

流体相を介した沈み込むスラブからマントルへの元素移動：高圧実験による検討 Elemental Transportation From Subducting Slab to the Sub-arc Mantle Though Fluid Process: Study from High Pressure Experiments

飯塚 義之 [1], 中村 栄三 [2], 小林 桂 [2], ビヨルン ミーセン [3]

Yoshiyuki Iizuka [1], Eizo Nakamura [2], Katsura Kobayashi [3], Bjorn Mysen [4]

[1] 中研院地球研, [2] 岡山大・固地研, [3] Geophysical Lab, Carnegie Inst.

[1] IES, Academia Sinica, [2] ISEI(Misasa), Okayama Univ., [3] ISEI, Okayama University, [4] Geophysical Lab, Carnegie Inst.

スラブからの流体相の放出とその影響を受けるマントルの相互作用を検討するために、スラブ・マントル物質間の反応を単一の実験カプセルの中で再現する高圧高温脱水実験を行った。実験後、スラブ物質は脱水反応し、 SiO_2 , Al_2O_3 , アルカリ成分に富み、かつ高い軽希土類/重希土類比をもつ流体相を放出する。また、流体相はスラブの鉱物相変化すなわち温度圧力条件に対応して、その化学組成が変化することが示唆される。スラブ物質の脱水反応で生じた流体相はマントルオリビンと反応し、マントル物質の鉱物組成、化学組成、特に SiO_2 濃度を変化させる。

流体相に伴うスラブ・マントル間の物質移動を解明することは、地殻・マントルの化学進化、物質循環機構を解明する上で重要である。本研究ではスラブ物質の脱水反応と放出される流体相の化学組成の変化を検討した。実験にはスラブ物質としてblueschist相の高圧変成岩、マントル物質としてオリビン (Fo90) を用いた。スラブ物質は含水鉱物 (glaucofan, actinolite, chlorite, lawsonite), augite, albite, titanite から構成され、含水量5.9wt%である。この微粉末を1mm大のオリビン単結晶とともに金管に封じ高圧実験を行った。実験はGeophysical Laboratory, Carnegie Institution of Washingtonのピストンシリンダー型高圧発生装置を用い、圧力0.8 - 4.0GPa, 温度650-900 のサブソリダス条件下で行った。

スラブ物質は0.8GPa & 750-800 においてglaucofan, Mg-ilmenite及び未反応のaugiteからなる角閃岩相、< 2.5GPa & 700 -2.0GPa & 800 においてgarnet, omphacitic clinopyroxene, glaucofan, lawsonite/zoisite, rutile, > 2.5GPa & 700 -2.0GPa & 800 において, garnet, omphacitic clinopyroxene, lawsonite/zoisite, rutile からなるエクロジャイト相に変化した。スラブ中のgarnetの量比は温度圧力条件の上昇とともに増加する。いずれの条件下でも SiO_2 鉱物(quartz, coesite), Al_2SiO_5 鉱物(e.g.; kyanite)は認められなかった。晶出した鉱物の結晶粒界に少量のAl-rich silicate glassが観察された。これらはsuper-solidus実験で観察されたglassとその組成、組織が異なることから、急冷保存された流体相であると考えられる。これは高温高圧下において SiO_2 , Al_2O_3 成分が含水鉱物の分解反応によって放出された流体相中に溶解することを示唆する。一方、オリビンには, enstatiteの反応縁が形成された。800 以下では, enstatite-talcの反応縁が観察された。これはスラブ物質の脱水反応で生じた流体相がマントルオリビンと反応し、マントル物質の鉱物組成、化学組成、特に SiO_2 濃度を変化させていることを示唆する。

実験生成鉱物の微量元素組成を岡山大学三朝固体地球研究センターのSIMS(cameca 5f)を用いて分析した。3.0GPa & 800 , 132HRでスラブ側に晶出したgarnet, omphacitic clinopyroxeneはいずれもスラブ出発物質に比べRb, Sr, LREEに枯渇, 低LREE/HREE比を示す。特にgarnetはスラブ出発物質に比べHREEに富み, 低LREE/HREE比を示す。Enstatiteは, 初生のオリビンに比べRb, Sr, Ba, LREEに富み, かつ 高LREE/HREE 比を示す。Al-rich silicate glassについては3.0GPa & 800 , 132HR及び0.8GPa & 750 , 230HRの生成物の分析を行った。これらはスラブ出発物質に比べRb, Sr, Ba, LREEに富みかつ高LREE/HREE比を示した。HREE濃度は, 0.8GPaではスラブ出発物質とほぼ等しいのに対して, 3.0GPaでは著しく枯渇している。スラブ側では0.8GPaにおいてgarnetは未晶出, 一方, 3.0GPaでは24vol% のgarnetが共生し, 前述のようにこのgarnetはHREEの富化を示している。すなわちHREEはgarnet中に強く分配され, 放出された流体相はgarnetの有無によってその化学組成を変化させると考えられる。分析した全ての相でtrace element abundance pattern上でNbのnegative-anomalyが認められた。これは実験によって晶出したMg-ilmenite (0.8GPa) 及びrutile (>1.5GPa) 中にHFSEのひとつである Nbが強く分配されると云う解釈で説明される。本実験結果はスラブの鉱物相変化に対応して、スラブから供給される流体相の化学組成が変化する可能性があることを示している。