

木材 Biomass의 에너지化 研究*1

黃 炳 浩*2

1. 緒 言

今後, 世界最大의 課題는 食糧과 에너지問題라고 한다. 특히 後者에 대해서는 1973年 石油危機를契機로 “資源의 有限性”을 再認識하게 되었으며, 石油은 극히 便利한 에너지源으로서 採取容易한 地下資源이다. 航空機, 自動車, 船舶, 發電 기타 広範圍한 動力源으로서 매일 全世界에서 700만kl라는 莫大한 量이 消費되고 있는 事實이다. 또 各種프라스틱, 纖維, 기타 石油을 原料로 하는 많은 化學製品등 소위, petrochemicals를 含有하면 現代는 必야흐로 石油文明時代이며 石油 없이는 하루도 살수 없는 現狀이다. 그 消費量은 더욱 增大一路에 있으며, 이 資源도 물론 有限한 것으로서 곧 枯渴될 수밖에 없는 運命이고, 또한 急激한 價格의 高騰은 더욱 深刻한 問題인 것이다.

石油 다음으로 重要한 石炭의 경우, 그 埋藏量은 石油에 비하여 보다 많은 편이다.

이는 固体燃料 또는 液体燃料로 轉化하기도 하며, 여러가지의 化學工業原料로서 有效하게 쓰이고 있는 것이다. 그러나 人類의 將來를 생각하면, 이들의 有限한 地下資源을 단지 에너지源으로서 燃燒하는 것은 되도록 삼가고, 可能한 工業用原料로서만 限定하여 使用하고, 에너지源으로서는 별도로 太陽, 原子力, 水力, 風力, 地熱에너지등을 開發하여 使用토록하는 것이 바람직하다고 생각한다. 한편, 이들과 對照的으로, 再生産可能한 有機資源으로서 森林資源이 있다. 이 資源을 어떻게 에너지뿐만 아니고 biomass로 變換시켜 利用할까 하는 課題는 매우 바람직한 것이다. 소위, biomass [自然界의 植物(生産者) - 動物(消費者) - 微生物(分解者) - 無機物은 生物의 形態變化를 하고 있는 사이

클에 있어서 모든 有機體를 그 生死를 불문하고 biomass라고 한다]는 今後 重要한 役割을 하게 될것은 의심할 여지없지만, 그중에서도 木材資源은 가장 重要視될 것이다. 그 理由는 첫째로 地球上의 森林面積은 耕作地帶의 1.6 배에 해당되어, 光合成量은 全陸上植物의 約 67%로 推算되어 量的으로 莫大한 点이며, 둘째로 太陽에너지를 가장 効率的으로 利用, 轉換할 수 있는 点이고, 셋째로 개체로서 運搬이 比較的 容易하고, 集約的인 利用이 可能한 点이며, 넷째로 chemicals 原料로서 後述과 같이 石油의 役割을 充分히 할 수 있다는 点 등이다. 本稿에서는 日本 北海道大學의 榑原 彰博士의 總說¹⁾³⁾을 中心으로 石油代替資源으로서 再生産可能한 木材 biomass에 關한 研究動向中, 廢液利用問題, 木材加水分解 및 木材水素化分解등을 紹介하고자 한다.

2. 木 材 資 源

우선 木材 biomass의 前提로 되는 木材資源의 狀況에 대하여 생각하기로 한다. 現地球上의 森林資源의 現況을 表1에 표시하였다.

世界의 全蓄積量은 約 2,300億㎥이며, 年間全需要量은 約 24億㎥이다. 그러나 이 중 47%에 해당되는 것이 薪炭材로 쓰이고 있는 것은 留意할 필요가 있다 하겠다.⁴⁾ 이웃 日本의 경우, 表2에서 보는 것 같이 全蓄積量은 約 21億㎥이며, 全需要量은 約 1億㎥인데, 이 중 13%가 薪炭材로 利用되고 있다.⁵⁾ 그러나 日本도 消費木材中의 66% (1977年)를 輸入外材로 依存하고 있는 事實이다.

原油의 確認埋藏量 및 未發見分(推定)의 合計가 2,768億톤으로 全世界의 年間原油消費量이 26億톤(1975年)

*1 Received for publication on Nov. 3, 1981.

*2 江原大學校 農科大學

College of Agr., Gangwon National University.

