

神奈川県立横浜緑ヶ丘高等学校  
五色沼スタディツアー報告書  
2024年8月19日～20日



訪問地：

銅沼 五色沼湖沼群

入水鍾乳洞 あぶくま洞

# 目次

背景と目的	P3
磐梯山の歴史	P4
五色沼の成り立ちと陸地化	P5
五色沼はなぜ青いのか	P7
考察	P16
鍾乳洞	P16
五色沼と銅沼の感想	P17
入水鍾乳洞の感想	P18
あぶくま洞の感想	P19
参考文献 謝辞 あとがき	P20

# 背景と目的

五色沼湖沼群は、1888年に小磐梯を含む磐梯山頂北側が水蒸気爆発によって山体崩壊を起こし、岩屑なだれが長瀬川とその支流をせき止めたことによって形成された(※1, 2)。五色沼湖沼群に含まれる沼は、天候や季節、見る角度、水中に含まれる火山性物質などによって、沼ごとに、エメラルドグリーン、コバルトブルー、ターコイズブルー、エメラルドブルー、パステルブルーなど色が違って見えるのが特徴である。その要因は微粒子の光散乱によるものと言われている(※1, 3)。そこで、私たちは特別に許可をいただき、スタディツアーとして昨年度から沼の水質を調査することにした。

昨年度同様、本研究の目的は、なぜ五色沼湖沼群は五色に見えるのかを化学的性質や歴史的背景から解明することである。

先行研究(※1, 17)と昨年度の私たちの研究から五色沼湖沼群の沼の色が青系統の色に見える要因にケイ酸アルミニウムがある事が確認されている。そのケイ酸アルミニウムが主成分である長石が、青色の呈色に関わっている、と昨年の私たちの実験で考察されている。銅沼での赤系の色に見える要因に鉄の化合物が沼底に大量に沈殿していることがある(※4)。

その他の沼で赤色に見えるのは、沼に生息している水生植物に付着している赤サビや、湖底に蓄積した酸化鉄などが光を反射していることによると考えられる(※2, 5)。

本研究では、ケイ酸アルミニウムが沼のどこに存在するのか、又、鉄や鉄イオンが沼の中に存在するのか、それぞれの沼の水中の様子を探っていく。

五色沼湖沼群（毘沙門沼）



五色沼湖沼群（るり沼）



入水鍾乳洞入口



あぶくま洞



# 磐梯山の歴史

## 磐梯山

磐梯山は安山岩質マグマによる溶岩、火山砕屑物で形成された成層火山であり、東日本火山帯の火山前線に位置する。南側の表磐梯(図1)から見た磐梯山は優美で別名会津富士と呼ばれる。北側の裏磐梯(図2)からは1888年の山体崩壊でできた馬蹄形カルデラの箱状谷地形を望むことができる。

1888年の山体崩壊前は大磐梯、赤埴山、櫛ヶ峰、小磐梯が旧火口の沼ノ平を囲うようにして聳え立っていた。沼ノ平にはいくつかの沼があり、そこでは硫黄の採取が行われていた。また、山頂部の北西側には標高の高い順に上の湯、中の湯、下の湯という温泉場があり、湯治客が訪れていた。上の湯と下の湯は1888年の山体崩壊で埋まってしまった。残った中の湯は硫化水素臭の強い酸性泉。現在は、湯量が減り閉鎖されている(※6, 7)。



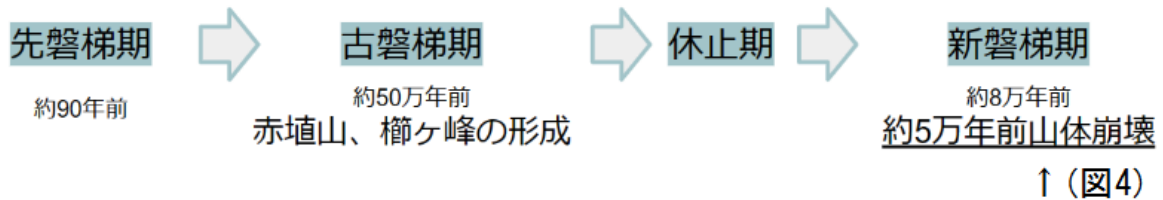
↑ 南側の表磐梯(図1)



↑ 北側の裏磐梯(図2)

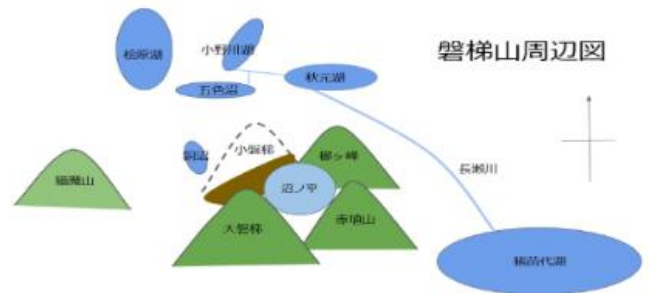
## 磐梯山の成り立ち

磐梯山の形成が始まったのは猫魔山の活動が終息した後の、今から約90万年前である。磐梯山の活動は4期に分けられる。山体形成後には山体崩壊が起きている。約2.5万年前以降はマグマ噴火が記録されておらず水蒸気噴火のみである。新磐梯期の2度の山体崩壊、岩なだれにより、容貌の変化に富んだ火山となった(※6, 7, 8)(図4)。



## 約5万年前山体崩壊について

山体崩壊は表磐梯側で起きた。南西に岩なだれが落ち、川がせき止められ猪苗代湖ができた。また、岩なだれ流れ山地形(山崩れで大量の土砂が流れ下り、大小様々な小山ができた地形を形成した。崩壊してできた馬蹄形カルデラ内には新たに火山ができ、これは大磐梯となった。この山体崩壊があったことで会津富士とも呼ばれる優美な姿となった(※6, 8)(図3)。



↑ 磐梯山周辺図(図3)

## 1888年の噴火について

1888年噴火では、水蒸気噴火によって小磐梯が崩壊、消滅した。崩壊した小磐梯の土砂が流れ下り、川がせき止められ、五色沼などの湖沼群、流れ山地形を形成した。岩なだれに飲み込まれ、住人や湯治客などの400名以上が犠牲となった(※6, 8)(表1)。

## 磐梯山の主な噴火活動

1719、1787年の噴火は記述が少なく詳細不明

年代	現象	概要
806	水蒸気噴火	比較的大規模の大きな噴火
1719	噴火?	
1787	噴火?	
1888	水蒸気噴火	記録に基く最も最大の噴火 詳細は後述する
1938	山崩れ	崩壊は延長3km、 面積2.3×10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
1954	山崩れ	1888年の噴火火口壁が崩壊

↑ 表1 (※9)

## 噴火の活動経過

1888年7月15日午前7時30分：地震活動開始 だんだん激しさを増す。  
午前7時45分：噴火開始 連続で15回～20回の大きな噴火があった。

最後は北に抜けた。

- ・噴火に伴い疾風が発生
- ・噴煙は磐梯山の2、3倍まで立ち昇り、傘状に大きく広がり東方に倒れた。
- ・落石、降灰があり、灰粒混じりの温雨も降った。

3回の活動ピークがあり、次第に激しさを失い夜半に終止した(※6)。

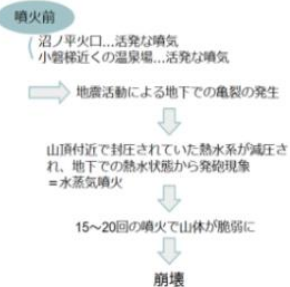
## 山体崩壊、水蒸気噴火、噴出物について

水蒸気噴火とは、水が急激に減圧されて、沸点が下がることによって、水が一気に水蒸気になって爆発が起こる現象のことである(図5)。水蒸気噴火による噴出物は岩なだれなどの自然災害をもたらす(図6)。

この水蒸気爆発によって、山体が脆弱になって崩壊することを山体崩壊という。

### 山体崩壊・水蒸気噴火について

#### ・山体崩壊



#### ・水蒸気噴火とは

磐梯山には山体地下の浅い所に発達した熱水系(地下水)がある。山体地下の熱水系には大きな圧力がかかっている。私たちが過ごす圧力下では水の沸点は100度だが、大きな圧力がかかると沸点が上がる。なので、熱水系では水は100度を越えても液体のままである。その状態から、急に減圧が起こると沸点が下がり、水は一気に水蒸気となる。水から水蒸気になるとき体積は約1700倍となるので、熱水系の上部にあった岩石は吹き飛ばされる。

