

神奈川県温泉地学研究所

令和 7 年度

研究成果発表会講演要旨集

日時 令和 7 年 11 月 7 日(金) 13 時 30 分から 16 時 15 分

会場 温泉地学研究所 2 階会議室 及び Zoom によるハイブリッド

令和7年度温泉地学研究所研究成果発表会プログラム

■開会挨拶

13:30-13:35 温泉地学研究所長 宮下 雄次

■口頭発表(括弧内は発表者)

- (1) 13:35-14:00 2024年以降の県内地震活動と箱根山の火山活動について(小林 幸) 1

- (2) 14:00-14:25 12年間地震を数えてみたら(板寺 一洋) 3

- (3) 14:25-14:50 箱根大涌谷の地震を探れ—台湾中央研究院との共同研究について—(本多 亮) . . . 5

- 休憩(14:50-15:00)

- (4) 15:00-15:25 噴気地帯におけるドローンを使った電磁探査の試み(萬年 一剛) 7

- (5) 15:25-15:50 湯河原温泉の特徴と経年変化～2024年源泉一斉調査の結果から～(二宮 良太) . . . 9

- (6) 15:50-16:15 神奈川県内の大深度温泉の開発状況および現状(外山 浩太郎) 11

※口頭発表の内容および順番はやむを得ず変更させていただく場合があります。

2024 年以降の県内地震活動と箱根山の火山活動について

○小林 幸

1. はじめに

温泉地学研究所（以下、当所とする）では、神奈川県内およびその周辺の地震活動や箱根火山の活動状況の把握を目的として、神奈川県西部地域に地震観測網を展開し観測を行っています。本報告では、当所および気象庁などの他機関の観測データに基づき、2024 年 1 年間の活動を中心に、神奈川県周辺の地震活動及び箱根火山の火山活動について紹介します。

2. 神奈川県で観測された地震

2024 年 1 年間に当所で震源決定した地震（図 1）は 1170 回あり、そのうち気象庁により県内市町村で震度 1 以上の揺れが検知された地震は 18 回でした。最大の地震は 2024 年 8 月 9 日に足柄平野で発生した M5.4 の地震でした。地域別では、箱根で 331 回、足柄平野で 506 回、丹沢山地で 216 回、神奈川県東部で 57 回、相模湾で 25 回、伊豆で 22 回、静岡東部で 13 回の地震を観測しました。箱根地域では、一時的に地震が多くなる時がありました。足柄平野では、先述した 8 月 9 日の地震以降、地震が続いています。それ以外の地域では例年とほぼ変わらない回数でした。

箱根では、2024 年 1 年間に当所で震源決定した地震うち、最大地震は 7 月 1 日に発生した M2.5 の地震でした（図 2）。また、2024 年 4 月 29 日から 30 日にかけて、群発地震が観測されました。

2024 年 1 年間に、遠地で発生した地震を含め、気象庁により県内市町村のいずれかで震度 1 以上の揺れが検知された地震は 81 回でした。そのうち最大の地震は 2024 年 1 月 1 日に石川県能登地方で発生した M7.6 の地震であり、この地震により広く県内で震度 1 から 3 の揺れを観測しています。2024 年に神奈川県で観測された最も大きい揺れは、県央地域、足柄上地域で観測された震度 5 弱であり、この揺れは先述した足柄平野で 8 月 9 日に発生した M5.4 の地震によるものでした。この地震の余震により県内最大震度 4 を 1 回観測していますが、それ以外の地震では、県内で震度 4 以上の揺れは観測されませんでした。

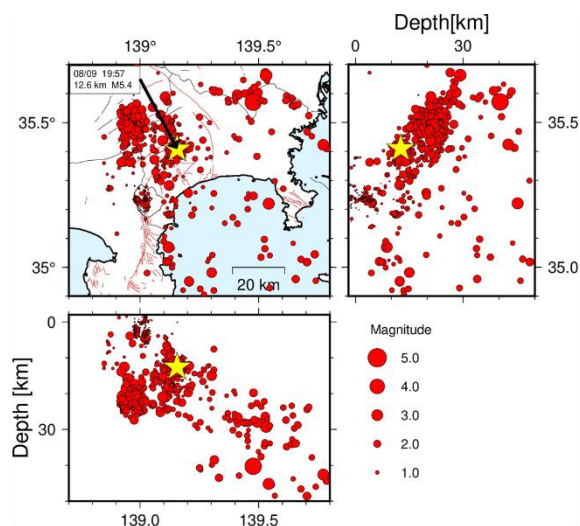


図 1 神奈川県内で2024年に発生した地震の震源分布

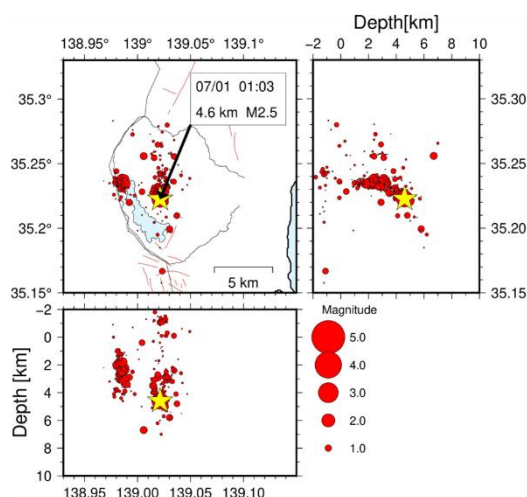


図 2 箱根火山で2024年に発生した地震の震源分布

3. 箱根火山の活動について

【2023 年】2023 年 5 月頃から、箱根火山の活発化が見られました。地震回数は、5 月頃から、それ以前

に比べて多く推移しました（図 3a）。地殻変動観測では、7 月から 11 月にかけて、箱根火山を挟む距離（小田原市と裾野市の測量基準点間の距離）が増加し（図 3b）、火山全体が膨張していたと推測されます。8 月、9 月には 1 日当たりの火山ガス（二酸化硫黄）放出量に高まりが見られました（図 3c）。大涌谷では、5 月以降、地下のマグマに由来する火山ガス成分（二酸化硫黄）に関する濃度比が上昇しました（図 3d）。上湯噴気地においても、噴気中の二酸化炭素の硫化水素に対する濃度比が上昇しました（図 3e）。

