

## 백탄파티클 크기와 최종매트함수율에 따른 백탄보드의 제조와 성능\*1

이 화 형\*2† · 조 윤 민\*2 · 박 한 상\*2

### Manufacture and Properties of White Charcoal Board in Relation with Final Mat Moisture Content and Charcoal Particle Size\*1

Hwa Hyoung Lee\*2† · Youn Mean Cho\*2 · Han Sang Park\*2

#### 요 약

이 연구는 숯파티클 크기에 따른 최종 매트 함수율에 관한 백탄보드의 적정제조조건을 규명할 뿐 아니라 백탄보드가 새집증후군에 대한 친환경적 재료로서 백탄의 유의한 성질을 그대로 유지하도록 하기 위하여 수행되었다. 우수한 기능성을 갖는 백탄보드는 최종매트함수율이 20~25%와 36~60%의 2개 그룹에서 생산되었다. 최종매트함수율이 높은 후자는 훨씬 우수한 결과를 나타내었고 비포름알데히드계 접착제(MDI(M), poly vinyl acetate emulsion(P))와 30-10-3 kgf/cm<sup>2</sup> (1분-1.5분-6분)의 3단계 열압공정으로 제조된 #40~60형-P15%, M5%, FMC60%와 혼합형-P15%, 5%, FMC36%의 2 종류였다. 숯파티클이 큰 쪽은 최종매트함수율이 적게 필요하였고 #6이상-M15%, FMC25%와 혼합형-M25%, FMC20%의 2 종류가 전자에 속하였다. 백탄보드는 치수안정성, 가스흡착 그리고 원적외선방사율에서 우수한 결과를 나타내었다.

#### ABSTRACT

This research was carried out not only to examine the proper manufacturing condition for white charcoal board in relation to charcoal particle size and final mat moisture content (FMC), but also to maintain the advantageous properties of white charcoal as a well being building material against the sick house problem. Excellent functional white charcoal board was produced with two groups of FMC 20~25% and FMC 36~60%. The latter showed best results among tested samples in two types which are #40-60type-P15%, M5%, FMC60% and mixed type-P15%, M5%, FMC36% with non formaldehyde adhesives

\* 1 접수 2005년 1월 18일, 채택 2005년 3월 10일

본 연구는 농림기술개발사업의 지원에 의하여 수행되었음

\* 2 충남대학교 임산공학과, Department of Forest Products, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

† 주저자(corresponding author) : 이화형(e-mail: hhlee@cnu.ac.kr)

[MDI (M), poly vinyl acetate emulsion (P)] and three stage pressing cycle of 30-10-30 kgf/cm<sup>2</sup> (1 min.-15 min.-6 min.). The former gave highly acceptable results in two types which are #6 over-M15%FMC25% and mixed type-M25%FMC20%. White charcoal board gave excellent in dimensional stability, gas adsorption and far-infrared emission.

**Keywords:** white charcoal board, final mat moisture content, charcoal particle size, 3 stage hot pressing cycle

## 1. 서 론

목탄의 연료로서 이용은 50만년전 인류가 불을 사용하면서부터라고 할 수 있으며 널리 이용되기 시작한 것은 약 1만년 전 빙하기가 끝날 무렵 농경시대로 알려져 있다. 그러다가 청동기, 철기시대로 이어지면서 야금용의 양질의 숯이 개발되었다. 목탄의 흡착기능은 18세기에 들어서서 알려져 제당공업에 사용되기 시작하였고 이어 1862년 Lipscombe의 음료수 정화용 활성탄의 사용시도가 있었으며 비슷한 시기에 Stenhouse는 가스마스크에 활성탄을 사용하였다(구, 2003). 백탄은 목재를 탄화시키고 1000°C 이상으로 목탄을 충분히 정련시켜 백열시킨 것을 가마 밖으로 조금씩 꺼내어 급히 소화하고 냉각시킨 요외소외법에 의해 제조된 목탄을 말한다(신 등, 1983). 백탄은 다공성의 탄소재료로 높은 비표면적에 의한 우수한 흡착능력과 원적외선방출, 고알칼리성, 풍부한 미네랄 함유, 조습능력, 살균력, 탈취능력, 방부력, 전자파차단 등의 효능을 가지고 있어 현재 많은 관심의 대상이 되고 있다. 백탄은 현재 농업용(토양 개량제)으로 과수·농작물·논·시설원예에 토양 활성화 및 식물 생장촉진제로 사용되며, 청과물 및 화훼의 선도 유지용 자재 등의 식품선도 보존제로 사용되고 있다(서 등, 2003, Bao 등, 2001). 게다가 원적외선과 음이온 방출효과를 이용한 숯배개, 숯장판 등에 이용하는 등 그 이용이 현재 매우 다양하다(Bao 등 2001). 이로 인해 최근에 국내 사용량은 연간 666 M/T이 증가하고 있으며, 2002년 국내 백탄 생산량은 7,761 M/T에 달하였다(통계청 2002). 또한 이 등(2003)은 점토목제세라믹과 목탄과 목재섬유복합재료의 에칠렌가스 흡착과 과일·과일의 보관성 효과를 구명하였다. 에칠렌가스는 과일·과일의 성숙과 노화를 촉진시키는 성숙호르몬으로 알

