

— ノート —

紅茶水色に影響をおよぼす因子

森内安子

Effects of Factors on the Color of Black Tea Infusion

Yasuko MORIUCHI

要 旨

紅茶の浸出液色（水色）に影響をおよぼすと考えられる、水質のpH、硬度および有機酸添加による影響について、それぞれの水色を色差計と分光光度計で測定しその要因を検討した。

- pH3.0付近が水色の影響が強く460nm, 530nm いずれも吸光度が最もよく低下していた。
- 有機酸による影響では他の有機酸に比べ対照との色差はアスコルビン酸が最も顕著であった。
- 紅茶浸出水の硬度による水色の影響は、水道水より高い硬水では赤みを増す傾向であった。
- 金属塩添加による影響ではナトリウムは水色の変化が認められず、カルシウムとマグネシウムの色調は有意に差が認められ、カルシウムのほうが顕著であった。

紅茶にレモンを添加すると黄色みをおびてくるのは、pHがレモン添加により3.0付近になり、またレモンに含まれるアスコルビン酸の影響によるものと考えられる。また紅茶水色に影響をおよぼす硬水では硬度に関係するカルシウムに大きな要因があると考えられた。

キーワード：black tea infusion 紅茶浸出液, organic acids 有機酸,
ascorbic acid アスコルビン酸, calcium カルシウム,
hardness 硬度

はじめに

中国を起源とする茶は世界で最も長い歴史を持つ飲料であり、独特の風味を持つことにより現在では世界中に広く健康的な嗜好飲料として常飲されている。茶の種類では紅茶が世界生産量の75%を占めている。¹⁾ 紅茶の原産地は中国で、百数十年の間に、インド、スリランカ、東アフリカ、インドネシアへと拡大していった。²⁾

どの国の茶樹も分類は、つばき科の常緑樹で、同じ種類のものであるが、各国の気候、風土によって葉の性質が変わってくるため、産地茶ごとに紅茶の三大要素である味、色、香り、さ

らに紅茶水色も異なっている。

紅茶にレモンを添加すると水色が黄色みをおびて変色した経験があるが、紅茶水色は、嗜好性に関わる重要な要素であり、一般に浸出水には硬水より軟水がよいといわれている。²⁾³⁾⁴⁾

今回紅茶水色に影響を及ぼす因子として pH と有機酸、また硬度の異なる市販のミネラルウォーターと金属塩の添加による影響を調べ、それぞれの水色変化を測色色差計、分光光度計により測定し検討したので報告する。また、清涼飲料水の茶系飲料がブームであり、いまなお継続しているといわれている。⁵⁾ 紅茶葉を使用しなくても手軽に飲用できる市販の紅茶水色も併せて測色した。

試料と方法

1. 試料・試薬

1.1. 試料

インド紅茶 2 種 (アッサム, ダージリン), スリランカ紅茶 1 種 (ウバ), 中国紅茶 1 種 (キーマン), 東アフリカ紅茶 1 種 (ケニア), その他 1 種 (ベトナム) 以上 6 種類の紅茶葉を専門店より購入した。清涼飲料として市販されている缶紅茶, ストレートティ 4 種をスーパーマーケットで購入し試料とした。

硬度の異なる市販ミネラルウォーター 2 種をスーパーマーケットで購入し用いた。

1.2. 試薬

リンゴ酸, クエン酸, コハク酸, シュウ酸, アスコルビン酸の 5 種の有機酸を用いた。

塩化ナトリウム, 塩化カルシウム, 硫酸マグネシウムの 3 種の金属塩を用いた。

2. 方法

2.1. 試料・試薬の調製

2.1.1. 紅茶浸出液の調製

紅茶葉 3 g に沸騰蒸留水 180ml を加え 3 分間恒温器中で保温しながら浸出し, 吸引ろ過後ろ液を急冷し 200ml に定容した。

2.1.2. 緩衝液による紅茶浸出液の調製

Mc Ilvaine 緩衝液に準じて pH2.2~8.0 の緩衝液を作成し, 上記 (2.1.1.) の蒸留水のかわりに緩衝液を用いて紅茶浸出液を調製した。

2.1.3. 有機酸・金属塩添加試料液の調製

0.02M の各種有機酸溶液と 0.03M を含む金属塩溶液とをそれぞれ調製し, 上記 (2.1.1.) の紅茶浸出液 50ml に, それぞれ 2 ml ずつ添加し測定試料とした。なお蒸留水を 2 ml 添加したものを対照とした。

