

Mg₂Si₂O₆-CaMgSi₂O₆-CaFeSi₂O₆-Fe₂Si₂O₆系高温常圧における高温型斜方輝石の安定領域 Stability of Orthopyroxene in pyroxene quadrilateral at 1 atm and High Temperatures

大井 修吾^{1*}Shugo Ohi^{1*}¹ 京都大学理学研究科¹ Graduate School of Science, Kyoto University

輝石は火成岩に広く出現する造岩鉱物であり、変成岩、地殻深部、隕石においてもきわめて重要な鉱物である。Enstatite (En, Mg₂Si₂O₆) - diopside (Di, CaMgSi₂O₆) 系において、1400 度付近で安定領域を持つ斜方輝石 (Opx) 相が 1970 年代から注目され続けてきた。Ohi et al. (2008) は、低温型斜方輝石 (LT-Opx) から高温型斜方輝石 (HT-Opx) への転移を観察し、1000 度以下で安定領域を持つ Opx は LT-Opx、1400 度付近で安定領域を持つ Opx は HT-Opx であることを示した。

Fe を含まない系においては HT-Opx の安定領域は明らかにされたが、Fe を含んだ場合における安定領域はまだ知られていない。本研究では、En?Di- hedenbergite (Hd, CaFeSi₂O₆)- ferrosilite (Fs, Fe₂Si₂O₆) 系における LT-Opx と HT-Opx の安定領域を明らかにし、LT-Opx と HT-Opx を区別した輝石台形を完成させることを目的としている。今回の発表では、En-Di 近傍の HT-Opx の安定領域が、Fe を含むことによりどのように変化するかを、合成実験により明らかにした。

合成実験は、Ca : Mg : Fe = 0.03-0.15 : 0.92-0.65 : 0.05-0.20 の範囲の組成を持つ 6 種類のゲルを出発物質に用い、1180・1280・1345・1375 度の温度で、3-14 日間行った。雰囲気制御は、H₂-CO₂ 混合ガスで p(O₂) をバッファーし、IW 雰囲気で行った。

回収した試料は、粉末 X 線回折実験 (XRD: RIGAKU, SmartLab) で相同定し、走査型電子顕微鏡+エネルギー分散 X 線分光装置 (SEM-EDX: HITACHI S-3000H + HORIBA EMAX7000) で組成分析を行った。また必要に応じて、SEM に付属の後方散乱電子回折 (EBSD) 検出器 (HKL, CHANNEL5) を用いて相同定を行った。今回の合成実験で晶出する相は、単斜エンスタタイト (Cen: プロトエンスタタイト相の急冷で生成)・Opx・ピジョン輝石 (Pig)・Di が予想できるが、XRD では Cen と Pig を区別することはできなかった。そのため、XRD の同定では、Cen と Pig をまとめて Ca-poor Cpx と表記する。

1180 度の実験で得られた試料は粒径が 5μm 以下のものがほとんどであり、SEM-EDX による組成分析を行うことができなかった。XRD の結果はいずれの合成試料でも、Ca-poor Cpx and/or Di

であり、Opx は認められなかった。1280 度の実験では、5μm 程度の粒径を持つ試料があり、組成分析ができる試料があった。SEM-EDX による組成分析の結果、Ca_{0.06}Mg_{1.84}Fe_{0.10}Si₂O₆ の組成を持つ Opx が同定された。また、XRD の結果、En : Fs = 9 : 1 よりも Fe 含有量の多い試料で、Opx を観察することができた。1345 度、1370 度の実験では、10μm 以上の粒径を持つものが多かった。SEM-EDX 及び EBSD による組成分析・相同定の結果、Cen、Opx、Pig、Di が観察できた。Opx と Pig が共存する時、2 相の間の化学組成に優位に差が見られなかったため、この 2 相の間の不混和領域は、非常に狭いことが予想される。

Fe を含まない En-Di 系においては、LT-Opx は 1005 度以上、HT-Opx は 1370 度以下では晶出しない (Carlson, 1988)。本研究では、1180 度では Opx が観察できなかったが、1280 度以上の温度で観察できたため、今回観察した Opx は全て HT-Opx であることがわかった。また、Fe を含まない場合 1370 度以下では晶出しない HT-Opx が、1280-1375 度では観察できたため、HT-Opx は Fe を含むほど低温まで安定領域を持つことがわかった。Pig の安定領域も、Fe を含むほど低くなることが知られており、HT-Opx この傾向は Pig の場合と同じである。

Keywords: orthopyroxene, high temperature, enstatite-diopside-hedenbergite-ferrosilite system, phase transition