

高温高压下での鉄ニッケル合金-水反応

Iron-nickel alloy-water reaction under high pressure and high temperature

平尾 直久[1], 大谷 栄治[2], 近藤 忠[3], 亀卦川 卓美[4]

Naohisa Hirao[1], Eiji Ohtani[2], Tadashi Kondo[3], Takumi Kikegawa[4]

[1] 東北大理, [2] 東北大、理、地球物質科学, [3] 東北大・理, [4] 物構研・高工ネ研

[1] Tohoku Univ., [2] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku University, [3] Sci., Tohoku Univ., [4] IMSS, KEK

はじめに

地球核の組成は未解決な問題の一つである。地球核を通る地震波速度の観測結果によって、地球核が存在する条件のもとでの純鉄の密度よりも、内核および外核の密度がそれぞれ 3-4%, 10%低いことがわかっている [Jephcoat and Olson, 1987; Mao et al., 1990]。このことは、地球核に鉄よりも軽い元素が存在していることを示唆している。候補として挙げられている軽元素は、H, C, O, Mg, Si, S の 6 種類である [e.g., Poirier, 1994]。地球核中における水素の存在は今から 20 年以上前から提案されている [Stevenson, 1977; Fukai, 1984]。実験的にも圧力の増加と共に鉄中に水素が増加することが示されている [Antonov et al., 1980; Fukai et al., 1982]。また鉄と水との反応により、鉄水素化物および鉄酸化物が形成されることも確認されている [Fukai and Akimoto, 1983; Yagi and Hishinuma, 1995]。Badding et al. [1991] はダイヤモンドアンビルセル(DAC)を用いて X 線その場観察を行い、3.5 GPa 以上の圧力で鉄と水素の反応が進んで鉄水素化物が形成され、62 GPa まで安定に存在することを示した。さらに、彼等は実験的に求めた状態方程式から、鉄水素化物が地球核に相当する圧力でも安定に存在することを提案している。最近 Saxena et al. [2002] は DAC を用いて、圧力 85 GPa、温度 1860 K までの範囲で鉄-水反応の実験を実施し、この条件下では鉄水素化物が鉄酸化物と共に安定に存在することを示した。

これまでは鉄と水素、鉄と水との反応に関する実験が主であった。しかしながら、地球化学的な議論や隕石の研究の結果から、地球核は鉄だけでなく 5-15 %程度のニッケルが含まれると言われている。したがって、地球核の組成などの特徴や核形成に関する情報を得るためには、鉄-ニッケルと水素または水という系の研究も必要である。そこで我々は高温高压下での鉄-ニッケル-水系の反応実験を行った。

実験方法

高温高压実験はレーザー加熱 DAC を用いて行った。出発物質の鉄ニッケル合金(Fe-10 at.% Ni)と水を試料室に入れ加圧し、YAG レーザーで片面加熱した。ガスケットにはレニウムを使用した。圧力はルビー蛍光法を用い、加熱前後で測定した。粉末 X 線回折実験は高エネルギー物理学加速器研究機構フォトンファクトリーのビームライン BL13A において行われた。使用した単色 X 線の波長は 0.4241 Å である。回折パターンは角度分散法およびイメージングプレートを用いて取得している。

結果

実験は圧力 40GPa まで行った。この条件下では、温度 1000 K 程度という比較的低温で、ニッケルを 10%含む鉄ニッケル合金は水と反応することが確認できた。その生成物が何であるかは、現在解析中であるので、その結果に関しては当日報告する。