

## 湖沼堆積物情報から推定する長周期水文地形環境の変動

### Long-term hydrogeomorphological changes inferred from lacustrine sediment information

\*柏谷 健二<sup>1</sup>

\*Kenji Kashiwaya<sup>1</sup>

1. 金沢大学環日本海域環境研究センター

1. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

The Lake Biwa sedimentary records (200-m core and 1400-m core) cover the last 4 Myr, but detailed information is limited in the upper part of the sediment (250 m; ca. 450 ka). The information of the Lake Baikal sedimentary records used here for comparison is limited during the past 780 kyr although the records obtained until now cover the last 10 Myr. It is already reported that long and short Milankovitch cycles are printed in the lacustrine records of the two lake-catchment systems. Lacustrine information should be interpreted through geo-environmental settings. In this presentation Lake Baikal and Lake Biwa sedimentary information will be discussed in the viewpoint of long-term hydro-geomorphological fluctuation with geo-environmental settings. The sedimentary items used for discussion are grain size (sediment and mineral), organic content, bi-SiO<sub>2</sub> content, HCl-soluble content, and mineral content of both lacustrine sediments for the past 450 kyr and 780 kyr, respectively. Common and different trends for the both systems will be discussed.

キーワード：長周期水文地形環境変動、湖沼堆積物、湖沼一流域系

Keywords: long-term hydrogeomorphological changes, lacustrine sediments, lake-catchment system

## 実験地形の発達における砂山の透水性の影響について

### Effects of permeability on the development of experimental landform

\*大内 俊二<sup>1</sup>

\*Shunji Ouchi<sup>1</sup>

1. 中央大学理工学部

1. Faculty of Science and Engineering, Chuo University

降雨侵食と隆起による実験侵食地形の発達を規定する基本的な要素が隆起速度と降雨強度であることは明らかであるが、砂山の性質(この一連の実験においては主に透水性)が重要であることも確かである。今回は、実験地形の発達とそれに砂山の性質(透水性)が与える影響について考察する。特に、以下に示した、隆起速度が同じ0.36mm/hである、runs26, 27, 32, 38の4回の実験結果について報告する。

run	permeability	precipitation	width of deposition area
26	$2.57 \times 10^{-4}$ cm/s	40-50 mm/h	100 mm
27	$3.23 \times 10^{-4}$ cm/s	80-90 mm/h	100 mm
32	$1.84 \times 10^{-4}$ cm/s	80-90 mm/h	200 mm
38	$1.53 \times 10^{-3}$ cm/s	80-90 mm/h	200 mm

霧状の人工降雨の下で平坦な面から四角い砂山(60x60cm)が隆起して行くと、隆起域の縁辺から流水による侵食が始まり、そこから谷系が発達する。隆起によって高度が増すとともに谷の侵食が進み、隆起速度が非常に小さな場合を除いて、斜面が発達し斜面崩壊が起こるようになる。このころになると流路は安定して崩壊によって生産された物質が通過する道筋となり、流水による排出は速やかに起こる。大規模な斜面崩壊は周期的に集中して起こる傾向を見せ、崩壊集中期の高度低下とそれまでの隆起に伴う上昇が繰り返されるようになって、実験山地地形の平均高度はある高度の周辺を上下するような変化を見せる。その高度は、極端に隆起速度が大きな場合を除いて、隆起速度によって決まるようである。

