

## 爆碎法을 이용한 木質系 Biomass의 綜合的 利用( I )<sup>\*1</sup>

—소나무와 신갈나무 爆碎材의 脫리그닌處理—

李鍾潤·張埭福·梁載卿<sup>\*2</sup>

## Total Utilization of Woody Biomass by Steam Explosion( I )<sup>\*1</sup>

—Delignification of pine and oak exploded wood—

Jong-Yoon Lee · Jun-Pok Chang · Jae-Kyung Yang<sup>\*2</sup>

### ABSTRACT

Steam explosion is one of the most effective pretreatment for fractionating wood. This leads to the total utilization of wood basic components ; cellulose, hemicellulose and lignin.

The amount of sugar and lignin extracted with the hot water method was very low. The lignin content of residues after extraction with using a sodium hydroxide treatment, increased delignification of carbohydrate as the concentration of alkali was increased.

Oak, pretreated with steam exploded at 25kg /cm<sup>2</sup> for 6 min. then 1% alkali for 2hrs. showed a delignification rate up to 95%.

A sodium chlorite treatment of steam exploded pine and oak also afforded a high delignification effect.

Pine, treated 10% sodium chlorite for 2hrs. showed high delignification. However, by using a sodium hydroxide treatment, a 2% retreatment for 1hr. after a 2% for 2hrs. afforded remarkable delignification effect on exploded wood at 30kg /cm<sup>2</sup> for 9min. and at 35kg /cm<sup>2</sup> for 3-6min.

In oak, an initial 2hrs. treatment of 2% sodium chlorite was followed by a second 2hrs. treatment at 10%. This showed a delignification rate of 96%.

*Keywords* : total utilization, steam explosion, hot water, sodium hydroxide, sodium chlorite, delignification

### 1. 緒 論

植物의 光合成 作用에 의해 形成되는 木質系 Biomass資源은 光合成 效率이 높고 蓄積量이 많으며, 再生産되는 無限資源으로 將來의 석유, 석탄등 有限性인 化石資源의 代替資源으로 利用可

能性이 높아 代替資源化 研究가 많이 修行되고 있다.

爆碎處理는 效果的인 木質系 Biomass資源利用을 위한 우수한 前處理法으로 評價되고 있으며, 특히 木質系 資源의 사료화<sup>1-3)</sup>, 에너지화<sup>4-5)</sup>, pulp화<sup>6-7)</sup> 및 化學工業原料<sup>8)</sup>등을 위한 前處理法

<sup>\*1</sup> 접수 1992年 8月 8日 Received August 8, 1992.

本 研究는 韓國科學財團 目的基礎研究費(1988-1990)에 의해 修行되었음.

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

으로 많이 研究되고 있다.

그러나 고온, 고압에서 爆碎處理된 木材는 열연화된 lignin에 의한 피복<sup>9)</sup>, 저분자화된 lignin간의 재중합<sup>10-11)</sup>, 糖分解物과 리그닌과의 축합에 의한 난용화<sup>12)</sup>, steaming중에 생성된 單糖類의 脫水作用에 의한 furfural등으로 분해, 중축합에 의한 갈색의 着色物質을 形成하기<sup>13)</sup> 때문에 代替資源으로 利用하기 위해서는 着色物質 및 lignin의 除去가 必修의이다.

本 研究는 爆碎處理材중에 存在하는 lignin 및 착색물질을 效果的으로 除去할 수 있는 經濟的인 方案을 提示하여 爆碎材의 加水分解 및 化學工業 原料材 開發을 위한 基礎研究로 온수, 수산화나트륨 및 아염소산나트륨을 處理하였다.

## 2. 材料 및 方法

### 2.1 爆碎處理

소나무(*Pinus densiflora*)와 신갈나무(*Quercus mongolica*)의 chip을 Table 1.과 같은 條件으로 爆碎處理하였으며, 爆碎된 시료는 일부 氣乾하여 脫리그닌 시료로 사용하였고, 남은 爆碎材는 -40℃의 초저온저장고에 保管하였다.

### 2.2 爆碎材의 脫리그닌 處理

#### 2.2.1 열수 및 수산화나트륨 추출

열수 및 수산화나트륨 추출은 앞서 보고된 방법과 동일하게 추출하였다.<sup>11)</sup>

Table 1. Steaming conditions of wood chip.

