

令和 3 年 6 月 8 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K03759

研究課題名（和文）土石流の土砂濃度計測手法開発による内部機構の検討

研究課題名（英文）Mechanism of debris flow investigated by a novel measurement technique of sediment concentrations

研究代表者

宮田 秀介（Shusuke, Miyata）

京都大学・防災研究所・助教

研究者番号：80573378

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：物質の比誘電率計測を流体に適用する方法を確立し、水路実験によりセンサ形状や計測手法の改良を行った。土石流発生が見込まれる渓流に間隙流体を導流する装置および本手法を導入した現地観測を実施した結果、土石流の間隙流体の土砂濃度を計測することができた。土石流は約0.5-0.7の非常に高い土砂濃度を有することが明らかとなった。

土石流中の細粒土砂の液相化について、水理実験で得た結果を基に無次元掃流力を指標として計算で液相密度を時間・空間的に考慮する手法を提案した。河床条件が土石流に及ぼす影響を検討するための実験により、初期堆砂がある条件では河床が不飽和の方が飽和よりも土砂を堆積させることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で新たに明らかとなった土石流の流動中および堆積に関する知見は土石流シミュレーションの改良に資すると期待される。特にこれまでのシミュレーションで想定された到達範囲を超えるような土石流に対するシミュレーションが改善されると考えられ、ハザードマップの高度化を図ることができる。

研究成果の概要（英文）：We developed a technique of measuring sediment concentrations in a sediment laden flow. The measurement method was improved throughout a flume experiment. The sediment concentration measurement system was installed in a creek with frequent debris flows. Direct evidence of high ratio of sediment (0.5-0.7) in the pore fluid of a debris flow was obtained by our observation.

Based on a flume experiment and simulations, we proposed a method to estimate spatiotemporal density of the pore fluid in a debris flow. Debris flow experiments with various bed conditions revealed that deposition was enhanced under conditions of unsaturated stream bed rather than saturated stream beds.

研究分野：砂防学

キーワード：水路実験 細粒土砂 液相 間隙流体

1. 研究開始当初の背景

土石流は砂礫と水が混合し溪流を流下する現象であり、谷出口に位置する集落などで甚大な被害を発生させる。一般的に土石流は、斜面崩壊の崩土が溪流に流入し溪流水と混合される、もしくは溪流水が溪床堆積物を侵食して混合されることで発生し、溪床を侵食しながら流下し、勾配3度付近で堆積する。近年では、2013年10月の伊豆大島での台風による豪雨や2014年8月の広島市北部での線状降水帯による集中豪雨により土石流が発生し、多くの人命や人家、インフラが被害を受けた。また、2016年熊本地震およびその後の梅雨によっても土石流が多発した。

溪流および河川での土砂輸送形態のうちで土石流は最上流域で発生する現象であるが発生可能性のある溪流は非常に多く、日本全国で土石流危険溪流は18万か所以上にのぼる。また、溪流ごとの発生頻度は数年～数十年もしくは数百年に1度と非常に低い。そのため、現地観測による知見の蓄積が進みにくい現象といえる。これまで水路実験やそれに基づいたモデル構築、数値解析により土石流に関する現象の理解と予測技術の開発が進められてきた。

土石流は流体として扱われ、流れの解析には応力の構成則が適用される。さらに構成則の理論的な考察より、土石流の鉛直方向土砂濃度分布を表す式が導かれている。ただし採用する構成則によってこの濃度分布は大きく変わり、断面平均濃度も異なることが指摘されている。すなわち採用する構成則により、土石流で輸送された土砂量の数値シミュレーション結果が異なる可能性があるが、そもそも構成則の評価が確立していない。これは、水路実験というコントロールされた状況下であっても流動する土石流の土砂濃度およびその鉛直分布の計測が非常に困難であり、実測値が得られないことが一つの理由である。水路実験において土石流を4深度に分割して採取(採水・採砂)し、土砂濃度を計測した既往研究例もあるが、時間的な変化をとらえるには至っていない。

