

Q 地下水の“水みち”とは読んで字のごとく地下水の通りみちと思うが、どのような地下水現象で、水みちがあればどのような問題が生じるのでしょうか？

A 地下水の水みちとは、帯水層中で相対的に空隙が大きく、連続した水の流動系を意味していますが、水みちの地下水特性、流動機構など解明されていない問題が多く残っています。水みちがあることで、地すべりや斜面崩壊の誘発、湧水・漏水の発生、塩水化の進行、汚染物質の拡散など様々な問題が起こることがあり、自然災害、地下水障害、地下水資源開発において重要なキーワードの一つになっています。

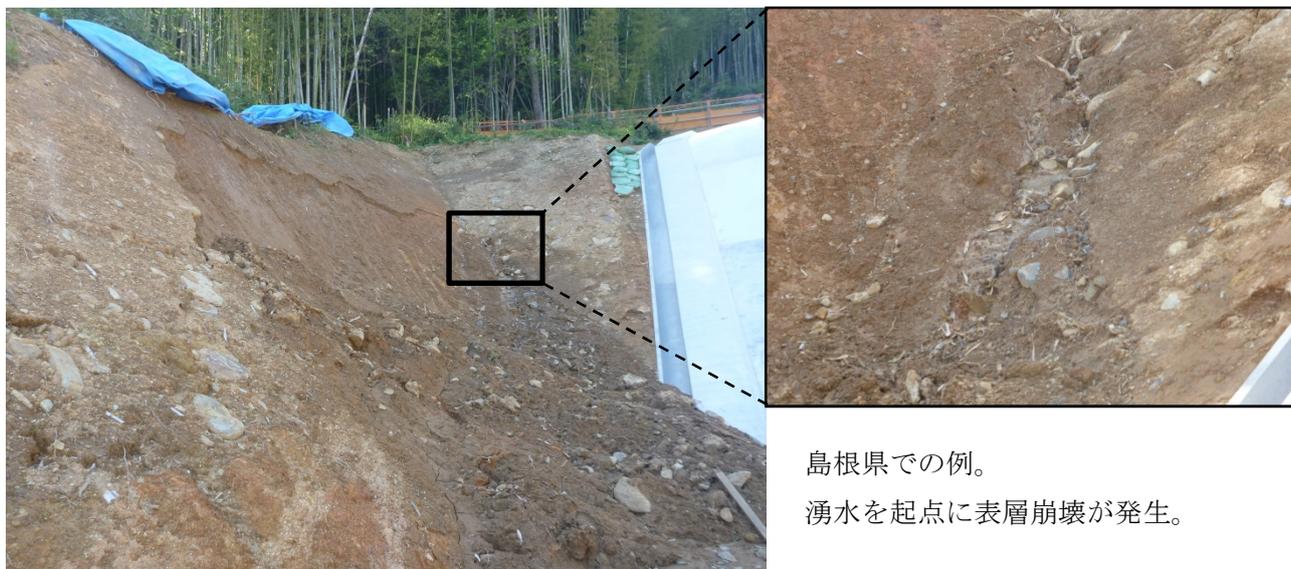
(1) 水みちとは

水みちという言葉は本来、井戸掘削技術者が井戸を設けるうえで経験的に豊富な地下水の流動経路という意味でしばしば用いられてきました。ところが、土木上の諸問題にこの水みちが影響を与えているという現場経験から、地下水の流動している帯水層（流動層）を示す言葉として用いられるようになっていきます。写真-1は、ある斜面崩壊地で認められた水みちの事例です。崩壊地の底盤にスポット的に湧水が認められますが、周辺はドライです。水みちという言葉のニュアンスが分かると思います。なお、この湧水は崩壊から数か月経過しても水が枯れることはありませんでした。写真-2は切土での例です。

このように、水みちは地下の局所的な水の流れを意味しているようですが、学術的な立証や、メカニズム・理論が確立されて無いのが現実です。



写真-1 斜面崩壊地で認められた湧水（広島県）



島根県での例。
湧水を起点に表層崩壊が発生。



島根県での例。傾斜した砂岩・泥岩層と砂礫層との不整合面が水みちになっている。



広島県での例。泥岩層の上位にある砂泥互層の一部が水みちになっている。

(2) 水みちの実際

一般的に水は、地中に浸透すると帯水層の空隙を満たし、地下水帯（飽和地下水帯）を形成します。この地下水は、重力の作用により高い所からより低い所に流動します。ただし、地下水は、水分子と土粒子分子との間に生じる電気的な抵抗が生じ、より抵抗の少ない個所（砂・砂礫結層では空隙の大きい旧河道や岩盤の場合断層周辺の亀裂帯などの透水性の高い個所）に集まるようにして流動し、水みちを形成するとされています。ここでは、雨の降り方や堤防などの河川水の上昇に伴う水みちがどのようになるのかを簡単なモデル実験で考えてみました（図-1、図-2）。

