

身近な水の水質調査

—環境保全を意識した身近な環境の調査方法—

前田 昭彦

人間が生活していく上での様々な活動が正常な自然環境に影響を与え、自然の状態を変化させていることを知り、自然環境を保全する努力が必要なることを考えさせることを柱とした行動的な環境学習を推進することが大切である。中でも、もっとも身近な水環境を調査し、評価していくことが環境保全を意識した学習へのきっかけとなると考える。

ここでは、水に視点を当て、身近な河川水や生活排水の水質を五感や薬品、水生生物などを使って児童生徒が実感をもって学習できる調査方法を検討した。

キーワード 小学校理科 中学校理科 環境教育 水質調査

はじめに

水質汚濁の原因物質として、生活排水に含まれる有機物などは、物質そのものは無害でも、富栄養化などによって水を汚す原因となっている。これらの有機物は自然のメカニズムの中で分解され、水は浄化されていくが、排出される有機物の量が多すぎるとこのメカニズムは破綻し、水質汚濁が進む。

ここでは、生活排水や排水が流れ込む河川水の水質を調査することにより、環境問題でクローズアップされている水質汚濁の原因を探り、水質を調査し、評価していくことで、身近な水環境の現状を認識し、さらには水をきれいにすることまでを意識できるような環境学習における調査方法を検討した。

水質調査の方法

1. 採水

できるだけ採水時に水質を調べることが望ましいが、それができないときには、採水びんに水をくんでくる。

採水びんには採水場所、採水日時を書いておく。採水したびんは直射日光の当たらない風通しのよい日陰におく。

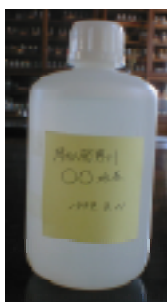


図 1 採水びん

2. 水温気温

水温と気温はアルコール温度計で測定する。特に水温は微生物の活動や水に溶け込んでいる酸素の量（溶存酸素）に影響を与える要素でもある。

a 水温

対象とする水の中、または、採水した容器（この場合はただちに）に感温部が全部浸るように温度計を入れ、液柱が静止したときの目盛りを読む。

b 気温

採水した場所で直射日光をさけ、地表から1～1.5mくらいの高さで測定する。

3. 色におい

児童生徒が五感を使って河川水を調べていくことも大切にしていかなければならない。色やにおいは測定者の主観が入ることは避けられないが、五感を使った活動を通して水の見かけ上のきれいさを示すものとして有効である。

a 色の観察

河川水の見かけの色と、採水した上澄みの色とを区別して観測し、透明なペットボトルなどに入れ比較する。

また、試料水（河川水）の透明の度合いを示すものとして「透視度」がある。透視度計

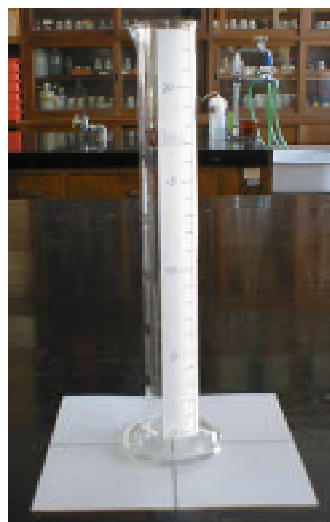
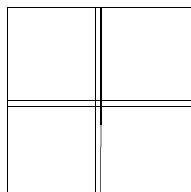
に水を入れ底部においた標識板の二重十字がはっきり識別できるときの水槽の高さ(cm)を度であらわす。図2のようにメスシリンダーなどの透明な筒を使って自作できる。

二重十字の標識板

・黒線の太さ 0.5mm

・線と線の間幅

1.0mm



メスシリンダーの側面に1cm間隔で目盛りをつけた紙を貼り付ける。

下に二重十字の標識板を置き、十字の部分が中央になるようにメスシリンダーをおく(図2)。

図2 自作透視度計

b) においの観察

三角フラスコ(100~200cm³)に採水した直後の試料水半分ほどを入れ、ゴム栓をして強く振り、栓をとると同時ににおいを調べ、自分のことばで具体的にたとえ記述する。

4. pH

pHは、水の酸性、塩基性を示す重要な指数である。家庭から出された生活排水にはタンパク質などの有機物を多く含み弱アルカリ性であるが、微生物などに分解される途中では弱酸性を示すようになる。一般に水の汚れが大きくなると酸性に傾くと考えられる。

