

# 목탄충진 목재 판넬의 특성

## Properties of Charcoal-Packed Wood panel

김남훈 · 황원중 · 권구중 · 권성민

# 목탄충진 목재 판넬의 특성\*

김 남 훈\*\* · 황 원 중\*\* · 권 구 중\*\* · 권 성 민\*\*

## Properties of Charcoal-Packed Wood Panel\*

Nam-Hun Kim\*\* · Won-Joong Hwang\*\* ·

Goo-Joong Kwon\*\* · Sung-Min Kwon\*\*

### 목 차

- |                    |                              |
|--------------------|------------------------------|
| 1. 서론              | 3. 결과 및 고찰                   |
| 2. 재료 및 방법         | 3-1 각 상자내부의 온·습도 및 딸기의 중량 변화 |
| 2-1 재료             | 3-2 딸기의 보존성                  |
| 2-2 실험방법           | 3-3 단열성 및 조습성                |
| 2-2-1 딸기의 보존성 측정   | 3-4 차음성                      |
| 2-2-2 단열성 및 조습성 측정 | 4. 결론                        |
| 2-2-3 차음성 측정       | 5. 참고문헌                      |

### ABSTRACT

Five type boxes manufactured from cement(A), wood panel(B), charcoal-packed wood panel(C), plywood panel(D) and charcoal-packed plywood panel(E) were prepared. Relationship of preservation characteristic of strawberry and relative humidity, and properties of thermal and sound insulations in the boxes were examined. During the experimental duration, relative humidity in the cement box was highest and lowest in the charcoal-packed wood panel box. Weight loss of strawberry was greatest in charcoal-packed wood panel box and very little in cement box. In the boxes with charcoal-packed wood panel box and very little in cement box. In the boxes with charcoal, strawberry was preserved for 10 days without getting mold, but in cement box it was covered with mold in 3 days. The charcoal-packed boxes showed higher thermal insulation property than the cement box. There were no significant differences in the property of sound insulation among the 5 type boxes.

Consequently, it is suggested that charcoal-packed wood panels can be used for a better ecomaterial.

\* 2002년도 산·학·연 컨소시엄 연구과제 수행 결과의 일부임

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

## 1. 서 론

목재는 생물재료로서 금속 및 무기재료가 가지지 못하는 장점을 많이 갖고 있는 재료이다. 목재는 생물세포로 구성된 재료로서 자연스런 색과 무늬가 인간의 감성에 친근감을 주는 특성이 있다. 이러한 사실은 목재환경의 건물에서 교육받는 학생들이 철근 콘크리트 건물에서 교육받는 학생들에 비해 정서적이며 비행학생의 비율이 낮다고 하는 연구보고에 의해 증명되고 있다. 또한 목재는 조습성, 단열성, 전기저항성, 차음성, 내충격성, 내마모성 등도 우수한 재료이다. 목재는 불에 약하고 부후되기 쉬우며 활열이나 비틀림이 발생하기 쉬운 단점을 가지고 있는 것으로 오랜 기간 동안 인식되어져 왔으나, 최근 슈퍼목재의 개발로 이러한 단점들은 크게 개선되고 있다.

숯은 제조방법의 차이에 따라 백탄과 흑탄으로 분류된다. 백탄은 1000℃ 정도에서 제조되고 경도, 비중이 크고 정련도가 좋아 두드러질 경우 금속음을 내는 특징이 있으며 착화하기 어려우나 일단 착화되면 오랫동안 화력이 유지되는 특징이 있다. 한편 흑탄은 600-800℃에서 제조되며 백탄에 비해 그 제조방법이 간단하지만 경도, 비중, 정련도 등이 낮고 착화되기 쉬우나 화력유지시간이 짧은 특징을 가지고 있다. 최근 목탄(숯)을 이용하여 건강한 생활환경을 유지하고자 하는 움직임이 국내외에 확산되고 있다. 숯은 인간이 불을 사용하기 시작한 이래 연료로서의 기능뿐만 아니라 인간의 의식주 생활과 밀접하게 관련되어 사용되어 왔다. 그 좋은 예가 숯이 사용된 고분 내에 미이라가 2000년이 넘도록 잘 보존된 점, 서적이나 의류, 식품의 보존에 사용되어온 점 등이다. 이러한 숯이 가지는 놀라운 성질은 과학이 발달된 지금까지도 신비에 싸인 채 숨겨진 비밀이 많다. 현재 숯은 연료용, 건축용(조습제), 정수용, 식품보존용, 전자파 차단제 등으로 광범위하게 사용되고 있으며 숯가루는 최근 토양개량제로서 유기농

