

令和 6 年 6 月 12 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19H02989

研究課題名（和文）地形発達学的手法と種々のセンシング技術を応用した深層崩壊発生危険度評価手法の開発

研究課題名（英文）Development of a method for evaluating the risk of deep-seated landslides using geomorphological techniques and various sensing technologies

研究代表者

山川 陽祐（Yamakawa, Yosuke）

筑波大学・生命環境系・助教

研究者番号：20611601

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,600,000円

研究成果の概要（和文）：潜在的な深層崩壊危険斜面が高頻度に分布する大起伏の付加体堆積岩山地を対象として、流域群スケールと単一斜面スケールのそれぞれについて、当該山地に特有の地形ならびに地盤構造とそれに強く規定された地中水挙動の関係性が実証的に示された。その上で、それらの地盤および水理構造の検出、すなわち、地盤内部条件を踏まえた深層崩壊危険度評価において、水文学的手法、種々のセンシング（リモートセンシングおよび物理探査）手法、地形学的手法を組み合わせた手法の有効性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

深層崩壊の発生危険度評価にあたって、従来、地形指標と地盤内構造に関する包括的な研究が極めて限られていた。本研究では、探索のスケールと精度が異なる、水文学的手法、種々のセンシング手法、地形学的手法を同一サイトに適用することによって、地形・地盤構造・水理構造の関係性を実証的に示すと同時に、その有効な組み合わせ手法の検討を行った。この成果は、無数に存在する潜在的な深層崩壊危険斜面を対象とした効果的なスクリーニングに向けた有用な知見であると考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study has demonstrated the relationship between the geomorphology, geotechnical structure, and groundwater behavior inherent to high-relief steep mountainous areas underlain by accretionary sedimentary rocks, at both the scale of multiple catchments and individual slopes, on which potential risk of deep-seated landslides are observed at high frequency. In addition, the effectiveness of an integrated approach using hydrological, various sensing (including remote sensing and geophysical exploration), and geomorphological methods for the detection of such ground and hydrological structures, i.e., evaluating the risk of deep-seated slope failures considering the internal conditions of the ground, has been shown.

研究分野：砂防学，森林水文学

キーワード：深層崩壊 地形発達 物理探査 地下水挙動 崩壊危険度評価

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

基岩内にすべり面を持つ大規模な崩壊現象である深層崩壊は、発生時に甚大な被害をもたらすだけでなく、天然ダム形成を含め河川に供給された大量の不安定土砂が下流域に長期に渡って大きな影響を及ぼす。今後、気候変動に伴うアジアモンスーン地域における大規模な降雨の増加により、当該地域における深層崩壊の発生頻度の増加や大規模化が懸念されており、対策が喫緊の課題である。深層崩壊は、表層崩壊や土石流などの小規模な土砂移動に比べて発生頻度が低いものの、現象の規模・発生時の影響が大きい。そのため、ハード対策のみによって十分に被害を減じることが非現実的であり、ソフト対策を踏まえた的確な発生予測が重要である。ところが、深層崩壊は、同じく大規模な斜面変動である地すべりが(一般的には)予兆として断続的な斜面の滑動を呈するのに比べて、突発的に発生するために予測が困難である。このため、その発生予測は、(a)危険箇所(斜面)の一次的な抽出、(b)危険度の順位付け、(c)特に危険度の高い箇所でのより詳細な評価、という様に段階的に進められるべきと考えられる。

深層崩壊は、発生の準備段階として重力による斜面変形や風化の進行による潜在的なすべり面の形成が生じており、(頻度が比較的低い地震動を除くと)地下水の挙動が支配的な誘因であると指摘されている(Agliardi *et al.*, 2012; Chigira *et al.*, 2013; Matsushi *et al.*, 2014)。潜在的な崩壊危険箇所(Potential Landslide Area: PLA)の予測はこのような発生メカニズムを踏まえて行うことが重要と考えられる。深層崩壊のPLAの評価手法については、この10年余りのうちに大きな進展があった。過去の崩壊履歴や重力変形を表す特異な地形(山頂緩斜面や多重山稜)に基づいた危険流域の抽出手法(土木研究所, 2008)や、溪流の縦断方向の水質の変化から潜在的なすべり面形成が進む斜面を抽出する手法(地頭園ら, 2006)が提案されている。さらに、2011年の紀伊半島大水害において深層崩壊が群発したことを契機(事例検証)として、航空レーザー測量技術に基づく高精細数値地形モデル(LiDAR-DEM)を援用した重力変形シグナル(上述の特異地形と関連する山向き小崖の微地形)の判読がPLAの検出に有効であると示された(Chigira *et al.*, 2013; 千木良, 2015)ことは極めて革新的であった。しかしながら、これらの手法ではあくまで上記(a)の一次抽出に留まる。実際の対策を想定すると、(a)によって無数に抽出されたPLAに対して(b)の順位付けと、さらに、地盤内部構造を踏まえた(c)の詳細な評価を実現する有効な手法の開発が課題となっている。

