

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^{1*}; ダンゴル ビシュヌ²
KOMORI, Jiro^{1*}; DANGOL, Vishnu²

¹ 帝京平成大学, ² トリブバン大学
¹Teikyo Heisei University, ²Tribhuvan 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^{1*}

KARIYA, Yoshihiko^{1*}

¹ 専修大学

¹ 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 ¹⁴C 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^{1*}; 永田 秀尚²; 長谷川 勝幸¹; 岩本 直也¹; 小村 慶太郎³; 金田 平太郎³; 大谷 具幸¹
KOJIMA, Satoru^{1*}; NAGATA, Hidehisa²; HASEGAWA, Yoshiyuki¹; IWAMOTO, Naoya¹; KOMURA, Keitaro³;
KANEDA, Heitaro³; OHTANI, Tomoyuki¹

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

¹Department of Civil Engineering, Gifu University, ²Fusuido, Ltd., ³Department 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 scarples based on bell-shape index of high relief mountains

八木 浩司^{1*}; 林 一成²

YAGI, Hiroshi^{1*}; HAYASHI, Kazunari²

¹ 山形大学地域教育文化学部, ² 奥山ボーリング株式会社

¹Fac. Art, Science & Education, Yamagata Univ., ²Okuyama 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、重力性山体クリーブ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^{1*}; 日野 康久²; 柏木 健司³
NAGATA, Hidehisa^{1*}; HINO, Yasuhisa²; KASHIWAGI, Kenji³

¹(有)風水土,²(株)環境総合テクノス,³富山大・理
¹Fu Sui Do Co., Ltd., ²KANSO Technos Co., Ltd., ³Toyama 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100,000m³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ものと考えられる。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^{1*}; 中島 秀敏²
SATO, Hiroshi, P.^{1*}; NAKAJIMA, Hidetoshi²

¹ 日本大学文理学部, ² 国土交通省国土地理院地理地殻活動研究センター

¹College of Humanities and Sciences, Nihon University, ²Geography 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^{1*}; 松山 洋²; 内田 太郎³
SAITO, Hitoshi^{1*}; MATSUYAMA, Hiroshi²; UCHIDA, Taro³

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

湿潤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 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 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^{1*}; 岡村 誠司¹; 樋田 祥久¹; 堀江 克也¹; 松本 直樹²; 丹羽 諭²; 内田 太郎²; 蒲原 潤一²
YAMASHIRO, Kenta^{1*}; OKAMURA, Seiji¹; HIDA, Yoshihisa¹; HORIE, Katsuya¹; MATSUMOTO, Naoki²;
NIWA, Satoshi²; UCHIDA, Taro²; KANBARA, Junichi²

¹ いであ株式会社, ² 国土技術政策総合研究所

¹IDEA Consultants, ²National 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^{1*}; 三浦 博之¹; 秋山 幸秀¹; 渋谷 研一¹; 長野 英次¹

KOBAYASHI, Hiroshi^{1*}; MIURA, Hiroyuki¹; AKIYAMA, Yukihide¹; SHIBUYA, Kennichi¹; NAGANO, Eiji¹

¹ 朝日航洋株式会社

¹ 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、同様の地形場に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

隠岐島後の亀の原池地すべりに見られる小丘群の成因 Origin of hummock swarm developed in Kamenoharaike landslide of Oki Dogo, Shimane Prefecture

石橋 愛香^{1*}; 村上 久²; 横山 俊治¹
ISHIBASHI, Aika^{1*}; MURAKAMI, Hisashi²; YOKOYAMA, Shunji¹

¹ 高知大学, ² コスモ建設コンサルタント
¹ Kochi University, ² Cosmo Construction Consultants Co.Ltd

隠岐島後の南西部に位置する隠岐の島町都万地区では、複数の地すべりが存在している。しかも、それらの地すべりの運動様式はスプレッドという特異なものである可能性が高いことが判明した。本研究では、その一つの亀の原池地すべりの地形的特徴を報告する。なお、予察的調査では、亀の原池地すべり地では、上位層に硬質な重栖層の粗面岩・流紋岩があり、下位層には軟弱な流紋岩質凝灰岩からなる、二階建て構造（キャップロック構造）の存在を示唆している。

2.5万分の1の地形図「都万」と1万分の1の空中写真を用いて解析した。その結果を以下に述べる。亀の原池地すべりの移動体の地表面輪郭構造は非常に明瞭であり、滑落崖は約2.0kmで、末端までの長さは約2.5kmである。亀の原池地すべりは、末端部に向かって狭くなる逆三角形の形を呈している滑落崖は、東西と南西-北東に延びる2つの開口クラックによって3つに分断されている。これらの開口クラックのほかにも、滑落崖の北の山地には同方向の開口クラックの存在を示唆する凹地がほぼ平行に配列している。

一方、地すべり移動体内では、比高10~80m、長さ50~500m、幅20~200mの菱形、長円形、平行四辺形などの流れ山状の小丘が約30個分布している。これらの小丘の間には明瞭な谷や凹地が発達している。このような地形は、大八木(2003)がスプレッドとしている地すべりの特徴と酷似している。多くの小丘は、滑落崖の北に分布する開口クラック群とほぼ平行な方向に配列している。したがって、開口クラック群が発達している滑落崖の北の山地は準変動域とみることができ。地すべり移動体の頭部から末端部にかけて地形断面から想定されるすべり面の傾斜は5度以下と緩い傾斜である。地すべり末端部になるにつれて、小丘群は小さくなり間隔も広がっている。これは、移動に伴い末端部が分断され、小規模な崩壊を起こしていることを示唆している。これらもスプレッドの地形的特徴であり、また、すべり面が低角度ということはすべり面の強度が小さくなければ移動しないことを示している。

参考文献：大八木規夫,2003:日本におけるスプレッドタイプの地すべりの事例. 深田地質研究所年報,133-153.

