

日本地形学連合発表要旨集

JGU Meeting Abstracts

vol. 5, no. 1

2024年11月



日本地形学連合

日本地形学連合 2024 年秋季大会

期日：2024 年 11 月 2 日（土）～3 日（日）

開催方式：ハイブリット方式

現地会場：鳥取大学（鳥取県鳥取市）

The Fall Meeting of Japanese Geomorphological Union in 2024

Dates: November 2nd (Saturday) to 3rd (Sunday), 2024

Meeting format: Hybrid

Onsite venue: Tottori University (Tottori city, Tottori)

口 頭 発 表

International Symposium on Geomorphic Process Researches in Understanding the Formation of Landforms

S01

Topographic long profiles of gullies and sand dunes on Mars

Susan J. Conway (Nantes Univ., France)

In orbit since 2006 NASA's Mars Reconnaissance Orbiter has totally changed the way we study the geomorphology of Mars. Aboard is the High Resolution Science Imaging Experiment (HiRISE) which takes images at 25 cm/pixel, an equivalent quantity to satellite imaging of the Earth. This allows reconstruction of the surface topography at 1 m/pixel by stereophotogrammetry, allowing in detail morphological studies of Mars' surface. In this presentation I will show topographic long profiles of Martian gullies and sand dunes and how we have used these to infer the processes shaping Mars today and in the last few million years.

International Symposium on Geomorphic Process Researches in Understanding the Formation of Landforms

S02

Gully erosion as a geomorphic phenomenon: Drivers, and control measures

Nigussie Haregeweyn Ayehu(Tottori Univ., ALRC, Japan)

Gully erosion is a significant geomorphic process triggered by both natural and human-induced factors, leading to multiple environmental and socio-economic consequences, particularly in developing and dryland regions. The presentation introduces various drivers, and management measures of gullies, based on case studies conducted in various environmental settings across Ethiopia from 2014 to 2023.

International Symposium on Geomorphic Process Researches in Understanding the Formation of Landforms

S03

Sediment transport mode determines the longitudinal gradient of a depositional (even erosion) surface

Yoshinori Kodama (Tottori Univ., Japan)

The sediment transport mode often determines the longitudinal gradient of a landform. This will be explained through the laws observed in the longitudinal gradient of landforms and examples of abrupt changes in the longitudinal gradient at Daisen Volcano, Tottori, Japan and so on.

O01

猪苗代湖北岸における砂嘴の発達と変形

Development and deformation of a sand spit along north shore of Lake Inawashiro

生田目瑠偉（日本大学・院），宇多高明（（一財）土木研究センター），野志保仁（海岸研究室（有））

Rui NAMATAME (Nihon University), Takaaki UDA (Public Works Research Center), Yasuhito NOSHI (Coastal Engineering Laboratory)

湖は閉水域であるがゆえに，湖岸線に対して大きな角度をなして風波が入射しやすいため，湖岸線に沿って浅い水域が広がる場所では砂嘴や尖角州がしばしば発達する．福島県の猪苗代湖の北岸に流入する長瀬川河口周辺では，河川流出土砂が湖内に堆積して突出した河口デルタが形成されているが，河口デルタの南面では，猪苗代湖で卓越している西風が湖岸線とほぼ同じ方向から吹くために，風波による特徴ある湖浜変形が起きている．宇多らは，長瀬川河口の南岸でのHigh-angle wave instabilityの原理に基づく孤立砂州の発達状況を明らかにした上で，BGモデルによる孤立砂州の変形・移動予測を行った．この研究では，既往衛星画像の解析と現地実測により，長瀬川河口デルタ南面での砂州の不安定的発達調べられたが，衛星画像とGPSによる汀線形状の測定が行われたのみで，孤立砂州の3次元形状や砂州の縦断形などの測定はなされていなかった．そこで，2023年10月10日，UAVにより砂州の3次元形状を測量するとともに，砂州上に21測線を設け，汀線沖の浅い水域の形状も含んで，これらの測線に沿う縦断形をRTK-GPSにより測量し，砂州形状の詳細を明らかにした．また湖浜変形の要因となる風波の発達をSMB法により推算し，砂州の発達と変形機構について考察した．

キーワード：猪苗代湖，砂嘴，UAV，汀線変化

O02

令和5年6月20~21日における奄美大島南部での豪雨と満潮による浸水害

Flooding caused by heavy rain and high tides in southern Amami-Oshima island_on June 20-21, 2023

岩船昌起 (鹿児島大学)

Masaki IWAFUNE (Kagoshima Univ.)

【はじめに】2023年6月20~21日に、線状降水帯による豪雨で、奄美大島南部で浸水害が生じた。本発表では、住家被害が最も多かった宇検村に注目し、その実態を解明する。【雨量の分析】鹿児島県提供データによると、6月20日0:00~21日23:50の48時間雨量のうち、大和村や宇検村北部（今里681mm、大金久503mm、宇検村592mm、生勝475mm）では、20日17~20時に概ね半分が降り、宇検村南部や瀬戸内町（花天492mm、深浦481mm、瀬戸内合庁429mm）では、21日5~9時に半分弱が降った。【宇検村3集落の地形特性】宇検村では、急峻な山地に囲まれた標高約5m以下の沖積低地に全人口約1,700人の9割程度が居住している。海沿い13集落の中でも、名柄、部連、湯湾が低標高である。それぞれ、浸水が生じる標高（潮位）は、測量調査から、名柄での床上浸水1.7~1.9m、河川溢流1.3m、部連での床上浸水1.7~1.8m、河川溢流1.7m、湯湾での床上浸水1.8~1.9m、河川溢流1.4~1.6mである。【3集落での浸水害】名柄では床上浸水5件と床下浸水6件、部連では床下浸水3件、湯湾では床上・床下浸水ともに0件である（宇検村、2023年6月23日現在）。名柄では、河川溢流3箇所、河川堤防決壊1箇所を現地調査で確認した。また、住民証言等から、21日朝8~9時頃に、満潮（名瀬検潮所21日8:16潮位86.0cm等）との係りで、名柄で外水氾濫が生じ、部連では、川からの溢流はなかったが、「山からの水」等が排水せずに内水氾濫が生じたと判断した。【おわりに】宇検村の「急峻な山地—小規模な沖積低地」は、南西諸島「高島」の模試的な地形特性の一つである。奄美群島に限らず、同様な地形特性を有し、台風等が影響する地域では、満潮と係る浸水害に警戒すべきである。

キーワード：浸水，豪雨，満潮，沖積低地，宇検村，奄美大島

O03

樹木形状と微地形の発達－岩国市西部の丘陵地の事例

Tree deformation and micro-landform development of hillslope: A case study of the western hills of Iwakuni City

黒木貴一（関西大学），太田岳洋（山口大学），山本道輔（株式会社オーエスエー）

Takahito KUROKI (Kansai University), Takehiro OHTA (Yamaguti University), Michisuke YAMAMOTO (OSA Inc.)

平成30年7月豪雨で斜面崩壊の発生した山口県東部の花崗岩地域を対象とした。そこで UAV 搭載の機器と、可搬型の機器を用いたレーザー計測により点群データを取得した。その点群データを用いて丘陵地斜面の微地形と樹木形状との関係を示し、土層移動に関連付けて斜面の姿を動的に明らかにした。微地形はグラウンドデータを、樹木形状はそれ以外のデータを用いて検討した。微地形は、頂稜、上部谷壁、下部谷壁、低地に大区分し、そこに(旧)崩壊地、(旧)崩落堆、崖錐を区分した。樹木形状は、傾動と根曲りの量と方向に関し、GIS 上で計測した。地形と傾動・根曲りの両分布を重ね、樹木形状と地形と土層との関係を議論したところ、次の4点を整理できた。

- 1) 樹木の点群データでは、斜面の土層移動の量と方向を評価でき、地形別の土層移動と蓄積を可視化することで、斜面崩壊を含む斜面地形の変化過程、発達を容易に理解できる。
- 2) 土層移動の量は、下部谷壁に対し頂稜と旧崩壊地は小さく、旧崩落堆と崖錐ではばらつく。頂稜からの土層移動物質は、下部谷壁で増加し、旧崩壊地で停滞するため、旧崩壊地付近で次の崩壊準備が次第に進む。
- 3) 土層移動の方向は、下部谷壁と頂稜に比べて、旧崩壊地、旧崩落堆、崖錐ではよく一致する。特に旧崩落堆(崖錐)では、地すべり状に段階的に進む土層移動が推定される。
- 4) 根曲り量と傾動量は正の相関があり、旧崩壊地の相関係数は、旧崩落堆と崖錐に比べて小さい。これは旧崩壊地の根系が基盤に達し、樹幹傾動に比べ根曲りで土層の動きに抗していることを示す。

キーワード：樹木形状，微地形，丘陵地，土層

O04

穿入蛇行河川の地形発達を制御する要因の相互作用

Interactions of factors controlling the evolution of an incised meandering river

渡壁卓磨（森林総合研究所），松四雄騎（京都大学），小玉芳敬（鳥取大学），松崎浩之（東京大学）
Takuma WATAKABE (Forestry and Forest Products Research Institute), Yuki MATSUSHI (Kyoto University),
Yoshinori KODAMA (Tottori University), Hiroyuki MATSUZAKI (University of the Tokyo)

本研究では、基盤岩河川の地形発達において、流路の侵食と蛇行の相互作用による形態的な進化を制御する内部フィードバックシステムがあり、そのシステムは土砂の輸送能力によって調節されているという仮説を検証する。鳥取県三朝町にある小鹿溪谷は、同一の気候、テクトニクス、地質の環境下でありながらも、河川縦断形と平面形が短い距離で変化する岩盤侵食河川で、そこで河川の下刻速度と地形特性を調査した。河川の下刻速度は、宇宙線生成核種 ^{10}Be を用いた侵食段丘面の表面露出年代から決定された。流路の曲率と勾配は、5-m グリッドサイズの数値地形モデルから測定された。河床の堆積物の被覆率は、ドローンを用いた写真測量により定量化し、流路内に点在する巨礫の大きさを現地調査で調べた。大きな礫は一般的に勾配の急な区間に堆積しており、礫のサイズと流路勾配には正の相関関係がある。しかし、この粒径と流路勾配の関係は、岩盤が広く露出している区間や、多量の土砂が河床を覆っている区間ではみられなくなる。流路の蛇行度が最も高い土砂で覆われた区間では下刻速度が低下しており、側方侵食の増大が河川の蛇行形状を形成していることを意味している。このことは、流路の下刻と側方侵食に利用可能な水流エネルギーの再配分において、堆積物が重要な役割を果たしていることを示しており、それにより、岩盤侵食河川の形態学的進化を制御する内部フィードバックが確立される。