### 2. 研究の目的

本研究では、既存の地形指標によって抽出された潜在的な深層崩壊危険斜面(PLA)を含む山地流域に対して、水文学的手法、種々のセンシング(リモートセンシングおよび物理探査)手法、地形学的手法を組み合わせ適用し、地形発達と地盤および水理構造を踏まえた安定性の低い斜面を検出する手法の開発に取り組む。

### 3. 研究の方法

潜在的な深層崩壊危険斜面(PLA)が高頻度に分布する試験サイトとして、主に(1)静岡県・大井川水系と(2)滋賀県・安曇川水系の2地区を設定した。両サイトは、深層崩壊の主要な発生場とされる大起伏の付加体堆積岩山地であり、対象スケールと既設の観測体制や各現場のアクセシビリティも踏まえて設定した。(1)の大井川サイトでは、上記(b)の危険度の順位付けを想定し、複数の流域から構成される流域群スケールでの検討を主眼とした。一方で、(2)の安曇川サイトでは、上記(c)の地盤内部構造を踏まえた詳細な評価を想定し、単一斜面スケールでの検討を行った。各サイトに、それぞれ上記～の手法を適用し、各手法の有効性の相互検証やより効果的な組み合わせ手法の検討を行った。具体的には下記の通りである。

#### (1) 大井川サイト

大井川上流域の井川湖(ダム湖)に流入する流域面積約0.6~4.7km<sup>2</sup>の計16の支流群およびそれに隣接するエリアを対象とした。大井川本川の右岸側6支流は概ね受け盤構造、左岸側10支流は概ね流れ盤構造に分類される。既存の1m解像度LiDAR-DEMを利用して斜面変動などに関する微地形判読を行った。水文観測として、上記16支流流域の末端付近において、無降雨時の河川流量および渓流水の電気伝導度の測定を(先行降雨条件の異なる)最大6時期に行った。ここで、渓流水の電気伝導度は、より深部の基岩層を経由する流出水の寄与度の指標として用いた。物理探査手法の適用として、井川湖に面する大井川左岸斜面の稜線付近で斜面変動が特に顕著な領域において地中レーダーを用いた地盤内部構造の探査を行った。また、井川湖から北方約10kmに位置する東川内沢内の単一斜面において、リモートセンシング手法として、熱赤外カメラを搭載したUAV(無人航空機)を用いた樹冠温度測定に基づく地下水帯分布の推定を試みた。

#### (2) 安曇川サイト

安曇川上流(葛川地区)に位置する斜面長約500m(水平距離)の単一の流れ盤斜面を対象とした。既存の1m解像度LiDAR-DEMを利用して斜面変動などに関する微地形判読を行った。斜面上には多数の湧水が存在し、そのうち計9地点について、三角堰を用いた流量および水温の経時観測を行った。また、同斜面上では、32地点において調査ボーリング孔が掘削されてお

り、採取されたコアサンプルについて RQD (Rock Quality Designation) 値を求めた。各ボーリング孔では投げ込み式水位計を用いた地下水位の経時観測を行った。物理探査手法の適用として、斜面縦断方向の約 400 m (水平距離) の測線において、比抵抗探査および自然電位探査を行った。さらに、大井川サイトと同様に、リモートセンシングによる樹冠温度測定に基づく地下水帯分布の推定を試みた。

