

목탄을 활용한 기능성 목질 벽판의 특성(1)

- 과일 및 야채의 보존성 -

황 원 중, 권 구 중, 김 남 훈
(강원대학교 산림과학대학)

1. 서론

우리나라에서는 약 1500년 전부터 본격적으로 숯을 이용한 것으로 추정된다(구, 2000). 추운 겨울에는 숯을 화로에 담아 방안의 온기를 주는 난방의 형태로 사용했으며, 숯의 뜨거운 열을 이용하여 숯다리미로 이용하였다. 또한 예로부터 숯은 나쁜 악취와 귀신을 쫓는 힘이 있다고 믿어 금줄에 숯을 꽂았고, 우물물 정화, 간장, 된장은 물론 동치미를 담글때에도 숯을 넣어서 맛있는 발효를 유도하고 산패를 방지해왔다. 숯의 우수한 보존성과 탁월한 습도조절 능력은 해인사 팔만대장경 보존, 석굴암, 다보탑에서 증명되고 있으며(구, 2000), 1972년 중국 하남성 장사시에서 발굴된 2500여년 지난 마왕퇴고분의 시신이 사망후 3~4일 상태를 유지한 경우가 좋은 예이다.

목탄(숯)은 현대사회에서도 환경문제와 건강에 대한 관심이 고조됨에 따라 농업용, 산업용 및 일상생활에 널리 이용되고 있다. 이러한 목탄의 우수한 보존성은 문화재 보존, 구전 등의 간접적인 방법에 의해 인정되고 있지만 직접적인 실험이 이루어진 문헌은 거의 찾아볼 수 없다. 따라서 본 실험에서는 목탄을 이용한 벽판의 기능을 평가하기 위하여 야채류중 딸기를 대상으로 여러 조건에서의 보존성 및 신선도 유지성을 직접 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 재료

일반 시멘트 벽돌, 두께 8mm의 잣나무(*Pinus koraiensis* S. et Z.) 원목판재, 두께 5mm의 일반합판으로 제작한 3종류의 상자를 사용하였고, 원목과 합판으로 제작한 상자의 벽판은 3면을 2중벽으로 제작하였다. 목탄은 강원도 홍천군에 소재한 (주)강원목탄에서 분양받아 사용하였다. 또한, 실험 대상이 된 딸기(*Fragaria* spp.)는 시중에서 용이하게 구입할 수 있는 일반 딸기를 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 상자제작

상자는 시멘트 상자 1개, 원목상자 2개, 합판상자 2개로서 총 5개를 제작하였고, 5개의 상자 중 원목상자 1개와 합판상자 1개의 벽에는 목탄알갱이(10×10×15mm) 약 1.2kg을 넣었다. 제작된 상자들의 규격은 시멘트 상자 50×40×45cm, 원목상자 47×40×41cm, 합판상자 58×46×47cm이다. 목탄알갱이를 포함한 상자의 내벽은 목탄알갱이보다 직경이 작은 bore-hole(φ 3mm)을 적당한 간격으로 뚫었다.

2.2.2 온·습도 및 중량 측정

5개 상자내부의 온도와 습도 측정은 자동 온·습도계(Sigma-II, SATO KEIRYOKI)를 사용하였다. 또한 중량변화는 최초 중량과 12, 24시간 간격으로 Explorer(OHAUS, 0.01g)를 이용하여 측정하였다.

각각의 상자에 딸기를 넣고 온·습도 측정장치를 설치한 것은 Fig. 1에 보여주었다.

