

## 국산수종으로 탄화한 목탄의 물성 및 흡착성<sup>1</sup>

조태수<sup>2</sup>·이오규<sup>2</sup>·안병준<sup>2</sup>·최준원<sup>2</sup>

### Some Physical Properties and Adsorptive Behaviors of Wood Charcoal Carbonized with Domestic wood<sup>1</sup>

Tae-Su Jo<sup>2</sup>, Oh-Kyu Lee<sup>2</sup>, Byung-Jun Ahn<sup>2</sup> and Joon-Weon Choi<sup>2</sup>

#### 요 약

탄화온도가 제조된 목탄의 물성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 300~900°C에서 탄화한 국산수종의 목탄 특성을 조사하였다. 탄화수율은 600°C까지는 급격히 감소하나 그 이상의 온도에서는 수율감소가 둔화되었으며, 탄화온도의 증가와 더불어 목탄의 pH는 증가하여 알칼리성을 나타내었다. 목탄의 열량은 600~700°C에서 최고를 나타내며, 더 높은 온도에서 탄화하더라도 열량의 증가는 보이지 않았으며, 낙엽송 목탄이 상수리 목탄보다 다소 높은 열량을 나타내었다. 또한 탄화온도의 증가에 따라 탄소함량이 증가하는 반면, 수소나 산소함량은 감소되었고, 목탄의 비표면적은 600°C까지는 탄화온도의 증가와 함께 증가하나, 그 이상의 온도에서는 감소되거나, 증가 폭이 감소된 후, 800°C 이상의 탄화온도에서 다시 증가하는 경향이 있었다. 목탄의 흡착력을 요오드흡착량 및 초산가스 흡착력으로 조사한 바, 탄화온도의 증가와 함께 이들에 대한 흡착성이 증가하였으며, 낙엽송 목탄이 상수리 목탄보다 다소 높은 흡착력을 나타내었다.

이상과 같은 결과로부터 탄화온도에 따라 목탄의 물성과 흡착성이 다르기 때문에 목탄의 특성을 고려하여 적절한 용도에 사용되어야 목탄 효과를 극대화할 수 있을 것으로 생각된다.

#### ABSTRACT

Properties of wood charcoal made from the domestic wood species at 300-900°C have investigated to understand the correlation between carbonization temperature and chemical and physical characteristics of wood charcoal. In terms of charcoal yield at particular carbonization temperatures, it was drastically decreased until the temperature reaches up to 600°C and the decrease ratio of yield was reduced at higher temperatures. As the carbonization temperature increased, pH of the wood charcoal increased so that it became basic at last. The wood charcoal prepared at 600~700°C showed the highest caloric value and those of wood charcoals made at higher temperature became

1. 접수 2006년 2월 18일, Received on February 18, 2006.

2. 국립산림과학원 임산공학부 Department of Forest products, Korea Forest Research Institute, Seoul, Korea.

plateau at a little lower level than the peak. The caloric value of Japanese larch charcoal was a bit higher than that of Red oak charcoal. The carbon content in the wood charcoal was increased as the carbonization temperature increased, whereas the hydrogen content was decreased. Specific surface area of the wood charcoal became larger with increase in temperature up to 600°C but it was decreased or reduced in the increasing ratio after, and then it rose again at higher temperature than 800°C. Absorption capacity of the wood charcoal against iodine and gaseous acetic acid became greater as the carbonization temperature increased. Japanese larch charcoal presented higher absorption capacity than Red oak charcoal.

As the above results, it is revealed that carbonization temperature affects the chemical and physical properties of wood charcoal. Therefore, to use wood charcoal with maximum effect it should be prepared at optimum temperature for proper use.

**keywords** : woody charcoal, pH, constitute elements, iodine adsorption, specific surface area, gas removal efficiency

## 서 론

목탄은 열분해과정에서 생성되는 것으로 공기공급이 제어되는 조건하에서 산화반응의 발열에 의해서 탄소화가 진행된다. 이 탄소화 과정에서 목재나 목탄에 있던 수소, 산소, 질소 및 회분구성성분 등의 탄소 이외의 이종원소는 안정된 저분자물질로 되어 탄소화 반응계로부터 이탈하든지, 일부는 목탄에 잔존하여 3차원구조 발달에 기여한다고 할 수 있으며, 동시에 목탄의 탄소화는 고체상태로 열분해가 진행되기 때문에 목재의 세포구조골격이 목탄의 공극구조로 계승된다.

