

神奈川県温泉地学研究所

令和5年度

研究成果発表会講演要旨集

日時 令和5年11月29日(水) 14時00分から16時30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5年度温泉地学研究所研究成果発表会プログラム

日時：令和5年11月29日（水） 14:00～16:30（13:30 受付開始）

開催場所：温泉地学研究所2階会議室＋オンライン（Zoom）

■開会挨拶

14:00-14:10 温泉地学研究所長 板寺 一洋

■口頭発表（括弧内は発表者）

(1) 14:10-14:35 衛星観測により捉える神奈川県内の地盤変動（道家 涼介）

近年、人工衛星のデータを活用することにより高い空間解像度で地盤変動を計測することが可能となっています。本発表では、神奈川県内を対象とした解析の結果のうち、平野部での大規模盛土造成地や、山間部における地すべりなどの事例を紹介します。

(2) 14:40-14:55 2022年の地震活動と箱根火山の火山活動について（栗原 亮）

神奈川県およびその周辺地域を中心とした2022年の地震活動の概要と箱根山の火山活動についてお話しします。

(3) 15:00-15:25 大涌谷付近のごく浅いところで発生する小さな地震の活動（栗原 亮）

時々発生する小さな地震では、大涌谷の周辺の数か所の観測点でのみ波形が観測されます。本研究ではこの地震のおおよその震源位置を求め、また過去のデータから類似の地震を検知することで、以前よりこのような地震が多数発生していることや最近増加傾向にあることを明らかにしました。

(4) 15:30-15:55 火山ガス組成の連続観測システムの構築（外山 浩太郎）

近年、火山活動評価において、火山ガス観測の重要性が認識されるようになってきました。本発表では、当所で開発を進めている火山ガス組成の連続観測システムの概要と箱根火山の噴気地帯で行った観測結果についてお話しします。

(5) 16:00-16:25 伊豆衝突帯周辺のテクトニクス再考（本多 亮）

近年の地震学的・測地学的研究成果から考えられる伊豆衝突帯周辺のテクトニクスと地震との関係についてお話しします。

■閉会挨拶

16:25-16:30 研究課長 菊川 城司

※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。

目次

口頭発表

衛星観測により捉える神奈川県内の地盤変動	1
2022年の地震活動と箱根山の火山活動について	3
大涌谷付近のごく浅いところで発生する小さな地震の活動	5
火山ガス組成の連続観測システムの構築	7
伊豆衝突帯周辺のテクトニクス再考	9

衛星観測により捉える神奈川県内の地盤変動

○道家涼介（神奈川県温泉地学研究所、現所属：弘前大学）

1. はじめに

近年多発する豪雨により、地すべりなどの土砂災害の発生頻度が増えてきています。2021年7月には、静岡県熱海市伊豆山地区において、人工的に埋め立てられた盛土の崩壊が発生し、28名の死者・行方不明者が出るなど、人的被害の発生に至ったケースもあります。このような土砂災害の危険がある箇所を把握し、その変動をモニタリングすることは、そこに生活する人々の生命や財産を守る観点から重要です。しかしながら、こうした危険箇所となりうる場所は無数に存在することから、その一つ一つを現地でモニタリングすることは困難です。一方で、近年、地震・火山など多方面で活用がなされている人工衛星搭載の合成開口レーダー（Synthetic Aperture Radar: SAR）のデータを用いた干渉解析（以下、干渉SAR解析と言う）は、地上の観測点を必要とすることなく、地表面をスキャンするように面的に変位を把握することができるため、局所的かつ無数に分布する対象の地盤変位のモニタリングに適しています。本発表では、この干渉SAR解析の手法を適用して、神奈川県内の地盤変動を解析した事例として、川崎市における大規模盛土造成地の事例と、箱根火山大涌谷における地すべりの事例について報告します。

2. 川崎市の大規模盛土造成地を対象とした事例

神奈川県川崎市には、1,093箇所の大規模盛土造成地（面積3,000 m²以上の谷埋め盛土、または原地盤の勾配が20度以上かつ盛土高5m以上の腹付け盛土がなされた造成地）が分布します。本研究では、川崎市内に分布する大規模盛土造成地における地盤の変位を抽出するため、市内全域を対象として、干渉SAR解析の手法の一つである干渉SAR時系列解析と呼ばれる手法を用いた解析をおこないました。使用したデータは、欧州宇宙機関（ESA）が打ち上げたSentinel-1衛星のデータで、2014年末から2021年末までのデータから、変位速度の推定を行いました。得られた変位速度分布図の解像度は15mとなっています。解析の結果から抽出された、大規模盛土造成地における変位の事例を図1に示します。大規模盛土造成地の中で局所的に沈降が生じている様子が検出されています。これは、無数に存在する監視の対象に対して、衛星観測による利点を有効に生かすことができた事例と言えます。