キーワード: 隠岐島後, 地すべり地形, スプレッド
Keywords: Oki Dogo, Landslide topography, Spread

御坂山地西部・四尾連湖周辺に形成された地すべり性堰き止め湖沼 Late Pleistocene to Holocene landslide dammed lakes formed around Lake Shibire, Misaka Mountains, central Japan

鈴木 輝美^{1*}; 苅谷 愛彦²
SUZUKI, Terumi^{1*}; KARIYA, Yoshihiko²

¹ 専修大学・院, ² 専修大学

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

山梨県御坂山地に位置する四尾連湖(標高 890 m)について、演者らは地形・地質情報に基づきその成因と形成年代を昨年議論した(鈴木ほか 2014 JpGU; HDS29-P06)。すなわち、四尾連湖は約 47 ka ごろ生じた地すべり性の凹地が湛水して1つの湖盆(古四尾連湖)として発生したのち、二次地すべりにより2つ(以上)の水域に分断し、水域の1つは現四尾連湖に継承され、他方(古湖沼 A; 現四尾連湖の東方約 400 m 付近)は最低約 15 ky 程度存続して消滅したというものである。本大会では、消滅した古湖沼 A に関する新たな年代測定値と、その後発見された別の湖沼堆積物について報告する。

古湖沼 A の堆積物(全層厚 9.6 m)について、従来は基底付近の木片から 47-46 cal ka を得ていたが、新規に2点の年代測定を行った。古湖沼 A の存続期間や消滅時期をさらに正確に議論するため、試料は湖成層の中部(PLA-m; 木片)と最上部(PLA-u; 腐植質シルト)から得た。この結果、PLA-m は 42-41 cal ka, PLA-u は 3.1-3.0 cal ka であった。PLA-m と PLA-u の間には堆積間隙が生じていることも考えられるが、古湖沼 A は従来考えられていたよりもさらに長期にわたり存在していた可能性がある。ただし、PLA-u で示される完新世後半には、水域というよりも湿地や幅の広いチャネルとして存在していたことも考えられる。古湖沼 A が消滅した理由は詳らかではない。

現四尾連湖の南方約 1 km 地点から新たに湖沼堆積物が見いだされた。同堆積物は標高約 700 m の等高線に沿って水平に分布し、目下 4 地点で観察される。西側(下流側)ほど層厚が増すが、いずれの地点でも木片や泥炭(一部では直径 50 cm 以上の大型樹幹)を含む厚さ 1 m 以上のシルト・砂礫互層からなる。また湖沼に流れ込んだと思われる地すべり堆積物・土石流堆積物が湖沼堆積物を覆ったり、切ったりする様子も確認される。全層厚や分布について不明な点があり、年代資料も得られていないが、現在の標高 700 m の等高線から復元される水域面積は約 0.05 km² である。この湖沼堆積物に関係した水域を、便宜的に「古湖沼 B」とよぶ。地形判読と踏査によれば、古湖沼 B は古四尾連湖や古湖沼 A を発生させた初生地すべり移動体の二次すべりによって本流(樋田川)が堰き止められ生じたと推定される。

ところで、現四尾連湖の湖畔には、湖水面から約 1.8 - 2.0 m 高位に湖成段丘状の地形が認められる。このような地形は、かつて四尾連湖の水面高度が現在より高かったことを示唆する可能性がある。本稿執筆時点において、この地形面上で簡易ボーリングを掘削中である。回収コアの分析結果については大会会場で報告する予定である。

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 sediments, 14C date, late Pleistocene

長野県青木村の地すべり地：分布と地形・地質の特徴 Landslides in Aoki Village, Nagano Pref., Japan : Their distribution and geological-geomorphological characteristics

小宮山 翔子^{1*}; 苅谷 愛彦²; 岩田 修二³
KOMIYAMA, Shoko^{1*}; KARIYA, Yoshihiko²; IWATA, Shuji³

¹ 専修大学・学部生, ² 専修大学, ³ 都立大学

¹ Undergraduate at Senshu University., ² Senshu University., ³ Tokyo Metropolitan University.

長野県青木村は新第三紀堆積岩類(別所層, 青木層, 小川層)および貫入岩類からなる急峻な山地が多く, 村域各所に地すべり地が発達する。従来, これらの地すべりに関する地形学・地質学的研究はほとんどなかった。本研究では, 同村の地すべり地について, 空中写真判読や踏査, テフラ分析にもとづき地形・地質的な特徴を明らかにした。

合計 109 地点の地すべり移動体が確認された。それらの総面積は 12.3km² で, 村域の 21.5% を占める。また 6 地点では, 複数の地すべり移動体が密集した地すべり集合体を確認できた: すなわち, 1) 子檀嶺岳北西麓地すべり地 (KNW), 2) 子檀嶺岳北東麓地すべり地 (KNE), 3) 原池地すべり地 (HIK), 4) 夫神岳北西麓地すべり地 (OKM), 5) 深山地すべり地 (HKY) および 6) 入奈良本地すべり地 (INM) である。これらの地すべり集合体では, 地すべり移動体の面積が大きいほど地すべり移動体の斜面傾斜角が小さくなる傾向が認められた(ここでの傾斜角とは移動体の下端と上端とを結んだ見とおし角である)。この要因として, 二次地すべりの発生による移動体の細分化や, 流水侵食による移動体の開析に伴う減傾斜化が考えられる。

地質ごとの地すべり地分布面積率は, 別所層 (40%), 貫入岩 (24%), 青木層 (15%), 第四系未固結堆積物 (11%), 小川層 (2%) である。地質ごとに地すべり地の分布頻度が異なり, 古い地層ほど地すべりを多く発生させている。青木村の地すべりは岩石制約を受けているといえる。特に, 別所層(頁岩)は劈開性が強く, 岩盤の滑動をもたらしやすいとみられる。またこれとは別に, 貫入岩や塊状砂岩がキャップロックをなす地点では, 地すべりの滑落崖がキャップロックとその下位の軟弱な堆積岩との境界におおむね位置する (KNE, KNW, INM)。これらの地点ではキャップロック型地すべりが発生したと考えられる。さらに, 多くの地すべり地では地層と斜面の傾斜角及び傾斜方向が揃う。流れ盤地すべりも発生しているとみられる。

