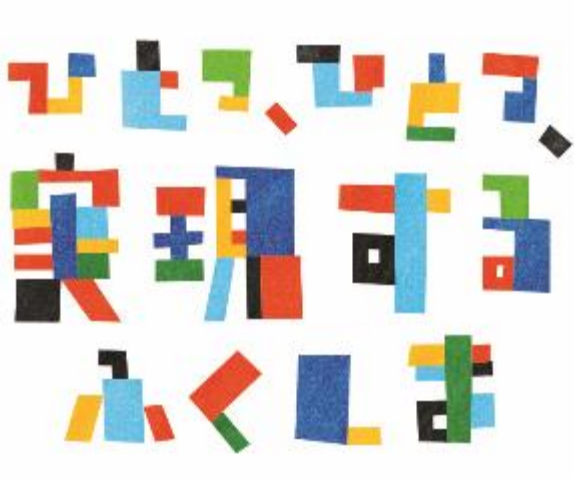




長瀬川の硫酸イオン起源解析



○篠崎 真希¹、林 暁嵐^{1,2}、新井 宏受^{1,3} (1. 福島県、2. 茨城大学、3. 京都大学)

長瀬川は猪苗代湖の最大流入河川であり、酸性支流の源流に旧硫黄鉱山と温泉源泉が存在する。1996年以降の猪苗代湖の中性化は長瀬川からの硫酸イオン (SO₄²⁻) 供給量の減少と関連性があるものと考えられる。本研究は、長瀬川でのSO₄²⁻の起源をより詳細に明らかにすることを目的とし、長瀬川の酸性支流の源流から合流後の本流下流まで採水し、 $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$ および $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$ を分析することで、SO₄²⁻の起源解析を行った。その結果、猪苗代湖に流入するSO₄²⁻の4~6割が廃鉱山水等表層地下水に由来し、残りの割合が温泉源泉に由来すると推定された。したがって、大きな火山活動の変動がない限り、今後も猪苗代湖へのSO₄²⁻供給量は減少すると予測された。

背景と目的



Fig. 1 猪苗代湖流域図と長瀬川

◎長瀬川の概要

- ・阿賀(野)川水系
- ・年間流入量 約10億 m³ (全流入水量の40%以上)
- ・酸性河川 (pH3~4)
- ・猪苗代湖に流入する酸供給量が減少 ⇒ SO₄²⁻の濃度減少と関連

廃鉱山由来?

温泉源泉由来?

