

Fe-O-S 系における共融点の圧力依存性

超高压・井上研究室 M2 河村崇紀

はじめに

鉄-軽元素系の高压下での融点を定める研究は、惑星の形成初期に生じる鉄合金の熔融と核の形成のキーとして非常に重要である。硫黄と酸素は、鉄と合金を作りやすく、それらの混入によって、鉄の融点が著しく低下することが知られており、高压下での熔融温度の研究は盛んに行われている。しかし、Usselman (1975) や Fei et al. (1997) による Fe-S 系の研究結果は、大きく異なっている。また、Fe-O-S 系における共融点の研究は、あまり行われていない。そこで、本研究では、マルチアンビル型高压発生装置を用いて、8~16 GPa の圧力範囲で、Fe-O-S 系の熔融実験を行った。

実験

出発物質は、①高純度の Fe と真空中で合成した FeS の混合物、②還元合成した FeO と①の混合物の二つを用いた。非常に酸化しやすいため、調合やカプセルへの封入は、窒素置換したグローブボックス中で行った。高压下での熔融の判定は、電子顕微鏡下での組織観察により行った。また、共融組成は、液相の急冷反応によって生じた Eutectic Intergrowth を測定することで決定した。また、組成分析には、広島大学理学部設置の波長分散型 EPMA を用い、高感度の軽元素用分光結晶を用い、酸素の精密な測定を行った。測定時間は 60 秒で、通常の元素の 1.5 倍の測定時間をかけ、高精度化を図った。

結果

酸素を避けたいはずの出発物質①の回収試料には、液相中に FeO の粒子が見られ、Fe-O-S 系の実験試料となっていた。また、出発物質①の熔融温度と出発物質②のそれはほぼ同じであった。

・ 共融温度 Fe-O-S 系の熔融温度は、14 GPa で 900℃まで低下し、その後 16 GPa でサブソリダスにて Fe₃S₂ の出現をともなって 1100℃まで上昇した。しかし、FeS 側のリキダス相として FeS が出現していることから、16 GPa では反応点の温度を見ている可能性が高く、実際の共融温度は若干低いと思われる。本研究で得られた Fe-O-S 系の共融温度は、Fe-S 系の実験を

行った Fei et al. (1997) の結果と非常に近かった。

・ 共融組成 Fe-O-S 系の共融組成は 12 GPa で Fe_{68.8}O_{0.62}S_{30.6} となり、Urakawa et al. (1987) の結果より酸素含有量が半分以下となった。また、圧力増加に伴う酸素量の変化はほとんどなかったが、硫黄の含有量は低下した。

Fe-O-S 系の共融組成と、Fei et al. (1997) による Fe-S 系の共融組成を比較すると、6~16 GPa の圧力範囲で硫黄含有量の変化が、ほぼ等しい結果となった。このことと、共融温度の一致は、Fei et al. (1997) の実験結果は、Fe-O-S 系である可能性を強く示唆する。

本研究の実験結果より、硫黄・酸素の混入は、鉄の融点を 1000℃近く低下させることがわかった。また、Fe-O-S 系の共融温度は S に富む一方、O が極めて少ない。この結果は、Fe の熔融における軽元素の効果を明らかにするとき、二成分系の結果も必要だが、複数の軽元素の相互作用関係が、大きく共融温度や共融組成を変化させることを示している。

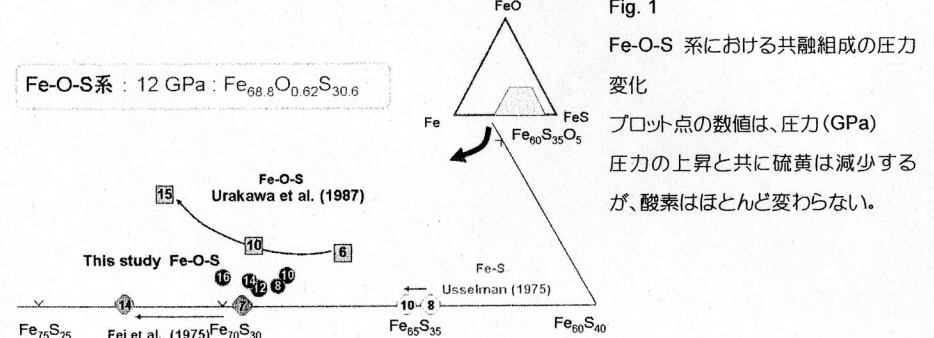


Fig. 1 Fe-O-S 系における共融組成の圧力変化
プロット点の数値は、圧力 (GPa)
圧力の上昇と共に硫黄は減少するが、酸素はほとんど変わらない。

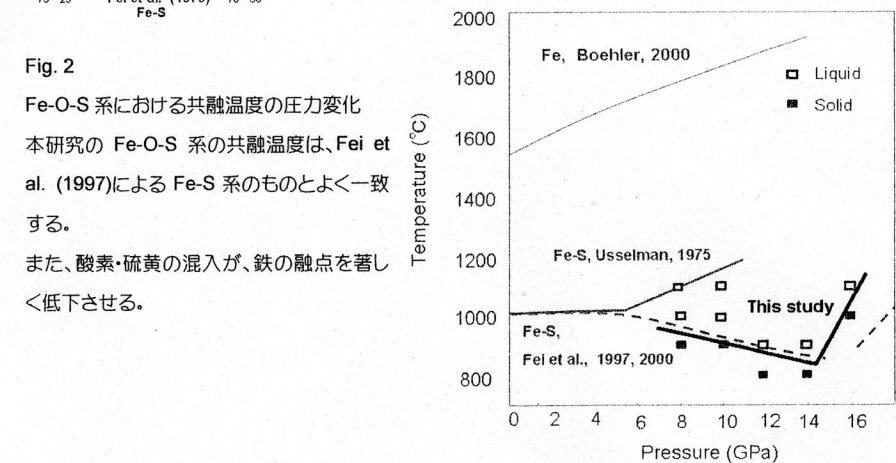


Fig. 2 Fe-O-S 系における共融温度の圧力変化
本研究の Fe-O-S 系の共融温度は、Fei et al. (1997) による Fe-S 系のものとよく一致する。
また、酸素・硫黄の混入が、鉄の融点を著しく低下させる。