

## 大雪山国立公園における気候変動と生態系インパクト

Climate change impacts on alpine ecosystems in the Daisetsuzan National Park in northern Japan

\*工藤 岳<sup>1</sup>

\*Gaku Kudo<sup>1</sup>

1.北海道大学地球環境科学研究所

1.Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

山岳生態系は気候変動に対して最も脆弱な系であり、地球環境変化の生態系への影響を検出するのに適している。これまでに、生物の生理的応答、季節応答、分布域の変化など多くの事例が報告されており、種の絶滅、個体群衰退、多様性の減少、植生変化の進行が明らかである。しかしながら、我が国の山岳地域における気象・環境データならびに生態系モニタリングのデータ集積は大変乏しく、生態系変化の定量化や生態系変化を引き起こしている要因解析のためには、地域特有の生育環境変化のモニタリングが必要である。

北海道にある大雪山国立公園は日本最大の国立公園であり、豊富な積雪が作り出す雪解け時期の違いが高山生態系の生物多様性を生み出す原動力となっている。大雪山においても近年、気温の温暖化や雪解けの早期化が進行しており、生物の生育期間の変化や土壌の乾燥化などが引き起こしたと推測される高山生態系への影響も多数観察されている。この講演では、これまでに大雪山系で観察された生態系インパクトを報告する。

主な高山生態系へのインパクトとして、生物季節（フェノロジー）の変化と生物の分布変化がある。高山植物の開花時期は雪解け時期に強く依存しており、雪解けの早期化は高山植物群集の開花パターンならびに開花期間を大きく改変する。このような群集スケールのフェノロジー改変は、花を資源として利用する昆虫群集との相互作用にも強い影響をもたらす。開花時期の早期化により高山植物と花粉媒介昆虫との共生関係が崩される場合には、植物と昆虫の双方にとってマイナスとなる。高山生態系の重要な送粉昆虫であるマルハナバチ類は真社会性昆虫であり、季節的なコロニー発達に伴い個体数が増大する。気候変動に対して敏速な応答が難しく、温暖な年には植物群集の開花進行に応じたコロニー成長ができずに、生育シーズン後半で餌不足になる状況が生じることがある。開花時期と花粉媒介昆虫の活性時期にズレが生じると、植物への送粉サービスが低下し、多くの高山植物で種子生産の低下が起きる。これが引き金となり、高山植物個体群の衰退も懸念される。さらに、春の温暖化は耐寒性の低下を引き起こし、生育シーズン初期の霜害の危険性を増加させる。このように、気候変動による生物季節の攪乱は、高山生態系に大きな影響をもたらす。

温暖化に伴う高山植生変動も進行している。大雪山五色が原では、湿生お花畑の消失とチシマザサの拡大が進行している。その原因として、雪解け時期の早期化と土壌乾燥化が考えられる。湿生お花畑を代表するエゾノハクサンイチゲの急速な個体群衰退は、乾燥ストレスにより個体成長が阻害され、種子生産が制限されたために起きたことが確かめられた。また、大雪山系で広く認められるチシマザサの分布拡大は、雪解けの早まりに伴う土壌乾燥化と生育期間の延長の双方により加速したと考えられる。チシマザサは地下茎の伸長により巨大なクローンを形成し、強い被圧効果により高山植物群集を衰退させ、種多様性を激減させる。また、活発な蒸散作用によりさらなる土壌乾燥化が引き起こされることが判明した。急速に分布を拡大するチシマザサの管理は、高山生態系の生物多様性を保全する上で非常に重要な課題である。ササの除去実験により高山植生が急速に回復したことから、人為的なササの刈取りは高山植生の保全政策として有効であることが示唆された。

気候変動下で高山生態系と生物多様性を保全していくためには、保全管理政策の策定根拠となる長期モニタリング体制の構築が極めて重要である。さらに、気候変動と生態系応答の進行速度に対応できる順応的保全管理計画の策定と実行が求められる。

キーワード：高山生態系、気候変動、高山植物

Keywords: alpine ecosystem, climate change, alpine plants

気候変動が山地性植物の開花フェノロジーに及ぼす影響 –春植物と高山植物を例に–

Effects of climate change on flowering phenology of montane plants: a case study for a spring ephemeral and alpine plants

\*和田 直也<sup>1</sup>

\*NAOYA WADA<sup>1</sup>

1. 富山大学研究推進機構極東地域研究センター

1.Center for Far Eastern Studies, Organization for Promotion of Research, University of Toyama

Plant phenology, seasonal and periodic behavior shown by plants, is though to be largely affected by global climate change. Most studies on plant phenology have been carried out on the low-elevation sites in and/or near the urban area. Phenological observation has been rarely conducted in the montane area, especially in the alpine region, where global climate change would have a strong impact. In this presentation, I will show seasonal and yearly variations of flowering phenology in montane plants inhabiting in a secondary forest and alpine ecosystems having a snowy climatic regime. Target species are *Erythronium japonicum*, *Diapensia lapponica* var. *obovata*, and *Sieversia pentapetala*. I and co-researchers observed these flowering phenology from 2010 to 2015, and also measured air and soil temperatures, and recorded directly or estimated indirectly dates of snowmelt. According to an analyzing technique reported by Kimball et al. (2014), we could express temporal changes of the flowering rate as a logistic curve, using degree-day accumulations based on air and soil temperatures, day of year, and day from snowmelt as explanatory variables. I will show the species specific difference of significant variables against the flowering phenology, and the effectiveness using a logistic model for describing and predicting flowering phenology of montane plants.

キーワード：生物季節、高山植物、気候変動

Keywords: phenology, alpine plants, climate change

定点カメラ画像を用いた日本の高山帯における融雪モニタリングについて

Monitoring of snowmelt in the Japanese alpine zone by using time-lapse cameras

\*小熊 宏之<sup>1</sup>、井手 玲子<sup>1</sup>、鈴木 英夫<sup>2</sup>、浜田 崇<sup>3</sup>

\*Hiroyuki Oguma<sup>1</sup>, Reiko Ide<sup>1</sup>, Hideo Suzuki<sup>2</sup>, Takashi Hamada<sup>3</sup>

1.国立環境研究所、2.朝日航洋株式会社、3.長野県環境保全研究所

1.National Institute for Environmental Studies, 2.Aero Asahi Corporation, 3.Nagano Environmental Conservation Research Institute

The vulnerability of alpine ecosystems to climate change, as pointed out by IPCC, and the necessity to conduct monitoring in the alpine zone have been recognized worldwide. The Japanese alpine zone is characterized by extremely heavy snowfall, and snowmelt is a key factor for the growth of alpine vegetation. National Institute for Environmental Studies has, therefore, launched long-term monitoring of snowmelt and ecosystems in the Japanese alpine zone since 2011 by using automated digital time-lapse cameras, and 18 monitoring sites are under operation currently. By comparing the photographs taken at the same time each year, we can determine the time for snow fall and melting and the spatial differences in their speed,

In this study, a new monitoring method by digital cameras was developed in order to detect yearly changes of snow-cover areas at high temporal and spatial resolutions. We used images derived from the cameras that we have installed at mountain lodges in Nagano Prefecture (at elevations around 2350-3100 m) and at around Mt. Rishiri in Hokkaido, and in addition, the live camera images that have already been operated by local governments in Tohoku area and Mt.Fuji. RGB digital numbers were derived from each pixel within the images. The snow-cover and snow-free pixels were automatically classified by statistic discriminate analysis based on the variance of gray-level histograms for each image.

The detected snowmelt dates showed site-specific characteristics and yearly variations.

キーワード：RGB値、大津の二値化、オルソ化

Keywords: RGB, discriminate analysis method, ortho-rectify

## 南アルプスにおける落石の発生時期・規模・原因－多様な手法による分析－

Timing, magnitude and origin of seasonal rockfall activity in the Southern Japanese Alps:  
A multi-method approach

\*松岡 憲知<sup>1</sup>

\*Norikazu Matsuoka<sup>1</sup>

## 1. 筑波大学生命環境系

1. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

Recent technological advances have enabled us to monitor bedrock micro-cracking at high time resolution and succeeding rockfall activity at high spatial resolution. Precise evaluation of the trigger of each rockfall event, however, requires a combination of multiple methods that detect cracking and falling activities and provide data on their controlling environmental parameters. Long-term monitoring is also necessary to evaluate the contribution of each trigger to the rockwall erosion.

