

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：出席國際會議)

出席「中加林產工業永續發展交流研討會」報告

服務機關：行政院農委會林業試驗所
出國人職稱：研究員兼所長、研究員兼系主任、
研究員、副研究員
姓名：楊政川、鄒哲宗、周群、黃清吟
出國地區：加拿大
出國期間：九十年九月八日至九月十七日
報告日期：九十年十月三十一日

F8/
CO9004316

公務出國報告提要

頁數: 含附件: 否

報告名稱:

出席中加林產工業永續發展交流研討會及考察參訪報告

主辦機關:

行政院農業委員會林業試驗所

聯絡人/電話:

黃明仁/23039978#1215

出國人員:

楊政川 行政院農業委員會林業試驗所 所長室 研究員兼所長
鄒哲宗 行政院農業委員會林業試驗所 森林化學系 研究員兼主任
周群 行政院農業委員會林業試驗所 森林利用系 研究員
黃清吟 行政院農業委員會林業試驗所 森林利用系 副研究員

出國類別: 其他

出國地區: 加拿大

出國期間: 民國 90 年 09 月 08 日 - 民國 90 年 09 月 17 日

報告日期: 民國 90 年 10 月 31 日

分類號/目: F8/林業 F8/林業

關鍵詞: 永續林業 (Sustainable Forestry), 混合型結構 (Wood and Non-wood Hybrid System), 單板積層材 (Laminated Veneer Lumber, LVL), 定向粒片板 (Oriented Strand Board, OSB), 示範林 (Model Forest), 2x4 框組壁工法 (2X4 Platform Frame Wood Systems), 加拿大森林生態研究網 (Canadian Forest Ecosystem Research Network of Site, FERNS), 台灣長期生態研究網 (Taiwan Ecosystem Research Network, TERN), 熱磨漿 (Thermalmechanical Pulp, TMP)

內容摘要: 「中加農業科技合作研討會」會後, 以加拿大林產研究院為主之加拿大主要林業研究機關, 特於九十年九月在亞伯他省愛特蒙頓市召開「中加林產工業永續發展交流研討會」以落實資訊及技術交流之目的。林業試驗所楊所長政川率領相關研究人員及中華民國木構造建築學會成員與會宣讀論文, 並考察研習加拿大林產工業有關永續林業及永續環境之措施。考察重點包括加拿大示範林之經營研究, 混合型木構造建築工法, 以及合板廠、單板積層材加工廠、定向粒片板工廠與化學熱磨漿工廠之永續經營措施。雙邊研討會成果豐碩, 各機關代表獲得共識, 擬訂在2x4框組壁工法之環境永續性, 森林及林產物之碳吸存效能, 結構及非結構用新型組合木材及中加森林生態系等主題合作研究, 並將派遣主管及研究人員來台進一步磋商研究細節。本考察計畫除了解加拿大永續林業可資借鏡之措施外, 並為中加農業科技合作建立良好之合作機制。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

出席「中加林產工業永續發展交流研討會」報告書

目 次

一、緣起與目的	1
二、行程與任務	2
三、成果與心得	3
四、檢討與建議	12
附件一、中加林產工業永續發展交流研討會議程表	13
附件二、楊所長政川論文摘要	15
附件三、鄒主任哲宗論文摘要	16
附件四、周研究員群論文摘要	17
附件五、黃副研究員論文摘要	19

一、緣起與目的

農委會與加拿大駐台北辦事處於八十三年簽署「中加農業合作備忘錄」，雙方同意加強農產貿易、農業投資與科技合作。嗣後於八十八年九月舉行之第三次工作小組會議，雙方決議加強有關農業生物技術及林產品加工技術等領域之交流合作，並在台舉行研討會。八十九年十二月本所與水產試驗所共同舉辦「中加農業科技合作研討會」；會中中加雙方學者就農、林、漁、牧等領域之研究成果及產業現況交換資訊，並研商未來合作研究之可行性。

其間本所與加拿大林產研究機構 Forintek 達成日後就永續林業及永續環境方向研擬林產加工合作計畫之共識。會後 Forintek 方面更提出加強落實資訊交流目的之行動方案作為回應，該方案預定於九十年九月在亞伯他省愛特蒙頓市（Edmonton, Alberta）召開「中加林產工業永續發展交流研討會」，由雙方派遣產學雙方代表參加，作為日後研擬具體合作計畫之依據，為中加農業交流建立合作模式。

本出國考察計畫由楊所長政川率團參加研討會並宣讀論文，考察期間自九十年九月八日至十七日共計十日。成員包括：木材化學系研究員兼系主任鄒哲宗，木材纖維系研究員王益真、森林利用系研究員周群，副研究員兼系主任王瀛生及副研究員黃清吟。另外更結合中華民國木質構造建築協會三位代表：台灣森林系王松永教授、成功大學建築系林憲德教授及屏東科技大學木材工業系葉民權教授，以期達成中加農業資訊及技術交流之目的。考察內容包括研習加拿大林產工業有關永續林業及永續環境之措施，作為日後中加合作研究之方向；並與加拿大林產研究院建立雙邊合作研究機制。

