

大分県別府市明礬地すべり地における地下水位の降雨応答特性に関する一考察

大分工業高等専門学校 学生会員 ○堤 洋平 大分工業高等専門学校 正会員 佐野博昭
株式会社アイエスター 非会員 川場浩二 大分工業高等専門学校 非会員 牧 恭子

1. まえがき

我が国の国土の約7割は丘陵地や山地が占めており、梅雨や台風時期の豪雨によって毎年のように斜面崩壊や地すべりなどの土砂災害が発生している。

著者らの一部は、これまで大分県別府市明礬地区の地すべりを研究対象として地下水位の計測や地下水の性状調査を継続して行い、地下水位は降水にともなって大きく変動していること、地下水の性状は、高温、低 pH、高電気伝導率という高腐食環境下にあるということなどを明らかにしてきた¹⁾。

そこで、本研究では、地下水位の降雨応答特性に着目し、実効雨量と地下水位との関係を調べるとともに、実効雨量から地下水位の変動を予測することが可能かどうかについても併せて検討してみることにした。

2. 地下水位の変動状況

今回の現場計測は、明礬地すべり地の D ブロックを対象とした。D ブロックには、縦断主測線上に DBV-1～4 孔の合計 4 個のボーリング孔が設置されており、地下水位や地中水平変位の計測が継続的に行われている。これまで、当該地区の地下水位の計測は触針式地下水位計測器を用いて行われてきたが、この方法では計測者が直接現地へ赴かなければならないことより連続的な地下水位の変動を把握することが困難であり、地すべり斜面の安定性の検討に課題が残されていた。そこで、2007 年 12 月からデータロガー（ホボ U20 水位ロガー、パシコ貿易株式会社製、圧力センサ：0～400kPa、記録点数：21,700 点）を設置し、1 時間ごとに地下水位の計測を行うことにした。

図-1は、DBV-1, 2孔での地下水位の変動状況を示しており、データロガー（実線）と触針式地下水位計測器（記号○）との比較を行ったものである。図中には、すべり面の位置も併せて示しており、DBV-2孔では上・下部の2つのすべり面が存在していることがわかる。

図より、DBV-1 孔では地下水は常にすべり面より上部に位置しており、2008 年 6 月 22 日 3 時には地表面下 1.31m の位置まで地下水が上昇した。また、DBV-2 孔では、地下水は 6～11 月の間、下部すべり面より上

方に位置しており、下部すべりの滑動に影響を及ぼしている可能性が考えられる。

データロガーおよび触針式地下水位計測器により計測された地下水位を比較すると、両者はほぼ一致していることがわかる。また、DBV-2 孔において、データロガーでは 2008 年 6 月 22 日 3 時に 5.51m の地下水位が計測されたが、触針式地下水位計測器では 6 月 19 日の 9.86m と 23 日の 9.11m の結果しか得られていないことより、この間の約 4m の地下水位の上昇を把握することができなかったことになる。

このことから、地すべり斜面の安定性を検討する上で連続的な地下水位の計測を行うこと重要である。

3. 実効雨量の導入

一般に、地すべり地において、地下水位の上昇はすべり面における間隙水圧の増加を引き起こすことによって斜面を不安定化させる誘因となり、このような地下水位の変動は降水と密接に関係している。

土砂災害警戒避難基準雨量（基準雨量）のうち、砂防部局では主に実効雨量による 4 手法（A 案、B 案、矢野案、提言案）²⁾ が利用されており、実効雨量と地下水位との間に相関性があることが報告されている³⁾。ここで、実効雨量とは、半減期をパラメーターとして過去の降雨の影響を考慮した積算雨量であり、また、半減期とはある時間にもたらされた降雨量の影響が半分になる時間である。

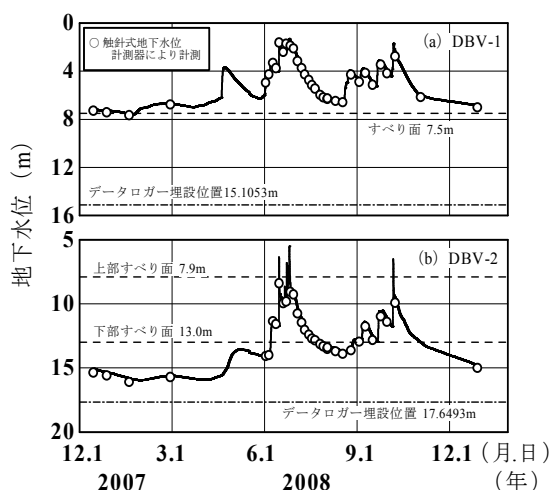


図-1 地下水位の変動状況 (DBV-1, 2 孔)

