

低濃度 CO₂ 回収を志向した高密度アミン修飾シリカの合成

(都立大院理¹・JST-さがけ²) ○吉川聡一¹, 片岡実織¹, 山添誠司^{1,2} Fabrication of Amine Immobilized Silica with High Density for Capturing Low-Concentration CO₂ (¹Graduate School of Science, Tokyo Metropolitan University, ²JST PRESTO) ○ Soichi Kikkawa,¹ Miori Kataoka,¹ Seiji Yamazoe^{1,2}

Carbon Capture and Storage (CCS) have recently been attracting much attention and the capturing existing low-concentration CO₂ from air, so-called direct air capture (DAC), is an essential technology for carbon neutral society. Chemical CO₂ absorption method using amines is one of the effective techniques for CCS, and a solid CO₂ sorbent that an amine was immobilized on the surface of solid support such as silica is suitable for the CO₂ sorbent for DAC due to easy collection and regeneration, selective CO₂ adsorption, and tolerance to moisture. The sorbent with high amine loadings has been developed by a surface modification of silica with silane coupling reagent having amino group or an impregnation of amines. In this study, we developed a solid CO₂ sorbent with high-dense surface amino groups by surface modification of silica having organic functional group with diamine. The fabricated amine-immobilized silica possessed thermal stability up to 240°C due to chemically immobilization. The CO₂ absorption property was evaluated in a fixed bed flow reactor and the fabricated amine-immobilized silica adsorbed 400ppm CO₂ with >99% removal efficiency for 6 h. The total adsorbed CO₂ was 4.3wt% with the terminal amine utilization efficiency of 41%. The captured CO₂ desorbed at 80°C, and the capacity was not degraded by repeated use. Thus, developed amine-immobilized silica for highly efficient adsorption of low-concentration CO₂.
Keywords : Carbon Dioxide, Direct Air Capture, Solid Sorbent, Amine-Immobilized Silica

近年, CO₂ を回収し貯留する Carbon Capture and Storage (CCS) が注目されている。特に, これまでに排出された大気中の低濃度 CO₂ を直接回収する Direct Air Capture (DAC) は脱炭素社会の実現に必須の技術である。アミンを用いた化学吸収法は CCS に広く用いられている技術の一つであり, 中でもシリカなどの表面にアミンを修飾した固体 CO₂ 吸収剤は回収・再生が容易であり, CO₂ 吸着への選択性や耐湿性があるため DAC に向けた CO₂ 吸収剤として有効である¹⁾。アミノ基を有するシラン化剤による表面修飾やアミンを含浸担持する手法など, 単位重量あたりのアミン担持量を高める設計がなされている。本研究では, 有機修飾シリカへのジアミンの修飾により, 高密度にアミンを修飾したシリカを合成した。熱重量分析から 240°C までの熱安定性を示し, アミンがシリカ表面に化学的に固定化されたことがわかる。固定床流通式の反応容器に試料を充填し, 400ppm の CO₂ を 10 sccm で流通すると, >99% の除去効率で約 6 時間にわたり CO₂ を吸収した。CO₂ 吸収量は 4.3wt% に相当し, 修飾した末端アミノ基のうち 41% を CO₂ 吸収に利用した。また, 吸収した CO₂ を N₂ 流通下 80°C ですべて脱離し, 吸収と脱離を繰り返しても顕著な劣化は認められなかった。以上のように, 低濃度 CO₂ を高効率で吸収可能なアミン修飾シリカを開発した。

1) E. S. Sanz-Perez, C. R. Murdock, S.A. Didas, C.W. Jones, *Chem. Rev.*, **2016**, 116, 11840.