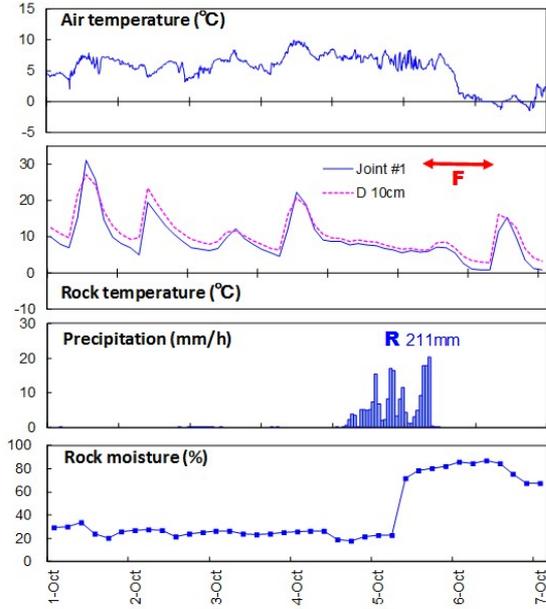
Multi-method monitoring has been conducted to detect the timing and trigger of rockfall activity on an alpine rockslide cliff composed of Cretaceous sandstone and shale in the southern Japanese Alps (Aresawa rockslide, 2900 m ASL). The monitoring programme includes manual measurements of peeling from painted rockface and collection of fallen debris (4-5 times per year) and thermography of rockface (yearly), and data logging of time-lapse photography of rockface (daily), crack opening, rock temperature and moisture (3-4 hr intervals) and meteorological elements (air temperature and precipitation at 10-min intervals). A stereographic pair of sequential photographs allow us to visually identify the location of new erosion at daily resolution. Combined with precipitation data, the photographs also indicate the type of precipitation (rain or snow).

Five years (2010-2015) of debris trapping show major rockfall activity in winter (between November and May) and occasional activity associated with heavy rains in summer. Highly active areas of the rockwall experience retreat by >1 mm per year. Time-lapse photography displayed at least eight rockfall events within the shot area in the 2014-2015 period. The integration of multiple data enables understanding of a sequence of natural processes towards rockfalls, suggesting that at least three types of rockfall processes recur annually (Fig. 1A). (1) In summer and early autumn, heavy rainfalls (>100 mm/day) raise the rock moisture content close to the saturation level, often triggering significant rockfalls, probably due to raised water pressure in rock joints or lubrication of joints. (2) In late autumn and late spring, light or intermediate rainfalls are sometimes followed by high moisture, shallow freezing, rapid thawing and eventually by small-scale rock peeling. (3) In early winter and early spring, the same process occurs as in the second case but rainfall is replaced by snowfall (Fig. 1B).

キーワード：落石、野外観測、インターバル撮影、凍結融解、日本アルプス

Keywords: Rockfall , Monitoring, Time-lapse photography, Freeze-thaw, Japanese Alps

(A) Event 1: 5–6 October 2014



(B) Event 5 & 6: 1-2 & 10-12 April 2015

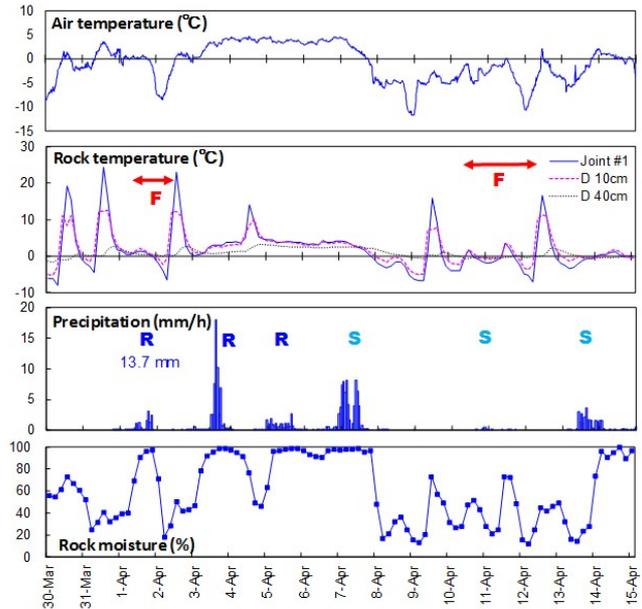


Fig. 1. Examples of rockfall events (F) and corresponding environmental conditions in the 2014-2015 period. Symbols: R=Rain, S=Snow, D=Depth.

## 中部山岳地域における低水流量を規定する自然・人為因子

## Natural and artificial factors controlling 275-day flow in the Japanese Alps region

\*山中 勤<sup>1</sup>、岸 和央<sup>1</sup>\*Tsutomu Yamanaka<sup>1</sup>, Kazuhiro Kishi<sup>1</sup>

## 1.筑波大学生命環境系

1.Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

低平地に居住する都市住民は、山岳地域からの水資源供給に大きく依存する一方で、豪雨時には洪水のリスクにさらされている。渇水期の流量を維持しながら洪水時の流量増加を緩和するためには、流域の保水機能、特に地下水貯留機能を維持・向上させることが肝要である。しかしながら、地下水貯留機能を定量的に診断・評価する手法は確立されていない。本研究では流況指標に着目し、国土数値情報等を用いた多変量解析によって流域の地下水貯留機能を規定する自然・人為因子の特定とその影響力の定量化を試みた。信濃川・黒部川・富士川・大井川・天竜川・木曾川等の水系を中心とする中部山岳地域を対象として、計170地点における河川流量・ダム流入量データを収集し、解析に供した。また、自然・人為因子の空間分布データとして、国土数値情報の土地利用細分メッシュデータ・平年値（気候）メッシュデータ、ならびに50万分の1土地分類基本調査GISデータ（地形分類図・表層地質図）を用いた。まず170地点の豊水流量を目的変数として、各流域内の気候諸量および地質・地形・土地利用のタイプごとの面積を説明変数とした重回帰分析を実施した。その際、気候・地質・地形因子についてはステップワイズ法によって変数選択を行い、人為的要素の強い土地利用については強制投入とした。その結果、年降水量・年平均気温・年最大積雪深・台地面積・火山面積・第四期堆積岩類面積などが有意な変数として選択された。一方、低水流量を目的変数とした重回帰分析では、最大積雪深を除く気候因子は有意でなかった。このことは、低水流量が雪氷や地下水としての水貯留機能の良い指標となっていることを示唆する。重回帰式の偏回帰係数として評価された低水流量への影響力はゴルフ場・スキー場・荒地（森林限界以上の高地が主）で大きく、これらの面積が大きいほど低水流量が減少するという結果が得られた。これに対し、台地（扇状地）・水田は面積が大きいほど低水流量が増加する傾向が認められ、森林も弱いながら正の影響を有していた。以上の結果から、ゴルフ場やスキー場の建設といった山林伐採・斜面造成を伴う開発行為は流域の保水機能を低下させた可能性が強い。一方で、流域の保水機能を維持するためには扇状地や水田を適切に管理することが重要と言える。今後、こうした機能を地生態系サービスとして再認識し、流域圏管理や国土政策に活かすことが望まれる。

キーワード：流況、中部山岳地域、地生態系サービス

Keywords: Flow regime, Japanese Alps region, geo-ecosystem service

## 後立山連峰、鹿島槍ヶ岳カクネ里雪渓の氷体の厚さと流動

The thickness and flows of an ice mass of the Kakunezato perennial snow patch, Mt. Kashimayari, the northern Japanese Alps