↑ 図5

### 噴出物について

噴出物にはマグマ起源の高温物質は含まれず、山体構成物に由来する物質のみが含まれていた。

- 噴下火山灰 噴煙が露点に達し、水滴となり火山灰とともに雨のように降った。温度は軽度のやけどをするくらい40～50度。
- 山体崩壊に続く岩なだれ 水を含まない乾燥した状態で、速度80km毎時で降下。この岩なだれはアブリ・アンバランシエといわれる。
- 爆発の猛烈な疾風 レキ混じりの高速度の希薄の粉細粒人碎物質の流れ。樹木などをなぎ倒した。
- 火山からの放出 石片、岩塊

↑ 図6

## 五色沼の成り立ちと陸地化

### 五色沼

大小30個程度の湖沼の総称。1888年に磐梯山が水蒸気噴火を起こしたことで発生した。

なだれが長瀬川とその支流を堰き止めたことで五色沼が形成された。

主に磐梯山の河口付近にある銅沼の地下水の水系を水源として連なっている。それ以外にも桧原湖の湖水や磐梯山の地下水なども混入している(※10)。

### 4つの水系(図7)

- ・柳沼系 (⇒青矢印)  
弥六沼→父沼→母沼→柳沼
- ・銅沼系 (⇒赤矢印)  
銅沼→るり沼→青沼→弁天沼
- ・竜沼系 (⇒緑矢印)  
竜沼→みどろ沼→毘沙門沼
- ・赤沼 (⇒橙矢印)  
銅沼→赤沼



↑ 図7 国土地理院地図より加筆(※11)

## 水の流れ(※12)

銅沼系と柳沼系が竜沼の上流で合流し、竜沼に流れ込む。竜沼系は長瀬川に流れ込む。  
また、流入口を持たず独立している赤沼からも毘沙門沼→長瀬川と水が流れ込む。  
水は最終的に全て長瀬川に流れ込む。

## 赤い湖沼について

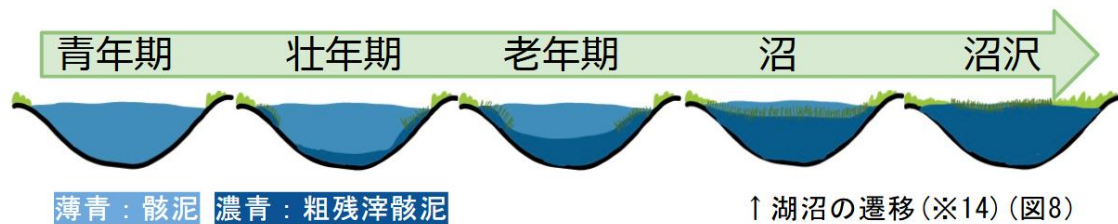
赤沼やみどろ沼の一部では、他の沼より鉄を多く含んでおりその鉄が錆びて赤系の色に見える(※13)(表2)。

検査項目	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
	毘沙門沼	毘沙門沼 流入路	赤沼	みどろ沼	竜沼	竜沼,弁天沼 の間	弁天沼	るり沼	青沼	柳沼	銅沼
⑫鉄 Fe <sup>3+</sup> mg/L	0	0	0.75	3	0	0	0	0.2	0.2	0	3

表2 Fe<sup>3+</sup>の測定値

## 沼の遷移の物質的な原因(※14)

湖水の溶解物質の中には窒素・リンのような植物の栄養塩類が含まれているため、植物プランクトンや植物はそれを吸収して増殖し、生物の遺骸は土砂などの不溶物質と一緒に湖底に堆積し、湖沼を浅くしていく(図8)。



## 五色沼の陸地化

五色沼湖沼群では湖岸や湖底に見られる蘇類が長い時間をかけて発達しマットが陸を作り(①)、陸化した場所にヨシが侵入することで(②)、湿地となっていく(③)という変化が起きていると言われている。陸化は青沼や瑠璃沼で顕著であり、一方竜沼ではヤナギ類などの樹木が湖岸を覆っているために蘇類が十分に光合成を行って成長することができず、陸化が進んでいない(19)(図9)。

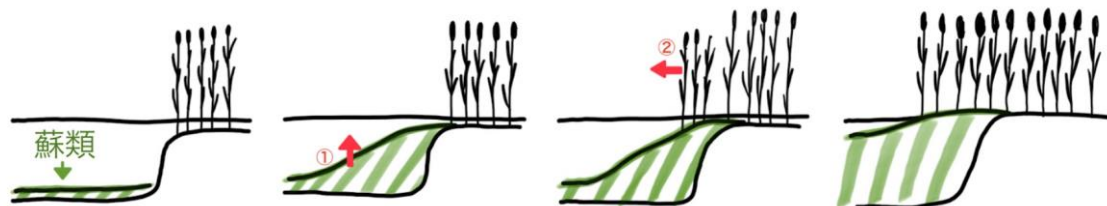


図9 陸地化モデル

# 五色沼はなぜ青いのか

## 青く見える原理

五色沼のいくつかの沼では、湖水が波長の短い可視光線を散乱させ、青い光をもたらす。これはケイ酸アルミニウムの極めて微細な粒子が水中に多量に含まれているために起こる現象と考えられている。

色の違いに関しては、各湖沼ではこの微粒子が多く散布しているが、粒子を構成する分子の構造 (XRD パターン) がそれぞれ異なっている。よって、同じ青系の湖沼でも違いが生まれるのではないかと考えられている (※13, ※15, ※16) (図 10)。

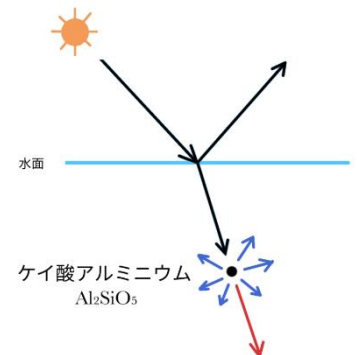


図10 光の反射と散乱イメージ

## 検証1 椀がけによる鉱物の観察

### 目的

ケイ酸アルミニウムを主成分とする長石を発見するため。

### 方法

- ①蒸発皿に採取した土を少量入れる。
- ②親指の腹でよくこねる。
- ③水を加えてかき混ぜる。
- ④濁った水を捨てる。濁らなくなるまで②～④を繰り返す。
- ⑤残ったものを乾かし、ろ紙に乗せる。
- ⑥顕微鏡で40倍に拡大して観察 (図 11)。

名前	銅沼	毘沙門流入口	弁天沼	るり沼
写真				
発見物	無色鉱物(長石)が多い 少量の有色鉱物	無色鉱物が多め 有色鉱物はごく微量	無色鉱物が多め 有色鉱物はごく微量	有色鉱物が多い 無色鉱物(長石)は少量
40倍				

図11 沼の様子と鉱物

※特徴がみられたものを抜粋して掲載。他の地点では観察されなかった、もしくは含まれていてもごく微量であった。

## 検証2 光と色の関係

### 前実験

ケイ酸アルミニウムにLED光を当ててみる。

#### 結果

特に変化なし、白い粉末状（図12）。  
→水に溶かした状態でLED光を当てると青く見える。



図12 ケイ酸アルミニウム

### 実験①

濃度、光の当たる角度により青の色味は変わるのか。

#### 方法

ケイ酸アルミニウムの濃度が① $0.2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  ② $0.2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  になるよう水に溶かし、白色光を入射角が $0^\circ$ 、 $30^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$  になる位置から当てて、観察する。

#### 結果

濃度が高いほど色味が濃くなった。  
 $0^\circ$ 、 $30^\circ$  の時光の散乱がはっきり見えた。  
 $60^\circ$  の時全体が濃い青に見えた。  
 $90^\circ$  の時  $60^\circ$  の時よりは薄い全体が青く見えた（図13）。

入射角度 / 濃度	$0^\circ$	$30^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$
①				
②				

