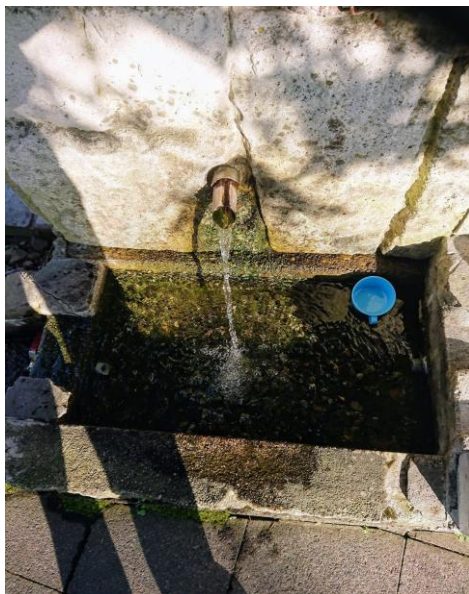


湧水の経路と化学成分

についての考察

～行く水の流れは絶えずして...～

班員 畠山 滉太 長澤 倫太郎 餅田 郁弥
伊藤 大佑 吉川 禮
御指導 小野寺 庸先生 後藤 直地先生
加藤 華世先生 鎌田 孝司先生



羽黒清水



ニテコ清水



力水

1.はじめに

身近にある湧水の「おいしさ」に興味を持ち、湧水の成分を調べ、湧水をより具体的に数値で知りたいと思った。そこで、今までの先輩方も調査していなかった、季節ごとの成分と湧水量の変化に着目し研究を開始した。

2.研究の目的

今回の研究を始めるにあたって、以下の3つの目的を定めた。

- ・ 季節・天候が湧水に与える影響を知ること
- ・ 地質が湧水に与える影響を知ること
- ・ 湧水同士の関係を知ること

そして、季節・天候によって湧水が変化し、湧水同士の違いから地質が湧水に与える影響がわかるという仮説を立てた。

3.実験方法

採水地点：力水、ニテコ清水、羽黒清水

※継続的な採水をしやすいよう各自の家から近い地点を選定した。

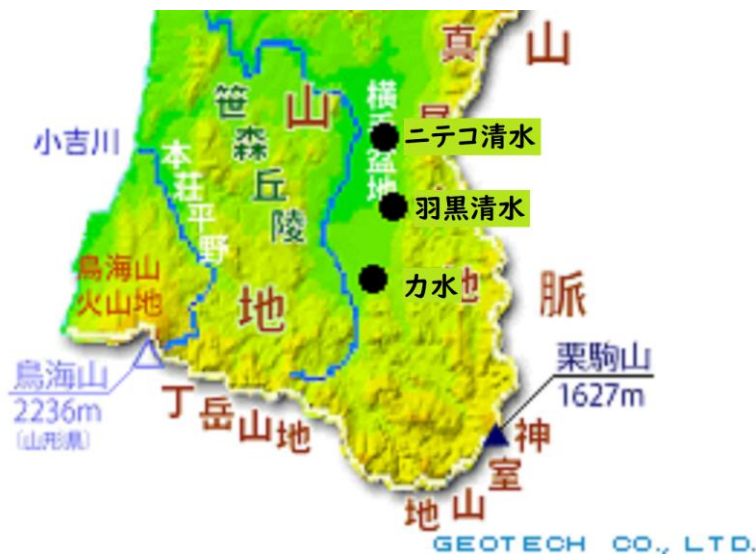


図1 採水地点

採水日：6月2日～10月14日の日曜日（羽黒清水のみ月曜日）

・採水方法

3地点の湧き水を毎週1回ずつ採取するとともに、湧水量（565mlのボトルが満タンになるまでの時間をもとに算定）、水温を測定した。

- ・成分の測定

各種成分を以下の機器を用いて測定（図 2、3、4、5、6）

pH→pH メーター $\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}^-$ メーター $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$ メーター

$\text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+}$ メーター Na^+ 、 Ca^{2+} 、電気伝導度→各簡易メーター

