

阿武火山群の深層、浅層地下水における有機物特性と微生物群集の比較 グループ13 新田恭之、山下璃貢、福岡仁至

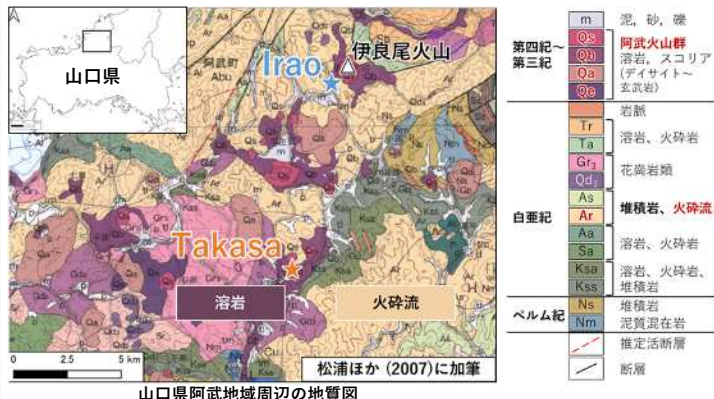
【背景】

地下水中の成分は長い滞留時間に伴う水-岩石反応や、他の地下水との混合などによって形成されると考えられている(鹿園, 2001)、一方で、地下水には微生物が生息し、地下水の深さでその群集が変化することから(Segawa et al., 2015)、**地下水の水質形成には微生物も関与する可能性が考えられる**。
山口県阿武地域には第四紀の阿武火山群が分布する。本地域の地下水には、**高Cl、高Ca、高HCO₃**などの特徴を示す「**深層地下水**」が認められる。こうした地下水の組成は、地下深部のマントルやマグマから湧昇した深部流体(有馬型熱水や火山性流体)に類似する。しかし、その形成プロセス、特に**深部環境の微生物群集が水質形成に果たす役割は不明**。

【目的】

阿武地域における浅層および深層地下水を対象に、**水質特性と微生物群集構造の統合的な解析を試みた**。類似した地質環境にある地下水を比較することで、**深層、浅層地下水の水質形成と微生物活動の関係性を明らかにする**。

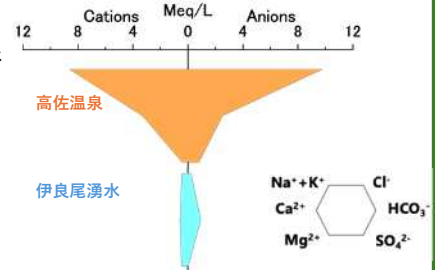
1. 採水地周辺の地質特性



山口県阿武地域
・地質：溶岩、火砕流を主体。
・深層地下水：高佐温泉跡地のボーリング自噴水。
・浅層地下水：伊良尾火山、山麓の湧水。

2. 水質分析(無機)

高佐温泉はNa⁺(8.52Meq/L)、Cl⁻に富む。
→津和野市、深部流体と考えられる地下水(村上・田中, 2015)と類似する。



Ca²⁺が高い。
HCO₃⁻が高い。
酸化還元電位が低い (-29 mV)。

NO₃⁻は検出されなかった。
Feが検出された(0.21 mg/L)。
SO₄²⁻が検出された(39.1 mg/L)。

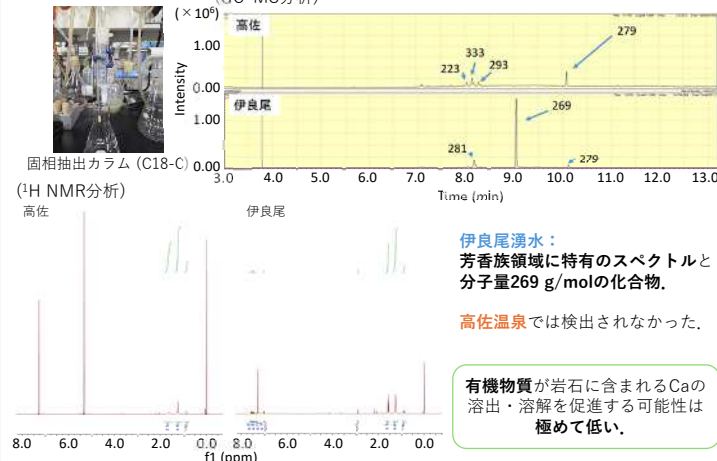
考察1：Ca²⁺が高いことやHCO₃⁻が高いことに注目した。
→微生物が産生する物質が岩石中のカルシウムを溶出・溶解を促進に関与している可能性。
→有機物や菌叢解析を行った。