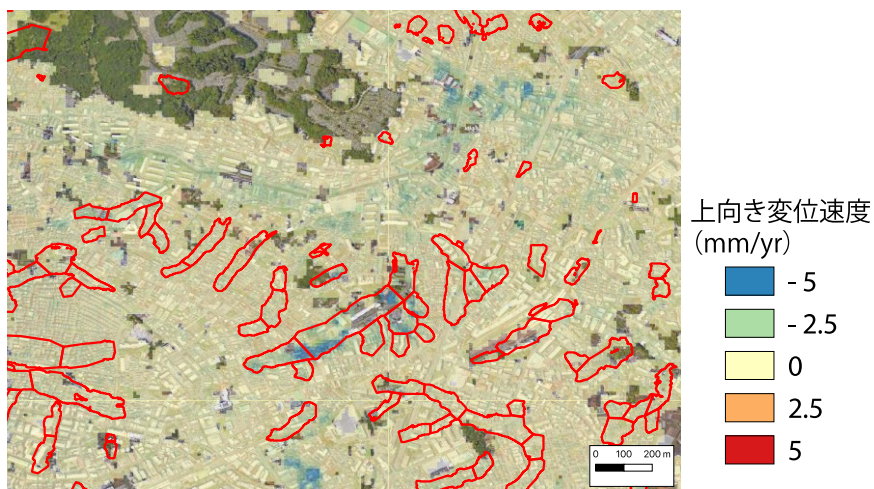


図1 大規模盛土造成地における変位の抽出事例。変位速度分布は、準上下方向の変位速度分布を示し、正の値（暖色系）が上向き方向、負の値（寒色系）が下向き方向の変位速度を示す。赤線で囲まれた範囲が、川崎市にて把握している大規模盛土造成地の範囲を示す。

3. 箱根火山大涌谷における地すべりの事例

箱根火山の大涌谷では、1910年に死者6名を出す土石流災害が大涌谷で発生しました。また、2015年には水蒸気噴火が発生するなど、大涌谷は危険と常に隣り合わせの場所にあります。2015年の水蒸気噴火後には、大涌谷にある砂防堰堤にクラックが生じるなど、同地域で地すべり性の変位が進展していることが危惧されています。観光地であり、温泉生産地でもある大涌谷において進展している地すべり性の変位をモニタリングすることは重要と言えます。

大涌谷を対象とした解析では、日本の宇宙航空研究開発機構（JAXA）が打ち上げたALOS-2（日本名：だいち2号）衛星のデータを解析しました。この衛星は様々な方向から地表を観測できるので、複数の方向から取得されたデータを解析し、そこから3次元的な変位を推定するというを行いました。その結果、既存の地すべり地形に対応するエリアで、斜面の傾斜方向に3年間で約15cmの変位が観測されました（図2）。大涌谷のような噴気地帯では、火山ガスによる腐食のため地上における観測が困難な場合があります。今回の結果は、人工衛星のデータが、地上における観測が困難な場所の地すべり性の変位の抽出・モニタリングに有効であることを示すものと言えます。

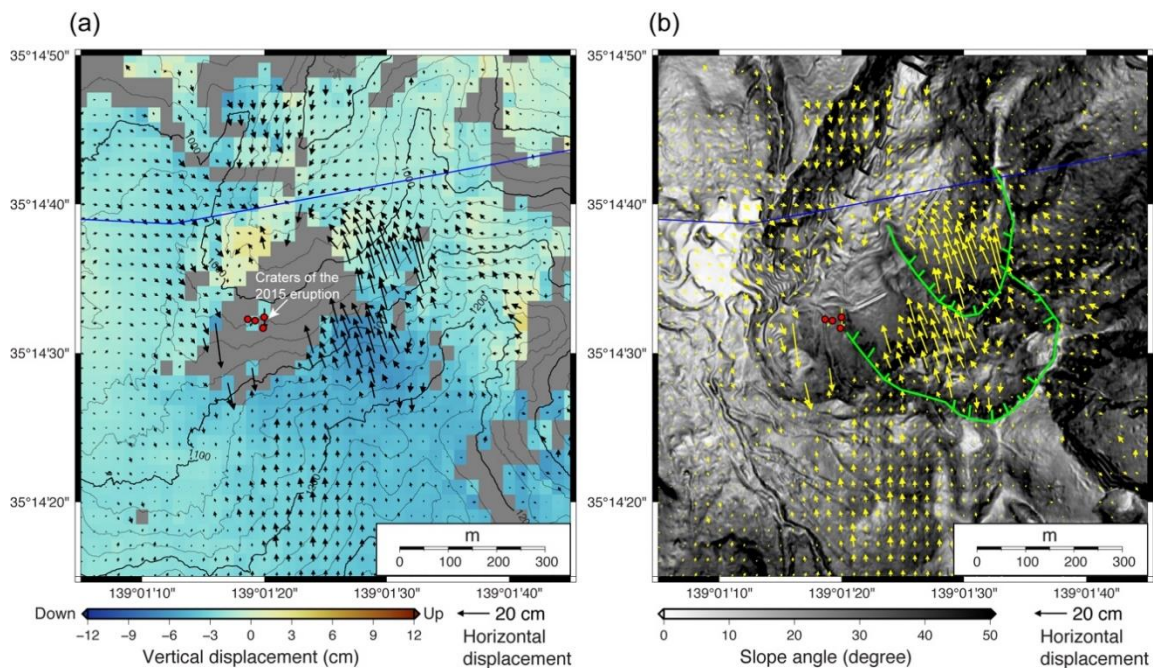


図2 (a)大涌谷周辺における約3年間（2017-2020年）の3次元変位。ベクトルは水平方向の変位を示し、背景の色が上下変位を示す。(b) (a)と同範囲の地形の傾斜量図に水平変位のベクトルを重ねた図。緑線は既存の地すべり地形の位置を、青線は箱根ロープウェイの路線を示す。

