

# グアバの葉，コーヒー殻による銅(Ⅱ)イオン吸着実験

5年A組 大山 喜千

4年B組 高井 ゆり

Chitralada School Prawduen Bodharamik

Pimmada Faraksa

指導教員 松浦 紀之

## 1. 概要

重金属イオンの下水道や河川などへの排出は、法律や規制によって厳しく規制されている。そのため、適切な処理が必要であり対応にはコストがかかる。そこで、グアバの葉およびコーヒー殻を用いて、水溶液中の銅(Ⅱ)イオンの吸着実験を行った。どちらも水中から銅(Ⅱ)イオンの吸着されることが分かった。しかし、今回の実験では、水中からの銅(Ⅱ)イオンの除去が、タンニンに結合によるものか、グアバの葉やコーヒー殻の繊維に直接吸着によるものか、どちらの効果が大きかったのかは分からなかった。

キーワード グアバ コーヒー タンニン ポリフェノール 銅(Ⅱ)イオン 吸着

## 2. はじめに

工業排水には、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ などの重金属イオンが含まれていることがある。これらは河川や海を汚染し、生態系に影響を及ぼす。私たちは、植物に含まれるポリフェノールが持つ重金属イオン吸着能力に着目することで、水中の重金属イオンを回収できるのではないかと考えた。ポリフェノールを含むグアバ(フトモモ科の熱帯性低木)の葉およびコーヒー殻を用いた  $\text{Cu}^{2+}$ の吸着実験は、日本・タイの高校生4名による共同研究として実施した。

## 3. 実験操作

グアバの葉はバンコク市内で採取して自然乾燥させて細かく切り刻んだ。コーヒー殻はペルー産コーヒー豆を挽き(中細挽き)、コーヒー抽出後の殻を自然乾燥させた。

### (1) グアバの葉とコーヒー殻中の総ポリフェノール量の測定

総ポリフェノールの定量は、Folin-Denis法により行った<sup>1)</sup>。濃度の異なるタンニン酸水溶液に、フォーリン試薬 1.0 mL、20%炭酸ナトリウム水溶液 5.0 mL を加え、20分放置した。分光光度計により 735 nm の吸光度を測定することで、検量線を作成した。

ガラス製容器にグアバの葉 1.0 g、30%エタノール水溶液を入れ、栓をして 70°C の水浴中で 3 時間攪拌した。吸引ろ過後のろ液を希釈し、フォーリン試薬 1.0 mL、20%炭酸ナトリウム水溶液 5.0 mL を加えた。20分経過後、分光光度計により 735 nm の吸光度を測定し、検量線より総ポリフェノール量を見積もった。コーヒー殻についても同様に行った。

## (2) ヨウ素滴定法によるグアバの葉、コーヒー殻の Cu<sup>2+</sup>吸着量測定

グアバの葉（またはコーヒー殻）0.50 g ~ 2.50 g (0.50 g ごと)を、1.0%硫酸銅(II)水溶液 100 mL が入った三角フラスコに入れ、室温で 30 分攪拌した。吸引ろ過後、ヨウ化カリウムを 0.60 g を加えて 1 分間攪拌した。この溶液を 0.080 mol/L チオ硫酸ナトリウム水溶液により滴定することで、グアバの葉またはコーヒー殻に吸着されなかった Cu<sup>2+</sup>の量を求めた (図 1) <sup>2)</sup>。

### 4. 結果と考察

#### (1) グアバの葉とコーヒー殻中の総ポリフェノール量

タンニン酸水溶液の濃度と Folin-Denis 法より求めた 735 nm の吸光度との関係は、0.50 ~ 10 mg/L の濃度範囲で直線になった ( $r^2 = 0.98$ ) (図 2)。この検量線を用いて、グアバの葉およびコーヒー殻 1.0 g から抽出された総ポリフェノール量を見積もると、それぞれ 3.30 mg, 0.40 mg であった (総ポリフェノール量; グアバの葉の粉末/コーヒ

ー殻 = 7.8)。これより、Cu<sup>2+</sup>の吸着能力はコーヒー殻よりグアバの葉の方が優れていると予想できる。ポリフェノールには水溶性と不溶性の 2 種類があることが知られている <sup>3)</sup>。水溶性ポリフェノールが Cu<sup>2+</sup>を吸着しても、結合により生じた化学種は水に溶けやすいと考えられ、水中から除去することは難しい。そこで、フェノールとホルマリンから、メチレン基-CH<sub>2</sub>-により架橋されたプラスチックであるベークライトを合成する反応に注目した。この反応を応用することで、水溶性ポリフェノールを重合できないかと考えた。ポリフェノールがさらに重合して高分子化すると、水に不溶性固体となり、吸着された Cu<sup>2+</sup>はろ過により容易に取り除くことが可能になる。

グアバの葉（またはコーヒー殻）1.0 g, ホルマリン 5.0 mL, 0.10 mol/L の硫酸 20 mL を三角フラスコに入れて栓をし、60°C の水浴中で 2 時間攪拌した。遠心分離により粉末を沈殿させて上澄みを取り除き、蒸留水で洗浄する手順を 5 回繰り返したのち、吸引ろ過し、得られた固体は自然乾燥させた <sup>4)</sup>。

