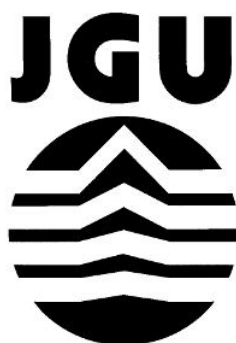


日本地形学連合発表要旨集

JGU Meeting Abstracts

vol. 6, no. 1

2025 年 11 月



日本地形学連合

日本地形学連合 2025 年学術大会

期日：2025 年 11 月 1 日（土）～ 2 日（日）

開催方式：ハイブリッド方式

現地会場：東京理科大学 葛飾キャンパス（東京都葛飾区）

The Japanese Geomorphological Union Annual Meeting 2025

Dates: November 1st (Saturday) to 2nd (Sunday), 2025

Meeting format: Hybrid

Onsite venue: Tokyo University of Science (Katsushika City, Tokyo)

口 頭 発 表

S01

東京低地の主題図と数値標高モデル

Thematic maps and Digital Elevation Model of the Tokyo Lowland

岩橋純子（国土地理院），吉田一希（国土地理院）

Junko IWAHASHI (Geospatial Information Authority), Kazuki YOSHIDA (Geospatial Information Authority)

東京低地は江戸川区・江東区・葛飾区・足立区など東京 23 区の東部，東京湾沿いに広がる海面下～標高数メートルの低地であり，中川，江戸川，墨田川周辺のデルタである．かつては低湿地であり，河川改修や堤防の設置，盛土や埋立・干拓によって都市化した地域にあたる．近代化以後も，明治・大正・昭和期には，荒川等の氾濫・高潮等により大規模な水害を経験している．

国土地理院では，扇状地，自然堤防，旧河道，後背湿地などの微地形分類や過去の土地利用に関する調査を行い，土地条件図・治水地形分類図・明治期の低湿地データ等を公表してきた．これらの主題図により，土地の成り立ちを理解でき，そこから起こりうる水害や液状化などに対する自然災害リスクを推定することが可能と考えられている．

東京低地を対象とした主題図が本格的に作成されるきっかけとなった災害は，1947 年（昭和 22 年）のカスリーン台風による大洪水である．当時，国土地理院の前身の地理調査所によって洪水調査が行われ，東京低地については後に，土地条件図の前身である洪水地形分類図（水害予防対策土地条件調査報告書（昭和 38 年）），土地条件図（昭和 45 年度の初版から平成 22-23 年度の人工地形更新版まで計 3 回作成），治水地形分類図等が作成された．その他，明治期の地形図の凡例を基に明治期の低湿地データが作成されている．本発表では，国土地理院が過去に公表した主題図と，その背景について紹介する．

さらに研究ベースで，全国都道府県市区町村面積調から東京湾岸の埋立地の変遷の調査，航空レーザ測量の数値標高モデルから盛土を排除した自然地形 DEM の作成が行われており，それらについても紹介する．

キーワード：東京低地，土地条件図，治水地形分類図，数値標高モデル

S02

東京低地の浸水予測

Urban inundation prediction in the Tokyo Lowland

関根正人（早稲田大学理工学術院）
Masato SEKINE (Waseda University)

東京都 23 区は平地とはいえ起伏に富んでおり、窪地や谷地形となっている低い土地が多く、暗渠化された中小河川の跡は今なお周囲に比べて低い土地のままである。また、東京東部には東京湾平均海面より標高の低いエリアが広がっている。さらに、都市化に当たって利便性を重視し有効な土地利用の実現を目指してきたため、地下鉄を含め大規模な地下空間が多数開発されており、アンダーパスとなっている道路も数知れず存在する。これらの場所では浸水の危険性が高い。都市には下水道と都市河川からなる高度な雨水排除システムが整備されてきた。しかし、これによって防ぎ切れるのは下水道の設計強度である時間雨量 50mm の雨までであるが、地球規模の気候変動の影響などから、時間雨量 100mm を超えるような豪雨に襲われることも稀ではなくなった。どうすればよいのか？雨水は、地表面に達した後、道路上を流れ下水道に取り込まれて、やがて都市河川に運ばれることになる。この一連のプロセスの中で都市浸水や都市河川洪水が発生する。このプロセスを水理学（流体力学）の原理のみに基づいて計算することはできないかと考えた。この際、都市の地形情報以外に都市インフラの膨大かつ詳細なデータを忠実に入力し、その機能を現実通りに考慮しなければならない。このように考えて、精緻な浸水予測システム「S-uiPS（スイプス）」ができ上がった。そのリアルタイム版の運用も文部科学省のプロジェクトとして始まっている。S-uiPS では「高潮」の影響も考慮することができる。さらに、河川堤防の決壊箇所に関わる想定情報を入力すれば、東京低地で懸念されるような「河川氾濫による大規模浸水」の状況も知ることができる。このような予測計算の結果は防災・減災を考える上での確かな科学的根拠となるため、今後これが有効に活用されるような社会となることを期待する。

キーワード：都市浸水，雨水排除，浸水予測システム S-uiPS，防災・減災

S03

東京低地の河相と治水

River shapes and flood control in the Tokyo Lowland

知花武佳（政策研究大学院大学）

Takeyoshi CHIBANA (National Graduate Institute for Policy Studies)

かつての東京低地は荒川および利根川とその支派川が分合流するデルタ地域であったが、近世以降の様々な人為的改変の結果、隅田川、荒川、綾瀬川、中川、江戸川およびその支派川は現在の姿となり、いずれも河床勾配 1/4000 以下の緩流河川である。過去からの大きな改変点としては、分合流点の付替、数々の新川（放水路）開削、廃川といった河道線形そのものの変更が挙げられるが、同時に川幅が変更されるとともに、堤防、護岸、水門といった河川管理施設も建設され、さらに流域では地盤沈下という大きな地形変化が起きてしまった。

こうした河川網の管理者もまた多様であり、荒川（放水路）、中川・綾瀬川の中流域、江戸川は国土交通省、隅田川およびその支川、荒川と隅田川に挟まれた区間を流れる荒川水系の 10 河川と越中島川（江東内部河川）、中川・綾瀬川の下流域と旧江戸川の右岸側などは東京都建設局、花畑川や水元小合溜といった準用河川は区、港湾部の海岸保全区域・港湾隣接地域は東京都港湾局、都内の雨水対策は東京都下水道局であるが、埼玉県や千葉県内の河川および港湾部の管理者はまた異なり、その他普通河川も存在する。こうした管理者の違いも、河川改修や維持管理の状況の違いにつながっている。

これら自然特性と人為的改変が複合的に作用した結果、東京低地における河相（川の姿）は、河道線形（蛇行波長）、川幅、流量、連続した自然堤防の有無、人工堤防の有無、地盤沈下とそれに起因する水門操作、水辺の親水空間整備によって特徴付けられ、各河川の治水上の課題も異なっている。これら東京低地における河相および治水の現状と課題について紹介する。

参考文献

- 1) 久保純子（2023）河川と平野の地形からみえることー利根川・荒川下流低地を例に：第四紀研究，62（2），47–60.
- 2) 東京都（2016）荒川水系江東内部河川整備計画

キーワード：河相，河道線形，川幅，自然堤防，地盤沈下，河川管理施設

S04

東京低地の沖積層と最終氷期以降の古地理変遷

Post-Glacial Deposits in the Tokyo Lowland and paleogeographical changes since the Last Glacial Maximum

小松原純子（産業技術総合研究所）

Junko KOMATSUBARA (Geological Survey of Japan, AIST)

東京低地の表層を構成する沖積層は大部分が軟弱な地層からなるため、地震動を増幅させたり、地盤沈下の要因ともなってきた。沖積層の分布、すなわち沖積層の下に埋没している基盤地形の分布を知ることは、このような地盤災害を予測するための手がかりになると考えられる。

東京低地の沖積層基底地形は、もっとも深い埋没谷底、その周辺に分布する埋没平坦面、埋没平坦面を刻む小規模な谷に分類できる。埋没谷底は最終氷期（～約2万年前）に下刻された谷であり、現在の荒川付近の地下50～80m付近に分布する[1]。

このような基盤地形を埋めている沖積層は地層の特徴から上部の有楽町層、下部の七号地層に分けられている[2]。有楽町層は主に軟らかい内湾成の泥から構成され、最上部に河川成の砂泥互層を伴う地層で、低地の全域に広がっている。七号地層は有楽町層に比べると比較的固く、基底の礫層とその上の河川成の砂泥互層を主体とする地層で、埋没谷の中だけに分布する。

これらの沖積層は、最終氷期最盛期以降の海水準の上昇に伴い、河川から干潟、内湾環境を経て、高海水準期にデルタが発達して埋め立てられ、現在の沖積低地へと変遷する環境下で形成された。講演では沖積層を形成した古地理の変遷について既存研究のレビューに基づき詳細に述べる。

[1] 産総研地質調査総合センター・東京都土木技術支援・人材育成センター, 2021, 都市域の地質地盤図「東京都区部」https://gbank.gsj.jp/urbandgeol/ja/map_tokyo/index.html.

[2] 東京都土木技術研究所, 1969, 東京都地盤地質図（23区内） -東京都地質図集2-. 東京都土木技術研究所, 14p.

キーワード：東京低地，沖積層，地質地盤図，堆積環境

S05

東京低地における防災教育

Education for disaster prevention in the Tokyo Lowland

日原高志（都立武蔵野北高）

Takashi HIHARA (Tokyo Metropolitan Musashinokita Senior High School)

高校生の発達段階での、東京低地における防災教育実践を報告する。これまでの生徒の生活体験と自然素因を結びつけ興味を喚起するために、第1学期に「台地と低地の地下鉄の駅の入り口の構造の差異」、「扇橋閘門のしくみ」の実践を行った。第1学期末に事前学習を含めて半日の地域調査（見学・巡検型）を江東区内の都営地下鉄新宿線沿線・小名木川沿岸（扇橋閘門、住吉駅、小名木川の剃刀堤防、親水公園、水害被害モニュメント、小名木川排水機場、荒川土手）で実施した。その経験をもとに、第2学期初めに地震災害（水害を含む）を取り扱った。

高校段階の地震・水害に関する防災教育で重要なのは、地形の **Multi-scale** な理解である。大地形、中地形、小地形、微地形の階層性を理解させ、学校周辺は、「大地形では狭まる境界の日本列島」「中地形では沈降帯の関東平野」「小地形では後氷期の堆積物による東京低地」「微地形では軟弱地盤上の盛土地」であることを認識させ、前2者が内的営力と関連して地震を起こし、後2者が外的営力と関連して加害力の大小や被害の多少を決めるという科学的理解を促すことが重要である。

また、防災知識の普及のために、市民向けの公開講座『江戸・東京の自然と歴史』を行った。さらに、工業高校3年選択科目を用いて文化祭参加ビデオ映画『江東区の0m地帯』（三部作）を作成・上映し、完成したビデオテープを近隣の小中学校に配布した。この制作の過程で、科学知識で危険性を伝えるだけでは生徒の厭世観の増長の帰結をもたらすことに気づき、自然災害の連鎖構造を教材化することで、「今できる対策」と「将来考えるべき対策」を分けるとともに、防災対策の多様な選択肢を示すように心がけた。

キーワード：東京低地、地震災害、**Multi-scale**、厭世観、自然災害の連鎖構造

O01

令和 7 年 6 月 21 日からのトカラ列島近海の地震活動時における悪石島での不安・恐怖からの避難（速報）

Evacuation from anxiety and fear on Akuseki Island during earthquake activity off the coast of the Tokara Islands from June 21, 2025

岩船昌起・安部幸志（鹿児島大学）

Masaki IWAFUNE and Koji ABE (Kagoshima Univ.)