図13 腰高シャーレに2種の溶液を入れ比較

### 実験② 光の筋道を長くして実験

#### 結果

光が直接当たっている場所は青く見え、離れていくほど赤みを帯びていった、つまり、光の散乱が起こった（図14）。

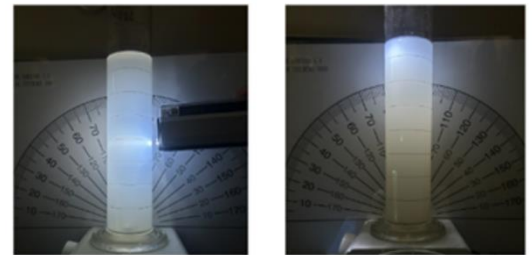


図14 500mLメスシリンダーにLED光をあてる

### 実験③ 実際の沼の水で実験

#### 結果

光の散乱が一部見られた。  
特に濁っている水だと散乱がわかりやすい。

濁っている溶液ならば全て散乱が起こるのか疑問に思ったので、対照実験としてケイ酸アルミニウムを含まない泥水を使用し調べてみたが散乱は見られなかった。  
よってケイ酸アルミニウムを含んだ水だからこそ、光の散乱が起こり綺麗な青色が現れることがわかった（図15）。

1 毘沙門	2 毘~赤	3 赤	4 みどろ	5 電	6 電~弁	7 弁天	8 るり	9 青	10 柳	11 銅

図15 各沼の水にLED光をあてる

### 実験④ 溶液の量を増やし、太陽光を当てる

実際の沼の状態に近づけるため、溶液の量を増やした。また太陽光のように広がる光でも実験を行うことにした。  
方法として、大きな水槽を使い①屋内でLED光、②屋外で太陽光を用い再実験した。①は②の対照実験のため。  
また前回と同様、実際の環境に近づけるため、赤玉土を入れ①'屋内②'屋外での実験も行った。それぞれ光の条件は①、②と同じ。



## 実験の方法

60×40×35cmの水槽に、濃度  $0.2 \times 10^{-2}$  mol/L のケイ酸アルミニウムの懸濁液を 45L 入れ、全体の濃度が均一になるようよく混ぜる。

屋内では白色光を用い入射角が  $0^\circ$ 、 $30^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$  になるよう光を当てる。

屋外では太陽光を水槽の縦、横から当てる。

また、水槽に 45L の水のみを入れ、同様の実験を行う。

※太陽光の高度はどちらも約  $30^\circ$  である(ケイ酸アルミニウムあり:  $26.74^\circ$

なし:  $33.99^\circ$ )

※ケイ酸アルミニウムありの実験時に、若干雲が出ていた。なしの実験時は快晴。

※比較として水のみ 45L を入れた水槽での実験も行った。

## 結果

① 屋内 白色光、泥なし

② 全体的に青く、光の散乱が確認できた。 $30^\circ$  あたりが一番青く見えた。

特に、光を当てた手前側が青く、奥の方が緑色に見えた。

水のみ水槽では、青色は見えず、散乱を確認できなかった(図 16)。

③ 屋外 太陽光、泥なし

全体的に青緑色に見えた。屋内で行った時に比べ、緑色が強く見えた(図 17)。

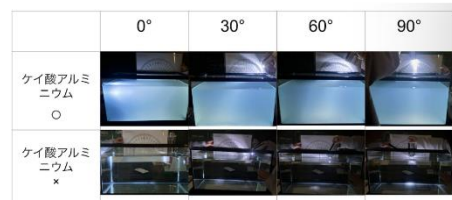


図 16 水槽(屋内)の写真

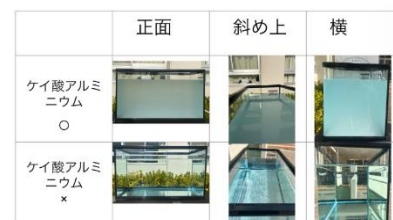


図 17 水槽(屋外)の写真

## 泥を入れて実験

### 方法

前の実験で用いた溶液に赤玉土 3L を加え、全体の濃度が均一になるよう混ぜたあと 2 時間ほど置き、泥を沈殿させた。

### 結果

① 屋内 白色光、泥あり

光を当てた手前側が青く、奥側が緑色に見えた。

② 屋外 太陽光、泥あり

全体的に緑色に見えた。

# 五色沼での調査

銅沼、五色沼湖沼群にケイ酸アルミニウム、鉄、鉄イオンが含まれているかを解明するために調査、実験を行った。

1 銅沼①、五色沼湖沼群(毘沙門沼 2 箇所②③、赤沼④、みどろ沼⑤、竜沼⑥、竜沼と弁天沼の間⑦、弁天沼⑧、るり沼⑨、青沼⑩、柳沼⑪)(図 18) の 11 箇所水、泥の採取、水中写真の撮影を行い、また水温を測る。

2 それぞれの水の pH 値を計測する。

3 それぞれの水の電気伝導度を計測する。

4 それぞれの水でバックテスト(GOD、全硬度、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ )を行う。

2、3、4については去年の結果との比較をするため行うものとする。



図 18 採水・採土地点

# 結果 (表 3)

場所	No.1 琵琶門沼	No.2 琵琶門沼流入区赤沼	No.3 池のふちが赤茶色、全体はエメラルドグリーン	No.4 みどろ沼 白みがかった黄緑、手前が濁っている、臭は透明	No.5 竜沼 周りにアカマツオシダが茂っている	No.6 竜沼と弁天沼の間 赤っぽい、濁っている	No.7 弁天沼 青緑色、若干透き通っている	No.8 るり沼 青	No.9 青沼 暗めの緑、少し濁りがあ	No.10 柳沼 濃い緑	No.11 銅沼 茶
水の色	緑っぽい、若干濁っている	透き通っている	池のふちが赤茶色、全体はエメラルドグリーン	白みがかった黄緑、手前が濁っている、臭は透明	周りにアカマツオシダが茂っている	赤っぽい、濁っている	青緑色、若干透き通っている	青	暗めの緑、少し濁りがあ	濃い緑	茶
周辺の様子		土の色は赤茶、背の低い植物が茂っている		土はオレレンジ			泥が白い場所がある、アツシが生えている			アカマツが生える、アツシが生息	
① 水温 ℃	26.7	19.5	21.1	16.5	20.6	16.5	27.4	22.3	22.6	24.5	27.9
② pH値(試験紙)	5.1	5.5	3.7	4.6	5.6	4.7	4.6	4.4	4.5	4.9	3
pH値(メーター)	5.8	5.6	5.8	5.4	6	5.4	5.2	5.2	5	5.6	4
③ 電気伝導度 μS/cm	392	242	380	730	233	815	629	840	733	378	975
④ COD(低濃度) mg/L	7	4	8	7.5	4	6	7	8	7	8	8
⑤ 全硬度 mg/L	200	200	100	100	75	150	150	150	150	80	50
⑥ 亜硝酸態窒素 mg/L	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
⑦ 硝酸態窒素 mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
⑧ アンモニウム態 mg/L	0	0.1	0.3	0.3	0.7	0.1	0.2	0.2	0.3	0	0.4
⑨ リン酸態リン(低濃度) mg/L	0.2	0.05	0.15	0.05	0.05	0.65	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
⑩ 硫酸塩(高濃度) mg/L	50	50	200	150	50	150	200	200	400	50	350
⑪ 炭化物 mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
⑫ 鉄 mg/L	0	0	0.75	3	0	0	0	0.2	0.2	0	3
⑬ アルミニウム mg/L	0	0	1	1	0.05	0.05	0.05	1	0.75	0	1
⑭ 亜鉛 mg/L	0.1	0.5	3.5	3	0.2	0.2	1.5	4	2	0.1	5
⑮ 銅 mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

