

令和 3 年 6 月 1 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K18917

研究課題名（和文）地表面過程のモデル化とセンシング技術の進歩に基づくフラッシュフラッドの発生予測

研究課題名（英文）Prediction of flash flooding based on the progress of ground surface process modeling and sensing technique

研究代表者

堀田 紀文（Hotta, Norifumi）

東京大学・大学院農学生命科学研究科（農学部）・准教授

研究者番号：00323478

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000 円

研究成果の概要（和文）：下流に達し災害を引き起こす危険のある土石流を予測するために、静岡県大谷崩において土石流観測と多時期にわたる高精細な地形測量を実施した。扇状地上での首振りと流路形成によって、土石流扇状地の地形変化を伴いつつ、降雨イベント中にフラッシュフラッド形態での土砂流出を引き起こされることが示された。扇状地の地形変化は首振りと流路形成、その後の流路でのバックフィリングという明瞭なサイクルを示す。扇頂勾配が不飽和土石流の平衡勾配を越えた場合には土石流は一気に下流する。扇状地での高頻度な地形測量で扇状地の形状変化をモニタリングすることで、危険性の高い土石流の予測が可能になると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来のフラッシュフラッド研究の多くが局所豪雨の評価・予測の枠組み内で実施されてきた。それに対して、降雨・流出時に生じる河床材料の侵食が急激な流出ピークの形成に寄与することでフラッシュフラッドの危険性を高めることを、土石流の流下プロセスと地形形成の相互作用を解明したうえで示した点が本研究の学術的な意義である。近年の技術革新によって安価・簡便に実施可能になった高頻度・高精細な地形測量によって、フラッシュフラッドの発生予測精度を向上させることが可能であることを示した点に社会的な意義がある。

研究成果の概要（英文）：To predict a debris flow that reaches downstream, we monitored debris-flow surges flowing into the fan apex and carried out multi-temporal and high-definition topographic surveys in the debris-flow fan within the Ichino-Sawa torrent. Avulsion and channelization processes in debris-flow fans lead to the discharge of stored sediment involved with the rainfall-runoff process as flash floods via substantial changes in fan topography. Before avulsion, channel plugging by backfilling deposition in the channel increases elevation at the fan apex. Consequently, slopes around the fan apex exceeded the equilibrium slope for unsaturated debris flows, with which a debris flow can reach far downstream. The increased slopes around the fan apex, in addition to the stages in the avulsion and channelization cycle, are responsible for triggering “high-risk” debris flows. The intensive topographic surveys would allow us to identify the risk throughout monitoring the fan morphology.

研究分野：森林水文学，砂防工学

キーワード：フラッシュフラッド UAV(無人航空機) 地形測量 熱赤外画像 雨量観測

### 1. 研究開始当初の背景

フラッシュフラッドによる被害は拡大傾向にあり、日本での被災事例も多い。近年、ナショナル・レジリエンス（国土強靱化：被災最小化とその後の迅速な回復）が提唱されているが、住民目線での「レジリエンス」とは死者を出さないことに尽きる。フラッシュフラッドのように突発性が高く予測困難な災害においてもそれを目指さなくてはならない。

フラッシュフラッド研究の多くは、地球温暖化に伴い増加が予想される局所豪雨の評価・予測の枠組み内で実施される (Creutin & Borga, 2003, Hydrol. Process. 17)。しかし、それだけでは不十分である。申請者らの研究 (Hotta et al., 2015, J. Mount. Sci. 12) から、山地溪流の流出ピークの大小は、溪流の起伏量による浸食プロセスの差異を経て大きく変わり得ることが明らかになった。つまり、局所豪雨に加えて表層崩壊や崖錘の発達によって変化する溪流の微地形条件が、下流域での災害危険度を時間的に変化させる可能性が高い。事実、フラッシュフラッド被災事例のある流域の多くは土砂移動が活発な山地溪流である。実溪流における地形の詳細なモニタリングが高精度な災害予測を実現する可能性がある。

加えて山岳域の降雨特性の把握や危険雨量の設定、それに基づく警戒・避難態勢の問題がある。現在、Xバンドレーダー等によって時空間的に分解能の高い降雨観測が可能となり、短期予測を援用して土砂災害警戒情報等が発令される。しかし、山地域での局所豪雨の観測・予測精度は相対的に低く、フラッシュフラッドを引き起こすゲリラ豪雨を数値計算／予報モデルで事前に予測することは現状では困難である。