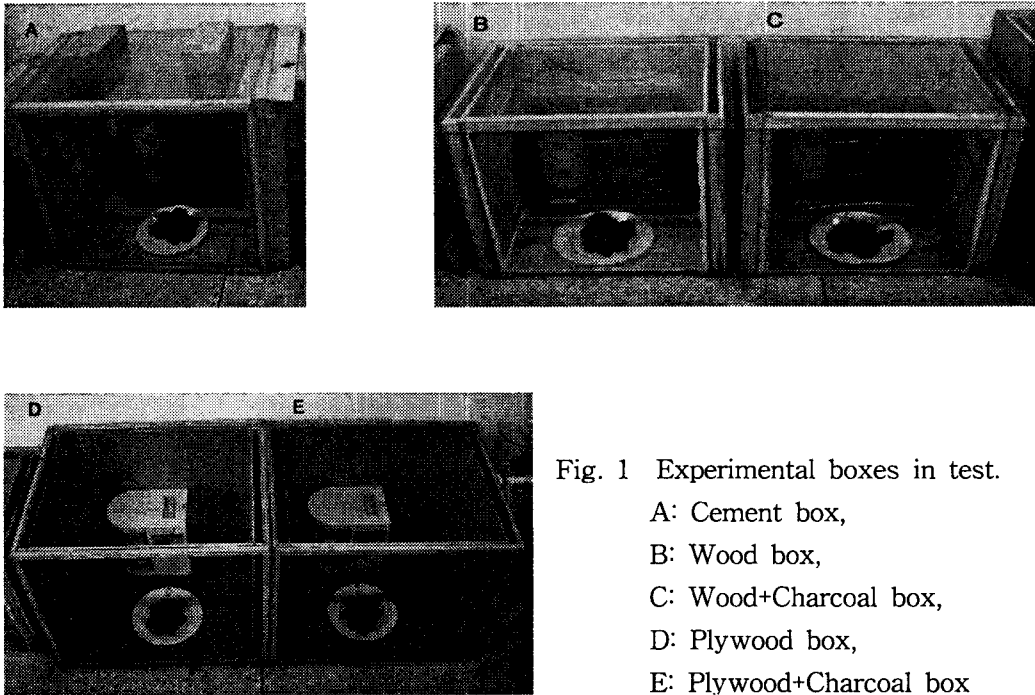


Fig. 1 Experimental boxes in test.
 A: Cement box,
 B: Wood box,
 C: Wood+Charcoal box,
 D: Plywood box,
 E: Plywood+Charcoal box

3. 결과 및 고찰

3.1 각 상자내부의 온·습도 및 딸기의 증량 변화

딸기의 저장기간 동안 각각의 상자내부 온도는 $15\pm 1^\circ\text{C}$ 를 유지하고 있었고, 상자 사이의 온도차이는 없었다. Fig. 2는 시멘트상자와 합판상자에서 보관한 딸기에 곰팡이가 관찰된 시점까지의 습도를 나타낸 것이다.

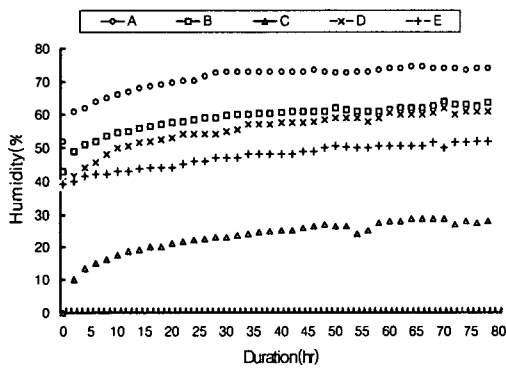


Fig. 2 Temperature and humidity in the each box.

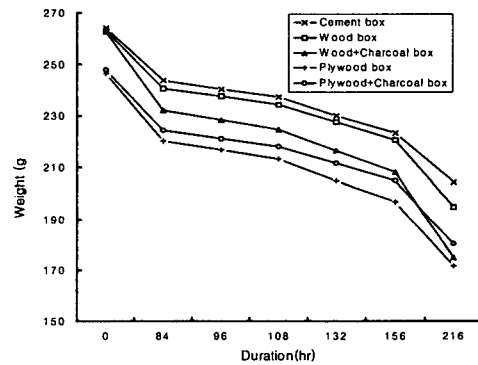


Fig. 3 Change in weight of strawberry.

최초 곰팡이가 관찰된 시멘트상자의 습도가 가장 높게 나타났으며 목탄알갱이가 내장된 원목상자와 합판상자의 습도가 낮게 나타나고 있다. 목탄이 함유되어 있는 상자의 습도가 낮게 나타나는 이유는 목탄내의 비표면적이 $200\sim 400\text{m}^2/\text{g}$ 정도(安部, 2000)로 알려져 있으므로, 딸기에서 증발한 수분이 목탄의 미세공극에 흡착되어 상자내부의 수분을 감소시켜 주기 때문으

로 생각된다.

각 상자내부의 탈기 중량 변화는 Fig. 3에 보여주었다. 탈기의 중량은 216기간 경과 후 시멘트 상자 23%, 원목상자 26%, 원목+목탄상자 34%, 합판상자 30%, 합판+목탄상자 27%의 중량 감소율을 보여주었다. 중량 감소 형태는 상자들간 거의 차이가 없었다.

3.2 벽체내 목탄의 물리적 특성과 공업분석

벽체내에 사용된 목탄의 물리적 특성을 측정된 결과는 Table 1에 보여주었다.

