

10. ワークショップ 3B

酸塩基と pH についてのいくつかの実験

荻野 和子

1. はじめに

酸、塩基、酸性、アルカリ性は小学校—大学にいたるまで理科、化学に現れる基本概念である。セルプレート（以下プレートと呼ぶ）を用いると、手軽に多数の酸、塩基の実験ができる。

プレートには、試験管と比較すると次の長所がある：

- ① プレートの縦・横にそれぞれ試薬を設定し、12・ウェルプレートでは 4×3（24・ウェルプレートでは 6×4、48・ウェルプレートでは 8×6）通りの組み合わせの反応や変化をみることができる。ウェルの数はいろいろあるので、対象、テーマにより適切なものを選ぶことができる。
- ② 目的によっては、1列のみのストリップになったものを使うことができる。
- ③ プレートのウェルごとに試薬の量を変えて、混ぜ合わせる。通常は試験管 1 本で、試薬の 1 滴ごとに滴下しながら見る反応のいろいろな段階を静止画面のように再現することができる。
- ④ 混合して反応させる前の溶液と反応後のものをそれぞれ別のウェルに、とっておけるので変化が明白にみられる。
- ⑤ 色の変化を伴う反応では、視覚に訴える実験をくみだてやすい。
- ⑥ 適切な実験ワークシートを用意しておく、実験操作の説明、実験結果の記録、結果の比較に便利である。

プレートはいろいろな実験に使うことができるが、多くの有機溶媒に溶け、また 80℃以上では軟化する、火に近づけたり加熱しないようにしなければならない。また、プラスチック共通の性質として薬品が浸み込みやすいので、使用後はすぐに洗う必要がある。

ここでは、プレートの特色を活かしたいくつかの酸と塩基の実験を体験する。

2. 実験の概要

A. pH について

いろいろな色素は液性によって変色する。今回は、ユニバーサル試験紙(液) とムラサキキヤベツを使って pH による変色を調べる。次に「10 倍希釈によって pH が 1 変わる」かどうか調べる。

B. 簡単な滴定曲線を描く

通常、滴定曲線の作成には、ビュレット、pH メーターが必要である。それらは高価で、使用にあたって説明を要する。ここでは、プレートとスポイト、指示薬を使って簡単な滴定曲線を描く。

3. 実験の手順

A. pH について

I. ムラサキキャベツの pH 試験液をつくる

次のいずれかの方法による。

- ① ムラサキキャベツを細かく切り、水に入れて煮立てると紫色に色素が抽出されるので、ろ過してろ液を試験液として使う。
- ② ムラサキキャベツを冷蔵庫の冷凍室で凍結させる。凍結したものを適宜砕き、少量の水を加えて色素を抽出する。

II. 標準 pH の溶液セットをつくる

ア. pH 1 - 6 の溶液：一番上の段の液は塩酸を 10 倍ずつ薄めてつくる。24 ウェルプレートに pH シート 1 の上に方向を間違えないように置き、下書いてある溶液をそれぞれのセルにつくる。シートには、10 倍に薄めると pH は 1 ずつ変わると仮定した pH 値が書いてある。

pH 1 の溶液：0.1mol/L 塩酸 10 滴を入れる。

pH 2 の溶液：pH 1 の液 1 滴と純水 9 滴を入れよく振り混ぜる

以下同様にして順に希釈して pH 6 のウェルまで試料をつくる。

イ. pH 5 - 10 の溶液¹⁾

二番目の段に用意してあるそれぞれの pH の緩衝溶液を 9 滴ずつシートに記載されているウェルに入れる。

ウ. pH 11 - 13 の溶液：3 段目の液は 0.1mol/L 水酸化ナトリウムを 10 倍ずつ薄めてつくる。シートには、10 倍に薄めると pH は 1 ずつ変わると仮定した pH 値が書いてある。

pH 13 の溶液：0.1mol/L 水酸化ナトリウム²⁾ 10 滴を入れる。

pH 12 の溶液：pH 13 の液 1 滴と純水 9 滴を入れよく振り混ぜる。

pH 11 の溶液：pH 12 の液 1 滴と純水 9 滴を入れよく振り混ぜる。

pH 10 の溶液：pH 11 の液 1 滴と純水 9 滴を入れよく振り混ぜる。

III. 溶液を 10 倍に薄めると pH は 1 変わる？

II で用意した標準 pH の溶液の入ったウェルにユニバーサル pH 試験液を 2 滴ずつ加え、変色表と比べる。2 番目の段の緩衝溶液は正しい値を示すはずである。ただ pH 8 は、変色表がにごった青色なのに対し、試料液は濁りのない青色となる。変色表が pH 試験紙用であるための違いである。

