

2019 年の箱根山の火山活動について

瀧沢倫明

(神奈川県温泉地学研究所)

■ はじめに

箱根山は有史以来、顕著な噴火活動はみられていないものの、2015 年にごく小規模な水蒸気噴火が発生して、噴火の可能性のある活火山であることが再認識されました。2001 年以降、箱根山は数年に一度、数か月程度継続する群発地震活動を繰り返しています（図 1）。こうした地震活動は箱根山の山体膨張を伴うことでもわかるように、箱根山の火山としての活動により繰り返し発生しているものです。

2015 年のごく小規模な水蒸気噴火を伴った火山活動が落ち着いて以来、比較的地震活動が穏やかだった箱根山で、2019 年に、再び火山活動が活発化しました（写真）。期間中最も地震活動が活発だった頃の 5

月 19 日には、地震活動が顕著となったことを受け、箱根山に噴火警報（火口周辺）が発表されて、噴火警戒レベルが 2 に引き上げられています。

この活動はその後は顕著な活発化を示すことなく減衰して、10 月 7 日に噴火警戒レベルが 1 に引き下げられています。



写真 噴火警戒レベル 2 発表中の大涌谷付近の噴気の様子（2019 年 6 月 5 日）

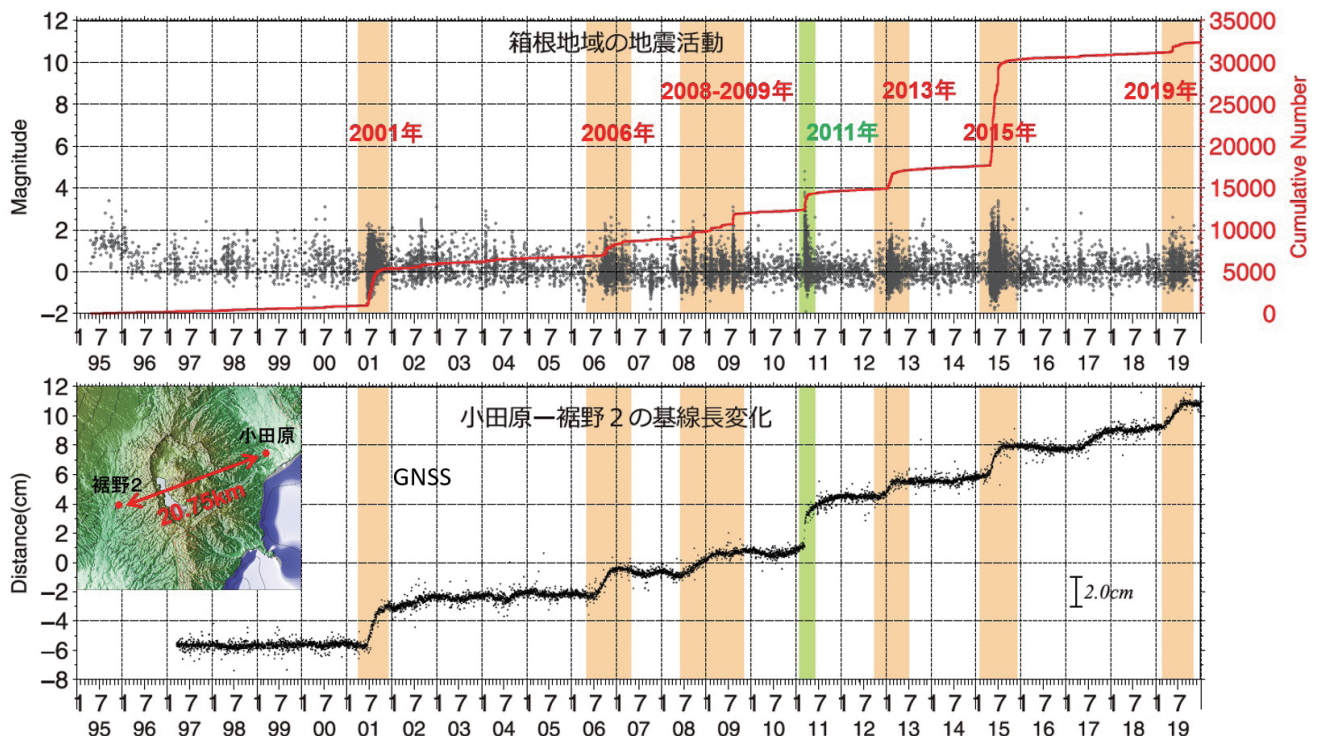


図 1 群発地震と基線長変化（1995 年～2019 年）

ここでは、当所が箱根山に展開している観測網、および頻繁に実施した現地観測により得られたデータに基づいて、2019 年の一連の活動を振り返りたいと思います。

■ 火山活動活発化の兆候

先に記したように、箱根山では 2001 年以降、数年に 1 度程度、火山活動の活発化が見られ、山体膨張を伴って群発地震が発生しています。このことは、活動毎に当所や気象庁等の関係機関が繰り返し説明しているため、大分認知されていると思います。今回の活動でも 5 月の地震多発に先駆けて、山体膨張を唆する地殻変動が認められました（図 1、3）。

2019 年 3 月、大涌谷、神山、駒ヶ岳付近の直下で地震の発生頻度が、

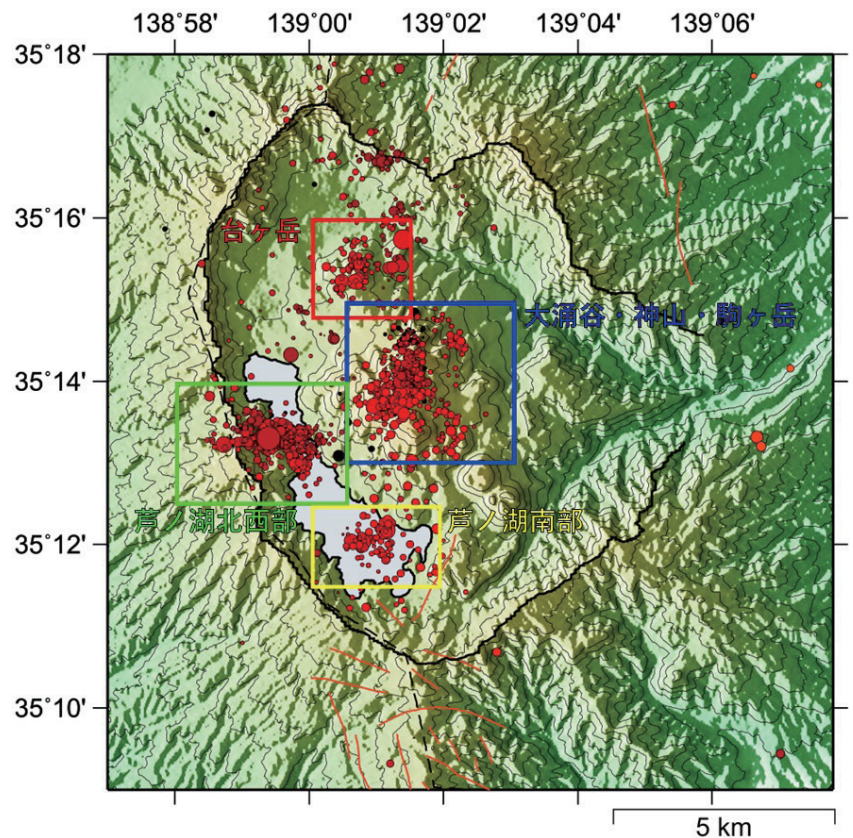


図 2a 震央分布図と領域別の地震発生状況 (2018 年 9 月～2019 年 12 月)

