

十勝沖地震によって誘発された樽前山の群発地震活動と高温ガス噴出 - 地震を励起した火山性流体を捉えたか？

Seismic swarm and emission of high temperature gas at Tarumae volcano induced by the 2003 Tokachi-oki earthquake

青山 裕 [1]

Hiroshi Aoyama[1]

[1] 北大・理・地震火山センター

[1] ISV, Hokkaido Univ.

火山性低周波地震の発生にはマグマや地下水、火山性ガスなどの火山性流体が深く関与していると一般に考えられている。これまでに提唱されてきた低周波地震の励起源モデルでは、山体内に火山性流体が十分量動ける状態で存在していることが暗黙のうちに仮定されている。しかしながら、低周波地震の発生に火山性流体が関与していることを直接的に示すデータはなく、また関与を示唆するような火山性流体に関する情報も非常に少ないといえる。暗黙の仮定は現在のところ保証されたものではないと言って良いだろう。

2003年の十勝沖地震(Mw8.3)の直後、誘発されたかのように樽前山では低周波地震を含む火山性地震の群発活動が見られ、1週間ほど遅れて山頂B火口における噴気活動が活発化した。地震活動は9月26日の午前中から9月29日にかけて続き、震源域は大きく2つに分けられる。1つは主として低周波地震群からなる山頂ドームの直下1km付近で、もう1つは火山構造性地震からなる山体北側の風不死岳近傍である。低周波地震は9月26日の午後に集中して発生し、いずれの地震でも1.5Hz, 3Hz付近にスペクトルのピークが認められる。この群発地震から遅れること約8日の10月4日頃から、山頂ドーム南西壁にあるB火口において噴気活動の活発化と温度上昇が認められた。山麓にある高感度観測カメラの映像では、10月5日の夜に火口周辺が光っていることが明らかになった。10月7日の気象庁による現地観測ではB火口の温度は摂氏約500度で、小規模な固形物放出を伴っていたことが報告されている。

これら2つの現象 - 低周波地震の発生と高温噴気の噴出 - が全く独立に発生した可能性は否定できないが、本研究では簡単な1次元定常流噴気モデルを用いて2つの現象が関係している可能性があるかどうかを検討した。ここではStevenson[1993]による噴気モデルを蒸気表に基づいた物性値が扱えるよう定式化し直し、小さな球が充填されている鉛直パイプ中を過熱蒸気が上昇してくる場合を想定した。蒸気の上昇開始点は低周波地震が発生した深さ1000mとし、初期圧力と初期温度をそれぞれ23.5MPaと摂氏750度、パイプ半径を10mとした。その他のパラメータを試行錯誤的に変更して、地表へ到達するのに約8日を要し地表面で圧力が大気圧になる解を探したところ、地表到達に約8.3日を要し、地表での過熱蒸気温度が摂氏570度となる解が存在することが分かった。過熱蒸気が大きく減圧しているにもかかわらず温度低下がさほど大きくないことは、絞り膨張(ジュール・トムソンの実験)で容易に理解することができる。蒸気フラックスは260 ton/day程度で、樽前山のA火口などで推定されているフラックスとほぼ同じである。またCarman-Cozenyの関係式から求めた透水係数は $9 \times 10^{-11} \text{ m}^{-2}$ 程度で、有珠山周辺で調べられた第三系の透水係数より1.5桁ほど大きい。樽前山では山体西側の社台台地では第三系が地表で認められることから、非常に浅いところまで第三系が盛り上がっていると考えられる。噴気は周辺よりも透水係数の高い通りやすい部分を上昇してくると考えるのが自然であるから、有珠山周辺の第三系の透水係数より1.5桁ほど大きい値でも妥当な範囲と思われる。

本研究での検討により、高温高圧の過熱蒸気が地下1000mで低周波地震の発生に関与し、その後上昇して8日後に高温の噴気活動を生じさせる可能性のあることが分かった。この結果は低周波地震と火山性流体の関係を示唆する間接的な証拠と言えるものではないだろうか。またこの検討が示唆するもう一つの重要な結果は、500度を超えるような高温の噴気が火口から噴出しているからといって、必ずしも浅部に高温のマグマが上昇してきている必要はないということである。この結果は、断熱膨張を仮定したパイプ流れを用いて大島・為栗[2000]が導いた結論を支持するものである。