

국산 주요 수종 및 목질재료 탄화물의 흡착 특성*1

공석우*2 · 김병로*2†

Adsorption Characteristics of Charcoals of Major Korean Wood Species and Wood-based Materials*1

Seog-Woo Kong*2 · Byung-Ro Kim*2

요약

본 연구는 한국산 주요 수종의 간벌재 및 목질재료 탄화물의 흡착 특성과 기본적인 성질과의 관계를 검토하였다. 탄화온도가 높아지고, 탄화시간이 길어짐에 따라 국산 간벌재 탄화물의 메틸렌블루 흡착량(MBA)이 증가하는 경향을 보였지만, 탄화온도 600°C에서 최고치를 보이는 목재 수종도 있었다. 수종간 MBA에는 큰 차이가 있었는데 가장 큰 값은 잣나무 탄화물(134 m²/g)이었고, 가장 작은 값은 굴참나무 탄화물(34 m²/g)이었다. 또한 침엽수재는 활엽수재보다 높은 MBA를 나타냈으며, MBA와 탄화전 간벌재의 기건비중과는 부의 상관성을 나타냈다. 목질재료 탄화물의 MBA도 탄화온도가 높아지고, 탄화시간이 길어짐에 따라 증가하는 경향을 보였고, 목질재료간 MBA의 차이는 크지 않았다. 목질재료 탄화물의 MBA는 간벌재 탄화물에 비해 낮은 수준을 나타내는 것으로 드러났다. 탄화온도가 높아지고, 탄화시간이 길어짐에 따라 간벌재 및 목질재료 탄화물의 비표면적, 총 세공용적은 증가하는 경향을 보였고, 탄화온도 600°C에서 MBA의 최고치를 보인 수종은 비표면적도 같은 온도에서 최고치를 나타냈다. MBA와 비표면적 및 총 세공용적간에는 정의 상관을 보였다. 목질재료 탄화물에는 주로 미세 세공이 발달하는 것으로 밝혀졌다.

ABSTRACT

This research was to investigate the adsorption characteristics of charcoals of major Korean wood species (thinned trees) and wood-based materials. As carbonization time and temperature increased, methylene-blue adsorption (MBA) of charcoals of thinned trees and wood-based materials increased. *Pinus koraiensis* charcoal showed the highest MBA. MBA of softwoods was higher than that of hardwoods. There was a negative correlation between air-dried specific gravity before carbonization and MBA of carbonized

*1 접수 2002년 2월 15일, 채택 2002년 4월 1일.

본 논문은 2000년도 농림부 농림기술개발사업의 연구개발 결과임.

*2 충북대학교 농과대학 College of Agriculture, Chungbuk National University, Cheongju 360-763, Korea

† 주저자(corresponding author) : 김병로(e-mail: brkim@cbucc.chungbuk.ac.kr)

thinned trees. The MBA of wood-based materials showed similar value, but wood-based materials in MBA was lower than thinned woods. Surface area and total pore volume of thinned trees and wood-based materials increased as carbonization temperature increased. The species showing highest MBA appeared to have the highest surface area at the carbonization temperature of 600°C as well. There was a positive correlation between surface area, total pore volume and MBA of charcoals. The charcoal of wood-based materials generally exhibited micro pores.

Keywords: Korean wood species, Wood-based materials, Charcoals, Methylene-blue adsorption, Surface area

1. 서 론

인류가 목탄을 사용한 이래 목탄은 우리의 생활에서 꾸준히 사용되어 오다가 대체연료(석탄, 석유)의 개발로 인하여 한동안 사용량이 감소하기도 하였다. 그러나 최근 목탄은 높은 비표면적에 의한 우수한 흡착력, 고알카리성, 원적외선 방출, 풍부한 미네랄, 조습능, 살균력, 방부력, 전자파 차단력 등의 효능 때문에 새롭게 인식되고 있다. 또한 이와 더불어 탄화시 발생하는 목초액은 초산 성분으로써 강한 살균력, 식물의 성장촉진, 악취제거 등의 효능을 가지고 있어 더욱 많은 관심의 대상이 되고 있다.

