

# 日本地形学連合発表要旨集

## JGU Meeting Abstracts

vol. 4, no. 1

2023年11月



日本地形学連合

日本地形学連合 2023 年秋季大会

期日：2023 年 11 月 3 日（金）～4 日（土）

開催方式：対面方式

現地会場：福江総合福祉保健センター（長崎県五島市）

The Fall Meeting of Japanese Geomorphological Union in 2023

Dates: November 3<sup>rd</sup> (Friday) to 4<sup>th</sup> (Saturday), 2023

Meeting format: In-person

Onsite venue: Fukue overall welfare healthcare center (Goto city, Nagasaki)

# 口 頭 発 表

S01

離島における持続可能な観光の実現に向けたジオパークの可能性

Presentation title

The possibilities of Geoparks to achieve sustainable tourism in remote islands

宮原育子（宮城学院女子大学・日本ジオパーク委員会）

Ikuko MIYAHARA (Miyagi Gakuin Women's University・Japan Geopark Committee)

日本は「島国」である。2023年に国土地理院が公表した島の数は14,125になる。都道府県別にみると島の数が最も多いのは長崎県である。長崎県には1,479の島があり、五島列島や壱岐島、対馬島が有名である。

少子高齢化や過疎化が進む日本の離島は、観光が地域経済の主軸となっているところが多い。例えば、東京都の離島である伊豆諸島には、新型コロナウイルス感染症拡大直前の2019年に約458,000人が訪れた。また近年、屋久島をはじめ、小笠原諸島や西表島、奄美大島や徳之島は島の貴重な自然の価値が認められ、ユネスコの世界自然遺産に登録されて、さらに多くの観光客を集めている。長崎県の五島列島の五島市は、2018年に登録されたユネスコの世界文化遺産「長崎と天草地方の潜伏キリシタン関連遺産」を構成する教会群に252,000人以上の観光客を迎えた。ユネスコの世界遺産登録は、地域の貴重な自然や文化的価値を後世に残す仕組みとして有効である。しかし離島の場合、知名度が上がり観光客が増えることで限られた環境に圧がかかる「オーバーツーリズム」の危険もはらんでいる。

一方で、新型コロナウイルスのパンデミック後は、世界の観光客の志向に変化が起きており、観光客が地域の環境に配慮しながら楽しむ、サステナブルツーリズムやレスポンシブルツーリズムが注目されている。

現在、日本の離島のいくつかは、ジオパークの取組を行っている。ジオパークは、地域の行政や住民、事業者、様々な分野の研究者などが主体となって、地域の地質・地形や自然景観、文化遺産など、地域の価値を守り育てるボトムアップ型の活動である。ジオパークは、離島における持続可能なツーリズムを展開する場として有効であると考えられる。

キーワード：離島，観光，世界遺産，ジオパーク，サステナブルツーリズム

S02

海岸地形によりもたらされる五島列島（下五島エリア）ジオパークの魅力

Attraction of the Goto Islands (Shimogoto area) Geopark brought about by the coastal topography

高場智博（五島列島ジオパーク推進協議会）

Tomohiro TAKABA (Goto Islands Geopark Promotion Council)

五島列島（下五島エリア）ジオパークは、2022年1月に日本ジオパーク正会員地域として認定された、最も新しい日本ジオパークの一つである。この地域の土台となる大地の成り立ちは、①新第三紀における大陸河川・湖沼の堆積物「五島層群」とその後のマグマの活動による流紋岩や花崗岩類、②日本海拡大や沖縄トラフ拡大に伴うとされる断層活動、③第四紀の火山活動による玄武岩類、の3段階で説明される。

こうした成り立ちを踏まえ、最も南に位置する福江島に着目すると、一つの島の中に、溶岩海岸、リアス海岸、砂浜・礫浜、トンボロなどの堆積地形などの、多様な海岸地形が観察できる。これらの海岸地形は、「五島列島らしさ」を誘起させる。海岸の魅力とは、地形だけにとどまらず、その上に分布する動植物などの生態系や、人々の営みも、包括される。例えば、溶岩海岸地域では、遠浅かつ入り組んだ海岸線であることから、潮の干満の差を利用した伝統漁法スケアン（スケ漁）が行われてきた。リアス海岸地域では、過去、イルカ漁の追い込み漁が盛んであったこともあり、五島神楽の中にイルカが登場する演目もある。海岸の魅力は、地形学的特徴にとどまらない。

本シンポジウムでは、五島列島（下五島エリア）ジオパークにおける海岸地形の魅力を発信するとともに、その海岸で展開する、生態系や人の営みについて紹介する。その上で、他地域の海岸地形の事例を通じて比較検討し、五島列島（下五島エリア）の魅力を見出す機会とする。

キーワード：五島列島，ジオパーク，海岸地形，生態系，人々の営み

S03

島原半島ユネスコ世界ジオパークにおける海岸エリアを題材にしたジオパーク学習の実践例

Practical Cases of the Geopark Learning Programs on the Subjects of Coastal Areas in the Unzen Volcanic Area UNESCO Global Geopark

森本 拓（島原半島ジオパーク協議会）

Taku Morimoto (The Council of Unzen Volcanic Area Geopark)

島原半島ユネスコ世界ジオパークは、長崎県の南東部に位置し、島原市、雲仙市、南島原市の三市で構成されるジオパークである。島原半島の地形は、中央部にデイサイト質マグマがつくった溶岩ドームからなる急峻な雲仙火山を擁し、そこから広がる火山性の扇状地と、その扇状地の末端が東側の有明海や西側の橘湾に面している。特に海岸部では、数百万年前から現在に至るまでの火山活動の継続により、複雑に入り組んだ入江や砂州、海食崖などの多様な海岸地形が形成され、ジオパークとしての魅力でもある風光明媚な景観となっている。

こうした海岸地形を題材に、島原半島ジオパーク協議会では、半島内の地域住民に向けて様々なジオパーク学習を提供してきた。学校教育においては、海食崖で見られる地層から雲仙火山の誕生とその後の山体の成長を観察する学習や、1792年の眉山の山体崩壊の土砂により生じた海岸線の変化に注目した山体崩壊発生前後の島原の海岸線の位置を巡る学習などを提供してきた。また社会教育においては、SUP体験を通じて海から見える海底火山の観察や、近年深刻な地球の海洋生態系を脅かす海ごみ問題を参加者に考えてもらうきっかけづくりを提供している。これらの学習は、身近な地域資源を活用しながら、地域の持続可能な発展を目指して、地域住民の郷土愛の醸成と地球規模での環境と人々の暮らしの関わりへの理解を育むための教育活動である。

本シンポジウムでは、島原半島の海岸地形の魅力と、島原半島ジオパーク協議会が実践してきた海岸エリアを題材とした学校教育と社会教育の活動を紹介するとともに、今後のジオパーク学習の展望を議論したい。

キーワード：海岸エリア，海岸地形，ジオパーク学習，学校教育，社会教育

S04

白山手取川ユネスコ世界ジオパークの「水の旅・石の旅」

—陸と海の繋がりからジオパークを知り，楽しむ—

“Journey of Water, Journey of Rock”, the geostory of Hakusan-Tedorigawa UGGp  
- Let's recognize and enjoy GEOPARK through the relationships between land and sea -

青木賢人（金沢大学／白山手取川ユネスコ世界ジオパーク学術委員）

Tatsuto AOKI (Kanazawa University / Science board member of Hakusan-Tedorigawa UGGp)

白山手取川ユネスコ世界ジオパーク（UGGp）は，2011年に日本ジオパーク，2023年5月にUGGpに認定された，日本海から蒸発した水蒸気を起源とした大量の降雪に起因する活発な水循環（水の旅）と，それに伴う陸域から海域への高速・大量の土砂の侵食・運搬・堆積（石の旅）をメインテーマとするUGGpである．湿潤変動帯の外作用にフォーカスしたジオパークであり，日本国内の他のUGGpが活火山や活断層，プレートテクトニクスなどの内営力，あるいは地質そのものにフォーカスしているのに対し，地形学的対象を主テーマとしている点特徴的である．

白山手取川UGGpでは，域内外の衣食住や地域文化，産業を入り口に「水の旅・石の旅」を理解する事例を集めてテキストとしてまとめることで，住民や観光客にもジオパークの面白さを理解してもらえるよう工夫している．たとえば，白山麓地域の代表的な食文化である栃餅はは，大量の雪解け水と流れ盤構造とが合わさって頻発する地すべり・土石流が溪畔林（トチノキ＝サワグルミ林）の発達を促すことで，原料となる栃の実が安定的に大量に収穫できることが基盤となっている．また，活発な石の旅によって形成された平野部に広がる日本有数の規模を誇る手取川扇状地は，主要産業である稲作の基盤となるとともに，豊富な地下水の帯水帯となることで様々な産業を立地させる誘因ともなっている．

発表ではより多くの事例を紹介することで，自らの地域に存在し利用してきたものが，いかにジオと結びつき支えられてきたのかを認識するための「見方」を提示したい．五島列島地域と白山手取川地域の環境は大きく異なり，白山手取川UGGpの諸要素をそのまま五島列島Gpに適用できるわけではない．しかし，ジオの見方を理解してもらうことで，公開シンポジウムに来られた地元の方々にジオパークを楽しむきっかけとしてもらいたい．

キーワード：白山手取川ユネスコ世界ジオパーク，水循環，外作用，水の旅・石の旅，

S05

発表タイトル：湾口砂州と砂嘴の形状および発達する沿岸の違い

Presentation title : Differences in the Shape and Developing Coast of Bay Mouth Sandbars and Sand Spits

武田一郎（奈良大学）

Ichirou TAKEDA (NARA University)

湾口砂州（以下、砂州と呼ぶ）と砂嘴は混同されることが多い。それは、砂州は砂嘴が沿岸漂砂の方向に伸びてほぼ対岸に達した地形であるとの考え方（これを、砂嘴伸長説と呼ぶことにする）が存在するためである。しかし、発表者は、砂州と砂嘴の平面形状に違いがあること、また、両者が発達する沿岸に違いがあること、さらに、熊野灘のリアス海岸内に発達する砂州群は沿岸漂砂が卓越しない環境下に発達することなどから砂嘴伸長説に否定的な意見を持っている。

