

| | | | |
|---------|---|-------------|-------|
| 氏名 | 小松 義隆 | | |
| 学位の種類 | 博 士 (理 学) | | |
| 学位記番号 | 博 乙 第 2 8 7 4 号 | | |
| 学位授与年月日 | 平成 3 0 年 4 月 3 0 日 | | |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 4 条第 2 項該当 | | |
| 審査研究科 | 生命環境科学研究科 | | |
| 学位論文題目 | Effects of Surface Cover and Slope Gradient on Overland Flow Generation from Bare and Forested Hillslopes (地表面被覆と勾配が裸地および林地斜面の表面流出発生に与える影響) | | |
| 主査 | 筑波大学准教授 | 博士 (理学) | 加藤 弘亮 |
| 副査 | 筑波大学教授 | 理学博士 | 恩田 裕一 |
| 副査 | 筑波大学准教授 | 博士 (地球環境科学) | 松下 文経 |
| 副査 | 筑波大学教授 | 博士 (理学) | 辻村 真貴 |

論 文 の 要 旨

近年、地表被覆や斜面勾配が表面流出発生に及ぼす効果について新たな研究成果が蓄積されてゆくなかで、これまで一般的に理解されていた知見に当てはまらない現象が報告されている。しかしながら、研究対象とする土壌や降雨特性などの条件が異なるため、先行研究の結果を総合して解釈し、一般化した知見を導き出すには至っていない。そこで、審査対象論文で著者は、裸地および被覆された地表面からの表面流発生メカニズムに関して、地表被覆率や斜面勾配が表面流発生に及ぼす効果に着目し、特に表層の土壌特性や地表被覆物等の差異がその効果に及ぼす影響について、現地測定実験から得られたデータの解析と先行研究の結果をあわせた総合解析をもとに検討を加えたものである。

第 1 章で著者は、斜面における雨水浸透プロセスや表面流発生メカニズムについて、古典的な研究から最新の研究までの先行研究を幅広くレビューし、それらの効果について、先行研究で報告されている傾向や、未解明のまま残されている課題を整理した。その結果、特に土壌タイプや降雨特性等の実験条件によりそれらの効果が異なることを見だし、本研究目的の設定の根拠を示した。

第 2 章で著者は、日本のスギ林およびアテ林を調査対象として、リター層が厚く堆積した森林土壌における浸透能の規定要因について、人工降雨を用いた現地散水実験による浸透能測定を行い、地表の被覆状況のみならず透水係数など土壌物理特性の影響について考察を加えた。著者の行った現地測定実験により、リター層が厚く堆積し、表層土壌中に根茎が発達したスギ・アテ林の森林土壌では、先行研究で報告されているヒノキ林よりも高い浸透能を示すことが明らかになった。また、スギ・アテ林では、先行研究で報告されているような、地表被覆の増加にともなっ

て土壌の浸透能が上昇するという従来知見が当てはまらないことを著者が初めて明らかにした。さらに、浸透能は、土壌粒度組成や飽和透水係数などの土壌物理特性との間にも有意な相関を示さないことを明らかにした。以上の結果から、リター層が厚く堆積したスギ・アテ林で測定された浸透能は、地表被覆や土壌物理特性によって説明できず、土層中への雨水の選択的浸透プロセスが高い浸透能に寄与していることを示唆した。

第3章で著者は、中国河北省保定市易県の構造が未発達な砂質ローム土壌を対象として、人工斜面を用いて自然降雨条件下で表面流出量を観測することにより、地表植生による被覆率が表面流出発生に及ぼす影響について検討を加えた。著者は、砂質ロームにおいても降雨強度とともに表面流出量が増加するが、主に草本類による地表被覆と表面流発生との関係は明瞭では無いことを明らかにした。一方で、樹木による地表被覆がある場合は、雨水の樹冠遮断の影響により流出率が低下する可能性を示した。以上の結果から、著者は先行研究で報告されているような地表被覆が表面流出を減少させる効果が、研究対象地域の砂質ローム土壌には当てはまらないことを示した。

第4章で著者は、中国において深刻な洪水発生や表面侵食が頻発する紫色土の地域を研究対象として、人工斜面と自然降雨条件下において裸地化した地表面からの表面流発生を観測し、斜面勾配が表面流出に及ぼす影響について検討を加えた。著者は、観測データに基づいて、斜面勾配が表面流発生に及ぼす効果についての解析を行い、斜面勾配の増加とともに表面流出が減少する可能性を見いだした。しかしながら、観測された表面流出量は降雨イベントごとに大きなばらつきを示したため、その傾向を一般化するために先行研究との比較を行った。著者は、zスコア（標準スコア）を用いて先行研究によって異なる観測指標を標準化する手法を開発し、斜面勾配が表面流出に及ぼす影響について、多数の先行研究の測定結果を合わせた総合解析を実施した。その結果、斜面勾配が表面流発生に及ぼす影響が先行研究で提案されていたような単純な正や負の相関関係ではなく、勾配20度程度を閾値として正・負の関係が入れ替わる可能性を示した。

第5章で著者は、前章で明らかにした地表被覆や斜面勾配の効果について、先行研究において他の土壌に関して報告されている知見と比較することで本研究結果の一般化を行った。それにより、地表被覆や斜面勾配が表面流発生に及ぼす効果は降雨特性や土壌タイプ、地表被覆の種類によって異なること、そのために、それらの効果を一般化するためには土壌特性の違いを考慮して先行研究の結果を整理しなおす必要があり、また今後の研究でその効果を検証する場合には、測定対象とする降雨や斜面勾配の範囲などの実験条件の選定に留意して行われるべきであると結論付けた。

審 査 の 要 旨

水文地形学的な視点から表面流出の発生メカニズムを議論する先行研究は少なくないが、地表被覆や斜面勾配が表面流出発生に及ぼす効果について、古典的な研究から近年の最新の研究成果の幅広いレビューに基づいてその効果を整理した研究は少ない。著者の研究は、批判的な観点から関連する先行研究を整理することにより、これまでに十分に検証されていなかった土壌や降雨特性の影響に着目し、自ら実証実験を行い、さらに先行研究の結果とあわせて総合解析を行った点で高い新規性を有している。以上の研究成果は、2報の原著論文として関連分野の学術雑誌に掲載されており、関係研究者からも高く評価されている。本研究の成果は、地表被覆や斜面勾配が表面流発生に及ぼす効果の理解を推進し、降雨流出モデルの予測精度の向上に寄与することが期待される。

平成30年3月5日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び学力の確認を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。