キーワード：宇宙線生成核種 ^{10}Be ，地表面露出年代，下刻速度，花崗岩，小鹿溪谷

O05

河道変遷がみられた土地の変動を地下水挙動から探る

Predict land transformation from groundwater in channel change area

安東尚美（流域調整室技術事務所）

Naomi ANDO (River-Basin Control Bureau Tec.office)

昭和 28 年山城水害で流路が 10m 以上変遷した実験流域を対象に、小規模地すべりや擁壁傾きをもたらす降雨から地下水挙動について、1 m 深地温調査や地下水流水音計で水ミチを探ったり、電気伝導度 EC 計で地下水齢の新旧を比較したりしてきた。降雨に対する蒸発散や浸透は季節により異なると考えられたため手元の照度や風速の計測から手元温度湿度等が冬季は象庁観測値近くに補正でき重回帰もある程度有効なことを示した。3 次元地下水有限要素法解析 AC-Unsaf3d を用いて、2018 年の 3 日間で 250mm 降雨があり 10cm 以上の地すべりがみられた場合は流速コンターの大きい部分は変動部分に集中するが、2 日 34mm の雨量があり（4 日前に 86mm）の場合は数か所に分かれて一桁小さいが大流速の箇所が出現することが判明した。地下水有限要素法解析では橋架け替え時に埋めた橋台穴の影響や対策も示すことができた。数値地図から地形情報を入力した土石流予測モデルもあるが堆積域のモデルで、変動発生の閾値を見出し発生域を含めた微小流域の予測モデルを目指して精度向上を図りたい。

キーワード：流路変動，浸透蒸発散，地下水挙動，浸透有限要素法解析，発生閾値

O06

福島原発事故後の除染が下流の浮遊砂流出に及ぼす長期的影響

The Long-term Impact of Decontamination After the Fukushima Nuclear Accident on Downstream Suspended Sediment Discharge

恩田裕一（筑波大学）， Bin Feng（筑波大学）， 脇山義史（福島大学）， 谷口啓輔（津山高専）， 橋本朝陽（筑波大学大学院生）， 張宇攀（筑波大学）

Yuichi Onda (University of Tsukuba), Bin Feng (University of Tsukuba), Yoshifumi Wakiyama (Fukushima University), Keisuke Taniguchi (Tsuyama Collage), Asahi Hashimoto (Graduate Student, University of Tsukuba), Yupan Zhang (University of Tsukuba)

福島第一原子力発電所（FDNPP）事故は、チェルノブイリ原発事故以来、最大量の放射性セシウムを陸上環境に放出した。特に汚染度の高い地域では、放射線リスクを低減するため農地の除染が行われ、Cs-137で汚染された土壌が除去されたが、除染の下流域への長期的な影響は不明であった。本研究では、除染地域の土地利用変化が河川における浮遊土砂や懸濁態¹³⁷Csの動態、下流域への流出に与える影響を包括的に評価した。まず、政府の除染計画図面をデジタル化し、ドローンによる土地被覆の撮影と10m解像度の正規化植生指標（NDVI）を使用して、除染地域の土地利用変化を定量的に評価した。

さらに、除染期間（2013-2016年）と自然修復期間（2017-2018年）にわたる長期的な現地調査を実施し、上流および下流における水流、濁度、懸濁態Cs-137濃度の変動を継続的に記録した。その結果、除染地域における土地利用の変化が下流の河川システムと太平洋への土砂およびCs-137流出に大きな影響を与えることが明らかとなった。具体的には、除染期間中の土壌侵食ポテンシャルが高まり、その後の緑化によって減少したことが示された。特に、2013年と比較して2016年の洪水時の浮遊土砂（SS）が237.1%増加した。さらに、混合モデルの結果から、除染地域からの土砂増加が懸濁態Cs-137の急速な減少を引き起こしたことが示唆されたが、下流の流出フラックスには大きな変化は見られなかった。2018年には浮遊土砂濃度とフラックスが流域の植生回復によって、除染前の状態に近づいた。この結果、上流の除染によりCs-137濃度は低下したが、下流に持続的な浮遊土砂流出が残ることが確認された。

キーワード：除染，浮遊砂，Cs-137

O07

小型宇宙線ミュオン検出器の徒歩移動によるトンネル上部地形の計測

Measurements of the topography above a tunnel by moving a compact cosmic ray muon detectors on foot

後藤聡, 小幡隼士, 後藤瑞季, 木本瞳子 (山梨大学), 後藤禎 (日本アイ・ビー・エム(株))
Satoshi GOTO, Shunji OBATA, Mizuki GOTO, Toko KIMOTO (University of Yamanashi),
Tadashi GOTOH (IBM Japan, Ltd.)

宇宙線ミュオンとは、宇宙から降り注ぐ素粒子の一つで、巨大な構造物を透過するほどのエネルギーを持っている。このミュオンの特性を利用して物標の内部構造を把握する技術が進展している¹⁾²⁾³⁾。居島ら⁴⁾は、宇宙線ミュオンによる富士山透視の試みを行っている。

ミュオンの測定は、いくつかの方法があるが、一般的にはシンチレータを並列に並べた大型の測定器で行っている。その装置は複雑で高額となるため、観測対象を増やすための適用の壁となっている。

本研究は小型ミュオン検出器⁵⁾を製作し、自然地盤および人工地盤を対象にできるだけ物標に近づいて計測を行うことで、小型ミュオン検出器による密度推定手法の有用性について検討することが主な研究目的である。簡単に持ち運びができるため、物標にできるだけ近づくことができ、特に表層地盤の内部構造を把握するために、露頭や壁面に設置ができることが特徴である。

既往の研究では火山や河川堤防、地下トンネル等を対象とした計測が行われているが、定点計測を基本としている。小型宇宙線ミュオン検出器を持ち運び移動しながらの計測は例が少ない。小型ミュオン検出器を移動させて計測することができれば、定点計測では困難なミュオンフラックスの連続情報を得ることができる。

そこで本研究では、小型化したミュオン検出器を製作し、トンネル坑内にて検出器を持ち運びながら徒歩で移動することにより、トンネル上部地形の計測を試みた。

キーワード：小型ミュオン検出器，非破壊探査，トンネル上部地形，ミュオンフラックス

参考文献

- 1)田中宏幸・竹内薫 (2014) 素粒子で地球を視る 高エネルギー地球科学入門, 東京大学出版会.
- 2)鈴木敬一・金沢淳 (2017) 宇宙線ミュオン粒子を利用した探査技術の応用地質分野への適用: 応用地質, 57 (6), 266-276.
- 3)Shogo Nagahara, Seigo Miyamoto, Kunihiko Morishima, Toshiyuki Nakano, Masato Koyama, Yusuke Suzuki (2022) Three-dimensional density tomography determined from multi-directional muography of the Omuroyama scoria cone, Higashi-Izu monogenetic volcano field, Japan, Bulletin of Volcanology, 84-94.
- 4)居島薫・永嶺謙忠・藤牧拓郎・鳥養映子・鈴木秀典・鈴木美季・小林拓・白木一郎・堀裕和・後藤聡 (2019) 宇宙線ミュオンによる富士山透視の試み: 富士山測候所を活用する会, 第12回成果報告会, O-12.
- 5)Cosmic Watch ホームページ <<http://www.cosmicwatch.lns.mit.edu/>> (2024/09/15 アクセス)

O08

In situ 簡易迅速分析による塩類鉱物の推定

In situ rapid analyses for the estimation of salt weathering minerals

鴨志田知輝（さいたま市/元 埼玉大学・院），小口千明（埼玉大学）

Tomoki KAMOSHIDA (Saitama City / Former affiliation: Graduate Student, Saitama), Chiaki T. OGUCHI (Saitama University)

本研究は、海外や国内の遠方で迅速分析が不可能な場所や、試料の持ち帰りが禁止されている場所において、風化生成鉱物の簡易分析を行うためのより良い方法を検討することを目的として、簡易分析による塩類鉱物の推定方法について検討した。対象は、国の重要文化財吉見百穴敷地内にある地下軍需工場跡の坑道（埼玉県吉見町）、田谷の洞窟（神奈川県横浜市の登録文化財）、野木町煉瓦窯（旧称：旧下野煉瓦窯、栃木県野木町）である。いずれにおいても、その場での簡易迅速分析を実施した。使用した分析キットは各種のパックテストと可搬型の水質分析機器であるイオンメーターである。得られた結果の有用性は、XRD や XRF-EDX を用いた鉱物同定や化学分析で確認した。その結果、塩類風化で析出した塩類鉱物に含まれる元素を絞り込むことができた。一方、鉱物組成が複雑になると推定が難しくなるものの、化学組成を求めることができ、現場での検討に非常に役立つことがわかった。すなわち、構造が比較的単純な鉱物の化学組成を考えるには、簡易分析でも可能であることが示唆された。

キーワード：塩類鉱物，風化，文化財，パックテスト，イオンメーター，XRD，ポータブル顕微鏡

O09

野外における風化砂岩の塩類析出量推定の試みー宮崎県青島弥生橋の事例

Trial for evaluation of salt crystallization on weathered sandstone surfaces *in situ* : An example of Yayoi Bridge, Aoshima, Miyazaki Prefecture, Japan

佐藤一輝 (弘前大学・院), 若狭 幸 (弘前大学), 青木 久 (東京学芸大学)

Kazuki SATO (Graduate student, Hirosaki University), Sachi WAKASA (Hirosaki University), Hisashi AOKI (Tokyo Gakugei University)

宮崎県青島にかかる弥生橋の橋脚は、青島の基盤と同じ砂岩ブロックで構成されている。この橋脚表面にはタフォニ状のくぼみが形成されており、1970年以降、くぼみの形成プロセスや成長速度に関する研究が行われてきた。くぼみの成長の主な要因は、海水の供給と日射による塩類風化を介在した波の侵食と示唆されているが、塩類の析出を定量的に計測した事例はない。したがって、我々は風化砂岩に析出した塩類を定量的に把握したいと考えた。そこで本研究では、地表物質の特徴や構成成分の分析に広く使用されるポータブル分光光度計を用いて、橋脚表面における塩類析出の分布を面的にマッピングすることを主目的とし、砂岩ブロックのくぼみ量との関係について考察した。現地調査は、2024年2月に橋脚南面を対象として、大潮の干潮時に実施した。まず SfM 写真測量により、砂岩ブロックのくぼみ量を計測した。次に、干潮時にポータブル分光光度計を用いて、砂岩表面の反射スペクトル特性（反射強度）と波長を計測した。その結果、波長 1420, 1900, 2000 nm 付近において、塩の析出に関与すると思われるピークをもち、塩類が増加すると反射強度が減少する傾向がみられた。さらに、反射強度のピーク値に着目して、ブロックごとの塩類析出量の違いにもとづき、橋脚全体における塩類の析出程度の空間的变化を視覚的に示すマップを作成した。この塩類の分布とくぼみ量の分布を比べてみると、特定の箇所では塩類析出がくぼみの形成に寄与する可能性を示唆する結果が得られているが、一方で、計測点の距離が近くても反射強度が大きく異なることがあり、塩類の析出量や砂岩表面の乾湿状態を考慮した、更なる計測・分析方法の確立が必要であると考えた。