INM において移動体を覆うテフラ層 (Loc.1) を発見した。テフラ層の層序や層相, 組成鉱物から, このテフラ層は大町 APm テフラ群に同定された。同テフラ群は長野県大町市大町スキー場を模式地とする 300 - 350 ka の広域テフラである。Loc.1 の APm テフラ群は断層変位や褶曲変形を受けており, それらが地すべりによるとすると, INM では更新世中期以降に初生地すべりまたは二次地すべりが発生したことになる。なお, 先行研究により OKM では地すべり移動体を覆う立山 D (99 ka) 以降のテフラが確認されているが, 地すべりの活動時期は不明である。

キーワード: 新第三系, テフロクロノロジー, 大町 APm テフラ群, キャップロック, 岩石制約, 流れ盤地すべり

Keywords: Neogene system, Tephrochronology, Omachi APm tephra group, Cap rock, Rock control, Dip slope landslide

赤石山脈・仙丈ヶ岳北面で発生した大規模岩石なだれの地形学・地質学的研究 Geomorphic and geologic features of the Holocene catastrophic rock avalanche in Yabusawa Valley, Akaishi Range, Japan

黒澤 兆^{1*}; 苅谷 愛彦²; 松四 雄騎³; 松崎 浩之⁴

KUROSAWA, Hiroshi^{1*}; KARIYA, Yoshihiko²; MATSUSHI, Yuki³; MATSUZAKI, Hiroyuki⁴

¹ 専修大学大学院, ² 専修大学, ³ 京都大学, ⁴ 東京大学

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

赤石山脈北部・仙丈ヶ岳(標高 3033 m) 一帯は、四万十帯砂岩・泥岩互層と、甲斐駒ヶ岳花崗岩の接触変成を受けたホルンフェルスからなる。仙丈ヶ岳の北面には圈谷や堆石堤が存在し、このうち藪沢圈谷から北流する藪沢では河床標高 1500 – 2000 m 付近の両岸に層厚約 100 m に達する厚い礫層(藪沢礫層)が存在する。従来、藪沢礫層は最終氷期の融水流堆積物(式 1974)や、山岳永久凍土の融解に関係した完新世初頭の崩壊堆積物(神澤・平川 2000)とされてきた。しかし藪沢礫層の分布や成因、年代に関する情報は少なく、議論の余地がある。演者らが再調査を行ったところ、藪沢礫層は単なる斜面崩壊の産物ではなく、大規模な岩石なだれに起因するとの結論に達した。その概要は以下のとおりである。

(1) 分布: 従来考えられていた分布下限より、さらに下流側に遠隔分布する。この事実は体積推算や堆積物の流動性を論じる際に拘束条件を与える。平均層厚を 50 m と仮定し、新たに求めた藪沢礫層の推定体積は $4.8 \times 10^7 \text{ m}^3$ である(従来は $1.5 \times 10^7 \text{ m}^3$)。 (2) 塚状地形・畝状地形: 藪沢礫層の表層には、形態は不明瞭ながら高さ 5 m 前後の塚状・畝状の地形が各所に分布する。それらは一定方向に配列したり、特定の領域に集中する傾向がある。 (3) ジグソー・クラック: 藪沢礫層は層相や堆積構造に基づき 3 ユニット (Yl, Ym, Yu) に区分できる。Yl と Ym は砂岩・泥岩の角礫を主とする礫支持の堆積物で、礫には特徴的にジグソークラックが発達する。また、Yl には巨礫が卓越する。Yu は砂岩の角礫・亜角礫を主とする基質支持の堆積物である。ただし、Yu は藪沢に流入する支谷の出口付近に限定的に分布し、部分的に下位の Yl や Ym を覆っているとみられる。 (4) 線状凹地および岩盤の変形: 藪沢左岸谷壁上部の通称馬ノ背尾根のうち、幅広の鈍頂尾根部分には、尾根の走向に平行な多数の線状凹地が発達する。ただし鈍頂尾根は馬蹄形の急斜面に切られ、その急斜面の傾斜は馬ノ背尾根付近の砂岩・泥岩層の傾斜に近似する。馬ノ背尾根一帯では基盤岩の一般走向・傾斜が局所的に乱れる。 (5) 年代: Yl が地表に露出する地点で砂岩礫を採取し、宇宙線生成核種年代 (TCN; ¹⁰Be) を測定した。3 点の試料は、10.3 – 8.4 ka, 10.0 – 8.1 ka, 9.4 – 7.6 ka を示した。

以上のうち (1) や (2), (3) から、藪沢礫層は流れ山や圧縮・引張りリッジを形成するような挙動を示して流動・堆積した大規模な岩石なだれ堆積物と判定される。岩石なだれ堆積物は Yl, Ym に相当する。その発生域は従来指摘されていた藪沢左岸谷壁上部であることに変わりはないが、(4) からみて、馬ノ背尾根一帯では岩盤の重力変形が進行しており、岩石なだれ発生前には線状凹地が発達した鈍頂尾根が存在していたと考えられる。TCN 年代は既往の ¹⁴C 年代 (9.6 – 8.4 ka) と矛盾しないが、いくぶんレンジが広い。複数の堆積ユニットが認定されるという (3) の事実を考慮すると、岩石なだれは完新世初頭から前半の数千年間に何回かに分けて発生したことも疑われる。

キーワード: 岩石なだれ, 岩盤重力変形, 宇宙線生成核種年代法, 完新世

Keywords: Rock avalanche, Deep-seated gravitational slope deformation, Terrestrial cosmogenic nuclide dating, Holocene

深層崩壊発生斜面における崩壊面の発達と小崖地形の関係 The Relationship between the Development of Slip Surfaces and Small Scarps on Deep-Seated Catastrophic Landslides

横山 修^{1*}; 小川内 良人¹; 山崎 勉¹; 桜井 亘²; 酒井 良²; 奥山 悠木²; 北垣 啓文²; 平野 剛³
YOKOYAMA, Osamu^{1*}; OGAWAUCHI, Yoshito¹; YAMAZAKI, Tsutomu¹; SAKURAI, Wataru²; SAKAI, Ryo²;
OKUYAMA, Yuki²; KITAGAKI, Hirofumi²; HIRANO, Go³