\*福井 幸太郎<sup>1</sup>、飯田 肇<sup>1</sup>、カクネ里雪渓 学術調査団

\*Kotaro FUKUI<sup>1</sup>, Hajime IIDA<sup>1</sup>, Research team of the Kakunezato perennial snow patch

1. 立山カルデラ砂防博物館

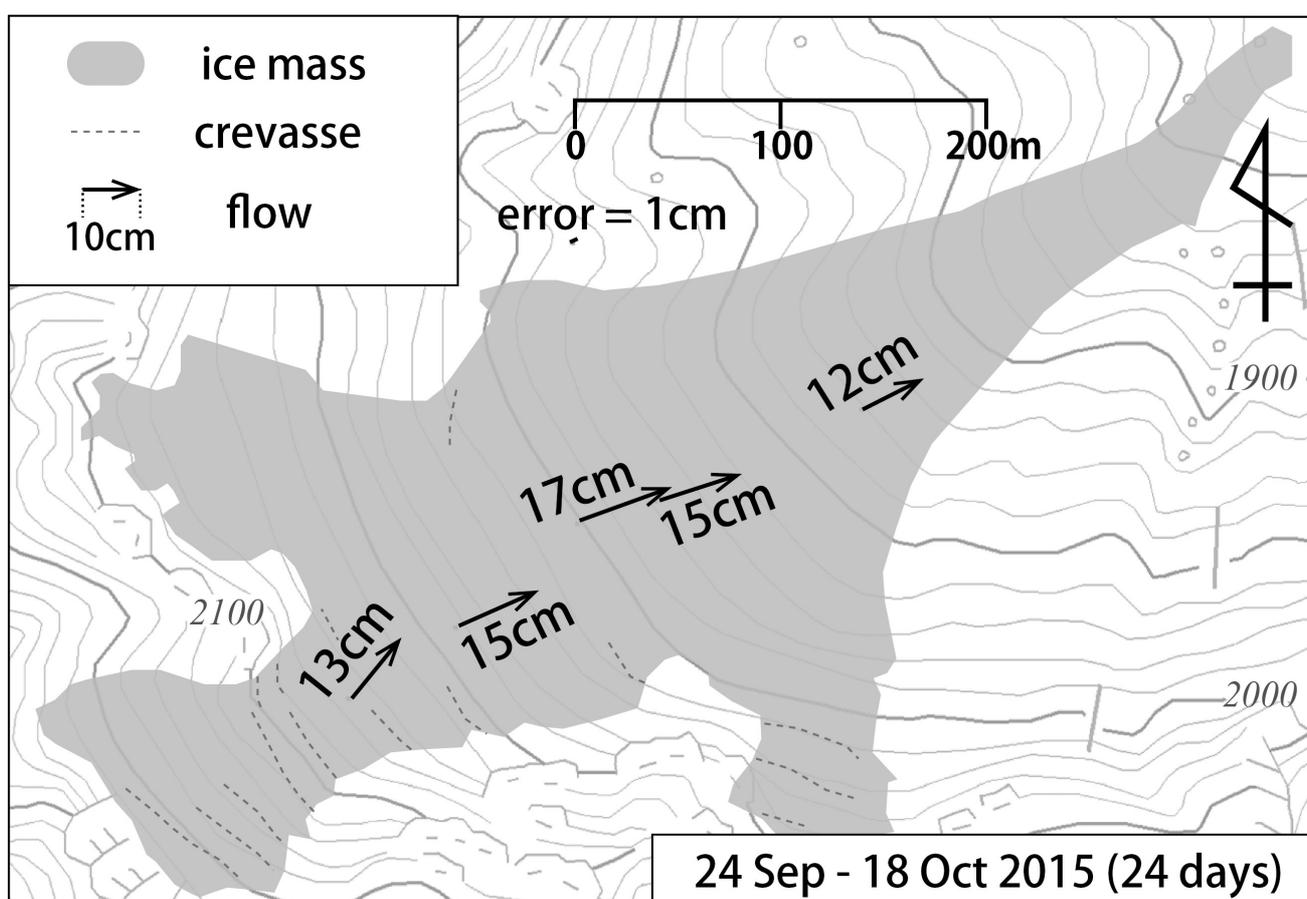
1. Tateyama Caldera Sabo Museum

We describe field measurements (ground penetrating radar (GPR), geodetic survey and crevasse observation) to provide new information on the surface flow velocity, the ice thickness and the snow density profile of the Kakunezato perennial snow patch in Mt. Kashimayari (2889 m asl) in the northern Japanese Alps, central Japan.

We found the thick ice mass (over 40 m in thickness) in the central part of the Kakunezato perennial snow patch. The snow density is  $> 820\text{kg/m}^3$  below 1 m in depth from the surface in October 2015. The ice mass had flowed 12 - 17 cm / 24 days in the autumn of 2015. Thus, we regard the snow patch as small active glacier.

キーワード：氷河、雪渓、流動、日本アルプス

Keywords: glacier, perennial snow patch, flow, Japanese Alps



The flow of the Kakunezato perennial snow patch

## LiDAR UAS sensing platform for high spatial and temporal resolution mapping of geomorphic evolution

\*Daniel Nover<sup>1,2</sup>, Joshua Viers<sup>1,2</sup>, Andrew Nichols<sup>3</sup>, Jefferson Laird<sup>2</sup>, Brendan Smith<sup>2</sup>

1.University of California - Merced, 2.University of California - Center for Information Technology Research in the Interest of Society (CITRIS), 3.University of California - Davis - Center for Watershed Science (CWS)

Water and sediment transport from rivers to adjacent floodplains is a foundational physical process in the generation of complex floodplain, wetland, and riparian ecosystems. In highly transformed natural environments, however, human engineering works often restrict lateral connectivity of water and sediment during flood pulses, restricting important floodplain hydrogeomorphic processes. In California's Sacramento and San Joaquin River Delta, intentional levee breaching and removal is an emerging floodplain restoration practice intended to generate dynamic geomorphic feature creation and evolution. The localized nature of water and sediments pulses therefore requires high spatial and temporal resolution mapping. We have used a highly mobile Unmanned Aerial System (UAS) platform with robust laser scanning payload to generate repeat topographic observations from Light Detection and Ranging (LiDAR) before and after intentional levee breaches along the lower Cosumnes River, USA. While breach architecture influences hydrogeomorphic process on nearby floodplain areas and main channel reaches, the use of the UAS LiDAR allows for high precision estimation of sedimentation rates, and development and evolution of archetypal crevasse-splay complexes along dominant flowpaths. Advective sediment transport along flow paths helps to generate overlapping crevasse-splay complexes, while turbulent diffusion promotes the incipient formation of lateral levees through large wood and sediment accumulation in near bank areas. It is only from these repeat mapping surveys at high spatial and temporal resolution that deposition and scour volumes can be tied to specific flood events, as the opposed to the current practice that relies on posterior mapping to estimate net flux rates after flood season cessation. Understanding the variable hydrogeomorphic responses to intentional levee breach activities will help engineers design floodplain restoration actions that maximize desired floodplain topographic change while also minimizing potential undesirable consequences such as levee breach closure or excessive upstream channel incision.

Keywords: Geomorphology, Hydrology , Remote Sensing

## 2015 年富士山頂で観測された大気中水銀とガス状物質の特徴

Characteristics of atmospheric mercury and gaseous substances observed at Mt. Fuji monitoring station during 2015 summer observation campaign

\*土橋 直弥<sup>4</sup>、永淵 修<sup>1</sup>、中澤 暦<sup>1</sup>、加藤 俊吾<sup>2</sup>、横田 久里子<sup>3</sup>、西田 友規<sup>4</sup>、吉田 明史<sup>4</sup>

\*Naoya Tsuchihashi<sup>4</sup>, Osamu Nagafuchi<sup>1</sup>, Koyomi Nakazawa<sup>1</sup>, Shungo Kato<sup>2</sup>, Kuriko Yokota<sup>3</sup>, Yuki Nishida<sup>4</sup>, Akifumi Yoshida<sup>4</sup>

1.滋賀県立大学、2.首都大学、3.豊橋技術科学大学、4.滋賀県立大学 大学院

1.The University of Siga Prefecture, 2.Tokyo Metropolitan University, 3.Toyohashi University of Technology, 4.Graduate School of Environmental Science, University of Shiga Prefecture

It is well known that the mercury has the highly neurotoxic effect and harmful for living things, even small amount of mercury (Hg). For this reason, it is very important to understand the Hg behavior in the environment. Mt. Fuji has an elevation of 3776 meters and is a single peak mountain. Because of the high elevation, this sampling point (3766m) wasn't affected by the domestic pollution sources. Therefore, this mountain is suitable for observing long-range transport of atmospheric Hg. The purpose of this study is to clarify the dynamics of atmospheric Hg and gaseous substances synchronized with it came to Mt. Fuji monitoring site.

