

論文審査の結果の要旨

氏名 高橋 亜夕

本論文は、近年発見されたプレート内火成活動であるプスポット火山を対象に、そのメルト生成場について観測と数値シミュレーションの両面から研究したものである。プスポットは海底年代 1 億年以上の古い北西太平洋プレート上でアウターライズ付近から海溝域にかけて分布する、小規模の極めて最近の火山である。プスポットメルトは、リソスフェア・アセノスフェア境界付近に生じてプレート曲げに関係して噴出するとのモデルが提案されているが、メルトの生じる深度など、メルト生成場についての定量的な研究はこれまでない。プスポットは火成活動としては小規模であるが、アセノスフェアの実態を知る上で鍵となりうる重要な対象で、本研究はその成因にせまるものである。

本論文は7章からなる。第1章はイントロダクションであり、既知のプレート内火成活動の概要を紹介し、プスポットが発見された経緯とプスポット火成活動を研究することの意義について述べている。

第2章は、先行研究の紹介である。過去に行われた観測航海と既存のデータの一覧が示され、北西太平洋のプスポットの分布や年代について簡潔にまとめられている。また、後章の数値シミュレーションに用いられる岩石試料の主成分・微量元素組成、同位体分析の結果については、既存データを収集してプロットし、その特徴を説明している。

第3章は観測研究として、申請者が船上およびデータ解析作業を担当した地形および地殻熱流量観測の手法と結果について報告している。まず、詳細な海底地形とソナーの反射強度データからプスポットの認定を行い、各山体の体積と比高を算出した。この結果は、プスポットメルトの生産量のひとつの指標となる。地殻熱流量観測は、海溝域から 1000km に及ぶトランセクト観測と、若いプスポットが分布する Yukawa Knoll 付近の高密度観測が行われた。高密度観測からは、海山周辺の流体循環によると思われる局所的な低熱流量が観測されたが、それはトランセクト観測で得られる地域的な熱流量分布にはほとんど影響していない。トランセクト観測では、プスポット海域ではプレート年代に比して平均的にやや高い熱流量が得られ、その値が後章の数値シミュレーションの境界条件として使用されている。

第4章と第5章では、本論文の中心となる数値シミュレーションについて述べられている。4章では、シミュレーションの準備と計算手法、どのようなパラメタを用いて計算を行うかが説明される。5章では、その計算結果が示され、

観測値と比較してメルト生成場の条件を絞ることに成功している。まず、観測で得られる地形断面図からプレートの弾性的厚さと静水圧復元力を推定した。次に、プレート下のアセノスフェアの流れについて、解析解を求めた。地形の影響を評価するために、アウターライズの斜面を模した緩い上向きフローと、沈み込むプレートを模した下向きフローの2種類のコーナーフローを仮定している。これらのフローモデルに基づき、リソスフェアの厚さ L とリソスフェア下面の温度 T_B を変化させ、マントル温度場のモデルが構築される。無水条件では得られた複数の温度場モデルいずれにおいてもメルトが生じないため、プチスポットが生じるには、さらに流体の関与が必要となる。そこで、付加される水の量（割合） X_{H_2O} と加水マントル上面にある無水の層の厚さ N を変化させ、部分熔融の度合いと生じるメルトの元素比を数値計算により求めることとした。このようにして、フローの種類、 L , T_B , N , X_{H_2O} の組み合わせを変えた 152 のモデルについて、メルトの組成と熔融の度合いを計算し、さらに実際の試料分析結果との残差を比較することによってモデルの適否を定量的に評価し、それぞれのパラメタのとりうる値を検討した。その結果、リソスフェアの厚さ $L=70\text{km}$, 下面温度 $T_B =1418\text{K}$, 無水層の厚さ $N=50\text{km}$, 水の割合 $X_{H_2O} =0.139\text{wt.}\%$ が最適モデルであるとの結論を得、その場合のメルト深度は 78km , 熔融の度合いは 0.19% であることを推定した。

第5章は、総合的な議論にあてられている。既存の主に地震学的研究によるリソスフェア・アセノスフェア境界に関する議論を概観したのち、本論文の結果をもとに水を含む低速度層の上に薄い部分熔融層がのったモデルを提案している。また、岩石試料の同位体分析結果や岩石の産状が、本論文の数値シミュレーションで得られたメルト生成場の条件と整合的であることを論じている。第6章は結論として、3章以下をまとめている。

以上述べたように、本論文は、主に数値シミュレーションの手法を用いて、観測された地形・熱流量・岩石化学組成を満たすように、プチスポットメルトの生成場の条件を決めることに成功した、類似研究のないオリジナリティの高い研究である。また、得られた結果は、今後のリソスフェア・アセノスフェア境界の実態の研究に多いに貢献するものと評価できる。本論文は、岩森光氏との共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析および検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。また、観測研究は、多くの乗船研究者との協力のもとで実施されているが、本論文では論文提出者が分担した項目を結果として記載している。

以上の理由により、博士（理学）の学位を授与できると認める。