

出國報告（出國類別：其他）

104 年度臺琉技術研究交流會議 報告書

服務機關：行政院農業委員會林業試驗所

姓名職稱：吳孟玲組長

董景生組長

陳財輝研究員

派赴國家：日本琉球

出國期間：2015 年 10 月 19 日至 23 日

報告日期：2015 年 12 月 18 日

摘要

臺灣與琉球共同舉辦「臺琉技術研究交流會議」多次，分別就亞熱帶樹種選拔技術及親緣性研究、森林的環境保全技術及開發森林資源的循環利用技術、琉球松抗耐病選育與刺桐釉小蜂天敵防治等議題進行多次研究合作與技術交流，雙方已有良好的互動與合作默契。為延續臺琉兩地專家在病蟲害研究技術之交流，本次藉由林業試驗所三位博士級研究人員(吳孟玲組長、董景生組長、陳財輝博士)前往琉球進行 5 日研習(104 年 10 月 19 至 23 日)。交流主題包含琉球松遭松材線蟲危害之研究、刺桐遭刺桐釉小蜂危害之研究、林木育種瓊崖海棠抗風精英樹選拔合作研究以及琉球松抗耐品系之選育，說明如下：(一) 琉球松 (*Pinus luchuensis*) 為琉球主要的造林樹種，臺灣於 1902 年亦引進琉球松作為造林樹種，目前臺灣松材線蟲之疫情已受到掌控，然近年仍屢受松材線蟲危害。本次前往琉球交流，了解琉方目前應用在日本之松材線蟲發病生態、病原性研究、新藥劑及相關綜合防治管理技術；(二) 刺桐 (*Erythrina variegata*) 為琉球漆器之主要製材，同時也為沖繩縣的縣花。自 2005 年刺桐釉小蜂 (*Quadrastichus erythrinae*) 入侵後，受害面積逐年擴大，進而影響樹木生長，造成不開花及枯死等現象。2006 年日本森林資源研究中心採用樹幹注入藥劑的方式進行防治，得以控制疫情之擴散，2008 年更以藥劑注射作為首要的防治手段。然而在樹幹鑿洞注射藥劑仍可能引起樹木其他方面的不良影響，目前日方傾向改以天敵作為主要的防治策略，並對此進行研究。由於刺桐釉小蜂亦為臺灣常見樹木害蟲之一，國內目前以天敵防治刺桐釉小蜂之成效仍待評估，本次赴日進行天敵飼育技術之研習與交流，將有助日後臺灣刺桐釉小蜂天敵防治之研究；(三) 臺琉雙方有關「林木育種瓊崖海棠抗風精英樹選拔合作研究」，已於 103 年在臺灣完成延長簽約至 105 年，本次赴日進一步就瓊崖海棠 (*Calophyllum inophyllum*) 之生長特性與選育技術進行交流，將有助於我國防風樹種選育之研究；(四) 關於琉球松抗耐品系之選育，為目前琉球已在進行中的研究。我國已建立松材線蟲快速分子檢測技術，本研究成果亦已發表於國內林業科學期刊。本次赴日交流與琉方達成共識，可運用該快速診斷技術提供平台，應用於篩選出對松材線蟲具有高抗耐病性之松樹品種。藉由此次臺琉林木健康管理交流，期能建構雙方樹木健康管理平台，提供兩地林木病蟲害資訊與優良樹種選育技術之交流，並共同建立防檢疫網；以及強化雙方對於琉球松之抗耐病品種篩選、健康管理研究及對松材線蟲之防治管理策略擬定，篩選出之抗耐病性品種可供臺琉未來造林使用，達到雙方互惠之成效。

目次

摘要.....	2
壹、前言.....	4
貳、參訪目的.....	4
參、行程摘要與工作記要.....	4
肆、心得與建議.....	13
伍、圖片說明.....	14
附件、	25

壹、前言

臺灣與琉球共同舉辦「臺琉技術研究交流會議」多次，分別就亞熱帶樹種選拔技術及親緣性研究、森林的環境保全技術及開發森林資源的循環利用技術、琉球松耐抗病選育與刺桐紬小蜂天敵防治等議題多次研究合作與技術交流，雙方已有良好的互動與合作默契。為延續臺琉兩地專家在病蟲害研究技術之交流，本次藉由林業試驗所三位博士級研究人員(吳孟玲組長、董景生組長、陳財輝博士)前往琉球進行 5 日研習(104 年 10 月 19 至 23 日)，研討建構臺琉林木健康管理合作模式；臺灣林木專家前往琉球實地採樣與研習(編列預算約 10 萬元)，提升雙方林木保育技術之交流，臺琉共同建立防檢疫網，維護林木健康。

貳、參訪目的

建構臺琉林木健康管理合作平臺，提供兩地林木病蟲害資訊與優良樹種選育技術之交流，共同建立防檢疫網。強化雙方對於琉球松之抗耐病品種篩選、健康管理研究以及對松材線蟲之防治管理策略擬定，篩選出之抗耐病性品種可供臺琉未來造林使用，達到雙方互惠之成效。