탄화 후 목재의 밀도에 비해 목탄은 23-41%정도로 감소하였으며, 수종에 따라 다소 차이가 있었다. 일반적으로 기건밀도가 1.08g/cm³(森林總合研究所 木材利用部, 1982)로 알려져 있는 비장탄(*Q. phillyraeoides*)은 탄화 후 1.06g/cm³으로 거의 밀도변화가 없었다. 정련도는 탄소량과 전기저항사이의 관계를 나타낸 것으로서 전기저항의 지수를 0-9의 10단계로 구분하여 표시한다. 목탄은 모든 수종이 최상급의 "0"으로서 품질이 우수하였다. 목탄의 수소이온농도는 pH 8.6-9.4정도로서 일본의 비장탄과 차이가 없었다.

Table 1. Physical properties of charcoals.

Species	Moisture content(%)	Density(g/cm ³)		Refining degree	pH
	Wood	Wood	Charcoal	Charcoal	Charcoal
<i>Q. variabilis</i>	52.5	1.13	0.67	0	9.4
<i>Q. mongolica</i>	66.4	1.04	0.62	0	9.3
<i>Q. acutissima</i>	56.4	1.07	0.79	0	9.0
<i>F. rhynchophylla</i>	39.7	0.94	0.72	0	8.6
Bijangtan (<i>Q. phillyraeoides</i>)	-	1.08*	1.06	0	9.2

* : 森林總合研究所, 木材利用部. 1982. 木材の性質一覽表.

Table 2. Industrial analysis of charcoals.

Species	Moisture Content(%)	Ash(%)	Volatiles(%)	Fixed carbon(%)
<i>Q. variabilis</i>	3.0	2.9	4.9	89.2
<i>Q. mongolica</i>	1.9	2.9	4.0	93.2
<i>Q. acutissima</i>	2.0	2.0	5.0	93.1
<i>F. rhynchophylla</i>	1.0	1.9	3.9	93.0
Bijangtan (<i>Q. phillyraeoides</i>)	2.0	0.9	6.9	90.2

Table 2는 목탄의 품질을 분석하는 기본자료로서 이용되고 있는 공업분석의 결과를 나타낸 것이다.

회분량은 전체적으로 백탄이 0.9-2.9%정도로서 김과 공(1999)이 보고한 목질폐잔재의 회분량 0.22-0.73%보다 다소 높았다. 휘발분은 3.9-5%로서 일본의 비장탄보다도 다소 낮은 값을 보여주었다. 김과 공(1999)은 굴참나무와 갈참나무 폐잔재로 제조된 목탄의 휘발분을 77-78% 정도로 보고하여 본 실험의 결과와 다소 차이가 있었다. 또한 임업연구원(1998)은 여러 가지 탄화로에서 제조된 목탄의 휘발분을 17-23%정도로서 본 실험의 목탄보다 상당히 높은 결과를 보고하였다. 고정탄소는 모든 수종이 89%이상을 보여주었다. 임업연구원(1998)은 졸참나무 흑탄의 고정탄소를 66-88%, 백탄을 77-85%로 보고하여 본 실험의 결과보다 다소 낮았다.

3.3 딸기의 보존성

Fig. 4는 딸기를 각 상자에 넣기 前 관찰한 것이며 전체적으로 싱싱한 상태를 유지하였다. 시간이 지남에 따라 딸기의 신선도는 감소됐고, 시멘트 상자와 합판상자의 딸기는 78시간 후부터 곰팡이가 생기기 시작하였다. Fig 5는 시멘트상자와 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 시멘트상자와 합판상자에서 곰팡이가 관찰된 후 약 70시간(총 148시간) 경과된 후 곰팡이가 관찰되었다. Fig. 6은 각각의 상자에서 8일째 보관된 딸기의 상태를 관찰한 것이다. 각 상자중 원목+목탄상자(C)와 합판+목탄상자(E)의 딸기가 가장 늦은 부패상태를 보여주었다. 최 등(2000)은 목탄을 이용한 복합보드에서 보관된 딸기가 기타 상자에서 보관된 딸기보다 신선도가 더 오래 유지됨을 보고하여 본 실험결과와 유사하였다. 한편 야채와 과실에서는 장·단기간 보관시 에틸렌 가스가 발생하는데 이 에틸렌 가스가 숙성과 노화를 촉진시키는 것으로 알려져 있다(炭おこしサミット實行委員會編, 1999). 따라서 에틸렌 가스를 억제하든지 또는 발생한 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 포함 되어 있는 미네랄과 숲의 산성도, 내부표면의 활성 등에 의한 물리 화학적 기능이 복합적으로 작용되어 부패방지 효과를 보여주는 것으로 생각된다.

4. 결론

목탄을 이용한 벽판의 기능을 평가하기 위하여 딸기를 대상으로 여러 조건에서의 보존성 및 신선도 유지성을 직접 검토하였다.