- ・降水量

気象庁のデータより降水量を調査した。

- ・湧水周辺の地質

地質図をもとに分析した。

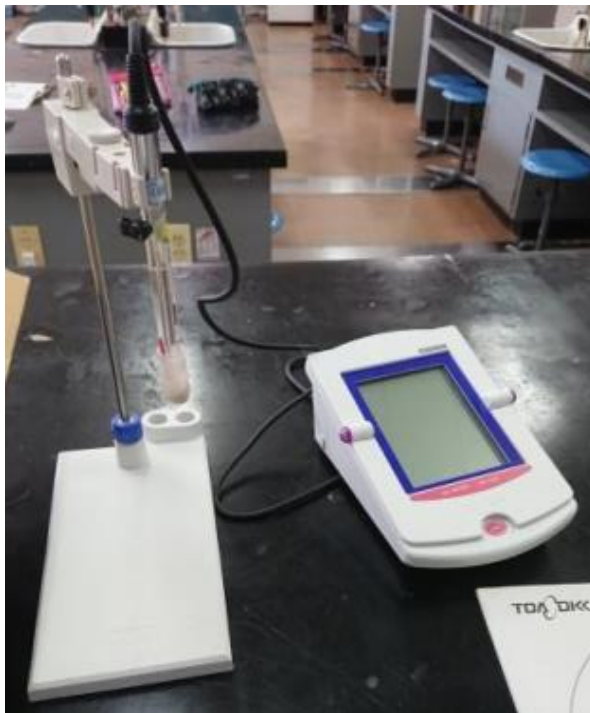


図 2 pH メーター

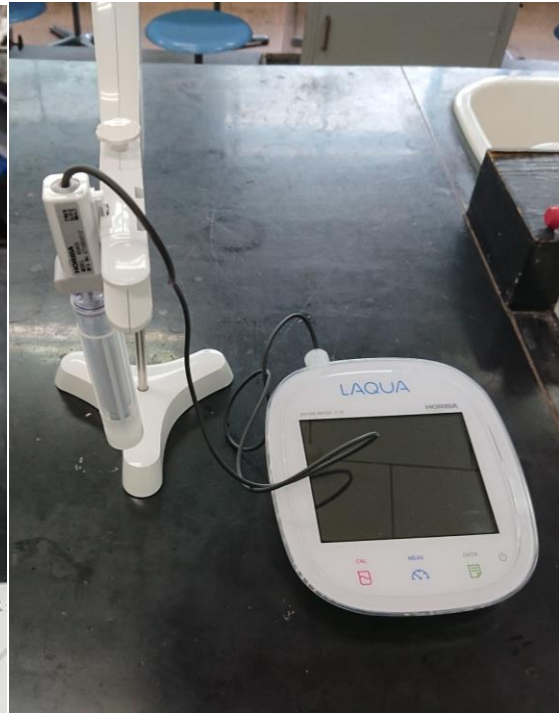


図 3 Cl^- メーター



図 4 SO_4^{2-} メーター



図 5 Mg^{2+} メーター



図6 簡易メーター

4.結果と考察

各値の平均

	pH	Na ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	EC(μS/cm)
力水	7.33	25.71	8.93	31.04	31.43	12.11	221.43
羽黒清水	6.05	16.46	7.25	20.61	27.92	17.90	192.54
ニテコ清水	6.57	11.79	11.23	15.53	33.07	10.00	158.93