¹ 国土防災技術株式会社, ² 国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター, ³ 国土交通省近畿地方整備局紀伊山地砂防事務所

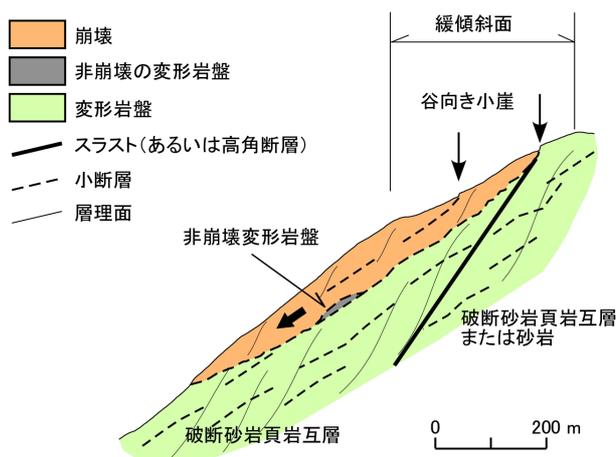
¹Japan Conservation Engineers & Co., Ltd., ²Sediment Disaster Prevention Technology Center, Kinki Regional Development Bureau, MLIT, ³Kii Mountain District Sabo Office, Kinki Regional Bureau, MLIT

深層崩壊の発生箇所を事前に予測するには、崩壊発生前に地表面に現れる小崖等の微小な地形を把握することが有効と考えられる。また、近年、航空レーザー測量 (LiDAR) データの取得により高精度な地形情報を得ることが可能となってきた。しかし、山地の比高が大きく、かつ異方性の強い付加体堆積岩類が分布する地域では、大規模な重力性変形が進行し、二重山稜や小崖などの特徴的な地形が広域に渡って発達する機会が多いことから、変状地形の把握だけでは深層崩壊発生箇所を特定することは困難である。また、深層崩壊の発生箇所だけでなく、規模や発生時期等を予測するには、内部地質構造と表面地形の関係を明らかにした上で、地形的特徴を何らかの基準で差別化する必要がある。本研究では、平成23年の豪雨により紀伊山地で発生した深層崩壊斜面 (赤谷) を対象として、地形地質的特徴を明らかにするとともに、崩壊面と小崖地形との関係について検討した。

岩盤内部では、主に頁岩内に発達する小断層の脆性破砕帯でクリープ性の単純せん断が進行し、崩壊面となる弱層が形成されたものと考えられる (図参照)。また、崩壊前の地表には高さ数メートルの小崖が形成されており、崩壊の頭部とほぼ一致していた。これらのことから、岩盤内で断続的だった小断層でのせん断が発生し徐々に連結することで地表に露出したと考えられる。また、スラスト面や高角の断層面など、比較的大きな面構造は、頭部や側部の規制面になったものと推定される。赤谷に隣接する河原樋、長殿の深層崩壊斜面においても赤谷と類似する点が多く、同様の地形地質構造を有していると考えられる。

キーワード: 深層崩壊, 崩壊面, 小断層, 重力性斜面変形, 小崖地形, 航空レーザー測量

Keywords: deep-seated catastrophic landslide, slip surface, minor fault, gravitational slope deformation, small scarp, LiDAR



深層崩壊の誘因の地域性および誘因と地質の関係 Distribution of trigger and relationship between trigger and geology of deep-seated landslides

飯田 智之^{1*}; 山田 隆二¹
IIDA, Tomoyuki^{1*}; YAMADA, Ryuji¹

¹ (独) 防災科学技術研究所

¹National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

最近、我が国で多発した深層崩壊の事例をみると、西南日本南部の四万十帯と呼ばれる付加体分布地域では、数日間の積算雨量が 1000 mm を超える大雨で深層崩壊が発生し、東北地方などの火山性堆積物や新第三紀層の分布地域では、内陸型地震による震度 6 以上の強い揺れで深層崩壊が発生している。これらの事例は、深層崩壊が誘因の地域性に強く影響されることと、深層崩壊の素因（地質）と誘因が密接に関係していることを示唆する。そこで、まず降雨については、全国の確率雨量分布図により、地震については、活断層分布図と過去の地震の震央分布図によって、深層崩壊の誘因の地域性を検討した。次に、降雨による深層崩壊と地震による深層崩壊のメカニズムを介して、それぞれの誘因を増幅したり抑制したりする地質（地盤）の効果を理論的に検討した。その結果、西南日本南部の四万十帯分布地域では、多雨地域であることに加え、岩盤クリープなどにより地表近く（地表から数 10 m の深度の範囲）に発達した基盤岩の亀裂に浸透水が集中することで、降雨による深層崩壊が発生しやすいと推定された。その反面、活断層が比較的少なく硬岩が多いことから、内陸型・海溝型ともに地震の影響をうけにくく、地震による深層崩壊は発生しにくいと推定された。一方、東北日本の火山性堆積物分布地域では、非多雨地域であることに加え、基盤が多孔質で地下水位が上昇しにくいことから、降雨による深層崩壊は発生しにくいと推定された。その反面、軟岩が比較的多いため揺れやすく、特に内陸型地震による深層崩壊が発生しやすいと推定された。

キーワード: 深層崩壊, 誘因, 地質, 大雨, 強震動

Keywords: deep-seated landslide, trigger, geology, heavy rainfall, strong earthquake

深層崩壊に伴う谷の発達過程に関する研究 Study on developing process of valley by deep-seated catastrophic landslides

吉野 弘祐^{1*}; 内田 太郎²
YOSHINO, Kosuke^{1*}; UCHIDA, Taro²

¹ アジア航測株式会社, ² 国土技術政策総合研究所

¹ Asia Air Survey Co., Ltd., ² National Institute for Land and Infrastructure Management

