

再生石膏と土壌並びに混和物の溶出試験及びフッ素溶出量の評価

赤土流出抑制技術開発にむけて

The dissolution test and the evaluation of fluoride elution amount from recycled plaster, soil and those admixture for the suppression of red soil outflow

廣田季璃¹⁾, 鈴木美華¹⁾, 庄司良¹⁾

指導教員 庄司良¹⁾

1)東京工業高等専門学校 物質工学科 庄司研究室

キーワード：赤土・再生石膏・地盤環境保全・産業廃棄物処理・簡易溶出試験

1. はじめに

近年、国内での降雨が激甚化しており、土砂災害や土壌侵食の発生が懸念されている。中でも、沖縄県における赤土流出問題は非常に深刻な状況にある。とくに農地からの赤土流出は、河川や海水の汚濁、底質汚染を引き起こし、沿岸海域のサンゴなどの生態系を破壊し、観光業や水産業に大きな被害をもたらしている。一方、沖縄県では産業廃棄物最終処分場の確保が困難となっており、中でも廃石膏ボード排出量の増加に対応できず、いまだ有効な活用方法がないため、その一部を他県で処分せざるを得ない現状がある。廃石膏ボードは、再利用にあたって、破碎・粉碎されて再生二水石膏となり、加熱処理されて硬化性を有する再生半水石膏となる。再生半水石膏の硬化性を活用して軟弱地盤の改良剤として利用する場合、石膏に含有しているフッ素が降雨などの影響を受け溶出する可能性がある。そのため、フッ素溶出抑制技術の開発が喫緊の課題となっている。フッ素含有廃水の基本的な処理として、廃水に消石灰、塩化カルシウムを加え、難溶性のフッ化カルシウムを生成させる方法がある¹⁾。一方で、ICP-AESにより赤土はカルシウムイオンの溶出性が高いことが分かっている。これらのことから、赤土と再生石膏を混合させることで、フッ素の抑制及び土壌の団粒化が期待される。さしあたって、再生石膏からの化学物質、特にフッ素の溶出特性の評価を行い、再生石膏の化

学的安定性や化学物質の溶出性を明らかにして、環境安全性を評価する必要がある。

本研究では、二水石膏、廃石膏と半水石膏の三種類の石膏でフッ化物イオンの簡易溶出試験を行い、フッ素の溶出性を評価した。また、赤土に石膏を混合させて土壌からのフッ化物イオンの溶出濃度を測定し、石膏からのフッ素溶出抑制の程度を評価した。実験にあたっては、溶出時間と活性化エネルギーの関係をみるため、溶出時の水温を変え測定を行い、赤土と廃石膏を混合させた試料からのフッ化物イオン溶出濃度のアレニウスプロットを作成したので報告する。

2. 実験材料と方法

2.1 簡易溶出試験

現場で行える分析方法として、二水石膏、廃石膏と半水石膏の3種類の石膏に質量比 5:50 で純水を加え、水温を変えて、手振とうで 1 分間溶出させた。溶出後、常温にて 10 分間または 30 分間静置し、0.45 μm のメンブレンフィルターでろ過を行った。ろ液を 2 倍希釈し、SPANDS 法にてフッ化物イオンの濃度を測定した。

2.2 アレニウスプロット

速度定数 k と反応温度 T の関係式は(1)式によって表される。

$$\ln k = -\frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T} + \ln A \quad (1)$$

ここで、 k は速度定数、 T は反応温度、 E_a は活性化

エネルギー、 A は頻度因子を示す。(1)式より、 k の対数を縦軸、 T の逆数を横軸としたプロットの傾きから、活性化エネルギー E_a が求まる。

3. 結果と考察

Fig.1 に、石膏 3 種類の簡易溶出試験によるフッ化物イオンの溶出濃度を示す。

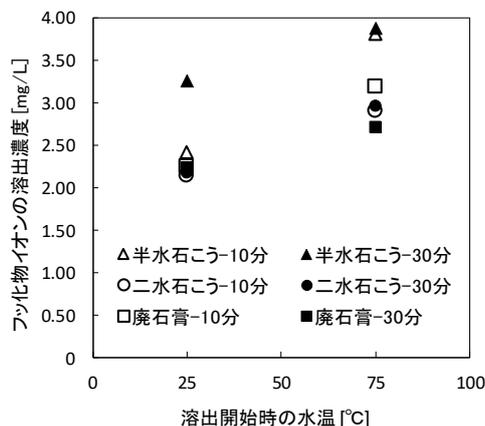


Fig. 1 石膏 3 種類の簡易溶出試験によるフッ化物イオンの溶出濃度

溶出開始時の水温は高いほどフッ化物イオンの溶出濃度は高いことが示された。また、溶出時間が長いほどフッ化物イオンの溶出濃度が高い傾向がみられた。しかし、いずれにしても土壤環境基準である 0.8 mg/L の 2.5~5 倍の溶出量を示した。

Fig. 2 に石膏のみと赤土と石膏を 1.5 %混合させたときのフッ化物イオンの溶出濃度を示す。

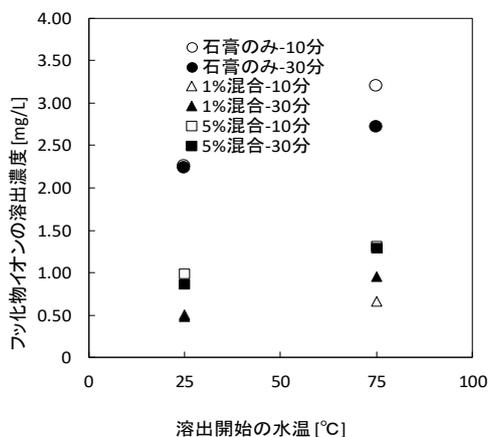


Fig. 2 石膏のみと赤土と石膏を 1.5 %混合させたときのフッ化物イオンの溶出濃度

結果より、赤土と混合することにより有意にフッ

化物イオンの溶出が抑制されたといえる。石膏を 1%混合させ、10 分間の溶出を行ったものは水温にかかわらずフッ素の溶出量基準値である 0.8 mg/L を下回った。

廃石膏と赤土の混合土壌からのフッ化物イオン溶出のアレニウスプロットについて (1)式より求めた活性化エネルギーを Table 1 に示す。

赤土に対する石膏の混合比 (%)	溶出時間 (分)	活性化エネルギー (J/mol)
1	10	98.27
1	30	172.9
5	10	69.87
5	30	64.32

Table 1 より、いずれの条件でも活性化エネルギーが正の値となり、フッ化物イオンの溶出は吸熱反応であることが明らかとなった。したがって溶出を加速させるために、加熱することが有効であると確認された。また、5%混合させたときの溶出時間による活性化エネルギーの変化は小さいのに対し、1%混合させたときは溶出時間が長いほど活性化エネルギーは増加した。したがって、石膏の混合比が高いほど溶出は温度の影響を受けづらいといえる。

4. 結論

本研究では、赤土に対し廃石膏を混合することで廃石膏中のフッ素の溶出量が抑制されることが確認された。

5. 参考文献

- 1)安藤淳平, 森正枝, 大野安男(2011), 排水中のフッ素除去に関する研究(第1報), Gypsum & Lime, 1974(133), 216-221