Species	Sample No.*	Exploded condition	
		Pressure(kg/cm <sup>2</sup> )	Time(min.)
<i>Pinus densiflora</i>	PEXW 25-6	25	6
	PEXW 25-9	25	9
	PEXW 30-3	30	3
	PEXW 30-6	30	6
	PEXW 30-9	30	9
	PEXW 35-3	35	3
	PEXW 35-6	35	6
	PEXW 35-9	35	9
	PEXW 40-3	40	3
	PEXW 40-6	40	6
	PEXW 40-9	40	9
<i>Quercus mongolica</i>	QEXW 20-6	20	6
	QEXW 20-9	20	9
	QEXW 25-3	25	3
	QEXW 25-6	25	6
	QEXW 25-9	25	9
	QEXW 30-3	30	3
	QEXW 30-6	30	6
	QEXW 30-9	30	9
	QEXW 35-3	35	3
	QEXW 35-6	35	6
	QEXW 35-9	35	9

\*: PEXW: exploded pine wood.

QEXW: exploded oak wood.

### 2.2.2. 아염소산나트륨처리

시료 5.0g을 holocellulose 調製法인 아염소산나트륨법에 의거하여 소나무 爆碎材는 4회, 신갈나무 爆碎材는 3회 處理하여 표준법으로 하였고, 本研究의 아염소산나트륨에 의한 脫리그닌 處理는 아염소산나트륨수용액을 사용 Table 2.와 같이 아염소산나트륨의 농도 및 處理時間을 변화시켜 處理하였다.

## 2.3 추출잔사의 리그닌정량

추출된 잔사중의 lignin함량은 Klason lignin정량법으로 정량하였다.

## 3. 結果 및 考察

### 3.1 爆碎材의 脫리그닌 處理

#### 3.1.1 열수 抽出

Table 3. 은 소나무와 신갈나무 爆碎材를 100℃에서 1시간 열수추출한 잔사의 수율 및 lignin함량과 열수추출물중의 糖과 lignin함량을 나타낸 것이다.

소나무 爆碎材의 열수추출 결과 수율은 90.3%~96.8%로 爆碎條件에 따른 일정 경향치는 나타나지 않았으며, 추출잔사의 lignin함량은 爆碎材 기준 40.2~53.1%로 높은 압력 장시간 爆碎한 시료일수록 함량이 증가하였다. 열수추출물중의 糖함량은 2.1~7.4%로 높은 압력 장시간 爆碎한 시료일수록 낮았으며, lignin함량은 0.3~3.0%로 저분자화된 수용성 lignin임을 알 수 있다.

소나무 爆碎材에서 爆碎條件이 강해질수록 lignin함량이 높게 나타난 것은 爆碎중 單糖類化된 hemicellulose가 열수추출과정에서 溶出되어 相對적으로 lignin함량이 높게 나타났거나<sup>15)</sup> 저분자화된 lignin의 재증합<sup>10~11)</sup>, lignin과 糖分解物과의 축합에 의한 난용화<sup>12)</sup>와 유적상으로된 lignin이 木材組織을 피복하고 있기 때문에 lignin 정량과정에서 황산 침투가 어렵게 되어 糖의 일부가 같이 정량되기 때문이라고 생각되나<sup>15)</sup>, 추출액중의 lignin과 糖의 함량에서 용출된 lignin의 양은 爆碎條件에 따라 큰 변화가 없고, 糖함량은 爆碎條件이 강해짐에 따라 감소하는 것에서 lignin의 피복 및 lignin과 糖分解物과의 축합에 의한 난용화에 의한 要因이 보다 支配的임을 알 수 있다.

신갈나무 爆碎材의 열수추출결과 추출잔사의 수율은 76.6%~91.5%로, lignin함량은 18.5%~42.4%로 높은 압력, 장시간 처리된 시료일수록 높게 나타나 소나무와 같은 경향을 나타내었다.

소나무와 신갈나무 爆碎材의 열수추출 잔사중의 lignin함량은 신갈나무가 소나무에 비해 處理條件에 따라 10~20%정도 낮았으며, 열수처리하지 않은 爆碎材의 lignin함량차이인 2.3%~13.5%와 비교하면 爆碎處理에 의해 신갈나무가 소나무보다 lignin의 저분자화가 많이 일어났다.

