

# 無機塩類とその濃度の違いが コーヒーやお茶の風味に及ぼす影響

望月映希 大森雄貴<sup>\*</sup> 山本敬男 鶴田芙美

Effect of inorganic components and their concentrations on the flavor of coffee and tea

Eiki MOCHIZUKI, Yuuki OOMORI, Takao YAMAMOTO and Fumi THURUDA

キーワード：コーヒー、お茶、無機塩類、HS-SPME-GC/MS、味認識装置

本県のミネラルウォーターの製造量は全国で最も多くなっており、富士北麓地域、八ヶ岳南麓地域、甲府盆地東部地域など県内で広く製造されている。

また、近年ではミネラルウォーターの利用法として、単にそのまま飲用するのみならず、お茶やコーヒーを淹れることに利用することも広まりつつある。

これを受け、当所では過去にミネラルウォーターの銘柄によるお茶やコーヒーの風味の差異を調査した。その結果、お茶の渋味においてミネラルウォーターの地域により差異が認められた。重回帰分析によれば、渋みの変動はミネラルウォーター中のMg、Na及びClとの関連性が示唆された<sup>1)</sup>。

水中の無機塩類がコーヒーやお茶の風味に影響を与えることはこのほかにも過去に広く調査されている<sup>2-6)</sup>が、それらは官能試験によるもの、ミネラルウォーター又はCaのみを添加した水で淹れたコーヒー・お茶を味認識装置で測定するものであった。

そこで今回、無機塩類の種類及びその濃度がコーヒーやお茶の風味に与える影響を調査するため、蒸留水に無機塩類を加えた無機塩類水溶液を用いてコーヒーやお茶を淹れ、その香气成分及び味をそれぞれ機器で測定したところ、若干の知見を得たのでここに報告する。

## 調査方法

### 1 試薬及び資材

NaCl、NaNO<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、KCl、MgCl<sub>2</sub>六水和物及びCaCl<sub>2</sub>は、いずれも関東化学特級を、ポリビニルポリピロリドン<sup>1)</sup>はナカライテスク株式会社製EPを用いた。

コーヒーはユーシーシー上島珈琲株式会社製、UCC職人の珈琲深いコクのスペシャルブランド（以下ドリップバッグという）を、茶葉は株式会社伊藤園製、ホームサイズ緑茶（以下茶葉という）を用いた。

ガラスフィルターはWhatman製ガラス繊維ろ紙GF/D（粒子保持能力2.7 μm）を用いた。

### 2 試料調製

#### (1) 無機塩類水溶液の調整

NaCl、NaNO<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、KCl、MgCl<sub>2</sub>六水和物及びCaCl<sub>2</sub>をそれぞれ1 mol秤量し、各々を蒸留水に溶かし1 Lにメスアップし、6種の無機塩類原液を調製した。

無機塩類原液を沸騰した蒸留水で20倍希釈したものを50 mmol/L無機塩類水溶液、200倍希釈したものを5 mmol/L無機塩類水溶液とした。また、沸騰した蒸留水を0 mmol/L無機塩類水溶液とも称することとした。

#### (2) 抽出コーヒーの調整法

製品記載の「おいしいコーヒーのいれ方」を参考に、0、5、50 mmol/Lの無機塩類水溶液を用い、それぞれ次の操作で調整した。

ブンゼンバーナー上に耐熱ガラス板を設置し、その上に蒸留水が適量入った1 Lトルビーカー (A) を設置し沸騰後その状態を維持する。

耐熱ガラス板上に無機塩類水溶液が300 mL入った300 mLトルビーカー (B) を設置する。蒸発して体積が減った分を随時Aから補充し体積を維持する。

100 mLトルビーカー二つ (C、D) に、Bを沸騰を維持したまま70 mLずつ分取し、耐熱ガラス板上に設置する。

B(160 mL)、C(70 mL)、D(70 mL)が蒸発により体積が減った分を随時Aから補充し維持する。

ドリップバッグを開封し、受容器（香气成分：東洋佐々木ガラス株式会社製食料保存瓶450、味：別の300 mLトルビーカー）にかぶせ、駒込ピペットを用いてBを7 mLドリップバッグ内の豆に回しながら加える。この時、ドリップバッグ下部から液が滴らないよう注意する。

