

鹿島槍ヶ岳カクネ里における気象観測

Meteorological observation at the Kakunezato, Mt. Kashima-yarigatake in the Japanese Alps

*鈴木 啓助¹、西村 基志²、佐々木 明彦¹

*Keisuke Suzuki¹, Motoshi NISHIMURA², Akihiko SASAKI¹

1. 信州大学理学部、2. 信州大学大学院理工学研究科

1. Department of Environmental Sciences, Faculty of Science, Shinshu University, 2. Graduate school of Science and Technology, Shinshu University

北アルプス鹿島槍ヶ岳の北峰から北東に延びる直線上の谷には、多年生雪渓が広がり、古くから氷河の可能性が指摘されている。カクネ里雪渓学術調査の一環として気象観測を実施したので報告する。カクネ里の標高1530 m地点の巨礫上に気象観測装置を設置した。観測項目は、風向、風速、気温、湿度、日射量、降水量で、観測期間は2016年6月19日から10月20日である。

キーワード：雪渓、熱収支、融雪

Keywords: perennial snow patch, heat balance, snow melt

八幡平南部における湿地の分布特性と形成環境

Distribution of Wetlands and Environment of Formation in South Hachimantai, NE Japan

*佐々木 夏来¹、須貝 俊彦¹

*Natsuki Sasaki¹, Toshihiko Sugai¹

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科

1. Graduate School of Frontier Science, the University of Tokyo

山岳地域で湿地が成立するためには、豊富な涵養水とそれを滞留する地形が必要である。地すべり地内の湿地は、滑落崖付近からの湧水が期待できるのに対して、稜線沿いの湿地は天水が主な涵養水となるため、積雪の多寡が重要な要因であると考えられる。本研究では、八幡平南部の岩手山周辺において湿地の分布と地形、積雪との関係を明らかにする。

湿地分布は、1976年に国土地理院が撮影した縮尺1:18000と1:15000のカラー空中写真を用いて判読した。地形分類には1988年に国土地理院が撮影した縮尺1:30000のカラー空中写真を用いた。積雪分布は、2010年1月22日に岩手山積雪水分量分布調査として計測され、岩手国道河川事務所が管理する5 mメッシュ数値表層モデル (DSM) と、2008年に計測された1 mメッシュ数値標高モデル (DEM) を用いて、ArcGIS10.2.2で計算した。

研究対象地域の東部は円錐形成層火山である岩手山 (2038 m) の急斜面が卓越する一方、西部は八幡平火山群の緩やかな稜線が続いている。南には、西側隆起の逆断層である雫石盆地西縁断層帯が存在し、調査地では相対的に東側が沈降した小崖が南北方向に多数認められる。積雪分布は、大局的には北西で多く、東ほど減少する傾向が見られるものの、岩手山のカルデラ内や東側斜面でも積雪は多い。西向き (風衝) 斜面では強い冬季季節風によって雪が飛ばされるために積雪量が非常に少なく、巻き上げられた雪は南北に延びる尾根や小崖の東向き (風背) 斜面に、積雪深5 m以上の局所的な吹き溜まりを形成する。空中写真判読によって認定した108の湿地のうち、火山原面上には72、地すべり土塊上には35の湿地が立地していた。本研究対象域では、火山原面上の湿地は、特に積雪が集中する小崖の風背側斜面や、積雪はそれほど多くはないが周辺から水が集まりやすい鞍部に集中している。積雪が多くとも谷が発達する急傾斜地には湿地はあまり見られない。また、岩手山山頂付近においても積雪が多いが、噴火口以外で湿地はほとんど見られない。これは、厚く堆積したスコリアが水を地下へ浸透させるためと考えられる。一方で、地すべり土塊内の湿地は、積雪の多寡とは無関係に、滑落崖下の湧水の得やすい場所に発達している。火山原面上、地すべり土塊内のいずれの湿地も、涵養水を安定的に継続して得られる地形場に成立していると言える。

キーワード：湿地分布、火山原面、地すべり、積雪、奥羽山脈

Keywords: wetland distribution, original volcanic surface, landslide, snow accumulation, Ou Mountain Range

