

酸素・水素安定同位体比からみた 1950 年熊の平崩壊の誘因となる地中水の挙動の解明

○ 筑波大学大学院生命環境科学研究科 田中高志
 筑波大学地球科学系 恩田裕一
 JR 東日本安全研究所 島村誠・外狩麻子
 国土技術政策総合研究所 内田太郎
 筑波大学地球科学系 辻村真貴

1 はじめに

熊の平災害は、群馬県碓氷郡松井田町の旧国鉄信越本線熊の平駅構内にて 1950 年 6 月 8 日から 12 日にかけて発生した計 4 回の崩壊イベントによる大規模な斜面災害である。この災害は直前の降雨が極めて少ないにも関わらず発生した事例であり、地下水の噴き出しが誘因となった崩壊であると報告されている（小出，1955；羽田野・大八木，1986）。しかしながら、従来、その発生機構、発生をもたらす水文機構についてはほとんど知見がない。そこで、本研究では、熊の平地域における水の安定同位体比の解析などから斜面崩壊を引き起こすような地下水の挙動を検証した。

2 調査地域と調査方法

調査地域は群馬県松井田町の旧信越本線熊の平駅北側斜面であり（以下、熊の平地域と呼ぶ）、小流域を西側から K1（流域面積 0.051km²）、K2（同 0.046km²）、K3（同 0.023km²）、K4（同 0.027km²）と設定した（図 1）。熊の平災害が発生したのは K4 流域である。なお熊の平地域の地質は非常に風化の進んだ安山岩質の凝灰角礫岩で、その上に厚い浅間山起源の軽石層が分布している。

2002 年 4 月から K1～K3 流域において表面流出（沢水）の流出量を、K4 流域においては岩盤湧水の湧出量を、それぞれパーシャルフリュームを設置して測定している。また JR 東日本安全研究所により K4 本流（沢水）の流出量と雨量が観測され、また K4 流域内の 2 本の地下水位計測用の井戸の地下水位が 2000 年 10 月から観測されている。井戸は斜面下部の浅い方を井戸 A 孔、上流の深い方を井戸 B 孔とした。加えて、各流域の観測地点の水および林内雨をサンプル瓶に採水し、二酸化炭素による平衡法および疎水性白金触媒を用いた平衡法のそれぞれにより酸素・水素安定同位体比を測定した。

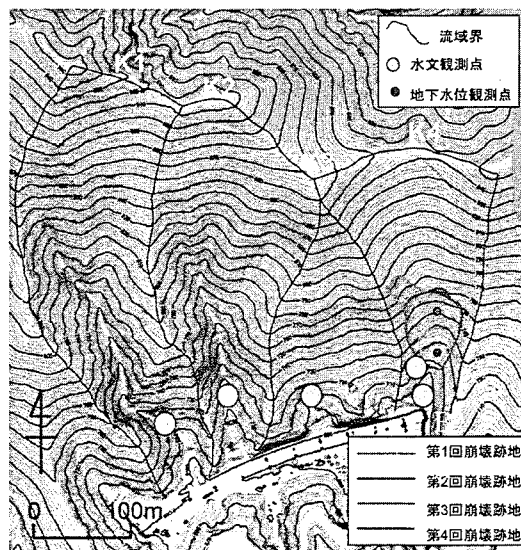


図 1 熊の平流域概要図

3 結果と考察

恩田ほか（2003）は、K4 本流のハイドログラフと K4 流域内の 2 本の井戸の地下水位の変動とを比較し、K4 本流には主にその流出を支配する浅い地下水の成分と降雨から数ヶ月遅れて流出するような深い地下水の成分とが寄与していることを述べた。そこで、矢野（1990）に基づいた実効雨量の変動と地下水位の変動とを比較した。結果、降雨より数ヶ月遅れて流動するような深い井戸 B 孔の地下水に関しては、深度が浅い方の井戸 A 孔の地下水位の変動が半減期 2400 時間の実効雨量と対応していたのに対して（図 2）、いかなる半減期をもつ実効雨量ともその変動が対応しなかった（図 3）。これは、実効雨量は直前の降雨の影響を特に強