이것은 수중간 lignin의 분포와 양 및 구조의 차이 뿐만아니라 hemicellulose함량과 그 중 acetyl기의 함량차이 때문이라 생각된다. 즉 고온, 고압의 증기에 의해 hemicellulose중의 acetyl기가 유리되어 생성된 산의 작용으로 lignin결합의 해열에 의해 저분자화되며, 爆碎시 반응초기에 syring-

Table 2. Delignification treatment of exploded pine and oak wood with sodium chlorite.

Species	Method	Conc. of NaClO <sub>2</sub> (%)	Treating time (hr.)
<i>Pinus densiflora</i>		2	2, 2-1, 2-2.*
		10	2
<i>Quercus mongolica</i>		1	
		2	2
		10	

\* : 2-1 ; retreated for 1hr. after treated for 2hrs with 2% NaClO<sub>2</sub>  
 2-2 ; retreated for 2hrs. after treated for 2hrs with 2% NaClO<sub>2</sub>

Table 3. Hot water tretment of exploded pine and oak wood at 100°C, for 2hrs.

Exploded condition	<i>Pinus densiflora</i>				<i>Quercus mongolica</i>			
	Yield	Lignin		L/C*	Yield	Lignin		L/C
		Treated	Untreated			Treated	Untreated	
20-6					76.6	19.0	28.6	0.6
20-9					84.9	25.0	30.2	0.5
25-3					76.7	18.5	28.3	0.7
25-6	95.4	45.3	46.5	0.4	79.9	23.0	33.5	-
25-9	92.6	41.9	44.9	0.7	85.1	26.4	38.0	3.5
30-3	90.3	40.2	42.5	0.3	80.9	22.6	29.8	0.6
30-6	94.8	43.6	45.5	0.6	86.2	29.0	42.8	0.0
30-9	95.8	48.4	48.7	0.1	87.0	30.7	45.1	-
35-3	92.1	45.1	46.1	0.1	88.1	33.2	40.5	2.0
35-6	94.3	45.8	48.1	0.7	90.5	38.0	43.5	1.4
35-9	96.8	51.8	53.0	0.6	91.6	42.4	45.9	0.7
40-3	95.5	48.4	50.5	0.9				
40-6	96.1	51.4	53.1	0.9				
40-9	95.9	53.1	55.1	1.0				

\* : L/C: soluble lignin / carbohydrate ratio

yl형 lignin이 우선적으로 저분자화 하여 가용화<sup>16)</sup> 하기 때문이라 생각된다. Nimz등의<sup>17)</sup> 爆碎蒸餾중 lignin의 저분자화가  $\beta$ -O-4형 결합의加水分解에서 syringyl단위의  $\beta$ -O-4결합이 guaiacyl단위의  $\beta$ -O-4결합보다加水分解가 빠르다는報告에서도 설명될 수 있다.

### 3.1.2 수산화나트륨抽出

Table 4.는 소나무와 신갈나무 爆碎材를 1%, 5%, 10% NaOH 수용액으로 處理한 결과를 나타낸 것이다.

소나무 爆碎材의 경우 잔사의 수율은 1% NaOH 處理試料가 가장 높았으며, 5%와 10% NaOH 處理試料에서는 농도에 따른 차이가 나타나지 않았다. 잔사의 lignin함량은 1% NaOH 處理試料가 5% 및 10% NaOH 處理材보다 높았으며, 5% NaOH 處理試料의 lignin함량이 比較的 낮게 나타났다.

이것은 고농도의 NaOH 수용액 處理에 의해 爆碎材의 lignin보다 탄수화물의 알카리분해가 많이 일어났음을 알 수 있다.

소나무 爆碎材의 NaOH 수용액 處理에서 30kg/cm<sup>2</sup>, 9분이하의 낮은 압력, 단시간 處理 爆碎材는 lignin보다 炭水化物的 溶出이 많았으며, 10%의 고농도 處理에서는 탄수화물의 溶出이 많았다. 소나무 爆碎材의 경우 NaOH에 의한 脫리그닌 效果는 認定되지 않았다.