二、行程與任務

日期	星期	行程	任務
九月八日	六	台北→溫哥華	行程
九月九日	日	溫哥華	拜訪 Forintek 人員及調整時差
九月十日	一	卑詩省內陸	參觀考察溫哥華一鋼筋混凝土及木構造混合型建築工地及考察卑詩省溫帶雨林林相
九月十一日	二	亞伯他省	考察位於卑詩省 Golden 鎮之合板廠及單板積層材加工廠及其卑詩省與亞伯他省交界之洛基山脈冰河森林生態系
九月十二日	三	亞伯他省	考察亞伯他省 Hinton 鎮之 Foothills 示範林經營及位於 Drayton Valley 之 Weyerhaeuser 定向粒片板工廠
九月十三日	四	亞伯他省 Edmonton	參加「中加林產工業永續發展交流研討會」並宣讀論文
九月十四日	五	亞伯他省 Edmonton	參加「中加林產工業永續發展交流研討會」並宣讀論文
九月十五日	六	亞伯他省	參觀位於 Whitecourt 之 Alberta Newsprint 化學熱磨漿工廠
九月十六日	日	Edmonton→溫哥華 →台北	行程
九月十七日	一		時差關係延後一日到達

三、成果與心得

A. 混合型結構 (Wood and Non-wood Hybrid System)

九十年九月十日(星期一)

參觀溫哥華地區一施工中之六層住商建築工地。地下二層為鋼筋混凝土構造之停車場；地上四層為 2x4 木構造之住宅，共 102 單位，每單位面積約 75 至 102 平方公尺，每平方尺造價約 900 至 950 加幣。

木結構之地樑與混凝土以螺栓結合，地樑與混凝土相接處及外圍牆壁均釘覆塑膠防水層以隔絕水份；木結構關鍵處設有金屬避震桿，以減少地震災害。牆壁外覆以合板，間柱乃以不同長之 2x4 板材指接成長板材，再裁成間柱長度，以達充份利用短材之目的。第一層之間柱因需承受較大的上層載重，故間隔較上層間柱為密。第二及第四層之地板托樑為 SPF (Spruce-Pine-Fir) 實木板材，第三層採重量輕、強度佳之工字樑 (樑腹為定向粒片板、樑翼為積層單板材)，以減少一部荷重。另外桁架、間柱及托樑錯開不必位於同一平面，以利於結構材之配置且不致降低強度。房屋外圍之地板樑由高強度之積層樑及單板積層樑組成，以增強結構之強度。另為防止木構造之地板振動大及隔音差之缺點，在托樑上依次加上 1/2" 合板、1.5" 混凝土、3/4" 地板底板及地毯以構成地板。屋頂由預先組合之桁架構成，外覆以合板及金屬浪板等；桁架由刺鐵板結合 SPF 實木板材而成，在工廠預先組合再運至工地，藉金屬結合配件固定於天花板樑上。

本次考察可知，北美各大城市近年已大量採用鋼筋混凝土與木結構混合之建築型式，以有效解決都市土地問題。此類建築均經詳細之結構強度設計，以確保使用安全；避震器之裝設以增加地震之抵抗；使用大量之工程木材如工字樑、層積樑、單板層積樑等，以有效利用木材並增加木材構件之強度；使用金屬結合配件，使整體結構更加穩固。台灣地狹人稠，所有建築及結構體幾全為鋼筋混凝土製，建築廢料之棄置對環境衝擊極大。在推行綠建築以達成永續環境之趨勢中，應以此種結合木構造及鋼筋混凝土長處之混合式建築最值得借鏡。

2. 依凡氏木業公司 (Evans Forest Products Company)

九十年九月十一日(星期二)

依凡氏木業公司距卑詩省邊境約六十公里，是一座生產針葉樹合板及單板積層材 (Laminated Veneer Lumber, LVL) 之工廠，最近已為美國木業連鎖公司所併購。主要樹種為直徑六英吋 (約 15 公分) 以上之加拿大花旗松 (Douglas Fir) 中小徑木。原木先由貯木池運至剥皮機 (Debarker) 以移除樹皮，再橫切至所需長度後，即通過旋切機 (Rotary Lathe) 捲切 (Peeling) 成厚度約 3 mm 之單板。芯材 (Core) 之直徑小至 2.65 英吋 (約 6.7 cm)，與其他生材邊皮廢料經刨片機切成粒片後，送往製漿造紙公司。單板經自動分級機依含水率高低分成高、中、低三含水率級，進入三組輸送帶式乾燥機 (Conveyer Dryer)，乾燥後之單板即依外觀完整性及缺點種類與分佈情形，篩選為面底板及中板；單板修整產生之乾燥廢料即運至鍋爐作為燃料。底板及三層中板在同一輸送帶上，經滾筒式佈膠機塗佈酚膠 (Phenolic Resin) 後，加上面板組成五層合板。冷壓五分鐘後即送入卅六層式熱壓機熱壓二分鐘成型。成板後經裁切、表面處理、砂光，即包裝打印等待出廠。

