

飲料中の酸化防止剤の含有量とそれに伴う味覚変化について

5年A組 岩本 陸

5年C組 太田 吏音

指導教員 鵜飼 哲真

1. 概要

私たちが普段口にして飲んでいる飲料には様々な食品添加物含まれており、その中の1つであるビタミンC (*L*-アスコルビン酸 $C_6H_8O_6$) には酸化防止剤として腐敗を防ぐはたらきがある。飲料が空気中の酸素と触れることにより、含まれるアスコルビン酸はどの程度消費され、飲料の味覚にどのような変化が生じるのか、調査した。

2. はじめに

アスコルビン酸 (ascorbic acid) はラク톤構造の持つ有機化合物の一種であり、還元型の *L*-アスコルビン酸は栄養素の一つであるビタミンCとして、世界中で広く知られている。アスコルビン酸には還元型と、その二電子酸化酸物であるデヒドロアスコルビン酸の2つが存在し、還元型であるアスコルビン酸が何らかの酸化剤によって酸化されると、酸化型であるデヒドロアスコルビン酸が生成される (図1)。

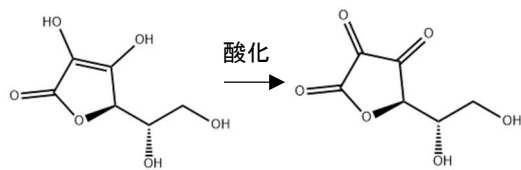


図1 アスコルビン酸の酸化

飲料中に含まれている *L*-アスコルビン酸は、空気中の酸素から飲料の成分をまもる酸化防止剤としての役割があり、食品中で酸化されると酸化剤のはたらきも持つため、品質改良剤としても使用される。

3. 実験方法

酸化還元滴定により、還元剤である *L*-アスコルビン酸の含有量を求めた。

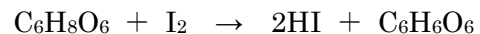
●調べた試料

- 4.0×10^{-3} mol/L のアスコルビン水溶液 (0.07g のアスコルビン酸を純水に溶かして 100mL にしたもの)
- 市販の緑茶 (お〜いお茶@伊藤園)
- 市販のレモン水 (キレートレモン @POKKASAPPOROFOOD& BEVERAGE LTD.)

(1) ヨウ素を用いた酸化還元滴定

酸化剤にヨウ素を用いて滴定実験を行い、アスコルビン酸の含有量を測定した。

○反応式



時間経過や外的環境と含有量との関係を考察するため、3つの試料 (アスコルビン水溶液、緑茶、レモン水) を以下の条件1~4で保存し、1日ごとに滴定による定量を試みた (図2)。

	容器のふた	保存方法
条件 1	有り	冷蔵
条件 2	有り	常温
条件 3	無し	冷蔵
条件 4	無し	常温

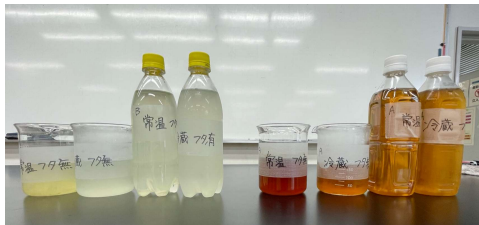


図 2 測定した試料

[実験操作]

- ① 試料の水溶液を 1mL はかり取り，コンカルビーカーに入れた。
- ② 操作①の水溶液に指示薬として 1%デンプン水溶液を数滴加えた。
- ③ $5.71 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液をビュレットに入れ，操作②の水溶液に滴下した（図 3）。水溶液の色がかすかに青紫色を呈したところを終点とした（図 4）。



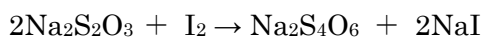
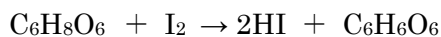
図 3



図 4

(2) チオ硫酸ナトリウムを用いた逆滴定

○反応式



[実験操作]

