

二酸化チタン担持シリカゲルを用いた脱臭装置の開発と基礎研究

重野 里加子¹、川島 なお美¹、葛葉 俊文¹、吉村 忠与志^{2*}

福井工業高等専門学校¹ 専攻科環境システム工学専攻、²物質工学科
(〒916-8507 鯖江市下司町)

*tadayosi@fukui-nct.ac.jp

Development of a Deodorization Device Using a Silica Gel Coated with Titanium Oxide

Rikako JYUNO, Naomi KAWASHIMA, Toshifumi KUZUBA
and Tadayosi YOSHIMURA

Fukui National College of Technology
(Geshi-cho, Sabae, Fukui 916-8507, Japan)

(Received May 1, 2010; Accepted June 15, 2010)

Photocatalysts, such as titanium dioxide, have a strong tendency to crack when exposed to organic substances. Titanium dioxide is frequently applied in the process of deodorization. We developed a deodorization device using a silica gel coated with titanium dioxide. The device was confirmed to be effective as a deodorizer of the smell of ethanol and related odors. The device can be used continuously and maintenance-free due to the photocatalytic reaction. The device must be filled with over 100g of the photocatalyst silica gel. We confirmed that the liquid deodorizer cyclodextrin (CD) in the atomization space could be decomposed.

Key words: Photocatalyst silica gel, Titanium dioxide, Deodorization device, Ethanol, Cyclodextrin (CD)

1. 緒言

光触媒は、ほぼ全ての有害有機化学物質を分解・無害化することができるが、その反面、反応に時間がかかり、処理量が少ない、光が当たらないと分解が起こらないという欠点がある。この欠点の克服方法として、物理吸着剤に光触媒を担持させる方法が挙げられる。この方法により、被

処理物質が吸着剤に吸着するため、光触媒の反応速度でも十分に分解することができる。また、光が当たらない場合にも被処理物質を物理吸着し、その後、光を当てることで分解することが可能となる。従来この吸着剤として活性炭が用いられていたが、活性炭は光を透過しないため光触媒への光を遮ってしまい、反応が効率良く起こらないという

欠点があった。そこで、透明で多孔質なシリカゲル表面に二酸化チタンを被覆した光触媒が開発された。透明なシリカゲルを用いることで、光触媒への光を遮ることなく、効率良く分解することが可能である[1, 2, 3]。

本研究では、「二酸化チタン担持シリカゲル」の脱臭能力に着目し、「二酸化チタン担持シリカゲル」を効果的に利用した脱臭装置の開発を目的としている[4]。

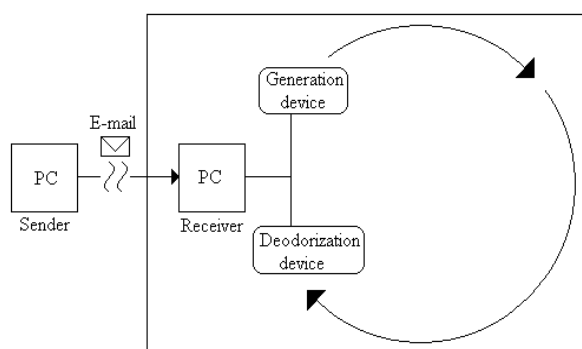


Fig. 1 インターネットによる匂い発信システム

当研究室では、以前から「インターネットによる匂い発信」に関する研究を行っている[5]。「インターネットによる匂い発信」とは、インターネットによる音楽や映像の配信に加え、新たに匂いを配信するシステムを加えようというものである。匂い発信の方法は、まず、匂い発生装置をパソコンに接続し、その中にエタノールベースで作製した様々な匂いを取りつける。そして、ホームページやメールに匂い発生装置のプログラムを添付し、これを実行することで特定の匂いを発生させる。この発生させた匂いをそのままにしておくと部屋に匂いがついたり、次に発生させる匂いの妨げになったりする可能性があるため、脱臭装置が必要となる(Fig. 1)。

また、光触媒を用いた脱臭装置を開発することで、生活の中の匂いや家庭用生ゴミ処理機から発生する匂いなど、臭いを消すことが必要な様々な場面に応用することができると思われる。

一方、家庭における消臭・脱臭方法として主流なものの一つに、対象物に噴霧するタイプの液体消臭剤がある。これを用いると短時間での脱臭が可能であり、中でもシクロ

デキストリン（以下 CD）を配合した液体消臭剤は、CDの包接機能を利用して臭いの源である分子をCD中に取り込み、人が臭いを感じるのを防ぐ仕組みになっている。しかし、臭いの分子を取り込んだCDが噴霧空間等に残ってしまい、それを振り払ったり拭き取ったりなどの作業が必要となるという欠点もある。そこで本研究では、そのCD、さらには臭いの分子そのものを分解することを目的として、上述した二酸化チタン担持シリカゲルの脱臭装置を用いた研究も行っている。

この脱臭装置とCDの包接機能を組み合わせて用いることで、臭い分子自体の分解と短時間での脱臭という両方の長所を兼ね備えた処理が可能となると考えられる。

2. 実験装置

(1) 脱臭装置

本研究で作製した脱臭装置の構造を Fig. 2 に示す。らせん状にしたパイプのガラス管の中心に、光触媒反応に必要な 380nm 以下の波長を持つ UV ライト（東芝ライテック、FL15BL）を配置し、ポンプ（テクノ高槻、SPP-3GA）を内蔵したアクリル製のケースに入れ、ケース内にアルミホイルを敷き詰めた。ガラス管内には、二酸化チタン担持シリカゲル（新東 V セラックス、HQC21）を充填させた。以下、二酸化チタン担持シリカゲルを「光触媒シリカゲル」と呼称する。ガラス管を用いることで、被処理ガスの流れを一定にすることができ、全ての光触媒シリカゲルに対して均一に被処理ガスを接触させることができると考えられる。

