

スラグ試験を用いた基岩透水性分布の検討

京都大学大学院農学研究科 ○青野友哉、正岡直也、小杉賢一朗

1. はじめに

今日までに行われてきた山地源流域での数々の水文観測により、山体の基岩内地下水が水源涵養や崩壊に及ぼす影響が認知され、その役割が注目されている。しかしながら、堆積岩流域では地下構造が複雑で、層理面や亀裂によって局所的な流れが存在するといわれる。研究事例も少ないことから、基岩内地下水の浸透流出過程には多くの不明な点が残されている。そこで本研究では、堆積岩を基岩とする山地源流域において、高密度に設置されたボーリング孔で現場透水試験を実施し、基岩内の透水性分布を検討した。

2. 研究方法

2.1 観測サイト

本研究は滋賀県甲賀市信楽町朝宮武士谷内の金山と呼ばれる山域の流域（図1）で行った。植生はスギ・ヒノキ人工林である。基岩地質は中古生層の付加体堆積岩であり、基岩は北北東に平均約 55° 傾斜しており、走向方向は平均して $N101.6^\circ E$ （西北西—東南東）である。流域は表面地形により12の小流域に分かれる。ボーリング孔は全47地点に設置されており、各地点1~4深度の孔が掘削されている。（深い孔から順にM孔、S孔、T孔、U孔と呼ぶ）。ボーリング孔では地下水位の連続観測を行った。加えて、各小流域の末端部に量水堰を設置し流量を観測した。

2.2 現場透水試験

ボーリング孔を利用したスラグ試験による現場透水試験¹⁾を行った。ボーリング孔内に水圧計を入れ水位を連続観測した状態で、ペーラーでボーリング孔内の水をくみ上げて水位を瞬間的に低下させ、低下後の水位回復過程を測定した。水位回復の早い孔では1秒間隔、遅い孔では10分間隔で水位回復過程の測定を行った。その水位回復過程から直線勾配法²⁾により透水係数を算出した。

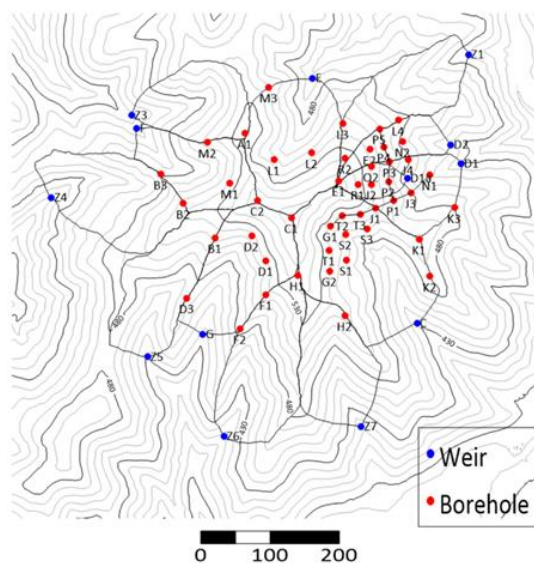


図1 地形図と観測孔・堰の位置

3. 結果と考察

現場透水試験によって高密度な透水係数の分布が得られた。図2に透水係数と深度の関係を示す。透水係数と深度の間には相関はみられなかった。風化の進み方が場所によって異なり、また様々な岩種が入り混じっていることで相関がみられないのだと考えられる。図3に透水係数とボーリング孔の山頂からの方位角の関係を示す。方位角が 90° である山頂から東の方向に位置するボーリング孔で透水係数が高い孔が多くみられた。図4に各地点の最も深い孔（M孔）の透水係数の分布を示す。基岩の透水係数 $K_s[\text{cm/sec}]$ は $1.E-8$ から $1.E-4$ のオーダーであった。隣接するボーリング孔で透水係数が同じような値が得られる地点があったが、透水性分布は標高や尾根・谷といった地形的要素とは相関がなく、透水係数の大小への表面地形の影響は小さいと考えられる。透水性分布の全体の傾向としては、山頂を中心として東西方向に透水性の高い孔が分布する傾向がみられた。図5に各地点の最も深い孔（M孔）の地下水位コンター図を示す。地下水位コンター図は北北西—南南東方向の尾根からそれぞれ西南西方向、東北東方向に水が流れる傾向を示す。

先行研究³⁾により、信楽流域では、地層の走向方向に位置する D1 流域において、一年を通して豊富な基底流が安定して流出し続けることがわかっており、さらに D1 流域での総流量は、総有効雨量よりも大きく、周囲の流域からの尾根を越えた地下水流入が起きていることが考えられている。透水係数の大きい地点では堆積岩の層理面の走向・傾斜や通水性の高い開口亀裂などの影響での水の流れの存在が予想される。上記の C 流域、D 流域及び C 流域・D 流域間において大きい透水係数が計測され（図 4）、これらの地点で地下水移動が起きていることが考えられた。以上のことは、流域界を越えた地下水流入が起きている可能性を示唆している。

