

発生場の将来予測による中長期的な土石流リスク評価手法の開発

| | |
|-------|---|
| メタデータ | 言語: ja 出版者: 公開日: 2024-03-21 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 今泉, 文寿 メールアドレス: 所属: |
| URL | http://hdl.handle.net/10297/0002000418 |

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H02235

研究課題名(和文) 発生場の将来予測による中長期的な土石流リスク評価手法の開発

研究課題名(英文) Development of new methods to evaluate mid- and long-term debris flow risks

研究代表者

今泉 文寿 (Imaizumi, Fumitoshi)

静岡大学・農学部・教授

研究者番号：80378918

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,400,000円

研究成果の概要(和文)：有人航空機測量やUAV(無人航空機)測量を活用することで、流域内に存在する不安定土砂の分布域や堆積厚を示す「土砂貯留マップ」を作成した。また、斜面からの土砂生産が流域内の不安定土砂の分布や量に及ぼす影響を評価するとともに、土石流の流下特性に影響を及ぼす要因を明らかにした。その上で、「土砂貯留マップ」や流域の水文特性を反映した土石流シミュレーションを行い、中長期的な土石流予測手法について検討を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義として、土石流の材料となる不安定土砂の堆積状況をマップ化し、土石流シミュレーションに反映させたことがあげられる。既往の研究では、流域内の不安定土砂の貯留が十分に考慮されずに土石流シミュレーションが行われており、そのことが土石流の予測精度の向上の妨げとなっていた。そこで本研究では空間情報学や地形学等の学際的な研究を行うことで土砂貯留マップを作成し、土石流シミュレーションに生かした。本研究は、土石流の予測精度の向上、さらには有効な土石流対策の実現に寄与するものである。

研究成果の概要(英文)："Sediment storage map" describing spatial distribution of unstable sediment was constructed using topographic data obtained by airborne-LiDAR measurement and UAV-SfM. Effects of the sediment supply from hillslopes on spatial distribution of unstable sediment was investigated based on field monitoring. Our monitoring revealed factors affecting run-out characteristics of debris flows. The debris flow simulation was applied to the debris flow torrents based on the "sediment storage map" and rainfall-runoff processes in catchments. We discussed improvement of mid- and long-term debris flow risks based on findings in our study.

研究分野：砂防学

キーワード：土石流 土砂生産 土砂流出 土砂災害

1. 研究開始当初の背景

土石流は、広大な影響範囲や大きな破壊力により、2013年伊豆大島災害、2014年広島災害など多くの災害を引き起こしてきた。海外においても甚大な災害が頻発しており、土石流予測に関する研究が活発に行われている。しかしながら土石流予測は現時点において正確さに欠ける。特に中長期的な土石流リスクの変化を予測する手法は未だ存在せず、国内外の防災行政において、土石流リスクの将来変化をふまえた砂防施設の計画的な配置や計画的な砂防堰堤の除石が行われていない。このため、土石流リスクの中長期的な予測は学術的・社会的な大きな課題である。土石流の中長期的な予測には、2つの大きな課題が存在する。一つ目の課題は、発生場における土石流材料（不安定土砂）の貯留状況の広域的な把握が行われていないことである。これまで、多大な労力を要する現地踏査によって貯留状況の把握が行われており、広域を対象とした貯留状況の把握が困難であった。二つ目の課題は不安定土砂の貯留状況の将来的な変化が考慮されていないことである。既往手法では「現在の流域の状態」をもとにしたリスク評価が行われている。しかし、不安定土砂の貯留状況は土砂生産や土砂流出に伴って時間的に変化する。これらに伴った中長期的な土石流リスクの変化を予測する手法が未だ確立されていない。いずれも土砂の貯留状況の扱いに関する課題であるが、それには学術的な背景が寄与している。本来、土石流は水と土砂の混相流であるため、水（または降雨）の解析とともに、侵食されうる土砂の把握が必要である。しかしながら、土石流予測は水理学をバックグラウンドにしているため、既往の研究では前者のみに力点が置かれていた。

本研究では「流域内での土砂貯留状況の広域把握と将来予測を可能にすれば、土石流リスクの評価を格段に向上できるのではないか？」という発想のもと研究を実施する。空間情報学、地球科学からのアプローチを含む学際研究によって不安定土砂の広域把握や予測を行い、土石流リスクの広域かつ中長期的な評価を目指す。この研究を遂行することで、砂防事業の有効性、効率を大きく改善できる可能性がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、既往の手法で実現できなかった土石流リスクの広域かつ中長期的な予測を行うことにある。そのために以下の取り組みを行う。