업분야에서 인기를 끌고 있다<sup>1)</sup>.

강원도는 목탄의 원료인 참나무과 수종의 분포 및 생육밀도가 높아 목탄원료 공급이 국내에서는 가장 용이한 지역으로 강원도의 목탄생산량이 국내 목탄생산량의 60%이상을 넘고 있다. 현재 생명의 숲 가꾸기의 일환으로 침활엽수재의 간벌소경재의 생산량이 급증하고 있어 이들 자원의 효율적인 이용방안 마련이 시급하게 요구되고 있다. 이러한 시점에서 인간의 삶의 질을 높일 수 있는 친환경재료를 개발하고 국내 자원을 고도로 이용하여 고부가가치화하기 위한 연구가 필요한 것으로 생각된다. 최근 국내에서 이에 관련한 연구<sup>3-5)</sup>가 활발히 진행되고 있어, 본 연구와 관련한 연구의 중요성을 재확인 시켜주고 있다.

따라서, 본 연구에서는 친환경재료의 개발을 목적으로 목재와 목탄을 혼합하여 제작한 벽판의 특성을 조사 및 검토하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2-1 재료

본 실험을 위하여 벽돌상자 1개, 원목상자 2개, 합판상자 2개로서 총 5개를 제작하였다. 원목과 합판으로 제작한 상자는 약 3cm의 공간을 둔 2중벽 구조로 제작하였고, 상자들의 내부규격은 50cm×50cm×50cm였다. 원목상자 1개와 합판상자 1개의 2중벽 공간에는 목탄알갱이(10mm×10mm×15mm) 약 5kg을 넣었다. 상자 내벽에는 목탄알갱이와 공기가 통하도록 작은 구멍(Φ=5mm)을 적당한 간격으로 뚫었다. 목탄(백탄)은 강원도 홍천군에 소재한 (주)강원목탄에서 분양 받았고, 딸기(*Fragaria* spp.)는 시중에서 유통되고 있는 신선한 것을 구입하여 사용하였다.

### 2-2 실험방법

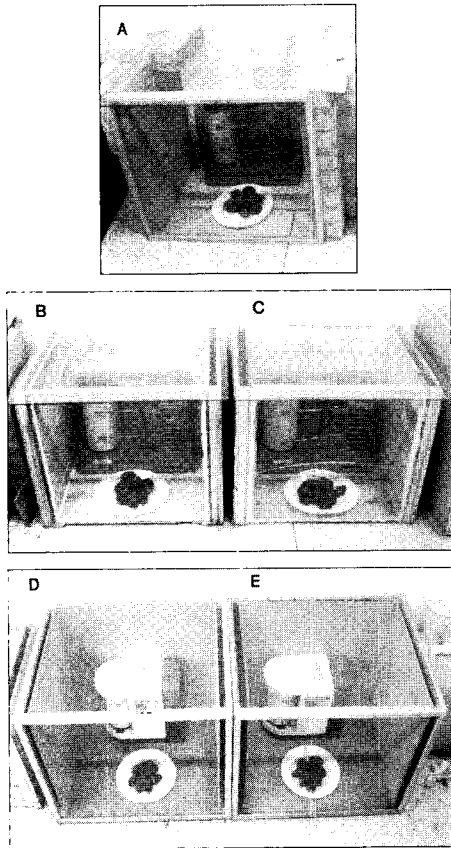
#### 2-2-1 딸기의 보존성 측정

상자내부의 온도와 습도 측정은 자동 온도·습도계(Sigma-II, SATO KEIRYOKI)를 사용

하였다. 또한 중량변화는 최초 중량과 12, 24 시간 간격으로 전자저울(Explorer OHAUS)를 이용하여 측정하였다. 각 상자에 딸기를 넣고 온·습도 측정 장치를 설치한 것을 Fig. 1에 나타낸다.

