

## 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 물리적 특성\*1

박한민\*2† · 허황선\*2 · 성은종\*2 · 남경한\*2 · 임재섭\*2

### Physical Properties of Hybrid Boards Composed of Green Tea, Charcoals and Wood Fiber\*1

Han-Min Park\*2† · Hwang-Sun Heo\*2 · Eun-Jong Sung\*2 · Kyeong-Han Nam\*2 · Jae-Seop Lim\*2

#### 요 약

이 연구에서는 선행연구에서 발표된 목재섬유에 녹차를 복합한 친환경 복합보드에 탈취성과 흡착성 등의 기능을 보강한 건축내장재를 개발하기 위하여, 흑탄, 백탄, 활성탄 등 3종류의 숯을 혼합한 녹차-숯-목재섬유 복합보드를 제작하였고, 구성원료의 종류 및 배합비율이 복합보드의 치수안정성, 탈취성 및 포름알데히드 방산량에 미치는 영향을 조사하였다. 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 흡수두께 팽창률은 녹차와 숯의 배합비율의 증가에 따라 증가하였으나, 활성탄 함유 복합보드를 제외하고, KS에 규정된 그 값보다 현저히 낮은 값을 나타내었다. 복합보드의 암모니아가스 감소율은 활성탄 10% 함유 복합보드에서 30분 경과시 96%의 높은 값을 나타내었고, 다른 모든 복합보드에서도 1시간 경과 후 거의 95%전후의 높은 암모니아가스 감소율을 나타내었다. 복합보드의 포름알데히드 방산량은 E<sub>1</sub>급 요소수지를 사용했을 경우, E<sub>0</sub>급에 가까운 방산량을, E<sub>0</sub>급 요소수지를 사용했을 경우는 super E<sub>0</sub>급의 낮은 포름알데히드 방산량을 나타내는 것이 확인되었다.

#### ABSTRACT

In this study, eco-friendly hybrid composite boards were manufactured from green tea, three kinds of charcoals and wood fiber for developing interior materials to reinforce the functionalities such as the deodorization and the absorbability on the green tea-wood fiber hybrid boards in the previous researches. The effects of kind of raw materials and the component ratio of raw materials on dimensional stability, deodorization and emission of formaldehyde were investigated.

\*1 접수 2012년 10월 4일, 채택 2012년 11월 19일

이 연구의 일부는 2012년 한국목재공학회 학술발표대회에서 발표되었음.

\*2 경상대학교 환경산림과학부 농업생명과학연구원. Faculty of Forest Science, Institute of Agriculture & Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

† 교신저자(corresponding author) : 박한민(e-mail: phm0691@gnu.ac.kr)

Thickness swelling of the hybrid composite boards increased with increasing of component ratio of green tea and charcoals, but the values were markedly lower than that of Korean standard (KS) for commercial medium density fiber board (MDF), except for hybrid composite boards composed of green tea, activated charcoal and wood fiber.

Reduction rate of ammonia gas for the hybrid composite boards composed of green tea, activated charcoal and wood fiber showed a high value of 96% after 30 minute from the beginning of the test, and the other hybrid boards also showed a high value of about 95% after one hour.

Emission amount of formaldehyde was similar to that of E<sub>0</sub> grade in case of using E<sub>1</sub> grade urea resin, and was similar to that of super E<sub>0</sub> grade in case of using E<sub>0</sub> grade urea resin.

**Keywords:** Green tea, charcoals, wood fiber, hybrid composite board, thickness swelling, deodorization, formaldehyde

## 1. 서 론

근년, 시멘트, 플라스틱 등의 산업화재료의 사용량이 증가함에 따라 새집증후군 등 실내공기질의 영향으로 인한 새로운 질병의 발생이 증가하고 있다. 이에 따라 환경부는 실내공기질의 관리를 점점 강화하고 있고, 건축자재시장은 친환경재료를 사용한 인체친화적인 제품으로 점점 그 시장형태가 변화되고 있다(박과 박, 2012). 최근 친환경재료로 각광 받고 있는 숯, 녹차, 황토 등은 유해 휘발성 유기화합물, 역한 냄새 등을 흡착하여 제거할 수 있고 질병퇴치 및 완화에 도움이 되는 것으로 알려져 있다. 따라서 이들 친환경재료를 복합화한, 인체친화형 하이브리드 건축재료의 연구가 다각도로 이루어지고 있다(井出 등, 1991; 井出 등, 1994; 이와 김, 2003; 박 등, 2009, 2010, 2011a, 2011b, 2012; 김 등, 2004; 이 등, 2006; 이 등, 2009).

숯은 다공성으로 수없이 많은 미세한 공극과 대단히 넓은 표면적으로 이루어져 냄새 및 독성물질을 흡착이 용이한 구조를 취하고 있어 냄새제거를 위한 탈취제, 담배필터, 방독면, 공기정화, 수질정화, 정수기 등에 다양하게 활용되고 있다. 숯에 관한 연구는 숯의 종류에 따른 해부학적 특성 및 숯 함유 건축자재의 포름알데히드, 메틸렌블루, 에틸렌가스 등의 유해가스 흡착제거에 관한 많은 연구가 이루어지고

있고(공과 김, 1999; 공과 김, 2002; 이 등, 2004; 정 등, 2004; 안과 조, 2005; 권과 김, 2006; 김 등, 2006; 이 등, 2007; 이와 김, 2010; 정 등, 2004), 숯 및 숯 함유 건축재료의 기능성에 관심이 모아지고 있다.

선행연구에서는 (박 등, 2010; 2011a) 다양한 기능성을 가진 녹차와 역학적 성질이 우수한 목재섬유를 이용한 복합보드를 제조하여 역학적 성질에 미치는 녹차의 배합비율의 영향을 조사하였는데 그 결과는 녹차의 배합비율이 증가할수록 정적 및 동적 강도성능은 감소하는 경향을 나타내었으나, 목재섬유에 대한 녹차의 배합비율 10%까지는 시판용 중밀도섬유판(MDF)과 역학적 성능의 차이를 나타내지 않아, 기능성을 지닌 건축재료로 사용가능한 것이 확인되었다.

