

폭쇄처리 목재의 비표면적변화*1

梁載卿^{*2}·金賢貞^{*2}·李元熙^{*2}

Changes of Specific Surface Area of the Steam Exploded Wood^{*1}

Jae-Kyung Yang · Hyun-Jung Kim · Weon-Hee Lee^{*2}

ABSTRACT

This paper reports on the changes of equilibrium moisture contents and specific surface areas of Poplar wood(*Populus euramericana*) for various steam explosion treatments. Equilibrium moisture contents(EMC) and specific surfaces of steam exploded woods were measured under the moisture adsorption course at 25°C, and compared with those of other materials and wood meals.

The EMCs of steam exploded wood meal were 1~5% less in comparison with that of wood meal. In the case of delignified steam exploded wood meal and delignified wood meal, the same tendency was appeared too. But absolute values of EMCs for delignified wood meals were larger than those of the wood meal. For the changes of EMC by the steam exploded conditions, the EMC decreased with the increase of the steam explosion pressure.

On the other hand, specific surface areas were calculated from BET plots based on amounts of monomolecular vapor adsorption of various wood meals. Specific surface areas of the wood meal and delignified wood meal were 90~145, 34~90(m²/g) respectively, and which were greater in comparison with those of steam exploded wood meals and delignified steam exploded wood meals.

From these results, it is considered that the amount of water vapor adsorption was decreased by the increase of the crystallinity, effect of heat treatment, and coating by melted lignin in during the steam explosion.

Keywords : Equilibrium moisture contents, specific surface area, steam exploded wood, monomolecular vapor adsorption

1. 緒 論

목재는 탄수화물인 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스 및 페놀성화합물인 리그닌으로 구성된 세포벽 집합

체로서 목재중의 셀룰로오스 및 헤미셀룰로오스는 리그닌에 의해 강하게 둘러싸여져 보호되어 있기 때문에 전처리를 하지 않고서는 당화, 발효를 위한 효율적인 이용이 곤란하다고 알려져 있다.

*1 接受 1994年 12月 10日 Received December 10, 1994

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

목재의 전처리법중에서 폭쇄법은 물리, 화학적 복합 전처리법으로서 효소당화를 위한 목재의 전처리 효과가 우수하다고 알려져 있다. 특히, 폭쇄법으로 전처리한 목재는 주요성분의 분리가 쉽고, 전처리 수율이 높으며, 효소가수분해시 고수율의 glucose를 획득할 수 있고, 발효저해인자를 쉽게 제거할 수 있으며, 또한 리그닌 및 헤미셀룰로오스는 다른 화학제품으로 전환이 가능한 것으로 알려져 있다(Klyosov, 1986). Tanahashi 등 (1989 a)은 목재를 폭쇄처리한 후 효소가수분해했을 때 약 90% 이상의 당화율을 획득하였다고 보고하였으며, Martinez등(1990)은 목재를 폭쇄처리한 후 *Trichoderma reesei*(QM 9414)로 효소가수분해했을 때, 가장 양호한 폭쇄조건은 210~220°C, 1~4분이라고 하였으며, 무처리재 당화율(23~30%)에 비해 폭쇄처리재의 당화율(90%)이 상당히 높았다고 보고한 바 있다.

한편, 목재는 다공성 재료로 여러가지 종류의 다양한 형상을 가진 공극을 함유하고 있다. 특히 목재의 세포벽 및 내강에 존재하는 공극의 크기는 약 10~수백Å에 이르고 있다고 알려져 있는데, 이 공극들은 여러가지 약품 및 효소의 침투등 목재의 화학적 반응에 있어서 대단히 중요한 인자가 되고 있다(澤邊政, 1979).

