

# 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

山本敬男、小林 浩、望月映希、大橋泰浩、小泉美樹、大森雄貴

Study for Characterization of Mineral Waters from Yamanashi Prefecture.

Takao YAMAMOTO, Hiroshi KOBAYASHI, Eiki MOCHIDZUKI, Yasuhiro OOHASHI, Miki KOIZUMI and Yuhki OOMORI

キーワード：ミネラルウォーター、味覚センサー、官能評価

本県は、MW の生産量が全国で最も多く、多数の商品が富士山北麓周辺で生産されている。この地域以外にも、八ヶ岳南麓周辺や甲府盆地東部でも生産されている。これら MW の水質は、非常に良好で、多くが軟水に分類される。一方、地下水が涵養される条件によりナトリウムやカルシウムなどの含有量に特徴があり、それぞれの MW が涵養される地質的要因を反映している<sup>1)</sup>。

MW の多くは、ほぼ無味・無臭とされるが、口に含んだ際に「味覚」として、苦味や塩味、苦味雑味、渋味刺激、渋味などを感じる。近年では、これらの「味覚」を、味覚センサーを用いて分析し、「味覚の定量化」が行われている<sup>2)</sup>。一方、例えば、水道水などの「味」の評価は人による官能評価を基に行われ、含有するミネラル成分との関連性が検討されている<sup>3)</sup>。「味覚」は、飲んだ際の「さわやかさ」や「重量感」、「すっきり感」などと表現されることがあり、飲み手の感覚により表現されている。これらの感覚は人によるイメージであり、数値化やグループ化には様々な要因が影響していると思われる。

本研究では、本県の良質な MW のさらなるイメージアップを図り、やまなしの水ブランド力の向上に寄与するため、県内産 MW のミネラル含有量や味覚を化学的に分析し、各製品の特長を捉え、本県の多様で良質な MW の特性を「見える化」することを目的とした。「見える化」の方法として、「味覚」を味覚センサーを用いて数値としてとらえ、MW の地域的な特徴を捉えることを試みた。また、人による官能評価試験による MW の特徴を捉え、感覚の可視化方法を探ることとした。なお、研究開始時に、学生や社会人などのパネラーによる飲み比べや、本県産 MW を用いて作製したお茶やコーヒーの飲み比べを計画していたが、新型コロナウイルスの感染拡大により、パネラーによる比較検討はできなかった。この報告では、味覚の専門家による官能評価試験と味覚センサー測定結果を中心に本県産 MW の「見える化」を行った。

## 方法

### 1. 測定対象試料

試験に用いた試料を表 1 に示した。本県産の MW は採水地が山梨県内の記載のある 24 試料 (試料番号 1~24) と、県外・海外産の 6 試料 (試料番号 25~30) を用いた。これらの試料はスーパーや通販により購入した。

表 1 試験試料の概要

| 試料番号 | 採水地    | 分類   | pH   | EC (mS/m) |
|------|--------|------|------|-----------|
| 1    | 大月市    | 温泉水  | 9.44 | 17.6      |
| 2    | 山中湖村   | 鉱水   | 7.81 | 11.5      |
| 3    | 山中湖村   | 鉱水   | 8.02 | 8.5       |
| 4    | 西桂町    | 鉱水   | 7.54 | 17.4      |
| 5    | 西桂町    | 鉱水   | 8.22 | 21.6      |
| 6    | 西桂町    | 深井戸水 | 8.07 | 19.0      |
| 7    | 道志村    | 鉱泉水  | 7.95 | 11.6      |
| 8    | 忍野村    | 深井戸水 | 7.76 | 15.1      |
| 9    | 富士河口湖町 | 深井戸水 | 7.72 | 11.4      |
| 10   | 富士河口湖町 | 深井戸水 | 7.98 | 10.4      |
| 11   | 富士吉田   | 鉱水   | 8.03 | 9.8       |
| 12   | 富士吉田   | 深井戸水 | 8.10 | 8.1       |
| 13   | 富士吉田   | 深井戸水 | 8.08 | 7.8       |
| 14   | 甲州市    | 温泉水  | 9.83 | 13.6      |
| 15   | 山梨市    | 温泉水  | 9.75 | 23.9      |
| 16   | 笛吹市    | 鉱水   | 8.18 | 13.7      |
| 17   | 甲州市    | 深井戸水 | 8.12 | 14.6      |
| 18   | 北杜市    | 鉱水   | 7.52 | 11.6      |
| 19   | 北杜市    | 鉱水   | 7.75 | 10.6      |
| 20   | 北杜市    | 深井戸水 | 7.49 | 5.9       |
| 21   | 北杜市    | 鉱水   | 8.11 | 9.4       |
| 22   | 北杜市    | 鉱水   | 7.61 | 11.7      |
| 23   | 身延町    | 鉱泉水  | 7.72 | 66.0      |
| 24   | 甲府市    | 深井戸水 | 7.33 | 15.9      |
| 25   | 大分県    | 鉱水   | 7.52 | 9.6       |
| 26   | 宮崎県    | 鉱泉水  | 7.22 | 40.8      |
| 27   | アメリカ   | 湧水   | 7.45 | 12.0      |
| 28   | フランス   | 鉱泉水  | 7.62 | 20.4      |
| 29   | フランス   | 鉱泉水  | 7.88 | 55.6      |
| 30   | イギリス   | 鉱水   | 7.66 | 28.8      |

