

マグマ貫入速度による桜島火山における噴火事象分岐論理
Forecasting Volcanic Eruption of Sakurajima Volcano Based on Magma Intrusion Rate

○井口正人・為栗 健・平林順一・中道治久

○Masato IGUCHI, Takeshi TAMAGURI, Jun-Ichi HIRABAYASHI,
Haruhisa NAKAMICHI

In order to find an empirical event branch logic from abnormal phenomena to following volcanic activity for forecasting scale and type of eruption, magma intrusion rate prior to eruptions of Sakurajima volcano is examined using ground deformation mostly from observation data and partially from legend, for eruptions after 20th century; 1914 eruption starting with plinian type and followed by effusion of lava, 1946 eruptions with lava effusion, eruptions at the summit crater of Minamidake during the period from 1955 to 2005, and vulcanian eruptions at Showa crater east of the summit from 2006 to 2017.

1. はじめに

噴火事象系統樹は、今後起こりうる噴火を俯瞰できる資料として用いられる。分岐先の事象は、発生の可能性のある噴火の規模と様式の候補であるが、噴火発生予測においては、その中から可能な限り高い確率で候補を絞り込むことが求められる。

マグマの貫入速度が、噴火の規模や様式を決定している可能性がある。例えば、メラピ火山では、effusiveな噴火とexplosiveな噴火ではマグマの貫入速度が1桁異なることが示されている(Aisyah et al., 2018)。

ここでは、20世紀以降、桜島において発生した代表的な噴火活動である大正噴火(1914年)、昭和噴火(1939年~1946年)、南岳山頂噴火(1955年~)、昭和火口噴火(2006年~2017年)について、主に地球物理学的観測に基づいて、マグマの貫入速度を評価する。大正噴火など、近代的な観測網が不十分であっても、残されている証言や観測結果などから、桜島の最近の観測結果や他の火山の結果を参照しつつ、可能な限りマグマ貫入速度の推定を試みる。その上で、地盤変動の観測等に基づいて推定されるマグマの貫入速度の視点から噴火様式・規模との対応関係を明らかにし、事象分岐の経験則を構築する。

2. 1914年大正噴火

大正噴火に先行して1月11日の3時ごろから有感を含む火山性地震の群発が始まった。12日の未

明には小康状態を得たが、そのころ、桜島の南西部の海岸は干上がり、今まで海面上に達したことがない瀬が出現しており、海面からの高さは60cmであったことが知られている。海上保安庁の潮汐推定曲線に基づけば、13日の2時ごろ(大潮の干潮)が最も潮位が低く、12日の2時の潮位はそれよりも約20cm高い。仮にそれ以前は大潮の干潮時にボコ瀬が海面ぎりぎりであったとすれば、12日の午前2時には80cm隆起していたことになる。南岳の直下深さ5kmの球状圧力源の膨張により、3.7kmの距離にある湯之の海岸が80cm隆起したとすれば、体積増加量は $1.7 \times 10^8 \text{m}^3$ と見積もることができる。この急激な隆起が地震活動開始の11日午前3時から始まったとすると、体積増加率は $2 \times 10^8 \text{m}^3/\text{日}$ となり、極めて速度の大きいマグマ貫入速度となる。

3. 1946年噴火溶岩流出

火山性微動が3月9日の22時頃から連続的に発生するようになったので、このころから溶岩が流出したと考えられている。また、溶岩の流出速度は $106 \text{m}^3/\text{日}$ のオーダーが推定されている(鹿児島測候所, 1951)。1月から始まる前駆活動期における火山性地震の発生頻度は高かったが、溶岩流出開始とともに減少した。一方、火山性微動は溶岩流出時から連続的に発生するようになり、溶岩の流出期を通してその振幅に大きな変化がなかった。このことから、この期間のマグマの貫入速度も溶岩の流出速度と同じく、 $10^6 \text{m}^3/\text{日}$ 程度であったと

推測される。

4. 1955年以降の南岳噴火活動期

1985年にはハルタ山観測坑道が完成したので、その後、マグマの貫入速度を傾斜及びひずみ変化から見積もることができるようになった。南岳の噴火活動期の噴火様式はブルカノ式噴火、ストロンボリ式噴火の頻発、火山灰の連続放出に大別される。ブルカノ式噴火に前駆するマグマの貫入速度が最も大きく、 $1.4 \times 10^5 \sim 7.8 \times 10^5 \text{m}^3/\text{日}$ であり、ストロンボリ式噴火前のマグマの貫入速度は $2.6 \times 10^4 \sim 2.2 \times 10^5 \text{m}^3/\text{日}$ とおよそ 1/5 である。火山灰連続放出では、 $7.7 \times 10^4 \text{m}^3/\text{日} \sim 2.8 \times 10^5 \text{m}^3/\text{日}$ と見積もられ、ブルカノ式噴火とストロンボリ式噴火の中間の値となった。

5. 2009年～2017年昭和火口噴火活動期

昭和火口の噴火活動は2006年6月に58年ぶりに再開した。2006年と2007年の噴火活動はマグマ水蒸気噴火であり、前駆する地盤変動は検出できていない。この場合でも、火口周辺の温度上昇や噴気量の増大、温泉ガスの濃度変化は捉えられている。2009年の秋以降、噴火活動が激化し、ブルカノ式噴火が頻発した。このような活動は2015年6月まで続いた。昭和火口におけるブルカノ式噴火は南岳活動期のものと比較して小規模であり、噴火に前駆するマグマの貫入速度も $10^4 \text{m}^3/\text{日}$ のオ

ーダーにとどまっている。

2015年8月15日には、1日に1000回の火山性地震が群発し、桜島の地盤は北西-南東方向に伸長した。これは、南岳・昭和火口域の深さ1kmまでダイク状のマグマが貫入したためと考えられている (Hotta et al., 2016)。貫入したマグマの量は $2.7 \times 10^6 \text{m}^3$ であるが、貫入は数時間で終了しており、1日で見ても、 $10^6 \text{m}^3/\text{日}$ のオーダーと考えてよい。

昭和火口噴火活動期の特徴的な噴火活動として2017年8月の溶岩噴泉活動があげられる。これに前駆するマグマの貫入速度は、 $10^5 \text{m}^3/\text{日}$ のオーダーである。

6. まとめ

マグマの貫入速度と噴火様式の対応関係を新たな火道を形成する場合と既存の火道系にマグマが貫入する場合に分けて、下図に示した。新規火道を形成する場合、噴火に至らない時はマグマの貫入速度は $10^6 \text{m}^3/\text{日}$ のオーダーであったが、プリニー式噴火に先行しては、 $10^8 \text{m}^3/\text{日}$ のオーダーに達した。既存火道系にマグマが貫入した場合、溶岩流、ブルカノ式噴火、火山灰連続放出、ストロンボリ式噴火の順に、マグマの貫入速度が大きかった。水蒸気噴火の場合、マグマの貫入速度を評価する地盤変動はないが、温度上昇や火山ガス等の増加が捉えられた。