4. まとめに代えて

本発表により紹介した干渉SAR解析により抽出した地盤変動は、どちらの対象も地上での観測ではその全体像を把握することが困難で、衛星による観測が有用であることを示す事例でした。干渉SAR解析は、この他にも地盤沈下などのモニタリングにも応用可能であるなど、防災・環境の両面のみならず、今後、様々な分野への活用が期待される手法であると言えます。

謝辞

本発表の内、川崎市を対象とした解析は、共同研究「GNSSと干渉SARの統合解析による川崎市大規模盛土造成地の地盤変動監視」の一環として実施したものです。また、箱根を対象とした解析に使用したデータは、気象庁との共同研究を通してJAXAよりご提供いただきました。

2022年の地震活動と箱根火山の火山活動について

○栗原亮、本多亮、安部祐希（温泉地学研究所）

1. はじめに

温泉地学研究所（以下、当所とする）では、箱根火山の活動状況や神奈川県内およびその周辺の地震活動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、2022年1年間の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。箱根火山の活動においては、2023年に入って以降、変化がありましたので、速報として報告いたします。

2. 神奈川県で観測された地震

2022年1年間に当所で震源決定した地震は704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11回でした。最大の地震は2022年7月9日に神奈川県東部で発生したM3.9の地震でした。地域別では、箱根で202回、足柄平野で179回、丹沢山地で185回、神奈川県東部で63回、相模湾で19回、伊豆で44回、静岡東部で12回の地震を観測しており、いずれも例年とほぼ変わらない地震回数でした。箱根での地震活動は年間を通して小さい規模で推移し、最大地震は2月17日に発生したM1.3の地震でした（図2）。

また、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77回でした。そのうち最大の地震は2022年3月16日に福島県沖で発生したマグニチュード7.4の地震であり、この地震により横浜市や川崎市で震度4を観測しています。他の地震では震度4以上の揺れは県内では観測されませんでした。

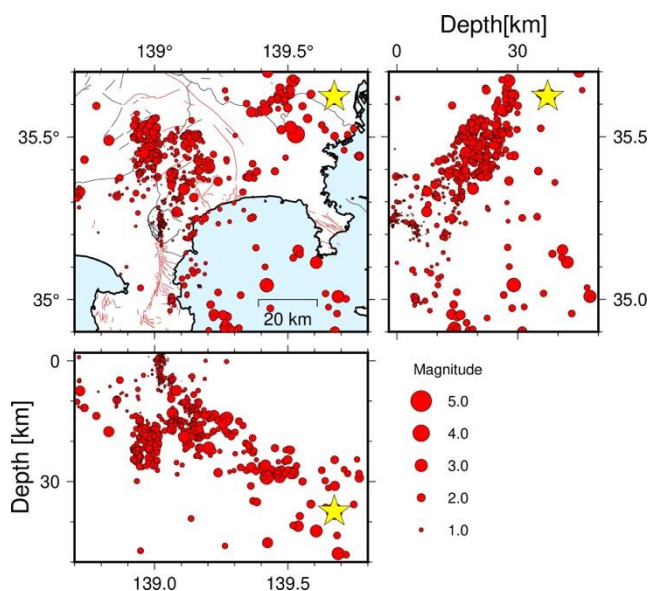


図1. 神奈川県周辺で2022年に発生した地震の震源分布（星印は最大地震の震源を示す）

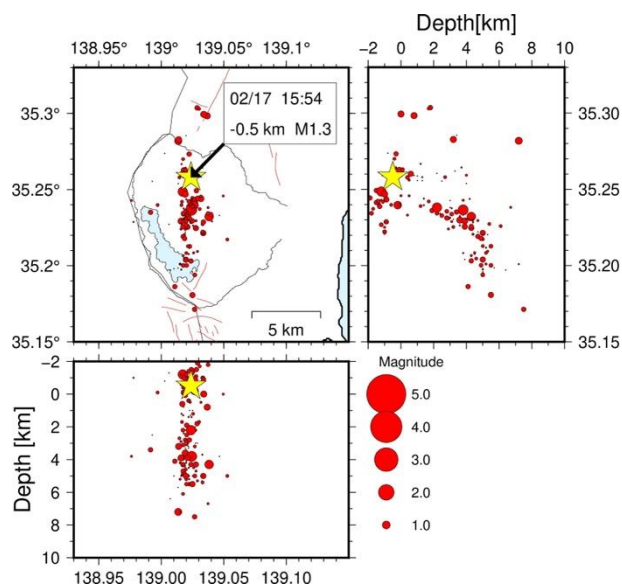


図2. 箱根火山で2022年に発生した地震の震源分布

3. 箱根火山の活動について

2022年には地震活動、地殻変動、火山ガスなど当所の各種観測項目において、箱根火山の活発化を示す明瞭な変化は見られませんでした(図3、図4)。次の発表(栗原ほか)で紹介する大涌谷周辺の小さな地震が7月ごろを中心に多数発生しましたが、この地震は規模がとても小さいため、当所の定常観測においてほとんど震源決定されることはありませんでした。

