

## 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<sup>1</sup>, 渡壁 卓磨<sup>2</sup>, 松四 雄騎<sup>3</sup>, 松崎 浩之<sup>4</sup>, 小玉 芳敬<sup>5\*</sup>

Miho Shinnoki<sup>1</sup>, WATAKABE, Takuma<sup>2</sup>, MATSUSHI, Yuki<sup>3</sup>, Hiroyukitsuzaki<sup>4</sup>, KODAMA, Yoshinori<sup>5\*</sup>

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

<sup>1</sup>JA Bank Tottori, <sup>2</sup>Graduate School of Regional Sciences, Tottori Univ., <sup>3</sup>DPRI, Kyoto Univ., <sup>4</sup>MALT, Univ. of Tokyo, <sup>5</sup>Fac. 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。<sup>10</sup>Be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<sup>26</sup>Al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<sup>10</sup>Beと<sup>26</sup>Alの生成率は、Stone(2000)よりそれぞれ $5.7 \pm 0.40$  atoms/g/yr,  $38.5 \pm 2.77$  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。<sup>10</sup>Be濃度から求めた年代は、No.1で $55.4 \pm 4.27$  kyr, No.7で $10.9 \pm 0.99$  kyr, <sup>26</sup>Al濃度からは、No.1で $60.0 \pm 5.33$  kyr, No.7で $9.3 \pm 1.37$  kyrとなった。<sup>10</sup>Beと<sup>26</sup>Al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<sup>10</sup>Beと<sup>26</sup>Alの値を平均することで、侵食段丘面の露出年代をNo.1で $57.2 \pm 3.33$  kyr, No.7で $10.4 \pm 0.80$  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 $57.2 \pm 3.33$  kyr, 比高1.6 mのNo.7は $10.4 \pm 0.80$  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) 原位置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<sup>1\*</sup>, 横山 祐典<sup>1</sup>, 宮入 陽介<sup>1</sup>, 城谷 和代<sup>2</sup>, 松崎 浩之<sup>3</sup>, 鈴木 淳<sup>2</sup>

NAKAMURA, Atsunori<sup>1\*</sup>, YOKOYAMA, Yusuke<sup>1</sup>, MIYAIRI, Yosuke<sup>1</sup>, SHIROYA, Kazuyo<sup>2</sup>, Hiroyuki Matsuzaki<sup>3</sup>, SUZUKI, Atsushi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>2</sup> 産総研, <sup>3</sup> 東大工

<sup>1</sup> Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, <sup>2</sup> National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, <sup>3</sup> 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 <sup>10</sup>Be and <sup>26</sup>Al 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<sup>1\*</sup>, 豊田 新<sup>2</sup>, 高田 将志<sup>3</sup>, 島田 愛子<sup>4</sup>

NOSOHARA, Yoshihiko<sup>1\*</sup>, TOYODA, Shin<sup>2</sup>, TAKADA, Masashi<sup>3</sup>, SHIMADA, Aiko<sup>4</sup>

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

<sup>1</sup>Department of Applied Physics Okayama University of Science, <sup>2</sup>Department of Applied Physics, Faculty of Science, Okayama University of Science, <sup>3</sup>Department of History, Sociology and Geography, Faculty of Letters, Nara Women's University, <sup>4</sup>JEOL 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  $\mu\text{m}$ 、500-250  $\mu\text{m}$ 、250  $\mu\text{m}$  以下の科学処理をおこない、石英を抽出し 250-75  $\mu\text{m}$  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<sup>1\*</sup>

MACHIDA, Takahisa<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 立正大学大学院地球環境科学研究科

<sup>1</sup> 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<sup>1\*</sup>, 渡辺 和明<sup>1</sup>, 重野 聖之<sup>2</sup>, 石川 智<sup>3</sup>, 猪熊樹人<sup>4</sup>, 池田 保夫<sup>5</sup>

NANAYAMA, Futoshi<sup>1\*</sup>, WATANABE, Kazuaki<sup>1</sup>, SHIGENO, Kiyoyuki<sup>2</sup>, ISHIKAWA, Satoshi<sup>3</sup>, Shigeto Inokuma<sup>4</sup>, IKEDA, Yasuo<sup>5</sup>

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

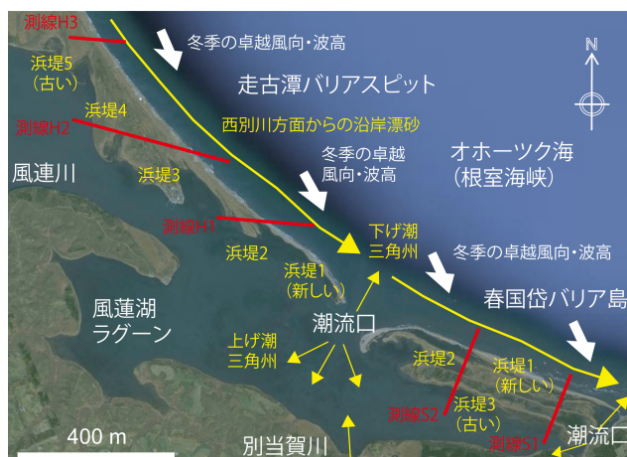
<sup>1</sup> AIST, <sup>2</sup> Ibaraki University, <sup>3</sup> Kyushu University, <sup>4</sup> Nemuro City Museum of History and Nature, <sup>5</sup> Hokkaido University of Education

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2~3m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<sup>-</sup>）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1~2m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1~2m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<sup>1\*</sup>, 浦田健作<sup>2</sup>, 長尾 正之<sup>3</sup>, 堀 信行<sup>4</sup>, 大橋倫也<sup>1</sup>, 中島洋典<sup>5</sup>, 後藤 和久<sup>6</sup>, 横山 祐典<sup>7</sup>, 鈴木 淳<sup>3</sup>  
KAN, Hironobu<sup>1\*</sup>, Kensaku URATA<sup>2</sup>, NAGAO, Masayuki<sup>3</sup>, Nobuyuki HORI<sup>4</sup>, Tomoya OHASHI<sup>1</sup>, Yosuke NAKASHIMA<sup>5</sup>,  
GOTO, Kazuhisa<sup>6</sup>, YOKOYAMA, Yusuke<sup>7</sup>, SUZUKI, Atsushi<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup>Okayama University, <sup>2</sup>Osaka University of Economics and Law, <sup>3</sup>AIST, Geol. Survey of Japan, <sup>4</sup>Nara University, <sup>5</sup>Ariate National College of Technology, <sup>6</sup>Chiba Institute of Technology, <sup>7</sup>University 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<sup>1\*</sup>

PARK, Ji Hoon<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 韓国公州大・地理教育

<sup>1</sup>Dept. 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<sup>1\*</sup>, 原田 靖<sup>1</sup>  
KATO, Tadayoshi<sup>1\*</sup>, HARADA, Yasushi<sup>1</sup>