真ん中に周辺に比べ1オーダー透水性の高い、つまり10倍水の通りが良い水みちを考えたモデル（図-1）において、平均的な降雨1mm/日を涵養させた場合、図-2のような水みちが形成され、地下水の流動路（水みち）となって地下水の谷となっていることが見てとれます。

次に、図-3に示すような洪水時の河川堤防などの例を考えます。増水時に水みち個所の水位が急上昇し、地下水の尾根を形成します。さらに、図-4に示すように上流域の水位を急上昇させた場合（集中豪雨時などの例）にも水みち部に地下水の尾根が生ずる結果となります。このことは、豪雨時浸透した多量の雨水が水みち部に集中的に集まることにより、急激な水位上昇（間隙水圧の上昇）が生じ、動水勾配の上昇に伴う大きな流速の地下水が流動することにより、条件次第で土粒子の移動も起こり得る可能性を示唆しています。このように水みちの存在は、法面災害、斜面崩壊を左右する要因と考えられ、調査において水みちを把握することが重要な意味合いを持ってきます。

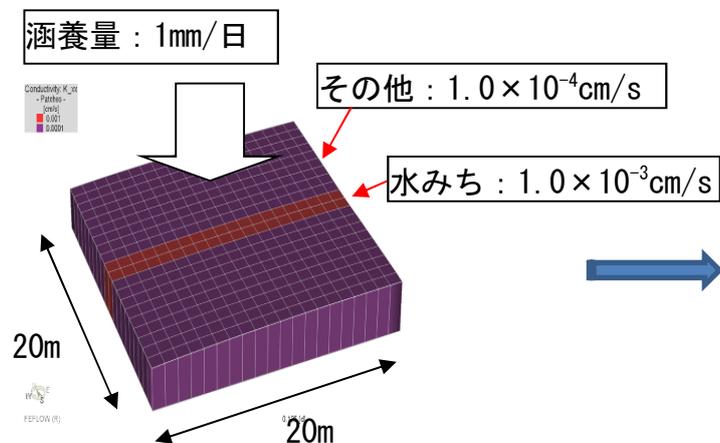


図-1 単純な水みちモデル

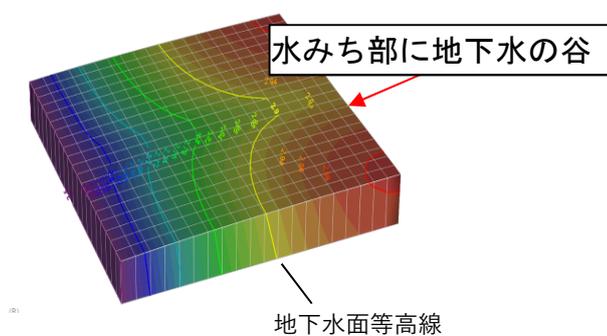


図-2 通常時の（地下水谷）水みち形成