국내에서 현재 사용하고 있는 목탄의 용도를 보면 우선 요리용을 들 수 있으며 다음으로는 흡착력을 이용한 수질 정화제, 공기 청정제, 토양 개량제와 고알카리성을 이용한 토양 산도 조정제, 조습제 및 원적외선 발생효과를 이용한 건강장재 등 그 이용이 현재 매우 다양하다. 이로 인해 국내의 목탄 사용량은 근래에 들어서 연간 666 M/T이 증가하였고, 전국 50여 곳에서 전통 숯가마가 부활되었고 10여 곳의 공업적 탄화로가 증설되었고 또한 여러 곳에서 증설 중에 있어 앞으로 우리나라의 목탄산업은 더욱 활성화 될 것으로 여겨진다(안 1997).

목탄의 여러 효능을 위에서도 열거하였지만 그 중 대표적인 효능으로 높은 흡착성을 들 수 있다. 따라서 목탄의 중요한 용도 가운데 하나가 이러한 흡착성을 이용한 것이라 할 수 있다. 이렇듯 목탄의 흡착성이 높은 것은 높은 비표면적을 가지기 때문이다. 목탄의 비표면적은 흑탄의 경우 일반적으로 200~300 m²/g

정도이나, 安部(1996)는 비표면적의 값은 탄화온도나 탄화시간 또는 수종에 따라 다양하게 변화한다고 하였다. 따라서 목탄을 흡착제로 이용하기 위해서는 목탄의 흡착 특성과 이와 관련된 비표면적, 총 세공용적, 평균 세공직경 등의 기초물성 조사가 필수적으로 선행되어야 한다고 생각된다. 그러나 현재 우리나라에서는 국내산 수종과 폐목질재료 탄화물에 대한 조사는 거의 없이 숯에 대한 이해가 왜곡되어 있어, 효능 검증 없이 참숯만을 고집하고 있는 실정이다. 따라서 목탄산업을 발전시키기 위해서는 목탄의 성질과 제조특성을 조사하여 이들 목탄을 이용 목적에 적합하게 사용되도록 유도하여야 할 것으로 여겨진다.

현재 국내 조림목은 대부분 간벌 시기를 맞이하고 있어 많은 간벌 소경목이 발생할 것으로 예상되고, 또한 삭편판, 섬유판 등 목질재료가 앞으로 목질 폐기물로 대량 배출될 것으로 예상된다. 이러한 간벌 소경목이나 폐목질재료를 탄화물로 제조하여 이용하면 목질 폐재의 쓰레기화를 방지하는 환경친화적 효과 뿐만 아니라 이의 활용으로 경제적 이득을 얻는 효과가 있으리라 생각된다.

따라서 본 연구에서는 한국산 주요 수종의 간벌재 및 목질재료 탄화물의 흡착 특성과 기본적인 성질과의 관계를 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 재료

공시재료는 간벌재로 침엽수 4수종(잣나무, 낙엽

Table 1. Descriptions of samples.

Species	Abbreviation	DBH (cm)*	Age	Height (m)	A. S. G**
<i>Pinus koraiensis</i>	PK	7.0	12	55	0.43
<i>Larix leptolepis</i>	LL	10.0	19	8.0	0.56
<i>Pinus densiflora</i>	PD	9.5	19	7.5	0.45
<i>Pinus rigida</i>	PR	9.0	20	8.0	0.59
<i>Quercus aliena</i>	QA	7.5	16	6.5	0.98
<i>Quercus variabilis</i>	QV	12.5	27	11.5	0.92
<i>Robinia pseudoacacia</i>	RP	11.0	11	7.0	0.91
<i>Betula platyphylla</i>	BP	9.5	15	6.0	0.54
<i>Populus x tomentiglandulosa</i>	PT	10.0	14	6.0	0.43
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	FR	8.5	15	7.5	0.94

Wood-based materials	Abbreviation	Adhesive	A.S.G
Particleboard Melamine sheet overlaid PB	PB	Urea resin	0.71
High density fiberboard	M-PB	Urea resin	0.71
Melamine sheet overlaid HB	HB	Urea resin	0.87
Medium density fiberboard	M-HB	Urea resin	0.85
Melamine sheet overlaid MDF	MDF	Urea resin	0.75
	M-MDF	Urea resin	0.74

*DBH : Diameter at breast height, ** A. S. G : Air-dried specific gravity.