【2024 年以降】火山活動のさらなる活発化の兆候は見られないものの、2023 年 5 月以前の状況には戻っていません。地震活動では、2024 年に入り地震回数は増加以前の回数に戻りつつありますが、4 月、2025 年 7 月など一時的に増加する場合があります（図 3a）。2025 年 7 月下旬の活動では、芦ノ湖の南側、深さ 2～5 km 付近で一時的に地震が増加しました。その活動のうち最大規模の地震は、M3.6（当所計算）であり、2016 年以降で見ても、規模が大きいものでした（図 4）。地殻変動観測では目立った変化はありません（図 3b）。地下のマグマに由来する火山ガス成分については、その放出量は減少し、2023 年 5 月以前と同程度になりましたが（図 3c）、濃度比で見たときには、2023 年 5 月以前の状態には戻り切っていません（図 3d,e）。

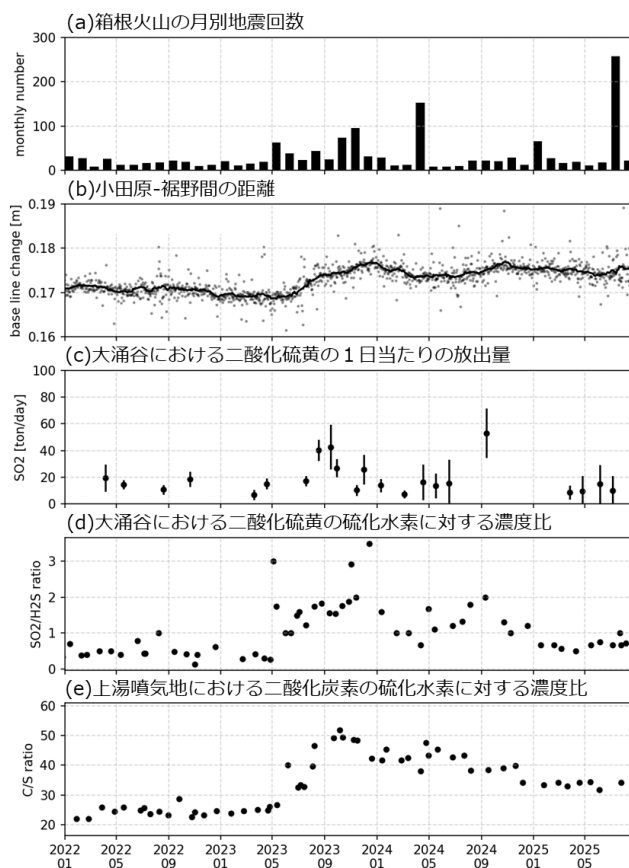


図 3 それぞれの観測値の時系列(2022.01-2025.08)

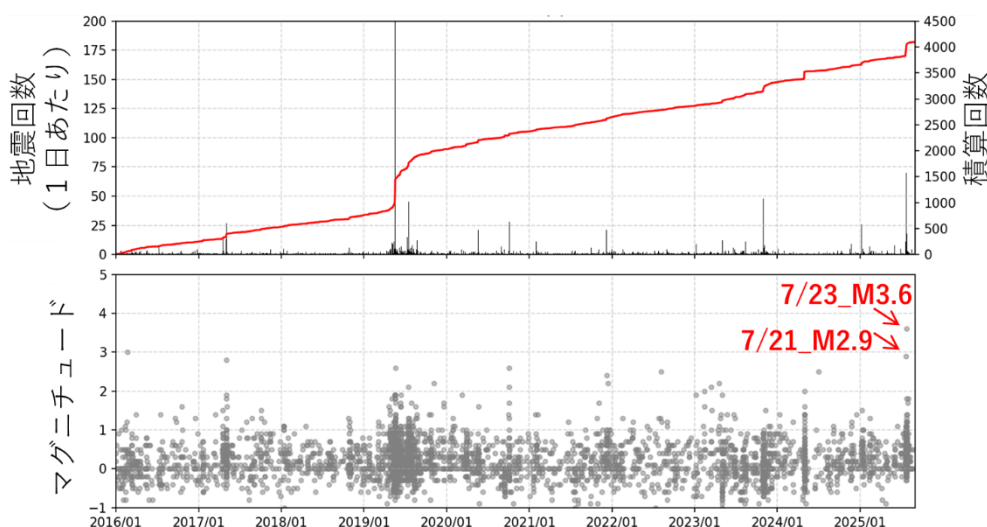


図 4 箱根山（図 2 の領域）の地震活動(2012.01-2025.08)

謝辞

地震の検測には、当所の観測点に加えて、防災科学技術研究所、気象庁、東京大学地震研究所の観測点を使用しました。各市町村の震度には、気象庁の震度情報を使用しています。図の作成には Generic Mapping Tools (version 6) を使用しました。地殻変動の解析には国土地理院の GNSS 連続観測システム GEONET のデータを使用しました。

12 年間地震を数えてみたら

○板寺 一洋

1. はじめに

「地震を数える」とは地震計の記録（地震波形）の目視により地震の有無をチェックし、その数を数える作業です。そのデータは、長らく、温泉地学研究所が箱根火山の群発地震活動の始まりや終わりを判断する際の基準とされてきました。今日、その役割は精度が向上した地震観測および自動処理システムに委ねられているものの、目視で数えた箱根の日別地震発生数のデータは、当所の地震観測業務が始まった 1968 年以降蓄積されており、私も 2013 年の 4 月に先輩から引き継いで以来、今年まで 12 年にわたって箱根で日々発生した地震を数えてきました。

