

出國報告（出國類別：其他）

台印「竹林開花與野鼠防治」雙邊研討 會報告書

服務機關：行政院農業委員會 林業試驗所
中央研究院 植物及微生物研究所
國立屏東科技大學 木材科學與設計系
國立台灣大學 生命科學系
國立中興大學 水土保持系

姓名職稱：陳財輝 研究員
林納生 特聘研究員
葉民權 教授
林雨德 助理教授
林信輝 教授
汪大雄 研究員
林裕仁 副研究員

派赴國家：印度

出國期間：2010 年 11 月 09 — 16 日

報告日期：2010 年 12 月 10 日

摘要

竹子是世界上重要之自然資源，約佔全球森林面積之 3.2%。竹子在地球分佈廣，遠從北緯 46°到南緯 47°之熱帶和亞熱帶地區，橫跨非洲、亞洲和中南美洲。聯合國農糧組織 (FAO)和國際竹藤聯盟 (International Network for Bamboo and Rattan, 簡稱 INBAR)，在 2005 年全球森林資源評估架構下，完成全世界竹林資源之調查。依據 2005 年報告，亞洲擁有全世界 65%之竹林，其次為美洲 28%和非洲 7%。在亞洲則以印度之竹林面積最廣，大約 11.4 百萬公頃，其次為中國大陸 5.4 百萬公頃，印尼 2 百萬公頃和寮國 1.6 百萬公頃。

印度地處南亞，在亞洲國家中，佔舉足輕重之地位。竹林是印度最重要的自然資源，全印度竹林面積廣達 1,136 萬公頃，佔全國林地之 16.8%。竹林主要分佈於印度東北部山區，上百萬公頃之竹林大面積同時開花枯死事例已發生多次，原本生活在竹林中之野鼠，因竹林消失、食物減少而大舉入侵鄰近農田，造成農作產量大量損失，引發嚴重飢荒之社會民生問題。因此，印度官方非常重視竹林開花與野鼠防治的問題，尋求台方協助研究竹林開花機制及竹林開花與野鼠被害防止對策。

行政院國科會與印度科技部 (Department of Science and Technology, India) 簽定雙邊合作交流協定已邁入第三年，有關竹林開花議題交流方面，去年(2009)由中研院林納生特聘研究員為團長，進行組織培養、竹生物科技、竹類蛋白體、及花器發生學等基礎性交流，今年度則由林試所陳財輝研究員邀請竹嵌紋病毒、竹屋設計施工、竹林水土保持、竹林野鼠調查、竹林開花機制、竹林經營、竹材加工利用等專家學者與會，以期能在過去之基礎下，持續並擴大雙方之研究合作交流。

竹林常被視為窮人的寶物，因為竹林可以提供衣食住行等各項民生所需。而且竹子為 C4 類植物，具有快速生長的能力，在植物界中被視為最具節能減碳功效者。竹林的經營管理在中國及印度等主要國家皆被高度受到重視。近年來，隨者社會及經濟條件變化，世界各國針對竹類的新技術開發及竹材新用途已陸續展開中，諸如竹林碳吸存機能、竹漿新技術、竹材能源燃料開發、健康無毒竹筍認證及無菌苗培育技術、竹炭及竹醋液環境改善材料應用、竹屋新設計、竹地板複合建材、屋頂內裝材與竹纖維紡織材料設計開發等多種。因此，台灣具有地理優勢，全世界之溫帶及熱帶竹類在台灣都有，未來竹類的研究發展在竹林技術先進國家中，具有相當大的潛力。

台灣及印度對於竹類所面臨而亟待研究之議題雖不盡相同，然而熱帶竹類資源的經營管理及利用研究，包括關鍵技術與實務經驗等交流，可供雙邊建立共同研究合作的方案，以期提高竹林的經濟及節能減碳等多重效能。本研討會之參與對台印雙方日後竹林開花與野鼠控制等相關研究必助益良多。

目 次

一、 緣起與目的-----	3
二、 過程 -----	<u>5</u>
三、 心得 -----	13
四、 建議事項-----	17
五、 參考文獻-----	18
六、 照片 -----	19

台印「竹林開花與野鼠防治」雙邊研討會

一、緣起與目的

竹子是世界上重要之自然資源，約佔全球森林面積之 3.2%。竹子在地球分佈廣，遠從北緯 46°到南緯 47°之熱帶和亞熱帶地區，橫跨非洲、亞洲和中南美洲。聯合國農糧組織 (FAO)和國際竹藤聯盟 (International Network for Bamboo and Rattan，簡稱 INBAR)，在 2005 年全球森林資源評估架構下，完成全世界竹林資源之調查。依據 2005 年報告，亞洲擁有全世界 65%之竹林，其次為美洲 28%和非洲 7%。在亞洲則以印度之竹林面積最廣，大約 11.4 佰萬公頃，其次為中國大陸 5.4 佰萬公頃，印尼 2 佰萬公頃和寮國 1.6 佰萬公頃。

印度地區的竹子種類豐富，共有 125 種 23 屬，佔全國森林面積的 16.8% (Lobovikov *et al.*, 2007)，總蓄積量為 8,042 萬噸，其中印度實竹佔 45%，梨果竹佔 20%，印度刺竹佔 13%。多數重要的工業用竹種（如大耳竹等）的開花期都較長，介於 40~120 年。印度東北各省之竹林面積最高，佔全國之 28%，竹產量第一，佔 66%，因此竹資源之經營及開花死亡之問題對地區的社會經濟發展十分重要。

