

出國報告（出國類別：其他）

赴日本出席「The 69th Annual Meeting of Japan Wood Research Society國際研討會」出國報告

服務機關：行政院農業委員會林業試驗所

姓名職稱：何振隆 副研究員

派赴國家：日本

出國期間：108年03月13日～108年03月17日

報告日期：108年05月15日

摘 要

日本木材學會(The Japan Wood Research Society)為一歷史悠久之學會，每年均會舉辦學術國際研討會，此次為第 69 屆國際研討會。此次，職即以所研究之「柳杉以四氫呋喃醇溶劑製漿法製備溶解級紙漿」為題進行投稿，並獲大會接受，故職於 3 月 14 日啟程參加此次國際研討會並進行發表。此次參加此研討會，聽了及看了許多精彩研究，發現於林產及製漿造紙工業有很多方向可以研發及多元化經營，如：循環經濟之施行、開發機能紙漿、奈米纖維素製備及應用、基礎科學研究不可偏廢及結合當地林業組織發表推廣產品論文等方向，以使國內林產及製漿造紙產業，可朝更永續經營方向前進。

目 錄

一、前言及目的-----	3
二、過程-----	3
三、會議經過-----	4
四、心得-----	7
五、建議事項-----	8
六、建議摘要-----	9

一、前言及目的

日本木材學會(The Japan Wood Research Society)為一歷史悠久之學會，此學會會員人數眾多，且分布全世界各國。此學會本身有一學術刊物為「Journal of Wood Science」，隸屬於 SCI 期刊且 Impact factor 頗高。因此，有此可知，此學會之學術地位相當崇高。然而，此學會對於林產工業之研究範疇廣擴，如：木材物理、木材解剖、複合材之應用、木材工程、木材保存、木材化學、纖維素應用、製漿造紙化學及生質材料利用等技術領域，均有極佳研究成果，且對於林產工業技術貢獻卓著。

本年度日本木材學會國際研討會為在日本北海道函館舉辦，因此，筆者評量科技部計畫之出國開會經費後，決定投稿職所研究有關以人工造林木柳杉，分別以有機溶劑製漿法、傳統硫酸鹽製漿法等二種製漿法製備溶解級漿料，並評估二種溶解級漿料性質論文。試驗所得結果：以有機溶劑製漿法製備溶解級漿料其收率及性質均較傳統硫酸鹽製漿法為佳，故有機溶劑製漿法為可製備溶解級漿料。其論文徵集期限日期為 2018 年 12 月 20 日，故於 12 月 15 日即寄出文稿，交付大會審查。至 2019 年 1 月大會通知文稿已接受，於 2019 年 2 月初，投稿論文經同儕審查並提出修正意見與評論，職依限完成修正並回傳，且完成註冊及繳費等手續。因此，日本木材學會為使其國際研討會所發表之論文具有創新性及保持高水準之狀態，故學術嚴謹度非常高，為其他研討會所少見的。因此，職參加此次國際研討會，預期會有相當多的林產化學及製漿造紙等領域之創新知識收獲。

二、過程

第69回日本木材學會大會國際研討會，為訂於三月十四至十六日，因此，此次前往日本北海道函館之行程為三月十三日至三月十七日，共計五天。

第一天：

3月13日(星期三)上午6時即搭車前往桃園機場預備搭上午09:50分往日本北海道函館之班機。當天約下午14點30分抵達函館機場，出境後，搭乘下午15:50分機場公車，前往住宿飯店。搭乘後，抵達住宿飯店為下午17時。

第二天：

3月14日(星期四)早上8時從飯店出發前往今天的會場—日本函館競技場

(Hakodate Arena)，首先進行報到手續，領取大會名牌、論文集、光碟片及收據等程序後，聽取有關纖維素及造紙方面相關論文。

第三天：

3月15日(星期五)筆者所報告之時程為安排於早上10時，故於早上8時即出發，前往函館競技場會場準備，於下午則繼續聽取有關造紙、天然抽出物及生物活性方面相關論文。

第四天：

3月16日(星期六)為此研討會最後1天，於當日早上8時30分出發前往函館競技場，聽取植物抽出成分生物活性相關方面議題及最近研究趨勢。

第五天

3月18日(星期日)於中午搭乘機場公車前往函館機場，準備搭乘下午3時50分前往桃園機場班機。到達桃園機場為下午7時，到家已將近晚上10時。

三、會議經過

此次「The 69th Annual Meeting of Japan Wood Research Society」國際研討會內容十分豐富，包括：木材組織構造、木材物理性質、木材非破壞強度、木材乾燥、製材、木材機械加工、木材居住性及感性、複合木質材料、木材化學加工、紙漿、纖維素、半纖維素及木質素、抽出成分、木材保存、熱裂解、日本國產材推廣及機能性生物材料等專業領域內容。