2. 箱根の地震を数える

箱根火山の活動と言えば、ごく小規模ながら水蒸気噴火をともなった 2015 年や、そこまでには至らなかったものの噴火警戒レベルの引き上げにつながった 2019 年の活発化を思い浮かべる方が多いかと思いますが、平常時でも箱根では火山性の地震が発生しています。もちろん、そのほとんどは体に感じない地震計でしか捉えられないような規模の小さいものです。中には、震源近くの地震計でしか捉えることができず、地震の検測（P 波と S 波の到達時刻の読み取り）データが揃わないため、震源決定（震源の位置や深さの特定）することができないものも多く含まれています（図 1）。そのため、震源の位置が特定できるのは実際に発生した地震の一部ということになります。実際に、2013 年 4 月から今年 9 月までの間に目視で数えた箱根の地震数 67,854 個に対して、温泉地学研究所が震源決定した地震の数は、そのおよそ 4 分の 1 の 17,499 個でした。

どのぐらいの規模の地震まで数えられているのかについて、地震数と地震の規模に関する地震学の法則（グーテンベルク-リヒター則）が箱根の地震についても成り立つと仮定して見積もったところ、その下限はおおよそマグニチュード（M）-0.5 であることがわかりました。これは、箱根で人が揺れを感じ始める地震の規模（M1.5）の 1000 分の 1 ほど、温泉地学研究所の観測網で震源決定できる下限の地震の規模（M-0.1）の 8 分の 1 ほどにあたります。

3. 記憶に残る 2015 年の活動

不思議なもので、しょっちゅう地震波形を眺めていると「何だか、最近箱根の地震が多いかな？」と気がつくことがあります。それがそのまま悪い方向に推移したのが噴火警戒レベルの引き上げにもつながった 2015 年や 2019 年の活発化でした。中でも、水蒸気噴火に至った 2015 年の活動は私が地震を数え始めてまだ 2 年目、まさに箱根の地震活動の洗礼を受けた出来事でした。まだまだ経験も乏しく手探り状態の中で数えた地震数が 53,000 回を超え、一日の地震数が 4000 回を超えた 2015 年 5 月 15 日（図 2(a)）、水蒸気噴火が発生した 6 月 29 日（図 2(b)）や 7 月 1 日（図 2(c)）などの様子は今でも強く印象に残っています。

4. 箱根の活動様式は変わったか？

図 3 は 2000 年～今年の 9 月までの箱根の日別地震数とその 10 日平均の推移を示しています。2000 年以降、数年に一回程度の頻度で一日の地震数が 100 回を超えるような活動が見られ、特に 2001 年や 2015 年や 2019 年は地震数が多かったことが目立ちます。一方で、2015 年の活発化までは、地震数が急増加した後、徐々に減少するパターンであったのに対して、それ以降は、地震数のピークはあるものの、

ふだんから比較的地震数が多い状態が続いている様にも見えます。実は、2015 年の活動を境とした経時変化のパターンの違いは地殻変動や火山カス観測の結果にも見られることから、もしかしたら 2015 年の水蒸気噴火の発生を境に箱根火山の活動様式に何らかの変化があったのかも知れません。

5. おわりに

波形記録から地震をみつけそれを数えるのは、何しろ、ただ「数える」だけですから、そこから得られる情報は最新の研究手法によるそれには遠く及びません。また、大量のデータからある特徴をもったデータを抽出するのは AI（機械学習）の得意技であり、すでに当所でもその検討も進められています。ただ、自動処理は確かに効率的かもしれませんが、あまりに機械任せになると、「結果」だけに注目するあまり「事前」のわずかな変化を見落とすことがあり得ます。そうした意味では、観測に携わる「人の目」が重要なのはいささかも変わらないということができるかも知れません。

