

炭素の不思議な世界 ～古くて新しい炭素材料～

基礎教育センター 宮嶋尚哉

本体験教室では、炭を作る工程や装置、分子やイオンの吸着試験を行う精密機器など、日頃、研究室で行っている研究設備や施設の見学も行います。また、元素「C」の魅力や工業的な炭作りについてスライドを使って学習し、様々な炭を実際に触れて「炭素」の世界を体感してもらいます。

【はじめに】

「分離工学」という言葉をご存知ですか？私たちの身の回りにある製品は、出発原料に幾つもの物理的・化学的な工程を施すことで生み出されますが、そこには必ず「ものを分ける」という化学プロセスが含まれます。皆さんも化学の実験で「ろ過」という操作をしたことはありませんか？ろ紙を使って固体と液体を分ける、これも一種の分離操作です。工業的には、「分留」、「吸収」、「抽出」、「吸着」、「乾燥・調湿」などの分離操作が組み合わされて、原料の精製や、微量成分の分離、品質の向上やその管理など多岐にわたって利用されています。「ものを分ける」という操作は、言葉は簡単ですが非常に奥の深いものです。水の中にインクを入れるのは簡単ですが、水からインクだけを取り出すのはとても大変です。つまり分離とは自然の摂理に逆らった、極めて多量のエネルギーを必要とする工程なのです。この消費エネルギーを如何に減らして、より品質の高い製品を作り出すか、またそのためにはどのような分離システムが必要なのかを体系的に捕らえた学問が「分離工学」なのです。

【吸着・イオン交換】

分離操作の中には「吸着」や「イオン交換」という現象を用いたものがあります。吸着とは、ある物質の表面に別の物質が寄り集まる（濃縮される）現象を指します。一方、「イオン交換」とは固体中のイオンが他のイオンと置き換わる現象です。「吸着」現象を起こす身近な材料として「炭」があります。炭は石器時代の頃より熱源、銅や鉄などの金属の還元に用いられてきました。木炭が空気（気体）を大量に吸着することが見出されたのは1700年代末のことです。

それ以来、「活性炭」と呼ばれる炭の中に無数の穴（すなわち非常に大きな表面積）をもつ材料が作られ、今では、嫌なおいを取ったり、水を浄化したりするために無くてはならない材料となりました。最近では、エネルギー資源の乏しい日本にとって、国土の約60%を占める豊かな森林は極めて重要な天然資源であり、そこから生み出される炭は地球に優しい生物資源としても改めて注目を浴びています。



竹を蒸し焼きにすることで得られる竹炭

一方、イオン交換体の代表的な物質に、「アパタイト」があります。われわれの体の骨や歯などの大半を構成しているカルシウムの化合物です。水酸アパタイトの結晶を形作っているカルシウムイオンや水酸化物イオンがイオン交換反応を行うという特徴があり、いろいろなイオンが共存する水溶液からある特定のイオンだけを取り除く性質を持っています。この性質を利用して環境浄化に役立てることができます。

今回の体験化学教室では、特に炭を用いてその「吸着/分離能力」を体験してみましょう。

～炭による水の浄化～

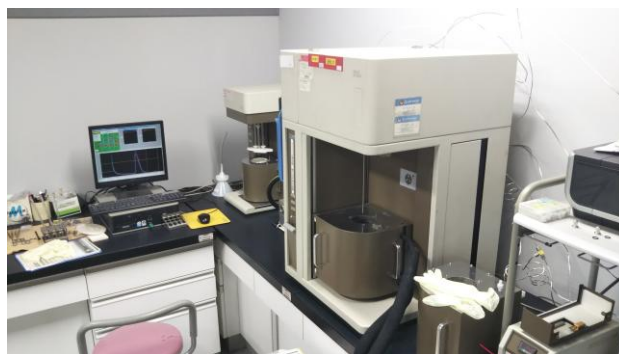
炭作りには、800 度以上の高温と穴をたくさん開けるための処理が必要で時間がかかります。そこで、ここではあらかじめ作製した炭を使って実験を行います。

- ① 数種類の炭を使って、色の付いた水に入れる。
- ② 炭と水溶液をろ過して分け、色の変化を比較する。
- ③ 賦活（穴を作る工程）について考察する。

～備長炭電池～

この実験では、備長炭が良く電気を通すということと、無数に空いた穴に沢山空気（酸素）を吸着しているという 2 つの性質を利用して、簡単に電気が作れることを体験します。吸着した酸素（クリーンエネルギー）を取り出し、電気を起こしてみましょう。

- ① 備長炭を軽く荒い、飽和食塩水に浸す。
- ② 飽和食塩水を浸したキッチンペーパーを 1 の備長炭に巻きつける。
- ③ さらにアルミ箔を 2 の上から巻きつけ、軽く握って密着させる。
- ④ アルミ及び備長炭から端子を取り、モーターが回るか確認する。
- ⑤ 何故、このような身近な材料で電気を作れるのか、その機構について考察する。



参考図書

グラフェンの模式図, <https://info.archives.global.fujitsu.jp/news/2016/12/5.html>

「解説 化学工学」, 竹内雍ら (共著), 培風館, (1982)

「カーボン用語辞典」, 炭素材料学会編集, アグネ承風社, (2000)