

## 폐목재와 숯을 활용한 보드의 신용도 개발

최용순\*<sup>1</sup> · 권구중 · 황원중 · 한태형 · 권진헌 · 김남훈\*<sup>2</sup>

### New Utilization of Boards Manufactured with Wastewood and Charcoal

Yong-Soon Choi\*<sup>1</sup> · Goo-Jung Kwon · Won-Jung Hwang  
Tae-Hyung Han · Jin-Heon Kwon · Nam-Hun Kim\*<sup>2</sup>

#### ABSTRACT

---

Some physical characteristics as thickness swelling, heat conduction, and bending properties of composite boards made of waste wood chip and charcoal were measured. Wood-charcoal composite boards of three types and cement board were prepared for this study as shown in Table 1. Keeping duration of strawberries in the boxes(25cm × 25cm × 25cm) manufactured with the boards was also examined.

Thickness swelling and bending properties(MOR and MOE) of board B and C were lower than those of board A. Among the wood-charcoal composite boards except cement board, there were no differences in heat conduction(mm/sec.). Strawberries in the box with board C were kept longer duration in fresh condition than that with cement board.

From the results, it is suggested that wood-charcoal composite boards can be used for eco-material.

---

\*1 양구초등학교, Yanggu elementary school, Yanggu 255-800, Korea

\*2 강원대학교 산림과학대학 College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

## 1. 서 론

우리나라는 국내 목재소비량의 약 93% 이상을 수입재에 의존하고 있어 국산재의 자급율은 약 7%에 불과하다(임업연구원, 1999). 더구나 국산재 총생산량의 70% 이상이 간벌 소경재 및 폐잔재이므로 개목, 표고버섯골목, 펄프용 칩, 톱밥 등으로 활용되거나 임지내에 버려지고 있으므로 보다 고부가가치화할 방안마련이 중요한 과제이다. 또한 수입재의 상당부분이 가공과정에서 폐잔재로 버려지고 있어 이의 효율적 이용방안도 여러 각도로 검토되어야 할 것이다.

이들 간벌 소경재 및 폐잔재의 유효활용 방안의 하나로 기존의 목질재료와의 혼합 및 재구성 등을 통하여 성질의 개선과 차별화된 새로운 목질재료의 개발이 중요한 것으로 생각된다. 이미 미국 등 선진국에서는 폐목질, 폐지, 폐비닐, 플라스틱 등과 같은 도시 고형 쓰레기와 목질계와의 복합화를 통하여 판상재나 성형 복합재 등을 개발하려는 연구가 활발히 진행되고 있다(Youngquist, 1989).

숯은 예로부터 연료용 재료로서 많이 이용되어 왔다. 최근 숯이 공기 및 수질정화, 원적외선 방출, 전자파차폐 등 많은 특성이 새롭게 밝혀지면서 이것을 이용한 보다 많은 새로운 이용법이 개발되어 연료용 재료로서의 이용 이외에 가정용, 농림어업용, 광공업용 등 그 용도가 광범위하게 사용되고 있다. 또한 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 숯을 이용한 상품들도 대량 생산되고 있어 숯의 사용이 눈에 띄게 증가하고 있다. 이와 같이 숯은 최근 환경친화적인 소재로 새롭게 인식되어 많이 이용되고 있다(임업연구원, 1998).

따라서 본 연구에서는 폐목질자원의 고부가가치화를 위한 방안의 하나로써 숯과 폐목재를 이용한 복합재료를 제조하여 그 성능 및 친환경재료로서의 이용가능성을 조사하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

본 실험에서 보드의 제작을 위해 사용된 파티클

은 인천에 소재하고 있는 동화기업에서 분양받은 것으로서 라디에타 파인(*Pinus radiata* D. Don.) 95%, 아피통(*Dipterocarpus* spp.)과 라왕(*Shorea* spp.)의 혼합칩 5%가 섞여 있는 파티클 보드의 중층용 칩이다. 파티클의 크기를 일정하게 하기 위하여 선별과정(9mesh)을 거쳤고, 선별된 파티클 함유율은 6%이하가 되도록 건조하였다.

숯은 강원도 홍천군 화촌면 소재의 강원목탄공장에서 참나무류로 제조한 흑탄분말을 사용하였다.

접착제는 요소수지(Urea formaldehyde resin)를 사용하였고, 수지율은 60%, pH는 7.5 였다. 보드 제조시 고형분량을 기준으로 10% 요소수지를 사용하였다.