려져 있다(Elger 1999, Serek 1994, Serek 2001, Son 1999). 이 등(2003)은 여기서 목탄목재섬유 복합재료의 에칠렌가스 흡착량이 목탄의 혼합비가 증가할수록 증가하였고 목탄입자가 작을수록 높은 에칠렌가스 흡착력을 나타냈다고 하였다. 또한 목탄의 혼합비가 높을수록 과일의 보관성 효과가 뛰어나다고 하였다.

따라서 본 연구에서는 위와 같은 다양한 백탄의 용도와 백탄의 성질을 주거환경재료로서 활용하기 위하여 비포름알데히드계 접착제로서 수성비닐계접착제 및 이소시아네이트계 접착제를 사용하여 실내공기질에 문제가 되는 포름알데히드방산문제를 해결하였다. 숯보드의 2차 가공을 위해서는 숯보드의 표면성이 우수하여야 하는데 이는 숯파티클의 크기가 적어야 된다. 그러나 숯파티클이 작을 경우 일반적인 PB나 MDF 제조와 같이 최종매트함수율이 15% 이하에서는 잘 제조되지 않으므로 이를 개선하기 위하여 매트함수율을 조정하여 숯파티클 크기에 따라 요구되는 매트의 최적함수율이 다름을 검토하고 이에 따른 백탄보드의 포밍성과 외관 및 물리·기계적 성질을 검토하여 건강과 주거환경 개선을 위한 백탄의 특성을 활용한 특수재료의 용도로 사용할 수 있도록 그 기초 자료를 제공하고자 실시하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 재료

#### 2.1.1. 백탄

백탄은 강원도 홍천산 25년생 이상의 굴참나무(*Quercus variabilis* Bl.)로 제조된 원료를 사용하였

다. 백탄을 분쇄하여 크기별로 Table 1과 같이 #6메쉬이상으로 부터 #40~60메쉬, #100~200메쉬와 혼합형(6메쉬 이하로 분쇄기에서 적정 시간 동안 분쇄한 후 다음과 같은 비율로 혼합된 경우 #6~12(7%), #12~18(14%), #18~40(43%), #40~60(23%), #60~100(9%), #100이하(4%) 총100%)까지 8개의 그룹으로 나누어 실험하였다.

### 2.1.2. 접착제

비포르마린계 접착제로서 수성비닐계접착제(PVA: 초산비닐수지에말존, 약자로 P, 원액의 불휘발분(NVC는 42%))와 이소시아네이트계(MDI, 4,4'-diphenylmethane diisocyanate, 불휘발분 100%)수지를 혼합하여 접착제로 사용하였다.

## 2.2. 실험방법

### 2.2.1. 백탄보드의 제조

백탄보드의 제조는 PVA와 MDI수지를 사용하였고 수지첨가율은 10%~25%까지로 하였으며 총매트의 최종함수율은 10%~70%의 범위로 보드 제조 가능성을 알아보았다. 매트의 최종함수율이 20% 이하에서는 건식열압조건으로 열압온도 170°C, 열압시간 5분, 1 cm distance bar를 사용하여 제조하였고 최종매트함수율이 20% 이상의 고탍수율의 경우는 열압조건을 열압온도 170°C, 3단계열압 스케줄로 30-10-30 kgf/cm<sup>2</sup>(1분-1.5분-6분)으로 적용하여 제조하였다. 각 조건당 4반복씩 가로 20 cm×세로 20 cm×두께 1 cm의 크기로 제조하였다.

### 2.2.2. 백탄보드의 물리·기계적 성질 조사

백탄보드의 물리·기계적 성질은 KS F 3104(1997)에 의거하여 측정하였으며 전기전도도는 601 Multi-meter (제조사: HongChang)를 사용하여 측정하였다. 열전도율은 Quick Thermal Conductivity Meter (QTM-500, 제조사: KYOTO ELECTRONICS)를 사용하여 측정하였다.

