

フード ケミカル

月刊

食品のおいしさと安心を科学する技術情報誌
A Technical Journal on Food Chemistry & Chemicals.

2016 **10** vol.378

特集1 おいしい介護食の開発

特集2 乳酸発酵の科学



PICK UP!
編集部イチ押し

(株)林原 林原ヘスペリジンS²

最新技術情報

キューピー 加熱変性リゾチームのノロウイルスへの効果

伊那食品工業 天然物由来の可食性フィルム

世界の食品・原材料・添加物トピックス²² スプーン一杯のお砂糖以上

ifia
JAPAN
International
Food Ingredients
& Additives
Exhibition
and Conference



小関正道 Masamichi Koseki

東京家政大学 家政学部 教授

こせき・まさみち

- 略歴 京都大学農学部食品工学科卒業。京都大学農学博士。東京都立衛生研究所、山脇学園短期大学教授を経て現職。
- 専門分野 食品学、生物浄水法
- 著書 『改訂 マスター食品学I』、『マスター食品学II』

1. 水道水のおいしさの変遷

1955年以前の日本中の水道水はおいしいと言われていたが、東京オリンピックの数年前から、東京都玉川上水場の水道水に対しまずいという苦情が増えた¹⁾。1970年ころからは、特ににおいに対する不満が強くなりはじめた。においの一つにかび臭があり、その主な原因物質は富栄養化により発生した藍藻類(図1)が作る2-メチルイソボルネオールと、藍藻類や放線菌が作るジェオスミン(土臭物質ともいわれる)である。水系により生息している生物が異なるので生成されるかび臭物質も異なり、ジェオスミンは金町水系より琵琶湖水系で問題になることが多いのである。これらの物質が生成された水を水道水源としている地域では、東京に限らず水道水はまずいと言われてきた。しかし最近の東京都の水道水の味は飛躍的に改善された。東京都水道局が、2015年6月に水道水と国産ミネラルウォーターの飲み比べを実施した結果、参加人数1万516人のうち、「水道水がおいしい」が38.7%、「ミネラルウォーターがおいしい」が41.8%、「ほとんど変わらない」が19.5%で、6割近くの人が水道水のおいしさは「ミ

ネラルウォーターと遜色ない」と判断したことが発表された²⁾。このように現在東京都の水道水の評価は悪くない。評価が良くなった理由は高度浄水処理施設を設置し、かび臭物質などを除去したからであり、東京都水道局の利根川水系の浄水場は2013年10月に高度浄水処理100%を達成している³⁾。高度浄水処理では処理の最後に生物活性炭処理をしている。これは活性炭による吸着処理とともに、活性炭に繁殖した生物の浄化作用を利用したものである。なお、高度処理とは別に、主に生物作用による浄水法である緩速ろ過浄水法が古くから行われていることを、本誌2014年10月号に詳述したので参考にしていただきたい。これらの生物作用は、おいしい山の湧水ができるような自然の浄化作用と似ており、昔の飲み水が自然の浄化作用のみでおいしく飲めたのと同様、温故知新の技術である。

2. 厚生省おいしい水研究会によるおいしい水の要件⁴⁾

水道水に対する不満や不安が残っていた1984年、厚生省はおいしい水研究会を発足させ、おいしい水道水の供給への都市住民の声の高まりに対し、翌年4月おいしい水についての検討結果を発表した。この研究会のメンバーは、国立公衆衛生院、東京都水道局、神戸市水道局、大学の工学部・薬学部、水処理研究所などの専門家他、食品・調理の専門家や門外漢の大山のお代さんなども加わっていた。検討結果は表1に示すおいしい水の



図1 2-メチルイソボルネオールやジェオスミンを作る藍藻類
(<https://www.pref.chiba.lg.jp/suidou/keikaku/oishii2/qa/qa16.html>)

