，驕傲欣慰之情，自不待言。

(2)集各種森林工業於一地：——研習之第一天，Crossett 試驗中心人員先引導筆者到該市森林工業地區，作走馬看花式的參觀。 George-Pacific Corpo-

ration 在該地擁有牛皮紙廠、食品包裝紙廠、纖維板廠（新建）、木材化學工廠（製造醋酸、木炭、methanol, tall oil 等）、鋸木廠及木材防腐廠各一所。另有其他公司之較小型造紙廠四家，據稱如此多數森林利用工廠集在一地，在美國亦屬罕見。足證此地區森林資源異常豐富，木材利用非常集約。又據聞各種工業中，以造紙營利最高，纖維板次之，木材化學最差。

(3)林地全屬公司或私有：——該地區（包括 Arkansas 州南部及 Louisiana 州北部）並無國有林或州有林，即森林多屬各公司所有，僅 George-Pacific 一公司便擁有 768,000 英畝，該公司林業部有四十多位受過林業高等教育之技師，專辦原料林之經營。其他林地則全屬個人所有，此種情形實係此區林業之一大特色。現 Crossett 林業試驗中心之實驗林（面積 3,400 英畝）係由 George-Pacific 之前身 Crossett 公司贈供政府，又該公司每年撥贈若干經費供該試驗中心，作為增添設備及試驗費用。該公司如此之誠懇合作，慷慨協助，實令人驚奇。

三、CROSSETT林業試驗中心之使命

隸屬聯邦林務署 (U.S. Forest Service)南部林業試驗場之 Crossett 試驗中心，位於 Crossett 市郊 6 英里之實驗林內，設立於 1934 年，迄今恰有 30 年歷史，是美國中南部資格最老的林業試驗單位之一，其試驗成果甚多，尤其是對廣大的公司林及私有林，提供林業經營之指南，並使過去少被人重視的森林資源變成為具有商業價值的一種作物，進而支持工業之發展，該中心之功不可沒也。

筆者本週之節目，係在該試驗中心參觀，並研習造林、森林經營、林相改良、森林土壤、林木改良的工作。根據該中心之記錄，徐學訓、呂福和、劉慎孝、郭寶章、王汝弼、廖大牛、葛錦昭、袁行知及故薛承健等諸先生，均曾到該中心參觀過。

試驗中心之工作目標——1934 年以前，Louisiana 州北部及 Arkansas州南部一帶之德達松 (Pinus taeda：Loblolly pine) 及短葉松 (Pinus echinata, 又名芒刺松：Shortleaf pine) 天然林生產價值極低，因而許多天然林木被砍伐後常被放棄不顧，罕有實施復舊造林，故松林資源年益減少，漸為不良濶葉樹所佔。

在此種環境下成立的 Crossett 林業試驗中心，負有很大的使命；即如何回復林地生產，及如何提高其經濟價值是也。這是一個艱巨的工作，但該地區立地環境對此項工作似頗有幫忙，因雨量充沛（年雨量 52 英寸，其實臺灣之年雨量達 70-85 英寸，較其條件更佳），林木生長期間長（年 218 天），且在砍伐跡地及火災跡地常見有天然下種之松樹，濶葉樹林內亦有不少松樹下層木，故若能予適當之人為幫助，則不難改良一般森林。

四、試驗成果摘要

(1)改良林相之方法：——一般蓄積貧乏的針濶混交林，以清除劣質濶葉樹 (cull hardwood)，促進松樹生長為主要工作。經長期試驗之結果，發現此項工作在經濟上頗有意義，例如 1936 年以斧頭環剝濶葉樹樹皮使其立枯，如此能使得松樹加速生長，10 年後就能生產間伐木，其售價達投資（清除濶葉樹之工資）之 4 倍。最近使用藥劑毒死濶葉樹立木，更是簡捷省工，投資利率亦更高。

其次若干松林內，有下層濶葉樹 (understory hardwood) 成為林地水分及養分之消耗者，似此濶葉樹亦必須設法清除。經清除下層濶葉樹之松林，在乾燥年份松樹生長量達未清除者之一倍，惟在雨量多的年份，則差異不甚顯着。

至於清除濶葉樹的方法有：對葉面散佈藥劑 (foliar sprays)（用直昇機由上空撒布，或用噴霧器由地面撒布）；對樹幹注入藥劑 (single-stem treatments)（以斧頭砍傷樹皮，並將藥劑灌入木質部，或使用 injector 注入藥劑；使用之藥劑多為 2-4-5-T 或 2-4-D）；引火燒林地地表(controlled burning)；或以機械清除等。凡此種種方法均有相當效果，最好視實際情形配合二、三種方法，有時還要反覆實施數次，始能收宏效。

(2)森林經營之示範：——該地區除若干公司擁有大規模森林外，一般私有林地所有情形比較零碎，即每戶所有面積多在 500 英畝以下，且林相參差不齊，生產力不高。似此小單位之森林應如何經營？如何改良？又能得多少收穫？農戶是否能如玉米、棉花（該地區主要農作物）一般，每年由森林取得收入？每年收益如何？等等均為一般最關心的問題。

Crossett 試驗中心於 1937 年設德達松、短葉松混交林經營示範林二處，一為林相較佳者，一為林相不良者，面積各約 40 英畝，均位於交通最

方便之處，專供一般觀摩參考。經 25 年間之經營，林相較佳之 40 英畝（Good Forty）生產價值 U$10,795 之木材（立木價），即每年平均純收入為 U$432，而且林相更佳於前。至於林相不良之 40 英畝（Poor Forty，但實際面積為 36 英畝）生產價值 U$6,434（立木價）之木材，即每年平均純收入 U$257，而且目前蓄積約一倍於前，林相大見改良，嗣後每年收入將更多。（圖 9）

該兩處示範林，不僅供農戶參觀森林實況，試驗中心更提供歷年經營經過、材積收穫及實際收入等資料，更重要的是將當年收穫物，依用途分類為建築用材、造紙用材、圍柵用材、燒料用材等，而堆積於現場空地，藉以加深參觀者之印象。如此切合實際之示範與推廣，使該示範林（通稱 Farm Forestry Fosties）及試驗中心聞名遐邇，農戶、林業家、学生等前往參觀者，絡繹不絕。

(3)異齡林之經營試驗：——Crossett 試驗中心曾設置 958 英畝之松樹異齡林經營（all-aged management）試驗區，以探究投資與收益關係、最佳輪伐期及林地永續生產等問題。經過 20 年，所獲之結論如下：

(a) 該試區雖經 20 年間之不斷擇伐生產，目前可利用建築用材蓄積仍一倍於 20 年前。

(b) 在平常的氣候及蓄積條件下，松樹異齡林（德達松及短葉松，每年每英畝用材原木生產量為 500 board feet（折合每公頃約 5.7 立方公尺）。此項生產量為未經合理經營松林生產量之 2 至 3 倍。

(c) 異齡林之擇伐輪伐期分為 3,6 及 9 年三種試驗之結果，顯示輪伐期愈短愈有利。

(d) 異齡林之再生產（即松樹天然更新）並無任何技術上之困難。

(4)施肥及灌水試驗：——Crossett 試驗中心M. Moehring氏曾對德達松造林木實施灌水及施肥試驗，灌水方法是於 6 月至10月間（當地之乾燥期）以撒水方式予以灌水，每英畝每週灌水量 2 英寸。施肥方法是於 4 月間施用10-20-10 N-P-K, 6 月間施用硝酸鈣，每次施用量為每英畝 100 磅，撒佈於林地地面。經 8 年間的觀測結果如下：

處理別	林木生長量 樹高（英寸）	直徑（英寸）
灌水	36.6	6.4
施肥	34.4	7.0
灌水及施肥	36.7	7.3
對照	30.8	5.6

由此獲得初步結論：灌水對樹高生長效果較大；灌水及施肥對直徑生長有效，尤以施肥效果最大；施肥區於造林6年後即可生產造紙用材，惟若加算施肥成本則其應用價值尚有商榷之餘地。

(5)強度疏伐後之松樹生長：——對9年生之德達松造林地，實施極強度疏伐（每英畝712株減至100株），並觀測殘留林木生長之結果如下：

(a) 直徑生長較對照區大50%。

(b) 可提早收穫建築用材。

(c) 可減低單位材積之經營成本。

(d) 根系迅速擴展，5年後能佈滿被疏伐木所留全部空地，深達24英寸。

(e) 可減少林火之損失，因生長快速之松樹具有特別厚、能耐火之樹皮也。

(6)關於森林土壤之試驗研究：

(a) 立地指數（site index）：該試驗中心曾調查該地區各種土壤，由表土深度、心土構造、坡度等要素，而製成各種土壤對德達松或短葉松之立地指數表，造林者可根據立地指數表選定適合其土地之樹種，並決定栽植間隔及輪伐期等經營計劃，此項立地指數表頗簡便實用，已被該地區林務人員及農戶普遍採用。

(b) 土壤水分：——土壤水分對林木生長影響至大，各種土壤之吸水性，保水性及有效水分（即林木可利用之水分）又不同。該試驗中心現正實施種種森林土壤水分之測定與試驗，藉以探究有利林木生長之方法。

(c) 土壤水分與材質之關係：——促進林木生長應以質量並重，因緻密的木材，強度大且可生產更多纖維。該試驗中心正在探究土壤水分、空中溫度、樹齡、經營方法等要素對春材、秋材形成量之關係，冀期發現改良材質之道。

(7)關於林木改良之試驗研究：——美國之林木育種工作，已有四十餘年之歷史

，多在林業試驗場中實施之，Crossett 試驗中心之林木改良試驗 (tree-improvement research) 歷史較淺，開始於 1952 年，大部份工作係與 Georgia-Pacific 公司合作進行。

(a) 選拔優良樹：——12年來經選拔優越樹 (plus tree, 即精英樹之候選) 110 株，並繁殖其後裔，探知其特質及遺傳性。

(b) 繁殖之技術：——優良樹之後裔植於試區，並經觀察證實為能繼承母樹良質者，則以嫁接方法繁殖於採種園 (seed orchards)，以便大量繁殖優秀種子。該試驗中心並協助有關州政府及各公司，普遍設置此項採種園。除採種園外，另以插條及壓條方法繁殖優越松樹。

(c) 雜交育種：——該試驗中心除實施各種美國南方松雜交育種外，並由其他試驗單位搜集各種雜交品種，種植於試區，以便觀測，此等雜交品種繁多，且尚未有正式報告，惟筆者觀察之印象，長葉松×濕地松、德達松×短葉松兩者成績甚佳。

(d) 種子來源研究——自分佈有德達松的各州 36 個不同地方，採集種子施行試植，以觀察種子來源與生長之關係，經過5年之觀察，若干地方所產者，生長較佳，抗病力較強，該試驗中心又曾試植搜集自世界各地的不同樹種 250 種，觀察其生長情形。我國廣葉杉及馬尾松亦在內，可惜成績均不如美國在來松類。

五、研習心得及觀感

(1)德達松與短葉松為 Arkansas 州南部及 Louisiana 州北部一帶之主要經濟樹種，過去因缺乏經營管理，大部份松林內雜有上層或下層濶葉樹，林地生產力極低，但經過三十餘年的林相改良與合理生產，目前整個森林蓄積及生長率已超過過去的一倍以上。因而一般對林業生產增加信心，木材加工廠集中於 Crossett, 地方經濟尤為繁榮，足證林相改良工作對於林業增產，極為重要。

(2)該地區林相改良之方法，是以藥劑或其他方法使濶葉樹立木乾枯，以緩和其與松樹之競爭，促其加速生長。此法不惟成本低廉，事半功倍，且因不裸露林地，表土不易流失，兼具有保水保土之功效，為其特徵。

(3)Crossett 試驗中心所設示範林，是森林經營的現場標本，對民有林業之經營改善，績效至大。過去臺灣各地方之示範林，多偏重於造林之示範，嗣後似

宜參照該試驗中心之方法，加強經營上、收益上之示範，以收宏效。

(4)該中心對造林木強度疏伐之試驗結果，證明無論對林木生長或對經濟收益，俱有良好效果，頗值得我們參考。

(5)該試驗中心對森林土壤方面，不但作種種基本調查研究，且製成德達松及短葉松之立地指數（site index），作為樹種選定及松林經營上之指南，甚有實用價值。臺灣造林樹種繁多，海拔高度差異甚劇，地形複雜，森林土壤之調查研究，實屬急不容緩。

(6)該試驗中心對林木改良工作實施前後僅 12 年，由於民間木材工業界之重視及合作，已有相當成績。此項工作實是林業長期發展之基礎。臺灣林業在此方面之研究工作，比諸國外林業或國內農業界，實在落後太多了。

(7)該地區森林工業公司，不但擁有大規模原料林，聘用多數林業專家銳意經營生產，且提供林地及經費供為政府試驗之用，此舉在臺灣是難以發現者。實際上政府試驗成果公司可立即就地應用，以改善廣大原料林之經營，且政府試驗機構領導一般私有林之改善增產結果，公司可得豐裕廉價的工業原料，故該項合作係公司本身報酬極大的一種投資，亦可為公司本身開拓無窮的未來也。

(8) Crossett 試驗中心除所長 1 人外，試驗專家 3 人，助理 3 人，編制規模不大，但其試驗成果之宏，以及對該地區民有林業之領導、鼓勵作用之大，實屬意料之外，令人從心裏佩服。

(9)美國政府對私有林（包括公司及個人所有）之經營採伐，並無法令上之監督限制，惟三十餘年來，該地區私有林仍普遍的改善增產。政府之示範與鼓勵遠勝過法令上之監督限制，此乃一個明顯的實例。

第　二　週　　8月1日至8月7日　於 MISSISSIPPI 州 OXFORD

一、概　述

8月1日，由 Arkansas 州 Crossett 搭乘長途巴士到 Mississippi 州 Oxford 市，9時15分啓程，中途換車二次，於傍晚時分抵達 Oxford。Oxford 是 Mississippi 州立大學的所在地，在美國南部而言，是屬於歷史悠久的大學城，穿着花花綠綠的男女大學生常往來於街上，使得這個古老的城市，仍然洋溢着青春的氣息。

Oxford 有三所林業機構，即(1) Oxford 林業試驗中心(The Oxford Research Center of the Southern Forest Experiment Station)，隸屬聯邦林務署南部林業試驗場，專辦 Mississippi 州北部及 Tennessee 州西部地區林業試驗工作，(2) Yazoo-Little Tallahachie 洪災防止計劃機構 (Flood Prevention Project)，係聯邦林務署與水土保持署之聯合附屬機構，專辦 Yazoo 集水區之管理與治山造林工作，及(3)國有林工作站，隸屬林務署第八林區（Rogion 8），專辦國有林管理工作。筆者本週的節目是在前二機構參觀研習。

二、Oxford 林業試驗中心

該中心成立於 1946 年，辦公廳及研究室設在 Mississippi 州立大學內，此係根據聯邦林務署之政策，旨在使試驗人員能充分利用該大學之研究設備及圖書館。另在國有林區內劃出 4,400 英畝作為實驗林。該中心試驗工作，初以探究治山造林方法及樹種之選定為主，最近更着重有關集水區管理試驗（包括豪雨冲蝕之控制，土壤之穩定等，及林木、土壤、水分間之關係，以及森林經營技術之試驗。筆者所見聞範圍內，主要試驗結果如下：

(1)德達松是本地區最佳造林樹種：——本地區原分佈樹種，以短葉松 (Pinus echinata) 及各種濶葉樹為主，德達松 (Pinus taeda) 係引進自南方一百餘英里之處，但經各樹種造林試驗之結果，顯示德達松成績最優，尤其在乾燥的山峯及傾斜地為然。德達松、長葉松、短葉松、濕地松等四種南方松，在 Jackson (Tennessee 州西部) 29 年生造林成績比較如下表：（面積：各樹種 0.5 英畝）

比　較　項　目	德達松	長葉松	短葉松	濕地松
造林木殘存率（%）	57	33	74	49
胸高斷面積（平方英尺）	178	143	158	156

平均胸徑（英寸）	6.9	8.1	5.7	7.0
平均樹高（英尺）	56	58	45	62
材積（立方英尺）	3,233	2,906	2,080	2,683
年平均生長量（cords）	1.5	1.3	1.0	1.2

另在 Oxford (Mississippi 州北部) 實施6種針葉樹造林比較試驗，經10年的觀察，仍以德達松成績最佳。（圖10）

短葉松雖是本地區固有樹種，但生長緩慢且蟲害嚴重 (tip moth 及 web worm) 。Virgina pine (Pinus virginiana) 可在庇陰地生長良好，但因蟲害關係樹形欠佳。濕地松 (Pinus elliottii) 及長葉松 (Pinus palustris) 成活率差，且易受降雪及凍霜之害，蓋該兩樹種在本地區並無自然分佈，而係引進自三百餘英里南方，故氣候條件不甚適合也。

(2)林相改換造林 (conversion planting) 方法：——濶葉樹林改變為針葉樹林，是本地區森林經營主要目標之一。通常於1月至2月間，將德達松種植於濶葉樹林地，再於同年5月至6月間，即樹液流動初期，注入 2-4-D 或 2-4-5-T，藉以毒死濶葉樹。據試驗結果，毒死濶葉樹之工作，宜於種植松樹當年實施，濶葉樹殘留愈久，德達松成活率及生長愈差，且提早殺除濶葉樹有減少蟲害 (web worm) 之效。

(3)德達松苗木包裝及儲藏方法：——本地區德達松苗木，掘取後常遇冰凍或過熱氣候，影響造林成績至大，因而該中心自 1960 年以來實施苗木的各種儲藏試驗：

(a) 聯邦林務署標準捆包（standard Forest Service bales）之苗木，放置冷藏庫內架子上，每隔2-3天灌水一次，儲藏6星期後成活率仍達 91-95 %。

(b) 林務署標準捆包之苗木，埋於地下（坡度 28 %，砂質壤土，排水良好之處，上下置樹葉，上面再蓋土8英寸厚），6 星期後取出栽植，成活率達 91-95 %，此法適於無冷藏設備之現場應用。

(c) 苗木以牛皮紙—塑膠袋 (Kraft-Polythylene bags, 簡稱 K-P bags) 密封，置於冷藏室 (33—38°F) 或陰凉倉庫 (80°F以下)，1 星期後成活率85%，5星期後 76 %，9 星期後 73 %。此法不需灌水或其他管理工作，堪稱簡捷實用，現已被國有林及民間造林業者普遍採用。

(d) 林務署標準捆包之苗木，或以 K-P bags 包裝之苗木，放置火車車廂內，並放入氷塊保持31-53°F 之溫度，可儲藏 96 天之久，每 1,000 株苗木儲藏費用為 0.105 美元。此法現由 Yazoo-Little Tallahachie 洪災防止計劃機構大規模應用。

(e) 僅噴射 Rutex（一種蒸發抑制劑），而未包裝之苗木，無法維持長時間之水分，其置於倉庫者，5 星期後成活率 52 %，9 星期後 28 %，故 Rutex似乎不適於苗木貯藏之用。

(4)山地集水區各種土地利用對逕流及土砂流失量之關係：——聯邦農業試驗署(Aguiculture Research Service, USDA)與林務署(Forest Service, USDA)合作在 Mississippi 州北部施行觀測之結果如下：（三年平均）

土地利用及覆蓋型	年雨量（英寸）	年逕流量（英寸）	年土砂流失量（噸／英畝） 平均	範圍
冲蝕溝 (gallies)	53		182.0	84.3-399.3
開墾地（栽培玉米）	52	16	21.75	3.28-43.06
放牧地	51	15	1.61	1.19-2.03
草生地（曾經開墾但近年未利用）	51	7	0.13	0.01-0.54
濶葉樹(曾經過伐及放牧)	51	5	0.10	0.02-0.32
松樹造林地（24年生）	54	1	0.02	0.00-0,08
松、濶葉樹混交林	51	9	0.02	0.01-0.04

此項試驗現仍在繼續觀測中，惟初步結果顯示：山地之不合理利用必招致土壤冲蝕流失之嚴重後果，而健壯的森林乃屬最理想的土地覆蓋。(圖13)

三、Yazoo-Little Tallahatchie 洪災防止計劃機構（Yazoo-Little Tallahatchie Flood Prevention Project)

Yazoo 河集水區面積有 570 萬英畝，其中 420 英畝屬坡地及臺地，亦即該計劃之推動範圍。

(1)集水區之墾殖及水災發生經過：

該地區原有良好原始森林覆蓋（松及濶葉樹），溪流既深又清。惟1832年以來，大批農墾者湧入該地，從事棉花及玉米栽培，不出數年，該地區急速繁榮，成為南部文化經濟中心之一。當初墾殖，僅限於肥沃的河流沿邊及平原，後來却燒墾森林，並在林地放牧以圖增產，加之，森林火災成為常事

，森林覆蓋急劇破壞。於是表土流失，冲蝕溝擴大，河床填高，砂土開始埋沒沃野。

1850年以來 Mississipi 州北部常有水災發生，且情形逐年嚴重，水災範圍廣達全州五分之一，每年損失達四千五百萬美元，每年土砂流失量約一億噸。及至 1940 年，該地區農戶之年所得已降為全國最低者，與百年前之繁榮比較，實有今不如昔之感。

該地區之水災頻繁，農產銳減，引起聯邦政府之重視，決定由聯邦政府實施防災計劃。實際的防災措施係開始於 1936 年，即由工程機構分期興建四所洪水貯水庫及排水系統，最後一座水壩於 1954 年完成，其中 Sardis貯水庫之水壩長達 15,300英尺，據稱係世界最長的水壩（該人工貯水湖與州立公園隣接，成為該地區最佳遊樂區），由此可見水災防止工程規模非常鉅大，但此項治標措施，如非有上遊集水區之合理管理（治本工作）之配合，則仍難得一勞永逸之效。

(2)洪災防止計劃機構之成立：

1944年美國國會通過全國 11 河川集水區之水災防止特別法案授權農部實施， Yazoo-Little Tallahatchie乃其中之一，嗣該機構於 1947 年成立，水土保持署與林務署仍予技術上及經費上之指導協助。該機構之主要工作目標有四：即（a）減少洪水量及土砂流失量，（b）土地之合理利用，（c）安定河川及（d）改善地方經濟，是也。

(3)洪災防止計劃之推動方法：

第一步是土地利用之調整：以土地之傾斜及土質為準，而劃分為宜農、宜林、宜牧地，原則上農耕限於肥沃的平坦地、平台及廣濶平坦台地；緩坡地劃為牧草地及配合水土保持的農耕；坡地及較狹的台地則劃為森林用地。在此原則下，1947 年以來有 45,000 英畝的荒地、冲蝕溝及急坡農耕地改變為森林用地。（圖 7）

其次土地處理，以農、牧、林三種土地平均着重處理。由水土保持署畫製農戶別之土地合理利用及處理計劃圖，並送農戶及林務機構。由該機構推廣人員分訪農戶說明並討論處理工作。此項深入農村之接觸實為本計劃推動成功之重要因素，同時水土保持署、地方水土保持委員會、該機構林務人員以及農戶之密切聯繫，分工合作是成功的關鍵。

至於復舊造林推廣方面，係分為下列三種方式實施：

(a) 土地裸露，坡度8％（4.34度）以上，正在冲蝕的土地列為危險區，必須造林，且不管土地權屬，其造林費用金額由政府負擔。

(b) 坡地及山峰不良林相地的林相改良造林，由政府免費供給苗木並補助造林費用。（補助率約為全部造林費之三分之二）。

(c) 宜農、宜牧的平坦地，政府不鼓勵造林，但如地主自願造林，仍可申請補助造林費用。

(4)洪災防止計劃之成果：

(a) 自 1948 年至 1959 年之 12 年間，有 7,000 農戶實施 225,000 英畝復舊造林，且現仍以每年 40,000 英畝之速度擴大造林中。

(b) 另有1,700農戶實施80,000英畝之林相改良造林。該地區估計有500,000英畝不良林相森林，必須予以補植或改換樹種，以促進防止水災之機能。

(c) 與州森林委員會合作發動地方各界人士防止森林火災，過去林火發生率20-40％現已減低至 1-2％，其工作目標為減至 0.5％。

(d) 228,000 英畝之農耕地，已按照水土保持方式實施土地處理。

(e) 有 111,800 英畝之不良牧地，已依照計劃實施改良，其中 84,000英畝，實施牧草播種及施肥。

四、研習心得及觀感：

(1)Oxford之林務工作，以集水區之集約管理及復舊造林為主要目標，林業試驗中心從事各種試驗，解決技術上之困難問題；洪災防止計劃機構專對民有林地推廣治山及復舊造林；水土保持署及州水土保持委員會，除處理改良農牧地外，對林地復舊造林及林相改良工作亦予以支持協助。似此各單位為同一目標，排除本位主義，通力合作，實屬難能可貴。

(2)農業試驗署與 Oxford 林業試驗中心，合作實施坡地不同土地利用與逕流及土砂流失量關係之觀測結果，證明森林仍為最理想覆蓋方法，而不合理之坡地利用，則顯有不良後果。該地區與臺灣，在土壤及氣候條件有所不同，但至少在觀念上，殊堪供吾人參考。

(3)該洪災防止計劃之推動，不惟政府機關團體通力合作，農民（土地所有者）亦深切瞭解，熱烈響應。故計劃推動以來，在治山造林、復舊造林、林相改

良、森林火災防止等各方面均有極大成果，使該地區成為全美國最大規模造林中心之一。而且此項造林運動已歷十六年，現仍在如火如荼的繼續進行。較之，臺灣之造林運動，盛極一時，後繼無力，令人深感遺憾！

(4)該地區政府對民有林造林獎勵，條件頗優厚，必需造林地區予以全額補助，次要造林地區及林相改良，則予以補助全額費用之三分之二。此因造林對公益具有重大關係，且造林本身係長期事業，投資利率不高，政府不得不予優厚之輔導也。臺灣近年來木材滯銷，價格跌落，不惟民間失去造林之興趣，且許多幼齡民林，遭受亂伐開墾，我林務當局對整個民林輔導及造林獎勵政策，似有徹底檢討改進之必要。

(5)此地對不良濶葉樹林相之改良，係採用改換樹種方法(conversion planting)，即於濶葉樹林地先行栽植松樹，然後以藥劑毒死不良濶葉樹，使其改變為松林。不砍伐濶葉樹，可節省工資，並可免林地曝露及表土流失之後果，結果仍達林相改良之目的。對我們最近着手之林相變更計劃，實有頗多參考之處。

(6) Oxford 試驗中心之苗木儲藏試驗，尤以 K-P bags 密封之方法，不需特別之設備及管理，費用低廉，堪稱經濟實用，可堪我們借鑑。

(7) Mississippi州北部一帶，到處可見葛藤 (Kudzu vine : Pueraria lolata)，係三十餘年前引進自韓國，由水土保持機構推廣種植於路旁及冲蝕溝，以保持土壤。但現已蔓延過甚，侵入公路妨碍交通，並侵入林地經死林木，成為公路、林務機構及農民之一大困擾，現正以藥劑處理、圍柵等方法實施清除，故有 (Kudzu control) 之新名詞，在此附帶一提，供為參考。

(8)美國之國有森林經營有五大目標，即 Wood, Water, Forage, Wildlife, and Recreation（木材生產、水資源、牧地經營、野生動物、及遊樂）。在此多方面經營原則下，木材生產僅為森林經營五目標之一。故美國之林業不惟在國家經濟中成為不可或缺之一環，且一般社會人士，對於森林與人生之關係多有深刻之認識，使林業之發展與社會繁榮發生密切關係，是以林業久為朝野所重視。

反觀臺灣之森林經營，似過於偏重財政目的，僅期生產大量木材，而輕視保土、治水、遊樂等最根本、最重要的功能，致林業與大衆生活之關係發生脫節，未能獲得社會各界之廣汎支持，似此情形實有從速檢討改善之必要。

第　三　週

8 月 8 日至 8 月 14 日
於 MISSISSIPPI 州 GULFPORT

一、概　述

8月8日由北部 Mississippi 州北部 Oxford 乘長程巴士，至該州南端之 Gulfport, 距離三百餘英里，費時13小時（包括中途換車時間 4 小時多）。乘車時間雖長，幸巴士裝有冷氣設備，坐位舒適，中途有 3 次停車，每次休息15分鐘，故除在精神上仍有些緊張外，身體不覺得特別疲倦。Gulfport 位於墨西哥灣岸，是一個新興國際港，人口三萬餘人，有水族館、鹿園、高爾夫場、釣魚船、遊覽船等等，供旅客遊樂。因臨海景色幽美如繪，夏季常有驟雨，夜間頗凉快。

美國林務署南部林業試驗場之 Gulfport 試驗中心，設立於 1954年，設備嶄新，規模宏大。其研究工作分為三部門即(1)林木育種研究所 (Institute of Forest Genetics)，有試驗專家 13人及技術員 10人。(2) 森林及木材病害研究室 (Forest &Wood Products Disease Laboratory)，有試驗專家 7 人及技術員 5 人。(3)木材蟲害研究室 (Wood Products Insect Laboratory)，有試驗專家 4 人及技術員 3 人。所謂試驗專家係受過專業高等教育者，其中約$\frac{2}{3}$具有博士學位，其餘則具碩士學位，技術員即試驗專家之助手。該試驗中心附設實驗林 (Experiment forest) 一處，位於市郊20英里之國有林內，面積約 4,000 英畝，專供各種研究試驗之用。

該試驗中心之主要研究工作及筆者研習節目如下：

二、林木育種之研究：

(1)四種美國南方松之特性：——美國南方松內，長葉松（大王松）、濕地松、德達松、短葉松等四種為最重要經濟樹種，其優、劣點各為如下：

(a) 長葉松（大王松：Pinus palastis Mill)：——生產最重最強的木材，樹形端直，樹枝自然掉落，最適合生產長伐期的電桿及建築材。對森林火災，松梢蟲 (tip moth) 及銹病 (瘤瘤病 fusium rust) 之抵抗力甚強等，為其優點，但易罹葉斑病 (brown-spot)、造林成活率低及幼時生長緩慢，為其劣點。

(b) 濕地松 (Pinus elliottii var. elliottii Englem)：——生長迅速，木材緻密，樹枝自然掉落，及不易受松梢蟲害，為其優點，最適合生產短伐期的造紙用材。其缺點是易感染銹病，分佈範圍比較狹小等。

(c) 德達松 (Pinus taeda L.)：——生長迅速，分佈甚廣，但樹形較差，易受松梢蟲害、銹病及葉斑病。如能使持續生長率，增強病蟲害抵抗力，

並改良其樹形，則其經濟價值，將為前途無量。

(d) 短葉松 (Pinus echinata Mill) ：——自然分佈範圍最廣，不易感染銹病；至於樹形及生長率，則依生長環境而不同。又材質較粗，且易受松梢蟲害為其缺點。

該試驗中心以上述四種松樹為主要研究對象，以育種之方式捨短取長，探究改良之道。對各樹種之試驗研究項目繁多，不勝一一介紹，茲僅就濕地松——我們最關心的美國南方松——之主要研究工作列舉於下：

(2)對濕地松之主要研究工作：

(a) 抵抗銹病 (fusiform rust resistance)：——探究抗病力強的林木並實施同種交配；濕地松與短葉松之雜交種，經7年之觀察證明不易染病，且能繼承濕地松的良好樹形；濕地松與長葉松之雜交種抗病力相當強；濕地松與德達松之雜交種最易罹病。

(b) 樹形、材質及樹勢 (form, quantity, and vigor) ：——選拔精英樹12株並研討其後裔之遺傳性。其中一株 37 年生之濕地松，胸徑 16 英寸，樹高 100 英尺，且樹形端直，樹枝小，木材比重 62，是最理想的精英樹；每年由國有林區苗圃內選拔樹形、樹勢最佳之苗木，予以分別栽植，供為育種工作之用。

(c) 耐蔭性及吸水性 (shade tolerance and water utilization) ：——由 200 株雌雄同株之母樹得來的後裔，正在實施吸水性（對林地水分之利用能力）及耐蔭性之觀測試驗，此兩項性質對密植及提高單位面積產量，至關重要。

(d) 受粉之控制 (controlled pollinations)：——濕地松與其他南方松頗易交配；通常同株受粉常產生劣質後裔，但該所發現若干同株受粉的濕地松不斷產生極好的後裔，故仍繼續予以試驗觀測。

(e) 擴展栽培區域 (extension the range) ：——將濕地松與短葉松（分佈區域最廣）雜交，以試其擴展之可能性。

(f) 種子不同來源之試驗 (provenance tests) ：——由 55 處不同地方採集種子供為試驗。迄目前為止，Georgia 南部及 Florida 北部之種子成績最佳。

(g) 幼樹之特徵 (minor characters) ：——由 528 株母樹之後裔，觀測其

胚軸之顏色及探究顏色與其他特性之連帶關係；探究苗木之色素缺乏症與林木構造、自家受粉之比率、染色體等關係。

(3)對一般松樹之試驗：

(a) 雜交：已育有雜交種 15 種，現繼續觀察中。

(b) 第二代雜交種之雜交：——已育有75種。

(c) 外來松樹之觀察：——有 45 種，我國馬尾松亦其中之一，可惜成績不及美國固有種。

(d) 各種松樹材質試驗：——測定春材與秋材之比率；親測纖維之長寬度，該所為此工作，曾考案一種纖維細織擴大儀器，叫做 Ampliscope, 非常簡捷正確。

(4)對闊葉樹之育種試驗：——以美國南部之白楊、楓香及 5 種櫟樹（oak）之變異、遺傳、品種改良等，為試驗中心工作。該所曾由臺灣引進楓香(Liquidamber formosana)，作為比較試驗之用。

三、森林病害之研究：

以林木之銹病、腐根病、葉斑病及木材保護，為主要研究試驗對象。

其中銹病及腐根病為濕地松、德達松的兩大病害：

(1)紡錘狀銹病（fusium rust：canker）：——病原菌是 Cronartium fusiforme.是美國南部松材最嚴重病害之一，可侵害並致死大量苗木及採種園之貴重林木，又對較大林木侵害之結果，縱不立即致死，往往使失其商業價值。濕地松及德達松最易感染，但長葉松抵抗力較強，短葉松則不易感染。櫟類為其中間寄生，但對櫟樹本身並無大害。病菌寄生在松樹枝條或主幹數年，形成紡錘狀的瘤，由此流出大量松脂，致其樹勢衰弱並易被風吹斷。在 3 月至 4 月初旬，患部產生黃色粉狀胞子，隨風飛移櫟樹葉，繼而急速蔓延櫟林，再蔓延至松樹，多數松樹在 4 月間感染，至翌年病徵顯露並產生胞子。此病菌之生活史是由松樹而櫟樹而松樹，換言之，必需以櫟樹為中間寄主，不會由松樹直接蔓延至其他松樹。

防治方法是砍除鄰近櫟樹；苗圃或採種園宜於初春至 6 月間每週噴藥一次，（ferbam ziram 或 zineb, 以每英畝 2 磅藥品與 75 加侖水之比率混合，並加若干黏着劑）；在造林地及天然松林不易噴藥，故不宜將濕地松、德達松栽植於已感染地區，又施行密植促使松樹下枝自然掉落，可減輕病害。

已患病之樹枝應予打枝以防蔓延至樹幹；已患病之樹幹宜於間伐時先予以砍除。又造林用種子採自採種園內不易感染之松樹或雜交種，是最根本的預防法。

此外該所正進行種種基本研究，如育成並繁殖不易感染之雜交種，立地與病害之關係，病菌之弱點及天敵，對已患病林木之殺菌，及森林經營法等是也。

(2)腐根病（root rot）：——病原菌是 Fomes Annosus, 在世界許多溫帶地區，針葉樹及若干濶葉樹發現有此病。在美國南部，則各種松樹及大部份針葉樹都易罹此病，尤以近年之松林集約經營之結果，此病蔓延更速，其原因有三：

(a) 早期疎伐：——病菌常由砍株侵入，並經根系蔓延至隣近林木。

(b) 密植：——增多單位面積砍株之數量及林木間根系之接觸，因而增加病害傳染之機會。

(c) 擴展栽培區域：——林木種植在其自然分佈以外之地域者，較易感染。

據南部林業試驗場之調查，經疎伐之濕地松人工林有73%發現有此病，但未疎伐人工林之患病率僅9%，至於天然林則罕有發生此病。故經疎伐數年後之林分，如有發生林木成羣或分散枯死或風倒，則必須注意此病。

初患此病的林木，樹葉短小，樹勢衰弱，樹冠疏薄，但顏色並無變化。一年以內根部腐朽，成為白色纖維狀，縱未枯死亦易被風吹倒。該病菌產生形似香菇的菌菇，上面淺灰色，下面白色，數英寸大，常可在枯死木周邊地面下，或患病木根部發現之。

目前防治方法為：針葉樹宜以適地適木之原則，種植於其最適合的立地；避免造成大面積的單純林；施行疎植（但疎植將增加發生銹病之機會）；直播造林可能減少此病；造林地疎伐之後，應立即以 coal tar-creosote 塗於砍株的斷面以及立木的傷面。

四、木材蟲害防治試驗：

該所研究對象以白蟻及穿孔蟲等為主。

(1)白蟻（Subterranean termites）：——1944年以來實施土壤消毒（soil treatment）之各種試驗，其中部份計劃係與民間製藥化學公司（由公司提供藥品及部份經費）或美國國防部（由國防部提出試驗題目並撥給試驗經費）合作

，故多屬具體實際的試驗。各種試驗結果，顯示土壤消毒對白蟻侵害之預防及驅除，均有良好效果。

(a) 白蟻之預防：——一般水泥基地之木造房屋易受白蟻侵害，其驅除不惟頗為困難且費用高昂。故宜於建築之前，對建地土壤施行消毒，各種土壤消毒藥品之效果如下表：又由於試驗成果之推廣宣傳，最近美國大部份新建房屋，多普遍採用此項土壤消毒法。

土壤消毒防治白蟻之效果（將藥液散佈於地面）

藥品	施用量（每平方英尺）	防治效果（%）											
		第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年	第7年	第8年	第9年	第10年	第11年	第12年
Aldrin 0.25% 水溶液	0.57li	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
B. H. C. 0.40% 加柴油 gamma	0.57	100	100	100	100	100	100	90	90	60	40		
B. H. C. 0.80% 水溶液 gamma	0.57	100	100	100	100	100	100	100	100	90	70	60	50
D. D. T. 5% 加柴油	0.57	100	100	100	100	80	80	80	80	80	80	80	80
Dieldrin 0.5% 加柴油	0.57	100	100	100	100	100	100	100	（繼續觀察中）				
Dieldrin 0.25% 水溶液	0.57	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Chlordane 1% 加柴油	0.29	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Chlordane 2% 水溶液	0.29	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Heptachlor 0.16% 加柴油	0.57	100	100	100	100	100	（繼續觀察中）						
對照（未處理）		20-50											

(b) 白蟻之驅除：——已建修房屋若被白蟻侵害，其驅除之法有二：一為於水泥地基穿孔（約每平方英尺一孔）予以灌藥，二為於靠近地面之牆壁穿孔，由外面經孔向內噴藥，藥品以上表所列任何一種均可，但施藥量以每 10 平方英尺 4 加侖為準。

(2)木材穿孔蟲（powder-post beetles）：——侵害濶葉樹及松樹之原木及木板

（尤以貯藏一年以上者），建物之室內板、傢具、農具、其他一切木製品。幼蟲侵害木材，常由孔口排出細粉堆，為其特徵。

(a) 預防法：——原木及未乾木材，可噴射或浸以5％ D. D. T. 或 0.5％ gramma B. H. C. 水溶液10秒鐘，此係對表面的臨時性處理。乾燥的木板、木製器具等，以5％ D.D.T. 5％ Toxaphene. 2％Chlolordane或 0.5％ Lindane（選擇任何一種藥品），加以輕柴油或石油浸漬3分鐘，防止蟲害之效達5年以上。屋外使用之木製品，除上述藥品外，如加以5％Pentachlorophnol 則可防止一切蟲害及腐朽。(Pentachlorophnol 係美國盛行的木材防腐新藥品，淺色無臭，對蟲害與腐朽防治效力甚大，故1945年以來漸取代 creosote之地位）。

(b) 驅除法：——未經處理的木材及木製品，應每年檢查2次，如發現有蟲害，則應浸以上述藥品至木材表面完全浸透為止。地板、壁板、傢具等不便浸漬者，可將藥品擦於表面，使其濕透，但應俟藥液完全乾後，始可進入屋內，以免危險。

房屋之不易到達部份，可以 methyl bromide gas 或 hydrocyanic acid 燻煙，但此等藥品均屬毒藥，應由專業人員處理，以策安全。

五、研習心得及觀感

(1)濕地松之引進於臺灣已有三十餘年歷史，且經最近十餘年來推廣之結果，已有數千公頃造林地，成為臺灣重要造林樹種之一。此次在原產地研習其育種、經營、林木及木材病蟲害及防治法，增廣見聞，獲益良多，是筆者本週的最大收穫。

(2)濕地松在美國極南部一帶，是最重要經濟樹種之一，民間企業尤以造紙公司造林多以濕地松為主，可為證明。蓋其生長迅速，樹形良好，木材緻密，可於較短期內生產優良的造紙原料也。

(3)濕地松與德達松在原產地有二大病害——銹病與腐根病——頗值得我們提高警惕。Gulfport 試驗中心之有關病害專家，均認為該兩種病害不會由種子傳染，使筆者稍為放心，因臺灣濕地松種子均由原產地購進。惟嗣後濕地松之造林及已成林者之經營，應參照該中心之研究結果，實施預防病害之措施，以維造林成果。

(4)該中心對美國南部之林木改良工作，負有重大之使命。迄今為止，對濕地松

及一般南方松所做種種育種試驗，頗具績效，對林木改良及病蟲害防治，至關重要，極獲各界重視。

(5)白蟻及穿孔蟲為害木材，是衆人所知，且是全球性的問題，該中心所做種種防治試驗，多具有實際且經濟的效果，故經各界普遍採用，吾人自不應等閒視之。

(6)Gulfport 試驗中心之人才齊全，設備新穎，其研究環境之優良實達超出吾人想像之外，一切試驗計劃之順利推展，及輝煌的試驗成果，實非偶然所致。

(7)該中心試驗，以基礎理論與實用技術並重進行。臺灣之林業試驗似僅偏重實用方面而忽視基礎研究，此種捨本逐末，避重就輕之作風，當然是環境所致。張廳長憲秋主張臺灣之農業試驗，應深入基礎理論之研究，始能徹底改進農業，筆者以為林業試驗亦極有此需要。

(8)美國之林業試驗，以當地地區之問題及有關各界之需要為對象，作長期深入之研究，並經常保持密切聯繫，隨時傳播試驗結果，例如 Gulfport 試驗中心，育種方面以地方四大重要松樹之改良為題目，病害方面以松樹之重要病害為主，木材蟲害則與國防部及製藥化學公司合作進行試驗。因而林業試驗獲得地方及各界之重視與支持，對他們所作的一切努力，筆者不得不由衷讚佩。

第　四　週　　8 月 16 日至 8 月 21 日　於 ALABAMA 州立大學

一、概　述

8 月15日由 Mississippi 州 Gulfport 乘 22 時 36 分的火車，於翌晨7時47分到達 Alabama 州 Auburn。乘的火車是頭等臥車廂 (Pullman) 的個人室，一切設備週全，相當舒服，但美國的地方鐵路的客車廂係與貨車廂連結在一起（因乘火車旅客不多，鐵路以運貨為主要業務），每逢大小車站都要停車並裝卸貨物，與十餘年前臺灣東部線的慢車差不多，停車次數既多，發車聲音又很吵，使得筆者無法安睡，此乃美中不足之處也。

Auburn 是 Alabama 州立大學的所在地，人口僅約 17,000 人，是道地的大學城。在 Auburn 大學森林系參觀研習林業教育及林業試驗，並在農藝系研習竹類試驗，是筆者本週的節目。

二、州農業教育、試驗及推廣

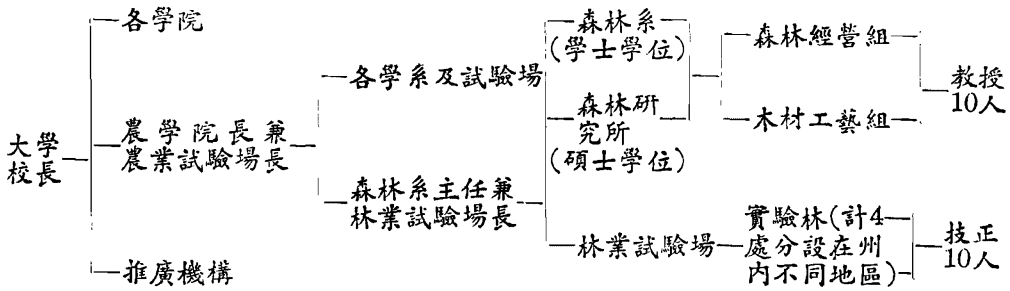
美國聯邦政府於約一百年前，頒佈政府授地大學制度 (Land-Grant Colleges)，贈送土地予各州，設立州立大學，冀期發展地方之農業、工業及技藝 (Agriculture, Machenic & Art)。Auburn 大學係此項 "Lond-Grant Colleges"之一。因而該大學負有三種任務，即教育、試驗及推廣是也。換言之，該大學除教學外，尚具有州試驗場及州推廣機構之性質，此與我國的教育、試驗、推廣三者分開的制度迥然不同。

例如 Auburn 大學農學院長 (Dean of School of Agricultare) 兼具州農業試驗場場長 (Director of Agriculture Experiment Station) 之身份，農學院教授可兼試驗場工作，試驗場技正亦可兼任教授工作。至於農業推廣，則在大學校長之下，設推廣機構統籌辦理。

三、林業教育與林業試驗

(1)大學森林系與州林業試驗場之組織：

Auburn 大學農學院下設有森林學系，州農業試驗場下設有林業試驗場，由森林學系主任兼任林業試驗場場長，森林系教授及試驗場技正即同在森林館內 (Forestry Building) 工作，其組織系統大約如下：



(2)森林學系概況：

森林系 (B.S. Program) 設立於 1946 年，在農學院內算是較新的學系。學系內分設森林經營 (Forest Management) 及木材工藝 (Wood Technology) 兩組，兩組之教學科目不同，但均為 238 學分。現在校學生人數為前者 125人，後者 15 人。

另森林研究所 (M. S. Program) 係為大學畢業生攻讀碩士學位而設，亦分為二組，現學生人數共計 10 人。該系現尚未設有博士學位 (Ph. D. Program)。

又該校森林系及森林研究所現並無中國學生，惟預定本年 9 月間收臺灣之大學畢業生二人，研讀碩士學位。

(3)濕地松試驗林：

在 Auburn 大學本部試驗農場內設有濕地松 (Pinus elliottii var. elliottii) 試驗林，係於 1927 年及 1932 年分別栽植該者。海拔約 700 英尺，年雨量 52.7 英寸，年生長期間 237 天，表土為壤質砂土，深度 $1\frac{1}{2}$ 至 6 英寸，心土為砂質粘土，緩坡，造林前曾被開墾粗放栽培棉花、米玉多年，故表土曾有流失。該地區之天然分佈林型，是德達松與短葉松混交林，德達松純林，及德達松與闊葉樹混交林。濕地松係由距此75至 100 英里之南方引進而來。試驗林分為 30 試區，每區面積 $\frac{1}{4}$ 至 1 英畝。試驗目的是(a)濕地松與長葉松、德達松、短葉松之生長成績比較 (b) 濕地松各種不同栽植距離之生長及收支比較，經森林系教授 1964 年之調查分析結果如下：

(a) 長葉松 (Pinus palustris) 成活率差 (30%以下)，單位面積生長量少；短葉松 (Pinus echinata) 生長遲緩，樹形不佳，均不如濕地松。

(b) 德達松 (Pinus taeda) 除在山麓土壤深厚、濕潤的少部份試區成績勝過濕地松外，一般坡地、臺地、乾燥土等，均以濕地松為優。

(c) 濕地松林經營適當者，19 年內可獲 9 %之年企業利率（複利利率），此項收支係以林地 $25.00，造林費用 $11.50，每年雜費（稅金，防火費用及管理費用）30 %，及造紙原料立木材價每 cord $4.00 計算。

(d) 濕地松栽植距離以 6 英尺 × 8 英尺（每公頃約 2,270 株）最佳，不惟 19 年內可獲最高企業利率，且由目前生長情形看之，估計主伐時可生產較多建築、電桿、杭木等高價值用材。

(e) 濕地松密植者（4 英尺 × 4 英尺即每公頃 6,800 株或 6 英尺 × 6 英尺即每公頃 3,025 株），19年內造紙原料間伐收穫最多，但因其造林費用亦高，年企業利率反而較低。