본 연구에서는 선행연구에서 더 나아가 녹차와 목재섬유를 복합한 보드에 탈취력, 흡착력 등의 기능성을 보강한 건축내장재를 개발하기 위하여 탄화온도에 따라 제조되는 흑탄, 백탄, 활성탄 등 3종류의 숯을 혼합한 녹차-숯-목재섬유 복합보드를 제작하였고, 이들 복합보드의 흡수두께 팽윤률, 시간경과에 따른 암모니아가스 감소율, 포름알데히드 방산량을 측정하여, 복합보드 구성원료의 종류와 배합비율이 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 치수안정성, 탈취성 및 포름알데히드 방산량에 미치는 영향을 조사하였다.

Table 1. Component ratios of raw materials of hybrid composite boards composed of green tea, 3 kinds of charcoals and wood fiber

T <sub>A</sub>	T <sub>HB</sub>	Component ratios of raw materials (%)						
		Green tea	Black charcoal	Fine charcoal	Activated charcoal	Wood fiber		
E <sub>0</sub> grade urea resin	Control	0:0:100	-	-	-	-	100	
	GBW	25:25:95	25	25	-	-	95	
		5:5:90	5	5	-	-	90	
		10:10:80	10	10	-	-	80	
	GFW	25:25:95	25	-	25	-	95	
		5:5:90	5	-	5	-	90	
		10:10:80	10	-	10	-	80	
	GAW	25:25:95	25	-	-	25	95	
		5:5:90	5	-	-	5	90	
		10:10:80	10	-	-	10	80	
	E <sub>1</sub> grade urea resin	Control	0:0:100	-	-	-	-	100
		GBW	25:25:95	25	25	-	-	95
5:5:90			5	5	-	-	90	
10:10:80			10	10	-	-	80	
GFW		25:25:95	25	-	25	-	95	
		5:5:90	5	-	5	-	90	
		10:10:80	10	-	10	-	80	
GAW		25:25:95	25	-	-	25	95	
		5:5:90	5	-	-	5	90	
		10:10:80	10	-	-	10	80	

Notes; T<sub>A</sub> : Types of adhesives, T<sub>HB</sub> : Types of hybrid boards, GBW : Green tea, black charcoal and wood fiber, GFW : Green tea, fine charcoal and wood fiber, GAW : Green tea, activated charcoal and wood fiber. 25:25:95, 5:5:90 and 10:10:80 are the component ratios of green tea, 3 kinds of charcoals and wood fiber.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 공시재료

본 연구에 사용된 목재섬유는 (주)한솔홈데코사의 시판용 섬유판 제조에 사용되는 함수율 8%의 리기다 소나무 목재섬유를 사용하였다. 녹차는 경상남도 하동군 화개면 소재 산곡다원에서 녹차제조 후 남은 상품화 가치가 없는 녹차잎을 매입하여 건조한 후 분말화하였고, 100 mesh의 체로 쳐서 복합보드용 녹차원료로 사용하였다. 숯은 기능성을 고려하여 시판되고 있는 흑탄, 백탄 및 활성탄을 구매하여 분쇄기로 분말

화한 후, 100 mesh의 체로 쳐서 복합보드용 숯원료로 사용하였다.

### 2.2. 시험방법

#### 2.2.1. 녹차-숯-목재섬유 복합보드 제조

복합보드는 목재섬유에 대한 녹차분말 및 숯분말(흑탄, 백탄, 활성탄)의 배합비율을 Table 1과 같이 하여 가로 330 mm, 세로 330 mm, 두께 12 mm의 녹차-숯-목재섬유 복합보드 20종류를 제조하였다.

바인더로 사용된 접착제는 포름알데히드 방산량을 기준으로 분류되는 E<sub>0</sub>급 요소수지(0.5 mg/ℓ 이하)와

녹차-숯-목재섬유 복합보드의 물리적 특성

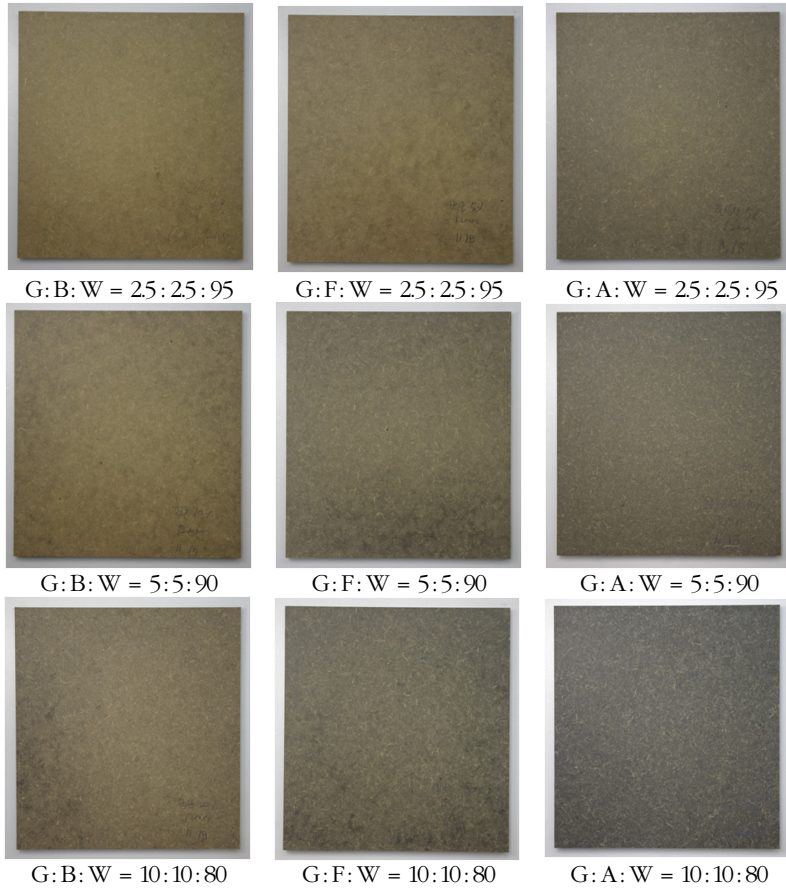


Fig. 1. Typical examples of hybrid boards composed of green tea, 3 kinds of charcoals and wood fiber.