また、ガラス管を Fig.2 のようにらせん状にすることで、光触媒シリカゲルの充填量を増やすことができる。さらに、ガラス管の隙間から出た光がアルミホイルで反射するため、光源からの光を光触媒全体に効率良く当てることが可能である。一般的に 315~400nm の波長の光が人体に及ぼす影響は、日焼けを起こす程度である[6]。従って、長時間浴びない限り、光触媒用の光源は危険ではないと考えられるが、念のためにアクリル製のケースで全体を覆うことで、光が漏れるのを防いだ。

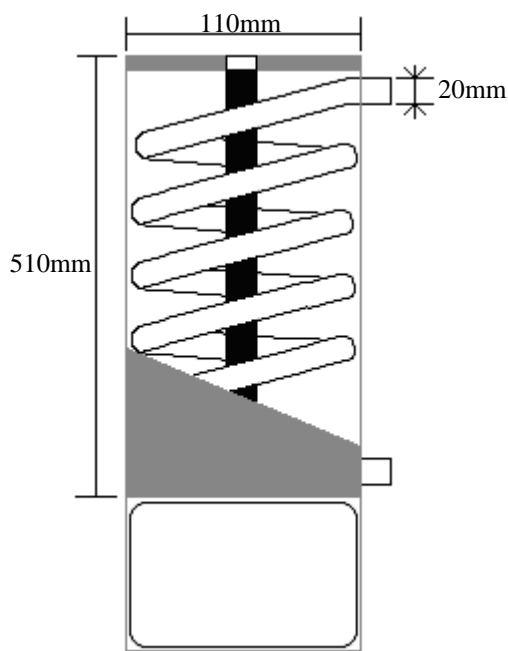


Fig. 2 脱臭装置の構造

(2) ガス濃度測定装置 1

脱臭装置のガス吸着能力を測定するために、次のようなガス濃度測定装置を作製した。ガス濃度測定装置 1 の概要図を Fig. 3 に示す。BOX 1、BOX 2 には、ガステストボックス（フィガロ技研、No.SR#3）を使用した。BOX 1 のふたの部分に、TGS ガスセンサ（日本フィルコン、TGS823）と温度センサ（日本フィルコン、TM-104）をとりつけ、データロガ（日本フィルコン、JJ.JOKER）に接続した。

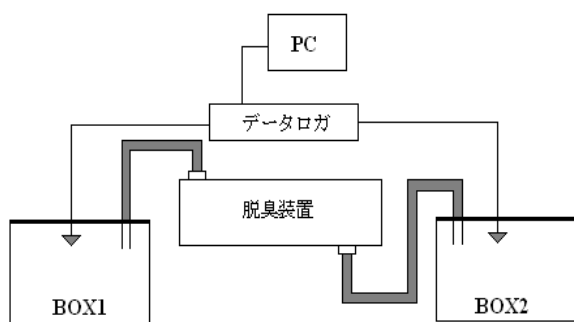


Fig. 3 ガス濃度測定装置 1

BOX 2 には TGS ガスセンサのみをとりつけた（以後、BOX 1 のセンサを sensor 1、BOX 2 のセンサを sensor 2 とする）。それぞれのセンサの応答信号を電圧に変換し、30

秒ごとにデータをパソコンに記録し、BASIC/98 で組んだプログラムでディスプレイにグラフ表示するようにした。また、BOX 1 と BOX 2 のふたに穴をあけ、Fig. 3 に示すように BOX 1、脱臭装置、BOX 2 をゴム管で接続した。

このような組合せにすることで、BOX 1 と BOX 2 のガス濃度の違いから脱臭装置のガス吸着性能を測定することができる。

(3) ガス濃度測定装置 2

二酸化チタンによる光触媒反応を測定するために、次のようなガス濃度測定装置を作製した。ガス濃度測定装置 2 の概要図を Fig. 4 に示す。BOX 1 には、ガステストボックスを使用した。BOX 1 のふたの部分に、TGS ガスセンサと温度センサをとりつけ、データロガに接続した。センサの応答信号を電圧に変換し、30 秒ごとにデータをパソコンに記録し、BASIC/98 で組んだプログラムでディスプレイにグラフ表示させた。また、Fig. 4 に示すように BOX 1、脱臭装置をゴム管で接続した。

このような組合せにすることで、装置内のガス濃度を連続で測定できるため、光触媒によるガス濃度の減少を測定することができる。

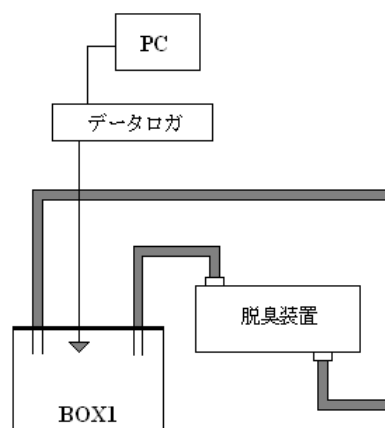


Fig. 4 ガス濃度測定装置 2

(4) ガス濃度測定装置 3

アンモニア濃度と出力電圧の関係（検量線）を測定するために、次のようなガス濃度測定装置を作製した。ガス濃度測定装置 3 の概要図を Fig. 5 に示す。BOX 1 に

は、ガステストボックスを使用した。BOX 1 のふたの部分に、TGS ガスセンサと温度センサをとりつけ、データロガに接続した。センサの応答信号を電圧に変換し、30 秒ごとにデータをパソコンに記録し、BASIC/98 で組んだプログラムでディスプレイにグラフ表示させた。

