

群馬県熊の平地域における水質と地中水の挙動

- 服部聡子（筑波大学大学院生命環境科学研究科）
 恩田裕一（筑波大学大学院生命環境科学研究科）
 田中高志（筑波大学大学院生命環境科学研究科）
 島村誠（JR 東日本研究開発センター安全研究所）
 外狩麻子（JR 東日本研究開発センター安全研究所）
 辻村真貴（筑波大学大学院生命環境科学研究科）

1 はじめに

平成8年の蒲原沢土石流、平成9年の針原川土石流など、降雨ピークより遅れて発生した崩壊・土石流の発生時刻予知は難しく、そのため発生メカニズムの解明は今後の災害の対策に大いに役に立つと思われる。本研究で取り上げる熊の平災害は、群馬県碓氷郡松井田町の旧信越本線熊の平駅構内にて1950年に発生した計4回の崩壊イベントである。この災害の特徴は直前の降雨が極めて少ないことであり、降雨ピークより半年遅れて発生した崩壊であると言える。数ヶ月のタイムラグを経て流出する岩盤地下水の存在を報告した例もある（Manga, 1996）が、崩壊を引き起こすような地下水の流れがなぜ数ヶ月も遅れて流動するかの詳しい研究はなされていなかった。

ところで近年、山体地下水の流動プロセスを理解する方法の一つとして水の酸素や水素の安定同位体比を利用する方法が注目されてきた。崩壊地の地下水の同位体比やその季節変動を調査することで地下での混合の様子を把握することができる（川原谷ほか, 2000）。そこで本研究の目的を熊の平地域における基盤岩中の地下水の挙動を溶存無機イオンや酸素・水素安定同位体比といったトレーサーを用いて明らかにすることとする。

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、小流域を西側から K1（流域面積 0.051 km²）、K2（同 0.046 km²）、K3（同 0.023 km²）、K4（同 0.027 km²）と設定した（図1）。崩壊が発生したのは K4 流域である。また周辺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5月より河川水および湧水の水文観測を行っている。また JR 東日本安全研究所により K4 流域にある井戸 A（9m）および井戸 B（12m）の地下水位が観測されている。降水・河川水・湧水・地下水の採水および無機溶存イオン、酸素・水素安定同位体比の測定を行った。また2004年10月に K4 流域にて4本のボーリングを行い、ボーリングコアを観察した。

3 結果と考察

3.1 K4 流域の地質構造、地下水位変化、水質および酸素安定同位体比

K4 流域に掘削したボーリングより土層が 10m を越える箇所があることが分かった。またボーリングコアより、基盤は亀裂に富みその割れ目は変色していたため、割れ目を流れる地下水に卓越していることが分かった。また K4 流域では、土層を流れる地下水（井戸 A）と岩盤を流れる地下水（井戸 B）は互いにその変動が異なり（図2）、前者は降雨に対してすぐに反応するのに対して、後者は半年遅れで流動することが考えられた。

K4 流域の水質は、K1 および K2 流域の水質とは異なり、また岩盤起源のイオン濃度が濃いことが分かった（図1）。また K4 流域の土層中の地下水（井戸 A）と岩盤中の地下水（井戸 B）の水質もその傾向は大きく異なり、後者では海塩起源である Cl 濃度が高かった。

また K4 流域の酸素安定同位体比について、岩盤中の地下水は河川水、湧水や土層中の地下水よりも小さい値を

示している(図3)。熊の平地域において降水の酸素安定同位体比には雨量効果がみられたことから、岩盤浸透は台風など大雨時の同位体比の低い雨が選択的に涵養され起こることが考えられる。

3.2 滞留時間推定のモデル

Dispersive model (Maloszewski and Zuber, 1982) を用いて K4 流域の井戸 A および B の平均滞留時間を計算した(図4)。その結果、平均滞留時間は井戸 A が 485 日、井戸 B が 420 日、また拡散係数は井戸 A が 0.325、井戸 B が 0.047 となった。井戸 B の方が相対的に地中での拡散が起こりにくいピストン流的な流れの影響が考えられる。

4 まとめ

溶存イオン濃度の結果より、崩壊の発生した流域の河川水や湧水は、発生しなかった流域のそれより岩盤起源のイオン濃度が濃かった。また崩壊発生流域では、土層中の地下水と岩盤中の地下水は水質も水位変化も大きく異なることが分かった。Dispersive model の結果より、前者は混合・拡散の影響を受けるような Fracture flow であるのに対して、後者はピストン流的な流れである Conduit flow である可能性が考えられる。

5 引用文献

川原谷浩・松田英裕・松葉谷治(2000): 酸素・水素安定同位体比を利用した秋田県谷地地すべり地の地下水の混合と起源について、地すべり, 36-4, 48-55

Maloszewski, P. and Zuber, A. (1982) Determining the turnover time of groundwater systems with the aid of environmental tracers. 1. Models and their applicability. Jour. Hydrol., 57, 207-231.

