

## グアテマラ、マヤ低地の湖沼堆積物に記録される過去2~3千年間の気候変動 Climate changes over the last 2-3 kyrs recorded from the lake sediments in the lowland of the Maya, Guatemala

山田 和芳<sup>1\*</sup>, 篠塚 良嗣<sup>2</sup>, 米延 仁志<sup>3</sup>, 瀬戸 浩二<sup>4</sup>, 藤木 利之<sup>5</sup>, 五反田 克也<sup>6</sup>

Kazuyoshi Yamada<sup>1\*</sup>, YOSHITSUGU SHINOZUKA<sup>2</sup>, Hitoshi Yonenobu<sup>3</sup>, Koji Seto<sup>4</sup>, Toshiyuki Fujiki<sup>5</sup>, Katsuya Gotanda<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 早稲田大学, <sup>2</sup> 北海道大学, <sup>3</sup> 鳴門教育大学, <sup>4</sup> 島根大学, <sup>5</sup> 福岡大学, <sup>6</sup> 千葉商科大学

<sup>1</sup>Waseda University, <sup>2</sup>Hokkaido University, <sup>3</sup>Naruto University of Education, <sup>4</sup>Shimane University, <sup>5</sup>Fukuoka University, <sup>6</sup>Chiba University of Commerce

We present time-series geochemical and pollen records from sediment cores taken at Lake Quexil in middle part, and Lake Petexbatun and Lake Las Pozas in south part of the Maya lowland, Guatemala, to reconstruct the climate and vegetation history of the region over the last two or three thousand years.

Three lakes as Lake Quexil, Lake Petexbatun and Lake Las Pozas, are on the Maya Lowland and possess sediments that preserve a highly sensitive record of past environmental changes related to ITCZ migration (e.g. Hodell et al., 2001) and human impacts concerned with the Maya Civilization (Johnston et al., 1998). In Feb 2011, we collected ten ca.4-m-length sediment cores from these three lakes by the Mackeith core sampler.

Using the cores, we had firstly undertook a series of analysis, e.g., lithological observation, C-14 dating and sequential measurements of physical properties and paleomagnetism. By these analysis, we could build up the stratigraphy and chronology all for the core. Core chronology show that the age of bottom of sediment core of Lake Quexil, Lake Petexbatun and Lake Las Pozas reach up to 2,800, 3,600 and 1,450 cal. Years, respectively.

For reconstructing past climate changes, we measured total organic carbon (TOC), total nitrogen (TN), and total sulfur (TS) contents by CNS element analyzer as well as major and trace elements by ICP-AES with 2.3-cm interval bulk samples through the core. We use the total sulfur (TS) contents and the aluminum (Al) contents as an indicator of relative changes in the ratio of evaporation to precipitation (E/P), and total amount inputs of detritus minerals from the surroundings.

Basically, the fluctuation of TS and Al content for all sediment core has a negative correlation. These proxy records of Lake Quexil and Lake Las Pozas shows that lake level drop were observed at 300-400, around 500, 1700-1900, 2100-2300, 2400-2700 and 3000-3200 cal. years in both lakes, however, around 800 to 1,200 cal. years was occurred only at Lake Quexil. This discrepancy of such periods suggests that climate drought may not affect high evaporation in the south region. It is also clarified that drastic deforestation was observed around 10th century near Lake Las Pozas.

キーワード: 湖沼堆積物, ケーシル湖, ペテシュバトン湖, ラスポーザス湖, 干ばつ, マヤ文明

Keywords: lake sediments, Lake Quexil, Lake Petexbatun, Lake Las Pozas, drought, Maya Civilization

## カンボジア, サンボー・プレイ・クック遺跡地域の堆積環境変遷 Cambodia, Sedimentary Environment Change at Site of Sambor Prei Kuk

山崎 彬輝<sup>1\*</sup>, 原口 強<sup>1</sup>, 米延 仁志<sup>2</sup>, 下田一太<sup>3</sup>

Akiteru Yamasaki<sup>1\*</sup>, Tsuyoshi Haraguchi<sup>1</sup>, Hitoshi Yonenobu<sup>2</sup>, Ichita Shimoda<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 大阪市立大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 鳴門教育大学大学院学校教育研究科, <sup>3</sup> 早稲田大学理工学術院

<sup>1</sup>Graduate School of Sciences, Osaka City University, <sup>2</sup>Graduate School of Education, Naruto University of Education, <sup>3</sup>Faculty of Science and Engineering, Waseda University

### 1. 背景

カンボジアの Sambor Prei Kuk (サンボー・プレイ・クック) 遺跡は、チュンラ王朝全盛期の首都にあたる7世紀の古代都市址であり、チュンラ王朝はアンコール・ワットを築き上げたクメール文明の発展過程(プレ・アンコール期)に位置付けられる。1894年に、フランス人によって密林の中から発見されたこの遺跡は、碑文などによりチュンラ王朝の古代都市イーシャナブラであることが比定されている。また、建築史や美術史においても研究がなされている。

しかし、遺跡が現在までに辿った変遷については文献等資料も乏しく、自然科学分野からの研究もないため不明な点も多い。セン(Sen)川の畔に位置しながら、地形から氾濫等の河川性堆積物の可能性は低く、風成塵によって埋積したと考えられる。現在までの遺跡の歴史が、文明と自然環境の相互関係により、堆積物中に「天然の年表」として記録されていると考え、遺跡が使われていた時期を特定できると期待した。

### 2. 目的

本研究では、プレ・アンコール期の主要な遺跡である Sambor Prei Kuk 遺跡周辺の、地質学的な研究を行うことで、プレ・アンコール期以降の同地域の古環境復元を目的として、Sambor Prei Kuk 遺跡周辺の堆積物をコアサンプラーで採取し、帯磁率、色差、含水率、XRF(蛍光 X 線分析)から、環境変遷史の検討を試みた。

計45カ所でコア採取を行い、より高精度に古くからの環境変遷を考察するために選定した、水域および人為層を含む3地点のコア(B-trench 地点, SS5 地点, SP5 地点)分析から示唆される環境変遷は以下のようにまとめられる。

### 3. 考察

B-trench 地点は、もともと水域環境にあったが、陸域になり現在に至る途中でイーシャナブラが建造された。SS5 地点は、最下層の詳細は分からなかったが、湖沼の有機物は一定の速度で堆積していたが、途中でリンが豊富に供給され生物生産性の上昇を強力に促した。それにより、水中の溶存酸素が増加し、マンガンが難溶性の酸化物を生成して沈殿した。また、硫黄も同時期に供給され、鉄硫化物を生成した。SP5 地点は、寺院に付随する沐浴池とみられ、西暦627年に建造された際の版築土があり、沐浴池として整備されて年間を通して水を湛えていた。その間、幾度か生物生産性に変化をもたらす要因があり、その後、短期間に池は埋積された。

一方、3地点のコア間で明瞭な対比関係がなく、Sambor Prei Kuk 遺跡地域の環境変遷を包括的に評価できなかった。これは、3本のコア採取地点によって堆積環境が異なるためと考えられ、本研究では局所的な堆積環境変遷を議論するに留まった。今後は本研究で得られたコア採取地点ごとの基礎データを踏まえ、Sambor Prei Kuk 遺跡地域全体を評価しうる地点の選定を進め、当初の目的とする環境変遷史の解明に努めたい。

キーワード: 古環境, 堆積物, カンボジア

Keywords: paleoenvironment, sediment, Cambodia

## カンボジア・トンレサップ湖における完新世の流路網

### Formation of networked flow channels in the early Holocene at Lake Tonle Sap, Cambodia

原口 強<sup>1\*</sup>, 米延 仁志<sup>2</sup>, 徳永 朋祥<sup>3</sup>, 下田一太<sup>4</sup>, 吉永 佑一<sup>5</sup>

Tsuyoshi Haraguchi<sup>1\*</sup>, Hitoshi Yonenobu<sup>2</sup>, Tomochika Tokunaga<sup>3</sup>, Shimoda Ichita<sup>4</sup>, Yoshinaga Yuichi<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 大阪市立大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 鳴門教育大学大学院学校教育研究科, <sup>3</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻, <sup>4</sup> 早稲田大学理工学術院, <sup>5</sup> 建設技術研究所

<sup>1</sup>Graduate School of Sciences, Osaka City University, <sup>2</sup>Graduate School of Education, Naruto University of Education, <sup>3</sup>Department of Environment Systems, University of Tokyo, <sup>4</sup>Faculty of Science and Engineering, Waseda University, <sup>5</sup>CTI Engineering Co., Ltd.

カンボジア・トンレサップ湖は季節により湛水面積が膨縮を繰り返す湖で、水位が乾季に1m内外で雨季には最大10mに達する。これは、下流にあるメコン川の水が雨季にトンレサップ湖に逆流することによって起こる現象である。この結果トンレサップ湖は、メコン川の天然の遊水地として機能し下流の洪水氾濫の調整を果たしている。こうした遊水地機能をいつどのように獲得したのか、今後もその機能を持ち続けることができるのかを理解するためには、湖の成立のその形成過程を解明する必要がある。

トンレサップ湖の表層地下構造解明を目的として、2009年から2012年にかけて雨季を中心に湖全域の音波探査を継続して実施し、乾季に代表地点の3か所でコアリングを行なっている。音波探査はシングルチャンネルのサブボトムプロファイラ (Stratabox, SyQwest Inc.) で、湖底下数10mの表層を高分解能に探査が可能な卓越周波数10KHzの探査装置が用いられた。これまでに2009年と2010年の雨季、2012年1月と9月に追加探査を実施した。延探査延長は約400kmに達する。

これまでの結果、湖底地形は平坦であること、湖底下1~2m程度に強い反射面が連続して広く確認されること、コア採取の結果表層から第一反射面までは緩い泥層であること、多くの測線で確認された谷状の反射面は湖底下に埋没する流路跡を示すこと、埋没流路の深さ10~14mで幅数百mから数kmに達すること、埋没谷基底の年代はほぼ1万年前であること、などがわかった。さらに複数の測線で確認された埋没谷を平面的に結ぶことで、湖の地下に埋没している完新世の埋没流路網とその構造を明らかとなった。埋没谷の反射断面内には埋没段丘も確認されることから、完新世の途中で一時的な水位低下を示す時期があることも推定された。現在埋没谷で採取したコアの各種分析が進行中である。

キーワード: 流路網, 完新世, トンレサップ湖

Keywords: networked flow channel, Holocene, Lake Tonle Sap

## トンレサップ水系セン川下流域氾濫原の地形発達 Floodplain development along the lower Stung Sen River, the Tonle Sap tributary

南雲 直子<sup>1\*</sup>, 須貝 俊彦<sup>1</sup>, 久保 純子<sup>2</sup>  
Naoko Nagumo<sup>1\*</sup>, Toshihiko Sugai<sup>1</sup>, Sumiko KUBO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科, <sup>2</sup> 早稲田大学教育学部

<sup>1</sup>Graduate School of Frontier Sciences, University of Tokyo, <sup>2</sup>School of Education, Waseda University