3月14日天氣非常寒冷且還下著雪，於早上8時離開飯店後，即前往今天的會場—函館競技場，早上9時抵達後，進行報到等手續，之後為聽取有關奈米纖維素及造紙方面相關演講論文。於演講方向大都著重於奈米纖維素製備方法突破、奈米纖維素薄膜、奈米纖維素複合材料的性能應用發展趨勢及與特種紙結合等方向，其中印象最深的為東京大學—磯貝明教授所發表之以 TEMPO 【(2,2,6,6-tetramethylpiperidin-1-yl)oxyl】 氧化法所得不同 TEMPO 氧化奈米纖維素薄膜之熱擴散率分析比較。其於演講中提及高分子奈米纖維素製備方法有延伸法(Drawing)、靜電紡絲(Electrospinning)、模具押注法(Templating)、萃取(Extraction)、細菌培養(Bacterial cellulose)、TEMPO 氧化法等法。磯貝明教授以 TEMPO 氧化法將 TOCN-Na 取代成 TOCN-Ag、TOCN-Cu、TOCN-Al 等三種奈米纖維素薄膜，並測其熱擴散率得知以 TOCN-Ag 為最高，其次為

TOCN-Cu，最後為 TOCN-Al。其更表示，此種纖維素薄膜可運用於家電製品等多方面應用。

3月15日早上9時抵達函館競技場會場，即開始準備報告之論文。筆者報告之時程為安排於早上10時，筆者所報告之題目為：柳杉以四氫呋喃醇溶劑製漿法製備溶解級紙漿。

其研究之原因為：

現今，因工業發展和人們生活水準提高，溶解級紙漿的需求量持續增加，尤其是對高品質溶解漿的需求愈來愈大。溶解漿的發展趨勢主要是開發新料源應用於工業生產中和利用簡單有效的方法獲得高品質的溶解漿。然而，於溶解級紙漿之製備方法，為以預水解硫酸鹽法及亞硫酸鹽法等二法為最常使用。但此二傳統製漿法，會產生樹種限制、易造成污染、反應性能不足及所產生預水解液難處理等問題。故有學者以有機溶劑製漿法製得溶解級紙漿，其漿料性質與傳統製漿法可以比擬，且更具有優勢。因此，本研究以柳杉造林木，進行常壓四氫呋喃醇有機溶劑法製備溶解級紙漿，分別探討製備溶解級紙漿最佳蒸煮條件、特性及漂白製程後溶解級紙漿性質等三大部分。最終目的，建立以常壓四氫呋喃醇製備柳杉造林木溶解級紙漿之蒸煮及漂白方法，以應用於工業製程，奠定漿紙產業發展溶解級紙漿技術，並使柳杉造林木可呈現多元化利用效益。

而筆者之研究成果為：

(一)四氫呋喃醇溶劑製漿法，以製備柳杉溶解級漿料，並檢測其柳杉溶解級漿料性質：

1. 最佳蒸煮條件：

(1) 卡巴值為 20 時之四氫呋喃醇柳杉漿料性質

首先為卡巴值為 20 時之四氫呋喃醇柳杉漿料，故將蒸煮條件設定為：液比為 5、四氫呋喃醇濃度為 9.7 mol/L、催化劑(HCl)濃度為 0.02 mol/L、蒸煮溫度為 160°C及蒸煮時間分別為 60、90、120、150、180、210、240、270 及 300 min 等條件進行蒸煮。

所得結果可知，隨時蒸煮時間愈久，漿料收率、卡巴值及聚戊醣含量則愈降低。於收率方面，為 62.1%降至 25.3%，其原因為木質素之脫除及聚戊醣之溶出所導致。

然而，於生產溶解級紙漿方面，漿料中聚戊糖含量為一重要指標。故最佳溶解級紙漿之蒸煮條件為：液比 5、四氫呋喃醇濃度為 9.7 mol/L、催化劑(HCl)濃度為 0.02 mol/L、蒸煮溫度為 160°C及蒸煮時間為 120 min，其收率為 63.6%。

再者，為進行五段漂白後之溶解漿性質，紙漿白度為 86.1 %ISO， α -纖維素為 91.2%，殘餘之聚戊糖為 4.2%，而於漂白後之 S10-S18 值僅為 1.70%。

