# 日本地形学連合発表要旨集

# JGU Meeting Abstracts

vol. 7, no. 1

2026 年 9 月

日本地形学連合

日本地形学連合 2026 年学術大会

期日：2026 年 9 月 25 日（金）～27 日（日）

開催方式：ハイブリッド方式

現地会場：京都大学　宇治キャンパス（京都府宇治市）

The Japanese Geomorphological Union Annual Meeting 2026

Dates: September 25th (Friday) to 27th (Sunday), 2026

Meeting format: Hybrid

Onsite venue: Uji Campus, Kyoto University (Uji City, Kyoto Prefecture)

# 口 頭 発 表

日本地形学連合発表要旨集
JGU Meeting Abstracts
Vol. 7, no. 1, 2026

S01

# 地形学における定量化の流れ

# Some quantifications in the landform studies

柏谷健二（金沢大学）
Kenji KASHIWAYA (Kanazawa University)

地形学における定量化の流れの始まりを明確にすることは難しいが，G. K. Gilbert（1877, 1914）をその先達として取り上げることに異存はないであろう．とりわけ後者の論文（1914）は実験地形学の嚆矢とも呼ぶべきものである．その後の流れには A. Penck，W.M. Davis や W. Penck が加わるが，W.M. Davis と W. Penck は地形発達の定性的モデルとして後の数理モデルの背景となる．A. Penck が地形学の定量化に貢献したとはあまり認識されていないが，Penck & Brückner (1909) 論文が外的営力を定量化する契機となったことは Milankovitch (1940)の評価を通じて現在に生かされる．G. K. Gilbert の流れは W.M. Davis の発想への貢献とは別に，二つの定量化への流れに繋がる．明確な区別は難しいのであるが，一つは形の定量化，そして変化に関する定量化である．形に関する定量化は Horton (1945)から Strahler(1952) へと発展する水系網に関する研究であるが，フラクタル構造の解明に貢献した Tokunaga (1978)へと展開している．もう一つは発達（経時的な変化）に関する研究であるが，ここでも大きくは二つの流れがある．一つは W.M. Davis と W. Penck の地形発達に関する定性的モデルの数理モデル化であり，Culling (1960) や Scheidegger (1961)の仕事の一部もそれに含まれるが，Hirano (1966) はそれらの定性的モデルを一つの数理モデルで表現している．もう一つは G. K. Gilbert の流れを直接受け継ぐように，因果則（物理則）を考慮した実験や観測等に基づくモデルの確立である．Scheidegger (1961)，Culling (1963)，Kirkby (1967) 等の報告はそれに相当するが、竹下（1963）の論文もこの流れに対応する。そして、これらの定量化の進展が、日本地形学連合 (JGU) の結成 (1979) の礎の一つとなっている。

キーワード：地形，定量化，数理モデル

S02

# 地形変化予測のためのクリティカルゾーンモデリング

# Critical zone modeling for geomorphic prediction in erosional landscapes

松四雄騎（京都大学）
Yuki MATSUSHI (Kyoto University)

陸域の侵食地形は，その大部分が剥離制約（detachment-limited）の状態にある．遍在的な侵食場である山地斜面において，地形変化をもたらすプロセスは多種のマスムーブメントであり，レゴリスからなる風化帯の一部が剥離層として除去されることで侵食が進む．レゴリスは，原位置での物理化学的風化により初生的なものから性質の変化した風化岩盤と，岩盤の上面から剥離して風成物や有機物と混合しながら斜面下方へと匍行しつつある土層に大別される．風化岩盤と土層それぞれの空間分布と水理・力学的な物性（地盤素因条件）が，風化・水循環・土砂移動という相互連鎖的なクリティカルゾーンプロセスを制約することで，豪雨や地震（直接的誘因作用）によるマスムーブメントには，その規模や様式に差異が生じ，表層崩壊，岩盤（深層）崩壊，（狭義の）地すべり等として分類される多様性が発現する．したがって山地斜面の地形変化を予測するためには，クリティカルゾーンにおけるレゴリスの時空間的な様態と，それを場の条件として生起する複数の水文地形プロセスおよびそれらの連関性についての定量的モデリングが不可欠である．ここでは，風化による岩盤の物性変化と土層の生成・輸送をモデル化して，地形計測と組み合わせることでレゴリスの空間分布をモデリングしたうえ，森林機能や水文過程と連結させることで，マスムーブメントの発生を決定論的さらには確率論的に評価した例を紹介する．また，こうした時空間的に多階層なクリティカルゾーンプロセスについての研究の現状を踏まえ，現代的な課題と今後の展望を示す．

キーワード：剥離制約，マスムーブメント，レゴリス，風化帯，プロセスモデリング

日本地形学連合発表要旨集
JGU Meeting Abstracts
Vol. 7, no. 1, 2026

S03

# 物理探査から求めるP波速度とS波速度およびその山地風化帯への適用

# P-wave and S-wave velocities obtained by geophysical exploration methods and their application to mountainous weathering zones

林宏一（京都大学）
Koichi HAYASHI (Kyoto University)

地盤を伝わる弾性波速度は地盤の硬さに関係しており，N値や一軸圧縮強度と良い相関がある．弾性波速度（P波速度：Vp）を測定することにより岩盤の強度を推定することができる弾性波探査（屈折法地震探査）は，1950年代から地盤調査に用いられ，特に山地のトンネルやダムの調査には標準的に用いられてきた．山地では一般に浅部が風化しており深度とともに弾性波速度が高くなるので，初動を解析することにより地盤のP波速度分布を求めることができる．しかし，屈折法地震探査で数m以深の調査を行うためにはダイナマイトなどの爆薬を振源として用いる必要があり，広い範囲で簡単に実施することは難しい．一方で1990年代以降，それまで難しかった複雑な波形処理を簡単に行うことができるようになり，弾性波の一種である表面波を用いる探査手法が実用化された．平野部の土質地盤では地下水位が浅いことからP波速度は硬さの指標にならず，S波の初動から地盤のS波速度構造を推定することは困難なことが多い．これに対して，表面波の位相速度は平野部の土質地盤でも，地盤のS波速度を反映する．このことから2000年代以降，人工起振源を用いた表面波探査や常時微動を用いた微動アレイ探査の平野部の地盤調査における利活用が進んでいる．表面波探査や微動アレイ探査を用いれば山地でも屈折法地震探査よりも簡単に地盤構造を求めることができる可能性がある．本発表ではまず，屈折法地震探査や表面波探査，微動アレイ探査，PS検層など地盤の弾性波速度を求める物理探査の歴史と現状をまとめ，今後期待される表面波探査や微動アレイ探査の山地への適用や，調査結果のデータベース化と平野と山地の浅部地盤の弾性波速度の統計的な解析およびその山地風化帯への適用について紹介する．

キーワード：P波速度，S波速度，弾性波探査，表面波探査，微動アレイ探査，PS検層

S04

# 山地流域の地形発達における河道–斜面相互作用の役割

# Channel-hillslope coupling and its role in the evolution of bedrock rivers

高橋直也（東北大学）
Naoya TAKAHASHI (Tohoku University)

山地流域では，河川と斜面でおきる侵食・運搬・堆積作用が互いに影響し合い，地形を変化させていく．これは，河道–斜面相互作用（channel-hillslope coupling）と呼ばれ，山地地形の変化とそのメカニズムを理解する上で重要な要素である．河道–斜面相互作用の研究では，河川の下刻速度が増加した際の地形変化が話題の中心となることが多い．河川は，斜面に対する局所的な侵食基準面として機能する．河川の下刻速度が増加すると，斜面基部から頂部に向かって徐々に傾斜が増加し，それに伴って斜面上の侵食速度も増加する．斜面の侵食速度の増加は，河川へ供給される土砂の量・粒径の変化を引き起こす．さらに，供給土砂の変化は河川の侵食速度を変化させ，それによって河川，斜面の形が変化していく．山地流域の地形が，隆起速度と侵食速度がつりあう動的平衡状態に向かって変化していくのであれば，平衡状態が崩れた後に，上記のような相互作用が繰り返され，平衡状態の地形に近づいていくと考えられる．河道–斜面相互作用は，誘因となるイベントの規模や，地形の応答時間，地形構成物質などに左右されるが，それらの要素が，河川・斜面の形やそこで作用する地表プロセスにどう影響するのかについては，不明な点が多く残されている．本発表では，河川・斜面の形の変化と，それに伴う地球表層プロセスの変化についての研究を紹介し，山地流域全体を一つのシステムとして捉えることの重要性を示す．

キーワード：山地流域，河道–斜面相互作用，岩盤河川，動的平衡

S05

# 隆起山地の長期的な地形発達モデリング―宇宙線生成核種 $^{10}$Be による定量化と検証―

# Long-term Landscape Evolution Modeling of Uplifting Mountains: Quantification and Validation Using Cosmogenic $^{10}$Be

太田義将（京都大学・院），松四雄騎（京都大学），松崎浩之（東京大学）
Yoshimasa OTA (Graduate student, Kyoto University), Yuki MATSUSHI (Kyoto University), Hiroyuki MATSUZAKI (Tokyo University)

地形変化を記述する数理モデルの発展により，隆起山地の長期的な地形発達史と隆起履歴を計算によって復元することが可能となった．その妥当性の検証には，山地流域における侵食環境の長期変遷を定量的に示す堆積物記録が必要である．本研究では，土砂の給源域である山地流域から採取した現成河川砂に含まれる宇宙線生成核種 $^{10}$Be を分析し，得られた流域平均侵食速度と地形解析に基づいて地形発達史と隆起履歴を復元した．さらに，対応する堆積域で掘削された深層ボーリングコア中の砕屑物に含まれる $^{10}$Be を分析し，復元結果を堆積記録から検証した．対象とした給源域―堆積域は，六甲山地―大阪湾と，比良山地・丹波高地―琵琶湖である．

花崗岩からなる六甲山地の流域では，現成流域の侵食速度と河道急峻度に基づいて過去約 150 万年間の隆起速度の変化履歴と地形発達史を復元した．そして，地形変化の過程で流域から排出される河川砕屑物中の $^{10}$Be 濃度の時間変化を計算したところ，近接する大阪湾コアに記録された濃度の変化と概ね整合的な結果となった．

比良山地のうち，花崗岩で構成される流域では，約 40 万年前の隆起加速が復元され，既往研究による山塊の隆起開始時期の推定と整合した．また，琵琶湖沖合コアの $^{10}$Be 濃度は長期にわたり安定しており，古安曇川を介して丹波高地を含む広域から供給された堆積物が，比良山地の隆起以前の安定した侵食環境を記録していることが示唆された．一方，付加体を基盤とする流域では，従来の算出法で求めた侵食速度の値は，花崗岩のそれよりも小さく，岩盤崩壊の痕跡の面積率が大きい流域で河川砂の $^{10}$Be 濃度は系統的に低かった．付加体からなる斜面では，発生周期の長い深層崩壊が長期的な地形発達を規制しているものと考えられる．

キーワード：地形発達モデル，隆起速度，侵食応答，河川縦断形，深層ボーリングコア

日本地形学連合発表要旨集
JGU Meeting Abstracts
Vol. 7, no. 1, 2026

O01

# 能登半島地震大久保地すべりの発生メカニズム

# The initiation mechanism of the Ohkubo landslide, 2024 Noto Peninsula Earthquake.

齊藤隆志
Takashi SAITO

2024 年 1 月 1 日に能登半島で発生した地震で，多くの崩壊・地すべりが発生した．そのうち最も規模が大きい地すべりである大久保地すべりを対象に発生メカニズムを検討した．高解像度数値地形データを用い，地震前後の土砂災害予測基本図（特許第 7153330 号）を作成し，立体視可能として前後で比較して地形変化を抽出した．地形変化の位置・範囲と様式に注目し，地震前の土砂災害予測基本図に地震後の地形的特徴の境界などを記入し，地すべり・斜面崩壊の端緒となった個所と引き続き発生した現象を推定した．地震による地形変化には，地すべりや斜面崩壊のほかに，数メートル程度の地殻変動による隆起と主に西方向への変位が生じていること，さらに地形・地質・地盤・水文条件を反映した局所的な変位が生じていることが明らかになった．地殻変動の寄与は，InSAR 解析を裏付けるものである．前後の図上で同じ地点と判読できる永久変位が小さく追跡可能な範囲で PIV 手法によりその変位の分布を明らかにした．初動は，既往の地すべり地内にあり崩壊によって侵食が進んだ遷急点部分の破壊から生じていた．さらに，地表震動が継続する期間に斜面上方へその破壊が伝搬した結果，およそ 3 つの斜面崩壊が生じたと考えられる．これらの崩壊部分の西側では地質的にある程度強固である部分が塊状を維持し変位したものと考えられる．高解像度数値地形データを用いて，地震前後の標高の差分から地形変化の範囲を抽出することは，地殻変動による寄与を無視していることに注意を要する．地すべりのメカニズム推定として，地形（標高）の縦断形状の比較から，すべり面を推定する方法が用いられる場合がある．この手法は，移動または変位した土塊の移動方向が縦断面に一致あるいはほぼ同じ場合を除いて，推定の妥当性に問題が生じると考えられる．また，縦断面の位置・方向に対する仮定の検証が不十分な場合，現象のメカニズム推定は，仮定がそのまま結論となる可能性がある．
使用した詳細数値地形データは，G 空間情報センターで公開された 50cm グリッドの高解像度 DEM である．

キーワード：能登半島地震，大久保地すべり，発生メカニズム，地表震動，連鎖崩壊

O02

# Monitoring hydrologically active zones in a grouted borehole using distributed fibre-optic sensing

Ashis ACHARYA, Tetsuya KOGURE, Hufeng YANG (Kyoto University), Yuichi YOSHIMURA, Nakano SEKIGUCHI, Michio IMAI (Kajima Corporation), Fumihiko ITO (Shimane University)

Distributed fibre-optic sensing (DFOS) has gained tremendous attention for characterising subsurface groundwater dynamics, yet its application in intricate geological environment is still rare. This study evaluated the potential of the active heating-based optical frequency-domain reflectometry (AH-OFDR) sensing technique, a Rayleigh-based DFOS method, to assess subsurface hydrologic characteristics in turbiditic fractured aquifers. A 50-m-deep grouted borehole instrumented with fibre-optic cables was investigated under natural and actively heated conditions. Heating and temperature-sensing fibre-optic cables were installed in cementitious borehole, enabling high-resolution monitoring under controlled heating. The heating cable was operated at approximately 9.6 W/m for 3 h, followed by a 4 h recovery. Distributed temperature measurements were acquired with spatial resolution of 5 cm and temperature resolution of ± 0.01 °C. During monitoring, resulting spatiotemporal temperature changes were recorded. Heating and recovery responses were analysed to identify hydrologically active zones. Apparent thermal conductivity was estimated from recovery data using line-source theory, whereas laboratory thermal conductivity was measured on core specimens with a transient heat pulse analyser.

The results demonstrated that AH-OFDR provides a reliable approach for continuous centimetre-scale characterisation of grouted borehole hydrology. By combining the artificial heating of the installed metallic armor of the cable with high-resolution temperature sensing, this technique facilitates the rapid identification of hydrologically active fractures. The heating curves showed noticeable noise that increased over time, whereas the recovery curves showed a much smoother trend, with decreasing noise over time. The findings indicated that approximately 25% of the observed fractures were hydrologically active. Additionally, lithological variability caused depth-dependent thermal responses, underscoring the impact of geological heterogeneity on heat transport. Recovery data following the cessation of heating are crucial for the accurate localisation of hydrologically active zones and estimation of thermal properties. The field-based AH-OFDR results showed a strong correlation with the laboratory-derived thermal conductivity values. This approach holds potential for enhancing the hydrogeological characterisation of unstable slopes.

Keywords: Slope hydrology, Distributed fibre-optic sensing, Heat trace, Hydrologically active zones, Thermal properties

O03

# A Unified Water-Soil-Rock DDA-SPH Method for Multiphase geohazards

Changze LI (Kyoto University)

Geohazards involving water, soil, and rock commonly exhibit strong material heterogeneity, large deformation, discontinuous block motion, and transitions from seepage to rapid flow. Simulating these processes within a unified numerical framework remains challenging because continuum, particle, and discontinuous methods each have distinct advantages and limitations. This study develops a unified water–soil–rock DDA–SPH method, termed WSR-DDA-SPH, by coupling a two-layer, two-phase smoothed particle hydrodynamics formulation with discontinuous deformation analysis. Water and soil are represented by separate SPH particle layers, allowing relative motion between the phases, pore-water pressure transmission, and large soil deformation. Rock blocks and structural components are represented by DDA and can translate, rotate, separate, collide, and break. The original penalty-spring contact treatment is retained for interactions between soil SPH particles and DDA blocks. For water–block interactions, a new pressure-consistent boundary treatment is introduced by attaching boundary water particles to DDA blocks and updating their positions and velocities according to the block kinematics. These particles participate in the SPH pressure calculation and transfer the resulting hydrodynamic reaction forces to the DDA system. This treatment avoids the use of a force-fitted fluid penalty spring and provides a physically consistent representation of pressure loading, buoyancy, and two-way interactions between moving blocks and water. The framework also represents porous materials by assigning material-dependent porosity and hydraulic-conductivity properties to DDA blocks. Relative water motion through porous regions can be governed by either Darcy resistance or a nonlinear quadratic resistance law based on Ergun-type coefficients, enabling the representation of both low-velocity seepage and stronger inertial flow resistance. A conceptual earth–rock dam subjected to upstream water inflow is used to demonstrate the integrated capabilities of the method. The model simultaneously resolves water impoundment and overflow, seepage through heterogeneous soil and porous block regions, evolving hydraulic forces, large soil deformation, and the displacement and contact of rock blocks during progressive dam damage. The example demonstrates the potential of WSR-DDA-SPH as a unified computational framework for investigating coupled hydraulic and mechanical processes that cannot be adequately represented when water, soil, and discontinuous rock are treated independently.