### 2.2.3. 제품의 에틸렌가스(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) 흡착량 측정

에틸렌가스(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) 흡착량은 Gas chromatograph (DC-14B, 제조사: SHIMADZU)를 사용하여 측정하였다.

### 2.2.4. 숯보드의 원적외선방사를 측정

원적외선방사를 측정은 FT-IR Spectrometer를 사용하여 5~20 μm에서 Black Body 대비 측정하였다.

### 2.2.5. 통계처리

통계처리는 던컨의 신다중검정법(Duncan's new multiple range test)으로 분석하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 백탄보드를 위한 적정 접착제 배합 비율과 보드형성

숯파티클 크기를 모두 8개 그룹으로 구분하여 접착제양과 수분양을 조정하여 포밍성과 보드제조시 열압성과 표면성을 외관으로 판정하여 Table 1과 같이 표시하였다. 백탄보드는 일반 PB나 MDF 제조에서 처럼 최종매트함수율이 11~15%에서는 잘 제조되지 않았다. Table 1의 결과에 의하면 일반적으로 숯파티클의 크기에 따라 숯파티클이 클수록 최종매트함수율이 적은 것이 필요하였고 숯파티클이 적어질수록 최종매트함수율이 많이 필요하였다. 숯파티클이 #6이상으로 커도 잘 제조되지 않았고 MDI수지의 경우만 제조 가능하였다. #18보다 크고 #6보다 작은 경우 최종매트함수율이 20~25%에서 제조 가능하였다. 그러나 #40의 크기가 혼합되면서부터 수분이 더 필요하게 되고 #40~60의 크기(이후 40~60메쉬형으로 명명)의 경우 접착제 배합형태에 따라 다르나 70%까지의 최종매트함수율이 필요하였다. 2차가공을 위한 보드의 표면성과 강도를 위하여 #40~60의 크기가 필요한데 P15%, M5%, MC60%가 좋았다. 그러나 실제적으로 40~60메쉬형을 경제적으로 제조한다는 것은 매우

Table 1. Board forming properties of white charcoal board according to the charcoal particle size, adhesive content and moisture content

Particle size (#)	P20 <sup>1</sup> MC70%	P13 MC46%	P13 MC36%	P10 MC23%	P15M5 MC36%	P10M10 MC36%	M15 MC25%	M20 MC20%	UF15 MC20%
	F <sup>2</sup> H MC	F H MC	F H MC	F H MC	F H MC	F H MC	F H MC	F H MC	F H MC
6 over	x x x	x x x	x x x	0 x x	0 Δ x	0 Δ Δ	0 Δ 0	0 Δ 0	Δ Δ 0
6-12	x x excess	0 x excess	0 Δ much	0 Δ x	0 0 Δ	0 0 Δ	0 0 0	0 0 0	0 0 0
12-18	x x excess	0 x excess	0 Δ much	0 0 0	0 0 Δ	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
18-40	x x excess	0 Δ 0	0 0 0	-	0 0 0	0 0 0	Δ Δ x	-	Δ Δ x
40-60	0 0 0	0 0 0	Δ Δ lack	x x x	0 0 60% <sup>4</sup>	0 0 46%	MC30 good	x x x	x x x
60-100	0 0 Δ	0 Δ Δ	x x lack	x x x	0 Δ 60%	0 Δ 46%	MC40 good	x x x	x x x
100-200	0 Δ lack	x Δ lack	x x x	x x x	0 Δ 60%	0 Δ 46%	-	x x x	x x x
mix type <sup>3</sup>	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 Δ	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0

\*1: PPVA (Polyvinylacetate emulsion adhesive), M: MDI (Diphenylmethane diisocyanate adhesive), MC: Final mat moisture content, resin % based on O.D charcoal weight

\*2: F=Forming properties, H: Hot Pressing properties, MC: Moisture Content

\*3: Mix type: #6~12 (7%), #12~18 (14%), #18~40 (43%), #40~60 (23%), #60~100 (9%), #100 (4%) → Total 100%

\*4: Charcoal board properties → 0: excellent, Δ: under Specification X: failure

어려우므로 강도와 표면성을 위한 좋은 방법은 혼합형으로서 적절히 파쇄하면 매우 쉽게 제조될 수 있는 이점이 있다. 혼합형은 6메쉬 통과분으로 부터 100메쉬 이하까지 적절히 혼합되어 있는 혼합형(#6~12 (7%), #12~18(14%), #18~40(43%), #40~60(23%), #60~100(9%), #100이하(4%) 총100%)(이후 혼합형으로 명명)으로서 이 혼합형의 경우는 최종매트함수율이 20%에서 70%까지 모든 조건에서 가능하나 뒷항에서 설명되는 물리기계적 성질을 고려한다면 36%가 가장 적합하여 최적 접착제배합조건이 P15%, M5%, MC36%였다.