逆に言えば、高精度な山岳域での降雨観測や予報、および、微地形条件の変化を踏まえた災害予測ができれば、上記困難は解決可能である。近年急速に開発が進む各種のセンシング機器や無人航空機 (UAV) 等を用いた新たな現地データ取得手法と、やはり近年急速に進んだ土石流・洪水の数値シミュレーション技術を組み合わせることで、フラッシュフラッド災害の発生予測手法を開発することが課題と言える。

### 2. 研究の目的

以上を踏まえて、本研究では具体的には次のような課題の解決を目的として設定した。

- (1) 山岳域での局所的な豪雨のモニタリングとその検知／予測手法の開発
- (2) 山地流域での土砂移動に伴う地形変化量のモニタリング
- (3) 土砂生産域での土砂移動－地形変化の相互作用と洪水波形の発達過程の解明と、それに基づく危険度の設定

(1)に関して、フラッシュフラッドの発生域である山地流域では、地形の影響を受けて豪雨が発生しやすく、その空間分布も複雑となる一方で、地上観測網の整備が十分に進んでおらず、レーダー雨量も地形の遮蔽によって精度が低下することから、フラッシュフラッドの被害が想定される地域においては、代替の降雨観測・予測手段が必要となる。本研究では、UAVによる投下・設置が可能な雨量観測機器の開発を行うこととした。

(2)(3)に関して、一般にフラッシュフラッドの観測は困難であるが、土石流 (フラッシュフラッドの一形態に含まれる：国土交通省国土技術政策総合研究所, 2010, 国総研資料 570) が年に数回程度発生し、継続的なモニタリングが実施されている静岡県大谷崩 (Imaizumi et al., 2017, Nat. Haz. Earth Sys. Sci., 17) を研究対象地として設定することで、フラッシュフラッドの流下規模・過程と発生・流下場の地形条件の比較検討を可能にした。また、その他の複数サイトにおいても、UAVによって得られる地表面状態のデータから流域の水分環境を検討した。

### 3. 研究の方法

#### (1) 山岳域での局所的な豪雨のモニタリングとその検知／予測手法の開発

新たに開発した複合型雨量計による計測と、短期降雨予測手法の比較検証を行う。数年前から民間企業と共同で、UAVから投下可能な雨量計の開発を行ってきた。厳密な水平設置が不要で比較的安価な光学式雨滴センサー (図1) を用い、これにデータ通信の機能や、その他のセンサー (例えば、気圧センサーや、雷センサー：落雷や雲間放電で発生した信号を受信) を組み込むことで、遠隔通信による降雨のリアルタイムモニタリングを可能にした機器 (：複合型雨量計) の開発を行っており、本研究開始時点で、UAVからの投下で地上への設置を可能にしたスパイダー状の柔構造の台座 (：10m程度の高度からの投下試験に成功) への雨量センサーの組み込みは完了していた。本研究では、気象

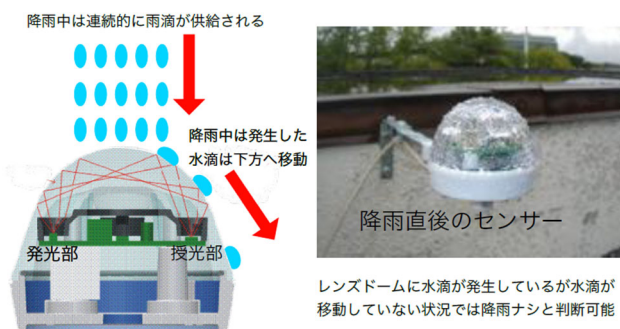


図1 光学式雨量センサー

露場が存在し、雨滴径の計測などの実績がある東京大学千葉演習林において、異なる条件で複数のセンサーによる同時観測を実施して、地上への設置角度など、投下・設置状況が観測結果に及ぼす影響を検証したうえで、大谷崩などにおける実地検証を行う計画を立てた。