## 2. 試験方法

### (1) 本県産 MW に含まれる主要陽・陰イオンの測定

MW に含まれる主要成分として、陽イオンは Na、K、Mg、Ca を、陰イオンは Cl、NO<sub>3</sub>、SO<sub>4</sub>、HCO<sub>3</sub> を測定した。さらに、SiO<sub>2</sub> について含有量を求めた。測定方法は以下のとおりである。

陽イオン：イオンクロマトグラフ法（島津製作所（株）HIC20）

陰イオン：イオンクロマトグラフ法（島津製作所（株）HIC20）

HCO<sub>3</sub>、CO<sub>3</sub>：滴定法

SiO<sub>2</sub>：比色法（モリブデン法）

### (2) 本県産 MW の官能評価試験

7名の官能評価者による味覚試験（委託先：味香り戦略研究所）を実施した。評価項目は、キレ、コク、さわやかさ、まろやかさ、甘味、塩味、えぐみ、金属味、苦味、酸味、ミネラル感などの項目について、感じた味覚を基に、それぞれの MW について「さわやか/まろやか」、「やわらかい/かたい」、「のどごしの良さ/重厚感」について感覚の強弱を段階的に点数化し、これらの点数の平均値を基準に本県産 MW の隔たりをグラフ化した。なお、基準水は「試料番号 19」を用いた。

### (3) 味覚センサーによる測定

試験に用いた味覚センサーは（株）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、塩味、旨味、渋味刺激、苦味雑味と、後味とされる渋味、旨味コク、苦味が測定できる。味覚センサーによる測定では、基準水の測定値との相対評価となる。本研究では「試料番号 19」を基準水とし、3 回繰り返し測定し、この平均値を測定値とした。また、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、MW の酸味と旨味につい

ては試料成分の影響のため測定ができないとのメーカー指摘があり解析対象から除いた。

### (4) 味覚センサー測定値におよぼす MW 成分の推定

味覚に影響をおよぼす MW 成分を推定するため 2-(1) で測定した主要成分濃度と各味覚センサーの測定値を重回帰分析により検証した。方法は、味覚センサー測定値を目的変数に、主要成分濃度を説明変数として、エクセルの「回帰分析」を用いた解析を行った。重回帰分析を行うにあたっては「変数減少法」を用い、p 値が 0.05 以上の元素を除外し説明変数がすべて p<0.05 となったときに解析を終了とした。

### (5) 各 MW によるお茶やコーヒーの味や香り試験

各 MW を用いてお茶やコーヒーを淹れ、味覚に関する項目は味覚センサーにより、香り成分は HS-SPME-GC/MS（Head Space-Solid Phase Micro Extraction-GC/MS）法により測定した。お茶やコーヒーは使用する茶葉や豆、発酵条件や焙煎条件により味や香りが異なることが報告されている<sup>4-6</sup>。そのため、一定の成分比較を行うため、お茶は「粉末 おーいお茶（永谷園（株）」を、コーヒーは「ネスカフェゴールドブレンド（ネスレ（株）」を用いた。味覚センサーの試験は先の 2-(3) と同様である。

お茶は、100mL 当たり 0.8g を各 MW に溶かした。味覚センサー試験では室温にて、香り成分試験は、100mL バイアルに 60mL 分取し 70°C の水浴にて 30 分間加温し、気層に SPME を 5 分間暴露し、GC/MS 法による分析を行なった。なお、お茶の旨味試験では、お茶の渋味成分を除去する必要があるため、お茶 100ml に対し 4g のポリビニルポリピロリドンを加えて 1 時間攪拌後、遠心（3000rpm×5 分）し、この上清をガラス繊維濾紙でろ過した試料を測定した。