は3地点の中で、項目ごとに最も値の大きかったもの

図7 清水ごとの各データの平均値

化学成分を調べ、地質図と照らし合わせてその原因を考察した。

(1).力水について

結果

棒グラフ（図8, 9）より

・pHと電気伝導度が高い。

※青が力水、赤が羽黒清水、黄色がニテコ清水。

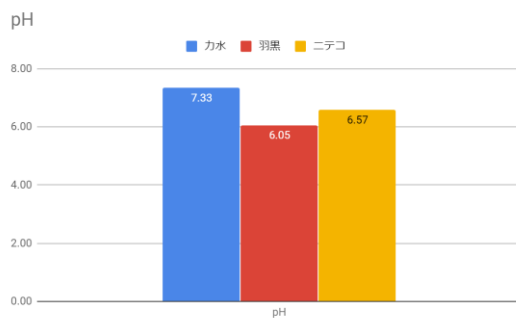


図8 pH

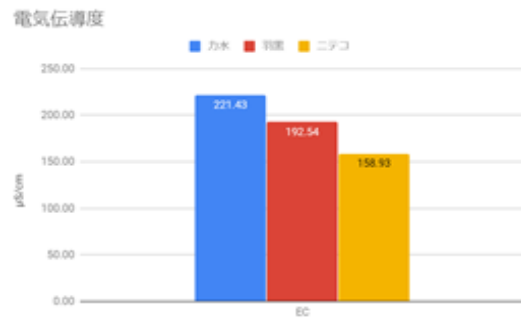


図9 電気伝導度

考察

・電気伝導度が高い→総イオン量が多い。

・pHが高い→あまり空気に触れていない。

⇒地中での交換反応によってH⁺が減少と考察した。

先行研究より：

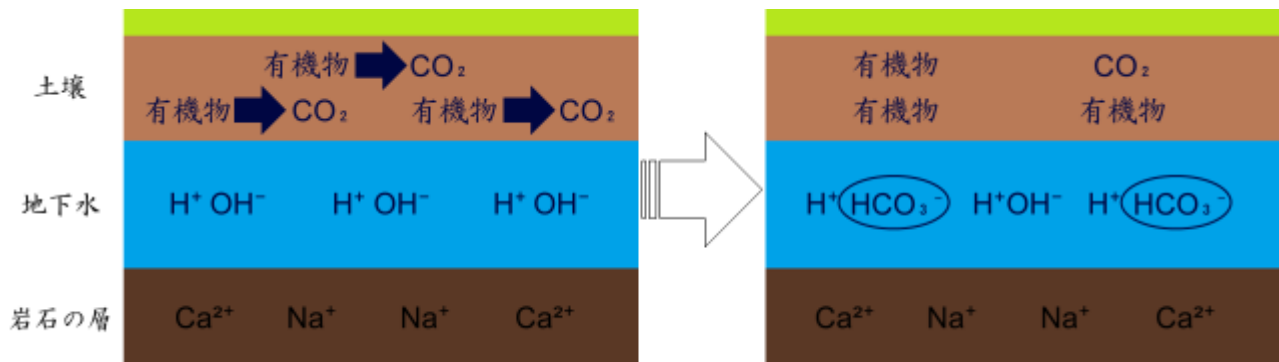


図10 交換反応1

微生物が有機物を分解し、 CO_2 が発生。その後、 CO_2 が地下水に溶けて HCO_3^- が発生。

