

## アンナプルナ・ラムジュン峰の氷河雪崩によるマディ川の洪水 The Madi River flood events due to glacial-ice avalanches from Mt. Lamjung, Annapurna

小森 次郎<sup>1\*</sup>; ダンゴル ビシュヌ<sup>2</sup>  
KOMORI, Jiro<sup>1\*</sup>; DANGOL, Vishnu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 帝京平成大学, <sup>2</sup> トリブバン大学  
<sup>1</sup>Teikyo Heisei University, <sup>2</sup>Tribhuvan University

2003年、ネパール中部ポカラの北西のマディ川で洪水が発生した。この洪水はアンナプルナ山塊の氷河域を源としており、ネパールで発生した最新の氷河湖決壊洪水イベントとして記録されている（例えば国際総合山岳開発センター, 2012）。しかし、衛星画像を見ると氷河湖が存在しない。いっぽう、その東隣の谷にはラムジュン峰（6983m）に載る氷河から続く崩壊の痕跡が認められる。筆者らは複数の衛星画像の判読と現地からの状況から、2003年の洪水は氷河から崩れ落ちた氷雪崩が原因であると判断した。

発表では、この谷で繰り返し発生している洪水の原因と今後の危険性について報告する。また更に、アジアの湿潤変動地域の災害の一つとして懸念されているモレーンダム湖からの氷河湖決壊洪水の発生頻度は増加する可能性は低く、今後は本発表でとりあげた氷雪崩の他、岩屑被覆型氷河内の水塊からの異常出水にも注視が必要であることを報告する。

キーワード: 氷河末端崩壊, 氷河湖決壊洪水, 地球温暖化, 衛星画像, ネパール, ヒマラヤ山脈  
Keywords: glacier snout calving, GLOF, global warming, satellite image, Nepal, Himalaya Mountains

## 山梨県早川町の七面山崩壊による平安時代後期の堰き止め湖沼堆積物 Dammed-lake sediments caused by the Shichimen-zan landslide in the late Heian period, Southern Japanese Alps

荻谷 愛彦<sup>1\*</sup>  
KARIYA, Yoshihiko<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 専修大学  
<sup>1</sup> Senshu University

南アルプス東部の七面山崩壊地は、七面山（山梨県早川町；山頂は北緯 35.3704 度, 東経 138.3504 度, 標高 1983 m）の東面に生じた広大な岩盤地すべり地である。崩壊地の周辺には岩盤の重力変形を示す地層の変形・切断や、それらの地表表現である線状凹地が発達する（千木良 1995 「風化と崩壊」）。七面山崩壊地は糸魚川-静岡構造線に沿っており、地質はおおむね西に傾く四万十帯瀬戸川層群の堆積岩類からなる。古文書の解読により、七面山崩壊は AD 1600 年代にはすでに存在していたとされる（永井・中村 2000 地すべり学会誌）が、崩壊の開始時期や発達過程に関する情報はきわめて少ない。

演者は七面山の崩壊によると考えられる本流（富士川水系春木川）の堰き止め湖沼堆積物を見いだした。この湖沼堆積物は七面山崩壊地と本流との合流点（標高約 645 m 前後）より、本流をやや遡上した右岸側（標高約 670 m）にわずかに露出する。下限は現河床下にあるため層厚は不明であるが、数 10 cm 以上ある。同堆積物は主にシルト・砂からなり、多数の大型植物遺体を含む。また厚さ 4 m 前後の支流性土石流堆積物（3 ユニット）に不整合で覆われる。そこで、立木のまま埋没した湖沼堆積物中の直立樹幹 2 本について、それぞれ最外部分を微量採取して <sup>14</sup>C 年代を測定した。また上位の土石流堆積物のうち湖沼堆積物を覆う最下位のユニット中の木片も年代測定した。この結果、直立樹幹から cal AD 1057-1075・1153-1225・1231-1245 と cal AD 1034-1164 を、土石流堆積物中の木片から cal AD 1438-1514・1598-1618 を得た（2σ）。

