

# 生崩壊性炭化物ボードに関する研究（その5）

## — 炭化物のガス吸着性能とその諸物性 —

椿 泰徳\* 柴野 一則\* 小川 游\*\*

**要 約：** 環境調和型の生崩壊性炭化物ボード（以下ボード）は今後、生産・商品化がメインになってくるが、その際に原料となる炭化物の材料選定は非常に重要になる。ボードに使用する炭化物は、原料、産地、焼成温度等様々な要因により種々多様なものが存在する。しかしながらボードに要求する吸着性能を求めるために、全ての炭化物をボード化し試験を行うことは難しい。そこで本報では、炭化物の吸着性能を測定することで成型体の吸着性能を予想できる簡易吸着試験を行った。16種の炭化物によるホルムアルデヒド、アンモニア及びトルエンを対象ガスとした吸着試験及び、比表面積及び細孔径分布の物性を測定した。その結果吸着試験では、二時間後の濃度において若干高い（吸着していない）ものがあったが、全てのサンプルが対象ガスを吸着すること、吸着量ではそれぞれのガスではほぼ変わらないことが判明した。一方物性測定では、比表面積と平均細孔直径、比表面積と細孔径分布（マイクロポア）に相関関係があることも判明した。

**キーワード：** 炭化物、吸着試験、物性測定

目 次：	1.はじめに	3.結果
	2.試験方法	4.まとめ

### 1. はじめに

16種類の炭化物（表1）を用いてホルムアルデヒド、アンモニア及びトルエンの標準ガスを作製し吸着性能を確認した（試験I）。また炭化物の基本的な物性値である、比表面積及び細孔径分布を測定し（試験II）試験Iとの考察を行った。

### 2. 試験方法

#### 2.1 試験I（吸着試験）

炭化物の試験方法としては、JIS K1474 に U 字管を使用したものが定められている。しかしながら結果を出すのに多大な時間がかかってしまうことが予想されたので、短時間で簡易的に測定が出来、かつある程度の評価手法として今後も試験可能なサンプリングバッグ法を採用した。既報よりこの試

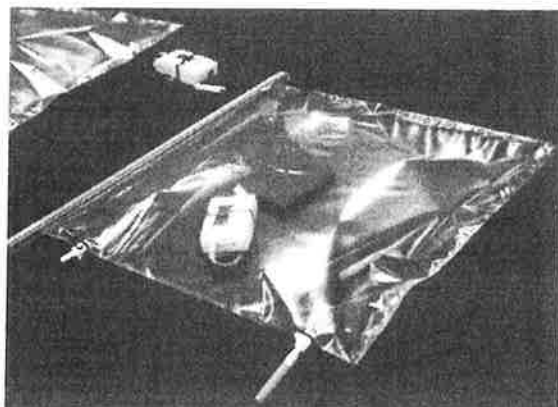


写真1 バッグによる試験状況

表1 炭化物の種類と炭化（賦活）温度

No.	炭化物種類	炭化（賦活）温度 (°C)
1	木質炭1	400
2	木質炭2	400-500
3	木質炭3	700-800
4	木質炭4	400
5	植物炭1	630-650
6	植物炭2	450
7	植物炭3	700-800
8	植物炭4	400-500
9	植物炭5	700
10	針葉樹炭	500-600
11	広葉樹炭1	400-500
12	広葉樹炭2	700
13	広葉樹炭3	1,000
14	広葉樹炭4	1,000
15	活性炭1	800-900
16	活性炭2	800-900

表2 濃度測定用検知管とその濃度範囲

化学物質	使用検知管	測定範囲 (ppm)	温度補正
ホルムアルデヒド	No. 91	2.0-20	なし
	No. 91L	0.1-5.0	あり
	No. 91LL	0.05-1.0	あり
アンモニア	No. 3L	1.0-30	なし
	No. 3La	5-100	あり
トルエン	No122L	2-50	なし
	No122	10-300	なし

\* 建築研究室

験方法を用いることで、成型体が炭化物の吸着性能をそのまま保持していることが確認できている<sup>1)</sup>。フッ化ビニル系からなるこのサンプリングバッグ（以下バッグ）は、透明なので中の様子が容易に観察でき、有機溶剤に対する耐性や機械的強度に優れ、広い温度範囲での使用が可能である。このバッグの一端を切り開きサンプルの出し入れ口とした。

また試料は110℃で12時間以上乾燥させ使用した。炭化物の重量を正確に計り（16.0g）、20リットルサイズのバックに入れその後バック内の空気を吸引排気した。ホルムアルデヒド、アンモニア及びトルエンを20ppmになるように窒素ガスで調整したあと、温度25℃、所定時間ごとにバッグ内の各種ガス濃度を表2に示す検知管により測定した。炭化物サンプルは、表1に示した16種の炭化物を使用し吸着試験を行った。今回は二時間まで測定したので、この時点を終濃度とする。

