

# 水の浄化

3533 水野耕助 3515 嶋倉克真 3619 田口諒太郎

## 要旨

酸性雨による身近な被害を防止したいと考え、酸性雨の影響を調べて対策を考えるという目的でテーマを設定したが、数値が不安定であったため今後の実験について再検討し「水の浄化」へのテーマ変更を踏み切った。水の浄化実験では泥水の濾過という観点で身近な材料を用いて濾過実験を行い、目が細かい材料で濾過を行うと精度が上がると考え、それをもとに既存の簡易ろ過装置の改良を目指した。その結果砂や細かく砕いた炭が濾過の精度に大きくかかわっていることがわかった。

### 酸性雨の影響

#### 1. 目的

酸性雨の pH を計測し木材、金属への影響を調べる。

#### 2. 仮説

予備実験の pH が約 3.0835 であったことと先行研究から pH はおよそ 4 で、金属は木材よりも影響を受けやすい。

#### 3. 使用した器具、装置

- ・  $1.0 \times 10^{-3} \text{mol/L}$  NaOH・純水
- ・ 雨水（恵那高校ベランダで採集 2023/05/17 16:00 頃～05/18/17:50 採集 実験日 5/29）
- ・ フェノールフタレイン溶液
- ・ 保護メガネ
- ・ 10mL ホールピペット
- ・ ビュレット
- ・  $1.0 \times 10^2 \text{mL}$  メスフラスコ
- ・ コニカルビーカー



図1 雨水採集の様子

#### 【実験での pH 算出方法】

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$a \times c \times \frac{V}{1000} = b \times c' \times \frac{V'}{1000} \dots \text{式①}$$

- a 酸の価数      b 塩基の価数
- c 酸のモル濃度    c' 塩基のモル濃度
- V 酸の体積      V' 塩基の体積

上記の式より今回の実験では酸を雨水とし、塩基は NaOH を用いて計測を行った。

先行研究より、雨水は価数 2 の酸とする。

よって、式①において、今回の実験では  $a=2, b=1$ 。

#### 4. 実験 1

I. 共洗い処理をしたホールピペットで雨水をメスフラスコに 10mL とり、純水を  $1.0 \times 10^2 \text{mL}$  標線まで加え軽く混ぜたあと、コニカルビーカーに移しフェノールフタレイン溶液を 2 滴入れる。

II. 共洗い処理をしたビュレットに  $1.0 \times 10^{-3} \text{mol/L}$  NaOH を入れ目盛りを計測する。滴定を開始し、ビーカーの中の雨水が薄い桃色を帯びたら滴定を終えビュレットの目盛りを計測する。



図2 中和滴定の様子

## 5. 結果

表 1 NaOH の滴下量

	1 回目	2 回目
滴下量	1.96mL	2.02mL

平均滴下量 1.99mL

式①より  $[H^+] \approx 1.0 \times 10^{-4}$  [mol/L] pH は 4

## 6. 考察

予備実験の pH 約 3 から pH 値の結果が変化しました。

実験 1 は予備実験と比較して試行回数も多く、NaOH の濃度も低くして実験を行ったため実験 1 の結果がより正確だと考えた。

## 7. 展望

予備実験と実験 1 との pH の誤差があったことや先行研究では岐阜県の pH が 4.5 程度であったことから酸性雨の実験について先行研究を調べた結果、酸性雨による木材や金属への影響を調べるためには、数か月以上の長期間を要する実験が必要であることが分かり、限られた時間で成果を出すのが難しいと判断した。そのため、研究テーマを「水の浄化」とし、より簡単で効果的な濾過装置の作成を目指すこととした。

### 簡易ろ過装置の製作

#### 1. 目的

自作した泥水を用いた実験により、コーヒーフィルター、不織布マスク、キムワイプの濾過装置への適性を調査する。

#### 2. 仮説

コーヒーフィルター、不織布マスク、キムワイプの順で泥水をよりきれいに濾過できるが変化はあまり見られない。

#### 3. 実験に使用した器具・材料

- ・ コーヒーフィルター (HARIO 社製 V60 用ペーパーフィルター)
- ・ 不織布マスク (日昭産業社製)
- ・ 軍手
- ・ 自作した泥水

泥水の条件をできるだけ一定にするため、時間を

空けて沈殿させた 1 番上の層のガラス棒でかき混ぜることですべての実験で細かい粒のみが混ざった泥水に統一するようにした。(下図)



