

キレート剤で茶渋の生成を抑制する

班員 岩本 緩音、小島 悠、曾原 桜音、三井 鈴加
担当教諭 高橋 潤哉

キーワード：茶渋、ポリフェノール、キレート剤、金属イオン、凝集物

We researched the controlling of tea stain generation with chelating agent. A chelating agent could control generation and eliminate tea stains. However, it appeared that the removal effect of chelating agent was reduced, as time elapsed after the tea stains were formed.

1 はじめに

紅茶やコーヒーにはポリフェノールという、植物が光合成によって生成する抗酸化物質が含まれる。水に含まれるマグネシウムイオンやナトリウムイオンなどの金属イオンがポリフェノールと結合し、「茶渋」が生成される。ポリフェノールと金属イオンの結合を阻害すると、茶渋の生成を抑制できると考え実験を行った。

2 材料

実験の材料は二つある。一つ目は硬水のミネラルウォーターで硬度304mg/L、pH7.2で100mLにカルシウムが8.0mg、マグネシウムが2.6mg、ナトリウムが0.70mg含まれているミネラルウォーターを使用した。硬水はより多くの金属イオンを含むため、茶渋が生じやすく、実験において茶渋が生成された時と茶渋の生成が抑制された時の違いが分かりやすいため使用した。二つ目はキレート剤である。これは金属イオンと結びつきやすい物質であるため、ポリフェノールと金属イオンの結合を阻害するのではないかと考え使用した。本実験では、阻害剤としてクエン酸とエチレンジアミン四酢酸（以下EDTAと表記する）を使用した。

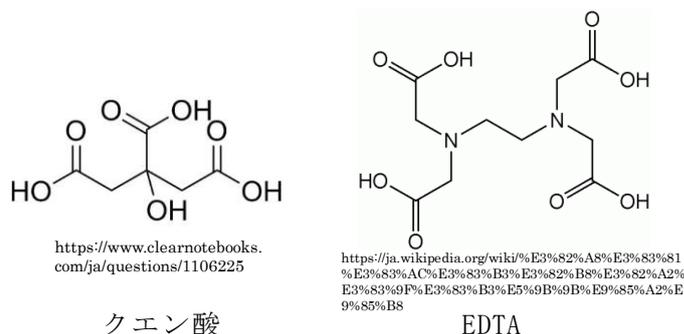


図1

3 実験

○実験1

キレート剤が茶渋の生成を抑制できる効果を調べた。まず、ミネラルウォーターにクエン酸またはEDTAを溶かし0.05mol/L水溶液250mLをつつた後、沸騰させてからティーバッグを入れ紅茶を作った。30分後にティーバッグを取り出し、紅茶の濁り、凝集物の有無などを観察した。

○実験2

キレート剤を加えるタイミングを紅茶を作った後にすることにより、キレート剤の効果が変化するかを調べた。沸騰させたミネラルウォーター250mLにティーバッグを入れ、その直後、15分後、30分後にクエン酸またはEDTAを0.05mol/kgとなるように加えた。そして、30分後にティーバッグを取り出し、紅茶の濁り、凝集物の有無などを観察した。

○実験3

クエン酸の効果の違いが温度に関係しているか調べた。沸騰させた蒸留水100gにティーバッグを入れ、10分間抽出した。そこに、ミネラルウオ

ウォーター100 gを加え、30°C、40°C、50°Cに設定したウォーターバスに入れた。その直後にクエン酸を0.05mol/kgとなるように加え、吸光光度計でクエン酸を加えた直後、15分後、30分後、45分後の4回に分けて透過率を測定した。

○実験4

クエン酸の効果の違いが投入時間に関係しているか調べた。実験3と同じ手順で実験を行い、ウォーターバスに入れた直後、15分後、30分後にクエン酸を加え、クエン酸を加えた直後、15分後、30分後に透過率を測定した。

