

宇宙線生成核種年代測定から推定される鳥取県三朝町小鹿溪谷の下刻速度 Incision rate of the Oshika-gorge, Tottori-prefecture, estimated from Terrestrial in site Cosmogenic Nuclides dating

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

Miho Shinnoki¹, WATAKABE, Takuma², MATSUSHI, Yuki³, Hiroyukitsuzaki⁴, KODAMA, Yoshinori^{5*}

¹JAバンク鳥取, ²鳥取大学大学院地域学研究科, ³京都大学防災研究所, ⁴東京大学タンデム加速器研究施設, ⁵鳥取大学地域学部

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

はじめに

鳥取県三朝町に位置する名勝・小鹿溪谷は全長約3 kmで、その地質は主に中生代の花崗岩で構成されている。小鹿溪谷には小規模な侵食段丘面が散在し、これらは溪谷の形成過程を知る手がかりとなる。本研究の目的は、宇宙線生成核種年代測定法を用いて侵食段丘面の年代を求め、小鹿川の平均下刻速度を明らかにすることである。

調査方法

小鹿溪谷の神縄滝-雄淵上流にある滑走斜面には、7段の侵食段丘面が保存されている。本研究ではここを調査地点とした。現地測量により横断面を描き、高位よりNo.1~No.7の段丘面、そして現河床のNo.8において、タガネとハンマーで岩石表面を厚さ3~5 cm以内、300 g前後採取した。Kohl and Nishiizumi(1992)に従い、これらの花崗岩試料からそれぞれ約50 gの石英を精製した。さらに、酸による融解とイオン交換により、石英からベリリウム(Be)とアルミニウム(Al)をそれぞれ分離して、東京大学タンデム加速器でAMS分析を実施した。

結果および考察

5試料中、結果が得られたのはNo.1(比高:11.21m)とNo.7(比高:1.64m)であった。¹⁰Be濃度は、No.1で $3.2 \pm 0.11 \times 10^5$ atoms/g, No.7で $6.2 \pm 0.35 \times 10^4$ atoms/g, また²⁶Al濃度はNo.1で $2.3 \pm 0.12 \times 10^6$ atoms/g, No.7で $3.6 \pm 0.46 \times 10^5$ atoms/gであった。いっぽう¹⁰Beと²⁶Alの生成率は、Stone(2000)よりそれぞれ 5.7 ± 0.40 atoms/g/yr, 38.5 ± 2.77 atoms/g/yrと求まり、核種濃度と生成率から地表面露出年代を算出した。¹⁰Be濃度から求めた年代は、No.1で 55.4 ± 4.27 kyr, No.7で 10.9 ± 0.99 kyr, ²⁶Al濃度からは、No.1で 60.0 ± 5.33 kyr, No.7で 9.3 ± 1.37 kyrとなった。¹⁰Beと²⁶Alから別々に求めた侵食段丘面の露出年代は、互いに測定誤差範囲内におさまった。そこで¹⁰Beと²⁶Alの値を平均することで、侵食段丘面の露出年代をNo.1で 57.2 ± 3.33 kyr, No.7で 10.4 ± 0.80 kyrとした。段丘面の比高と露出年代から、調査地点における最近6万年間の小鹿川の平均下刻速度は、0.2 m/kyr (0.2 mm/yr)である。この平均下刻速度は、中国地方の平均隆起速度0.1 m/kyr (0.1 mm/yr)(大森, 1980)の約2倍であるが、同じオーダーと指摘できる。

おわりに

鳥取県三朝町小鹿溪谷の神縄滝-雄淵のすぐ上流側において、宇宙線生成核種年代測定法を用いて侵食段丘面の露出年代を求めた。その結果、比高11 mほどの段丘面(No.1)は 57.2 ± 3.33 kyr, 比高1.6 mのNo.7は 10.4 ± 0.80 kyrと判明した。調査地点における、最近約6万年間の小鹿川の平均下刻速度は0.2m/kyr(0.2mm/yr)である。

参考文献

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.

松倉公憲 (2008) 「地形変化の科学 - 風化と侵食 - 」朝倉書店, 256pp.

大森博雄 (1980) 「日本列島の第四紀後半における自然の長期的変動に関する研究」日本島山地の浸蝕速度の特徴について. 昭54年度文部省科学研究費補助金研究成果報告書, 42-55.

Stone, J. O. (2000) Air pressure and cosmogenic isotope production. *Journal of Geophysical Research*, **105**, 23753-23759.