이렇게 생성된 목탄은 물리화학적인 특성이 다양하여 그 기능을 응용하면 목탄의 용도는 폭넓게 확대될 수 있다. 물리적으로는 목탄은 목재의 조직구조를 그대로 유지하면서 연속 다공질구조를 형성한다. 이러한 다공질 특성은 탄화조건에 따라 생성되는 정도가 크게 달라지며, 또한 여러 가지 유해물질을 흡착 제거하는데도 성능에 차이가 있을 것으로 예상된다. 최근에는 목탄의 품질 향상 및 관리 측면에서 탄화조건 특히 탄화온도의 제어에 의해 세공과 그

분포를 제어하는 시도도 있다. 北村 등<sup>7)</sup>은 세공의 특성을 대변할 수 있는 비표면적을 향상시킬 목적으로 질소와 산소 분위기 하에서 탄화하여 673~973K에서의 탄화시에는 비표면적이 작고 탄화온도나 산소농도에 의한 영향은 적으나, 973~1273K에서는 탄화온도가 증가하면 비표면적이 증가하며 이때는 산소 농도가 증가하면 이러한 경향이 현저하여 탄화온도와 분위기 조건이 비표면적에 영향을 준다고 하였다. 石原<sup>14)</sup>은 질소산화물(NO<sub>x</sub>)을 600°C 이상에서 탄화한 목탄이나 소결목탄을 사용하여 거의 완전하게 무해화할 수 있으며, 이 무해화는 목탄이 갖는 강한 화학적 환원작용에 의해 NO<sub>2</sub>에서 N<sub>2</sub>로 바꿀 수 있고, 목탄이 집축, 응축, 여과 등의 기능을 함께 갖는 것도 NO<sub>x</sub> 무해화에 기여한다고 판단하고 있다. 또한 조 등<sup>2)</sup>은 275°C 저온열처리에서 셀룰로오스의 결정구조가 붕괴되고 열기성 가스 흡착이 극대화되어 탄화온도에 의해 목탄의 화학성이 달라진다고 하였다.

한편 목탄의 흡착성에 관한 연구로서, 人見 등<sup>12)</sup>은 목탄류의 세공특성과 흡착특성에 관한 연구에서 목탄의 질소흡착과 요오드의 평형흡착량으로부터 비표면적과 마이크로공극용적을

계산하여 목탄의 세공특성을 평가하는 법을 제안하였으며 삼나무 및 편백나무 목탄을 제조하여 기상, 액상흡착 시 900℃ 탄화물이 최적이며, 산, 염기흡착특성 조사결과 암모니아용 탈취제로서 또는 수증의 미량 폐놀에 대한 흡착성능이 우수하다고 하였다. 이 밖에 齊藤 등<sup>8)</sup>의 포름알데히드 흡착, Aoyama 등<sup>4,5)</sup>의 목탄에 의한 중금속 흡착성능 조사를 목적으로 한 수은흡착, Kurimoto 등<sup>9)</sup>의 유기화합물에 대한 흡착성능 평가를 목적으로 한 트리클로로에틸렌흡착 등의 목탄이용에 관한 연구가 있다.

목탄은 첨단적인 기능성 고탄소 소재로서의 가능성이 매우 큰데 비해 우리나라 목탄 제조업에서는 전통적인 제탄방법의 관행 답습에서 벗어나지 못하고 있으며, 목탄의 성능향상을 위한 과학적인 자료가 부족하여 목탄이 갖고 있는 우수한 성능을 충분히 발휘하지 못하고 관습적으로 사용하고 있는 것이 현실이다. 목탄의 기능성 재료로서의 새로운 전개를 위하여는 탄화조건에 따른 물성을 일차적으로 파악할 필요가 있다. 본 실험에서는 국내에서 사용하고 있는 주요 수종인 낙엽송과 상수리나무를 이용하여 탄화온도별로 제조한 목탄의 제조조건에 따른 목탄의 탄소함량, 비표면적 등의 일반 물성과 액상흡착능인 요오드흡착량과 가스흡착성을 구명하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시재료