考察2：高佐温泉では微生物による脱窒が終わり、鉄が還元されている段階である可能性。
還元には起こり易い順番がある※
(1) NO₃⁻; NO₃⁻がN₂(N₂O)に還元される。
(2) Fe₃⁺がFe₂⁺に還元される。
(3) SO₄²⁻がS₂⁻に還元される。
(4) CH₄及び微量のH₂が発生する。
※(Borch et al., 2009)

考察3：高佐温泉は、周辺からの雨水の供給を受けていない？
・NO₃⁻の発生源は生活排水や畜糞肥料等とされる(環境省, 2016)。
・高佐温泉、伊良尾周辺は田畑が広がっているが、高佐温泉ではNO₃⁻が検出されず、伊良尾では検出された(2.19 (mg/L))。
➢ 細菌叢解析で嫌気性の細菌が検出されるか？

3. 湧水中に含まれる有機物

固相抽出カラム (C18-C) を用いて湧水中的有機物を濃縮し、得られた抽出物を¹H NMRおよびGC-MSにより分析した。
(GC-MS分析)

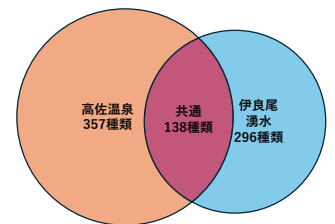


4. 湧水中の細菌叢解析

16S rRNA V4領域を対象にアンプリコン解析を実施した。
SILVAを用いて系統推定した。
属ベースで占有率が高いものから10種類について菌の詳細を確認した。

高佐温泉(深層地下水)

- 鉄酸化細菌
- Ferriphaselus属, Gallionella属, Sideroxydans属
- 硫酸還元細菌
- Thermodesulfovibrio綱
- 硫黄酸化細菌
- Thiothrix属
- 亜硝酸酸化細菌
- Candidatus nitrotoga
- 伊良尾湧水(浅層地下水)
- 未培養生物が大部分を占めていた。
- Omnitrophaceae科 Dehalococcoides綱 Woesearchaeales目
- Nitrososphaeria綱←アンモニア酸化を担うものも分類されている。
- 葉緑体のコンタミが確認された。



高佐温泉からは嫌気性細菌が含まれる可能性を指摘できた。
→深層地下水由来である事を示唆できた。
高佐温泉からは好気性細菌も検出されている。
→複数の地下水が混入している可能性がある。
→高佐周辺の雨水の影響を受けない(2「水質分析」考察3)、やや深い地下水が混入？

伊良尾湧水からは機能がわからない微生物が多くを占めており解析できなかった。

5. まとめ、今後の展望

- カルシウム溶出等の水質形成と微生物の関係：解明に至らなかった。
- 高佐温泉が深層、および浅層地下水(やや深め?)の混合で形成された可能性を、水質と細菌から指摘できた(2, 4章)。
→地下水の流動経路、涵養域を水質+細菌から推定できる可能性？
トンネル施工時の地下水把握に役立てるか？
→深さ、水の起源や混合割合を細菌の観点から検討する。
- 微生物による脱窒の可能性を指摘できた。
→しかし、活性の強度がわからないため、検出された脱窒菌のみによる作用かどうかはわからない。
脱窒関連酵素の定量PCRなどで脱窒活性を評価する。
- どちらの湧水中にも有機物が含まれていることが示唆された。
しかし、同定には至らなかった。
→物質の同定を試みる。
- 伊良尾湧水は、アンプリコン解析では細菌叢の特徴を掴めなかった。
→浅層に存在する微生物の特徴付けが必要。

6. 異分野融合研究で良かったこと

- 地質、細菌、有機物という普段交わらない分野の学生と活動することができ、それぞれの分野の研究を体験することができた。
- それぞれの研究手法が新鮮で、毎月の会議ではいつも新しい知見が得られる、有意義な時間だった。
- 環境は複雑かつ常に変化していることを実感できた。
- これまでは地質という狭い分野で地下水の形成プロセスを考えていたが、微生物や有機物の研究を知ることで、生物の活動を踏まえた広い視点で考えられるようになった。