

石銚黒茶の飲みやすさと抗酸化作用に対する水の硬度の影響

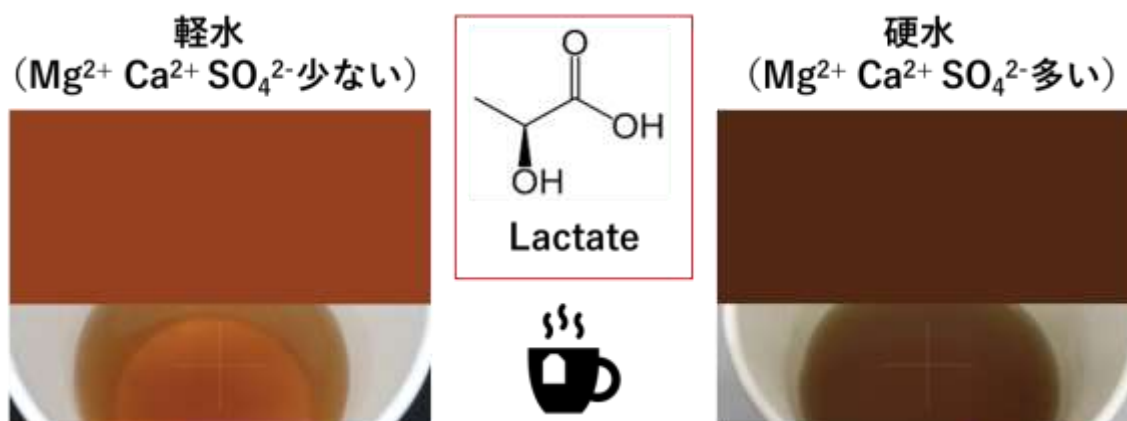
新居浜工業高等専門学校 生物応用化学科

辻本翔大・直林大生・新延亜利紗・菊池悠太

指導教員：橋本千尋

研究概要

石銚黒茶は、好気および嫌気条件の微生物による二段階発酵を行う貴重な後発酵茶であり、最近ではその高い健康機能効果（抗アレルギー、スギ花粉症緩和、IgE 産生抑制、脂肪蓄積抑制）に注目が集まっている。石銚黒茶をより美味しく飲用するには、その特徴でもある酸味が難点であるが、石銚黒茶を淹れるときに使用する水の硬度（ Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} ）を高くすると酸味が抑えられ飲みやすくなることがわかった。実際に水の硬度を高くすると、石銚黒茶の抽出液の pH は 4 から 5 へ増加し、それに加えて抽出液の水色は赤味が弱くなり、にごり（凝集物）が多くなる傾向を示した。石銚黒茶の抽出液に含まれる有機酸は主に乳酸であり、その濃度は硬度によらずほぼ 4-5 mM と一定であった。硬度が高くなると 4 mM の乳酸水溶液の pH も増加したことから、硬水による石銚黒茶の pH 上昇は、乳酸イオンの塩基性に起因する可能性が高い。石銚黒茶の抗酸化作用は、硬水・軽水ともに確認されたが、硬水よりも軽水の方がやや高かった。