### 3.2. 백탄보드의 물리·기계적 성질

제조된 숯보드의 물리기계적 성질을 측정된 결과는 Table 2, Table 3과 같다. 휨강도를 KS F 3200(1997)의 연질판 최고 수준인 3.0 N/mm<sup>2</sup> (30.6 kgf/cm<sup>2</sup>) 이상으로 건축내장재나 포장재로서 사용할 수 있도록 접착제배합조건을 선별한 결과 모두 16개가 나타났는데 크게 두 개의 결론으로 내릴 수 있었다. 첫째로 1항의 결과와 마찬가지로 매트와 최종함수율이 20%

~25%에서 #6이상의 M15%, MC25%의 경우 32.42 kgf/cm<sup>2</sup>, 혼합형 M25%, MC20%의 경우에서 70.6 kgf/cm<sup>2</sup>의 휨강도를 나타내어 가장 우수하였다. 그러나 가능한 접착제 양을 감소시켜 숯의 기능을 발휘시키는 것이 목적이므로 M15%, MC25%가 적절하다 할 것이다. 둘째로 2차 가공을 위한 백탄보드의 우수한 표면성과 강도를 위해서는 백탄 파티클의 사이즈가 적어지게 되는데 이러한 작은 파티클을 위해서는 보다 매트와 최종함수율이 높아 36%~60%를 보임으로서 열압은 습식공정의 3단계열압공정을 택한 결과, #40~60형의 P15%, M5%, MC60%의 극강도는 49.35 kgf/cm<sup>2</sup>를 보였고 혼합형의 경우 P15%, M5%, MC36%는 43.96 kgf/cm<sup>2</sup>을 보여 우수한 강도를 나타냈다. 제조된 백탄보드는 두께팽윤율이 0이어서 치수 안정성이 매우 높았다.