Notes : GBW, GFW and GAW: Types of hybrid boards composed of green tea, activated charcoal and wood fiber. 25:25:95, 5:5:90 and 10:10:80 are the component ratios of green tea, 3 kinds of charcoals and wood fiber.

E<sub>1</sub>급 요소수지(1.5 mg/ℓ 이하)를 사용하였다. 보드 제조시의 열압조건은 열압기의 열판온도 150°C, 압체압력 1.96 MPa, 압체시간 4분 30초로 설정하였고, 보드제조 후, 20°C, 65% RH의 항온항습실에서 일주일 이상 양생하였다. 제조된 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 사진을 Fig. 1에 나타낸다. 단 접착제의 종류에 따른 보드의 형상의 차이가 없어 지면관계상 E<sub>0</sub>급 요소수지로 제조된 복합보드만 대표적으로 나타내었다.

2.2.2. 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 흡수량 및 흡수두께 팽윤률 측정

녹차-숯-목재섬유 복합보드의 단위면적당 흡수량 및 흡수두께 팽윤률을 측정하기 위하여, 각 보드조건당 평균 18개씩 제작한 가로 50 mm × 세로 50 mm × 두께 12 mm의 시험편에 폭 및 길이방향으로 중앙에 기준선을 긋고, 중량과 치수를 측정하였다. 그후, 105°C의 드라이오븐에 넣어 항량에 도달할 때까지 48시간 이상 건조시켰고, 제습용 실리카겔을 넣은 데시케이터 속에서 식힌 후, 25°C의 항온수조에 넣

Table 2. Density and moisture content of hybrid composite boards composed of green tea, 3 kinds of charcoals and wood fiber.

T <sub>A</sub>	T <sub>HB</sub>	ρ (g/cm <sup>3</sup> )	MC (%)	T <sub>A</sub>	T <sub>HB</sub>	ρ (g/cm <sup>3</sup> )	MC (%)
E <sub>0</sub> grade urea resin	Control	0.780	7.4 (3.3)	E <sub>1</sub> grade urea resin	Control	0.785	45 (3.9)
	GBW 2.5:2.5:95	0.784	7.9 (2.7)		GBW 2.5:2.5:95	0.756	45 (6.1)
	GBW 5:5:90	0.764	7.5 (5.7)		GBW 5:5:90	0.752	41 (2.8)
	GBW 10:10:80	0.756	8.1 (4.2)		GBW 10:10:80	0.764	42 (3.2)
	GFW 2.5:2.5:95	0.752	7.8 (3.7)		GFW 2.5:2.5:95	0.777	45 (4.9)
	GFW 5:5:90	0.776	8.8 (22.5)		GFW 5:5:90	0.776	43 (3.2)
	GFW 10:10:80	0.786	8.0 (2.2)		GFW 10:10:80	0.761	45 (2.8)
	GAW 2.5:2.5:95	0.765	7.4 (4.6)		GAW 2.5:2.5:95	0.775	42 (5.0)
	GAW 5:5:90	0.786	7.5 (5.7)		GAW 5:5:90	0.712	44 (3.0)
	GAW 10:10:80	0.781	7.4 (2.9)		GAW 10:10:80	0.762	45 (3.6)

Notes : The values are the average of six measurements. MC : Moisture content, ρ : Density, T<sub>A</sub>, T<sub>HB</sub>: GBW, GFW and GAW : See note in Table 1. Each value in parentheses is the coefficient of variation.

고, 24시간 동안 침지한 후, 여분의 수분을 제거하고, 다시 중량과 치수를 측정하였다. 수분흡수에 따른 복합보드 시험편의 단위면적당 흡수량(Q)을 식(1)을 이용하여 계산하였고, 또한, 복합보드의 흡수 두께 팽윤률(TS)을 식(2)을 이용하여 계산하였다.

$$Q = \frac{W_{nh} - W_1}{A} \quad (1)$$

여기서, W<sub>nh</sub> : 수중 침지 24시간 후의 복합보드 시험편의 중량(g), W<sub>1</sub> : 수중 침지전의 복합보드 시험편의 전건중량(g), A : 복합보드 시험편의 흡수면 총면적

$$TS = \frac{l_s - l_0}{l_0} \times 100(\%) \quad (2)$$

여기서, l<sub>s</sub> : 수중 침지 24시간 후의 시험편의 두께

(mm), l<sub>0</sub> : 수중 침지전의 시험편의 두께(mm).

### 2.2.3. 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 탈취성 측정

녹차-숯-목재섬유 복합보드의 탈취성 시험은 5 l 크기의 반응기에 40 mm (가로) × 40 mm (세로) × 12 mm (두께) 크기의 시험편을 넣고 밀봉하였다. 시험용 가스는 KS I 2218 (2009년)에 근거하여, 악취 발생의 원인물질로 가장 많이 취급받고 있는 암모니아 가스를 사용하였다. 반응기에 초기 농도 50 μmol/mol로 암모니아 가스를 주입하고 시험 가스의 농도를 초기(0분), 30, 60, 120분 단위로 측정하였다. 시험 중 온도는 23°C ± 5°C, 습도는 50% ± 10%를 유지하였고, 복합보드시료를 넣지 않은 상태로 같은 조건에서 시험을 실시하여 이를 blank 농도로 하여 복합보드 시험편과 비교하였다. 각 시간대별 측정점에서 시험가스의 제거율은 식(3)에 의해 계산되었다. 단, E<sub>0</sub>급 요소수지로 제조된 복합보드 시험편에

Table 3. Water absorption amount and thickness swelling of hybrid composite boards composed of wood fiber, green tea and 3 kinds of charcoals.

