

論文審査の結果の要旨

氏名 柵山 徹也

本論文は全八章からなり、Clustered Intraplate small-scale Volcanism (CIV)の一つと考えられる北西九州北松浦玄武岩の成因を、地質学的、岩石学的、地球化学的手法を用いて論じたものである。CIV は、地球規模の熱・物質輸送において量的にも重要な役割を果たしている可能性があるが、その駆動力や起源物質および熱・物質輸送の時間・空間的スケールはいまだ明らかにされていない。本研究対象の西九州北松浦地域には、広範囲に未分化な溶岩が噴出し、詳細な溶岩層序から高い時間・空間分解能でマンタルの物理化学的情報(温度や組成)が抽出可能である。第二章では、これらの CIV の研究状況のレビューおよび問題設定がなされている(第一章は要旨にあてられている)。

第三章および第四章には、北松浦玄武岩類の産状、岩石記載、化学組成分析結果が書かれている。本研究では玄武岩分布域全体を網羅するように 4 地域で基盤から最上位までの溶岩層序を確立し、地域ごとの化学組成の違いとその時間変化を明らかにした。全体としてはソレライト玄武岩からアルカリ玄武岩まで幅広い組成を呈し、各地域内では時間と共に同じ MgO、Al₂O₃ 含有量に対して SiO₂ 含有量が高く、より未分化な組成へと変化する傾向があることが分かった。また西部ほど同じ MgO、Al₂O₃ 含有量に対して SiO₂ 含有量が高い組成の溶岩が卓越する。

以上のデータに鉱物学的データをあわせ、第五章では、地殻内での結晶化プロセスが議論される。溶岩は、主要元素石基組成から各々自身は結晶分別で説明できるが互いを結晶分別では導けない主に 3 つのグループに分けられる。ややアルカリ質な玄武岩(low-SiO₂)、サブアルカリ質な玄武岩(high-SiO₂)およびその中間的な medium-SiO₂ グループである。西部ほど SiO₂ の多いグループが卓越し、low-SiO₂ のみの噴出であった最東部以外ではどの地域でも時間と共に high-SiO₂ グループへ変化する。各溶岩グループの結晶分別トレンドを再現する分化圧力および初期含水量を MELTS により見積もったところ、SiO₂ に富むグループほど初生含水量に富むことを明らかにした。

第六章では、地殻内でのプロセスを考慮した上で、さらに深部のマンタルでのプロセスが議論される。分別したと考えられるかんらん石および単斜輝石を加えて見積もった各溶岩グループの初生マグマ主要元素組成は互いに異なる。見積もった初生メルト組成とかんらん岩融解実験結果と比較することで融解圧力を見積もった結果、low-、medium-および high-SiO₂ の順に >3.0~2.3, 2.7~1.8 および 2.0~1.3 GPa となり、含水条件、考えられる不均

質性を考慮しても各地域で時間と共に融解圧力が低くなる。また融解圧力および初生メルト組成を用いて融解温度を見積もったところ、low-、medium-および high-SiO₂の順に 1410～1550°C、1370～1510°C および 1290～1400°C となり、特に low-SiO₂ マグマの生成には高温の条件(>1400°C)が必要である。

以上の解析を総合し、第七章では、これらの玄武岩をもたらした熱・物質輸送過程が具体的に推定される。見積もった融解温度・圧力、および初生メルト組成の時間変化は、能動的に上昇したマントルが減圧融解するに伴って融解系に水が供給される entrainment モデルによって初めて説明が可能である。融解条件や噴出年代の時間・空間的推移から、北松浦玄武岩の火成活動は西部に中心を持つ直径 70km 程度のダイアピルが平均的に年間約 2cm の速さで上昇・融解することにより引き起こされたことが推定された。このような時間・空間スケールのダイアピルの上昇は、3GPa で 1400°C 以上の高温ダイアピルと周囲のマントルとの密度差およびマントルの粘性率を考えても現実的である。また、報告されている北松浦玄武岩の Sr, Nd 同位体比を考慮すると、同位体的に比較的 deplete したマントルが enrich していたマントル中へ上昇していった、と解釈される。第八章では、これらの成果が総括されている。

これまで数多くのマントルダイアピルモデルが提唱されてきた。しかし本研究ほど詳細に融解条件の時間・空間的変遷とそれを満たす融解プロセス、マントルの不均質性を総合的に考慮し、能動的なマントルの上昇過程を明らかにした研究はこれまでにない。

なお、本論文の主に第四章～第七章は、小澤一仁、中井俊一、長尾敬介、角野浩史との共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士(理学) の学位を授与できると認める。