(二) 柳杉以預水解硫酸鹽法製備溶解級漿料，並檢測其溶解級漿料性質：

柳杉進行預水解硫酸鹽法製漿，首先於預水解方面，柳杉以液比 5 施作試驗，並加入酸，進行酸預水解，酸用量分別是 0.5~2.0%，結果可明顯得知，隨著酸用量的增加，漿料中的聚戊糖含量和收率都呈現下降之現象。

再者，從聚戊糖含量中可知，於酸用量為 0.5~1.0%時下降明顯，超過 1.0%後下降較緩。因此，柳杉進行預水解酸用量為 1.0%為最適宜。

將預水解後所得之柳杉漿料，以硫酸鹽法進行蒸煮，卡巴值為隨用鹼量增加，卡巴值不斷降低，當用鹼量為 21%時，聚戊糖含量較低， α -纖維素含量較高，符合溶解漿中高纖維素含量、低半纖維素含量的要求，且卡巴值較低，收率也適當。因此，最佳用鹼量為 21%，其收率為 37.6%。

將上述預水解硫酸鹽法製漿之蒸煮條件所製備之柳杉漿料，進行五段漂白後，紙漿白度為 85.8 %ISO， α -纖維素為 90.9%，殘餘之聚戊糖為 6.9%，S10-S18 為 2.51%。

因此，由上述所得結果可明顯得知，柳杉以常壓四氫呋喃醇製備溶解級紙漿之性質較預水解硫酸鹽法所得之溶解級紙漿性質佳，且收率亦為常壓四氫呋喃醇法較預水解硫酸鹽法為高，因此柳杉以常壓四氫呋喃醇製備溶解級紙漿是為可行的方法。

然而，很多學者，對此篇論文均感到極高興趣，認為可以對造林木柳杉有更多元化之應用。另亦有學者提問：廢液回收問題？於廢液回收方面，現今已進行初步試驗，其初步結果為：其廢液可進行回收，並進入製漿系統中，成為蒸煮藥液，且可再進行製漿。因此廢液不僅可進行回收，且可進行化學品之萃取及回收作業。

下午為聽取有關木質素方面相關演講課題。其中印象最為深刻為以熱裂解氣相層析質譜儀(Py-GC-MS)應用於木材樹脂成分分析之研究。所謂熱裂解氣相層析質譜儀為近年來快速發展的一種快速分析高分子化合物的方法。其基本原

理為於氣相層析儀注射孔部位裝置熱裂解儀，再將樣品(高分子)置於熱裂解儀內，於無氧之狀態，以一定高溫下加熱(350~1000°C)，使之迅速裂解成可揮發的小分子，並直接用氣相層析分離和質譜儀鑑定這些裂解碎片，最後，從裂解圖譜的特徵判斷樣品的組成、結構和性質，此即為熱裂解氣相層析質譜法。其可應用於於林木研究上，包括：測定木質素單體，即 *guaiacylpropane units (G)*，*syringylpropane units (S)*，*p-hydroxyphenylpropane units (H)*之定性及定量；於木材細胞及細胞片段之木質素分析；從不同製漿過程中，分析紙漿中所殘留碳水化合物及木質素特性；腐朽木材中，測定單體木質素 *S type* 及 *G type* 含量差異。

然而，木質素化學家千方百計研究木質素之結構，經過近百年的心力，木質素之主要分子結構已有相當共識。過去採用的木質素結構探究方法計有：

- (1) 分析來自不同樹種，以不同方法製得木質素之元素組成。
- (2) 特性官能基之確立。
- (3) 與模式化合物比較，發生反應之狀況、結果及其動力學。
- (4) 與模式化合物比較兩種之吸光光譜。
- (5) 以各種方法將木材中木質素或分離出之木質素進行降解反應，分析反應產物。
- (6) 以所謂木質素先驅物質(*precursors*)為單體，合成類似木質素之物質。

因此，演講作者，以此儀器用來檢測木材樹脂成分並判斷與木質素連接類型，如：*o-o*、*m-o*、*m-p* 等接合方式，此對於木質素大分子之結構判斷又向前邁進一大步。

3月16日(星期六)為此研討會最後1天，故於當日早上9時到達函館競技場，聽取天然抽出物等研究議題。其中印象最深刻的為岐阜大學--光永 徹教授以檜木材香氣組成對大鼠交感神經活動的影響，其結果發現 *Hinokitiol* 化合物具有調節自律神經及鎮靜神經等作用。