參、行程摘要與工作記要

一、行程表

日期			起迄地點	任務
月	日	星期		
10	19	一	臺北－琉球	搭機前往琉球那霸機場。 前往沖繩縣南部土木事務所及海洋博紀念公園參與縣道維護管理與路樹維護管理介紹。

10	20	二	琉球	前往沖繩縣廳，了解森林保護事業概要。拜訪日方森林資源研究中心，進行松材線蟲病原性、藥劑及相關綜合防治管理技術研究交流。
10	21	三	琉球	拜訪日方森林資源研究中心，了解刺桐釉小蜂入侵情形，並與日方交流刺桐釉小蜂天敵飼育與防治技術及研習。
10	22	四	琉球	拜訪沖繩縣森林協會，參與沖繩縣樹木醫會介紹。
10	23	五	琉球－臺北	琉球珍貴老樹及樹木保護工作現況參訪。 從琉球搭機返國。

二、工作記要

(一) 10月19日抵達日本琉球，參訪沖繩縣南部土木事務所及海洋博紀念公園

10月19日自桃園國際機場搭乘早上8點15分之中華航空班機前往日本，於日本時間10月19日早上10點45分抵達琉球那霸機場。森林保護組吳孟玲組長(植物病害專家)及植物園組董景生組長(植物蟲害專家)、育林組陳財輝博士(研究員)前往日本，主要行程為拜訪日方森林資源研究中心，沖繩縣的森林資源方面，縣轄區內森林面積為106,633 ha，其中公私有林74,655 ha(70%)、國有林為31,978 ha(30%)。公私有林的蓄積量為927.2萬m³，錐欏屬為主之天然林占了84%，而人工林僅有16%而已。人工造林方面，不僅從林產物的生產考量，且要求森林所具有多功能的效能總合性的發揮，依據森林所具有不同的機能，區分為水源涵養林、山地災害防止及土壤保全林、舒適環境形成森林、保健·休養林、文化林、生物多樣性保全林及木材等生產林等7種，依據森林的不同機能，實施各項整備工作。造林樹種則指定蚊母樹、木荷、烏皮九芎等27種類之鄉土樹

種。沖繩縣保安林的森林面積達 30,609 ha (29.0%)，不僅作為縣土壤保全、水源涵養之用，亦作森林遊憩的場所，供縣民等加以活用。森林保護方面，沖繩縣主要的森林病害蟲為琉球松之松毛蟲及吃食羅漢松幼葉之黃帶枝尺蠖等，必須實施適切的防除，防止被害的蔓延，方可達到森林的保全等。沖繩縣執行森林保護業務相關單位，主要以縣府內農林水產部森林管理課為主，縣府外之地方單位則有：農林水產部北部農林水產振興中心之森林整備保全課、農林水產部宮古農林水產振興中心之農林水產整備課、農林水產部八重山農林水產振興中心之農林水產整備課、農林水產部南部林業事務所，而試驗研究方面則由農林水產部森林資源研究中心負責。沖繩縣之植樹活動即有名樹木選定及著名的花與綠地點選定等工作，則由該縣環境部自然保護綠化推進課負責。另外，公務部門執行森林管理業務之外，沖繩縣也有公益社團法人沖繩縣綠化推進委員會、一般社團法人沖繩縣森林協會及沖繩縣森林組合聯合會等協助執行相關工作。

(二) 10 月 20 日參訪沖繩縣廳

4 月 20 日上午參訪名護博物館，沖繩縣行道樹植栽與管理工作，係由該縣土木建築部道路管理課負責規劃執行，其下有北部土木事務所、中部土木事務所、南部土木事務所、宮古土木事務所、八重山土木事務所等單位。沖繩縣的道路綠化，係依據 1969 年所定之「沖繩縣道路綠化基本計畫」，積極地推展具備全國首屈一指之實施成果。目前，縣管理道路有 149 條，總長 1,238 km；高木株數有 10 萬株，中低木數量有 82 萬株；沖繩縣道路綠化率為 48.8%(全國平均僅為 9.7%)，道路綠化率係以已完成到路綠化植栽除道路總長而得。沖繩道路綠化的基本方針，係以創造亞熱帶特有的自然，以及歷史文化背景之沖繩型的道路景觀。同時，道路綠化為提升道路的景觀，以及沿途生活環境的保護、道路交通的舒適性、安全的確保、自然環境的保全等目的，積極的逐年推展計畫性的道路綠化工作。同時，道路綠化的機能方面，大致分類為景觀提升機能、生活環境保全機

