

多孔質ガラスの放射性物質吸着特性

ゼオライトに勝る放射性物質吸着材の開発に向けて

Adsorption Property of Radionuclides on Porous Glass

Developing Better Radioactive Material Adsorbent than Zeolite

(原子力安全技術研究所 プラントグループ)

環境中に放出されたセシウム等の放射性物質の回収には、現状、ゼオライトが広く用いられている。一方、多孔質ガラスは比表面積が大きく、通液性が良く、孔径の調節が可能という特徴がある。そこで多孔質ガラスの吸着特性試験を実施した結果、ゼオライトと同等の吸着能力を持ち、海水中でも吸着可能、通液性が非常に良いことを確認した。

(Plant Group, Nuclear Safety Research and Development Center)

Currently, zeolite is widely used for recovering the radioactive materials, such as cesium, released to the environment. Meanwhile, porous glass has a large specific surface area, good liquid permeability, and a feature that makes the pore size adjustable. We have tested the adsorption properties of porous glass and confirmed that its adsorption capability is almost the same as zeolite, and that its adsorption capability and liquid permeability are maintained also in the seawater.

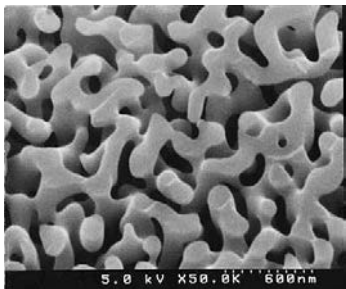
1 背景と目的

現在、環境中に放出されたセシウム等の放射性物質の回収に吸着材として広く用いられているゼオライトは粘土鉱物であるため、水を含むと膨潤するなどの欠点がある。一方、人工的に微細孔を設定できる多孔質ガラスは、通液性に優れており、かつ細孔径と表面特性を調節することで、イオン吸着性能や吸着核種選択性の飛躍的な向上が期待できるため、性能の良い吸着材の候補となると考えられる。

そこで、多孔質ガラスの吸着特性試験を実施し、ゼオライトより優れた吸着材となる可能性を確認することとした。

2 多孔質ガラスの特徴

多孔質ガラスは、特定のホウケイ酸ガラスを熱処理により分相させ、粉碎・酸処理することにより得られるSiO₂の骨格を持ったスポンジ状のガラスである(第1図)。ある条件下で作製された多孔質ガラスは次の特徴を持つ。①300m²/gを超える大きな比表面積(吸着性能大)、②通液性が非常によい(ハンドリングが容易)、③孔径を一定にでき、孔径の調節が可能(イオン選択性が向上)。また、吸着イオンとともに数百度で焼結させることにより、熔融過程を使わず、保管が容易で長時間安定なガラス固化体を形成できるメリットがある。



第1図 走査型電子顕微鏡写真

3 吸着性能試験

3.1 吸着能力基礎試験

多孔質ガラスの非放射性セシウムイオン(Cs⁺)・非放射性ストロンチウムイオン(Sr²⁺)に対する吸着能力基礎試験を行った。

試験は室温下で、Cs⁺1ppm単独溶液での吸着試験では、吸着率99.8%が得られた(第1表)。

また、Sr²⁺1ppm単独溶液に対する吸着率は、99.9%であった(第2表)。

第1表 セシウムイオン(1ppmCs)の吸着試験

	吸着率 (%)	試験数
多孔質ガラス	99.8	38
ゼオライト	99.6	1

第2表 ストロンチウムイオン(1ppmSr)の吸着試験

	吸着率 (%)	試験数
多孔質ガラス	99.9	1
ゼオライト	98.9	1

3.2 イオン選択性試験

試験は室温下で、Cs⁺1ppmとモル比500倍程度のNa⁺,K⁺とCa²⁺の共存イオンを含む混合溶液については、Cs⁺に対する吸着率92.9%が達成された(第3表)。

Sr²⁺については、Mg²⁺とCa²⁺を含む混合溶液に対して、吸着率は38.2%であった(第4表)。

第3表 Csを含む複数のイオンが存在する場合の吸着率(%)

	Cs ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺
多孔質ガラス	92.9	▲150	42.3	32.1
ゼオライト	≒100	▲155	78.3	15.1
初期濃度	1ppm	80ppm	150ppm	150ppm

第4表 Srを含む複数のイオンが存在する場合の吸着率(%)

	Sr ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
多孔質ガラス	38.2	12.5	20.3
ゼオライト	88.8	6.71	34.5
初期濃度	1ppm	140ppm	230ppm