若狭幸・松崎浩之・松倉公憲 (2004) 原位宇宙線生成核種年代測定法: 侵食地形変化速度の解明への適用. *地形*, **25**, 247-265.

キーワード: 下刻速度, 小鹿溪, 侵食段丘面, 宇宙線生成核種年代, 動的平衡, 鳥取県三朝町

Keywords: incision rate, Oshika-gorge, strath terrace, TCN ages, dynamic equilibrium, Misasa, Tottori prefecture

宇宙線照射生成核種 Be-10・Al-26 の深度プロファイルを用いた湿潤地域における侵食速度の評価

Quantitative determination of erosion rates in humid region using depth profiles of in situ-produced Be-10 and Al-26

中村 淳路^{1*}, 横山 祐典¹, 宮入 陽介¹, 城谷 和代², 松崎 浩之³, 鈴木 淳²

NAKAMURA, Atsunori^{1*}, YOKOYAMA, Yusuke¹, MIYAIRI, Yosuke¹, SHIROYA, Kazuyo², Hiroyuki Matsuzaki³, SUZUKI, Atsushi²

¹ 東京大学大気海洋研究所, ² 産総研, ³ 東大工

¹ Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, ² National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ³ Department of Nuclear Engineering and Management, The University of Tokyo

Quantitative determination of erosion rates is important across a diverse range of disciplines in geology, geomorphology, and biogeochemistry (Granger and Riebe, 2007). Yet rates of erosion have until recently been difficult to quantify over long timescale. Measurements of in-situ produced terrestrial cosmogenic nuclides (TCN) allow us to understand earth surface process quantitatively (Goss and Phillips, 2001). It has been successfully used to provide erosion rates of bedrock in arid regions where slow erosion process take place (e.g. Cockburn et al., 1999). On a global scale, environmental parameters such as mean annual precipitation have been used to explain erosion rate variability (Bierman and Caffee, 2002). However, the relationship between erosion rates and precipitation is still under debate due in part to scarcity of data from humid regions. In addition, erosion rates deduced from drainage basins, which is the only method to quantify erosion rates in humid regions, are strongly affected by basin slope (Riebe et al., 2000). Therefore, different approach to determine the erosion rates in humid regions is required to corroborate findings from arid regions. Here we present hilltop depth profiles of in situ-produced ¹⁰Be and ²⁶Al from Japan. Due to such sampling location, the contribution of basin slope should be minimized, allowing a direct comparison to studies of bedrock erosion rates in arid regions. When applying TCN-based erosion rates in mid latitude humid regions, where granitic saprolite is distributed, density uncertainties play an important role in determining erosion rate. The aims of this study are (1) to develop a model for TCN depth profiles, based on actually measured density in granitic saprolite, and (2) to assess the correlation of erosion rates and precipitation. These data indicate a link between earth surface process and climatic condition.

キーワード: 宇宙線照射生成核種, 侵食, 気候

Keywords: cosmogenic nuclides, erosion rate, climate

木津川堆積物及び起源地岩石の石英中にみられる ESR 信号の特徴 Signatures of ESR signals observed in quartz of Kizu river sediments and of host rocks

野曾原 吉彦^{1*}, 豊田 新², 高田 将志³, 島田 愛子⁴

NOSOHARA, Yoshihiko^{1*}, TOYODA, Shin², TAKADA, Masashi³, SHIMADA, Aiko⁴

¹ 岡山理科大学理学部応用物理学科, ² 岡山理科大学理学部応用物理学科, ³ 奈良女子大学文学部人文社会学科, ⁴ JEOL RESONANCE

¹Department of Applied Physics Okayama University of Science, ²Department of Applied Physics, Faculty of Science, Okayama University of Science, ³Department of History, Sociology and Geography, Faculty of Letters, Nara Women's University, ⁴JEOL RESONANCE Inc.