砂嘴が成長すると、それが外海から侵入してくる波に対して遮蔽体となるために砂嘴の内側は堆積環境になり、さらには砂嘴周りの波の屈折により、砂嘴は徐々に内側に曲がる。その結果、砂嘴は外海に対して凸の平面形状になる。一方、砂州は基本的には外海に対して凹の平面形状を呈する。

日本の沿岸に発達する砂嘴を「水道型」「湾測型」「島陰型」の3タイプに分類した。いずれも漂砂が一方向に卓越する沿岸にみられるものであり、外海に直接面する長い海岸線を有するオープンコーストや湾奥部では砂嘴を認めることはできない。オープンコーストや湾奥部に侵入する波の入射角は海況の変化に応じて変化するので、一方向への顕著な漂砂は生じないためと考える。一方、砂州は湾測部に観られることもあるが、多くはオープンコーストや湾奥部に発達する。

三重県熊野灘沿岸のリアス海岸内では、小湾の湾奥に潟湖を閉じる砂州が数多く発達している。それぞれの小湾の両端は岬で限られているために、小湾内に顕著な沿岸漂砂が卓越するとは考えられない。また、これらの砂州は全て外海側に凹の形状を持っている。なお、このリアス海岸には砂嘴は存在しない。

以上の理由から、砂州と砂嘴は異なる地形であり、砂嘴伸長説は成り立たないと考える。

キーワード：沿岸漂砂，リアス海岸，潟湖，潮口



O01

土砂災害の原因となる断裂の実態と崩壊メカニズム

Actual conditions and collapse mechanisms of ruptures that cause landslides

吉村辰朗（第一復建株式会社）

Tatsuro YOSHIMURA (Daiichi Fukken Co., Ltd.)

近年、豪雨によって土砂災害が発生し、これによる社会的損失は計り知れない。災害被災地の断裂分布を調べると、災害は不連続面（断裂，すべり面等）が交差する場所（交差場）で発生している。土砂災害の原因となる断裂は、小規模なもので断裂幅が1m~2mで、目視で確認できない場合がほとんどである。今回は、崩壊現場に見られる断裂の実態と断裂を原因とした「崩壊メカニズム（因果モデル）」について述べる。令和3年8月豪雨により、道路被害が発生した。崩壊による道路崩落箇所付近にはNNWおよびNNE方向の断裂を検出した。両断裂沿いには地下水流動跡と考えられるパイピングホールが認められた。同時期盛土崩壊が発生し、令和3年8月に崩壊土塊を縁切る断裂分布を確認した。令和4年4月にモルタル吹付けを実施した後の5月に、長雨により土塊の南側方崖で崩壊が発生した。直後に南側方崖の「地下水包蔵体」を対象に排水ボーリングを実施し、顕著な出水が認められた。5月末に崩壊地の断裂分布から、北側側方崖付近の崩壊が予測されたため、北側側方崖を対象に排水ボーリングを提案したが、「排水ボーリングの確実性が見込めない」として排水ボーリングは施工されなかった。令和5年7月10日の豪雨によって、北側側方崖で斜面崩壊が発生したが、南側側方崖には変状は生じなかった。このように、断裂を原因とした「崩壊メカニズム」を明らかにすることで、崩壊場所の予測が可能になり、適切な対策工が実施できると考える。

キーワード：土砂災害，断裂，崩壊メカニズム

O02

決定論的な水文地形モデルを用いた表層崩壊による土砂生産の確率論的評価

Probabilistic assessment of sediment yield by shallow landslides based on a deterministic hydro-geomorphological model

松四雄騎 (京都大学)

Yuki MATSUSHI (Kyoto University)

豪雨によって生じる表層崩壊の素因の成立および誘因の作用をそれぞれモデリングし、両者を組み合わせることで決定論的なカップリングモデルを構築して、斜面での土層の発達と除去を繰り返すサイクルシミュレーションを地理情報システム上で実行することで、流域からの長期的な土砂生産量の確率論的評価を行った。近年の発災地を対象として、土粒子の生成・輸送のパラメータを宇宙線生成核種の分析と細密デジタル地形モデルの解析および現地での試孔調査によって決定し、斜面における土層の厚みの空間分布を計算した。それを場の条件として、不攪乱供試体を用いた土質試験や原位置試験、そして水文観測によってキャリブレートされた土層の物性モデルおよび水文モデルを用いて、植物根系による補強効果と降水の浸透に伴う間隙水圧の変動を考慮した不安定領域の拡がりを出算した。得られる局所安全率の空間分布に対し、クラスター分析によって、表層崩壊の発生/非発生を判定することで、山地流域内の、どこから、どれほどの土砂が、どのような雨によって生産されるのかを定量的に算定しうるツールを作製した。これを用いて、降水入力を乱数で与えるモンテカルロシミュレーションを行い、一定の期間に流域から生産される土砂の量を確率論的に評価した。構築したシステムは、土砂災害ハザードの定量的評価や、効果的な人工構造物配備を含む砂防計画の立案、流域土砂動態の気候変動に伴う変容の将来予測などに活用できる。

キーワード: 土層, プロセスベースドモデル, 斜面災害, ハザードマッピング

O03

化石周氷河斜面で発生する深層タイプ崩壊の発生場の特徴

Geomorphological site of deep type collapses on fossil periglacial slopes

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

Satoshi ISHIMARU, Gentaro KAWAKAMI, Kenji NISHINA, Yoshihiro KASE, Hiromichi KOYASU, Ken'ichi KOSHIMIZU

北海道では、最終氷期に周氷河限界が標高 0m 付近まで低下したと考えられている（小疇，1986）。近年の気候変動による豪雨頻度の増加により、これまで比較的安定していた化石周氷河斜面で斜面災害が頻繁に見られるようになった。周氷河斜面で発生する崩壊の形態は、深層タイプ、浅層タイプ、ガリー状タイプなどに分類される。浅層タイプやガリー状タイプは周氷河性斜面堆積物の上面付近で崩壊するのに対し、深層タイプは、周氷河性斜面堆積物のほぼ全層が崩壊し土砂量が多くなるため、大きな災害につながることもある。

深層タイプについて、発生場別の崩壊事例と現地調査から崩壊の特徴を次の様にまとめた。一様な傾斜の周氷河性緩斜面の地形場では、一般的に周氷河性斜面堆積物の層厚は、その移動域にあたる斜面中間部において 3~4m 程度で均一であることが多い。このような堆積物に覆われた平滑な緩斜面に、斜面下方から後氷期開析前線が入り込むことにより遷急線が生じ、緩斜面に定置していた堆積物が急斜面にさらされる。後氷期開析前線の再先端にあたる谷頭部では、大雨時に表流水や地中水が集中し、周氷河性斜面堆積物が不安定化し、崩壊の生じやすい場となる。

緩斜面の末端に最終間氷期以前の段丘面の広がる地形場では、最終氷期に後背斜面から移動してきた土砂が段丘面上に蓄積することで、周氷河性斜面堆積物の層厚が厚くなる（10m 以上になることもある）。その末端部が侵食された段丘崖では、段丘堆積物にのる厚い周氷河性斜面堆積物が露出する。段丘堆積物の直上にローム質の透水性の低い層が被覆していれば、豪雨時にその上位の周氷河性斜面堆積物の間隙水圧が上昇することで崩壊の発生しやすい場となる。特に段丘崖の比高が高い場合には、土砂の位置エネルギーが大きくなるため、崩壊土砂の移動速度が速くなるとともに、崖下から遠くまで土砂が達するなど、より危険性の高い事象となる。

O04

深層崩壊の原因に関する仮説

A hypothesis about great landslide

高谷精二（終身会員：(元)南九州大学）

Seiji TAKAYA

2011年9月に紀伊半島では大規模な山地災害があり、この時、発生した山崩れについて、「深層崩壊」と呼称されたが、その後、深層崩壊という呼称は、比較的大きな山崩れについて使われるようになった。しかしその原因について深く論じられることは無く、深層崩壊についても、従来のように素因としての地形・地質と、誘因としての豪雨が原因とされた。

筆者は2005年に宮崎県で発生した天神山の大崩壊を例として、深層崩壊のメカニズムについて現地での考察を試みた。その結果、崩壊地には3ヶ所に断層が発見されたが、このうち2ヶ所の断層は、走向がほぼ東西方向で、これは崩壊の方向とほぼ同じであった。他の一ヶ所は、崩壊地に直交する南北方向で、破碎された砂岩、頁岩の粘土が挟在していた。走向が東西方向の断層の両サイドは砂岩層で、破碎部は黒色の頁岩が破碎され、固結した粘土層であった。また砂岩の角礫の混入が見られた。南北方向の断層は、粘性の著しい粘土層に黒色の頁岩礫が混入していた。この二系統の断層によって形成された粘土層は、地下で「ダム」状となり、通常の雨の場合は「不完全なダム」のために、地下水は流下しているが、豪雨時には流下量よりも貯留量が多くなり、この地下水の重量によって「地下ダム」の破壊が起り、それに伴い山体の破壊に至ったものと考えられる。

キーワード：深層崩壊、メカニズム、地下ダム、断層、天神山、宮崎

O05

## Landslide Susceptibility Mapping based on Geo-information techniques in Sri Lanka

Sajith Bandaranayake, Satoshi GOTO, Sandaruwan Karunarathne (University of Yamanashi)

Sri Lanka is susceptible to natural disasters such as landslides, floods, cyclones, high winds, droughts, coastal erosion, and thunderstorms due to patterns in climate change and uncontrolled human settlement growth. (Zubair et al., 2006). The National Building Research Organization (NBRO) is the major party to develop an Early warning system for Rain-induced landslides in Sri Lanka. It is essential to research to find the landslide initiation area to develop reliable and precise early warning systems for landslides. By using rainfall thresholds and susceptibility mapping works the NBRO predicts the rain-induced landslides. The landslide susceptibility mapping project covers landslide-prone areas in Sri Lanka. This mapping works only based on geological, hydrological, soil overburden thickness, land use pattern, landform pattern, and slope of the terrain (Jayathissa et al., 2019). However, a deterministic model like a factor of safety model considering soil geotechnical and hydrological properties of soil has not been accounted for yet.

upgrading the existing susceptibility maps using the spatial distribution of factor of safety (FOS) is this study's primary objective. High susceptibility to landslide-initiating areas will be found to FOS values. In order to develop FOS models for soil initially saturated and unsaturated conditions that include different rainfall intensities, the United States Geological Society's (USGS) Transient Rainfall Infiltration and Grid-Based Regional Slope-Stability Model (TRIGRS)(Baum et al., 2008) will be used.