신갈나무 爆碎材의 경우 NaOH처리 농도별 잔사의 수율은 농도가 높아질수록 急激히 감소한 반면 잔사의 lignin함량은 NaOH處理 농도에 따라 큰 차이는 없었다. 이것은 NaOH농도가 1%이상의 농도 處理시 脫lignin 보다는 NaOH에 의한 炭水化物的 분해 및 용출이 많이 일어났기 때문이라고 생각되며, 소나무에 비해 相對的으로 잔사의 수율 및 lignin含量이 낮은 이유는 역시 앞에서 말한 활엽수 hemicellulose내에 存在하는 acetyl의 유리에 의해 생성된 초산에 의한 多糖類 및 lignin의 저분자화가 많이 일어나 이들의 NaOH處理 과정에서 溶出되었기 때문이라고 생각된다.

그러나 고농도의 NaOH處理일수록 脫lignin 보다 炭水化物的 分解가 急激히 일어남을 알 수 있다

Table 4. Sodium hydroxide treatment of exploded pine and oak wood.

Sam. No.	1%		5%		10%		Lignin of Exw.
	Yield*	Lignin*	Yield	Lignin	Yield	Lignin	
PEXW 25-6	72.4	32.8	71.3	33.9	72.1	34.8	46.5
PEXW 25-9	71.4	30.1	71.2	33.7	67.6	34.0	44.9
PEXW 30-3	72.3	29.4	73.2	31.5	71.4	31.1	42.5
PEXW 30-6	74.2	36.3	65.6	31.0	66.5	33.9	45.5
PEXW 30-9	73.0	35.8	66.7	36.0	71.4	39.5	48.7
PEXW 35-3	65.5	16.6	53.2	27.7	57.2	28.9	46.1
PEXW 35-6	64.3	28.5	59.9	30.4	55.9	28.5	48.1
PEXW 35-9	63.1	30.3	58.2	33.5	56.0	37.7	53.0
PEXW 40-3	57.1	19.5	52.2	20.8	53.4	27.8	58.5
PEXW 40-6	60.1	25.3	56.0	27.4	52.4	34.4	53.1
PEXW 40-9	59.3	29.7	52.5	28.2	53.4	35.6	55.1
QEXW 20-6	56.9	8.3	54.5	7.5	50.1	7.2	28.6
QEXW 20-9	54.1	4.3	53.0	5.4	48.5	7.8	30.2
QEXW 25-3	51.7	5.3	53.9	6.7	51.4	7.7	28.3
QEXW 25-6	51.0	1.6	49.9	3.7	42.3	3.1	33.5
QEXW 25-9	49.2	1.6	43.8	1.0	39.4	2.2	38.0
QEXW 30-3	47.0	1.0	43.4	1.3	38.6	1.4	29.8
QEXW 30-6	46.8	0.9	39.0	1.0	32.1	0.8	42.8
QEXW 30-9	45.6	1.0	35.8	0.3	29.9	1.0	45.1
QEXW 35-3	50.7	4.1	39.1	0.6	32.4	0.7	40.5
QEXW 35-6	43.0	0.1	36.4	1.2	29.3	1.2	43.5
QEXW 35-9	43.6	2.3	34.6	1.0	26.4	1.1	45.9

\*Yield and Lignin: % based on exploded wood

다. 爆碎處理條件에 따른 차이는 NaOH處理 농도에 관계없이 고온, 장시간 爆碎處理한 시료일수록 탄수화물이 lignin보다 溶出이 많았다.

爆碎材의 脫lignin을 위한 NaOH 수용액 處理에서 소나무材의 경우 處理 농도에 관계없이 脫lignin效果가 매우 저조하였다. 그러나 신갈나무材에서는 處理농도에 관계없이 比較的 잔사의 낮은 lignin함량을 나타냈으며, 1%정도의 NaOH處理가 다당류의 分解가 적고 脫lignin效果가 比較的 양호한 條件으로 나타났다.

### 3.1.3 아염소산나트륨 處理

Table 5.는 소나무와 신갈나무 爆碎材를 2% 및

10% NaClO<sub>2</sub> 수용액과 holocellulose제조법에 의해 소나무는 4회, 신갈나무는 3회 아염소산나트륨 處理하는 표준법의 결과이다.

소나무 爆碎材를 표준 아염소산나트륨法으로 處理한 경우 잔사의 수율은 45.9%~52.1%로, 잔사의 lignin함량은 0.1~6.2%로 나타났다.

소나무 爆碎材를 2% 아염소산나트륨 수용액으로 處理한 경우 얻어진 잔사의 수율은 45.8~63.9%로, 잔사의 lignin함량은 5.3~168.4%로 나타났다. 炭水化合物보다는 lignin의 溶出이 많았으나 표준법에 비해 충분한 脫lignin은 일어나지 않았다고 생각된다.

