

# 風化花崗岩山地における山体地下水が斜面崩壊に与える影響

○高木将行 山川陽祐 藤本将光 小杉賢一郎(兼 JST) 水山高久

京都大学大学院農学研究科

王林 中央開発(株)技術センター

矢野晴彦 中央開発(株)関西支社

## 1.はじめに

近年の斜面水文過程に関する研究では、岩盤内地下水が斜面崩壊に寄与する事が明らかになっている。しかし、地下水位変動やそれが地形変動に与える影響に関して、直接観測した例は少ない。そこで、本研究では、地下水位変動と地形変動の関係性を検討するために、岩盤内地下水の降雨応答と傾斜計による地形変動を観測した。

## 2.観測地

本研究の対象流域は、図1の兵庫県六甲山系住吉川流域内の西お多福山山頂西側に位置する山地源流域で、平均勾配35度の急峻な谷地形を呈する。地質は六甲花崗岩と呼ばれる黒雲母花崗岩であり、流域面積は2.1haである。年平均気温は約15℃、年平均降水量は約1600mmである。植生は、コナラ、アカマツ、エゴ、リョウブ、ネジキ、アセビなどの繁茂する二次林で、林床はミヤコザサに覆われている。溪流では、渇水年の1～2月を除いては流出が生じている状況であり、流域出口の上流側では、ただちに伏流するため、通常では地表流は見られない。豪雨時には流域末端の谷部で地表流が発生する。

## 3.観測方法

### 3-1 雨量観測

転倒ます型雨量計を試験地内の樹木で遮られていない開けた場所に設置し、雨量を計測した(図1の★印)。

### 3-2 水位観測

図1の試験地流域内にボーリング孔(基岩内まで掘削)を設置し、管天から水位計を垂らし地下水位を計測した。ボーリング孔R4は被圧により6月から12月まで期間的に湧水するため、この期間は管天付近に取り付けたバルブを閉じて、圧力センサーにより正圧を計測した。その他の期間は、他の孔と同様に水位計によって、水位を計測した。R4は掘削深度が地表面から19mであり、そのうち、地表面から5mが無孔管になっており、そこから下14mは有孔管になっ

ている。

### 3-3 傾斜計

図1の点線で囲まれている範囲を拡大したものが図2である。地表に露出している基岩に対して直接、傾斜計を15基取り付け、傾斜計それぞれにX軸、Y軸が設定されており、水平方向からの傾斜角を1時間毎に記録した。

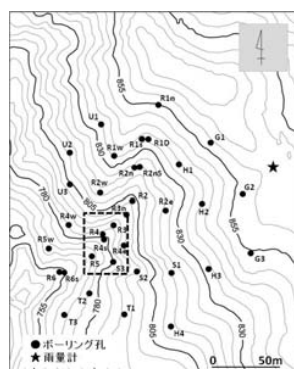


図1 対象流域

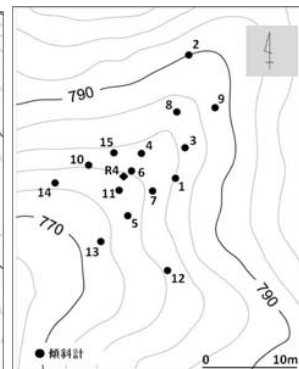


図2 傾斜計設置点

## 4.解析方法

ある時刻に計測したX軸およびY軸方向の傾斜角から、傾斜した方位と鉛直方向からの傾斜角を求める。算出方法は、X軸Y軸各方向にそれぞれ大きさ1のベクトル $x$ 、 $y$ を考える。傾斜計がある時刻に、X軸に $\alpha$ (度)、Y軸に $\beta$ (度)、傾いたとすると、ベクトル $x$ 、 $y$ はベクトル $x_\alpha$ 、 $y_\beta$ となる。これらの合成ベクトルから、傾斜計の傾斜角と傾斜方向を求めた。

## 5.結果

### 5-1 降雨とR4の圧力水頭の関係

図3によると、ボーリング孔R4は2011/5/29/14:00時から、地表面を基準とした場合の圧力水頭(負値は地下水面が地表面より下にあることを表す)が正值となる。そのため、R4直下は被圧地下水帯が存在していると考えられる。以下では、R4の圧力水頭値変動によって、R4周辺の地形がどのように変動したのかを、傾斜計のデータに基づき検討