最近の状況に目を向けてみると、2023年の夏には山体の膨張を示す地殻変動が観測され、5月以降では時々地震が頻発し、8月および10月には群発地震を観測するといった変化が見られています。現時点では、2015年や2019年といった過去の火山活動活発化時と比べると個々の地震の規模は小さく、地震数も少なくなっていますが、当所では各種の観測データを注視しています。

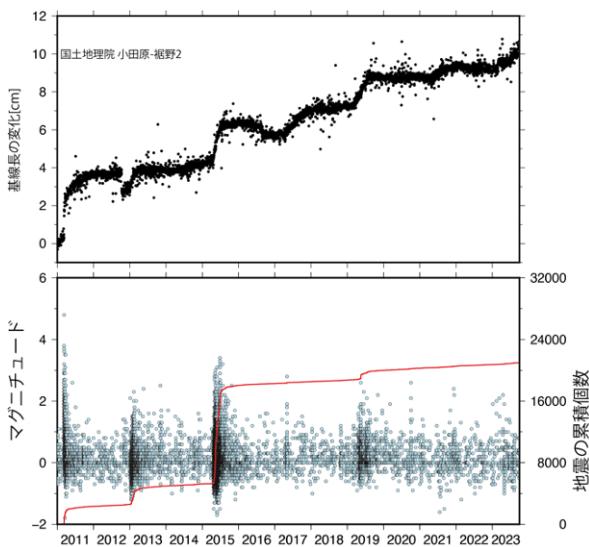


図3. 国土地理院 GEONET の小田原-裾野2間の基線長の推移(上段)と地震活動の推移(下段)。青の点は個々の地震の発生時刻とマグニチュードを表し、赤い線は2011年1月1日以降の累積個数を示す。

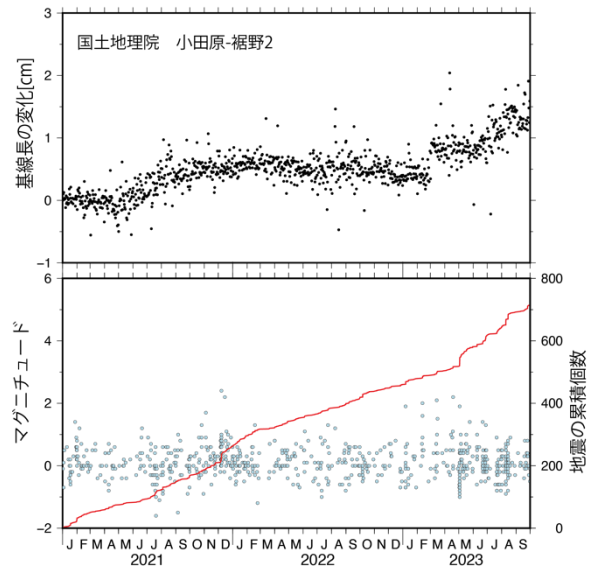


図4. 図3の2021年以降の拡大図。地震の累積個数は2021年1月1日以降の数を示す。

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) (Wessel et al. 2019) 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。

参考文献

栗原亮・本多亮・安部祐希(2023)神奈川県およびその周辺における2022(令和4)年の地震活動, 観測だより, 73, 55-58.

Wessel P, Luis JF, Uieda L, et al (2019) The Generic Mapping Tools Version 6. *Geochem Geophys Geosyst* 20:5556–5564.

大涌谷付近のごく浅いところで発生する小さな地震の活動

○栗原亮、長岡優、本多亮、板寺一洋

1. はじめに

箱根火山はその火山活動がそれほど激しくないにも関わらず、地震活動が活発で多数の地震が観測されています。そのほとんどは A 型地震や火山性構造地震などと呼ばれ、火山地域以外で発生する地震と同様に P 波と S 波が明瞭で、比較的高周波の地震波を放出する地震です。特に火山活動が活発化するとその地震発生数は急増し、例えば 2015 年には 12752 回もの地震を温泉地学研究所において観測しています。その一方で、他の火山で見られるような、地下でのマグマや熱水の動きなどに関係すると考えられる低周波地震や微動などの観測事例はほとんどありません。

2022 年 5 月から 7 月ごろにかけて、微動でも低周波地震でもなく、通常の高周波を出す地震とも異なる地震がいくつか観測されました。この地震は大涌谷周辺の少数の観測点でのみ観測されることから、大涌谷周辺のごく浅いところで発生し、その規模はとても小さいことがわかりましたが、P 波や S 波が不明瞭な波形をしており、通常の原因決定は困難でした。また、波形の目視で観測するとこの時期に地震の発生数が多くなっていることがわかっていますが(板寺、2023)、このような震源の浅い地震の活動の推移はよくわかっておりません。そこで、本研究では、通常とは異なる手法を使ってこの地震の震源を決定し、また過去に遡ってこのタイプの地震の検知を行うことで過去の活動様式を明らかにしました。

