

表面修飾微粒子中空体（シラスバルーン）の作製とその吸着材としての評価

北海道大学大学院 環境科学院
環境起学専攻 環境適応コース
張 思京

1. 緒言：シラスバルーンは、火山灰に含まれるシリカを主成分とした微細中空体であり、中に空気を含むために断熱材や緩衝材の充填剤として用いられている。しかし、圧力やpHなどの外部環境の変化によってシラスバルーンの表面は劣化しやすく、中空体の形状を長期間維持できないことが多い。本研究では、シラスバルーンの表面にいくつかの疎水性官能基を修飾し、材料の耐酸性や耐アルカリ性の効果を評価するとともに、シラスバルーンの浮上時間の観測から中空体としてのシラスバルーンの安定性を評価した。また、シラスバルーンの表面にメルカプト基を修飾し、水や土壌中の重金属に対する吸着実験を行い、さらにその応用について検討した。
2. 実験：シラスバルーンは、鹿児島県の火山灰（シラックスウ社製）から水との比重差で水に浮くものを分離して用いた。シラスバルーンの表面にステアリン酸またはトリクロロオクタデシルシラン基を化学修飾したものを、硝酸または水酸化ナトリウムでpHを調整した溶液に添加し、浮上しているシラスバルーン量の時間変化を測定した。シラスバルーン表面の疎水性官能基や表面構造の特徴は、FT-IRや低真空型SEMを用いて観察した。また、メルカプト基を化学修飾したシラスバルーンを、1ppmの Cd^{2+} 、 Cu^{2+} 溶液50ml中に添加し、一定時間攪拌後、溶液中の Cd^{2+} 、 Cu^{2+} の濃度を原子吸光法で測定することによって吸着能力の評価を行った。さらに、 Cd^{2+} を含む模擬汚染土壌に吸着材0.5gを添加しよく攪拌し、吸着材と土壌を2度分離した後、上澄溶液、吸着材と土壌の中の Cd^{2+} の濃度を原子吸光法で測定した。
3. 結果と考察：通常のシラスバルーンは水中に一日以上曝されると、水圧や温度の変化によって中空体にできた亀裂から内部へ水が入り込むために沈んでしまう。特にアルカリ性の環境では、シリカ表面が溶解し中空構造が破壊されやすくなるため、沈降しやすい。一方、疎水性官能基を修飾したシラスバルーンは、アルカリ性の環境でも浮力を7日以上維持できた。シラスバルーンの表面をステアリン酸によって修飾した場合、酸性の溶液では表面の疎水性と浮力は長く維持できなかった。これは、修飾されたステアリン酸がプロトンとの反応によってシラスバルーンの表面から脱離しやすくなったものと考えられる。オクタデシル基を共有結合で修飾したシラスバルーンは、pH条件に関わらず、長期間にわたって疎水性官能基を表面に固定できることを確認した。従って、シラスバルーン表面の疎水化は、水中で中空体を安定に維持するために重要であることが判明した。メルカプト基を修飾したシラスバルーンを用いた吸着実験においては、吸着時間の増加とともに溶液中の重金属イオンの濃度が減少して行くことから、 Cd^{2+} や Cu^{2+} に対して高い吸着能力を持つことが判明した。メルカプト基を修飾したシラスバルーンを土壌中の Cd^{2+} の除去に用いた時、その除去量は約15%であり、吸着材の回収率は約60%であった。これは、攪拌時に、シラスバルーンと土壌が衝突し、シラスバルーンが破壊され沈殿したものと考えられる。今後、土壌を用いる吸着実験においては、攪拌の条件やさらなる吸着材の保護のために、保護材の導入などの検討が必要と思われる。