

食品添加物のリン酸の定量

3514 曾我七海 3517 立尾澄空 3625 直江美紅

要旨

リン酸は食品添加物としてあらゆる食品に含まれており、摂りすぎるとカルシウムの吸収を妨げ、骨密度が低下するおそれがある。普段口にする飲料水や食品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。飲料水は炭酸飲料水、食品は乳化剤が多く含まれる食品ほどリン酸が多く含まれているという仮説のもと実験を行った。結果は、リン酸が最も多く含まれている飲料水、食品は午後の紅茶ミルクティー、ウインナー、少ないのは、コーヒー、プロセスチーズだった。

1. 目的

モリブデンブルー法で飲料水、食品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や食品にどんな特徴があるのか明らかにする。

2. 仮説

飲料水には炭酸飲料にリン酸が多く含まれており、食品には乳化剤が多く含まれる食品ほどリン酸が多く含まれると考える。

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
- ・5 M硫酸溶液
- ・硫酸ヒドラジン
- ・純水
- ・モリブデン酸ナトリウム

(飲料水)

- ・c c レモン
- ・ウィルキンソン
- ・コーヒー
- ・生茶
- ・三ツ矢サイダー
- ・午後の紅茶ミルクティー

(食品)

- ・プロセスチーズ
- ・ソーセージ
- ・クランチチョコレート

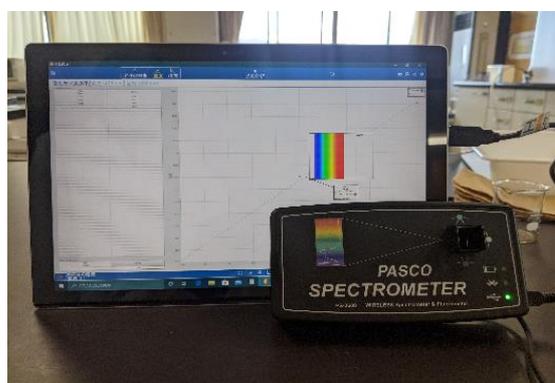


図 1 分光光度計

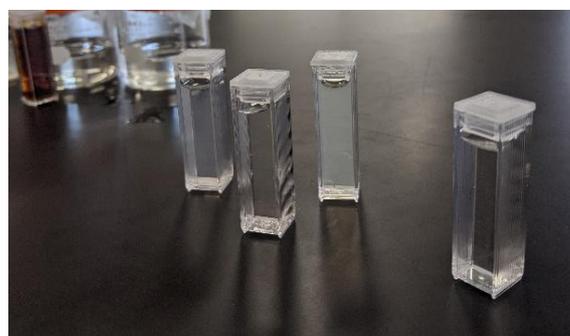


図 2 比色定量用セル

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 ($0.1\text{Na}_2\text{MoO}_4, 5\text{MH}_2\text{SO}_4$) の調製

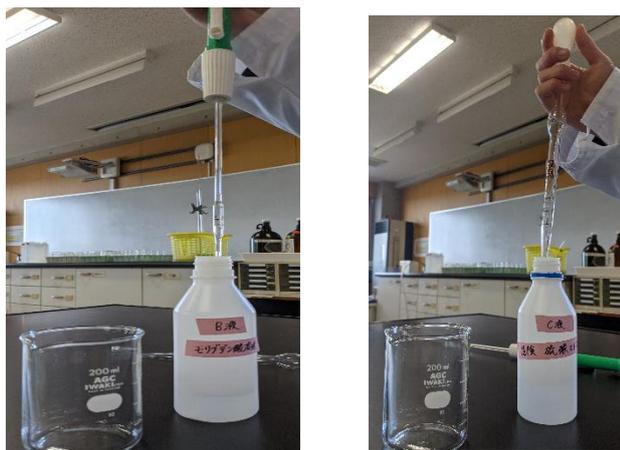
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 50g を 100mL ビーカーの中で $5\text{M}\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液 100mL に、融解し 100mL ポリ瓶に保存する。(B 液)

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 と純粋 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)



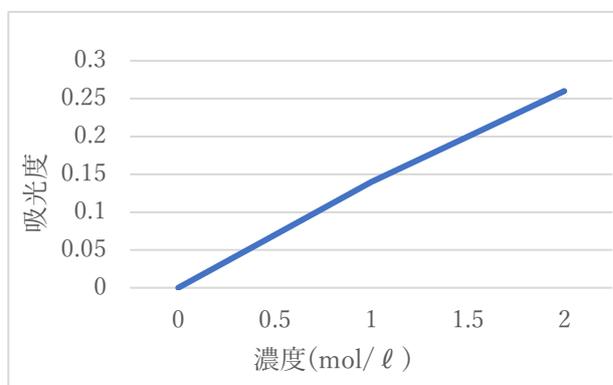
- ④ 冷水で急冷する。(図 3)



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 $mC + b$

$$m = 0.131 \pm 0.0056$$

$$b = 0.0032 \pm 0.0072$$

$$\text{相関係数} = 0.999$$

(3) リン酸イオン濃度の定量

- ① 市販炭酸飲料 5mL を取り、 100°C 湯浴上で加熱し、溶存炭酸ガスを追い出す。
食品 5g 乳鉢を使ってすり潰す
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)

(4) 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

$$A = \epsilon_\lambda c l$$

5. 結果

【飲料水】

	吸光度 ($1/c \cdot m$)	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

【食品】

	吸光度 ($1/c \cdot m$)	濃度 (mol/l)	リン酸量 (mg)	乳化剤 (mg)
チーズ	0.016	0.018	0.009	0.900
チョコ	0.050	0.370	0.185	0.750
ウインナー	0.114	0.843	0.421	0.840

6. 考察

【飲料水】

(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た。また、文献値と比べて出ているこのように考察をした。まず可能性として、誤差が考えられる。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、ボスザ・エスプレッソ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。

(3) リン酸の最大摂取量に対して飲料水がどれくらい影響を与えるのか。

1日あたりのリン酸の最大摂取量 3000 mg

飲料水	何本分で 1 日あたりの最大摂取量になるか
CCレモン	300 本
ウィルキンソン	3000 本以上
コーヒー	300 本

生茶	3000 本
午後の紅茶ミルクティー	230 本
三ツ矢サイダー	3000 本以上

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ですが、飲料水の過剰摂取には気を付けなければならない。

【食品】

乳化剤の量とリン酸の量は関係がないかもしれない。

しかし、調べる食品が少ないため言い切ることができない。

7. 展望

【飲料水】

1, 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。

2, 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。

【食品】

調べる食品を増やし、リン酸と乳化剤の関係を調べる。

8. 謝辞

協力して下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 www.suntory.co.jp

アサヒ飲料HP www.asahiinryo.co.jp