

温度変化が粘土からの重金属溶出機構に及ぼす影響

Effects of Temperature Change on the Mechanism of Heavy Metal Leaching from Clay

小河篤史* 目黒 緑** 白石祐彰*** 長 千佳* 大塚義一****
Atsushi Ogawa, Midori Meguro, Hiroaki Shiraiishi, Chika Cho, Yoshikazu Otsuka

研究の目的

近年、脱炭素社会の実現に向けて再生可能エネルギーの活用促進が図られており、地盤分野に関わりが深いものとして地中熱の利活用が挙げられるが、これにともなって地盤温度に変化が生じる可能性がある。また、我が国には自然的原因によって有害な重金属等を含有する地盤が分布していることから、このような地域の地盤温度が変化した場合、土壌から地下水への重金属等の溶出が促進されて周辺環境に悪影響を及ぼすことが懸念される。しかし、これまでは地下 10m 以深の温度は季節を問わず一定と考えられてきたことから、地盤温度の変化が物理化学現象に与える影響については十分な知見が得られていない。そのため、本研究では、地中熱の活用促進に寄与することを目的とし、温度変化が重金属等の溶出特性に及ぼす影響を確認した。

研究の概要

地下水面以下に存在する自然由来の重金属含有粘土層を想定し、温度条件を変化させて拡散溶出試験(図-1)を行うことによって重金属等溶出特性の温度依存性を確認した。ここでの拡散溶出試験は、円筒形のアクリル容器下部に圧密粘土を設置した上部に水位 9cm のバルク水を与え、所定のタイミングでバルク水中の対象物質の濃度を測定することにより、拡散現象による物質移動を把握するものである。その結果、単位時間あたりの供試体表面からバルク水への重金属移動量(溶出フラックス)は、温度が高くなるほど増大することが確認された(図-2)。また、実験で得られた溶出フラックスから有効拡散係数を算出すると、いずれの物質も昇温にともなって拡散係数が増大した(図-3)。ここで、昇温にともなう拡散係数の増大には物質依存性があり、最も影響が小さいナトリウム:Na とマグネシウム:Mg では 40°C の昇温によって拡散係数が 3 倍程度、最も影響が大きいほう素:B では同条件で 10 倍程度の増大となった。地中熱利用で先行する欧米では、地中の温度変化を抑制するよう許容値が±3°C程度とされている事例が確認できるが、この範囲に限れば拡散係数の変化も比較的小さいことが確認できた。

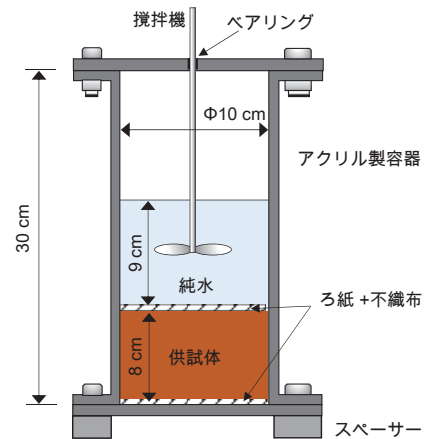


図-1 試験装置の概要

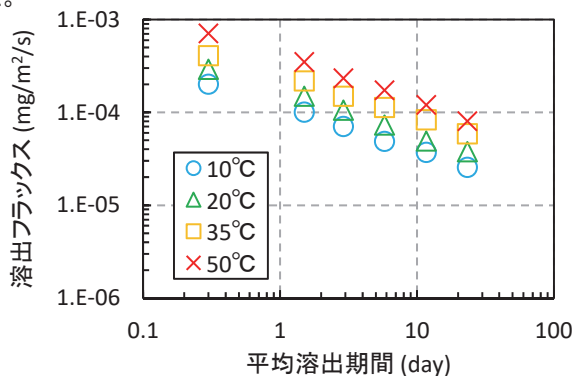


図-2 溶出時間と溶出フラックスの関係(ほう素)

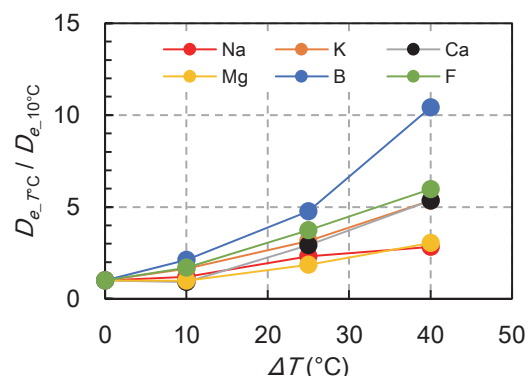


図-3 温度変化と有効拡散係数変化率の関係

研究の成果

自然由来の重金属含有粘土に対して実験温度を変化させて拡散溶出試験を実施した結果、次のことが明らかになった。

- i. 実験温度が高くなるほど供試体からバルク水への溶出フラックスが増大し、バルク水中の物質濃度が高くなる
- ii. 本実験の温度範囲においては、実験温度が変化しても溶出機構への影響は確認されなかった
- iii. 拡散係数には温度依存性があり昇温にともなって上昇傾向がみられるが、この増加率は物質によって異なる

*土木本部土木環境技術室 **技術本部技術研究所知的財産管理室 ***技術本部技術研究所環境研究グループ ****技術本部技術戦略部