2.2. 測色色差計による水色の測定

調製した試料液を測色色差計（日本電色 NE-2000）により透過で測定し、Lab 値を表示した。

2.3. 分光光度計による水色の測定

分光光度計（U-1500形）により紅茶水色の色素成分であるテアフラビンを橙赤色460nmで測定した。⁶⁾

また、赤～赤紫色の溶液は500～560nm 吸光度で測定しこの範囲で最大吸収値の波長を求め、その吸光度で測定するのが通常であるが、最大吸収値が得られないため、今回紅茶水色の赤色を530nm の吸光度で測定した。

結果および考察

1. 紅茶の水色

測色色差計で測定した6種類の紅茶水色と市販の缶紅茶水色および pH を表1に示した。

図1より Lab の表示は、L の値は明度、a の値は（赤色）緑色）、また b の値は（黄色）青

表1 紅茶浸出液の pH および水色

| 試料 | pH | L | a | b |
|---------|-----|-------|-------|-------|
| アッサム | 4.9 | 74.24 | 10.43 | 43.39 |
| ダージリン | 5.1 | 85.23 | 1.25 | 40.25 |
| キーマン | 5.5 | 73.03 | 10.48 | 42.29 |
| ウバ | 4.9 | 78.08 | 10.28 | 48.58 |
| ケニア | 5.1 | 81.81 | 0.75 | 36.00 |
| ベトナム | 4.9 | 76.74 | 7.30 | 42.64 |
| 市販缶紅茶 1 | 5.4 | 81.90 | 3.41 | 34.63 |
| 2 | 5.7 | 84.74 | 0.31 | 30.3 |
| 3 | 5.9 | 46.66 | 0.20 | 9.99 |
| 4 | 5.4 | 63.01 | 2.39 | 25.15 |

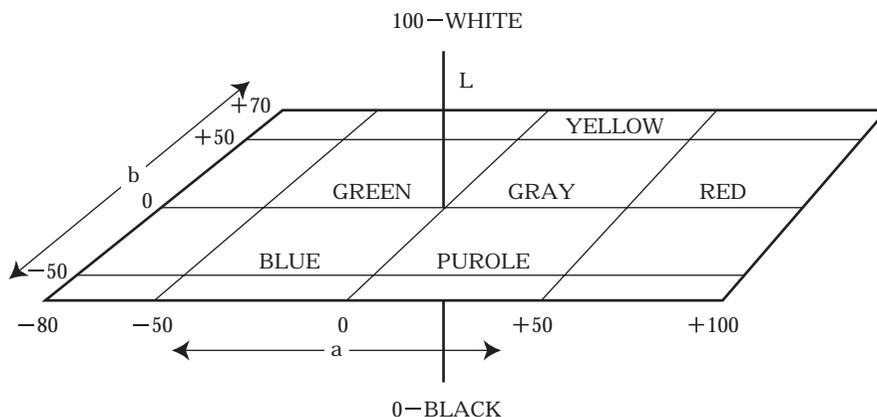


図1 L, a, b 色立体図

色) となっている。Lab の表示値から、アッサムの水色が最も濃い赤褐色でケニアの水色が最も薄いオレンジ色であった。

紅茶の水色は、生産地、春摘みと夏摘みなどが主である収穫期さらに貯蔵法などの状況により異なるが、アッサム、キーマン、ウバ、ベトナムは赤色系、ダージリン、ケニアはオレンジ色系であった。