T <sub>A</sub>	T <sub>HB</sub>	Q (g/cm <sup>2</sup> )	TS (%)	T <sub>A</sub>	T <sub>HB</sub>	Q (g/cm <sup>2</sup> )	TS (%)
E <sub>0</sub> grade urea resin	Control	0.063 (10.1)	6.34 (8.3)	E <sub>1</sub> grade urea resin	Control	0.058 (7.6)	5.34 (11.2)
	GBW 2.5:2.5:95	0.063 (4.9) <sup>a</sup>	6.47(5.8) <sup>a</sup>		GBW 2.5:2.5:95	0.064 (8.0) <sup>c</sup>	6.01 (12.9) <sup>b</sup>
	GBW 5:5:90	0.070 (4.6) <sup>c</sup>	6.97(6.9) <sup>c</sup>		GBW 5:5:90	0.071 (5.2) <sup>c</sup>	6.74 (5.8) <sup>c</sup>
	GBW 10:10:80	0.097 (7.9) <sup>c</sup>	8.81(24.6) <sup>c</sup>		GBW 10:10:80	0.094 (14.5) <sup>c</sup>	7.46 (12.6) <sup>c</sup>
	GFW 2.5:2.5:95	0.061 (6.4) <sup>a</sup>	6.20(6.8) <sup>a</sup>		GFW 2.5:2.5:95	0.059 (8.9) <sup>a</sup>	5.69 (12.7) <sup>a</sup>
	GFW 5:5:90	0.070 (6.7) <sup>c</sup>	7.02(7.3) <sup>c</sup>		GFW 5:5:90	0.073 (7.8) <sup>c</sup>	6.84 (8.5) <sup>c</sup>
	GFW 10:10:80	0.073 (7.7) <sup>c</sup>	7.28(8.7) <sup>c</sup>		GFW 10:10:80	0.087 (13.0) <sup>c</sup>	7.72 (14.7) <sup>c</sup>
	GAW 2.5:2.5:95	0.079 (6.3) <sup>c</sup>	7.62(11.0) <sup>c</sup>		GAW 2.5:2.5:95	0.111 (18.5) <sup>c</sup>	13.4 (27.8) <sup>c</sup>
	GAW 5:5:90	0.192 (7.2) <sup>c</sup>	24.2(3.3) <sup>c</sup>		GAW 5:5:90	0.219 (3.3) <sup>c</sup>	22.9 (4.7) <sup>c</sup>
	GAW 10:10:80	0.239 (2.7) <sup>c</sup>	27.3(7.0) <sup>c</sup>		GAW 10:10:80	0.227 (2.8)	23.4 (3.4) <sup>c</sup>

Notes : The values are the average of 18 measurements. Q : Water absorption per area, TS : Thickness swelling, T<sub>A</sub>, T<sub>HB</sub>, GBW, GFW and GAW : See the note in Table 1. Each value in parentheses is the coefficient of variation. <sup>a</sup> : Not statistically significant between control boards and hybrid boards, <sup>b</sup> : Statistically significant at 5% level between control boards and hybrid boards, <sup>c</sup> : Statistically significant at 1% level between control boards and hybrid boards.

한해서 실시하였고, 시험편의 개수는 각 조건 당 3회 반복시험으로 총 60개로 하였다.

$$\begin{aligned} & \text{시험가스 제거율(\%)} \\ & = (\text{blank 농도} - \text{시험편 농도}) / \text{blank 농도} \\ & \quad \times 100 \end{aligned} \quad (3)$$

#### 2.2.4. 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 포름알데히드 방산량 측정

녹차-숯-목재섬유 복합보드의 24시간 데시케이터 법에 의한 포름알데히드 방산량 측정은 10ℓ 용량의 데시케이터의 바닥에 300 ml의 증류수를 담은 직경 120 mm, 높이 60 mm의 결정접시를 놓았고, 그 위에 50 mm × 150 mm의 시험편을 10개를 세워서 놓은 후,

20°C, 65% RH의 항온항습챔버에 넣어 24시간 방치하였다. 그후, 결정접시 내의 증류수 중에 포함되어 있는 포름알데히드를 분광광도계를 사용하여 비색정량하여 복합보드의 포름알데히드 방산량을 측정하였다. 시험은 각 조건 당 3회 반복시험하였고, 시험편의 개수는 총 600개를 제작하여 사용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 밀도와 함수율

녹차-숯-목재섬유 복합보드의 밀도와 함수율을 바인더로 사용한 접착제의 종류 및 배합원료의 구성비율에 따라 Table 2에 나타낸다.

