

受入年度 平成 30 年

課題名 高温高压下における炭素・硫黄の同位体分別

共同研究員氏名 Madhusoodhan Satish-Kumar

所属・職名 新潟大学理学部 教授

受入教員 芳野 極

高温高压下における炭素の同位体分別

実験に基づく石墨化にかかる活性化エネルギーは非常に大きい(～1000 kJ/mol)値を示すが、地殻浅部～深部における天然炭質物の結晶構造進化を実験的に説明することが困難であることが知られている (e.g., Bustin et al. 1995)。その主な原因は地殻中での圧力依存性や変形による結晶構造の改変などが大きな影響をもたらすと議論されているが具体的な研究例はない。そのため本研究では高温高压下における活性化エネルギーの見積もりを目的に反応速度実験を行った。

最も単純な系(温度-時間)に圧力の影響を加味した場合の活性化エネルギーの定量的見積もりを目標に天然試料からグラファイトを合成する高温高压実験を行なった。1 GPa/1000-1450 °Cにてグラファイトを合成し、様々なカイネティックモデルに適用した結果、従来の 1/3 程度の活性化エネルギーで石墨化が進行することを明らかにした。更に低温(300-800°C)条件下での石墨化反応をモデルを用いて外挿し、天然のプロセスに近い反応を再現することができた。

次に活性化エネルギーを算出した試料を利用して、温度と時間が一定条件下での圧力依存性を定量的に見積もった。0.5 GPa～8 GPa までの圧力条件でグラファイトを合成すると 2 GPa 付近ではほぼ理想的なグラファイト構造へ炭質物に変化することを発見し、圧力-温度-時間によって石墨化を定量化することに成功した。これによって、変成作用の温度計の役割だけでなく圧力や時間の要素を取り込んだより精密なアレニウス式温度速度圧力計としての役割を石墨化に与えることができるようになった。

Nakamura, Y., Yoshino, T., & Satish-Kumar, M., (2017) An experimental kinetic study on the structural evolution of natural carbonaceous material to graphite. *American Mineralogist*, 102 (1): 135-148. <https://doi.org/10.2138/am-2017-5733>

高温高压下における硫黄の同位体分別

沈み込みにおける硫黄の循環は、温度圧力条件に加えて酸素雰囲気や流体の挙動にも左右されるため、制約することが難しい。そのため沈み込みにおける硫黄の挙動を議論した研究は少なく、近年では熱力学計算を用いた理論的研究があるのみである (Tomkins &

Evans, 2015)。沈み込んだ海洋地殻から脱水した水は島弧の火山活動を引き起こすと考えられているが、この時形成される代表的な岩石が花崗岩である。すなわち、花崗岩のような岩石の硫黄同位体記録から沈み込みにおける硫黄循環を推定することが可能であると考えられるが、花崗岩質マグマ形成時の硫黄の分配と同位体分別を決定しない限り、沈み込んだ地殻物質の「何が」「どのような」挙動をしているかを推定することは難しい。そこで本研究では、太古代のような熱い海洋地殻が沈み込み、海洋地殻が部分熔融して花崗岩質マグマを作る温度圧力条件での高温・高圧実験を行い、玄武岩と花崗岩質マグマの間での硫黄同位体分別を決定することを試みている。まず玄武岩ガラスを作るため、玄武岩組成の粉末を混合し、惑星物質研究所所有の電気炉を用いて酸素雰囲気調節しながら高温にした後急冷した。作成した玄武岩ガラスは粉末化した後、水成分としてゲーサイト、硫黄成分として元素硫黄を混合させ、惑星物質研究所所有のピストンシリンダーで1GPa・800°Cで丸一日放置した。回収した試料は現在、電子顕微鏡用分析装置で観察するため研磨している。