### 2.2 실험방법

#### 2.2.1 보드의 제조

본 실험에서 제조된 보드의 목표밀도는 0.8g/cm<sup>3</sup>로 설정하였으며, 보드의 치수는 280mm×280mm×10mm(두께)로 제조하였다.

구성형태에 따라 표 1과 같이 보드를 제조하였다.

Table 1. Composite boards

Board A	Wood chip(100%)
Board B	Wood chip(70%) + Charcoal(30%)
Board C	See Fig. 1
Cement board	Cement (30%) + Sand(70%)

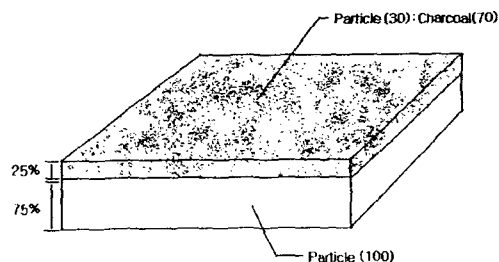


Fig. 1 Shape of Board C

이들 3종류의 보드를 각각 7매씩 계 21매를 제조하였다. 보드제조시 열압공정에 사용된 프레스는 수동유압식 열압기로 열압온도를 180℃로 하였으며, 열판이 매트에 다다른 후 스토퍼에 도달하는 시간을 1분으로 하였다.

압체시에는 2단 압체방식을 이용하였는데 1단 압체시 180℃, 16kgf/cm<sup>2</sup>에서 1분, 2단 압체시 180℃, 36kgf/cm<sup>2</sup>에서 4분, 총 5분의 압력으로 보드를 제조하였다.

### 2.2.2 시멘트 보드제조

현재 우리의 주거공간이 대체로 시멘트로 이루어져 있기 때문에 시멘트보드를 제조하여 비교 실험을 실시하였다. 시멘트보드는 시멘트(30)와 모래(70)를 혼합하여 양생과정없이 30일간 기건시켜 제조하였다.

## 2.3 시험방법

### 2.3.1 밀도, 함수율 및 흡수두께 팽창률 측정

각 조건으로 제조된 보드를 10cm×10cm로 절단한 후 무게와 부피를 측정하여 밀도를 계산하였다. 함수율은 밀도를 측정할 시험편의 무게를 측정한 후, 전건법에 따라 시험편이 항량에 도달한 후의 무게를 측정하여 계산하였다.

흡수두께 팽창율은 각 조건으로 제조된 보드를 5cm×5cm의 크기로 절단하여 24±1℃의 항온수조에 시험편이 수면으로부터 3cm 잠기게 하여 24시간이 경과 후 흡수두께 팽창율을 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{흡수두께 팽창율}(\%) = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100$$

T<sub>1</sub>: 흡수 전 두께(mm) T<sub>2</sub>: 흡수 후 두께(mm)

### 2.3.2 휨파괴계수(MOR) 및 휨탄성계수(MOE) 측정

제조된 보드를 한국 공업규격 KS F 3104 파티클 보드의 규정에 따라 휨파괴계수를 측정하였다. 시험편의 크기는 20cm(길이)×5cm(폭)×1cm(두께), span은 15cm로 하였고, 강도시험기(STM 20E)를 이용하여 crosshead speed 10mm/min.로 하였다. 휨파괴계수(MOR) 및 휨탄성계수(MOE)는 다음의

식으로 계산하였다.

$$\text{휨파괴계수(MOR: kgf/cm}^2\text{)} = \frac{3}{2} \times \frac{PL}{bt^2}$$

P: 최대하중(kgf) L: span(cm)

b: 시험편의 폭(cm) t: 시험편의 두께(cm)

$$\text{휨탄성계수(MOE: kgf/cm}^2\text{)} = \frac{\Delta PL^3}{4 \Delta y bt^2}$$

ΔP: 비례한도 하중(kgf)

Δy: ΔP일 때 span 중앙의 변형(cm)

L: span(cm) b: 시험편의 폭(cm)

t: 시험편의 두께(cm)

### 2.3.3 열전도성 측정

본 실험에서는 각 보드를 100℃의 hot plate 위에 놓고 시료표면에 온도계를 접촉시켜 기준온도까지 소요된 시간을 측정하여 열전도성을 나타내는 지표로 사용하였다. 즉 측정시 실온은 24℃였고, 40℃까지 소요된 시간을 측정하여 비교하였다.

$$\text{열전도성(mm/sec.)} = \frac{D}{T}$$

D: 시험편의 두께(mm),

T: 목표시간까지 소요된 시간(sec)

