

## プレート沈み込みによるマントルへの水輸送とウエットマントルプルームの生成

## Water transport by slab subduction and generation of wet mantle plume

# 大谷 栄治[1], Konstantin Litasov[2], 佐野 亜沙美[3], 當間 基正[4]

# Eiji Ohtani[1], Konstantin Litasov[2], Asami Sano[3], Motomasa Touma[4]

[1] 東北大、理、地球物質科学, [2] 東北大・東北アジア研究センター, [3] 東北大・理・地学, [4] 東北大・理・地球物質

[1] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku University, [2] CNEAS, Tohoku Univ, [3] Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Faculty of Sci., Tohoku Univ, [4] Inst. Min. Pet. Econ. Geol., Tohoku Univ.

<http://rance.ganko.tohoku.ac.jp/>

## 1、沈み込むプレートによるマントルへの水輸送とマントル遷移層中の水

高温高圧下における含水鉱物の安定領域の研究によると、マントル遷移層においては hydrous wadsleyite と hydrous ringwoodite が主な水の貯蔵物質物質であることが明らかになっている。また、沈み込むプレート内部では、これらの鉱物とともに過剰な水は superhydrous phase B 相  $Mg_{10}Si_3O_{14}(OH)_4$  として存在する。また、珪質の堆積物では Phase Egg,  $AlSi_3O_9H$  がマントル遷移層の条件でも安定に存在する。これらの含水鉱物は、低温の沈み込むプレート内部の条件でのみ安定であり、通常のマントルの温度条件では安定に存在できない。したがって、マントル遷移層の内部及び下部マントル最上部に滞留するプレート内部では脱水分解反応が生じ、生成した水はマントル遷移層に吸蔵される。マントル中のカンラン石中の含水量は約 100-200ppm 程度であると言われている。一方、カンラン石と wadsleyite の水の分配係数は  $D(H_2O)_b/a=20-40$  (Young et al., 1993; Kohlstedt et al. 1995)、-50(久保等、未発表) 程度であり、上部マントル最下部の含水量が 100-200ppm であるとするマントル遷移層上部の wadsleyite 中の水の量は 2000-10000ppm 程度となる。これはマントル遷移層の温度 1600C における wadsleyite 中の水の固溶量に相当し、マントル遷移層が上部マントルに比べて高い含水量を持っていることは十分あり得る。

## 2、ウエットプルームの生成と上部マントル最下部での脱水溶融

下部マントル起源のマントルプルームは、水を含むマントル遷移層と相互作用をし、水を吸蔵する可能性がある。Mackwell and Kohlstedt (1990)によるとカンラン石中での水素の拡散は非常に早く、数時間でミリメートルの距離を移動する。我々の予備的実験では Wadsleyite 中の水素の拡散も同程度の値をもつことが明らかになっている。このことから、ホットプルームがマントル遷移層を上昇する際に、含水のマントル遷移層とホットプルームの含水量が平衡に達し、プルーム中の wadsleyite や ringwoodite は約 0.2-0.5%の水を含み得る。我々の含水パイロライト(2 wt.%H<sub>2</sub>O)の溶融実験によると、見かけのソリダス温度は上部マントル最下部の 13.5GPa では 1600C であるのに対して、マントル遷移相の 15.5GPa では 1850C 程度に急上昇する。このことから、マントル遷移層を横切る下部マントル起源のホットプルームは、マントル遷移層内部で水を吸収するが、マントル遷移層を横切ってさらに上昇し、上部マントル最下部において脱水融解する。高温のプルームと含水のマントル遷移層の相互作用によって、最下部マントルにおいては、部分溶融層が生成することが予想される。

## 3、ウエットマグマとマントルの密度逆転

高温高圧下におけるマグマの密度測定 (e.g., Agee, 1995; Ohtani and Maeda, 2001) によると、上部マントルの最下部にカンラン石、輝石とマグマの密度逆転が存在する。このような、マグマとマントルの密度逆転は、含水マグマにおいても存在する。これはマグマ中の H<sub>2</sub>O の部分モル体積は高圧下では非常に小さいからである (e.g., Ochs and Lange, 1997)。水を 0.5-1wt.%程度含有する玄武岩マグマは、上部マントルの最下部において周りのマントルよりも重くなる可能性がある。したがって、脱水分解して生じた含水マグマは上部マントル最下部において重力的に安定に存在する可能性がある。

上部マントル最下部に部分溶融層が存在する可能性は、地震学的な研究によっても指摘されている。例えば Revenaugh and Sipkin (1994)は、中国大陸東部の地下の 410km の直上にメルトの存在を示唆するデータを得ている。さらに Stixrude and Lithgow-Bertelloni (2001) は、地震波トモグラフィによって観測された上部マントル最下部やマントル遷移層の最上部の低速度の異常を、部分溶融層が存在することとして説明している。

## 4、上部マントル最下部の部分溶融域の安定性

以上のように、上部マントル最下部に重力的に安定な含水マグマが存在する可能性が示唆された。しかしながら、この部分溶融域は、地質学的に長時間に亘って存在し得ない。すでに上記で述べたように、マントル中の水素の拡散係数は非常に大きく、簡単な見積もりによると直径約 10km の領域から約 2,500 年程度で水素が移動し均質化する。したがって、上部マントル最下部で重力的に安定な含水マグマは、この程度の時間で固化するものと考えられる。