### 3.3 원적외선 방사율, 전기전도도 및 열전도도

백탄숯보드의 원적외선방사율은 Table 4와 같다. 일반적으로 숯은 원적외선이 높은 재료로 알려져 있으

Table 2. Physical properties of white charcoal board

Particle size	mixing ratio <sup>*1</sup>	Density (g/cm <sup>3</sup> )		Moisture content (%)		Thickness swelling (%)		Water absorption (%)	
		Mean ± SD	DUN <sup>*3</sup>	Mean ± SD	DUN	Mean ± SD	DUN	Mean ± SD	DUN
6이상	(소) M15%,MC25%	0.73 ± 0.006	D	9.24 ± 0.33	A	0		13.06 ± 0.43	B
	(소) UF <sup>*2</sup> 15%,MC20%	0.68 ± 0.006	C	9.85 ± 0.41	B	0		39.38 ± 1.08	C
	(소) P10%M5%MC25%	0.61 ± 0.015	B	9.28 ± 0.39	A	0		43.03 ± 0.75	D
	(대) M15%,MC25%	0.74 ± 0.006	D	8.84 ± 0.41	A	0		11.00 ± 0.50	A
	(대) UF15%,MC20%	0.65 ± 0.006	C	10.86 ± 0.48	C	0		46.29 ± 0.20	E
	(대) P10%M5%MC25%	0.50 ± 0.026	A	9.68 ± 0.41	AB	0		54.88 ± 0.22	F
6~12	P10%,MC36%	0.75 ± 0.01	E	13.32 ± 0.33	D	0		50.18 ± 0.32	E F
	M15%,MC25%	0.64 ± 0.01	D	8.77 ± 0.43	A	0		15.69 ± 0.4	A
	P10%,M5%,MC36%	0.41 ± 0.04	A	9.61 ± 0.35	A	0		39.2 ± 1.2	C
	UF15%,MC20%	0.66 ± 0.01	D	9.86 ± 0.41	B	0		31.8 ± 0.6	B
	P12.6%,MC36%	0.56 ± 0.01	B C	9.69 ± 0.35	AB	0		50.8 ± 2.8	F
	P10%,M10%,MC36%	0.53 ± 0.02	B	9.59 ± 0.40	A	0		45.57 ± 1.34	D
	P15%,M5%,MC36%	0.58 ± 0.01	C	12.15 ± 0.51	C	0		44.8 ± 1.5	D
12~18	P10% MC36%	0.67 ± 0.01	C	9.61 ± 0.34	B	0		51.98 ± 0.12	D
	M15% MC25%	0.67 ± 0.02	C	8.20 ± 0.35	A	0		13.52 ± 0.07	A
	P12.6% MC46%	0.58 ± 0.01	B	9.84 ± 0.32	B	0		51.5 ± 0.56	D
	P10%,M10%,MC36%	0.54 ± 0.01	A	9.69 ± 0.41	B	0		39.03 ± 1.01	B
	P15%,M5%,MC36%	0.56 ± 0.01	A	9.60 ± 0.44	B	0		45.53 ± 0.31	C
18~40	M15%,MC30%	0.57 ± 0.01	B	9.32 ± 0.36	B	0		12.93 ± 0.25	A
	P12.6%,MC46%	0.55 ± 0.01	A	9.76 ± 0.37	B	0		65.8 ± 1.1	E
	P12.6%,MC36%	0.65 ± 0.01	D	9.97 ± 0.43	B	0		52.57 ± 0.57	D
	P10%,M10%,MC36%	0.54 ± 0.01	A	9.61 ± 0.49	B	0		36.73 ± 1.72	B
	P15%,M5%,MC36%	0.62 ± 0.01	C	5.68 ± 0.36	A	0		40.73 ± 0.61	C
40~60	M15%,MC30%	0.73 ± 0.01	C	9.26 ± 0.19	A	0		19.73 ± 0.4	A
	P20%,MC70%	0.67 ± 0.02	B	9.84 ± 0.45	A	0		24.6 ± 0.1	B
	P12.6%,MC46%	0.62 ± 0.01	A	9.24 ± 0.42	A	0		146.2 ± 0.41	D
	P10%,M10%46%	0.68 ± 0.01	B	9.26 ± 0.31	A	0		49.57 ± 0.86	E
	P15%,M5%,MC60%	0.71 ± 0.01	C	9.46 ± 0.37	A	0		43.37 ± 0.49	C
60~100	M15%,MC40%	0.72 ± 0.01	B	8.96 ± 0.51	A	0		13.03 ± 0.42	A
	P21%,MC70%	0.72 ± 0.02	B	9.93 ± 0.53	A	0		41.67 ± 0.12	B
	P12.6%,MC36%	0.73 ± 0.01	B	9.47 ± 0.35	A	0		56.97 ± 0.45	D
	P10%,M10%,MC46%	0.66 ± 0.01	A	9.39 ± 0.23	A	0		40.83 ± 0.35	B
	P15%,M5%,MC60%	0.73 ± 0.02	B	8.93 ± 0.47	A	0		47.6 ± 0.56	C
100~200	P20%,MC70%	0.65 ± 0.01	A	9.45 ± 0.45	A	0		51.07 ± 0.31	C
	P10%,M10%,MC46%	0.75 ± 0.01	C	9.35 ± 0.40	A	0		45 ± 0.26	A
	P15%,M5%,MC60%	0.73 ± 0.01	B	9.20 ± 0.11	A	0		46.67 ± 0.65	B
MIX형	P10%,MC40%	0.76 ± 0.006	G	9.86 ± 0.34	B	0		44.46 ± 0.1	H
	M15%,MC25%	0.65 ± 0.006	D E	10.31 ± 0.05	C	0		20.55 ± 0.37	C
	M25%,MC20%	0.86 ± 0.006	H	9.35 ± 0.27	B	0		7.75 ± 0.17	A
	P20%,MC70%	0.65 ± 0.012	D E	9.41 ± 0.16	B	0		35.4 ± 0.4	F
	P12.6%,MC46%	0.62 ± 0.006	C	9.64 ± 0.03	B	0		39.03 ± 0.97	G
	P12.6%,MC36%	0.61 ± 0.006	C	9.52 ± 0.31	B	0		50.1 ± 1.4	I
	P5%,M5%,MC30%	0.62 ± 0.006	C	8.23 ± 0.02	A	0		38.1 ± 0.3	G
	M20%,MC30%	0.65 ± 0.006	D	9.92 ± 0.52	B	0		13.63 ± 0.21	B
	UF15%,MC20%	0.67 ± 0.006	E	9.98 ± 0.19	BC	0		38.2 ± 0.2	G
	P10%,M10%,MC36%	0.62 ± 0.00	C	9.40 ± 0.03	B	0		28.47 ± 0.25	D
	P15%,M5%,MC36%	0.58 ± 0.006	B	9.56 ± 0.34	B	0		28.37 ± 0.15	D

\*1: P:PVA (Polyvinylacetate emulsion adhesive), M: MDI (Diphenylmethane diisocyanate adhesive), MC: Final mat moisture content, resin % based on OD charcoal weight