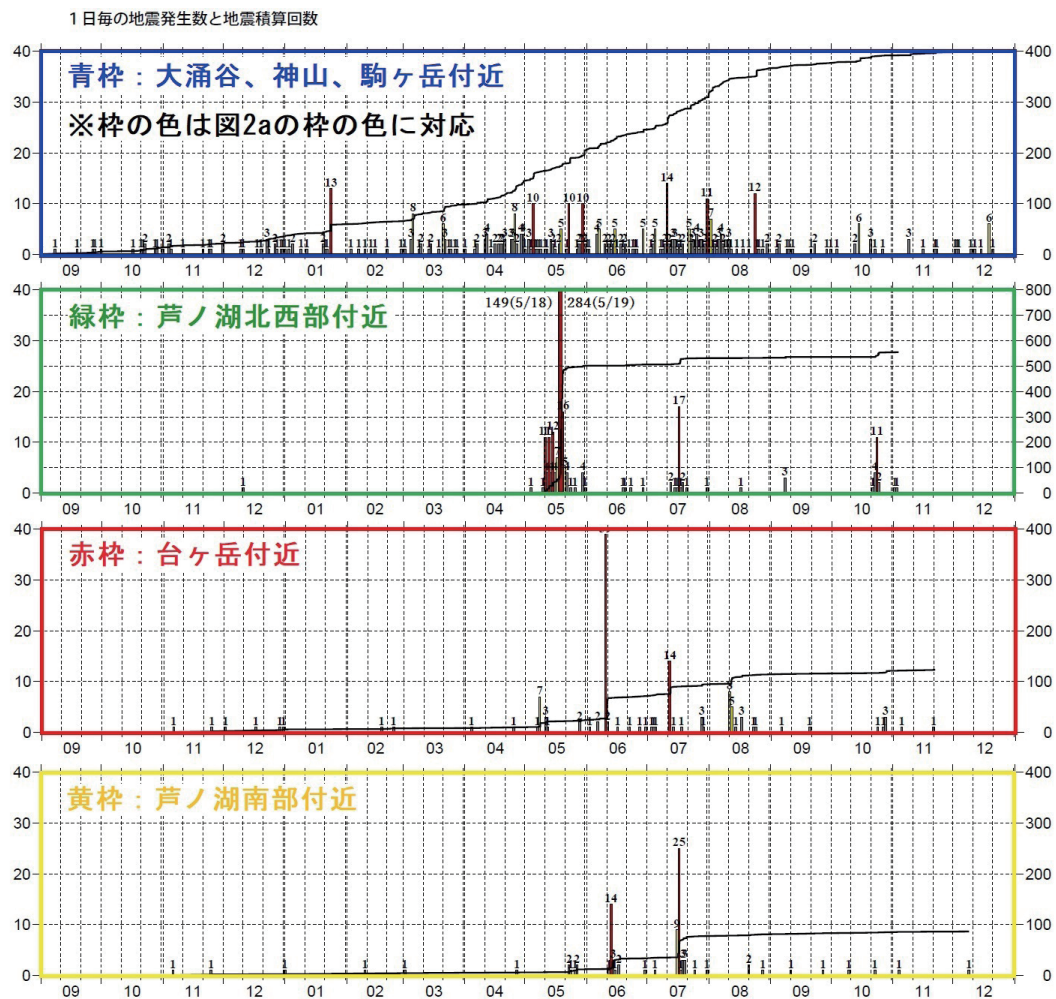


図 2b 震央分布図と領域別の地震発生状況 (2018 年 9 月～2019 年 12 月)

わずかではあるものの徐々に高まってゆきました（図2）。さらに、緩やかな変化でリアルタイムでは気付きにくいものでしたが、後から精査するとGNSS観測でも箱根山を挟む基線で、地下深い部分の膨張に敏感な長基線、浅い部分の膨張に敏感な短基線ともに、伸びが見られ始めています（図3）。また、大涌谷の噴気孔で月1度以上の頻度で実施し