コーヒーは 100mL 当たり 0.7g を各 MW に溶かした。試験操作方法はお茶と同様である。香り成分の分析は、2-(5) に示した島津製作所製（株）GC/MS を用いた。

お茶とコーヒーの GC/MS 法測定条件（SCAN モード）を表 2 に示した。また、測定対象成分は GC/MS 法により同定が可能であり、かつ、標準品が購入できた物質を対象とし、お茶は 19 物質、コーヒーは 21 物質について、エリア応答値（以下「応答値」）の変化を比較した。なお、基準水は先の試験と同様に「試料番号 19」を用いた。

## 結果 及び 考察

### (1) 本県産 MW のミネラル成分とその特徴

本県産 MW の主要成分の濃度概要を表 3 に示した。また、主要陽・陰イオンのミリバルバランスによるトリリニアダイアグラムを図 1 に示した。これら試料中濃度の特徴は、pH は中性～ややアルカリ性を示し、ミネラル成分の多寡を反映する EC（導電率）の平均値は約 11mS/m だった。また、陽イオンでは Na や Ca 濃度が高く、陰イオンでは HCO<sub>3</sub> 濃度が高かった。SiO<sub>2</sub> の平均濃度は 33 mg/L だ

表2 HS-SPME-GC/MS 測定条件

|   |
|---|
| HS:100mL バイアル   |
| SPME (Solid Phase Micro Extraction):<br>polydimethylsiloxane (PDMS/DVD), 60 μm film   |
| 装置・分析条件 分析装置: 島津製作所<br>ガスクロ部: GC-2010<br>注入口温度: 250°C 注入モード: スプリット法<br>スプリット比: 5.0 (スプリット時間: 1.5 分)<br>カラム温度: 40°C/1.5 分 - (12°C/分) -<br>140°C/1 分 - (6°C/分) - 220°C/3 分 -<br>30°C/分 - 250°C/5 分<br>分析カラム: Shimadzu-SH-StabilWAX<br>30m × 0.32mm ID 0.5 μm df |
| MS 部: MS-2020<br>イオン源温度: 250°C<br>インターフェース温度: 250°C<br>検出器ゲイン: 1.2kV 測定モード: SCAN 法  |

表3 本県産 MW の主要成分濃度の概要

|      | pH   | EC   | Na   | K   | Mg  | Ca   | Cl   | SO <sub>4</sub> | HCO <sub>3</sub> | CO <sub>3</sub> | NO <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> |
|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 最大値  | 9.83 | 66.0 | 800  | 2.1 | 9.6 | 59.2 | 65.9 | 200.6           | 94.3             | 17.4            | 14.4            | 55.1             |
| 最小値  | 7.33 | 5.9  | 3.7  | 0.1 | 0.0 | 0.6  | 0.5  | 0.4             | 10.8             | 0.0             | 0.1             | 3.6              |
| 平均値  | 8.09 | 15.3 | 150  | 1.0 | 3.2 | 130  | 6.5  | 16.8            | 52.3             | 2.6             | 4.0             | 32.6             |
| 中央値  | 8.00 | 11.7 | 7.9  | 0.9 | 3.0 | 10.3 | 3.0  | 6.8             | 52.5             | 0.6             | 2.9             | 33.0             |
| 標準偏差 | 0.66 | 11.7 | 18.4 | 0.5 | 2.5 | 11.4 | 13.3 | 40.1            | 19.6             | 4.9             | 4.0             | 9.7              |