カンボジア中央部を流下するセン川はトンレサップ水系最大の支流であり、モンスーンの影響を受けるために流域の水文・地形環境は季節ごとに大きく変化する。空中写真判読により、下流域に発達する氾濫原の地形は蛇行する現河道沿いに発達するメアンダーベルトと後背湿地に大別されることがわかった。下流域に位置するコンボンチューティアルおよびコンボントムの2地点で河道沿いの露頭観察と6本の堆積物コアの観察・分析をおこなった結果、氾濫原の環境は11 ka頃に変化し、コンボンチューティアル付近では砂層が広く堆積する一方、下流側のコンボントム付近では有機物が多く含まれる様子が観察された。これはおそらく、完新世における夏季モンスーンの強化によって降水量が増加したことや、トンレサップ湖の出現に起因する。また、現在観察されるようなメアンダーベルトと後背湿地からなる氾濫原の地形は、雨季のトンレサップ川の逆流現象の開始とともに、5.5 ka頃に形成されたと考えられる。メアンダーベルトの堆積物は蛇行流路の移動に伴い、数十年から数百年単位で入れ替わる一方、後背湿地では少なくとも約36 ka以降0.1 mm/yrの速さで泥質な堆積物の累重が続き、完新世には0.5 mm/yrに増加した。このように、セン川氾濫原の地形発達にはモンスーン強度の変化と、最下流部に位置するトンレサップ湖の水位変化が影響していると考えられる。

キーワード: 氾濫原, ボーリングコア, トンレサップ湖, メコン川, カンボジア

Keywords: floodplain, drill core, Lake Tonle Sap, Mekong River, Cambodia

## 北アナトリア、ウルガズにおける過去 2000 年間の気候変動 Last 2 ka climate change at Ilgaz site North Anatolian fault systems

須貝 俊彦<sup>1\*</sup>  
Toshihiko Sugai<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Frontier Sciences, Univ. of Tokyo

北アナトリア断層中央部, 1943年ウルガズ地震断層トレンチ (Sugai et al., 2000) で得た過去 2000 年間の連続試料の花  
粉分析と年代測定を行い, この間の古気候変動の復元を試みた。注目すべき点は、中世温暖期に逆グレーディングした  
淘汰の良い細礫層の薄層と有機質土壌の薄層の互層が顕著に堆積し、マツの球果を多量に含むこと、17世紀から19世紀  
の小氷期に、ごく細粒の角張った碎屑物を含む泥炭層が発達することである。

キーワード: 古気候, 中世温暖期, 小氷期, 花粉分析, 北アナトリア, 放射性炭素年代測定

Keywords: paleoclimate, Medieval Warm Period, Little Ice Age, pollen analysis, North Anatolia, AMS radiocarbon dating



## 完新世の中央アジア沙漠地域における砂丘活動と気候変動 Holocene sand dunes activities and climate changes in Central Asia

佐藤 明夫<sup>1\*</sup>, 須貝 俊彦<sup>1</sup>, 遠藤 邦彦<sup>2</sup>  
Akio Sato<sup>1\*</sup>, Toshihiko Sugai<sup>1</sup>, Kunihiko Endo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院 新領域創成科学研究科, <sup>2</sup> 日本大学

<sup>1</sup>Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, <sup>2</sup>Nihon University

In Central Asia, there are deserts and semi-deserts under the inter-continental arid and semi-arid climate. Saryyesik-Atyrau Desert is located as a sandy desert within the sand dunes around Lake Balkhash and Ili River delta in Southeast Kazakhstan. This research aims to clearly the relationship between the sand dunes development and regional or global environmental changes in Saryyesik-Atyrau Desert. In our previous study, the types of sand dunes in Saryyseik-Atyrau Desert were classified into three types (Dune I, II and III) that based on the wavelength, the height and the patterns (Sato et al, 2012a). Dune I and Dune II are seemed to classify “ Draa ” (known as the unit of mega-linear dune) in the Last Glacial Age. Dune III, the smallest dune unit including variety of dune type (linear, parabolic, vegetated and blow-out), covers the morphology of Dune I and II. In addition, Sato et al (2012b) suggest the development phase of Dune III during Mid-Holocene in Saryyseik-Atyrau Desert by the OSL dating results (Kondo et al (2011)). Otherwise, The analyses of lake sediment core (0901core, 0902core) from Lake Balkhash shows the records of the past 8000 ka, and suggest the lake-level regression and the aridification in around Lake Balkhash (Sugai et al, 2011; Endo et al, 2012). And the some other paleoenvironmental records, from the lake sediment (Chen et al, 2008) or the alluvial sediment (Li et al, 2011) in Central Asia, suggest the sifting from humid to dry phase after the Holocene Climatic Optimum (HCO). Therefore, The sand dunes activity of Saryyesik-Atyrau Desert also seemed to be affected by the aridification in Central Asia that a part of the global climate changes from Mid to Late Holocene (Wanner et al, 2008). The climate changes (the sifting of North Atlantic Oscillation (NAO), the westerlies and Siberian high) probably forces to sift the frequency and the direction of regional previous wind and the annual precipitation in Central Asia.

References : Chen, F., et al. (2008) QSR, 27, 3-4, 351. Endo, K., et al. (2012) Lake level change and environmental evolution during the last 8000 years. Toward a sustainable society in Central Asia, (ed).Kubota, J. RIHN,35-48. Kondo,R., et al (2011) JAQUA meeting (abs), 132-133. Li, X., et al. (2011) QSR, 30, 23-24, 3457?3466. Sato,A., et al (2012a) JpGU meeting (abs), HQR23-P04. Sato,A., et al (2012b) JAQUA meeting (abs), GO-15. Sugai,T., et al (2011) XVIII INQUA-Congress, Bern, 2191. Wanner, H., et al. (2008) QSR.27, 19-20, 1791?1828.

Keywords: Kazakhstan, After Holocene Climatic Optimum, Lake Balkhash

## 琵琶湖堆積物コアの珪藻分析に基づく第四紀後期における古環境解析 Paleoenvironmental study of the late Quaternary. based on diatom analysis of a sediment core from Lake Biwa, Japan

永安 浩一<sup>1\*</sup>, 公文 富士夫<sup>2</sup>

Koichi Nagayasu<sup>1\*</sup>, Fujio Kumon<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 信州大学大学院工学系研究科, <sup>2</sup> 信州大学理学部物質循環学科

<sup>1</sup>Faculty of Science, Shinshu University, <sup>2</sup>Department of Environmental Sciences, Faculty of Science, Shinshu University

珪藻の種構成や生産性の変化から中緯度地域の古環境変動を読み解くことを目的として、琵琶湖堆積物コア (BIW08-B) に対して珪藻分析を行った。BIW08-B コア試料はコア深度が 100.3 m までであり、最下部の 20 m を除きほぼ均質なシルト質粘土の堆積物で構成されている。指標テフラを基準として年代モデルを作成すると、下底は約 30 万年前に達する。まず、大局的な変動を把握するために平均 1500 年間隔で過去 30 万年間の殻数・種構成を明らかにし、種構成から 7 つの珪藻帯を識別した。

珪藻帯 1: 浮遊性珪藻 *Stephanodiscus suzukii* が優占する。

珪藻帯 2: *Navicula* spp. や *Achnanthes* spp. など付着性珪藻が優占する。

珪藻帯 3: *Aulacoseira nipponica* が優占する。

珪藻帯 4: *Cyclostephanos* sp. が優占する。

珪藻帯 5: *Stephanodiscus suzukii* が優占する。

珪藻帯 6: *Aulacoseira nipponica* が優占する。

珪藻帯 7: *Stephanodiscus suzukii* が優占する。

珪藻種構成のこれらの変動は、琵琶湖の他のコアにおける珪藻分析の結果と共通しており、琵琶湖における水域環境の準周期的な変動が推定される。また、珪藻殻数にも数万年周期の変動が確認され、この長期変動は東アジア夏季モンスーン強度の変動とおおよそ一致している。

より詳細な珪藻群集の変動を調べるために、寒冷期から温暖期への気候変動が顕著な過去 2.5 万年間を約 300 年間隔で分析した。その間は *S. suzukii* と *A. nipponica* で珪藻群集の 80 % を占めるが、最優占種は *S. suzukii* と *A. nipponica* の間で頻りに交代していた。殻数は、25 ka から 7 ka の間では  $1.0 \times 10^8$  valves/g 程度で推移したが、7 ka 以降  $4.0 \times 10^8$  valves/g 程度に急増した。12 ka から 7 ka にかけてはモンスーンの強化や急激な温暖化により珪藻の生物生産性が高くなると考えられるが、珪藻の殻数は  $1.0 \times 10^8$  valves/g の小さな値で推移し、珪藻殻数の変動は急激な温暖化やそれに伴う降水量の増加とは単純に回答していない。7 ka 以降に見られる殻数の急増から珪藻殻数が気候変動に遅れて回答している可能性も考えられる。そこで、珪藻の生存戦略を探る目的で、この期間に多産する中心目珪藻 *S. suzukii* の大きさ (直径) の変化に注目し、直径 (殻径) の頻度分布を解析した。大局的に見ると *S. suzukii* の大きさは 7 マイクロメートルから 20 マイクロメートルの個体がほとんどであるが、時代によって頻度分布に差異があることが判明した。*S. suzukii* を含む珪藻殻の総数は、温暖化の進行した 12 ka から 7 ka の完新世初期においても、寒冷な 25 ~ 12 ka とあまり変わらなかったが、*S. suzukii* の殻径は 25 ~ 12 ka では 7 マイクロメートルから 12 マイクロメートルの比率が高いのに対し、12 ~ 7 ka の期間では 20 マイクロメートルから 30 マイクロメートルの大きな個体の比率が増加している。珪藻 (*S. suzukii*) は急激な温暖化に回答して、殻径を増大させることで異種間の競争を生き抜いてきたことが推定される。最終氷期最盛期のごく寒冷な気候から完新世の最温暖期への適応には、水温や生殖時期の変動などストレスに耐える必要があり、その一環としてサイズを変化させる生存戦略をとったと考えられる。このような適応には時間がかかるために気候変動への殻数の回答に遅れが生じた可能性が示唆された。

キーワード: 琵琶湖, 第四紀後期, 珪藻分析, 被殻サイズ, *Stephanodiscus suzukii*

Keywords: Lake Biwa, Late Quaternary, Diatom, Frustule size, *Stephanodiscus suzukii*

## 下北半島産ブナ標準年輪曲線を用いた夏気温復元の可能性 Potential of summer temperature reconstruction using tree-ring chronology of Japanese beech at the Shimokita Peninsula

星野 安治<sup>1\*</sup>, 米延 仁志<sup>2</sup>, 安江 恒<sup>3</sup>, 野掘 嘉裕<sup>4</sup>, 光谷 拓実<sup>1</sup>

Yasuharu Hoshino<sup>1\*</sup>, YONENOBU, Hitoshi<sup>2</sup>, YASUE, Koh<sup>3</sup>, NOBORI, Yoshihiro<sup>4</sup>, MITSUTANI, Takumi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 奈文研, <sup>2</sup> 鳴門教育大, <sup>3</sup> 信州大, <sup>4</sup> 山形大

<sup>1</sup>NRICP Nara, <sup>2</sup>Naruto University of Education, <sup>3</sup>Shinshu University, <sup>4</sup>Yamagata University

Various archives such as tree rings, ice cores, varves and historical documents have provided effective proxy data for unraveling the past climatic variability. Tree rings have given annually-resolved quantitative reconstructions of the past temperatures, precipitation, drought indices and other climatic parameters. Although there have been recent efforts to improve the coverage of dendroclimatic reconstructions in the East Asian region, tree-ring records are still sparse in Japan. It is worth developing tree-ring chronologies for investigating the dendroclimatic potential. The purpose of this study is to investigate temporal stability of climate-growth relationship for Japanese beech (*Fagus crenata*) for the northernmost Honshu Island and to investigate its potential to reconstruct past climate.

