

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 19 日現在

機関番号：34436

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500958

研究課題名(和文)水道水の味覚および成分プロファイリング

研究課題名(英文) Grouping of tap waters by mineral composition and several properties, using principal component analysis, to identify significant influential factors to the taste.

研究代表者

池 晶子 (IKE, AKIKO)

羽衣国際大学・人間生活学部・教授

研究者番号：70379139

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：水道水の水質，なかでも含有ミネラル成分濃度や硬度は水道水の味に多様性を与えているとの報告がある。本研究では水道水に比較的高濃度に含まれるNa, Ca, K, Mg, Si濃度および物性をもとに国内の20か所の水道水を主成分分析にてグループ分けし，判別分析により官能試験結果との関連性を調べた。主成分分析では水道水は3グループに分かれ，水道水の取水地の地質年代や地表水，地下水の別に共通する特徴が見られ，Si濃度やCa濃度が低い地表水が多いグループには味の評価の高い水道水が多く含まれていた。また，判別分析からSi濃度，Ca濃度，pHの判別係数が高い結果が得られ，主成分分析での結果を支持した。

研究成果の概要(英文)：The relationship between the taste of tap waters and their properties, mineral composition, pH, hardness and other physical and chemical properties, was investigated. By the principal component analysis based on the concentrations of Na, Ca, K, Mg, Si and several physical and chemical properties, the tap waters supplied from 20 areas in Japan, were divided to three groups. The tap waters with high estimations of taste belong to the group which have lower concentration on Si and Ca, and which is the surface water. Discriminant analysis also shows that the concentration of Si and Ca gives high contribution in diving tap waters into two groups based on tasting test. The value of pH of tap water is also suggested to be an important factor in discriminant analysis. Discriminant analysis shows no contradiction with principal component analysis. The obtained results suggest the following possibility that the concentration of Si and Ca, and pH relate with the taste of tap water.

研究分野：食品衛生学

キーワード：水道水 ミネラル成分 味評価 主成分解析 判別分析

1. 研究開始当初の背景

国内外の名水の名を冠するミネラルウォーターが広く市販されるようになった。また、海外の硬水をミネラル補給の目的で飲む人も増えている。安価で良質な水道水があるにもかかわらず、日常に飲用や料理に利用する水を購入するという社会的傾向は、いくつかの見直すべき課題を抱えている。水道水に比べ、長距離輸送や容器にかかるコストなど余分なコストやエネルギーが発生する。さらには昨今の世界的な水資源の枯渇と質の低下を鑑みれば、より多くの社会的注目を、我が国の水道水の質と量の維持に集めるべきである。我が国の水道水を質とイメージ共にブラッシュアップして有効に活用するという社会整備のために、本研究で得られる情報は不可欠であると考える。

なぜ、水道水よりも高価なミネラルウォーターを買い求めるのか。その理由の1つに「水道水イコール不味くて危険」という消費者のイメージがある。このイメージを解消しようと、旧厚生省は「おいしい水研究会」を発足して、おいしい水のガイドライン作りを行い、1985年に「おいしい水の要件」として公表した。各自治体の水道局は、それぞれが供給する水がこの要件を満たすことを示して、水道水の質をアピールしている。

水道水の持つよくないイメージを払拭するためには、このような広報活動の意義は大きいといえよう。しかし、前述の「おいしい水の要件」は、水道水が「まずくない」ことをアピールするため、水質の大枠を提示する意味合いが強い。消費者の意識の上でミネラルウォーターと肩を並べるには、まだ十分とは言えない。見落とされている要件を明らかにし、一歩踏み込んだ、めざすべき水質を提示する指標が必要である。

2. 研究の目的

国内の水道水や名水を広範囲に調査してより正確で汎用性のある「水のおいしさ指標」を提案する。

3. 研究の方法

(1) 研究材料

1) 水道水

北海道から沖縄まで全国20か所の水道局から販売・配布されているボトル詰め水道水(S1~S20)を試料とした。どのボトルウォーターにも塩素が残存していないことを分析により確認している。

2) 基準水

味覚官能試験の基準水として羽衣国際大学(大阪堺市)の水道水を用いた。塩素を取り除くため、電気湯沸かしポットで一度沸騰させ、ガラス製の容器に移して氷水中で急冷後、ペットボトルに入れ5に保冷した。

(2) 研究方法

1) 水道水の味の評価

羽衣国際大学食物栄養学科の学生らにより、20種類の水道水の味の評価を行った。

試験は3回に分けて行い、基準水との比較により評価した。それぞれのサンプル水道水および評価人数は、1回目7種類(S2, S3, S5, S6, S8, S16, S17)53名、2回目6種類(S1, S7, S10, S13, S14, S18)44名、3回目6種類(S4, S9, S11, S12, S15, S19)79名であった。なお、サンプル水道水および基準水は、水温による評価の差をなくすため全て5に保冷し、製造地を伏せて提供した。

2) ミネラル成分濃度

ICP-MS(Ar gas) Agilent 7700 (アジレ

ントテクノロジー社)を用いて半定量モードで Na, Ca, K, Mg, Si, Li, Al, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Mo, Ba, Pb 濃度を分析した。