Keywords: DDA-SPH, water-soil-rock coupling, fluid-block interaction, porous media, seepage

O04

# Eulerian voxel representation of debris-flow surge passage from sparse natural-site LiDAR point clouds: a feasibility study

Alafate AINIWAER (Graduate student, Hokkaido University), Yuichi S. HAYAKAWA (Hokkaido University), Fumitoshi IMAIZUMI (Shizuoka University), Tatsuki KANEKO (Graduate student, Gifu University)

Debris flows in steep headwater channels typically advance as a series of surges, whose passage represents their peak discharge and destructive potential. Although recent advances in three-dimensional point cloud acquisition by terrestrial light detection and ranging (LiDAR) have made high-definition field measurements increasingly feasible, characterizing surge passage at full scale in the field has not yet been fully achieved. Flume experiments yield dense, ground-truthed kinematics but at reduced scale, whereas natural-site monitoring by high-frequency terrestrial LiDAR has relied on surface- or cross-section-derived quantities, or on Lagrangian tracking of points and features. Both become fragile when the point cloud is sparse and occlusion-affected, as is typical of terrestrial LiDAR at natural sites.

Here we explore the use of an Eulerian occupancy-voxel representation for characterizing surge passage from such data. Rather than following the flow surface or individual particles, the flow is observed through voxels, a fixed spatial grid. For each frame of a high-frequency terrestrial LiDAR record, the point cloud is discretized onto a 0.2 m cubic grid, and a voxel is counted as occupied if it contains at least one returned point. The per-frame count of occupied voxels served as a metric of flow intensity within the monitored reach, tracked continuously through time.

The approach was applied to debris flows at the Ohya landslide in the upper Abe River, Southern Japanese Alps, which was initiated by an earthquake in 1707; its upper Ichinosawa catchment produces multiple debris flows in most rainy and typhoon seasons. For a debris flow event in August 2025, over a 4,457-frame (7.4 min) record, a surge passage was resolved as a coherent rise in occupied-voxel count, peaking at 8,126 voxels at t = 332.2 s, 5.0% above the immediately preceding pre-event window. Recomputing the series on a single global grid origin reproduced the peak (8,143 voxels at the same frame, Pearson r = 0.99), indicating that the signature is a property of the flow rather than of the grid. A spatially coherent reflectivity anomaly is visible within the flow body at the surge peak, but reflectivity is uncalibrated and is reported qualitatively only.

As an independent check on the underlying workflow, a surface-differencing depth proxy was computed for debris flows at the Illgraben monitoring site in Switzerland, using nearest-neighbour elevation differences against a pre-event dry-channel reference. The proxy reached 1.48 m at the surge stage, consistent with the published peak flow depth at this site.

The present contribution is a representation and a feasibility demonstration, not a validated monitoring framework: the surge is a single event, the occupancy observable is first-order, and the two sites are processed independently. Velocity estimation and calibrated reflectivity proxies remain future work.

Keywords: debris flow, terrestrial LiDAR, voxel representation, surge passage, Ohya landslide

O05

# LiDAR データと空中写真を用いた愛知川流域の斜面崩壊地における植生回復の分析

# Analysis of vegetation recovery in landslide scars in the Echi river basin using LiDAR data and aerial photographs

木下七海（筑波大学・院），八反地剛（筑波大学），小倉拓郎（一橋大学），水野敏明（滋賀県琵琶湖環境科学研究センター），小島永裕（滋賀県琵琶湖環境科学研究センター），中田康隆（京都府立大学）
Nanami KINOSHITA (Graduate student, University of Tsukuba), Tsuyoshi HATTANJI (University of Tsukuba), Takuro OGURA (Hitotsubashi University), Toshiaki MIZUNO (Lake Biwa Environmental Research Institute), Nagahiro KOJIMA (Lake Biwa Environmental Research Institute), Yasutaka NAKATA (Kyoto Prefectural University)

滋賀県愛知川流域南部・東部を対象に，航空 LiDAR データを用いて斜面崩壊地内の植生回復状況を評価し，植生回復に関わる条件を検討した．1975 年の空中写真から崩壊地を判読し，1963 年の空中写真での有無により，1963 年以前，1963～1975 年に発生した崩壊地に区分した．崩壊地の地質を，花崗岩類，堆積岩類，緑色岩・凝灰岩類の 3 地質群に分類し，それぞれ 44，45，45 か所の計 134 か所の崩壊地を分析した．植生評価には，2022 年の航空 LiDAR データから作成した数値林冠高モデル（DCHM）を用いた．周囲からの樹冠のせり出しの影響を除くため，現地調査と DCHM 図の判読から，崩壊地外縁部を除外して，評価範囲を設定した．DCHM 画素値を 0.1 m 未満，0.1～1 m，1～3 m，3～10 m，10 m 以上で区分し，評価範囲に対して各樹冠高帯が占める面積の割合を樹冠高別植被率として算出した．また，傾斜量図から水路頭の位置を判読した．1963～1975 年発生の崩壊地では，全地質群で 10 m 以上の樹冠高別植被率の平均値・中央値が最大であった．1963 年以前発生の崩壊地では，植被率の高い樹冠高帯が地質によって異なり，花崗岩類では 0.1～1 m と 3～10 m，堆積岩類では，3～10 m と 10 m 以上の植被率が高い傾向があった．緑色岩・凝灰岩類では，10 m 以上の植被率が平均 55%，中央値 70%で，高木スケールの占有率が顕著に高かった．また，花崗岩類の一部の崩壊地では，崩壊地内部に水路頭が位置し，その下流側に裸地が残存する事例があった．以上から，樹冠高別植被率は経過時間だけでなく，地質によって異なることが示された．また，水路頭下流側における裸地の残存には，継続的な土砂移動が関与している可能性がある．

キーワード：斜面崩壊，植生回復，LiDAR，空中写真，DCHM（数値林冠高モデル）

O06

# Insights into the Microstructural Evolution and Surface Hardness of Rocks Subjected to Repeated Wet–Dry Cycles

Sweta GURAGAIN (Graduate student, Shimane University), Ashis ACHARYA (Kyoto University), Hideki MUKOYOSHI (Shimane University), Tetsuya SAKAI (Shimane University), Tetsuya KOGURE (Kyoto University)

Repeated wet-dry cycles are one of the major weathering phenomena responsible for progressive degradation of the rock masses. Cyclic fluctuations of moisture alter the microstructural and mineralogical composition of rocks, leading to changes in their mechanical properties. The main objective of this study is to examine these microstructural changes and the related rock hardness changes under repeated wet-dry cycles through the combination of microstructural, mineralogical, and non-destructive hardness testing techniques.

Representative samples of rocks such as andesite, rhyolite, tuff, sandstone, and mudstone, were subjected to a series of wet-dry cycles under a laboratory-controlled environment simulating long-term natural weathering. The changes in rock microstructure and mineralogy were thoroughly investigated using Electron Probe Microanalysis (EPMA), Scanning Electron Microscopy (SEM), reflection photography, X-ray Diffraction (XRD), and clay fraction analysis. To complement these investigation techniques, the Leeb rebound hardness test was introduced as a rapid, non-destructive technique for evaluating changes in rock surface hardness.

The results from wet-dry cycles revealed greater resistance to degradation by the rocks containing higher proportions of quartz and feldspar, such as in andesite, rhyolite and basalt. In contrast, rocks with higher clay fraction, such as in mudstone, tuff, conglomerate and sandstone exhibited greater weathering. The microstructural analysis conducted before and after each wet-dry cycle revealed the initiation and propagation of microcracks, enlargement and coalescence of micropores, localized mineral alteration and surface discolouration with the increase in wet-dry cycle. Moreover, Leeb hardness test revealed slightly decreasing trend in hardness with increasing wet-dry cycles. As a part of preliminary evaluation for this hardness test, several factors influencing the reliability of Leeb hardness measurements were also investigated. The results revealed that the measurement accuracy depends on smooth, dry and intact testing surfaces of rocks.

The combined microstructural, mineralogical and Leeb hardness test results indicates a consistent trend of progressive rock deterioration under repeated wet-dry cycles. The observed decrease in surface hardness, corresponded with development of microcracks, pore coalescence, mineralogical weathering suggests a close relationship between weathering-induced microstructural evolution and mechanical degradation. These findings also provide experimental basis for future quantitative evaluation of hardness degradation throughout the successive wet-dry cycles and highlights the importance of integrating non-destructive hardness testing with microstructural and mineralogical characterization for assessing rock weathering processes.

Keywords: wet-dry cycles, microstructure, clay content, non-destructive hardness test, rock degradation

O07

# Identification of the overhanging rock masses on tafoni cliff based on the profile line method of three-dimensional digital model

Hufeng YANG (Southwest Jiaotong University, Kyoto University), Chenyuan ZHANG (Southwest Jiaotong University), Tetsuya KOGURE (Kyoto University)

Facing the complex rock mass structure formed by the coexistence of cavities and discontinuities in high-steep tafoni cliffs, traditional geological survey methods still exhibit certain limitations in structural identification. This study focuses on a rockfall hazard site, and investigates the digital transformation of the profile line method, the development of an intelligent identification method for overhanging rock masses, and the quantitative analysis of their spatial distribution characteristics. It proposes a framework comprising geometric slicing, profile identification, structural modeling, spatial clustering and volume estimation. Borrowing the fundamental idea of the vertical profile which simplifies three-dimensional structures into two-dimensional profiles, this framework converts three-dimensional rock face features into computable geometric entities within two-dimensional profiles, employs path tracing and orthogonal vector fields to construct mathematical models, effectively extracts overhanging rock masses from a path-based perspective, and achieves three-dimensional structural modeling of overhanging rock masses through clustering and lofting techniques. This approach mitigates dependence on the precise delineation of discontinuities and is suitable for identifying overhanging rock masses on complex cliff morphologies. On this basis, the study further analyzes the spatial distribution and block volume grades of overhanging rock. The results demonstrate that the proposed identification framework exhibits robust engineering applicability. By introducing an automated profile extraction method rooted in triangular meshes representation of 3D digital models, this approach significantly improves the spatial representational accuracy and structural characterization fidelity of the profile line method. Integrated with topological information to rectify geometric degradation artifacts, it enhances the robustness and applicability of the profile line structure, especially for cliffs characterized by ambiguous discontinuities and extensively developed overhanging rock masses, thereby providing technical support for geohazard risk identification and preliminary assessment of high-steep overhanging rock masses.

Keywords: Overhanging rock mass, Tafoni cliff, Profile line, 3D digital model

日本地形学連合発表要旨集
JGU Meeting Abstracts
Vol. 7, no. 1, 2026

O08

# MLS による地形計測のルート条件と微地形変化の検出限界に関する模擬実験

# A Simulated Experiment on Observation Conditions and the Detection Limits of Microtopographic Change Using Mobile Laser Scanning

高木　優，古木宏和（日本工営）
Yu TAKAGI, Hirokazu FURUKI (Nippon Koei)

近年，MLS（Mobile LiDAR Scanner）は，河川や斜面における地形計測手法として普及しつつある．MLS は機動性に優れ，UAV（Unmanned Aerial Vehicle）の飛行が困難な場所や災害直後の現場においても迅速な計測が可能であり，斜面変動モニタリングや出水前後の河床変動量の把握への活用が期待されている．一方，取得される点群の品質や地形モデルの再現性は，計測ルートや対象との位置関係などの観測条件の影響を受ける可能性がある。また，地形差分解析では，観測された差分が実際の地形変化によるものなのか，あるいは計測誤差やノイズに起因するものかを区別する必要がある。しかし，歩行型 MLS を対象として，観測条件と微地形変化の検出能力の関係を体系的に評価した事例は限られる。

本研究は，MLS による地形計測におけるルート条件が地形計測に与える影響を検証すると共に，微地形変化の検出限界を評価することを目的とした実験を行った。実験では，木板を用いて既知の形状および寸法を有する模擬地形を作成し，複数の計測ルートで計測を実施した。また，高さの異なる模型を用いて段階的な地形変化を与え，取得した点群から地形モデルを作成するとともに，地形差分解析を行った。

計測の結果，格子状および斜め方向のルートでは，対象地形を複数方向から観測できるため点群の欠測が少なく，地形模型を良好に再現できた。一方，多方向から対象を連続的に観測するルートでは地表面の取得が不十分となり，形状再現性が低下した。これらの結果から，対象地形を異なる方向から通過するような観測ルートを設定することが，地形再現性の向上に有効であると考えられる。また，地形差分解析では，高さ 2.7 cm の地形変化は明瞭に検出された一方，高さ 0.9 cm の変化は検出が困難であった。本実験条件下における微地形変化の検出限界は 1〜3 cm 程度であることが示唆された。

キーワード：モバイル LiDAR スキャナ，地形差分解析，模擬地形実験，点群データ

O09

# インソール型荷重計測器を用いた踏圧推定と登山道変形への影響評価

# Estimation of trampling pressure using an insole-based load measurement device and its effects on hiking trail deformation

土田隼人（北海道大学・院），早川裕弌，渡辺悌二，王　婷（北海道大学），小林勇介（弘前学院大学）

Hayato TSUCHIDA (Graduate student, Hokkaido University) , Yuichi S. HAYAKAWA・Teiji WATANABE・TING WANG (Hokkaido University) , Yusuke KOBAYASHI (Hirosaki Gakuin University)

登山道では，登山者やトレイルランナーの通行にともなう踏圧が，路面の締め固めや土壌侵食，道幅の拡大などを引き起こす要因の一つと考えられている．従来の研究では，侵食深，道幅，路面形状など，利用後に生じた地形変化が計測されてきたが、個々の登山者の歩行や走行によって路面に加わる力学的負荷は，野外での直接計測が難しく，荷重条件・地形条件に応じた違いは十分に明らかにされていない．

そこで本研究では，歩行速度・傾斜・路面条件等によって踏圧特性がどう変化するかを明らかにすることを目的とする．そのために，インソール型荷重計測器「loadsol-t（novel社製）」を用いて，歩行時の足底荷重の計測から，登山者の通行によって登山道に加わる踏圧および力学的負荷を推定し，その登山道変形への影響を評価する．計測された荷重のデータから，接地時間，ピーク接地荷重および力積を算出し，歩行条件や路面条件との関係を検討する．

計測は，室内でのトレッドミルを用いた傾斜・速度を段階的に変化させた統制条件下での計測と，自然の登山道における実地計測の二つからなる．実地計測の対象地は，大雪山国立公園および白滝ジオパークにおける稜線上の登山道も含まれる．この区間においては、数百人規模のトレイルランニング大会が開催され，そうした短期的・集中的な登山道利用の影響を定量的に評価することができる．計測の結果，ピーク接地荷重，接地時間および力積は，傾斜や歩行・走行条件，路面状態の違いにより異なる傾向を示すことが示唆された．今後，このように定量化された踏圧の力学的特性が，登山道変形に及ぼす影響を精査し，通過人数のみでは捉えられない登山道の変形過程のモデルや予測につなげる．

キーワード：登山道，インソール，荷重，踏圧

O10

# 市街地である川崎市生田の地形と土地利用の変遷と現状を踏まえた地域スケールでの生物多様性保全上の課題

# Landscape-scale biodiversity conservation issues in the urban area of Ikuta, Kawasaki City: insights from geomorphology and land-use change

三島らすな（明治大学・客員研究員）
Rasuna MISHIMA (Meiji University, visiting researcher)

川崎市多摩区の生田と呼ばれる地域は，丘陵地に位置する市街地である．生田およびその周辺地域では，地形をひとつの切り口に，地域の成り立ちや特性を再発見したり，地域内外の人びとと共有したりする活動やその研究が行われてきたことで，生田の成り立ちへの理解，地域内外の人びとを含めた活動を行う際に効果的な手法への理解などの成果が得られている（三島・倉本 2021，三島 2026）．一方で，生田において特徴的な地形や生物多様性が，将来的に保全されるという社会実装を目指していく上では，あらためて生田の現状と課題を理解する必要がある．

そこで本研究では，国土地理院の地図・空中写真閲覧サービスで閲覧できる空中写真，川崎市が所管している地形図などを用いて，生田の地形と土地利用の変遷と現状を調査した．空中写真や地形図などを用いた机上調査から，現在も生田に残っていると推測された特徴的な地形や，近年地形や土地利用が変化したと推察された場所については，現地へ赴き直接地形や土地利用や植生を確認した．

調査の結果、生田での人の手による大規模な地形の改変としては，1960 年代の西三田団地建築に係る造成が挙げられたが，その後も小規模な地形や土地利用の変化が進んできたことを確認できた。生田の中には民有地が多く，現在は特徴的な地形や植生などが残されており，生田という地域のスケールでの生物多様性保全への役割や可能性を有している場所であっても，これまでの変遷と同じように改変されてしまう可能性がある．生田に特徴的な地形や植生などが残されている場所についての，地域スケールで見た際の役割，意味，可能性が，生田のまちづくりへの参画者に共有されていることは必要である可能性がある．

