

前処理を行ったパリゴルスカイトの構造変化とガス状汚染物質の除去特性

山口大学 学生会員 ○徳嶋良祐 非会員 張瓊 正会員 樋口隆哉
正会員 関根雅彦 正会員 今井剛 正会員 山本浩一

1. はじめに

大気汚染物質や悪臭物質は住民に健康被害や不快感をもたらすものであり、自動車、工場排ガス、畜産農場などから発生する。これらガス状汚染物質の除去法として代表的なものに吸着法がある。他にも燃焼法、洗浄法、生物脱臭法などがあるが、吸着法は装置が比較的簡単であり、エネルギー消費が少ないという長所がある。しかし、吸着剤を定期的に交換しなければならないという短所がある。本研究では、安価で高性能な吸着剤の開発を目指して粘土鉱物の一種であるパリゴルスカイトに注目し、XRD、FTIR を用いて構造の解析を行うとともに、SO₂、NH₃の吸着除去能力について検討する。

2. 従来の研究

これまでの研究¹⁾では、前処理における比表面積の変化と溶解金属と比表面積の関係について検討した。その結果をふまえて、今回の吸着実験に使うパリゴルスカイトとして、RM (未処理のパリゴルスカイト)、HCl-352 (3mol/l の HCl で 50°C、24 時間振とうさせたもの)、NaOH-154 (1mol/l の NaOH で 50°C、48 時間振とうさせたもの) を選んだ。

3. XRD, FTIR 解析

XRD で各試料を分析した結果、HCl-352 では $2\theta=11.7^\circ$ 、 12.6° のピークが消え、また $2\theta=21.6^\circ$ のピークが増加した。NaOH-154 では $2\theta=11.7^\circ$ のピークが消え、 16.5° と 20.9° のピークが小さくなった。これらより、パリゴルスカイトの構造が変化したと考えられる。また、FTIR で各試料を分析した結果、HCl-352 では 1441 cm^{-1} 、 881 cm^{-1} 、 729 cm^{-1} のピークが見られなくなり、パリゴルスカイトの構造が変化したといえる。また、NaOH-154 では 520 cm^{-1} のピークは 525 cm^{-1} に、 437 cm^{-1} のピークは 435 cm^{-1} に変化した。この 525 cm^{-1} と 435 cm^{-1} のピークはシリカゲルに見られるものと同じ付近のピークであり、シリカゲルが生成されたことを示していると考えられる。

4. 吸着実験

4-1. 二酸化硫黄の吸着実験

1) 実験方法

吸着実験装置を図 1 に示す。前処理したパリゴルスカイト約 5g を樹脂製カラムに充てんし、SO₂ ボンベガスと N₂ ボンベガスを混合して、50, 100, 200, 462ppm の SO₂ ガスを調製し、カラム入口から注入した。定期的には出口のガスを試料採取袋に採取し、検知管によって SO₂ 濃度を測定した。カラム出口濃度が入口濃度に近づいたところで実験を終了し、得られた破過曲線に基づいてカラム出口濃度が入口濃度の 10%に達するまでの時間 (10%破過時間とする) を求め、吸着容量を算出した。

2) 結果および考察

入口濃度の違いによる吸着容量の変化を図 2 に示す。50ppm から 462ppm に SO₂ の濃度が上昇するとともに、サンプルの 10%破過時間は減少したが吸着容量は増加した。また、NaOH-154 の場合には SO₂ を吸着する能力が高いことがわかった。

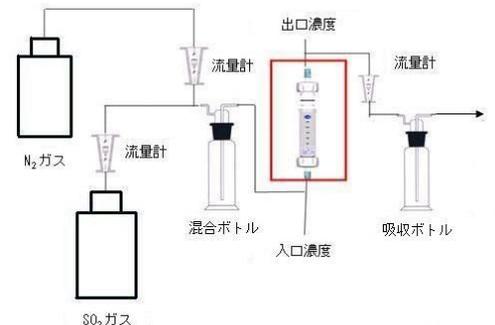


図 1 吸着実験装置

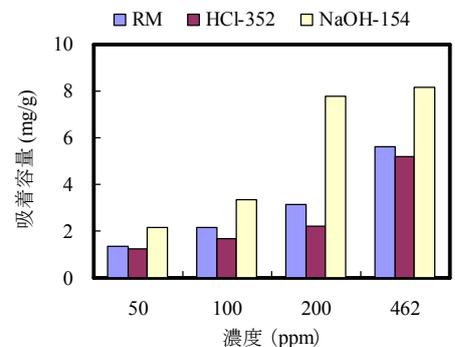


図 2 濃度別吸着実験における吸着容量の変化 (SO₂)