2. 震源の決定方法

前述の通り、この地震は P 波と S 波の区別がつかず、また振幅が徐々に増大するような波形を持つ地震も多いため、地震波の到来時刻が正確には読み取れず、通常の原因決定には震源を決めることができません。そこで、Amplitude source location(ASL)法(例えば Battaglia and Aki 2003)と呼ばれる、各観測点の振幅値を使った震源決定手法を使って、震源の位置を推定しました。

3. 過去記録からの地震検出方法

このタイプの地震は振幅が小さいことから、振幅の増加に注目しても地震を検知することは困難です。そこで、既に観測された波形をテンプレート地震とし、その地震と似た波形を持つイベントを探す、マッチドフィルタ法(例えば Gibbons and Ringdal, 2006)と呼ばれる手法を利用して、2014 年以降の約 10 年間の地震検出を行いました。

4. 結果

この地震の震源は、大涌谷周辺の深さ 0 から 1 km の非常に浅い場所に求まりました(図 1)。振幅を使った手法であるため、震源の精度が高くないことに注意が必要ですが、大涌谷周辺の地域で北西から南東向きに並んだ分布をしています。この分布は 2015 年 6 月 29 日の水蒸気噴火に伴って観測された傾斜変動を説明する開口割れ目の位置や方向(Honda et al. 2018)と概ね一致します。

この浅いところで発生する地震は、2015 年や 2019 年など火山活動が活発化した際に多く発生していたことがわかりました。一方で、2020 年から 2022 年にかけては、通常の原因決定が難しい火山性地震の活動や地殻変動が見られないにも関わらず、この地震が頻繁に発生していたことがわかりました(図 2)。時間軸を拡大して見ると、2022 年の活動では 2 週間から 1 ヶ月程度の間隔で、活発化と静穏化を繰り返している様子も観察できました。

このことから、この小さな地震の活動は火山活動の活発化によって誘発される傾向がある一方で、他の火山活動から独立して発生する場合もあることがわかります。

5. 考察

この地震は、その分布や活動状況から考えると、2015年の噴火時に形成された地表付近の割れ目に熱水や火山ガス等が移動することで生じると考えることが有力です。しかし、2022年には火山活動の活発化を示す他の兆候が全く観測されていないので、なぜ活発化したかという理由や通常の地震とメカニズムがどう違うかなどは未だ不明です。この地震のメカニズム等を把握するには、大涌谷周辺でのより稠密な地震観測などが必要になると考えられます。

謝辞

本研究には、当所の観測点に加えて気象庁の地震観測点を使用しました。地殻変動のデータには国土地理院 GEONET の観測データを使用しました。図の作成には Generic Mapping Tools (version 6) (Wessel et al. 2019) を使用しました。本研究は JSPS 科研費若手研究 JP22K14113 の助成を受けたものです。記して感謝します。

参考文献

板寺一洋 (2023) 門前の小僧地震を数える, 観測だより, 73, 1-6.

Battaglia J, Aki K (2003) Location of seismic events and eruptive fissures on the Piton de la Fournaise volcano using seismic amplitudes. *J Geophys Res* 108:2364.

Gibbons SJ, Ringdal F (2006) The detection of low magnitude seismic events using array-based waveform correlation. *Geophysical Journal International* 165:149–166.

Honda R, Yukutake Y, Morita Y, et al (2018) Precursory tilt changes associated with a phreatic eruption of the Hakone volcano and the corresponding source model. *Earth Planets Space* 70:117.

Wessel P, Luis JF, Uieda L, et al (2019) The Generic Mapping Tools Version 6. *Geochem Geophys Geosyst* 20:5556–5564.