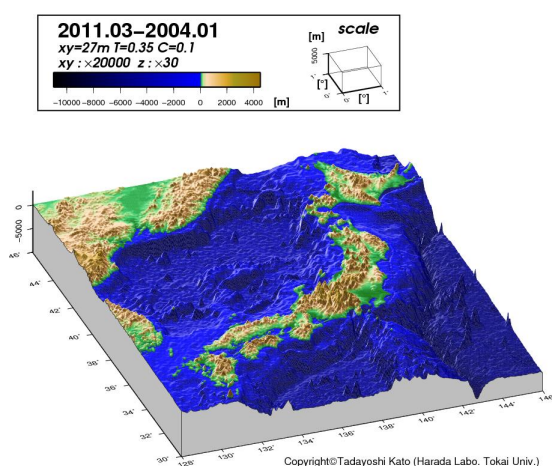
<sup>1</sup> 東海大学 海洋学部 海洋資源学科  
<sup>1</sup>School of Marine Science and Technology, Tokai University

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・沈降水量と比較を行った。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<sup>1\*</sup>, 白澤 道生<sup>1</sup>, 今泉 俊文<sup>2</sup>  
YOKOYAMA, Ryuzo<sup>1\*</sup>, SHIRASAWA, Michio<sup>1</sup>, IMAIZUMI, Toshifumi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 横山空間情報研究所, <sup>2</sup> 東北大

<sup>1</sup>Yokoyama Geo-Spatial Information Lab., <sup>2</sup>Tohoku 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方法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<sup>1\*</sup>, 横山 隆三<sup>2</sup>, 宮内 崇裕<sup>3</sup>, 楮原 京子<sup>4</sup>, 白澤 道生<sup>2</sup>

IMAIZUMI, Toshifumi<sup>1\*</sup>, YOKOYAMA, Ryuzo<sup>2</sup>, MIYAUCHI, Takahiro<sup>3</sup>, KAGOHARA, Kyoko<sup>4</sup>, SHIRASAWA, Michio<sup>2</sup>

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

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

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

## 日本におけるスプレッド地形 (予報) Spread topography in Japan

永田 秀尚<sup>1\*</sup>

NAGATA, Hidehisa<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 有限会社風水士

<sup>1</sup>Fu Sui Do co. Ltd.

スプレッドはランドスライドのうち、下位の軟質な地層の流動による上位の硬質層の沈下や回転、分解と定義されている。日本ではこれまで小規模なものや地震性のものが若干報告されているに過ぎない。ここでは予察的に日本各地でスプレッドの可能性があると思われる地形について示す。これまでにその可能性があると考えているのは、a) 沖縄本島南部や勝連半島東側の島、b) 三重県桑名、c) 美濃高原、d) 栗駒山南麓一迫川流域、e) 北海道狩場山北麓、である。地震性のスプレッドと思われるb)を除いて、溶結凝灰岩(c,d)、溶岩(e)、石灰岩(a)といった硬質岩が、泥岩、凝灰岩などの軟質岩の上に広く、水平に近い緩傾斜で重なっているという地質構造の共通性がある。このようなスプレッドに起因する地形はここに示したものの以外にも各地に分布していると考えられる。これらの地形の一部は活断層と認定されているが、その判断は慎重であるべきである。

キーワード: スプレッド, 地すべり, 活断層

Keywords: spread, landslides, active faults

## 千葉県茂原周辺の丘陵の開析過程

### Dissection process of hill around Mobarra in Chiba pref.

目代 邦康<sup>1\*</sup>

MOKUDAI, Kuniyasu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 自然保護助成基金

<sup>1</sup> Pro Natura Foundation Japan

千葉県南東部の茂原市周辺の丘陵地帯は、開析の進んだ谷地形が分布する。その程度は、台地の構成層や過去の海水準変動の影響を受けている。本発表では、空中写真判読の結果から、その地形的特徴について論じる。

キーワード: 上総丘陵, 上総層群, 谷地形

Keywords: Kazusa hill region, Kazusa Groups, valley

## 中川流域における洪水対策事業の効果に関する一考察

### A study on the effectiveness of flood prevention projects in the Nakagawa basin, central Japan

松澤 孝裕<sup>1\*</sup>

MATSUZAWA, Takahiro<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 埼大・工・建設

<sup>1</sup>Dep.Civil and Env. Eng.

#### 1. 研究目的

昔から「川を制すものは国を制す」とも言われるように日本では多くの洪水対策が為されてきた。古くは1543年に甲斐の戦国武将武田信玄による信玄堤事業や埼玉県でも見沼田んぼという事業がある。これは江戸中期の徳川吉宗の頃に新田開発のために見沼溜井を干拓し作られたが、高度経済成長により住宅地へと土地利用の転換がされ始めた。しかし昭和33年(1958年)9月の狩野川台風による見沼田んぼの湛水で下流の被害を抑えたことから見沼田んぼの遊水機能が注目され、見沼三原則により治水上の観点から開発抑制策が講じられている。さらに、埼玉では綾瀬川放水路、首都圏外郭放水路などが整備され未だ多くの治水事業が為されている。これらの事業は効果ありと評価をされても、多くの国民には「ムダな公共事業」ととらえられてしまうことも多い。本研究では、災害対策事業の必要性をわかりやすく表現して伝えることを目的として、事業前後の河川データを比較し、純粋な災害事象データのみから、事業が河川に与えた影響を検証することを試みた。

#### 2. 研究方法

災害に対する事業の効果を実証するためには事業前後に起きた災害時に起きた被害を比較する。埼玉大学地圏科学研究センター内にある関東地区自然災害資料センター所有の資料で中川水系工事事務所が発行したものを利用した。埼玉県と東京都に流域を持つ中川を対象とし、過去の水量や水位などの河川データと同様に現在の河川のデータを抽出し比較した。また、「水文水質サイト」のホームページに公開されている記録をから過去と現在の同程度の降雨時の河川情報をグラフ

などで比べ、その間に中川流域で行われた首都圏外郭放水路などの事業の効果の有無を検討した。さらにその過程でGISやGoogle Earthを用いて地図情報にデータをプロットして視覚的にわかりやすい形にした。

#### 3. 事業前後における洪水データの比較

過去の中川流域における中川筋の観測地点3点(倉田、舟渡、道橋)を資料から抽出した。これらのうち現在でも観測が行われている地点は倉田の1点しかない。そこで新たに観測点として追加された吉川も使用した。次に、これらの観測地点をGoogle Earthにプロットし、その地点の緯度、経度を10進数に変換し、GISに描画した。

対象とする過去の災害は1958年(昭和33年)9月下旬に日本を襲った台風22号(狩野川台風)とする。対象とする現在の災害は2009年8月31日の台風11号とする。

現在と過去の各観測地点の毎日6時、18時に記録された流量と水位の記録からその変化を表したグラフを作る。1958年の台風22号は中川流域全体で1日平均275mmを記録したのに対し、2009年の台風11号は中域全体で1日最大69mmの降雨を記録した。この2つをそのまま比較することは降雨の規模が異なるので出来ない。そこで、河川の降雨時、降雨後の挙動を調べるために各点ごとの程度流量や水位が増減したのかを12時間ごとの変化率を求めることにした。わかりやすくするために降雨時の変化率、降雨後(84時間)の変化率と分けた。変化率は1を超えたらその点は12時間前より値が増えたといえる。変化率が1を下回ったらその点は12時間前より値が減ったといえる。