### 2-2-2 단열성 및 조습성 측정

상자내부와 외부의 온·습도는 Fig. 2와 같은 상자를 제작하여 그 속에 자동 온·습도계를 넣어 측정하였다. 상자는 비가림이 되어있고 대기 중에 노출된 곳에 설치하였다.

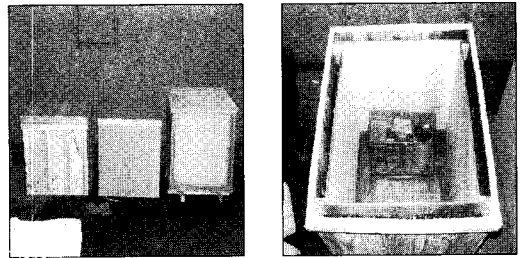


<Fig. 1> Measurement of preservation characteristic of strawberry in each box.

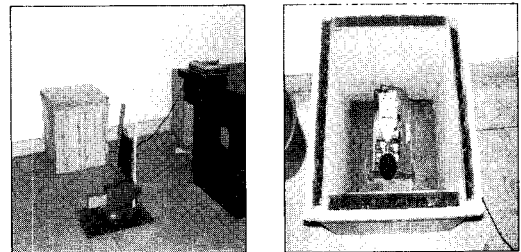
- (A) Brick box
- (B) Wood panel box
- (C) Charcoal-packed wood panel box
- (D) Plywood panel box
- (E) Charcoal-packed plywood panel box

### 2-2-3 차음성 측정

실험용 상자의 내·외부에 소음 측정 장치(RION Co., NL-11)를 설치한 후 차음성을 측정하였다(Fig. 3). 소음의 측정은 마이크로폰을 음원으로부터 1m 와 2m 거리에서 측정하였고 마이크로폰은 상자바닥에서 20cm, 상자 벽으로부터 10cm이상 떨어진 곳에 설치하였으며, 방향은 음원을 향하게 하였다. 소음측정은 10회 반복 실시하였다. 실험을 실시한 실험실의 소음수준은 조용한 전원이나 도서관 수준인 30 ~ 35dB이었다2).



<Fig. 2> Measurement of temperature and relative humidity in boxes.

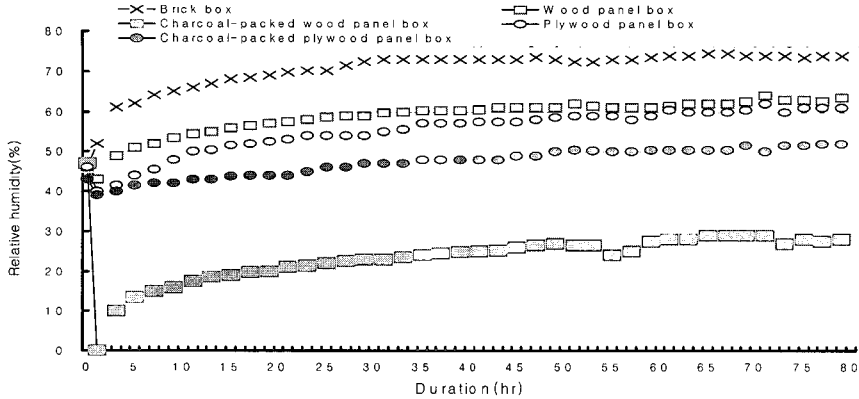


<Fig. 3> Measurement of sound level.

