

木質系 Biomass의 利用 (I) *¹

- 爆碎裝置의 製作 및 爆碎材의 組成 -

李鍾潤 *², 朴相珍 *², 李錫健 *², 趙南奭 *³, 張竣福 *², 安柄祖 *²

Utilization of Ligno-cellulosic Biomass(I) *¹

- Manufacture of Explosion Apparatus and Composition of Explode Wood -

Jong Yoon Lee *², Sang Jin Park *², Seok Gun Lee *²
Nam Seok Cho *³, Jun Pok Chang *², Byung Jo Ann *²

SUMMARY

Steam explosion process is an efficient pretreatment method for separating and utilizing wood main components has attracted attention in utilization of ligno-cellulosic biomass. In order to obtain the effective pretreatment condition, this study was made explosion apparatus, examined the composition, extraction of exploded wood.

Wood chips of pine (*Pinus densiflora* oak (*Quercus serrata*) and birch wood (*Betula platyphylla var. japonica*) were treated with a high pressure steam (20-30 kg/cm², 2-6 minutes).

The results can be summarized as follow:

In analysis of exploded wood(EXW), it was found arabinose residues rapidly decreased with increasing of steaming time and pressure.

Extractives of EXW with sodium hydroxide increased with increasing of steaming-time and pressure especially, extractives 1% sodium hydroxide has higher than other extracted method, extractives of hard wood(oak, birch) has higher than pine wood.

In EXW extracted with sodium hydroxide and methanol, lignin was partially delignified, alkali extraction was more delignified than methanol extraction, hardwood than pine wood.

*1. 接受 1989年 4月 18日 Received April 18, 1989

本 研究는 1987年 文敎部 自由公募課題 學術研究組成費 및 1988年 韓國科學財團 目的基礎研究費에 의해 遂行되었음.

*2. 慶北大學校 農科大學 College of Agriculture, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea.

*3. 嶺南大學校 農畜產大學 College of Agriculture and Animal Science, Youngnam University, Kyungsan 713-800, Korea.

1. 緒 論

木質系 biomass는 地球上에서 存在하고 있는 가장 풍부한 有機資源으로 총 蓄積量은 1.84×10^{12} 톤으로 추정되며, 매년 1.7×10^{10} 톤의 再生産力을 가지며 그 量은 年間 석유 消費量의 약 10배에 달한다.¹

이러한 木質系 biomass 資源은 再生産이 可能하고 에너지 및 物質資源으로서 利用이 기대되기 때문에 各種 연구가 활발히 進行 되고 있다.^{2,3,4}

木質系 資源을 構成하는 細胞壁의 cellulose 및 hemicellulose는 lignin에 의해 強固하게 保護되어 있기 때문에⁵ 어떠한 方法으로든지 脫lignin 處理를 하지 않는한 飼料化, 糖化, 알코올 醱酵, 펄프화 및 그 외의 化學工業原料로서 利用이 매우 곤란하다.^{6,7} 最近 이들 木質系 資源의 前處理法으로서 爆碎法이 效果인 方法으로 알려져 있다.^{8,9,10}

爆碎法은 1927年 Mason에 의하여 考案된 纖維板 製造裝置로서 Masonite法이 始發點이 되어 1975年 Canada에서 batch식으로 木材의 飼料化 裝置로써 再開發 되면서 부터 木材의 酵素糖化 및 飼料化등의 前處理法으로 研究, 開發되어 단속법 및 연속법 등이 現在 利用되고 있다.¹¹

爆碎法은 試料를 耐壓 용기중에서 高温高壓의 飽和 水蒸氣로 短時間處理하여 급격히 大氣中에 放出하여 단열 팽창에 의해 急速히 100°C 以下로 冷却시키는 操作으로, 증자기간 중에 活性을 띤 물에 의하여 急速한 hemicellulose의 加水分解와 hemicellulose 중에 存在하는 acetyl基의 加水分解에 의하여 초산이 生成되는데 이것이 觸媒가 되어 hemicellulose나 lignin의 해중합 反應이 單時間에 進行된다. 그리고 이 사이에 hemicellulose와 lignin은 含水狀態의 高温에 노출되어 있기 때문에 熱軟化되어 木材組織은 유연해진다. 이 상태에서 急速히 가는 노즐을 통하여 수기중에 放出되기 때문에 試料間 및 裝置의 內壁과의 衝突과 摩擦에 의해 解纖되어 진다. 또 細胞壁이나