前述のように、実際の溪流における土石流観測は困難を伴うものの、長年にわたって取り組まれている。当然、水路実験よりも計測は困難であり、非接触式の水位計、流速計や映像解析による水位・流速が観測されてきた。そのため、実スケールでの土石流の内部構造に関するデータは非常に乏しい。近年、溪流底面に設置した荷重計と水位観測の組み合わせによる断面平均濃度の連続観測が提案されている。しかしながら、土砂濃度の鉛直分布を詳細に計測する手法は無い。実験もしくは現地での土砂濃度鉛直分布の実測値は、土石流の流動機構解明、シミュレーションモデルの改良および予測精度向上に大きく貢献すると考えられる。

2. 研究の目的

本研究の目的は以下の2点である。

- 1) 土石流の土砂濃度鉛直分布を明らかにすること
- 2) 土砂濃度鉛直分布の実測値に基づいた土石流シミュレーションモデルの改良

目的1)ではこれまで得られていないデータを計測するための手法を開発し、実験水路での土石流の濃度鉛直分布を計測する。従来の実験的アプローチでは不明であったデータと既往研究で提案された理論値を比較することが可能となる。この点は非常に独自性が非常に高いと考える。本申請は実験水路スケールを対象とするが、実際の溪流での現地観測も視野に入れており、将来的な拡張性が高く、内部が不明であった土石流の流動機構に関して新しい知見が得られると期待する。また、土石流シミュレーションモデルの精度向上は防災面から社会的にも必要とされており、土石流による危険区域の設定や防災施設設計・計画に利用されることで災害の被害軽減が図られる。

3. 研究の方法

①土石流の土砂濃度鉛直分布計測手法の確立

流下する土石流に対して深度ごとに採水し土砂濃度を計測する方法では、時系列的な変化をとることができない。そこで、本申請では、研究代表者の宮田がこれまで開発してきた土砂濃度計測手法を利用する。ここではTime Domain Reflectometry (TDR; 時間領域反射測定法)を用い、センサを深度別に設置することで土砂濃度の鉛直分布をとらえる。TDRはケーブルテスタとセンサープローブが同軸ケーブルで接続された計測システムである。ケーブルテスタから発射された電磁波パルスがプローブを通過して返ってきたときの強度を計測するものである。計測結果は波形としてあらわれ、波形を解析して得られる見かけのプローブ長 L_a よりプローブ周辺物質の比誘電率を計算することができる。土石流が水(比誘電率:約80, 25°C)と土砂の粒子(2.5-3.5, 鉱物組成に依存)のみで構成されると考えると、両者の存在比率である土砂濃度 c が計算できる(宮田・藤田, 2015)。

静水中での予備実験では、 $c=0.02$ を超える濃度であればTDRにより良好な精度で計測可能であることがわかっており、本手法は土砂濃度 $c=0.3\sim 0.5$ 程度をとる土石流に応用可能と考えられる。

まず、静水中での土砂濃度計測精度の検証を行う。純水と実験砂を良く混合し、TDRの計測を行う。土砂濃度は0.1~0.5で変化させる。粒径による影響を検討するために、異なる粒径の均一砂を用いた条件と混合粒径の条件で実験を実施する。

次に、土石流を対象とした計測用のプローブ形状と水路での設置方法、耐久性を検討する。TDRのセンサープローブは3線式やコイル式など様々な形状が提案されているが、本申請では3本のプローブを台座に固定する形状を検討する。流れを計測対象としているため、流れを極力乱さずに水路の壁面や底面に固定できような形状とする。壁面に同様の計測用台座を設置することで任意の深度にて計測を実施する。

②土石流の土砂濃度鉛直分布決定要因の検討

①で確立した手法を水路実験に適用し、土石流の土砂濃度鉛直分布を計測する。実験は固定床で実施し、水路勾配、土砂濃度、粒径の条件を変えて行う。水路下端での採水から平均濃度を求め、間接的ではあるがTDRによる濃度鉛直分布計測結果の妥当性を確認する。実験結果より土石流の流動機構に大きくかかわる土砂濃度の決定要因を明らかにする。実験の諸条件は、水路実験に精通した研究分担者の長谷川が決定し、実験は長谷川と宮田が担当する。