Manga, M. (1996) : Hydrology of spring-dominated streams in the Oregon Cascades. Water Resources Research, 32-8, 2435-2439

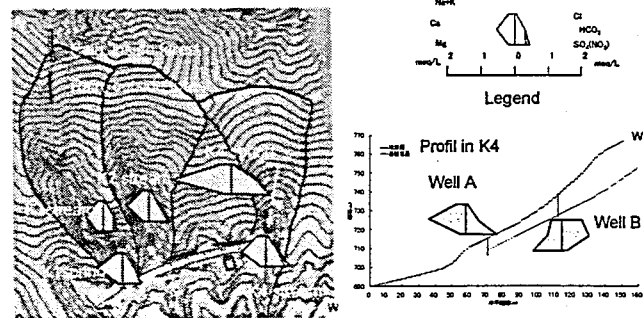


図1 熊の平地域のヘキサダイアグラム(平均値)

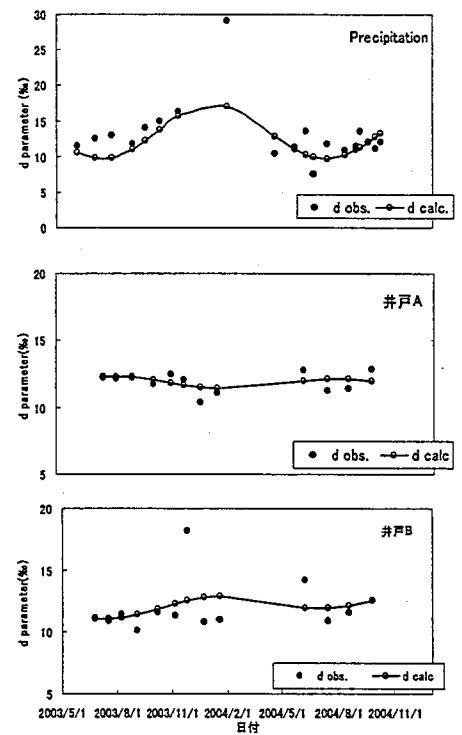


図4 降水、井戸 A および井戸 B の d 値の変動

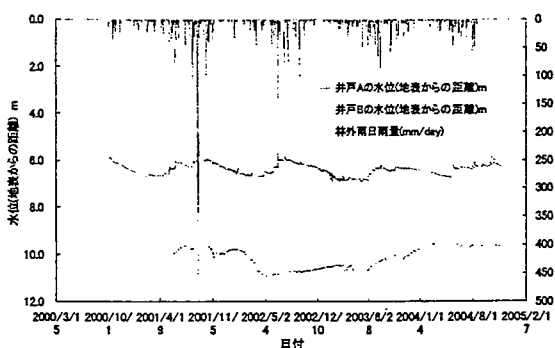


図2 井戸AおよびBの長期地下水位変化

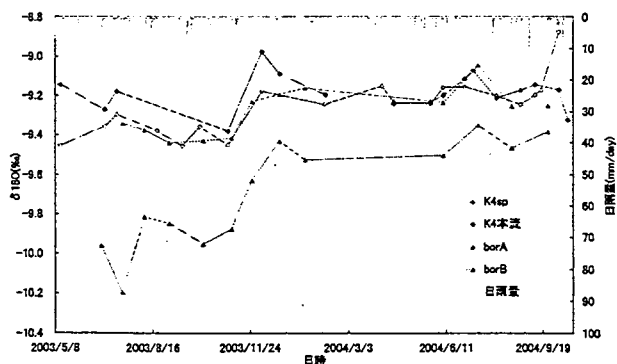


図3 K4流域における $\delta^{18}O$ の変動