キーワード：丘陵地，空中写真，地図，斜面林，団地，住宅街

O11

# 令和 8 年熊本地震における“震災の帯”について

# Regarding the “Earthquake Belt” Associated with the Reiwa 8 Kumamoto Earthquake

吉村辰朗（第一復建）
Tatsuro YOSHIMURA (Daiichi Fukken)

地震の際にずれ動いて地震波を発生させ，地震動を引き起こす断層は，震源断層と呼ばれている．断層は，広域応力場に支配されて，系統性をもつ断層系をともなって断裂帯を形成する．断層運動と密接に関連して形成される褶曲は，断層関連褶曲（断層折れ曲がり褶曲）と称される．九州北西部に分布する佐々川衝上断層の断層折れ曲がり褶曲においてγ線探査を実施した結果，2 種類の断裂帯（引張断裂帯と圧縮断裂帯）を検出した．この 2 種類の断裂帯は，活断層分布域でも認められる．活断層分布域での断層折れ曲がり褶曲は，引張断裂帯・中性面・圧縮断裂帯・活断層から構成され，これを活断層帯と称する．1995 年兵庫県南部地震・2000 年鳥取県西部地震・由布院断層の「活断層－引張断裂帯」の距離は，500m～600m である．1995 年兵庫県南部地震の際に発生した構造物の被害集中領域は，“震災の帯”と呼ばれた．神戸市内では明瞭な地震断層は確認されず，“震災の帯”の形成原因としては，地震波の増幅と考えられている．令和 8 年 7 月 28 日 16 時 27 分頃，熊本県熊本地方を震源とするマグニチュード 7.1 の地震が発生し「令和 8 年熊本地震」と命名された．氷川町に見られる家屋倒壊の状況は，「1995 年兵庫県南部地震での“震災の帯”」に類似する．被災地付近の断裂線図を作成した結果，被災地は「引張断裂帯」（震源断層）に該当し，日奈久断層から 600m～1000m 西側に位置する．

キーワード：令和 8 年熊本地震，活断層帯，震災の帯

O12

# 地中レーダと点群データで観測した安倍川の河口砂礫州の地形・内部構造と自然・人工作用

# Topography, Internal Structure, and Natural and Anthropogenic Processes of the Sand-Gravel Bar at the Abe River Estuary Observed via Ground-Penetrating Radar and Point Cloud Data

ゴメス　クリストファー（神戸大学），大海陸人（神戸大学・院）
Christopher GOMEZ (Kobe University), Rikuto DAIKAI (PhD student, Kobe University)

安倍川は流域面積 567 km²を有し、上流部は標高 2,000 m 級の山地に及ぶ。上流部の大谷崩をはじめとする大規模崩壊地は主要な土砂供給源であり、流域全体の土砂移動に大きな役割を果たしている。洪水および土砂災害リスクの軽減を目的として、国土交通省は毎年(令和 1 年から 6 年まで)、上流部で 32,000～52,800 m³、下流部で 146,000～361,000 m³の土砂を掘削・搬出している。一方、沿岸域には 73,300～243,700 m³の土砂が投入されている。したがって、安倍川河口で開閉を繰り返す砂礫州は、自然作用と人工的介入の双方の産物であるといえる。

本研究では、人工的活動が堆積構造および地形に及ぼす影響を明らかにするとともに、河口の地形システムが堆積物を完全に再構成するのか、あるいは人為的影響がより長期にわたり残存し地形景観の「アンカー」として機能するのかを検討した。地表形状の記録にはドローン（DJI Mavic 4 Pro）およびモバイル LiDAR（LiGrip O2）を、内部構造の把握には地中レーダ（MALÅ RAMAC ProEx、500 MHz アンテナ、測距エンコーダホイール併用）を用いた。砂礫州の左岸側の部分調査結果による、土砂投入によってほぼ水平な内部構造が形成され、これが自然堆積物および旧河道の埋積構造と部分的に重複している。砂礫州の背後（陸側）では、砂礫混合堆積物を覆うように細粒堆積物が分布しており、潮汐および増水時に供給される細粒土砂が砂礫州を目詰まりさせる作用が示唆される。地形全体としては、海側斜面は再移動により自然地形が形成されつつあるのに対し、上部の平坦面はダンプトラックによる土砂投入に由来し、自然堆積物を覆って一時的に「化石化（埋没保存）」させていると考えられる。以上の結果は、暴風時の営力によらずとも自然の作用によって砂礫州が緩やかに再形成されるよう、沿岸砂州における人為的介入を計画する上での指針となる。

キーワード：地形学，安部川，砂礫州，地中レーダ，SLAM モバイルライダ，SfM

O13

# 航空レーザ測深による徳島県牟岐町出羽島の礫堤と砂嘴の調査

# Study on beach ridge and sand spits formed on Debajima Island in Mugi Town, Tokushima, using Airborne LiDAR Bathymetry

宇多高明（土木研究センター），壱岐信二（アジア航測），今井志彦（アジア航測）
Takaaki UDA (Public Works Research Center), Shinji IKI and Yukihiko IMAI (Asia Air Survey)

日本財団と日本水路協会では，「海の地図プロジェクト」として 2022 年から 10 年間で航空レーザ測深（Airborne LiDAR Bathymetry: ALB）により，全国の沿岸域（水深約 20 m まで）の海底地形の測量を公共測量作業規定準則に基づいて実施している．航空レーザ測深は，通常の深浅測量よりはるかに広い区域の海底地形を統一的かつ短時間で測量できるのみならず，測量範囲が所管区域に限定されることはなく，かつ海底地形と沿岸の陸上地形を同時に測量可能という優れた機能を有している．筆者らは，上記プロジェクトで得られた航空レーザ測深（ALB）データを用いた各地の海底地形調査を進めており，既に姫川～市振漁港間の漂砂特性の把握結果について報告した（今井ほか, 2026）．ALB 測深では，NMB 測量において観測船が接近できない汀線近傍や施設近傍でも測量が可能である．ここでは徳島県牟岐町沖 2.3 km に位置する出羽島を研究対象地に選んだ．出羽島は，南北 1,044 m，東西 556 m の細長い島であり，島の南岸には海蝕崖が連なる一方，北端付近には礫浜が広がる．出羽島の北端には東西 2 か所からほぼ NNW 方向に没水砂州が伸びる．規模の大きな砂州は北西岸から伸びている．北西端から NNW 方向に伸びた没水砂州は，島の西側面ではほぼ 1/20 の一様斜面であるが，北西側側面は 1/2 の安息勾配斜面が続く．一方，出羽島の北東端からもほぼ NNW 方向へと伸びた没水砂州が伸びるが，その東側の海底面は，港口部を除き，1/20～1/30 の緩斜面で構成されていた．一方，島の南西岸には，礫堤により塞がれた出羽島大池が形成されている．この大池の標高は，T.P.0 m の平坦面であり，池の外縁を T.P.3.7～5.0 m の高さの礫堤で塞がれていた．この池は，伊豆半島西岸にあって同じく礫堤で閉じ込められた明神池（宇多・山本，1996）とよく似た姿を保っている．出羽島から NNW 方向に細長く伸びた没水砂州は，出羽島西岸における出羽島大池の形成と考えあわせると，南側からの波浪の作用により島の南岸が削られて海蝕崖が形成される一方，侵食により供給された砂礫が島の海岸線に沿って北向きに運ばれ，島の北端においてほぼ NNW 方向に伸びた没水砂州の形成を促したと推定される．

キーワード：航空レーザ測深，ALB，出羽島，礫堤，砂嘴

O14

# 三重県雲出川河口部に見られる鉤状砂嘴の成り立ち：雲出川流出土砂の役割

# Formation of the Hook-shaped Spit at the Mouth of the Kumozu River, Mie Prefecture: The Role of Sediment Discharged by the Kumozu River

小玉芳敬（鳥取大学），三浦はな（林野庁）
Yoshinori KODAMA (Tottori University), Hana MIURA (Forestry Agency)

**はじめに**

三重県津市を流れる雲出川の河口部には，鉤状砂嘴が観察される．しかし 1947 年頃には直線的に伸びた砂州が確認されており，現在とは異なる様相を呈していた．本研究の目的は，雲出川河口部の砂嘴の成り立ちを解明することである．

**調査・分析方法**

雲出川河口部の砂嘴において，2024 年 11 月 8 日に RTK ドローンを用いた写真撮影を行い，Metashape で DSM を抽出し，オルソ画像を作成した．また過去の衛星写真より汀線を抜き出し，砂嘴形状の変遷を明らかにしてその発達過程を考察した．

**結果および考察**

この砂嘴は，7 列の浜堤列群で構成される．撮影年次の異なる衛星写真の汀線位置と浜堤列群を比較することで，7 列の浜堤列群は 2013 年以降に形成された極めて新しい堆積地形であることが分かった．

2014 年以降の汀線変化に注目すると，2016 年，2020 年，2021 年には沖に向け突出した角状の堆積地形が認められた．この地形は伸長形態から波浪によるものではなく，河川によって形成されたものと考えられる．

雲出川の年最大日流量の変遷と砂嘴の成長記録とを照らし合わせると，大規模出水が起こった数年後の中規模出水時に角状地形が明瞭になった．2020 年に雲出川より多量に排出された砂が形成した角状の堆積地形は，2021 年には波浪や沿岸漂砂の影響で南西側へ回転を始めた．この回転移動がその後も続き，現在の鉤状砂嘴が形成されたと推察できる．つまり鉤状砂嘴の特徴である鉤状爪の部分は，河川から突発的に供給され角状に突き出た多量の堆積物が，波浪や沿岸漂砂により再移動・変形して形成されたと考えられる．

**結論**

雲出川河口部に位置する砂嘴は 2012 年以降に形成された極めて新しい堆積地形である．現在 7 列の浜堤列群からなり，陸側の 6 列は連続して付加するものの，1 番沖側の 1 列との間には一部トラフ状の凹地が形成され，鉤状砂嘴の形態となっている．この地形的不連続の形成には，河川から突発的に供給された多量の砂が，波浪や沿岸漂砂により再移動したことが重要な役割を担っている．

キーワード：鉤状砂嘴，河川の土砂流出，雲出川，汀線変化，角状堆積地形

O15

# 海釣りガイドブックに掲載された写真資料の地形学上の利用可能性―北海道沿岸を事例として―

# The Possibility of fishing guide books in the usage of an index on geomorphological field work -An example of Coast area in Hokkaido-

堀川泰寛（会社員）
Yasuhiro HORIKAWA (Company Employee)

近年、地理院地図やGoogle Earthの普及により、空中写真や地形情報へのアクセスは容易になった。一方で、広大な海岸線から調査対象地を選定する際には、膨大な地理情報を継続的に閲覧する必要があり、その探索には相応の時間的・認知的負荷を伴う。本研究では、従来地形学研究で利用されることの少なかった海釣りガイドブックに着目し、その研究設計上の有用性を検討した。

対象は北海道沿岸を扱った海釣りガイドブック 10 冊である。掲載写真を集計した結果、垂直写真と斜め写真を合わせて約1000枚が確認され、そのうち2割強を斜め写真が占めた。さらに、掲載写真から短時間のうちに判読可能な地形要素を整理するとともに、20枚の写真について詳細な判読を行い、地形学的利用可能性を検討した。

その結果、垂直写真からは海食崖、波食棚、節理系・亀裂等などの線形の地形的要素が効率的に把握可能である。また、斜め写真は地形の立体的把握に有効であり、海成段丘面、周辺の尾根・谷といった立体的な海岸地形要素を短時間での判読を可能にする。また、海釣りガイドブックは、海岸を継続的に利用・観察してきた釣り人の視点によって編集された資料であり、研究者個人の経験や既往研究の蓄積に依存しない調査地点抽出を支援する可能性を有する。

以上より、海釣りガイドブックは地理院地図やGoogle Earthを代替するものではないが、研究対象の探索段階において広域海岸の景観情報を効率的に提供する「高解像度インデックス」として機能しうることから、広範囲のデータベースと相補的に運用することで、海岸微地形の抽出をより容易にすることが考えられる。

キーワード：海岸地形，海釣りガイドブック，地形判読

O16

# ボルタ川河口域の地形分類図作成のための予察

# Preliminary investigation on developing the land classification map of the Volta River mouth area

南雲直子（土木研究所）
Naoko NAGUMO (Public Works Research Institute)

ボルタ川はガーナ東部でギニア湾に注ぐ流域面積約 40 万平方キロメートルの河川で、河口域では海岸侵食が進行する。このような場所で適切な対策を施すためは、沿岸域の流砂の挙動のみならず、周辺の地形や河川による土砂輸送特性を踏まえた総合的な評価が不可欠である。そこで発表者はボルタ川河口域の地形分類図を作成することとし、既往資料の分析を進め、Sentinel-2 画像をはじめとする衛星画像の判読に基づく予察図を作成した。ボルタ川左岸には蛇行した旧河道と自然堤防の組み合わせからなるデルタ状の地形が発達し、その下流側はラグーンに接続して次第に不明瞭となる。ここには、約 8000 年前、約 3500 年前の流路（Aagaard et al., 2021）に相当すると考えられる幅の広い二本の旧河道が認められる。一方、現在の主流路沿いには明瞭な崖が形成され、その背後には小規模な旧河道と陸化した砂州状の高まりからなる地形が形成されている。また、過去数十年の間、主流路の位置はほとんど変わっていない。ボルタ川は土砂を活発に輸送・堆積させ、流路変動を引き起こす形態から、流路を統合して下刻傾向を示す形態へと変化していると考えられ、このような変化には海面変動やダム建設に伴う流砂量の変化が影響を及ぼしたことが示唆される。

キーワード：ボルタ川，デルタ，土砂輸送，海岸侵食，地形分類図

O17

# 周辺堆積物の層相と堆積速度から見た美濃三河高原の小起伏面の形成期

# Formation age of the low relief surface in the Mino-Mikawa Plateau, central Honshu, on the basis of litho-facies and sedimentary rates of deposits around the plateau.

小松原琢（琵琶湖博物館）
Taku KOMATSUBARA (Lake Biwa Museum)

美濃三河高原には，隆起準平原に由来する（たとえば須貝,1990,1995）頂部小起伏面が広く発達する．森山（1987）は，この高原面が河床高度の動的平衡下で河川の側方侵食が継続した結果造られた浸食（一部堆積）面を起源とするものであり，それが土岐砂礫層（＝明智礫岩層）堆積末期に形成されたとする考えを基に，森山・丹羽（1985）は高原北東部で砂礫層を一部覆って堆積した上野玄武岩の年代の年代値（柴田・山田，1977 より 1.1～0.7Ma；中野ほか,2000 の再測定によると 2.8～1.4Ma）等を基に高原面の形成期を前期更新世としている．さらに須貝（2001）は，この高原面と濃尾平野地下の第四系の構造を結び付け，中部傾動運動（桑原，1968）の過程を議論している．

しかし，広大な（おそらく複数の水系によって形成された）基準面の年代や初生的形態を明らかにすることは容易ではなく，複数の指標から検討することが必要ではないだろうか．

演者は，高原面周辺に分布する地層の層相と堆積速度から，その形成期を再検討している．検討にあたり，1）当地周辺は第 1 瀬戸内海の時代（前～中期中新世）以降中期更新世に至るまで内陸に位置していたと考えられることから，高原面の形成期にはその周囲に粗粒砕屑物を供給することはなかったはず，2）大きな基準面変動がない（≒顕著な隆起・沈降が生じない）状態が継続したなかで形成されたはず，3）周囲の堆積物の平均堆積速度は小さかったはず，という 3 点を前提とするなら，高原面周辺で細粒砕屑物が低速度で堆積していた時代が，高原面の原型形成期の候補としてふさわしいと考えている．この条件を満たす可能性が高い堆積物は，中新世中期～鮮新世前期の東海層群下部（土岐口陶土層・瀬戸陶土層等：陶土団研,1999）であり，これらの堆積期に美濃三河高原の原型が形成されたのではないだろうか．この作業仮説単独では循環論法から抜け出すことはできない．今後，風化・古気候・年代・発達史といった多方面から再検討されることを期待する．

キーワード：浸食小起伏面，美濃三河高原，堆積速度，中新–鮮新統，中部傾動運動

O18

# 地域に根ざした土砂災害対策と崩壊危険斜面の調査・観測―諏訪市神子沢の取組―

# Community-Based Landslide Disaster Mitigation and Investigation and Monitoring of a Potentially Unstable Slope in Kankozawa, Suwa City, Japan

松澤　真（京都大学），菊地輝行（公立諏訪東京理科大学），金山健太郎（大日本ダイヤコンサルタント），佐藤達樹（国土防災技術）
Makoto MATSUZAWA (Kyoto University), Teruyuki KIKUCHI (Suwa University of Science), Kentaro KANAYAMA (Dia Nippon Engineering Consultants), Tatsuki SATO (Japan Conservation Engineering)

土砂災害の発生は，地形・地質・地下水条件などの局所的な違いに左右され，隣接する斜面でも崩壊の有無が異なることが多い．このため，「斜面ごと・谷ごとの個別対応」が必要である．一方，既存の土砂災害警戒区域は全国共通の手法に基づいて危険箇所を抽出しており，近年は警戒区域外で発生する土砂災害も社会的な課題となっている．そこで筆者らは，長野県諏訪市有賀区の神子沢を対象に，地域住民と共同で現地踏査や崩壊危険斜面の調査を行い，住民が利用しやすい防災マップを作成した（松澤ほか，2024）．この防災マップは公民館の玄関に設置されるなど，地域の防災活動に活用されている．