Mt. Fuji is the highest mountain in Japan (elevation : 3776 m). In this site, from 7 August 2015 to 23 August 2015, we continuously observed atmospheric Hg at Mt. Fuji monitoring site. Electric power was provided from a former meteorological station and an inlet tube was fixed at 1 meter distance from the building. Also, gaseous substances (SO<sub>2</sub> and CO) were observed at the same time. Based on the observation data, the passway of air mass was analyzed by back trajectory analysis.

The mean concentration of atmospheric Hg was 2.03 ng/m<sup>3</sup>. This mean value was higher than the background concentration level of the northern hemisphere (1.5~1.7 ng/m<sup>3</sup>). The high concentration period was observed from 11 to 12 August 2015. The peak concentration for each date were 5.59 and 6.17 ng/m<sup>3</sup>, respectively. These concentration were observed during the day time. On 11 August, the peak of SO<sub>2</sub> and CO concentration were also observed. On the other hand, on 12 August, the peak of CO was observed. In order to clarify the relationship between air mass route and these concentration peaks, we conducted the back trajectory analysis. Then, it is considered that volcanic gas released from Mt. Aso on 6 August may reached at Mt. Fuji monitoring site on 11 August. On the other hand, on 12 August, the air mass may came from the Asian continent to Mt. Fuji monitoring site, when high concentration peaks of atmospheric Hg and CO were observed. Result from our observation, it is considered that the atmospheric Hg and CO may came from the Asian continent to Mt. Fuji monitoring site on 12 August.

キーワード：大気中水銀、ガス状物質、富士山

Keywords: atmospheric mercury, gaseous substance, Mt. Fuji

## 北上山地, 青松葉山におけるオオシラビソ小林分の立地環境

The environmental condition of small subalpine coniferous forest on Mt. Aomatsubayama, northern Japan

\*今野 明咲香<sup>1</sup>

\*Asaka Konno<sup>1</sup>

1.東北大学大学院理学研究科

1.Graduate School of science, Tohoku University

The coniferous forest (largely composed of *Abies mariesii*) is presently the typical vegetation of the subalpine zone in Japan. However, around Mt.Aomatsubayama, Kitakami Mountains in northern Japan, the expected predominance of *A. mariesii* is not extensively observed, and the predominant vegetation is instead the dwarf bamboo (*Sasa kurilensis*) grasslands and broad leaf forests. It's called Pseudo-Alpine zone. However it is unknown why the area under coniferous forest is small in this region. The clarification of the reason why small *A.mariesii* forest formed will make a major contribution the understanding of Pseudo-Alpine zone.The purpose of this study is to clarify the environmental condition of small *A. mariesii* forests in Mt.Aomatsubayama from the perspectives of distribution of vegetation; geomorphic characteristics; soil conditions.

In this site, there are few mixed forest of *A.mariesii* and other plants. Therefore the boundary of *A.mariesii* forest is sharply defined. Most of the *A.mariesii* forests distributed in a gentle slope on the summits (about Alt.1300-1360 m). The dominance vegetations are *S. kurilensis* grasslands, *Fagus crenata* and *Betula ermanii* broad leaf forests. The soil profiles in these vegetations resembled each other regarding the existence of humic soil layer before To-Cu tephra layer (6ka:Machida and Arai, 1992). The soil in the *A.mariesii* forest area had higher moisture content than that in other vegetation area.

As these results, it's considered that *A.mariesii* forest is distributed in a gentle slope on the summits and high soil water area. This means Pseudo-Alpine zone is formed by the localized-distribution of *A.mariesii* forest on high soil water area.

キーワード：針葉樹林、オオシラビソ、立地環境、地形、土壤環境

Keywords: Coniferous forest, *Abies mariesii*, Location environment, Landform, Soil condition

## 木曾山脈の森林限界移行帯において相観植生を支配する地形的要因

Topographic factors controlling vegetation in the timberline ecotone, Kiso Range, central Japan

\*青木 慎弥<sup>1</sup>、池田 敦<sup>2</sup>、田中 健太<sup>3</sup>、小林 元<sup>4</sup>

\*Shinya AOKI<sup>1</sup>, Atsushi Ikeda<sup>2</sup>, Tanaka KENTA<sup>3</sup>, Hajime Kobayashi<sup>4</sup>

1.筑波大学大学院生命環境科学研究科、2.筑波大学生命環境系、3.筑波大学菅平高原実験センター、4.信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター

1.Graduate School of Life and Environmental Sciences, 2.Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 3.Sugadaira Montane Research Center, Univ. Tsukuba, 4.Education and Research Center of Alpine Field Science, Faculty of Agriculture, Shinshu University

日本の高山の稜線付近は地盤条件や気象条件が狭い範囲で異なるために、諸条件の組み合わせによって多様な植物の生育環境が生じ、変化に富んだ植生景観をなす。これまでの研究によって、積雪や土壌などの環境条件と植生との間の、定性的な関係性は数多く論じられている。一方で、それらの研究で示された関係性は、狭い範囲の調査に基づいているため、日本の高山において普遍的に成立するのか検討できなかった。そこで本研究は、木曾山脈の高山帯と称される領域の全てと亜高山帯の一部を対象に、数値標高モデル (DEM) から得られる地表面の形状と相観に基づいた植生分布を比較することで、植生の境界を決定する地形的な要因とその閾値となる指標を検討する。

木曾山脈の茶臼山から越百岳にかけての標高2200 m以上の領域、南北約20 km、東西約10 kmを解析対象範囲とした。対象範囲を覆う空中写真を用いてハイマツ地、ダケカンバ林、亜高山帯針葉樹林 (以下、針葉樹林)、裸地、高山草原の5つに植生を分類し、相観植生図を作成した。国土地理院の10 mメッシュのDEMデータから、標高、斜面傾斜、斜面方位、主稜線からの比高 (以下、比高)、尾根谷度の5つの地形量をメッシュ毎に算出した。尾根谷度は任意の地点における、上空の拡がり表現したもので、値が大きい、すなわち開いた場所ならば尾根の性質を示し、値が小さいと谷の性質を示す。これらの地形量と植生図を重ね合わせ、両者の関係を統計的に解析した。

各地形量の頻度分布を植生別に集計して比較すると、優占する植生が標高の低い場所から順に、針葉樹林、ダケカンバ林、ハイマツ地と変化した。一方で、標高だけではなく、斜面方位、比高、尾根谷度の頻度分布も、植生毎に出現傾向が異なっていた。いずれの場合も、地形の影響を受けた風が降雪を再分配し、積雪深を空間的に不均一にしたことを反映すると考えられた。

風当たりの強さを決定する複数の地形量を1つの変数で表すために、斜面方位の東西成分と尾根谷度の統合指標を算出した。この統合指標は、対象地域最北部の森林限界付近で実際に測定した積雪深との相関係数が0.68を示すため、積雪の地形的なポテンシャル量とみなせ、これを風背度と名付けた。