印度東北部 8 省，分別為阿魯納恰爾省 (Arunachal Pradesh)、阿薩姆省 (Assam)、曼尼普爾省 (Manipur)、梅加拉亞省 (Meghalaya)、米佐拉姆省 (Mizoram)、那加蘭省 (Nagaland)、錫金省 (Sikkim)及特里普拉省 (Tripura)。此 8 省鄰近中國、緬甸、孟加拉、不丹，政治經濟情勢特殊。東北部山區主要竹種為亞熱帶性叢生竹。1959 年米佐拉姆省發生大規模之梨果竹開花枯死現象，並造成鄰近之梅加拉亞省、曼尼普爾省和特里普拉省等地產生嚴重饑荒。2006~2007 年間米佐拉姆省梨果竹大面積開花枯死後，由於食物不足，鼠群大量遷移，造成 12,620 噸稻米及 3,861 噸甘蔗的損失 (Rao, 2010)。除此之外，許多傳染病的寄主為野鼠，野鼠大量繁殖及遷徙，會增加傳染病的蔓延，嚴重危害大眾身體的健康 (Malsawmtluangi and Tandon, 2009)。目前控制六種主要鼠群的技術方面，有藥劑誘殺法，亦有使用蠕蟲等寄生蟲作為生物性防治工具，然若使用藥劑誘殺必須要慎重，因為鼠類亦為東北地區當地居民食物之一。

根據過去慘痛的歷史經驗，印度政府推測 2007 年會再度發生同樣的危機，所以早在 2000 年左右，即向聯合國提出協助要求，聯合國也撥付鉅額經費，協助印度東北 8 省處理 2007 年梨果竹大面積開花枯死所產生的危機。雖然下次再開花時間預估為 2056 年，但竹林為何會大面積同時枯死，有無徹底解決或分散風險方案，仍是印度政府及全世界科學家的一大挑戰。

竹子為何等那麼久才會開花？尤其為何會大面積全球同步性開花，科學界迄今仍然無法解釋，山區部落民族對於此種不可思議的現象，深植於古老傳說中。早在三、四年前，印度政府即透過我國國科會尋求國內竹類研究專家協助。鑑於竹類非草非木，其長期以營養系無性繁衍後代，造成短暫之開花結實。竹類開花結實後，母株又會立即枯死，其生態演化特性與一般林木差異甚大。由於有性生殖研究材料難得，國內外相關研究極度缺乏，文獻亦闕如。

2010 年台印「竹林開花與野鼠防治」雙邊研討會，係由台灣國科會與印度科技部簽訂合作協定而來，台方由林業試驗所代表向國科會台印雙邊研討會計畫申請，並從今年 4 月份起，透過我國國科會陳禹銘博士轉知印方印度東北山嶺大學(North-Eastern Hill University, Shillong) Veena Tandon 教授為印方研討會召集人，我方原訂 9 位出訪成員，專長包括：竹生物科技（林納生）、竹類組織培養(林崇熙)、竹屋設計施工(葉民權)、竹林遙測技術（邱祈榮）、竹林野鼠調查（林雨德）、竹林水土保持（林信輝）、竹林開花結實（陳財輝）、竹林經營（汪大雄)和竹材加工利用（林裕仁)等，但林崇熙與邱祈榮兩位臨時有重要事項待處理，本次無法與會報告。本次研討會主辦單位委任 Barik 教授為籌備秘書，台印雙方進行數十次之電子郵件溝通，再加上我國外交部及國科會駐印代表處方天賜博士積極聯絡協助，順利於 11 月 11-13 日完成研討會論文發表及竹子組織培養工廠、竹造紙廠及竹材加工廠等之參訪。此行認識印度竹類研究學者極多，了解竹類在印度之竹種選育、竹林栽培、竹材利用和竹產業等發展現況。

由於竹林大面積開花枯死，除了造成鼠患及民生問題外，也會造成潛在的土壤暴露與沖蝕、氣溫上升、缺水、火災，以及土地的貧瘠化等生態影響。所以本次研討會中，從竹林資源、竹林經營、竹林開花、竹林開花後之野鼠經營和研究發展等五項議題，分別探討台印竹林開花所伴隨而來之各種問題。研討會之重點集中於竹林開花機制之

研究、竹林組織培養技術、竹嵌紋病毒及野鼠之生物防治技術等。由於竹類開花及野鼠問題在台印間不盡相同，未來可針對共同研究交流項目簽訂共同研究交流意願書。

台灣竹林面積現約 20 萬公頃，過去包攬矢竹開花對陽明山森林生態系產生嚴重危害，目前面臨綠竹開花卻無法結實，以及綠竹嵌紋病等危害竹林經濟生產等諸多議題。因此，有關竹林開花議題及有效經營技術等極為重要。因應竹林極高的生產力，竹林對溫室氣體減量的重要性廣為國際所重視。因此，本研討會之參與對台灣日後竹林開花、經營及利用等相關研究助益良多。

二、過 程

(一) 行程

日 期	地 點	旅 程 內 容
99/11 月 09 日(二)	台北→香港→曼谷→印度新德里	旅 程
11 月 10 日(三)	新德里→高哈地	旅 程
11 月 11 日(四)	高哈地	參加研討會
11 月 12 日(五)	高哈地	參加研討會
11 月 13 日(六)	高哈地→阿薩姆省附近	參觀竹林組織培養及製紙工廠
11 月 14 日(日)	高哈地→新德里	旅 程
11 月 15 日(一)	新德里→香港	旅 程
11 月 16 日(二)	香港→台北	返 國

