



山口大学

秋吉台石灰岩地域における地下水の水循環と地質過程 —岩石物性計測と水理モデリングからのアプローチ

山口大学国際総合科学部 講師 浜橋 真理

石灰岩の地層は、地下水を豊富に貯え、湧出することができる帯水層で、地球上の各地で独特で美しい地形を作り出すカルスト台地が分布しています。山口県秋吉台地域もその一つです。カルストでは、地下水と反応して、石灰岩の溶解・化学風化が起きて、空洞が広がることで、帯水層が拡大する特徴が、砂岩などの他の帯水層とは大きく異なります。

植生や土壌などに地表を覆われたカルスト帯水域(図1)の大きな特徴の一つは、「コンドイット」とよばれる大きく、連続的な空洞・坑道が存在し、それが地下水の移動を促進する主要な移動経路になっていることです[1][2]。カルストにおける水はどのように流入しているのでしょうか？雨水の浸透(拡散)、地表の河川の流入、洪水などのシンクホールへの集中的な流入が主で、地上の割れ目、高角な地層の層理面、断層なども流入場所になります。地下の水の運搬能力が高いほど、地表の水を吸収し、カルストの地上では、地表流の分布は稀となります。

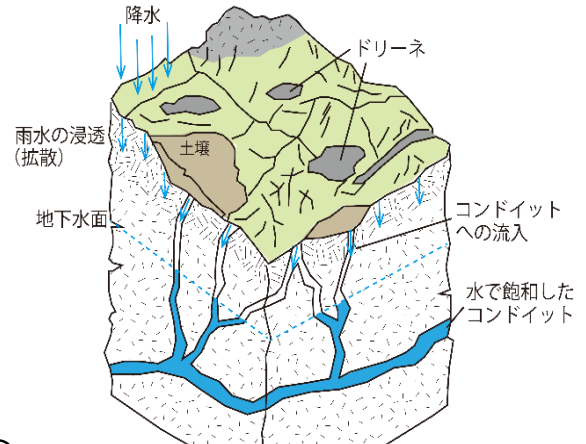


図1. カルストにおける不圧帯水層の例 (Stevanović [2]より改変)

そして地下の水は、岩石中の隙間を通して、移動をします。岩石中の粒子と粒子の間隙とその連結度を、母岩の間隙率と透水係数とよびます。ただし、秋吉台に分布するような、古い変成作用を受けた石灰岩は、粒子間の隙間が小さく、母岩の間隙率・透水係数はとても小さいことが予想されます。そこで、より大きいスケールの、亀裂やコンドイットの間隙率・透水係数が、水の移動に大きく効いていると考えられます[1][2]。

亀裂がコンドイットに成長すると、流体力学ではダルシー則とよばれる線形の法則が成り立たなくなり、乱流が生じます[1]。亀裂やコンドイットの間隙率・透水係数は、その開口幅や間隔が基本的なパラメータとなります。しかし、大きな課題として、コンドイットの間隙率・透水係数は、統一的な測定方法がなく、流体移動のモデリングに含まれないことが多いことが挙げられます[1]。露頭での亀裂の測定・画像解析と実験室での岩石物性の測定を組み合わせ、複雑な構造分布、構造の異方性、スケールによって幅を持つ透水係数・間隙率を記述することが、流体移動を理解する上で重要なカギになると考えられます。

私の研究では、カルスト帯水域のコンドイットシステムを取り入れた地下水のモデリングに取り組んでいます。流体力学と化学反応速度論を使った数値解析を行うことで、地下水の挙動を調べ、水位や流束、化学組成などの変化を予測し、モニタリングデータと比較することが目的です。水理モデリングは、地下水の持続的な利用や関連する地質過程を理解する上で有用だと考えられます。

<参考文献>

[1] White, W. B. (2002), Karst hydrology: recent developments and open questions. Engineering Geology, 65, 85-105.

[2] Stevanović, Z. (2015), Characterization of karst aquifer. Karst aquifers-characterization and engineering, 47-125.