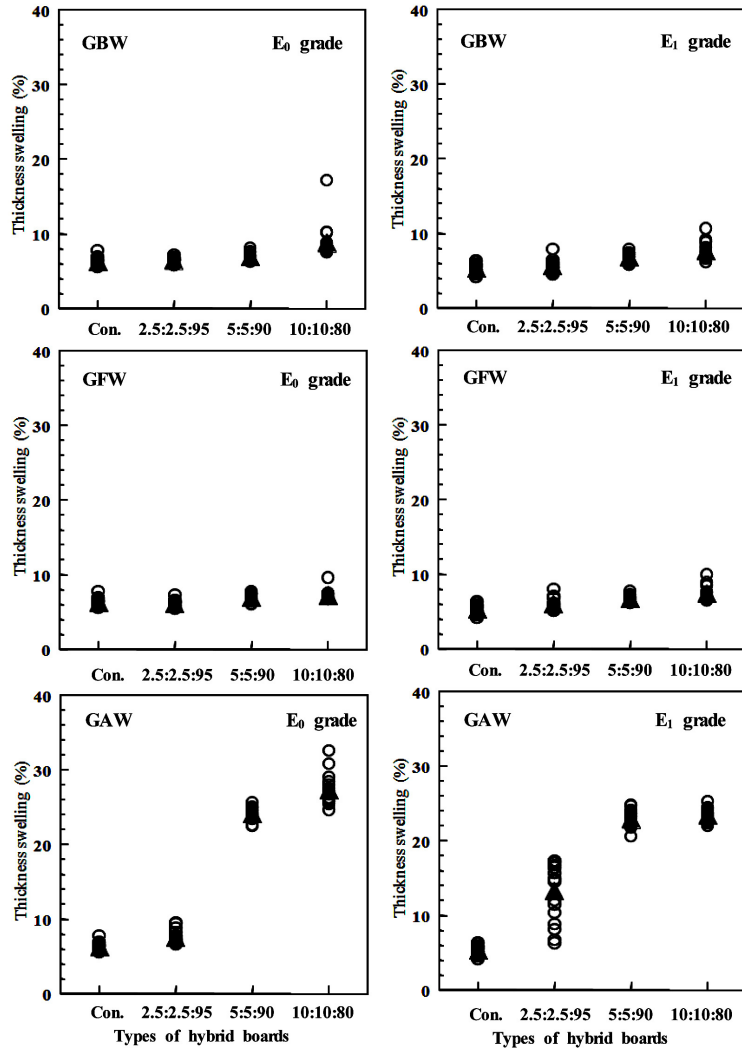


Fig. 2. Effect of green tea and charcoals content on thickness swelling of hybrid composite boards composed of green tea, 3 kind of charcoals and wood fiber.

Note : ▲ : Averaged values. E<sub>0</sub> grade and E<sub>1</sub> grade: E<sub>0</sub> and E<sub>1</sub> grade urea resins respectively, GBW, GFW and GAW : See the note of Fig. 1.

녹차-숯-목재섬유 복합보드의 밀도는 E<sub>0</sub>급 요소수지의 경우, 0.752~0.786 g/cm<sup>3</sup>의 범위를 나타내어 숯의 종류 및 구성비율에 따른 뚜렷한 차이는 확인되지 않았다. E<sub>1</sub>급 요소수지의 경우에는 0.712~0.777 g/cm<sup>3</sup>의 범위에 있었고, E<sub>0</sub>급 요소수지에 비해 약간 낮은 값을 나타내었으나, 그 차이는 크지 않았다. 이 값은 목

재섬유만으로 된 대조보드(control 보드)의 밀도보다 E<sub>1</sub>급 요소수지는 약간 작은 값을 나타내었으나, E<sub>0</sub>급 요소수지에서는 복합보드의 구성에 따른 명확한 밀도의 변화를 구분하기 어려웠다.

녹차-숯-목재섬유 복합보드의 함수율은 E<sub>0</sub>급 요소수지의 경우, 7.5~9.0%의 범위에 있었고, 백탄함유

Table 4. Percentage of ammonia gas reduction of hybrid composite boards composed of wood fiber, green tea and 3 kinds of charcoals (Adhesive type : E<sub>0</sub> grade urea resin)

Types of hybrid boards	Test time (min)	Blank Concentration (μmol/mol)	Sample Concentration (μmol/mol)	Ammonia gas reduction (%)
GBW 2.5:2.5:95	0	50	50	0.0
	30	49	11	77.6
	60	49	3	93.9
GBW 5:5:90	0	50	50	0.0
	30	49	7	85.7
	60	49	2	95.9
GBW 10:10:80	0	50	50	0.0
	30	49	6	87.8
	60	49	2	95.9
GFW 2.5:2.5:95	0	50	50	0.0
	30	49	12	75.5
	60	49	2	95.9
GFW 5:5:90	0	50	50	0.0
	30	49	6	87.8
	60	49	2	95.9
GFW 10:10:80	0	50	50	0.0
	30	49	4	91.8
	60	49	2	95.9
GAW 2.5:2.5:95	0	50	50	0.0
	30	49	10	79.6
	60	49	2	95.9
GAW 5:5:90	0	50	50	0.0
	30	49	5	89.8
	60	49	2	95.9
GAW 10:10:80	0	50	50	0.0
	30	49	2	95.9
	60	49	2	95.9

Notes : The values are the average of three measurements. WGB, WGF, WGA : See note in Table 1.

복합보드에서 가장 높은 함수율을 나타내었고, 활성탄함유 복합보드에서 가장 낮은 함수율을 나타내었다. 이 값들은 목재섬유만으로 된 대조보드(control board)의 함수율 7.4%와 비슷하거나 약간 높은 값을 나타내었고, 녹차 및 숯의 배합비율에 따른 명확한 함수율의 증감은 나타나지 않았다.

한편, E<sub>1</sub>급 요소수지를 사용한 복합보드의 함수율

은 4.1~4.5%의 범위를 나타내었다. 이 값은 숯의 종류 및 구성비율에 따른 뚜렷한 차이는 나타나지 않았고, 대조보드의 함수율 4.5%와 거의 비슷한 값을 나타내었다. 그러나 E<sub>0</sub>급 요소수지를 사용한 복합보드는 다소 낮은 함수율을 나타내었다.



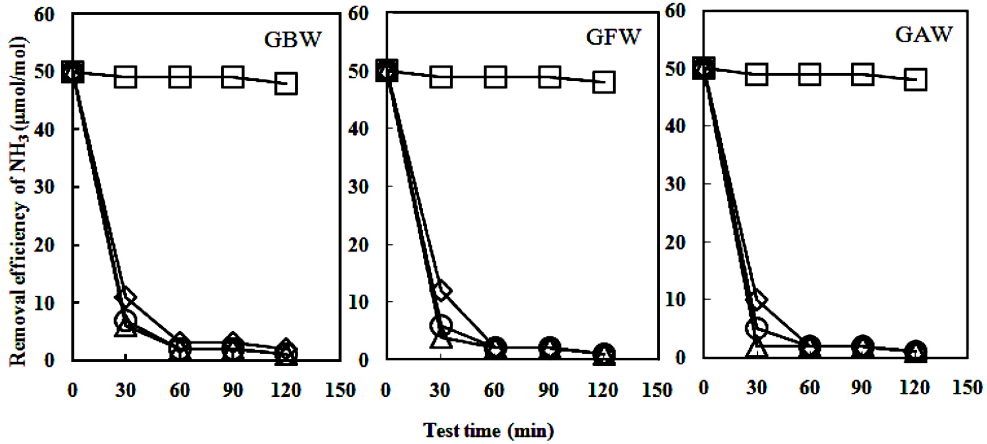


Fig. 3. Removal efficiency of ammonia gas (NH<sub>3</sub>) of hybrid composite boards composed of green tea, 3 kinds of charcoals and wood fiber.