We used a tree-ring record of Japanese beech at the Shimokita Peninsula, the northernmost part of the Honshu Island. The standard techniques of dendrochronology were employed for chronology building. The climate-growth relationships were estimated using boot-strapped response function analysis. The response function shows that the ring width correlates positively with previous warm-season temperature. This suggests that the optimal growth of Japanese beech depends on an above-average hot summer in the previous year. The summer temperature was preliminary reconstructed, using a multiple linear regression model. The performance of the calibration model was validated by the standard cross calibration-verification method. As a result, the calibration model shows that the Japanese beech chronology have enough potential to reconstruct the past climatic variability.

Keywords: dendroclimatology, summer temperature reconstruction, *Fagus crenata*



## 別府湾における過去3000年間の堆積環境及びイベント堆積物 Sedimentary environment during 3000 years recorded in the piston core sediments of Beppu Bay, central Kyushu, Japan

山田 圭太郎<sup>1\*</sup>, 竹村 恵二<sup>2</sup>, 池原 研<sup>3</sup>, 加 三千宣<sup>4</sup>, 山本 正伸<sup>5</sup>

Keitaro Yamada<sup>1\*</sup>, Keiji Takemura<sup>2</sup>, Ken Ikehara<sup>3</sup>, Michinobu Kuwae<sup>4</sup>, Masanobu Yamamoto<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻, <sup>2</sup> 京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設, <sup>3</sup> 産業技術総合研究所地質情報研究部門, <sup>4</sup> 愛媛大学上級研究員センター, <sup>5</sup> 北海道大学大学院地球環境科学研究院

<sup>1</sup>Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of science, Kyoto University, <sup>2</sup>Beppu Geothermal Research laboratory Institute for Geothermal Science, <sup>3</sup>Institute of Geology and Geoinformation, AIST, <sup>4</sup>Senior Research Fellow Center, Ehime University, <sup>5</sup>Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

別府湾は九州中部の別府-島原地溝(松本,1979)と呼ばれる張力が発達する地域の北東端に位置する。Itoh et al.(1998)によると、別府湾の形成プロセスは二つのステージに分かれ、特に1.5 Ma以降のStage2ではプルアパート・ベースンが発達し、現在も沈降を続けている。そのため別府湾には火山灰・ダストなどの風成起源粒子を含む厚く連続的な第四紀堆積物が保存されており、連続分析による高精度時間分解能解析が可能である。高密度な連続分析は堆積環境の変化を捉える上で重要であることに加え、年代モデルにも影響を与えるイベント堆積物を識別する上で大切である。しかしながら、別府湾の堆積環境やイベント堆積物について連続的な分析によって詳しく議論された研究はない。そこで本研究では別府湾奥南部で掘削されたピストンコア(BP09-3)を用いて別府湾の堆積環境について検討した。別府湾奥南部は最深部にあたることから高い堆積速度が期待され、また還元的堆積環境であることから堆積物の良好な保存が期待される。

用いたピストンコア(BP09-3)は長さ約9mで、初めに軟X線CTスキャン、帯磁率測定、色調測定を行った。その後、2cmごとに切り出し、457個の分析サンプルを得た。切り出したサンプルは篩で分画し、そのうち極細粒砂サイズ(3-4 $\mu$ m)の粒子について偏光顕微鏡を用いて粒子組成を検討した。粒子組成は重鉱物、軽鉱物、火山ガラス、珪藻、植物源粒子、岩片、その他に分けて200粒子以上計数した。年代モデルは同一地点の複数のコアを用いて決定されたKuwae et al.(2012)のモデルを用いた。

結果、コアは主として粘土からなり、堆積速度は230-300cm/kyであった。すべてのサンプルから海棲珪藻が検出され、多いものでは90%以上を占めた。一部のサンプルでは珪藻の割合が減少し、珪藻以外の粒子、特に火山ガラス、軽鉱物、重鉱物、植物源粒子、が増加するなど、組成が劇的に変化する層準が認められた。この組成が劇的に変化した一連のサンプルを「イベント堆積物」とする。イベント堆積物は粗粒物が増加したサンプルで顕著に観察されただけでなく、粒度に変化のないサンプルでも観察された。組成はイベントごとに異なった。各イベント堆積物の鉛直変化を観察すると、粒子種ごとに異なる減少傾向が観察された。イベント堆積物の割合は層準によって違いがみられた。

別府湾奥最深部の堆積物中には非常に多くの珪藻が含まれ、定常状態において極細粒砂では主として珪藻が堆積していると考えられる。珪藻の減少は火山ガラスなどの増加と強い負の相関があり、イベント堆積物によって希釈されたためと考えられる。イベント堆積物は顕著な粒度変化のないサンプルからも検出されており、イベント堆積物の検討には粒度だけではなく、組成も重要である。一連のイベント堆積物全体の組成の違いはイベントの供給源の違いを反映しており、イベント堆積物中の粒子種ごとの鉛直変化の違いは運搬・堆積過程における粒子種ごとの挙動の違いを反映していると考えられる。イベントの頻度の違いは堆積環境の変化も考えられるが、低頻度イベントの可能性も考えられる。今後、供給源や運搬・堆積過程を考慮し、イベント種や頻度について議論する予定である。

キーワード: 別府湾, 堆積環境, イベント堆積物, 完新世, 粒子組成

Keywords: Beppu Bay, sedimentary environment, event sediment, holocene, grain composition

## 信濃川歪集中帯における地震による活褶曲の成長と斜面変動 Relationship between active fold and slope collapse by earthquake in Shinano River Tectonic Zone

小荒井 衛<sup>1\*</sup>, 小松原 琢<sup>2</sup>, 中埜 貴元<sup>1</sup>, 岡谷 隆基<sup>1</sup>, 黒木 貴一<sup>3</sup>

Mamoru Koarai<sup>1\*</sup>, Taku Komatsubara<sup>2</sup>, Takayuki Nakano<sup>1</sup>, Takaki Okatani<sup>1</sup>, Takahito Kuroki<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国土地理院, <sup>2</sup> 産業技術総合研究所, <sup>3</sup> 福岡教育大学

<sup>1</sup>GSI of Japan, <sup>2</sup>AIST, <sup>3</sup>Fukuoka University of Education

信濃川沿い近傍の歪集中帯における活褶曲の成長と斜面変動の関連について、2つの地震の事例を地形発達と地質構造の視点から論じる。本研究は科学研究費補助金（研究課題番号：22500994；研究代表者：小荒井衛）による。

中越地震で多くの斜面崩壊が発生した魚沼丘陵は、新第三系の堆積岩類が分布し、脆弱な地質である。小出地区と小千谷地区の間の魚野川流域では段丘地形が発達しているが、当該箇所の段丘分布と地質構造を図1に示す。右岸側の道光高原に最も古い面であるH1面が広く残されているが、ローム層中位に約14万年前に噴出した飯綱-上樽テフラ（Iz-Kt）が存在することから、この面は約30~40万年前に離水したと考えられる。左岸側も破間川合流部から芋川合流部付近にかけてH1面からL6面までの段丘が発達する。魚野川と信濃川の合流点付近では、段丘の発達が著しく各段丘の比高も大きい。最も古い面がATを載せるL3面であり新しい段丘しか存在しない。これはこの地域の隆起量が大きいためと考えられ、小長井ほか（2006）によると2004年新潟県中越地震で1m程度の隆起が認められた。この場所は東山背斜の軸部に当たり、筆者らは地震の際に活褶曲が成長したものと考えている。一方、芋川流域の段丘は上位から芋川1面から芋川8面までの8段に区分されるが、流域全体に発達するのは3面、5面、7面であり、5面と7面はローム層を載せない（小荒井ほか、2011）。3面からはパブルウオール型の火山ガラスと斜方輝石を含む層準が確認されたが、このテフラはChoi et al.(2002)が破間川の低位段丘から報告しているAb-t1に対比される（小荒井ほか、2013）。芋川1面（M面に相当）のローム層の中位からは、主成分化学分析結果から立川ローム上部ガラス質火山灰（UG）または浅間-草津火山灰（As-K）に対比可能なテフラが検出された（小荒井ほか、2012）。魚野川流域の段丘については、幡谷ほか（2006）がAs-KをL4面から報告しているが、芋川流域で広範囲に分布する段丘からはAs-KやUGは検出されないことから、芋川で発達する段丘はL4面より新しい段丘と考えられる。ここでは、As-Kを載せない段丘面のうち、Ab-t1を載せる面をL5面（芋川3面）載せない面をL6面（芋川5面）とした。このように芋川流域でも新しい段丘しか見られないことは、この地域の隆起量が大きいことに起因していると考えられる。魚野川と信濃川の合流点付近と同様に、隆起が大きすぎると段丘面の開析が進み、古い段丘面が残りにくくなっているものと推察される。

山古志地区における既存の地すべり分布と中越地震での地すべり・斜面崩壊分布と地質構造を重ね合わせると、東山背斜では大規模な地すべり地形が発達するが中越地震では地すべり・崩壊とも発生が少ないのに対し、芋川周辺や魚沼山地西縁では相対的に大規模な地すべり地形は少ないものの中越地震での地すべり・崩壊の発生は多かった。芋川本流周辺では地すべり地形を開析する谷壁斜面が発達しているのに対し、東山背斜周辺では谷底まで地すべり性緩斜面が発達していることが原因と考えられる。また、大規模地すべり集中域の東側は道光高原の古い地形面が存在するなど、地すべり等の斜面変動が余り起きていない。中越地震では道光高原より東側の小平尾で地表地震断層が出現したが、斜面変動の集中は地表地震断層の位置より上盤側で起きたのではなく、震源断層モデルの断層面をそのまま地表方向に延長した場所より上盤側で発生しており、地震時地すべりの東側の前線がその境界に一致する。

2011年3月12日に発生した長野県・新潟県県境付近の地震では、斜面崩壊等が逆断層の上盤側で、かつ地殻変動発生領域を示すSAR干渉縞の範囲にあたる松之山地区に集中して発生していた（中埜ほか、2012）。信濃川右岸の津南町では地震による被害分布は少なく、活断層である宮野原断層に沿ってのみ重力性の変状が認められた。SAR干渉画像から推定される本震（M6.7）の震源断層の推定地表到達付近では、その南東側すなわち断層矩形モデルの上盤側の範囲に限定して、斜面崩壊や道路面の変状が多数認められた。地震による変状は特定の地域や地質に集中して認められる。道路の変状等の分布も偏りが認められ、東北東-西南西方向に並んで分布しているところが多く、地質断層である松之山断層の周辺や背斜軸、向斜軸の近傍に集中している。電子基準点の変動から示唆される逆断層の上盤側のドーム状の隆起や、背斜・向斜構造に支配された変状の分布から判断すると、地震時に松之山背斜が成長した可能性が示唆される。この現象は、中越地震と共通する事象である。

図1 魚野川周辺の段丘分布と地質構造

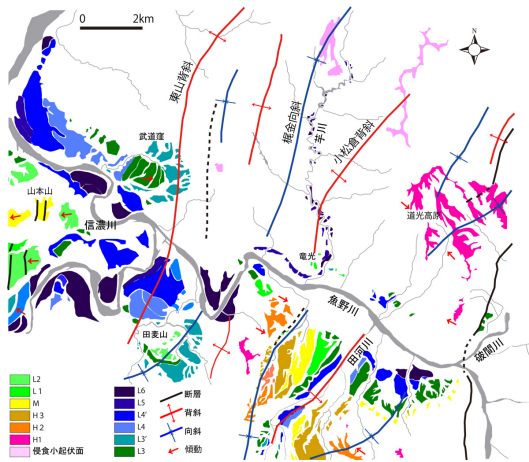
キーワード: 活褶曲, 斜面変動, 芋川流域, 中越地震, 長野県新潟県県境付近の地震