【はじめに】トカラ列島近海で地震活動が 2025 年 6 月 21 日から活発化した。本発表では、十島村悪石島での避難の実態を速報する。【有感地震と被害状況】悪石島の地震計は尾根部の「切土」に設置されている。気象庁によると、震度 1 以上を累計 2,238 回観測し（6 月 21 日 8 時～8 月 1 日 0 時）、2021 年 12 月群発地震 346 回、2023 年 9 月 308 回を遥かに超えている。特に震度 5 弱以上を 6 月 30 日～7 月 7 日に 8 回観測している。9 月中旬時点で、けが人等はなく、住家の一部損壊が数件疑われている程度で、悪石島では外傷的・物的な被害が顕著に確認されていない。【恐怖・不安からの避難】聞き取り調査等から、地震発生時に身を守る行動は概ね小中学生に限られるが、家具等を固定している住民が多かった。最大震度 4 を 6 回観測した 6 月 21～28 日の活動を、2023 年 9 月等、過去の群発地震と同様と考えた人が多く、この時点で、不安等を強く抱く人は少なかった。6 月 30 日に震度 5 弱 1 回観測後に過去と同様に収束に向かうことを期待した住民が多かった。7 月 2 日に震度 5 弱 2 回、7 月 3 日に震度 6 弱 1 回を観測し、大きな地震に恐怖や驚きを感じた。また、震度 1 以上が日別 100 回超となり、睡眠を分断された。地震活動の継続によって「終わりが見えない」と不安を感じる住民が増加し、疲労が蓄積していった。住民の恐怖・不安や疲労からの訴えで、7 月 4 日以降悪石島から 52 人の島外避難が段階的に実施され、宿泊ホテル入所前の健康観察時等に高血圧や発熱等の健康被害が複数人で確認された。「震度 4 以上の地震が 5 日間起きない」基準が概ね達し、山塊留学生を除いた島外避難者が 7 月 16 日以降 8 月 9 日までに帰島した。

【おわりに】今回の島外避難に災害救助法が適用されたことにより、災害対策基本法第一条第一章で保護されるべき「国民の生命、身体」において、外傷的な被害以外に、精神的な被害をどのように把握して認定するかが、今後の課題となった。

キーワード：避難，地震，不安，恐怖，悪石島，トカラ列島

O02

土砂災害救助活動のためのドローンレーザーシステムの開発と運用

Development and operation of the drone laser system for landslide rescue operations

土志田正二，新井場公德（消防研究センター）

Shoji DOSHIDA, Kiminori ARAIBA (National Research Institute of Fire and Disaster)

土砂災害救助活動現場において、安全で迅速な救助活動を行うためには、詳細な地形情報を入手することが望ましい。ドローンレーザーは、現場において広域かつ迅速に詳細な地形情報の取得が可能であり、かつ日中だけではなく情報の取得が困難な夜間においても計測が可能であるため、土砂災害現場での救助活動を支援する重要な資機材となり得る。ただし、ドローンレーザーを用いた計測は、取得したデータを利用するための前処理が煩雑であることなど、災害現場で活用するためには課題も多い。本研究では、消防研究センターの「土砂災害救助活動のためのドローンレーザーシステム」を紹介する。

消防研究センターの「土砂災害救助活動のためのドローンレーザーシステム」は、土砂災害現場での広域・迅速・詳細な地形情報の取得が目標であり、計測精度よりも利便性の高さを重視している。使用しているドローンレーザーは、大型機（ドローン：プロドローン製 PD6B-Type3C, 3D スキャナ：リーグル製 VUX-SYS）と中型機（ドローン：SONY 製 Airpeak S1, 3D スキャナ：FLIGHTS 製 FLIGHTS SCAN XT32）の2台であり、データ解析ソフトウェアとして「現場対応型点群データ解析ソフトウェア」を開発、運用している。「現場対応型点群データ解析ソフトウェア」は、ドローンからデータ抽出後、30分以内に平面図（DSM, DTM）を半自動的に作図することができるようにしたものである。

現在まで、大型機を用いた夜間での地形計測、中型機を用いた少人数（2名）での運用訓練などを実施した。今後は実際の災害現場での利用を考えて、より使いやすく効果的な運用・解析方法を考えていきたい。

キーワード：土砂災害，救助活動，ドローンレーザーシステム

O03

広域な 1960～70 年代 DEM を高精度・効率的に生成する手法の検討

A method for generating high-precision, efficient DEMs for all urban areas in Japan from the 1960s to the 1970s

吉田一希（国土地理院）

Kazuki YOSHIDA (Geospatial Information Authority of Japan)

国土地理院では SfM-MVS 解析を用いて、1960～70 年代の空中写真から当時の DSM・DEM を作成する手法の研究開発を行っており、全国都市地域の DSM・DEM（5 m メッシュ）とオルソ画像を今年度末に研究データとして公表予定である。本発表では、解析での最適なパラメータの選定、標定点（GCP）の配置手法、DSM ノイズ除去手法等の検討結果について報告する。

SfM-MVS 解析ソフトは Metashape（v.2.1 系）を使用した。使用した空中写真の地上画素寸法は約 80 cm（縮尺約 1/40,000）である。空中写真は写真主点が中心となるようにクリップした。空中写真に写る交差点等の地点を GCP とし、地理院地図等の最新オルソ画像・傾斜量図を用いて目視で位置を同定し、現在の緯度・経度・標高を付与した。標高は可能な限り航空レーザ測量による値とした。単写真 1 枚当たりの GCP の点数は 3 点程度とした。GCP の誤差が小さくなるように、GCP の位置の修正・削除・追加の選定を繰り返した。ポイントクラウドの密度は、高くするほど精細となるが欠測箇所が増えた。そこで、密度が高・中・低の計 3 パターンでポイントクラウドを生成し、それぞれから 5m メッシュの DSM を生成し、高密度による DSM の欠測箇所は中・低密度による DSM の値で補間した。生成した DSM には田畑等にスパイクノイズ（異常値）が斑状に生じた。この DSM ノイズの除去や DEM へのフィルタリングには、ラスタ処理により中心セルの値が周囲セルの最大値・最小値よりも外れている場合に周囲セルの中央値等に置換するなどの手法を検討中である。

キーワード：1960～70 年代 DEM, SfM-MVS 解析, 空中写真, 標定点, ノイズ除去

O04

地形情報と走行実績データを用いた札幌における自転車利用の分析

Analysis on bicycle use in Sapporo using topographical and person trip data

松村駿作（北海道大学・院）・早川裕弐（北海道大学）

Shunsaku MATSUMURA (Graduate student, Hokkaido University), Yuichi S. HAYAKAWA (Hokkaido University),

都市部とその周辺地域における自転車利用は、自動車や公共交通と異なり、移動目的だけでなく、通行する道路の勾配や幅、ネットワーク接続性、周辺景観など環境要因の影響を受けやすい。本研究は札幌市域を対象に、自転車利用の時空間的特性を定量的に把握し、それに影響する地形・景観要因を明らかにすることを目的とする。まず、幅・勾配・接続性など道路の幾何的情報を収集し、野外調査やリモートセンシングにより取得した景観・地形環境データとあわせて空間分析を行う。さらに、シェアサイクルの走行実績データや疑似人流データ等を用いて、走行時間・場所・利用者数等の指標を構築し、自転車利用を定量化する。その上で、地形・景観情報と自転車利用情報とをあわせて、それらの統合的な空間分析を行う。これにより、自転車利用の発生・集中あるいは未発生の背景にある地形的制約や景観特性を抽出し、都市環境の客観的理解と、自転車利用を促進する基盤整備の検討に資する知見を提示する。

キーワード：環境情報，景観，疑似人流データ，走行実績データ，シェアサイクル

O05

地すべり地の水系発達と活動度の関係：LiDAR DEM を用いた分析

Development of channel network and activity of deep-seated landslides: Analysis based on LiDAR DEMs

三好七佳（筑波大学・院），八反地剛（筑波大学），佐藤昌人（防災科学技術研究所）
Nanoka MIYOSHI (Graduate student, University of Tsukuba), Tsuyoshi HATTANJI (University of Tsukuba), Masato SATO (National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience)

近年，国土地理院によって日本全国の干渉 SAR 時系列解析データ（TS-InSAR）が公開されたことにより，地すべり地の活動度を量的に評価することが可能になった．しかし，航空レーザ測量（LiDAR）データを用いた微地形と地すべり地の活動状態の関係を評価した研究は十分に行われていない．本研究では，静岡県大井川流域を対象として，国土地理院の TS-InSAR と静岡県が取得した LiDAR データを用いて微地形と地すべり活動度の関連を定量的に評価した．TS-InSAR において変動方向と調和的な 0.75 cm/yr 以上の地表変動を示す領域が地上解像度 90 m で 3 画素以上連続して認められる地すべり地を活動性地すべり地として定義した．さらに，地質が同じであり，変動方向の類似する非活動性地すべり地を抽出し，活動性地すべり地とのペアを設定した．抽出した地すべり地に対して 0.5 m メッシュの LiDAR データから作成した傾斜量図と 1 m 間隔の等高線図を用いて，水路頭と水路網を判読し，単位面積当たりの水路長を水路密度として算出した．さらに，水路頭の標高分布を分析した．その結果，活動性地すべり地では非活動性地すべり地と比較して移動体上部に水路頭が少なく，水路密度も低い傾向が示された．このことから，水路密度や水路頭の分布特性が地すべり地の活動性評価に有効な指標であることが示唆された．

キーワード：地すべり，水路密度，活動度評価，干渉 SAR 時系列解析，航空レーザ測量

O06

森吉山北東麓に位置するブナ林流域の土層厚分布と保水機能の定量評価

Quantitative evaluation of the distribution of soil thickness and water storage function of beech forest watershed at the northeastern foot of Mt. Moriyoshi, Akita prefecture.

大貫靖浩・山下尚之・森下智陽（森林総合研），新田響平・沼宮内信之・丹羽奎太・和田覚（秋田県林業研究研修センター）

Yasuhiro OHNUKI, Naoyuki YAMASHITA, Tomoaki MORISHITA (Forestry and Forest Products Research Institute), Kyohei NITTA, Nobuyuki NUMAKUNAI, Keita NIWA, Satoru WADA (Akita Prefecture Forestry Research and Training Center)

秋田県北部の森吉山北東麓に位置する，ブナを主体とする落葉広葉樹天然林の中規模流域（森吉山麓高原森林生態系長期大規模モニタリングサイト，流域面積：7.43 ha，基盤地質：溶結凝灰岩および火山泥流堆積物）を対象として，土壌の保水機能に大きく寄与する土層厚の多点測定結果（700 地点以上で土層強度検査棒による測定を実施）と，土壌が非常に厚い地点における土壌の透水性と保水性の測定結果について詳しく検討した．その結果，本調査地の表層土層厚は平均では 1.6 m 程度であるが，全体の 2/3 を占める尾根から中腹にかけての，遷急線よりも上方の微地形単位で平均 2m を超え，河道沿いの谷部（平均 1m 程度）と比較して非常に厚かった．また，左岸側の上部谷壁斜面において掘削した代表土壌断面で測定した深度別土壌含水率は，多雨期でないにもかかわらず，最表層の A₁ 層を除き 40～50% と非常に高い値を示した．不攪乱土壌円筒試料を実験室に持ち帰り，定水位法により測定した飽和透水係数は，A₁ 層と AB 層で 10^{-4} ms^{-1} オーダーの他は 10^{-3} ms^{-1} オーダーで，火山灰の影響が大きい他地域の森林土壌と比較して低い値を示した．全孔隙率は，最表層から深層に向かい徐々に低下する傾向にあったが，主に土壌の渇水緩和機能に寄与する細孔隙率には，大きな変化は認められなかった．以上の結果から，森吉山北東麓に位置するブナ林土壌は，土層が厚く平常時の土壌含水率も高いため，渇水緩和機能・洪水調節機能ともに良好である可能性が高いことが明らかになった．

キーワード：土層厚分布，保水機能，定量評価，微地形分類，ブナ林流域

O07

ケーブル加熱法による地下水鉛直分布の解明：光ファイバを用いた温度測定

Elucidating the vertical distribution of groundwater by active heating method: temperature measurements with optical fiber

小暮哲也（京都大学），Ashis ACHARYA（京都大学），谷村大輝（元島根大学・院），張 超（工学院大学），伊藤文彦（島根大学），榊 敏博（ESE），小松 満（岡山大学），土井一生（京都大学）