砂山の透水性や強度は、使用する材料(細砂とカオリナイトの重量比10:1の混合物)が同じであれば、締固めの程度によって異なると考えられる。締固めの程度を密度で表現すると、締固めが強く密度が高くなると透水係数が小さくなる傾向は明らかであるが、密度とせん断強度(水で飽和した状態での)との関係はあまりはっきりしない。少なくとも今回報告する実験の範囲においては、締固めの程度によって透水性は変化するが強度はそれほど変わらないと考えてよいだろう。今回報告するrunの中で、堆積域幅がそれぞれ同じであるrun26とrun27では降雨量が、run32とrun38では透水性が異なる。しかし、それぞれの組み合わせの中での実験地形発達の違いには共通点がみられる。run27とrun32では比較的平坦で比高が小さく、尖った小丘が点在するような地形が発達するのに対してrun26とrun38では比高が大きな一塊の山体が形成される傾向があった。run26ではrun27と比べて降雨量が少なく、run38はrun32と比べて透水性が大きいという違いがある。浸み込む速度(透水性)によって表面流出量が異なるとすると、透水係数の大きなrun38では表面流出量が小さくなるはずで、降雨量の少ないrun26と同様の特征となると考えられる。降雨量(mm/h)の値を透水係数(cm/s)に合わせ、透水係数の値を砂山に浸み込む速度として降雨量から差し引いたものを表面流出量と考えれば、表面流出量は、run26とrun38でそれぞれ $8.4-11.4 \times 10^{-4}$  (cm/s)と $6.4-9.7 \times 10^{-4}$  (cm/s)、run27とrun32で $2.0-2.3 \times 10^{-3}$  (cm/s)と $1.9-2.3 \times 10^{-3}$  (cm/s)となる。run26とrun38、run27とrun32でそれぞれ表面流出量がほぼ同じであり、前者のペアが後者より一桁大きい。表面流出が大きいと流水による侵食の働きが強くなり、谷の伸延や拡幅が速く進行すると考えられる。run27とrun32の地形はその結果であろう。run26とrun38では表面流出が比較的少ないために谷の発達が悪く、大きな山体と斜面崩壊が目立つようになったのではないだろうか。砂山のせん断強度については、今回はその違いも実験地形発達に与える影響もはっきりさせることができなかった。しかし、他のrunを含めた一連の実験経過の観察から、斜面崩壊の様式を決定する重要な要因であることが推測されている。今後の課題として検討したい。

キーワード：侵食実験地形の発達、隆起、透水性、せん断強度、表面流出、斜面崩壊

Keywords: development of experimental erosion landform, uplift, permeability, shear strength, surface runoff, slope failure

## 粗視化数理模型を用いた砂丘分布

### Distribution of Sand Dunes with a Cellular Model

\*勝木 厚成<sup>1</sup>

\*Atsunari Katsuki<sup>1</sup>

1. 日本大学

1. Nihon University

Sand dunes are found in many places such as deserts, the sea bottom and the surface of Mars. Most fascinated dune is barchan, which is crescent dune. We reproduced many barchans in numerical simulations and investigate the dynamics. The motion of sand grains is realized by two processes: saltation and avalanche. Saltation is the transportation process of sand grains by flow. We reproduced a lot of barchans in numerical field by above model. Barchan releases sand from tips of two horns. The downwind barchan can capture the sand stream. Also, barchans sometimes collide each other. These direct and indirect interaction forms complex barchan fields. The size distribution of a few thousand of barchans is fitted by lognormal distribution well. This indicated that the small barchans exist around the large ones and the large barchans are around small barchans. The average size of barchans increase as the amount of supplied sand do.

キーワード：砂丘、サイズ分布

Keywords: sand dune, size distribution

# 梓川上流，上高地における2011年以降の降雨，水位変動，地形変化の関係

## Relationships between rainfall, water level fluctuation and landform change of riverbed since 2011 in Kamikochi region, the upper Azusa River, central Japan

\*島津 弘<sup>1</sup>

\*Hiroshi Shimazu<sup>1</sup>

1. 立正大学地球環境科学部地理学科

1. Department of Geography, Faculty of Geo-Environmental Science, Rissho University

本研究の目的は上高地の梓川上流における河道の地形変化プロセスを降雨，水位変動との関係から検討することにある。方法は，継続観察地設け，毎年夏季に詳細な測量に基づき地形分布を記載するとともに，インターバル撮影カメラを用いて継続観察地を撮影し，洪水時の水位変化と洪水前後の地形変化を記録した。降雨はAMeDAS上高地観測所のデータを使用した。あわせて，秋季に横断測量を実施した。本研究の解析では，カメラを設置した2011年7月3日以降を対象とする。結果は以下の通り。この期間で大きな地形変化が見られたのは，2013年6月16日で，このときには日降水量166mmを記録した。消雪後，梅雨明け前までの期間で，日降水量100mm以上を記録したのは，この1回だけであった。この期間においては，日降水量50mm程度であっても，大きな水位上昇がみられた。一方，秋季に日降水量100mm以上を記録した日がみられたが，水位上昇は小さく，地形変化は起こらなかった。2016年には梅雨期間中の6月25日に86.5mmの日降水量があり，夏季の8月30日にもほぼ同じ85.5mmの日降水量を記録した。前者の時には70cm程度の水位上昇が見られて河道の1/3程度が水没したが，後者では水位上昇は50cm程度で，中州も水没しなかった。前者の時にはわずかに側方侵食が起こった。