\*2: UF (Urea-Formaldehyde Resin)

\*3: Duncan's new multiple range test

Table 3. Mechanical properties of white charcoal board

Particle size	mixing ratio <sup>1</sup>	MOR (kgf/cm <sup>2</sup> )		MOE (kgf/cm <sup>2</sup> )		IB (kgf/cm <sup>2</sup> )	
		Mean ± SD	DUN <sup>3</sup>	Mean ± SD	DUN	Mean ± SD	DUN
6이상	(소) M15%,MC25%	17.47 ± 0.56	D	3934 ± 652.04	C	2.51 ± 0.12	A
	(소) UF <sup>2</sup> 15%,MC20%	20.96 ± 0.16	E	2811.3 ± 393.1	B	5.88 ± 0.84	D
	(소) P10%M5%MC25%	9.89 ± 0.29	A	940.67 ± 57.2	A	4.89 ± 0.49	C D
	(대) M15%,MC25%	32.42 ± 0.54	F	3548 ± 96.58	C	4.11 ± 1.18	B C
	(대) UF15%,MC20%	11.17 ± 0.42	B	1128 ± 81.22	A	3.02 ± 0.21	A B
	(대) P10%M5%MC25%	12.01 ± 0.73	C	1178.1 ± 32.15	A	2.06 ± 0.55	A
6~12	P10%,MC40%	7.43 ± 0.13	B	405.67 ± 45	A	3.89 ± 0.19	A
	M15%,MC25%	24.39 ± 1.44	E	4263.33 ± 120.6	E	6.56 ± 0.18	B
	P10%,M5%,MC36%	3.79 ± 0.54	A	859.67 ± 4.04	B	8.23 ± 0.11	C
	UF <sup>2</sup> 15%,MC20%	24.5 ± 1.1	E	1703 ± 139.12	C	8.88 ± 0.16	D
	P12.6%,MC36%	10.66 ± 0.24	C	841 ± 13.75	B	3.66 ± 0.18	A
	P10%,M10%,MC36%	21.49 ± 0.97	D	1894 ± 29.51	C	8.08 ± 0.13	C
	P15%,M5%,MC36%	26.15 ± 0.57	E F	1848 ± 100.06	C	12.41 ± 0.17	E
12~18	P10% MC36%	12.64 ± 0.42	A	944 ± 87.62	A	3.99 ± 0.15	A
	M15% MC25%	28.22 ± 0.5	C	4210.67 ± 49.8	E	4.02 ± 0.3	A
	P12.6% MC46%	17.53 ± 0.76	B	1242.33 ± 81.03	B	5.94 ± 0.23	B
	P10%,M10%,MC36%	29.62 ± 1.06	C	2159.67 ± 55.77	C	6.23 ± 0.12	B
	P15%,M5%,MC36%	28.43 ± 0.84	C	2397 ± 110.53	D	12.44 ± 0.86	C
18~40	M15%,MC30%	24.03 ± 0.59	C	2947.3 ± 51.5	C	7.48 ± 0.39	B
	P12.6%,MC46%	20.63 ± 0.15	B	1340.67 ± 17.9	A	6.62 ± 0.44	B
	P12.6%,MC36%	17.83 ± 0.35	A	1285.67 ± 22.94	A	11.7 ± 0.75	C
	P10%,M10%,MC36%	29.59 ± 0.83	D	2628.33 ± 89.76	B	4.51 ± 0.04	A
	P15%,M5%,MC36%	32.97 ± 0.13	E	3253.67 ± 58.53	D	10.63 ± 0.13	C
40~60	M15%,MC30%	43.37 ± 1.03	C	4822.23 ± 75.5	D	6.87 ± 0.5	B
	P20%,MC70%	43.02 ± 0.67	C	3648.33 ± 15.18	B	24.14 ± 0.54	E
	P12.6%,MC46%	23.87 ± 0.25	A	1781.33 ± 56.31	A	4.93 ± 0.28	A
	P10%,M10%46%	39.47 ± 0.85	B	4204.33 ± 9.29	C	14.58 ± 0.28	C
	P15%,M5%,MC60%	49.35 ± 1.57	D	5221 ± 58.13	E	28.09 ± 0.86	F
60~100	M15%,MC40%	27 ± 1.42	B	3866.33 ± 119	B	4.57 ± 0.25	B
	P21%,MC70%	44.71 ± 0.03	D	5228.33 ± 6.66	C	8.22 ± 0.04	C
	P12.6%,MC36%	9.39 ± 0.06	A	1391.3 ± 29.16	A	2.24 ± 0.09	A
	P10%,M10%,MC46%	4.13 ± 0.05	C	476.3 ± 44.53	D	14.08 ± 0.16	D
	P15%,M5%,MC60%	43.41 ± 0.06	D	5167.67 ± 29.14	E	19.88 ± 0.19	E
100~200	P20%,MC70%	38.28 ± 0.35	C	3135 ± 46.81	B	4.38 ± 0.15	A
	P10%,M10%,MC46%	20.53 ± 0.61	A	2923 ± 41.02	A	5.98 ± 0.26	B
	P15%,M5%,MC60%	29.17 ± 0.37	B	3824 ± 95.28	C	8.23 ± 0.22	C
MIX형	P10%,MC40%	12.97 ± 0.15	B	1124 ± 98.57	B	3.81 ± 0.26	B
	M15%,MC25%	30.5 ± 0.74	F	6097.6 ± 104.3	H	6.46 ± 0.04	E
	M25%,MC20%	70.63 ± 0.44	K	2257.3 ± 260	J	7.72 ± 0.24	G
	P20%,MC70%	30.48 ± 0.64	F	3525 ± 36.51	F	9.13 ± 0.11	I
	P12.6%,MC46%	23.35 ± 1.08	D	2145 ± 84.48	C D	6.73 ± 0.16	E
	P12.6%,MC36%	20.41 ± 0.14	C	2163.3 ± 101.04	D	8.51 ± 0.15	H
	P5%,M5%,MC30%	19.27 ± 0.72	C	1826.6 ± 96.09	C D	2.06 ± 0.2	A
	M20%,MC30%	33.5 ± 0.82	G	3085.3 ± 149.9	E	7.29 ± 0.13	F
	UF15%,MC20%	26.57 ± 0.93	E	837.6 ± 285.6	C D	5.16 ± 0.12	C
	P10%,M10%,MC36%	36.83 ± 0.31	H	3308.3 ± 178.5	E F	9.55 ± 0.07	J
	P15%,M5%,MC36%	43.96 ± 1.45	I	3831 ± 103.59	G	8.57 ± 0.15	H