Keywords: active fold, slope collapse, Imokawa River basin, Chuetsu Earthquake, Nagano Niigata Border Earthquake

HQR24-10

会場:201B

時間:5月23日 11:30-11:45



## 善光寺岩屑なだれの年代観について Reconsideration of the Age of Zenkoji Debris Avalanche Deposits

藤根 久<sup>1\*</sup>, 遠藤 邦彦<sup>2</sup>, 鈴木 茂<sup>1</sup>, 中村 賢太郎<sup>1</sup>, パレオ・ラボ AMS 年代測定グループ<sup>1</sup>, 鈴木 正章<sup>3</sup>, 吉本 充宏<sup>4</sup>, 後藤 翠<sup>5</sup>, 千葉 達朗<sup>6</sup>

Hisashi Fujine<sup>1\*</sup>, Kunihiko Endo<sup>2</sup>, Shigeru Suzuki<sup>1</sup>, Kentaro Nakamura<sup>1</sup>, PaleoLabo AMS Dating Group<sup>1</sup>, Masaaki Suzuki<sup>3</sup>, Mitsuhiro Yoshimoto<sup>4</sup>, Akira Goto<sup>5</sup>, Tatsuro Chiba<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 株式会社パレオ・ラボ, <sup>2</sup> 日本大学, <sup>3</sup> 日本大学理工学研究科, <sup>4</sup> 北海道大学大学院理学研究院, <sup>5</sup> 日本大学大学院総合基礎科学研究科, <sup>6</sup> アジア航測株式会社

<sup>1</sup>PaleoLabo Co.,Ltd., <sup>2</sup>Nihon University, <sup>3</sup>Graduate School of Science Science and Technology, Nihon University, <sup>4</sup>Faculty of Science, Hokkaido University, <sup>5</sup>Nihon University, <sup>6</sup>Asia Air Survey Co., Ltd.

北海道有珠山南麓から内浦湾にわたり有珠山善光寺岩屑なだれ堆積物の流れ山が多数分布する。有珠火山の形成開始期は、洞爺火砕流（13～9万年前）の後であることは間違いないが、詳しくは解明されていない。更新世末期～完新世初期に有珠外輪山溶岩などの噴出により成層火山が形成され、7,000～8,000年前に水蒸気爆発により山頂部の山体崩壊が発生し、南麓から内浦湾に善光寺岩屑なだれ堆積物が流下した、と考えられている。岩屑なだれ堆積物の上には縄文早期から晩期までの遺物や貝塚を含む遺跡（若生貝塚（縄文早期～晩期）など）が立地する（勝井ほか、1973；勝井、1988；小杉、2007；など）。7,000～8,000年前との推定は、上記の遺跡が岩屑なだれ堆積物を覆っている（岩陰遺跡を含め層位的に）ことに基づいており、7,000～8,000年前より古いことを示す。

アルトリ岬の東方の2つの流れ山に挟まれた低地部においてボーリング調査を行ったところ、放射性炭素年代測定およびテフラの検討から、過去2万年間の泥炭層および有機質泥層からなる厚く連続した良好な堆積物が得られた。またこの堆積物中にはKo-g（駒ヶ岳gテフラ:7,000年前）、Ng（濁川テフラ:15,000年前）などの指標テフラを挟在する。コア最下部の有機質粘土から約2万年前の14C年代が得られた。有機質粘土の花粉分析から、トウヒ属やカラマツ属、マツ属単維管束亜属などが生育する亜寒帯性針葉樹林が卓越していた。-6.7～-6.6mにヤングドリフト・イベントを認めることができる。最終氷期最寒冷期（LGM）以降の植生変遷と全体に淡水性の環境を示すこの泥炭～有機質粘土の堆積物の基底には、洞爺カルデラから噴出した洞爺火砕流堆積物と同質の軽石層が確認され、層位関係として有珠山善光寺岩屑なだれ以後に堆積したものと考えられる。

以上の事実記載から、本ボーリング試料は善光寺岩屑なだれ堆積物の堆積後に堆積したことが強く示唆される。すなわち、善光寺岩屑なだれの発生時期は、従来の推定年代7,000～8,000年前よりも古く、およそ2万年前、LGMの頃である可能性が極めて強くなった。

### 引用文献

勝井義雄ほか（1973）有珠山の地質図（1:25,000）；勝井義雄（1988）有珠山 その生いたちと噴火史；小杉康（2007）噴火湾岸域における後氷期の自然環境の変動と人間適応；曾屋龍典ほか（1981）有珠火山地質図（1/25,000）。

キーワード: 有珠山, 善光寺岩屑なだれ, ボーリング, AMS 年代測定, テフラ

Keywords: Usu Volcano, Zenkoji Debris Avalanche, Drilling, AMS Dating, Tephra



## 8世紀の奈良平城京における重金属汚染 Heavy metal pollution in Ancient Nara, Japan, during the 8th century

川幡 穂高<sup>1\*</sup>, 山下宗佑<sup>1</sup>, 山岡 香子<sup>2</sup>, 岡井 貴司<sup>2</sup>, 下田 玄<sup>2</sup>, 今井 登<sup>2</sup>  
Hodaka Kawahata<sup>1\*</sup>, Shusuke Yamashita<sup>1</sup>, Kyoko Yamaoka<sup>2</sup>, Takashi Okai<sup>2</sup>, Gen Shimoda<sup>2</sup>, Noboru Imai<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>2</sup> (独) 産業技術総合研究所

<sup>1</sup> Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, <sup>2</sup> AIST

奈良東大寺の大仏には金メッキがされていた。金は水銀に溶け、これをアマルガムと呼ぶ。このアマルガムを大仏に塗って、最後に火であぶって水銀を蒸発されると金メッキとなる。この時蒸発した水銀によって平城京が汚染され、そのため遷都せざるを得なかったとの仮説があり、テレビなどでも時々放送されている。しかし、実際に奈良時代の土壌などの精密化学分析を私達が行った結果、水銀汚染は検出されず、平城京の市民に害がなかった事がわかった。また、銅汚染については大仏殿周辺に限定されていた。しかし、鉛汚染については、平城京周辺に及んでおり、現在の汚染基準以上の汚染も認められた。鉛同位体の分析より、鉛の起源は、大仏へ銅を供給した山口県秋吉台近傍に産するスカルン鉱床、長登鉱山であることがわかった。古墳時代から平城京にかけては古代の大量消費型社会であるが、人々はこれからいろいろなことを学び平安京へ遷都した。平城京はいわゆる「エコシティ」で、遷都以降 1500 年にわたって日本の都として栄えた。

キーワード: 水銀汚染, 銅汚染, 鉛汚染, 平城京, 大仏, 長登鉱山

Keywords: Hg pollution, Cu pollution, Pb pollution, Heijo-Kyo, the Great Buddha, Naganobori mine



## 東京都中央区八丁堀三丁目遺跡出土木棺材より構築した802年間の標準年輪曲線 An 802-year tree-ring chronology from Hatchobori 3-chome Site, Chuo-ku, Tokyo

大山 幹成<sup>1\*</sup>, 鈴木 伸哉<sup>2</sup>, 鈴木 三男<sup>2</sup>  
Motonari Ohyama<sup>1\*</sup>, Shinya Suzuki<sup>2</sup>, Mitsuo SUZUKI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東北大学植物園, <sup>2</sup> 首都大学東京 日本学術振興会特別研究員

<sup>1</sup> Botanical Gardens, Tohoku University, <sup>2</sup> JSPS Research Fellow, Tokyo Metropolitan University

Dendrochronology is the science of dating tree rings, widely used to address environmental and historical issues. Despite the recent advance in chronology building, long tree-ring chronologies are still sparse in East Asia, including Japan. The purpose of the present study is to build a new long ring-width chronology of cypress species, from wooden remains recovered from an archaeological site in eastern Japan.

A large number of tub-shaped and box-shaped wooden coffins were excavated from Hatchobori 3-chome Site, Chuo-ku, Tokyo. The site dates the early half of the 17th century. The tub-shaped wooden coffins were mainly made of *Chamaecyparis pisifera* (Sawara cypress). According to wood identification, along with pollen and historical records, Suzuki and Noshiro (2004) deduced that the timbers were imported from the Kiso and Tenryu valleys.

71 boards from the tops, bottoms, or sides of the coffins were selected for tree-ring measurement. Of the 71 samples, 38 were visually and statistically crossdated based on standard procedures in dendrochronology. An 802-year raw ring-width chronology (from the 9th century to the 17th century) was successfully constructed. Mean  $t$ -value between the chronology and samples was 10.5, indicating high coherency among the tree-ring series.

The chronology was successfully crossdated with other chronologies from archaeological sites in Tokyo, indicating high  $t$ -values. For example,  $t = 13.8$  with the chronology from the Mirokuji site, early Edo period, also consists of coffin boards mainly made of Sawara cypress. This result may indicate that timbers from those sites were imported from a certain limited area.

Further efforts should concentrate on obtaining fully continuous chronologies covering the last 2,000 years for tree-ring dating and climatic reconstruction.

キーワード: 年輪年代学, 標準年輪曲線構築, サワラ, 江戸時代

Keywords: dendrochronology, chronology development, Sawara cypress, Edo period

## 一の目潟の年縞堆積物を利用した人間活動による秋田の森林環境の歴史の復元 Revealing the History of Akita-sugi forest by Pollen Analysis on Lake Ichi-no-Megata, Akita Japan

北川 淳子<sup>1\*</sup>, 守田 益宗<sup>2</sup>, ミロスラウ・マコホニエンコ<sup>3</sup>, 五反田 克也<sup>4</sup>, 山田 和芳<sup>5</sup>, 米延 仁志<sup>6</sup>, 安田 喜憲<sup>7</sup>  
Junko Kitagawa<sup>1\*</sup>, MORITA, Yoshimune<sup>2</sup>, MAKOHONIENKO, Mirosław<sup>3</sup>, GOTANDA, Katsuya<sup>4</sup>, kazuyoshi yamada<sup>5</sup>, Hi-  
toshi Yonenobu<sup>6</sup>, YASUDA, Yoshinori<sup>7</sup>

<sup>1</sup> 国際日本文化研究センター, <sup>2</sup> 岡山理科大学理学部, <sup>3</sup> Adam Mickiewicz University, <sup>4</sup> 千葉商科大学政策情報学部, <sup>5</sup> 早稲田  
大人間科学学術院, <sup>6</sup> 鳴門教育大学学校教育, <sup>7</sup> 東北大学大学院環境科学研究科  
<sup>1</sup>IRCJS, <sup>2</sup>Okayama University of Science, <sup>3</sup>Adam Mickiewicz University, <sup>4</sup>Chiba University of Commerce, <sup>5</sup>Waseda University,  
<sup>6</sup>Naruto University of Education, <sup>7</sup>Tohoku University

