斐川西中学校

五右衛門川を安心安全な水に

斐川西中学校　科学部　1年　松本草太，脇山ハファエル，松浦光佑，山下歩波

＜研究動機＞

地球では今、様々な環境問題が起こっています。それらの問題が生じるのは、ゴミのポイ捨てなど人間の小さな行動が大きな環境問題となるからです。そこで、私たちは国際連合が2030年までに達成すると設定したSustainable Development Goals 通称SDGsの中の6つ目のゴール『安全な水とトイレを世界中に』に、挑戦しようと思います。私たちの斐川西中学校の周辺には五右衛門川という川が流れています。その川を綺麗することがこのゴールに繋がっていると思います。

＜研究内容＞

〈実験1〉

❶五右衛門川の様子を見る。
❷パックテスト、透視度を測る。

〈実験2〉

❶ろ過方法をメンバー全員が決める。
❷4つのろ過法の中で一番綺麗になったものを調べる。

〈実験3〉

❶COD以外のパックテストも測り、改善点を考える。
❷さらに方式を考えて、どのようにすると水を綺麗にすることができるかを見つける。
❸どう改善すれば、更に綺麗にして、清涼飲料水並みの水を作ることができるか調べる。

〈実験1〉

［実験方法］

❶五右衛門川の様子を見る。
❷パックテストと透視度を測る。

［結果］

❶五右衛門川に行ってみると、水は赤茶色に濁っていた。流速は20cm/sだった。
❷パックテストの結果は
COD…6mg/L　硝酸態窒素…0.2mg/L　亜硝酸態窒素…0.05mg/L
アンモニウム態窒素…1mg/L　リン酸態リン…0.05mg/L　pH…6.5（mg/Lは付かない）
透視度を測った結果は56cmとなった。

水が綺麗かどうか調べるためには、基準を決めなければならない。
今回の場合清涼飲料水の水質を基準とする。清涼飲料水の水質の基準は食品衛生法により定められているので、それに基づいて調べると水が安全になったことがはっきりする。しかし、食品衛生法に書いてないものがあるので、それらは、パックテストで測れる一番小さい数値を基準とする。

項目	COD [mg/L]	硝酸態窒素 [mg/L]	亜硝酸態窒素 [mg/L]	アンモニウム態窒素 [mg/L]	リン酸態リン [mg/L]	pH
五右衛門川の水	6	0.2	0.05	1	0.05	6.5
清涼飲料水の基準	3以下	10以下		0.2以下	0.05以下	5.8～8.6

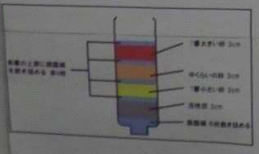
［考察］

私たちがパックテストを行った五右衛門川の水は、下流の場所の水であり、上流で畑から出てくる排水や家庭排水が川の水に混ざりこみそれらを微生物が利用して急成長する。そのせいで、COD,アンモニウム態窒素,リン酸態リンのパックテストの数値が多いと考えられる。しかし、硝酸態窒素と亜硝酸態窒素の合計値は基準値より低い結果となった。COD、アンモニウム態窒素、リン酸態リンの数値が多い理由が畑の排水、家庭排水ではない可能性もある。またpHは空気中の二酸化炭素が溶けて、微量の酸性を示した可能性があると考える。だから、次の実験ではpHは重要視しないこととする。

〈実験2〉

❶ろ過方法をメンバー全員が決める。
❷4つのろ過法の中で一番綺麗になったものを調べる。

No.1 山下方式…口の部分に脱脂綿を敷き詰め、下から活性炭、一番小さい砂中くらいの砂、一番大きい砂を3cmずつ入れた基準となる方式。



No.2 脇山方式…山下方式の脱脂綿を除く最後に脱脂綿を6枚敷き詰めて層と層が混ざらないように工夫をした方式。

No.3 松浦方式…山下方式の砂の順番を下から一番大きい砂、中くらいの砂、一番小さい砂、に変えた方式。

No.4 松本方式…脱脂綿を除く各層の高さを3cmから2cmに少なくした方式。

これらの方法でろ過をすることを第1次実験とする。その方法で500mlろ過した後に、ミョウバンを25g入れて溶かす。その液体を、ろ紙を使いろ過をする。この実験までを第2次実験とする

