

dry wadsleyite 及び hydrous wadsleyite の状態方程式

Equations of state of dry wadsleyite and hydrous wadsleyite

井上 徹[1], 入船 徹男[1], 安東 淳一[2], 肥後 祐司[3], 実平 武[1], 舟越 賢一[4], 内海 涉[5]
 # Toru Inoue[1], Tetsuo Irifune[2], Jun-ichi Ando[3], Yuji Higo[2], Takeshi Sanehira[4], Kenichi Funakoshi[5], Wataru Utsumi[6]

[1] 愛媛大・理・地球, [2] 広大・理・地球惑星, [3] 愛媛大・理・生地, [4] 高輝度光セ, [5] 原研・関西研
 [1] Dept. Earth Sciences, Ehime Univ., [2] Dept. Earth Sci., Ehime Univ., [3] Earth and Planetary Systems Sci., Hiroshima Univ., [4] Earth Sci., Ehime Univ., [5] JASRI, [6] JAERI

オリビンの高圧相 wadsleyite はマントル遷移層の主要構成鉱物と考えられており、その熱弾性的性質を解明することは地震波速度プロファイルと比較してマントルの構成鉱物の割合を知る上で重要である。さらに最近、この相に数 wt の H₂O が結晶構造中に含まれることが明らかにされ (Inoue, 1994)、この相の熱弾性的性質を解明することは地球内部の H₂O 量を見積もる上で重要となる。本研究では放射光とマルチアンビル高圧発生装置を用いた SPring-8 での高温高圧 X 線その場観察実験により、dry wadsleyite 及び hydrous wadsleyite の状態方程式をマントル遷移層にあたる温度圧力条件下で決定した。

1. はじめに

オリビンの高圧相 β -phase (wadsleyite) はマントル遷移層の主要構成鉱物と考えられており、その熱弾性的性質を解明することは地震波速度プロファイルと比較してマントルの構成鉱物の割合を知る上で重要である。さらに最近、この相に数 wt の H₂O が結晶構造中に含まれることが明らかにされ (Inoue, 1994)、この相の熱弾性的性質を解明することは地球内部の H₂O 量を見積もる上で重要となる。

無水 β -phase に関しては、ブリルアン散乱 (Sawamoto et al., 1984)、及び高圧下での超音波法 (Gwanmesia et al., 1990; Li et al., 1996) によって室温での体積弾性率、及び剛性率とそれらの圧力微分が求められており、また常圧下でのその熱膨張係数も求められている (Suzuki et al., 1980)。しかし高温高圧下でのデータは非常に乏しく、その温度圧力条件は限定されている (Tanaka et al., 1987; Meng et al., 1993)。

さらに含水 β -phase に関しては、Yusa and Inoue (1997) の DAC によって求められた室温下での体積弾性率のデータがあるにすぎず、その熱的性質に関しては全く解っていない。また、高温高圧下での熱弾性的データに関しては皆無である。

このような理由から本研究では無水 β -phase と含水 β -phase の高温高圧下での状態方程式を明らかにするために、それぞれの相で放射光その場観察実験を行った。

2. 実験方法

放射光その場観察実験に用いる試料は、愛媛大学理学部設置の 2000ton MA8 型高圧発生装置を用いて合成した。無水 β -phase は約 15GPa, 1300.C, 1 時間の条件で forsterite の粉末から、含水 β -phase に関しては約 15GPa, 1300.C, 30 分の条件で MgO, Mg(OH)₂, SiO₂ の粉末混合体から合成した。回収試料は粉末 X 線回折、及び EPMA で相を確認した。今回の含水 β -phase の含水量は格子定数の変化から約 2wt と見積もられる。

放射光その場観察実験は SPring-8 の BL04B1 ビームラインで行った。圧力発生装置としては 1500ton MA8 型高圧発生装置 (SPEED-1500) を使用した。セル構成はポストスピネル相転移境界を決定した Irifune et al. (1998) で使用されたものとはほぼ同じである。温度測定には W3Re-W25Re 熱電対が使われている。今回の実験では Au を圧力マーカーとして用い、Anderson et al. (1989) によって提案された状態方程式より圧力を決定した。我々は同時に MgO を用いても圧力決定を行っており、時々 MgO からの値がわずかに大きいことがあるが (最大 ~ 1GPa) 両者の圧力値はほぼ一致する。

その場観察実験では最初にある目的のプレス加重まで加圧し、その後回折ピークをシャープにさせる (差応力をとる) ために ~ 800-900.C まで温度を上昇させた。そしてこのように差応力をとってからその後、温度を 100.C ずつ下げるにより、100.C 間隔でデータを収集した。回折パターンの典型的な収集時間は、Au と MgO の圧力マーカーで 300sec, 試料で 600 ~ 1000sec である。

3. 実験結果

無水 β -phase、含水 β -phase とともに、それぞれ β -phase の安定領域内で回折パターンの収集を行った。温度範囲は 1500.C まで、圧力範囲に関しては 17GPa 付近までである。このようにして得られたデータを Birch-Murnaghan 状態方程式を使って最適化して体積弾性率を求めた。得られた体積弾性率は無水の β -phase で 139(1) GPa、含水 β -phase で 133(1) GPa となり、今までに報告されている値より著しく小さい (例えば、無水 β -phase では 170 GPa (Li et al., 1996)、含水 β -phase では 155(2) GPa (Yusa and Inoue, 1997))。今回の測定では、 β -phase の安定領域内で 900.C まで温度を上げ、十分差応力をとってからデータ収集されているため、セル内の静水圧性は非常に

いいと思われる。仮に温度を上げていない圧縮過程のデータセットで最適化すると、体積弾性率は $197(3)$ GPa という非常に大きな値を示し、差応力の効果で圧力を過大評価していることが解る。

さらに、本研究から体積弾性率の温度変化が求められ、体積弾性率は温度上昇とともに二次式で減少する様子がみられた。また、高圧下での熱膨張係数も求められた。詳しい結果については講演の時紹介する。