同位体が年代測定のみならず、トレーサーとして物質移動を議論するのに用いられているように、石英中の常磁性格子欠陥を年代測定だけでなく、物質移動の指標として用いる試みが風送塵について行なわれるようになった (Toyoda and Naruse, 2002 など)。風送塵では E_1' 中心のみが用いられているが、河川堆積物については不純物中心を用いても、供給起源について、一定の議論に成功した例がある (島田, 2008)。

本研究では、木津川流域における河床堆積物について、石英中の E_1' 中心及び不純物中心の ESR 信号を調べた。それによって堆積物と起源地岩石を特徴化することを目標として、ESR 測定を行なった結果について報告する。

奈良県木津川流域で、河川堆積物及び花崗岩などを約 20 個採取した。1000-500 μm 、500-250 μm 、250 μm 以下の科学処理をおこない、石英を抽出し 250-75 μm に粉碎した。そして、もともと持っている信号を消去するために加熱処理 (400°C で 1 h) をおこなった後、線照射 (最大 2500Gy) をおこない、ESR 測定 (低温・常温) をした。

線を照射したところ、不純物中心の信号強度は増大した。飽和の現象が現れない原点付近の信号生成効率は、石英中の微量な不純物中心の濃度に関連していると考えられる。この値をそれぞれの試料についてグラフにすると地理的に近い試料を近くに並べてみたところ、複数の不純物中心の信号の生成効率の間に正の相関、負の相関のある地域があることがわかった。

2 種類の堆積物の供給起源地があれば、石英中の生成年代を示す酸素空孔量や石英中の不純物濃度を示す信号の生成効率をパラメータとしてその混合を定量的に議論できる可能性がある。これが実現すれば、河川堆積物についてその供給起源地の混合割合を求めることができる。こうした試みについて発表する予定である。

キーワード: 木津川, 電子スピン共鳴, 河川堆積物, 石英

Keywords: Kizu river, ESR, River sediments, quartz

荒川中流部における人為介入がかかわる地形形成 Human impact on Bedforms of the Mid-Arakawa, Central Japan

町田 尚久^{1*}

MACHIDA, Takahisa^{1*}

¹ 立正大学大学院地球環境科学研究科

¹ Graduate School of Geo-environmental Science, Rissho University

近世以降、多くの河川では様々な人為介入によって地形が変化している。人為介入は、河川を構成する土砂や流水に影響を与え、それに河川システムが応答することで、新たな地形が形成される。そこで近年も人為介入がみられた荒川中流部熊谷扇状地の扇中央部（熊谷市付近）にある荒川大橋付近を調査対象地域として、河床の微地形変化を調査した。熊谷扇状地は、扇頂部を江南サイフォン付近に、扇端部を熊谷市久下付近にもつ完新世初頭に形成され始めた扇状地である。

対象地域である荒川大橋付近は、2007年まで流路が左岸側の護岸沿いを通っていたが、その年の洪水で護岸から約50m離れた場所に移動した。その後の2011年5月にも流路に変化が確認できたため、2011年の7月と12月に現地調査を行った。その結果、流路の移動はみられなかったが、交互砂礫洲上に土砂移動が活発時に見られるインプリケーション構造があらわれた。また一部で凹地の消滅や部分的に約1mの顕著な堆積が見られた。さらに堆積の空間的な分布も左右の交互砂礫洲を瀬の部分で繋ぐように堆積している。この堆積は、横列砂礫洲の移動であった可能性が高い。そこを分断するように瀬（長さ：約160m）が形成され、上流部に凹型、下流部に凸型、またそれらの間に「流れが速く比較的深い直線的な水路型」の微地形があらわれた。この付近の淵は水深2~3mであるのに対して、その水路型は水深が約1mであることから瀬の特徴を示すと考えられる。それに類する流路は、周辺では見られないことから、急激な堆積の結果あらわれた地形と考えられる。この堆積には、2000~2007年に熊谷扇状地扇頂部よりも上流の六堰頭首工の改修工事や六堰堤体の破壊、そしてその約4km下流に位置する扇頂部付近の江南サイフォンの改修工事が大きく影響している可能性が高い。改修工事や破壊は、安定化していた掃流物質を攪乱し不安定化させたため、移動を活発化させたと考えられる。その不安定な掃流物質は、その時の河川システムに合わせて移動するため、荒川大橋付近に急激な土砂供給をすることで河床を上昇させることが十分に可能である。これと同様に人為の影響による地形形成は、1970年以降の江南サイフォン直下の侵食によって、すぐ下流での砂洲の発達にもみられた。

