

研究方法

調査方法
・2024年1月17日, 7月31日にLoc.1~6で水質調査を行った。

・計測項目は気温、水温、水素イオン濃度 (pH), 電気伝導度, Na⁺濃度の5項目

・2024年1月17日の調査の際はLoc.1で1月17日7時から翌17日7時まで気温と水温の定点観測を, 2024年7月31日の調査の際にはLoc.1で気温と水温, Loc.3, Loc.6では水温の定点観測を7月30日18時~8月1日6時まで行った。

・2024年1月17日の調査の際には参考のために海水はLoc.7で測定

使用機材
A&D社製AD-5624デジタル温度計 (気温), アズワン株式会社製熱電対温度計TM-201 (2ch) (水温), 堀場製作所製pHメーターAS-pH-11 (pH), 同社製電気伝導度計AS-EC-33 (電気伝導度), 同社製ナトリウムイオン計Na-11 (Na⁺濃度), inkbird社製SmartSensorBS-TH1 (定点観測)

大路池とは
伊豆諸島三宅島の南部に位置する約2500年前の噴火口にできた (津久井ほか, 2005) 海水との交流はない湖沼 (新井ほか, 1977) .

先行研究
・新井ほか (1977)
→池の水と海水のイオン組成をキーマイグラム (図2) で表し, 大路池に海水の混入がないことを証明
・新井ほか (1977), 新井 (1978), 青木ほか (1984)
→大路池は地下水の露頭で, 水収支は地下水でのみ行われ, 地表からの河川などによる流入はないと示唆
・小寺ほか (2014)
→三宅島の陸水の水質は海塩や特に火山の影響を多く受けていることを示唆
・佐藤ほか (2020)
→地下水と海からの塩によって水質が形成されていることを示唆

本研究の目的

池畔複数地点での調査によって池全体の水理特性を解明する

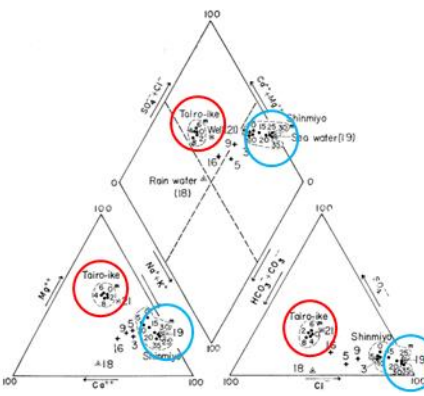


図2: 三宅島の陸水のイオン組成のキーマイグラム (新井ほか, 1977より引用; ○19: 海水, ○21: 池の水)

現地調査に基づく伊豆諸島三宅島大路池の水理特性

はじめに

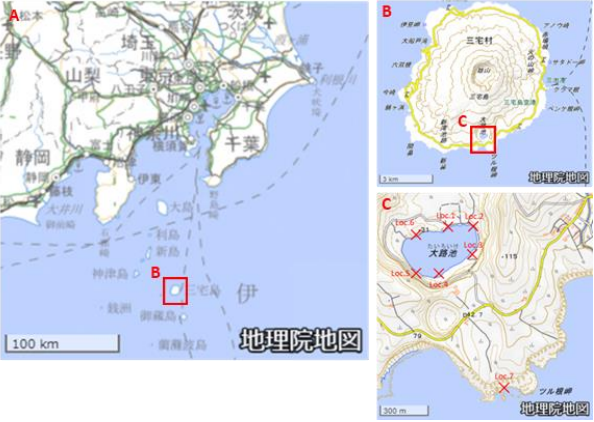


図1: 大路池の位置

結果

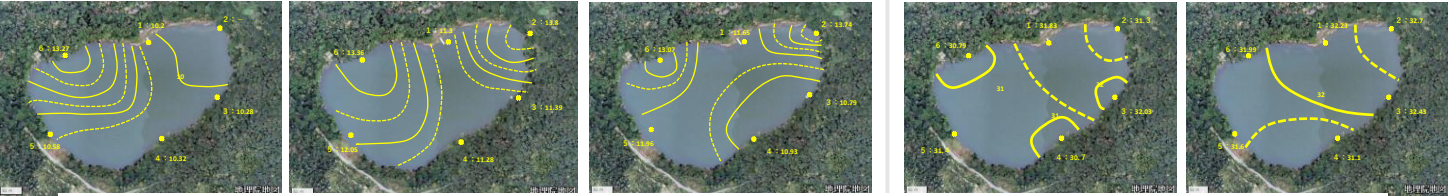


図3 水温 (単位: °C, 1°C間隔, 破線は0.5°C間隔) の等値線図 (左から2024年1月17日9:40~11:44, 13:12~14:30, 14:57~16:24, 7月31日8:45~10:47, 13:46~15:34)