本報告では，産学官民連携による神子沢での合同現地踏査，地域防災に関するワークショップ，および崩壊危険斜面での地質調査と斜面動態観測を紹介する．2025 年 5 月 15 日には，有賀区住民，長野県諏訪地域振興局林務課，京都大学防災研究所，公立諏訪東京理科大学による合同現地調査を実施した．同年 8 月 26 日には地域住民と筆者らによる合同現地踏査を行い，翌 27 日には「身の回りの自然災害について一緒に考える」をテーマとするワークショップを開催した．これらの取組により，土砂災害に脆弱な森林，断層地形，盛土の崩壊など，住民が十分に認識していなかった土砂災害リスクが明らかとなった．さらに，2026 年 5 月には，崩壊の危険性が高い源頭部でボーリング調査を行い，水位計および表層傾斜計を設置した．観測期間が短く，地下水位と斜面傾斜の関係は解析を進めている段階であるが，2026 年 6 月 26 日の豪雨時には地下水位の急上昇を確認した．本事例は，地域防災活動と継続的な調査・観測を産学官民連携の下で一体的に進めることの重要性を示している．

キーワード：地域防災，産学官民連携，土砂災害，防災マップ，斜面動態観測

O19

# 2025 年八潮市道路陥没事故における地形情報の取得と活用

# Acquisition and utilization of topographic data in the 2025 Yashio road collapse

土志田正二，新井場公徳（消防研究センター）
Shoji DOSHIDA, Kiminori ARAIBA (National Research Institute of Fire and Disaster)

2025 年 1 月 28 日に発生した「八潮市中央一丁目交差点道路陥没救助事案（八潮市道路陥没事故）」において，陥没穴が拡大し地下空間の斜面による救助活動への影響が懸念されたことから，草加・八潮消防局からの依頼を受け 2 月 3 日から消防研究センターは技術支援を行った．技術支援では安全管理の助言のほか，現状把握のためにドローンやハンディ 3D スキャナを活用して，地図の作成ならびに地形情報の取得を行った．本発表ではこの事例を紹介すると共に，今後の災害や事故における地形情報の活用方法についての考察を行う．

現場でのドローン空撮は 2 月 3，4 日に実施，ハンディ 3D スキャナによる計測は 2 月 4 日，8 日に実施した．ドローン空撮では，現場のオルソ画像を作成や，全体の状況を把握するための空撮（救助活動の問題となっていたコンクリート構造物，地下水（下水），新しく施設するスロープ位置を 1 枚の画像内で撮影）を実施し，有効に活用することができた．ドローン空撮画像を用いて作成した三次元地形データでは，オーバーハングしていた陥没穴の奥行を把握することができなかったが，ハンディ 3D スキャナによる計測では陥没穴の奥行の把握，ならびにコンクリート構造物が有る状態（2 月 4 日）と，構造物を落とした後の状態（2 月 8 日）の地形情報を取得することができた．ただ，要救助者が他の場所で発見されたこともあり，計測後の陥没穴内に救助隊員が入ることが無かったため，本地形情報は救助活動に利用されることは無かった．

今回のようにオーバーハングのある状況や，ドローンの飛行が難しい場合には，ハンディ 3D スキャナによる地形情報は救助活動を考える上で貴重な情報となる．ただし，取得するタイミングが重要であり，三次元地形情報の見せ方も考える必要がある．

キーワード：2025 年八潮市道路陥没事故，救助活動，ドローン，ハンディ 3D スキャナ

O20

# 地形変動にかかる閾値水文情報の着目点

# Marginal of topological shaping hydraulic data

安東　尚美（流域調整室技術事務所）
Naomi ANDO (River-Basin Control Bureau Technology Office)

京都府相楽郡和束町の 1953 年水害で流路の 10m以上の変動がみられた実験用地で、1m 深地温や地下水音から地下水流を検出し、土壌水分 pF および雨量や温度風速等の簡易気象観測やデータ収集、地下水有限要素法解析を行ってきた。地下水流解析が可能なのは 1 時間に 34ｍｍ降った 10 時間後までで、2018 年 7 月の 3 日で 250mm の降水は計算途中で止まり最後まで再現できなかったが、地温調査や流水音計で検出された地すべりをもたらす地下水流と認められる場所や、橋架け替えで橋台水抜き穴を閉じたことで側溝蓋が流出する現象や対策は表現できた。土砂災害避難の基準である土壌雨量指数は 60 分累加雨量で市街地 5 段山地 3 段のタンクモデルの水位の合計となるが、農耕作業に必要な保水と、土砂災害などに繋がる降水量との閾値を現象との対応で見出すため、深さ L の土壌の水分 θ の変化速度（水の流入速度と損失速度の総和に等しくなくてはならない。）を、生物環境物理学の基礎、第 2 版、9 章　土壌中の水の移動　及び他資料※より、

$$\rho_w L \frac{d\theta}{dt} = Jw — Jwd — Es — Ep$$

$Jw$：湿潤速度　（＝雨量）　※pF 値と、van Genuchten の式における体含水率とのの関係から、pF 深さまでの体積含水率から飽和になるまで

Jwd：L 以深の土層への浸透速度　（∝ k ：透水係数）

Es：土壌表面からの（蒸発速度（$\propto C\sqrt{t}$） C：土壌による定数、 t ：時間

Ep：植物による蒸散速度

吸水速度 φ＝.0（吸水速度（湿潤土壌））、φ＝0.5　（乾燥土壌）
※相対湿度 50％で区切る、0.6～1.5，※∝温度と相対湿度からの可蒸発量、日照、風速を抵抗の逆数＝コンダクタンスとする

国交省の川の防災情報雨量や、気象台やアメダスの気温湿度風速情報から補正した手持ち観測計の気象情報や土壌水分情報から定数設定し、耕作地は最上段を加えて 4 段タンクモデルで表現し地下水解析の降雨流出関係とする条件を整理した。2026 年 6 月 25-27 日に 150mm 降って S28 洪水以前の道に冠水し流路が 1m変動したが、避難に有用な分秒単位の視線移動を考え再現できる様にしたい。

キーワード：流路変動，閾値，地下水解析，タンクモデル，気象情報

O21

# 大起伏付加体山地における層理構造が流域水文特性に及ぼす二重の制御

# Dual control of bedding structure on catchment hydrology in high-relief accretionary complexes

山川陽祐（筑波大学），輿水康二（内閣府），内田太郎（筑波大学）
Yosuke YAMAKAWA (University of Tsukuba), Koji KOSHIMIZU (Cabinet Office), Taro UCHIDA (University of Tsukuba)

山地流域における降雨の浸透・貯留・流出過程に対する層理構造の制御メカニズムを明らかにするため，大井川上流の井川湖周辺に位置する付加体（四万十帯）の流域群（0.64–4.74 km²）を対象として，無降雨期における流出量および電気電導度（EC）の多地点・多時期スナップショット観測を実施した．得られた水文データの空間的・時間的変動特性と，DEM 解析から得られた地形傾斜・流向および層理の走向・傾斜データに基づく斜面分類（流れ盤・受け盤・走向斜面），さらに地すべり地形の分布密度との相関解析を行った．その結果，層理傾斜が地形傾斜を上回る当該地域では，低水時の比流量の空間分布に対する層理構造の直接的な影響は限定的であり，層理に平行な深部浸透・涵養過程が斜面タイプ（流れ盤・受け盤）によらず空間的に一様に機能している可能性が示された．一方で，水文指標の時間的な変動係数の解析から，流れ盤が卓越する流域ほど流出応答の変動が大きく，流出緩衝能（貯留能）が低下する傾向が認められた．これは，流れ盤構造に由来して発達した地すべり体の亀裂ネットワークが，先行降雨状態に応じて活性化する動的な排水経路として機能していることを示唆する．これらの層理構造の直接的（深部涵養）および間接的（地すべり変動を介した浅部排水）な制御を統合し，構造地質と変動的な水文プロセスを融合した新しい概念モデル「地盤構造システム（structural ground system）」を提案した．本システムは，特に大起伏の湿潤変動帯における大規模土砂災害の発生スケール（$10^{-1}$–$10^{0}$ km²）を対象とした水文プロセスの異方性を解釈する新たな視点を提供するものである．

キーワード：層理構造，地すべり水文学，流出緩衝能，付加体，地盤構造システム

O22

# 阿蘇 Critical Zone の再構築：地下水涵養を高め土砂災害を低減するために

# Reconstructing the Aso Critical Zone for Enhanced Groundwater Recharge

恩田裕一，手塚健斗（筑波大学），宮沢良行（琉球大学），久米朋宣（九州大学演習林）
Yuichi ONDA, Kento TEZUKA (University of Tsukuba), Yoshiyuki MIYAZAWA (University of the Ryukyus), Tomonori KUME (Kyushu University Forests)

熊本都市圏は生活・産業用水の大部分を地下水に依存しており，その持続的な涵養は重要な地域課題である．阿蘇では従来，水源涵養を目的として草原の森林化が進められてきた．しかし，既往研究ではススキ草原の蒸発散量はスギ・ヒノキ林より小さく，森林化によって蒸発散が増加し，水源涵養という本来の目的に反して利用可能な水資源が減少する可能性が示されている．一方，阿蘇における草原と森林の蒸発散量および地下水涵養量の現地比較は十分ではない．そこで本研究では，草原と森林に土壌水分計，テンシオメーター，雨量計等を設置し，土壌水分収支と遮断蒸発を含む蒸発散量を連続測定している．さらに，ススキの刈取り・放牧による草丈管理が蒸発散量に及ぼす影響を評価し，ドローン観測により植生構造と蒸発散量の空間分布を推定する．これらの観測に基づき，阿蘇の Critical Zone を，崩壊・侵食リスクの高い急斜面では森林を維持，植林し，斜面下部や緩傾斜地では草原を保全・再生する土地利用を再構築することを提案する．また，あか牛の放牧を草原管理だけでなく地下水涵養サービスの供給として位置づけ，涵養量の増加に応じた支払い等のインセンティブを導入することで，畜産，草原景観，生物多様性および逼迫が予想される熊本都市圏の地下水需要を一体的に支える地域循環の形成を目指すことができると期待される．

キーワード：阿蘇，Critical Zone，地下水涵養，蒸発散，草原管理，あか牛

O23

# 洪水流出過程から崩壊発生過程への遷移状態

# A transitional state from the storm runoff process to the landslide occurrence process

谷　誠（元京都大学）
Makoto TANI (Former Graduate School of Agriculture, Kyoto University)

急傾斜の山地斜面における豪雨時の流出機構について,流出量の時間変化が subsurface flow と地表流によってではなく，鉛直不飽和浸透による土壌層から排水された地下水が土壌パイプや基岩亀裂などの preferential flow pathway を通じて傾斜方向に速やかに排水されることで生み出されることが，斜面水文学の観測（Kojima and Tani, 2025）とリチャーズ式を用いた理論解析（Tani et al., 2020）によって明らかにされてきた（谷，2026）．したがって，累加雨量が大きくなってもこの排水によって地下水面の上昇が抑制されるのだが，強雨があって排水の限界を超えるようになると，土壌層底面付近の間隙水圧が上昇するようになる．こうして安全率が 1 を下回っても必ずしも崩壊発生に至るとは限らないので，遷移状態と呼ぶことにする．米国のオレゴン州の急峻なゼロ次谷では間隙水圧や流量の観測があって表層崩壊が発生した結果があるので（Montgomery et al., 2009），このデータへの鉛直不飽和浸透をベースとする流出モデル（ＶＺモデル）（谷，2023）を適用して，この水文現象から崩壊現象への遷移状態について討議したい．

キーワード：鉛直不飽和浸透，preferential flow pathway，VZ モデル，表層崩壊，CB1

引用文献

Kojima, N. and Tani, M. (2025) Evaluating effects of catchment properties and antecedent moisture conditions on storm runoff responses based on hillslope observations in a small mountainous catchment. J. Hydrol., 660, 133464.
Montgomery, D.R., Schmidt, K.M., Dietrich, W.E., McKean, J. (2009) Instrumental record of debris flow initiation during natural rainfall: Implications for modeling slope stability. J. Geophys. Res.,114, F01031.
谷誠 (2023) 鉛直不飽和浸透に基づく新しい洪水流出モデルの適用による山地小流域の流出機構の再検討，水文・水資源学会誌，36，20-51.
Tani, M., Matsushi, Y., Sayama, T., and Sidle, R.C., Kojima, N. (2025) Characterization of vertical unsaturated flow reveals why storm runoff responses can be simulated by simple runoff-storage relationship models. J. Hydrol., 588, 124982.
谷誠 (2026) 「豪雨災害の水文学：流域治水に必要な流出モデルのパラダイムシフト」．鹿島出版会，272p.

# ポ ス タ ー 発 表

SP01

# 地形発達シミュレーションモデル（LEMs）の構築と未来地形予測に向けての課題

# Development of landscape evolution models (LEMs) and challenges for predicting future landforms

田中　靖（駒澤大学），井上　信（大日本ダイヤコンサルタント）
Yasushi TANAKA (Komazawa University), Shin INOUE (Dia Nippon Engineering Consultants)

地形は，様々な地形形成プロセスの相互作用によって形成される．地形形成にかかわるプロセスは多岐にわたり，それらが複雑に絡み合っているため，将来の地形を空間的に予測することは極めて難しい．この課題に対し，地形学的な物理法則を組み合わせた数理モデルをコンピュータ上で構築して地形発達を再現する手法があり，地形発達シミュレーションモデル（LEMs）と呼ばれている．我々は，放射性廃棄物の処分事業において要求される数千年から数十万年後の地形予測を一つの目標として，日本の地学的特性に最適化した LEMs の構築に取り組んできた．

LEMs の基礎となる地形学公式の研究は，Culling (1960) や平野 (1966) による斜面地形変化の数理モデルから進展してきた．その後，数値地形モデル（DEM）の普及や計算機能力の向上に伴い，欧米では SIBERIA，GOLEM，CAESAR，CASCADE，CHILD など多くの LEMs が開発され，日本でも野上 (2011) 等の研究の蓄積がある．これらのモデルの多くにおいて，斜面変化に関しては現在でも平野 (1966) などが示した拡散方程式に基づく考え方が広く採用されている．しかし，実際の地形は多様なプロセスの相互作用で成り立つため，それらの組み合わせ方やコンピュータ上での再現手法の違いが，各 LEMs による予測結果の差異となって現れる．

LEMs 構築においては，初期地形や DEM の解像度といった「初期条件」，土地条件や各種プロセスを反映させる「境界条件」といった数値計算上の基本問題に加え，地形学公式の平面への拡張に伴う課題に直面する．さらに，物理プロセスを詳細化するほどパラメータが増加する一方で，それらを観測データから直接取得することが極めて難しいという実務上の問題がある．

本発表では，斜面地形変化，河床縦断形の変化，地殻変動，および海岸浸食を考慮し，数万年スケールの地形変化予測を目指した LEMs による計算事例を紹介する．その結果から可視化される現在の LEMs の課題と，今後の可能性について議論したい．

キーワード：地形発達シミュレーション（LEMs），長期間地形予測，放射性廃棄物処分，
平野モデル，地形プロセス

P01

# 花崗岩質岩石の微視的風化特性と地形年代の関係

## Relationship between Microscopic Weathering and Geomorphic Age of Granitic Rocks

濱田光生（弘前大学・院），峯田才寛（弘前大学），下岡和也（関西学院大学）若狭　幸（弘前大学）
Koki HAMADA (Graduate student, Hirosaki University), Takahiro MINETA (Hirosaki University), Kazuya SHIMOOKA (Kwansei Gakuin University), Sachi WAKASA (Hirosaki University)

岩石の化学風化は岩石と水との反応によって生じ，風化時間に応じて風化層の厚みが変化することから，これを地形の形成年代測定に応用する手法が検討されてきた．しかし，環境や岩石種の違いにより風化プロセスと時間の関係が異なるため，未だ画一的な手法は確立されていない．そこで本研究では，花崗岩質岩石を対象に，巨視的な化学・鉱物組成から微細領域の組織・結晶学的特徴までを多角的に分析し，化学風化プロセスを明らかにするとともに，地形年代との関係について考察することを目的とする．

調査地は岩手県久慈市侍浜周辺地域である．この地域は地形年代の異なる複数の海成段丘面及び河成段丘面が発達している．本研究では，各段丘面の地表面位置する花崗岩質岩石の露頭において，地表から深度 10 cm までの表層部から試料を採取した．採取した試料に対し，全体的な鉱物組成および化学組成を把握するため，X 線粉末回折（X-ray Diffraction: XRD）および蛍光 X 線分析（X-ray Fluorescence: XRF）を実施した．さらに，鉱物粒子の変質状態や元素の局所的な分布を評価するため，薄片観察，走査型電子顕微鏡（SEM）による高倍率組織観察，エネルギー分散型 X 線分光法（EDS）による組成分析を実施した．加えて，電子後方散乱回折法（Electron Backscatter Diffraction: EBSD）を実施し，結晶構造や微細組織の解析に基づく風化評価への適用可能性を検討する．