ているガス観測でも、3月に入って火山活動の活発化を示す成分が検出されたり、ガス組成の変化が明瞭に認められました（図4）。

これらの状況は箱根山火山防災協議会の担当者の集まりで、噴火警戒レベル引き上げの1か月以上前の4月中旬には、関係機関にいち早く情報共有し、今後注意深く推移を見守る必要がある旨説明しました。複

数のデータに火山活動の活発化を示す変化が認められたことで、火山活動の更なる活発化に至る可能性が高まりました。この時点では、噴火警戒レベルが2に上げられるような活動になるかどうかは明らかではありませんでしたが、GNSS観測で山体の膨張傾向が認められたことは、明らかに箱根山の火山活動が活発化に向かっている事を示していると言

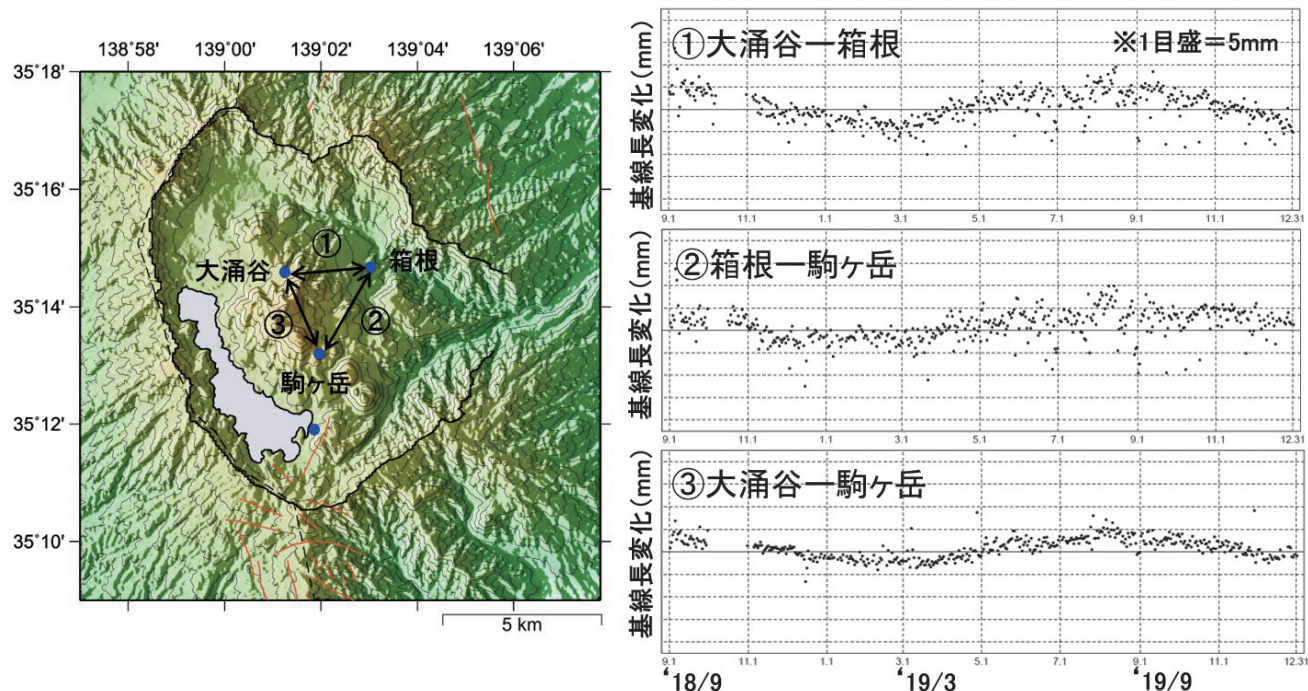


図 3a GNSS 観測（短基線）の配置図と基線長変化（2018 年 9 月～2019 年 12 月）

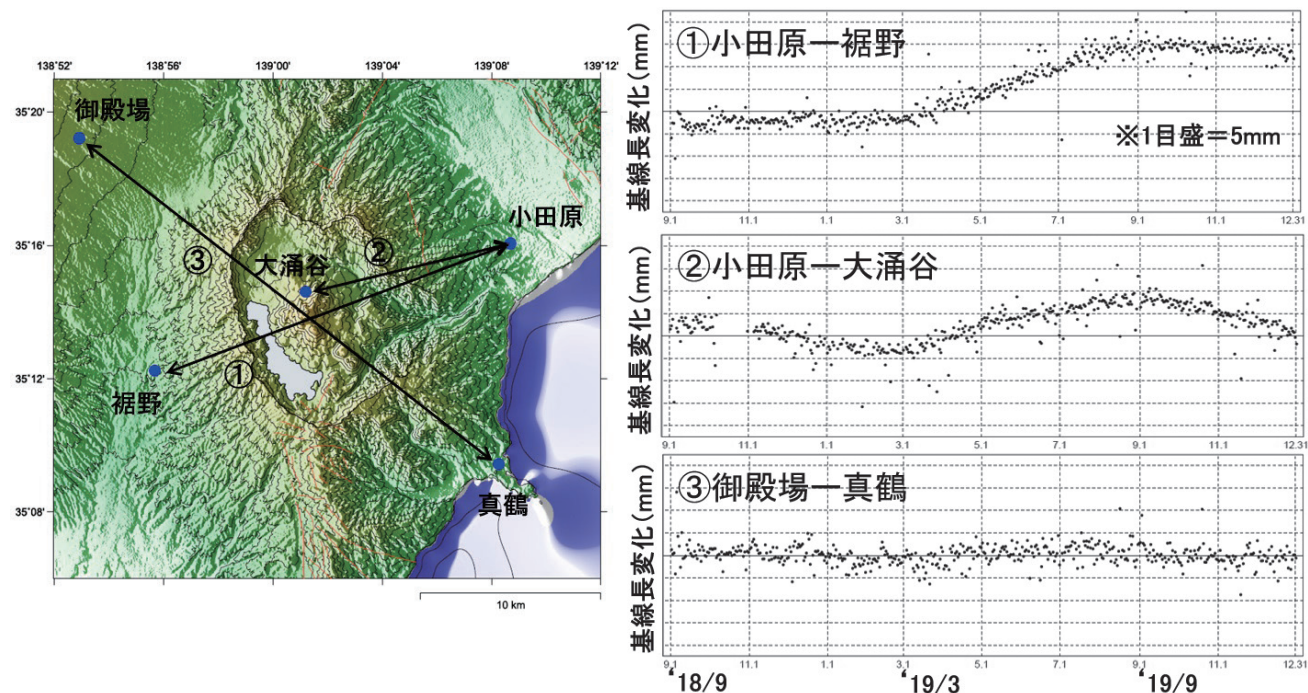


図 3b GNSS 観測（長基線）の配置図と基線長変化（2018 年 9 月～2019 年 12 月）

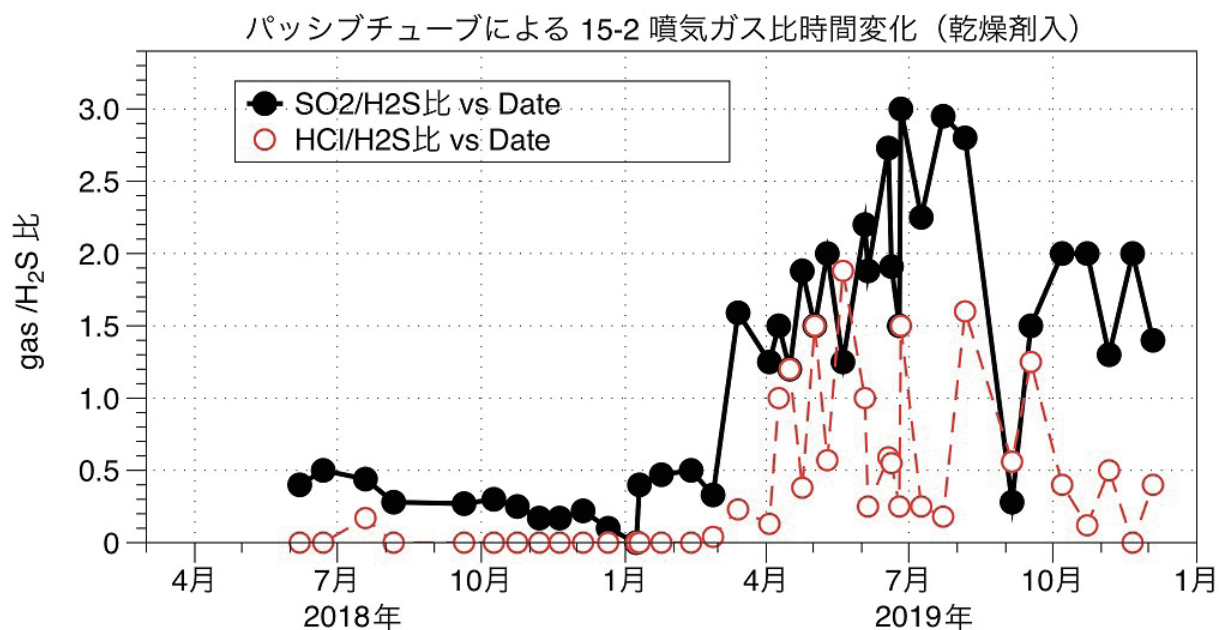


