

活性炭の吸着性能

山本 健, 青山 進

Adsorption of Active Carbon

YAMAMOTO Ken and AOYAMA Susumu

The active carbon is used as adsorbent. In the experiment this time, the active carbon powder and the active carbon grains were determined for the adsorbent capacity with iodine adsorption number, methylene blue adsorption number and organic solvent vapor adsorption number based on Japanese Industrial Standard (JIS). Additionally the gasbag test was also performed, and there results were compared.

As the results, the iodine adsorption number of active carbon grains correlated with the organic solvent vapor adsorption number of them. The organic solvent steam adsorption number could not be correlated with the results of the gasbag test.

活性炭は吸着剤として幅広く使われている。その吸着性能を評価するため、粉末活性炭と水質浄化用粒状活性炭のよう素吸着性能、メチレンブルー吸着性能、溶剤蒸気吸着性能を JIS に準じて測定した。また、ガスバッグ法で吸着性能を評価し、それぞれ比較を行った。

その結果、よう素吸着性能と溶剤蒸気吸着性能は相関関係があること、溶剤蒸気吸着性能とガスバッグ法による吸着試験結果は、使用するガスがトルエンの場合、相関性がないことが分かった。

キーワード：活性炭，吸着，揮発性有機化合物（VOC）

1. 緒 言

厚生労働省がホルムアルデヒドの室内濃度指針値を定めて以来、揮発性有機化合物(VOC)の低減化が進んでいる。ホルムアルデヒド以外の VOC に対しても人体への有害性が指摘され、平成 14 年 2 月現在、13 種類の VOC に対して指針値が定められている。低減化の方法として、VOC の少ない材料に変更するなど、放散量を少なくする方法と、活性炭などの吸着剤に VOC を吸着させる、光触媒によって分解するなど、空気中の VOC を減少させる方法がある。吸着に利用される活性炭は賦活処理などの製造条件により比表面積、細孔の孔径などが変化し、吸着性能が変化する^{1)~3)}。吸着性能を正しく評価するためには、複数の方法で試験をする必要がある。日本工業規格⁴⁾(JIS)ではよう素吸着性能、メチレンブルー吸着性能、溶剤蒸気吸着性能、カラメル吸着性能などを測定することで活性炭の吸着性能を評価している。しかし、粉末または粒状での規格であるためその他の形状では性能を評価できない。その他の評価試験方法として、光触媒協議会では、テドラーバッグ内でアルデヒド類のガスを作製し、バッグ内のガス濃度の変化を測定するガスバ

ッグ法⁵⁾によって光触媒のアルデヒド類の分解性能を評価している。この測定方法を応用すれば、バッグ内に入る吸着剤はすべて評価可能であるが、JIS で評価した吸着性能との関係は不明な点が多い。本研究では、よう素吸着性能、メチレンブルー吸着性能、溶剤蒸気吸着性能を測定し、活性炭の吸着性能を評価した。また、ガスバッグ法により、バッグ内で作製したトルエン蒸気に対する活性炭の吸着性能を評価し、それぞれの吸着性能に相関があるかを検討した。

2. 実験方法

2.1 試料

試料は、粉末活性炭 1 種（活性炭 A）と水質浄化用粒状活性炭 3 種（活性炭 B, C, D）を用いた。JIS に基づいて液相吸着性能を測定する場合、粒状活性炭は粉碎して試験を行う必要があるが、本研究は粉碎を省略した。

2.2 よう素吸着性能

2.2.1 測定方法

JIS K 1474 活性炭試験方法 5.1.1.1 よう素吸着性能に準じて行った。試料 0.3, 0.5, 0.7, 0.9g をそれぞれ褐色共栓付三角フラスコ 50ml に入れ、0.05mol/l よう素溶液 50ml を加えた。振幅 40mm, 往復回数 300 回/min の振とう機で 15 分間振とうさせ、沈殿管 50ml に移して回転数 4000

回/分の遠心分離機で8分間かけて溶液と試料を分離した。
この上澄み液 10ml を、でんぷん溶液を指示薬として
0.1mol/l チオ硫酸ナトリウム溶液で滴定した。

よう素残留濃度およびよう素吸着量は、以下の式によっ
て算出した。

$$I_n = \frac{K \times f \times 12.69 \times 1000}{10}$$

$$I = \frac{(10 \times f' - K \times f) \times 12.69 \times 5}{S}$$

ここで、

I_n : よう素残留濃度(mg/l)

I : よう素吸着量(mg/g)

K : 滴定に用いた 0.1mol/l チオ硫酸ナトリウム溶液
の量(ml)

f' : 0.1mol/l チオ硫酸ナトリウム溶液に対するよう
素溶液のファクター

f : 0.1mol/l チオ硫酸ナトリウム溶液のファクター

12.69 : 0.1mol/l チオ硫酸ナトリウム溶液 1ml のよう素
相当量(mg)