風背度を横軸に、標高を縦軸にとり、その領域における最も優占する植生を図示すると、優占する植生の境界は標高と風背度の線形関係で表せた (図1)。ハイマツ地と高木林との境界、すなわち森林限界は、風背度の値が-2以下の値をとる場所では、標高2500 m付近で針葉樹からハイマツへ移行する。それ以上の値をとる場合、優占種がダケカンバに交代し、その後は境界が一次関数的に上昇する。これは風背度が増大すると、森林の成立を阻害する強風や着氷などのストレスが緩和され、雪圧に耐性のある樹木であれば優占できることを意味するだろう。またこの図より、裸地と高山草原が優占する標高帯は存在せず、これらの植生の分布は標高ではなく、立地する場所の形状によって支配されることが分かる。

木曾山脈の森林限界付近の相観植生は、標高と風背度の2指標で大枠が記述された。この2指標は気温と積雪の量を間接的に表しており、2指標を同時に比較することで、各植生の成立に関して最も支配的な要因を評価できた。

キーワード：垂直分布、森林限界、高山植生、地生態学、GIS、木曾山脈

Keywords: Vertical distribution, Timberline, Alpine vegetation, Geoecology, GIS, Kiso Range

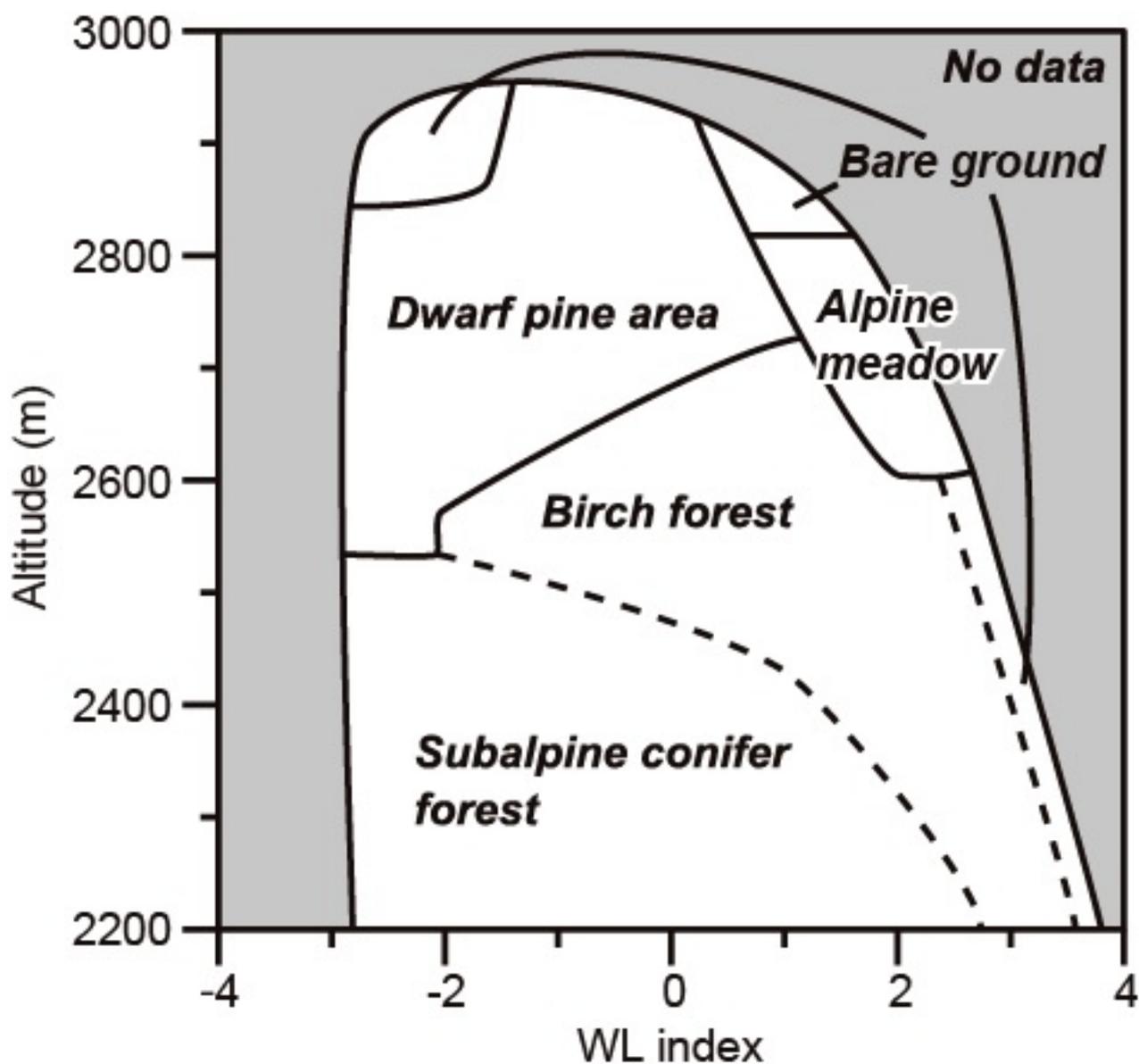


Fig.1: Altitude and the wind-leeward (WL) index in the Kiso Range classified by the dominant vegetation.

## 上高地・槍・穂高地域における気温の鉛直構造

## Vertical distribution of air temperature in the Kamikochi region

\*黒雲 勇希<sup>1</sup>、佐々木 明彦<sup>1</sup>、鈴木 啓助<sup>1</sup>\*Yuki Kurokumo<sup>1</sup>, Akihiko SASAKI<sup>1</sup>, Keisuke Suzuki<sup>1</sup>

## 1.信州大学理学部

1.Department of Environmental Sciences, Faculty of Science, Shinshu University

大気現象は気温、日射量、湿度などの様々な要素から成り立っており、これらは空間的に多様な変動を示し、山岳地域では標高の高さや複雑な地形のために局地的な大気現象が生じやすい。また、気象要素はフィールドにおける諸現象の制御要因であるため、山岳地域の気象を理解することは様々な研究分野への応用や資源管理、防災などの観点から重要である。しかしながら、山岳地域ではアクセスの困難さや観測機器の設置の難しさのため、観測は未だ不足している。そこで本研究では、北アルプス南部の上高地・槍・穂高地域における観測から気温の鉛直構造および気象特性を明らかにすることを目的とした。

対象地域では1月が最寒月、8月が最暖月であり、月平均比湿も1月に最小、8月に最大となった。日積算日射量は12月に最小、5月に最大となり、月平均気温日較差との間に正の相関が見られた。また、気温日較差は標高の増加とともに小さくなる傾向を示した。気温逆転の発生日数は、晴天日の多い春季および秋季に多く、降水日の割合が増加する夏季および冬季に減少した。一方、日最大逆転温度は日没から日出までの時間が長い冬季に大きくなり、夜間が短くなる夏季には小さくなる傾向を示し、冷気湖の継続時間も冬季に増加した。強い逆転の出現は上高地・槍・穂高地域が移動性高気圧に覆われた日に多く、南高北低型の気圧配置となった日にはあまり見られなかった。月平均気温逓減率は月平均相対湿度および月平均比湿と負の相関を示し、春季に最大、秋季に最小となる年周期の変動パターンをとった。対象地域が移動性高気圧に覆われた日や、晴天日には日中の相対湿度低下に伴い気温逓減率が增大したが、秋季には移動性高気圧に伴う沈降性逆転の影響を受け、晴天日の気温逓減率が減少した。また、本研究で得られた地表付近の気温逓減率を自由大気の大気逓減率と比較し、前者は後者に比べ変動幅が大きく、標準大気の大気逓減率を地表付近の気温推定に用いるのは不適當であるという結論を得た。

キーワード：気温逆転、冷気湖、気温低減率

Keywords: temperature inversion, cold air pool, temperature lapse rate

## 乗鞍岳東斜面における雪面の熱収支解析

## Heat balance analysis for the snow surface in the Norikura highland

\*西村 基志<sup>1</sup>、鈴木 啓助<sup>1</sup>\*Motoshi Nishimura<sup>1</sup>, Keisuke Suzuki<sup>1</sup>