(二) 研討會內容

本次研討會原本預定於 11 月 11~12 日在印度東北山嶺大學(位於梅加拉亞省之西隆，Meghalaya Shillong)舉行，由於該校臨時有突發狀況及山區路程遙遠，研討會會場移師至阿薩姆省 (Assam)首府高哈地 (Guwahati)之薑飯店舉行(Hotel Ginger)，我方共 7 位成員與會報告，其報告摘要分述如下：

(1) Development of Bamboo mosaic virus as a plant expression vector for functional studies of genes involved in bamboo flowering

林納生，特聘研究員，中央研究院，植物及微生物研究所

竹嵌紋病毒之研究已有二十餘年的歷史，有關基礎生物學、分子生物學以及田間發生和親緣關係等已有極深入之研究，目前已成功透過病毒具感染性的 cDNA 單株，製備成可表達外源蛋白或調控序列之植物表現載體。透過遺傳工程方法，將口蹄疫病毒 VP1 胜肽，外接到病毒鞘蛋白基因上，如此可將竹嵌紋病毒從病原菌改造成生產口蹄疫苗的載體。因此將綠竹不同開花時期之竹桿或花序，透過 Solexa deep sequencing，獲得許多微小 RNA 資訊(microRNA)。利用竹嵌紋病毒為載體，將可探討微小 RNA 或其標的基因參與竹開花的分子機制。

(2) 竹綠建材之開發與應用案例

葉民權，教授，國立屏東科技大學，木材科學與設計系

台灣地區竹資源豐富取得成本低，其竹材廣泛用於建築結構，如施工鷹架、廣告招牌、涼亭設施以及早期民宅之柱梁結構等，但由於竹類直徑的先天限制，其結構之剛性不足，而限制其結構空間之彈性運用，同時接合強度不高，也造成傳統竹建築之施工與設計不易突破。本研究自竹加工之觀點進行改良，探討以開發集成竹材於結構用途，透過材料工程化進行評估，並因應氣候變遷與節能減碳之議題，朝向符合生態綠建材之要求進行設計。

研究中首先考慮材料之剛性改善，將圓形原竹分解成小單元竹片，重新以膠合及層積方式變換成矩形斷面，並藉此種加工程序可依設計所需之剛性，製造不同尺寸或曲率之竹集成材製品作為柱梁綠建材。所開發之結構用竹集成材經過抗彎、抗壓、抗剪之強度試驗，評估作為工程應用之容許應力基礎。本研究進行一涼亭之設計，製作不同尺寸之竹集成梁、柱、桁架系統並進行施作，藉以了解所開發之竹綠建材之適用性。

(3) 台灣地區坡地主要竹林之棲地屬性與環境保育問題

林信輝，教授，國立中興大學，水土保持學系

竹類為台灣早期經濟及造林樹種，包括桂竹、麻竹、荊竹、孟宗竹、長枝竹與綠竹等，其中於北部地區主要以桂竹之生長分布面積最廣，南部地區則屬荊竹佔多數。竹類之生長迅速，短時間內即可累積一定之生物量，然竹林對其他植物具有排他性，使得林下植物相單純及生物資源單調，又其水源涵養功能相較於一般森林植被區為低，因此，竹林地之環境保育問題顯得相當重要。

荊竹生長於泥岩地質區域，秋冬季之落葉量大且該季節為台灣南部地區之旱季，枯枝落葉覆滿林下達一定量後，常易造成嚴重之火災。荊竹地下莖屬合軸叢生型，荊竹林地之竹叢間距甚大，地面缺乏植物覆蓋，地表下土體受地表沖蝕作用產生沖蝕溝，或因風擺作用而造成坡表面滑坍或使崩塌持續擴大，崩落之荊竹含根植體，亦常因不易分散而阻礙野溪天然溪溝而造成災害。桂竹地下莖屬橫走側出單稈散生型，在不安定之坡面或崩場地堆積區，會加速入侵與擴展。在道路挖方坡面或河岸沖蝕地區易造成片狀崩塌，其淺根之特性亦會導致根系與無根系之土層間形成離層，產生週期性之土體崩落及溯源侵蝕情形。

竹類之地下莖分布緊密連結呈網狀結構，若將之施行妥善之管理，則有利於坡地與集水區內水土保持及良好的國土保安功能。

(4) 合歡山高山草原地區台灣高山田鼠對玉山箭竹成長之影響

林雨德，助理教授，國立台灣大學，生態學及演化生物學研究所

草食動物雖常被認為對植物的更新、生長、存活有負向的影響，但可能也有正向的影響。草食動物在攝取植物不同部位時，會對植物的適存度有不同影響。在合歡山草原地區，主要的優勢植種為玉山箭竹 (*Yushania niitakayamensis*)，主要的優勢小型哺乳動物為台灣高山田鼠(*Microtus kikuchii*)，過去的研究顯示玉山箭竹為高山田鼠主要偏好的植種。

本研究希望了解高山田鼠與玉山箭竹之間的關係，因此進行檢驗了以下的假說：

(1)台灣高山田鼠對於玉山箭竹的不同部位有取食偏好差異；(2)取食偏好與不同部位的營養成份相關，高偏好的部位含有較高的蛋白質及較低的纖維；(3)台灣高山田鼠對玉山箭竹的取食會增加箭竹冠層光的穿透量及地面掉落物，進而對玉山箭竹的生長有正向的影響。本研究分為實驗室內的取食偏好實驗和箭竹營養成分分析實驗，以及使