このような人為介入は河川システムに対するInputとして、また地形形成はOutputとして作用するため、Hack (1960)の動的平衡の概念とChorley (1980)の地形システム論的解釈を用いることで人為介入に対する地形発達を矛盾なく説明できると考えた。対象地域の扇状地は、過去に砂利採取 (Input) によって急激に河床低下 (Output) したが、砂利採取が終了した1974年以降、江南サイフォン直下の侵食がInputとなり、Outputとして河床が上昇とともに、砂洲の形成した。これらは、河川システムが安定に向かう過程で形成された地形と考えられる。そして2000年以降、河川構造物の改修工事と同時に発生した旧六堰頭首工堤体の破壊がInput (土砂供給) として河川システムが作用することで土砂の移動を活発化させ、Outputとして交互砂礫洲の移動あるいは横列砂礫洲の移動など、河道の不安定化を招いた。その不安定化による急激な堆積は、さらなるInputとなり、そのOutputは、インプリケーション構造や瀬の構造「凹型 直線型 凸型」などの新しい微地形としてあらわれた。

江南サイフォンの改修によって建設された落差工など (Input) は、長期的に河川システムに影響を与え、影響範囲で安定がもたらされるまで作用し続け、その作用に対応するように新しい地形を形成 (Output) し、それを維持し続ける。一方で、改修工事のように一時的な河床の不安定化を招く攪乱 (Input) は、短期的に河川システムに影響を与え、土砂の掃流方向である下流側に新しい地形を形成 (Output) するが、攪乱が終了するとそれが新たなInputとなり、再び安定化するために攪乱前見られた地形が復帰する。このように時間スケールや空間スケールなどを設定することで複雑な人為介入による地形形成を明らかにすることができる。

キーワード: 人為介入, 河床地形, 扇状地, 動的平衡, 河川システム

Keywords: Human impact, River-bed form, Alluvial fan, Dynamic equilibrium, Fluvial system

風蓮湖周辺に認められる地震性バリアーシステム解明計画

A geomorphological project about the seismic barrier system around Lake Furenko

七山 太^{1*}, 渡辺 和明¹, 重野 聖之², 石川 智³, 猪熊樹人⁴, 池田 保夫⁵

NANAYAMA, Futoshi^{1*}, WATANABE, Kazuaki¹, SHIGENO, Kiyoyuki², ISHIKAWA, Satoshi³, Shigeto Inokuma⁴, IKEDA, Yasuo⁵

¹ 産業技術総合研究所, ² 茨城大学, ³ 九州大学, ⁴ 根室市歴史と自然の資料館, ⁵ 北海道教育大学釧路校

¹ AIST, ² Ibaraki University, ³ Kyushu University, ⁴ Nemuro City Museum of History and Nature, ⁵ Hokkaido University of Education

堆積学的に見るとバリアーシステムとは主に海進期を特徴づける堆積体であり、地形学的に見るとバリアー（島）地形の存在は、後氷期以降現在まで海面上昇が継続している（=海進期）ことを示している。一方、我が国の沿岸域では、ハイドロアイソスタシー効果によって5000~6000年前の海面高度が現在より2~3 m高く、多くの場合、現在は停滞もしくは海退ステージにあるため明確なバリアー（島）地形は認められない。ところが、北海道東部沿岸域にはこの種の地形が幾つか認められ、このうちオホーツク海に面した春国岱バリアー島、走古潭バリアースピットおよび風蓮湖ラグーンの構成する風蓮湖バリアーシステムが、その典型例としてあげられる。しかし、この地域の完新世海面変動に関する研究はMaeda et al. (1992)以降滞っている。その一方で、2003年以降、釧路-根室沿岸域では500年間隔で発生した巨大地震（M8.5⁺）の存在が明確になり（Nanayama et al., 2003）、特にこの地の地盤は、17世紀の巨大地震時（もしくはその後）には1~2 m隆起し、逆に地震以降現在まで8.5mm/年の速さで沈降してきたことがわかっている。一般に海進期バリアーシステムを作る堆積シークエンスは、海面上昇に伴うバリアー（島）の海陸方向への単純な移動によって特徴づけられ、バリアー（島）の接近にともなって外洋側からの粗粒堆積物の供給が増加し上方粗粒化浅海化シークエンスを示すことになる（Reinson, 1994）。しかし現在の風蓮湖バリアーシステムを見た場合、バリアーが周期的に外洋側にシフトしているように見え、従来の海退性バリアーモデル的ではあるが、単純な海退モデルの当てはめだけでは説明できない。

