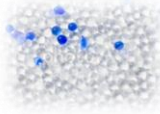


シカゲルの吸湿特性とその評価について

～表面積と吸湿量の関係～

1班 馬飼野 浩太 下垣 瑠夏 熊田 実桜
有賀 光希 加藤 怜



1. 研究の動機および仮説

昨年の報告会に参加し、身近な存在のシカゲルに興味を持った。今後の課題となっていた「長期間における吸湿特性」や「再生による劣化特性」について、引き続き調査を行いたいと思った。昨年と同様A型シカゲル・B型シカゲルを準備し、上記特性の確認を行うこととした。また、単位質量あたり表面積が大きいほど吸湿量が多いという昨年の結果の再現性の確認も実施する。「長期間における吸湿特性」については、前回同様A型シカゲルは最初の24H程度で吸水量が最大となり、B型シカゲルは、環境湿度の影響を受けながら吸放湿を繰り返す(終息しない)と考えた。また、「再生による劣化特性」については、インターネットやシカゲルメーカーのHPに記載があるように、再生10回程度で劣化が確認できるものと予想した。

2. 研究の方法および研究の経過

A型シカゲル・B型シカゲルの吸湿性能(吸湿速度・吸湿量等)を確認するため、次のような実験を行った。

使用した評価サンプルを表1に示す。

＜実験1＞ A、B型シカゲルの初期条件(シカゲル中の塩化コバルトの色が青になるまでフライパンで中火で5分加熱し初期の状態を統一)を揃えた時の吸湿性能を長期間比較した。(評価期間：7月末から12月末)樹脂トレに10～20[g]重ならないように各シカゲルを広げ、1/1000[g]電子天秤を使用して吸湿量の変化を計測、昨年データと比較した。本実験結果をもとに1[g]あたりの表面積が大きいほど吸湿量が増大するという昨年の結果の再現性を確認した。



＜実験2＞ D-A・D-Bシカゲルを用いて加熱による再生(フライパン中火で5分)を繰り返し行い、吸湿性能に変化(劣化)が認められるか実験1と同方法で評価を行った。

＜実験3＞ 実験1の結果から、製品の出来栄の影響を排除するために、D-Aシカゲル(同一梱包D-A品)を2つに分け

一方を簡易研磨加工機(#100 紙やすり)に投入し粒径を小さくしたサンプルを製作した。続いてマイクロメータを使用し、研磨加工前後の粒径から表面積を算出した。＜実験1＞と同様加熱処理を施した後、吸湿性能比較を実施した。



【使用器具】

1/1000[g]電子天秤、1/1000[mm]マイクロメータ、気圧計、樹脂トレ、アナログ温度計・湿度計・湿度計、研磨加工機 他

表1 評価サンプル

No.	販売元	型・(記号)	用途・形状等
1	Daiso	A型 (D-A)	食品用乾燥剤
2	Seria	A型 (S-A)	食品用乾燥剤
3	Daiso	B型 (D-B)	革製品・カバン保存用 除湿シート
4	Seria	B型 (S-B)	衣装ケース用除湿シート

3. 研究の結果

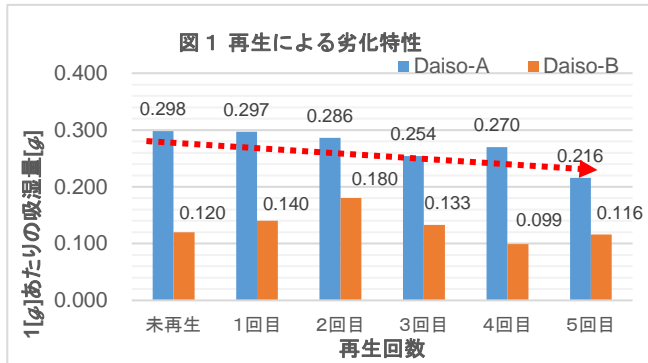
＜実験1＞ 吸湿特性を長期間計測した。A型シカゲルに関しては、最初の24H程度でほぼ最大値となり、以降は昨年(短期間データ)同様、ほぼ変動なく推移している。これに対しB型シカゲルは、昨年同様環境湿度の影響を受け、湿度の変化を追従するように変動を繰り返している。しかし、1[g]あたりの吸湿量を比較すると、A型B型ともに本年度の方が0.1[g]程度多く吸湿している。表2にサンプルの粒径・質量・吸湿量・表面積を示す。表中()の数値は昨年のデータを示す。全体的に前年度と異なる値が確認された。特にA型シカゲル1[g]あたりの表面積は、D-Aシカゲルにおいて大きな値を示しているにも関わらず、「吸湿量はS-Aシカゲルとほぼ同等であり、昨年と矛盾する結果となった。この原因を明確にする為、＜実験3＞を実施することとした。

表2 各種シカゲルの粒径と表面積(n=30)