能、綠蔭形成機能、交通安全機能、自然環境保全機能、防災機能等 6 項。為求能達到此些機能，道路綠化的規畫工作極為重要，此項道路規劃，須依據地域特性、規劃適合的道路綠化推展方式，使各項機能充分發揮之目的，清楚提示從設計、施工、管理等一連貫的綠化方針，並訂定作為計畫目標之綠化目標，進而做作成植栽計畫及管理計畫等施工依據。而且，既存的樹木、樹林等要盡力保存，努力實施道路綠化計畫。日本的道路綠化目標依道路種類而異，通常道路區分為一般道路、自動車專用道路及自行車專用道路，以及步行者專用道路等。其中，一般道路的綠化目標，又區分為都市部的居住型地域、都市部的非居住型地域、地方部的集落地域、地方部的一般地域，以及代表都市之道路景勝地的道路等 5 種。本次現地考察沖繩縣系滿市 7 號縣道，路幅不寬僅為兩線車道，道路兩側之植栽地的基本配置為車道兩側之步道帶間，實施荊桐大樹規則式間隔植栽。荊桐葉部及樹幹皆有病蟲危害情形。觀摩學習老榕樹之維護管理：增加支架設立數量以達平衡之目的；植穴擴充，改善排水，一年兩次進行蟲害處理；枝下高保持 4.5 米。依文化財保護法來執行上述措施，並成立計畫作環境教育、防災及維護管理。之後抵達森林研究所，沖繩縣農林水產部森林資源研究中心積極執行森林保護管理技術的高度化，藉以防止松材線蟲及突發性發生之森林病害蟲的危害。其中，松材線蟲防除研究方面，天敵昆蟲防除松材線蟲的技術開發，及遺傳性佳及多樣性的松材蟲抵抗力琉球松的選拔育種工作。其次，樹病有關研究方面，福木黃化衰退相關之研究，以及害蟲有關之研究，則以危害荊桐有關害蟲的研究為主。琉球松是(*Pinus luchuensis* Mayr)沖繩縣唯一自生之松樹鄉土樹種。沖繩縣內之琉球松，松材線蟲(*Bursaphelenchus xylophilus*(Steiner et Buhrer) Nickle)為病原之松材線蟲病被害最初於 1973 年即被確認。之後，媒介昆蟲之松斑天牛(*Monochamus alternatus* Hope)到周邊地域傳播，以致被害木逐漸擴大被害。被害量雖隨著各地防除作業的進展等而有增減，沖繩縣 2013 年度的被害量雖還很多，但已大幅減少、僅為 2003 年度的 5 % 而已。沖繩縣今後之

松材線蟲防除對策，除了確立新防除技術之外，也實施琉球松的保全工作。沖繩縣有關松材線蟲病的顯著特徵，除了春天之外，幾乎整年間都會發病，病徵進展及枯死木發生。此係松斑天牛成蟲的活動期間，從 4 月到 11 月中旬、期間極長有關。而且，枯死木的發生，以 7 ~ 8 月為高峰，此期間經常會有持續性小降雨發生，降雨量可能會讓松斑天牛產卵時間延長，對沖繩縣松材線蟲防除事業的推行極為不利。松材線蟲病被害量變化及防除施策上，從 1973 年松材線蟲被害被確認後，相關機構隨即辦理防除對策協議，徹底實施被害木的全量伐倒驅除及藥劑地上散布等工作，結果顯示，被害於 1979 年度明顯降為最低。但是，從 1980 年度以後，沖繩本島中部地域為中心之被害急速增加，被害區域也擴大至沖繩本島全域。因此，沖繩縣也擴大實施藥劑地上散布面積，1983 年度時導入藥劑的空中散布做法，林木被害也隨即減少。另外，受氣象條件等影響，從 1991 年度左右被害再次擴大，沖繩縣策定新的防除方針，從國道 58 號線東側為中心，進行設定重點地區之防除對策，執行結果可看出，從 1994 年度開始被害轉為減少。但是，因有觀察到再次被害擴大的徵兆，為防止沖繩縣琉球松被害的蔓延，有關松材線蟲防除必要處置，以及松林所有者之相關者的責任，於 2002 年制定、公布「沖繩縣松材線蟲防除有關之條例」。而且，根據該條例，松材線蟲防除有關之綜合性施策，從 2002 年度到 2006 年度之 5 年期間，實施「松斑天牛為零之大作戰」，從國、美軍、縣、市町村及縣民成為一體，共同進行防除對策。2003 年度的被害量，因受高溫小雨的異常氣象影響，約達 4.4 萬 m^3 之被害高峰。2004 年應用 GIS 構築被害防除戰術，考量地理性地形性的條件之防除難易度，實施周邊琉球松林被害實態等，對公益性機能高之松林，實施效率性效果性的防除作業，其結果，沖繩縣全體的被害量，2013 年度時隨即減少至約 2 千 m^3 而已。沖繩縣今後的防除作法方面，持續以公益性機能高知琉球松林為中心，進行重點性的防除作法之外，天敵昆蟲及抵抗性琉球松的活用等，實施綜合性的松材線蟲防除對策。沖繩縣松斑天牛之天敵昆蟲黑澤大細堅蟲

