

72 時間生きのびろ！パート 2 ～生活用水を確保せよ～

千葉市立真砂東小学校
第 6 学年 齋木 大翔

1 研究の動機

千葉市において、30 年以内に大規模地震が発生する確率は 85%とされている。災害支援の体制が整うまでに 3 日間はおかるとされている。その 3 日間を自力で生活することができるように、準備は整っていると考えていた。

しかし、西日本の豪雨災害では、トイレや風呂などの生活のための水が不足したと、ニュースで伝えられていた。そのため、災害時に生活用水を確保することを研究のテーマと設定した。

2 研究の方法と内容

(1) 身の回りの水をきれいにする設備や仕掛けについての調査

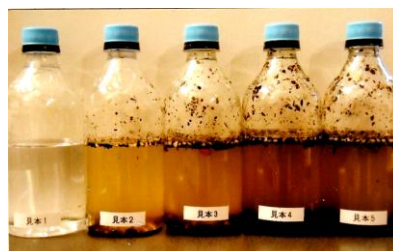
自然界において、水がきれいになる仕組みはどのようになっているか、下水処理場などの人工的な仕組みがどのようになっているかについて浄化センターの見学や書籍等を通して調べる。

(2) ろ過後の水の水質検査の方法

完成したろ過器以外では、処理水を汚れ具合の異なる 5 本の見本ボトルの透明度と比較しきれいさを測定することにした。

見本ボトルは水質検査薬（COD パックテスト）で測り、汚れ具合を数値で設定した。さらに、見本ボトルの透明度を測定した。見本ボトルの先にマークが付いた板を立てる。マークの位置を移動させ、見本ボトルとマークが見える位置までの距離を測る。

見本ボトル 2 のレベルまでになれば、「汚水がきれいになった」といえると考えた。



〔資料 1〕 見本ボトル

〔表 1〕 見本ボトルの比較

見本ボトル No.	内 容	水質 (COD 値)	透明度	きれい度
1	水道水 300mL	0	30cm 以上	1 位
2	水道水 300mL + 土 15mL	5 ~ 10	24cm	2 位
3	水道水 300mL + 土 30mL	13 ~ 20	11cm	—
4	水道水 300mL + 土 45mL	20 ~ 50	差がなかった	—
5	水道水 300mL + 土 60mL	差がなかった	7 cm	—

※なお、本研究でろ過する汚水は、見本ボトル 5 の状態に統一した。

(3) ろ過装置作成のための条件の設定

① 汚水をろ過装置に流す間隔

ろ過器に汚水を流す条件を3パターン用意し、きれいにろ過される条件を探った。

パターン1	パターン2	パターン3
汚水を一度に全部流す	10分ごとに100mL流す	1時間ごとに100mL流す

パターン2が一番きれいになった。パターン2はろ過した後の「沈殿」の時間が一番長い。つまり、汚水を流すスピードよりも、沈殿の時間を長くした方がよいことがわかった。

② ミョウバンの効果

消臭効果があるミョウバンと重曹を使い、効果的な沈殿について検討した。

パターン1	パターン2	パターン3
汚水のみ	汚水+ミョウバン(小さじ1杯)	汚水+ミョウバン(小さじ1杯)+重曹(小さじ1杯)

結果はパターン2がきれいに沈殿した。汚水だけでなく、ミョウバンを入れることで効果的に沈殿させられることがわかった。またパターン3はミョウバンが酸性で重曹がアルカリ性のため、中和されてしまい効果がないと考えられる。水もねっとりとしてしまった。

(4) ろ過器の作成

① ろ過に適した素材を探す・パート1 (地層を再現できそうな自然の素材の選定)

1 川砂 2 赤土玉 3 腐葉土 4 軽石 5 黒土 6 炭

汚水を流してから16時間後、ミョウバンを入れてから1時間後には1～5まで全て透明度が30cm以上となった。6は処理水の量が少なすぎて計測が不能だった。

② ろ過に適した素材を探す・パート2 災害時を想定した、家にある素材の選定

1 活性炭 2 ヤシの皮 3 木炭 4 タオル 5 綿 6 スポンジ

ミョウバンを入れると全て透明度は30cm以上となった。ミョウバンを入れる前では、一番ろ過できた素材はタオルだった。しかし、タオルはろ過器の中で水を吸ってふくらんでしまった。

