

117 善徳地すべり地大師堂周辺で発生した斜面崩壊に関与する地下水脈の推定

○新潟大学積雪地域災害研究センター 古谷 元 京都大学防災研究所 末峯 章
 国土交通省四国山地砂防工事事務所 小山内信智 日本工営株式会社四国事務所 林 龍一

1. はじめに

善徳地すべり地Z6ブロックの大師堂周辺で平成11年6月29日に確率雨量¹⁾1/80~1/100の集中豪雨によって多数の斜面崩壊が発生した。斜面崩壊の誘因のひとつに地下水が関与することは周知の事実であるが、大師堂周辺では土層を構成している物質が大局的に大差が無いにも拘わらず崩壊が発生した場所とそうでない場所が存在している。ところで、自然斜面内の地下水は層状で均一に分布することはまれであり、ほとんどの場合は水脈状に存在していると言われている²⁾。そこで、筆者らは現地でも1m深地温探査と湧水温度および孔内水温測定を実施し、大師堂周辺の斜面崩壊に関与した地下水脈の平面的な分布の推定を行った。

2. 調査地・1m深地温探査および水温測定の概要

大師堂は図1に示すように善徳地すべり地Z6ブロック中腹部の標高730m、移動ブロック2³⁾の西側境界付近に位置する。大師堂周辺の土層は、一部大きな転石が斜面上に存在しているものの全般的に風化が進んだ泥質片岩の上に数~10m程度の崩積土が被っている。Z6ブロックの標高700m付近では常時地下水が流出している湧水点や多雨時に流出する湧水点が多く存在し、かつてこのような湧水を利用して稲作が行われていた。

平成11年6月29日の集中豪雨では大師堂周辺で斜面崩壊が4箇所、小陥没が2箇所発生した(図2)。これらの斜面崩壊において、大師堂のそばで発生した崩壊(以後、大師堂の崩壊と呼ぶ)は、深さが3m程度、崩壊土量が2次的なものを含めて約500m³程度で崩壊前の少なくとも2年間はクリープ的な前兆変位が生じていた⁴⁾。他の3箇所の崩壊は深さが1~2mで崩壊土量が100m³程度である。2箇所の小陥没のうちで大師堂の下部斜面で発生した陥没は深さが50cm程度で陥没土量が数10m³程度である。一方、大師堂の北東側で発生した陥没は村道の路床のバラスが抜け出したものである。大師堂周辺では湧水点が2箇所(図2)、大師堂の北北東約140mに排水路からの浸み出しが1箇所存在している。大師堂の崩壊の湧水点は村道復旧工事時に埋め立てられており、1m深地温探査時にはEPS工の擁壁の下から地下水が浸みだしていた。

1m深地温探査の測点網の間隔は、大師堂をほぼ中心として斜面の横断方向に10m、縦断方向に15mである(図2)。この測点網内では建物等の障害物が存在していたので、実際に探査を行った測点数は259点である。1m深地温探査を行った時期は平成12年9月19~21日である。地温測定にはサーミスタ型精密温度計とサーミスタ用温度測定器を用いた。地温の測定は測温体を挿入して10分後とした。水温測定は、大師堂周辺の湧水点および排水路の浸みだしにおいて1m深地温探査実施時に、大師堂の上部斜面の孔底までストレーナ処理を施していないボーリング孔BV5-12、B14、B16(図1)において同年9月23日に実施した。

3. 斜面崩壊に関与する地下水脈の推定

1m深地温の測定では測定値に種々の影響因子があり²⁾、解析時に補正を行う必要がある。補正を行った値⁵⁾(以後、単に1m深地温と呼ぶ)から、大師堂周辺では1m深地温の最高温度がB6測点の21.02℃、最低温度がF17測点の12.32℃、平均温度が18.21℃であることが判明した。平均地温より若干低い18℃未満の地温を抽出した結果を図3に示す。この図より大師堂周辺では18℃未満の低温部が多数存在する。そのうちで①C1およびC3測点付近から、途中E6測点に高温部があるものの、ほぼ東側に向かってG9測点周辺までの16~18℃の区域がある。①に対して16℃未満の部分をも有する②E17測点付近からほぼ南東方向のL12測点付近を通り、さらにN15測点の方向までの区域、③A17~19測点付近からD20測点付近までの区域、④H7測点およびM18測点周辺がある。