Tetsuya KOGURE (Kyoto University), Ashis ACHARYA (Kyoto University), Daiki TANIMURA (Former Graduate student, Shimane University), Chao ZHANG (Kogakuin University), Fumihiko ITO (Shimane University), Toshihiro SAKAKI (ESE), Mitsuru KOMATSU (Okayama University), Issei DOI (Kyoto University)

地下水挙動や地下水位置の把握は斜面地形形成プロセスの解明や斜面防災にとって重要な情報である。本研究では、主に新第三系の堆積岩からなる傾斜 45 度の斜面に深さ 50 m のボーリング孔を掘削し、ケーブル加熱法によりボーリング孔周辺の地下水分布の解明を試みた。事前の室内試験では、ボーリング孔を模擬した直径 77 mm 長さ 2,000 mm の円柱モルタル供試体を作製し、供試体内のケーブル（銅線）加熱で発生した熱を、同じく供試体内の光ファイバケーブルで検知可能か確認した。地下水等を想定した高含水比区間とするため供試体表面を局所的に浸水させケーブルを加熱したところ、高含水比区間では周囲に比べ温度上昇量が低いことを確認した。これは、ボーリング孔周辺に流動または滞留地下水が存在する深さでは、地下水が存在しない深さに比べ温度上昇量が低下する可能性を示す。ボーリング孔における加熱試験では、ケーブルに 300 V の電圧を 3 時間負荷した。このとき、単位電力は 9.1 W/m であった。加熱開始から定期的に温度変化を測定したところ、地表付近を除けば、温度上昇は最大約 20°C だった（一部深度で 40°C 近く）。しかし、深さ 4-6 m, 10.5-12.0 m, 16-18 m, 22-26 m, 36-37.5 m, 46-47.5 m などでは温度上昇が 5°C 以下であった。室内試験の結果によればこれらの区間は他の深さより高含水比と考えられ、地下水の流動や滞留が示唆される。

キーワード：地下水，分布，ケーブル加熱法，温度，光ファイバ

O08

岩盤風化帯の発達モデリングと斜面ハザード評価への応用

Modeling bedrock weathering zone toward hillslope hazard assessment

松四雄騎（京都大学）

Yuki MATSUSHI (Kyoto University)

化学風化した岩盤の力学的強度の深度プロファイルを表現するモデルを，斜面の急峻度指数と組み合わせ，風化岩盤の厚みと強度の空間分布を表現するデジタル風化岩盤モデル（DWBM: Digital Weathered Bedrock Model）を作成した．このモデルは，物理風化と匍行によって移動しつつある土層の空間分布モデル（DSLMM: Digital Soil Layer Model）と合わせて，地震や豪雨によって崩壊しうる山地斜面風化帯の拡がりを定量的に推定しうる．一連の風化帯モデリングを，能登半島北部の火砕岩および堆積岩類を基盤とする山地に適用し，2024年能登半島地震による斜面崩壊発生状況の再現を試みた．まず震源断層からの距離に対する最大地動加速度と斜面崩壊面積率の低減特性の差異から，斜面破壊をもたらす加速度閾値の頻度分布を求めた．次に，単純化した斜面安定解析を風化帯モデルと結合させ，斜面破壊閾値の頻度分布が説明できるようなモデルパラメータを求めた．最後に，このモデルが出力する不安定領域の拡がり，斜面崩壊のインベントリマップと対照することでモデリングの妥当性を検証した．構築されたモデルフレームワークは，地質毎に多様な斜面崩壊の発生状況に理由付けを付与し，斜面崩壊の発生場予測による未災の場でのハザード評価に応用できる可能性がある．

キーワード：風化，強度低下，地震時斜面崩壊，モデリング，クリティカルゾーン

O09

伝統的治水施設の復原に資する学際的調査手法の比較—滋賀県愛知川・猿尾の事例—

Comparison of interdisciplinary survey methods for restoration of traditional flood control facilities: a case study of Saruo, Echi River, Shiga Prefecture, Japan

小倉拓郎（兵庫教育大学），島本多敬（滋賀県立琵琶湖博物館），水野敏明（滋賀県琵琶湖環境科学研究センター），山内啓之（立命館大学），八反地 剛（筑波大学），濱口貴仁（滋賀県立琵琶湖博物館），片山大輔（前・滋賀県立琵琶湖博物館）

Takuro OGURA (Hyogo University of Teacher Education), Kazuyuki SHIMAMOTO (Lake Biwa Museum), Toshiaki MIZUNO (Lake Biwa Environmental Research Institute), Hiroyuki YAMAUCHI (Ritsumeikan University), Tsuyoshi HATTANJI (University of Tsukuba), Takahito HAMAGUCHI (Lake Biwa Museum), Daisuke KATAYAMA (former Lake Biwa Museum)

航空機や UAV を用いたレーザ測量による地形計測手法は，写真測量では実現できなかった植生下部の地形を計測することができる．近年，航空レーザ測量成果のオープンデータ化が全国各地の都道府県で進んでおり，広く高精細な地形情報を取得・解析できる環境が整備されつつある．これに伴い，古墳や城館跡などの遺構を目視や機械学習で判読される事例が増えており，植生の被覆や現地踏査が容易でない環境に存在する遺構が発見されている．本研究では，滋賀県愛知川に分布する伝統的治水施設の一つである石積の水制・猿尾を対象として，その位置や分布を特定するとともに，レーザ測量以外の他の手法を組み合わせた学際的調査手法の比較を通じて統合的アプローチの有効性を明らかにすることを目的とした．UAV-LiDAR で計測した 0.1 m 解像度の高精細 DTM を判読材料とした上で，1874 年に作製された村絵図の分析，フィールドワーク，地域住民へのインタビュー調査を実施し，それぞれの手法がカバーする時空間スケール，物理的性質，社会背景について整理した．高精細 DTM は，微地形や地表構造を非破壊的に可視化できるが，長期的変遷や土地利用・維持管理など人間活動の要素は把握できない．村絵図は，100 年以上前の位置や規模の推定に有効であるが，情報の精度に課題がある．現地踏査は，伝統的治水施設の保存状態が良ければ 10 年程度前の時間スケールの情報も得られ，高精細 DTM や村絵図では検出できない物理的な構造を示すことができる．一方で植生や人為的改変が影響するため，現地調査による目視判読が不可欠である．地域住民へのインタビューは，住民の記憶を通じて治水施設の分布や特徴に留まらず，日常生活における利用実態を復原できる．各手法がカバーしている時空間スケールは異なっており，これらを統合的に活用することが求められる．

キーワード：伝統的治水施設，学際的調査手法，レーザ測量，歴史資料，時空間スケール

O10

土石流による擾乱を受けた源流域溪流における階段状河床の形成

Formation of step-pool morphology in headwater channels after disturbance by a debris flow

梶田大陽（応用地質株式会社），八反地 剛（筑波大学），小倉拓郎（兵庫教育大学），田中靖（駒澤大学），土志田正二（消防庁消防研究センター）

Taiyo KAJITA (Oyo Corporation), Tsuyoshi HATTANJI (University of Tsukuba), Takuro OGURA (Hyogo University of Teacher Education), Yasushi TANAKA (Komazawa University), Shoji DOSHIDA (National Research Institute of Fire and Disaster)

本研究では、土石流流下後の河床形態の実態を明らかにするため、源流域溪流の河床の微地形を詳細に調査し、その形状特性を検討した。調査対象地は山口県防府市の佐波川水系三谷川の 5 つの支流である。調査対象の全ての溪流において、2009 年 7 月 21 日の集中豪雨により土石流が流下した。流路の集水面積は $0.025 \sim 0.22 \text{ km}^2$ 、平均勾配は $0.16 \sim 0.44$ である。LiDAR を搭載した UAV により、2023 年 9 月と 2024 年 10 月に地表面の高密度点群を取得した。また、UAV により 2023 年 11 月と 2024 年 10 月に地表面を空撮した。それらのデータから、数値標高モデルおよびオルソ画像を作成し、出現する河床形態を分類した。さらに、階段状河床の区間では、それらの形状を計測した。また 2009 年 8 月の航空 LiDAR データ、2010 年と 2013 年の空中写真を用いて、豪雨直後から 24 年後までの期間における標高変化量や流路パターンの変動を分析した。2023 年 9 月時点において、**bedrock**, **cascade**, **step-pool**, **riffle** の 4 つの河床形態がみられ、**bedrock** を除くと **step-pool** が最頻出であった。また、豪雨直後から 2023 年 9 月までの期間に、河道では明瞭な標高変化が確認された。また、2010 年 4 月から 2013 年 5 月までの期間に、流路の位置が変化した。これらの観測結果から、現在見られる主な河床形態は、土石流流下後の 3 年間に生じた比較的小規模な降雨イベントによって形成されたことを推定した。また、新たに形成された **step-pool** には、岩屑の堆積に伴って形成されたものと、侵食に伴って形成されたものが存在した。両者の形状を比較すると、堆積性のものは侵食性のものに比べて相対的に規則的な形状を示した。前者は擾乱後の小規模な洪水イベントによって供給された岩屑粒子により構成されていたが、後者は過去のイベントによって運搬された巨礫によって構成されていた。これらの粒度組成の違いが **step-pool** の規則性に影響していると考えられる。

キーワード：山地源流域，河床形態，ステッププール，UAV-LiDAR

O11

鳥取市佐治川谷底の地形分類に基づく 2023 年台風 7 号水害の被害状況分析
Analyses of flood damages caused by Typhoon No. 7 in 2023 based on topographic
classification of the Saji River valley bottom in Tottori

小玉芳敬（鳥取大），和泉萌音（静岡県庁）

Yoshinori KODAMA (Tottori University), Mone IZUMI (Shizuoka Prefecture)

鳥取県東部千代川水系の佐治川は、全長 19 km，流域面積 83.1 km²の河川である．2023 年 8 月 14～16 日の台風 7 号において佐治川流域では、観測史上 1 位となる 1 時間降水量 97.5 mm（04 時 52 分）を記録した（鳥取地方気象台，2023）．鳥取県県土整備事務所佐治町現地事務所によると斜面・道路・河川護岸で多くの被害が発生し、特に河川沿いでは道路や橋の不通など住民生活に大きな支障をもたらした．本研究の目的は、2023 年台風 7 号による洪水被害の実態を明らかにすることである．

鳥取市白地図や国土地理院地図を利用し段丘面の標高を求め、投影縦断図を作成して、段丘面区分などを行った．現地調査や佐治町現地事務所に提供頂いた被災直後に撮影されたドローン写真、被災地に関する資料に基づいて、氾濫域を地図上に記載した．また砂礫堆前縁部の判読を実施し、砂礫堆前縁部と河岸や道路の損壊箇所との検討を行った．

佐治川谷底平野の地形分類の結果、支谷からの扇状地面と 5 段の河成段丘、つまり森坪面（現河床からの比高 20-25 m）・福園面（比高 15-20 m）・河本面（比高 10-15 m）・別府面（比高 5-10 m），そして古市面（比高 5 m 以下）に区分された．そして台風 7 号による浸水域は、一部に氾濫原を含む古市面に限られ、他の段丘面には及んでいないことが明らかになった．古市面をさらに細分化して氾濫原と区分することが当面の課題である．

砂礫堆前縁部の判読結果と河岸・道路の損壊箇所とを比較した結果、砂礫堆深掘れ部と護岸・道路の損壊箇所とが一致したところは損壊箇所のうち 51%を占め、その可能性があるところは 15%，一致しなかったところは 34%であった．砂礫床河川における護岸損壊に関しては、砂礫堆との関係を今一度検討することが求められる．

キーワード：2023 年台風 7 号水害，佐治川，護岸損壊，砂礫堆，段丘，氾濫域

O12

自然変動（豪雨・地震）と人間活動を用いた堆積速度の推定

Estimation of sedimentation rate using natural (seismic and heavy rainfall) and artificial activities

柏谷健二（金沢大）

Kenji KASHIWAYA (Kanazawa University)