表 3 2024 年度測定値

【参考】昨年度の結果（銅沼での調査は行ってない）（表4）

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
場所	豊沙門沼	豊沙門沼から赤沼に向かう途中(豊沙門沼流入箇所)	赤沼	みどろ沼	竜沼	竜沼と井天沼の間	井天沼	るり沼	青沼	柳沼
水の色	全体は真緑 中心は少し暗い 近くで見ると透明	透明度は高い 色はついていない	遠目に見ると エメラルドグリーン ミズゴケ、モウセンゴケ が生えている 植物は根本が酸化鉄で 赤くなっている	赤褐色から エメラルドグリーン 実は深緑	エメラルドグリーン 透明度が高い	水は透明	彩度の高い青 緑 透明感がある	水色青色濃紺 透明	深めの青緑	緑青色 透明度は高い
周辺の様子	日陰は少なく、 開けている地形	緩い流れ 底が見える		深い 魚がいる 赤褐色のところ 植物が多くあつた	流れから離れたところ 下は土の色(赤褐色 より茶色)	穏やかな流れ 深い 軽い土、赤茶色	水辺に魚がいた 透明感がある	濁しい流れ 碧の高い植物が生 えている	水面に近い葉や枝の 先が白くなっている	生物がいた(ブラックバス)
① 水温	25.3	19	15.9	13.6	18.6	19.9	28.6	25.1	28.8	28.7
② pH値 (計数紙)	6	6	5	5.4	6	5.8	5.4	5.2	5.4	6.6
③ 電気伝導度	750	260	140	866	263	1280	1298	1239	1312	357
④ 全硬度	4	4	6	8	8	8	6	7	7	6
⑤ COD(D)	200	200	200	100	50	200	200	150	200	200
⑥ 硝酸態窒素	1	0	0	1	0.2	1	0.2	1	1	1
⑦ 亜硝酸態窒素	0.005	0	0	0.02	0.005	0.02	0.005	0.005	0.005	0.005
⑧ アンモニウム態窒素	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
⑨ リン酸態リン	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0
⑩ 硫酸塩	150	100	250	-50	75	200	300	300	200	100
⑪ 硫化物	0	0	0	0.1	0.05	0	0	0.15	0	0.1
⑫ 鉄	0.2	0	2	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
⑬ アルミニウム	0.05	0	1	0	0.05	0.05	0.2	1	0.05	0.05
⑭ 亜鉛	1	0.1	4	1	0.2	5	2	5	2	0
⑮ 銅	0.5	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0