(f) 濕地松疎植者（8 英尺 × 8 英尺即每公頃 1,700 株或更疎植），單木材積較大，但單位面積收穫量少，且枝節多，樹形不佳，難得良質木材。

濕地松造林19年生收穫及收益比較表 Alabama 州 Auburn

栽植距離 英尺	每英畝株數	疎伐 年生	疎伐 種類	造紙原木收穫（每英畝cord） 疎伐	19年生立木	19年間合計	企業利率（年複利利率）
4×4	2,723	—	—	—	45.2	45.2	6.8
4×4	2,723	8	除伐	—	35.4	35.4	5.5
6×6	1,210	—	—	—	41.8	41.8	8.4
6×6	1,210	12	間伐	4.2	31.6	35.8	8.0
6×8	908	14	間伐	7.3	31.3	38.6	9.0
8×8	681	—	—	—	31.9	31.9	7.9
8×8	681	15	間伐	5.2	26.8	32.0	8.3
$9\frac{1}{2}\times 9\frac{1}{2}$	483	—	—	—	27.3	27.3	7.6
12×12	303	—	—	—	22.1	22.1	7.0
16×16	170	—	—	—	18.5	18.5	6.5
19×19	121	—	—	—	17.0	17.0	6.2

(4) Camden 試驗分場之林業試驗：

筆者曾到隸屬 Auburn 大學農業試驗場之 Lower Coastal Plain Substation 參觀其一般林業試驗工作，該分場位於 Alabama 州 Camden，即在 Auburn 西南方約 150 英里之處，分場全面積 2,500 英畝，其中 1,000 英

畝屬農牧地供作農作物及牧草之栽培試驗，1,200 英畝屬林地供作林業試驗，其餘300英畝屬未經營之林木散生地及草生地。林業方面試驗實施僅5年，現尚未有正式報告，但其主要試驗概況如下：

(a) 四種南方松造林成活率及生長比較：

	成活率	生長	備註
短葉松	96%	最差	樹形不佳
德達松	90	良好	部份林木患有銹病
濕地松	85	最好	部份林木患有銹病
長葉松	30	良好	樹形最好

(b) 松林內下層濶葉樹之清除 (control of understory hardwood)：

係與農藥公司合作施行，即於松林內撒佈 2—4—5—T 霧狀藥劑，以圖毒死濶葉樹。一般效果相當良好，但濶葉樹死亡率依樹種而異，即 Sweet gum (Liquidamber spp) 最易死亡，Ash (Fraxinus spp) 最難毒死，Oak (Quercus spp) 則使用 injector (藥劑注入工具) 作單木處理較有效。

又此地區松樹材價 (立木價) 每 cord 為 $5.50，濶葉樹每 cord $2.00 相差幾達3倍，可見濶葉樹之清除在經濟上頗為必要。

(c) 松樹直播造林：

濕地松與德達松之直播造林，成績相當良好；長葉松則因苗木造林成活特別困難，仍以直播造林較佳。但各種松樹直播造林，種子必須先以藥劑處理 (treating seed with repellents) 以防鳥類啄害。

四、竹類之引進及試驗

竹類之栽培經營是筆者此次研習項目之一，但到美國以來，自華盛頓 (Washington D. C.) 至 Arkansas, Louisiana, Mississippi 等州，無論在森林內或乘車旅途，根本沒有見過竹類(僅在極少部份森林內見過類似箭竹的小竹)，可見竹類在美國分佈實微不足道，又竹類在美國非屬林業，而是屬於農藝或園藝範圍，故一般林業家皆不熟悉竹類情形也。

Auburn 大學農藝系教授 Dr. D. G. Sturkie 是美國少數研究竹類專家之一，亦是筆者接觸的第一個竹類專家。他自 1932 年以來搜集竹類約 30 種，予以栽培觀察，並自 1959 年以來實施竹類、松樹、鵝掌楸 (Yellow-poplar)

三者之造紙原料收穫比較試驗（圖 30）。

(1)竹類品種觀察區：

在 Auburn 大學的試驗農場 (North Auburn Research Unit) 一角設有竹類品種觀察區，自 1932 年至 1950 年間，採植竹科植物 28 種，觀察其生長情形，每區面積 1 英畝 (100英尺×100 英尺)，每區間隔 100 英尺，每區栽培一竹種。

竹種以 Phyllostachys spp 最多，佔 15 種，Arundinaria spp 次之，佔 9 種，Bambusa 2 種，Sasa 及 Shibataea 各 1 種。至於竹的來源，大部份得自美國農部所屬試驗單位，一部份係在 Alabama 州當地搜集者。

竹桿生長最大者為苦竹 (Phyllostachys bambusoides)，若干試區曾做帶狀皆伐結果，每英畝收穫 5 — 9 噸竹材 (5～8年生)。該觀察區內亦有多種觀賞用小竹。Phyllostachys vivax 全區開花，在枯死狀態，亦有若干竹種遭受凍害（此地冬天偶而降雪）乾枯後再生新竹。一般而言，散生竹類 (hardy running bamboos) 成績較佳，至於叢生竹類 (clump-type bamboos) 則因氣候關係，縱能生存亦無法經濟的栽培。

(2)竹類、德達松、鵝掌楸比較試驗：

1959 年於 Alabama 州 Camden 的 Lower Coastal Plain Substation (農業試驗分場) 設試區 8 8 區（每區面積 190 英尺 × 210 英尺）栽植 Phyllostachys 屬竹類 4 種 (bambusoides, rubromarginata, viridis 及 vivax)，德達松（Pinus taeda 即該地區最主要松樹造紙原木）及鵝掌楸 (Yellow-poplar：Liriodendron turiodendron 即該地區最主要濶葉樹造紙原木)，目的在比較單位面積之造紙原料收穫量。此項試驗是頗有興趣的題目，備受地方農林業家之重視。因實施試驗以來僅閱 5 年，現尚未收穫，亦未有具體結論，惟初步觀察結果為：

(a) 各試區內德達松的成績較為平均、良好。

(b) 鵝掌楸(Yellow-poplar) 在瘠地生長不良，在肥沃地較佳，但一般而言，不如松樹及竹類。

(c) 竹類在緩坡肥沃地成績甚佳，但在排水不良的平坦地(因豪雨時常積水)則成活、生長均差。

(d) 4 種竹類中，P. bambusoides（苦竹）生長最佳，可能生產較多的造紙

原料；其次 P. rubromarginata 是矮小竹類，竹桿亦細，但生長茂盛，，單位面積竹桿數達 P. bambusoides 的數倍，亦屬有希望的竹種；至於 P. viridis 及 P. vivax 兩者，既屬小型竹類且生長成績不理想，以目前成績看之，似乎希望不大。

(3)美國竹林經營上的問題：

竹類具有生長快速，輪伐期短，砍伐後不需再造林，造紙過程簡單等等優點，由生產造紙原料之觀點而言，似較林木為優。惟在美國實施大規模竹林經營，尚有下列種種問題：

(a) 栽培適地受限制：——由氣候條件而言，竹類必須栽培在最低溫度不低於 5°F 之地區，即限在 New Jersey 以南，Texas 以東地區。再由土壤條件而言，竹類必須栽培於沖積層的肥沃且排水良好的土地，故其栽培適地遠較林木為狹小。

(b) 竹材生產成本較高：——為打進造紙原料市場，竹材必須與松材（每噸 $16.00）及濶葉樹材（每噸 $12.00）競爭，而據目前情形，美國的竹材生產成本多超過木材原料價格。

(c) 竹林更新問題：——合理的竹林收穫，應於每年或每隔一年施行擇伐，但美國工資高昂（每小時 $ 1.00-2.00），竹林收穫及集材必須以機械施行皆伐，此對竹林之更新將甚不利。

(d) 工廠需要大量原料的源源供應：——造紙廠若以竹材為原料，則必須改變若干設備，而改變設備前必須有充分的原料來支持，但美國現尚缺乏充分的竹林資源。

(e) 農民需要竹材市場：——農民實施大規模竹林造林前，必須有相當穩定的市場及銷路，但美國現尚無該項市場。

五、研習心得及觀感

(1)美國之政府授地大學 (Land-Grant Colleges) 制度下之州立大學，除教學外，尚代表州政府執行試驗及推廣工作，因而可集全州學者專家以及研究試驗設備於一所，為其特點。又聯邦政府所屬若干試驗單位，亦設在大學內藉以利用大學之設備及圖書，例如筆者迄今訪問範圍內，聯邦林務署之 Oxford 試驗中心設在 Mississippi 州立 Oxford 大學內；Auburn 林業試驗站設在 Alabama 州立 Auburn 大學內，在中央與州合作聯繫上是一種良好的制度。

(2) Auburn 大學的濕地松試驗林，證明濕地松在其天然分佈範圍以外之地區，栽培成績仍優於德達松、短葉松、長葉松等，顯示濕地松乃美國南方松內之最佳樹種。

(3)又濕地松各種栽植距離之成績比較結果，過密、過疎均非所宜。當然該地區立地條件與臺灣有所不同，木材價格亦較臺灣便宜得多，故該項試驗結果未盡適合臺灣，惟在概念上似可資我們借鏡。

(4)美國竹類的自然分佈極少，但少數學者乃搜集世界各地的主要竹種，作長期觀察，並作種種試驗，其研究的精神及所作的努力令人讚佩。Auburn 大學所作的竹類、松樹、鵝掌楸三者製紙原料生產試驗，是極有興趣且有實用價值的題目，可惜實施迄今，年數尚少，現尚未有具體結果。

(5)由氣候條件而言，除南端極少部份地區可適合叢生竹類生育外，美國大陸各地，僅能栽培散生竹類，故 Auburn 大學之竹類研究乃僅以後者為對象（與日本相同），比較起來，臺灣還是研究各種竹類之最佳地方。

(6)美國之勞工缺乏，工資高漲，似為竹林集約栽培之致命阻碍，諸如竹材的擇伐作業，竹筍之栽培收穫，均需莫大勞力，在今日美國則殊難實施。

(7)他們在研究竹林的機械化皆伐作業以減低收穫成本，機械化作業雖是現代化，但竹林的皆伐作業却是原始的，其結果如何現尚在試驗階段，惟由我們的經驗而言，成功之希望似乎不大。

(8)縱使竹林之機械化經營能獲成功，造紙廠要等待有充分原料源源供應始肯改變設備；造林者要等待有確實的竹材銷路（即造紙廠改變設備），並大量集購竹材始肯投資從事大規模造林，此乃成為一種不利的循環。

總括而言，美國之竹產業，在短期內發展之可能性，尚屬渺少。

第　五　週　　8月22日至8月28日　於 GEORGIA 州 VALDOSTA

一、概　述

8月22日7時47分由 Alabama 州 Auburn 乘長程巴士，於16時20分到達 Georgia 州 Valdosta，因乘車中途由中部標準時間區進入東部標準時間區，鐘錶撥早一小時，故實際乘車時間6個多小時，是歷週移動日（星期六）內乘車時間最短的一日。

Valdosta 位於 Georgia 州南部，人口3萬餘人，在 Georgia 州而言，是相當大的都市。此地區是濕地松及長葉松天然分佈區之中心地帶，因而松脂採集以及松脂精製工業發達，松材之製材、買賣亦甚活躍。

參觀研習 Georgia 南部一帶之松脂採取示範及推廣，濕地松林之經營及利用，有關試驗工作等，為筆者本週主要節目。

二、松脂產業保持計劃 (Naval Stores Conservation Program)

(1)美國松脂產業概況：

美國南部之松脂產業已有三百餘年之歷史，松脂原料(crude gum；oleoresin) 是採自長葉松(大王松)及濕地松林木，其產品乃松脂膠 (rosin) 及松脂精 (terpentine)，此等製品以往多用為船艦塗料，故有 Naval Stores 之名。當然現在其用途至為廣汎，達數百項，而且新用途仍在不斷開發中。

據聯邦農部之調查，1960 年全國松脂膠生產量為2百萬桶，松脂精為 605,000 barrels (1 barrel 等於 435磅)，其中約 70%供國內消費，30%為外銷，外銷金額達四千萬美元。1970年之估計需要量，松脂膠將較1960年增加6%，松脂精增加43%。

生產松脂原料 (gum naval stores) 之松林面積，約有2百萬英畝，分佈在 South Carolina 以至 Texas 範圍之七州，其中 Georgia 州是最重要產地，該州松脂產量約佔全世界產量的一半。

(2)松脂產業保持計劃機構：

聯邦政府為集約利用森林資源，推廣科學化的採脂方法，增加林木及松脂生產起見，特於1936年設立松脂產業保持計劃機構，(Naval Stores Conservation Program)直隸農部林務署。該機構總部設在 Georgia 州 Valdosta，有主任(Program Supervisor) 1人、助理1人及秘書2人，辦理一般計劃及

行政工作。至於推廣業務是採用分區負責制度，即將整個業務範圍（7州）劃分為9區，每區置林業技師（Area Forester）1人負責執行，故共有9位 Area Foresters（圖3）。

該機構主要工作是：(a) 就地指導並推廣科學化的採脂技術（此項技術係根據試驗單位之研究結果而來），(b) 推廣松樹的木材與松脂之雙料利用方法，以增加單位面積收益，(c) 採脂獎助金之審查、抽查及撥發。對審查合格之松脂生產者，撥付獎助金之標準如下：（每採脂面之獎助金額）

	第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	合計
林木胸徑9英寸	2¢	0.5¢	0.5¢	0.5¢	0.5¢	4¢
林木胸徑10英寸	4¢	3¢	3¢	3¢	3¢	16¢
林木胸徑11英寸	6¢	3¢	3¢	3¢	3¢	18¢
林木胸徑12英寸	7¢	3¢	3¢	3¢	3¢	19¢
示　範	8¢	4¢	4¢	4¢	4¢	24¢

使用標準工具裝設 2¢

撥付獎助金之程序為：(a) 生產者在採脂工作開始後填表申請，(b) 由地區林務技師（Area Forester）抽查現地工作，並在航測圖面上畫圖作成紀錄，(c) 於採脂工作開始後6個月內撥付獎助金。

(3)計劃推廣實績：

(a) 1963年度之推廣實績如下：

	松脂生產者數	採脂面數（faces）
計劃內（獎助對象）	2,981	31,468,683
計劃外（非獎助對象）	1,641	4,829,076
計	4,622	36,297,759
獎助比率	64%	87%

(b) 1963年獎助金額合計為 $472,159.00

(c) 各州所佔採脂面數（faces）比例為：Georgia 79%，Florida 12%，Alabama 4%，Mississippi 3%，Louisiana 1%，Texas 1%，South Carolina 1%，

三、松脂採取技術

經美國林務局東南區林業試驗場 15 年來研究結果，松脂之最新採取法（

modern gum naval stores methods)，亦即松脂產業保持計劃機構推廣之方法，要點如下：

(1)樹種：——以濕地松與長葉松（大王松）為限，其他美國南方松均不適於經濟的採脂事業。

(2)林木之選定：——樹冠 (tree crown) 愈厚愈好，林木直徑 (size of tree) 愈大愈好。

例如立地指數 (site index) 70之濕地松，不同胸徑(diameter at breast height) 及不同樹冠率 (crown-length ratio)，每年每 10,000 株產脂量如下表：

樹冠與樹高之比率（%）

胸高直徑(英寸)	20	25	30	35	40	45	50
9	92※	112	131	151	170	190	209
10	120	140	159	179	198	218	237
11	149	158	188	208	227	247	266
12	177	197	216	236	255	275	294
13	206	225	245	265	284	304	323
14	234	254	273	293	312	332	351

※ 每10,000 株(a crop)每年生產松脂量 (gum yield)單位：barrels (435磅)

(3)採脂面：——每株松樹之採脂面 (face)，胸徑 14 英寸以下之松樹以單面 (one face) 為宜，至於 14 英寸以上者可設雙面 (double-facing)。惟雙面採脂並不能加倍收穫，通常雙面採脂量為單面者之 1.7 倍。

(4)採脂面寬度 (face width)：——應與林木直徑相同，過寬或過狹均非所宜，例如胸徑 10 英寸之松樹，採脂面寬度應以 10 英寸為準。

(5)採脂時期：——3 月至10月間，即以樹液流動時期為限。

(6)作業程序：——(a)削去粗皮 (rough bark)，(b)使用雙頭釘(double-headed nails) 釘好 apron 及 spiral gutter (均為亞鉛板製的 L 型導脂溝)，(c) 釘好受脂杯 (cup)，(d) 削去 1 英寸寬的內皮 (bark chipping) 成流脂溝，此項工作應於每二週期實施一次，由樹幹下面逐漸移至上面。(e) 硫酸處理 (acid penetration above the steak)，(f) 移上導脂溝及受脂杯 (raising tins and cups to new position)（圖 2）。

(7)硫酸處理 (acid treatment)：——每次削皮 (bark pulling) 後，應即以 acid sprayer 噴射 50 %硫酸，使其浸透上面的形成層內，以促松脂流出。此項硫酸處理法係 1943 年試驗成功，此可謂對採脂技術上之一大貢獻。

四、松脂採取之經濟價值：

(1)松脂、木材雙料收穫：——通常在間伐或主伐前，對將被砍伐的松樹實施4—5年間的採脂，如此可增加松脂部份的現金收入，而且以合理方法採脂之松樹，材質不致於受到損害，照樣可利用於建築、造紙及其他用途，其售價與未採脂之木材完全相同。

(2)採脂成本及收益：——一般而言，松樹胸徑 10 英寸者，每年每株可產10磅松脂，11 英寸者產 11 磅，每磅松脂售價為6¢，故每株松樹每年可收 60¢（以單面採脂計算），但生產成本佔42.5¢，純收入為 17.5¢。設以每英畝間伐50 株，則在其間伐前 4 年間可得松脂純收入U$35 (17.54×50株×4年)。又設以皆伐前 4 年間採脂200株，則可得純收入 U$140。

至於生產成本，則以工資佔大宗，採脂所需工具及裝設非常簡單，因採脂是一種較集約的作業，美國各種農林作物之生產收穫多已機械化，獨採脂作業現尚難機械化，仍須用人工作業，然美國由於勞工缺乏，工資昂貴（採脂作業多採用收量包工制，但平均每小時工資約為 1.25 至 1.50美元），致成為採脂事業上之一大壓力。為減低生產成本，提高單位收益計，試驗單位正在研究以機械化來取代人工採脂事業，但現尚未接近成熟階段，諒在不久之將來當能實施。

(3)由經濟上之觀點來檢討採脂對林木生長之影響：——(a) 據試驗結果，採脂作業期間之林木生長量常較平常減少 25% (單面採脂) 或 40%(双面採脂)。(b) 該地區每株立木價值平均為 $2.00，而平均年生長率為5 %，即每年每株立木生長價值為 10¢。(c) 由 (a) 與 (b) 之要素可知，每株立木因採脂作業而損失之生長價值是 2.5¢ (單面) 或4¢ (双面)，但另一方面每一採脂面可得松脂純收入為 17.5¢。由此可知松脂採取仍是有利可圖的事業。

五、公司原料林之經營：

Georgia 州中南部森林地區，為松脂產業保持計劃主要推廣地區之一。該地區森林均在平地，且均屬私有（公司或個人所有），並無國有林。在許多聯邦公路或州公路兩傍均是廣大的濕地松林，延續數十英里之長，而且經營情形

非常良好。

筆者所參觀南部松脂化學公司（Southern Resin & Chemical Co.）之原料林，似可代表該地區森林經營情形之一斑。

(1)該公司原料林稱為 Green Wood, 位於 Valdosta 市北西部約10英里之處，面積16,451英畝，包括 13.355 英畝之松林及 3.036 英畝之非松林。松林內濕地松佔 90%，長葉松佔 10%。

(2)公司經營此原料林之目的，為生產松脂原料及良質木材，故以同齡林（even-aged forest），輪伐期50～60 年，皆伐後以植苗方法造林濕地松為經營原則。過去 5 年間平均收入，木材佔總收入之 70%，松脂佔 30%。

(3)全林分為三種經營級，即：

第 1 級：林齡 0 至15年，以造林、撫育、除伐為主要作業。

第 2 級：林齡16至30年，以間伐造紙用材，及間伐前採脂為主要作業。

第 3 級：林齡31年以上，以擇伐、皆伐，及砍伐前採脂為主要作業。

(4)目前松林每英畝平均蓄積量為 65.7m³，松林年生長量為每英畝 1.25 cords（即每公頃 6.18m³）。初步經營目標，是將平均蓄積量提高至 72.6m³，以求更大生長量。

(5)濕地松植苗造林法，是先以 rollen chopper（鐵輥軸圖 21、圖22）截斷林地的殘材、枝條、灌木等，再以機械耕耘林地，然後以人工用 planting bar 栽植一年生苗木，每工栽植株數為 600 至 800 株，平均成活率75至80%。

造林後不施行刈草，俟成林後（造林後12—15年）再引火燒除林內灌木及雜草。引火係於11月至 2 月間，午後 4 時至夜間，並擇有冷風之日實施。

(6)公司為經營此原料林，雇有林業專門人員 3 人，另有常用採脂技工 35 人（圖18）。

(7)各種濕地松材時價如下：

用途別	立木價	市價或工廠渡價	由林地至市場或工場之距離
電柱材	$80/1.000板尺($17.66/m³)	$105/1.000板尺($20.97/m³)	10英里
建築用材	$30/1.000板尺($6.62/m³)	$60/1,000板尺 ($12.41/m³)	10英里
造紙用材（直徑4英寸以上）	$6.50/cord($3.00/m³)	$17/cord($7.80/m³)	150英里

六、關於濕地松造林、經營及收穫之試驗調查：

聯邦林務署東南區林業試驗場在 Georgia 州 Dooly County (Valdosta

的北方約 90 英里處）設一實驗林，稱為 George Walton Experimental Forest。該實驗林面積 4,400 英畝係設在 Holt Walton 氏所有的成林造林地內，由於該地區無國有林地，故借用私有造林地，合約期間 50 年，政府免租使用林地，但收穫物全部歸林地所有者。此又是民間與政府密切合作的一例（第一週週記內曾述及 Arkansas 州 Crossett 的林業試驗中心實驗林係由公司贈送政府）。

該實驗林於 1947 年設立以來，專對濕地松作種種試驗及調查，茲摘述其主要者於下：

(1)濕地松造林木疎密度與直徑及材積生長之關係：(site index：80)

林　齡	每英畝株數	平均胸徑	每英畝材積 (cords)
8年	210	3.8	—
	385	3.6	—
	720	3.4	—
18年	170	9.4	13
	325	8.6	18
	630	7.9	25
23年	170	10.2	17
	240	9.4	24
	500	8.9	34

由上表可知，林木愈疎，單木直徑生長愈大；但林木愈密，單位面積材積生長愈大。

(2)不同疎密度及立地與樹高生長之關係：——濕地松 14 年生造林地之調查結果如下：

林木間隔	調查造林地數	平均立地指數※	年平均樹高生長
8×8英尺	1	80英尺	2.9英尺
10×10	2	77	3.0
11×11	1	70	2.6
15×15	6	78	3.0
16×16	3	78	3.0
17×17	1	78	3.3

※立地指數（site index）係以天然濕地松50年生之樹高為準

由此可知，林木間隔大，其樹高生長亦稍大，但差異並不明顯。至於立地之良否，對樹高生長影響則較大。

(3)不同疎密度與銹病及雙叉木之關係。

林木間隔	調查造林地數	罹病率※	雙叉木
6×8英尺	3	7.1%	0.7%
8×8	1	2.0	0.5
10×10	3	3.5	0.9
11×11	1	3.7	1.0
15×15	7	7.6	2.7
16×16	5	2.3	2.0
17×17	1	8.0	5.0

※銹病（fusiform rust：Cronartium fisiforme）

由上述可知，林木疎密度與銹病發生率並無相對關係；但林木愈疎則雙叉木愈多，甚為明顯。

(4)濕地松列狀間植（補植）之結果

有二處 1946 年濕地松造林地，原栽植行株距為 12×12 英尺，於翌年再在每一列間植（補植：interplanting）一列，使行株距成為 6×12英尺。

於 1961 年即造林後 15 年，調查比較原植林木與間植林木之每英畝株數、直徑級及材積生長之結果如下：

胸高直徑級（英寸）	原植林木 株數	原植林木 材積 (cords)	間植林木 株數	間植林木 材積 (cords)
1	—	—	2	—
2	2	—	15	—
3	4	—	39	—
4	9	—	50	—
5	20	0.42	37	0.73
6	31	1.15	17	0.59
7	62	3.67	5	0.26
8	75	6.25	1	0.07

9	36	4.09	—	—
10	9	1.28	—	—
11	2	0.40	—	—
計	250	17.26	166	1.65

（註）胸徑4英寸以下即無利用價值之林木，不計算材積。

由上表可知，濕地松間植（補植）林木（與原植林木相差僅一年），絕大部份成為被壓木，非被壓枯死則生長在下層，故此種間植（補植）幾乎完全失敗。又由原植林木不容加植林木之情形，可察知濕地松幼時生長迅速之一斑。（圖6）

(5) 26 年生濕地松造林木之生長及收穫：

1935年間栽植（行株距 15×15 英尺）於開墾跡地（立地指數：92）之濕地松林，迄 1961 年已是 26 年生，其間經間伐2次（19年生及26年生）及採取松脂2次。此項26年生濕地松造林地面積有 127 英畝，其每英畝間伐收穫及立木生長如下：

林齡	類別	株數	平均胸徑（英寸）	材積		
				建築用材（板尺）	造紙用材（cords）	全部換算為造紙用材(cords)
13	立木	192	8.5	1.912	15.6	22.7
18	立木	194	9.8	6.656	11.2	31.3
19	間伐木	29	10.4	1.275	1.9	6.1
	殘存立木	165	9.9	6.329	9.5	27.4
26	間伐木	42	8.9	394	4.4	5.5
	殘存立木	118	11.6	10,356	7.8	27.5

備註：(1)無利用價值（胸徑4.6英寸以下）之林木不算在內。

(2)面積及材積單位比較：1 英畝＝0.4047公頃

1,000板尺＝4.53m^3

1 cord＝2.18m^3

上表內 26 年間之間伐材積及殘存立木材積共計 39.1 cords，亦即每英畝每年生長1.5 cords（每公頃每年8.07m^3）。

除材積收穫及生長外，該造林地曾經採取松脂2次，第1次為第13年至19年間，第2次為第 20 年至 25 年間，每次每英畝採脂面為 29 面，合計

收穫約8.5 barrels。

故每英畝木材及松脂收穫純收入，共計 $485（每公頃 $ 1.812），即每年純收入約 $19.00。

該造林地現已開始第3次松脂採取。又現殘存林木大部份樹形優良，可為建築用材。

該造林地之生產正符合林木綜合利用的理想，可為本地區樹農（timber farming）之示範（圖5）。

(6)濕地松之冰害（ice damage）

Georgia 州 Dooly County 的氣候相當溫暖，年生長期有 235 天，於11月中旬至3月中旬時見降霜，但對濕地松很少為害。惟1964年2月1日及2日連續2天氣溫降至 0°C，雖未結冰，寒冷北風不斷吹襲，結果一部份濕地松造林木倒伏或彎斜，尤在表土淺薄處整列林木全倒，據統計是 25 年來最嚴重的一次冰害。濕地松易受冰害是其不能在寒冷地區栽培的主要原因。（圖4）

七、研習心得及觀感：

(1)本週是筆者在濕地松原產地研習的一週。過去四週內雖看到若干濕地松，但都是在德達松、短葉松的分佈範圍，而濕地松係由外地引進試植者。因臺灣引進濕地松成功，現已有數千公頃造林地，筆者本週到其真正原產地，興緻非常高，蓋其在原產地之生長、經營、收穫、以及利用情形，殊值吾人觀摩參考也。

(2)筆者所看到 Georgia 州中南部之濕地松生育地與臺灣迥乎不同：(a) 由於其地勢完全是平坦地，濕地松林無論是天然者或人工林完全是平地林。(b) 地質是屬 coastal plain materials,（冲積海岸平原）表土是壤質砂土，心土是砂粘質，(c) 年雨量為 48.26 英寸（約1.240公厘），較臺灣少得多，但每月之雨量分佈頗為均勻。(d) 天然林之一部份是沼澤地或積水地（逢連續降雨則排水不良，會積水），在此地區濕地松常與濶葉樹成混交林。(e) 人工造林地多在曾經開墾數十年之跡地，土壤有流失之現象，故表土較淺薄。

(3)該地區松林之分佈及栽培面積之廣大，實令人觀嘆為止，據調查 Georgia 州中南部及 Florida 州中北部一帶之 middle coastal plain（冲積海岸平原中部地區），面積計約一千一百萬英畝，其中農地佔一半，松林佔一半，許多

州公路貫通在松林內達數十英里之長，一望無際，都是鬱蒼的松林（大部份濕地松，一部份長葉松），他們稱為森林公路 forest highways（並非林道 forest roads），難怪美國公路不需要栽植行道樹，蓋公路兩傍多是森林也。

(4)森林火災是該地區松林之最大尅星，從前因時常發生林火之結果，地勢較高地帶之濕地松被燒殆盡，僅能看到長葉松（因長葉松較耐火，被燒後仍可回復，濕地松則不然），至於濕地松林僅留存在沼澤地區（swamp area：因林火不能延燒至此），故有 Swamp pine（濕地松）之名。

(5)由於政府與地方人民之合作努力，近年林火發生率大為降低，故乾燥地帶之濕地松林漸回復舊觀，並形成大面積松林。惟偶而發生林火，其災害仍甚大。例如Valdosta 東方三十多公里之 Homeville 一帶，於6年前發生大火（原因不明）延燒達三個多月，遂燒毀松林五萬英畝，殊屬可惜。該火燒跡地經分年實施復舊造林，其造林之法有用苗木造林，亦有用飛機直播造林，現一片都是濕地松幼齡林，極為壯觀，但被燒死之枯立木散在林地，仍到處可見（圖8）。

(6)該地區原分佈松樹是長葉松與濕地松，長葉松造林成活率低（通常在30%以下），幼時生長極遲，即發芽後需經過 3—4 年間的 grass stage（草型階段），始能生苗幹，故很少被採用造林。濕地松則因造林容易，生長迅速，木材用途廣，又可採松脂，一般多競相造林。結果形成面積以百萬英畝計之驚人廣大濕地松純林。（圖1）

談到大面積的松樹純林（monoculture），我們必然會想到其病蟲害的問題。該地區濕地松林仍難免發生銹病（Fusium rust：canker）與根腐病（Fomes root rot），但被害均限於局部而未到嚴重蔓延的程度，對一般造林興趣似無多大影響。至於蟲害則極少發生，尤以在臺灣及日本極猖獗的松毛蟲在美國根本不發生，甚至一般林業家亦不知其名，可見蟲害之為害是如何的輕微，此種得天獨厚的造林環境，真是令人羨慕！

(7)由於林地廣大，工資高昂，木材價廉，美國之濕地松造林甚為粗放，即單位面積栽植株數少（用材林6×8英尺，採脂林12×6英尺或更疎）。整地使用鐵輥軸（rollen chopper）切碎殘材、枝條，用機械或 planting bar（裂隙栽植用具）栽植（1工可栽 600—800 株之多，土質輕鬆容易栽植亦有關係），造林後不施行刈草（雜草長不高亦有關係），以儘量節省投資。換言

之，其目的在求大面積生產，而不注重單位面積收穫量。但另一方面由於利息低（銀行年利為 4.5 %），建築材及電桿材銷路大，價格亦高，故松樹輪伐期訂為50～60年之久。

總而言之，因種種環境因素不同，美國之森林規模及經營形態，均與臺灣大異其趣也！

(8)臺灣濕地松之生長與原產地比較如何？是筆者注意觀察事項之一。茲因篇幅關係，僅以魚池一地為例（23年生，樹高14公尺，胸徑21公分）與 Georgia 州南部之濕地松作粗略的比較。

樹高：——魚池23年生 14 公尺即每年平均 2 英尺，約與 Georgia 立地指數（site index）62（即在中級與下級中間的立地）的樹高生長相同。

胸徑：——魚池 23 年生 21 公分，即23年內年平均生長量為 0.36英寸。Georgia 20 年內年平均 0.33 英寸至0.48英寸（依林木間隔而不同）。

由此可知，魚池濕地松之生長較 Georgia 稍遜一點，但相差有限。

(9) Georgia 州南部 Valdosta 之松樹（濕地松、德達松、長葉松等）造紙用材價格為每 m^3 U$7.80 （工廠渡價），而臺灣為每 m^3 U$21.00 (1963 年牌價）高其 2.69倍。可見臺灣造林濕地松，較美國有利得多。臺灣現雖尚未用濕地松為造紙原料，但其為優良造紙原料，由美國紙廠普遍採用之情形看之，技術上應無問題，將來臺灣濕地松產量增多，則相信紙廠必會採用。

至於濕地松之用為電桿及建築用材，在美國仍甚普遍(電桿材每 m^3 U$ 20.97 建築材每 m^3 U$ 12.41，較造紙原料高得多），可惜在臺灣此方面之銷路，似乎不太大（圖 13、圖 14）。

(10)在工資約十倍於臺灣的美國南部，濕地松松脂採取事業仍甚普遍，足證採脂是一種有利的企業。臺灣一般濕地松林齡尚幼，採脂一事尚言之過早，但為配合將來之採脂，在經營上應提早準備。則宜於 10 年生及 15 年生時實施強度疎伐（疎伐木供為造紙原料），以促進直徑生長及樹冠擴展，如此 20 年生間伐前一部份間伐木可行採脂， 25 年生間伐或主伐前大部份林木可為採脂。總之，在濕地松林經營上，若能兼顧木材與松脂之雙料生產，則收益必可增多也。

第　六　週　　8月29日至9月4日 於 GEORGIA 州 SAVANNAH

一、概　述

8月29日傍晚時分，由 Georgia 州 Valdosta 乘火車到同州 Savannah，此次乘的火車與臺灣裝有冷氣的觀光號差不多，但美國的鐵路是廣軌，坐位似乎廣舒些，但美中不足者乃沒有像臺灣的觀光小姐服務。火車原預定於 20 時 30 分到達，惟因昨晨有一颱風吹襲 Elorida 及 Georgia 州東部，結果鐵路處處積水（颱風帶來之雨量僅 140mm，若與臺灣之豪雨比較，則沒有什麼了不起，然由於美國南部是大平原，因而排水不佳，極易積水），致火車誤點達 4 小時之久，故於午夜零時 40 分始到達目的地。

Savannah 位於 Georgia 州東端海岸，是一個國際港，一百餘年前是美國最大的棉花市場及出口港。現今該地棉花貿易已衰落，但各種工業（造紙為主）及一般商業甚發達，仍為 Georgia 州第二大都市，人口約 15 萬人。

在 Savannah 近郊研習竹類試驗，及參觀造紙工業，為筆者本週之主要節目。

二、Savannah 植物引進場之竹類搜集及試驗

(1)植物引進場概述：——Savannah Plant Introduction Station（植物引進場）隸屬聯邦農部農業試驗署（Agriculture Research Service, U. S. Department of Agriculture），場址設在 Savannah 市西南方 12 英里之處，該場試驗之主要引進植物有竹類、荸薺（water-chestnuts）及 Vernonia, Croloria, Dioscorea 等所謂 chemurgic crops。其試驗農場面積計 53 英畝，其中竹類觀察試驗區佔 24 英畝，故一般稱為竹林農場（Bamboo Farm）（圖27、圖28）。另樹木生育地佔 12 英畝，栽有若干引進樹種，如我國的杉木（Cunninghamia lanceolata）、楓香（Liquidamber formosana），櫸木（Zelkova chinenses），烏桕（Sapium sebiferum）等均在其內，且生長成績都相當良好，令人覺得親切可愛。

該場地質屬 lower coastal plain（海岸平原低區），表土係壤砂土，心土為砂粘土，土壤相當深厚（厚約3英尺），肥沃度中庸，惟保水力差，頗易乾燥。平均年雨量為 50 英寸（約臺灣之一半）。春夏氣候溫暖，但冬季月平均溫度為43—50°F，常見降霜，似與臺灣海拔 700—1,200 公尺之氣溫

相差不多。

由竹類栽培而言，該場不但搜集有竹種一百餘種，並從事種種試驗研究，且年年繁殖推廣於美國各地，故該場可謂美國之竹類研究兼推廣中心也。

(2)竹類之引進觀察：——該場現有竹科植物約 150 種（包括 species 及 varieties），大部份係於 1925 年至 1935 年間搜集，據稱歷年來實際採集引進之竹種不止此數，但因冬季氣溫較低關係，若干熱帶性叢生型竹類 (tropical clump-type bamboos) 不能生存，業已枯死。故目前竹種以溫帶性散生竹類 (hardy running bamboos) 為主，另有若干觀賞用叢生竹類耳。

竹種觀察區係各竹種設若干小區，每小區面積為 20 英尺× 20 英尺，20 英尺×30 英尺，40 英尺×70 英尺等大小不等，各小區間留有空地寬約 25 英尺，並時常予以清理，以防不同竹種互相混雜（圖 26）。

現有 150 種竹種內，較主要者（生長成績較佳且具有經濟價值者）均屬 Phyllostachys spp. 如下：

竹　　種	備　　註
Phyllostachys vivix McClure	由中國浙江引進，現大部份開花
P. viridis (Young) McClure	中國原產
P. bambusoides Sieb & Zuce(苦竹)	中國原產，日本栽培最盛
P. bambusoides cv. Allogold McClure	中國原產，經歐州引進
P. rubromarginata McClure	中國原產
P. makinoi Hayata (桂竹)	臺灣原產，於第二次世戰中引進
P. meyeri McClure	中國浙江原產
P. purpurata McClure	由中國廣東引進
P. propingna McClure	由中國廣西引進
P. nigra cv.Henon McClure	中國南部原產，經日本引進
P. dulcis McClure	中國中部原產，竹筍可食
P. cdulis (pubescens Mazel) (孟宗竹)	中國原產，由日本引進

(3)六種竹類之帶狀皆伐收穫量調查：——該場之竹類研究及調查，多由 Dr.H. T. DeRigo 主持。由於美國人工高昂，尤以 Savannah 地區工廠多，且有空軍基地工程，每小時工資達 U$2.00，因而竹類之收穫無法採用如臺灣、日

本之擇伐作業，故以機械化之皆伐作業為調查對象（圖29）。

對 1956 年造林的 6 種 Phyllostachys spp. 竹林，實行帶狀皆伐（swath cut）作業，調查其竹材收穫量結果如下：

竹　種	1962年（7年生）收穫量噸／英畝	1963年（8年生）收穫量噸／英畝	1年間收穫量（1963年收穫減除1962年收穫）
P. makinoi（桂竹）	14.00	25.34	11.34
P. viridis	8.27	13.26	4.99
P. bambusoides（苦竹）	5.82	9.73	3.91
P. meyeri	18.15	25.81	7.61
P. purpurata	8.92	17.06	8.14
P. propingna	13.59	21.34	7.75

備註 (a) 1956 年 3 月新植竹林。

(b) 栽植間隔 25 英尺×25 英尺。

(c) 栽植後曾施肥 2 次；第 1 次為 1957 年，施用 5—10—15 化學肥料（30 %）、堆肥（35 %）、及鷄糞（35 %），每英畝 5.38 噸；第 2 次為 1963 年 4 月，施用 5—10—15 化學肥料每英畝 100 磅。

(d) 1962 年及 1963 年 12 月分區施行皆伐，帶寬為 25 英尺，用機械（gravley tractor）採伐，每工可伐 1 英畝。

(e) 各竹種調查區為 25 英尺（寬）×25 英尺（長），4 重複。

(f) 收穫量以鮮材重（fresh weight）為準。

(g) 此項調查係 H. T. DeRigo 氏所做，尚未正式發表，經求同氏同意，先行介紹。

由此項調查可知，臺灣之桂竹（Phyllostachys Makinoi）在該地 8 年生之收穫量及 1 年間生長量，均勝過其他竹種，係屬最有希望之竹種也。

(4)苦竹帶狀皆伐收穫量之調查：——該場竹園內有 7 英畝之苦竹（Phyllostachys bambusoides），係於 60 年前栽植，自 1962 年開始實施分年分區帶狀皆伐（swath cut：帶寬 10 英尺），並調查每英畝竹材收穫量結果如下：

	每英畝竹材收穫量（噸／英畝）		
	平　均	最　高	最　低
1962年12月砍伐區	67.76	58	78
1963年12月砍伐區	81.00	75	86
1963年區將於12月砍伐			

(5)苦竹帶狀皆伐後之更新：——上述苦竹 (Phyllostachys bambusoides) 林，一部份於1958年1月實施帶狀皆伐（帶寬14英尺，帶長 34 英尺），於6年後即1963年12月調查其更新結果如下：

年　度	砍伐後每年竹材生長量（噸／英畝）	竹桿平均直徑（英寸）	平均桿長（英尺）	發筍前3個月間之溫度 年　月	月平均溫度（°F）
第1年（1958年）	2.44	1.78	23.7	1957年12月	50.4
				1958年1月	43·2
				1958年2月	43.4
第2年（1959年）	3.67	1.71	28.1	1958年12月	48.6
				1959年1月	48.0
				1959年2月	56.6
第3年（1960年）	4.50	2.10	32.5	1959年12月	49.8
				1960年1月	49.6
				1960年2月	50.0
第4年（1961年）	7.74	2.53	36.2	1960年12月	43.7
				1961年1月	44.0
				1961年2月	54.0
第5年（1962年）	2.45	1.70	33.2	1961年12月	51.4
				1962年1月	49.1
				1962年2月	57.3
第6年（1963年）	6.53	2.45	35.0	1962年12月	47.7
				1963年1月	47.3
				1963年2月	47.6

註　(a) 砍伐前之竹桿平均直徑為 2.105 英寸，平均桿長為 33.1 英尺。

(b) 砍伐後曾施肥2次，即於 1958 年7月及 1959 年7月，各施用 5—10—15 化學肥料每英畝 3,500 磅。

由此項調查得初步結論：(a) 苦竹帶狀（帶寬 14 英尺）皆伐後，經過滿3年可恢復原直徑及桿長，(b) 苦竹之生長與發筍前（12 月～2 月間）之氣溫有密切關係，即氣溫愈低當年生長量愈大。

(6)散生竹類之育苗繁殖：——Savannah 植物引進場為應若干試驗單位竹類栽

培研究之需要，在其農場內設置苗圃專事繁殖散生竹類 (hardy running bamboos)竹苗，每年養成約4至6萬苗，分配予South Carolina, Alabama, North Carolina等州大學，做較大規模試驗之用。因竹苗如全部直接採自竹林，勢將影響該場本身之觀察試驗，且掘取費用太大，而育苗繁殖可以較低成本生產較多竹苗也。其育苗法要點如下：

(a) 掘溝栽植地下莖：——掘寬1英尺深1英尺之植溝，每溝間隔3英尺，將2年生地下莖切斷為 1.0～1.4 英尺長，縱向接排於溝內，然後予以覆土。

(b) 施肥及管理：——栽植3個月發生新根後開始施肥，肥料以N-P-K 5—10—15比例之化學肥料，暨有機肥料（堆肥、鷄糞等）為宜。每年分春、秋2次，每次每英畝 1'000-1,500 磅肥料。又第1年宜施行中耕除草，第2年因新筍萌出，不宜中耕。

(c) 育苗期間：——以2年最佳，即於栽植地下莖滿2年後掘取，因1年間不能繁殖較多地下莖，又超過2年則不僅地下莖太老不易成活，且地下莖蔓延過甚不易掘起也。

(d) 竹苗之收穫及出栽：——通常於3月間休眠期 (dormant season) 掘起，先用曳引犁耙之大型耕耘機 (tractor with plow)，在苗溝之一側深耕，然後以人工採集地下莖，如此逐溝收穫，採集之地下莖，宜即時移至庇蔭之處，實施鋸斷、修剪（切為1.4 英寸長）、分級及結束作業，作業前後之地下莖，常蓋以潮濕的鋸屑 (saw-dust)。

(e) 育苗繁殖效率：——每英畝育苗需要 14,500 英尺長的地下莖，2年後之竹苗收穫量依竹種而異，然一般而言，可收穫 15,000 株竹苗（地下莖帶同竹桿者），及 50,000—75,000 英尺長的地下莖（可供造林或育苗之用），故2年間育苗繁殖效率為 4.3 至5倍，若干竹種可達 10 倍。

三、美國竹林事業之一般

據聯邦農部農業試驗署 (Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture) 1953年之發表，美國竹林事業之一般情形可歸納如下：

(1)依目前之情形看之，大規模之竹林經營企業為時尚早，農部亦不能予以鼓勵，蓋國內尚無足夠經濟竹林、竹材銷路、及穩定的材價，可資分析其經營價值。

(2)Savannah 植物引進場集有一百餘種竹類，其以往主要工作為分類之研究，

小規模的栽培試驗，以及分配竹苗供其他單位試驗。

(3)竹類在美國的栽培技術、收穫輪伐期、伐採方法等尚俟進一步試驗，因此若干試驗機構已着手較大規模的栽培試驗（如 Alabama 州立大學，South Carolina 州立大學，Savannah 植物引進場等），但由於竹桿較大的經濟竹種，如 Phyllostachys bambusoides, P. vivax, P. viridis 等，均需 10 至 15 年始能達最高生產期，故至少尚需數年始能獲知其試驗成績。

(4)竹材的造紙及其他利用試驗，正在若干研究機構試驗中。一般而言，竹材的纖維短於南方松而長於濶葉樹，但其長寬比率（length to width ratio）較高，適合於高級紙及吸水紙（absorbent tissus）之原料。（筆者註：各種竹木之纖維資料摘錄於後）。

(5)初步試驗之結果，顯示竹類之單位面積每年紙漿原料生產量，可勝過松樹及濶葉樹數倍，惟竹類需要較佳生育地，在瘦地或沼澤地生育較差，不能得良好收穫。

(6)竹類理想的經營法，是每年擇伐 4 年生老竹，每年砍伐量為全竹桿之 25 %，此法在東亞經營非常成功。然在工資昂貴的美國，該項人工擇伐作業似不可能引用，故現正在試驗用機械的帶狀皆伐作業，並研究竹林能回復元氣及 size（大小）的適當輪伐期。

(7)竹類壽命甚長，不易開花，大部份竹類是在長久期間（60年或更久）始能開花結實，是以極少可能以種子或實生苗繁殖，故通常以分株法或用地下莖繁殖。

農部目前對一般民間不分配竹苗，惟若干民間苗圃養有可供出售的竹苗。

四、世界最大的牛皮紙廠及其原料林

9 月 1 日植物引進場場長引導筆者到 Union Bag-Camp Paper Corp. 的 Savannah 工廠參觀，該公司名內 Bag-Camp 係表示製造紙袋（Bag）與經營公司林（Camp）之二大業務：

(1)紙廠：——該廠年產 844,000 噸之牛皮紙（kraft paper）及紙板（paper-board），具有最新製紙機 7 臺，年用木材原料 1,178,619 cords（約 2,562,000 M^3 即臺灣一年木材總產量之約一倍），據稱是世界最大的牛皮紙廠（world's largest kraft plant）。在同一廠場，除造紙外尚有 3 個附設工廠，即：(a) 紙袋及紙箱製造廠，年產 8 億個，供給全美消費量之約 25

%）；(b) 副產物化學廠，即由紙漿內抽出 tall oil，供為肥皂、塑膠、膠皮等工業原料，年產 tall oil 48,000 噸，據說此項副產品生產收益甚佳；

(c) 松脂精製廠，年產 1,635,000 加侖。

該廠大部份機器是電動的，但因規模宏大，仍雇用員工 5,300 人，年付薪資約 3 千萬美元。另其造紙原料一部份由其原料林自給外，大部份仍向林農採購，年付原料費約二千五百萬美元，其對地方經濟發展之貢獻，由此可見。

該廠規定每日 10 時及 14 時為公開參觀時間，參觀前先以彩色電影 "Green Gold" 介紹松樹造林、經營、收穫及造紙過程概況。然後引導參觀工廠之生產過程，需時約 2 小時，另分贈詳細資料及產品樣品，宣傳獨具匠心，公共關係做得很好。

(2)造紙原木之採購：——該紙廠之紙漿原料為松樹（濕地松、長葉松、德達松、Pond pine 等南方松），及濶葉樹（槭樹、楓樹、Magnolia 等材質較軟者；專為紙板波狀中層板之原料），以及各製材廠運來之廢邊材及廢材切片（chips）。

其原料之約 80 %係由一般樹農採購，即由樹農集材於公路，然後由廠方檢收搬運。其原料價格換算為工廠渡價如下：

松　樹——U$20.00/cord 即 U$9.20/m^3

濶葉樹——U$18.00/cord 即 U$8.28/m^3

由此可知其松樹原料價尚不及臺灣之松木之半價；濶葉樹原料價與臺灣相差不多，但以材質較軟之若干樹種為限。

(3)公司林之經營：——該紙廠之原料，約 20 %是由公司原料林自給，其公司林之經營概況如下：

(a) 該公司自營原料林，面積計 1,130,000 英畝（約臺灣森林總面積之四分之一），分佈在 Georgia、Florida 及 South Carolina 三州內，其生產木材約一半供為 Savannah 牛皮紙廠，餘供該公司所屬各地紙廠之用。