硬水で淹れた石銚黒茶の特徴を調べる！

pH、にごり、抗酸化作用

1. 背景と目的

Camellia sinensis の葉から作られるお茶は、その製法により、不発酵茶（緑茶）、半発酵茶（烏龍茶）、発酵茶（紅茶）、後発酵茶（プーアル茶）と大きく4つに分類される。半発酵茶と発酵茶は、茶葉の内在酵素によりカテキン等を酸化させるが、後発酵茶は微生物による発酵を行い、好氣的発酵茶（プーアル茶）、嫌氣的発酵茶、さらに好氣的発酵と嫌氣的発酵を組み合わせる二段階発酵茶の3つに分類される。後発酵茶の生産量は少なく、日本では、好氣的発酵のバタバタ茶（富山県）、嫌氣的発酵の阿波番茶（徳島県）、二段階発酵の碁石茶（高知県）と石鎚黒茶（愛媛県）の4種のみが存在している。石鎚黒茶は、糸状菌により好気発酵させた後、乳酸菌により嫌気発酵され、最近ではその健康機能効果（抗アレルギー、スギ花粉症緩和、IgE 産生抑制、脂肪蓄積抑制）が明らかになっている⁽¹⁾。抗酸化作用の研究では、日本の4種の後発酵茶のうち、もっとも抗酸化作用が大きいのが石鎚黒茶であることが報告されている⁽²⁾。石鎚黒茶には、独特な香りと酸味があり、より美味しく飲用するには酸味が難点であるが、私たちは通常使用される軟水ではなく、硬水で石鎚黒茶を淹れることにより酸味が抑えられ飲みやすさが向上することを体感した。本報告では、水の硬度が石鎚黒茶に与える影響を検討する。酸味を抑えた美味しい飲み方と健康効果が両立するとすれば、石鎚黒茶の付加価値の向上に貢献できると期待される。

2. 方法

石鎚黒茶（さつき会）の茶葉 2.0 g に対し、約 90°Cの硬水率 0~100 vol%の軟水（四万十の水）／硬水（Contrex）混合水 100 mL で1分抽出した抽出液について、

カメラ撮影、にごり（5Cろ紙によるろ物）の重量測定、pH測定、有機酸成分のHPLC測定（RSpakKC-81, Shodex, RSpak KC-G, Shodex, 0.45 μm filter）を行った。軽水と硬水のイオン濃度は原子吸光とイオンクロマトグラフにより表1のようであった。水色の画像解析にはアプリ「色しらべ」を用いた。抗酸化作用については、 1.2×10^{-5} M フルオレセイン（FL）および0.1 M 2,2'-アゾビス(2-メチルプロピオンアミジン)二塩酸塩

表1. 硬水と軟水のイオン濃度

Water hardness	Concentration /ppm				
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
Hard	469	64.6	8.11	26.8	1303
Soft	1.7	0.71	2.76	0.66	4.50

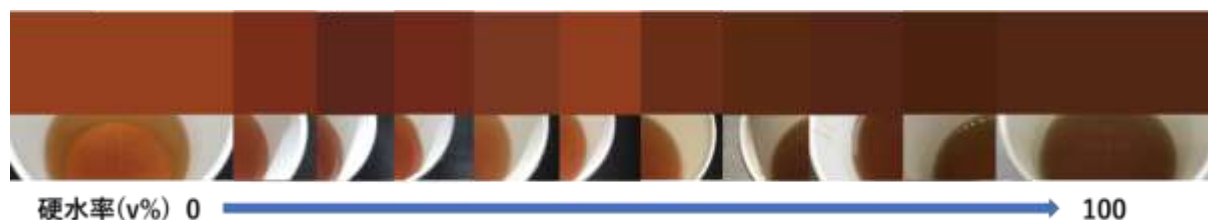


図1. 石鎚黒茶の抽出液の水色と硬水率の関係

(AAPH) の混合水溶液 250 mL に抽出液 0 ~1.5 mL を含ませ、FL 由来の 494 nm の吸光度の時間変化を測定する方法を用いた⁽²⁾。AAPH から発生するフリーラジカルにより FL は壊れていくが、そこに抗酸化作用をもつ物質が存在していれば、FL の消費速度は遅くなることが予測される。

3. 結果

硬水率を変えた石鎚黒茶の抽出液の水色は図 1 のようになり、硬水率が高くなるにつれ RGB 値の R(赤色)値が減少し (図 2)、HSL 値の L(輝度)値が減少した。抽出液の赤色は、ポリフェノールの一種で抗アレルギー効果等の健康効果を示す水溶性のテアブ라운が要因の一つとして考えられるが、テアブ라운の化学組成はまだよくわかっていない。また、硬水率が高くなるにつれ、にごり (ろ物) の重量は増加し (図 3)、抽出液の pH は 4 から 5 に増加した (図 4)。これは私たちが抽出液を試飲したときの感想「硬水率が高くなるにつれお茶の酸味が抑えられ飲みやすくなるが、渋みや苦みが強くなり、全体としては硬水率 50%程度が一番飲みやすい。」と一致している。

