

# 숯종이 제조 방법에 따른 강도 및 가스 흡착력 시험

정진모, 고재형, 민경은, 박종문, 김병로, 이동녕

충북대학교 산림과학부 임산공학과

## 1. 서 론

일반적으로 숯은 산소공급을 제한한 상태에서 식물체를 태워 식물체 내에 함유된 수분과 각종 유 · 무기물질들을 휘발 또는 분해시켜 만든 탄소원자로 구성된 동소체이다. 숯은 무수히 많은 구멍들을 지니는 다공성물질이며, 비표면적이 상당히 큰 물질이다.(숯 1g 당 200 m<sup>2</sup> - 300 m<sup>2</sup>) 이러한 특성에 의해 숯은 수분 또는 공기에 강력한 흡착력과 여과 · 정화기능을 가지고 있다.

숯의 강력한 흡착력을 이용하여 청과물 노화에 영향을 주는 에틸렌 가스를 흡착시켜 신선도를 유지하거나, 인체에 해로운 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds; VOC)을 흡착하여 쾌적한 실내 환경을 조성할 수 있다. 그리고 전자파 차단능력을 이용하여 전자제품이나 반도체와 같은 고가품의 포장 등에 활용할 수 있다.

본 연구에서는 일반적으로 시판되는 숯과 실험실에서 수종과 탄화 온도를 조절하여 제조한 숯을 이용하여 가스흡착력을 비교하였다. 이 중 5개의 수종을 선별하여 종이를 제조하고 강도를 측정하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

본 실험에서 사용한 숯은 국내 전통 숯가마에서 제조한 숯과 기계식 숯가마로 제조한 숯을 120 mesh와 200 mesh로 제조하여 사용하였다.

수초 시에는 A사의 골심지 원지를 사용하였다.

Table 1. 숯의 종류와 제조법

No.	수종	분류
1	참나무	전통숯 (흑탄)
2	잣나무 (자체제작)	
3	참나무	전통숯 (백탄)
4	낙엽송	기계숯
5	리기다, 낙엽송, 참나무 혼합	

## 2.2 실험방법

### 2.2.1 내침지 제작

A사의 골심지 원지를 해리기를 이용하여 지료를 조성하였고, TAPPI Standard T248 om-81에 의거하여 평량 120 g/m<sup>2</sup>으로 수초하였다. 롤프레스를 이용하여 압착축정 농도를 42±1%까지 압착한 후 120℃ 드럼드라이어로 건조하였다.

숯은 120 mesh 통과 분을 사용하였다. 숯의 첨가량은 섬유대비 5, 10, 15, 30%를 첨가하였고 전분을 호화하여 섬유대비 1%를 첨가하였다.

### 2.2.2 합지 제작

내침지와 동일한 방법으로 지료를 조성한 후, 평량 50 g/m<sup>2</sup>으로 수초하여 두 장의 종이를 합지하였다. 종이의 층간에 200 mesh 숯을 15%로 만들어 분무기를 사용하여 분무하였다. 이때 두 층간 접착을 위하여 숯에 전분을 혼합했고 전분은 숯의 전건양의 10%를 첨가하였다.

### 2.2.3 물성 측정

제작된 수초지는 각각 인장강도, 압축강도, zero-span 인장강도, 파열강도를 측정하였다.

## 2.2.4 가스 흡착성능 측정

제작된 수초지를 이용 에틸렌가스와 포름알데히드의 흡착성능을 측정하였다.

포름알데히드 흡착성능은 면적이 200 cm<sup>2</sup>인 수초지와 포름알데히드 발생원(농도 0.731 g/l), 증류수 300 ml를 데시게이터 안에 넣고 48시간 후 방산된 포름알데히드를 포집하고 있는 증류수 25 ml를 채취하고 아세톤-아세트산암모늄용액 25 ml와 혼합하여 415 nm에서 분광 광도계를 이용 흡광도를 측정하였다. 측정된 수치를 대조군과 비교하여 포름알데히드의 제거율을 계산하였다. (데시게이터법 KS M 1998-4, 2005)

에틸렌가스 흡착성능은 1 l 유리병에 에틸렌가스의 농도가 30 ppm이 되도록 가스토 시린지로 주입한 후 30분간 교반 초기농도를 측정하고 2 × 13 cm의 종이사편을 유리병에 넣은 뒤 5분, 15분, 30분, 60분, 120분에 가스채취기와 가스검지관을 이용하여 유리병 내의 에틸렌가스의 잔류농도를 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 솟종이의 물리적 특성

본 실험에서는 솟을 종이에 첨가하여 종이 강도의 변화와 가스 흡착능력의 변화를 측정하였다. 종이 제조방법으로는 솟을 내침시키는 것과 합지를 통하여 수초지를 제조하였다.

내침지에서 200 mesh이하의 솟을 첨가할 경우 솟의 보류와 탈수가 상당히 저하되었다. 이는 수초 시에 사용된 와이어가 150 mesh이기 때문이라 판단된다. 솟 첨가량이 증가함에 따라 종이의 bulk는 증가하였고 열단장은 감소하는 경향이 나타났다. 솟 5% 첨가 종이는 무첨가 종이보다 bulk는 증가 하였지만, 열단장의 변화가 거의 나타나지 않았다. 이는 내침지 제조시 첨가한 전분의 효과라고 판단된다.