### 2.3.4 보드의 환경적 영향 평가

본 실험에서는 제조한 각 보드의 환경적 영향 평가를 위한 하나의 방법으로 딸기를 이용하여 신선도 유지 실험을 실시하였다. 내부치수가 25cm×25cm×25cm의 3종류 상자(시멘트보드 상자, 보드 A로 만든 상자, 보드 C로 만든 상자)를 제작하여, 각각의 상자에 딸기를 넣고 유리뚜껑을 덮은 다음 부패정도를 관찰하였다. 이 때의 실내온도는 24±1℃를 유지하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 밀도, 함수율 및 흡수두께 팽창률

본 실험에서 측정한 파티클 보드의 밀도, 함수

을 및 흡수두께 팽창율을 표 2에 나타내었다. 밀도는 각각 5개의 시편을 사용하여 이들의 평균값으로 한 결과로 목표 밀도를 0.8g/cm<sup>3</sup>로 제조한 각각의 보드에 대한 밀도는 0.78~0.83g/cm<sup>3</sup>의 범위로 나타났다. 숯을 혼합하여 제조한 보드 B, C가 파티클만으로 제조한 보드 A에 비해 목표밀도보다 다소 높은 값을 나타내었지만, 대체적으로 목표밀도에 가까운 값을 나타내었다.

보드의 함수율은 순수한 파티클만으로 제조한 보드 A 보다 숯과 혼합하여 제조한 보드 B, C가 다소 낮게 나타났다.

각 보드의 흡수두께 팽창율은 보드 A가 66%, 보드 B가 57%, 보드 C가 52% 이었다. 전반적으로 보드 제조시 파티클 함량이 많을수록 높은 흡수두께 팽창율을 나타내었다.

Table 2. Density, moisture content and thickness swelling of each board

Board	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Moisture content(%)	Thickness swelling(%)
A	0.78	4.6	66
B	0.83	4.1	57
C	0.81	3.9	52

### 3.2 휨 파괴계수(MOR)와 휨 탄성계수(MOE)

각 보드의 휨파괴계수(MOR)와 휨탄성계수(MOE)값을 표 3에 나타내었다.

Table 3. Modulus of rupture and modulus of elasticity of each board.

Board	MOR(kgf/cm <sup>2</sup> )	MOE(kgf/cm <sup>2</sup> )
A	187	5,009
B	49	2,877
C	104	2,792

휨파괴계수는 보드 A가 187kgf/cm<sup>2</sup>로 다른 보드에 비해 높은 값을 보였고, 보드 C가 104kgf/cm<sup>2</sup>, B가 49kgf/cm<sup>2</sup>로 가장 낮게 나타났다. 보드 B는 한국공업규격(KS F 3104, 1992)에서 규정한 파티클 보드의 최소 휨강도 80kgf/cm<sup>2</sup>보다 낮게 나타났다. 이는 보드에 혼합된 분말상태의 숯이 파티클과의 접착력을 다소 떨어뜨렸기 때문으로 생각된다.

탄성계수는 보드 A가 다른 보드에 비해 5,009kgf/cm<sup>2</sup>로 가장 높은 값을 보였으며, 보드 B가 2,877kgf/cm<sup>2</sup>이었고, 보드 C가 2,792kgf/cm<sup>2</sup>로 가장 낮은 값을 보여주었다.

### 3.3 열전도성

각 보드별 열전도성을 비교하여 표 4에 결과를 나타내었다.

각 보드에 대한 단위시간당(sec.) 열전도 거리를 비교해 본 결과 보드 A, B, C가 시멘트보드보다 열전도성이 낮은 것으로 나타났는데, 이것은 보드 A, B, C가 시멘트 보드보다 불규칙한 구조와 공극의 존재 인하여 열전도성이 시멘트 보드보다 낮은 것으로 생각된다.

Table 4. Heat conduction of each board

Board	Time	24℃ to 25℃	24℃ to 30℃	24℃ to 35℃	24℃ to 40℃
		mm/sec.	mm/sec.	mm/sec.	mm/sec.
Cement	42 mm	0.0875	0.0583	0.0388	0.0269
A	9 mm	0.0086	0.0040	0.0028	0.0019
B	9 mm	0.0113	0.0041	0.0028	m0.0016
C	9.2mm	0.0115	0.0041	0.0029	0.0018