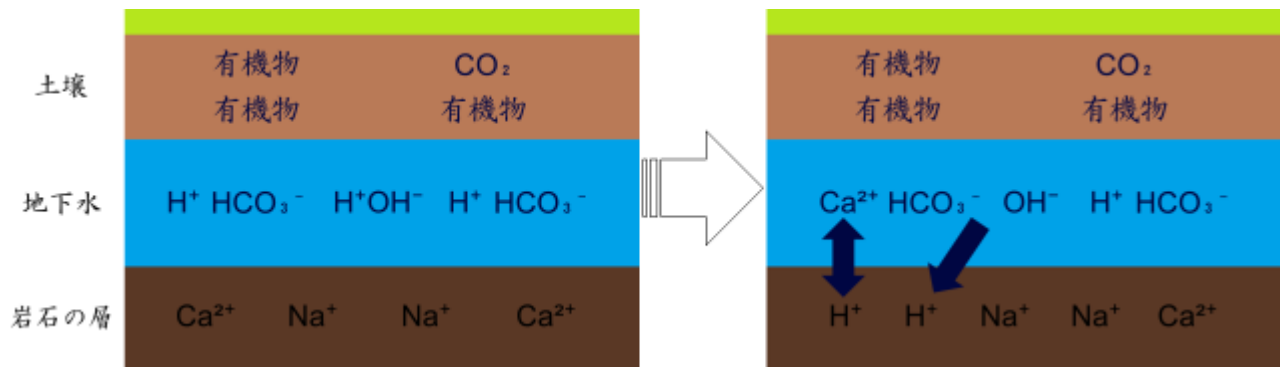


図 11 交換反応 2

地下水の H^+ 2 個と岩石の層の Ca^{2+} 1 個が交換され、図 11 は酸性から中性に変化。

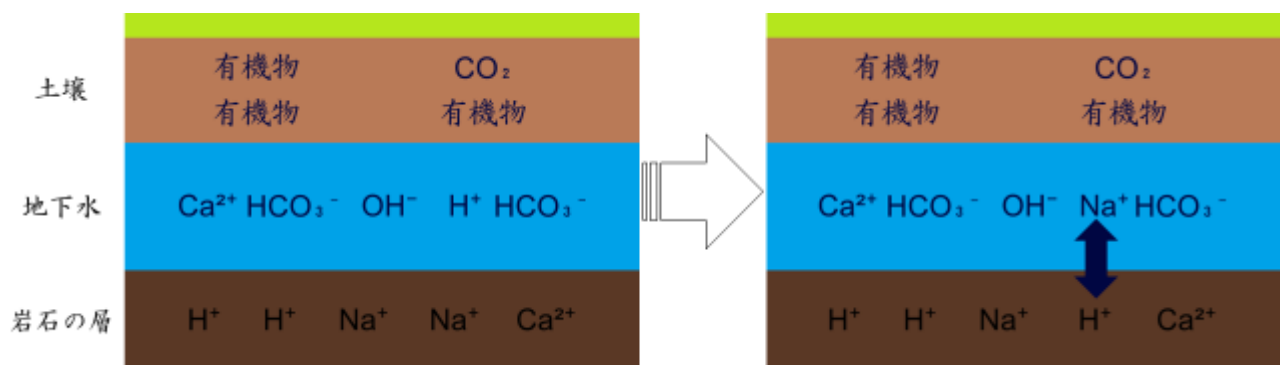


図 12 交換反応 3

地下水の H^+ 1 個と岩石の層の Na^+ 1 個が交換され、図 12 は中性から塩基性に変化。

結果

棒グラフ（図 13、14）より

・ Na^+ と Cl^- が多い。

※青が力水、赤が羽黒清水、黄色がニテコ清水。

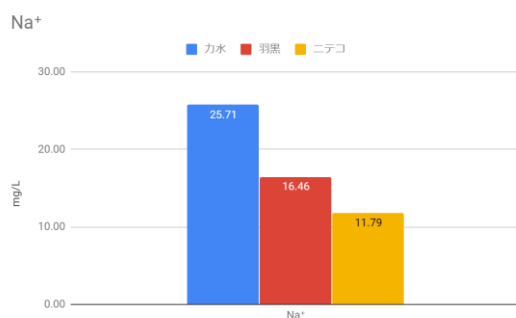


図 13 Na^+

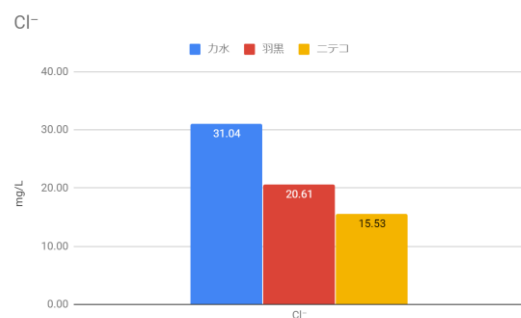


図 14 Cl^-

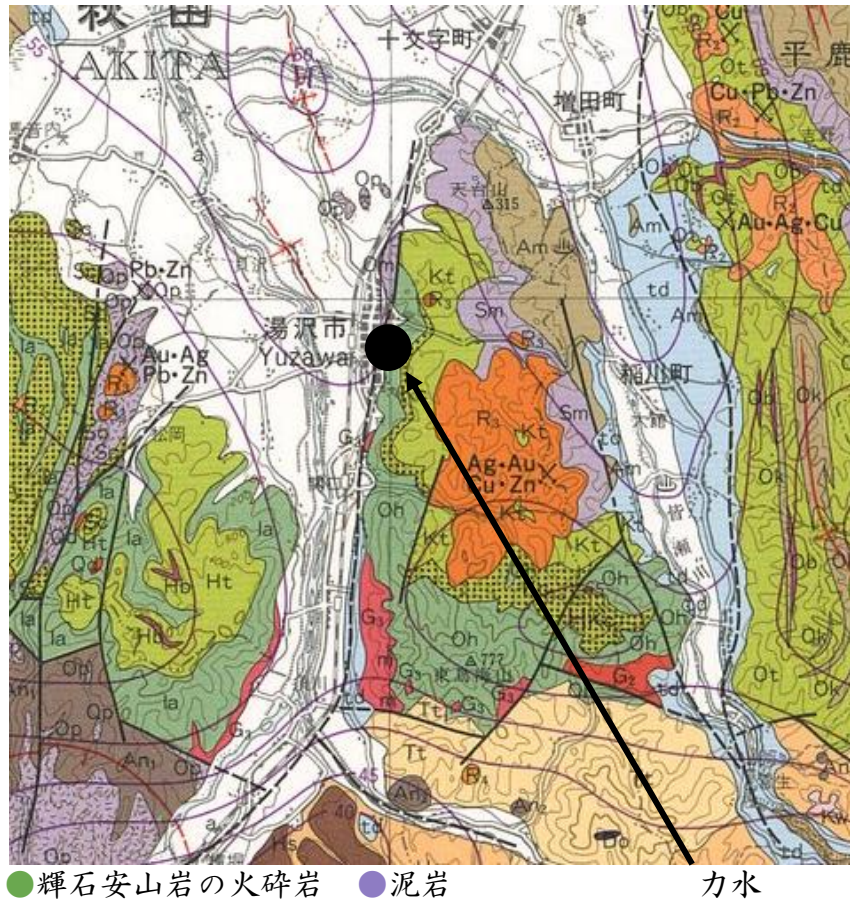
考察

- ・ Na^+ と Cl^- が多い。→海成泥岩の地層の可能性がある。
- ・ 海水の Na^+ と Cl^- の質量比より Na^+ が多い。

$$\times \text{Na}^+ : \text{Cl}^- (\text{力水}) = 25.71 : 31.04 \approx \underline{10:12}$$

$$\text{Na}^+ : \text{Cl}^- (\text{海水}) = 30.61 : 55.05 \approx \underline{6:11}$$

⇒珪長質の岩石が分布、地中に長く留まっていると考察した。



- 輝石安山岩の火砕岩
- 珪長質の火砕岩
- 泥岩
- 珪長質の溶岩
- 力水

図 15 力水周辺の地質図

地質図（図 15）より

- ・ 力水の東側には水を通す層として珪長質の火砕岩や溶岩が分布している。
- ・ その東には水を通しにくい泥岩が帯状に分布している。
- 力水の湧水は泥岩層よりも西側の降雨や融雪の可能性が高い。
- ⇒力水は短い距離を地中で長い間流れながら移動し、
地下に複雑な水系を形成していると考察した。