春国岱はオホーツク海の根室海峡に沿って北西方向から運ばれた沿岸漂砂が根室半島に遮断され堆積して出来た延長約8km、最大幅約1.3kmの規模を持つ我が国唯一のバリアー島である。島の両端に2箇所の潮流口があり、風蓮湖ラグーンと外洋間で海水の交換があり、この潮流によって上げ潮および下げ潮三角州が生じている。春国岱バリアー島は3列の浜堤列から構成され、陸側ほどその標高は1~2 m程高く樹木に覆われて生成年代も古いと推測されていた（岡崎, 1986）。メインの潮流口を隔てて対岸に位置する走古潭バリアースピットは西別川河口から南東方向に分岐して延びる12.5kmの分岐砂嘴をなしており、春国岱の3列の浜堤の北方延長部を含む5列の浜堤が認識できる。さらに風蓮湖ラグーンの湖底も過去に掘削調査が行われた事例が少なく、その成立過程に関する研究がAtwater et al. (2004)以降報告されていないが、近接した根室低地や霧多布低地における最近の研究結果から見て、概ね5500年前以降の海面の停滞過程を示しているものと推定できる。我々は今後3ヶ年計画で、千島海溝の地震テクトニクスによって規定され発達してきたであろう風蓮湖バリアーシステムの地形学的堆積学的研究を行っていく予定である。

キーワード: 風蓮湖, 地震性バリアーシステム, 巨大地震, 海進期, 海面変動, 道東

Keywords: Lake Furen, seismic barrier system, unusual earthquake, transgressive stage, sea level change, eastern Hokkaido



マルチビーム測深によって石垣島・名蔵湾で発見された沈水カルスト地形 Discovery of submerged karst topography in Nagura Bay, Ishigaki Island by broadband multibeam bathymetric survey

菅 浩伸^{1*}, 浦田健作², 長尾 正之³, 堀 信行⁴, 大橋倫也¹, 中島洋典⁵, 後藤 和久⁶, 横山 祐典⁷, 鈴木 淳³
KAN, Hironobu^{1*}, Kensaku URATA², NAGAO, Masayuki³, Nobuyuki HORI⁴, Tomoya OHASHI¹, Yosuke NAKASHIMA⁵,
GOTO, Kazuhisa⁶, YOKOYAMA, Yusuke⁷, SUZUKI, Atsushi³

¹ 岡山大, ² 大阪経法大, ³ 産総研地質情報, ⁴ 奈良大, ⁵ 有明高専, ⁶ 千葉工大, ⁷ 東大大気海洋研

¹Okayama University, ²Osaka University of Economics and Law, ³AIST, Geol. Survey of Japan, ⁴Nara University, ⁵Ariate National College of Technology, ⁶Chiba Institute of Technology, ⁷University of Tokyo, AORI

これまでに海底地形図や空中写真から、地表カルスト (exo-karst) が沈水した地形として沈水カルストの存在は指摘されていた (堀 1996 など)。しかし、多くは陸上の露出部によって沈水カルストであると認識されており、海底の地形図は提示されていない。本研究では石垣島名蔵湾中央部の 1.85km × 2.7km の範囲でワイドバンドマルチビーム測深機 R2 Sonic 2022 を用いた三次元地形測量を行い、沈水カルスト地形を見いだした。本発表では測深によって作成した 1mメッシュの詳細地形図を基に、潜水調査結果などをあわせて、大規模かつ多様な形態をもつ名蔵湾の沈水カルストについて報告する。

測深は 2011 年 8 月に行った。測深機は平成 22~24 年度科研費で岡山大学へ導入した R2 Sonic 社のワイドバンドマルチビーム測深機 Sonic 2022 を使用した。Sonic 2022 は、周波数 (200~400kHz) とスワッス幅 10~160° を任意に設定可能な最新のマルチビーム測深機であり、ビーム幅 1° (周波数 400kHz 使用時) の分解能をもつ 256 本のビームを同時に海底に照射する。測深には Sonic 2022 本体と周辺センサ (GPS, モーションセンサ等) を組み合わせたシステムを使用しており、鉛直方向の最終精度は 5~10cm, GPS による水平方向の精度は 0.6m である。データの収録・処理には統合型水路測量ソフトウェア HYPACK 2010 を用い、地形の可視化には Fledermaus を使用した。さらに、本研究では SCUBA 潜水によって測深した地形を確認するとともに、堆積物などの特徴を調べた。