このような組合せにすることで、BOX 1 内の純粋な臭気濃度を連続的に測定することができる。

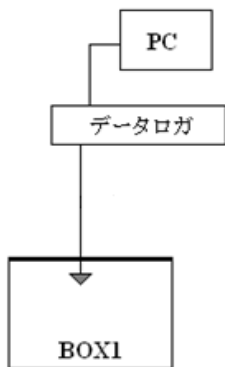


Fig. 5 ガス濃度測定装置 3

3. 実験

(1) 光触媒シリカゲルによるエタノール吸着性能試験

光触媒シリカゲルによるエタノールの吸着性能を試験するために、ガス濃度測定装置 1 を用いて、以下のような実験を行った。脱臭装置内には、光触媒シリカゲル約 178g を充填した。電源、データロガ、パソコンをつけて、プログラムを起動させた。ディスプレイ上に表示されるセンサ信号の変化から、10 分間の安定な信号を確認した後、エタノール 200mL の入ったビーカーを BOX 1 に入れ、ポンプを作動し、実験を開始した。sensor 2 のグラフの波形から、光触媒シリカゲルの飽和吸着挙動を確認した。

(2) 光触媒シリカゲルに吸着したエタノールの流出挙動の測定

光触媒シリカゲルに吸着したエタノールが、空気を流した場合どのような挙動をとるか調べるために以下のような実験を行った。この実験においてもガス濃度測定装置 1 を用いた。脱臭装置内には、光触媒シリカゲル約 30g を充

填した。電源、データロガ、パソコンをつけて、プログラムを起動させた。ディスプレイ上に表示されるセンサ信号の変化から、10 分間の安定な信号を確認した後、エタノール 50mL の入ったバイアル瓶を BOX 1 に入れ、ポンプを作動し、実験を開始した。

1.5 時間経過後、光触媒シリカゲルの飽和吸着を確認し、ポンプを止め、BOX 1 からバイアル瓶を取り出した後、再びポンプを作動し空気を装置内に流し、BOX 1 と BOX 2 のガス濃度を測定した。

24 時間後、再びエタノール 50mL の入ったバイアル瓶を BOX 1 に入れ、エタノール吸着性能を測定した。

(3) 光触媒シリカゲルによる光分解性能の測定及び連続使用試験

光触媒シリカゲルによる吸着したエタノールの分解、および吸着能力の回復を測定するために、ガス濃度測定装置 1、2 を用いて次のように実験を行った。また、脱臭装置内には、光触媒シリカゲルを約 30g 充填した。

まず、ガス濃度測定装置 1 を使用した。電源、データロガ、パソコンをつけて、プログラムを起動させた。ディスプレイ上に表示されるセンサ信号の変化から、10 分間の安定な信号を確認した後、エタノール 50mL の入ったバイアル瓶を BOX 1 に入れポンプを作動し、実験を開始した。

30 分経過後、エタノールを吸着させた脱臭装置をガス濃度測定装置 2 に組み込み、吸着したエタノールを測定装置内で循環させた。ポンプを作動し、紫外線照射し、BOX 1 のガス濃度を測定した。また、比較のために紫外線照射を行わない場合についても同様の実験を行った。

24 時間経過後、脱臭装置を再びガス濃度測定装置 1 に組み込み、エタノール 50mL の入ったバイアル瓶を BOX 1 に入れ、エタノール吸着性能を測定した。また、この実験方法で、同じ光触媒シリカゲルを用いて、エタノールの吸着、分解、吸着を繰り返し行い、脱臭装置の連続使用の能力についても検討した。

(4) 光触媒シリカゲルの充填量の検討

光触媒シリカゲルの最適な充填量を測定するため、ガス

濃度測定装置 1 を用いて、以下のような実験を行った。脱臭装置内には、光触媒シリカゲル 10、30、50、100、150、300g と変化させて充填した。電源、データロガ、パソコンをつけて、プログラムを起動させた。ディスプレイ上に表示されるセンサ信号の変化から、10 分間の安定な信号を確認した後、エタノール 5mL の入ったビーカーを BOX 1 に入れ、ポンプを付け、UV ランプを照射した。それぞれ充填量を変化させたときの 20 分時の分解状態を観察する。

(5) アンモニアの気体濃度と出力電圧の測定

エタノール以外の試料を用いて、脱臭装置の性能試験を行うため、試料としてアンモニアを用い、ガス濃度測定装置 3 を用いて、以下のような実験を行った。

BOX 1 内を 200、300、400、500ppm になるように、試料濃度を調節し、アンモニア濃度検知管（ガステック）で測定した。また、それぞれの濃度での出力電圧（V）を測定した。

(6) アンモニアを用いた光触媒シリカゲルによる吸着・分解性能の限界濃度の測定

脱臭装置の脱臭性能を調べるために、脱臭することのできる気体濃度の限界濃度を測定した。まず、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7%のアンモニア水溶液を作製した。電源、データロガ、パソコンをつけて、プログラムを起動させた。ディスプレイ上に表示されるセンサ信号の変化から、10 分間の安定な信号を確認した後、アンモニア水溶液 10mL の入ったビーカーを BOX 1 に入れ、約 10 分間放置し、気体濃度を BOX 1 内で均一にさせた。センサ信号の変化から気体濃度が一定になったことを確認したら、BOX 2 と脱臭装置を取り付け、ガス濃度測定装置 1 とした。ポンプをつけ、UV ランプを照射し、30 分間脱臭させ測定を行った。