송, 적송, 리기다 소나무), 활엽수 6수종(갈참나무, 굴참나무, 아까시나무, 자작나무, 은사시나무, 물푸레나무) 및 목질재료 6종류(삭편판, 경질섬유판, 중밀도섬유판 및 이들에 LPM을 오버레이한 제품)로 Table 1과 같다.

2.2. 방법

2.2.1. Methylene-blue 흡착 시험

공시재료를 1×1×1 cm³로 제작하여 도가니에 담고, 이것을 전기로(Thermolyne 4800)에서 탄화온도 400, 600, 800℃에서 각각 4시간, 6시간(소정의 탄화온도에 도달한 이후의 시간) 탄화시켰다. 탄화물을 60 mesh의 입자로 분쇄한 것을 사용하여 메틸렌블루 흡착량(adsorption of methylene-blue, MBA)을 측정하였다. 흡착 시험은 활성탄 시험법(KS M 1802, 1993)에 의거하여 시료 0.1 g, 0.2 g, 0.3 g을 1 mg까지 측정하여 메틸렌블루 용액 25 mL를 100 mL 삼각플라스크에 담아서 30분간 교반하였다. 교반한 시료를 여과하여 파장 665 nm에서 흡광도를 측정하고, 미

리 작성한 검량선을 이용하여 잔류농도 0.24 mg/L일 때의 메틸렌블루 흡착량을 구하였다.

2.2.2. 세공 분석

60 mesh로 분쇄한 탄화물에 대하여 비표면적, 총세공용적, 평균 세공직경 및 세공분포를 측정하였다. 세공 분석을 위한 기기로는 자동기상흡착장치(automatic volumetric adsorption analyzer)의 일종인 ASAP 2010 (Micromeritics Co, U.S.A)를 이용하였다. 분석시료는 300℃에서 전처리한 다음 분석을 실시하였고, 분석온도는 77K이며, 액체질소를 이용하여 온도를 유지하였다. 흡착가스는 N₂를 사용하였는데 한 분자의 단면적은 0.162 nm²로 하여 계산하였다. 비표면적의 계산은 BET(Brunauer-Emmett-Teller)식을 이용하였으며, 기상흡착장치에서 상대압력에 따른 흡착량을 측정하여 흡착등온선을 구하였고, BET plot을 통해 기울기와 Y절편 값을 얻었다. 기울기와 Y절편을 이용하여 단분자층 흡착능(V_m)을 구하고 비표면적을 산출하였다. 자동흡착장치(automatic adsorption apparatus)를 이용하여 식(1)의

BET식에 V_m 값을 넣어 비표면적을 산출하였다. BET plot은 BET 범위(p/p^0)가 0.2 미만인 되도록 하였다 (Salvador and Jimenez 1996).

$$\text{BET Surface Area (m}^2\text{/g)} = \frac{V_m \times \text{CSA} \times 6.023 \times 10^{23}}{22414 \text{ cm}^3 \text{ STP} \times 10^{18} \text{ nm}^2\text{/m}^2} \quad (1)$$

V_m : adsorption capacity of monolayer (cm³/g S.T.P)

CSA : cross-sectional area(nm²) of adsorptive (N₂)

3. 결과 및 고찰

3.1. Methylene-blue 흡착 시험

간벌재 및 목질재료 탄화물의 메틸렌블루 흡착량 (MBA)을 Fig. 1~4에 나타냈다. 간벌재 탄화물은 탄화온도 및 탄화시간이 증가함에 따라서 MBA가 증가하는 경향을 보였다(Fig. 1과 2). 탄화시간 4시간에서는 잣나무를 제외하고는 모든 수종의 목재가 탄화온도 400℃에서 600℃까지는 MBA의 변화가 거의 없다가 800℃에서 크게 증가하는 경향을 보여 주었다. 탄화시간 6시간에서도 이러한 경향을 보였으나 잣나무, 리기다소나무, 아까시나무가 탄화온도 600℃에서부터 MBA가 크게 증가를 하였다. 특히 잣나무는 탄화시간 4시간과 6시간 모두 800℃보다 600℃에서 MBA가 높게 나타났다. 이러한 사실은 수종에 따라서는 고온의 탄화가 오히려 흡착력을 저하시킬 수도 있다는 것을 보여주는 것으로 여겨진다. 탄화온도가 저온(400℃)인 경우 탄화시간에 따른 MBA의 차이가 매우 작았으며, 600℃와 800℃에서는 탄화시간이 길어짐에 따라 MBA가 증가를 하였다. 그러나 탄화시간에 따른 MBA의 증가폭보다는 탄화온도에 따른 MBA의 증가폭이 더 크게 나타나 MBA는 탄화온도에 더 큰 영향을 받는 것으로 밝혀졌다. Kim 등(1996)도 탄화시간과 탄화온도 중 활성화에 더 많이 영향하는 인자는 탄화온도라고 하였다. 수종간 MBA를 보면 저온에