### 2.2 試験Ⅱ（比表面積、細孔径分布測定試験）

表1に示す試験体約0.3-0.4gを標準セルに取り、装置（島津マイクロテックス ASAP-2400及びASAP-2010）の資料処理部で、温度約300℃で、約15時間（一晚）、脱ガス処理をして行った。窒素ガスによる測定を行い、得られた結果から、比表面積、細孔径分布及び平均細孔直径を算出した。

## 3. 結果

### 3.1 試験Ⅰ（炭化物の吸着試験）

全炭化物がホルムアルデヒド、アンモニア及びトルエンを吸着した。結果を図1に示す。

#### 【ホルムアルデヒド】

検知管の測定精度（±10%）を考慮しても、全ての炭化物は同様な経時変化を示し、終濃度に関しては広葉樹炭3が若干高い値を示した以外は、他の炭化物に大きな違いは観察されなかった。したがってホルムアルデヒドの吸着には、炭化物の種類によらないことが分かった。

#### 【アンモニア】

広葉樹炭3、4と活性炭1を除くすべての炭化物は吸着速度が同様であり、検知管の測定精度（±10%）を考慮しても吸着性能的に違いはないと考えられる。また広葉樹炭3と活性炭1においては、終濃度が3~10ppmと高く測定された。これは、炭化物の吸着速度が遅いことが主な原因と考えられる。今回は二時間までしか測定していないが、測定を続ければさらに吸着すると考えられ、その結果吸着量に差が生じてくる可能性がある。

炭化物はその炭化温度によって表面の化学的性状に変化が生ずることから、炭化温度が低いときは酸性となり逆に高いと塩基性を帯びるようになるといわれる<sup>2)</sup>。木質炭2は、400-500℃で作られており表面が酸性を帯びていると考えられ、事実、アンモニアの吸着試験では検知できないほどの濃度になるのに16サンプル中最速であった。しかしながら高温で炭化された広葉樹炭3、4が、弱酸性であるホルムアルデヒドを効率よく吸着したという結果は得られなかった。

