

火山性微動の発生機構から推定した伊豆大島火山の火道-マグマ溜まり系
及川 純, 井田喜明(東京大学地震研究所)
山岡耕春(名古屋大学地震火山観測研究センター)

Nature of the magma reservoir and conduit system revealed by volcanic tremor
Jun Oikawa, Yoshiaki Ida (ERI, Univ. of Tokyo)
Koshun Yamaoka (RCVS, Nagoya Univ.)

Abstract. During the period of the last activity of Izu-Oshima volcano, Japan, volcanic tremor was frequently observed with a regular interval ranging from 30 minutes to 2 hours. It was discovered that the intermittent volcanic tremor was accompanied by a small but sharp ground deformation. The source of seismically observed vibration was determined to be at a depth shallower than one kilometer beneath the summit pit crater, while the deformation was caused by the pressure variation in the magma reservoir at a depth of 4 to 5 kilometers below the north-western flank of the volcano. The pressure changes are classified into four types: (1) sudden increase and gradual relaxation, (2) sudden decrease and gradual relaxation, (3) sudden increase, sudden decrease and gradual relaxation, (4) sudden decrease, sudden increase and gradual relaxation. It was thus inferred that the tremor source near the crater generated pressure increases or decreases cyclically that were simultaneously transmitted through the vent to the magma reservoir and lead to its expansion or contraction [Oikawa et al., 1991].

In order to explain such features of the volcanic tremor, we propose the following model, in which the flow of volcanic gas is assumed to generate the volcanic tremor. Seismic waves are produced when gas flows either into or out of gas reservoir beneath the volcano. The gas flow out of the reservoir causing the pressure decrease in the tremor source is considered to be the gas leaking from the reservoir to the surrounding cavities, while gas flow into the reservoir corresponding to the pressure increase may be the flux coming from the interface between magma and gas that is thought to be produced by magma bubbling. Unsteady gas flow causes the pressure fluctuations in the gas reservoir. Each fluctuation generates the impulsive seismic wave and repeated occurrences of such impulses lead to actual volcanic tremor with a long lasting seismic vibration.

1. はじめに

伊豆大島では、1986年、1987年の噴火の前後において、活発な火山性微動の活動があった。1986年7月に観測され始めた火山性微動は、当初10分程度続く微動が数時間の間隔をおいて繰り返す間欠的なものであったが、その発生間隔が次第に短くなっていき、最初噴火の約3週間前には連続微動となり、噴火に至った。その後の噴火に対しても、継続時間、発生間隔の違いはあるが、火山性微動は同様の経過をたどって発生した。1987年の噴火後も、火山性微動は主に間欠的なものが1990年4月まで観測され続けた。本講演では、この火山性微動の特徴を紹介し、それから推定される火山性微動の発生機構と、地下に存在する火道-マグマ溜まり系について述べる。

2. 火山性微動の特徴

東京大学地震研究所伊豆大島火山観測所では、主に固有周期1秒の速度型地震計を用いた地震観測網を設置している。観測された火山性微動は、振幅分布などから、山頂火口直下の深さ1km以内というごく浅い領域で発生していることが示される。スペクトルは特徴的な卓越周波数を持たない広い周波数成分を持つのが特徴であり、両対数軸で表すと、8-10Hz付近を境にして低周波数側と高周波数側に分けられ、それぞれが直線で近似できる。これらの傾きが、微動発生源からの距離に依存していることを利用して、微動発生源から放出される波動のスペクトルが、低周波数側で周波数の2乗、高周波数側で周波数の-2乗に比例していることが示される(Oikawa, et al., 1994)。これに対応するパルス状

の波が連続的に励起されて連続微動となって観測されることが考えられる。

一方、伊豆大島で観測された火山性微動のもっとも注目すべき特徴は、地殻変動を伴うことであった。これは、気象庁大島測候所にある体積歪計で顕著に見いだされたものであるが、火山性微動の発生と同時にステップ状の変動があることが観測された。変動の仕方は大きく分けると2通りあり、ある時期には微動発生と同時に急激に縮み徐々に戻ることを繰り返し、ある時期には急激に伸び徐々に戻ることを繰り返した。傾斜変動からそれぞれの時期の地殻変動源の位置を決めると、ともに伊豆大島の北西山腹直下の深さ約 5km となり、体積歪みが縮むときは収縮、伸びるときは膨張を表す。伊豆大島では、この地殻変動源と同じ位置にマグマ溜まりが存在すると指摘されており、火山性微動に伴う地殻変動を起こす圧力変動源は、マグマ溜まりであると考えられる。(Oikawa, et al., 1991)

3. 火山性微動の発生機構と火道-マグマ溜まり系

さて、ここで、火山性微動の発生源と、これに伴う地殻変動源との関係を考える。上記のように、微動の発生源と微動に伴う地殻変動の変動源の位置は明らかに違う。しかしながら、火山性微動とそれに伴う地殻変動は、ほぼ同時に起きていることから、全く別個に起こっているとは考えにくい。そこで、これらを説明するために、次のような一つのモデルを提案する。これは、微動発生源では、火山性微動は増圧または減圧を伴って発生し、その圧力が、マグマで満たされた火道を通してマグマ溜まりへ伝わり、微動発生源と比べてはるかに大きな半径をしていると思われるマグマ溜まりが、地殻変動源となって見える、というものである。圧力変動に伴う微動発生過程として、増圧過程としてはマグマや地下水の発泡などが考えられ、減圧過程としてはガス溜まりからのガス流出等が考えられる。火山の活動期には、揮発生成分に富んだマグマが火口直下まで上昇してきていると考えられ、また、マグマは低圧力下ほど発泡しやすいため、地下浅部で発泡などの脱ガス過程を起こす可能性は十分に考えられる。地下の比較的浅部に存在するであろう地下水も、火口直下においては、マグマの熱によって、発泡等によりガスを放出していることが考えられる。これらのように、活動期にある火山の山頂火口直下は、相変化を含めて、揮発性物質の流れが激しい場所であると考えられ、したがって、この過程のなかで圧力変動を伴って地震動を発生していることは、十分にあり得ることである。

参考文献

- Oikawa, J., Y. Ida, K. Yamaoka, H. Watanabe, E. Fukuyama and K. Sato, Ground deformation associated with volcanic tremor at Izu-Oshima volcano, GRL, 18, 443–446, 1991
- J. Oikawa, K. Yamaoka and Y. Ida, Source spectrum and source time function of volcanic tremor determined with a dense seismic network near the summit crater of Izu-Oshima volcano, Japan, JGR, 99, 9523–9532, 1994