これらの年代や堆積物の分布、地形の状況からみて、直立樹幹が枯死したのは AD 1055-1160 頃であり、少なくともその期間に堰き止め湖沼が存在したと考えられる。この時代かそれ以前に、堰き止め湖を形成する程度の崩壊物質を生産する大規模な崩壊が七面山東面で生じた可能性がある。また湖沼が消滅した後、AD 1440-1620 ころに春木川右岸の支谷で土石流が起きたとみられる。これらの崩壊や土石流が何を誘因としたのかは不明であるが、前者については AD 1096（永長元年）に南海・駿河トラフを震源として発生した巨大地震（推定  $M = 8.0-8.5$ ）が有力な候補のひとつである。

キーワード: 深層崩壊, 地すべりダム, 大型植物遺体, 14C 年代, 永長地震

Keywords: Large-scale bedrock landslide, Landslide dam, Plant macro fossils, 14C age, Eicho earthquake

北アルプス上高地, 長堀尾根の二重山稜間の線状凹地を埋積する堆積物の層相と年代  
Lithology and age of sediments accumulated in linear depressions on the Nagakabe Ridge in Kamikochi, Japanese Alps

小嶋 智<sup>1\*</sup>; 永田 秀尚<sup>2</sup>; 長谷川 勝幸<sup>1</sup>; 岩本 直也<sup>1</sup>; 小村 慶太郎<sup>3</sup>; 金田 平太郎<sup>3</sup>; 大谷 具幸<sup>1</sup>  
KOJIMA, Satoru<sup>1\*</sup>; NAGATA, Hidehisa<sup>2</sup>; HASEGAWA, Yoshiyuki<sup>1</sup>; IWAMOTO, Naoya<sup>1</sup>; KOMURA, Keitaro<sup>3</sup>;  
KANEDA, Heitaro<sup>3</sup>; OHTANI, Tomoyuki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 岐阜大学工学部社会基盤工学科, <sup>2</sup> (有) 風水土, <sup>3</sup> 千葉大学大学院理学部地球科学科

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering, Gifu University, <sup>2</sup>Fusuido, Ltd., <sup>3</sup>Department of Earth Sciences, Chiba University

北アルプス南部, 上高地北東の徳沢から蝶ヶ岳に至る長堀尾根上には多くの二重山稜地形があり, その多くは山体重力変形地形であると解釈される. これらの地形の発達過程を明らかにするために, 二重山稜間の線状凹地を埋積する堆積物をハンドオーガーボーリングにより掘削し, 層相の記載と年代の推定を行なった. 主たる掘削地点は, 登山道沿いの標高約 2000m の A 地点と約 2050m の B 地点で, 長堀尾根下部の樹林帯に位置する. 両地点とも多重山稜地形をなし, その間には凹地あるいは堆積物で埋積された平坦面が認められ, ボーリング掘削は堆積物が最も厚いと推定される平坦面で行い, A, B 両地点で長さ 80?160cm の計 9 本のコアを得た. 得られたコアの層相は, 腐植土・有機質泥層からなる上部層と黄褐色シルト層 (一部礫質) からなる下部層, およびそれらに挟まれる灰色泥?シルト層からなる点で概ね共通しているが, それぞれの層の厚さは掘削地点により異なる. A, B 両地点で掘削されたそれぞれ 1 本のコアについて, テフラ分析を行なった. 粒径 62-200 マイクロメートルのフラクションの組成は, 碎屑粒子, 植物片, 火山起源と思われる自形性結晶, 火山ガラスなどからなる. 火山ガラスはバブルウォール型とパミス型が混在しているが, バブルウォール型火山ガラスは A 地点の長さ 160cm のコアでは深度 87-92cm 付近から, B 地点の長さ 150cm コアでは深度 62-72cm 付近から出現する. これらの火山ガラスの屈折率は 1.510 付近に集中し, 鬼界アカホヤテフラの屈折率と一致する. 含まれる植物遺体については, 現在, 放射性炭素同位体年代を測定中で, 発表では報告できる予定である.