③土石流シミュレーションモデルの改良と精度検証

研究分担者の中谷が開発してきた土石流モデルシミュレーターHyperKanakoは土石流の流下から堆積までを解析することができる。HyperKanakoでは、高橋の構成則が採用されているが、②の実験結果をもとに土石流構成則を検討し、モデルの改良を図る。モデル改良による精度の検証はこれまで解析対象とした事例で行う。

4. 研究成果

(1) 土砂濃度計測方法の確立

TDRを利用した土砂濃度計測の精度検証するために室内実験を行った。本実験には、内径50cm、高さ45cmの円筒容器を用いた。円筒容器に入れた純水60Lに順次、実験砂を投入し土砂濃度を変化させながらTDR計測を実施した。TDR計測は各濃度2~3回行った。また純水の比誘電率を正確に求めるために水温の計測も同時に実施した。計測中は円筒容器内の土砂濃度を均一にするために、ハンドミキサーで攪拌し続けた(図-1)。計測にはコイル型プローブおよび3線式プローブ(Campbell Scientific社, CS610)を用い、TDRによる土砂濃度計測値と直接採水によって得られた土砂濃度の値を比較した。実験砂として7号珪砂(平均粒径:0.2mm)およびカオリン(平均粒径:0.0004mm)の2ケースで実験を実施した。予備実験として5号珪砂(平均粒径:0.4mm)を用いて実験を実施したが、粒径が大きく沈降する速度が比較的大きいため、目視でも円筒容器内の土砂濃度が不均一な状態であることが確認できた。そのため本実験では円筒容器内の土砂濃度をできるだけ均一にできるように粒径の細かい7号珪砂およびカオリンを実験砂として採用した。

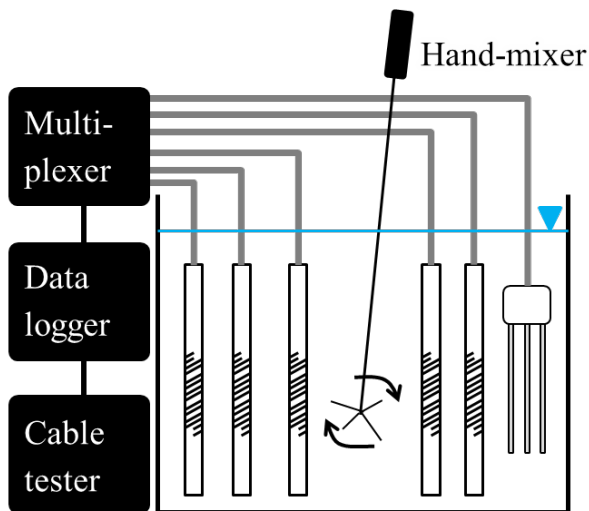


図-1 実験の模式図

図-2にTDR計測により求めた土砂濃度の計測値と直接採取により求めた土砂濃度の実測値の比較を示す。カオリンを用いた実験において土砂濃度0.0038~0.0192では