Bを加え始めてから20秒後、溢れないよう注意しながら速やかにCを全量ドリップバッグに注ぎ入れる。Bを加え始めてから35秒後、溢れないよう注意しながら速やかにDを全量ドリップバッグに注ぎ入れる。Bを加え始めてから60秒後にドリップバッグを受容器から外し廃棄する。受容器に入った液を抽出コーヒーと称し、試験に供する。

## (3) 抽出お茶の調整法

製品記載の「おいしい入れ方」を参考に、0、5、50 mmol/Lの無機塩類水溶液を用い、それぞれ次の操作で調整した。

無機塩類水溶液が300 mL入った300 mLトールビーカー(E)に、時計皿で蓋をして95°Cに保ったオープン内で1時間以上静置し、温度を安定させる。この時オープン内に適当な容器に入った沸騰した蒸留水(F)を用意しておく。

静置後、Eが蒸発して体積が減った分をFから補充する。

Eをオープンから取り出し、蓋を開けてあらかじめ計量した茶葉6 gを直ちにに加え、ガラス棒で攪拌し、直ちに蓋をする。蓋を開けてから7秒以内にこの操作を終える。

茶葉を加えて20秒後、直ちにEの中身を篩(150 μm)を通して1 Lビーカーに移す。茶葉を加えて30秒後までに篩を通過した液を直ちにガラスフィルターで吸引ろ過する。

茶葉を加えてから140秒後に吸引ろ過を止め、ろ液を抽出お茶と称し、試験に供する。

## 3 測定法

## (1) 香気成分の測定法

抽出コーヒーは調製直後にニチアス(株)製ナフロンテープで瓶口を覆い、その上から中央に直径2 mmの穴をあけた瓶蓋をきつく締めて密封したものをHS容器とした。

抽出お茶は抽出直後のものをマルエム(株)製100 mLバイアルに70 mL取り、ナフロンテープを挟んでセプタム及びアルミキャップで蓋をしたものをHS容器とした。

これらの容器を70°Cの水浴中に30分静置し、SPMEのニードルで瓶蓋の穴若しくはセプタム並びにナフロンテープを貫き、容器内の空気中にファイバーを露出させ5分静置する。その後GC/MSの注入口に挿入し、分析した。

HS-SPME-GC/MSの条件は表1のとおり

表1 HS-SPME-GC/MS 条件

HS部:	食料保存瓶450又は100 mLバイアル。
SPME(Solid Phase Micro Extraction)部:	polydimethylsiloxane(PDMS/DVD)、60 μm filmを、あらかじめGC気化室内で30分以上露出させ、焼き出ししておいたもの。
GC部:GC-2010(島津製作所)	
気化室温度:	250°C
注入モード:	スプリット法
スプリット比:	5.0(スプリット時間:1.5 分)
カラム温度:	40°C(1.5 min)-12°C/min-140°C(1 min)-6°C/min-220°C(3 min)-30°C/min-250°C(5 min)
分析カラム:	Shimadzu-SH-StabilWAX 30m×0.32mm ID 0.5 μm df
MS部:MS-2020(島津製作所)	
イオン源温度:	250°C
インターフェース温度:	250°C
検出器ゲイン:	1.2kV 測定モード:SCAN 法

## (2) 味認識装置による味測定法

味認識装置は株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー社製味認識装置SA402Bを用いた。

この装置では、先味とされる、酸味、苦味雑味、渋味刺激、旨味、塩味と、後味とされる苦味、渋味、旨味コクが測定できる。先味とは口に含んですぐに感じる味、後味とは飲み下した後も口内に残る味である。

味認識装置では2試料間の味の差異を、一方の試料を基準として、もう一方の試料の味が強いかわ弱いかで示す。その強弱の差は無次元の正負の測定値(以下味測定値という)で得られ、味が強くなった場合は正の値、差が無い場合は0、弱くなった場合は負の値となる。

味測定値の絶対値が1を超えると多くの人が味の「違い」を感じ取れるとされる(以下この値を閾値という)。

本研究では、豆や葉から抽出された成分による味(以下抽出味という)に着目し、蒸留水での抽出味を基準として無機塩類水溶液での抽出味を測定した時の差異(以下抽出味差という)を解析対象とする。