## (2) 山地流域での土砂移動に伴う地形変化量のモニタリング

高精細な地形測量には、航空もしくは地上 LiDAR による地形測量が効果的であるが、航空 LiDAR では高頻度の測量が困難であり、地上 LiDAR では照射範囲とフットプリントの問題で、特に山地では広域を均一の解像度で測量することができない。UAV 空撮による地形測量（写真測量）はこれらを補うが、前者に対して SfM（Structure from Motion）などの画像処理から得られる地形データは、一般的に精度が落ちる。本研究では、GCP（地上評定点）の設置や、RTK 測位によって写真に付与される撮影位置座標の精度を高めることなどで、精度向上に努めた。まずは、地上 LiDAR 測量の結果によって UAV 空撮の地形測量精度の検証を行ったうえで、多時期の地形測量成果を揃えたうえで、その差分によって地形変化量を明らかにした。

また、後述のように、(1)の雨量計の検証については一部が計画通りに進められなかったことと、(2)(3)による土石流発生危険度評価の進捗が良好だったため、UAV 空撮で近赤外画像や熱赤外画像を取得したうえで、流域の水分状態の評価の可能性についても多面的な検討を実施した。

## (3) 土砂生産域での土砂移動—地形変化の相互作用と洪水波形の発達過程の解明と、それに基づく危険度の設定

研究対象地の大谷崩—ノ沢（流域面積約 0.3 km<sup>2</sup>、標高 1270–1905 m、年降水量約 3400 mm）では、冬季の凍結・融解による土砂生産と、夏季の降雨による流下というサイクルによって、年に数回程度の土石流が継続的に観測できる貴重なサイトである。流域中部に露岩している小規模な滝（大谷大滝）が存在し、上流部の土石流発生源と下流部の扇状地に明確に区分できる。上流部では、雨量観測、ワイヤーセンサーをトリガーとした土石流の動画撮影が実施され、滝直上の露岩部では超音波変位センサーを用いて水位（土石流流動深）の計測と、底部岩盤内に埋設された圧力センサーによる水圧（：土石流の飽和度の推定）の測定が行われている。また、上流から下流部にかけて複数のタイムラプスカメラを用いた定点撮影が実施されており、土石流の発生・流下・堆積を追跡した。(2)による地形測量の結果と合わせて、土石流の発生条件や流下・堆積特性などを総合的に検討することが可能となっている。

## 4. 研究成果

### 4. 1 光学式雨量センサーの動作検証

2018 年度に機器の購入と動作確認などを実施したうえで、2019 年度から東京大学千葉演習林における動作検証を開始した。しかしながら、2019 年 9 月の台風 15 号によって演習林は大きな被害を受け、設置機器も倒木や、風で飛来した枝葉で機材が故障した。2019 年中は演習林内への立ち入りができず（それ以降、現在に至るまで試験地に続く林道は復旧していない）、2020 年に入ってようやく観測を再開したが、その後は新型コロナウイルスの影響で演習林での調査に支障が出たため、ある程度のデータが取得できたのは 2020 年秋期にずれこんだ。また、光学式雨量センサーを搭載する複合型雨量計を共同で開発してきた民間企業が 2018 年に倒産してしまい、権利関係の問題もあったため、雨量計を UAV から投下・設置しての実地検証は見送ることとした。研究開始当初に予期できなかったこれらの問題のために、本項目については、当初の計画を遂行することが出来なかったが、

- (i) 理想的な設置条件下での光学式雨量センサーによる雨量の測定精度は高い
- (ii) 設置が水平でない場合、風速が小さいときには、水平からずれ（角度）を用いて補正が可能。  
したがって、UAV による投下・設置時に（複数）の写真を取得すれば、SfM によって設置面の角度を求めることで、雨量計ごとに換算式を用いた補正が可能になる
- (iii) ただし、設置が水平でなく、かつ風速が大きい場合には、風向と設置角度の関係によって、雨量の補正は複雑になる。風向・風速データが得られれば、ある程度の補正は可能になるが、雨滴のサイズによって風速の影響の大小も異なるため、精度は低下する。  
ことが明らかになった。(iii)については、安全側で補正する（：最大となる換算式を用いる）、特に風速の影響が大きい稜線付近では同一地点に複数の雨量計を設置する、などの運用で対応することが考えられる。

### 4. 2 土石流（フラッシュフラッド）の発生・流下特性

大谷崩においては、土石流の流下形態に飽和・不飽和などのバリエーションがあること（Imaizumi et al., 2005, *Can. Geotech. J.* 42）、そのバリエーションを含めた土石流の発生条件が、基岩地形とそれを覆う堆積物の層厚と形状の影響を大きく受けること（Imaizumi et al., 2017, *Nat. Haz. Earth Sys. Sci.*, 17）、などが明らかになっている。本研究においては、定点撮影カメラの記録を分析することで、土石流の発生・流下に関してより詳細な挙動を解明することに成功した（Imaizumi et al., 2019, *Geomorphology* 339）。流路に沿って縦断方向に 26 点の測