表 1. 世界の森林資源 (單位 100 萬㎡)

地 域	計	針 葉 樹	闊 葉 樹
北 美 (含 카나다)	44,192	33,261	10,931
中 美	1,278	707	571
南 美	69,555	370	69,183
아 프 리 카	3,931	133	3,897
歐 州	11,900	7,600	4,300
소 련	79,144	66,351	12,763
아 시 아	16,662	3,795	7,234
太 平 洋 地 域 (호주, 뉴질랜드 등)	3,044	347	2,697
合 計	229,676	112,564	110,676

인 것은 木材資源의 消費量과 類似하다.¹⁾ 그러나 木材의 경우는 그半量 程度가 水分이므로 正確한 蓄積量은 50% 程度로 된다. 그러나 木材는 再生産可能하다는 점이 石油와 다른 点이며 여기에 큰 意義가 있는 것이다. 森林의 年間平均 成長量을 1.5%로 한다면 每年 約 34 億㎡의 木材가 增加하는 셈이므로 chemicals로서 利用하는에는 그의 10% 以下라도 된다. 이 wood chemicals의 対象材는 小經木, 톱밥과 같은 廢材라도 支障이 없기 때문이다. 廢材의 生産量은 日本의 경우, 林野庁의 推算에 의하면 全消費原木 8,726 萬㎡중 約 31%인 2,700 萬㎡에 달하고 있는 實定이다. 그러나 이들의 一部分이 어느 程度는 利用되고 있지만 그 回收率의 增大 및 보다 有効한 利用法의 轉換을 必要로 한다. 그리고 山地로부터 製材에 이르는 사이에 棄却

表 2. 未利用木材資源

区 分	數量(千㎡)	摘 要
末木 . 端材	9,704	伐採量 - 素材生産量
枝 條	8,995	伐採量 × 0.20
工場 廢材	7,116	
計	25,815	
落 葉	6,234 (만톤)	木材生産을 期待하는 林地 × 年間落葉生産量 (2,078 만 ha × 3톤)

※ 日本 林野庁及課資料 (1974. 4)

量을 表 2에 표시하였으며, 그 量은 落葉을 別度로 하여 約 2,580 萬㎡이므로 biomass로서 無視할 수 없는 量이라고 생각한다.

3. 펄프廢液으로부터의 chemicals 製造

펄프工業에서는 廢液利用과 環境汚染 問題對策의 一環으로 部分的으로나마 chemicals 製造를 행하고 있다. 펄프工程中 木材成分이 相當量 排出되고 있는데, 全世界의 펄프廢液中 리그닌量은 約 5,100 萬톤 以上이라고 하며, 리그닌 以外의 主要成分인 hemicellulose도 數千萬톤 以上 推定되므로 相當量의 有機物質이 排出되는 셈이다. 日本의 경우 1978. 4 ~ 1979. 3의 1年間 펄프生産量은 約 950 萬톤으로 推算되며, 含有리그닌量은 거의 300 萬톤을 넘을 것이라고 한다. 또한 廢液中에 排出되는 廢纖維는 펄프 生産量에 대하여 約 4%로 假定한다면, 約 40 萬톤에 달하는 cellulose 資源이 消失되고 있는 셈이 된다. 그리고 亞硫酸펄프廢液中에는 리그닌설폰산이 固形分으로 約 50% 含有되어 있다. 이 物質은 用途에 따라 單離, 精製한 粉末, 또는 約 50%固形分으로 濃縮한 것을 使用한다. 表 3은 亞硫酸펄프廢液의 組成²⁾을 나타낸다.

表 3. 亞硫酸펄프排液의 組成 (%)

組 成	闊 葉 樹 材	針 葉 樹 材
리그닌설폰산염	46	54
hexose	5	14
pentose	14	5
糖誘導體	22	22
揮發性有機物	11	3
無機化合物	2	2

日本은 固形分으로서 年間 約 10 萬톤을 利用하고 있는데 이는 全廢液의 約 15%에 相當한다. 全世界의 리그닌製品生産量은 年間 約 70 萬톤 以上으로 推定되고 있다. 리그닌설폰산製品의 가장 重要한 用途로는 콘크리트減水劑로 49,000 톤, 粉鈹造粒劑로 26,000 톤이고, 肥料造粒劑, 土壤改良劑등으로 쓰이고 있다. 리그닌을 多量使用하기 위한 試圖로서 土壤에로의 再循環을 생각하고 있다. 즉 리그닌을 微生物의 作用을 받게하고, 菌體와 그分解物의 複合體를 形成하게 하여 土

壤有機物로서 植物再生의 母體로 삼을 수 있다고 한다. 最近 注目되고 있는 리그닌의 酸素ammonia分解法 (N-리그닌製造)은 例이다. Washington 大學校의 Allen은 리그닌에 除草劑 또는 害虫驅除劑를 化學的으로 結合시켜서 活性持續形 藥劑를 製造하고 있다. 이것은 樹木에 支障이 없는 效果가 持續되는 것이 林地에서 實驗으로 證明되었다. 또한 廢液리그닌으로부터 耐水性 接着劑製造는 今後 有望한 利用法이 될 것이라 생각된다. 現在의 合板 기타 建材의 接着劑의 大部分은 尿素系樹脂이다. 그러나 이것은 formalin 放出에 의한 衛生上의 問題가 있고, 그對策에 고민하고 있기 때문이다. 또한 構造用合板, 파티클보드의 需要는 新建築法의 開發에 따라 현저하게 增大하고 있는 傾向이다. 그러나 페놀樹脂는 尿素系의 것보다 상당히 高價로 된다. 따라서 그半量 또는 그以上을 리그닌으로 置換할 수 있다면 尿素系樹脂 程度의 價格으로 formalin 發生이 극히 적은 接着劑製造가 可能한 것이며, 그외 리그닌에폭시樹脂, 리그닌인디아네트系 耐水性 接着劑製造가 試圖되고 있다. fine chemicals로서 리그닌 利用의 우수한 製品은 vanillin 이라 하겠다. 펄프廢液으로부터 vanillin 製造의 現況을 表4에 나타낸다.