アンモニアのコントロール（サンプル無し）では、時間の経過に伴い初期濃度の減少が観察された。今回使用したバ

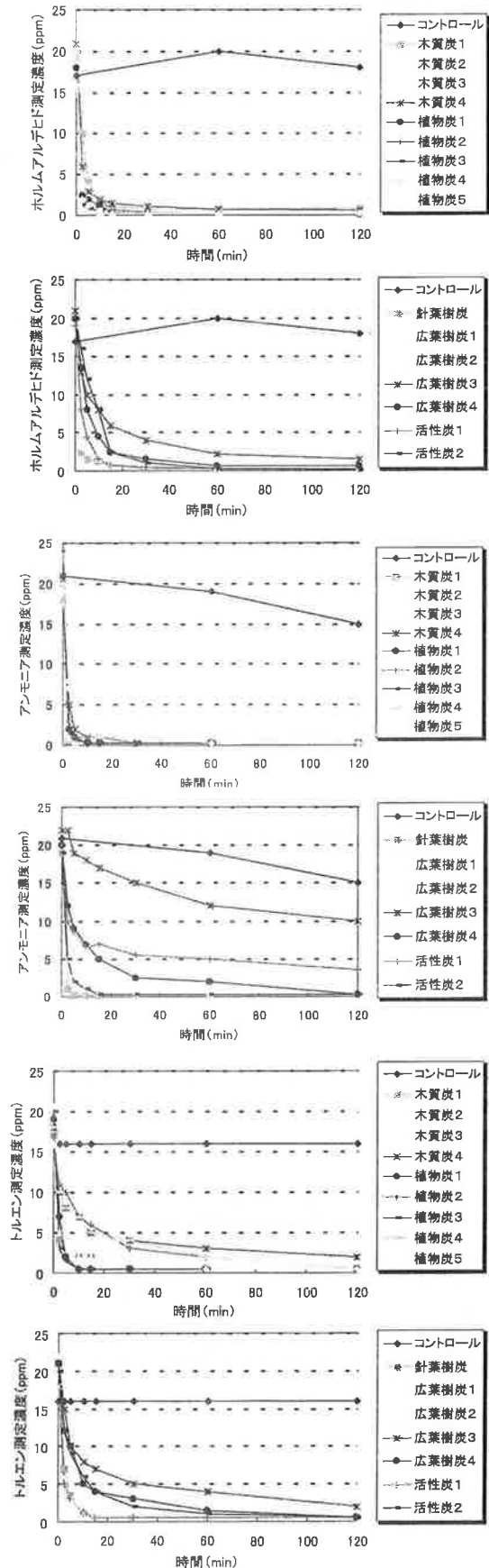


図1 炭化物の吸着試験結果

グ内部への吸着が起こっているかは確認していないが、同じ水溶性のホルムアルデヒドが同様な変化をしていないことを考慮すると、アンモニア自体の性質にその原因があるのではないかと考えられる。ホルムアルデヒドは弱酸性である一方、アンモニアは強アルカリ性である。今回使用したガスは、弱酸性アルカリ性及び有機溶剤の三種類である。しかしながら、いずれのガスに対してもバッグは問題ないとされているので、同じアルカリ性のガスについてバッグとの相性を確認する必要がある。

【トルエン】

終濃度については、木質炭 4、広葉樹炭 3 が 2ppm と他の炭化物 (0.5ppm) より高い数値を示した。これらは共に炭化温度が異なるだけで、現在のところ理由は不明である。

トルエンがホルムアルデヒド、アンモニアより吸着速度的に遅かったことに関しては物質の化学的性質に原因が考えられる。つまりホルムアルデヒド、アンモニアはそれぞれ弱酸性、塩基性という違いはあるが水溶性であり、一方トルエンは水に対して不溶である。この吸着物質の物性も、吸着現象を左右する要因の一つと考えられる。

一般的に知られている炭といえば、冷蔵庫脱臭に良く使われる活性炭やアウトドアや調理で良いとされる備長炭であるが、今回の吸着試験結果からは、このような高温で焼かれている炭 (今回のサンプルの中では広葉樹炭 3, 4) よりも、比較的低温で焼かれている木質炭、植物炭、針葉樹炭及び広葉樹炭の一部の方が吸着性能は良いといえる。後者は間伐材、木材廃材または食品廃棄物から作製している炭なので、この吸着性能傾向は廃棄物利用という炭化物ボードには非常に良い傾向といえる。

3.2 試験Ⅱ (比表面積, 細孔径分布測定試験)

一番高い値を示した活性炭 1, 2 が、その 1/10 前後の比表面積しか持たない他の植物系炭と、吸着速度や終濃度において大きな違いは得られなかった。ただし、比表面積の約 10 倍の違いが吸着速度及び終濃度に対して、定量的にどの程度の違いを生むのかは今回の結果からは分かっていない。

炭化物内に存在する三種類のポアの中で、吸着に大きく関係しているのはミクロポアである。従って、ミクロポアが大きいほど吸着能力は高いと考えられる。しかしながらミクロポア内部では拡散速度が遅くなるため、ミクロポア容積の大きさと吸着速度との間には正の相関はないと考えられる。また吸着試験の吸着速度及び終濃度の低さという点で成績のよかった、木質炭 2、植物炭 1 そして針葉樹炭に着目してみる。ミクロポアの細孔容積は大きいとはいえないが吸着性能は特に優れていた。逆に、同様なミクロポア容積を持つ他の炭化物吸着性能がよくないことを考えると、細孔径分布でも吸着試験結果を裏付けるものでないことがわかった。

平均細孔直径は炭化物の吸着力を示すといわれ<sup>3)</sup>、細孔径が小さな炭化物ほど吸着性能がよくなる。この物性値の小さい、針葉樹炭、広葉樹炭 1, 2 及び活性炭 2 と吸着試験結果と比べると、針葉樹炭だけに関してはこの考え方が当てはま