ヒマラヤ東部地域におけるデブリ氷河の氷河上湖の季節変動 Seasonal variations of supraglacial ponds on debris-covered glacier in the eastern Himalaya

*杵淵 千香子¹、奈良間 千之²、山之口 勤³、田殿 武雄⁴

*Chikako Kinefuchi¹, Chiyuki Narama², Tsutomu Yamanokuchi³, Takeo Tadono⁴

1. 新潟大学自然科学研究科、2. 新潟大学理学部理学科、3. RESTEC、4. JAXA

1. Niigata University, Graduate School of Science Technology, 2. Niigata University, Department of Science, 3. RESTEC, 4. JAXA

ヒマラヤ東部地域（ネパール東部・ブータン）に現存する巨大な氷河湖は、1950～1960年頃に出現した氷河上湖が連結して拡大したものである（Ageta et al., 2000 ; Komori et al., 2004）。また、2009年のブータン北西部のチョゾ氷河では巨大な氷河湖を持たないにもかかわらず、氷河上湖を供給源とする大規模出水が生じ、プナカの住人の混乱を招いた（Komori et al., 2012）。ヒマラヤ東部地域の将来的な氷河湖拡大や大規模出水は氷河上湖の振る舞いがカギを握っている。しかし、ヒマラヤ東部地域は、夏季のインドモンスーンの発達で覆われた雲により、夏季の氷河上湖の変動が衛星画像で捉えられないという問題がある。そこで、本研究では、雲を透過して地上の湖面データを取得できるマイクロ波のALOS-2/PALSAR-2のオルソ画像とLandsat8/OLIのパンシャープン画像を組み合わせ、2015年の1年間のヒマラヤ東部地域のデブリ氷河の氷河上湖の季節変動を明らかにした。

キーワード：氷河上湖、デブリ氷河、ヒマラヤ東部地域、ALOS-2/PALSAR-2

Keywords: supraglacial pond, debris-covered glacier, eastern Himalaya, ALOS-2/PALSAR-2

Recent variations of glacial lakes in Issyk-Kul Basin, the northern Tien Shan

*Mirlan Daiyrov¹, Chiyuki Narama², Tsutomu Yamanokuchi³, Takeo Tadono⁴

1. Graduate school of Science and Technology, Niigata University, 2. Department of Science, Niigata University, 3. RESTEC, 4. JAXA

Several large drainages from glacial lakes occurred in the Issyk-Kul Basin (Kyrgyzstan), the northern Tien Shan. Although glacial lakes are small size, large drainages have caused serious damages to resident areas near the mountain sites. We investigated the current state of glacial lakes distributed in the Issyk-Kul Basin. Several satellite images were analyzed taken in 2013-2016, and classified the situations of glacial lakes of each year according to their variation pattern. We classified lakes into three types, continuous, recurring, transient. Our results showed that glacial lake of recurring type has a temporal ice-dam blockage of the drainage channel and high risk to drainage in this region.

Keywords: glacial lake, ALOS satellite data, Tien Shan

地下レーダー(GPR)を用いた雪氷体の地下構造 Underground structure of glacier ice and snow using Ground Penetrating Radar(GPR)

*森 義孝¹、奈良間 千之²、高玉 秀之¹

*Yoshitaka Mori¹, Chiyuki Narama², Hideyuki Takadama¹

1. 新潟大学大学院自然科学研究科環境科学専攻、2. 新潟大学理学部理学科

1. Environmental Science and Technology, Graduate School of Science and Technology, Niigata University, 2. Department of Science, Niigata University

天山山脈北部地域(キルギス共和国領)のテスケイ山脈では、2008年に氷河湖からの出水が生じ3名の犠牲者と農地や道路などに被害がでている(Narama et al., 2010). これらの洪水は「短命氷河湖」と呼ばれる、わずか数ヶ月～1年で出現・出水するタイプの氷河湖から生じていることがわかってきた。氷河前面のデブリ地形内部に発達するアイストンネル(空洞)が冬季に閉鎖することで、春季の融雪水が流出されず初夏の氷河の融解も加わり、突然かつ急激に氷河湖が出現すると考えられている。しかし、出水に関わるアイストンネルの発達過程、位置、規模、開放・閉鎖などの実態は明らかでない。

