

マントル遷移層～下部マントル条件下で安定な 高圧含水鉱物における Al の影響

太田明緒*、井上徹、野田昌道、柿澤翔、川添貴章、佐藤友子（広島大）
新名亨、入船徹男（愛媛大）、坂本直哉、塚本尚義（北海道大）

Effect of Al on high pressure hydrous minerals stable under mantle transition zone and lower mantle conditions

Akio Ohta*, Toru Inoue, Masamichi Noda, Sho Kakizawa, Takaaki Kawazoe, Tomoko Sato (Hiroshima Univ.), Toru Shinmei, Tetsuo Irifune (Ehime Univ.), Naoya Sakamoto, Hisayoshi Yurimoto (Hokkaido Univ.)

水は地球表層に大量に存在する主要な揮発成分の一つであり、スラブの沈み込みによって常に地球内部へ供給され、鉱物の物性や溶融温度に大きな影響を与えている。マントルの主要構成鉱物はolivineであり、その高圧相である wadsleyite (Wd) 及び ringwoodite (Rw) には2-3wt%もの水が含まれ得ることが実験的に明らかにされ、マントル遷移層は水の貯蔵庫となり得ることが指摘されている (Inoue et al., 1995)。近年ダイヤモンド包有物中に含水Rwが発見され (Pearson et al., 2014)、マントル遷移層は少なくとも局所的には含水化していることが示され、地球内部の水の議論は活発化してきている。一方、沈み込むプレート物質中でMg、Fe、Siに次いで多く存在する元素・Alの価数は奇数 (Al^{3+}) であるため、 H^+ とのカップリング置換により鉱物中の含水量を増加させる可能性がある。ただし、Al置換の影響は結晶構造の違いにより異なることが予想される。そこで、各種高圧含水鉱物におけるAl置換様式の違いについて明らかにするため、実験的研究を行った。

高温高圧実験には愛媛大学GRC及び広島大学超高圧研究室設置のマルチアンビル型高圧発生装置を使用した。出発物質には $\text{Mg}_2\text{SiO}_4\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ 系の酸化物・水酸化物の混合体を用い、Al量を変えた四種類のものを用意した。実験条件はマントル遷移層条件を再現するため、15-20 GPa、1400 °Cに設定し

た。回収試料は鏡面研磨後、反射電子像による組織観察及びEPMAによる化学組成の測定を行った。試料の含水量は、北海道大学本研究室設置のSIMSを用いて測定した。

今回の生成された鉱物、Wd、phase E、superhydrous phase B、phase Dの SiO_2 量は約20-50 wt%とかなり幅があり、含水量の見積もりによりマトリックス効果と呼ばれる SiO_2 量の違いによる影響が出ると想定される。よって、Kakizawa et al. (2018) 及びその際に測定された標準物質を用いてこの SiO_2 量の違いによるマトリックス効果を定式化し、その補正值を用いて含水量の見積もりを行った。

今回の結果は、Siサイトが6配位の鉱物では $\text{Si}^{4+} \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + \text{H}^+$ の置換が起こりやすい一方、Siサイトが4配位の鉱物ではこの含水置換は起こりにくいことを明瞭に示している。この結果は限界イオン半径比からの考察と調和的である。このように、 Al^{3+} と H^+ のカップリング置換は6配位のSiサイトを持つ場合に起きやすいことが明らかとなった。下部マントル鉱物はSiサイトが6配位であることから、 $\text{Si}^{4+} \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + \text{H}^+$ の置換により多少の含水化を起こしている可能性がある。

References

- [1] Inoue et al. (1995) Geophys. Res. Lett., 22, 117-120.
- [2] Pearson et al. (2014) Nature, 507, 221-224.
- [3] Kakizawa et al. (2018) Am. Min., 103, 1221-122.

Keywords: hydrous phase, mantle transition zone, coupling substitution, water content, lower mantle

*Corresponding author: m206383@hiroshima-u.ac.jp