しかし、抽出コーヒー・お茶をそのまま測定し比較すると、添加されている無機塩類の濃度差による味の差が大きいため、抽出味差を測定することが出来ない。

そこで、無機塩類の濃度差による影響を排除するため、抽出後に無機塩類濃度を統一することとし、各濃度抽出コーヒー・お茶で次の操作を行った。

## ① 0 mmol/L抽出コーヒー・お茶

無機塩類原液9 mLと蒸留水11 mLを加えた200 mLメスフラスコを0 mmol/L抽出コーヒー・お茶でメスアップ。

## ② 5 mmol/L抽出コーヒー・お茶

無機塩類原液/蒸留水混液(9:1)9 mLと蒸留水11 mLを加えた200 mLメスフラスコを5 mmol/L抽出コーヒー・お茶でメスアップ。

## ③ 50 mmol/L抽出コーヒー・お茶

蒸留水20 mLを加えた200 mLメスフラスコを50 mmol/L抽出コーヒー・お茶でメスアップ。

これらの液はコーヒー・お茶由来ではない無機塩類を45 mmol/L含有するが、便宜上、調製に用いた抽出コーヒー・お茶の無機塩類濃度をとって0、5、50 mmol/L調製コーヒー・お茶と名付け、これを検液とした。

無機塩類の種類ごとに0 mmol/L調整コーヒー・お茶を基準として、5、50 mmol/L調整コーヒー・お茶の味の差異を抽出味差として測定した。

装置の各センサーの校正は、メーカー指定の校正液を用い測定ごとに実施した。

なお、お茶の旨味測定では、お茶の渋味成分を除去する必要があるため、調製お茶100 mLに対し4 gのポリビニルピロリドンを加えて攪拌、1時間静置後に遠心分離(3000rpm×5分)し、その上清をガラスフィルターでろ過したろ液を検液として測定した。

## (3) 無機塩類濃度の設定理由

各無機塩類5 mmol/L抽出コーヒー・お茶は塩類の味で

コーヒー・お茶の味に違和感を覚える濃度、50 mmol/L抽出コーヒー・お茶は塩類の味が強く嗜好品として楽しむのが困難な濃度であり、実際にはこれらの濃度の無機塩類を含有する水でコーヒー・お茶を淹れることは想定し難い。

しかし、無機塩類の影響で生じる風味の変化はあまり大きくないと考えたため、その変化をはっきりととらえるために添加濃度を濃く設定し試験を行うこととした。

## 結果と考察

### 1 香気成分

香気成分は、同定できた成分のみを解析対象とした。

香気成分の分析結果を図1、図2に示した。これらのグラフの縦軸は5、50 mmol/L抽出コーヒー・お茶で得られた香気成分の面積値を、0 mmol/L抽出コーヒー・お茶で得られた香気成分の面積値で除して100を掛けた値を表示している。

試験回数は無機塩類水溶液調整から各3並行で、その平均値を棒グラフで、その標準偏差をエラーバーで表示した。

#### (1) コーヒーの香気成分

各塩類の添加により香気成分のバランスが変動しないと帰無仮説を立て、分散分析を行ったところ、50 mmol/L Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>において1%危険率で有意な香気成分バランスの変動が認められた。その他は5%危険率でも有意な変動は認められなかった。

50 mmol/L Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>について香気成分毎にt検定を行うと、①:2-メチルフラン、②:2-メチルブタナール、③:1-ヘキサナール、④:1-メチルピロール、⑬:2-フルフリルフランの5成分が、他の多くの成分に比べ有意（以下比較的有意という）に低濃度となった。

これらの成分は、エーテル様の臭気、麦芽臭、青葉臭、獣脂臭などを有しているため、硫酸イオンを含む水でコーヒーを淹れるとそれらの臭気が抑えられることが示唆された。

なお、5 mmol/L Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>では統計上有意にならないが、平均値を見た限りでは同様の傾向が見受けられる。香気に与える影響が小さく、また標準偏差が大きいため有意な差にならなかったが、低濃度でも同様な作用があるとも考えられた。