4-2. アンモニアの吸着実験

1) 実験方法

前処理したパリゴルスカイト約5gを樹脂製カラムに充てんし、NH₃ボンベガスとN₂ボンベガスを試料採取袋で混合して150, 300, 600, 1800, 3000, 4500ppmに調製し、これをカラムに接続してカラム入口から注入した。定期的に出口のガスを試料採取袋に採取し、検知管によってNH₃濃度を測定した。SO₂吸着実験と同様に、得られた破過曲線に基づいて10%破過時間を求め、吸着容量を算出した。

2) 結果および考察

入口濃度の違いによる吸着容量の変化を図3に示す。RMの吸着容量は150ppmから4500ppmに濃度が増加するにつれて増加した。HCl-352の吸着容量は徐々に増加し、600ppm以上ではほぼ一定であった。NaOH-154の吸着容量は1800ppmまでは次第に増加した。また、HCl-352はNH₃に対してより高い吸着能力を持つことがわかった。

5. 吸着剤の再利用可能性に関する検討

1) 実験方法

前処理したパリゴルスカイト(RM, NaOH-154)約5gを樹脂製カラムに充てんし、462ppmのSO₂の吸着を行った。その後、SO₂を吸着したパリゴルスカイトを加熱装置(2時間300℃)で処理し、SO₂の脱着を行った。その脱着させたパリゴルスカイトを再び吸着実験に用い、何回かこの作業を行った。その結果から、この吸着は主に物理吸着かそれとも化学吸着であるのかを検討した。同じように600ppmのNH₃でHCl-352の再利用実験も行った。

2) 結果および考察

図4はRMとNaOH-154のSO₂に対する再利用実験の結果である。また、図5はRMとHCl-352のNH₃に対する再利用実験の結果である。図4より、脱着を行うたびに吸着容量は減少しているが、持続しているため化学吸着だけではないことがわかる。また、図5より、HCl-352はNH₃に対して、脱着回数が増えてもなお、ほぼ一定の吸着容量を示していた。したがって、物理吸着が主であるということがわかる。RMは吸着容量が減少したため、2回の脱着で実験を終了とした。

6. まとめ

XRD、FTIR解析より、酸処理でパリゴルスカイトの一部の構造が変化したことがわかった。また、塩基処理でシリカゲルが生成され、化学的吸着と物理的吸着による、広範囲な吸着特性によりパリゴルスカイトの吸着能力が高くなることが示唆された。異なる濃度における吸着実験において、SO₂、NH₃の濃度が高くなるにつれて、吸着容量が増大した。NaOH-154はSO₂を吸着する能力が高く、HCl-352は、NH₃に対してより高い吸着能力を持つことがわかった。また、再利用実験を通して、NH₃の吸着においては、物理吸着が主であるということがわかった。したがって、脱着を行えば、何回も吸着に使用することができるといえる。

参考文献

1) Qiong Zhang ら, 環境工学研究論文集, Vol. 45, pp. 295-300 (2008)

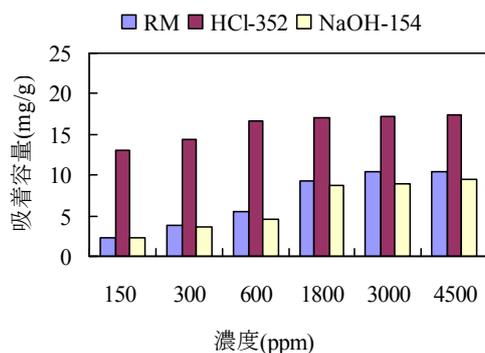


図3 濃度別吸着実験における吸着容量の変化 (NH₃)

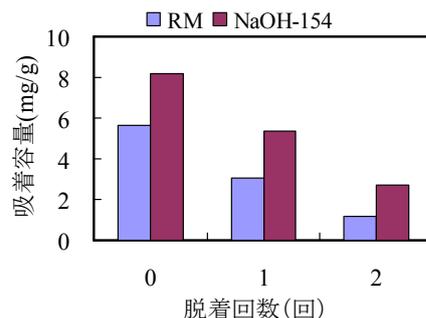


図4 再利用実験における吸着容量の変化 (SO₂)

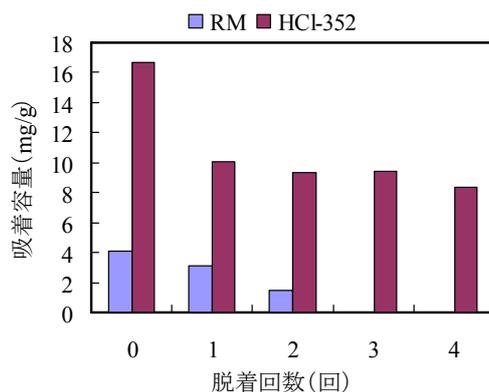


図5 再利用実験における吸着容量の変化 (NH₃)