

ウッドチップ混入ポーラスモルタルへのセシウムの吸着挙動

群馬大学	正会員	○森	勝伸
群馬大学	非会員	金澤	康平
広島大学	正会員	半井健一郎	
京都大学	正会員	乾	徹
群馬大学	非会員	板橋	英之

1. 緒言

2011年に発生した福島第一原子力発電所の事故により放射性物質、特に放射性セシウム (^{134}Cs , ^{137}Cs) が周辺地域に飛散したが、その中でも半減期が30年の ^{137}Cs による水質や土壌の環境汚染が懸念されている。現在行われている放射性Csの主な回収・除去法としては、浚渫(しゅんせつ)、鋤き込みの他に、ゼオライトや逆浸透膜による除去 [1]、安定同位体CsやKの添加による希釈等が行われている。

これまで当研究室では、安価な重金属の除去法、木質系廃棄物の再利用技術の開発を目的に、廃材であるウッドチップが重金属吸着材として機能することを明らかにした[2]。さらにセメントと混合したウッドチップ混入ポーラスモルタル(WPM)により、重金属の吸着能を増大させることに成功した[3]。

そこで、本研究ではウッドチップとWPMをCs⁺の吸着材料に応用するため、骨材となるウッドチップへの吸着に及ぼす溶液pHと攪拌時間の影響、WPMへの吸着に及ぼす溶液pHと通水速度の影響、長期浸漬によるWPMへのCs⁺の吸脱着挙動について検討した結果を報告する。

2. 実験

2-1 ウッドチップへのCs⁺の吸着試験

Cs⁺濃度及びpHを調整した試料溶液50mLに粒径2.5mm以下のウッドチップを0.1gを添加し、0.5~4時間攪拌後、溶液を吸引ろ過し、ろ液中のCs⁺濃度を測定した。試験溶液中のCs⁺の初期濃度は $1 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ とし、pHは2~10に調整した。Cs⁺の測定には誘導結合プラズマ発光分光分析計(ICP-AES, SCP

Science社製 Spectro Blue ICP-AES)を用いた。

2-2 WPMへのCs⁺の吸着試験

WPM(50×50×30mm)をアルミテープで被覆後、ブフナー漏斗上に設置した。WPMの上から試料溶液100mLを通水し、溶出液のpHと金属濃度を測定した。実験で用いたWPMは小林工業株式会社(群馬県前橋市)により作製した。その他は上述2-1と同様である。なお、吸着率は式1で算出した。

$$\text{吸着率(\%)} = \left(1 - \frac{\text{通水後の濃度}}{\text{通水前の濃度}} \right) \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

2-3 長期浸漬によるWPMへのCs⁺の吸脱着挙動

長期浸漬におけるWPMのCs⁺に対する吸着挙動並びに溶出するイオン(Ca²⁺)の挙動を調べるため、1000ppmCsCl溶液を5L用意し、WPM(300×100×60mm)を浸漬した。浸漬開始から1週間は毎日、それ以降は1週間に1回、20mLの採水を行い、溶液のイオン濃度を、ICP-AESにより測定した。

3. 結果と考察

3-1 ウッドチップへのCs⁺の吸着試験

はじめに、ウッドチップへのCs⁺の吸着に及ぼす溶液pHと攪拌時間の影響について検討した。ここでは、Cs⁺溶液の初期pHと攪拌時間を変化させたときの吸着量を測定した。

Fig. 1に各pHにおける金属イオンの吸着量と攪拌時間との関係を示す。これより、Cs⁺の吸着量は共に1時間以上の攪拌によってほぼ一定となり、pH9において吸着量が最大となった。これは、pHの上昇に伴い、ウッドチップ内のリグニンの水酸基の解離が

キーワード ウッドチップ, ポーラスモルタル, セシウム, 吸着, 浸漬

連絡先 〒376-8515 群馬県桐生市天神町1-5-1 群馬大学大学院理工学府・森 勝伸 TEL0277-30-1275

進み、金属イオンの吸着サイトが増加したためであると考えられる。また、pH 10の塩基性条件下でCs⁺吸着量が減少したのは、pH調整に用いた緩衝液のNa⁺濃度の増加が影響しているものと考えられる。さらに、吸着量が飽和点に達した値からウッドチップへのCs⁺の最大吸着量を見積もったところ、 $2.1 \times 10^{-5} \text{ mol g}^{-1}$ (pH 9) となり、Cu²⁺やPb²⁺等の重金属イオンの最大吸着量とほぼ同程度であった [3]。

