

本土樹種木材抽出成分之分析、生物活性與展望

■臺灣大學森林學研究所 張上鎮

臺灣位處於亞熱帶，森林面積佔一半以上，由於地理環境、地形與氣候得天獨厚，蘊育了豐富且多樣化的森林，其中更有不少世界著名的珍貴樹種，如：臺灣扁柏、紅檜、臺灣杉、臺灣肖楠等。這些木材不但耐久性佳，並常散發出特殊且令人歡愉之氣味，因此，自古以來即受人喜愛而普遍供作建築、樑柱、壁板、家具等用材。賦予這些木材耐久性與獨特香味的是存在於木材細胞腔、細胞壁、中膠層及導管中之特殊成分，這些特殊成分泛稱為抽出成分(Extractives)。事實上，抽出成分與木材的性質如：顏色、氣味、耐久性、塗裝性、製漿障礙……等有密切的關係。因此，在木材化學研究領域中，除了纖維素、半纖維素與木質素三主要組成分外，「木材抽出成分」一直是世界各國研究人員的重要研究主題。除了分離、鑑定結構、探討各種抽出成分與木材性質間的相關性外，森林的保健、醫療及公益功能也受到極大的重視。最近，更有許多學者積極自樹木中尋求具生物活性(Bioactivity)之成分，並評估其作用與機制。這些研究在國外已累積了相當好的成果，但反觀國內林業界，大家對於這方面有關的研究，一直未加重視，研究成果略顯不足，枉費我們擁有豐富且多樣化的森林，殊為可惜。

事實上，由從事化學研究的角度來看，植物是相當傑出的「化學家」，它們善於製造使其能適應生長環境的化合物來應付逆境或對抗外來的侵襲。換言之，能夠存活至今的植物，均是經過嚴格的天擇及人擇篩選。植物體內代謝產物，除與其生化系統有關之外，亦與外在環境有著密不可分的關係。因此，每一種木本植物為了適應其特殊的生長環境，而演化形成不同的特殊抽出成分，這些成分都是稀世珍寶。木材的耐腐朽性、抗白蟻性、耐久性、甚至於供作內裝材料時所表現出之抗蟻性及國人所熟知的森林浴……等均與林木所含抽出成分有著密不可分的關係。在過去，不少的民俗偏方即利用樹木的根、皮或葉的成分來治療疾病，而近些年來，科學家已從各類植物中找到不少抗病及防癌的天然化學藥品，目前最著名的即是由太平洋紫杉(*Taxus brevifolia*)中分離出之紫杉醇(Taxol)；此外，已用於臨床治療之抗癌藥物 Etoposide (VP-16)則是由圓柏屬之沙地柏(*Juniperus sabina*)的葉和果實所分離出之木酚素-鬼臼毒素(Podophyllotoxin)加以半合成而得，具有抗腫瘤和

抗有絲分裂作用。因此，由林木中尋求新藥來防治人類之疾病，實已成為現今醫藥界的研究主流之一。

臺灣杉(*Taiwania cryptomerioides* Hayata)為臺灣原產重要經濟樹種，與銀杏(*Ginkgo biloba*)、世界爺(*Sequoiadendron giganteum*)及水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)同屬中生代與新生代第三紀子遺植物，為世界級之珍貴樹種，目前亦是臺灣重要的造林樹種之一。就木材性質而言，臺灣杉的木理通直，木肌細緻美麗，材質輕軟，加工性質極為良好，且其心材具有美麗的黃紅色紋理，頗具特色；此外，臺灣杉之耐候性、耐腐朽性及抗白蟻性等均被認為與檜木類相當，同屬性能優越之材種。最初有關臺灣特有經濟樹種—台灣杉抽出成分之研究大都著重於抽出成分的分離與鑑定，累積了相當的成果；最近幾年，筆者積極從事臺灣杉心材抽出成分與木材性質相關性的研究，也獲得一些具體成果，不但分離鑑定出與心材顏色有關的抽出成分，並了解臺灣杉心材容易變色的原因與部份變色機制，亦由所推測的變色機制尋得防止臺灣杉心材變色的有效方法。此外，筆者目前正積極將分離出之萜類、木酚素等成分，進行抗真菌(耐腐朽)、抗白蟻、抗細菌、抗蟻、抗腫瘤等之生物活性評估，初步試驗證實心材甲醇抽出物所分離出 α -Cadinol, Ferruginol, Taiwanin C, Savinin, Cedrol, Hilioxanthin, Hinokiol 及 Sugiol 等對白腐菌(*Trametes versicolor*)及褐腐菌(*Lactiporus sulphureus*)的生長會產生抑制作用；其中，又以 α -Cadinol 的效果最佳，100 ppm 的 α -Cadinol 可完全抑制這兩種腐朽菌類的生長，其次為 Ferruginol, Taiwanin C 與 Savinin。此外，由台灣杉心材精油之抗細菌活性試驗得知， α -Cadinol, T-Cadinol, T-Muurolol 與 Ferruginol 對糞腸球菌(*Enterococcus faecalis*)、金黃色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)、白色表皮葡萄球菌(*Staphylococcus epidermidis*)及 MRSA(Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*)四種細菌都顯現極佳的抗細菌活性； α -Cadinol、T-Cadinol 及 T-Muurolol 對四種細菌的 MIC 值分別為 250、250、500 及 250 $\mu\text{g/ml}$ ；至於 Ferruginol 對四種細菌則顯現更佳的抗細菌活性，MIC 值分別為 50、100、50 及 100 $\mu\text{g/ml}$ 。

