

おくすり箱の酸化還元反応

鹿島 慎一 (奈良県立高田高等学校 教諭)
廣瀬 遥 (京都工芸繊維大学 4年生)

あらまし (研究の概要)

ポビドンヨード (うがい薬)、アスコルビン酸 (ビタミンC) サプリメント、消毒用オキシドールを用いての、酸化還元反応に関する演示実験を紹介する。なお本実験は平成29年度本校教育実習において化学基礎の研究授業として実施するために、その内容と効果について検討したものをまとめ直したものである。制約のある環境下でも実験を取り入れた授業を行うために、いかに工夫するかが重要であった。

キーワード 酸化還元反応 ポビドンヨード L-アスコルビン酸 ビタミンC オキシドール
うがい薬 消毒薬 サプリメント

1 はじめに

高田高等学校は現在、創立100周年に向けて耐震工事が進められている。今年度(平成29年度)は、理科関係諸室がある建物が工事区域となり、代替となる教室も用意されず、6月下旬～11月初旬の期間に実験がままならない状態に陥った。保管場所の問題から、薬品類はすべて工事区域内に残さざるを得ず、実験器具なども破損を防ぐために校外へ退避させる、または実験室内の一カ所に固めて残す形での対応となった。このため、薬品・実験器具を用いた教育活動ができない期間があった。

その期間に教育実習が行われたが、生徒実験も演示実験も行えない。単元は酸化還元反応で、実験を通して教えたいことがたくさんある。そんな中で「何とか身近なもので、酸化還元反応をみせるとはできないだろうか」と検討し、うがい薬、L-アスコルビン酸、消毒用オキシドールを用いた酸化還元反応について試してみるようになった。

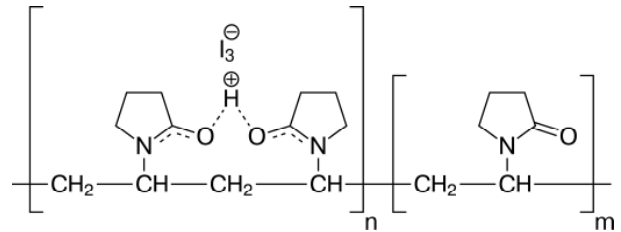
2 使用した試薬 および 器具

<薬品>

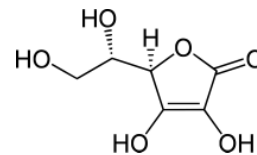
- ① ケンエーうがい薬
健栄製薬株式会社 製
100mL 中ポビドンヨード(図1) 7.0g
(有効ヨウ素 700mg) 含有
- ② L-アスコルビン酸 (ビタミンC: 図2)
Dear-Natura ビタミンC
アサヒグループ食品株式会社 製
2粒当たり ビタミンC 1000mg
- ③ オキシドール
健栄製薬株式会社 製
過酸化水素 2.5～3.5 w/v% 含有

①～③いずれも、ドラッグストアで購入した。それぞれ主成分の変性を防ぐための添加物等が含まれているため、種々の副反応が起こることが予想されるが、主成分に対して各添加物の含有量は十分に少ないことから、主反応への影響は限定的であると考えた。

②のビタミン剤については当初、タブレットタイプを用いたが、水への溶解に時間がかかることから、カプセルタイプのものを探して用いた。



【図1】ポビドンヨード
(ポリピロリニドロンとヨウ素の複合体)



【図2】L-アスコルビン酸 (ビタミンC)

<器具>

- ④ ろうと (ポリプロピレン製)
- ⑤ うがい薬用計量カップ (①に付属)
- ⑥ 500mL サイズペットボトル

メスシリンダー等が使用できない中、⑤のうがい薬用計量カップ(右図)は非常に重宝した。1つで2mL, 4mL, 60mLを量りとることが可能である。

2mL / 4mL はカップを水平に置いて計ると、量が少なすぎて分かりにくい。ところが、このカップは傾けて計らせるように標線が引かれており、少量でも見やすくなるようにデザインされている。日頃から何気なく使っているものだが改めてよく見ると、非常によく考えて設計されていることに気づく。



【写真1】うがい薬用計量カップ

また⑥の500mL ペットボトルはありふれた素材だが、

- ・栓ができるため、こぼれるのを防げる

- ・透明度が高く、中が色の変化がよく見える
- ・サイズが大きく教室後方からでも見やすい

といった点で優れており、反応容器として用いた。PET は硝酸や濃硫酸、水酸化ナトリウム水溶液に対しては使用に適さないが、この演示実験では特に耐薬品性も問題はなかった。