方法

● 調査地点

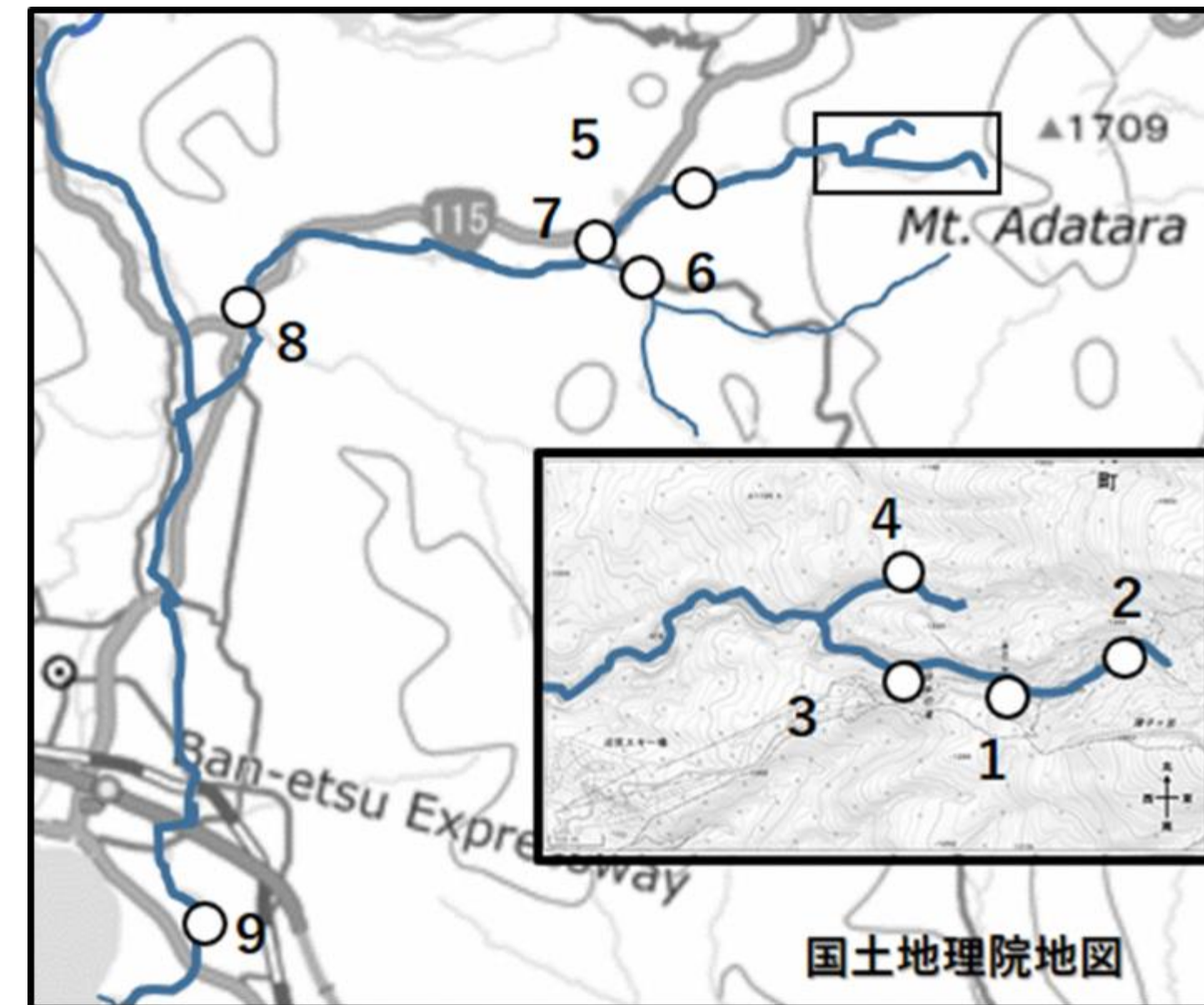


Fig. 2 長瀬川酸性支流の源流域および本流における調査地点

地点
1 温泉源泉水
2 源泉上流沢水
3 廃鉱山水排水; 白糸
4 廃鉱山水排水; 天沢
5-9 河川水

○採水時期; 2020年8月、2021年11月 (1のみ)、2022年6、10月

● $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$ 、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$ 分析方法

$$\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}, \delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4} (\text{‰}) = \left(\frac{R_{\text{試料}}}{R_{\text{スタンダード}}} - 1 \right) \times 1000$$

$\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$ DELTA plus Advantage + FlashEA1112 (Thermo Finnigan), DELTA V Advantage + Flash2000 (Thermo Fisher Scientific)
 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$ DELTA V Advantage + TC/EA (Thermo Scientific)

● 水質分析方法

項目	
水温	JIS K 0102 7.2
pH	イオン電極法
EC	交流二電極法
溶存イオン	イオンクロマトグラフ法
金属元素	ICP-MS, ICP-OES
酸度 (pH 4.8, pH 8.3)	滴定法
流量	電磁式流速計

長瀬川に流入するSO₄²⁻の起源をより詳細に明らかにするため、河川水の $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$ および $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$ を分析し、SO₄²⁻の起源解析を行う。

