

鳥取県東部の千代川を流下する礫集団の追跡と河床表面砂礫の堆積状況 Gravel and sand particle structures on bar surfaces and sediment pulse movements in the Sendai River, Tottori

小玉 芳敬^{1*}, 湯村 健²

Yoshinori Kodama^{1*}, Takeru Yumura²

¹ 鳥取大学地域学部地域環境学科, ² 伝習館

¹Fac. Regional Sciences, Tottori Univ., ²Densyukan

はじめに

鳥取県智頭町にある採石場において1998年に背後の斜面が崩れ、ダンプトラック8,000台分に相当する砂礫が千代川に流入した。これらの礫は黒色の三郡変成岩類であり、河原での識別が容易であったため、1999年から三郡変成岩類の礫集団の流下が追跡されている(たとえば小玉, 2004)。

採石場から供給された礫集団は、1999年には4~5km流下する実態が捉えられた(井上, 2000)。ところが2000年には、同規模以上の出水があつたにもかかわらず、礫集団は流下速度を低下した(小林, 2001)。この時、河原表層では礫の間隙が砂で満たされていない「透かし礫層」が増えた。その後、河原には草が繁茂し、2003年に実施された同様の調査において、礫集団が流下していないことが報告された(小玉ほか, 2004)。清川(2006)は、2004年の大規模出水によって礫集団が再度移動したことを確認した。同時に河床表面における砂礫の堆積状況を記録することで、河床表面まで砂があふれ、「透かし礫層」がほとんど観察されない状況が、2005年の河原に卓越した実態を明らかにした。2005年~2007年にかけては、小規模な出水しかなかったため、礫集団は停止していた(盛永, 2008)。

2011年9月、台風12号に伴う大規模な出水が千代川で久々におこった。本研究では、礫集団が再び動いたか否かの実態を捉えると同時に、河床表面砂礫の堆積状況を観察・記録する調査を実施し、千代川における砂礫の運搬特性を明らかにすることを目的とした。

調査方法

i) 礫集団の追跡: 河原に2m四方の調査区を設定し、そこから表層の礫を採取して、スケールに従ってふるい分け、肉眼判定によって三郡変成岩類とそれ以外の礫種に分けた。それぞれの重さを量り、粒径別の重量割合を算出した。9地点の河原でこの調査を実施した。

ii) 河床表面砂礫の堆積状況: 砂礫洲の上端側から下流に向けて巻尺で測線を設け、2mおきに表面砂礫の堆積状況を観察し、小玉(1994)に従って4つのタイプに分類した。1つの砂礫洲につき、50点以上のデータが得られるよう、必要に応じて測線を増やした。千代川全川にわたり、15地点の河原でこの調査を実施した。

結果および考察

i) 礫集団の追跡: 河原表面に占める三郡変成岩類の割合は、径16~64mmの礫集団に注目すれば、採石場から下流に向かうにつれて、ゆるやかに増加し、約13km下流側で急激に減少した。礫集団が約13km下流まで流下したことを示唆する。また2007年以前と比べて2012年には、粒径16~32mm, 32~64mmの三郡変成岩類の割合が50%以下、60%以下と低くなった。これらは、三郡変成岩類以外の礫が採石場より上流側から流れてきたことを意味する。64~128mmに関しては、2012年と2007年の結果に大差はなく、2007年以降、このサイズの礫集団は停止を続けている。

ii) 河川表面砂礫の堆積状況: 2007年と比べて2012年では、「礫がち」なType1, Type2の割合が増加し、「砂がち」なType3, Type4が減少した。つまり、千代川の河床表面は、2007年から2012年にかけて明らかに砂が少なくなり、「礫がち」に変化した。

これまでの調査から千代川における土砂移動特性をまとめる。河床表面が「砂がち」になると、礫集団は小規模出水でも容易に流下するのに対して、河床表面が「礫がち」になると、礫集団が流下するにはより多くの流量が必要となる。つまり、千代川における礫集団の動きは出水の規模ばかりか、粒径の混合効果によって規定されている。

文献

井上努(2000)千代川中流における砂礫の伝播 - 1998年台風10号による採石場崩壊土砂の追跡を通じて - . 鳥取大学教育学部平成11年度卒業論文, 51pp.

清川浩之(2006)千代川における礫の運搬特性に及ぼす河床表面砂礫の堆積状況. 鳥取大学教育地域科学部平成17年度卒業論文, 26pp.