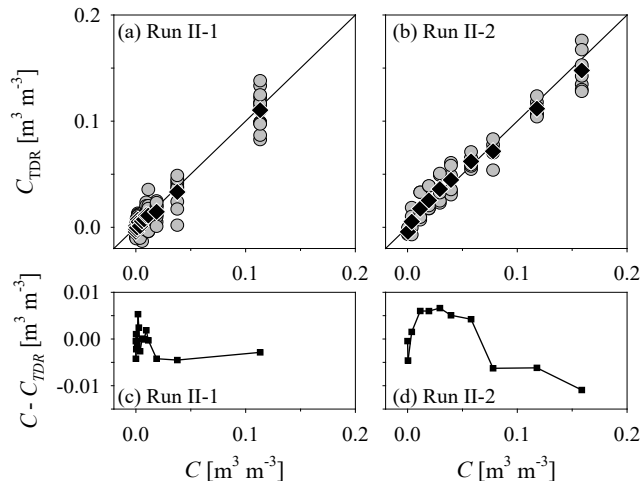


図-2 実際の土砂濃度CとTDRで計測した土砂濃度C_{TDR}の比較
Run II-1, Run II-2はそれぞれ7号珪砂、カオリンを用いた実験を表す

CS610 のセンサー部分が完全に水の中に浸かっていなかったため正しい結果が得られなかった。土砂濃度 0.011 以下の領域では、土砂濃度が高いほど TDR 計測による土砂濃度計測精度も高い傾向にあるが、誤差が大きく、全体的に実測値より過大な値をとる傾向にあった。この誤差には攪拌が不十分なことによる円筒容器内での濃度の不均一性と計測誤差が含まれると考えられる。またハンドミキサーでの攪拌に伴う空気（比誘電率：1）の混入により計測される比誘電率の値が過小評価され、結果的に土砂濃度が実測値より過大な値をとったと考えられる。したがって、濁度計で計測可能な領域においては、本手法は適さないことがわかった。

一方で、土砂濃度 0.02 を超えるような高濃度の領域においては、いずれのプロープにおいても精度よく計測できた。また粒径の異なる 7 号珪砂とカオリンでも同様に計測可能であった。土砂濃度 ≥ 0.02 の領域における相対誤差は 7 号珪砂とカオリンでそれぞれ平均 21.5% と 17.1% であった。粒径の小さいカオリンの方がミキサーで攪拌した際に円筒容器内での濃度が均一になるため誤差が小さくなったと考えられる。

(2) 水路実験での土石流の土砂濃度計測手法の確立

可変勾配直線矩形断面水路（長さ 475cm、幅 10cm）の下流側 450cm の区間を使用し、土石流を流下させて水路床に固定した TDR センサーで土砂濃度の計測を行った。水路床には、粗度としてほぼ様な粒径 1.4mm の砂を張った。水路下流端から 300-450cm の間に高さ 7cm、幅 10cm で土砂を敷き詰め、水路上流端から供給した水で侵食させて土石流を発生させた。実験砂には珪砂 2 号、珪砂 5 号、珪砂 7 号の三種類の砂を用い、それぞれについて水路勾配を 4° 、 9° 、 15° と変化させて実験を行った。流量については 4° で 1.61 l/s、 9° で 0.933 l/s、 15° で 0.857 l/s と設定した。水路下流端で 3~6 秒間隔で土石流を採取し、実際の土砂濃度を求めた。

TDR センサーは、流れを極力乱さずに水路の底面に固定できるように、三線式センサープローブを採用した。このセンサーをパテで作成した高さ 2mm の台座上に固定し（図-3）、水路下流端から 42cm の位置に設置した。また TDR の計測結果（比誘電率）を土砂濃度に変換するために必要な温度計も、同様の台座に固定し、水路下流端から 70cm の位置に設置した。

実験で発生させることのできる土石流深は 2 cm 程度であり、TDR で計測対象（半径数 cm）に比べ、小さかった。そこで清水の水深を変化させて TDR 計測を行い、水深についてキャリブレーションした。

水路勾配 9° の結果を図-4 に示す。やや過大評価であるものの、本手法により流下する土石流の濃度を連続的に計測することが示された。しかし、前述のように本水路では給水の問題により土石流の水深を大きくすることができず、鉛直濃度を計測することが困難であった。また新型コロナウイルスの広がりにより外部の大型水路を利用することができなかった。そこで礫（粗粒）と間隙流体（水+細粒土砂）の間隙流体の土砂濃度を現地観測することで土石流の内部構造の解明を試みた。

(3) 土石流間隙流体の観測

当初は計画していなかったが、土石流の内部構造を明らかにする別の手段として、土石流間隙流体の現地観測を行った。土石流が頻発し多種にわたる計測が行われている桜島・有村川に新たな観測システムを導入し、土石流の間隙流体濃度の計測を実施した。護岸に添うように採水窓を有する鉄筋コンクリート製ボックスカルバート（幅 1.0 m、高さ 1.5 m、奥行 2.0 m）を固定し、内部で圧