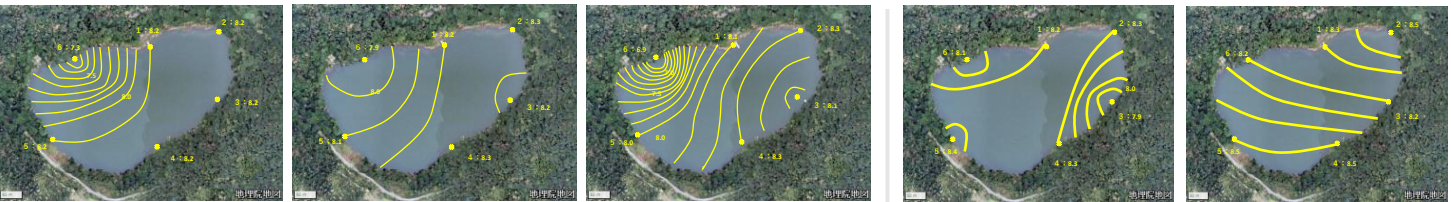


図4 pH (0.1間隔) の等値線図 (左から2024年1月17日9:40~11:44, 13:12~14:30, 14:57~16:24, 7月31日8:45~10:47, 13:46~15:34)

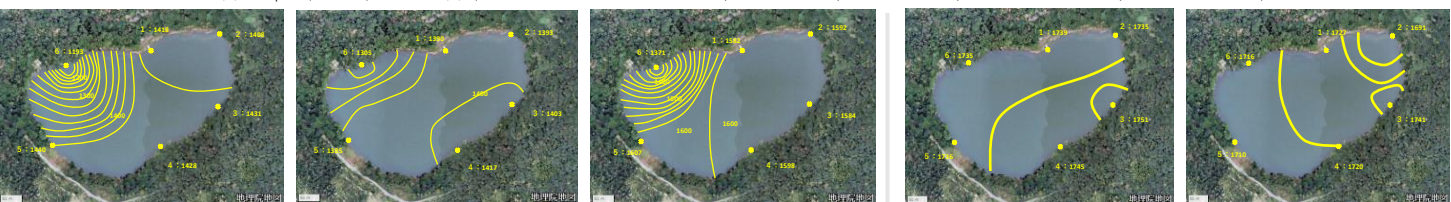


図5 電気伝導度 (単位: μs/cm, 20 μs/cm間隔) の等値線図 (左から2024年1月17日9:40~11:44, 13:12~14:30, 14:57~16:24, 7月31日8:45~10:47, 13:46~15:34)

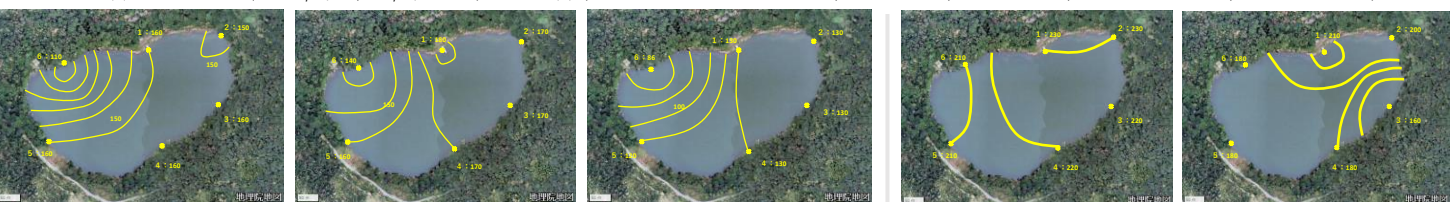


図6 Na⁺濃度 (単位: ppm, 10ppm間隔) の等値線図 (左から2024年1月17日9:40~11:44, 13:12~14:30, 14:57~16:24, 7月31日8:45~10:47, 13:46~15:34)