낙엽송(*Larix kaempferi*, Japanese larch)과 상수리(*Quercus acutissima*, Red oak)목부를 분쇄(100mesh)한 목분을 실험용 탄화로(제일과학 제작, 최대 1000℃)를 이용하여 300~900℃에서 탄화하였으며, 탄화스케줄은 목표온도보다 20℃ 낮은 때까지는 승온속도 3℃/분, 그 후는 승온속도 2℃/분으로 하여 목표온도 도달한 후, 1시간 동안 탄화하는 방법으로 하였으며,

진 탄화공정에서 인위적인 불활성가스 공급은 없었다.

### 2. pH 측정

탄화시료 2g을 증류수 50ml와 함께 100ml삼각 플라스크에 넣고 1분간 100회의 진탕기로 20℃에서 1시간 진탕 후, 3000rpm, 20분간 원심분리기로 분리하여 상등액의 pH를 측정하였다.

### 3. 원소분석 및 비표면적

목탄의 원소조성은 목탄시료 2.0mg을 사용하여, Acetanilide(C : 71.09%, H : 6.71%, O : 11.84%, N : 10.36%)를 표준물질로 하여 Flash EA 1112(Mccooy製)로 1100℃에서 측정하였다. 비표면적은 100메쉬 이하로 분쇄한 목탄시료(0.1g)를 Autosorb-1(Quantachrome 社)을 이용하여 질소가스를 흡착질로 하여 BET방식<sup>1)</sup>으로 측정하였다.

### 4. 요오드흡착량

제조한 목탄의 요오드(액상) 흡착량은 한국 공업규격의 활성탄시험법(KSM 1802)에 준하여 측정하였다. 단 요오드흡착시험 시 0.05mol 요오드용액에 목탄시료를 넣고 25℃로 조절한 진탕기내에서 24시간 흡착시킨 후, 원심분리하여 상등액을 0.5N 티오황산나트륨으로 적정하였다.

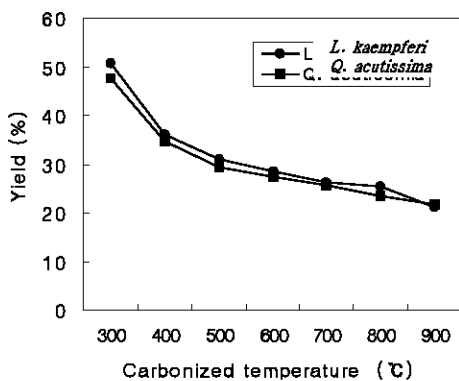
### 5. 초산가스제거율

뚜껑에 주입구가 붙은 20 L의 데시케이터 내에 초산가스 50ppm이 되도록 마이크로주사기로 주입하였다. 가스농도가 안정화되면 목탄시료 0.5g을 넣고 10, 30, 60, 120, 240분 후에 가스채취기와 탐지관(GASTEC製)으로 데시케이터 내의 잔류가스농도를 조사하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 탄화온도별 탄화수율

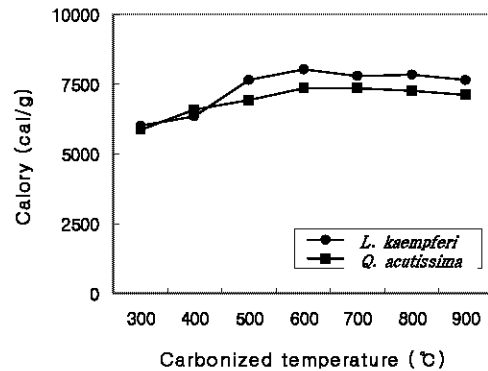
탄화온도별 탄화수율을 Figure 1에 나타내었다. 탄화온도가 증가함에 따라 탄화수율은 감소하는데 탄화온도 600°C까지는 급속히 감소하지만, 그 이상 탄화온도가 증가하여도 탄화수율 감소는 크지 않았다. 수종별로는 상수리보다는 낙엽송의 탄화수율이 다소 높은 경향이 있었다. 이러한 탄화온도와 탄화수율과의 관계는 분말상 또는 섬유상의 탄체를 사용하여 목탄을 제조한 선행 연구에서 탄화온도가 상승하면 수율은 감소하였으나, 600°C 이상의 탄화온도에서는 수율감소가 적었던 것과 거의 비슷한 경향을 나타내었다<sup>1)</sup>.