［結果］

各方式や	山下方式	脇山方式	松浦方式	松本方式	清涼飲料
基準					水の基準
COD(mg/L)	0	2	0	2	3以下

水を綺麗にできるのは、山下方式と松浦方式だということが分かる。

［考察］

松本方式は、層の高さが低いのでその分綺麗にできなくなったと考えられる。脇山方式は、脱脂綿が多いせいで水が吸収される量が増えて、綺麗にできる量も減ったと考えられる。

〈実験3〉

山下方式と松浦方式がどちらとも1番だったが、山下方式を代表とし、その他の種類のパックテストや透視度を測る。

［実験方法］

❶ 山下方式でろ過した後の水質をパックテストではかり、五右衛門川の水質と比較する。
❷ 透視度を測る。

［結果］

各項目［pH除きmg/L］	COD［mg/L］	硝酸態窒素［mg/L］	亜硝酸態窒素［mg/L］	アンモニウム態窒素［mg/L］	リン酸態リン［mg/L］	pH
山下方式	0	0.2	0.005	不明	0.05	5.0
五右衛門川の水	6	0.2	0.05	1	0.05	6.5
清涼飲料水の基準	3以下	10以下		0.2以下	0.05以下	5.8～8.6

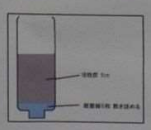
通常、パックテストはリストの色表で数値を判断するが、アンモニウム態窒素のパックテストは橙色になり、見本のどの色にも照合できなかった。また、五右衛門川の水質調査で正常であったpHが、なぜか酸性の5を指している。

［考察］

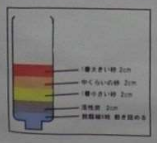
今までのパックテストではこのようなことは起こっていなかったので、アンモニウム態窒素が異常反応を起こしたことと、pHが酸性になったことは同じ原因だと考えられる。ろ過を行うにあたって水に加えたものは、砂、ミョウバンなどの材料だった。その材料やろ過剤の向きによってこのような事態が発生したと考えられる。
アンモニウム態窒素が異常反応したり、pHが酸性になったりする原因が①ろ過方法 と ②ろ過材料 だとして、新しいろ過方法を考えた。

［実験方法］

No.1 NEW方式…山下方式の活性炭と砂の位置を逆にした方式。



No.2 活性炭のみ方式…砂を使わない代わりに、脱脂綿の上に活性炭を9cm敷き詰めた方式。



No.3 ミョウバン少なめ方式…ろ過材料の中でも原因がミョウバンだと考え、第1次実験は山下方式を使い、第2次実験で入れるミョウバンの量を小さじ2杯(10ml)にした方式。
No.4 ミョウバン無し方式…第1次実験は山下方式を使い、第2次実験で入れるはずのミョウバンを入れないでろ過を行う方式。

［結果］

各項目［pH除きmg/L］	COD［mg/L］	硝酸態窒素［mg/L］	亜硝酸態窒素［mg/L］	アンモニウム態窒素［mg/L］	リン酸態リン［mg/L］	pH
NEW方式	2	0.2	0.005	不明	0.02	5.0
活性炭のみ方式	2	0.2	0.005	不明	0.02	5.0
ミョウバン少なめ方式	0	0.2	0.005	0.2	0.02	5.0
ミョウバン無し方式	8以上	0.2	0.02	1	0.05	7.0
五右衛門川の水	6	0.2	0.05	1	0.05	6.5
清涼飲料水の基準	3以下	10以下		0.2以下	0.05以下	5.8～8.6

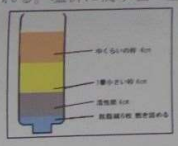
NEW方式と活性炭のみ方式では、結果が全て同じで、アンモニウム態窒素やpHの結果は変わらない。
ミョウバン少なめ方式はアンモニウム態窒素の結果が正常になったが、山下方式と比べ全体的に値が少し悪くなった。ミョウバン無し方式は、アンモニウム態窒素に加え、pHも中性になったが、本質は五右