(7) 光触媒シリカゲルによる液体消臭剤の光分解性能の測定

シクロデキストリンは常温で粉末（固体）であり、ガス成分としてガスセンサでとらえることが不可能であるため、代わりにシクロデキストリンを配合している液体消臭

剤（P&G ジャパン、ファブリーズ）を用いて以下のような実験を行った。

まず、液体消臭剤を希釈した試料を作製し、各濃度での光波長 200nm における吸光度を測定した。

ガス濃度測定装置 1 において、BOX 2 につないだゴム管を外して 100mL の水に通し、新たな測定装置とした。脱臭装置内には光触媒シリカゲルを約 200g 充填した。ポンプを作動し、紫外線照射して、BOX 1 に液体消臭剤を 6 回噴霧した。その際、できる限り脱臭装置に液体消臭剤が吸い込まれるようにした。30 分経過後、排気を通した水の光波長 200nm における吸光度を測定した。また、比較のために紫外線照射を行わない場合についても同様の実験を行った。

4. 結果と考察

(1) 光触媒シリカゲルによるエタノール吸着性能試験結果

光触媒シリカゲルによるエタノールの吸着性能試験結果を Fig. 6 に示す。図からわかるように、実験開始とともにエタノールを入れた BOX 1 のガス濃度が上昇し、約 6.5V で安定した。エタノール濃度をガス検知管で測定したところ、約 2000ppm であった。

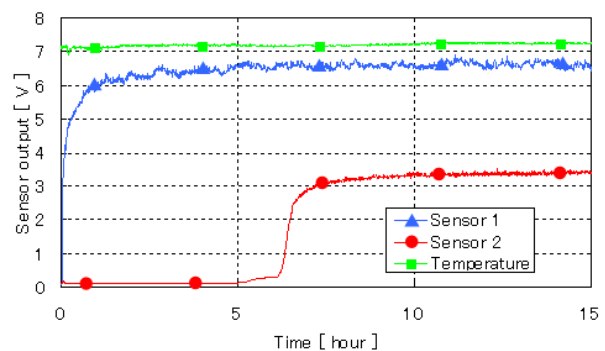


Fig. 6 エタノール吸着性能試験の結果

この結果は、BOX 1 内で発生するエタノールガスの量と、BOX1 から出て行くエタノールガスの量が平衡状態になったことを意味する。BOX2 のガス濃度は BOX1 のガス濃度が上昇しても変化せず、このことから BOX1 と BOX2 の間にある脱臭装置がエタノールガスを吸着していることが

わかった。また、実験開始から約6時間経過後、BOX 2 のガス濃度が上昇したところから、脱臭装置内のシリカゲルが飽和吸着状態となり、BOX 1 からのエタノールガスがBOX 2 に達したのではないかと考えられる。

この実験を通して、ガス流量は35.28L/hであった。光触媒シリカゲルを178.39g 充填したので、その1gあたりの飽和吸着量を計算すると、1.25g/gとなった。

(2) 光触媒シリカゲルに吸着したエタノールの流出挙動の測定結果

脱臭装置にエタノールガスを吸着させる過程のガス濃度測定の結果を Fig. 7 に示す。この図から、(1)の実験結果と同様の結果が得られたことが確認できたので、脱臭装置がエタノールガスを吸着したことがわかる。

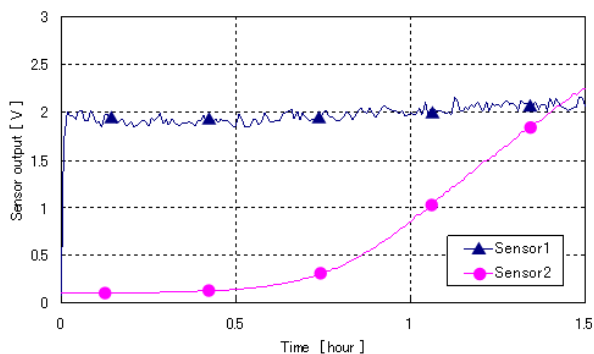


Fig. 7 エタノール吸着挙動

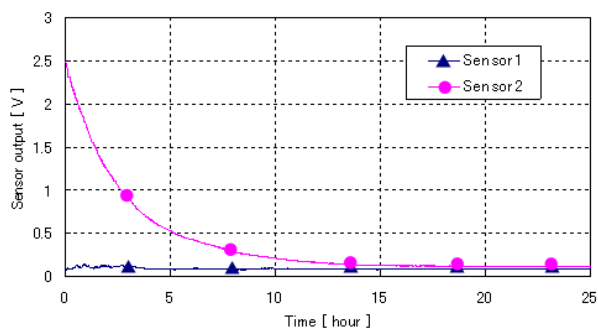


Fig. 8 エタノール流出挙動

次に、エタノールガスを吸着した脱臭装置に空気を流した結果を Fig. 8 に示す。この図からわかるように、空気を流すことで BOX 2 のガス濃度が変化したことから、脱臭装置に吸着していたエタノールガスが流出したと考えら

れる。空気を流し、ガスが検出されなくなった後、エタノール吸着性能試験を再び行った結果を Fig. 9 に示す。

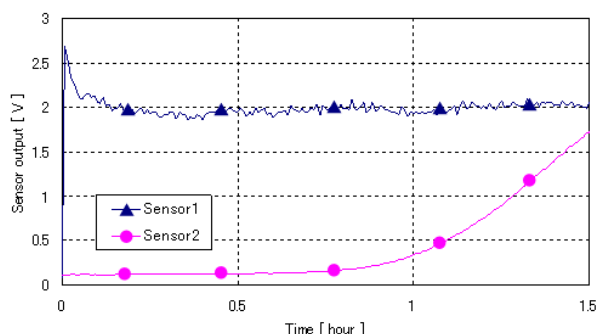


Fig. 9 エタノール流出後の吸着挙動

Fig. 7 と Fig. 9 の吸着挙動が一致したことから、空気を流すことで吸着能力が完全に回復したと考えられる。このことから、実験時の流量、約 2L/min では、一度吸着したエタノールを流出させてしまう恐れがある。そのため、流量を減少させエタノールが流出しないようにするか、密閉した空間でエタノールガスを循環し、エタノールを完全に分解する必要がある。しかし、実際に匂い発生装置から発生させるエタノールガスの量は、実験中に発生させた量よりかなり少ないため、シリカゲルが吸着する量も少なくなるので、それほど問題にならないものと考えられる。