4 結果

○結果1

キレート剤を加えなかった紅茶は濁っており、凝集物が浮いていた。しかし、クエン酸またはEDTAを加えた紅茶はどちらも透明で、凝集物はなかった。



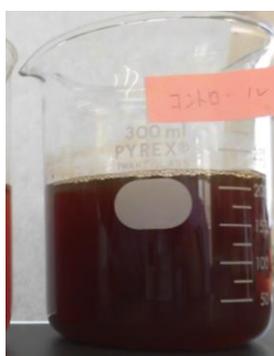
クエン酸 EDTA キレート剤なし

図2

○結果2

〈キレート剤なし〉

キレート剤を加えていない紅茶は、実験1と同様に濁っていて、凝集物が浮いているのが見られた。

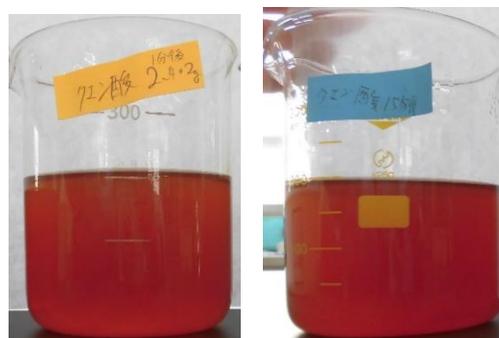


キレート剤なし

図3

〈クエン酸〉

クエン酸を加えた紅茶には凝集物はなく透明だった。15分後にクエン酸を加えた紅茶は直後にクエン酸を加えた紅茶よりも少し濁っていた。



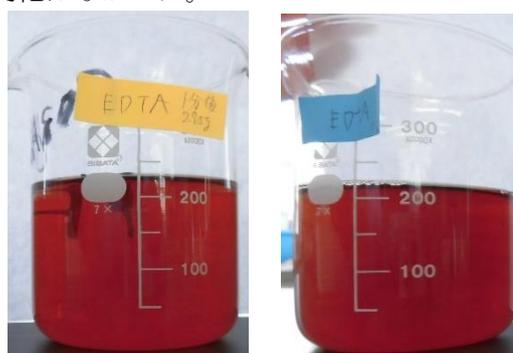
直後

15分後

図4

〈EDTA〉

EDTAを加えた紅茶には凝集物がなく透明で、濁りの変化はなかった。



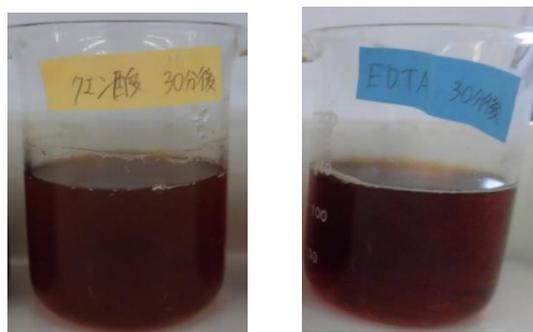
直後

15分後

図5

〈30分後にキレート剤を加えた紅茶〉

クエン酸、EDTAを紅茶に加えて混ぜると、浮いていた凝集物や濁りが消え、EDTAを加えたものは透明になった。しかし、クエン酸を加えた紅茶はEDTAを加えた紅茶より凝集物や濁りが残っていた。



クエン酸

EDTA

図6

透過率を比較するためにそれぞれの透過スペクトルを可視光波長領域 380nm~770nm の範囲で積分して面積を出し、その面積を比較した。

○結果3

クエン酸をウォーターバスに入れた直後に加えた場合、30℃と40℃のときはどちらも透過率が大きく、除去効果が共に大きかった。しかし、50℃のときには透過率が大幅に減少し、除去効果が小さかった。クエン酸を加えていない紅茶では、50℃のときの透過率の減少幅が、30℃と40℃のときより大きくなった。