水温測定の結果を表1に示す。この表より3孔の孔内水温は12~13℃程度である。この水温は図3中のF17測点の1m深地温にほぼ一致し、排水路の浸み出しやM18測点下の湧水点より若干低い値である。一方、大師堂の崩壊部の湧水温度と3孔の孔内水温を比較すると5~6℃の温度差がある。したがって、大師堂周辺では具体的な深度は不明ではあるが浅層地下水の水脈と深層地下水の水脈が存在していると解釈できる。

そこで、筆者らは図3および表1をもとに大師堂周辺における地下水脈を推定した：①と②は双方の低温部の分布方向が全く異なることから同一の水脈ではない。1m深地温と測定水温から①は浅層地下水であり、②は深層地

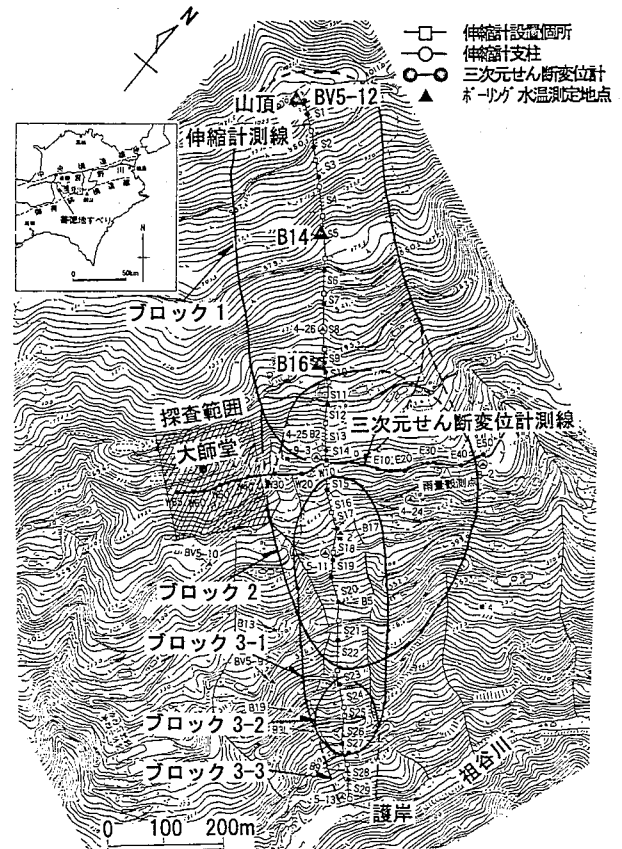


図1 善徳地すべり地Z6ブロックおよび大師堂の位置

図1 善徳地すべり地Z6ブロックおよび大師堂の位置

表1 水温測定結果

場所	年月日	水温 (°C)	記事
D20 測点の北東	H12/9/19	13.8	排水路内の浸みだし
大師堂の崩壊 (G9-10 測点)	H12/9/20	17.8	擁壁下の浸みだし
M18 測点直下	H12/9/21	14.9	湧水点
BV5-12 (E. L. 1028m)	H12/9/23	11.8	深度 77m (全長 200m)
B14 (E. L. 890m)	"	12.6	深度 70m (孔底)
B16 (E. L. 790m)	"	12.8	深度 49m (孔底)

下水である。③は排水路内の浸みだしが孔内水温に近い値であるので、測点網の北側に深層地下水の水脈が存在すると思われる。④は低温部の連続性がないことから、局所的な深層地下水の上昇部と考えられる。

地下水脈の推定結果と3個所の斜面崩壊および小陥没の位置を比較した結果から斜面崩壊に関与した地下水は以下の通りである。大師堂の崩壊は、①の浅層地下水の水脈上に位置することより、道路の陥没から豪雨が浸透したことが相乗効果になった可能性があるものの基本的には浅層地下水が関与していると考えられる。一方、他の3個所の斜面崩壊は②の深層地下水の水脈上に位置する。したがって、これらの崩壊は大師堂の崩壊と別に深層地下水の水脈が関与していると考えられる。大師堂の下部斜面における小陥没は、周辺部に深層地下水の影響と解釈できる1m深地温が無いことと低温部の規模が小さいことから、この小陥没の周辺部に存在する浅層地下水によって形成されたと考えられる。

4. まとめ

善徳地すべり地大師堂周辺で1m深地温探査と水温測定結果を実施した結果から、平成11年6月29日に発生した斜面崩壊は、この時の豪雨がトリガーになったものの浅層地下水の水脈が関与した場合と深層地下水の水脈も関与した場合が考えられる。

