

身近な“水”の水質を測ってみよう

事業代表者（ 上原伸夫 教授 ）

構 成 員（ 六本木美紀 技術職員 ）

1. 事業の目的・意義

近年、自然災害である大地震や少雨による真夏日のダム水位の低下、それとは逆に突如発生する大降雨による土砂崩れや浸水被害など我々の身近なところで水に関するニュースが後を絶たない。また、人為的な原因による火災や日々の生活、産業活動において多量の水を使用する場面はいたるところに存在する。2011年に起きた東日本大震災で、ここ陽東地区では一夜の停電を経験した。かろうじて断水には至らなかったが、住民はトイレや温水器が普段通りに使えない不便さを味わった。当たり前のように存在する水道水、海水、河川水、産業用水、下水道の恩恵を受けて日常が成り立っていることを忘れてはならない。我々は未来を担う子どもたちへこれらの水環境や限りある水資源について考えたり何かしらのアクションを起こす動機づけを与えることで日本の豊かな自然を守り、美しい風景を受け継いで欲しいと願っている。その一端を大学から発信することが教育研究に携わる者の使命であると考え本企画を開催した。ここでは中学生を対象として私たちの生命維持に必要な不可欠な水について、その浄化方法を学び、成分分析を体験してもらった。

2. 研究方法（又は事業内容）

概要と内容は以下の通りである。

【日時】平成29年8月6日（日）9:00-12:00

【会場】応用化学科 学生実験室

【募集人員】10人 中学1～3年

【対象地域】栃木県全域

【内容】

- ・身の回りの水について考えよう
- ・濃度や単位に親しもう
- ・パックテストで水質を測ろう

- ・イオン交換樹脂で水をきれいに！
- ・イオンクロマトグラフを使ってみよう

（1）身の回りの水について考えよう

ライフラインの重要性を再認識する目的で、まず最初に身の回りの飲める水について考えた。いざとなったら“工学部の池の水が飲めるか？”。実際の工学部の池の水は一年を通して深緑色に濁っている。ほとんどの参加者が“飲めない”と回答したのは想定内である。“究極の状態になったら、ろ過して汚れを除いて飲む”といった意見もあった。様々な意見を出してもらった後、それではどうすれば安心して飲めるようになるかなどについて考えてもらった。話題を展開し、飲料水や事業所からの排水、河川や湖沼水はそれぞれ日本の法律によって溶存成分や濁り具合の基準が制定され、定期的に水質検査が行われることで水環境が守られていることを学習した。



図1. 工学部の池の様子

（2）濃度や単位に親しもう

実験に入る前に基礎知識として、濃度に対する理解を深めるため、飲料水のパッケージに表示されている“mg/L”とはどんな単位か説明した。gの前に記されたmは、c（センチ）やk（キロ）と同様に用いられ、 10^{-3} つまり1/1000を意味する。

最近は各種商品のキャッチコピーで”ナノ “をよく耳にするようになってきた。将来、工学をはじめ、医学や農学などいわゆる理系へ進みたいと思う生徒の方にはぜひ様々な接頭語を覚えてほしい。

(3) イオン交換樹脂で水をきれいに

イオン交換樹脂に通水する準備として、工学部の池の水を各自ビーカーに採取してもらい、遠心分離器によって濁度成分を分離した。さらに、0.45ミクロンの穴をもつ特殊な紙に通水させ、目に見えない固形成分も除いた。

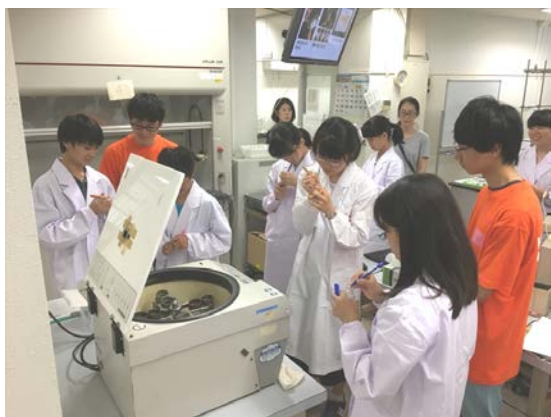


図2. 遠心分離器を使用する様子

イオン交換樹脂は見た目が魚の卵のような小さな粒状の樹脂で、これをカラムと呼ばれるガラス管に詰め、上部から分離したい成分を含む溶液を流すと、管内を通過する間に樹脂が保持しているイオン（陽イオン交換樹脂H⁺型ではH⁺イオン）と交換され、H⁺イオンが溶出される。



図3. イオン交換樹脂の充填されたカラム

前処理した池水には透明だが様々なイオンを含む。

これをカラムの上部から流し入れ、カラム通過前と通過後のカルシウムイオンとマグネシウムイオンの濃度を簡易に測定できるパックテストで比較した。(図3)