(2).ニテコ清水について

結果

棒グラフ（図 16、17）より

・ Ca^{2+} と Mg^{2+} が多い。

※青が力水、赤が羽黒清水、黄色がニテコ清水。

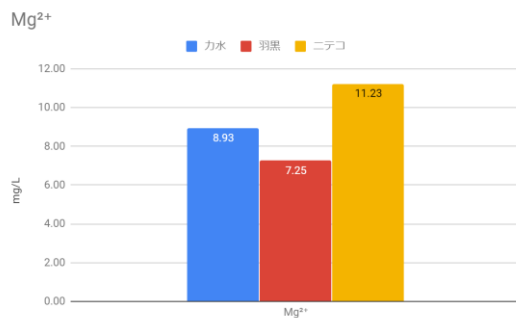


図 16 Mg^{2+}

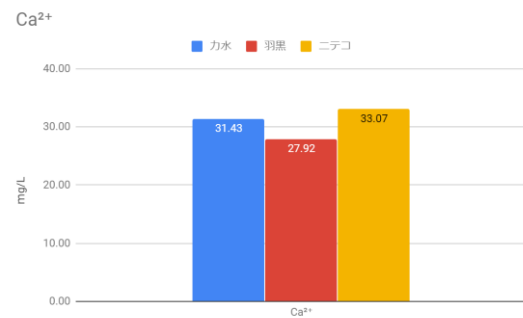


図 17 Ca^{2+}

考察

地質図より

- ・ Ca^{2+} が多い → 流域に石灰質堆積物が分布している。
- ・ Mg^{2+} が多い → 源流である川の流域に カンラン石玄武岩がある。

力水と比べて湧量が少ない。

→ 扇状地の扇端（図 18）に位置している。

→ 水が分散する。

実際に湧水地点が多く分布している。

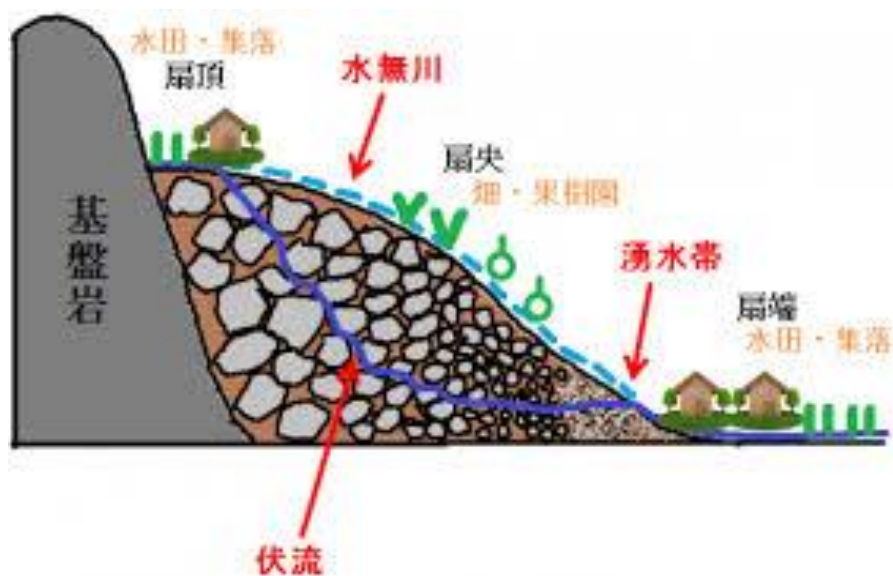
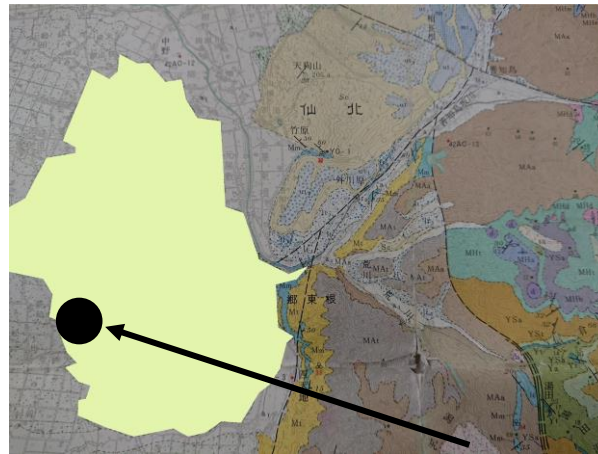