(3) 光触媒シリカゲルによる光分解性能の測定及び連続使用試験結果

脱臭装置にエタノールを吸着させる過程のガス濃度測定結果を Fig. 10 に示す。この図から、脱臭装置へのエタノールの吸着を確認した。図中の 2.5V は、ガス検知管で測定した結果、約 285ppm であった。次に、エタノールを吸着させた脱臭装置をガス濃度測定装置 2 に組み込み、吸着したエタノールを測定装置内で循環させたときの実験結果を Fig. 11 に示す。この結果からわかるように、紫外線照射を行わない場合、光触媒が作用しないので装置内のガス濃度は一定に保たれたが、照射を行った場合、実験開始から 10 時間経過後、ガス濃度がほぼ 0V まで減少した。このことから、脱臭装置内の光触媒がエタノールを分解していることが確認できた。また、実験開始直後に、ガス濃

度が増加しているが、この原因として、ポンプを作動することによってシリカゲルに吸着していたエタノールが流出したと、光触媒反応によってエタノールが中間生成物に変化したことが考えられる。

この実験結果より、光触媒シリカゲル 30g を充填した場合の分解速度を計算すると、 $2.25 \times 10^{-3} \text{g/min}$ となった。

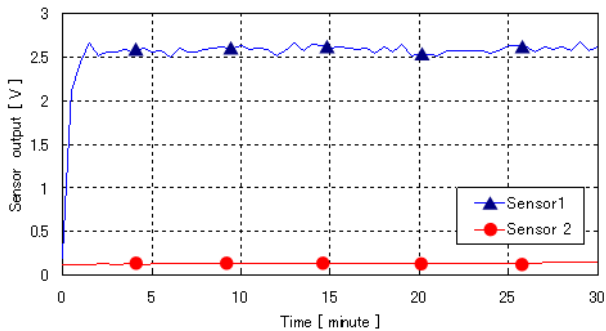


Fig.10 エタノール吸着挙動

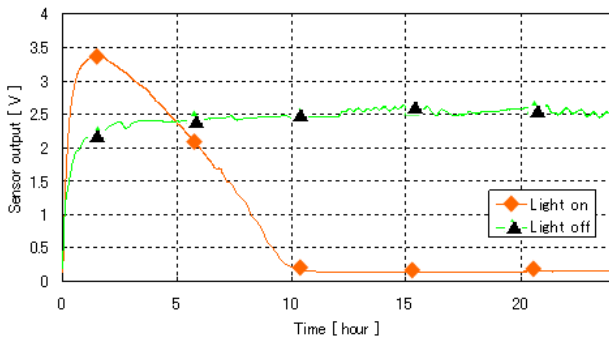


Fig.11 紫外線照射の有無による装置内ガス濃度の変化

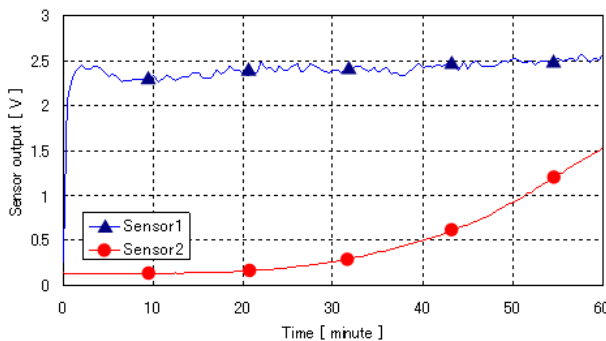


Fig.12 エタノール吸着挙動

Fig. 12 に、24 時間の光照射後に続けて行ったエタノール吸着性能試験のガス濃度測定結果を示す。この図からわ

かるように、20 分経過後、BOX 2 のガス濃度が若干上昇しているが、エタノールの分解前とほぼ同じ挙動を示した。このことから、光触媒反応により、エタノールを分解した後もシリカゲルの吸着がなされるということがわかった。また、吸着、分解を繰り返し行った結果を Fig. 13 に示す。6 回吸着を繰り返したが、吸着量はほぼ一定になったため、この脱臭装置はメンテナンスフリーで繰り返し使用が可能であるといえる。

