

高性能脱臭剤の開発(第1報)

ガスクロマトグラフとパーミエータによる連続ガス通気による吸着性能評価

山本 健*¹, 青山 進, 小村直樹*², 松浦 力

Development of High Performance Deodorants I

Adsorption performance evaluation under the continuous gas feed using gas chromatograph and permeater

YAMAMOTO Ken, AOYAMA Susumu, KOMURA Naoki and MATSUURA Tsutomu

In order to evaluate the gas adsorption performance of materials, we constructed an equipment which consisted of gas chromatograph and gas permeater. The toluene adsorption performance of activated carbon was evaluated using the equipment.

As a result of adsorption measurements for toluene on the activated carbon using this equipment, the followings were found.

1. The concentrations of toluene gas supplied from the gas permeater were in good agreement with the calculated values and very stable through the successive measurements.
2. Amount of adsorbed toluene calculated from gas chromatograph chart was proportional to the weight increase of the activated carbon in higher gas concentration.
3. Amount of adsorbed toluene at saturation point on the activated carbon increased with increasing of toluene gas concentration, but did not increase over about 100 ppm.

吸着剤の吸着性能を評価するために、ガスクロマトグラフ、パーミエータを組合せ、吸着剤を通過したガスの濃度を連続で測定する装置を作製した。その装置を用い、活性炭のトルエン吸着性能を評価した。

その結果、パーミエータから供給されるトルエンガスの濃度は理論値とほぼ等しく、時間変化がほとんどないこと、トルエンガスが高濃度の場合、吸着した活性炭の増加重量は、ガスクロマトグラフから算出したトルエンの吸着重量とほぼ等しいこと、トルエン濃度が増加すると活性炭の吸着量も増加するが、トルエン濃度が100ppmを超えるとほとんど増加しないことが分かった。

キーワード：活性炭素、揮発性有機化合物、悪臭吸着剤

1. 緒 言

近年悪臭に対する苦情件数や悪臭防止法に基づく行政指導の件数は依然として高水準にあり、同時に一般住居空間においてもシックハウス問題などへの対応から悪臭や揮発性有機化合物への対策が急がれている。悪臭除去の方法は、家庭用など小型の脱臭装置にはオゾン、光触媒、プラズマなど^{1,2)}が多く使われており、塗装工場など大規模な場合は吸着剤^{3,4)}を利用した脱臭プラントによって取り除かれることが多い。脱臭プラントの性能は、吸着剤の性能に影響されるため、活性炭など吸着剤の改良が進んでいる。

気相での吸着剤の性能測定方法のひとつとして、吸着剤の入ったホルダーに、一定濃度のガスを通過させ、そ

の前後でガス濃度の変化や、吸着剤の増加重量を測定する方法がある。この方法は、連続的に一定濃度のガスを発生させること、吸着剤に均一にガスを通すこと、定期的に吸着剤を通過したガス濃度や吸着剤の重量を測定することが手間であること、など課題がいくつかある。JIS K 1474 活性炭試験方法⁵⁾、溶剤蒸気の吸着性能試験では、溶剤を通過した乾燥空気を希釈する事でガスの濃度を調整し、5~10gの吸着剤の入った吸着試験用U字管内にガスを通し、1時間以上経過後に30分間隔で吸着剤の増加重量を測定している。一定濃度のガスを均一に吸着剤に通す課題は解決しているが、測定の手間は課題として残っている。また、吸着剤を多量に使うため、低濃度のガスを吸着させる場合は、測定時間が長くなることが問題になる。

本研究では気相での吸着性能を少量の吸着剤で自動的に測定することを目標に、パーミエータから供給されたガスを、ガラス管内に入れた吸着剤を通過させ、その後のガス濃度をガスクロマトグラフで測定することが可能

平成15年度地域産業集積中小企業等活性化補助金 関連機関支援強化事業費補助事業

2004.5.31 受理 生活技術部

*1 応用加工技術部 *2 材料技術部

な装置を作製した。この装置を用いて、トルエンガスに対する活性炭の吸着性能を測定し、吸着剤の増加重量とガスクロマトグラフのピーク面積から算出した吸着量との比較を行った。

2. 実験方法

2.1 トルエンガス

トルエンのガスを発生させるために、パーミエータ((株)ガステック PD-1B-2)を用いた。キャリアガスは、活性炭、シリカゲルを通した空気を用いた。空気の流量は0.3l/minで一定にした。ディフュージョンチューブ内にトルエン溶液を入れ、水槽の温度とディフュージョンチューブの種類を変えることで、トルエンの揮発量を調整した。

2.2 ガスクロマトグラフ

ガスクロマトグラフは、(株)島津製作所 GC6AMを用いた。カラムはSBS120(長さ3m, 内径3mm)を用い、カラム層の温度は90℃にした。検出器はFIDとし、キャリアガスとして窒素を40ml/minで流した。