湖沼堆積物の分析結果に基づき，歴史時代から観測時代における地震活動や豪雨災害そして人為活動について議論する．対象湖沼－流域系は琵琶湖とその流域にある余呉湖である．年代推定には C-14，Cs-137，CRII 変動を用いる．地震活動に関しては 1185 年元暦地震，1662 年の寛文地震が議論される．豪雨については 1896 年明治大豪雨および 1959 年伊勢湾台風を取り上げる．人為活動としては 1905 年の南郷洗堰の建設や 1960 年の余呉川からの余呉湖への直接の流入を促す水路の構築を議論の対象とする．

キーワード：堆積速度，湖沼堆積物，物理特性

O13

自然がよく残された久米島のアーラ浜でのウミガメの産卵

Formation of spawning ground of sea turtle on natural Ara Beach on Kume Island

宇多高明（土木研究センター）

Takaaki UDA (Public Works Research Center)

亜熱帯地域に属する沖縄県の海岸は、本州と比べ大きく異なる環境条件を有している。海岸沖にはサンゴ礁が形成され、砂浜背後にはアダンやモンパノキなどの亜熱帯木が繁茂し、沖縄特有の自然環境を形づくる。しかし、沖縄本島では近年観光開発などが急速に進められた結果、人工化が進んで沖縄らしい環境が失われてきた。このような人工改変に伴って沖縄らしさが失われている状況下で、沖縄本来の海岸の姿を記録にとどめておくことは大事と考え、2025年9月11日、久米島のアーラ浜において海浜状況とウミガメの産卵地の調査を行った。アーラ浜は、久米島の南西岸で山地を背にした場所に位置し、南西方向に太平洋を望むポケットビーチである。この海域ではリーフがよく発達しているが、このリーフには、南側から北向きに明瞭な筋目模様が認められることから、南部のリーフから儀間漁港沖のリーフの切れ目へとリーフ上でほぼ北西方向を向いた流れが卓越していることが確認できる。アーラ浜では、中央にA川が、その南東250mにはB川が流入しており、A、B川間の背後地は鬱蒼とした亜熱帯林により囲まれている。アーラ浜の背後には、集落や交通量の多い道路など、ウミガメの産卵の障害となる光や音の発生源がなく、このためウミガメの産卵に適した条件を有している。ウミガメの掘削した産卵穴（pit）は、アーラ浜の両端部で数多く見い出され、海浜背後地に生育しているアダンなどの亜熱帯林と砂浜との境界付近が産卵適地となっていた。これらの場所では、汀線から植生帯外縁線付近までの距離は37mであり、中央のA川河口付近での距離70mと比べると、比べれば1/2と短かった。産卵時に天敵に遭遇する危険がある親ウミガメと孵化幼生の海への旅を考えれば、リスク軽減のためにアーラ浜の両端部が産卵適地となっていたと推定される。アーラ浜は儀間漁港背後の集落から南東に約3km離れており、久米島の主な観光ルートから離れており、海水浴場ではないため観光客が行きにくい場所にある。同時に、近傍に漁港もなく、したがってウミガメの産卵障害となる光や音の発生源がないという特長を有している。海岸背後に集落や道路などの施設がないため、それらの防護を目的とした護岸や離岸堤の設置も必要がなく、物理的意味からウミガメの産卵の障害となる施設がないことも有効であった。さらに、アーラ浜は一連のリーフ海岸のうち、リーフの存在により誘起される流れの最も上手側に位置するため、海浜沖が相対的に清浄な水質で保たれていることも望ましい条件となっていた。アーラ浜はこのようにして沖縄の海岸の原風景を保ってきている。

キーワード：久米島，アーラ浜，自然海岸，ウミガメ，人工改変

O14

中国・甘肅省河西回廊オアシス地域の石窟寺院が立地する地形

Landform characteristics of Buddhist cave temples in the Hexi Corridor Oasis Region,
Gansu, Western China

島津 弘（立正大学）

Hiroshi SHIMAZU (Rissho University)

中国西部，甘肅省にはシルクロードに沿って多数の石窟寺院がつくられてきた．特に河西回廊地域のシルクロードの南側には，チーリエン山脈から北流する河川に沿って莫高窟をはじめとした多数の石窟を伴った石窟寺院が存在していた．これまで莫高窟を含む甘肅省西部地域の地形の全体像や，いくつかの石窟寺院が立地する地形の概要について発表を行ってきたが，今回は河西回廊地域の東端付近に位置する天梯山石窟から，河西回廊地域の西端付近にある敦煌の南西に位置する西千仏洞までの石窟寺院について，立地する場所の地形的特徴を述べる．また，立地する地形に基づいて石窟寺院を分類した結果についても発表する．

本地域にはチーリエン山脈から流下する河川による扇状地が形成されている．チーリエン山脈北縁地域は活発な隆起をしていると考えられ，山列の隆起にともなって河川が先行谷を形成し，扇状地が段丘化している．半固結の段丘堆積物からなる段丘崖が横穴である石窟をつくる場所を提供し，莫高窟はその代表である．そのほかにも丘陵化した扇状地を刻む谷の谷壁斜面，先行谷の峡谷近くの基盤岩の侵食崖に立地している場合もある．河西回廊に接したチーリエン山脈の隆起にともなった急崖や急斜面の形成が，石窟寺院がつくられる場を提供することとなった．

キーワード：石窟寺院，地形，扇状地，河西回廊，甘肅省，中国

O15

能登半島地震（2024 年）で隆起した岩石海岸にみられる侵食微地形のタイプ・

分布と地質条件

Types, distribution and geology of miniature cavernous forms on rocky coasts uplifted by the 2024 Noto Earthquake

松岡憲知（茨城大学），須田 陸（茨城大学・学），小倉拓郎（兵庫教育大）

Norikazu MATSUOKA (Ibaraki University), Riku SUDA (Undergraduate student, Ibaraki University), Takuto OGURA (Hyogo University of Teacher Education)

2024 年 1 月の能登半島地震により，能登半島北部の海岸は最大 4m 隆起して海食崖やベンチが広く露出した．これにより海底・潮間帯・陸上の地形が同時に観察できるようになった．そこで，隆起海岸の 13 地点において，ノッチ・タフォニ・ハニカム・ポットホール・ウニ穴（穿孔性のウニが掘削）・貝穴（穿孔貝が掘削）の 6 つの微地形を認定し，分布・形状・大きさ・地質条件について調査・計測を行い，海底侵食から陸上風化への遷移について考察した．微地形の形状と大きさは LiDAR 搭載のタブレット PC で取得した画像，または UAV から取得した画像から三次元モデルを作成して計測した．現地では岩石強度（シュミットハンマー反発値：R）および岩石構造（層理または節理面の走向・傾斜）も計測した．高度は白化したピリヒバの上端線が示す地震前の海水面（PSL）を基準とした．各微地形は異なる垂直分布を示し，ノッチは PSL 周辺，タフォニは 0～22 m，ハニカムは 0～2 m，貝穴は 1～1 m，ウニ穴とポットホールは -4～1 m の高度帯に卓越する．岩石強度の観点では，ノッチは軟岩（ $R < 35$ ）に多く，ポットホールは軟岩から硬岩（ $R > 50$ ）まで形成され，その他の地形は主に R が 40 以下の岩石に多い．タフォニの直径は平均 0.3 m/m の高度上昇率を示す．ウニ穴および貝穴は地上に露出すると広く浅くなり（縁が欠損），ハニカムやタフォニに移行する傾向がある．隆起後の侵食現象として，礫岩・泥岩の互層において，乾湿風化により泥岩に新たなノッチ（9 か月間で深さ 0.2 m）が形成され，20 か月後もさらにノッチの侵食が進んだことが特筆される．

キーワード：能登半島地震，隆起海岸，微地形，タフォニ，ポットホール，ノッチ

ポ ス タ ー 発 表

P01

改良型跳躍・磨耗侵食モデルを用いた山地河川の縦断形発達の検討

Sensitivity of channel steepness to rock uplift rates modulated by sediment flux and grain size: insights from the modified saltation-abrasion incision model

高橋直也（東北大学）

Naoya TAKAHASHI (Tohoku University)

隆起速度が増加し、河川が経験する侵食基準面の低下速度が上がると、河川勾配が増して下刻速度が増加する。その結果、河川沿いの斜面における侵食が加速し、河川に供給される土砂の量や粒径が増加することで、さらに河川流路の形状や侵食速度が変化する。このように、隆起速度は、河川勾配、流路へ供給される土砂の粒径・量の変化を通じて下刻速度を変化させる。

跳躍・磨耗侵食モデル（Sklar and Dietrich, 2004 ; Turowski et al., 2007）は、河川の勾配、河道内の土砂フラックス、粒径を考慮した河川侵食モデルの代表例であり、岩盤河川に関する研究で広く用いられている。本研究では、このモデルに、土砂フラックスと堆積物の粒径が隆起速度とともに増加するという条件を加え、隆起速度と下刻速度が等しくなる時の ks （steepness index）を求めた。土砂フラックスは隆起速度に比例して増加すると仮定した。粒径は、隆起速度の増加とともに非線形に増加し、やがて上限に達すると仮定した。粒径の増加率や上限値を変更して計算を繰り返し、 ks と隆起速度との関係が、堆積物の効果でどのように変化するのかを検討した。

削剥速度と ks の関係についての既存研究から、 ks が隆起速度のべき乗に比例することが予想される。本研究の計算結果から、このべき指数が常に一定ではなく、ある隆起速度を超えると急に低下することが明らかになった。この結果は、宇宙線生成核種濃度から推定した削剥速度と ks の関係についての既存研究結果と整合的である。また、べき指数が急変する際の隆起速度が、粒径が上限に達するときの隆起速度に概ね等しいことも明らかになった。今後は、より広い条件下での数値実験や現地調査結果との比較によって、 ks と隆起速度との関係をより詳細に検討する。

引用文献

- Hilley J. et al. (2019) Earth's topographic relief potentially limited by an upper bound on channel steepness. *Nature Geoscience*, 12, 828-832. <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0442-3>
- Sklar L. and Dietrich W. (2004) A mechanistic model for river incision into bedrock by saltating bed load. *Water Resources Research*, 40, W06301. <https://doi.org/10.1029/2003WR002496>
- Turowski J., Lague D., Hovius N. (2007) Cover effect in bedrock abrasion: A new derivation and its implications for the modeling of bedrock channel morphology. *J. of Geophysical Research*, 112, F04006. <https://doi.org/10.1029/2006JF000697>

キーワード：山地河川，隆起，跳躍・磨耗侵食モデル，粒径

P02

流路形状の類似性の評価に機械学習を用いる試み

Exploring machine learning approaches for evaluation of channel shape similarity

遠藤徳孝（金沢大学），宮田廉太郎（金沢大学・院）

Noritaka ENDO (Kanazawa University), Rentaro MIYATA (Graduate student, Kanazawa University)