用野外圍欄移除田鼠實驗和操弄覆蓋度、凋落物實驗兩大部分。

實驗結果顯示，高山田鼠對於玉山箭竹各部位有顯著的取食偏好差異，且具有季節上的差異，五月時的取食偏好等級為筍>葉>地下莖=地上莖，在一月及十月時的取食偏好等級為葉>筍=地下莖=地上莖。高山田鼠對各部位的取食偏好與箭竹的酸洗纖維、粗蛋白質及灰份等營養成分含量顯著相關。

高山田鼠的啃食活動會降低箭竹覆蓋度及增加凋落物，進行野外降低箭竹覆蓋度及移除掉落物的實驗顯示兩者對箭竹發筍均有顯著的影響。而圍欄實驗的結果亦顯示，移除田鼠會降低圍欄內箭竹筍與莖的比例。因此可得知台灣高山田鼠雖然取食玉山箭竹，但對箭竹的生長具有正向的影響。

(5) 台灣四類型竹子開花特性及種子苗之生長

陳財輝，研究員，林業試驗所

台灣因地理位置及地形關係，同時具有溫帶產單稈散生型 (monopodial type) 竹類及熱帶產叢生型 (sympodial) 竹類。由於竹林面積寬闊、竹區交通方便且官民熱衷竹林培育技術改善等諸多優點，日本竹類權威上田弘一郎 (1963) 即多次提議在台灣設立世界性竹類研究機構，集合各地竹類專家來台共同研究。

竹類依地下莖分類 (McClure, 1966) 有 pachymorph rhizome system 及 leptomorph rhizome system 兩種基本型以及 metamorph I 及 II 兩種變異莖；其中 pachymorph type 稈從短及厚之地下莖尖端長出，且竹稈為叢生狀態，而 leptomorph type 之地下莖較為細長，且為水平狀伸展，竹稈從地下莖之節處長出之腋芽所伸長而成，竹稈為散生狀，在台灣以麻竹 (*Dendrocaryum latiflorus*) 及孟宗竹 (*Phyllostachys pubescens*) 各為代表。metamorph I 及 II 兩種變異莖，其中 *Melocana* 屬之地下莖為 long-neck pachymorph type，但其地下莖生長中途變成水平狀伸展，雖其歸類為 pachymorph type，但竹稈則為散生狀(即 McClure 所稱之 metamorph I)；另外，包箨矢竹 (*Pseudosasa usawai*) 形態初年與散生竹相同，但第二年則由竹之稈柄部發筍成稈 (即 McClure 所稱之 Metamorph II)。

竹類開花狀態可分為大量同時開花 (mass flowering or gregarious flowering) 及局部性開花 (sporadic flowering) 兩種。印度之 *Melocana baccifera* 大量開花對

竹類資源及生態產生巨大的衝擊，台灣北部陽明山包籜矢竹 (*Pseudosasa usawai*) 於 1999 年大量竹株開花枯死，之後天然下種之竹苗雖然陸續更新成活生長，但迄今陽明山包籜矢竹之生長尚未恢復到大量開花枯死前之大小。

另外，台灣之麻竹及孟宗竹則為局部性開花竹種，孟宗竹在台灣多分佈於中高海拔山區，開花竹株因交通不便而較少引人注意，而麻竹多栽培於平地，竹株開花現象相對下則較為常見，且麻竹林栽培主要為生產竹筍，在台灣麻竹產筍林需定期全面淘汰老齡竹株，局部性麻竹開花對整個麻竹林分並無嚴重影響。

本文針對台灣孟宗竹、麻竹、梨果竹及包籜矢竹等四類型竹林開花、結實等現況加以描述，並調查分析此四類型種子苗之生長情形，作為竹林開花枯死後之是否已達可採筍等育林作業依據。

(6) 台灣竹林資源，經營和利用之簡介

汪大雄，研究員，林業試驗所

竹子是世界上重要的自然資源。竹子天然分佈介於北緯 46°和南緯 47°間，位於熱帶和亞熱帶之地區，廣見於非洲、亞洲和中南美洲。由於竹林之重要性，聯合國農糧組織 (FAO)和國際竹籐聯盟 (International Network for Bamboo and Rattan)，在 2005 FAO 全球森林資源評估架構下，進行全球竹林資源之調查。

2005 年調查結果顯示，亞洲擁有全世界 65%之竹林，其次為美洲 28%和非洲 7%。在亞洲則以印度之竹林面積最廣大約 11.4 佰萬公頃，其次為中國大陸 5.4 佰萬公頃，印尼 2 佰萬公頃和寮國 1.6 佰萬公頃。至 2000 年止，台灣竹林面積佔全島森林面積之 7.11 %。在台灣過去經濟發展階段中，竹子提供巨大之經濟效益。在此期間竹產業蓬勃發展，也帶動了外來竹種之引進和竹林之經營。但近來因竹材價格低落，導致台灣未經營之竹林面積大幅度增加，此種交雜著年老、枯死和伏倒之未經營竹林林相，意味者整體老竹林生產力之衰退。

本文主要目的是回顧台灣竹林資源之狀況（含竹林種類，分佈地區與面積），台灣竹類之研究、竹林培育和經營方法和竹林利用。最後探討台灣竹林未來發展、永續經營之經營策略與方法。