Grethlein등(1991)은 소나무와 포플라를 폭쇄처리한 다음, *Trichoderma reesei*에서 유래한 cellulase로 가수분해했을 때, 약 100%의 glucose를 획득할 수 있었으며, 이들은 초기 효소가수분해속도는 유효표면적의 비율과 직접적인 관계가 있다고 하였으며, 목재를 폭쇄처리하면 목재중의 헤미셀룰로오스가 제거됨에 따라서 공극량이 증가하는 동시에 효소가 접근가능한 유효표면적이 증가하였기 때문이라고 추측하였으며, 또한 리그닌은 효소가수분해에 큰 영향을 미치지 않는다고 하였다. 그리고, 총표면적은 효소가수분해의 조절인자가 될 수 없다고 주장하였는데, 이는 표면에 존재하는 대부분의 공극의 크기가 너무 작아서(51 Å이하) 효소가 접촉하기 불가능하기 때문이라고 설명하였다. Tanaka등(1990)은 혼합 활엽수재를 PAHE (Partial Acid Hydrolysis with Explosive Decompression) 처리하여 공극량을 측정한 결과, 무처리 시료에 비해 공극량이 10배 상승하였다고 보고하였으며, Wong등(1988)은 소나무칩을 SO₂로 전처리한 후 폭쇄처리했을 때, 효소가수분해율은 섬유공극율 및 유효표면적에 비례하여 증가했다고 보고하였다. 그리고 Converse등(1987)이 폭쇄법으로 전처리한 포플러를 기질로 사용하여 효소가수분해시 기질의 흡착모형을 연구한 결과, 폭쇄처리조건이 강해질수록 기질의 초기 표면적 및 기질의 활성 흡착부위의 비중이 증가하였

고, 효소가수분해가 진행될수록 기질의 단위면적당 유효표면적이 감소하였다. Grous등(1986)은 포플러를 단속식으로 폭쇄처리한 후, 24시간 효소가수분해한 결과 90%의 glucose를 획득하였으며, 폭쇄처리후 열기건조한 폭쇄재의 당화율은 매우 낮았는데 이러한 원인은 건조에 의해서 폭쇄재의 유효공극량이 감소했기 때문이라고 설명하였다.

따라서 폭쇄처리한 목재의 약품침투 및 효소반응성은 공극율과 깊은 관계가 있다는 측면에서 폭쇄처리에 의해 목재의 약품침투 및 화학반응이 가능하다고 추정되는 목재의 비표면적이 폭쇄처리조건에 따라 어떻게 변화하는지 검토할 필요가 있다.

본 연구에서는 이태리포플러(*Populus euramerica-*
ricana) 칩을 다양한 폭쇄조건으로 처리한 시료와 폭쇄처리재를 탈리그닌처리한 시료의 평형함수율 및 비표면적을 각각 조사하여 폭쇄처리에 의한 목재의 평형함수율과 비표면적의 증대여부를 검토하였다.

2. 材料 및 方法

2.1 시료

공시재료는 다음의 3종류를 조제하였다.

- 1) 목분
- 2) 폭쇄목분
- 3) 목분 및 폭쇄목분으로부터 조제한 홀로셀룰로오스

2.1.1 목분 및 폭쇄목분의 조제

산림청 임업연구원으로부터 제공받은 이태리포플러(*Populus euramericana*)를 2.0×2.0×0.2 cm³의 칩으로 조제한 다음, 경북대학교 임산공학과에 설치된 폭쇄기를 사용하여, 폭쇄처리하여 실온에서 기건시킨 후, 40mesh pass - 80mesh on 부분의 폭쇄목분을 시료로 하였으며, 폭쇄처리 조건은 Table 1에 나타내었다.

또한 대조구로서 이태리포플러 칩을 wiley's mill로 분쇄하여 40mesh pass - 80mesh on부분의 목분을 시료로 사용하였다.

2.1.2 폭쇄목분 및 목분으로부터 홀로셀룰로오스조제

40-80mesh의 폭쇄처리재 및 목분 5g을 아염소산 나트륨법(李 등, 1984)에 의하여 홀로셀룰로오스를 조제하였다.

2.2 칭량병법에 의한 흡습량의 측정

2.2.1 포화염 수용액에 의한 조습

목분(control)과 각기 다른조건으로 폭쇄한 폭쇄목분, 그리고 탈리그닌 처리한 목분과 탈리그닌처리한 폭쇄목분 4종류의 분말상 시료를 각각 약 500mg씩

Table 1. Conditions of steam explosion for poplar wood(*Populus euramericana*).