ア. II のア, ウでつくった液の pH はどのように変わったか。

イ. (探究例) 10 倍希釈で pH が 1 変化するというのは、どのような範囲で成り立つのか調べる。

IV. ムラサキキャベツの色と pH

ア. 24 ウェルプレートを pH シート 2 の上に置き、あらかじめ用意されている pH 1-13 の溶液を指定されたウェルに 9 滴ずつとる。

¹⁾ pH 5-10 は緩衝溶液を使う。希薄な溶液の pH は不安定で、空気中の二酸化炭素や指示薬そのものの影響を受けてしまうからである。希薄な溶液の pH は、不純物のない環境で、水素電極を使って測定する。

²⁾ 水酸化ナトリウム NaOH は強アルカリ性でたいへん危険な薬品である。飛まつが目に入ると失明の危険がある。必ず眼鏡をかけること。手に触れたときは、すぐに流水で洗う。

- イ. ムラサキキャベツ試験液を2滴ずつ加える。
- ウ. ムラサキキャベツの色素の色はpHによってどのように変化したか記録する。

探究1: 植物の色素とpH

- ア. 調べたい花、葉あるいは果実から色素を抽出する。
100mL ビーカー中、水あるいはエタノールに浸してから絞る。
- イ. あらかじめ用意されてpH1-13の溶液を別のプレートに9滴ずつとる。
- ウ. 自分でつくった色素液を2滴ずつ入れる。

探究2: 身近なもののpH

身近にあるいろいろなもの、たとえば、清涼飲料、ジュース、シャンプー、洗剤のpHを調べてみよう。

B. 簡単な滴定曲線を描く

ワークシート3を使う。シートの上に24-ウェルプレートのをせて実験する、12個のウェルには0.10 mol/L HClを8滴ずつ加えておく。その際、1滴の大きさが一定になるよう、スポイトの先の部分が垂直になるよう注意して滴下する。ついでこれらのウェルに0.10 mol/L NaOHを順に0, 1, 2, …11滴加え揺すって混ぜる。ユニバーサルpH試験紙または試験液でpHを調べる。pH10以上ではALB試験紙でpHを調べる。

塩酸の場合、強酸性を示す赤色と強アルカリ性を示す紫色のみが観察されることが多い。まれに中性付近の黄緑～青緑色のウェルが1つだけみられる。

残り12個には0.10 mol/L 酢酸を8滴ずつ入れ、塩酸の場合と同様に0.10 mol/L NaOHを順に0, 1, 2, …11滴加えpHを調べる。この場合には赤、橙、黄等さまざまな色が中和点までに観察される。

方眼紙を用いて、滴数とpHをプロットする。

問題

1. 2本の滴定曲線には、それぞれどのような特徴があるか。
2. 酢酸の滴定曲線で中和点の半分の滴定値のところのpH値を読み取り。理論値と比較せよ。酢酸の酸解離定数を 2×10^{-5} と近似して理論値を計算しよう。

探究例

グリシンの滴定曲線を類似の方法で描いてみよう。約0.050gずつの結晶を24-ウェルプレートのウェル2個に取り、それぞれ純水2mLで溶かす。一方を、0.10 mol/L 塩酸で、もう一方を0.10 mol/L NaOHで滴定する。1滴いれては、ゆすってまぜ、pHを調べる。

参考文献

- 1) 酸塩基に関するいくつかのスモールスケール実験, 荻野和子, 田嶋 智子, 東海林恵子, 金 和宏, 化学と教育, 49, 348 (2001)
- 2) アミノ酸の緩衝作用についてのスモールスケール実験, 東海林恵子, 荻野和子, 化学と教育, 50, 116 (2002)