#### (2) お茶の香気成分

コーヒーと同様に分散分析を行ったところ、5 mmol/LではMgCl<sub>2</sub>のみ5%危険率で有意な変動が認められた。

50 mmol/LではNaNO<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、MgCl<sub>2</sub>、CaCl<sub>2</sub>において1%危険率で、KClにおいては5%危険率で有意な差が認められた。

NaClは平均値を見る限りでは5、50 mmol/Lのいずれの

濃度でも香気成分バランスに変動があるように見えるが、50 mmol/Lでもp値は6.2%と高い値になった。これは測定ごとのばらつきが大きかったためであると考えられる。NaClを添加した香気成分の試験は、お茶の試験の中で最初に行ったため、著者が手技に慣れておらずばらつきが大きくなったとも考えられた。

有意な差が認められたものについて、成分毎個別にt検定を行うとリナロールがMgCl<sub>2</sub>及びNa<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>の添加により比較的有意に高濃度となっていた。

1-オクタナール、1-ノナナールはKClを除きすべての無機塩類の添加で、比較的有意に低濃度となっていた。これは分散分析で有意差の認められなかったNaClでも同様である。特にこの傾向はCaCl<sub>2</sub>で著しかった。

例外となったKClではシス-3-ヘキセン-1-オールが比較的有意に低濃度となっている。これはKClのみで認められた特徴である。

2-エチル-3,5-ジメチルピラジンはNaCl、NaNO<sub>3</sub>において比較的有意に低濃度となっていた。

お茶はNaNO<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、KCl、MgCl<sub>2</sub>及びCaCl<sub>2</sub>において有意な差が認められており、コーヒーに比較して香気成分が水中無機塩類濃度の影響を受ける度合いが大きいことが明らかになった。

### 2 抽出味差

基準液（KCl:30 mmol/L、酒石酸:0.3 mmol/Lのほぼ無味の液）を基準としたときの蒸留水で淹れたコーヒー・お茶の味測定値が、負の値または0に近い値となった味覚は評価対象外とした。

抽出味差の測定結果を図3、図4に示した。縦軸は、抽出味差である。

試験回数は無機塩類水溶液調整からコーヒーでは各3並行、お茶では各2並行で、その平均値を棒グラフで、その標準偏差をエラーバーで示した。

#### (1) コーヒー抽出味差

抽出味差は無機塩類濃度が濃くなると強くなる傾向が認められた。

MgCl<sub>2</sub>、CaCl<sub>2</sub>の添加により苦味雑味、旨味、塩味、苦味、渋み、旨味コクのすべてが弱くなった。特にMgCl<sub>2</sub>では5 mmol/Lで旨味コクが閾値を超えて弱くなった。

その他、今回の試験条件で閾値に近いあるいは超える味の変化として、50 mmol/L NaCl、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>で旨味コクが強くなり、50 mmol/L MgCl<sub>2</sub>で塩味、苦味が弱くなり、50 mmol/L MgCl<sub>2</sub>で塩味が弱くなったことが挙げられる。

#### (2) お茶抽出味差

コーヒー同様、抽出味差は無機塩類濃度が濃くなると強くなる傾向が認められたが、全無機塩類とも、50 mmol/Lでも閾値を超えることはなかった。

コーヒーに比べ無機塩類が抽出味に影響を与える度合いが小さいことが明らかになった。

## まとめ

コーヒー・お茶のいずれにおいても無機塩類の種類と濃度に応じて香気成分濃度、そのバランスが変化することが定量的に明らかになった。

味認識装置で測定した抽出された味成分においても同様に変化が認められたが、コーヒーとMgCl<sub>2</sub>の組み合わせを除き、通常飲用に供する程度の無機塩類濃度では閾値を超えておらず、多くの人には感知できない程度の差異しか生じなかった。