これら一連の分析によって得られた各段丘面試料の組成・組織的特徴を比較し，表層風化の実態と地形年代との関係について考察する．

キーワード：化学風化，海成段丘，花崗岩質岩石，SEM-EDS，EBSD

P02

# 北海道厚岸湾における海食崖の後退量の推定

# Estimation of the retreat rate of sea cliffs inn Akkeshi Bay, Hokkaido

大澤 光，渡壁卓磨，岡本　隆（森林総合研究所），土井一生，松浦純生（京都大学防災研究所），土佐信一，柴崎達也（国土防災技術）
Hikaru OSAWA; Takuma WATAKABE; Takashi OKAMOTO (FFPRI), Issei DOI; Sumio MATSUURA (Kyoto University), Shinichi TOSA; Tatsuya SHIBASAKI（JCE）

海食崖の後退は国土保全上重要な現象であるが，日常的な微小侵食とまれに生じる大規模崩落を区別し，その駆動要因を長期にわたり直接観測した例は乏しい．本研究では，風化泥岩からなる海食崖を対象として，崖面までの距離を超音波距離計により約 4 年間連続的に計測し，あわせて崖面温度，土壌の温度・水分および気象条件を記録した．

観測期間を通じた後退速度はおよそ 0.5m/yr であった．後退の進み方には二つの後退様式が認められた．総後退量の約 6 割は，わずか 14 日間に集中して生じた崩落に起因する一方，残る約 4 割は日々の微小な後退の積み重ねであり，この日常的な後退を最も強く規定していたのが凍結融解であった．凍結融解が生じた日には有意な後退が認められたのに対し，生じない日にはほとんど進行が見られず，一日のうちに凍結と融解を繰り返す回数が多い日ほど後退量も大きかった．

日常的な後退を最も強く支配していたのは地表に近い浅層の凍結融解であり，崖面温度が有効な指標となった．降雨量や土壌水分量は後退との対応に乏しく，水分量そのものよりも凍結・融解という相変化が本質的に寄与すると考えられる．日常的な後退は冬季に集中する季節性を示した．一方，大規模崩落の多くは凍結融解の生じにくい夏季から秋季に発生しており，凍結融解とは時期的に同期しなかった．以上の結果は，凍結融解が日常的な後退を進めながら崖を緩慢に弱化させる一方，大規模崩落はこれとは異なる要因によって 突発的に引き起こされることを示す．

キーワード：海食崖，侵食計，凍結融解，空中写真

P03

# Structural Geological Control of the Kumada Coastal Cliff and Gravel Beach Erosion

Christopher GOMEZ (Kobe University), Balazs BRADAK (Kobe University)

Japanese coasts have been heavily urbanized and enshrined in concrete protections, often limiting erosion to high-energy events triggered by earthquakes and heavy rainfall. Geo-parks and protected coastal areas, however, still provide a window into the complex geomorphic processes that shape the coast at the intersection of long-term structural processes (faulting, folding, etc.) and mid- to short-term wave- and sea-level-driven erosion. In South Awajishima Island, south of Sumoto City, at the Kumada shoreline, the Mesozoic, Late Cretaceous alternating beds of marine sandstone and conglomerate, intercalated with black mudstone (Izumi Group, Shimonada Formation) are faulted and folded, with the coastal cliff cutting into the synclinal and anticlinal folds, above which slope processes are contributing to erosion and shoreline feeding. In such settings, can erosion features and material supply be explained by the structural geology, and if so, what is its influence? Furthermore, is there a link between the topography and the subterranean geological structure, which controls the erosion of the coast?

To begin answering this question, the present research combines drone-based (Magic 4-Pro) imagery acquisition and processing (Structure from Motion Multiple View Stereophotogrammetry using Agisoft Metashape Pro) with mobile Lidar using SLAM (Simultaneous Location And Mapping) using a LiGrip O2 Lite and a LiGrip O2, post-processed with PPK (Post-Processing Kinetic) using the GNSS network provided by the Japanese government (www.gsi.go.jp). The results show that erosion driven by slope pass movements and granular-flows occur in syncline and roofless anticlines, as the soil slides with the degraded slabs of sandstones. Subvertical units however, provide better resistance to erosion, as their structure is not undermined by the “sandwiching” of mudstones that erodes away first. At a smaller scale, erosion in between sandstone layers of subvertical orientation favours the export of mudstone mixtes with chipped sandstones. This process is therefore very different from the ones appearing at the coastal cliffs of Australia and the UK or France, where the marine sequences are subhorizontal and free of complex tectonic reshaping, leading to erosion that are more homogeneous along the coast.

Keywords: Coastal geomorphology, Coastal Erosion, Cliff, Awajishima, SLAM LiDAR

P04

# 秋田県八峰町チゴキ崎における離水波食棚の割れ目と岩石強度分布に基づく侵食特性

# Erosional Characteristics of an Emerged Shore Platform Based on Fracture Distribution and Rock Strength at Chigokizaki Cape, Happo Town, Akita Prefecture

中野暁斗（弘前大学・院），若狭　幸（弘前大学）
Akito NAKANO (Graduate student, Hirosaki University), Sachi WAKASA (Hirosaki University)

波食棚は，波の侵食作用によって岩石海岸で形成される平坦な地形である．これは満潮位と干潮位の間の潮間帯と呼ばれる海水面の高さで形成される．そのため，離水した波食棚は過去の海面変動や地殻変動，侵食を示す重要な地形指標となる．波食棚の形成・発達過程において，岩石に存在する割れ目は，侵食の進行方向や形態を決定する重要な要因の 1 つとされている．本研究では，割れ目分布，岩石強度および標高の関係から，割れ目が波食棚の発達における役割について検討することを目的とした．

調査地域は，秋田県八峰町チゴキ崎である．本地域を含める西津軽地方では完新世以降，間欠的に隆起したと言われている．チゴキ崎には，完新世以降の隆起によって形成されたと考えられる高さ数 m 程度の離水面が 2 段と，現在も侵食環境下にある現成の波食棚の計 3 段の面が分布する．岬の先端部には高さ約 10 m の離れ岩が存在し，また岬全体では先端部と基部に最も高い段が位置し，中央部にかけて標高が低くなる特徴がみられる．

本研究では，無人航空機（UAV）写真測量によって作成した高解像度 3 次元モデルを用いて，GIS ソフト上で割れ目を抽出し，割れ目の方向，長さおよび分布密度を解析した．また，現地においてシュミットハンマーによる岩石強度の測定を行い，測定結果を GIS ソフト上に展開した．そこに標高データを加え，割れ目密度，岩石強度および標高から空間的な対応関係を明らかにした．そして，割れ目の発達が岩盤の風化・侵食を介して離水波食棚の形成過程に与える影響について考察した．

キーワード：波食棚，割れ目，UAV，岩石強度，シュミットハンマー

P05

# 波浪下砂床形態と堆積物間隙水流中の溶存酸素濃度に関する予察的室内実験

# Preliminary flume experiments of dissolved oxygen concentration in pore-water flow under sand ripples generated by waves

遠藤徳孝（金沢大学），加藤幹大（金沢大学・院）
Noritaka ENDO (Kanazawa University), Kanta KATO (Graduate student, Kanazawa University)

浅海などの砂質堆積物の間隙は微生物に生存環境を提供し，地球表層における重要な生態系の一角を担っている．特に，間隙における酸素循環は，生態系の質や量を左右する重要な要素である．波浪の営力が底質砂面に及ぶとウェーブリップルが発達するが，表面地形が底質中の物質循環に大きな影響を与えることが先行研究により知られている．しかし，これまで野外実験や野外から採取した底質を用いることが多く，条件が十分制御された実験は少ない．本研究では，既知の砂と有機物（酸素消費物質）を混合したものを底質とした．実験には，幅約 180 ㎝，高さ 30 ㎝，奥行 10 ㎝の側面が透明の実験水槽を用い，波浪条件下でウェーブリップルを発生させた．側面の内側にオプトードフィルムを貼り，酸素濃度を測定した．生物の生息限界ラインとなる（堆積物表面から下の）有酸素領域深度（OED）を測定した．はじめに，有機物が含まれない底質では，リップルが形成される場合に，リップルが形成されない場合より有意に OED が大きくなることを確認した．次に，底質が有機物を含む場合について見ると，同様にリップルが形成されている場合の方が OED は大きかった．また，リップルが形成される場合，リップルのトラフ下とクレスト下の OED を比較すると，有機物の存在割合が高いほど，両者の差が大きくなりクレストの OED が相対的に小さくなった．この結果は，第一に，先行研究で指摘されているように，リップル発生時にはトラフから周囲水流が流入しクレストから流出するという間隙水流の時間平均分布が比較的安定すること，および，第二に，堆積物中の有機物により間隙水流中の酸素が移動中に消費されることによると考えられる．

キーワード：ウェーブリップル，溶存酸素濃度，室内実験，酸素オプトード

P06

# Reptation の連鎖反応を考慮した風紋形成の Anderson モデルの拡張

# Extension of the Anderson Model for Ripple Formation Incorporating Reptation Cascades

寺田莉士（九州大学・院），吉田茂生（九州大学）
Reiji TERADA (Graduate student, Kyushu University), Shigeo YOSHIDA (Kyushu University)

風紋とは，風によって砂が輸送されることで形成する地形である．その形成には，砂粒子が風によって跳躍し，地表へ衝突した際に他の砂粒子を放出する過程（以後，Reptation と呼ぶ）が重要な役割を果たすことが知られている．Anderson（1987）は，地形を連続体として扱うモデルに Reptation の効果を導入することで風紋の形成を説明した．しかし，このモデルでは砂粒子の飛散のカスケードのうち, Saltation 粒子による一次の Reptation のみが考慮されており，Reptation 粒子がさらに Reptation 粒子を放出する連鎖反応は扱われていない．

本研究では，Anderson（1987）のモデルを再定式化し，無限回の Reptation を考慮したモデルへ拡張した．さらに，このモデルに対して線形安定性解析を行い，風紋の初期波長は一次の Reptation の平均飛距離だけでなく，各世代の Reptation の平均飛距離および砂粒子の放出量によって決定されることを示した．また，飛距離を確率分布として扱う場合には，各世代の飛距離分布を考慮する必要があることを明らかにした

そこで本研究では，離散要素法（Discrete Element Method, DEM）を用いて，各世代の平均飛距離，飛距離分布および放出量の評価を進めている．具体的には，系内の全砂粒子の位置，回転および粒子間相互作用を追跡し，Reptation を力学的観点から再定義することで各世代の Reptation を判別する手法を構築した．現在，この手法を用いて各世代における飛距離分布および放出量を算出し，Reptation の連鎖反応を考慮したモデルの検証を進めている．

Robert S. Anderson (1987) A theoretical model for aeolian impact ripples. Sedimentology, 34, 943-956.

キーワード：風紋，Reptation，線形安定性解析，数値解析，離散要素法

P07

# フィジー・ヴィチレブ島シンガトカ川における河川堆積物の特徴

# Characteristics of Fluvial Sediments in the Sigatoka River, Viti Levu, Fiji

土屋莉央音（立正大学・院）
Rion TSUCHIYA (Graduate student, Rissho University)

熱帯の河川は一般的に河床・河岸に細粒物質が堆積している一方，フィジーのヴィチレブ島の河川では日本の河川のように礫が堆積した河原がきわめて緩勾配の地点でも見られる（島津，2009）．本研究では，フィジーのヴィチレブ島シンガトカ川において最大礫の大きさと勾配の関係と，全岩化学組成分析を用いた下流方向への堆積物の変化について検討した．

ヴィチレブ島は島弧の一部でシンガトカ川流域の地質はおよそ 24Ma から 4Ma にかけての火山岩，堆積岩，深成岩類からなる．

2025 年 8 月（乾季）と 2026 年 2 月（雨季）に，上流から下流にかけて計 19 地点で河床堆積物の採取および 14 地点で最大礫の中径の測定を行った．採取した堆積物は東京都市大学ナノ科学技術学際研究センターの蛍光 X 線分析装置を用いて粒度別に全岩化学組成分析を行い，主要元素 10 種，微量元素 9 種（一部 14 種）の割合を測定した．ALOS 標高データから河川の流路長及び標高変化を求めた．

礫の大きさは下流にかけて緩やかに小さくなり，勾配が 1/1000 以下となる河口から 20km の地点で中径 9cm の礫が到達していた．全岩化学組成では，CaO と MgO が主に砂に濃集し，鉱物の状態で移動・堆積していたほか，CaO は流域地質も反映していた．Rb と Y と Nb は一部採取時期の異なる複数地点のシルトに濃集しており、流域地質だけでなく時期によるシルトの堆積プロセスの違いが推測された．下流では Rb，Y，Nb が濃集するシルトは見られず，他の支流からの土砂の供給による希釈か下流への流失が発生したと考えられる．組成は地質だけでなく粒度や時期によって異なることから，河川の土砂移動の指標となる可能性が示された．

キーワード：フィジー，河川堆積物，全岩化学組成，地質，土砂移動

P08

# 正規化急峻度を用いた河成低地における礫－砂遷移ゾーンの同定

# Identifying gravel-sand transition zones in alluvial plains using normalized steepness index

吉田一希（国土地理院），小荒井衛（茨城大学）
Kazuki YOSHIDA (GSI), Mamoru KOARAI (Ibaraki University)

河成低地の表層堆積物が礫から砂に急変する礫－砂遷移の位置を同定し，低地を礫質か砂泥質かで区分することは，地盤災害・洪水災害のリスクを評価するうえで重要である．しかし，日本の一般的な地形分類図や地質図では，一部の典型的な扇状地が発達する低地を除いて，礫－砂遷移の位置はほとんど認定されていない．そこで，礫－砂遷移が生じる地形条件を調査した（Yoshida and Koarai, 2026）．DEM とボーリング柱状図データを用いて，縦断勾配（$S$）・集水面積（$A$）・表層堆積物の関係を以下の 3 地域・手法で調査した：（1）日本の中～大規模河成低地（118 河川），（2）日本の小～中規模河成低地（6 地域），（3）国内外の礫－砂遷移に関する既存研究河川（14 河川）．集水面積 $A$ は（1）と（2）では Yamazaki et al.（2018），（3）では Yamazaki et al.（2017）を使用した．縦断勾配 $S$ の算出における水平距離 $D$ は集水面積 $A$ の規模の違いを考慮した．表層堆積物は，（1）では各低地のボーリング柱状図を抽出し，河川区間ごとに地表から深さ 3 m までに占める礫・砂・泥の各層厚を算出した．（2）では各地域を代表するボーリング柱状図を選定し，（3）では既存研究（Yatsu, 1955 など）の礫床・砂床の分布を使用した．その結果，国内外の堆積環境の違いを問わず，礫－砂遷移は $S$ と $A$ から算出した正規化急峻度 $k_{sn}$（$=S\times A^{0.45}$）が 10～20 $m^{0.9}$ の領域で系統的に発生することがわかった．これらの結果は，日本の低海水準期における礫床河川の地形条件（Tanabe et al., 2023）や，現河床堆積物の粒径（Yamamoto, 1986 など）とも調和的であった．しばしば，礫床河川・扇状地の下流末端は $S$ のみで議論されることがあるが，$S$ のみではなく流量に関連する $A$ もあわせて考慮する必要があると考えられる．

引用文献

Tanabe, S., Komatsubara, T., Hori, K. (2023) Grain-size variability and formation process of lowstand river sediments in the Japanese Islands: a review and outlook. Earth Sci. Rev., 243, 104504, 10.1016/j.earscirev.2023.104504.

Yamamoto, K. (1986) Study on the characteristics of alluvial river channels. Report of Public Works Research Institute Ministry of Construction, 168, 1-66.

Yamazaki, D., Ikeshima, D., Tawatari, R., Yamaguchi, T., O'Loughlin, F., Neal, J.C., Sampson, C.C., Kanae, S., Bates, P.D. (2017) A high accuracy map of global terrain elevations. Geophys. Res. Lett., 44, 5844-5853, 10.1002/2017GL072874.

Yamazaki, D., Togashi, S., Takeshima, A., Sayama, T. (2018) High-resolution flow direction map of Japan. J. JSCE Ser., B1., 74, I_163-I_168, 10.2208/jscejhe.74.5_I_163.

Yatsu, E. (1955) On the longitudinal profile of the graded river. Trans. Am. Geophys. Union, 36, 655-663, 10.2110/jsr.2011.2.

Yoshida, K., Koarai, M. (2026) Identifying gravel-sand transition zones in alluvial plains using normalized steepness index. Geomorphology, 495, 110151. 10.1016/j.geomorph.2025.110151.