(7) 台灣竹產業加工之變遷、現況與未來展望

林裕仁，副研究員，林業試驗所

介紹台灣竹材利用之演變歷史：說明竹產業在台灣經濟成長歷程所扮演之重要角色，及其起始、成長、顛峰、衰退及沒落期之經濟產值變化；台灣竹材利用方式之介紹：說明竹材在民眾生活中食、衣、住、行、育、樂之各種利用型態；台灣竹材產業之現況：說明目前台灣竹材加工產業之沒落程度，再以 SWOT 分析該產業目前面臨之威脅與挑戰及其既有之優勢與機會；台灣竹材產業未來之展望：說明竹產業如何利用具備之優勢與機會及政府之扶植政策（如發展竹炭產業等），繼續發展竹材產業，以期恢復昔日竹產業之榮景。

論文主要目的是以產品生命週期 (Product of life cycle) 方式，向印度學者介紹台灣竹加工業在 1970-1980 年代從導入期、成長期、成熟期至衰退期，在各階段期間該產業之演變及政府在協助產業發展所投入之輔導政策及所扮演角色。

竹產業在台灣因為經濟結構轉型，市場競爭力已衰退許久，然如何增加竹資源利用，再度振興竹產業，繁榮農村經濟，始終是政府農業主管機關歷年來之重要施政課題。因此，行政院農業委員會於 2002 年積極推動「竹產業轉型及振興計畫」，計畫中將竹炭之推廣利用列為計畫之重點項目。介紹目前台灣所建造燒製竹炭用土窯之形式及如何推廣執行之內容，包括協助竹農建造主窯、教導如何燒製竹炭及建立台灣優良林產品 CAS 驗證機制，以協助提昇國內竹炭製造廠商之市場競爭力。

演講中亦說明未來台灣之竹產業發展，除繼續推廣竹炭業外，亦加強推廣結合藝術之竹精緻工藝品產業，以提昇竹產品附加價值。此外，發展竹子快速裂解生質油及竹質燃燒顆粒等生質能源，增加竹資源之使用量，亦是重要的項目。

(三) 野外參訪內容

1. 竹類野外組之培養工廠

由於印度竹漿生產量大，為供應大量竹材原料，僅利用地下莖繁殖更新無法達到經濟生產目的，必須利用組織培養生產大量無性生殖苗並進行竹林造林。對於印方主辦

單位安排參訪利用竹種 *Bambusa tulda* 及 *Bambus balcoa* 之竹節芽端進行組織培養實驗室、溫室栽培及竹子造林地留下深刻印象。台灣竹林之繁殖更新以採行地下莖自然更新為主，利用組織培養之無性苗進行竹林造林實務工作在台灣尚未發展，僅見於試驗階段。以台灣組織培養技術之進步與經驗，若未來竹林造林有其需要，結合印度在竹林造林實務上之經驗，國內竹材生產將無可限量。

2. 竹造紙廠

該省另有一國營之紙廠，利用竹纖維造紙，取 6 呎長之圓竹經削片機打成竹片後，以蘇打法在蒸解爐製漿，其蒸煮溫度為 150°C，在 4-6 kg/cm² 壓力下黑液蒸煮 6 小時，竹片經盤磨機解纖得竹漿，竹漿經漂白後，以打漿機處理至適當游離度，白水以 1% 之纖維濃度添加松香上膠劑，經長網抄紙機進行抄紙，透過筒壓式脫水機去除水分，在經烘缸進行乾燥，其每日產能為 300 噸。

由於竹纖維長度約為闊葉木纖維長度的 2 倍，其細長比值較大，可為良好之漿料，以蘇打法製漿則可能略減其紙強度。近 3 年公司另成立組織培養實驗室，選定 3 種竹種作為造紙用竹，預期蓄積量每公頃可達 75 噸，以伐期 5 年計，平均每年每公頃可收穫 15 噸竹原料。

3. 竹材加工廠

在竹加工利用方面，2001 年印度政府及東北的梅格哈拉亞省政府獎勵民間開發竹工業，投入一千萬盧比，透過合板工業研究及訓練研究所 (IPIRT) 進行技術轉移，所成立之公司，克服量產障礙、竹材加工限制以及產品之市場接受度後，產品已成功應用於政府各部門及公營機構。

在阿薩姆省，2005~2006 年成立一竹簾及竹墊公司，負責人前往大陸考察後，透過甘蔗及竹技術中心 (CBTC) 之技術輔導，從台灣進口設備，包括剖竹機、平刨機、抽線機以及 11 台不同尺寸的竹簾編織機，透過其創意設計可以編織 150 種不同式樣產品。在一年內產能提高 3 倍，產品外銷法國及日本，品質及價格可與大陸相比，並接收了印度國內之市場。

三、心得

1. 竹類研究

由於雙方在竹資源議題屬首次接觸，對印度之竹資源首次有機會交流認識，然因受限參訪時間，僅能於研討會上透過印方學者之演講作概略式瞭解，惜無時間赴偏遠竹林地區進行實際參訪，作進一步深入瞭解。例如此次主要議題在探討竹子開花問題，然印方未安排赴開花竹林參觀，對無法進一步瞭解竹子開花現況誠屬遺憾。未來台印雙方應作更頻繁之接觸與互訪，方能有更深入之研究與技術交流。而未來在進行互訪交流時，應增加實地參訪行程之安排時間，以促進相互間竹林資源經營與產業發展之瞭解。尤其印度幅員遼闊，其交通基礎建設落後，耗費於交通路程之時間頗多，下回合參訪印度時，應要求主辦單位將參訪天數增加，以達到增加參訪點，得以瞭解現況，達到參訪目的。