このことは、官能試験において硬水でコーヒーを淹れると酸味が有意に弱い<sup>4)</sup>などの先行研究の報告に一見反する。

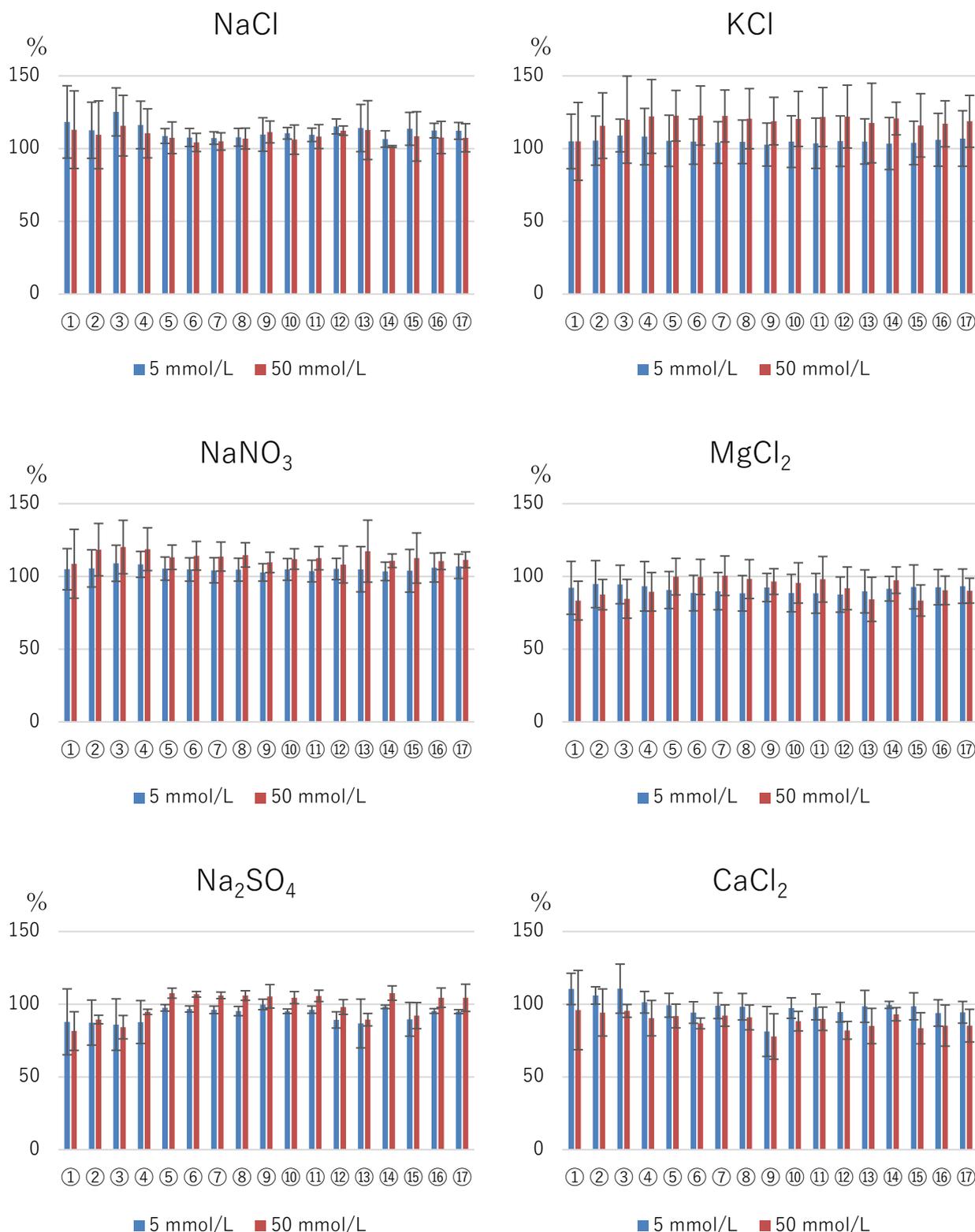
しかし、官能試験においては、豆や葉からの抽出効率以外の要素、例えば、スイカの甘みが食塩による対比効果で増強される、イノシン酸とグルタミン酸の相乗効果で旨味を強く感じるなどのような生理的な相互作用によって味の差異が生じていると考えれば双方を矛盾なく説明することが出来る。