Sample No.	Pressure(kgf/cm ²)	Time(min.)
20 - 3	20	3
20 - 6	20	6
20 - 9	20	9
25 - 3	25	3
25 - 6	25	6
25 - 9	25	9
30 - 3	30	3
30 - 6	30	6
30 - 9	30	9

칭량하여 건조질량을 측정 한 소형의 칭량병에 넣고, 105℃ 건조기에서 완전히 건조시킨 후 흡습실험용 시료로 사용하였다. 시료 건조방법에는 전건법 이외에도 동결건조법, 임계점건조법, 용매치환건조법등이 있지만, 모든 방법에서 조제과정중에서 시료의 수축 현상이 인정되고 있기 때문에(澤邊攻, 1979 ; Stamm, A. J. 1964 ; 長澤長八郎 等, 1972)가 공극표면이 실제 폭쇄시의 세포벽과 똑같다고 볼 수 없는 관계로, 본 실험에서는 상대적인 비표면적만을 산출하여 비교하였다. 데시케이터내의 조습에 사용한 포화염 수용액 및 상대습도는 Table 2에 표시하였다. 데시케이터는 내경 25cm를 사용하였으며, 정밀항온기내에서 25±0.3℃를 유지하였다. 데시케이터내에서의 조습기간은 시료의 양에 대한 흡습곡선, 데시케이터내의 상대습도가 평형상태에 이르는 시간등의 예비실험으로부터 각 시료 모두 3일간으로 하였다.

2.2.2 흡습실험

Table 2에 나열한 포화염 수용액의 순서에 따라 흡습실험(近江正陽 等, 1988)은 25℃ 항온상태에서 상대습도 11%에서 95%까지 순차적으로 실시하였고, 각각의 상대습도 조건에서 흡습량을 측정하였다. 흡습량은 각 시료를 칭량병에 넣은 상태에서 신속하게 전자저울(0.1mg 정도)로 측정함으로써 산출하였다. 각 상대습도 조건에서의 평형 함수율은 다음 식에 의해 산출하였다.

$$EMC (\%) = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

여기에서,

EMC: 평형함수율(Equilibrium moisture content)

W : 각 상대습도에 있어서 평형에 도달한 시료질량(g)

W₀: 시료의 전건 질량(g)

이다.

Table 2. Saturated salt solutions on each relative humidity(25℃).

Saturated salt solution	Relative humidity(%)
LiCl	11
CH ₃ COOH	22
MgCl ₂	33
K ₂ NO ₃	43
Mg(NO ₃) ₂	54
NaNO ₂	66
NaCl	75
KCl	85
KNO ₃	95

2.3 내부표면적의 계산

내부표면적을 계산하기 위해서 상대수증기압 $x(=P/P_0)$ 와 수분흡착량 $V(g\text{-water}/g\text{-wood})$ 를 실험으로부터 측정하고, 이 x 와 V 로부터 BET plot에 필요한 $x/V(1-x)$ 를 계산한다. 그 다음 이 $x/V(1-x)$ 를 종축에 x 를 횡축으로 plot하면 얻어지는 기울기와 절편은 각각 $(C-1)/(V_m \cdot C)$, $1/(V_m \cdot C)$ 이 되고 아래와 같이 변형된 BET식의 형태가 된다.

$$\frac{x}{V(1-x)} = \frac{C-1}{V_m C} \cdot x + \frac{1}{V_m C} \dots\dots\dots (2)$$

이 기울기와 절편으로부터 V_m 과 C 를 구할 수가 있다. 이 V_m 으로부터 내부표면적 S 는 다음식으로 구할 수 있다.

$$S = \frac{a \cdot N \cdot V_m}{M} \times 10^{-4} \text{ (m}^2\text{/g)} \dots\dots\dots (3)$$

단, S : 내부표면적(m²/g)

x : 상대수증기압

V : 흡착량(g/g)

a : 물분자 한개가 점유하는 면적
(=14.8×10⁻¹⁶cm²)

N : 아보가드로 수 (=6.02 ×10²³)

V_m : 단분자층 흡착량(g)

M : 물분자량(=18)

이다.

3. 結果 및 考察

3.1 평형함수율의 변화

Table 3은 목분(control)과 각각 다른 조건으로 폭쇄한 폭쇄목분의 평형함수율 결과를 나타낸 것이다.

Table 3. Equilibrium moisture contents(%) of control wood meal and steam exploded wood meal were treated under various conditions(25°C) for poplar wood.