自然地形や数理モデル（シミュレーション）で再現された地形の形状特性を機械学習モデルにより評価する試みを行った。本研究では、異なる2つの数理モデルによって再現された河川流路の評価において、自然河川との類似性を人の主観に寄らない方法で検討することを想定した。地形発達数理モデル（LEM: Landform Evolution Model）には様々なものがあるが、ここでは流域スケールを対象とする比較的粗い格子空間上で地形発展を計算するモデルを扱う。試みに、河川流路の側方侵食の定式化が異なる2つの計算モデルの結果を対象とした。この2つのモデルからは、人が見た目で主観的に判断した場合に蛇行の程度が異なる結果が得られる。再現流路の蛇行の程度について、低い蛇行度と高い蛇行度の結果を出すモデルをそれぞれモデル1，モデル2とする。本研究では形状の判断する学習モデルとして、Deep Metric Learning（深層距離学習）の手法の1つである ArcFace（Deng et al., 2019）を用いた。この学習モデルが分類を行う際、何に（どんな特徴に）基づいて分類をしているのを考察するため、モデルの内部表現を調べた。内部表現とは、深層学習モデルの最終出力ではなく中間層の出力ベクトルのことである。学習対象となる画像は、任意の数の要素（次元）を持つベクトルへと変換されるが、これを特徴表現ベクトルと呼ぶ。今回使用したモデルの場合は、128次元の高次元ベクトルとなるが、主成分分析を用いて主要な特徴を抽出し、高次元ベクトルから低次元ベクトルへ還元（射影）し解釈を行った。学習の結果、計算モデルによる再現流路の画像 2799 枚に対する学習モデルの分類精度（正解が分かっている画像に対してモデルがどちらに分類したかに基づいて求めた精度）は約 94%であった。次に、自然地形として、大井川、養老川、四万十川、栲原川、手取川を対象に学習モデルに分類をさせた。これら5つのうち、人間の主観による判断では、最初の4つは蛇行度が大きく、最後の1つは蛇行度が小さい。学習モデルはモデル1か2の分類をするわけであるが、人間の主観による印象と類似して、最初の4つの自然河川を蛇行度が大きい結果が得られるモデル2に分類し、最後の1つを蛇行度の小さい結果が得られる model1 と判断した。内部表現の高次元ベクトルを主成分分析したところ、第1主成分1つでほぼモデル1と2とを分類できることが示された。これにより、どの地形発達モデルの結果が、どの自然地形と類似しているかの判断を、人間の主観に頼らずに、機械学習モデルで行なえること、また、蛇行の程度を主成分分析の第1主成分のみで概ね評価できることが明らかとなった。また、このことは、自然界に見られる形状（蛇行度など）のばらつきを、単一のモデルでパラメータだけを変えることでどれくらい多様性を以て幅広く再現できるかの評価にも使えることを示唆している。

キーワード：流路形状，機械学習，類似性評価，地形発達数理モデル

P03

カスリーン台風による洪水流の時系列変化と住民証言

Time-Series Changes in Flood Flows Caused by Typhoon Kathleen and Resident Testimonies

船引彩子（東京理科大学），寺島 玄（NPO 法人あらかわ学会）

Ayako FUNABIKI (Tokyo University of Science), Gem TERASHIMA (NPO Arakawa Society)

戦後間もない 1947 年 9 月 11 日にマリアナ諸島に発生したカスリーン台風は、本州を横断して停滞した前線を刺激し、激しい降雨をもたらした。雨は台風が房総半島沖、北東に去る 15 日夜半まで続いた。9 月 16 日未明には利根川右岸の北埼玉郡東村（当時）の堤防が決壊し、氾濫流は南下して埼玉県と東京都との境にある葛飾区水元小合新町の大場川堤（桜堤）を破堤させ、9 月 17 日未明から東京都内の浸水が始まった。18 日午後には氾濫流が葛飾区に到達し、さらに中川右岸も決壊させ、江戸川区、足立区にまで達した。

東京都葛飾区内の図書館には、住民によるカスリーン台風体験の記録が文書として多く残されている。また、筆者らも独自に被災者らの証言を集めている。住民の証言より、大場川堤の破堤が洪水流の流れを大きく変えたこと、自然堤防の発達する柴又周辺ではなく、新宿方面から水が流れてきたことがわかってきた。本発表では、これらの住民の証言記録を時系列で地図上に表現し、さらに東京都水災誌などに残された洪水流の図面と比較して議論を行う。

キーワード：カスリーン台風，桜堤，葛飾区，洪水

P04

風化した岩石の薄片試料における EBSD 分析の最適な前処理条件の検討

Presentation title Investigation of Optimal Pre-Treatment Conditions for EBSD Analysis of Weathered Rock Thin Section Samples

濱田光生（弘前大学・院），峯田才寛，若狭 幸（弘前大学）

Koki HAMADA (Graduate student, Hirosaki University), Takahiro MINETA, Sachi WAKASA (Hirosaki University)

化学風化は岩石と水が反応して起こる現象で，様々な環境下で起こる．風化は様々な環境や岩石種の違いによって風化プロセスや時間の関係が異なる．そのため定量的に風化程度を評価することが難しい．風化によって鉱物は化学的・物理的に変質し，その微細構造や結晶組織が大きく変化する．新鮮な岩石や變成岩の結晶方位や粒界構造，変形組織における解析には電子後方散乱回折法（Electron Backscatter Diffraction: EBSD）が利用されており，風化程度の定量的な評価をするために必要な測定である．しかし EBSD では表面の適切な前処理が必要であり，脆弱な風化層は加工損傷により測定が出来なくなったり，風化層そのものが失われたりすることがある．本研究では，岩石外縁の風化層を保持したまま測定を行うために，どのような前処理条件が適切であるかを検討することを目的とした．

岩石試料採取地域は岩手県久慈市侍浜周辺地域である．この地域は先行研究により TCN（Terrestrial in situ Cosmogenic Nuclides: 原位置宇宙線生成核種）年代測定から海成段丘及び河成段丘の地形年代が推定されている．本研究ではそれぞれ地形年代が異なる段丘面に位置する露頭及び地中からそれぞれ花崗岩閃緑岩を採取した．

本研究では，岩石薄片を作成した後，コロイダルシリカ処理の時間や錘の重さによる違いが風化層の保存状態および EBSD に重要な菊池パターンの質とパターンとのずれに与える影響を系統的に評価した．その結果，風化層において良好なパターンを得るための最適な前処理条件が明らかになった．

今後は最適な条件で前処理を行い精度の高い EBSD の結果を得ることで，風化層における結晶方位やひずみ，間隙率を明らかにし，風化プロセスの解明を目指す．また，各サンプルを比較することで風化速度の推定や風化を利用した年代測定法の確立を目指す．

キーワード：化学風化，EBSD，岩石薄片

P05

秋田県八峰町チゴキ崎における割れ目の解析

Fracture Analysis 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と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を示す重要な地形指標となる。波食棚の形成・発達過程には、岩石に存在する割れ目が侵食の進行方向や形態を制御する重要な要因の1つとされている。波浪による侵食において、割れ目は岩盤の弱線として機能し、その走向や間隔によって侵食の進展方向や速度が大きく左右される。そのため、割れ目分布は波食棚表面の形態や境界線の発達に影響を与え、最終的な波食棚の地形特性を決定づける可能性が高い。

本研究では、離水波食棚に発達する割れ目を対象に、その分布や特徴を明らかに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、間欠的に隆起していると言われている。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段の面が分布している。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。

現海岸における割れ目の発達状況を把握することは、将来の海岸侵食リスク評価や沿岸域管理にも有用な知見を提供し得る。本研究では、秋田県八峰町チゴキ崎の離水波食棚における割れ目の分布特性を明らかにし、波食棚地形の形成過程におけるその役割を考察する。

キーワード：波食棚，割れ目，UAV

P06

タフォニの成長特性と岩石物性の関係に関する一考察

Relationship between growth characteristics of tafoni and rock properties: a review

滝澤文雄（埼玉大学・学）・小口千明（東京科学大学）

Fumio TAKIZAWA (Undergraduate Student, Saitama University), Chiaki T. OGUCHI (Institute of Science Tokyo)

塩類風化により形成されるタフォニ地形は、岩盤表面に微小な凹地が集積し拡大することで発達する代表的な微地形であり、その形成機構の理解は地形学的意義のみならず、石材や構造物の劣化予測にも応用可能である。これまで砂岩、花崗岩、凝灰岩、石灰岩など多様な岩石を対象とした研究が行われ、岩石強度や含水比と風化の関係を検討した事例は多いが、タフォニの成長速度や間隙径分布を定量的に扱った研究は限られている。Matsukura and Matsuoka (1996) が提示した塩類風化指標 (WSI) と成長速度 (D_v/T) の関係式は重要な枠組みを与えたが、形成期間が既知の事例が少なく適用範囲に制約があった。そこで本研究では、小暮ほか (2019) の成長速度式を導入し、既往研究により報告された物性値（間隙率や引張強度など）を基に WSI を逆算する方法を試みた。レビュー対象は国内外の砂岩、花崗岩、凝灰岩、石灰岩に関する研究であり、文献から抽出したパラメータを整理した。その結果、凝灰岩は高い多孔質性と吸水性により WSI および成長速度とも最大値を示し、花崗岩は緻密で最小値、砂岩は中間的、石灰岩も緻密性に応じた低値を示すなど、各岩種の風化特性と整合する傾向が得られた。以上の結果は、既存研究の枠組みを統合することで、タフォニ形成過程の比較検討や予測に新たな可能性があることを示している。今後は、間隙径分布や結晶圧の測定を含む物性データの充実により、モデルの精緻化を進める必要がある。

キーワード：タフォニ，塩類風化，風化速度，岩石物性

P07

海成段丘における風化度に応じた岩石の硬さ測定－打撃音記録アプリを利用した例－

Measurement of Rock Strength at Different Levels of Weathering in Marine Terraces:
A Case of Using a Recording App for Impact Sounds

高木 優, 古木宏和 (日本工営株式会社)

Yu TAKAGI, Hirokazu FURUKI (Nippon Koei Co., Ltd.)

岩石や岩盤の風化の度合いは、フィールドの地形・地質的特徴を理解するための重要な情報であり、これを評価する試みは様々な方法で行われている。野外において最も簡便な手法は、ハンマーを用いて打撃を与えその衝撃音を聞いて判断するハンマー打診であるが、金属音や濁音といった定性的な表現で記録されるため、判定者によって判断に差が生じる可能性がある。また、シュミットハンマーやエコーチップを用いた試験では、打撃の反発値を測定することで定量的な表面硬度が求められる一方、専門の試験機材が必要であり汎用性や簡便性に欠ける側面がある。このような背景から、野外調査においてデバイスの制約なく測定できる、定量的な手法が求められている。

そこで本発表では、同じ地質で風化度が異なることが明らかである海成段丘の崖面において、打撃音記録アプリを用いてハンマー打診音から打撃音の重心周波数を記録した。また、同じ場所においてエコーチップ硬さ試験機を用いて岩石の硬さを測定し、岩石の硬さと打撃音の重心周波数を比較した。この比較から、風化度を音データで定量的に評価できることが期待される。

調査地域は、千葉県南房総市野島崎西岸である。野島崎西岸には元禄地震と関東大地震で形成された海成段丘が存在する。野島崎西岸の地質は、細～中礫からなる安山岩角礫を主としたレンズ状の礫岩層であり、崖面には、発達度の異なるタフォニが見られる。

使用した打撃音記録アプリは、打撃音の定量化を目的として開発されたスマートフォンアプリ「DAOON」である。DAOONは、iOS機器のマイクを用いて音源を収録し、打音の周波数情報の取得、周波数の高速フーリエ変換、重心周波数の計算を行う無償のiOSアプリである。本アプリを用いることにより、既存の試験機材を用いるよりも容易かつ多量のデータ取得が可能であり、フィールド調査での活用が期待される。

キーワード：野島崎，打撃音記録アプリ，海成段丘，風化

P08

能登半島地震で発生した大久保崩壊における岩石の風化と水質の関係

Relationship between rock weathering and hydrochemistry of groundwater in the Okubo landslide caused by the Noto Peninsula Earthquake

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）
Takuma WATAKABE (Forestry and Forest Research Institute) , Makoto MATSUZAWA (Kyoto University) , Masato SATO (National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience)

本発表では，2024 年 1 月 1 日能登半島地震で発生した大久保崩壊を対象にして，崩壊地内でみられる珪質シルト岩と凝灰岩，および湧水の特徴を調べ，これらがどのように斜面崩壊の発生に関わったのかを検討する．そのために，崩壊地の地形・地質の特徴を調べるために現地踏査，岩石試料の鉱物・化学性を調べるために XRD および XRF 分析，湧水の電気伝導度とイオンクロマトグラフを用いてイオン含有量を調べた．また，風化程度の異なる岩石試料を準備し，溶出実験を行った．崩壊地の大部分は珪質シルト岩が分布しており，崩壊地の末端付近では凝灰岩が露出していた．現地踏査および XRD 分析の結果から，大久保崩壊地の珪質シルト岩には黄鉄鉱が含まれていることがわかった．崩壊地末端から湧出する水の電気伝導度は 100 mS/m 以上の高い値を示しており，イオンクロマトグラフの結果から硫酸イオン，重炭酸イオン，カルシウムイオン，ナトリウムイオンが多く含まれていることがわかった．溶出試験の結果から，珪質シルトから溶出するイオンは新鮮な岩石ほど多かったが，珪質シルトの溶出ポテンシャルは亀裂の程度に依存する可能性が示唆された．

