

水文地質構造に規制された山体地下水の挙動とマスムーブメントー火成岩体からなる斜面においてー

The Behavior of Mountainous Groundwater and Mass Movement Controlled by Hydrogeological Structures—On the Slope Composed of Igneous Rocks—

○辻野裕之・松四雄騎

○Hiroyuki TSUJINO, Yuki MATSUSHI

Mass movement by heavy rainfall are related closely with hydrogeological structure and behavior of groundwater. Understanding the interaction between the hydrogeological structure and the groundwater flow process from the subsurface to the weathered zone and bedrock will clarify the Mass movement mechanisms. And understanding of this interaction leads to accurate hazard assessment. In this study, it was demonstrated that the gravitational deformation of igneous rocks strongly affects the hydrogeological and topographical processes of slopes when igneous rocks with high-angle columnar joints are distributed above low-permeability sedimentary rocks. Two contrasting slopes with different slope failure occurrences and spring water locations were selected, and hydrological surveys including boring surveys and groundwater level observations were conducted on each slope. Gravitational deformation of granite porphyry is progressing depending on the slope direction. The relationship between the groundwater flow process dependent on gravitational deformation and the mass movement mechanism was clarified by hydrological observation results.

1. はじめに

豪雨時に発生する斜面崩壊は、地質・地質構造および地下水挙動と密接に関係しており、精確なハザード評価を行うためには、表層部から風化帯、岩盤に至る地下水流動過程を明確にする必要がある。特に、山地部では、岩盤地下水が山体地下水の水文過程に与える影響が大きい。

岩盤地下水は、地質条件に依存して複雑に存在し、岩盤自体の変形に伴う亀裂の状態により、水理特性が大きく変わることが予想される。しかし、観測情報が不十分でその実態はよくわかっていない。山地部における豪雨時の多様な不安定化機構を明らかにするためにはこの岩盤地下水を含む山体地下水の挙動を明らかにする必要がある。

本研究は、高角柱状節理が発達する火成岩が透水性の低い堆積岩の上位に分布する地域を対象とし、重力変形に起因した岩盤の亀裂の開口状態・緩みの変化が、山体地下水の挙動やマスムーブメントの形態にもたらす影響を明らかにすることを目的とする。

2. 調査地

調査地は、紀伊半島の南東端に位置する那智川

の左岸支流の平野川流域である。那智川流域ではこれまで、火成岩である花崗斑岩分布域で多くの崩壊が発生している。

平野川流域の左右岸斜面では、異なる斜面方位で異なる土砂移動現象・湧水分布が確認され、これが、花崗斑岩の柱状節理に起因する岩盤の重力変形の程度と関わっているという仮説をたてた。

岩盤地下水の挙動に影響する亀裂の存在・状態を含む水文地質構造の条件が異なる場を比較対照とすることで、変形に伴う岩盤の亀裂の状態が、山体地下水の水文過程やマスムーブメントに与える影響を実証的に評価できるのではと考えた。

3. 方法

露頭の観察状況から、平野川流域では左岸で岩盤の変形が進み右岸では、概ね変形していないと評価でき、左右岸において、それぞれ、ボーリング位置・代表測線を図-1に示すように選定した。

次いで、表層から岩盤にいたる地下水流動過程を明らかにするために、多面的かつ総合的観測を展開することを目的に図-2に示す4つの観測（ボーリング孔内水位・テンシオメーター・湧水流量ピエゾメーター観測）を計画した。