Steam explosion conditions (Kgf/cm ² -min.)	Equilibrium moisture content(%)								
	Relative humidity(%)								
	11	22	33	43	54	66	75	85	95
wood meal	2.5	4.2	5.3	6.6	8.0	9.4	12.0	13.6	15.5
20-3	2.1	3.4	3.3	4.3	5.4	6.5	8.6	10.2	11.8
6	1.9	2.9	3.4	4.4	5.4	6.5	8.6	10.3	12.1
9	1.6	2.6	2.8	3.6	4.7	5.9	8.0	9.8	11.5
25-3	1.2	2.0	2.6	3.4	4.7	5.5	7.7	9.6	11.3
6	1.6	2.2	2.6	3.3	4.0	5.0	6.9	8.4	9.8
9	1.1	1.7	2.3	3.0	3.9	5.0	6.9	8.5	10.2
30-3	1.5	2.0	2.1	2.4	2.9	4.0	5.8	7.4	9.3
6	1.4	2.6	2.2	2.9	3.6	4.7	6.3	7.9	9.4
9	1.3	1.9	2.4	3.1	3.9	4.9	6.5	8.0	9.5

이 표에서 보는 바와 같이 동일한 상대습도하에서는 무처리 목분의 EMC가 가장 높게 나타났다. 또한, 폭쇄처리시간에 따른 평형함수율의 변화는 25 kgf/cm²까지는 3분에서 9분으로 길어짐에 따라 약간 낮은 값을 나타내었으나, 30 kgf/cm²의 경우는 이와는 반대의 경향을 나타내었다. 또 폭쇄처리 압력이 높아질수록 평형함수율은 낮아지는 경향을 보였다. 이와같은 현상들은 폭쇄처리시의 고온·고압에 의하여 헤미셀룰로오스가 분해 및 변질이 심하게 되었고, 고온에 의해 분해된 리그닌이 비교적 수분과 결합력이 높은 헤미셀룰로오스와 셀룰로오스를 둘러싸고 있기 때문이라고 추정되었다(Tanahashi, 1989b).

Table 4는 탈리그닌처리한 목분 및 폭쇄목분의 평형함수율 결과를 나타낸 것이다. 또한, 목분과 폭쇄제

목분을 탈리그닌 처리하여 실험한 결과, 탈리그닌처리 전보다 비교적 더 높은 평형함수율을 나타냈는데 이것은 탈리그닌처리에 의해서 목재중의 리그닌이 제거됨으로써 시료중의 수분흡착면적이 증가되었기 때문으로 추정된다. 그리고 무처리목분보다는 폭쇄처리목분이 더 높은 평형함수율의 증가를 보이고 있는데, 그 원인은 폭쇄처리로 인해 분해된 리그닌이 제거되고 수분흡착성이 높은 셀룰로오스 및 소량의 헤미셀룰로오스가 구성성분의 대부분을 이루고 있기 때문으로 생각된다.

3.2 비표면적의 변화

Table 5는 목분과 각기 다른 폭쇄조건으로 폭쇄한 폭쇄목분의 비표면적 변화를 나타내었다. 폭쇄제

Table 4. Equilibrium moisture contents(%) of delignified control wood meal and steam exploded wood meal were treated under various conditions(25°C) for poplar wood.

Steam explosion conditions (Kgf/cm ² -min.)	Equilibrium moisture conten(%)								
	Relative humidity(%)								
	11	22	33	43	54	66	75	85	95
wood meal	3.8	4.9	6.2	7.0	7.7	8.5	10.4	14.5	17.9
20-3	2.6	3.9	4.5	5.4	6.4	7.2	9.3	11.2	13.7
6	2.7	3.9	4.7	5.3	6.3	7.2	9.1	10.8	12.7
9	3.3	4.4	4.9	5.7	6.5	7.3	9.4	11.8	13.7
25-3	4.0	4.1	4.7	5.4	6.4	7.5	9.5	10.9	13.2
6	2.4	3.4	4.4	5.1	6.2	7.0	8.9	10.5	11.6
9	2.4	3.6	4.7	5.2	6.5	7.3	8.8	10.3	11.2
30-3	3.0	3.5	4.9	5.8	6.6	7.1	8.8	10.2	12.1
6	2.2	3.0	3.0	4.3	5.6	6.6	8.1	9.3	11.8
9	2.7	3.9	4.5	5.6	6.8	7.8	10.0	10.8	12.9

Table 5. Specific surface areas(S), amounts of monomolecularvapor adsorption (V_m) of wood meal and steam exploded wood meal for the various con ditions of poplar wood.