**Figure 1.** Yields of woody charcoal carbonized from 300°C to 900°C for 1 hour without any inert gas.

### 2. 목탄의 열량

수종에 관계없이 탄화온도가 증가 할수록 열량이 증가하다가 탄화온도 600°C, 700°C에서 가장 높은 열량을 나타내고, 그 이상 탄화온도가 높더라도 열량의 증가는 나타나지 않았다 (Figure 2). 또한 수종간에는 낙엽송목탄이 상수리목탄보다 열량이 다소 높았다. 김 등<sup>3)</sup>은 침엽



**Figure 2.** Changes of calory of wood charcoal carbonized at different temperatures.

수 및 활엽수 수피의 탄화이용연구에서 400~800°C에서 탄화한 수피탄의 발열량을 조사한 바, 수종이나 탄화시간에 관계없이 600°C에서 탄화한 수피탄의 발열량이 가장 높았으며, 800°C에서 탄화한 수피탄보다 400°C에서 탄화한 수피탄의 발열량이 높은 경우도 있다고 보고하였다.

### 3. 목탄의 pH

탄화온도별 목탄의 pH변화를 Figure 3에 나타내었다. 수종에 관계없이 300°C나 400°C와 같은 저온탄화영역에서 탄화한 목탄은 약산성이나 중성을 나타내나, 탄화온도가 증가 할수록 pH가 증가하여 500°C~600°C에서 탄화하면 목탄의 pH가 약알칼리성이 되었으며, 900°C에서 탄화한 목탄의 경우 상수리목탄이 pH 10.7, 낙엽송목탄이 pH 10.6으로 강알칼리성을 나타내었다. 이는 탄화온도에 따라 생성되는 산성이나 염기성의 관능기 종류 및 양의 차이에 의한 것으로 저온탄화물에서는 산성의 관능기가, 고온탄화물일수록 염기성의 관능기가 풍부해지기 때문으로 생각되어진다. 한편 수종 간에는 목탄의 pH에 큰 차이를 나타내지는 않았으나, 거의 전 탄화온도영역에서 상수리나무 목탄의 pH가 낙엽송의 pH보다 높은 경향이 있었다.

安部<sup>9)</sup>과 人尻 등<sup>13)</sup>은 목탄의 화학성을 Boehm

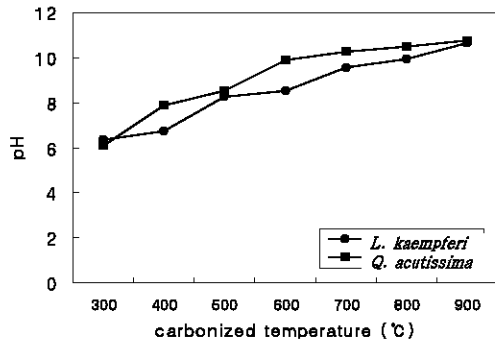


Figure 3. Changes of pH of wood charcoal carbonized at different temperatures.

법으로 조사한 결과, 저온탄화물일수록 알칼리 용액의 흡착량이 많아 목탄내의 산성관능기가 풍부하고, 고온에서 탄화한 목탄일수록 산성용액의 흡착량이 많아 목탄내의 염기성관능기가 풍부하다고 하였다. 조 등<sup>1)</sup>은 목질재료의 탄화 온도별 물성 측정에서 탄화온도가 400°C와 같이 저온일 경우, 목탄은 미산성 또는 중성영역에서 탄화온도가 증가할수록 pH가 증가하여

600°C 이상의 고온탄화가 되면 알칼리성으로 변화되었다고 하였으며, 이러한 목탄의 특성은 화학적 흡착에 큰 영향을 미친다고 하였다.