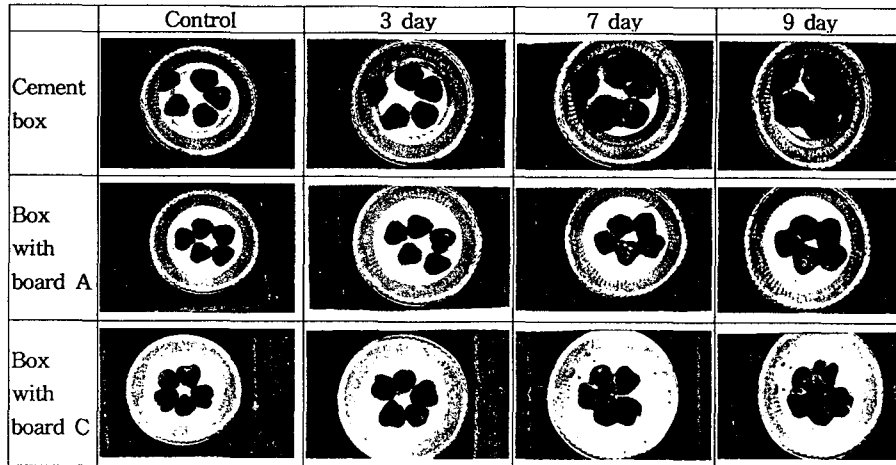


Fig. 2 Photographs of strawberries in each box for 9 days

### 3.4 환경적 특성

각 보드의 환경적 영향 평가를 위해 딸기를 이용하여 신선도를 관찰한 결과를 그림 2에 나타내었다. 각 상자내에 있는 딸기의 신선도 유지기간은 보드 C로 만든 C상자 > 보드 A로 만든 A상자 > 시멘트상자 순으로 나타났다.

즉, 시멘트보드로 제작된 상자내의 딸기는 3일째부터 곰팡이가 생기기 시작하여 7일째에 완전 부패되었고, 보드 A로 제작한 상자내의 딸기도 3일째부터 곰팡이가 생기기 시작하여 9일째에 완전히 부패되었다. 그러나 보드 C로 제작한 상자내의 딸기는 3일까지는 신선도를 유지하였고, 4일째부터 곰팡이가 번식하기 시작하여 11일째에 완전히 부패되어 가장 오래 보존이 가능하였다. 야채와 과실에서 에틸렌 가스가 발생되는데, 이 에틸렌 가스가 이들의 숙성과 노화를 촉진시키는 것으로 알려지고 있다(炭おこしサミット 実行委員会編, 1999). 따라서 에틸렌 가스를 억제하든지 발생된 가스를 제거하면 식품의 신선도를 그만큼 오래 보존할 수 있게 되는데, 보드에 혼합된 숯이 에틸렌 가스는 물론 냄새의 원인이 되는 가스들까지 흡착하기 때문에 다른 상자에 비해 좀 더 오래 보존하는 것으로 생각되었다.

### 4. 결 론

본 연구에서 얻어진 결론은 다음과 같다.

- 1) 각 보드의 흡수두께 팽창율은 파티클만으로 제조한 보드 A가 높은 흡수두께 팽창율을 나타내었다.
- 2) 숯과 파티클을 혼합한 보드가 파티클만으로 제조한 보드보다 낮은 휨파괴계수 및 휨탄성계수를 나타냈다.
- 3) 숯과 파티클을 혼합한 보드 및 파티클보드가 시멘트보드보다 열전도성이 낮았다.
- 4) 딸기의 보존시간은 숯-파티클보드 상자가 가장 길었고, 그 다음 파티클보드 상자, 시멘트상자 순이었다.

결론적으로 숯을 혼합한 보드는 강도적 성질이 기존에 보드에 비해 다소 낮았지만, 딸기의 보존성 및 열전도성이 낮아 신기능성을 부여 할 수 있는 생태재료(eco-material)로서의 이용가능성이 시사되었다.

### 참 고 문 헌

- 1) 임업연구원. 1998. 목질탄화물(숯과 목초액)의 농업 및 환경적 이용. 임업연구원 연구자료 제 144호 : 11-218.
- 2) 임업연구원. 1999. 임업경제동향 년차보고서. 임업연구원 연구자료 제148호 : 74-78.
- 3) 한국 공업 규격. 1992. KS F 3104 파티클보드.
- 4) 炭おこしサミット実行委員会編. 1999. 炭を使う知恵. 川 書林 : 50-51.
- 5) Youngquist, J. A., and R. M. Rowell. 1989. Opportunities for combining wood with nonmaterials. Proceeding of 23th International Particle board/Composite Materials Symposium, T.M. Maloney, ed., Washington State Univ., Pullman, WA. : 141-157.