

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 技術専門職員 ）

1. 事業の目的・意義

近年、世界各地で大地震や少雨による干ばつが起り、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水に関するニュースが後を絶たない。直近では本年7月上旬に岡山県、広島県を中心とした西日本での「平成30年7月豪雨」は本報告書を執筆している8月6日現在でもライフラインの復旧は完全ではない。住民のこれからの生活に対する心配や経済的不安によるストレス、災害に対するトラウマなど今後国を挙げて守るべき課題も残っている。このような災害が起こるたびに日々の生活や産業活動において多量の水を使用し、その恩恵を受けて便利で豊かな日常が成り立っていることを改めて考えさせられる。

我々は未来を担う子どもたちへ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が必要であり、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。意欲ある学生に様々な技術を継承し、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。

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30年8月4日（土）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

学生には身近にある水を採取しペットボトルで持参してもらった。種類は、水道水や井戸水を家庭用浄水器でろ過したもの、ペットの水槽の水、近所の川の水であった。まずはじめにそれらの水の中に何が溶けているか考えてもらった。2名を指名したがどちらも「わからない」という回答であった。そこで環境水中の主な成分を紹介し、中でも一般的に知られているカルシウムとマグネシウムについて、市販水のラベルに成分が記載されていることも紹介した。次に、“いざとなったら工学部の池の水が飲めるか？”という質問をしてみた。実際に議論はしなかったが、おそらく参加者全員が“飲めない”と考えたであろう。それではどうすれば安心して飲めるようになるか？ 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、”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、遠心分離器にかける前に、重さのバランスをとるため電子天秤を用いた。(図1、2、3) 遠心分離で濁度成分を分離したのち、 $0.45\mu\text{m}$ 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. 池の水を採取する様子



図3. 遠沈管に池の水を入れ、重さを測る様子
イオン交換樹脂とは、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4. 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5)



図5. パックテストで分析中

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 0 mg/L まで減少した。

(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サンプルを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を測定し、配布した宇都宮市上水道基準値の表と比較した。

(図 6)

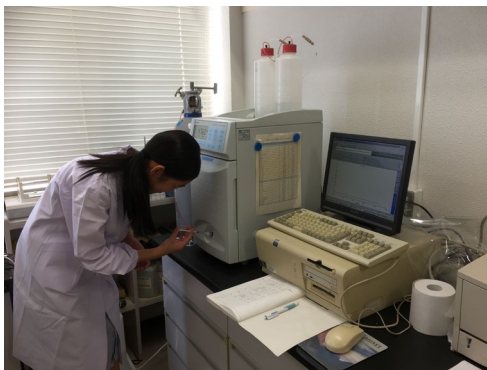


図 6. イオンクロマトグラフを体験する中学生

本装置は 1 回の測定に 10 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 7)

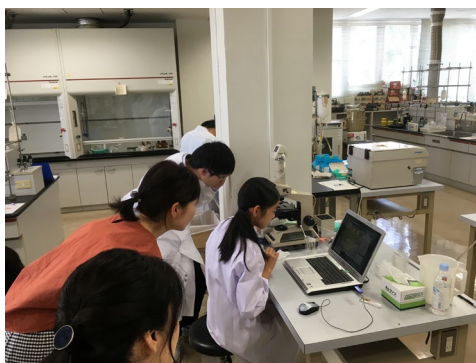


図 7. 顕微鏡で池の水を観察する様子

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 2、女子 1)、2 年生 2 名、(女子 2) 3 年生 1 名の合計 6 名であった。ガラス器具や分析装置を用いた実験を通して自然沈降や遠心分離 (重力分離)、ろ過、クロマトグラフィーといった分離技術について学んだ。また、身近な水に様々な成分が溶けていたり、生物由来の濁りや人為的な汚染もあることを実感してもらえた。

半日という限られた時間の中での実習は、中学生にとって多少難易度が高かったかもしれないが、実験自体は楽しく、また見学された保護者の方にも一緒に操作したり考えたりしてもらい親子で過ごした時間をとることができ良かったと思われる。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。これは、昨今問題視されるようになったプラスチック製品による海洋汚染についても関心を持ってもらいたかったからである。

4. 今後の展望

4 回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。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く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。