

[8] 高校化学におけるスモールスケール生徒実験 XI 緩衝液

(宮城県第一女子高・東北大医療短大)

○東海林恵子・荻野和子

1. はじめに

我々は数年前から高校化学の学習指導要領の範囲のテーマを取り上げて、スモールスケール生徒実験教材を開発し、高校の授業で実践してきた。スモールスケール実験には、一般に次のような特徴があげられる。(1) 試薬量の大幅な削減ができる。(2) 安全性が増し、事故発生の防止に役立つ。(3) 実験時間が短縮できる。(4) 実験廃棄物の少量化およびその処理にかかる時間・作業経費の削減ができ、同時に環境への影響を小さくできる。我々はこれまで I. 酸と塩基¹⁾ II. 金属イオンの反応²⁾ III. 化学平衡³⁾ IV. 化学反応の速さ⁴⁾ V. 電池と電気分解⁵⁾ VI. 反応速度の定量的取扱い⁶⁾ VII. イオン化傾向⁷⁾ VIII. 酸化還元反応⁸⁾ IX. 無機イオンの定性分析⁹⁾ X. アルコールの構造と反応性¹⁰⁾ について報告した。

2. 実験器具

我々が開発してきたスモールスケール実験では、反応容器として 12 穴または 24 穴のスチロール樹脂製のセルプレートを使用している。この器具は次のような特徴を持つ。① 容器の透明度が高い。② 底が平面となるようにつくられており屈折等がなく、溶液の色調の変化、沈殿の生成・消失、気体の発生等が観察しやすい。③ 撥水性がよく、プレートも水洗いした後、軽く振るだけで大部分の水が落ち風乾しやすい。④ セルプレートを用いる実験は、平面を上から見るようになるため観察しやすく、器具を倒す心配がない。⑤ 生徒用実験シートを作成し、その上にプレートをものせて実験を行わせるようにすると、試薬の種類や量を確認しながら実験することができるので、試薬の入れまちがいや混同を避けることができ、正確な実験を行わせることができる。各種試薬の容器として軟質プラスチック製の小児用投薬びん (30 ml 用) を使用する。溶液の攪拌、固体試料の添加には、ファストフード店の小型プラスチックさじを用いる。

3. 実験方法の検討

〔実験 1〕では、多くの教科書に取りあげられている酢酸/酢酸ナトリウム系を用いる。ここでは両者とも 1 mol/l 溶液を用い、混合比 1:1 で溶液を調製すると pH はほぼ 4 となるので、これを使用するものとした。濃度を大きくしたのは緩衝液の体積を小さく抑え、酸や塩基を添加した時の pH 変化がおとりにくいのを実験するためである。生徒用実験シート上の二重線で仕切った上 2 段のセルは、万能 pH 試験紙を使用して pH を測定するために用い、下 2 段は BTB を指示薬として加え、色調の変化により pH の変動を観察するために用いるものとした。測定に使用した pH 試験紙の小片を各セルの脇に残しておくことにより、pH 値を確認させ正確に実験結果を記録させる助けとなるようにした。

〔実験 2〕では、生体内における pH 緩衝作用のうち、細胞内 pH をほぼ 7 に保つ系として $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$ 系を取り上げた。文献の処方に近い比率となるよう、投薬びんのスポイトからの滴数として指定し、混合溶液をセル内に

(2) A-2, B-2, C-2, A-4, B-4, C-4の各セルに0.2 mol/l KH_2PO_4 5滴, 0.2 mol/l NaOH 3滴, 純水12滴ずつ入れ、小さじでよく混合する。

(3) 以下(6)まで〔実験1〕と同様の操作を行う。

結果: 各セルのpHは、C-1(3), B-1(6), A-1(10), C-2(7), B-2(7), A-2(7)となる。各セルの溶液の色は、C-3(黄), B-3(緑), A-3(青), C-4(青緑), B-4(青緑), A-4(青緑)となる。

〔実験3〕

(1) A-1, B-1, C-1, A-3, B-3, C-3の各セルに純水20滴ずつ入れる。

(2) A-2, B-2, C-2, A-4, B-4, C-4の各セルに市販のスポーツドリンク粉末小さじ山盛1杯(約0.3g)と純水20滴入れて、よく溶かす。

(3) 以下(6)まで〔実験1〕と同様の操作を行う。

結果: 各セルのpHは C-1(3), B-1(6), A-1(10), C-2(4), B-2(4), A-2(4)となる。各セルの溶液の色は C-3(黄), B-3(緑), A-3(青), C-4(黄), B-4(黄), A-4(黄)となる。

生徒用実験シート〔実験2〕の例を、実験結果と共に 図1 に示した。

5. 考察

緩衝液の実験は、緩衝作用のない溶液を対照として実験することによって初めて成立するものである。また、少量の酸や塩基を加えたときのpHの変動が小さいことをpH測定によって確認しなければならぬことから、試験管を用いる実験では1本毎にラベルを貼るなどして、溶液の混同や、試薬の入れまちがいを防止しなければならぬため、非常に手間もかかり、必要とする試験管の数が非常に多くなることから、容易には生徒実験を行っていく、化学IIの学習内容の中では割合に大学入試問題にも取り上げられることの多いテーマであるにもかかわらず、演示実験で済ませざるを得なかった。今回開発したスモールスケール実験では、〔実験1〕～〔実験3〕の全てを実施しても、セルプレート枚数は1班あたり3枚で済むことから、器具の買数の心配もなく、ラベルを貼る手間も不要であり、セルの位置がプレート上で固定していることから、入れまちがいなどがなく、どの班も正確に再現性の良い結果を得ることができた。

文献

- 1) 田嶋, 東海林, 金, 荻野, 平成7年度東北地区化学教育研究協議会 1995年
- 2) 金, 東海林, 田嶋, 荻野, 同上
- 3) 東海林, 金, 田嶋, 荻野, 同上
- 4) 金, 東海林, 田嶋, 荻野, 日本化学会第70春季年会, 1996年
- 5) 東海林, 金, 荻野, 平成8年度東北地区化学教育研究協議会, 1996年
- 6) 荻野, 東海林, 田嶋, 日本化学会第72春季年会, 1997年
- 7) 東海林, 荻野, 平成9年度東北地区化学教育研究協議会, 1997年
- 8) 東海林, 荻野, 日本化学会第74春季年会, 1998年
- 9) 高橋, 東海林, 金, 田嶋, 荻野, 平成10年度東北地区化学教育研究協議会, 1998年
- 10) 東海林, 荻野, 同上