1.信州大学理学部

1.Department of Environmental Sciences, Faculty of Science, Shinshu University

融雪水は時により土壌へ大量の水分を供給するため、斜面崩壊などを引き起こす可能性がある。また、積雪はアルベドが高く地表面に届く大気放射を反射するため、気温の上昇を緩和するともいわれている。そのため、自然災害の危険を予知したり、大気環境へ与える影響を予測するためにも、積雪表面の融解量およびその融解過程を明らかにすることは重要である。雪面における表面融解量の推定には日平均気温を用いる degree-day法がこれまで広く用いられてきた。しかし、融解量の時間変化や詳細な空間分布を議論しようとする場合には degree-day法では困難である。そこで本研究では乗鞍岳東斜面における気象観測データを用いて熱収支解析を行い、積雪表面での融解量および融解過程を検討した。

乗鞍岳東斜面の標高1590 m地点で気象観測を行い、観測地点での平坦な雪面に対し、熱収支解析を行った。観測データは気温、短波放射、長波放射、湿度、降水量、気圧、風速、積雪深である。熱収支解析には熱収支法を、乱流輸送量の計算にはバルク法を用いた。熱輸送量は雪面に向かう下向きの方を正とした。データの解析は2011年から2014年までの積雪期間について行った。

この地点では150 - 180 cmの最大積雪深が観測される。また、この観測地点における積雪期間の平均風速は0.8 - 1.0 m/s程度であり、積雪期間の平均気温は-3.7 °Cであった。熱収支解析の結果によると、放射収支に由来する熱量が融雪に最も大きく寄与しており、その割合は総融解熱量に対し110%程度であった。また、顕熱輸送量が14%の割合を占め、次いで大きかった。一方、潜熱輸送量は負の方向（上向き）に大きく寄与していた。放射収支量の寄与の割合が大きいのは乱流輸送量が少ないためであると考えられ、観測地点における積雪期間の平均風速が0.8-1.0 m/sと弱いことが乱流輸送量を小さくし、さらに、積雪期間の平均気温が-3.7 °Cと低いことも顕熱輸送量を小さくしている要因であると考えられる。

キーワード：熱収支解析、融雪、乗鞍高原

Keywords: heat balance analysis, snowmelt, Norikura highland

## 諏訪湖における湖陸風の形成条件

## Meteorological conditions of the lake and land breeze in the lake Suwa

戸矢崎 凌<sup>1</sup>、\*鈴木 啓助<sup>1</sup>Ryo Toyasaki<sup>1</sup>, \*Keisuke Suzuki<sup>1</sup>

## 1.信州大学理学部

1.Department of Environmental Sciences, Faculty of Science, Shinshu University

これまでの湖陸風の研究は、夏季を対象としたものが多く、通年を対象とした研究は少ない。そこで、長野県中部に位置する諏訪湖（湖面標高：759 m）を研究対象地域として、湖陸風が周囲の小気候に及ぼす影響について検討した。また、諏訪湖は冬季に結氷することで知られており、結氷による周辺地域への影響の解析も行った。研究対象期間は、2012年から2014年までの3年間である。諏訪湖東岸の諏訪特別地域気象観測所や諏訪合同庁舎で西寄りの風が吹走していた時を湖風とした。また、東寄りに吹く風を陸風とした。また結氷による周辺地域への影響を調べるために、釜口水門から見て湖面の8割以上が氷に覆われていた日を結氷日とし、結氷日と不結氷日との気温や風速の違いについて検討した。

湖陸風の季節的特性として、陸風は冬季に、湖風は夏季に発生頻度が高くなっていた。これは、冬季に気温が低下することで気温と水温の差が大きな負の値になることに起因すると考えられる。一方、夏季の湖風の増加は、陸風とは逆のプロセスによるものと考えられる。陸風及び湖風と各気象要素との関係では、「陸風」と「気温と水温の差」、「陸風」と「晴天時間」、「湖風」と「気温と水温の差」の間に有意な相関が見られた。陸風と晴天時間との間の良好な相関は、夜間の晴天時間の増加による放射冷却効果により、陸風が発生しやすくなったためであると考えられる。晴天日に諏訪湖東岸で西風が吹く時には比湿が上昇し、東風が吹くと比湿が低下した。

2012年と2013年は結氷日数が多く2014年は相対的に少ない。これは、2012年及び2013年は、平均風速が小さく平均気温も低かったためである。

キーワード：湖陸風、諏訪湖

Keywords: lake and land breeze, lake Suwa

## 白馬岳高山帯の地表環境に現れる山火事の影響の長期モニタリング

Long-term Monitoring of Geo-environment on Post-fire alpine slopes of Mount Shirouma-dake, northern Japanese Alps

\*佐々木 明彦<sup>1</sup>、苅谷 愛彦<sup>2</sup>、鈴木 啓助<sup>1</sup>

\*Akihiko SASAKI<sup>1</sup>, Yoshihiko KARIYA<sup>2</sup>, Keisuke SUZUKI<sup>1</sup>

1.信州大学理学部、2.専修大学文学部

1.Faculty of Science, Shinshu University, 2.School of Letters, Senshu University

2009年5月9日に白馬岳の高山帯において発生した山火事から6年が経過した。山火事を契機とした大規模な土砂移動は生じていないことがこれまでに確認されているが、山火事によって葉が焼失したハイマツ群落では、今後ハイマツが枯死し、根が抜けるなどの変化が生じる場合に新たな土砂移動のプロセスが始まる可能性がある。そのため、地形の変化を引き続きモニタリングしていく必要があると考え、目視による地形観察、地温観測を実施した結果、新たな土砂移動の兆候が認められた。

山火事跡地の詳細な地形図を基図として、延焼域及びその周辺の斜面に立ち入り、目視観察を主たる方法として、地表の状況を記載した。また、山火事によって焼失したハイマツ群落と、その直近のハイマツ非焼失群落に、それぞれ温度計を設置し、山火事による斜面環境の変化を観測した。温度センサーは、リター内、1cm深、10cm深、40cm深に埋設した。また、両群落の周囲にみられる草本群落にも温度センサーを埋設した。

ハイマツの焼失と地形変化との関連に関して、次の観察事実を得た。2012年までの3年間の観察では、地表流による侵食などの地形変化は生じていなかったが、2013年には、ノッチ状地形の底の基部が侵食を受けて、ノッチは後退した。しかし、2014年および2015年にはノッチの状態は変化していない。また、焼失ハイマツ群落の林床では、表面の砂礫が移動し、流水の痕跡も認められた。焼失ハイマツ群落の林床のリターの厚さは、2011年にはおおむね4cmであったが、2012年には2cmとなり、2013年と2014年には場所によっては0.5cm程度になった。2015年秋季の観察でも、リターの分解は著しく進み、流水の作用によるリターの流出も相まって、土層表面の露出範囲が拡大していることが確認された。

夏季には非焼失ハイマツ群落に比べ焼失ハイマツ群落における地温が高くなり、それは1cm深で最も顕著であることが明らかとなった。夏季の1cm深地温は2010年と2011年は同傾向であったが、2012年以降は年々高くなっている。また、2009年や2010年では、10月～11月の凍結移行期に1cm深での日周期の凍結融解は生じなかった。しかしその後、2011年の10月～11月には、非焼失ハイマツ群落の1cm深では日周期の凍結融解は生じないものの、焼失ハイマツ群落では13回の日周期の凍結融解が生じた。2012年および2014年の10月～11月も同様に、焼失ハイマツ群落でのみ日周期の凍結融解が10回以上生じた。また、2010年と2011年の融解進行期には日周期の凍結融解は生じなかったが、2012年以降の融解進行期にはそれぞれ20回ほどの日周期の凍結融解が生じた。ノッチの侵食やリターの流出には、本地域でたびたび生じてきた夏季の豪雨が関与したと考えられるが、焼失ハイマツ群落の林床でみられる砂礫の移動には凍結融解作用の強化が関与し多可能性が考えられる。山火事後にハイマツの焼失によってリターの供給が途絶え、それまでに林床に存在したリターは流水で流出するほか、夏季地温の上昇に伴う乾燥化に起因して分解が進行し、その厚さを減じたために、焼失ハイマツ群落の土層は凍結融解による物質移動の影響を受け始めたと思われる。