(b) 該原料林經營單位，以 30,000 英畝為一事業區（circle），並以 1.000 英畝為一林班（compertment）。

(c) 松林經營，係以 30 年輪伐期同齡林經營為原則。於 12年至 15年間實

施第1次間伐，20年至 25 年間第2次間伐，30 年皆伐後，以植苗方法復舊造林。

(d) 造林樹種，Florida 州及 Georgia 州中南部以濕地松為主， South Carolina 州及 Georgia 州北部則以德達松為主。1936 年以來在自營林地造林約 1.7 億株，每年平均造林面積為 21,000 英畝，另免費分配5千萬株苗木予農民，以鼓勵私有地造林。

(e) 松林每英畝每年平均生長量為1 cord, 換算重量為 2.5 噸，換算國際單位為每公頃 5.45m³。

(f) 公司林以生產造紙原木為主，然若干松材乃利用為電柱及建築用材。又濕地松砍伐前多實施採脂，以求更多利益，平均每年採脂面約2百萬面，係交由業者承包作業，公司每年可得採脂純利益約 30 萬美元。

(g) 該公司林業部聘有受過大學專業教育之林業技師 85 人，除經營自營林外，對一般樹農仍積極推廣造林，並提供技術協助。

(h) 該公司對林業方面公共關係工作有：於各林業學校贈設獎學金；分贈森林予各中學及四健會作為示範林，以提高地方青年對林業之興趣；主持林業講習班以增進樹農及青年之林業知識；提供林地供州政府用為野生動物保育區 (wildlife management) ；開放部份森林供一般狩獵、釣魚、露營等遊樂活動。

五、 Herty 其金：——促進紙業發展之民間機構——

筆者於9月3日承蒙植物引進場場長引導至 Savannah 市郊的 Herty 基金會 (The Herty Foundation) 參觀。該基金係由故 Charles H. Herty 博士發起，並由 Georgia 州政府協助，於 1938 年成立，以充分利用南部松林資源，發展造紙工業為目的。該基金設在 Savannah, 具有近代化之纖維研究室及造紙實驗工廠 (pilot plant) ，二十餘年來不斷從事造紙之研究、實驗及推廣工作。現時美國南部造紙工業及其原料之生產（即林業）成為最主要產業之一，該基金之努力與貢獻，功不可滅也。

現今該基金之研究範圍，已擴展為林木及其他一切農林產物之纖維及化學的利用，並執行政府、公司及私人之委託試驗計劃，除美國本國外，環球各洲都與該基金有合作計劃。

(1)研究實驗設備：——Herty 基金現有主要設備，實驗工廠方面：有木材及其

他纖維原料之分析、評價設備；紙漿製造設備；機械造紙及化學造紙實驗廠（大小三種）。研究室方面有：纖維及紙漿研究儀器；紙質試驗儀器（23種）。

(2)木材及竹類之纖維比較：——下面是美國產主要針葉樹、濶葉樹及竹類之纖維長度 (fiber length) 與長寬比率 (length to width ratio) 比較表，其中竹類部份是 Herty 基金研究之分析結果，木材部份引用自聯邦農部資料。

	樹（竹）種		纖維長 (m.m)	纖維長寬比率
針葉樹	White spruce (Picea glauca)	白雲杉	3.5	120
	Douglas fir (Pseudotsuga taxifolia)	花旗松	5.0	100
	Southern pine	美國南方松	4—6	110
	White pine (Pinus monticola)	白松	3.5	100
	Cypress (Cupressus arizonica)	阿里蘇那柏	6.0	105
	Red wood (Sequoia sempervirens)	加州紅杉	7.0	105
	Westurn hemlock (Tsuga heterophylla)	鐵杉	4.0	120
濶葉樹	Aspen (Populus grandidentata)	大齒楊	1.3	56
	Yellow birch (Betula lutea)	黃樺	1.5	66
	Black gum		1.7	70
	Yellow poplar (Liriodendron tulipifera)	鵝掌楸	1.8	60
	Red gum		1.6	57
	Maple tree (Acer spp.)	槭樹	1.0	30
竹類	Phyllostachys sulphura viridis		1.9—1.1	154—123
	P. vivax		1.6—1.0	142—114
	P. bambusoides	苦竹	1.6—0.9	173—104
	P. nigra var. henonis		1.6—1.3	143—188
	P. dulcis		1.4	127—169
	Bambusa vulgaris		2.2—2.5	225—255

六、美國南部之造紙工業與林業

由於美國南方松分佈廣大，資源豐富，且為優良造紙原料，美國南部之造紙工業乃急速發展，尤以最近二十年來，每年都有若干新廠之設立，今天造紙

工業已成為該地區最主要產業之一。一方面由於造紙工廠林立，松木的銷路大增，松林面積更見擴展，許多地質差生產差的農耕地亦回復為松林。例如20年前松林砍伐多於造林，現在造林却多於砍伐。又造紙原料內濶葉樹所佔比率，10 年前僅3 %，現已增為 15 %。

總括而言，林業之生產支持造紙工業，而造紙工業刺激林業之發展，可謂兩者相輔發展，互相輝映也。

下面是 1962 年美國南部 12 州之有關造紙工業及原料林之統計：

造紙工廠數		80	
雇用員工數：紙　廠		68,243 人	
	公司林	7,226 人	（內1,350人為森林技師）
	附設工廠	15,454 人	
造紙原木生產量：一般樹農（個人所有林）			20,789.600 cords
	公司林		4,796,700 cords
供給原木之樹農：人數			1,825,497 人
	合計森林面積		197,469,000 英畝
	合計原木金額		511,726,000 美元
公司所有原料林：合計面積			21,888,500 英畝
	公司經營苗圃		17 處
	公司養成苗木數		152,624,400 株
	公司造林苗木數		241,400,981 株
	推廣苗木數（配予樹農）		25,213.318 株
	公司林經營費用		26,818,900 美元

七、研習心得及觀感

(1) Savannah 植物引進場之竹種栽培觀察區，由環球各地集 150 種竹類於一地，排置整齊，整理完善，堪稱世界罕有之標本竹園。可惜因氣溫關係，竹種多限於溫帶性散生竹類而極少熱帶性叢生竹類。較之臺灣適宜溫帶及熱帶各種竹類生育，故由竹類研究試驗環境而言，臺灣乃為最理想之地。惟臺灣之竹種目前僅有四十餘種，且尚無較完整之標本園，對得天獨厚的環境，未盡利用也。

(2)據該場初步試驗，苦竹(Phyllostachys bambusoides)帶狀皆伐，滿3年後可恢復原來林相，是頗有興趣的結果。如此種作業連續實施，對竹林仍無嚴重不良影響，則美國竹類研究家之理想——機械化輪伐式皆伐法——將可實現。

(3)該場之另一調查結果；散生竹類之生育，與發筍前3個月間之氣溫有密切關

係，即氣溫愈低當年生長愈佳之結論，亦頗有參考價值。例如臺灣之桂竹、孟宗竹，在低海拔地區之生育均不如較高海拔者；此項現象或可由氣溫之研究獲得解答。

(4)松林每英畝年產造紙原木平均為 2.5 噸，而 Savannah 竹園之調查結果苦竹年可生產 6—7 噸（均以鮮重為準），且竹林資本迴轉較松林快得多，故該場對竹類之前途極具信心。

(5)臺灣之散生竹類造林用竹苗，均直接採掘自竹林，向不實施育苗。採掘地下莖費時費工，且地下莖年齡老幼不一，對造林成績影響至大。該場實施多年之育苗法，可以較低成本生產大量竹苗，為其優點，我們如欲推行大面積散生竹類造林，對此項育苗技術似有引用推廣之必要。

(6)美國之竹林事業，經過三十多年之引進觀察階段，現已進入經濟栽培生產試驗階段，此項試驗至少尚需十年始能獲得具體結果。換言之，美國之竹林普遍發展，尚需十年以上之期間。至於竹產物之利用，目前試驗僅以造紙為對象，竹筍生產及手工藝方面之利用，則因缺乏勞工似難發展。筆者帶來之若干竹製手工藝品美國人均深感興趣，極予欣賞，故在此方面我們應積極設法打開外銷市場，必有燦爛的前途。

(7) Union 公司之 Savannah 紙廠，是世界最大之牛皮紙廠，臺灣各紙廠之規模與設備，自不能與之比擬，惟其製紙副產物之生產(即由紙漿抽出tall oil)增加其更大企業利益一點，可資借鑑。

(8)美國南部松林廣大，造紙資源豐富而低廉，紙廠規模宏大，且公司自具紙原林以生產基本原料。除此種種優厚條件外，Herty 基金專事研究試驗以服務工廠，學者專家之智慧與精力，可直接運用於民間企業，難怪該地區造紙工業，能得急速發展。

(9)美國南部在一、二百年前，是砍燒森林，開墾為農耕地。近二十年來，却在廣大平坦農地，實施造林回復為森林，是令人最難以置信的現象。造紙工業原料之需要固為森林擴展原因之一，然美國人口稀少，農產品生產過剩，不需要太多農耕地，似是擴大造林之主因。森林增多則國土能得保安，一切產業能得保障，即將來美國將更富強，殆無疑問。反觀臺灣，由於面積狹小，加以人口歷年激增，迫得農業上山，莠民非法濫墾林地，以致森林劇減，洪災頻乃，實令人痛惜憂慮也。

第　七　週　　9月5日至9月11日 於 GEORGIA 林業中心

一、概　述

9月5日7時正，由 Georgia 州 Savannah 塔上火車，於 10 時 40 分順利抵達同州 Macon，是歷週移動日內乘車時間最短，不需換車，最舒服的一天。

Macon 位於 Georgia 州的中心點，人口約 70,000人，是相當熱鬧的都市。由美國南方松之分佈而言，Macon 位於濕地松與德達松的境界線上，即南方屬濕地松，北方屬德達松天然分佈區。又由地質而言，Macon 屬 piedment (堆積層)，表土深厚，砂質紅壤土，多傾斜地，與臺灣北部地質似較接近，與筆者過去數週所到的 caostal plain(海岸平原)灰色粘砂土平坦地，迥然不同。

該地區之聯邦政府所屬林業試驗單位，以及 Georgia 州林務機構，均集中在 Macon 市南郊約 8 英里之丘陵上，通稱喬治亞林業中心 (Georgia Forestry Center)。聯邦林務單位有，東區林木種子實驗所 (Eastern Tree Seed Laboratory)，南區森林火災實驗所 (Southern Forest Fire Laboratory)，Hitchiti 實驗林 (Hitchiti Experimental Forest)，林木改良計劃機構 (Tree Improvemewt Project) 等等，均隸屬農部林務署東南區林業試驗場 (Southeastern Forest Experiment Station, U. S. Forest Service)，上述各機構均有獨立之建物 (實驗室、辦公室、圖書室等)，各自執行其試驗計劃，但對外則有一主管代表 (Directors Representative) 綜理行政事務。

至於 Georgia 州政府林務機構有，州林務委員會 (Georgia Forestry Commission) 及州林業試驗審議會 (Georgia Forest Research Concil)。

筆者本週是在該林業中心研習參觀，由於機構繁多，五花八門，期間太短 (本週一巧逢勞動節，加上星期日及旅途移動等，實際工作天僅4天)，未能作深入且詳細的研習，真是走馬看花式的參觀耳。

二、東區林木種子實驗所 (Eastern Tree Seed Laboratory)

該實驗所起初是附設在林務局第 8 林區 Ash 苗圃 (位於 Mississippi 州)，從事該地區國有林苗圃之試驗工作，1950年以後，造林事業擴大，種子之採集、處理及試驗工作愈見重要，乃於 1954 年遷移至 Georgia 州 Macon 的林業中心，擴展其設備及工作範圍。

該實驗所現隸屬聯邦林務局東南區林業試驗場，但事實上是聯邦與

Georgia 州之合作單位，亦是服務公私林業之種子實驗機構。

(1)合作研究及種子實驗服務：——東區林木種子實驗所係由林務署派駐專業人員及行政人員（所長1、專家2、助理3、秘書1），由 Georgia 州林務委員會 (Georgia Forestry Commission) 撥供實驗室、辦公廳等建築物(新建)及土地，由 Georgia 林業試驗審議會（Forest Research Council）撥供研究計劃費用。又公開接受國有林及州營苗圃、公司林及種苗業者之委託試驗，並收取成本費，以充試驗業務費用。因此其設備及技術，能得充分發揮利用為其特徵。

(2)研究試驗項目：——可分為二部門，即：

(a) 林木種子之生理學的研究（physiological research program）：這是屬於基礎理論之研究（basic study），包括在貯藏（storage）、層化 (stratification) 及發芽 (germination)等程序中之種子生化學的 (biochemical) 變化，以探求種子之最佳處理方法。

(b) 應用方面的試驗（applied research），以解決種子處理及實驗上之實際問題。

(3)服務試驗 (service tests) 之實績

1963 年度服務試驗之種子樣本數有 800 個，合作之公私單位包括造紙公司 24 家、種子商8家、州苗圃 23 單位、聯邦苗圃9單位、國有林2單位及試驗機構4單位。

種子試驗成本費是由合作單位（委託試驗者）分擔，金額依當年全部試驗成本與樣本數而定，1963 年每次試驗成本費為 $12,65，此項成本費係包括該種子樣本之一切試驗及處理程序。

(4)種子試驗成果摘要：——該實驗所對各種林木種子做各種試驗，其發表之成果不勝枚舉，茲僅對臺灣較有應用價值者摘要於下：

(a) 濕地松種子之冷藏：——濕地松種子（含濕率 9.19—9.68 %）密封於纖維板桶 (fiberboard drum) 內，以低於 32°F 之溫度冷藏5年間，每年試驗其發芽之結果，發芽率有遞增之傾向。

開始儲藏時	1年後	2年後	3年後	4年後	5年後
87 %	89 %	90 %	92 %	92 %	91 %

（註）通常長期儲藏之濕地松種子，含濕率 (moisture content) 以 6—

10%，溫度以 32°F 以下為宜。

(b) 由冷藏庫取出之長葉松種子，發芽率 73 %，以 repettent（防鳥藥劑）處理後運到苗圃，裝入麻袋放置 2 星期（氣溫 90°F）後，發芽率減至 47%。此項發芽率之趨減，係因自冷藏庫取出後處理失當（溫度過高，種子含濕率亦太高）所致。凡由冷藏庫取出之種子，應裝入防濕容器，並放置於凉冷之處，始不致急劇變質。

(c) 濕地松、德達松、長葉松及短葉松之最適當發芽溫度為 72°F (22.2 °C)。據試驗結果，在此溫度之下發芽率高，發芽所需期間亦較短也。

(d) 濕地松種子之浸水時間與發芽率之關係：——在一般室內溫度 (75°F) 條件下，以冷水浸漬種子可縮短其發芽時間，但浸漬時間以 48 小時為宜，浸漬過久，則反而降低其發芽率。

	對照	16小時	24小時	48小時	72小時
良質種子	85.0%	84.5%	85.5%	90.0%	82.5%
劣質種子	57.0	53.0	58.3	59.0	39.5

三、林木改良計劃

Macon 林木改良計劃 (Tree Improvement Project) 開始於 1954 年，以該地區最主要松樹——濕地松及德達松——之林木改良及林木育種為主要研究對象。筆者係在 Macon 南方約 30 英里之 Allentown 試驗區參觀其一部份研究工作，此地區松樹並無腐根病 (root rot)，然銹病 (Fusiforme rust) 特別嚴重，故林木改良如何減少銹病之為害，值得注意。

(1)濕地松優越木 (plus tree) 之後裔試驗 (progeny test)：——在此項目試驗之造林區計有 16 區，Allentown 是其中之一區。係於 1957 年 1 月栽植 1 年生實生苗 (1—0 seedling)，其種子得自優越木 (plus tree)。於 1962 年 1 月，即栽植後滿 6 年時調查之結果如下：

	平均樹高	銹病患病率
優越木後裔平均	12.2 英尺	20.6 %
對照林木平均	10.8	42.5

由此可知優越木後裔不僅樹高生長較佳，且銹病 (Fusiforme rust：canker) 患病率低得多。

(2)德達松地域品系之研究 (geographic variation study)：——由 18 處不

同地區，包括 Georgia 州 14 處、Florida 州 3 處及 Arkansas 州 1 處採集種子育苗，並於 1955 年 12 月栽植於 Allentown。於 1962 年 10 月亦即栽植後將近 7 年時調查結果如下：

(a) 在樹高生長方面差異不顯著，但銹病患病率差異極明顯。

(b) Arkansas 州 Crossett（即筆者於第一週訪問之德達松盛產地）得來之品種患病率特低，當地品種次之。

(c) 由南方來之品種（Florida 州及 Georgia 州南部）生長稍速，但患病率亦高。

地域品種	平均樹高	銹病患病率
Arkansas 州 Crossett	11.2英尺	9.6%
當地 (Georgia 州 Laurens)	10.9	47.9
18 地域品種平均	11.2	56.6

(3)林木育種計劃與地方之合作：——該林木育種計劃，係由聯邦林務署東南區林業試驗場 Macon 試驗中心執行，除在 Macon 備有育種研究室及改良品種繁殖苗圃外，時常與州政府保持密切合作，即協助州林務委員會設置採種園（seed orchards），在州採種園實施育種試驗，並採取試驗用種子。另向若干公司及私人借用林地設置試驗區，試驗結果則公開推廣於一般。例如 Allentown 試驗地，係向 Georgia Kraft Paper Co. 借用，政府可免租使用林地 35 年間，將來收穫物，除政府試驗上必需利用者外，全部歸於林地所有者。

此又是中央與州政府以及民間合作之一個實例。

四、Georgia 州之林務

(1)林務委員會（Georgia Forestry Commission）（圖 25）之組織：——有委員 5 人，係經州長由地方有力人士及森林所有者聘任之名譽職，此 5 人委員會是州林業決策及咨詢機構。委員會設局長（Director）1 人亦即州林務主管官（State Forester），及副主管官（Assistant Forester）1 人負責執行，下設森林保護（Forest Protection）、森林經營（Forest Management）、造林（Reforestation）、新聞教育（Information and Education）及總務（Administration）5 組。森林保護組負責森林火災之預防與消防，及病蟲害防治工作，有技師 4 人；森林經營組負責管理州有林，指導公司林及私有

林之經營及林相改良事宜，技師6人；造林組負責種子之採集處理，6個州營苗圃及4處採種園之業務，技師2人；新聞教育組負責林業宣傳推廣等公共關係工作，職員5人；總務組負責秘書、會計、人事、及一般事務。此為位於 Macon 林業中心的委員會總部 (headquater) 之組織，另在州內各地方設有分支機構，負責執行現地業務，即全州分為 10 區 (districts)，各區設林務主任 (district forester) 1人、及防火人員2至3人、經營指導員3至4人及區林務巡視員 (district ranger) 若干人。另在各縣 (County；是州的二級行政單位，Georgia 州有 193 縣，單位甚小，事實上約等於臺灣從前的區署之程度) 各置縣林務巡視員 (county ranger) 若干人。以上州總部、區、縣等三級林務人員，均屬州林務委員會職員，合計人數832人。另在各縣有縣級林務委員會 (county forestry boards)，是由熱心林業之地方人士組織，協助州政府之造林、保林工作。

(2) Georgia 州林野及林務工作摘要

(a) 森林面積在增加中：——過去 25 年內森林面積增加 21 %即 450 萬英畝，顯示出廣大廢耕地變成森林。1961 年森林面積為 2,677 萬英畝約佔全州面積之 69 %。

(b) 公司林及私有林面積佔全森林面積之 90 %。

Georgia 州森林所有別面積 (單位1萬英畝)

所有別	面積	備註
國有林	93.24	由聯邦林務署第8林區經營
州有林	11.12	
縣市林	2.39	
公司林	394.64	民間森林工業 (紙廠等) 自營原料林
私有林	1,998.49	所有者計 192,000 戶
計	2,677.22萬英畝	

上列森林中，州有林之經營管理、縣市林、公司林、私有林等之管理指導，即屬州林務委員會之工作。

(c) 森林蓄積在增加中：——過去 25 年來針葉樹蓄積增加 19 %，濶葉樹增加 26 %；最近8年來針葉樹蓄積增加率已超過濶葉樹增加率。

1952 至 1960 年間之年平均生長量與砍伐量如下：(單位：百萬板

呎）。

年生長量			年砍伐量		
針葉樹	濶葉樹	計	針葉樹	濶葉樹	計
2,594	875	3,469	2,346	972	3,318

(d) 森林火災逐年減少：——最近5年間之森林火災情形如下：

年度	林火發生次數	延燒面積	對全森林面積之比率
1959	8,254	63,861英畝	0.309%
1960	6,593	51,702	0.241
1961	8,740	62,498	0.285
1962	9,459	50,803	0.216
1963	9,501	48,066	0.204

(e) 林木改良工作冠於全國各州：——州林務委員會經營採種園 (seed orchards) 4處，面積計 500 英畝，嫁接林木 (grafted trees) 47,500 株，佔全國之 17 %，冠於各州。州營苗圃有6處 (每處面積 100—150 英畝)，1963 年養成苗木 5,160 萬株，配售予造林戶 3,950戶，其中濕地松 3,520 萬株，德達松 1,410 萬株，為該州最主要兩種造林樹種。

(f) 板材生產減少，紙漿用材劇增：—— Georgia 州之板材生產 (lumber production)，自 20 億板呎 (1953 年) 減至 10 億板呎 (1961 年)；紙漿原木生產 (pulp-wood production)，自 70 萬 cords (1940 年) 增至 500 萬 cords (1961 年)。由此可知木材利用及銷路趨勢之一斑。

據統計，該州紙廠計 13家，規模均甚宏大，日產約一萬噸，1952 年用原木 520 萬 cords，又濶葉樹材之被利用為造紙原料亦急速增加，即 1962 年之利用量已達 1954 年之 2.5 倍。

五、民有林業獎勵制度

(1)聯邦政府之統一補助：——聯邦農部對全國民間農林,魚牧事業訂有詳細補助辦法 (Cost-Share System)，由該部農業安定保持署 (Agriculture Stabilization and Conservation Service) 統籌辦理，州政府則予以執行上之協助。其中對民有林業之獎勵可歸納於下：

(a) 在荒地或宜林地造林（新植）者，補助全造林費用之 70 %，但每英畝

補助金額不超過 $15.00；補植造林者每株補助 $0.02，每英畝金額不超過 $8.00。

(b) 為林相改良 (woodland improvement) 而造林者，補助全費用之 70%，但每英畝補助金額不超過 $8.00。

上列兩項補助之程序，是先由農民向 A. S. C. S. 的縣級分支機構 (county office) 申請，然後由 A. S. C. S. 委託州林務委員會之森林經營人員檢查實地工作，再報由 A. S. C. S. 撥付補助金。

(c) 土壤貯蓄計劃 (Soil Bank Program)：——在聯邦政府指定應減產作物之農耕地（因若干農作物生產過剩，由農部調整其生產量）造林者，除予以上列統一補助外，另在 Soil Bank Program 下，核發 10 年間之生活補助費（每年 $10,00），此項計劃亦由 ASCS 主辦，州政府協辦。此計劃於 1956 至 1961 年間在 Georgia 州實施之結果，年造林苗木數達 4 億株，約為平常造林之 10 倍之多。

(2)州林務委員會之育苗服務及經營指導

(a) 在造林方面，該會直營苗圃及採種園，並備有採種、選種、冷藏庫等科學化設備，以最優良種子養成合格苗木，並以完妥方法包裝苗木（圖 19、圖 20），按照成本售予公私造林者。換言之，該州內公私造林所需一切苗木，該會可負責供應，且因苗木優良，手續簡便，服務週到，頗得信譽。1963 年度配售苗木數 5,158 萬株，購用者 (customers) 包括私有林 64,5 %，公司林 29.2 %，州及公有林 2.5 %，國有林 3.8 %，購用造林戶計達 3,949 戶。

(b) 在森林經營方面，該會對民有林協助編成經營案（包括航空照相）、間伐木及擇伐木之選定、林相改良、林產物之銷售等工作。該會規定對每林戶之指導期間不超過 4 天，旨在多輔導小面積森林所有者，蓋公司原料林或大面積森林所有者，可自行聘請民間林業家從事技術工作也。1963 年度受該會經營服務之林戶有 8,744 戶，面積 686,000 英畝。

(3)樹農計劃 (Tree Farm Program)：——由民間森林工業界主辦，政府協辦之樹農計劃協會 (Tree Farm Committee)，雇有林業專門人員 (Georgia 州有 15 人)，指導林戶加強保林、適期砍伐及荒地造林等工作。若林戶之森林經營達此標準，則由協會承認為「樹農」(tree farmer)，並在林地

豎立標示，公開證明其森林是對地方及國家有貢獻的模範森林。故「樹農」除可申請州林務委員會之經營指導外，尚可請樹農計劃協會經常予以經營技術上及產銷業務上之協助。此項計劃旨在予農戶一種榮譽與鼓勵，以提高人民造林之興趣，進而刺激林業生產，充實整個森林工業原料。

六、研習心得及觀感

(1)東區林木種子實驗所是隸屬東南區林業試驗場之一試驗單位，但亦可謂是對公私林業界之服務機構，即除從事林木種子之基本實驗研究外，對應用方面亦作深入的研究，更公開接受委託試驗服務，服務對象包括聯邦及州林務機構、民間森林工業公司、私有林及種子商，因而其設備及技術得以充分活用，且服務試驗成果彰彰，名馳全國公私林業界矣。

(2)該實驗所之各種種子研究試驗中，濕地松種子之處理、貯藏及發芽試驗，可供我們直接引用參考，蓋濕地松乃臺灣中北部重要造林樹種之一，而其種子係購自美國原產地也。

(3)該實驗所所長 LeRoy Jones氏，年35歲，具有碩士學位，有關種子之報告著作頗多，是筆者在美訪問範圍內最年青的首長，他雖已官拜所長(Director)，仍決於本年 9 月中旬返回學校攻讀博士學位。其他試驗單位之學士、碩士們，計劃返校深造者大有人在，據聞在林業試驗機構服務，非有博士學位已不能趕上時勢，故聯邦林務署為提高素質鼓勵職員進修，可准予帶薪帶職返校深造，將來學成返到崗位後，並即予晉級，對於蔚成奮發進修的風氣，有莫大作用，似此良好的制度，值得稱道。

(4) Macon 林木改良計劃之試驗結果，證實林木改良不僅可增進林木生長，而且對病害之抵抗力更有明顯之效果。林木改良與育種是較長期的基本工作，惟為發展林業不可或缺的一環。美國着手此項工作約有 40 年，但專設機構普遍推行尚不超過 20 年，現今各地已有顯著成果，可見有一分耕耘自有一分收穫。

(5)本週是筆者唯一的機會參觀州林務工作，亦即公私有林之輔導獎勵工作，Georgia 州公私有林佔全林野面積之 90 %，森林面積及蓄積逐年增加，此與臺灣森林面積逐年減少，荒山年年加多之情形，剛好成一強烈之對照。

(6)美國對公私有林之經營砍伐，並無法令上之監督限制，但政府却予積極輔導，例如Georgia 州林務委員會總部職員不多，大部份人數派在區、縣級林務

單位，經常深入民有林工作。換言之，對民有林之幫助服務遠重於管理監督，故在防火、經營、造林各方面成果斐然，頗獲民間擁戴。

(7)對民有林業之輔導，聯邦政府有造林費用及林相改良費用補助辦法（ASCS Cost-Share Program），樹農生活補助制度（Soil Bank Pragram）；州政府有配售優良苗木及協助森林經營等有效的服務；民間森林工業界，更有樹農計劃（Tree Farm Program）之鼓勵協助，咸認為林業是國家百年大計，多方輔導幫助，其結果森林面積與蓄積年年增多，森林工業急速發達。

如筆者在第2週週記感觀所建議，臺灣之民有林輔導獎勵政策，宜予從速檢討改進。例如水土保持及香蕉、鳳梨等生產方面，均由有關機關團體予以積極輔導獎勵，成果斐然。林務方面若仍墨守消極管理國有林之本位主義，臺灣之私有林業及租地造林勢必全軍覆沒，試問民有林地全被亂伐開墾後，國有森林何能保全？

(8)筆者要強調的是森林具有經濟（直接）與公益（間接）的雙重效用，若僅就經濟效用看之，林業是長期企業，在利息奇昂的地區如臺灣，以民間獨資從事林業經營確是無利可圖。然就公益效用而言，森林可保持水土，減低洪災程度，為不移之事實。在民有林地造林，經濟收入當歸個人所得，而公益效果則歸公衆亦即國家所得，故政府對民有造林應予特別優厚之輔導，其理甚明。然事實上臺灣之民有林業，缺乏政府之倡導（或可謂有提倡之口號而無輔導之實），任其自生自滅，良堪惋惜。筆者鄭重建議我政府農林當局，應參照先進國家之辦法，訂定實際有效的獎助輔導制度，與民間通力合作，發展民有林業（包括公私有林及租地造林），如此大部位於深山之國有森林始得維護也。

第　八　週　　9月12日至9月18日 於 NORTN CAROLINA 州

一、概　述

本週是在 North Carolina 州，研習參觀地點包括 Asheville 及 Raleigh 兩地。

9月12日晨5時30分由Georgia 州Macon 塔乘火車，於下午5時半到達North Carolina 州 Asheville, 途中在 Georgia 州州都 Atlanta, 及 South Carolina 州 Spartanburg 換車，不但在早晨天未亮就動身，而且乘車時間達12小時之久，是相當辛苦的一天。Asheville 位於 North Carolina 州西部 Appalachian 山脈的中腹地帶，海拔 2,250 英尺，氣候爽凉（感覺上與阿里山山上之氣候相差不多），風光幽美，是夏天的避暑勝地。聯邦林務署之東南區林業試驗場 (Southeastern Forest Experiment Station) 總場，即設在 Asheviue 市內，該場辦公室一部份寄居在郵局二樓，一部份散在其他建物，非想像中之堂皇總場，若與其所屬各地方試驗中心或實驗室等分支機構比較，則不無暗然失色也。筆者本週一、二、三即在該場研習木材之分級 (log grading)，及參觀木材之一般利用情形。

9月16日下午4時由 Asheville 乘飛機，於5時到達 Raleigh。Raleigh 位於 North Carolina州的中部，是該州的州都，亦是州立農工大學的所在地。在 Raleigh 25 英里範圍內，有聞名遐邇的私立 Duke 大學、N. S. 州立大學、各種工業試驗所及林業科學實驗所，形成該州的學術科學研究中心。筆者本週四、五即在林業科學實驗所 (Forestry Sciences Laboratory)研習，並曾訪問參觀 Duke 大學及州立農工大學之林學院及州林務部經營的 Clayton Nursery（森林苗圃）。

二、美國南方松原木及林木 (logs and trees) 分級 (grading) 之要素

美國南方松之主要者有四種，即濕地松、德達松、長葉松及短葉松，在木材業界通稱南方黃松 (Southern yellow pine)。南方黃松木材品質優劣分級之要素，有直徑 (diameter)、通直性、(straightness) 及若干表面的瑕疵 (surface blemishes)。在此要討論的，是所謂表面的瑕疵，據東南區試驗場之研究，可歸納如下：

(1)降低材級的瑕疵 (degrading)：——即木材表面的缺點足以影響木材內面品質者：

(a) 節 (knots)

(b) 大孔 (large holes) ：——由鳥類啄害或斷板而形成之大孔（直經$\frac{1}{2}$英寸、深2英寸以上者）。

(c) 過度的彎曲 (excess sweep) ：——整株林木或原木彎曲，而超過3英寸者）。

(d) 病菌隆起 (conk) 及紅心 (red heart) ：——均屬由 Fomes pini 菌引起之腐心材 (heart rot) 。

(2)不降低材級，但減少利用材積的瑕疵 (non-degrading：)——若干表面的瑕疵，不致影響內面的品質，但將減少可利用材積 (usable) ，在經濟上仍頗重要：

(a) 癌瘤病 (canker) 亦卽銹病 (fusium rust) ：——若心材未受侵害則不致降低材級。

(b) 彎曲 (crook) ：——通常部份彎曲雖不致降低材質，然利用材積減少甚多，甚至不能經濟的利用。

(c) 雙叉 (fork) ：——若雙叉部位含留樹皮，則降低材級。

(d) 蟲害及機械的損害 (insect & mechanical injuries) ：——如松脂甲蟲 (turpentine beetle) 之穿孔部位，風害、冰害的損傷部位，均常減少利用材積。

(3)不減少利用材積但分級上尚有問題者：

(a) 壓縮材 (compression wood) ：——林木的傾斜或彎曲部位，生長不平常形成壓縮材，是相當嚴重的瑕疵，但尚無適當的測定或分級法。

(b) 松脂浸透 (pitch soak) ：——由於近來採脂方法改進，此項瑕疵已不如從前之嚴重，對木材之精緻利用 (finish grades) 上，稍有影響，但難認為足以降低品質。

(c) 變色 (汚色 stain) ：——製材後貯藏太久，則有影響材質，否則屬不重要的瑕疵。

(d) 不定枝條 (adventitious limbs) ：——在樹冠下面的小枝（直徑 0.5 英寸以下者），在目前一般市場上是不重要

的缺點，但製為薄片（veneer）利用上則有影響。

(e) 波紋材（rippls）：——在老齡孤立木，常見形成波狀紋材，是不重要的瑕疵。

(f) 小孔（small holes）：——樹皮上直徑$\frac{1}{4}$英寸以下、深度2英寸以下的小孔（常由鳥啄而來），可能形成微小斑點或引起松脂浸透，但屬不重要的瑕疵。

(g) 樹幹膨起（swell）：——常由於林火或機械的致害而來，有時可引起腐朽（decay），否則屬不重要的瑕疵。

三、南方松分級之標準及材價

(1)分級之標準：

綜合上述的分級要素，聯邦林務署規定南方松材之分級步驟，以直徑（diameter）與節（knot）為基本，再根據彎曲（sweep）、腐心（heart rot）、以及其他要素，作進一步分級。其基本分級的標準如下：

等　級	最小樹幹直徑（英寸）	最高節徑
1	17	樹幹直徑之$\frac{1}{5}$
2	10	樹幹直徑之$\frac{1}{2}$
3	5	不限制
4	5	不限制

(2)各等級材價：——各等級原木之價格，依樹種、直徑級而異，茲引例1959年度直徑16英寸（樹皮內直徑）之原木價格於下：（單位：美元/1千板尺）

樹種＼等級	1級	2級	3級	4級
濕地松、長葉松		120	94	80
德達松、短葉松	102	100	88	77

註：(1)係製材廠渡價。

(2)此係1959年材價，現1963年材價已普遍漲高。

四、木材用途之趨勢

據東南區林業試驗場之調查，美國東南區之木材用途百分比如下：

材種＼用途別	年別	板材	三夾板	紙漿	薪材	電桿材	圍柵用材	杭木及枕木	其他	計
針葉樹	1952	52	1	31	11	3	1	1	—	100

針葉樹	1962	50	3	37	3	5	1	1	—	100
濶葉樹	1952	36	8	6	41	—	3	3	3	100

（註）針葉樹係以美國南方松為主

由上表可知最近 10 年間，美國南方松在板材（sawlogs）、薪材（fuel）方面用途減少，而紙漿（pulp）、三夾板（veneer）、電桿（pole）方面之用途，則有增加之趨勢。

五、Asheville 一帶木材利用實況

東南區林業試驗場之木材利用專家曾引導筆者前往 Asheville, Spartanburg, Forest City 等地，亦即 North Carolina 西部及 South Carolina北西部一帶，參觀一般木材利用情形，包括鋸木廠二所、三夾板廠一所、傢具原料廠一所、木材防腐廠一所、及建築木料零售店二所，參觀情形可歸納如下：

(1)鋸木廠之一般設備，較臺灣不同者，為各廠都以削皮機（debarker）剝去樹皮後再製材，又其針、濶葉樹邊材、廢材一律以切片機（chipper）處理為切片，以便運往紙廠作為紙漿原料，因為樹皮不能為紙漿原料，故第一步就須先去皮也（圖17）。

(2)傢具原料廠，係按照各傢具廠訂貨之規格，製作各色各樣的傢具零件，因鋸、鉋、刻、磨、一切作業機器化，具有數百種機器，深感美國工資高昂，機器低廉，恰與臺灣相反。至於傢具廠則將各種零件組織起來，予以油漆即可。因而家庭亦可買些零件，自己組成傢具，既好玩又可節省開支，此係美國流行的所謂「自己做運動」（do it yourself）之由來。

(3) Spartanberg 的 Tailor Calquitt Co. 是規模宏大的木材防腐廠，處理木料有松木的電桿材、圍柵材、橋樑材、地板等及濶葉樹枕木。防腐劑有 creosote 與 Boliden salt（淡綠色，由瑞典進口）兩種。該廠試驗室置有臺灣運來的枕木數根，據說臺灣鐵路局之吳慶源顧問，去年曾在該廠從事枕木防腐試驗（圖15、圖16）。

(4)建築原料零售店，所陳列合板、塑木板、人造木材等，似與臺灣大同小異，雖設計或品質上略有不同，尚無新奇突出之製品。

(5)美國之木材利用甚集約，僅鋸屑（saw-dust）是唯一廢料，各製材廠都設有巨大火爐專事燒棄鋸屑。萬般科學包括森林工業高度發達的美國，尚未研究出鋸屑之經濟利用，是一種難以置信的現象（圖13）。

六、Raleigh 之林業科學實驗所 (Forestry Sciences Laboratory)

該所隸屬東南區林業試驗場，所址設在 North Carolina 州 Raleigh 的 Research Triangle Park，專事林業科學之基礎研究 (fundamental research in forest sciences) (圖23)。

(1)主要實驗工作：

(a) 森林土壤方面 (forest soils)：——土壤之物理、化學及生物學的研究；包括森林之營養循環 (nutrient cycle)，土壤與林木健全及生長之關係，森林及森林作業對土壤之影響：松樹單作 (monoculture) 與生長、病蟲害之關係，土壤植物相 (soil flora) 及動物相 (fauna) 等等。

(b) 森林生理方面 (forest physiology)：——包括林木之開花、結果、結實的預知、創造、控制等，生理方面的室內試驗及野外作業。

(c) 森林病害方面 (forest diseases)：——包括寄生物 (parasite)、寄主 (host) 與環境之關係，Fomes annosus (世界性針葉樹之根病)，土壤微生物 (organism) 及線蟲類 (nematodes) 之生物學及生態學的研究。

(d) 森林蟲害方面 (forest insects)：——蟲類之生物學、生理學、生化學的研究及生物學的控制、包括食餌 (dietary)、飼養 (rearing)、誘引 (attractants)、溫度控制法等之室內及野外實驗；樹皮炭水化物 (carbohydrate) 之分析等。

(2)實驗所與各大學之合作連繫：——North Carolina 州中部有三所大學，即位於 Capel Hill的州立大學 (University of North Carolina)，位於 Durham 的私立 Dnke 大學 (Duke University) (圖24)，及位於 Raleigh 的州立農工大學 (N. C. State College of Agriculture & Engineering)，形成科學研究的一大中心，稱為 Research Triangle, 而三所大學所形成的三角地區稱為 Research Triangle Park。在此地區內林立各種試驗機構，包括民間工業界之各種試驗所、聯邦林業科學實驗所等，據聞在各試驗機構工作之博士、碩士試驗專家計達六百多人之多。至於各試驗機構與各大學間均有密切之聯繫與合作，例如林業科學實驗所之土地 27英畝係由 Research Triangle Fundation 贈送；該所可利用各大學研究施設、圖書館及實驗林，而有關大學亦可利用實驗所之各種現代化儀器。又大學與實驗所間有若干試驗研究計

劃是分工合作進行。

七、林業試驗專家之地位及進修制度

林業科學實驗所有試驗專家（research scientists）12 人及助理（non-professional assistants）13 人。12 人試驗專家內 10 人是博士，其餘 2 人是碩士，今秋已返回大學攻讀博士學位。美國之各林業試驗單位專家，非博士即碩士，且學士、碩士們都陸續返校進修，筆者前已有所報導。據聞聯邦林務署特別重視試驗研究，試驗（research）人員之地位、待遇都高於行政（administration）人員。各試驗單位之設備儀器，不斷更新添購，以配合研究實驗之需要。試驗經費除政府預算外，尚有地方、民間企業之委託計劃與預算，極為充裕。因而一般林業家均以能從事試驗工作為榮。此與臺灣之試驗機構，常感於經費不足之情形，完全相反。

又因美國今日林業試驗研究工作，已由實用技術的試驗，進入基礎問題的研究，需要高深的學識與最新的科學，始能愉快勝任。故林務署不斷鼓勵試驗人員返校進修，其獎勵辦法有：

(1)職員可帶薪帶職返校深造，即在進修期間政府可保留原職位並照付薪津。

(2)職員可一面從事原工作，一面返校攻讀，例如在原位工作三個月，在學校攻讀三個月，如此原試驗計劃不致中斷，仍可達進修的目的。對此種讀書、工作兼顧之人員，政府除照付全部薪津外，並代付一切學費。

上項辦法之選擇，係視工作上之需要與本人之意望而定。政府予獎勵之唯一條件，是完成學業後必須返回原崗位，繼續為林務署工作。至於在校學業完成獲到學位復職者，即予晉級加薪。在此獎勵制度之下，試驗人員素質不斷提高，整個林業朝氣勃勃，其能不斷進步，自不待言。

八、Raleigh 的中國留學生

North Carolina 州立農工大學的中國留學生約有六十位，筆者曾參觀該校並訪問他們寄住處（boarding house）見到其中二十餘位，約略瞭解他們的深造及生活情形之一斑。他們分別佔住幾家租屋，有中國博士之家（即攻讀博士學位者，住在一家 boarding house），亦有中國碩士之家，很有趣。大家都非常用功，成績優良。除可得獎學金外，另可在實驗室當助手，冀期增多收入，故在生活方面亦相當愉快。一般而言，物質享受上似較在臺學生好得多，但若與美國學生比較，則尚有一大段距離。留學生由於享受較少，戰戰兢兢，學業

自然進步較快也。有少數留學生已獲博士學位且已就業，其中一位黃國彥氏，在該校農業工程系當副教授。

林科方面的留學生亦有三數位，筆者意外的遇到老朋友林永換氏（原任航測隊課長），他是1962年8月來美，已得到州立農工學院的碩士學位，現一方面在該校實驗室當助手外，繼續在著名的 Duke 大學林學院攻讀博士學位，他的論文題目是「林分空間分配之研究」（Spatial Correlation of Forest Stand），是林業統計方面之研究。他在留學生內是年齡較大的一位，且時常奔走兩大學間工作及讀書，其苦讀求上進之精神，值得吾人欽佩。

九、研習心得及觀感

(1)關於美國南方松材之分級，東南區林業試驗場經三十多年來之調查研究，訂有分級上之要素，聯邦林務署亦曾制定分級之標準。臺灣濕地松造林地多屬十年生以下之幼齡林，目前尚未有木材分級之問題，但不久將來疎伐階段將屆，美國之研究結果及制度似可為借鏡。

(2)美國南方松材若作為紙漿原料，並無樹種之分別，即各松種纖維相差不多，價格亦相同。然作為電桿材或板材則有分別，即濕地松與長葉松，材桿通直，品質較優，材價亦較高。德達松與短葉松則較劣。

(3)至於濕地松與長葉松之間，雖材價不分，然前者造林成活率高得多，初期生長亦速，栽培上佔有利的地位。故美國之較南地區，濕地松成為最熱門的造林樹種。

(4)美國針葉樹（東南區以南方松為主）之用途，板材、薪材漸減，反之，紙漿、三夾板、電桿材則劇增，除電桿材外與臺灣木材用途趨勢大致相同，惟臺灣之電桿材與建築用材多已被水泥取代，故木材用途之變遷似更劇烈。

(5) Asheville 附近木材利用情形（製材、三夾板、木材防腐、傢具材料、建築木料等）之參觀觀感已述前，在此不再贅述。

(6) Raleigh 林業科學實驗所，具有最新之設備，並由第一流的林學家們從事林業科學基礎理論之實驗研究，是臺灣所缺如者；但願我們亦有迎頭趕上的一天。

(7)美國林業試驗人員之素質、待遇均高於行政人員，且林務當局以最優厚之條件鼓勵職員進修，如此林業科學得以不落後於其他部門，整個林業亦能不斷進步，是筆者最感動的制度，因而一再報導。希望我林業當局亦能朝此方向

努力，最起碼在職林務人員之進修制度宜儘早建立。

(8)在 Raleigh 能見到一部份留學生，得以瞭解他（她）們的深造及生活概況，是筆者到美以來最高興的事，尤以置身異邦數月，倍感親切。他（她）們個個在國外克服經濟上之困難及生活習慣上之不便，用功苦讀，實值佩服。同時感覺我們在國外有那麼多的優秀人材，將來國家建設有無窮的前途。但願他（她）們學成後能返國貢獻其高深學識，一方面國內亦宜改善研究環境（包括待遇、設備等等），使他（她）們能學以致用，愉快工作。

(9)本週五曾到 North Carolina 州營苗圃 Clayton Nursery 參觀，茲補述其概況。該苗圃設在平坦地，面積 50 英畝，灌溉及管理設備（辦公室、倉庫、宿舍等）完善，樹種以濕地松、德達松為主。參觀觀感如下：

(a) 因一切作業均用機械，工作比較粗放；臺灣之松樹苗圃多設在坡地，面積較小，人工低廉，實施集約經營，故在經營上根本不同於美國。但一般而言，臺灣的苗圃，在實質上（苗床除草、苗木保護及健壯度）似不亞於美國。

(b) 該苗圃每 m^2 松樹育苗數達 250 株，為臺灣（100株左右）之 2.5 倍，看起來實在過密，苗木不夠健強。據說苗木係價售供一般造林，因成本關係必需提高單位面積育苗數，且他們認為每 m^2 250 株，尚不致過密。至於育苗成本，松樹每株 4¢ 與臺灣差不多，但如考慮單位面積育苗數計算之，則其成本仍遠高於臺灣。

(c) 出山苗木根部沾以陶土泥漿（kaolin：5 磅加水 1 加侖），較臺灣現用之粘土泥漿，品質均一，效果亦大，似宜加以引用試驗。

筆者在美國本土之觀摩研習，至此已告一段落，下一站乃是屬於美國的自治領——Puerto Rico（波多黎各）。

第　九　週　　9月19日至9月25日 於 PUERTO RICO

一、概　述

9月19日9時筆者由 North Carolina 州 Raleigh 飛向 Puerto Rico（波多黎各），中途曾在 Georgia 州 Atlanta 及 Florida 州 Miami 換機，趁機在世姐選美城邁阿密（Miami）觀光一番，於萬家燈火時分到達波多黎各的首邑San Juan 上空。

波多黎各是多彩綺旎的加勒比海(Caribean sea)西印度羣島(West Iudies)之一島，接近古巴（Cuba）。因位於熱帶，9月下旬氣候仍甚炎熱，感覺上與臺灣最熱的8月間差不多，在美國領土內，波多黎各是位於最南方的真正熱帶地，且曾為西班牙殖民地，風光、生物、風俗、一切與美國大陸迥乎不同，因而與 Florida 的 Miami（邁阿密）連起來，成為著名的觀光勝地。

本週一、二是在波多黎各自治政府（Commonwealth Government）（圖50）聽講一般歷史、政治、經濟情形，其餘時間則在聯邦熱帶林業研究所研習熱帶樹種之育林及利用。

二 Puerto Rico 之一般

(1)面積與人口：——島長約100英里，寬約35英里，即面積3,500平方英里，約為臺灣之四分之一。現島上人口約240萬（另約1百萬人住在美國大陸者不計在內），每平方英里人口密度 686 人，較臺灣（780 人）稍低。

(2)歷史與政治背景：——16世紀初，西班牙佔據該島並開始移民。19世紀初，開始與美國作大規模貿易（輸入生活必需品，輸出砂糖）以來，經濟漸依靠美國。迄至19世紀末美西戰爭後，波多黎各與古巴、菲律賓同時割為美國殖民地。爾後古巴與菲律賓相繼獨立，但波多黎各因島太小，經濟上依靠美國太甚，仍無法獨立，但自1900年開始選出衆議員參加美國國會，1958年開始選島民為主席（Governor），成為美國的自治領土（Commonwealth），政治地位已大為提高。目前少數島民仍在街頭公開從事獨立運動，但自治政府及絕大部份島民均無動於衷不敢讚同，蓋他們都知道，該島一旦脫離美國之保護，則經濟上勢必崩潰，一切無法自足也。

(3)產業與經濟：——波多黎各之天然資源甚為貧乏，無煤、石油、鐵等資源，全島面積之 70 %為山地，且森林資源又極貧弱。可耕面積不廣，除甘蔗為

唯一農作外，一切糧食、工業原料、日常用品、建築用材等均靠進口。

工業方面除製糖(民營糖廠約20廠)外，多屬進口原料加工業，即由美國進口原料加工後，再輸出美國。由於獎勵美僑投資政策（在美國工廠純收益之52%為稅金，但在該島設廠可免稅10年）及美國之經濟保護關係，波多黎各之經濟發展甚速，年發展率為 11—12 %，是全美洲內發展最速之地區。