キーワード： 礫－砂遷移，DEM，ボーリング柱状図データ，正規化急峻度

P09

# 河床崩壊モデルを用いたコルビアル流路の発達様式の検討

# Morphological development of colluvial channels based on a bed failure model

佐藤穂岳（東北大学・院），高橋直也（東北大学）
Hotaka SATO (Graduate student, Tohoku University), Naoya TAKAHASHI (Tohoku University)

山地流域の流路は，隆起に伴い形態が変化し，さらに隣接斜面の侵食基準面として機能する．したがって，その縦断形状の発達様式を解明することは，流域全体の地形発達を理解するうえで重要である．流路は河流侵食が卓越し凹状縦断形を示す河川流路（fluvial channel）と，その上流に位置し直線状の縦断形を示すコルビアル流路（colluvial channel）に区分される．近年，削剥速度が大きい流域ほどコルビアル流路が急峻化・延伸することが指摘されているが，その理論的背景は十分に整理されていない．特に，コルビアル流路の長さを規定する河川流路との境界（以下，C-F 境界）の勾配が，なぜ削剥速度とともに増大するのかは未解明である．本研究ではこの発達様式について力学的な観点から検討する．

先行研究の水路実験では，河床勾配が閾値に達すると堆積物の始動様式が掃流によるエントレインメントから重力駆動の河床堆積物の崩壊現象（以下，河床崩壊）へと変化することが示されており，これが実際の流路の C-F 境界と概ね一致することが報告されている．本研究では，C-F 境界勾配を河床崩壊発生の閾値勾配と同等と定義し，これを堆積物粒径の関数として記述するモデル（Takahashi, 1978）を導入した．また，削剥速度が大きいほど風化の程度が低い粗粒な堆積物が流路に供給されるという知見に基づき，削剥速度の増加に伴う堆積物の粗粒化をモデルに組み込んだ．これにより，削剥速度の変化が粒径を介して C-F 境界勾配に与える影響を理論的に検討した．

検討の結果，削剥速度の増大に伴い堆積物が粗粒化することで，河床崩壊の閾値勾配（C-F 境界勾配）が増大することが示された．このモデルによる勾配の変化範囲は，宇宙線生成核種から推定された実流域の削剥速度に対する C-F 境界勾配の変化範囲と整合的であった．今後は，実際に削剥速度が既知の流域において現地での粒径計測を実施し，モデルの検証を行っていく．

キーワード：山地流域，コルビアル流路，河床崩壊，粒径，削剥速度，宇宙線生成核種

P10

# 築山を用いた野外実験における微地形変化と地表面侵食過程

## Microtopographic Changes and Surface Erosion Processes in a Field Experiment Using Artificial Soil Mounds

普神紗良（京都大学・院），小杉賢一朗（京都大学）
Sara FUGAMI (Graduate student, Kyoto University), Ken'ichirou KOSUGI (Kyoto University)

崩壊土砂や火山灰が堆積した斜面では地表面侵食が進行し，地形が変化する．この侵食は，主に降雨時の雨滴衝撃による侵食と乾燥時の粘着力低下に伴う表層の土粒子の重力落下による侵食に分けられる．このような侵食現象を理解することは，地形発達や土砂生産を考えるうえで重要であるが，既往研究は雨滴侵食に着目したものが多く，降雨と乾燥を繰り返す条件下で両者の影響を併せて評価した例は少ない．そこで本研究では，砂と小粒赤玉土を用いた２種類の築山を野外に作製し，3D スキャナーを用いて地表面形状の変化を高精度・高分解能で把握するとともに，詳細な気象観測データとの関係を解析し，降雨時および乾燥時の侵食現象のモデル化を行った．

2025 年 6 月 19 日から 8 月 25 日までに 20 回の三次元計測を行い，点群から 1 mm 間隔の DEM を作成した．連続する 2 時期の DEM の差分から形状変化を可視化した結果，砂では降雨時に山肌全体が広く侵食され，土柱やクラストが形成された一方，乾燥時の変化は比較的小さかった．これに対し赤玉土では，規模の大きな降雨の際に裾部が大きく侵食されて急勾配な部分が形成され，その後の乾燥に伴って崩壊し，再び緩勾配化する現象が繰り返された．以上より，同じ気象条件下でも，降雨時およびその後の乾燥過程における形状変化の様式は土質によって異なる可能性が示唆された．さらに，DEM の差分から各築山の全体の侵食深を算出し，気象条件との関係を解析した．その結果，両土質とも降雨時の侵食深は 10 分間降雨強度の 2 乗の積算値，乾燥時の侵食深は地表面が乾燥していた時間によって説明された．また，乾燥時の侵食は，築山の緩勾配化に伴って減衰し，侵食の起こりやすさや時間減衰率を表すモデルパラメータは土質によって異なった．

キーワード：地表面侵食，微地形変化，3D スキャナー，雨滴衝撃

P11

# 高精細 3 次元計測を用いた踏圧実験による用具起因の登山道変形の定量化

# Quantifying gear-induced mountain-trail deformation through a trampling experiment using high-definition 3D measurement

早川裕弌，王　婷，渡辺悌二（北海道大学）
Yuichi S. HAYAKAWA, Ting WANG, Teiji WATANABE (Hokkaido University)

登山道における歩行者の通行は路面侵食の主要な要因であり，その程度は登山道上および周辺の地形，利用形態，管理状況等に規定される．なかでも用具（履物やポール）の種類による影響は大きいと考えられるが，定量的な検討はほとんど行われてこなかった．先行研究では，人工的に整備した実験区で SfM 多視点ステレオ写真測量を用い，履物の硬度とトレッキングポールの有無が土壌変形の側方への広がりを規定することが示されている．登山靴は側方変位が最大，裸足は最小である一方，踏圧による凹みの深さは平均的にはほぼ一定であった．また，ゴムキャップを装着しないトレッキングポール使用時に土壌の飛散がもっとも顕著であった．ただし同実験は均質にリセットした実験区でのものであり，実際の登山道でも同様の傾向が認められるかは未検証であった．

そこで本研究では，大雪山国立公園旭岳山麓の登山道において，上記実験と類似の設計を適用し，用具の違いによる地表変形を現地検証した．用具としては履物無し（裸足），トレイルランニングシューズ，登山靴の 3 種とし，平坦区間と傾斜区間とを設定した．各区間で反復歩行 100～500 回の前後に SfM 多視点ステレオ写真測量により地表を計測した．無人航空機によるオルソ画像・地形モデルで実験区の位置関係を把握するとともに，基準点は高精度 GNSS 測位と Lidar 点群により与え，また靴底・土壌の硬度を計測した．解析結果から，実験区と同様，履物着用時の方が裸足よりも広い範囲で地表変形が生じる傾向がある一方，既存の踏圧・植生の影響により対比の程度は実験区と異なって現れる可能性が示唆された．今後，侵食深，侵食・堆積量，変形域の側方幅を定量的に比較し，登山道管理・利用者周知への応用を図る．

キーワード：登山道侵食，登山用具，SfM 多視点ステレオ写真測量，自然公園管理

P12

# 高精細地理情報を用いた斜面崩壊の連鎖と植生回復の定量的把握

# Quantifying Cascading Landslide Hazard and Vegetation Recovery Using High-Definition Geographic Information

齋藤　仁（名古屋大学），内山庄一郎（防災科学技術研究所），早川裕弋（北海道大学），手代木功基（大阪大学），伊藤千尋（九州大学）
Hitoshi SAITO (Nagoya University), Shoichiro UCHIYAMA (National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience), Yuichi S. HAYAKAWA (Hokkaido University), Koki TESHIROGI (Osaka University), Chihiro ITO (Kyushu University)

日本では豪雨や地震に伴う斜面崩壊が頻発する．また斜面崩壊は主要な植生の攪乱要因であり，崩壊跡地での植生回復は，斜面の安定性や生態系を検討する上でも重要である．これまでは観測技術の限界から，個別の崩壊事例や大規模崩壊を対象とした研究が多かった．しかし，近年，急速に発展するドローンやレーザスキャナ，ハイパースペクトルカメラ等の技術は，時空間的に高精細に斜面崩壊地を観測する強力な手段となってきた．本研究の目的は，これらの高精細地理情報を用いて，繰り返す斜面崩壊と崩壊跡地における植生回復を明らかにすることである．

対象地域は阿蘇山の仙酔峡である．対象地域では，2012 年 7 月九州北部豪雨と 2016 年熊本地震に伴い多数の小規模な斜面崩壊が発生した．これまでの経時的な観測の結果，2016 年熊本地震に伴う斜面崩壊地は，2012 年 7 月九州北部豪雨によって崩壊した斜面の上部に集中していた．つまり，豪雨に伴う斜面崩壊の有無が，次の地震に伴う斜面崩壊の発生しやすさに影響を与えた可能性を示唆した．また崩壊跡地での植生回復を正規化植生指標（NDVI）を用いて分析したところ，斜面崩壊発生後の数年で急速な植生の回復が見られた．豪雨と地震に伴うどちらの崩壊跡地においても，崩壊非発生の草原と比較して，2026 年までに約 90%の植生の回復が見られた．その一方で，個々の崩壊跡地では植生の回復状況が異なり，地形条件が影響していた．今後も観測を継続するとともに，より長期を対象とした斜面崩壊の連鎖の解析と，土地利用等の人為的影響の解明が課題である．

キーワード：斜面崩壊，阿蘇山，2012 年 7 月九州北部豪雨，2016 年熊本地震，ドローン

P13

# 時系列画像解析にもとづく大起伏山地の大規模崩壊地における拡大の空間的偏り

# Spatial variability of landslide expansion in a high-relief mountainous region revealed by multi-temporal image analysis

渡壁卓磨，大澤　光，太田陽子（森林総合研究所）
Takuma WATAKABE, Hikaru Osawa, Yoko OHTA (Forestry and Forest Products Research Institute)

大起伏山地において斜面崩壊地は主要な土砂生産源であり，その拡大は斜面の後退と削剥を通じて長期的な地形発達を規定する．崩壊地の拡大が一様でないことは従来から指摘されてきたが，拡大が卓越する場所の空間的分布と，それが時間的にどの程度安定しているかは十分に検討されていない．そこで本研究では，静岡市北部の小河内川最上流部に位置する大規模崩壊地（標高 1420〜1680 m，斜面長約 200 m，幅約 160 m，平均傾斜約 40°）を対象に，時系列の画像・地形データ解析により拡大の空間的不均一性とその経時変化を明らかにした．まず 1950 年代以降に撮影された空中写真を 1200 dpi 以上の解像度でデジタル化し，GIS 上で衛星画像および数値地形モデルと照合しながら地上基準点を手作業で設定してオルソ画像を作成した．さらに 2012・2022・2025 年に，航空レーザー測量による 1 m 分解能および UAV レーザー測量による 0.5 m 分解能の数値地形モデルを取得し，あわせて 2020 年以降は毎年落葉期に UAV-SfM 測量を実施してオルソ画像と数値表層モデルを得た．これらを ArcGIS 上で重ね合わせて崩壊地の平面的な輪郭を判読するとともに，数値地形モデルの標高差分から侵食域と堆積域の分布を求めた．その結果，崩壊地北西部の側方崖では平面的な拡大が継続的に進行していた一方，源頭部における斜面上方への拡大は限定的であり，拡大の進行度に明瞭な空間的不均一性が認められた．北西部の拡大は近年の高分解能 UAV オルソ画像でも確認され，拡大が卓越する場所が 70 年以上にわたり一貫していることが裏付けられた．また標高差分解析では，拡大部直下の谷底で堆積による標高上昇が認められ，側方崖の後退によって生産された土砂の多くが崩壊地内に滞留していることが示された．これらの土砂は今後の強雨時に下流へ流出する可能性がある．拡大位置の把握には時系列オルソ画像が，土砂の滞留状況の把握には標高差分がそれぞれ有効であり，両者を組み合わせることで崩壊地の変化を包括的に捉えられる．今後は，この空間的不均一性を規定する要因の解明が課題となる．

キーワード：空中写真判読，UAV-SfM 測量，数値地形モデル差分解析，土砂生産・滞留

P14

# 富士川水系雨畑川における大規模出水後の侵食・堆積過程と河道内微地形の発達

# Erosion-sedimentation processes and development of micro-landforms following a large-scale flood in the Amehata River Channel, Fujikawa River System, central Japan

加納勇護，池添　遼，林　千隼（明治大学・学），佐々木夏来（明治大学）
Yugo KANO, Ryo IKEZOE, Chihaya HAYASHI (Undergraduate student, Meiji University), Natsuki SASAKI (Meiji University)

富士川水系雨畑川は，赤石山脈の東麓を北流する山地河川である．日本国内でも顕著に隆起速度が大きく，付加体を中心とした脆弱な地質の地域を流れているため，源頭部からの土砂供給量が大きく，最近 20 年の大規模土砂流出イベントとして，2012 年に発生した御池ノ沢土石流と，2020 年に発生した稲又谷川土石流の 2 つが挙げられる．一般に，隆起速度が大きい地域の山地河川では下刻が卓越する．しかし，ダムや砂防堰堤，河道閉塞が局所的・一時的な侵食基準面となる場合，その上流側の侵食・堆積作用を規定し，複雑な土砂運搬過程を生じさせると考えられる．本研究では，富士川水系雨畑川に設置された雨畑ダムの上流側，御池ノ沢合流点（ダムから 3.5 km 地点）から上流へ 2.5 km の区間を対象として，複数年の DEM データの差分解析から大規模出水による土砂供給後の土砂動態を明らかにするとともに，御池ノ沢合流点の上流側 0.5 km 付近の河道内（以下，微地形調査地）において，空中写真および UAS-SfM で作成した DSM（2025 年 8 月時点）を用いた地形判読から，河道内の微地形を分類し，数～十年スケールでの侵食・堆積過程を明らかにした．

2012 年および 2020 年の土石流では，崩壊発生地点の違いが調査地内の土砂動態に大きく影響した．2012 年の御池ノ沢土石流では，御池ノ沢と雨畑川本流の合流部において，河道閉塞が発生した．2008 年と 2012 年の DEM 差分解析の結果，合流地点から雨畑川上流 1.0 km の区間で河床が上昇し，微地形調査地でも河床が最大 3.4 m 上昇した．2020 年の稲又谷川土石流は，調査対象地の上流で発生した．2019 年と 2020 年の DEM 差分解析結果では，調査対象区間の上流で土砂が堆積した一方で，微地形調査地の付近では河床がやや低下しており，土石流発生直後には，その土砂が微地形調査地まで到達していないことが明らかとなった．また，2008 年以降 2021 年までの期間，調査対象区間全体で堆積傾向にあり，微地形調査地点では，3.1 m の河床上昇があった．

微地形判読では，河道内における数年～十年の時間スケールでの微地形発達過程を復元することができた．最高位面（HH 面）は，2012 年の土石流イベント時に形成された後，2020 年の出水の際に削り残されたものであると考えた．また，2023 年の流路配置と 2025 年時点の微地形分布を重ね合わせて検討した結果，2020 年の稲又谷川土石流堆積物は，2023 年以降に微地形調査地に移動・再堆積し，河床を上昇させたと推測できた．このときの堆積面である高位面（H 面）と主流路との比高は約 0.5 m であり，この数値は 2023 年から 2025 年の下刻量を示す．微地形調査地周辺の谷壁斜面基部には河川による側刻作用を示唆するノッチが複数分布しており，2012 年の土石流での河床上昇後も，下刻が卓越せず側刻が優勢な環境が継続していると考えた．今後，長期的な侵食・堆積過程との関係も検討する必要がある．

キーワード：侵食基準面，河道閉塞，大規模出水，差分解析，微地形分類，側刻

P15

# Competence Thresholds as a Test of Process Attribution in a Debris-Flow Landform at Tansandani Gully, Unzen Volcano, or what the last flow could not transport

Christopher GOMEZ (Kobe University)

In mountainous and volcanic watersheds, geomorphology often estimates flow scale from sediments and microtopography. However, it is rare for a single sedimentary surface to be the product of a single flow condition. Heavy rainfall on August 13, 2021 (maximum hourly rainfall of 81 mm/h, cumulative rainfall of 1,486 mm from August 7 to 20) formed a tongue-shaped sedimentary landform upstream of the first sediment control dam at the confluence of the Tansan Valley and Gokuraku Valley on Mount Unzen-Fugen. It is unclear whether a debris flow occurred in this stream. Microtopography, such as braided channels, is observed in the sediments, but the possibility that these were formed by the terminal end of a debris flow cannot be ruled out. Therefore, this study attempts to investigate what kind of flow could have caused the largest pebbles to settle and to constrain the upper limit of the flow scale.

Using high-resolution topographic data obtained from UAV LiDAR and SfM-MVS photogrammetry (DEM 10 cm, orthophoto 3 cm, RMSE_z = 0.022 m), 3,625 blocks on the ground surface were identified, and the equivalent diameter of the circle and the local gradient at the centroid were calculated. In addition, from a two-dimensional shallow water flow analysis calibrated using in-situ depositional traces, the terminal rarefied flow was estimated to have a flow rate of 1–2.5 $m^3/s$, a flow velocity of 4–5 m/s, and a water depth of less than 0.25 m at the weir. Comparing the calculated riverbed shear force with Brownlie's critical bedload force and the amount of bedload using the Meyer-Peter-Müller equation, it was shown that almost all of the identified pebbles, ranging from a few centimeters to 0.6 m, could not be moved by the flow that left visible channel traces. In other words, the gravel formations on the surface are a collection of "survivors," merely residual layers (lags) derived from higher-concentration preceding phases, exposed by the selection of finer particles. On the other hand, reticulated channels, sandy sheets, and rills are records of much smaller-scale flows. This landform is a palimpsest with two overlapping generations, and the most striking morphological elements (gravel ridges, lobe ends, lateral steps) are systematically divergent from the most recent force signals. Therefore, when estimating flow scale from sedimentary landforms, verification of movement limits based on calibrated flow analysis should be incorporated as a falsification procedure, which is especially important in volcanic streams where there is no flow under normal conditions and direct observation is lacking.