謝辞

本研究では徳島県三好郡西祖谷山村の向井道文氏と京都大学防災研究所の竹内篤雄博士にお世話になった。また、この研究の一部は京都大学防災研究所一般共同研究12G-14(研究代表者:海堀正博)を使用した。紙面を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 平松晋也・石川芳治・小山内信智・三好岩生: 1999年6月29日徳島県西祖谷山村で発生した土砂災害(速報), 新砂防, Vol. 52, No. 3, pp. 44-49. 1999.
- 2) 竹内篤雄: 温度測定による流動地下水調査法, 古今書院, p. 480. 1996.
- 3) 古谷 元・佐々恭二・福岡 浩・日浦啓全: 善徳地すべりにおける地下侵食と地すべり移動の関係, 地すべり, Vol. 34, No. 2, pp. 9-16. 1997.
- 4) 古谷 元・佐々恭二・日浦啓全: 徳島県善徳地すべりで発生した小規模流動性崩壊の前兆現象, 第39回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp. 529-532. 2000.
- 5) 古谷 元・末峯 章・小山内信智・林 龍一: 平成11年6月29日の豪雨によって善徳地すべり地・大師堂周辺で発生した斜面崩壊と水みちの分布, 新潟大学積雪地域災害研究センター研究年報, 第22号, pp. 45-61. 2000.

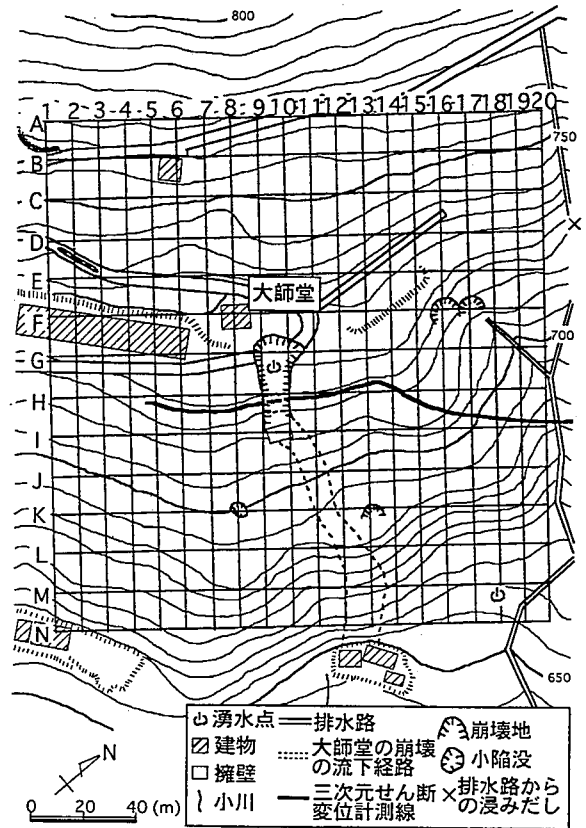


図2 大師堂周辺の地形と1m深地温探査の測点網

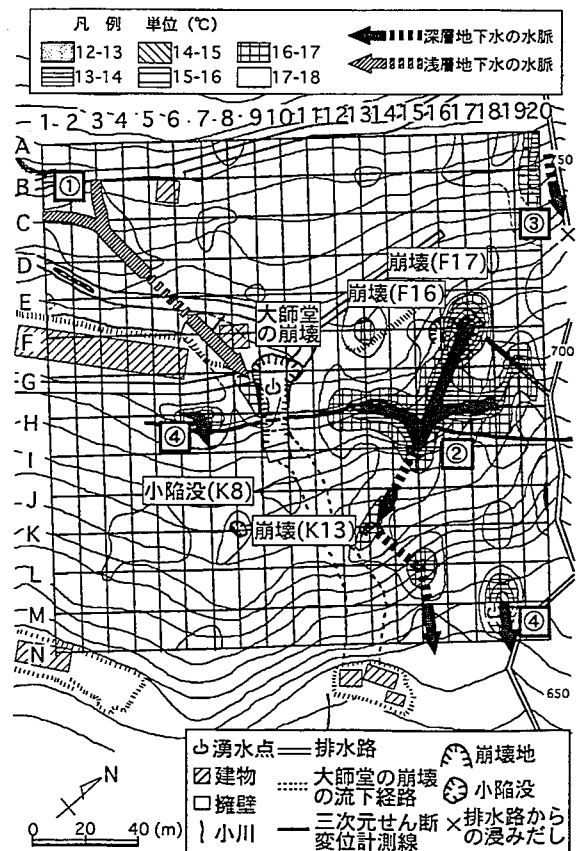


図3 18°C未満の低温部と推定した地下水脈