In the chosen study area located in Ganthuna Udagama village in Kegalle, a shallow landslide occurred on the 17<sup>th</sup> of May 2016. During the same rainfall period, four different landslides including the Aranayake landslide occurred in the Kegalle District. This discussion includes representative soil's undrained shear strength parameters, water characteristics properties, and depths. Also, geomorphological characteristics of selected landslide sites are discussed. These results are used as input parameters for the TRIGRS model.

Keywords: Landslide, Susceptibility, TRIGRS, Rainfall, Initiation area

### References

- Baum, R. L., Savage, W. Z., & Godt, J. W. (2008) TRIGRS — A Fortran Program for Transient Rainfall Infiltration and Grid-Based Regional Slope-Stability Analysis, Version 2.0. *U.S. Geological Survey Open-File Report, 2008-1159*, 75.
- Jayathissa, G., Schroder, D., Blake, K.-D., & Fecker, E. (2019) Landslide Hazard Zonation in Sri Lanka: An Assessment of Manual and GIS Based Automated Procedure in Preparation of Geology Weight Map. *International Journal of Erosion Control Engineering*, 11(4), 116–123.  
<https://doi.org/10.13101/ijece.11.116>
- Zubair, L., Ralapanawe, V., Tennakoon, U., Yahiya, Z., & Perera, R. (2006) Natural disaster risks in Sri Lanka : Mapping hazards and risk hotspots. *Natural Disaster Hotspots: Case Studies*, 109–136.  
<http://iri.columbia.edu/~lareef/papers/hotspotschapter.pdf>

O06

Identification of the potential natural shallow slope failures by raster plan curvature technique; case study from Kegalle, Sri Lanka.

Sandaruwan Karunaratne (University of Yamanashi), Priyantha Bandara (National Building Research Organization, Sri Lanka), Satoshi Goto (University of Yamanashi), Sajith Bandaranayake (University of Yamanashi)

Potential instability zonation of the natural slopes contains three approaches. The first approach is to understand the failure mechanism through soil properties in a slope. Understanding the tendency to fail the slope with terrain factors that form the essential characteristics of slopes can be categorized as the second approach. The third approach is to understand the spatial distribution of slope failures and their patterns on a particular slope. This study focused on the third approach. However, all approaches require field verifications with expert knowledge.

The slope failure zones contain unique topography patterns that can be used to identify the failure shape and its dimensions. Slope failures are one of the natural denudation processes. Most slope failure landform units considered as previous slope failures, tend to expand naturally. It indicates that if there is no human involvement, the identified zones of natural slope failure can be also categorized itself as potential zones of slope failure in the future. The large-scale geomorphological analysis is the best approach for identifying clear landform units of slope failures and potential zones of those. The two-dimensional or three-dimensional raster interpretation of slopes can be used to visualize the actual shape of slope failures more clearly. Thus, the raster geomorphological mapping using LIDAR survey data and grasped the landform units of slope failures to prepare the past failure identification map.

To grasp the landform units of potential slope failure initiations, the raster plan curvature analyses method can be used. However, this method needs expert knowledge to filter the unnecessary zones that cannot be susceptible to failure (filtering). Raster modeling of slope morphology can be represented as plan curvature maps. The plan curvatures represent the measure of perpendicular to the maximum slope line along the plane. The negative values represent the sideward concave at the pixel; the positive values represent the sideward convex at the pixel and the zero value represents the straight slope. The units of landform that are susceptible to failure can be detected based on both spatial plan curvature value distributions and the minimum slope gradient that is vulnerable to failure initiations. If the plan curvature values are negative, they intersect with the slope angle which is larger than the minimum slope gradient to failure initiation of the terrain representing the susceptible zones of failures. This method was successfully used to prepare the potential shallow slope failure initiation zone distribution maps.

Keywords: Geomorphology, Plan curvature, Slope failure

References

- Peckham, S. D. (2011) Profile, plan and streamline curvature: A simple derivation and applications. *Proceedings of Geomorphometry*, 4, 27-30.
- Rana, S. (2006) Use of plan curvature Variation for the Identification of ridges and channels on DEM. *Progress in Spatial Data Handling*. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/3-540-35589-8\\_49](https://doi.org/10.1007/3-540-35589-8_49).

O07

## 海底マスマーブメント源頭域の形態分類および規模区分に関する検討

### Morphological classification of source area of submarine mass movements

二木敬右（北陸電力株式会社），松四雄騎（京都大学防災研究所）

Keisuke FUTAGI (Hokuriku Electric Power Company), Yuki MATSUSHI (Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ.)

地震による海底地盤の不安定化により斜面崩壊や地すべりが生じ、さらにはそれにより津波が発生することがある。海底における土砂移動はマスマーブメントとして広く扱われるが、津波を発生させうるかという点では、その形態および規模を分類・区分できる可能性がある。海底マスマーブメントの諸相は海底地形判読により確認されることが多いが、判読の基準によっては津波の原因となるか否かは区別されずに抽出されてしまう。そのため、地形情報を数値化し、海底マスマーブメントの形態や規模を定量化することは津波ハザード評価の観点から有用である。本研究では、海底マスマーブメントの痕跡と判読した地形に対し、滑落崖の形態および土砂移動の規模を考慮できるような地形要素を数値化した指標を考案・適用し、マスマーブメントの分別を試みた。数値化にあたっては、マスマーブメントの中央縦断測線に対し、斜面勾配と縦断曲率から、遷急と遷緩の二種の傾斜変換を伴う滑落崖の明瞭度を定量化したうえ、それにマスマーブメントの厚みを反映した源頭部内外の標高落差を組み合わせた無次元指標を考案した。適用に際しては、まず典型的な地形を対象に、25 m グリッドの数値情報を基礎として、地形指標の算定における空間格子間隔の影響について検討した。そのうえで、より広域に分布する多数の地形を対象に、考案した地形指標によりマスマーブメントを分類することで適用性を確認した。

キーワード：海底マスマーブメント，地形判読，地形要素，無次元指標

O08

## 地形の Texture と岩相の関係について

岩橋純子（国土地理院）

Texture（尾根谷密度）は、DEM からメディアンフィルタを利用して削除した凹凸の密度分布であり、汎用の GIS ソフト（例えば QGIS の SAGA モジュール terrain surface texture）や、GDAL を用いて容易に計算できる。Texture は斜面勾配とは独立した地形量であり、岩相や、透水性と関係があるのではないかと考えられている。しかし凹凸を削除する際の閾値によって様々にパターンが変化する地形量であり、岩相との関係については十分に解明されていない。そこで、基盤地図情報数値標高モデルから DEM5A 優先に作成した 30mDEM を用いて、凹凸を削除する際の閾値を 0~10m まで変更し、既存の地質図と比較しながら岩相との関係について分析・考察した。併せて、DEM10B のみで作成した 30mDEM を用いたケースとの比較も行った。その結果次の事が分かった。

まず、閾値を 0m とした場合、Texture は尾根谷密度というより DEM のノイズ検出器となり、平野部では人工地形の微細な凹凸によるノイズを拾って山地より大きな値となる。これは LiDAR をベースとする DEM5A の領域で顕著である。閾値 1m では、DEM5A 中心の DEM でも平野部のノイズの大半が消える。しかし未固結~半固結のガリーを凹凸として拾い、第四紀火山斜面と一般の山地斜面は識別しづらい。平均値は山麓である。閾値 3m 以上で、Texture は尾根谷密度らしい印象になる。閾値 3m では、平均値は第四紀火山斜面など未固結~半固結の斜面を除いた山麓となる。以後、閾値を上げるほど、未固結層や軟岩の領域は値がゼロとなり、閾値 7m では硬岩と思われる領域とその他の領域をよく観察することができる。本発表ではこのような分析結果について紹介する。



O09

ドローンレーザー測量データの土砂災害救助活動での利活用

The use of the drone LiDAR for the rescue operation of landslide disasters

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)

土砂災害の救助活動では、救助隊員の安全のために斜面の再崩壊や土砂ダムの決壊による土石流などの二次災害の危険性を考える必要がある。しかし、災害発生直後は二次災害の危険性を考察するために必要となる情報の取得が難しく、安全管理は現場の目視情報に頼らざるを得ないことが多い。ドローンレーザー測量は、広域で詳細な地形情報を迅速に取得可能であり、日中だけではなく夜間でも測量が可能である。本研究では、ドローンレーザー測量データを土砂災害における救助活動に活用するための検討を行った。検討に用いたドローンレーザー測量データは、2018年耶馬溪地すべりの災害後に取得されたデータ（中日本航空(株)より提供）と2023年に徳島県三好市西井川の地すべり地形で取得したデータである。2018年耶馬溪地すべりのデータは日中に、2023年の西井川の地すべり地形のデータは、日中・夜間でデータを取得している。

ドローンレーザー測量データは詳細な地形が表現できるため、図化し判読することで救助活動の安全管理に役立つ。特に崩壊源（滑落崖）が明瞭に示される場合、崩壊源から救助活動地点の距離や角度が算出でき、崩壊源に異常が発生した場合の安全な地域への退避時間の推定などを行うことができる。また救助活動地点周辺の高低差も算出できるため、緊急退避場所の選定などにも用いることができる。また、災害前の地形データとの差分を算出することで、地形変化した箇所を抽出できるほか、崩壊土砂量の算出を行うことができる。また2018年耶馬溪地すべりの場合には、差分結果を用いて地形分類を行うことで、安全管理を重点的に行うべき地域を抽出することができた。