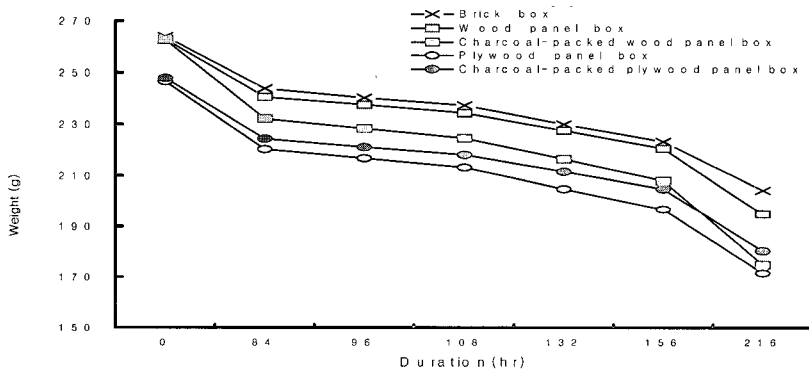
## 3. 결과 및 고찰

### 3-1 각 상자내부의 온·습도 및 딸기의 중량 변화

실험기간 중 실험실의 온도  $16^{\circ}\text{C} \pm 2$ , 상대습도는 평균  $45.6 \pm 1.5\%$ 였다. 딸기의 저장기간 동안 각 상자의 내부 온도는  $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 를 유지하였으며, 상자간의 온도차이는 없었다. Fig. 4는 벽돌상자와 합판상자에서 보관한 딸기에 곰팡이가 관찰된 시점까지의 습도를 나타낸 것이다.



<Fig. 4> Relative humidity in each box



<Fig. 5> Weight loss of strawberry.

벽돌상자내의 습도가 가장 높았으며 목재와 합판상자, 목탄알갱이가 내장된 합판상자, 원목상자순으로 습도가 낮게 나타났다. 여기서 벽돌환경은 상대습도 조절기능이 거의 없고, 이에 비해 합판 및 목재는 상당한 습도조절능력이 있는 것으로 나타났다. 더구나 목탄알갱이를 벽에 충진한 상자는 습도조절능이 더욱 높았는데 이것은 목탄내의 비표면적이 200~400m<sup>2</sup>/g(정도6)로서 딸기에서 증발한 수분이 목탄의 미세공극에 흡착되어 상자내부의 수분을 감소시켜 주었기 때문으로 생각된다.

각 상자에 대한 딸기의 중량 변화를 Fig. 5에 나타낸다. 딸기의 중량은 216시간 경과 후 원목 + 목탄상자가 가장 높은 34%의 감소율을 보여주었다. 합판상자, 원목상자, 합판+목탄상자, 벽돌상자 순으로 모두 시간과 함께

중량이 감소하였으며, 벽돌상자에서 딸기의 중량변화가 가장 적었다. 이러한 중량변화의 차이는 상자 벽재료의 조습능에 크게 좌우되는 것으로 생각된다.

### 3-2 딸기의 보존성

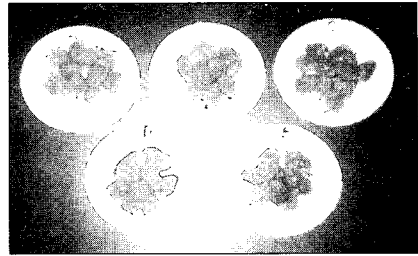
Fig. 6은 딸기를 각 상자에 넣기 전 관찰한 것이며 전체적으로 싱싱한 상태를 유지하였다. 시간이 지남에 따라 딸기의 신선도는 감소됐고, 벽돌상자와 합판상자의 딸기는 78시간 후부터 곰팡이가 생기기 시작하였다. Fig. 7은 벽돌상자와 합판상자에서 곰팡이가 최초 관찰된 후 24시간이 지난 때(총 102시간 경과)의 사진이며, 이때까지 원목, 원목+목탄, 합판+목탄 상자의 딸기에서는 곰팡이가 관찰되지 않았다. 원목, 원목 + 목탄, 합판 + 목탄