キーワード：タフォニ、塩類風化、反射スペクトル特性、リモートセンシング、塩類マッピング、青島

O10

北海道の化石周氷河斜面に見られる堆積物の特徴

Features of fossil periglacial slope deposits in Hokkaido

石丸 聡, 仁科健二, 小安浩理, 加瀬善洋, 川上源太郎, 輿水健一 (北海道立総合研究機構)

Satoshi ISHIMARU, Kenji NISHINA, Hiromichi KOYASU, Yoshihiro KASE, Gentaro KAWAKAMI, Ken'ichi KOSHIMIZU (Hokkaido Research Organization)

化石周氷河斜面は国内に存在するが、特に北海道には広く分布する(貝塚ほか, 1986)。しかしながら、その斜面下の堆積物(以下、斜面堆積物)の特徴についての報告は限られている(山本, 1990など)。本発表では、北海道内に見られる斜面堆積物の特徴について、日高山脈の日勝峠から狩勝峠付近の事例を中心に紹介する。

斜面上部の丸みを帯びた尾根付近の凸型斜面は岩盤の凍結破碎により岩屑が生産される領域で、斜面堆積物の厚さは1~2m以下と薄い。その下方に続く直線的な形状を示す斜面中部は、基本的に斜面堆積物の移動域にあたり、層厚は2~3m程度で、厚さの変化は少ない。また、斜面下部に段丘面のような水平に近い面が存在する場合、斜面の上~中部で生産された岩屑が移動・堆積していくため、層厚は20mに達することもある(石丸・渡邊, 2015)。

周氷河性斜面堆積物はソリフラクションにより移動することで、一般に淘汰が悪いとされる。この傾向は、基盤地質が異なる(花崗岩, 片麻岩, 火砕岩, 新第三紀泥岩など)いずれの地域でも認められた。一方、斜面中部の斜面堆積物の層相に注目すると、大局的には上方細粒化の傾向が見られる。斜面堆積物下部は基盤岩が破碎された砂質の基質支持により、空隙の多い構造となる。こうした物質は移動によって破碎が進行し、上位層に混入したり、表層から細粒なレスやテフラが混入することにより、斜面堆積物上部の基質に泥質分が増加して次第に淘汰が悪くなり空隙が埋められる。一方、斜面堆積物には弱い層理がよく見られ、粒度の異なる層がはさまることが多い。これはウォッシュ等の異なるプロセスによる物質移動や、岩屑の剪断による破碎により形成された可能性がある。

引用文献

石丸 聡・渡邊達也(2015) 礼文・稚内の豪雨斜面災害調査報告—北海道立総合研究機構地質研究所による調査の概要—。寒地土木研究所月報, 747, 38-46.

貝塚爽平・鎮西清高・小疇 尚・五百沢智也・松田時彦・藤田和夫(1986) 日本の山, 岩波書店, 259p.

山本憲志郎(1990) 日高山脈北部における周氷河性斜面堆積物の数量的性質。地理学評論 Ser. A, 63, 285-314.

キーワード: 化石周氷河斜面, 周氷河性斜面堆積物, 上方細粒化, 弱い層理, 北海道

O11

スイスアルプスの地形図から求めた氷河平衡線高度とその支配要因の検討

Glacier equilibrium line altitudes estimated from topographic maps of the Swiss Alps and their controlling factors.

高木 優 (筑波大学・院) , 池田 敦 (筑波大学)

Yu TAKAGI (Graduate student, University of Tsukuba), Atsushi IKEDA (University of Tsukuba)

平衡線高度 (Equilibrium Line Altitude: ELA) は、氷河上で雪氷の涵養と消耗が均衡する標高であり、氷河の分布を制約する気候的な指標である。大局的には、年降水量が多い氷河ほど ELA における夏季気温が高くなる傾向があるが、ELA における気温と降水量の相関は高くない。しかし、ELA を直接的に割り出すための質量収支の実測には多大な労力がかかり、データが少ないため、ELA の気温-降水量プロットにおけるばらつきの要因の解明は十分に解明されていない。そこで本研究では、夏季後半に露出しているメディアルモレーンの上端の標高を ELA の近似値として使用し、アルプスの氷河質量収支が均衡状態に近かった 1978 年から 1983 年にかけて、スイスで作成された地形図から ELA のデータを取得した。その後、ELA が求められた 101 の氷河について、氷河の外形および涵養域とその流域を、GIS ソフト (ArcGIS Pro) を用いてポリゴンとしてマッピングした。また、アルプス各地の気象観測点の 30 年平均気温と標高の関係式を用いて、各氷河の ELA における夏季平均気温 (ELA-T_{JJA}) を推定した。さらに、作成したポリゴンと数値標高データを使用して、涵養域の流域における全年平均日射量および涵養域内で傾斜 40° 以上の斜面の割合を求めた。これらのデータに基づき、気温-降水量プロットを地形量で分類し、ばらつきの要因を検討した。その結果、全天日射量が少ないほど、また急斜面の割合が高いほど、ELA-T_{JJA} が高くなる傾向が確認された。前者からは、地形による日射の遮断が融雪を抑制すること、後者からは雪崩による涵養が気温や降水量に次ぐ ELA の支配要因となることが示唆された。

キーワード : 氷河, 平衡線高度, 地形量, GIS, スイス

O12

大山火山の完新世噴火史（予報）

Holocene eruption history of Daisen volcano, SW Japan: A preliminary report

奥野 充（大阪公立大学），石賀 敏（倉吉市関金），中岡礼奈（神戸大学），Auer Andreas（島根大学），小林哲夫（京都大学）

Mitsuru OKUNO (Osaka Metropolitan University), Satoshi ISHIGA (Sekikane, Kurayoshi City), Reina NAKAOKA (Kobe University), Andreas AUER (Shimane University), Tetsuo KOBAYASHI (Kyoto University)

西南日本の大山火山は、大山倉吉軽石（DKP）などの広域テフラの給源火山である。これまでの研究では最新の阿弥陀川噴火が約 2.08 万年前と考えられている（山元, 2017）。奥野・井上 (2012) は、阿弥陀川噴火よりも若い完新世噴火の可能性を指摘したが、その詳細は未解明のままであり、活火山にも認定されていない。演者らは山体域での火山地形・地質調査、岩石学、岩石磁気学、放射性炭素（¹⁴C）年代学の連携によって、完新世に溶岩ドームの形成やそれに伴う火砕流、さらには土石流の流下といった一連のマグマ噴火を確認した。本講演では、予察的な結果を報告する。ただし、完新世の噴出物は山体斜面に限られ、明瞭な火山地形が認められないため、噴出地点の特定などの課題が残されている。

引用文献 山元孝広 (2017) 地質調査研究報告 **68**:1-16. 奥野充・井上剛 (2012) 日本地球惑星科学連合大会予稿集 SVC53-03.

キーワード：大山火山，完新世，マグマ噴火，¹⁴C 年代，岩石磁気

O13

私の会った巨岩達

高谷精二

Seiji TAKAYA

土石流発生後に溪流に残された巨岩は、地域を構成する岩層が、土石流の衝撃によって破壊され流下したものである。土石流と共に流下し流速の低下と共に現地に留ったものである。これらは今後数十年、数百年その地にあり、流域の流況や生態系に影響を及ぼすと考えられる。また流域の治山・砂防計画においては、考慮すべき重要な事項となる。

対象とした流域は、主に南九州の四万十帯であるが、巨岩の一面には褐色の鉄分が付着し、下位に頁岩があったことが示唆されていた。巨岩のある場所は、土石流の発生が無かった場合、沢は土砂に埋められ、樹木の生育や倒木があり、岩層を見ることは困難な場所である。

綱ノ瀬川は花崗閃緑岩の分布地域であるが、ここには 10m を越える巨岩が沢を埋めていたが、これらの形状は角取れていたことから、沢を転動したことがうかがわれた。

根占（鹿児島県）での凝灰岩の崩壊は、約 200m 上流にある凝灰岩層から流下して、砂防ダム上で停止した。

キーワード：大礫、巨岩、四万十帯、凝灰岩、砂岩

O14

花崗岩山地における隆起速度と崩壊準備過程の関係

Relationship between uplifting rate and pre-collapse processes in granite mountains.

小松原琢（琵琶湖博物館・特別研究員）

Taku KOMATSUBARA (Research fellow, Lake Biwa Museum,)

1. はじめに

花崗岩山地の斜面作用に対して、隆起速度がどのような影響を与えているか、木曾山脈（2014年南木曾水害）と中国山地南部（同年広島水害）を対象として、予察的に考察する。

2. 木曾山脈の隆起と南木曾水害

木曾山脈は、第四紀後期に3~5mm/y (Sueoka et al., 2012) で隆起している。南木曾水害では、稜線部に源頭を持つガリーが生じ、角礫状で白い（マサ化していない）花崗岩礫が流下した。梨子沢水系の砂防ダムで捕捉された土砂量は約 $85 \times 10^3 \text{ m}^3$ （平松ほか, 2014）、流域面積から推定される平均削剥量は約 30mm である。梨子沢では、1934年、1969年に土石流が発生している（平松ほか, 2014）。

3. 中国山地南部・広島市北部における2014年土砂災害

中国山地は中新世以降ないし第四紀後期に 0.1 mm/y の速度で隆起している（柳田, 2017；乙藤, 2021）。広島水害では、遷緩線を源頭としてガリーが生じ、褐色礫とマサ状風化土砂が流下した。花崗岩分布域からなる緑井の沢（流域面積 0.6 km²）から流下した土砂量は、 $11 \times 10^3 \text{ m}^3$ （内山・須貝, 2019）、流域の平均削剥量は約 18mm と見積もられる。この沢では過去 500 年間に 3 回土石流が堆積した（松木ほか, 2018）。

4. 2地域と比較からみた花崗岩山地における隆起速度の違いによる崩壊準備過程の違い

両水害は共に典型的な短時間強雨による崩壊を誘因とし、削剥量も近いが、碎屑物の主体は南木曾水害で未風化角礫、広島水害ではマサ土ではなかっただろうか。土石流発生頻度の違いと共に碎屑物の違いは、前者が化学的風化を経ることなくテクトニックな弱面を剥離面として未風化岩塊が直接崩落する一方、後者では化学的風化に伴って弱化した風化層や斜面移動堆積物が崩壊している、という崩壊準備過程の違いを示していないだろうか。

引用文献

平松晋也ほか（2014）砂防学会誌, 67, 38-49.

松木宏彰ほか（2018）地盤工学ジャーナル, 13, 403-421.

乙藤洋一郎（2021）地質技術, 11, 5-17.