此外，將臺灣杉心材分離出之萜類、木酚素等成分

利用海蝦致死實驗(Brine shrimp lethality test, BST)進行抗腫瘤的篩選實驗，得知Taiwanin A、Taiwanin E、 α -Cadinol等可能具有抗腫瘤活性。最近，進一步與普度大學合作進行抗腫瘤實驗，初步證實Taiwanin A、Taiwanin E對肺癌、乳癌、直腸癌的腫瘤細胞均具有很好的抑制生長或毒殺作用，至於其作用與機制亦正進一步的研究探討中。如能將各種具生物活性之成分及其作用與機制釐清後，未來將可利用有機合成、組織培養或基因工程等方式大量製造而獲得，進而賦予林木利用新的價值與意義。

近年來環保意識抬頭，因此，除了過去的建築、家具及製漿等功能外，人們更重視森林可提供予人類健康、醫療與公益的功能。「如何在永續經營利用森林的原則下賦予林木新的利用方向與價值」是頗值得林業人員深思且具挑戰性的課題。就如同上述臺灣特有經濟樹種—台灣杉心材抽出成分的研究結果顯示，台灣杉心材中含有許多具生物活性之抽出成分，其中涵蓋了抗真菌、抗細菌，抗蟻，甚至包括與人類生理機能相關之抗腫瘤的功效，此結果令人相當振奮，由此亦顯示台灣杉

心材抽出成分之生物活性及其作用與機制實有值得進一步探討的必要，此外，對於其他臺灣特有經濟樹種如台灣扁柏、臺灣肖楠等更值得我們林業研究人員予以重視並積極研究。過去，因受到分離技術及鑑定儀器設備的限制，並不能對具醫療效果的植物成分完全分離、鑑定或了解其作用機制，但隨著分離技術與分析儀器的進步，應可分離、純化、收集這些具生物活性之植物成分，並鑑定其結構及證實其作用機制，進而利用生物科技來大量生產。另外，由抽出成分的特性與含量的研究結果，更可提供給育林人員於選擇造林樹種與品系時參考。因此，筆者認為國內林業人員應以更積極的態度參與此類的研究，並與其他領域的專業人員合作，使林產研究的層面更加廣泛與深入；另一方面，亦應有計畫的培養年輕的科研人才，學習此方面的專業知識，包括：抽出成分的分離、純化、鑑定，生物活性之篩選測試，抽出成分的生成機制，分子生物技術……等。如此，必可在合乎森林永續經營利用的原則下，重新為森林利用擴展新的方向，開發林木之利用潛能，並提升森林林產物之價值，同時亦發揮林木多目標利用的功效。

製漿與漂白技術發展之新趨勢

■ 木材纖維系 蘇裕昌

本所於88年10月29日上午9時30分至12時，於本所林產大樓二樓會議室，邀請Morton International精密化學部歐洲分部王隆閣博士舉行專題演講，講題為「製漿與漂白技術新發展趨勢」，王博士於演講中提到目前在製漿方面的研究重點，著重於硫酸鹽法的改進多於新製漿法之研發，硫酸鹽法在漂漿方面可大量改進非氯漂白的製程，且最終可達到漿廠水循環的完全密閉。

在漂白方面則指出在TCF (Total chlorine free)的漂白方法已有很多的突破，添加觸媒的過氧化氫漂白可以減少漂白的段數，達到高白度而且不影響紙漿的粘度，足以與ECF (Element chlorine free)的紙漿漂白方法相抗衡。氧漂與過氧化氫的漂白已有大幅改善，然而在臭氧漂白時碳水化合物降解反應的抑制仍然沒有突破。

新技術的硫酸鹽漿法目前已可製造收率高且強度非常好的漿，但製程需採用多段式，比起以往傳統式的硫酸鹽法複雜，尤其在蒸煮的不同階段需採用不同比例的

硫與鈉，這在工廠實際大規模操作時非常困難。目前硫酸鹽法之藥液回收系統也無法供應過氧化氫漂白段所需之氫氧化鈉。世界上最大的漿與紙顧問公司Jaakko Pöyry在1997年所發表之評估報告，闡釋唯一可以和目前世界上使用最普遍的硫酸鹽製漿法抗衡的新製漿法就是ASAM法(Alkaline Sulfite Anthraquinone Methanol Pulping Process)，鹼性亞硫酸蒽醌甲醇法。其中，新的製漿方法-ASAM法，在漿收率、強度及漿的易漂性皆優於硫酸鹽法。ASAM法其藥液的回收系統比較複雜，但目前已有新的回收法可以解決藥液的回收問題，使在一密閉的漿廠生產對環境友善，且成本有競爭性的紙漿變成可能。

本次專題演講由木纖系主任蘇裕昌博士主持，參加人士約40人，來自國內造紙產業、學術界等，如台灣紙業公司、中華紙漿公司，本所楊所長亦特別蒞臨參與，與王博士就德國在化學造紙業對基因(gene)改變林木生長改良之觀點提出討論與交換意見，整個演講在極熱烈討論的氣氛下結束此學術活動。