## 参考文献

- 1) 山本敬男ら：本県産ミネラルウォーター（MW）の特性に関する「見える化」研究, 山梨衛環研年報, **64**, 35-40 (2020)
- 2) 早坂明ら：無機塩類を含む水で進出した紅茶及びコーヒー液の水色について, 日本食品工業学会誌, **11**(11), 479-483 (1964)
- 3) 高屋むつ子ら：コーヒー中のクロロゲン酸量に及ぼす焙煎時間および抽出条件の影響, 日本食生活学会誌, **16**(3), 224-229 (2005)
- 4) 和泉眞喜子, 高屋むつ子：コーヒーの味に及ぼす抽出条件及びクロロゲン酸量の影響, 日本調理科学会誌, **41**(4), 257-261 (2008)
- 5) 内山裕美子ら：茶の呈味におよぼす水質（特にCa）の影響と味認識装置による評価, 日本調理科学会誌, **47**(6), 320-325 (2014)
- 6) 三橋富子, 田島真理子：水の硬度が緑茶浸出液に及ぼす影響, 日本調理科学会誌, **49**(3), 216-222 (2016)

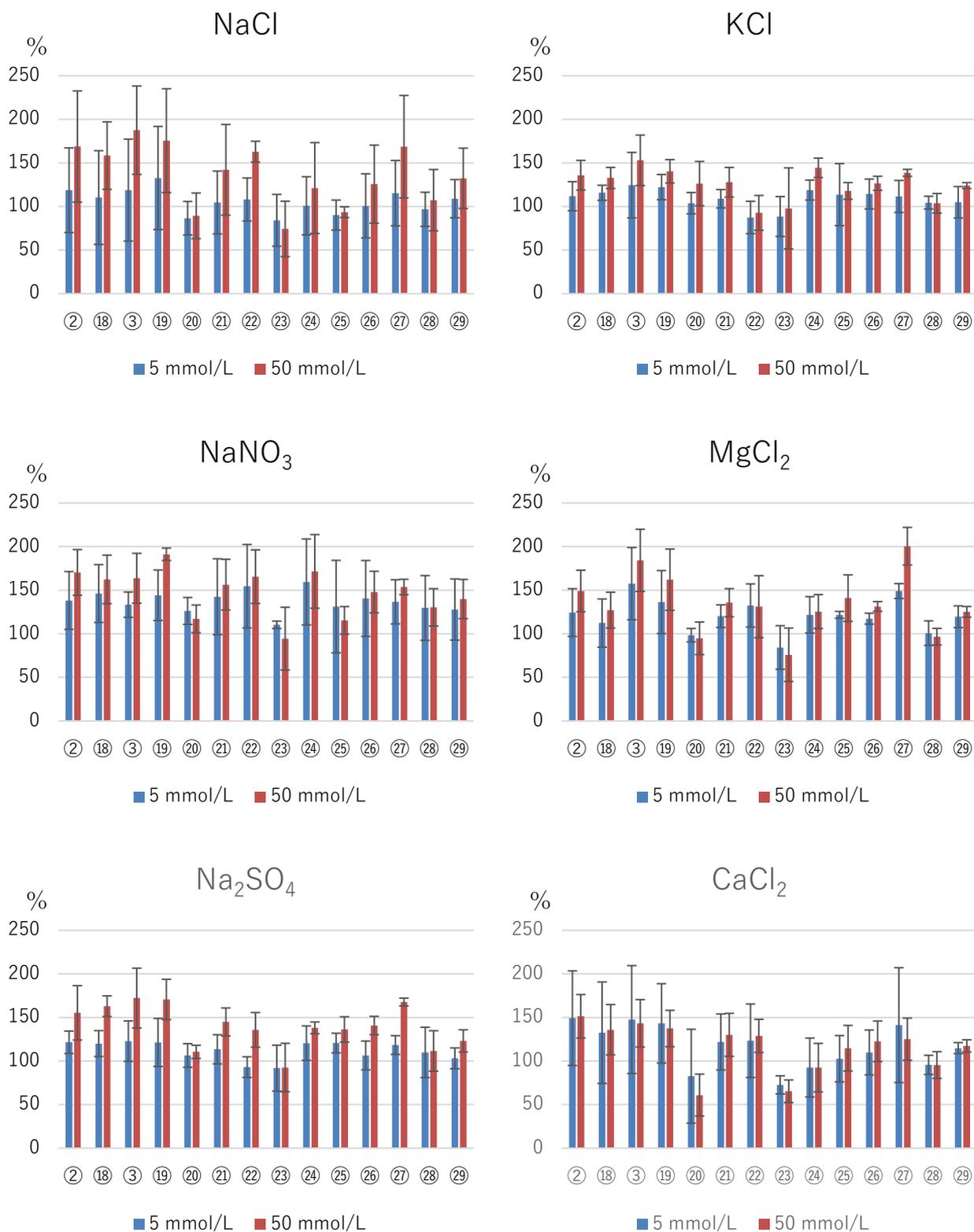