S : 活性炭の質量(g)

2.2.2 吸着等温線の作成

よう素残留濃度とよう素吸着量を両対数グラフにプ
ロットし、よう素残留濃度が 2.5g/l の点のよう素吸着量
を活性炭のよう素吸着性能とした。吸着等温線の一例を
図 1 に示す。

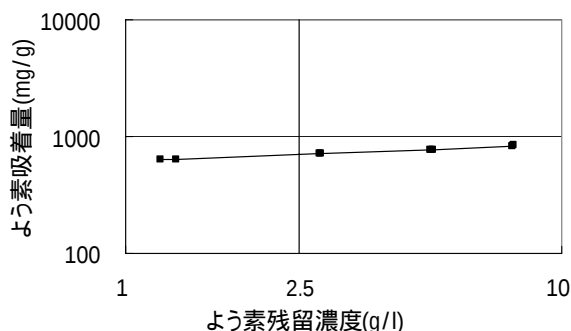


図 1 吸着等温線の一例

2.3 メチレンブルー吸着性能

2.3.1 乾燥質量換算

メチレンブルー-3 水塩 1g を秤量瓶に入れ、温度 105
の乾燥機中で 4 時間放置した。シリカゲルを入れたデシ
ケータ中で冷却し、質量を測定して乾燥減量を算出した。
未乾燥メチレンブルーの乾燥質量換算を、以下の式によっ
て算出した。

$$S' = S \times \frac{1}{100 - \omega} \times 100$$

ここで、

S' : 未乾燥メチレンブルーの採取量(g)

S : 乾燥質量換算量(g)

ω : 乾燥減量(%)

2.3.2 メチレンブルー吸着性能

JIS K 1474 活性炭試験方法 5.1.1.2 メチレンブルー吸着
性能に準じて行った。試料 0.23, 0.25, 0.27g を共栓付三
角フラスコ 100ml に入れ、メチレンブルー溶液を 25ml
加えた後、振幅 40mm, 往復回数 300 回/min の振とう機
で 30 分間振とうした。事前に 0.24mg/l メチレンブルー
溶液 20ml を吸引した直径 20mm のろ紙と目皿付漏斗を
用いて溶液をろ過した。ろ液の波長 665nm の吸光度から
メチレンブルー残留濃度を求めた。

メチレンブルー吸着量、メチレンブルー吸着性能は、
以下の式によって算出した。

$$Q = \frac{(1200 - C) \times \frac{25}{1000}}{S}$$

$$M = \frac{Q}{1.2}$$

ここで、

Q : メチレンブルー吸着量(mg/g)

C : メチレンブルー残留濃度(mg/l)

S : 活性炭の質量(g)

M : メチレンブルー吸着性能(ml/g)

1.2 : メチレンブルー溶液濃度(g/l)

2.3.3 吸着等温線の作成

メチレンブルー残留濃度とメチレンブルー吸着量を両
対数グラフにプロットし、メチレンブルー残留濃度が
0.24mg/l の点のメチレンブルー吸着量を活性炭のメチレ
ンブルー吸着性能とした。

2.4 溶剤蒸気吸着性能

2.4.1 溶剤蒸気吸着性能測定装置

JIS K 1474 活性炭試験方法 5.1.2 溶剤蒸気の吸着性能に
準じて以下のような装置とした。圧縮空気をシリカゲル
乾燥塔に通し乾燥空気とした。乾燥空気を 2 路に分け、
それぞれ流量計につなげた。そのうち 1 路はチタン製蛇
管 4 つを直列につなぎ、希釈用空気とした。もう 1 路は
チタン製蛇管 1 つとろ過板付きガス洗浄瓶 3 個を直列に
つなぎ、飽和トルエン蒸気とした。その後、混合瓶で希
釈用空気と飽和トルエン蒸気を混合し、トルエン混合空
気とした。三方コックから U 字管へつなげ、三方コック
の一方と U 字管の出口は排気口へつないだ。蛇管、ガス
洗浄瓶、混合瓶、U 字管を水槽に入れ、温度調節装置を
つなげた水中ヒータにより水温を調整した。装置のうち
蛇管、ガス洗浄瓶部分を写真 1 に、ガス混合瓶、U 字管
部分を写真 2 にそれぞれ示す。