內空중에 存在하는 물의 出水에 의하여 벽중의 lignin溶出 및 細胞構造의 部分的인 파괴가 일어나므로 木材 chip은 잘 解纖된 상태로 배출된다.¹²

이와같은 大量의 試料를 單時間에 處理할 수 있으며, 消費에너지 및 cost가 낮으며, 後處理 및 各成分의 有用性 용이 등으로 現在 飼料化, 糖化, 알콜발효, 펄프화 등의 前處理法으로 綜合的인 研究에 많이 利用되고 있다.

本 研究에서는 木質系 biomass의 綜合的 利用을 위한 爆碎裝置의 製作, 爆碎法에 의한 木材主要成分의 效果의 分離方法의 確立과 抽出物에 잔존하는 hemicellulose의 分離를 시도하여 爆碎法에 의한 木質系 biomass 利用을 위한 基礎 資料를 얻고자 하였다.

2. 材料 및 方法

2.1. 試料 調製 및 一般分析

우리나라 침엽수의 대표수종인 소나무(*Pinus densiflora*), 활엽수의 대부분을 차지하는 참나무류중 졸참나무(*Quercus serrata*) 및 자작나무(*Betula platyphylla var. japonica*)의 chip과 목분(40~80mesh)을 조제 하여 試料로 했으며, 木材의 分析은 TAPPI 標準法 및 JIS 標準法을 中心으로 하는 一般分析法¹³에 의하여 冷水抽出, 温水抽出, 알칼리抽出, 有機溶劑抽出, Klason lignin을 分析, 定量 하였으며 構成糖 分析은^{14,15} 試料를 酸加水分解한 다음 alditol-actate 誘導體를 만들어 G.L.C.로 分析하였다.

G.L.C.의 分析 조건은 다음과 같다.

Column : 200×0.4cm, Glass column

Column 충전제 : 3% ECNSS-M on gas chrom Q.(100~200mesh)

Column 溫度 : 190°C, 주입구 溫度 : 220°C, 검출기 溫度 : 250°C

Detector : Flame Ionization Detector(FID)

Carrier gas: N₂ ml/min.

2.2. 爆碎裝置의 製作

日本 森林綜合研究所에서 製作한 爆碎裝置를 參考로, 本 木材化學研究室과 韓國化學研究所 工作室(대전)에서 設計, 製作하였으며, 容量은 다음과 같다.

반응기(Reactor) : 용량 3ℓ 最大耐壓力 : 80kg/cm²

증기발생기(Steam generator) : 용량 56ℓ 最大耐壓力 : 80kg/cm²

수기(Product receive tank) : 용량 50.6ℓ 最大耐壓力 : 10kg/cm²

2.3. 爆碎處理

木材 chip을 20~30kg/cm² 壓力으로 2~6分間,

氣乾 chip 300g 을 Table 1과 같이 處理 하였다.

2.4. 爆碎處理材의 成分分離 및 造成分 分析

爆碎材의 成分分離는 Fig. 1에 나타낸 것과 같으며, 爆碎材의 分析은 爆碎處理된 狀態에서 그대로 氣乾시켜 一般分析法에 중하여 다음과 같이 分析하였다.