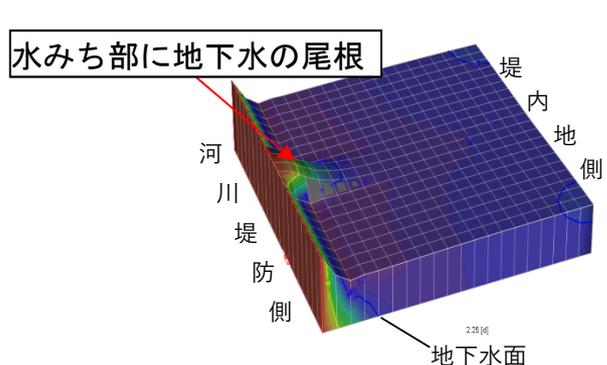


図-3 洪水時の河川堤防沿いの水みち

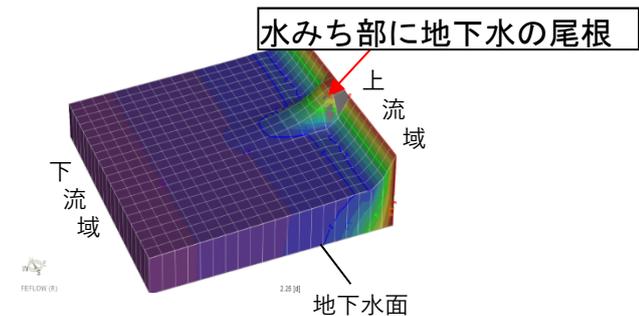


図-4 豪雨時の水みち形状

(3) 調査技術

近年では、地下水の流動音により斜面・法面崩壊を誘発する地下水表面の流れ（水みち）を探索する技術方法として、地中流水音を聞きとる方法や、地盤と水の比熱差に着目した1m地温探査など、水みちを直接探す技術も開発されてきています。

ここで、地中流水音から水みちを把握した事例を紹介します¹⁾。道路直下の自然斜面崩壊について、老朽化した側溝からの漏水の関与を調査したものです。地中レーダー探査や簡易動的コーン貫入試験とともに、道路面上で地中音を観察し、側溝からの漏水を調べた結果、図-5のような側溝からの漏水が確認されました。

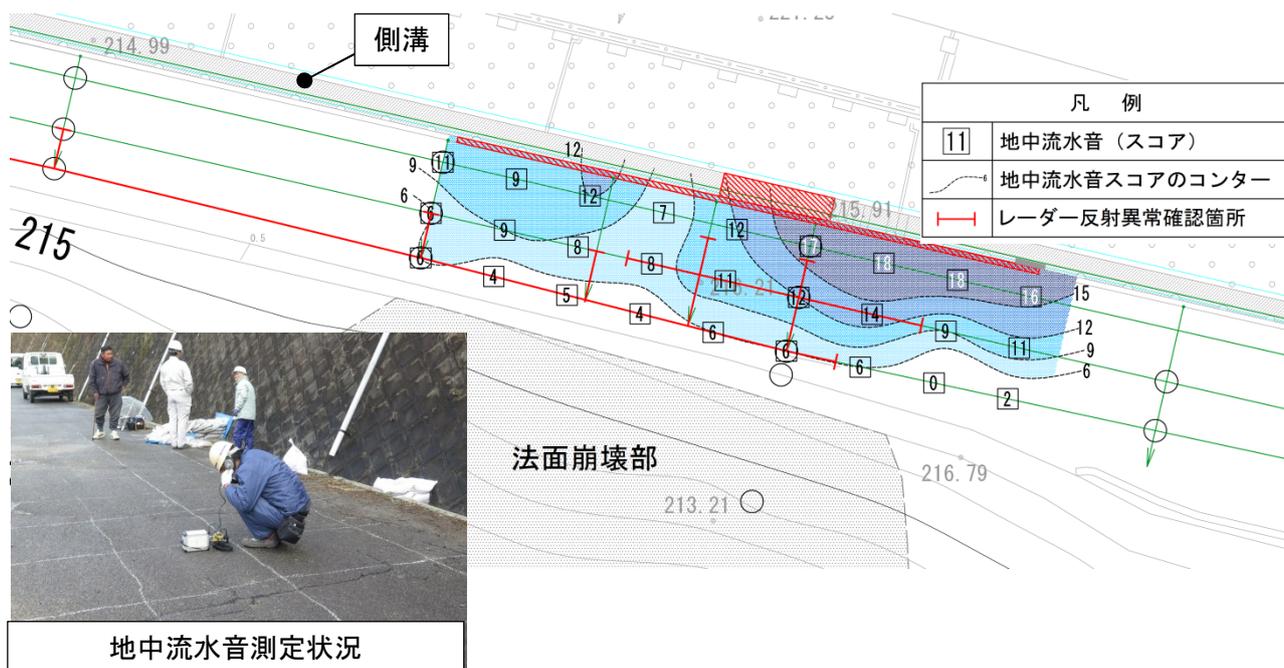


図-5 側溝からの漏水調査結果事例

【引用文献】

- 1) 小笠原洋・小原雄哉 (2017) : 斜面災害における漏水経路調査事例, 日本応用地質学会平成 29 年研究発表会講演論文集, 日本応用地質学会, pp. 145-146.

(回答者 栢木 智明・小笠原 洋)