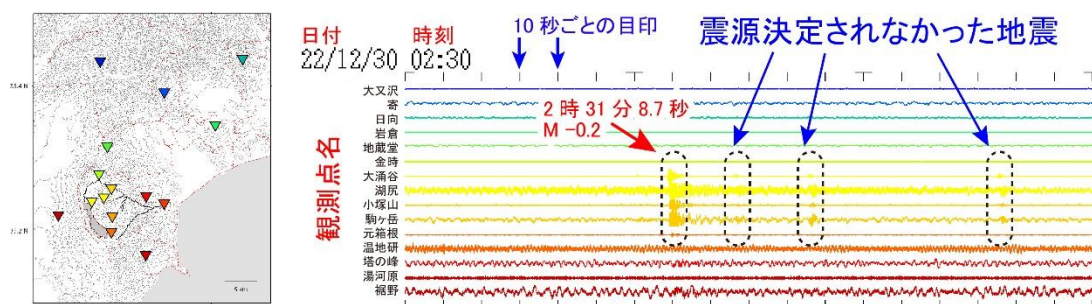


図1 (左) 地震観測点の配置と (右) 連続波形の例

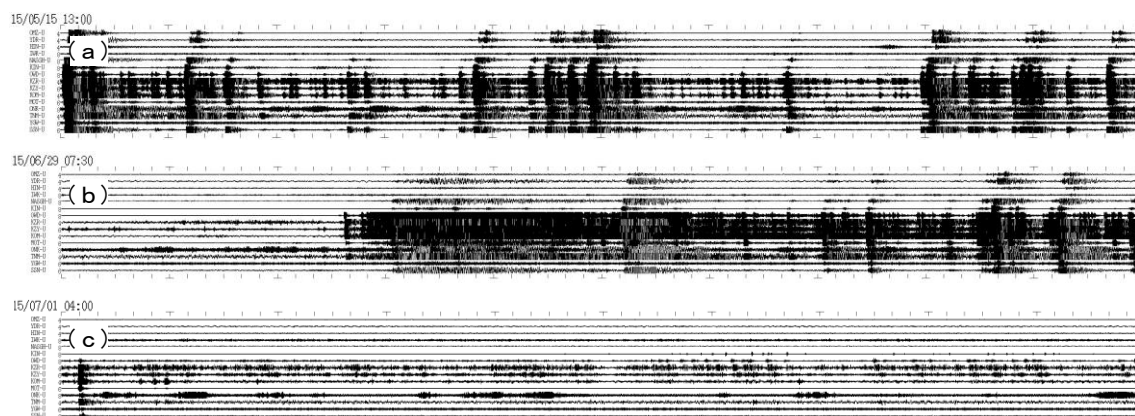


図2 箱根の活動が活発化した 2015 年(a)5 月 15 日、(b)6 月 29 日、(c)7 月 1 日の波形記録例

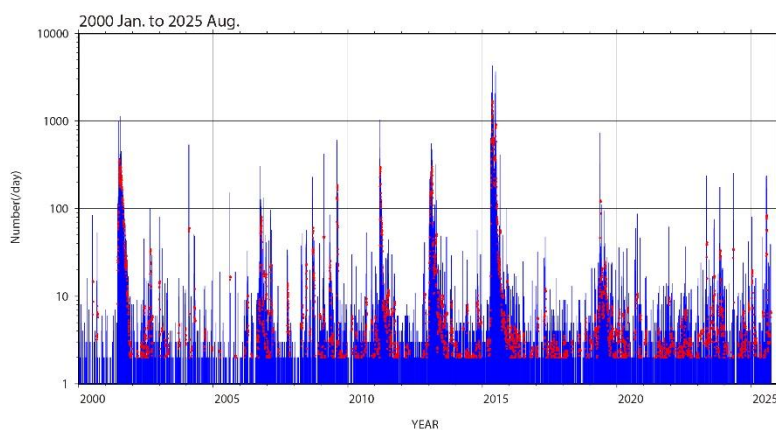


図3 波形目視による日別地震数の推移(2000 年 1 月～2025 年 9 月)

箱根大涌谷の地震を探れ

—台湾中央研究院との共同研究について—

○本多 亮

1. はじめに

神奈川県温泉地学研究所は、学術研究交流を目的として 2024 年に東京大学地震研究所および台湾中央研究院地球科学研究所との間で協定を結びました。この協定では、(1) 教職員及び研究者の交流 (2) 学生の交流 (3) 共同研究の実施 (4) 講義、講演、シンポジウムの実施 (5) 学術情報及び資料の交換の 5 つの項目について交流を行うことになっております。本講演では、この協定に基づいて実施中の共同研究について紹介します。

2. 研究の背景

台湾北部の台北市と新北市にまたがる地域には、大屯火山 (Tatun Volcano) と呼ばれる火山群が存在し、複数の噴気地帯から熱水やガスを噴出しています。この地域は陽明山国家公園の一部でもあり、観光センターを中心に散策路が整備されていて、日本統治時代には「台湾の箱根」と呼ばれたこともある景観が特色となっています。景観にくわえ、居住地や観光地と火山が近距離にあり、小規模の噴火であっても被害が大きくなる可能性がある、という点においても箱根との類似点があります。このようなことから、それぞれの研究所で行っている地球物理的・地球化学的観測手法を相互に活用するため、2025 年 2 月に当所の研究員が台湾を訪問し、続いて 2025 年 7 月に台湾の研究員が箱根を訪問して、共同研究についての議論を行ってきました。

3. 箱根における新たな観測計画

箱根で観測される地震は中央火口丘を中心としてカルデラ内の広い範囲で発生しますが、近年、大涌谷付近でのみ観測できる極微小な地震の存在が明らかとなりました。大涌谷は、2015 年の水蒸気噴火の噴火口が存在する場所でもあり、このような地震の発生メカニズムを理解することは、防災上非常に重要です。箱根火山では、短周期地震計・強震計・広帯域地震計といった様々な地震観測装置によって、地震観測が行われています。特に 2015 年の水蒸気噴火以降、他機関も含めて箱根における地震観測点数はそれ以前の倍近い数字になっています。しかし、このようなごく狭い範囲、それも噴気地帯付近でしか観測されない地震を調べるには、耐ガス構造を持ち耐衝撃性の高い観測機器による多点観測が必要となります。台湾の大屯火山観測所ではそのような機器を多数所有し、噴気地帯における地震観測を行っていることから、この観測機器を借用して箱根の噴気地帯周辺でも観測を実施することになりました。

3. 現在の状況と今後の予定

2025 年 10 月現在、大涌谷周辺での観測網構築案を作成し、必要な機器の台数などを把握するとともに、台湾から借用する観測機材の充電設備を温地研内に整備しました。今後は、観測点配置などの詳細について台湾の研究者と議論し適切な配置計画を作成するとともに、土地借用の手続きなどを進めていきます。

写真1：大屯火山観測所

データをリアルタイムでみることができる他、入り口にシアターがあるなど、かなり見学者を意識したつくりとなっていた。



写真2：地震観測装置

地震計（センサー）と記録装置が円筒形のパッケージになっており、この円筒筒を地面に埋めるだけで記録が可能となる。写真は充電器に刺さっている状態。この状態でデータをPCに吸いだして保存する。



写真3：台湾での研究交流の様子 それぞれの研究テーマについて紹介した。



噴気地帯におけるドローンを使った電磁探査の試み

○萬年一剛

1. 電磁探査と比抵抗構造

電磁探査では地下に磁場を送り込んで、帰ってくる磁場の変化をもとに、地下の様子を推定します。地下の様子とは、比抵抗構造といって、地下のどこに、どのくらい電気を通しにくいものが（＝比抵抗）分布しているのかです。一般に固い岩石、例えば花崗岩や変成岩は比抵抗が高い（＝電気を通しにくい）傾向があります。逆に、砂や泥など固まってない地層は比抵抗が低く（＝電気を通しやすい）傾向があります。大涌谷など火山の噴気地帯では、もともとあった火山が噴出した溶岩が、噴気の影響で変質して粘土化しています。こういうところで電磁探査をするともともとの溶岩は高比抵抗の部分、粘土化した部分は低比抵抗の部分として「見えて」きます。

2. 大涌谷と比抵抗構造

比抵抗は、岩石のもともとの性質だけでなく、岩石に空いた細かい穴や亀裂に何が含まれるかによって変化します。たとえば、岩石が同じでもその中の細かい穴や亀裂が、空気や蒸気で満たされている場合は比抵抗が高く、温泉など溶け込んでいる成分が多い水で満たされている場合は比抵抗が低くなります。細かい穴や亀裂のことを空隙と言いますが、空隙を満たしているものが蒸気から温泉に、あるいは温泉から蒸気に変化すると、比抵抗構造が変わります。