Dastarcus kurosawai Sasaji 的研究從 2003 年開始。從 2003 年到 2006 年之調查，沖繩本島所生息之松斑天牛之天敵昆蟲有 13 種已經確認。其中，天牛的寄生率、可以集團飼養、近緣種的增殖方法確立者等項，選出黑澤大細堅蟲為有希望之天敵。從 2007 年到 2011 年，進行黑澤大細堅蟲之大量增殖技術之開發，以及實施網室內之飼育試驗。從 2012 年起，制定黑澤大細堅蟲大量增殖手冊，進行構築系統性增殖過程的建立，以及進行飼育容器的改善，以及實施野外放飼試驗等。琉球地區，天牛在 4 月羽化發生後，直到 10 月都會攜帶傳播線蟲，因此在 7-9 月間，葉片會枯乾，枯死的松木上，10-11 月天牛幼蟲成長，接著鑽入樹幹內化蛹，3 月羽化成蟲，4 月份線蟲進入天牛體內，利用天牛作為傳播媒介。2003 年是琉球松被危害的最高峰，接著線蟲病減緩，2015 年又持續增高，目前用藥方式，採用噴灑與樹幹注入兩種方法，並在樹木枯死後，以藥劑燻蒸樹木。天敵防治的研究過程中，發現琉球有 13 種媒介天牛的天敵，64.2%的天牛因為被寄生而死亡，其中有兩種寄生的甲蟲效果較佳，大型的雙紋褐叩頭蟲 *Cryptalaus larvatus* 效果最好，致死率達 23.5%，偏好取食大型枝條，出現在大樹上，但是飼育相當困難。因此研究所採用效果較差，以小型枝條與幼木為主要棲地的黑澤大細堅蟲為天敵防治的標的昆蟲。黑澤大細堅蟲約 35 天就可以產卵，最適生長溫度為 28 度，生長溫度區間介於 20-30 度，一隻母蟲可以生 840 個卵，成蟲壽命為 280 天到 3 年。目前採用替代餌料來大量繁殖，取食的代用寄主是蜜蜂窩裡的螟蛾—大蠟蛾 *Galleria mellonella*，但尚須突破的問題是：天敵卵放上枯木後，會有很多被白蟻吃掉，同時也須劈開木材後才能釋放天敵。目前預定進度是，自 2015 年繁殖天敵起，預定增值黑澤大細堅蟲達到 15 萬隻。田間試驗時，發現以黑糖加入泡盛與性費洛蒙，對這些鞘翅目肉食性甲蟲，會產生 3.5 倍的誘引力，因此也持續進行相關誘引試驗希望在田間增加天敵數量。值得注意的是，大型效力較好，繁殖上有困難的雙紋褐叩頭蟲 *Cryptalaus larvatus*，亦分布於台灣，黑澤大細堅蟲在台灣分布狀況不明，大蠟蛾則普遍分布

於台灣。另外，抵抗性琉球松選拔育種研究方面，從 1989 年起，經九州林木育種場（現為森林總合研究所林木育種中心九州育種場）的協力而得以開始。1994 年嘗試生產具有抵抗性之琉球松苗木，經九州育種場之育苗接種檢定結果，選出健全的 32 個體栽植於沖繩縣嵐山琉球松採種園（位於沖繩縣名護市）。從 2003 年到 2006 年，對於沖繩縣內自生之琉球松大樹，進行線蟲強制接種、其殘存木選拔作為抵抗性候備母樹。從 2006 年起，從前述之抵抗性候備母樹採種育苗，並反覆進行線蟲接種檢定，進而再選出具有較高之抵抗性候選木 11 株。從 2012 年起，在慶佐次縣營森林內（位於沖繩縣國頭郡東村），開始利用這些候選木建造採種園。今後仍持續進行對抵抗性候選木之選拔之外，也需九州育種場等相關機構的協助下，預定進行抵抗性琉球松之抵抗性品種的開發工作。而且，不僅開發抵抗性品種之外，考量今後植栽場合，周邊琉球松林的遺傳的多樣性將會減少或改變，針對縣內的琉球松的遺傳的多樣性評價等，也必須一併進行研究。

（三）10 月 21 日拜訪日方森林資源研究中心

在森林資源研究中心聽取關於刺桐釉小蜂之天敵防治試驗篩選過程：刺桐是琉球的縣花，也成為各種市政或琉球的象徵圖案，木材亦可以做漆器或碗，琉球因此大量種植刺桐，造林數量有 13 萬株，街路樹與公共地區樹木另有 7200 株刺桐。2005 年起，受到入侵種的刺桐釉小蜂 (*Quadrastichus erythrina*) 危害，導致許多行道樹、景觀木與老樹死亡。由於是嚴重的入侵事件，刺桐釉小蜂的防治經費來自中央和縣府。琉球在台灣之後才被蟲害入侵，因此初期參考台灣的報告，採用藥劑防治，包括液劑與粒劑兩種劑型，同時進行監測，但是液劑可以噴灑的區域受限，樹幹注射的成本很高，每株需要 1 萬日元，總計也只能注射所有刺桐的 10%，也於 2011-2013 年進行藥劑減半的有效性試驗以擲節經費，另外，民眾一直對用藥有所疑慮，因此琉球正在引入天敵做為蟲害防治。引入寄生蜂必

