

東京農業大学奥多摩演習林狩倉沢流域における土層-基岩境界面の地下水動態の把握

○日高太一* 北條萌梨** 滝口慶人* 佐藤貴紀** 橘隆一**

*東京農業大学大学院地域環境研究科 **東京農業大学地域環境科学部

1.はじめに

近年、線状降水帯の発生などにより短時間強雨の年間発生回数が増加し、山地災害が激甚化する傾向にある。山地災害のメカニズムの解明やその予測をするためには、山地斜面での水の動き、特に地下水の動きを明らかにすることが重要である。

東京農業大学奥多摩演習林内の狩倉沢流域では、同流域の降雨流出特性の解明を目的に、基岩面上における地下水の流出経路の把握や、面的な土壌中の地下水位の観測を行ってきた。しかし、これらの研究結果から同流域の地下水の挙動については未だ考察されていない。

そこで本研究は、基岩面上の流出経路の結果と、土壌中における地下水位・水質の観測・測定結果から、同流域における土層-基岩境界面における地下水動態の把握を目的とする。

2.調査概要

2.1 調査地

調査地は東京農業大学奥多摩演習林内の狩倉沢流域とする(図1)。流域面積は約16.7ha、標高は最高地点である狩倉山で1,452m、量水試験施設で990mである。流域の末端に存在する湧水点の下に量水堰が設置されており(写真1)、2022年7月から水位計が設置され、流量観測が継続されている。また、転倒マス式雨量計による林外雨量の観測が継続されている。

2.2 基岩面の流出経路の把握

基岩面上の流出経路を把握するために以下の工程で調査解析を行った。1)貫入試験により基岩までの土層厚を測定 2)貫入試験地点の標高から土層厚を引くことで基岩標高を算出 3)各調査地点の基岩標高をArcGISでクリギングし基岩地形図を作成 4)基岩地形図をもとにArcGISの水文解析ツールを使用し基岩面の流出経路を把握

2.3 従来型井戸と簡易観測井戸による水位観測・水質測定

本研究では、従来型井戸と簡易観測井戸の2種類の観測井戸を用いて土壌地下水位を観測した。2種類の観測井戸における水位の記録は約1ヶ月ごとに実施し、前回の観測日から観測当日までに上昇した地下水位の最高値である最高水位、観測当日の水位である現在水位を記録した。また、それぞれの水位の広口びん・鉛筆キャップにたまった水を採水し、EC(電気伝導度)、pHを現地で測定した。7つのうち3か所の従来型井戸において水圧式水位計(HOBO U20L)を設置し、地下水の水位を5分間隔で自動記録した。

3.結果

3.1 基岩面の流出経路

作成された流出経路図から二次元的な地下水の挙動を可視化した¹⁾。本流域では量水堰の北側と南側で二本の流出経路が存在することが確認され、特に南側の流出経路上には地下水位が観測された井戸が複数存在していた。

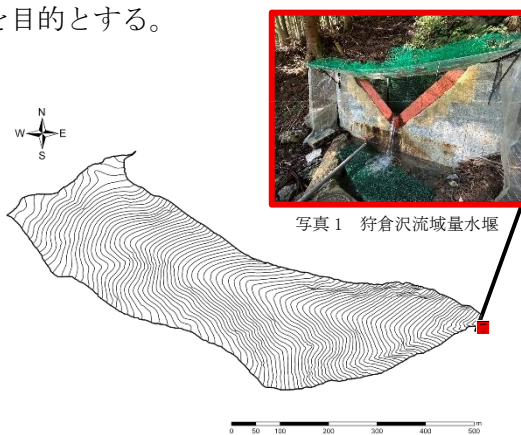


図1 狩倉沢流域全体図

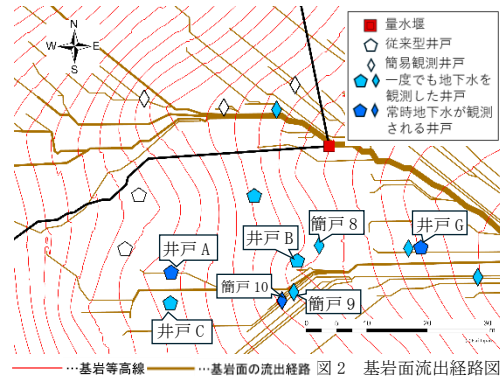


図2 基岩面流出経路図

3.2 水位観測

観測された水位と約1ヶ月積算降水量を比較する。井戸A、G、簡易井戸10では図1のように、常に最高水位、現在水位ともに地下水が観測された。一方、井戸B、C、簡易井戸8、9は図2のように、約1ヶ月積算降水量が100mm~200mmになると最高水位が上昇した。しかし、現在水位はほとんど観測されなかった。