n=24 EC:mS/m 各イオン濃度はmg/L

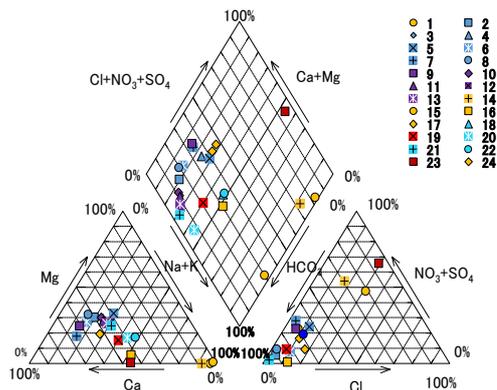


図1 本県産 MW の主要陽・陰イオンのトリリニアダイアグラム

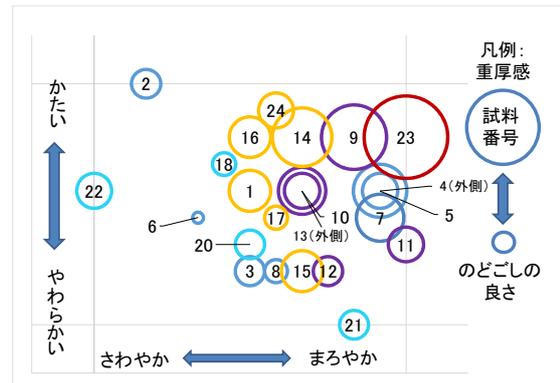


図2 本県産 MW の味覚評価の概要(全体)

占める割合が高く浅層地下水型の水質を示していた。しかし、一部の試料では、Na や Cl、SO<sub>4</sub> の占める割合の高い試料もあった。これらの MW はいずれも温泉水を利用しており、地域ごとかつ利用する地下水の種類により水質の違いが認められた。また、MW に含まれる微量濃度元素に

った。ミリバルバランスから、これら試料は Ca や HCO<sub>3</sub> の



図3 本県産 MW の味覚評価の概要(個別)

規格基準が設定されているが、規格基準を逸脱する微量濃度元素の無いことが報告されている<sup>1)</sup>。これらの結果から本県産の MW は産地の特徴を反映し、かつ、安全性の高い MW と考えることができる。

(2) 本県産 MW の官能評価結果

官能評価試験では、各 MW について「さわやか/まろやか」、「やわらかい/かたい」、「のどごしの良さ/重量感」について点数化し分類した。これらの指標を基にした本県産 MW の味覚評価の概要を図 2 に、各 MW の評価概要を図 3 に示した。官能評価試験は人による感覚であるため、先味や後味を総合的に感じた結果と捉えることができる。図 2 のグラフから、本県産の MW は、「まろやかさ」が感じられ、「かたさ」や「重厚感」を感じることができる。しかし、「さわやかさ」の際立つ MW (試料 22) や、軟らかさとまろやかさを感じる MW (試料 21)、硬さをしっかりと感じる MW (試料 2)、のどごしの良さを感じる MW (試料 6) などがある。また、円半径の大きな試料 23 では、「重量感」と共に「まろやかさ」を感じることができるとの結果を得ることができた。本県産の MW は採水地により、多様な「のどごし感」を楽しめると思われた。味覚として表現される渋味刺激は「さわやかさ」のひとつとされ、また、苦味雑味は「すっきり感」のひとつと表現されることがある<sup>7)</sup>。これらの言葉を用いるならば、本県産 MW は採水地の違いにより「さわやかさ」や「のどごし感」に特徴を持つ MW である。これらの特徴を用いて、「さわやか/まろやか」、「やわらか/かたさ」、「のどごしの良さ/重量感」の違いを用いた「見える化」を行うことができると思われた(図 2、3)。また、本研究に用いた MW の先味の「塩味」について、本県産 MW の地域的な特徴や県外産 MW の状況が報告され<sup>8)</sup>、先味による本県産 MW の特徴付が有益と思われた。

(3) 味覚センサーによる MW、お茶及びコーヒーの特徴

MW の味覚センサー試験では、塩味、苦味雑味、渋味刺激に MW の産地ごとの差異を確認することができた。これら項目のうち、苦味雑味、渋味刺激の測定結果を図 4 に示した。グラフ上の数値が「1」隔たると多くの人が味覚の「違い」を感じ取れるとされる。苦味雑味では、東山梨・大月・甲府地区の MW (試料番号 1、14~17、24) でやや高く、八ヶ岳南麓の MW (試料番号 18~22) では低い傾向にあった。また、富士山北麓地域の MW (試料番号 2~13) は製品ごとの渋味刺激の測定値に差異が認められた。海外や県外の MW は本県の MW と大きな差異はなく、本県産の MW は採水地により多様な変化のあることが確認できた。本県で生産される MW 製品数は非常に多く、MW の含有される元素濃度を基にした比較はしばしば行われていたが、味覚による比較は行われていなかった。味覚のうち、先味といわれる塩味、苦味雑味、渋味刺激に対する変化が大きく、後味といわれる苦味、渋味、旨味コクに対する変化は

