

阿武隈川流域を対象にした地域固有ミネラル特性の分析

福島大学共生システム理工学類 非会員 深谷 莉沙
 福島大学共生システム理工学研究科 学生会員 鈴木 絢美
 福島大学共生システム理工学類 正会員 川越 清樹

1. はじめに

水は生命活動に必要不可欠なものであり、特に水に含まれるミネラルは微量ながらも必要な栄養源である。体内にも約4%程度のミネラルが存在するものの、不足すると欠乏症を引き起こし、健康に障害を与える。そのため、水資源等を介して効率的にミネラルを補給することが必要である。日本の水資源に着目すると、多くの諸外国と比較して水の流れが急速であり、地質、土壌由来のミネラルを吸収しにくい条件を有している。従来、日本では不足するミネラル分を野菜等中心に摂取してきた。しかし、食の欧米化によりミネラルバランスへの意識低下が生じ、ミネラル欠乏による健康被害も認められる。

以上の背景を踏まえ、水資源として流域地域固有のミネラル存在量を阿武隈川(図1参照)で調査し、好ましい水資源(おいしく、健康に摂取でき、水処理も少ない)の分布を求めた。また、阿武隈川流域の特産物のミネラル分にも着目し、現行の水資源を更に有効に活用する方法についても検討した。

2. 解析方法、およびデータセット

阿武隈川のミネラル存在量、および好ましい水を分析するため、以下の①～③の分析を進めた。これらを利用して全体的な解析を進める。この解析には、阿武隈川流域の各源泉18地点の支川、本川の合流地点19地点から採水した河川水(表流水)の分析試料を用いた(図1参照)。なお、ミネラルを検討する上で、(a)春の河川水は、植生の発芽前で地下に存在するミネラルのみ、(b)夏から秋の河川水は植生繁茂、肥沃な土壌を通った後で、ミネラル増加しやすい、ことが明らかである。以上より、春(減少時)と秋(増加時)に分けて採水を行った。採水された試料に関しては、イオンクロマトグラフィー法、アルカリ度滴定法、デジタルパックテストよりイオンを分析し、水質データを整備した。

① 阿武隈川流域のミネラル分析

阿武隈川流域での採水よりデータ整備されたイオンデータを用いてミネラル分布、およびこの収支の分析を行った。空間的位置関係、河川流量との関係より、流域内のミネラル総量の関連を可視化し、ミネラル存在量大小の分布を求めた。なお、ミネラルとして考慮したイオンは Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^{+} 、 K^{+} である。河川流量は2009～2013年の季節平均流量を代替した。ミネラル増減時の春(支川源泉)、秋(本川合流地

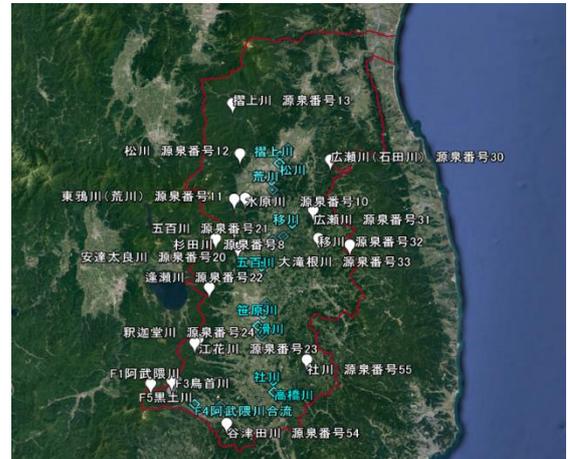


図1 阿武隈川流域と採水箇所位置図

点)を比較してポテンシャルとしての収支を求めた。

② O-index, K-index

先行研究より橋本が全国の代表的な飲料水鉱泉水の官能試験よりおいしい水、健康な水の指標を開発している^{1,2)}。これら指標であるO-index(おいしい)、K-index(健康)を用いて、好ましい水資源を分析した。各指標は以下の(1),(2)の式より求められる。

$$Oindex = \frac{(Ca + K + SiO_2)}{(Mg + SO_4)} \geq 2.0 \quad (1)$$

$$Kindex = Ca - 0.87 Na \geq 5.2 \quad (2)$$

おいしい水について、 Ca^{2+} がやわらかい味、 K^{+} は塩味、 SiO_2 はおいしいと言われる水には含まれているミネラルであり、これらは味を良くする成分となる。対して Mg^{2+} は苦味、 SO_4^{2-} は Ca^{2+} を減少させ、渋みを出す成分とされている。健康に良い水については、長寿と呼ばれる地域と短命と呼ばれる地域について河川水の Mg^{2+}/K^{+} を $Ca^{2+}-Na^{+}$ に対しプロットすると長寿村では $Ca^{2+}-Na^{+}$ 値が大きく Na^{+} や Mg^{2+} は小さいことが示された。このアルゴリズムを数式化して(2)式が開発されている。

③ 硬度

硬度とは、水1L中に含まれる Ca^{2+} と Mg^{2+} の総量である。WHO(世界保健機関)では Ca^{2+} と Mg^{2+} の含有量が比較的少量である水を硬水(120mg/l以上)、少ないものを軟水(0～60mg/l未満)と基準化している。硬度の値の大きさによってまろやかさや渋味など、水の風味、味などに変化を与える原因の一つでもある。硬度は以下の(3)式より計算した。