＜試薬濃度の調整＞

実験室にある器具が使えれば何の苦も無く、自由な濃度の試薬を作ることができるが、今回はそうはいかない。それぞれの試薬は、うがい薬用計量カップやペットボトルだけを用いて調整・実験を行うことを前提として濃度を決定した。

ここでは有効数字を 2 桁として計算をしたが、計量カップ等の精度は高くないので、あくまでも参考値として紹介する。

うがい薬

計量カップを用いて、原液 4mL を 15 倍希釈(水を加えて 60 mL に)し、これを空ペットボトルに入れた。これを 3 回繰り返して、 1.8×10^2 mL の希釈うがい薬を用意した。

12 mL のうがい薬原液には 84 mg の I_2 (分子量 254) が含まれる。したがってこの希釈うがい薬には 3.3×10^{-4} mol の I_2 が含まれる。

L-アスコルビン酸 (ビタミンC)

空の 500mL ペットボトルに水をいれ、そこに 1 カプセルを入れて攪拌し、溶解させた。

L-アスコルビン酸は分子式 $C_6H_8O_6$ で表され、その分子量は 176 である。カプセル 1 粒当たりの L-アスコルビン酸は 500mg であるので、濃度は 1.0mg/mL (5.7×10^{-3} mol/L)となる。

3 実験

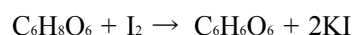
実験 1 うがい薬とアスコルビン酸の反応

ペットボトルに入れた希釈うがい薬 180mL に L-アスコルビン酸水溶液 60mL を加えると、速やかに反応しヨウ素の濃褐色が消え、薄い黄色になる。



【写真2】 アスコルビン酸とうがい薬の反応
(左：混合前 右：混合後)

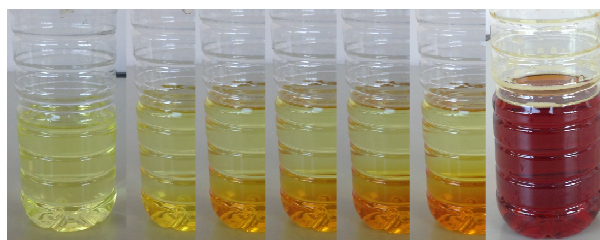
うがい薬中の I_2 と L-アスコルビン酸 $C_6H_8O_6$ は以下のように反応する



L-アスコルビン酸とヨウ素は物質量比 1:1 で反応することから、 3.3×10^{-4} mol のヨウ素と過不足なく反応する L-アスコルビン酸溶液は約 60mL となる。この 60mL は、もちろんうがい薬用カップで量り取った。

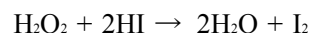
実験 2 過酸化水素によるヨウ化物イオンの酸化

実験 1 で I_2 がヨウ化物イオン I^- へと変化し色が淡黄色になった水溶液に、オキシドールを加えると、しばらく時間が経過した後に、徐々に濃褐色に変化する。変色までの時間は過酸化水素の量でコントロールできるため、「時計反応」とも呼ばれる。なお、オキシドールの濃度を 3 w/v% とすると、少なくとも 18mL は必要である。



【写真3】 オキシドールによるヨウ化物イオンの酸化
(左から混合前/2' 00"/2' 10"/2' 30"/2' 40"/2' 50"/5' 00")

ヨウ化水素 HI と過酸化水素 H_2O_2 は以下のように反応する。



ヨウ化物イオンは過酸化水素によって酸化され、ヨウ素 I_2 が生成する。この時、 I_2 は水溶液中に残っていたポリビニルピロリドンと結合するため析出してこないと考えられる。

4 生徒の活動

この演示実験をもとに、生徒には次のような学習活動を行わせることができた。

- ・L-アスコルビン酸のイオン反応式を考える
- ・L-アスコルビン酸とヨウ素の反応式を考える
- ・うがい薬中のヨウ素の量を計算する
- ・量的関係から、必要な L-アスコルビン酸水溶液の体積を計算する
- ・過酸化水素とヨウ化水素の反応式を考える

5 まとめ

制限ある環境下でも、工夫をこらし授業に取り組むことの重要性を改めて感じた。とはいえ、学びやすい環境を整えることも軽視すべきではない。また、身近なものを題材にした実験をみせることは、生徒の主体的な学びを引き出すことに繋がるため、今後も積極的に取り入れて行きたい。