Table 5. Sodium chlorite treatment of exploded pine and oak wood.

Sample No.	2%			10%			Standard			Lignin of EXW.
	Yield	Lignin	L/C	Yield	Lignin	L/C	Yield	Lignin	L/C	
PEXW 25-6	61.7	14.2	5.4	52.9	4.1	9.0	51.8	0.3	23.1	46.5
PEXW 25-9	63.9	13.0	7.6	54.7	4.7	7.9	52.1	0.5	12.7	44.9
PEXW 30-3	61.5	11.7	4.0	51.7	5.0	3.5	51.2	0.1	6.6	42.5
PEXW 30-6	55.3	7.6	5.6	50.4	2.5	6.5	50.9	0.1	12.3	45.5
PEXW 30-9	57.0	11.3	6.6	48.9	1.5	12.1	50.2	1.2	20.7	48.7
PEXW 35-3	55.9	8.8	5.5	46.7	0.9	5.6	49.3	1.0	8.0	46.1
PEXW 35-6	52.3	6.8	6.4	48.1	0.8	10.3	50.6	0.3	29.9	48.1
PEXW 35-9	60.9	18.4	7.7	42.5	0.5	10.5	47.9	4.4	13.9	53.0
PEXW 40-3	49.7	5.3	8.9	46.2	0.2	14.4	49.9	2.7	20.8	50.5
PEXW 40-6	57.0	19.5	3.6	43.8	1.4	11.5	50.0	6.2	15.1	53.1
PEXW 40-9	45.8	10.2	4.8	40.8	1.0	10.6	45.9	6.2	9.4	55.1
QEXW 20-6	56.9	1.4	1.7	53.4	0.6	1.5	55.0	0.1	1.7	28.6
QEXW 20-9	55.1	0.8	1.9	-	-	-	54.0	0.4	1.8	30.2
QEXW 25-3	53.5	0.6	1.5	-	-	-	52.5	0.1	1.5	28.3
QEXW 25-6	55.7	0.3	3.0	54.3	0.7	2.5	55.2	0.3	2.9	33.5
QEXW 25-9	55.2	0.2	5.4	-	-	-	54.9	0.9	4.6	38.0
QEXW 30-3	53.9	0.2	1.8	51.7	0.2	1.6	52.1	0.1	1.6	29.8
QEXW 30-6	53.2	0.4	9.6	52.7	0.2	9.1	54.7	2.0	9.1	42.8
QEXW 30-9	52.8	0.1	20.1	52.1	0.6	13.1	55.6	3.4	15.4	45.1
QEXW 35-3	51.9	0.2	5.2	-	-	-	53.9	0.9	6.1	40.5
QEXW 35-6	50.8	0.7	6.7	44.4	0.6	3.4	53.4	5.4	4.4	43.5
QEXW 35-9	48.8	0.1	8.5	-	-	-	55.9	6.7	8.1	45.9

표준법에 의해 소나무 爆碎材를 處理한 경우 35kg/cm<sup>2</sup>, 6분이상의 고온, 고압處理材는 수율 감소와 반대로 lignin함량이 증가하여 아염소산나트륨 處理에 대한 강한 저항성을 나타내고 있다. 이것은 역시 爆碎處理중의 炭水化合物과 lignin간의 축합 및 저분자화된 lignin의 재축합 등에 의한 난용화에 기인한다고 생각된다.<sup>10-12)</sup>

10% 아염소산나트륨 수용액으로 소나무 爆碎材를 處理한 경우 잔사의 수율은 40.8-54.9%로, 잔사의 lignin함량은 0.2-5.0%로 나타났으며, 2% 處理에 비해 리그닌/炭水化合物의 溶出比가 높아 lignin의 溶出이 많이 일어났음을 알 수 있다.

35kg/cm<sup>2</sup> 3분 이상으로 處理한 爆碎材는 10% 아염소산나트륨 수용액으로 處理한 경우 표준법으로 아염소산나트륨 處理한 잔사의 lignin함량보다 잔사의 lignin함량이 낮게 나타났다. 동시에 炭水化合物의 分解도 많이 일어났다.