#### 4. 考察

現代は遊水池の整備により急激に流量や水位が増えることを防ぎ、そして首都圏外郭放水路などの放水路によりの流量と水位を短時間で操作が可能になったことがわかる。そして現在は降雨後貯水した水などを放流するために、多くの河川の水の排水を自然流下に頼っていたころより降雨後にも関わらず流量や水位の増減を繰り返すものと考えられる。

#### 5. 既存の事業評価法と問題点

仮想評価法(CVM)は環境資源の変化に対する支払意思額や受入補償額をアンケートでたずねることで環境価値を評価することが出来る。これにより市民1人1人の価値観を便益として算出することが可能となる。

本研究からも現在の河川は確実に機能が上昇して、災害に強くなっていることがわかった。このことをもっと市民に理解してもらうためにもGISやGoogle Earthをうまく使い、国や自治体は情報を公開するだけでなく、情報を市民に投げかけていくような積極的な姿勢で市民の事業の評価向上を目指すべきである。

#### 6. 結論

現在の河川と過去の河川では降雨時の流量と水位の変化に明らかな違いがある。それは過去の河川は降雨中に流量や水位は上昇し続け、降雨後に減り続け通常時に戻る。しかし現代の河川は降雨に対して短時間に流量を減らし、降雨後には減り続けるだけでなく、遊水池や放水路の放水により増減を繰り返しながら通常時の流量に戻る。これは近年の事業

# Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



HGM21-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 17:15-18:30

が河川をコントロール出来るようになってきている証拠である。

キーワード: 中川, GIS, 災害, 洪水

Keywords: Nakagawa river, GIS, flood prevention projects

## 梓川上流河道における 2011 年 7 月 ~ 10 月に生じた水位変動

### Fluctuations of water level in the riverbed in 2011 in the upper reaches of the River Azusa, Central Japan

島津 弘<sup>1\*</sup>

SHIMAZU, Hiroshi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 立正大学

<sup>1</sup>Rissho University

梓川上流, 上高地の徳沢 - 明神間の幅の広い河道では毎年あるいは数年に一度, 流路変動が生じている. この河道を観察できる場所に定点カメラを設置して, 河川水位の変動と河道地形の変化を記録した. また, 現地観察と簡易測量による地形学図の作成し, 河道地形の変化を確かめた. さらに, 横断測量結果とカメラで撮影された画像から洪水時の水位を推定した. なお, 地形学図は 1994 年以降ほぼ毎年作成されている.

カメラは米国 Brinno 社製 GardenWatchCam (1.3 メガピクセル) を使用し, 30 分あるいは 10 分間隔で撮影した. 夜間は真っ暗なため明け方から日没直後の薄明かりまでの時間帯のみの撮影を行った. カメラの設置期間は 2011 年 7 月 3 日から 10 月 4 日までである. なお, 5 月 10 ~ 11 日および 6 月 22 ~ 25 日に 2011 年の最大級の連続降雨を記録したが, 設置許可が間に合わず撮影できていない. カメラ設置期間中の最大降雨は台風 15 号が接近した 9 月 20 日に記録した 148.5mm である. 9 月 20 日の降雨は 1 つの明瞭なピークを持つ降雨でピーク時に 20mm/h を越えた. また, 7 月 4 日の降雨は 54.5mm であったが, 1 時間雨量の最大値は 33.5mm/h を記録した. 河床の現地観察はカメラ設置時の 7 月 3 日, 8 月 4 日, 9 月 7 日および測量を実施した 8 月下旬および 10 月上旬に行った. 横断測量は 10 月 10 日に実施した.

主流路が幅 250m の河道の中央部に主流路が位置するという傾向は 2007 年以降変化していなかったが, 2011 年 7 月 3 日の時点で, 2010 年と比較して主流路の位置の移動と流路分岐のパターンの変化が認められた. 一方, 2007 年以降は地形変化がみられなかった右岸よりの部分は, 今年の地形変化イベントでもほとんど変化がみられなかった. 2011 年の地形変化は 7 月 3 日以前の降雨状況から 5 月 10 ~ 11 日または 6 月 22 ~ 25 日の降雨のいずれか, または両方で生じたと推定される. カメラ設置後に見られた増水は, 7 月 4 日 ~ 5 日, 8 月 23 日, 9 月 20 日で, 特に 7 月 4 日, 9 月 20 日の水位上昇は大きく, 同程度であった. これらの降雨では, 主流路周辺が中州の一部を除いて広く水没し, 浅い分流路が多数形成された. なお, 地形変化がほとんど認められなかった右岸よりの部分は水面上に出ている. 2 つの降雨による水位上昇の時の最大水深を断面図から求めると 1.0m に達したことがわかった. このとき流路沿いではわずかに側方侵食が生じたものの, カメラで捉えられるような地形の変化は起こらなかった. 7 月の降雨は梅雨期間中で, 降雨以前の主流路の水位は 0.5m 程度であったのに対し, 9 月の降雨以前にはほとんど雨が降っていなかったことから, 主流路の水深は 0.3m 以下であった. 7 月 4 日と 9 月 20 日の日降水量を比べると後者の方がはるかに多い. 以上のことから以前からの予測通り, 梅雨時期あるいは融雪時期における日雨量 120mm 程度以上の降雨で地形変化が生じるが, 梅雨明け以降は豪雨であっても大きな地形変化は生じないことが確かめられた.

キーワード: 河床, 地形変化, 水位, 梓川, 上高地

Keywords: riverbed, landform change, water level, River Azusa, Kamikochi

## 宮城県南部～福島県北部沿岸地域の河川における津波遡上位置

Upper limits of tsunami going upstream along the rivers in southern Miyagi and northern Fukushima Prefectures.

西城 潔<sup>1\*</sup>

SAIJO, KIYOSHI<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 宮城教育大学

<sup>1</sup>Miyagi University of Education

宮城県南部～福島県北部沿岸部に河口をもつ18河川を対象に、河道に沿った津波遡上の上限位置を現地調査により確認した。河道に沿った津波の遡上距離の大小は、河床勾配や河道付近の地形・土地利用条件に強く影響を受けることがわかった。

キーワード: 東北地方太平洋沖地震, 津波, 河川, 宮城県, 福島県

Keywords: The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Tsunami, River, Miyagi Prefecture, Fukushima Prefecture



## いわき市南部の航空レーザ測量データを用いたリニアメントの判読 Detection of linearments in the southern part of Iwaki City using a LiDAR data

岩橋 純子<sup>1\*</sup>, 関口辰夫<sup>1</sup>, 小野康<sup>1</sup>, 高橋宣代<sup>1</sup>

IWAHASHI, Junko<sup>1\*</sup>, SEKIGUCHI Tatsuo<sup>1</sup>, ONO Yasushi<sup>1</sup>, TAKAHASHI Noriyo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国土地理院

<sup>1</sup> GSI of Japan

いわき市南部を中心とする、湯の岳断層・井戸沢断層を含む約826km<sup>2</sup>の航空レーザ測量2mDEMを用いて、地形判読用の画像を作成し、リニアメントを判読した。判読作業は、パソコン画面上で画像を拡大縮小しながら行い(概ね1:10,000程度のスケールを多用)、shapeファイルで保存した。人工地形を除き、成因に関わらず、2mDEMで判読可能なすべてのリニアメントを描画した。リニアメントは、1)2011年4月11日の地震による地表地震断層として報告されているもの及びその延長と思われるもの、2)その他の断層、3)地すべりに伴うもの、4)組織地形の4つに分類した。