キーワード：土砂災害，救助活動，ドローンレーザー測量，地形解析

O10

地形学における分類を援用した山小屋の立地に関する研究

Study on the location of mountain huts with the aid of classification in geomorphology

一色智仁（東北大学・院）

Tomohito ISSHIKI (Graduate student, Tohoku University)

本発表は山岳に立地する建築，特に登山の用に供する山小屋と地形との関係に考察を加えるものである。建築学における山小屋に関する論文として，平瀬有人ら(2005)や梅干野成央ら(2013)による北アルプス山域の山小屋を対象としたもの，また奥矢恵ら(2018)による富士山や白山など山岳信仰が盛んであった山域を対象としたものなどがある。

先行研究に共通して見られる着眼点の一つが，山小屋と地形との関係である。比高数百メートルの谷や尾根が襞のように連なる山岳の空間において，建築は変化に富んだ地形への対応を迫られることが多い。平瀬らは，それを北アルプスの複数の山小屋の実測調査を通じて分析し，梅干野らは，槍ヶ岳山荘の非直交座標系の増改築や涸沢ヒュッテの雪囲いの様子を通じて考察した。

これまでに発表者(2021)は，東北地方の36山域を対象に，山小屋と登山道の立地の推移を追い，雪崩や水場等の地形的特徴が山小屋の立地に与える影響を考察した。本論は地形学における地形分類を援用し，対象範囲を全国に広げることで，地形条件と山小屋立地の関係性一般について考察を加えることを目的とする。

鈴木隆介ほか(2017, p.552, pp.352-353)の地形分類を参考に，12種の地形類型を設定した。『山の便利帳』(山と溪谷社,2020)を資料として，全国の山小屋1181件を地理院地図上にマッピングし，そのうち避難小屋305件，営業小屋374件を12種の地形類型に分類した。その結果，山小屋の大半が，地表面の傾斜方向が急変する地形点・地形線へと，選択的に立地していることが明らかとなった。また，12の地形類型を登山道・水場・雪崩の三点から特徴づけ，避難小屋と営業小屋の立地傾向の違いを明らかにした。

キーワード：建築学，地形学，山小屋，立地，近代登山，自然公園

引用文献

平瀬有人・長森博人・古谷誠章（2005）山岳地建築の空間構成に関する研究(その1)-北アルプスにおける山小屋建築を事例として：日本建築学会大会学術講演梗概集，E1，1113-1114.

梅干野成央（2013）山岳に生きる建築-日本の近代登山と山小屋の建築史，オフィスエム.

奥矢恵・大場修（2018）富士山の吉田口登山道における山小屋建築の近代化のおこり：日本建築学会計画論文集，第83巻，第746号，445-454，<https://doi.org/10.3130/aija.83.745>

一色智仁（2021）東北地方における登山道と山小屋の推移：日本建築学会大会学術講演梗概集，E1，379-380.

日本地形学連合編，鈴木隆介・砂村継夫・松倉公憲責任編集（2017）地形の辞典」朝倉書店.

O11

## International Geodiversity Day に関連した地形学者の活動

### Activities of geomorphologists on International Geodiversity Day

小口 高 (東京大学)

Takashi OGUCHI (The University of Tokyo)

International Geodiversity Day (以下 IGD と記す) は、ユネスコが 2022 年に制定した地学と関連した記念日で、毎年 10 月 6 日とされている。1993 年にユネスコが制定した「国際生物多様性の日」(International Day for Biological Diversity) を踏まえて、世界の地学・地理などの関係者が活動を行い、制定が実現したものである。この活動の中心となったヨーロッパの 4 名の研究者のうち 2 名は地形学者であり、そのうち 1 名は国際地形学会 (IAG) の元役員である。このため、IAG は IGD の制定に密接に関与しており、IAG からの依頼により日本地形学連合も IGD の制定を公式に支持した諸団体の一つになった。IAG は 2022 年 10 月に、IGD の制定を記念するウェビナーを行った。2023 年 10 月にも、IAG が関与しているもう一つの国際的な動きである、国際地質科学連合 (IUGS) の地質遺産サイト (Geological Heritage Sites) の選定と IGD を関連付けたウェビナーを予定している。本発表では、IGD に関する IAG の活動を紹介するとともに、日本での IGD の普及に関する検討を行う。たとえば IGD の日本語訳として、現時点までに「国際地球多様性の日」と「国際ジオ多様性の日」が提案されているが、IGD を日本で定着させるためには、適切な日本語訳を確立する必要がある。また、IGD と IAG の密接な関連を踏まえて、日本の地形学者が全国のジオパークと連携して IGD に関する活動を行う可能性なども検討すべきだろう。

キーワード：多様性, 地形学者, 地形学会, 日本

O12

熊野酸性岩分布域における花崗斑岩の力学的実験に基づく風化特性

Weathering characteristics of granitic porphyry based on mechanical experiments in the Kumano Acidic rocks

菊池美帆（パシフィックコンサルタンツ株式会社），松四雄騎（京都大学）

Miho KIKUCHI (Pacific consultants CO.,LTD.) , Yuki MATSUSHI (Kyoto University)

花崗岩類は、風化により岩石組織が分離して粒状化（いわゆるマサ化）し、風化が進行していない岩体芯部にコアストーンが残ることがある。マサ・コアストーンが地中に形成された地域で斜面崩壊が発生すると、コアストーンを含む規模の大きい崩壊へと発展する可能性があり、2011年9月の紀伊半島大水害時は、和歌山県那智川周辺においてコアストーンおよびマサを含む表層崩壊や、それらを巻き込んだ土石流が発生し、甚大な被害が生じた。これらが形成され得る同様の地質は日本に広く存在し、そういった地域での斜面危険度評価において、マサやコアストーンの産状や分布の解明は重要である。

研究対象とする三重県と和歌山県にまたがる熊野酸性岩南岩体分布域では、岩体の東西で急傾斜優勢地域と緩傾斜優勢地域に大別されることが地形解析より確認できる。両地域で岩石試料を採取し薄片を観察すると、岩石組織に違いがみられ、急傾斜優勢地域では石基部の粒度が小さく（以下、細粒花崗斑岩）、緩傾斜優勢領域では石基部の粒度が大きい（以下、粗粒花崗斑岩）傾向があることが明らかとなった。さらに、様々な風化段階の岩石試料を用いて力学実験を実施したところ、風化の進行とともに一軸圧縮強度は粗粒・細粒花崗斑岩の両方で低下がみられたが、圧裂引張強度の低下は細粒花崗斑岩では確認されず、粗粒花崗斑岩でのみ顕著な低下が確認され、風化進行時の力学特性に違いがみられることが明らかとなった。このように、地形解析・現地踏査・薄片観察および力学的実験結果をリンクさせることで、岩石の組織構造に依存する風化形態を統合的に解明でき、さらには崩壊が発生しやすい地域を推定できる可能性が示された。

キーワード：風化過程，力学的実験，花崗斑岩，斜面崩壊

O13

小型宇宙線ミュオン検出器による表層地盤の非破壊探査に関する基礎的研究

Fundamental research on non-destructive exploration technology for subsurface ground using compact cosmic ray muon detector

後藤聡\*, 小幡隼士, 横田桜 (山梨大学), 後藤禎 (日本アイ・ビー・エム (株))

Satoshi GOTO, Shunji OBATA, Sakura YOKOTA (University of Yamanashi), Tadashi GOTOH (IBM Japan, Ltd.)

日本は地震や豪雨が頻発する地形条件や気候条件から、斜面災害・地すべりなどが多発している。こうした被害を予測するためには、自然地盤や人工地盤の内部構造を事前に非破壊で探査する技術が必要である。そこで、宇宙から降り注ぐミュオンを利用して地球上の物標を観測することが注目されている<sup>1)2)</sup>。

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。大室山を対象にミュオン計測を行い、マグマが入り込んだ岩脈を推定することに成功している<sup>3)</sup>。また居島ら<sup>4)</sup>は、宇宙線ミュオンによる富士山透過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<sup>5)</sup>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。

キーワード：ミュオン検出器，非破壊探査，自然地盤，人工地盤

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, Kunihiro 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過の試み: 富士山測候所を活用する会, 第12回成果報告会, O-12.
- 5) CosmicWatch ホームページ <CosmicWatch::catch yourself a muon (mit.edu)> (2023/09/01 アクセス)

O14

五島列島，福江島の鬼岳火山の形成過程：特に鬼岳スコリア丘と銚瀨溶岩の関連について

Formation process of Onidake volcano in the Goto-Fukue Island, SW Japan: Especially relationship between the Onidake scoria cone and the Abunze lava

黒木 瞭（大阪公立大学・院），奥野 充（大阪公立大学）

Ryo KUROKI (Graduate student, Osaka Metropolitan University), Mitsuru OKUNO (Osaka Metropolitan University)

鬼岳火山群の鬼岳火山（標高 315 m）は、下位より銚瀨溶岩（AbL）、大窄スコリア丘（OsS: 降下スコリア）、鬼岳降下スコリア（OnS）、椿園溶岩（TbL）、大浜溶岩（OhL）1～3、住吉神社溶岩（SjL）、鬼岳溶岩（OnL）1、2 からなる（長岡・古山, 2004）。椿園溶岩は鬼岳降下スコリアの上部に挟まれ、西側に分布する大浜溶岩 1～3 や住吉神社溶岩には鬼岳降下スコリアが分布しない。

銚瀨溶岩は、この火山の最初期の噴出物で、その後半部に大窄スコリア丘が形成されたとされる。銚瀨溶岩はスコリアや火山弾、溶岩塊を含む特徴があり、表面にはスコリア・ラフトも多数見られる。一部は高温酸化を受け、粒子はレンズ状につぶれている。大窄スコリア丘にはアグルチネートもあるが、火口など明確なスコリア丘の地形はない。ジグソー・クラックやブロック状破碎が認められることから、一部は岩屑なだれ堆積物と推定されている。

鬼岳の山頂火口は、南側火口（S）と北側火口（N）が連結する。南側火口の縁は、大窄スコリア丘の北側で僅かに不連続な地点があり、斜面の侵食形態も異なる。北側火口から鬼岳溶岩 2 が流出して、北側へ開いた馬蹄形火口が形成されている。

