

二酸化炭素地中貯留に向けた玄武岩 - 水反応の溶解速度支配要因

Factors controlling dissolution rate of basalt for underground sequestration of carbon dioxide

梅村 友章^{1*}, 小山 竜志², 鹿園 直建², 吉田 尚弘¹

UMEMURA, Tomoaki^{1*}, KOYAMA Ryuji², SHIKAZONO, Naotatsu², YOSHIDA, Naohiro¹

¹ 東京工業大学 大学院総合理工学研究科, ² 慶應義塾大学 理工学部

¹Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, ²Faculty of Science and Technology, Keio University

1. はじめに

排出された CO₂ を回収し、地中に封じ込める CO₂ 地中貯留技術は、即効性の期待できる対策として昨今注目を集めている。

CO₂ を地中に圧入すると、CO₂ 岩石 水反応が起こり、地下水に CO₂ が溶解し、最終的には炭酸塩として固定される (溶解トラッピング・鉱物トラッピング) が、その化学反応の挙動についてはあまり明らかにされていない。上記の化学反応を考える上では岩石 水反応の溶解速度が基礎的データとして重要となるが、玄武岩においてはその溶解速度は試料や実験条件によって大きく異なっている。岩石 (玄武岩) の溶解速度を支配する要因としては、Si:O 比, 結晶:ガラス比, ガラスの構造, 実験系 (開放系・閉鎖系), 溶液の攪拌状況などが挙げられる。

そこで、本研究では結晶:ガラス比およびガラスの構造が玄武岩の溶解速度に及ぼす影響を検討する (実験 1)。また、実験系 (開放系・閉鎖系) の違い、攪拌の有無が溶解速度に及ぼす影響についても検討を行う (実験 2)。

2. 試料・分析方法

実験 1 においては、岩石試料は新期富士山の溶岩およびそれを溶融し徐冷・急冷させた玄武岩ガラスを用いた。耐圧容器に岩石試料と溶液を混入後、ガスボンベから CO₂ を 5MPa で圧入し、静置させ閉鎖系で反応させた。反応終了後、固相と液相を分離した。固相については、反応前後で XRD や XRF により構成鉱物や主成分元素組成を、SEM により表面分析を行った。液相については、ICP-MS によりカチオン (Ca²⁺ etc) および Si 濃度を分析した。

実験 2 においては、岩石試料は新期富士山の溶岩を用いた。実験系 (開放系・閉鎖系) および攪拌の有無の条件を変化させて溶解実験を行い、分析は実験 1 と同様に行った。

3. 結果・考察

実験 1 においては、溶岩 < 徐冷 < 急冷の順に 1~2 倍程度溶解速度が大きくなったものの、溶解速度にはそれほど差はみられない結果となった。地下 1000m 程度の帯水層に圧入することを想定した際、実際の条件は閉鎖系に近い。よって、CO₂ 地中貯留の条件下においてはマグマからの冷却速度、つまり結晶度の違いはそれほど溶解速度に影響を及ぼさないと考えられる。

実験 2 においては、開放系の方が閉鎖系よりも 10 倍程度溶解速度が大きい結果となった。また、反応後の試料表面を SEM により観察すると、開放系では試料表面に特に変化がみられないのに対し、閉鎖系では表面に沈殿物がみられた。このことから、閉鎖系では溶液濃度が上昇するにつれて Si, Al 等の沈殿が生じ、試料表面を覆うことによって変質層が形成し、溶解が妨げられた可能性が考えられる。地下 1000m 程度の帯水層に CO₂ を貯留することを想定した場合、実際の系は閉鎖系に近い。これまでは玄武岩 水反応の溶解速度は表面反応律速としたシミュレーションが行われてきたが、今後は変質層等による拡散を考慮に入れる必要性が示唆された。

キーワード: 二酸化炭素地中貯留, 地化学トラッピング, 溶解速度

Keywords: CCS, geochemical trapping, dissolution rate