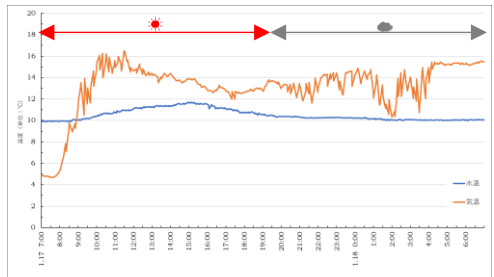


図7 Loc.1における2024年1月17日7時~18日7時の観測記録

表1 Loc.7 (海水) の測定値

測定項目	値
気温	13.2 °C
水温	19.1 °C
水素イオン濃度 (pH)	7.2
電気伝導度	28900 μs/cm
Na ⁺ 濃度	6800 ppm

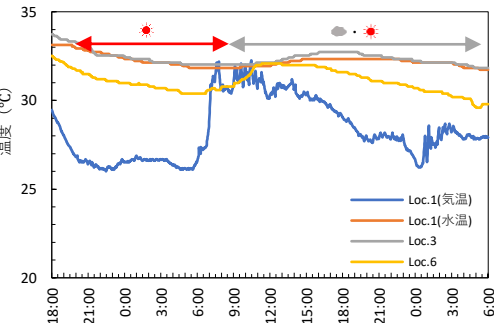


図8 2024年7月30日18時~8月1日6時の定点観測記録

2024年1月17日の調査から分かったこと

- ・2024年1月17日の計測時刻は1周目が10時台 (9時40分~11時44分), 2周目が13時台 (13時12分~14時30分), 3周目が15時台 (14時57分~16時24分) である。
- ・等値線図からLoc.6では時刻によるpH, 電気伝導度, Na⁺濃度の値が他の5か所の観測地点より低くなり, 水温についてもLoc.6が比較的高い水温を維持している。
- Loc.6では何らかの理由により水中のイオンの割合が減っていることを示している。
- ・水温の定点観測の折れ線グラフ (図7) から日中は15:00頃にピークになり, 日没後は安定していることが分かった。
- ・海水 (表2) と池の水 (図3~6) の比較によりpH, 電気伝導度, Na⁺濃度の値が明瞭に異なることが確認された。

2024年7月31日の調査から分かったこと

- ・2024年7月31日の計測時刻は1周目が8:45~10:47, 2周目が13:46~15:34である。
- ・2024年1月17日で観測されたLoc.6での他の5か所の観測地点よりも低いイオン値や高い水温は確認されず, 各観測地点間のすべての計測項目において数値の違いはほとんどなかった。
- ・7月31日のLoc.6の水温はLoc.1やLoc.3などに比べ最大2°C前後低くなり, 正午ごろにLoc.1やLoc.3とほとんど同じような水温となった。
- ・Loc.1とLoc.3の水温は観測したすべての時間帯でほとんど同じであった。

考察

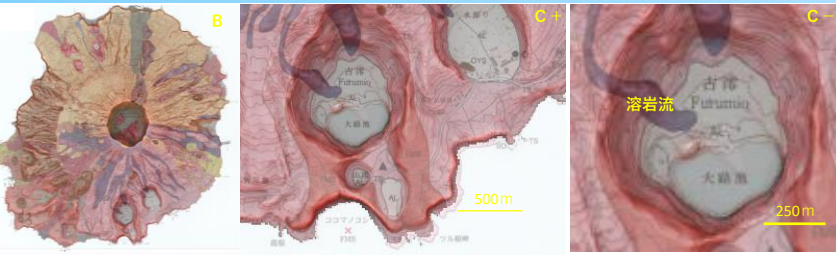


図9 大路池付近の火山地形 (赤色立体地図に火山地質図 (三宅島) を重ねて作成した)

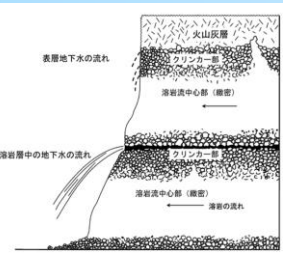


図10 玄武岩質の溶岩流からの湧水の湧出の仕組み (土 (2017) より引用)