今までの観察では，日降水量が100mmを大きく上回ったときに，幅の広い河道がほぼ満水状態となり，流路の位置が大きく変化した。既存の流路が埋積されて浅くなったり，細くなったりすると同時に，新たな深く，幅の大きな流路が形成された。このとき，河道の側方移動は生じなかった。一方，梅雨期間中に80mm程度の日降水量の降雨の時には，稼働の一部が水没する程度の水位上昇が生じ，流路がわずかに側方侵食を行い，流路幅が拡大した。梅雨明け前の数十mm程度の日降水量の時には，地形変化が生じる程の水位上昇は起こらなかった。梅雨明け後の降雨の場合，かなり日降水量が多い場合でも，水位上昇は限定的であった。

キーワード：河川地形、地形変化、側方侵食、降雨、水位変動、上高地

Keywords: fluvial geomorphology, landform change, lateral erosion, rainfall, water level fluctuation, Kamikochi

## 表層崩壊を引き起こす降雨条件の推定 -伊豆大島三原山における水文観測から-

### The estimation of a rainfall index triggering landslides based on hydrological observations at Mt. Mihara, Izu-oshima Island, Japan.

\*竹田 尚史<sup>1</sup>、八反地 剛<sup>2</sup>、松四 雄騎<sup>3</sup>、寺嶋 智巳<sup>3</sup>

\*Naofumi Takeda<sup>1</sup>, Tsuyoshi Hattanji<sup>2</sup>, Yuki Matsushi<sup>3</sup>, Tomomi Terajima<sup>3</sup>

1. 日本工営株式会社、2. 筑波大学 生命環境系、3. 京都大学防災研究所

1. Nippon Koei Co., Ltd, 2. University of Tsukuba, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

伊豆大島では2013年10月16日、台風26号に伴う豪雨によって多数の表層崩壊が発生した。豪雨による表層崩壊は、土層内の飽和側方流による間隙水圧の上昇により引き起こされることが知られており、現地観測に基づき表層崩壊発生場の雨水浸透過程を明らかにすることは、その発生を予測する上で重要である。そこで本研究では、伊豆大島の表層崩壊地周辺において、土層中の圧力水頭を観測し、雨水浸透過程を明らかにした。さらにその結果に基づき、表層崩壊の発生条件を検討した。崩壊地周辺では、地表から深さ2.5 mまでがテフラ・レスの互層により構成され、表層崩壊のすべり面はY1.0層と呼ばれるテフラ層であった。滑落崖におけるテフラ層は約70%が砂の粒径に相当する土粒子によって構成され、飽和透水係数は $10^{-3}$  cm/sオーダーであった。一方、レス層は約50%がシルト・粘土の粒径に相当する土粒子によって構成され、飽和透水係数は $10^{-4}$  cm/sオーダー以下であった。総雨量100 mm程度の降雨時、透水性が低いレス層内やその直上のテフラ層内において、飽和帯が発生した。

降雨時の圧力水頭最大値と降雨指標である実効雨量の関係を調べたところ、圧力水頭の上昇に対しては4時間半減期の実効雨量が圧力水頭の上昇に最も影響することが判明した。この結果と斜面安定解析から、対象の崩壊地では4時間半減期実効雨量で165 mm相当の降雨があった場合、斜面が不安定になると推定された。また、過去の災害履歴と降雨のデータから、4時間半減期実効雨量で217~253 mmの降雨があった場合、表層崩壊が発生すると推定された。2013年災害時の表層崩壊発生時刻の降水量は、4時間半減期実効雨量で250 mmを上回っており、斜面が不安定になるような高い間隙水圧が生じたと推察される。

キーワード：テフラ、レス、互層、飽和透水係数、飽和側方流、実効雨量

Keywords: tephra, loess, alternation, hydraulic conductivity, subsurface storm flow, antecedent precipitation index

## 異なる基盤岩の斜面で発生する表層崩壊に関与する土層の性質の鉛直方向の変化と降雨浸透過程

### Vertical changes of soil properties and infiltration process for occurrence of shallow landslides in hillslopes with different bedrocks