表4. 世界의 Vanillin 生産量 (1976)

国	名	生産量 t / 年
카	나	2,000
美	国	1,650
소	련	200
노	르	900
중	국	400
日	本	120
폴	란	50
드		
합	計	5,320

現市場에 出荷되고 있는 大部分의 vanillin은 廢液 리그닌을 空氣酸化하여 製造한 것이다. vanillin은 香料만이 아니고 血管擴張劑 및 퍼킨시病藥의 原料等 醫藥用으로도 使用되고 있다. 日本의 경우, 香料用 vanillin의 使用增加率は 8%이고, 世界的으로는 年間 5,300톤의 vanillin이 리그닌을 原料로 하여 製造되고 있으나 더욱 부족한 傾向이라 한다. 또한 이 廢液

으로부터 vanillin製造에 殘渣로서 副生하는 oxylinin도 高分散성이 있기 때문에 그利用이 可能하다고 한다. 闊葉樹材를 原料로한 경우, 酸化物로서 vanillin外에 同量 혹은 그以上の syringylaldehyde를 副生한다. methyl 化한 methoxybenzaldehyde는 醫藥中間體로 使用되는데, 血管擴張劑 (hexobenzene), 鎮咳去痰劑 (trimethoxyquinol), 化學療法劑 (trimethophrin), 催眠鎮靜 및 降圧利尿劑 (trimethoxybenzamide) 등으로 利用되고 있다. 한편, vanillic acid로부터 polyester系纖維製造가 試圖되었지만 아직 工業化段階는 이르지 못하는 事實이다. 그러나 今後, 이와같은 狀況의 變化에 따라 大量利用法으로서 可能性은 높다고 생각한다. KP蒸解때, 廢液은 特有的 惡臭을 내지만 그一部分은 dimethylsulfite가 原因이다. 工業적으로는 kp 리그닌을 270~300°C로 約3時間 硫化소다로 加熱하여 0.4~5%의 dimethylsulfite를 얻고 있다. 이 物質을 酸化하여 dimethylsulfoxide가 生成되게 하여 多種의 플라스틱, 특히 아크릴로니트릴(acrylonitril)의 우수한 溶劑로 使用된다고 한다. 美國의 크라운 쇼랏과 산에서는 年間 10,000톤의 規模로 工場生産을 하고 있으며 그의 關連物質 誘導體의 開發로 行하고 있다고 한다.

以上은 現在의 펄프廢液으로부터 chemicals의 製造 利用狀況이지만, 극히 一部의 利用에 지나지 않는 狀態이다. 보다 多量으로 chemicals를 얻으려면 廢液中의 리그닌을 水素化分解하여 低分子phenol類로 하는 것이 가장 效果의이라고 생각한다. 以前에 榲原등은 SP廢液을 對象으로 接觸水素化分解하여 蒸溜可能한 phenol類를 約23%를 얻었다.

4. 木材의 水素化分解法

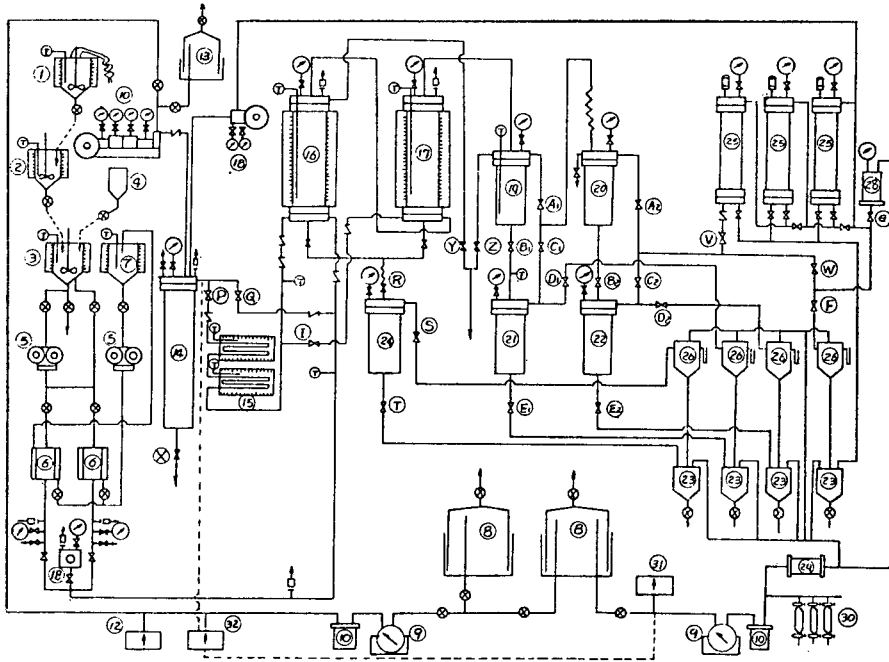
리그닌의 水素化分解는 後述한 木材加水分解의 研究와 平行하여 이루어졌었다. 木材의 20~30%를 차지하는 리그닌의 利用如何가 加水分解過程 成敗의 關鍵을 쥐고 있었기 때문이다. 當時는 鉄系觸媒에 의한 野口研究法과 榲原等이 行하였던 金屬 carbonyl을 觸媒로 하는 林業試驗場法의 2種類가 함께 低分子 phenol類製造를 目的으로 좋은 結果가 얻어졌다. 그러나 當時의 情勢로서는 石油系의 合成 phenol과 對抗하는 것은 困難했었기 때문에 一時中止하게 되었었다. 最近의