図4 大涌谷 15-2 噴気孔における火山ガス観測（2018年7月～2019年12月）

う認識でした。

4月末のゴールデンウィーク突入直前には、地殻変動観測の短基線、長基線、ともに明瞭な伸びの変化となりました。大涌谷、神山、駒ヶ岳付近の直下で発生頻度の高まった地震活動も、更に頻度が高まりました。火山ガス観測でも明らかに火山活動の活発化を示すデータが継続しました。

■ 噴火警戒レベル2へ

4月末には、既に火山活動の活発化は疑う余地のない状況でしたが、その後5月に入っても噴火に至るような急激な変化はみられず、比較的穏やかな推移を辿っているように見えました。ところが5月10日頃から、通常ほとんど地震活動の見られない芦ノ湖北西部で、微小地震が発生し始めました。この芦ノ湖北西部の地震活動は一週間ほど増減を繰り返していましたが、とうとう18日の夕方から急激に増加し、リアルタイムで地震回数を数えるのも難しいような状況になりました（図2）。

この頃から、当所内のみならず気象庁火山監視・警報センター、及び

神奈川県くらし安全防災局災害対策課とも密に連絡をとり、データの状況や活動評価について認識を共有して、噴火警戒レベル引き上げを含む対応について備えました。噴火警報発表直前の17日には、当所HPにより箱根山の火山活動活発化に関する一般向けのコメントを公表しています。

そして翌18日から19日にかけての夜間、噴火警戒レベル引き上げが現実となります。18日夕方から地震回数が急増した芦ノ湖北西部で、それまで1日10回程度で推移した地震発生頻度が10倍以上になり、いよいよ噴火警戒レベル2への引き上げが時間の問題となりました。（※注意：気象庁が発表する噴火警戒レベルの判定に使用される地震の発生回数は、気象庁の地震回数カウント基準に基づくもので、当所の計測基準よりも規模の大きな地震を対象としており、当所で計測した地震回数よりも少なめになります。）

結局18日夜の10時過ぎには、既にレベル2引き上げの検討も含めて調整が進められていました。気象庁火山監視・警報センターが噴火

警戒レベル引き上げの検討を示唆する「火山の状況に関する解説情報（臨時）」を発表したのが日付変わって19日の午前1時30分、そして午前2時15分には「噴火警報（火口周辺）」を発表し、噴火警戒レベルが1から2に引き上げられました。当所では芦ノ湖北西部の地震活動が活発になった18日夕方の時点で、監視体制及び防災体制確保のため、職員2名が温泉地学研究所に臨時で出勤し、リアルタイムで監視・観測、活動評価、関係機関との情報共有、資料作成に当たっていました。