いっぽう、今回購入した市販の缶紅茶の水色はどの試料も a, b 値とも低く色彩が薄かった。とくに試料 3 は明度も低く、視覚的にも他との色差は明らかであり暗褐色の水色であった。

紅茶浸出液の pH は 4.9~5.3 と 5 前後であるが、市販の缶紅茶は 5.4~5.9 であり pH 値が紅茶浸出液にくらべ高かった。

2. pH による影響

pH の異なる浸出水による紅茶水色の測定結果を表 2 に示した。各 pH の緩衝液で浸出した試料液の pH はもとの緩衝液より ±0.2 程度の変化が見られた。また図 2, 3 に 460nm, 530nm の吸光度を蒸留水による浸出液に対する比率で示した。

表 2 紅茶水色への pH の影響

| 試料 | | pH | 吸光度 | | 試料 | | pH | 吸光度 | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| | | | 460nm | 530nm | | | | 460nm | 530nm |
| アッサム | 蒸留水 | 4.90 | 1.134 | 0.419 | ウバ | 蒸留水 | 4.90 | 1.474 | 0.521 |
| | pH2.3 | 2.34 | 1.292 | 0.612 | | pH2.3 | 2.44 | 0.932 | 0.333 |
| | pH3.0 | 3.04 | 1.076 | 0.461 | | pH3.0 | 3.07 | 1.359 | 0.489 |
| | pH4.0 | 4.06 | 1.202 | 0.480 | | pH4.0 | 4.09 | 1.440 | 0.489 |
| | pH5.0 | 5.06 | 1.403 | 0.549 | | pH5.0 | 5.10 | 1.542 | 0.486 |
| | pH6.0 | 6.12 | 1.658 | 0.699 | | pH6.0 | 6.13 | 1.799 | 0.519 |
| | pH7.0 | 7.16 | 2.280 | 0.981 | | pH7.0 | 7.17 | 2.480 | 0.962 |
| | pH8.0 | 7.90 | 2.746 | 0.178 | | pH8.0 | 7.88 | 3.000 | 1.228 |
| | ダージリン | 蒸留水 | 5.10 | 0.593 | | 0.229 | ケニア | 蒸留水 | 5.09 |
| pH2.3 | | 2.42 | 0.388 | 0.158 | pH2.3 | 2.47 | | 0.489 | 0.218 |
| pH3.0 | | 3.08 | 0.384 | 0.140 | pH3.0 | 3.09 | | 0.239 | 0.071 |
| pH4.0 | | 4.10 | 0.417 | 0.152 | pH4.0 | 4.08 | | 0.512 | 0.202 |
| pH5.0 | | 5.11 | 0.516 | 0.191 | pH5.0 | 5.03 | | 0.592 | 0.215 |
| pH6.0 | | 6.17 | 0.655 | 0.268 | pH6.0 | 5.96 | | 0.700 | 0.260 |
| pH7.0 | | 7.20 | 1.008 | 0.460 | pH7.0 | 7.20 | | 1.079 | 0.490 |
| pH8.0 | | 7.97 | 1.495 | 0.824 | pH8.0 | 7.84 | | 1.159 | 0.588 |
| キーマン | | 蒸留水 | 5.50 | 1.107 | 0.415 | ベトナム | | 蒸留水 | 4.90 |
| | pH2.3 | 2.41 | 0.655 | 0.264 | pH2.3 | | 2.45 | 0.832 | 0.333 |
| | pH3.0 | 3.08 | 0.724 | 0.277 | pH3.0 | | 3.07 | 0.712 | 0.251 |
| | pH4.0 | 4.10 | 0.944 | 0.360 | pH4.0 | | 4.06 | 0.805 | 0.286 |
| | pH5.0 | 5.11 | 1.143 | 0.470 | pH5.0 | | 5.03 | 1.044 | 0.408 |
| | pH6.0 | 6.15 | 1.300 | 0.528 | pH6.0 | | 5.97 | 1.073 | 0.441 |
| | pH7.0 | 7.19 | 2.049 | 0.847 | pH7.0 | | 7.20 | 1.575 | 0.684 |
| | pH8.0 | 7.95 | 2.563 | 1.097 | pH8.0 | | 7.85 | 2.134 | 0.921 |