写真1 蛇管，ガス洗浄瓶



写真2 ガス混合瓶，U字管

2.4.2 溶剤蒸気吸着性能の測定

JIS K 1474 活性炭試験方法 5.1.2 溶剤蒸気の吸着性能に準じて行った。活性炭をシャーレに入れ、温度 115 の乾燥機中で3時間乾燥させ、シリカゲルの入ったデシケータ中で冷却した。その後、試料を U 字管に入れ、重量を測定した。溶剤蒸気吸着性能試験装置の水温を 25 調整し、希釈用空気の流量を 1.8l/min に調整し、飽和トルエン蒸気の流量を 0.193l/min に調整して希釈割合 1/10 のトルエン混合空気を流量 2.0l/min で U 字管に通じさせた。1 時間以上経過後に U 字管の質量を測定し、溶剤蒸気吸着性能試験装置に取り付けた。30 分後に再び U 字管の質量を測定し、増量が 5mg 以下となるまで測定を繰り返した。溶剤蒸気吸着性能は、以下の式によって算出した。

$$Z = \frac{P}{S} \times 100$$

ここで、

Z： 溶剤蒸気吸着性能(%)

P： 試料の増量(g)

S： 試料の質量(g)

2.5 ガスバッグ法

容量 30l のコック付テドラバッグに 99%トルエン溶液を、マイクロシリンジを用いて 8μl 入れた。これに、ドライエアーを 2l 程度入れ、両端を交互に押して内部ガスを均一にする操作を数回繰り返し、一杯になるまでドライエアーを入れ、遮光して2時間放置した。検知管(株)ガステック 122L)でバッグ内のトルエン濃度を測定し試験ガスとした。試料 1g をガラス製シャーレに入れた。それを容量 1l のコック付フッ素樹脂バッグに入れ、バッグを密閉した。また、シャーレのみを入れたバッグを作製し、ブランクとした。フッ素樹脂バッグに試験ガスを一杯入れ、30 分後、120 分後のバッグ内のトルエン濃度を検知管で測定した。

3．結果と考察

粉末活性炭 A および粒状活性炭 B, C, D の吸着性能を表 1 に示す。粒状活性炭はメチレンブルーを吸着しなかった。JIS では粉状に粉碎して測定するが、本研究では粒状のままで測定しているため、吸着性能を評価できないことが考えられる。よう素吸着性能およびメチレンブルー吸着性能はどちらも液相での吸着であるが、本研究では相関性は確認できなかった。また、トルエン溶剤蒸気吸着性能は粉末活性炭 A は、ガラスフィルタを融着した U 字管が必要であるため、本研究では実施できなかった。試料数は少ないが、よう素吸着性能と溶剤蒸気吸着性能は相関関係がある。

表 1 活性炭の各吸着性能

	A	B	C	D
よう素吸着性能 (mg/g)	700	1030	670	960
メチレンブルー吸着性能 (ml/g)	190	0	0	0
溶剤蒸気吸着性能 (%)	-	36	29	35

ガスバッグ法による吸着性能結果を表 2 に示す。ブランクバッグ内のトルエン濃度は120分で47ppmから43ppmに減少している。バッグ内部およびシャーレ表面への吸着が原因として考えられる。トルエン溶剤蒸気吸着性能がほぼ同等であった活性炭 B と D は 120 分後のトルエン濃度がそれぞれ 3ppm, 2ppm であり、よう素吸着性能、溶剤蒸気吸着性能と同様に同程度の性能を示した。しかし、溶剤蒸気吸着性能が低い活性炭 C がガスバッグ法では高い吸着効果があった。ガスバッグ法は初期の吸着性能を評価しているが、トルエン溶剤蒸気吸着性能は飽和までの吸着性能を評価している。そのため、これらの試験結果は相関性がなかったものと考えられる。

表 2 ガスバグ法による吸着性能

	A	B	C	D	ブランク
試験前の濃度 (ppm)	47	47	47	47	47
120 分後の濃度 (ppm)	5	3	1	2	43

4. 結 言

JIS に準じたよう素吸着性能,メチレンブルー吸着性能,溶剤蒸気吸着性能と,光触媒性能試験法であるガスバグ法によって吸着性能評価を行い,それらの結果の比較を行ったところ,次のような結論を得た。

- 1) 粒状活性炭を粉碎しない場合,よう素吸着性能とメチレンブルー吸着性能の相関性はない。

- 2) よう素吸着性能と溶剤蒸気吸着性能は相関性がある。
- 3) 試料を粉碎しない場合,メチレンブルー吸着性能は評価できない。
- 4) 溶剤蒸気吸着性能とガスバグ法による吸着性能は,使用するガスがトルエンの場合,必ずしも相関性がない。

文 献

- 1) 近藤精一,石川達雄,安部郁夫:吸着の科学,2001,95-161.
- 2) 真田雄三,鈴木基之,藤元 薫:活性炭,1992,71-107.
- 3) 竹内 節:吸着の化学,1995,93-100.
- 4) 日本規格協会:JIS K 1474 活性炭試験方法(1991).
- 5) <http://www.photocatalysis.com/>