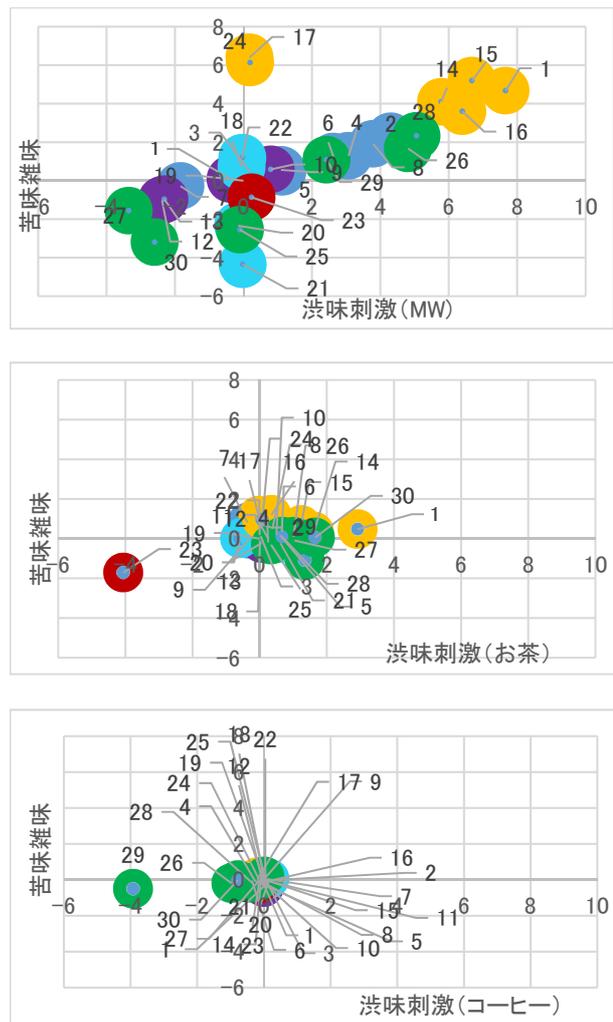


図4 味覚センサーによる MW、お茶、コーヒーの測定結果

| 凡例 地域区分   |        |
|-----------|--------|
| 富士北麓(東部)  | 北杜市    |
| 富士北麓(西部)  | 県外・海外産 |
| 東山梨・大月・甲府 | 基準水    |
| 身延町下部     |        |

小さかった。このことは、MW は口にふくみ、飲み込んだ直後の感覚が味覚に大きく影響していると思われた。また、MW の先味では、採水地ごとに隔たりがあり、地域ごとの特徴を捉えることができた。

お茶の味覚センサー試験では、各 MW の味覚をほぼ反映していたが、MW そのものより数値は小さくなった。この要因として、味覚センサーがお茶そのものの味に影響を受け、応答値が収斂したためと考えられた。渋味刺激では産地による違いが観察されるが、苦味雑味では隔たりは小さくなった(図 4)。海外や他県の MW も本県産の MW と同様な範囲にあることが確認され、本県産 MW の多様性を確認することができた。

一方、後味とされる「渋味」の測定結果を図 5 に示した。一般に、MW は後味として渋味を感じる事が少なく、

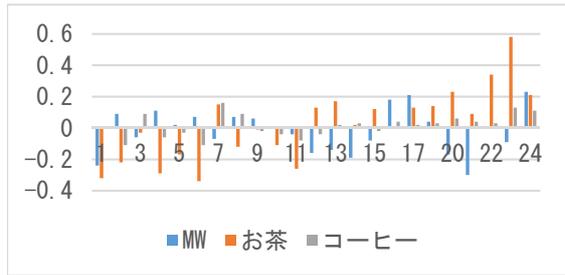


図5 本県産 MW による味覚センサーの渋味(後味)試験

味覚センサーにおいても MW の多くの試料で基準水との差異は小さい。しかし、お茶の「渋味」では MW の採水地ごとに異なる変化が観察された。本県産の MW を採水地別に比較すると、富士山北麓周辺の MW (試料番号 2~13) では、渋味がやや弱められる傾向が観察され、一方、八ヶ岳南麓周辺、甲府盆地、南巨摩郡の MW (試料番号 17~24) では渋味をやや強めることが観察された。渋味の測定値の違いを MW に含まれる元素濃度との関連性を検証した。その結果、MW に含まれる Mg や Na、Cl との関連性が示唆された ( $p < 0.05$ )。以上のことから、MW の違いにより「渋味」を楽しめる可能性が示唆された (図 5)。本県産の MW を用いたお茶の渋味測定値の最も小さい値と大きい値が「1」程度の隔りがあることから、味覚に敏感な人には本県産の MW を用いたお茶で「渋味」の違いを楽しめそうである。