石油價格의 高騰은 이方法의 再登場을 可能하게 한 것 이라고 생각한다. 우선 榊原等이 行한 水素化分解의 結果에 대하여 간단히 說明하려 한다.(表 5)

Ni(CO)₄를 触媒로 하면 蒸留可能한 phenol 類收量은 34 ~ 40 % 程度(対리그닌)로 되었다. 그러나 SP 廢液에서는 20 ~ 23 %로 收量은 낮다. 反應物組成은 phenol, guaiacol, cresol 類, xylenol 類, pirocatechol 誘導體等이었다. 또한 SP 廢液을 加熱沈澱시켜 얻어지는 리그닌을 試料로 하여 連續水素化分解裝置에 넣어 反應을 行하였고, 이에 대한 flow sheet는 圖 1에 표시한다.⁶⁾ 生成 phenol 類는 前記와 같이 多種類의 誘導體를 含有하고 있으므로 그대로의 利用價值는 낮다. 그러나, 그것을 hydro cracking에 의하여 純phenol

表 5. 리그닌의 水素化分解物

實驗番号	116	115	113	308
触媒	Ni(CO) ₄	Ni(CO) ₄	Ni(CO) ₄	Fe(CO) ₅
%	6	6	1.9	1.9
溫度, °C	400	380	380	380
時間, hr	0.5	2.5	1.5	1.5
水素初壓 kg/cm ²	80	60	80	80
리그닌	加水分解리그닌		sp	sp
全phenol類, %	40.	53.1	-	-
蒸留可能 phenol 類, %	34.2	40.1	23.3	21.0



- | | | |
|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 1. Paste deairing tank | 10. Filter | 21. High temperature receiver |
| 2. Paste mixer | 11. Hydrogen compressor | 22. Low temperature receiver |
| 3. Paste measuring tank | 13. Nitrogen tank | 23. Receiver |
| 4. Oil tank | 15. Converter preheater | 24. High pressure receiver |
| 5. Gear pump | 16. Converter 1 | 25. Oil trap |
| 6. Paste pump | 17. Converter 2 | 26. Cyclone |
| 7. Hot oil tank | 18. Catalyst pump | 27. Recycle pump |
| 8. Hydrogen tank | 19. High temperature separator | |
| 9. Flow meter | 20. Low temperature separator | |

圖 1. Flow sheet of continuous apparatus for hydrogenolysis of lignin.

로 할 수가 있다면 극히 有利하게 된다.