상자의 딸기는 벽돌상자와 합판상자에서 곰팡이가 관찰된 후 약 70시간(총 148시간) 경과된 후 곰팡이가 관찰되었다. Fig. 8은 각각의 상자에서 8일째(약 195시간) 보관된 딸기의 상태를 관찰한 것이다. 각 상자중 원목+목탄 상자(C)와 합판+목탄 상자(E)의 딸기가 가장 낮은 부패상태를 보여주었다. 최 등(2000)은 목탄을 이용한 복합보드에서 보관된 딸기가 시멘트상자에서 보관된 딸기보다 신선도가 더 오래 유지됨을 보고하여 본 실험과 같은 경향을 보여주었다. 한편 야채와 과일에서는 장·단기간 보관시 에틸렌 가스가 발생되는데 이 에틸렌 가스가 숙성과 노화를 촉진시키는 것으로 알려지고 있다7).

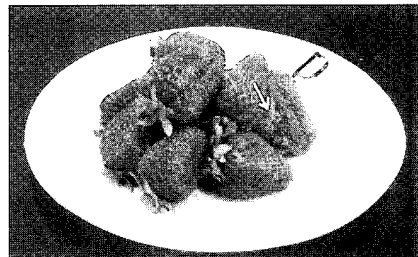
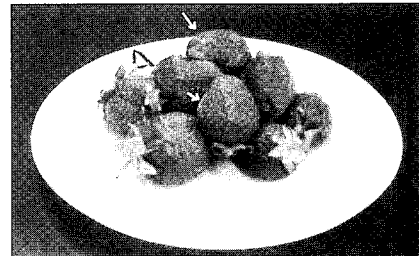
따라서 에틸렌 가스의 발생을 억제하거나 이미 발생된 가스를 제거하면 식품의 신선도는 그만큼 오래 보존할 수 있을 것이다. 그러므로 목탄알갱이가 내장된 벽판은 에틸렌 가스나 기타 여러 가지 가스들까지 흡착하기 때문에 다른 상자에 비해 딸기를 좀 더 오래 보존할 수 있는 것으로 생각된다. 또한 숲에 포함되어 있는 미네랄과 숲의 수소이온농도, 내부표면의 활성 등에 의한 물리·화학적 기능이 복합적으로 작용되어 부패방지 효과를 보여주는 것으로 생각된다.

### 3-3 단열성 및 조습성

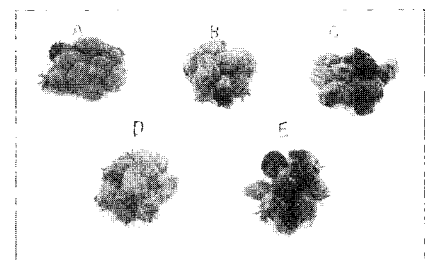
Fig. 9는 대기 중에서 24시간 상자내, 외부의 온도변화를 측정된 것이다. 목탄이 내장된 상자는 시멘트 콘크리트상자보다 내, 외부의 온도변화 폭이 좁았으며, 최저온도가 시멘트 콘크리트상자, 원목상자, 합판상자보다 높아 단열성이 우수한 것으로 나타났다. Fig. 10은 상자내부와 외부에서 측정된 상대습도의 변화이다. 목탄이 내장된 원목상자와 합판상자 내부의 상대습도는 매우 낮게 나타났으며, 원목상자, 합판상자, 시멘트 콘크리트상자 순으로 높았다. 목탄을 내장한 상자중 원목상자에 목탄이 내장된 경우에서 더 낮은 상대습도와 안정성을 나타내었다. 상자외부의 상대습도 변



<Fig. 6> Photograph of strawberry in control condition.



<Fig. 7> Photographs of strawberry after 102 hours in brick(A) and plywood(D) boxes(white arrows: moldy strawberry).



<Fig. 8> Photograph of strawberry after 8 days in each box.

화는 1일을 주기로 반복되는 경향을 나타내었으며, 시멘트 콘크리트상자와 원목상자, 합판상자 내부의 변화는 변화의 폭이 작지만 주기성을 가지고 있다. 그러나 목탄이 내장된 상자의 상대습도는 거의 일정한 경향을 보여주었다.

