

風化蛇紋岩地帯における円弧型二次すべりブロックの降雨流出過程

北海道大学大学院農学院 ○吉野 孝彦

北海道大学大学院農学研究院 桂 真也

1. はじめに

蛇紋岩は北海道を中心に全国に分布しているが、蛇紋岩層内も含めた降雨鉛直浸透や、それが地下水位変動や流出にどういった影響を与えているのかを調べた事例は少ない。本研究では、蛇紋岩地帯で多く見られる円弧型二次すべり形態¹⁾（円弧型地すべりブロック内で二次移動ブロックが形成される）を示す斜面において、滑落崖脚部の風化蛇紋岩層からの湧水と、その上部ブロックにおける降雨鉛直浸透を観測することで、ブロックにおける降雨流出過程を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1 調査地

調査は北海道中川郡中川町天塩川支流パンケナイ川沿いの斜面（北海道大学中川研究林内）で行った（図 1）。調査地では葉片状蛇紋岩、塊状蛇紋岩が広く分布している。調査地内で円弧型二次すべり形態を示す斜面のうち、風化蛇紋岩層が露出した脚部から湧水が確認出来た 1 ブロックを対象とした（図 1 の測線 A-B 付近）。

2.2 水文観測および現地調査

脚部の風化蛇紋岩層からの湧水流出量を計測するため、滑落崖直上部に井戸（深度 240cm）を設置し（図 2）、圧力式水位計により井戸内の水位を連続計測した。井戸の周囲の土層構造は、地下 0~10cm 程度は表土層、地下 10~50cm 程度は下層土層、地下 50cm 以深は風化蛇紋岩層であった。風化蛇紋岩層からの湧水流出を捉えるため、井戸は地下 50cm までを無孔区間、それ以深を有孔区間とした。また、井戸を設置した滑落崖の上部斜面における鉛直浸透を把握するため、テンシオメーターを 4 深度（10,30,50,100cm）設置した（図 2）。10cm が表土層、30cm が下層土層、50,100cm が風化蛇紋岩層にそれぞれ対応している。観測期間は 2017 年 7 月 24 日~10 月 24 日で、降水量は最寄りのアメダス中川（調査地から直線距離で約 10km）を利用した。また表土層から 2 個、下層土層から 1 個、風化蛇紋岩層から 6 個試料を採取し、それぞれ飽和透水係数を計測した上で、幾何平均をとることで各層の飽和透水係数とした。

3. 結果

圧力水頭の経時変化を図 3 に示す。10cm の圧力水頭が降雨に鋭敏に反応するのに対し、30,50,100cm はほぼ一定で推移した。10cm の圧力水頭を除外したものが図 4 である。30cm が常に不飽和であり 50cm 以深が恒常的に飽和していることから、30cm から 50cm の間に地下水位が存在していることが分かる。また 30cm と 50cm は降雨に対する応答が素早く、互いに似た波形を示していた。

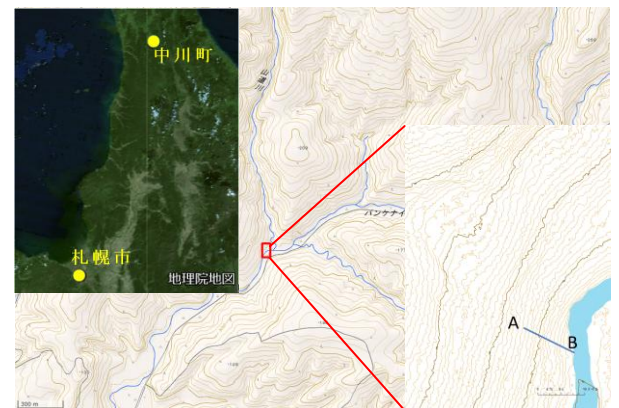


図 1 調査地位置図

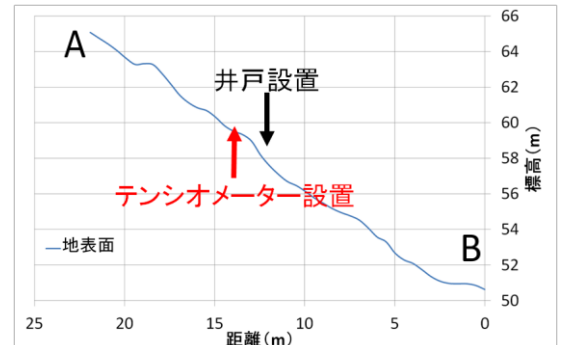


図 2 機器設置場所

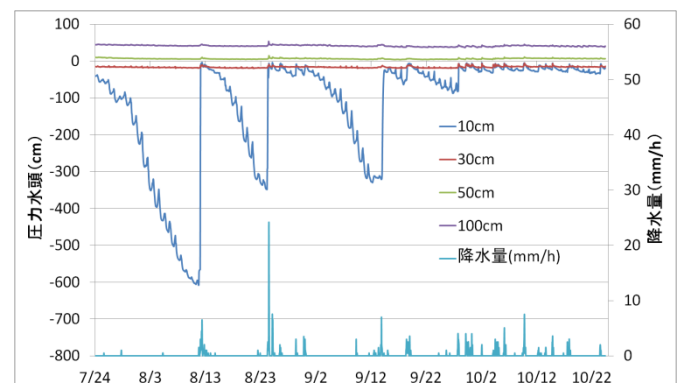


図 3 圧力水頭の経時変化

湧水流出量（滑落崖脚部の地下水位）の経時変化を示したのが図 5 である。30,50,100cm の圧力水頭と非常に似た反応を示していた。

飽和透水係数は表土層で $1.55 \times 10^{-1} \text{ cm/sec}$ 、下層土層で $7.31 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ 、風化蛇紋岩層で $1.48 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ であった。