2.3 吸着量測定装置

吸着剤として、粒状活性炭を乳鉢で粉状にしたものを用いた。温度115℃の乾燥機中で3時間以上吸着剤を乾燥し、シリカゲルの入ったデシケータ中で冷却した。内径4mmのガラス管に高さが約10mmになるように吸着剤を入れ、重量を測定した。吸着剤に均一にガスを通すためにガラス管を縦向きにセットし、パーミエータ、ガスクロマトグラフとガラス管で接続した。また、一定時間ごとに測定を行うためのオートサンプラーを接続した。概略図を図1に示す。

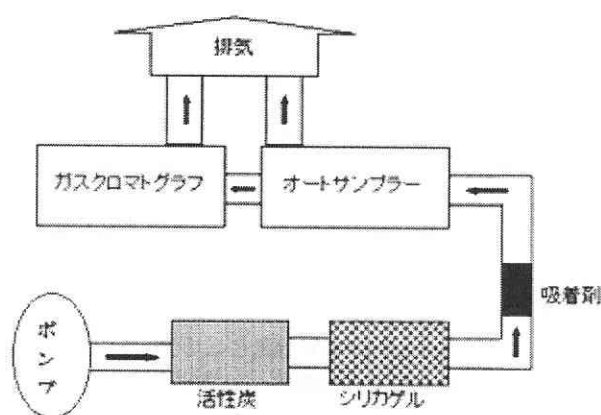


図1 吸着量測定装置の概略図

吸着剤を通さないトルエンガスをガスクロマトグラフで測定し、ブランクのピークの面積を測定した。吸着剤を通過したトルエンガスを15分ごとにガスクロマトグラフで測定し、ピーク面積がブランクの80%以上であれば一定になったときに試験を終了した。試験後の重量を測定

し、増加重量を算出した。また、吸着中のピーク面積を時間でプロットしたグラフから面積を算出し、その面積と単位時間あたりのパーミエータからの揮発量から吸着量を算出した。この吸着量を積分吸着量とした。算出式は以下のとおり。

$$W = Dr \cdot (W_B \cdot t - \int W_p) \quad (1)$$

ここで、

W：積分吸着量

Dr：単位面積時間あたりのパーミエータからのトルエン揮発量

W_B：ブランクのピーク面積

W_p：吸着中のピーク面積

t：測定時間

3. 結 果

3.1 トルエンガスの濃度

表1にパーミエータから揮発しているトルエンの量、算出したトルエン濃度の理論値と検知管((株)ガステック 122L)で測定したトルエン濃度の実測値を示す。この検知管の測定上限値は100ppmであり、それ以下の範囲で測定を行った。理論値と実測値はほぼ一致しており、この測定装置では、パーミエータから理論値と等しい濃度のトルエンガスが供給されていることが分かった。

表1 パーミエータのトルエン揮発量とトルエンガスの濃度の理論値と実測値

(流量：0.3l/min)

揮発量 (μg/min)	理論値(ppm)	実測値(ppm)
22.0	19.5	20
62.9	55.8	55

図2にパーミエータから供給された濃度55.8ppmのトルエンガスをガスクロマトグラフで測定したピーク面積の結果を示す。図より、180分間トルエンのピーク面積

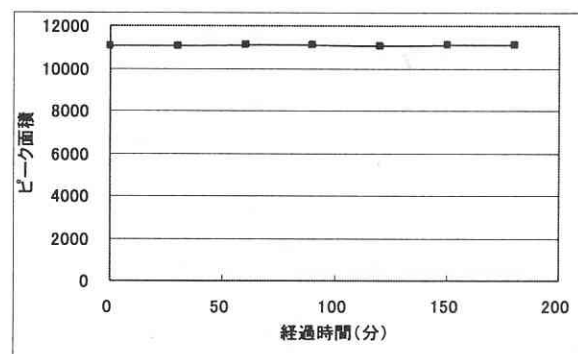


図2 トルエン濃度の時間変化

はほとんど変化していない。この測定装置ではパーミエータから発生するトルエンガスの濃度は安定していると考えられる。

3.2 活性炭の吸着量

トルエンガスの濃度が 104ppm、活性炭重量が 0.016g で吸着試験を行った。時間とピーク面積の関係を図 3 に示す。試験開始から 60 分まではトルエンのピークは検出されなかった。その後、トルエンのピークが検出され、165 分後以降は面積が 14,000 程度ではぼ一定になったため、試験を終了した。吸着剤の増加重量は 0.0157g、積分吸着量は 0.0155g、積分吸着量から算出した平衡吸着性能は 36.6%であった。