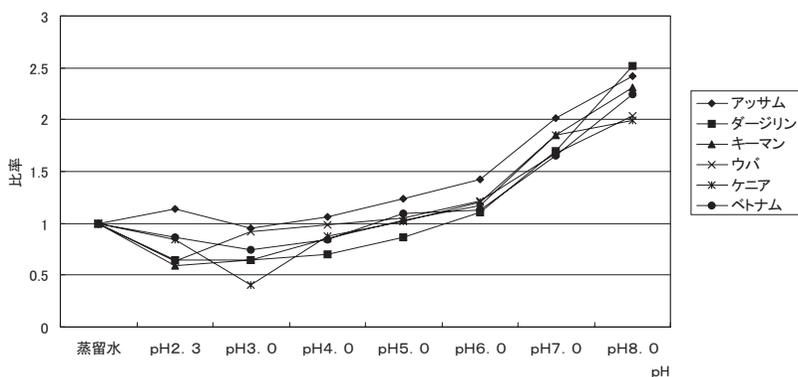


図2 pHの違いによる吸光度の比率の変化(460nm)

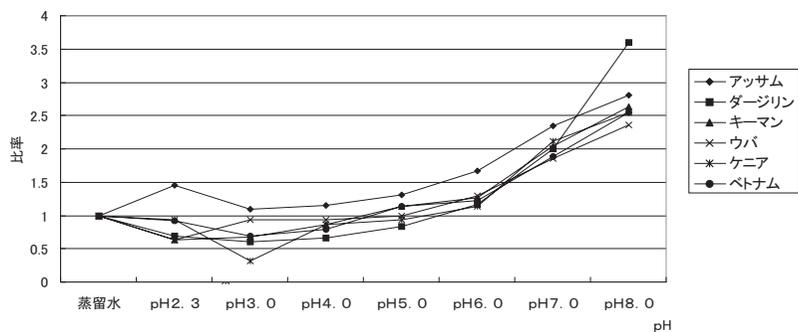


図3 pHの違いによる吸光度の比率の変化(530nm)

460nm, 530nm 吸光度の変化は、いずれも蒸留水による浸出液より塩基性になるほど吸光度が急激に上昇したが、酸性側での水色は試料により差異が認められた。ほとんどの試料は pH4.0~5.0で蒸留水に近い吸光度であるが、アッサムは1.2~1.3倍と高値で、ダーズリンは蒸留水より低値を示した。また、ウバをのぞいては pH3.0で吸光度はもっとも低下するが、pH 2.3でふたたび上昇し、アッサム、ケニアの上昇率は1.5倍と高値であった。

視覚では蒸留水による水色を境にしてそれより低 pH では明るいオレンジ色で pH3は水色が黄色みをおび、高 pH では赤褐色で pH6.0以上は pHの上昇とともに暗赤色の濃い水色に変化していった。

2. 有機酸の影響

有機酸添加による紅茶浸出液の pH 値を表3に示した。

図4, 5に吸光度460nm, 530nmの有機酸添加による水色の変化を示した。

有機酸添加の紅茶浸出液の pH はいずれも pH 4 前後であるが、紅茶の種類にかかわらず有機酸の中で最も低い pH を示したのはシュウ酸で、高い pH はアスコルビン酸であった。

