

珈琲の成分の経時変化について

徳島県立城南高等学校 応用数理科 三年 濱 木下 永穂

1. 概要

私たちの研究の目的は、コーヒーの味の変化の原因を特定し、その変化を抑制する物質を探すことである。先輩の煎茶の研究では計測に紫外可視分光光度計、HPLC が用いられていたため、私たちもそれらを用いて吸光度を計測することにした。加えて、コーヒーの酸味には、pH が関係していると考え、pH メーターも用いることにした。研究の手順として、まずコーヒーの吸光度とpHの変化を調べる。次に、コーヒーの変化の主たる原因となる成分の特定をする。最後にコーヒーの経時変化を抑える物質を模索するという予定を立て、研究を行った。コーヒーの主成分の一つであるクロロゲン酸の酸化が味の変化の原因である、という仮説を設定した。さらに、豆の品種の中でも、ロブスタ種にはクロロゲン酸が多く含まれているという文献の記載があったので、実験に用いるコーヒー豆はロブスタ種に設定した。そして、実験の際にコーヒーの再現性を高めるため、コーヒーメーカーを購入し、コーヒーの淹れ方を一通りに設定した。コーヒーを一定の温度に保ちながら、そのまま放置したとき、窒素を曝気したとき、空気を曝気したとき、の3つの条件でそれぞれのpH、吸光度の変化を追う実験を行った。それから、HPLC を用いてクロロゲン酸の濃度の変化、物質の増減などを調べた。

Abstract

We noticed that coffee goes sour in few hours after it is made. So, we are trying to detect what makes coffee's sour. Coffee contains a lot of chemical compounds, for instance caffeine, quinic acid, chlorogenic acid, and so on. If we succeeded in detecting it, we will be able to stop the chemical reaction which makes coffee sour. We made two hypothesis. First, the chemical composition of coffee changes due to oxidation. Second, the main cause of coffee change is chlorogenic acid. We bought a coffee maker that is drip type and use paper filter because it can make highly reproducible coffee. And we used Robusta coffee beans for the experiment coffee because it has more chlorogenic acid than Arabica coffee beans. We measured the pH and absorbance of coffee. We changed condition of coffee by aeration and compared with chlorogenic acid. Coffee's pH value got lower as time passes and absorbance changed at these (200~600nm) rays. Change in absorbance caused by aeration were bigger than that of nitrogen. Absorbance of chlorogenic acid and coffee is overlapping near 325nm. From our research, we found that air makes coffee sour and chlorogenic acid is changed.

2. 研究の動機・目的

研究テーマである「コーヒーの経時変化」に注目した理由は、淹れてから時間が経ってしまったドリップコーヒーを飲むと、強い酸味を感じたからである。本来苦いものであるコーヒーから、なぜ強い酸味を感じたのか。私たちはそれを疑問に思ったので、本研究を行うことを決めた。また、

先輩が煎茶の味の劣化についての研究をしていたことも理由の一つである。加えて、コーヒーに関する資料はお茶と比較すると少なく、コーヒー自体の研究はあまり進んでいないのではないかと感じたためである。さらに、研究結果を様々なものの劣化防止に応用できて、例えば災害時の食品管理などに、応用できないかと考える。

3. 研究の仮説

研究を進めるにあたって次の二つの仮説を立てた。まず、コーヒーの成分は酸化によって変化していると考えた。「コーヒーの科学と機能」によるとコーヒーは抗酸化作用を持っているため、コーヒーそのものは酸化されやすいからである。次に、コーヒーの変化の原因はクロロゲン酸で代表できると考えた。理由は、クロロゲン酸はコーヒーの主成分であるからだ。

4. 実験器具

コーヒー豆（ロブスタ種）・コーヒーミル・コーヒーメーカー・ペーパーフィルター・イオン交換水・pHメーター・紫外可視分光光度計・石英ガラスセル・HPLC・0.5%リン酸水溶液・メタノール・注射器・マグネチックスターラー・窒素ボンベ・クロロゲン酸



図1. コーヒーメーカー 図2. コーヒーの作り方



図3. pHメーター 図4. 紫外可視分光光度計



図5. HPLC

5. 研究の方法

5-0a. 実験用コーヒーの作り方

- ① コーヒー豆 17g を電動コーヒーミルで 30 秒挽く。
- ② コーヒーメーカーにペーパーフィルターをセットし、その上に 15g の粉を盛る。
- ③ イオン交換水を 250mL 入れる。
- ④ ドリップを開始して、3 分後にコーヒーを取り出す。

5-0b. データの取り方 (pH)

- ① pHメーターの校正を行う。
- ② pHメーターでコーヒーの温度とpHを同時に測る。

(吸光度)

- ① コーヒーを 1/100 に希釈する。
- ② 希釈したコーヒーを石英ガラスセルに入れる。
- ③ UV-vis で吸光度を測る。

(HPLC)