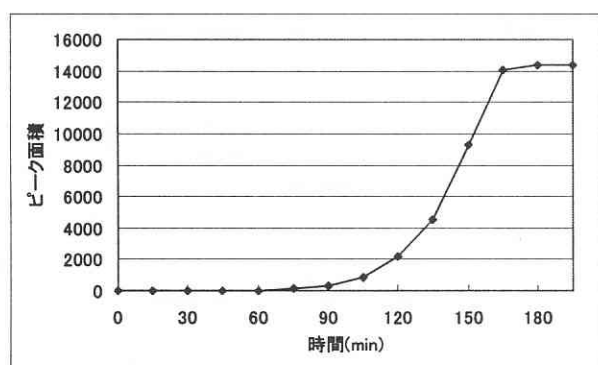


図 3 トルエン濃度の時間変化

図 4 にトルエンガスの濃度と吸着剤の増加重量、積分吸着量の関係を示す。試験時の室温は 23～26℃であった。図より、濃度が 50ppm 以上の範囲では吸着剤の増加重量と積分吸着量はほぼ一致している。しかし、濃度が 20ppm の場合、積分吸着量は増加重量の 60%程度しかない。吸着剤の重量は、トルエンだけでなく、活性炭・シリカゲルで除去できなかった水蒸気などその他の成分を吸着しても増加する。積分吸着量はトルエンの揮発量から算出

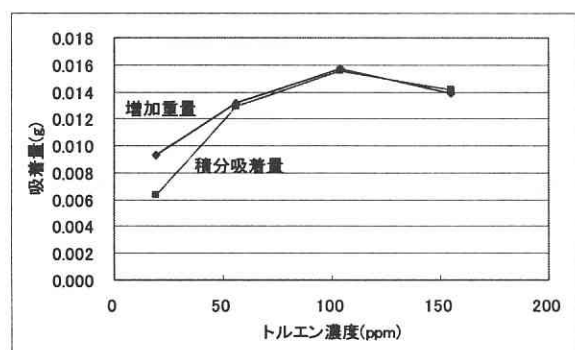


図 4 トルエン濃度と増加重量、積分吸着量

しているのもその他の成分の影響は受けない。トルエンが低濃度の場合は吸着する時間が長いこと、トルエンの吸着による増加重量が少ないことなどから、キャリアガス中の他の成分を吸着した影響が高濃度の場合に比べて

大きいことが原因として考えられる。

図 5 にトルエン濃度と積分で求めた平衡吸着性能の関係を示す。図より、低濃度領域ではトルエン濃度が増加すると平衡吸着性能も増加する。しかし、濃度が 100ppm 程度を超えると平衡吸着性能はほとんど変化しない。また、この活性炭を粒状のまま JIS K 1474 活性炭試験方法⁴⁾の溶剤蒸気吸着性能に準じて 1/10 に希釈したトルエン（濃度 3700ppm）で、平衡吸着性能を測定すると 39%となった。したがってこの活性炭は、トルエン濃度が増加しても吸着性能は 35～39%程度でほとんど増加しないと考えられる。一般的に活性炭はこのような吸着性能を示し、Langmuir 型の吸着等温線の形になる。本研究の装置でも同様の吸着傾向を確認した。

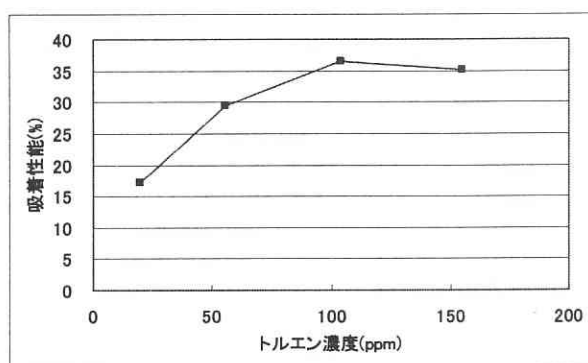


図 5 トルエン濃度と平衡吸着性能

4. 結 言

吸着剤の吸着性能を連続ガス通気によって評価するために、パーミエータから供給されたトルエンガスを吸着剤に通し、ガスクロマトグラフでガスの濃度を測定する装置を作製した。その装置で、活性炭のトルエンガス吸着性能を測定した結果、以下の結論を得た。

- 1) パーミエータから供給されるトルエンガスの濃度は理論値とほぼ等しく、時間変化がほとんどない。
- 2) ガスクロマトグラフとオートサンプラーを組み合わせることで、自動的に測定を行うことが可能になった。
- 3) 活性炭がトルエンを吸着した時の増加重量は、トルエン濃度が 50ppm 以上の場合はガスクロマトグラフから算出したトルエンの吸着重量とほぼ等しい。しかし、濃度がそれ以下の場合には誤差が大きい。
- 4) トルエン濃度が高いほど平衡吸着性能が増加する。しかし、トルエン濃度が 100ppm 以上になるとほとんど増加しない。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、ご指導をいただきました岡山大学環境理工学部環境物質工学科 笹岡英司教授に深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) 田中敦：加工技術, 36, 568-573(2001).
- 2) 山下典男ほか3名：加工技術, 35, 464-467(2000).
- 3) 浅井弘義, 三輪幸弘：愛知県尾張繊維技術センター研究年報, 23, 88-97(2002).
- 4) 山本健, 青山進, 松浦力：広島県立東部工業技術センター研究報告, 16, 92-94(2003).
- 5) 日本規格協会：JIS K 1474 活性炭試験方法(1991).
- 6) 近藤精一, 石川達雄, 安部郁夫：吸着の科学, 2001, 27-93.
- 7) 山本健, 青山進：広島県立東部工業技術センター研究報告, 14, 77-80(2001).