秋田スギは日本三大美木の1つで古くから利用され、また、秋田は古くから農地の開発が行われ、周辺地域は人間活動が入ることによって大きく環境が変化してきた。森林は開発され、ほとんどの森は人間活動が入り、現在、一部の森林のみが天然林として保護されている。東北地方ではAD1700年ごろまでにすでに森林の伐採が進んだと言われている。森林伐採は材の利用のためばかりでなく、農地の開発や薪炭のための伐採などが大きく関係し、現在、秋田の森林被度は60%を超えるが、天然の秋田杉林はほとんど見られない。近年、環境変遷の詳細の研究が可能として年縞堆積物が注目されてきている。この研究では、秋田県一の目潟の年縞堆積物を利用して花粉分析を行い、秋田の歴史と比較しながら、秋田杉林の伐採時期、秋田の景観の変遷を明らかにする。

一の目潟は秋田県男鹿半島に位置する。気候は日本海型の冷温帯気候に属しているが対馬暖流の影響を受け冬季は比較的温暖である。自然植生はブナを中心とする夏緑広葉樹林である。しかし、現在は人間活動が活発なためブナ帯の代償植生となり、コナラの二次植生やアカマツやスギ、ヒノキの植林、または耕作地となっている。男鹿半島では縄文時代から弥生時代までの遺跡が150以上発見され、伝承や歴史記録によると、古代から人間活動が活発で植生に影響を与えていたことがわかる。

一の目潟では2006年に一の目潟でボーリング調査を行い、過去およそ30,000年分の完全に連続した堆積物(IMG6)を採取した。74の植物化石のAMSによる年代測定とテフラにより年代モデルを作成した。花粉のサンプルはタービダイトを除く部分でおよそ5年から10年の堆積物をサブサンプリングし、分析した。この研究では過去30,000年の堆積物の上部4000年分に注目する。花粉抽出にあたって*Cedrus*花粉をマーカーとして一定量加えた。抽出された花粉は光学顕微鏡で400倍、もしくは600倍で観察した。花粉出現率は陸上植物花粉の合計を奇数にして計算し、また、花粉の絶対量(花粉濃度:花粉粒/cc)を計数された*Cedrus*花粉を基に計算し、花粉ダイヤグラムを描いた。

花粉分析の結果、スギ花粉の増加が相対量、絶対量ともに見られ始めるのは1500BCごろであった。この頃に秋田杉の林の形成がなされたと考えられる。当時のスギ林はブナやナラの落葉広葉樹が混じり、現存する仁別国民の森の天然秋田スギ林の状態とよく似た環境下にあったと考えられる。スギ花粉の最も多く観察されるのは西暦100年から1000年である。12世紀に入ると大規模な森林伐採が観察される。花粉の相対量、絶対量ともにスギ花粉が激減し、また、それに続いてブナなどの落葉広葉樹が減少する。イネ科の花粉と共にヨモギやカヤツリグザ科の花粉が増えることから、大規模な水田開発が行われたことが推測される。この時期は荘園の開発が活発だった時期である。その後、樹木花粉の絶対花粉量は低いままである。現在の秋田の水田の広がる風景はこの時期に形成されたと考えられる。しかし、当時はまだスギと落葉広葉樹が混じる自然林が残っていたと考えられる。そして、15世紀ごろからニヨウマツ類の花粉が増加する。16世紀には織田信長・豊臣秀吉の時代にスギは利用され、枯渇の危機にさらされたと言われている。江戸時代にはいると、藩主の佐竹氏は秋田杉を藩の財源とする。そして、鉱山開発も進んだ。それらの伐採は花粉ダイヤグラムで確認できた。その後、保護政策がなされるが、19世紀までスギ花粉の増加は見られない。17世紀から18世紀は小氷期といわれる寒冷な時期で、たびたび飢饉が起り、この時期はイネ科花粉の絶対量も減少し、生産性が非常に悪かった事が推測される。また、江戸では多くの火事が起り、大火が起るごとに江戸に材木を出していた。これらの事が杉林の回復を遅らせたと考えられる。18世紀後半になると賀藤桂林が植林を始め、スギ林は回復するようである。しかし、天然林とは異なり、落葉広葉樹の割合が少なくなっている。秋田杉は歴史的に2度の伐採の時期を経て、植林され、森林被度は高いものの、全く異なった植物相に変わったようである。

キーワード: 一の目潟, 花粉分析, 年縞堆積物, 森林伐採

Keywords: Ichi-no-Megata, pollen analysis, deforestation

## 日本産樹木年輪試料に基づく暦年較正データの検討 Analysis of 14C age calibration data sets based on tree rings from Japanese wood

中村 俊夫<sup>1\*</sup>, 増田公明<sup>2</sup>, 三宅芙沙<sup>3</sup>  
Toshio Nakamura<sup>1\*</sup>, MASUDA, Kimiaki<sup>2</sup>, MIYAKE, Fusa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学年代測定総合研究センター, <sup>2</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所, <sup>3</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所

<sup>1</sup>Center for Chronological Research, Nagoya University, <sup>2</sup>Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, <sup>3</sup>Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

最近では、さまざまな年代測定資料について得られた 14C 年代について、14C 年代から暦年代への較正（換算）は不可欠なものとなっている。暦年代較正には、資料を産した炭素リザーバに応じていくつかの較正データが使い分けられる。北半球中緯度に位置する日本の資料の 14C 年代は、一般に世界標準の暦年代較正データ IntCal04/IntCal09 (Reimer et al. 2004; 2009) を用いて較正される。また、南半球産の試料の 14C 年代は、南半球の暦年代較正データ SHCal04 (McCormac et al. 2004) を用いて較正される。IntCal は、主として北米や欧州産樹木の年輪を用いて作成されたものである。SHCal04 は、ニュージーランドやタスマニア島産樹木の年輪を用いて作成されたものである。一方で、国立歴史民俗博物館、名古屋大学、山形大学では、さまざまな日本産の樹木について年輪年代と 14C 年代の関係を調査し、IntCal との一致度を比較検討してきた。これまでに日本の研究グループにより調べられた年輪試料の暦年代範囲は、現在から 3000 年前までのうち、飛び飛びで 2000 年間程度の範囲であるが、14C 測定の誤差範囲内でほとんどの暦年代範囲で IntCal データとほぼ調和的である。しかし、一部の範囲（紀元 1 世紀から 3 世紀）では顕著なズレが生じていることが明らかになった（尾寄 2009）。特に、この顕著なズレの時期は弥生後期から古墳中期に含まれている。すなわち、弥生後期から古墳中期にかけては、IntCal04/IntCal09 を較正に使うかぎり、14C 年代測定法では日本産資料の暦年代を正しく推定することができないことになり、日本の考古学研究、歴史学研究に大きく支障をきたすことになる。さらに名古屋大学では、年代測定総合研究センターと太陽地球環境研究所との共同で、奈良県産の杉巨木、屋久島産の屋久杉巨木を用いて、過去 2000 年間の暦年較正データの検討を進めているところであるが、この暦年代区間の屋久杉年輪について、IntCal04/IntCal09 に比べて 14C 年代が顕著に古い方にずれる傾向を見いだしている。これらの測定結果の状況について、またその原因について議論を行う。

宮原ほか(2005)、三宅ほか(2012)や吉光ほか(2012)は、奈良県室生寺から採取されたスギ材から AD1617?AD1739 の年輪を、また鹿児島県屋久島で伐採された 2 本の屋久杉のうち、小型屋久杉から AD1413?AD1615 及び大型屋久杉から AD72?AD1072 の年輪を選別し、飛び飛びではあるが年輪を 1 年輪ごとに分割して 14C 濃度を測定した。Miyahara et al. (2006) や三宅ほか(2012) はこれらの年輪データをもとに、過去の太陽活動の強弱変動の周期を解析している。一方、これらの日本産樹木年輪の 14C 測定に着目すると、日本産樹木の 14C 年代は、IntCal09 が示す 14C 年代に対して、AD72?AD1072 の年輪で +24.7 ± 30.4 14C 年、AD1413?AD1615 の年輪で +15.9 ± 22.1 14C 年、AD1617?AD1739 の年輪で +5.3 ± 24.0 14C 年ほど古い年代側へのずれが見られた。すなわち、日本産樹木の 14C 年代と IntCal09 の 14C 年代のずれは、14C 年代のばらつき範囲内ではあるが、日本産の樹木の方が IntCal09 に比べて古い 14C 年代を示す傾向にあることが明らかである。さらに、同じ年輪年代について注意深く調査すると、日本産樹木の 14C 年代は、IntCal09 の 14C 年代と SHCal04 の 14C 年代の間を揺れ動いており、SHCal04 の 14C 年代を超えて古い年代を示すことはない。これらのずれは、14C 年代較正の正確度にかかわる大問題であり、今後、高精度のデータを蓄積し詳細な検討が必要である。

キーワード: 14C 年代, 暦年代, 暦年較正, 年輪年代, 太陽活動, 太平洋高気圧

Keywords: 14C age, calendar date, calibration to calendar date, tree ring, solar activity, Pacific high barometric pressure

東京都新宿区崇源寺跡より出土した木棺材の樹種と年輪からみた 17-19 世紀の江戸における木材利用の変遷  
Transition of timber usage in 17-19th century deduced from materials of coffin boards at Sugen-ji graveyard site, Tokyo

鈴木 伸哉<sup>1\*</sup>, 星野安治<sup>2</sup>, 大山幹成<sup>3</sup>, 能城修一<sup>4</sup>

Shinya Suzuki<sup>1\*</sup>, HOSHINO, Yasuharu<sup>2</sup>, OHYAMA, Motonari<sup>3</sup>, NOSHIRO, Shuichi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 日本学術振興会特別研究員・首都大学東京, <sup>2</sup> 奈良文化財研究所, <sup>3</sup> 東北大学植物園, <sup>4</sup> 森林総合研究所

<sup>1</sup>JSPS: Tokyo Metropolitan University, <sup>2</sup>NRICP Nara, <sup>3</sup>Botanical Gardens, Tohoku University, <sup>4</sup>FFPRI

近世の本州や四国、九州における森林資源は、17世紀の都市開発にともなう天然林の乱伐やそれに起因する資源枯渇、伐木制限から、18世紀以降に本格化した植林や森林の保全を伴った生産へと、大きく変化したことが知られているが、消費の様相については文献史料に乏しく、明らかでない部分が多い。一方、東京都内を中心とする都市遺跡から出土する多量の木製品は、当時の木材消費の直接的な証拠であり、そこに含まれる豊富な情報をもとに木材利用の歴史を復原することが可能である。この度、東京都新宿区崇源寺跡から江戸時代の埋葬施設群が発掘されたため、そこから出土した木棺材の樹種同定と年輪計測をおこなうことで、使用された木材の樹種と、その樹齢や生育環境を視野に入れた近世の都市における木材利用の変遷について検討した。また、得られた多数の年輪データの年輪年代学的検討に基づき、木材の生育年代や利用された年代について明らかにし、これらの情報に基づいて 17-19 世紀の木材利用の様相を復原することを試みた。

本研究には日本学術振興会科学研究費補助金（課題番号 23・5811, 23240116）の一部を用いた。

キーワード: 年輪年代学, 江戸, 木材利用, 木棺, 樹種

Keywords: Tree-ring dating, Edo, timber usage, coffin, wood species



## 現代型人類拡散の「南回りルート」における地理的多様性 Regional variability on the 'Southern Route' of modern human dispersal into Eurasia

野口 淳<sup>1\*</sup>, 下岡 順直<sup>2</sup>, カシード・H・マッラー<sup>3</sup>, グーラム・M・ヴィーサル<sup>3</sup>, ニローファー・シェイフ<sup>3</sup>, 近藤 英夫<sup>4</sup>  
Atsushi Noguchi<sup>1\*</sup>, Yorinao Shitaoka<sup>2</sup>, MALLAH, Qasid H.<sup>3</sup>, VEESAR, Ghulam M.<sup>3</sup>, SHAIKH, Nilofer<sup>3</sup>, KONDO, Hideo<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 明治大学校地内遺跡調査団, <sup>2</sup> 京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設, <sup>3</sup> シャー・アブドゥル・ラティーフ大学考古学研究室, <sup>4</sup> 東海大学文学部