Legend : □ : Control (blank concentration of ammonia gas), ◇ : 2.5 : 2.5 : 95 (component ratio of raw materials), ○ : 5 : 5 : 90 (component ratio of raw materials), △ : 10 : 10 : 80 (component ratio of raw materials). GBW, GFW and GAW : See the note of Fig. 1.

### 3.2. 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 흡수량 및 흡수두께 팽윤률

녹차-숯-목재섬유 복합보드를 25°C의 상온수에 24 시간 침지 후의 단위면적당 흡수량 및 흡수두께 팽윤률 측정결과를 Table 3에 나타낸다.

녹차-숯-목재섬유 복합보드의 흡수율은 Table 3에 나타난 것처럼, E<sub>0</sub>급 요소수지로 제조된 복합보드의 경우, 활성탄 함유 복합보드에서 0.079~0.239 g/cm<sup>2</sup>로 가장 많은 단위면적당 흡수량을 나타내었고, 백탄함유 복합보드에서 0.061~0.073 g/cm<sup>2</sup>로 가장 적은 단위면적당 흡수량을 나타내었다. 흡수량은 목재섬유에 대한 녹차와 숯의 배합비율이 높아질수록 증가하였고, 녹차와 숯이 함유되지 않은 대조보드의 그것보다 흑탄함유 복합보드에서는 1.0~1.5배, 백탄 함유 복합보드에서는 0.97~1.2배, 활성탄 함유 복합보드에서는 1.3~3.8배의 흡수량을 나타내었다. E<sub>1</sub>급 요소수지로 제조된 복합보드의 경우, 활성탄 함유 복합보드에서 0.111~0.227 g/cm<sup>2</sup>로 가장 많은 단위면적당 흡수량을 나타내었고, 백탄함유 복합보드에서 0.059~0.087 g/cm<sup>2</sup>로 가장 적은 단위면적당 흡수량을 나타내었다. 이

같은 대조보드의 그것보다 흑탄 및 백탄 함유 복합보드에서는 1.0~1.6배, 활성탄 함유 복합보드에서는 1.9~3.9배의 값을 나타내었고, E<sub>0</sub>급 요소수지로 제조된 복합보드에서와 같이 활성탄 함유 복합보드에서 대조보드에 비해 현저한 흡수량의 증가를 나타내는 것이 확인되었다.

한편, 목재섬유에 대한 녹차 및 숯의 구성비율의 변화와 복합보드의 흡수두께 팽윤률과의 관계를 Fig. 2에 나타낸다. E<sub>0</sub>급 요소수지를 바인더로 사용한 경우, 흑탄 함유 복합보드에서는 6.47~8.81%, 백탄 함유 복합보드에서는 6.20~7.28%, 활성탄 함유 복합보드에서는 7.62~27.3%의 흡수두께 팽윤률을 나타내어 활성탄 함유 복합보드에서 가장 높은 흡수두께 팽윤률을 나타내었고, 백탄 함유 복합보드에서 가장 낮은 두께 팽윤률을 나타내었다. 이 값은 숯의 배합비율이 증가할수록 증가하였고, 그 증가비율은 성활성 탄함유 복합보드에서 가장 높은 것이 확인되었다. 또한, 이 값은 대조보드의 그것보다 흑탄 함유 복합보드의 경우 1.0~1.4배, 백탄 함유 복합보드의 경우 1.0~1.2배, 활성탄 함유 복합보드의 경우 1.2~4.3배의 값을 나타내었다. 그러나 이 값은 두께 7~15 mm

Table 5. Formaldehyde emission amount (EF) of hybrid composite boards composed of wood fiber, green tea and 3 kinds of charcoals by 24 hours desiccator method.

T <sub>A</sub>	T <sub>HB</sub>	H (mm)	EF (mg/ℓ)	T <sub>A</sub>	T <sub>HB</sub>	H (mm)	EF (mg/ℓ)
E <sub>0</sub> grade urea resin	GBW 25:25:95	113	0.275 (3.8)	E <sub>1</sub> grade urea resin	GBW 25:25:95	113	0.598 (10.1)
	GBW 5:5:90	113	0.282 (6.1)		GBW 5:5:90	113	0.540 (16.1)
	GBW 10:10:80	113	0.277 (6.2)		GBW 10:10:80	113	0.499 (10.1)
	GFW 25:25:95	113	0.277 (4.0)		GFW 25:25:95	113	0.609 (7.9)
	GFW 5:5:90	113	0.293 (10.1)		GFW 5:5:90	113	0.598 (8.5)
	GFW 10:10:80	113	0.312 (9.0)		GFW 10:10:80	113	0.525 (8.4)
	GAW 25:25:95	113	0.306 (6.3)		GAW 25:25:95	113	0.622 (11.1)
	GAW 5:5:90	113	0.314 (7.0)		GAW 5:5:90	113	0.631 (5.1)
	GAW 10:10:80	113	0.297 (6.8)		GAW 10:10:80	113	0.561 (6.4)

Notes : The values are the average of three measurements. H : Thickness of hybrid board specimens, T<sub>A</sub>, T<sub>HB</sub>, WGB, WGF, WGA : See note in Table 1. Each value in parentheses is the coefficient of variation.

범위의 중밀도 섬유판의 흡수두께 팽윤률은 12%이하가 되도록 규정되어 있는 한국산업규격 KS F 3200 규정을 활성탄 함유 복합보드를 제외하고는 모두 만족시켰고, 특히, 백탄 함유 복합보드의 경우 현저히 낮은 흡수두께 팽윤률을 나타내어 기능성을 가진 우수한 재료로 활용가능성이 확인되었다.

