

水の硬度と周辺の地質との関係

愛知県立時習館高等学校 SSH 化学部硬度班

要旨

日本の川は、ヨーロッパに比べて水の硬度が低いと言われている。その原因は、日本の川が比較的急勾配であり、川水が地質内に滞在する時間が短いためだと考えられる。しかし、日本でも地域によって硬度に大きな違いがあるという点に着目し、川の水の硬度とその周辺の地質とに関係があると考えた。そこで、カルシウムイオンやマグネシウムイオンを多く含む地質を流れる川の硬度は高くなるという仮説を立て、キレート滴定を用いて様々な場所で川の硬度を測定した。

1. 目的・仮説

本研究では、川の水の硬度を調べることにより、その周辺の地質との関連性が見られるかどうか調査している。硬度とは、水 1L あたりのカルシウムイオン・マグネシウムイオンの含有量を炭酸カルシウムの量に換算したものである。そのため、石灰岩などのカルシウムイオンを多く含む地質、もしくはマグネシウムイオンを多く含む地質を流れる川は硬度が高くなるという仮説を立てた。よって、今回の実験では、石灰分を含む乳岩峡(愛知県新城市)を流れる乳岩川を含む川の硬度を調査した。また、上流から下流にかけてこれらのイオンが蓄積すると予想し、上流よりも下流の方が高い硬度となること、雨の後は水流の速度上昇や水量の増加によりイオンの溶け出す量が減少するため、硬度は低くなるという仮説も立てた。このような仮説を検証するために、同じ川の様々な場所で川水を採取し硬度を測定した。その他、環境が硬度に影響するかどうかを調べるため、天気の変えて硬度を調査した。

2. 使用した薬品

- ・エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム水和物(以下、EDTA 水溶液) 0.0100mol/L
- ・EBT 指示薬 ・pH=10 緩衝液