測深域では多数の閉じた等高線をもつ地形が可視化された。類似の地形はサンゴ礁地形など海面下で形成される地形がなく、スケールもサンゴ礁の微地形より大きい。このため閉じた集水域より、地下水系によってつくられた地形、すなわちカルスト地形と判断できる。ここでは以下の 5 つのカルスト地形が認められ、これらがブロックごとに異なったカルスト発達過程を反映しているようである。1) ドリーネカルスト, 2) 複合ドリーネ (ウバラ) およびメガドリーネ, 3) コックピットカルスト, 4) ポリゴナルカルスト, 5) 河川カルストである。名蔵湾ではこれらのカルスト地形が現成の礫性堆積物によって覆われ、海底の被覆カルストを形成する。この過程で「カレン」のような規模の小さなカルスト地形は埋積されたとみられる。

本研究で確認された名蔵湾中央部の沈水カルスト地形と、空中写真で視認できる沿岸域の地形から、名蔵湾のほぼ全域が沈水カルスト地形の可能性が高いといえる。名蔵湾は南北 6km, 東西 5km の広がりをもつ。この範囲は南大東島や平尾台とほぼ同じ大きさであり、日本最大の沈水カルスト地形の存在が示唆できる。

キーワード: 沈水カルスト, サンゴ礁, マルチビーム測深機, 石垣島, 琉球列島

Keywords: submerged karst, coral reef, broadband multibeam echosounder, Ishigaki Island, Ryukyu Islands

韓国東海岸江陵地域における完新世中期以降の斜面物質移動

A History of Mass Movement at Gangneung area, Eastern Coast of Korea, Since the Middle Holocene

朴志^{1*}

PARK, Ji Hoon^{1*}

¹ 韓国公州大・地理教育

¹Dept. of Geography Education, Kongju National Univ., Korea

1. 研究目的と研究地域

2002年4月の山火事の被災地だった韓国江陵地域では、2002年8月の台風ルーサ(Rusa)により、大規模な土砂崩れが発生した。このような大雨によるマスムーブメントは、一定の環境が形成されると反復的に発生するという仮説を立て、これ検証するため、地形や堆積物の痕跡を探して研究を進めてきた。その結果、江陵地域の沙川川(サチョンチョン)流域と?谷川(ヨンゴクチョン)流域では、完新世中期以降の斜面物質移動史を把握することができる、無機物層と有機物層が互層をなす分解能の良い堆積層(または土壌層)例えば、最上流谷底の堆積層をはじめ、河岸段丘、氾濫原や現下床の直上に分布する斜面起源の崩積層などが発見された。本発表では、これら両流域で発見された堆積物層を対象に、層序の解釈および無機物層に挟まれた埋没腐植物層(または有機物層)の炭素年代測定に基づき、調査流域での斜面物質移動史を明らかにしようとする。沙川川は、?路延長が23.70kmで、流域面積は60.02?である。基盤岩は中生代ジュラ紀に形成された大宝花崗岩であり、現在の沙川川周辺には深層風化して赤色を帯びる基盤岩風化層が数?数十mの厚さに達している。特に、流域内の複数の場所で差別浸食の結果として生じた、風化層内に埋まっている核石(core stone)や、地表に露出したトア(tor)が所々見られる。

2. 分析結果と考察

最上流谷底の場合、ギロギゴル(Loc.1)で発生した斜面物質移動は、740?260yrB.P.の間に2回、260yrB.P.、その後2回である。またソクグゴル(Loc.2)で発生した斜面物質移動は、6,700yrB.P.から現在までの間に約10?20回である。河岸段丘背後の斜面の場合、Loc.3で発生した斜面物質移動は、河岸段丘形成後約2,000yrB.P.までの間に少なくとも1回、約430yrB.P.から現在にかけて、少なくとも1回ある。氾濫原背後の斜面の場合、Loc.4で発生した斜面物質移動は約2,800yrB.P.頃以降少なくとも1回である。現河上の背後斜面の場合、Loc.5で発生した斜面物質移動は、A.D.1869年以前に少なくとも1回で、A.D.1869年以降に少なくとも3回である。以上のように、調査地域の様々な地形場で、完新世中期以降の数?数十回にわたって斜面物質移動が発生したことが明らかになった。

キーワード: 江陵, 完新世, 斜面物質移動, 谷底, 河岸段丘, 氾濫原

Keywords: Gangneung, Holocene, valley bottom, mass movement, river terrace, floodplain

