

X線その場観察でみるポストガーネット転移

X-ray diffraction study of post-garnet transition

近藤 忠 [1], 向出 大平 [2], 八木 健彦 [3]

Tadashi Kondo [1], Taihei Mukaide [2], Takehiko Yagi [3]

[1] 東北大・理, [2] 中大・理工・物理, [3] 東大・物性研

[1] Sci., Tohoku Univ., [2] Faculty of Science and Engineering, Chuo University, [3] Inst. Solid State Phys, Univ. Tokyo

Pyrope-Almandine-Grossular系のポストガーネット相転移を調べた。実験には両面加熱型レーザー加熱ダイヤモンドアンビル装置を用い、放射光実験施設においてX線回折実験を行うことにより高压下で生成した相を同定・解析した。Pyrope端成分側では、30 GPa程でほぼ単相の斜方晶ペロブスカイトに転移するのに対し、Almandine成分を含む系では共存するスティショバイトが比較的強く観察され、30 GPa付近より高い圧力では、斜方晶ペロブスカイト相が常温常圧下に回収不可能となる。Grossular成分を含む系に関しては70 GPaでもCaSiO₃を主とする立方晶ペロブスカイトが更に共存する結果が得られた。

<はじめに>

ポストガーネット相転移は沈み込むスラブのダイナミクスや、マントル内における多価イオンリザーバーを考える上で重要である。pyropeに関しては近年のいくつかの結果より (Irifune et al, 1996; Ito et al., 1998; Kondo and Yagi, 1998) 斜方晶ペロブスカイトとコランダム相の共存領域が確認された。しかしこの反応に関するFeやCaの影響はまだよく知られていない。一方、天然の出発試料を用いて行われた実験からは、高压下で生成した斜方晶ペロブスカイトは回収できず、常圧ではLiNbO₃型に相転移する事が分かっており (Funamori et al., 1997) その場観察の必要性を提示している。そこで本講演では、Pyrope-Almandine-Grossular系のポストガーネット相の変化を調べるために、およそ20-70 GPaでの圧力範囲で高温または常温でのX線その場観察実験を行った結果を報告する。

<実験方法>

出発試料には合成したPyrope100、Pyrope80-Almandine20及び天然のガーネット(Py70-Al17-Gr12)を用いた。ポストガーネット相の高温高压合成は東京大学物性研究所にあるレーザー加熱ダイヤモンドアンビルセル装置を用い、粉末試料をステンレスガasketを用いて直接加圧した後、マルチモードのNd:YAGレーザーで試料の両面から加熱を行った。温度に対する影響を見るため、レーザーの集光径を変えて比較的低温での合成も行った。X線その場観察実験は、つくばにある放射光実験施設(BL13-B2)に設置されたレーザー加熱ダイヤモンドセル用X線回折装置と、イメージングプレートを用いて行った。つくばでのレーザー加熱実験は現在、片面からのみの加熱となるため、ポストガーネット相の同定にはあらかじめ両面からの加熱を行った試料を持ち込み、高压下での相の回折パターンを取得、解析を行った。また高温高压下のその場観察に対しては、ダイヤモンドアンビル中の出発試料をレーザーで加熱しながら約20分の露出を行うことによって取得した。また、一部の回収試料に対してはSEMによる観察を行った。

<結果と考察>

Pyrope100の試料に関しては、以前に報告した結果では、50 GPaを越える圧力下でも斜方晶ペロブスカイトとコランダム相の共存が見られたが、今回の両面加熱型レーザーを用いた結果、実験を行った30-40 GPaの圧力領域でほぼ単相の斜方晶ペロブスカイトが合成され、前回の報告では十分な加熱が出来ていなかった可能性を示している。Py80-Al20の試料では、27 GPa以上でポストガーネット転移が見られた。生成相は主として斜方晶ペロブスカイト、及びスティショバイトであるが、30 GPa以下での加熱や、比較的低温での加熱を行った試料に関しては、コランダム相が確認された。また、X線回折パターン中には確認できていないものの、SEMの組成像観察からは金属鉄と思われるサブミクロンの粒子が共存していることも分かった。30 GPaを越える圧力下で加熱を行った試料ではコランダム相は確認されなかった。コランダム相が見られた試料に関しては、基本的に常温常圧下に回収可能である一方で、30 GPa以上での圧力下で合成された斜方晶ペロブスカイトは、常温常圧下でLiNbO₃型構造に転移することが大きく異なる。高压下での格子体積もこの両者では誤差の範囲を超えて異なっており、高压側での斜方晶ペロブスカイトはMgSiO₃の圧縮曲線近傍に位置するが、低压側で分解相と共存している斜方晶ペロブスカイトはMgSiO₃より4-5%大きな値を示しており、この変化は30 GPa付近で起こると考えられる。天然試料を用いた実験では、主要な生成相が斜方晶ペロブスカイトとスティショバイトであることはPy80-Al20と同様であるが、30 GPa未満で比較的低温の条件の加熱を行った試料では、コランダム相とは異なるアルミナス相が見られることと、分解相全般にCaSiO₃を主成分とする、立方晶ペロブスカイトが共存していることが異なる。この立方晶ペロブスカイトは下部マントルの中程の条件である70 GPa以上でも独立相として確認された。以上の結果より、Almandine成分を含んだ系ではpyropeに比べ、斜方晶ペロブスカイトの安定領域が低压側に拡大していることが予想されるが、30 GPa付近で大きく固溶関係が変化しており遷移層でのダイナミクスに影響を与えていると思われる。