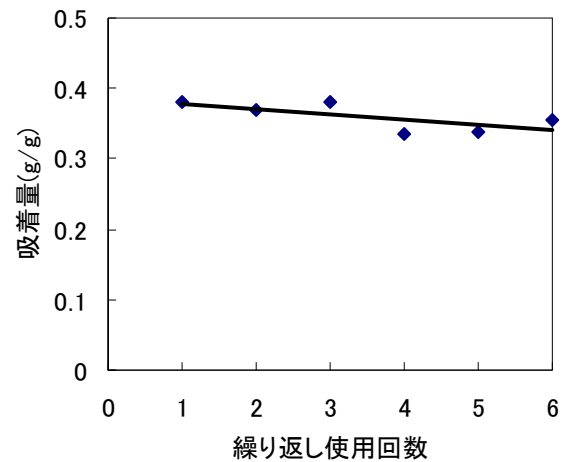


Fig.13 光触媒シリカゲルの繰り返し吸着量

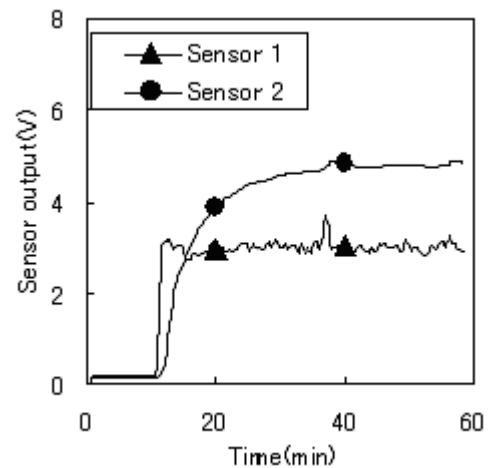


Fig. 14 充填量 10g の結果

(4) 光触媒シリカゲルの充填量の検討結果

光触媒シリカゲルの充填量の検討結果を Fig. 14 から Fig.

19 に示す。エタノール濃度をガス検知管で測定したところ、約 2000 ppm であった。また試験時間は約 1 時間ずつ行った。

Fig. 14 と Fig. 15 からわかるように、充填量 10g、30g では極端に少なかったため、BOX 1 に脱臭成分を入れた瞬間に BOX 2 に流れ出てしまった。しかし、10g から 30g にたった 20g 充填量を変化させるだけでも、脱臭量は微量ではあるが変化することがわかった。

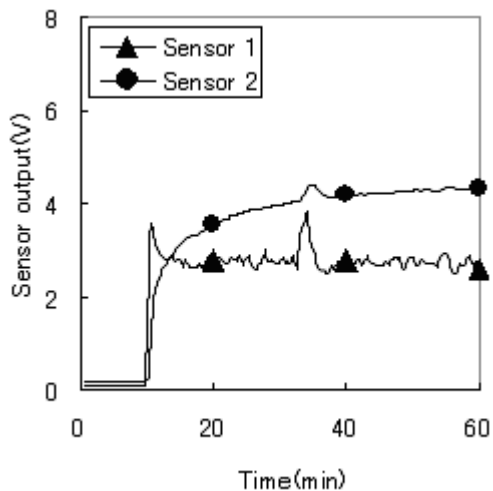


Fig. 15 充填量 30g の結果

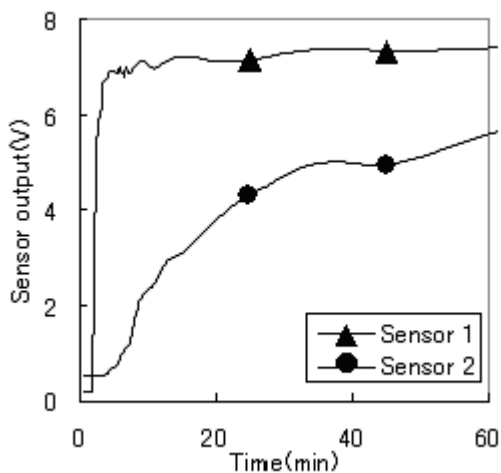


Fig. 16 充填量 50g の結果

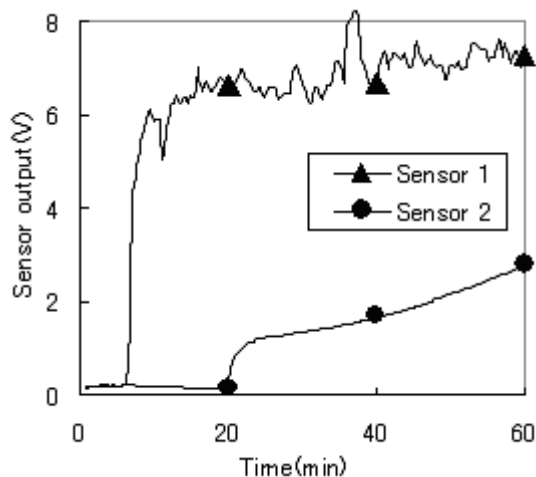


Fig. 17 充填量 100g の結果

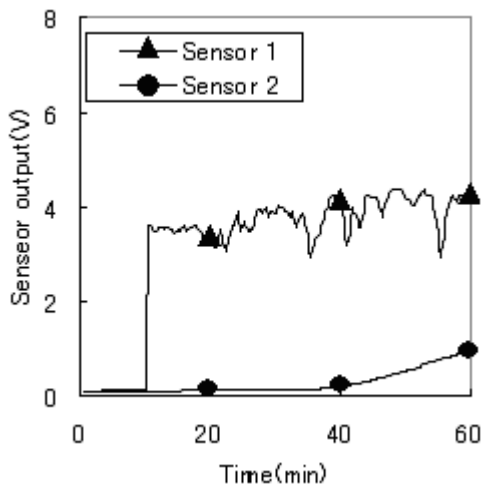


Fig. 18 充填量 150g の結果

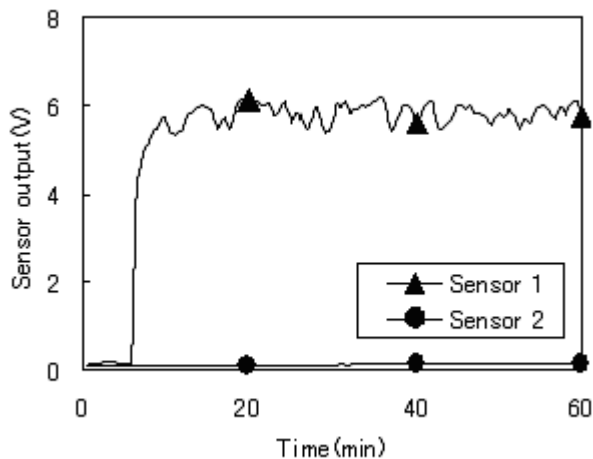


Fig. 19 充填量 300g の結果

Fig. 16 と Fig. 17 から、充填量を増加させていくことで、螺旋状のパイレックス管に、密に光触媒シリカゲルが配置されるので、脱臭成分を逃すことなく吸着することができる。また、充填量を増加させることで脱臭成分がより多くの光触媒シリカゲルによって吸着されるため、吸着・分解時間が約3倍に延び、さらに脱臭量も大きく増加していることがわかった。