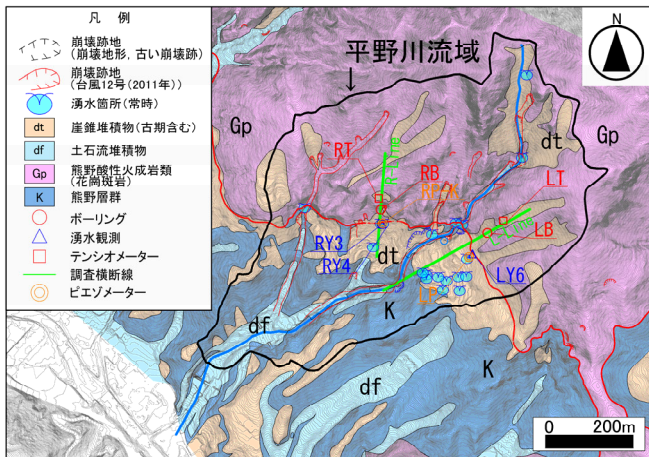


図-1 平野川流域内の観測地点位置図

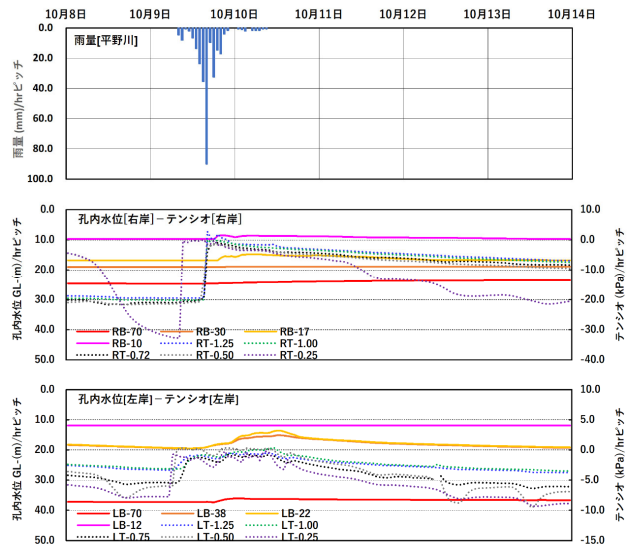


図-3 孔内水位-テンシオメーター観測結果 (2022)

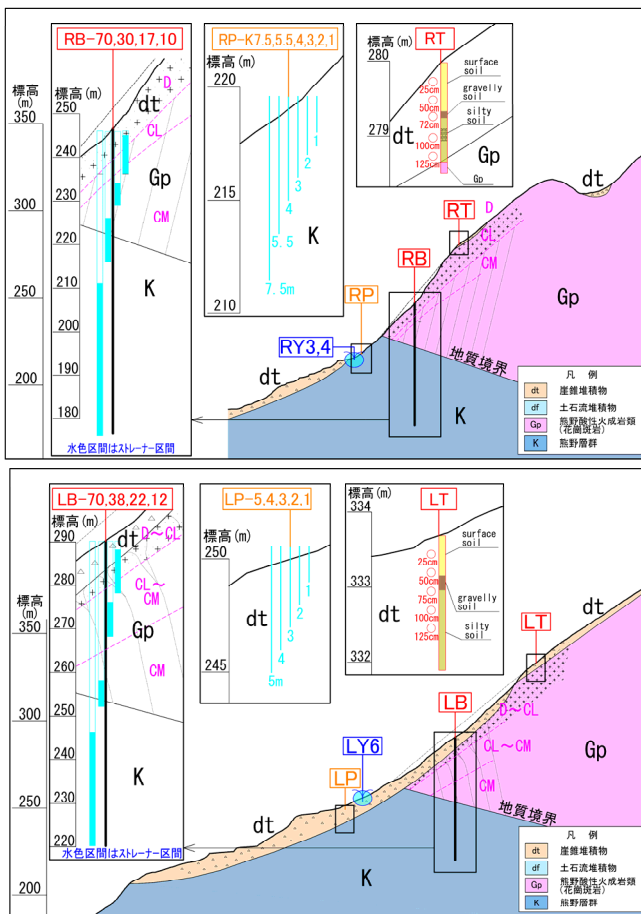


図-2 観測体制図 (上が右岸 R, 下が左岸 L)

4. 結果

ボーリング孔内水位観測は、2017年から開始し、テンシオメーター・ピエゾメーター・湧水流量の観測は2022年6月に一連の観測を開始した。

観測データの一例として、時間雨量が90mmを示した2022年10月9日の観測結果から孔内水位-テンシオメーターとの関係を図-3に示す。これより、表層の飽和域が形成後、孔内水位が変化するまでには数時間が必要であることが読み取れる。

5. 解析と考察

4つの水文観測で得られたデータを用いて、表層から岩盤に至る地下水流動過程のつながりを求めるために、さらに以下の解析を行った。

- (1) テンシオメーターとボーリング孔内水位
- (2) ボーリング孔内水位と湧水流量
- (3) 湧水流量とピエゾメーター水頭

図-4は、右岸における湧水流量 (RY3, RY4) と湧水近傍に設置したピエゾメーター水頭のデータから、湧水と動水勾配との関係を示す。右岸ではRY4の湧水流量と岩盤 (熊野層群) 亀裂内の動水勾配とが類似の形状を示すことが読み取れる。

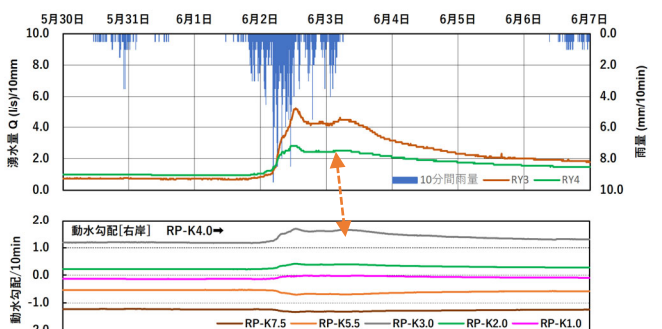


図-4 湧水流量-動水勾配関係図 (2023)

これらの解析結果に基づいて、右岸・左岸における表層から岩盤に至る地下水流動過程特性 (涵養から流出) と斜面変動機構との関連を考察し、これが重力変形の進行と関わっていることを明らかにした。(参考文献は省略)