キーワード: 山体重力変形地形, 二重山稜, 長堀尾根, 上高地

Keywords: deep seated gravitational slope deformation, double ridge, Nagakabe ridge, Kamikochi

## 逆向き小急崖形成因の山体釣鐘形状度からの予察的検討 Preliminary study on formative factor of uphill facing scarplets based on bell-shape index of high relief mountains

八木 浩司<sup>1\*</sup>; 林 一成<sup>2</sup>

YAGI, Hiroshi<sup>1\*</sup>; HAYASHI, Kazunari<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 山形大学地域教育文化学部, <sup>2</sup> 奥山ボーリング株式会社

<sup>1</sup>Fac. Art, Science & Education, Yamagata Univ., <sup>2</sup>Okuyama Boring Co.Ltd.

二重山稜逆向き小急崖は、重力性山体変形の予兆的示標として注目されてきた。しかし、横ずれ活断層周辺では、断層線が山地内を横切る際に、逆向き小急崖を多数形成することがある。周辺で明瞭な横ずれ変形が認められないような、最近の活動度が弱いと思われるような断層近隣では、それらが重力性の山体変形なのか、構造応力に伴って形成されたものかの区別が付きにくい。昨年、報告者らは、重力性山体クリープ変形の起こり易い山体形を、山体釣鐘形状度で表すことを提唱した(八木ほか,2014)。本報告では、跡津川断層やそれに並行する活断層が存在する飛騨山脈北部について、山体釣鐘形状度を算出し、形状的に重力性山体変形の起こりやすい山体と、形状的には重力性山体変形が起こりにくいにもかかわらず、逆向き小急崖が存在する山体を抜き出した。そして両者の間の地形的差や断層との位置関係を検討し、瘦せた尾根にも逆向き小急崖が形成される場の条件を検討する。

キーワード: 重力性山体変形, 山体釣鐘形状度, 飛騨山脈北部, 横ずれ活断層

Keywords: gravitational deformation, bell-shape index, high relief mountain, strike slip active fault

## 雪上を長距離移動したランドスライド：富山県片貝川上流大明神沢崩壊 Long-traveling landslide on snow: a case of Daimyojin-sawa, upper course of Katakaigawa River, Toyama Prefecture, Japan

永田 秀尚<sup>1\*</sup>; 日野 康久<sup>2</sup>; 柏木 健司<sup>3</sup>  
NAGATA, Hidehisa<sup>1\*</sup>; HINO, Yasuhisa<sup>2</sup>; KASHIWAGI, Kenji<sup>3</sup>

<sup>1</sup>(有)風水土,<sup>2</sup>(株)環境総合テクノス,<sup>3</sup>富山大・理  
<sup>1</sup>Fu Sui Do Co., Ltd., <sup>2</sup>KANSO Technos Co., Ltd., <sup>3</sup>Toyama Univ.

2012年春、富山県魚津市片貝川上流、大明神沢の稜線付近でランドスライドが発生した。雪上を長距離移動したランドスライドの一例として以下に記載する。

このランドスライドが確認されたのは2012年5月21日であるが、正確な発生日時は不明であるため、発生の誘因もよくわからない。ただし、確認前1ヶ月の期間中に大きな地震は観測されていない。4月下旬から5月上旬にかけて気温の高い日が続き、5月4日や5月6日には降水も観測されていることから、この時期の、融雪をともなう降雨に起因する現象であった可能性がある。登山道もない非常に急峻な山中であるため、発生域の調査はおこなわれていないが、撮影された写真によれば、大明神沢源頭部の尾根直下(標高1,970m付近)を発生域とする岩盤崩壊で、その規模は幅65m、長さ160m程度(いずれも概測)、推定される体積は100,000m<sup>3</sup>程度である。発生域の地質はジュラ紀の船津花崗岩類に属する花崗岩ないし花崗閃緑岩である。