---

※ 現 山梨県福祉保健部衛生薬務課



- ①:2-メチルフラン、②:2-メチルブタナール、③:1-ヘキサナール、④:1-メチルピロール、⑤:メチルピラジン、  
 ⑥:2,5-ジメチルピラジン、⑦:2,6-ジメチルピラジン、⑧:エチルピラジン、⑨:リナロールオキシド、  
 ⑩:フルフラール、⑪:アセチルフラン、⑫:酢酸フルフリル、⑬:2-フルフリルフラン、⑭:2-フランメタノール、  
 ⑮:2-フルフリル-5-メチルフラン、⑯:サリチル酸メチル、⑰:1-フルリルピロール、

図1 無機塩類毎、0 mmol/L抽出コーヒーを基準とした5、50 mmol/L抽出コーヒーの香り成分の変動



②:2-メチルブタナール、⑱:1-ペンタナール、③:1-ヘキサナール、⑲:1-ヘプタナール、⑳:1-オクタナール、  
 ㉑:メチルヘプテノン、㉒:シス-3-ヘキセン-1-オール、㉓:1-ノナナール、㉔:2-オクテナール、  
 ㉕:2-エチル-3,5-ジメチルピラジン、㉖:3,5-オクタジエン-2-オン、㉗:リナロール、㉘:ゲラニルアセトン、  
 ㉙:ネロリドール

