

地球コアの硫黄の最大含有量の見積もり：高圧実験からの拘束条件

Estimation of maximum sulfur contents in the Earth's core: Constraint from high-pressure experiments.

佐多 永吉 [1]; 大藤 弘明 [2]; 廣瀬 敬 [3]; 大石 泰生 [4]

Nagayoshi SATA[1]; Hiroaki Ohfuji[2]; Kei Hirose[3]; Yasuo Ohishi[4]

[1] I F R E E; [2] GRC, 愛媛大学; [3] 東工大地惑; [4] J A S R I · S P r i n g - 8

[1] IFREE, JAMSTEC; [2] GRC, Ehime Univ.; [3] Dept. Earth & Planet. Sci., Tokyo Tech.; [4] JASRI/Spring-8

観測から推定されている地球のコアの密度は、相当する圧力・温度での純鉄の密度よりも小さいことから、コアには1種類以上の軽元素が含まれていると考えられている。硫黄は、太陽系存在度が大きいことや、鉄隕石に硫化物が多く見られること、マントルでは欠乏していると考えられることなどから、主要な軽元素の候補の1つである。(たとえば、Rama Murthy and Hall 1972, Poirier 1994) この研究では、FeSの高圧VI相の圧力と体積の関係を、ダイヤモンドアンビルセルとレーザーアニールという手法を組み合わせ、外核中央の深さに相当する215GPaまで測定した。この結果からは、地球のコアの密度欠損を説明するような、硫黄の含有量を推定することができる。

高温高圧その場観察実験は、SPring-8のBL10XUビームラインで行われた。実験の手順は以下の通りである：試料を目的の圧力まで加圧し、温度およそ1300Kでアニールし、アニール終了後室温でX線回折パターンを測定し、つぎの目標圧力まで加圧する。この手順を215GPaまで繰り返した。実験には粉末MgOを圧媒体として用いた。このMgOは断熱層と圧力標準試料(Speziale et al. 2001)としても利用した。FeSの高圧VI相は少なくともおよそ170 GPa、1300 Kの条件まで安定であった。185 GPa以上の圧力では、3本の新しいピークが観察されたが、高圧VI相も明瞭に観察された。したがって、FeSの高圧VI相の圧力と体積の関係は215 GPaまで測定することができた。得られたデータを、3次の変形バーチ・マーナガン状態方程式(Sata et al. 2002)を用いてフィッティングした結果は、 $V_r = 12.615 \text{ cm}^3/\text{mol}$ を仮定すると $P_r = 36.0 \pm 1.7 \text{ GPa}$, $K_r = 306 \pm 17 \text{ GPa}$, $K'_r = 3.81 \pm 0.28$ が得られた。

もし、地球のコアには鉄と硫黄しか含まれないと仮定すると、この研究で得られたFeSの高圧VI相の圧力と体積の関係と、地球の密度(PREM, Dziwonski and Anderson, 1981)、純鉄の密度(Dubrovinsky et al, 2000)とを比較することで、地球の密度を説明する硫黄の含有量を推定することができる。始めに適当な温度モデルを仮定して、PREMと純鉄の密度差を計算する。次に仮想的な鉄硫黄化合物 $\text{Fe}_{1-x}\text{S}_x$ (硫黄 $x \text{ atm} \%$)と純鉄の室温での密度差を計算する。得られた2つの密度差を等しいとすると、相当する硫黄の含有量 x が推定できる。地球コアの密度欠損を説明するのに必要な硫黄の推定量は、外核で約20 atm%、内核で約10 atm%であった。発表では、この推定に含まれる誤差やこの値を用いた拘束条件などについても議論する。

参考文献：

Rama Murthy, V. and H. T. Hall, *Phys. Earth Planet. Inter.* **6**, 123-130, 1972.

Poirier, J.-P., *Phys. Earth Planet. Inter.* **85**, 319-337, 1994.

Speziale, S., C.-S. Zha, T. S. Duffy, R. J. Hemley, and H.-k. Mao, *J. Geophys. Res.* **106**, 515-528, 2001.

Sata, N., G. Shen, M. L. Revers, and S. R. Sutton, *Phys. Rev.* **B 65**, 104114, 2002.

Dziwonski, A. M. and D. L. Anderson, *Phys. Earth Planet. Inter.* **25**, 297-356, 1981.

Dubrovinsky, L. S., S. K. Saxena, F. Tutti, S. Rekhi and T. Le Biha, *Phys. Rev. Lett.* **84**, 1,720-1,723, 2000.