(1) 航空計測による土砂貯留マップ作成

ALS（航空レーザースキャニング）や UAV-SfM（無人航空機撮影画像からの3次元モデルの作成）等による航空計測と地形解析を組み合わせることで、発生場における不安定土砂の貯留状況を広域的に把握し、「土砂貯留マップ」の作成を目指す。

(2) 土砂貯留マップの将来予測

砂防学に加え、土砂生産に関する地球科学、地形学的手法を導入することで、土砂貯留マップの将来予測の可能性について検討する。

(3) 土石流リスクの予測

上記マップに、土石流シミュレーションを適用し、土石流の発生条件、影響範囲の将来予測に基づく土石流発生リスクを評価する。

(4) 現地観測結果に基づいた予測手法の検証と改良

(3)の結果と、モデルサイトにおける実際の土石流の観測結果および流下範囲を対比させることで、予測手法の検証や改善を行う。

土石流予測に必要な情報は、対象とする時間スケールで異なる。つまり短期的な予測（1時間～数カ月）には適切な降雨予測が、中長期的なリスクの予測（年～数百年）には土石流の発生場の変化予測が求められる。本研究では後者に着目する。

3. 研究の方法

南アルプス大谷崩、富士山大沢崩れ、スイス Taschgufer の3つのモデルサイトにおいて研究を進めた。通常の溪流での土石流の発生間隔は数10～数100年であるが、上記3サイトでは1年以内である。つまり、土石流に関わる中長期的データを、数年以内に蓄積可能である。3つのサイトでは土砂生産の量やタイミングを支配する地質・気象条件、さらには土石流の流下特性を決める不安定土砂の材料特性が異なる。

(1) 航空計測による土砂貯留マップの作成

Imaizumi et al. (2017) は土砂移動の物理則に基づく地形解析により不安定土砂（崖錐、溪床堆積物等）の分布域の抽出手法を提案した。この手法を ALS（面積 $\geq 1 \text{ km}^2$ ）や UAV-SfM（面積 $< 1 \text{ km}^2$ ）による地形計測結果へ適用することで、広域「土砂貯留マップ」の作成を行う。

(2) 土砂生産・土砂流出を考慮した土砂貯留マップの将来予測

モデルサイトにおいて岩盤風化に伴う土砂生産量を現地観測する。加えて土砂生産量への影響を及ぼす気象・地形・地質条件を明らかにする。また、モデルサイトにおいて不安定土砂

の流出状況を観測する。これにより、土砂貯留マップの将来予測の可能性について検討する。

(3) 土石流リスクの予測

土石流の被害範囲の予測に必要な、地形、粒径、降雨条件等のデータを収集する。そのうえで、土砂貯留マップに土石流シミュレーション (Hyper KANAKO ; Nakatani et al., 2016) を適用する手法を構築する。そして観測流域においてシミュレーションを実施する。

(4) 現地観測結果に基づいた予測手法の検証と改良

3つのモデルサイトにおいて土石流観測を行い、不安定土砂の貯留状況と土石流の発生条件の関係を明らかにする。そのうえで上記(3)による推定結果と実際の土石流の発生状況を対比させることで、予測手法の課題を明らかにする。そして、不安定土砂の推定方法や土石流シミュレーション方法を改善する。

4. 研究成果

(1) 航空計測による土砂貯留マップの作成

異なる時期の数値標高モデル (DEM) を対比させることで、流域内の各地点における最低標高を求め、それを基岩モデルとして定義した。その上で DEM と基岩モデルの差分により、土砂貯留マップを作製した (下図)。土砂貯留マップと現地観測によって明らかとなった土石流段波の発生状況を重ね合わせた結果、土石流段波の多くが、土砂が厚く堆積する領域で発生していることが明らかとなった。

