

琉球石灰岩層の地下水中の CO₂ 分布特性

平成 28 年 2 月 久原 雄太

要旨

目的

近年、人為的に排出された CO₂ 量の上昇によって、地球温暖化が懸念されている。CO₂ と石灰岩の化学反応($\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$)を利用して CO₂ を石灰岩層に貯留することができれば地球温暖化問題の解決の一助になる。本研究では琉球石灰岩地帯における地下水の各元素のイオン、井戸水の流速を測定し、滞留性の井戸水と流動性の井戸水の 2 種類における CO₂ 分圧の特性を明らかにする。

方法

本研究では流向流速計(GFD-3B)の測定値をもとに井戸を滞留性の井戸と流動性の井戸に分類した。各井戸の Ca 濃度, NO₃ 濃度, Calcite などの鉱物の飽和度, CO₂ 分圧を求め、深度分布による Ca²⁺の比較、滞留性の井戸水と流動性の井戸水で比較を行い、 $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$ の化学反応がどのような条件で進んでいるか検討した。

結論

1. 沖縄本島南部琉球石灰岩帯水層の井戸水は流動性と、滞留性の 2 種類に大別でき、本研究では滞留性の地下水が多く存在することがわかった。CFCs および SF₆ による年代測定の結果から 5 年から 30 年の滞留時間と考えられる。
2. 流動性の井戸水では Ca 濃度は各井戸に到達する前に飽和平衡状態に達していることがわかった。このことから流動性の井戸水では CO₂ 分圧は石灰岩を構成する鉱物の溶解反応を促進していないと推定される。
3. 滞留性の井戸(OKIK1)では、Ca 濃度が高いと CO₂ 分圧も高い。
4. OKIK1 には GL-30m 以深の強滞留ゾーンが存在し、強滞留ゾーンでは $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$ の化学反応が右方向に進行している。
5. 流動性の井戸と滞留性の井戸の比較から、CO₂ を貯留するには石灰岩の溶解反応が進む滞留性の井戸が望ましい。

6. NO_3 の増加に伴ってCFCsの増加が見られた。 NO_3 とCFCsの相関を見るとCFC-12, CFC-113で, 相関係数が0.9を超える相関が見られる。 SF_6 の年代決定率は30%台である。
7. 沖縄県のCFCs大気中濃度と北半球平均大気濃度を比較すると, 北半球平均大気濃度を1とした場合, CFC-12が0.88, CFC-11が0.93, CFC-113が1.78, SF_6 が1.07である。
8. 沖縄本島南部の琉球石灰岩帯水層内の不圧地下水の流動モデルは, 混合流モデルで近似される。ただし, SF_6 による年代決定率が悪いので再調査する必要がある。

指導教員 中屋 眞司 教授