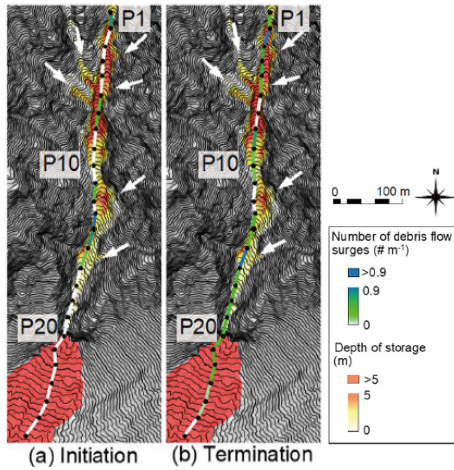


図2 測点と土石流の発生・停止

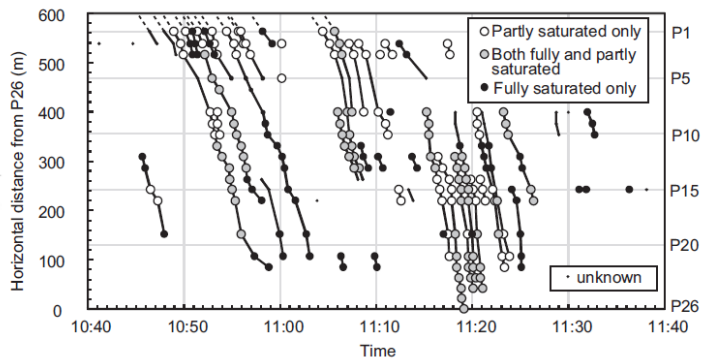


図3 土石流の流下速度

点を設置し、流下形態の分類を行うとともに土石流の発生位置と停止位置を特定した(図2)。さらに、各測点の通過時刻をプロットすることで、流下速度の変化を追跡した(図3)結果、

- ・流域のさまざまな地点で土石流は発生、停止する
- ・発生、停止位置と流下形態には明確な関係性はない
- ・上流部で発生した土石流の流速は小さく、中流部で発生すると流速が大きくなる傾向があることなどが明らかになった。降雨イベント前半では上流部で発生する土石流が、後半では中流部で発生する土石流が目立つことから、上流部で発生した土石流は中流部で停止することで、その後の土石流の発生源となる可能性が指摘できる。前述のように、堆積物の条件が土石流の発生に大きく影響すること、中流部で発生した流速の大きな土石流は下流域に達して災害化する可能性があることから、このような土砂動態に伴う地形変化をモニタリングすることの重要性を示唆すると考えられる。

#### 4. 3 土石流の流下距離と流下方向の変化

まず、UAV-SfMによる地形測定の精度検証を実施した(Tsunetaka et al., 2020, PEPS 7)。地上LiDARによる測量成果と比較した際の全体誤差は10 cm未満であった。さらに、流域内で地形変化が生じなかった範囲を特定したうえでICP(Iterative Closest Point)処理による位置合わせを実施することで、誤差は1 cm未満まで低減できることが明らかになった。UAV-SfMによる測量成果だけを用いる場合には問題にならないが、地上LiDARによる測量成果が混在する場合には、10 cm未満の精度でも地形変化に伴う土砂流出量の誤差が数百m<sup>3</sup>に達するため、適切にICP処理を行うことの効果は高い。

このようにして得られた高精細な地形データを用いて、土石流の流下痕跡を特定した(図4)。UAV-SfMによって得られた点群を3~10 cmの分解能のDSMにすることで、個別の土石流サージの流下・堆積痕跡を再現することができた。これらの土石流痕跡を時系列に整理した結果、

流下方向と流下痕跡の間に明瞭な関係性が存在することが明らかになった(図5)。すなわち、土石流扇状地上での土石流の挙動は極めて系統的であり、土石流の発生・流下によって流路が形成されると、バックステップングによって堆積が流路内を遡上していく。遡上が扇頂に達すると、行き場の無くなった土石流が首振りによって新たな流路で下流まで流下し、その後同様のサイクルを繰り返す。したがって、首振り後の初回の土石流の到達距離がもっとも長く、災害に繋がる可能性が高い。特に、扇頂の勾配が不飽和状態での土石流の「平衡勾配」を越える場合には、土石流が一気に下流まで