四、心得

此次參加「*The 69th Annual Meeting of Japan Wood Research Society*」有以下心得：

木質材料為林產工業之主要原料，其可以利用各種物理及化學反應轉換成各種形式之產品，使成其林產品多元化之利用。而此三天也聽了及看了許多精

彩的研究，發現於林產及製漿造紙工業有很多方向可以研發，使達成多元化利用之目的。因此為使林產及製漿造紙工業為使多元化經營，故可研發之方向，如以下所述：

1. 循環經濟之施行

「循環經濟」近年來成為國際間的熱門議題，擺脫過去製造、生產、廢棄的「線性經濟」模式之舊思維，透過資源的妥善循環在滿足社會需求的同時，帶動經濟發展及環境保護。循環經濟推動重點為善用資源、確保其附加價值並永續運用資源，這樣能避免產生廢棄物，將天然資源需求降到最低，提高使用效益並降低成本。然而臺灣過去卅多年來，因全面實施禁伐天然林及伐採量限制等林業政策，再加上國產材停止生產及現有林業技術、人才及機具等均落後國際，因此台灣的林業必需實施循環經濟。故為以林業既有技術創新加值，建置模式及建構平台，從森林資源生產、加工利用、市場服務、資訊建立、休閒文創加值等產業整合，以試驗研究的立場與公益團體、政府機關、市場業者合作，使資源橋接、發展技術平台、建立營運模式、人才培育，並進行示範推廣等，確保森林產業永續發展，建立未來商業模式的應用基礎。

2. 開發機能紙漿

溶解級紙漿為一種高純度之化學漿料，又稱為特種級漿料或精製級漿料，其具有 α -纖維素(α -cellulose)含量高、反應性能佳及白度高等優點，可以作為生產黏膠級纖維(viscose)、醋酸纖維素、硝酸纖維素、羧甲基纖維素及纖維素醚等產品之主要生產原料。溶解級紙漿應用領域非常廣，最主要為黏膠級纖維，可用於紡織業，可以用來製備人造棉、人造絲、玻璃紙和工業紗等產品；纖維素醚產品，可應用於食品業、化妝品及醫藥等行業；硝酸纖維素，可製備液晶顯示幕等高價值產品；醋酸纖維素，可製備汽車油漆等。然而，於國際上，有許多國家已投入相當之研發及生產能量，我們必需急起直追。

3. 奈米纖維素製備及應用

此次研討會，於木材化學方面，於奈米纖維素製備及應用論文，約佔 3 成，故比例非常高，因此，於國內對於此奈米纖維素製備及應用，需積極進行。

4. 基礎科學研究不可偏廢

對於木材物理之基礎科學研究，如：木材組織、構造等研究主題，也有相當論文發表。因此除了應用科學之外，基礎科學亦需注重。

5. 結合當地林業組織發表推廣產品之論文

此次，有幾篇論文為當地林業組織推廣當地林產品之論文，非常具有深度且值得參考學習。職已將此議題領域之論文篇名整理於表 1，以供參考。

五、建議事項

1. 為提升國內林業研究人員於國際學術能見度，建議政府要提高研究經費及研究人員出席國際會議的經費，以利林業國際學術交流與合作。
2. 建議政府必須注重奈米纖維素方面研究，以能與國際接軌與合作。
3. 科學研究為長遠之路，此三天看了也聽了非常多林產領域之研究，發現非常多的研究(不論林產物理、化學、製漿造紙等)為專注於基礎科學研究，此為顯示，基礎科學研究為相當重要地基，地基穩固，才可發展出更深遠之研究。

六、建議摘要

1. 為提升國內林業研究人員於國際學術能見度，建議政府要提高研究經費及研究人員出席國際會議的經費，以利林業國際學術交流與合作。
2. 對於林業循環經濟之施行，台灣速度要快，以促使台灣木材自給率提升。
3. 科學研究為一長遠之路，不可依短線心態視之，因此除了應用研究之外，對於基礎科學研究亦要相當重視，因為基礎科學研究為相當重要地基，地基穩固，才可發展出更深遠研究。