HPLC 測定によれば、石鎚黒茶の抽出液に含まれる主な有機酸は乳酸であり、その濃度は硬度によらず約 4-5 mM であった (図 5)。そこで 4 mM の乳酸水溶液の硬水率を変えて pH を測定したところ、石鎚黒茶と同様に硬水率が高くなるにつれ pH が増加した (図 6)。従って、

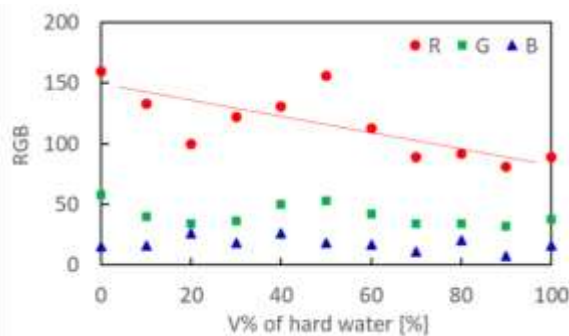


図 2. 水色の RGB 値と硬水率の関係

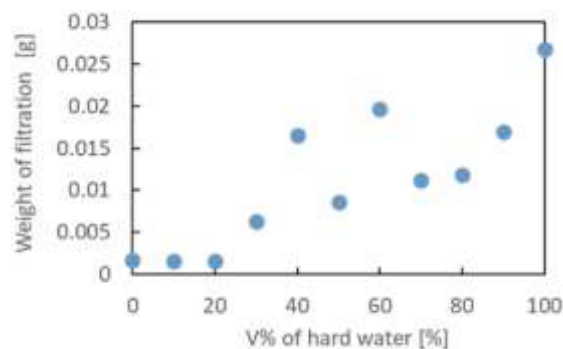


図 3. にごり (ろ物) 重量と硬水率の関係

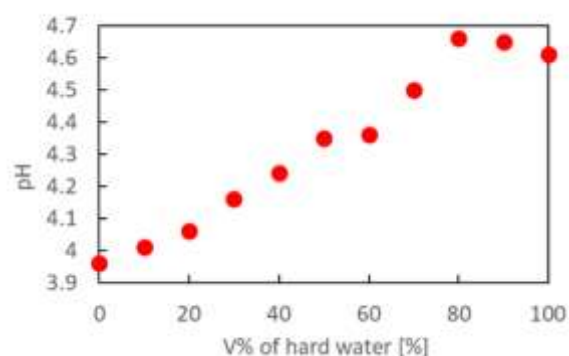


図 4. pH と硬水率の関係

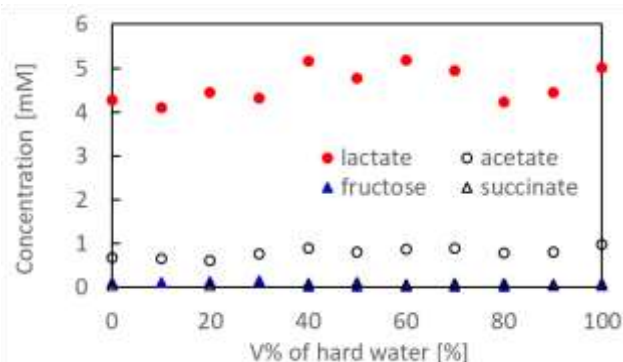


図 5. 有機酸濃度と硬水率の関係

石銚黒茶の硬水による pH 増加は乳酸イオンの塩基性に起因する可能性が高いと考えられる。

抗酸化作用については、フリーラジカルにより壊れる FL の吸光度 A_t を初期値 A_0 に対する時間変化として図 7 のようにプロットしたところ、石銚黒茶の抽出液の量が多くなると FL の消費速度は硬水軽水ともに遅くなり、石銚黒茶に抗酸化作用があることがわかった。軽水と硬水で比較すると、軽水の方が FL の消費速度が遅くなっており、抗酸化作用がやや高いといえる。