Steam explosion condition (Kgf/cm ² -min.)	$\frac{C-1}{V_m \cdot C}$	$\frac{1}{V_m \cdot C}$	r	V_m (g/g)	S (m ² /g)
wood meal	20.579	2.488	0.997	0.043	215
20-3	38.926	1.055	0.982	0.025	124
6	34.319	2.614	0.996	0.027	134
9	43.424	2.447	0.990	0.022	108
25-3	37.883	6.060	0.998	0.023	113
6	48.213	2.449	0.998	0.020	98
9	43.561	6.727	0.998	0.020	98
30-3	73.679	-0.770	0.995	0.014	68
6	59.019	0.937	0.964	0.017	83
9	46.94	4.511	0.998	0.020	96

r : Regression coefficients.

리한 목분은 대조구인 목분에 비해 비표면적이 상당량 감소하였다. 먼저 동일처리시간에 있어서 폭쇄처리압력에 대한 비표면적의 변화를 보면 처리시간이 3, 6분의 경우는 폭쇄압력이 강해질수록 비표면적은 점차 감소하였다. 반면에 처리시간 9분의 경우는 폭쇄압력이 강해져도 비표면적의 큰 차이는 보이지 않았다. 또 동일처리압력에 있어서 폭쇄처리시간에 대한 비표면적의 변화는 처리압력이 20, 25kgf/cm²의 경우는 처리시간이 길수록 비표면적은 감소하는 경향을 보였다. 그러나 처리압력 30kgf/cm²의 경우는 처리시간이 길어질수록 비표면적은 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 사실로부터, 폭쇄재는 폭쇄처리에 의해 리그닌이 분해되어 시료내의 수분흡착점을 피복함과 동시에, 목재의 주요 구성성분이 열에 의한 수분흡착성의 감소 및 고온에 의한 목재성분의 부분

적인 변질과 결정화도의 증가때문에 수분흡착량이 저하되는 것으로 추정되었다(高分子學會, 1972).

이상의 사실로부터 폭쇄처리에 의한 비표면적의 변화는 폭쇄처리시간과 처리압력에 의해 큰 영향을 받는다는 사실을 알 수 있다.

Table 6은 탈리그닌처리한 목분 및 탈리그닌처리한 폭쇄 목분의 비표면적 변화를 나타내었다. 대조구인 목분의 비표면적은 탈리그닌전의 결과와 동일하게 폭쇄목분에 비해 상당히 높게 나타났으며, 폭쇄처리시간 및 처리압력에 대한 비표면적 변화는 탈리그닌전의 경우와는 큰 차이를 보였다. 먼저 동일처리시간에 있어서 폭쇄처리압력에 대한 비표면적의 변화를 보면, 폭쇄압력이 강해져도 비표면적은 거의 같거나 큰 변화를 보이지 않았다. 또 동일처리압력에 있어서 폭쇄처리시간에 대한 비표면적의 변화는 처리

Table 6. Specific surface areas(S), amounts of monomolecularvapor adsorption (V_m) of wood meal and steam exploded wood meal for the various conditions of poplar wood.

Steam explosion condition (Kgf/cm ² -min.)	$\frac{C-1}{V_m \cdot C}$	$\frac{1}{V_m \cdot C}$	r	V_m (g/g)	S (m ² /g)
wood meal	23.107	0.636	0.998	0.042	209
20-3	29.288	1.244	0.997	0.033	162
6	30.045	0.943	0.995	0.032	160
9	29.984	0.190	0.998	0.033	164
25-3	33.865	-0.623	0.999	0.030	149
6	29.700	1.765	0.998	0.032	157
9	28.622	1.693	0.991	0.033	163
30-3	26.783	1.511	0.992	0.035	175
6	40.169	1.299	0.974	0.024	120
9	28.416	1.313	0.998	0.034	167

r : Regression coefficients.

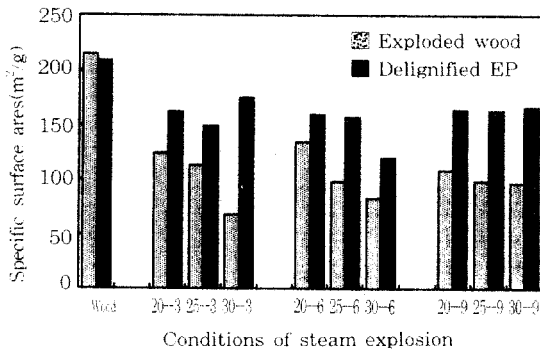


Fig. 1. Changes of specific surface area of steam exploded wood meals and delignified steam exploded wood meals for the various conditions of poplar wood.

