

# 無機系廃材を活用した Cs イオン交換材料の開発

## Development of Cs Ion Exchange Materials Based on Inorganic Waste

(岡山大院) ○亀島 欣一, 堤 卓馬, 西本 俊介, 三宅 通博

Yoshikazu KAMESHIMA, Takuma TSUTUMI, Shunsuke NISHIMOTO, Michihiro MIYAKE

Department of Environmental Chemistry and Materials, Okayama University

【緒言】東日本大震災の復興が進む中で、特に放射能で汚染された地域の環境回復は重要な課題である。土壌については洗浄と表面層の除去で進められている。しかし、水系、特に海水については、対策は十分に講じられていない。海水中の低濃度イオンを回収するためには、大量のイオン交換体を長時間用いなければならず、イオン交換性能だけでなく安価で大規模利用が可能な材料が必要とされる。そこで、Cs の高いイオン交換能を示すトバモライトに着目した。トバモライトは急速な Cs イオンの取込性能を示す<sup>1)</sup>ことが知られており、また、建材である軽量気泡コンクリート (ALC) の主要な構成成分である。端材や廃材として多くの産廃が生成することから、環境浄化材料への転換は有望な有効利用法の 1 つと考えられる。

本研究では、ALC 廃材を中心にスラグ、活性粘土等を基材に用いて、Cs や Sr の吸着性能を高めたイオン交換材料の開発を目的とした。なお、本稿では ALC を中心に述べる。

【実験】ALC のブロックを乳鉢と遊星ボールミルで粉碎した。粉碎試料 3.0 g を 0.1~1.67 M の NaOH 溶液 15 mL と 25 mL のテフロン容器に封入し、180°C の恒温槽中で 2 h 水熱処理した。1.67 M の条件については、さらに 6~48 h の水熱処理も行った。水熱処理後の試料は、固液分離、水洗を数回行い、50°C の恒温槽で乾燥後、イオン交換試験用の試料に用いた。

Cs<sup>+</sup>濃度を 100 ppm に調整した溶液 100 mL に ALC を 0.5 g を入れ、振とう機を用いて 5 min~24 h 反応させた。遠心分離機で固液分離し、上澄みの Cs<sup>+</sup>の濃度を原子吸光光度計(AAS)で評価した。

【結果および考察】種々の濃度の NaOH 溶液中で吸い熱処理した ALC 粉末の XRD パターンを Fig.1 に示す。NaOH の濃度が高くなると、骨材として含まれる石英が減少した。しかし、トバモライトの結晶構造に大きな差は見られなかった。XRF により組成分析をしたところ、CaO が減少し Na<sub>2</sub>O が増加したことから、Na 型トバモライトに一部変化していることが示唆された。

得られた試料を用いて 100ppm の Cs, Sr 溶液からの除去試験を行った結果を Fig.2 に示す。ALC では極僅かな Cs, Sr が除去されたが、NaOH 処理により除去性能が向上した。特に、Cs は吸着量が飛躍的に向上し、かつ短時間で飽和吸着となった。

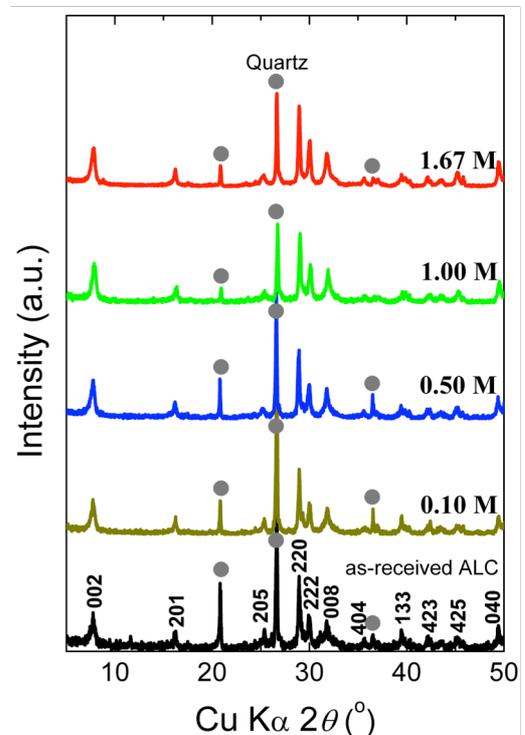
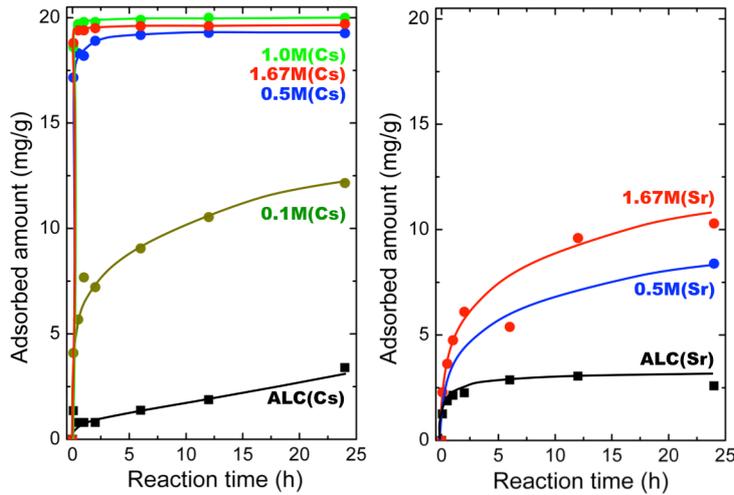