また航空レーザ測量のDEMから接峰面図(コンター)を作成し、地質断層を含む既知の断層との比較を行った。

キーワード: いわき, 湯の岳断層, 井戸沢断層, 航空レーザ, リニアメント, 接峰面図

Keywords: Iwaki, Yunodake Fault, Idosawa Fault, LiDAR, linearment, summit level map

## 様々な土地利用区画からの土壌侵食による放射性物質の移行プロセス The difference land process of the radioactive material by the soil erosion from various land use divisions

依田 優紀<sup>1\*</sup>, 恩田 裕一<sup>1</sup>

YODA, Hiroki<sup>1\*</sup>, ONDA, Yuichi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学大学院生命環境科学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Life and Environmental Sciences

東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故により放出された放射性物質の地表面や森林等の環境における包括的な移行状況を確認するため、福島県伊達郡川俣町の山木屋地区をモデル地区として、土地利用の異なる5ヶ所(緩勾配のタバコ畑、急勾配の畑、採草地、放牧草地、スギ若齢林)の傾斜地を選定し、それぞれにステンレス板による境界区分を設置し、区画内からの土砂・放射性核種の流出量を把握することを目的とする調査を実施した。

調査期間中(2011年7月17日~9月4日)における、各区画から流出した流出水の積算量を比較すると牧草地が最も多く717m<sup>3</sup>/haであった。流出土砂の積算量を比較すると、緩勾配のタバコ畑が最も多く約920kg/haであった。放射性セシウムの流出量は、緩勾配のタバコ畑が最も多く、Cs-134は約1.0kBq/m<sup>2</sup>、Cs-137は約1.2kBq/m<sup>2</sup>であった。

傾斜の異なる畑地、採草地、放牧草地、及びスギ林若齢林の5箇所の植生の違いにより、土砂量、放射性核種流出量に明確な違いが確認され、植生量が多い調査箇所では放射性核種の積算流出量が少ないことが確認された。この理由としては、牧草等が土壌を表面被覆しており、放射性物質の移動を妨げていることが考えられる。なお、勾配の影響よりも植生の影響の方が、放射性セシウムの流出量に影響を与えることが確認された。

他方で、スギ若齢林では、下層植生が少ないものの、土壌がリターで覆われているため、雨水による土砂の流出を防止していると考えられる。

キーワード: Cs-137, Cs-134, 放射性核種, 土壌侵食, ガンマ線スペクトロメータ, 林冠

Keywords: Cesium-137, Cesium-134, Radionuclides, Soil Erosion, Gamma-ray Spectrometer, Canopy

## グリッド型地形発達シミュレーションモデルの構築と実在する地形への適用 Development of a Grid-based Landscape Evolution Models and Application to Actual Topography

井上 信<sup>1\*</sup>, 田中 靖<sup>2</sup>

INOUE, Shin<sup>1\*</sup>, TANAKA, Yasushi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 株式会社ダイヤコンサルタント, <sup>2</sup> 駒澤大学文学部地理学科

<sup>1</sup>Dia Consultants Co.,Ltd, <sup>2</sup>Department of Geography, Komazawa University

本研究では、実在する日本の地形やその変化を検討することを目的として、汎用性とシンプルさを重視した地形発達シミュレーションモデル (Landscape Evolution Models: LEMs) の構築を行った。この LEMs の構築には、隆起・沈降、河川侵食、斜面の土砂移動による地形変化、および海食を表現できる土砂移動則 (Geomorphic Transport Laws; GTLs) が必要となる。そこで、これまでの LEMs や関連分野における研究によって得られている知見を参考として、本研究の目的に適した GTLs を選択し、モデルに組み込んだ。

この LEMs を日本に実在する沿岸域の地形に適用し、氷期 - 間氷期サイクルの 2 周期に相当する期間の地形変化を計算した結果、陸域での流路変化、隆起に伴って離水する海成段丘やその地域に発生する流路網などを再現できることが確認できた。次に、河川による下刻と、海食に関わる係数の設定値の違いによるシミュレーション結果への影響について検討した。その結果、流路網の形態は、流路プロセスで採用した方程式の流域指数が大きいほど網状となり、既往研究と整合的な結果が得られた。一方で、隆起速度が大きい地域や海底地形が緩い場所ほど海成段丘の離水時期が早い傾向がみられ、対象地域内の旧汀線地形の形成時期には、場所による違いが生じた。さらに、離水時期が異なることによって、旧汀線が形成される高度にも地域による変化が生じた。この結果は、旧汀線高度が同じ時期に一樣な高度で形成されたとする、発達史地形学における考え方と矛盾するとみなすこともできる。この現象が、実際に生じるか否かや、その程度については、実在する地形や地質の調査に基づく議論や、より高度な LEMs の構築に向けた観測および理論並びに技術的検討が必要となる。

LEMs は、地形学によって蓄積された知見に基づいて、その考え方を可視化する手段であり、実在する地形へ適用することは、その考え方を検証することとなる。また、その検証によって、これからの地形学における観測や理論構築において研究すべき事項を具体的に知ることができる。このように、シンプルで使いやすい LEMs の構築は、地形発達プロセスをより深く理解するうえで非常に有用であり、さらなる研究開発が必要である。

なお、本研究の一部は原子力発電環境整備機構からの受託研究として実施したものである。

キーワード: LEMs, DEM, GTL, 海水準変動, 地形発達, 海成段丘

Keywords: LEMs, DEM, GTL, sea level change, landform development, marine terrace

## 磐梯火山・翁島岩屑なだれを生じた山体崩壊の体積 - 1888年の崩壊との比較 Volume loss due to the catastrophic sector-collapse causing the Okinajima debris avalanche of Bandai volcano, Japan

吉田 英嗣<sup>1\*</sup>

YOSHIDA, Hidetsugu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 関東学院大

<sup>1</sup> Kanto Gakuin Univ.