2.4.1. 냉수抽出

爆碎試料 2g 을 500ml용 삼각 플라스크에 넣고 300ml의 증류수를 넣어 25±5℃에서 가끔 攪拌하면서 48時間 放置하여 重量을 알고 있는 glass filter(IG3)에 吸引, 濾過하여 蒸溜水로 洗淨하고, 105±3℃의 乾燥器에서 항량에 달할때까지 乾

Table 1. Conditions of wood chip explosion

Species	Experimental No.	Pressure(kg/cm ²)	Time(min)
<i>Pinus densiflora</i>	EXP-20-3	20	3
	EXP-20-6	20	6
	EXP-25-2	25	2
	EXP-25-4	25	4
	EXP-30-2	30	2
<i>Wuercus serrata</i>	EXQ-20-3	20	3
	EXQ-20-6	20	6
	EXQ-20-2	25	2
	EXQ-20-4	25	4
	EXQ-20-2	30	2
<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	EXB-20-3	20	3
	EXB-20-6	20	6
	EXB-20-2	25	2
	EXB-20-4	25	4
	EXB-20-2	30	2

燥, 稱量하여 試料의 絶乾 重量과의 차에서 可溶分量을 구한다.

2.4.2. 온수抽出

爆碎試料 2g 을 환류냉각기가 부착된 500ml용량의 둥근 플라스크에 넣어 1時間 비등 處理 하였다. 吸引濾過시 熱水로 洗淨한 후 위의 方法과 同一한 方法으로 定量 하였다.

2.4.3. 수산화나트륨 抽出

爆碎試料 2g 을 환류냉각기가 부착된 500ml용량의 둥근 플라스크에 넣고 0.1%, 1%, 5%, 10% 수산화나트륨 용액을 200ml 넣고 1時間 비등 處理한 후 열수, 10%, 초산용액, 열수 순으로 세정한 다음 위 방법과 동일한 방법으로 정량 하였다.

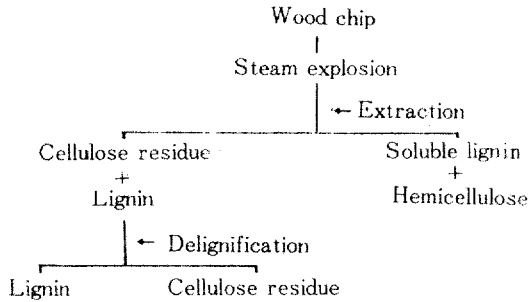


Fig. 1. Separation of Wood main components by steam explosion.

2.4.4. 메탄올 추출

爆碎試料 2g 을 삼각플라스크에 넣고 200ml의 메탄올을 첨가하여 25±5℃에서 교반하면서 2시간 추출한후 메탄올, 증류수로 순차 세정한 다음 위 방법과 동일한 방법으로 정량 하였다.

2.4.5. 추출잔사의 lignin정량

Klason lignin 정량법¹¹⁾으로 lignin을 정량하였다.

3. 結果 및 考察

3.1. 試料의 一般分析

Table 2. 는 木材의 一般分析 結果를 表示한 것이다. 冷水抽出物은 졸참나무 및 자작나무가 소나무 보다 많으며, 温水抽出物은 소나무쪽이 많았다.

알코올·벤젠抽出에서는 소나무, 졸참나무, 자작나무의 순으로 抽出量이 減少 하였으며 전체 抽出物量에서도 위와 同一 하였다. 1% NaOH 抽出에서는 이와는 반대로 자작나무, 졸참나무, 소나무의 순으로 減少 하였다. Klason lignin은 침

엽수인 소나무가 활엽수인 졸참나무와 자작나무보다 약 10% 정도 많았다. 以上の 結果는 기존의 結果와 별다른 차이가 없었다.

構成糖의 分析은 alditol-acetate 法^{15,16,17)}에 의하여 G.L.C.로 分析 하였으며, 内部標準物質로는 inositol을 사용 하였다.

構成糖 分析 結果는 Table.3.에 表示하였으며, 소나무에서는 xylose殘基, mannose殘基 및 glucose 殘基依 순으로 比率이 높게 나타났으나 졸참나무 및 자작나무에서는 xylose殘基와 glucose 殘基의 比率이 높았다. Mannose殘基는 mannan에서, xylose殘基는 xylan에서, glucose殘基의 일부는 glucomannan에서 유래한다고 생각되나 거의 대부분은 cellulose에서 유래한 것으로 생각된다. 또한 자작나무의 xylose 殘基 含有量이 36.5%로 높은것은 자작나무 특징중의 하나이다.