在單板積層材生產線中，前段單板乃由合板廠之旋切機所製，且經相同標準之分級及乾燥等步驟；唯單板在厚度方向需先斜切 (Scarf)，並分級使同等級單板組合在一起，以便佈膠後可斜接 (Lap Joint) 成任意長度。斜接時需使接合處錯開，以免在使用時產生應力集中之缺點。斜接後之單板在輸送帶上來回堆疊組合 (Ply-up) 至 15 層或 30 層，冷壓後再以 300°C 熱壓，熱壓時間則視層數而定，復以柵鋸 (Gang Saw) 等機具裁切成訂單指定之尺寸。一般而言，單板積層材之最終厚度可達 3.25 英吋 (約九公分)，長度可至六十英呎 (約十八公尺)，寬度多為四英呎 (約 122 公分)；目前該廠均生產平面之單板積層材，而尚未開發製造彎曲層積之 LVL。

整體而言，依凡氏木業公司之製造方式與一般合板工廠相似，唯生產效能高，廢料少，且依訂單生產並無成品庫存問題。員工約三百餘人，每日廿四小時分三班全時運轉，週休一日；每年可生產合板及單板積層材約二百萬立方公尺，每日即消耗酚膠約五至六萬磅 (約二·五公噸)。而台灣合板界因產業外移之衝擊，目前僅餘四家工廠可由單板捲切至熱壓成板作全線生產，餘則由進口單板作後段之膠壓成板作業。復因大陸進口劣質合板之傾銷，目前多處於減產狀態。而旋切機

可處理直徑卅公分之原木，芯材直徑為八公分；故較難處理中小徑木，廢料多產能亦差。此外，台灣之合板市場乃以闊葉樹合板作家具及室內裝潢為大宗，以針葉樹合板作建材用者較少，故合板表面品質要求較高；為提高製成率，則以人工分級及修補以取代機械化自動分級，產能亦難提高。台灣目前尚無單板積層材製造工廠，在原木生產國對天然闊葉樹伐採限制日漸嚴苛之際，人工林中小徑木生產之單板積層材，必為未來之消費趨勢。台灣現有之合板廠，擴充現有之加工設備亦可用來生產單板積層材，值得推廣。

3.福特希爾示範林 (Foothills Model Forest, FMF)

(九十年九月十二日星期三)

加拿大示範林系統於 1990 年開始籌備，其目的在於結合政府及民間力量，將林業科技新知應用於特定地區，以達成永續林業經營。其經營目標借重於完整森林生態系之實務，經由社區與政府之共識並通過共同決策機制以達成森林經營中社會、環境、經濟之永續性。

迄今加拿大全國由東至西共成立十一處示範林，其中 FMF 位於亞伯特省，為以松木為主之高山及亞高山林型。其總部位於 Edmonton 以西二百八十五公里之小鎮 Hinton 佔地二百七十五萬公頃，範圍涵蓋 Jasper National Park 及 Willmore Wilderness Park，為全加拿大幅員最廣之示範林。FMF 之示範經營由來自各不同領域之合夥人 (Partners) 聯合為之，以反應森林價值之多樣性並平衡人類對森林需求之廣泛性。FMF 之合夥人包括各級政府機關，亞伯他省之民間團體，學校及研究單位，林產、石化、採礦等工業，及當地社區等。合夥人除出資外，亦需以實際行動參與示範林經營與研究方向之決策。

FMF 組織運作方式乃由合夥人推舉十二名代表組成指導委員會掌理示範林經營計畫之擬定，其下設評議委員會負責擬定中短程及中程計畫，並由大學教授及研究人員組成之科技委員會負責研究計畫之執行。另外並設有資詢委員會作為決策顧問，經理一人以協調整合各委員會之意見。示範林研究分為生態性、社會性、經濟性三大方向之研究，而 FMF 在有關社會性及經濟性研究之比重為全加拿大所有示範林之冠。大體而言，目前 FMF 之研究計畫重點包括：森林生物多樣性研究、森林永續經營指標研究、自然干擾因子研究、生態系分級、野生

動物及魚類研究以及森林人文（社會經濟）研究。

有關經營方針之制訂，土地所有權人對示範林經營決策權並未凌駕於其他合夥人之上，而是完全由指導委員會在滿足森林多樣性及廣泛性之原則下，經一定程序謀得所有合夥人共識而定之。FMF 轄區中包括一印地安保留區，然則目前該指導委員中並未包括原住民代表，經營計畫之推動上易遭阻力，為此一示範林仍需改進之處。

加拿大森林面積中國有林佔 23%，省有林佔 71%，私有林佔 6%。森林經營權屬省政府及當地政府；近年來加拿大森林經營已朝全球氣候變遷，保存生物多樣性，非林木資源之價值及木材生產等方向修正；示範林更結合包含國家公園等不同合夥人，並在環境與經濟外加入社會學研究，並藉社區民眾參與而朝永續森林經營目標邁進。反觀台灣，森林面積中國有林佔 76%，公私有林佔 24%。國有林森林經營實務主要由林務局負責，並無示範林之規劃方針。林務局與國家公園及社區民眾間之互動略嫌不足。此顯示在台灣森林經營上，各公私單位間缺乏整合，而林業試驗研究中有關人在森林生態系內之位階層面(Human Dimension)研究仍屬缺乏，雖有少數經濟性之論題及研究，但並未能全面顧及生態系所應有之社會性意義，更遑論社區民眾參與決策。以加拿大為借鏡，今後台灣應朝此永續森林經營方向努力，以期早日進入國際示範林網路 (International Model Forest Network)。