4. まとめと考察、今後の課題

硬水率が高くなると石銚黒茶の抽出液の pH は高くなり飲みやすくなるが、抗酸化作用はやや低下することがわかった。硬水抽出では、抗酸化作用をもつテアブラウンの抽出量が減り、赤味が弱くなると解釈できるかもしれない。今後の課題としては、硬度が高くなることによる pH 上昇やにごりの増加、抗酸化作用の低下

について具体的なイオン種が果たす役割、また、抗酸化作用を調べる別の方法や抗酸化作用以外の健康効果に対する硬度の影響を明らかにすることが挙げられる。

5. 文献

- (1) 石銚黒茶振興協議会（愛媛県東予地方局産業経済部産業振興課）「石銚黒茶産地化支援事業報告書（概要版）」平成 30 年 3 月
- (2) Masanori Horie, Kazuhiro Nara, Sakiko Sugino, Aya Umeno, Yasukazu Yoshida, 'Comparison of antioxidant activities among four kinds of Japanese traditional fermented tea' *Food Sci Nutr.* 2017;5:639–645.

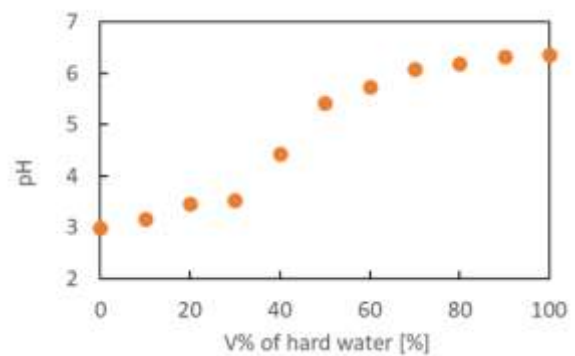


図 6. 乳酸水溶液の pH と硬水率の関係

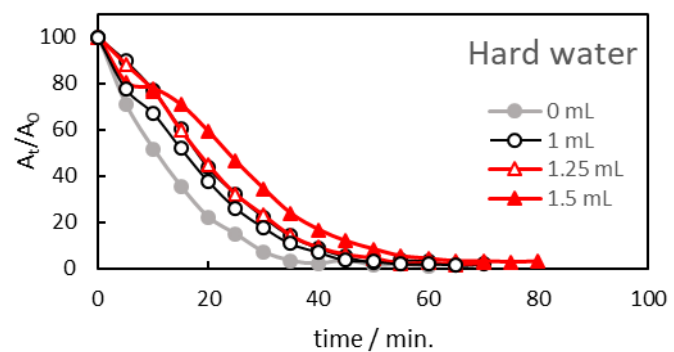
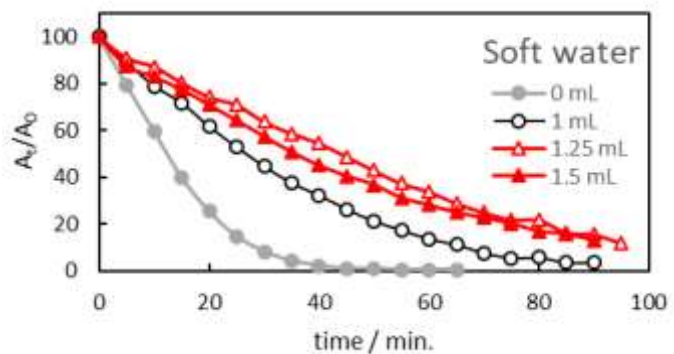


図 7. 抽出液 0~1.5mL における FL の消費過程