平成 23 年に発生した台風 12 号により、紀伊半島を中心に大規模な深層崩壊が多数発生した。紀伊半島には四万十帯(付加体)が広く分布しており、深層崩壊はこのような付加体で多く発生することが知られている。また、台風 12 号による深層崩壊の多くは、流れ盤斜面で発生しており、このような地質構造も深層崩壊の素因となった可能性の一つと考えられる。しかしながら、深層崩壊の発生に関する物理過程に則したモデル化は十分に行われていないのが現状である。

著者らはこれまでに、天然ダムの上流侵食に伴う水みちの拡幅過程を、河床侵食に伴う土塊の力学的なバランスの変化による側岸崩落により表現できるものと仮定し、土塊の力学的なバランスを内部応力や土質強度に基づいて定式化した。提案モデルにより天然ダムの水みちの側岸勾配と比高の関係を良好に再現できたことから、基本的に計測可能な物性値を用いて天然ダムの水みちの拡幅過程を表現できる可能性を示した。

一方、上記のモデルは、侵食による河床低下に伴う土塊の力学的なバランスを評価したものであるが、河川沿いで発生する深層崩壊が斜面の隆起に伴う土塊・岩塊の力学的なバランスが失われた結果生じると仮定すれば、河床低下と尾根部の隆起の速度は大きく異なるものの、深層崩壊に伴う谷の発達過程についても同様なモデルで表現できる可能性がある。そこで本検討では、平成 23 年台風 12 号により発生した深層崩壊や崩壊非発生斜面を対象に、台風 12 号前後に計測された詳細な地形データを用いて側岸勾配と比高等を整理し、モデルの適用性の検討を行った。

その結果、地質構造・土質強度が概ね等しいと考えられる領域では、提案モデルにより十津川流域の河道の側方斜面の勾配と比高の関係を良好に再現できた。このことは、基本的に計測可能な物性値を用いて深層崩壊の危険斜面と規模を予測できる可能性を示唆していると考えられる。

キーワード: 深層崩壊, 斜面安定解析, 土質条件, 平成 23 年台風 12 号, 紀伊半島

Keywords: Deep-seated catastrophic landslides, Slope stability analysis, Soil property, Typhoon Talas (T 1112), Kii peninsula

上高地・岳沢最下部に発達する崩壊性大型ローブ状地形 Geomorphological and geological features of landslide lobes in the Dakesawa basin, the Kamikochi Valley of Japanese Alps

木田 千鶴^{1*}; 苅谷 愛彦²; 山本 信雄³; 原山 智⁴; 高岡 貞夫²; 島津 弘⁵
KIDA, Chizuru^{1*}; KARIYA, Yoshihiko²; YAMAMOTO, Nobuo³; HARAYAMA, Satoru⁴; TAKAOKA, Sadao²; SHIMAZU, Hiroshi⁵

¹ 専修大学大学院, ² 専修大学, ³ 上高地自然史研究会, ⁴ 信州大学, ⁵ 立正大学

¹ Graduate School of Senshu Univ., ² Senshu Univ., ³ Res. Grp. Nat. Hist. in Kamikochi, ⁴ Shinshu Univ., ⁵ Rissho Univ.

最近、上高地谷とその周辺の山稜において岩盤の重力変形や深層崩壊の証拠が発見されている(例: 苅谷・松四 2014 地図中心)。演者らは岳沢の下部に大型ローブ状地形を新たに見いだしたので、その地形・地質の特徴と推定される成因を報告する。

岳沢は奥穂高岳や西穂高岳から発する梓川の支流である。その全体が氷食谷とも考えられているが、圏谷や堆石は見されていない。谷壁は急な裸岩斜面が卓越し、谷底のほぼ全域が崖錐や土石流堆に覆われる。流域の約 89% にあたる左岸谷壁全体と上部右岸谷壁には溶結凝灰岩(一部閃緑斑岩)が、下部右岸谷壁には花崗閃緑岩が露出する。大型ローブ状地形(DLB)は岳沢最下部の右岸側谷底に存在する。本研究では空中写真判読や 1 m DEM による陰影起伏図等の読図、野外調査を実施した。

DLB は岳沢最下部の谷底に北西(右岸)側から張り出すように分布し、岳沢谷底に発達する多数の土石流堆を覆う。また DLB の張り出しにより岳沢本流は東(左岸)側へ追いやられているように見える。DLB は最大長径約 13m に達する巨大岩塊を含む巨礫からなり、横断幅は約 270m、縦断長は約 370 m に達する。表層の平均傾斜は約 5 度で、最大傾斜方向(南東)は岳沢本流の流下方向(南南東)に対し、わずかに斜交する。詳しくみると、DLB は標高の異なる高低 2 段のローブ状地形(DLB-h, DLB-l)からなる。また DLB-h と DLB-l との間には東北東から西南西に緩く傾く幅 50 m 前後の溝状地形が横たわり、DLB のほぼ全体を斜交する。DLB-h や DLB-l の表層には長径数 m 超の巨礫が多数露出する。それらの最大の特徴は、表層礫が全て花崗閃緑岩の角礫からなり、オープンワーク構造を有する点にある。一方、溝状地形は土層に覆われ、巨礫がほとんど認められない。DLB の体積は未確定ながら、平均層厚を 3 m とすると約 1.95×10^5 m³ 程度と推算される。なお、DLB-l の露頭では、DLB-l 構成層(層厚約 3 m)の下位に溶結凝灰岩の垂円礫を主とする本流性の礫層が認められる。

全体の分布形状、構成物質とその岩質の特徴、および他の地形・地質との層序からみて、DLB はその直近にある右岸支流で発生した中規模岩盤崩壊に起因する堆積地形と判断される。DLB の最大傾斜方向を延長した右岸谷壁には花崗閃緑岩だけが露出する楔状の谷頭があり、この谷頭は岩盤の重力変形が著しい西穂山荘東側の平滑斜面に続く。この楔状谷頭が崩壊発生域なのは確実である。また DLB は岳沢谷底に発達する土石流堆を覆い、実際に DLB-l 構成層が本流性の垂円礫層に載ることから、崩壊の発生時期が完新世なのも確かである。この点は測定中の宇宙線生成核種年代が得られ次第明確になる。なお、DLB-h, DLB-l および溝状地形の存在は、崩壊が 2 回以上に及んだことや、DLB-l の堆積後に岳沢本流が DLB-l を越流したことを暗示するが、これらの点は今後の検討課題とする。

