

非晶質アルミニウムケイ酸塩の分類～非晶質イモゴライトはアロフェンかイモゴライトか～

Classification of amorphous aluminum silicate -Is amorphous Imogolite categorized as Allophane or Imogolite-

鈴木 正哉[1]

Masaya Suzuki[1]

[1] 産総研、深部地質、地質総括

[1] Deep Geo, AIST

「はじめに」

アロフェン・イモゴライトは火山灰や軽石などの火山噴出物に由来する土壌にしばしば見られる非晶質アルミニウムケイ酸塩および低結晶性アルミニウムケイ酸塩である。アロフェンは直径 3.5～5.0nm の中空球状をしたナノカプセルで、その球壁には水分子が入り出ることができる大きさの細孔が存在する。イモゴライトは外径約 2nm・内径約 1nm の管状をしたナノチューブで、長さは数十 nm から数 μ m にまで及ぶ。アロフェン・イモゴライトはこの特異な形態と非常に優れた水との親和性を有していることから、湿度調整材、結露防止剤、ヒートポンプシステムにおける熱交換材等の工業的応用としても注目されている物質である。

このような背景からイモゴライトの合成に関する開発が行われているが、その中でイモゴライトと同じ細孔を有し、X線的に結晶性を示さない非晶質な物質が存在することがわかった。本発表では非晶質イモゴライトについて述べるとともに、その分類について検討を試みる。

「実験方法」

オルトケイ酸ナトリウムを濃度が 0.1mol/l となるように純水で溶解した水溶液 150ml を調整した。またこれとは別に塩化アルミニウム水溶液を上記オルトケイ酸ナトリウム水溶液と混合した際 Si/Al 比が 0.67 となるように塩化アルミニウム六水和物を純水に溶解させ、濃度 0.15mol/l の塩化アルミニウム水溶液 150ml を調整した。塩化アルミニウム水溶液にオルトケイ酸ナトリウム水溶液を混合し、マグネティックスターラーを用いてよく攪拌しながら、この混合溶液に 1.0N 水酸化ナトリウム水溶液を 1.0ml/分の速さで 24.5ml 加え、滴下後の pH を約 6 とし前駆体を生成した。前駆体を含む溶液を遠心分離にかけ上澄み溶液を取り除いた。回収した前駆体を純水で分散させ、この前駆体懸濁液を遠心分離にかけ上澄み溶液を取り除くという操作を 2 回繰り返した。このようにして脱塩処理した前駆体を純水に分散させマグネティックスターラーでよく攪拌し、1500ml となるように前駆体懸濁液を調整した。この前駆体懸濁液 1500ml に 1N 塩酸を 8ml 添加し、マグネティックスターラーで十分に攪拌した後、100 の恒温槽内で 24 時間加熱を行った。加熱終了後常温に冷ませた後、100 で 2 日間乾燥した。得られた生成物に対して粉末エックス回折、水蒸気吸着および細孔径分布測定を行った。

「結果と考察」

粉末エックス線回折測定の結果、生成物は明瞭なピークを示しておらず非晶質な物質であり、アロフェンの回折図形とほぼ同様なものであった。また生成物の細孔径分布測定を行ったところ、生成物の細孔は半径約 0.6 nm 付近にピークがあり、イモゴライトと同じ径の細孔を有していた。また生成物の水蒸気吸着等温線を測定した結果、相対湿度 10%RH 以下においては、イモゴライトと同じく急激な立ち上がりを示すが、相対湿度 20%RH 以上では、ほとんど水蒸気を吸着していなかった。

以上のことから、今回の生成物はイモゴライトと同じ管状構造を持つが、チューブの長さが非常に短いためエックス線的に非晶質であり、チューブとチューブの間隙によって構成される細孔も存在しないと推測される。このような物質は、エックス線回折の観点からするとアロフェンであるが、細孔径や水蒸気吸着特性の観点からするとイモゴライトである。これまでエックス線的に非晶質であるものはすべてアロフェンとされてきたが、同じ非晶質アルミニウムケイ酸塩でも性質が異なるものが存在すると推測される。今後はそれらの性質の違いを明らかにしていくことが必要だと思われる。