本研究では、明礬地すべり地における実効雨量と地下水位との関係を検討するに当たって、土砂災害発生1時間前までの降雨をすべて前期降雨として減少係数を乗じた上で積算を行う次式(1)の矢野案⁴⁾による実効雨量 R_w (mm) を用いることにした。

$$R_w = \sum \alpha_{li} \times R_{li} \quad (1)$$

ここで、 α_{li} : i 時間前の減少係数 ($= 0.5^{i/T}$)、 R_{li} : i 時間前の1時間雨量 (mm)、 T : 半減期 (h) とする。

なお、半減期は地すべり地によって異なる値が報告されており、それぞれの現場ごとに検討が行われているのが現状である。そこで、本研究では、半減期を0hから12hごとに变化させて実効雨量と地下水位との関係を求め、相関性が最も高くなる時の半減期を最適半減期と定義することにした。さらに、実効雨量の計算に当たっては、どの程度前の時刻まで遡って計算を行うかが重要となるが、減少係数が約0.004以上となる期間が目安となっていることより²⁾、減少係数が0.004以上になる期間で実効雨量を求めることにした。

4. 実効雨量と地下水位との関係

表-1は、各ボーリング孔における最適半減期を示す。表より、DBV-2孔は最適半減期が720h(30日)と非常に長い値となり、その他のボーリング孔でも252h(10.5日)~396h(16.5日)と比較的長い値となった。今回は相関係数の大小のみから最適半減期を設定したわけであるが、今後は降水量や地下水位の変動状況を考慮に入れて検討を行う必要がある。

次に、実効雨量と地下水位との関係から実効雨量を基にして地下水位を計算し、先に述べたデータロガーにより計測された地下水位と比較してみることにした。

図-2は、DBV-1~4孔において実測された地下水位と計算により求めた地下水位との比較を示す。図より、両者の傾向は概ね一致しており、実効雨量を用いることによって明礬地すべり地の地下水位をある程度推定することは可能であることがわかる。しかしながら、DBV-2孔に着目すると、地下水位の変動傾向は一致しているものの、最大で約5mの差が生じており、精度に問題が残る。また、その他のボーリング孔においても梅雨時期のような多降雨期間では地下水位の変動を捉えることができていないことがわかる。

5. あとがき

(1)データロガーの設置により地下水位のより詳細な

表-1 最適半減期

ボーリング孔 No.	最適半減期 (h)	相関係数
DBV-1	372	0.830
DBV-2	720	0.808
DBV-3	396	0.674
DBV-4	252	0.710

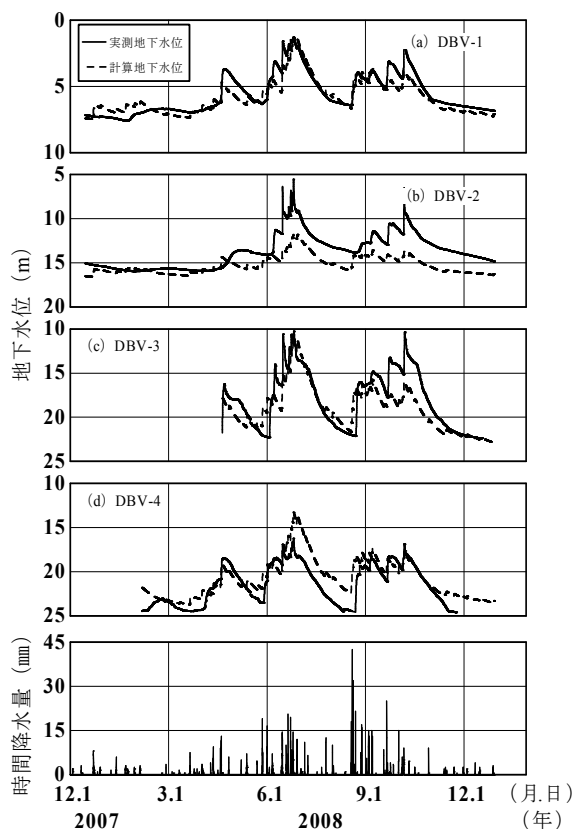


図-2 実測された地下水位と計算により求めた地下水位との比較 (DBV-1~4 孔)

変動状況を明らかにすることができた。

(2)大分県別府市明礬地すべり地における地下水位の変動を、実効雨量を基にして推定することが可能となった。

【参考文献】

- 1) 佐野博昭, 川場浩二, 一宮一夫, 矢島寿一, 山田幹雄, 田辺和康: 大分県別府市明礬地すべり地のDブロックにおける地下水の性状に関する一考察, 日本地すべり学会誌, 第45巻, 第3号, pp.54-61, 2008.9.
- 2) (社)地盤工学会: 豪雨時における斜面崩壊のメカニズムおよび危険度予測, pp.97-118, 2006.7.
- 3) 池田憲二, 渡邊一悟, 岡田慎哉, 小林一人, 阿部和樹: 実効雨量を用いた地下水位の推定方法に関する一考察, 土木学会第59回年次学術講演会講演概要集, 3-336, pp.671-672, 2004.9.
- 4) 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, 新砂防, Vol.43, No.4, pp.3-13, 1990.