有機酸添加による水色はアスコルビン酸が他の有機酸より明るい黄色への変化が認められ、水色が赤色系の紅茶では視覚的にも黄色化が認められた。

表3 有機酸による紅茶浸出液のpH

| | アッサム | ダーズリン | キーマン | ウバ | ケニア | ベトナム |
|---------|------|-------|------|-----|-----|------|
| 蒸留水 | 4.9 | 5.4 | 5.0 | 4.8 | 5.2 | 5.2 |
| リンゴ酸 | 4.1 | 4.3 | 4.4 | 4.3 | 4.7 | 4.2 |
| クエン酸 | 4.0 | 4.2 | 4.2 | 4.1 | 4.3 | 4.1 |
| コハク酸 | 4.3 | 4.6 | 4.6 | 4.4 | 4.6 | 4.4 |
| シュウ酸 | 3.9 | 4.1 | 4.2 | 4.0 | 4.2 | 3.9 |
| アスコルビン酸 | 4.4 | 4.7 | 4.6 | 4.4 | 4.7 | 4.5 |

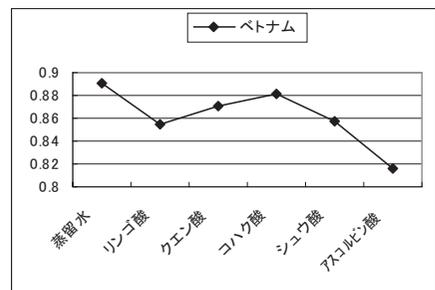
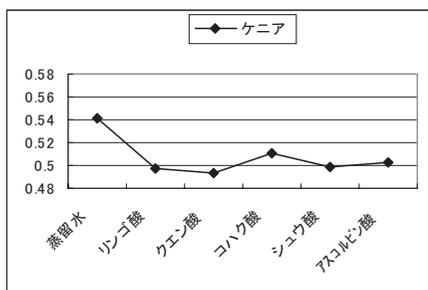
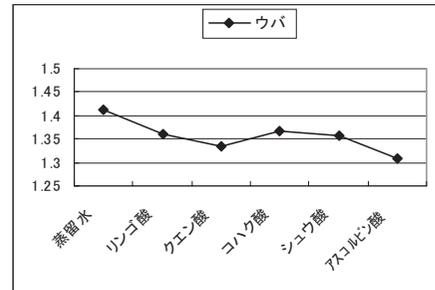
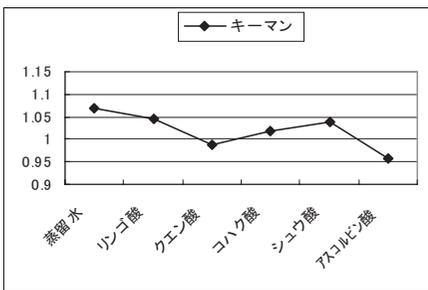
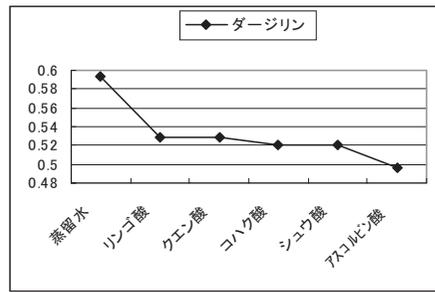
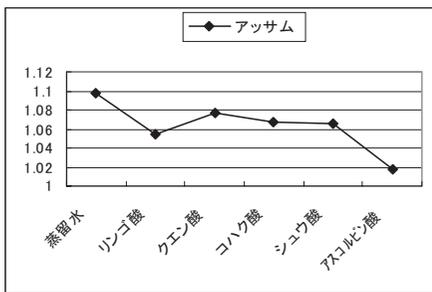