本研究では、以下の形成過程を復元した。まず、鬼岳スコリア丘が形成され、その一部が銚瀨溶岩の流出により破壊されて、スコリア・ラフトや“大窄スコリア丘”が岩屑なだれのメガブロックとして形成された。その後、崩壊部分は修復された。南東麓に流下した椿園溶岩は、鬼岳降下スコリアに挟まれ、複数の火口でスコリア噴火と溶岩流出が並行して生じたことを示す。鬼岳降下スコリアの分布軸は、北東方向と南東方向の二方向が認められ、それぞれ北側 N と南側 S の火口に対応する可能性がある。一連の噴火は徐々に北側火口に移行して終了した。

キーワード：スコリア丘，スコリア・ラフト，溶岩，鬼岳火山

O15

隆起山地の長期的な地形発達過程：六甲山地および比良山地を対象とした  $^{10}\text{Be}$  分析に基づく復元と検証

Long-term landscape evolution in response to tectonic forcing: reconstruction and validation in Rokko and Hira Mountains based on cosmogenic  $^{10}\text{Be}$  analysis

太田 義将 (京都大学・院) ・松四 雄騎 (京都大学) ・松崎 浩之 (東京大学)

Yoshimasa OTA (Graduate student, Kyoto University), Yuki MATSUSHI (Kyoto University), Hiroyuki MATSUZAKI (Tokyo University)

隆起山地における地形発達過程の解明にあたって、近年ではモデルを用いた数値計算が盛んにおこなわれているが、復元された地形発達の履歴に対する定量的検証は不足している。本研究では、山地河川の土砂およびその堆積場における深層ボーリングコアに含まれる宇宙線生成核種  $^{10}\text{Be}$  の濃度を時系列的に分析することにより、隆起山地における地形発達過程の定量的な復元と検証を目指す。ここでは、近畿三角帯の西辺に位置する六甲山地と比良山地を研究対象とした。両山地は第四紀後期に隆起したとされ、山上部にはいずれも小起伏面が存在している。現成流域の河床堆積物の  $^{10}\text{Be}$  分析の結果、山上部の流域平均侵食速度は、侵食基準面を規定する断層に接する急峻な高起伏流域に比べて1オーダー程度小さいことが明らかとなった。さらに大阪湾の深層ボーリングコアから得られた  $^{10}\text{Be}$  濃度の深度プロファイルは、その変化幅が、六甲山地の現成流域が有する  $^{10}\text{Be}$  濃度の値域と同等で、約100万年の時間スケールで現在に向かって明瞭に減少する傾向を示した。これらの結果は、現在の六甲山地がいわゆる六甲変動と呼ばれる隆起速度の増大に対応して成立した過渡的な地形であることを証明している。宇宙線生成核種分析から求めた現在の流域平均侵食速度と河道の急峻度の関係に基づき、ストリームパワー則を用いて河川縦断面形を逆解析することで、地形発達の履歴を復元したところ、過去の流域が排出した土砂中の  $^{10}\text{Be}$  濃度の計算値は、コアに記録された時系列データと概ね一致した。本研究における一連の解析から、堆積場の深層ボーリングコア中の宇宙線生成核種を用いることにより、地形発達モデルから復元された長期的な地形発達過程が検証できる可能性が示された。

キーワード：地形発達，宇宙線生成核種，ネオテクトニクス，隆起，侵食，ボーリングコア

O16

縦断形に乖離のある四万十川および支流梶原川の隆起に対する順応度の考察

Evaluation of adjustment of the Shimanto Riv. and its major tributary to tectonics

遠藤徳孝（金沢大学）

Noritaka ENDO (Kanazawa University)

四国南西部を流れる四万十川には梶原川という大きい支流がある。この2つの合流点（標高約 130 m）における流域面積（上流寄与面積）はそれぞれ約 460 および 450 平方キロメートルで2%ほどしか違わないが、横軸に流路に沿った距離、縦軸に河床の標高をプロットした河川縦断形は、梶原川が四万十川より明らかに高く、すなわち、河床勾配も全体的に大きい。冪則下刻速度モデル（Steam power incision model）に基づいて考えると、この2つの川の状況について大きく2つの可能性が考えられる。1つは少なくともどちらか1つの河川は平衡河川（graded river）になっていないという可能性で、もう1つは2つの流域が異なる隆起速度を受けつつどちらとも平衡河川に到達している可能性である。通常、流路上のすべての点における隆起速度を知ることは不可能だが、数キロ四方程度の起伏量からその範囲内の平均削剥速度を見積もる経験式を用い、仮定した隆起速度をカイ・パラメータの計算に考慮したカイ・プロットから平衡河川の成立の程度を考察した。カイ・プロットから以下のことが読みとれた。2つの河川は異なる速度の隆起を受けているが、標高 200~450m の区間ではともに隆起と下刻は釣り合っている。しかし、四万十川全体で見ると平衡河川に到達していない。縦断形（河床の標高）が安定しているのは合流点より下流の標高 80 m 以下のみであり、標高 80~200 m の区間は遷急区間と捉えられ、この遷急区間の遡上に伴って上記の隆起-下刻のつり合いの区間（標高 200 ~450m）は長期的には河床が低下すると予想される。

キーワード： $\chi$ プロット，四万十川，平衡河川



O17

河内川の転流による鳥取市鹿野町・気高町 3 河谷の地形的特徴と形成史

Landform characteristics and formation history of three river valleys in Shikano and Ketaka, Tottori City due to flow path changes of the Kouchi River

小玉芳敬（鳥取大学），孫本 歩（株・景匠館）

Yoshinori KODAMA (Tottori University), Ayumi MAGOMOTO(Exterior Keishokan Co.)

鳥取市鹿野町・気高町には 3 本の平行する河谷があり，西から順に逢坂谷・勝谷・宝木谷と呼ばれている．主要河川である河内川（流域面積 60.1km<sup>2</sup>，流路長 20.0km）が転流を繰り返して形成された河谷で，現在は東側の宝木谷を流れている．3 本の河谷の形成史を探り，地形的特徴を明らかにすることが本研究の目的である．3 河谷に見られる段丘，微高地や旧河道跡を分類し，露頭観察やハンドボーリング調査を実施した．またボーリング柱状図を検討した．その結果，山陰道の地下にある厚さ 20m の砂礫層や，勝谷の国道 9 号の地下にある複数の粘土層から，MIS5.5 以前には河内川は逢坂谷と勝谷を行き来していたと考えられる．そして宝木谷の地下に確認された厚さ 10m の中部粘土層と厚さ 3m の基底礫層より MIS2 には宝木谷に移っていたと推定された．また各段丘面を被覆する DKP の状況から，睦逢面（MIS5.5），飯里面（MIS5.3），山宮面（MIS5.1），下石・寺内面（MIS4）と形成年代を推定した．DKP の降下をきっかけにして MIS3 の時期に勝谷へ，さらに宝木谷への転流が生じた．勝田面の上流端（今市）には特異な微高地が分布し，ハンドボーリングで厚さ 2m に及ぶ細砂層が確認された．つまり河内川の浮遊砂であり自然堤防地形と考えられる．しかしこの微高地は左岸側にのみ分布する．このことは鹿野城下町を洪水から守るため堤防を低くした洪水調整の可能性が指摘できる．また現河内川は今市周辺で分離丘陵との間の幅 200m の小仏谷を貫流し宝木谷に流れている．小仏谷が狭い理由は貫流してからの時間の短さを反映していると理解できる．最後に気高海岸にある浜村砂丘は河内川起源の砂からなる（小玉ほか，2022）が，勝谷と逢坂谷に大規模に形成されている．このことも河内川が MIS3 以降にはじめて宝木谷に流れたことの反映と理解できる．

キーワード：河川転流，河内川，段丘面区分，自然堤防，浜村砂丘，形成史

Keywords : flow path change, Kouchi River, terrace surface classification, natural levee, Hamamura sand dunes, formation history

引用文献

小玉芳敬・岩淵博之・宮脇隼輔（2022）【コラム 9】気高海岸の海岸侵食と砂の供給源．In:菅森義晃編著「自然と神話と私たちをつなぐ地球の物語—ジオストーリーでひもとく因幡西部（鳥取市西部）の地形と地質—」, 47-49.

O18

東京低地北部における利根川旧河道と年代

The age of former Tone River channel in Northern part of Tokyo Lowland

久保純子（早稲田大学），植木岳雪（帝京科学大学）

Sumiko KUBO (Waseda University), Takeyuki UEKI (Teikyo University of Science)

荒川低地には蛇行波長のきわめて大きな旧河道が連続し、自然堤防堆積物に含まれる安山岩質碎屑物より利根川系の河道と推定されてきた（久保 2011、久保 2023）。東京低地北部におけるその延長部に位置する足立区立舎人第一小学校においてオールコアボーリングを実施し、堆積物の観察と炭化物による年代測定をおこなった。その結果、地下 2-3 m 付近では湿地堆積物、3-4 m 付近には河道の堆積物が認められた。湿地堆積物からは 3-4 世紀、河道堆積物からは紀元前 5-6 世紀という年代値が得られた。すなわち、旧河道の年代は古墳時代以前である。この旧河道周辺には微高地が分布し、伊興遺跡という弥生～古墳時代の大規模集落遺跡が位置する。発掘調査により伊興遺跡は水辺の祭祀遺跡という性格が与えられており（足立区伊興遺跡公園）、大河川のほとりで地域的に重要な位置を占めていたとされる。本研究で得られた旧河道の年代は伊興遺跡付近に利根川本流が流れていたことを示唆する。その後利根川の本流は荒川低地から加須低地・中川低地を流れるようになり、流路は放棄された。

キーワード：東京低地，ボーリング，河道変遷，伊興遺跡

# ポスター発表

P01

広島県の花崗岩地域における土石流到達率について-1999年・2014年・2018年災害  
の解析-

Debris-flow arrival ratio to the basin outlet in a granite area in Hiroshima Prefecture. -A case  
for 1999, 2014 and 2018 disasters-

若月 強 (防災科研)

Tsuyoshi WAKATSUKI (NIED)

