

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2010

課題番号：19380087

研究課題名（和文） 物理的根拠に基づく表層崩壊発生限界雨量の検討

研究課題名（英文） Physically-based analyses on critical rainfall amount for triggering surface landslide

研究代表者 小杉 賢一郎（KOSUGI KENICHIROU）

京都大学大学院・農学研究科・准教授

研究者番号：30263130

研究分野：農学

科研費の分科・細目：林学 ・ 林学・森林工学

キーワード：崩壊・地すべり・土石流

1. 研究計画の概要

山地斜面の表層崩壊発生限界雨量を物理的に評価する為に、(1)土層内に「水みち」が自然に形成されるプロセスを室内実験により解明すること、(2)自然斜面内部の「水みち」を探查する手法を確立すること、(3)自然斜面の「水みち」の発達具合とその排水能力を解明すること、(4)人工降雨実験により自然斜面を崩壊させ「水みち」が与える影響を解明すること、を計画した。

2. 研究の進捗状況

(1)では、水路に充填した土層に1ヶ月にわたって給水し、60本のテンシオメータで間隙水圧分布の計測を行った。その結果、土層内に「水みち」が発達すること、給水量を増加させると、水みち周辺の間隙水圧が急上昇して崩壊発生の引き金となることが明らかとなった。(2)では、水分計付貫入計を改良し礫を多く含む山地斜面でも使用可能な強度を持たせた後、高密度電気探査による比抵抗分布の計測と組み合わせ、土層厚や含水率分布を迅速かつ正確に把握できる探查手法を開発した。そして、土層内に存在する基岩の割れ目からの湧水点とそこから発達した「水みち」の形状を探查することに成功した。(3)では、この湧水点を有する斜面において詳細な水文観測を実施した。その結果、斜面内部の浸透水は「水みち」周辺に偏在し、降雨時に「水みち」が排水経路として機能することが確認された。

上記の項目(1)、(2)、(3)の結果、山地斜面土層内に発達した「水みち」が、降雨流出に

支配的な影響を及ぼしていることが判明した。このことから、「水みち」が崩壊に与える影響を解明すること(項目(4))が、表層崩壊予測において極めて重要であることが明確となった。ただし同時に、項目(4)で計画していた人工降雨実験では、崩壊メカニズムを十分には解明できないことも明らかとなった。すなわち項目(2)、(3)では、基岩湧水が「水みち」の発達と浸透水の挙動に重要な影響を持つことが示されたが、基岩湧水は数ヶ月にわたる先行雨量の影響を受ける上、その集水域が表面地形の集水域とは異なる為、人工降雨ではその挙動を正確に再現できない。さらに、林地斜面の降雨は樹木により林内雨と樹幹流に分離され、大きな空間不均質性を示す為、地表面に直接人工降雨を散布しても自然状態を再現できない。このようなことから、自然斜面の崩壊機構を解明するには、自然降雨によって崩壊が起きる時の土層内部の状況を克明に計測する必要があるとの認識に至った。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している

項目(1)～(3)については、十分な成果が得られた。ただし項目(4)については、上記の問題が生じ、当初計画していた人工降雨実験では目的を十分に達することが出来ないと考えられる為。

4. 今後の研究の推進方策

自然斜面の崩壊機構を解明するには、自然降雨によって崩壊が起きる時の土層内部の状況を克明に計測する必要がある、その為には、観測斜面数を増やさねばならない。さら

に、豪雨時の間隙水圧分布を短い時間間隔で計測し、崩壊によって観測設備が破壊される前にデータを回収する必要があることから、全てのセンサーをネットワークにつなぎ、遠隔地からリアルタイムで計測制御とデータ回収を行わねばならない。H22年度には、観測システムを再構築し、自然斜面の崩壊機構を解明する。

5. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計 10 件）

- ① Katsura, S., K. Kosugi, T. Mizutani, and T. Mizuyama, Hydraulic Properties of Various Weathered Granitic Bedrock in Headwater Catchments, Vadose Zone J., 8, 557-573, doi:10.2136/vzj2008.0142, 2009.
- ② Kosugi, K., Y. Yamakawa, N. Masaoka, and T. Mizuyama, A combined penetrometer-moisture probe for surveying soil properties of natural hillslopes, Vadose Zone J., 8, 52-63, doi:10.2136/vzj2008.0033, 2009.
- ③ Liang, W.-L., K. Kosugi, and T. Mizuyama, A three-dimensional model of the effect of stemflow on soil water dynamics around a tree on a hillslope, J. Hydrol., 366, 62-75, DOI: 10.1016/j.jhydrol.2008.12.009, 2009.
- ④ Hayashi, Y., K. Kosugi, and T. Mizuyama, Characterization of soil water retention curves of a natural forested hillslope using a scaling technique based on a lognormal pore-size distribution, Soil Sci. Soc. Am. J., 73, 55-64, doi:10.2136/sssaj2007.0235, 2008.
- ⑤ Kosugi, K., Comparison of three methods for discretizing storage term of the Richards equation, Vadose Zone J., 7, 957-965, doi:10.2136/vzj2007.0178, 2008.

〔学会発表〕（計 15 件）

- ① Kosugi, K., Katsura, S., Fujimoto, M., Kato, H., Mizuyama, T., Contributions of Bedrock Groundwater in Surface Hydrological Processes in a Headwater Catchment, 2008 AGU fall meeting, 2008/12/14, San Francisco
- ② 小杉賢一朗・桂 真也・水谷 佑・水山高久, 基岩内の深層地下水が表土層内の水文過程に与える影響, 日本森林学会, 2008/3/28, 東京農工大学

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

なし