印度、香港、尼泊爾、菲律賓、新加坡和泰國等國，開始加速進行竹類組織培養等相關的研究工作，而且竹類試管組織繁殖技術業已成功地應用於商業交易上，主要的竹種為：馬來麻竹 (*Dendrocalamus asper*)、印度實竹、漢米爾頓氏麻竹 (*D. hamiltonii*)、及大耳竹 (*B. tulda*)等 (Subramaniam, 1998)。

目前印度本身對竹林的生長模式、分佈和經營管理之瞭解，僅限於少數幾種而已。尤其對於印度東北部竹林的生物多樣性，以及其分佈和生長蓄積等資料瞭解極少，相關研究有待未來能夠派員考察台灣之竹林經營及相關研究成果。

竹類開花極為稀少，且多無規律性出現，竹類開花機制以及為何開花後會立即枯死的現象，迄今仍未被清楚地解析。竹類的開花是植物學界的一個謎題，一般竹類的開花可以區分為少數個體偶發性或群體大量同時開花性等兩種。到底是何種因素，促使竹類從無性繁殖狀態發展到開花階段，迄今雖未被徹底瞭解，但有多種假說嘗試解釋引起竹類開花的原因 (Uchimura, 1980)，因為竹類開花的不確定性，迄今沒有具體的實驗資料可以作為佐證，一般認為長期的乾旱和高溫會導致竹類單株個體開花。

2. 人才培育

近年來，印度政府對竹產業研究推廣極為積極。十幾年前印方就成立了國家級竹應用研究任務中心 (National Mission on Bamboo Application)，不僅在一流大學或研究機構

將竹生長、栽培或加工利用納入基礎研究，培育竹類研究人才，亦積極輔導人民進入竹農業或工業的生產體系，創造利潤。

反觀我國，竹產值於 1980 年後逐年沒落，但卻仍佔有森林面積 7% 以上，如何將竹資源再開發利用，實為吾人值得深思問題。印度竹林之組培技術與相關的竹種造林利用原則，亦有很多優點，今後印度與台灣在竹林經營與利用相關研究若能截長補短，並鼓勵年輕研究人員參與，強化與印度竹類研究人員之交流應可，不僅有助於雙方林業技術之提升，且有助於台灣林業人員之國際化。

3. 竹筍栽培

台灣竹材之使用量及竹加工業產值雖因竹產業沒落大量滑落，然竹筍之年平均產值屬穩定，6 種商業竹種中可提供食用竹筍者，為孟宗竹、桂竹、麻竹及綠竹等 4 種。印度可食用竹筍達 18 種，也是其農村重要經濟農作物。然從與其學者溝通交流，可瞭解其竹農對竹筍產銷仍留於傳統方式，供應區域僅限於生產區域附近之小範圍，竹筍品質良莠不齊，產值無法提昇。

對於竹筍之從挖採、收穫、分級、洗選、保鮮、包裝、驗證至運銷，國內多處竹筍生產重鎮之農會組織透過產銷班系統，已發展出提高竹筍品質之標準作業流程及具經驗豐富之產銷體系，有助增加竹農收益。下回合台印雙邊研討會若由台灣方面主辦，應安排印度來訪貴賓至國內竹筍生產重鎮之農會參訪竹筍產銷制度及運作實務，將此有助提昇竹筍產值之成功經驗介紹予印方，提供印度借鏡學習。

4. 竹產業

根據本次研討會中印度學者所提供之資料，印度竹資源豐富，其竹林覆蓋面積達 8.96 百萬公頃，佔其森林面積 13%，竹種分屬於 22 屬，136 種。在多樣化之竹種中有其多樣化之用途，其中：

用於紙漿、造紙及纖維用途之竹種有 12 種；用於結構、鷹架、地板、牆面、屋頂及裝潢用材之竹種有 35 種；用於手工藝、竹蓆、竹籃等用途之竹種有 25 種；用於製造家庭器具及農業器具等用途之竹種有 21 種；用於飼料、醫藥及樂器等少量用途之竹種有 23 種；竹筍可食用性之竹種有 18 種，其中 *Bambusa balcooa*, *Dendrocalamus hamiltonii*,

Melocanna baccifera 等 3 竹種最常被食用。

目前面臨大面積竹子開花問題之印度東北地區竹資源面積為 3.1 百萬公頃，竹種有 16 屬，89 種。

與印度竹資源比較，台灣之竹資源覆蓋面積與蓄積量過於懸殊。台灣竹資源面積根據第三次全國森林資源調查資料為 152,000 公頃，佔其森林面積 7.2%，竹種分屬於 15 屬，85 種。具商業價值之重要竹種有孟宗竹 Moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*)、桂竹 Makino bamboo (*Phyllostachys makinoi*)、麻竹 Ma bamboo (*Dendrocalamus latiflorus*)、刺竹 Thorny bamboo (*Bambusa stenostachya*)、長枝竹 Long-branch bamboo (*Bambusa dolichoclada*) 及綠竹 Green bamboo (*Bambusa oldhamii*) 等 6 種。基於資源與人材眾多之優勢，對於竹林生態及竹種分類之基礎研究無論在廣度與數量，印度方面顯然均有其優勢，值得我方日後在此領域之研究工作多加交流、合作與學習。尤其是竹子開花後所引發之生態與農村經濟問題，印方之因應經驗與處理策略，均值得我方借鏡學習，提前擬訂因應策略與措施，作為未來台灣在面臨類似竹子開花之生態與經營問題時，不致因缺乏對策而不知如何面對因應處理。