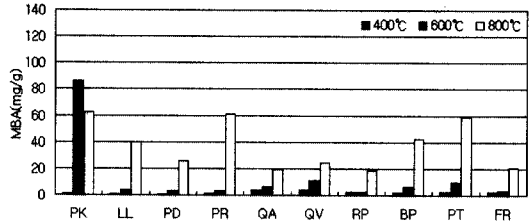


Fig. 1. MBA of wood species after 4 hours carbonization. See abbreviations in Table 1.

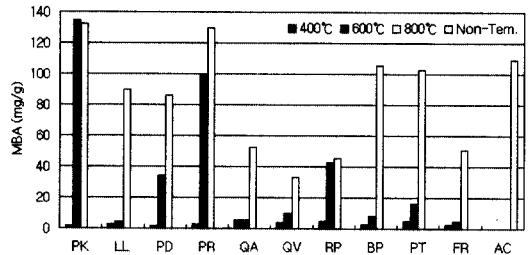


Fig. 2. MBA of wood species after 6 hours carbonization. See abbreviations in Table 1.

서는 갈참나무가 5.3 mg/g(400℃, 6 h)으로 가장 높은 MBA를 보였다. 다음으로 은사시나무와 아까시나무가 높은 MBA를 보였고 그 외 수종의 목재는 낮은(대체로 3 mg/g 이하) MBA를 보였다. 반면 고온에서는 잣나무(800℃, 6 h)와 리기다소나무(800℃, 6 h)의 MBA가 약 130 mg/g으로 가장 높았다. 그 외에 낙엽송, 적송, 자작나무, 은사시나무가 80 mg/g 이상의 MBA를 보였고, 비중이 가장 높은 굴참나무만이 40 mg/g 이하의 MBA를 보였다. 예외적으로 잣나무는 600℃, 6시간에서 134 mg/g으로 800℃, 6시간보다 높게 나타났으며, 본 실험의 시료 중 가장 높은 값을 나타냈다. 침엽수재와 활엽수재사이에서는 침엽수재가 활엽수재보다 높은 MBA를 보였다.

목질재료 탄화물의 MBA(Fig. 3과 4)는 간벌재의 탄화물처럼 탄화온도와 탄화시간의 증가에 따라 MBA가 증가하였다. 400℃에서의 MBA는 탄화시간 4시간인 경우 1.0 mg/g 전후의 값을 보였으며, 6시간에서는 1.2~3.1 mg/g의 값을 보였다. 800℃, 4시간의 경우는 모든 시료에서 10 mg/g 이상의 MBA를 보

국산 주요 수종 및 목질재료 탄화물의 흡착 특성

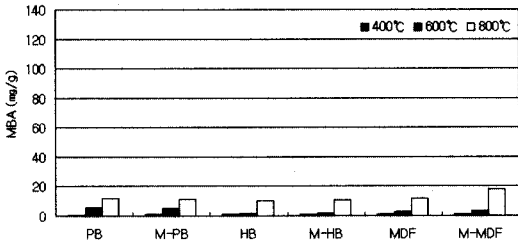


Fig. 3. MBA of wood-based materials after 4 hours carbonization. See abbreviations in Table 1.