4. 維爾浩斯定向粒片板工廠 (Weyerhaeuser Oriented Strand Board Plant at Drayton Valley, Alberta)

九十年九月十二日(星期三)

美國維爾浩斯國際木業公司於一九八七年併購加拿大亞伯他省追騰谷 (Drayton Valley) 本工廠。本廠員工約二百人，年產定向粒片板約二百六十萬立方公尺。加工用原木來自方圓二百五十公里之林地，樹種則以灰楊 (Aspen, 73%) 及白楊 (Poplar, 25%) 為主，另含極少數其他針闊葉樹材。為防止冬季冰封無法正常生產，貯木場可貯放高達十五萬立方公尺原木，另設有加熱式 (38°C) 貯木池以解凍原木。

原木經清潔及解凍後，通過環式剝皮機 (Ring Debarker) 及金屬探測器以除去樹皮與金屬雜質，隨後輸送至環式刨木機 (Ring Strander)

切成長 10.4cm、寬 2.54cm、厚 0.69mm 之長條式粒片 (Strands)，並貯於三個粒片貯槽，仍在生材狀態下之粒片隨後通三段式旋轉式乾燥機 (Rotary Dryer)。乾燥機之入口溫度高達 850°C，出口溫度約為 140°C；乾燥後粒片含水率降至 5% 以下。乾燥時木材之水分每小時產生 35 噸蒸汽，形成氣旋並與粒片分離；熱風經過通電濾床，挾帶小木屑逸出。乾燥粒片以旋轉式濾網 (Rotary Screen) 篩選二次，較大粒片用於表層，較小粒片用於芯層；淘汰後之小木屑加上天然氣可作為乾燥機之熱源。表層及芯層粒片分別在滾輪式混合機 (Drum Blender) 上膠及上臘，用量及備料由電腦自動控制。使用之膠合劑，表層為液狀及粉狀酚膠 (佈膠量 7%)，芯層為液狀異氰酸膠 (佈膠量 2.5%)。上膠後之粒片以每小時廿七噸的速率連續配置 (Lay) 在輸送帶上，粒片配置方向，上下 (表、底) 二層平行長軸，二層芯層則垂直長軸。將連續配置之粒片裁成寬 253cm、長 738 cm (8 呎 x 24 呎) 之尺寸，即以十二段熱壓機在溫度 213°C (415°F)、壓力 245kgf/cm² (3500 psi) 下熱壓三分鐘。成板經自動檢測機以檢查板材厚度均勻度、重量變異及有無脫膠等缺點；剔除不良品後，即切割、砂光、打包，準備出廠。

目前台灣消費者對 OSB 之接受性仍未建立，在因應全球對環境之要求愈趨嚴謹時，綠色消費習慣之建立指日可待。值得一提的是，美國維爾浩斯木業公司在加拿大亞伯他省共有三家鋸木廠、三家工廠、一家製漿廠及一家工程木材 (Engineered Lumber) 製造廠，並有四處林場以生產及供應原木。此四處林場共二百九十萬公頃，允許年伐量為三百八十萬立方公尺，每年植苗一千三百五十萬株。為求永續經營，維爾浩斯木業公司預定在 2002 年通過 ISO 14001 認證，並預定在 2003 年通過加拿大標準 (Canadian Standards Association)。為鞏固與社區民眾及原住民之關係，該公司並與當地社區簽署合約，針對提供就業機會、形成商業聯盟、提昇教育及訓練、增進民眾參與等方面共同努力。此種企業永續經營之理念，不只在林產工業界，對其他所有產業而言，值得學習。

5. 中加林產工業永續發展交流研討會

九十年九月十三—十四日(星期四—五)

「中加林產工業永續發展交流研討會」於亞伯他省 Edmonton 市

的格林屋飯店 (Greenwood Inn) 會議室召開，二天時間共宣讀論文十八篇。主辦及協辦機關為加拿大林務署 (Canadian Forest Service)，加拿大林產研究院 (Forintek)，亞伯他研究委員會 (Alberta Research Council) 及林業試驗所。

議程原本排定由 Forintek 總裁羅許博士 (Dr. Ian de la Roche) 致開幕辭及介紹雙邊研討會之目的及任務，因九一一恐怖攻擊而致北美航空交通全面停飛，出差到美國加州之羅許博士無法及時趕回會場，乃由副總裁丹卓飛博士 (Dr. Jim Dangerfield) 代理，拉開中加林業及林產雙邊合作研討會。

首先由加拿大林務署北方林業中心 (Northern Forestry Center) 所長凱斯博士 (Dr. Boyd Case) 對加拿大林業現況作一整體性介紹；隨即由林業試驗所楊所長對台灣林業及林產工業作一番深入淺出的介紹。因木構造及綠建築為此研討會主題之一，研討會之第一單元即選定與環保相關議題。加拿大林產研究院推出副總裁就木構造在環保之優勢作強力佐證，台灣方面則由台灣大學森林系王松永教授及成功大學建築系林憲德教授探討台灣林產工業界及建築界中有關能源消耗及二氧化碳排放之相關議題。