図4 有機酸による吸光度460nm の変化

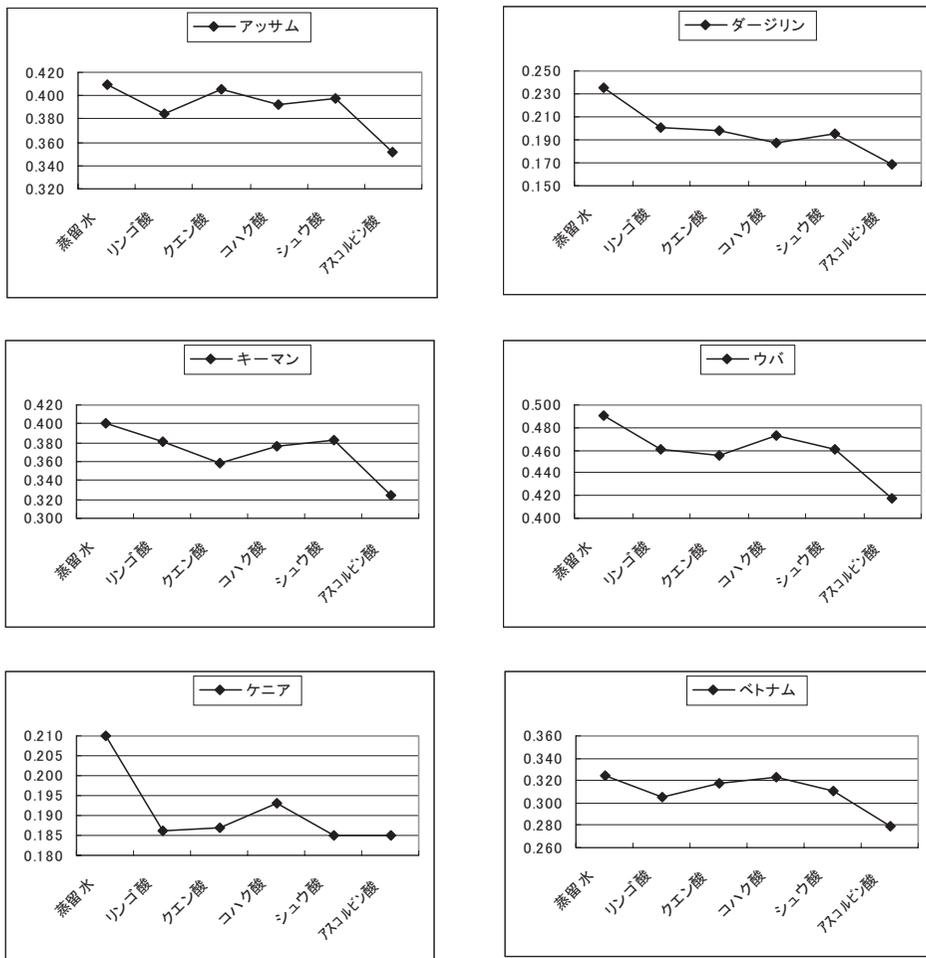


図5 有機酸による吸光度530nmの変化

また、アスコルビン酸の添加は、460nm、530nmの吸光度において明らかに有意な変化を示している。他の有機酸の添加にくらべ、アスコルビン酸のpH値が高いにもかかわらず水色が黄色へのへと変化し、吸光度が低下している。

3. ナチュラルミネラルウォーターによる水色

2種の紅茶ダーズリン、キーマンをナチュラルミネラルウォーターより浸出した水色のLab値を表4に示した。

ミネラルウォーターは軟水として水道水より硬度の低いもの1種と高いもの1種、硬水の1種の3種類を用いた。

紅茶水色は浸出水の硬度が高いものほど対照の蒸留水による水色との色差が大きくなった。水道水より硬度の低い軟水が、水道水に比べa値が高いのは、金属が紅茶の赤色を増す因子で

