

グレープフルーツと銅イオン

堺井 麻央 高瀬 奈々子 西田さつき 東本 優海

【概要】

私たちはグレープフルーツと銅イオンに興味があったため、グレープフルーツで銅イオンを取り除けるか研究した。この実験で最も重要なことは、廃棄物の有効利用だ。

We are interested in grapefruit and copper ion. We studied with a grapefruit, removed copper ions. In this experiment, the most important point is making the best of waste.

【研究動機】

近年、人口爆発によりたくさん問題が引き起こされている。

その一つがごみ問題である。そこで、環境問題を少しでも緩和するため、ごみとされるものの有効利用を考えた。数ある生ごみの中で私たちが目をつけたのが果物の皮だ。果物は廃棄率が高く、香りもよいためである。そのなかでもグレープフルーツは世界で広く流通している。比較的廃棄率が高く皮の苦味成分であるリモネンなどにより苦味が強く、食用にはあまり向かないため、菓子などの利用が少ない。

柑橘類全体で考えると、外果皮から抽出されるリモネンは、油汚れの分解や発泡スチロールを溶かすなど清掃の分野で使われる。また、クエン酸やビタミンCが豊富に含まれている。比較的苦味の少ないものは、マーマレードなどのジャム、ゆず味噌など、菓子や食料品として使われる。このような一般的な利用方法以外に、使えないかと考えた。

もう一つの問題は飲料水についての問題である。日本の家庭に配管された水道管の中には、低い確率ではあるがダクタイル鋳鉄管という金属管が使われている。そこから溶け出して水道水に混入した銅などの重金属の多くが、微量でも人体に有害である。これらの重金属は特に有害性が強く公害の原因物質となった。重金属は体内に取り込まれやすく、いったん体内に入ると排出しにくい。少量の重金属が混入した水は無色透明であるため、気づくことができない。日常生活で最も必要不可欠な水を確保する

ことは非常に重要である。

【研究目的】

グレープフルーツは、綿状の中果皮が比較的多いので、これを利用して、身体に有害なものを吸着して、安全な水を得ることに使えないかと考えた。

先行研究を参考にし、身体に害のある重金属を取り除くことを研究の目的とした。

最終目標は、グレープフルーツの皮を利用することにより重金属が混入した水から重金属を取り除き、安心安全な飲料水を得ることである。

【仮説】

グレープフルーツの皮を用いて、飲料水に含まれる有害物質を取り除けるのではないかと考えた。

疎水性の物質の吸着

1. リモネン他の精油成分や糖類等により吸着されやすい物質(無極性の物質が中心)があるのではないかと考えた。

親水性の物質の吸着

2. 銅イオンの直径、形状とセルロースの網目が適当であれば、セルロースにより、イオンや極性物質が吸着されやすいのではないかと考えた。特に、味や臭いが無いが、重大な障害を引き起こす重金属が吸着できるのではないかと考えた。

1の場合、グレープフルーツに含まれる特有の成分が吸着を促進することが考えられるため、あまり洗わない方が良い。

2の場合、グレープフルーツに含まれる成分が吸着の邪魔をするため、しっかり洗

い、純粋なセルロースに近づける方がいい。

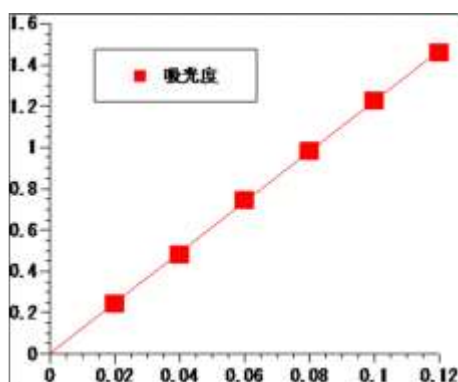
1は相互作用が複雑で、濁った状態が効果的という可能性もあるので、分光光度計で調べやすい2について検証することとした。

【実験器具・薬品】

攪拌器 攪拌子 ミキサー まな板
 注射器 フィルター 光学セル 包丁
 アスピレーター ビーカー アセトン
 分光光度計 メスフラスコ ガラス棒
 桐山ロート エタノール

【実験方法】

予備実験で、硫酸銅五水和物 (CuSO₄ · 5H₂O) を使用して分光光度計で測定する際の吸光度の値を 1 付近にするため 0.08mol/L の水溶液が適切であることを確かめ、これを標準溶液とした。



CuSO₄ の検量線

濃度 (mol/L) 図-1

吸光度とモル濃度の検量線を引き、最小二乗法、直線回帰によりカーブフィッティングをした。(図-1)