#### 4. 목탄의 원소분석

탄화온도별 목탄의 원소분석 결과를 Table 1에 나타내었다. 수중에 관계없이 탄화온도의 증가와 함께 탄소비율이 증가하는 반면, 수소와 산소의 비율은 감소하였다. 탄소함량은 낙엽송은 탄화온도 600°C까지, 상수리나무는 탄화온도 700°C까지 비교적 빠르게 증가하나 그 이상의 온도에서는 큰 차이는 나타나지 않는 것으로 보아 본 실험에서 사용한 탄화로에 의한 목재탄화는 600°C~700°C에서 탄화가 거의 완성되는 것으로 생각된다. 분말과 섬유상으로 탄화한 경우에도 탄화온도의 증가와 더불어 C의 함량이 증가하며, H, O등의 원소는 감소하고, 탄화온도 600°C까지는 이러한 변화가 컸으나, 그 이상의 탄화온도에서 탄화한 목질탄은 변화폭이 적었

Table 1. Constituent elements of wood charcoal carbonized at different temperatures.

	carbonized temperature (°C)	ratio of constitute elements (%)			
		C	H	O	N
<i>L. kaempferi</i>	300	66.68	4.97	24.10	0.45
	400	72.34	3.81	20.55	0.45
	500	81.32	3.69	11.51	0.62
	600	86.24	2.55	5.61	0.34
	700	89.43	1.88	6.00	0.20
	800	90.51	1.41	4.08	0.18
	900	91.17	0.96	3.28	0.10
<i>Q. acutissima</i>	300	63.64	4.69	26.13	0.71
	400	71.36	3.99	19.17	0.76
	500	76.74	3.45	15.19	0.87
	600	79.33	2.68	8.97	0.60
	700	85.86	1.64	5.94	0.44
	800	86.03	1.18	6.47	0.45
	900	85.57	1.34	6.85	0.33

던 선행 연구의 결과와도 유사하였다<sup>1)</sup>.

또한 목재내의 단백질에 기인하는 것으로 추측되는 질소함량은 탄화온도가 증가 할수록 감소하는 경향이 있었으나, 수중에 관계없이 전탄화온도영역에서 1%미만을 나타내어 매우 적었다. 한편 수중간의 탄소함량을 비교하면, 동일탄화온도에서 낙엽송목탄이 상수리목탄보다 탄소함량은 경향이 있었으며, 탄소함량이 거의 안정되는 탄화온도도 낮았다. 900℃에서 탄화한 목탄의 경우, 낙엽송목탄이 91.17%, 상수리목탄이 85.57%로 낙엽송목탄이 상수리목탄보다 높은 것으로 보아 낙엽송이 상수리나무보다 탄화가 약간 빨리 진행되는 것으로 판단된다.

### 5. 목탄의 비표면적

탄화온도별 낙엽송목탄의 비표면적 측정 결과를 Figure 4에 나타내었다. 탄화온도 500℃까지는 비표면적의 증가는 미미하여 탄화온도 500℃에서 제조한 목탄의 비표면적이 71m<sup>2</sup>/g이었으나, 탄화온도 600℃에서의 목탄 비표면적이 상승하여 370m<sup>2</sup>/g로 급격히 증가하였다. 한편 600℃ 이상의 탄화온도에서는 800℃까지는 탄화온도의 증가와 함께 비표면적이 서서히 증가하나 900℃에서 급속히 비표면적이 증가하였다. 목분과 섬유를 이용한 목탄제조에서도 탄화온도가 증가할수록 비표면적이 다소 증가하다가 600℃에서 급격히 증대하여 최대를 나타내고 800℃의 높은 탄화온도에서는 비표면적은 감소하였으며, 이는 400℃, 500℃의 저온에서는 미탄화물이 다량 함유되어 있어 세공이 충분히 발달되지 못하였을 뿐만아니라 탄화 시 생성된 타르물질이 세공을 막고 있어 비표면적이 적으며, 600℃의 탄화물은 새로운 세공 발달과 함께 미탄화물의 탄화와 저온탄화시의 탄화물 내에 침적된 것으로 생각되는 타르생성물 등의 탄화에 의해 비표면적이 한층 더 증가한 것으로 생각된다<sup>1)</sup>. 반면 800℃에서의 비표면적 감소는 이미 생성된 세공이 열수축에 의해 세공특성이 변

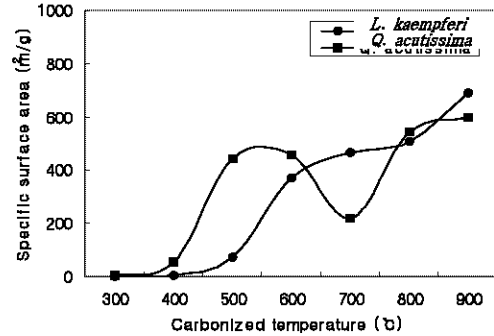


Figure 4. Specific surface area of wood charcoal carbonized at different temperatures.