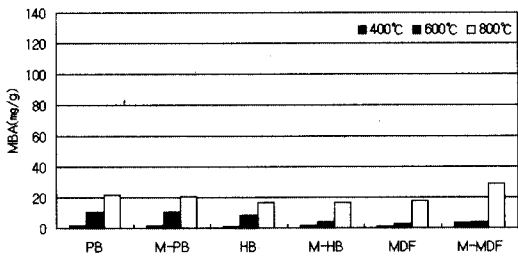


Fig. 4. MBA of wood-based materials after 6 hours carbonization. See abbreviations in Table 1.

였고 6시간에서는 15 mg/g 이상의 값을 보였다. 탄화 시간에 따른 차이는 간벌재의 탄화물의 경우처럼 400 °C에서는 차이가 작았지만 800°C에서는 시간에 따른 MBA의 차이가 뚜렷하게 나타났다. 탄화온도 변화에 따른 MBA는 온도가 증가함에 따라서 서서히 증가하는 경우와 800°C에서 갑자기 증가하는 경우로 나눌 수가 있는데, 삭편판은 서서히 MBA가 증가를 하였고, 중밀도섬유판은 갑자기 증가하는 특성을 보였다. 탄화온도 800°C에서는 모든 시료의 MBA가 크게 증가하였다. 목질재료의 탄화물도 간벌재의 탄화물과 마찬가지로 시간에 따른 영향보다는 온도에 따른 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 재료간의 MBA를 비교해 보면 시료간의 차이가 크지 않았으나 삭편판이 다른 시료에 비해 약간 높은 경향을 보였고, 멜라민 시트가 오버레이된 중밀도섬유판이 가장 높은 MBA를 보였다.

간벌재 탄화물과 목질재료 탄화물의 MBA를 비교해 보면, 목질재료 탄화물의 MBA는 일반적으로 간벌

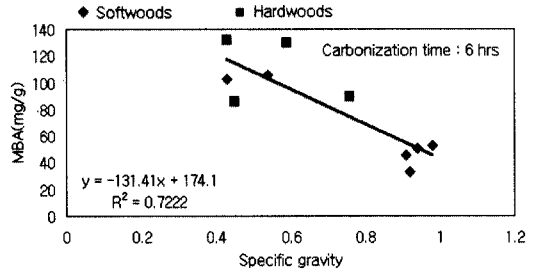


Fig. 5. Relationship between air-dried specific gravity and MBA of woods at 800°C.

재 탄화물 가운데에서 낮은 MBA를 보이는 수종의 수종과 비슷한 것으로 나타났다. 목질재료 탄화물이 이렇게 MBA가 낮은 이유는 여러 원인이 있겠지만, 그 중 목질재료의 원료에 따른 영향이 클 것으로 생각되었다. 따라서 목질재료를 만드는 원료의 탄화물에 대하여 동일한 방법으로 MBA를 측정해 본 결과 원료 탄화물의 MBA가 3.4(400°C, 6 h)~35.3(800°C, 6 h) mg/g으로 낮은 값을 보여 목질재료 탄화물의 MBA는 사용한 수종의 영향을 크게 받는 것으로 생각되었다. 또한 국내에서 시판되고 있는 D사의 활성탄에 대하여 MBA를 측정해 본 결과 활성탄의 MBA는 109 mg/g인 것으로 나타났다. 잣나무, 리기다소나무, 은사시나무, 자작나무의 경우 탄화온도 800°C, 탄화시간 6시간에서 활성탄과 비슷한 MBA(100 mg/g 이상)를 보여 활성탄과 비교해도 손색이 없는 것으로 여겨졌다. 따라서 국산 주요 목재수종 중 높은 흡착력을 보일 수 있는 것을 이용하여 목탄으로 제조하면 고가의 활성탄 대용으로 사용할 수가 있으리라고 생각된다.

Fig. 5는 MBA와 탄화전 기건비중과의 관계를 나타낸 것이다. 비중이 낮은 침엽수재의 MBA가 비중이 높은 활엽수재의 MBA에 비해 높은 값을 보였고, 활엽수 중에서도 비중이 낮은 수종의 목재가 높은 MBA를 나타내는 경향을 보였다. 즉, 비중이 낮아지면 흡착력이 증가하는 경향을 보였다. 활엽수재 사이에서도 비중이 낮은 은사시나무와 자작나무가 높은 MBA를 보였다. 비중이 낮은 목재의 MBA가 우수한 이유는 목재를 탄화하는 과정에서 탄화가 용이하게 이루어져 세공 발달이 쉽게 일어날 수 있기 때문인 것으로 여겨졌다.