이 技術은 물론 石油化学에서 開發되었고 그것을 리그닌에 適用할 수가 있는 것이다. 最近, 美国에서 石炭의 液化와 平行하여 木質物質 및 리그닌 自体를 水素化分解하여, 그分解物에 대한 研究가 活潑히 繼續되고 있으며, 그중 흥미있는 研究例를 紹介하고자 한다. Hellwig 等은 1969年에 KP 리그닌의 水素化分解에 의하여 純phenol 製造에 關한 檢討를 행하고 있다. 裝置는 ebullated catalyst bed system이라고 하는 連續裝置의 反應筒中에서 浮遊狀態로 存在하는 觸媒가 上昇하는 氣液相과 接觸하도록 設計되어 있는 裝置이다. 溶媒로는 cresol 油를 使用하며, 生成油中の 260°C 以上の 것은 再循環시키고, 180~240°C의 phenol 類의 收量은 처리그닌의 37.5%로 얻고 있다. 그리고 240~260°C의 것은 catechol 混合物를 脫alkylation 하기 위하여 hydrocracking 하면 純phenol로 되는 것이다. 原料를 ammonia base SP 廢液인 경우, 우선, 제 1段階로 輕度の 反應條件에서 廢液中の 糖類를 水素化하고, 제 2段階로서 리그닌 自体만의 水素化를 행하는 것이다. 이 경우, 1969년에는 經濟收支로서 200톤/日이 最少規模였고, 758톤/日 程度로서는 充分히 合成 phenol 에 對抗할 수 있다고 結論짓고 있다. 그러나 758톤/日의 規模라고 하는 것은 相當한 스케일의 것으로서, 美国에 있어서도 數工場으로부터 廢液을 모으지 않으면 採될 程度인 것이다. 그러나 現在의 石油 價格 上昇率로 본다면, 이 過程은 相當히 有利하므로 小規模 單位라도 좋을 것이라고 생각한다. 또 한가지 例는 有機廢棄物을 油으로 變換시키는 것이다. 美国 鈹山局은 都市廢物, 農産物, 木材, 리그닌等 소위 cellulose 廢棄物의 油化에 대하여 흥미 있는 結果를 보고하고 있다. 이 경우, 水素를 使用하지 않고 gas($CO + H_2O$)와 함께 350~400°C에서 加壓下에 觸媒를 使用하여 反應하면 90%의 cellulose가 變化하여 40~50%의 油가 얻어진다. 이 油를 gasolin 혹은 diesel 燃料로 變化시키는 프로세스(過程)도 開發중이라 한다.

5. 木材加水分解法

木材加水分解(木材糖化)는 元來 戰時産業으로서 행

하여졌었다. 戰時中の 食糧不足을 補充하는 것이 그 目的이었고, 平和時에는 經濟的 收支가 맞지 않았었기 때문에 중지상태였었다. 그러나 이후에 여러가지의 技術的 進歩에 힘입어 結晶 glucose의 製造가 可能하게 되었고, 戰時産業에서 脫皮할 수 있었다. 西獨에서는 Udik Rheinau 法으로서 進展하였고, 日本에서는 北海道庁, 福泉醸造 및 野口研究所가 각각 木材加水分解 研究를 하게 되었다. 이러한 背景하에서 1960年の FAO 木材化学 東京會議가 開催되었었다. 그 內容은 木材 chemicals를 重要한 軸으로 하는 木材加水分解法의 檢討였다. 當時는 食糧問題의 一環으로서 意味가 있었다. 즉 急速히 膨脹繼續되고 있는 世界人口의 食糧을 供給하기 위한 것으로서 glucose와 木糖의 酵母醱酵에 의한 蛋白質生産이 이問題解決의 열쇠라 생각하였다. 이方向은 今後도 변하지 않을 것이다. 그러나 이러한 움직임에도 불구하고, 어느것이나 工業生産에 이르지 못하고 있는 事實이다. 그原因은 1) 原木價格의 高騰 2) 싼값의 glucose 原料와의 競合問題 3) 리그닌 生産品 利用에 있어서 石油化学製品과 不利한 競争 등을 들 수 있겠다. 그러나 最近의 狀況은 當時와는 현저하게 變化되고 있다. 石油資源의 枯竭로 인하여 價格의 高騰이 예상되고 있기 때문이며, 언젠가는 木材加水分解工業을 새로운 見地로 推進될 것이라고 생각된다. 즉, 食糧問題와 더불어 石油代替에너지 및 chemicals 製造를 目的으로 한 소위 綜合的인 木材加水分解工業이 期待될 것이다.

우선, 木材加水分解法에 대하여 說明하고자 한다. 表 6에서 보는 것같이 크게 나누어서 希酸法과 濃酸法으로 나눌 수 있으며, 最近에는 cellulase와 같은 酵素를 使用하는 方法도 研究되고 있다.

希酸法은 주로 0.5~2% 程度의 希硫酸을 使用하며 加壓下에 170~190°C의 高溫으로 木材를 處理하는 것으로, 이 경우 結晶 glucose의 生成에는 좋지 않다고 한다. 그러나 希薄糖液을 醱酵하여, alcohol 혹은 酵母의 製造를 目的으로 하는 경우에는 設備費, 酸使用量, 操作의 容易 등의 有利한 점이 있으며, 糖濃度가 낮고, 收率이 좋지 않은 점도 있다고 한다. 또한 濃硫酸法은 設備資材의 入手가 容易하고, 結晶 glucose 製造는 可能하지만, 酸의 回收에 難點이 있다고 한다. 濃鹽酸法은 酸의 回收이 容易하고 結晶 glucose 製造도 可

表 6. 世界の木材加水分解(木材糖化)法

濃酸低温法		塩酸ガス法	
濃硫酸法		Prodor 法	독 일
Peoria 法 (NRRL 法)	美 国	Darboven 法	"
Giordani 法	이 태 리	Hereng 法	프 랑 스
北海道法	日 本	野口研究所法	日 本
日本木材化学工業社法	"	希硫酸高温法	
소 련法	소 련	Schollor - Tornesh 法	독 일
濃塩酸法		Madison 法	美 国
Bergius - Rheinau 法	독 일	소 련法	소 련
New Rheinau 法	"	酵素法	美 国