本研究は、磐梯火山・翁島岩屑なだれをもたらした山体崩壊を対象とし、その崩壊量（体積）について議論する。磐梯火山の南西麓には岩屑なだれによって生じた流れ山地形がひろがり、火山体の南西部にはその給源とされる馬蹄形カルデラが見出されている。崩壊に伴って発生した岩屑なだれは翁島岩屑なだれとよばれている。この巨大山体崩壊に対する量的な評価としては、 $4 \text{ km}^3$  超の推定値を与えている既往研究が多く、日本ではかなり大規模な山体崩壊の例として位置付けられている。筆者は、同じく磐梯火山にて1888年に北麓で発生した巨大山体崩壊について、流れ山地形を用いた新しい方法で崩壊量を推定した。そして、米地ほか（1988）および米地・千葉（1989）の推定である  $0.49 \text{ km}^3$  が、複数提示されている推定値のなかでは最も妥当であることを述べた（吉田, 2012）。そこで、この成果も踏まえて翁島岩屑なだれを生じた山体崩壊の崩壊量を再検討し、次の諸点を示した。

（1）火山体と崩壊源のサイズから、生じうる崩壊量の上限は  $3.2 \text{ km}^3$  前後であると推定された。

（2）崩壊源のサイズを1888年の崩壊源のサイズと比較したところ、翁島岩屑なだれをもたらした崩壊の推定体積が1888年の崩壊量の約5倍以下であることがわかった。すなわち、1888年の崩壊量を上記のように約  $0.5 \text{ km}^3$  としたとき、推定崩壊量は約  $2.5 \text{ km}^3$  以下であったことになる。よって、翁島岩屑なだれを生じた山体崩壊は1980年のセントヘレンズ火山の山体崩壊（ $2.3\text{-}2.5 \text{ km}^3$ ）と同程度の量的崩壊であった、といえる。

（3）南西麓の流れ山の分布特性から崩壊量を見積もったところ、 $1.8\text{-}1.9 \text{ km}^3$  との予測値が得られた。この値は、上記の  $2.5 \text{ km}^3$  を実測値とみなした際の予測値がとりうる範囲（Yoshida et al., 2012）に含まれており（1）および（2）と調和的である。

キーワード: 巨大山体崩壊, 体積, 流れ山地形, 翁島岩屑なだれ, 磐梯火山

Keywords: catastrophic sector-collapse, volume, hummocky landforms, Okinajima debris avalanche, Bandai volcano

## 10m メッシュDEMによる全国立体地形解析図の作成 Preparation of the digital stereoscopic topographic maps of Japan using 10m DEMs

白澤 道生<sup>1\*</sup>, 横山 隆三<sup>1</sup>  
SHIRASAWA, Michio<sup>1\*</sup>, YOKOYAMA, Ryuzo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(株) 横山空間情報研究所

<sup>1</sup>Yokoyama Geo-Spatial Information Lab.

国土地理院の10mDEM(基盤地図情報)を用いて、日本陸域の立体地形解析図4種(1)立体傾斜角度図、(2)立体地上開度図、(3)立体地下開度図、(4)立体標高陰影図を作成した。これらの主題図は平面図としては広く利用されているものである。これらの図面は、3Dディスプレイでの表示や余色立体(アナグリフ)による印刷が可能である。前者は任意の縮尺・領域をシームレスに表示できる。後者は様々な縮尺での印刷に対応する。

立体地形解析図では、各主題図の情報と標高情報の同時表示による豊富な地形判読が可能である。我々は立体地形解析図研究グループを結成し、立体地形解析図の利活用法について検討を進めている。現在取り組んでいるテーマは、活断層判読、地質構造判読、海成段丘判読、地すべり判読、地形分類図の作成、防災計画、ハザードマップ作成、などである。現在までに得られた結果の一部は本セッション内の関連発表を参照されたい。

キーワード: 数値標高モデル, 立体地形解析図

Keywords: Digital elevation model, Stereoscopic topographic map

## 立体地形解析図による小・中スケールの地形同時判読 - 北部東北日本外弧の地形 - Simultaneous reading of small-meso scale topography in NE Japan outer arc, using digital stereoscopic topographic map

宮内 崇裕<sup>1\*</sup>, 今泉 俊文<sup>2</sup>, 白澤 道生<sup>3</sup>

MIYAUCHI, Takahiro<sup>1\*</sup>, IMAIZUMI, Toshifumi<sup>2</sup>, SHIRASAWA, Michio<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 東北大学大学院理学研究科, <sup>3</sup> 横山空間情報研究所

<sup>1</sup>Graduated School of Science, Chiba University, <sup>2</sup>Graduated School of Science, Tohoku University, <sup>3</sup>Yokoyama Geo-Spatial Information Laboratory

地形の形成プロセス研究において、地形判読は最も重要かつ基本的作業過程である。最近、地形判読の精度を上げるための技術革新はめざましく、様々なツールが（高精度地形図、レリーフマップ・高分解能空中写真や人工衛星画像）が開発されている。しかし、種々のスケールの地形単元を同時に判読し、これらをひとつの地形学図として表記することは難しい。今回横山ほか（2012）によって作成されたデジタル立体地形解析図は、地形判読の同時性・広域性において極めて有効度が高い。専門家においては、異なるスケールの地形単元を同時に立体的に視認し、その図面上で他者と地形的特徴や地形プロセスについて議論を展開することができる極めて有効なツールとして利用可能である。一般においても地形判読を平易にしてくれるので、教科書や地図帳に掲載し、地形への興味や理解を助ける教材としてもその活用が期待される。

本発表では、小地形・中地形が混在する地域スケール（1/200,000）での活用例を示すために、北部東北日本外弧（上北平野～北上山地）の陸上地形を対象として、同時地形判読の利便性について検討した。その結果、以下のような有効性が確認された。

1) 小地形スケール（規模 < 10km, 比高 < 100m）: 更新世前期の高位・中位海成段丘の連続性や分布をシームレスに追跡でき、その地形的位置を確認できる。台地を開析する水系パターン異常や下刻の程度から、新たな活構造（隆起軸など）の判定が可能である。

2) 中地形スケール（規模 10-100km, 比高 100 - 1000m）: 活動度 C 級以上の逆断層としての活断層トレースは、陰影として表現される断層崖の視認によって可能である。とくに山地内では、活断層延長部に地質断層として、すなわち組織地形としての連続性を検出することができ、断層沿いの差別侵食の優れた指標となる。また、これまで検出しにくかった侵食小起伏面の認定も比較的容易となった。

3) 地域スケール（1/200,000）: 平野および海岸地形・火山地形・断層地形・組織地形の同時判読が可能である。成層火山・カルデラ火山の形状と噴出物を作る地形単元、地質断層・構造線に沿った断層線谷、異なる岩質に応じた地形組織（texture）の違い（蟹澤ほかにより本ポスター会場にて発表）が一望でき、内的・外的プロセスを考慮した地形学図を作成することができた。

このようにデジタル立体地形解析図は、分析的な研究のみならず地域地形誌を編纂する上でも有効な地形図のひとつであることが確認され、今後その利活用の範囲を広げていく必要がある。

キーワード: 地形判読, 小・中地形, デジタル立体地形解析図, 地域地形誌, 北部東北日本外弧

Keywords: Geomorphological reading, small-meso scale geomorphology, digital stereoscopic topographic map, regionally described topography, northern Northeast Japan arc

## 立体地形解析図による北上山地の地質構造と組織地形

### Interpretation of geologic structures and structural landforms using a digital stereoscopic topographic map

蟹澤 聡史<sup>1\*</sup>, 今泉 俊文<sup>1</sup>, 白澤 道生<sup>2</sup>

KANISAWA, Satoshi<sup>1\*</sup>, IMAIZUMI, Toshifumi<sup>1</sup>, SHIRASAWA, Michio<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東北大学, <sup>2</sup>(株) 横山空間情報研究所

<sup>1</sup>Tohoku University, <sup>2</sup>Yokoyama Geo-Spatial Information Lab.