Table 2. Summary of porosimetry after 6 hours carbonization.

Samples	Carbonization temperature (°C)	BET surface area (m ² /g)	Total pore volume (cc/g)	Micropore area (m ² /g)	Micropore volume (cc/g)	Average pore diameter (Å)
PK	400	423.60	0.19	413.20	0.171	17.70
PK	600	999.75	0.64	823.50	0.354	25.59
PK	800	527.99	0.24	506.51	0.210	18.19
LL	400	129.97	0.07	108.31	0.046	19.91
LL	600	611.89	0.31	487.60	0.202	17.81
LL	800	1077.60	0.63	984.78	0.514	13.40
QV	400	133.87	0.06	-	-	19.12
QV	600	424.07	0.20	-	-	18.42
QV	800	713.57	0.37	-	-	20.47
RP	400	321.54	0.14	312.40	0.130	17.44
RP	600	734.20	0.38	661.19	0.265	20.64
RP	800	670.11	0.30	643.49	0.260	17.94
PB	400	57.27	0.03	52.77	0.025	23.86
PB	600	403.46	0.17	399.45	0.161	16.73
PB	800	727.64	0.31	711.47	0.287	17.17
MDF	400	90.57	0.05	86.95	0.038	19.96
MDF	800	679.48	0.28	673.64	0.266	16.34
AC*	-	980.43	0.54	895.25	0.386	21.84

See Table 1 for the species abbreviations. *AC : Active carbon.

3.2. 세공 분석

Table 2는 탄화물의 비표면적, 총 세공용적, 미세 세공용적, 평균 세공직경을 나타낸 것이다. 간벌재 및 목질재료 탄화물은 일반적으로 탄화온도가 높아짐에 따라 비표면적, 총 세공용적, 미세세공용적이 증가하는 경향을 보였고, 평균 세공직경은 탄화온도가 높아짐에 따라 작아지는 경향을 보였다.

탄화온도와 비표면적과의 관계를 나타낸 Fig. 6을 보면 탄화온도가 높아짐에 따라 비표면적 값이 증가하는 경우와 일정 온도까지 증가하다 감소하는 경향을 보이는 것이 있음을 알 수 있다. 石原(1996)는 일반적으로 탄화온도 1000°C까지는 탄화온도가 높아질수록 비표면적이 증가한다고 하였다. 또한 Blankhorn 등(1978)은 black cherry를 질소가스를 투입하면서 탄화하고, 이 탄화물의 총 공극율을 측정된 결과 탄화온도 700°C까지는 증가하지만 700°C 이상에서는 증가하지 않는다고 보고하였으며, 北村 등(1999)은 삼나무를 질소가스를 투입하면서 탄화하였을 때 비표면적이 400°C에서 600°C까지는 증가하다가 이후부터

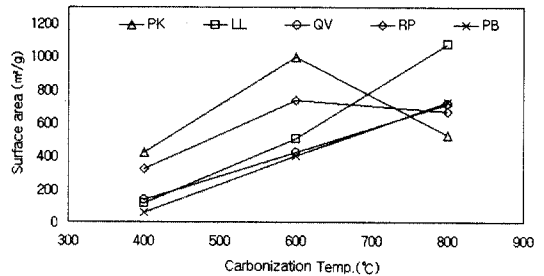


Fig. 6. Relationship between surface area and temperature after 6 hours carbonization. See abbreviations in Table 1.

