

水資源としての地下水の有効利用に関する調査研究(その2)
—地下水の良好な水質を活用した地下水利用事例の調査と分析—

戸田建設 正会員 ○中島 広志 熊谷組 正会員 村上 順也
データコンサルタント 坂東 聡 エンジニアリング振興協会 橋本 励

1.はじめに

地下水は河川水に次ぐ重要な水資源として、生活用水・工業用水・農業用水に広く利用されているが、これまで多くの地下水障害を引き起こしてきたことも事実である。そこで本研究では、環境との共生を念頭に、地下水の有効利用に関する調査研究として、良好な水質を活用した地下水利用事例の調査・分析結果を報告し、今後の良好な水質を活用した産業育成や地域活性化に資することを目的とする。

2.上水道水源として利用されている地下水の水質

地下水の水質を概略評価するため、(社)日本上水道協会水道水質データ¹⁾から入手した浄水前のデータを用いて、地表水と地下水の水質と上水道水質基準の関係を表1にまとめる。なお、地下水等とは井戸水、湧水、伏流水を指し、地表水等とはダム貯留水・放流水、湖沼水、自流水を指す。地下水の大部分は、同水質基準にほぼ適合しており、良好な水質といえる。

また、旧厚生省の「おいしい水研究会」が数値化した「おいしい水の要件²⁾」があり、上記データ¹⁾の地表水と地下水の水質との関係を表2に示す。なお、同要件には残留塩素(0.4mg/L以下)と水温(20℃以下)もあるが、対象外とした。同表より、地下水の水質は要件適合率も高いことから、名水に匹敵するような良好な水質を持った水源も少なくないと考えられる。

3.良好な地下水水質の活用事例の調査と分析

上記のように、地下水は良好な水質を持つため幅広く活用されており、利用事例や水質との関係を文献やインターネット等で調査し、分析結果を表3にまとめた。多くの利用事例があるが、良好な水質をもつ水そのものが製品になるミネラルウォーター、酒類、醤油、豆腐が主要な利用事例である。これらの利用事例の大半が火山岩または深成岩(特に花崗岩)地域の深層岩盤地下水であり、浅層地下水主体の上水道水源よりも更に良好な水質の地下水を利用していると考えられる。

また、無味無臭で適度なミネラル分を含む清浄な軟水で、鉄・マンガンの含有量が低い条件であれば、幅広い利用が可能であるから、表1,2で把握できるように、良好な水質の地下水(特に深層地下水)の利用は有意義である。

表1 地下水・地表水の水質と上水道水質基準値の関係

水質項目	水源	データ数	水質基準値	適合率(%)
一般細菌	地下水等	3,100	100以下	94.77
	地表水等	1,338		37.59
大腸菌群(定性試験)	地下水等	1,944	陰性	69.03
	地表水等	652		7.36
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	地下水等	3,103	10mg/L以下	99.61
	地表水等	1,342		100.0
鉄	地下水等	3,099	0.03mg/L以下	92.16
	地表水等	1,341		76.58
マンガン	地下水等	3,102	0.05mg/L以下	86.41
	地表水等	3,156		83.51
有機物(KMnO ₄ 消費量)	地下水等	3,102	10mg/L以下	99.74
	地表水等	1,343		93.15
濁度	地下水等	3,102	2度以下	95.23
	地表水等	1,344		45.09
色度	地下水等	3,102	5度以下	90.81
	地表水等	1,343		50.04

表2 地下水・地表水の水質とおいしい水の要件の関係

水質項目	水源	おいしい水の要件	データ数	適合率(%)
蒸発残留物	地下水等	30～200mg/L	3,094	84.42
	地表水等		1,341	91.65
硬度	地下水等	10～100mg/L	3,095	84.20
	地表水等		1,341	96.04
遊離炭酸	地下水等	3～30mg/L	288	51.74
	地表水等		254	8.66
有機物(KMnO ₄ 消費量)	地下水等	3mg/L以下	3,102	93.68
	地表水等		1,343	35.67
臭気度	地下水等	3以下	102	91.18
	地表水等		211	54.98