カーブフィッティングの結果

$$f(x) = 1.221243E+1 * x + 2.146667E-3$$

$$R^2 = 9.997911E-1$$

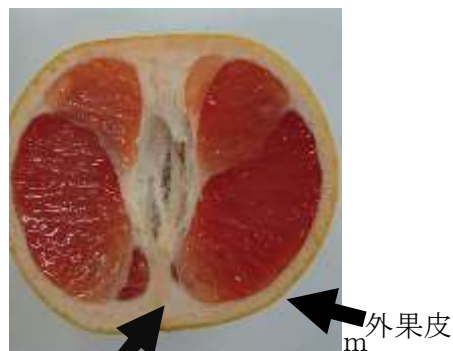
となり有効数字を考えると

$$f(x) = 12.2x$$

$$R^2 = 1.00$$

R² 値が 1 に近いので濃度と吸光度の相互関係が確かめられ、メスフラスコとホールピペットによる希釈操作精度が高いことが証明できた。

このことから正確な実験といえる。



中果皮 図-2

中果皮と外果皮の定義について

図-2 の外側の黄色い部分を外果皮、外果皮の内側の白い部分を中果皮とした。そのまま使用、減圧ろ過して使用の 2 種類に分けた。2 種類とも 0.2g、0.4g、0.6g ずつ用意し、それぞれ 20ml の硫酸銅水溶液につけて、攪拌器で 5 分間攪拌し、フィルターをつけた注射器で溶液を採取した。採取した溶液を分光光度計で測定した。

吸光度 (A)

【実験結果】

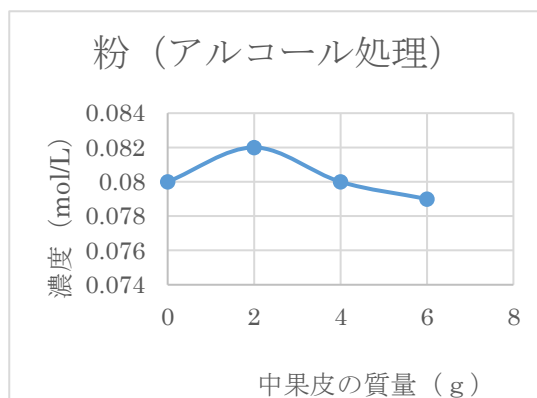


図-3

図-3 はアルコールで洗浄し、粉状になった中果皮を用いて行った実験の結果
この図から、中果皮の質量が 0g から 0.2g にかけては濃度が増加し、0.2g から 0.6g にかけては減少していることが分かる。

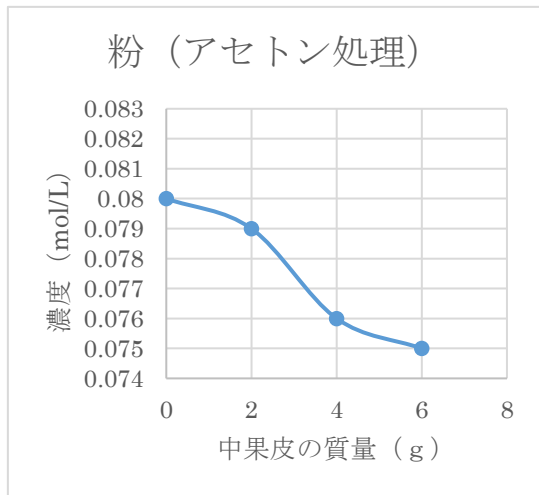


図-4

図-4 はアセトンで洗浄し、粉状になった中果皮を用いて行った実験の結果
はじめから緩やかに減少している。特に 0.2g から 0.47g にかけての減少の幅が大きい。