一般的な河川水のpHを支配するのは主に炭酸塩であるが、それ以外にも水が流れている間に接触する岩石や土壌の影響や、温泉や火山による影響、植物プランクトンによる影響、そして、人間の社会活動で生み出される排水あるいは排煙中の酸性物質による影響などがある。国の定めている環境基準では、比

較的きれいな川で、pH6.5~8.5が望ましいとされている。

a) リトマス試験紙 万能試験紙

最も簡便な方法であるが、河川水のpHの範囲(6.5~8.2)では、色の変化が明確ではないため扱いにくい。

b) BTB溶液

小学校・中学校でも理科の時間に扱われており、色の変化も明確に現れる。試薬びんや試験管、ピペット等がある実験室での測定には有効である。

c) パックテスト

パックテストは、長さ7cm、直径2cmの半透明チューブの中に粉末状の指示薬が入っており、ピンを用いて1カ所に穴を開け、指でチューブを押して中の空気を追い出し、試料水を吸い上げ、攪拌した後に標準色と比色し、試料水のpHを測るもので(図3)、最近では教科書でも取り上げられている。操作が非常に簡便で、BTB溶液とほぼ同じ呈色であり、測定範囲もpH5.0~9.5なので、河川で直接測定することができ便利である。ただし、1本100円程度のコストがかかる。

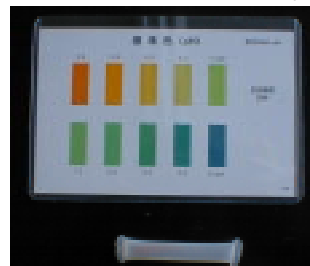


図3 パックテスト(pH)

生活排水が河川水にどれだけ影響を与えるかを理科実験室のレベルで考えていくときには、1ℓのビーカーに水を入れ、その中に1滴のアルカリ性洗剤を入れ攪拌した試料水をつくり、水道水と試料水のpHをパックテストで測定し比色することで(図4)、色が顕著に変わることから、台所での食器洗いや、風呂場の排水などの生活排水が河川水に影響を与えていることを、児童生徒が認識できる。

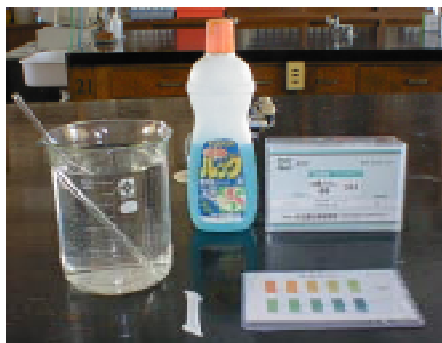


図 4 アルカリ洗剤のpH

5. COD

CODとは化学的酸素要求量のことであり、水中の有機物（生活排水中に含まれる汚れの主成分で酸化されやすい）が分解されるとき消費される酸素量を表す。一般に水の汚れが大きくなるとCODの値は大きくなる（有機物が多い）と考えられる。また、土壌に存在する腐植酸の影響を受ける。天然水のCOD (mg/ℓ)の目安としては、雨水で1以下～2、河川上流のきれいな水で1以下、河川下流の汚れた水で2～10である。

aパケットテスト

pHのパケットテスト同様の扱いで試料水のCODを測るもので（図5）、チューブの中には過マンガン酸カリウムという酸化剤が入っており、これは水に溶けるとピンク色になるが、アルカリ条件下で有機物と反応すると緑色になる。さらに反応が進むと無色になる。ただし、標準色と比色するまでの時間はpHと異なる。



図 5 パケットテスト(COD)

生活排水が河川水にどれだけ影響を与えるかを理科実験室のレベルで考えていくときには、1ℓのビーカーに水を入れ、その中に1滴の牛乳を入れ攪拌した試料水をつくり、水

道水と試料水のCODをパックテストで測定し比色することで（図6）、色が顕著に変わることから、みそ汁や油などを含む生活排水が河川水に影響を与えていることを、児童生徒が認識できる。

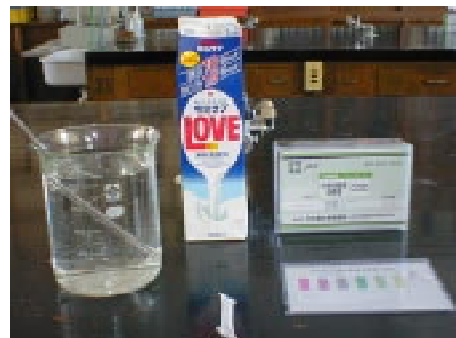


図 6 牛乳のCOD

6指標生物 (水生生物)