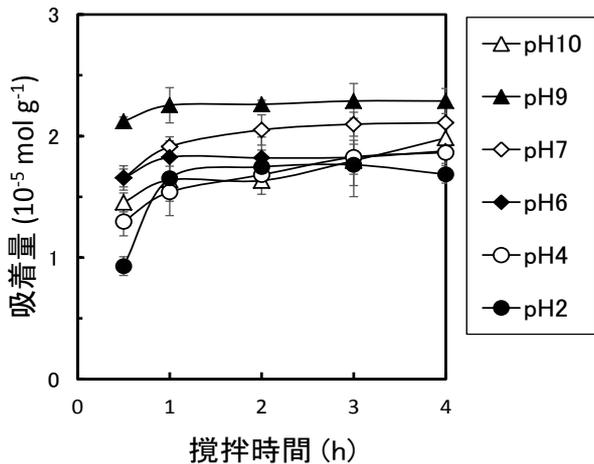


Fig. 1 ウッドチップへのCs⁺(右)の吸着量に及ぼすpHと攪拌時間の影響

3-2 WPM へのCs⁺の吸着試験

はじめに、WPM へのCs⁺の吸着に及ぼす溶液 pHの影響について検討した。その結果、通水後のpHに対するCs⁺の吸着率は、ウッドチップの実験結果と同様、酸性側で吸着率が低く、中性から塩基性で高い吸着率を示していることがわかった。

また、WPM へのCs⁺の吸着に及ぼす通水速度の影響について検討した結果、通水速度の増加に伴ってCs⁺の吸着率が減少することがわかった。即ち、溶液内のCs⁺がWPM内の吸着サイトに接触する回数が通水速度に影響することを示した。

3-3 長期浸漬によるWPM へのCs⁺の吸着挙動

長期浸漬によるWPMへのCs⁺の吸着挙動の検討を行った。Fig. 2に浸漬日数に対するCs⁺及びCa²⁺濃度及びpHの変化を示す。Cs⁺は浸漬開始直後に約200 ppm 吸着し、その後、吸脱着を繰り返した。また、反応容器に設置されたWPMの質量(2.5 kg)から単位重量当たりの吸着量を算出すると、平均して $3.0 \times 10^{-3} \text{ mol/g}$ となり、ウッドチップでの飽和吸着量の約

150倍であることがわかった。即ち、WPMの方がウッドチップを単独で使用するよりも、Cs⁺に対して効果的に吸着できることを示した。

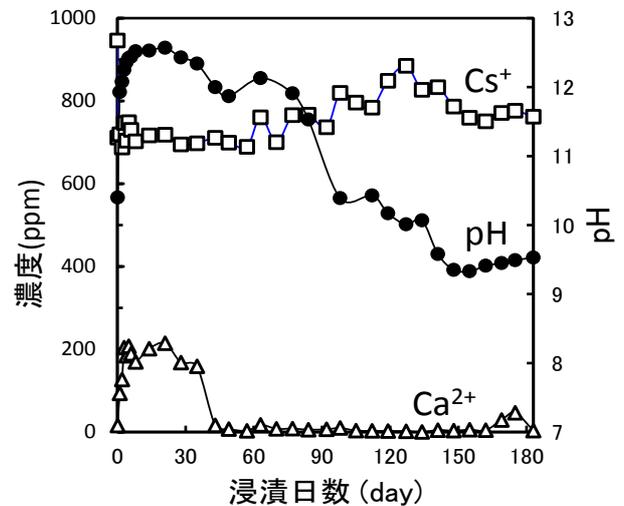


Fig. 2 1000 ppm CsCl 水溶液にWPMを浸漬したときのCs⁺及びCa²⁺の溶脱濃度及びpHの変化

4. 結論

本研究の結果より、Cs⁺に対するウッドチップとWPMの吸着能はWPMの方が優れていることが明らかとなった。しかし、長期浸漬試験の結果より、WPMがCs⁺を吸着した後、容易に脱着することから、持続的な保持能は低いものと判断される。従って、今後はWPMの保持能の強化並びに設置方法を議論する必要があると結論する。

文献

- [1] 国立環境研究所, 放射性物質の挙動からみた適正な廃棄物処理処分(技術資料)(2011) pp. 49, 51.
- [2] 原 尚子 他, 日本分析化学会講演要旨集(2005) 54, p. 32.
- [3] M. Mori, K. Nakarai, H. Itabashi, et al.: Chem. Eng. J., 215 (2013) 202.

謝辞

本研究は、科学研究費補助金・基盤研究(B)(課題番号25289134)により得られた成果です。ここに謝意申し上げます。