能하지만, 資材에 難점이 있으며, 設備가 커서 建設費가 커진다고 한다. 前述과 같이, 木材糖化工業이 實施된 것은 戰時下의 特殊事情에 의했던 것이기 때문에 모

두 希酸法이었다. 그러나 現在, 唯一한 木材加水分解工業이 實施되고 있는 소련에서도 希酸法이라고 하는데, 現在 操業中의 工場은 20 여개로 전해지며, 그規模

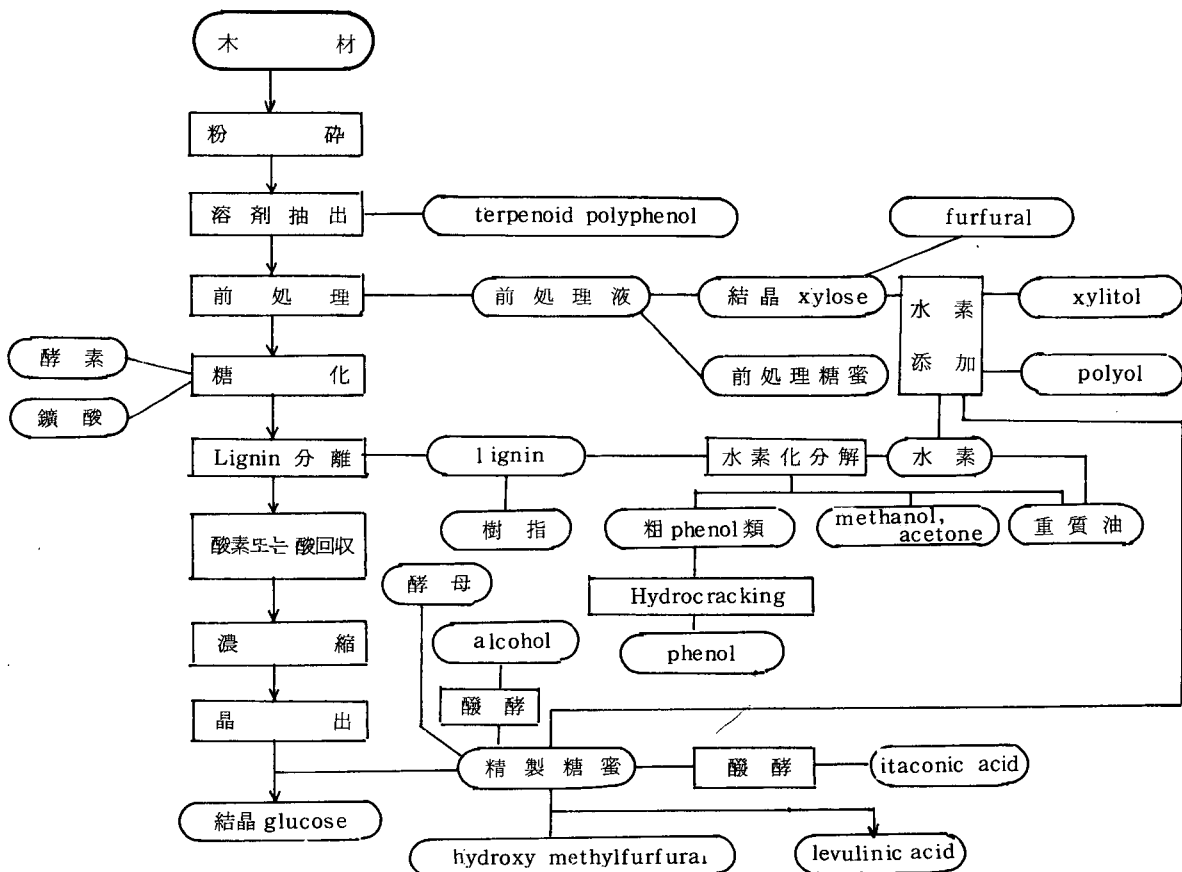


圖 2 Wood chemicals 를 위한 木材處理過程.

