

圧力下における無水、含水 KAlSi_3O_8 融体の構造 Structure of hydrous and anhydrous KAlSi_3O_8 melts under pressures

山田 明寛^{1*}, 井上徹¹, 亀卦川卓美²

¹ 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、〒790-8577 松山市文京町 2-5

² 高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

1. はじめに

長石に分類される鉱物(例えば、曹長石 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, カリ長石 KAlSi_3O_8 , 灰長石 $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)は地球表層に存在する岩石に普遍的に見られる鉱物である。それらは地殻を起源として、地球のプレートテクトニクスを通して地球内部にもたらされ、少なくとも地球内部の浅い部分では主要な構成鉱物として存在していると予想されている。一方、地球浅部には多くの含水鉱物及び間隙水の存在が示唆されており、鉱物の脱水等による鉱物-水の反応によるいわゆる脱水融解は、地球内部でのマグマ発生において、主要なモデルの一つとして考えられている。鉱物の脱水融解によって生じたマグマには少なからず水成分が含まれている事が予想され、水を含むマグマの構造を圧力下の「その場」で調べる事は、実際に地球内部で生成されているマグマの特性を知る上で重要な知見が得るために必要不可欠である。特にマグマ中の Al^{3+} は、複雑な編目構造を形成するネットワーク形成イオンに分類され、その圧力によって引き起こされる配位数変化や Al-O-Al 結合角変化などの構造変化はマグマ全体での物性(密度、粘性)を支配する情報と考えられる。

我々は、上述の長石について、まず、含水曹長石組成マグマの構造について、高温高压 X 線回折実験を用いて調べてきた。その結果、およそ 3 GPa 付近において水を含むマグマにおいてのみ、 Al^{3+} の著しく配位数変化が促進されることを明らかにした。そこで、本研究では、更に同様の長石系である KAlSi_3O_8 組成のマグマについて、同様に Al^{3+} の構造変化が見られるか調べるため、実験を行っている。本レポートでは、現在までに得られた構造データ(構造因子)、およびそれから得られる情報について報告する。

2. 実験手法

実験試料は、無水のもので K_2CO_3 、 Al_2O_3 、 SiO_2 をモル比で 1:1:6 となるよう混合した酸化物粉末を 1000°C、9 時間で脱 CO_2 処理したものを用いた。また、含水の試料では、あらかじめ $\text{K}_2\text{O-SiO}_2$ ガラスを合成し、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ を $\text{KAlSi}_3\text{O}_8\text{-H}_2\text{O}$ 組成となるよう混合したものを用いた。高温高压 X 線構造解析は PF-AR の NE5C ビームラインで行った。高压発生装置は当ビームライン設置の MAX80、DIA 型プレスを使用し、加圧方式は 6-6 型加圧方式[1]を採用した。第一段アンビルは 27 mm を用いて、実際に試料を圧縮する第二段アンビルには背面面積 $18 \times 18 \text{ mm}^2$ のアンビルで、先端(Truncated Edge Length; TEL)は 4-6 mm をターゲット実験条件により使

い分けた。試料、ヒーターを設置したボロンエポキシ製圧力伝達媒体のサイズは TEL に応じて 7-9 mm のものを用意した。ヒーターは円筒形グラファイト、試料容器は無水試料ではグラファイト、含水試料では白金と単結晶ダイヤモンド管の複合容器[2]を使用した。液体の回折測定は、回折線より判断した融点よりおよそ 50°C 上で行った。使用した X 線は白色(20-140 keV)で、幅広い波数領域での回折データを得るため、回折角 3-30° の範囲で測定を行い、それぞれの回折パターン強度を規格化し、構造因子、 $S(Q)$ を求めた。

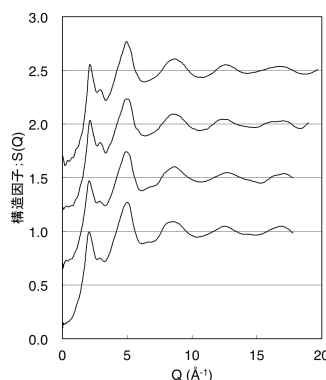


図1 含水 KAlSi_3O_8 メルトの構造因子(下から 2.5, 3.2, 4.4, 5.1 GPa のデータ)

3. 実験結果

図1に含水 KAlSi_3O_8 メルトの構造因子を示す。回折角最大 30° までの測定を行う事によって、最高 20 Å^{-1} までのデータ収集に成功した。珪酸塩などのネットワーク形成液体の大きな特徴として、約 1-2 Å^{-1} に他ピークに比べ比較的鋭いピークが見ら

れる (First Sharp Diffraction Peak; FSDP)。このピーク位置から、液体の中距離構造の周期を見積もる事ができ

る。この FSDP の位置を無水のそれと比較した結果、含水のものは、特に低压領域において高 Q 側に位置していた。Q は実空間の距離の逆数なので、高い Q は実空間にしてより短い距離を意味している。つまり、水を含むメルトはより短い周期構造を持つ事を示唆している。これは以前の研究によって示唆されていた通り、水の効果によって...-Si-O-Si-...や...-Al-O-Al-...などのネットワーク構造が分断され手いる事を意味している。

4. 謝辞

本研究は高エネルギー加速器研究機構の補助に加え、基盤研究 A(代表:井上徹)、若手研究 B(代表:山田明寛)および、新学術領域「中性子地球科学」(代表:八木健彦)によるサポートのもと行われています。

* a-yamada@sci.ehime-u.ac.jp