

深海底における火山噴火と脱ガス過程: 日本海溝東海域で発見されたアルカリ玄武岩類における例

Eruption and degassing process in the abyssal alkalic basalts recovered from east of the Japan Trench

竹原 直希 [1]; 平野 直人 [2]; 高橋 栄一 [1]

Naoki Takehara[1]; Naoto Hirano[2]; Eiichi Takahashi[1]

[1] 東工大・理・地球惑星; [2] 東工大

[1] Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. of Tech.; [2] Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo Inst. Tech.

<http://eps.geo.titech.ac.jp/lab/takahashi/takahashilab.html>

1997年に無人潜水船「かいこう」によって調査された日本海溝東側斜面において、およそ6Maという新しい玄武岩溶岩が発見された(Hirano et al., 2001)。この溶岩はプレート運動を復元すると、日本海溝東側に広がる太平洋プレート上に噴出したことになり、地球上3つの活動場(海嶺・島弧・ホットスポット)のいずれにも当てはまらない。平野は、沈み込みに伴う太平洋プレートの屈曲によりプレートに断裂が生じて、アセノスフィア由来の少量のマグマが噴出したと提唱した。その後2004年6月の「かいれい」による調査(KR04-08、JAMSTEC)で、日本海溝から東側に600km離れた、北緯37度、東経149度の深海底から、新鮮な火山ガラスを多く含むアルカリ玄武岩溶岩が発見され、湯川海丘と命名された。湯川海丘溶岩の特徴は、水深5000メートルを超える高水圧下で噴出したものでありながら、きわめて気泡に富んでいるということである。

図-1に日本海溝東斜面および湯川海丘から採取された玄武岩類の気泡体積率を溶岩のSiO₂の関数として示す。湯川海丘から採取された溶岩の気泡体積は50%から70%に達し、噴出時に気泡が最密充填に近い体積を占めていたことがわかる。一方、日本海溝東斜面で採取された玄武岩には湯川海丘と同じ高い気泡体積を持つ岩石と気泡をほとんど含まない岩石の2種類がある。気泡体積と溶岩の全岩SiO₂組成には明瞭な関係が見られず、噴出時のガス成分の量と溶岩の結晶分化の程度には相関が認められない。図-1には岩石試料の灼熱減量(LOI)から見積もったH₂O+もSiO₂の関数として示した。H₂O+量は気泡体積とも溶岩の化学組成(SiO₂)とも明瞭な相関を持たず、多くが1.5~2.0wt%の値を持つ。

MORBやハワイのホットスポットのソレアイトに代表される玄武岩溶岩は、海面下数百メートルより深部での噴火においては、発泡現象をほとんど起こさない。これは噴出時のマグマに含まれる揮発成分(特にCO₂)の総量が低いことがその原因である。通常マグマに含まれる主な揮発成分はH₂Oであるが、マグマ中のH₂Oの飽和溶解度が数百気圧では十分に大きいために深海底では発泡しない。湯川海丘の溶岩は、高い水圧(>500気圧)のかかる噴出環境で噴出したにもかかわらず気泡に富むことから、揮発成分(特にCO₂)のきわめて多い玄武岩マグマと考えられる。湯川海丘と同様に、深海底噴出でありながら気泡の多い玄武岩質溶岩として、水深4000m付近に噴出したハワイノースアーチ火山フィールドの溶岩(Claque et al. 1990)が知られている。

Dixon et al.(1997)はノースアーチ火山フィールドの溶岩に対し揮発成分の研究を行い、発泡モデルを作り、始原マグマにおける揮発成分の含有量を推定した。本研究ではDixon et al.(1997)のモデルを用いて湯川海丘の溶岩に噴出時に含まれたH₂OとCO₂の量をそれぞれ推定した。気泡に含まれた炭酸ガスと水の体積比をノースアーチ火山フィールドの溶岩のうち湯川海丘に最も近いSiO₂=46.7%のアルカリ玄武岩の値(CO₂/H₂O = 0.6)と仮定した。Dixon et al.(1997)のモデルに基づいて気泡とメルト間のCO₂とH₂Oの分配係数を仮定し、メルト中に存在したCO₂量とH₂O量をそれぞれ見積もったところ、岩石中に残ったH₂O量はH₂O+の値ほぼ等しかった。このことから、湯川海丘に噴出したアルカリ玄武岩マグマはH₂O=2.3wt%、CO₂=1.3wt%(11岩石試料の平均値)を含んでいたと推定される。マグマが脱ガス過程にあったことを考慮すると、揮発成分存在量はこれ以上であった可能性が高い。

次に日本海溝東斜面で採集された玄武岩溶岩には気泡に富む試料と気泡を全く含まない2種類のタイプが存在する理由を考察する。岩石を採取した地点の地形から、気泡に富む溶岩は海底面から200-300mの高まりをなす海丘群を形成していること、また、気泡を全く含まない溶岩は海溝付近の断層活動により露出した正断層崖から採取されたことがわかる。前者は陸上の単性火山における噴石丘に対応し(例: 大室山)、後者は噴石丘を取り巻く溶岩流(例: 大室山溶岩)に対応すると考えることが可能である。日本海溝地域で採取された後者の溶岩には気泡が全く見られないが(Fig.1参照)、そのことはマグマ中に揮発成分が全く含まれていなかったことを意味するわけではない。上記の計算から明らかのように、深海底に噴出したマグマは噴出口付近でCO₂の大部分を脱ガスするが2wt%近くのH₂Oがマグマ中に残ったと考えられる。マグマ中のH₂Oの存在は深海底アルカリ玄武岩の流動性を高めたと考えられる。