3. 方法

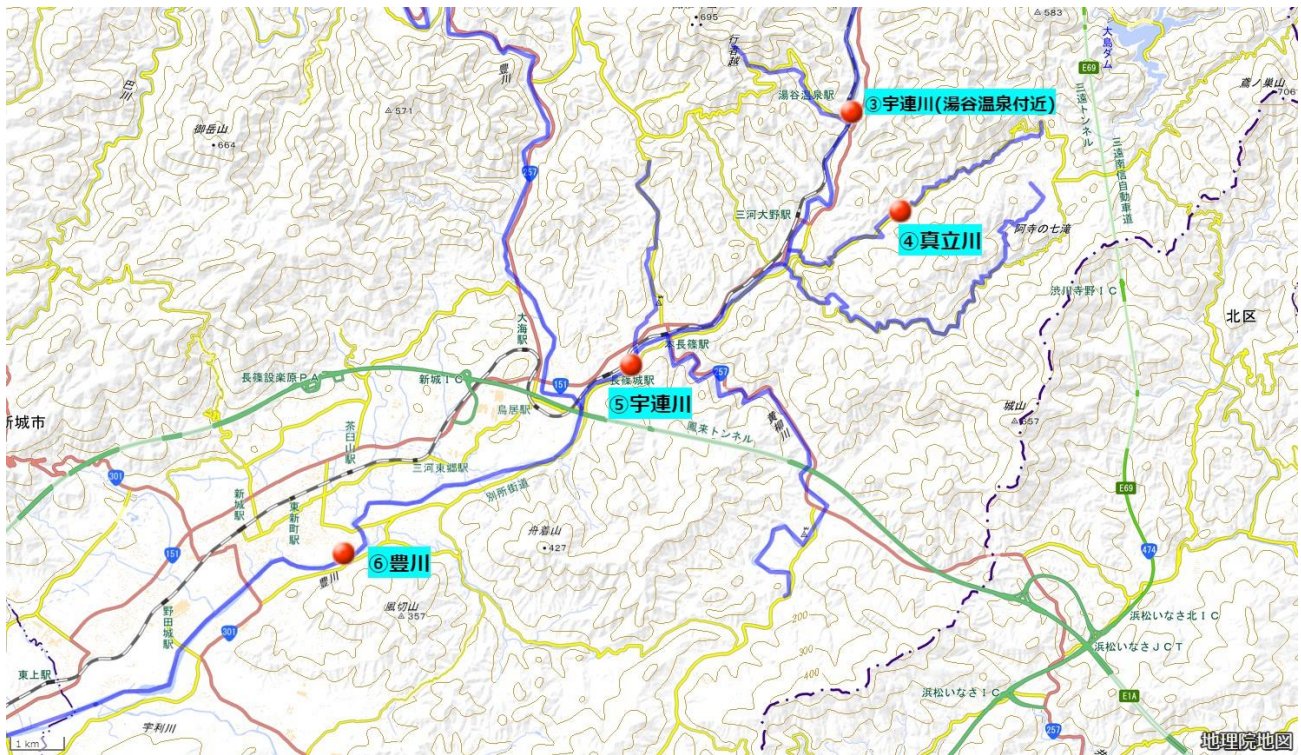
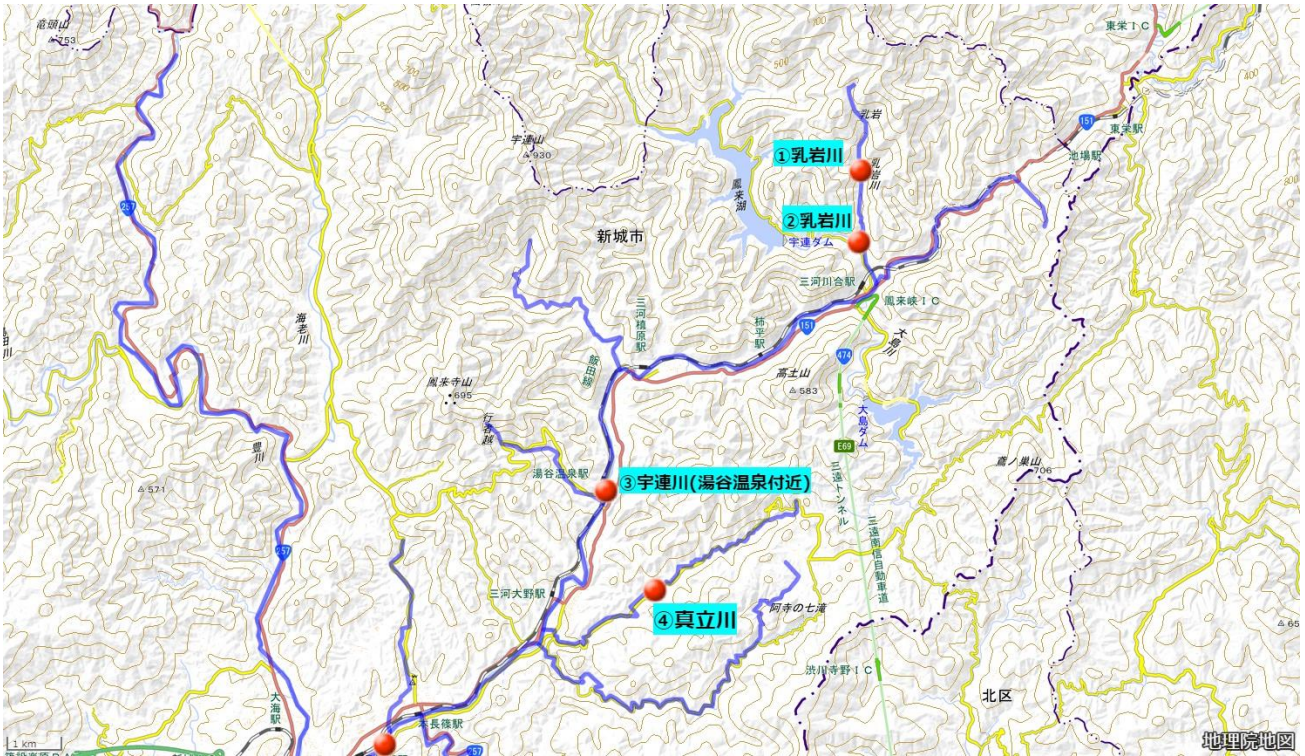
- ①検水 20mL、pH=10 緩衝液 2mL、EBT 指示薬を 100mL コニカルビーカーに入れる。
- ②ビュレットに EDTA 水溶液を入れる。
- ③EDTA 水溶液滴下前にビュレットの目盛りを読む。
- ④EDTA 水溶液を①のコニカルビーカーに滴下する。
- ⑤コニカルビーカー内の溶液が赤色から青色に変化した時を終点とし、この時のビュレットの目盛りを読む。
- ⑥ 求めた滴下量(③と⑤の目盛りの差分)を以下の計算式に代入する。

4. 硬度の求め方の計算式

EDTA1mol はカルシウムイオンまたはマグネシウムイオンの 1mol と反応する。そのため EDTA1mol/L は CaCO_3 100g/L に相当し、1mL の EDTA0.01mol/L は CaCO_3 1mg に相当する。よって、計算式は以下の通りになる。