Keywords: Unzen, Sediment transport, Debris flow, Point-cloud, numerical simulation

P16

# 2021 年熱海土石流の起点となった盛土崩壊の水文地形学的考察

# Hydro-geomorphological study of the embankment collapse that triggered the 2021 Atami debris flow

飯田智之
Tomoyuki IIDA

2021 年 7 月に発生した熱海土石流災害は明らかな人災であるが，ようやく今年度中に裁判の判決が出る見込みとのこと．起点となった盛土の崩壊メカニズムは充分解明されていないが，災害後に実施された渓流水（湧水）の流量観測データに貯留関数モデルを適用することで，盛土部の災害時流量（地下水供給量）を推定した．それをもとに，盛土下面の水みちに過剰間隙水圧が発生し，パイピング崩壊に至った可能性を指摘した．大まかな災害時流量のオーダーとしては，一時的には数百 $m^3/h$，総流量は数千 $m^3$ と推定した．これらの流量は，土石流が発生した逢初川の盛土上流部の集水面積 3.4 万 $m^2$ だけでも充分説明可能であり，必ずしも隣接流域（鳴沢川）からの表流水や地下水の流入を考慮する必要はないと思われた．また，土石流の発生には，崩壊盛土総量の 5.5 万 $m^3$ と同等の水量が必要との指摘に関しては，逢初川の谷の下流に行くほど集水面積も増え，谷出口では盛土上流部の集水面積の 10 倍にもなること，そして特に第 1 波土石流の起点となった初回盛土崩壊に関して，最初はどろどろの泥流状態で小規模な土砂ダムの形成と決壊を繰り返しながらゆっくりと流下し，最後は谷の下流部での中規模土砂ダムの決壊によって，激しい土石流になったと推定することでクリアできると考えた．これらは，大小の土石流が 7 波に分かれて発生したことや，河川の水流が一時停止したなどの住民証言とも矛盾しない．

キーワード：2021 年熱海土石流，盛土崩壊，地下水供給量，貯留関数，パイピング

P17

# 過去の地形データを用いた大規模盛土の追加抽出と液状化発生可能性の推計のためのマップ作成

## On the Creation of Maps for Identifying Additional Large-Scale Embankments and Estimating the Likelihood of Liquefaction Using Past Topographic Data

岩橋純子（国土地理院），遠藤　涼（国土地理院），吉田一希（国土地理院）
Junko IWAHASHI (GSI)，Ryo ENDO (GSI)，Kazuki YOSHIDA (GSI)

地震時の液状化の発生には，微地形分類や地下水位と密接に関係するほか，大規模盛土も危険要因として知られている．しかしながら，大規模盛土の地震時の挙動は未知の点が多い。さらに，大規模盛土造成地のポリゴンデータは国土数値情報から公開されているが，全ての盛土造成地が抽出されているわけではない．国土地理院では，2026 年春，1960～70 年代に撮影された縮尺 1/40,000 程度の空中写真から作成された擬似 DEM（吉田，2026）を公開した．筆者らは，既往地震で液状化が発生した地域を対象に，擬似 DEM と基盤地図情報数値標高モデル DEM5A との差分データを作成し，エラーやノイズと思われるものや道路・河川の線状盛土，その他人工改変ではないと思われる変動を除き，大規模盛土の可能性が高い部分を 4 分の 1 地域メッシュ（約 250m メッシュ）に集約した．既存の大規模盛土造成地データも同様に 250m メッシュに集約して比較し，追加すべき盛土メッシュにより補完した．このデータは，遠藤（2025）による土壌図と液状化の関係に関する知見を考慮した上で地形分類図と共に取りまとめ，震度分布図と重畳し，既往地震による液状化発生メッシュについて分析を行った．結果，地形分類・土壌・盛土を総合的に勘案した 250m メッシュ分類図と，液状化の発生可能性の関係について知見を得ることができた．

引用文献

遠藤涼（2025）地形及び土壌データと液状化被害の関係の分析 ―1948 年福井地震を事例として―．地形，46-2，155-165
吉田一希（2026）SfM-MVS 技術を用いた過去の空中写真による災害解析．写真測量とリモートセンシング，65-1，22-24．https://doi.org/10.4287/jsprs.65.22

キーワード：過去地形データ，液状化，大規模盛土，地形分類

P18

# 石川県かほく市大崎と内灘町における，令和 6 年能登半島地震で発生した液状化現象の災害調査結果の地域住民への情報発信

# Dissemination of information to local residents regarding the results of the disaster survey on liquefaction caused by the 2024 Noto Peninsula Earthquake in Kahoku City and Uchinada Town, Ishikawa Prefecture.

目代邦康（東北学院大学），高橋　久（河北潟湖沼研究所）
Kuniyasu MOKUDAI (Tohoku Gakuin University), Hisashi TAKAHASHI (Kahokugata Lake Institute)

2024 年 1 月 1 日に発生した令和 6 年能登半島地震では，震源から 100 km ほど離れた場所である石川県かほく市大崎，内灘町，金沢市粟崎町で液状化現象が発生し，道路の変形，住宅の破壊など多くの被害が発生した．この場所は，内灘砂丘と河北潟に挟まれる，砂丘の内陸側の縁の部分である．筆者の一人の目代は，地震直後から，共同研究者とともにこの地域の液状化現象の調査を行ってきたが，その研究成果が論文化されても，地域住民には的確に伝わるものではないだろう．一方で，地域住民は，自分の住んでいる場所で何が起こったのかを知りたいと思っている．

今回，調査を進めるなかで，主に河北潟沿岸地域において生物学を基礎として環境保全活動をすすめてきた NPO 法人河北潟湖沼研究所のスタッフと知り合うことができた．この NPO 法人は，地域住民との信頼関係を築きながら活動をすすめてきており，生物が生育する地学的環境についても関心を持ってきた．この NPO 法人が，これまで培ってきた人的ネットワークを基盤として，現地で災害復興を考えるワークショップを企画した．その中で，筆者の一人である目代は，地域住民と一緒に現地を歩き，地形の成り立ちや地下水の状況などを説明し，その場で質問を受け付けた．こうした研究成果の情報発信や情報交換の場を作り出すことは，外から訪れた専門家では用意することが難しい．NPO 論の分野では中間支援団体の役割について議論がなされている．これと同様に，自然災害に関する情報発信，情報交換という場を作り出していくため，それを専門とする中間支援組織が必要だと思われる．

キーワード：アウトリーチ，NPO，災害復興，中間支援組織

P19

# 能登半島北西岸，八ヶ川下流部における能登半島地震後 2 年間の地形変化

# Landform changes in the lower Hakka River at the northwestern coast of the Noto Peninsula in two years after the 2024 Noto Peninsula earthquake, Japan

高橋尚志（東北大学），小倉拓郎（一橋大学），飯塚浩太郎（兵庫県立大学），早川裕弋（北海道大学），岩佐佳哉（福岡教育大学），青木賢人（金沢大学），松多信尚（岡山大学）
Takayuki TAKAHASHI (Tohoku University), Takuro OGURA (Hitotsubashi University), Kotaro IIZUKA (University of Hyogo), Yuichi S. HAYAKAWA (Hokkaido University), Yoshiya IWASA (University of Teacher Education Fukuoka), Tatsuto AOKI (Kanazawa University), Nobuhisa MATTA (Okayama University)

侵食基準面の低下に対して，河川地形や河床縦断面形が応答する速度やプロセスを解明することは，地形学の根源的課題に直結する．最大で約 5.2 m の地盤隆起が生じた 2024 年能登半島地震の地盤隆起に対する，半島北～西岸の河川の地形変化を追跡することで，急激な侵食基準面の低下に対する河川応答を評価可能である．我々は，半島北西部に位置する八ヶ川の河口付近において，UAV-SfM および LiDAR による地形計測を継続的に実施している．本発表では，地震後 2 年間の八ヶ川下流域の地形変化について報告する．

能登半島地震の隆起によって河口付近で生じた遷急点は，地震から約 1 年以内に河道に沿って約 770 m 遡上し，現在は人工の堰で停止している．これに伴って，河道では約 2 m の河床低下が生じた．遷急点の遡上は，特に 2024 年 9 月の奥能登豪雨などの豪雨時に進行した．その後，2025 年 8 月初旬までは目立った地形変化は観察されなかったが，2025 年 8 月 10 日の豪雨により，河道途中に形成されていた小規模な遷急点が遡上したほか，人工の堰の周辺で洗堀が生じた．

八ヶ川下流域では活発な下刻が進行しているものの，地震による隆起量に対して下刻量は下回っている．河床の未固結砂礫を侵食する際に選択運搬が生じ，河床がアーマーコート化したことで，礫の cover effect によって下刻が一時的に制限されているとみられる．

八ヶ川では，遷急点が堰を越えて遡上することで，さらに上流へと下刻が波及するとみられる．河口から 10 km 以上の区間で，長期的に河床低下の影響が生じる可能性がある．今後，様々な地形・地質条件を持つ能登半島北～西部の河川を対象に，継続した地形モニタリングを実施することで，地盤隆起に対する河川の応答性を普遍的に評価可能と期待される．

キーワード：2024 年能登半島地震，2024 年奥能登豪雨，遷急点，下刻，アーマーコート化

P20

# GraphFlood を用いた令和 6 年奥能登豪雨に伴う河川氾濫のシミュレーション

# Simulation for the River Flood Caused by 2024 Oku-Noto Heavy Rainfall Using the GraphFlood Algorithm

加藤千春（東北大学・学），Boris Gailleton（University of Rennes），Luca C. Malatesta（GFZ Helmholtz Centre for Geosciences，東北大学），高橋尚志（東北大学）
Chiharu KATO (Undergraduate student, Tohoku University), Boris GAILLETON (University of Rennes), Luca C. MALATESTA (GFZ Helmholtz Centre for Geosciences, Tohoku University), Takayuki TAKAHASHI (Tohoku University)

能登半島では，2024 年 1 月 1 日に Mw7.5 の令和 6 年能登半島地震が発生し，半島北～西岸を中心に最大+5.2 m の地盤隆起が生じ，海岸に注ぐ河川の勾配を実質的に低下させた．その 8 ヶ月半後の 9 月 21～23 日に発生した令和 6 年奥能登豪雨では，半島北部の諸河川で広域的な氾濫が発生した．この氾濫には地震隆起に伴う河床勾配変化が影響した可能性があるが，その地形学的な検討・検証は十分ではない．本研究では，空中写真判読を用いた浸水域のマッピング，地形解析，GraphFlood アルゴリズムを用いた洪水シミュレーションを組み合わせ，地震隆起が河床縦断面形および浸水域に与えた影響を検討した．

下流側の隆起による河床勾配の相対的な減少は，地震前の平均河床勾配が小さな緩勾配河川（河口から 1~2 km で<1%）で顕著であった一方，急勾配河川（>1%）では限定的であった．さらに，地震前後での DEM による洪水シミュレーション結果を比較すると，緩勾配河川において，地震前よりも地震後の方がわずかではあるものの浸水域が広くなり，浸水深が大きくなる傾向がみられた．よって，能登半島地震の隆起による河川氾濫域への影響は，元来の河床勾配によって規定されたと考えられる．

緩勾配河川に限れば，奥能登豪雨の降雨条件と地震後の DEM を用いたシミュレーションによる氾濫推定範囲は，空中写真判読によってマッピングした実際の浸水域とおおむね一致した．一方，特に緩勾配河川に合流する支谷の合流点付近では，実際の浸水域の方が面積が広かった．これは，洪水シミュレーションでは，土砂の生産や流動，堆積による影響は考慮されていないことによるとみられる．支流で発生した河川氾濫の多くは，地すべりによって生産された土砂が影響したものであると推測される．

能登半島地震とそれに続く奥能登豪雨の組み合わせは，独立した 2 つの要因が重なった災害連鎖の一例であり，本研究の結果は，地震隆起後には，特に標高変化に対する勾配変化量の大きい緩勾配河川で，洪水リスクの再評価が防災上必要になることを示唆する．

キーワード：奥能登豪雨，能登地震，河床勾配，洪水シミュレーション，土砂供給，GraphFlood

P21

# 珠洲市若山地区における粟蔵層凝灰岩の風化が能登半島地震の地すべり発生に及ぼした影響

# The Relationship between landslides caused by the Noto Peninsula earthquake and weathering tuff of the Awagura layer in Wakayama area of Suzu City

青山稔里，大丸裕武（石川県立大学）
Minori AOYAMA, Hiromu DAIMARU (Ishikawa Prefectural University)

2024 年 1 月 1 日 16 時 10 分に石川県能登地方の珠洲市の地下 16 km を震源とする「令和 6 年能登半島地震」が発生した．この地震により石川県内では多くの土砂崩れが発生した．特に，震源に近い能登地方では甚大な被害がもたらされた．

能登半島地震最大規模の地すべりが発生した大久保地すべりでは，凝灰岩の流出が確認されている．また，石川県珠洲市若山地区では，以前より凝灰岩が液状化して地表面に現れるなど，凝灰岩に由来する現象が確認されていた．以上のことから，今回の能登半島地震で発生した地すべりにも凝灰岩が影響を及ぼした可能性がある．本研究では石川県珠洲市若山地区における地すべり・斜面崩壊について，凝灰岩の風化の影響を明らかにするために地形判読を用いた調査を実施した．

産業技術総合研究所が公開している能登飯田地質図を用いて，凝灰岩が分布する地質(At・流紋岩火砕岩)に生じた地すべりを抽出した．抽出した地すべりについて，林野庁が公開している能登半島地震発災前後の CS 立体図を重ね合わせ，地形変動の特徴について検討した．また，いくつかの現場において現地踏査を実施し，風化凝灰岩のサンプリングを行った．その結果，凝灰岩の風化の程度に差異が生じていることが認められた．

今後の研究では，風化凝灰岩が能登半島地震で発生した地すべりにどのように影響を及ぼしたのか明らかにしていく予定である．

引用文献：

N. Yamashita, Y. Ohnuki, J. Iwahashi and A. Imaya (2024) National-scale mapping of soil-thickness probability in hilly and mountainous areas of Japan using legacy and modern soil survey. Geoderma, 446,116896

キーワード：土壌深度，土層厚，マッピング，機械学習，土壌断面

P22

# 珪質シルト岩層内の水質変化と大久保地すべりとの関係

# Relationship between hydrochemical changes in siliceous siltstone layer and the Okubo landslide caused by the Noto Peninsula Earthquake

佐藤達樹（国土防災技術株式会社），渡壁卓磨（森林総合研究所），松澤　真（京都大学），佐藤昌人（防災科学技術研究所），楠　康宜（林野庁近畿中国森林管理局）
Tatsuki SATO (JAPAN CONSERVATION ENGINEERS & CO., LTD.), Takuma WATAKABE (Forestry and Forest Products Research Institute), Makoto MATSUZAWA (Kyoto University), Masato SATO (National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience), Yasunori KUSUNOKI (Kinki Chugoku Regional Office, Forest Agency)

2024 年能登半島地震では，輪島市大久保地区で大規模な地すべりが発生した．この地すべりの発生機構解明には地質構造の把握だけでなく，地盤内での水移動に伴う岩石の風化過程の解明が不可欠である．本研究では，大久保地すべりの残存土塊からなる B ブロックにおいて掘削したボーリングのコア観察およびその孔内水，地すべりブロック末端の湧水，近傍の渓流水・雨水の水質調査から，珪質シルト岩層内の水移動に伴う水質変化について検討した．

いずれのボーリング孔でも珪質シルト岩が確認され，その層内にすべり面が形成されていると判断した．詳細調査をした BV-B2 では，その破砕状況から脇坂ほか（2012）による破砕度区分 Cr3 相当の破砕区間上面の GL−34.37 m をすべり面と推定した．孔内水位は，日雨量 30 mm 程度の降雨に応答して上昇する傾向にあり，GL−40.44 m の最高水位を記録したが，すべり面深度には達しなかった．

2026 年 7 月に BV-B2 孔内から採水した水の電気伝導度（EC）は 145.5 mS/m を示した．湧水は珪質シルト岩に薄く挟在する風化凝灰岩が露出する末端部に集中しており，採水した湧水の EC は 256 mS/m，水温は 15.7℃であった．一方で，湧水地点の西側を流れる渓流水の EC は 62.4 mS/m，水温は 20.5℃であった．また，大久保地すべり西側に分布する凝灰岩地帯の渓流水の EC は，20 mS/m 以下であった．これらの水質の違いは，水が接触した岩種と地盤内での滞留時間を反映していると考えられる．

EC は湧水と孔内水で高く，渓流水で小さかった．松澤ほか（2025）による地質踏査から本地域の珪質シルト岩は流れ盤構造であり，層理面に沿う地下水の流動経路が斜面下方へ連続すると考えられる．周辺の地形状況とあわせると，湧水および孔内水の高い EC は，珪質シルト岩の岩盤内を数十 m の深さで流動する過程において，岩石中の鉱物の溶解が進行した結果と解釈される．夏季にもかかわらず湧水の水温が 15.7℃と低く，渓流水の 20.5℃との差が明瞭であることも，深部を経由する滞留時間の長い流動を支持する．一方，地すべり地西側の渓流水が中間的な値を示すことは，凝灰岩起源の電気伝導度の低い水との混合による希釈，あるいは滞留時間の短い浅部流動の寄与を示唆する．以上より，本地すべり地では珪質シルト岩の岩盤内において深部への水の浸透と鉱物の溶解が進行していると考えられ，これに伴う岩盤の風化が地すべりの発生に関与した可能性がある．

