

徹底追及！ホウ酸濃度

理数科 2 年

橋本 孝太

伊東 浩希

小川 健太

田中 亮馬

立和名 空

1 主題設定の理由

2011年の東北大震災でホウ酸が使われているということを知り、ホウ酸に対して興味をもったから。

2 目的

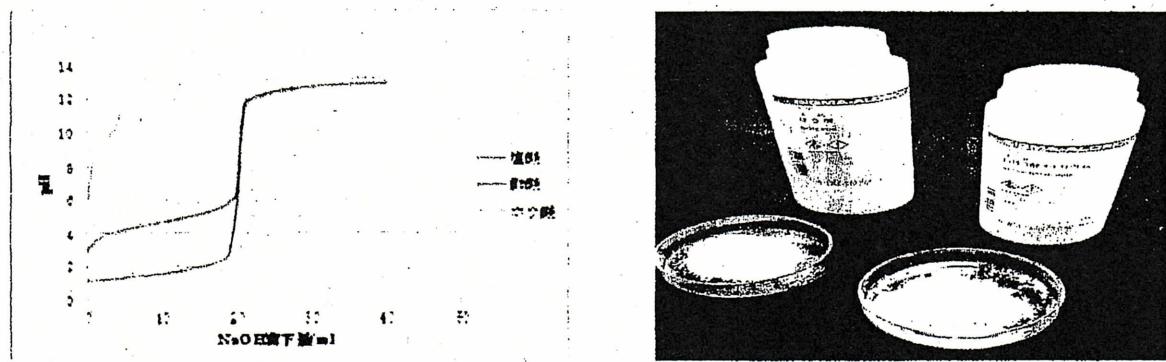
- (1) 中和滴定における一般的な酸とホウ酸の違いを明らかにして、その原因を考察する。
- (2) ホウ酸水溶液に加えた化合物が、混合溶液に影響を及ぼす原因とその活用方法を考察する。
- (3) ホウ酸を含む身近な物質について、通常の方法では測定不可能なものに挑戦して、その組成を比較、検証する。

3 実験

- (1) 様々な酸 (0.10mol/L 、 20mL) と、 0.10mol/L 水酸化ナトリウム水溶液と pH メーターを用いて、手作業で中和滴定曲線を作成した。対象の酸は教科書や参考書で見慣れたものだけでなく、リン酸やマロン酸等まで手に入る酸は全て滴定曲線を作つてその形を確かめた。
- (2) ホウ酸の pH を下げる可能性のある化合物を選び、炭素の数や分子構造を比較しやすいものを選んで、加える量を変化させて滴定曲線を作った。 0.10mol/L のホウ酸水溶液 20mL を用意し、加える化合物の量を $0.50\text{g} \sim 2.0\text{g}$ まで段階的に変えて 0.10mol/L の水酸化ナトリウム水溶液による滴定曲線を作った。
- (3) 身近にあるホウ酸を含む物質を集め、ソルビトールを加えた中和滴定でホウ酸濃度を測定して、ホウ酸含有量を調べる。
- (4) 右の写真 2 に示すような 6 種類のホウ酸団子を用意し、団子 1 個あたりの質量を測定して、すべてを $10\sim200\text{mL}$ の水に加えて加熱し、水溶液をろ過せず、けん濁液の状態に直接フェノールフタレンを加えて、pH を測定しながら滴定曲線を作る、また、加えるソルビトールの量を多くして（溶液 20mL に $1.0\sim5.0\text{g}$ ）最初の pH をできるだけ下げる、

4 結果

- (1) 予想とは形の違う滴定曲線が得られた酸も多かったが、酸の価数や電離度の変化を考えるよい材料となつた。本研究に関連する代表的な強酸（塩酸）と弱酸（酢酸）とホウ酸の結果をグラフ 1 に示す。



- (2) 実験結果では、炭素数3のグリセリンまでは加えることによるpHの値の減少がほとんど見られなかった。炭素数4のエリスリトールから炭素数の増加と共に徐々にpHの値が下がりはじめた。0.5g加えたとき、最もpHが下がったのはソルビトール(3.3)であり、加える量を増やすと途中のpHも徐々に下がって、pHジャンプも確認できるようになる。2.0g加えたとき、最もpHが下がったのはフルクトース(2.9)である。フルクトース、ソルビトール、マンニトールはいずれも炭素数6の化合物であり、pHを下げる効果は大きいが、下がり方には微妙な違いがある。グルコースやポリビニルアルコールを加えてもほとんどpHは変わらない。一般的にはソルビトールやマンニトールといった糖アルコール、及びフルクトースがpHをよく下げることが分かった。
- (3) 目薬や肥料ではどんなに工夫して滴定しても、明確なpHジャンプは得られず、当然、フェノールフタレインによる終点決定も不可能であった。
- (4) ホウ酸団子の中から試料4(メーカー名:アース)の中和滴定の結果を右のグラフ6に示す。何も加えないときはグラフにも明確なpHジャンプは現れず、フェノールフタレインの変色で中和点を確認することはできない。30mLの溶液に1.0gのソルビトールを加えるとpHは4.0以下まで下がり、pHジャンプも確認できて、フェノールフタレインの変色でも滴定の終点を決定することが出来るようになった。

5まとめ

- (1) 1価のルイス酸であるホウ酸はそのままでは塩基による中和滴定ができないが、ホウ酸が水溶液中で錯体を作る化合物を加えることでpHの値が下がり、滴定が可能になる。加える化合物によってpHの下がり方も異なり、糖アルコールであるソルビトールやマンニトールがpHを下げる働きが大きい。
- (2) ホウ酸のpHの下がり方は化合物とホウ酸が作る錯体の作りやすさや化合物の分子数に関係があり、糖アルコールは分子内に「隣接ジオール構造」を多く持ち、その他にもホウ酸が錯体を作りやすい構造を持つことがpHを良く下げる理由である。
- (3) ホウ酸を含む身近な物質でも、期待していた目薬や肥料では阻害物質のために中和滴定ができなかった。ゴキブリ駆除用のホウ酸団子は滴定方法を工夫することで濃度決定ができ、商品によるホウ酸含有率も調べることができた。

6感想

伊東：高校で改めてホウ酸の性質の凄さが知れてよかったです。

小川：小学校でも使われているものが、さまざまな所で活かされていることに驚いた。

立和名：身近で使われているホウ酸の濃度を測れて、よかったです。

田中：ホウ酸というものが以外に複雑なもので、驚いた。

橋本：ホウ酸がこんなにも利便性があることが興味深かったです。