此外值得一提者為觀光事業（tourist industry），因加勒比海 Caribbean sea) 風光綺麗，波多黎各富有熱帶情調，且遺留有西班牙之風俗習慣，能吸引美國人之好奇心理，近十年來豪華觀光旅社及各種遊樂施設，乃不斷發展，觀光事業已成為該島重要事業之一（圖 51、圖 52、圖 53）。尤以自 Caribbean 海之另一觀光勝地——古巴——與美國絕交以來，美國遊客更擁集於波多黎各，使得該島更趨於繁榮。

現每年總所得約為 10 億美元，其中$\frac{1}{3}$為美國補助，$\frac{2}{3}$為該島本身生產，其中製糖及其他加工業佔$\frac{2}{3}$，農業及觀光，佔$\frac{1}{3}$。現今國民所得每年每人約 700 美元，為美國各州內最低，但若與中南美洲各國比較，則屬最高的地區。

三、Rio Piedras 之熱帶林業研究所

波多黎各的首都 San Juan 的南角 Rio Piedras 是波多黎各大學的所在地，同時聯邦農部所屬各種農林機構亦設在該地。其中熱帶林業試驗所 (Institute of Tropical Forestry)（圖39）直隸聯邦林務署，創設於 1939年，專門從事美國唯一的熱帶地區 Puerto Rico 及 Virgin Islands 的林業試驗，國有林的經營管理，及對地方林業的輔導等工作。其主要工作目標為：

(1)試驗並繁殖適合當地的經濟森林作物。

(2)發展經濟而實用的技術，以便迅速推廣上述樹種。

(3)改善不良的天然林相，以增進林地之生產並提高收益。

(4)開發林產物的新用途，發展木材的集約利用。

該所之組織，在所長（Director）之下，分設如下四部門：

(1)熱帶育林試驗系（Tropical Silviculture）：——用全預算之 35 %。有主任（project leader）1人，試驗專家（research forestor）1人，技術員 (forestry technician) 2人及秘書 (secretary) 1人。

(2)林產物利用系 (Forest Products Utilization)：——用全預算之 15 %，有

主任1人，試驗專家1人，技術員1人及秘書1人。

(3)熱帶林業應用組（Applied Tropical Forestry）：——用全預算之 45 %，有主任1人，試驗專家2人，技術員3人（分駐在國有林區現地）。

(4)總務室（Business Management）：——有主任1人，秘書及職員計5人。

四、林產物之利用及試驗

(1) Puerto Rico 及 Virgin Islands 之木材利用概況：——島內森林蓄積貧乏，經濟價值極低，年產木材約 10 萬板尺，不及當地消費量之 0.1 %，1962 年進口木材及紙張價值約 5,400 萬美元，包括電柱、板材、木樁、枕木、合板、傢具材料，紙張及紙漿以及其他一切項目。

進口木材，針葉樹以美國南方松（Southern yellow pine）、花旗松（Douglas fir）及西部鐵杉（Western hemlock）等為主，佔針葉樹輸入材之 80 %。至於濶葉樹，小葉桃花心木（West Indian Mahogany：Swietenia mahagoni）材質優良，可耐白蟻，極受歡迎，但來源不豐，價格又高，因而大葉桃花心木（Hondrus Mahogany：S.macrophylla）及香椿（Cedrela spp）兩者較為普遍；佔濶葉樹輸入量之 85 %。

由於該地位置熱帶圈，木材極易腐朽及變形，故木材乾燥及防腐處理，為木材利用上極重要的課題。

筆者曾到 San Juan 市郊木材防腐廠及傢具廠參觀，防腐廠設立約7年，規模不大，據說各界對木材防腐之認識不够，業務清淡。

傢具材料廠規模頗大，用的全部是進口的木材及合板。主要木材原料價格如下：

美國南方松	未經防腐處理者	每千板尺	U$150.00
	經防腐處理者	每千板尺	U$220.00
Red wood(加州紅杉)	未經防腐處理者	每千板尺	U$300.00
大葉桃花心木	未處理	每千板尺	U$280.00
Walnut	未處理		U$1,000·00

至於合板（plywood）是由日本及韓國進口，據聞日本產者為一級品，韓國產者列為二級品。可惜沒有用臺灣之木材及合板，筆者曾告以臺灣最近已成立木材市場中心，希他們來信連繫，將可得到有關資料及樣品。

另 Puerto Rico之木材加工廠，有製材廠4所、小規模木材防腐及乾燥

廠3所、造紙廠1所(原料以蔗渣為主，雜以木材5%)，尚無削片板 (chip board)廠，及纖維板(fiber board)廠，可見該地木材工業不如臺灣之發達。

(2)日光熱乾燥 (solar drying)試驗：——熱帶林研所之木材乾燥試驗，以乾燥爐 (dry kiln) 、日光熱乾燥 (solar drying) 及天然乾燥 (air-seasoning) 三種方法進行中，其中較新奇者為日光熱乾燥，乾燥室屋頂及東、西、南三面壁均以双層塑膠布 (plastic) 裝成，並有防濕及通氣設備，藉以充分利用日光熱。據報告此項試驗已實施8年，效果優良，已逐漸推廣在商業上加以應用。例如桃花心木木材之日光熱乾燥試驗之結果如下：

(a) 含水量由 25 %減至 12 %：4/4 boads 者需 11 天， 5/4 boads 者需15天，8/4 boads 需 25天。

(b) 含水量由 40～45 % (生材) 減至 20 %：8/4 boads 需20天，即為空氣乾燥 (air-seasoning) 所需日數之一半。

(c) 同上條件：4/4 boads 需6天，即天然乾燥日數之 1/3。

(d) 若欲將 (b) 及 (c) 的木材含水量減到15%，日光熱乾燥僅加數天即可，然天然乾燥則需加數個月，故日光熱乾燥能力較天然乾燥加強數倍。

(3)木材防腐試驗：——由於該地圍柵柱材 (fence posts) 需要量甚大 (牧場、農場、工廠等圍柵用)，熱帶林研所曾對 72 種樹種及竹種1種實施防腐試驗，初步結論如下：

(a) 無論在海岸或山地地區，未經處理之圍柵柱材，耐用年限僅1年半。

(b) 圍柵柱材之不耐用，主因為腐朽菌 (decay fungi) ，其次為白蟻之害 (termite attack) 。

(c) 經防腐處理之柱材，用在海拔較高地區 (1,000—3,000英尺)，耐用年限較長於低海拔地區 (100 英尺) 。

(d) 圍柵柱材以5% pentachlorophenol冷漬法處理 (cold-soak treatment) 5天者，耐用年限達6年，以10%處理者則可耐用 10～20 年。

(e) 圍柵柱材以5% carbolinum 熱冷浸漬法 (hot-and-cold bath method) 處理者可耐用13年以上。

(4)當地產桃花心木材之物理性質：——大葉桃花心木在其原產地墨西哥、中南美洲等生產者材質甚佳，然引進在Puerto Rico 及 Virgin Islands 者生長極速，其材質 (比重、構造等) 究與原產地生產者有無不同，是本項試驗之目

的。此項試驗現已初步完成，但有關資料尚未整理分析出來。

(5)木材利用技術之示範與推廣：——熱帶林業研究所除從事試驗外，對一般木材業界及農民，推展木材利用上之技術協助及示範推廣，1963 年度主要實績如下：

(a) 協助設立木材防腐廠 1 所（熱冷浸漬法：hot-and-cold bath），並代該廠實施各種防腐試驗，以解決其技術問題。

(b) 協助製材廠 2 所設立小型木材乾燥室，以改善濶葉樹材之利用。

(c) 對傢具材料廠推廣空氣乾燥及製作過程上之有關技術。

(d) 在手工藝品彫刻方面，該所設有彫刻機器（carving machine），一次可刻 25 具，並正試驗以 polythylene glycol 處理生材彫刻之方法，準備改進一般彫刻工作。蓋觀光事業既成為波多黎各之重要事業，木材手工藝之示範發展，至關重要。

(e) 與水土保持機構、農業推廣機構及農民 50 戶，合作實施經防腐處理的圍柵柱材之使用示範。

五、熱帶育林試驗

(1)波多黎各育林試驗之經過：——由於該島森林蓄積貧乏，木材生產稀少，育林試驗之基本目標仍在育成更多更好的林木，並增進單位面積之生產與收益。

最初試驗注重於天然林之改善及固有樹種之育林試驗，結果發現當地缺乏生長迅速，材質優良之在來樹種。

近年來則注重引進樹種之育林試驗。第一階段將全島林地，依立地條件之不同，劃分為若干立地帶（site zones），包括多濕石灰石帶（humid limestone）、山地粘土帶（mountain clay）、山地蛇紋石帶（mountain serpentine）及砂質壤土帶（sandy loam）等。第二階段在各立地帶，設各種引進樹種試植區，觀察各樹種對立地適應性及生育情形，已得到初步結果。第三階段即現時，正在實施成績優良之引進樹種之栽植距離、育苗及造林技術、整地及林木撫育等試驗。

(2)主要引進樹種：——熱帶林研所在各種立地（site zone）實施適應試驗（species adaptability）之引進樹種，在多濕石灰石帶（humid limestone）有 19 種，砂質壤土帶（sandy loam）有 19 種，山地粘土帶（mountain

clay) 有 36 種，山地蛇紋石帶 (mountain serpentine) 有 12 種，現已初步獲知若干樹種極有希望，其主要者如下：

(a) 大葉桃花心木：——是在 Puerto Rico 引進歷史最久的樹種之一，在 Luguillo mountains 有數百英畝的 25～40 年生造林地，已生產若干木材在當地利用作傢具，最近在 Puerto Rico及 Virgin Islands 擴大栽培中。在適宜的立地（肥沃、深厚及排水良好）生長極速，在一般林地亦可生長良好，又其材質優良，材價頗高，被認為最有希望的樹種之一。至於小葉桃花心木，由於生長緩慢，樹形不佳且病害嚴重，被認為不太適應於 Puerto Rico，此與臺灣之情形完全相同。

(b) Caribbean pine (Pinus caribea Morelet)：——是 Caribbean 地區最重要之針葉樹，從前被視為與美國南部的濕地松 (Slash pine) 同種，然兩者在形態上及材質上略有不同，故現在分類上已將兩者分開，即 Caribbean pine 仍用原學名，而濕地松則以 Pinus elliottii 為學名。

Caribbean pine 在砂質壤土生長最佳，4 年生樹高達 19.3 英尺，勝過一切熱帶濶葉樹，但在粘質土則僅 8.3 英尺，多濕石灰石土僅 6.8 英尺，尚不如濶葉樹中生長優良者。（圖 42、圖 43）。

(c) Caddam tree (Anthocephalus cadamba)：——引進樹種中生長最快速樹種之一。其 4 年生造林木生長，在多濕石灰石帶 16.7 英尺，粘質帶17.9 英尺，均冠於一切樹種，在砂質壤土生育較差，為 12.2 英尺（圖45）。

戚志澄先生 3 年前來波多黎各時，曾寄若干種子返臺，並在六龜試植成績頗佳，此次筆者到該地，與熱帶林研所所長及有關專家商洽在臺擴大試植及種子來源問題，彼等答允於 12 月間採種後將寄更多種子，供我們做進一步試植。（按該所於 1955 年 2 月空寄 Caddam 種子二批來臺，經筆者轉配林試所及林務局播種試植）。

(d) 其他引進樹種：——除上述 3 樹種外，成績較佳之熱帶樹種有：印度紫檀 (Pterocarpus indicus)、柚木 (Tectona grandis)、Schizolobium parahybum、桉樹類(Eucalyptus kirtoniana)、Eucalyptus (Bangalore hybrid)、Hibiscus elatus、香椿 (Cedrela toona)、木麻黃 (Casuarina equisetifolia) 等。

(3)桃花心木地方品系之搜集及試驗：——該所計劃由桃花心木屬（Swietenia spp.）的各原產地 60 處採集種子，供作地方品系（geographic variation）試驗，以探求最適合波多黎各之品種，去年度曾派專家前往中美洲各原產地 20 處現地採種，現在試驗苗圃繁殖中。同時該所現正採集各品系之木材標本，以研究其材質特徵。

另在臺灣桃花心木苗圃及造林地，常見若干中葉種（即其葉大於小葉桃花心木，而小於大葉桃花心木）生長特別快速，在波多黎各亦有同樣情形，他們認為中葉種者是小葉桃花心木 (West Indies mahogany：S. mahagoni) 與大葉桃花心木 (Hondrus mahogany：S. macrophylla) 之自然雜交種，未訂有正式學名。據觀察結果小葉桃花心木在乾地生長較速，大葉桃花心木在多濕地生長較速，至於中葉種（自然雜交種），則在乾地及適濕地均生長最迅速。

(4)育苗造林之研究：

(a) 塑膠袋裝土機 (plastic pot filling machine)：——波多黎各因屬天然帶區，松苗休眠期極短，成活困難，故多以塑膠袋育苗造林。另若干成活較難的試驗樹種，亦採用此法（桃花心木、印度紫檀、木麻黃、大葉桉等，則在苗床育苗，與臺灣相同）。該所為提高塑膠袋裝土效率，最近考案一種裝土機，由一小馬達、油桶(steem drum) 及迴轉軸 (auger) 而成，頗為簡單實用，據稱其裝土效率約為人工之 3 倍（圖40）。

(b) 苗木營養試驗：——該所設有 60 英尺長之水栽培苗床 (hydroponics) 2 床，專供 Caribbean 松的營養灌溉試驗，其目的是藉營養之控制，而養成根系特別發達之松苗，以提高成活率及初期生長率。惟其實際效果如何，現尚在初步試驗階段（圖41）。

(c) 苗圃作業房及倉庫：——該所試驗苗圃新設房屋一棟，屋頂蓋以半透明纖維玻璃 (translucent fiberglas roof)，以保持蔭涼的溫度，兼用為膠袋裝土、幼苗移植等作業房及倉庫，甚為理想。

(d) 殺草整地試驗：——熱帶地區雜草繁茂，造林前整地及造林後刈草，花費甚大。Puerto Rico 工資與美國大陸相同，十分昂貴，故該所從事以藥劑清除雜草之試驗，現使用殺草劑為 2—4—5—T 10%加柴油 (diesel oil)，每英畝所需費用為：

2—4—5—T	15 加侖	$ 13.50
柴　油	15 加侖	3.00
噴藥工	2　工	20.00
		$ 36.50

六、研習心得及觀感

筆者在波多黎各島之研習期間為二星期，即第九週及第十週。為整理上之方便，在該島之研習心得及觀感，將彙述於第十週週記內，在此不擬贅述。

第　十　週　　9月26日至10月2日 於 PUERTO RICO

本週一、二是繼續在 Puerto Rico 熱帶林業研究所觀摩研習國有林之林相改良、森林遊樂計劃及育苗、農用林之推廣等工作，並於星期二下午由 San Juan(熱帶林研所所在地) 飛往 Puerto Rico 島西岸之 Mayaguaz 市，在該地聯邦農業試驗場參觀竹類之引進試驗及可可椰子之栽培經營，於星期六 (10月2日) 離開波多黎各飛抵華盛頓。

一、國有林之林相改良及森林遊樂

Puerto Rico 之國有林面積 28,000 英畝，集中在該島東部之 Luquillo 山脈，稱為 "Luquillo Experiment Forest"，除供林木經營 (timber management) 及育林試驗外，設置森林遊樂區作為森林綜合利用 (multiple-use) 之示範經營。該國有林係由熱帶林研所之熱帶林業應用組(Applied Tropical Forestry) 負責管理經營。

(1)林木經營計劃 (timber management)：—— Luquillo 國有林之面積雖有 28,000 英畝，然高海拔地區 (最高峯海拔1,074m) 多為岩石地，林木稀少，次高地區則地勢急峻，分佈天然椰子類，林木散生，均認為不適宜經濟經營，故劃為森林遊樂區及保安林區。實際上視為經濟林區而從事林木經營者，僅限於中腹以下之地區，面積約 7,000 英畝。此地區之特徵是多雨 (年雨量 100 至 200英寸，海拔愈高雨量愈多)，林地時常陰濕，是所謂熱帶多雨林 (tropical rain forest)。大部份屬天然濶葉樹林，一部份是大葉桃花心木、柚木等人工林 (樹齡多為 25—35 年生)，但此等天然林及人工林，均混雜有各種雜木、蔓藤類繞經，林相參差不齊，單位面積蓄積不高。

熱帶林研所現正分年實施林木經營，亦即林相改良工作，其工作步驟及方法如下：

(a) 每年選擇若干小班 (sub-compartment)，調查可利用林木 (直徑3英寸以上，且適為傢具、板材、圍栅柱材等的樹種)，測定紀錄其樹種、胸徑、可用高度等，並隨時在樹幹噴漆，表示宜予保留。

(b) 每英畝可利用林木有 100 株以上的小班，則以「改良林相」(timber stands inprovement) 處理，即以化學藥品毒死低級樹種及不良林木 (病蟲害木，樹形不佳或太小者)，以促進可用林木之生長。

(c) 每英畝可利用林木不到 100 株的小班，則視為不良林相，以「改換樹種」(conversion of species) 處理，即初年先毒死全部立木之約三分之一，並栽植大葉桃花心木或松樹，其餘立木仍分年予以毒死，以達改換樹種之目的（圖44）。

(d) 毒死低級立木之方法，在美國大陸南部是：①對較大立木則使用 injector 注入藥劑於樹幹木質部，②對灌木類及小徑木，則實施全面噴藥，或③引火燒却。但據稱在熱帶地區最有效而經濟之方法，乃將藥劑噴塗在樹幹表皮，可殺死 90 %以上之林木，使用藥劑為 2—4—5—T 加柴油 (diesel)，混合比率為 20 %之2—4—5—T $\frac{1}{2}$ 加侖對柴油4$\frac{1}{2}$加侖。

1963 年度完成上述林木經營 (timber management) 面積有 885 英畝，其中以「改良林相」處理者 800 英畝，而以「改換樹種」處理者 85英畝。

(2)森林遊樂計劃 (forest recreation)：——該國有林之高峯地區及較高海拔地帶劃設為遊樂區，稱為La Min recreation area, 1963年吸引遊客318,000人，較 1962 年增加 15 %。主要遊樂施設有：

(a) 游泳池及換衣房各 2 所，該游泳池擇地椰子雜木林內，且係利用天然地形加工而成，極山水之美，美景如畫，其設計具有一股一般泳池沒有的氣息。

(b) 展望塔 3 所，均以水泥建築，但設計各不相同，其高度自 20 至 30 公尺不等，展眺處，可見層疊的丘稜，綠色如茵（圖47）。

(c) 觀望及休憩亭 8 處，其設計均能與環境配合，不致破壞自然美。

(d) 在林間散設遊憩房（有自來水、厨房等設備）數十棟，供遊客午餐休息（圖47、圖49）。

(e) 柏油汽車道路及停車處。

(f) 利用自然地形之通幽小徑設登山林路，中途並設有凉亭數處，以便遊客休息或避雨。

(g) 導遊中心 (Visitor Information Center) 1 所，由熱帶林研所派專人主持，時常放映林業電影及幻燈片，並對團體遊客予以導遊服務。

二、育苗事業及農用林造林之獎勵

(1)造林獎勵方式：——波多黎各私有林之獎勵，是由聯邦農林機構予以經費補助及技術指導，由自治政府(Commonwealth Government of Puerto Rico)負責執行。即以聯邦林務署及自治政府配合經費經營苗圃，由熱帶林研所經常予以技術指導，所養成苗木除國有林及州有林造林外，全部免費配予造林戶，並於造林後檢查成活率，對已成活之林木核發如下獎勵金給造林戶：

松　樹 (Caribbean pine)　每株 10¢

桃花心木、柚木、印度紫檀等，每株 6¢

木 麻 黃　每株 4¢

(2)苗圃：——除熱帶林試所之小規模試驗苗圃外，波多黎各全島僅有苗圃一處稱為 Catalina Nursery，由自治政府經營。該苗圃位於 Luquillo 山麓之梯田畑地，面積約 6 英畝，養苗樹種以大葉桃花心木、松樹 (Caribbean pine)、柚木、木麻黃、按樹 (robusta 與 kilitriana) 等為主，另有小數Samanea Saman、Hibiscus elatus、Inga 等苗木。該苗圃有灌溉設備、管理房倉庫等設施，但一切作業係靠手工及手工具。故一般而言，其規模與作業法與臺灣之苗圃相差不多，與美國大陸各森林苗圃之大規模機械化經營迥然不同。該苗圃既未採用機械化作業，因當地工資高昂，經營管理均頗粗放，結果育苗成本甚高，育苗成績又差，實不如臺灣之一般育苗成績。據統計 1963 年度育苗出山之苗木數為 1,267,000 株。據稱鑒於該苗圃地質、管理及歷年育苗成績不理想，熱帶林研所及自治政府正在計劃另設一所規模較大且機械化的平地苗圃，預計明年度可實現。

(3)農用林造林 (farm forestry planting)：——波多黎各之私有造林，可獲苗木免費供應與造林獎勵金之雙重補助，已如上述。但事實上申請補助者不甚踴躍，私有林業一厥不振。其主要原因是在土地問題，即波多黎各之私有地，緩坡地多用為栽培甘蔗，中坡地帶多用為牧場，又有若干坡地用以建築房屋（因大家有汽車，道路網完備，故在山坡地亦可蓋房屋）及高爾夫場等觀光設施（該島正努力發展觀光事業），因而一般坡地價地奇昂（每英畝達 U$1,000—2,000），無法用以經營林業。故事實上並無企業化的私有造林，通常僅利用農場或牧場內急坡地、峽谷等處栽植若干林木，目的在生產農牧場用之圍柵、薪材、倉庫建築及烟草乾燥架等自家用材，稱為農用林（

farm forestry），政府之造林獎勵亦以此農用林造林為主。1963 年間全島農用林造林面積 1,146 英畝，分由 2,849 農戶造林，可見造林地極為零星分散，不易看到其成果。但由農戶而言，造林苗木既由政府免費供給，成活之林木又可得獎勵金，造林後 4—5 年即可間伐收穫小柱材，每支約值 $1.00—1.50（多係就地取材作為農牧場用），仍甚合算。

另熱帶林研所選擇交通方便之若干民地，設置樹種適應造林試區，兼作示範林，其條件是免費使用民地，政府負擔一切造林及營林費用，將來林木收穫乃歸土地所有者。

三、Mayaguaz 之聯邦農業試驗場

Mayaguaz 位於波多黎各島之西岸，是該島第三大都市，亦是 Puerto Rico 大學農工學院之所在地（該大學本部及若干學院設在首都 San Juan 市，而農工學院則設在 Mayaguaz 市），該市人口 8 萬多人，環境幽雅清靜，是學術研究之理想處所。

美國聯邦農業試驗場 (Federal Agriculture Experiment Station)，場址設在該市東北郊農工學院校園之隔鄰，該場亦是美國農部的熱帶農業試驗中心，創設於 1901 年，迄今已有 60 餘年歷史。場址及附設植物園與農場面積計 235 英畝，係由波多黎各自治政府及 mayaguaz 市聯合贈送。該場有場長 1 人，試驗專家及技術員 14 人（內聯邦政府派 8 人，由自治政府調用 6 人），秘書及行政助理等 10 人（內聯邦政府派 4 人，由自治政府調用 6 人）。

其主要試驗計劃，為藥用植物、食用植物、殺蟲植物、香料植物、特用作物及牧草之試驗研究，植物病害之研究，植物引進及繁殖等。

該場之熱帶植物採集觀察區，據稱是西半球最優秀植物園之一，有由全球熱帶國家及殖民地採集之二千餘種植物，包括樹木、竹類、果樹、椰子類、花類等，其引進樹木內包括有我國之樟樹、肉桂、榕樹、苦楝、龍眼、荔枝等等。

四、Puerto Rico 之竹類

(1)竹類之引進：——波多黎各島並無固有竹類之分佈，惟西班牙人早於數百年前，引進 Bambusa vulgaris,（泰山竹：臺灣亦有栽培）栽植於溪畔、路旁、農牧場境界、山坡地等處，用以保持水土，分佈頗普遍。

爾後 Mayaguaz 農試場約於 40 年前，開始由世界各地熱帶地區引進竹

類，尤以 1934 年以後引進最多，目前該場之引進植物觀察區有38種竹類，1935 至 1946年間該場曾繁殖各種竹苗 5 萬餘株分贈農民栽植，其一部份乃送到加勒比地區、美國大陸、中美洲等地試植。

該場現有 38 種竹類中，有 6 種是單軸型（散生），其餘均屬連軸型（叢生），其中被認為生育良好，且較有利用價值者如下：

(a) Bambusa tulda：——1903年引進自印度；竹桿端直，少枝，高達 60—70英尺，基部桿徑 4—5 英寸，竹材肉厚強靱。

(b) Bambusa longispiculata：——1932年引進自印度；形態似 B. tulda, 但側枝較多，節間較長，綠桿有白條，桿長 40—50 英尺，桿徑 3—4 英寸，竹材工藝性質良好。

(c) Bambusa textitis：——1935年引進自中國，桿長 40英尺，桿徑約 2 英寸，竹桿非常通直，肉薄，對甲蟲 (bamboo powder post beetle) 抵抗力最強。

(d) Bambusa tuldoides：——中國原產，1935年引進，形似 B. tulda, 但竹桿不甚通直，側枝較多，竹材肉厚而強靱。

(e) Sinocalamus oldhami ：——即綠竹（臺灣所用學名為 Leleba oldhami），1935 年由中國引進：在該地生長甚佳，高達60—70英尺，直徑 3—4 英寸，通直，少枝，肉厚，抗蟲力強，但竹筍未被利用。

(f) Guadua angustifolia：——原產拉丁美洲北部；高達 50—60 英尺，桿徑 4—5 英寸，竹桿端直，非常美觀。（圖31）

(g) Bambusa arundinacea：——為該場引進竹類中竹桿最大者，平均桿長 65英尺，桿徑 6 英寸，但竹叢下半部密生側枝及竹刺（較臺灣莿竹更厲害），竹材工藝性質較差。

(h) Phyllostachys bambusoides（苦竹）：——為該場引進散生竹類中生長最佳者，桿徑達 2 英寸。此種原屬溫帶竹類，是日本分佈最廣且為最重要之經濟竹種，引進在熱帶的波多黎各，而且在該場觀察區之竹類，均在放任狀態，從未加以擇伐撫育經營，仍生長極佳，不勝奇異。此種竹材工藝性質極佳，竹桿較臺灣之桂竹更粗，由波多黎各之生長成績看之，在臺灣自可生育良好，吾人似應積極引進試植。

(i) 其他竹種：——上述成績較佳之竹種外，該場現有竹種為：

Arundinaria amabilis, Bambusa dissimulator. B. blexuosa, B. multiplex (觀音竹)，B. mutabilis, B. pesvasiabilis, B. polymorpha, B. sp. 128734 (學名未詳)，B. ventricosa, B. vulgaris, B. vulgaris vittata, Cephalostachyum pesgracile Dendrocalamus asper, D. giganteus, D. membranaceus, D. strictus, Elytrostachys tipica, Gigantochloa apus, G. levis, Guadua amplexifolia, G. augustifolia, Melocanna baccifera, Ochlandra travancorica, Phyllostachys dulcis, P. makinoi (桂竹)，P. meyeri, Schizostachyum funghomi, Semiarundinaria fastuosa, Shibataea kumasaca, Sinocalamus beecheyanus.

(2)竹類對水土保持效果之觀察研究：——Mayaguaz 農試場 David G. White 與 N. F.Childers 兩氏曾從事竹林根系與竹林地調查，認為竹類對土壤冲蝕之控制，具有莫大效果，茲摘要於下：

(a) 竹類根網有效得鞏固土壤。(mat of roots holds soil effectively)：——Bumbusa tulda 之根系分佈範圍，深達 4 英尺，寬達 17 英尺。由深度而言，竹根之 83% (7,103根) 在 1 英尺深範圍內，12% (996根) 在 1 英尺至 2 英尺深範圍，4 % (305 根) 在 2 至 3 英尺深範圍，1 % (132根) 在 3 至 4 英尺範圍。由寬度而言，竹根多在 4 英尺半徑範圍，愈遠愈少，但在半徑 12 英尺 (286根) 至 17 英尺 (256根) 範圍內，亦有足以鞏固土壤之根網分佈。以上係在 Puerto Rico 島 Mayaguaz市近郊重粘土壤的調果結果。

(b) 竹林內地面之覆蓋 (mulch accumulates beneath bamboo)：——堆積在地面的竹葉，不僅可防止土壤冲蝕，而且能保持土壤水分。經調查，4 年生之 Bambusa longispiculata 造林地，在其竹林地面堆積竹葉覆蓋 (leafy mulch)，厚達 2 至 4 英寸，在 4 個月間的長期乾燥氣候下，仍可保持相當的土壤水分。該竹林栽植地坡度 52% (約27度)，栽植竹苗前，曾有若干冲蝕溝，雖竹苗栽植距離達20英尺寬，但 4 年後所有冲溝均被蓋以竹葉，且並無增加冲蝕的跡象。足證竹林實為防止土壤冲蝕及保持土濕的優良植物。

(c) 道路邊坡及溪畔之竹林：——因波多黎各島多山地，許多道路係蜿蜒在山腹，道路上下邊坡之崩坍始終構成嚴重的問題，因而內政部（公路主管部）曾在道路兩傍普遍栽植竹類以防止崩路。所栽竹種，主要是Bambusa vulgaris（泰山竹），因其竹桿叢生，生長又速又密，且可就地採桿繁殖。至於其他許多連軸型竹類亦均有同樣效果。

沿着溪畔栽植之竹類生長特別快速，此因該地土濕較高所致。竹林根網可鞏固溪畔土壤，且密生的竹桿可緩和洪水急流。在溪流急灣之危險地點，宜以竹桿密編擋水柵，再在其內側栽竹，可收顯效。

(3)連軸型竹類之全桿平插繁殖：——F. A. McClure博士曾於1952年，在Mayaguaz農試場試驗連軸型（叢生）竹類之全桿平插繁殖法（propagation by whole-culm cuttings）。其方法係將1至3年生竹桿，由第一節與第二節間截斷，整桿平埋（不帶根），蓋土6英寸厚，時期為3月中旬至5月中旬。於翌年調查試驗結果，得如下結論：

(a) 若干竹種用全桿平插（不帶根）繁殖成績頗佳（竹種因與臺灣不同，在此從略其名）。

(b) 適為此法繁殖之竹桿年齡（age of culm）依竹種而異，即若干竹種以1年桿最優，若干竹種須用2年桿，又有若干竹種宜用3年生以上之竹桿。

(c) 適為此法繁殖之竹桿部位（portions of the culms）亦依竹種而異，即若干竹種可用全桿（all culm portions），若干種需用竹桿之中部及末端（middle and tip sections），又有若干竹種宜用末端$\frac{1}{3}$之竹桿(tip one-third only)。

(4)波多黎各之竹林事業現況：——波多黎各是美國領土內最適合栽培叢生竹類之熱帶地區，Mayaguaz農試場已引進之竹類中，不乏富有經濟價值之竹種。該場於1934年開始竹類之栽培與利用之研究，並曾繁殖推廣竹苗，該場並具有竹材加工室（bamboo shop），曾與民間加工業界合作推展竹材之工藝利用。又過去在溪畔、路旁、坡地等推廣竹類造林之結果，現在全島到處可見到竹叢，成為美國內竹類分佈最普遍的地區。故可謂對竹林事業已略具基礎。

惟近年來該島竹類之栽培利用似在退縮，事實上目前竹類之造林及利用

殆已停頓。其原因似可歸納：(a) 因勞工缺乏，工資高漲，竹材之手工藝利用無法發展，(b) 竹林分佈零星，資源不豐，不足賴以支持造紙等工業方面的利用，(c) 關於竹筍之栽培、收穫及利用從未加以重視，亦未予研究推展。

因而現今竹類在波多黎各，被視為水土保持植物，並非經濟植物，Mayaguaz農試場除仍維持竹類觀察區外，近十年來未繼續實施竹類之試驗研究，其竹材加工室亦已關閉多年，殊堪惋惜。

筆者曾於10月1日應該場場長之邀，對試驗專家們介紹臺灣竹林之經營利用發展情形，並示以所攜帶的竹製手工藝品及有關幻燈片與相片。彼等對臺灣竹林之集約經營、廣汎利用及栽培上之新技術，深感驚異與興趣，曾紛紛提出問題，討論至為踴躍，並希望我們寄贈有關研究報告等資料。但願該場能對竹林事業重新認識，繼續推動竹類試驗及推廣工作。

五、Puerto Rico 之可可椰子

(1)分佈概況：——可可椰子(Cocos nucifera) 是全球熱帶地區分佈最廣之植物，位於熱帶地區之波多黎各島當不例外，全島海岸地帶到處可見到可可椰子林，尤在東北岸及西海岸分佈最多（圖46），據稱一部份係野生，可能由其他島嶼隨海潮漂流而來，但大部份係數十年前，由菲律賓引進栽培者。椰子多栽培在不宜經營農業的海岸砂地，若干椰林林帶寬度達約一公里以上，又海濱浴場及海岸遊樂區內或周圍都有椰林（圖53），頗富熱帶觀光勝地的情調。全島椰樹數量，最近未有調查統計，但據 Mayaguaz 農試場專家之估計，現可生產果實之椰樹約有 80 萬株。

(2)栽培經營實況：——筆者曾參觀椰林二處，一處面積 14 英畝，15 年生；另一處面積 30 英畝，40 年生，均屬民間經營；並曾訪問栽培農戶，探問其經營實況。（圖48）

一般栽植株數每英畝 65 株左右，即列間 30 英尺，株間 20 英尺。栽植後 5—6 年可開始結實，8—10年以後每年可收穫4次，每株每年平均收穫量 50—60 粒（未施肥，粗放經營者），大約 60—80 年生以後收量會漸減。此係喬種椰子之收穫。至於矮種椰子，3 年生可開始結實，5—6 年生可達最高生產，單位面積收穫粒數多於喬種，由於目前椰實買賣係以粒數計算，故矮種收益較高。惟因矮種椰實頗易採取，夜間常遭梁上君子光顧，甚

難防範，是為美中不足之缺點。

椰子之最大敵星為野鼠，常爬上椰樹嗑喰椰實，故當地農民均在每株椰幹(高約6英尺處)鉗以寬度約1英尺的鉛板，冀防野鼠登上享受。蟲害方面以椰樹甲蟲 (Cocnut rhinoceros beetle：Strategus quadrifoveatus) 較嚴重，其為害情形是鑽入椰幹，為害幹心，尤在椰樹因暴風（hurricanes）等而受傷後此蟲害特別猖獗。另病害方面較主要者，為芽腐病 (Phytophthora bud rot) 係由Phytophthoya faberi 菌所引起，但僅散見於西海岸較乾燥地區的幼齡椰樹。在其他地區從未發生。

可可椰子在波多黎各之用途，為飲料（除鮮飲外，市面有一種瓶裝飲料製自椰果汁，稱為 Coco Rico, 味道相當鮮美）、製餅、提油等，但並無椰脂工業。另每年椰實輸出美國大陸金額在 50 萬美元左右。

椰實市價依季節而異，通常 10 月至 11 月間價格看漲，每粒5¢，最低價季節每粒僅2¢。

近年因工資高漲，收穫成本頗高，椰林經營收益已大不如從前，黃金時代已過，因而最近新植椰樹者極少。又有一部份椰子樹間空地加植牧草（Pongolca grass），並加以放牧以增收益。又因建屋計劃及觀光事業向郊區及海岸發展，原有椰林面積有逐漸縮減之趨勢。

(3)可可椰子施肥試驗：——可可椰子一年間可收穫椰實數次，通常每英畝每年可採 3,000 粒左右，相對的椰樹消耗土壤養分甚多，宜以施肥補充養分，以維地力，促進生產。關於施肥對椰實收穫之效果，在印度、錫蘭、Trinided 等都曾有報告。波多黎各 Mayaguaz 農試場 N. Almeyda 氏曾於 1950—1954 年間在 Puerto Rico 的 Anasco 試驗之結果，摘要於下：

(a) 試料及試驗方法：——Catan loamy sand（壤質砂土）之20年生可可椰子經濟林內 64 株為試驗對象，各椰樹行株距為 25 英尺。施肥處理分為8種即：

①硫安（Ammonium sulphate：含 20 %之N)

②過磷酸鈣（Superphosphate：含 20 %之 P_2O_5)

③硫酸鉀（Potassium sulphate：含48%之 K_2O_5)

④硫安、過磷酸鈣混合肥。

⑤硫安、硫酸鉀混合肥。

⑥過燐酸鈣、硫酸鉀混合肥。

⑦硫安、過燐酸鈣、硫酸鉀混合肥。

⑧對照（不施肥）

各種處理之每株每次施肥量一律2磅（不論單肥或混合肥），施肥2次即 1950 年4月與 10 月，撒布於以椰樹為中心直徑8英尺範圍內，並淺予耕入土壤。

施肥1年後，開始調查椰實之收穫量，蓋椰實約需1年始能成熟也。調查法是每隔 3—4 月間收穫1次，計調查 11 次之收穫量，收穫調查延長期間為35個月，即 1951 年10月至 1954 年8月間。

(b) 結果：——各種施肥處理之收穫量調查結果如下表。一般而言，各施肥處理均有顯著的效果，其中以 N. K. 混合肥最有效，N. P. K. 混合肥次之，P. K. 混合肥再次之。由單肥之效果而言，K 肥為可可椰子最需要之養分，N 肥次之，至於P肥之效果甚微。

可可椰子施肥後之 11 次（35個月間）收穫量

肥料類別	每株平均收穫粒數
N+K	239.4
N+P+K	211.6
P+K	195.0
K	189.0
N	188.5
P	181.1
N+P	172.0
對照（不施肥）	166.6

六、波多黎各二週（第九及第十週）之研習心得及觀感

(1)波多黎各之旅，乃筆者來美國參觀研習之最後一站，亦是停留時間最長的一站，感想頗多，茲臚列於下：波多黎各島面積小，山地多，人口密度高，經濟上較美國落後，頗與東亞若干國家相似。有人批評波多黎各是美洲的琉球，在島小、人多、人種與美國本土不同（該島住民是西班牙後裔、黑人、及其混血種，現仍講西班牙語）等觀點而言，頗為適切的評語。然在生活水準及經濟條件而言，波多黎各當較佳於琉球。

(2)筆者過去八週間之研習，均在美國南部各州溫帶地區，對象僅限於南方松及散生竹類。但一到波多黎各，到處見到甘蔗園、椰子、熱帶樹木及叢生竹類，與臺灣南部之情形極為相似，故有印象一新之感。惟事實上該島更接近赤道，氣候遠較臺灣炎熱。例如全島海岸都有可可椰子林，山地森林係屬熱帶多雨林(rain forest)，且有天然椰子類分佈在濶葉樹林內，都與臺灣迥異。

(3)波多黎各之山地佔全島面積之 70 %，然大部份已開發為甘蔗園及牧草地，現有森林覆蓋地僅 35 %左右，且林相不佳，蓄積極為貧乏，其島內消費木材絕大部份依靠進口，又其木材利用及加工業不但遠較美國大陸落後，甚至不如臺灣之發達，令人深感奇異與失望。幸虧該島最盛行之甘蔗栽培，限於平地及山麓緩坡地，至於坡地，多為牧場（栽培牧草及放牧），開墾地甚少，故土壤沖蝕問題尚不太嚴重。

(4)波多黎各之熱帶林業研究所，係美國內研究試驗熱帶林業之唯一機構，創設迄今 20 餘年，較臺灣之熱帶林業研究歷史淺得多。但因該所隸屬美國農部，在美國專家及經費支持下，已有相當研究及示範成果，諸如木材利用方面之日光熱乾燥 (solar drying) 試驗，防腐試驗，桃花心木材之物理性質試驗，育林方面之立地帶（site zone）劃分，引進樹種之適地試驗，桃花心木地方品系之搜集及試驗，塑膠袋裝土機之考案，苗木營養試驗等等，均值得借鏡。

(5)反觀臺灣之熱帶林業試驗及事業，歷史久，基礎好，經驗多，若干技術可為他們參考，例如桃花心木之插條繁殖及採穗園，松苗之切根法與工具，木麻黃之水切根法等等，他們不但未曾試驗，甚至未曾想到，經筆者對該所有關專家說明表演，並示紀錄相片，他們都拍案叫絕，認為可為他們改進技術之重要參考，同時對臺灣林業技術之進步，極為讚揚。（後記：筆者返國後，該所造林專家 Jose Marrero 於 1965 年 2 月間來信，問詢桃花心木插條繁殖之詳細技術，可見他們對其印象甚深。）

(6)至於森林經營，臺灣之森林資源豐富，有完整之森林開發體系，林業佔國家經濟重要之一環，若與波多黎各比較，堪稱森林王國。

然波多黎各之國有林經營，規模雖小，仍有若干地方值得注意。例如其林相改善之法，依各小班林相實際情形分為「改良林相」與「改變樹種」，原則上均以藥劑毒死淘汰不良林木，藉以達成林相改良之目的。此法具有不

施行皆伐、不裸露林地之優點。另該島國有林，集中於深山地帶，迄未有盜伐、濫墾等事發生，林務人員不必終日忙於取締工作，可專心從事森林經營及森林遊樂之發展，實令人羨慕。

(7)公私有林造林事業方面，波多黎各之獎勵制度頗為優厚，然因環境條件所限，未能普遍發展，目前僅以農用林（即農場、牧場之附帶性林業）為推廣對象，範圍既小，每年造林實績亦少得可憐。又其育苗事業，全島僅有苗圃一處，年養苗數僅一百餘萬株，且育苗成績未盡理想。故一般而言，育苗造林之實際技術及實績，均尚不及臺灣。

(8)波多黎各之竹類及可可椰子試驗及推廣，係由農業試驗場辦理，換言之，林業機構之範圍，僅以用材樹種(生產木材之林木)為限。臺灣之林業則除用材樹種外，尚包括竹類、可可椰子、油桐、漆樹、構樹等所謂特用樹種（special tree crops），因而臺灣林業家業務範圍既廣，需研究學習之項目亦多。

(9) Mayaguaz 農試場之熱帶植物園，種類達二千餘種，有許多稀奇的植物，亦有許多筆者過去僅聞其名而未曾看過的植物，其中竹類係以連軸型（叢生）為主，正與 Georgia 州 Savannah 植物引進場（參閱第六週週記）相反，筆者在該地看到集自世界各地之許多熱帶竹類之實態及生育情形，可謂大開眼界，嘆為觀止。

(10)除竹類引進觀察區外，該場過去做過不少竹類之試驗及觀察，如竹類對水土保持效果之調查觀察及全桿平插繁殖試驗等，堪資吾人借鏡。

(11)另該場曾從事竹林栽培推廣，並曾推展竹材利用事業，可惜近年來該地整個竹材利用及竹類試驗均已停頓，主要原因是竹林資源不足支持工業的利用，勞力缺乏（工資昂貴），栽培技術（包括竹筍生產及竹林集約經營）欠佳，市場未開發等。在此資源、勞力、技術、市場、等四要素而言，臺灣之環境是最適合於竹林發展。

(12)可可椰子方面，波多黎各之分佈栽培普遍，經營經驗久，例如椰子施肥試驗、野鼠及病蟲害之防治等，當可供我們參考。

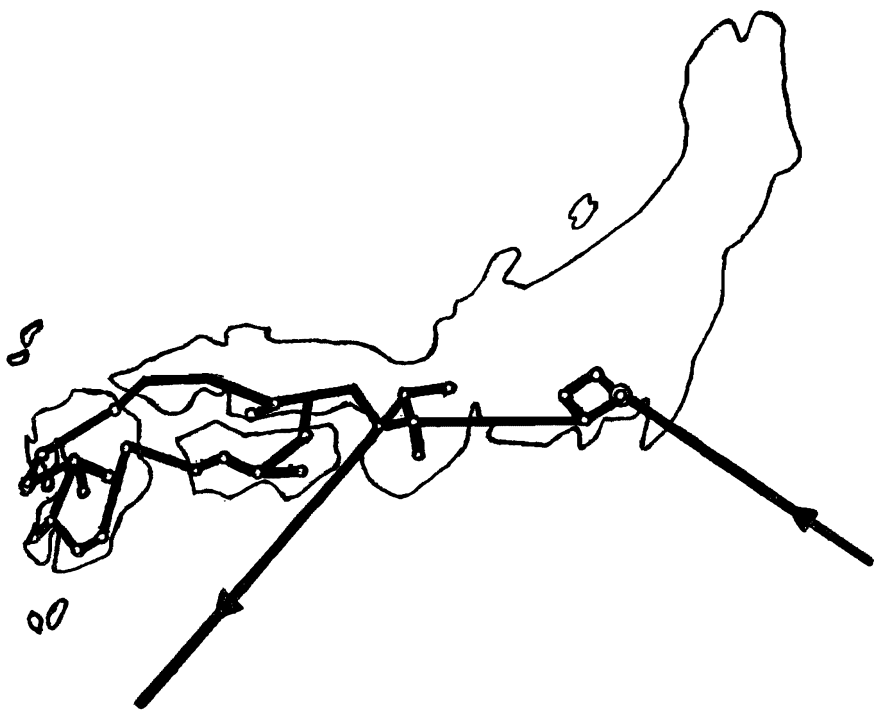
(13)該地可可椰子之事業基礎雖遠較竹類穩固，然近年來因勞力集中於工業及都市，椰林經營困難，收益又差，不但殆無新植，且原有椰林地漸減，整個椰子事業已步入日落西山的厄運，令人不勝惋惜之至。

⑭總之，筆者在波多黎各島滯留二週，研習熱帶林業、竹類及可可椰子，獲益固然不少，尤其若干試驗成果殊值吾人借鑑。然該島整個經濟正趨向工業化，勞力被工廠及都市吸收，另因住宅區擴張及觀光事業發展關係，地價亦急速漲高，故農林業方面除甘蔗栽培（產品銷路及價格受美國保護）及牧場（不需集約勞力，且有穩固市場）仍能維持外，其餘農林事業多在退縮。波多黎各因係美國領土內之首要熱帶地區，由熱帶國家前往美國研習農林技術者，多被派至該島，尤以由中南美洲及非洲來的研習人員最多。該島之若干農林專家私下表示，熱帶農林研習人員，倒不如派至農林業在顛峯狀態的臺灣受訓，效果或較波多黎各來得大，此語一出令筆者內心甚為欣慰與驕傲，此亦本省農林業人員之光榮，但願吾等從事農林業的人員勿滿於現狀，而應更積極的為本省建設而奮鬪，此乃筆者之一大心願也！

⑮波多黎各旅程後記：——筆者在波多黎各之旅程結束後，於10月2日直飛華府（Washington, D. C.）休息一天，再轉赴 West Virginia 州立 Cacapon 公園（圖 37），參加密歇根州立大學主持為期一週之知識傳授講習班（Communications Seminar）。講習結束後再返華府，向有關單位報告研習經過及心得，並洽辦離美手續，終於 10 月 17 日離美赴日。故自10月2日至10月16日二週間之活動，因與林業研習並無直接關係，從略紀詳。於是筆者在美國林業研習記，至此結束。

第　二　部

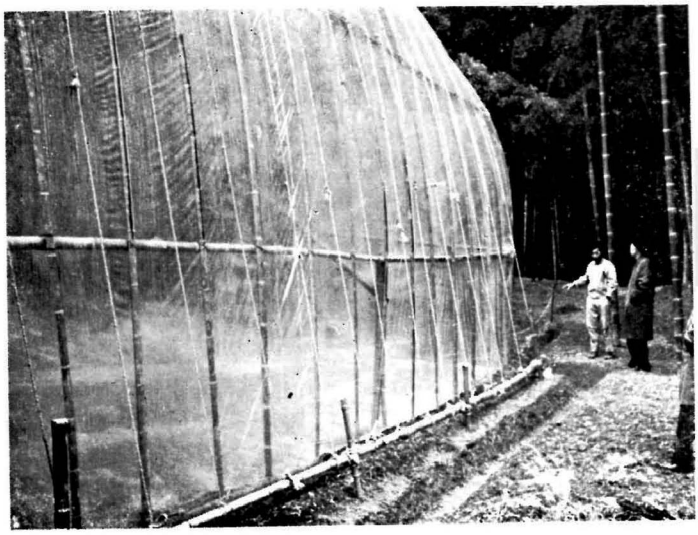
日本林業研習記十題



竹林之栽培經營



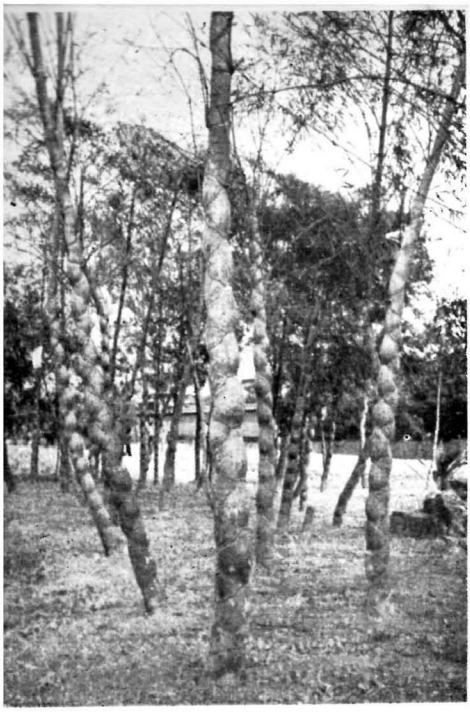
(圖54)栽植後滿一年之竹林試驗地：於大分縣高志湖，本試驗係由大分縣林業試驗場主持。