降雨による土石流災害の低減を目指して、広島市とその周辺の花崗岩斜面において、降雨パターンの異なる3災害(1999年・2014年・2018年発生)を対象に、流域末端への土石流到達の有無に関する閾値(土石流到達閾値と呼ぶ)といくつかの雨量指標との関係を検討し、さらに土石流到達率と流域地形量・雨量指標との関係について調査した。降雨パターンに関しては、2014年災害は積算時間6時間程度までの短時間の雨量が大きく、2018年災害は積算時間24時間以上の長時間の雨量が大きく、1999年災害は両者の中間的な特徴を示した。流域面積と起伏比の関数で表される土石流到達閾値と土石流到達率の地形的閾値は、6時間積算雨量・半減期8時間実効雨量・R'値の3種類の雨量指標のいずれかの関数として、3災害をまとめてある程度表現できることが明らかになった。なお、今回の解析では、雨量計測間隔が大きい場合の実効雨量の過大評価を最小化するために新たな計算方法を用いた。

キーワード：土石流到達率，雨量指標，地形量，花崗岩

P02

神奈川県西部の山地域における大正関東地震に伴う斜面崩壊による土砂生産

Sediment yield of the landslides induced by the 1923 Kanto Earthquake in the mountainous area of the western Kanagawa Prefecture, central Japan

高橋尚志（東北大学），山根悠輝（東北大学・院），諏訪貴一（東北大学・院）

Takayuki TAKAHASHI (Tohoku University), Yuki YAMANE (Graduate student, Tohoku University), Kiichi SUWA (Graduate student, Tohoku University)

巨大地震およびその後の余震・豪雨に伴って山地斜面で発生する斜面崩壊や土石流は、日本列島をはじめとした湿潤変動帯における山地の解体や土砂生産，ひいては河川流域や山麓の平野の地形発達を理解する上で無視できない。1923年の大正関東地震（推定 M7.9）によって，神奈川県西部の丹沢山地や箱根火山などでは多数の斜面崩壊や土石流が発生した（井上，2013 など）。1703年の元禄大正関東地震時にも，神奈川県や山梨県東部では斜面崩壊が発生した記録が残っており（今村ほか，2014），同地域では地震時・地震後に斜面崩壊による土砂移動が繰り返されてきた可能性がある。そのため，大正関東地震に伴う崩壊地の空間分布や土砂移動の実態を詳細に明らかにすることができれば，1回の地震イベントに伴う山地での土砂生産—移動過程を評価することが可能と期待される。

神奈川県は大正関東地震後に崩壊地の調査を行っており，その成果として「5万分の1土地分類基本調査」（神奈川県企画部企画調整室編，1987，1988，1989；神奈川県企画部企画総務室編，1990a，1990b）に収録されている「自然災害履歴図」に，大正関東地震による崩壊地の分布を示した。建設省土木研究所（1995）は，上記資料をもとに，丹沢山地中央部で最大で約40%前後の崩壊地面積率を持つ流域があることを示した。さらに，井上（1995）は，崩壊深を約1mと仮定したうえで，丹沢山地全体での土砂生産量を約1億600万m<sup>3</sup>と見積もったが，1924年1月15日に発生した丹沢地震（Mj7.3）の影響で，崩壊地面積は1割以上増加したと述べている。また，空中写真判読の成果も加えて，丹沢山地の特定の流域を対象とした大正関東地震後の豪雨に伴う崩壊地の推移や流域の土砂生産量を評価した事例（田中・森，1976；Koi *et al.*, 2008 など）もある。上記の通り，大正関東地震による崩壊地の資料や研究の蓄積はあるものの，崩壊地の分布や発生場の特徴などについて，GISを用いて広域的に検討した事例は管見の限りほとんどない。

本研究では，神奈川県西部における大正関東地震およびその後の余震や降雨で生じた崩壊地の分布特性や，それらに伴う諸河川流域での土砂生産量をより詳細に評価するために，上記の「自然災害履歴図」をGIS上で幾何補正して崩壊地のデジタル化と空間解析を進めている。発表では，その解析結果の報告に加え，丹沢山地や箱根火山を源流に持つ相模川・酒匂川流域における土砂収支や地形発達との関係についても議論する予定である。

本研究は，東北大学災害レジリエンス共創研究プロジェクトによる助成を受けた。また，神奈川県自然環境保全センターには，一部地域のポリゴンデータを提供いただいた。

キーワード：関東大震災，土砂収支，マスマーブメント，Earthquake-induced landslides

P03

Theoretical modeling of detrital  $^{10}\text{Be}$  dilution for evaluating the role of coseismic landslides in denudation of an active orogen

Jiajun PENG (Graduate student, Kyoto University), Yuki MATSUSHI (Kyoto University), Hiroyuki MATSUZAKI (The University of Tokyo)

Coseismic landslides supply substantial debris from hillslopes to channel network, which disturb fluvial sediment transport and may complicate the determination of catchment-scale erosion rate based on the concentration of detrital cosmogenic  $^{10}\text{Be}$ . However, this effect may also provide a possibility to evaluate the sediment influx to fluvial system by the bedrock landslides. Here we propose a theoretical mixing model, explaining the post-earthquake diluted  $^{10}\text{Be}$  concentration in the fluvial sediment. This report focused on the eastern margin of the Tibetan Plateau, as a typical tectonically-active area, attacked by catastrophic (Mw 8.0) earthquake with numerous coseismic landslides in 2008. We analyzed topographic features along the transects over the 2008 epicentral area using digital elevation model and sampled 23 catchments with varying landslide density for measurement of detrital  $^{10}\text{Be}$  concentration. Compiled datasets including our results and previous studies revealed that regional background erosion rate of the catchments increases linearly with normalized channel steepness index, but disturbed by the intensive sediment pulse via severe coseismic landsliding across the epicentral area of the earthquake. This study provided new insights into the dynamic interactions between the catchment topography and erosional processes in a landslide-dominated zone, with geomorphological implications for the contribution of the catastrophic bedrock landslides in the total mass removal from the high-relief mountainous landscapes.

Keywords: erosion rate; cosmogenic nuclide; coseismic landslide; channel steepness; Tibetan plateau

P04

下北半島における中位段丘面下の安山岩—玄武岩質火砕岩と溶岩の風化層厚

Weathering zone thickness of andesitic-basaltic pyroclastic rock and lava beneath the late Pleistocene terraces in the Shimokita Peninsula, Japan

平田康人（一般財団法人電力中央研究所），山田晃裕（株式会社セレス）  
Yasuto HIRATA (CRIEPI), Akihiro YAMADA (CERES)

下北半島における安山岩-玄武岩質の火砕岩と溶岩は，後期更新世の段丘面下で厚く風化している。本研究では，その風化過程を理解するため，中新世の泊層と易国間層の分布域で，酸素同位体ステージ 5e に形成したとみられる中位段丘面下の基盤岩を対象に，力学的強度，間隙，鉱物組成および化学組成の計測・分析を行った。調査地点（地層岩相）は，泊（泊層凝灰角礫岩），白糠（泊層凝灰角礫岩），原田（易国間層凝灰角礫岩），赤石（易国間層凝灰角礫岩および自破碎溶岩）および奥戸（易国間層溶岩）である。調査の結果，風化層厚は概ね泊層で $\leq 1\text{m}$ ，易国間層で $\geq 3\text{m}$ であった。

ただし，赤石の自破碎溶岩は 5 m 以上の層厚であった。各地点では，最表層の風化物の強度に差はなく，鉱物の風化過程も深部でスメクタイトを失ってハロイサイトを生じ，さらに浅部で斜長石と輝石を失っているという共通点がみられた。化学的風化指標の変化量は，泊層に比べ易国間層が大きく，赤石地点の自破碎溶岩が最も大きい。しかし，赤石地点の自破碎溶岩は他の岩石に比べて，全岩化学組成に基づく Ca 長石の含有率がやや小さく，有効間隙率と間隙径が最も小さいことから，風化しにくいと考えられる。このことは，調査地点の易国間層が泊層よりも強く熱水変質していることに関係すると思われる。特に，赤石地点の自破碎溶岩には，スメクタイトや濁沸石等の細脈が挟在し，多数の微小亀裂が認められたが，同地点の凝灰角礫岩には脈と亀裂がほとんど認められなかった。以上の結果から，火砕岩および溶岩が過去約 12.5 万年間に風化した厚さには，岩相の違いよりも脈や亀裂の有無が強く影響していると考えられる。

キーワード：風化，火砕岩，溶岩，海成段丘，中位面。

P05

中国，敦煌付近の石窟寺院がつくられた地形と堆積物の特徴

Characteristics of the landforms and alluvial fan deposits where cave temples were built near Dunhuang, western China

島津 弘 (立正大学)

Hiroshi SHIMAZU (Rissho University)

これまで中国，河西回廊地域北西部において，石窟寺院の立地する環境を明らかにするために，衛星データを用いて作成した地形判読を行ってきた。2023年1月に実施した現地調査に基づき，敦煌周辺にある石窟寺院，五个庙石窟，西千仏洞，莫高窟が立地する地形と石窟が穿たれている扇状地堆積物の特徴について発表する。敦煌はチーリエン山脈の北西端の北側に位置している。チーリエン山脈は山脈全体方向にほぼ並行した小山脈と山脈間の低地からなる。低地部分の幅が広く，扇状地が形成されている。敦煌周辺の石窟は扇状地に立地している。党川はチーリン山脈中核部に源流を持ち，北縁山脈南側の低地に扇状地を形成している。北縁山脈を回り込むようにわずかな先行谷を形成し，疎勒川低地に出るところにも扇状地を形成している。敦煌は現成扇状地上に位置する。五个庙石窟は北端山脈の南側の旧扇状地，西千仏洞は北端山脈の北側の旧扇状地と幅が狭い現在の谷の間の比高数1mの段丘崖に掘られたものである。五个庙石窟は中径10cm以下の亜角礫，西千仏洞は中径5cm以下の亜円礫を主体とした礫層からなる。マトリクスは細砂～シルトでやや固結している。崩れやすいものの，石窟を掘ることは可能な支持力を持っている。一方で莫高窟がある宕泉河扇状地堆積物は北縁山脈から供給されたと考えられる中径5cm以下の鋭く割れた角礫からなる。マトリクスはシルトが主体で党側扇状地堆積部と比べてやや固結度が高い。3つの石窟が立地する堆積物はいずれも掘りやすいという点では共通しているものの，その特徴は異なっており，中でも規模が大きい莫高窟は最も崩れにくい堆積物を掘ってつくられていることが分かった。

