

光触媒（二酸化チタン）を用いた小型脱臭装置の開発

1. 目的

本研究は、光触媒(二酸化チタン)の光分解機能を利用した小型悪臭除去装置の作製を目的とする。

装置を小型化するためには、小さな部品で構成することが必要である。しかし、小型化した場合、装置の能力は縮小率に対応して低下する。また、対象とする、生活空間の悪臭は化学的には低濃度であり、光触媒への吸着が遅いため、光触媒効率が低下するという問題もある。そのため、光触媒(二酸化チタン)を効率良く機能させることが重要な課題となる。

これまでの研究から、悪臭ガスが低濃度の時、紫外線LEDを適切な条件でパルス照射を行えば、連続照射と同程度の悪臭除去率が得られることが分かった。また、光触媒の温度と光触媒特性の関係を調べたところ、アセトアルデヒドの場合、30-80℃の温度範囲で除去効率が著しく向上する現象を見出した。

本研究では、小型脱臭装置の設計要素として、それら特性の適用について検討した。

2. 実験方法

光触媒 TiO₂(アナターゼ型)は、石原産業(株)の ST-01を使用した。紫外線 LED は日亜化学工業(株)製の NCSU33A(365nm), NSPU510S(375nm)を用いた。

悪臭ガスは、アセトアルデヒドなどを対象とした。悪臭ガスの濃度測定は、ガス検知管(ガステック)で行った。

悪臭ガスの分解除去試験には、静置式脱臭装置と循環式脱臭装置を使用した。静置式脱臭装置は、5Lのガスバッグを用い、LED(365nm)連続照射時の強度は、1.6mW/cm²とした。循環式脱臭装置は、内容積40Lの亚克力容器を使用し、エアポンプで悪臭ガスを循環(0.5回/分)させた。LED(375nm)連続照射時の強度は1.3mW/cm²とした。それぞれの装置とも温度調節器で光触媒温度を設定できるようにした。

3. 結果と考察

静置式脱臭装置を用いた実験の場合、20℃で紫外線LEDを連続、あるいは、パルス照射した時、アセトアルデヒドの除去速度は照射率に対応して減少した。しかし、60℃に加熱すると、除去速度は照射率100,50,20%とも2倍以上に向上し、100,50%の除去時間の差は小さくなった。また、4ppm以下の領域では、照射率100,50,20%間で除去速度の差は、ほとんど見られなかった(図1)。このことから、低濃度の悪臭除去速度は、光触媒表面での悪臭ガスの吸着速度に比例し、紫外線量に依存していないことが分かる。生活空間の悪臭を対象とした悪臭除去装置の場合、紫外線は低線量でよく、紫外線LEDの個数を大幅に減らした装置設計が可能であることを示している。

次に、アセトアルデヒドの光触媒への吸着速度を調べる

ため、循環式脱臭装置を用い、紫外線非照射で、アセトアルデヒド濃厚ガスを注入、その後の濃度変化を測定した。光触媒温度は、10-60℃の範囲で変化させた。アセトアルデヒドの光触媒への吸着速度は温度上昇と共に減少したが、その差は僅かであった。

一方、紫外線を照射した時の、光触媒温度とアセトアルデヒド除去速度との関係は、図2のようになった。温度上昇と共に除去速度は速くなったが、約60℃で速度上昇は飽和した。この現象は、温度が上昇すると化学反応が促進されるという、反応速度論に従っていない。

以上の実験結果から、加熱によって光触媒反応が促進される原因は、ガス吸着の促進や化学反応の促進ではない。推論であるが、光触媒表面でのガスの分子運動が活発になり、光触媒への捕捉機会が増加、その分子が速やかに分解されたことが原因と考えられる。

光触媒加熱による反応促進効果は、静置式脱臭装置でも同様であった。つまり、マクロ的な攪拌に影響されない現象であり、種々の様式の光触媒脱臭装置に応用可能な技術と考えられる。

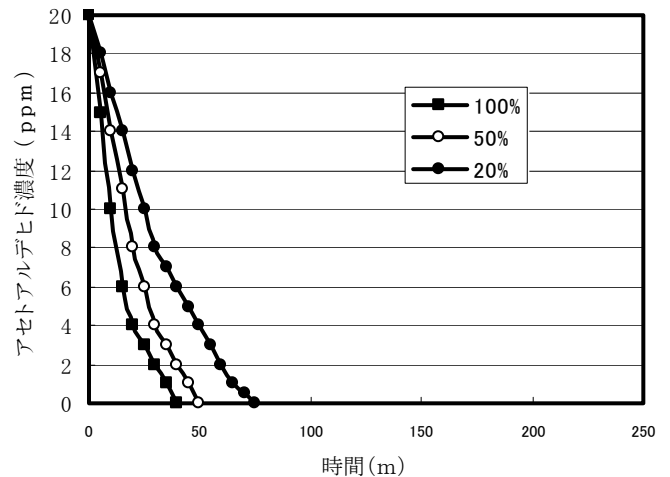


図1 照射率と除去速度(静置式脱臭装置:60℃)

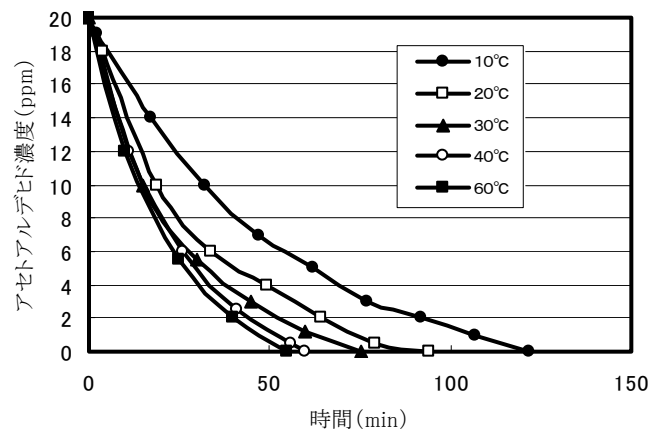


図2 光触媒温度と除去速度(循環式脱臭装置)