する。

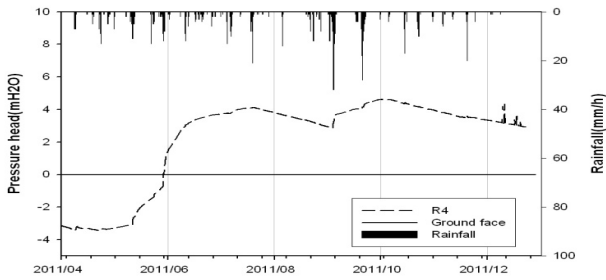


図 3 降雨と R 4 の圧力水頭

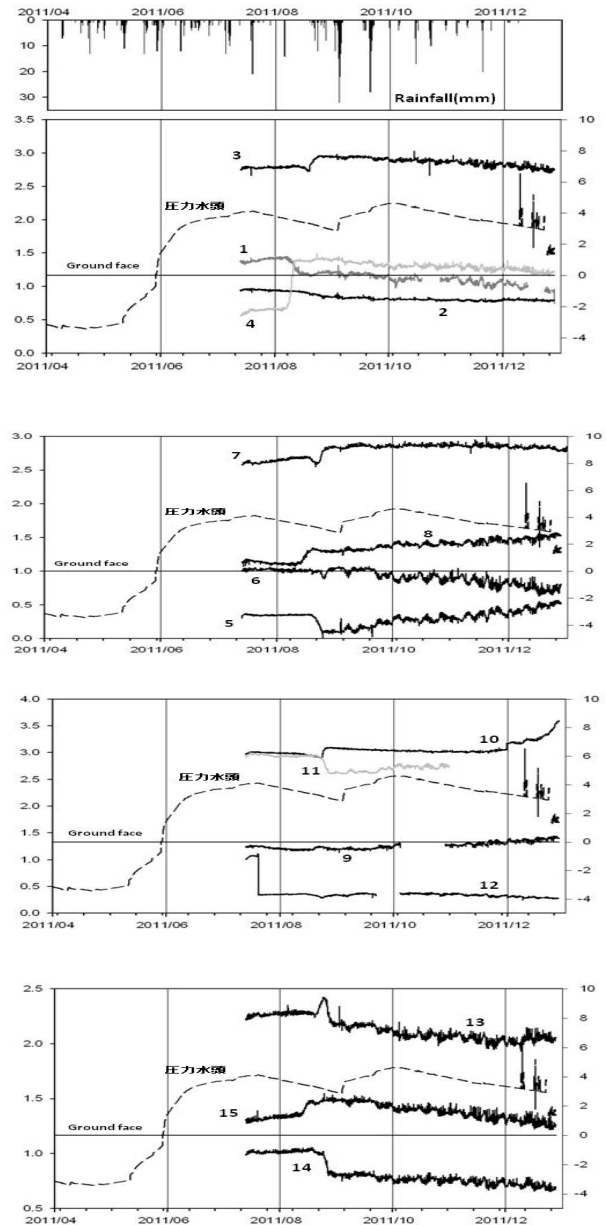


図 4 降雨と圧力水頭と傾斜角の変動

第 1 軸が鉛直方向からの傾斜角 (度)

第 2 軸が R 4 の圧力水頭 (mH 2 O)、地表面の基準線

## 5-2 傾斜計の鉛直方向からの傾斜角の変動

図 4 には、2011/7/20 から 12/28 に計測された傾斜角を示した。7/20-9/3(期間Ⅰ)と 9/4-12/28(期間Ⅱ)の、2 つの変動時期があることがわかる。期間Ⅰ中に変動した日数は約 7 日程度であった。R4 から離れた傾斜計 2、9、12 はほとんど変動が見られなかったが、R4 付近の傾斜計は約 0.2 から 0.3 度の変動がみられ、特に傾斜計 4 に関しては約 0.7 度変動したことが分かる。このことから、R4 周辺の傾斜計は直下の被圧地下水帯の影響を受けていると考えられる。一方、期間Ⅱに関しては、傾斜計 2、9 は変動がほとんど見られず、そのほかの傾斜計では継続的に緩やかな変動が見られた。

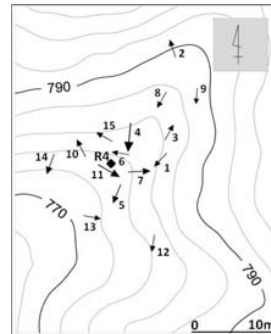


図 5 期間Ⅰのベクトル図

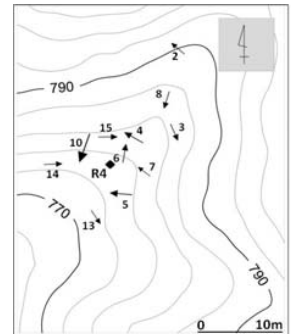


図 6 期間Ⅱのベクトル図

凡例 → 0.2 度 → 0.4 度 → 0.8 度

## 5-3 傾斜計の変動

期間Ⅰ、Ⅱにおいて、傾斜計の動きをベクトルで表したものが図 5、6 である。ベクトルの大きさはその期間内での傾斜角の大きさを、ベクトルの向きは傾斜方向を示す。期間Ⅱにおいて、傾斜計 1、9、11、12 はデータが欠損しているため、図示しなかった。図 5 の傾斜計 3、5、7、10、14、15 は R4 を中心として、外側に広がる変動がみられる。R4 直下の地下水帯によって基岩、土層が押し上げられることで、R4 周辺の地形が外側に膨らむように変位したことが考えられる。一方、図 6 の傾斜計 5、7、10、14、15 は逆に R4 に向かって変動しており、期間Ⅰの変位が解消されたことが窺える。ただし、傾斜計 2、8、13 は期間Ⅰ、Ⅱを通じて同方向に変動していた。

今後、より長期的な観測を実施し、地形変動の傾向を詳細に解析する予定である。