本誌 2014 年 9 月号～2015 年 11 月号では東京家政大学・生活科学研究所の総合研究「温故知新プロジェクト」の成果を紹介してきました。

表1 おいしい水の水質要件

水質項目*	数値	単位	
蒸発残留物	30～200	mg/L	
硬度	10～100	mg/L	
遊離炭酸	3～30	mg/L	
過マンガン酸カリウム消費量	3以下	mg/L	注1
臭気度	3以下		注2
残留塩素	0.4以下	mg/L	注3
水温(最高)	20以下	℃	

注1 過マンガン酸カリウム消費量の値は、水質汚濁に伴って水道水中に含まれる有機物量を表す指標として用いた

注2 通常の人々が異臭味を感じない水準である

注3 通常の人々が塩素臭を気にならない濃度である

*水質項目についての説明 (<https://www.waterworks.metro.tokyo.jp/suigen/topic/17.html>)

蒸発残留物	水が蒸発した後に残る物質で、成分は主にミネラル分。多く含まれると苦みや渋みなどを感じるが、適度に含まれると、こくのあるまろやかな味がする
硬度	主なミネラル分である、カルシウム及びマグネシウムの含有量を表す。おいしい水の条件としては、硬度成分が適度に含まれることが必要である。硬度の低い水は「軟水」といい、味にくせがない。一方、硬度の高い水は「硬水」といい、しつこい味を感じるほか、人によって好き嫌いが分かれることが多い
遊離炭酸	水に溶けている炭酸ガスのことで、水にさわやかさを与える一方、多すぎると刺激が強くなってまろやかさが失われる
過マンガン酸カリウム消費量	水に含まれる有機物の指標。多く含まれると渋みを感じる
臭気度	水についているにおいの強さを表す（においの種類は関係ない）。カビ臭や藻臭など、水に不快なおいが付いていると、まずく感じる
残留塩素	水道水中に残留している、消毒用の塩素のこと。衛生上、水道水は塩素が 0.1mg/L 以上残留していなければならないが、残留塩素の濃度が高すぎると、いわゆる「カルキ臭」の原因となる
水温(最高)	冷たい水は、生理的においしいと感じる。また、水を冷やすとカルキ臭などのにおいが気にならなくなるため、水をおいしく飲むことができる

水質要件として発表された。表1の7項目のうち、蒸発残留物、硬度、遊離炭酸は、水をおいしくする要素で、過マンガン酸カリウム消費量、臭気度、残留塩素は水をまずくする要素である。これらの項目について示された水がおいしく飲める範囲は、各地で行われた利き水試験の結果やアンケート調査などによって、おいしいとされた全国の水道水の水質を解析した結果などから求められた。おいしい水研究会では、この要件に適合していればほとんどの人がおいしく飲める水であるとしている。この水質要件に適合している水道水がある人口5万人以上の都市と、研究会のメンバーが選んだ水道水のおいしい人口10万人以上の都市が同時に発表された(表2)。

3. 水のおいしさの指標：O Index

水のおいしさについて、橋本らによりO Indexという指標が発表された。橋本らは

全国の代表的な飲料水などの官能試験の結果から、Ca, K, SiO₂が味を良くし、Mg, SO₄が味を悪くする因子であることを示し、

表2 研究会のメンバーが選んだ水道水のおいしい都市(人口10万人以上)

都道府県	都市
北海道	帯広・苫小牧
青森県	青森・弘前
秋田県	秋田
栃木県	宇都宮・小山
群馬県	前橋
埼玉県	熊谷
富山県	富山・高岡
石川県	金沢
福井県	福井
山梨県	甲府
長野県	松本
岐阜県	岐阜・大垣
静岡県	静岡・沼津・富士宮
愛知県	名古屋・豊橋
三重県	津・松阪
鳥取県	鳥取・米子
岡山県	岡山
広島県	広島
山口県	山口
高知県	高知
熊本県	熊本
宮崎県	都城