在此次台印學術交流過程中，可了解印度竹資源豐富，僅次於中國，但由於印度國內基礎設施不足與落後，導致大量之竹林資源無法運輸與利用，因此為了加速竹林資源之應用，印度政府獎勵民間選擇在交通便利之地區，利用組織培養之技術大量培育竹苗，並以台灣栽植人工林之方式進行大面積規則距離之竹林栽植，並採取集約經營方式照顧竹林。如此以造林木之方式來種植竹林，可感受印度政府希望克服現有基礎設施不足之困難下，為提昇未來可用竹林資源所付出之努力。

參觀印度之竹漿製造廠及竹簾加工製造廠，可初步瞭解其目前所採用之機械設備與製造技術之老舊及人工比率高之經營管理方式，仍落後目前台灣生產竹加工業所採用之生產設備、技術與管理有二、三十年餘。印度竹加工產業尚在起步階段，故竹產品之開發與製造應有充裕之空間，尤其是該國竹種類繁多，相關之竹材加工技術及竹材特性研究均值得進一步投入，而因應竹開花而造成大量竹資源之損失而言，亦顯示加強竹材之加工利用層面應列為重要經營策略之一。

因此，對於協助印度發展先進之竹加工業，提昇經營效能，台灣竹加工業有絕對充足之優勢與潛力。日後印方學者來台交流訪問，亦應安排參訪竹藝博物館及竹加工業

者，尤其位於南投縣竹山鎮之竹山工業區及竹藝文化園區，以供借鏡學習。

另外，印度之竹資源利用加工多半以竹材為主，對於竹筍部分甚少提及，顯示竹筍之加工利用在印度方面未來應有相當之成長空間。此次研討會台灣學者對台灣竹筍利用之介紹獲得與會印度學者之高度興趣，並希望來台灣觀摩學習不同種類之竹筍大餐。以台灣獨步全球之竹筍加工技術，應是台灣能協助印度發展竹筍工業可發揮之處。

除了竹材及竹筍方面，印方對於我方在開發高品質竹炭燒製技術及竹炭相關產品與發展歷程，也呈現高度興趣。印方近年來雖也有少量竹炭生產，然尚屬低溫低品質竹炭，且未結合溫度控管設備進行精確炭化製程管理，竹炭產品之品質良莠不齊，尚無法符合被應用於竹炭合成纖維製造之條件，及生產具蓄熱保溫之高級保暖衣物產品。因此，對於高品質竹炭燒製技術我方具有優勢，尤其是位於土城市之紡織綜合研究所研發之奈米級竹炭纖維製造技術，已達成熟並提供技轉，日後印方學者若有來台，值得帶領至該所參訪，提供印方借鏡學習。

竹林在印度被視為窮人的寶物，因為竹林可以提供一般人民衣食住行等各項民生所需。而且竹子為 C4 類植物，具有快速生長的能力，亦即其高生產力在植物界中被視為最具節能減碳功效者，竹林的經營管理在中國及印度等主要國家皆被高度受到重視。

近年來台灣竹產業逐年萎縮，不僅政府及相關研究單位不重視，相關研究亦日益減少。由於中華文化食、衣、住、行、育、樂等生活均與竹息息相關，竹的新的利用價值業已出現，諸如竹林碳吸存機能、竹漿新技術、竹材能源燃料開發、健康無毒竹筍認證及無菌苗培育技術、竹炭及竹醋液環境改善材料應用、竹屋新設計、竹地板複合建材、屋頂內裝材與竹纖維紡織材料設計開發等多種。在重視環境保護之今日，竹材對環境友善之利用價值深受期待，竹材新用途期待有關單位仔細評估，台灣有極雄厚的竹產業研究和發展基礎，若能重新藉重政府和企業力量，有系統有魄力的探視竹產業，賦以新的科技管理和經營，相信必能重振昔日雄風，提高竹產業價值。

台灣具有地理優勢，全世界之溫帶及熱帶竹類在台灣都有，未來竹類發展的研究在竹林技術先進國家中，具有相當大的潛力 (Chang and Yeh 2001, Chiou et al. 2009, Chen et al 2009, Chung et al. 2005, Chung et al. 2010, Wu et al. 2004, 2005)。印度擁有廣大之面積，平坦之地區、適合之氣候和豐盛之人力，在印度協助印度進行非竹林之人工造林應是雙方政府可思考未來合作之問題。

以韓國之海外造林為例，為了解決韓國國內森林資源供給不足之問題，以確保能夠長期獲得穩定之林木供給，韓國政府早在 1958 年在印尼進行海外造林投資。自 1992 年起，韓國政府更提供低利貸款給國內木業公司，獎勵其到澳洲、紐西蘭、越南、中國、巴拉圭和索羅門群島等國家去投資造林。至 2006 年海外造林已廣達 128,000 公頃，並預計至 2050 年時其海外造林面積要擴至 1 佰萬公頃，可見韓國政府對其國內林產企業照顧之決心，和面對動態變化國際林業環境之應對策略。協助印度造林不僅有利於增加印度之森林覆蓋，在台灣方面可增加對減少 CO₂ 排放量努力所獲之業績，減緩過度仰賴進口木材所遭受之國際壓力，和提昇未來海外林木供給之合理性。