大涌谷では電磁探査が 2008 年から何度も繰り返されてきました。その結果分かってきたのは、大涌谷では探査をするたび、比抵抗構造がかなり大きく変化するということでした。岩石の分布が変化することは考えられないので、空隙を満たす物質が温泉から蒸気へと変化したと考えられます。とくに、2015 年噴火前後の違いは顕著で、噴火前に比べて噴火後は、地下の比抵抗が全般的に高いことがわかりました。これは、噴火によって火口が開いたり、噴気孔ができたために地下の圧力が低下して、地下の温泉（＝熱水）が蒸気になったためと推定されました。

逆に考えると、噴火が迫ると地下の圧力が上昇するため、蒸気が温泉になり、比抵抗が低くなると予想できます。だとすると、噴火がどの程度迫っているのかが電磁探査によって判断できるかも知れません。しかし、既存の電磁探査は人間が立ち入る必要があるので、噴火が起きそうな時には探査できず、肝心の噴火直前のデータが取れません。こうしたことから、当所では 2021 年から国の科学研究費助成事業（科研費）のサポートを得て、ドローンを用いた電磁探査手法（＝ドローン搭載型電磁探査）の開発に挑戦しています。

4. 難しかったドローン搭載型電磁探査

ドローン搭載型電磁探査はかなり実用化が進んでいて、熱海の土石流や、能登半島の地すべりなど、人が現地で探査できないような危険な場所に投入されてきました。そういうことから、大涌谷でも簡単にドローン搭載型電磁探査ができるだろうと考えていました。ところが、これが2年ほど全くうまく行きませんでした。1 年目は大涌谷のあちこちに配置されている観測機器から発信されていると考えられる電波ノイズがドローンに搭載したセンサーで受信されてしまい、地下の比抵抗に関する状態が全くとらえられませんでした。2 年目は電波ノイズの問題をクリアしたのですが別の問題が生じました。

最初に述べたとおり、電磁探査では地下に磁場を送り込みます。送り込む磁場は場所による偏りがない、均質なものである必要があります。私たちは地面に電極を挿してそこに電気を流すことで磁場を作る方法を採用していました。しかし、大涌谷には地下に上下水や温泉の管など様々な金属が埋ま

っているらしく、電気はそこを流れてしまうので均質な磁場を送り込むことに失敗していたのです。

そこで、3年目からは地表にループ状に電線を這わせて、そこに電気を流すことで均質な磁場を地下に送り込むことにしました。この作戦をとってから状況が好転して、5年目の今年度の探査はこの8月に終えて現在解析中です。今回は、これまでのあゆみをご紹介します。