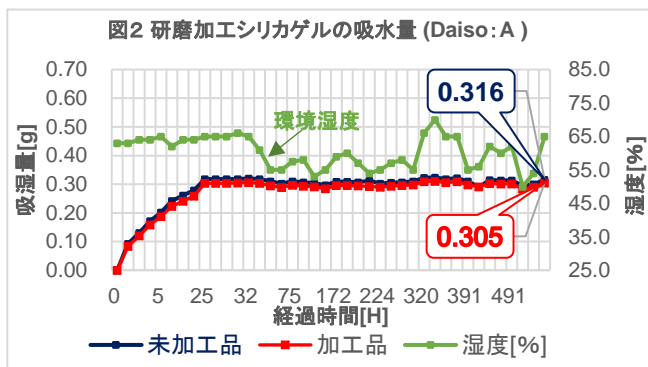
	D-A	S-A	D-B	S-B
平均粒径[mm]	3.23	3.19	3.42	3.66
(昨年のデータ)	(2.62)	(3.21)	(3.33)	(3.98)
平均質量[g]	0.026	0.029	0.022	0.020
	(0.018)	(0.031)	(0.023)	(0.032)
※吸湿量[g]	0.327	0.331	0.392	0.368
	(0.215)	(0.179)	(0.072)	(0.073)
※表面積[mm ²]	1304	1107	1778	2172
	(1206)	(1070)	(1569)	(1580)

※シカゲル1[g]あたりで算出 吸湿量は4474時間(約187日)後の値

＜実験2＞ 図1に再生回数と各サンプル約200H後の吸湿量を示す。A型シリカゲルについては、吸湿量に微量ではあるが、減少傾向(図中 赤点線矢印)が見られる。(B型シリカゲルについては、環境湿度の影響を大きく受けており劣化については判断できない)



＜実験3＞ D-Aシリカゲル未加工品・研磨加工品の吸湿特性を図2に示す。粒径を小さくすることで表面積を大きくし吸湿量が増大すると予想したが、両者とも殆ど変わりの無い値となった。



その原因を明確にするため、研磨加工時に取得した粒径と質量のデータよりシリカゲルの密度を算出してみた。図3の通り研磨加工と同時に密度が増加していく様子がわかる。この結果から想定できるシリカゲル粒子の構造(イメージ図)及び同サンプル表面を拡大観察したSEM写真を図-4・5に示す。SEM写真からわかるように、粒子表面の構造は荒く、研磨加工時のデータで密度が小さい値を示していた結果と一致している。

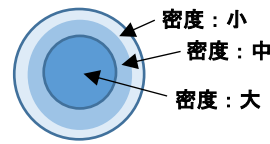
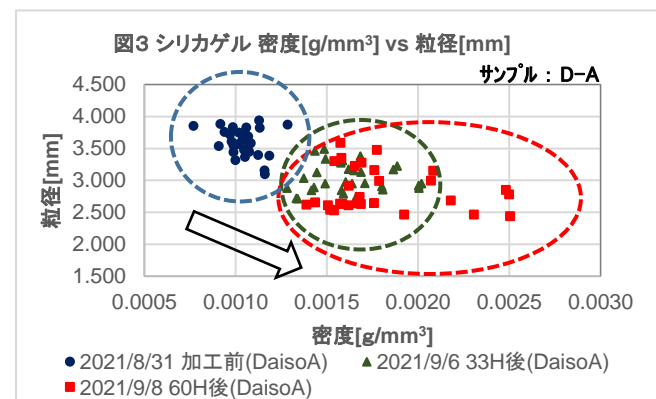


図-4 D-A シリカゲル構造

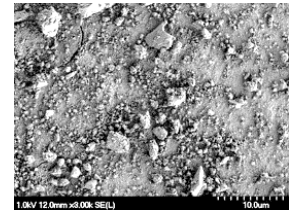


図-5 SEM 観察写真 (×3000)

4. 考察

＜実験1＞ 昨年の結果では、単位質量あたりの表面積が大きい程吸湿量は増大するといった傾向が認められた。しかし、今年度のデータでは、表面積の違い程吸湿量に差が現れていない。この原因は、シリカゲル表面の細孔の分布状態(数)、つまり製品の出来栄が生産 LOT によってばらついているためと考えられる。＜実験2＞ A型シリカゲルにおいては、吸湿量が減少傾向にも見えるが、再生回数が少なく判断できない。引き続き継続で確認が必要と考えられる。

＜実験3＞の研磨加工による密度変化から、シリカゲル粒子は内・外部で密度が異なる構造をしているものと考えられる。実験前は、粒径を小さくすることによって単位質量あたりの表面積を増大させ、結果的に吸湿量を増やせるものと考えていた。しかし、粒径を小さくしても密度が増大したことで、結果的に表面積が小さくなってしまったことになる。この密度のバラツキは、シリカゲルの生産 LOT によって様々であると予想できる。吸湿性能を比較する際、前述した通りこの密度も十分考慮する必要があるため、「単位表面積あたりの吸湿量」という考え方が適切と思われる。

5. 反省と課題

再生による劣化特性のデータ取得は終了しておらず、継続で評価を行う。また、単位表面積あたりの吸湿量という新評価基準の検証も順次実施する予定である。

6. 結論

シリカゲルの吸湿量は、密度・粒子表面の細孔の分布に依存することがわかった。したがって、吸湿特性の評価については、生産 LOT によって異なる密度・細孔のバラツキを考慮すると、単位質量あたりではなく、単位表面積あたりの吸湿量で比較するのが妥当であると言える。

7. 参考文献 書名, 著者名, 参照ページ

株式会社小久保工業所 <https://kokubo.co.jp/>

兵神装備株式会社 <https://www.heishin.jp/>

豊田加工株式会社 <http://www.toyotakako.com/> 他

8. 謝辞

ご指導して下さった山口先生、ご協力して下さった皆さん、ありがとうございました。