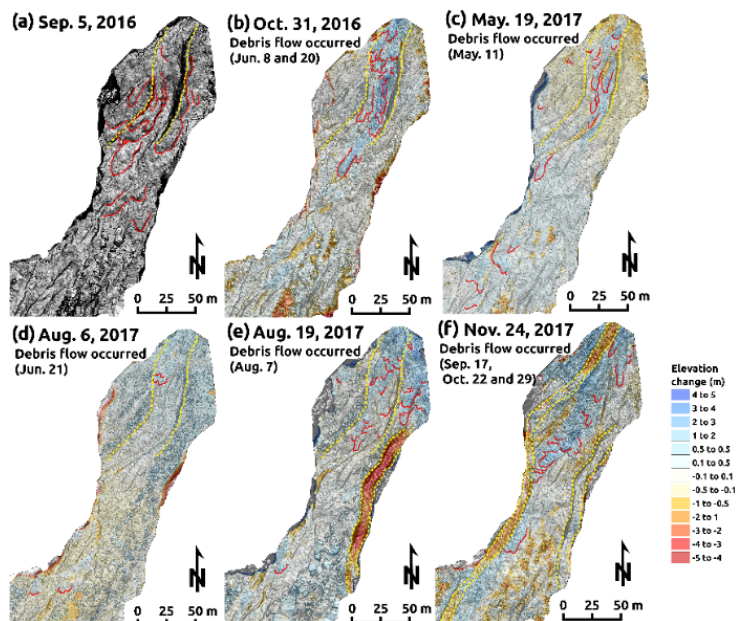


図4 土石流痕跡の再現結果

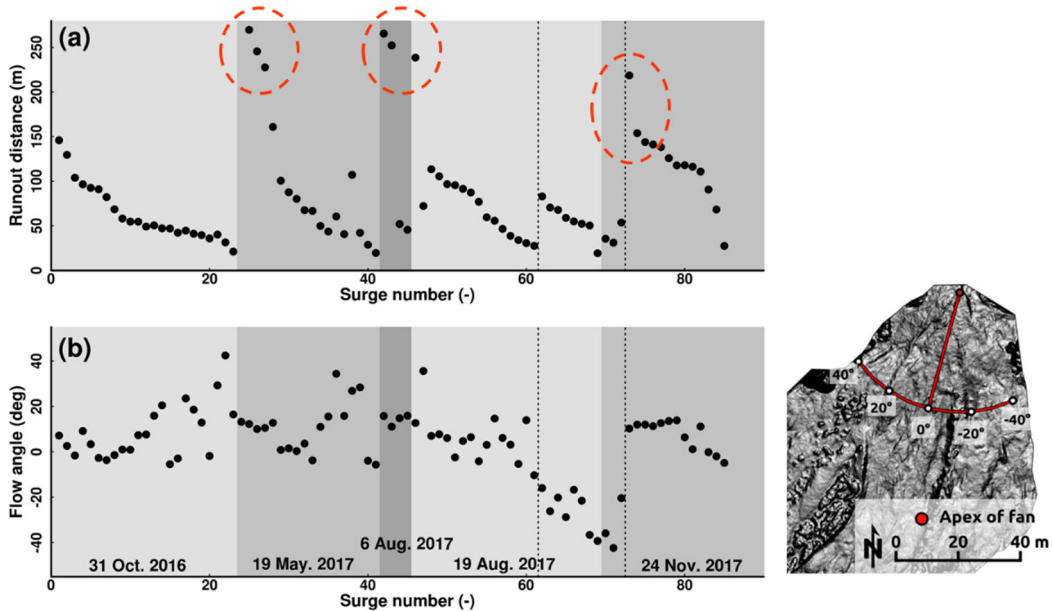


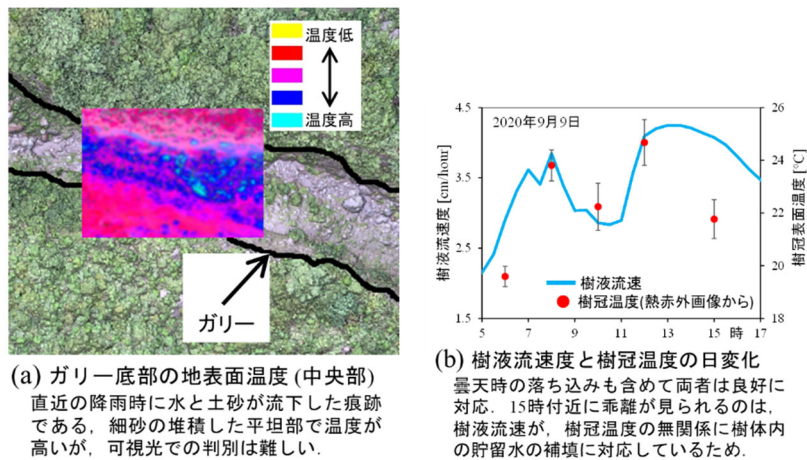
図5 土石流の(a)流下距離と(b)流下方向の時系列変化

到達するなど、災害化の危険度が高かった。平衡勾配においては、土石流が減衰無く流下するという点で理論的にも整合性の取れた結果である。高精細・高頻度の地形測量で土石流扇状地の地形形成過程がどの段階にあるかを検出することで、土石流災害の発生（下流への到達）を予測可能になると考えられる。

#### 4. 4 UAV リモートセンシングによる流域の水分状態の把握

フラッシュフラッドには降雨に先行する流域の水分条件も影響すると考えられるため、UAVで取得される空間情報から、何がどこまで検出可能かの検討を行った。各種の水・土砂動態プロセスの実証研究が実施されている複数のサイトにおいて、近赤外線画像および熱赤外線画像の撮影を行った結果、特に熱赤外線画像を用いた場合に、介在するメカニズムと、画像に求められる要件（撮影時期、解像度など）は現象により異なるものの、表面温度分布から直接・間接的に同定できるプロセスがいくつか存在することが示唆された（図6）。

ここで重要なのは、水・土砂動態を介して流域の水分条件を検出可能な高解像度の熱赤外線画像は、当面 UAV 以外で取得することが難しい点である。熱赤外線センサーはその測定原理から高解像度化が困難なうえ、軍事転用が可能のため高解像度センサーの流通に制限がある。従って、数 cm 解像度の熱赤外線オルソ画像は、UAV による対地高度～100m 程度の近接空撮から得るしかない、という状況が当面継続することになる。各種リモートセンシングデータの蓄積がビッグデータとして環境・地球科学分野等で将来的に威力を発揮することを鑑みれば、近接熱赤外線画像も、今から十分なデータを蓄積できる態勢を整備しておくべきだと考えられる。



(a) ガリー底部の地表面温度(中央部) 直近の降雨時に水と土砂が流下した痕跡である、細砂の堆積した平坦部で温度が高いが、可視光での判別は難しい。

(b) 樹液流速と樹冠温度の日変化 曇天時の落ち込みも含めて両者は良好に対応。15時付近に乖離が見られるのは、樹液流速が、樹冠温度の無関係に樹体内の貯留水の補填に対応しているため。