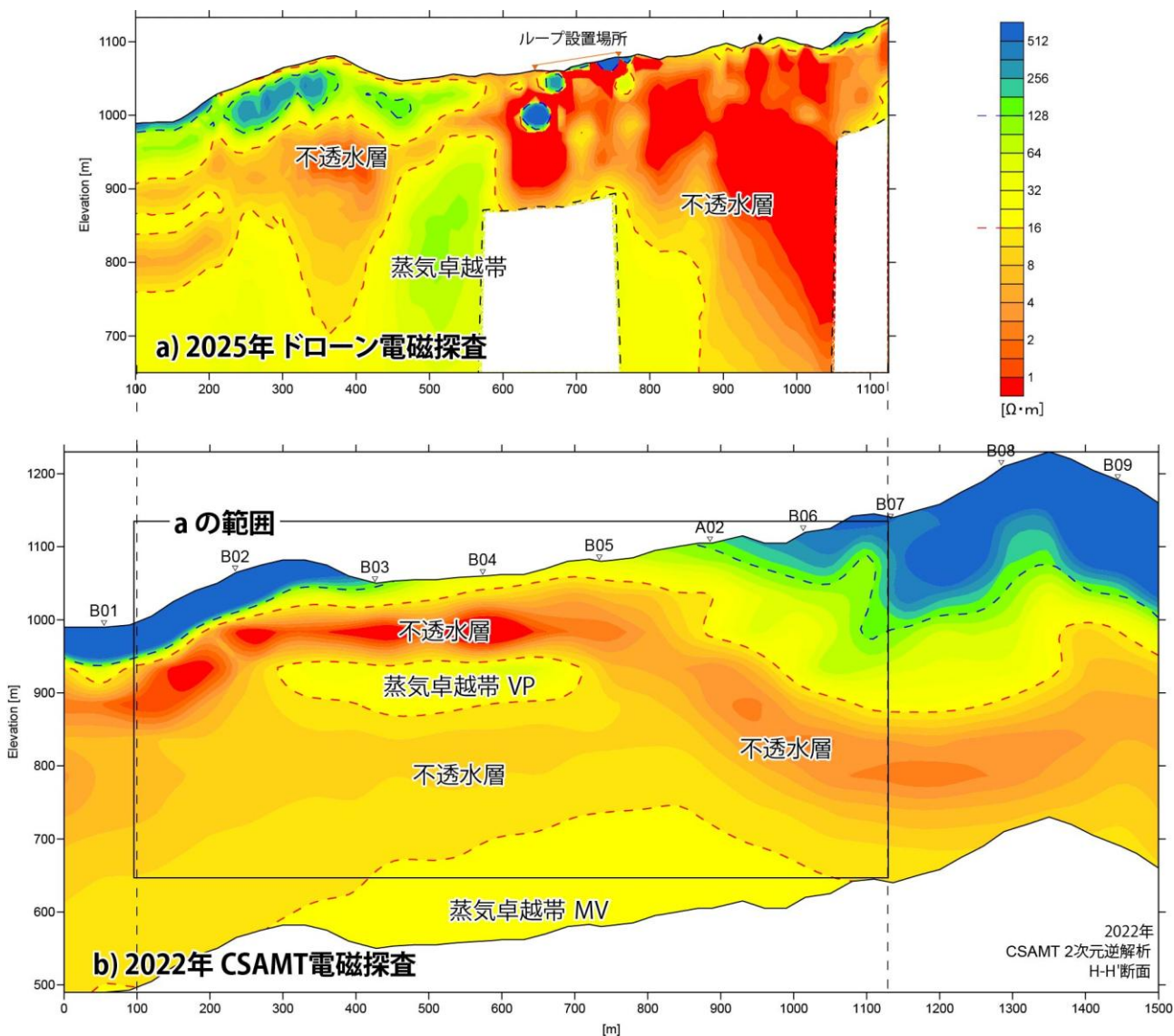


図 ドローン搭載型電磁探査 (a) と従来型 (CSAMT) 電磁探査 (b) による比抵抗構造の比較

湯河原温泉の特徴と経年変化～2024 年源泉一斉調査の結果から～

○ 二宮良太、外山浩太郎、菊川城司

1. はじめに

近年、温泉需要の高まりにより、全国の温泉地で温度の低下、湯量の減少など温泉の資源状況の変化が報告されています（森ほか、2021）。適切な温泉保護行政の実現のためには、温泉の温度、化学組成などの定期的な調査を行い、温泉資源の枯渇につながる変化などが観察された場合にはその原因を適切に解釈する必要があります。温泉地学研究所では、県内温泉地において温泉枯渇化が問題となっていた1960年代から、温泉資源の現状把握を目的とした温泉保護対策調査（源泉一斉調査）を行ってきました。

2024（令和6）年度温泉保護対策調査（以下、本調査という）では、神奈川県西部に位置する湯河原温泉を対象に調査を実施しました。湯河原温泉は、数十万年前に活動を終えた湯河原火山の浸食カルデラ内に湧出しています（大木ほか、1963）。温泉場としての規模は、源泉総数が109地点（県内源泉数の約18%）、湧出量が毎分約5800L（県内総湧出量の約17%）であり、源泉数及び湧出量は箱根温泉に次ぐ県内2番目の規模を誇っています。当所では、これまでも湯河原温泉の源泉一斉調査を実施しており、1962（昭和37）年、1985（昭和60）年、2009（平成21）年、2018（平成30）年に調査が行われ、温泉資源の現状について報告しています（大木ほか、1963 菊川・代田、2009 菊川・十河、2020など）。本発表では、調査結果から湯河原温泉の成分的特徴を紹介した後、過去の調査結果との比較により温泉資源の経年変化について報告します。

2. 調査地点及び調査方法

2024（令和6）年4月から5月の間、湯河原町内の源泉91カ所を対象に現地調査を実施しました。現地調査では温度、湯量の測定を行い、成分分析用の温泉水を採水しました。採取した温泉水は、環境省が定める鉱泉分析法指針に準じて、溶存成分濃度を分析しました。各源泉の泉質は、鉱泉分析法指針に定める療養泉の泉質の分類に基づき判定しました。以下に示す湯河原温泉の地区分けは、菊川・十河（2020）に従いました。

3. 湯河原温泉の特徴

湯河原温泉の泉質は、Na・Ca-Cl・SO₄泉が全源泉の57%を占め、次いで単純温泉とアルカリ性単純温泉が併せて24%を占めています。Ca-SO₄泉（6%）、Na・Ca-SO₄泉（2%）であるほか、海岸地区に特徴的なNa-Cl泉、強Na-Cl泉はそれぞれ3%でした（図1）。

湯河原温泉の成分的特徴を視覚化するためトリリニアダイアグラムを作成しました（図2）。湯河原温泉は、地区により成分組成が異なることがわかります。不動滝地区の源泉はClとSO₄の混合が主体であり、HCO₃は少ない傾向にあります。温泉場地区は、Na-Cl型の源泉が多く、泉地区は、Na-Cl型やCa-SO₄型の源泉が幅広く分布しています。広河原地区はCaとSO₄の組成割合が90%以上のCa-SO₄型の源泉であり、海岸地区は、Na-Cl型の源泉が多くMgを15%程度含む源泉もあることがわかりました。

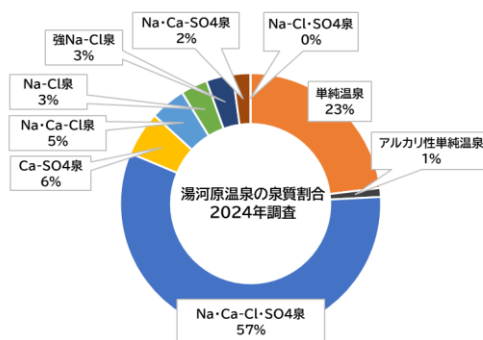


図1 湯河原温泉の泉質割合

4. 湯河原温泉の経年変化

温泉の3要素には「温度」、「成分」、「湧出量」があり、ここでは「温度」と「成分」に注目して湯河原温泉の経年変化をまとめました。1962（昭和37）年から2024（令和6）年までの5回の調査で対象となった源泉について、地区別の経年変化を示します（図3）。1962年以降、温度及び成分総計の一時的な増減はみられますが、全体としては概ね横ばいを推移しています。地区別にみると、温度及び成分総計が一貫して減少した地区は無く、地域的な温泉資源の変化は確認されませんでした。当所では、温泉資源の現状を把握するために、引き続き定期的なモニタリングを実施して温泉資源の推移を観測する予定です。