表4 2023年度測定値

# グラフ

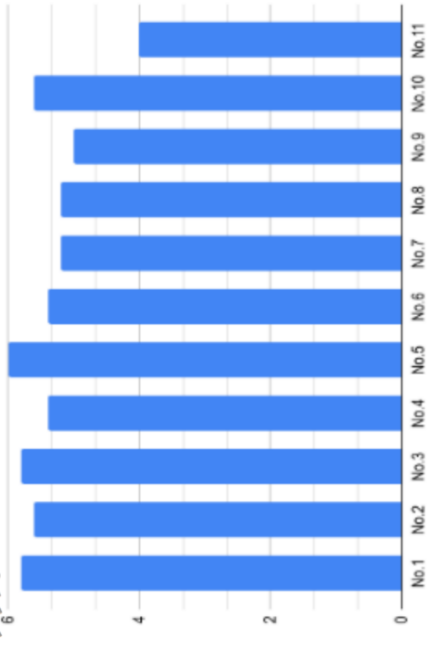
pH値(試験紙)  
グラフ1



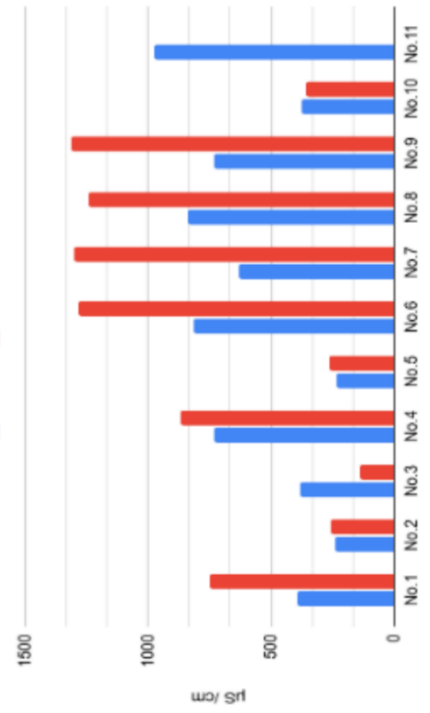
pH値(試験紙)  
グラフ2



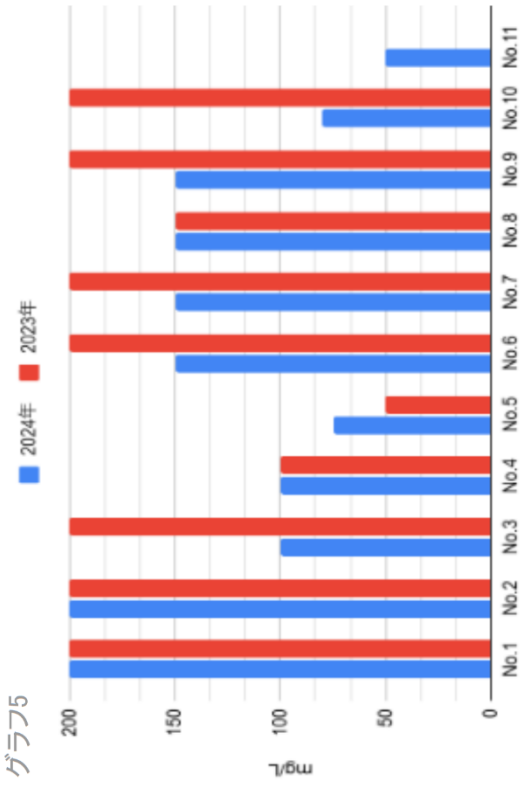
pH値(メーター)  
グラフ3



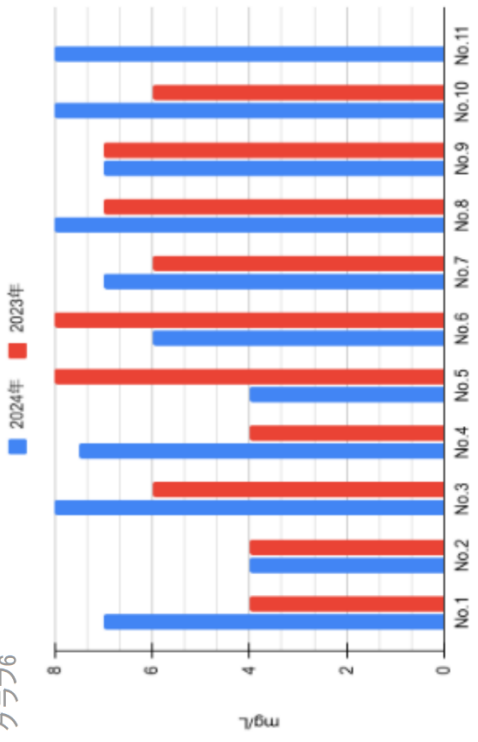
電気伝導度  
グラフ4



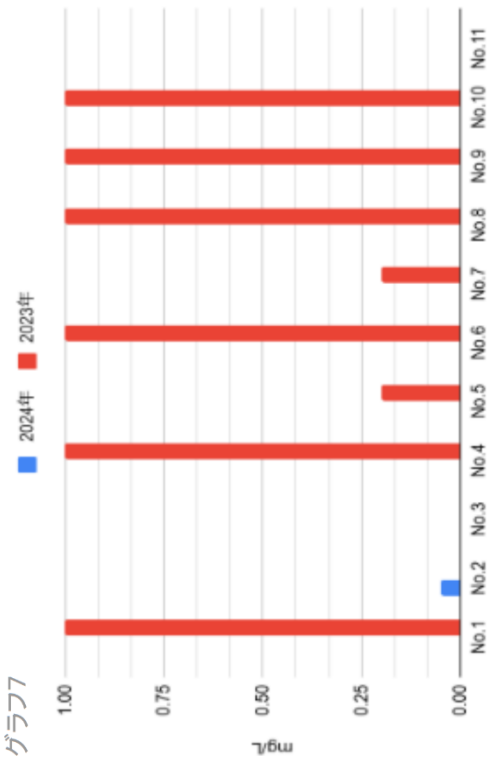
全硬度  
グラフ5



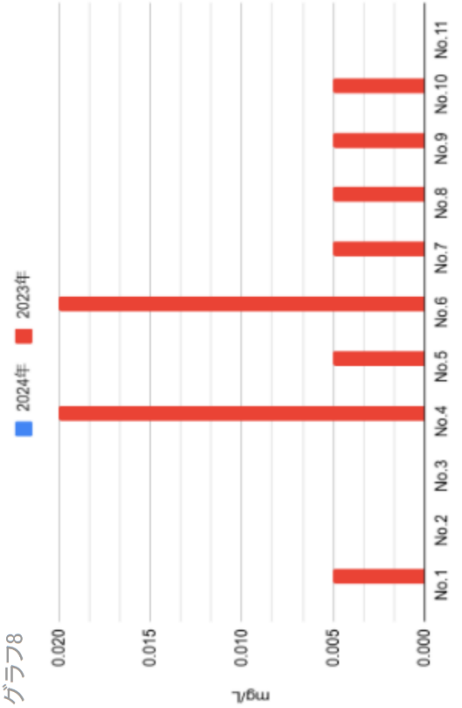
COD  
グラフ6



硝酸態窒素  
グラフ7



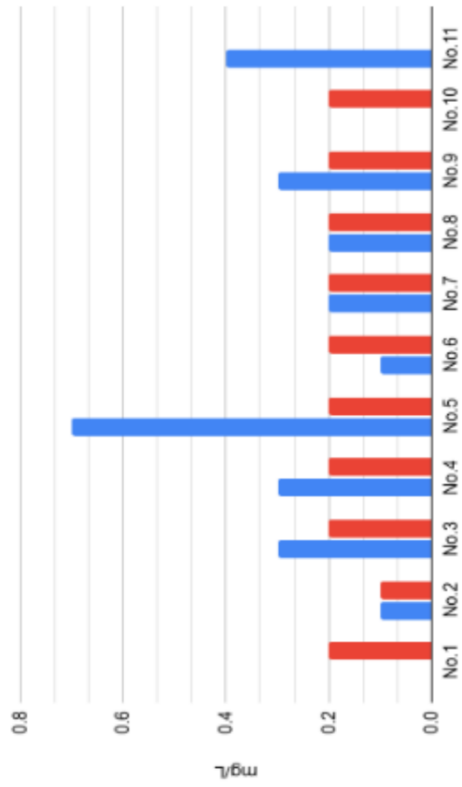
亜硝酸態窒素  
グラフ8



アンモニウム態窒素

グラブ9

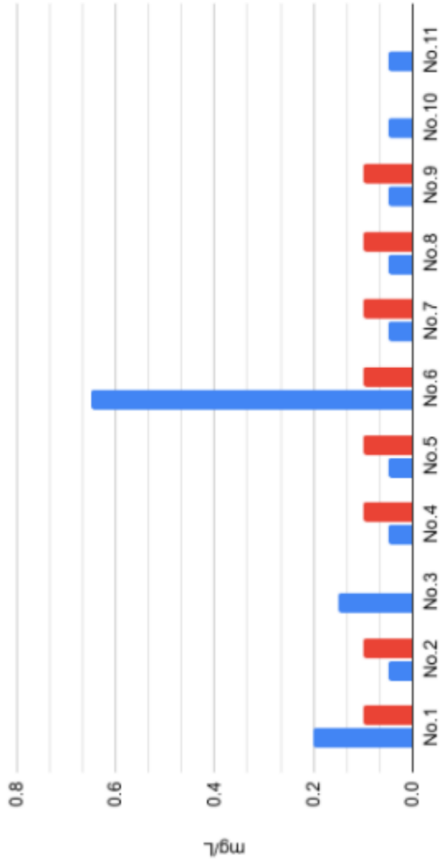
■ 2024年 ■ 2023年



リン酸態リン

グラブ10

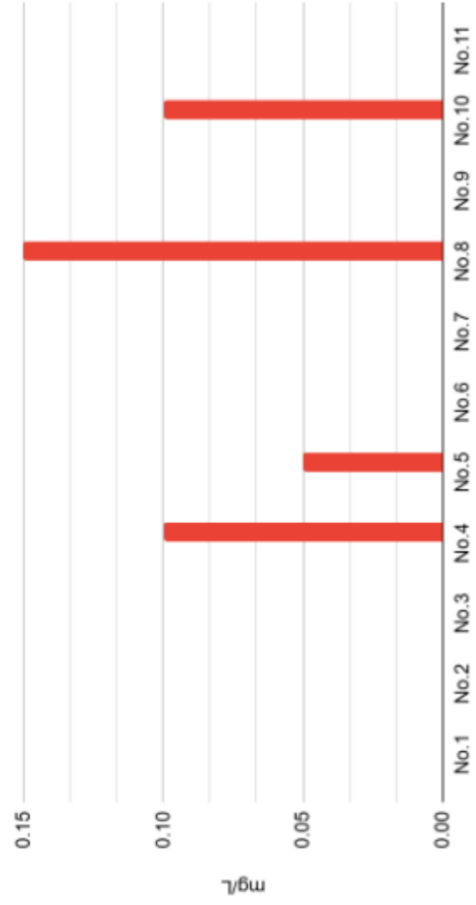
■ 2024年 ■ 2023年



硫化物

グラブ12

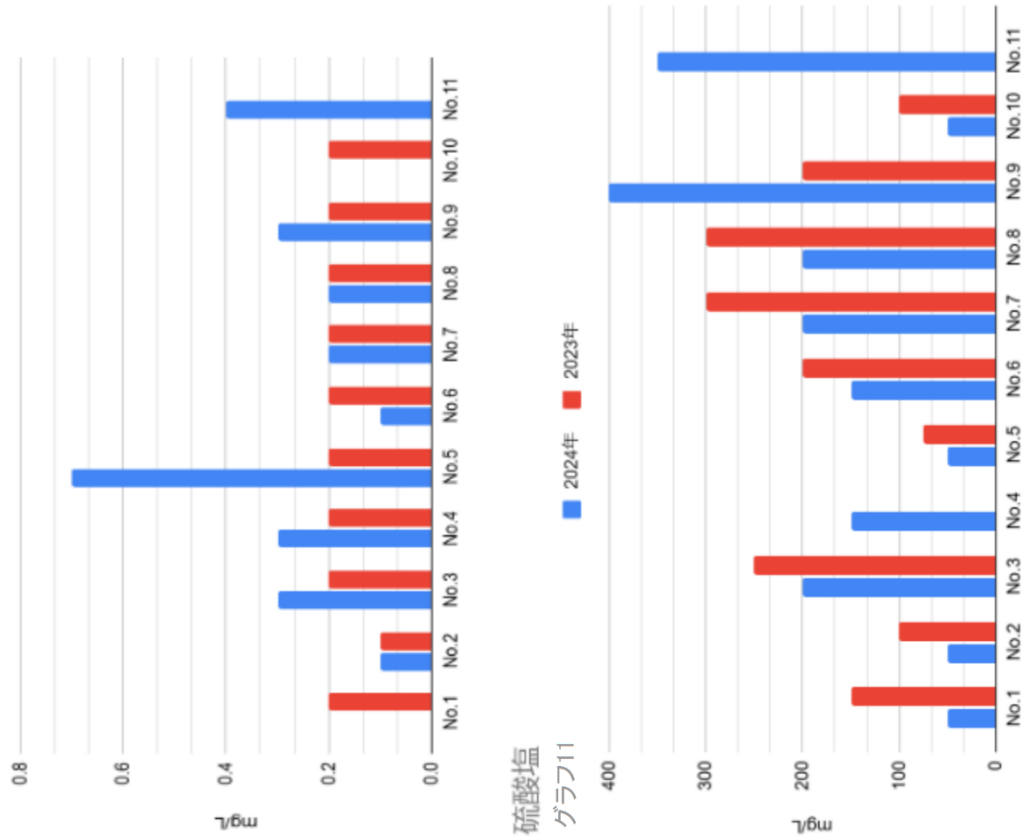
■ 2024年 ■ 2023年



硫酸塩

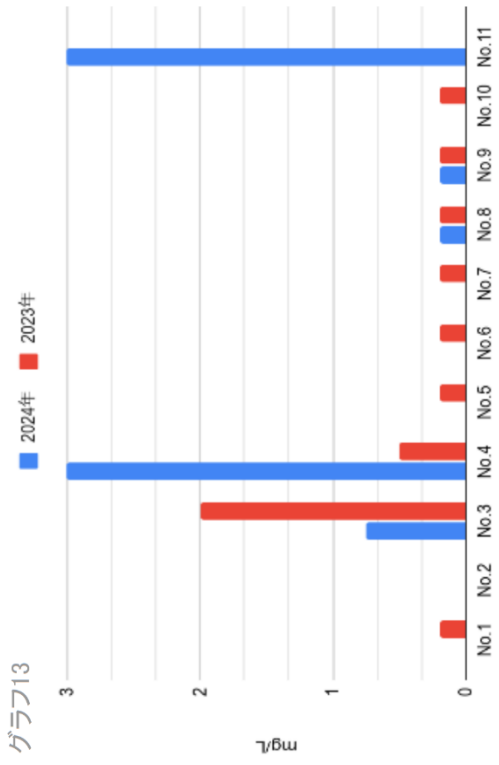
グラブ11

■ 2024年 ■ 2023年



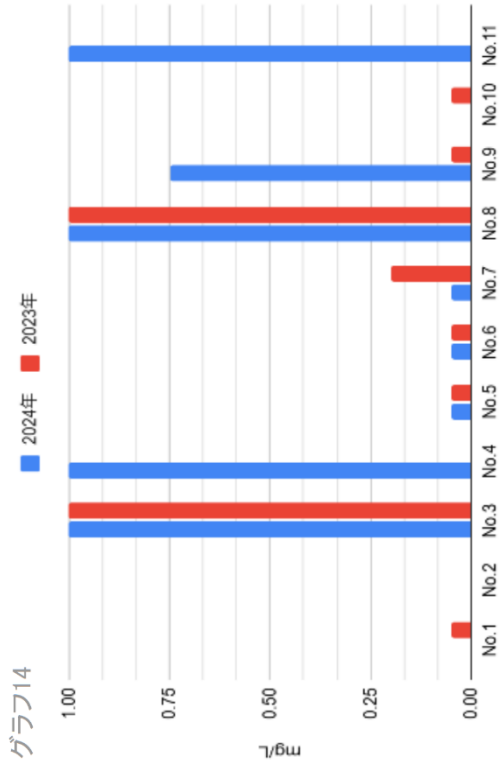
鉄

グラフ13



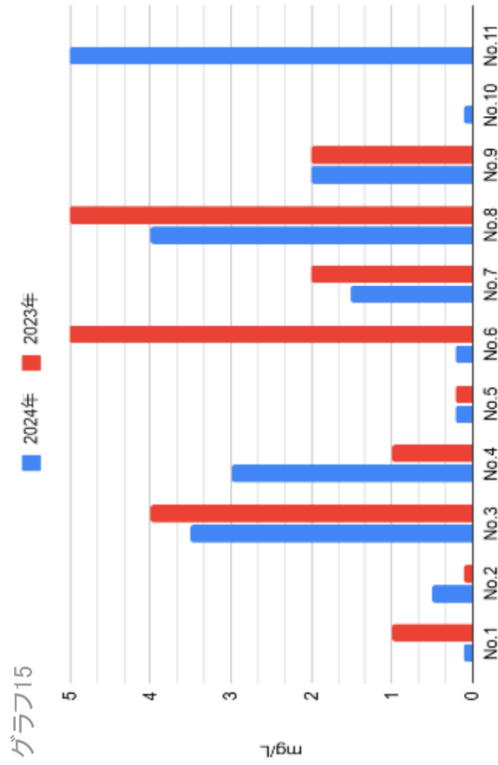
アルミニウム

グラフ14



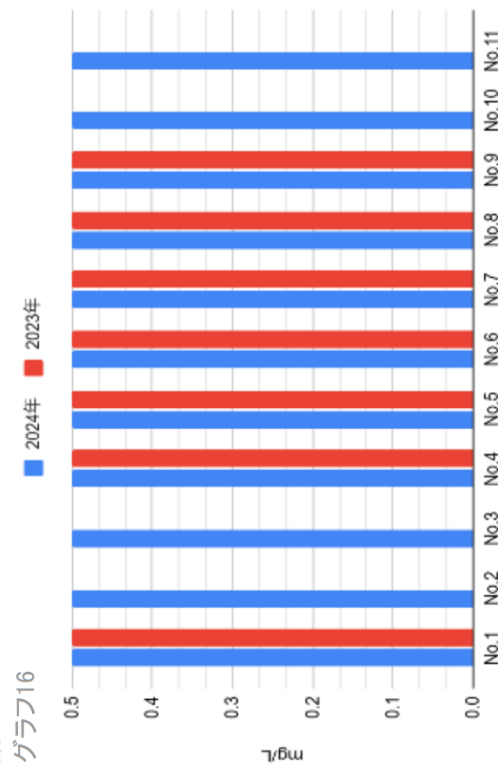
亜鉛

グラフ15



銅

グラフ16