キーワード：地形，堆積物，石窟寺院，莫高窟，敦煌，中国



P06

## 桜島火山南西麓に分布する文明溶岩

### Distribution of southwestern part of Bunmei lava of Sakurajima volcano, SW Japan

三宅奈々（日本地研），奥野 充（大阪公立大学），小林哲夫（京都大学）

Nana MIYAKE (Nippon Chiken Co.) , Mitsuru OKUNO (Osaka Metropolitan University), Tetsuo KOBAYASHI (Kyoto University)

桜島火山は，始良カルデラの後カルデラ火山で，主に北岳および南岳の2つの成層火山からなる複合成層火山であり（福山・小野，1981），歴史時代に入っても天平宝字，文明，安永，大正の噴火が知られている（小林ほか，2013）．これらの大噴火はいずれも山腹噴火であり，天平宝字を除いて，東西あるいは南北に分かれた地点からの溶岩流出がみられる．これまでの研究で見解が分かっている南西麓に流下した文明溶岩の分布を，地形判読や現地調査などにもとづいて検討した．

南岳の南斜面では，宮元溶岩（Mm）を覆って観音崎溶岩（Mkn）や西暦1171～1476年の文明溶岩（B），西暦50年ごろの大平溶岩（O），西暦1779～1782年の安永溶岩（A）が分布する．これらの溶岩の年代は，古地磁気方位と強度から，宮元溶岩が約10ka，観音崎溶岩が約13ka，大平溶岩が10世紀後半～11世紀前半と推定される（味喜，1999；味喜・小林，2016；味喜ほか，2012）．大平溶岩の一部が切り合い関係から文明溶岩を覆い，宮元溶岩，観音崎溶岩，文明溶岩，大平溶岩，安永溶岩の順に流下したように見え，溶岩の切り合い関係は年代と矛盾する．大平溶岩は，文明と安永の両溶岩に挟まれた部分の地形が不鮮明で，溶岩表面の特徴が一様ではないため，複数の年代を持つ可能性がある．

本発表では，「火山土地条件図」（国土地理院，1990）の解釈と同様に文明溶岩は南西麓上部の火口から流出し，海岸まで続いたことが分かった．過去の地形等高線を比較して，土石流が埋積しつつあることも確認できる．この土石流が文明溶岩のボトルネック部分（谷地形の幅が狭くなっている箇所）を隠して，見かけ上離れた分布になったと考えられる．

キーワード：地質図，文明噴火，溶岩流，桜島火山

P07

各種石材の弾性波速度に与える間隙率の影響に関する研究

**Influence of rock porosity on the elastic wave velocities**

高橋慧心 (埼玉大・学) ・小口千明 (埼玉大)

Keishin Takahashi (Undergraduate student, Saitama University), Chiaki T. Oguchi (Saitama University)

超音波弾性波速度測定は、岩石材料の風化を評価するのに役立つ岩石物性の一つであり、微視的な構造や非破壊的な特性評価にしばしば利用されている。密度や間隙率などの岩石物性と弾性波速度の関係を調べた先行研究は多いものの、弾性係数なども含めて物性間の関係を丁寧に調べた研究はほとんどない。そこで本研究では、弾性波速度に影響を与える岩石材料の物性をより多面的に比較検討することを目的とした。対象とする石材は、稲田石（粗粒黒雲母花こう岩）、十和田石（緑色凝灰岩）、サボニエル石灰岩（多孔質の魚卵状石灰岩）、大谷石（軽石質凝灰岩）、葛生石（ドロマイト）、竜山石（石英粗面岩質凝灰岩）、芦野石（輝石デイサイト質溶結凝灰岩）の7種類である。これらをまず約 $5 \times 5 \times 15$  cmに成形し、物性（密度、間隙比、ポアソン比、動的弾性定数、間隙径分布）を求めた。これらの岩石試料を用いて、弾性波速度試験にはエフティーエス株式会社製の超音波試験機パンジット Lab+を使用し、54 kHzのトランスデューサーを用いてP波を、50 kHzのトランスデューサーを用いてS波を測定した。それぞれの石材に対し、10回ずつ計測した。その結果、密度が高く間隙率が低いものほど弾性波速度は速い結果となった。また、ポアソン比が大きいものほど速度は遅く、動的弾性係数は大きいものほど速度は速いという傾向があった。これらの結果から、変形しにくく剛性の高いものほど超音波は速く伝わることを確認できた。

キーワード：弾性波速度，P波，S波，石材，凝灰岩、石灰岩

P08

土層の生成から流出過程にもとづいた山地源流域の斜面地形発達

Development of headwater basin of soil-mantled low-relief mountain based on the processes of soil production and removal

渡壁卓磨（森林総合研究所），馬場俊明（国土防災技術株式会社），松四雄騎（京都大学）  
Takuma WATAKABE (Forestry and Forest Products Research Institute), Toshiaki BABA (Japan Conservation Engineers & CO., LTD.), Yuki MATSUSHI (Kyoto University)

小起伏山地の土層に覆われた山地源流域の地形は、基盤岩の風化による土粒子の生成とマスマーブメントや土砂運搬作用による土粒子の排出の長期的な変動結果を反映している。山地源流域が今後どのように変化するかを予測するためには、土粒子の生成量と排出量を定量的に調べ、どのような過程を経て現在の土層発達状況となっているのかを検討する必要がある。本研究では、滋賀県大津市に位置する流域面積 ha 程度の花崗岩流域を対象に、基盤岩からの土粒子の生成と降雨時に生じる水・土砂流出という時間スケールの異なる現象を連結して、山地源流域の地形発達過程を検討した。水流発生点よりも下流では、強雨時に活発な水と土砂の流出が生じるため、溪床は土砂に薄く覆われた状態が保たれている。それに対して、水流発生点よりも上流側の斜面では、ソイルクリープによって集積した土層が厚く発達している。宇宙線生成核種の分析によって得られた土層の生成速度関数から推定される土層生成量と土砂流出量を比較すると、両者は同程度であることがわかった。水流発生点よりも下流側に位置する斜面では、水流による継続的な土砂運搬によって、溪床と周辺斜面で土層発達を制限するシステムが作用していることが示唆される。今後、降水量の減少による水流発生点の下流側への移動や、斜面崩壊による溪床の埋積が起ると、溪床で土層が厚く発達するようになり、流域内から土砂が排出されにくい状態へ遷移すると予想される。

キーワード：土砂流出観測，掃流土砂，土層の生成速度，宇宙線生成核種，花崗岩

P09

都城盆地における段丘地形発達の子察的検討

Preliminary study on fluvial terrace development in the Miyakonojo Basin, Kyushu, Japan

高波紳太郎 (明治大学)

Shintaro TAKANAMI (Meiji University)

非溶結の火砕流堆積物における河川侵食と段丘形成の過程は、火砕流の堆積後急速に進行するものと考えられてきた。九州南部の入戸火砕流台地では、桜島高峠 6 (P17) テフラの存在を根拠として、火砕流堆積後 4000 年以内に開析谷や段丘といった地形が形成されたとする見解が一般的である。

都城盆地は大淀川の上流部に位置し、鱈塚山地によって下流側の宮崎平野と隔てられている。同盆地内には入戸火砕流堆積後の河川侵食による段丘地形 (シラス台地) が広く発達する。入戸火砕流堆積物下位の都城層は湖成層で、盆地内に堆積物が滞留しやすい環境であったとみられる。本発表では段丘地形の現地調査に着手する前段階としての文献調査の見通しについて述べる。

対象地域の先行研究である千田(1971)は、入戸火砕流堆積面を含めた段丘地形を 5 つの地形面に細分しており、低位面では段丘表層の新規火山灰層中に認められた 7 枚のテフラ層のうち最下部の 1 枚または 2 枚を欠くとした。この記述は段丘間で形成時期に差異があった可能性を示唆するものであるが、化学分析に基づくテフラの同定や堆積物の年代測定による具体的な検討は十分になされていない。都城盆地に近接する霧島火山群および桜島火山のテフラについては、それらの噴出年代や火山ガラスの主成分元素組成が明らかにされている。このため、高い時間分解能で段丘の発達過程を復元できる地域と判断できる。

今後、盆地において大規模火砕流堆積後の段丘発達に遅れがみられるか、検討を進める予定である。

キーワード：シラス台地，侵食段丘，火砕流堆積物，入戸火砕流，大淀川

P10

福知山盆地長田野面の形成に関する由良川・竹田川・土師川の役割

**Role of the Yura River and the Takeda River and The Haze River in the formation of Osadano terraces in the Fukuchiyama Basin, Kyoto**

江口知穂（鳥取大学・院），小玉芳敬（鳥取大学）

Chiho EGUCHI (Graduate student, Tottori University), Yoshinori KODAMA (Tottori University)