図-3 水路床に固定したセンサーの様子

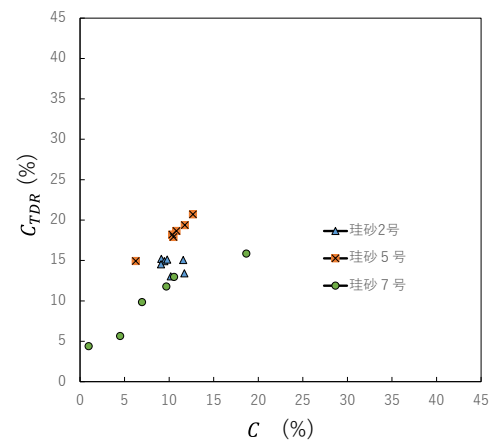


図-4 水路下流端で採取したサンプルの濃度 C と TDR で計測した土砂濃度 C_{TDR} の比較（水路勾配 9° ）



図-5 観測用ボックスカルバート

力および TDR による土砂濃度計測を 5 秒間隔で行った。なお、ボックスカルバートの採水窓は格子（幅 3.3cm）で保護されており、水と細粒土砂で構成される間隙流体のみが導流されるようにした（図-5）。

図-6 に 2021 年 3 月 20 日に発生した土石流での観測結果を示す。本土石流イベントでは 3 波のサージが観測されたが、1 波目で最下層に設置した TDR センサーは堆積した土砂に埋没した。一方、高さ 30cm のセンサーでは体積土砂濃度を計測することができ、その濃度が約 50~70% であることが示された。桜島では噴火により土石流発生源や溪流内に不安定土砂が供給されると考えられるが、3~5 月に連続して発生した土石流では間隙流体の平均濃度が 52% から 27% に徐々に減少していた。これまで、土石流の流体部のみの土砂濃度を直接的に連続計測した例は無く、土石流の内部構造を明らかにする貴重な情報となる。

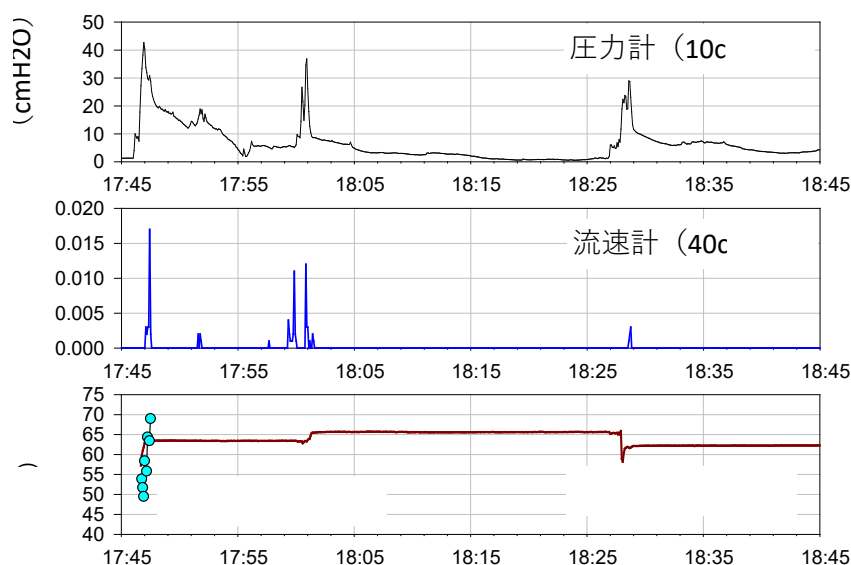


図-6 2021 年 3 月 20 日に発生した土石流において観測用カルバート内で観測された圧力、流速、土砂濃度

(4) 土石流中の細粒成分の液相化に関する検討

幅 10cm、長さ 500cm の水路の上流で粗粒、細粒成分を供給した土石流を流下させて平衡状態の堆積勾配を計測し、計測した土砂濃度と堆積勾配の関係から流体の密度を求めた。実験結果をもとに新たな勾配と土石流中で固相としてふるまう土砂濃度の関係を提案した（図-7）。