下午第二單元由北方林業中心研究群對森林集約經營之衝擊及意涵提出系列報告，包括業務發展處董包斯先生 (Mr. John Doornbos) 談森林經營之內涵—全球性及區域性驅策力，賀許博士 (Dr. Kelvin Hirsch) 論述林火對森林及社區之衝擊，美樂博士 (Dr. Ken Mallet) 討論昆蟲及病害於森林經營中角色，及卜萊士博士 (Dr. David Price) 闡述氣候變遷對集約經營森林之衝擊。

第二日議程前半部主為木材利用之相關議題，羅許博士終於千辛萬苦地趕回會場主持研討會。林試所王益真研究員首先發表台灣製漿造紙工業之展望，亞伯他研究委員會森林系系主任維爾悟博士 (Dr. Rob Wellwood) 隨後介紹加拿大組合木材產品之利用情形，林試所王瀛生主任則介紹台灣竹材加工現況，鄒哲宗主任論文主題為台灣造林疏伐木製造木渣水泥板之研究，黃清吟副研究員綜述木材塑膠複合材料在台灣之發展現況。後半部以木構造相關議題為主，加拿大林產研究院分別由卡拉卡倍里博士 (Dr. Erol Karacabeyli) 及波卜維斯基博士 (Dr. Marjan Popovski) 分別發表木構造之工程性質及加拿大之建築法規及標準，台灣方面則提出二個研究案例，分別為屏東科技大學木材

工業科葉民權教授之台灣杉組合托樑之抗彎強度及林試所周群研究員之扇平地區木結構體系研究。

研討會之高潮為會後之雙方代表對日後雙邊合作議題之討論。來自加拿大林務署北方林業中心及太平洋林業中心、加拿大林產研究院、亞伯他研究委員會、林業試驗所與中華民國木構造建築學會之主管及代表，齊聚一堂，基於研討所得之資訊及對雙方林業現之了解，共同討論合作主題及合作機制。經過熱烈討論，各機關代表獲得共識，會議後作成如下四大決議及其行動方案。

決議一：在台灣環境規範要求下合作研究及示範 2x4 框組壁工法（2X4 Platform Frame Wood Systems）之環境永續性。

合作內容：研究內容包括單戶及集合住宅，木構造及混合式木構造（Wood and Non-wood Hybrid System）工法，評估指標為耐震性、耐燃性及保存性；借重加拿大經驗，與台灣合作及協助研究及制訂台灣木構造建築法規；合作訓練台灣建築師、土木工程師及施工者設計及建造木構造；向主管機關申請補助在台灣建造綠建築示範屋等。

行動方案：由加拿大林產研究院及卑斯省森林工業委員會（Council of Forest Industries, COFI）派遣代表於民國九十一年來台確認合作研究計畫子題及細節。

決議二：合作研究森林及林產物之碳吸存效能

合作內容：森林集約經營及木材利用對二氧化碳吸存之效應

行動方案：由加拿大林務署及林產研究院派遣代表於民國九十一年來台確認合作研究計畫子題及細節。

決議三：合作研究及評估結構及非結構用新型組合木材

行動方案：由加拿大林產研究院及亞伯他研究委員共同邀請台灣相關研究人員赴加考察；亞伯他研究委員會及加拿大林產研究院將派遣代表於民國九十一年來台瞭解相關研究現況並確認合作研究項目。

決議四：森林生態系合作研究

合作內容：結合加拿大森林生態研究網（Canadian Forest Ecosystem Research Network of Site, FERNS）及台灣長期生態研究網（Taiwan Ecosystem Research Network, TERN），整合生態系研究以擴充資料庫。

行動方案：共同開發 FERNS 與 TERN 結合之可行性。

本研討會成果豐碩，遵循「中加農業合作備忘錄」所闡明之精神，在林業及林產研究上與加拿大政府相關部門建立良好之合作機制。楊所長會後仍與加方對口單位積極聯絡並交換意見，俟具體行動方案成形後即循行政程序向主管機關報備，與加拿大建立林業研究之永續合作與交流。

7. 亞伯特新聞紙公司 Alberta Newsprint Company

（九十年九月十五日 星期六）

亞伯特新聞紙公司位於 Whitcourt，距 Edmonton 西北約二百公里。該公司係獲有林地使用權的熱磨漿（Thermalmechanical Pulp, TMP）新聞紙廠，由下游鋸木場提供廢棄木片作為原料。此類鋸木廠利用鋸切機截取中小徑松樹與雲杉圓木核心部份製成用材，邊皮部份則以鉋片機打成木片。木片載運至廠洗淨後，即以鹼液浸漬使樹脂酸與脂肪酸皂化，以利除去抽出成份並使木片吸水飽和與膨潤。在高溫（130°C）高壓下，分三線將木片輸入巨型錐盤式（Cone-disk）初段磨漿機中軸；利用離心力作用將木片打至外徑，迅即由旋轉刀盤磨成粗漿；再將粗漿送至同型之次段磨漿機，即成熱磨漿料（TMP）。