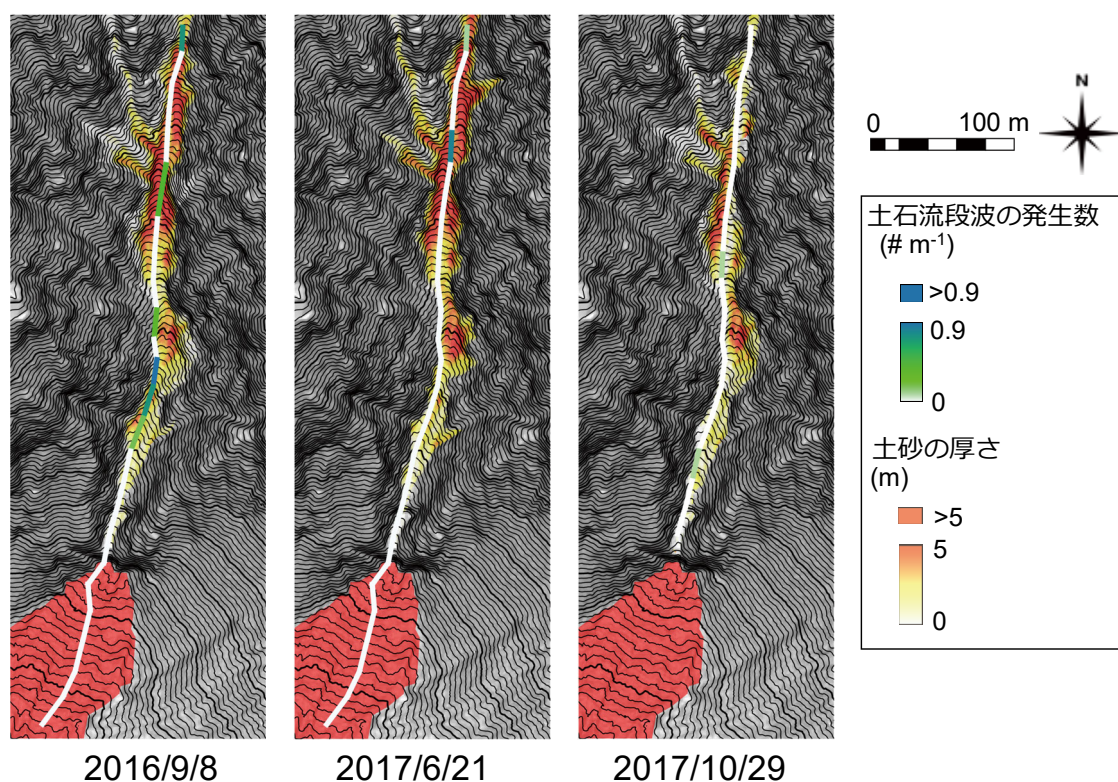


図 静岡県北部大谷崩における土砂貯留マップ (Imaziumi et al., 2019 を一部改変)

(2) 土砂生産・土砂流出を考慮した土砂貯留マップの将来予測

3サイトにおける現地観測の結果、土砂生産による土砂貯留量の増加、および土砂流出に伴う土砂貯留量の減少が確認された。土砂生産のタイプやタイミングはサイトごとに異なっていた。大谷崩では冬季から春先にかけての凍結融解作用に伴う落石が最も重要な土砂生産であり、また豪雨中の斜面の崩落も観測された。富士山大沢崩れにおいても冬季から春先の凍結融解作用が活発な時期に、落石やソイルクリープによる土砂生産が頻繁に確認された。加えて、降雨時に岩盤の崩落や落石が観測された。スイス Taschgufer では落石が重要な土砂生産であり、夏季にも落石が確認された。現地観測の結果、同じサイトにおいても、年ごとで土砂生産量が異なる様子が確認された。落石やソイルクリープなど、毎年、高頻度で発生する土砂移動現象については、継続的な地形計測や現地観測により、土砂生産に関する定量的な予測がしやすいと考えられる。その一方で、崩落のような突発的でかつ頻度の低い現象については、そのタイミングや土砂量を正確に予測することが難しい。長期的・広域的な土砂生産量の予測を行う場合は突発的な土砂生産の影響が平準化されるが、そうでない場合は、土砂生産量の予測値に幅を持たせる必要があると考えられる。

(3) 土石流リスクの予測

作成された土砂貯留マップを用いた、土石流シミュレーションを実施した。その結果、土石流シミュレーションにより概ね実際の土砂の侵食・堆積傾向を再現することができた。その一方で、土石流流量の時系列的な変化の予測には課題が残ることが明らかとなった。