3.2. 爆碎裝置의 製作

Fig.2는 本 研究室과 韓國化學연구소에서 共同으로 設計 製作한 爆碎裝置로써 反應器(R)의 容量은 3ℓ 로 1회에 絶乾木材 chip 300~400g 을 處理할 수 있으며, 受器(PRT)는 10kg/cm² 程度의 壓力에도 견딜수 있다. 容量은 50.6ℓ 로 5회 以上 反復 處理 分量을 수용할수 있다.

水蒸氣 製造器(SF)는 56ℓ 의 容量으로 80kg/cm²의 壓力을 견디는 安全度를 가지며, 自動電源 裝置(CB)는 필요한 溫度에서 作動이 가능하다.

本 爆碎機의 特徵으로서는 處理材의 水分이 報告 되어 있는 爆碎機에서 얻어진것 보다 대략히

Table 2. Composition of wood(%)

Species	<i>Pinus densiflora</i>	<i>Quercus serrata</i>	<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>
Cold water extract	0.8	1.4	1.1
Hot water extract	3.2	2.5	2.8
Ethanol-benzene extract	4.1	3.3	1.1
1% NaOH extract	14.4	17.2	19.2
Klason lignin	29.0	19.8	19.1
Ash	0.4	0.7	1.1

Table 3. Sugar composition of wood

Species	Sugar composition(%)					
	Ara.	Xyl.	Man.	Gal.	Gluc.	Rham.
<i>Pinus densiflora</i>	4.7	15.4	16.4	T	63.5	T
<i>Quercus serrata</i>	2.7	24.2	1.4	T	71.5	T
<i>Betula platyphylla</i> <i>var. japonica</i>	6.3	36.5	6.2	T	51.0	T

T: trace, below 0.1%

낮은 것이 특징이며, 순간적으로 大氣壓 또는 10kg/cm²로 受器에서 調節할수 있게 製作되어 있으며, 反應기를 内部와 外部에서 二重으로 加熱할수 있고 凝縮水를 自動제거 하는 裝置도 부착되어 있다. 또한 반응기 외부에서 필요한 溶液이나 gas를 주입 시킬수 있는 장치도 부착 되었다.

3.3. 爆碎處理材의 組成分 分析

Table 4는 소나무 爆碎材의 各種 溶媒抽出의 結果이며, 冷水 및 熱水 抽出에서는 壓力이 낮은 경우 時間이 길어지면 抽出物量이 增加 하지만, 壓力이 높아질수록 減少 하였다. 이것은 爆碎중