須遵循農林水產省的植物防疫法、環境省的外來生物法，以及農林水產省的農藥取締法。經過向農林水產省提案，申請到那霸植物防疫檢疫所的證明後，並由農務局評估後，最後到夏威夷農部引入來自非洲的天敵寄生蜂 *Eurytoma erythrinae* 共 150 隻，放入試管入境成田機場後，由橫濱植物防疫所成田支局登錄與指導，並送回琉球森林資源研究所繼續進行飼養研究與風險評估。由於琉球冬天的刺桐會落葉，導致刺桐釉小蜂的蟲癭量減少，*Eurytoma erythrinae* 因此缺乏食物，飼養到第五代就沒有蟲源。今年想重新引入天敵，並進行溫室的搭建，以種植保溫刺桐苗木，維持冬季的食源，才能繼續進行評估，研究所預計共要評估 5 種寄主昆蟲，確認不會被引入的 *Eurytoma erythrinae* 取食。另一個正在發生的刺桐蟲害問題是蛾類，在刺桐釉小蜂為害後，許多樹木因為藥劑注射或噴灑，抑制刺桐釉小蜂後，卻發生新的植食性蛾類危害，目前共紀錄到四種蛾類，包括最嚴重危害的兩種螟蛾：葉食性的華麗野螟 *Agathodes ostentalis*、蛀莖的 *Terastia subjectalis*，以及雜食性的兩種毒蛾：*Orgyia postica* 和 *Orvasca taiwana*，目前正持續監測記錄其生活史，並尋求防治策略。這四種蛾類在台灣都存在刺桐上，危害狀況也類似日本，值得更進一步的防治研究與監測。

(四) 10 月 22 日拜訪沖繩縣森林協會

瓊崖海棠 (*Calophyllum inophyllum*)，別名紅厚殼，是金絲桃科的常綠性喬木，分布於熱帶亞洲、玻里尼西亞及馬達加斯加等地。通常為海岸林的重要樹種，極耐高鹽分及強風，在台灣及日本笠原群島及琉球等地之防潮林、防風林。木材堅硬，可為建築或家具材，種子油為樹脂質，可作為類風濕關節之外用藥等利用。本所與日本森林總合研究所林木育種中心共同合作，於沖繩縣之西表島熱帶植物園，進行防風防潮效果優良瓊崖海棠之育種共同研究。並與中華民國台灣林業試驗所，以及太平洋共同體事務局 (SPC) 等，從 2011 年起，進行國際性之共同研究工作。目前之主要工作(1)林木育種等之作法，開始個別選擇日本、SPC (斐濟)、台灣

等各地域之優良瓊崖海棠種源之選拔、育種工作之外，伴隨氣候變遷之環境適應性之檢証等，進行廣域性種源試驗之設定工作。(2)瓊崖海棠之遺傳變異性解析及技術協助方面，解析日本、台灣、南太平洋地域之瓊崖海棠之遺傳資源評估（遺傳的多樣性及變異）等。本次現地考察沖繩縣糸滿市之沖繩縣和平創造森林公園內之瓊崖海棠試驗造林地，其為於 1993 年日本第 44 回全國植樹節的舉辦場所，其以「和平創造豐富綠意環境、並續至下一代」為目的，並在 1998 年 4 月開園，供一般民眾遊憩使用。二次世界大戰時，琉球本島南部海邊成為焦土，為使民眾親近綠意環境，進行徹底的植樹基地整治，做為新的遊憩場所。此一和平創造公園的總面積為 22ha，園內種植琉球松、福木、瓊崖海棠、白水木等，栽植為數眾多之樹木，廣闊之園區內，具有各項設施極廣場，可眺望東中國海極太平洋，可全家來遊憩之濱海公園。公園的主要設施，有紀念的森林、展望台、噴水池、湧水池、多目的廣場、涼亭等休憩場所、散步道路等、城堡、水車小屋、遊玩器具、造林樹種展示園等。

(五) 10 月 23 日琉球珍貴老樹及樹木保護工作現況參訪。

沖繩縣轄內有許多珍貴老樹，其指定或選拔等工作，雖由環境部綠化推進委員會執行，但平常老樹維護管理工作依據管理單位不同，而成多元化之管理體制。本次現地考察名護市屏風大榕樹，則由名護市教育委員會管理。本次考察承蒙名護市教育委員會文化課渡口裕股長說明相關老樹保護措施，以及屏風老榕樹的樹是強化及現地安全保護等維持管理方法。琉球本島北端之名護市名護漁港附近之屏風大榕樹，從 1695 年左右即有大榕樹的記載，其位於名護城舊縣縣道的東端，恰似大門前之屏風式樣。目前，樹高達 19 m、樹幹被氣根包圍住，真正樹幹大小雖不明，但氣根群的周圍長達 10 m、枝條冠幅廣達 30 m、樹齡估計 240 年以上。1956 年 10 月 19 日被沖繩縣指定為天然紀念物、1997 年 9 月 2 日被指定為國家級的天然紀念物。為名護市的象徵之一。受到 2002 年 9 月颱風危害，以致樹幹有傾倒的危險，因此，實施枝條修剪、鐵柱支撐、施肥等對策。但是，該