■ 噴火警報発表（レベル2引き上げ）当日の動き

19日の午前2時15分に噴火警報発表により噴火警戒レベルが2に引き上げられた事に伴い、直ちに防災対応が慌たしくなります。噴火警戒レベルの重要な点の一つに、レベルと防災対応が1対1で対応している事があげられます。防災対応は人命に関わる、一刻を争う対応が必要になる可能性があり、躊躇することで犠牲者が発生することは避けなければなりません。各レベルに対

応する立入規制区域を予め明確にしておくことで、迷わずに迅速な防災対応が可能になり、これが重要なのです。箱根山火山防災協議会が掲げる「10 年先も人的被害 0」の実現にもこの対応が大切です。噴火警報が発表された数時間後の朝には、レベル 2 の対応として、大涌谷への立入が 24 時間完全に規制され、混乱もなく適切な対応がとられています。噴火警報発表前の時点では、大涌谷園地内は午前 9 時から午後 5 時までの時間帯に限り規制が解除されていたので、もしこの時間帯に噴火警報の発表に伴うレベル 2 への引き上げが行われていたら、大涌谷園地内にいる観光客や事業者の規制区域外への退避が必要となりますので、午前 9 時前に規制がかけられ、この退避行動が不要であったことは幸いでした。

そして 19 日当日の夕方 16 時には「箱根山火山防災協議会幹事会」の臨時会が開催され、最新の箱根山の火山活動状況が共有され、今後の防災対応等についても検討、共有されました。温泉地学研究所からは詳細な観測の状況と活動評価を解説しました。

■ レベル引き上げから引下まで

今回の火山活動は、結果的には、レベル 2 への引き上げのあった 19 日前後に突出した地震活動が見られましたが、逆にその数日間を除いては、地震活動に着目すると一見大した活動に見えなかったかも知れません。そのためレベル引き上げ直後から、早々とレベル引き下げを意識し始めた方も多かったかも知れません。目に見える（と言っても立入規制区域なので監視カメラによるものです）活発な噴気は 2015 年の活動以降も継続していて、むしろ活発な噴

気が“定常状態”でしたし、体に揺れを感じるような強い地震もほとんど発生しませんでした。

しかし過去の活発な群発地震活動の度に見られていた山体膨張を示す地殻変動は、確実に継続していました。また、当所や他の研究機関による火山ガスの成分や組成比の観測でも、火山活動の活発化が継続していることが明確に示されており、芦ノ湖北西部付近の地震活動が低下した後も、当所や気象庁では箱根山の活発な火山活動が継続しているとの認識で共通していました。

これらの活動も時間の経過とともに、ゆっくりではありましたが減衰の傾向を示し、地震活動、地殻変動、火山ガスとも活動の度合いが低下して、結局噴火に至る事なく噴火警戒レベル引き下げの基準以下となり、10 月 7 日に気象庁が「噴火予報」を発表して、噴火警戒レベルが 2 から 1 に引き下げられています。

なお、2015 年の大涌谷のごく小規模噴火の前に、噴火口の近傍の狭い領域が明瞭に隆起したことを捉えた干渉 SAR の解析では、今回の全期間を通じて局所的な地面の隆起を示す変化は認められませんでした。

■ 今回の活動と評価及び課題

今回の活動と噴火警戒レベルの運用については課題もありました。活動の最中にも指摘されていたことですが、大涌谷の噴火の可能性と、芦ノ湖北西部の地震の多発を、どのように結び付けて評価するか。2015 年のごく小規模噴火が大涌谷で発生した際に箱根山で発生した地震は、今回の活動と比較して回数では 10 倍ほどもありましたが、地震活動は大涌谷周辺のみならず、芦ノ湖の北部を含む箱根山のカルデラ内に広く分布しました。今回最も地震が多発