3) pH, 電導度 (EC), 溶存固形物総量 (TDS)

HANNA 製ポータブルメーター (HI 991301N) を用いて測定した。

4) 有機炭素源濃度 (TOC)

Shimadzu TOC-VCSH にて定量した。

5) 酸化還元電位 (ORP)

TOA DDK 製ポータブル ORP 計 (RM-30P) を用いて測定した。

6) 総硬度

EDTA 法にて定量した。

7) 統計解析

サンプル水道水のミネラル成分濃度と物性に基いたグループ分けをするとともに、味覚官能試験結果や取水地の地質学的特徴と水質にどのような関係があるのかを明らかにするために、Excel 統計 2007 (社会情報サービス) を用いて、主成分分析および判別分析を行った。

4. 研究成果

(1) サンプル水道水の取水源と味の評価値

Table 1 にサンプル水道水と製造都道府県、取水源情報および味の評価を示した。味の評価では、基準水よりも高評価か低評価で分類した。20 サンプル中 9 サンプルが、深井戸水、湧水など取水源を地下水とし、11 サンプルが地表水由来であった。地下水由来のものをゴシック体で表示している。S20 については基準水との相対評価は行っていないが、他のサンプルと比べ最も評価の順位が低かった。

Table 1 サンプル水の取水源および味の評価

サンプル番号	製造都道府県	取水源	味評価
S1	北海道	河川水	高評価
S2	青森	河川水	高評価
S3	新潟	河川水	高評価
S4	群馬	河川水	高評価
S5	埼玉	深井戸水	低評価
S6	茨城	ダム水	低評価
S7	東京	河川水	低評価
S8	神奈川	深井戸水	低評価
S9	神奈川	伏流水	高評価
S10	三重	浅井戸水	低評価
S11	富山	地下水	低評価
S12	石川	深井戸水	高評価
S13	大阪	河川水	高評価
S14	大阪	河川水	高評価
S15	兵庫	渓流水	低評価
S16	岡山	浅井戸水	高評価
S17	島根	湧水	低評価
S18	大分	深井戸水	低評価
S19	宮崎	浅井戸水	低評価
S20	沖縄	配水池	低評価

(2) 水道水の物性およびミネラル成分分析値

20 種類の水道水について、各種物性とミネラル成分濃度の分析を行った。総硬度が 100 mg/L 以下の水は一般的に軟水と定義されるが、今回の 20 サンプルは 18~82 mg/L の範囲にあり、すべて軟水であった。pH は 5.8~8.6 が水道水基準で定められているが、全サンプルでは 6.96~7.57 と基準値の範囲内であった。ミネラル成分濃度については微量元素も含めて 16 元素の測定を行った。

(3) 主成分分析

1) ミネラル成分濃度を基にした主成分分析

水道水に含有量の多い 5 つのミネラル成分濃度を基に、水道水の主成分分析を行った。結果を Fig. 1 に示す。水道水は Mg,

Ca 濃度の高いグループ , Si 濃度の高いグループ , それ以外のグループ の 3 群に分かれて分布していた。主成分分析の分布に製造地や味の評価, 取水源の特徴 (Table1) を重ね合わせて Fig. 2 に示した。製造地を, 北海道・東北地域, 関東地域, 北陸・関西地域, 中国・九州地域, 沖縄に分けて表示したところ, 概ね生産された地域ごとに近い位置にプロットされ, ミネラル成分の含有バランスには地域特性が見られることが示唆された (Fig. 2A)。次に主成分分析結果と味の評価の関係をみると, 原点に近い位置には比較的, 味の評価が低いものが集まっているのに対し, Si, Ca や Mg の低い物が多い Y 軸マイナス側には味の評価が高い水が集まる傾向が見られた (Fig. 2B)。またその位置に取水源が河川水やダム水などの地表水であるものが集中していた (Fig. 2C)。

以上より, 水道水とミネラル成分濃度を用いた主成分分析から, 味が好評価のグループには, 地表水が多いことが分かった。地表水は Ca, Mg, Si などの溶解成分が雨水により希釈されることで硬度が下がり, 味の評価が高くなると推察される。