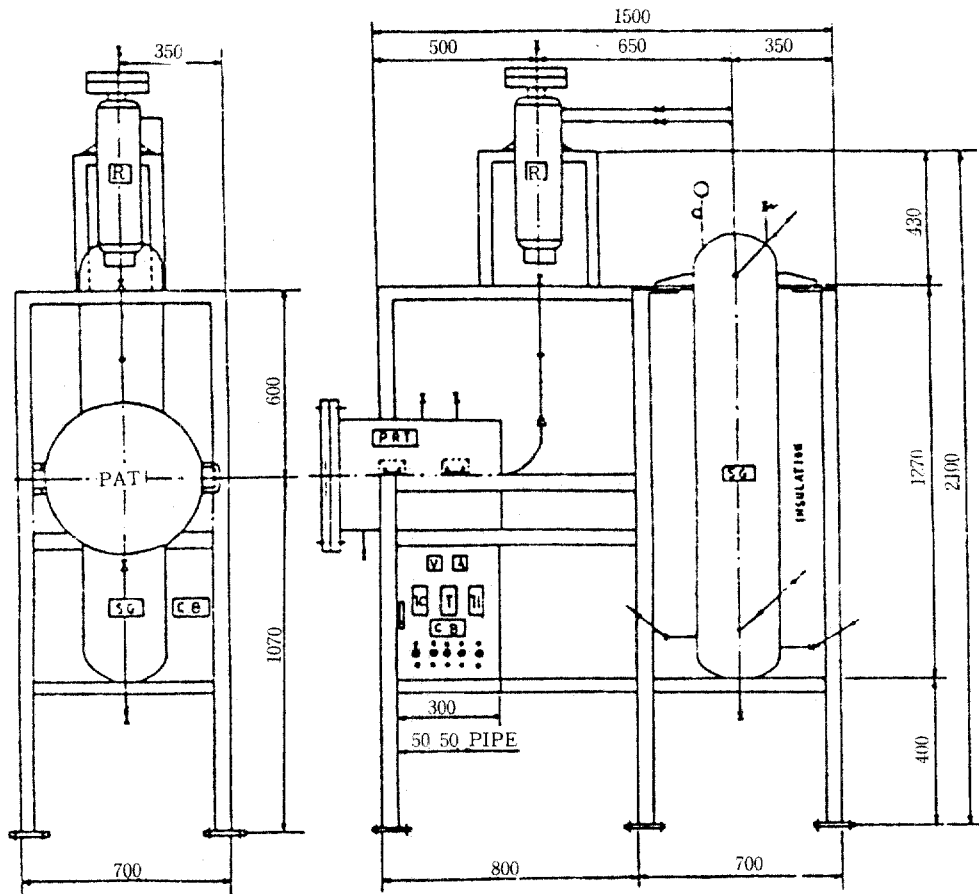


Fig. 2. Structure details of explosion apparatus
 R; Reactor. PRT; Product Receive Tank
 SG; Steam Generator, CB; Control Box
Pinus densiflora

hemicellulose의 加水分解 또는 熱分解에 의하여 生成된 單糖이 2차적으로 變化를 받았기 때문이라고 생각되며, 메탄올 抽出物은 時間이 길어지고 壓力이 높아질수록 抽出物量이 점차 增加하였다. 이것은 hemicellulose는 2차적 變化를 받아 減少 하지만 lignin은 分解速度가 느리나 爆碎處理 時間이 길어짐에 따라 低分子화된 lignin 分解物의 溶出에 의한 것으로 생각된다.

그러나 爆碎處理 時間이 길어지면 저분자화된 lignin이 高温, 酸性 條件하에서 再縮合이 일어나지만¹³ 本 實驗 結果와 같은 짧은 時間에서는 이런 現象이 나타나지 않는 것으로 생각된다.

알칼리(NaOH) 濃度別 抽出物量은 0.1%와 1.0%에서는 10% 前後의 增加를 보였지만 1.0% 以上에서는 큰 差異가 없었으나, 高壓, 長時間處理 및 高濃度일수록 減少하는 경향을 나타냈다.

Table 5 와 Table 6은 참나무와 자작나무의 各種 溶劑의 抽出 結果이며, 冷水 熱水 및 메탄올 抽出物量은 소나무와 비슷한 경향을 나타냈지만, 量은 약간 증가하였다.

알칼리 濃度別 抽出物量도 소나무 보다 0.1%와 1.0%사이에는 15-20%정도 增加하였으며, 1.0% 以上에서는 소나무와 비슷한 경향을 나타냈지만, 추출물량은 소나무보다 2배정도 높았다. 이것은 大部分의 hemicellulose의 抽出과 一部 脫lignin에 基因한다고 생각된다. 소나무에서

는 高溫度 알칼리에서 抽出收率이 減少하였지만, 활엽수材에서는 增加 하였다. 또한 高壓力, 長時間 處理, 高濃度 알칼리抽出에서 60% 정도 的高收率로 얻어진 것은 상당량의 cellulose가 爆碎에 의하여 細分化되어 알칼리 可溶化가 일어났기 때문이라고 생각된다.

