

利用性が高い二酸化炭素を吸着する化学混合物の研究

新規の混合物と既存の混合物との比較

兵庫県立神戸高等学校総合理学科2年 木村峻大 近藤子竜 土井晴陽 三宅純平 八木周



地球温暖化の解決に向けて、人工的にCO₂を吸着することは必要不可欠→ **化学物質を組み合わせた混合物(DES)に注目**



新規の混合物の作製に成功



常圧でのCO₂吸着量を定量化する実験系が正常に機能



混合物の利用性向上



混合物の比較評価 → [物質の基本的性質][毒性][常圧でのCO₂吸着量]

背景・目的

Introduction

基礎

Fundamentals

地球温暖化解決のために

化学混合物(DES)に注目

低エネルギーで安全な利用性の高い**CO₂吸着液**の開発

【先行研究】

- (1)現在の主なCO₂吸収剤は「アミン」
→再生不可の溶媒、熱や水に弱いという欠点
- (2)ChClとUをモル比1:2で混合した混合物(DES)
→融点が12℃(単体と比べて大幅に低下)
- (3)TBABとEGをモル比1:3で混合した混合物(DES)
→大気圧の約10倍の圧力、40.15℃で0.45mol/LのCO₂溶解度

目的

新規の混合物(DES)を作製した上で、既知の混合物と比較調査し、CO₂吸着剤としての利用性の高い混合物(DES)を探索する

塩化コリン(ChCl) 水素結合アクセプター(HBA)

テトラブチルアンモニウムブロミド(TBAB) 水素結合 ドナー(HBD)

共晶点の混合割合

グリセリン(G) エチレングリコール(EG)

尿素(U)

図1:TBAB

DES

CO₂ 吸着 脱着

DESは再利用可能

高温でも安定

【共晶点】2種類以上の化学物質(HBAとHBD)を様々なモル比で混合したときの、融点が一番低くなった点

研究手法

Methods

(A)ChCl-U・(B)TBAB-U・DES(C)TBAB-U(モル比3:2)
DES(D)ChCl-G(モル比1:2)・DES(E)TBAB-EG(モル比1:3)

(1)混合物の作製 — 2種類の化学物質を攪拌しながら混合—
モル比を変えて化学物質を混合する
(A)の組み合わせで7種類、(B)の組み合わせで9種類

(2)融点測定 — 融点:毛細管に詰めた試料が溶け始めた温度—
(1)で作製した混合物の融点測定[図3]→**相図**の作成
共晶点での(B)の混合物=新しいDES(C)TBAB-U(モル比3:2)

(3)基本的な物性の調査 — 揮発性・密度・相対的な粘度—
[揮発性]時間経過によるDESの質量変化を測定
[密度] 単位体積当たりの質量を測定
[相対的な密度] (C)に0μL, 10μL, 30μL, 50μL, 50%(v/v)の蒸留水を加える。液体の移動時間で相対的な密度を測定

(4)細胞毒性実験
LB培地中にChCl・TBAB・U・(A)(モル比1:2)・(C)を10mg混ぜ込む
0.1mLの水 + 大腸菌(JM109) 塗布 → 培地+化学物質
1000mLの水 + 大腸菌(JM109) 塗布 → 培地+化学物質

(5)CO₂吸着実験(大気圧環境)
3gのDES(C)・(D)・(E)に200mL-300mL/分の流量でCO₂を吹き付ける→一定時間ごとに通気を止め、質量の変化や吸光度を測定した

[図6]新規の組み合わせの(B)ではモル比3:2の混合物が最も低い融点(共晶点)である61.3℃を示した→これを新規のDES(C)とする
⇒100℃以下で液体=工業分野において十分実用可能

(3)基本的な物性の調査結果 — 難揮発性・水による粘度低下—
①DES(C)は時間経過による質量変化は少ない⇒難揮発性
②DES(C)+10μL以上の少量の水→粘度が約2/5以下
⇒2つの化学物質間にある水素結合の相互作用が、水により弱まる

(4)大腸菌を用いた細胞毒性調査結果 — DESの細胞毒性は低い—
ChClとDES(C)を添加した培地のコロニー数は添加なしの培地に比べて少ない⇒ChClと同程度の毒性の低さ→どの物質も細胞毒性は低い

(5)CO₂吸着量に差はなし — 吸着量を維持したまま利用性の向上—

図5: (A)の融点 誤差±2.0℃

図6: (B)の融点 誤差±2.0℃

図7: 3gのDES(C), DES(E)でのCO₂吸着量結果

図8: 3gのDES(C)+水10μLでのCO₂吸着量結果

結果・考察

Results & Discussion

(1)混合物の作製に成功[図4]

表1: 作製した混合物

番号	モル比	番号	モル比
1	ChCl-U=1:1	9	ChCl-U=1:4
2	ChCl-U=1:2	10	ChCl-U=1:5
3	ChCl-U=1:3	11	ChCl-U=1:6
4	ChCl-U=1:4	12	ChCl-U=1:7
5	ChCl-U=1:5	13	ChCl-U=1:8
6	ChCl-U=1:6	14	ChCl-U=1:9
7	ChCl-U=1:7	15	ChCl-U=1:10
8	ChCl-U=1:8	16	ChCl-U=1:11

(2)融点測定により新規の混合物の共晶点を決定

[図5](A)ではモル比1:2の混合物が最も低い融点である12.3℃を示した
先行研究の値と一致→DESの作製方法の妥当性・融点測定の実験系が正常に機能することの証明

①質量増加分=CO₂の吸着量 ⇒質量変化によりCO₂吸着量の測定可能
②CO₂吸着前と後で吸光度(190nm)変化 ⇒吸光度は不安定で測定不可

[図7] DES(E)は0.022mol/kg, DES(C)は0.020mol/kgの吸着量
[図8] DES(C)は0.027mol/kg, DES(C)+水10μLは0.024mol/kgの吸着量

③どのDESでもCO₂吸着効率にほとんど違いが見られない
⇒DES(C)+水10μLはDES(C)の特性を維持し利用性が高くなった

二酸化炭素吸着剤としての実用には至らないが、新規のDESの作製は歴史が浅いDESの発展に貢献するものである。

[展望]吹きつけの自動化・最大CO₂吸着量や脱着量の調査・他分野への応用