

課題番号 : 2020A-E07
利用課題名 (日本語) : PDF 解析による非晶質炭酸マグネシウムの構造解析
Program Title (English) : Structure analysis of amorphous magnesium carbonate hydrate by PDF method
利用者名 (日本語) : 山本弦一郎¹⁾, 興野純¹⁾, 米田安宏²⁾
Username (English) : G. Yamamoto¹⁾, A. Kyono¹⁾, Y. Yoneda²⁾
所属名 (日本語) : 1) 筑波大学生命環境, 2) 日本原子力機構
Affiliation (English) : 1) University of Tsukuba, 2) Japan Atomic Energy Agency
キーワード : 非晶質炭酸マグネシウム (AMC), ネスケホン石, ダイピング石, 水苦土石

1. 概要 (Summary)

近年、環境問題には大きな関心が寄せられているが、中でも地球温暖化は関心が高い問題である。地球温暖化対策として CO₂ 地中固定技術がその切り札として期待されている。CO₂ 地中固定技術は、大気中の CO₂ を直接大気から取り除き、CO₂ を炭酸塩岩として地中に固定する方法であり、この方法が現在最も安定的に長期間 CO₂ を固定できる有力な方法と考えられている。炭酸マグネシウム水和物は地下に固定される主要な鉱物種の一つであるが、炭酸マグネシウム水和物は地下水の温度や pH により、沈殿する相が変化する。また、炭酸マグネシウム水和物の前駆体として形成される非晶質炭酸マグネシウム (AMC) の存在も知られているが、その温度依存性についてはほとんど理解されていない。また、CO₂ を地中に固定する場合、安全性を高めるためには、炭酸マグネシウム水和物の挙動を詳細に理解することは重要である。そこで本研究では、異なる温度で沈殿する炭酸マグネシウム水和物と AMC に対して、放射光 X 線全散乱測定と PDF 解析を行い、結晶相と前駆体の AMC の構造を比較し、炭酸マグネシウム水和物の形成プロセスを明らかにした。

2. 実験 (目的, 方法) (Experimental)

測定試料の AMC と炭酸マグネシウム水和物相は、塩化マグネシウム水溶液と炭酸ナトリウム水溶液を、20 °C, 60 °C, 80 °C の温度で混合し、沈殿物を直ちに濾過した試料を AMC、一定時間保持した試料を炭酸マグネシウム水和物相としている。

- ・20 °C : AMC20, 20 °C, 3 時間保持 : ネスケホン石 [MgCO₃·3H₂O] (NSQ)
- ・60 °C : AMC60, 60 °C, 2 時間保持 : ダイピング石

[Mg₅(CO₃)₄(OH)₂·5H₂O] (DYP)

- ・80 °C : AMC80, 80 °C, 2 時間保持 : 水苦土石 [Mg₅(CO₃)₄(OH)₂·4H₂O] (HMG)

放射光 X 線全散乱測定は、Spring-8, BL22XU に設置された κ 型多軸回折計を用いた。波長を 60 keV にし、測定範囲は 0.7° ≤ 2θ ≤ 40° , 2θ ステップは Q 値に応じて 0.01° ~ 0.1° 刻みで測定を行った。測定試料はカプトンフィルム製の試料キャピラリーに充填した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

各試料の PDF パターンを図1に示す。ダイピング石の短距離・中距離秩序は、水苦土石に非常に類似しており、ネスケホン石とは明らかに異なっていた。また、AMC は 20 °C から 80 °C でほぼ同一の短距離秩序を持ち、この温度範囲では AMC は低温相・高温相に区別されないことが明らかになった。さらに、5 Å 付近までの短距離秩序を比較すると、AMC の構造は、ダイピング石と水苦土石の構造に酷似していた。したがって、AMC からネスケホン石が結晶化するときには、AMC の構造が再構築していることが示唆され、一方で、ダイピング石および水苦土石は、AMC 構造を維持して結晶化していると考えられる。

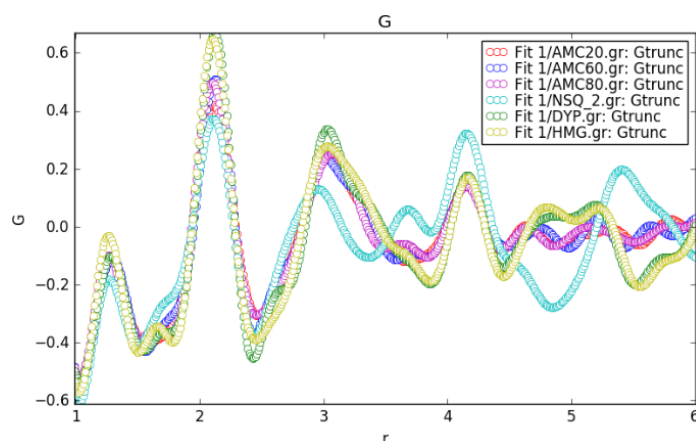


図 1. 各試料の PDF パターン