大明神沢源頭部の平均傾斜は35°あり、崩壊土砂は高速で積雪上を流下した。2012年6月、10月に実施した標高1,250mまでの調査では、雪溪の上に0.2~0.5mの厚さで薄く岩屑が広がっている状況であった。この状況は標高990mの末端まで変わらない。末端は砂防ダムによって停止させられているが、砂防ダムを乗り越えた土砂量はわずかであることから、自然の状態であっても停止位置はあまり変わらないであろう。砂防ダムの上流にある谷の大きな屈曲部が移動速度の減少に大きな役割を果たしたのと考えられる。移動距離は水平に約2.4km、この間の標高差は980mであるから、等価摩擦係数(H/L)は0.41となる。

雪上を滑走するランドスライドには、土石流、雪と岩屑の混合物のスライド、落石といったさまざまな運動があり、それぞれに構成物質と流動特性が異なるものと思われる。

キーワード: ランドスライド, 長距離移動, 雪, 富山  
Keywords: landslide, long-travelling, snow, Toyama

ALOS-2/PALSAR-2 干渉画像を用いた 2014 年長野県北部の地震による地すべりの検出  
Detection of landslide triggered by 2014 North Nagano Prefecture earthquake using ALOS-2/PALSAR-2 InSAR image

佐藤 浩<sup>1\*</sup>; 中島 秀敏<sup>2</sup>  
SATO, Hiroshi, P.<sup>1\*</sup>; NAKAJIMA, Hidetoshi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 日本大学文理学部, <sup>2</sup> 国土交通省国土地理院地理地殻活動研究センター

<sup>1</sup>College of Humanities and Sciences, Nihon University, <sup>2</sup>Geography and Crustal Dynamics Research Center, Geospatial Information Authority of Japan

2014 年 10 月 2 日と 11 月 27 日に計測された HH 偏波の ALOS-2/PALSAR-2 データから SAR 干渉画像を生成し、地すべり地形分布図(防災科学技術研究所, 2000)と重ね合わせた。その結果、小松原ほか(2015)が報告した 2014 年長野県北部の地震による八方岩地すべりとかくれ沢地すべりの変動を判読するのは困難だった。しかし、判読によれば、清水山附近の地すべり地形が認定されていない斜面上で、微小な変動を伴う地すべりの生じた可能性のあることが示唆された。

謝辞

SAR 干渉画像の生成には防災科学技術研究所の小澤博士が開発したソフトウェア RINC 0.27 (小澤, 2014) を用いた。

参考文献

小澤拓, 2014, 防災科学技術研究所における InSAR 解析ツールの開発 (その 3), JPGU2014, STT59-  
防災科学技術研究所, 2000, 地すべり地形分布図データベース。

キーワード: 地震, 地すべり, SAR, ALOS-2, PALSAR-2

Keywords: earthquake, landslide, SAR, ALOS-2, PALSAR-2



## 日本列島における斜面崩壊発生と豪雨の再現期間との関係 Landslide occurrences and recurrence intervals of heavy rainfalls in Japan

齋藤 仁<sup>1\*</sup>; 松山 洋<sup>2</sup>; 内田 太郎<sup>3</sup>  
SAITO, Hitoshi<sup>1\*</sup>; MATSUYAMA, Hiroshi<sup>2</sup>; UCHIDA, Taro<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 関東学院大学 経済学部, <sup>2</sup> 首都大学東京 都市環境科学研究科, <sup>3</sup> 国土交通省 国土技術政策総合研究所 砂防研究室  
<sup>1</sup>College of Economics, Kanto Gakuin University, <sup>2</sup>Department of Geography, Tokyo Metropolitan University, <sup>3</sup>Erosion and Sediment Control Division, National Institute for Land and Infrastructure Management