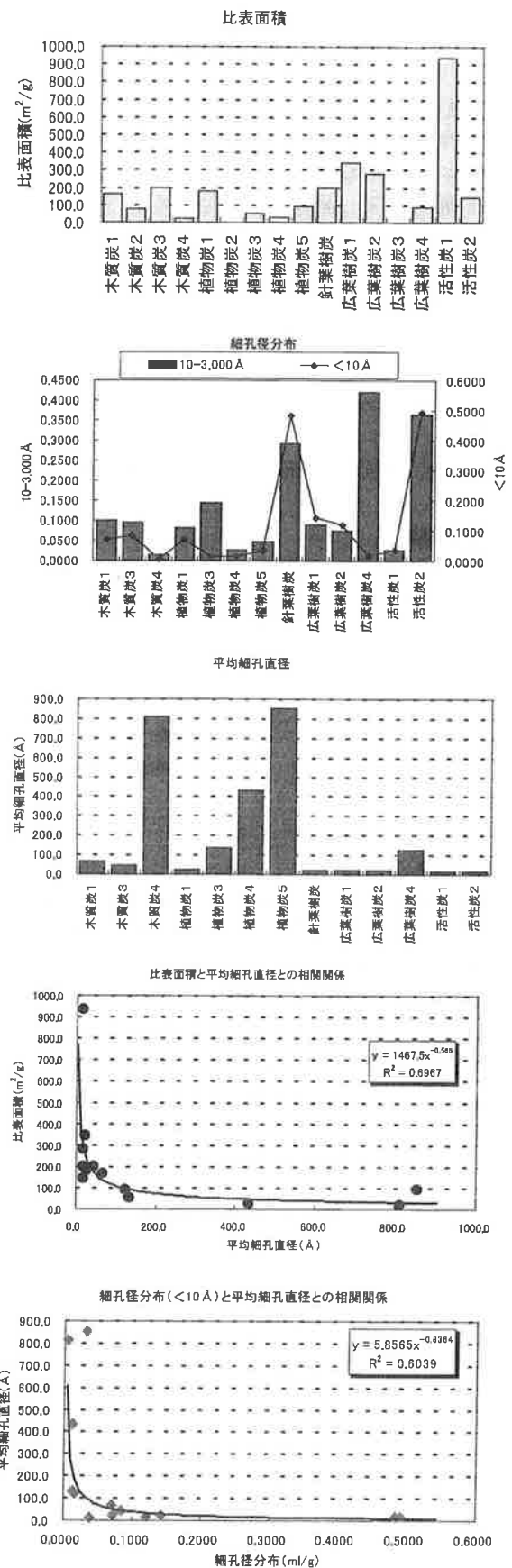


図2 炭化物諸物性の測定結果

る。化学物質吸着性能と平均細孔直径との相関を、低濃度で論じることが多いので今後は低濃度での吸着試験が必要と考えられる。

### 3.3 比表面積、細孔径分布、平均細孔直径の比較

この三つの物性値に関してそれぞれ相関の有無を確認してみると、平均細孔直径と比表面積、細孔径分布と平均細孔直径の間において、相関があると考えられる。これは、炭化物

内部の平均細孔直径が小さい炭化物ほど表面積が大きいことを示し、その細孔直径が小さい炭化物ほどマイクロポア (<10Å) の占める割合が多いことを物語っている。比表面積が大きな炭化物は小さな孔(穴)が多いことがわかった。また近似曲線に乗っていない炭化物は、表面の化学的な性質及びそれに伴って生ずる、吸着ガス(窒素ガス)と炭化物との相性など、他の要因の影響が大きいと考えられる。

## 4. まとめ

- ① 全ての炭化物においてホルムアルデヒド、アンモニア及びトルエンを吸着することが分かった。
- ② 二時間あたりの吸着量で比較してみると、それぞれのガスに関しては吸着量にほとんど差がなかった。
- ③ 本試験をすることで、この炭化物がこのガスの吸着に対して適しているか否かを判断できる簡易的な方法であることが判明した。
- ④ 比表面積と平均細孔直径、細孔径分布と平均細孔直径の間において、相関があるようである。

謝 辞 本研究を行うに際して、多くの御指導・御協力をいただいた元農林水産省研究官 村山敏博博士に深く感謝致します。

### 参考文献

- 1) 樺 泰徳・柴野一則・小川 游: 生崩壊生炭化物ボードに関する研究(その3)-炭化物ボードの吸着性・東急建設技術研究所報, No.25, pp.125-128, 1999年7月
- 2) 真田雄三・鈴木基之・藤井 薫: 新版 活性炭 基礎と応用, pp.86-88, 講談社サイエンティフィック, 1998年8月
- 3) 阿部郁夫: 木炭吸着剤の製造と利用, 木材工業, No.7, vol.51, 1996

## The Study of Biodegradable Carbonized Composite Board -Part5. Gas adsorption ability and some characteristics of a carbonized composite-

Y.Tsubaki, K.Shibano, and Y.Ogawa

In the future, it is considered that we would precede production or commercialization of BCCM in the next step, the selection of a carbonized composite, raw material, is very important. There are many kinds of carbonized composite because of its raw materials, producing area and carbonized temperatures. But, to search the adsorption ability we want, it is very difficult to make board from all types of carbonized composite. In this report, we conducted simple adsorption tests with easy method. We examined adsorption tests of Formaldehyde, Ammonia and Toluene standard gas and measured specific surface area and pore distribution of 16 kinds of carbonized composites. As a result, it was clear that all sample adsorbed three types of standard gas even though some carbonized composites didn't adsorb the gas well in adsorption tests, and there were almost no differences about adsorption value in two hours later. On the other hand, we got an interrelation between the average pore diameter and the specific surface area and between the pore distribution and the specific surface area of carbonized composites.