結果

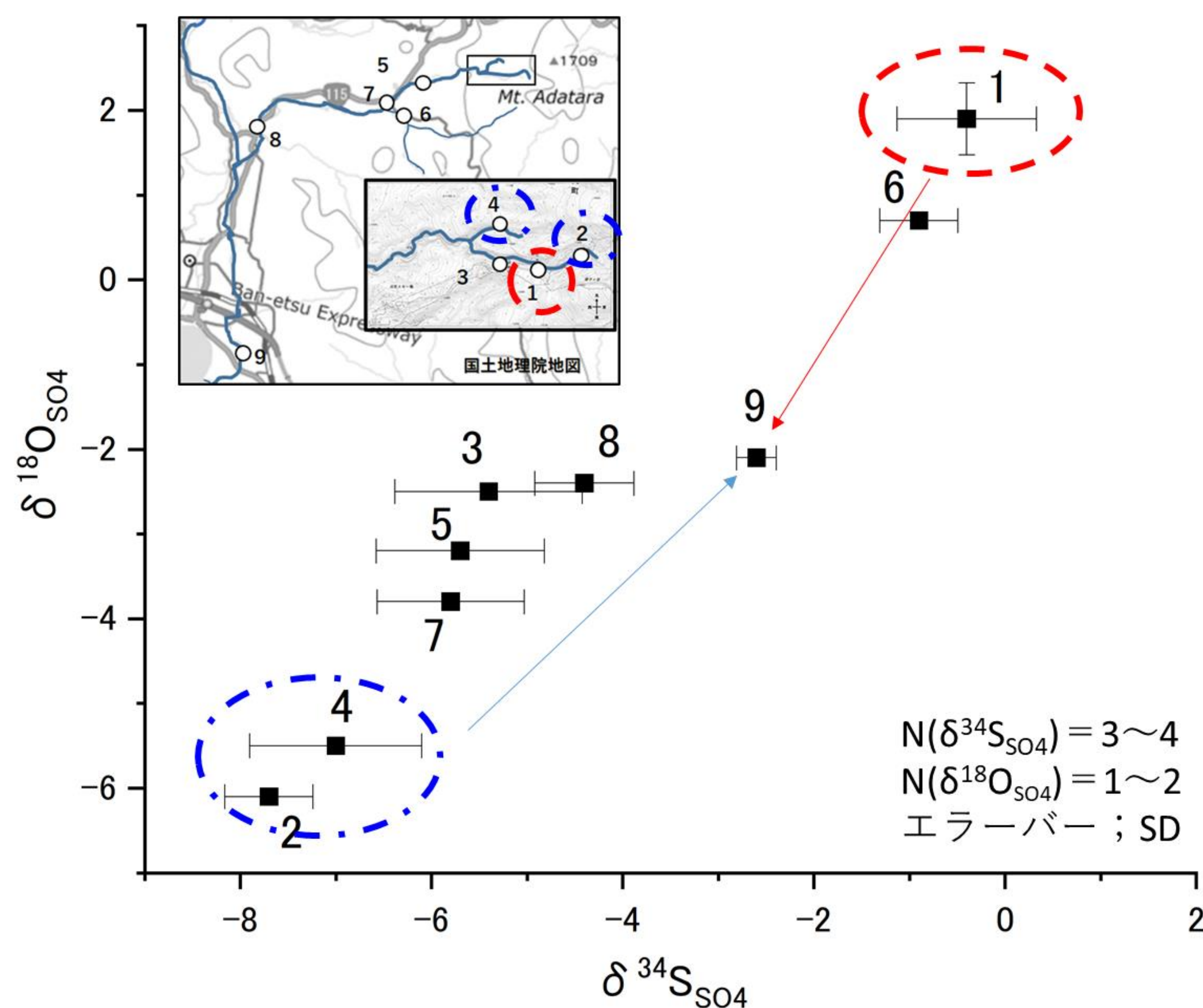


Fig. 3 $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$ 、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$ の結果

