

氏名	經隆 悠		
学位の種類	博 士 (農 学)		
学位記番号	博 甲 第 8 5 8 5 号		
学位授与年月日	平成 3 0 年 3 月 2 3 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Study on Initiation and Development Process of Debris Flows Originating from Channel Deposits in a Devastated Headwater Mountain Stream (荒廃した山地源頭部における河床堆積物を起源とした土石流の発生と発達過程に関する研究)		
主査	筑波大学教授	工学博士	宮本 邦明
副査	筑波大学准教授	博士 (農学)	奈佐原 顕郎
副査	筑波大学助教	博士 (農学)	山川 陽祐
副査	東京大学准教授	博士 (農学)	堀田 紀文

論 文 の 要 旨

大規模崩壊地で頻発する土石流は、土砂災害による直接的な被害だけでなく、流域への大量の土砂流出の要因となるため、その実態と将来予測は防災上、流域管理上の観点から、とりわけ山地が主体の日本における重要な研究課題である。審査対象論文では、土石流による侵食・堆積と地形条件の関係に焦点を当て、発生域や扇状地で生じる地形変化が土石流の流下に及ぼす影響を明らかにすることを目的としている。

著者は、第一章において、研究の動機と現在の課題をまとめている。山地源頭部では、土石流が長期にわたって頻発する場合があります、下流での直接的な被害や河床上昇による洪水リスクの増加といった問題を引き起こすため源頭部での土石流の発生のタイミングや規模の推定は流域管理における重要課題の一つであるとし、その実態やメカニズムが未解明である上、これらを検証するための現地観測・調査結果の蓄積も不十分であることを指摘している。そして、詳細な現地観測と数値計算により土石流の発生・発達に及ぼす地形条件の影響を包括的に把握、理解することの重要性を示した。

第二章および第三章では、静岡県安倍川大谷崩一の沢において 2012 年から 2017 年の 6 年間実施した、土石流の発生域及び扇状地を対象とした土石流の発生、発達過程の観測と地形測量 (地上レーザースキャナおよび UAV を用いた多視点写真測量) とその結果について整理している。その結果、10 分間雨量で 5 mm 程度の短期間降雨の蓄積または集中によって生じる地形変化が土石流の発生トリガーであること、過去の土石流の流下で供給された溪床堆積土砂が減少した場合に、短期間降雨の蓄積・集中度が比較的少ない降雨であっても土石流が発生することを明らかとしている。また、発生域の土石流は、そのほとんどが発生域内で堆積するイベント (堆積イベント) と蓄積された顕著な堆積土砂の侵食により生じる比較的規模の大きいイベント (侵食イベント) の 2 タイプに分けられることを明らかにしている。すなわち、堆積イベントによって供給された土砂は、後の土石流によって大部分が侵食されており、その後の土石流の発達に寄与することを明らかにした。侵食イベントで発生した土石流は発生域末端に発達する扇状地に到達するが、その多くは扇頂部付近で堆積し、扇状地は発生域から流下する土砂のバッファゾーンとして機能していることを明らかにしている。一方で、発生域の侵食土砂量が他の侵食イベントの 3 倍程度の大規模なイベントでは、扇頂部での堆積後に土石流の流下方向が変化し、たとえば扇状地左岸側に新たな谷地形を形成するほどの顕著な侵食を生じさせることを見出した。以上から発生域の土石流の流下規模を支配する地形条件や扇状地での堆積に伴う流下方向の変化が下流

への土砂流出量の推定において重要であることを指摘している。

第四章では、直線水路を用いた数値シミュレーションに基づいて土石流の侵食速度と河床勾配の関係を明らかにした上で、河床に周期的な起伏条件を与えたモデル水路における数値シミュレーションを用いて河床の地形条件が土石流の発達に及ぼす影響を検討している。その結果から、同じ平均勾配・堆積土砂量であっても、河床表面に起伏を有する場合は平坦な場合に比べ土石流のピーク流量が著しく増加することを明らかにした。感度分析の結果から、平衡濃度の上限値に達するような急勾配河床（およそ 20 度以上）においてその傾向が顕著となり、起伏の前面の急勾配区間での局所的な侵食速度の上昇がその要因であることを明らかにした。

以上の章を総括したうえで、地形条件と土石流の相互作用に関して論じ、土石流との相互作用によって生じる山地河床の地形条件が、発生・発達・流下のそれぞれのプロセスを通して、土石流による流域への土砂供給に影響を及ぼすことが、本研究の結論として第五章に示されている。

審 査 の 要 旨

本論文は、土石流の発生、発達と地形条件・変化との相互作用、すなわち侵食・堆積過程に着目し、河床堆積物の時空間的な変化に伴って土石流の発生危険雨量や規模が異なり得ること、土石流の流下形態にも河床堆積物の影響が現れることを詳細な現地観測から明らかにしたうえで、数値計算によって、河床堆積物表面の微地形条件によって流下土石流の波形が著しく変化することを明らかにした。土石流発生場の地形条件が土石流の発生や流下規模に与える影響を明確に示した点で高い新規性と独創性がある。従来、主として降雨条件と水文特性のみを考慮して実地されてきた土石流対策に、本研究で提示された高精細で、かつ近年急速に普及しつつある新しい地形測量によって取得されたデータ解析を組み合わせることが有効であることを示していることは社会的に見ても重要な知見である。以上から、本論文は高い学術的価値を有し、博士論文としてふさわしい内容と判断される。

平成30年1月19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最終試験を行い、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（農学）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。