

# 河川や水道水の溶存酸素量の測定と高等学校における実践例

## Measurements of Dissolved Oxygen in Nearby River and Tap Water and Their Practice Reports in High School

木村 憲喜 中家 亮  
Noriyoshi KIMURA Ryo NAKAYA

鵜飼 諭 宇田 有里 中村 文子  
Satoshi UKAI Yuri UDA Fumiko NAKAMURA  
(和歌山大学教育学部化学教室)

2014年9月30日受理

### Abstract

今回、身近な河川や水道水中にどの程度の酸素が溶けているかを調べる目的で実験を行った。そして、水中に溶けている溶存酸素量(DO)の値を測定することにより、身近な水質について考察した。我々は、今回の実験を高等学校で実践し、得られたアンケート結果から生徒が化学実験や身近な環境に関してどの程度興味を持ったかを調べてみた。

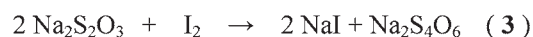
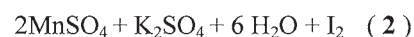
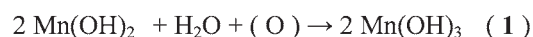
### 1. はじめに

地上に住む生物が空気中の酸素を必要とするように、水中生物も水中に溶けている酸素を必要とする。そのため、水中に溶けている酸素が多ければ、良好な水質であることが多く、溶存酸素(Dissolved Oxygen: DO)量は地域の環境を考える上で重要な指標と考えられている<sup>1)</sup>。具体的な溶存酸素量を挙げると、例えば魚介類の生存には  $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上の溶存酸素が必要とされている<sup>1)</sup>。

今回、我々は身近な水道水や河川水のDO値の測定を和歌山県立向陽高等学校(1年生)で実践したので、この実験結果を報告する。

### 2. 実験原理<sup>1,2)</sup>

水中に溶けた2価の水酸化マンガン( $\text{Mn}(\text{OH})_2$ )は酸素の存在下で3価の水酸化マンガン( $\text{Mn}(\text{OH})_3$ )となる(化学反応式1)。これを濃硫酸に溶かし、ヨウ化カリウム(KI)を加えると、酸素量に見合ったヨウ素( $\text{I}_2$ )が分離する(化学反応式2)。このヨウ素をチオ硫酸ナトリウム( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )水溶液で滴定することにより間接的に溶存酸素量を求めた(化学反応式3)。



### 3. 実験方法<sup>1,2)</sup>

まず、和歌山市で採取した水道水や河川水をフラン瓶に入れ、100 mLを正確に測り取った。次に、フラン瓶の栓を取り、硫酸マンガン( $\text{MnSO}_4$ )水溶液1 mLとアルカリ性ヨウ化カリウムとアジ化ナトリウム( $\text{NaN}_3$ )混合溶液1 mLを、駒込ピペットを用いて加え、再度フラン瓶を密栓した。

フラン瓶を転倒すると沈殿ができ、沈殿物が1/3程度まで沈むまでしばらく静置した。すると、茶色の沈殿( $\text{Mn}(\text{OH})_3$ )がフラン瓶の底に沈殿した(図1)。

次に、フラン瓶の栓を抜き、濃硫酸1 mLを入れ密栓し、振り混ぜた。すると、沈殿物が溶解し、溶けた水溶液を200 mLの三角フラスコに入れた。このとき、水溶液は薄いオレンジ色から褐色の水溶液に変化した。この褐色の水溶液を、0.025 mol/Lチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定した。そして、水溶液の色が褐色からうすい黄色に変化後、すぐにデンプン溶液約1 mLを、駒込ピペットを用いて添加した。このとき、ヨウ素デンプン反応が起こり、水溶液の色が青紫色に変化した。



図1 生じた沈殿物の様子(化学反応式1)