キーワード：山火事、高山帯、ハイマツ、斜面侵食、地温変化、白馬岳

Keywords: Fire, Alpine zone, Pinus pumila, Slope erosion, Ground temperature variation, Shirouma-dake

## 北アルプスの氷河・雪渓が形成される環境条件

## Geomorphological conditions of glacier and snow patch in the Northern Japanese Alps

\*山本 遼平<sup>1</sup>、奈良間 千之<sup>2</sup>、福井 幸太郎<sup>3</sup>

\*Ryohei Yamamoto<sup>1</sup>, Chiyuki Narama<sup>2</sup>, Kotaro FUKUI<sup>3</sup>

1.新潟大学大学院自然科学研究科、2.新潟大学理学部自然環境科学科、3.立山カルデラ砂防博物館

1.Niigata University, Environmental Science and Technology, 2.Niigata University, Department of Environmental Science, 3.Tateyama Caldera Sabo Museum

北アルプス北部の立山連峰では、御前沢氷河、三ノ窓氷河、小窓氷河の3つ氷河の存在が確認されている。立山連峰にだけ存在する氷河の年間質量収支や環境条件を調べるため、現地調査と衛星画像解析を実施した。冠雪の2日前の2015年10月9日に型セスナ機からの空撮を実施し、御前沢氷河、三ノ窓氷河、小窓氷河の10cm DEMを作成した。同時期に御前沢氷河前面でGNSSによるキネマティック測量により得られた氷河表面高度と作成したDEMを比較した結果、DEMの氷河全体の平均鉛直誤差は $-40\text{cm} \pm 10\text{cm}$ であった。2015年10月の融雪期末期における御前沢氷河の末端高度は2502m、面積は $0.112\text{km}^2$ であった。三ノ窓氷河の氷河末端高度は1698m、面積は $0.154\text{km}^2$ で、小窓氷河の末端高度は1870m、面積は $0.167\text{km}^2$ であった。氷河の環境条件を知るために、衛星画像と国土地理院の解像度10m DEMを用いて、北アルプス立山連峰の集水域にわけ、雪の涵養・消耗に関連する地形的要素を集水域ごとに比較をした。比較をした結果、氷河が存在する集水域は、集水域面積に対し雪氷体が占める割合が高かった。また、小窓氷河、三ノ窓氷河は起伏量が大きく日射量が少ない傾向にあり、御前沢氷河はその他立山連峰の集水域と比較して標高値が高く、雪が溜まる地形が発達していた。このことから、現存する氷河は特殊な環境条件にあると考えられ、今後、決定木法を用いて詳細な地形分類をおこなう。

キーワード：氷河、雪渓、質量収支、SfM(Structure from Motion)

Keywords: glacier, snow patch, mass balance, SfM

## 新潟県柏崎市北部における小規模地すべり群に関する研究

## Research on Small-scale Landslides group in Northern part of Kashiwazaki City

\*佐藤 紫乃<sup>1</sup>、奈良間 千之<sup>2</sup>

\*Shino Satoh<sup>1</sup>, Chiyuki Narama<sup>2</sup>

1.新潟大学大学院自然科学研究科、2.新潟大学理学部自然環境科学科

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

新潟県には全国でも最も多くの地すべり地が存在し、特に中越地方はその分布・発生が顕著である。この地域では、2004年新潟県中越地震と2007年新潟県中越沖地震により、地すべりが多くの箇所で発生した。本研究地域の柏崎市西山町は丘陵地に小規模な地すべりが多数分布しており、2007年中越沖地震での地すべりが生じ、2013年には降雨を起因とする死者1名を巻き込む地すべり事故が起きている。しかし、この地域での小規模地すべりの詳細な分布と最近の挙動は明らかでない。そこで、本研究では、柏崎市北部の丘陵地を対象に、滑落崖の高さが数m、堆積域の規模が数m~十数mという小規模地すべり群を対象に、現地調査と衛星画像解析から地すべり地のマッピングと近年の挙動把握を明らかにすることを目的とする。これまで実施した調査では、現地調査と航空レーザー測量データの微地形判読で多くの地すべり地形や亀裂を確認し、ALOS-2/PALSAR-2を用いた差分干渉SAR解析にも取り組んだのでその結果を報告する。

キーワード：地すべり、航空レーザー測量データ、差分干渉SAR解析

Keywords: Landslide, Airborne LIDAR Data, DinSAR

## 北アルプス・白馬大雪渓における落石分布と地形変化

The distribution of rockfall and topographical change in Shirouma Daisekkei, the Northern Japanese Alps

\*畠 瞳美<sup>1</sup>、奈良間 千之<sup>2</sup>、福井 幸太郎<sup>3</sup>

\*Hitomi Hata<sup>1</sup>, Chiyuki Narama<sup>2</sup>, Kotaro FUKUI<sup>3</sup>

1.新潟大学大学院自然科学研究科、2.新潟大学理学部自然環境科学科、3.立山カルデラ砂防博物館

1.Graduate School of Science and Technology, Niigata University, 2.Department of Environmental Science, Niigata University, 3.Tateyama Caldera Sabo Museum

北アルプス北東部に位置する白馬大雪渓は日本三大雪渓の一つで、夏季には毎年1万人以上の登山者が通過する日本屈指の登山ルートである。白馬大雪渓上では岩壁の落石や崩落で生産される岩屑により毎年のように登山事故が起こっている。2005年8月に杓子岳北面の岩壁で崩落が生じ、2名の死傷者がでた。2008年8月には大雪渓の左岸斜面で崩落が発生し、登山者2名が犠牲になっている（苅谷ほか、2008）。白馬大雪渓での落石事故は、1992～2013年で起きた滑落事故を除く登山事故件数が日本の山地で最多であるが、落石の地形場や分布などはまだ明らかでない。そこで本研究では、落石・崩落の実態や大雪渓周辺の地形変化を明らかにすることを目的として、2014～2015年に現地調査を実施した。雪渓脇に設置したインターバルカメラ撮像の結果から、2014年の落石生産の多くは雪渓内部に埋没していた礫の雪面低下による融出が多くを占めていた。一方、2015年は岩壁周辺から6月以降にもたらされたものが多く、2015年9月末には570個の礫の分布を確認した。2015年の大雪渓上の礫の分布には偏りがみられ、その多くは上流部左岸、中流部右岸、下流部右岸に集中していた。また、大雪渓上で6種類の礫を確認し、その礫の分布は本調査地域の局地的な地質の違いを反映していた。

キーワード：落石、白馬大雪渓、地形変化

Keywords: rockfall, Shirouma-Daisekkei, topographical change

## 御坂山地西部，四尾連湖の発達史と地すべり変動

Development of Lake Shibile related to landslides in western part of Misaka Mountains, central Japan

\*鈴木 輝美<sup>1</sup>、苅谷 愛彦<sup>2</sup>

\*Terumi Suzuki<sup>1</sup>, Yoshihiko Kariya<sup>2</sup>

1. 専修大学大学院文学研究科、2. 専修大学

1. Graduate School of Senshu University, 2. Senshu University

山梨県御坂山地西部に位置する四尾連湖（湖面標高885 m，深度9.9 m）について，これまで演者らは地形・地質情報に基づきその成因と形成年代，発達過程を議論した（鈴木ほか2014 JpGU HDS29-P06；鈴木・苅谷2015 JpGU HDS25-P02）。その後の調査で新たに得た地形・地質情報や年代値から，四尾連湖を形成した地すべりの発生過程や，地すべり性湖沼の形成・消滅過程をさらに考察した。本大会では，これまでの議論と新たな成果を総合した四尾連湖の地形発達史について報告する。