(4) 現地観測結果に基づいた予測手法の検証と改良

現地観測に基づき、土砂貯留量と土石流の発生条件の関係について検討したところ、大谷崩では土砂貯留量の大小に関わらず 10 分間雨量が 5 mm を超えた場合に土石流が発生していた。また、土砂貯留量が多い時期は少ない時期と比較し、降雨時間が長く累加雨量が大きい降雨によって、土石流が発生する傾向がみられた。大沢崩れの地盤非凍結期においても、土砂貯留量が多い時期のほうが、少ない時期よりも大きな雨量で土石流が発生していた。これらのことは、土石流の発生予測を行う上で土砂貯留量の評価が重要であることを示している。その一方で大沢崩れでは、地盤の凍結も土石流の発生条件に大きな影響を与えており、地盤凍結期のほうが、地盤非凍結期よりも少ない雨量で土石流が発生をしていた。地盤が凍結すると、降雨や土石流中の水が地中へ浸透しづらくなり、このことが少ない雨量での土石流の発生・発達につながっていると考えられる。つまり土石流シミュレーションの精度向上のためには、地中への水の浸透を考慮する必要があるといえる。

現地観測結果の結果、土石流発生域周辺の急勾配溪流では、従来の土石流モデルではほとんど考慮されていない不飽和土石流が多く観測された。このことが、シミュレーションによる土石流流量の予測結果と観測結果が一致しない原因のひとつとなっていると考えられる。

土石流シミュレーションの検証結果や、現地観測結果に基づいた土石流の発生条件の検討結果をもとに、地盤への水の浸透や不飽和土石流の流下を考慮できるよう、土石流モデルを改良した。改良されたモデルの適用性について室内実験により評価したところ、良好な結果が得られた。

<引用文献>

- Imaizumi, F., Hayakawa, Y. S., Hotta, N., Tsunetaka, H., Ohsaka, O., Tsuchiya, S. (2017) Relationship between the accumulation of sediment storage and debris-flow characteristics in a debris-flow initiation zone, Ohya landslide body, Japan, *Natural Hazards and Earth Science Systems*, 17, 1923-1938
- Nakatani K, Kosugi M, Satofuka Y, Mizuyama T (2016) Debris flow flooding and debris deposition considering the effect of houses: disaster verification and numerical simulation. *International Journal of Erosion Control Engineering*, 9(4), 145-154
- Imaizumi, F., Masui, T., Yokota, Y., Tsunetaka, H., Hayakawa, Y.S., Hotta, N. (2019) Initiation and runout characteristics of debris flow surges in Ohya landslide scar, Japan, *Geomorphology*, 339, 58-69

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計34件（うち査読付論文 34件／うち国際共著 7件／うちオープンアクセス 17件）

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 Imaizumi, F., Masui, T., Yokota, Y., Tsunetaka, H., Hayakawa, Y.S., Hotta, N. | 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 Sirbu, F., Dragut, L., Oguchi, T., Hayakawa, Y., Micu, M. | 4. 巻 6 |
| 2. 論文標題 Scaling land-surface variables for landslide detection | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science | 6. 最初と最後の頁 44 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-019-0290-1 | 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 Imaizumi, F., Nishii, R., Ueno, K., Kurobe, K. | 4. 巻 23 |
| 2. 論文標題 Forest harvesting impacts on microclimate conditions and sediment transport activities in a humid periglacial environment | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Hydrology and Earth System Sciences | 6. 最初と最後の頁 155 ~ 170 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/hess-23-155-2019 | 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 Nishii, R., Imaizumi, F., Daimaru, H., Murakami, W. | 4. 巻 312 |
| 2. 論文標題 Continuous and large sediment supply in a steep landslide scar, Southern Japanese Alps | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Geomorphology | 6. 最初と最後の頁 51 ~ 59 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.geomorph.2018.04.002 | 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 Imaizumi, F., Nishiguchi, T., Matsuoka, N., Trappmann, D., Stoffel, M. | 4. 巻 310 |
| 2. 論文標題 Interpretation of recent alpine landscape system evolution using geomorphic mapping and L-band InSAR analyses | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Geomorphology | 6. 最初と最後の頁 125 ~ 137 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.geomorph.2018.03.013 | 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 Matsuoka, N. | 4. 巻 336 |
| 2. 論文標題 A multi-method monitoring of timing, magnitude and origin of rockfall activity in the Japanese Alps | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Geomorphology | 6. 最初と最後の頁 65 ~ 76 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.geomorph.2019.03.023 | 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 Li, A., Matsuoka, N., Niu, F. | 4. 巻 43 |
| 2. 論文標題 Frost sorting on slopes by needle ice: A laboratory simulation on the effect of slope gradient | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Earth Surface Processes and Landforms | 6. 最初と最後の頁 685 ~ 694 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/esp.4276 | 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 Obanawa, H., Hayakawa, Y. S. | 4. 巻 5 |
| 2. 論文標題 Variations in volumetric erosion rates of bedrock cliffs on a small inaccessible coastal island determined using measurements by an unmanned aerial vehicle with structure-from-motion and terrestrial laser scanning | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science | 6. 最初と最後の頁 33 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-018-0191-8 | 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 Hayakawa, Y. S., Wasklewicz, T. A., Obanawa, H., Kusumoto, S. | 4. 巻 5 |
| 2. 論文標題 Preface to the special issue "High-definition topographic and geophysical data in geosciences" | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science | 6. 最初と最後の頁 88 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-018-0246-x | 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 Tsunetaka, H., Hotta, N., Imaizumi, F., Hayakawa, Y. S., Masui, T. | 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 |
| 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 - |