風化や侵食作用による岩石の削剥に及ぼす抵抗性の違いに由来する組織地形は、山地・丘陵において侵食過程が線的にも面的にも長時間働くために、地質構造を反映して生じやすい。そのような地質構造が、現在の地形にどのように表現されているのかを知ることは組織地形の成立過程を理解する上に重要である。

北上山地は早池峰連峰の北麓を境として、大きく南部北上帯と北部北上帯に区分される。南部北上帯は赤道付近からの古陸(大陸片)が北上し、北部北上帯のジュラ紀付加体に衝突して現在に至った。南部北上帯は低温高圧の変成作用を被ったカンブリア紀の海溝付加体の変成した地質体から始まり、シルル紀以降、新第三紀までの多数の堆積岩ならびに火成岩類からなる。白亜紀初期には、山地全体にわたる火山岩の活動とそれに引き続く花崗岩類の貫入が起こった。本研究では、DEMを用いて開発された立体地形解析図を用いて、多様な歴史と岩質からなる北上山地の地質構造と組織地形の対応関係について検討した。

1. DEMを用いて開発された立体地形解析図は、標高情報を直接垂直方向に表示することができる。そのため、とくに傾斜の違いが遷急部の陰影として標高とともに立体的に鮮明に表現される。本報告で用いた立体地形解析図は国土地理院の10mメッシュDEMから作成されたものである。

2. この特徴を使うと、山地における岩石の削剥に対する抵抗性の違いを表現する組織地形を判読しやすくなる。判読された組織地形を岩質の違いや地質構造と照合することによって、組織地形を決定づけている岩相や構造などの地質学的因子を特定することができる。それらの成果は、従来から行われている野外調査と併せて、地質図作成の効率化・精密化、ひいては地史の解釈に大きく貢献する。たとえば折壁、遠野、栗橋、宮古、田野畑などの各累帯岩体は、組織地形として、リニアメントを境に明瞭に累帯構造が識別され、相互の対応関係が明らかにされる。

3. また、姥石層、新月層などの前期白亜紀火山岩類、ならび後期白亜紀火山岩類(デイサイト、石英斑岩など)の分布地域も他の古生代・中生代堆積岩分布地域とは明らかに異なった傾斜分布をしている。

4. 一方で、同じ白亜紀花崗岩体でも、五葉山花崗岩体、あるいは古期の氷上花崗岩体などでは、岩体境界部は明瞭に追跡できるが、一部には平坦面が発達しているものの、急斜面の発達が見られる領域もある。このような花崗岩体は、隆起の時期・過程が他の岩体に比べて異なるのではないだろうか。

5. 南部北上山地の母衣下石灰岩体、北部北上山地の安家石灰岩などでは、石灰岩特有の平坦な頂面と急斜面をもつ境界部など、ALOS衛星画像よりも明瞭に観察される。

6. 北上山地全体を見わたしたとき、日詰-気仙沼断層、早池峰東縁断層、折詰断層、岩泉構造線など、活動時期の違いに関わらず、侵食弱線といった地質構造の特徴を反映している。また、褶曲などの他の構造が従来のALOS衛星画像よりも明瞭に見られ、新しい地質構造の解釈に寄与することが期待される。

7. 早池峰構造帯の北、従来「葛巻-釜石帯」と呼ばれていた地域の西半部には、広い範囲に標高1000m程度の侵食平坦面が分布し、地形学的には注目されてきた。今後の課題として、東半部との間に何らかの構造的な違いが示唆される。

以上述べたように、立体地形解析図は地質構造の判読にたいへん効率的であり、かつ研究者間の議論が分野を超えて同じ次元で可能となるので、これを活用することによって新しい知見や解釈が期待される。

キーワード: 立体地形解析図, 北上山地, 地質構造, 組織地形

Keywords: Digital stereoscopic topographic map, Kitakami Mountains, Geologic structures, Structural landforms

## 立体地形解析図と衛星画像による断層地形

### Identification of tectonic landform using digital stereoscopic topographic map and satellite image data

小坂 英輝<sup>1\*</sup>, 楢原 京子<sup>2</sup>, 三輪 敦志<sup>3</sup>, 今泉 俊文<sup>4</sup>, 白澤 道生<sup>5</sup>

KOSAKA, Hideki<sup>1\*</sup>, KAGOHARA, Kyoko<sup>2</sup>, MIWA, atsushi<sup>3</sup>, IMAIZUMI, Toshifumi<sup>4</sup>, SHIRASAWA, Michio<sup>5</sup>

<sup>1</sup>環境地質, <sup>2</sup>産総研, <sup>3</sup>応用地質, <sup>4</sup>東北大, <sup>5</sup>横山空間情報研究所

<sup>1</sup>Kankyo Chishitsu Co.,Ltd, <sup>2</sup>AIST, <sup>3</sup>Oyo Co., <sup>4</sup>Tohoku Univ., <sup>5</sup>Yokoyama Geo-Spatial Information Lab

地形区分では、一連の斜面や平坦面を識別する。それらの面（地形面）は一般に傾斜変換線（地形線）により区別される。立体解析図と衛星画像（以下、解析図）では従来の3次元的地形表現に加えて、その地形線を傾斜度分布図から識別することが可能である。また、解析図はデジタルデータであり、様々な縮尺で表示される。確かに、地形区分を詳細に行うには空中写真判読が有利である。しかし、解析図では自由な縮尺で必要な情報を選択することで、様々な視点で地形を見ることができる。本発表の目的は、解析図によりどのような変動地形、あるいは断層変位地形が読み取れるか示すことである。本発表では、事例として、北上低地西縁断層帯と糸静線活断層帯をあげる。

和賀川付近を境目にその地形面の分布が異なると北上低地西縁断層帯の縮尺50万分の1の解析図では、和賀川付近より南方で古い地形面が発達していることが示される。縮尺20万分の1の解析図では、和賀川付近を境目にして南北地域で地形発達異なることが示される。古い地形面は、北部地域では北上低地西半部で新規の地形面下に没している一方、南部地域では北上低地全体に発達していることが解析図から識別される。このような南北地域の地形発達の違いは、北部地域で北上低地西半部が沈降する地殻変動があることを示唆する。縮尺5万分の1の解析図では、侵食崖と異なる方向の地形線、すなわち断層変位地形が識別される。北部地域では、上平断層群に特徴的な大小様々な弧状の断層崖の多くは、傾斜度分布図により識別される。南部地域では胆沢扇状地の解析図に示すように、奥羽脊梁山脈から流下する河川により形成された新旧の扇状地が識別される。活断層はこの胆沢扇状地を南北に横切るが、その断層崖は侵食崖とそれと斜交する崖として解析図から読み取られる。この断層崖は、空中写真判読によっても現在の胆沢川付近で不明となる。一方、解析図を胆沢川沿いにみていくと、活断層の隆起側で侵食崖が大きく、その低下側で侵食崖が小さくなっていくのが分かる。以上のように、解析図は1)和賀川付近を境目にした南北地域の地形発達の違い、2)既存の活断層図に示される主要な断層変位地形、3)活断層の隆起側と低下側の地形発達の違いを表現している。