합지의 경우 솟의 첨가량은 분무기를 이용하여 분무횟수 조절을 통해 수초지를 제조하였다. 합지의 경우 평량과 bulk가 내침지에 비해 증가량이 크게 나타났고 강도에서는 내침지에 비해 감소하였다.

솟은 섬유와 결합하지 않고 종이내부에 존재하며 입자가 단단하기 때문에 종이 강도를 저하시키지만, 종이 bulk의 증가를 가져오기 때문에 골판지원지 및 판지 제조 시 강

도의 저하를 최소화 한다면 종이 제조 시 원료의 절약 및 가스 흡착 등의 효과를 얻을 수 있을 것이라 판단된다.

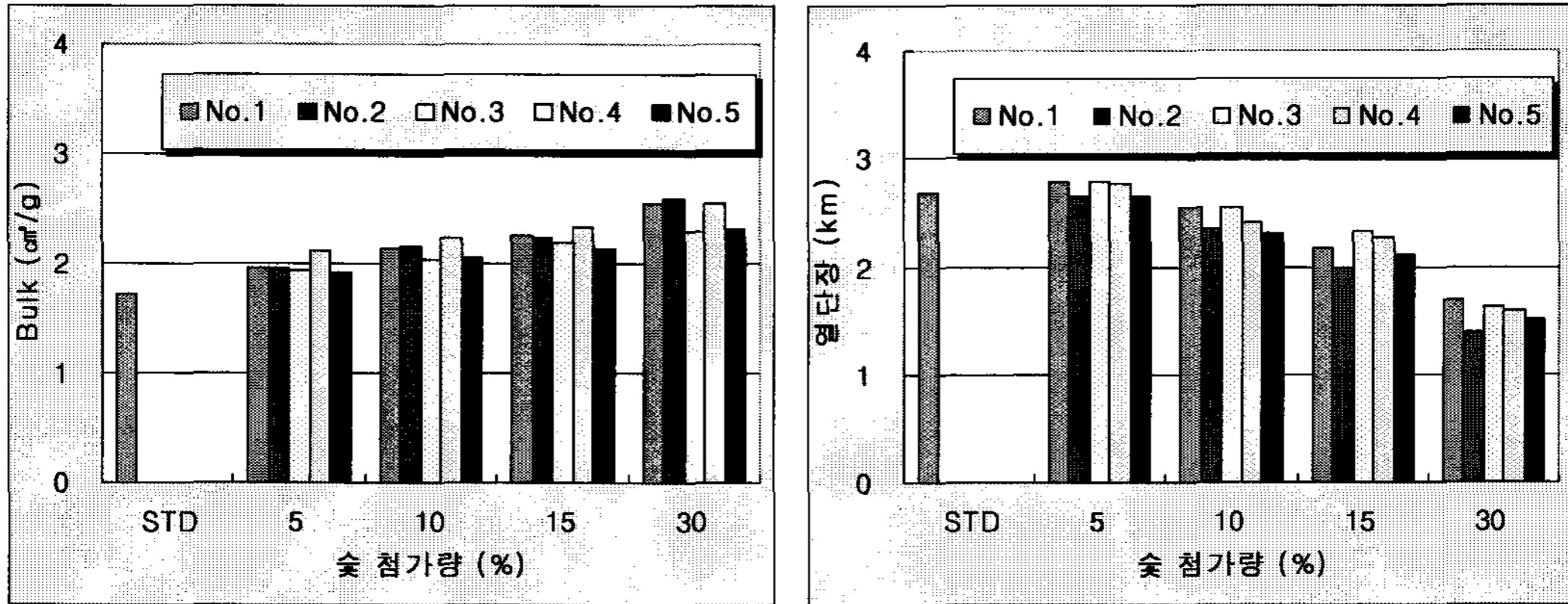


Fig. 1. 숯 첨가량에 따른 내침지의 bulk 및 열단장의 변화.