内山庄一郎・須貝俊彦（2019）自然災害科学, 38 特別号 57-79.

柳田 誠（2017）日本地質学界第 124 年学術大会講演要旨集.

キーワード：崩壊準備過程, 花崗岩山地, 地殻変動, 化学的風化, テクトニック弱面

O15

時間規模に対応する侵食力の推定

Estimation of erosional force and time scales

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、 $10^0\sim 10^1$ 年 $10^2\sim 10^3$ 年および $10^4\sim 10^5$ 年スケールの侵食力を推定する。 $10^0\sim 10^1$ 年スケールについては主として神戸瀨池の観測結果による資料を用いる。 $10^2\sim 10^3$ 年スケールについては琵琶湖の表層コアの分析結果を用いる。 $10^4\sim 10^5$ 年スケールの検討には琵琶湖の長尺コア(200mおよび1400m)の資料を利用する。

キーワード：侵食力，湖沼堆積物，物理特性

O16

令和6年能登半島地震の土砂災害現場における地形情報の活用

Use of topography information in landslide rescue operation following the 2024 Noto Peninsula earthquake

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)

令和6年能登半島地震では多数の土砂災害が発生し、多くの人的被害が報告されている。消防研究センターではいくつかの土砂災害現場の救助活動において技術支援を行った。本研究では、災害現場における航空レーザー測量データなどの地形情報の活用事例やドローンを安全管理に用いた事例について紹介する。本研究に用いた航空レーザー測量データは、中日本航空(株)が令和6年1月11・14・17日に、被災状況等の調査を目的に取得したデータを提供頂いたものである。

輪島市市ノ瀬で発生した地すべりは、長さ1000mを超える大規模地すべりであった。尾根の一部も崩壊しており、大量の土砂が移動していた。また地すべり中腹に土砂ダムが形成されており、救助活動の安全管理が困難な場所であった。下流部(地すべり末端部)の救助活動では、地すべり末端部に家屋が流されており、末端部より上流に掘り進める形で救助活動が行われた。災害前後の航空レーザー測量の差分を算出した結果、家屋は約130m流され、元家屋のあった場所では10m以上土砂が堆積していることがわかった(本地域では地震による地殻変動の影響を考えず、補正無しで災害前後の比較を行っている)。2月4日時点でも、掘削位置から元家屋位置まで約100mの水平距離があり、掘り進めるとともに土砂堆積量が増えるため、安全な掘削作業を行うのが難しい現場であった。また上流部にある土砂ダムの監視のため、定期的にドローンを飛ばし土砂ダムの水量に大きな変化が無いかの確認がなされていた。

地形情報は救助活動において、活動指針を補助する貴重なデータである。災害後にいかにして迅速にデータを取得するかが課題である。

キーワード：令和6年能登半島地震, 土砂災害, 救助活動, 航空レーザー測量, ドローン

O17

地形分類及び土壌データを用いた液状化リスクの評価

Assessment of liquefaction potential using topographic classification and soil data

遠藤 涼 (国土地理院)

Ryo ENDO (Geospatial Information Authority of Japan)

地震によって発生する液状化は、建築物やインフラに多大な影響を与えるため、そのリスクを把握することは重要である。液状化のリスク評価にあたっては、地形分類データを用いる手法とボーリングデータによる手法があり、広域かつ面的な評価を実施する上では、地形分類データを用いるほうが有効であるとされている。その一方で、同一の地形区分であっても液状化の発生しやすさが異なる場合があるため、表層の情報を取り入れることによって、リスク評価の精度が向上することが期待される。そこで、本研究では、地形分類データに加えて土壌データも用いて液状化の発生・非発生の評価を行った。対象としたのは、1948年福井地震である。

その結果、全体では土性が砂質または壤質の場合に、液状化の発生面積率が特に大きくなる傾向があることがわかった。一方で、地形種ごとに土性と液状化発生面積率の解析を行ったところ、地形種によって液状化発生面積率が高くなる土性が異なっていた。このことから、地形分類データと土壌データを組み合わせることで、液状化リスクをより詳細に評価することができる可能性がある。

キーワード：液状化，地形分類，土壌，1948年福井地震

O18

DEM から計算した地形量と未固結層の厚みの関係について

Relationship between terrain measurements calculated from DEM and the thickness of unconsolidated layers

岩橋純子 (国土地理院)

Junko IWAHASHI (Geospatial Information Authority of Japan)

地形と土層厚の関係については、尾根型斜面・谷型斜面や傾斜等との関係が知られているが、大規模なデータを用いた調査は少ない。本発表では、国土地盤情報センターで一般公開されているボーリングデータ XML ファイルを用いた分析結果について紹介する。このデータセットには、国土交通省が発注したボーリングデータのデータベースである **kunijiban** のほか、一部の地方自治体のデータが含まれている。ボーリング調査時期に数十年の幅があることから、バージョンの違いによる記載内容の不統一や位置情報の問題が見られたが、ボーリングデータに記載された測地系及び経緯度の情報により GIS データ化したのち、孔口標高と基盤地図情報 DEM の比較により位置が正確と考えられる点を抽出し、さらに同一エリアで掘削され秒単位で位置が重複している点から代表点を抽出し、主要河川の堤外地・人工改変地を除き、約 12 万点を抽出した。未固結層の厚みは、XML ファイル内のテキスト検索と目視判断により推定した。

抽出した未固結層の厚みは、既往研究で土層厚との関連が報告されている傾斜、HAND、尾根谷密度等の地形量と統計的に比較した。地形量は基盤地図情報数値標高モデルから DEM5A 優先に TIN 補間した 10mDEM または 30mDEM から計算した。その結果、傾斜、HAND 等の地形量に対する未固結層の厚みの統計的な特徴は、地形の形態によって違いがあり、急峻な山地では地形量 (X) - 未固結層の厚み (Y) の散布図が釣鐘型を示し、堆積域あるいは平野と山地の中間的な領域では、地形量が小さいほど厚く大きいほど薄い一定の上限を示唆すること等がわかった。地形と土層厚の関係は個々の地点では振れ幅が大きいですが、統計的な特徴の把握を進めていくことにより、将来的なモデル化に役立つと考えられる。

キーワード：土層厚，ボーリングデータ，傾斜，地形量

O19

北部九州低山帯における一次谷流域の土層厚分布と土壌物理特性

Distribution of soil thickness and soil physical properties at a one-order basin in the low mountain zone of northern Kyushu

大貫靖浩・小林政広・稲垣昌宏・釣田竜也・清水 晃・壁谷直記・清水貴範・山下尚之（森林総合研）
Yasuhiro OHNUKI, Masahiro KOBAYASHI, Masahiro INAGAKI, Tatsuya TSURITA, Akira SHIMIZU,
Naoki KABEYA, Takanori SHIMIZU, Naoyuki YAMASHITA (Forestry and Forest Products Research
Institute)

北部九州低山帯に位置する一次谷流域である鹿北流域試験地（熊本県山鹿市，森林総合研究所九州支所と九州森林管理局との共同試験地）の3号流域（3.69ha）において，表層土層および風化層の分布様式や土壌の物理特性についての詳細な調査・分析を行った．簡易貫入試験機を用いた土層厚測定を流域内の120地点で実施し，土壌断面を10箇所掘削して，土壌物理性測定用の不攪乱土壌円筒試料を採取した．表層土層厚は，遷急線の上側の谷頭凹地で平均2m以上と厚く，一部では4mを超えていた．一方，遷急線より上側の頂部平坦面や頂部斜面，下側の下部谷壁斜面・麓部斜面・谷底面では1m未満の地点がほとんどで，表層土層が薄かった．風化層厚は，遷急線よりも上の頂部斜面と上部谷壁斜面で特に厚く，一部では5mを超えていた．遷急線よりも下側の下部谷壁斜面・麓部斜面・谷底面では，風化層厚が0.5m未満の地点が多かった．土壌の一般物理性に関しては，全孔隙率は深度方向に低くなり，細孔隙率は深度方向に高くなる傾向があり，下層土ほど概して現場含水率が高かった．飽和透水係数は，下層土も含めて 10^{-4}ms^{-1} ～ 10^{-5}ms^{-1} オーダーの値を示し，透水性は比較的良好であった．有効孔隙率を小孔隙率と中孔隙率に分けて検討すると，どの微地形単位においても高水分張力域の小孔隙率よりも，低水分張力域の中孔隙率が高い値を示した．中孔隙率は上部谷壁斜面が最も高く，麓部斜面，谷頭凹地，頂部斜面と続いた．小孔隙率は，中孔隙率ほどの微地形間の差は見られなかった．このように，本一次谷流域の有効孔隙率は，微地形単位ごとに差はあるものの高くなく，特に保水に寄与する小孔隙率が低めであることが明らかになった．

キーワード：表層土層，風化層，保水機能，有効孔隙率，微地形単位

O20

断裂交差場で発生する湧水圧による表層崩壊について

Surface Failure Caused by Spring Water Pressure at Fracture Crossing

吉村辰朗（第一復建株式会社）

Tatsuro YOSHIMURA (Daiichi Fukken Co., Ltd.)

災害発生時には断裂が交差する場所（断裂交差場）において、①パイピング、②噴砂、③湧水、④隆起が観察される。この現象の組み合わせで様々な災害の形態が理解できる。例えば、隆起による「パイピング破壊」、「液状化」域に見られる噴砂と湧水などがある。これらの災害の発生原因は、断裂交差場で発生する「湧水圧」である。令和6年7月上旬に豪雨で起きた表層崩壊は、断裂交差場で発生した。崩壊跡の上位では噴砂・凹地が観察され、末端部では湧水が認められた。断裂交差場では噴砂・湧水をもたらす「湧水圧」によって、表層崩壊が発生するメカニズムが考えられる。原子力機構では、東北地方太平洋沖地震に伴う地下水流動系の変化に関する検討が行われ、地震に伴う地下水圧の変化を地下水流動の駆動元となる動水勾配の変化として整理されている。断裂帯のボーリング孔間の全水頭から推定される動水勾配は、地震直後に増加しており、地震によって地下水流動が発生したと考えられる。断裂帯で地下水流動が発生すると、断裂交差場では「湧水圧」が発生すると考えられる。表層崩壊の原因を「断裂交差場で発生する湧水圧」と考え、「平成29年年九州北部豪雨での朝倉市の表層崩壊」と「令和6年能登半島地震の輪島市町野町の表層崩壊」において、崩壊地と断裂交差場の対応を調べた結果を報告する。

キーワード：表層崩壊，断裂交差場，湧水圧

O21

表層崩壊に伴う土砂・流木生産予測のための素因・誘因アンサンブル解析

Ensemble analyses with coupled predisposing and triggering factors for predicting debris and driftwood production by shallow landslides

松四雄騎 (京都大学)

Yuki MATSUSHI (Kyoto University)