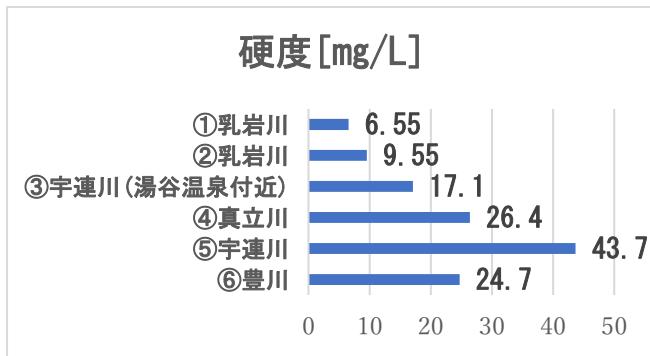
硬度 (mg/L) = $100 \times (\text{EDTA モル濃度} [\text{mol/L}]) \times (\text{EDTA 滴下量} [\text{mL}]) \times 100 \div (\text{川水の量} [\text{mL}])$

5. 川水を採取した場所

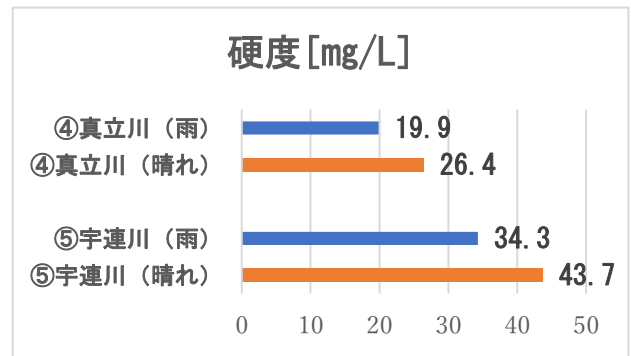


上記の2枚の地図は、国土地理院発行2.5万分の1地形図を加工して作成。

6. 結果・考察



【図 1】



【図 2】

※【図 2】の(雨)は降雨後 2 日目、(晴れ)は雨が 1 週間以上降らなかった日に川水を採取した。

【図 1】より、概ね下流にかけて硬度の値が高くなっていることが分かる。しかし、グラフの⑤から⑥にかけて、上流側である⑤よりも下流側である⑥の方が硬度は低い結果となった。そのため、下流にかけて硬度は高くなるという仮説は立証されたとは言い難い。⑥の硬度が低くなった原因としては、単に川の水量が増加したためカルシウムイオン及びマグネシウムイオンの濃度が薄くなったことや、金属イオンと結びつきやすい何らかの物質が含まれていることなど、様々な原因が考えられる。

また、③の湯谷温泉付近の川水の硬度は低い値となった。湯谷温泉はナトリウムカルシウム塩化物温泉のため、付近の川は高い硬度となると考えたが、結果は予想と違うものとなった。このことから、温泉は宇連川には流れ込んでいないことが考えられる。

乳岩川の硬度は、仮説に反し低い硬度となった。乳岩峡は、乳岩洞窟の天井の割れ目部分から石灰分が浸み出して鍾乳石を形成している。岩盤自体は流紋岩質凝灰岩であるため、川にはカルシウムイオンはほとんど溶け出していないと分かった。

【図 2】より、晴れ続きの日の川の方が、降雨後 2 日目の川水よりも硬度が高くなった。この結果は、雨後に水量が増加し、カルシウムイオンやマグネシウムイオンの濃度が薄まった、または水流が速くなったため、川の水が同じ地質に滞在する時間が短くイオンの溶け出す量が少量であったことに起因すると考えられる。したがって、仮説は立証されたと言える。

7. 今後の展望

今回の実験では、一か所につき十回程度しか滴定を行うことができなかつたため、実験回数を増やし結果の正確性を高めることが必要である。また、より様々な場所の川水を採取し、周辺の情報を収集したいと考えている。実際に温泉地や石灰岩質の土地を流れる川の水を採取し、硬度がどのような値になるのかも調査したい。そして、実験の結果である⑤から⑥での硬度の低下の原因を考えるとともに、その原因を検証するための実験を行うことも目標とする。

8. 参考文献

・“水の硬度測定” <https://apec.aichi-ed.jp/kyouka/rika/kagaku/2018/mijika/mizunokoudo/mizunokoudo.htm>. (参照 2023 年 2 月 1 日)

・“乳岩及び乳岩峡 - 新城市”. 新城市. 2023 年 5 月 19 日.
<https://www.city.shinshiro.lg.jp/kanko/meisyo/chiywa.html>. (参照 2023 年 11 月 28 日)