そこで本研究では、短命氷河湖を引き起こすアイストンネルの位置や規模などを含めた雪氷体の地下構造を把握するため、地下レーダー探査(Ground Penetrating Radar : GPR)を使用し、雪氷体の堆積物ごとの反射特性の検討を試みた。調査地域はアイストンネルが多数発達するイニルチェック氷河、過去にアイストンネルから出水したテスケイ山脈のカラ・クンゴイ氷河、キルギス山脈のアドギネ氷河である。その他に、積雪を含む雪渓での反射特性を考慮するため、白馬大雪渓上でGPR測定をおこなった。GPR測定の結果、空洞の規模によって反射特性に違いが見られた。この反射特性をアイストンネルの位置や深さが不明瞭なカラ・クンゴイ氷河に用いた。5地点の側線結果より、地表面から深度2～8mで高さ1～3m程度の小規模空洞の反射が長さ約200m続いていると推定できた。

キーワード：地下レーダー探査、雪氷体、反射特性、アイストンネル

Keywords: Ground Penetrating Radar(GPR), glacier ice and snow, reflection characteristic, ice tunnel

差分干渉SAR解析を用いた中央アジア・天山山脈北部地域における山岳永久凍土の空間分布

The spatial distribution of mountain permafrost in northern Tien Shan, Central Asia using DInSAR analysis

*高玉 秀之¹、奈良間 千之²、山之口 勤³、田殿 武雄⁴

*Hideyuki Takadama¹, Chiyuki Narama², Tsutomu Yamanokuchi³, Takeo Tadono⁴

1. 新潟大学大学院自然科学研究科、2. 新潟大学理学部理学科、3. リモート・センシング技術センター、4. 宇宙航空研究開発機構

1. Graduate school of Science and Technology, Niigata university, 2. Department of Science, Niigata university, 3. RESTEC, 4. JAXA

半乾燥地域に位置する天山山脈北部地域において、山岳氷河と山岳永久凍土は、山麓に分布する都市や灌漑農地へ夏季に真水を供給する重要な水資源であり、氷河や永久凍土の現状把握は重要な課題である (Sorg et al., 2012)。山岳氷河は、その変動に関する研究が多くある一方、山岳永久凍土の研究報告はイリ山脈に限定されており (Marchenko et al., 2007)、研究手法の不明瞭さからその分布は正確に把握されていない。シベリア高気圧や地形の影響を受ける天山山脈北部地域の年降水量と降水の季節変化は、地域によって大きく異なっており、天山山脈北部地域の山岳永久凍土の空間分布の地域的な違いはよくわかっていない。そこで本研究では、天山山脈北部地域の東部に位置する年降水量の異なるイシク・クル湖周辺の3つの山脈 (イリ山脈、クンゴイ山脈、テスケイ山脈) を対象に、ALOS-2/PALSAR-2を用いた差分干渉SAR解析による、正確な山岳永久凍土の空間分布の把握を試みた。

各山脈の地表面変動をもつ岩石氷河の下限高度を求めた結果、年降水量の多いイリ山脈では主稜線より北側で2600m、南側で3000m、クンゴイ山脈では北側で2600m、南側で2900m、年降水量の少ないテスケイ山脈では北側で2900m、南側で3100mであった。また、各山脈の氷河起源型と崖錐起源型の割合をみると、イリ山脈とテスケイ山脈では氷河起源型が約8割を占め、クンゴイ山脈では約6割を占めた。差分干渉SAR解析結果から大きい地表面変動がみられたクンゴイ山脈のチョン・アクス谷の巨大な岩石氷河上で現地調査をおこなった。UAVによる空撮から、横断に走る畝溝のしわ状の微地形に加えて、斜度がきつい場所では伸張方向に平行に走る無数の畝溝を確認した。

