

斜面崩壊危険度評価のための実効雨量を用いた地下水位の予測

熊本大学 学生会員 ○浦田 真成 熊本大学大学院 学生会員 松浦拓斗
 熊本大学大学院 正会員 椋木 俊文 熊本大学 非会員 上田 誠

1. はじめに

近年急増している夏季の集中豪雨における斜面災害では、豪雨による地下水位の急激な上昇が発災要因の一つであると考えられている。そのため斜面災害の発生要因や危険区域の抽出については数多くの議論がされているが、降雨量と地下水位の変化についてはあまり議論されていない。現存する地下水位のデータは場所が限られており、広域に地下水位を予測する手法は確立されていない現状がある。本報では、斜面災害発生要因としての地下水位の影響を考慮するために、雨量と地質の情報をもとに地下水位を簡易的に予測することを試みた。

2. 解析手法

2.1. 対象地域

本報では、令和2年7月の九州豪雨を対象にし、熊本県葦北郡芦北町とその周辺の範囲を対象地域として選定した。図1に、具体的な解析対象地域を示す。

2.2. 雨量データ

雨量の解析には、XRAIN リアルタイム雨量データを使用した。このデータは降雨強度(mm/h)を1分ごとに表示したものであったため、令和2年7月九州豪雨による地盤災害調査報告書¹⁾を参考に、次式により累積雨量に換算した。

$$R_t = R_{t-1} + \frac{r_{t-1} + r_t}{2} \times \frac{1}{60} \quad (1)$$

ここで、 r_{t-1} 、 r_t ：時刻 $t-1$ 、 t における降雨強度 (mm/h)、 R_{t-1} 、 R_t ：時刻 $t-1$ 、 t における累積雨量 (mm) である。これを t 時 01 分から $t+1$ 時 00 分までで足し合わせ、 t 時の 1 時間雨量とした。

雨量指標として実効雨量を用いることで、地下水の変動状況を擬似的に表現することができる。実効雨量は、降雨の影響を時間とともに減少させたもので、ここでは矢野²⁾によって提案された次式を使用する。

$$R_w = \sum_i \alpha R_i \quad (2)$$

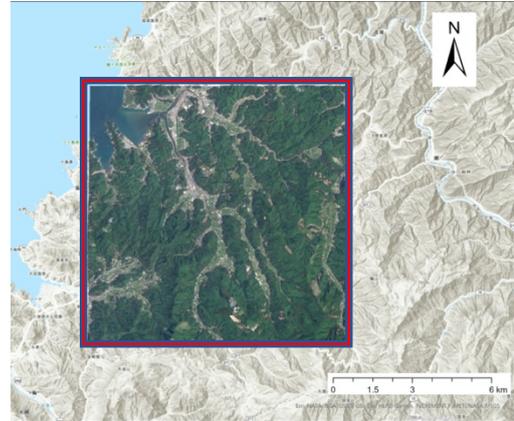


図1 解析対象地域

ここで、 R_i は i 時間前の 1 時間雨量、 α は減少係数と呼ばれ、次式で定義される。

$$\alpha = 0.5^{i/T} \quad (3)$$

ここで、 T は半減期と呼ばれ、降雨の影響力が降った直後の半分になるまでの時間である。この半減期 T は任意の値であり、図2のように T によって実効雨量の値が大きく変化するため、場所ごとに適切な半減期を設定する必要がある。

2.3. 地下水位予測

地下水位の推定は、次のような方法で行う。まず、対象地域である芦北町周辺では 1 時間おきの地下水位のデータが得られなかったため、熊本県が管理する八代市の 7 ヶ所のデータを適用した。そして、粕谷ら³⁾の提案する手法により地下水位

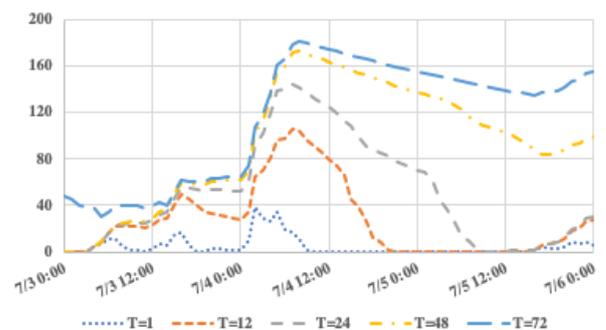


図2 半減期による実効雨量の比較

の実測値と半減期を変化させた実効雨量との相関係数を求めた。

実効雨量とは、降雨が土中に残留している時間を近似的に表す量である。そのため、地質の保水性に着目し、地質の違いによる半減期の設定を検討した。地質データは国土交通省が提供する表層地質を用いた。表1のように、八代市の地下水位観測所の地質はほとんどが砂・礫・粘土であり、4の観測所以外では半減期72時間の時に実効雨量と地下水位が最も高い相関を示した。また、4の観測所においても半減期72時間の時の相関係数は0.93以上とかなり良好な値を示していたため、砂・礫・粘土質の場所の半減期を72時間に設定し、地下水位予測式を求めた。

