

# 本校周辺における地下水の浄化方法

## The way to clean up groundwater around my school

### Abstract

There is a lot of groundwater under our school. We used to use it in our school's efforts related to the natural environment, but they contain ions and other metals. They need to be removed so as not to destroy the pump that pump it up by cumbersome work by their inclusion. However, the pump broke down, and the work on the natural environment ceased for a while. As a solution to this problem, this research examines the possibility of using rice bran to remove metals.

### 1. はじめに

大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎及び大阪教育大学附属天王寺中学校（以下本校と表す。）には「学びの森」と呼ばれる中庭が存在する。15年程前、学びの森にはビオトープがあり、その水はポンプを使用し、本校の地下にある地下水を汲み取り、運用していた。しかし、その地下水には金属イオン、特に鉄イオンとマンガンイオンが含まれており、取り除くために理科の教諭しか扱えない酸性の劇薬を使用する必要があった。ポンプを使用するうちに、金属イオンによって故障してしまい、取り除く煩わしさから、ビオトープの運用を中止してしまった。現在は、その過去を知った有志達が、水を循環させる形でビオトープの復元を計画している。

その一環として、より容易な方法で金属イオンを取り除く方法を探ることを本研究の目的とする。

### 2. 研究方法

#### (1) 地下水の成分調査

はじめに、地下水にどのような物質が含まれているかを把握するため、本校にその資料などがないか調査を行ったが、そのような資料は見当たらなかった。

しかし、どのような地下水であるかを把握する必要はあるため、本校に最も近い大阪市立天王寺中学校付近にある井戸の水を汲み取ることにした。選定理由は本校から近いため、最も本校の地下水と性質が似ている、あるいは同じである可能性が高いと考えられるからである。

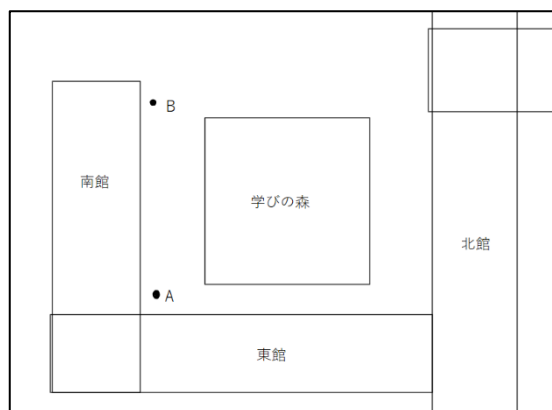
2Lをペットボトルに汲み取り、持ち帰りどのような金属イオンが含まれているかを調べる系統分析実験を行った。方法は以下の通りである。

- ① 地下水 50ml に HCL (0.2mol/L) を 20ml 加え、濾過をした。（ここで沈殿があれば Ag が含まれている。）
- ② ①で作成した濾液に  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  水溶液（濃度 50%）30ml を加え、濾過をした。（ここで沈殿があれば Cu が含まれている。）
- ③ ②で作成した濾液をガスバーナーで煮沸させた。その後、 $\text{HNO}_3$  を 10ml 加えた。
- ④ ③の後、 $\text{NH}_3$  (6 mol/L) を沈殿ができるまで加えた。（ここで沈殿があれば Fe が含まれている。）

#### (2) 本校にある井戸の調査

9月16日に開催された本校の「科学のもり 中間発表会」にて(1)の内容を発表したところ、校内に試験的な掘削でできた塩ビ管があるとの情報を入手し、それらの調査を開始すること

とした。その塩ビ管は校内に2つあり、それぞれA、Bとし(図1)、写真1の装置を使い、それぞれの水を採取する実験を行った。鉄のパックテスト(Shibata製。本研究ではすべてにおいて同じものを使用。)を用いて、鉄が含まれているか確認した。パックテストとは、特定の物質がどの程度含まれているかを色で視覚的に判断できる指示薬である。



### (3) 米ぬかを使った鉄イオンの除去実験

(1)、(2)の実験から、鉄イオン水溶液の採取は困難と考えたため、鉄イオン水溶液を人為的に作成し、米ぬかを使用し、鉄イオンを除去することとした。米ぬかを用いる理由は、世間一般的に販売されている金属イオンを取り除くフィルターには「キレート作用」があり、金属イオンとキレート剤が反応して生成した化合物はキレート錯体と呼ばれ、液中にて沈殿せずに可溶状態を維持する作用がある。キレート剤の種類として「フィチン酸」があり、米ぬかに含まれているためである。

以上のことから、米ぬかを用いて鉄イオン水溶液から鉄イオンを取り除くことを目的とした実験を行った。方法は以下の通りである。

- ① 50mlの蒸留水に1gの鉄粉、クエン酸を適量入れ、鉄イオン水溶液を作成した。
- ② 0.5%・0.25%米ぬか水溶液をそれぞれ用意し、それらの上澄み液を使い、それぞれ5倍に希釈した。(これらをそれぞれA<sup>+</sup>・A<sup>-</sup>とする。)また、鉄イオン水溶液を蒸留水で5倍に希釈し、米ぬかをそれぞれ0.25g・0.125gずつを加えた。(これらをそれぞれB<sup>+</sup>・B<sup>-</sup>とする。)
- ③ 1週間日陰の常温で放置した。
- ④ Bはそれぞれ濾過を行った。
- ⑤ パックテストを用いて、液中の鉄イオン濃度を測定した。

米ぬかの量を上記のように定めた理由は、米ぬかと水を混ぜたときに沈殿ができない限界の量がA<sup>+</sup>の0.5%であり、A<sup>-</sup>はその半分の0.25%と定めた。それに従い、直接投入する方法の米ぬかの量の割合が同じになるように0.25g、0.125gと定めた。