(1 m DEM は国土交通省松本砂防事務所より貸与を受けた。本研究には科研 24300321 を用いた)

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

根尾谷断層北端部に集中する山体重力変形地形の発達史 Development history of concentrated sacking features around northern tip of the active Neodani fault, central Japan

小村 慶太郎^{1*}; 金田 平太郎¹; 小嶋 智²; 岩本 直也²; 林 星和¹
KOMURA, Keitaro^{1*}; KANEDA, Heitaro¹; KOJIMA, Satoru²; IWAMOTO, Naoya²; HAYASHI, Hoshikazu¹

¹ 千葉大学大学院理学研究科地球科学コース, ² 岐阜大学工学部社会基盤工学科
¹Department of Earth Sciences, Chiba University, ²Department of Civil Engineering, Gifu University

深層崩壊の前兆地形の一つとして、山体重力変形地形が注目されている。これらの微地形の形成と地震・活断層との関連性について言及した研究は少なくないが、掘削調査に基づいて山体が変形を起こした年代を詳細かつ実証的に明らかにし、古地震履歴と比較した研究はほとんど行われていない。

近年の高精度航空レーザー測量によって、美濃山地北西部に重力変形に伴う凹地や山向き低崖が多数分布していることが明らかとなった。これらの微地形は植生下に位置していることから、凹地を埋める泥炭質堆積物から採取した植物片の AMS-¹⁴C 年代を用いることにより、従来の高緯度・高標高地域の研究と比べて高精度・高確度な凹地の形成・成長年代決定が可能であると考えられる。本研究では、山体重力変形地形がとくに集中する根尾谷断層北端部において、多数存在する凹地の内の 5ヶ所でハンドオーガーボーリング (深度約 1.5-3.4 m) とピット掘削 (深度約 1.5 m) を実施し、各凹地の形成・成長年代と断層活動との関係性について検討した。

凹地を埋める堆積物から採取した葉片、種子、小枝等の AMS-¹⁴C 年代、および火山灰分析結果から、調査した全ての凹地は後氷期以降に形成されたことが明らかとなった。しかし、形成年代は凹地によって異なり、最も古いものは約 11000 年前、最も新しいものは約 2000 年前に形成されたと推定される。さらに、ピット掘削の結果、少なくとも一部の凹地を埋める堆積物は堆積後、複数回の変形を受けていることも明らかとなった。ひとつの凹地では 3600 年前以降の堆積物が少なくとも 2 回の変形を受けており、うち最新の変形イベントは根尾谷断層が活動した 1891 年濃尾地震時に対応する可能性がある。今後さらに調査を行ってゆくことが必要であるが、重力性低崖が完新世に複数回の変形を繰り返したことは、これまで他の研究によって明らかにされている根尾谷断層の活動間隔 (約 2000-5000 年) と矛盾せず、山体重力変形地形の形成及び成長が断層運動と同時に起きている可能性を示唆する。

キーワード: 山体重力変形地形, 活断層, 美濃山地, AMS-14C 年代, 火山灰分析
Keywords: sagging, sacking, active fault, Mino mountain, AMS-14C ages, tephra analysis

地すべりにみられる速度強化的性質 The mechanism of strain rate strengthening during landslide

岳 孝太郎^{1*}; 坂口 有人¹; 佐竹 伸二²
TAKE, Kotaro^{1*}; SAKAGUCHI, Arito¹; SATAKE, Shinji²

¹ 山口大学, ² 復建調査設計
¹ Yamaguchi Univ., ² Fukken co.,ltd.

土石流と異なり, 1日に数cm程度と比較的ゆっくり, そして繰り返し活動する地すべりが多数存在する. 特に社会生活に支障を与える地すべりに対しては動態観測と対策工事が行われている. この地すべり地帯の現位置観測データには, 地すべりのメカニズム解明に役立つ有益な情報が残されているに違いない. 本研究は, 地すべり時の現位置観測データからすべり挙動の詳細を明らかにした.

研究対象とする地すべり地域は広島県に位置する. 基盤となる泥岩とそれを被覆する崖錐堆積物の境界の泥岩側にすべり面は産し, その厚さは数cm程度と局所化している. 動態観測は, 地下水位計, パイプ歪計, 地盤伸縮計が行われた. パイプ歪計から1時間当たりの変位量を求め, 歪速度を算出した. この地すべりは, 降雨により地下水位が上昇しピークを過ぎてから変位を開始し, 地下水位が元のレベルにまで低下しても暫くは変位を続けるという特徴がある. このことから, 地下水位が地すべりのトリガーとなるが, それが変位を完全に支配していないことを示す. すべり中の歪速度は, 加速中は速度の上昇とともに加速度が低下し, 減速中は速度の低下とともに加速度が低下する傾向がみられる. これらは, 歪速度の上昇に伴う剪断強度の増加(速度強化)で説明ができる.

キーワード: 地すべり, 速度強化
Keywords: landslide, strain rate strengthening

長野県南木曾地域における1959年伊勢湾台風による風倒被害とその後に発生した斜面崩壊の関係について
Relationship between the wind damage caused by the 1959 Isewan Typhoon and the landslide that occurred afterwards

村上 亘^{1*}; 齋藤 仁²; 大丸 裕武¹
MURAKAMI, Wataru^{1*}; SAITO, Hitoshi²; DAIMARU, Hiromu¹

¹ 森林総合研究所, ² 関東学院大
¹FFPRI, ²Kantogakuin Univ.

