

管理番号

2025 年度「深田研究助成」研究報告書概要

（深田地質研究所のホームページで公開します）

研究課題名 （和文）	放射光 X 線を用いたガーネット分解反応速度に対する圧力効果の実験的研究		
研究課題名 （英文）	In-situ synchrotron X-ray diffraction study of pressure effects on garnet decomposition kinetics		
研究代表者	氏名	（漢字）	森 祐紀
		（カタカナ）	モリ ユウキ
		（英文）	Yuki Mori
	所属機関・職名 兵庫県立大学大学院理学研究科・助教 （採択時：公益財団法人高輝度光科学研究センター・研究員）		

概要（600 字～800 字程度にまとめてください。図表、写真添付の場合は 1 ページ以内 2 枚まで）

変成岩中に発達する反応組織は、温度・圧力変化や物質移動、高温継続時間などの変成作用の履歴を記録しており、地球内部で生じたテクトニックプロセスを解読する重要な手掛かりとなる。特にガーネットはエクロジャイトやガーネット角閃岩などの高圧変成岩に広く含まれ、減圧に伴って分解反応を生じ、その周囲に特徴的な反応組織を形成する。このような反応組織の発達速度は高温継続時間の推定に利用されているが、反応の進行に伴う局所的な圧力変化が分解速度へ与える影響については十分に検証されていない。

本研究では、MORB 組成の合成ガラスから高圧実験によって結晶化させたエクロジャイトを用い、SPring-8 BL02B2 において高温その場放射光 X 線回折実験を実施した。試料を加熱し、5 秒ごとの連続測定によってガーネット分解反応の進行をリアルタイムで追跡した。その結果、ガーネットピークの減少と斜長石および輝石に由来する新たな回折ピークの出現が確認され、ガーネット→輝石＋斜長石の分解反応が進行する様子を直接観察することに成功した。また、ガーネット回折ピークの高角度側への移動から単位格子体積の変化を評価したところ、反応の進行とともに体積が約 0.1%減少し、状態方程式から約 0.2 GPa の圧力上昇が見積もられた。

この結果は、分解生成物である輝石と斜長石が周囲の空間制約の下でガーネットを圧迫し、局所的な圧力上昇を引き起こしたことを示している。回収試料には天然のエクロジャイトで見られるものと類似した反応組織も確認され、実験により天然の反応過程を再現できた。本研究は、岩石内部で発生する局所的な圧力上昇がガーネット分解反応を抑制し、反応組織を用いた高温継続時間の推定に影響を及ぼす可能性を示した点で重要な成果である。

また、本研究課題と同様の実験システムを用いて ZnAl₂O₄ スピネルの熱膨張率測定も実施した。このスピネルは極低温で負の熱膨張を示すが、55 K 以上では正の熱膨張を示すことが分かった。申請者らの実験結果をこれまでに報告されている体積弾性率などのデータと組み合わせることで状態方程式を作成した。この研究については既に American Mineralogist に受理され、原稿が早期公開されている。

発表文献等（この研究を発表した雑誌・図書・学会等について記入してください。印刷中は in press と記入してください。著者名は省略せず、全てを記入し、自分の名前に下線を引いてください。欄が足りない場合は、増やして記入してください。）

雑誌	論文標題	Equation of state of ZnAl ₂ O ₄ spinel constrained by new in situ synchrotron powder X-ray diffraction data				
	著者名	<u>Yuki Mori</u> *, Yuuki Hagiwara				
	雑誌名	American Mineralogist				
	ページ	～	発行年	2026	巻号	In press
雑誌	論文標題					
	著者名					
	雑誌名					
	ページ	～	発行年		巻号	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	
学会等	演題					
	発表者名					
	学会名				発表年	

英文抄録（100 語～200 語程度にまとめてください。）

Reaction textures developed in metamorphic rocks record the history of metamorphic processes, including pressure-temperature evolution, mass transfer, and the duration of high-temperature conditions. Garnet commonly occurs in high-pressure metamorphic rocks such as eclogites and garnet amphibolites and breaks down during decompression, forming characteristic reaction textures. Although the growth rate of these textures has been used to estimate the duration of high-temperature metamorphism, the influence of local pressure changes generated during the reaction remains poorly constrained. In this study, we conducted in situ high-temperature synchrotron X-ray diffraction experiments at SPring-8 BL02B2 using synthetic eclogite crystallized from a MORB-composition glass. Time-resolved measurements revealed the breakdown of garnet into pyroxene and plagioclase. Simultaneously, garnet diffraction peaks shifted toward higher angles, corresponding to a ~0.1% decrease in unit-cell volume and an estimated pressure increase of ~0.2 GPa. These results indicate that the reaction products compressed the remaining garnet, suppressing further breakdown. Observation of recovered samples confirmed reaction textures similar to those found in natural eclogites. In addition, thermal expansion measurements of ZnAl₂O₄ spinel revealed negative thermal expansion below 55 K, and the resulting equation of state has been published in American Mineralogist.