Fig.1 XRD patterns of obtained ALCs hydrothermal-treated under various NaOH concentrations.



**Table 1 Saturated adsorbed amount (SAA) of Cs for various samples.**

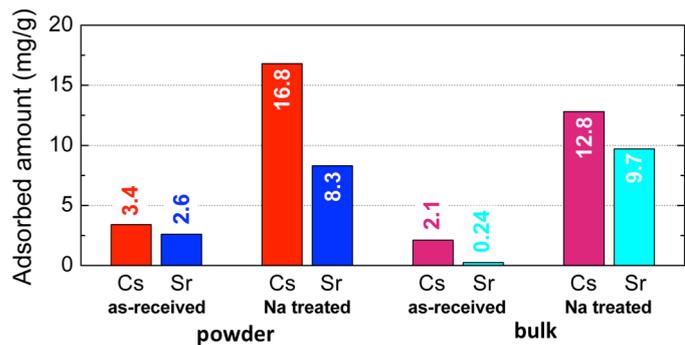
Sample	SAA <sup>+</sup> (mmol/g)
1.67M-NaOH ALC	0.57
0.50M-NaOH ALC	0.35
ALC as-received	0.04
Na-activated clay	0.48
Activated clay as-received	0.28
1.67M-NaOH slag	0.53
Slag as-received	0.00
Na,Al-tobermorite <sup>2)</sup>	0.19
Mordenite <sup>3)</sup>	0.22

+: Saturated adsorbed amount

**Fig.2 Adsorbed amount of Cs and Sr by obtained ALCs.**

Table 1 に NaOH 処理 ALC の Cs の飽和吸着量を Na 型の活性粘土, NaOH 処理水砕スラグとともに示す. 1.67 M の NaOH 処理した ALC の Cs イオン吸着量は, モルデナイトや既報の Na,Al 置換型トバモライトより高い除去性能を示した.

Figure 3 に, ALC バルク試料と粉末試料の Cs(100ppm), Sr(50ppm)の除去性能を示す. 粉末, バルクともに未処理に比べて NaOH 処理により Cs, Sr の除去性能が格段に向上し, Cs で 5~6 倍, Sr で 3~40 倍の除去量になった. これらの試料を用いて海水中の Cs(50ppm), Sr(25ppm)の除去実験を行った. 粉末では Cs, Sr の吸着除去量がそれぞれ 3.5mg/g, 0.12mg/g となった. 一方, バルク体では Cs, Sr の吸着除去量がそれぞれ 0.70mg/g, 0.04mg/g となった. 海水中からの除去では, 単体の場合の 1/5 程度になり, バルクではより除去量が減少した. しかし, 逆反応が観察されなかったことから, Cs を固定化する環境浄化材料として利用可能なことがわかった.



**Fig.3 Adsorbed amount of Cs and Sr by as-received and NaOH treated ALC (powder and bulk).**

【総括および今後の展望】軽量気泡コンクリート材 (ALC) を中心にスラグ, 酸性粘土を基材に用いた, Cs および Sr の吸着イオン交換材料を開発した. トバモライトを含む ALC は Cs, Sr の吸着除去性能を示したが, NaOH で水熱処理を施すことで, 飽和吸着量が Cs で 0.57 mmol/g, Sr で 0.12 mmol/g に増加した. 検討した物質の Cs 吸着性能は, NaOH 処理 ALC > NaOH 処理水砕スラグ > Na 交換活性粘土の順で, いずれも Na 型にすることで高い性能を示した.

NaOH 処理 ALC は, 海水中からの Cs の除去が可能であった. 低い回収量であることから, 崩壊熱への配慮が不要で, Cs の再放出のない, 長期間の除去が可能とイオン交換材料として放射性イオンの除去への展開が期待される.

【参考文献等】

- [1] J. Mater. Sci., 15, 850-853 (2000), [2] Cem. Concr. Res., 24[3], 573 (1994)
- [3] Estimated from CEC value of mordenite