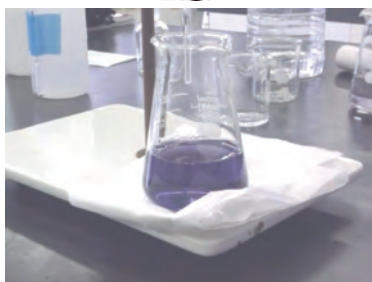


図2 ヨウ素デンプン反応の様子

この青紫色が無色に変わったところで滴定を終了した。この操作を2回行い、2回の滴定量の平均値を求めた。

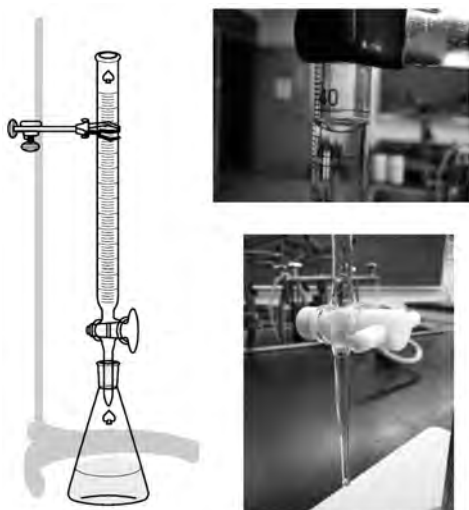


図3 滴定の様子

#### 4. 溶存酸素(DO)値の求め方<sup>1,2</sup>

溶存酸素の量は、実験から得られた滴定量の平均値(a)とフラン瓶の容量100 mL(V)を式4に代入し、計算した。

$$DO [mg/L] = a \times \{1000 / (V - 2)\} \times 0.2 \quad (4)$$

a: 実験操作による滴定量の平均値 [mL],  
V: フラン瓶の容量 [mL]

#### 5. 結果と考察

今回の実験から得られた和歌山市の水道水と周辺の河川水の溶存酸素量(DO)の値を表1、2に示す。

表1 和歌山市の水道水のDO値(測定日: 2014.7.9,10)

採水地	DO(mg/L)
向陽高校	7-8

表2 和歌山市で流れる河川中のDO値  
(測定日: 2014.7.9,10)

採水地	DO(mg/L)
和田川上流	8-10
大門川	6-8
和歌川	5-7
市堀川	4-6

今回の実験結果から市街を流れる和歌川や市堀川と、山間部を流れる和田川上流のDO値に大きな違いが見られた。このことから、和歌山市の市街地を流れる川は、生活排水などの影響を強く受けていることが示唆される。

以上より、溶存酸素の測定から地域の河川の環境について考察することができることがわかった。

#### 6. アンケートの結果

次に、今回の実験を「どの程度理解しているか」、「どんなことに興味を持ったか」についてアンケートをとってみた。得られたアンケート結果を表3-6にまとめた。

表3 アンケート結果  
(溶存酸素の測定についてどの程度理解したか)

	2014.7.9	2014.7.10
難しかった	17/人	8/人
ちょうど良かった	21	29
簡単であった	1	0

表4 アンケート結果(溶存酸素の測定が難しかった理由)  
(2014.7.9実施)

	/人
実験の内容が理解できない	4
計算が難しい	2
化学反応式が難しい	5
実験の器具、薬品の扱いが難しい	4
知らない用語、物質が出てくる	1
手順が多い	1

表5 アンケート結果(溶存酸素の測定が難しかった理由)  
(2014.7.10実施)

	/人
計算が難しい	1
化学反応式が難しい	4
実験の器具、薬品の扱いが難しい	2

表6 アンケート結果(溶存酸素の測定で、どんなことに興味を持ったか)(2014.7.9,10実施)

間接的に測定しているところがおもしろい
もっとたくさんの場所調べたい
反応が目で見えて楽しかった
家の水道などでもやってみたい
いろいろな薬品が出てきて面白かった
使ったことのない器具を使えてよかった

アンケート結果より、今回の実験は、高校1年生でも十分理解できる内容であることがわかった。そして、難しいと感じた生徒の多くは、複雑な反応式や実験器具の扱い方などで戸惑ったようであった。

さらに、今回のアンケート結果から、実験後多くの生徒が身近な環境に興味を持ったことが見受けられる。

最後に、物理、化学、生物、地学の中で最も好きな科目について尋ねてみた(このとき、複数記入可とした)。得られた結果を図4-7に示す。

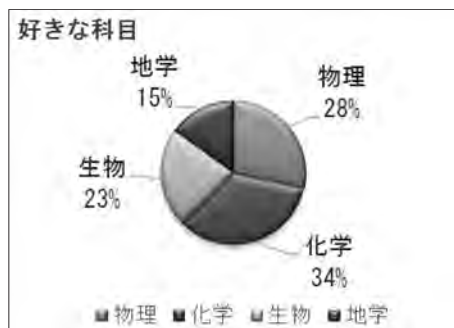


図4 2013年7月9日実施クラス(37名)