소나무 爆碎材는 2%보다는 10%정도의 고농도 아염소산나트륨 處理가 lignin溶出이 많았으나 동시에 炭水化合物의 分解도 많이 일어나 結果적으로 效果的인 脫lignin 방법이라고 할 수 없으며 10% 이하의 농도에서 處理시간의 조절에 따른 效果를 연구할 必要가 있다고 생각된다.

신갈나무의 경우 표준법으로 아염소산나트륨을

Table 6. Sodium chlorite treatment of exploded pine wood at various time.

Sample No.	2hr		2-1hr		2-2hr		Standard	
	Yield	Lignin	Yield	Lignin	Yield	Lignin	Yield	Lignin
PEXW 30-3	61.5	11.7	56.6	5.7	53.4	4.4	51.2	0.1
PEXW 30-6	55.3	7.6	50.6	2.6	48.9	1.6	50.9	0.1
PEXW 30-9	57.0	11.3	47.8	0.4	48.2	1.5	50.2	1.2
PEXW 35-3	55.9	8.8	49.8	1.9	47.9	0.7	49.3	1.0
PEXW 35-6	52.3	6.8	48.4	1.2	47.6	0.9	51.6	0.3
PEXW 35-9	60.9	18.4	43.4	0.7	42.4	0.3	47.9	4.4

處理한 결과, 잔사의 수율은 53.4-55.9%, lignin의 함량은 0.1-6.7%로 나타났으며, 30kg/cm<sup>2</sup>, 3분 이하의 爆碎材의 경우 lignin함량이 1%미만으로 매우 낮게 나타났다. 그러나 30kg/cm<sup>2</sup>, 6분 이상 爆碎處理試料는 lignin함량이 높아지고 있다. 이 결과는 소나무材에서 설명한 것과 같은 경향때문이라고 생각된다.

2% 아염소산나트륨으로 處理한 경우 잔사의 수율은 48.8-56.9%, lignin 함량은 0.1-1.4%로 나타나 표준범으로 處理한 爆碎材에서와 비교하면 30kg/cm<sup>2</sup>, 3분 이하의 爆碎材 잔사의 수율은 높은 반면 lignin함량은 비슷하게 나타났고 30kg/cm<sup>2</sup>, 6분 이상의 爆碎된 잔사의 수율은 낮은 반면 lignin함량은 낮게 나타나 아염소산나트륨의 농도는 2% 이하로 하여 檢討 할 必要가 있다고 생각된다.

2% 아염소산나트륨 2시간 處理에 의해 爆碎條件에 관계없이 대부분 lignin함량이 1% 미만인 우수한 脫리그닌 效果를 나타내었다.

10% 아염소산나트륨 處理한 경우 잔사의 수율은 44.4-54.3%로, lignin함량은 0.2-0.7%로 나타나 2% 아염소산나트륨 處理材보다 수율은 조금 낮은 반면 lignin함량은 비슷하게 나타나 炭水化合物의 分解가 많았음을 알 수 있다.

Table 6.은 소나무에서 아염소산나트륨의 농도를 2%로 固定하고 處理시간을 變化시켜서 處理한 결과를 나타낸 것이다.

신갈나무 30kg/cm<sup>2</sup>, 3-9분 爆碎材 및 소나무 35kg/cm<sup>2</sup>, 3-9분 爆碎材를 2% 아염소산나트륨으로 處理시간을 變化시켜 處理한 결과 2시간 處

理한 경우는 lignin함량이 6.8-18.4%, 2시간 處理후 다시 2% 아염소산나트륨을 添加하여 1시간 處理한 경우 잔사의 lignin함량은 0.4-5.6%, 2시간 處理후 다시 2% 아염소산나트륨을 添加하여 2시간 處理한 경우 잔사의 lignin함량은 0.3-4.4%로 나타났으며, 아염소산나트륨을 2시간 處理後 다시 첨가 1시간 處理한 경우가 2시간處理 및 2시간 處理後 다시 첨가하여 2시간 處理보다 炭水化合物의 分解가 적고 lignin의 溶出이 많은 效果的인 處理法으로 나타났다.

2% 아염소산나트륨으로 소나무爆碎材를 脫리그닌하는 경우 30kg/cm<sup>2</sup>, 9분 및 35kg/cm<sup>2</sup>, 3-9분 爆碎材를 2% 아염소산 나트륨 2시간 處理後 다시 2% 아염소산나트륨을 添加하여 1시간 處理하는 方法이 效果的인 脫리그닌 方法으로 나타났다.