小林建(2001)千代川中流における砂礫集団の移動速度の現象. 鳥取大学教育学部平成12年度卒業論文, 46pp.

小玉芳敬(1994)渡良瀬川下流部における河床勾配の急変と河床表面砂礫の堆積状況. 地理学評論, 67A, 311-324.

小玉芳敬(2004)「鳥取の地形まるごと研究」鳥取大学教育地域科学部(自然地理学教室), 68pp.

HGM22-01

会場:101B

時間:5月21日 14:15-14:30

小玉芳敬・田代圭佑・Anestoria C. Shalkowski・小林建・井上努(2004) 智頭採石場からの流入土砂礫はどこまで流下したか? - 砂礫波の移動と停止 - . 2004年度鳥取大学地学会 記念講演・研究発表要旨集, 17-18.

盛永理恵(2008) 千代川における河床表面砂礫の堆積状況と礫集団の移動実態. 鳥取大学地域学部平成19年度卒業論文, 32pp.

キーワード: 砂礫波伝播, 砂礫の堆積状況, 河床表面砂礫, 粒径の混合効果, 鳥取県千代川, 三郡変成岩礫

Keywords: sediment pulse movement, gravel and sand sedimentary structure, surface gravel on river bed, size mixture effect, the Sendai River in Tottori, gravel particles of the Sangun Metamorphic rocks

梓川上流における 2007 年～2012 年の地形変化と 2011 年および 2012 年の出水時の河道の状況

Landform changes and flood condition in the upper reaches of the River Azusa, central Japan

島津 弘^{1*}

Hiroshi Shimazu^{1*}

¹ 立正大学

¹ Rissho University

上高地谷を流れる梓川上流は礫床網状河川である。この区間では頻繁な河道の地形変化が生じる。本研究の目的は上高地の梓川上流河道に設定した観察地において、測量と観察に基づいて作成された地形学図とインターバルカメラによる撮影に基づく出水状況の観察から、地形が変化するときの地形プロセスを明らかにすることにある。ここでは、2007年から2012年までに作成された地形学図と2011年7月～10月および2012年6月～10月の昼間に10～30分間隔で撮影された写真を用いる。流路の移動といった大きな地形変化は2009年、2010年、2011年に生じた。大きな地形変化はインターバルカメラの撮影期間内には生じなかった。地形学図の測量は毎年8月と10月に実施されているが、その期間内では小さな地形変化しか起こらなかった。地形変化は融雪出水時期か梅雨時期に日降水量120mm以上の降雨があったときに生じたと推定できる。2011年7月4日には日降水量50mm程度で水位はかなり上昇した。一方、2011年9月20日に日降水量140mm以上を記録したが、河道全面が流れに覆われることはなく、わずかに流路の側刻が起こっただけであった。地形学図の比較および地形断面の形に基づくと流路の移動は流路の側方移動によるものではなく、流路の埋積と新たな流路の形成によって生じたと考えられる。

キーワード: 礫床河川, 地形変化, 地形プロセス, 地形学図, 梓川, 上高地

Keywords: gravel-bed river, landform change, geomorphic process, geomorphological map, River Azusa, Kamikochi

九十九里平野南部一宮川河口地形の変遷 Landform evolution of the river mouth of Ichinomiya River, southern part of Kujukuri plain

目代 邦康^{1*}, 七山 太², 大井 信三³
Kuniyasu Mokudai^{1*}, Futoshi Nanayama², Shinzou Ooi³

¹ 自然保護助成基金, ² 産業技術総合研究所, ³ 茨城大学
¹Pro Natura Foundation Japan, ²AIST, ³Ibaraki Univ.

九十九里平野南部一宮川河口における約100年間の地形の変遷を、絵図、旧版地形図、空中写真から明らかにした。平穏期は、砂州が北に延び、河口の位置が移動していくが、洪水時には、強い流れにより砂丘が開削され、河口の位置が南に戻される。一宮川ではこのような地形変化が繰り返し起こってきたことが考えられる。

キーワード: 河川地形, 砂州, 洪水, 河口
Keywords: river landform, bar, flood, river mouth

宇宙線生成核種年代測定法による小鹿溪谷の発達過程の推定 Evolution processes of the Oshika Gorge, in Tottori Prefecture