細粒土砂が液相としてふるまう条件について、相対水深、間隙スケール、浮遊砂の沈降速度などでの整理を試みた。その結果、細粒成分だけでなく粗粒土砂の存在が間隙流体の乱れなどを引き起こし、液相化に起因することが示唆された。

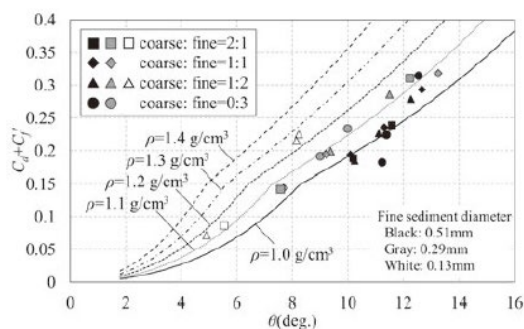


図-8 勾配と土砂濃度 ($C_d + C_f$) の関係

図-7 勾配と固相の土砂濃度の関係

(5) 堆砂条件による土石流の堆積への影響

土石流は砂防堰堤などで捕捉もしくは緩勾配地で堆積して止まるが、これらの点に関する提供的な検討は少ない。不透過型砂防堰堤の堆砂条件が土砂捕捉量に及ぼす影響を明らかにする水路実験を行った。実験は長さ 450cm、幅 10cm の水路を用い、勾配は 15° とした。水路床は 1.4mm の砂を貼って粗度とした。流路下端に不透過の砂防堰堤模型を設置し、その堆砂量から、満砂の 1/2、満砂と変化させて捕捉土砂量を計測した。

