

含水リングウダイトにおける Mg-Si 無秩序と含水量に関わる結晶構造上の要因

Mg-Si disorder and water content in hydrous ringwoodite

工藤 康弘[1]

Yasuhiro Kudoh[1]

[1] 東北大学・理

[1] Tohoku Univ

スピネル構造では独立な酸素イオンの席は1種類しかないから、Mgと2Hの置換は必然的にSiイオンの周りの局所的電荷バランスを失わせることになる。Mg-Siの無秩序の存在はこのような局所的電荷のアンバランスの緩和に貢献する。地球の上部マントル下部で含水変型スピネルから含水リングウダイトへの相転移が起こるとき、含水リングウダイトの結晶構造中にはMg-Siの部分的無秩序の存在する可能性が高いことが考えられる。

地球のマントル遷移層に大量に存在すると考えられている変型スピネルに最大約3wt%のH₂O成分が入ることがInoue(1994)によつて明らかにされている。変型スピネルの高圧相であり上部マントル下部の重要な構成鉱物と考えられているリングウダイト、Mg₂SiO₄はスピネル構造を有するが、スピネル構造は有意の量のOHを構造中に含み得ないと考えられて来たため、リングウダイトは地球のマントル中の水のリザーバーとはなりにくいと考えられて来た(Rossman and Smyth, 1990)。しかし最近、変型スピネルに匹敵する量のH₂O成分がリングウダイトにも入ることが明らかになり、2.0wt%(Mizobata et al., 1998)や2.6wt%(Ohtani et al., 2000)のH₂O成分が報告されている。2.0wt%のH₂O成分を含む含水リングウダイトの結晶構造の解析の結果では、構造中にMg-Siの部分的無秩序の存在が明らかになっている(Kudoh et al., 2000)。一方、3.1wt%のH₂O成分を含む変型スピネルの結晶構造の解析の結果(Kudoh et al., 1996)や1.1wt%のH₂O成分を含む変型スピネルの結晶構造の解析の結果(Kudoh et al., 1999)では、このようなMg-Siの部分的無秩序の存在は見い出されていない。無水の化学式と比較すると、含水変型スピネルの化学式は無水の化学式からMg 2H (Type A)の置換によって得られることがわかる。これに対して、含水リングウダイトの化学式はMg 2H (Type A)の置換とMg₂Si 8H (Type B)の二種類の置換の組み合わせによって得られることがわかる。2.0wt%のH₂O成分を含む含水リングウダイトの場合では、47%のType Aの置換と53%のType Bの置換の組み合わせからなっている。含水変型スピネルと含水リングウダイトにおけるこのような置換モードの差は、結晶構造に由来する。H₂O成分が入れば、結晶構造中の一部の酸素イオンはOHで置き換えられることになるが、変型スピネルの結晶構造では、独立な酸素イオンの席は4種類あり、そのうちの一つの席はSiイオンに配位していないので、Mg 2H (Type A)の置換でもSiイオンの周りの局所的電荷バランスを維持し得るが、スピネル構造では独立な酸素イオンの席は1種類しかないから、Mg 2H (Type A)の置換は必然的にSiイオンの周りの局所的電荷バランスを失わせることになる。Mg-Siの無秩序の存在はこのような局所的電荷のアンバランスの緩和に貢献する。含水変型スピネルと含水リングウダイトの結晶構造の関係は、共通の構造モジュールの並べ変えで説明できるから(Kudoh et al., 1999)、地球の上部マントル下部で含水変型スピネルから含水リングウダイトへの相転移が起こるとき、含水リングウダイトの結晶構造中には含水量に比例したMg-Siの部分的無秩序の存在する可能性が高いことが考えられる。