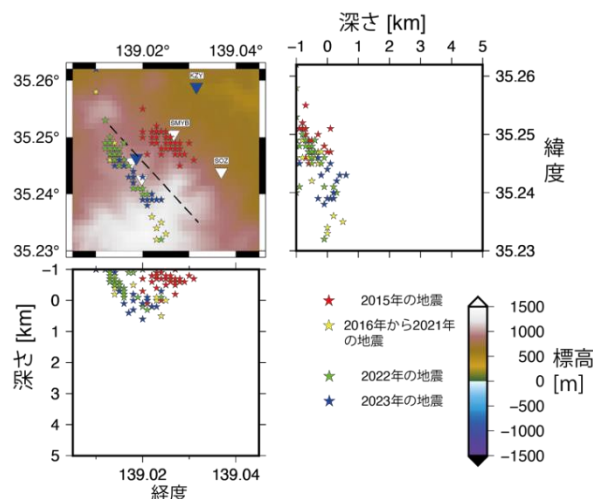


図 1. 求めた浅い地震の震源の位置。大涌谷周辺に北西-南東方向へ並ぶ。破線は Honda et al. (2018) の割れ目の位置。

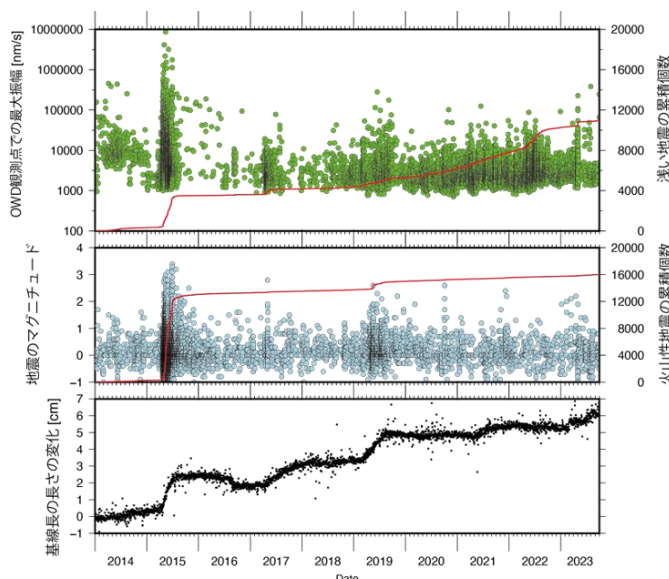


図 2. 本研究で求めた浅い地震の 2014 年以降の活動 (上段) と温泉地学研究所のカタログによる箱根の地震活動 (中段) および箱根を挟む小田原観測点と裾野 2 観測点の間の基線長の変化の比較 (下段)。

火山ガス組成の連続観測システムの構築

○外山浩太郎¹、代田寧²、二宮良太¹、栗原亮¹、板寺一洋¹

(¹温泉地学研究所、²神奈川県環境科学センター)

1. はじめに

箱根火山では、2001年以降数年おきに群発地震や山体膨張が発生するなど、火山活動の活発化がみられます。特に、2015年には、箱根大涌谷でごく小規模な水蒸気噴火が発生しました。箱根は日本有数の観光地であり、住民や観光客の安全確保のために、火山活動の監視技術の向上は重要です。

一般的に、水蒸気噴火の前兆現象（地震回数の増加や地殻変動など）は規模が小さい場合が多く（Stix and de Moor, 2018）、噴火の発生予測が難しいと言われています。一方、水蒸気噴火の発生は熱水系の変動を伴うと考えられており、火山ガス組成にその影響が現れると期待されています（篠原, 2019）。特に、火山ガスに含まれる二酸化炭素（CO₂）はマグマ由来、硫化水素（H₂S）は熱水系由来と推定されており（Ohba et al., 2019）、大涌谷周辺の噴気地帯でのそれらの濃度比（CO₂/H₂S比）の経時変化は、火山活動の盛衰を反映しており、その連続観測は火山監視に有用であると考えられています（代田ほか, 2021）。

温泉地学研究所では火山ガス組成（主に、CO₂とH₂S）を連続観測するためのシステム構築を進めています。本発表では、その安定運用の実現に向けた取り組みについて報告します。

2. 設置地点

観測システムは、大涌谷から約400m離れた北側斜面に位置している上湯噴気地帯に設置しました（図1）。

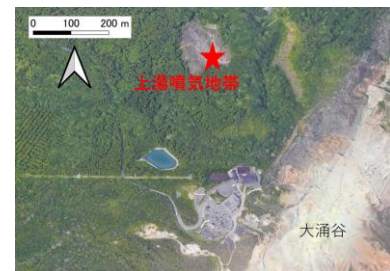


図1 設置場所

3. 観測システムの概要

本観測システムは、試料導入部、分析部および通信部から構成されており、その概要を図2に示します。

試料導入部では、噴気孔を木枠で囲んで集めたガスを、気液混合ポンプと接続したチューブを用いて、毎分5Lの速さで吸引しました。さらに、ポンプの排出部に取り付けたチューブとプラスチックボトルを接続し、このボトル内で液相と気相を分離しました。気相は分析部へ送られ、液相はボトルの下部から外に排出される仕組みです。

分析部では、送られてきた気相中のCO₂濃度とH₂S濃度の測定を順に行います。CO₂濃度の測定には非分散型赤外分光光度計を用いて、H₂S濃度は電気化学センサを用いて測定しました。それぞれの測定値は、接続されているデータロガーに記録され、温泉地学研究所の専用サーバに送られます。

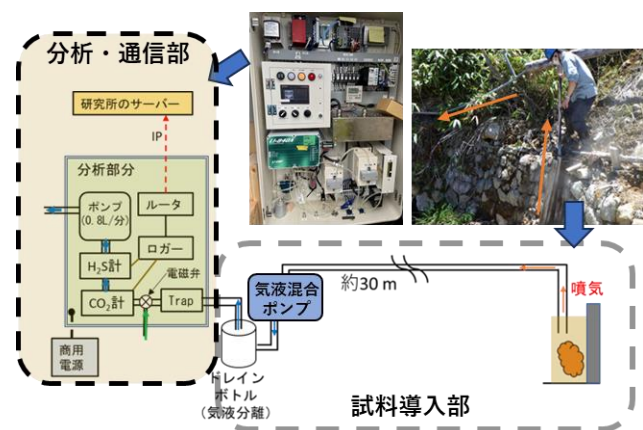


図2 観測システムの概要

4. 観測手法

上記の連続観測システムを用いて、2022年6月から2023年10月にかけて観測を行いました。火山ガスの吸引は毎時10分間行いガス濃度を測定し、残りの50分間は流路等のクリーニングのため大気を吸引しました。

また、観測値の妥当性を検証するために、月に1回程度の頻度でCO₂およびH₂Sの標準ガスを吸引し、測定を行いました。また、分析部へ送られる気相のCO₂濃度とH₂S濃度を検知管で測定し、本システムの観測結果と比較しました。