樹木樹勢仍舊未恢復，2010 年 6 月進行大規模之枝條修剪作業，合計切除 940 公斤的枝條，並將部分枝條扦插復育。琉球因每年皆有很高的機會受颱風影響，故所植樹木皆以中低木為主，而種植地以海岸及國道為主，目的則是提高綠化面積即綠化機能。維護管理主要分成兩大類：日常管理以及通年管理；日常管理工作包括有除草、維持行道樹固定枝下高、灌木修剪、花壇管理、巡邏及定點檢查，通年管理工作則包括有設施修繕、修剪高木、檢查支架及扶正作業。而上述這些工作內容則不全都是由公家單位負責執行，視操作危險度及所需之專業器械分派給法人團體、相關業者、附近居民來分擔管理，因此也會固定舉辦樹木管理或是病蟲害講習班。而這些維護管理作業皆會以工作日誌來記錄一切現況及異常，提供完善的履歷。

肆、心得與建議

松材線蟲在琉球地區初期是使用化學防治的，頗具成效，惟近期似乎有復發之現象，故日方開始試驗以天敵防治，亦有些初步成果，考量台灣及琉球之氣候、地理等環境有類似之處，建議可在金門地區進行天敵防治試驗，將來或可與化學防治並行，以達環保及降低成本之目的。另外日方亦有在試驗新款藥劑防治，取代過往之邁隆燻蒸，目前試驗結果顯示對於木材腐朽病、靈芝根基腐病皆有防治效果，建議台灣可以相同藥劑進行根腐病的防治試驗。

刺桐釉小蜂的化學防治，最主要的負面影響之一是引發新的植食性蛾類危害，目前共紀錄到四種蛾類包括危害最嚴重的兩種螟蛾：葉食性的 *Agathodes ostentalis*、蛀莖的 *Terastia subjectalis*，以及雜食性的兩種毒蛾：*Orgyia postica* 和 *Orvasca taiwana*。這四種蛾類在台灣亦存在於刺桐生態系中，危害狀況也類似琉球，值得更進一步的防治研究與監測。或許把化學防治的目的定為：將刺桐釉小蜂的數量降低至不危害的程度即可，以取

得防治刺桐釉小蜂及減少新的植食性蛾類危害之雙贏結果。

琉球使用瓊崖海棠做為海岸防風林樹種，其特性為耐高鹽分及抗強風，且木材質地堅硬，種子油可作為類風濕關節的外用藥物。值得台灣效法。而此次接觸之琉球代表均對台琉目前之合作交流現況感到滿意，認為往後更可頻繁交流，建立合作計畫，尤其台灣及琉球兩地之氣候、地理等環境有類似之處，許多樹木的病蟲害相相當類似，彼此分享研究所得，可大幅降低人力物力。此行已談妥琉方將於 2016 年 3 月派員來台參訪。