図3. パックテストで分析中

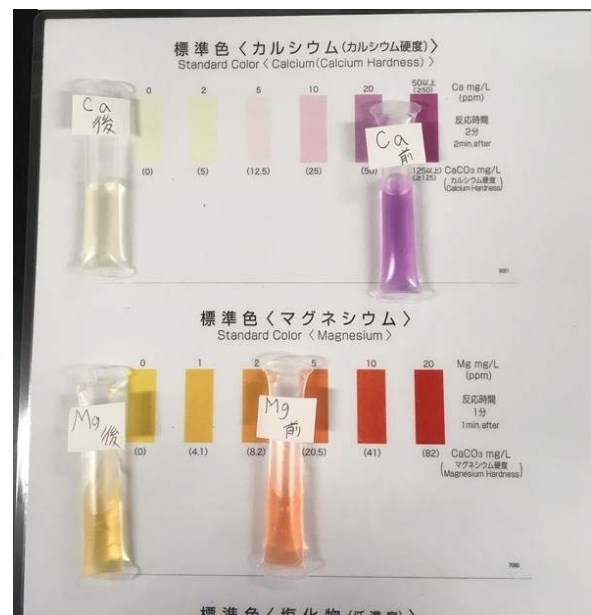


図4. パックテストの結果

パックテストの結果、カルシウムイオンは池水に約20~30mg/L含まれていたものが、イオン交換樹脂への吸着により0mg/Lまで減少することが視覚的に確認することができた。マグネシウムイオンについては2~5mg/Lの濃度がほぼ0mg/Lまで減少した。(図4)

(4) イオンクロマトグラフを使ってみよう

イオンクロマトグラフはイオン交換樹脂を充填したカラムに通水することでサンプルに含まれる複

数の溶存成分が分離され、順次排出される成分を検出器でとらえたのちコンピューターにて濃度が算出される大変便利な装置である。まさに（3）で参加者が行った操作を装置化したものである。ここでは持参したサンプル水（ミネラルウォーターや水道水）を測定し、簡易測定であるパックテストと比較して、精度の良い結果が示されることを体験した。（図5）



図5. イオンクロマトグラフを体験する中学生

本装置は1回の測定に12分を要するため、参加者は待ち時間を利用してペーパークロマトグラフを行ったり池の水の汚れを顕微鏡で観察した。（図6、7）また指導補助の大学生と大学の勉強や生活の様子について会話がはずんでいた。



図6. ペーパークロマトグラフィーでペンのインクの色素を分離する様子

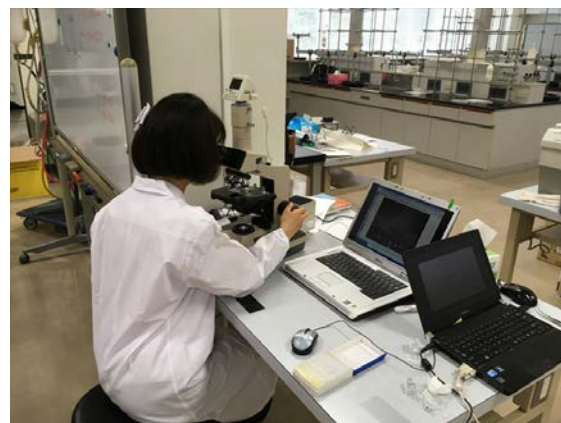


図7. 顕微鏡で池の水を観察する様子

3. 事業の成果

今回もとちぎ子ども未来創造大学への登録により参加者を募った。参加者は1年生3名（男子0、女子3）、2年生5名、（男子2、女子3）3年生0名の合計8名、欠席者2名であった。8名のうち女子が6名と、女子の化学への興味関心が深いことがうかがえた。実際には自然沈降や遠心分離、ろ過、クロマトグラフィーといった分離技術についてガラス器具や分析装置を用いた実験を通して学んだ。最終的には混合物から単一物質を分離することの難しさ、つまりは環境を汚染（混合）することは簡単だが、それを浄化（分離）することは多大なエネルギーやコストを伴うということを伝えることができた。

4. 今後の展望

3年目を迎えた本企画は、試行錯誤を重ねた結果、「面白い！楽しい」と思ってもらえるようになってきた。保護者様にも普段見られない子どもの実験の様子を参観していただき好評を得た。このような体験型学習は、自然に目を向け、環境保全の大切さや自然と人間との関わり合いを考えるよい機会となるであろうし、さらには、理科や化学の世界のなぜ？どうして？といった疑問を突きつめたいといった意欲が湧ききっかけになると考えられる。今後も座学では得られない実体験の場を提供できるよう、継続したいと考えている。