湿润変動帯に位置する日本列島では、降雨に起因する斜面崩壊が頻繁に発生している。このような斜面崩壊の発生と雨量との関係は、解析雨量（レーダー・アメダス解析雨量、気象庁）を用いることで精度良く解析することが可能である。特に1988年から運用を開始した解析雨量は、25年以上のデータが蓄積し、水文統計的な解析も可能となってきた。そこで本研究では日本列島全域を対象として、解析雨量を用いて確率降雨データベースを整備するとともに、斜面崩壊の規模-頻度および降雨の再現期間との関係を解析した。用いたのは、降雨に起因した4,744件の斜面崩壊（Saito et al., 2014, *Geology*）である。本研究では、斜面崩壊が発生した降雨イベントについて雨量強度（mm/h）、累積雨量（mm）、土壌雨量指数を計算し、これらの再現期間をGumble分布（ジャックナイフ法）を用いて推定した。結果、規模が $10^3 \text{ m}^3$ 以下の斜面崩壊は、日本列島全域で再現期間10年以下の降雨イベントで発生していた。一方で、斜面崩壊の規模が大きくなると、その降雨の再現期間は増加し、 $10^6 \text{ m}^3$ 以上の斜面崩壊が発生した降雨の再現期間は100年以上であった。この結果は、降雨に起因した斜面崩壊の危険度評価において、確率降雨を用いることの有用性を示唆している。

Saito, H., Korup, O., Uchida, T., Hayashi, S., and Oguchi, T., 2014. Rainfall conditions, typhoon frequency, and contemporary landslide erosion in Japan. *Geology* 42, 999-1002.

キーワード: 斜面崩壊, 規模-頻度, 豪雨の再現期間, 解析雨量

Keywords: landslides, magnitude-frequency, recurrence intervals of heavy rainfalls, Radar-Raingauge Analyzed Precipitation

## 大規模土砂生産後の土砂流出について Prolonged Changes in Sediment Discharge after Large Sediment Yield Events

山城 健太<sup>1\*</sup>; 岡村 誠司<sup>1</sup>; 樋田 祥久<sup>1</sup>; 堀江 克也<sup>1</sup>; 松本 直樹<sup>2</sup>; 丹羽 諭<sup>2</sup>; 内田 太郎<sup>2</sup>; 蒲原 潤一<sup>2</sup>  
YAMASHIRO, Kenta<sup>1\*</sup>; OKAMURA, Seiji<sup>1</sup>; HIDA, Yoshihisa<sup>1</sup>; HORIE, Katsuya<sup>1</sup>; MATSUMOTO, Naoki<sup>2</sup>;  
NIWA, Satoshi<sup>2</sup>; UCHIDA, Taro<sup>2</sup>; KANBARA, Junichi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> いであ株式会社, <sup>2</sup> 国土技術政策総合研究所

<sup>1</sup>IDEA Consultants, <sup>2</sup>National Institute for Land and Infrastructure Management

現在に至るまで日本国内では多くの大規模土砂災害が起こっており、それらは地震や豪雨など自然事象に起因している。深層崩壊等による大規模土砂生産後の数年は流域土砂管理、大規模土砂災害への緊急的な対応の観点から重要な時期であり、昨今、大規模土砂生産後の土砂流出の実態の把握に関する研究が行われている。しかし、大規模土砂生産後に土砂流出が経年的にどのように変化するのか、また、それがどのような要因に支配されているかについては、明らかにされていない。

本論文では、深層崩壊等の大規模土砂災害が生じた特徴の異なる9つの流域を対象として大規模土砂生産後の土砂生産・土砂流出の経年変化の実態を整理し、土砂流出に影響を与える要因について分析した。