岩盤の風化による土層発達，降水浸透に伴う間隙水圧変動，樹木根系がもたらす付加的粘着力を計算する地形・水文・森林モデルをカップリングさせたシミュレーションに基づき，山地流域における表層崩壊の発生と土砂および流木の生産量を評価するアンサンブル解析を提示する．モデルパラメータは野外における調査・観測と土質試験による実測値に基づいて経験的に決定し，シミュレーション出力の確度と精度は，実際の発災状況に照らして検証した．こうした地表近傍境界域（クリティカルゾーン）のモデリングにより，表層崩壊の発生しうる不安定領域の時空間変化が可視化された動的なハザードマッピングが可能になった．また，人為的気候変動に伴う降雨再現周期の変化が，流域からの土砂・流木生産にどのような影響をもたらしうるか，定量的に評価できるようになった．

キーワード：土層発達，圧力水頭，樹木根系，クリティカルゾーンモデリング，動的ハザード評価，気候変動適応

ポスター発表

P01

航空レーザ測量データを用いた巨石の抽出～鳥取県小鹿溪谷を事例として～

Presentation title: Extraction of giant gravel particles from Airborne LIDAR~ A case study of Oshika Gorge, Tottori~

星野賢史（鳥取大学・院），小玉芳敬（鳥取大学）

Kenji HOSHINO (Graduate student, Tottori University) , Yoshinori KODAMA (Tottori University)

鳥取県中部天神川水系の小鹿川は、流域面積 45 km²、流域長 18 km の河川であり、中流域には花崗岩からなる小鹿溪谷がある。河相に注目した小鹿溪谷の河床縦断勾配には規則性が認められる（小玉・中村，1997）特に径 2 m 超の巨石が溪床に集積する区間の勾配（0,08）は、巨石がない瀬淵河床区間の勾配（0,05）と比べ、急勾配となっている。洪水時にも流されない巨石は、河床の粗度として機能し、流砂効率が低下する。このように溪流における河道形状特性を捉える上で、巨石の分布の把握は極めて重要であり、防災上においても意義がある。巨石の抽出方法としては、従来、現地での目視確認、または航空機やドローンを用いた空中写真撮影による判読があげられる。しかし、小鹿溪谷のような河谷が狭く植生が繁茂している地域においては、空中写真を用いた判読は困難である。一方、レーザ測量では地上からは見えない点であっても、溪床でレーザ光が反射してデータが記録されていることから、本研究では、航空レーザ測量データ（鳥取県 2019 年計測）を用いて巨石の抽出を試みた。

まず、溪谷内の河川中心線を 0.5 mDEM から GIS 解析によって求め、次に河川中心線上の標高点を 50 cm 間隔で求めた。さらに河川中心線から幅 10 m 以内に存在するグラウンドデータと標高点について KD-Tree による最近傍探索を行い、その較差 2 m～3 m の点を抽出した。本地域は下層植生が繁茂している地域ではないこと、巨石がグラウンドデータとして取得されていない場合があることを考慮し、今回はオリジナルデータを用いて同様の解析を行った。抽出結果をマッピングすると、現地での巨石の分布と概ね調和的であることを確認した。ただし、水が広く満たされている部分や、植生が繁茂しているところ等、計測環境によりそもそもデータが存在していないエリアも複数見られた。今後はドローンによって撮影された空中写真による判読結果との差異や、地上レーザを用いた現地調査を実施し、本手法の妥当性について検討を行っていきたい。

キーワード：航空レーザ測量データ，DEM，巨石の抽出，小鹿溪谷

P02

水路実験に基づく津波による侵食地形形成プロセスの解明

Flume Experiments on Tsunami-Induced Erosion

井村春生（東京大学・院），後藤和久（東京大学）

Haruki IMURA (Graduate student, The University of Tokyo), Kazuhisa GOTO (The University of Tokyo)

津波はその激しい水流により，広範囲での侵食や堆積を生じる自然現象である．特に，津波による侵食作用は大規模な地形変化を生じうる(Dawson, 1994)．津波による侵食地形の形成は，経済的被害をもたらすほか，土地利用に対して影響を及ぼす．さらに，近年では過去の津波により形成された侵食地形が，古津波の証拠として利用できる可能性が示されている(Sawai et al., 2023 など)．これらの理由から，津波による侵食地形の形成プロセスについての理解が重要である．

2011年東北沖津波においても，東北地方太平洋岸の各地において侵食地形が数多く確認されている(Goto et al., 2012; Imura et al., 2024; 早川ほか, 2015 など)．2011年の津波では，大きく分けて2つのパターンの侵食地形が海岸線付近に見られた．第一に，海岸線と平行に線状に生じる侵食地形(Tappin et al., 2012 など)，第二に，海岸線と垂直に線状に生じる侵食地形(Imura et al., 2024; Nakamura et al., 2012 など)である．海岸線と平行な侵食地形は，津波の遡上流が堤防を流れ下る津波によって(Tappin et al., 2012)，海岸線と垂直な侵食地形は，津波の戻り流れが局所的に集中することで形成された(Imura et al., 2024)と考えられている．

しかしながら津波の遡上流や戻り流れが，どのようなプロセスを経て侵食地形を形成するかについては十分理解が進んでいない．そこで本研究では，水路実験を利用してそのプロセスの解明に取り組んだ．水路実験は，津波堆積物の形成過程応用されており，常流から射流へと変化する跳水が堆積物の形成に大きく影響することが知られている(Yamaguchi & Sekiguchi, 2015)．本研究では，水路中に砂丘とその後背地を再現し，津波による侵食の過程を再現し，砂丘を越える点で水流は常流から射流に変化し，射流部分で強い侵食が発生した．侵食の進行で砂丘が縮小していくに伴い，侵食域は上流側へと移動した．結果から，堆積物の形成の場合と同様に，侵食においても常流から射流への変化がその発生に大きく寄与していたことがわかった．このことは，将来の津波の侵食への対策や残された地形からの古津波のより精度の高い復元に寄与する．

キーワード：津波，侵食，射流，水路実験

参考文献

- Dawson, A. G. (1994). *Geomorphology*, 10(1), 83–94.
Goto et al. (2012). *Geology*, 40(10), 887–890.
早川裕弍ほか(2015). *地学雑誌*, 124(2), 241–258.
Imura et al. (2024). *Earth Surface Processes and Landforms*, 49(2), 949–963.
Nakamura et al. (2012). *Sedimentary Geology*, 282, 216–227.
Sawai et al. (2023). *Scientific Reports*, 13(1), 3064.
Tappin et al. (2012). *Sedimentary Geology*, 282, 151–174.
Yamaguchi, N., & Sekiguchi, T. (2015). *Sedimentary Geology*, 328, 115–121.

P03

下北半島の海成中位段丘面下における安山岩自破碎溶岩の風化過程

Weathering process of andesitic hyaloclastite beneath a late Pleistocene terrace on the Shimokita Peninsula, Japan

平田康人（一般財団法人電力中央研究所）
Yasuto HIRATA (CRIEPI)

下北半島の中新統安山岩—玄武岩質火砕岩には、後期更新世の段丘面下で風化の進んだ地点に岩盤変状が認められている。本研究では、青森県大間町赤石海岸沿いの中位段丘面下の安山岩自破碎溶岩を対象に、風化に伴う鉱物・化学的变化、物性変化、割れ目の発達、水質との関係を調べた。その結果、赤石地点の溶岩は上面から深さ 10.1 m（標高 7.6 m）まで褐色化し、段階的に風化が進行していることが確認された。未風化部の岩塊と細粒基質には、斜長石、輝石、スメクタイトが含まれている。深部の弱風化では、細粒部が褐色化し、硫黄が失われて、水酸化鉄と二酸化マンガンが割れ目沿いに沈殿する。浅部の強風化では輝石と斜長石が消失し、スメクタイトが減少、ハロイサイトが生成する。Ti や Zr を不動元素であると仮定した場合、強風化岩は未風化岩に比べて 10%以上の体積増加が認められた。また、強風化岩では、弱風化時に見られる開口割れ目が閉塞しており、体積膨張による変形が示唆された。孔内水と岩石からの圧縮抽水（深さ 5.0–19.2 m）はすべて淡水の組成であり、地表に向かうにつれ pH が低下し、 HCO_3^- 濃度が減少した。したがって、海面下 3 m の岩石中の間隙水は海水から淡水に置換されており、地表から褐色フロントまでの間隙水には天水が混合していると考えられる。CaO-SiO₂-Al₂O₃-pH 系の安定領域図によると、弱風化部の孔内水と圧縮抽水は Ca 型スメクタイトに対して安定し、強風化部下端からの湧水はハロイサイトに対して安定していた。この結果は現在の粘土鉱物の鉛直分布と一致しており、離水後から現在までの風化は地下水位の低下に伴って進行したと推定される。

キーワード：風化，自破碎溶岩，中位面，鉱物変化，水質

P04

鉱物の微細組織からの風化速度定量化の試み

A Study on the Quantification of Weathering Rates Based on the Microstructure of Minerals

山緑真人（同志社大学・学），小嶋秀和（同志社大学），若狭幸（弘前大学）

Makoto YAMAMIDORI, Hidekazu KOBATAKE (DOSHISHA University), Sachi WAKASA (Hirosaki University)

風化は岩石や土壌，岩盤などがその場で変質していく過程であり，地形形成プロセスの初期過程を考える上で重要なプロセスである．しかし風化現象は長期にわたり，かつ岩石や鉱物の種類に応じて多様であるため，包括的に風化速度を定量化することは難しい．そこで本研究では，特定鉱物の変質過程を詳細に調査し，風化年代との相関を解析することで，風化速度を定量化する新たな手法を提案することを目的に試料の採取および分析を行った．

すでに風化年代が特定されている試料として青森県深浦町行合崎海岸の安山岩および同じく深浦町の横磯，岡崎大間の玄武岩を採取した．これら採取した岩石中に含まれる風化前の鉱物である長石，かんらん石，輝石と，変質によって生成されるカオリナイトおよび蛇紋石の割合を XRD および顕微鏡観察による評価を試みた．XRD 測定による風化の定量化を厳密に行うために，採取した岩石を風化によって変質を受けた表層部と，風化の程度が低い内部に分離した．それぞれの岩石を粉砕し 10 μ m 以下の粉末にし，200 $^{\circ}$ C で乾燥させた試料に対して XRD 分析をおこなった．

XRD の結果，安山岩および玄武岩において典型的な造岩鉱物の存在が確認できたとともに，風化によって形成されたと考えられる鉱物も検出できた．現在，風化鉱物と造岩鉱物の XRD 分析を進めており，風化速度定量化に向けたデータ収集を継続中である．今後はこれらの鉱物の割合と風化年代との相関を調査し，最終的な定量化を目指す．

キーワード：XRD，変質鉱物，風化

P05

登山道荒廃理解のための登山道地形模型の作成

Creation of trail topographic model for understanding trail degradations.