한편, E<sub>1</sub>급 요소수지를 바인더로 사용한 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 경우, 흡수두께 팽윤률은 5.69~23.4%의 값을 나타내었고, 이 값은 E<sub>0</sub>급 요소수지로 제조된 복합보드보다 전체적으로 약간 적은 값을 나타내었으나, 그 차이는 크지 않았다. 또한, 이 값은 목재섬유에 대한 녹차와 숯의 배합비율이 증가할수록 커지는 경향을 보였고, 그 증가비율은 활성탄 함유 복합보드에서 가장 컸고, 흑탄 함유 및 백탄 함유 복합보드는 양자의 명확한 차이가 나타나지 않았다. 이 값은 대조보드에 비해 1.07~4.39배의 값을 나타내었고, E<sub>1</sub>급 요소수지를 바인더로 사용한 복합보드 역시 활성탄 함유 복합보드를 제외하고 흡수두께 팽윤률은 한국산업규격 KS F 3200에 규정된 중밀도 섬유

판의 두께 팽윤률이 12%이하가 되도록 규정되어 있는 것보다 훨씬 낮은 두께 팽윤률을 나타내었다. 이 결과로부터 활성탄 함유 복합보드를 제외하고, 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 치수 안정성은 시판용 중밀도 섬유판과 우수하거나 대등한 것이 확인되었고, 건축내장재 및 다양한 기능성 생활소품으로 활용 가능할 것으로 판단된다.

### 3.4. 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 탈취성

Table 4는 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 시간경과에 따른 암모니아가스 감소율(탈취성)측정결과를 나타내고, Fig. 3은 녹차, 숯, 목재섬유의 배합비율 및 보드제조에 사용한 숯의 종류가 복합보드의 암모니아 가스 감소율(제거율)에 미치는 영향을 나타낸다.

Fig. 3에 나타난 것처럼, 복합보드의 암모니아 가스 감소율은 모든 종류의 복합보드에서 목재섬유에 대한 녹차와 숯의 배합비율이 증가할수록 증가하였

고, 숯의 종류에 따른 감소율의 크기는 활성탄 함유 복합보드 > 백탄 함유 복합보드 > 흑탄 함유 복합보드의 순으로 3종류의 숯 가운데 활성탄이 함유된 복합보드에서 가장 높은 암모니아 가스 감소율을 나타내었다. 활성탄을 함유한 복합보드의 경우, 활성탄의 배합비율 10%에서 30분 경과시 약 96%의 암모니아 가스의 감소율을 나타내었고, 이것은 흑탄함유 복합보드의 86~90%, 백탄 함유 복합보드의 92~94%보다 높은 값을 나타내었다. 이것은 숯의 조성온도 및 가공방법에 따라 활성탄 > 백탄 > 흑탄으로 나타나는 많은 미세공극과 표면적의 차이에 기인하는 것으로 판단된다. 이것은 메틸렌블루 흡착성능이 백탄보다 넓은 표면적을 가진 활성탄이 크고, 흑탄보다 표면적이 넓은 백탄이 우수하다고 보고한 정 등(2004) 및 이와 김(2010)의 결과, 그리고 에틸렌가스의 흡착성능은 목탄의 혼합비가 증가할수록 증가하고, 목탄입자가 적을수록 증가한다는 이 등(2004)의 보고와 일치한다. 전체적으로 시험시작 후 1시간의 경과 후에는 모든 종류의 복합보드에서 95%이상의 우수한 암모니아 가스 감소율을 나타내었고, 이것은 다양한 용도의 탈취재료로 응용가능할 것으로 판단된다. 특히, 거실 전면의 고가의 고급 기능성내장재를 대체할 수 있는 우수한 기능성 재료 개발의 설계지침이 될 것으로 사료된다.

### 3.5. 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 포름알데히드 방산량

Table 5는 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 24시간 데시케이법에 의한 포름알데히드 방산량 측정결과를 나타낸다.

녹차-숯-목재섬유 복합보드의 포름알데히드 방산량은 E<sub>0</sub>급 요소수지를 사용하였을 경우, 녹차 : 숯 : 목재섬유의 모든 배합비율에서 흑탄 함유 복합보드가 0.275~0.282 mg/ℓ로 가장 적은 포름알데히드 방산량을 나타내었고, 그 다음이 백탄 함유 복합보드, 그리고 활성탄 함유 복합보드에서 가장 많은 포름알데히드 방산량을 나타내는 것이 확인되었다. E<sub>0</sub>급 요소수지를 바인더로 사용하였으나, 대부분의 복

합보드에서 포름알데히드 방산량은 0.3 mg/ℓ 전후의 super E<sub>0</sub>급에 근접한 복합보드가 제조되어, 인체 친화적 건축내장재료로 응용가능할 것으로 생각된다.

한편, E<sub>1</sub>급 요소수지를 사용하였을 경우, Table 5에 나타낸 것처럼, 모든 구성원료의 배합비율에서 E<sub>0</sub>급 요소수지와 같이 흑탄 함유 복합보드에서 가장 적은 0.499~0.598 mg/ℓ의 포름알데히드 방산량을 나타내었고, 함유한 숯의 종류에 따른 크기는 흑탄 함유 복합보드 < 백탄 함유 복합보드 < 활성탄 함유 복합보드의 순으로 포름알데히드 방산량의 차이를 나타내었으나, 전체적으로 그 차이는 크지 않았다. 녹차와 숯의 배합비율 증가에 따라 포름알데히드 방산량은 전반적으로 감소하는 경향을 나타내었다. E<sub>1</sub>급 요소수지를 사용하였으나, 거의 대부분의 보드에서 포름알데히드 방산량이 0.5 mg/ℓ 전후의 E<sub>0</sub>급에 근접한 복합보드제조가 가능하였다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 녹차-목재섬유복합보드에 기능성을 보강한 복합보드를 개발하기 위하여 3종류의 숯을 혼합한 녹차-숯-목재섬유 복합보드를 제작하였고, 구성원료의 종류 및 배합비율이 복합보드의 물리적 특성에 미치는 영향을 조사하여 다음의 결론을 얻었다.

1) 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 단위면적당 흡수량은 바인더로 사용한 양집착제 모두에서 백탄 < 흑탄 < 활성탄 함유 복합보드의 순으로 나타났고, 목재섬유에 대한 녹차와 숯의 배합비율이 높아질수록 증가하는 경향을 나타내었다.