#### 4. 研究成果

##### (1) 大井川サイト：主に流域群スケール

井川湖周囲の大井川左右岸の地形の特徴として、右岸域は、左岸域に比べて、谷密度が低く、流域全体の地表面勾配が急 (平均勾配：左岸域は 28°、右岸域は 38°) であった。また、地すべり地形分布図 (防災科学技術研究所, 2002) では、大井川本川に対して左岸域に地すべり地形が多く確認できるが、右岸域にはほとんど存在しない。流域に占める地すべり移動体の占有率は、右岸域は 0~8.0% であることに對し、左岸域は 23.8~76.1% であり、相対的に大きな値を示している。さらに、左岸域各支流の頭部に沿う稜線部においては、特に勾配が緩く (山頂緩斜面)、また多重山稜 (線状凹地) 地形が散見されることから、重力変形が発達していると考えられた。現地取得した走向・傾斜データからも、重力変形によると考えられる層理面の特異 (大局的な傾向と不一致) な箇所が一部に認められた。すなわち、左岸域には複数の深層崩壊 PLA が分布すると考えられた。

16 流域での比流量および渓流水の電気伝導度について、各流域の斜面タイプ (受け盤・流れ盤・走向) の優勢度との対応を解析した。その結果、比流量の多寡については、斜面タイプとの有意な相関は得られなかった。一方で、電気伝導度は流域の流れ盤斜面割合と正相関が認められた。また、6 時期の観測データが取得された左右岸各 3 流域の計 6 流域について、比流量および電気伝導度の変動係数と流域の流れ盤斜面割合とに正相関が認められた。これらの水文観測データから、流れ盤斜面が優勢な流域においては、受け盤斜面が優勢な流域に比べて、貯留量が小さく雨水の流出応答がより鋭敏で、また同時に、より深部の基岩層を経由する雨水の流出への寄与が高い可能性が示唆された。すなわち、降雨による地下水水位上昇に規定される斜面の安定性について、受け盤・流れ盤の構造が大きく影響を及ぼす可能性が示唆された。ただし、この水文プロセスは、流量及び水質の複数時期の瞬間値を基に検討したものであり、流出プロセスの実態解明には、より詳細な観測研究が必要であり、今後の課題である。

大井川左岸の稜線付近における山頂緩斜面上の重力変形地形が発達するエリアで実施した地中レーダー探査については、同一の線状凹地地形の窪みに沿った方向に不連続な岩盤ブロック状の構造が検出され、同一の重力変形斜面であっても斜面方向の地盤構造に一定程度の不均一性が存在する可能性が示唆された。

熱赤外カメラと UAV を用いた樹冠温度測定は、既知の湧水点付近において比較的樹冠温度が低いエリアが検出され、本手法の有効性が一定程度示された。ただし、樹冠ギャップの影部において樹冠温度が低い領域が認められ、また、樹種の違いによる樹冠温度への影響も窺われた。そのようなノイズ要因の影響逓減が今後の課題である。

##### (2) 安曇川サイト：単一斜面スケール

地形解析の結果、調査斜面には多数のステップ状の地形や滑落崖が存在することがわかった。現地踏査結果と併せて検討したところ、これらは重力変形ならびに中小規模の崩壊痕跡であると判断された。また、斜面上には花折断層と概ね平行に走るリニアメント地形が見受けられ、その一部は当該地域の 5 万分の 1 地質図幅 (木村ら, 2001) において記載のある断層と良く対応した。さらに、斜面の異なる標高に点在する湧水は、崩壊地の中・下部あるいは重力変形段差地形の末端部に位置し、斜面上のリニアメントに概ね沿って分布することが判明した。現地踏査の結果、各湧水点には断層粘土 (ガウジ) と窺われる粘土の分布が確認された。これらのことから、斜面上のリニアメントは花折断層の派生断層と考えられ、断層粘土により遮水された山体地下水が、断層線の斜面上流側にプールされ、断層沿いに水位が上昇して湧水群を形成していることが推察された。