도 큰편이라고 한다. 그 生産製品은 glucose, 酵母, furfural 等으로, 副産物로서는 드라이 아이스(dry ice)로 製造되고 있다고 한다. 리그닌에 대해서는 樹脂系統의 것 외에 많은 利用法이 試圖되고 있다고 한다. 今後の 注目되는 것은 酵素分解法인데, 이것은 cellulase를 使用하는 것으로서 加水分解로 필요한 에너지를 要하지 않으며, 常溫에서 反應하는 點이 極히 有利한 것이다. 研究로서는 極히 初期의 基礎的段階에 있으며, 아직 pilot plant에 의한 檢討는 되어있지 않다. 表5는 世界의 木材加水分解法이다. 이 酵素法은 아직 많은 問題를 갖고 있는데, 그 하나는 前處理이다. 리그닌을 含有하지 않은 原料에 대한 分解率은 70~90%로 매우 높다. 그러나 木材에는 리그닌이 20~30% 程度 含有되어 있으므로 이것을 어느 程度 除去하든가, 微粉碎하는 方法에 의하여 酵素와 cellulose의 接觸面을 높게 할 必要가 있는 것이다. 그 目的으로서 alkali, 酸에 의한 前處理, 振動 ball mill에 의한 粉碎 등이 試圖되고 있다. 또한 酵素價格上的 問題, 酵素使用 回數의 增加 등이 檢討되고 있다. 圖2은 wood chemicals를 目的으로 한 木材加水分解를 표시한다. 前述한 것과 같이, 만일 리그닌을 이 過程中에서 回收利用하려면, 輕度로 水素化하여 우선 리그닌을 除去하는 것도 한 좋은

方法이라고 생각된다.

이것은 嚴密한 工程이 아니고, 한개의 方向을 提示한 것이다. 즉 cellulose로부터는 結晶 glucose 外에 精製糖蜜을 거쳐 醱酵에 의하여 alcohol, itaconic acid 혹은 酵母를 製造하고, 한편으로는 hydroxymethyl-furfural, levulinic acid 製造도 可能한 것이다. 또한 水素化分解에 의하여 sorbitol과 같은 polyalcohol 重質油 등의 製造도 可能하다.

hemicellulose의 主要成分인 xylan은 前加水分解에 있어서 結晶 xylose로 되는데, 이것은 藥用糖으로 쓰인다. 그리고 水素化에 의하여 xylytol로서 附加價値를 높일수도 있으며, furfural로 變化시키는 것도 좋다. 리그닌은 高分子로서의 用途도 있지만, 大部分은 水素化分解에 의하여 粗 phenol 類로 되며, hydrocracking에 의하여 純 phenol로 變化시키는 것이 보다 有效할 것이다. 重質油는 리그닌과 混合하여 水素化分解로 循環시켜 一部는 水素가스의 製造로 使用할 수도 있으리라 생각된다. 圖3은 加水分解에 의하여 生産되는 木材化學製品을, 圖4은 最終製品을 나타내고 있다. 圖3.

今後の 石油事情을 考慮해 볼때 醱酵 alcohol의 役割은 또한 크게 될것은 의심할 餘지 없는 것이다. 예로서,

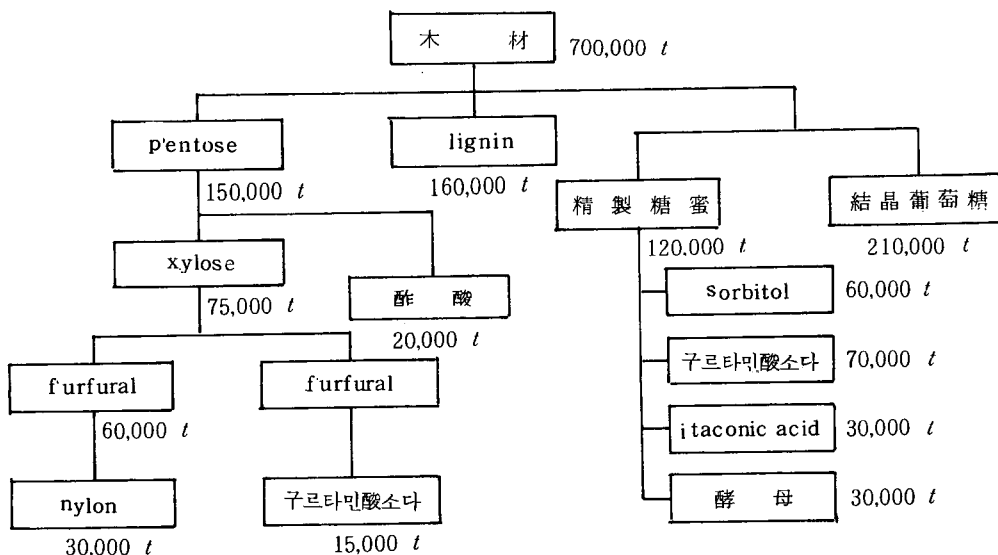


圖 3. 潤葉樹 70萬噸(500萬石)으로부터 生産되는 木材化學製品 (木材化學調查研究報告書 1960).