小林勇介（北海道大学），小倉拓郎（兵庫教育大学）

Yusuke KOBAYASHI (Hokkaido University), Takuro OGURA (Hyogo University of Teacher Education)

国内外の山岳地で土壌侵食といった登山道荒廃が問題化している。登山道整備補修の主体であった山小屋や山岳会は社会・自然環境の変化により，従前の維持管理策が困難になりつつある。そこで一般登山者参加型の登山道整備補修が全国的に広まりつつある。このようなボランティア参加型の整備補修を持続可能なものにするには，意欲の向上や定着が欠かせない。そこで，見て・触って，直感的に登山道の地表面変化と表流水の流れを誰でも容易に理解できる「登山道地形模型」を作成した。

登山道地形模型の作成は，大雪山国立公園の登山道（全長 35 m）を対象とした。①登山道上での写真撮影，②写真測量ソフトウェア（Agisoft metashape）による 3D モデル構築，③3D プリンター（AnkerMake）の使用の 3 つから模型を作成した。登山道整備補修には，登山道荒廃を引き起こす表流水がどのように登山道上を流れるのか事前に理解することが重要となる。そこで模型上に 3.5 cc（ペットボトルの蓋の半分程度の容量）を一度に流し込み，どのように流れるのか観察した。

模型を作成した登山道では，侵食土砂を堰き止める土留工が用いられている。作成した模型上では，土留工の箇所水溜りが形成され，整備補修の効果が確認された。一方，登山者が歩行する場所への越水も見られ，土留の嵩上げといった追加的措置の必要性も示された。模型上での表流水の再現結果は，現場での観察結果とも調和的であり，地形模型の有効性が確認された。

高山帯において，極端な大雨時にのみ発生する登山道上の表流水を直接観察することは危険を伴う。そのため地形模型による再現は，登山道荒廃の理解や整備補修前の予察を行う上で非常に有益なものになりうる。

キーワード：登山道荒廃，登山道整備補修，3D プリンター，地形模型

P06

都市近郊山地における登山道地形と利用との関係：札幌市藻岩山を例に

Relationships between trail topography and visitor activities in urban-suburban mountains: A case study of Mt. Moiwa, Sapporo, Hokkaido

猪又雅史（北海道大学・院），早川裕弐（北海道大学）

Masafumi INOMATA (Graduate student, Hokkaido University), Yuichi S. HAYAKAWA (Hokkaido University)

登山道は、山岳地域における山頂等の目的地までのアクセスを容易にする重要なインフラであり、トレッキングやトレイルランニングといった山岳レクリエーションの安全性や体験の質に寄与している。一方で、登山者による恒常的な踏み付けが、土壌表面の硬化や浸透能の低下を招き、降雨や融雪水等の表面流出による侵食が発生することがある。また、登山者のすれ違いや追越し時の登山道外へのはみ出しによる登山道の拡幅や複線化も確認される。このように、侵食や拡幅、複線化といった登山道荒廃は、地形等の環境要因と、登山者の利用量やアクティビティの種類といった人為的要因が、相互的に影響しながら発生する。特に、都市近郊に位置する低山においては、近年の登山人気の高まりにより訪問者が増加する一方で、登山道荒廃が懸念される。

札幌市に位置する藻岩山（標高 531m）は、山頂から札幌市街地を一望できることから、観光地としても人気が高く、札幌市外からの登山者も多い都市近郊山地である。5コースある登山道は、原始林に囲まれており、木の根が露出している部分もあるが、山頂付近では、第四紀初頭の噴火で生じたとされる藻岩山溶岩が卓越していることから、粒径が大きな岩が多く露出している。

本研究では、藻岩山の登山道において、スマートフォンライダー（携帯端末 iPhone に搭載された LiDAR センサ）を用いた地形測量を実施し、登山者の体験の質への影響が考えられる地形要素の抽出を試みた。また、STRAVA 社による道路区分ごとの通行実績を示す人流データを用いて、各登山道の登山者数、個人属性の特徴等を、抽出した地形要素と比較検討した。解析の結果、通行実績が多い札幌市街地に面するコースにおいて、登山道の勾配や地表状態が、人工階段の設置箇所と関連し、登山者の体験の質に影響を与えている可能性が示唆された。

キーワード：登山道地形，iPhone-LiDAR，都市近郊山地，山岳レクリエーション，ボランティア地理情報

P07

侵食段丘の形成時期に基づく沈墮滝の後退速度

Recession rates of the Chinda Falls based on the formation ages of the strath terraces in the Aso-4 ignimbrite, Kyushu, Japan

高波紳太郎 (明治大学)

Shintaro TAKANAMI (Meiji University)

滝は河川の遷急点付近に生じた急傾斜区間であり、上流側へと後退することが知られている。強く溶結した火砕流堆積物の上を流れる河川では、溶結部の末端に形成されたと考えられる滝がよく分布する。このような滝の平均後退速度は、形成地点からの流路長および火砕流の噴出年代によって推定できる。しかしながら、気候変動に代表される環境変化に対する岩盤河川侵食の応答を議論するためには、より短い期間ごとに滝の後退過程を明らかにしなければならない。今回、阿蘇4火砕流堆積物の強溶結部からなる沈墮滝に関して、滝の下流側約 2 km の流路沿いに分布する侵食段丘の形成時期に基づく数千年スケールの後退過程を復原する。

沈墮滝は阿蘇カルデラの東を流れる大野川の中流部に位置する。絵画から推定された過去 500 年間の後退速度は 0.7 m/年よりも小さく、滝の形成地点から計算される 9 万年間の後退速度は 0.3 m/年である。沈墮滝の下流側に点在する侵食段丘の位置とその構成層については、以前に掘削調査の結果を報告した通りであるが、その後段丘表層の古土壌における放射性炭素同位体年代が得られたため、改めて沈墮滝（雄滝）の後退速度を推定した。

現在の雄滝を起点として下流側へ 780 m の地点と、同じく 1720 m の地点において、古土壌の下端から得られた放射性炭素年代（校正後）は、780 m 地点で 1900-1700 年前、1720 m 地点で 3200-3000 年前を示した。これらの時期までに沈墮滝が各地点を通過し、滝の幅に相当する部分の河床が急激に低下したことで側方が段丘化したと考え、滝の後退速度は 780 m までの区間で 0.4-0.5 m/年、1720 m 地点までの区間では 0.5-0.6 m/年と推定された。これは記録のある時代の後退速度と調和的であるが、岩戸遺跡の段丘が AT 火山灰降下よりも古いこととは時期に大きな隔りがある。

キーワード：侵食段丘，遷急点，阿蘇4火砕流堆積物，溶結凝灰岩，大野川

P08

山口県防府市の花崗岩山地小流域における中世以降の河床変動

Aggradation of a granitic headwater channel after the medieval period in Hofu City, Yamaguchi Prefecture, Japan

松本 栞 (筑波大学・院), 八反地剛 (筑波大学), 小倉拓郎 (兵庫教育大学), 古市剛久 (森林総合研究所), 土志田正二 (消防庁消防研究センター), 田中 靖 (駒澤大学)

Shiori MATSUMOTO (Graduate student, University of Tsukuba), Tsuyoshi HATTANJI (University of Tsukuba), Takuro OGURA (Hyogo University of Teacher Education), Takahisa FURUICHI (Forestry and Forest Products Research Institute), Shoji DOSHIDA (National Research Institute of Fire and Disaster), Yasushi TANAKA (Komazawa University)

中世以降人間活動が森林に負荷を与えることで、世界各地で森林荒廃が発生している。日本では花崗岩の分布域を中心に、植生が失われたハゲ山が形成された。このような森林荒廃は、流域からの土砂流出の増加を引き起こし、Legacy sediment と呼ばれる細粒の堆積物を形成したことが知られている。また、山口県防府市には過去のハゲ山の分布を示す歴史記録や、人間活動が土砂移動に与えた影響を示す先行研究が複数存在する。本研究では、防府市剣川支流域（流域面積 $5.5 \times 10^4 \text{ m}^2$ 、比高 110 m）を対象として、最近約 1000 年間に生じた河床変動について調査した。調査対象の溪流のほとんどの区間では、2009 年の土石流によって、1~2 m 程度河床が低下した。溪流沿いの露頭 6 地点における堆積物の観察、炭化物の放射性炭素年代分析、2009 年の土石流前後の 1 mDEM を用いた地形判読の結果に基づき、過去の河床変動に伴う堆積物の変化、河床変動の発生時期とその範囲について考察した。6 地点のうち 5 地点の露頭において下位に淘汰の悪い礫、上位にマサの再堆積による厚さ 50~100 cm の砂層を確認した。上位のマサ層内の炭化物の年代は、本流沿いの炭化物密集層において 1200~1400 calAD、支流との合流点において 1300~1650 calAD の年代を示した。マサ層を伴う河床の上昇は、支流との合流点でだけでなく、それ以外の直線区間でも広範囲に観察された。これらの結果をまとめると、調査対象とした源流域溪流では、AD1200 年以降に、ほぼ全区間でマサが大量に供給されたことにより、鉛直方向に 50~100 cm 河床が上昇したと考えられる。また、これらの堆積物の特徴は、他の地域において森林荒廃によって土砂供給が増加した際に形成される典型的な堆積物の特徴と一致している。山口県防府市における森林荒廃の主要因は製塩業であると考えられていたが、製塩業が盛んになる江戸時代以前から人間活動の影響が及んでいた可能性がある。

キーワード：ハゲ山、放射性炭素年代測定、土砂移動

P09

宮城県栗駒山南麓迫川支流砥沢川の水系の発達とマスマーブメント

Drainage pattern influenced by mass movement in the Tozawa River, in Miyagi Prefecture

目代邦康（東北学院大），鈴木千尋（元東北学院大・学），川名啓介（元東北学院大・学）
Kuniyasu MOKUDAI (Tohoku Gakuin Univ.) , Chihiro SUZUKI (Former Undergraduate student, Tohoku Gakuin Univ.) and Keisuke KAWANA (Former Undergraduate student, Tohoku Gakuin Univ.)