湧水量の降雨応答を解析した結果、試験対象斜面の中で高標高 (上段) に位置する湧水群のハイドログラフはそれぞれ概ね類似し、下段の湧水群に比べて基底流出成分が豊富であった。上段湧水と下段湧水のハイドログラフのピークには 3 日程度の時間差があり、また上段で観測される降雨に遅れる基底成分のピークが下段では観測されなかった。このことから、斜面縦断方向についてある程度分断された地下水流動機構を持つことが推定された。上段の湧水群間についても、流出波形のピークは 1~2 日程度の時間差があった。さらに、湧水間で流量増加や逓減の特徴に違いが認められた。基底流成分が豊富な上段湧水群についてもそれぞれある程度分断された地下水流動機構を有すると考えられた。一方、水温の時系列変動に着目すると、上段湧水群の年間水温変動は概ね 10~13 であり、2~25 の変動を呈する下段湧水群に比べて極めて安定していた。ただし、上段湧水群の間でも変動幅が 1~3 と地点間の差が顕著であった。このような湧水水温変動の振幅の違いからも、観測斜面において異なった賦存量や深度を持つ複数の地下水帯が存在すると考えられた。

ボーリングコアの解析から、RQD は斜面全体を通じて低く、破砕が進行している状況が確認された。地形解析および現地踏査から判読された滑落崖や重力変形が随所に分布する状況と調和的な結果であった。リニアメント (遷急線) 上のボーリング地点は特に RQD がいずれの深度

についても極度に低く、コアサンプルからも破碎が顕著であり、粘土化が進んでいる状況が確認された。この結果は地形解析から推定される断層の配置を支持する結果であった。

ボーリング孔による水位観測から地下水面が複数深度において観測され、深度方向についても地下水帯の分断された構造を示唆するものであった。斜面縦断方向、等高線方向の測線について、それらの地下水面形状は大局的には斜面形状に沿ったものであるが、詳細な地下水面形状はボーリング調査によってはじめて捉え得るものであることが確認された。

比抵抗探査について、斜面縦断全体の比抵抗分布としては、表層および高標高部の深度 100 m 程度までの深層にかけて比較的高比抵抗が分布した。2500 ohm-m あるいは 5000 ohm-m 以上の高比抵抗の深度は斜面位置によって異なっていた。斜面下部から中部の浅層を除く領域は 300 ohm-m 程度以下の比較的低比抵抗が分布する結果であった。そのうえで、斜面の中段および下段の計 3 箇所にて深度方向に縦に伸びる 100 ohm-m 程度以下の極端な低比抵抗帯の分布が見られた。比抵抗探査とボーリング調査の対応から、大局的な低比抵抗帯は地下水帯と対応し、局所的な極端な低比抵抗帯は断層粘土に対応すると考えられた。

自然電位法について、斜面縦断方向の累積電位は、全体としては斜面下部から斜面上方にかけて緩やかな電位の降下の傾向が認められ、同時に、測線の中間のやや上方において大きな電位の増減のピークが観測された。その他に小さな電位増減のピークも観測された。標高と負相関を呈する自然電位（斜面上部ほど低電位）は地下水の流動電位に起因すると考えることができる（例えば、安川・茂木, 1998; Lapenna *et al.*, 2003; Boleve *et al.*, 2007; 西田, 2013）。同測線においてボーリング孔内に観測される地下水位面形状から、斜面上方から下方向きの地下水流動が考えられるが、この結果と整合的であった。他方で、電位の顕著な増加・低下ピークは流動電位のみでは説明することが難しく、Murakami *et al.* (1984) や Fajriani *et al.* (2017) によって指摘される断層の介在による電位異常によって説明できる可能性が考えられた。

熱赤外カメラと UAV を用いた樹冠温度測定は、先行降雨による樹冠の湿りと日射不足による試験日当日の不適条件に起因して明瞭な温度分布が得られなかった。

以上の両サイトでの結果から、流域群スケールと単一斜面スケールのそれぞれについて、付加体堆積岩山地に特有の地形ならびに地盤構造とそれに強く規定された地中水挙動の関係性が実証的に示された。その上で、それらの地盤および水理構造の検出、すなわち、地盤内部条件を踏まえた深層崩壊危険度評価にあたって、本研究における各スケールに応じて適用した各手法の組み合わせが一定程度有効であることが示された。