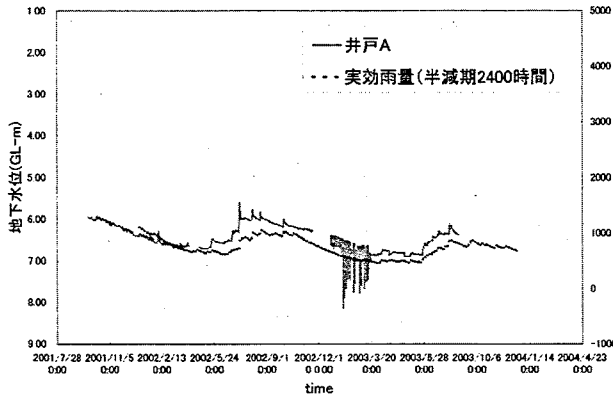


図2 井戸 A 孔地下水水位と実効雨量の関係

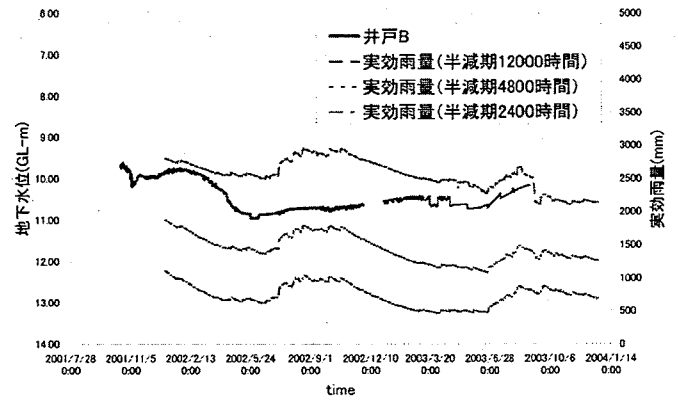


図3 井戸 B 孔地下水水位と実効雨量の関係

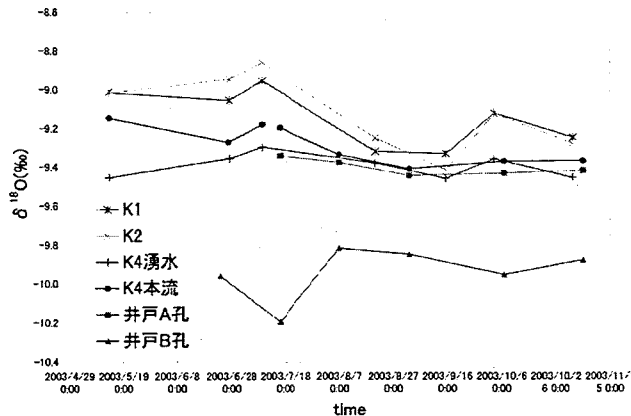


図4 熊の平地域における水の酸素同位体比の変動

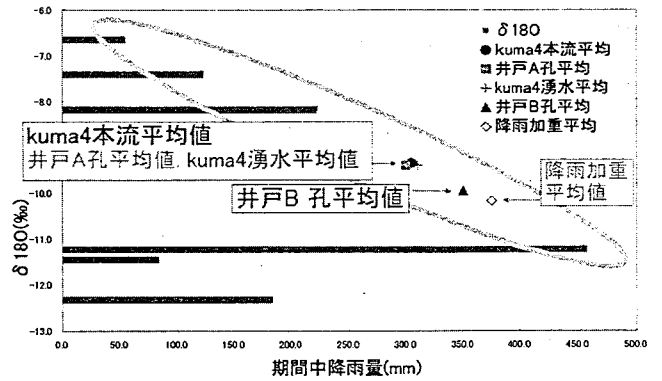


図5 熊の平地域での降雨量と $\delta^{18}O$ の関係

く反映しやすいため、降雨から数ヶ月遅れるような地下水の挙動との対応がみられなかったと考えられる。

また観測期間を通して、井戸 B 孔の地下水の酸素安定同位体比の値は明らかに熊の平地域内の他の水とは異なっており、流域内の標高差などを考慮すると、他とは異なる降雨流出のプロセスをもつことが示唆された (図 4)。観測期間中の降水量との比較から、この井戸 B 孔の地下水には夏季の降水量の多い降雨イベントによってもたらされた水が選択的に寄与しているものと考えられる (図 5)。

以上のことから、K4 流域における地中水の挙動を模式的に図 6 に示す。K4 流域には土層中を混合しながら流動する地下水と岩盤中を降雨から数ヶ月遅れて流動する地下水とが存在し、後者のピストン流的な挙動が直前にほとんど降雨のない熊の平災害の原因となった可能性がある。

4 文献

- 小出博 (1955) : 『山崩れ』, 古今書院, 150-158.
- 高橋博・羽田野誠一ら編 (1986) : 『斜面災害の予知と防災』, 白亜書房, 95-154.
- 矢野勝太郎 (1990) : 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, 43-4, 3-13.
- 恩田裕一・小高圭介・島村誠・外狩麻子 (2003) : 『平成 15 年度砂防学会研究発表会概要集』, 292-293.

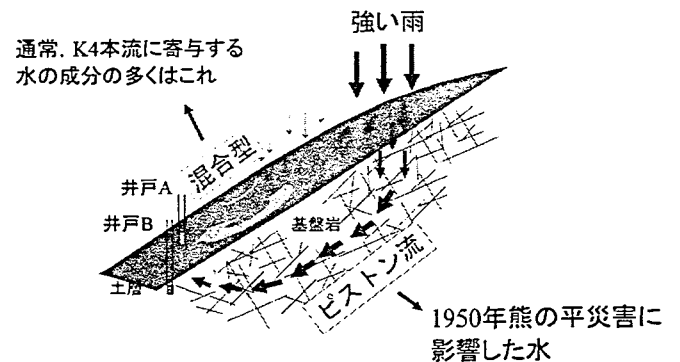


図6 K4 流域における地中水の挙動模式図