注 市民の大部分がおいしい水道水を利用できる都市を表している

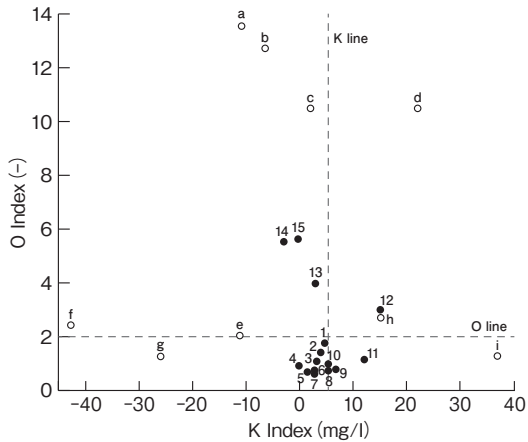


図2 ミネラルバランス指標の飲料水、鉱泉水への適用

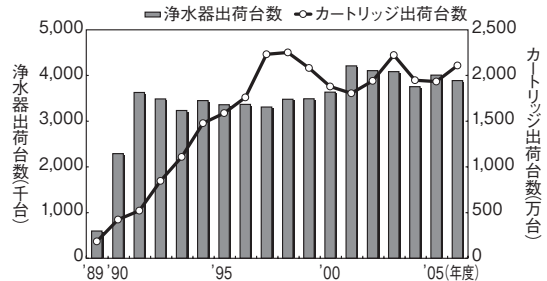
●飲料水：1. 福岡市，2. 奈良市，3. 岡山市，4. 秋田市，5. 宮崎市，6. 松山市，7. 大阪市，8. 京都市，9. 神戸市，10. 大津市，11. 大分市，12. 島本町，13. 鹿児島市，14. 青森市，15. 熊本市
○鉱泉水：a. 奈良 R ホテル井戸水，b. 鑄射寺井戸水，c. 二月堂井戸水，d. 玉龍水，e. T 遊園地地下水，f. 近江温泉水，g. 道後温泉水，h. 水前寺公園湧水，i. エビアン

(Ca + K + SiO₂) / (Mg + SO₄) の値をおいしい水の指標 (O Index) として提案した⁵⁾。さらに橋本らは代表的な飲料水などについてこの値を計算し，おいしい水の要件として $O\ Index = (Ca + K + SiO_2) / (Mg + SO_4) \geq 2.0$ (各成分の単位は mg/L) を提唱した⁶⁾。同時に，健康にいい水の指標が， $K\ Index = Ca - 0.87Na \geq 5.2$ (mg/L) として示され，さらに各地の水やミネラルウォーターにこれらの指標をあてはめ，図2が示された⁶⁾。

図2と厚生省のおいしい水研究会が水道水のおいしい都市として選んだ表2を比べると，青森市，熊本市は両方でおいしい水として示されているが，表2でおいしいとされている秋田市，岡山市のO Indexは2を下回っている。

4. 浄水器とミネラルウォーター

厚生省おいしい水研究会からおいしい水の水質要件の発表があった時期以降，浄水器への需要が急激に増加した(図3)ことは，水道

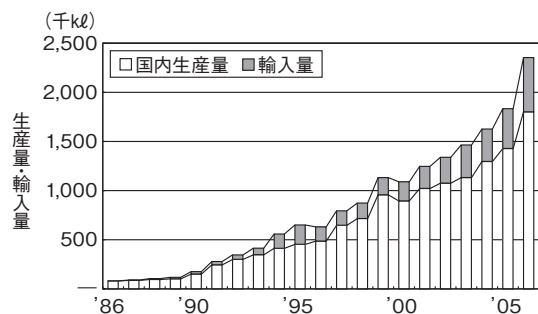


(注)有限責任中間法人浄水器協会資料をもとに国土交通省水資源部作成

図3 浄水器出荷台数

<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/hakusyo/H19/3-6.pdf#search=%E6%B5%84%E6%B0%B4%E5%99%A8+%E5%87%BA%E8%8D%B7%E5%8F%B0%E6%95%B0+1980%E5%B9%B4%E4%BB%A3>

水の味の悪さや安全性への不安から起きた現象と思われる。図3から，1991年には浄水器を必要とする人にはかなり行きわたり，カートリッジ需要も1997年からは横ばいで推移していることがわかるので，個人レベルでは非常に素早い対策がとられ，おいしく安全な水を求める関心の高さが理解できる。しかし図4に示すミネラルウォーターの需要推移は，1990年代以降ほぼ毎年増加しているが，浄水器への需要動向とは明らかに異なっていることから，ミネラルウォーターの需要は水