#### <引用文献>

- Agliardi F, Crosta GB, Frattini P. Slow rock-slope deformation. In: Clague JJ, Stead D, eds. Landslides: Types, Mechanisms and Modeling. Cambridge University Press; 2012:207-221.
- 防災科学技術研究所, 2002, 5 万分の 1 地すべり地形分布図, 第 14 集「静岡」, 防災科学技術研究所資料, 第 221 号.
- Boleve, A., Revil, A., Janod, F., Mattiuzzo, J. L., and Jardani, A., 2007, A new formulation to compute self-potential signals associated with ground water flow, *Earth Syst. Sci. Discuss*, Vol. 4, p. 1429-1463, doi: 10.5194/hessd-4-1429-2007.
- Chigira, M., Tsou, C.Y., Matsushi, Y., Hiraishi, N., Matsuzawa, M., 2013. Topographic precursors and geological structures of deep-seated catastrophic landslides caused by Typhoon Talas. *Geomorphology* 210, 479-493.
- 千木良雅弘, 2015, 深層崩壊の場所の予測と今後の研究展開について, *応用地質*, Vol.56, No.5, p.200-209.
- 土木研究所, 2008, 深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル(案), 土木研究所資料, No. 4115.
- Fajriani, Wahyu, S., and Prihandhanu, M. P., 2017, Interpretation of Self-Potential anomalies for investigating fault using the Levenberg-Marquardt method: a study case in Pinggirsari, West Java, Indonesia, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 62, 012004, doi:10.1088/1755-1315/62/1/012004.
- 地頭菌 隆, 下川 悦郎, 寺本 行芳, 深層崩壊発生場予測法の提案, *砂防学会誌*, 2006, 59 巻, 2 号, p. 5-12.
- 木村克己・吉岡敏和・中野聰志・松岡篤, 2001, 5 万分の 1 地質図幅「北小松」, 産総研地質調査総合センター.
- Lapenna, V., Lorenzo, P., Perrone, A., Piscitelli, S., Sdao, F., and Rizzo, E., 2003, High-resolution geoelectrical tomographies in the study of Giarrossa landslide (southern Italy), *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, Vol. 62, No. 3, p. 259-268.
- Matsushi, Y., Chigira, M., Kosugi, K., 2014. Orographic rainfall, deep-seated catastrophic landslides, and landscape evolution: geomorphic hazard assessment in active orogens, *Proceedings of INTERPRAEVENT 2014*, 24-32.
- Murakami, H., Mizutani, H., and Nabetani, S., 1987, Self-Potential Anomalies Associated with an Active Fault, *Journal of geomagnetism and geoelectricity*, Vol. 39, No. 10, p. 637-

638.

西田泰, 2013, 自然電位と地殻活動, 北海道大学地球物理学研究報告.

安川香, 茂木透, 1998, 地下水流動に伴う自然電位異常に対する地形の効果 -数値モデリングによるアプローチ, 物理探査, Vol. 51, No. 1, p. 17-26.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Neranjana Suneth, Uchida Taro, Yamakawa Yosuke, Hiraoka Marino, Kawakami Ai	4. 巻 16
2. 論文標題 Geometrical Variation Analysis of Landslides in Different Geological Settings Using Satellite Images: Case Studies in Japan and Sri Lanka	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 1757 ~ 1757
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/rs16101757	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 Hajika Takafumi, Yamakawa Yosuke, Uchida Taro	4. 巻 38
2. 論文標題 Spatial distribution of rainfall-runoff characteristics and peak lag time in high-relief meso-scale mountain catchments where observations are scarce	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Hydrological Processes	6. 最初と最後の頁 e15177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/hyp.15177	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 Satgada Catur Putra, Egusa Tomohiro, Yamakawa Yosuke, Imaizumi Fumitoshi	4. 巻 233
2. 論文標題 Forest harvesting affects soil organic carbon and total nitrogen transports by facilitating landslides	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 CATENA	6. 最初と最後の頁 107517 ~ 107517
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.catena.2023.107517	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 輿水康二, 山川陽祐, 内田太郎	4. 巻 76(5)
2. 論文標題 大起伏の中古生代付加体堆積岩山地における地質構造に着目した降雨流出特性に関する考察	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 砂防学会誌	6. 最初と最後の頁 25-32
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 Yen-Shuo Huang, Chia-Ning Yang, Ching-Ying Tsou, Su-Chin Chen	4. 巻 52
2. 論文標題 From Exploring the Source of Rziha Formula to Evaluating Time of Concentration	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Chinese Soil and Water Conservation	6. 最初と最後の頁 135 ~ 144
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 該当する