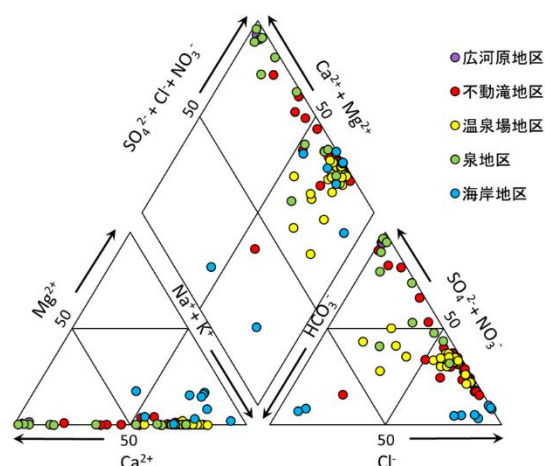


図2 トリリニアダイアグラム
湯河原温泉を地区別に色分けしました。

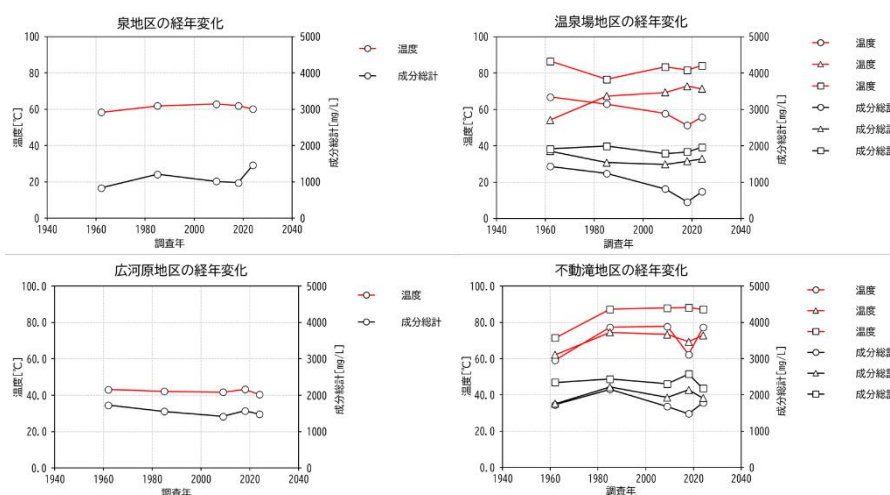


図3 温度、成分総計の経年変化
（地区別）

赤線は温度、黒線は成分総計の経年変化を示す。同一源泉のデータは記号により区別しています。

謝辞

本調査は、源泉所有者及び小田原保健福祉事務所温泉課の皆様のご協力により実施することができ、温泉資源の保護に必要な情報を収集することができました。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

- 森康則・井上源喜（2021）日本の温泉の利用状況と経年変化—行政科学的アプローチを中心として—地球化学, 55, 43-56.
- 大木靖衛・荻野喜作・長塚綾子・広田茂・小塚藤幸・高橋惣一・杉本光男（1963）湯河原温泉調査報告, 温地研報告, 1(1), 1-40.
- 菊川城司・代田寧（2009）湯河原温泉の現状～平成 21（2009）年の一斉調査から～, 温地研報告, 41, 63-68.
- 菊川城司・十河孝夫（2020）湯河原温泉の現状と経年変化～ 2018（平成 30）年の一斉調査結果から～, 温地研報告, 52, 51-62.
- 温泉地学研究所（1962）昭和 37 年度温泉保護対策調査報告書
- 温泉地学研究所（1985）昭和 60 年度温泉保護対策調査報告書
- 温泉地学研究所（2009）平成 17 年度温泉保護対策調査報告書
- 温泉地学研究所（2018）平成 30 年度温泉保護対策調査報告書
- 環境省自然環境局（2014）鉱泉分析法指針（平成 26 年改訂）, 1-163.

神奈川県内の大深度温泉の開発状況および現状

○外山浩太郎、菊川城司、二宮良太、板寺一洋

1. はじめに

1980 年以前の神奈川県では、箱根温泉や湯河原温泉といった火山性の温泉が主に開発されていました。その後、火山から離れた平野部などでも深く掘削することで温泉法における温泉の定義を満たす水が得られることが広く知られるようになり、特に 1980 年後半以降には、県央部や県東部など、これまで温泉地ではなかった地域でいわゆる大深度温泉（掘削深度が 1,000m 以上の温泉井）の開発が盛んに行われるようになりました。本発表では神奈川県における大深度温泉の開発状況についてまとめるとともに、利用開始後の温泉資源の現状について検討した結果を報告します。

2. 大深度温泉の開発状況

2022 年 3 月時点で、県内には 88 源泉の大深度温泉が分布しています。特に、1990 年から 2010 年の間に 70 源泉が掘削されました。これらの多くは火山から離れた（非火山性）地域に分布しています。

図 1 に示した大深度温泉の地理的分布を見ると、箱根温泉や湯河原温泉と

いった火山性地域に 23 源泉が、非火山性地域に 65 源泉が分布しており、特に県東部の都市部である横浜市や川崎市にあわせて 24 源泉が存在しています。また、大深度温泉の泉質で最も多いのはナトリウム-塩化物泉であり、次いでナトリウム-塩化物強塩泉です。

3. 大深度温泉の現状

地下資源である温泉の持続可能な利用のためには、温泉源の現状を把握することが重要です。神奈川県内では各地域の保健所が、古くから温泉実態調査を実施しており、源泉ごとに年に 1 回～数年に 1 回の頻度で温泉の温度、湧出量（揚湯量）、pH、電気伝導率を実測しています。ここでは、板寺ほか（2012）の手法を参考に、これらのデータを用いて、大深度温泉の温度の経年変化について調べてみました。まず、1980 年から 2022 年までの温度データにより、源泉ごとに 1 年当たりの平均的な温度の変化量を推