## 考察

パックテストの結果より、窒素の値が著しく減少していた。原因として、昨年同様湖岸の水を採水したが、植物プランクトンや植物が増加しており、水中の窒素が窒素同化に利用されたためではないかと考えた。そして、近年五色沼で進行している陸地化も、植物が進行に関与していると考えられる。そのほかの結果に関しては、昨年と違い私達が訪れる2日前に雨が降ったことにより、値が変化した可能性がある。また、昨年度と沼の色が変化していたのだが、それに関して鉄イオン、アルミニウムイオン、イオン、亜鉛イオンについて同様に調べた結果、昨年とあまり変化は見られなかった。そして、イオンがどれくらい存在するかの指標となる電気伝導度についても、大きな差は見られなかった。

椀がけの結果より、銅沼、るり沼には長石の存在が確認されたので、湖水中にケイ酸アルミニウムが存在していることは確実と言えるだろう。銅沼、るり沼以外の9地点では無色鉱物が確認できたが長石かは判別がつかなかった。また鉱物も確認できなかった。昨年度の考察として「るり沼の色が他の沼と違った青色をしているのはケイ酸アルミニウム以外が関係しているのではないか」とあったが、今回の椀がけの結果より、るり沼がケイ酸アルミニウムを多く含んでいることから色に違いが出たのではないかと考えられる。

## 鍾乳洞

大昔の海中に棲んでいた貝殻やサンゴの死骸が長い時間をかけて積み重なり、主成分が炭酸カルシウムである石灰岩になる(図18)。そして途中で炭酸ガスを吸収したり、腐った植物を通過したことで酸性になった雨が石灰岩に染み込み、石灰岩を溶かし、それがゆっくりと固まることによって鍾乳洞ができる。(図19)

地表上の溶け残った石灰岩が点在する地形をカルスト地形、またはカルスト台地といい、「ドリーネ」と呼ばれるすり鉢状のくぼ地がよく見られる。ドリーネには沢の水が流れ込み、石灰岩の割れ目に沿って洞穴が作られる。入水鍾乳洞とあぶくま洞ではそういった典型的な洞穴が見られている。(※18)

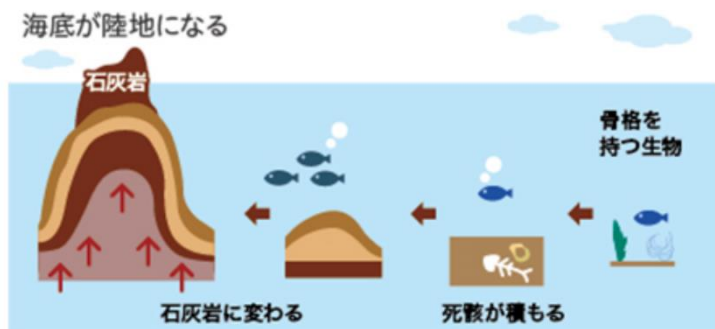


図18

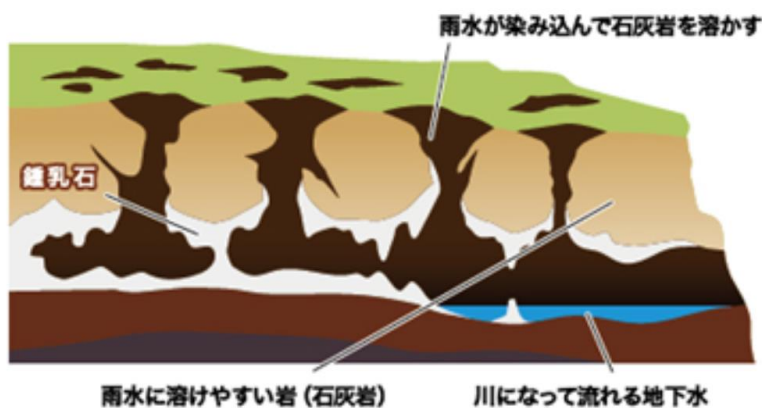


図19



# 五色沼と銅沼の感想

○横浜という都会から離れ、自然溢れる磐梯山周辺は空気も美味しく、リフレッシュをすることが出来た。また、銅沼も五色沼もあまり人の手が入っておらず、自然というものの規模の大きさ、力強さを一身に浴びた。草をかき分けて調査を行うことも滅多にない経験で体力こそ消耗すれどそれ以上に探究心くすぐられる出来事だった。 中村