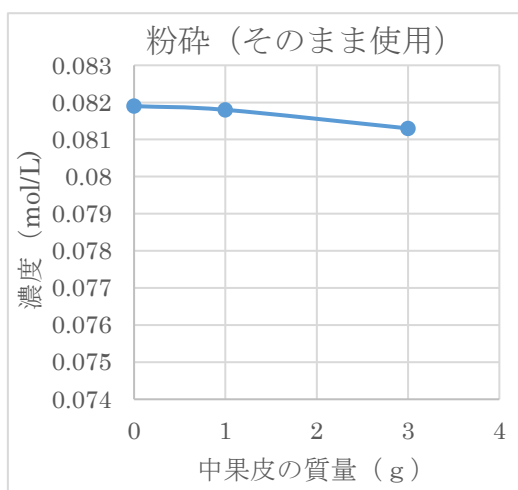


図-5

図-5 中果皮を粉碎して、そのまま用いて行

った実験の結果

この図から濃度にほとんど変化がないことが分かる。

次に三つのグラフを重ねたものを示す。

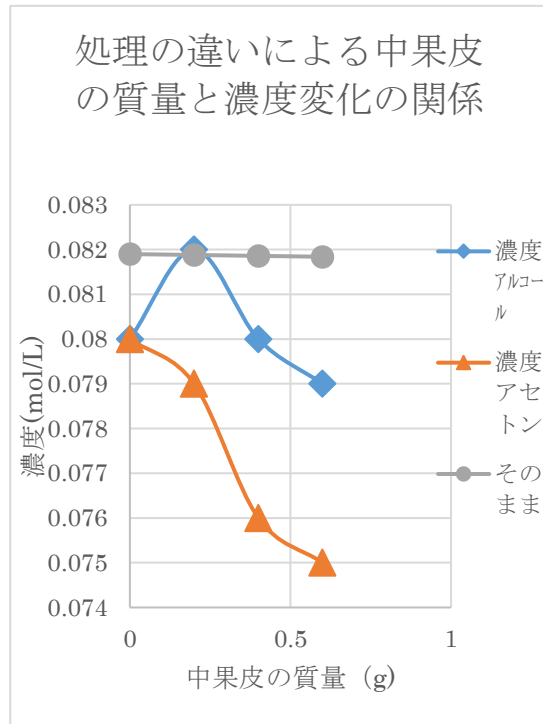


図-6

【考察】

● 中果皮をそのまま使用した実験

濃度 0.00050mol/L 減少 全体の 0.63%
中果皮中の様々な成分（糖分や油分など）が銅イオンの吸着の邪魔をしていると考えられる。

● アルコール処理をした実験

濃度 0.0024mol/L 減少 全体の 3.0%
硫酸銅水溶液に対して中果皮の質量が少量だったため、0.2g までは水溶液中の水だけを吸い、吸光度が上昇した。そして一定量の値を超えると硫酸銅を吸うことができると考えた。初めに濃度が増加したのは溶液中の金属を吸着せず水だけを吸着したためである。アセトンと比べ見た目にもしっと

りしていたことから、これは、アルコール処理したものがしっかり洗えておらず、水を吸収しやすく銅イオンを吸着しにくい物質を含んでいたことが予測される。

● アセトン処理をした実験

濃度 0.0043mol/L 減少 全体の 5.4%

アセトンは、中果皮中の成分（油分・糖分など）を疎水性のものから親水性のものまで溶かすことができる。よって中果皮をきれいに洗うことができ、銅イオンをより吸着すると考えた。

フィルターのサイズについて

銅イオンの直径は 1.44 nm、フィルターは 0.2 μm であり、銅イオンの方が小さいが全ての実験でフィルターを使用しているため、結果には影響しないものとした。

これまでの実験から、中果皮をきれいに洗い、中の成分を取り除いた方が水溶液中の銅イオンを吸着すると考えられる。手を加えず、放置するとすぐにカビが発生してしまうが、よく洗い乾燥させることで長期保存が可能であると思われる。検量線が正確に引けていることから、濃度の減少は誤差でなく有意な差であるといえる。

アセトン処理をした中果皮で良質な粉状のセルロースができた。しかし、アセトンには発がん性があり体内に入れることを考えるとよくないので、アセトンをほとんど使わずにアルコールで洗うほうがよい。中果皮と同じようにろ紙も粉にすること試してみたが、繊維が長いため、ドロドロになり、上手くできない。それに比べ、中果皮の繊維は短いため、さらさらできれいな粉末になる。

今回の量関係では初めに目標としていた吸着量ほど取り除くことはできなかったが、

中果皮の量を増やすことによりさらに多くの銅イオンを取り除くことができる可能性はあると言える。

見た目に色のついていると分かるほどの重金属が混入した溶液から重金属を取り除くことはできないが、目で色が分からない程度の濃度であれば重金属を取り除くことができる。

近々起こるといわれている南海トラフ地震では、水が不足することが考えられる。災害時の水の確保は非常に重要なことである。汚染された水であっても中果皮の粉を使えば、一度に取り除くことができる重金属の量は微々たる物であるが、長期的な面で考えると、体内に蓄積される重金属の量を大幅に減らすことができる。

有機溶媒を使うか、使わないかが大きな課題である。もし使うならばきちんと取り除く方法を見つけることが必要だ。飲料水に使うなら有機溶媒そのものの毒性、コスト等から考えて、使わないほうがいい。

しかし今回の実験で有機溶媒を使うことにより粉末を得ることができたため、効率、安全性ともによい方法を得られるとよりよい。

【参考文献】

web ページ

<http://ysgv.jp/waterlab/1676>

水道水に混入した重金属に要注意!!

http://pmsl.planet.sci.kobe-u.ac.jp/~seto/?page_id=51 イオン半径

ISBN978-4-407-20217-5C4343 実教出版株式会社 化学 教科書,

ISBN978-4-407-33378-7C7043 実教出版株式会社 化学 資料集,
家庭科 資料集