

マントル条件下における水素分子とolivineとの反応

Reaction of hydrogen molecules and olivine under the mantle condition

篠崎 彩子^{1*}, 平井 寿子¹, 鍵 裕之², 八木 健彦³

Ayako Shinozaki^{1*}, Hisako Hirai¹, Hiroyuki Kagi², Takehiko Yagi³

¹愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター, ²東京大学大学院理学系, ³東京大学物性研究所

¹GRC, Ehime university, ²Geochemical Laboratory, Graduate School, ³Institute for Solid State Physics, Unive

水素は宇宙で最も多く存在する元素であり、現在でも地球深部のマントルや核に水素が存在していると考えられている。マントル中の水素は微量であっても鉱物の物性や融点に影響を与えることから、マントルダイナミクスを考える上で重要な物質である。マントル中の水素を含む流体の組成は酸化還元状態によって変化する。地殻やマントル上部は比較的酸化的であり、水流体として存在する。近年、マントルは深部に向かうにつれて還元的になり、上部マントル最下部や遷移層、下部マントルでは水、メタン、水素分子として存在していることが予測されている。マントルダイナミクスや物質循環を検討する上で水に加えてメタン、水素とマントル鉱物との反応を調べるのが重要な課題となる。特にolivineはマントルの6割を占める主要構成鉱物であり、高温高圧下でのメタンや水素との反応を明らかにすることは重要である。近年、高温高圧下でメタンが炭素と水素に分解することが報告されている。一方で、水素分子とマントル鉱物の反応に関する報告はなく、明らかになっていない。本研究では水素がolivineに与える影響を明らかにすることを目的としてolivineと水素を出発物質とする高温高圧実験を行った。レーザー加熱ダイヤモンドアンビルセルを用いた高温高圧実験を行った。

マントルでカンラン石は鉄を10%程度含むことが知られているが、本研究では水素がカンラン石に与える影響をより明確にするため、鉄を含まないforsterite-水素系を出発物質とした。圧力の発生はレバー式ダイヤモンドアンビルセルを、圧力の測定にはルビー蛍光法を用いた。加熱にはCO₂レーザーを用いた。加熱の温度圧力条件は12.9-13.1GPa, 1000K以下である。室温下に急冷後、減圧過程において試料の評価を行った。

粉末X線回折, Raman, FT-IRからはolivineと水素のみが観察され、相転移や分解は観察されなかった。無水olivine比べて加熱後のolivineの体積が大きく増加していることが観察された。体積の増加量は最大1.5%である。また、olivineのSi-O振動モードの低波数シフトが観察された。このことは水素がolivineに影響を与えたことを示している。

Olivine中の水素の状態を明らかにするため、さらにFT-IR, Raman分光を用いて評価を行った。FT-IRによる、高圧下および回収試料観察からは、-OH吸収スペクトルは観察されず、hydrous olivineは生成していないことが示された。Raman分光により、加熱前後の水素分子の振動状態を観察した。加熱後、固体水素のvibronが表れる波数にスペクトルは観察されず、15cm⁻¹程度低波数側にスペクトルが観察された。固体水素とは異なる振動状態を持つ水素が存在している。以上から、水素は-OH基としてではなく、分子としてolivine中に取り込まれたと考えられる。

キーワード:レーザー加熱DAC, マントル, かんらん石, 水素

Keywords: LHDAC, mantle, olivine, hydrogen