一方、糸静線活断層帯では、諏訪湖を中心として北部（松本盆地）と南部（甲府盆地）の衛星画像および10 m DEMによる立体解析傾斜度図を、地域毎に比較して、それぞれの場所での断層地形がどのように表示されるか検討した。その結果、盆地低の起伏の少ない場所での立体解析傾斜度図は、衛星画像に比べると平野の地形の判読が難しい場所もあるが、丘陵地や山地の起伏の大きい地域では、衛星画像と同様の精度で鮮明に断層地形が判読できることが分かった。

キーワード: 北上低地, 糸魚川静岡構造線, 立体傾斜度図, 崖, 活断層

Keywords: Kitakami Lowland, Itoigawa-Shizuoka tectonic line, digital stereoscopic slope map, scarp, active fault



## 立体地形解析図を用いた東北地方の大規模地すべり地形と防災 Interpretation of large-scale landslide slopes in Tohoku District by stereoscopic topographic maps

檜垣 大助<sup>1\*</sup>, 横山隆三<sup>2</sup>, 白沢道生<sup>2</sup>

HIGAKI, Daisuke<sup>1\*</sup>, Ryuzo Yokoyama<sup>2</sup>, Michio Shirasawa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 弘前大学, <sup>2</sup> 株) 横山空間情報研究所, <sup>3</sup> 株) 横山空間情報研究所

<sup>1</sup>Hirosaki University, <sup>2</sup>Yokoyama Geo-Spatial Information Lab., <sup>3</sup>Yokoyama Geo-Spatial Information Lab.

### 1. はじめに

従来, 地すべり地形判読は, 主に空中写真によって行われてきたが, 地形学的知識の他に, 1) 判読された地すべり地形の地形図移写の難しさ, 2) 多数の写真を繰り返し判読する煩雑さ(とくに野外), 3) 縮尺の違いによる判読結果の差, など判読上の問題があった。DEMから作成される立体地形解析図のうち斜度図(以後、“立体斜度図”と呼ぶ)を用いることでこれが解決され, 地すべり地形の認識, 防災計画・地域計画立案支援などが革新的に容易になる可能性がある。そこで, 東北地方の立体解析図判読事例で, これらの点を考えてみたい。

### 2. 地すべり地形の判読事例

地形判読にもとづく山地の地形分類では, 傾斜とその場所による変化およびその空間分布に注目していると考えられ, その意味では, 傾斜分布図が重要となる。

#### A) 湯殿山周辺地域の地すべり域判読

国土地理院の10mメッシュDEMから湯殿山地区の縮尺1/5万の立体斜度図(標高倍率を3倍及び4倍としたもの)を作成した。図より, 月山火山山麓の岩屑雪崩・火山噴出物台地を解体する大規模な地すべり地形が判読できる。2009年の山形県鶴岡市七五三掛地すべりや, 緩慢な移動が続く西川町志津地区地すべり地は, このような大規模地すべり地形の中のブロックであることが分かる。一方, 月山火山西側の摩耶山地で分水界に沿って地すべり地形は認められないのが一目瞭然である。このゾーンは, 白亜紀花崗岩・火山岩からなり(産業技術総合研究所, 2011), 地すべりは起こりにくい地質帯に対応する。

#### B) 宮城県栗原市迫川流域の地すべりの判読

国土地理院のレーザ・プロファイラ DEM(5mメッシュ)から, 1/5万の立体斜度図(標高倍率:3倍及び4倍)を作成した。ここには, 2008年岩手・宮城内陸地震で地すべり・地すべり性崩壊が多発した荒砥沢ダム流域が含まれている。図より幾つかの大規模地すべり地や地すべり性崩壊が読み取れ, それらが, 火砕流台地が河川の下刻を受ける位置に発生しているのが分かる。さらに, 火砕流台地は数段に分けられるが, 解析図が地形そのものを示すので空中写真以上に傾斜変換線が明確に現れる効果と言える。なお, 立体斜度図の標高倍率については, 判読目的に応じて選択するのが良い。

#### C) いわき市の内陸部の地すべりの判読

国土地理院の10mメッシュDEMから縮尺1/20万の“白河”の立体斜度図(標高倍率6.5倍)を作成した。図より, 2011年東北地方太平洋沖地震の4/11余震による崩壊・地すべり発生域(佐藤ほか, 2010)が, 起伏が大きくかつ河川下刻の盛んな位置に相当し, 阿武隈山地の地形発達上斜面変動が起きやすい位置にあることが判読できる。

### 3. おわりに

立体斜度図が地すべり域の判読に非常に有効であることが判明した。空中レーザ測量による解像度の高いDEMを用いて, 地すべり地の微地形判読からブロック区分・地すべり災害発生後の緊急調査計画などに活用できる。また, 空中写真・衛星オルソ画像とオーバーレイさせて用いると, 土地被覆情報も判読でき, 地すべり防止対策の提案に繋がる。

以上のように, 異なる精度のDEMからいろいろな縮尺の立体地形解析図を用意すると, 防災教育・地すべり対策計画立案など土砂災害防止のさまざまな過程で活用できる。

キーワード: 地すべり地形, 防災, 立体地形解析図

Keywords: Landslide slopes, Disaster management, Stereoscopic topographic map

## 立体地形解析図による断層変位地形の比較 Comparison of tectonic geomorphology using digital stereoscopic topographic map

楳原 京子<sup>1\*</sup>, 今泉 俊文<sup>2</sup>, 宮内 崇裕<sup>3</sup>, 白澤 道生<sup>4</sup>

KAGOHARA, Kyoko<sup>1\*</sup>, IMAIZUMI, Toshifumi<sup>2</sup>, MIYAUCHI, Takahiro<sup>3</sup>, SHIRASAWA, Michio<sup>4</sup>

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

<sup>1</sup> AIST, <sup>2</sup> Graduated School of Science, Tohoku University, <sup>3</sup> Graduated School of Science, Chiba University, <sup>4</sup> Yokoyama Geospatial Information Laboratory

デジタル標高データの整備とその解析・表現技術の開発は、地形を空中写真や衛星画像、地形図とは異なる形で描画し、マルチスケールでの地形判読も可能としている。本発表では横山ほか(2012)によって作成されたデジタル立体地形解析図を用いた断層変位地形の判読事例として横ずれ断層地形は四国・中央構造線および阿寺断層、縦ずれ断層地形は伊那谷断層帯および千屋断層を紹介する。断層変位地形の判読には地形発達に関する知識が必要であるが、本発表では各解析図を用いることによって断層を認定する際の基準・指標(地形)をより分かりやすくする効果がある事に注目する。

標高陰影図は地形の凹凸を影の濃淡で、標高の高さを色彩の変化で表現するが、傾斜角度図は地表の傾き、地上開度は対象地点が周囲よりも凸となる度合い、地下開度は凹となる度合いを表す。したがって、立体傾斜度図では、崖が顕著な陰影として表現されるため、縦ずれ断層による断層崖、横ずれ変位の基準となる段丘崖の判読が容易である。立体地下開度図は水系の抽出に優れており、横ずれ断層によって水系が屈曲する様子が良く分かる。断層の変位様式に応じて断層変位地形の表示を特に強調できる解析方法を選択することも、効率的な地形判読に必要であろう。また、小縮尺にすれば、断層周辺の地形発達、例えば山地と盆地、山地の開析や水系パターンの違いなども同時に見てとれる。それは単に線としての活断層の認定という作業にとどまらず、地質学的特徴を反映した組織地形と合わせながら、断層帯の配置や発達過程について議論できる情報を提供する。一方、立体地形解析図を用いながら日本全国の地形を立体で見楽しむ点もこの解析図の特徴であり、立体地形解析図が研究者のツールとしてのみではなく、教育や防災など社会での活用も期待される。