台灣及印度對於竹類所面臨而亟待研究之議題雖不盡相同，然而熱帶竹類資源的經營管理及利用研究，包括關鍵技術與實務經驗等交流，可供雙邊建立共同研究合作的方案，以期提高竹林的經濟及節能減碳等多重效能，建立一個雙贏的局面。

四、建議事項

1. 竹林開花間隔期很長，且開花後枯死的特性極為特殊，因為研究材料取得不易，造成竹林開花等相關基礎研究困難，竹林開花機制成為全世界共同的謎題，有待國科會全力支持竹類開花之基礎性研究計畫。
2. 印方對於我方之竹筍栽培及竹碳與竹材等加工利用極感興趣，明年度之雙邊研討會擬請國科會支持在台灣主辦，讓印方竹林研究人員親身體會台灣精良之竹林栽培技術。本次研討會中，雙方亦簽訂台印雙方竹林共同研究方針如下：
 - (1) 進行竹林面積、蓄積量、生長、開花、土壤侵蝕及土壤養分循環調查
 - (2) 評估竹類開花及減緩對環境的衝擊、環境的保護、竹類生態、竹林與動物的相互關係
 - (3) 竹類栽培技術
 - (4) 竹類利用之過程及產值增加（包括竹材及竹筍），加工過程與技術（包括合適的機械）
 - (5) 病蟲害的綜合管理（包括生物防治技術）
 - (6) 分子及個體的繁衍技術
 - (7) 竹林多樣性及種苗發展
 - (8) 開花之分子技術
 - (9) 種子技術（包括超低溫冷凍法）
 - (10) 竹林開花面積之預測模式
 - (11) 竹林改良技術
3. 為因應未來竹類之發展與研究，建議國內成立竹類研究小組，由林業試驗所召集，綜合產官學研成立研究工作團隊，積極進行竹類大型研究計畫，除協助印度解決竹類開花及竹產業發展等問題外，還能加入國際竹類研究組織，拓展台灣與國際間竹資源研究之交流，以提昇台灣在國際竹類之研究地位。

五、參考文獻

- Balakrishnan, B. N., M. N. Chandrasekharan and D. Lulu (1988) Some common diseases of bamboo and reeds in Kerala. In : Bamboos Current research. Proceedings of the International Bamboo Workshop, November 14-18.
- Bhat, K. M. and C. Renuka (1986) Variation in physical characteristics of Kerala grown rattans of Peninsular India. The Malaysian Forester 49 (2):185-197.
- Chen, T. H. (1984) Bamboo mosaic virus associated with a mosaic disease of bamboo in Taiwan. Plant Protection Bulletin 27 (2):111-116.
- Chen T. H., Chung H.Y., Wang, D.H., and Lin S. H. (2009) Growth and biomass of makino bamboo in Shihmen reservoir watershed area. Quarterly Journal of Chinese Forestry 42:519-527.
- Chung, H.Y., Liu, C. P., and Chen, T. H. (2010) Effects of thinning on the growth and biomass of *MAKINO* bamboos in Lienhuachih. Quarterly Journal of Chinese Forestry 43(2):223-231.
- Lalnunmawia, F., JHA L. K. and Lalengliana F. (2005) Preliminary observations on ecological and economical impacts of bamboo flowering in Mizoram (North East India). Journal of Bamboo and Rattan 4(4): 317-322.
- Lin, N. S. and W. C. (1981) Investigation and study of bamboo witches broom in Taiwan. Quarterly Journal of Chinese Forestry 14 (1):134-148.
- Lobovikov, M., S. Paudel, M. Piazza, H. Ren and J. Wu (2007) World bamboo resources. Food and Agriculture Organization.
- Malsawmtluangi, C. and V. Tandon (2009) Helminth parasite spectrum in rodent hosts from bamboo growing areas of Mizoram, North-east India. J. Parasit Diseases 33:28-35.
- Rao, H. R. (2010) Flexural and compressive properties of bamboo and glass fiber-reinforced epoxy hybrid composites. J. of Reinforced Plastics and Composites 29: 1446-1450.
- Shula, A. N. and S. Singh (1988) Diseases and deterioration of bamboos in India. India Forester 114 (10):714-719.
- Yeh, M. C., W.C. Hong., and Y. L.Lin.(2009) Flexural properties of structural laminated bamboo/solid wood composite box hollow beams. Taiwan J. For. Sci. 24(1):41-49.

六、 照片



圖 1 研討會台印雙方與會者合影



圖 2 研討會現場



圖 3 印度召集人 Professor Veena Tandon 致詞



圖 4 台灣召集人 陳財輝研究員致詞



圖 5 印度科技部官員致詞



圖 6 汪大雄研究員論文發表



圖 7 林信輝教授論文發表



圖 8 林裕仁副研究員論文發表



圖 9 葉民權教授論文發表



圖 10 陳財輝研究員論文發表



圖 11 林納生特聘研究員論文發表



圖 12 林雨德助理教授論文發表



圖 13 印度組織培養出造林後之竹林



圖 14 4 種竹種栽植試驗地



圖 15 組織培養工廠、竹苗繁殖場



圖 16 組織培養出之竹苗



圖 17 古瓦哈地竹蓆加工廠（台灣製造竹材加工機械）



圖 18 印度國營紙漿工廠會議室