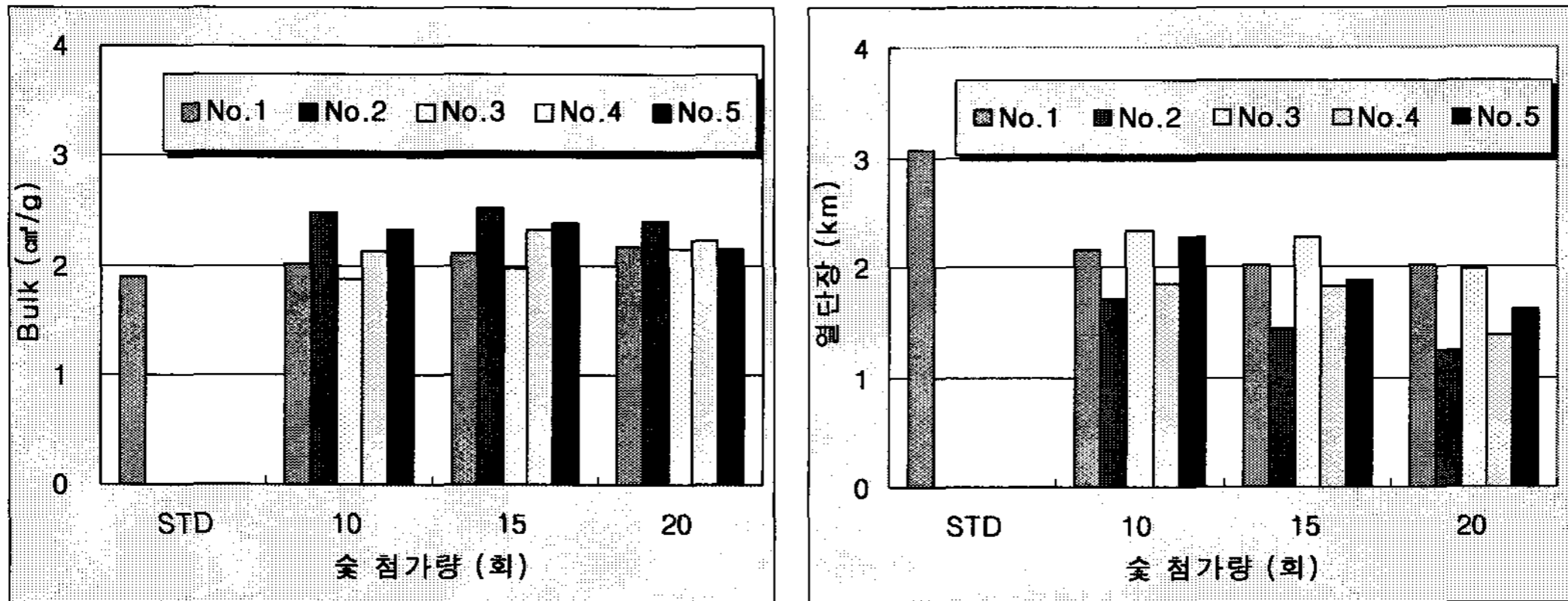


Fig. 2. 숯 첨가량에 따른 합지의 bulk 및 열단장의 변화.

### 3.2 포름알데히드 흡착성능

합지의 포름알데히드 흡착량은 대부분의 시료에서 첨가량이 증가 할수록 제거율이 높은 경향을 나타내었다. No. 1의 경우 첨가량이 10, 15, 20에서 제거율이 80%이상으로 좋은 결과를 보여 주었으며, No. 5의 경우 첨가량이 20에서는 제거율이 90%가 넘는 결과를 얻을 수 있었다. 종이의 강도적 특성과 포름알데히드 흡착력을 고려해볼 때 No.

5의 숫이 포름알데히드 흡착성능을 지니는 기능성 용지에 유리할 것이라고 판단된다.

Table 2. 합지의 포름알데히드 흡착량

수종	첨가량(회)	제거율(%)
STD	0	9.8
	10	82.8
No.1	15	85.3
	20	83.7
No.2	10	56.5
	15	74.5
	20	81.3
No.3	10	77.1
	15	
	20	
No.4	10	60.8
	15	59.2
	20	75.1
No.5	10	73.5
	15	88.1
	20	91.7

### 3.3 에틸렌 가스 흡착성능

에틸렌가스 흡착량은 No. 4의 경우 15% 내첨지에서 가장 좋은 결과를 얻었으며 첨가량이 5%, 10%에서는 초기 에틸렌가스 흡착량이 높았지만, 첨가량이 증가 할수록 시간이 경과함에 따라 높은 흡착량을 나타내었다. 현재 No. 1, 2, 3, 5는 에틸렌가스 흡착량 실험을 진행 중이다.

Table 3. 숯 첨가종이의 에틸렌가스 흡착량

(단위:ppm)

	첨가량 (%)	초기농도	5분 후	15분 후	30분 후	60분 후	120분 후	총 제거율 (%)
No.4	5	27	19	15	10	11	10	63.0
	10	27	18	13	8	9	7	74.1
	15	30	27	22	17	10	8	73.3
	30	27	25	20	17	11	9	66.7

#### 4. 결 론

숯종이가 포장지 및 기타 기능지로 사용되기 위해서는 효과를 발휘할 수 있는 일정량의 숯을 첨가해야 한다. 숯은 보유하고 있는 공극으로 인해 기체흡수 및 여과 기능 등을 가지고 있다. 그러나 숯은 고체상 물질로서 종이에 내침 되었을 때 섬유와 결합이 이루어지지 않아 강도 저하를 일으킨다. 종이의 강도와 흡착력을 고려하여 숯을 선정하고 첨가량을 계산해야 한다. 숯 첨가에 의한 종이의 강도 저하는 지력증강제를 사용하여 막을 수 있으며, 판지의 경우 숯의 높은 bulk를 이용하여 다른 층의 보강으로 강도의 저하를 막을 수 있을 것이라고 판단된다.

#### 사 사

본 연구는 국립중앙과학관 “겨레과학기술응용개발사업” 지원에 의해 수행되었음.