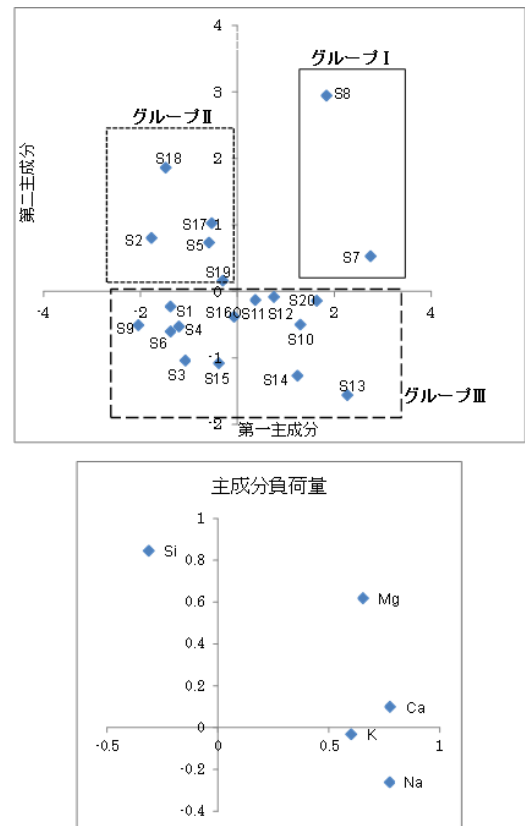


Fig. 1 ミネラル成分分析値による主成分分析と主成分負荷量

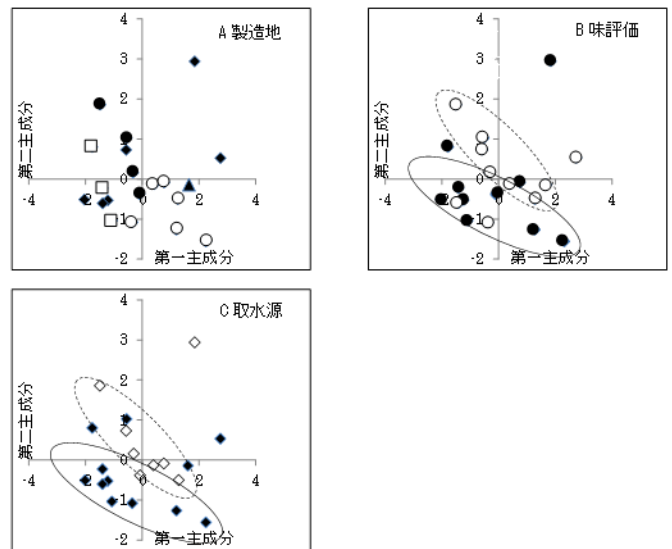


Fig.2 ミネラル成分による主成分分析と製造地(A)・味評価(B)・取水源(C)の関係

A: 北海道・東北地域 (), 関東地域 (), 北陸・関西地域 (), 中国・九州地域 (), 沖縄 ()
 B: 味評価 4 以上の高評価 (), 4 未満の低評価 ()
 C: 取水源 地表水 (), 地下水 ()

2) 物性値を用いた主成分分析

物性値により水道水の主成分分析を行ったところ、総硬度や pH に特徴のあるグループ、ORP の高いグループ、それ以外のグループの 3 群に分かれて分布していた。ミネラル成分濃度を基にした主成分分析の場合と比較して、地域ごとの傾向はあまり見られなかった。また、味の評価が高い水は、地表水がやや多いことが分かったが、ミネラル成分による主成分分析と比較してはっきりとした傾向は見られなかった。

3) 判別分析

水道水のミネラル成分や物性を用いた主成分分析から水道水をグループ分けした結果、グループにより味の評価が分かれることが確認された。そこで、味の評価と元素および物性因子の関係を調べるために判別分析を行った。味の評価の比較的良いものと悪いものをそれぞれ 1 あるいは 0 とした。ミネラル成分のうち、Si 濃度は、判別係数が 1.296 と最も高く、味の評価の判別に寄与していると考えられた。次いで、Ca 濃度の判別係数が高く (1.0884)、硬度を左右する Ca 元素の味の判別への寄与も示された。

物性値の中では、電導度 (EC) や溶存固形物総量 (TDS) の判別係数がそれぞれ -3.5531, 2.6862 と高い結果となった。さらに、pH の判別係数も 1.1679 で有意に高く、味評価への寄与が示された。

今回の分析により、国内の水道水がミネラル成分によりグループ分けされ、味の差異が見られたことは興味深い。一般に地下水には、汚染やにごりがすくなく良質の水というイメージがあるが、今回の味の評価は、地表水の方が高い結果となった。

なお、今回の主成分分析では、水道水で含有量の高いミネラル 5 元素をもとに行ったが、より微量なミネラル成分を含め、16 元素濃度による主成分分析を行ったところ、K, Na, Mg, Ca, Si といった主要元素の主成分負荷の高い領域と一致していた。したがって、水道水のグループ分けにはその他の微量元素濃度ほとんど影響していないといえる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件 投稿中)

日本調理科学会

「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關与する要因の抽出」

池晶子 川瀬雅也

〔学会発表〕(計 3 件)

日本食品科学工学会(札幌)2012.3

「水道水の味を左右するミネラル成分」

池晶子 和田野晃 川瀬雅也

日本陸水学会(大津)2013.9

「国内の水道水とミネラルウォーターの含有元素および物性による分類」

池晶子 川瀬雅也 山下純次

日本陸水学会 2014.9(筑波)

「国内外の水道水・ミネラルウォーターの分類と味に貢獻する因子の抽出」

池晶子 川瀬雅也 山下純次

6. 研究組織

(1)研究代表者

池 晶子(羽衣国際大学 人間生活学部)

研究者番号: 70379139

(2)研究分担者

川瀬雅也(長浜バイオ大学 バイオサイエンス学部)

研究者番号: 90224782