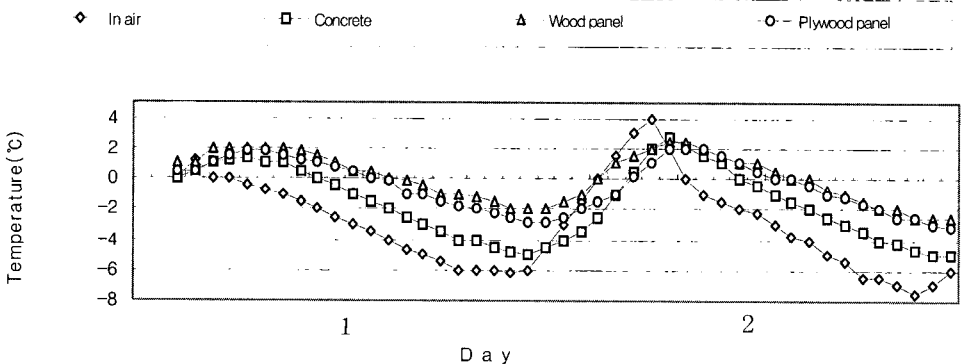
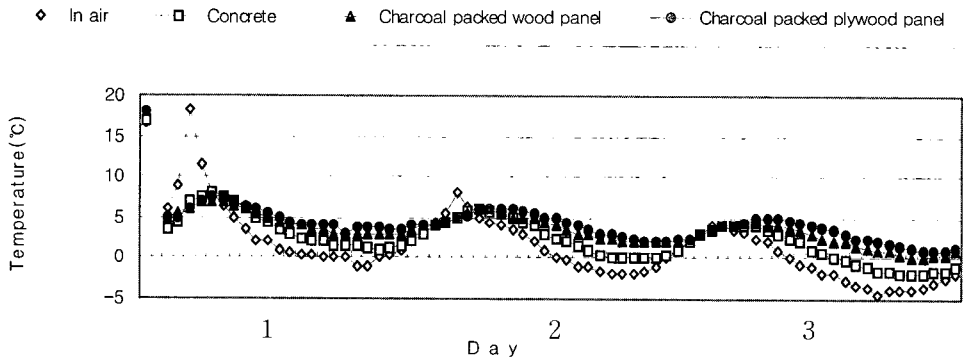
3-4 차음성

상자의 내부와 외부에서 측정된 소리의 레벨은 Table 1에 나타났다. 상자 외부에서 측정된 소리는 거리에 관계없이 비슷한 결과였으나, 상자내부에서 측정된 소리의 레벨은 상자에 따라 다소 다른 형태를 보여주었다. 시멘트 콘크리트 상자는 1m거리에서 약 14%의 소리를 감소시키며, 2m거리에서는 약 13% 감소시킨다. 원목상자는 각각 14%, 17% 정도 감소시키며, 목탄 + 원목상자는 20%, 16% 정도, 합판상자는 10%, 13%정도, 목탄 + 합판상자는 17%, 16%정도 감소시킨다. 목탄이 내장된 상자에서 소리를 감소시키는 효과는 시멘트 콘크리트 상자, 원목상자 및 합판상자보다 다소 높은 것으로 나타났지만 큰 차이는 없는 것으로 판단되었다.