소나무 爆碎材를 아염소산나트륨을 사용한 脫리그닌 處理에서 10%의 고농도處理의 경우 35kg/cm<sup>2</sup>, 3분이상 爆碎된 試料를 10% 아염소산나트륨으로 2시간 處理하는 方法이 效果的인 方法으로 나타났으며, 2%의 낮은 농도의 處理경우 30kg/cm<sup>2</sup>, 9분 및 35kg/cm<sup>2</sup>, 3-9분 爆碎한 試料를 2% 아염소산나트륨으로 2시간 處理후 다시 2% 아염소산나트륨을 添加하여 1시간 處理하는 方法이 效果的인 方法으로 나타났다.

신갈나무 爆碎材를 아염소산나트륨을 사용하여 脫리그닌 處理한 경우 20kg/cm<sup>2</sup>, 6분 이상 爆碎한 全試料에서 2% 아염소산나트륨을 2시간 處理하였을때 대부분 1% 미만의 lignin을 含有한 效果的인 脫리그닌率을 나타냈으며 1% 이하의 보다

Table 7. Sugar composition of exploded pine and oak wood

Sample No.	Sugar composition (%)					
	Ara.	Xyl.	Man.	Gal.	Glu.	Rham.
PEXW 25-6	0.9	1.5	0.8	T*	96.6	T
PEXW 30-3	0.3	2.2	1.3	T	96.2	T
PEXW 30-6	0.7	1.7	0.6	T	97.0	T
PEXW 30-9	0.6	0.6	0.2	T	98.6	T
PEXW 35-3	T	1.1	0.6	T	98.1	T
PEXW 35-6	T	0.9	T	T	98.8	T
PEXW 35-9	T	0.9	T	T	98.8	T
PEXW 40-6	T	0.4	1.3	T	98.3	T
QEXW 20-6	0.3	6.1	0.5	T	93.1	T
QEXW 25-3	0.3	6.2	0.8	T	92.5	T
QEXW 25-6	0.3	3.6	0.5	T	95.1	T
QEXW 25-9	0.2	2.3	0.5	T	97.5	T
QEXW 30-3	0.3	1.6	0.6	T	97.5	T
QEXW 30-6	0.3	1.3	0.5	T	97.9	T
QEXW 30-9	0.3	0.6	0.5	T	98.6	T
QEXW 35-6	0.2	0.5	0.3	T	98.9	T

T\* : Trace

낮은 농도의 아염소산나트륨處理에 대한 檢討가 必要하다고 생각된다.

신갈나무의 경우는 10%의 고농도 아염소산나트륨處理가 농도에 비해 2% 아염소산나트륨處理보다 脫리그닌에 效果的인 方法이 되지 못했으며 2% 아염소산나트륨 處理로도 充分하다고 생각된다. 2% 이하의 농도에서 處理效果도 檢討할 필요가 있다고 생각된다.

Table 7.은 소나무 및 신갈나무 爆碎試料를 alditol-acetate法으로 構成糖 分析을 한 結果이다.

糖分析 結果 爆碎材는 일반 木粉의 分析結果에 비해 爆碎處理 條件이 강해질수록 hemicellulose의 대부분이 감소하였으며, 소나무에서는 35kg/cm<sup>2</sup> 이상으로 爆碎處理된 試料의 경우 대부분

의 糖이 cellulose에서 由來되는 glucose 잔기로 構成되어 있었다.

신갈나무에서도 條件이 강해짐에 따라 glucose의 含量이 증가하며 hemicellulose의 含量은 감소하는 傾向을 나타냈지만 소량은 爆碎材중에 存在하고 있었다.

이와같이 爆碎條件이 강해짐에 따라 hemicellulose가 급격히 감소하는 것은 고온, 고압의 爆碎處理에 의해 hemicellulose의 加水分解가 많이 일어났으며, 생성된 多糖類도 2차적 變化에의 furfural등으로 變化되어 爆碎材의 배출시 기체로 유실되었거나 또는 糖類가 變質되어 lignin과 축합되었기 때문이라고 생각된다.

## 4. 結 論

소나무 및 신갈나무 爆碎材를 열수, 알칼리, 아염소산나트륨으로 處理한 잔사의 脫리그닌을 檢討한 결과는 다음과 같다.