キーワード 水資源 地下水 水質 軟水

連絡先 〒104-8388 東京都中央区京橋1-7-1 戸田建設(株) 土木本部環境ソリューション部 TEL 03-3535-1613

表 3 良好な水質を利用した地下水の活用事例の調査結果と分析

用途	活用地域名	活用地域の水文地質概況	水質の特徴
ミネラルウォーター	全国に生産地が分布。山梨県は国内生産量の40%で、次いで兵庫、静岡、鹿児島、富山と続く。	透水性が高い火山岩地帯に生産地が多い。次いで深成岩(特に花崗岩)地域や石灰岩地域。	海外製品は硬水が多いが、国内製品は大半が硬度が100mg/L以下の軟水でpHは7~8の弱アルカリが多く、おいしい水の要件に合致。その他、バクテリア、活性酸素等を含有するものもあり、高付加価値化の要因。
日本酒	全国に生産地が分布。インターネット検索では、新潟県に活用事例が多数。	主に伏流水や井戸水を活用。河川周辺の平野部などの浅層地下水を多数利用。	地下水は適度なミネラル分を有し、麹菌などの繁殖を促進。軟水・硬水とも、甘口・辛口の酒に利用可能。清浄で、色や味・香りの阻害要因となる鉄・マンガンが少ないものが適す。
焼酎	主に九州(特に大分・熊本以南)に活用事例が多数。	日田盆地、霧島山系、阿蘇山系など地下水豊富な火山岩地帯。	日本酒と同様。硬度により味が異なるが、軟水・硬水とも使用可能。また、清浄で、鉄・マンガンが少ないものが適す。
ビール	インターネット検索では、北海道、山形、長野、山梨、東京、神奈川、大分、熊本。	大規模工場では数千m ³ /日の利用であり、火山岩地帯(丹沢山系、日田盆地、阿蘇山系など)。	国内で主流の淡色ビールには軟水、濃色ビールには硬水が適し、清浄で鉄分の少ない水が適す。カルシウムやマグネシウムは酵素を活性化させるが、多すぎると味に悪影響。
ウイスキー	インターネット検索では、大阪・京都、山梨、長野など。	「離宮の水」、「甲斐駒ヶ岳の花崗岩を通った地下水」など。	鉄・マンガンが少なく、適度なミネラル分を有する清浄な水が適す。軟水・硬水の両方とも使用。
醤油	インターネット検索では、島根に事例。	島根県の名水100選の浜山湧水群の地下水利用。	硬水より、上質な薄口醤油には軟水が適す。また鉄分が少なく、pH7.3~7.5程度で、酵母が発酵しやすい条件が適す。
豆腐	インターネット等の検索では、岩手、栃木、埼玉、神奈川、山梨、京都に事例。	火山岩地域(日光連山、丹沢山系)、花崗岩地域(甲斐駒ヶ岳)等の地下水利用。	原料の80%が水であり、水が命。にがりのアクが抜ける清浄で冷たい良質な水が適す。硬度が高いと硬くなり、柔らかく弾力のある豆腐には軟水が適す。
和菓子	インターネット検索では、京都、奈良、滋賀、福井、岐阜、鳥取、徳島、長崎など。	長浜の名水(地下水)を利用した「水菓子」や吉野川水系の地下水利用した「ういろう」など。	水質との関係は明確には分らないが、製餡では硬水で煮た小豆はあまり柔らかくならないため、軟水が適しているといわれる。
化粧品	インターネット検索では、熊本、静岡、兵庫など。	火山岩地域(阿蘇、富士山)、花崗岩地域(六甲)の地下水利用。	水質との関係は不明。
その他	発芽玄米味噌への中央アルプスの湧水利用(長野)、京都の友禅染・漬物・鮮魚の洗浄への地下水利用の事例あり。		

例えば、花崗岩地域の山梨県白州町は、ミネラルウォーター、ウイスキー、菓子、豆腐など、火山岩地域の大分県日田市ではミネラルウォーター、ビール、焼酎など幅広く利用されており、地下水有効利用の好事例である。これらの地域では火山自体が涵養源となり、山麓部では大規模で良質な湧水が見られることが多い。ここでは、ミネラルウォーターを例に我が国の地質分布状況と主な生産地の関係を図-1に例示するが、ミネラルウォーターに限らず、良好な水質の地下水利用は産業育成や地域の活性化に役立つものと考えられる。

4. おわりに

本調査研究は、(財)エンジニアリング振興協会の地下利用推進部会の第三部会・水資源WGで行ったもので、競争的補助金を受けて実施した。概要報告であるが、地下水の良好な水質を活用した有効利用の発展に資するものと考えられる。

参考文献

- 1) 水道水質データベース。 http://www.jwwa.or.jp/mizu/index_R.asp
- 2) 日本地下水学会「名水を科学する」編集委員会：名水を科学する，技報堂出版，1995
- 3) 地質調査所編：日本列島の地質分布図，地質調査所，1995

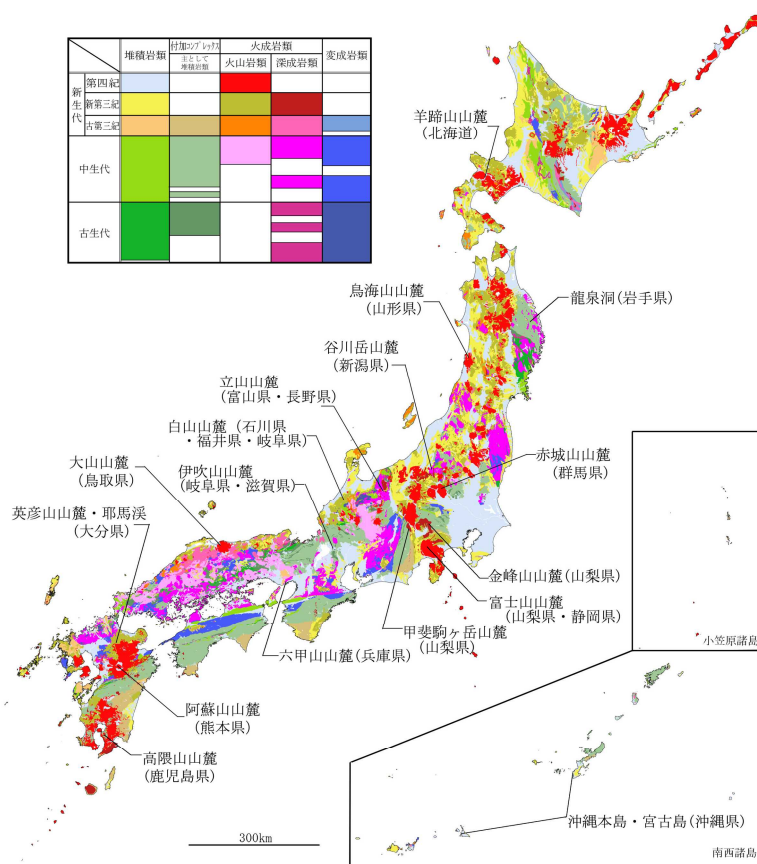


図-1 日本列島の地質分布図と主なミネラルウォーター生産地(地質調査所編1995³⁾を編集・加筆)