압력이 20, 25 kgf/cm²의 경우는 처리시간이 길어져도 비표면적은 일정한 값을 보였다. 그러나, 처리압력 30 kgf/cm²의 경우는 처리시간이 3분의 경우보다 6분과 9분의 경우에 있어서 비표면적은 감소하는 경향을 나타내었다.

또 처리시간 9분의 경우는 처리압력이 증가해도 비표면적은 일정한 값을 나타내었다.

Fig. 1에 나타난 것처럼 시료의 탈리그닌 처리 전후에 있어서 대조구인 목분에서 비표면적의 차이는 거의 없었다. 즉 이것은 목재중의 리그닌이 수분흡착에 미치는 영향이 극히 미약함을 나타낸 것으로 추정된다.

그리고 폭쇄처리 목분에 있어서 탈리그닌 처리 전후를 비교해 보았을때, 탈리그닌 처리후 전체적으로 시료의 비표면적이 상당히 증가하였고, 폭쇄처리조건에 따른 비표면적 차이가 탈리그닌처리전의 경우보다 많이 줄어들었다. 특히 폭쇄압력 30 kgf/cm², 처리시간 3분의 경우, 탈리그닌전에는 가장 적은 비표면적을 나타낸 반면에 탈리그닌처리후에는 가장 높은 비표면적을 나타내었다. 이 처리조건에서는 탈리그닌전에 있어서 폭쇄처리에 의해 가장 많은 리그닌이 분해되어 표면을 피복하는 것으로서 상대적으로 탈리그닌 처리후의 비표면적이 많아짐을 의미한다고 생각된다(Tanahashi, 1989a). 그러나, 같은 압력에서 6분과 9분으로 처리시간이 길어짐에 따라서 비표면적이 줄어드는 것은 고열에 의한 구성성분의 열화 및 변질, 목재 실질부간의 강한 결합때문이 아닌가 추정된다.

이와같이 탈리그닌처리후의 전반적인 비표면적의 증가는 탈리그닌처리로 인해 폭쇄재를 피복하고 있던 리그닌이 거의 제거되었기 때문으로 생각된다(Tanahashi, 1989b). 그러므로 폭쇄처리후 폭쇄 목분중에 존재하는 리그닌은 수분흡착을 크게 저하시킬을

알 수 있다. 또, 목분과 폭쇄목분을 각각 탈리그닌 처리하였을때 생기는 비표면적의 차이는 폭쇄처리에 의한 헤미셀룰로오스의 손실과 열에 의한 흡착능의 저하(高分子學會, 1972)가 그 원인으로 나타난 것으로 추정되었다. 또, 목분과 폭쇄목분을 각각 탈리그닌 처리하였을때 생기는 비표면적의 차이는 폭쇄처리로 인한 열처리효과에 의한 흡착능의 저하 및 결정화도의 증가(Tanahashi, 1989b)등이 그 원인인 것으로 추정되었다.

본 수분흡착실험에서는 물분자의 크기때문에 물분자가 흡착할 수 없는 크기의 공극부분은 측정대상에서 제외되기 때문에 보다 정확한 비표면적의 측정을 위해서는 분자량이 극히 작은 가스의 흡착에 의해 산출할 수 있을 것이다. 단, 이 경우에 있어서, 실제 처리약품의 분자량 크기가 문제시되기 때문에 응용면에 있어서 활용도는 낮다고 밖에 볼 수 없을 것이다. 또한, 시료조제시 건조시키는 것에 의해서 시료의 수축이 일어나기 때문에 절대적인 비교보다는 폭쇄재간 혹은 탈리그닌재간의 상대적인 비교만이 가능하다. 그러므로, 앞으로 시료조제시 건조방법(동결건조법, 임계점건조법, 용매치환건조법 등)이 흡착능에 미치는 영향에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