熱磨漿因採材色白淨之針葉材雲杉與松木等磨製，漿料收率高（約 95%），天然白度佳（55-60% ISO），已大幅取代傳統磨木漿（Stone Ground Wood），成為新聞紙、雜誌紙的主流。為符合北美許多客戶之環保訴求：使用部份回收廢紙，以及調節生產成本，該廠另備有脫墨線，以 Voith 製浮選槽脫除回收新聞紙印墨後，以約 5% 之比例摻入新製之 TMP 漿中。新聞紙之抄造係以德製 Sulzer Voith 全自動抄紙機進行，設計抄速 1500 m/min，實際抄速約為 1380 m/min，抄造幅寬為 5.4m、平均基重 48 g/mm² 之巨型新聞紙卷（Jumbo Roll），由分捲機

裁成客戶指定尺寸打包出廠。

該廠年產廿四萬四千公噸，日產約 700 公噸 TMP，為有效利用現有設備一週七日廿四時運轉，僅年假中停機二週作整廠維修。因品質優良，為北美最大熱磨漿工廠，產品主供應美加新聞用紙甚至遠銷至中東。全廠共二百餘名員工，生產線每日分三班，線上操作員每班僅二十餘名，採全自動監控，工程師甚至可在家監測線上各部位現況，生產效能極佳。生產 TMP 紙漿耗電量大，該廠日需九千八百萬瓦特電量，因此電價為決定生產之主要因素。

國內新聞紙需求，目前僅靠中興紙業一家生產脫墨新聞紙供應，約佔需求七分之一強，因此新聞紙來源極為缺乏。國內因電價高及缺乏適當製漿木材，並不宜發展熱磨漿新聞紙；然而為供給市場需，下游報業業者應與北美主要生產者建立長期供應合約，避免依靠現貨市場，方能免於供應波動、缺貨或漲價的影響。惟對亞伯特新聞紙公司之產品及生產線之了解，並學習國外對工廠安全之要求及生產自動化之效率，堪足借鏡。

四、檢討與建議

本考察目的在落實中加農業科技合作備忘錄所簽署之中加技術合作及資訊交流精神。第一次「中加農業科技合作研討會」甫於去（民國八十九）在台北召開；本年九月林業試驗所即與加拿大官方代表完成日後合作交流之研究及推廣重點。效率超高乃因主辦單位積極推動國際交流，行前準備完善及充分溝通，為中加農業科技合作建立良好之合作機制。

考察重點包括加拿大示範林之經營研究及各類林產工業永續經營措施。加方在行程安排上能兼顧各種產業與林業之合作關係及其與環境及社區間之互動，為台灣林產工業未來永續發展提供一可行模式。考察期間，並由林務署太平洋林業中心系主任負責解說及溝通，使成員對加拿大永續林業經營之瞭解更深入，收獲頗豐。為求永續經營，加拿大多數林業及木業公司均積極改善產程產能，擴充產銷通道，降低環境衝擊，增進社區回饋，以通過 ISO 14001 及加拿大標準認證為經營目標。此種認證純為自發性，為對環境關懷之宣示，台灣多數紙業公司有此永續經營理念，而其他產業仍按兵未動。以加拿大經驗為藍本，主管機關在應積極推廣此理念，使台灣產業能永續生存。

研討會籌備機關除加拿大林產研究院外，尚包含加拿大林務署及亞伯他研究委員會等，均為西部卑斯及亞伯他兩省之代表。作為正式交流之始，與此二省合作甚為洽當，但日後合作對象應可再擴及其他省份，而台灣方面，亦可再邀請其他學術單位組成團隊共襄盛舉，成為全面性合作交流。另外，本研討會雙方議定在 2x4 框組壁工法之環境永續性，森林及林產物之碳吸存效能，結構及非結構用新型組合木材及中加森林生態系等主題作進一步合作研究，此涵蓋目前林業及林產工業最重要課題，未來的合作成果定可提昇台灣研究水平並作為永續林業經營指標。

【附件一】

BILATERAL WORKSHOP
September 13th-14th, 2001
Maple Room, Greenwood Inn (4485 Calgary Trail N.)
Edmonton, Alberta

AGENDA

Thursday, September 13th, 2001

8:00-8:15 am	Registration	
8:15 am	Opening Ceremonies -Welcome Remarks -Objectives of Bilateral Workshop	I de la Roche
8:45 am	Overview of Canadian Forestry and Forest Products	B Case
9:30 am	Overview of Taiwan Forestry and Forest Products	J-C Yang
10:15 am	Break	
10:30 am	Environmental Merits of Wood Construction	J Dangerfield
11:00 am	Energy Consumption and Carbon Dioxide Emission Related Issues of the Forest Products Industry in Taiwan	SY Wang
11:30 am	Energy Consumption and Carbon Dioxide Emission Related Issues of the Building and Construction Industry in Taiwan	HT Lin
12:00 pm	Lunch	Hosted by CFS
1:00 pm to 4:30 pm	Intensive Forest Management, Impacts and Implications	
1:00 pm	Context; Global and Domestic	J Farrell
1:30 pm	Fire Impacts on Forest and Communities	K Hirsch
2:00 pm	Insect and Disease Implications	K Mallett
2:30 pm	Discussion & Questions	J Farrell
2:45 pm	Break	
3:00 pm	Climate Change Impacts on Intensively Managed Forests	D Price
3:30 pm	Integration of Wood Utilization with Forest Management	T Zhang
4:15 pm	Questions and wrap up	J Farrell
6:00 pm	Reception & Dinner	Hosted by CFS

