

火山体の宇宙線ミュオンラジオグラフィー

Cosmic-ray muon radiography of volcanoes

田中 宏幸 [1]

Hiroyuki Tanaka[1]

[1] 東大・地震研

[1] ERI, Univ. Tokyo

地球に絶えまなく降り注ぐ宇宙線ミュオンを用いて、ラジオグラフィ（放射線を用いた非破壊透過測定術）による巨大物体のイメージングが可能である。宇宙線ミュオンを用いたイメージング技術は高エネルギーミュオンがX線など他の粒子では透過不可能な分厚い岩石や重い金属の塊などを透過できる性質を利用している。同じ厚さなら密度の高い物質ほどミュオンは吸収されやすく、密度の低い物質ほど透過しやすい。これらのミュオンは、地球上のあらゆる物質を絶えず透過しているが、全く無害である。垂直方向から飛来する1 GeV以上のミュオン強度はおよそ1平方センチメートルの領域に1分間に1個である。宇宙線ミュオンは天頂角をきめるとほぼ一定のエネルギースペクトルを持つので、未知の密度長（密度×長さ）を持つ物体を透過する際の強度減衰を測ることで、密度長を知ることが出来る。この密度長を物体を通るミュオンの経路について次々と求めることにより、物体内部の密度長分布のマッピングを得て、内部構造を知ることができる。ミュオンは荷電粒子であるため、検出が容易で一つ一つの飛跡をトラックすることが可能である。ところが、実際の火山では、電力供給などのインフラが整っていない場合が多い。そこで注目したのが初期の高エネルギー物理学の分野で極めて重要な役割を果たした原子核写真乾板である。この技術により、電力を全く必要としないポータブル宇宙線ミュオンイメージングが現実のものとなり、高空間分解能ラジオグラフィーを行うことに成功した。この原子核写真乾板を用いて、最も活発な活火山のひとつである浅間山と有珠の溶岩ドームの内部を水平方向から飛来する宇宙線ミュオンを用いてイメージングした。一般に溶けた岩石であるマグマは周囲の火山灰が降り積もった領域に対して密度が高いとされている。一方で、マグマの通り道が何らかの原因（例えば噴火後マグマがマグマ溜りへと吸い込まれていくドレインバックメカニズムなど）で空洞となっている場合、周囲よりも密度が低い。浅間山山頂付近では2004年噴火によって旧火口底の上に固結したマグマを示唆する高密度物質が存在している。逆に旧火口底の下にマグマの通り道が空洞になっていることを示唆する低密度領域の存在が確認できた。一方、昭和新山溶岩ドームではマグマの通り道が空洞ではなく固結したマグマで満たされていることが確認された。これはマグマの粘性の違いによるものと考えられる。