実験より、既に堆砂のある条件でも堰堤は土砂の捕捉効果が確認された。また、堰堤の堆積土砂が不飽和のときには、飽和した条件に比べて捕捉効果が大きかった。不飽和の堆砂上で土石流の流速が急激に減少して堆積が生じるというプロセスのためと考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件／うち国際共著 6件／うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 HASEGAWA Yuji, NAKATANI Kana, ARAKI Yoshinori, KAIBORI Masahiro, SATOFUKA Yoshifumi	4. 巻 75
2. 論文標題 STUDY ON SEDIMENT DISASTERS OCCURRED IN TENNOU, KURE CITY, HIROSHIMA PREFECTURE AND CONSIDERING SEDIMENT AND FLOOD DAMAGE IN DOWN STREAM AREA	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering)	6. 最初と最後の頁 324 ~ 331
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejhe.75.1_324	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 K. Nakatani, Y. Hasegawa, Y. Asano and Y. Satofuka	4. 巻 7
2. 論文標題 Debris Flow Behavior Containing Fine Sediment Considering Phase Shift	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation 7	6. 最初と最後の頁 385-392
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hurliemann Marcel, Coviello Velio, Bel Coraline, Guo Xiaojun, Berti Matteo, Graf Christoph, H?bl Johannes, Miyata Shusuke, Smith Joel B., Yin Hsiao-Yuan	4. 巻 199
2. 論文標題 Debris-flow monitoring and warning: Review and examples	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Earth-Science Reviews	6. 最初と最後の頁 102981 ~ 102981
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.earscirev.2019.102981	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Nakatani, K., Yamanoi, K., Hasegawa, Y., Hayashi, S., Miyata, S., Fujita, M	4. 巻 -
2. 論文標題 Advanced Hazard Information and Methods for Appropriate Evacuation during Sediment Disasters	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceeding of 13th Congress INTERPRAEVENT 2018 in the Pacific Rim	6. 最初と最後の頁 327-335
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 長谷川祐治, 中谷加奈, 麻野佑介, 里深好文	4. 巻 -
2. 論文標題 細粒土砂を含む土石流の相変化が流動・堆積に及ぼす影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 第9回土砂災害に関するシンポジウム論文集	6. 最初と最後の頁 127-132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Miyata Shusuke, Gomi Takashi, Sidle Roy C., Hiraoka Marino, Onda Yuichi, Yamamoto Kazukiyo, Nonoda Toshiro	4. 巻 669
2. 論文標題 Assessing spatially distributed infiltration capacity to evaluate storm runoff in forested catchments: Implications for hydrological connectivity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 148 ~ 159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2019.02.453	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 内藤秀弥, 宮田秀介, 岸本昌之, 服部浩二, 石塚忠範, 永田葉子, 小菅耐多, 藤田正治	4. 巻 71(4)
2. 論文標題 TDRを利用した浮遊砂の鉛直濃度分布観測	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 砂防学会誌	6. 最初と最後の頁 3-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Gonda Yutaka, Miyata Shusuke, Fujita Masaharu, Legono Djoko, Tsutsumi Daizo	4. 巻 14
2. 論文標題 Temporal Changes in Runoff Characteristics of Lahars After the 1984 Eruption of Mt. Merapi, Indonesia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Disaster Research	6. 最初と最後の頁 61 ~ 68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/jdr.2019.p0061	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Fujita, M., Yamanoi, K., Miyata, S., Hairani, A. Legono, D.	4. 巻 -
2. 論文標題 A method for predicting debris flow occurrence in volcanic ash deposition areas	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of 21th IAHR-APD Congress	6. 最初と最後の頁 1303-1309
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 山口翔大, 宮田秀介, 堤 大三, 村重慧輝, 藤田正治	4. 巻 71
2. 論文標題 数値解析による積雪条件の異なる融雪型火山泥流予測	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 砂防学会誌	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Gonda, Y., Miyata, S., Fujita, M., Legono, D., Tsutsumi, D.	4. 巻 -
2. 論文標題 Temporal changes of rainfall-runoff relationship after the 1984 eruption of Mt. Merapi, Indonesia	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of 21th IAHR-APD Congress	6. 最初と最後の頁 1277-1283
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Hairani, A., Rahardjo, A.P., Legono, D., Istiarto, Miyata, S.	4. 巻 -
2. 論文標題 Spatially distributed evaluation of initiation of mass erosion	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of 21th IAHR-APD Congress	6. 最初と最後の頁 1139-1144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Miyata Shusuke, Fujita Masaharu	4. 巻 43
2. 論文標題 Laboratory based continuous bedload monitoring in a model retention basin: Application of time domain reflectometry	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth Surface Processes and Landforms	6. 最初と最後の頁 2022 ~ 2030
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/esp.4358	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Itoh Takahiro, Nagayama Takahiko, Utsunomiya Rei, Fujita Masaharu, Tsutsumi Daizo, Miyata Shusuke, Mizuyama Takahisa	4. 巻 43