栗駒山南麓を流れる砥沢川は，北上川水系一級河川迫川の支流で，花山湖で迫川と合流する．流域には，主に，安山岩質溶岩と凝灰岩が分布する．この砥沢川本流の全長の11 kmの範囲で，水系パターンは3つに区分できる．上流部は全体的になだらかな地形であるが，河床勾配は平均勾配より急である．水系は格子状のパターンを示し，流路長が1次の谷が多い．支流同士の合流角度は直角に近い．主に凝灰岩が分布している．中流部の河床勾配は，ほぼ平均勾配である．支流の合流の角度が鋭角な樹枝状の水系である．上流部に比べて，谷密度が高く，起伏も大きい．主に，安山岩溶岩が分布している．下流部の河床勾配は，平均勾配よりも緩い．上流と同様に合流角度が直角に近い．谷密度は低く，起伏は小さい．地質は，主に，凝灰岩である．

上流部と，下流部は水系の特徴に類似性が見られるものの，マスマーブメントの分布から考えると，地形の発達過程は異なるといえる．上流部には，尾根部に広い緩斜面が分布しており，これは，砥沢川の侵食の影響が及んでいないため残存している地形であると考えられる．一方，下流部には，地すべり地形が多数分布している．水系が，短く複雑であるが合流が少ないという特徴は，地すべり地形に影響を受けていると考えられる．この既往地質図から，この場所の地質構造は，砂岩と凝灰質砂岩の上に，ほぼ水平にデイサイト火砕岩が分布していることがわかる．上部のデイサイト火砕岩のブロックが，地層の境界を滑り面にして，水平方向に移動して，ラテラルスプレッド型の地すべり地形を作り出していることが考えられる．

キーワード：山地河川，マスマーブメント，ラテラルスプレッド，河系模様，岩盤河床

P10

Determinants triggering avulsion processes in the debris-flow fan of the Ichino-sawa torrent, Japan

Haruka TSUNETAKA (Forestry and Forest Products Research Institute), Norifumi HOTTA (The University of Tokyo), Fumitoshi IMAIZUMI (Shizuoka University), Yuichi S. HAYAKAWA (Hokkaido University)

Avulsion processes that form new channels through sediment erosion in debris-flow fans govern whether the sediment stored within such fans is transported further downstream. Therefore, these processes have a wide impact on changes in the sediment regime and related landforms. Despite this wide impact, the determinants that trigger avulsion are not well constrained. To identify such determinants, this study monitored debris flows and performed topographic surveys of debris-flow fans in the Ichino-sawa torrent (Japan) during 2016–2017. In this period, eight debris flows occurred, two of which eroded the existing fan and formed a new channel with a short recurrence interval (~40 days). Consequently, these two cases induced substantial sediment transport further downstream from the fan, owing to channel avulsion. The examined rainfall indices did not provide a threshold for diagnosing the occurrence of such sediment transport associated with avulsion. Debris flows with large flow depth and long duration led to changes in the runout direction and subsequently formed new channels. Before these processes, the existing channel was backfilled and plugged by previous debris flows, forming a steep fan surface around the fan apex. The results suggest that increasing the magnitude and the duration of debris flows potentially triggers sediment transport from fans coupled with channel plugging. The annual sediment transport from the fan exceeded almost all sediment yields of the world rivers and was found comparable to that linked with volcanic eruptions and their aftermath. Thus, the fan-formation process can induce substantial sediment transport, independent of volcanic perturbations and extreme climatic events, and is dependent on the sediment supply from repeated occurrence of debris flows in the initiation zones.

Keywords: Debris flow, Debris-flow fan, Avulsion

P11

降雨による表層崩壊のすべり面形成に寄与する土層の薄い山腹斜面および厚い山腹斜面における正圧発生条件について

The Condition of The Positive Pressure Generation on The Hillslope with Thin and Thick Soil Cover, Leading Formation of Sliding Surface of Rainfall-induced Shallow Landslides

近藤有史 (京都大学・院), 松四雄騎 (京都大学)
Arihito KONDO (Graduate student, Kyoto University), Yuki MATSUSHI (Kyoto University)

本研究では、表層崩壊のすべり面形成に寄与する素過程解明に向け、花崗岩類を基盤とする山地を対象に、圧力の時空間発展を引き起こす斜面水文過程について検討した。対象地域は2019年の台風ハギビスの通過に伴い多数の表層崩壊が発生した阿武隈山地北部である。花崗岩と花崗閃緑岩を基盤とする典型的な表層崩壊跡地を含む0次流域を選定し、詳細な現地調査を行った。花崗岩斜面は比較的均質で粗粒な土層に薄く(1m未満)覆われている。一方、花崗閃緑岩斜面は細粒な土層に厚く(1m以上)覆われ、土層の上部が軟質なのに対し、下部は緻密で硬いという特徴をもつ。成形した滑落崖から採取した不攪乱試料を用いて土質試験を実施し、レゴリスの鉛直構造を調べた。また、崩壊跡地近傍斜面を対象としてテンシオメーターおよびADRを用いた稠密水文観測を実施した。

稠密水文観測ならびに数値実験の結果は、間隙圧の上昇特性は、岩盤特有の水理性の鉛直構造に規定されることを示した。稠密水文観測の結果は、花崗岩斜面の風化岩盤上面では、鉛直浸透により圧力水頭が大気圧以上に急激に上昇することを示す。圧力水頭は、多くの降水イベントで、土層本来の水貯留可能量に対してわずかな雨量でピークに達する。特に30mm/hr程度の降水時には、側方浸透流による排水が追いつかず、ピーク雨量からラグタイムなく高いピーク圧力に達する。正圧発生は、降水の素早い鉛直浸透により引き起こされる。一方、花崗閃緑岩斜面では、深度方向への透水係数の減少傾向が頭打ちになる箇所が、鉛直浸透の一時的停滞を促進し、下部土層での間隙圧応答を系統的に遅らせていた。上部土層では、正規化ピーク圧力水頭と正規化ピークラグタイムとの関係は様々であり、これはマトリックス流とパイプ流が混在し複雑に圧力させていることを表す。ただし、通常の降水イベントでは、水貯留可能量に対し累積雨量が十分にあれば、圧力水頭は深度に依らず高い値に達し、これは水貯留機能が土層全体で発揮されることを示す。HYDRUSを用いた鉛直1次元浸透実験の結果は、水貯留推定量とピーク圧力との関係を説明する要因として、土層の水理性を規定するパラメータが重要なことも示した。各々の斜面が台風のような降水強度を受けると仮定したモデルケースは、花崗岩斜面では難透水性の風化岩盤上面から正圧を示す領域が拡大し、花崗閃緑岩斜面では土層の上部下部境界付近で正圧が発生することを示した。

キーワード：花崗岩類，稠密水文観測，HYDRUS，貯留，間隙圧応答，鉛直構造

P12

侵食基準面の変化に伴う流域削剥の影響伝播差異：福島県・阿武隈山地を例に

Differences in the propagation of base-level changes on watershed denudation: an example from the Abukuma massif, Fukushima Prefecture, Japan

太田凌嘉 (中央大学)

Ryoga J. OHTA (Chuo University)

本研究は、福島県・阿武隈山地南東部を北西-南東方向に走る北東側隆起の正断層（湯ノ岳断層・二ッ箭断層）周辺の山地流域の削剥速度を溪流堆砂中の宇宙線生成核種 ^{10}Be 濃度分析により定量した。断層と交差する河道にはいずれも明瞭な遷急点が存在し、二ッ箭山近傍のように開析程度の大きな流域では巨礫の集積する区間が認められ、尾根頂部に岩塔が出現する。活断層近傍の流域削剥速度は、 $0.3\text{--}0.4\text{ mm yr}^{-1}$ で、遷急区間の上流側に位置する小起伏な山地流域 ($\sim 0.05\text{--}0.07\text{ mm/yr}$) に比べて大きい。これらは、侵食基準面の変化に伴い流域斜面の削剥が進行して、侵食抵抗力の大きな基盤岩が斜面上に露出するとともに、河道近傍の斜面から崩落した巨礫が河床の粗度をあげることで河道の縦断形が規定されていることをあらわしているのであろう。また、宇宙線生成核種により決定された阿武隈山地の流域削剥速度は、河成・海成段丘のような地形的な指標から推定されてきた山地の隆起速度 ($0.2\text{--}0.6\text{ mm yr}^{-1}$) と対応するように、福島県いわき市の周辺で隆起速度が大きくなる傾向を示す。現在は、トレンチ調査や地下探査により得られているデータと照合して、なぜそのような傾向があらわれるのかを検討しているところである。

キーワード：宇宙線生成核種，活断層，変動地形，巨礫，岩塔

P13

令和 6 年能登半島地震時隆起海岸の構成岩石の物理・力学的性質

Physical and mechanical properties of rocks consist of uplifted coasts at the 2024 Noto Peninsula Earthquake

小暮哲也 (京都大学), 渡壁卓磨 (森林総研), 近藤有史 (京都大学・院), 松四雄騎 (京都大学)
Tetsuya KOGURE (Kyoto University), Takuma WATAKABE (Forestry and Forest Products Research Institute),
Arihito KONDO (Graduate student, Kyoto University), Yuki MATSUSHI (Kyoto University)

令和 6 年能登半島地震では、半島北部を中心に海岸が隆起した。地震後の各研究機関等の調査・観測より、隆起海岸の長さは約 90 km、海岸線の沖への最大前進量は輪島市門前町五十洲から門前町黒島町にかけて約 200 m、最大隆起量は同地域において約 4 m とされる。隆起海岸のうち岩石海岸の地形は、構成岩石の物理・力学的性質によっては今後波食が進行し、プラットフォームが形成されると考えられる。すなわち、今回の地震に伴う隆起海岸では岩石海岸地形の形成過程を初期から調査・研究できる。現地調査では隆起後に風化したと考えられる岩石が数種類確認された。そこで本研究では、岩石海岸の形成過程の解明および隆起海岸の今後の地形変化予測のため、それらを採用し物性を評価した。

採取した岩石は、古第三系漸新統から縄文層の凝灰岩（採取地：輪島市光浦町）、新第三系中新統から宝立山層のデイサイト火砕岩（珠洲市折戸町）、道下層の凝灰岩（輪島市門前町鹿磯）、法住寺層の珪質泥岩（同珠洲市折戸町）、飯塚層の珪質泥岩（同輪島市町野町大川）である。スレーキング特性を評価するため、水浸 8 時間と自然乾燥 16 時間を 1 サイクル とする条件下の岩石重量変化を測定した。2 サイクル終了時の重量減少率は、大きい方から順に縄文層凝灰岩 60.1%、道下層凝灰岩 40.3%、宝立山層デイサイト火砕岩 22.5%、飯塚層珪質泥岩 3.6%、法住寺層珪質泥岩 0.02%であった。減少率が大きい 3 種類の岩石では、水浸と同時に細片化が始まった。また、縄文層凝灰岩と道下層凝灰岩には乾燥中に割れ目が形成された。発表では、その他の物理・力学的性質や X 線回折法により検出された構成鉱物等についても報告する。

キーワード：令和 6 年能登半島地震，隆起海岸，岩石，風化，物性

P14

ベトナム中部，トゥーボン川流域下流平野におけるボーリング調査

Borehole investigation in the Thu Bon River Basin, Central Vietnam

船引彩子（東京理科大学），久保純子（早稲田大学），北原 優（高知大学），山形真理子（立教大学），Nguyen Van Tho（ミーソン文化遺産管理委員会）

Ayako FUNABIKI (Tokyo Univ. of Science), Sumiko KUBO (Waseda Univ.), Yu KITAHARA (Kochi Univ.), Mariko YAMAGATA (Rikkyo Univ.), and Nguyen Van Tho (Management Board for My Son Cultural Heritage)