1. 著者名 Masaoka N., Kosugi K., Fujimoto M.	4. 巻 57
2. 論文標題 Bedrock Groundwater Catchment Area Unveils Rainfall Runoff Processes in Headwater Basins	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Water Resources Research	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021WR029888	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 Iwasaki Kenta, Tamura Makoto, Sato Hirokazu, Masaka Kazuhiko, Oka Daisuke, Yamakawa Yosuke, Kosugi Ken'ichirou	4. 巻 10
2. 論文標題 Application of Ground-Penetrating Radar and a Combined Penetrometer-Moisture Probe for Evaluating Spatial Distribution of Soil Moisture and Soil Hardness in Coastal and Inland Windbreaks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geosciences	6. 最初と最後の頁 238 ~ 238
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/geosciences10060238	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 Tfwala Samkele, Huang Chia-Ling, Tsou Ching-Ying, Chen Su-Chin	4. 巻 18
2. 論文標題 A landslide ternary diagram for geometric form and topographic site in Taiwan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Landslides	6. 最初と最後の頁 619 ~ 627
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10346-020-01507-2	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 Hotta Norifumi、Iwata Tomoyuki、Suzuki Takuro、Sakai Yuichi	4. 巻 27
2. 論文標題 The Effects of Particle Segregation on Debris Flow Fluidity Over a Rigid Bed	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Environmental and Engineering Geoscience	6. 最初と最後の頁 139 ~ 149
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2113/EEG-D-20-00106	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 山川 陽祐, Gomez Christopher, 正岡 直也, 小杉 賢一朗	4. 巻 130
2. 論文標題 深層崩壊発生場の地盤構造評価に向けた自然電位法の適用性検証	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本森林学会大会発表データベース	6. 最初と最後の頁 150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11519/jfsc.130.0_150	査読の有無 無
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 -

〔学会発表〕 計19件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 山川 陽祐; 奥水 康二; 内田 太郎
2. 発表標題 大起伏付加体堆積岩山地における地質構造に着目した降雨流出プロセスの解析
3. 学会等名 令和6年度砂防学会研究発表会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 山川 陽祐; 奥水 康二; 内田 太郎
2. 発表標題 地すべり・深層崩壊の多発する付加体堆積岩山地における地質構造に着目した降雨流出応答特性の検討
3. 学会等名 第62回 (2023年度) 地すべり学会研究発表会
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 中村 美結; 内田 太郎; 山川 陽祐
2. 発表標題 大起伏山地でのEC連続観測に基づく流出源の空間変動の検討
3. 学会等名 水文・水資源学会 / 日本水文科学会 2023年度研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大澤 光; 土井 一生; 荒井 紀之; 東 良慶; 渡壁 卓磨; 山川 陽祐
2. 発表標題 線状凹地を有する地すべり地における地盤構造の推定
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山川 陽祐; 奥水 康二; 内田 太郎
2. 発表標題 付加体堆積岩の大規模崩壊多発地における降雨流出特性の空間分布
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Gomez Christopher; Yamakawa Yosuke
2. 発表標題 Ground Penetrating Radar Investigation of Landslide Crown Subsidence
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡壁 卓磨; 大澤 光; 荒井 紀之; 土井 一生; 山川 陽祐
2. 発表標題 山地の上流において穿入蛇行河川が形成される条件—高角な層理面が分布する東河内川の事例—
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大澤 光; 土井 一生; 荒井 紀之; 山川 陽祐; 渡壁 卓磨
2. 発表標題 崩壊斜面源頭部に広がる線状凹地の地下構造の推定
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 羽鹿 孝文; 内田 太郎; 山川 陽祐
2. 発表標題 大起伏山地の降雨流出特性の空間分布
3. 学会等名 水文・水資源学会 / 日本水文科学会 2021年度研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 輿水 康二; 内田 太郎; 山川 陽祐
2. 発表標題 付加体堆積岩地域における地質構造に着目した降雨流出特性の検討
3. 学会等名 水文・水資源学会 / 日本水文科学会 2021年度研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大澤 光; 土井 一生; 荒井 紀之; 山川 陽祐; 渡壁 卓磨
2. 発表標題 線状凹地の発達する大規模地すべり地における地下構造の推定
3. 学会等名 令和3年度京都大学防災研究所研究発表講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 北本 楽; 山川 陽祐; 内田 太郎; 奥水 康二
2. 発表標題 大起伏山地における洪水流出特性 - 大井川水系東河内沢の事例 -
3. 学会等名 令和2年度砂防学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 奥水 康二; 山川 陽祐; 北本 楽; 内田 太郎; 大澤 光
2. 発表標題 付加体堆積岩地域における受け盤・流れ盤構造の違いに着目した水文地形特性の検討
3. 学会等名 令和2年度砂防学会研究発表会
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
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 奥水 康二, 山川 陽祐, 北本 楽
2. 発表標題 付加体堆積岩地域を対象とした水文地形特性の解明
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 Yosuke Yamakawa
2. 発表標題 Development of evaluation methods for susceptibility of deep-seated catastrophic landslide induced by heavy rainfall
3. 学会等名 International Workshop on Disaster Prevention and Mitigation Technology for Large-Scale Landslides (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山川 陽祐, 小杉 賢一朗, 正岡 直也
2. 発表標題 物理探査法を適用した地盤・地下水構造の実態解明に基づく深層崩壊発生危険度評価手法の開発
3. 学会等名 砂防地すべり技術研究成果報告会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥水 康二, 山川 陽祐, 北本 楽, 大澤 光, 内田 太郎
2. 発表標題 付加体堆積岩地域における地質構造に着目した水文プロセスの検討
3. 学会等名 第5回山岳科学学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北本 楽, 山川 陽祐, 輿水 康二, 内田 太郎
2. 発表標題 大起伏山地における洪水流出特性
3. 学会等名 第5回山岳科学学術集会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計5件