③ 地層を再現したろ過器などを3種類作り、効果を調べる。

ボトル1 (土シリーズ) 腐葉土、赤玉土、軽石、黒土、川砂

ボトル2 (炭シリーズ) 活性炭(粒)、活性炭(ジェル)、木炭1、木炭2

ボトル3 (防災品シリーズ) スチールウール、綿、くつ下、マスク、タオル

結果はボトル1の土の地層が透明度30cm以上となり、とてもきれいにろ過された。

④ 災害時のろ過材を見直す。

タオルの効果は高いことがわかったがタオルを地層のように積み重ねてしまうと汚水を吸ってしまい、ろ過されなくなる。そこで積み重ねなくてもろ過される素材を探した。

1 タオル 2 ハンカチ 3 くつ下 4 マスク 5 新聞コップ

1 タオルと2 ハンカチは漏れがひどく実験が続けられなかった。4 マスクは水が通過しなかった。3 くつ下と5 新聞紙を組み合わせるとよさそうなことがわかった。



[資料2] ⑤の装置図

⑤ 新聞コップ処理力アップ

ボトル1 新聞大コップ1段 ボトル2 新聞大コップ2段

2段重ねることでよりきれいになると思った。しかし、結果は新聞紙が汚水を吸収してしまい、処理水が新聞小コップよりも少なくなってしまった。

⑥ 新聞コップしめらせ実験

予め新聞コップを湿らせることで、汚水の吸収を抑えられないかと考えた。湿らせた状態だと強度が弱いので、枚数を変えてみた。

ボトル1 2枚重ね ボトル2 3枚重ね

コップを湿らせても大コップが汚水を多く吸収してしまう点は同じだった。1回にろ過する量は少なくとも、小コップを使った方が多く処理水を入手できることがわかった。

⑦ 新聞コップ重ね実験

小コップを使うと何度も汚水を入れる必要がある。しかし、新聞コップが破れる可能性もあるため、コップを重ねて行う方がよいと考えた。新聞コップを同じ向きで重ねる場合と交差させて重ねる場合、それぞれ枚数を2枚、3枚、4枚の6通りを用意して実験した。



[資料3] ⑦の装置図

この実験からコップの重ね方による違いはないこと、新聞の枚数は2、3枚がよいことがわかった。

⑧ 新聞紙とくつ下でろ過器を作る。

新聞紙の状態を検討した。

ボトル1 くつ下+新聞コップを2枚重ね・・・透明度10cm

ボトル2 くつ下+ちぎった新聞紙2枚分・・・透明度5cm

新聞紙はコップにした方が透明度が高くなることがわかった。

⑨ 新聞紙とくつ下でろ過器を作る。パート2

汚水がもれず、新聞紙が破れない方法を検討した。汚水をたくさん流すとコップの脇から汚水が漏れ出してしまったり、処理量が減ってしまったりする。そこで、ペットボトル内に新聞コップを入れることとした。しかし、くつ下から一気に汚水が流れ込むことで新聞コップが破れたり、傾いたりしないよう新聞コップを2段設置することとした。

透明度は30cm以上となった。



[資料4] ⑧の装置図

⑩ 「新聞コップ+くつ下」のろ過器の水質検査

処理水の上の部分ですくって、CODパケットテストを行った。透明度が高いため、見本ボトル2と同じ位の数値になると予想したが、結果は100となり、ものすごく汚い水となってしまった。ろ過したら透明度は高くなったが、元の汚水よりも5倍も水質が悪化してしまった。これでは災害時に食器を洗う水等には使用できない。



[資料5] ⑩の実験結果

(5) 改良したろ過器の作成と考察

「新聞コップ+くつ下」のろ過器の水質検査の結果が悪かった原因をインターネットから調べると、新聞用の紙とインクには界面活性剤が入っていることがわかった。界面活性剤はきちんと使わないと水質汚染の原因となる。そこで、今までの実験を振り返り、土の地層バージョンのろ過器を作成することにした。



【資料6】
実験1のろ過器

実験1 活性炭の効果の検証

	ボトル1	ボトル2
ろ過材 (層の上からの順)	ハンカチ・小石・土・ 土・砂・ティッシュ	ハンカチ・小石・活性炭・ 土・砂・砂・ティッシュ
透明度	30cm以上	30cm以上
CODパックテスト	50	10

一番下にティッシュを入れることで、砂が落ちないようにした。また、どの季節でも入手できるように、腐葉土の代わりにハンカチを使用し、大きなゴミを取る役割とした。結果、活性炭の効果が高いことがわかった。活性炭はにおい取りの商品に使われていることが多いので、冷蔵庫やくつ箱を探してみるとよい。

実験2 くつ下を組み合わせた場合の検証

さらに、「新聞コップ+くつ下」等の実験でも効果が高かったくつ下を組み合わせることにした。

結果 透明度 30cm以上 CODパックテスト 5~10

くつ下も組み合わせることで、より多くドロ・ゴミをキャッチできることがわかった。



【資料7】
実験2のろ過器の様子

3 研究の成果のまとめ

水をきれいにするにはろ過と沈殿が必要であり、沈殿にはミョウバンが効果があることがわかった。また、素材の砂は細かい方が良く、活性炭はろ過効果が高いことがわかった。また、見た目のきれいさと水質のきれいさは同じではないことに注意しなければいけないことが明らかになった。

4 今後の課題

汚水をろ過するのはとても大変だった。災害時に生活用水に必要な量はろ過では準備できないと思った。災害時に備え、井戸の場所を調べておくことや雨水をためておく必要がある。

5 指導と助言

条件操作を繰り返し、汚水をきれいにするための工程の工夫、ろ過材の選定、ろ過器の設置方法等を検証した。どの実験においても丁寧に予想や考察をまとめ、次の実験へとつなげている。その結果、効果的なろ過器を作成することができた。今後の学習や生活においても課題を追究する姿勢を生かし、素晴らしい研究を続けてもらいたい。

(指導教諭 古重 道人)