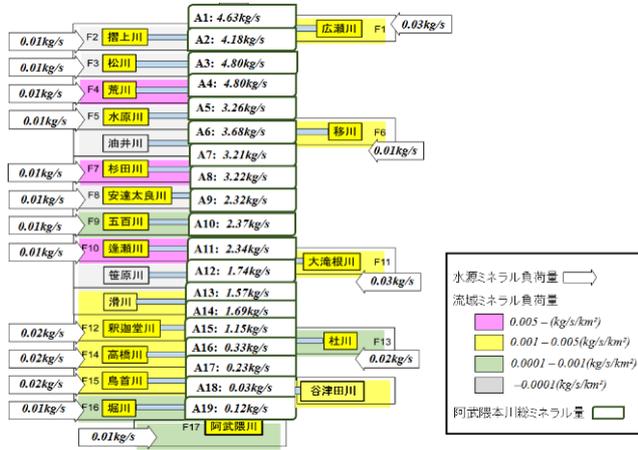


図2 阿武隈川流域のミネラル収支

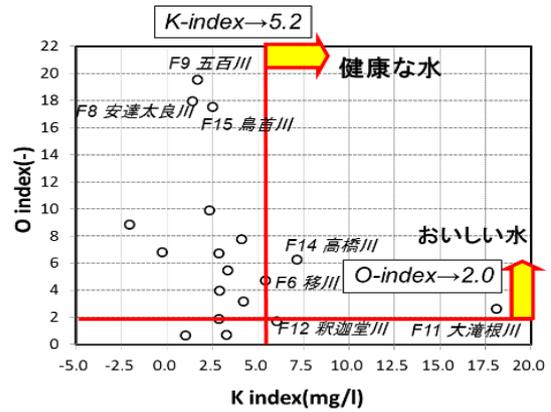


図3 阿武隈川流域の O-index と K-index の関係

$$\text{硬度}[\text{mg/l}] = (\text{Ca} \times 2.497) + (\text{Mg} \times 4.118) \quad (3)$$

3. 阿武隈川流域のミネラル総量，硬度

イオン分析の結果をもとに各河川のミネラル負荷量と阿武隈川流域のミネラル総量を算出した結果を図2に示す。図の各支川にある白い矢印内の数字は水源から流入するミネラル量を示している。流域ミネラル負荷量は各支川において量ごとに色分けをしている。水源のミネラル総量の多い河川は、花崗岩分布する阿武隈川東側の河川群、および釈迦堂川以南の阿武隈川上流域河川群である。特に広瀬川、大滝根川の水源地は著しくミネラル総量多いことが明らかにされた。その一方で最小のミネラル総量を示した河川は安達太良川であった。流域のミネラル負荷量に関しては、逢瀬川、杉田川、荒川が大きな値を示し、0.005kg/s/km²以上の値になることが推計された。阿武隈川のミネラル収支として、阿武隈川東側の花崗岩帯、阿武隈川上流側(南側)で水源からのミネラル供給が多いものの、阿武隈川下流側(北側)の西側の支川流域の所々で流下に伴うミネラル負荷がなされている形態が明らかにされた。なお、硬度を参考にすれば、基本的にミネラル収支と似通った空間特性が示され、阿武隈川流域の東側は硬度が高く、西側の下流は硬度が低い傾向であった。河川として、大滝根川は、Caの値が突出した値より阿武隈流域の中で最も高い高度を示した。なお、最も硬度の値が低い河川は摺上川であった。

4. 阿武隈川流域における O-index, K-index

阿武隈川流域の O-index と K-index を図3に示す。先行研究の基準より O-line=2.0, K-line=5.2 がおいしい水、健康な水の境界となる。阿武隈川流域において、おいしく健康な水に含まれると考えられるものは大滝根川、高橋川、移川の3地点であり、いずれもミネラル総量の多い阿武隈川東側、上流側の河川となる。なお、全体傾向としておいしい水であるが

健康でない水に分類されるものが最も多く、11地点の河川が当てはめられた。どちらにも属さないものは杉田川、水原川、逢瀬川となった。なお、K-indexと硬度は比例関係にあり、硬度の高い水ほど健康に属することが示された。

5. まとめと考察

阿武隈川のミネラル量収支、分布より、各支川のミネラル量の差の原因として地質の寄与が大きいと推測される。ミネラル量の多い阿武隈川流域東側は花崗岩が存在しており、豊富な Ca²⁺、Mg²⁺など溶出が見込まれる。同様にミネラル量の多い阿武隈川流域上流は流紋岩の占拠率が下流側と比較して大きく、火成岩によるミネラル寄与が大きいと推測される。ミネラル量の大きい、もしくは硬度の高い河川は健康でおいしい水に属する可能性が高いため、これらの水を資源として効率的に活用していくことがのぞましいと思われる。なお、ミネラル負荷に関しては、負荷量の大きな逢瀬川、杉田川、荒川は、広い市街地面積を通過する特徴を有している。そのため、人為的な影響による可能性が高い。今後、これら流域を緻密に検証して、他の水源、もしくは人為の影響を検証していくことが必要といえよう。

なお、河川水を飲料水として単独で利用した場合、必要量まで達することは困難である。そのため水を飲料するための工夫も必要と考える。試行実験より桃、リンゴ、柿、苺、ラ・フランスを水に浸すだけで、1L中のカリウムは約3000倍も増加することを確認した。特産物の利用をすれば、地域活性化、地産地消による二酸化炭素削減効果も見込める。

謝辞:

本研究は、公益財団法人福島県学術教育振興財団の研究助成より実施された。ここに謝意を表す。

参考文献:

- 橋本 奨：おいしく健康な水のミネラルバランス指標、化学と生物、Vol.26, No.1, pp.65-68, 1988.
- 橋本 奨：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、日本水処理生物学会誌、Vol.21, No.2, pp.19-24, 1985.