(注)日本ミネラルウォーター協会資料をもとに国土交通省水資源部作成

図4 ミネラルウォーターの生産と輸入量の推移

<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/hakusyo/H19/3-6.pdf#search=%E6%B5%84%E6%B0%B4%E5%99%A8+%E5%87%BA%E8%8D%B7%E5%8F%B0%E6%95%B0+1980%E5%B9%B4%E4%BB%A3>

道水の味の悪さや安全性への不安のみから生じていることではないといえる。

5. 浄水器を通した水のおいしさ

著者らはアルカリイオン水のおいしさを検討するために、パナソニックと共同で次の実験をした。ミネラルウォーターのボトルに表示されているカルシウム濃度 (mg/L) が 467, 200, 80, 68 のヨーロッパ産ミネラルウォーター 4 種類, 24, 11 の国産ミネラルウォーター 2 種類と、硫酸カルシウムまたは乳酸カルシウムをカルシウム濃度 17.5mg/L の東京都港区赤坂の水道水に添加してカルシウム濃度 40mg/L にした水を、浄水器付きアルカリイオン整水器を通して作ったアルカリイオン水および浄水器を通してただけの水道水の計 9 種類の水について官能評価試験を行った。その結果、浄水器を通した水道水の評価が最も高く、次に評価が高かった水は 2 種類のアルカリイオン水であった (図 5)⁷⁾。この実験結果から家庭でおいしい水を飲む方法として、水道水を浄水器を通して飲むことが手軽で安価であることを示した。

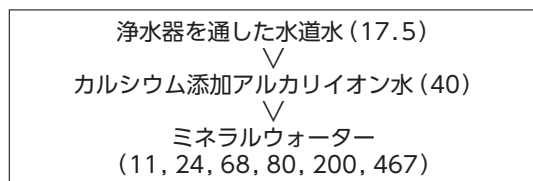


図 5 官能評価によるおいしい水の順位

カッコ内はカルシウム濃度 mg/mL
アルカリイオン水は水道水に硫酸カルシウムまたは乳酸カルシウム添加後電気分解した水

6. 浄水器の構造と機能⁸⁾

図 3 で示したように浄水器は、必要としている家庭には行きわたっているが、浄水器の構造や機能を理解して使用している人は少な

表 3 ろ材で分けた浄水器のタイプ

活性炭式	粒状、粉状、繊維状およびブロック状にした活性炭を使っている。おもに活性炭のはたらきを利用した浄水器で、簡易型浄水器や、逆に多量の活性炭によって除去性能を持続させた大型もある
ろ過膜式	ろ過膜(0.4～0.01ミクロンの穴のあいた中空糸膜、平膜など)に水を通して、水道水に含まれる粒子類を除去し、活性炭で残留塩素や有機物を取り除く。単一のろ材を使用したものよりも、複数のろ材を組み合わせ、相乗効果をもつ浄水器が多く出ている。現在使用されている浄水器の多くは、活性炭式+中空糸膜のタイプ
逆浸透膜 (RO) 式	ろ過膜式で用いられる膜よりも、さらに小さな穴のあいた膜に圧力をかけて水を通過させ、水と異物を分離する方法。海水の淡水化や医療用に使用されるケースが多く、浄水器としてはアメリカなどで天然水の飲用水化として使用されている場合が多い
セラミック式	微細な孔をもつセラミックをろ材に利用している

いと思われるので、この項で解説する。

1) 浄水器の構造

浄水器は水道水中の残留塩素、カルキ臭、トリハロメタン、カビ臭、有機物、一般細菌やカビ類、赤サビなどを取り除くために、内部に活性炭、ろ過膜、逆浸透膜、セラミックなどのろ過材がある (表 3)。表 3 の中で家庭用として一般的なのは、ろ過膜と活性炭を有するろ過膜式のものである。また浄水器を用途で分けると図 6 の 5 種類になり、水栓一