BILATERAL WORKSHOP
September 13th-14th, 2001
Maple Room, Greenwood Inn (4485 Calgary Trail N.)
Edmonton, Alberta

AGENDA

Friday, September 14th, 2001

8:15 am	Outlook of Taiwan's Pulp and Paper Industry	EIC Wang
8:45 am	Utilization of composite Products	R Wellwood
9:15 am	Bamboo Processing Related Research in Taiwan	YS Wang
9:45 am	Manufacturing of Cement-Fiber Composites from Thinned Wood of Forest in Taiwan	CT Tsou
10:15 am	Break	
10:30 am	Current Development of Wood-Plastic Composites in Taiwan	CY Hwang
11:00 am	Engineering Properties of Wood Construction	E Karaceabeyli
11:30 am	Flexural Performance of Composite Joists from China Fir Lumber	MC Yeh
12 noon	Lunch	Hosted by COFI
1:00 pm	Codes and Standards-Canadian Experience	M Popovski
1:30 pm	Case Study of a Wood Frame House in Shan-Ping Area	C Chou
2:00 pm	Bilateral Discussions on Future Cooperation	All presenters
6:30 pm	Dinner	Hosted by Taiwan delegation

【附件二】

An Overview of Taiwan's Forestry and Forest Products

Jenq- Chuan Yang
Director General
Taiwan Forestry Research Institute

ABSTRACT

Taiwan is located in subtropical and tropical humid region of the Asian Pacific and characterized by the complicated topography at high mountainous areas. Such a broad range of environments nourishes the island of 36,000 km² to be full of high biodiversity in forest ecosystems. The forests of Taiwan cover more than 2 million ha and account for 58% of land area and hence are an important natural resource for the country. Among them, the natural forests occupy 72.7% of forest coverage and contain roughly 5 forest types. In addition, man-made forests of 422,600 ha (20.1%) and bamboo plantations of 152,300 ha (7.2%) have been established at the elevations below 2,000 m. Though the stock volumes of young man-made forests are lower than those of natural forests, the productivity however can be enhanced through silvicultural treatments since the site conditions for man-made forests now were ever high productive natural forest lands. The land coverage of national forests is more than 70%. But most bamboo plantations (78.6%) are owned and managed by local private groups. Management of both man-made and natural forests was integrated into an ecosystem-based approach which is environmentally sound, socially beneficial and economically viable. Land use change and biodiversity loss are now also the crucial forest issues in Taiwan, therefore foresters should be involved in the efforts of implementing nature conservation and environmental education. The growth and then decline in forest products industries in the past four decades encompass lumber, composite wood products, furniture and wood construction. The new trends of wood utilization may include green construction by using imported lumber and indoor decoration by using locally thinned wood.

【附件三】

**Development of a Carbon Dioxide Injection Pressing System And
Its Application to the Manufacture of Cement-fiber Boards from
Thinned Wood of Forest in Taiwan**

Che-Tsung TSOU¹ Hwa-Wen YIN¹ Hweig WANG²

**¹Senior Scientist and Associate Scientist
Taiwan Forestry Research Institute**

**²Professor
National Taiwan University**

ABSTRACT

The carbon dioxide injection process can quickly produce various kinds of cement boards, the key to successful production of boards depends on the performance of the equipment. This study involved the preparation of carbon dioxide injection pressing system and forming device, followed by using the designed system for board formation through the investigation of the effects of such factors as injection pressure, cement-thinned wood fiber ratio, and water-cement ratio on the flow rate and volume of carbon dioxide in board preparation. The results indicated that the pressurized injecting system can be easily controlled with adequate measurement. This study was focused on the production of cement-fiber boards from thinned *Cunninghamia lanceolata*. Within 4-6 minute, the cement-fiber boards could be made, this process was accomplished by injection of high pressurized CO₂ (5.44-8.16 kgf/cm²) into mat evenly mixed thinned wood and Portland cement mixture. The result showed that the MOR ranged between 43.91 and 95.01 kgf/cm², within the three controlling factors, the ratio of cement to wood was the most important factor affecting the MOR of the resultant board, the cement-fiber board could meet the class II of CNS 6532 incombustibility test. With different treatments, the cement-fiber boards mixed softwood and hardwood not only dimensionally stable but also qualified fire-retardant products.

【Keyword】 Carbon dioxide, Injection pressing system, Thinned woods, Cement-fiber boards, Incombustibility.

【附件四】

Case Study of a Wood Frame House in Shan-Ping Area

**Chun Chou
Senior Scientist
Taiwan Forestry Research Institute**

ABSTRACT

Traditional Chinese wood frame houses are famous for their flying rafters and magnificent Dou Gongs (stacked beam supports). A good wood frame house is noted for its comfort in living, strong structure, and aesthetic appeal. Typical Chinese wood frame houses have accommodated all three above principles.

