

ペリドタイト中の硫化鉄メルトの3次元構造

3 dimensional structure of sulphide melt in peridotite

芳野 極[1], 中野 司[2], 上杉 健太郎[3], 土山 明[4]

Takashi Yoshino[1], Tsukasa Nakano[2], Kentaro Uesugi[3], Akira Tsuchiyama[4]

[1] 東大・地震研, [2] 地質調査所, [3] 東工大・理・地惑, [4] 阪大・院理・宇宙地球

[1] ERI, Univ. Tokyo, [2] Geological Survey of Japan, [3] Earth and Planetary Sci., Tokyo I. T., [4] Earth and Space Sci., Osaka Univ.

地球のコア形成は比較的地球誕生初期の短期間に起こったことが推定されている。低温での金属鉄合金のケイ酸塩マントルからの分離は、金属鉄合金メルトの浸透流によって支配されるが、二面角は90度を超える大きい値であるため連結できない。しかしながら、ある臨界液相分率を超えた時、メルトは3次的にネットワークを形成することも可能である。つまり、臨界液相分率の決定することにより、低温時の金属メルト分離過程と親鉄元素の分配に制約を与えることができる。本研究では、鉄メルトの臨界メルト分率を決定するためにX線CTを用いて3次元構造の観察を試みる。

ケイ酸塩マントルから金属鉄に富むコアの分離過程は、初期地球の大イベントである。ケイ酸塩と金属合金は初期状態として均質に混ざっていたとする均質に集積した地球において、コア形成は金属メルトの分離と移動するメカニズムを要求する。ケイ酸塩マントルから金属鉄の分離様式は、1) 粒界を介したパーコレーションと2) ストークス則に従った金属液滴の沈降の2つに区分される。

前者の場合、ケイ酸塩マトリックスにおける液体金属の濡れ特性についての研究が盛んに行われてきた。これまでの実験的研究は多様な温度・圧力・組成条件の下での二面角の決定に集中してきた。ほとんどの結果は、鉄メルトの濡れない特性を示唆する90度を超える二面角を示した。例えば、Shannon and Agee (1996)は、二面角への圧力の影響は20GPaまでの範囲でほとんどないことを実験的に示した。金属鉄に富むメルトはサブソリダス下においてケイ酸塩マントルからの分離できないという結論が導かれた。しかしながら、例え臨界角度の60度以上であっても、液体金属がある程度の量に達すると粒界を通じて連結することが可能である。この場合、ある連結に要する臨界液相分率(CMF)を超える過剰な鉄メルトは、ケイ酸塩マトリックスから分離可能で、残ったメルトはケイ酸塩中の粒界や包有物としてトラップされる。その金属メルトの残差は地球のマントルの親鉄元素の絶対濃度や相対濃度に影響を与えてもよい。それゆえ、マントル物質中の金属メルトにとってのCMFを決定することは重要である。

CMFを定量化することは難しい。電気伝導度の測定によって、ol多結晶中の鉄合金の連結は、体積比で約20%で達成されるという報告があるが、本研究では高分解能X線CTスキャンを用いて、硫化鉄メルトの3次元分布の視覚化を試み、CMFの決定を行うことを目的とする。

金属-ケイ酸塩系のCMFとコア形成過程としてのパーコレーションの妥当性を評価するために、カンラン岩-硫化鉄系の実験をピストンシリンダー型高圧発生装置を用いて行った。相関係のよく知られた典型的なカンラン岩であるKLB-1と硫化鉄(FeS)の質量比を変えた(9:1, 8:2, 7:3)混合物を出発物質として用いることにより、より現実に近い系におけるマントルを形成するケイ酸塩鉱物に対するCMFを調査した。酸素雰囲気は初期地球のIWバッファに近くするために、試料はグラファイトカプセルに封入された。実験はケイ酸塩のソリダスを横切る1150度から1350度の範囲で圧力は全て1.5GPaで行われた。EPMAにより化学組成の定量解析を行い、後方電子散乱像から二面角の測定が行われた。そして、試料の一部はSPring-8の高分解能X線CTにより硫化鉄メルトの3次元画像を撮影に用いられた。

KLB-1+FeS系はTakahashi (1986)の決めた1.5GPaでのソリダス温度に比較して、100度以上融点が減少しており、硫化鉄の質量比により多様であるが1200度程度であり、質量比の大きいもの程、部分融解度が高くなる。回収試料の鉱物組み合わせはol-opx-cpx-spで、1200度以上で玄武岩質メルトが生成した。硫化鉄の組成はモル比でFe(2価イオン):S=1:1で、系の硫化鉄の質量比が大きくなる程、Ni量が減少する傾向が見られた。ケイ酸塩メルトの組成は測定できなかった。2次元画像において、硫化鉄メルトはその質量比が大きくなるにつれ、粒径が増す傾向があり、等方的な形状からいびつな形状へ変化する。硫化鉄メルトは今までに報告されてきたように大きな100度を超えるような二面角を示す。逆に、ケイ酸塩メルトは固相がメルトに対して凸状を示し、二面角は小さい。例えば1250度の実験では、ケイ酸塩メルトのol, opx, cpxに対する二面角はそれぞれ41度、50度、54度あった。ケイ酸塩が部分融解した場合の硫化鉄メルトの形態は、ケイ酸塩メルトに取り囲まれており、ほぼ球形を呈することで特徴付けられる。ケイ酸塩メルトが系に生じた時、olと硫化鉄メルトの二面角を直接測定することは出来ないが、界面エネルギーの比から計算すると105度という値が得られた。これらの結果は、ケイ酸塩メルトが生じた時、硫化鉄メルトはより連結することが難しくなることを示唆する。本講演では、SPring-8で撮影さ

れた X 線 CT 画像により硫化鉄メルトの 3 次元構造解析の結果を報告する予定である。