キーワード：珪質シルト岩，凝灰岩，電気伝導度，イオンクロマトグラフ，溶出実験，XRF

P09

点群データを用いた石川県輪島市町野町川西地区天笠山の現状

Status of Tengaiyama in Kawanishi district, Machinomachi, Wajima city, Ishikawa Prefecture, Japan, using point cloud data

城ヶ端扶（石川県立大学），大丸裕武（石川県立大学）

Tasuku JOGAHANA (Ishikawa Prefectural University), Hiromu DAIMARU (Ishikawa Prefectural University)

石川県輪島市町野町川西地区にある天笠山は、令和 6 年に発生した能登半島地震や豪雨によって大きく崩壊し、湧水が発生している。湧水が存在するエリアは地下水位が高くなっているため、天候によっては今後崩壊する可能性が高い。そのため、現地調査を行い、災害リスクを予測する必要がある。

本研究では、天笠山の現状を調べるため、天笠山を含むエリアで地震前、地震後、豪雨後の DEM データを用いて、どれくらい浸食・堆積したのか検証した。しかし、地震によって鉛直方向だけでなく水平方向にも移動しているため、数値で評価するのが困難である。そこで Cloud Compare で DEM データを点群データに変換して、pdal で地震前の点群データを地震後の点群データに位置を合わせて、ArcGIS Pro で DEM データに変換して差分を算出し、地震や豪雨でどのように崩壊したのかを検証した。また、天笠山の現在を知るために、天笠山でカメラドローンを飛ばし、写真を撮影して。撮影した写真と GDP 測量で得た座標を組み合わせた点群データから Agisoft Metashape Professional (64bit) で、DEM データを作成して、豪雨後の DEM データと比較して ArcGIS Pro で差分を算出した。ただし、撮影した写真から作成した DEM データには植生が含まれており、差分が大きい値になってしまうため、ArcGIS Pro で表示させる差分の範囲を -3m~3m にして植生除去を行った。

検証した結果、地震前後や豪雨前後については、10m 以上の浸食や堆積が見られ大きく変化しており、崩れ方がそれぞれ異なっていることが分かった。現在（2025 年 8 月時点）については、植生が含まれているエリア以外の差分が -2m~2m の範囲に集中していた。このことから、現在も変化し続けており、今後も天笠山を監視し続ける必要がある。

天笠山は湧水が発生しており、湧水の発生分布、湧水と崩壊の関係等を調べているが、現在も調査中である。

キーワード：点群データ，ArcGIS Pro，カメラドローン，湧水

P10

令和 6 年能登半島地震による輪島市門前町地区における地震時の崩壊と地すべり発生に関する機械学習解析

Machine Learning Analysis of Earthquake-Induced landslide in the Monzen Area in Wajima City during the 2024 Noto Peninsula Earthquake

森田開成（石川県立大学・学），大丸裕武（石川県立大学）

Kaisei MORITA (Undergraduate, Ishikawa Prefectural University), Hiromu DAIMARU (Ishikawa Prefectural University)

1, はじめに

令和 6 年能登半島地震の発生に伴い，輪島市門前町地区では多数の崩壊や地すべりが発生した．本研究では，同地区を対象に，地震時の崩壊および地すべりに影響を与えた要因について機械学習を用いて解析した．

2, 方法

本研究では，地震で発生した崩壊と地すべりやこれらに影響を与えうる要因について GIS 上でラスターデータを構築し，Random Forest Classifier (Scikit-learn) を用いて説明変数の重要度の評価を行った．ラスターデータはセルサイズ 10 m，空間参照は平面直角座標系 VII 系 (EPSG: 6675)，範囲は北南西東の座標はそれぞれ，156,000 m，136,000 m，-40,000 m，-20,000 m) に設定した．目的変数には林野庁が G 情報センターから公開した地震時崩壊および地すべりのデータを用いた．説明変数には，石川県森林管理課から提供された崩壊前の DEM と点群データから算出した標高，傾斜（度），植生高 (DCHM) および，樹種（林野庁による），2024 年 1 月 1 日 16 時 10 分発生地震の推定震度（上記 DEM から構造計画研究所の QUIET+で算出），および地上開度（上記 DEM から QGIS で算出）を使用した．

3, 結果，考察

崩壊を目的変数とした場合，傾斜の重要度が最も大きかった．一方，地すべりを目的変数とした場合には，地上開度の重要度が最も大きいことが示された．これらの結果から，崩壊発生には地形条件が強く影響し，とくに地すべりの発生には地形的開放度が強く寄与している可能性が示唆された．今後は，崩壊や地すべりが発生した地点において，重要度の特性が顕著に表れる箇所を抽出し，現地調査を通じて検証する必要がある．さらに，同年 9 月に発生した豪雨災害による斜面崩壊に対しても同様の解析を適用し，他の説明変数も加えて検討することで，斜面災害の発生要因をより精緻に把握することを目指す．

キーワード：能登半島地震，機械学習，ランダムフォレスト，崩壊，地すべり

P11

2024 年能登半島地震による輪島市町野町地区における地すべり・崩壊の発生
要因の重要度解析

Assessment of the importance of factors affecting landslide occurrence triggered by
the 2024 Noto Peninsula Earthquake in the Machino district, Wajima City, Japan

岡田夏芽（石川県立大学・学），大丸裕武（石川県立大学）

Natsume OKADA (Undergraduate student, Ishikawa Prefectural University), Hiromu DAIMARU
(Ishikawa Prefectural University)

2024 年 1 月 1 日 16 時 10 分に能登地方先端部の珠洲市の地下約 16km 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を中心に多数の土砂災害が発生し、特に震源に近い能登地方では甚大な被害をもたらした。斜面崩壊の分布を見ると発生密度に地域差があることが分かる。本研究では最も密度の大きい輪島市町野町を中心として 16.5×14.0km 四方の範囲（空間参照は平面座標系 EPSG : 6657, 北南西東縁の座標はそれぞれ 166,500m, 150,000m, -14,000m, 0m）で、地すべり・斜面崩壊の発生に寄与する要因の重要度を評価するためにランダムフォレストを用いた解析を行った。

目的変数は地震時の地すべり・崩壊のデータとし、説明変数は標高（DEM）、傾斜、植生高（DCHM）、地上開度、震度、地質とした。地すべり・崩壊のデータは林野庁が G 空間センターから公開したもの、地震前の DEM は石川県が G 空間情報センターから公開したもので、傾斜は前記 DEM から算出した。植生高は石川県が G 空間情報センターから公開した点群から作成した DSM と前記 DEM から算出した。震度は構造計画研究所の QUIET+で、地上開度は前記 DEM を用いて QGIS の Morphometric Protection Index で算出した。

当初は GIS 上で変数のラスターデータを重ねていく方法でデータを作っていたが、解析範囲が広がるとテーブルデータが大きくなり解析に長い時間を要するようになったため、すべてのデータを 10m 四方のメッシュにしたラスターデータにし、scikit-learn (Random Forests Classifier) を用いて地すべり・崩壊それぞれに対して、何が発生の抑制に寄与しているかの解析を行った。その結果、地すべりの発生については震度が、崩壊の発生には傾斜が最も影響しているということがわかった。

キーワード：地震，地すべり，斜面崩壊，機械学習，ランダムフォレスト

P12

身延山地の活動的地すべり地形を対象とした航空レーザ測量データに基づく

地形量解析と干渉 SAR 時系列解析で捉えた斜面変動の比較

Topographic analysis of active landslides detected by Time-Series InSAR, based on airborne LiDAR on the Minobu Mountains

佐藤昌人（防災科学技術研究所），宇佐見星弥（北海道立総合研究機構），石丸聡（北海道立総合研究機構），三好七佳（筑波大学・院），八反地剛（筑波大学）

Masato SATO (National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience), Seiya USAMI (Hokkaido Research Organization: HRO), Satoshi ISHIMARU (HRO), Nanoka MIYOSHI (Graduate student, Univ. Tsukuba), Tsuyoshi HATTANJI (Univ. Tsukuba)

地すべりは同じ場所で繰り返し変動する再活動性を示すことが多く、地すべり災害の過半は既存の地すべり地形の再活動に因るとされる。これまでに AHP 法など主に写真判読を用いた地すべり地形の活動性評価の研究が数多くなされ、滑落崖や移動体表面の微地形、水系の発達度、移動体末端の侵食程度など、注目すべき地すべりの構成要素が明らかにされている。他方で多時期の合成開口レーダ(SAR)データや航空レーザ測量(LiDAR)データに基づき、とくに 2010 年代以降の地すべり地形の活動状態を定量的に把握することが可能になりつつある。著者らの過去の検討では、地すべり移動体内部の微地形分布を定量化し、地すべり活動との関連を示した（たとえば、佐藤ほか、2023 年度日本地すべり学会講演集）。一方で、活動的地すべり地形は地すべり移動体が複雑に分化・発達しており、移動体内部の微地形評価には、5 m メッシュ程度の地形情報では解像度が不足している可能性も示唆された。本研究では地すべり多発地帯である身延山地の地すべり地形を対象として、50 cm メッシュの LiDAR データを用いた地すべり移動体の地形解析、とくに地すべり移動体内部の微地形発達度および移動体の末端侵食状況の定量評価を行った。さらに ALOS-2/PALSAR-2 が取得した L-band SAR データを用いた 2014 年以降の干渉 SAR 時系列解析(TS-InSAR)に基づき抽出した地すべり変動と対比することで、高解像度地形情報に基づく地すべり地形の活動性評価の可能性を検討したので報告する。

キーワード：地すべり移動体，活動性評価，微地形，末端侵食，四万十帯

P13

身延山地の活動的地すべりの発生場についての予察的検討

Preliminary study on the controlling factors of active landslides in the Minobu Mountains

石丸 聡（北海道立総合研究機構），宇佐見星弥（北海道立総合研究機構），佐藤昌人（防災科学技術研究所）

Satoshi ISHIMARU (Hokkaido Research Organization), Seiya USAMI (Hokkaido Research Organization), Masato SATO (National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience)

身延山地は赤石山脈の南東に位置する山地で、標高 1000～2000m の山々が連なる。この地域には数多くの地すべり地形が分布し、現在も活動を繰り返す地すべりも多い。発表者らの研究グループでは、身延山地南部の静岡県地域を対象に、活動的地すべりの把握を目指しているが、まずは活動的地すべりの地形・地質環境について予察的な検討を行なった結果を報告する。

対象地域の地質は四万十帯にあたり、白亜系～新第三系中部中新統の犬居層群、三倉層群、瀬戸川層群が西側から順に、南北方向の断層に区切られ分布する。これらの地層は、多くの地点で高角の北西傾斜となる（杉山ほか、2010）。地すべり地形の分布は、特に砂岩や頁岩からなる三倉層群で高密度となる。また西側隣接地域も含めると、犬居層群の東側に分布する剥離性の高い頁岩地域にも地すべり地形が集中する。瀬戸川層群は砂岩や砂岩頁岩互層を主体とするが、地すべり地形の占有率は相対的に低く、数km級の大規模地すべり地形は見られない。

現地の変状や干渉 SAR 解析などにより、現在も活動している可能性のある地すべり 47 か所を無作為で抽出し、その特徴を確認した。今回の調査範囲のうち、犬居層群地域で唯一抽出した地すべり地形は奥行き 1 km 以上に及び、末端部の崩壊・侵食が顕著で、下部の奥行き 800m 範囲で現在活発に変動しているとみられる。三倉層群の活動的地すべりは側部が深く侵食されていることが多い。その侵食谷は地層の走向方向に近いものが頁岩優勢の地域で特に多く、高角で剥離性の高い地質と関係している可能性がある。瀬戸川層群の活動的地すべり 3 か所のうち 2 箇所が崩壊地の側部に生じており、砂岩特有の岩盤特性が効いている可能性がある。活動的地すべりは 2 次ブロック化した崩積土すべりが多く、末端部の侵食が顕著なことから、AHP による活動性評価得点は高い。