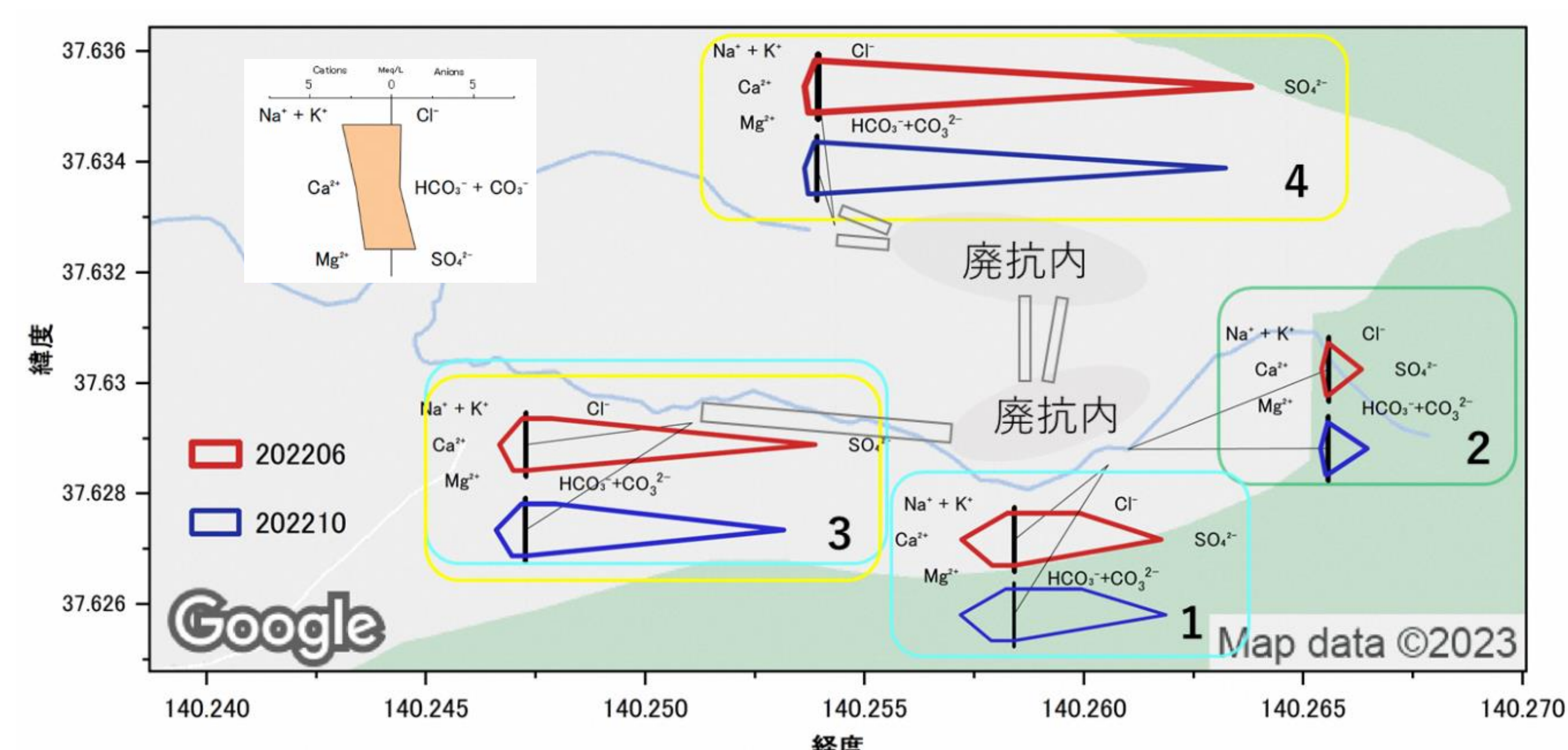


Fig. 4 酸性流入河川源流域におけるシュティフダイアグラム

※本件は、第57回日本水環境学会年会(2023年3月)で報告した。

考察および今後の展開

- ✓ 温泉源泉 (地点1) の $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$ および $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$ が高いことから、火山活動に伴ったSO₂ガスの不均化反応に由来する¹⁾。
- ✓ 源泉上流 (地点2) および鉱山水排水 (地点4) 中の $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$ および $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$ は低く、硫黄鉱床や鉱山水排水形成時の硫化水素に由来する¹⁾。
- ✓ 長瀬川下流 (地点9) のSO₄²⁻は、4~6割が旧硫黄鉱山の廃鉱山水等表層地下水 (地点2, 4) 由来で、残りの割合が温泉源泉 (地点1) 由来と推定された。

- 長瀬川に流入するSO₄²⁻は、温泉水だけではなく旧硫黄鉱山からの廃鉱山水等表層地下水の影響も大きい。
- 旧硫黄鉱山内のSO₄²⁻保持量 (ポテンシャル) には際限があり、猪苗代湖に流入するSO₄²⁻の大半が旧硫黄鉱山に由来するため、SO₄²⁻供給量は時間経過と共に徐々に下降する^{2,3)}と考えられる。
- 今後の課題として、温泉源泉と鉱山水排水の寄与率を算出し、猪苗代湖に流入する硫酸イオン濃度変化の予測を行う。

参考文献 1) 酢谷ら (2013) 土木学会論文集 G (環境)、Vol.69、No.7、III_265-III_274.
 2) 大井ら (1991)、日本化学会誌、No. 5、478-483.
 3) Koide et al., 2012. Mine Water Environ, 31, 287 287-296.