図6 熱赤外線画像と水・土砂動態の対応例

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Imaizumi Fumitoshi, Masui Takeshi, Yokota Yushi, Tsunetaka Haruka, Hayakawa Yuichi S., Hotta Norifumi	4. 巻 339
2. 論文標題 Initiation and runout characteristics of debris flow surges in Ohya landslide scar, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geomorphology	6. 最初と最後の頁 58～69
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.geomorph.2019.04.026	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 Murasawa, M., Imaizumi, F., Yokota, Y.	4. 巻 -
2. 論文標題 Observations on the Development and Decay Processes of Debris Flows	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 7th International Conference on Debris Flow Hazards Mitigation	6. 最初と最後の頁 160-169
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 Tsunetaka H, Hotta N, Sakai Y, Nishighchi Y, Hina J.	4. 巻 --
2. 論文標題 Experimental examination for influence of debris-flow hydrograph on development processes of debris-flow fan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 7th International Conference on Debris Flow Hazards Mitigation	6. 最初と最後の頁 443-450
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 Imaizumi, F.	4. 巻 -
2. 論文標題 Effects of terrain on temporal changes in susceptibility of debris flows and associated hydrogeomorphic processes after forest harvesting	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 7th International Conference on Debris Flow Hazards Mitigation	6. 最初と最後の頁 492-499
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 横田優至・菊池慧・今泉文寿・逢坂興宏・増井健志・経隆悠・堀田紀文・早川裕弐	4. 巻 67
2. 論文標題 荒廃溪流源頭部における土石流段波の流動形態	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 中部森林研究	6. 最初と最後の頁 105-108
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 Tsunetaka Haruka, Hotta Norifumi, Hayakawa Yuichi S., Imaizumi Fumitoshi	4. 巻 7
2. 論文標題 Spatial accuracy assessment of unmanned aerial vehicle-based structures from motion multi-view stereo photogrammetry for geomorphic observations in initiation zones of debris flows, Ohya landslide, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 No. 24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-020-00336-0	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 Tsunetaka Haruka, Hotta Norifumi, Imaizumi Fumitoshi, Hayakawa Yuichi S., Masui Takeshi	4. 巻 375
2. 論文標題 Variation in rainfall patterns triggering debris flow in the initiation zone of the Ichino-sawa torrent, Ohya landslide, Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geomorphology	6. 最初と最後の頁 107529 ~ 107529
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.geomorph.2020.107529	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12件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Jihyeok Park, 篠原慶規, 堀田紀文, Christopher Gomez
2. 発表標題 The recent decrease in debris flow in Tansan-dani gully at Mt. Unzen
3. 学会等名 2021年度砂防学会研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大屋俊祐, 今泉文寿, 堀田紀文, 經隆悠, 早川裕弐
2. 発表標題 大谷崩における土石流の流動形態と間隙水圧の関係
3. 学会等名 2021年度砂防学会研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Gomez, C., Imaizumi, F., Hotta, N., Tsunetaka, H., Hayakawa
2. 発表標題 Differential rock fragmentation in the Ohya kuzure debris flow: Inferences from UAV based remote sensing and uniaxial compression strength
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 堀田紀文
2. 発表標題 山地流域の土砂移動現象に関する研究 - 頻発する土砂災害の対策に向けて -
3. 学会等名 第17回 道総研防災研究会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 篠原慶規, 堀田紀文, ゴメス・クリストファー, 經隆悠
2. 発表標題 水無川流域における土砂流出量の予測に向けて
3. 学会等名 2020年度砂防学会研究発表会
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 Jihyeok Park, 篠原慶規, 堀田紀文, Christopher Gomez
2. 発表標題 Characteristics of water and sediment discharge in Tansan-dani gully of Mt. Unzen
3. 学会等名 2020年度砂防学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大屋俊祐, 今泉文寿, 逢坂興宏, 早川裕弐, 經隆悠, 堀田紀文
2. 発表標題 溪床堆積物の堆積状況と降雨条件が土石流段波の流動形態に及ぼす影響
3. 学会等名 2020年度砂防学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 今泉 文寿, 早川 裕弐, 經隆 悠, 堀田 紀文
2. 発表標題 山岳砂礫堆積域における土石流の発生流下特性
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合 2019年大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菊地慎太郎, 今泉文寿, 逢坂興宏, 小川滋之
2. 発表標題 土石流が溪畔林の攪乱と成立に及ぼす影響
3. 学会等名 2019年度砂防学会研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 経隆悠, 堀田紀文, 今泉文寿, 早川裕弐, 増井健志, 横田優至
2. 発表標題 土石流扇状地の地形発達サイクルが流域源頭部からの土砂流出に及ぼす影響
3. 学会等名 第130回日本森林学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横田優至, 増井健志, 経隆悠, 今泉文寿, 堀田紀文, 早川裕弐, 逢坂興宏, 土屋智
2. 発表標題 荒廃溪流源頭部における土石流段波の流動形態
3. 学会等名 第8回中部森林学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Imaizumi, F., Masui, T., Yokota, Y., Tsunetaka, H., Hotta, N., Hayakawa, Y., Ohsaka, O., Tsuchiya, S.
2. 発表標題 Initiation of debris flow surges in Ohya landslide, central Japan
3. 学会等名 INTERPRAEVENT 2018 (国際学会)
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	山口 弘誠  (Yamaguchi Kosei)  (90551383)	京都大学・防災研究所・准教授    (14301)	

6. 研究組織（つづき）

	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	今泉 文寿  (Imaizumi Fumitoshi)  (80378918)	静岡大学・農学部・教授    (13801)	

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