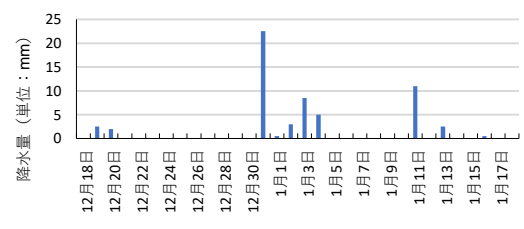


図11 2023年12月17日~2024年1月17日, 2024年7月1日~2024年8月1日の降水量

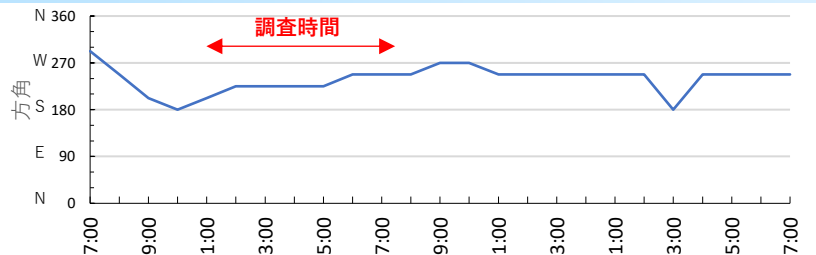
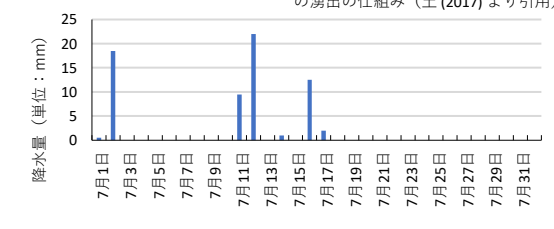


図12 2024年1月17日7時~18日7時 (上), 7月30日18時~8月1日6時 (下) の風向

1月17日及び7月31日の調査結果から以下のような仮説を考えた。

【仮説1】
9世紀に三宅島の中央部にある雄山が噴火し (津久井ほか, 2005), 大路池北西まで流れ出した玄武岩質の溶岩流 (図9) の内部に水が通り, 湧水としてLoc.6付近から湧出したため (以降溶岩流パイプ説と湖沼)。

【先行研究】
土 (2017) は富士山において, 玄武岩質の溶岩流は中央部は緻密に固まり, 表層, 底部においては粗く, クリンカー状に固まるため, 水が溶岩流の表層, 底部を地下水として通り, 山体を下りながら地下の圧力を受けることで湧出し, 湧水となることを明らかにしている (図10)。

7月31日の調査結果も加えて鑑みると降水量によって池全体の水質が決まっていると考えられる (図11)。
→溶岩流パイプが実際にあるとすれば2024年7月31日の調査時には少雨によりパイプが機能していなかったと考えられる。
→Loc.6での夏季のイオン値の低下が降雨後にあれば溶岩流パイプ説の可能性は高まる。

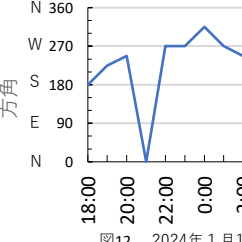


図13 三宅島内のアメダスの位置

【仮説2】
風によって池の表層に水の流れが発生し, 池全体での水温やイオン値の変化をもたらした。

【先行研究】
国土交通省発行の湖沼における水理, 水質管理の技術において湖面近くを吹く風は湖内の物質の移動による水質変化と密接な関係にあると報告している。

7月31日の調査時の湖面の水の流れから風向を推測すると北~西風となった。
→調査時間帯のアメダス三宅坪田 (図13) の風向は北~東風である (図12)。
→西風に関してはアメダスで1回も観測されていない。
→大路池を取り囲むマールという地形が関係しているのではないかと, そしてその風が池の水質に関係しているのではないかと考えている。

参考文献

青木達, 新井一也 (1984) 三宅島火山の地下水, 火山第2集第29号, 三宅島噴火特報, S324-S334頁: アジア地質学会「赤色立体地図」: 新井正・森和紀・高山茂美 (1977) 三宅島の陸水について, 陸水学雑誌, 38, 1, 1-8; 新井正 (1978) 三宅島・大路池の水収支, 地理学雑誌, 51, 9, 704-720; 過去の気象データ検索: 国土交通省, 湖沼における水理, 水質管理の技術, 第1章湖沼の水理, 水質管理: 小寺浩二・渡辺・斎藤 (2014) 名水を訪ねて (106) 伊豆諸島名水, 地下水学雑誌, 55, 2, 237-243; 白樺隆平・松本浩一・小寺浩二・福村裕貴・水巻剛 (2020) 三宅島における火山活動の影響を考慮した水循環の定量化に関する研究 (1), 2020年度日本地質学会春季学術大会講演要録P167; 池田真一, 三宅島火山地質図, 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 津久井ほか (2005) 三宅島火山地質図, 独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター, 火山地質図12, 三宅島火山; 土 (2017) 富士山の地質と地下水流動, 地学雑誌 126(1) 33-42.

謝辞

本研究を進めるにあたり, 市川学園市川高等学校の南里翔平先生, 本田豊也先生には日頃から御指導頂きました。ここに記して御礼申し上げます。