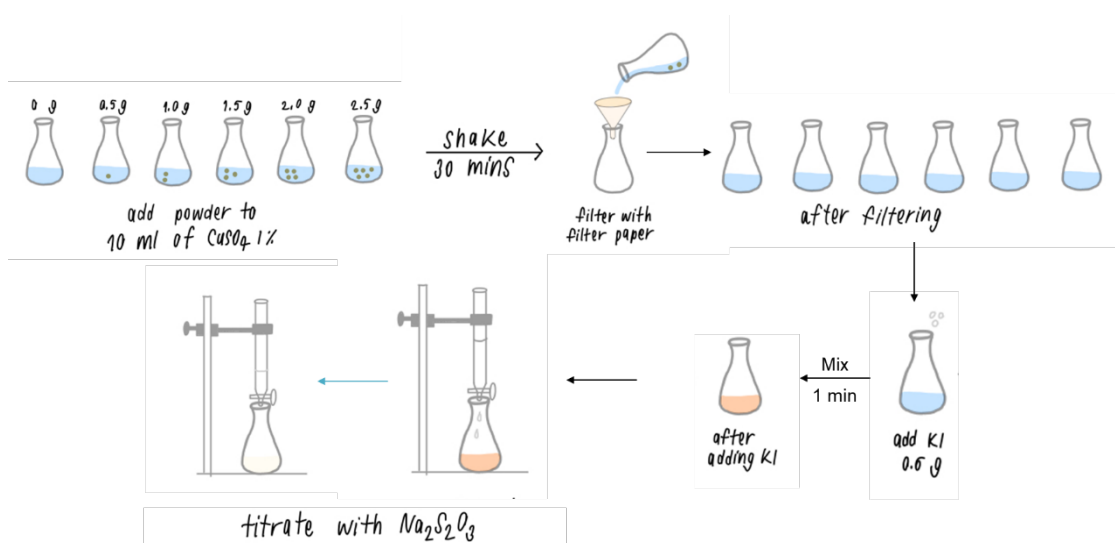


図 1. ヨウ素滴定法によるグアバの葉、コーヒー殻の Cu<sup>2+</sup>吸着量測定

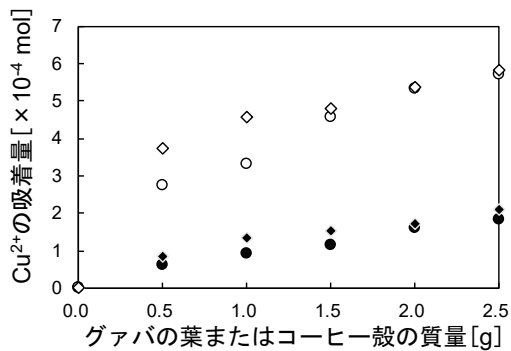


図1. Folin-Denis 法により作成した検量線

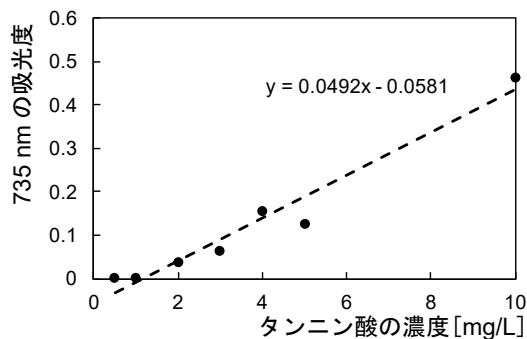


図2. グァバの葉またはコーヒー殻に対する Cu<sup>2+</sup>の吸着量

●コーヒー殻, ◆コーヒー殻(ホルマリン処理)  
○グァバの葉, ◇グァバの葉(ホルマリン処理)

同じ質量当たりの Cu<sup>2+</sup>の吸着量は、コーヒー殻よりグァバの葉の方が多かった。これはポリフェノールの含有量の差と一致した。グァバの葉、コーヒー殻のいずれも、ホルマリン処理の有無による Cu<sup>2+</sup>の吸着量の差は大きくなかった (図3)。この理由としては、水溶性ポリフェノールが高分子化されなかったことが考えられる。また、Cu<sup>2+</sup>の吸着について、ポリフェノールとの結合による効果よりも、グァバの葉やコーヒー殻への直接の吸着の効果の方が大きかった可能性もある。

## 5. まとめ・今後の予定

今回用いたグァバの葉、コーヒー殻は、工業排水などから重金属イオンを取り除くのに利用できることが分かった。重金属が吸着したグァバの葉、コーヒー殻は、燃焼させることで重金属を回収することができる。今後は、重金属イオンの吸着のメカニズムについて詳細に調べ、他の異なる種類の重金属イオンについても実験を行っていききたい。

本研究は、立命館高校 SSH 科学技術人材育成重点枠の支援により実施したものである。

## 参考文献

- 1) 藤田修三, 山田和彦, 食品学実験書第 3 版, 医歯薬出版, 2017, pp.115-116.
- 2) 松岡雅忠, 化学と教育 2014, 62, 594.
- 3) 村松敬一郎, 茶の科学, 朝倉書店, 1991, pp.115-123.
- 4) 木村優, 山下博美, 駒田順子, 分析化学 1985, 35, 400.