

ビタミンCの定量実験と高等学校における実践例

Experiment for Quantitative Chemical Analysis of Vitamin C and Its Practical Report in High School

木村 憲喜 安賀 真生 中村 文子
Noriyoshi KIMURA Mao YASUGA 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、身近な飲料水を使ってビタミンCの定量実験を試みた。本実験では、主に濃度既知のヨウ素液を使ってビタミンCの濃度を決定した。この教材を高等学校で実践し、実験後理解度を調べる目的でアンケートを実施した。

1. はじめに

ビタミンC(L-アスコルビン酸)は、果物や野菜、飲料水、医薬品、お茶の酸化防止剤など、さまざまなものに含まれている。そして、ビタミンCは生体の活動に欠かせない物質である。今回、身近なものに含まれているビタミンCの量を、ヨウ素デンプン反応(図1)を利用して測定した。^{1,2)}



図1 ヨウ素デンプン反応の色変化

滴定の終点の見極めは、デンプンを加えた無色の溶液の色が青紫色または赤褐色に変化したときである(図2)。



終点前

終点

図2 滴定操作における終点の色変化の様子

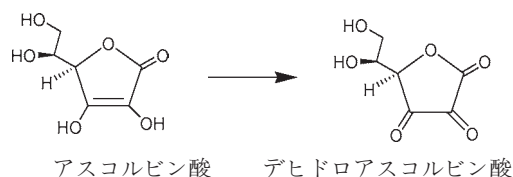
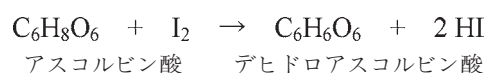
ビタミンC標準溶液の滴定では変化した溶液の色が青紫色、レモン果汁などが含まれる酸性度の強い溶液では赤褐色に変化することが知られている。²⁾

さらに、レモン果汁などに含まれるビタミンCの量を簡単な方法で測定する試みとして、簡易測定検査キット(パックテスト)を用いた。

今回、これらの実験を和歌山県立粉河高等学校で実践したので、この実践例も併せて報告する(授業時間50分)。

2. 実験の方法¹⁾

標準試料(0.05 mol・L⁻¹アスコルビン酸水溶液)として、L-アスコルビン酸(C₆H₈O₆=176 g・mol⁻¹和光純薬)約9 gをイオン交換水に溶かした。そして、メスシリンダーで10 mLを正確に測り取り、三角フラスコまたはコニカルビーカーに入れた。ここにイオン交換水10 mLとデンプン水溶液2滴を加え、0.05 mol・L⁻¹(N/10)ヨウ素液で滴定した。このとき、溶液の色が少し青紫色になったときが終点である。このときの滴定量を*a* mL、化学反応式を以下に示す。



次に、市販の飲料水(サントリー社製C.C.Lemon)におけるビタミンCの量を測定した。上記と同様に、まずメスシリンダーを用いて飲料水25 mLを正確に測り取った。これを三角フラスコまたはコニカルビーカーに入れ、イオン交換水10 mLとデンプン水溶液2滴を加えた。そして、0.05 mol・L⁻¹ヨウ素液で滴定した。そして、得られたヨウ素液の滴定量(*b* mL)から飲料水に溶けているビタミンCの量を計算した。

3. ビタミンCの計算方法¹⁾

水1Lあたりに含まれるビタミンCの量 x (ビタミンC標準溶液)($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), x' (飲料水)($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)は、以下の式を用いて計算した。

$$x \times 10 \text{ mL} = 0.05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times \text{滴定量 } a \text{ mL} \\ (\text{ビタミンC標準溶液})$$

$$x' \times 25 \text{ mL} = 0.05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times \text{滴定量 } b \text{ mL} (\text{飲料水})$$

4. 結果と考察

得られた実験結果を表1に示す。今回の高等学校における実践では、2人1班にて行った。

表1 水溶液1Lあたりに溶けているビタミンCの量($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)(測定日:2014.3.14)