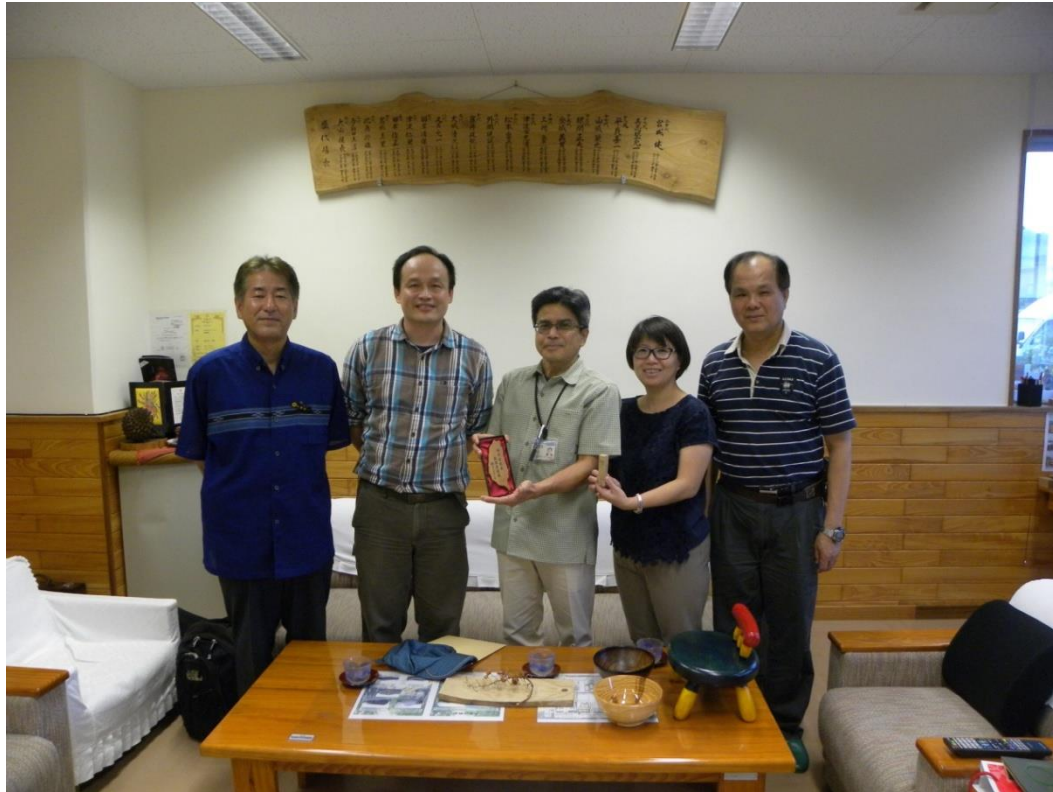
伍、圖片說明



圖一、名護市教育委員會文化課渡口裕係長談老樹保護。



圖二、至市遺產馬場看松材線蟲防治點滴注射效果。



圖三、拜會沖繩縣森林資源研究所宮城所長。



圖四、寺園隆一與喜有名朝次先生帶領看刺桐防治。



圖五、縣府森林管理課酒井康子主任技師等人做簡報。



圖六、寺園班長及喜友名研究主幹在 7 號縣道，進行刺桐行道樹病蟲害說明。



圖七、松材線蟲受害木樹冠遠眺成為紅色景觀。



圖八、松材線蟲受害木樹冠近看之紅色景觀。

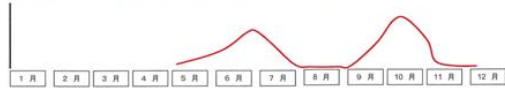


圖九、名護市屏風大榕樹。

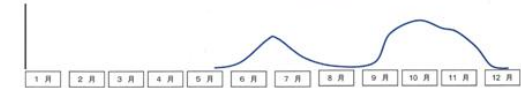


圖十、園內造林樹種展示園之瓊崖海棠林木。

ベニモンノメイガ *Agathodes ostentalis*



オオエグリノメイガ *Terastia subjectalis* Lederer



コシロモドキガ *Orygia postica*



台湾キドクガ *Orvasca taiwana*



圖十一、刺桐紬小蜂の化學防治，最主要的負面影響之一是引發新的植食性蛾類危害。

クロサワオオホソカタムシのマツノマダラカミキリへの寄生



圖十二、以生活史圖例講解用來防治松材線蟲之天敵如何殺死松斑天牛。

2年生苗に対する線虫接種検定



線虫接種方法（剥皮接種法）



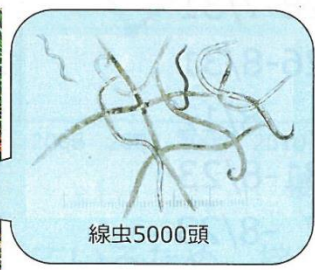
1. ナイフで付傷



2. 鋸の歯で傷を付ける



3. 線虫懸濁液を接種



接種後16週目の生存率を調査

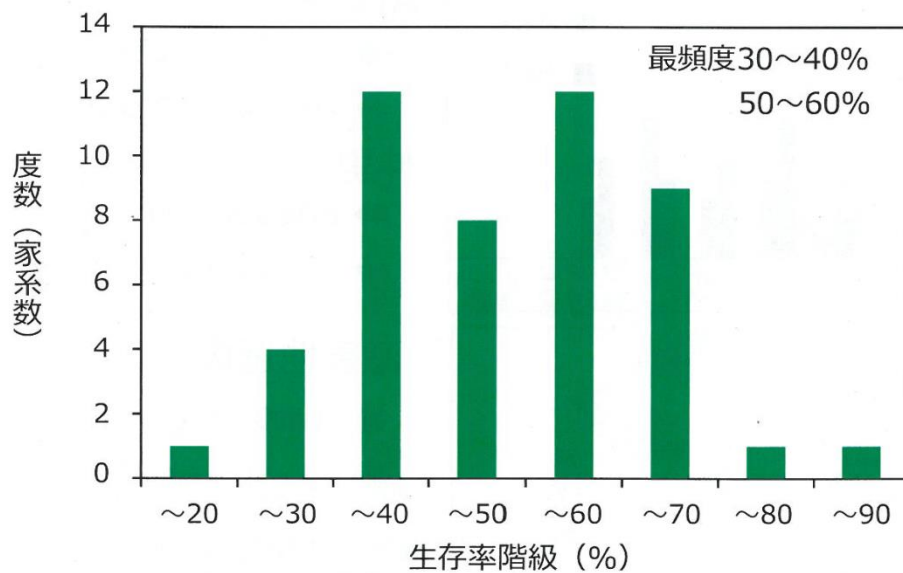
圖十三、耐抗松材線虫之品系篩選試験方法。

結果

採種源別推定生存率

区別	家系数	推定生存率の平均(%)	最大値	最小値
仲里り家系	18	48.2	63.6	29.1
AI家系	23	47.0	67.0	29.5
激害地選抜	7	51.4	80.4	15.4
合計	48	48.1		