由良川は京都府北部を流れる流路長 146 km，流域面積 1,880 km<sup>2</sup> の河川である。中流域の福知山盆地には厚さ 80m 以上の河成・湖沼堆積物からなる段丘面（長田野面）が広く発達する。由良川はかつて竹田川と土師川の一部を通り瀬戸内海に向かって南流していたとされる（岡田・高橋，1969）。岡田・高橋（1969）は地殻変動により福知山湖が形成された後，湖が決壊して日本海へと流れる現流路に変わったと考察し，長田野面を堆積段丘面と，そして下位の段丘面群を侵食段丘面であると指摘した。また，長田野面の堆積年代はテフラの分析等により約 27 万年前以前から約 19 万年とされている（加藤ほか，2006）。本研究の目的は，長田野面形成時の古地理を復元することである。空中写真による段丘面判読および地理院地図を活用した段丘面投影縦断図の作成，現地調査により福知山盆地より上流 3 流域の段丘面区分を実施した。長田野相当面に注目すると，由良川では福知山盆地の上流区間では本川性の堆積段丘面が分布し，福知山盆地区間では支谷を中心にして東部に分布した。竹田川では，谷底平野の縁に分布し，支谷からの扇状地性堆積面と考えられた。一方，土師川では，河谷の両岸に分布し本川性の堆積段丘面であった。河谷幅は，由良川の福知山盆地区間では 1.6~2.6km，竹田川では 0.6~2.7km と広い。これは由良川が南流していた当時の名残であると考えられる。これらの区間では広い河谷を埋積する十分な土砂量がなかったため，支谷出口の扇状地性の段丘地形が形成された。一方，由良川の福知山盆地より上流区間では 0.4~1.1km，土師川では 0.1~1.6km と狭い谷幅であった。これらの区間では，河谷の埋積が進み，堆積段丘面が形成された。特に土師川の堆積段丘面は，福知山盆地の長田野面への縦断的連続性がよい。つまり長田野面は土師川の供給砂礫により形成されたと考える。今後，長田野面において古流向や礫種を調べる必要がある。

キーワード：堆積段丘，河谷幅，土師川，由良川，竹田川，長田野面

Keywords : filltop terrace, width of river valley, the Haze River, the Yura River, the Takeda River,

Osadano terrace surface

P11

## SfM を用いたタフォニの簡易的な計測手法

### Simplification of Tafoni Survey Using SfM

佐藤一輝 (弘前大学・院), 田代達也 (弘前大学・院), 小岩直人 (弘前大学), 若狭 幸 (弘前大学)

Kazuki SATO (Graduate student, Hirosaki University), Tatsuya TASHIRO (Graduate student, Hirosaki University), Naoto KOIWA (Hirosaki University), Sachi WAKASA (Hirosaki University)

タフォニ (tafoni) は、岩石表面にできる窪みで、一般に海水飛沫が付着する環境 (海水飛沫帯) でよく発達する微地形である。これまで、タフォニ含め大きさが mm~m オーダーの微地形については、形成に関する詳細な観察が重要視されてきた。特に、タフォニの形成プロセスや経年変化の研究には、細かな観察が不可欠であり、主な観察手法として、地形の形状や個数の計測が用いられてきた。しかし従来、その計測にはものさしが用いられており、数 cm 以下のタフォニや多量のタフォニの計測は時間がかかる上、どのタフォニを計測したのかを識別することが難しく、記録に手間がかかる課題があった。この課題を解決するため、本研究では、複数の画像から対象物の 3 次元構造を復元する写真測量手法である Structure from Motion (SfM) を用いて、数 mm~数 cm のタフォニの形状を計測した。SfM に用いた撮影機器は、GPS 受信機を搭載したデジタルカメラで、50×50 cm 四方の枠を設置して一点につき 150 枚以上写真を撮影した。撮影した写真から Metashape Professional (Agisoft 社) と CloudCompare (オープンソース) を用いて 3 次元モデルを作成し、モデルを用いて地形を解析した。特に、タフォニの特徴を形状や個数、および断面図をもとに比較した。本研究で用いた地形解析法は、多数の形状や断面の計測が計算機上でできたため、作業が飛躍的に効率化されたと言える。また、地形解析結果から、タフォニの形状や個数、断面図の特徴が定量的に示され、共通点や特異なパターンを把握できた。

キーワード：タフォニ, ハニカム, SfM, 3D モデル

P12

潮間帯における微地形と藻類分布との関係 —北海道絵鞆半島での事例—

**Relationships between microtopography and algal distribution in the intertidal zone: A case study on the Etomo Peninsula, Hokkaido, Japan**

今川知美 (北海道大学・院) ・早川裕弐 (北海道大学)

Satomi IMAGAWA (Graduate student, Hokkaido University) , Yuichi S. HAYAKAWA (Hokkaido University)

浅海底における海藻類の生息場所は、一般には水深に規定され、陸生植物と同様に一定の垂直分布を示す。しかし、低潮位時において潮間帯内に形成されるタイドプールは、この垂直分布に反し、より低位の領域に生息する海藻種の出現を可能にしている。そのほか潮上部のノッチや岩盤上の割れ目などの微地形も、多様な海藻種の生息を可能にする要素となりうる。すなわち、低潮位時に出現する潮間帯のタイドプール等で確認される海藻種は、その生息場所における温度や照度の条件、波の当たり方などにより、分布が制限されていると考えられている。本研究では、無人航空機 (UAV) を用いた地表計測、ポールカメラを使用して撮影した画像、およびモバイルレーザ測量 (携帯端末 iPhone に搭載された Lidar センサ) を用いて、潮間帯における微地形要素の抽出を行い、海藻種の空間分布との関連性や、海藻類の定着基盤の状態と海藻種との関連性等を精査する。対象とするのは、絵鞆半島 (北海道室蘭市) の海岸である。絵鞆半島は内浦湾の東端に位置し、地質学的には西南北海道に含められ、第三紀以降の火山活動が盛んな地域である。半島の外洋側は急崖や岩礁、暗礁を含む岩石海岸からなる。半島南部に位置するボトフリナイ浜は寒流の千島海流と暖流の津軽海流の影響で豊富な藻類種が確認され、古くから海藻研究の盛んな土地でもある。本研究による解析の結果、海藻類の付着する定着基盤の垂直位置に加え、岩盤への日射角、海水供給の条件が、海藻種ごとに異なる制限要因として作用することが示唆された。

キーワード：高精細地形計測、藻類分布、潮間帯、微地形、写真測量、iPhone-LiDAR

P13

温泉熱利活用に向けた高効率熱交換器を用いた熱帯果樹の試験栽培

Experimental cultivation of tropical fruit trees using high-efficiency heat exchangers for the utilization of hot spring heat.

田代達也（弘前大学・院），若狭 幸（弘前大学），林田大志（弘前大学），松田大志（国際農研），高橋直人・東健一郎（株）日さく），舘野正之・高杉真司（株）ジオシステム）

Tatsuya TASHIRO (Graduate student, Hirosaki University), Sachi WAKASA (Hirosaki University), Taishi HAYASHIDA (Hirosaki University), Hiroshi MATSUDA (Japan International Research Center for Agricultural Sciences), Naoto TAKAHASHI; Kenichiro HIGASHI (Nissaku Inc.), Masayuki TATENO; Shinzi TAKASUGI (Geo-system Inc.)

我が国において温泉は全国各地で湧出し、古くから浴用利用をはじめ種々の方法で利活用されてきた。しかしながら、我が国の温泉湧出量は豊富であるため、いまだ未利用熱が存在する。この未利用熱を有効利用することは、昨今のエネルギー問題解決に寄与できる可能性がある。また、地域エネルギーの地産地消は、地理教育や社会教育において重要であり、輸送コストや環境へ与えるストレスが少ないことから、今後の利用促進が期待されている。一方で、スケールと呼ばれる配管内を閉塞させる沈殿物が温泉水から析出するため、温泉から直接エネルギーを採取するには、問題が生じることが多い。本研究では、スケールにより配管内が閉塞せず、かつ、高効率な採熱システムを用いて、温泉熱を使った寒冷地での熱帯果樹の温室栽培を試みた。試験場所は青森県深浦町の旧温泉施設である。源泉の温度は約50°Cで、海岸付近で毎分460L自噴しており、それが崖上30mまで揚水されている。本研究ではその温泉水を利用した。採熱器と放熱器中に水道水を循環（流量：17 L/min）させ、採熱器を温泉水ピットに沈め、放熱器を温室内に設置し、温度管理を行うシステムを構築した。このシステムにより温室内を温室外よりおおむね5.0°C以上を保つことができ、寒冷地で育てることが難しい熱帯果樹を通年栽培することに成功した。一方で、放熱器からの放熱量は設置日の2023年11月1日から翌年1月末ころまでは1500-2000W間で安定していたが、2月以降は徐々に減衰し3月13日に、最低値の299Wとなった。これは、採熱器の側面にスケールが付着することにより採熱効率が低下したことが考えられ、今後検討する必要がある。

キーワード：温泉熱，熱交換器，地域資源，地域活性化，亜熱帯果樹，チェリモヤ



P14

日本地形学連合のアウトリーチ活動－女子中高生夏の学校 2023 報告－

**An outreach activity of Japanese Geomorphological Union: Report on the summer school for girls “Natsugaku 2023”**

南雲直子（土木研究所），岩橋純子（国土地理院），羽田麻美（琉球大学），小口千明（埼玉大学）  
Naoko NAGUMO (Public Works Research Institute), Junko IWAHASHI (Geospatial Information Authority of Japan), Asami HADA (Ryukyu University) and Chiaki OGUCHI (Saitama University)

2023年8月5日（土）～7日（月）に「女子中高生夏の学校 2023：科学・技術・人との出会い」が開催された。このイベントは、女子中高生に理工系分野に知ってもらい、進路選択に役立ててもらうことを目的に、2005年より開催されている。本年は日本地形学連合を含む38団体の協力のもと、98名の女子中高生が参加した。日本地形学連合は、2日目の「サイエンスアドベンチャーI『ミニ科学者になろう』（実験・実習）」と、「サイエンスアドベンチャーII『研究者・技術者と話そう』（ポスター展示・キャリア相談）」に協力した。実験・実習では、「地図から地形をみてみよう」と題し、1) 南の島の地形クイズに挑戦、2) インターネット地図について学ぼう、3) 地形模型の工作、4) 地形の3Dモデル化に挑戦、のトピックからなる150分間のプログラムを提供した。また、ポスター展示・キャリア相談では、「身近な地形を科学する女性研究者たち」をテーマに、地形学の概要、地形学者の研究・教育活動、女性地形学者のキャリアパスを紹介するとともに、iPhoneやiPadを使った地形3Dモデル作成のデモンストレーションも行った。加えて、「進路・キャリア相談カフェ」にも協力し、地学分野の学びや進路選択に関する相談に応じた。このようなアウトリーチ活動を継続することは、地形学の裾野を広げ、若手人材獲得に繋がるものと考えられる。

キーワード：アウトリーチ，地形学，女子中高生夏の学校，地形模型，地理院地図