## 3. 実験結果

### (1) 地下水の成分調査の結果

写真2のようにビーカー全体が白く濁ったように見えた。このことから何らかの物質があると考えられたが、沈殿が見当たらなかった。

### (2) 本校にある井戸の調査の結果

Aの井戸に水は溜まっておらず、採取することができなかった。また、Bの井戸に関しては、水を採取できたが、パックテストで調べたところ、鉄の反応はなかった。(写真3左側。右側は鉄イオン水溶

図 1



写真 1



写真 2



写真 3

液である。)

(3) 米ぬかを使った鉄イオンの除去実験の結果

鉄イオン水溶液は、鉄とクエン酸が反応し黄褐色になり、米ぬかを投入したことにより、すべての鉄イオン水溶液の色が薄くなった。特に、米ぬか水溶液の上澄みを使用したAより、米ぬかを直接鉄イオン水溶液に投入したBの方が薄まっていた。無色透明に近づいていた。

また、腐乱臭がした。

パックテストの結果であるが、どれも鉄の反応があり、最も濃い色を示していた。(写真5)

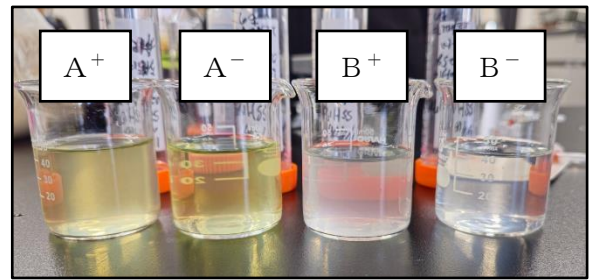


写真 4

#### 4. 考察

(1) 地下水の成分調査の結果について

この実験結果から考えられることは、本校の地下水の水源と使用した井戸水の水源はつながっておらず、違う水であると考えられる。

つまり、本校の地下水は本校でしか採ることができないものの可能性が高く、かつ、壊れたポンプ以外で本校の地下水を探さなければなければ、目的の鉄イオン水溶液を入手することは困難だと考えられる。



写真 5

(2) 本校にある井戸の調査の結果について

実験中、研究のために開けた過去があるとの情報を塩ビ管の蓋を開けるのをご援助いただいた教員より教授し、過去の文献を探ることにした。すると発見することができ、その文献によるとAとBは同じ水ではなく、地下でつながっていない、あるいは途中で違う水が流入していると考えられているため、今回もそのように考えられる。また、学びの森の池で使用していた地下水とはことなる。また、Aでは水が溜まっているのも観測できなかったのもので、A、Bの水はともに雨水であり、偶然Bには溜まっていたのではないかと考えられる。

(3) 米ぬかを使った鉄イオンの除去実験について

パックテストでは除去実験後も鉄イオンに反応してしまっているが、鉄イオン水溶液の色が変化しているため、一定量の鉄イオンは除去できたと考えられる。

鉄イオンを米ぬかに含まれるフィチン酸で完全に除去出来なかった理由として考えられるのは、1つ目に人為的に作成した鉄イオン水溶液の鉄イオンの濃度が濃すぎたことにあると考えられる。今回作成した鉄イオン水溶液の濃度は  $3.5 \times 10^{-4} \text{mol/L}$  という実験に用いるには濃度が濃すぎたのではないかと推察される。2つ目に米ぬかが少なすぎたということが考えられる。今回の実験で用いた米ぬかはそれぞれ 0.25g、0.125g とごく少量であり、この量では果たして結果が出たのかということが疑問視される。

除去の定義の仕方によるが、また、米ぬかと鉄イオン十分に反応しているが、その錯体がパックテストに反応してしまい、鉄イオンが除去できていないと捉えて考えることもできる。

#### 5. 今後の課題

まず、除去の定義をしっかりとする必要がある。すなわち、鉄イオンをどこまで取り除くかをしっかりと定める必要があるというわけである。その違いで、パックテストを用いるべきなのか、そ

れとも違う指示薬を使用するか、などすべき実験が変わってくるため、しっかりと決める必要がある。

また、学びの森が造られたときの資料が当時の教員から手に入れることができた。その資料によると本校の地下水には鉄イオン、そしてマンガンイオンが含まれているとのことだった。より資料を読み取り、本校の地下水を再現し、より適した浄化方法を探求することも今後していく必要がある。

その後、米ぬかを使うのであれば、米ぬかにどれほどのフィチン酸が含まれており、どれぐらいの量を用いれば、鉄イオン等の金属イオンを浄化することが出来るのかを計算していく必要があるだろう。

## 6. 参考文献・URL

吉田尚幸「金属イオンの系統分離-簡易演示実験-」 化学と教育 2016年

日本原子力研究開発機構「地下水中の金属イオンなどの動きを予測する」

牧野和哉 益田晴恵ら「水質から見た大阪市内とその周辺の地下水の涵養源」地下水学会誌 52 巻 2号 p. 153-167 2010年

四国地方整備局「「きれいな水」、「きたない水」と水質指標」

波々伯部夏美 俵本将臣ら「校内の地下水調査」2010年

3M「金属イオン除去 フィルターソリューション」

<https://multimedia.3m.com/mws/media/22628820/this-is-brouchures-for-3m-metal-ion-purifier.pdf> (2023年9月27日閲覧)

Metoree「キレート剤とは？メーカー10社一覧」

<https://metoree.com/categories/2401/> (2023年9月27日閲覧)