2) 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 흡수두께 팽윤률은 백탄 함유 복합보드에서 5.69~7.72%로 가장 낮은 값을 나타내었고, 활성탄 함유 복합보드에서 7.62~27.3%로 가장 높은 값을 나타내었다. 이 값은 시판용 중밀도섬유판의 흡수두께 팽윤률 KS규정(12% 이하)보다 활성탄 함유 복합보드 이외의 모든 보드에서 현저히 낮은 두께 팽윤률을 나타내어 건축내장재료 활용가능성이 확인되었다.

3) 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 암모니아가스 감

소율은 활성탄 > 백탄 > 흑탄 함유 복합보드의 순이었  
고, 활성탄 함유 복합보드의 경우, 활성탄의 배합비  
율 10%에서 30분 경과 시 약 96%의 암모니아 가스의  
감소율을 나타내었고, 흑탄과 백탄 함유 복합보드에  
서도 1시간 경과 후 95% 전후의 높은 암모니아 가스  
감소율을 나타내어 기능성 건축내장재로 응용가능성  
이 확인되었다.

4) 녹차-숯-목재섬유 복합보드의 포름알데히드 방  
산량은 두 종류의 요소수지 모두에서 흑탄 < 백탄 <  
활성탄 함유 복합보드의 순으로 나타났고, 그 양은  
E<sub>0</sub>급 요소수지를 바인더로 사용시는 super E<sub>0</sub>급  
(0.3 mg/l)에 근접한 복합보드, E<sub>1</sub>급 요소수지를 바  
인더로 사용시는 E<sub>0</sub>급(0.5 mg/l)에 근접한 복합보드  
의 제조가 가능한 것이 확인되었다.

## 사 사

본 연구는 (재)하동녹차연구소 2011년도 명품하동  
녹차사업단(TIPC)의 지원을 받아 수행되었으며 이  
에 감사드립니다. 또한, 목재섬유를 제공해 주신 (주)  
한솔홈데코에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

1. 공석우, 김병로. 2002. 국산 주요 수종 및 목질재료 탄  
화물의 흡착 특성. 목재공학 30(4): 33~40.
2. 권성민, 김남훈. 2006. 목재의 탄화기구 해석(I). 목  
재공학 34(3): 8~14.
3. 김남훈, 황원중, 권성민, 권구중, 이성재. 2006. 제조온  
도에 따른 굴참나무 목탄의 해부학적 특성. 목재공학  
34(4): 1~8.
4. 박상범. 2006. 은행나무 잎을 혼합하여 제조한 파티  
클보드의 물리·기계적 성질과 포름알데히드 저감  
효과. 임산에너지 25(2): 28~33.
5. 박상범, 박주생. 2012. 대나무 숯 성형보드의 연소특  
성. 목재공학 40(1): 19~25.
6. 박한민, 강동현, 임나래, 이수경, 정강원, 김종철, 조경  
환. 2010. 녹차와 목재섬유복합보드의 정적 휨 강도  
성능에 미치는 녹차배합비율의 영향. 농업생명과학  
연구 44(5): 1~8.

7. 박한민, 이수경, 석지훈, 최남경, 권창배, 허황선, 변희  
섭, 양재경, 김종철. 2011a. 녹차-목재섬유복합보드의  
동적탄성률에 미치는 녹차배합비율의 영향 및 휨 진  
동법에 의한 정적 휨 강도성능 예측. 목재공학 39(6):  
538~547.
8. 박한민, 이수경, 석지훈, 최남경, 권창배, 허황선, 김종  
철. 2011b. 목재섬유, 톱밥 및 녹차 이종복합보드의  
정적 휨 강도성능에 미치는 녹차 및 톱밥 배합비율  
의 영향. 농업생명과학연구 45(6): 41~46.
9. 박한민, 이수경, 석지훈, 최남경, 권창배, 허황선, 변희  
섭, 양재경, 김종철. 2012. 이종복합보드의 동적탄성  
률에 미치는 녹차와 톱밥배합비율의 영향 및 정적 휨  
강도성능의 예측. 농업생명과학연구 46(2): 9~17.
10. 박한민, 문성재, 최윤은, 박정환, 변희섭. 2009. 목재와  
목질재료 복합적층재의 휨강도성능. 목재공학 37(6):  
546~555.
11. 안병준, 조태수. 2005. 탄화물의 에틸렌가스 흡착 특  
성. 한국목재공학회 추계학술발표논문집: 490~493.
12. 이동영, 김병로. 2010. 국내시판용 목탄의 흡착특성  
(I). 목재공학 38(1): 27~35.
13. 이세나, 이병호, 김현중, 김수민, 엄영근. 2009. 대나무  
분말의 함량 및 입자크기에 따른 바이오 복합재의 물  
성평가. 목재공학 37(4): 310~319.
14. 이오규, 최원준, 조태수, 백기현. 2007. 목탄계 건축차  
재에 의한 포름알데히드 흡착. 목재공학 35(3): 61~  
69.
15. 이화형, 김관의. 2003. 점토목재파티클보드로 제조된  
Clay-Woodceramics의 성질. 목재공학 31(5): 80~  
87.
16. 이화형, 조운민, 박한상. 2004. 오버레이 백탄보드의  
에틸렌가스 흡착과 딸기 보관성 효과. 목재공학 32(5):  
86~92.
17. 정명준, 김수연, 임윤희, 김대영, 조병목, 오정수.  
2004. 실내 오염 물질에 대한 숯의 흡착 제거 효과.  
한국목재공학회 추계학술발표논문집: 67~71.
18. 井出 勇、石原 茂久、川井秀一、吉田 弥壽郎、中  
路 誠、高松 敦久. 1991. 耐火性炭素複合材料の製造  
と開發(第1報) - グラファイトフェノールフォームア  
ルデヒド樹脂熱硬化性オーバーレイしたパーティク  
ルボードの耐火性能と物性. 木材學會誌 37(11):  
1026~1033.
19. 井出 勇、石原 茂久、樋口 尚登、西川 昌信. 1994.  
竹炭からの機能性炭素複合材料素材の開發. 材料  
43(485): 152~157.