3.3 通液試験

第2図のように、φ20mmのクロマトカラムに10gのゼオライトと多孔質ガラスを充填し、自然通過速度を確認した。

その結果、ゼオライトの通過速度が1.2ml/minに対して、多孔質ガラスは11.0ml/minと早く、圧力損失が小さいことがわかった(第5表)。



第2図 通液試験

第5表 自然通過速度

	充填量(g)	投入水量(ml)	カラム内径(mm)	通過速度(ml/min)
多孔質ガラス	10	15.7	20	11.0
ゼオライト	10	15.7	20	1.2

3.4 セシウムイオン破過試験

第3図のように、φ20mmのクロマトカラムに10gの多孔質ガラスを充填し、セシウムの*破過試験を実施した結果、セシウムイオン吸着能力は、0.05g/gであった。

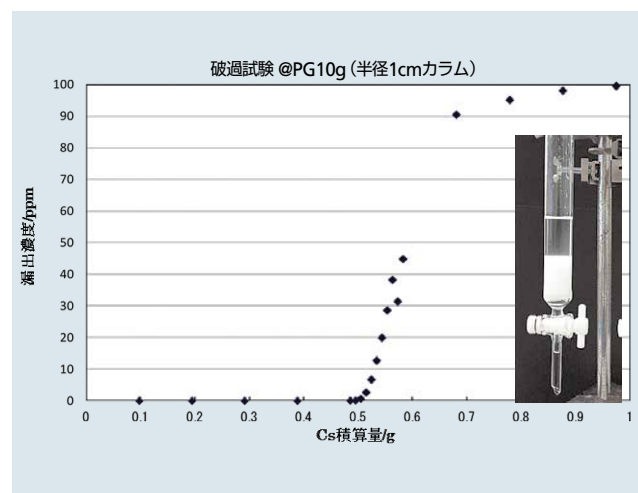
※破過とは、吸着材が飽和して吸着能力をなくし、吸着されないまま漏出する状態のこと。

3.5 セシウムイオン脱離試験

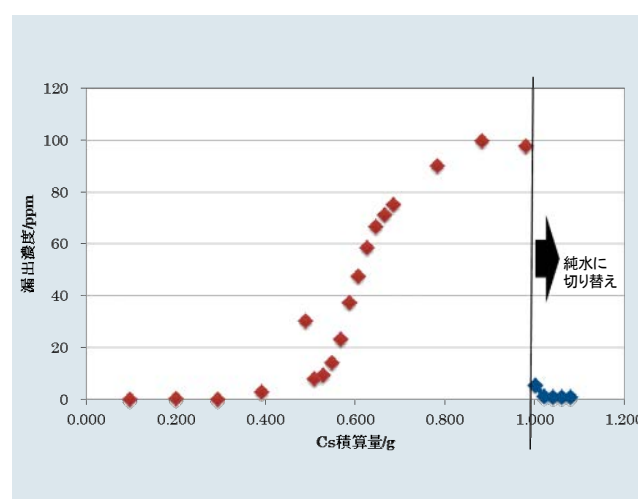
第4図のように、破過後に純水に切り替えると漏出濃度は、ほぼ0となったことから、多孔質ガラスに吸着したセシウムは、水では脱離しないことがわかった。

3.6 海水中セシウムイオン吸着試験

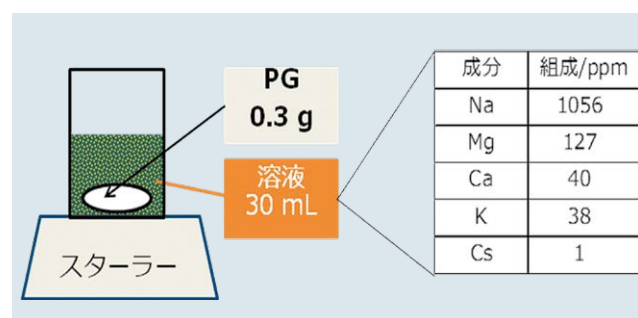
第5図のように、模擬海水中(溶液30ml)にセシウムイオン(1ppm)と多孔質ガラス(0.3g)を入れて吸着試験を実施した結果、セシウムイオン吸着率は、約55%であり、海水中のセシウム吸着にも有効である可能性がある。



第3図 セシウムイオン破過試験



第4図 セシウムイオン脱離試験



第5図 模擬海水中のセシウム吸着試験

4 まとめ

吸着性能試験の結果、多孔質ガラスは、ゼオライトと同等のセシウムおよびストロンチウム吸着能力を持ち、共存イオンを含む海水中でも吸着可能であり、通液性が非常に良い。

多孔質ガラスは、良好な放射性イオン吸着材となることが期待できるため、今後、さらなる吸着量の増加・イオン選択性等の向上を検討する。また、製造コストの低減に向けたガラス溶融法や化学処理法の最適化を検討する。



執筆者／松井計雄