4. 考察

圧力水頭の結果より風化蛇紋岩層内（50,100cm）が飽和していたため、単位時間・単位面積当たりの流量であるフラックスをこの 2 点間で計算すると、降雨の有無に関わらず常に 1.5～2.0mm/h の範囲に収まっていた。これは 50cm と 100cm の圧力水頭が互いに似た変動をしていたことに起因する。そこで、観測期間中の降雨イベント（24 時間無降雨で異なるイベントとする）ごとの水位上昇幅と最大時間雨量の関係（図 6）を見ると、最大時間雨量が 2.0mm/h を超えると顕著に水位上昇する傾向が見られた。

以上から、本研究で対象としたブロックにおける降雨流出過程は以下のようなと考えられる。無降雨時に風化蛇紋岩層内での鉛直浸透や、湧水の流出が常に発生しているにもかかわらず恒常的に高い水分状態を維持しているのは、風化蛇紋岩層内で飽和側方流が絶えず発生し、鉛直浸透や湧水の流出で失った水を補っているためと考えられる。最大時間雨量がフラックス未満、つまり 2.0mm/h 未満の降雨時には、雨水は表層土の土湿不足を補うことに利用され、下層土層、風化蛇紋岩層の水分状態や湧水には影響が及ばない。最大時間雨量がフラックス以上、つまり 2.0mm/h 以上の降雨が発生すると風化蛇紋岩層の圧力水頭が増加し、湧水点との圧力勾配が大きくなるために湧水流出量が増加する。風化蛇紋岩層の圧力水頭が増加するのは、風化蛇紋岩層内へ浸透できなかった雨水が風化蛇紋岩層上に飽和帯を形成し、水位を上昇させたためと考えられる。この一時的な飽和帯を形成する地下水は、透水性が比較的高い下層土層を通して流出するため、降雨が止めば速やかに水位は低下し、降雨前の状況に戻る。これにより、地下 30cm 以深の圧力水頭、湧水流出量が鋭敏な反応を示したと考えられる（図 7）。

5. まとめ

本調査により、風化蛇紋岩層内における降雨鉛直浸透も踏まえた降雨流出過程について明らかにすることができた。今後は流域単位での降雨流出過程を明らかにする必要がある。

【謝辞】本研究を実施するにあたり、中川研究林の皆様には多大なご協力をいただきました。本研究は、JSPS 科研費 JP16K16376 の助成を受けたものです。

【参考文献】

1) 鈴木哲也, 野地正保 (1978): 南部北海道に分布する蛇紋岩地帯の

地すべり・崩壊地形, 昭和 52 年度北海道開発局技術研究発表会論文集, pp.78～87

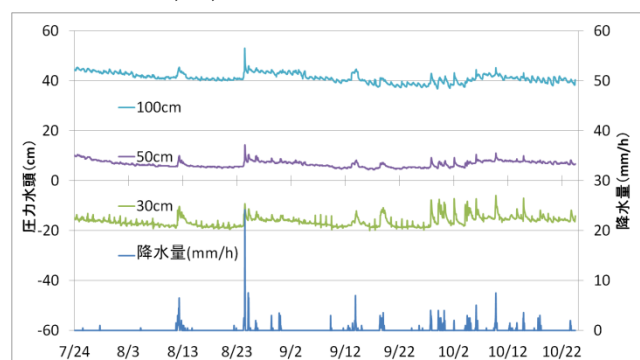


図 4 圧力水頭の経時変化（10cm 除外）



図 5 湧水流出量の経時変化

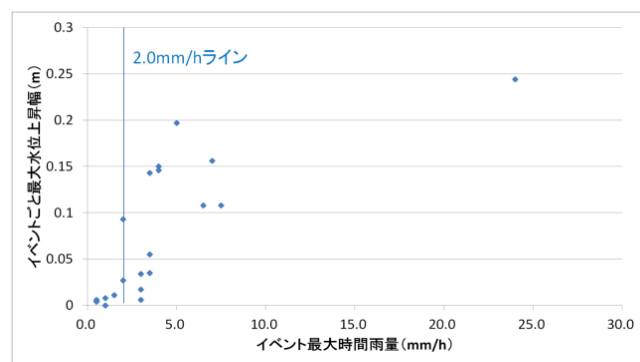


図 6 イベント最大降雨と最大水位上昇幅の関係

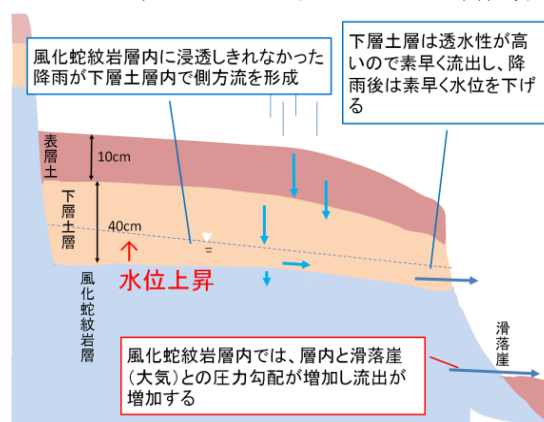


図 7 降雨流出過程図（フラックス以上降雨時）