図 3 自作した泥水

## 4. 実験 2

I. コニカルビーカーの上に漏斗を置き、漏斗の上に濾過の適性を調べたい対象を置く。

II. 泥水を入れる。

III. 濾過実験による濾液の様子の変化を調べる。

## 5. 結果

表 2 濾過実験の結果

	キムワイプ	不織布マスク	コーヒーフィルター
ろ液の様子	少し濁っていた	水を通さず濾過できず	比較的透明になった

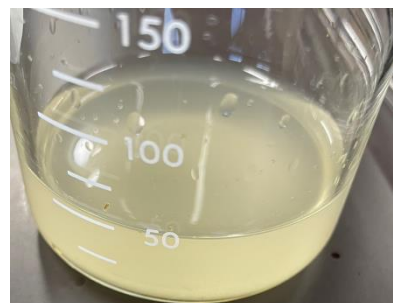


図 4 濾過前の泥水

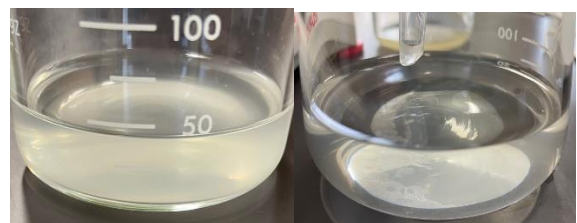


図 5 濾過後の泥水

(左 キムワイプ 右 コーヒーフィルター)

## 6. 考察

コーヒーフィルターが濾過前と濾過後で最も変化があった。コーヒーフィルターの目の細

かさが、濾過フィルターとして適していると考える。濾過が進むにつれて濾過の速度が遅くなったことはフィルターに泥がたまってしまっていることが原因だと考えた。仮説時に考慮できていなかった不織布マスクの撥水性の原因は、先行研究より、表面の目が細かすぎることと、表面のフッ素加工によるものであるとした。

## 7. 展望

より高い精度の濾過装置を作るためにはこの実験の考察や、濾過の様子を生かして既存の簡易濾過装置からろ過装置の精度に関係のある要素について調べ、自分たちなりに簡単に精度が高くなるように分析・改良する方が成果を出せると考えた。また、3つの中で1番きれいになったコーヒーフィルターの濾過に1番時間がかかったことから濾過の精度と濾過にかかる時間の関係についても調べてみたい。

### 濾過装置の改良

#### 1. 目的

自作の泥水を濾過する実験を通して既存の濾過装置の材料について調べ、より簡単に精度の高い濾過装置を作る。

#### 2. 仮説

隙間が細かいほど泥水の汚れを取ることができると考えられるため、特に砂が重要な役割をしている。

#### 3. 実験に使用した器具・材料

- ・実験1と同様の自作の泥水
- ・漏斗、漏斗台
- ・ストップウォッチ
- ・木炭（大きさ大と小の2種類）
- ・小石
- ・砂利
- ・砂

小石、砂利、砂の区別をするために目の細かさが4mm四方と1mm四方の2種類のふるいにかかけ、4mm四方を通らなかったものを小石、4mm四方は通ったが1mm四方を通らなか

ったものを砂利、どちらのふるいも通り抜けたものを砂として3つに区別した。

## 4. 実験3

I. 濾材を1つずつ、または複数の濾材を組み合わせたものをいれた漏斗を用意する。

II. 濾材とするものを入れた漏斗に水を流して軽く洗う。

III. 自作の泥水を加え、ろ過にかかった時間と濾過後の水の透明度を記録する。

濾過にかかった時間は濾過に非常に長い時間を要するものもあるため、基本的には40mLの泥水の濾過にかかった時間を基準とする。

## 5. 結果



図6 左 砂利 右 小石

どちらも濾過前の泥水と濾過後の泥水で変化がなく、濾過の速さも一定で速かった。



図7 小石・砂利と砂

濾過にかかった時間—23分31秒

濾過後の泥水（図7右側）は図6の実験の濾過と比較するとかなりきれいになり、濾過にかかった時間は小石のみ・砂利のみと比べて長くなった。

砂だけでは漏斗を通り抜けてしまうため、砂

が落ちないように小石を漏斗の口に詰めた。



図8 砂利・細かい炭

細かい炭で実験を行ったところ泥水で浮いてしまったため(図8左)砂利で細かい炭を挟んで再度実験を行った。(図8右)