キーワード：山岳永久凍土、岩石氷河、差分干渉SAR、UAV、天山山脈

Keywords: mountain permafrost, rock glacier, DInSAR, UAV, Tien Shan

ネパール、ゴルカ地震によるヒマラヤ雪氷域の斜面崩壊

Slope failure events in Himalayan snow area due to Gurkha Earthquake

*渡部 帆南¹、奈良間 千之²

*Honami Watanabe¹, Chiyuki Narama²

1. 新潟大学大学院自然科学研究科、2. 新潟大学理学部理学科

1. Graduate School of Science and Technology, Niigata University, 2. Department of Science, Faculty of Science, Niigata University

2015年4月25日、ネパールの首都カトマンズから北西に位置するゴルカ郡でM7.8の地震が発生した。その後100回ほどの余震があり、5月12日にはカトマンズから北東へ80kmでM7.3の地震が発生した。この一連の地震により、ヒマラヤの雪氷域では雪崩、氷河崩落、雪氷土砂崩落、土砂崩落などのイベントが多数発生した。ランタン谷では巨大な雪氷崩落が生じ、雪氷土砂によってランタン村が覆われ多数の犠牲者がでた。Digital Globe社Worldview-1, 2, 3により取得された地震前後の衛星画像を使用して4312件の斜面崩壊地が取得されたが (Kargel and others, 2015)、ヒマラヤの雪氷域では十分な雪崩や雪氷崩落のイベントが捉えられていない。そこで本研究では、地震前後の衛星画像解析により、ゴルカ地震で発生したヒマラヤ高山域の雪氷域での斜面崩壊イベント (雪崩、氷河崩落、岩盤崩落など) の分布と特徴を明らかにした。また、2015年秋の現地調査で取得されたデジタル空撮画像を用いて、ランタン谷周辺の氷河崩落箇所とその大きさを明らかにした。

キーワード：ゴルカ地震、斜面崩壊、懸垂氷河、ランタン谷

Keywords: Gurkha earthquake, slope failure, hanging glacier, Langtang Valley

穂高連峰・明神岳南面で発生した岩盤崩壊と明神池の成因

Rockslide phenomenon occurred on the southern face of Mount Myojin and the origin of Myojin-ike Ponds in the Kamikochi Valley of the northern Japanese Alps, Central Japan

*森田 真之¹、苅谷 愛彦²

*Masayuki Morita¹, Yoshihiko Kariya²

1. 専修大学文学部環境地理学科学部生、2. 専修大学文学部環境地理学科

1. Under Graduate, Department of Environmental Geography, Senshu University, 2. Department of Environmental Geography, Senshu University

上高地の明神池とその周辺には起源や年代が不詳の巨礫群が存在する。本研究では、これらの巨礫群について分布と構成礫種を記載し、巨礫の供給域と供給プロセスを推定した。そのうえで、巨礫群が近傍の裸岩急斜面で発生した岩盤崩壊に由来すること、および明神池の形成に関与したことを論じた。主要な結果は次のとおりである。

(1) 巨礫（長径 ≥ 2 m）は全量が前穂高岳溶結凝灰岩層の亜角礫～角礫で、明神岳南面に露出するこれ以外の岩種を含まない。(2) 巨礫群は明神池のうち二之池をまたぐように分布し、全体として比高数m程度の微高地を成す。一方、二之池の東西に接する一之池や三之池の周辺および梓川左岸には分布しない。(3) 現存する巨礫群の面積は約 7.2×10^4 m²で、平均層厚を5 mとした場合の体積は約 3.6×10^5 m³と推定される。(4) 明神岳南面の標高2100m付近に急崖が存在する。この急崖の一帯には前穂高岳溶結凝灰岩層のみが露出し、南西に傾斜した平滑なスラブを形成する。(5) 明神池の成因と形成時期は未詳である。ただし古文書によれば、明神池畔の穂高神社奥宮はAD1693には存在していた。