2. 論文標題 Development of new sensor systems for continuous bedload monitoring using a submerged load-cell system (SLS)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth Surface Processes and Landforms	6. 最初と最後の頁 1689 ~ 1700
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/esp.4329	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計20件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 K. Nakatani, Y. Hasegawa, Y. Asano and Y. Satofuka
2. 発表標題 Debris Flow Behavior Containing Fine Sediment Considering Phase Shift
3. 学会等名 International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation 7 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shusuke Miyata, Taro Uchida, Masaaki Mantoku, Francesco Comiti, Masaharu Fujita
2. 発表標題 Vertical profile of suspended sediment in a steep mountainous river, Japan
3. 学会等名 EGU General Assembly 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Miyata, S., Uchida, T., Fujita, M.
2 . 発表標題 Recent developments in sediment monitoring in Japanese rivers
3 . 学会等名 Sediment Management in Channel Networks: from Measurements to Best Practices (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Nakatani, K., Yamanoi, K., Hasegawa, Y., Hayashi, S., Miyata, S., Fujita, M.
2 . 発表標題 Advanced Hazard Information and Methods for Appropriate Evacuation during Sediment Disasters
3 . 学会等名 INTERPRAEVENT2018 in the Pacific Rim (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Gonda, Y., Miyata, S., Fujita, M., Legono, D., Tsutsumi, D.
2 . 発表標題 emporal Response of NDVI in the Upper Reach of a River to Frequency of Lahar Occurrence after 2010 Eruption of Mt. Merapi
3 . 学会等名 INTERPRAEVENT2018 in the Pacific Rim (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Matsuda, S., Itoh, T., Nagayama, T., Tsutsumi, D., Miyata, S., Fujita, M., Mizuyama, T.
2 . 発表標題 Experimental Studies for Applicability of a Bedload Sensor with A Communicating Tube
3 . 学会等名 INTERPRAEVENT2018 in the Pacific Rim, (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Rahardjo, A.P., Widowati, A.P.A., Miyata, S., Legono, D., Sujono, J.
2 . 発表標題 Flash Flood Model Behavior and Model Calibration of Kali Putih and Nasiri Watershed
3 . 学会等名 INTERPRAEVENT2018 in the Pacific Rim, (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Fujita, M., Yamanoi, K., Miyata, S., Hairani, A. Legono, D.
2 . 発表標題 A method for predicting debris flow occurrence in volcanic ash deposition areas
3 . 学会等名 21th IAHR-APD Congress (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Gonda, Y., Miyata, S., Fujita, M., Legono, D., Tsutsumi, D.
2 . 発表標題 Temporal changes of rainfall-runoff relationship after the 1984 eruption of Mt. Merapi, Indonesia
3 . 学会等名 21th IAHR-APD Congress (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Hairani, A., Rahardjo, A.P., Legono, D., Istiarto, Miyata, S.
2 . 発表標題 Spatially distributed evaluation of initiation of mass erosion, 21th IAHR-APD Congress
3 . 学会等名 21th IAHR-APD Congress (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 Miyata, S., Fujita, M.
2. 発表標題 A novel approach of sediment runoff in mountainous rivers during severe storms
3. 学会等名 International Seminar on Geoscience and Disaster Mitigation in Japan and South Korea (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮田秀介, 藤田正治
2. 発表標題 TDRを用いた土砂流出計測手法の開発
3. 学会等名 平成30年度(公社)砂防学会研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内藤秀弥, 宮田秀介, 藤田正治, 岸本昌之, 服部浩二, 石塚忠範, 永田葉子, 小菅耐多
2. 発表標題 六甲山系におけるTDRを利用した浮遊砂の鉛直濃度分布観測
3. 学会等名 平成30年度(公社)砂防学会研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長谷川祐治, 宮田秀介, 山野井一輝, 今泉文寿, 権田豊, 中谷加奈, 堤大三
2. 発表標題 ICレコーダーを利用した流砂観測の試み
3. 学会等名 平成30年度(公社)砂防学会研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 権田豊, 宮田秀介, 長谷川祐治, 堤大三, 中谷加奈, 今泉文寿
2. 発表標題 Step-Poolの存在する溪流における流砂量式の検討
3. 学会等名 平成30年度(公社)砂防学会研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 水垣滋, 谷瀬敦, 新目竜一, 宮田秀介, 堤大三
2. 発表標題 土砂生産源推定のためのトレーサ探索と粒径の影響
3. 学会等名 平成30年度(公社)砂防学会研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 堤大三, 宮田秀介, 市田兎太郎
2. 発表標題 融雪水量を考慮した斜面崩壊危険度評価のためのモニタリング
3. 学会等名 平成30年度(公社)砂防学会研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野中理伸, 水山高久, 堤大三, 宮田秀介
2. 発表標題 流砂観測スーパーサイトの整備(穂高砂防観測所、足洗谷)
3. 学会等名 平成30年度(公社)砂防学会研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 権田豊, 野瀬田和明, 宮田秀介, 藤田正治, 堤大三, Akhyar Mushthofa, Santosa Sandy
2. 発表標題 1984年インドネシア・メラピ火山噴火後の出水発生基準雨量の検討
3. 学会等名 平成30年度(公社)砂防学会研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口翔大, 宮田秀介, 堤大三, 藤田正治
2. 発表標題 融雪型火山泥流発生過程に関する融雪実験と数値解析シミュレーション
3. 学会等名 平成30年度(公社)砂防学会研究発表会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	長谷川 祐治 (Hasegawa Yuji) (60342664)	広島大学・総合科学研究科・准教授 (15401)	
研究分担者	中谷 加奈 (Nakatani Kana) (80613801)	京都大学・農学研究科・助教 (14301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------