<sup>1</sup>Meiji University Archaeological Investigation Unit, <sup>2</sup>Kyoto University Institute for Geothermal Sciences, <sup>3</sup>Shah Abdul Latif University, Department of Archaeology, <sup>4</sup>Tokai University, School of Letters

およそ15万年前にアフリカに出現した現代型人類のユーラシアへの進出ルートについては、遺伝人類学の成果にもとづきアフリカ東部からアラビア半島南部を經由して南アジアへ至る「南回りルート」が有力視されている (Petraglia et al. 2010)。出アフリカの時期と回数については複数の仮説があるが、該当する12万年前以降、4万年前までの間 (MIS5~3) の考古遺跡の発掘調査はここ十年の間に急速に進み、アラビア半島とインド各地で複数の石器群が知られるようになった。主要なものは1) アラビア半島南部に分布しアフリカ東部~北部と共通するヌビアン石器群 (10万年前: Rose et al. 2011)、2) アラビア半島南部で1に後続するレプトリシック石器群 (4~0.8万年前: Hilbert et al. 2012)、3) アラビア半島南~東部に分布する類ルヴァロア石器群 (FAY-NE B および A 石器群, ~3万年前: Armitage et al. 2011; Shi 'bat Dihya 1, 5.5万年前: Delagnes et al. 2012)、4) イラン南西部のロスタミアン細石器石器群 (4.1~3.5万年前: Conard and Ghasidian 2011)、5) 南アジア各地のモード3石器群 (9?~4万年前: Petraglia et al. 2007, 2012)、6) パキスタン~インド中・西部のスクレイパー類の卓越する石器群 (16R 砂丘など, 4~2.6万年: Misra 1995)、7) インド中・南部~スリランカの細石器石器群 (3.6万年前~: Perare et al. 2011)。しかしながら、確実な化石人骨の証拠は4万年前以降のスリランカ、インド南部において細石器石器群に共伴するものしか得られていない。同細石器石器群には、背付き石器、石およびダチョウ卵殻製ビーズ、幾何形線刻を有する赤土、骨角器など、アフリカにおいて現代人的行動の特徴とされる考古遺物も伴っており、確実な現代型人類の所産である。しかしその年代の上限は今のところ3.6万年前 (AMS: calBP) であり、東南アジアやオセアニアで知られている現代型人類の化石証拠、考古資料よりも若干新しい。またイラン南西部のロスタミアン石器群を除くと、南アジアに至る経路上に4万年前まで遡る細石器石器群が見つかっていない。あらためて、現在までに知られている各地の石器群を年代ごとに整理すると、乾燥/湿潤、砂漠/森林という異なる古環境に、細石器および非細石器石器群がモザイク状に分布していることが確認される。現代型人類は、出アフリカを果たす以前にすでに多様な生態環境に適応していたと考えられることから、アラビア~南アジアにおける細石器/非細石器石器群のモザイク状の分布は、異なる人類集団の共時分布を示すのではなく、現代型人類による多様な生態環境への適応の表現型の違いであると理解することが可能である。報告者らは、現在、上記の観点にもとづきパキスタン・シンド州のヴィーサル・ヴァレー遺跡群の調査を進めている (野口ほか 2012)。同遺跡群はタール砂漠西縁の三日月形砂丘列群の中に位置し、発掘調査により、砂丘形成過程における埋没地表面と関連すると考えられる層序より中期~後期旧石器時代に帰属すると考えられる石器群が出土している。遺跡群の年代、古環境、地形発達史に関するデータは、「南回りルート」における現代型人類の進出と適応戦略に関する新知見をもたらすものとして期待される。

キーワード: 出アフリカ2, 南回りルート, 中期・後期旧石器時代, 石器群のモザイク状分布, 生態環境, 適応戦略

Keywords: Out of Africa 2, Southern route, Middle/ Upper Palaeolithic, Patchy distribution of lithic industries, Ecological niches, Adaptive strategy



## 後期旧石器時代前半期における日本海沿岸域の石器石材ネットワーク

### The lithic raw material network of the coast of the Japan sea region in the early upper palaeolithic

中村 由克<sup>1\*</sup>

Yoshikatsu Nakamura<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 野尻湖ナウマンゾウ博物館

<sup>1</sup>Nojiri-ko Museum

始良 Tn 火山灰 (AT; 29ka) 降灰期よりも以前の後期旧石器時代前半期は、環状ユニットが存在し、局部磨製石斧が使われた時代であり、その後とは異なった石器文化がみられた。旧石器時代の石斧は、全国で約 800 点報告されているが、従来、十分な石材の鑑定と研究がされていなかった。これらの石斧 342 点の石材を a 実体顕微鏡観察、b 比重測定、c 磁石による磁性テスト、d 帯磁率測定などの方法で鑑定した。この結果、とくに蛇紋岩とされていたものは、純粋な蛇紋岩はなく、全く違う岩石も含まれていることが判明し、後期旧石器時代前半期の人類の移動について興味深い知見が得られた。

旧石器時代石斧の石材： 千葉県などで多く出土していて、蛇紋岩とされてきたものは緑色岩（玄武岩質凝灰岩や玄武岩を起源）と角閃岩であり、蛇紋岩とは全く関係がない岩石であった。一方、日本海側で蛇紋岩とされていた石材は、蛇紋岩がなくほとんどが透閃石岩であった。透閃石岩は、透閃石（トレモライト）と緑閃石（アクチノライト）が集合した岩石である。緑閃石は透閃石の Mg の一部が Fe に置き換わることで連続的な固溶体をなす一連の鉱物である。

透閃石岩の産地： 透閃石岩は青海-蓮華地域とされる姫川流域とその西側の青海川に多くある蛇紋岩体の中に産出する。この地域には 1) 姫川本流沿い、2) 青海地域、3) 姫川支流の大所川上流～朝日岳地域、4) 姫川最上流の白馬八方地域という 4 つの蛇紋岩地帯がある。日向林 B 遺跡の石斧の自然面の観察から、表面に凹凸部を残した 15～20cm 以上の円礫～亜円礫の大礫を用いている。このような透閃石岩の礫があるのは、上記 4) の白馬村松川流域である。

日本海沿岸域の石材ネットワーク： 透閃石岩の石斧は、富山地域（ウワダイラ I、白岩藪ノ上など 13 点/10 遺跡）、野尻湖遺跡群（日向林 B、貫ノ木、仲町など 183/19）、飯山市（太子林 1/1）、新発田市（坂ノ沢 C8/1）、秋田市（地藏田 1/1）および安中市（古城 1/1）、諏訪市（茶白山 1/1）、北杜市（横針前久保 1/1）、飯田市（竹佐中原 1/1）などに分布が確認された。

野尻湖周辺では透閃石岩製の石斧が大量に出土しており、砥石が伴うことから仕上げ加工がされていて、ここから日本海沿岸域に石斧が運ばれたと推定される。台形石器などの剥片石器の主要石材は、富山（碧玉（鉄石英）・玉髓）、野尻湖（黒曜石・玉髓）、新潟（玉髓・珪質頁岩）、秋田（珪質頁岩）と地域ごとに変化がみられる。このように、富山から秋田までの日本海沿岸域に、在地の石材を取り込みながら、青海-蓮華地域原産の透閃石岩を主体に、少量の緑色岩や角閃岩をまじえて、広く分布がみられる。一方、透閃石岩の石斧は、信州黒曜石原産地などをのぞき、太平洋側にはもたらされなかったと思われる。

石斧石材から見ると、後期旧石器時代の初めの時点で日本海沿岸域に独自の石材ネットワークができあがっていたことを意味する。日本列島内に地域性が顕著になるのは、これまでおおむね AT 降灰以降の時期に、ナイフ形石器群の文化圏が出来上がる以降と考えられてきたが、それ以前からこのような地域性が誕生していたことを示唆する。

キーワード: 後期旧石器時代, 日本海沿岸域, 石器石材, 石斧, 透閃石岩

Keywords: upper palaeolithic, the coast of the Japan sea region, the lithic raw material, stone axe, tremolite rock

## 白老 苫小牧低地で発見された17世紀以降のテフラ群と樽前火山の噴火史 Eruption history of Tarumae volcano and tephra since 17th century found in Shiraoi-Tomakomai lowlands

横田 彰宏<sup>1\*</sup>, 鈴木 正章<sup>2</sup>, 遠藤 邦彦<sup>1</sup>  
Akihiro Yokota<sup>1\*</sup>, Masaaki Suzuki<sup>2</sup>, Kunihiko Endo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 日本大学文理学部地球システム科学科, <sup>2</sup> 道都大学・日本大学理工学研究科

<sup>1</sup>Department of Geosystem Sciences, College of Humanities and Sciences, Nihon University, <sup>2</sup>Dohto University / Graduate School of Science and Technology, Nihon University

### 1. はじめに

現在の樽前火山の活動は、約2000年の休止期を経た後の1667年(Ta-b)噴火以降、短い休止期間をはさみながら小規模な噴火を繰り返し、現在に至る。17世紀以降の噴火記録は大小合わせて10回以上の活動について70以上の記録が残されている(苫小牧測候所, 1966; 気象庁, 2005など)。しかし、樽前火山周辺に分布する火山噴出物やその年代が、歴史記録と対比されたものは、1667年: Ta-b, 1739年: Ta-a, 1804-1817年: Ta-1804-1817, 1874年: Ta-1874のみであり(古川・中川, 2010など)、19世紀以降の噴火についてはあまりテフラが発見されていない。一方、樽前火山は札幌や苫小牧などの人口密集地域や千歳空港、幹線鉄道路線にも近いことから、過去の噴火時の降灰範囲や噴出物の詳細を明らかにすることが求められている。

本研究では樽前火山南部の白老-苫小牧平野で露頭記載と分析を行い、分析結果と噴火記録をもとに17世紀以降の各火山灰層の対比と噴火史の再検討を試みた。各火山灰の供給源として有珠火山や駒ヶ岳火山などの岩石鉱物学的特性に基づき対比を検討した。

### 2. 結果

樽前火山から南南東13kmに位置する調査地点では、16枚以上の火山灰層が認められた: Nis-1~Nis-5, Nis-6-1~Nis-6-4, Nis-7, Nis-8-A~D, Nis-9~Nis-13。従来の記載と一致するNis-1~4, Nis-8は、それぞれ有珠1663年(Us-b), 樽前1667年(Ta-b), 駒ヶ岳1694年(Ko-c2), 樽前1739年(Ta-a), 樽前1874年(Ta-1874)噴火に対比された(鈴木ほか, 2012など)。また、Nis-13はラミナを含み噴火に対応するテフラではない可能性がある。樽前火山の南麓では、これまで未記載の火砕流堆積物が認められ、炭化木のウィグルマツチング法の結果、最外年輪形成がAD1926年前後の年代値を示した。

### 3. 考察

Nis-11~9, Nis-7~5について、分析結果と噴火史から対比を考察した。

Nis-11: 鉱物組成や斜方輝石屈折率、火山ガラス屈折率から、駒ヶ岳1929年噴火(Ko-a)に対比できる。

Nis-10, Nis-9: Ta-1874からKo-aまでの噴火記録は、主に樽前火山の1909年と1926年があり、Nis-9, Nis-10の分析結果も樽前火山に似た性質を示すことから、Nis-9が樽前の1909年に、Nis-10が1926年に対比される可能性がある。また、山麓部の炭化木の年代測定結果から、1926年の噴火は山麓で火砕流が発生しており、低地にまで及んでいる可能性がある。

Nis-7~Nis-5: 鉱物組成や、斜方輝石の屈折率、火山ガラス屈折率から、Nis-7はKo-c1か、樽前火山の1867年の噴火に対応する可能性がある。Nis-6-1~Nis-6-4はTa-1804-1817に対比できる可能性が強いが、Nis-6-4は有珠火山の1822年に対応する可能性もある。Nis-5は有珠火山の1769年のテフラか樽前火山のテフラに対応する可能性がある。

以上の事から明らかとなった樽前火山の最新期の活動は、将来の火山噴火と災害予測のために大変重要である。

文献: 古川竜太・中川光弘 (2010) 産総研, 火山地質図15.; 鈴木ほか(2012) 日本第四紀学会講演要旨集. 42, 38-39; 苫小牧測候所(1966) 験震時報. 3, 83-90.