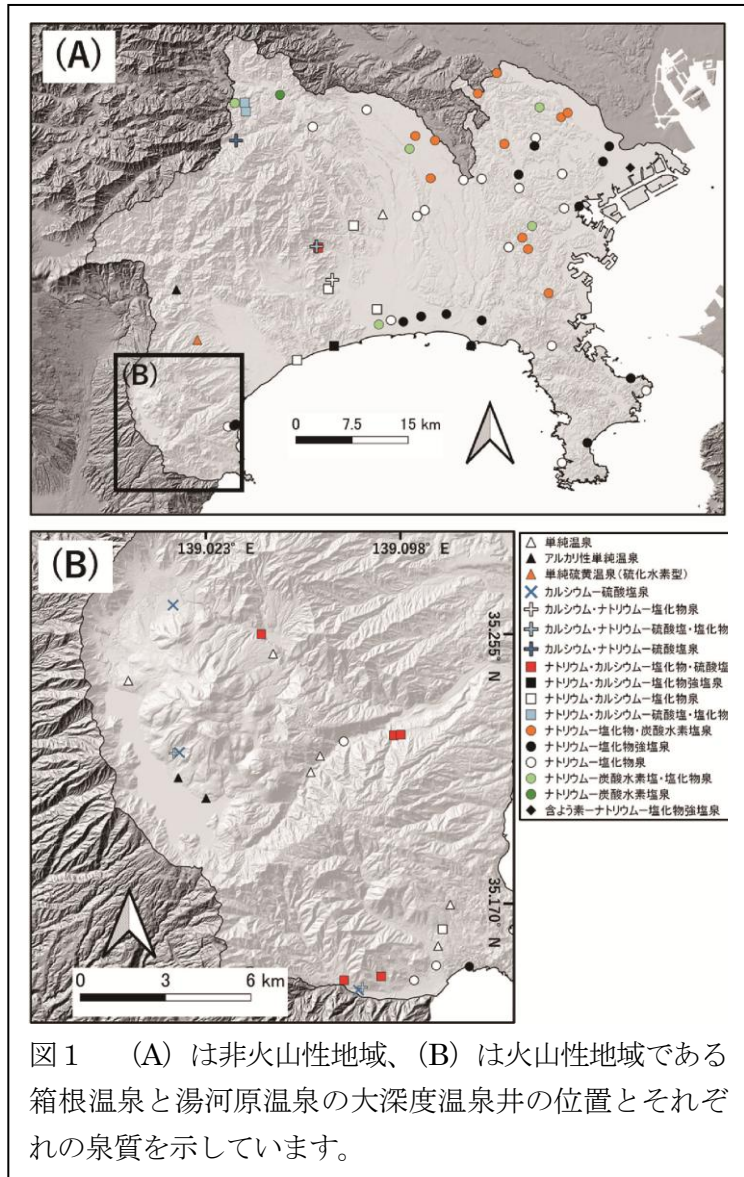


図 1 (A) は非火山性地域、(B) は火山性地域である箱根温泉と湯河原温泉の大深度温泉井の位置とそれぞれの泉質を示しています。

定したところ、本研究で調査した 65 源泉のうち 11 源泉で年 0.5℃を上回るペースで温度が著しく低下しており、それらの半数以上が県東部に分布していることが明らかになりました。

温泉の温度の経年的な変化が顕著な源泉では、温泉水の電気伝導率（ここでは、温泉中の化学成分量の指標と考えています）も大きく変化していました。揚湯開始以降に温度が低下した源泉は、電気伝導率も低下傾向にありました（図2）。温泉の温度低下や成分減少が進むと、温泉源の枯渇化が懸念されます。このような変化が生じる原因の一つとして、温泉を汲み上げている地下深部の温泉源へ、浅部にある低温で含有成分量の少ない地下水が侵入する

影響が考えられます。一方で、温度が上昇した温泉については電気伝導率も上昇傾向にあり、揚湯に伴いより深部あるいは別の温泉貯留層に由来する高温で成分量の多い温泉源が影響していることを示唆しています。さらに、測定した温度と電気伝導率の経年変化をもとに、温泉の汲み上げに伴って深部の温泉源へ新たに参与するようになった水の温度や電気伝導率および寄与率を推定しました。

最後に、ここで用いた温度、揚湯量、pH、電気伝導率は簡便かつ安価に測定可能であり、長期かつ定期的なモニタリング結果は、化学成分などの詳細なデータがなくとも、温泉資源の現状把握に大いに役立つことが明らかになりました。

謝辞

本稿をまとめるにあたり、神奈川県温泉保護対策要綱に基づく指導により集められた資料、および神奈川県の各保健福祉事務所および保健所政令市の各保健所による実態調査の結果を利用させていただきました。また、温泉保護の趣旨を御理解いただき、温泉分析書のデータの使用を承諾して頂いた事業者の関係各位、事務手続きおよび実態調査を担当した行政職員各位に心より感謝申し上げます。

参考文献

板寺一洋・菊川城司・代田 寧（2012）神奈川県における大深度の温泉取水層の透水性，温泉地学研究所報告，44，47-53.

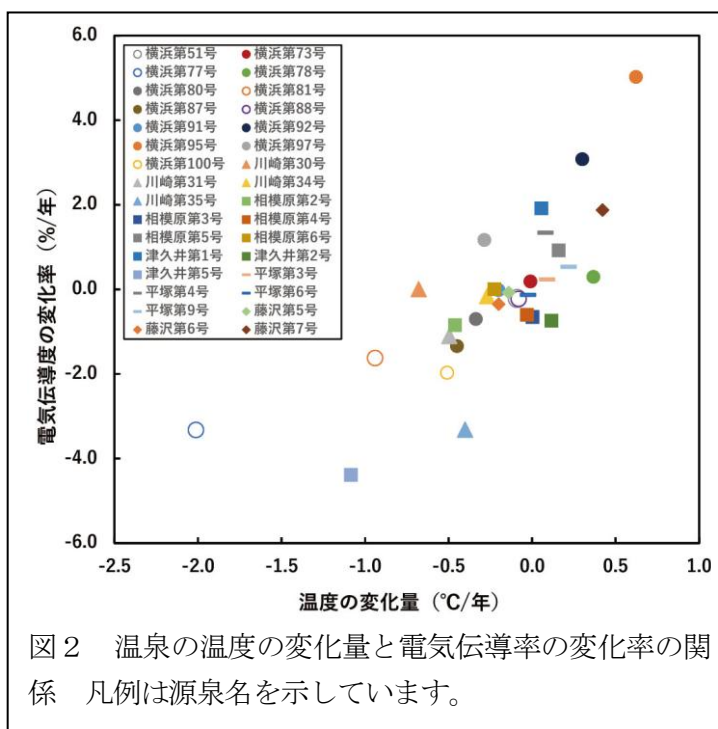


図2 温泉の温度の変化量と電気伝導率の変化率の関係 凡例は源泉名を示しています。

神奈川県温泉地学研究所
令和 7 年度研究成果発表会講演要旨集 (2025)

発行・印刷

神奈川県温泉地学研究所

〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 586

電 話 : 0465-23-3588

F A X : 0465-23-3589

本講演要旨集を神奈川県温泉地学研究所の許可無く、複製、転用、販売などの
2 次利用することを固く禁止します。