表1. 結合当地林業組織発表推廣產品之論文篇名一覽表

序號	作者	題目
1	(長野林総セ)○加藤 健一, 片桐 一弘	針葉樹精油のきのこ栽培における害菌防除資材への活用について
2	(北大院工)○松本 壘, 堀 千明, 大井 俊彦, 松本 謙一郎, (北大院農)宮本 敏澄, 重富 顕吾, 佐野 雄三	ハリエンジュが生産する生体防御物質に対する生立木加害性木材腐朽菌ベッコウタケの応答
3	(暁酵素産業株)○坂口 優紀, 井元 樹里, 田中 克幸, 林田 博昭, (第一工大)吉本 博明, (東農大地域環境)江口 文陽	植物性発酵飲料「暁酵素」ときのこの複合による機能性相乗効果
4	(女子栄養大)○宮澤 紀子, (大分県農研セ)飯田 千恵美, 有馬 忍, (東農大地域環境)江口 文陽	大分県産乾シイタケに含まれるミネラル成分の調理による挙動
5	(第一工大)○吉本 博明, (JAあいら)山内 里恵, (霧島市)徳丸 慎一, (第一工大)森園 由香	特用林産物を利用した新規六次産業化商品開発による地域振興
6	(宮崎県林技セ)○新田 剛	クヌギ木粉を利用したシイタケ菌床栽培
7	(富山木研)○藤澤 泰士, 鈴木 聡, 花島 宏奈	富山県産竹材の蒸煮処理による利用技術の検討
8	(富山木研)○鈴木 聡, 藤澤 泰士, 花島 宏奈	富山県産竹材の蒸煮処理による利用技術の検討
9	(東京大学)○河村 奏瑛, 幡 建樹, 井上 雅文	木質バイオマス発電の地域付加価値の比較分析
10	(東京大学)○海野 墨, 長坂 健司, 井上 雅文	木材輸出による経済波及効果の推計
11	(京大農)○富田 夏生, 村田 功二, 仲村 匡司, (道総研林産試)秋津 裕志, 大崎 久司, (ロンウッド)池田 真一, (富山県産業技術研究開発センター)浦上 晃	国産広葉樹材ダケカンバのバット材実用化に向けて

12	(兵庫農林水技総セ)○小長井 信宏	木材市場での高強度丸太の選別販売に向けた簡易で効率的な丸太強度測定とセリ売り試験
13	(岡山森林研)○野上 英孝, 小川 裕	ヒノキのにおい変化に関する評価
14	(岐阜森林研)○富田 守泰, 土肥 基生	現状の施設で製造可能なヒノキ材副製品としての床暖房用フローリングの開発
15	(森林総研)○鈴木 養樹, 三好由華, 藤本 清彦, (静岡森林研セ)池田 潔彦, 星川 健史, (マイクロメジャー(株))杉山 晃広	電気的手法を用いた丸太原木および製材品・乾燥までの含水率現場管理方法の新たな提案
16	(宮大教)○藤元 嘉安, (宮崎木技セ)森田 秀樹, 中谷 誠, (忠南大)姜 錫求, (大三商行サンテック)村杉 孝一, 黒木 誠, (一山木材)橋口 博彌, 外山 均	ラミナ及び面材で構成された新たな木質材料 Ply Core CLT の開発 I
17	(宮崎木技セ, 宮崎木技セ, 宮大教, 忠南大, 大三商行サンテック, 大三商行サンテック, 一山木材, 一山木材)○森田 秀樹, 中谷 誠, 藤元 嘉安, 姜 錫求, 杉村 孝一, 黒木 誠, 橋口 博彌, 外山 均	ラミナ及び面材で構成された新たな木質材料 Ply Core CLT の開発 II
18	(鳥取林試)○森田 浩也, 桐林 真人, 川上 敬介, (木構造建築研究所田原)田原 賢, ((有)池田住研)池田 勝美	県産スギ・ヒノキ材を用いた「スギ厚板耐力壁」の開発(第2報)
19	(島根中山間地研セ)○後藤 崇志, 村上 裕作, 山根 宏之, (島根東部農林振セ)中山 茂生, (島根大学)古野 毅	島根県産スギ心去り正角の曲げ性能
20	(上越教育大)○東原 貴志, (東大ア生)今村 航平, 井上 雅文, (埼玉大教育)浅田 茂裕	森林利用および木材利用に対する大学生の意識と知識の評価
21	(東京大学)○今村 航平, 井上 雅文, (3 上越教育大学)東原 貴	木材利用に対する一般市民の知識の世代差

	志，（4 埼玉大学）浅田 茂裕	
22	（東京大学）○長坂 健司，新井朝美，吉田 有紀，井上 雅文	ESG 課題と木材関連産業の企業戦略
23	（森林総研）○杉山 真樹，（森林総研関西）垂水 亜紀，（森林総研）青井 秀樹，久保山 裕史，（アサヒグループ HD）鈴木 敦子，（アサヒの森環境保全事務所）松岡 洋一郎，（アサヒプロマネジメント）渡辺 知広	アサヒグループホールディングス社有林「アサヒの森」におけるアベマキ等広葉樹材の有利販売方策の検討
24	（道総研林産試）○石川 佳生，古俣 寛隆，前田 典昭	公営住宅への地域材利用に関する実態把握と事業計画立案を支援するためのツール開発