(圖55)
竹筍之促成栽培：在孟宗竹林內加蓋巨型 vinyl house，地下通電流；於京都向日町。



(圖56)孟宗竹筍林之集約經營：施肥、覆土、筅藁、更新為不可或缺之工作，林地內圓洞為水肥坑；於京都近郊。



(圖57)龜甲竹：此竹極珍貴，可栽在庭院觀賞，竹材常加工為裝飾器。

(圖58)在京都建造中之竹林庭園：搜集有國內外之珍奇銘竹；上田弘一郎博士常予指導協助。



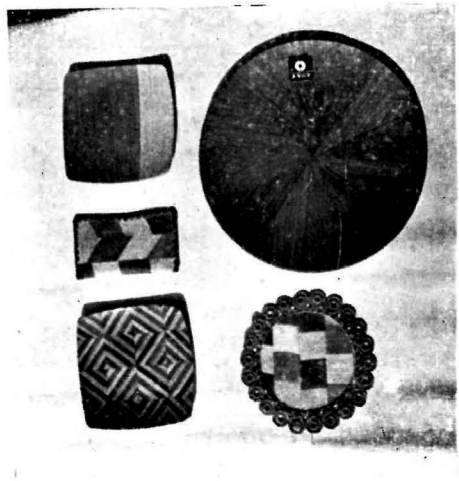
(圖59)京都大學上賀茂試驗地之竹材標本室，站在門口者為橋本英二主任。



竹材之利用

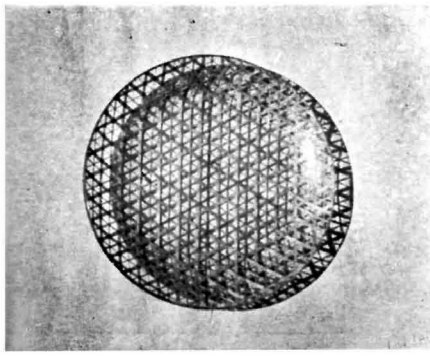


(圖60)京都大學搜集陳列之各種竹材：有孟宗竹、斑竹、人工方竹、人工斑方竹、金明竹、人工平竹、龜甲竹、人工曲竹等。

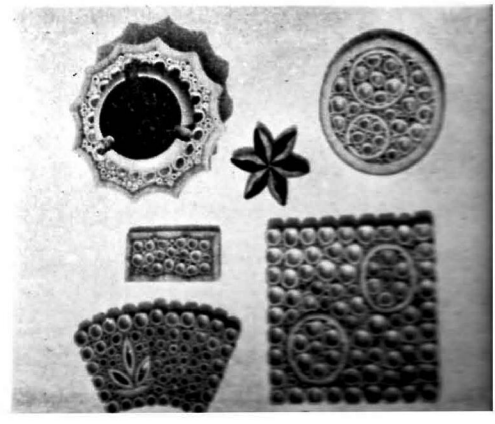


(圖61)竹材薄板鑲嵌工藝品：是日本新近開發之機械化工藝，亦是竹材之最集約利用法；於鹿兒島縣川內市。

(圖62) "Polystal"工藝品：竹材前編封入在 polyester 透明樹脂內；於四國高松市。



(圖63)竹材斷面花邊 (bamboo cut lace)：可集約利用尺寸不一之各種竹材，且頗有外銷前途；於京都向日町。





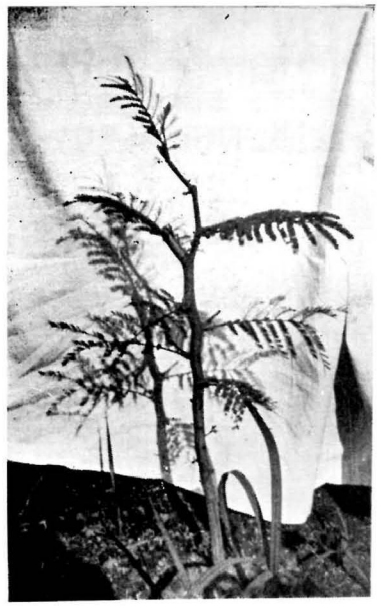
(圖64)大分縣產業工藝試驗所之竹製品陳列室。



(圖65)陳列室內每一角落都是式樣新穎，精巧玲瓏之手工藝傑作；原料全部是苦竹。



(圖66)外銷釣魚竿之原料——布袋竹（五三竹）；此種竹材是日本特產，多生產自四國、九州兩島。

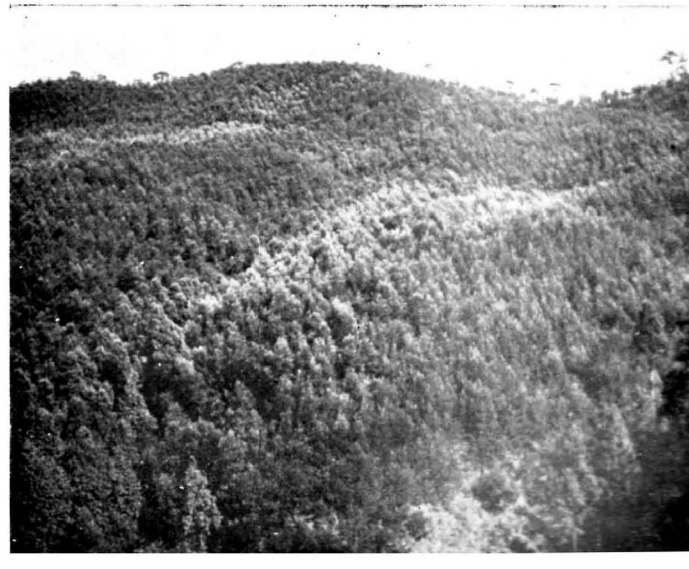


(圖67)栲皮樹 (Acacia decurrence var mollissima) 在育苗過程必須剪枝數次，以防徒長；於國立林業試驗場九州支場試驗苗圃。



(圖68)萌芽3年之栲皮樹：於熊本縣天草島。

(圖69)栲皮樹造林地林相：6年生，每 ha材積 139m³；於天草島苓北町。

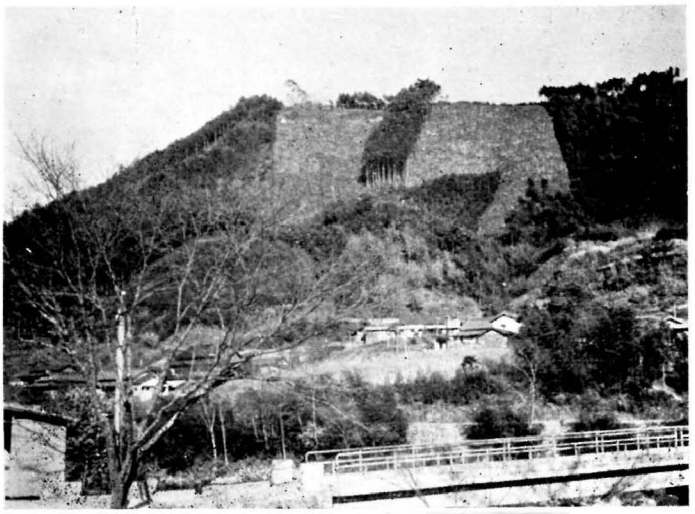




(圖70)臺灣柳杉之原產地——吉野林業地之一角，密植、集約經營、長伐期為其特徵。

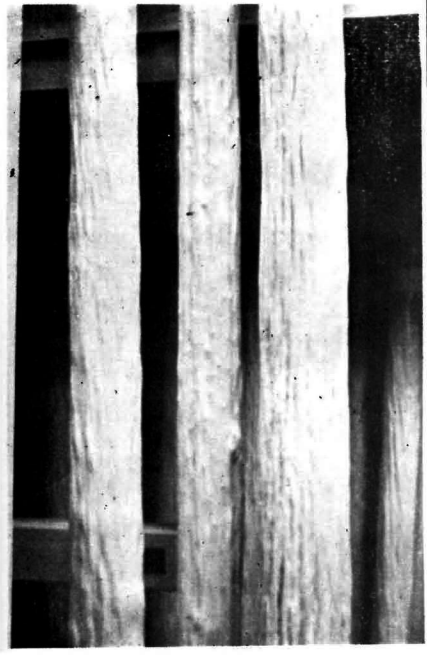


(圖71)吉野杉材之一部份在現地加工為酒樽材，但此種傳統之用途近已銳減；於奈良縣川上村。



(圖72)奈良縣之山村風景。

(圖73)柳杉之磨丸太（工藝柱材）：用為日人極珍重之床柱，每支售價達數萬日幣。

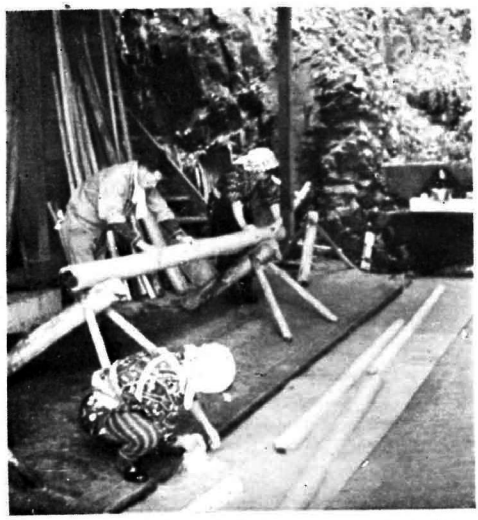




(圖74)京都北山林業地區，磨丸太生產業者之共同販賣所陳列之床柱製品。

(圖75)工藝柱材之栽培：經密植強度打枝之林木，緊縛杜鵑樹枝，使木面形成凸凹條紋；於京都北山。





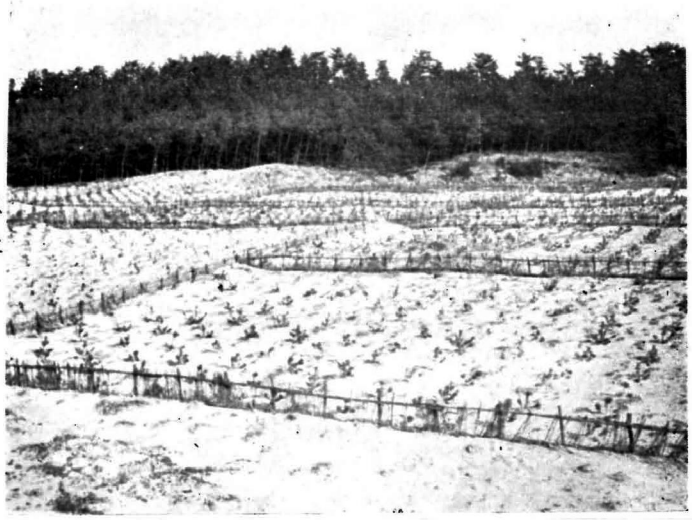
(圖76)工藝柱材手磨作業場：使用細砂與清水，以手反覆磨之，使柱材表面均勻光亮。



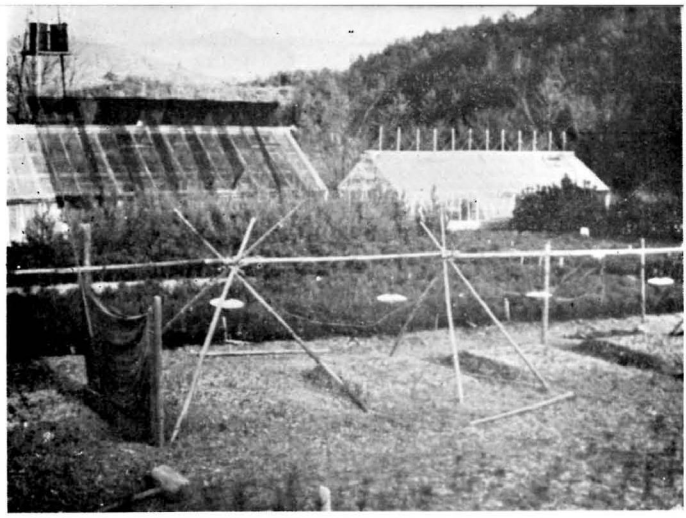
(圖77)九州葦北林業地之赤松林：松樹人工林，林地前間作，短伐期經營等，為此地林業之特徵。



(圖78)獻身育林65年的篤林家，山内八十次氏，現年79歲，仍每日踏入林地工作；於九州熊本縣葦北林業地區。



(圖79)
海岸防潮林造林：樹種為黑松，於鹿兒島營林署管内吹山海濱。



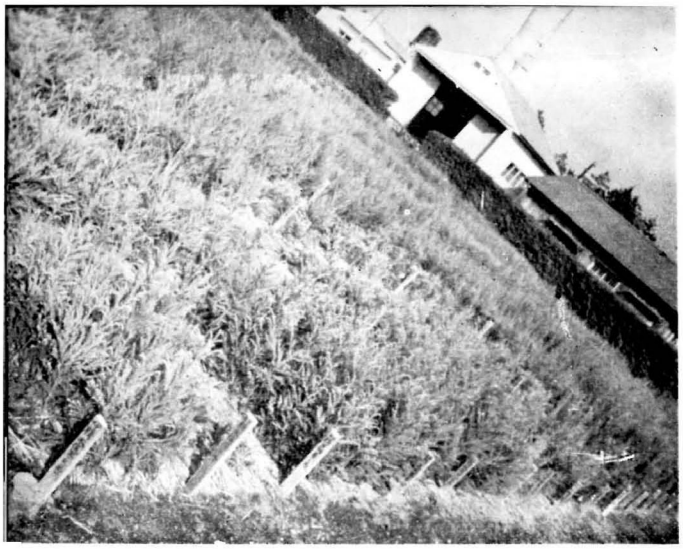
(圖80)京都大學上賀茂育種試驗地：利用電熱之育種試驗工作。



(圖81)國立九州林木育種場之黑松採穗園，站立者為日本林木育種權威戶田良吉博士。



(圖82)柳杉之苗床嫁接，接穗採自精英樹。



(圖83)國立九州林木育種場及其試驗苗圃之一角：該場建設於1957年。



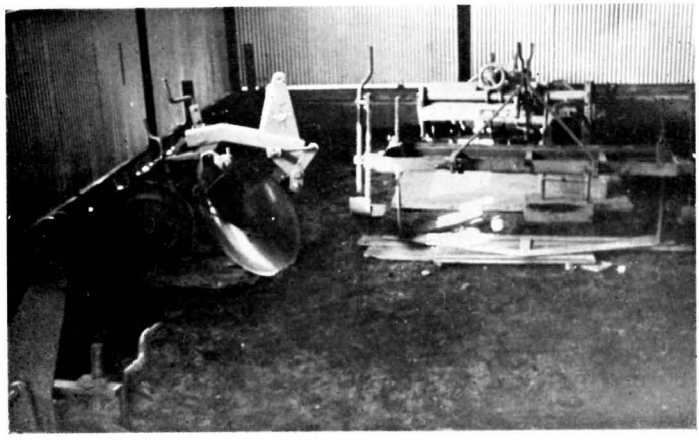
(圖84)王子製紙會社龜山育種場：前面為各種松樹育種試驗苗圃，背景為白楊品系觀察區；於三重縣龜山。



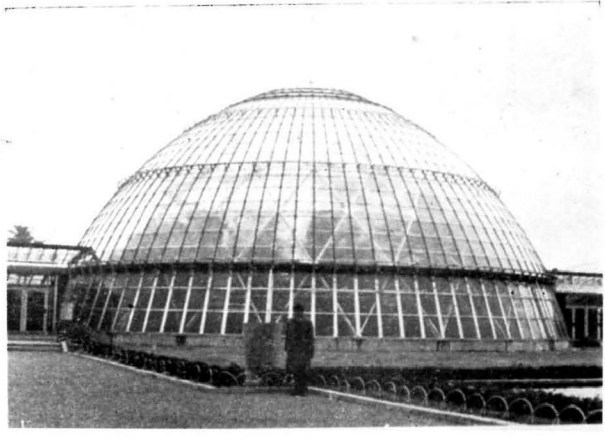
(圖85)製紙用濶葉樹之短期育成試驗：7年生之意大利系白楊；於王子製紙龜山育種場。



(圖86)熊本營林局菊地示範苗圃；該苗圃係為試辦省工的機械化作業而設。



(圖87)菊地苗圃之部分機械。

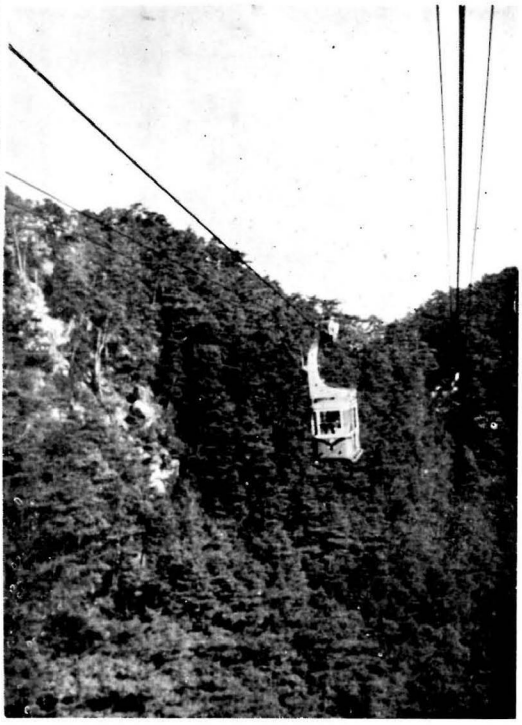


(圖88)京都府立植物園內之巨大溫室羣。



(圖89)四國魚梁瀨林業地之千本山學術參考保護林：面積 94.27ha，是魚梁瀨天然杉林之代表林分，供林學研究及一般觀摩遊樂之用。

(圖90)森林遊樂區：空索纜車串通在天然松林內；於廣島縣宮島。



(圖91)國有林材銘木市：高貴木材在貯木場即賣（現場標售）情形；於熊本營林局宮崎營林署。



(圖92)松毛蟲研究專家小山良之助博士與筆者合影，背景之松樹均縛有藁草，係為捕殺松毛蟲而設。





(圖93)利用溫泉熱之溫室羣；於別府市之大分縣熱帶農業研究所。



(圖94)冬天將屆，園丁將熱帶植物捆藁以防嚴寒；於熊本營林局植物園。

(圖95)四國高知市郊之民間盆栽園。



日本風光一瞥



(圖96)櫻花樹上之初雪：時為12月12日上午10時，氣溫零下3度，在京都比叡山上。

(圖97)日本農村到處可見之 vinyl house 蔬菜促成栽培。



(圖98)火車站月臺之湯麵快食：旅客們爭取停車時間吃麵充饑，即煥發精神，各奔前程！



(圖99)天然動物園：數百隻野猴常出現與觀光客遊玩；於大分縣高崎山。



在日本研習旅程紀要

1954年10月18日　夕刻由美抵達東京羽田機場

10月19—21日　往美國大使館(American Embassy, Tokyo)及中國大使館報到。往日本海外技術協力事業團 (Overseas Technical Cooperation Agency)、中央研修中心 (Tokyo International Center)、農林省國際協力局、農林省林野廳 (Forestry Agency, Ministry of Agriculture & Forestry) 報到，並洽商研習計劃及日程。

10月22—26日　訪問林野廳各技術單位研習造林、保護、林政、林產、森林保險、林業研究推廣等工作，並閱讀有關資料。

10月27—28日參觀目黑之農林省林業試驗場 (Government Forest Experiment Station)，並接受最近林業試驗成果之講解及指導，包括造林、森林土壤調查、土壤微生物、施肥、防風林、森林之防災效果、木材利用、林業試驗陳列室等項目。

10月29日　往林業試驗場淺川分場參觀植物園，並接受松毛蟲微生物防治法之技術指導。

10月30日　閱讀各種試驗報告。

11月2日　再訪林野廳及海外技術協力事業團，檢討研習旅程。

11月3日　由東京乘夜車，經宇野，於11月4日中午到達四國島高松市。

11月4—11日　在四國島參觀研習如下事項：

(a) 香川縣物產獎勵館及 Polystal 加工廠。

(b) 國有林之經營、魚梁瀨林業地、學術參考保護林。

(c) 高知縣之構樹栽培及民營抄紙廠2所。

(d) 四國林業試驗支場、牧野植物園等。

(e) 竹類之栽培收穫及加工利用。

11月12—15日　在九州大分縣及太分營林署，研習下列事項：

(a) 竹類之栽培、試驗及收穫。

(b) 政府對民有竹林之輔導、竹農團體之組織及活動情形。

(c) 竹材手工業、外銷竹材之處理法。

(d) 參觀縣工藝試驗所、職業訓練所、物產觀光館及熱帶農業研究所。

(e) 國有林之經營及美國南方松試驗造林。

11月16—17日　在九州宮崎縣研習下列事項：

(a) 在宮崎林試分場研習香菇栽培方法，並參觀林業試驗陳列室。

(b) 參觀在宮崎營林署貯木場舉辦之銘木市場。

(c) 參觀宮崎縣香菇菌種製造所。

11月18—19日　在九州鹿兒島縣參觀如下事項：

(a) 鹿兒島營林署附設木工所及貯木場。

(b) 吹山地區海岸防風林。

(c) 鹿兒島市工藝指導所之竹工、木工部門。

11月20—29日　在九州熊本及鹿兒島地區研習如下事項：

(a) 熊本營林局事業概況、國有森林土壤調查法、局營植物園、阿蘇國立公園。

(b) 九州林木育種場：精英樹之選定、後裔之檢定、嫁接技術、採種園及採穗園之設計及經營等。

(c) 九州林業試驗支場：各種育苗及造林試驗，包括栲皮樹育苗技術、藥劑除草試驗、土壤型之判定等。

(d) 熊本縣民有林輔導及林業推廣。

(e) 芦北林業地之森林組合、民有林經營及蟲害防治。

(f) 在川內市之橋本竹材製作所，參觀竹材薄板鑲嵌工藝。

11月30日—12月2日　在九州長崎及天草研習：

(a) 栲皮樹之栽培，包括育苗、造林、施肥、經營、收穫及用途。

(b) 國有林之經營管理。

12月3—5日　在廣島營林署管內研習國有松林之經營及森林遊樂事業。

12月6—8日　在大阪及奈良地區研習：

(a) 大阪營林局之國有林經營。

(b) 奈良縣廳林務部、縣林業指導所、製材指導所、及櫻井市木材市場。

(c) 參觀馳名之吉野林業，包括育林、集約經營、柳杉材之利用、銘木之加工等。

12月9—24日　以京都大學為基點，研習下列項目：

(a) 京都大學演習林研究室及育林試驗。

(b) 京大上賀茂試驗地之竹類研究、松類引進及育種。

(c) 關西林業試驗支場之竹類及短伐期樹種試驗、森林病蟲害及育種之研究。

(d) 京都府立植物園及其竹類標本園、大型溫室羣。

(e) 民間竹林，包括筍林集約栽培、示範竹林及工藝竹材之生產技術。

(f) 竹材之加工利用，包括扇子產業、手工業、機械化工藝等。

(g) 王子製紙公司龜山育種場及上野實驗林，紙原林之推廣法。

(h) 北山林業之柳杉集約栽培及工藝柱材之加工。

(i) 京都地區之臺檜市場。

12月25—26日　再訪大阪營林局搜集有關資料，並在箕面山國有林實習土壤調查技術。

1964年12月28日—1965年1月7日　新年假期，在大阪閱讀一切文獻，整理筆記，並編撰日本林業研習記。

1965年1月8日—21日　由大阪返東京，再訪林野廳各技術單位、林業試驗場、淺川實驗林等，與有關專家討論，並搜集報告文獻，一方面在中央研習中心繼續編寫研習記。

1月22—24日　訪問海外技術協力事業團及林野廳，報告研習經過及心得，並洽辦返國手續。

1月26日　中午由東京起飛，經大阪、沖繩，傍晚安抵臺北。

第一題　四國林業觀摩紀要

筆者此次在日本四國島參觀研習林業一星期（自11月4日至11月10日），其間曾訪問高知營林局（管理四國全島國有林）及香川縣廳林務部，視察高松及魚梁瀨營林署（國有林區管理處）轄內林業經營，並參觀若干竹木加工業。茲將主要研習事項及觀感闡述於下。

一、魚梁瀨林業——日本三大美林之一

(1)魚梁瀨國有林概況：——魚梁瀨（Yanase）國有林事業區，位於四國島奈半利川之流域水源地帶。此地森林範圍，東西12公里，南北17公里，總面積12,532公頃，其中國有林佔9,481公頃（75.75%）。該地屬四國島之多雨地帶，年雨量達4,000—5,000公厘，年平均氣溫14°C，土質多屬以砂岩、頁岩為基岩的濕潤性土壤，極適宜柳杉生育，是所謂「魚梁瀨杉」（柳杉之地方品系）之中心鄉土，故該地區不惟成為四國島之最著名林業地，而且該地柳杉天然林享譽日本三大美林之一。該國有林立木總材積2,239,145m³，包括針葉樹91.3%及濶葉樹8.7%；其中柳杉佔1,154,388m³，即51.5%，其餘針葉樹為鐵杉22.5%、扁柏9.9%、雲杉6.7%。

(2)魚梁瀨杉之特徵

魚梁瀨杉（Yanase-Sugi；魚梁瀨地方之柳杉品系）具有下列特徵：

(a) 上長（樹高）生長特別良好。

(b) 耐陰性甚強，便於天然更新作業。

(c) 對立地之適應性，較一般柳杉廣。

(d) 插條繁殖時，發根率較一般柳杉差。

(e) 樹皮與材質之關係：——魚梁瀨杉天然林木之樹皮，表面形態可分為下列兩種：一為表皮作長方形裂開者，一為網狀裂開者。前者多長在山稜的乾燥風衝地，其心材赤色（赤心），且常具有優美的紋理，材價較高；後者多長在溪谷地帶，心材黑色（黑心），材質較差。

據稱臺灣在日據時期栽種之柳杉，係引進自奈良吉野地方（吉野杉），蓋當時吉野杉之聲譽最盛，故曾被普遍引進於各地方也。惟近年來臺灣由日本輸入之柳杉種子，多採自魚梁瀨地方，由生育環境而言，魚梁瀨地區之立地條件，頗接近臺灣，故似較以往引進之吉野杉為宜。

(3)魚梁瀨國有林之經營。

(a) 魚梁瀨國有林事業區面積 9,481 公頃，係由高知營林局魚梁瀨營林署負責管理經營，該事業區具有得天獨厚的自然環境及林木育成上的良好條件，故早於 80 年前即開始經營（包括砍伐及育林事業），不斷生產良質木材，對國家及地方經濟貢獻頗大。

(b) 現時該事業區之森林，為人工林3,643公頃，天然林5,239公頃，除地412公頃。輪伐期，柳杉為 45 年，扁柏 60 年。

(c) 年砍伐面積平均 135 公頃(皆伐)，年生產材積 35,000—45,000m³，每年經營盈餘約 1.6 億日幣。現存之柳杉天然林，估計尚可砍伐35年之久。

(d) 造林方面，在40—60年之前，多種植吉野杉（由吉野地方引進之柳杉），但成積欠佳。近30—40年來，改為栽植魚梁瀨杉（當地柳杉），並全部以插條繁殖。另設有一級採種林，以應民間造林種子之需。

(e) 該署除執行國有林地造林外，另施行「官行造林」457 公頃，所謂官行造林，係政府在町村公有林地投資造林，並予管理經營，其收穫物由政府及林地所有者，折半分收。這是日本特殊的造林制度。

(f) 該營林署，設經理、經營、事業、庶務 4 課，另設事業所 4 所，貯木場 1 所，及擔當區事務所（工作站）4 處，計職員 141 人、技工及常用工人 141 人。

(g) 該事業區蓄積雖豐，然由於位於深山，地利條件不佳，過去運材係用森林鐵道，機動力較差。惟因該事業區內之主要河川奈半利川，近在電源開發計劃下建設水壩（rockhill dam：於 1962 年 8 月開工，將於1965年 4 月完成），原有森林鐵道已全部拆除，改建卡車林道。故嗣後該署，將以近代化機動方式，從事森林開發及經營事業。

(h) 該事業區內保留有魚梁瀨杉天然林，亦即施業考證保護林（稱為千本山保護林；詳述於后）一處，供為學術界、林業界及一般研究、觀摩、遊樂之用，每年由各地各界前來參觀者甚衆。此保護林，明春以後，將與電源水壩完成貯水後之人工湖，互相配合輝映，成為四國島觀光中心之一。

二、千本山學術參考保護林（圖89）

(1)保護林之目的：——魚梁瀨國有林是魚梁瀨杉之中心鄉土，該地柳杉天然林

林相之優美馳名日本全國，林務當局早於80年前即着手開發，已如上述。惟日本政府為學術研究上及施業考證上之方便起見，於該地森林開發之初，即曾特別選擇交通方便，林相優良之代表林分一處，面積 94.27 公頃，編入為保護林，並予特別管理，以保存原來天然林狀態，稱為千本山保護林：

(2)保護林之管理原則。

(a) 永久禁止砍伐立木。

(b) 禁止採取草類、蘚苔類。

(c) 不得採取林地之土石。

(d) 防止火災、病蟲害等，以免森林被害。

(3)保護林調查資料摘要。

(a) 面積 94.27 公頃。

(b) 海拔自 700 公尺至 1.000 公尺。

(c) 立木株數計 44,871 株，即每公頃 476 株。

(d) 立木材積計 72,415m³，即每公頃 768m³。

(e) 樹種及所佔材積百分比（1958年調查）。

柳杉（魚梁瀨杉）	66%
鐵杉	21
雲杉	8
扁柏	1
針葉樹計	96%
常綠濶葉樹	2%
落葉濶葉樹	2
濶葉樹計	4%

(f) 平均樹齡約 270 年，平均樹高約 45 公尺，平均胸徑約 1 公尺。

(g) 估計立木價格：每株平均材積 12,865m³ （46石），即價值約$23 萬(日幣），故該保護林內柳杉一種，即值 $8.6億（日幣）。（該營林署曾處分隣接保護林之柳杉一株，280年生，材積 100 石，值 $40 萬（日幣））

(h) 參觀所需時間：由千本山保護林山麓步行 1 小時30分，可沿途觀察柳杉天然林相，而到達該山稜線。至於下山約需 1 小時，故 3 小時內可參觀該保護林主要林相。

(i) 年參觀人數：該保護林參觀者，包括學者、林業人員及一般民衆，夏季一天約達100人，每年估計約2萬人。嗣後由於交通改善（森林鐵道已改為卡車路），發電用人工湖完成後，參觀者將達現時之數倍，故對學術研究、林業教育及森林遊樂，將有更大之貢獻。

三、構樹皮造紙

(1)手抄紙業概況：——日本手抄紙業頗發達，全國計約1萬槽，估計有3萬人就業，其原料主要有兩種，即構樹皮（Broussonetia papyrifera：コウゾ）與三椏皮（Edgeworthia chrysantha：ミツマタ），其栽培面積計約15,000公頃。其纖維強靱，保存期久，故其製品「和紙」有特殊地位，用途甚廣。在日本內銷主要用途為，紙門用紙、複寫紙、地圖用紙、書寫紙、鈔票紙、油印原紙、美術包裝紙等，外銷主要用途為油印臘紙原紙、咖啡濾紙、防潮紙、汽車用濾油紙及溫室窗紙等。臺灣之手抄棉紙品質不及日本，現仍進口日本之和紙，用以製造油印臘紙原紙及地政事務所之地籍用紙。惟日本由於缺乏勞力，原料生產不繼，近年在向臺灣輸入構樹皮。

高知縣是日本手抄紙盛產地之一，構樹皮造紙亦即高知縣的特產產業之一，尤以該縣伊野町及土佐市一帶最隆盛，其產品有「伊野紙」之名，銷路遍及日本全國及歐美諸國。高知縣廳對此項特產之輔導獎勵不遺餘力，除由該縣廳林務課及紙業課分別實施原料之增產，及製紙事業之獎勵輔導外，關於構樹之試驗，栽培方面係由縣林業試驗場，造紙方面則由該縣紙業試驗場分別施行。

惟據該縣林務專家及造紙業界報告，該縣過去每年生產造紙原料（構樹皮）185萬公斤，當時每公斤市價$60.00（日幣），但近年來人口漸集都市（被工業吸收），山村缺乏勞力，因而構樹皮產量銳減，每公斤市價遂漲至$120.00（日幣），故原料不足，價格昂貴，為該製紙業目前之最大困難問題。

筆者曾前往該縣造紙中心——伊野町——參觀造紙廠二處：即「氏原製紙工場」及「伊野紙株式會社正木工場」，考察構樹皮造紙之一般情形。

(2)氏原製紙工場——手抄紙業之代表廠。

(a) 製品：——油印臘紙之原紙，除日本國內內銷外，部份產品輸出美、德等國。

(b) 原料：——全部使用構樹一年生樹皮，目前每公斤需$120.00日幣（合

NT$ 13.33），頗為高昂（臺灣之時價NT$4.50—5.50）。

(c) 原料之蒸解：——依製品之銷路而不同，即①輸出用者，以石灰蒸6小時後浸水2—3天，原料顏色不太純白，但因纖維未被破壞，紙質較強。②內銷用者，以苛性曹達燕晒漂白，原料顏色純白，但紙質強度較差。

(d) 纖維之離解：——以機械叩解上項原料後，放入水中攪拌30分鐘，使纖維完全離解。又水洗後需細心選除纖維間之夾雜物。

(e) 黏料：——以黃蜀葵（Abelmoschus manihot）之根為黏料，此項黏着原料每公斤 $54.00（日幣），可放入防腐劑及水而貯藏達一年之久，使用前須先細切磨碎置布袋中，漬水取黏汁，並於抄造前配入原料纖維。

(f) 抄造：——全部使用手工，其法與臺灣埔里之棉紙抄紙法略同。此種以手抄造之紙張，原料纖維強靱，且縱橫兩方纖維配合適宜，強度特高，又能長期保存，為其特徵。

(g) 加壓去水：——抄造好之濕紙，以 200—300 張為1疊，以機械加壓去水。

(h) 乾燥：——將上項紙張逐張展開於以蒸氣熨熱之鐵板上，以乾燥之。

(i) 選別、截斷、包裝、出貨。

(j) 一般而言，此項日本傳統的手抄紙業，雖可生產特殊的高級紙，惟由於缺乏構樹原料（原料昂貴）；鄉村勞力漸減（工資高漲），而致製品成本奇高，現已成為漸走下坡的一種邊緣企業也。

(3)伊野紙會社正木工場——近代化抄紙業之代表廠。

(a) 製品：—— 高級衛生紙「京花紙」（每公斤銷價 $600.00（日幣），約為普通衛生紙之三倍）、紙門用紙「雲龍紙」、紙棉、美術包裝紙等等，統稱伊野紙，每月生產紙量約 250 公噸。

(b) 原料：——以往係全部以構樹皮為原料，惟近來構樹原料高昂，若墨守成規，顯已無利可圖，該廠業經改以構樹樹皮混合針葉樹紙漿（由北海道購來）或人造絹絲（rayon）為原料，混合比率依抄紙目的而異，最高級者為9（構樹皮）比1（pulp 或 rayon），通常為5比5。

(c) 製造程序：

構　　樹	(Broussonetia papyrifera)
採　　伐	每年採伐一次，即於12—2月間砍取一年生樹幹，截斷為1—1.5公尺長。
蒸煮剝皮	將上項原料蒸煮2—3小時，再予以剝皮，並晒乾5—6天，然後送交工廠。
浸水及乾燥	將原料結縛為 20kg 一束，浸漬於清流中，並以脚踏數次以去土泥，24小時後取出再予乾燥。
蒸　　解	放入苛性曹達並予煮沸。
洗　滌　池	放入水池內24小時，並予攪拌以洗去藥品、芽、rignin 及其他夾雜物。
漂　　白	以蒸氣漂白。
水洗選別	以淨水澈底洗去殘存藥品及一切雜物。
離　　解	以機械叩解纖維 15—20 分鐘，同時以螢光染料染為純白。
配　　合	將上項構樹纖維混合以 pulp 或 rayon，並加入黏料(黃蓍葵)，連續送進漉槽，以控制紙漿之均勻度，該公司具有此項配合作業之專利機器。
抄　　造	以機器行之，可依製品式樣 (design) 而換抄造機之若干零件。
選別截斷	抄造好的紙卷，送至作業場予以選別並截斷。
包裝梱包出貨	

(d) 構樹之手抄紙業正在逐漸衰微，但本項近代化的抄紙業係針對手抄紙業之缺點予以改良者，即①以機器代替手抄，可減低工資成本，②以構樹皮配合 pulp、rayon 等為原料，可減低原料成本，③不斷考案新製品，開發新用途。因而此項抄紙業，能由不景氣聲中脫穎而出，業務仍蒸蒸日上，前途燦爛似錦。

四、 Polystal 工藝品——竹木之新用途 (圖62)

日本之竹材及木材工藝利用極為發達，Polystal 工藝品乃其最近開發之新

用途之一。筆者於11月4日，在高松市參觀香川縣特產振興館時，看到陳列有新奇的美術工藝品，係將編成的竹片或木材薄片封入polyester樹脂板內，不但式樣精巧，而且玲瓏實用。因而特洽請香川縣廳派員引導前往參觀「日本Polystal 工業株式會社高松工場」，以求進一步瞭解此項竹木材之新式加工法。

(1) Polystal 之特徵：——所謂 Polystal （又稱 Glazkote），係該會社所製造 polyester 樹脂注型品成型品之商品名。其特徵係將優美的自然物封入於 polyester 樹脂（一種透明的化學樹脂）內，成為美術工藝品。換言之，此種工藝品之表面係實用廉價的化學工業品，裏面是精緻優雅的自然產品，兩者合而為一者，故具有工業產品及自然產品兩方面之優點。據稱此項 Polystal 具有下列特質：

(a) 因製自熱硬化性樹脂，耐熱性甚高。

(b) 耐藥品性良好，即不受溶劑藥品之侵蝕。

(c) 硬度高，較其他有機玻璃擦傷率少。

(d) 透明度高，且具有悅目的光澤。

(e) 熱膨脹係數小。

(f) 帶電性小，塵埃不易附着，可保持清淨。

(2)封入自然物：——至於封入於 Polystal 裏面之自然物質，以富有藝術氣氛之手工藝品為主，該會社目前採用者，有竹菊編（即編為菊形的竹片）、銘木（具有優雅紋理的木材薄板）、葛布、合成纖維編物等等。此外該會社仍在不斷研究考案各種封入物，但據稱仍以竹材製品最具工藝價值，且銷路亦大。該廠廠長稱臺灣之竹材低廉，節間較長，作為封入物甚為適宜，故若有機會願與臺灣有關業界合作發展此項新工藝品。

(3) Polystal 製品之用途。

(a) 裝飾用美術工藝品。

(b) 實用工藝品：——各種盤皿、花器、托盤、裝身具、家具、玩具、照明器具等。

(c) 押板：——可加工為門扇、隔板、壁面、天花板、曲面板等。

(d) 其他建築裝飾用素材。

(e) 又 Polystal 是一種新出品，除供日本內銷外，近在試行外銷，因設計新穎且獨具東方藝術風格，故初步已獲歐美各國市場之讚許與歡迎云。

五、研習心得及觀感

(1)筆者本週得機參觀日本著名的魚梁瀨林業，深感高興。魚梁瀨地區氣候溫暖，雨量充沛，土壤濕潤，因而形成柳杉之優良天然林，被譽為日本三大美林之一。臺灣之柳杉原引進自日本中部之吉野地區（所謂吉野杉），惟近年輸入之柳杉種子，則多採自魚梁瀨地區，此乃筆者參觀該地特感興趣之所以然也。以生育環境而言，臺灣引進柳杉，屬暖地系的魚梁瀨杉似較寒冷地區之吉野杉為宜。

(2)魚梁瀨地區由於林相優良，蓄積豐富，日本政府林務當局早於80年前着手開發。該地區國有天然林面積約9,500公頃，迄今80年間不斷生產優良木材，貢獻國家及地方經濟，嗣後尚可繼續開發 35 年之久，而且每年砍伐跡地必於翌年完成復舊造林，整個林區內絕無空閑之林地，其造林木亦已開始生產，故得以維持森林資源，長期開發源源不絕，此可以稱得上為森林合理經營及永續生產之典型也。反觀臺灣開發較早之阿里山、八仙山等林場，經砍伐50—60年，即天然資源涸竭，造林木乃無法取代生產，林場經營成為政府廚累，未免景視天物，辜負名山，實不無遺憾。

(3)日本政府在開發魚梁瀨國有林之初，曾保留交通方便且林相優良之代表林分94.27公頃，設為保護林，供學術研究及施業考證之用。按日本各著名林業地或森林遊樂區，均設有此項保護林（或稱學術參考林，或施業考證林），是極有意義並值得稱讚而效法的措施。

筆者鄭重建議臺灣現在開發或將來開發之天然林區，如大雪山、橫貫公路路旁及其他國有林區，宜擇交通方便，林相優良之處，留存若干天然林，不惟可供後人林學林業之研究觀摩，且可為民衆真正森林遊樂之用。為保留此項天然林，政府縱使減收若干林產物，然其對林學研究及民衆愛林教育上之效果，將無法計量。

(4)提起森林遊樂（forest recreation），美國到處設有 nature center （自然中心），即在城市近郊、國家公園（national parks）或州立公園（state parks）（圖37）等，留存天然林數千至數萬英畝，使國民能常與大自然接觸，陶冶人性，無形中造成愛林之觀念，事實上森林遊樂乃美國聯邦林務署五大工作目標之一，足見物質文明極度發達之美國，森林之為國民自然教育之效用，仍極被重視，蓋森林在人們精神生活上發生的影響，實不亞於經濟上

的價值也。

至於日本現設有國立公園 21 處及國定公園（準國立公園）22 處，係由厚生省管理，由農林省合作經營之國立觀光遊樂區，在此等公園內森林面積佔全部面積之 77 %，足見森林自然美在國民遊樂事業上佔極重要之角色。又其區域內之森林一律限制砍伐，並積極保護繁殖野生動物，藉以啓發國民愛好自然之興趣（圖89、圖90、圖99）。

再觀臺灣之觀光遊覽區，除陽明山、日月潭等有次生濶葉樹林，墾丁有熱帶樹木園外，新近建設之所謂森林遊樂區，僅可看到山水凉亭，至於森林遊樂之主題——森林——則空空如也。誠然臺灣之土地利用已達飽和，要仿照美國到處保存大面積天然林，似為經濟上所不許，惟如筆者上述建議，在新開發之國有天然林區擇留若干森林，兼為林學研究及國民遊樂之用，似是輕而易舉之事。假定全省擇留10處，每處面積50公頃，共計不過 500 公頃，對政府林產收入之影響極有限，對於發展林業，招攬觀光客，增加寶島之名，皆有莫大裨益。否則臺灣之天然林開發殆盡，若干年後生育在「美麗的寶島」（因昔日臺灣島森林鬱蒼，四季常青，故葡萄牙水夫稱之 Ila Formosa）之人們，將終生無法看到天然美林，「福爾摩厦」將成為歷史上的名詞，何等不幸？

(5)筆者在高知縣看到日本傳統的和紙手工業（構樹皮手抄造紙），其製品特別精良，工業用途甚廣，且可外銷歐美。其原料經嚴選，品質劃一，其操作技術及製品品質，遠較臺灣之手抄棉紙更為熟練高明，惜在工業化、機器化的日本產業界，此項專靠手工之產業乃逐漸衰微，每況愈下，蓋近來農村勞力銳減致造紙原料（構樹皮）奇缺昂貴，手抄技術工工資亦高漲，故製造成本增倍，影響銷路至大。

(6)一方面在構樹造紙業不景氣聲中，脫穎而出的伊野紙公司，是以機器代替手抄，以構樹皮混合 pulp、rayon、為原料的近代化改良抄紙業，如此不斷力求改進，開發新用途之結果，業務蒸蒸日上，為本身開拓無窮的未來，可為吾人借鏡。

筆者以為臺灣之棉紙抄紙業，不宜安於目前低廉工資及野生原料，長久墨守成規，而應走近代化路線，始有真正發展起飛之前途。

(7)將精緻優雅的竹木自然物，與實用廉價的透明化學樹脂，配合製成的 Polystal 工藝品，是日本新近開發的近代化工藝產品，亦是竹材、木材的新用途之一。此項製品美觀奪目，富有東洋藝術氣氛，勢必為歐美人士讚許，外銷大有前途。其構想與意義，實與上項近代化抄紙業異曲同工，對臺灣木竹工藝利用，可為一種新的啓示。

第二題　九州林業觀摩紀要

筆者此次旅行九州，視察研習林業 21 天（自 11 月 12 日至 12 月 2 日），其中除「大分縣之竹產業」與「天草島之栲皮樹」二項，以專題報導（參閱第三題、第四題）外，茲將九州林業概況及筆者所觀摩主要事項，闡述如下：

一、九州林業摘要

(1)森林資源

(a) 九州森林面積計 268 萬公頃，佔九州總面積之 64 %，亦為全國森林面積之約 11 %。

(b) 九州國有林面積約 52 萬公頃，包括營林局經營管理者 50 萬公頃，其他機構管理者 2 萬公頃。另有公有林野官行造林地（由政府出資在公有林地造林）36 萬公頃。至於其餘 178 萬公頃則屬公私有林，分由七縣廳（縣政府）管理輔導。

(c) 九州森林蓄積計 1.9 億 m^3，其中國有林 0.7 億 m^3，民有林 1.1 億 m^3，針葉樹蓄積稍多於濶葉樹。每公頃蓄積量，國有林 133m^3，民有林 56m^3。

(d) 每年生長量，國有林 159 萬 m^3，民有林 635 萬 m^3；生長率為國有林 2.32%，民有林 5.53 %。

(2)林業機構

(a) 國有林之經營管理：——由農林省林野廳之熊本營林局負責。該局分設 3 部 12 課除監督指導下級機構外，直接執行計劃、土木、治山等業務。營林局之下設營林署 45 所，為國有林實行機關，各營林署分設 3 至 4 課，營林署之下設據當事務所（等於臺灣之工作站）及直營生產事業所，承辦現地林政及生產業務。

熊本營林局計有定額職員 4,038 人，常勤作業員 9 人，常用作業員 2,730 人，分配在局及各署工作。

(b) 民有林之指導管理：——分由七縣負責，其中福岡、宮崎、鹿兒島及熊本四縣廳，設有林務部（等於臺灣之縣政府之局），其餘五縣廳，則設有林務或林政課。在縣廳之下設有農林事務所（內有林務課），辦理各地區林政及造林事務。另各縣設有林業研究指導所或林業試驗場，從事

試驗推廣，藉以改進地方林業。

(c) 國立試驗研究機關：——在林野廳之下設有林業試驗場九州支場（場址在熊本市）及宮崎分場，專事林業之試驗研究。又設有九州林木育種場（場址在熊本市），專事育種之試驗研究及推廣指導（圖81、圖82、圖83）。

(3)九州林業之特徵：

(a) 國有林：——一般而言，九州北部多為柳杉、扁柏、松樹等人工造林地，而九州南部多分佈樅（冷杉屬）、栂（鐵杉屬）、赤松等針葉樹，及椎、楠、欅、櫧、蚊母樹（Distylium racemosumi 日名：イスノキ）等天然濶葉樹林。

九州南方之離島屋久島，生產樹齡達3千年的柳杉（屋久杉 Yaku-sugi），是馳名全國，頗為珍重的銘木。

(b) 著名民有林業地：——宮崎縣之飫肥（Obi）林業，以生產柳杉造船用材（弁甲材）聞名遐邇。又經營集約的日田、小國之柳杉林業，短伐期經營的熊本縣葦北（Ashikita）松樹林業，均屬日本著名林業地，為九州林業爭取不少光彩。