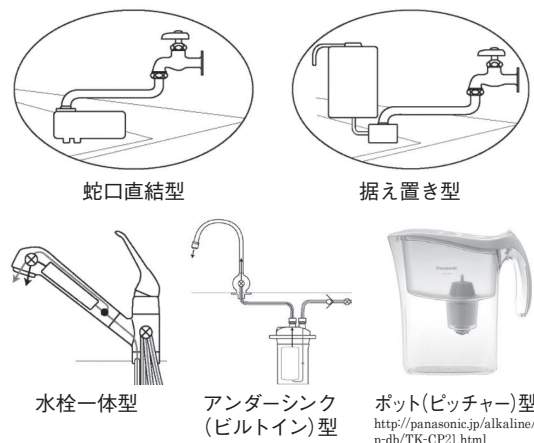


図 6 用途別浄水器のタイプ

表4 除去対象13物質

http://www.caa.go.jp/hinpyo/guide/zakka/zakka_34.html

除去対象物質の区分	除去対象物質の種類を示す用語(表示名)
遊離残留塩素	遊離残留塩素
濁り(水中浮遊微粒子等の濁りを発生させる物質)	濁り
揮発性有機化合物	クロロホルム
	プロモジクロロメタン
	ジブロモクロロメタン
	プロモホルム
	テトラクロロエチレン
	トリクロロエチレン
	一・一・一・トリクロロエタン
	総トリハロメタン
農薬	二・クロロ・四・六・ビスエチルアミノ 一・三・五・トリアジン
かび臭	二・メチルイソボルネオール
重金属	溶解性鉛

体型を除き家庭用浄水器としてJIS S3241規格が定められている。

2) 浄水器の機能

浄水器は、家庭用品品質表示法で「品質表示の必要な家庭用品」として指定されており、JIS S3241では遊離残留塩素、濁り、揮発性有機化合物、かび臭、溶解性鉛など表4に示す13物質の浄水能力が規定されている。しかしこれら13物質のうち、すべての浄水器が有しなければならない必須の浄水能力は遊離残留塩素の除去能力のみである。従って遊離残留塩素しか除去できない浄水器でも法令上は問題ない。またこの表には微生物の項目が無いことから、微生物除去については法令では何ら規定されていない。

市販されている各浄水器の浄水能力などを表示することが、家庭用品品質表示法で定められているので、各浄水器の浄水能力を知ることができる(図7)。

7. 東京でおいしい水を飲む

東京の水道水には昭島のように地下水100%で、厚生省のおいしい水研究会により

水道水がおいしい水の水質要件に適合している人口5万人以上の都市として認められた水道水もある。しかし当時の東京都水道局の水道水は、厚生省のおいしい水研究会が発表したおいしい水の水質要件には適合していなかった。現在の東京都水道局の水道水は、おいしい水が作れる緩速ろ過浄水方式の境浄水場水、地下水を消毒しただけの杉並浄水場水、高度浄水処理100%の利根川水系水などをブレンドしているとされている。東京都水道局が、2015年実施した水道水と国産ミネラルウォーター

(連続式浄水器の場合)

材料の種類	ABS樹脂、ステンレス
ろ材の種類	活性炭、不織布、中空糸膜(ポリエチレン)
ろ過流量	3.0L/分
使用可能な最小導水	0.01MPa
浄水能力	遊離残留塩素 (総ろ過水量2500L, 除去率80%, JIS S3201試験結果)
	濁り (総ろ過水量1500L, 除去率80%, JIS S3201試験結果)
	総トリハロメタン (総ろ過水量1000L, 除去率80%, JIS S3201試験結果)
	CAT (総ろ過水量1500L, 除去率80%, JIS S3201試験結果)

ろ材の交換時期の目安

除去物質名	1日あたりの使用水量	
	10L/日	15L/日
遊離残留塩素	250日(約8カ月)	150日(約5カ月)
濁り	150日(約5カ月)	100日(約3カ月)
総トリハロメタン	100日(約3カ月)	60日(約2カ月)
CAT	150日(約5カ月)	100日(約3カ月)