結果



推定生存率の度数分布 (全家系)

圖十四、耐抗松材線蟲之品系篩選試驗結果。

2012年:植栽後5年目の植栽樹種の生存率

表-3 混植植栽区に植栽された樹種の生存率

樹種	植栽本数	枯損数	生存率(%)
アカテツ	20	0	100.0
アコウ	8	0	100.0
オオバアカテツ	5	0	100.0
タブノキ	13	0	100.0
テリハボク	19	0	100.0
ヤマモモ	12	0	100.0
アカギ	26	1	96.2
ホルトノキ	23	1	95.7
クロヨナ	19	1	94.7
シマトネリコ	15	1	93.3
ハスノハギリ	14	1	92.9
ソウシジュ	13	1	92.3
イスノキ	23	2	91.3
ハマヌビワ	11	1	90.9
フクギ	15	2	86.7
クチナシ	7	2	71.4
ヤブツバキ	7	2	71.4
ヤブニツケイ	12	7	41.7
サンゴジュ	18	13	27.8

表-4 列状植栽区に植栽された樹種の生存率

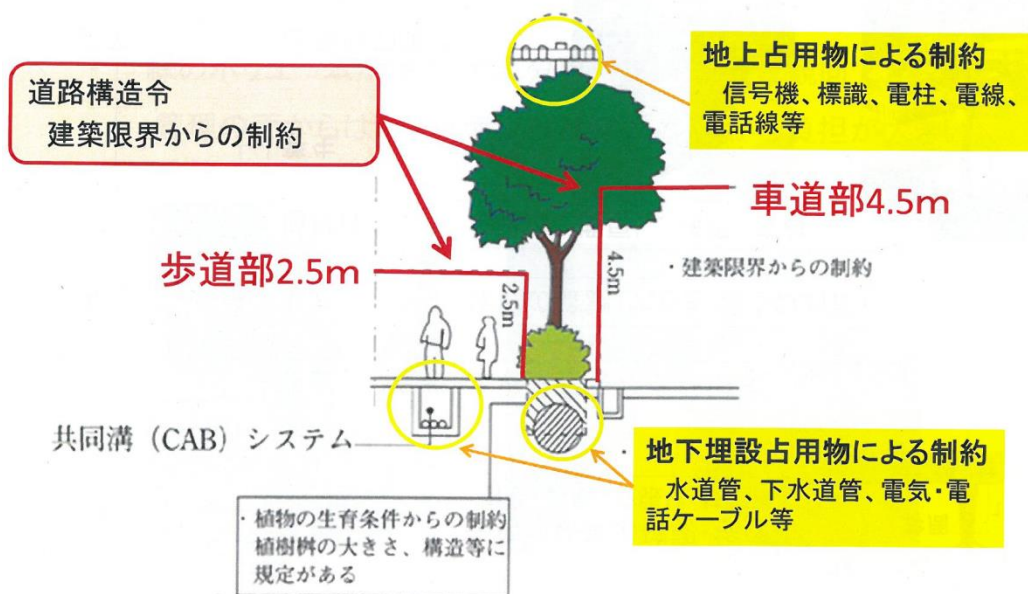
樹種	植栽本数	枯損数	生存率(%)
アカギ	60	0	100.0
クチナシ	20	0	100.0
タブノキ	60	0	100.0
アカテツ	91	1	98.9
テリハボク	162	5	96.9
クロヨナ	61	2	96.7
サキシマハマボウ	30	1	96.7
フクギ	63	3	95.2
イスノキ	100	5	95.0
オオギバシヨウ	44	3	93.2
ホルトノキ	86	8	90.7
ナンヨウスギ	60	6	90.0
アコウ	31	4	87.1
ヤマモモ	141	19	86.5
ソウシジュ	69	10	85.5
ヤブニツケイ	29	5	82.8※
アラカシ	55	13	76.4

※すべての植栽木に主幹枯れ、先枯れが発生

混植区において、サンゴジュの生存率が非常に悪い ⇒ 他の植栽木からの被圧が原因
 列状植栽区では生存率が70%を切らない ⇒ 隣接する樹種からの被圧が少ないため

圖十五、混植及列状植栽之防風林生存率數據比較，顯示混植的效果較佳。

5.道路空間の制約条件



圖十六、琉球地區對於行道樹之規範示意圖。

附件一參訪團隊成員名單

中文姓名	英文姓名	服務單位/職稱	學歷	專業領域
吳孟玲	Meng-Ling Wu	林業試驗所 森林保護組 研究員兼組長	國立台灣大學 博士	樹醫技術研究、森林病害 學、分子免疫學
陳財輝	Tsai-Huei Chen	林業試驗所 育林組 研究員	國立中興大學 博士	環境林營造、森林土壤、 竹林經管理、台日林業研 究交流
董景生	Gene-Sheng Tung	林業試驗所 植物園組 副研究員兼組長	國立台灣大學 博士	造癭生物學、森林與植食 性昆蟲學、民族植物學