1959年の伊勢湾台風の通過によって大規模な風倒被害を受けた長野県南木曾地域の花崗岩斜面において、その後の降雨による崩壊の発生と風倒被害との関係を調査した。伊勢湾台風の通過後まもなく撮影された空中写真を判読し、風倒被害範囲を抽出するとともに、以降に撮影された空中写真から台風後に発生した崩壊地を抽出し、風倒被害との関係を検討した。さらに、崩壊箇所の地形的特徴（傾斜・方位）との関連性についても検討した。

調査の結果、伊勢湾台風後に発生した斜面崩壊は、風倒被害範囲で多かったことが明らかとなった。さらに、風倒被害範囲では被害がなかった斜面に比べ、南向きで、緩傾斜な斜面で崩壊が発生している傾向が認められるなど、地形的な特徴の違いも認められた。

キーワード: 伊勢湾台風, 風倒被害範囲, 斜面崩壊, 空中写真判読, 花崗岩

Keywords: Isewan Typhoon, wind damage zone, landslide, aerial photointerpretation, granite rock

InSARによる赤石山脈南部井川地区の地すべり変動の抽出 Detection the landslide deformation using InSAR analysis in the southern Japanese Alps

西口 尚希^{1*}; 今泉 文寿²
NISHIGUCHI, Takaki^{1*}; IMAIZUMI, Fumitoshi²

¹ 静岡大学大学院総合科学技術研究科農学専攻, ² 静岡大学農学部環境森林科学科
¹Graduate School, Shizuoka University, ²Faculty of Agriculture, Shizuoka University

防災の観点において、地表変動の発生箇所を把握しておくことは重要である。干渉 SAR は一度に広域の地表変動を cm オーダーで観測することができ、活動状態にある地すべりの検出に有効である。本研究では ALOS-PALSAR が取得したデータを用いて地すべり変動を抽出し、その有効性を検証することを目的とした。

静岡市北部の井川地区は大井川の上流部に位置し、中央構造線及び糸魚川-静岡構造線に挟まれた地域であるため地質が脆弱である。また比高の大きい急傾斜地が分布し、降水量(約 3100mm/年)が多いことから、これまでに多くの地すべりが発生している。

本研究では井川地区を対象に InSAR 解析を行い、解析結果を地すべり地形分布図と比較することにより、活動状態の可能性のある地すべり変動の抽出を行った。解析の結果、地すべりによる変動と思われる箇所を複数箇所抽出した。これらの箇所について現地調査を行った結果、道路擁壁の亀裂などを確認した。また、北行および南行の両軌道で変動を観測できた箇所に関しては 2.5 次元解析を行った。

キーワード: 地すべり, 干渉 SAR
Keywords: landslide, InSAR

航空レーザー計測でとらえた広島大規模土砂災害～地形・地質と溪流の関係 About a large-scale landslide disaster of Hiroshima by the Airborne Lidar

小林 浩^{1*}; 福田 真¹; 中野 陽子¹; 阿部 美沙¹
KOBAYASHI, Hiroshi^{1*}; FUKUDA, Makoto¹; NAKANO, Youko¹; ABE, Misa¹

¹ 朝日航洋株式会社

¹ 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被災地において、航空レーザー計測を実施し、地形・地質と土石流を発生させた溪流の特性について考察した。

調査地のうち八木・緑井地区では、南西部が粗粒～細粒花崗岩分布域、北東側がホルンフェルス化した堆積岩分布域であり、詳細な地形モデルでは、地質分布に応じて谷密度、流域の比高分布などが明瞭に異なることが明らかになった。同様に、可部東地区でも、西部が中粒～細粒花崗岩分布域、東部が高田流紋岩分布域であり、地質分布に応じて谷密度、流域の比高分布などが明らかに異なっていた。さらに、既存の地質図幅（産総研）と実際の地質境界が異なっていることがわかっているが、地形の特徴からも推定できた。

それぞれの地質分布域での溪流の縦断面形状を比較すると、八木・緑井地区の花崗岩分布域では全体に緩やかな勾配の区間が連続し、流域界に近い最上流部のみ急勾配となっていた。一方ホルンフェルス分布域では全体に勾配が指数関数的に変化していた。谷出口付近から下流では、両者とも土石流の流下・堆積区間相当の勾配が長く連続することが分かった。

可部東地区では、花崗岩分布域ではやはり中下流部は緩やかな勾配の区間が連続するが、最上流部は非常に急勾配であった。一方流紋岩分布域では、ホルンフェルス分布域と同様の特徴を示した。谷出口付近から下流では、両者とも土石流の流下・堆積区間相当の勾配が長く連続するが、八木・緑井地区と比較するとやや緩い傾向があった。

各溪流で、谷出口付近から下流側の勾配が緩やかなのは、沖積錐が発達していることを反映している。なお、八木・緑井地区のうち北端部の太田川に直接面した溪流では、一定の急な縦断勾配を示すが、これは末端が太田川の浸食作用を受け、沖積錐を形成できない環境であったことと関係があるものと考えられる。

以上の溪流特性は、今回の災害においても、土砂の生産状況、運搬状況、堆積状況と大きく関連している。

キーワード: 花崗岩, ホルンフェルス, 流紋岩, 渓床縦断勾配, 土石流

Keywords: granite, hornfels, rhyolite, longitudinal profile of ravine, debris flow

花崗岩およびホルンフェルスを基盤とする斜面における表層崩壊と土層構造の特徴 Soil structure and shallow landslides on hillslopes underlain by granite and hornfels

渡壁 卓磨^{1*}; 松四 雄騎²; 千木良 雅弘²; 鄒 青穎²; 平田 康人¹

WATAKABE, Takuma^{1*}; MATSUSHI, Yuki²; CHIGIRA, Masahiro²; TSOU, Ching-ying²; HIRATA, Yasuto¹

¹ 京都大学理学研究科, ² 京都大学防災研究所

¹Graduate school of science, Kyoto University, ²Disaster prevention research institute, Kyoto University