- 1) 각각의 상자내부 온도는 $15\pm 1^{\circ}\text{C}$ 로서 상자간 온도차이는 없었다. 습도는 최초 곰팡이가 관찰된 시멘트상자의 습도가 가장 높았으며 목탄알갱이가 내장된 원목상자와 합판상자의 습도가 낮게 나타났다. 딸기의 중량은 원목+목탄상자에서 가장 큰 감소율을 보여주었고, 시멘트 상자가 낮았다. 중량 감소 형태는 상자들간 거의 차이가 없었다.
- 2) 목탄의 밀도는 목재에 비해 23-41%정도로 감소하였고, 정련도는 모든 수종이 최상급의 "0"으로 나타났다. 목탄의 수소이온농도는 pH 8.6-9.4정도였으며, 모든 공시수종의 공업분석 결과 품질이 우수하였다.
- 3) 목탄을 내장한 상자의 딸기는 일반상자와 시멘트 상자보다 더 오래 신선도가 유지되었고, 보존기간도 길었다.

5. 참고문헌

- 1) 구자운. 2000. 숲의 역사. 산림조합중앙회. 산림 6: 44-47.
- 2) 安部郁夫. 2000. 환경개선용 목탄의 특성과 효과. 한국 숲 연구회. 숲과 목초액 No. 1: 9-12.
- 3) 임업연구원. 1998. 목질탄화물(숲과 목초액)의 농업 및 환경적 이용. 임업연구원 연구자료 제 144호. 11-39.
- 4) 森林總合研究所 木材部, 木材利用部. 1982. 木材の性質一覽表. Bull. For. & For. Prod. Res. Inst. No. 319 : 85-126.
- 5) 김병로, 공석우. 1999. 미이용 목질폐잔재의 탄화이용개발(I)-수종의 간벌재 탄화와 탄화물의 특성-. 한국목재공학 27(2): 70-77.
- 6) 최용순, 권구중, 황원중, 한태형, 권진현, 김남훈. 2000. 폐목재와 숲을 활용한 보드의 신용도 개발. 한국가구학회지 제 11권 2호: 67-72.
- 7) 炭おこしサミット實行委員會編. 1999. 炭を使う知恵. 川辺書林 : 50-51.

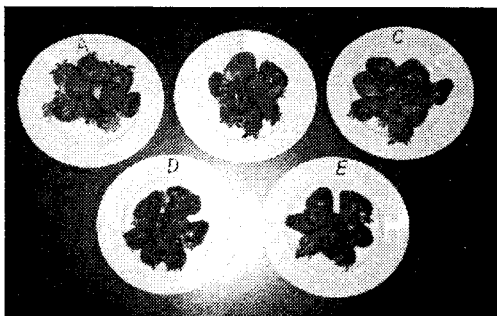


Fig. 4 Photograph of strawberry in control condition.

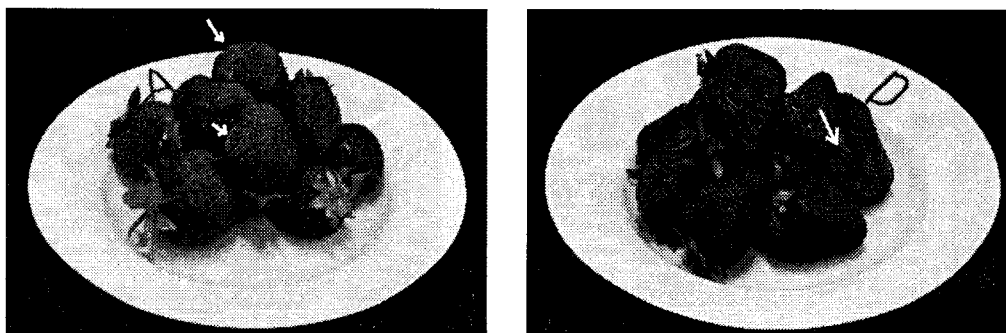


Fig. 5 Photographs of strawberry after 102 hours in cement(A) and plywood(D) boxes. (white arrow : moldy strawberry)

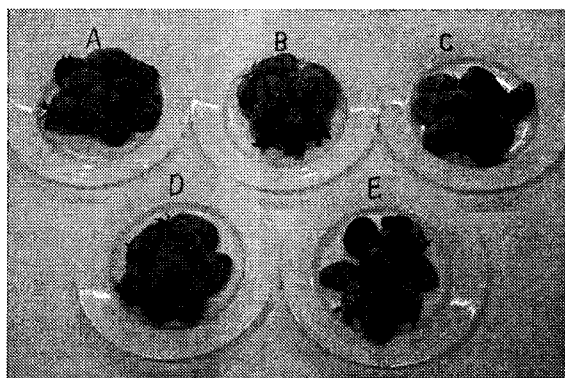


Fig. 6 Photograph of strawberry after 8 days in each box.