以上の資料に基づき、次の結論を得た。(a) 巨礫群は明神岳南面の裸岩壁（前穂高岳溶結凝灰岩層）から供給された岩屑より構成される。(b) 岩屑の供給プロセスとして岩盤崩壊が想定される。岩屑が河川や氷河によりもたらされたとする、観察事実を矛盾なく説明することが困難となる。(c) 崩壊発生域は明神岳南面の標高2100m付近の急崖である。(d) 明神池は岩盤崩壊でもたらされた岩屑が、古梓川を堰き止めて生じたものである。(e) 明神池の形成後に穂高神社奥宮が建立されたとすれば、岩盤崩壊の発生時期はAD1693以前と考えられる。

キーワード：巨礫、岩盤崩壊、前穂高岳溶結凝灰岩層、山地の地形、斜面災害

Keywords: Boulder, Rockslide, Maehotakadake welded tuff, Mountain landforms, Slope disaster

シュミットハンマーを利用した落石調査法の検討

Development of a New Method for Rockfall Analysis using Schmidt Hammer

*畠 瞳美¹、ゴメス クリストファー²、奈良間 千之³

*Hitomi Hata¹, Christopher Gomez², Chiyuki Narama³

1. 新潟大学大学院自然科学研究科、2. 神戸大学大学院海事科学研究科、3. 新潟大学理学科

1. Niigata University Graduate School of Science and Technology, 2. Kobe University Graduate School of Maritime Sciences Faculty of Maritime Sciences, 3. Niigata University Department of Science

シュミットハンマーは、Schmidt(1951)によってコンクリートの強度を非破壊で検査する測定機器であり、岩盤工学や岩盤力学、および地形学の分野に応用されている。地形学分野においては、実験室における強度測定のための岩石試料の採取が困難な場所において、岩石・岩盤の強度（あるいは硬度）の測定に用いられてきたほか、風化程度の違いにより反発値が変化することを利用し、モレーンを構成する礫の相対年代の推定に利用されている（たとえば、Winkler, 2016）。

落石の調査は、発生源となる岩盤斜面の亀裂や節理間隔、発生地域の勾配、および風化の状況といった地質的な特徴などが挙げられるが、それらは定性的な基準に基づいているものが多い。落石調査の定量的な測定法として、ハンマーなどによる打音測定法を用いた岩塊の安定性評価（蒲原ほか、2013）や、Uドップラーを用いた振動測定による報告例（上半ほか、2012）があるが、これらは使用できる環境が限定されている。近寄ることが困難な斜面や岩塊の安定性を評価するための、より安価で定量的な測定方法が望まれている。

そこで本研究では、小型かつ軽量で持ち運びが容易なシュミットハンマーと、安全な遠隔地から調査できるUAVと、レーザーデータを用いて、落石の要因、推定発生時期、発生場所、および地形環境の評価を試みた。現地調査は、ニュージーランド西海岸に位置するフォックス氷河の支流であるガンバレル谷において、5~6mの巨大な礫を対象に単打法を用いて実施した。巨礫のシュミットハンマーの反発値には差異がみられ、新鮮な岩石面では長期間にわたって風化の影響を受けた面よりも反発値がわずかに高くなる傾向がみられた。シュミットハンマー反発値に基づいて風化パターンを調べると、岩石は部分的に風化の影響をうけていない岩盤とつながっており、一方は様々な風化過程の影響を受けていると推測される。このことから、ガンバレル谷にみられる多くの礫は氷河起源によるものではないと考えられる。また、礫の半分は全く風化していなかったことから、落石は岩盤からの剥落型落石であり、氷河作用で堆積した未固結堆積物ではない。この手法はさらなる改良が必要であるが、落石研究におけるシュミットハンマーの実用度は高いといえる。

キーワード：落石、シュミットハンマー、SfM、UAV

Keywords: rockfall, Schmidt hammer, SfM, UAV

Constraining the Quaternary evolution of the Hida range of the Japanese Alps

King Georgina¹、末岡 茂²、Ahadi Floriane³、Gautheron Cécile³、Herman Frédéric⁴、*塚本 すみ子⁵、田上 高広⁶

Georgina E King¹, Shigeru Sueoka², Floriane Ahadi³, Cécile Gautheron³, Frédéric Herman⁴, *Sumiko Tsukamoto⁵, Takahiro Tagami⁶

