

## 論文審査の結果の要旨

氏名 上 木 賢 太

本論文は2部構成である。第1部は、東北地方の仙岩地域と呼ばれる、第四紀火山フロント上の火山密集地に分布する火山噴出物の解析から、これらのマグマを生成したマントル及び下部地殻の温度・圧力条件、含水量の3次元分布を明らかにしたものである。第2部はマントル物質、特に spinel lehrzolute の融解に関わる相平衡、質量やエネルギーの収支を求めるための熱力学的モデルの再構築を行ったものである。

第1部では、まず、仙岩地域各火山の噴出物を多数採取し、全岩化学組成、鉱物化学組成を求めた後、各火山におけるマグマの分化トレンドを確立する。この操作において、それぞれの火山における火山岩の全岩化学組成が示すトレンドはマントルの融解で生産された初生マグマの結晶分化トレンドに対応するとみなせると結論する。その上で、結晶分化トレンドを延長し、マントルかんらん石と共存できる組成を示すまで復元作業をおこない、各火山に関しての初生マグマ組成を求める。この手法そのものは目新しいものではないが、斑晶鉱物が結晶分化の際の残存鉱物ではなく、低圧下で結晶化したものであり、全岩化学組成そのものが結晶分化の各過程における液組成を代表するという考え方は新しい。このことを結論づけるために、さまざまな観点から岩石学的検討を行っており、初生マグマの推定が大きく異なることはないと考えられる。このようにして求めた初生マグマと、既存の熱力学モデルである pMELTS を使用したマントル物質の融解シミュレーションから求まるマグマとの化学組成差が最小となるような温度・圧力条件、融解度、含水量を求めた。このようにして、仙岩地域の中心部で火山噴出物量の最も多い地域ではマントル中の含水量が最も多く 0.7%に達し、周辺部では 0.3-0.1%にまで減少することを見いだした。また、仙岩地域の下でマントルが融解し、マグマが生産されている部分の圧力は 1-2GPa で、融解温度は 1268-1388℃であることが求められた。更に仙岩地域中心部の下部地殻ではマントルからの多量のマグマ供給により部分融解していることも結論された。また、このようにして得られたマントル内の含水量分布と地震波低速度域の対応関係があることから、マントルウッジへのスラブからの水の供給量の高い部分が部分融解をともなう低速度層に相当すると結論づけた。

第2部ではマントル融解プロセスの熱力学的モデルの構築を行った。このよ

うな熱力学的モデルは過去にも提唱され、多くの支持を受けているモデルがあるが、シリケートメルトの比熱や圧縮率の取り扱いに問題があり、マントル物質の融解現象を記述する際に、融解度と温度の関係などの点で高圧実験結果を再現することが困難であった。本論文では、マントルシステムを  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-FeO-Fe}_2\text{O}_3\text{-MgO-CaO}$  の組成空間における spinel lehrzolite に限定し、シリケートメルトの自由エネルギーの新しい定式化と、パラメータのキャリブレーションを行った。本論文での新機軸の一つはこれまでのモデルではメルトの非理想性パラメータの中に繰り込まれ、明示的に表現されることのなかった比熱、圧縮率に関して高圧実験結果を活用してキャリブレーションを行った点である。この結果、マントルの融解プロセスにおけるメルトの化学組成、温度、相関係、融解度等を既存のいかなる熱力学モデルよりも厳密に、高圧実験結果を再現することが可能になった。

第1部で用いた既存の熱力学的モデルがマントル融解度を求めるためには不十分であることを認識して、第2部で熱力学モデルの構築を目指したものであるが、高圧実験が不十分な  $\text{H}_2\text{O}$  などの一部成分に関してはパラメータの決定を行っておらず、島弧マグマのシステムに直接適用するには至っていない。このため、2部構成となったものである。このように、1部と2部とはある意味整合性が欠けるが、今後、高圧実験の結果が利用できるようになれば、第2部で開発したモデルを含水システムにも適用できるように高度化することは容易であり、第1部で展開した議論の精緻化ができるはずである。そのための重要な基盤を作り上げたという点で、十分評価に値する。

以上のように、論文提出者はスラブからの水の供給量の違いによるマントルウエッジ内の含水量の3次元的分布が、マグマ生成量の違いを引き起こしている事を示し、島弧の火山テクトニクスおよび火山岩岩石学の発展に寄与する重要な成果をあげるとともに、今後この種の議論を更に精緻化するためのマントル物質の融解に関する熱力学的基本モデルを作り上げた。

なお、本論文第1部は、岩森 光との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検討を行ったもので、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。