\*1: P: PVA (Polyvinylacetate emulsion adhesive), M: MDI (Diphenylmethane diisocyanate adhesive), MC: Final mat moisture content, resin % based on O.D charcoal weight

\*2: UF (Urea-Formaldehyde Resin)

\*3: Duncan's new multiple range test

Table 4. Far-infrared emission of white charcoal board

	Far-infrared emission (%) <sup>1</sup>	Electric conductivity (Ω)	Thermal conductivity (W/mK)
white charcoal board#40-60type	92.8	144.0(a) <sup>2</sup>	0.53 ± 0.06 (a)
white charcoal board mix type	92.9	23.4(b)	0.63 ± 0.14 (a)
white charcoal	93.0	15(c)	-

\*1: Temperature at test: 40°C, Wave length at test: 5~20 μm, Apparatus: FT-IR Spectrometer, Specimen thickness: 4 mm,

\*2: Duncan's new multiple range test

Table 5. Ethylene gas adsorption of white charcoal board

time (hr)	control <sup>1</sup>	charcoal	charcoal board (mix type)	charcoal board (#40-60type)
			charcoal board	charcoal board
0	1735	1753	1736	1734
3	16.73	10.26	3.95	4.36
6	16.70	6.47	3.38	3.46
12	16.59	5.56	2.59	2.42
24	16.23	3.29	1.80 <sup>2</sup>	1.22

\*1: Ethylene gas concentration of blank vessel in ppm.

\*2: Remaining Ethylene gas concentration of vessel.

며 제조된 숯보드 #40~60형과 혼합형 모두 굴참나무 백탄과 원적외선 방사율이 동일하였다. 제조된 숯 보드는 전기를 잘 통하였으며 혼합형이 #40~60형보다 더 전기 전도를 잘 시켰다. 제조된 숯보드의 열전도도는 #40~60형과 혼합형 간의 차이는 없었다.

### 3.4. 에틸렌 가스 흡착력

다공질 탄소재료 백탄보드의 에틸렌가스 흡착력은 Table 5와 같다. 백탄보드의 에틸렌가스 흡착은 백탄 그 자체보다 높았다.