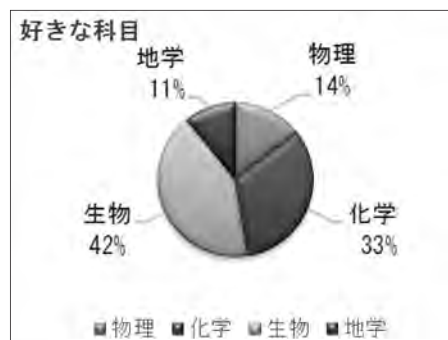


図5 2013年7月10日実施クラス(37名)

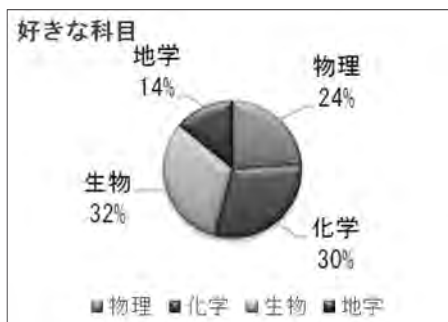


図6 2014年7月9日実施クラス(38名)

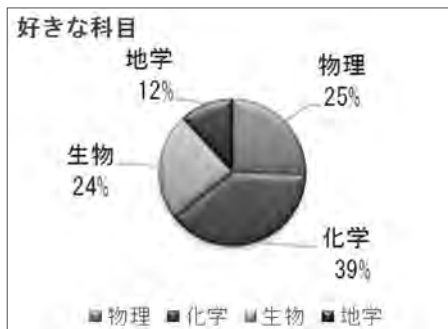


図7 2014年7月10日実施クラス(36名)

今回アンケートを実施したクラスは、理系に特化しており、理科への興味としては各クラスで物理、化学、生物、地学の割合に大きな差異がないと思われる。一方で、全体を通して嫌いなこととして、単純な計算や暗記が挙げられた。この点は、今後の課題だと言える。さらに、アンケートの結果から、ある程度生徒の興味を持つ実験が必要であることもわかった。

## 7. まとめ

我々は、和歌山県立向陽高等学校と2005年からSPP(サイエンスパートナーシッププログラム)やSSH(スーパーサイエンスハイスクール)の特別講義として、継続的に環境問題をテーマにした実験を取り組んできた。特に、身近な水道水や河川水の水質調査を題材にし、研究を実践した。今回取り上げた溶存酸素(DO)の測定以外にも、塩化物イオンの定量や化学的酸素要求量(COD)の実験にも取り組んでいる。今後の課題として、化学が苦手な生徒に対し、どのような実験テーマ

を設定し、実践するかを再考する必要があると思われる。上記のアンケート結果では、クラスの3-4割の生徒は化学が好きだと答えている。一方、残りの6割程度の生徒は化学に興味があっても苦手意識を持っている。このような生徒にも化学実験に興味を持ってもらえるような授業を展開していくことが重要であると思われる。

化学実験を行う授業のテーマとしては、これまで通り、環境問題を題材にした水質分析調査が最適だと考えている。また、実験に関しても、できるだけたくさんの実験器具や薬品を扱えるようにするために、少人数(今回は2名)で行うことが大切である。そして、化学が苦手な生徒のために、丁寧な説明が求められるだろう。

最後に、得られたデータをどのように考察するかである。これまでは、実験で得られたデータを黒板に書

かせ、実測値を比較することにより、地域の環境を考察した。今後は、生徒自身が得られたデータをどのように解釈するかを考えさせる時間をとり、生徒が考察したことをクラス全体に共有できるような取り組みも行っていく必要があると考えている。

本研究を行うにあたり、和歌山県立向陽高等学校、田中克介教諭、小谷研悟教諭に大変お世話になりました。ここに深く感謝いたします。

また、この研究はSSH(スーパー・サイエンス・ハイスクール)事業の補助を受けて行ったものである。

#### 参考文献

- 1 環境化学, 化学実験テキスト研究会編, 産業図書, 2000.
- 2 木村憲喜, 和歌山大学教育学部学芸2007, 53, 67.