した芦ノ湖北西部でも、2015 年の大涌谷のごく小規模噴火の発生する前に、一時的な多発が見られています。大涌谷の噴火の可能性と、大涌谷以外の領域の地震活動との、因果関係は今後もデータの蓄積とともに精査の必要があると考えています。

また箱根山の火山活動と箱根山の地下深くで発生する深部低周波地震の活動には、大変高い相関が認められています。その地震は通常発生している浅部の地震（深さ 7~10km 以浅）や、山体膨張の膨張源と考えられる深さよりも、ずっと深い場所で発生します。これが箱根山の活動に先駆けて活発化することが多いのですが、時間的に丁寧にみると、必ずしも先駆けて活発化しているとは限らず、今回の活動でも深部低周波地震の活発化が後続する形となりました。また、今回の火山活動の活発化における浅い領域での地震活動は、過去の顕著な火山活動時に比して比較的低調だったのですが、一方で今回の深部低周波地震の活動は観測データがある期間の中では、2015 年を凌ぐ最大の活動となりました。また、発生回数が多かっただけでなく、多発の最中に非常に周期が長い地震波形が広い範囲で記録されるような、規模の大きな地震の発生も認められ、我々を悩ませました。深部低周波地震は他の火山体でも観測されており、また当所の解析も最近特に精力的に進められているので、今回得られた貴重なデータも箱根山の火山活動を評価する上で、重要な観測データとなる事が期待されています。

■ おわりに

今回の火山活動では、噴火や地震等の現象による直接の被害はほとんど見られませんでした。噴火警戒レベル引き上げに伴う規制により、

特に大涌谷園地に関わる事業者は影響を受けました。神奈川県が一早く風評被害を避けるべく、規制範囲つまり影響の及ぶ範囲がごく限られている事を周知する等したことは、箱根全体での影響を2015年に比して押さえる事に繋がり効果的でした。一方で箱根山は火山の多い日本の中でも、火口の間近まで車やロープウェイでアクセスでき、噴火口や噴気地帯を目の前で見られる貴重な火山です。その観光資源としての素晴らしさは説明の必要ありませんが、当然注意も必要です。基本的な考え方は、“危険な場所”には近づかない、これに尽きます。今回の火山活動では、5月19日から10月7日までの5か月弱にわたってレベル2が発表され続けました。これに伴う規制として大涌谷園地を含む想定火口域が立入禁止となりました。つまりこの期間、大涌谷園地が一時的に“危険な場所”であった訳です。大

涌谷周辺が重要な観光資源である事から、この5か月弱の立入規制については、関連する観光事業社にとっては、大変厳しいものになったことは想像に難くありません。しかし人命第一の考えと関係者の理解によって、はじめて適切な防災対応が可能となることは日頃意識しておく必要があります。

これまでの様々な観測や研究により、箱根山について沢山の事が分かってきました。しかし分からない事も沢山残っています。今後は、箱根山の火山活動に関する研究が更に進み、活動評価手法が高度化することで、活火山としての箱根山を正しく理解し、必要十分な防災対応が更にスムーズに行われるようになる事を願っています。

なお、今回の活動の末期に相当する9月から10月にかけて、関東地方では台風15号(※)と19号

(※)が上陸し、特に台風19号では、箱根町では降り始めからの降水量が1,000ミリを超える降水を記録し、各地で甚大な被害を受けました。噴火警戒レベルが引き下げられた10月7日の直後に襲ったこの台風の影響により、大涌谷周辺施設の復旧と整備に大幅な時間がかかり、大涌谷園地の規制が一部解除されて5月19日以前の状況に戻ったのは、レベル引き下げ後1か月以上あとの11月15日でした。箱根登山鉄道は線路内への土石流の流入、橋梁の流出等の被害のため、一部区間で長期間の運転見合わせとなっています。被災された地域の復旧を心より願っております。

※令和元年台風15号は気象庁により「令和元年房総半島台風」、同じく令和元年台風19号は「令和元年東日本台風」と、それぞれ名称を定められました。