4. まとめ

高密度なボーリング孔で現場透水試験を実施した。局所的に透水係数が高い地点が存在し、素早い地下水移動が起きていることが考えられた。また地表の流域界を超えた地下水流入の可能性が示唆された。今後は、今回得られた透水係数を用いた数値シミュレーションを行い、地下水流動の検討を行っていく。

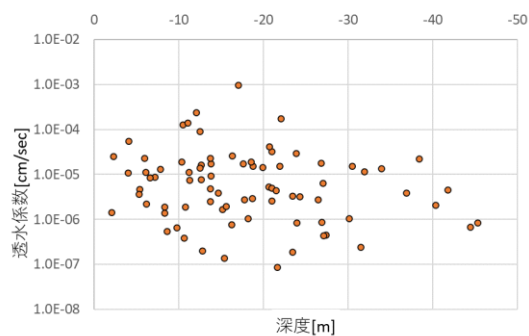


図 2 透水係数と深度の関係

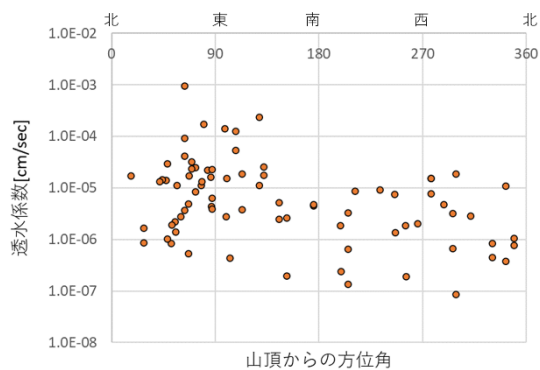


図 3 透水係数とボーリング孔の山頂からの方位角の関係

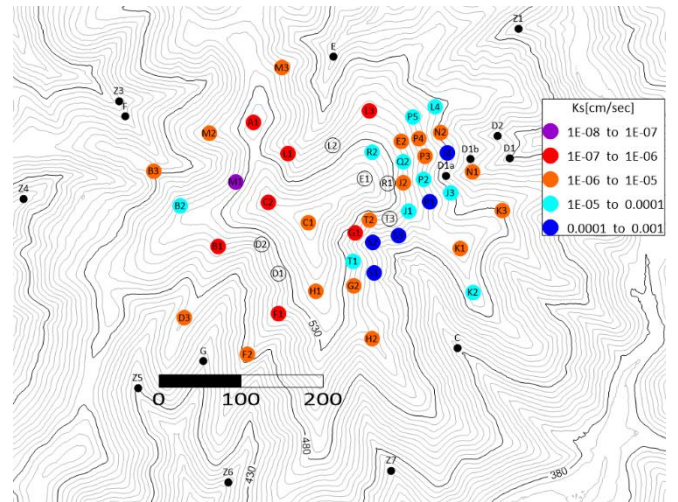


図 4 透水性分布（各地点の最深孔）

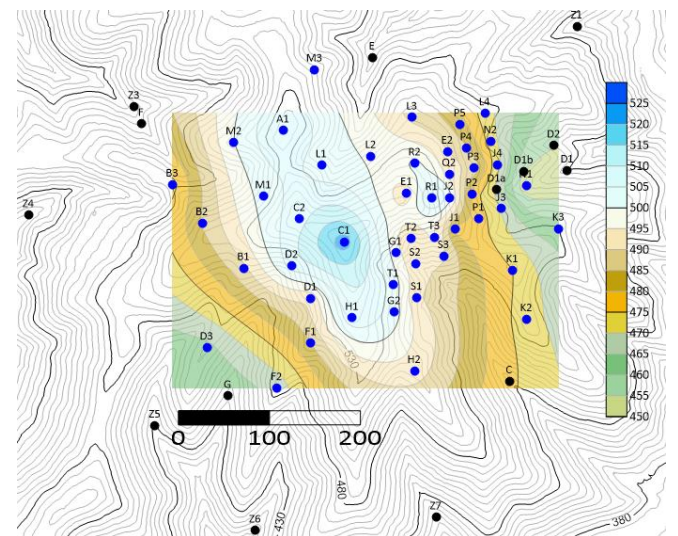


図 5 地下水位コンター図（各地点の最深孔）

参考文献

- 1) 地盤工学会 孔内水位回復法による岩盤の透水試験方法
- 2) Hvorslev, M.J. Time lag and soil permeability in ground-water observations, Waterways Experiment Station Corps of Engineers, U.S. Army, 50p., 1951
- 3) Inaoka, J, K. Kosugi, N. Masaoka, T. Itokazu, K. Nakamura. Effects of geological structures on rainfall-runoff responses in headwater catchments in a sedimentary rock mountain. Hydrological Processes, 34(26), 5567-5579, doi: 10.1002/hyp.13972, 2020.