図 18 扇状地の模式図



● 扇状地 ニテコ清水
図 19 ニテコ清水周辺の扇状地

ニテコ清水周辺の地質図（図 19）より
扇状地に伏流していて pH が高くなりそう。

しかし、水源が奥羽山脈である。

→伏流するまでに長い間空気に触れている。

⇒実際の pH は低い。

(3).羽黒清水について

結果

棒グラフ（図 20、21）より

・ SO_4^{2-} が最も多い。

・ Ca^{2+} が最も低い。

※青が力水、赤が羽黒清水、黄色がニテコ清水。

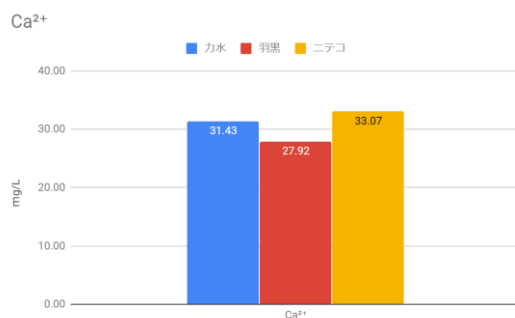


図 20 Ca^{2+}

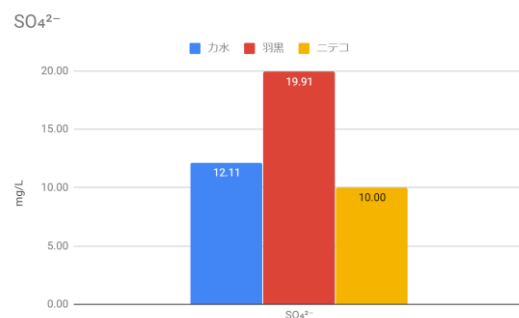


図 21 SO_4^{2-}

考察

・ SO_4^{2-} が最も多い。→硫酸塩鉱物中から流出した。

・ Ca^{2+} が最も低い。→石灰質団塊を伴う泥岩が分布している。

しかし、『石灰質団塊を伴う泥岩の影響を受けて Ca^{2+} が多くなる』
という予想と反する。

地質図（図 23）より、ニテコ清水のような扇状地でない。→あまり溶け広がらない。

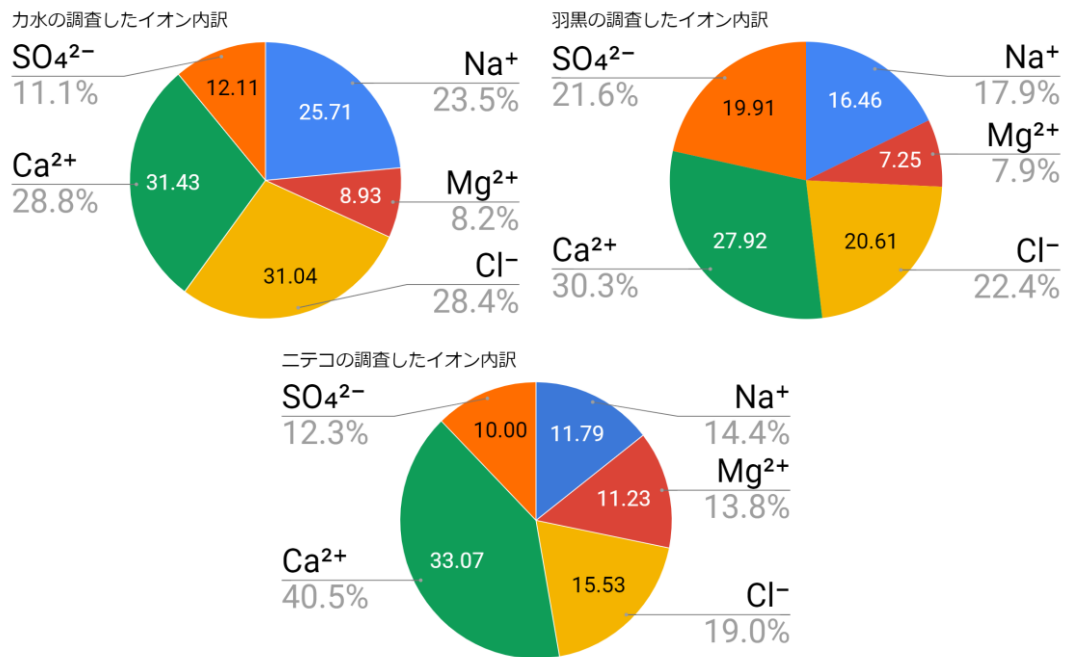


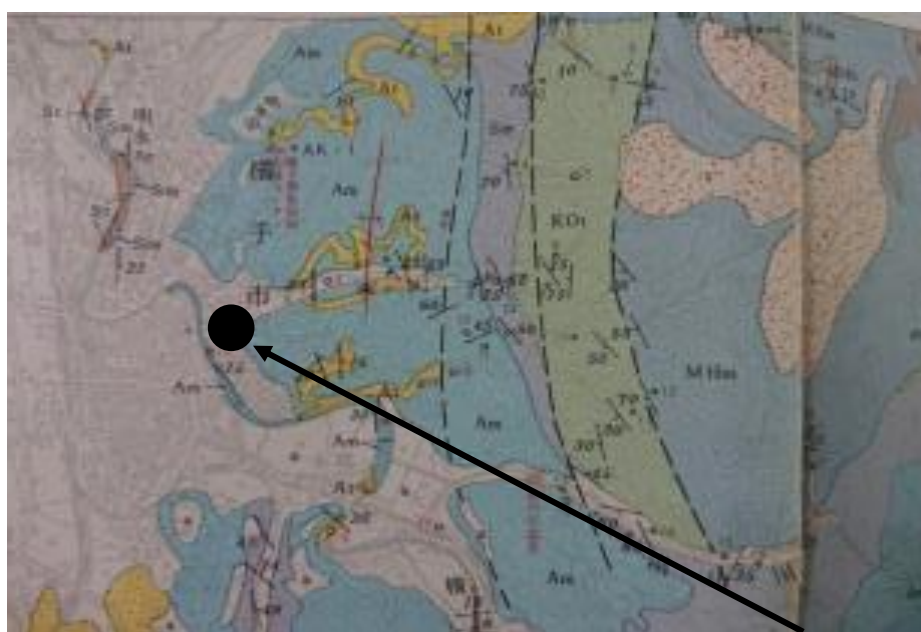
図 22 清水ごとの含まれるイオン割合(力水、ニテコ清水、羽黒清水)

円グラフ（図 22）より、羽黒清水は力水やニテコ清水よりも Na⁺が低い。

しかし、『近くに分布している石英安山岩質凝灰岩の影響を受けて Na⁺が多くなる』と予想される事と反する。

このことから、地中に留まる時間が短いと考察した。

さらに地質図（図 23）より、『付近に分布する泥岩によって石英安山岩質凝灰岩に長く接触していない』とも考察した。