| | |
|--|----------------------|
| 1. 著者名 Imaizumi, F., Trappmann, D., Matsuoka, N., Ballesteros-Canovas, J. A., Yasue, K., Stoffel, M. | 4. 巻 371 |
| 2. 論文標題 Interpreting rockfall activity on an outcrop and talus slope system in the southern Japanese Alps using an integrated survey approach | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Geomorphology | 6. 最初と最後の頁 107456 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.geomorph.2020.107456 | 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 Tsunetaka, H., Hotta, N., Hayakawa, Y. S., Imaizumi, F. | 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 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 オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|--------------------|
| 1. 著者名 Hayakawa, Y.S., Obanawa, H. | 4. 巻 20 |
| 2. 論文標題 Volumetric change detection in bedrock coastal cliffs using terrestrial laser scanning and UASbased SfM | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Sensors | 6. 最初と最後の頁 3043 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s20123403 | 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 Villacorta, S. P., Evans, K. G., Nakatani, K., Villanueva, I. | 4. 巻 67 |
| 2. 論文標題 Large debris flows in Chosica, Lima, Peru: the application of hydraulic infrastructure for erosion control and disaster prevention | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Australian Journal of Earth Sciences | 6. 最初と最後の頁 425-436 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/08120099.2020.1690577 | 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 Imaizumi, F., Ikeda, A., Yamamoto, K., Ohsaka, O. | 4. 巻 9 |
| 2. 論文標題 Temporal changes in the debris flow threshold under the effects of ground freezing and sediment storage on Mt. Fuji | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Earth Surface Dynamics | 6. 最初と最後の頁 1381-1398 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/esurf-9-1381-2021 | 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 Takayama, S., Satofuka, Y., Imaizumi, F. | 4. 巻 409 |
| 2. 論文標題 Effects of water infiltration into an unsaturated streambed on debris flow development | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Geomorphology | 6. 最初と最後の頁 108269 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.geomorph.2022.108269 | 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 Takayama, S., Imaizumi, F. | 4. 巻 20 |
| 2. 論文標題 Effects of coarse particles on downstream face erosion processes and outflow discharge during the overtopping of a landslide dam | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Landslides | 6. 最初と最後の頁 351-366 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10346-022-01973-w | 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 Wada, T., Nakatani, K., Satofuka, Y., Mizuyama, T., Kosugi, K., Miwa, H. | 4. 巻 14(2) |
| 2. 論文標題 Development of a numerical model for deposition and flood propagation by multiple inflows of debris flows and river floods | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 International Journal of Erosion Control Engineering | 6. 最初と最後の頁 20-30 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.13101/ijece.14.20 | 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 Li, A., Matsuoka, N., Niu, F., Chen, J., Ge, Z., Hu, W., Li, D., Hallet, B., van de Koppe, J., Goldenfeld, N., and Liu, Q.-X. | 4. 巻 118/40 |
| 2. 論文標題 Ice needles weave patterns of stones in freezing landscapes | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences | 6. 最初と最後の頁 e2110670118 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2110670118 | 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 |