○磐梯山では軽石を見つけたり、山体崩壊を見たりと歴史を感じることができました。五色沼湖沼群では水質調査も含め、沼の様子を観察しました。驚いたことに沼ごとによって様子が全く違いました。同じ山の中だと言っても、周辺環境などによってこんなにも変化が出るんだなと思いました。 川島

○五色沼についてあまり知らないまま当日を迎え、実際に見たところ想像以上に色鮮やかで驚きました。それだけでなく、色の違いも肉眼でははっきり映り、自然の面白さを肌で感じる事ができたように思います。 田中

○磐梯山に登る途中は坂が多く、大変でしたが、その疲れを忘れてしまうくらい登ったあとの景色や山体崩壊が素晴らしかったです。自然の偉大さや、磐梯山の噴火という何百年以上も前であることを身近に感じられ、その歴史の重みを強く感じました。 岡本

○とってもフォトジェニックでした。一つの沼でも見ているだけで癒やされるのに10個ほどあるとはとてもすごい。日々のストレスを忘れることができます。沼によって微妙に色が違うので比べられるのもポイントです。色が好きな人、ぜひ行ってみてください！！ 飯塚

○山体崩壊が圧巻だった。豊かな自然を感じることができて良かった。沼がそれぞれ個性豊かでとても綺麗だった。いい運動にもなってとてもたのしめた。 大川

○整備されているコンクリートの上と山道とでは、歩く感覚も疲労感も全然違うことを身に感じました。遠くに見てる巨大な山が実際崩壊して、今立っている場所がその山だったものの上である事にとても不思議に感じました。五色沼では綺麗な水、いつもの自然ではあまり見られない鮮やかな青色やコケの緑に癒されました。 出口

○山体崩壊は授業で習ったものの、現実味が無かったので実際に磐梯山をみて衝撃を受けました。文字通り山が崩壊していて、岩が露呈しているのを見て、自然の凄まじさを感じました。五色沼は水が澄んでいるだけでなく沼1つひとつが独特の色の変化があり、見ていて面白かったです。また非常に自然が豊かで、沼によって異なる植物が自生していました。 青田

○初めて沼という沼をじっくり見れてそこにある全てが、様々なことが起き時を経て今に至ることに圧巻されました。また、当たり前のようにある自然もそうではないことを知れて刺激になりました。空気も澄んでいて心地よかったです。 田口

○私たちが銅沼に行くのに歩いたゲレンデは背の低い草が生えていて、まるで山体崩壊による岩なだれを感じさせない景色でした。また銅沼に行く道中での軽石探しは、岩なだれを感じさせないあの景色の中でも、実際に岩なだれが起こったことと自然の遷移の凄さが感じられました。五色沼湖沼群は、山登りした後のくたくたな足でも綺麗な沼を見た時には足取りが軽くなりました。虫に追いかけられたりもして普段市街地の中にいて感じられない自然を感じることが出来て楽しかったです。 栗原

○銅沼への道中で登ったスキー場で休憩するたびに振り返ると見える空と山と湖と原っぱがとても綺麗でした。銅沼の後ろに見えた山体崩壊の跡は140年経っても風化しておらず、流れた道筋を観察できました。五色沼では森が育って沼が消えていくと聞き、自然の厳しさを感じました。 藤田

# 入水鍾乳洞の感想

○初めて行く地であり多少楽観的な考えの元鍾乳洞へ入ったが、直後、その恐ろしさを知った。水は氷のように冷たく、クッション性のない凸凹とした足元と壁で、体力とともに精神力も削られる体験だった。しかし、ありのままの自然を肌で感じる事が出来て非常に楽しかった。 中村

○普段できないような、とても良い経験でした。奥に進むに連れ、どんどん深くなっていく水、狭くなっていく道。最初は冷たいと感じていた足もいつしか感覚が慣れきっていました。そんなサバイバルコースの中、みんなで声を掛け合い無事最後までたどり着きました。達成感が半端なかったです。鍾乳洞に触れることもでき、とても良い思い出です。 川島

○驚くほど冷たい水に高低差のあるコースなど、自然の厳しさを安全な範囲で体験出来、非常に冒険心がくすぐられました。それだけでなく、鍾乳洞の美しさや実際にどんな様子なのかを身をもって知ることができる、興味深い体験でした。 田中

○事前学習から過酷だ、ということは伺っていましたが、想像以上に過酷で驚きました。水は外の気温からは考えられないくらい冷たさで、水位も高いところでは太ももまでであったり、四つん這いにならないと通れないようなものすごく細い道だったり、全てが初めての体験でとても楽しかったです。 岡本

○インディージョーンズの気分になれます。洞窟ですが様々な景色が見れるので先が気になり、ワクワク感があります。鍾乳洞を触りながら進んでいくので悠久の時を感じながら冒険ができます。ただ、狭いところが苦手な人、日光がないとダメな人にはおすすめてできません。往復なのでどんどん太陽から遠くなっているという絶望感があります。飯塚

○歩きにくかったけど涼しくてよかった。水が冷たかったけどそれも含めて楽しかった。身の危険を感じた。すごくいい体験になった。 大川

○はじめは嘘みたいな水の冷たさで驚きましたが、徐々に慣れてくると冷たいよりも冒険心などが大きくなっていきました。ふと上を見上げると天井が見えないほどの空間が広がっていて自然の巨大さを感じ感慨深かったです。ぜひいろんな方にチャレンジしてみたい体験でした。 出口

○洞窟探検はかつてないほど貴重な経験をしました。手足が冷たい水につかりながら、1時間近く狭くて暗い道を歩きました。想像以上に過酷でしたが、鍾乳洞を間近で観察できたりと全身で自然を楽しむことができました。 青田

○想像以上にスリルがあって人間は及びもしない自然の力に圧倒されました。水がすごく冷たくて場所によって速さや水位が違ったのでずっとハラハラドキドキしてました。上を見るとすごく高いところまで細い空洞が続いて小さな渓谷のようでした。 田口

○雨の影響か水位が高くなっていたり濁っていたりで、去年は服が濡れずに行けた場所でも今年は私の膝上くらいまで水がきていて、ビシャビシャになって進みました。水位が高い分余計に進みにくくなっていて体力も使いました。1回行っている分少し慣れたかと思いきや、今年も冷たさにわめいたり膝ぶついたりして、自然のスリルは慣れないものだと思いました。 栗原

○昨年よりも水位が高く場所によっては太ももまで水が来ていてスリルを感じました。頭が下げづらいところほど上部の鍾乳石が尖っており、ニット帽に何度も救われました。胎内くぐりの後の穴の通り抜けが1番怖かったです。藤田

# あぶくま洞の感想

○縦へ横へと広がる巨大な鍾乳洞であるあぶくま洞は入水鍾乳洞とは反対に自然が作り出せるものの無限さを感じた。大きな鍾乳石を見ることで地球の歴史を考えることができて心を打たれた。 中村

○中に入っていくと、説明とともに鍾乳洞をあちらこちらに見ることができました。それまでは狭い視界だったのが、いきなり開けたかと思うと目の前にとても立派な鍾乳洞がありました。見た瞬間、思わず見とれてしまいました。まるで現実から離れた世界にいるようでした。天然物ゆえの神秘性ですね。美しかったです。 川島