5. 観測結果

本連続観測で得られたCO₂濃度とH₂S濃度は、それぞれ1000～5200 ppm と10～90 ppm の範囲で推移していました(図3)。H₂Sセンサの感度には経時的な低下が見られたことから、H₂S濃度について、標準ガスの測定値を用いて補正しました。

測定結果から算出したCO₂/H₂S比は、20～90 の範囲でした(図3)。これらの値は、検知管法での測定値と同等であり、観測値が妥当であることを示しています。本観測期間において、欠測期間も少しありますが、概ね安定して運用できたと考えています。

火山ガスのCO₂/H₂S比について、H₂Sが水に溶けやすいことから、地下の水文環境(地下水量など)の影響を受ける可能性が考えられますが、今回の観測期間において、CO₂/H₂S比と降水量の間に明瞭な関係は見られませんでした。また、CO₂/H₂S比は、①2023年3月中旬から4月と②2023年7月から10月にかけて顕著な上昇が見られました(図3)。現時点で、詳細は不明ですが、両期間でCO₂濃度の上昇が見られており、マグマ由来のガスの流入が増加したことを示している可能性があります。今後は、火山ガス中のCO₂/H₂S比と物理観測結果との比較などにより、CO₂/H₂S比の変化と火山活動との連動性ならびにそのメカニズムについて検討を進めたいと思います。

謝辞

光明理化学工業株式会社の小林康晃氏には、本システムの構築にご協力いただきました。ここに感謝申し上げます。

参考文献

Stix, J. and J. M. de Moor (2018) Understanding and forecasting phreatic eruptions driven by magmatic degassing, Earth, Planets and Space, 70, 83.

Ohba, T., M. Yaguchi, K. Nishino, N. Numanami, Y. Daita, C. Sukigara, M. Ito, and U. Tsunogai (2019) Time variations in the chemical and isotopic composition of fumarolic gases at Hakone volcano, Honshu Island, Japan, over the earthquake swarm and eruption in 2015, interpreted by magma sealing model, Earth, Planets and Space, 71, 48.

篠原宏志 (2019) 火山ガス観測から推定される火山活動推移過程, 火山, 64, 121–129.

代田寧・大場武・谷口無我・十河孝夫・原田昌武 (2021) 箱根山火山ガス組成による火山活動予測 —火山防災への活用—, 地学雑誌, 130 (6), 783–796.

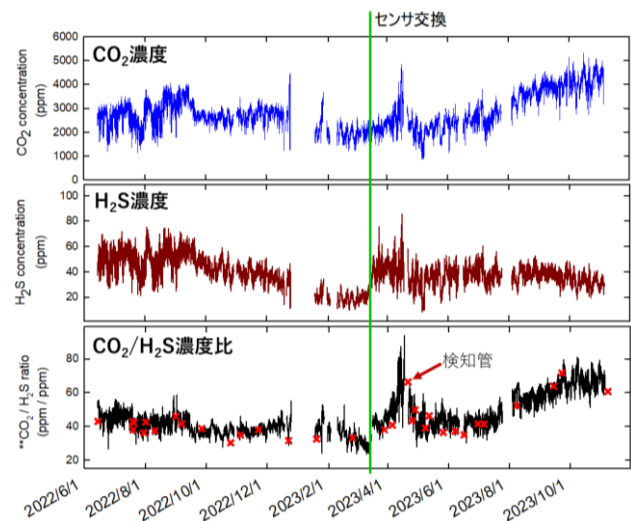


図3 観測結果 (2022年6月から2023年10月)

伊豆衝突帯周辺のテクトニクス再考

○本多亮、安部祐希、道家涼介* (温泉地学研究所)

* 現所属：弘前大学

1. はじめに

伊豆半島北縁部から相模湾にかけての領域は、伊豆半島以南の伊豆弧と本州側の本州弧の島弧地殻同士が衝突している場であるとともに、伊豆弧前弧側の海洋プレートが、本州弧の島弧地殻の下に沈み込む場となっています。この地域で発生する地震のうち、もっとも規模が大きくかつ大きな災害を引き起こすと考えられるのは、元禄や大正関東地震に代表されるプレート境界型の地震です。さらに歴史的にはプレート境界型の地震だけでなく、神奈川県西部から山梨県、静岡県に大きな被害をもたらした小田原地震のような直下型地震も発生する領域でもあります。この地震は近年発生が懸念される首都直下地震の候補の一つでもあり、防災的な観点からもその地震像の解明が期待されています。

伊豆半島北縁部から相模湾にかけての地震像を理解する上では、衝突と沈み込みの違いがどのように解消されるのか、という点が問題であり 1970 年代から多くの研究者によって議論されてきました。またその基礎となる地下構造やプレート運動についても、基盤観測網の充実とともに多くの研究成果が発表されています。本講演では主に 2000 年代以降に地震学的・測地学的手法によって明らかにされてきた地下構造や地殻変動などについて整理して、伊豆衝突帯、特に伊豆半島北縁部から相模湾におけるテクトニクスモデルについて考察します。