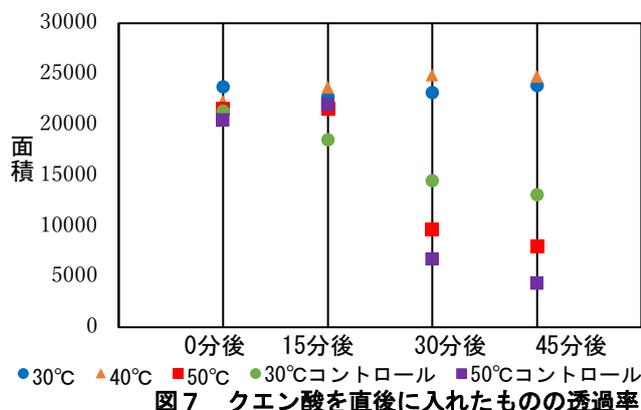


図7 クエン酸を直後に入れたものの透過率

○結果4

結果3と同じ方法で比較を行った。30℃では、どのタイミングでクエン酸を加えた場合であっても加えた直後には透過率が変化せず、15分後に透過率が上昇した。

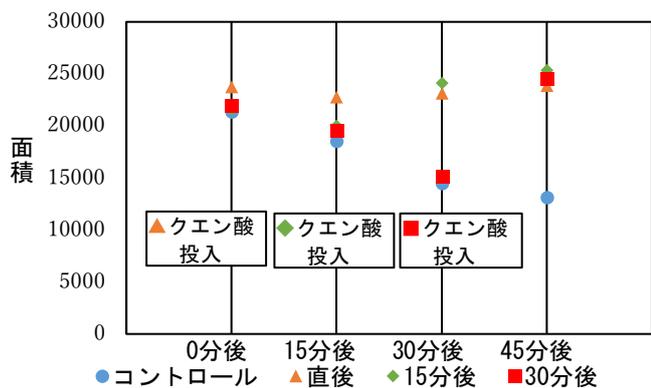


図8 30℃の透過率

40℃では、クエン酸を投入した時間が遅いほど透過率は低くなった。

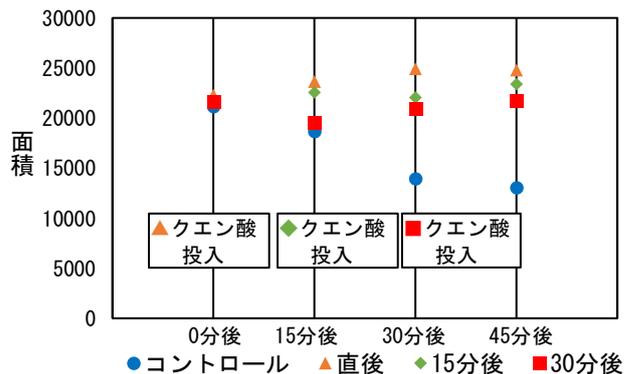


図9 40℃の透過率

50℃の場合では、30℃、40℃の時と比べてクエン酸投入後の透過率上昇が小さかった。

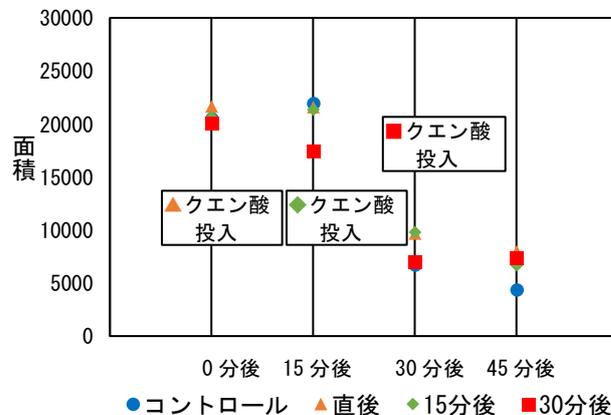


図10 50℃の透過率

〈実験で見られた現象〉

実験2、3においてクエン酸を加えた紅茶すべてに実験1で見られた茶渋のもととなっているものとは異なる凝集物が見られ、この凝集物はクエン酸の量を少なくしても現れた。この凝集物は、キレート剤を加えたことによるキレート剤と金属イオンとの塩の形成と関係しているのではないかと考えられる。

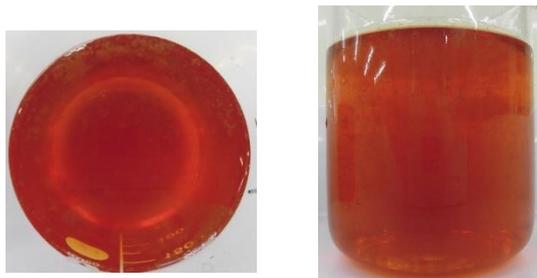


図11

5 考察

実験1～3で、クエン酸またはEDTAを加えたことによってポリフェノールと金属イオンが結合したものである茶渋の生成を抑制、または茶渋を除去することができたことから、クエン酸とEDTAはポリフェノールと同等以上に金属イオンと結合しやすいことが確かめられた。また、実験1においてEDTAの方がクエン酸よりも茶渋の生成を抑制できたのは、EDTAが金属イオンとの結合力が強いからだと考えられる。さらに、実験3でウォーターバスの温度が50℃の時にクエン酸を加えた場合の透過率上昇が少なく、茶渋が多く残っていたことから、高温ではクエン酸の熱運動が激しくなることで金属イオンと結合しにくくなりキレート剤として不活性化する、または茶渋の結合が安定し、クエン酸で茶渋から金属イオンを奪うことが難しくなると考えた。そして、クエン酸を投入した時間が遅いほど透過率が低く、茶渋が多く残っていたことから、生成してから時間がたち安定した茶渋からはクエン酸で金属イオンを奪いにくくなると推察した。

6 結論

キレート剤は茶渋の発生抑制・除去効果をもっており、茶渋は生成し始めてからの時間が短いほどキレート剤による効果は大きい。

7 今後の課題

クエン酸による茶渋の生成抑制・除去効果の違いが温度とキレート剤を加える時間のどちらにより深く関係しているか、50℃のときだけ低温時と異なり透過率が大幅に低下したのはなぜか、そして、クエン酸を加えたものに観察された凝集物は何がもととなっているのかを調べる。

8 参考文献

山田 郁 阿部 徹弥 谷沢 善明
紅茶による茶渋の化学組成と構造に関する研究
一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集
2005-12-08 57回大会
<https://www.jstage.jst.go.jp/article/kasei/5>

7/0/57_0_175/_article/-char/ja
(参照 2021-06-15)