## 4. 결 론

위의 결과를 요약하면 일반적으로 숯파티클의 크기에 따라 숯파티클이 클수록 최종매트함수율이 적은 것이 필요하였고 숯파티클이 적어질수록 최종매트함수율이 많이 필요하였다. 매트의 최종함수율이 20%~25%에서 #6이상이 M15%, MC25%의 경우 32.42

kgf/cm<sup>2</sup>, 혼합형 M25%, MC20%의 경우 70.6 kgf/cm<sup>2</sup>의 휨강도를 나타내어 가장 우수하였다. 그러나 가능한 접착제 양을 감소시켜 숯의 기능을 발휘시키는 것이 목적이므로 M15%, MC25%가 적정하다 할 것이다. 2차 가공을 위한 백탄보드의 우수한 표면성과 강도를 위해서는 백탄 파티클의 사이즈가 적어지게 되는데 이러한 작은 파티클을 위해서는 보다 메트의 최종함수율이 높아져 36%~60%를 보임으로서 열압은 습식공정의 3단계 열압공정을 택한 결과, #40~60형의 P15%, M5%, MC60%의 곡강도는 49.35 kgf/cm<sup>2</sup>를 보였고 혼합형의 P15%, M5%, MC36%는 43.96 kgf/cm<sup>2</sup>을 보여 우수한 강도를 나타냈다. 제조된 백탄보드는 두께팽윤율이 0으로서 치수안정성이 매우 높았다. 백탄보드는 백탄과 동등한 원적외선 방사율을 나타내었으며 뛰어난 에틸렌가스 흡착력을 나타내었다.

## 참 고 문 헌

1. Bao, M, Q., M. Morita, and M. Higuchi. 2001. Uti-

- lization of Charcoal from Wood Waste Properties of charcoal-cement composite boards. Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, 46(1): 93~102.
2. Elgar, H. J., A. B. Woolf., and R. L. Bielecki. 1999. Ethylene production by three lily species and their response to ethylene exposure. Postharvest Biology and Technology. 16: 257~267.
  3. Korea Standard Association. 1997. KS F 3200. Fiberboard.
  4. Korea Standard Association. 1997. KS F 3200. Particle boards.
  5. Lee H. H. and S. G. Kang. 2003. Ethylene Gas Adsorption of Clay-Woodceramics from 3 layers-clay-woodparticleboard. Mokchae Konghak 31(6): 83~87.
  6. Oh, S. W., T. Hirose, and T. Okabe. 2000. Manufacturing characteristics of woodceramics from thinned small logs(I)(II). Mokchae Konghak 28(4): 50~60.
  7. Park, S. B. and S. D. Kwon, New use of bamboo (II). 1998. Development of carbonizing furnace and carbonizing schedule for bamboo, Forest Science Technical Report 59: 17~24 외 ( I ), (IV).
  8. Serek, M., E. C. Sisler., and M. S. Reid. 1994. Novel Gaseous Ethylene binding Inhibitor Prevents Ethylene Effects in Potted Flowering plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(6): 1230~1233.
  9. Serek, M. and E. C. Sisler. 2001. Efficacy of inhibitors of ethylene binding in improvement of the postharvest characteristics of potted flowering plants. Postharvest Biology and Technology. 23: 161~166.
  10. Son, K. C. and J. N. Suh. 1999. Ethylene Production in Lilium Oriental Hybrid 'Casa Blanca' Florets during the Vase Life. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40(4): 467~469.
  11. 구자윤. 2003. 한국의 숯과 목초액. 소호산림문화과학 연구보고서 제5집, p93. 재단법인 소호문화재단 산림문화 연구원 발행.
  12. 서영범, 전양, 이화형, 정태영, 이종석. 2003. 숯을 활용한 포장재 개발에 관한 연구(제1보). 한국펄프종이공학회 35(2): 46~51.
  13. 석현덕, 장철수. 1999. 소경목, 불량목등 목질계 폐자원을 이용하여 가공된 목탄,목초액의 농수축산업에서의 실용화 및 산업화 연구. 한국농촌 경제연구원 연구보고.
  14. 이동욱, 김병로. 2002. 목질폐잔재 탄화 물의 수질 정화 효과. 목재공학 30(1): 34~39.
  15. 이화형, 김관의. 2003. 습식공법으로 제조한 목탄-목제섬유복합재료의 에틸렌가스 흡착력과 과일신선도 유지효과. 한국가구학회지 14(1): 1~10.
  16. 이화형, 김관의. 2003. 점토목제파티클보드로 제조된 Clay-Woodceramics의 성질. 목재공학 31(5) 80~87.
  17. 이화형 외. 2003. "숯을 활용한 신소재 포장재, 농업용자재, 건축용복합체 제품개발" 농업기술관리센터 첨단연구과제 2차년도 연구보고.
  18. 신동소, 이화형, 임기표, 조남석, 조병목. 1983. 임산화학. 향문사.
  19. 통계청. 2002. 임산물 생산량.