

高温高压下における鉄 - ペロブスカイトの反応

Chemical reaction between Iron and (Mg_{0.99},Fe_{0.01})SiO₃ Perovskite at high-temperature and high-pressure

境 毅[1], 近藤 忠[1], 大谷 栄治[2], 久保 友明[1]

Takeshi Sakai[1], Tadashi Kondo[1], Eiji Ohtani[2], Tomoaki Kubo[3]

[1] 東北大学・理, [2] 東北大学・理、地球物質科学

[1] Sci., Tohoku Univ., [2] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku University, [3] Tohoku Univ

高温高压下における鉄とペロブスカイトの反応は、地球の核・マントル境界（CMB）を理解するうえで非常に重要な反応である。例えば、マントル最下部数百 km（D''層）における地震波速度の異常は外核の熔融鉄とマントル物質との反応による化学組成の異常によって引き起こされているという説がある（Knittle & Jeanloz, (1989, 1991) など）。また核とマントルの反応によって外核中に Si や O といった軽元素が取り込まれている可能性があり、核の軽元素の問題を考えるうえでもこの反応は重要な役割を担っていると考えられる。

これまでこの反応についてはダイヤモンドアンビルセルによる様々な実験がなされてきたが、研究者によって反応生成物や反応の量が異なっており、上記の問題に適用できるかどうか議論が分かれている。

これまでなされてきた研究の問題点として、出発物質にエンスタタイトを用い、一度ペロブスカイトに相転移させるために加熱を行いそれから反応実験を行っているという点があげられる。この場合、ペロブスカイトの安定領域での反応を見ていない可能性がある。

そこで本研究ではマルチアンビル型高压発生装置によってペロブスカイトを合成し、それを出発試料として用いることでペロブスカイト安定領域での反応をみた。さらに鉄成分が少ないペロブスカイトを使うことで、熔融鉄起源の反応生成物が生じるかどうか調べた。

まずスリランカ産エンスタタイト（Mg_{0.99},Fe_{0.01}）SiO₃(Al を Fe と同程度含む)から 23 GPa、1300°C でペロブスカイトを合成した。合成試料の評価は微小部 X 線回折装置及びラマン分光装置で相同定を、EPMA で組成測定及び組織観察を行った。

つぎに合成ペロブスカイトと純鉄（純度 99.99%）を出発試料としてレーザー加熱ダイヤモンドアンビルセルによる高温高压実験を行った。温度は熱輻射によって測定し、圧力測定はルビー蛍光法を用い加熱前後に室温で行った。加熱は Nd:YAG レーザーのマルチモードによる両面加熱によって行い、30 ~ 50 GPa の圧力範囲で鉄の融点付近での実験を行った。

30 GPa、2300 K で処理した実験回収試料の X 線回折パターンから 30 GPa という比較的低下圧力下においても Fe_xSi_y、FeO、MgO、SiO₂ といった反応生成物が生じることがわかった。50 GPa においても、鉄中に Si が溶け込む可能性が組成分析により明らかになった。また熔融鉄は数 mm 以下の幅をもってペロブスカイトの粒間にしみ込む傾向が見られた。

現在 50 GPa までの実験回収試料の X 線回折による解析を行っており、さらに高压下での実験も行う予定である。また、FeSi や FeO といった反応生成物が固体相として生じたのか急冷回収の際に熔融鉄中から生じたのかを区別するには、高温高压下でのその場 X 線回折実験を行う必要がある。