Fig. 18、 Fig. 19 より、Sensor 2 で臭気が検知されていないことがわかった。これは、充填量を増やすことで、充填物によって吸着される量が増え、BOX 2 に臭気が流れ出ないためである。

また、充填物の管への充填方法も重要であり、管に満遍なく充填物を広げるのではなく、充填物をガラス管に隙間なく詰めることで、充填物の間から脱臭成分が通り抜けても、密になった充填物によって脱臭成分が吸着されると考えられる。

以上のことから、十分な充填量と充填物の充填方法が、吸着・分解の効率を上げるとわかった。また、以上の実験データから、20分時の Sensor1 と Sensor2 の変化を分解値とし、下記の Table 1 に示す。

Table 1 シリカゲル充填量と一定時間での分解値の変化

充填量 (g)	Sensor 1 (V)	Sensor 2 (V)	S1-S2 (V)
0	0.13	0.11	0.02
10	2.94	3.86	-0.92
30	2.77	3.54	-0.77
50	7.00	3.25	3.75
100	6.63	0.16	6.47
150	6.45	0.11	6.34
300	6.09	0.12	6.40

S1-S2 がマイナスとなったものは、吸着・分解されることなく Sensor 2 で臭気が検知されたということなので分解値は0とした。これらの値から、20分時の充填量と分解値の変化を Fig.20 に示す。

Fig. 20 から、10g~50g 以下では分解値が低すぎるため

脱臭装置として機能を果たさないことがわかる。しかし、光触媒シリカゲルの充填量が 100g 以上では分解値が一定であることから、充填量は 100g 以上必要であり、これが脱臭装置としての機能を果たす基準値となる。

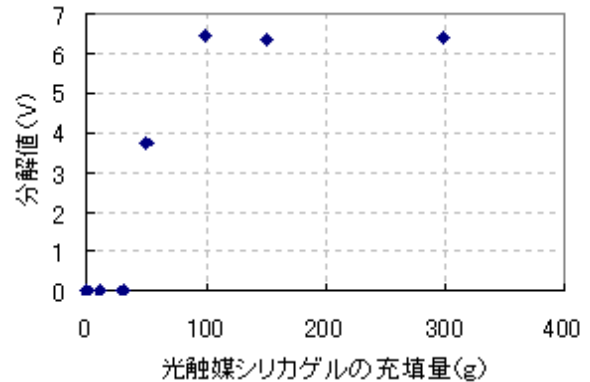


Fig. 20 充填量と 20 分時の分解値の関係

(5) アンモニアの気体濃度と出力電圧の測定結果

アンモニアを脱臭成分として、アンモニアの気体濃度と出力電圧 (V) の変化を測定した。その結果を、Table 2 に示す。

Table 2 アンモニアの気体濃度と出力電圧の関係

アンモニア濃度 (%)	気体濃度 (ppm)	出力電圧 (V)
0.0	0	0.12
0.4	200	1.19
0.5	300	1.49
0.6	400	1.61
0.7	500	1.70

この表を図で示すと、Fig. 21 のようになった。図からわかるように、きれいな曲線を描いている。一般的に、検量線は直線であることが多く、結果の信頼性は高くなるが、曲線でも検量線として扱える。このことから、Fig. 21 も検量線として用いることができるとわかった。

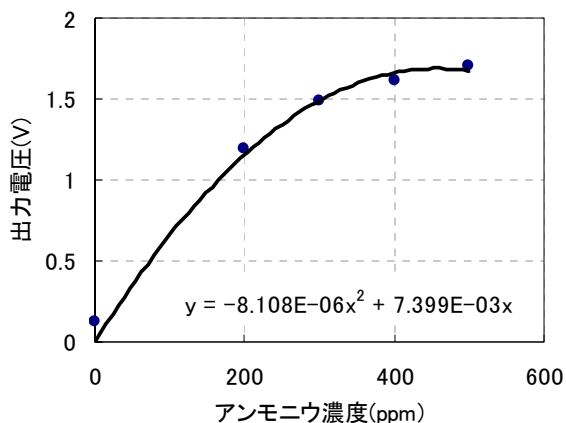


Fig. 21 アンモニア濃度と出力電圧の関係

(6) アンモニアを用いた光触媒シリカゲルによる吸着・分解性能の限界濃度の測定結果

試料を設置してから 10 分後の Sensor 1 の最大出力電圧 (V) と 30 分後の Sensor 1 と Sensor 2 の出力電圧 (V) の変化を Table 3 に示す。また、この出力電圧 (V) を Fig. 21 の式より、気体濃度を算出した。その結果を Table 4 に示す。

Table 3 最大出力電圧 (V) と 30 分後の Sensor 1 と Sensor2 の出力電圧 (V) の変化

溶液濃度 (%)	MAX sensor1 (V)	sensor1 (V)	sensor2 (V)
0.2	0.55	0.22	0.00
0.3	1.02	0.30	0.05
0.4	1.15	0.42	0.04
0.5	1.27	0.25	0.00
0.6	1.31	0.34	0.06
0.7	1.52	0.33	0.00

