

10. メスバウアー効果による Fe_2SiO_4 の高圧相の研究

筒井 康 充

$(\text{Fe}, \text{Mg})_2\text{SiO}_4$ は地球マントル中の主要構成鉱物とされ、さまざまな物性も測定されている。この物質は常圧ではオリビン構造 (α 相) であるが、高圧になると Mg の多い組成では変形スピネル構造 (β 相) からスピネル構造 (γ 相) に、Fe の多い組成では直接、スピネル構造 (γ 相) に相転移を起こす。この γ 相内での $(\text{Fe}, \text{Mg})^{2+}$ と Si^{4+} の陽イオン分布が温度、圧力条件により変化する可能性が示され、この変化によって、引き起こされるであろう弾性的性質の変化や相平衡への影響が地球物理学的にも興味を持たれている。

本研究は、まだ報告のない γ - Fe_2SiO_4 の ^{57}Fe メスバウアー効果を測定し、 Fe^{2+} イオン状態を微視的に明らかにすると共に、陽イオン分布の変化の検証を行うことを目的とした。

高温高圧合成により γ - Fe_2SiO_4 を合成し、 ^{57}Fe メスバウアー効果を 295 K, 80 K, 5 K において測定した。295 K, 80 K におけるスペクトルは一種類の Fe サイトに相当する一組のダブルットを示し、 Fe^{2+} 位置でのローカルな対称性が立方対称からややずれているため、2 価の鉄のハイスピン状態特有の大きな四重極分裂が現われている。5 K においては、磁気分裂を示すが、この磁気相互作用と同程度に大きな四重極相互作用が存在するため、8 本の吸収線が現われる。このスペクトルに対しては ^{57}Fe 核の状態から計算した遷移エネルギー、遷移確率による解析によって、スペクトルを説明できるパラメータを求めることができて、内部磁場 $180 \pm 3 \text{ kOe}$ 、四重極相互作用の大きさ ($1^{eqQ}/21$) $2.82 \pm 0.04 \text{ mm/sec}$ となった。

比較のため α 相に対してもメスバウアー効果を測定し、解析した。

また、サーマル・スキャン法により α 、 γ 相のネール点はそれぞれ 66 K, 12 K と決定された。

高温高圧合成の条件の違いによる γ 相の陽イオン分布の変化は、高温での orthoferrosilite (FeSiO_3) などの他相の析出により明確に決定することはできなかったが、かなり高温まで陽イオン分布の乱れは少なく、少なくとも 8 GPa において 1500 °C までは、ほぼ正スピネルであることがわかった。