

山頂噴火と山腹割れ目噴火の選択を決める条件

Condition for the choice between summit and flank fissure eruptions

井田 喜明[1]

Yoshiaki Ida[1]

[1] 東大・震研

[1] Earthq. Res. Inst., Univ. of Tokyo

既存の山頂火口で起こる噴火と、新しい割れ目を作って山腹で起こる噴火が、共通のマグマだまりに起源をもつとすれば、2種類の噴火の中で、圧力が低くても発生しうる噴火の方が実現されると期待される。この原理によれば、山頂の高度が低いほど、地殻応力が圧縮的であるほど、また火道を満たすマグマの密度が低いほど、山頂噴火が割れ目噴火より起こり易くなる。一連の活動で山頂噴火と割れ目噴火が相次いで発生する事例があるが、それは先行する噴火によって残留するマグマの発泡状態が影響を受け、密度が顕著に変化するためと解釈される。

噴火は既存の山頂火口で起こることがあり、新しい割れ目を使って山腹で起こることがある。同一の火山でも、ある時は山頂噴火が、ある時は割れ目噴火が、時にはその両方が相次いで発生する。山頂火口は地下で管状の通路とつながっており、その通路からマグマが噴出するのが山頂噴火である。一方、マグマが板状の通路を新たに形成して噴出すると、割れ目噴火が起こる。ふたつの噴火の発生機構をモデル化して、その選択を支配する物理条件を考察したい。

山頂火道と噴火割れ目が共通のマグマだまりに起源をもつとすれば、マグマだまりの圧力が低くても発生しうる噴火の方が、マグマを放出する様式として選択されると期待される。著者の理論(J. Geophys. Res., 104, 17897-17909, 1999)によれば、噴火割れ目の成長には、マグマの圧力が周囲の岩石より高まることは、張力的な応力下では必要でない。しかし、圧縮的な応力下では、応力を押し除けるだけの圧力の高まりが必要となる。一方、山頂噴火を起こすのに必要な圧力は、マグマを山頂まで押し上げる静水圧にほぼ等しいと考えられる。このふたつの評価を比較すると、山頂噴火と割れ目噴火の選択を支配する条件が、簡単な不等式で書き表される。この原理によれば、山頂の高度が低いほど、地殻応力が圧縮的であるほど、また火道を満たすマグマの密度が低いほど、山頂噴火が割れ目噴火より起こり易くなる。

山頂の高さがほぼ一定とみなされる状況では、山頂噴火と割れ目噴火の選択は、地殻応力とマグマの密度によって決まる。これらが多少変化しても不等号の向きが変わらない場合には、山頂噴火と割れ目噴火のどちらか一方だけが常に起こる。日本列島などの島弧では、一般に地殻応力が圧縮的であるため、山頂噴火の卓越する条件が満たされ易い。張力的な場にある地溝帯などでは、逆に割れ目噴火が卓越し易い状態にある。

地殻応力やマグマの密度が変動することによって、不等号の向きが容易に乱される場合には、噴火時の条件によって、山頂噴火が起きたり、割れ目噴火が起きたりする。条件は時には急激に変化する。例えば、大地震によって圧縮的な応力場が開放されれば、次は割れ目噴火が起こり易くなる。山頂噴火によって発泡が進んだ低密度のマグマが放出された場合も、割れ目噴火の発生に有利な方向に条件は移行する。

一連の活動で、山頂噴火と割れ目噴火が相次いで発生する事例がある。1940年の三宅島噴火では、山腹からの溶岩噴出に続いて、山頂から火山灰、火砕物、溶岩が出た。1986年伊豆大島噴火では、山頂からの溶岩噴出が一段落した二日後に、割れ目から溶岩と火砕物が激しく噴出した。これらの現象は、先行する噴火によって残留するマグマの発泡状態が影響を受け、密度が顕著に変化したためと解釈できる。割れ目噴火で多量のマグマが放出され、マグマだまりの圧力が下がって発泡が急に進めば、噴火の途中で山頂噴火に有利な条件が達成される。最初の山頂噴火で低密度のマグマが出つくした後も、マグマだまりの圧力がまだ高い状態にあれば、引き続いて割れ目噴火が誘発される。