There are four characteristics in Chinese wood frame houses. The first is the use of “room” as unit. A combination of rooms forms 4 basic types of residences, such as straight, one-handed, 3-sided, and 4-sided styles. The second is the application of structure frames. As an old saying goes “The house stands while all walls may crush”. The third is the invention of Dou Gongs both for structural stability and for aesthetic aspect. The last is the abundance of oil paints applied over roof framing.

There are four major shortcomings in Chinese wood structures as well. First, the foundation is often shallow. Second is the use of roof beams with nearly square dimensions instead of having adequate width/thickness ratio. The results are a waste of material and a heavy upper load. Third is the lack of triangular framing. Fourth is that very skillful carpenters are needed to construct the wood frame houses.

Chinese wood frame houses can be classified into two categories: the raised-beam and batten-through-column types. In the raised-beam type, the purlins rest on beams that are supported by columns. The purlins are supported directly by columns in the batten-through-column type. The large style denotes the use of Dou Gongs in the raised-beam type. Two illustrations of wood frame houses are discussed to show the extent of Chinese wood framing technology.

The wood frame house discussed here was built in 1937, and it took 29 labor-days to disassembled in 1997. A modified batten-through-column type was adopted in the construction. The beams were used instead of batten to transfer the upper load to the wall columns and the purlins were supported by columns directly.

The floor, wall, and roof framings of the building were discussed. The wood species used in the floor framing were Taiwan red false-cypress (noted for its excellent durability and is often used for sills, girders, and floorings), Japanese cedar (girder), and China fir

(joists). China fir was used in columns, studs, short columns, blocking, and drop sidings in the wall framing. As for the roof framing, a circumferential girder (Japanese fir) with a rectangular cross section was used to support the upper load. Beams made of Peruvian bark tree rested on circumferential girders to support roof columns. Roof columns of various hardwood species were used to support Japanese cedar purlins.

Five kinds of joints were used in this wood frame house. Mortise and tenon joints were found to connect sill-column, column-beam, beam-roof column, and roof column-purlin. Snake-head end joints were found to connect sills, lateral beams, and purlins, respectively. For the end jointing of circumferential girder, and the jointing of floor girder of Japanese cedar to the sills, and beams to the circumferential girder, half joints were used. Dovetail joints were used to connect between Taiwan red false-cypress floor girder and the sills. A special kind of joint was applied to connect the corner formed by the sills. Horizontal braces, pegs, U-shape nails, and bolts were used in critical places to enhance the structural stability.

Some of the disassembled members were selected and cut into small specimens for conducting bending strength tests. For the Taiwan red false-cypress sill, 82.1% and 54.1% of the listed strength values remains for its MOR and MOE, respectively. The remaining strength for the wall columns was 65.2% for MOR, and 44.6% for MOE.

In conclusion, further joint research can focused on the following areas. In the first place, the structural strength of traditional Chinese wood frame house has not been fully investigated yet. Their ability, especially for Dou Gongs, to withstand earthquake and wind load has not been proven by scientific data. After that, the possibility of assimilating the advantages in both Chinese- and in western-style wood frame houses to form a new structure frame is worth investigating. Finally, the materials of the disassembled house should be put to use. They should be reused, resized and reduced for the better usage of our wood resources.

【附件五】

Current Development of Wood-Plastic Composites in Taiwan

**Chin-Yin Hwang
Associate Scientist
Taiwan Forestry Research Institute**

Synopsis

Although the development of composite materials derived from lignocellulosic fibers and thermoplastics has received worldwide attention in the past decade, the research communities of forest products and plastics in Taiwan have only shown little interest in the related issues. A few studies have focused on optimization of the performance of composites made of wood in various forms and mostly polyolefin polymers. Efficiencies of several commercial compatibilizers and coupling agents have also been evaluated. In laboratories, both melt-blending and air-forming methods are used to fabricate composites with continuous and discontinuous interfaces. In one case, laminates made with handsheets and plastic films have shown desirable properties and favorable interfacial phenomenon. Attempts have also been exercised to fabricate foamed woodfiber-filled polyvinyl chloride, the resulting light-weight composites show decrement in strength properties. Besides wood fibers, agrofibers such as rice husk, bamboo particles, palm particles have also been studied in parallel studies. While almost all related studies have been concentrated on formulation comparison, neither scaled up experiment nor research on processing and applications has been conducted yet. Fundamental studies with respect to wood-plastic composites are still lacking too. Only a modified single fiber pullout test has been developed to evaluate the interfacial properties between wood and plastics, the method can serve as a fast screening tool in the laboratory. For the industry, consumer acceptability is one of the key factors that determine the timing of mass production. The major concern is the long-term performance of wood-plastic composites under typical warm and humid weather in Taiwan, and hence special techniques are required when wood-plastic composites are intended to use for exterior applications and load-bearing purposes. Very few plastic companies are engaged in the research and development of wood-plastic composites, therefore industry involvement and interdisciplinary collaboration are crucial to the future development of wood-plastic composites in Taiwan. Our future prospects are to establish database for material properties, develop methods of improving impact strength and durability, understand mechanisms of interfacial phenomenon, and incorporate recycled materials in an environmentally friendly manner.