渡壁 卓磨^{1*}, 松四 雄騎², 松崎浩之³, 小玉 芳敬⁴, 進木美穂⁵

Takuma Watakabe^{1*}, Yuki Matsushi², MATSUZAKI, Hiroyuki³, Yoshinori Kodama⁴, SHINNOKI, Miho⁵

¹ 鳥取大学大学院地域学研究科, ² 京都大学防災研究所, ³ 東京大学, ⁴ 鳥取大学地域学部, ⁵ J Aバンク

¹Graduate School of Regional Sciences, Tottori University, ²DPRI, Kyoto University, ³MALT, University of Tokyo, ⁴Fac. Regional Sciences, Tottori University, ⁵JA Bank Tottori

はじめに

河川の遷急区間や滝は一般的に後退(上流に移動)すると報告されている(たとえば町田, 1984; 早川・松倉, 2002)。本研究ではこのような遷急区間の侵食形態を「後退モデル」と呼ぶ。いっぽう, 鳥取県三朝町に位置する小鹿溪谷は動的平衡状態に達しており, 遷急区間では後退よりもむしろ下刻作用が卓越していると報告されている(小玉・中村, 1997; 小玉, 2004)。このような遷急区間の侵食形態を「下刻モデル」と呼ぶ。両モデルでは侵食速度の縦断変化に差が生まれる。つまり, 後退モデルでは侵食速度が縦断方向に変化するのに対して, 下刻モデルでは一定になる。

本研究の目的は, 宇宙線生成核種年代測定法(Lal, 1991)を用いて, 小鹿溪谷内に散在する侵食段丘面の地表面の露出年代を求め, 段丘面の比高から下刻速度を算出して, 小鹿溪谷の侵食形態を解明することである。

調査方法

宇宙線生成核種年代測定法をするためには十分な量の石英(約60g)を確保しなければならない。そこで花崗岩が卓越する小鹿溪谷内の侵食段丘面から約300g × 12試料を採取した(文化庁に申請し許可済)。採取した試料の石英中に存在する¹⁰Beと²⁶Alを用いて年代測定をするためにKohl and Nishiizumi(1992)に従い, 岩石を粉碎・化学処理をした。選別した¹⁰Beと²⁶Alそれぞれを東京大学大学院工学系研究科国際原子力専攻タンデム加速器研究施設の5MVタンデム加速器を使用して, AMS分析(加速器質量分析)をおこなった。

結果および考察(10Beのみ)

Os-1では, 採取した8試料中6試料の年代を求めることができた。これらの年代と比高の近似線より, Os-1における平均侵食速度を求めることができる。その結果は約0.25mm/yrであった。他の地点(Os-2?Os-5)では1点のみの試料採取であったため, 採取地点の比高(河床からの高さ)を求めた年代で割ることで, 侵食速度を求めた。その結果, 溪谷の上流部から, 1.31mm/yr(Os-3), 1.38mm/yr(Os-4), 1.04mm/yr(Os-5), 5.28mm/yr(Os-2)という侵食速度であった。

小鹿溪谷内の3地点(Os-3?5)で約1mm/yrとほぼ等速の侵食速度が得られたことから, 小鹿溪谷では下刻モデルが当てはまる可能性が高い。ただしOs-1の侵食速度は約0.25mm/yrと溪谷内の3地点(Os-3?5)に比べて4分の1程度遅く, 逆にOs-2(5.28mm/yr)は, 溪谷内の3地点と比べて約5倍速い。

Os-1は溪谷内で最急勾配の区間の直上に位置しており, このことが何らかの影響をおよぼしていると考えられる。またOs-2は峡谷部からわずかに下流に位置し, 周辺には河成段丘が発達している。つまり流域からの土砂移動を反映した河床の上昇や下刻により, 他の地点と比べて侵食速度が速くなっている可能性が考えられる。

今後の方針

Os-1周辺の上下流から試料を採取し, 宇宙線生成核種年代測定法を用いて, 侵食速度を求め, なぜOs-1の侵食速度が遅いかの理解を深める。またOs-2周辺には河成段丘が存在するため, 小鹿川流域内の河成段丘面区分を進め, 段丘の発達史からも侵食速度の検討を行う。

文献

早川裕一・松倉公憲(2002)日光, 華厳の滝の後退速度: 地学雑誌, 112(4), 521-530.

