

## 初期地球での核形成プロセスと溶融金属鉄の浸透

## Core Formation Process and Percolation of Metallic Melt in the Early Earth

# 神戸 雄一[1], 大谷 栄治[2], 久保 友明[3], 鈴木 昭夫[4]

# Yuichi Kanbe[1], Eiji Ohtani[2], Tomoaki Kubo[3], Akio Suzuki[4]

[1] 東北大・理・地球物質, [2] 東北大、理、地球物質科学, [3] 東北大・理, [4] 東北大・理・地球物質科学  
[1] Inst. Min. Petro. and Eco., Tohoku Univ, [2] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku University, [3] Tohoku Univ, [4] Faculty of Science, Tohoku Univ.

今回、24GPa、2000 - 2200°Cでの(Mg, Fe)SiO<sub>3</sub>-Pv、(Mg, Fe)OとFe-Ni-S、Fe-Ni-Oメルト間の二面角についてS、Oの量、温度による変化の実験結果を報告する。Sの量と温度の変化による二面角への影響は弱く85~95°で一定であった。Oの量の増加によって(Mg, Fe)SiO<sub>3</sub>-Pvと金属鉄メルト間の二面角は減少を示し、20wt.を越えるような条件で60°以下となり金属鉄メルトが浸透することが示唆された。しかし、今回実験を行ったような温度、圧力条件下では低圧のこれまでに報告されている二面角の値よりは小さくなるが浸透による核形成は起こらないことが示唆される。

現在地球は地殻、マントル、核の層構造をしていると考えられているが、初期太陽系で地球が均質集積過程でできたと考えたとき、初期地球での核とマントルの分離過程は解明されていない。これまでにあげられている初期地球での核の分離様式はマグマオーシャン中の沈降と固体珪酸塩中の浸透などである。これまでの珪酸塩-金属鉄間の分配、浸透実験から上部マントルに相当する深さではマグマオーシャンがあったことが示唆されており、表層部での分離は金属鉄メルトの沈降により速やかに進行したものと考えられる。しかし、下部マントルに相当する条件で珪酸塩鉱物と金属鉄メルトを用いた浸透実験はあまり行われておらず、超高压下での浸透実験が初期地球での深部における核の分離過程を解明するには非常に重要である。従って、我々は金属鉄メルト中の軽元素量や温度を変え、高压下での(Mg, Fe)SiO<sub>3</sub>ペロプスカイト、(Mg, Fe)Oと溶融金属鉄間の二面角を測定することで、下部マントル条件下における金属鉄メルトの移動様式を解明する実験を行った。

実験は東北大学設置のMA-8型高压発生装置(SPIRIT3000)を用い試料急冷法で行った。出発物質には珪酸塩組成に合成したエンスタタイト(Mg<sub>0.9</sub>Fe<sub>0.1</sub>)SiO<sub>3</sub>とマグネシオヴスタイト(Mg<sub>0.9</sub>Fe<sub>0.1</sub>)O、金属組成にはFe-Ni-FeS、Fe-Ni-Fe<sub>0.92</sub>Oを混合したものをを用いた。さらに、これら珪酸塩、金属鉄の試薬を8:2(重量比)の割合で混合したものを出発物質とした。実験条件は圧力約24 GPa、温度2000 - 2200°Cで行った。

今回、組織の平衡を検討するために、まずその時間変化を検討した。2000°Cの条件で金属組成にはFe<sub>32.8</sub>wt.、Ni<sub>13.7</sub>wt.、Fe<sub>54.5</sub>wt.(PvS<sub>10</sub>)を用いた。実験は10、60、180、360分と行い、その変化から180分以上の加熱保持で組織の平衡が保たれることがわかった。また、このような条件での金属メルトの二面角は86°であった。全体として(Mg, Fe)SiO<sub>3</sub>ペロプスカイトの方が(Mg, Fe)Oよりも溶融金属鉄との二面角の値は小さいことがわかった。

二面角に対する温度と金属鉄中の軽元素の種類、量の影響を実験的に検証した。温度による影響は今回の実験からは観察されなかった。また、軽元素の効果は硫黄の量による変化はみられず、酸素の量の増加に伴って(Mg, Fe)SiO<sub>3</sub>ペロプスカイトと溶融金属鉄間の二面角に減少がみられた。しかし、(Mg, Fe)Oではその効果は観察されなかった。(Mg, Fe)SiO<sub>3</sub>ペロプスカイトにみられる二面角の変化から推測すると、溶融金属鉄中の酸素の量が約20wt.を越えたような組成のとき二面角は浸透に必要な60°を下回り、浸透が起こることが示唆される。しかし、今回実験を行ったような温度、圧力条件下では低圧のこれまでの実験で報告されている二面角の値よりは小さくなるが浸透による核形成は起こらないことが示唆される。

異なる組成の金属鉄と共存する(Mg, Fe)SiO<sub>3</sub>ペロプスカイト、(Mg, Fe)OのMg#は変化を示した。それによるとMg#は硫黄の量が少ないときは酸化的になりMg#は減少し、硫黄の量が増えると還元的になりMg#は増加する傾向がみられた。

また、金属鉄をカプセル上部に(Mg, Fe)SiO<sub>3</sub>ペロプスカイトを下部に配置して二層での実験を行ったところ、浸透はみられなかったが(Mg, Fe)SiO<sub>3</sub>ペロプスカイトが溶融金属鉄中に变形し浮上するのが観察された。このような変形は(Mg, Fe)SiO<sub>3</sub>ペロプスカイトの溶解、析出過程と密度差によって生じたものと考えられる。このような変形プロセスではMgSiO<sub>3</sub>ペロプスカイト固相のみのときと比較すると金属鉄が共存する場合にはその粘性は非常に小さくなる。下部マントル上部に相当するような条件においてもその粘性は約一桁小さくなり、初期地球での核形成過程を考えたとき溶融金属鉄の存在が変形、流動に重要な役割を果たしていることが考えられる。従って、粘性の低下による変形速度の促進が核形成過程での一つの重要なプロセスとなりうることが示唆される。