

受入年度 平成 28 年

課題名 コマチアイトの含水融解実験による冥王代大陸地殻組成の解明

共同研究員氏名 小木曾哲・近藤望

所属・職名 京都大学人間・環境学研究科教授・博士後期課程大学院生

受入教員 芳野 極

地球はその集積過程でマグマオーシャンを経験し、金属核とマントル、マントルと地殻の分化を経て現在の層構造を獲得した。さらに地球は、太陽系の惑星で唯一海洋地殻に加えて大陸地殻を有しており、大陸地殻形成が初期地球でどのように起こっていたのかを知ることは、地球の化学分化過程の理解を進めるために重要な課題である。冥王代の地球は現在よりも高温であったと考えられ、沈み込み帯の地温勾配も大きくなるため、沈み込んだ海洋地殻が含水条件で部分融解して大陸地殻を形成していた可能性が高い。また、冥王代の高温なマントルから生成する海洋地殻はコマチアイト質であった可能性が提唱されている。したがって、冥王代大陸地殻はコマチアイト質海洋地殻の含水融解によって形成した可能性がある。

これまでの大陸地殻形成に関する研究では、岩石試料の残っている太古代大陸地殻組成を説明することに主眼が置かれ、玄武岩質海洋地殻の含水融解実験が多く行われてきた。そして太古代大陸地殻については玄武岩質海洋地殻の含水融解で十分に妥当性があるとされたため、コマチアイトの含水融解実験はほとんど行われてこなかった。さらに、冥王代については岩石の証拠が残っていないため、大陸地殻の組成や形成過程についての理解が進んでおらず、コマチアイト質海洋地殻が大陸地殻形成に寄与したか否かも確かめられていない。したがって、冥王代のマントル-海洋地殻分化とそれに続く大陸地殻形成をより整合的に理解するためには、コマチアイト質海洋地殻が冥王代大陸地殻形成に関わった可能性を検証する必要がある。

本研究ではこれまでに、高温なマントルにおける対流モデル(Korenaga 2009, Foley et al. 2014)を参考に、冥王代における海洋地殻生成は、プレートテクトニクス開始以前は厚い(～200 km) リソスフェアの底部における微小部分融解度での融解によって、プレートテクトニクス開始以降は海嶺下での断熱上昇による大部分融解度での融解によって生成されると推定し、それぞれの状況で生成されるメルトの主成分元素組成を、高温高圧実験(Kondo et al. Accepted by Progress in Earth and Planetary Science)と、MELTS による計算によって決定した。どちらの状況でも、生成されるメルトはコマチアイト組成であるが、Fe/Mg 比や副成分元素の含有量に大きな差があることがわかった。これら 2 種類のメルト組成の違いは、Walter (1998)や Hirtzberg & O'Hara (2002)によって推定された、部分融解度に対するメルト組成の変化と整合的である。これらコマチアイト組成の出発物質ふたつを、酸化物・炭酸塩試薬

の混合によって合成した。現在、1–3 GPa における融解相平衡関係とメルト組成を決定するために、ピストンシリンダー型高圧発生装置を用いた実験を進めている。特に、酸素フガシティーが目的の値になっているかどうかを注意深く分析・検討し、より適切に酸素フガシティーをコントロールできるセル・カプセルの組み合わせを決定している。そのカプセル内で化学平衡を達成させることで、より信頼性の高い実験を行っている。これまでの実験では、プレートテクトニクス以前を想定した場合、コマチアイト質海洋地殻の含水融解では  $\text{SiO}_2$  に乏しく  $\text{TiO}_2$  と  $\text{FeO}$  に富む重いメルトが生成されることがわかった。 $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}$  については出発物質のコマチアイト質海洋地殻組成が  $\text{TiO}_2$  と  $\text{FeO}$  に富んでいるため、部分融解によってさらにメルトに濃集したものと考えられる。さらに、メルト組成中の  $\text{SiO}_2$  と  $\text{TiO}_2$  濃度はよい負の相関を示すため、 $\text{Ti}$  がメルト構造中で  $\text{Si}$  の代わりに架橋元素としての役割を果たすことで、メルト中の  $\text{SiO}_2$  濃度を低くしていると考えられる。現在、より高圧下での実験のため、マルチアンビル型高圧発生装置用のセル・カプセルの構成も開発中である。