열수추출에서는 소량의 糖과 lignin이 溶出되었으며, 잔사의 lignin함량이 높아 脫lignin 效果가 없었다.

알칼리(NaOH)추출결과 소나무의 경우 알칼리 농도에 관계없이 50% 이하의 脫lignin율을 나타냈고 고농도의 處理 일수록 炭水化物的 分解가 많았다.

신갈나무의 경우 농도 및 爆碎條件에 관계없이 70%이상의 脫lignin율을 나타냈으며, 역시 고농도 處理에 의해 炭水化物的 分解가 많았다. 25kg/cm<sup>2</sup>, 6분 이상의 爆碎材를 1% NaOH 2시간 處理에 의해 lignin함량 2%미만 95%이상의 높은 脫lignin率을 나타냈다. 아염소산나트륨 處理結果 소나무 爆碎材는 10%의 고농도에서 脫lignin 效果가 높았고, 2%處理에서는 30kg/cm<sup>2</sup>, 9분, 35kg/cm<sup>2</sup>, 3-9분 爆碎處理材는 2% 아염소산나트륨 2시간 處理후 다시 添加 1시간 處理하는 方法이 效果的이었다.

신갈나무 爆碎材는 2%, 10% 아염소산나트륨의 농도에 차이는 없이 1%미만의 낮은 lignin함량을 나타냈고, 2%미만의 낮은 농도 處理에 대한 檢討가 必要하다고 생각된다.

## 參 考 文 獻

1. Togamura, Y., Miyazaki et al, 1983. *Japanese J of Zootech. Sci.*, 54(3) : 206-208
2. Bender, F., D. P. Heaney and A. Bowden. 1970. The potential of steamed wood as a feed for ruminants. *Forest. Prod. J.* 20 : 36-41
3. Dietrichs, H. H., M. Sinner and L. Puls. 1978. Potential of steaming hardwood and straw for feed and food production, *Holz-forschung.* 32 : 193-199
4. Wayman, M., J. H. Lora and E. Gulbinas. 1979. Material and energy balances in the production of ethanol from wood, Acs symposium series 90. *chemistry for energy, American Chem. Soc* : 183-200
5. Brownell, H. and J. N. Saddler. 1978. Steam pretreatment of lignocellulosic material for enhanced enzymatic hydrolysis. *Biotech. and Bioeng.* 29 : 228-235
6. Law, K. N. and S. L. Bi. 1989. Explosion pulping of black spruce, *Tappi* 72(1), 111-114
7. Chaudhuri, P. B. 1989. Explosion pulping-exploratory trials, *Tappi* 72(12) : 196-199.
8. Lonikar, S. V., N. Shiraiish and T. Yokota. 1985. Effect of the explosion pretreatment on the thermal softening and melting of esterified wood, *J. of Wood Chem. and Tech.* 5(1) : 111-133
9. 棚橋光彦. 1983. 爆碎法による 森林バイオマスの變換と綜合利用, 木材研究 資料, 18 : 34-64
10. Wayman, M. and M. G. S. Chua. 1978. Characterization of autohydrolysis aspen lignin, part 2. Alkaline nitrobenzen oxidation study of extracted autohydrolysis lignin. *Can. J. Chem.* 57 : 2599-2602
11. Chua, N. G. S and M. Wayman. 1978. Characterization of autohydrolysis aspen lignin, part 3. Infrared and ultraviolet studies of extracted autohydrolysis lignin. *Can. J. Chem.* 57 : 2603-2611
12. Wayman, M. and M. G. S. Chua. 1978. Characterization of autohydrolysis aspen lignin, (part 4.) *Can. J. Chem.* 57 : 2611.
13. Shimizu, K. 1988. Steam-explosion treatment of wood, *Japan Tappi*, 42(12) : 1114-1130
14. Lee, J. Y. et al. 1989. Utilization of Lignocellulosic Biomass(I). *Mogchae Gonghak* 17 (2) : 65-73

15. Lee J. Y., J. P. Chang and J. K. Yang. 1990. Development of an innovative pretreatment-saccharification process of cellulose biomass by explosion(I). *TappiK* 22(3) : 56-63.
16. Sudo K., K. Shimizu and K. Sakurai. 1985. Characterization of steamed wood lignin from beech wood. *Japan Tappi*, 39(5) : 281-288.
17. Nimz. H. H. et al. 1984. *J. Wood Chem. Tech.* 4 : 265.