(除去対象物質によって、交換時期は異なります。また、使用水量、水質によって交換時期の目安が低くなる場合があります。)

使用上の注意

- ・水道水の飲用基準に適した水で使用する旨
- ・ろ材の交換時期の目安は、使用水量、水質、水圧により異なる旨
- ・熱湯は流さない旨
- ・浄水した水はできるだけ早く使用する旨
- ・夜間など長時間使用しなかった後には、水質悪化のおそれがあるので適切な放流時間をとる旨
- ・凍結の恐れのある場所に設置する場合は、内部を凍結させないように注意する旨

○△×株式会社
東京都千代田区○町×番地
TEL 03-9999-9999

図7 浄水器の表示例

http://www.caa.go.jp/hinpyo/guide/zakka/zakka_34.html

2015年12月号からは東京家政大学教員の研究のうちから「温故知新」的な成果をピックアップして紹介しています。

表5 厚生省おいしい水研究会の水質要件と東京都水道局水道水の水質検査結果

<https://www.waterworks.metro.tokyo.jp/suigen/topic/17.html>

水質項目	数値	2013年度の水質検査結果(平均値) ^注
蒸発残留物	30~200mg/L	150mg/L
硬度	10~100mg/L	64.6mg/L
遊離炭酸	3~30mg/L	2.6mg/L
過マンガン酸カリウム消費量	3mg/L以下	1.0mg/L
臭気強度	3以下	1
残留塩素	0.4mg/L以下	0.4mg/L
水温	最高20℃以下	16.9℃

注) 主要浄水場出口での年間平均値(浄水場ごとの年間配水量で重み付けして平均値を算出した。)ただし、残留塩素と水温は、区部給水栓47地点の平均値

ターの飲み比べでは、都庁第二本庁舎の蛇口から採水した水を6割近くの人がミネラルウォーターと遜色ないおいしさと判断しており、現在の東京都の水道水は厚生省のおいしい水研究会のおいしい水の水質要件にも適合している(表5)。安全性については、水道水は水質基準に適合している水であるから、問題がない。それでも表5でわかるように、残

留塩素濃度は水質要件の上限に達しているの
で、塩素臭味を感じる。これを取り除けば、
おいしい水の要件に適合しているの
で、浄水器を通した東京の水道水はおいしい水になる。

参考文献

- 1) 小島貞男：『おいしい水の探求』(NHKブックス，日本放送出版協会，1985)
- 2) <http://www.metro.tokyo.jp/INET/CHOUSA/2015/07/60p76400.htm>
- 3) <https://www.waterworks.metro.tokyo.jp/suigen/kodojosui.html>
- 4) おいしい水研究会：水道協会雑誌，54(5)，79-83(1985)
- 5) 橋本 奨ら：日本水処理生物学会誌，21(2)，19-24(1985)
- 6) 橋本 奨ら：日本水処理生物学会誌，22(1)，1-6(1986)
- 7) Koseki *et al.*：J. Food Sci.，68(1)，354-358(2003)
- 8) http://www.jwpa.or.jp/jo_rozai.htm

お知らせ

東京家政大学で「日本酒に見る温故知新」の講演会を開催!!

本誌に連載中の「温故知新プロジェクト」に関連して、東京家政大学生活科学研究所では、学園祭開催中の下記日時においてレクチャーフォーラム(講演会)を開催する。

目次 2016年10月22日(土) 13:00~14:20

会場 東京家政大学120周年記念館2階C教室(東京都板橋区加賀1-18-1, JR埼京線十条駅より徒歩5分)

参加費 無料(申し込み不要)

演題 『日本酒造りに見る温故知新一先人たちの教えを生かす』 秦洋二氏(月桂冠 常務取締役, 総合研究所長)

問い合わせ先 東京家政大学生生活科学研究所

☎ 03-3961-2502(石原, 秋山)

E-mail: rids@tokyo-kasei.ac.jp