4. 結 論

본 연구는 목재의 비표면적이 목재의 약품침투 및 반응성과 깊은 상관관계가 있다는 측면에서 목재를 폭쇄처리 및 탈리그닌처리하여 목재의 비표면적변화를 연구, 검토하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 목분과 폭쇄목분에서의 평형흡수율을 검토한 결과, 동일한 상대습도에서는 목분의 평형흡수율이 가장 높게 나타났으며, 폭쇄처리재에서는 폭쇄처리압력이 강해질수록 평형흡수율이 감소하였다. 또 탈리그닌처리후에 있어서는 탈리그닌처리전에 비해서 일정습도에 있어서의 평형흡수율이 전체적으로 증가하였으며, 폭쇄처리조건간에 있어서는 큰 차이를 보이지 않았다.
2. 목분의 비표면적은 폭쇄목분에 비해 상당히 높게 나타났으며, 폭쇄처리 시간 및 압력에 대한 비표면적 차이는 처리시간과 처리압력에 따라 다양하게 나타났다. 또, 탈리그닌 처리 전후에 있어서 대조구인 목분에서 비표면적의 차이는 거의 없었다. 그리고 폭쇄처리 목분에 있어서 탈리그닌 처리후 시료의 비표면적이 상당히 증가하였고, 폭쇄처리조건에 따른 비표면적 차이가 줄어들었다.

이와같은 탈리그닌 처리후의 평형흡수율 및 비표

면적의 증가는 탈리그닌처리로 인해 폭쇄재를 피복하고 있던 리그닌이 거의 제거되었기 때문에 폭쇄처리후 폭쇄목분중에 존재하는 리그닌은 수분흡착을 크게 저하시킴을 알 수 있었다. 또, 목분과 폭쇄목분을 각각 탈리그닌 처리하였을때 생기는 비표면적의 차이는 폭쇄처리로 인한 열처리효과에 의한 흡착능의 저하 및 결정화도의 증가등이 그 원인인 것으로 추정되었다.

參 考 文 獻

1. 高分子學會(編), 1972. 高分子と水分. 幸書房, 東京: 225~231
2. 近江正陽, 鈴木正治, 1988. 木粉, 酸 高分子複合吸濕特性. 木材學會誌 34(10): 834~843
3. 이종윤, 윤병호, 민두식, 1984. 목재화학. 선진문화사. 서울: 375~376
4. 長澤長八郎, 白石信夫, 中神照太, 1972. 木粉と溶媒の相互作用. 木材學會誌 18(4): 175-182
5. 澤邊攻, 1979. 木材細胞壁の空隙構造に関する研究. 京都大學 學位論文
6. Converse, A. O. and H. E. Grethlein. 1987. On the Use of an Adsorption Model to Represent the Effect of Steam Explosion Pretreatment on the Enzymatic Hydrolysis of Lignocellulosic Substances. *Enzyme Microb. Tech.* 9(2): 79~82.
7. Grethlein, H. E. and A. O. Converse, 1991. Common Aspects of Acid Prehydrolysis and Steam Explosion for Pretreating Wood. *Bioresource Tech.* 36(1): 77~82
8. Grous, W. R., A. O. Converse and H. E. Grethlein 1986. Effect of Steam Explosion Pretreatment of Pore Size and Enzymatic Hydrolysis of poplar. *Enzyme Microb. Tech.* 8(5): 274~280
9. Klyosov, A. A. 1986. Enzymatic Conversion of Cellulosic Materials to Sugar and Alcohol. *Appl. Biochem. Biotech.* 12: 249~300
10. Martinez, J. M., Negro, F. Saez, J., Manero, Saez, R. and C. Martin. 1990. Effect of Acid steam Explosion on Enzymatic Hydrolysis of Onervosum and C. cardunculus. *Appl. Biochem. & Biotechnol.* 24(25): 127~134
11. Stamm, A. J., 1964. Wood and Science., Ronald Press., N. Y., : 58, 142, 186, 260.
12. Tanahashi, M. 1989a. Degradation Mechanism of Wood Components by Steam Explosion. Kyoto University: 123~125
13. Tanahashi, M. 1989b. Degradation Mechanism of Wood Components by Steam Explosion. Kyoto University: 7~16
14. Tanaka, M., R. Matusmo and A. Converse 1990. n-Butylamine and Acid-Steam Explosion Pretreatments of Rice Straw and Hardwood. *Enzyme Microb. Tech.* 12(3): 190~195
15. Wong, K. K. Y., K. F. Deverell, K. L., Mackie, T. A. Clark and L. A. Donaldson. 1988. The Relationship between fiber Porosity and Cellulose digestibility in Steam Exploded *Pinus radiata*. *Biotech. Bioeng.* 31(5): 447~456