

多孔質セリウム化合物のテンプレート無し合成法と二酸化炭素吸着剤としての利用



大学院理工学研究所(工学)
助教 劉 貴慶

研究分野

Research area

環境関連化学

研究のキーワード > 高効率反応設計、(セリウム化合物、多孔質粒子、二酸化炭素吸着)

研究内容

Research content

本研究では、多孔質のセリウム化合物をテンプレート無しの方法で合成し吸着剤として利用して、圧力の変更だけで、効率的に燃焼ガス中の二酸化炭素を吸着回収するプロセスを目指す。CeO₂やCe(OH)₃は多くの二酸化炭素吸着できるサイトを持った材料である。本研究では簡単なゾルゲル法により多孔質セリウム化合物を合成して、その二酸化炭素に対する吸着性と脱着性の調査を行った。

研究のポイント

Research point

CO₂の回収法として、化学吸収法や物理吸着法や膜分離法などがあるが、これらの回収法ではエネルギー消費やコストなどの問題があるため改善する必要がある。CeO₂やCe(OH)₃は多くのCO₂吸着するサイトを持つ材料である。本研究では簡単なゾルゲル法により多孔質セリウム化合物を合成し、結果として、市販のゼオライト吸着材13Xより優れた吸着と脱着性能を持つ吸着剤の合成に成功した。このような性能を持つ材料はCO₂のPSA(圧力スイング吸着法)により回収プロセスでの応用に大いに期待される。

産業連携への取組、期待

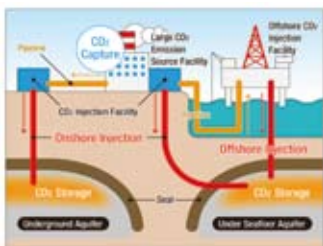
本研究で調製したセリウム化合物は高価なテンプレート材を用いることなく、高い表面積が得られた。また市販の二酸化炭素吸着剤である zeolite 13Xと比較しても、高圧状態においても高い吸着能が得られた。このセリウム化合物は優れた二酸化炭素吸着能力を持っていることがわかった。今後の展望として、実際の二酸化炭素吸着の条件として高温かつ水分を含むガス中でも実験を試みをして、産業実用化に向けて取り組む。しかし現状の実験装置は、分析機器はできることかなり限界はある。産業界と連携と研究支援を受けることは期待している。

または酸化セリウムは、自動車の排ガス処理のための触媒や工業的に重要な水性ガスシフト反応(一酸化炭素と水蒸気から二酸化炭素と水素を生成する反応)を促進する働きがあり、この反応が生まれる固体酸化物燃料電池にも使用されている。その他にセリアには様々な利用法があり、簡単に高表面積を持つセリアを合成できたら、更にセリウムの利用法が拡大すると期待する。

研究REPORT

【研究の背景】

下記の図1に示すCO₂回収・貯留技術(CCS:carbon capture and storage)を実現するには高効率低コストの吸収・吸着材が必要である。



【研究内容】

高効率低コストの吸着材を目指してテンプレート無しで多孔質セリウム化合物を合成した。合成方法は以下に示す。メソ多孔質セリウム化合物は硝酸セリウム(Ⅲ) 6水和物を様々な濃度のNaOH あるいはNH₃の水溶液に加えることで生成させた。

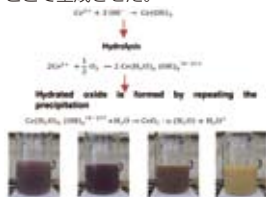


Fig.2 Changes in the colors of solution during synthesis of cerium compounds

Sample no.	Alkali	Synthesis condition M (mol L ⁻¹)	η_{sp}/c (dL g ⁻¹)	PS (wt %)	4 (mm)
1	NaOH	0.15	151	0.29	5.9
2	NaOH	0.22	206	0.21	3.1
3	NaOH	0.33	35	0.08	0.8
4	NaOH	0.53	193	0.33	4.1
5	NaOH	0.84	191	0.41	3.7
6	NH ₃	0.76	127	0.24	7.2
7	NH ₃	2.2	142	0.21	6.1
7	NH ₃	4.6	156	0.22	5.8

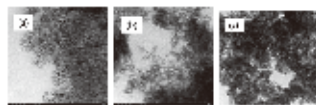


Fig.3 合成したセリアのTEM写真
(a) Sample no.2 (b) Sample no.4 (c) Sample no.5

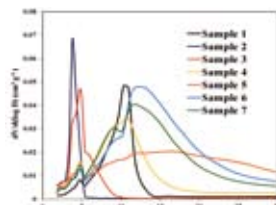


Fig.4 Pore size distribution of ceria

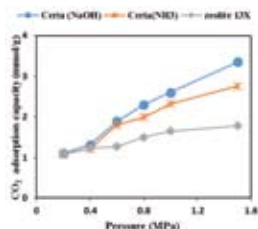


Fig.5 Results of the adsorption experiments