(c) 森林遊樂——九州有7所國立公園，其中「雲仙」、「霧島」兩國立公園，大部份由國有林構成，為以森林為主題的觀光地區。

(d) 柳杉品種及扦插繁殖：——九州之柳杉品種繁多，達一百餘種，選擇其中生長、形質均優，並適合各地區之品種，實施扦插繁殖，為數百年來之九州柳杉造林傳統，故現今風行之林木育種（選拔育種），早已在九州實施矣。

二、葦北林業——九州之松樹造林中心

(1)葦北林業之概況及變遷：——熊本縣葦北（Ashikita）郡，位於該縣南部亦即九州島之西岸中部。葦北郡一帶有森林面積 33,918 公頃，其中松林佔 60%，柳杉及扁柏佔 33.7 %，其他樹種 6.3 %。該地森林全屬民有林，亦為農村之現金收入之主要財源。故被譽為農家林業之模範地區，聞名日本全國（圖 77）。

葦北地區在日本藩政時代是屬細川藩管轄，因該地耕地面積有限，農民生活至為貧困，故自 16 世紀末期即開始獎勵造林事業。當初該地區生產之

松材，多以船運至熊本地方供為薪材。迨至明治末期，因煤礦逐漸開發，松材乃改以炭坑礦木為主要用途，大量運往九州北部之煤礦地區。

1945 年以後日本之造紙工業急速發達，松材之需要量隨之急劇增加，因而最近葦北地區之松材，乃以礦木及造紙原木兩項為主要用途，此外一部份松木供為杭椿（建築基地用原木）、箱板（裝運水果用箱板）等用。

(2)葦北林業之特徵

(a) 混農林業：——由於葦北地區之農地狹小，數百年以來普遍實施造林地之前作與間作，即所謂混農林作業。前間作物以喬麥、菜子、西瓜、蔬菜、甘薯、馬鈴薯等為主，因對農作物施肥、中耕之結果，林木生長格外迅速，而且不需刈草，為其優點。

(b) 全部為人工造林：——該地區由於氣候溫暖，雨量充沛，雜木雜草叢生，不惟不易天然更新，而且天然林往往生長不整齊，林相疎開，橫枝粗大，不能生產良質礦木，亦不適宜短伐期經營，因而該地區松林經營乃普遍採用人工造林。

(c) 短伐期經營：——該地區松樹造林，每公頃栽植株數達 4,500至 5,000 株之多。因密植之關係，松樹形狀良好，能產生端直良材，以 20-30 年生主伐，最適宜礦木規格。該地區 25年生之松林材積，每公頃約200m³，等於他處 30-40 年生之材積。

(d) 符合日本近代之林業經營趨勢：——葦北地區以松樹為主要造林樹種（近來日本松材之需要急劇增加），並採用林地之多角形利用（混農林業）、密植造林、短伐期林業等經營法，均與日本近代之林業經營趨勢相符。

(3)松材之價格

葦北地區現今之各種松材價格如下：

用　途	規　格	價格（日圓/m³）
煤礦礦木	長2m,末口徑15cm	7,000-8,000
造紙原木	長2m,末口徑6cm	5,500-6,000（工廠渡價7,000）
杭椿原木（建築基地用杭木）	長4m,末口徑12-15cm	10,000-11,000

(4)獻身育林六十五年的篤林家：——筆者曾於11月26日參觀葦北郡湯浦町之一民有林，係內山八十次先生所有，內山先生現年 79 歲，據稱自 15 歲時開

始造林迄今 65 年間，每日深入林地，以愛林之真誠育林，可謂道地的模範篤林家。內山先生所有之森林計約 40 公頃，樹種以松樹（黑松、赤松）為主，立地佳良之處則配以扁柏、柳杉，由於樹種選擇適宜，撫育管理週到，各種林木之生長均屬上乘，形成罕見之優良林相。他並將森林分區分年實施間伐，據稱每年有 50 萬至 60 萬日幣之收益，因而生活富裕，身體康健，精神飽滿，實乃至誠之所致也（圖78）。

該森林若干林木，被縣林務單位選定為精英樹（elite tree），每年生產大量插穗，供為一般繁殖之用，對於優良品種之推廣貢獻至大。內山先生近年來親自實施林木施肥試驗，已獲良好結果，故現仍以更濃厚的興趣，更積極的態度，從事育林事業。

三、飫肥林業——著名的柳杉造船用材生產地

(1)概述：——飫肥（Obi）林業，是九州西南部日南地區以扦條繁殖生產柳杉造船用材之林業地區，乃日本最著名優良林業地之一。該地區面積約 71,000 公頃，係所謂「飫肥杉」（柳杉之一地方品種）之原產地。因該地區之中心「日南市」原名「飫肥町」，故有飫肥林業之名。

(2)飫肥林業地之環境

(a) 地勢地質：——該地區包括 3 市 4 町村（鄉鎮），三面由拔海 1 千公尺右左之山峯包圍，東南面臨太平洋，因而地勢險峻，林地佔 80 %。東部山麓及平原屬第三紀層，西部山岳地區屬中世層，基岩多為砂岩、頁岩。

(b) 土壤：——山岳地帶多為 BE 或 BD (m) 型土壤，山稜有 BA 型土壤，然一般而言，以崩積土之 BD 型土壤（適潤性褐色森林土）分佈最廣。此項土壤深達 1 至 1.5 公尺，是柳杉生育最理想之地。

(c) 氣候：——該地區氣候，因受太平洋黑潮暖流之影響，溫暖多雨，冬天溫和夏天暖和凉爽為其特徵。年平均氣溫 17°C，4 至 6 月間柳杉生長期氣溫為 22 至 30°C，生長期間較長。山地之年降雨量達3,700—4,000 mm。

(3)飫肥林業之特徵

(a) 該地區人工林之 90 %為柳杉，即所謂飫肥杉（Obisugi）。

(b) 柳杉全部以扦插繁殖，此項造林法創於約 370 年前，換言之，該地林業

經營至少已有370年歷史。

(c) 因數百年來不斷實施扦插繁殖之結果，飫肥杉再形成許多營養系（插條品種），一般造林戶對品系認識甚深，並極予重視。

(d) 該地區森林所有，以國有、民有各佔一半，但國有林地之大半，仍以部分林制度（略同臺灣之租地造林制度）與民間合作經營。此項制度創辦於藩政時代（明治以前），實為日本全國部份林制度之鼻祖。

(e) 該地區生產之柳杉，具有特別的材質及形狀（肥大生長特速、浮力大等），稱為舟甲材，是建造木船之最佳材料。

(f) 為生產造船用材，造林極端疎植（每公頃 750 至 1,000 株），不施行打枝，而且自成林至主伐（40 年）之間，實施間伐3—5次，主伐時每公頃株數僅 300—400 株，其目的在於擴展樹冠，增進單木之肥大生長。

(g) 施行前間作，以利用林地疎植之空隙地，是一種混農林作業。

(h) 該地區柳杉年生長率達5％，每公頃每年生長量達 8—14m^3，是日本各地柳杉生長量最大者，因而年輪甚寬（寬度有達 8 cm 者），木理粗大，材質輕疎而比重較小。惟組織緻密的秋材頗寬，偽年輪多，材質強靱，而且樹脂含量多，富於彈力及耐久、耐蠹性及飫肥杉材之特徵。

(4)近年來經營法之變遷：——飫肥地區柳杉之扦插，最初是採用直插於林地之方法，後來改為扦插於苗圃，然後移植林地之法。

又造林用插條苗，原來是使用換床的2年生苗，最近多改用1年生苗。營林上原來是採用極端的疎植（每公頃 750—1,000株），及較長的伐期（40年），最近由於文化、交通發達，木材需要量亦增多，小徑木之利用較為優利等等關係，栽植株數增多，輪伐期亦縮短。唯反復施行強度間伐，以增進單木肥大生長之經營法，仍風行如古。

(5)三岩參考林：——飫肥林業是日本著名林業地之一，其柳杉品種、繁殖栽培技術、經營方法及所生產木材材質，均不同於其他林業地。因而日本林務當局，於 1941 年在三岩國有林選擇代表性飫肥杉林一處，設為學術參考林。

該參考林面積 5.55 公頃，位於飫肥林業地中心日南市與宮崎市之間，交通方便，易為林學、林業界人士參觀研究。該林林齡82年，據記錄造林當交時並未施行完整的整地；僅將叢草踏倒，在其間直接扦插柳杉枝條，每公

頃約 1,500 株，自林齡35年生時迄今，曾實施利用間伐5次。現時每公頃株數 236 株，蓄積 812m³，平均胸徑 63cm，平均樹高 26m，每年每公頃平均生長量約 10m³。

該林不惟是典型的飫肥杉造林地，而且林齡亦屬該地區最老者，在學術研究及施業參考上極有價值。又該林隣近有大小老幼各式各樣之之國有及民有造林地，均可由車道展望全貌，可資參觀者比較參考。

(6)技術推進林：——飫肥地區除有上項學術參考林外，林務當局自 1962 年開始設技術推進林 28.20 公頃，每公頃栽植株數 4,500 株，採用現代化集約經營，其目的在於更短期間生產更多木材，以供一般營林之示範。據謂林務當局計劃多設此項技術推進林，並合併此等林分設施業團，作為新式育林技術之推廣中心。

四、鹿兒島之竹材薄板鑲嵌工藝

(1)鹿兒島之孟宗竹：——日本之孟宗竹，追本潮源，係來自中國，即於2百餘年前經由琉球引進，最初栽植於鹿兒島市磯（Iso）公園之後山，此乃日本孟宗竹之鼻祖。之後，逐漸傳播九州、本洲、四國各地。

孟宗竹在鹿兒島縣生長成績極佳，最高胸徑達 21cm，冠於全日本（京都最高胸徑 17cm），至於苦竹則京都之成績勝過鹿兒島，故鹿兒島之竹林以孟宗竹為主。

日本之孟宗竹竹材較苦竹為廉，蓋孟宗竹材工藝性質較差，不適為手編竹細工——日本竹材之最主要用途故也。

鹿兒島既盛產孟宗竹，竹材工藝當以此為主要原料，手工藝方面多將孟宗竹材製成小件的裝飾用具，如首飾、領帶針、襯衫袖扣等，及插花器。另機械化的工藝方面，有竹材柾目薄板及斜劈鑲嵌薄板等。筆者於 11 月 27 日參觀之鹿兒島縣川內市橋本竹材工業所，為竹材機械化工藝利用之代表廠。

(2)孟宗竹柾目薄板之作業程序：

(a) 將竹桿鋸斷、去節，並劈開為二片。

(b) 以蒸氣軟化竹材，壓成平板。

(c) 以機械除去桿皮及內肉，即僅利用厚 45mm 之中肉部份，除去之廢材利用為燃料。

(d) 予以染色後以陽光晒乾 1 星期。

(e) 以機械劈成四片薄板並鉋光之。

(f) 以黏着劑將顏色不同之薄板嵌成一片，即成為柾目薄板。

(g) 再加工製成竹皿、竹墊等。

(3)竹材斜劈鑲嵌薄板 (bamboo veneer mosaic) ：

(a) 此係橋本竹材工業所於 7 年前開發，並獲得專利之竹材集約利用法（圖 61）。

(b) 原料：——胸高周圍 1 尺 2 寸以上之孟宗竹材，每支價230至250日幣。

(c) 將竹桿截斷為 5 尺長，並以螺旋狀斜切。此乃該公司專利項目之一，其特徵為竹材斜切斷面，可露出無數之點紋狀維管束，極為美觀奪目。

(d) 以蒸氣軟化竹材，並壓成竹板。

(e) 將竹板放入人工乾燥室，乾燥至含水量 5-7 %為止。

(f) 以機械除去桿皮及內肉（僅利用厚 4.5mm 之中肉），並再劈為薄板後予以鉋光。

(g) 將不同顏色點紋之竹板配合黏成為角材狀，黏成之竹角材長 8 尺厚，1.2 寸，寬 5 寸，其寬面露出不同之維管束點斑。

(h) 將竹角材鉋成薄片，每片厚 0.18mm，即上述角材（8 尺×1.2寸×5 寸）可鉋成 180 枚，值 18 萬日幣。

(i) 在木材薄片兩面黏貼竹材薄片，製成三合板。

(j) 用熨斗熨平三合板。

(k) 再將三合板加工製成竹皿、竹墊、裝飾桌面等。

(l) 製品式樣多邀請美日專家教授設計。

(m) 此項製品與最近風行之銘木合板（美術板）構想相同，是孟宗竹材的高度集約利用，製品精巧優雅，珍貴奪目，特具風格，為頗有前途之機械工藝也。

五、研習心得及觀感

(1)九州是日本南端之一個大島，位於暖帶圈內，氣候溫暖，雨量充沛。該島面積及人口均約臺灣之 1.2 倍，是日本國內人口密度最高之地區。九州之森林面積佔總面積之 64 %，森林資源豐富，林業發達。總括而言，九州之自然環境與臺灣頗多相似之處。

(2)九州之民有林面積超出國有林之3倍（178萬公頃對52萬公頃）。每年林木生長率，民有林（5.53%）達國有林（2.32%）之2倍以上，又九州之著名林業地，如飫肥林業、葦北林業、日田林業等多屬民有林業。凡此種種事實，足以證明九州之民有林業非常發達。掌管九州民有林之7縣廳內設有林務部（等於臺灣縣府之局）者達4縣，又7縣廳之下，均設有林業試驗場或林業研究指導所等機構，致力於地方民有林業之發展，不遺餘力。至於中央之林野廳，設有林政、業務、指導三部，其中林政部承辦總務、人事、會計等事務，指導部專事指導獎勵各縣民有林業，與管理國有林之業務部，地位平等，可見各級政府對民有林業重視之一斑。

(3)九州島內三處著名林業地內，筆者曾參觀二處，即葦北林業與飫肥林業，是也。葦北林業地區面積3萬4千公頃，全部為人工林，以松樹為主要樹種，以20-30年短伐期經營（日本之一般林業以40-50年為伐期），生產造紙原木及礦木，每年每公頃材積生長量約$8m^3$，此種情形與臺灣北部低海拔地區之松林頗為相似，惟該地之松林經營更為集約（密植、前間作、反覆間伐），並更注重優良松材之生產耳。

(4)筆者在葦北林業地區訪問一民間造林地，並向其業主內山先生請教經驗談，他終生從事營林事業已閱65年，愛林如愛子，每日踏入森林，朗讀自作之愛林詩歌，宛如一位奇人，現年近80歲，身體仍健碩異常，精神極佳，令人由衷欽佩。其親手培育之松樹蠢然林立，端直無節，狀如柳杉，林相之優美實屬罕見。

(5)飫肥林業，以極度疎植（每公頃750-1,000株）、不行打枝、生產肥大生長特速及浮力特大之柳杉造船原木為特徵，此與以極度密植（每公頃10,000-15,000株）。細心打枝、生產通直緻密的柳杉用材之吉野林業正為相反。在國土狹少之日本國內，存有如此極端不同之營林法，實令人難以置信。

此外，飫肥林業區，3百餘年來選擇柳杉優良品系，實施插條繁殖，因此現今所謂選拔育種之構想與作法，該地區早已引用實施矣。又該地區百年來實施之部份林，亦為今日日本分收造林（租地造林）制度之鼻祖。總之，具有悠久歷史之飫肥林業，其育林技術及經營觀念，在林業近代化之今日，仍極有參考價值也。

(6)日本政府在飫肥林業之中心地即三岩國有林內，留存代表性飫肥杉林分，設為參考林，專供後人研究觀摩之用，其意義至為重大。為便於林業研究，並為發展真正之森林遊樂，臺灣現正開發或即將開發之天然地區，必須迅即選定若干天然林，設為參考林予以永久保存，筆者在「四國林業觀摩紀要（請閱第一題）」內已有所建議，不復贅述。

(7)鹿兒島縣之孟宗竹材鑲嵌薄板及桂目薄板，是日本新近開發之竹材高度集約利用法，亦為一種機械化的竹材工藝，與最近風行之銘木（貴重木）薄板利用（新建材）構想相似。

筆者此次旅行中參觀之機械化竹材工藝，除本項外，尚有高松之Polystal 工藝品（將竹木自然物夾壓在透明化學樹脂內者：參閱本研習記內「四國林業觀摩紀要」）及京都之竹材斷面花邊（bamboo cut lace）（參閱「京都之竹產業」），均為臺灣現尚未開發者。筆者深信此等竹材之現代化工藝，將來勢必取代以往之竹細工，其外銷發展之前途似錦，但願臺灣早日引進此項構想與技術，必要時宜邀日本有關廠商，來臺設廠合作共策東亞竹產業之發展。

第三題　大分縣之竹產業

一、竹產業發展經過及現況

九州島之竹林面積及竹材生產量約佔日本全國之一半，而九州七縣之中，則以大分（Oita）、鹿兒島（Kagoshima）兩縣為首。據地方歷史家之研究，大分地方住民，早於 1,100 年前已製作並且利用竹細工（竹材手工藝品），因該縣有聞名遐邇的別府溫泉，數百年來旅客來往衆多，而幾乎每位旅客都購買該地之土產品——竹細工——，故竹製品漸成為該縣主要特產品之一。對於竹林經營方面，歷代政府當局多予注重倡導，例如1919年，大正政府開始施行竹林改良增殖奬勵事業，此實為日本政府對民有林業奬勵事業之嚆矢。又1899年明治政府開始竹材之蟲害試驗及開花竹林之回復促進試驗，亦為日本林業試驗工作之第一砲。由此可見，數十年前，竹林事業為日本林業之重要部門之一。

在政府當局之因勢利導之下，大分縣之竹產業，包括竹林生產與竹材利用，奠定了穩固基礎。第二次大戰結束時，大分縣之竹林面積約有 20,000公頃，佔全國竹林（約 17 萬公頃）之約 12 %，又該縣具有竹手工藝之傳統技術，製品特別精巧高雅，被譽為竹林王國，因而該縣竹產業之盛衰，實對整個日本之竹產業具有莫大影響。

直至第二次大戰後，即 1945 年以降，日本政府推行擴大造林計劃，當時適逢竹材跌價，許多竹林遂被砍伐，改植柳杉、扁柏等。據 1960 年調查，大分縣之竹林面積，遂自 20,000 公頃減至 13,000 公頃。

惟一方面該縣竹材手工藝仍能保持生產，遂招致原竹供不應求之勢，近年來每年由他縣購入竹材約 60 萬束（周圍 2 尺為 1 束，如周圍 6 寸之竹材則以 5 支為 1 束），以應當地加工之需。

至於大分縣之竹種以苦竹（マダケ：Phyllostachys bambusoides）為主，佔 8,371 ha，蓋苦竹竹材最適於手工藝利用也。其餘竹種，有孟宗竹（採筍為主，一部份仍用為手工藝）、布袋竹（五三竹：Phyllostachys aurea），淡竹（ハチク：Phyllostachys nigra）等。

二、竹林增產計劃

大分縣之竹材加工利用極為發達，惟目前竹材生產不足當地需要，有如上述。同時現存竹林之大半，經營情形頗粗放，難期生產工藝用之良質竹材，實

為基本之困難問題。

大分縣廳(縣政府)為增加竹林生產，並改善竹材品質，自1960年開始編列民有竹林施業改善補助預算，每年75萬日幣 (U$1=360圓日幣)，每年改善竹林目標 50 公頃。其要旨係鼓勵竹農，就現有竹林實施施肥、中耕、敷草、更新等集約經營，而由縣廳核發每公頃 15,000日幣 之補助金 (約等於竹農投資之$\frac{1}{3}$)。

實施程序，係先由竹農向當地市町村森林組合 (鄉鎮林業合作社) 申請，再經各地區農林事務所 (縣廳所屬農林推廣機構) 轉呈縣廳 (由農地林業部林政課主辦) 。縣廳核准申請後，竹農就可實施，然後由農林事務所會同森林組合測量檢查後，報由縣廳核發補助金。

該計劃實施以來已完成竹林改善者，有 276 處，面積 222 公頃，實際補助金額 215 萬日幣。筆者曾參觀竹林地 2 處，一為苦竹林，一為布袋竹林，深感該項竹林改良工作顯有績效。例如未改良前之苦竹林，每公頃每年生產量未達100 束者，現已達 300 束，且除增產竹材之直接效果外，該計劃有助於引起竹農對竹林之關心，即一般愛護竹林之觀念已漸擴張滲透矣。

除上述行政上之獎勵辦法外，該縣林業試驗場 (按日本各縣多設有林試場以研究試驗地方性林業問題) ，不斷從事有關竹林栽培經營試驗及示範工作，以解決竹林生產技術問題，配合行政單位之獎勵推廣工作，亦堪資借鑑。

三、主要竹林之經營收益

大分縣之經濟竹林，以苦竹、孟宗竹為主。據當地竹林專家之估計，經合理經營管理之各種竹林，經營收益如下：

(1)苦竹：——每年每公頃可收穫竹林 300 束

收入　竹材 300 束　每束$300　$ 90,000 (竹農實收金額)

支出　勞力及資材費計約 $40,000 至 $50,000

收支之比率約為 2：1

(2)孟宗竹 (竹筍) ：每年每公頃可收穫竹筍 10,000kg

收入　竹筍 10,000kg　每 kg $30　$300,000 (竹農實收金額)

支出　勞力及資材費計約 $150,000　至 $200,000

收支之比率為 2：1 至 3：2

(3)孟宗竹 (收穫竹筍及工藝竹材)：除 (2) 之竹筍收益外，若對立竹施行工藝的栽培處理 (人工方竹、人工斑竹、人工胡麻竹等) ，則每公頃每年可增加

收穫工藝竹材 200 支。

收入　工藝竹材 200 支　每支$500　　得 $100,000

支出　所需勞力及資材費極有限

四、竹手工藝之訓練、示範及推廣

(1)大分縣別府職業訓練所：——該所創設於 1939 年，隸屬大分縣廳，所址設在大分縣之手工藝生產中心即觀光都市別府市內。職業訓練之項目，分為竹工藝科、洋裁科及收音機、電視科三種，其中以竹工藝科為最主要部門。其宗旨在講授基礎知識，訓練實際技術，養成技藝職業人才。該所之主要特徵如下：

(a) 免繳學費。

(b) 實習所需工具及材料，一律由公家供應。

(c) 訓練期間以一年為準，每班學員以 30 名為限。

(d) 不拘年齡性別。

(e) 備有學員宿舍。

(f) 結業後由該所介紹職業，又就業後仍得隨時接受該所之指導，藉以改進技藝。

該所自創設以來，已訓練 8 百餘人，均在竹材加工行業活動，對內外銷竹工藝品之生產，貢獻頗大。

又近年來有來自馬來西亞、菲律賓、印尼等東南亞各國之研習生，在該所接受竹工藝技術訓練（筆者訪問該所時有 4 人），據稱此等研習生，返國後多致力於本國手工藝之發展，漸成為日本之競爭對手，故日本之部份業者有反對訓練外國人材之意，惟日本政府當局本技術援助之立場，仍在繼續推行該項訓練計劃。

(2)大分縣產業工藝試驗所：——該所創設於 1938 年，原稱大分縣工業試驗場工藝指導所，1948 年與工業試驗場劃分，改稱為現名，直隸大分縣廳。所址位於別府市內之大分縣職業訓練所隔隣。該所以竹工藝新技術之研究，設備之近代化，生產系統之改善等為目的（圖64、圖65），主要工作部門有：

(a) 竹工、木工、染色、塗裝作業之試驗研究及指導。

(b) 新式樣之考究及推廣。

(c) 訓練高級技藝，即對一般竹工藝界技術者及上述職業訓練所竹工藝科結

業生，授以更高級之技術訓練。

該所之編制有所長1人、技術人員 15 人、事務人員3人、規模頗大，具有竹工研究室、木工研究室、竹木工機械室、塗裝研究室、物理化學實驗室、乾燥室、高周波室、研場、展覽室、倉庫等設備。

總之，該所係竹木工藝之試驗、示範及訓練機構，類似臺灣手工業推廣中心及所屬實驗工廠，惟其設備更新新充實，專門人才亦較齊全。

(3)大分縣特產觀光館：——日本各縣均有「特產觀光館」（或稱物產獎勵館、特產振興館等）之組織，設於都市中心或著名觀光地。其目的在經常展覽推廣地方特產品，並宣傳發展觀光事業。大分縣特產觀光館設在該縣之溫泉觀光都市別府市關區，該館所陳列特產品絕大部份是竹手工藝品，並以較廉價格零售予觀光旅客及市民，等於工藝試驗所之推廣部門。

據稱別府市每年觀光旅客約有3百萬人，其中大部份旅客參觀該館，並購買若干竹工藝品，足證該館對該縣竹工藝品之宣傳推廣，成效卓著。

五、竹產業之民間團體

(1)專業性同業公會：——有關大分縣內竹產業民間團體，專業性者有：

(a) 竹林經營者方面——森林組合（即林業合作社），分為縣級及市町村級。

(b) 竹材及加工方面：——九州竹林協同組合、別府竹製品振興會、大分縣竹製品工業連合會等。

(c) 竹產品商業及貿易方面：——大分縣輸出竹材協同組合、別府市竹製品商業組合、九州竹籐商業協同組合等。

(2)竹產業綜合團體——大分縣竹產業連合會：——該會組織於 1961 年，係竹林生產、竹材加工利用及竹製品銷售貿易之綜合團體。除個人會員外，上述各種團體均為團體會員。該會之組織及主要業務如下：

(a) 設會長1人、副會長3人、理事 20 人、監事3人。理事包括竹林所有者6人、各團體代表6人、竹筍罐頭業代表1人及市場代表1人。

(b) 理事會之下，設事務局長（總幹事）1人，並分設五部會，各部會業務為：

①生產部會：——包括原竹生產計劃、竹林施業改善、原竹銷售對策、竹籐及竹筍生產集貨計劃等。

②素材加工部會：——竹材需要及配分計劃、素材銷售對策、加工技術對策等。

③竹製品部會：——原竹及素材需給及配分計劃、竹製品銷售流通對策、加工技術之改進及設備之改良等。

④竹籐、竹筍部會：——籐、筍之需給及其流通配合計劃、銷售對策等。

⑤販賣部會：——銷路之拓展、製品需給調查、綜合販賣調查等。

(c) 在縣內各地區設有 13 支部（分會），分別承理地區性業務。

(3)大分縣竹產業連合會（簡稱竹連）之主要活動

(a) 發行雜誌：——該會主編發行之「新 Bamboo 大分」月刊，發行已達42期，每期約 10 至 14 頁，有學者、專家、公教人員、竹林所有者、加工業者、貿易業者等各界投稿，內容平易實際，對會員服務效果頗大。

(b) 舉行專題演講及講習會，並印發竹產業推廣叢書。

(c) 竹材規格之調查及統一工作。

(d) 與他縣竹產業團體連合，促請政府實施竹產業振興政策。

(e) 大分縣廳每年編列預算 $150,000（日幣）補助該會業務。

六、竹材手工藝之一般

(1)概況：——大分縣之竹材手工業，集中於該縣溫泉觀光地別府市。別府之竹製品，具有數百年歷史，亦是該市之唯一產業。其製品種類繁多，不勝枚舉，而且式樣精巧，古雅玲瓏，被譽為日本手工業之中心（圖64、圖65）。據統計每年生產額達 3.1 億日幣，由他縣之竹材購入額 2.5 億，銷售額約 7 億日幣，銷路包括日本全國，另約 12 %為外銷，該市內從事竹材加工行業者約 2,000 戶，依靠竹手工業而生活者約達 1 萬人。

(2)參觀實況：——筆者曾參觀該市民間竹加工業二處，即岩尾製竹所及紀製竹所，其現況可歸納如下：

(a) 生產規模：——均為家庭工業式的手工業。每家雇有技術工 8～12 人。

(b) 生產製品：——以水果竹皿、麵包竹皿、托盤、竹箸、茶杯等食桌用竹器為主，另有插花用竹籠、手提包、別針、屏風、燈罩等裝飾用品。據稱以往多生產較高級裝飾品，但近年以食桌用竹器等實用者銷路較大。

(c) 原料——以周圍 6～7 寸之苦竹為主。原料價格，經去油者每束$370，未去油者 $320。另使用周圍 9～10 寸之孟宗竹，每束 $220。

又以往加工廠都購入原竹，自行劈開截斷，惟此項作業現多改由竹材行以機械為之，故加工廠可向竹材行買竹片（每束 $570-600），僅加以染色、編織、噴漆即可，此係比較進步合理的分工制度。

(d) 加工作業：——①編織作業多以手工，除式樣上有不同外，大致上與臺灣之作業法相似。②竹材染色作業：——將染色與未染色之竹片配合編織，係此地手工業之特色之一。染色方法有 i）以鹽基性染料煮沸染色，此法製品色彩鮮明奪目，但耐水及耐鹼性較差，ii）先將竹材以苛性曹達 0.1 %煮沸，水洗乾燥後以反應性染料染色（常溫），此法對竹材肉質有良好染色效果，耐水及耐鹼性亦強。iii）以硫酸或硝酸處理，僅能染色竹材之一部份。③噴漆作業：——用人造漆料噴霧製品表面，以增光澤。

(e) 工資：——每工平均 700 日圓，近來手工藝行業缺乏勞力，工資提高，致工資約佔製品成本之 80 %。一般而言，竹材原料之缺乏及工資高昂，為該地手工業界之最大困難。

七、竹材貿易之一斑

(1)日本竹材貿易近況：——日本之竹材貿易，自 1949 年至 1959 年間，每年增加率為 5—10 %，1959 年時達 35 億日幣（折合美元約為 970 萬元）。但好景不常，其後數年間僅能維持原數字，無法再增加，其主因係臺灣與菲律賓所產竹竿打進美國市場所致，蓋臺菲兩地之原竹價格、工資俱遠低於日本，日本在銷價上殊難抗衡。

為應國際市場之激列競爭，日本竹材貿易界正在考慮採取下列措施：

(a) 美國市場，於 1957 年進口一般手工藝品達 9 千餘萬美元，而且每年增加率約 9 %，但需要式樣新穎而美觀的手工藝製品。故日本寧可放棄一般竹竿市場，而應致力於式樣之改進，及外銷精美的高級工藝品。

(b) 對歐洲方面，可開發竹製品的新市場，尤應爭取法、意、德諸國市場。各種竹製品中以釣魚竿，尤以竹材與金屬配合者（joint pole）最具外銷前途。

(c) 致力於竹材之防蟲防霉處理，以建立日本竹材處理技術之信譽。

(d) 由臺菲等地輸入廉價原竹，加以處理後再外銷歐美，另考慮與臺灣合作生產外銷，或協調輸出價格。

(2)長田商店大分支店之外銷竹材參觀記：——長田商店之竹材貿易實績達85年之久，為日本最大之竹材貿易商。總店設在神戶市，並在大分市設一支店（附設竹材處理廠），專事採購九州島所生產竹材，予以處理後運往神戶市總行，轉銷歐美諸國。該支店竹材處理廠及倉庫遼濶，設備甚佳，其竹材處理技術，包括竹竿矯正（伸直）染色、集約利用等，均頗有聲譽。

(a) 銷美地氈竿（carpet pole 或 rug pole）：——該店過去每年銷出350萬支（神戶總店150萬支）（大分支店200萬支），惟近年來其市場之約80%已被臺灣佔有（一般規格9呎×$\frac{7}{8}$吋—1$\frac{1}{4}$吋及 12呎×1吋—1$\frac{1}{2}$吋），該店現僅保持較大竹竿（即上述規格以外之粗大竹竿，為全量之約20%）之市場。關於銷美竹材問題，該店有下列希望①臺灣之銷美竹竿價格，僅為日本之 60 %，實嫌過於低廉，殊為可惜，似以提高 20 %左右較為合理。因縱使臺灣之銷價提高 20 %，日本仍無法與之抗衡，仍難奪回既已喪失之市場。②以目前情形觀之，由臺灣進口原竹，予以處理後再輸出歐美仍屬合算，故希望能購進臺灣原竹。③該店現正研究，將臺灣之竹林資源與日本之處理技術，配合合作外銷之可能性。

(b) 銷歐洲地氈竿（carpet pole）：——目前歐洲方面購竹時，對竹材處理技術條件較嚴，而臺灣之竹竿矯正（伸直）及防蟲蛀技術尚未達歐洲方面之要求標準，故尚難打進該地市場，因而該店仍能保持原有市場。

(c) 銷歐美釣魚竿，——是該店最吃香的外銷項目之一。以布袋竹為原料（圖66），處理加工法有二種：①先於竹竿隔節穿孔（為防止烘乾時爆裂）後，捲以 tape，烘成各種條紋，或噴霧人造漆料。②將竹竿予以去油處理後截成數段，再以金屬接連組成釣魚竿（joint fishing pole），此項目銷路日趨擴增，該店具有專利的金屬接具。

(d) 竹簾（bamboo shade）：——為該店過去外銷項目之一，但近年來已無銷路，業經停止加工，原有機器亦已全部撤除。

(e) 內銷方面：——需要大量的房屋牆壁用竹架、養蚵用竹片及晒衣竹竿等。

(f) 外銷竹竿之捆包：——銷美者以麻袋，銷歐者以蓆袋捆包，冀免損傷竹

材。又外銷海運費，美國以容積（space）計算，歐洲以重量（weight）計算。

(g) 工資：工廠內平均工資為 $700 至 $800（日幣），竹材矯正技術工人工資最高，約需 $1,000（日幣）。

八、研習心得及觀感

(1)大分縣之竹林產業飲譽遐邇，其竹林面積亦冠於日本各縣。但實際上在筆者觀察範圍，其竹林之分佈情形極為零星，大致上可謂塊狀分佈，散在樹林地或開墾地之間，每處竹林面積僅為數公頃至數十公頃，絕難找到如臺灣常見之數百公頃至數千公頃之廣大竹林。故與臺灣比較之下，該縣之竹林資源，既有限又分散，在經營利用上頗為不利。

(2)由於過去 20 年間，竹材價格下跌，經營利益不高，大分縣之竹林曾多在掠奪式的粗放經營狀態，其單位面積產量既低，且難生產良質竹材。但最近五年間，大分縣廳推行民有竹林施業改善獎勵計劃，凡實施此項計劃之竹林，生產力業經提高約 3 倍，確有顯著效果。又其直接補助之竹林面積僅 200 餘公頃，對全縣竹林面積而言，為數不多。然因此項改良竹林，對一般竹農具有示範與刺戟作用，隣近竹農多起而效尤，結果一般竹林之經營情形已大見改進，予人留下深刻的印象。

(3)大分縣廳，除由林政課推行上述竹林增產計劃外，由縣屬林業試驗場實施各種竹林試驗（圖 54），以解決栽培經營上之技術問題。另設有竹工藝職業訓練所、產業工藝試驗所（以竹工藝試驗指導為主）、特產觀光館（特產部門以竹工藝品為主）等機構，對竹產業之試驗、示範、宣傳及推廣，不遺餘力。其在發展地方特產能作的努力，令人衷心欽佩。

(4)民間竹產業團體方面，除生產、加工、商業、貿易、各有專業性團體（合作社或公會）外，近更組織大分縣竹產業連合會，藉以加強生產、加工、運銷、各方面之一貫連繫，而期發展全盤竹產業，該會且獨力發行「新 Bamboo 大分」月刊，已達四十餘期。可知其組織甚健全，活動頗積極，成為該地區竹產業發展上不可或缺的一環，殊堪為吾人參考。

今天臺灣不但缺乏竹產業之綜合組織，又無專業性公會，每個業者各自為政，如一片散沙，且缺乏政府之輔導，任其自生自滅，在發展上極為不利。例如竹竿外銷方面，業者間殺價競銷，銷價僅為日本之六成，因而產品

無法改良，亦難樹立國際信譽。又筍干之外銷，原甚吃香，然在惡性競爭下，偷工減料，盡失信用，自毀前途，良堪痛惜。筆者要強調的是，我們必須迅即建立健全的同業團體及產銷綜合組織，再由政府鼎力利導，協調合理的外銷價格或實施聯營外銷，合作開拓國外市場，致力於產品品質之改良，及銷售技術之改善，則臺灣竹材竹筍之外銷，必能扶搖直上，前途實無窮也。

(5)過去日本之竹材及手工藝品獨佔國際市場，大分縣之竹手工業具有數百年歷史，產品精緻優美，銷路遍及國內外，被譽為日本之手工業中心。但近年來由於竹材及工資高昂，手工藝品及外銷竹竿之產量及銷路暫減，故地方政府及民間均在努力克服困難，以期保持地方特產。

臺灣之竹林資源豐富，工資低廉，於發展竹產業上具有優厚條件，我們對此天時地利之便，尚未充分利用耳。

(6)東南亞諸國，如菲律賓、馬來西亞、泰國、印度、印尼、巴基斯旦等，有豐富的竹林資源，然由於缺乏經營經驗及利用技術，從未進出國外市場。惟最近各國政府開始注重竹林資源之開發及利用，逐漸拓展竹產業，例如印度、印尼業經創設以竹材為原料之造紙廠（其中印尼之紙廠係由日本在賠償規定下代為建設者），巴基斯旦已建立人造纖維廠。至於菲律賓之竹材，亦已進入美國，佔據日本之部份外銷市場。故東南亞各國之竹林發展情形，自不可等閒視之。

(7)關於竹手工業方面，菲律賓、馬來西亞、印尼等國，近常派員前往日本研習，現時正有四員在大分縣職業訓練所手工藝科接受長期（10個月）訓練（經費來自日本援外計劃 Colombo Plan 及賠償計劃），臺灣之竹手工業雖略具基礎，尚需改進之處仍屬不少，似宜儘速派員參加此項研習計劃，學習現代化之較高級技術，冀期改進竹材之工藝利用。

第四題　天草島之栲皮樹

一、概　述

栲皮樹（學名：Acacia decurrence var mollissima 或 Acacia mollissima），是豆科 Acacia 屬之常綠濶葉樹，英名 Natal Bark, Wattle Bark, Mimose Bark, 原產澳洲，在南非洲 Natal 及 Kenya 地區栽培甚盛。栲皮樹於 1926 年引進於日本，最初在鹿兒島大學樹木園試植，因其成績頗佳，於 1952 年開始採用為經濟造林樹種。九州七縣中福岡縣是最初着手推廣者，熊本縣次之。

栲皮樹生長極速，在瘦薄林地亦可成林，且有改良林地之效，其用途範圍廣大，不僅樹皮含有豐富單寧，而且木材可為造紙原料、板材、坑木、支柱、薪炭材等用，是短伐期經濟林業之代表性樹種。

熊本縣天草島，於 1951 年開始栲皮樹之現地栽培試驗，1954年開始獎勵推廣，迄今 10 年間造林實績達 1,335 公頃，不惟勝過最初着手推廣之福岡縣，且成為日本最大規模的栲皮樹栽培區。筆者此次得機前往天草島兩天，參觀栲皮樹栽培經營之實情，茲概述於下：

二、天草島之栲皮樹栽培效果

(1)天草島之林業環境：——天草島面積 87,000 公頃，林地約 6 萬公頃，佔總面積之 67%。氣候溫暖（年平均氣溫 17°），雨量不多（年約 1,800mm），地質多屬第三紀層，土壤型為 Er-L（受侵蝕的土壤）即屬地力瘠薄的酸性土壤。該島林地多屬私有，森林所有情形極為零星，即每戶所有面積未達 1 公頃者佔 69 %，20公頃以上者僅 0.8%。在如此不利環境之下，若栽培一般用材樹種則其生長、收穫量、俱達不如其他地區。故該島林業必須窮中求變，即其中心課題，乃在如何發展短期內可收穫之特殊經濟樹種。

栲皮樹之引進栽培成功，為天草林業帶來似錦的前途，事實上經過10年間之推廣，現已有下列初步效果。

(2)增加森林經營收穫之效：

(a) 栽培在有明町山林地之 5 年生栲皮樹，材積收穫量達同地同年的黑松之 30倍。

(b) 栽培在天草島（瘠薄）林地之 5 年生栲皮樹林，材積生長量幾等於熊本縣下平均之 17 年生柳杉林或 19 年生扁柏林或22年生赤松林之生長量。

(3)改良林地之效果：

(a) 在生長情形極差之松林內栽植栲皮樹之結果，松樹生長可急劇轉速。例如樹高僅 75cm 之 17 年生松林，經加植栲皮樹後該松林於 6 年間生長4m。足證栲皮樹對林地土壤改良有著效。

(b) 一般瘠地，地中動物極少，但栽植栲皮樹後土中棲息多數土龍(mole)。此可證明土地變成肥沃，土龍食料增多。

(4)對森林組合經營上之效果：——過去天草島之各町村，森林組合（鄉鎮林業合作社）因缺少經營業務，在經濟上無法自立，組織亦不太穩固。惟自實施栲皮樹委託生產事業以來，業務轉為活潑暢旺，會員亦可藉此有利的處分林產物。

(5)對木材之計劃產銷之效果：——栲皮樹林可行計劃之經營，並視實際需要生產規格化之木材。

(6)暖帶地觀光上之效果：——栲皮樹之花為薄黃色，鮮明綺麗，芬香可聞，而且恰好於 5 月中旬觀光適期開花，故可成為暖帶地天草島之觀光事業之招牌。

(7)廢耕畑地利用上之效果：——天草島因一般產業不發達，年青人多渡海往他處謀生，勞力特別缺乏。例如完成義務教育（初中）後，留在該島之少年僅約10%，島民從事農業者，不過 6 %，由於經農利不及費，到處可見廢耕畑地。利用此種廢地栽培栲皮樹，則僅需投入勞力 1 年，數年後即可獲得相當的收益。

(8)水土保持上之效果：——栲皮樹在瘠地亦可成林，而且可改良土壤，故可綠化荒廢山地，涵養水源，防止災害，是一種理想的保土治山植物。

(9)建設單寧工廠之可能性：——栲皮樹樹皮之單寧（tannin）含有量達30%，每 m^3 木材可採乾皮 100kg，每公頃可生產原皮 10 公噸（伐期 8 年），據估計有 5 千公頃造林地則可在天草島設單寧工廠。

三、栲皮樹之用途

(1)造紙原料：——栲皮樹之用途甚多，目前天草地區係以造紙原料為最主要用途。十條（Jiujio）製紙公司在天草島推行栲皮樹契約造林制度，現已契約面積約 500 公頃，其條件是由公司補助造林費（每株 5 圓日幣），將來收穫之木材則以時價售予公司。據試驗結果，栲皮樹材具有下列性質，頗適為造

紙原料。

(a) 重量：——比重為 570kg/m³，優於 Acacia dealbata (457kg/m³) 及一般濶葉樹（椎、楠等平均 540kg/m³）。

(b) 紙漿化之適性：——無論任何造紙法均可適合，尤以製為牛皮紙漿 (kraft pulp)，蒸解甚易。

(c) 纖維長 0.86mm，稍短於一般濶葉樹。

(2)海苔養殖用支柱：——熊本縣之海苔養殖業甚盛，年約需 60 萬支之支柱，以往是使用樫，但經試用栲皮樹之結果，發現極為適合，耐用年數亦較長。

此項支柱規格為末口徑 4cm，長 4m 以上，每支單價 $ 100—130（日幣）（換材積即每 m³ $ 16,700（日幣）），栲皮樹 4 年生左右即可生產此項支柱。

(3)用材：——栲皮樹材質堅強，色澤木理俱屬上乘，可用為傢具用材及 hard-board 等新建材。

(4)杭木：——栲皮樹材質堅密，適為鑛山用杭木，現已開始使用。

(5)薪炭材：——作為薪材火力頗強，其經製炭者，品質屬濶葉樹木炭內上乘者。

(6)單寧（tannin）原料：——澳洲及南非之栲皮樹，以單寧原料為主要用途，日本每年輸入單寧約 1 萬噸，若要在國內自行生產單寧，需要 26,000 公頃之栲皮樹造林地（以每公頃生產原皮 10 噸，單寧含有量 30 %，伐期 8 年計算），又單寧工業之企業化，至少需原皮 1,500 噸，天草島可能於數年後達此目標。

(7)瘠惡林地改良用樹種：——栲皮樹係豆科植物，與根粒菌共生，是一種肥料木，可使土壤肥沃，並促進隣近林木之生長。

(8)其他：——栲皮樹適為庭園木、行道樹、公園木、速成庇陰樹、鳥類保護林、養蜂場（5—6 月開花）等。

四、栲皮樹栽培要點：——因臺灣尚缺栽培栲皮樹之經驗，茲特將天草島之栽培技術扼要介紹於下。

(1)生育適地：——最低氣溫不低於零下 5 度，年雨量不少於 500mm，日照時間較長之處為宜。對土壤適應範圍頗廣，惟重粘土、土壤水分過多及風衝地均不宜栽培。

(2)採種：——栲皮樹於 5 月開花，其莢果於翌年 6 月成熟，宜於未開果前採集

莢果，乾燥後可叩果採集種子。每公升種子約有 6 萬粒，重約 800gm，時價 $ 3,000（日幣），可育成苗木 2 萬至 2 萬 5 千株。

(3)播種：——苗圃宜設在溫暖、風小、排水良好之處。苗圃地應先施用基肥（每 m^2 尿素 40gm，溶性磷肥 120gm，硫酸鉀 120gm）。土質過粘之地，應混些砂及腐殖土，又床土宜以 Uspulun（烏斯普龍）千倍液消毒，以防病害。

種子表皮有臘質（同相思樹），播種之前應以熱湯處理，以促進發芽。每 m^2 播種量 0.05li, 覆土 1cm 厚，並應予覆蓋。

(4)播種後之管理：——播種後 10-20 天可開始發芽，俟發芽即將完成時除去覆蓋，並架蓋 1 公尺高之陰棚。自播種後至換床之間，應以六斗式波爾多液消毒 2 次。如有發育不良之現象，則應予尿素之葉面撒佈。陰棚應於播種約 50 天後御除之。

(5)換床及根瘤菌之接種：——播種後 60 天左右，稚苗具有本葉 5 枚時，擇小雨或陰天無風之日，掘起幼苗浸漬於根瘤菌液（將試驗管 2 支之菌混入 10 公升水中者），然後種植於換床苗床，間隔為行間 30cm、苗間 10cm。

(6)生長抑制：——栲皮樹苗生長極速，其徒長苗木常壓蔭接小苗，故徒長苗宜於 30cm 高處，剪斷其莖部。又夏天以後苗枝伸長繁茂，宜予剪枝數次，以調整苗木尺寸及形狀。又本種苗木之主根甚長，側根頗少，宜於剪定莖部時，以切根鍬切斷主根，冀促鬚根發達（圖 67）。

(7)掘苗出栽：——播種之翌年 3 月中旬，可掘苗出栽。掘苗時宜注意不傷及鬚根。根際直徑不達 7mm 或根系不發達者，不宜出栽。掘苗後再將地上部剪為 30cm 長。苗木之捆包以 50 株為 1 束，以 20 束為 1 包。運到林地之苗木，宜即解開，浸漬流水 24 小時後予以假植。總之，栲皮樹苗木較為柔弱，應特別細心處理之。

(8)栽植：——以 3 月間為造林適期，每公頃栽植株數 4 千株左右。植穴至少直徑 40 cm，深 30 cm，愈大愈好。植穴應於 1 月間先行掘妥，並每穴埋入切藁 0.2kg，作為基肥。栽植完成後，宜自地上 10cm 處剪斷苗木幹部。

(9)施肥：——栽培於瘠地之栲皮樹，至 3—4 年生則易發生肥料欠乏老化現象，致直徑及樹高生長轉緩。故必須施用基肥外，自 3 年生至伐期之間，應施用追肥 2—3 次。每次每株施肥量以硫安 20gm、過燐酸鈣 80mg、硫酸鉀

10gm 為準。施肥法於5月中旬，在苗木周圍 30cm 之處掘構（深10cm）埋入之。施肥可增加材積生長 40～50%，每次施肥有效期間約2年半。

五、栲皮樹生長之一斑（圖68、圖69）

據熊本縣林業研究指導所及熊本縣天草事務所林務課調查結果如下：

造林地點	面積	樹齡	每ha株數	每ha材積	備註
苓北町坡瀨川	600m²	5年	3,050株	161m³	平均直徑 8.1cm 平均樹高 13.4m
苓北町坡瀨川	1,700	6	2,171	139	平均直徑 9.5cm 平均樹高 12.9m
天野町下田	1,100	9	2,345	151	平均直徑 10.5cm 平均樹高 10.8m
五和町平野	606	7	2,937	217	平均直徑 10.6cm 平均樹高 10.6m
天野町下田	20,000	5	3,200	118	風衝地
本渡市佐伊津町	10,000	3	4,300	67	瘠惡林地改良事業地
本渡市龜場町	10,000	2	3,500	12	瘠惡林地改良事業地

六、栲皮樹栽培上之問題及其對策

(1)病蟲害：——本種造林木尚未發現嚴重的病蟲害，但苗木之病害有線蟲、立枯病、炭疽病等，故苗圃不宜連作，播種之前並應實施土壤消毒，以預防之。

(2)林木生長不整齊：——栲皮樹林木個體差較大，即生長優劣懸殊，致單位面積蓄積量未盡相同。故宜以施肥方法調整單木生長，並以選拔育種方法改良品種，若施肥、育種得法，則單位面積生長量可能提高至現時之1倍以上。