화한 때문으로 생각된다<sup>1)</sup>. 安部 등<sup>10)</sup>은 편백과 줄참나무를 스테인레스용기 내에 넣고 전기로에 장착하여 탄화한 결과 600℃에서의 탄화물이 가장 큰 비표면적을 나타내었으며, 그 이상의 온도에서는 탄화온도의 증가와 함께 감소하였다고 보고하였다. 北村<sup>7)</sup> 등은 세공의 특성을 대변할 수 있는 파라메탄인 비표면적을 향상시킬 목적으로 질소와 산소 분위기 하에서 탄화하여 673~973K에서의 탄화 시에는 비표면적이 작고 탄화온도나 산소농도에 의한 영향은 적으나, 973~1273K에서는 탄화온도가 증가하면 비표면적이 증가하며 이때는 산소 농도가 증가하면 이러한 경향이 현저하여 탄화온도와 분위기 조건이 비표면적에 영향을 준다고 하였다.

### 6. 목탄의 요오드 흡착량

立本<sup>15)</sup>는 활성탄의 입내확산계수는 10<sup>9</sup>~10<sup>8</sup>cm<sup>2</sup>/sec 범위의 것이 많으나, 목탄은 10<sup>-13</sup>~10<sup>-9</sup>cm<sup>2</sup>/sec으로 활성탄에 비해 매우 작아서 활성탄에 비해 흡착속도가 늦으며, 흡착시 활성탄보다 긴 접촉시간을 필요로 한다고 하였다. 또한 人見 등<sup>12)</sup>은 요오드 흡착시 활성탄은 1시간 내에 흡착평형에 달하지만, 단풍나무목탄은 3시간, 상수리나무나 야자껍질로 만든 탄은 140시간 후에야 흡착평형에 달한다고 하였으며, 17시간 후의 흡착량과 140시간 후의 흡착량으로

산출한 흡착속도는 수종, 재료의 형상 등에 따라 다르다고 하였다.

가능한 한 목질탄화물의 실제 흡착 성능을 구하려는 목적과 실험의 편의를 위하여 다음의 요오드흡착성능 측정 시, 선행연구방법<sup>1)</sup>에 따라 탄화물의 요오드흡착시간을 24시간으로 하여 탄화온도별 목탄의 요오드 흡착량 측정 결과를 Figure 5에 나타내었다. 탄화온도 300℃와 400℃에서는 목탄의 요오드흡착량은 매우 낮고 탄화온도증가에 의한 흡착량 증가도 거의 나타나지 않았다. 그러나 400℃ 이상의 탄화온도에서는 탄화온도의 상승과 함께 요오드흡착량이 서서히 증가하였는데 탄화온도 600℃ 이하에서는 상수리 목탄이 많고, 탄화온도 600℃ 이상의 목탄에서는 낙엽송의 요오드흡착량이 많은 경향이 있었으나, 요오드흡착량에 대한 수종간의 차이는 크게 나타나지 않았다. 본 실험에서는 한국공업규격에서 규정하고 있는 요오드흡착시간인 15분 보다 많은 24시간 동안 요오드흡착을 하였는데 이는 특히 저온탄화물일 경우, 소수성이 강하여 요오드용액에 단시간 내에 침수되지 못 하는 경향이 강하여 정상적인 요오드흡착량을 측정하기가 곤란하였기 때문으로, 한국공업규격에 의해 측정된 목탄의 요오드흡착량보다는 매우 높은 수치를 나타내었다. 그러나 한국공업규격에서 제시한 요오드흡착성능에 대한 실험법은 활성탄을 대상으로 한 방법이며, 목탄의 액상흡착 시 활성탄에 비해 흡착속도가 매우 느리기 때문에, 본 실험에서 시행한 24시간 흡착시간에 의한 요오드흡착량은 실제의 목탄 흡착능력에 오히려 가까운 수치가 될 것으로 생각된다. 安部 등<sup>10)</sup>은 질소, 공기기류 또는 스테인레스 용기를 이용하여 탄화한 목탄에 대해 요오드 흡착량을 조사한 바, 요오드용액 중에서 168시간 충분히 흡착시킨 경우, 탄화방법이나 수종의 차이에서 오는 영향은 작아지고 800℃까지의 탄화물은 탄화온도의 상승과 더불어 요오드 흡착량이 증가하였다고 보고하여 본 실험의 요오드 흡착량 결과와 유사하였다.