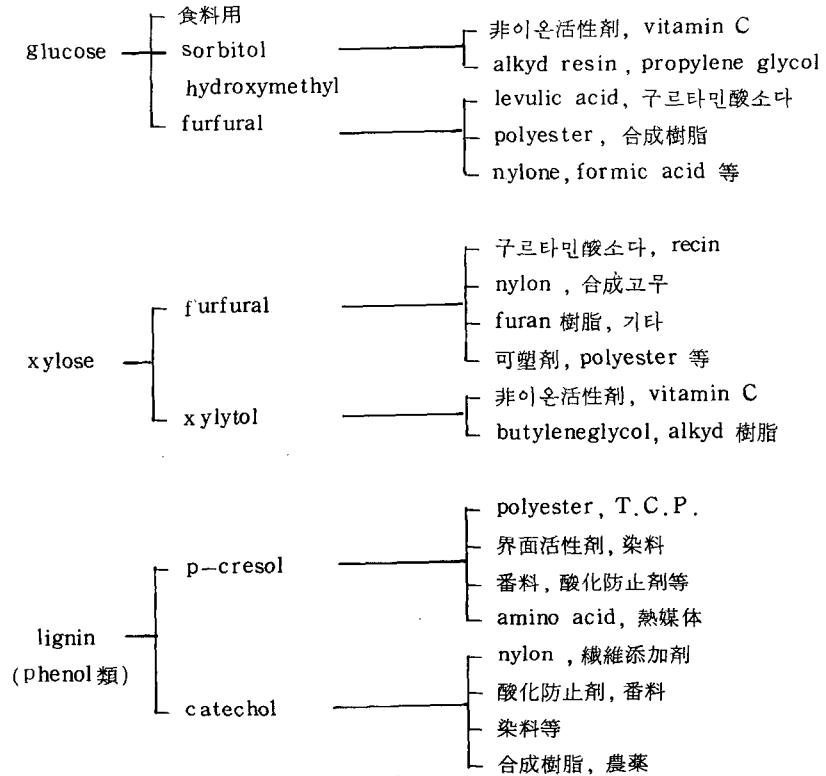


圖 4. 木材化学二次 및 最終製品 (木材化学調査研究報告書 1960).

gasolin에 約 10 ~ 20 %의 alcohol 을 混入하여 使用 하는 것은 gasolin 消費面에 대단히 환영될 것이며, Brazil 에서는 自動車燃料中에 alcohol 을 添加하여 使用하도록 義務化하고 있는 것이다. 또한 美國의 全美 alcohol 燃料委에서는 1985 年까지 全美輸送用燃料의 8 % 程度의 alcohol 을 添加한 gasolin이 될 것이라고 豫測하고 있는 事實이다. 또한 一般有機廢棄物의 利用도 biomass 로서 相當한 價値가 있는 것이다. 日本의 경우, 有機廢棄物의 總量은 3억톤 / 1年에 가깝다고 하는데 이를 石油로 換算하면 300 萬kl / 年 이상이 된다고 한다. 또한 有機廢棄物의 內容은 多様하다. 즉, 벗짚, 왕겨, 옥수수대, 보리, 밀등의 有機物量은 대단히 많으며, 이들의 飼料化, 燃料資源化에 대한 合理的인 利用도 重要한 課題일 것이다.

6. 結 言

今後, 에너지 問題는 더욱 多様化로 研究될 것이며, 化石燃料가 없어지기 전에 代替에너지 開發에 대한 활발한 研究가 進行되지 않으면 않되리라 생각한다.

특히 林産에너지問題에 關連하여, biomass 를 大部分 차지하는 植物有機體는 無限한 太陽光의 에너지를 利用하여 有機物을 多量 生産하고 있다. 이 有機物이 未來의 食糧問題解決을 目的으로 할 수도 있고, 에너지 源, 有機原料資源으로서 重要한 價値는 前述한 바와 같다.

木材도 머지않아 石油와 同一하게, 輸入量의 確保는 困難하게 될 것이며 그價格 또한 高騰하게 될것은 明白

한 것이다.

現在, 国内 消費木材의 90% 以上을, 日本은 66% 以上을 外材에 依存하고 있는 것을 생각한다면, 앞으로의 森林資源確保를 위하여 보다 적극적으로 国家的次元에서 그對策을 充分히 講究하지 않으면 않되리라 생각한다. biomass로서의 wood chemicals에 관하여 以上과 같이, 펄프廢液利用, 木材水素化分解 및 加水分解等에 대하여 살펴보았다. 이以外에도 木材의 alcohol 醱酵를 비롯하여, 微生物 利用技術開發, 炭水化物 生産植物 및 油脂資源植物 栽培問題等에 대한 技術開發이 切實히 要求되고 있다고 생각한다.

参 考 文 献

1. 榑 原 彰 : 1977, 木材工業, vol. 32-6, P. 240-245.
2. 山田雅稔, 岡部次郎, 秦 邦男 : 1979, 리ブニソ의化学, ユニ広報社, P. 347-409.
3. 榑 原 彰 : 1979, 바이오마스变换と有機物生産, 日本能率協会, 3-4-1 ~ 3-4-13
4. FAO : 1963, World Forest Inventory
5. 日本林業統計要覽 : 1976.
6. A. Sakakibara : 1981, XV II IUFRO world congress, P. 367-375. □