日本列島の3次元時間変動の可視化 Visualization of 3D crustal motions of Japan

加藤 忠義^{1*}, 原田 靖¹
KATO, Tadayoshi^{1*}, HARADA, Yasushi¹

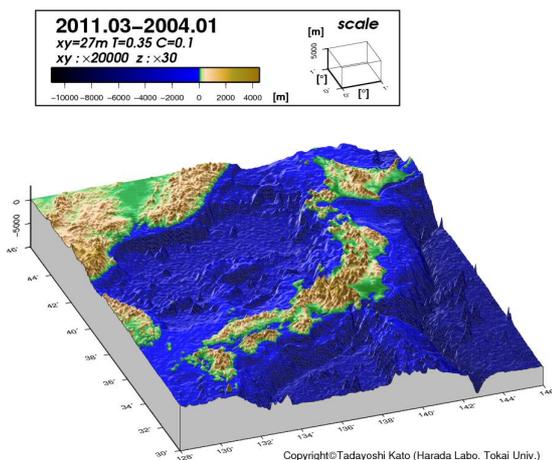
¹ 東海大学 海洋学部 海洋資源学科
¹ School of Marine Science and Technology, Tokai University

日本列島は変動を繰り返している。そしてそれを裏付けるように、2011年3月11日には、東北地方で「東北地方太平洋沖地震」が発生し、日本列島の地球科学的な知識と、地震に対する備えが日本人には不足していることがより明白になった。この要因のひとつとして、「日本列島の地殻は、年に数センチ程度絶えず変動している」という実感を持つ人が少ないということが挙げられる。このような状況において、日本列島の詳細な地殻変動を可視化したアニメーションを作成することは意義深い。なぜならば、ベクトル図で示されることの多い地殻変動は一般の人には理解しにくいからである。

日本列島水平時間変動アニメーションは、すでに国土地理院がGPS連続観測システム(GEONET)の観測結果から得られたF3解を基に可視化され、公開されている。しかし、このアニメーションは既成の数枚の動画であり、地域・誇張倍率・時間等の変更が行えず、また垂直方向の変動は含まれていない。本研究では、上記のF3解を用いて自由に自作できる日本列島の地殻変動アニメーションの作成を目的とし、日本列島の各地域における月単位の詳細地殻変動や、東北地方太平洋沖地震後の詳細変動を可視化した。特に地震以前の日本列島の詳細な収縮運動や、地震後の余震に伴う変動をより分かりやすく表現できた。また国土地理院では作成していない垂直方向の変動を含めた3次元地殻変動の可視化にも成功し、その結果を約100年の歴史がある水準測量のデータ、及び約200万年間の地質学的な隆起・沈降量と比較を行った。この結果大局的な日本列島の隆起・沈降変動の特徴はどの時間スケールにも見られることが分かった。

今回の解析方法と同様な方法で世界の地殻変動の様子を可視化することが可能であるので、今後は、そのようなアニメーションを作成して、世界の人々が「生き物のように変動する地球の姿」を理解する大きな助けとしたい。

キーワード: GPS, 日本列島, 地殻変動, 可視化
Keywords: GPS, Crustal motion, Visualization



DEMから作成された立体地形解析図 Stereoscopic Topographic Map Synthesized from Digital Elevation Model

横山 隆三^{1*}, 白澤 道生¹, 今泉 俊文²
YOKOYAMA, Ryuzo^{1*}, SHIRASAWA, Michio¹, IMAIZUMI, Toshifumi²

¹ 横山空間情報研究所, ² 東北大

¹Yokoyama Geo-Spatial Information Lab., ²Tohoku University

DEM (数値標高モデル) の登場により、地形特徴のデジタル処理が可能となり、種々の地形主題図が開発されてきている。今や DEM を利用しない地理空間情報解析は考えられない時代になってきた。

我々は、新たに地形主題図 DEM に貼り付けて立体視表示する方法 (これを“ 立体地形解析図 ”または“ デジタル立体地形解析図 ”と呼ぶ事にする) を開発した。立体地形解析図の特徴は、次のように列記される。

1) 立体地形解析図には、標高 (起伏) 情報とともに他の 1 つの主題図情報を立体表示できることから、豊富な情報を含ませることができる。

2) 立体地形解析図では、標高倍率 (水平距離に対する標高の倍率) を任意に指定することもできる。

3) 立体地形解析図は正射投影図となっている。したがって判読結果 (線や領域) を通常の地形図に直接書き込む事が可能である。

4) 立体地形解析図の表示は、陰影図のように光源位置に依存していない。したがって判読結果が光源位置の影響を受けることはない。

5) 立体地形解析図は、DEM があれば広域の画像をシームレスに作成・表示できる。

6) 立体地形解析図は、直接に実体視画像対として利用できる他に、アナグリフや 3D 表示装置を用いて表示できる。

7) 立体地形解析図の表示法は空中写真や衛星画像にも適用可能であり、また白黒画像、カラー画像とも取り扱うことができる。

現在、我々はデジタル立体地形解析図研究グループを結成して、利用目的及に適合した立体地形解析図の仕様及び利活用性を検討してきている。取り扱っている DEM には国土地理院の 50 m メッシュ及び 10 m メッシュの他にも、レーザ・プロファイラーによる 5m, 2m, 0.5m メッシュの DEM などがある。上記研究グループの活動成果の一部は、本大会において口頭及びポスター発表の予定である。