引用文献：杉山ほか（2010）：20 万分の 1 地質図幅「静岡及び御前崎」（第 2 版）。

キーワード：地すべり地形，活動的地すべり，AHP 活動性評価，身延山地

P14

干渉 SAR 時系列解析で捉えた身延山地の斜面変動と活動性認識の相違

Slope deformation in Minobu mountains detected by Time-Series InSAR and inconsistent interpretations of activity

宇佐見星弥（北海道立総合研究機構），石丸聡（北海道立総合研究機構），
佐藤昌人（防災科学技術研究所）

Seiya USAMI (Hokkaido Research Organization: HRO), Satoshi ISHIMARU (HRO), Masato SATO
(National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience: NIED)

日本有数の地すべり密集地域である身延山地は、2023 年に諸子沢で大規模地すべりが発生するなど（當麻・齋藤，2025），地すべり・深層崩壊ハザード評価の喫緊度が高い地域である．ところで，大規模地すべりや崩壊の発生前には，斜面が緩慢に変動していることが予想される（野崎，2011）．そこで我々は，ALOS-2/PALSAR-2 が 2014 年以降に取得した L-band 合成開口レーダ（SAR）データを用いて干渉 SAR 時系列解析を行い，斜面変動の検出を試みた．その結果，地形的特徴から山体重力変形や地すべりと推定される多くの斜面変動を検出した．さらに，検出した斜面変動には，衛星視線方向との幾何関係に位置付けられる異方性が確認された．この異方性は干渉 SAR 時系列解析による斜面変動検出の課題だと考えられる．本発表では，検出した斜面変動の事例と検出箇所の異方性を紹介し，斜面変動検出における干渉 SAR 時系列解析の活用可能性について議論する．

引用文献：

當麻央介・齋藤 仁（2025）D-InSAR を用いた南アルプスにおける活動性地すべりの時系列解析—諸子沢地すべりを事例に—．2025 年日本地理学会春季学術大会要旨集．

https://doi.org/10.14866/ajg.2025s.0_84

野崎 保（2011）地すべり因子と地すべり発生プロセス—地すべりの初生と評価に関する研究小委員会における議論から—．応用地質，52，168-175

<https://doi.org/10.5110/jjseg.52.168>

キーワード：地すべり，深層崩壊，干渉 SAR 時系列解析，異方性

P15

LiDAR DEM を用いた鳥取県日野川流域における鉄穴流し地形の分布の再評価
Re-evaluation of distribution of *Kanna-Nagashi* topography in Hino River Basin using LiDAR DEM

秋野一樹（筑波大学・学）

Itsuki AKINO (Undergraduate student, University of Tsukuba)

鉄穴流しとは、風化した花崗岩などを削って水路に流し込み、下手で比重選鉱により砂鉄を採取する方法である。鉄穴流しには大きな地形改変を伴う。それらの改変地形が鉄穴流し地形と呼ばれる。貞方（「中国地方における鉄穴流しによる地形環境変貌」1996）は鉄穴流し地形を空中写真判読や実地調査によって広域的に判読し、鉄穴流し地形の面積や鉄穴流しによる廃土量を推定した。この調査結果は空中写真判読に基づいており、植生被覆等の影響を受けている可能性がある。本研究では中国山地花崗岩地帯の日野川流域において、解像度 1 m の DEM データを用いて鉄穴流し地形を判読し、その分布について貞方による先行研究で得られた結果と比較する。地形判読は CS 立体図を用いて目視で行った。また、判読した範囲のポリゴンフィーチャを作成し、その面積を計測した。解像度 1 m の CS 立体図を用いることで植生被覆の影響をほぼ受けることなく、人工的な改変を受けたと思われる微地形を判読することができた。先行研究で示されていた鉄穴流し地形の分布と本研究により抽出した鉄穴流し地形の分布は概ね一致したが、先行研究には示されていない範囲にも鉄穴流しと思われる人工改変地形を発見した。それらの範囲は、植生被覆によって空中写真判読や現地調査等が困難な場所であったと考えられる。また、先行研究では鉄穴流し地形の面積に、現地計測等で求めた土層厚をかけることで総廃土量を算出していた。したがって鉄穴流し地形の面積が先行研究より大きいとすると、総廃土量も従来の想定より大きいものと推察される。

キーワード：鉄穴流し，地形改変，LiDAR，日野川流域

P16

堅堀と表層崩壊の地形的差異定量化の試み

A trial of quantifying the topographical differences between vertical moats and shallow landslides

片岡義秀（筑波大学・学）

Yoshihide KATAOKA (Undergraduate student, University of Tsukuba)

中世山城における堅堀は、主に斜面の等高線に対して垂直の方向に築かれた人工的な掘り込みであり、しばしば表層崩壊の地形と混同されてきた。これは城跡遺構における文化財への価値判断に齟齬をきたすとともに、遺構の解釈にも誤った理解を与える危険性がある。本研究では、両者の地形的差異を、熟練者による現場の目視判読ではなく、定量的な分析によって判別することを目指す。対象地域は関東近郊の要害山城（山梨県）、熊城（同）、皆川城（栃木県）、唐沢山城（同）、八王子城（東京都）、浄福寺城（同）の6ヶ所で、堅堀と崩壊をそれぞれ約30ヶ所抽出して集計した。地形データは、主に0.5mメッシュ以上の解像度のものを用いた。元データは自治体で公開されているもの、あるいはiPhoneアプリのScaniverse（LiDAR搭載の三次元計測ツール）を用いた測量に基づく。地形はそれぞれ現地調査に基づいて判別した。堅堀の場合は、4類型（I.横に土塁を伴うもの II.土橋に付随するもの III.畝状に連続するもの IV.堀切に付随するもの）のいずれかに該当するものを選定した。また、表層崩壊は植生の違いや滑落崖に注目して選定した。地形データをArcGIS Proに読み込み、堅堀と表層崩壊の幅・深さ・傾斜などの地形量をそれぞれ計測し、各地形量の箱ひげ図を作成した。その結果、幅、深さ、幅の標準偏差、傾斜において、概ね崩壊の方が堅堀よりも大きな値を示した。特に幅に関しては、崩壊の方がより大きな分散を示していることもわかり、その差異は比較的に顕著であった。

キーワード：中世山城， 堅堀， 表層崩壊， 定量的分析

P17

1940 年代にハゲ山化していた山地流域における表層崩壊の発生密度

Density of shallow landslides in mountain watersheds with devastated slopes in the 1940s

達 陽生（筑波大学・学），八反地 剛（筑波大学）

Yosei TATSU (Undergraduate student, University of Tsukuba), Tsuyoshi HATTANJI (University of Tsukuba)

表層崩壊の多発には過去のハゲ山化という現象が関わっている可能性が指摘されている。ハゲ山とは、昭和 20 年代までの小起伏山地において広くみられた、植生と表土のほとんどない裸地のことである。本研究では、山口県防府市剣川流域周辺および広島県東広島市清滝川周辺の流域の 2 つの花崗岩地域において、過去のハゲ山荒廃地の分布と現代の表層崩壊の発生箇所の関係を定量的に示すことを目的とする。2009 年の豪雨により多数の表層崩壊が発生した防府市の対象地域では 1940 年代時点でハゲ山荒廃が著しかった流域と荒廃がみられなかった流域をそれぞれ 3 つずつ、2018 年の豪雨により被災した東広島市の対象地域では、ハゲ山荒廃が著しかった流域と荒廃がみられなかった流域をそれぞれ 1 つずつ設定し、崩壊発生密度（個/km²）を求めて、比較した。どちらの調査地域についても、1940 年代にハゲ山荒廃が著しかった流域はそうでなかった流域と比較して高い崩壊密度を示した。このほか本発表では、表層崩壊と荒廃した斜面からの距離の関係についても報告する。

キーワード：表層崩壊，ハゲ山，花崗岩

P18

1970 年代に表層崩壊の発生した集水域における水路頭の地形解析－滋賀県愛知川流域の事例－

Geomorphological analysis of channel heads in catchments affected by shallow landslides in the 1970s: A case study from Echi River Basin, Shiga Prefecture

大津真奈（筑波大学・学），木下七海（筑波大学・院），八反地剛（筑波大学），小倉拓郎（兵庫教育大学），水野敏明（滋賀県琵琶湖環境科学研究センター）

Mana OHTSU (Undergraduate student, University of Tsukuba), Nanami KINOSHITA (Graduate student, University of Tsukuba), Tsuyoshi HATTANJI (University of Tsukuba), Takuro OGURA (Hyogo University of Teacher Education), Toshiaki MIZUNO (Lake Biwa Environmental Research Institute)

山地における表層崩壊（崩壊深 1～2 m）は、豪雨などの極端な降雨を契機として広範囲に発生し、斜面に崩壊跡地を形成する。これらの崩壊跡地では、時間の経過とともに表層土層が再び発達し、やがて次の崩壊へと至るという「崩壊の周期性」が認められている。この周期性は谷頭部に集中する傾向があり、谷頭部の微地形的特徴が将来の崩壊の発生に関連している可能性が指摘されている。本研究では、谷頭部に形成される微地形の一つである「水路頭（channel head）」に着目して、崩壊直後に形成される水路頭の微地形が、時間の経過に伴いどのように変化するかを明らかにすることを目的とする。研究対象地は、滋賀県東近江市の愛知川流域南東部に広がる花崗岩地域である。滋賀県が 2022 年に実施した航空レーザ測量データ（1 m メッシュ）から傾斜量図と等高線図を作成し、それらの図をもとに流域内の水路頭を判読し、地形量を計測した。さらに、1975 年および 2022 年の空中写真を用いて、各水路頭集水域内における表層崩壊跡地の有無を判読した。本発表では上記方法で取得されたデータに基づき、表層崩壊発生から約 50 年経過後の水路頭の地形的特徴について分析した結果を報告する。

キーワード：水路頭，表層崩壊，谷頭，微地形

P19

表層崩壊の深さが植生回復に及ぼす影響—2009 年山口県防府市の表層崩壊の事例—

Effect of shallow-landslide depth on vegetation recovery: A case study of shallow landslides in Hofu City, Yamaguchi Prefecture in 2009

宮崎耕二郎（筑波大学・学），八反地 剛（筑波大学），小倉拓郎（兵庫教育大学），梶田太陽（応用地質株式会社），土志田 正二（消防庁消防研究センター）

Kojiro MIYAZAKI (Undergraduate student, University of Tsukuba), Tsuyoshi HATTANJI (University of Tsukuba), Takuro OGURA (Hyogo University of Teacher Education), Taiyo KAJITA (Oyo Corporation), Shoji DOSHIDA (National Research Institute of Fire and Disaster)

本研究では，山口県防府市佐波川水系三谷川流域の 3 箇所の表層崩壊跡地を対象として，崩壊の深さが植生回復に及ぼす影響について空中写真および UAV-LiDAR データを用いて調査した．防府市では，2009 年 7 月 21 日の豪雨により表層崩壊が発生し，複数の斜面が裸地化した．崩壊跡地において植生がどの程度回復したかを 2010 年，2012 年，2013 年，2023 年の空中写真を用いて判読した．2009 年の表層崩壊前後の航空 LiDAR DEM を用いて差分値を計算し，崩壊跡地 3 箇所における崩壊深を求めた．また，2024 年に実施した UAV-LiDAR 測量の高密度点群データから得られた DSM と DEM を用いて DSM と DEM の差分値を計算し，崩壊跡地 3 箇所における植生高を求めた．崩壊深と植生高の関係について，崩壊深 0.5 m ごとに集計した結果，崩壊跡地 3 箇所のうち 2 箇所において崩壊深が大きくなるほど植生高は小さくなる傾向があった．

