

湧水を指標にした深層崩壊の警戒対応

鹿児島大学農学部 ○田中 俊和・地頭菌 隆・松本 祐樹
エネコム株式会社 清崎 淳子

1. はじめに

深層崩壊地の現地調査によると、多くの箇所でも量の地下水湧出がみられる。深層の地下水が集中する地下構造をもつ斜面は、地下水の排水システムが地下侵食等で破壊されたり、排水能力を超える地下水が集中したりすると、基盤岩内で地下水圧が上昇して深層崩壊発生の危険性が高まる。そこで基盤岩内の地下水位とよく対応している湧水を活用した深層崩壊発生の危険度を評価する装置（湧水センサー）を開発し、警戒対応の実証実験を行っている。ここでは、2015年に得られた湧水センサーのデータを示し、深層崩壊の警戒対応について検討する。

2. 湧水センサーのシステム構成と試験地

湧水センサーは、電極式流量計、変換・記録装置、電源装置、携帯電話伝送装置等から構成される（図1）。電極式流量計は、塩ビパイプに取り付けた鉛直方向1cm間隔の電極によって測定される水位から流積を求め、流積にマニング式による流速を乗じて流量を算出する装置である。測定値は10分間隔でサーバーへ送信され、インターネットを介してパソコンやスマートフォンから閲覧できる。

深層崩壊は多様な地質条件のもとで発生している。そこで、九州の堆積岩山地、火山岩山地、火砕流台地に湧水センサーを設置した（図2）。堆積岩山地の試験地は、1963年に深層崩壊が発生した熊本県五木村であり、地質は火山岩類・石灰岩・チャート・泥質岩からなり、メランジュのような複雑な地質体が分布している。火山岩山地の試験地は、1997年に深層崩壊が発生した鹿児島県出水市であり、地質は風化した安山岩層とその下位の凝灰角礫岩層からなる。火砕流台地の試験地は、2010年に深層崩壊が発生した鹿児島県南大隅町に位置し、亀裂の多い溶結凝灰岩層とその下位の非溶結凝灰岩層からなる。3試験地では岩盤の割れ目や地層境界から多量の湧水がみられ、湧水センサーはそれらの湧水を監視している。

3. 2015年の湧水センサーの観測結果

3試験地における2015年の年降水量は、五木3249mm（平年の114%）、出水2616mm（同133%）、南大隅4287mm（同163%）であり、3地点とも平年を上回った。図3は、2015年の日単位の湧水ハイドログラフを比較したものである。湧水流量は、梅雨に入った6月上旬に上昇して9月まで3地点とも多い状態で推移し、無降雨日が15日間続いても急激に減水することはなかった。また、出水と南大隅の湧水流量は9月中旬から減水するが、五木は10月になってから減水している。3地点とも地形的分水界より広い地下水分水界に規制された地下水を集水していると考えているが、帯水層を構成する地下構造の違いが減水の期間に関係していると思われる。

図4は、2015年に得られた時間単位の湧水ハイドログラフの例である。ハイドログラフから雨量と湧水流量のピーク時間差の平均値を求めると、五木52時間（4例）、出水7時間（4例）、南大隅2時間（8例）であった。堆積岩山地の五木における雨量に対する湧水流量の応答は、火山岩山地や火砕流台地の出水や南大隅に比べて遅く、地下水の流動速度や距離が関係している。深層崩壊警戒対応の視点から、堆積岩地域は火山岩や火砕流の地域より長い時間の警戒が必要になる。2015年において最も多かった連続雨量は約300mmであり、深層崩壊の発生に至る雨量ではなかったが、今後大きな降雨データが蓄積されれば、深層崩壊警戒対応の考え方を詳細に検討できる。