1000°C까지는 감소한다고 보고하였다. 본 실험에서도 600°C 이후에 비표면적이 감소하는 경우(잣나무, 아까시나무)와 증가하는 경우가 있었다. 그 이유로서 박(1990), Kim 등(1996)은 탄화온도가 높아짐에 따라 세공이 발달하다가 탄화온도가 더 높아지면 오히려 세공이 찌그러지거나 막히는 현상이 발생하는데 기인한다고 하였다. 본 연구에서 잣나무와 아까시나무가 600°C에서 최고치를 나타냈는데 이러한 특징을

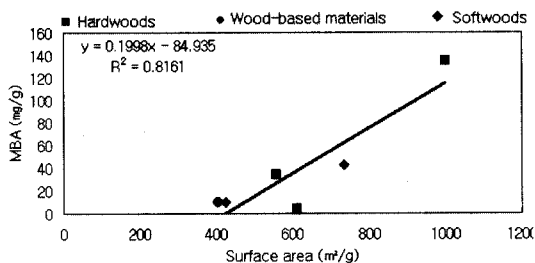


Fig. 7. Relationship between MBA and surface area after 6 hours carbonization at 600 °C.

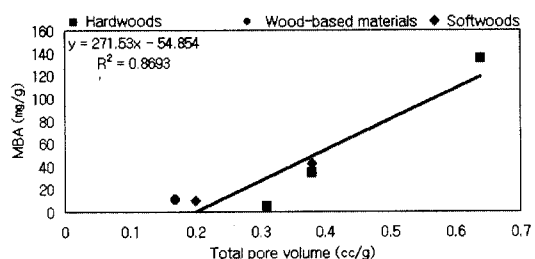


Fig. 8. Relationship between MBA and total pore volume after 6 hours carbonization at 600 °C.

보이는 수종의 경우 탄화온도에 주의하여야 할 것으로 여겨진다. 흡착제로 사용되고 있는 시판 활성탄(D사)에 대하여 동일한 방법으로 세공 분석을 실시한 결과, 시판 활성탄의 비표면적은 980.43 m²/g으로 본 연구에서의 잣나무 600°C, 6시간(999.75 m²/g), 낙엽송 800°C, 6시간(1077.60 m²/g)의 경우 보다 적은 비표면적을 나타냈다. Fig. 7은 600°C에서 6시간 동안 탄화한 탄화물의 비표면적과 MBA와의 관계를, Fig. 8은 탄화물의 총 세공용적과 MBA와의 관계를 나타낸 것이다. 비표면적과 MBA 및 총 세공용적과 MBA 사이에는 높은 정의 상관성을 보여, 비표면적과 총 세공용적의 값이 커지면 MBA가 높아진다고 볼 수 있다.

본 연구에서 목질재료 탄화물은 비표면적이 적고, 이에 따른 MBA가 낮았으나, 주로 미세 세공으로 이루어져 있다는 것이 밝혀졌다. 즉 목질재료 가운데 비표면적이 가장 높은 삭편판의 경우 800°C에서의 비표면적은 727.64 m²/g이었고, 이 때의 미세세공 면적은 711.47 m²/g으로 대부분 미세세공이 차지하는 것으

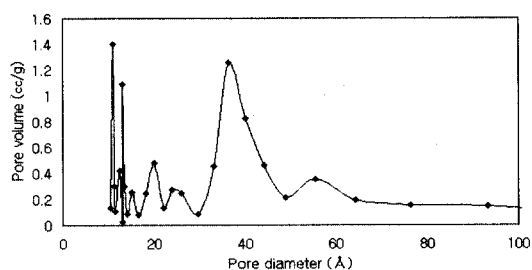


Fig. 9. Pore size distribution of *Pinus koraiensis* after 6 hours carbonization at 600 °C.

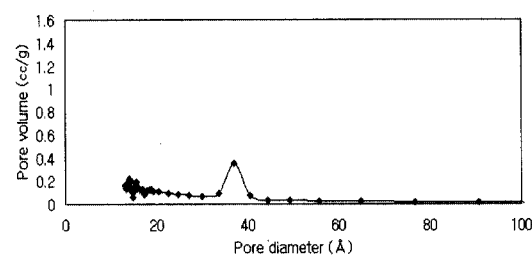


Fig. 10. Pore size distribution of *Pinus koraiensis* after 6 hours carbonization at 600 °C.

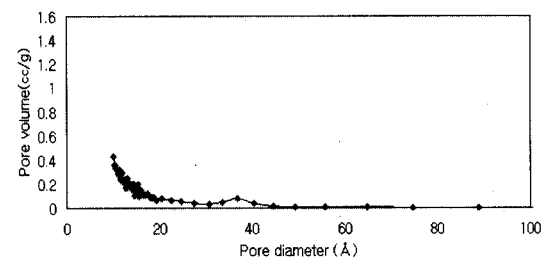


Fig. 11. Pore size distribution of particleboard after 6 hours carbonization at 600 °C.