○想像よりもずっと高い天井に、ライトアップ等で幻想的な風景が広がっていました。見られて良かったです。田中

○中はとても広く歩きやすくなっており、入水鍾乳洞とは違って様々な形をした鍾乳石がライトアップと共に見られ、そこにはすごく幻想的な風景が広がっていました。そのひんやりとした空気も相まって、人工物では無い、自然にしか作り出せない美しさというものを感じられました。 岡本

○観光地化がされていると聞いてあまり期待していなかったのですが、鍾乳洞を満喫することができました。コンクリートで整備されていますが、巨大な鍾乳石の迫力が失われていませんでした。自然と観光が融合するスポットとしてもっと有名になっていいと思います。 飯塚

○広くて涼しくて圧巻だった。歩きやすいのも良かった。 大川

○ライトアップなどの視覚的に楽しめる要素がとても満載でしたし、エリア事に様々な名前がついていて、鍾乳洞の細かな場所まで堪能できる場所でした。様々な人に訪れて欲しいと思いました。 出口

○洞窟とは思えないほど開放的な空間がいくつもありました。鍾乳洞の説明もライトアップとともに詳しく書かれていてわかりやすかったです。夏とは思えないくらい涼しくて、非日常を味わえました。 青田

○全体的にとても広くて壮大でした。鍾乳洞一つ一つの形が鋭いものや平らなものまであり、それがライトアップと相まって迫力満載でした。半袖短パンだったので涼し過ぎなくらいでした。 田口

○体感の入水鍾乳洞より寒かったです。大きい鍾乳洞は迫力があり、自然の時の流れを感じられました。階段で昇り降りができ、下から見上げる鍾乳洞も上から見下ろす鍾乳洞も全て素晴らしかったです。ライトアップもされていてとても幻想的で癒されました。 栗原

○鍾乳洞内がまさかの13度で驚きました。どこを見ても鍾乳石があり、定期的にライトアップが変化するのがとても綺麗でした。天井が高くて見上げたときに見える景色の迫力がすごかったです。 藤田

# 参考文献

- ※1 裏磐梯観光協会 [https://www.urabandai-inf.com/?page\\_id=141](https://www.urabandai-inf.com/?page_id=141)
- ※2 裏磐梯ビジターセンター  
[https://urabandaivc.jp/attractive/goshiki\\_explanation/#:~:text=%E4%BA%94%E8%89%B2%E6%B2%BC%E3%81%AB%E3%81%AF%E9%85%B8%E6%80%A7,%E3%81%93%E3%81%A8%E3%81%AB%E7%94%B1%E6%9D%A5%E3%81%97%E3%81%B8%E3%81%99%E3%80%82](https://urabandaivc.jp/attractive/goshiki_explanation/#:~:text=%E4%BA%94%E8%89%B2%E6%B2%BC%E3%81%AB%E3%81%AF%E9%85%B8%E6%80%A7,%E3%81%93%E3%81%A8%E3%81%AB%E7%94%B1%E6%9D%A5%E3%81%97%E3%81%B8%E3%81%99%E3%80%82)
- ※3 湖面の青色色彩に関する五色沼と北海道美瑛町青い池の化学的類似性と相違性について <https://www.lib.fukushima-u.ac.jp/repo/repository/fukuro/R000004507/30-44.pdf>
- ※4 裏磐梯五色沼の水質と水の色 [https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/37/5/37\\_KJ00003508154/pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/37/5/37_KJ00003508154/pdf)
- ※5 国土交通省 <https://www.mlit.go.jp/tagengo-db/common/001555136.pdf>
- ※6 内閣府防災情報 第一章噴火現象の科学的解説 [https://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/kyoukunkeishou/rep/1888\\_bandaisan\\_funka/pdf/1888-bandaisanFUNKA\\_05\\_chap1.pdf](https://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/kyoukunkeishou/rep/1888_bandaisan_funka/pdf/1888-bandaisanFUNKA_05_chap1.pdf)
- ※7 磐梯山ジオパークホームページ <https://www.bandaisan-geo.com/attraction/attraction2/#>
- ※8 気象庁 [https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/sendai/215\\_Bandaisan/215\\_history.html](https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/sendai/215_Bandaisan/215_history.html)
- ※9 福島大学共生システム理工学類共生システム理工学研究科, 五色沼湖沼群案内 <http://www.sss.fukushima-u.ac.jp/bandai-asahi-project/12100501.html>
- ※10 国土地理院地図に加筆
- ※11 磐梯火山と湖の生い立ち 猪苗代盆地団体研究グループ編著 p.130~134
- ※12 五色沼湖沼群について | 裏磐梯 (国立公園) の魅力 [https://urabandai-vc.jp/attractive/goshiki\\_explanatio](https://urabandai-vc.jp/attractive/goshiki_explanatio)
- ※13 湖面の青色色彩に関する五色沼と北海道美瑛町青い池の化学的類似性と相違性について <https://www.lib.fukushima-u.ac.jp/repo/repository/fukuro/R000004507/30-44.pdf>
- ※14 いんばぬま情報広場 第2章 印旛沼の遷移 [https://inba-numa.com/html/file/torikumi/mitameshiseika/inbanumamonogatari\\_02.pdf](https://inba-numa.com/html/file/torikumi/mitameshiseika/inbanumamonogatari_02.pdf)
- ※15 五色沼湖沼群の青色色彩とナノコロイド粒子との関わり <http://www.sss.fukushima-u.ac.jp/bandai-asahi-project/2016032507.pdf>
- ※16 磐梯山ジオパーク五色沼湖沼群 [https://www.bandaisan-geo.com/geosite/area\\_b/goshikinuma/](https://www.bandaisan-geo.com/geosite/area_b/goshikinuma/)
- ※17 裏磐梯五色沼湖沼群の湖水の化学的な成分に関する調査結果 (第3報) (2013年) <https://ir.lib.fukushima-u.ac.jp/repo/repository/fukuro/R000004501/30-41.pdf>
- ※18 鍾乳洞はどうしてできるの? <https://abukumado.com/abukuma-manabu/chapter01>
- ※19 裏磐梯五色沼湖沼群水生植物ガイド [https://www.nichirei.co.jp/sites/default/files/inline-images/sustainability/pdf/env\\_13\\_img\\_003.pdf](https://www.nichirei.co.jp/sites/default/files/inline-images/sustainability/pdf/env_13_img_003.pdf)

## 謝辞

本研究を始めるにあたり、裏磐梯自然保護官事務所のお取り計らいで五色沼湖沼群での採水、採土のご許可をいただきました。また、裏磐梯ビジターセンター、裏磐梯ジオパークの方々にはパークガイドに同行していただき、採水、採土のご支援を賜りました。心より感謝いたします。

## あとがき

昨年に続きスタディツアー「五色沼」を実施しました。1年目はひとまず現地調査をして測定結果をまとめ、さらに気になった部分を追加の実験で確認するなどの形でまとめました。しかし2年目ともなれば前年の方法をなぞるだけでなく、新たな観点からの調査を加えて考察を深める必要があります。幸い、2年連続でスタディツアーに取り組んでくれた上級生がいました。その結果、今回は裏磐梯スキー場の上部にも足を延ばして調査地域に銅沼を加え、それぞれの沼の採水地点で土壌を採取したり水中写真を撮るなどの工夫がなされました。

日本には世界の7%にあたる111の活火山があります。そして日本の美しい景色の多くに火山活動が関係しています。裏磐梯にある「五色沼」は1888年、磐梯山の水蒸気爆発による岩層なだれが長瀬川とその支流をせき止め、付近の檜原湖などとともに形成されました。一方で、この時の噴火により400人以上の犠牲者が出ています。火山活動は大きな災害をもたらすと同時に素晴らしい景観も作り出す。「五色沼」スタディツアーではこの両面をより身近に感じることができたと思います。

柴田秀男

## 参加生徒

中村彩乃 川島万璃愛 田中妃夏 岡本実和 飯塚有実美 大川橙子 青田美玖 田口美結花 栗原那奈 藤田美芽 出口歩美 菅野那帆 (実験から参加)

## 顧問

松村昌紀 西城寿美子

## 講師

柴田秀男

神奈川県立横浜緑ヶ丘高等学校  
神奈川県横浜市中区本牧緑ヶ丘37  
五色沼スタディツアー2024  
2025年3月