

下部マントル構成鉱物の含水量

Water contents of lower mantle minerals

村上 元彦[1], 廣瀬 敬[2], 丸山 茂徳[3], 塚本 尚義[4]

Motohiko Murakami[1], Kei Hirose[2], Shigenori Maruyama[3], Hisayoshi Yurimoto[4]

[1] 東工大 理 地球惑星, [2] 東工大地惑, [3] 東工大・理・地惑, [4] 東工大・院理工・地惑

[1] Earth and Planetary Sci., Titech, [2] Dept. Earth & Planet. Sci., TIT, [3] Earth and Planetary Sci., Tokyo Institute of Technology, [4] Earth & Planet. Sci., TiTech

地球内部における水は、岩石の融点の降下、粘性の低下、脱水に伴った元素移動など様々な影響を及ぼし、地球のダイナミクスを理解する上で水の存在は非常に重要な意味を持つ。本研究では従来までドライであると考えられていた下部マントルを構成する鉱物の水の溶解度を測定することを試みた。マルチアンビルを用いたKLB-1ペリドタイト+H₂O系の含水実験により各鉱物を合成し、二次イオン質量分析計を用いて含水量を測定した。その結果、下部マントルの約80%の体積を占めると考えられているMg-perovskiteは約0.2 wt%、またCa-perovskiteには約0.4 wt%の水の溶解度を示しMagnesiowustiteには検出可能な水の溶解度をもたないことがわかった。

地球内部における水は、岩石の融点の降下、粘性の低下、脱水に伴った元素移動など様々な影響を及ぼし、地球のダイナミクスを理解する上で水の存在は非常に重要な意味を持つ。従って地球内部の水が何処に存在しているのか、といった問題は近年盛んに研究が行われている。現在までの理解は低温条件の沈み込むスラブに存在すると考えられているDHMS(dense hydrous magnisium silicate)と呼ばれる、含水量約10 wt%を持つ含水鉱物群が地球深部における水のリザーバーのひとつの候補として挙げられている。DHMSは低温スラブの温度条件が達成された場合、少なくともマントル遷移層程度の深さまで安定に存在することが分かっているが、通常の地温勾配においては不安定である。またマントル遷移層の主要鉱物であるringwoodite及びwadsleyiteは約2-3wt%の水の溶解度を持つことが知られており、マントル遷移層は水の大きなリザーバーであると考えられている。一方、下部マントルは全地球の体積の約50%以上をも占めるため構成鉱物が僅かでも水の溶解度を示すことで全体として極めて大きな水の貯蔵能力をもつことが推察される。しかし近年、下部マントルの約80%volを占めると考えられているMg-perovskiteには水の溶解度がないことが示され(Bolfan-casanova et al, 2000)、下部マントルは水のリザーバー足り得ないという認識が強まった。しかし彼らの行った実験はすべてMgO-SiO₂-H₂O系で合成された試料であり、これは現実の下部マントルに即していないという点とさらに、理論からの予測ではMg-perovskite中にAlやFeあるいはその他の微量成分が鉱物中に存在することで水の溶解度は大幅に上昇する可能性があることが示されている(Navrotsky 1999)という点、及び体積比率でそれぞれ10%程度を占めるCa-perovskite, magnesiowustiteについての水の溶解実験が行われていないという点で問題がある。このような観点から本研究では、マルチアンビルを用いた多成分系の含水高温高压実験(KLB-1ペリドタイト+H₂O系: 23.5GPa, 1600~1700)を行い、下部マントル構成3鉱物を合成した。含水量は二次イオン質量分析計を用いて測定した。その結果、Mg-perovskiteは約0.2 wt%、またCa-perovskiteには約0.4 wt%の水の溶解度を示しMagnesiowustiteには検出可能な水の溶解度をもたないことがわかった。この結果は、例えば各鉱物にそれぞれ水を飽和させさらに下部マントルの体積を考慮した場合、海水の約2.5倍もの水の貯蔵能力を持つことを示す。このことは下部マントルがマントル遷移層(海水の約2.3倍)に匹敵する量の水のリザーバーであることを示唆する。現在、下部マントルへの水の供給モデルとして考え得るものは、一つは沈み込むスラブからの水の供給、もう一つは外核中に固溶していると考えられている水素の酸化反応の進行による下部マントルへの水の供給が挙げられる。従って非常に局所的ではあるがスラブの滞留する下部マントル最上部付近あるいは外核の直上における下部マントルについては水の供給による物性、特に粘性の劇的な減少がみられる可能性が考えられるだろう。もちろん下部マントル構成鉱物中の水の溶解による粘性の降下がどの程度であるのかは見積もられてはいないが、例えば現在研究が進んでいるオリビンの水の溶解に対する粘性変化をそのまま適用するならば、本研究で示された各鉱物の水の溶解度を示した場合、粘性は約2桁程度減少することがわかる。このことは下部マントルへの水の供給がたとえ極めて局所的に行われたとしても、下部マントルの運動を左右する大きな変化の端緒となりうるということが言えるだろう。