1. Institute of Geology, University of Bern, Switzerland、2. 日本原子力研究開発機構、3. UMR Interactions et Dynamique des Environnements de Surface, Université de Paris, Sud, France、4. Institute of Earth Surface Dynamics, Université de Lausanne, Switzerland、5. Leibniz Institute for Applied Geophysics, Germany、6. 京都大学

1. Institute of Geology, University of Bern, Switzerland, 2. Japan Atomic Energy Agency, Japan, 3. UMR Interactions et Dynamique des Environnements de Surface, Université de Paris, Sud, France, 4. Institute of Earth Surface Dynamics, Université de Lausanne, Switzerland, 5. Leibniz Institute for Applied Geophysics, Germany, 6. Kyoto University, Japan

Japan is one of the most tectonically active locations on Earth, situated adjacent to two triple junctions between four tectonic plates. Within this convergent zone, the Hida, Kiso and Akaishi ranges of the Japanese Alps are thought to have been uplifted within the last 1 to 3 Myr. Whilst undoubtedly tectonically driven, this mountain-building may also have been coincident with the onset of the Quaternary period, and the associated global climatic transition to ice-house conditions. Extremely high rates of precipitation (>3,000 mm/yr) coupled with earthquake enhanced landsliding potentially make the Japanese Alps one of the most rapidly exhuming places on Earth. However the rate of exhumation and the topographic evolution of this significant tectono-climatic setting remain poorly constrained. Quantifying exhumation rates will provide insights into the tectonic evolution of the Japanese Alps as well as an improved understanding of the coupling between tectonics and climate through erosion processes. Thermochronometry enables exhumation rates to be determined from the measurement of rates of rock cooling, and the newly developed multi-OSL-thermochronometry system is sensitive to temperatures of as low as ~25 °C, enabling constraint of late-Quaternary exhumation histories at an unprecedented resolution. We collected 19 samples from the Hida range of the Japanese Alps for multi-OSL-thermochronometry analysis, including 4 samples from a high-temperature tunnel which has a present day temperature of ~40-50 °C, but experienced temperatures of up to 166 °C prior to excavation in the 1930s. The high-temperature samples should have an apparent age of almost zero when measured using OSL-thermochronometry, providing a local control on the performance of this recently established technique. Measurement of the remaining 15 samples will complement previous (U-Th)/He in Apatite (Ahadi et al., In Prep.), Zircon fission track (Yamada and Harayama, 1999; Ito and Tanaka, 1999) and Zircon U-Pb (Ito et al., 2013) measurements which have been made on the same sample suite. Once measurements are complete, we will be able to invert the different thermochronometric data together, to determine the exhumation of the Hida range over the past 3 Myr. In a second research phase, we plan to sample the Kiso and Akaishi ranges, applying a similar set of methods to constrain their recent exhumation histories. Temporally consistent changes in exhumation rates across all ranges may reveal the effects of global climatic changes.

References

- Yamada, R., Harayama, S., 1999. Fission track and K-Ar dating on some granitic rocks of the Hida Mountain Range, Central Japan. *Geochemical Journal* 33, 59-66.
- Ito, H., Tanaka, K., 1999. Radiometric age determination on some granitic rocks in the Hida Range, central Japan: Remarkable age difference across a fault. *Journal of Geological Society of Japan* 105, 241-246.

Ito, H., Yamada, R., Tamura, A., Arai, S., Horie, K., Hokada T., 2013. Earth' s youngest exposed granite and its tectonic implications: the 10-0.8 Ma Kurobegawa Granite. Scientific Reports 3: 1306.

Yamada, R., Ito, H. , Tamura, A., Morishita, T., Arai, S., 2012. Thermochronologic analysis of granitic rocks in the Japanese Northern Alps (Hida mountain range). Abstract of the 13th International Conference on Thermochronology.

キーワード : Multi-OSL-thermochronometry、日本アルプス、第四紀の隆起・侵食

Keywords: Multi-OSL-thermochronometry, Japanese Alps, Quaternary exhumation