(3)栽培費用較多：——栲皮樹必須以栽培之觀念予以集約經營，始能達到「伐期短、收穫多」之目的，故其投資費用較一般樹種之造林為多。惟更新之時，可採用如下各法以減低成本。

(a) 燒地更新：——引火燒砍伐跡地有促進發芽之效，即每年掉落在林地之種子能全面發芽，再予間拔撫育，即可更新成林。

(b) 天然更新：——林木年齡8年以上者；掉落在林內之種子每遇降雨則常自然發芽，可撫育此等稚樹，使成林更新。

(c) 萌芽更新：——採用短伐期更新（伐期3～4年）時，可留一枝下枝，平滑切斷上部，則易於萌芽更新。

七、研習心得及觀感：

(1)天草是九州熊本縣之一離島，山多田少，地質瘠薄，產業落後，災害頻仍，為該島之先天命運。故為發展產業，安定民生，必先綠化山地，是島政之重要課題。惟以往種植柳杉、扁柏、松樹等成績均不佳，林業仍一籌莫展。

迨至 13 年前引進試植栲皮樹，發現該樹不但可在瘠地生育良好，而且經濟價值甚高，故自 1954 年迄今十年間，已推廣 1 千 3 百餘公頃，成為日本最大規模的栲皮樹栽培地區，引起各界之重視，且為天草島林業帶來無限福音，宛如救世主之來臨。

(2)日本林學林業界，向來對外來樹種之推廣，極為慎重保守，尤以中南部國有林造林樹種，數百年來僅限於柳杉、扁柏、松樹等三數種，其經營方法亦宛如規格化，各地一致，百年如一日，極為單調。至於民有林之經營變化較多，各地有其特徵，但仍甚少採用外來樹種之大規模栽培。由此觀之，天草之栲皮樹似屬唯一例外。熊本縣廳於 1964 年 12 月初，在天草島舉行「栲皮樹祭典」 (Mollissima Matsuri) 三天，以紀念該樹大規模栽培成功，並大事宣傳準備擴大推廣，在日本可謂珍奇的創舉。

(3)日本政府對民有林造林之獎勵，是採用補助金制度，即對一般林地補助造林費之全額（包括苗木費）之 40%，對瘠惡林地造林則補助 60%（有瘠惡林地改良事業之特別規定）。天草島之林地多屬瘠惡林地，故栲皮樹之栽培乃引用後者，予以全部造林費用 60 %之補助。此項補助金係透過熊本縣廳所屬天草事務所林務課頒發之。此外與製紙公司契約造林者（即願將收穫木材供為造紙原料者）可得每株 $5 （日幣）之公司補助費。故從事栲皮樹栽培者，所獲獎勵補助不可謂不優厚。

(4)栲皮樹之特徵為生長極速，伐期短（4～8年），樹形端直，木材、樹皮俱可利用，可在瘠地乾地生育，並有改良土壤之效。事實上在立地條件不佳，柳杉、松樹生育不良之天草島，栲皮樹仍能生育良好，其栽培十九均獲成功，予筆者之印象頗深。又筆者曾於 1962 年 4 月旅行琉球時，目睹栲皮樹試驗林，在沖繩島北部地瘠風大之環境下，成績仍優於琉球松及其他任何樹種。故栲皮樹實堪為吾人重視。

(5)栲皮樹若與臺灣相思樹比較，是同為 Acacia 屬；可在瘠地生育並可改良土壤。然栲皮樹樹形通直，生長更速，以相思樹一半之伐期可得同量以上之收穫。相思樹為臺灣低山地區之最主要造林樹種，但近年來由於用途減少，材

價跌落，一般對其興趣已大不如往年，過去之相思樹美林已漸變成墾地，令人惋惜。若能以伐期更短，收益更高之栲皮樹代替部份相思林，或可挽回臺灣低山地帶林業衰微之厄運。又筆者認為臺灣近年盛行之急坡地開墾，於不久將來勢必導致土地之瘠惡化，終將無法再事生產換金作物，屆時為合理利用廢耕墾地，並為改良林地，防止災害，廻濟價值較高之肥料木如栲皮樹者必大有用處。

(6)栲皮樹曾於日據時期引進臺灣試植，惜未進入推廣階段耳。該樹生長既速，壽命亦短，通常未予特別肥培管理者，10年生以上即會老化枯死。故昔日試驗林現似已絶跡。

光復後亦曾進口少量種子試行栽培，然因大都既未澈底明瞭其栽培上之特性，又缺乏經驗，致迄今仍未獲成功。蓋栲皮樹苗生育過速，甚為柔弱，其育苗栽培均需特別的處理，及合理的肥培管理，始能成林。此乃筆者特別絀文詳細介紹天草島之栽培技術之所以然也。

第五題　京都地區林業觀摩紀要

筆者此次在京都滯留 16 天，其間以京都大學演習林本部為研習據點，並由上田弘一郎名譽教授、橋本英二講師兩位引導參觀附近一帶之林業。關於筆者在該地參觀研習紀錄，除「京都地區之竹產業」及「京都大學上賀茂試驗地及竹類研究」兩項，另以專題(第六題及第七題)報告外，茲將其餘主要事項闡述於下：

一、北山林業（圖74）

京都市西北端之北山地區，經營林業之歷史已逾千年，以其集約經營及生產柳杉磨丸太 (Migakimaruta, 即手磨柱材：所謂銘木之一種) 聞名全國，故有北山林業之名。該林業地包括京都市北區之中川、小野鄉、鷹峯等地區，及京都市右京區之梅畑地區，林地全屬私有。由京都市鬧區乘汽車 40—50 分鐘，可直達北山林業之中心地中川，交通堪稱方便。

(1)北山林業之特徵

(a) 樹種全部為柳杉，對品種之選擇極為嚴格。

(b) 作業法有皆伐作業及臺杉 (Daisugi) 作業兩種。所謂臺杉作業，係使柳杉根株立條更新，而行擇伐之特殊作業法。

(c) 對於林木撫育及原木加工，具有特別技術。

(d) 經營方式極集約，單位面積之經營收益頗大。

(2)北山林業地之自然條件：——地質屬秩父古生層，以硬砂岩、角岩、珪岩、粘板岩等為基岩。土性為礫質壤土，土壤型為 BB 及 BC，稍嫌瘠薄，坡土亦頗大 (20—35°)。

氣候條件，年平均氣溫 14.7°C，最高（8月）27.4°C，最低（1月）2.5°C，年雨量約 1,630mm，積雪量不多，甚少超過 20cm。

一般而言，北山地區之森林立地環境，似非栽培柳杉理想之地，惟該地歷代住民，仍始終依靠柳杉生產而生活，蓋品種之選擇、集約經營、原木加工等技術之研究發達，終能克服不利的自然條件也。

(3)北山柳杉之品種：——大致上可分為シロスギ (Shirosugi) 系統及シバハラ (Shibahara) 系統。前者形成圓形樹冠，材質緻密，立條性及耐陰性強，但生長緩慢，需肥沃之地。後者成圓錐狀樹冠，材質較差，但生長迅速，立條性強，造林容易，為其特性。

(4)作業法：——有臺杉 (Daisugi) 作業與皆伐作業兩種。臺杉作業之方法，係對5—6年生柳杉予以強度打枝，僅留梢頭部枝條及最下部之枝條5—6枝，迨至伐期時將主幹，在下枝上部處鋸斷，下部枝條可成為立條，狀如萠芽更新者，此項立條經細心整理、撫育，若干年後以擇伐方式生產小徑木材。此項小徑木多利用為垂木 (Taruki) ，即日本房屋屋頂之架柱材。筆者曾目睹2百餘年生之柳杉古老根株，具有立條80餘支，實屬當世樹木之一奇觀。

至於皆伐作業，係以生產中徑柱材（用為床柱、桁、面皮柱等）為目的，與一般皆伐作業法相同，惟栽植株數多（每公頃 6,000 株），反覆施行強度打枝等，為其該地作業之特徵。

(5)北山林業之造林經營要點：

(a) 栽植株數：——臺杉作業 4,000-5,000 株，皆伐作業 6,000 株左右，三角形栽植，栽植後架設支柱。

(b) 打枝：——打枝為此地林業之最重要作業，目的在育成無節端直真圓之最佳柱材。打枝之要領，係將枝條於接幹處截切，絶不留枝痕，又打枝之程度較一般為強，即不留存粗大枝條(力枝)，使較小枝條平均發展。

(c) 伐期：——臺杉作業以生產長度3m、末口徑3cm之垂木（小柱材）為目標，故擇伐樹齡為 15—25 年，砍伐時期7月下旬至8月中旬。至於皆伐作業以生產長度3m、末口徑 12cm 之磨丸太（中徑柱材）為目標，通常伐期為 30—60 年，砍伐時期在8月中旬至9月下旬。

(d) 生產柱材所需工數（皆伐作業，每公頃 6,000 株，伐期 45 年者）

整地	80 工	打枝	295 工
栽植	63 工	間伐	10 工
支柱架設工	24 工	枝條整修	25 工
扶起幼林	25 工	砍伐	50 工
刈草	450 工		

由此項工數，可知北山林業之造林經營極為集約，一切投資幾達一般造林事業之3倍，尤以打枝為其最重視之作業。惟一方面其伐期較短，而且所生產之磨丸太、垂木均屬貴重之柱材，為日本高級建築不可或缺者；單價甚高，故營林收益仍頗優厚。

二、工藝柱材之栽培及加工

(1)何為工藝柱材：——京都北山地區及奈良東吉野地區有「シボ丸太(Shibom-aruta)」之生產。所謂之シボ丸太，乃於柳杉柱材表面形成凸凹之條紋，是富有工藝價值之銘木，用為日本房屋客廳及主要房間之床柱，極為珍重昂貴。此項工藝的條紋有自然產生者，但數量稀少，現多以人工栽培法生產之。此與京都地區盛行人工栽培之四方竹、胡麻竹、斑竹等工藝竹材，意義相等，惟工藝柱材較工藝竹材，栽培之法更為煩雜，林價亦更為昂貴（圖73）。

(2)栽培處理法：——在經密植及強度打枝之 20—25 年生柳杉林內，選擇樹形端直完滿，長度 3 m，末口徑 10cm 以上之林木，在林木表皮排置杜鵑樹枝或竹片（每株立木約需 600 支），並以鐵線緊縛之。實施時期以 11—4 月間，樹皮不易剝落之時為宜。經 1—2 年後解脫鐵線，取除杜鵑樹枝(或竹片)，立木表面已形成凸凹條紋（圖 75)。為使該項條紋接近自然形狀，需再經 1—2 年後始行砍伐。砍伐時期以 9—10 月樹皮易剝脫之時為宜，砍伐後即行剝皮，然後運至磨材作業場。此項磨材作業場設有流水水溝，水溝內備有細砂，使用細砂與水，以手反覆磨柱材，令柱材表面均勻光亮，即為成品（圖 76）。又上述排縛林木之杜鵑樹枝（或竹材），宜先行防腐處理，冀便反覆使用 2—3 次。

(3)價值及銷路：——普通柳杉柱材每支單價約 $2,000（日幣），經上述栽培處理之特殊工藝柱材每支銷價達 $1—2 萬（日幣），其特別成功者，價值更不止此數。

又以市場上之需要而言，近年來一般木材、柱材之銷路漸減，獨此種具有特殊工藝價值之所謂銘木之銷路，仍能維持不減。蓋一般生活程度愈高，對藝術欣賞之風愈盛，而此項特殊柱材具有自然形成之高尚藝術風格，非任何化學製品可代替者也。

三、關西林業試驗支場

京都市伏見區桃山町之林業試驗場關西支場，係農林省林業試驗場（總場設在東京目黑）所屬支場之一，以關西地區 2 府 12 縣為其試驗服務範圍。茲就筆者見聞範圍，介紹其施設及主要試驗工作，以資瞭解日本國立林業試驗場分支機構之一斑。

(1)機構及設備：——該支場設在京都市，場長之下設庶務課、調查室（企劃及推廣單位）及經營、造林、保護、土壤四研究室，職員共計33人。該支場以地域性林業問題之探究與指導為主要任務。至於木材利用及林產化學係在東

京總場作全國整體性之綜合研究，故各地區之木材問題可送請總場研究試驗，在各支場不另設其研究室。

該支場佔地 12 公頃，除研究室、辦公室外，設有標本館、樹木園、殺菌培養室、昆蟲飼育室、溫室、松屬及 Acacia 育種用母樹園、試驗苗圃、實驗林、竹類試驗林等。

又在支場之下，設岡山分場及玉野試驗地，職員共計 13 人，前者位於岡山縣祇園，試驗林面積 108 公頃，以水源涵養及荒廢地綠化試驗為主要業務，後者設於岡山縣宇野町，面積 30 公頃，以乾燥地區荒廢地之治山工法試驗為主要工作。

(2)森林經營方面之主要試驗：——研究員 4 人

(a) 林分生長及作業法之研究：——於國有林之天然或人工林內，設柳杉、赤松、扁柏等之收穫試驗地 20 餘處，並實施定期調查。

(b) 民有林經營實情之調查分析。

(c) 關於竹林作業之試驗：——在該支場孟宗竹林內設立竹密度試驗區，經 4 年間 (1959—1962) 調查結果如下：

調查項目＼每公頃立竹數(支)	2,000	4,000	6,000	8,000
發筍數（支）	39	40	58	48
成竹數（支）	18	18	27	21
直徑 (cm)	7.7—8.7	8.1—9.4	7.7—10.0	8.6—9.5
竹材束數（束）	7.0	9.9	16.8	11.0

由此得初步結論：生產竹材之孟宗竹林，每公頃立竹數以 6,000 支為宜。

又同地設施肥試驗區，經 4 年間(1959—1962)調查觀察結果如下：

每公頃施肥量	N35kg, P25kg, K 25 kg	N70kg, P50kg, K 50 kg	N105kg, P75kg, K 75 kg
調查項目			
發筍數（支）	66	94	95
成竹數（支）	22	40	38
直徑 (cm)	9.7—10.5	9.2—9.7	9.4—10.4
竹林束數	17.2	27.3	28.6

由此得初步結論：生產竹材之孟宗竹材，每公頃每年施肥量，以

N70kg, P50kg, K50kg 為宜。但該肥料係分3次施用（2—3月，7月，8月），施肥法係以人工撒布於林內地表。

(3)造林方面主要試驗——研究員6人。

(a) 育種：——松屬、柳杉及濶葉樹之育種問題。

(b) 瘦薄林地之育林法：——關於樹種之選定（包括水栽培之適性比較試驗），造林方法及初期綠化樹種之生育衰退防止之研究。

(c) 外來樹種之引進：——關於引進樹種之適應性、短期育林及更新法之試驗。該地外來樹種中成績最佳者，為由歐洲引進之 Acacia decurrens var dealbata, 其成績與九州天草之 Acacia mollissima 不相上下，又其6年生砍伐者極易由根株側根萌芽更新，該場現正實施該樹種之變異與遺傳性檢定試驗及萌芽力比較試驗。另由澳洲引進之 Acacia melanoxylon 生長迅速端直，亦為有望之外來樹種之一。

(d) 插條繁殖試驗：——關於插條發根能力及其促進、插條之枯損及其防止、發根困難樹種之扦插試驗等。

(4)保護方面主要試驗——研究員6人

(a) 苗圃之病蟲害。

(b) 森林之病蟲害及其防治：——該地區之松樹蟲害，以穿孔蟲、松毛蟲、為主，柳杉病蟲害有赤枯病、黑粒葉枯病、スギノハダニ (Paratetranychus hondoensis)、クリタマバチ (Dryoeosmus kuriphilus：喰害芽梢者，此害蟲之發生與柳杉品種，關係至大）。

(5)土壤方面主要試驗——研究員3人

(a) 荒廢林地之土壤改良問題。

(b) 林地肥培之研究。

(c) 苗圃土壤調查及施肥問題。

(d) 竹類之適地問題（與京都大学合作研究）

①各竹種之適合土壤型

苦竹——BD 型、BE 型（與柳杉略同）

孟宗竹——BE 型（弱濕性褐色森林土）

P.nigra（ハチク）——BC 型（弱乾性褐色森林土）

②PH 值以4至6之範圍為宜。

③土性以壤土（竹材及竹筍）及礫土（竹材林）之透氣、透水性良好者為宜。

④BA 及 BB 型土壤（乾性森林土），G 型土壤（地下水位高者），鹹性土壤（PH7 以上）及重粘土，均不適宜竹林生育。

四、京都府立植物園

(1)建設經過：——京都府立植物園，位於京都市北部景勝之地，東邊以雪峰比叡山，北邊以北山連峰為背景，西邊臨加茂川清流，環境文雅清靜，景色如繪。該園創設於 1923 年，面積 24 公頃，植物種類達 5 千種，是日本之代表性植物園。

1946 年日本戰敗後，該園為聯軍所接收，用為美軍軍眷宿舍區，其間植物園之機能停止 12 年之久，多數貴重植物慘遭搗毀，植物種類遂減至 2 百種。迨至 1958 年聯軍之接收解除，將該園園地歸還京都府廳。該府廳即邀請大學教授、日本植物園協會之專家、藝術家、民意代表等共同籌備復興計劃，並運用駐留軍撥發之補償金 1 億 5 千萬日幣，致力於復建工作，於 1961年 4 月完工，以新植物園之姿態再度公開於一般市民。經復建之植物園一切設備更近代化，現有植物 5 千餘種，亦較前更為齊全。

(2)植物園內主要植物及設備

(a) 溫室羣 (Green houses)：——以半球型大溫室（周圍 100 公尺，面積 2,000 平方公尺，高達 15 公尺）為中心，配以 6 個中、小型溫室，是規模宏大，堂皇雄偉的溫室羣。內容包括蘭室、水性植物室（熱帶水蓮等）、特用植物室（香蕉、木瓜等）、仙人掌室等，計有 2,500 種珍貴熱帶植物（圖88）。

(b) 玫瑰園 (Roses)：——有 350 種，5,000 株玫瑰，於春秋季開花競艷，供人欣賞。

(c) 菖蒲池 (Irispond)：——為 300 種，3,000 株之花菖蒲園。

(d) 櫻花園 (Cherries)：——有 200 種，1,000 株之櫻花樹。

(e) 芍藥園 (Paeonies)：——有 350 種，3,000 株，開花盛期為 5 月。

(f) 藥草 (Medical plants) ——是 300 種的藥用植物園。

(g) 竹科植物 (Bamboos)：——100 種竹類分別栽培於水泥圍栱（土中深度 1m）內，是日本的代表性竹類標本區，臺灣之桂竹在此生長極差。

(h) 杜鵑園 (Azerrias)：——計有 250 種，10,000 株，於 4—6 月間陸

續開花。

(i) 針葉樹園 (Coniferous trees) ：——計有 74 種針葉樹。

(j) 大花壇 (Main flower garden) ：——由正門至溫室之間（距離 150公尺）全面鋪設為大花壇，有各種菊花、鬱金香、 Salvia 等等花林，於不同季節開花，其間佈置有大噴水池。

(k) 樟樹行道樹 (Rows of Camphor trees) ：——有 50 年生樟樹行道樹，延長 200 公尺。

(l) 天然森林：——植物園內留存天然森林，面積約 1 公頃，並以池塘圍之。極為安靜，適宜休息沉思。

(m) 沈床花壇：——花壇中央佈設有噴水，圍以巨大龍柏樹，是典型的洋式庭園之設計。

(n) 其他：——設有植物園會館、游泳池、休憩所、作業室、高壓變電室、堆肥舍、停車場等。

(3)管理經營

(a) 該植物園之管理經營，於京都府廳下專設一機構，稱為「京都府立植物園」，在植物園內「植物園會館」辦公，置園長 1 人（現任園長麓次郎氏係京都大學畢業生，曾往歐、美、亞洲 20 餘國觀摩植物園業務）及技術、總務二課，計職員 14 人，勞務人員 22 人。另為協助植物園之發展，設「京都府立植物園協會」，為該植物園之咨問及協助組織，由府廳有關單位及植物園主管任理監事。

(b) 該園之經營經費，原則上以入園參觀費充之。因此項參觀費收入頗為可觀，該園得以充分整理、維持清潔，並得以不斷添設各種設施。又因入園需買票及限制開放時間等關係，植物園不致公園化，管理上殊多方便。

入園參觀費：——成人日幣50圓，中小學生日幣20圓，但團體優待（30人以上）為成人日幣40圓，學生日幣10圓。

溫室參觀費（除進入植物園需買票外，要進入溫室則需另行買票）：——成人日幣50圓，學生日幣25圓，團體另有優待辦法。

開園時間——上午 9 時至下午 4 時，其餘時間不開放。

關閉：——除12月28日至 1 月 4 日間為每年關閉期間外，其餘通年

不關閉。

(c) 植物展覽：——該植物園為提高參觀者之興趣，推廣自然教育計，於各種植物花期內，定期舉行展覽，通常每年舉行展覽者如下：

3月——洋蘭展覽。

4月——茶花（椿）、櫻花、水仙、鬱金香。

5月——山草、玫瑰。

7月——牽牛花。

8月——夏假寫生大會，羊齒植物展覽。

9月——植物採集品展覽，中秋觀月會。

11月——菊花展覽。

據謂於各種展覽會期間，入園參觀者常達數萬人（最高紀錄超過10萬人），異常熱鬧。

五、京都臺檜市況之一端

12月15日，上田弘一郎博士引導筆者參觀京都竹材市場之便，曾順道往訪經售臺灣檜木之木材廠商二家，藉以探詢臺檜在日本市況之一端，並瞭解經銷者之意見。

(1)京都銘木會社：——該公司為臺檜在關西地區最大經銷廠商之一，即由東京之萬光產業公司購入臺檜原木，依照顧客之訂貨製材販賣，據稱該公司銷售之臺檜數量佔萬光公司在關西地區總銷量之半數，銷路普及日本全國。

關於臺檜經銷上之問題，該公司高橋俊太郎社長表示希望兩項如下：

(a) 長材問題：——臺灣從前輸運之臺檜，6公尺至10公尺之長材約佔總量之40%，因其單價、運費均高，曾要求稍為減少，結果最近1年多來該項長材全部停運，此項措施似乎太極端，實際上目前日本市場上，該項長材仍有相當需要，該公司每遇長材之訂貨，則無法應付，致坐失良機，由臺檜銷路之前途而言，殊為可惜。而且臺灣方面輸出長材可增收邊增單價，應無全部停運之理，該公司盼望臺灣迅即輸運1—2等8—9公尺之長材臺檜，數量最好為總原木量之約15%。總之，臺檜長材之輸運對買賣双方（臺灣與日本經售商）均為有利，但數量不宜過多亦不可全停。

(b) 下級材問題：——臺檜4等材，單價雖廉，鋸開時常常斷折無法製材，銷路亦極有限，該公司現以每石日幣3,800—4,000圓之廉價虧本出售，

仍難銷出。此為目前困難之一。

(2)島津銘木會社：——該公司販賣日本國內外各種木材及竹材，臺檜及紅檜買賣是其一部份業務。該公司島津社長告稱臺檜販賣情形如下：

(a) 臺檜及紅檜係以原木購進，一部份製為薄板（veneer）販賣，即以銘木之觀念，重視處理之。

(b) 大部份檜木乃以原木購進，並以原木販賣。

(c) 臺檜 1—2 級品頗易銷售，然下級材則不易銷出，縱使單價提高，仍望臺灣多輸運上級材。

(d) 依該公司之經驗，臺檜之各級等材混入率約為 1 級 7 %，2 級20%，3 級 63 %，4 級 10%，平均銷價每石日幣 7,000 圓。此項混入率似乎愈來愈差，即最近上級材遞減，下級材增多。

(e) 臺檜若與美國進口材比較；①臺檜等級間之價格相差較小，亦即下級材單價太貴。②美國木材，1 等材每石值達日幣12,000 圓，價格宛如頗高，然事實上美材一律以全材末口徑計算，臺檜則以每公尺末口計算，故臺檜之材積計算法比較精明。③該公司之臺檜經銷絕對量較少，因而必須提高販賣利潤。

六、研習心得及觀感

(1)京都市北山一帶之民有柳杉林業，總面積不超過 1.000 公頃，惟由於營林歷史已逾千年，實施特殊的臺杉作業，生產磨丸太、垂木等高級柱材，故以「北山林業」之名，列為日本著名林業地之一。由經營上而言，北山林業之造林投資約達一般柳杉造林之 3 倍，尤以集約之打枝及根株立條更新作業，需要特殊之熟練技術，費工亦多。然一方面伐期較短，甚至反覆施行利用間伐，所生產柱材備受珍視，單價亦遠較一般柳杉為高，結果營林收益仍甚優厚，足證集約之林業仍屬有利可圖之企業也。

(2)京都是日本古都，現仍存有日本之古來文化及傳統的藝術，因而京都地區之林業及林產物乃反映有此項傳統。例如四方竹、胡麻竹、斑竹等工藝竹材之栽培生產，是京都獨得之產業，又本文所報導京都、奈良之柳杉工藝柱材(Shibo maruta)實與工藝竹材有異曲同工之妙，是其他地域難以追隨者，可能在世界上僅有京都一地存有此種銘竹、銘木之生產技術。

(3)關西林業試驗支場，雖是國立試驗機構，仍以地域性林業問題之研究與指導

為主要任務，如瀨戶內海沿岸荒廢林地之綠化及治山工法、赤松林之改良增產、短期林業之育種及育林試驗、竹林之研究等，均為該場之中心課題，由此可知日本國立林業試驗分支機構工作之一般。

(4)關西林試支場之竹林試驗，係與京都大學配合進行，亦即京都地區竹類綜合研究之一環，其中孟宗竹林立竹密度及施肥試驗以及各種竹類之適地調查已獲初步結果，可為吾人借鏡。又引進樹種中Acacia deccurrens var. dealbata 及 Acacia melanoxylon 成績頗佳，是有望的短伐期樹種。又該支場在營林局轄內國有林設半永久性之林分生長及收穫試驗地 20 多處，似此林政機構與試驗場之密切合作，是值得讚許的良好制度。

(5)京都府立植物園是由地方政府（京都府廳是縣級的政府）經營的植物園，1958年聯軍歸還園地後，於短短3年間完成全部復建工作，植物種類達5千餘種，具有近代化設備，時常舉辦植物展覽會，管理、經營均屬上乘，可謂達國際標準之植物園。以具有悠久歷史之省立臺北植物園，若與之比較，實相差太多，望塵莫及。

(6)臺北植物園日夜免費開放，在人口上百萬，然公園綠地稀少之臺北市，早已公園化，其管理之困難實不難想像。又植物園之一切經營建設計劃一籌莫展，經費之困難自是其主因。如能將植物園視同動物園，限制開放時間，收取入園費，開闢財源，以此銳意經營，積極建設，相信不難於短期內改觀。

(7)筆者在京都市曾順道訪問臺檜經售商二家，旨在瞭解臺檜在該地市況之一般情形。當時他們提出若干意見與希望，據聞多已反映我政府者，我有關木材外銷單位，似應站在賣方之立場，虛心予以參考研究，如非有特殊困難，宜儘速改善，藉以拓展國外市場。蓋目前日本之木材市場，進口材約佔 40 %，外材來自美、俄、及東南亞各國，競爭非常激烈，吾人必須與日本有關經銷商密切連繫合作，始能維護既開市場，並進一步拓展新市場也。

第六題　京都之竹產業

一、竹筍之集約栽培（圖56）

京都府之竹林面積有2千餘公頃，其中約850公頃係竹筍生產林，京都地區之孟宗竹筍品質最優，其栽培方法亦極為集約，可為竹林經營之典範。

京都之孟宗竹筍栽培地，多在郊外坡度5度以下之緩坡畑地，土壤深厚，交通甚方便，其經營方法扼要如下：

(1)筍林之母竹：較生產竹材者稀疎，一般竹材生產林每公頃母竹 6,000 株左右，竹筍生產林則約為其半。

(2)施用多量之人糞尿及化肥：——竹筍生產林均在路旁設肥坑多處，以貯備人糞尿，隨時就地應用，此外每年於林內地表撒佈化學肥料數次（每公頃每年至少 N35kg, P25kg, K25kg, 分為3次施用）。

(3)敷草及覆土：——每年11月至12月間，在地表全面敷置稻草，厚約10公分，上面再覆土5～10公分，冀期促進地下莖之發展，藉以生產多量良質竹筍。此項作業與臺灣麻竹筍林之蓋草覆土意義略同，其不同之處，在於麻竹林僅實施於竹叢周圍，而孟宗竹林則實施於全面，此項作業法之不同係因連軸型（sympodial type；麻竹屬之）與單軸型（monopodial type；孟宗竹屬之）竹類，地下莖及根系分佈情形各有不同所致也。

(4)竹林更新：——上項蓋草、覆土之結果，竹林地難免逐年填高，一方面為實施覆土作業需要有相當之土壤來源，故每年在林內擇地高、地下莖老之一部份林地，予以皆伐立竹，掘除地下莖，並將土壤用以全林覆土之用。此項更新之地點原高於一般林地約4—5尺，經更新挖土後即可拉平。每年更新之面積約為全竹林之$\frac{1}{30}$～$\frac{1}{50}$。換言之，同一地點，每隔 30～50 年即更新一次。

上述孟宗竹筍林之集約經營，每公頃每年產筍量可達 12,000 公斤，品種非常優良，是京都數百年來之傳統作業法，惟近年來似已略起變化，即因城市人口膨脹，建築區向郊外擴張，交通方便之郊區筍林面積逐漸減少，一方面由於勞力資源（尤以青年），被城市及工廠吸收，農村勞力減少，工資高漲，結果極集約之經營方法，在勞力缺乏及成本增高之雙重壓力下，難免發生困難，尤以掘土、運土、覆土作業需要勞工最多，若干筍農雖在試行機械化作業，惟迄未有經濟具體之方法云。

二、竹筍促成栽培試驗（圖55）

臺灣之孟宗竹筍，有冬筍、春筍之別，整個筍期在12月下筍至4月之間，京都之孟宗竹則筍期暫短，約在3—4月間。至於12月下筍至2月間（冬季），則因氣候寒冷，地溫過低，無法發筍。

一方面日本各地之蔬菜園藝，在二次大戰後有劃時代之進步，其最重要者為冬季蔬菜之促成栽培，即在蔬菜畑上蓋起以竹材為骨架的塑膠布溫室(vinyl house)，藉以提高氣溫，提早收穫並提高售質。於是京都近郊之熱心筍農，最近正在竹類研究權威上田弘一郎博士及農試場園藝專家之指導下，試行竹筍之促進栽培。

其法乃於12月上旬，在孟宗竹林地上蓋15坪廣、5公尺高之大型vinyl house（以竹材為骨架，再蓋以塑膠布），並在地下20公分處通以電流，地面蓋以塑膠布。以圖提高地溫，促進發筍。

筆者於12月21日前往參觀時 vinyl house 室內之氣溫，較外溫高達2度，室內之竹葉已開始同化作用（據稱是通常5月間之現象），但尚未見發筍之效。據曾在京都大學上賀茂試驗地實施類似試驗之上田博士及橋本英二講師稱：竹筍因係發生自地下莖，為促進其發筍必須提高地溫，故與以提高地上氣溫即可促成收穫之一般蔬菜，迥然不同，困難亦多，據曾試驗之結果，第一年僅見地下莖異常發達，並有向地面附近伸長之趨勢，至於促進發筍，將於第2年或第3年始能見效云。因而此法在技術上縱有成功之可能，若加算設備、電力等成本，則在企業上是否合算，尚有商榷之餘地。

三、特殊工藝竹材（銘竹）之栽培（圖60）

京都地區之孟宗竹林大約可分為二種，一為竹筍生產林（如上述），二為竹材生產林，是也。竹材生產林又有生產一般竹材及生產特殊工藝竹材兩種。所謂特殊工藝竹材，又稱銘竹，係指四方竹、斑竹、胡麻竹等具有特殊工藝價值之竹材，此等竹材原有自然者，係產自特別的竹種：

Tetragonocalamus quadriangularis	四角竹、方竹
Phyllostachys nigra var. henonis f. boryana	丹羽斑竹
P. reticular var. tanekae	向日斑竹
P. nigra f. nigra-punctata	胡麻竹

然此等自然產生銘竹之竹種，或因數量稀少，或因不易栽培，或因竹桿細

小，在企業的栽培及利用上，殊難發展。

於是京都地區之竹農盛行在孟宗竹 (Phyllostachys edulis) 林內選擇適當之立竹，予以人為處理，造成上述特殊工藝竹材，其所栽培竹材冠以「人工」，以與「自然」產生者區別，即人工四方竹、人工斑竹、人工胡麻竹等，與自然四角竹、自然斑竹、自然胡麻竹等，是也。

(1)人工四方竹及平竹：——於孟宗竹發筍長高約 20 公分時，由上面套以斷面方形或長方形、長約12—15尺之板框，使在框內伸長之新竹形成四方形（人工四方竹）或長方形（平竹）之竹桿。

(2)人工斑竹：——於立竹表面塗以混合硝酸之粘土，藉以燒毀部份組織，使形成特殊斑紋，此項作業有施於普通圓形立竹者，亦有施於人工四方竹或人工平竹者。

(3)人工胡麻竹：——將 2—4 年生之孟宗竹立竹，自第 10 枝節處截斷其梢部，必要時再在立竹基部以鋸鋸斷一半，令立竹逐漸失去活力，使菌侵入立竹（胡麻斑點之形成係因菌侵入所致），使竹桿表面形成胡麻（芝麻）狀之斑點，約經 1 年後，立竹尚未枯死時鋸斷利用之。此種竹材既乾又輕，而且容易加工，深受加工業界歡迎。

上述各種人工工藝竹材，通稱「銘竹」，工藝價值高，價格亦貴，每支可售 $2,500—3,000（日幣），幾乎達普通孟宗竹材價之 10 倍，且在竹林作業上不若採筍林之費工麻煩，故近年來從事此種經營者，大有增加之趨勢。惟在立竹處理上需要熟練的特殊技術，否則處理失敗時，四方竹及平竹常裂斷，斑竹將污染竹桿，胡麻竹則常乾枯。事實上筆者在京都竹林內，目睹成功者固然甚多，失敗者亦復不少。

四、示範竹林

京都市長岡町佐藤氏所有孟宗竹林，據稱是京都地區之最佳竹林，曾經京都府廳設定為模範竹林（示範竹林）。該竹林面積約 2 公頃，原係專供採筍之竹林，後因缺乏勞力關係，更改經營法，成為竹材生產林，惟每年仍採掘較小之竹筍供食用。

京都大學曾在該竹林設試驗區，繼續試驗調查達 6 年之久，其主要結果如下：

(1)孟宗竹竹桿，胸徑最大者 17cm，為京都地區之最高紀錄。惟孟宗竹在九州

地區生長優於京都，最高胸徑可達 21cm.

(2)該地孟宗竹，在24小時間伸長量達 120cm, 為單軸型竹類中生長最速者。

(3)該竹林砍伐年齡為 7 — 8 年生，因而單位面積生產支數較少，但竹材又粗又長，為其特徵。每支單價平均$300(日幣)，粗大者每支可售$1,000 (日幣)。

(4)每公頃立竹支數，5,000 支之試區，每年可生產竹材 700 束，每束重約 30 公斤，故每公頃每年生產竹材重量達 21 公噸。按日本之柳杉，每公頃每年平均生長量為 8 m^3，換算重量約 8 公噸。又松樹平均生長量 5m^3 (因多生育在較差立地)，換算重量約 5 公噸。

(5)每公頃立竹支數 4,000 支之試區，竹桿較細，且每年生產支數較少，故認為過於稀疏。

(6)此地所設試驗區，每小區 (plot) 面積為 50m×50m。惟一般而言，單軸型竹類之試驗小區，以 20m×20m，即足以達成試驗目的。

五、竹庭園 (Bamboo Garden) 之建造 (圖57、圖58)

京都是具有悠久歷史與固有文化的日本古都，市內有歷史性建築物及社寺佛閣計二千多所，觸目皆是。此等古老建築均與山水、庭園、樹花配合而成，因而整個京都市，除鬧區中心外，宛如在綠地、公園之內，於工業化、近代化聲中之日本，京都之古蹟與庭園，仍保存傳統的風格及古老的氣氛，充滿了古都的色彩，予人的感受有極難忘的印象。

提起庭園，京都市內所謂名庭 (著名的庭園)，不勝枚舉，通常是佈置有古老樹木 (多為松樹)、山石、茶屋、池塘等，最著名者有桂離宮 (Katsura Imperial Villa)、銀閣寺 (The Silver Pavition)、修學院離宮 (Shugakuin Imperial Villa) 等等。至於龍安寺之石庭 (Rock Garden) 係僅排置十數個岩石及白砂而成，又西芳寺之苔庭 (The Garden of Moss)令人欣賞庭園內百多種之苔類，均可謂特殊珍奇之名園。

各處庭園無論公有私有，均收參觀費 (每人 $50 至 $100 (日幣) 不等)，故其保存管理甚為周到理想，使參觀者宛如置身於數百年前之世外，暫忘現世煩惱，引人入勝。據說物質文明達最高峯之美國，近對日本庭園之興趣頗為濃厚，日本庭師們 (lawn-architects) 時受聘渡洋，且若干日本山石亦被運至美國充作佈置。

不久之將來，京都市將增添一所名庭，即所謂竹庭 (bamboo garden) 是

也。松、竹、梅為日本之代表性添喜植物，其中松與梅，栽於庭園者為數頗多，惟竹却寥寥無幾，因而京都企業界之愛好竹林人士，特組織一公司開始建造日本空前之竹林庭園。該庭園擇地京都市八幡町，佔地 5,000 坪，經於 1964 年 2 月開工，預期於 2 年後完工公開於一般，其造庭目的，在搜集國內外各種竹類，與若干山石配合，建成東洋獨特之竹林自然美。上田弘一郎博士應邀時予指導協助，故工作進行頗順利。筆者於 12 月 16 日前往參觀時，已集植有竹類 70 餘種，庭園內之佈置亦已具眉目，經栽植者有金明孟宗竹、金明苦竹、龜甲竹、四角竹、黑竹、金糸鳳凰竹、五三竹等觀賞用銘竹，此外孟宗竹、泰山竹、蓬萊竹、鳳凰竹、筬類等，亦配植在庭園內每一角落。

但願此別具風格之竹林庭園完工後，不惟成為京都觀光勝地之一，且能為關心竹類之世界人士提供欣賞研究之所，對竹林之宣揚發展，大有貢獻。

六、竹材加工之一般

日本之竹材手工藝，以大分縣別府市、鹿兒島縣及京都市三地方最著名，然各地之使用原料加工技術及製品風格，各有其特徵。於筆者參觀範圍所得印象，可歸納如下：

(1)別府：——以苦竹為主要原料，製品以花籠、燈罩、托盤、竹皿、別針等所謂手編竹細工為主，其中當不乏精緻高貴者，惟一般產銷者，多是式樣較通俗，價格較低廉者。故其生產量大，且能適合大衆愛好為其特徵。

(2)鹿兒島：——該縣盛產孟宗竹材，故手工藝乃以此為主，因孟宗竹不適宜手編竹細工，故寬切壓平為竹板後製成竹皿、竹墊等是其主要利用法，其次是以孟宗竹材製成首飾、領帶針等裝飾用具（有竹之自然顏色者，亦有在上面塗色者）。另最近發展孟宗竹材之鉋薄鑲嵌細工 (bamboo veneer mosaic)，是一種機械化的竹材工藝。

(3)京都：——最著名者為竹扇子（摺扇），非常古雅精巧，乃京都獨特之竹產業。其次一般竹細工，以配合各種銘竹而成之茶道用具、插花竹器及觀賞竹器為主。最近更發展半機械化竹工藝，即竹材斷面花邊 (bamboo cut lace) 及斷面墊子 (bamboo mat) 為其特徵。

關於別府及鹿兒島之竹產業，經為文報導於前（第二題及第三題），茲將京都之竹材手工藝實況介紹如下。

七、京都之竹扇手工藝

日本之扇子有二種，即摺扇 (folding fan：日音 sence) 與圓扇 (round fan：日音 wuchiwa)，是也。其中圓扇製法較簡單，日本國內製作之地方頗多。至於摺扇製作較難，尤以其精優者需要特別之手藝，京都有傳統數百年的製作系統與加工技術，其他地方甚難仿製，故京都幾乎成為日本國內唯一之摺扇生產地。

(1)摺扇製品：——有紙扇、絹扇之別，又其扇骨支數有自 30 支至 36 支數種；其式樣及品質，依內銷或外銷而不同，外銷者又依各進口國之興趣而異。總之，京都之摺扇並無一定之定型與規格，即以客戶之需要而隨時變動之。

(2)材料：——竹材部份全部使用苦竹，因京都當地生產之苦竹供不應求，故部份竹材乃由九州購進。

(3)分工製作制度：——京都之摺扇製作完全是家庭工業式的分工作業，紙扇分為 16 部門，絹扇分為 20 部門以上。例如竹材之截斷、劈開、鉋光為一部門，係在小工廠行之，是機械化的唯一部門。其次以手工製作之部門有扇骨竹材之防蛀處理與乾燥；扇子主骨之整修及鑽孔；扇子細骨之整修；紙或絹之式樣考案及印圖；紙或絹之剪裁及摺型；扇骨之組成及烤彎；扇骨與紙或絹之組成及剪截；製品之整修、檢查、乾燥及補修等等，均各成為獨立之部門，分別在不同家庭內作業。筆者曾於 12 月 18 日，以一整天之時間而仍無法參觀其全部部門，其分工之細，作業過程之繁雜，實令人驚嘆不已。

(4)家庭內作業及技術工問題：——摺扇之製作並無包括各部門之一貫製作廠，是分為極多部門，分別在各家庭內作業，已如上述。其作業情形是將家庭內之一室充為作業場，由父、母、子、女、媳婦等全家人充為工作人員，大家跪坐在疊上，整天從事一樣作業，辛勞之狀不可言喻。惟久而久之，其操作技術極為熟練高妙，成為難以他人代替之特殊技術工。據謂從前有所謂徒弟制度，一方面得以低廉工資雇用少年工人，一方面得以傳授技藝，惟近年來年青人多被工廠、公司吸收，乏人志願從事此項辛勞工作，徒弟制度已不復存在，就是家庭內子女亦多不願繼承此項家傳職業，因而製扇技術工殆已後繼無人，成為此產業之嚴重問題。

(5)摺扇之銷路：——現時電扇及冷氣機普遍發達，摺扇作為風扇之用途殆已失去需要。實際上目前摺扇已變成為一種裝飾品 (accessory)，在日本國內外尚有相當銷路。據謂在日本內銷方面，上級品 (每支 $500 (日幣) 以上)

與下級品（每支約150（日幣）左右）需要較多，至於中級品幾乎沒有銷路。又外銷方面以歐洲、美國、南美洲方面銷路較大，惟所需式樣（design）及品質，依各國愛好而不同。香港及中國大陸曾為日本扇子之主要市場之一，惟據謂近年來中國特產之白檀扇子業經完全取代日製扇子之市場，日本在銷價上難與之抗衡。

(6)摺扇產業之困難問題：——京都以外之竹產地，如大分縣、鹿兒島縣等，曾擬推廣扇子手工藝，惟派員至京都視察作業實況之後，皆以分工太細，技術工不易養成，遂知難而退，足證京都之摺扇產業實非一日而成者也。惟此項傳統的家庭手工藝，在產業工業化之潮流下，遇到嚴重的困難。即摺扇之製作過程若仍墨守全靠手工之舊法，則因工資高漲，技術工銳減之情形下，成本勢必直線上昇，為其困難問題之一。

至於製摺作業之機械化，則因沒有大量製品之銷路，及尚無製品之統一規格等關係難期發展，何況其若干部門作業實際上仍難機械化，此乃其困難問題之二。

又製品之國內外銷均在逐年減少，由於銷路有限，零售商銷價幾達批發價格之一倍，對於扇子之產銷更是一種不利的循環，此為該行業困難問題之三。

總括而言，京都之竹扇手工藝，雖屬難得的地方特產，但在產銷兩方面，似乎黃金時代已過，漸成冷門產業也。

(7)一般竹材手工藝：——除上述竹扇手工藝外，京都之竹細工多以茶道所需竹器、觀賞及裝飾用竹器（插花竹器、歷史性房屋模型、玩偶、燈罩）等為主。其使用竹材材料種類繁多，多將數種竹材配合而成。

(a) 苦竹：——適於手編細工用，工藝性質最佳，惟材價較貴。

(b) 孟宗竹：——以寬薄板狀利用，不宜於手編細工。

(c) 斑竹、胡麻竹、黑竹等：——與苦竹、孟宗竹等配合使用，以增工藝價值。

(d) 龜甲竹、佛面竹：——以數節竹桿製為插花盆及掛壁裝飾品等，令人欣賞自然美妙的特殊竹型。

總括而言，京都之竹材手工藝偏重藝術及高尚風格，而不重實用為其特徵，因而產量不多但銷價奇昂，筆者所參觀範圍，有一具竹製房屋模型售價達 $110,000（日幣）。

八、竹材斷面花邊

這是一種半機械化的新式竹材利用法，京都市向日町大塚竹材店是其代表性加工業者，該店之主要業務分為二部門即：

(1)銘竹之生產、處理及販賣部門：——向京都郊區竹農選購孟宗竹立竹，雇用技術工實施立竹處理，造成人工四方竹、平竹、斑竹及胡麻竹，此等人工銘竹砍伐後運至該店之附設工廠，實施去油（以瓦斯火烘竹材藉以去油，烘火中以手錐於各竹節間鑽小孔以防爆裂）、伸直等處理。然後批賣予竹材加工業者及營造廠，每支銷價約 $2,500—3,000（日幣）。

(2)竹材斷面花邊 (bamboo cut lace) 加工部門：——以孟宗竹、（不問直徑大小均可利用）、苦竹（細徑及枝條）以及處理失敗之四方竹、平竹等為原料，其加工程序大約如下：

(a) 使用機器將竹材去節，並鋸斷為6—8寸長。

(b) 將原料竹材去油乾燥，必要時予以染色。

(c) 將斷面形狀及大小不同之竹材，以黏着劑及加壓，黏在一起成箱狀，此項操作費工較多。

(d) 以機器切為斷面（厚 0.5～2cm）並予以磨光，即成為斷面花邊。

(3)竹材斷面花邊之製品及特徵：此項斷面花邊是屬竹製裝飾板，亦是一種竹材切嵌細工 (mosaic bamboo work)，可充分利用大小不一之各種竹材，能耐強壓，可免發霉及蟲害，為其特徵（圖63）。

其製品依式樣 (design) 之不同，可分為圓形自然花邊 (circular natural lace)、長方形自然花邊 (rectanglar natural lace)、八角形竹材花邊 (octagonal bamboo lace)、鑲邊竹墊 (flamed bamdoo mat) 及竹材花墊 (bamboo flower mat) 等。此等製品可供為室內裝飾、隔間 (airy room dividers)、瓶墊、籠底、建具、牆壁裝飾、裝飾用傢具等之材料。

此種竹材之工藝利用，因屬半機械化，費工不多，可充分利用大小竹材，其製品又能表現竹材之自然妙處，頗合東方及歐美人士愛好，製品之 60 %係輸出歐美，是屬頗有前途之企業也。

九、研習心得及觀感

(1)京都之竹類研究及一般竹林栽培經營，是在日本竹林事業之領導地位。即在京都大學有竹類生理、栽培、經營、育種等綜合研究；京都林試支場有竹林

經營試驗；京都府立植物園有100種竹類標本園；民間有傳統數百年之筍林集約經營及特殊工藝竹材與大徑優良竹材之生產；近更有竹筍促進栽培試驗，竹林庭園之建造等。至於竹材利用上，京都具有獨得之技術與產業，如精美的摺扇手工藝，古雅的銘竹手工藝，機械化的竹材斷面花邊工藝等等，均是其他地方一時無法追隨的特殊產業。

筆者在京都滯留二週餘，在上田弘一郎博士、橋本英二講師引導之下，得以參觀其全貌，並考察分析其一般，是筆者此次在日本研習期中印象最深，獲益最多的節目之一。

(2)京都所生產孟宗竹筍數量既多，味美可口，素享有日本之冠的聲譽。其栽培經營之法，非常集約，舉凡施肥、蓋草、覆土、土地翻耕，竹林更新等作業，均以栽培農作物之觀念行之。

臺灣之麻竹、綠竹筍林亦有採用相當集約的經營者，惟其法尚未澈底，實施亦未普遍。至於孟宗竹及桂竹，不問採筍或生產竹材，經營均極粗放。至於生產竹材之刺竹及麻竹林，更談不上經營，僅是一種掠奪式採伐耳。