小玉芳敬・中村圭吾(1997) 三朝町小鹿溪谷の河床縦断形について?河相に対応する河床勾配の階層性?: 鳥取地学会誌, No.1, 53-63

小玉芳敬(2004)「鳥取の地形まるごと研究: 鳥取大学自然地理研究室の卒業論文や修士論文の成果を中心にして」, 68pp.

Kohl, C. P. and Nishiizumi, K. (1992) Chemical isolation of quartz for measurement of in-situ-produced cosmogenic nuclides: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 56, 3583-3587

Lal, D. (1991) Cosmic ray labeling of erosion surface: in situ nuclide production rates and erosion models: *Earth and Planetary Science Letters*, 104, 424-439.

Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



HGM22-04

会場:101B

時間:5月21日 15:00-15:15

町田貞 (1984) 「地形学」, 大明堂, 767p

キーワード: 遷急区間, 下刻プロセス, 宇宙線生成核種, 侵食速度, 小鹿溪谷, 動的平衡

Keywords: Nick zone, Downcutting process, in-situ cosmogenic radionuclides, Incision rate, Oshika Gorge, Dynamic equilibrium

宇宙線生成核種が示すチベット高原北東縁 Kumkol 盆地の第四紀後期における段丘発達過程

Late Quaternary development of terraces in the Kumkol Basin at the northeastern Tibet as constrained by in situ CRNs

白濱 吉起^{1*}, 宮入 陽介², 何 宏林³, 傅 碧宏⁴, 狩野 謙一⁵, 越後 智雄⁶, 横山 祐典², 池田 安隆¹

Yoshiki Shirahama^{1*}, Yosuke Miyairi², Honglin HE³, Bihong Fu⁴, Ken-ichi Kano⁵, Tomoo Echigo⁶, Yusuke Yokoyama², Yasutaka Ikeda¹

¹ 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻, ² 東京大学大気海洋研究所, ³ 中国地震局地質研究所, ⁴ 中国科学院地質・地球物理研究所, ⁵ 静岡大学理学部, ⁶ 財団法人地域地盤環境研究所

¹Earth & Planetary Science, The University of Tokyo, ²Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo,

³Institute of Geology, China Earthquake Administration, ⁴Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences (IGGCAS), ⁵Faculty of Science, Shizuoka University, ⁶Geo-Research Institute

チベット高原北東にある Kumkol Basin には、よく発達した扇状地と多くの段丘面が分布している。これらの地形面はチベット高原の成長に伴う褶曲や断層によって変動している。そのためチベット高原の変動を探るのに重要な地域の一つであるといえる。しかし、これまで、この地域における研究はアクセスの難しさからほとんど行われたことがない。我々の研究はこの地域で行われる地形学的研究の端緒である。

我々は、Kumkol Basin 調査の足がかりとして Sijiquan River 沿いの段丘 (Sijiquan Terrace) について研究を行った。ここは Kumkol Basin 内でも比較的アクセスのしやすい場所に位置している。本論では、この段丘についての地形判読結果と宇宙線生成核種の分析結果について報告し、ひとつ前の氷期から現在までの地形発達について考察していく。

まず、衛星画像による分析から、Sijiquan Terrace には高位から順に H 面と L1 面、L2 面が見られた。加えて、H 面と L1 面が別々の時期に堆積したこと、L2 面が河川の下刻に伴って形成されたことがわかった。そして、周氷河地域では氷期に岩屑の生産が活発になり、堆積作用が卓越するため、H 面が最終氷期、L1 面がひとつ前の氷期に対応することが推測された。

次に、現地年代試料採取を行い、H 面、L1 面、現河床から採取した礫を一地点ごとに 20 個以上まとめて破碎し、宇宙線生成核種 ¹⁰Be の濃集量を分析した。その結果、現河床の濃集量が一部の段丘面よりも大きい値を示した。段丘面形成以降の流域に大きな変化がない場合、現河床の濃集量は堆積時の濃集量 (Inheritance) を示し、したがって段丘面の値より小さい値を示すはずである。大きい値を示したということは、段丘や扇状地表層から再移動した礫が含まれており、流域が劇的に変化したことを示している。これは地形判読結果とも整合的で、Sijiquan River の礫の供給源が、段丘面と同時期に形成された扇状地面上に広がっていることを衛星写真から観察できる。