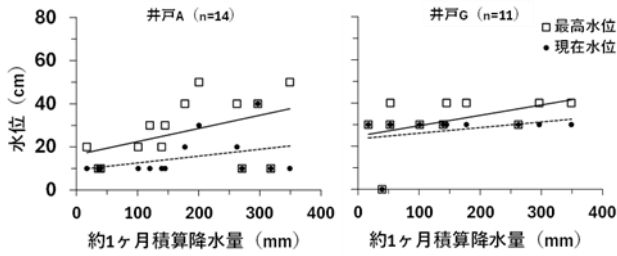


図3 水位が積算降水量との関係が弱い井戸

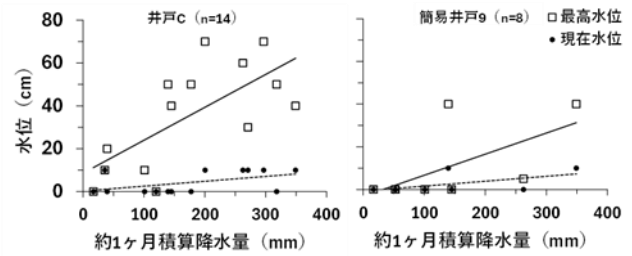


図4 水位が積算降水量と明瞭な対応関係が認められる井戸

3.3 水質測定

ECについて、井戸A、G、簡易井戸10は最高水位と現在水位で中央値の差が5.00~10.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ と小さかった。また、量水堰に比べて高くなる傾向が見られた。井戸B、C、簡易井戸8、9は最高水位と現在水位で中央値の差が25.0~46.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ と大きく、ECの低いほうへばらつきが大きくなった。特に井戸Cは量水堰と比較して明確に低いことが明らかとなった。

4. 考察

井戸A・G・簡易井戸10(以下グループ1)と井戸B・C・簡易井戸8・9(以下グループ2)ではそれぞれ、水位と水質の観測結果で類似した特徴を示した。グループ1は積算降水量に関わらず地下水位が分布しており、ECは高い傾向を示した。一方、グループ2は積算降水量が増加するほど地下水位も上昇し、ECは低い傾向を示した。ECは一般的に雨水で低く、湧水では高いとされる。基岩地下水は、流動する過程で岩石から溶出するイオンを取り込むことでECは高くなる³⁾。したがってグループ1の地下水は、基岩由来の地下水であると考察される。また、本研究の地下水位は土壤中観測していることから、降雨によって基岩内の水位が上昇し、地下水が基岩から土壤に復帰するという挙動をとっていると考察される(図5)。地下水位と積算降水量との関係や、ECが低い傾向を示すことから、グループ2の地下水は降雨由来であると考察される。また井戸B付近において降水後に雨水が流入して地下水位が上昇していることから、降雨後に水平方向へ地下水帯が広がるという挙動をとっていると考察される²⁾(図6)。

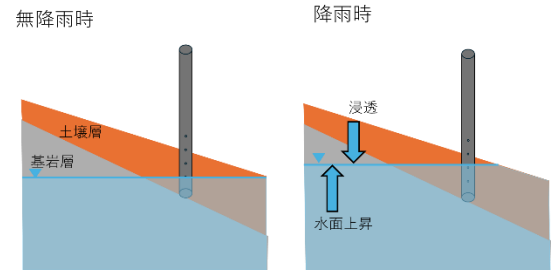


図5 グループ1の地下水の挙動の模式図

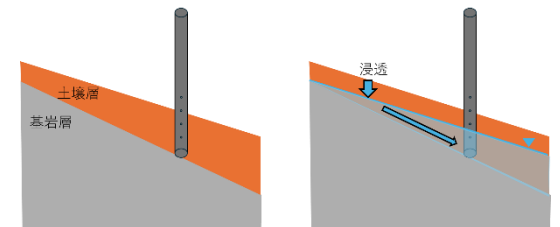


図6 グループ2の地下水の挙動の模式図

流出経路図の結果から地下水の挙動が二次元的に可視化された。しかし地下水位や水質の観測結果から、その挙動は一様でないこと考察されたことから、本流域における地下水の挙動は、流出経路で示した単純な二次元的な挙動ではなく、複雑で三次元的な挙動をとっていると考察される。

5. 結論

本研究によって狩倉沢流域では基岩由来の地下水と降雨由来の地下水が共存し、三次元的に複雑な挙動を示すことが明らかとなった。今後は調査地点の少ない量水堰北側で、さらに調査を行う必要がある。

・引用文献

- 1) 日高太一 (2025) 奥多摩演習林狩倉沢流域における地表面地形と基岩地形の比較, 東京農業大学卒業論文
- 2) 北條萌梨 (2026) 奥多摩演習林狩倉沢流域における土壤中地下水面の空間分布, 東京農業大学卒業論文
- 3) 地頭菌 隆 (2014) 渓流水の電気伝導度を用いた深層崩壊発生場の予測, 66巻6号 p. 56-59