

高温高压実験と熱量測定によるMg₁₄Si₅O₂₄ anhydrous phase Bの安定領域の決定

Stability field of Mg₁₄Si₅O₂₄ anhydrous phase B determined by high-pressure high-temperature experiments and calorimetry

寺田 早希^{1*}, 糀谷 浩¹, 赤荻 正樹¹

Saki Terata^{1*}, Hiroshi Kojitani¹, Masaki Akaogi¹

¹学習院大・理

¹Gakushuin Univ.

Mg₁₄Si₅O₂₄ (anhydrous phase B:Anh-B) は、上部マントル付近に存在する可能性が考えられているマグネシウム珪酸塩である。実験室での高温高压合成には成功しているが、天然にはまだ発見されていない。Ganguly and Frost(2006)は、高温高压実験によって5forsterite(Fo)+4 periclas(Per)→Anh-Bの相境界を決定した。また、Anh-Bの安定領域の上限はまだ明らかになっていない。本研究では、高温高压実験と熱量測定を用いてAnh-Bの安定領域を決定し、地球深部で存在の可能性が考えられる領域を検討することを目的とした。

高温高压実験は、Fo : Per=5 : 4のモル比の混合物を出発物質とし、6-8マルチアンビル型高压発生装置を用いて、圧力12-23 GPa、温度1673 K-2073 K、保持時間1.5-3時間、急冷後、試料を回収した。回収試料を粉末X線回折装置、微小領域X線回折装置、SEM-EDSを用いて同定・分析し、相境界を決定した。

熱量測定では、圧力15 GPa、温度1723 Kの条件下で3時間保持し合成したAnh-Bを用いて、落下溶解熱を測定した。実験装置は978 Kに保たれているカルペ型熱量計を用いた。ホウ酸鉛(2 PbO.B₂O₃)を溶媒とし、bubbling法を組み合わせたdrop-solution法によって、測定を行った。

高压実験では、5 Fo+4Per→Anh-Bの相境界が12-13.5 GPa、Anh-B→5wadsleyite (Wads) + 4Perの相境界が18-21 GPaの間に存在することが分かった。Anh-Bの落下溶解熱は868±23 kJ.mol⁻¹であった。Foの落下溶解熱は168.2±0.9 kJ.mol⁻¹、Perの落下溶解熱は33.7±1.0 kJ.mol⁻¹ (糀谷、未発表)であることから、5Fo+4Per→Anh-BにおけるΔHが109±24 kJ.mol⁻¹と求まった。また、Wadsの落下溶解熱は142.2±2.7 kJ.mol⁻¹であることからAnh-B→5Wads+4PerにおけるΔHは21.7±23.5 kJ.mol⁻¹と求まった。

高温高压実験と熱量測定の結果を用いて反応それぞれのΔH, ΔSの最適値を求めた。高温高压実験と熱量測定それぞれから求めたΔH, ΔSの範囲で重なる部分の重心を最適値とした。その結果、5Fo+4Per→Anh-Bについては、ΔH=110.9 kJ/mol、ΔS=-17 J/(mol.K)、Anh-B→5Wads+4PerについてはΔH=37.8 kJ/mol、ΔS=-23.5 J/(mol.K)となった。これらの値と、体積変化ΔVの値を用いてそれぞれ相境界線を決定した。その結果、5 Fo+4Per→Anh-Bの相境界線はP (GPa) = 0.0015 T(K)+9.8663、Anh-B→5Wads+4Perの相境界線はP(GPa) = 0.0056 T(K) +8.9992と決定された。

この結果から、Mg成分に富む組成では深さ約370~550 km付近にMg₁₄Si₅O₂₄ Anh-Bが存在する可能性が考えられる。