

修士学位論文等要旨
Abstract of Master's Dissertation or Selected Topical Research

論文提出者／The person who submits a thesis	専攻名／Department	土木工学	専攻
	学籍番号／Student ID	15TM303C	
	氏名／Name	小原史也	
論文等題目／Title	琉球石灰岩帯水層を用いた CO ₂ 削減に関する基礎研究		
はじめに	<p>炭酸塩岩は水に溶解易く、大気に触れない条件下で、反応式 ($\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$) に従い、水に 1 モル溶解するとき、水中の大気由来 CO₂ を 1 モル消費する。このことから、人類活動により年間に排出される炭素 (およそ 8 PgC/年) を石灰岩帯水層中に導入し、例えば、地下 50m までの水で飽和した領域にある陸域の全石灰岩層を、およそ 0.004%/年の割合で溶かすことができれば、計算上年間の全排出 CO₂ を石灰岩帯水層中に貯留できるはずである。突破口を切り拓くためには、地下水中の数十年に渡る CO₂ 溶解速度を予測する方法と、CaCO₃ 溶解に伴う地下空洞の発達予測法が必要である。</p>		
目的	<p>石灰岩を使った CO₂ 削減を検討するため、琉球石灰岩帯水層地下水中の数年～数十年スケールの溶解速度と CO₂ 消費速度を明らかにする。</p> <p>また、沖縄本島南端と宮古島の石灰岩帯水層における CO₂ の地下水中の物理的かつ化学的な長期挙動について各々明らかにすることで、CO₂ の削減利用に適した条件の推定・評価を行う。</p>		

方 法

沖縄本島南端と宮古島の琉球石灰岩帯水層の地下水を採取し、年代トレーサー SF_6 による地下水の滞留時間と溶存 Ca , CO_2 成分の関係 (R) と、水と接触する石灰岩の空隙の比表面積 (S) から、琉球石灰岩の溶解速度 ($D=R/S$) の算出を行った。S は琉球石灰岩コアサンプルの CT スキャンを利用した空隙構造解析から得た。また、PHREEQC による岩石-水平衡計算を行い、溶存成分の飽和度を求めた。

特 徴

流動する地下水中にある石灰岩の溶解速度を直接、数十年の時間スケールで測定した研究は見当たらない。また、本研究のように、CT 画像から空隙表面積を検出した研究例は少ない。

結 論

1. 石灰岩の溶解速度 D ($\text{mol}/\text{cm}^2/\text{yr}$) を、全空隙の場合と、水が流動する、つながった(水みち)空隙の場合の 2 通りについて推定した結果、
 - ・ Ca 濃度の溶解速度は、 $5.80 \times 10^{-10} \sim 1.21 \times 10^{-9}$ ($\text{mol}/\text{cm}^2/\text{yr}$)
 - ・ HCO_3^- 濃度の溶解速度は、 $1.16 \times 10^{-9} \sim 2.28 \times 10^{-9}$ ($\text{mol}/\text{cm}^2/\text{yr}$) を得た。
2. 仲座地区のように、石灰岩の溶解が最も進行し、地下水の酸性化を抑制する能力が最も高い石灰岩帯水層が、 CO_2 の削減場所に適している。
3. 米須地区と慶座地区では、最初、鉱物の沈殿反応が進行し、滞留時間が長くなるにつれて、次いで、鉱物の溶解が進行していると考えられる。
4. 宮古島では、地下水の滞留時間が長くなるにつれて、 Mg イオン濃度が減少すると同時に、 CO_2 ガス濃度が増加している。また、滞留時間の増加と共に、ドロマイト $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ の SI (飽和度) が大きく低下していることから、地下水中でドロマイトの沈殿生成が行われていると考えられる。
5. 米須、慶座、仲座地区に比べて、地下水が流動する宮古島では、石灰岩の溶解が進行していなかったことから、 CO_2 の削減には、滞留性の井戸が適していると考えられる。

6. 米須地区で測定した地下水の滞留時間と流速の間に、負の相関が見られた。このことから、流速の遅い地下水ほど、滞留時間が増加していることがわかった。
7. 溶解速度の推定結果から、空隙が水みちで、かつ地下水の流れがピストン流のとき、より琉球石灰岩の溶解が進むことがわかった。
8. 本研究で野外測定から推定した琉球石灰岩の長期溶解速度は、室内実験による測定結果に比べ、50～200倍小さいことがわかった。

指導教員 中屋 眞司 教授