- ① コーヒーを 1/100 に希釈する。
- ② HPLC の中に 20 μ L 入れ、2 時間待つ。

5-1. コーヒーの吸光度とpHの経時変化

- ① コーヒーをビーカー（100mL）の中に入れる。
- ② ビーカーにラップをかける。
- ③ マグネチックスターラーを使い 40°C を保ちながら、攪拌する。
- ④ 10 分間隔で pH と、吸光度のデータを取る。

5-2. コーヒーの曝気実験

- ① コーヒーをビーカー（100mL）の中に入れる。
- ② 窒素ガス/空気を曝気する。
- ③ ビーカーにラップをかける。

- ④ マグネチックスターラーを使い 40℃を保ちながら攪拌する。
- ⑤ 曝気をしてから 10 分間隔で pH と、吸光度のデータを取る。

5-3. クロロゲン酸の吸光度と pH の経時変化

- ① クロロゲン酸水溶液を作成する。
- ② ガスバーナーで加熱する。または、曝気を行う
- ③ マグネチックスターラーを使い 40℃で攪拌する。
- ④ 吸光度を測定する。

5-4. HPLC によるコーヒーとクロロゲン酸の比較

- ① クロロゲン水溶液とコーヒーを作る。
- ② クロロゲン酸水溶液の吸光を HPLC で測定する。
- ③ コーヒーも同じく測定する。また、コーヒーは 1 日おきに測定する。
- ④ コーヒーとクロロゲン酸の結果を比較する。

6. 結果・考察

6-1. コーヒーの経時変化

pH は徐々に下がっていき、吸光度にも変化があった。また、0~10 分間の変化が最も大きかった。吸光度についても 200~600nm の間で変化している。

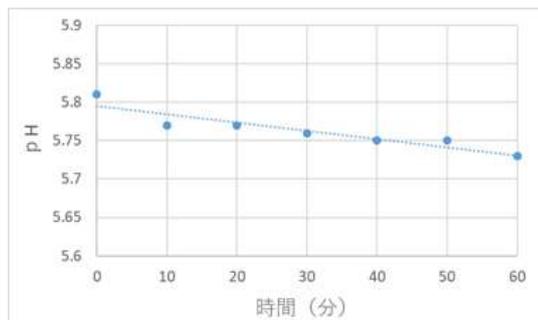


図 6. pH の経時変化

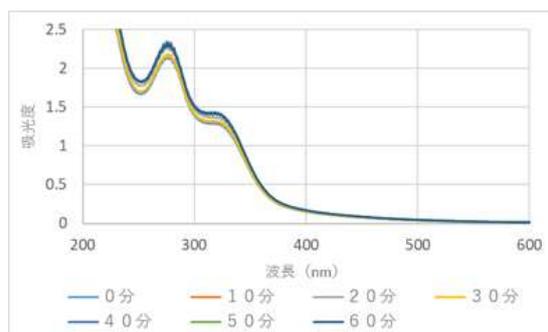


図 7. 吸光度の経時変化

6-2. 曝気実験

窒素で曝気するより空気で曝気する方が、pH、吸光度ともに変化が大きくなっている。今回も 0~10 分の変化が最も大きかった。また、吸光されていたのは、270~330nm の波長の光だった。

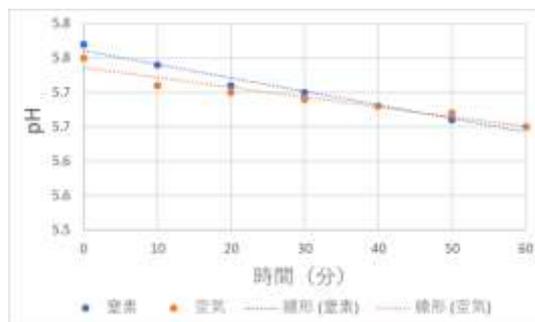


図 8. 窒素曝気と空気曝気の pH

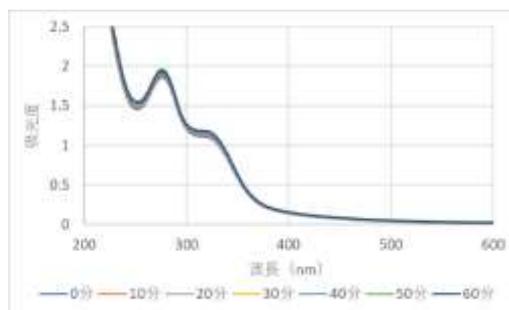


図 9. 窒素曝気

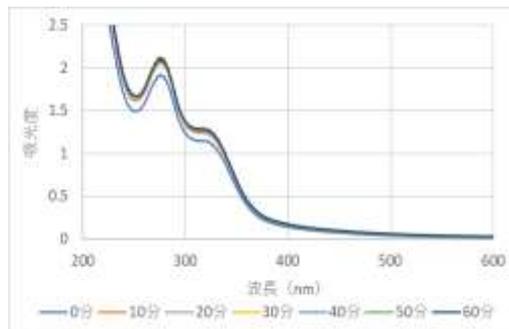


図 10. 空気曝気

