

食品添加物のリン酸の定量

2616 曾我七海 2523 直江美紅 2621 立尾澄空

要旨

リン酸は摂りすぎると骨密度低下のおそれがある。普段口にする飲料水に含まれている食品添加物に興味を持ち、リン酸濃度の測定を行った。そのリン酸濃度を測定する方法として、モリブデンブルー法を用いた。吸光度の測定結果から計算により濃度を求め、炭酸飲料水にリン酸が多く含まれているという仮説のもと、各飲料水のリン酸濃度を比較した。結果は、リン酸が最も多く含まれている飲料水は午後の紅茶ミルクティーで、最も少ないのはコーヒーだった。

1. 目的

モリブデンブルー法で飲料水のリン酸の量を調べる。また、リン酸が多く含まれる飲料水にどんな特徴があるのか明らかにする。

2. 仮説

炭酸飲料にリン酸が多く含まれている。

<理由>

リン酸は飲料の保存のために使われていて、炭酸が抜けて、状態が変化する炭酸飲料はリン酸を多く含んでいると考えたから。

3. 使用した器具・装置

- ・分光光度計 (図 1)
- ・比色定量用セル (図 2)
- ・無水リン酸二水素ナトリウム
- ・モリブデン酸ナトリウム
- ・5 M硫酸溶液
- ・硫酸ヒドラジン
- ・純水
- ・c c レモン (図 3)
- ・ウィルキンソン
- ・コーヒー
- ・生茶
- ・午後の紅茶ミルクティー
- ・三ツ矢サイダー

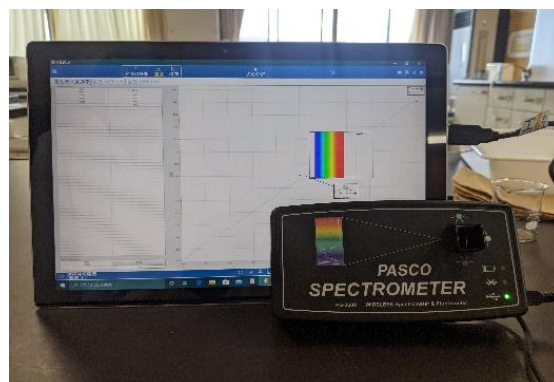


図 1 分光光度計

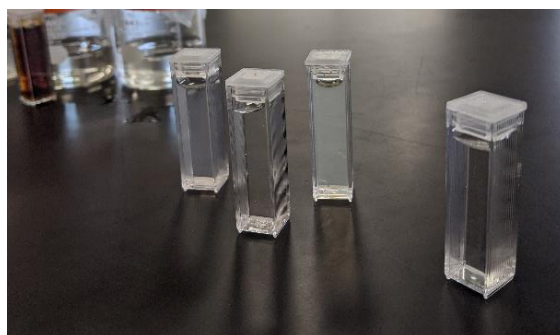


図 2 比色定量用セル



図 3 用いた飲料水

4. 研究・実験の手順

(1) 準備

①リン酸標準溶液 ($10 \mu\text{g PO}_4^{3-}/\text{mg}$) の調整 :

NaH_2PO_4 6.316g

を精杯し、200mL ビーカー中で純水に溶かし、1L メスフラスコで定容する。この溶液 2mL をホールピペットでとり、別の 1L メスフラスコで定容する。(A 液)

②モリブデン酸溶液の調製

Na_2MoO_4 2.50g を 100mL ビーカーの中で 5M H_2SO_4 溶液 100mL に、融解し 100mL ポリ瓶に保存する。

(B 液)

③硫酸ヒドラジン溶液 ($0.15\% \text{H}_2\text{NNH}_2 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$) 0.15g と純水 99.85g を 100mL ビーカー中で混合し、100mL ポリ瓶に保存する。(C 液)

硫酸ヒドラジンは発がん性物質なので取扱いには十分注意する。

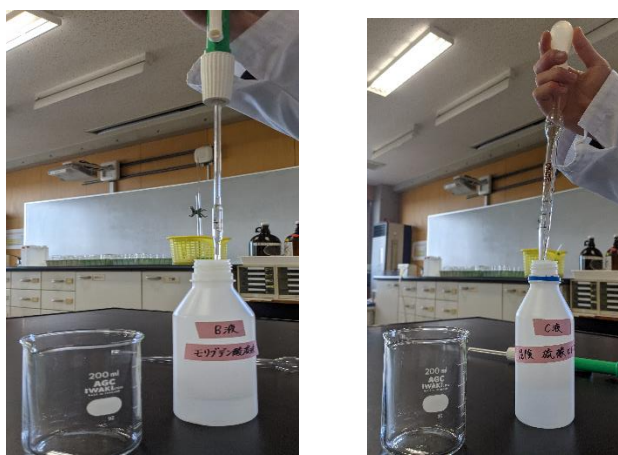
(2) 検量線を作成する

[操作]

① 3 個の 50mL 三角フラスコに、それぞれ A 液を 0, 5, 10mL 取り、液量がいずれも 25mL になるように純水を、それぞれ 25, 20, 15mL 加える。(A 液 0mL + 純水 25mL の溶液は空試験である)