現河床の堆積物は再堆積物を多量に含むことがはっきりわかったので、現河床の高い濃集量を段丘堆積物の Inheritance と仮定することはできない。そこで、現河床から採取した礫一つ一つの測定を行い、その最低値を段丘堆積物の Inheritance の上限値と仮定して年代推定を試みた。H 面の Minimum age は 94 ka を示し、L2 面は 15.5 ka を示した。これらの値はあくまで浸食速度を 0 とした時の値であり、実際の年代はもっと古いだろう。浸食速度を考慮すれば、この結果は地形判読結果と矛盾する結果ではない。

結論として、Kumkol 盆地の浸食と堆積のプロセスは氷期と間氷期ではっきりと変化することがわかった。

キーワード: チベット高原, Qaidam Basin, 変動地形, 表面照射年代, 河成段丘

Keywords: Tibetan Plateau, Qaidam Basin, Tectonic landform, Surface Exposure Dating, Fluvial terrace

表面照射年代法を用いたロナクレーターの年代および地形学

Formation age and geomorphologic history of the Lonar impact crater deduced from in-situ cosmogenic Be-10

中村 淳路^{1*}, 横山 祐典¹, 関根 康人², 後藤 和久³, 小松 吾郎⁴, P. Senthil Kumar⁵, 松崎 浩之⁶, 松井 孝典⁷

Atsunori Nakamura^{1*}, Yusuke Yokoyama¹, Yasuhito Sekine², Kazuhisa Goto³, Goro Komatsu⁴, P. Senthil Kumar⁵, Hiroyuki Matsuzaki⁶, Takafumi Matsui⁷

¹ 東京大学大気海洋研究所, ² 東京大学大学院新領域創成科学研究科複雑理工学専攻, ³ 東北大学災害科学国際研究所, ⁴ IRSPS, Università d' Annunzio, ⁵ National Geophysical Research Institute, India, ⁶ 東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻, ⁷ 千葉工業大学惑星探査研究センター

¹ AORI, The University of Tokyo, ² Complexity Sci. & Eng., The University of Tokyo, ³ International Research Institute of Disaster Science, Tohoku Univ., ⁴ IRSPS, Università d' Annunzio, ⁵ National Geophysical Research Institute, India, ⁶ Department of Nuclear Engineering and Management, The University of Tokyo, ⁷ PERC, Chiba Institute of Technology

Impact cratering is a dominant surface modification process on planetary surfaces. In the inner solar system, the large majority of impacts occur on bodies covered by primitive igneous rocks. However, most of the impacts remaining on Earth surface are on different rock types than that of the inner planet and hence geologic knowledges derived from Earth's surface cannot be translated readily. The Lonar crater is a 1.88-km-diameter crater located on the Deccan basaltic traps in India (ca. 65 Ma), and is one of the very few craters on Earth emplaced directly on basaltic lava flows. Therefore, the Lonar crater provides a rare opportunity to study impact structures observed on the basaltic surfaces of other terrestrial planets and the Moon. Since the ages of terrestrial impact structures is an key to understand geomorphological processes following to the impact, various dating methods has been applied to the Lonar Crater such as fission track (Storzer and Koeberl, 2004), radiocarbon (Maloof, 2010), thermoluminescence (Sengupta et al., 1997), and ⁴⁰Ar/³⁹Ar (Jourdan et al., 2011). Yet, a large discrepancy between these methods ranging from ca. 15 to 570 ka has been resulted. Here we report surface exposure ages based on in-situ cosmogenic ¹⁰Be in order to obtain a precise age of the Lonar crater as well as to study the geomorphologic evolution of the Lonar Crater. The samples are collected from the topographic highs on the rim of the crater and from the ejecta blanket. In-situ ¹⁰Be exposure age together with newly obtained radiocarbon age of pre-impact soil suggest potential problems of previous ages recently reported by (Jourdan et al., 2011) that ⁴⁰Ar/³⁹Ar dates are biased because of inherited ⁴⁰Ar in impact glass. Systematically young exposure age from the rim samples compared to the samples from the ejecta blanket indicate that the rim of the Lonar crater is being actively eroded. Spatial age distributions observed from the Lonar creator is not the same as the pattern reported from the well-studied Barringer crater in Arizona (Nishiizumi et al, 1991, Phillips et al., 1991), highlighting the different geomorphologic history of the two craters under different climatic and lithologic settings.