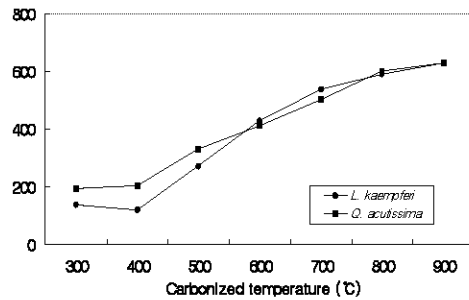
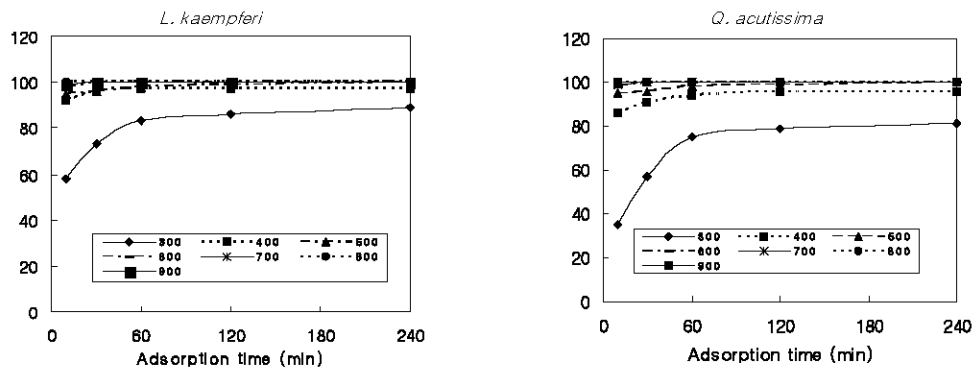


Figure 5. Amount of Iodine adsorbed by wood charcoal carbonized at different temperatures.

### 7. 탄화온도별 목탄의 초산가스제거율

탄화온도별 목탄의 초산가스흡착제거율 측정 결과를 Figure 6에 나타내었다. 수종에 관계없이 탄화온도 300℃나 400℃에서 제조한 목탄의 초산가스 제거율이 매우 낮았으며, 20 L, 50ppm으로 조정된 데시케이터내의 초산가스가 240분내에는 완전히 제거가 되지 않았다. 그러나 탄화온도가 높아질수록 흡착초기의 초산가스 제거율이 높아지며, 데시케이터내의 가스를 거의 제거하는 것을 알 수 있었다. 즉, 고온에서 탄화한 목탄 일수록 초산가스제거율이 높고, 제거속도가 빨랐으나, 탄화온도 600℃ 이상의 목탄에서는 초산가스제거율의 차이는 거의 나타나지 않았다. 수종간의 초산가스제거율에서는 상수리 목탄보다는 낙엽송목탄이 초산가스제거율이 높은 경향이 있었다. 선행연구에서도 400℃에서 탄화한 목탄의 초산가스제거율은 흡착시간의 증가와 더불어 서서히 증가하였고 목분탄과 수피탄이 목섬유탄보다 제거율이 높은 경향을 나타내었으나 500℃ 이상의 탄화물에 있어서는 원재료간의 차이는 거의 없었으며, 흡착시작 15분만에 거의 100%에 가까운 가스제거율을 나타내었다<sup>1)</sup>. 목탄에 의한 安部 등<sup>11)</sup>의 탈취효과에 대한 실험에서도 유사한 경향을 나타내었다. 즉, 저온탄화물일수록 알칼리용액의 흡착량이 많아 산성관능기가 풍부하고, 고온에서 탄화한 목탄일수록 산성용액의 흡착량이 많아 염기성



**Figure 6.** Gas removal efficiency of acetic acid by wood charcoal in 20 L desiccator of 50ppm acetic acid.

관능기가 풍부하다<sup>9)13)</sup>고 알려져 있어 목탄 제조 시의 탄화온도가 흡착성에 크게 영향을 주는 것으로 생각된다.