② 各溶液に、B 液を 5mL (ホールピペットで採取)、C 液を 2mL (駒込ピペットで採取) 加える。

(図 1)



(図 1)

③ 100°C湯浴上で 10 分間加熱反応する。(図 2)



④ 冷水で急冷する。(図 3)



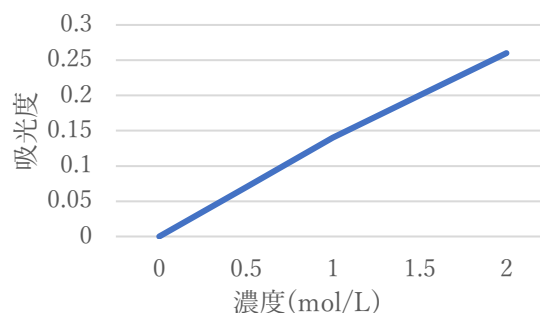
図 3 操作④での色の様子

⑤ 各溶液を、50mL メスフラスコに定量的に移し、50mL に定容する。

⑥ 比色定量用セルに取り、比色計を用いて 830nm における各溶液の吸光度測定を行う。

⑦ 得られた吸光度を用いて検量線を作成する。
リン酸イオン濃度はそれぞれ 0, 1, 2 (mol/L) であり、検量線の作成には、1 および 2 $\mu\text{g}/\text{mL}$ の吸光度から、それぞれ、空試験 (0 $\mu\text{g}/\text{mL}$) の値を引いた値を用いる。

検量線



検量線 $mC + b$

$m = 0.131 \pm 0.0056$ $b = 0.0032 \pm 0.0072$ 相関係数 = 0.999

(3) 炭酸飲料中のリン酸イオン濃度の定量

- ①市販炭酸飲料 5mL を取り、100℃湯浴上で加熱し、溶存炭酸ガスを追い出す。
これを 50mL メスフラスコに定量的に移し、50mL に定容する。その 1mL を 50mL 三角フラスコに取り、純水 24mL を加え、液量を 25mL とする。
- ②前節の 2～6 と同様の操作により、モリブデンブルー溶液の合成を行い、その吸光度を測定する。
- ③得られた吸光度から前節の 6 で得た空試験の吸光度を差し引いた吸光度に対応するリン酸イオン濃度を前節の 7 で作成した検量線から読み取る。
(モリブデンブルーの発色は還元時間および温度によって異なってくるので、すべての溶液の反応時間温度をできるだけ同条件にすることが測定誤差を少なくする上で重要)

(5) 吸光度から溶液の濃度を測定する

溶媒も媒液も同じ溶液では、 ϵ_λ をモル係数吸収係数、 l を光が溶液中を通り抜ける距離とすると、モル濃度 C と波長 λ における吸光度 A の間に、下式が成り立つことが知られており、ランベルト・ベールの法則と呼ばれる。

$A_\lambda = \epsilon_\lambda c l$

5. 結果

	吸光度 (L/c m· mol)	濃度 (mol/L)	リン酸 量(mg)	文献に よるリン 酸量 (mg)
ccレモン	0.048	0.350	0.175	10 未満
ウィルキンソン	0.088	0.620	0.310	1 未満
コーヒー	0.000	-0.030	-0.015	10 未満
生茶	0.096	0.700	0.350	1 未満
午後の紅茶ミルクティー	0.114	0.830	0.415	13 未満
三ツ矢サイダー	0.050	0.370	0.185	10 未満

6. 考察

- ①炭酸飲料水に多くのリン酸が含まれると仮説を立てたが、午後の紅茶ミルクティーが一番多く含まれていた。このことから、食品添加物のリン酸は、性質を保つことだけでなく、ほかの目的に用いられるのではないかと考えられる。また、誤差が生まれる要因として、モリブデンブルー法の発色は還元時間及び温度によって異なってくるので、すべての溶液の反応時間、温度をできるだけ同条件にできていないこと、また、器具(セル、レンズ)の汚れが考えられる。
- ②リン酸塩が含まれる飲料水には乳化剤が表示されているが、コーヒーには原材料が香辛料のみの表示だったため極端にリン酸の量が少なかったと考えられる。コーヒー牛乳やココア、缶コーヒーなどのリンは乳製品が使われている分だけ多くなっている。
- ③1日あたりのリン酸の最大摂取量は 3000 mg であり、飲料水だけで1日あたりのリン酸の最大摂取量を超えることは考えにくいだが、飲料水の過剰摂取には気を付けなければならない。

7. 展望

- ・なぜ炭酸飲用水にはリン酸が多く含まれなかったのか調べる。
- ・リン酸が多く含まれるといわれる食品（プロセスチーズ、ウインナー、ハムなど）のリン酸の量を定量する。
- ・固体では測定不可能であるため、ミキサーにかけて液状にしたものを測定する。

8. 謝辞

協力してくださった先生方ありがとうございました。

9. 参考文献、引用文献

楽しい化学の実験室 東京化学同人

サントリーHP mobile.suntory.co.jp

アサヒ飲料HP www.asahiinryo.co.jp