Table 7~Table 9는 소나무, 참나무, 자작나무 爆碎材를 各種 溶劑로 抽出한 殘査중의 lignin 含量을 나타낸 것이다.

메탄올抽出 잔査중 lignin 含量에 큰 差異가 없었지만, 참나무 및 자작나무의 높은 壓力 長時間處理에서는 lignin 含量 差異가 나타났다.

알칼리抽出 잔査중 소나무의 lignin 含量은 알칼리의 濃度, 壓力, 處理時間에 따라 거의 차이가 없었다. 그리고 참나무와 자작나무에서는 1.0% NaOH까지는 lignin 含量이 급격히 減少하였지만 1.0% 이상의 濃度에서는 거의 변화가 없었다. 소나무에서는 爆碎處理 時間과 壓力 및 알칼리 濃度에 따라 lignin 含量에 큰 차이가 없었지만, 참나무에서는 알칼리 濃度가 높아짐에 따라 脫 lignin 율은 增加하는 경향을 나타냈으나 알칼리 濃度 1.0% 이상에서는 큰 차이가 없었다. 이것은 침·활엽수材의 lignin 含有量과 분포, 침엽수材의 爆碎處理가 脫lignin에 크게 效果가 없는 것과 일치하며¹⁴, 高壓 長時間處理 일수록 저분자화된 lignin이 재축합 되어 알칼리抽出

Table 4. Extractives of exploded pine wood (*Pinus densiflora*)

Exploded condition (Pressure/Time)	20kg/cm ²	20kg/cm ²	25kg/cm ²	25kg/cm ²	30kg/cm ²
	3 min	6 min.	2 min.	4 min.	2 min
Methods					
Water(room temp.)	9.7(%)	18.4(%)	14.5(%)	13.4(%)	5.7(%)
Water(100°C)	8.9	14.0	10.0	9.1	15.0
Methanol(room tem)	9.5	21.0	10.1	15.6	15.3
NaOH (100°C)	0.1%	12.0	22.2	17.0	20.5
	1.0%	19.8	30.2	26.9	26.9
	5.0%	18.4	27.2	21.9	26.1
	10.0%	26.0	23.0	24.5	23.9

Notes: Percentage based on exploded wood.

Table 5. Extractives of exploded oak wood (*Quercus serrata*)

Exploded condition (Pressure/Time)	20kg/cm ²	20kg/cm ²	25kg/cm ²	25kg/cm ²	30kg/cm ²
	3 min	6 min.	2 min.	4 min.	2 min.
Methods					
Water(room temp)	10.9(%)	17.6(%)	18.2(%)	11.9(%)	17.3(%)
Water(100°C)	21.5	15.4	18.3	20.0	17.3
Methanol(room tem)	12.7	14.8	21.1	20.0	24.0
NaOH (100°C)	0.1%	25.6	22.6	28.9	30.4
	1.0%	40.0	42.0	42.4	46.8
	5.0%	39.5	45.9	45.7	50.5
	10.0%	42.5	48.2	47.4	56.88

Notes:Percentage based on exploded wood.

Table 6. Extractives of exploded birch wood (*Betula platyphylla var. japonica*)

Exploded condition (Pressure/Time)	20kg/cm ²	20kg/cm ²	25kg/cm ²	25kg/cm ²	30kg/cm ²
	3 min	6 min.	2 min.	4 min.	2 min.
Methods					
Water(room temp)	13.0(%)	17.2(%)	14.5(%)	11.5(%)	14.7(%)
Water(100°C)	13.9	16.8	18.2	14.0	16.1
Methanol(room tem)	7.4	26.5	9.8	24.8	24.1
NaOH (100°C)	0.1%	16.8	27.3	22.6	29.2
	1.0%	35.5	47.1	41.9	50.9
	5.0%	40.9	49.2	42.1	55.0
	10.0%	32.8	51.0	39.7	60.0

Notes:Percentage based on exploded wood.