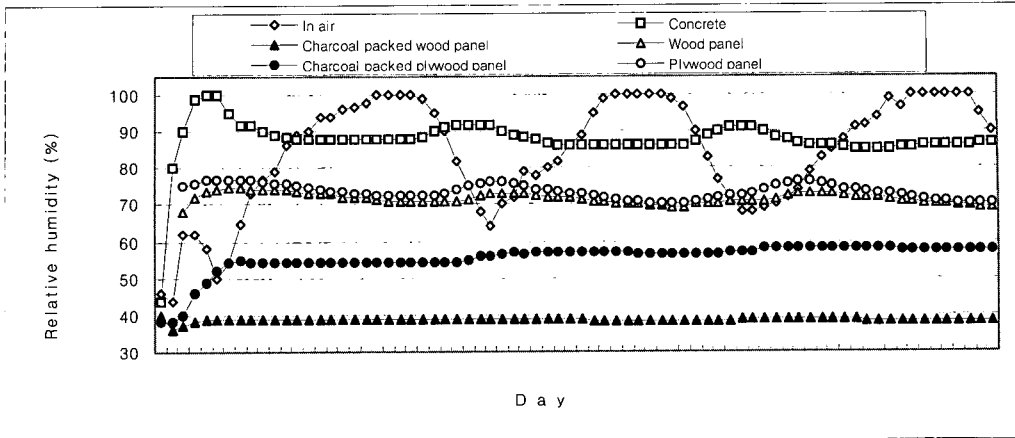
<Table 1.> Sound level in each box

Box type	D.S.*	Sound level (dB)	
		In air	In box
Concrete	1	92.1±1.4	79.2±0.9
	2	91.3±1.3	79.5±0.4
Wood panel	1	92.1±1.4	79.3±1.1
	2	91.3±1.3	75.8±0.7
Charcoal-packed wood panel	1	92.1±1.4	74.1±1.0
	2	91.3±1.3	76.6±0.5
Plywood panel	1	92.1±1.4	83.3±0.5
	2	91.3±1.3	79.0±0.5
Charcoal-packed plywood panel	1	92.1±1.4	76.4±0.6
	2	91.3±1.3	76.5±1.4

\* Distance from point source of sound(m)



<Fig. 9> Variation of temperature in each box.



<Fig. 10> Relative humidity in each box.

#### 4. 결 론

목재와 목탄을 이용하여 제작한 벽판의 성능을 평가한 결과는 다음과 같다.

- 1) 목탄을 내장한 상자의 딸기는 일반상자와 벽돌상자보다 더 오래 신선도가 유지되었고, 보존기간도 길었다. 상자내부의 습도는 벽돌상자가 가장 높았으며 딸기의 부패도 가장 빨랐다. 목탄알갱이가 내장된 원목상자와 합판상자는 상대습도의 변화가 낮았으며, 딸기의 중량은 원목+목탄 상자에서 가장 큰 감소율을 보여주었다.
- 2) 목탄이 내장된 상자는 시멘트콘크리트상자, 원목상자, 합판상자보다 단열성이 우수하였고, 외부습도와 관계없이 습도가 일정하게 유지되는 특성을 나타냈다.
- 3) 목탄이 내장된 상자의 차음성은 시멘트 콘크리트 상자, 원목상자 및 합판상자보다 다소 높은 것으로 나타났지만 큰 차이는 없었다.

결론적으로 본 연구에서 개발된 목재-숯 복합재료는 주택내부 벽, 도어, 책상, 테이블, 마루판 등에 적용할 경우 인간의 생활환경 개선에 크게 도움이 될 것으로 생각된다.

#### 5. 참고문헌

- 1) 구자운. 숯의 역사. 산림조합중앙회. 산림 6: 44-47. 2000.
- 2) 李彦求, 金光禹. 建築環境科學. 泰林文化社. 149-212. 1999.
- 3) 이화형, 김관의. 습식공법으로 제조한 목탄-목재섬유복합재료의 에틸렌가스 흡착력과 과일 신선도 유지 효과. 한국가구학회지 14(1): 1-9. 2003.
- 4) 최용순, 권구중, 황원중, 한태형, 권진현, 김남훈. 폐목재와 숯을 활용한 보드의 신용도 개발. 한국가구학회지 11(2): 67-72. 2000.
- 5) 황원중, 권구중, 심응섭, 이성재, 김남훈. 목탄을 활용한 기능성 목질벽판의 특성(1). 한국가구학회지 13(2): 29-35. 2002.
- 6) 安部郁夫. 환경개선용 목탄의 특성과 효과. 한국 숯 연구회. 숯과 목초액 No. 1: 9-12. 2000.
- 7) 炭おこしサミット実行委員会編. 炭を使う知恵. 川辺書林: 50-51. 1999.