図2 無機塩類毎、0 mmol/L抽出お茶を基準とした5、50 mmol/L抽出お茶の香気成分の変動

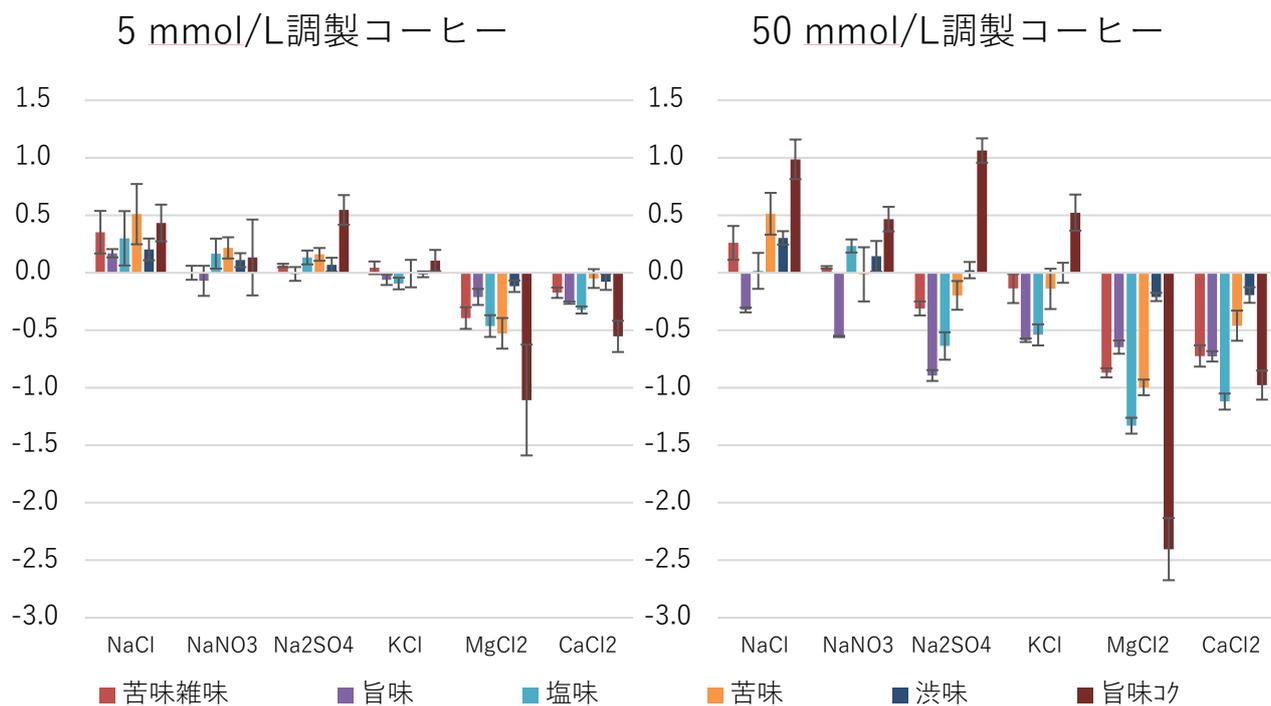


図3 各無機塩類、濃度毎のコーヒー抽出味差測定結果

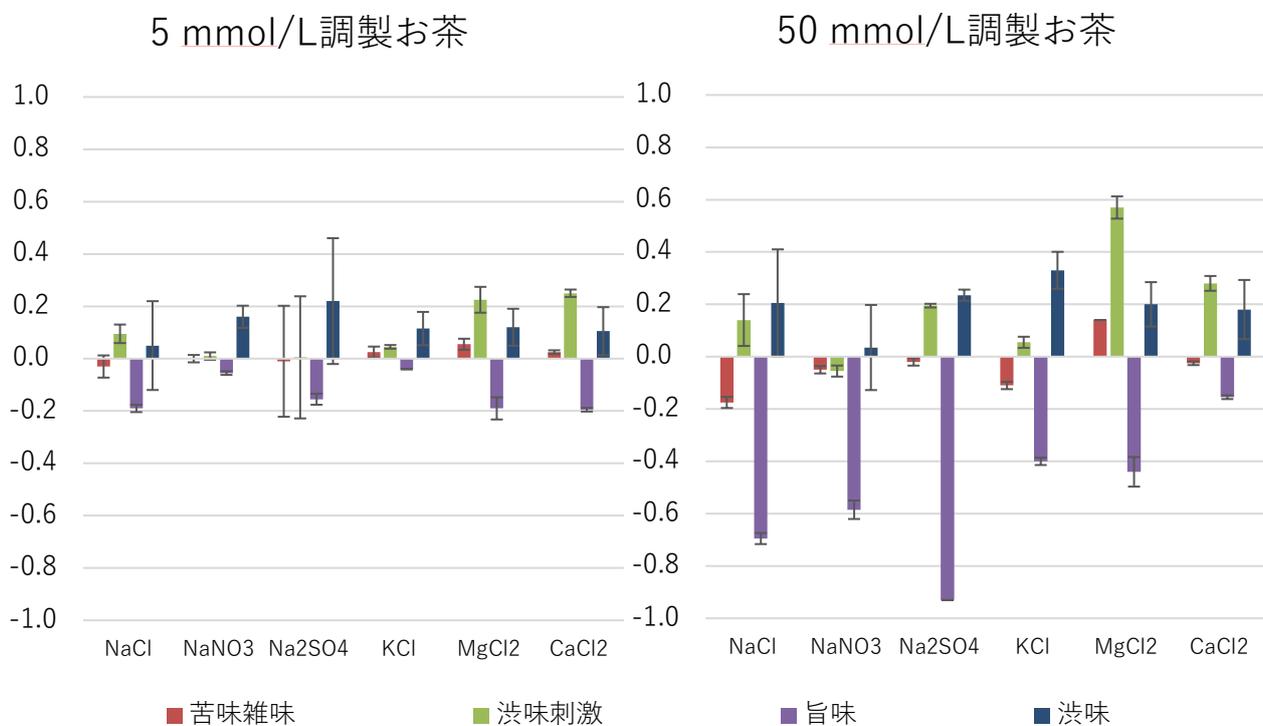


図4 各無機塩類、濃度毎のお茶抽出味差測定結果