Table 7. Lignin content of exploded pine wood (*Pinus densiflora*)

Exploded condition (Pressure/Time)	20kg/cm ²	20kg/cm ²	25kg/cm ²	25kg/cm ²	30kg/cm ²
	3 min	6 min.	2 min.	4 min.	2 min.
Methods					
Untreated EXW	37.6(%)	37.7(%)	37.3(%)	39.8(%)	39.6(%)
Water(room temp)	41.8	42.0	42.2	46.9	44.9
Water(100°C)	39.8	39.8	44.2	43.2	44.2
Methanol(room tem)	35.7	34.7	40.0	42.3	42.8
NaOH (100°C)	0.1%	42.9	40.9	39.5	40.3
	1.0%	39.4	38.1	37.1	41.9
	5.0%	37.2	34.3	36.0	38.9
	10.0%	37.4	35.7	36.9	36.5

Notes:Percentage based on exploded residues of EXW.

Table 8. Lignin content of exploded oak wood (*Quercus serrata*)

Exploded condition (Pressure/Time)	20kg/cm ²	20kg/cm ²	25kg/cm ²	25kg/cm ²	30kg/cm ²
	3 min	6 min.	2 min.	4 min.	2 min.
Methods					
Untreated EXW	28.6(%)	25.8(%)	26.7(%)	29.8(%)	24.5(%)
Water(room temp)	28.9	27.4	31.0	33.6	34.8
Water(100°C)	22.6	28.9	31.3	31.2	30.6
Methanol(room tem)	19.6	24.4	21.7	25.1	25.0
NaOH (100°C)	0.1%	24.1	22.5	24.7	23.6
	1.0%	15.6	15.4	23.2	14.2
	5.0%	18.5	13.5	16.5	18.8
	10.0%	16.7	15.9	18.5	10.9

Notes:Percentage based on exploded residues of EXW.

Table 9. Lignin content of exploded birch wood (*Betula platyphylla var. japonica*)

Exploded condition (Pressure/Time)	20kg/cm ²	20kg/cm ²	25kg/cm ²	25kg/cm ²	30kg/cm ²
	3 min	6 min.	2 min.	4 min.	2 min.
Methods					
Untreated EXW	31.8(%)	27.4(%)	27.1(%)	31.2(%)	24.0(%)
Water(room temp)	23.7	32.4	30.4	39.3	34.5
Water(100°C)	23.3	28.9	25.7	30.9	31.8
Methanol(room tem)	24.4	27.4	26.1	25.1	26.0
NaOH (100°C)	0.1%	21.1	28.2	28.4	24.2
	1.0%	21.3	15.7	20.5	11.0
	5.0%	19.4	17.0	19.6	9.6
	10.0%	17.6	14.5	16.0	11.0

Notes:Percentage based on exploded residues of EXW.

이 어려워진 것으로 보이며, 알칼리 농도 증가에 따라 脫lignin도 일어나지만 이에 수반하여 알칼리에 의한 탄수화물 抽出도 많아져 상대적으로 lignin 含量이 증가 되었다고 생각된다. 또한 참나무와 자작나무의 알칼리 處理에서 소나무보다 그리고 高壓 長時間 處理 일수록 脫 lignin 率이 높았다.

본 結果에서 木材의 分析結果 보다 lignin 含量이 많아진 것은 hemicellulose 및 抽出成分의 대부분이 溶出 되었고, 일부의 cellulose 및 lignin도 溶출 되어 이에 따라 잔존 lignin량이 상대적으로 增加 하였기 때문이라고 생각된다. 그리고 溶劑

抽出 結果와 Klason lignin定量 結果에서 脫lignin 處理에 메탄올의 효과가 약간 인정되었지만, NaOH보다 비효과적 이었다. 알칼리 處理는 1.0%以上에서는 큰 差異를 보이지 않아 1.0% 濃도가 여러가지 면에서 適合한 濃度라는 結論을 얻었다.