臺灣之土地狹小，人口稠密，土地利用之集約化是必然趨勢。一方面臺灣之勞工充裕，工資低廉，最有利於竹林之集約經營。惟今日之臺灣，並未能利用天時地利之便，應切實檢討，及時改善。竹類分佈在林地，鬱閉成林，是屬林業作物，惟筆者以為竹林施業，絕不可視同一般林木，而宜以農藝或園藝之觀念為之。筆者並深信臺灣之竹林，若以集約方法經營，其收益絕不遜於栽培在坡地的一般換金作物（cash crops），何況竹林所具治水保土機能，是任何換金作物所不及者。換言之，竹林在生育環境及國土保安上具有林業之性格，在經營及收益上却具有農作物之性格，故是一種農林中間作物，亦是農林邊際土地利用上最理想之作物也。

(3)人工育成的四方竹、斑竹、胡麻竹等特殊工藝竹材之生產，是京都孟宗竹林經營特徵之一。此等竹材在市面銷價約達普通竹材之 10 倍，是堪予注意之事實。

臺灣目前尚無類此銘竹的用途與市場，且其立竹處理需要特殊技術，一時自難照仿推廣。惟至少在竹林栽培試驗方面及竹手工藝式樣研究方面，似宜先行引用京都之傳統技術，俟將來有發展之可能時，自可逐漸開闢用途，推廣於一般。

(4)日本人對庭園之興趣至為濃厚，京都市內所謂名庭（著名庭園）為數極多，參觀者仍絡繹不絕，遊人如織，其中亦有不少外國觀光客。現正在建造中之竹林庭園，係以各種竹類為主角，在日本國內尚屬空前創舉，完工後將成為京都名庭之一。此外京都之日式旅館、住宅等院子，多栽有若干竹筐，又利用竹類為圍牆者亦甚多。故竹類在日本，除經濟的用途外，觀賞方面的用途亦頗為重視，竹類在人們精神生活上，似有離不了的關係。

(5)京都若干竹農在試驗中之孟宗竹筍促進栽培，目的在冬期（1～2月間）採收竹筍。為施行此工作，在地上蓋塑膠大溫室，地面密蓋膠布，地下通電流，不惟費工費錢，其成敗尚不得而知。

臺灣之孟宗竹林，不需任何特別處理且在不施肥、不蓋草、不覆土之粗放經營下，冬季（1—2月）仍能發筍，可知臺灣之自然環境優厚，竹林經營條件較日本優利得多。

(6)聞名遐邇的京都精緻扇子手工藝，是傳統數百年之地方特產，其製作完全屬家庭手工，其分工之細，作業過程之複雜，學習手藝之難，實不可言喻。此亦係該產業久為京都獨佔，其他地方無法仿製發展之所以然也。

然在工業化、作業省力化的日本產業界，全靠手工之扇子製作業，漸成為落後的產業。不獨扇子一項，即日本之一般竹材手工藝，近多在走下坡，此趨勢，嗣後仍將加速演進，蓋在工業化的國家凡費工費時太多的手工藝，勢必走衰微之路。例如美國市面之手工藝品均進口自國外，絕無其國內自行生產者。又波多黎各在 20 年前曾開發竹材之若干手工藝品，惟工業發達，工資高漲之今天，該項手工藝業已絕跡，可為例證。

(7)京都之竹材斷面花邊 (bamboo cut lace)，是現代化的機械工藝，此係與鹿兒島之竹材鉋薄鑲嵌工藝 (bamboo veneer mosaic) 及高松之 Polystal 工藝品（在 polyester 樹脂內封入編織的竹材）走同一路線；此類竹材之機械化工藝品，目前在日本國內雖尚未有穩固銷路，但在愈來愈工業化的將來，必有取代全靠手工的竹材手工藝的一天。

目前臺灣之竹材成本、工資俱遠低於日本，如積極改善竹材手工藝之品質並開拓外銷市場，當可取代日本以往佔有之部份國際市場。除此以外，我們更應積極開發竹材之機械化工藝利用，及發展竹材之多方面用途，則臺灣之竹產業，將更有燦爛輝煌之前途。

第七題　京都大學之林業試驗及竹類研究

一、京都大學及其演習林

(1)京都大学：——京都大學是日本著名最高學府之一，創設於明治 30 年，現分設為學部及大學院兩大部門，學部（即我國之學院）分為文學、教育學、法學、經濟學、理學、醫學、藥學、工學、農學等十學部，學生共計 9,235 人。至於大學院（即我國之大學研究所）仍設計十研究科，均包括碩士課程及博士課程，學生共計 2,175 人。據聞該大學來自臺灣之留學生，現有20餘名，分別在大學院攻讀學位或在研究所研習技術。

(2)農學部及大學院農學研究科：——京都大學農學部創設於大正 12 年，分設農學、林學、農藝化學、農林生物、農業工學、農林經濟學、水產學等七科（學系），學生計 828 人。大學院農學研究科亦分設七部門，學生數為博士課程74人，碩士課程 146 人。另農學部附設有實驗農場及演習林。此外設有木材研究所（創設於昭和 19 年）及食糧科學研究所（創設於昭和 21 年）等研究機構，隸屬大學本部。

(3)演習林：——京都大學農學部附屬演習林，包括 3 演習林（芦生，和歌山及北海道）及 4 實驗地（上賀茂、德山、白糖及白濱），並在大學構內設演習林本部，計置教授 1 人兼任演習林長（竹類研究權威上田弘一郎博士原任此職，於 5 年前退休，任名譽教授），助教授 4 人，講師 2 人，助教 10 人，事務官 18 人，技官 17 人，雇員 7 人，分別承理演習林本部、演習林及試驗地事務。

二、上賀茂試驗地

(1)試驗地之特徵：——上賀茂試驗地，係京都大學演習林本部管理之試驗地之一，位於京都市北區上賀茂本山，即距離大學本部約 5 公里之郊外，有車道直達試驗地，交通極方便。

該試驗林面積 51.2 公頃，海拔高 140—220 公尺，原為國有林之赤松砍伐跡地，1949 年改設為京都大學實驗地。該試驗地地勢不急，但地形起伏不一，對林木之育種研究，樹木之生理、生態等研究均甚適合。1949 年以來積極引進各種樹種，搜集世界各地松類，並設各樹種實驗林，作為林木育種之基礎。又竹類之蒐集及其生理、生態之研究亦為該實驗地之特徵。該試

驗地現任主任係曾於 1963 年隨上田弘一郎博士來臺指導竹類栽培技術之橋本英二講師。

(2)氣象及土壤條件：——最近5年來之上賀茂試驗地氣象條件，為年平均氣溫 15.1°C，年最高氣溫平均 25°C，年最低氣溫平均 3.5°C，年平均濕度 74 %，年降雨量 1,804mm。

該試驗地地質屬古生層之砂岩、黏板岩，地勢山谷密度大(地形起伏多)，頗便於多種樹種之隔離分散栽植，有利於林木育種之研究，又土壤為重粘質，堅密而理化學性質不佳，乃便於林木之肥培試驗。

(3)上賀茂試驗地主要設施。

實驗室	1 棟	38m²
育種用玻璃室	4 棟計	60m²
育種用溫室	1 棟	240m²
標本室	1 棟	40m²
講堂及事務室	1 棟	67m²
氣象觀測設備		
室驗苗圃		1.35ha
車道（寬 4 m）	延長	6 km
搜集及育成樹種		1,700種

三、松屬育種及育林試驗（圖80）

松屬乃各國重視之重要經濟樹種，世界上之松屬有 80 餘種，京大上賀茂試驗地所搜集栽植者達 75 種。

(1)主要研究調查項目：—— (a) 開花促進試驗，(b) 嫁接試驗及 Clone 育成，(c) 插條試驗，(d) 種間交雜之研究，(e) 地方品種間之 Fr 之應用，(f) 人為突然變異之誘發及應用，(g) 倍數體之利用，(h) 施肥試驗，(i) 外來松類之害蟲調查，(j) 外來松類之生長調查。

(2)生長較佳之外來松樹：——上賀茂試驗地搜集栽培之 75 種松樹中，目前生長成績較佳者約有如下數種：

(a) Pinus elliottii (Slash pine：濕地松)：——幼時生長優於德達松，迄未有病蟲害，10 年生樹高 6.62m，胸徑 10.1cm。

(b) Pinus Taeda (Loblolly pine：德達松)：——幼齡期間時受風倒，成

林後抗風力增強，現有 30 年生小林分，生長量達日本赤松 (P. densiflora) 之 3—5 倍。極少部份有 shoot moth (食梢蟲) 之害，10 年生樹高 6.42m，胸徑 12.8cm。

(c) Pinus pinaster (Cluster pine：Sea pine：海岸松)：——地中海沿岸地方原產，幼時生長甚速，惟 shoot moth 之害頗大，11年生樹高 6.70m, 胸短 11.5cm。

(d) Pinus echinata (Shortleaf pine：短葉松)：——幼時生長遲，壯齡期轉旺，10年生樹高 3.72m, 胸徑 5.3cm。

(e) Pinus radiata (Monterey pine：Remarkable pine)：——美國西部原產，生長尚佳，但蟲害頗多，可以扦插繁殖，11年生樹高3m, 胸徑4.5cm,

(f) Pinus rigida (Pitch pine：剛葉松)：——美國東部海岸地區原產，耐寒性強，適應性廣，10年生樹高 4.26m, 胸徑 7.8m。

(g) Pinus palustris (Long-leaf pine：大王松或長葉松)：——grass stage (草狀階段) 約需 2 年，播種後 9 年生樹高 3.96m, 胸徑 6.5cm。

(h) Pinus massoniana (馬尾松)：——臺灣、四川省原產，生長優於琉球松，5 年生樹高 2.42m, 胸徑 2.8cm,

此外 Pinus Armandi (華山松) 生長不佳，10 年生樹高 1.34m, 胸徑 1.4cm,。又 Pinus luchuensis (琉球松) 生長平常 (11年生樹高 4.8m, 胸徑 8.5cm)，但樹幹彎曲，樹梢垂下，狀如水柳，極為奇異。

(3)德達松，濕地松與日本赤松、黑松之生長比較：——上賀茂試驗地 1957 年播種，翌年定植之 4 種松樹生長成績如下：

調查年度	1960		1961		1962		1963	
樹種	樹高(m)	胸徑(cm)	樹高(m)	胸徑(cm)	樹高(m)	胸徑(cm)	樹高(m)	胸徑(cm)
德達松	1.98±0.37	1.7±0.36	2.66±0.44	3.0±0.55	3.33±0.44	4.3±1.26	3.85±0.49	4.8±1.28
濕地松	2.06±0.40	2.5±0.36	2.87±0.55	4.0±1.55	3.58±0.60	5.2±1.75	4.21±0.68	5.8±1.75
赤松			0.88±0.23		1.20±0.24		1.48±0.26	1.0±0.52
黑松			1.09±0.19		1.34±0.25		1.47±0.25	1.4±0.62

四、竹類之試驗研究

上賀茂試驗地搜集有竹類一百餘種，供為觀察、栽培及育種試驗之用。其中 9 種屬連軸型，餘均屬單軸型，由臺灣引進之桂竹，在此地生長成績極差，

至為遺憾。

上賀茂試驗地過去十餘年來，在上田弘一郎博士領導之下，實施之有關竹類之研究調查及主要者如下：

(1)施肥、栽培及經營方面

(a) 施肥之適期及適量試驗。

(b) 三要素及矽酸施用試驗。

(c) 立竹密度試驗。

(d) 不良苦竹林之改良施肥試驗。

(e) 竹類開花後之恢復促進施肥試驗。

(f) 植物生長物質及土壤改良劑之施用試驗

(2)生理生態方面

(a) P_{32} 對竹類營養生理之關係。

(b) 竹類之 Gibellelin 處理。

(c) 地下莖中養分量與竹筍生長之關係。

(d) 竹筍形狀與成竹後形狀之關係。

(e) 竹類耐寒性之強化試驗。

(f) 孟宗竹直徑大小與葉量之關係。

(g) 苦竹之年齡別葉量與炭酸同化之關係。

(3)育種方面

(a) 實生竹之育成。

(b) 連軸型竹類之人為突然變異之誘發試驗。

(c) 各竹種之形質遺傳性之研究。

(d) 優良品系之選拔育成。

至於各種試驗之經過及結果，多曾經上田博士在其著書內，及在臺舉辦之講習會中介紹過，在此不復贅述。

五、外國樹種之育種試驗林

京都大學為探究適合日本栽培之外國經濟樹種，並且以此等原種育成優良新品種，曾與二十餘國植物園及研究所交換種子，並在上賀茂試驗地實施播種育林及個體、林分之生理、生態的研究。迄今已育成之樹種達 1.700 種，其主要者均實施團狀栽植，造成試驗林。其中值得注視之實驗林如下（松屬已如上

述）：——

樹　　種	原產地	生長情形 林齡	樹高(m)	胸徑 (cm)
Thuja plicata	北美洲	10	5.26	8.1
Glyptostrobus heterophyllus(水松)	中國大陸	9	6.77	9.6
Metaseguoia glyptostroboides		12	12.43	24.4
Taiwania Cryptomerioides(臺灣杉)	臺　灣			
Cupressus goviniana	北美洲	11	9.30	19.6
Cupressus macrocarpa	北美洲	11	7.72	14.0
Taxodium distichum	北美洲	10	6.06	9.1
Keteleeria davidiana (油杉)	臺　灣	5	2.64	2.7
Larix decidua	歐　洲	11	2.12	1.5
Chamaecyparis Lowsiniana	北美洲	7	1.82	1.3

六、關於土壤侵蝕及林地改良之試驗

(1)土壤冲蝕：——係與農業工學研究室合作設置觀測施設，就林地、裸地、草生地等不同地型之地表雨水流失量，地中滲透量、地表土壤冲蝕等，實施試驗，試驗地坡度 23°46，長 18m, 寬 3m。

(2)瘠惡林地之改良：——為探究改善瘠地地力之法，採集各種肥料木如Acacia spp, Robinia pseudoacacia, Alnus spp 等，並試驗其對瘠薄林地之適應性及改良效果。

(3)林地肥培：——對濕地松、德達松等施行施肥試驗。

七、研習心得及觀感

(1)京都大學是日本著名最高學府之一，尤以林科大學教育，京大是日本四大大學之一，（其餘三大學為東京、北海道及九州），歷史悠久，人才輩出，許多畢業生正在林學林業界活動，現任中央林野廳長官田中重五氏，即是京大畢業校友之一。

京都大學農學部附設演習林三處及實驗林四所，專供林學研究及學生實習之用。其中筆者曾往參觀之上賀茂試驗地，位於京都郊外，距離大學僅5公里，於研究實習上堪稱方便理想。該試驗地創設迄今僅15年，面積亦不廣（51.2公頃），惟一切設備周全，研究試驗工作亦頗積極，成為松屬、引進樹種及竹類之試驗中心，頗享聲譽。

(2)上賀茂試驗地之標本室係全部以竹木建築，除陳列有各種木材、病害、害蟲等標本外，搜集有日本經濟竹類及珍奇竹材、外國竹材（包括臺灣之麻竹、綠竹、桂竹、莿竹等）、竹材工藝品、施肥結果之叢生竹類地下莖、散生竹類地下莖之分佈（在天花板下設架陳列地下莖標本，藉以立體的利用空間，並使人一目瞭然）等等為其特徵。其標本之豐裕，陳列法之美妙，引人入勝，印象特深（圖59、圖60）。

(3)該試驗地集有世界上大部份竹科植物、松屬及經濟樹種，設單木標本區及試驗林區，其設計排置俱屬上乘，於育種研究、育林試驗、觀察及實習上極為理想。又該試驗地大型溫室寬達 240m^2，高達 10m，栽培各種暖帶熱帶竹木，呈現一大奇觀。

(4)引進松屬中德達松、濕地松之成績，遠優於日本固有之赤松、黑松，加之近來日本各地之固有松樹林正被蟲害（穿孔蟲）困擾，惟德達松、濕地松均甚少穿孔蟲之害，頗值得重視。又松樹以外之外來樹種中亦不乏成績優良者，至少可為育種上之貴重材料。

(5)有關竹類之試驗為上賀茂試驗地之特徵之一，亦可謂日本竹類試驗之中心，其經過及成果多已記載在京都大學演習林報告及上田博士著書內，筆者此次得機參觀其實際試驗區，得以增加瞭解，加深印象，俗謂「百聞不如一睹」，乃為此次研習旅行實際收穫之一。

(6)京都大學是日本之竹類研究中心，亦可謂世界上之溫帶竹類研究中心。此項研究實際上係由曾任教授兼演習林長之上田弘一郎博士，領導演習林及農學部各科專門人才 20 餘人，從事研究試驗，始有今日成就。上田博士於5年前退休後，時常應邀赴東南亞各國及日本國內竹產地，從事竹林經營之技術指導工作，似仍甚繁忙。

惟聞京都大學自上田博士退休後，研究竹類之領導，後繼無人，研究工作逐漸停頓，殊堪惋惜。但願該大學仍能設法繼續此項富有意義之研究工作，以貢獻世界竹林事業之發展。

第八題　吉野林業——臺灣柳杉之原產地

一、吉野林業地之發展經過

吉野林業為日本最著名的先進民有林業地，其區域包括奈良縣吉野川上游之川上、東吉野、黑瀧等三鄉，此地有經營極集約的柳杉、日本扁柏等人工造林地約 42,000 公頃，依靠山林生活之居民約達 2 萬人（圖70）。

該地區森林原屬日本扁柏、柳杉等天然林，400 餘年前盛產天然大徑木材，供大阪城市建築之用，當時居民均以木材之採伐流送販賣為業，蓋該地位於山間，地勢險峻，可耕地極少，農業殊難發展也。（圖72）

嗣為維護森林資源，永續生產木材，造林事業乃應運而生，據記載，16世紀末該地區已着手小規模之復舊造林。迨至 17 世紀末及 18 世紀初，酒樽原木之需要增多，木材利用技術及運材系統亦逐漸發達，因而造林區域急速擴大，林業經營方式亦漸趨集約。日本明治維新前後(1865年)，全國森林多曾遭受濫伐一時，獨吉野地方仍曾維持計劃生產及復舊造林之傳統作風。第二次世界大戰中，因受軍部之強制砍伐壓力，以及缺乏勞力等關係，造林事業曾一度停頓，惟戰後不久即完成荒山造林，繼續集約經營，近年來更對深山地帶積極推行林相改變工作。

由上述歷史上之演變觀之，吉野地區柳杉林營林歷史已逾四百餘年，且始終實施密植集約經營，不斷生產上級木材，其享譽為日本最先進林業地，實非偶然。20 世紀之初，日本各地柳杉造林成風，競相採取吉野杉種子運往各地繁殖栽培，據稱臺灣之柳杉亦為當時引進自吉野地區者也。

二、自然及經濟環境

吉野林業地位於奈良縣中央東區，佔全縣面積之 14 %，地質屬秩父古生層地帶，以砂岩、粘板岩、凝灰岩、角岩及石灰岩為母岩，落葉枯草堆積其間，形成埴質壤土，富於磷酸、鉀、矽酸(硅酸)、鹽類等養分，而且保水透水性頗佳。年平均氣溫 14°～14.6°C, 年雨量 2,200～2,800mm, 冬季積雪數次（厚度不超過 50cm），常西北風，季節風弱，颱風少。坡度在深山多頗急（20—35°），中腹以下則多緩斜。綜合上述自然環境，吉野地區頗適合柳杉之生育。

昔日交通未發達之時，吉野地區生產之木材，係利用吉野川水流運至和歌山縣（流筏）銷售。惟隨地方交通之發達，運材系統及木材市場均有甚大改變

，近來該地木材係以卡車直接運至縣內櫻井市木材市場（關西地方最大木材市場之一：詳述於後）或阪神市場，故運材距離縮短，運材費用亦較省，木材利用率提高（廢材亦可利用），而且吉野地區之森林蓄積豐富，材質優良，對市場各種需要均可於短期內應付，資金循環亦速。總括而言，吉野地區之經濟條件，實較其他林業地為優厚。

三、吉野地區之森林資源

(1)吉野地區森林面積計 42,124 公頃，其中民有林佔 41.425 公頃（98.3%），國有林則僅 699 公頃（1.7 %）。

(2)民有林面積 41,425 公頃內，人工林佔 28,579 公頃（69 %）。又民有林蓄積 8,818.000m^3 內，人工林佔 7,324.000m^3（83 %）。

(3)民有林每公頃平均蓄積 212m^3，又民有人工林每公頃蓄積 256m^3，為國有林平均蓄積之 2 倍餘。

(4)人工林樹種，柳杉約佔 70 %，日本扁柏 30 %。日本扁柏純林極少，多視立地條件而與柳杉混植。

四、林業經營上之特徵

(1)作業方式：——係同齡整齊的小面積皆伐作業，對土地利用而言，是集約的林木生產。

(2)密植：——柳杉林每公頃栽植株數達 10,000—15,000 株，日本扁柏 8,000 株左右。

(3)打枝間伐：——7 至 10 年及 14 至 15 年時實施打枝。

柳杉林自 10—12 年生開始撫育間伐。之後，每隔 5 年實施間伐 1 次，此等間伐均以撫育為目的，每次間伐率約 20 %（株數率）。又 30—35 年及40—42年生時實施利用間伐（每次間伐率 17%左右）。至於扁柏林，則於20—25 年及 30—35 年實施間伐，每次間伐率 20—25 %。

(4)長伐期：——通常主伐期為 50—70 年，亦有 180—200 年之極長伐期者，其輪伐期之長，實令人難以置信。

筆者曾目睹林齡 200 年之柳杉人工林，面積約 20 公頃，每公頃株數200株，蓄積約 4,000 石，每株柳杉立木材積平均達 20石，價值達 $40 萬（日幣），是筆者生平第一次所看到的人工美林。

(5)實生繁殖：——此地柳杉全部以實生繁殖，與九州地區柳杉之挿條繁殖迥異

，因而其品種尚未固定，亦不如九州地區之繁雜。

(6)經營形態——吉野地區之林地，多由外地人所有，一戶所有面積有達1千公頃以上者，為一種大規模的森林企業。然經營管理，則在合約制度下委由當地居民(山佃)承辦，即由山佃包辦造林、撫育、間伐作業之募工，並可分收主伐利益之$\frac{5}{100}$，故亦可謂一種分收林制度。

五、吉野地區之林產物

(1)素材（原木）：——每年生產量約 20 萬 m^3，其大部份是在附近鄉鎮(吉野町、櫻井市、大淀町等）製材加工，一部份原木直接運往大阪、京都、神戶、東京等地。該地生產之原木，因密植、打枝等作業之結果，材質格外優良，具有端直、無節、完滿、年輪寬度均勻等特徵，是他地柳杉材不可比擬者，故在市場上有「吉野材」之稱，備受歡迎。

(2)磨丸太：——將形質最佳之柳杉原木，剝皮後以手工磨出光澤，用為日本房屋之床柱，是屬所謂「銘木」（具有特殊工藝價值，材價特高之貴重木）。年產量約 10 萬支，銷路以東京最暢。

(3)現地製材：——吉野杉原多用為酒樽材，在現地製材。然現今需要量銳減，僅有小規模生產，年產量約 15,000m^3。（圖71）

(4)木炭：——年產量約 850 公噸，此亦屬逐年減產之項目。

六、營林收入概況

吉野地區之柳杉林經營，支出方面自造林至 10 年成林期間，每公頃計需258工，即$281,400日幣。收入方面，間伐7次計得$1,685.000日幣，主伐（50年生）收入 $3,620.000日幣（1,273株，362$m^3$每$m^3$立木價格約 $10,000 日幣市場價格約$17,000日幣），若以 50 年之後價計算，企業利率約9％（但不計算地租及管理費用）。

七、櫻井木材市場

奈良縣櫻井市場為關西地方著名的木材集貨地之一，該市距離吉野林業之中心地約 40 公里，亦可謂吉野林業地區之門戶，吉野材可由伐木現地以卡車直接運往櫻井市。該市之木材業者計約150家，有櫻井木材協同組合之組織，辦理會員之購貨、販賣、金融、勞務、防火、保險、運輸等業務。銷售方面有共同販賣制度及木材中心之設備，由會員陳列製品增加買賣之機會，此外該組合乃時常協助推動木材市場公司之業務。

櫻井市共有木材市場4單位，均為股份公司之組織，每一公司每月舉辦市

賣6次，故櫻井市每月共有木材市賣24次。各木材市場經辦之木材以吉野材為主，惟亦有由其他各地運來之木材，至於進口木材約佔20%。

奈良縣廳在櫻井市設有奈良縣製材指導所，就地輔導民間製材及木材市場業務。據該所調查，各種進口木材之市價如下：（1964 年 12 月初旬：單位日幣/石）

木材來源	樹種	舞鶴港	櫻井市
美國	鐵杉	3,250	3,600
	Spruce	3,250	3,600
蘇俄	雲杉 (Picea)	3,250	3,600
	落葉松 (Larix)	3,050	3,400
臺灣	扁柏 2 級材		8,000

八、森林組合

(1)日本森林組合之一般

森林組合是森林所有者及林業經營者之民間團體，等於臺灣之林業生產合作社，日本各縣之町村（鄉鎮）林民均有森林組合之組織，稱為某村(町)森林組合。森林組合除辦理類似臺灣之林業合作社之共同作業、共同販賣、開闢林道等業務外，尚承辦政府委託之林業貸款、林業宣傳、森林保險、民林獎勵、種苗生產等事業，故其業務團廣，組織建全，每年業績達數千萬至數億日幣之巨。

(2)川上村森林組合

吉野林業地包括川上、東吉野、黑瀧等三村(鄉)，故有森林組合三單位。茲以筆者曾往訪之川上村森林組合為例，介紹其組織及業務以供參考。

(a) 名稱：——川上村森林組合。

(b) 地域：——奈良縣吉野郡川上村。

(c) 組合員（會員）：396人。

(d) 出資金：——出資股數為 23,638 股，出資金總額為 $11,819.000 日幣，已繳納出資金額為 $6,179.540日幣。

(e) 理監事：——理事 14 人，監事 3 人。

(f) 職員數：——正式職員計 14 人。包括技術人員 6 人、事務人員 8 人，臨時人員計 9 人，包括技術員 7 人、事務員 2 人。

另有縣廳林業推廣人員（Agent）2人常川駐會辦公。

(g) 事業損益概況（1962年度）

事業別	收入	支出
教育指導事業	$9,746.498日幣	$443,104日幣
施業受託事業	82,335	—
貸付事業	5,422,629	5,015.243
種苗生產事業	5,319,525	3,808,864
販賣事業	4,294,689	4,129,291
種苗受託事業	955,755	955,755
利用事業	236,598,758	232,031,844
受託事業	31,200	27,600
一般管理費		9,077,265
事業外	622,186	6,553,746
轉賬	67,472	—
合計	263,141,047	262,042,712
		本期淨餘1,098,335

九、研習心得及觀感

(1)吉野地區為日本最先進林業地之一，「吉野林業」成為密植集約林業之代名詞，「吉野材」4百餘年來始終享譽全國，「吉野杉」曾被引進各地擴大栽培，幾乎成為日本柳杉之代表品種。閩臺灣之柳杉，亦曾由吉野地區引進者，因而筆者以特別興趣深入吉野林業之中心地川上村，觀察其經營之實情。

(2)進入吉野林業地之第一印象，是在坡度達 25—30° 之險峻坡地密植柳杉，每公頃達1萬至1萬5千株，未睹實情之前，實令人難以置信。其次是林木經細心打枝，反覆間伐，每株立木都非常整齊、端直、完滿。再者輪伐期頗長，甚至長達 200年，巨大柳杉林木矗立冲天，觸目皆是，令人感嘆不止。

(3)世界科學日新月異，現實主義風行一世之現今，屬於進步緩慢的第一次產業之農林業似已成為落後產業，尤以投資後十數年甚至數十年始可收穫之林業，若與現代工業比較，更是望塵莫及。看過輪伐期長及人類數代的吉野林業經營法，起初感覺距離現實社會太遠，然經深思檢討之後，感覺此種經營法，仍有其獨特之優點：

第一、輪伐期長，林地皆伐裸露之機會少，此乃吉野地區連作柳杉4百餘年，仍得優良生育之要諦。

第二、極度密植，可提早並反覆間伐，增加經營者之收益。

第三、現在及將來木材之主要用途，一為森林工業原料，即宜以最短期間生產最多數量，二為任何物質無法代替之最上級木料（銘木），即宜以集約長期經營生產之，吉野材之生產乃屬後者。

(4)臺灣之柳杉既非密植集約經營，亦非以長伐期生產銘木，本質上與原產地吉野林業之經營觀念不同。又近年來日本對柳杉之育種、施肥非常重視，目的不外在提高單位面積單位期間之生產量，臺灣之林業若與之比較，實不可不謂尚屬粗放。所幸臺灣之自然環境條件優厚，種植在適宜立地之柳杉之年生長量，幾達日本之1倍。嗣後若再致力於育種、施肥等集約試營，則前途無可限量也。

(5)目前吉野地區之柳杉林總面積不到3萬公頃，臺灣之柳杉人工林面積已超出所謂吉野杉之原產地。此正如臺灣之琉球松林面積已多於原產地琉球一般，堪為吾人欽慰。加之，在優厚的生育環境下，臺灣之柳杉與琉球松生長均優於原產地。筆者以為臺灣之林業在實際事業及量的生產上，實不遜於東亞任何國家，唯在學術研究及林業技術上，尚須努力改進耳。

(6)於參觀吉野林業地之便，順道訪問之櫻井木材市場是木材業者之販賣組織；森林組合是林業經營者之團體；奈良縣製材指導所是輔導民間製材及木材流通之政府機構。此等團體機構之組織、業務活動及合作聯繫情形，殊堪為吾人參考。蓋臺灣之民有林業基礎薄弱，一般造林業者尚欠健全組織，以致虧損甚大，木材業者雖有公會之組織，仍缺乏共同販賣之觀念及制度，我行我素，難免時常陷入惡性競爭。實際上民間造林業者、木材業者均為整個林業之重要一環，政府必須以誠懇之態度，輔導建立健全之組織，積極推展具體有利於大眾之業務，則臺灣林業始有走上正軌，全面發展之一日。

第九題　王子製紙會社之育種研究及紙原林推廣

一、王子製紙會社之林木育種研究

王子製紙株式會社（股份公司）是日本最大的製紙公司，在北海道擁有規模冠於全國之造紙工廠，另在本洲設有大規模紙廠數處。又該公司直營之紙原林（公司有林）面積計 113,500 公頃，其中 87,400 公頃分佈在北海道，26,186 公頃在本洲。

日本之製紙廠，在技術上可使用一切材料（包括濶葉樹），廢材、切片（chips）之利用亦十分集約，惟造紙原料之生產，在數量上遠不及實際需要，故如何增產原料，乃今日日本造紙產業之最大課題。

王子製紙公司一向致力擴張原料資源，不遺餘力，1956 年起更創設林木育種研究所，招攬專門人才，從事紙原林之育種育林技術問題之研究。日本政府現有之七所林木育種場係創設於 1957 年，故該公司研究所實為日本林木育種研究機構之嚆矢。

該公司之林木育種機構有二，其一為栗山育種研究所，設在北海道栗山町，創立於 1956 年 9 月，附設實驗林 5 所，面積計 208,90 公頃，以北海道之森林為研究對象。其二為龜山育種場，設在日本中部三重縣龜山，附設上野實驗林，以日本本洲之森林為研究對象。另在總公司設有林木育種委員會，敦聘學者專家為委員，評議育種研究計劃並監督指導有關業務，日本之造林學權威東大名譽教授中村賢太郎博士即為委員之一。

二、龜山林木育種場：——筆者於 12月21,22 兩日，曾蒙紫田信男博士引導參觀王子製紙公司龜山育種場及上野實驗林。

(1)龜山育種場創設於 1957 年 10 月，目的在研究以較短期間生產較多造紙原木之育林方法。該場計面積 10 公頃，其中 7.3 公頃為該公司所有地，2.7 公頃借用民地。另有附設上野實驗林，專供實地試驗觀察之用。

(2)該場有場長 1 人，職員 3 人，場長和田克之氏是東京大學畢業生，職員亦均係大學畢業之年青優秀專才，另聘京都大學退休教授紫田信男博士為顧問，並負責森林土壤及其改良、施肥之研究。

(3)該場每年預算約 $1,000 萬日幣，以一私人企業之附設試驗場，此項預算似較政府育種場更為充裕，因而一切研究工作，井然有條頗具規模，表現甚佳

。據稱北海道之栗山育種研究所規模更大，人員編制與預算均為該場之3倍之多。

(4)該場之試驗研究對象，是日本本洲之松樹、濶葉樹之育種及育林技術，其主要者如下：（圖 84、圖 85）

(a) 松樹採種林之設定：——由公司有林內之最佳林分選定採種林，以應公司造林事業之需。

(b) 精英樹之選拔及採種園之造成：——以赤松、黑松及兩種自然雜交種之接木苗造成採種園。據該場報告，每公頃採種園每年可採種子15—20公斤，每公斤種子可養苗 3—4 萬株。

(c) 松樹之雜交育種：——將二葉松（赤松、黑松及兩種自然雜交種）與三葉松（Pinus taeda, P. elliottii P. rigida 等）雜交，育成優秀之一代品種。

(d) 外來樹種之引進及育苗造林技術之研究：——引進生長迅速之樹種，施行育苗、造林密度、混交造林、施肥、肥料木混植等試驗。

(e) 造紙用濶葉樹之短期育成：——研究樹種包括白楊（Populus）、赤楊（Alnus spp）、栲皮樹（Acacia spp）、桉樹（Eucalyptus spp）等。

(f) 標本園：——在場內設有各樹種及品種之標本園，以便研究觀察。

(5)該場試驗地原為水田，地勢平坦，土屬黑土，磷酸吸收系數大，有缺乏磷酸之缺點，而且地中有不透水層，因而各樹種育苗試驗成績雖佳，定植後（如採種園）則成績不良，尤以柳杉及赤松生長極慢（黑松生長良好），故紫田博士正在進行各種土壤試驗（補充酸素、破壞不透水層、盆植試驗等）冀期探求改良土壤之途徑。

三、上野實驗林

(1)該林是龜山育種場之附設實驗林，即在育種場先作育種、育林之研究，然後在實驗林繼續作種種實地試驗。

(2)該林面積 49,66 公頃，位於三重縣與滋賀縣縣界，海拔高 650—700 公尺。

(3)該林地原屬民有，王子公司於 1957 年購地後即將全林地劃成若干試驗區，於 1958.59 兩年間完成栽植作業，主要試驗項目有栽植密度、混交林造成、肥料木混植、林地肥培等。

(4)試驗樹種及品種計 99 種，包括日本固有及外來松類，適為造紙之針葉樹及濶葉樹。

(5)該地氣候寒冷(最低氣溫零下8度)，風大，雨量少（年降雨量 1,700mm)。至於土質係以花岡岩為基層，土性砂質過多，缺乏養分。土型除谷地一部份為 BD(d)（適潤性褐色森林土之稍乾型）外，均屬 BB 及 BA 型（乾性褐色森林土）。總之，該地林木生育環境欠佳。

(6)因立地條件不良，大部份樹種生長情形均欠理想。該場以往重視的濕地松、德達松在龜山育種場成績頗佳，惟一旦移植於上野實驗林，則生長緩慢，殆無法成林，又以往被視為肥料木（可在瘠地生育，並可改良林地之樹種），之山赤楊（Alnus hirsuta var. Sibirica)，在施肥區成績尚佳，但未經施肥者，幾乎全部枯死。又植在谷地（立地最佳之處）之白楊（Populus spp)，亦均將枯萎，足見該地生育環境惡劣之一斑。

(7)目前（造林後5—6年）成績較佳者，有黑松與赤松雜交種（Aignromatsu)、黑松、赤松等，均屬日本固有松樹，至於外來樹種，僅 Pinus rigida 成績稍佳。

(8)土壤專家紫田信男氏謂該林地屬花岡岩，極易荒廢，但亦易改良。故他乃以信心着手整個實驗林之土壤研究及改良工作。

四、紙原林之推廣

王子製紙公司之林業部門，除經營公司有林，研究林木育種外，更對一般民有林推廣紙原林，並予合作協助，不遺餘力。例如該公司龜山育種場內設有「中日本白楊栽培協會」，專事推廣宣傳白楊（Populus)之優良品種並協助農民之栽培及銷售工作，其構想（idea）與活動（activity)，實與美國製紙業界主持之樹農計劃（tree farm program）大同小異。

(1)苗木之養成：——該協會養成優良品系之白楊苗，其檢查合格者附以「苗木保證單」，供應農民栽培之用，現推廣之品種係屬意太利改良種。

(2)苗木之推廣：——該協會為地方性（日本中部）之白楊推廣團體，推廣範圍原則上以距離春日井（王子公司製紙廠之一）100 公里之區域為限，該協會為增進農民之興趣與認識，時常印發推廣小冊（pamphlet)、掛圖（poster）並舉行講解討論會。

農民與公司有栽培契約者，所需苗木一律由協會免費分配供應，否則由協會價售之。

(3)經營指導：

(a) 由協會派專業人員前往現地指導栽培經營技術。

(b) 由協會分配或介紹肥料及農藥。

(c) 管理及生長優良之白楊栽培地，由協會指定為示範林。

(d) 由協會定期發行專業雜誌，以供農民參閱。

(e) 由協會舉辦白楊栽培競賽，對入選者頒發獎狀、獎金或獎品。

(4)組織組合

(a) 該協會鼓勵白楊栽培農戶組織組合（合作社）。

(b) 由協會補助經費協助組合業務之運營。

(c) 組合可為公司與會員契約栽培之保證人。

(5)收穫物之運銷

(a) 與公司契約栽培者，收穫之白楊木材應以時價售予王子製紙公司。

(b) 非契約栽培者，亦可請該協會協助販賣。

(6)與白楊懇話會之連繫：——龜山育種場之「中日本白楊栽培協會」是地方性的團體，常與東京之全國性團體「白楊懇話會」保持連繫，合作推行業務。

(7)五年來推廣實績：——該協會自 1959 年 3 月開始推廣活動以來，至1964之5年間，在三重、愛知、岐阜、滋賀、長野、靜岡、鳥取等7縣內開拓地、農山村、學校、工廠用地等推廣栽植白楊，計達 25 萬餘株，約8百餘公頃（白楊每公頃栽培株數平均 300 株）。此數量若與北海道地區之推廣實績比較，則實微不足道，惟已為日本中部地區之紙原林推廣，奠定良好的制度與基礎矣。

五、研習心得及觀感

(1)王子製紙公司以一民營企業，擁有林木育種研究機構2所（栗山育種研究所及龜山育種場）及實驗林6處。由林木育種專門機構之設置而言，該公司不惟平於日本政府，而且人才擠擠，經費充裕，工作推展得有聲有色，如此發展紙業必先發展林業之精神與作風，實堪稱道。

(2)該公司除在北海道及日本中部設林木育種機構外，更在總公司設林木育種委員會，聘一流之學者專家為委員，任督導評議工作，又在育種機構（研究所及育種場）敦聘退休之大學教授，任專題研究工作，故該公司之育種研究業務不致與大學及政府試驗機構脫節並保持高度水準。一方面日本之大學教授於63歲，政府專家於55至60歲退休後，尚能為私人企業及民間團體服務，

運用其學識經驗，實是一良好的制度。

(3)龜山育種場及上野實驗林，是王子公司所屬林木育種機構內規模較小，歷史較淺者，然一切設計、作業、管理、設備均進行得積極，做得井然有條，其原因不外經費充裕，運用靈活，人才整齊，待遇較佳也。

(4)筆者在九州、四國等暖帶地區，看到原產美國南部之濕地松、德達松生長甚佳，在京都大學上賀茂試驗地，王子公司龜山育種場等溫帶地區試植成績亦不錯，足證該兩種松樹適應範圍頗廣，引進栽培容易。事實上王子公司對此極為重視，認為是日本中南部育種及推廣上之有望外來樹種。

(5)上野實驗林之試驗樹種及項目繁多，工作良好，惟迄今5—6年間之初步結果，大部份外來樹種成績不佳，日本之固有樹種如赤松、黑松、雜交種等却成績較佳，使王子公司大失所望。蓋該地海拔過高，氣溫太低，季節風甚大，土壤瘠薄，實不適宜多數經濟價值高之外來樹種或改良樹種，所謂「適地適木」，仍是不可或缺之造林要訣也。

(6)「中日本白楊栽培協會」係王子公司發起之民有地紙原林推廣團體之一，其構想與活動似係仿照美國製紙業界主持之樹農計劃（tree farm program）而來，該協會推展業務迄今五年，對喚起農民之興趣，及白楊之擴大栽培，俱已有相當成果，並奠定紙原林之推廣制度及良好基礎，堪為吾人參考。臺灣之民營製紙廠，既無大規模之公司林，國有林又難供應充足之製紙原料，但願製紙業界及時注意民間紙原林之推廣制度。換言之，此後林業必須以生產工業原料為主，製紙業之發展亦必須靠林業之支持，近年來美國南部之製紙業與民有林業之拚肩發展，乃為顯著之例證也。

第十題　松毛蟲之微生物的防治之研究

一、日本以往之松毛蟲防治法

松毛蟲是日本主要森林害蟲之一，分佈範圍甚廣，為害頗烈。松毛蟲之防治法，有藥劑撒布、天敵之利用、生物的防治等，其中日本向來實施之各種防治法及其效果、缺點可扼要如下：

(1)藥劑撒布：——包括各種農藥之噴霧及燻煙劑之應用。因近年來農藥進步，殺蟲力增強，故此法當有相當效果，然其主要缺點，在於單位面積防治費用昂貴（在日本噴藥一次約需 $3,000 日幣即 NT$333），且不能澈底撲滅。又因農藥同時殺死松毛蟲之自然天敵，致增多蟲害發生之頻度。例如日本之松毛蟲通常係以6年為1週期（即在同一地點每隔5年發生嚴重松毛蟲害1次），但若常予噴藥，則有縮短為3年週期的現象，結果噴藥次數愈多，蟲害發生之機會亦隨之增多。

(2)天敵之繁殖：——將松毛蟲之天敵昆蟲大量繁殖並施放於蟲害松林，藉以撲滅松毛蟲之法，在理論上似甚理想。然事實上天敵昆蟲在少數時可正常活動，但一旦增殖過多即生存密度（population）過高時，則常發生 stress（生理及流行病），天敵昆蟲本身常染病而滅亡，故仍難收如期之效果。

(3)黃疆病菌之應用：——日本之松毛蟲常在大發生後3世代左右即急劇終息，蓋松毛蟲生存密度過高即易染流行病而自然滅亡，此與上述天敵昆蟲之不能大量繁殖之原理相同也。松毛蟲之流行病，有 virus 病、黃疆病（Isaria farinosa），疫病（Empusa grylli），Cordyceps nawai（松毛蟲箕病），Isaria japonica, 等。應用此等病害微生物而撲滅害蟲之方法，稱為生物的防治法，其中日本向所應用者為黃疆病菌（Isaria），由於其寄生範圍廣，病原性強，培養容易，故防治效果頗大。然其主要缺點在於 (a) 會同時為害蠶，因而應用範圍常受限制，(b) 現地繁殖技術相當複雜，必需由專門人員行之，因而一般農戶無法普遍應用，(c) 在氣溫低，多濕的條件下始能繁殖，故在臺灣之氣候條件下似難發展。

總之日本以往所施用之各種松毛蟲防治法，各有所長並有相當效果，惜乎均難收澈底撲滅之效，故松毛蟲害始終仍為未能澈底解決之一大問題。

二、應用 Smithiavirus 防治松毛蟲之研究經過

近年來世界各地學者，對害蟲之微生物的防治研究均甚積極，在若干地區已進入大規模推廣之階段。昆蟲之流行病病原體中，對寄主具有高度選擇性者（即僅侵害某種害蟲不致害一般昆蟲，此項性質至關重要），以 virus 為首。其中細胞質多角體病 virus (Cytoplasmic polyhedrosis) 是侵害昆蟲中腸的圓柱狀細胞之細胞質的特殊 virus。日本農林業試驗場昆蟲病理實驗室主任小山良之助博士 (Dr. Ryonosuke Koyama)(圖92) 從事松毛蟲之研究約 30 年，終於 1956 年 1 月間發現松毛蟲寄生有細胞質型多角體病 virus，因此種 virus 常在細胞質形成多角（六角）體，且多角體內存有粒狀分子，故認為屬於 Smithiavirus。之後，小山博士從事該微生物之種種室內試驗，並實施大規模現地試驗數次之結果，認為 Smithiavirus 對松毛蟲與鐵杉毛蟲病原性極大，而且具有許多特點（如下述）。

三、應用 Smithiavirus 防治松毛蟲之特點及應用方法

(1) Smithiavirus 僅侵害松毛蟲及鐵杉毛蟲（ツガカレハ），對人畜、鳥類、魚類、植物均無害。

(2)對其他昆蟲（害蟲之天敵昆蟲、蚕等）亦不會犯害，因日本之蚕業在農村產業中佔重要地位，而且亦有 virus 病，故小山博士曾費 4 年之時間，研究 Smithiavirus 對蚕之影響，結果證實並無任何影響。又據實驗結果，對松毛蟲之天敵昆蟲亦不會致害，此係藥劑散布，黃疆菌利用等方法所不及者。

(3)松毛蟲之各齡幼蟲及蛹成蟲均可感染發病，且亦可對次代感染，故其病原性極大，松毛蟲無法形成抵抗力。據實地應用試驗之結果，每公頃噴霧 8 齡病死蟲體（含有 Smithiavirus） 200 尾（換算重量每尾約 4.5gm，每公頃約 900gm 可致死林內松毛蟲幼蟲之 90 %。縱使若干幼蟲未即時死亡，已不能害松葉，並在作繭後可陸續死亡。又成蟲會藉胚種傳染、卵巢傳染及鱗粉傳染，而使第二代幼蟲染病。至於蛾死體中的病原體之飛散，亦可傳染此病。

(4)可以人工培養或現地增殖法而大量繁殖應用。例如在松毛蟲蔓延面積較廣之林地，可先捉若干松毛蟲（每 ha 防治面積需 200 尾），放入粗紗布袋內，餌以撒布 Smithiavirus 之松葉，3 週後松毛蟲就會陸續病斃，然後將病死體之磨碎液噴霧於全林地，即可達成全面撲滅之目的。

(5)Smithiavirus 因存在多角體內，對高溫、強烈紫外線、乾燥等之抵抗性大。換言之，不易因氣象條件之變化而喪失其活力，故應用範圍甚廣，且不需繁

雜之保養處理亦可長期貯藏。據試驗結果，Smithiavirus 原液或感染蟲體磨碎液，冷藏者(4°C)可保存活力6年，在林內自然條件下亦可保存2年之久。

(6)由於上述特性，Smithiavirus 之現地應用技術極為簡單，略具常識之林務人員或一般農戶亦可自行處理，故可普遍推廣應用。

(7)單位面積所需防治費用極低廉，僅為藥劑撒布之數分之一就可達成目的。即每 ha所需 Smithiavirus培養費用約$300日幣(NT$33)，捉蟲工$\frac{1}{15}$工（樹高2m 之松林，每工可捉3,000 尾，而每 ha 僅需 200 尾），噴霧工約5工（較一般噴藥簡單，即不必對松葉全面噴霧，僅需粗略行之）。至於所需工具除噴霧器外，僅需沙筒縫袋2個（粗紗布袋，現地病原體繁殖用，每袋可裝100 尾）及鐵線架2個，俱屬廉價材料。

四、Smithiavirus 應用上之注意事項

(1)因 Smithiavirus 易溶解於鹼 (alkali) 而失其活力，故不宜與曹達、肥皂液或其他鹼性藥劑混用。

(2)噴霧死蟲體磨碎液時，應先以紗布漏過之，以免阻塞噴霧器之孔口。

(3)應擇晴天，氣溫較高時(Smithiavrus 在 28～29°C 時活動力最強）實施之。

(4)對蛾蚕（孵化後 10 天內之幼蚕）稍有害。施用 Smithiavirus 時，應避免此時期。

五、研習心得

應用 Smithiavirus 防治松毛蟲之法，經小山博士研究約達十年，並經現地應用實驗之結果，證實效果極大。此法之特徵，在於僅侵害松毛蟲及鐵杉毛蟲而不致害人畜或其他昆蟲（天敵昆蟲、蚕等），應用技術簡單，成本低廉，可澈底撲滅松毛蟲，在高溫地區（如臺灣）或乾燥林地亦可應用。總括而言，此法對松毛蟲而言，可謂相同於原子彈之劃時代的防治法。在日本雖早於四年前即研究實驗成功，惟因考慮蚕業問題遲遲未進入推廣階段，現既證實對蚕影響至微，故漸進入應用推廣之階段。

臺灣之松毛蟲害是松樹擴大造林——最主要造紙原料林——之一大阻害。茲建議迅速引用 Smithiavirus 應用防治法，俾早日澈底撲滅松毛蟲，以利林業及森林工業之發展。

行政院農委會圖書室
0000120