表4 紅茶水色への硬度の影響

| 試料 | 浸出水 | 硬度 | pH | L | a | b | △E |
|-------|----------|-----|------|-------|-------|-------|-------|
| ダーズリン | 蒸留水 | | 5.32 | 89.04 | 2.23 | 43.78 | — |
| | 森の水だより | 30 | 6.22 | 85.38 | 6.85 | 47.07 | 7.34 |
| | 六甲のおいしい水 | 84 | 6.71 | 73.33 | 9.73 | 46.40 | 18.49 |
| | 海の深層水 | 250 | 5.76 | 65.39 | 15.55 | 31.29 | 30.68 |
| | 水道水 | 40 | 6.25 | 84.73 | 6.15 | 44.62 | 6.65 |
| キーマン | 蒸留水 | | 5.10 | 82.47 | 9.48 | 43.49 | — |
| | 森の水だより | 30 | 5.82 | 77.37 | 14.59 | 46.00 | 7.64 |
| | 六項のおいしい水 | 84 | 6.33 | 66.27 | 13.83 | 35.27 | 18.68 |
| | 海の深層水 | 250 | 5.00 | 61.59 | 19.95 | 20.66 | 32.66 |
| | 水道水 | 40 | 5.74 | 77.79 | 13.29 | 44.63 | 6.08 |

あると考えられる。

4. 金属塩添加による影響

図6にダーズリン、キーマン紅茶に金属塩添加による吸光度の変化を示した。

2種の紅茶ともナトリウム添加での変化はなく、視覚的にも色調の変化は認められなかった。しかし、マグネシウム、カルシウムを添加することでいずれも吸光度は高くなっている。とくにカルシウムの530nm吸光度はマグネシウムに比べ明らかに高値であり、視覚的にも赤みを増し色調の変化は認められた。

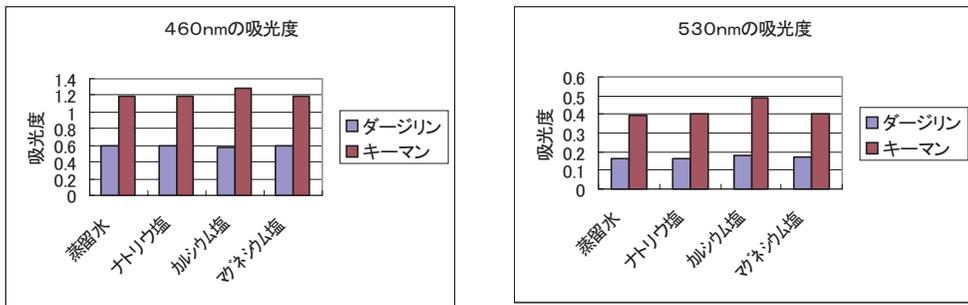


図5 有機酸による吸光度530nmの変化

まとめ

- ・紅茶水色は赤色系統、オレンジ色系統と分かれていた。
- ・pH3.0付近が水色の影響が強く460nm, 530nm いずれも吸光度が最もよく低下していた。
- ・有機酸による影響では他の有機酸に比べ対照との色差はアスコルビン酸が最も顕著であった。
- ・紅茶浸出水の硬度による水色の影響は、水道水より高い硬水では赤みを増す傾向であった。

・金属塩添加による影響ではナトリウムは水色の変化が認められず、カルシウムとマグネシウムの色調は有意に差が認められ、カルシウムのほうが顕著であった。

上記の結果から紅茶にレモンを添加すると黄色みをおびてくるのは、pHがレモン添加により3.0付近になり、またレモンに含まれるクエン酸とアスコルビン酸、とくにアスコルビン酸の影響によるものと考えられる。また紅茶水色に影響をおよぼす硬水では硬度に関係するカルシウムに大きな要因があると考えられた。

実験を行うにあたり、ご協力してくださいました卒業生のみなさまに厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 村松敬一郎, 茶の科学, p.11, 89, 朝倉書店 (1997)
- 2) 磯淵猛, 紅茶, 知って味わう, p.19, 37, 雄鶏社 (1991)
- 3) 石井裕子, 滝山一善, 家政学会関西支部第22回研究発表会, p.11, (2000)
- 4) 石井裕子, 滝山一善, 家政学会関西支部第19回研究発表会, p.18, (1997)
- 5) 熊倉功夫, 石毛直道, 日本の食・100年<のむ>, p.78, ドメス出版 (1996)
- 6) 中林敏郎, 木村進, 加藤博通, 食品の変色とその化学, p.101, 光琳書院 (1967)