4. 結 論

國內에서 가장 分布가 많은 소나무와 참나무 그리고 자작나무의 chip을 本 研究室에서 國內 最初로 設計, 製作한 爆碎裝置로 爆碎處理하여

爆碎材를 水抽出, 메탄올抽出 및 알칼리로 抽出하여 그 性狀을 檢討한 結果는 다음과 같았다.

1. 木材의 一般分析 結果는 기존의 結果와 비슷한 傾向치를 나타냈으나, 자작나무材의 xy-lan含量이 다른 활엽수材 보다 12% 이상이나 높았으며, cellulose의 含有量이 相對的으로 낮았다.
2. 溶劑抽出物量은 高壓, 長時間 爆碎處理일수록 增加하였고, 1% NaOH에서 大部分 抽出되었으며, 활엽수材가 소나무보다 抽出物量이 매우 많았다.
3. 高壓, 長時間處理한 爆碎材의 高濃度 알칼리에서의 抽出物量이 60% 정도로 나타나 爆碎處理로 인한 cellulose의 可溶化가 일어났다고 推測되었다.
4. 메탄올抽出에서는 一部 脫lignin도 일어났으며, 冷水, 熱水抽出보다 效果的 이었고, 알칼리抽出에서는 많은량의 脫lignin이 일어났으며, 소나무材보다 활엽수材에서 이 傾向은 더욱 顕著하였으며, 알칼리處理 濃度는 1.0%가 가장 適合하였다.

謝 辭

本 研究遂行에 많은 協調를 해주신 日本森林 綜合研究所 志水一充博士님 須藤賢一博士님 東京大學 嚴泰振博士님의 勞苦에 深深한 謝意를 표하며, 爆碎機製作등의 本 研究遂行을 위해 研究費를 支援해 주신 韓國科學團體 및 文敎部에 感謝를 드립니다.

參 考 文 獻

1. 佐左木惠彦：バイオマヌー生産と轉換(上), 學習出版センター, 東京(1989) p.69.
2. Goldstain, I.S. : Organic Chemicals from Biomass, CRC Press, Boca Raton(1981).
3. Stafford, D.A., D.L.Hawker and R.Horton : Methane Production from Waste Organic Matter, CRC Press, Boca Raton(1981), pp.12-58.
4. Strkanen, K., D.A.Tillman : Progress in Biomass Conversion, Academic Press, New York(1979) PP.6-126.
5. Wilke, C.R. : Cellulose as a Chemical and Energy Resource, John Wiley & Sons, New York(1975) pp.22-73.
6. Kerr, A.J., D.A.I.Goring : 1975, Cellulose Chemistry and Technology, 9, 563.
7. 棚橋光彦, 桶口隆昌 : 1985, 爆碎法と將來の展望, 紙パ技協誌, 39(1) : 118-127.
8. Mamers, H., J.P.Yuritta and D.J.Menz : 1981, Tappi, 64(7) : 93-96.
9. Tanahashi, M., S.Takada, T.Aoki, T.Goto, T.Higuchi, and S.Hanai : 1982 Wood Research, 69 : 36-51.
10. 桶口隆昌 : 1984, 遺傳, 38(9) : 32-36.
11. 棚橋光彦, 桶口隆昌 : 1983, 高分子加工, 32(12) : 595-603.
12. 棚橋光彦, 桶口隆昌 : 1985, 紙パルプ技術タイムズ, 39 : 15.
13. 棚橋光彦 : 1983, 木材研究, 資料, 18 : 34-64.
14. 李鍾潤, 閔斗埴, 尹炳虎 : 木材化學, 先進文化社, 서울(1983) pp.369-371.
15. Bochart, L.G., C.V.Piper : 1970, Tappi, 53(2) : 257-260.
16. Bochart, L.G., C.V.Piper : 1983, Tappi, 65(4) : 127-128.
17. Vidal, T., J.F.Colom Pastor : 1984, Tappi, 70(9) : 132.
18. 青木務, 白石信夫, 棚橋光彦, 横田徳郎, 山田正 : 1980, 木材研究, 資料, 18 : 34.