インドシナ半島東岸，現在のベトナム中部地域には多くの考古遺跡や文化財が分布している。それらは南シナ海へと流れ込む中小河川に沿って分布しており，世界遺産に登録されたミーソン聖域やフエ都城，港湾都市として栄えたホイアンなど，アジア海域世界との交流を示すものも多い。一方でその多くは河川ごとの舟運を利用したネットワークによる文化交流があったことも遺跡と遺物の分布から指摘されている。

これらの河川群はまた，下流部に多くの平野を形成してきた。その地形的な特徴としては比較的規模が小さく，浜堤列や砂丘が発達し，海岸近くの地域に段丘が分布している。クアンナム省を流れるトゥーボン川流域にも同様の地形が見られ，氾濫原を流れる河川は河道変遷が激しく，近世でも洪水被害が確認されている。砂丘上にはサーフィン文化（紀元前 4～前 3 世紀から後 100 年頃紀元前 4 世紀～後 1 世紀頃）の遺跡が立地しており，河川沿いにはチャンパ（後 2 世紀末から 19 世紀前半）の遺跡も多く見られる。

筆者らは 2024 年 3 月にトゥーボン川流域の沖積平野においてボーリング掘削を行い，2 本のコアを得た。チャンパの政治的中心地といわれる，チャーキュウ遺跡周辺の旧河道上で掘削したコアでは，深度 10m 近くまで砂質堆積物が大部分を占め，チャネルの基底まで到達することができなかった。また浜堤列のすぐ内陸側で得られたコアでは，海成層とみられる堆積物が確認された。本発表ではこれらの結果について，写真などを用いて解説する。

キーワード：ベトナム中部，チャンパ，チャーキュウ遺跡，完新世，浜堤列

P15

Geomorphological settings of the Shahrizor Plain and its significance to Neolithisation in Iraqi Kurdistan

Yuichi S. HAYAKAWA (Hokkaido University) , Takahiro ODAKA (Kanazawa University), Osamu MAEDA (University of Tsukuba)

The Shahrizor Plain is located in the upper side of the Diyala River watershed, a major tributary of Tigris, forming an intermontane basin in the western foothill of the Zagros Mountains. Landforms in the area is characterized by flat to gently sloping terrain bounded by steeper mountain slopes, where the lower part of the basin is filled with water of a reservoir of Darbandikhan Dam constructed in 1960s. Along with the streamflow of the Diyala River, the presence of groundwater and springs makes it suitable for farming despite its arid climate. According to the archaeological studies, the area is one of the key sites of transition from Neolithisation in the Fertile Crescent to Urbanisation in the Mesopotamian lowland. In addition to the geomorphological mapping in the area, we explore more detailed land surface conditions around archeological mounds using high-definition multilayered information obtained from multiband optical sensors on uncrewed aerial system. The archaeological mounds (Shaikh Marif and Shakar Tepe) are dated back to around 8,000 yBP of the Late Neolithic Period, covered with some aeolian and agricultural deposits. From the detailed topographic data, some modern artificial and lake-water-derived deformations of the mounds are found, while the surficial disturbance by the modern agricultural activities is observed with the multispectral images. Some active erosion and channelization of wadis are also observed, and the presence of spring water could be an important factor for the locations of the settlements.

Keywords: Neolithic, Archaeological mounds, Water, Disturbance

P16

地形学習における創作活動を導入した地形表現体験授業の実践

Practice of the terrain expression experience class introducing creative activities in geomorphology learning

小倉拓郎（兵庫教育大学），小林勇介（北海道大学・兵庫教育大学），井上晃汰（兵庫教育大学・院），早川裕式（北海道大学），中村洋介（公文国際学園高等部），山内啓之（立命館大学），田村裕彦（田谷の洞窟保存実行委員会），古家美和，笈田太郎（兵庫教育大学附属小学校），佐藤凌太，大西美佐歩（兵庫教育大学附属中学校），桑名航平（西宮市立深津小学校），瀧野 清（兵庫教育大学），Tong Vincent（Northumbria University）

Takuro OGURA (Hyogo University of Teacher Education), Yusuke KOBAYASHI (Hokkaido University and Hyogo University of Teacher Education), Kota INOUE (Graduate Student, Hyogo University of Teacher Education), Yuichi S. HAYAKAWA (Hokkaido University), Yosuke NAKAMURA (Kumon High School), Hiroyuki Yamauchi (Ritsumeikan University), Yasuhiko TAMURA (The Executive Committee for the Preservation of TAYA CAVERN), Miwa FURUIE, Taro OIDA (Elementary School Attached to Hyogo University of Teacher Education), Ryota SATO, Misaho ONISHI (Junior High School Attached to Hyogo University of Teacher Education), Kohei KUWANA (Fukatsu Elementary School), Kiyoshi HAMANO (Hyogo University of Teacher Education), Vincent Tong (Northumbria University)

地理教育の分野において、地形を理解する手法として地図の読解技能の評価に関する研究が進められてきた。しかし、地形図をはじめとする地図の読解力には個人差があり、苦手であると感じる児童生徒が多い現状がある。学校教育において、地形図の学習はモチベーションが低い単元であると指摘されており、その背景には2次元・3次元の空間認知能力の個人差に依存することが挙げられている。そこで本研究では、児童生徒に地形図学習に対するモチベーションを喚起させるために、紙粘土を用いた地形表現の創作活動を導入した授業を試行した。対象は教員養成系大学2年生25名であり、そのうち20名が参加した。参加者は、地図や写真を見ずに富士山の地形を紙粘土で表現した後、各自が有するタブレット端末で地理院地図を閲覧して現実の富士山の地形と比較することで、個人が作成した富士山の紙粘土地形模型を修正する作業を行った。その結果、20名中15名が富士山麓の勾配に着目し、13名が山麓のガリーや宝永火口丘などの微地形に注目して模型を修正した。以上の作業を踏まえて、地形図で流域分水界、尾根、谷を読み取る課題を実施すると、20名中15名が正しく読み取れた。学生に対して本授業のモチベーション（楽しさ）と技能（理解度）に関する質問を5段階評価で実施すると、90%が授業を「とても楽しかった」と評価し、67%が「地形をとても理解しやすかった」、33%が「まあまあ理解しやすかった」と回答した。これらの結果から、創作活動を通じた地形表現体験授業は、地形図学習へのモチベーションを高め、尾根や谷などの微地形に関する理解度の醸成につながったと考えられる。

キーワード：地形学習，創作活動，紙粘土，地形図，GIS

P17

JGU 夏/秋/地形の学校の 15 年とこれから

Fifteen years of JGU Summer/Autumn/Geomorphology School and its future

早川裕式（北海道大）・小口 高（東京大）・小口千明（埼玉大）・若狭 幸（弘前大）・JGU 行事幹事会

Yuichi S. HAYAKAWA (Hokkaido Univ.), Takashi OGUCHI (Univ. Tokyo), Chiaki T. OGUCHI (Saitama Univ.), Sachi WAKASA (Hiroasaki Univ.) and JGU Event Committee

日本地形学連合が主催する学会員および一般向けの公開講座として、「JGU 夏の学校」が 2010 年に開始された。当初のコンセプトとして、シニア研究者の経験を、若手の研究者や学生、実務者に伝えるというものがあり、多くの卓越したシニア研究者に講師として登壇していただいた。テーマもさまざまであり、地形プロセスや斜面地形、海岸地形、変動地形、石灰岩地形、また社会連携や和文作文法など多岐にわたる。一方、当初は会場調整の点から関東での現地開催という制約もあり、その年に講演可能な講師を確保できなかった場合は、最新の地形計測手法についての座学・実習といったかたちで、夏だけでなく秋に開催することもあった。コロナ禍等の理由により開催できない年があった後には、オンライン配信も含めることでより多くの参加者に機会を提供できるようになった。11 回目となる 2022 年からは名称を「地形の学校」とリニューアルし、今後もより魅力的な講座を継続してゆくことを見込んでいる。たとえば 2024 年には、座学だけでなく「走学」も取り入れるなど、新たな試みを模索している。今後の講座における講師の推薦（自薦・他薦問わず）やテーマに関する要望は、JGU 行事幹事会で受け付けている。

キーワード：アウトリーチ、ワークショップ、地形学、企画幹事会、行事幹事会

P18

女子中高生夏の学校 2024 への日本地形学連合による出展

Exhibition by Japan Geomorphological Union at Girls' Junior and Senior High School Summer School 2024

目代邦康（東北学院大）・南雲直子（土木研究所）・若狭 幸（弘前大）・小口千明（埼玉大）
Kuniyasu MOKUDAI (Tohoku Gakuin Univ.), Naoko NAGUMO (Public Works Research Institute), Sachi WAKASA (Hirosaki Univ.) and Chiaki OGUCHI (Saitama Univ.)

「女子中高生夏の学校 2024～科学・技術・人との出会い～」において実験・実習とポスター企画に協力した。8月11日（日）午前で開催された実験・実習では、「山はどうやってできるのか？」というテーマで、山の地形の解説と、机上での粉体を使っての安息角の実験を行った。参加者は高校生5名であった。この実験では、山体の底部の広がりとの高さととの関係を考察してもらうために行った。机上から少し浮かせたステンレス網の上に任意の形の台紙をおき、そこに粉体を積み上げていく。参加者には、できる限り粉の山が高くなるような台紙の形を考えて貰い、相似のものを3～4パターン作ってもらった。また、砂、小麦粉、塩から材料を選んでもらった。そして、それらを用いて、山の高さと斜面勾配を計測し、高さと勾配の関係を、方眼紙にプロットしていくという作業を行った。そして、なぜ地形に違いが出るのかを考察してもらい、結果は参加者の前で発表してもらった。さらに粉の山の地形をスマートフォンのアプリを使って立体化するデモンストレーションも行った。

台紙の形や、粉の種類が様々であったため、データに基づいて、台紙の形やサイズと、山の高さ、傾斜との関係性を考察するのは難しかった。これは実験の設計の問題であり、今後、同様の実験を行うのであれば、改善が必要である。

同日午後には開催されたポスター展示では、「身近な地形を科学する女性研究者たち」と題し、地形学の研究対象や目的、考えられる進路などを紹介した。このほか、地形判読や地形立体化のデモンストレーションや、災害調査などフィールドワークの例を説明した。

実験・実習では、女子中高生が真剣に地形計測やグラフ作成に取り組む姿が見られ、ポスター展示ではブースには途切れることなく女子中高生が訪れた。いずれの企画においても地形を学ぶことの面白さの一端を伝えることができたのではないかと考えている。

キーワード：普及，ハンズオン，実験，アウトリーチ，キャリアパス