2. フィリピン海プレートの構造と運動についての整理

プレート境界で発生する地震の分布からおよその形状が見える駿河湾以西および相模湾以東と比べ、伊豆半島から北西方向に延びる地震の空白領域のプレート構造についてはさまざまな仮説が考えられてきました。90 年代までは、沈み込むフィリピン海プレート (スラブ) そのものが存在しないとする考え方もありましたが、近年では地震波速度構造の解析・レシーバ関数解析などから沈み込む非地震性スラブの存在が明らかとなってきています。一方で、フィリピン海プレート (PHS) の上部・中部地殻は多重衝突によって陸側プレートに付加していると考えられるから、沈み込む下部地殻との間に運動のギャップが存在することになります。

そのような運動のギャップ (デタッチメント) は、伊豆半島下にも存在すると考えられています。石橋・井澗 (2004) は伊豆半島における西向き GNSS 変位ベクトル (伊豆の西進) を衝突による影響と考え、ユーラシアプレートに対する PHS の本来の運動方向に、衝突の効果としての南南東方向の速度欠損ベクトルを与え伊豆半島の西進の説明を試みました。Seno (2005) は石橋・井澗 (2004) の速度欠損ベクトルを説明するモデルとして、伊豆半島の西側 2/3 の部分の深さ 15-20 km に、付け根付近から半島南端よりさらに 20 km 南まで延びる水平なデタッチメントの存在を仮定しました。このモデルでは、デタッチメントが 3 cm/yr の速度ですべることで、伊豆の西進を説明できるとしています。

3. 伊豆半島北縁部から相模湾にかけての構造

上に示したような研究成果を踏まえて、あらためて対象地域のテクトニクスを考えてみます。デタッチメントや伊豆の地殻構造を整理すると、図 1 のような模式図を描くことができます。上部・中部地殻の厚さは、島弧の主要部分 (伊豆半島の直下) では 20km 程度の厚さがあるのに対して、相模湾側ではせいぜい数キロ程度と考えられ、相模湾の西端付近で厚さが急激に変化します。そのため、中部・下部地殻の境界が伊豆半島から東に行くほど浅くなり、沈み込む下部地殻と衝突する伊豆半島下の上部・中

部地殻の間で東西方向に運動のずれが生じることとなります。この運動のずれが GNSS データによって左横ずれのひずみ集中帯 (Doke et al, 2020) として捉えられています。このひずみを解消するメカニズムとして、ひずみ集中帯の中に高角な左横ずれ断層が (複数) 存在し地震をおこす、あるいはその一部が塑性変形して残る、といったことが考えられます。このせん断帯を含む相模湾西部は小田原地震の震源域とされ、西相模湾断裂と呼ばれる断層帯が存在するとされてきました (石橋,1988)。石橋のモデルでは 70 数年に一度、M7 クラスの地震を発生するとされていますが、これは東西の運動のずれによるひずみを一つの断層にすべて押し付ける考え方に相当します。しかし、せん断帯の深部で塑性的に変形することで、地震によるひずみ解消の割合が減る可能性もあります。

講演ではこのひずみを解消するメカニズムについて、いくつかの候補をあげて議論します。

参考文献

石橋克彦 (1988) “神奈川県西部地震” と地震予知 I, 科学, **58**, No9, 537-547.

Doke R., R. Honda, M. Harada, K. Miyaoka, T. Kato, and M. Satomura (2020) Deformation of the seismogenic zone in the northeastern part of the Izu Peninsula, Japan, inferred from GNSS observations. Geol Soc London, SpecPubl SP501-2019-104.

Seno T. (2005) Izu detachment hypothesis: A proposal of a unified cause for the Miyake-Kozu event and the Tokai slow event, Earth Planets Space, **57**, 925-934

石橋克彦・井澗陽平 (2004) 伊豆半島の西進を衝突で説明する試み-GPS 速度ベクトルの一解釈-, 地震, **56**, 387-390.

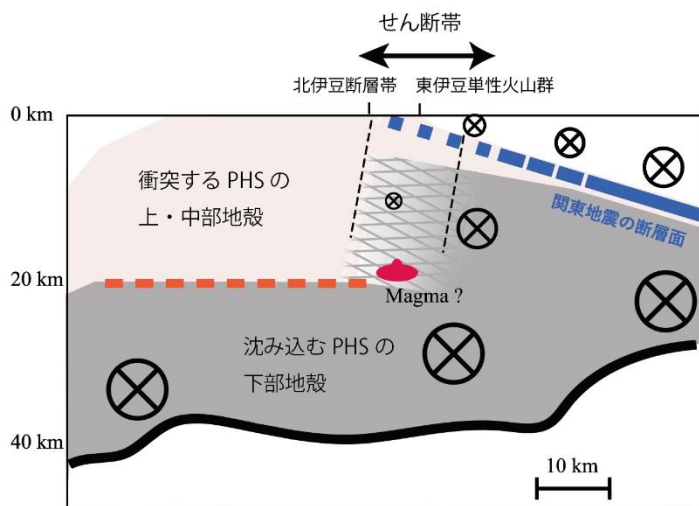


図 1 伊豆半島から相模湾西部の構造模式図

デタッチメント・関東地震の断層面・沈み込む下部地殻と衝突する上部、中部地殻・せん断帯の位置関係

神奈川県温泉地学研究所
令和5年度研究成果発表会講演要旨集（2023）

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

FAX：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。