キーワード: 数値標高モデル, 地形特徴, デジタル立体地形解析図

Keywords: Digital elevation model, Topographical feature, Digital stereoscopic topographic map

DEM データから作成した立体地形解析図の地形・地質判読への利用 Applying digital stereoscopic topographic maps to geomorphological and geological interpretation

今泉 俊文^{1*}, 横山 隆三², 宮内 崇裕³, 楮原 京子⁴, 白澤 道生²

IMAIZUMI, Toshifumi^{1*}, YOKOYAMA, Ryuzo², MIYAUCHI, Takahiro³, KAGOHARA, Kyoko⁴, SHIRASAWA, Michio²

¹ 東北大学大学院理学研究科, ² 横山空間情報研究所, ³ 千葉大学大学院理学研究科, ⁴ 産業技術総合研究所

¹Graduated School of Science, Tohoku University, ²Yokoyama Geo-Spatial Information Lab., ³Graduated School of Science, Chiba University, ⁴AIST

数値標高モデル (DEM) データを用いた地形解析手法が開発されるにつれて、様々な主題図がわかりやすく鮮明に表現されるようになってきた。国土地理院の 250 m DEM, 50mDEM, 10 m DEM は、全国をカバーしており、地域によっては 5 m DEM も利用できるようになった。また、場所によっては、民間航測会社などがレーザー・プロファイラーにより更に詳細なメッシュデータ (5m, 2m, 0.5m DEM など) を提供するようになった。

DEM を用いた解析手法も様々で、起伏を表現するための段彩図や陰影図をはじめ、それらを立体化 (3D) した図も作成されている。我々が今回提示する地形解析図は、主として地形の傾斜の表現を重視し傾斜角度図および、尾根や谷地形を強調して表現する開度図を中心とする。そして、これらの地形解析図をいずれもアナグリフや 3D 表示装置によって立体画像として提示する。解析・表示方法は、いずれも横山ほか (2012) に基づく。これらの立体地形解析図は、主に以下の特徴を持つ。

1) 立体傾斜角度図は、地表起伏に加え、地質構造の特徴を捕らえている。解析に用いる DEM データの精度によっては、崖地形 (段丘崖や地表地震断層崖) を詳細に判読することが出来る。したがって、立体解析斜度図は空中写真判読と同様に、立体図自体でも地形分類作業や断層判読作業が可能で、作業結果を直接記入することも、また表示のツールの工夫 (モニターやスクリーン) によっては、複数人が同時に討論 (クロスチェック) しながら作業することも可能である。

2) 地質 (岩質) や構造の違いは、地表では起伏より傾斜を反映しているようであり、用いる DEM のスケールの違いによって、大構造から局所的な組織地形を判読することが可能である (植被が除去された砂漠地域の地質構造を見るようである)。

3) 開度図では、谷線 (地下開度) や尾根線 (地上開度) が強調されて表示されるので、地形図に比べると特に横ずれ断層地形の変位基準地形が鋭く捕らえられ、例えば、レーザー・プロファイラーなど詳細な DEM データによる立体地下開度図では、系統的な横ずれ谷地形が判読でき、ずれ量を計測することも可能である。また、丘陵地における開析程度・水系網・流域の判読にも有効である。

本発表のほか、ポスター発表ではスケールの違い、解析手法の違い、DEM データの精度の違いなどに基づく立体解析図に加え、衛星画像を併用した立体画像など、現在、横山ほか (2012) がすすめている各種の立体地形解析図の事例、さらに、こうした立体解析図をモニター上で表示する工夫などを発表する予定である。

キーワード: 数値標高モデル, 立体地形解析図, 立体斜度図, 立体開度図, 地形・地質判読

Keywords: Digital elevation model, Digital stereoscopic topographic map, Digital stereoscopic slope map, Digital stereoscopic openness map, Interpretation of geomorphology and geology