2014年8月22日未明, 3時間雨量150mmを超える豪雨が引き金となり, 広島市安佐の丘陵斜面において表層崩壊が群発した。研究対象地域の地質は, ジュラ紀の付加体堆積岩類および, 白亜紀の花崗岩類, さらにそれらに貫入する貫入岩類の3種類に大別できる。堆積岩類は花崗岩類との接触により熱変成し, ホルンフェルス化している。貫入岩類は, 鉛直に近い傾斜を持ち, 北東-南西および北西-南東方向に走向を持つものが多い。表層崩壊の発生密度は花崗岩地域で高い傾向がある。崩壊地の形状については, 斜面の傾斜に30-45°と大きな差異はないが, 崩壊深度は花崗岩で0.5-1mの深さであるのに対し, ホルンフェルスのほうは1-3mであり, 地質による違いがみられた。崩壊の発生密度や崩壊の形状の差異は, 崩壊物質となる風化生成物や豪雨時における斜面中の降雨浸透プロセスの違いを反映している可能性がある。花崗岩類およびホルンフェルス地域における典型的な表層崩壊地において, 斜面調査用簡易貫入試験器によるサウンディング, 滑落崖の整形によるピット掘削の調査調査を行った。ピットの壁面においてすべり面を認定し, 不攪乱状態の土層試料を深度別に採取した。花崗岩の崩壊地では, 貫入抵抗が漸増し, 尾根部で8mの風化帯が発達しており, 風化帯の厚みは崩壊地に向けて薄くなっていった。崩壊地の頭部は風化帯が薄くなる傾斜変換点付近に位置していた。また, すべり面は風化残積土と運積土の境界付近にあった。土層の透水係数は 10^{-5} - 10^{-2} cm/sとなり, 透水性は深度が大きくなるほど小さくなる傾向がみられた。これらの結果は, 基盤岩と土層との境界部で崩壊が生じたのではなく, 土層内の強度の不連続面で崩壊が生じていることを示唆している。ホルンフェルスの崩壊地では, 土層浅部ではNc値が10以下であり基盤岩石に到達すると同時に急激に増大する傾向があった。透水係数は 10^{-8} - 10^{-4} cm/sの範囲であり, すべり面の以深では直下で急激に透水性が低くなる。この深度での水理的な不連続性が表層崩壊の発生を引き起こした可能性がある。今後は, 異なる厚みと物性をもつ土層がどのように生成されるのかを明らかにするために, 土層中の粘土鉱物の量や土粒子の粒径分布, 間隙率の分布およびせん断強度を定量化する予定である。

キーワード: 表層崩壊, 花崗岩, ホルンフェルス, 土層構造

Keywords: shallow landslides, granite, hornfels, soil structure

震源断層との位置関係および地質の違いに着目した地震による斜面崩壊の規模と地形要素の関係についての分析 The analysis of relation between scale and topography on landslides induced by earthquake

田中 健貴^{1*}; 内田 太郎¹; 蒲原 潤一¹; 渡部 真²; 尾崎 順一²; 工藤 司²
TANAKA, Yasutaka^{1*}; UCHIDA, Taro¹; KAMBARA, Jun'ichi¹; WATANABE, Sin²; OZAKI, Jun'ichi²;
KUDOU, Tsukasa²

¹ 国土技術政策総合研究所, ² 砂防エンジニアリング株式会社

¹National institute for Land and Infrastructure management, ²Sabo Engineering Co., Ltd

深層崩壊は通常の土砂災害に比べ発生頻度は低い非常に規模が大きく、被害も甚大になる場合がある。深層崩壊への効果的な対策を行うためにはその発生箇所を予測することが求められる。豪雨による深層崩壊について田村ら(2009)は既往研究を参考に深層崩壊に対する斜面の安全率について評価する式を提案した。この中で勾配、起伏量が斜面の不安定化に重大な影響を及ぼすことを指摘している。一方で地震により発生する斜面崩壊について内田ら(2004)は兵庫県南部地震により六甲山地で発生した斜面崩壊を対象に地形量や地震動を考慮した危険度を評価する式を提案し、比較的規模の小さい崩壊について明瞭に危険度を表現できることを示した。さらに武澤ら(2013)は”斜面の大きさ”を起伏量を用いて表現し、起伏量と崩壊地面積率の関係を検討した結果、起伏量の増大にともない崩壊発生割合が増加する傾向があることを示した。また三森ら(2012)は地震による深層崩壊が多発した平成20年岩手・宮城内陸地震で斜面崩壊について震源断層からの距離や断層との位置関係および地質、地形について分析を行い、地形のみならず地質および震源断層からの距離が崩壊発生に影響を与えていることを示した。これら既往の研究から地震により発生する深層崩壊を含む斜面崩壊は、地質の違いや震源断層からの距離、地形など多岐にわたる要素が崩壊発生に大きく影響を与える可能性があることが考えられる。しかし、地質、震源断層との位置関係、地形が地震による崩壊の規模や密度に及ぼす影響は十分に検討されているとは言い難く、特に深層崩壊と規模の小さい表層崩壊で発生しやすい地形や震源断層との位置関係が異なるかどうか解明されていない。

本研究では地質および震源断層からの距離等によって対象地域を領域に分割し、分割した領域ごとに地震により発生する斜面崩壊について崩壊地の密度、面積率および面積、勾配、起伏量を算出した。これにより地震による斜面崩壊について地質や震源断層からの距離等の地震による影響を考慮しつつ、斜面崩壊の発生および規模に関する面積、勾配、起伏量の検討を行うことが可能となると考えられる。

地震による斜面崩壊が多発した岩手・宮城内陸地震を対象とした。震源断層から1kmごとに区切るとともに、震源断層の上盤側、下盤側で分け、領域を分割した。その上で地質より第四紀堆積岩、第四紀火山岩、第三紀堆積岩、第三紀火山岩、第三紀深成岩・変成岩、中・古生代堆積岩、中・古生代付加体火成岩、中・古生代深成岩・変成岩の8種類に領域を分割した。各崩壊地の面積、起伏量、勾配は崩壊地のポリゴンデータおよび国土地理院発行の5mDEMを用いた。その結果、震源断層の上盤側で震源断層からの距離が1~10km以内の領域において、崩壊密度が特に高いことが分かった。

キーワード: 地震による斜面崩壊, 岩手・宮城内陸地震

Keywords: landslide induced by earthquake, Iwate-Miyagi Inland earthquake