キーワード：大久保地すべり，珪質シルト岩，水質変化，地下水流動，岩盤風化，電気伝導度（EC）

P23

# 紀伊半島南東部熊野層群における地すべり地形分布と石炭層との関係

# Relationship between landslide distribution and coal-bearing shale in the Kumano Group, Southeastern Kii Peninsula

平田康人(一般財団法人電力中央研究所)，小早川博亮(一般財団法人電力中央研究所)
Yasuto HIRATA (CRIEPI), Hiroaki KOBAYAKAWA (CRIEPI)

石炭層は岩盤地すべりのすべり面となることが知られているが，地すべり地形分布への影響については十分に明らかにされていない．本研究では，和歌山県新宮市熊野川町の旧熊野炭田付近に分布する中新世の熊野層群を対象に，地すべり地形の分布と石炭層との関係を検討した．約 10 km²の対象地域について，1 m メッシュの数値標高モデルから作成した傾斜図を用いて地すべり地形を判読した．さらに，移動体地表面の粗度，副次滑落崖の発達，開析度に基づき，90 箇所の地すべり移動体の活動性を評価した．また，地表踏査により地質図を作成し，GIS 上で斜面傾斜方向と地層傾斜方向との関係を解析した．対象地域は熊野川の右岸側に位置し，熊野層群が東から南東へ 10–30°で傾斜する単斜構造の基盤をなし，東向きの緩傾斜な流れ盤斜面と西向きの急傾斜な受け盤斜面が発達している．調査地域の流れ盤の面積率が約 3 割であるのに対し，地すべり移動体面積の約 7 割が流れ盤斜面上にみられた．砂岩優勢層（小口累層）最下部には，複数の炭層を挟在する 20 m 厚の頁岩層が認められた．炭層を含む頁岩層の直上に位置する地すべり移動体の総面積は，頁岩層の地表分布面積に対して 55%であった．同頁岩層の 100–120 m 上位には炭層を伴わない 15 m 厚の塊状泥岩層が分布し，同様の面積率は 41%であった．活動性が高いと判定された，または変状が確認された地すべり地形の多くが，炭層を含む頁岩層上に認められた．以上より，本地域の地すべり発生の基本条件は流れ盤構造であり，炭層を含む頁岩層が地すべりの分布密度よりも活動性に影響している可能性が示された．

キーワード：熊野層群，石炭層，地すべり活動性，流れ盤

P24

# 生駒山南東部の花崗岩斜面における地形改変の災害危険度

# Geomorphic hazards due to the modification of granitic slopes on the south-east Ikoma Mountains

奥西一夫（国土研）
Kazuo OKUNISHI (Inst., Land and Env. Studies)

本地域の花崗岩の風化帯は六甲花崗岩のそれと類似し，切り盛り造成により生じた盛り土斜面では表面浸食とパイピング崩壊に対する抵抗性が極めて弱い．本発表で取り上げた事例は，林地開発許可の齟齬に起因して尾根を切って渓谷を埋める危険な地形改変がおこなわれているものであるが，30 年確率規模にも達しないような降雨で過去 2 年間に 4 度，土砂流出事故が発生している．この時，土砂発生源の危険な地形変化現象は専ら盛土域で発生しており，ガリ侵食が極端に進んで起きるトップリング，切土・盛土境界から湧出する地下水流（盛土域での雨水浸透に起因）による盛土層のパイピング崩壊，および盛土とコンクリート構造物の境界部での深いガリ侵食で，いずれも風化花崗岩地域での盛土斜面や自然斜面について，防災上特に注意が喚起されている侵食形態である（奥西，2002 など）．

同じ地質条件の地域を抱える近畿 5 府県のうち，過去に大規模な地形改変がおこなわれ，豪雨や地震による苛酷な土砂災害が引き起こされた兵庫県（特に六甲山地）では花崗岩地域での地形改変には特に行政的注意が払われており，同じ地質条件の下で大規模開発がおこなわれた大阪府，京都府，滋賀県でも兵庫県の防災方針に学んでいるが，最近まで大規模地形改変がおこなわれなかった奈良県では，防災担当者の危機意識が低く，そこを開発事業者に付け込まれる状況がしばしば起きている．

キーワード：風化花崗岩，地形改変，加速侵食，パイピング，土砂流出

P25

# 降雨発生頻度に基づく斜面災害および水害発生危険度評価指数

# An index for assessing the risk of slope failure and flooding based on rainfall frequency

小暮哲也（京都大学），佐藤裕和（島根大学）
Tetsuya KOGURE (Kyoto University), Hirokazu SATO (Shimane University)

本研究では，斜面災害と水害という異なる基準（土壌雨量指数や河川水位等）により別々に警戒情報が出される災害に対し，どちらも降雨により発生することに着目し，観測中の雨量の希少性（発生頻度）を算出して，両者の発生危険度を統一的に評価可能な雨量指数の確立を目的とする．近年，発生頻度を考慮した降雨指標の重要性が認識され，確率降水量や再現期間そのものを降雨指標とする試みがある．本研究では，異常降雨量指数(Unusual Precipitation Index, UPI)と呼ぶ指数を考案し，算出した UPI と災害発生状況（災害発生時の UPI 値がいくらか）とを比較・検討した．UPI は UPI=R/P で計算される．ここで，R は UPI を算出する降雨(例えば直前 1 時間の降雨)の雨量，P は T 年確率降雨量，T は降雨の再現期間である．UPI の有効性確認のため，深層崩壊発生事例を調べた．2011 年の紀伊半島大水害では総雨量が 2,000mm を超え，深層崩壊が多発した．雨量の多い地域で深層崩壊が多発したと予想されたが，総雨量の分布域は，崩壊分布域と異なっていた．そこで雨量の発生頻度を考慮し総雨量の UPI を計算したところ，高 UPI と崩壊の分布域が一致した．また，2000 年の東海豪雨時に岐阜県中津川市で発生した深層崩壊の周辺でも高 UPI を示した．このとき，水害が発生した名古屋市と東海市周辺では，UPI が中津川周辺よりも高いことがわかった．これは，UPI が斜面災害と水害双方に対する発生危険度評価指標となる可能性を示す。

キーワード：雨量指数，発生頻度，斜面災害，水害，危険度評価

P26

# Marginal viewpoint of topological shaping hydraulic data

Naomi ANDO (River-Basin Control Bureau Technology Office)

Channel moving over 10m in 1953 Yamashiro flood experimental area, ground water flow was detected by 1m depth temperature, air explosion sound, and agricultural using pF meter. In 3D ground water mesh analysis, 34mm 1 hour was the conversion limit. Soil Water Index for sand water hazard evacuation criteria of urban area 5steps, forest area 3steps, in agricultural field should be added with biophysics soil water evaluation,

$$\rho_w L \frac{d\theta}{dt} = Jw — Jwd — Es — Ep$$

Jw: penetration speed of rainfall and saturation from pF 40cm value, Jwd: deeper penetration speed k, Es: evaporation speed from soil surface, and Ep: transpiration speed by plants may consist run off rate and for 4steps parameter fixed, using capable meteorological data.

Viewpoints at seconds to minute upper floor evacuation sometimes bringing death of water and debris flow discrimination margin bases not only on heavy rainfall, thunder, strong wind sound but also old river reappear 1m channel movement as 25-27 June.2026 150mm rainfall or slope runoff, so index explanation model is useful for evacuation training.

Keywords: channel moving, marginal viewpoint, ground water analysis, tank model

P27

# 山地流域の基岩特性推定に向けた谷密度と低水流出特性の分析

# Analysis of drainage density and low-flow runoff characteristics for estimating bedrock properties in mountainous watersheds

竹島昂輝（京都大学・院），普神素良，市川　温，立川康人（京都大学）
Koki TAKESHIMA (Graduate student, Kyoto University), Sora FUGAMI, Yutaka ICHIKAWA, Yasuto TACHIKAWA (Kyoto University)

河川流量の予測に向けて近年さまざまな降雨流出モデルが開発されているものの，流域の水理特性の一つである透水性の観測が困難なことから，実測値を完全に再現するには至っていない．地形学の分野では，透水性の低い岩石からなる流域や降水量が多い流域で谷密度が高くなることが知られており，谷密度から透水性を推定できる可能性がある．これは，透水性が低い流域では雨水が地下へ浸透しにくく，表面流出が発生しやすいため，侵食によって谷地形が発達しやすくなるためと考えられている．また，低水流出は地下水の長期的な流出過程であり，流域の透水性を反映する現象である．そこで，本研究では，地質の異なる7つの山地流域を対象として，谷密度と低水流出特性の関係を調べることで，谷密度が流域における透水性を説明し得るかを検討した．谷密度は，1m 解像度 DEM データから作成した CS 立体図を用いて谷を抽出することで算出した．その後，150m メッシュごとに区分して谷密度の空間分布および頻度分布を流域間で比較した．低水流出特性の評価には，流況曲線から得られる渇水流量と，合成逓減曲線から求められる逓減係数を用いた．谷密度と低水流出特性の関係を調べた結果，谷密度と渇水流量には全流域では明瞭な相関は見られなかったものの，一部の流域では谷密度が高いほど渇水流量が少なくなる傾向が見られた．また，谷密度と逓減係数においても全流域では明確な相関は見られなかったが，一部の流域では谷密度が大きいほど逓減係数が大きくなる傾向が見られた．今回の結果から，谷密度が基岩の透水性を反映する可能性が示唆された．普遍的な関係性を明らかにするにはより多くの流域での検討や，土壌や植生といった要素と併せて評価することが今後の課題である．

キーワード：谷密度，CS 立体図，低水流出，渇水流量，逓減曲線

P28

# 活断層の横ずれ変位速度と断層上流の地形横断起伏分布の関係性：上下変位成分の影響評価と新指標の提案

# Relationship between fault strike-slip rates and the distribution of upstream cross-valley relief: Assessment of the effect of the vertical slip component and proposal of a new metric

山根悠輝（東北大学・院，学振 DC），高橋直也（東北大学），遠田晋次（東北大学）
Yuki YAMANE (Graduate student, Tohoku University; JSPS Research Fellow), Naoya TAKAHASHI (Tohoku University), Shinji TODA (Tohoku University)

平均変位速度（以下，変位速度）は活断層の活動性評価における重要なパラメーターである．多くは断層を横切る段丘面や河川など（変位基準）の累積変位量をその年代で除することで求められる．しかし，現実的には変位基準の保存状態や年代試料の不足により，不明な活断層が多い．上下変位速度については河川縦断形解析による推定手法が提案されているが，横ずれ変位速度については，代替手法は確立されていない．その有力な手がかりとして，横ずれ変位速度の増加にともなう河川の分断と断層上流側近傍での地形横断起伏の低下が数値モデルにより示されている（Duval and Tucker, 2015）．同論文では，PRR（Profile relief ratio，断層と主分水界の距離を 100%とした際の，断層側から距離約 10%と約 50%での地形横断起伏の比）が提唱され，横ずれ変位速度の増加とともに PRR が低下するとされた．

著者らは新たな横ずれ変位速度推定手法確立のために，実在地形での PRR と横ずれ変位速度の関係性を探っている．日本とニュージーランドにおけるデータセットでは，それらの相関は弱いことがわかった（Yamane and Toda, 2026, JpGU）．これに加え，乾燥域であるアメリカ・カリフォルニア州の活断層も解析したが，相関は弱いままであった．この原因の一つとして，横ずれ断層の上下変位成分の影響が考えられる．そのため，数値モデルで PRR への上下変位の影響を確かめたところ，同じ横ずれ変位速度でも上下変位成分の増加による PRR の低下が確認された．ただし，地形横断起伏の断層直交方向へのプロファイル形状は，上下変位の大小によらず，横ずれ変位速度が同じ場合では類似する．そこで，あらたに断層近傍の起伏勾配を導入した．試行した全サンプルを使用して横ずれ変位速度との相関を調べると，対数近似曲線の $r^2$ 値 0.77 が得られた．この値は PRR と横ずれ変位速度の相関（$r^2 = 0.43$）より明らかに良い．実在地形でも断層近傍の起伏勾配を導入したところ，解析手法や近似方法によって結果は異なるが，PRR と比べて横ずれ変位速度との相関は改善した（PRR では $r^2 = 0.02$–$0.12$，起伏勾配では $r^2 = 0.13$–$0.16$）．ただし，横ずれ変位速度の推定指標としては依然として相関が弱いため，最も相関が良くなる解析区間幅の検証など，引き続き詳細な検討が必要である．

キーワード：変動地形学，横ずれ変位速度，活断層，起伏プロファイル

P29

# 巡検支援システム Field Tour Map の試作

# Field Tour Map: A Prototype WebGIS System for Supporting Geoscience Fieldtrips

大丸裕武（石川県立大学）
Hiromu DAIMARU (Ishikawa Prefectural University)

近年，航空レーザー測量による高解像度の標高データから作成された詳細な微地形図，国立研究機関や中央省庁，自治体から多種多様な地理情報がタイル配信されるようになり，これらのデジタル地図情報を活用することで，地学や地理学分野の巡検における野外現象の理解を深めることが可能になりつつある．一方で，野外におけるデジタル地図の活用は技術的な制約もあって，紙地図の配布に依存せざるを得ない場合が多い．そこで，観察対象地域のデジタル地図を選択するとともに，スケッチや動画，3 次元モデルなどの各種メディアおよび SNS 向け位置情報へのリンク機能を搭載した，スマートフォンで運用可能な WebGIS システムとして Field Tour Map を試作した．このシステムでは，観察地点の緯度経度や観察地点で使用するメディアのファイルの情報を Google スプレッドシートのファイルに与えることで自由にカスタマイズすることが可能である．

キーワード：巡検，WebGIS，Leaflet，地図タイル

P30

# 『建設技術者のための地形図読図入門』を基礎とした若手技術者育成の実践：作図から言語化への課題

# Practical Training for Young Engineers Based on "Introduction to Map Reading for Civil Engineers": Challenges in Transitioning from Drawing to Verbalization

廣田清治（愛媛大学）
Kiyoharu HIROTA (Ehime University)

本ポスター発表は，地形・地質を活かす実務に就きながらも専門教育を受ける機会の少なかった若手技術者に対し，どのようにすれば地形判読のスキルを向上させられるかについて，会場の皆さんのご意見や知恵を仰ぐものである．討論の材料として，鈴木隆介著『建設技術者のための地形図読図入門』を教材に用いて，とある中小建設コンサルタントで実施した人材育成の事例を提示する．本研修では，受講者が担当する現場の地理院地図を用いて，水系図・集水域区分図・段彩図等の作図講習を行い，地形特性の解釈について検討を重ねた．

建設コンサルタント業務において，現場の地形の成り立ちを知り「地形図判読力」を活かすことは，調査精度や安全管理に直結するため極めて重要である．しかし，日々の業務に追われる中で能動的な自己学習が難しい若手にとって，作図結果から「地形概要」を記述する演習はかなり苦労するものであった．そこで本研修では，読図とともに「技術文書」の作成法を並行して学ぶ環境を整えた．

結果として，実務経験を活かしたトレース等の作図はこなせるものの，現場に即した「地形特性の理解」と「地形概要の文章化」の間で苦戦する様子が見られた．これら【作業としての作図】と【背景を読み解く言語化】の間にある乖離を，限られた人材育成の場でどのように埋めていくかが今後の大きな課題である．

ポスター発表では，若手が得意とするデジタルツールの活用法なども含め，効果的な教授方法やアプローチについて会場の諸賢と広く議論し，知見を拝借したい．

キーワード：地形学，人材育成，地形図読図，建設技術者

P31

# 女子中高生夏の学校 2026 での実験・実習およびポスター企画への参加報告

# Hands-on Activities, and Poster Programme by Japan geomorphological Union at Girl's Junior and Senior High School Summer School 2026

太田凌嘉（新潟大学），李　雨芙（北海道大学・院），南雲直子（土木研），早川裕弋（北海道大学），若狭　幸（弘前大学），小口千明（東京科学大学）
Ryoga OHTA (Niigata University) , Yufu LI (Graduate student, Hokkaido University) , Naoko NAGUMO (Public Works Research Institute) , Yuichi HAYAKAWA (Hokkaido University) , Sachi WAKASA (Hirosaki University) , Chiaki OGICHI (Institute of Science Tokyo)

日本地形学連合は，特定非営利活動法人女子中高生理工系キャリアパスプロジェクトが主催する「女子中高生夏の学校 2026～科学・技術・人との出会い～」の実験・実習およびポスター展示企画に協力している．今年は，8 月 9 日（日）午前に開催された実験・実習（150 分間），において，日本地形学連合では「土砂災害の実態を捉えて，身近な地形のでき方を学ぼう」と題するプログラムを提供するとともに，同日午後に開催されたポスター展示（120 分間）では，「足元に広がる凹凸（地形）の不思議を探求する女性研究者たち」と題し，地形学分野の研究や地形学連合について紹介するとともに，女子中高生の質問や進路相談に答えた．実験・実習には 16 団体，ポスター展示には 47 団体の理工系学協会や民間企業が協力しており，各団体がアウトリーチ活動に力を入れていることが現地で伺えた．日本地形学連合では引き続きこのような機会を有効に利用し，若い世代に対し地形学の魅力を伝える活動を続けていきたい．

キーワード：女子中高生，キャリアパス，アウトリーチ，地形形成実験，VR