キーワード: 表面照射年代, 宇宙線照射生成核種, 衝突クレーター, ロナクレーター, 侵食, 地形

Keywords: exposure age, in-situ cosmogenic nuclide, impact crater, Lonar crater, erosion, geomorphology

2008年岩手・宮城内陸地震による地すべり性地表変動のSAR干渉画像による観測 InSAR-image observation of landslide surface deformation triggered by the 2008 Iwate- Miyagi Nairiku Earthquake

佐藤 浩^{1*}, 宮原 伐折羅¹, 岡谷 隆基¹, 小荒井 衛¹
Hiroshi, P. Sato^{1*}, Basara Miyahara¹, Takaki Okatani¹, Mamoru Koarai¹

¹ 国土地理院
¹ GSI of Japan

合成開口レーダー (SAR: synthetic aperture radar) は, 人工衛星や航空機から地表に向けてマイクロ波を射出し, その反射波を観測して地表面の性状を把握する技術である. ALOS/PALSAR データを使った平成 19 年 (2008 年) 岩手・宮城内陸地震 (M 7.2) の地殻変動に伴う SAR 干渉画像は国土地理院ホームページから公開されている. 国土地理院の栗駒火山土地条件図と重ね合わせて詳細に検討すると, 地殻変動とは別に局所的な変動を示す干渉縞が見られ, これが火砕流堆積面における地すべり性地表変動を検出した可能性があるため報告する.

キーワード: 地震, 岩手・宮城内陸地震, 地すべり, SAR
Keywords: earthquake, Iwate-Miyagi Nairiku earthquake, landslide, SAR

山体崩壊量の推定における流れ山の地形計測の有用性

Usability of the morphometry of hummocks to estimate the volume of catastrophic sector-collapses

吉田 英嗣^{1*}

Hidetsugu Yoshida^{1*}

¹ 明治大学

¹Meiji University

火山の巨大山体崩壊のような低頻度ながらも大規模な土砂移動現象に伴う災害リスクの評価は、過去の事例についてのデータが蓄積されることによって具体化される。筆者は、巨大山体崩壊の量的規模の推定にあたっての堆積地形、とくに流れ山地形の有用性について、異なる地形場におかれる複数の事例を対象に検討を進めてきている。今回、その適用限界について吟味した。

筆者は日本における山麓拡散型岩屑なだれの7事例について、流れ山が流走距離(D)に応じてそのサイズ(A)を指数関数($A = \exp(-D)$)的に減衰させることを見出している(Yoshida et al., 2012, Geomorphology)。ここで、 A の値は事例によって異なり、 D は崩壊量とは正の、 A は岩屑なだれの流動性(岩屑なだれの等価摩擦係数の逆数)とは負の相関関係にあることを明らかにし、それぞれ経験式を構築した。このうち、 A の値と山体崩壊量との経験的関係がさらに別の事例についても適用できるかを次の通り検討した。

磐梯火山の裏磐梯岩屑なだれおよび翁島岩屑なだれは適用可能な事例である。これらについては従来知られていた山体崩壊量が過大見積もりであったことを踏まえ、 A の値は山体崩壊の規模に見合ったものであると判断される。また、羊蹄火山の岩屑なだれでは A の値から推測される山体崩壊量が既知の値よりもやや大きい結果となったが、磐梯火山とは逆に既知の山体崩壊量が過小に見積もられている可能性もある。現時点では、山麓拡散型岩屑なだれの多くにおいてYoshida et al. (2012)の経験的関係が成立すると判断する。さらに、那須火山群の観音川岩屑なだれについてもその A の値から見積もられる山体崩壊量は既知の値と調和的であった。つまり、岩屑なだれの流動が河谷地形に制約される谷埋め型の岩屑なだれに対してのYoshida et al. (2012)の経験式の汎用可能性も示された。一方、鳥海火山の象潟岩屑なだれのように、流れ山の形成に岩屑なだれの流下・堆積域の地形場(とくに前地形)が強く影響する場合には、Yoshida et al. (2012)の経験式を適用できないことが判明した。

キーワード: 山体崩壊, 流れ山, 地形

Keywords: sector-collapse, hummocks, landforms

隆起と降雨侵食による地形発達実験に見られる隆起速度の閾値について Threshold of uplift rate in the experiments of landform development with rainfall-erosion and uplift