4. 湧水センサーを深層崩壊警戒対応に用いた事例

2015年、九州南部は前線の停滞によって梅雨期の降水量が多くなり、特に薩摩半島の南部から大隅半島にかけては平年の6月降水量の3倍に達したところもあった。図5は、梅雨期における南大隅町の湧水センサーで得られた流量の変化である。梅雨に入った6月2日から繰り返し大雨に見舞われ、湧水流量が増加している。6月19日から雨が降らない日が続いたが、湧水流量はほとんど減少しなかったため、火砕流台地内の地下水位は高い状態が継続していると推定された。南大隅町では、湧水センサーのWebページを役場職員が監視し、深層崩壊による土砂災害への警戒を住民に呼びかけ、湧水センサーの有効性が実証された。

末筆ではあるが、本研究の実施にあたっては、国土交通省川辺川ダム砂防事務所、鹿児島県、五木村、出水市、南大隅町の皆様に多大なご協力を頂いている。また、本研究の一部は文部科学省SI-CATによるものである。ここに記して謝意を表します。

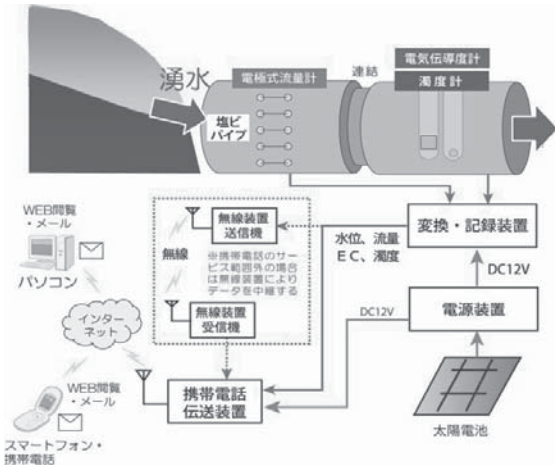


図1 湧水センサーのシステム構成

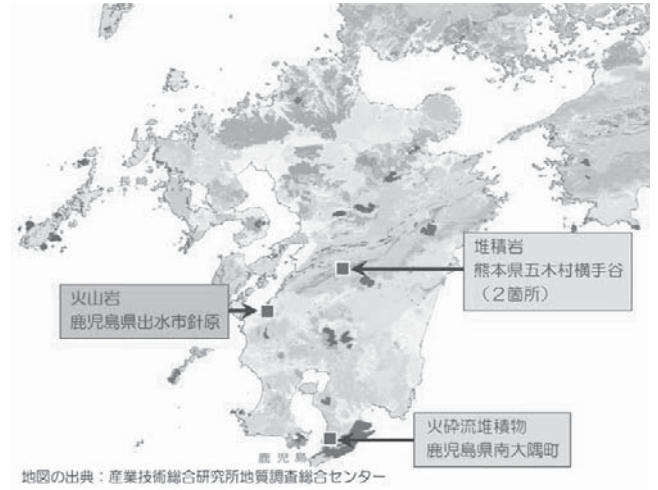


図2 湧水センサーの設置箇所

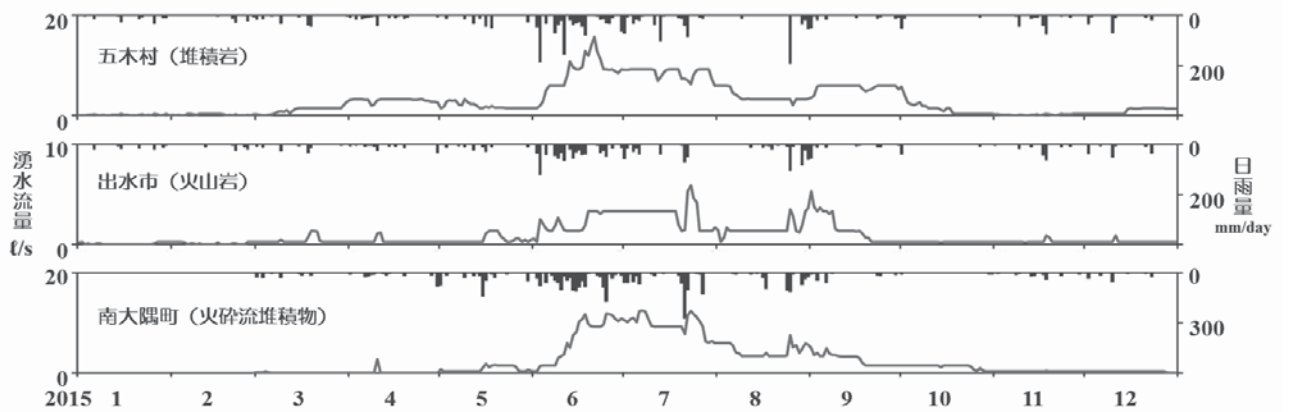


図3 2015年の日単位の湧水ハイドログラフ

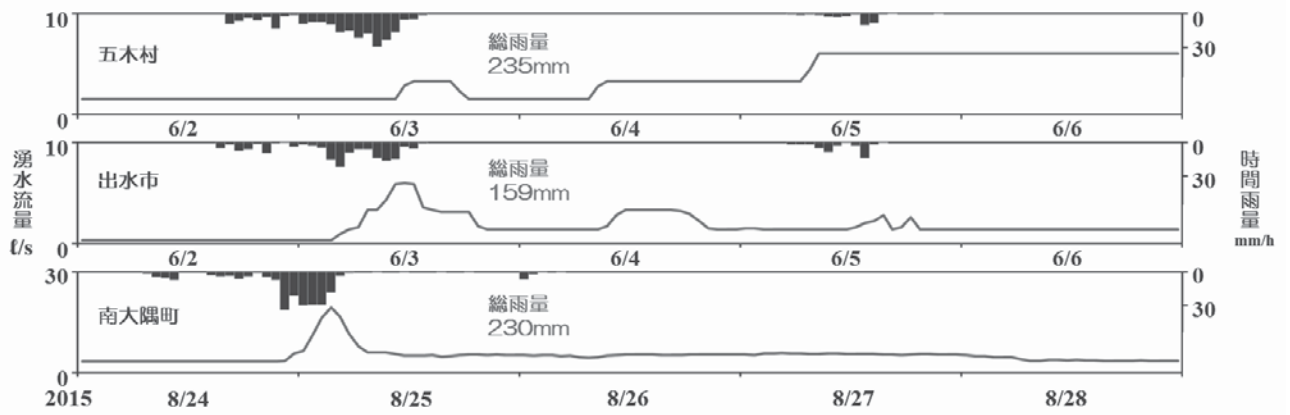


図4 時間単位の湧水ハイドログラフの例

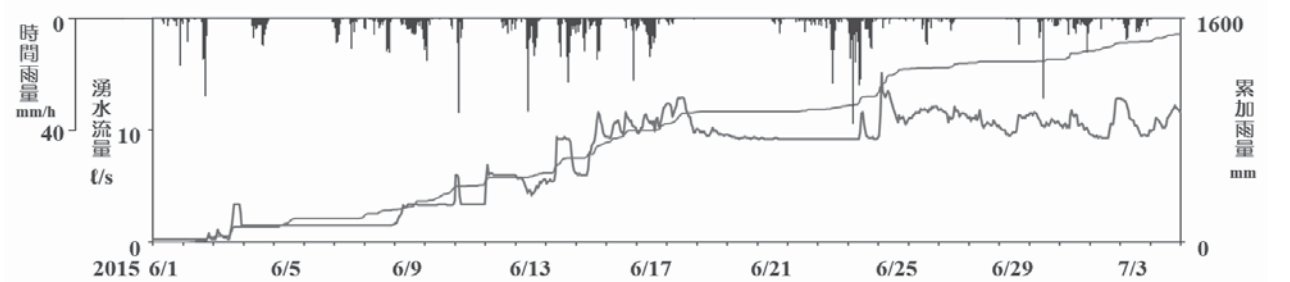


図5 南大隅町の湧水センサーの湧水流量