\*渡壁 卓磨<sup>1</sup>、松四 雄騎<sup>2</sup>、千木良 雅弘<sup>2</sup>

\*Takuma Watakabe<sup>1</sup>, Yuki Matsushi<sup>2</sup>, Masahiro Chigira<sup>2</sup>

1. 京都大学理学研究科、2. 京都大学防災研究所

1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

広島市北部の花崗岩と接触変成岩を基盤とする山地斜面で発生する表層崩壊を対象に、土層の物理的・力学的・水理学的な性質の深度方向の変化を詳細に分析し、また降雨浸透過程の違いを明らかにした。その結果、風化生成物である土層の粒径の違いが、透水性や力学的強度および降雨浸透過程に強く影響を及ぼしていることがわかった。花崗岩の土層は主に砂や礫からなる。土層と土層直下の強く風化した基盤岩との間には透水性の大きな差異はなく、いずれも $10^{-3}$ – $10^{-2}$  cm/secとなった。接触変成岩の斜面はシルトや粘土の多い粘着質の土層で構成され、その透水係数は $10^{-2}$ – $10^{-6}$  cm/secで深部ほど減少した。飽和状態におけるせん断抵抗角は花崗岩の土層で相対的に大きく、粘着力は接触変成岩の土層で相対的に大きくなった。透水性の良い花崗岩の斜面では降水が浸透するときの圧力水頭の応答が速やかであるのに対して、透水性の悪い接触変成岩の土層深部ではより遅れて応答が始まった。無限長斜面の安定解析により、花崗岩斜面で発生した多くの崩壊地は正水圧の発生を考えない場合の臨界線の近傍にある。一方で、接触変成岩では崩壊の発生には正水圧が必要となる。以上の結果は、地質ごとに崩壊発生を規定する要因が異なることを示している。

キーワード：花崗岩、ホルンフェルス、表層崩壊、2014年広島豪雨災害

Keywords: Granite, Hornfels, Shallow landslides, 2014 Hiroshima landslide Disaster

## 表層崩壊が水路頭の移動に及ぼす影響—広島県広島市および山口県防府市の事例—

### Effect of shallow landslides on migration of channel heads: Case studies in Hiroshima City and Hofu City, western Japan

\*八反地 剛<sup>1</sup>、児玉 龍哉<sup>2</sup>、高橋 大地<sup>2</sup>、土志田 正二<sup>3</sup>、田中 靖<sup>4</sup>、古市 剛久<sup>5</sup>

\*Tsuyoshi Hattanji<sup>1</sup>, Ryuya Kodama<sup>2</sup>, Daichi Takahashi<sup>2</sup>, Shoji Doshida<sup>3</sup>, Yasushi Tanaka<sup>4</sup>, Takahisa Furuichi<sup>5</sup>

1. 筑波大学生命環境系、2. 筑波大学地球学類、3. 消防庁消防研究センター、4. 駒澤大学文学部、5. 北海道大学大学院農学研究院

1. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 2. College of Geoscience, University of Tsukuba, 3. National Research Institute of Fire and Disaster, 4. Faculty of Letters Komazawa University, 5. Graduate School of Agriculture, Hokkaido University

広島県広島市安佐南区および山口県防府市では、近年豪雨に伴って表層崩壊が多発した。これらの地域において豪雨前後の1 m解像度のDEMを用いた地形解析と現地調査を行い、豪雨による水路頭（channel heads）の時間的変化を検討した。両地域において、豪雨後に伴う水路頭の上流側への移動や新しい水路頭の形成を確認した。豪雨前の水路頭では集水面積と斜面勾配との間に相関関係がみられなかった。一方、豪雨後に表層崩壊を伴って新しく形成された水路頭では、集水面積が小さくなるほど斜面勾配が大きくなるという強い負の相関関係がみられた。豪雨に伴う水路の形成には、地形的集水性の効果が発揮されると考えられる。一方、豪雨前に存在していた水路頭の多くは、地下水の流出が生じている湧水点と近接して存在していた。崩壊が発生しなかった水路頭の上方には谷頭凹地があり、さらに上方では過去のイベントによる崩壊跡が確認された。湧水を伴う水路頭の下流側では地表流による侵食により水路が継続的に維持されるが、湧水より上方では水路が堆積物により埋められることが推測される。

キーワード：丘陵斜面、谷頭凹地、微地形、湧水

Keywords: hillslope, head hollow, micro-landforms, spring