本研究では、斜面崩壊による生産土砂量を以下の2つの手法で算定した。

一つ目は、2時期の航空写真により、崩壊地判読を行い、崩壊地分布図を作成した。次に、崩壊地ごとにGuzzetti式を適用し、崩壊地面積から崩壊土砂量を推定し、崩壊土砂量を生産土砂量とすることで推定した。また、航空レーザ測量が実施されている流域については、崩壊地内の航空レーザ測量の2時期の差分値の平均値を崩壊深とし、崩壊面積に乗じて崩壊土砂量を推定した。

流出土砂量はダム堆砂量や砂防堰堤の堆砂量にウォッシュロードなどの堰堤を通過する微細土砂を付加した値を求めることで推定した。

推定した土砂量を経年的に整理し、大規模土砂生産後の影響量（流出土砂量）の変化を分析した。異なる流域を対象にして生産土砂量と流出土砂量の経年変化の実態を整理することで、大規模土砂生産後の土砂流出に影響を与える要因（地震、豪雨、雨量）について比較分析した。

キーワード: 深層崩壊, 流出土砂, 生産土砂

Keywords: sediment discharge, landslide, landslide dam



## 広島大規模土砂災害～沖積錐の都市化と被災の関係 Relations of urbanization and the suffering of the alluvion drill, on large debris disaster of Hiroshima

小林 浩<sup>1\*</sup>; 三浦 博之<sup>1</sup>; 秋山 幸秀<sup>1</sup>; 渋谷 研一<sup>1</sup>; 長野 英次<sup>1</sup>

KOBAYASHI, Hiroshi<sup>1\*</sup>; MIURA, Hiroyuki<sup>1</sup>; AKIYAMA, Yukihide<sup>1</sup>; SHIBUYA, Kennichi<sup>1</sup>; NAGANO, Eiji<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 朝日航洋株式会社

<sup>1</sup> Aero Asahi Corporation

平成 26 年 8 月 20 日未明に発生した広島市における大規模土砂災害では、平野部に近接する急峻な山地から同時多発的に多数の土石流が発生し、主に太田川下流部の谷沿いに面した山麓を縁取るように形成された緩斜面上の住宅地に氾濫して、大きな被害をもたらした。

広島地方は平地が少なく、中国地方特有の定高性のある山地が広がっている。平地には比高 300 m～700 m の急峻な山地が近接しており、山地から流下する数多くの谷の出口には傾斜が 3°～20° の緩斜面が形成されている。平地に乏しい広島郊外では、この緩斜面上が住宅用地として盛んに開発されつつある。

しかし、災害後に航空機搭載型レーザープロファイラによって作成した精密な地形モデルによれば、緩斜面の多くは段丘の発達がほとんどみられない極めて新鮮な堆積面から形成されている、沖積錐であることが明らかとなった。このことは、緩斜面上は現在も堆積作用が継続する場であり、土石流の流下及び堆積が頻繁に発生していることを示唆する。事実、砂防学会が作成した今回の災害での土石流の流下・堆積範囲は、おおむね傾斜が 3°～20° の範囲に重なり、また犠牲者の発生した場所の多くは、谷出口に近い傾斜 7° 以上の緩斜面上であった。また、土石流の流下区間の平均勾配が 10° 以上、土石流堆積区間が 3° 以上とされることも整合する。

広島地区においては、過去にも、平成 11 年 6 月 29 日に発生した大規模土砂災害などで、同様の地形場が開発された住宅地において大きな被害を受けている。そこで、基盤地図情報数値地形モデルを用いて、広島市周辺の傾斜が 3° 以上 20° 未満の領域を抽出した。その結果、市内の広範囲にわたって、沖積錐上や造成により形成された緩斜面上に、傾斜が 3° 以上 10° 未満、10° 以上 15° 未満、15° 以上の領域を抽出することができた。これらの領域に人口集中区域を重ねたところ、広島市郊外には土石流流下区間・土石流堆積区間に相当する傾斜を有する斜面上に、広く開発が進んでいることが改めて確認された。

キーワード: 土石流, 沖積錐, 都市化, 災害リスク

Keywords: debris flow, alluvial cone, urbanization, disaster risk