1. 著者名 羽鹿 孝文; 内田 太郎; 山川 陽祐	4. 発行年 2022年
2. 出版社 公益社団法人 砂防学会	5. 総ページ数 158
3. 書名 砂防の観測の現場を訪ねて3 ～水の動きの不思議～ (第1章「大起伏山地における洪水流出の観測」を執筆)	

1. 著者名 山川 陽祐	4. 発行年 2022年
2. 出版社 公益社団法人 砂防学会	5. 総ページ数 158
3. 書名 砂防の観測の現場を訪ねて3 ～水の動きの不思議～ (第3編・総説「山地の地下水の動きを観測する」を執筆)	

1. 著者名 正岡 直也; 小杉 賢一郎; 谷 知幸; 松四 雄騎; 山川 陽祐	4. 発行年 2022年
2. 出版社 公益社団法人 砂防学会	5. 総ページ数 158
3. 書名 砂防の観測の現場を訪ねて3 ～水の動きの不思議～ (第9章「深層崩壊メカニズムの解明をめざす <滋賀県比良山地葛川サイトにおける地下水観測>」を執筆)	

1. 著者名 堀田 紀文	4. 発行年 2021年
2. 出版社 公益社団法人 砂防学会	5. 総ページ数 133
3. 書名 砂防の観測の現場を訪ねて2 ～山地河川内の複雑な土砂の動きを知る～（第2編・総説「山地河川の複雑な土砂の動きの実態把握」を執筆）	

1. 著者名 Tsou Ching-Ying, Chigira Masahiro, Hsieh Yu-Chung, Chen Mien-Ming, He Tai-Chieh	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer, Cham	5. 総ページ数 427
3. 書名 Deformational Features of Deep-Seated Gravitational Slope Deformation of Slate Slopes in the Central Range, Taiwan. In: Vilimek, V., Wang, F., Strom, A., Sassa, K., Bobrowsky, P.T., Takara, K. (eds) Understanding and Reducing Landslide Disaster Risk. WLF 2020. ICL Contribution to Landslide Disaster Risk Reduction.	

〔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	堀田 紀文 (Hotta Norifumi)  (00323478)	東京大学・大学院農学生命科学研究科（農学部）・准教授  (12601)	
研究分担者	ゴメス クリストファー (Gomez Christopher)  (20800577)	神戸大学・海事科学研究科・教授  (14501)	
研究分担者	郷 青穎 (Tsou Ching-Ying)  (40750055)	弘前大学・農学生命科学部・講師  (11101)	

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	正岡 直也  (Masaoka Naoya)  (90786568)	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		
その他の国・地域（台湾）	国立成功大学防災研究センター		