キーワード：植生回復，表層崩壊，崩壊深

P20

北海道胆振東部地震による斜面崩壊発生後の植生回復と地形接続性

Vegetation recovery and geomorphic connectivity following slope failures triggered by the Hokkaido Eastern Iburi Earthquake

早川裕弐（北海道大学），速水将人（道総研），中田康隆（京都府立大学），小倉拓郎（兵庫教育大学）

Yuichi S. HAYAKAWA (Hokkaido University), Masato HAYAMIZU (Hokkaido Research Organization), Yasutaka NAKATA (Kyoto Prefectural University), Takuro OGURA (Hyogo University of Teacher Education)

2018年北海道胆振東部地震により多数の斜面崩壊・地すべりが発生した山地流域では、地震発生後、土砂移動や植生回復を含む地表環境変化が徐々に進行している。これらの動態を空間的・時系列的に把握することは、さらなる土砂災害リスクの評価や、生態系レジリエンスの理解、また地域の自然環境管理にとって重要である。本研究では、無人航空機に搭載した可視光・マルチスペクトルセンサおよびレーザ測量センサを用いて、当該地域における複数年に及ぶ地形・生態系の変遷を解析する。SfM多視点ステレオ写真測量およびLidarによる高精細地形情報から流域の地形変化を把握し、可視・近赤外画像により植生回復を追跡した。その結果、流域地形の変化、土砂移動の接続性、植生回復の空間的な対応について、時空間的な傾向から相互に関連したプロセスが示唆された。とくに、寒冷環境下での凍結融解作用や中～強度降雨が斜面における地形変化を加速させ、植生の定着・再生にも影響していることが明らかとなった。微細な地形変化と生態系回復の複雑なフィードバック関係は、今後の継続的なモニタリングにより数年から数十年といった中長期的な時間スケールで評価してゆく必要がある。

キーワード：崩壊，地すべり，植生，地形，相互作用

P21

土壌断面調査データを活用した全国の土壌深度確率マップと Web 公開

National-scale map of soil-thickness based on national forest survey data and its release as a web map

山下尚之（森林総研），大貫靖浩（森林総研），岩橋純子（国土地理院），今矢明宏（森林総研）

Naoyuki YAMASHITA (FFPRI), Yasuhiro OHNUKI (FFPRI), Junko IWAHASHI (GSI), Akihiro IMAYA (FFPRI)

土壌深度（土層厚）は炭素循環，水源涵養，斜面安定性などのモデルに不可欠であるが，地表から直接観測できないため広域でのマッピングが困難とされてきた．本研究では，過去に実施された国有林野土壌調査等の数千地点に及ぶ土壌断面情報を活用することにより，日本の山地・丘陵地における土壌深度を機械学習によって推定し，その分布を明らかにすることを目的とした．地形因子，植生，気象，テフラ等の空間情報を説明変数としたランダムフォレストモデルを構築し，土壌 A 層が 15 cm 以上である確率（AT15）および土壌 A・B 層の合計が 75 cm 以上である確率（ST75）を全国の山地部で 10 m 解像度で推定した．その結果，モデル性能は AT15 で精度 0.691，F1 スコア 0.754，ST75 で精度 0.600，F1 スコア 0.511 を示した．得られた土壌深度の分布パターンはテフラ堆積や地形の影響をよく反映しており，特に全国で地域・局所スケールの空間変動をシームレスに推定した初めてのマップとなった（Yamashita et al., 2024）．本マップは森林総合研究所の Web ページ「森林土壌デジタルマップ」上で自由に閲覧可能となる予定であり，林業の現場での利用の他，土壌水分貯留容量や炭素隔離機能の推定等の様々なモデル研究における活用が期待される．一方，本マップは観測データの不足や地理的なバイアスに起因する不確実性がいまだ大きい事に加え，まさ土・テフラ等の未風化・未固結層（レゴリス）を含む「土層厚」との乖離が著しい事に十分注意する必要がある．今後，地盤データも加えたレゴリス厚の推定や簡易貫入試験による検証調査等を通じ，様々な分野の土壌深度（土層厚）の情報を整理・統合するとともに，多様なニーズに対応できるマップを推定していくことが望まれる．

引用文献：

N. Yamashita, Y. Ohnuki, J. Iwahashi and A. Imai (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

大雪山国立公園における登山道保全の取り組み

—2014 年から 2025 年の地形モニタリングの結果—

Conservation Efforts for Mountain Trails in Daisetsuzan National Park: Results of Topographic Monitoring from 2014 to 2025

小林勇介（立命館大学）

Yusuke Kobayashi (Ritsumeikan University)

近年、全国各地の国立公園において登山道の荒廃に起因する景観の劣化とその対策が喫緊の課題となっている。たとえば、登山道の荒廃においては微地形レベルの土砂の侵食と堆積が周辺の生態系に影響する。大雪山国立公園では環境省、北海道、地元の登山道維持管理を専門とする団体が中心となり、登山者ボランティアと協働する形で登山道の補修作業が行われている。そこで本発表は、登山道の補修作業前後の地形変化を可視化し、今後の課題を提示することを目的とする。

大雪山国立公園の「花の沢」と呼ばれる雪田草原が広がる登山道（全長 55 m）を対象とした。まず、ポールフォトグラフィを用いたモニタリングを 2014 年から 2025 年まで行い、登山道の地形変化を可視化した。つぎに、補修作業による登山道路面の地形変化を受けて、登山者の歩行パターンも変化することを踏まえて、山中式土壌硬度計（標準型）を 1 地点につき 7 回の計測を全 95 地点で行った。GNSS・GIS を用いて表層の土壌硬度を内挿（空間補間処理）から算出し、2025 年 8 月時点の登山者の歩行範囲を推定した。

2021 年に行われた 1 回目の補修以降、標高 2074 m から 2075 m の区間（幅 2.7 m）ではガリー状に侵食された登山道は土砂の堆積により平坦化した。平坦化した箇所の表層の土壌硬度は 20 mm から 25 mm であった。一方、標高 2077 m から 2079 m の区間（幅 1.1 m）では堆積せず、表層の土壌硬度は 10 mm から 13 mm であった。このことから、堆積区間では登山者の歩行範囲が拡大していることが推察される。

登山道保全は土壌の安定と植生の回復による景観復元を目標としている。堆積によって平坦化した区間に植生が侵入するには土壌硬度は重要となる。よって今後は補修作業後において、登山者の歩行範囲を明確にコントロールすることが必要となる。

キーワード：登山道，ポールフォトグラフィ，登山道協働型維持管理，大雪山

P23

河川地形に関する高校生の誤概念：紙粘土による地形の3次元表現を通じて

Identifying Misconceptions in Fluvial Landform through Clay-Based Landform Construction by High School Students

鹿野友渚（筑波大学・院），小倉拓郎（兵庫教育大学），中村洋介（愛知学院大学）

Yuna KANO (Graduate Student, University of Tsukuba), Takuro OGURA (Hyogo University of Teacher Education), Yousuke Nakamura (Aichi Gakuin University)

侵食・運搬・堆積プロセスによる地形の理解は、日本の防災教育において極めて重要である。一方で、多くの人々が「河川は扇状地の中心を流れるもの」などの間違った知識を持つことが指摘されている。この知識は、学習者が学習前から日常体験や過去の学習に基づいて獲得した誤概念である。これは極めて強固であり、伝統的な教授方法では変容されない。授業者は学習者の誤概念の理解し、概念変容を促す授業設計が求められる。そこで本研究では、高等学校地理総合の授業において生徒が持つ地形の3次元イメージを紙粘土によって表現する機会を通して、河川地形について持つ誤概念を整理した。本授業は高等学校地理総合の地形単元の冒頭実施し、生徒は中学校の社会科地理的分野や理科の地学分野で学習した知識や、教科書に記載された地形の説明文のみを頼りに、V字谷、扇状地、氾濫原、三角州の典型的な河川地形を、紙粘土を用いて作成した。ほとんどの生徒が、創作物の中に河川を表現した。また、いずれの創作物においても、河道のみ、または河道周辺のみを表現する生徒が多かった。生徒は、地理総合による地形学習の前であっても、河川と地形に関係があることを捉えていた。一方で、V字谷の形状や、扇状地の中を流れる河川、氾濫原の集落の位置や、河川と三角州の位置関係を、地理総合の学習前に正しく捉えている生徒は少ない。これは、既習知識や教科書の本文のみでは、正しい侵食・運搬・堆積プロセスやその時間・空間的なスケールを正しく想像することが困難だからである。以上より、地理総合を学習する前の高校生は、河川と地形に関係があることを理解している一方で、学習状況と断片的な知識の提供によって様々な地形に関連した誤概念を持っていることが明らかになった。また、紙粘土による地形表現が、誤概念の可視化に有効であることが示された。今後は、誤概念の変容を促す方法について、教材開発や授業実践を通じた検証が必要である。

キーワード：高等学校、地理総合、誤概念、河川地形

P24

3D プリンタで作成した地形模型を活用した地形図読図の授業実践と効果検証

—広島市八木地区の土石流扇状地の事例—

Practical Application and Effectiveness Verification of Topographic Map Reading Using Terrain Models Created with 3D Printers

—Case Study: Debris Flow Fan in the Yagi District of Hiroshima City—

碓井河月（兵庫教育大学・学）・小倉拓郎（兵庫教育大学）・小林勇介（立命館大学）

Katsuki Usui (Undergraduate Student, Hyogo University of Teacher Education), Takuro Ogura (Hyogo University of Teacher Education), Yusuke Kobayashi (Ritsumeikan University)

『高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）』の地理総合の中項目「自然環境と防災」では「地形図やハザードマップなどの主題図の読図など日常生活と結びつけた地理的技能を身に付けるとともに、防災の意識を高めること．」とされている．しかし地形図読図の教材開発については生徒が地形を立体として想像しにくく改善が必要であると指摘されている．本研究では、広島市八木地区を 3D プリンタで印刷した地形模型で示し、地形図読図へとつなげる授業を実施し、その効果を検証した．対象は、広島県の高校に通う高校 2 年生 24 名である．まず、自然災害伝承碑を提示し、過去に土石流が流下した範囲を示した．その上で、生徒たちは、土石流が流下した場所を予想し、地形図上に土石流の流路を描いた．次に、地形模型を観察し、再度同じように土石流が流れうる場所の予想を行った．最後に、教師から等高線についての解説を受けた後、異なる地域について地形図から土石流が流れる場所を記入し、地理的技能が身に付いたかどうかを確認した．以上の活動から、地形模型に触れる前後で、生徒が地形図を見た際に土石流の流路をどのように予想するかについて、成果物から空間的思考を累計化し、地形模型の提示が地形図読図にどのように影響したのかについて検証した．その結果、地形模型を閲覧する前から谷に沿って土石流の流路を正しく示すことができた生徒は 5 人、地形模型を閲覧した後に正しい流路を示すことができた生徒は 10 人、異なる地域について地形図のみを見て谷に線を引けるようになった生徒は 18 人であった．誤答として見られたものには、複数の矢印を描いたもの、谷からそれた矢印、尾根と谷を区別せずに矢印を描いたものがみられた．また、5 割程の生徒の読図技能が向上した一方で、誤答を出した生徒には、尾根と谷の区別がついていなかったり、尾根や谷に関係なく矢印を描いたりしている傾向があった．

キーワード：地形図，3D 模型，災害リスク

P25

女子中高生夏の学校 2025 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 2025

目代邦康（東北学院大学），南雲直子（土木研），太田凌嘉（新潟大学），小口千明（東京科学大学），若狭 幸（弘前大学）

Kuniyasu MOKUDAI (Tohoku Gakuin University), Naoko NAGUMO (Public Works Research Institute), Ryoga OHTA (Niigata University) Chiaki OGICHI (Institute of Science Tokyo), Sachi WAKASA (Hiroshima University)

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 2025～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 10 日（日）午前で開催された実験・実習（150 分間）において、日本地形学連合では「川の地形・地層の成り方を探る」と題するプログラムを提供したのち、同日午後で開催されたポスター展示（120 分間）で「足元に広がる凹凸（地形）の不思議を探る女性研究者たち」と題して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 18 団体、ポスター展示には 40 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