お茶と比較するとコーヒーは、味覚センサーでの先味とされる「味覚」に大きな違いは観察できなかった (図 4)。苦味雑味や渋味刺激の隔りはお茶よりもさらに小さくなった。この要因として、コーヒーの味の強さがお茶よりも強いため、味覚の差異が測定されにくくなったためと考えられた。ただ、味覚センサーの測定値が基準水で淹れたコーヒーとほぼ同様なことから、各 MW によりコーヒー本来の味覚を楽しむことができると考えられた (図 4)。また、コーヒーは焙煎方法や淹れ方により味や香りが大きく異なるとされ、今回用いたコーヒー以外に多様な味を楽しめる可能性があり、様々なコーヒーでの確認が必要と思われた。

(4) 味覚センサー測定値と関連イオン成分

本県産 MW に含まれる主要イオン成分と味覚センサー測定値との関連性を重回帰分析により検証し概要を表 5 に示した。その結果、陽イオンでは Na や Mg が、陰イオンでは  $\text{NO}_3$  や Cl などのイオンが関与していることが確認された。また、 $\text{SiO}_2$  は塩味を除いて味覚に関連の高いことが確認され、 $\text{SiO}_2$  が味覚に重要な成分のひとつであることが確認された。水に含まれるイオン成分と味覚について、一価イオンの Na が塩味感を、Ca が苦味感に影響すること<sup>2)</sup>や、 $\text{SiO}_2$  が味覚に影響していること<sup>9)</sup>が報告されているが、我々の行った試験でもこれらイオン成分の味覚への影響が示唆される結果となった。

本県の MW は鉱水や温泉水、深井戸水を用いるため、ミ

表4 味覚センサー応答値と関連が推定された MW の主要イオン

| 苦味<br>雑味       | 渋味<br>刺激       | 塩味            | 苦味             | 渋味             | 旨味コク           |
|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Na             | Mg             | Na            | Na             | Mg             | Na             |
| Mg             | $\text{NO}_3$  | Mg            | Ca             | $\text{CO}_3$  | Cl             |
| Cl             | $\text{SiO}_2$ | Ca            | Cl             | $\text{NO}_3$  | $\text{SO}_4$  |
| $\text{NO}_3$  |                | Cl            | $\text{NO}_3$  | $\text{SiO}_2$ | $\text{HCO}_3$ |
| $\text{SiO}_2$ |                | $\text{SO}_4$ | $\text{SiO}_2$ |                | $\text{SiO}_2$ |
|                |                | $\text{NO}_3$ |                |                |                |

(判断基準:  $p < 0.05$  未満)

ネラル含有量の違いが味覚に影響していることが確認された。各味覚と含有するミネラル成分の関連性は、多くの味覚に  $\text{SiO}_2$  が関連することが示唆される結果となった (表 4)。

(5) お茶やコーヒーに含まれる香り成分の MW による濃度変化

お茶やコーヒーに含まれる香り成分は非常に多く、ノナールなどの「若葉の青臭」成分、ピラジン類などの「香ばしい焙煎香」成分、リナロールなどの「花・果実の香り」成分などが報告されている<sup>4,5)</sup>。基準水を基に、測定対象とした香り成分の応答値と、各 MW 成分の応答値を比較したところ、応答値は基準水とほぼ同程度だった。お茶では 0.87~1.13 倍、コーヒーでは 0.92~1.11 倍の隔りがあ