〔学会発表〕 計29件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 10件)

| |
|--|
| 1. 発表者名 Imaizumi, F., Yamamoto, K., Atsushi, I., Ohsaka, O., Sugimoto, H., Suzuki, S., Sato, S., Kashiwabara, Y., Nishimura, N. |
| 2. 発表標題 Initiation conditions of debris flows in Ohsawa landslide, Mt. Fuji, |
| 3. 学会等名 Japan Geoscience Union 2019 (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名 今泉 文寿・早川 裕弐・経隆 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 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 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Evans, J. R., Imaizumi, F. |
| 2. 発表標題 Investigating the relationship between tree height and landslide occurrence in the Ikawa catchment, central Japan |
| 3. 学会等名 INTERPRAEVENT 2018（国際学会） |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Imaizumi, F., Masui, T., Yokota, Y., Tsunetaka, H., Hayakawa, Y. S., Hotta, N., Ohsaka, O., Tsuchiya, S. |
| 2. 発表標題 Initiation and runout characteristics of debris flow surges in a huge landslide scar |
| 3. 学会等名 Japan Geoscience Union 2018（国際学会） |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1 . 発表者名 Takuro Ogura, Yuichi S Hayakawa, Hiroyuki Yamauchi, Takashi Oguchi, Yasuhiko Tamura, Chiaki T Oguchi, Tatsuto Aoki, Kiyomi Hayashi |
| 2 . 発表標題 Use of high-frequency, high-definition topographic 3D data to develop geographic thinking of students |
| 3 . 学会等名 AGU Fall Meeting (国際学会) |
| 4 . 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1 . 発表者名 Gomez, C., Imaizumi, F., Hotta, N., Tsunetaka, H., Hayakawa, Y. S. |
| 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 Tsou, C. Y., Yokoyama, O., Imaizumi, F., Lin H. H., Hsieh Y. C., Chen M. M., Chigira, M., Wu C. Y., Chen S. C. |
| 2 . 発表標題 A field example of flexural toppling at Song-Mao Village in central Taiwan |
| 3 . 学会等名 Japan Geoscience Union - American Geophysical Union Joint Meeting 2020 (国際学会) |
| 4 . 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1 . 発表者名 Imaizumi, F., Yamamoto, R., Ikeda, A. |
| 2 . 発表標題 Runout characteristics of debris flow under effects of ground freezing on Mt. Fuji |
| 3 . 学会等名 Japan Geoscience Union 2022 (国際学会) |
| 4 . 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Ballesteros Canovas, J. A., Nishii, R., Kariya, Y., Imaizumi, F., Matsuoka, N., Stoffel, M. |
| 2. 発表標題 Linking long-term debris flow and typhon activity in the Japanese Alps: insights from tree-ring records |
| 3. 学会等名 Japan Geoscience Union 2022 (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2022年 |

〔図書〕 計3件

| | |
|-----------------------|-----------------|
| 1. 著者名 今泉文寿 | 4. 発行年 2020年 |
| 2. 出版社 砂防学会 | 5. 総ページ数 5 |
| 3. 書名 砂防の観測の現場を訪ねて | |

| | |
|----------------|-----------------|
| 1. 著者名 今泉文寿 | 4. 発行年 2020年 |
| 2. 出版社 共立出版 | 5. 総ページ数 15 |
| 3. 書名 土砂動態学 | |

| | |
|----------------------|-----------------|
| 1. 著者名 今泉文寿, 逢坂興宏 | 4. 発行年 2020年 |
| 2. 出版社 古今書院 | 5. 総ページ数 6 |
| 3. 書名 山岳科学 | |

〔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 | 松岡 憲知 (Matsuoka Norikazu) (10209512) | 茨城大学・教育学部・特任教授 (12101) | |
| 研究分担者 | 逢坂 興宏 (Ohsaka Okihiro) (20252166) | 静岡県立農林環境専門職大学・生産環境経営学部・教授 (23805) | |
| 研究分担者 | 早川 裕弐 (Hayakawa Yuichi, S.) (70549443) | 北海道大学・地球環境科学研究院・准教授 (10101) | |
| 研究分担者 | 中谷 加奈 (Nakatani Kana) (80613801) | 京都大学・農学研究科・准教授 (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 | | |
|---------|---------|--|--|
| スイス | ジュネーブ大学 | | |