キーワード: 樽前火山, テフラ, 層序, 白老-苫小牧低地

Keywords: Tarumae volcano, tephra, stratigraphy, Shiraoi-Tomakomai lowlands

## 北海道北部オホーツク海沿岸における中期更新世海成段丘の pIRIR 年代測定 pIRIR dating of marine terraces along the Sea of Okhotsk coast area, northern Hokkaido, Japan

近藤 玲介<sup>1\*</sup>, 塚本 すみ子<sup>2</sup>, 遠藤 邦彦<sup>3</sup>, 坂本 竜彦<sup>4</sup>

Reisuke Kondo<sup>1\*</sup>, Sumiko Tsukamoto<sup>2</sup>, Kunihiko Endo<sup>3</sup>, Tatsuhiko Sakamoto<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 明治大学, <sup>2</sup>Leibnitz Institute, <sup>3</sup> 日本大学, <sup>4</sup> 三重大学

<sup>1</sup>Meiji University, <sup>2</sup>Leibnitz Institute, <sup>3</sup>Nihon University, <sup>4</sup>Mie University

### 1. はじめに

海成段丘は、地盤運動の推移や頻度などを明らかにするために、指標地形として認識されてきた。海成段丘の離水年代を明らかにするために、これまでの多くの研究では、段丘砂礫層や被覆層から指標テフラを見出すことによって議論されてきた。しかし一方で、指標テフラが発見されない地域では、地形層序によって離水年代が推定されてきた。特に、北海道では離水後の段丘面や構成・被覆層が、氷期中の激しい周氷河作用によって堆積物の著しい擾乱や地形面の改変が生じて、その結果、段丘面の区分や汀線高度の認定が困難であるという問題がある。

以上の理由から、本研究では、北海道北部の海成段丘において、新たな年代測定法を適用し高分解能な地形面編年をおこなうことを目的とする。編年にあたっては、近年堆積物の年代測定に有効であるとされるルミネッセンス年代測定法を適用する。

### 2. 研究対象地域の概要

北海道北部の浜頓別町付近には、低位から順に浅芽野面、ポンニタチナイ面、高位面の3面の海成段丘が分布する。これらの段丘面は、地形層序からそれぞれ海洋酸素同位体ステージ（以下、MIS）5e, 7, 9 に対比されている。浜頓別町仁達内の高位面の露頭では、河成の砂礫層の上に泥炭層、非海成シルト、海成のシルト、化石カキ礁などが露出する。本地点において複数のルミネッセンス試料を採取した。

### 3. pIRIR 年代測定法

現在のルミネッセンス年代測定法では、石英を対象とした SAR 法による OSL 年代測定がもっとも一般化している。しかし、OSL 信号は約 200 Gy で飽和することが経験的に知られており、日本では MIS 5 以前の堆積物への石英の OSL 年代測定法の適用は困難であった。そこで本研究では、近年開発された手法であり、より古い時代の堆積物に適用が可能とされる、ポリミネラルファイングレインを用いた elevated temperature post-IR IRSL（以下、pIRIR）年代測定法の適用を試みる。従来、長石を対象とした IRSL 年代測定はフェーディングの寄与を見積もることが煩雑であるという問題があったが、pIRIR 年代測定法ではフェーディングが生じないとされるので、正確な年代を求めることができるとされる。本研究では、pIRIR 年代測定法の適用にあたり、Thiel et al.(2010) などにしたがって、ポリミネラルファイングレインを用いて等価線量を算出した。測定は（独）海洋研究開発機構の RISOE, DA-15 を使用した。

### 4. 結果

浜頓別町仁達内の高位面の河成砂礫層を覆うシルト層で採取した複数の試料からは、約 340 ka~370 ka という pIRIR 年代値を得た。これらの結果は、高位面を構成するシルト層が MIS 9 の初頭に堆積した可能性を示すものである。

キーワード: pIRIR 年代測定, 海成段丘, 中期更新世, 北海道北部

Keywords: pIRIR dating, marine terraces, the Middle Pleistocene, northern Hokkaido



## 三陸海岸南部, 気仙沼湾周辺の海成段丘への pIRIR 年代測定法の適用 pIRIR dating for marine terraces along the Kesennnuma Bay in Sanriku coastal area, Japan

村上 龍平<sup>1\*</sup>, 近藤 玲介<sup>2</sup>, 遠藤 邦彦<sup>3</sup>, 坂本 竜彦<sup>4</sup>

Ryuhei Murakami<sup>1\*</sup>, Reisuke Kondo<sup>2</sup>, Kunihiko Endo<sup>3</sup>, Tatsuhiko Sakamoto<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 日本大学文理学部, <sup>2</sup> 明治大学, <sup>3</sup> 日本大学, <sup>4</sup> 三重大学

<sup>1</sup>College of Humanities and Sciences, Nihon University, <sup>2</sup>Meiji University, <sup>3</sup>Nihon University, <sup>4</sup>Mie University

### 1. はじめに

気仙沼湾は、本州北部、三陸海岸南部に位置し、リアス式海岸の一部を成す。気仙沼湾沿岸には複数の海成段丘面が分布するとされ、5群の海成段丘面に区分されている(三浦, 1966)。小池・町田(2001)は、三浦(1966)の報告に基づき、岩月段丘を海洋酸素同位体ステージ(海洋酸素同位体ステージ; 以下, MIS) 5e に対比し、上位の段丘面をそれぞれ MIS 11, 9, 7 に、下位の片浜段丘を MIS 5c として整理した。しかし、これらの段丘面の編年は相対年代に基づいてきたため、新たな手法による編年が求められている。

そこで本研究では、気仙沼湾沿岸における海成段丘面について、絶対年代に基づき編年を再検討することを主な目的とする。地形と堆積物の編年を行うにあたっては、近年様々な堆積物の編年に有効とされ、堆積物中の鉱物粒子から直接年代値を算出することが可能な、ルミネッセンス年代測定法を適用する。ルミネッセンス年代測定法では、石英の SAR 法による OSL 年代測定法が現在最も広く適用されているが(Wintle and Murray, 2000; Murray and Olley, 2002)、経験的に等価線量が約 200 Gy で飽和することが知られており、日本に分布する堆積物の場合は、MIS 4 以前の堆積物への適用が困難な場合がある。そこで本研究では、ルミネッセンス年代測定法の中でも最新の手法であり、石英の OSL 年代測定法よりも古い年代まで適用が可能な、elevated temperature post-IR IRSL(以下, pIRIR; Buylaert et al., 2009) 年代測定法の適用を試みた。

### 2. 研究方法

野外調査では、気仙沼湾の沿岸部に分布する海成段丘(三浦, 1966)において露頭記載や地形断面測量を行った。海成砂礫層やローム層が認められる場合には、pIRIR 年代測定とテフラ分析のための試料採取を行なった。調査地点周辺では改めて空中写真判読による地形分類図の作成を行った。

pIRIR 年代測定の試料処理にあたっては、主に風成堆積物や細粒な海成層への適用を行うため、採取試料から沈降法により粒径 4~11 μm のポリミネラルファイングレイン試料を抽出し、薬品処理を行い測定試料とした。等価線量の算出にあたっては、Thiel et al.(2010) などにしたがって、pIRIR 測定をおこなった。

### 3. 結果とまとめ

気仙沼湾周辺の段丘地形での野外調査の結果、低位の海成段丘面とされる岩月段丘や片浜段丘においては、多くの地域で基盤岩が直接露出するか、河成砂礫が被覆している場合がある。一方で、気仙沼湾南部に位置する半島である岩井崎周辺においては、岩月段丘の露頭(標高約 11 m)で、基盤の千岩田層(鮮新世末期~前期更新世; 志井田, 1940 など)の未固結の砂岩およびシルト岩を、暗灰色のシルト砂礫層、風成堆積物(以下, レス)が覆うことが確認された。また、同じく岩井崎における突端部の片浜段丘の露頭(標高約 6 m)では、石灰岩からなる基盤岩を、レスが覆うことが確認された。岩井崎周辺の岩月段丘および片浜段丘におけるレスの基底付近で採取した試料に pIRIR 年代測定法を適用した結果、年代値はいずれも MIS 7 に対比される結果となった。

これらの野外調査と pIRIR 年代測定の結果、岩井崎付近に分布する岩月段丘および片浜段丘は MIS 7 の海成段丘であると考えられる。これらの結果は、MIS 5 の海成段丘は陸域に分布せず、現在の海底下にあることを示唆するものである。

### 4. 引用文献

- A.G. Wintle, and A.S. Murray (2000) Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. *Radiation Measurements*, 32, 57-73
- A.S. Murray and J. Olley(2002) Precision and accuracy in the optically stimulated luminescence dating of sedimentary quartz:a status review. *Geochronometria*, 21, 23-38
- C. Thiel, M. Coltorti, Tsukamoto. S and M. Frechen (2010) Geochronology for some key sites along the coast of Sardinia (Italy). *Quaternary International*, 222, 36-47
- J.P. Buylaert, A.S Murray, K.J. Thomsen, M. Jain(2009) Testing the potential of an elevated temperature IRSL signal from K-feldspar, *Radiation Measurements*, 44, 560-565
- 小池一之・町田洋 (2001) 『日本の海成段丘アトラス』 58-66

# Japan Geoscience Union Meeting 2013

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

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



HQR24-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 18:15-19:30

- ・三浦修 (1966) 三陸海岸気仙沼付近の海岸段丘, 東北地理, 18, 116-122
- ・志井田功 (1940) 東北大学地質古生物研究報告, 33, 1-73-2

キーワード: 三陸海岸, 海成段丘, 気仙沼, pIRIR 年代測定法, 風成堆積物

Keywords: Sanriku coast, marine terraces, pIRIR dating, loess, Iwatsuki terrace, Katahama terrace



## pIRIR 年代測定法を用いた関東平野，武蔵野台地北西部，所沢面の編年 pIRIR dating of Tokorozawa terrace in the northwest Musashino Upland of Kanto Plain, Japan