［考察］

アンモニウム態窒素が異常反応したり、pHが酸性になったりした原因はミョウバンだと考えられる。ミョウバンは、水を綺麗にすることに欠かせないことが、ミョウバン無し方式の結果から明らかになっている。ミョウバンのような役割をしているかつ、中性の物質は無いのだろうか。

［実験方法］

ミョウバンがゴミを固めることを凝析と言う。さらに、それと同じ効果があるやり方が、塩を使って水を綺麗にする塩析。塩は中性なので、ミョウバンのように pH、アンモニウム態窒素のパックテストの値に影響を及ぼすことはないと考えられる。塩析に使う塩の量は、500ml あたり小さじ1杯とする。



また、大きすぎる砂はゴミが溜まることがないので、一番大きい砂を使わないようにする。層の高さは〈実験2〉でやったように層の高さが高いほど水が綺麗にできることが分かっているので脱脂綿を除いた各層の高さを4cmとする。また、回数も関わっているのでろ過器で3回ろ過を行うこととする。このろ過法をFINAL方式とする。

［結果］

項目	COD［mg/L］	硝酸態窒素［mg/L］	亜硝酸態窒素［mg/L］	アンモニウム態窒素［mg/L］	リン酸態リン［mg/L］	pH
FINAL方式	8以上	0.2	0.01	1	0.05	6.5
山下方式	0	0.2	0.005	不明	0.05	5.0
五右衛門川の水	6	0.2	0.05	1	0.05	6.5
清涼飲料水の基準	3以下	10以下		0.2以下	0.05以下	5.8～8.6

FINAL方式では、五右衛門川の水と比べて、亜硝酸態窒素の結果が良くなったこと以外変化なし、または、悪くなっていることが分かる。しかしそれ以外は結果が変わらなかったり逆に悪くなったりしていて、山下方式よりも圧倒的に悪いろ過方法だったことが分かる

〈考察〉

塩析を使ったFINAL方式では、山下方式の水質よりも悪くなってしまった。その原因や反省点を考えてみた。

1.　FINAL方式が失敗した原因は？

（原因1）塩の量が少なすぎて、溶けているものを取り出せなかった。
（原因2）塩を加えることによって、6つのパックテスト全ての値は高くなり誤った結果につながるといわれている。パックテストの判定で使われる酸化剤が塩化物イオンにも反応して酸化するため、塩を加えると、結果が正しく判定されないのだという。
（原因3）FINAL方式の結果が悪化した原因となるものは、大きい砂を入れなかったからだと予想。山下方式には大きい砂があるが、FINAL方式にはないため結果が変わることがある。実はろ過にとって砂の大きさは重要であり、荒すぎると汚れを除去できず、細かすぎるとろ過速度が遅くなるため、適度な粒度を選ぶことが不可欠だと考える。

2.　もっと良いろ過結果にするためには？

（改善1）大きい砂を入れて、ろ過を行うことによって、もっとゴミが取れやすくなる。
（改善2）塩を入れると、パックテストの結果が変になるので、入れないでろ過する。
（改善3）層を厚くして、下から一番小さい砂、中くらいの砂、一番大きい砂の層を2つ作るとよくろ過できる。