大内 俊二^{1*}
Shunji Ouchi^{1*}

¹ 中央大学理工学部

¹ College of Science and Engineering, Chuo University

隆起と降雨侵食による地形発達の実験から、実験地形の発達傾向を分ける隆起速度の閾値の存在が推定できた。四角柱状のコンテナ(60x60x40cm)に詰めた細砂とカオリナイトの混合物を下から押し出して四角い砂山を一定の速度で隆起させ、同時に霧状の人工降雨によって侵食地形を発達させる実験である。隆起速度を変えた実験を繰り返すことで、実験地形の発達に与える隆起速度の影響を明らかにした。

隆起とともに流水侵食による水系網が発達し全面に広がって行くが、隆起速度が下の閾値より小さい場合、侵食は全面的に流水の作用により、崩壊が起こるような斜面が発達することはない。始原面となる平坦面が残っているうちは最高点高度が隆起とともに上昇するが、この面がなくなるまで侵食が進むと、侵食の弱い丘陵頂部の侵食低下と隆起が釣り合うところでそれ以上の上昇はなくなる。この時、隆起域から流出するような高次水路の勾配はすでに安定しており、前面に発達している扇状地の解析が進まない限り下刻は起こらない。一方、中間域では侵食が隆起を若干上回る。結果として、平均高度はゆっくりと低下するものの砂山材料の性質と降雨強度で決定される起伏が支配的となる地形が長期間保たれる(特徴的起伏段階)。隆起速度がこの閾値を越えると、水系網が成長していく間にも斜面が成長して崩壊を起こすようになり、山地状の地形が発達する。斜面崩壊は小規模崩壊と大規模崩壊の2種類に分けられる。前者は斜面上部で水を十分含んだ表面物質がその重みで崩れ落ちるようになり、後者は、斜面が大きく成長した後で斜面基部が侵食されて斜面全体が一気に滑り落ちるものである。小規模崩壊では崩壊物質が隆起域内に堆積することが普通で、堆積した崩壊物質が流水の侵食によって隆起域外に運び出されまでは平均高度が低下することはない。ただし、上流域の堆積が進めば流路勾配が増加して流水の運搬力も増大するため、斜面からの供給と流水による運搬・流出がつりあって起伏・平均高度ともに安定する状態が出現すると考えられる。大規模崩壊は、隆起速度が大きく大斜面が発達する場合に見られ、崩壊物質が土石流状に流下して隆起域外(堆積域が狭い場合は堆積域外)に直接流出するため、始原平坦面が残っていない段階であれば、起伏、平均高度、最高点高度ともに大きく低下する。このような大規模崩壊は全体の起伏がある程度大きくなったところで集中的に起こり、その後隆起と流水の侵食ともに次の大規模崩壊が集中して起こるまで小規模崩壊を伴いながら起伏(斜面)の成長が続く。その結果、砂山の平均高度の変化がある幅に収まる傾向を示すようになる。斜面の裾野にあたる部分では隆起が速ければ上流から供給される物質も多くなるため、勾配が増加して斜面基部の高度が上がり、これが斜面の高度も全体の高度も上げることになる。平均高度が隆起速度が大きいほど高くなるのはこのためであろう。もちろん、堆積域幅が狭いほどまた雨量が多いほどこの高さは低くなる。高度が隆起速度に応じた高さで落ち着く傾向を持つという点から、平衡状態にあるということもできるかもしれないが、変化の大きさと間隔を考えれば疑似平衡状態と言う方が適切であろう。小規模崩壊が中心である場合も含めて、隆起速度がこの範囲にある場合を、疑似平衡状態段階としておきたい。隆起速度がさらに増大すると起伏の成長が進み、山脈状の地形が発達するようになる(山脈成長段階)。この山地の成長は堆積場(および隆起域)の幅と砂山構成物質の性質で決まる上限に達するまで続くと考えられる。したがって、ここで考える隆起速度の上方閾値は、それ以上であればいずれ山地の成長限界まで達することができる隆起速度ということになる。

まだ実際の山地地形と対比する段階に至っていないわけではないが、将来的には、実験結果から得られる知見が実際の地形発達を解釈する一助になる可能性は十分にあると思う。

キーワード: 降雨侵食実験, 隆起速度の閾値, 斜面崩壊, 山地形成限界, 堆積場, 地形進化

Keywords: rainfall-erosion experiment, landform development, threshold uplift rate, slope failures, quasi steady state, limit of mountain growth

HGM22-09

会場:101B

時間:5月21日 16:45-17:00