로 드러났다(Fig. 11). 따라서 흡착제로 이용할 경우 가스흡착에 좋을 것으로 생각된다.

Fig. 9와 10은 간벌재인 잣나무의 탄화시간 6시간, 탄화온도 600 및 800°C조건에서의 세공 분포를 나타낸 것이다. 세공의 분포를 파악하는 것은 흡착의 용도를 설정할 수 있는 중요한 근거가 되는데 micro pore가 많이 발달하면 기상흡착제로 mesopore가 많이 발달하면 액상의 흡착제로 활용할 수가 있다. 잣나무는

400°C에서 600°C로 탄화온도가 높아짐에 따라 micropore(20Å 이하)와 mesopore(직경 20Å~40Å)가 발달하다가 800°C에서는 micropore와 mesopore의 발달이 오히려 둔화되는 결과를 보였다. 이는 앞에서 언급했듯이 탄화온도가 높아짐에 따라 오히려 세공의 찌그러짐과 막힘 현상이 일어나기 때문인 것으로 여겨졌다.

라 간벌재 및 목질재료 탄화물의 비표면적, 총 세공용적은 증가하는 경향을 보였고, 탄화온도 600°C에서 MBA의 최고치를 보인 수종은 비표면적도 같은 온도에서 최고치를 나타냈다. MBA와 비표면적 및 총 세공용적간에는 정의 상관관을 보였다. 목질재료 탄화물에는 주로 미세세공이 발달하는 것으로 밝혀졌다.

4. 결 론

본 연구는 국산 주요 수종의 간벌재 및 목질재료 탄화물의 흡착특성과 기본적인 성질과의 관계를 검토하였다. 결과는 다음과 같다.

1) 탄화온도가 높아지고, 탄화시간이 길어짐에 따라 국산 간벌재 탄화물의 메틸렌블루 흡착량(MBA)이 증가하는 경향을 보였지만, 탄화온도 600°C에서 최고치를 보이는 목재수종도 있었다. 수종간 MBA에는 큰 차이가 있었는데 가장 큰 값은 잣나무 탄화물(134 m²/g)이었고, 가장 작은 값은 굴참나무 탄화물(34 m²/g)이었다. 또한 침엽수재는 활엽수재보다 높은 MBA를 나타냈으며, MBA와 탄화전 간벌재의 기건비중과는 부의 상관성을 나타냈다. 목질재료 탄화물의 MBA도 탄화온도가 높아지고, 탄화시간이 길어짐에 따라 증가하는 경향을 보였고, 목질재료간 MBA의 차이는 크지 않았다. 목질재료 탄화물의 MBA는 간벌재에 비해 낮은 수준을 나타내는 것으로 드러났다.

2) 탄화온도가 높아지고, 탄화시간이 길어짐에 따

참 고 문 헌

1. 박종학. 1990. 활성탄소섬유의 제조에 있어서 반응속도와 세공구조. 인하대학교 대학원박사학위논문.
2. 활성탄 시험 방법. 1993. KS M 1802. 한국산업규격.
3. 北村壽宏, 松本壽生, 片山裕之. 1999. スギ材からの吸着用木炭の製造に及ぼす製炭條件の影響. 木材學會誌 45(2): 171~177.
4. 石原茂久. 1996. 木質系炭素材料素材開發の新しい展開. 木材學會誌 42(8): 717~723.
5. 安部郁夫. 1996. 木炭吸着劑の製造と利用. 木材工業 51(7): 294~300.
6. 안상국. 1997. 임산물생산통계. 산림청.
7. Blankehorn, P. R., D. P. Barnes, D. E. Kline, and W. K. Murphey. 1978. Porosity and pore size distribution of black cherry carbonized in an inert atmosphere. *Wood Science* 11(1): 23~29.
8. Kim, C. H., S. C. Kim, and A. Chen. 1996. The development of high quality activated carbon manufacturing process using Chinese coal. KIER Technical Report.
9. Salvador, F. and C. S. Jimenez. 1996. Carbon.