水質など環境の状態の目安となる生物を指標生物といい、どのような指標生物がいるかによって水のきれいさを4階級に分けて知ることができる。

[きれいな水（ ）の指標生物]

カワゲラ、ナガレドビケラ、ヤマトビケラ、ヒラタカゲロウ、ヘビトンボ、ブユ、アミカ、ウズムシ、サワガニ

[少しきたない水（ ）の指標生物]

コガタシマトビケラ、オオシマトビケラ、ヒラタドロムシ、ゲンジボタル、コオニヤンマ、カワニナ、スジエビ、ヤマトシジミ、イシマキガイ

[きたない水（ ）の指標生物]

ミズムシ、ミズカマキリ、タイコウチ、ヒル、タニシ、イソコツブムシ、ニホンドロソコエビ

[大変きたない（ ）の指標生物]

セスジユスルカ、チョウバエ、エラミミズ、サカマキガイ、アメリカザリガニ

これらの指標生物は、見分けやすいことと、全国的に広く生息していることなどを考え選択されたもので、専門的にいわれる生物学的な水質階級との関係は次のようになっている。

（きれい）：貧腐水性

- (すこしきたない) : β -中腐水性
 (きたない) : α -中腐水性
 (たいへんきたない) : 強腐水性

7.その他の水質調査項目

a窒素化合物

人は生活していく上で、し尿や生活排水として窒素を出している。窒素が増えすぎると水は富栄養化し、プランクトンの異常発生などの原因となる。一般に水の汚れが大きくなると窒素化合物の濃度は大きくなると考えられる。

窒素化合物は、水中のタンパク質や尿素などが分解していく過程でアンモニウムイオン、亜硝酸イオン、硝酸イオンなどの形で存在する。これらのイオンについても、パックテストを用いて測定することができる。

b電気伝導度(率)

水溶液の電気抵抗は水中の溶存イオン量が多くなると低下する。電気伝導度は電気抵抗の逆数なので、水が汚れている(無機イオンが多い)ほど電気をよく通す。最近では、ポケット式の簡易電気伝導度計が市販されている。

cリン酸イオン(PO₄)

リン酸イオンは、生活排水のほか、動植物の遺骸の中にも含まれる。パックテストで測定できる。

d溶存酸素

溶存酸素は水中に溶解している酸素のことで有機物などの汚染物質によって消費されるため、汚染測定を目安となる。きれいな河川では溶存酸素の量が多い。溶存酸素測定キットが市販されている。

e大腸菌

大腸菌は本来は無害だが、腸以外の臓器に侵入すると下痢や感染症をもたらすことがある。糞便からまき散らされるため、汚染の有無の指標とされている。大腸菌群試験紙が市販されている。

残留塩素

塩素は上水道の浄水課程で殺菌剤として投入され水中の有機物と反応してトリハロメタンなどの発ガン性物質を生成する。水道法の快適水質項目で1mg/ℓ程度と定められているが、0.5mg/ℓ以上では臭気を感じる。

プールが設置されている学校では残留塩素測定器を用いて測定することができる。また、パックテストも市販されている。

水質の総合評価の方法

小学校や中学校においては、五感を使った直接体験が大切であるが、身近な水(河川水や生活排水)の汚れがどの程度なのかを科学的に追究することも併せて行うことで、より確かな評価ができる。水質は、多くの検査結果から総合的に判断されるものであるが、小・中学校では、色、透視度、におい、pH、COD、指標生物を中心に調査することで総合的な評価が得られると考えられる。

おわりに

総合評価には特に決まった方法があるわけではない。経験を重ねる中で、評価項目や評価のしかたを工夫していくことが大切である。

参考文献

- 日本分析化学会北海道支部(1983) 水の分析—第3版— 化学同人 4・1-4・4
 小倉紀雄・梶井公美子・藤森真理子・山田和人(1999) 調べる・身近な環境 講談社 1 調べる・水 p31-42
 建設省河川局(1997) 川の環境を調べる 河川環境管理財団 p7
 北海道開発局建設部(1985) 北海道一級河川の水生生物による水質の簡易調査結果 北海道開発局 p64
 本元睦頼(1999) 人間の生活と環境や資源とのかかわりを見つめ直す教材開発 北海道立理科教育センター長期研修集録 p3
 (まえだ あきひこ 化学研究室研究員)