- ① 試料の水溶液を 1mL はかりとり，コンカルビーカーに入れた。

- ② 操作①の水溶液に含まれるアスコルビン酸をすべて酸化させるのに十分な量の $3.17 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液（緑茶には 5mL，レモン水には 10 mL）を加えた。
- ③ チオ硫酸ナトリウム水溶液の標準溶液（緑茶は $6.32 \times 10^{-2} \text{mol/L}$ ，レモン水は $3.16 \times 10^{-2} \text{mol/L}$ ）をビュレットに入れ，操作②の水溶液に滴下した。水溶液の色が無色に近づいたところで，指示薬として 1%デンプン水溶液を数滴加えた。標準溶液の滴下を再開し，水溶液の青色が消えたところで終点とした。

(3) 官能調査

人間の五感を利用して食品の品質を評価する官能調査を用いて味覚変化について測定した。具体的な方法として，2点嗜好試験法を開封直後と3日間常温保存した緑茶で試みた。加えて，苦味・甘味・香り・色をそれぞれの尺度で評価するプロファイル法も用いた。

4. 結果

各実験において，室内の気温は 10.1～16.0℃であった。

(1) ヨウ素を用いた酸化還元滴定の結果

実験(1)の結果を図 5～7 に示す。（各グラフは，3回の滴定結果の平均を用いて作成）

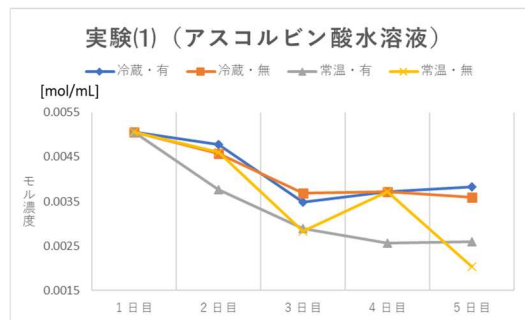


図 5

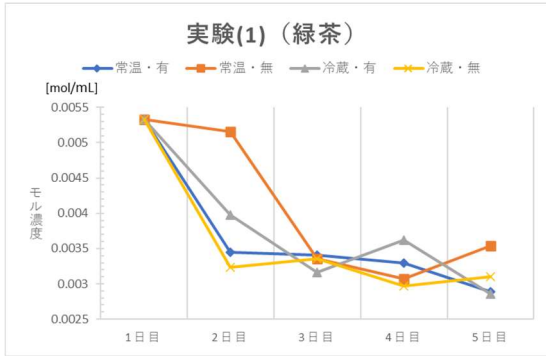


図 6

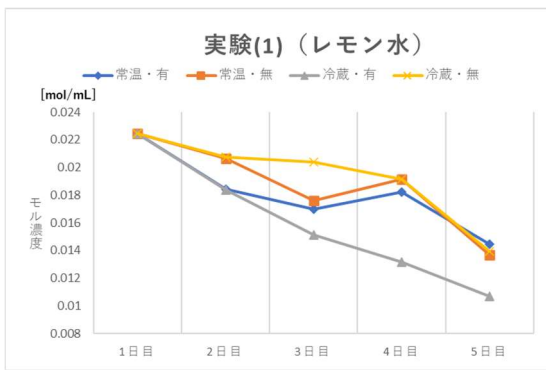


図 7

(2) チオ硫酸ナトリウムを用いた逆滴定の結果

実験(2)の結果を図 8 に示す。

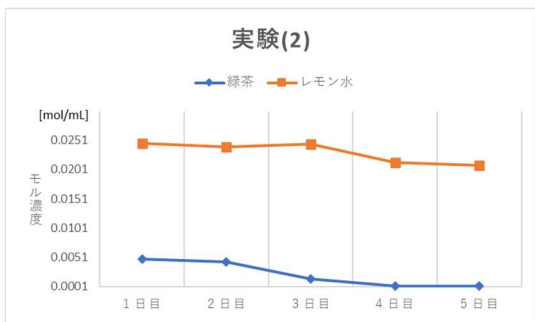


図 8

(3) 官能調査の結果

プロファイル法では、以下の通りに回答を求めた。

- とても苦い 4 ⇨ 1 苦くない
- とても甘い 4 ⇨ 1 甘くない
- 香りが強い 4 ⇨ 1 香りが弱い
- 色が濃い 4 ⇨ 1 色が薄い



図 9 官能調査のサンプル

表 1 官能調査の結果

		被験者 1		被験者 2		被験者 3	
		開封直後	3日放置	開封直後	3日放置	開封直後	3日放置
2点識別法	味の好み		○		○		○
プロファイル法	苦味	3	2	4	3	1	2
	甘味	1	1	1	2	3	2
	香り	3	2	2	1	4	2
	色	2	2	2	2	3	4