40mLの濾過にかかった時間

左—9分08秒 右—2分03秒

細かい炭で浮いてしまった方は少しかけ濾過できたが右側は変化が見られなかった。



図9 大きい炭と細かい炭

大きい炭と細かい炭(左)と、細かい炭のみと、図の左側の漏斗の実験後の漏斗から大きい炭を取ったもの(右)

左図は40mL過ぎまでは濾過による泥水の変化が見られず、濾過の速度も図6の実験同様に速かった。

右図 左—40mL 5時間27分

右—20mL 5時間50分

(時間の関係で40mL時点のかかった時間の計測を断念)

右図の左側は漏斗に大きい炭を詰まらせた小さい炭で、右図の右側は左図の実験後の漏斗を利用したもの。

右図の左側では炭の粉末が落ちているのが見られたが、右図の実験はどちらも非常にきれいにろ過できた。(下図)



図10 濾過後の泥水

## 6. 考察

図6・7の実験の結果から小石と砂利が濾過の精度に直接大きな影響を与えているわけではないことがわかる。

図8の実験では細かい炭が浮いてしまった方の漏斗に細かい炭が詰まっていたため比較的きれいになったことが考えられる。

図9(左)の実験では40mL過ぎまではほとんど変化が見られなかったが、実験後の濾過では急激にろ過の精度が良くなった。これは泥水の水圧で炭が漏斗の入り口に詰まったことや、泥水に含まれていた細かい粒が漏斗の入り口にたまったといった原因があり、その結果漏斗の口の部分に土のようなものが固まって濾過に非常に時間がかかったと考えられる。その濾過器において、大きい炭のかげらをとっても精度が変わらなかったことから炭の大きさは細かい炭が適していると考えられる。

図6~10の実験から小石、砂利には濾過の精度に直接の影響はなく、砂や細かい炭が濾過の精度に大きくかかわっていることが分かった。また、目が詰まるなどによって濾過にかかる時間が長くなることがあるが、基本的には濾過にかかった時間が長くなるほど濾過の精度は高くなるという比例の関係があることが分かった。

## 7. 展望

実験2では泥水を一定にするため、細かい粒のみが混ざった泥水を使用したが、今回の実験より大きい小石などが混ざった場合小石や砂利が濾過にかかる時間の削減や、

濾過機能の安定性に大きくかかわってくることも考えられるため、異なる条件で実験し、多角度から簡易濾過装置について考えると良い。

## 8. 謝辞

テーマの変更について親身に考え、アドバイスしてくださった桑原先生をはじめ、実験のサポートをしてくださった先生方へ感謝申し上げます。

## 9. 参考文献

- ・改訂ニューグローバル化学 東京書籍
- ・気象庁 | 酸性雨に関する基礎的な知識 (jma.go.jp) <http://www.env.go.jp/press/files/jp/13302.pdf>
- ・雨水の pH 測定 <https://school.gifu-net.ed.jp/enahs/ssh/H27ssh/sc2/21536.pdf>
- ・ポリプロピレン樹脂の射出成形による超撥水表面と家庭用樹脂製品への応用  
梅田章広・堀端文枝・平井千恵・梅本大輝  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/hikizai/91/4/91\\_115/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/hikizai/91/4/91_115/_pdf/-char/ja)
- ・JNC フィルター  
<https://jncfilter.co.jp/cartridgefilter/depth.html> 2023年12月16日閲覧
- ・メイクグループジャパン <https://mhub.jp/analysis/2657/1692023> 2023年12月16日閲覧)