3. 解析結果

最も地下水位を良好に再現できた4の観測所の結果を図3に示す。令和2年7月豪雨では、雨量のピークが7月4日午前5時頃までであったため、ピークの前後を含む2020年7月3日0時から7月6日0時までを検討範囲とした。地下水位予測には、4の観測所の半減期72時間での予測式を用いた。

XRAINの雨量データをもとに作成した1時間雨量のラスターデータを使用し、実効雨量を算出したデータを地下水位予測式を用いて演算し、対象地域内の地質が砂・礫・粘土に該当する場所における地下水位の予測値をArcGIS上で表現した。図4に、7月4日5時における地下水位予測結果を示す。この結果の精度が高まれば、雨量から地下水位分布を評価することができるため、避難のタイミングに対する情報発信ができるようになる。

4. おわりに

実効雨量を用いることで、地下水位の実測値が既知の場所においては地下水位の変動状況を良好に再現することができた。実効雨量と地下水位の相関係数が0.8以上の場所においては、図4のようにピーク時の水位と大まかな水位の変動状況を再現できた。今後は、対象地域に多く分布する安山岩質の箇所でも同様の手順で地下水位予測を行う。また、崩壊しやすさという面での地質・傾斜

表1 地下水位と実効雨量の相関関係及び地質

観測所	地質	最適半減期(h)	相関係数
1	砂・礫・粘土	72	0.83
2	砂・礫・粘土	72	0.84
3	砂岩・泥岩互層	24	0.68
4	砂・礫・粘土	48	0.95
5	砂・礫・粘土	72	0.85
6	砂・礫・粘土	72	0.88
7	砂・礫・粘土	72	0.86

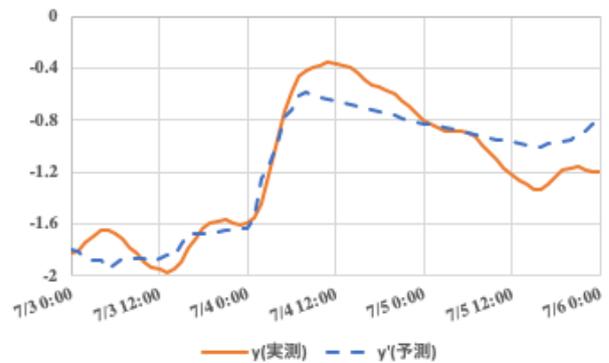


図3 観測所4の地下水位予測結果

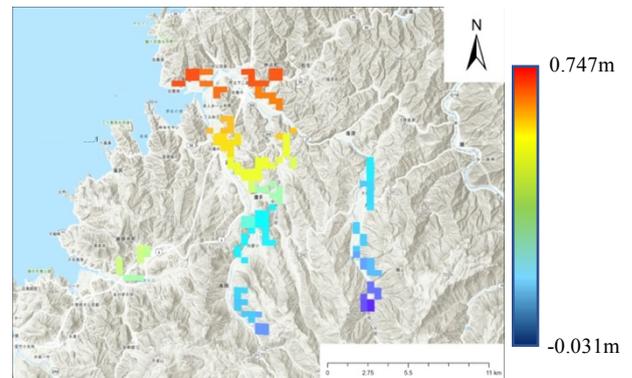


図4 地下水予測結果

角度・植生等のパラメーターと複合的に斜面崩壊危険度を評価することを検討していく。

<参考文献>

- 1) 地盤工学会：令和2年7月九州豪雨による地盤災害調査報告書, pp.4-7, 2021.
- 2) 矢野勝太郎：前期降雨の改良による土石流の警戒・避難基準雨量設定手法の研究, 砂防学会誌(新砂防), pp.4-13, 1990.
- 3) 粕谷悠紀, 善功企, 陳光斉, 笠間清伸：降雨による斜面内の地下水位予測式の提案, 土木学会西部支部研究発表会(2008. 3), pp.483-484, 2008.