ビタミンC標準溶液および飲料水はヨウ素滴定、レモンは簡易測定検査キットによりビタミンCを定量した。

	ビタミンC標準溶液	飲料水	レモン
1班	8.98	3.89	0.02
2班	8.80	2.47	0.05
3班	8.98	2.43	0.02
4班	8.91	2.28	0.05
5班	—	2.46	0.05
6班	9.21	2.24	0.05
7班	9.15	2.43	0.05
8班	9.47	3.21	0.05

これらの実験結果から、まず、ビタミンC標準溶液が1Lあたり約9gとなり、溶かしたビタミンC(L-アスコルビン酸)の量とほぼ一致した。このことから、ヨウ素液を用いた滴定技術から、高校生がビタミンCを正確に定量できることを確認した。次に、飲料水に含まれるビタミンCの量は、1Lあたり2-3gと見積もることができた。この結果もまた、我々が行った予備実験の値 $2.22 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ にはほぼ一致し、高校生が正確にビタミンCの量を測定できたことがわかった。以上の実験結果より、ヨウ素液を用いたビタミンCの定量実験は高校生に適した実験であることが、本実践により確認できた。

5. アンケート結果

今回のビタミンCの実験が、高校生にとってどの程度の難易度であったかを調べるためにアンケートを実施した。このアンケート結果を図3に示す。

このアンケート結果から、本実験は高校生にとって最適であることがわかった。この理由として、実験操作が少なく水溶液の色の変化もわかりやすかったことが挙げられる。また、実験結果を予想できることに興味を持った生徒も見受けられた。

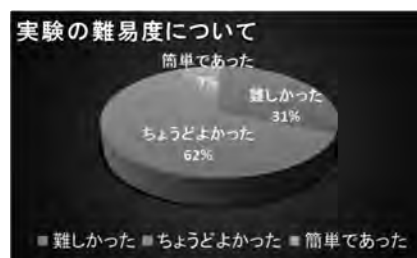


図3 今回実践した実験の難易度に関するアンケート結果 (2014.3.14)

次に、得意な科目について尋ねてみた(複数回答可)。結果を図4に示す。

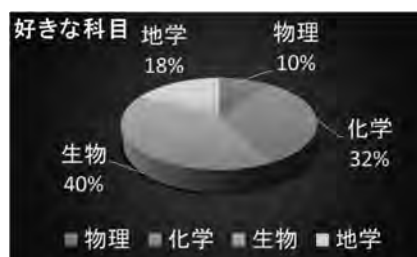


図4 今回実践したクラスの理科に関するアンケート結果 (2014.3.14)

理科4科目で、好きな科目を答えてもらった。回答は、複数でも可とした。

図4のアンケート結果を考慮するとクラスの多くの生徒が化学や生物の知識が豊富であったことがわかる。そのため、図3のアンケート結果は、生徒の興味や知識に大きく左右されるのではないかと考えられる。

最後に、実験後の高校生の感想を表2に示す。ここでは、主に今回の授業で興味、関心のあった内容についての感想を記入してもらった。

表2 ビタミンCの定量実験に関する感想 (測定日:2014.3.14)

実験が面白かった
滴定操作が難しかった
事前に実験器具の説明があったので良かった
計算方法が難しかった
物質によって色が変わるところが楽しかった

この感想の結果から、今回の実験に関して好意的な意見が多かったが、ビュレットを使った滴定実験の難しさや、計算の意味がわからないなどの課題が見つかった。今後、このような課題に対して対処していくことが大切だと思われる。また、今後の実験で取り上げてほしい内容として、解剖実験や遺伝子組み換え、燃焼実験などがあつた。

本研究を行うにあたり、和歌山県立粉河高等学校、
藪添欣之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、この研究は県教委と大学によるジョイントカ
レッジ事業の補助を受けて行ったものである。

参考文献

- [1] 化学Ⅱ(新訂版), 実教出版, 2011, 319.
- [2] 化学Ⅱ指導書, 東京書籍, 2008, 184.