現在の四尾連湖が成立する過程において，地すべりが重要な役割を演じてきたことが確認できた。この地域における地すべりの活動は，50 cal ka以降，繰り返されてきたと考えられる。地すべり性の地形変化により，地すべり性湖沼が成立してきた。実際，地すべり地内の数地点に湖成堆積物が分布しており，古湖沼の存在が示唆される。湖成堆積物の分布地点や分布高度から古湖沼は3つ存在していたと考えられる（古湖沼A, B, C）。これらの古湖沼は地すべり移動体にせき止められて形成されたと考えられる。湖成堆積物中の年代試料から得た<sup>14</sup>C年代値より，3つの古湖沼の形成は50~47 cal kaに完了したと考えられる。

特に，現在の四尾連湖に継承された原初的な四尾連湖は50 cal ka頃に最初に成立し，当時の四尾連湖は東西に長い湖水域を持っていたと考えられる。その後，この原初四尾連湖は二次地すべり活動（47 cal ka頃）によって湖水域に流入した地すべり移動体で分断され，古湖沼Aが成立した。また原初四尾連湖の形成とほぼ同時に，古湖沼Bと同Cも成立した。さらに，現四尾連湖の湖岸堆積物を解析したところ，3.5 cal ka以前には四尾連湖の湖面水位が約1 m低かったことも明らかとなった。このように，現四尾連湖は湖水域の変化を伴ったものの現在まで約50 kyにわたり存続してきたが，古湖沼A, B, Cは地形変化による排水や土砂流入により消失した。

山地域においては，地すべりによって湖沼が形成され，水域が変化しつつ，存続したり消失したりする。地すべり性湖沼の地形発達を湖成堆積物から読み取ることが可能であり，さらにそれによって過去の地すべり活動についても考察することができる。地すべり地内においては地すべり変動とそれに伴う湖沼の形成や地形発達は密接に関わっているものと考えられる。

キーワード：地すべり、せき止め湖沼、湖成堆積物、14C年代、後期更新世

Keywords: landslide, dammed lake, lacustrine deposit, 14C date, late Pleistocene

## 岳沢下部に発達する崩壊性大型ローブ状地形の地形・地質的特徴と成因

Geomorphological and geological characteristics and origin of landslide lobes in the Dakesawa basin, the Kamikochi Valley of Japanese Alps

\*木田 千鶴<sup>1</sup>、苅谷 愛彦<sup>2</sup>、高岡 貞夫<sup>2</sup>、島津 弘<sup>3</sup>

\*Chizuru Kida<sup>1</sup>, Yoshihiko Kariya<sup>2</sup>, Sadao Takaoka<sup>2</sup>, Hiroshi Shimazu<sup>3</sup>

1.専修大学大学院、2.専修大学、3.立正大学

1.Graduate School of Senshu Univ., 2.Senshu Univ., 3.Rissho Univ.

北アルプス・上高地（標高1500 m）では、細密数値地形データの解析に基づき深層崩壊や岩盤の重力変形が随所に発達することが指摘されはじめた。しかし全事例について詳細な検討がなされているわけではない。本研究では西穂高岳南方の岳沢に発達する深層崩壊起源の岩塊集積地形について、現地踏査を基礎として、その地形・地質の特性を検討した。

対象とした岩塊集積地形（DLB；270 m×380 m， $6.5\times 10^5$  m<sup>2</sup>）は、岳沢・梓川合流点よりやや上流側の岳沢谷底（右岸）に分布する。DLBの中心部を横断するチャンネル状凹地（枯れ谷）を境として、DLBは高位DLB（DLB-h）と低位DLB（DLB-l）に細分される。DLBは花崗岩と花崗閃緑岩の巨大角礫が礫支持で累重し、他の礫種は全く含まない。層厚は4 m以上である。表土は未発達である。またDLBは岳沢谷底に発達する現成ないし近過去の沖積錐に覆われる。一方、チャンネル状凹地は中礫以下の河川碎屑物に埋積される。腐植の年代から、碎屑物の堆積は180-120 cal BP以前に始まったとみられる。DLB背後の岳沢右岸谷壁上部には楔状の急な谷頭が認められる。この楔状谷頭の上縁付近には同様の谷頭が他にも発達し、それらの谷頭を連ねるように水平方向に遷急線が続く。遷急線の高位側には多数の線状凹地や低崖を伴う花崗岩及び花崗閃緑岩の平滑斜面が展開する。この平滑斜面は西方の西穂山荘付近まで連続する。

以上の状況より、DLBの形成過程を推定した。1) 重力変形を受けた平滑斜面の末端で深層崩壊が発生し、楔状の急な谷頭が形成された。2) 崩壊物質は岳沢谷底に達してDLBを形成した。3) 地形的に不連続なDLB-h とDLB-lの存在は、崩壊が2回発生した可能性を示唆する。4) チャンネル状凹地は細粒物質に主に埋積されており、岳沢本流がDLBを越流していたとは考えにくい。水の涵養源として湧水が想定される。ただし湧水は後に枯渇してチャンネル状凹地は枯れ谷となった。5) チャンネル状凹地の埋積物の年代から、深層崩壊の発生時期は180-120 cal BP以前である。6) 体積からDLBは中規模崩壊に分類される。

岳沢では氷河地形や沖積錐に関する研究はあったが、本研究により深層崩壊による岩塊集積地形の存在が明らかになった。表土を欠くDLB上では針葉樹が卓越しており、周囲と異なる環境が特異的に生じているとみられる。

キーワード：岩盤崩壊、岩盤の重力変形、岩塊原、完新世

Keywords: Bedrock landslide, Deep-seated gravitational slope deformation, Block field, Holocene

## 深層崩壊と上高地の自然史

Large-scale bedrock landslide and the evolution of natural history in Kamikochi Valley,  
northern Japanese Alps

\*苅谷 愛彦<sup>1</sup>、松四 雄騎<sup>2</sup>、原山 智<sup>3</sup>、高岡 貞夫<sup>1</sup>、木田 千鶴<sup>4</sup>、松崎 浩之<sup>5</sup>

\*Yoshihiko Kariya<sup>1</sup>, Yuki Matsushi<sup>2</sup>, Satoru Harayama<sup>3</sup>, Sadao Takaoka<sup>1</sup>, Chizuru Kida<sup>4</sup>, Hiroyuki Matsuzaki<sup>5</sup>

1.専修大学、2.京都大学、3.信州大学、4.専修大学・院、5.東京大学

1.Senshu University, 2.Kyoto University, 3.Shinshu University, 4.Graduate School of Senshu University, 5.University of Tokyo

上高地は氷河性の谷や圈谷，周氷河性の岩屑被覆斜面，河川性の氾濫原のほかに高山帯－亜高山帯の植生連続帯からなる圧倒的な景観によって構成される。このため，この景勝地には多くの登山者や観光客が訪れる。上高地でなされた第四紀地形学・地質学的研究は過去数十年間に大きく進展してきた。これまでの研究では第四紀の氷河作用や周氷河作用が強調されてきたが，上高地は火山・地震性の活動環境下にあるにもかかわらず地すべり作用の役割については必ずしも焦点が合わせられてこなかった。筆者らの最近の地形学的再評価によれば，岩盤の重力変形に関連した大規模岩盤地すべりは上高地における景観（地形と植生）の発達に影響を及ぼす要因であることが判明してきた。

たとえば，弁天沢岩石なだれと明神池岩石なだれは，堰き止め性の湖沼や氾濫原をもたらした河道閉塞を起こしてきた。岳沢岩石なだれは岩塊流のように表層土壌を欠いた岩塊原を形成した。玄文沢岩石なだれは5-10 mの高さを持つ多数の流れ山を形成した。

地すべり堆積物は，地すべり地以外の場所とは異なる特有の自然環境を醸成してきており，これが多様性に富むユニークな景観の形成をもたらしてきた。筆者らは，上高地の大規模岩盤地すべりをとらえた編年表や地形学図，斜め空中写真を提示する予定である。

キーワード：大規模岩盤地すべり、自然史、景観形成、最終氷期、完新世

Keywords: Large-scale bedrock landslide, Natural history, Landscape evolution, Last Glacial ,  
Holocene