キーワード: 断層変位地形, 横ずれ断層, 縦ずれ断層, デジタル立体地形解析図

Keywords: tectonic geomorphology, strike-slip fault, dip-slip fault, digital stereoscopic topographic map

## 詳細 DEM データから作成した仙台平野といわき地区の立体傾斜角度図 Digital stereoscopic slope map derived 5m and 2m mesh, in the Sendai plain and the Iwaki region

中島 秀敏<sup>1\*</sup>, 今泉 俊文<sup>2</sup>, 宮内 崇裕<sup>3</sup>, 楮原 京子<sup>4</sup>, 三輪 敦志<sup>5</sup>, 白澤 道生<sup>6</sup>

NAKAJIMA, Hidetoshi<sup>1\*</sup>, IMAIZUMI, Toshifumi<sup>2</sup>, MIYAUCHI, Takahiro<sup>3</sup>, KAGOHARA, Kyoko<sup>4</sup>, MIWA, atsushi<sup>5</sup>, SHIRASAWA, Michio<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 国土交通省国土地理院, <sup>2</sup> 東北大学大学院理学研究科, <sup>3</sup> 千葉大学大学院理学研究科, <sup>4</sup> 産業技術総合研究所, <sup>5</sup> 応用地質株式会社, <sup>6</sup> 横山空間情報研究所

<sup>1</sup> Geospatial Information Authority of Japan, <sup>2</sup> Graduated School of Science, Tohoku University, <sup>3</sup> Graduated School of Science, Chiba University, <sup>4</sup> AIST, <sup>5</sup> OYO Co., <sup>6</sup> Yokoyama Geo-Spatial Information Lab

数値標高モデル (DEM) データを用いた立体地形解析法が新たに開発されたので (横山ほか, 2012), レーザー・プロファイラーによる詳細なメッシュデータを, この方法に基づいて解析して立体傾斜角度図を作成した. 詳細なメッシュデータとしては, 2011 年東日本大震災津直後に国土地理院によって作成された仙台平野の 5 m DEM データと福島県いわき地区で 2011 年 4 月 11 日に発生したいわきの地震後に作成された 2 m DEM データをそれぞれ用いた. その結果, 立体傾斜角度図 (digital stereoscopic slope map 略して DSSM) からは以下のことが判読できる.

1) 縮尺 1/1 万?1/2.5 万の立体傾斜角度図からは, 仙台平野西縁に位置する長町利府断層帯の活動に伴う断層変位地形 (撓曲崖と共役逆断層によって形成された高まり) が非常に明瞭に判読できる. 中田ほか (1976) によって初めて長町利府断層帯の詳細な変形と位置が明らかにされたものの, その後, その南西方の坪沼断層への連続性などについては依然として不明のままである. しかし, この詳細な DSSM 図から判読できる青葉山段丘面上の南東傾斜の急斜面が, 名取川を横切って南西方に位置する坪沼断層にそのまま延長すること, 逆にこの急斜面が, 広瀬川を横断して北東側の中町段丘面・上町段丘面・台の原段丘面上に見られる緩やかな斜面 (段丘面の勾配の変化) へ連続することが判読できる. このように長町利府断層の北西側にあつて, これと平行して北東?南西方向に斜面が連続することは, 坪沼断層の断層活動に伴って生じた変位地形かどうか, 今後検討する必要がある.

2) 縮尺 1/3 千?1/1 万で作成した立体傾斜角度図からは, 塩ノ平断層 (石山ほか, 2011) や湯ノ岳断層など, 2011 年 4 月 11 日いわきで発生した地震 (M7.0) によって生じた地表地震断層が明瞭に判読できる. 空中写真では, 谷沿いや斜面が高い樹木に被われて, 地表地震断層である崖地形の判読は困難であるが, これらの障害物が除去された 2 m DEM メッシュデータから作成された立体傾斜角度図には, 水田に限らず斜面上でも断層トレースの形状 (連続性) がわかる. さらに変位量が最も大きかった (約 2 m の上下変位) 塩ノ平集落南の小谷底では, 断層変位によって流路が切断されたために, その流路が断層崖下に沿って変わった様子なども判読できる.

このように, 解析に用いる DEM データが詳細・緻密であれば, 微地形調査としても使用することが可能であり, 今後, 大縮尺空中写真以上に地形判読としても活用される.

キーワード: 詳細数値標高モデル, 立体傾斜角度図, 長町-利府断層帯, 2011 年いわきの地表地震断層

Keywords: 5m & 2m mesh DEM, Digital stereoscopic slope map, Nagamachi-rifu active fault zone, 2011 earthquake fault in Iwaki

## 立体地形解析図の為の Viewer の開発 Software development of Viewer for Stereoscopic Topographic Map

佐々木 達哉<sup>1\*</sup>, 吉兼 理説<sup>1</sup>, 下山 奈緒<sup>1</sup>, 白澤 道生<sup>2</sup>, 横山 隆三<sup>2</sup>, 今泉 俊文<sup>3</sup>

SASAKI, Tatsuya<sup>1\*</sup>, YOSHIKANE, Masanori<sup>1</sup>, SHIMOYAMA, Nao<sup>1</sup>, SHIRASAWA, Michio<sup>2</sup>, YOKOYAMA, Ryuzo<sup>2</sup>, IMAIZUMI, Toshifumi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 応用地質株式会社 データベース事業部, <sup>2</sup> 横山空間情報研究所, <sup>3</sup> 東北大学大学院理学研究科

<sup>1</sup>OYO corporation, Database Business Department, <sup>2</sup>Yokoyama Geo-Spatial Information Lab., <sup>3</sup>Graduated School of Science, Tohoku University

国土地理院の10mDEM(基盤地図情報)を用いて作成された、日本陸域の立体地形解析図のうち、余色立体(アナグリフ)による立体地形解析図ラスタデータを、コンピュータ・ディスプレイ上で閲覧するためのViewerを開発した。

本ViewerはGISエンジンMAGIS(マジス:応用地質(株)社製)をベースに開発を行ったものである。MAGISは汎用GISエンジンであり、これまでに治山・治水・公物管理などの地方自治体・国・民間企業における業務支援システムのエンジンとして広く用いられている。

本Viewerでは、日本の全陸域における立体地形解析図のシームレスかつ高速な閲覧、ならびに実用となる範囲内における立体地形解析図の拡大・縮小を行うことができる。これにより、全国立体地形解析図を容易に利用できる環境を利用者に広く提供することが可能となった。

本Viewerで表示する立体地形解析図データは、視差等の調整により、コンピュータ・ディスプレイ上での閲覧に最適化を図っている。

なお、本Viewerは、全国立体地形解析図の利用者に対し、提供を行う予定である。

キーワード: デジタル立体地形解析図, 地理情報システム, ソフトウェア開発

Keywords: Digital stereoscopic topographic map, GIS, Software Development