※2点識別法(2点嗜好試験)で好ましいと選択された方に○印。

5. 考察

図 5~7 のグラフから、飲料中のアスコルビン酸の含有量は日数の経過と共に減少していくことが分かる。調製したアスコルビン酸水溶液と緑茶のグラフに差異は見られず、3日目までは大きく減少し、それ以降は緩やかであった。一方で、レモン水は5~6日目まで直線的に減少した。これは緑茶に比べてレモン水の方がアスコルビン酸濃度は大きく、1日あたりの平均の反応速度はレモン水の方が大きくなるためと考えられる。

各試料に共通して、初期値(1日目の含有量)の50%ほど下回った日以降は、減少が緩やかになるようすが見られた。また、保存条件の違いとアスコルビン酸減少率に相関は見られなかった。

実験(1)では外れ値が多数存在した。その理由として、アスコルビン酸でない別の含有成分が影響した可能性と、標準溶液であ

るヨウ素溶液の濃度が保存環境により安定しなかった可能性が考えられる。

そこで、標準溶液としてより安定なチオ硫酸ナトリウムを用いて実験(2)を行った。図 8 と実験(1)の結果を比較すると、緑茶は緩やかな減少となり、3~4 日目にかけて減少率が大きくなった。レモン水は実験(1)と同様のグラフになった。実験(1)に比べて正確な定量ができ、実験の精度は向上したことから、図 8 に示すグラフは信用性が高いと考えている。

以上の結果より、緑茶は開封初日から 3 日目にかけて、アスコルビン酸濃度が大きく変化することがわかった。そこで、緑茶を用いて官能調査(実験(3))を計画した。表 1 に示す通り、2 点識別法の結果、全員が「3 日放置した緑茶を好む」を選択した。プロファイル法の結果では「苦味」と「香り」の点で評価が分かれていた。憶測の域を出ないが、3 日間放置した飲料は開封直後の飲料と比べてアスコルビン酸が減少しており、それが味の変化に影響を与えているのではないだろうか。この考察が正しければ、飲料メーカーはなるべく良質な味を保つために、商品には酸化防止剤として最小限必要な量のアスコルビン酸しか添加されていないのではないかと考えられる。

6. 今後の展望

今回、本研究が身近な社会に貢献するための核なると考えている、「酸化防止剤の変化による味覚変化」を統計的に結論づけるには不十分な結果であった。飲料が製造されてからの日数や、気温や湿度などの外的環境、実験で用いる溶液の濃度など、様々な条件の影響を受けて実験結果に誤差が生じ、

正確なデータを収集するのが困難であった。今後は本研究で行った実験をもとに、どんな環境下でも容易かつ正確なアスコルビン酸含有量を測定できる実験方法を確立したい。

また、今回はアスコルビン酸の酸化還元反応という化学的視点から実験を行い、飲料の酸化(腐敗)について考えたが、今後はそれに伴う味覚の変化や、飲料としての腐敗についても考えていきたい。そのためには、飲料には、アスコルビン酸以外の酸化防止剤が含まれている可能性も考慮する必要がある。飲料の成分分析が必要になってくることから、将来的には食品学のアプローチも取り入れていきたい。特に、実験(3)の官能調査においては被験者数(標本)が少なかったため、今後は調査の安全性を確保し、多くのサンプルを収集していきたい。

7. 参考文献

- 1) 衛藤大青, 「市販緑茶飲料中に含まれる還元型ビタミン C の保存状態における酸化速度の違い」, 別府大学短期大学部紀要 2011, 第 30 号.
- 2) 石井謙二ほか, 「L-アスコルビン酸とその酸化分解」, 栄養学雑誌, 1990, Vol.48 No.4 149~156.
- 3) 水品善之ほか, 「食品学 I ~食べ物と健康-食品の成分と機能を学ぶ(栄養科学イラストレイテッド)」羊土社.