気体濃度が 100ppm でも、人間の鼻で感知できるくらいアンモニア臭を発する。気体濃度が 500ppm くらいでは、強いアンモニア臭を発するので、実際脱臭するには、困難かと想定した。そこで、約 100ppm~500ppm で測定を行った。

Table 4 気体濃度に換算した結果

溶液濃度 (%)	MAX sensor1 (ppm)	sensor1 (ppm)	sensor2 (ppm)
0.2	119	16	10ppm 以下
0.3	191	42	
0.4	213	61	
0.5	312	35	
0.6	341	49	
0.7	489	47	

Table 4 の結果からわかるように、30 分後の Sensor 1 の値は最大気体濃度より低下しており、BOX 1 内に充満していた臭気は脱臭装置によって分解され、Sensor 2 では 10ppm 以下しか検知されなかった。このことから、100ppm~500ppm まで脱臭可能であることがわかった。今後は 500ppm 以上の気体濃度の測定を検討する。

(7) 光触媒シリカゲルによる液体消臭剤の光分解性能の測定結果

液体消臭剤の濃度と吸光度の関係を図. 22 に示す。

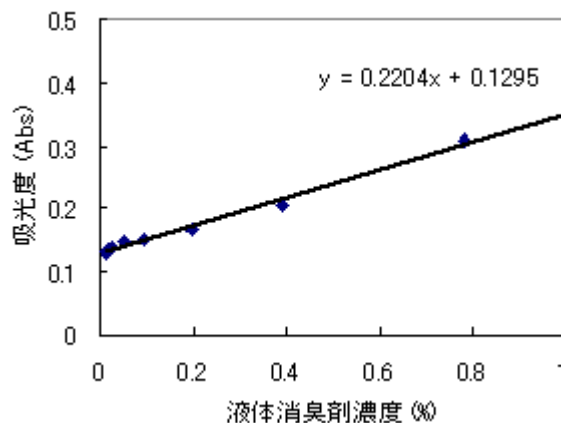


Fig. 22 液体消臭剤の濃度と吸光度の関係

データがほぼ直線状に並んだため、これを検量線として用いることができるとわかった。

液体消臭剤を脱臭装置に通したあとの吸光度を測定した結果と、Fig. 22 の検量線を用いて濃度を算出した結果を

Table 5 に示す。

Table 5 光照射の有無と吸光度の関係

紫外線照射	吸光度 (Abs)	濃度 (%)
なし	0.318	0.86
あり	0.227	0.44

液体消臭剤の6回の噴霧量は約4mLであり、それがすべて水に溶解したとすると濃度は約4%となるはずである。しかし紫外線照射しなかった場合の濃度は0.86%と小さくなった。これは、光触媒シリカゲルが液体消臭剤を吸着したためであると考えられる。また、紫外線照射をした場合は濃度が少し減少した。液体消臭剤を噴霧した空間に置き換えて考えると、脱臭装置に通したことで噴霧空間中の液体消臭剤の濃度が減少したということになるため、光触媒の分解作用が液体消臭剤に対しても働いたと考えられる。

5. 結論

本研究で開発した脱臭装置の性能試験の結果、次のような結論が得られた。

- (1) エタノールガスを脱臭することは十分に可能であり、エタノールに香料を混ぜた場合についても対応可能であると考えられる。
- (2) 実用化するには、シリカゲルに吸着したエタノールが、空気を流すことで流出するという事を考慮する必要がある。
- (3) 本装置は、光触媒反応により、メンテナンスフリーで連続使用可能であると考えられる。
- (4) 光触媒シリカゲルの充填量は100g以上必要であり、充填物を隙間なく詰める事で脱臭効率が上がると考えられる。
- (5) アンモニアの気体濃度測定で得られた検量線の式から、

気体濃度を推定することが可能である。

- (6) アンモニアの気体濃度が約100ppm～500ppmの場合は脱臭可能であり、更に高い気体濃度でも、脱臭できると考えられる。
- (7) 液体消臭剤の検量線から濃度を推定することが可能である。
- (8) 光触媒シリカゲルの分解作用により、噴霧空間中の液体消臭剤濃度を減少したことによりCDが分解できていることを確認した。

参考文献

- 1) M.Fukaya, T.Nonami, E.Watanabe, K.Iseda, M.Maeda and H.Taoda, "Photocatalytic Decolorization of Dyeing Waste Water by TiO₂ Thin Film Coated on Silica-gel", *Proceedings of the Third International Conference on ECOMATERIALS*, pp.28-30, 1997.
- 2) H. Taoda, M. Hukaya, E. Watanabe, K. Tanaka, "Decomposition of Dioxins by Photocatalytic Silica-gel", *PROCEEDINGS OF THE 19TH KOREA-JAPAN INTERNATIONAL SEMINAR ON CERAMICS*, pp.471-474, 2002.
- 3) 埜田博史, 光触媒環境材料を用いたダイオキシンの分解, *CHEMICAL INDUSTRY*, Vol.54, No.3, pp.29-33, 2003.
- 4) 坂下裕一, 吉村忠与志, 再資源化に向けての生ゴミからの塩分除去処理に関する研究, *J. Technology and Education*, Vol.13, No.1, pp.9-15, 2006.
- 5) T. Yoshimura, Y. Sakashita, "Development of a Perfume Emission System via Internet", *J. Comput. Chem. Jpn.*, Vol.5, No.4, pp.227-230, 2006.
- 6) 秋山司郎, 埜田博史, 光触媒と関連技術, 日刊工業新聞社, 2000.