## 결 론

탄화온도의 증가에 따라 pH, 탄소함량, 요소 흡착량이 증가하나, 수종에 따라 그 정도에 다소 차이가 있었으며, 탄화온도가 목탄 물성에 크게 영향을 주는 것이 판명이 되었다. 또한 고온탄화물일 수록 pH가 높아 산성인 초산가스 흡착제거율이 우수한 경향이 있었으나 탄화온도 600℃ 이상에서는 초산가스 흡착성에 대한 차이가 명확하게 나타나지는 않았다. 이러한 결과로부터 목탄의 적정용도 및 효과를 증진하기 위해서는 목탄의 흡착특성을 세분화하여 용도에 맞는 목탄을 제조 및 사용하여야 할 것으로 생각된다.

## 인 용 문 헌

1. 조태수, 안병준, 최돈하. 2005. 탄화온도 차이에 의한 목질탄화물의 흡착성 변화. 목재공학 33(3) : 45-52.
2. 조태수, 안병준, 최돈하. 2005. 저온 열처리 셀룰로오스의 염기성가스 흡착과 용해특성.

목재공학 33(6) : 63-70.

3. 김병로, 이재용. 2006. 수피의 탄화이용에 관한 연구. 목재공학 34(1) : 40-51.
4. Aoyama, M., K. Seki, and S. Doi. 2001. Mercury Adsorption onto Pyrolyzed Waste Paper. J. ENVIRON.SCI.HEALTH. A36(10) : 2047-2054.
5. Aoyama, M., K. Seki, Y. Kurimo, K. Chen and S. Doi. 2000. Removal of Inorganic Mercury from Aqueous Solutions by Carbonized Waste Newspaper Fiber. Environmental Technology 21 : 1013-1018.
6. Kurimoto, Y., and S. Doi. 2001. Masakazu Aoyama, Removal of trichloroethylene from aqueous solution by pyrolyzed Japanese cedar bark. J. Wood Sci 47 : 76-79.
7. 北村壽宏, 片山裕之. 1999. 스기材から製造した木炭の比表面積に及ぼす炭化條件の影響. 木材學會誌 47(2) : 164-170.
8. 齊藤幸恵, 森 美知子, 信田 聰, 有馬孝禮. 2000. 木質系炭化物質のホルムアルデヒド吸脱着. 木材學會誌 46(6) : 596-601.
9. 安部郁夫. 1994. 吸着劑として見直される木炭. 科學と工業 68(4) : 161-169.
10. 安部郁夫, 岩崎 訓, 岩田良美, 古南 博, 計良善也. 1998. 木炭の製造方法と吸着特性の關



- 係. 炭素 185 : 277-284.
11. 安部郁夫, 岩崎 訓, 丸山 純, 福原知子. 2000. 木炭の脱臭性能. 科學と工業 74(3) : 106-111.
  12. 人見充則, 計良善也, 立体英機, 幾田信生, 川舟功朗, 安部郁夫. 1993. 多孔性炭素材料の吸着性能評価 法(木炭類の細孔構造と吸着性能). 炭素 156 : 22-28.
  13. 人見充則, 計良善也, 立体英機, 安部郁夫, 川舟功朗, 幾田信生. 1993. 多孔性炭素材料の吸着性能評価 法(スギ及びヒノキからの木炭の製造と物性). 炭素 160 : 247-254.
  14. 石原茂久. 2002. 新しい機能性炭素材料素材としての木材の(I). 木材工業 57(1) : 2-7.
  15. 立本 英機. 1997. 木炭の水質浄化における特性と問題点. 特産情報きのこ 12 : 64-67.

Aamount of I<sub>2</sub> adsorbed(mg/g)

Aamount of I<sub>2</sub> adsorbed(mg/g)

Removal efficiency (%)

Removal efficiency (%)