● 石英安山岩質凝灰岩 ● 石灰質団塊を含む泥岩 羽黒清水

図 23 羽黒周辺の地質図

5.今後の課題

これらの結果からは、当初の目標の一つであった季節と湧水の関連を見出すことはできませんでした。しかし、もう一つの目標である湧水の成分と周辺の地質の関係は、各々の清水については地質との関係を考察し、地下を流れる経路を推測することはできましたが、3地点の関連性は見出せませんでした。

今後は、まだ調査していないサンプルの成分調査を行い、考察を補強します。来年度も是非研究を継続し、サンプル数を増やして研究の精度を上げて欲しいです。

6.参考文献

URL (サイト名 用途)

著者 翻訳家 『タイトル』 (用途)

<https://gbank.gsj.jp/geonavi/geonavi.php#8,39.066,140.351>

(地質図 Navi 地質図 19/12/10)

<https://tenki.jp/>(日本天気協会 tenki.jp【公式】 降水量 19/12/10)

<https://www.jiban.co.jp/tips/kihon/ground/prefecture/akita.htm>

(秋田県の地形・地盤：ジオテック株式会社 秋田県の地図 19/12/10)

<http://chiri-geography.com/class/214/>

(沖積平野－扇状地・氾濫原・三角州 |

高校地理をわかりやすく、そして楽しく！ 扇状地の図 19/12/10)

<https://www.photo-ac.com/main/>

(写真素材なら「写真AC」無料(フリー)ダウンロードOK 波紋の画像 20/1/20)

B.メイスン 著 松井義人、一国雅巳 訳 『一般地球化学』(海水中のイオンの質量比)

7.謝辞

ご協力いただいた先生方

小野寺 庸先生 後藤 直地先生 加藤 華世先生 鎌田 孝司先生
ありがとうございました。