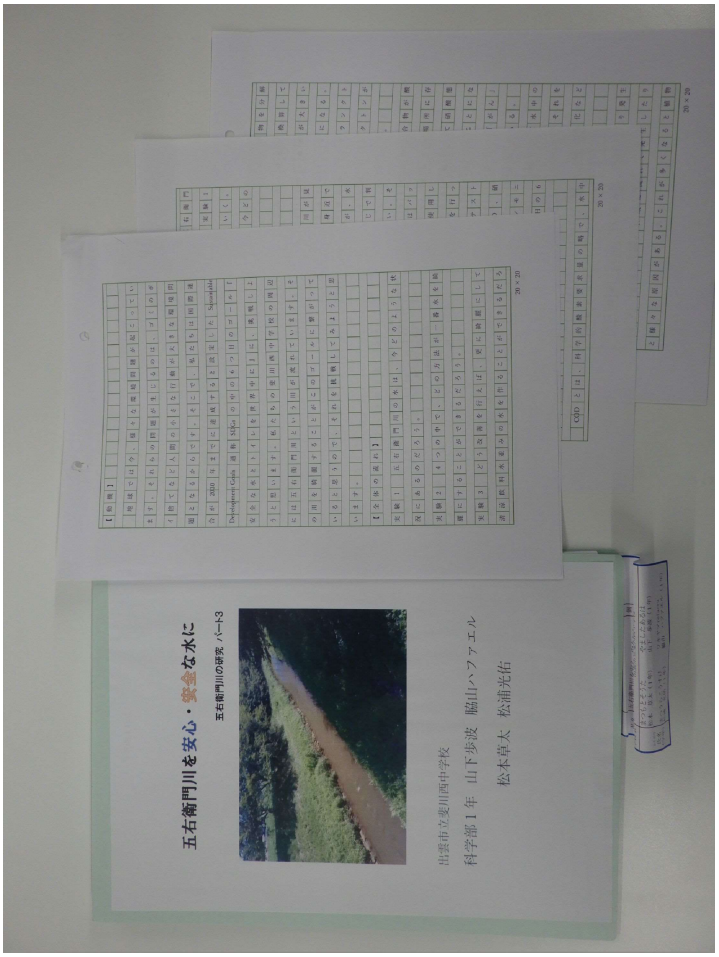
〈結論〉

実験で分かった五右衛門川の水を安心・安全にするために重要なろ過の方法。
まず砂の層を、何回か作る。その理由は水に含まれる濁りや不純物を捕捉・吸着するためである。砂の粒の隙間は小さく、水は通り抜けられるが、汚れ物質は砂の表面に付着したり、隙間に引っかかったりして除去される。だから、ろ過に砂は大事だと考える。
また、活性炭を使い、その小さな孔にゴミを吸着して水を綺麗にすることもできる。だから、活性炭は洗えば、使えば使うほど綺麗にできると考えた。
しかし、ミョウバンや塩は、あまりろ過には適していないことがわかった。塩を加えると、結果が正しく判定されないので、塩を入れると正しい結果が分からない。また、ミョウバンを加えると、その酸でpHが酸性になったり、アンモニウム態窒素が異常反応したりするので、ミョウバンはうまく使わなければ、水を綺麗にするどころか、水質を悪くするような物質となる。
このように、ろ過は正しい方法を行うことで水を綺麗にすることができる。

五右衛門川の様子
←五右衛門川を橋の真ん中から撮った写真
五右衛門川の水をビーカーですくって撮った写真↓
←五右衛門川を堤防下（左）から撮った写真
五右衛門川を橋の下から撮った写真↓
五右衛門川を橋の右側から撮った写真↓
プチメモ：川の色が茶色い。・たまに魚の死体やゴミが流れてくる事がある。これらの問題をどうすれば解決できるのだろうか。

四つのろ過の方式の層
↑左から脇山方式、松浦方式、松本方式、山下方式です。4 つのろ過機で違うのは層だけなので、使っている材料は全て同じある。

活性炭のみ炭方式の結果
↓COD の結果
2mg/L
↓pH の結果
5.0
↓アンモニウム態窒素の結果
数値不明
ろ過後の水の結果↓
↓リン酸態リンの結果
0.02mg/L
↓亜硝酸態窒素の結果
0.005mg/L
↓硝酸態窒素の結果
0.2mg/L
NEW 方式の結果
↓COD の結果
2mg/L
↓pH の結果
5.0
↓アンモニウム態窒素の結果
数値不明
ろ過後の水の結果↓
↓リン酸態リンの結果
0.02mg/L
↓亜硝酸態窒素の結果
0.005mg/L
↓硝酸態窒素の結果
0.2mg/L


五右衛門川を安心・安全な水に
五右衛門川の研究 パート3
出雲市立斐川西中学校
科学部 1年 山下歩波 脇山ハヅァエル
松本草太 松浦光佑