表5 HS-SPME-GC/MS 測定対象成分と応答値のエリア比

| コーヒー         |      | お茶           |      |
|--------------|------|--------------|------|
| 物質名          | エリア比 | 物質名          | エリア比 |
| 2-メチルフラン     | 1.02 | ジメチルスルフィド*   | 0.87 |
| 2-メチルブタール    | 0.98 | プロパナル        | —    |
| 3-ペンタン       | 1.01 | 2-メチルブタール    | 1.06 |
| 1-メチルピロール    | 0.90 | 1-ヘキサナル      | 1.02 |
| (R)(+)-リモネン  | 1.07 | 1-エチルピロール    | —    |
| (S)(-)-リモネン  | 1.08 | ヘプタール        | 1.11 |
| 2-ペンチルフラン    | 1.11 | (R)(+)-リモネン  | 1.01 |
| メチルピラジン      | 0.94 | (S)(-)-リモネン  | 1.08 |
| 2-オクタノール     | 1.01 | 2-ペンチルフラン    | —    |
| 2,6-ジメチルピラジン | 0.93 | オクタール        | 1.12 |
| エチルピラジン      | 0.95 | 2,6-ジメチルピラジン | 0.94 |
| 1-ヘキサノール     | —    | イソホロン        | 1.13 |
| ナナール         | 0.99 | 2-オクタール      | —    |
| フルフラール       | 0.95 | リナロール        | 1.00 |
| アセチルフラン      | 0.96 | シクロトリアル      | 0.99 |
| 酢酸フルフリル      | 0.93 | 1-フルリルピロール   | 0.98 |
| リナロール        | 0.95 | ゲラニオール       | 0.93 |
| 2-フルリルフラン    | 0.96 | ネロリドール       | 0.96 |
| サフランール       | 0.98 | インドール        | —    |
| サリチル酸メチル     | 0.97 |              |      |
| 1-フルリルピロール   | 0.92 |              |      |

った。なお、測定時に共存ピークの影響がありピークの同定が困難だった物質は「-」とした(表5)。

その結果、お茶、コーヒー共に本県産 MW と基準水との特徴的な差異が観察できず、変化を捉えることができなかった。香りは、様々な物質の組み合わせにより大きな差異を感じるとされるため<sup>10, 11)</sup>、より精密な試験を行う必要がある。今後の課題として、今回用いた GC/MS 法のさらなる改良が必要である。

## まとめ

本県の MW は製品数が多く、味覚による「見える化」を行った。「見える化」の指標として、「先味感」を示す「すっきり」や「重量感」、「さわやか」や「まろやか」などを用いた特徴付けが可能だった。これらの言葉を表現する方法として、棒グラフを用いて各 MW の特徴を表現できると思われた。また、MW の味覚は、地域ごとの違いが認められることから、採水地ごとの MW をセット(例えば、産地別 MW : 富士山北麓、甲府盆地、八ヶ岳南麓など)にして楽しむことも可能と思われた。本県産の MW の「のどごし感」を活用した販路の拡大が期待できると思われた。

## 謝辞

本研究は、山梨県総合理工学研究機構 重点化粋研究費 (H31 年度重点化粋) による支援を受けました。ここに謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 小泉美樹, 望月映希, 山本敬男, 小林 浩: 山梨県内に流通するミネラルウォーター類中の無機元素濃度, 地方衛生研究所関東甲信静支部第 33 回理化学研究部会研究会要旨集 p69-71 (2021)
- 2) 都甲 潔: 人の味を超えた味覚センサー, 目耳鼻, 105, 1-7 (2002)
- 3) 池 晶子, 山本紗由美, 川瀬雅也: 水道水のミネラル成分および物性によるグループ化と味の評価に関する要因の抽出, 日本調理科学会誌 Vol. 49, No. 1, 74-81 (2016) [資料]
- 4) 澤井典: お茶の香り, におい・かおり環境学会誌, 38 (3) 179-186 (2007)
- 5) 斉藤良弘, 岡村嘉之: コーヒー香気成分の分析, 島津アプリケーションノート (No18)
- 6) 崎原敏博, 遠矢聡志, 内村浩二: 夏茶に含まれる香気寄与成分, 茶研報 117, 27-33 (2014)
- 7) 味香り研究所レポート: T&A 味トレンドレポート 2018 年 6 月
- 8) 山本敬男, 小泉美樹, 小林 浩: 味覚センサーによる山梨県産ミネラルウォーターの特徴, 地方衛生研究所第 57 回全国科学技術協議会要旨集 p214-215 (2020)
- 9) 橋本 奨, 古川憲治, 南 純一: ミネラルバランスからの飲料水の水質評価に関する研究 (第 1 報) ミネラルウォーターの調整と官能試験日本水処理生物学会誌, 21, 19-24 (1985)
- 10) 畑中顯和: “みどりの香り” の研究, におい・かおり環境学会誌, 38 (6) 415-427 (2007)
- 11) 旦部幸博: コーヒーの香り, 現代化学, p46, 2019 年 5 月