丸山 翔平<sup>1\*</sup>, 近藤 玲介<sup>2</sup>, 小室 祐介<sup>3</sup>, 鈴木 孝志<sup>4</sup>, 遠藤 邦彦<sup>1</sup>, 坂本 竜彦<sup>5</sup>

Shohei Maruyama<sup>1\*</sup>, Reisque Kondo<sup>2</sup>, Yusuke Komuro<sup>3</sup>, Takashi Suzuki<sup>4</sup>, Kunihiko Endo<sup>1</sup>, Tatsuhiko Sakamoto<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 日本大学, <sup>2</sup> 明治大学, <sup>3</sup> 明治コンサルタント(株), <sup>4</sup> 青梅市役所, <sup>5</sup> 三重大学

<sup>1</sup>Nihon University, <sup>2</sup>Meiji University, <sup>3</sup>Meiji Consultant co.,Ltd, <sup>4</sup>Ome City, <sup>5</sup>Mie University

はじめに：関東平野の武蔵野台地では，関東ロームの層序から地形面区分や地形発達史の検討が数多くなされてきた。中でも，武蔵野台地北西部に位置する所沢台および金子台は，下末吉ローム層が段丘砂礫層（所沢礫層）を覆うことから，当初，MIS 5e の下末吉面に対比された（貝塚，1957）。しかし，下末吉ローム層基底付近の指標テフラである SIP と段丘構成層の間にローム層が挟まれるため，近年は所沢面として分類されている（町田，1973）。所沢面の離水年代は，所沢礫層を覆うローム層の厚さから MIS 6 に相当すると考えられた（植木ほか，2007）。一方，SIP テフラより下位のローム層や所沢礫層から年代指標は得られていない。そこで本研究では，ルミネッセンス年代測定法の中でも最新の手法の一つである elevated temperature post-IR IRSL(以下，pIRIR；Buylaert et al., 2009) 年代測定法の適用を試み，所沢台・金子台の編年をおこなうことを目的とする。

研究方法：ルミネッセンス年代測定は堆積物中の鉱物粒子から直接年代を得ることができるため，地形や堆積物の年代測定に有効であることが知られ，石英を対象とした SAR 法による OSL 年代測定法が最も一般的に適用されている（Murray and Wintle, 2000；Murray and Olley, 2002）。しかし，石英の OSL 年代測定では，日本における堆積物では MIS 4 以前の堆積物への適用が困難であることが経験的に知られる。また，関東平野のような新しい火山岩起源の石英を大量に含む地域では，OSL 年代値が若く見積もられるという問題も指摘されている（塚本・岩田，2005）。そこで本研究では，長石粒子を測定対象とした pIRIR 年代測定法を適用する。pIRIR 年代測定法は最新のルミネッセンス年代測定法の一つであるため，日本での適用例が少ない。そこで，指標テフラから MIS 5 に堆積したことが既に確認されている山梨県上野原市の葛原面の湖成堆積物（皆川，1969）や，埼玉県鶴ヶ島市の武蔵野面の風成堆積物などを対象に，降下年代が既知の指標テフラと pIRIR 年代測定結果とのクロスチェックをおこなった。次に，ロームおよび地形層序によって編年がある程度確立されている埼玉県飯能市や立川市の立川面などにおいて，ロームに OSL・pIRIR 年代測定法の双方を適用し，得られた年代を比較して pIRIR 年代測定法の有効性を確認した。続いて，所沢面を構成する所沢礫層と被覆するローム層が露出する埼玉県所沢市において，pIRIR 年代測定法を適用し，所沢面の形成年代を推定した。

各調査地点では，野外調査で層相の記載を行うとともに，鉱物組成と屈折率測定からテフラを対比し，SIP テフラ以下の層準では含砂率測定をおこなった。これらに加え，空中写真判読による所沢面周辺の地形分類や，河床および段丘の地形縦断面図の作成を行った。

pIRIR 年代測定にあたっては，主に風成堆積物への適用をおこなうため，採取試料から粒径 4~11 μm のポリミネラルファイングレイン試料を抽出し，測定試料とした。等価線量の算出にあたっては，Thiel et al.(2010) などにしたがって，pIRIR 測定をおこなった。

結果と考察：葛原面の湖成堆積物や武蔵野面の風成堆積物テフラと pIRIR 年代測定値の比較の結果，御岳第一軽石や AT テフラの降下年代と pIRIR 年代値は概ね一致した。また，飯能市の立川面では，風成堆積物を対象とした石英の OSL 年代値が一般的な年代層序より若く算出される一方で，pIRIR 年代値が正しい年代値を算出する結果が得られた。したがって，pIRIR 年代測定法は，関東平野周辺に分布する風成堆積物や湖成堆積物のような堆積時までに十分な露光が期待される堆積物に適用可能であることに加え，MIS 5 を越える堆積物にも適用可能であること，若い火山性石英粒子を含む関東周辺地域においても正しい年代値が算出可能であることが明らかとなった。

所沢面の露頭では含砂率測定の結果，SIP テフラと砂礫層の間の細粒な堆積物が，風成ローム層と水成の砂質シルト層に区分された。SIP 下位のローム層基底付近で pIRIR 年代測定を適用した結果，約 130 ka という年代値が得られた。地形縦断面形では，所沢台と金子台が一連の地形面であると判断した。これらの結果から，所沢面は MIS 6 以前に砂礫層が堆積した後，約 130 ka に離水したことが，絶対年代値に基づき確認された。

キーワード: pIRIR 年代測定法, 所沢面, 編年, 関東ローム, テフラ

Keywords: pIRIR dating, Tokorozawa terrace, chronology, Kanto Loam, tephra

## 石狩川下流域にみられる三日月湖の堆積物による洪水史復元 Reconstruction of the recent flood history from oxbow lake sediment, Ishikari Floodplain, northern Japan

石井 祐次<sup>1\*</sup>, 堀 和明<sup>1</sup>  
Yuji Ishii<sup>1\*</sup>, Kazuaki Hori<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学環境学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

蛇行河川システムでは河道の蛇行切断によって三日月湖が形成される。河道放棄後はプラグバー (plug bar) の急速な形成により主河道から切り離され、旧河道の谷線部では次第に氾濫堆積物であるシルトや粘土が堆積するようになる。蛇行切断による河道放棄過程においてプラグバーの形成が起こるため、その堆積物は上方細粒化サクセッションを示すことが一般的である (e.g. Toonen et al. 2012)。この上方細粒化サクセッションはシステムの内的要因によって決定されている。しかし、実際には三日月湖の堆積物は外的要因の変化も記録していると考えられる。堆積物の詳細な解析をおこなうことにより、洪水規模・洪水頻度の変化などの外的要因の変化を読み取ることができる可能性がある。

上記のことをふまえて、本研究では多くの三日月湖がみられる石狩川下流域を対象とし (1) 三日月湖が形成されて以降の湖底における堆積速度と堆積環境の変化を明らかにし (2) 洪水規模や洪水頻度の変化を明らかにすることを目的とする。三日月湖である月沼において掘削長 11.8 m のコア堆積物 (TK コアと呼ぶ) を採取し、その解析をおこなった。三日月湖の形成以後の堆積速度を明らかにするため <sup>14</sup>C 年代測定および <sup>137</sup>Cs の計測 (4 cm 間隔) をおこなった。堆積環境の変化は含水比 (2.2 cm 間隔)、粒度分析 (2.2 cm 間隔)、強熱減量 (LOI) (2.2 cm 間隔)、色調 (2 cm 間隔) にもとづいて検討した。

TK コアは粒度、含水比、帯磁率、色調、強熱減量の変化から 6 つのユニットに分けられる。以下に各ユニットの特徴を記載する。

ユニット 1 (深度 11.8-10.8 m) は砂礫から構成される。この砂礫層の形成年代は不明であるが、周囲の既存柱状図資料との対比により、沖積層基底礫層とほぼ同深度にみられることが分かっている。しかし、上位のユニット 2 の深度 10.3 m から 650-560 cal BP の年代値が得られていることから、この砂礫層は沖積層基底礫層よりも新しい層準を含む可能性が高い。

ユニット 2 (深度 10.8-10.1 m) は主に砂質シルトから構成される。本ユニットはユニット 1 を除いて含水率が TK コアの中で最も低く、25% 程度を示す。LOI も最も低く、5% 程度を示す。

ユニット 3 (深度 10.1-10.0 m) は有機物を多く含む粘土層である。本ユニットの含水率は 35-55% 程度、強熱減量は 10-20% 程度を示す。

ユニット 4 (深度 10.0-5.0 m) は主にシルトから構成される。強熱減量はややばらつきが大きく、5-10% を示す。深度 5.0-6.0 m の間に層厚 3-10 cm 程度の 4 つの極細粒砂-中粒砂層を挟在する。

ユニット 5 (深度 5.0-2.3 m) は粘土から構成される。含水率は 35% 程度から 45% 程度へと上方へやや増加するが、LOI は安定して 9% 程度を示す。粒度は深度 5.0-4.5 m の間で 7 から 8 へとわずかに上方細粒化し、深度 4.5-2.3 m の間では 8 程度でほぼ安定した値を示す。

ユニット 6 (深度 2.3-0 m) は粘土から構成される。含水率は 45% 程度から 65% 程度、LOI は 7% 程度から 11% 程度へ上方に向けて増加する。とくに深度 1.3-0.8 m の間で LOI が高い値 (最大で 15.8%) を示す。深度 1.8 m は帯磁率が非常に高く、Ta-a 火山灰 (1739 年) に対比される可能性がある。

TK コアから得られた <sup>14</sup>C 年代にもとづいて堆積速度を算出した。平均堆積速度は、ユニット 2-ユニット 4 で 70 mm/yr 程度、ユニット 5 およびユニット 6 で 8 mm/yr 程度を示す。

<sup>137</sup>Cs のピークは深度 93 cm にみられることから、深度 93 cm が 1963 年に相当すると考えられる。したがって、堆積速度は深度 0.93-0 m で 19.4 mm/yr (1963 年-現在) を示す。

TK コアは概ね上方細粒化の傾向を示すが、ユニット 4 の深度 5-6 m にみられる極細粒砂-中粒砂層がこの傾向に反する。これらの砂層の挟在は大規模な洪水イベントの発生を示唆している可能性がある。また、深度 1.3 m より上位の LOI の増加は流域の人為改変の影響と考えられ、これに伴い <sup>137</sup>Cs から推測される堆積速度も増加している。

キーワード: 三日月湖, 湖底堆積物, 洪水史復元, 石狩川, 完新世

Keywords: oxbow lake, lake sediments, reconstruction of flood history, Ishikari River, Holocene

## 八幡平火山の地すべり活動と湿地の形成 Relationship between landslides and wetland configurations in Hachimantai volcanic group

佐々木 夏来<sup>1\*</sup>, 須貝俊彦<sup>1</sup>  
Natsuki Sasaki<sup>1\*</sup>, Toshihiko SUGAI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Frontier Sciences, the University of Tokyo

### 1. はじめに

地すべりに代表される大規模な地表変動は、景観の多様性、生物多様性をもたらす。多様性の重要な因子の1つとして湿地が挙げられる。地すべり地内の湿地は、地すべり土塊の断続的な運動によって出現・発達・消滅し、土塊の運動が停止していても、その周辺の地形場が不安定なために土砂の流入等により絶えず変化すると考えられる。地すべり地内に湿地ができることは、これまでの研究でも知られているが、その湿地の特徴や形成過程はあまり詳細に議論されていない。高岡ら(2012)は、北アルプスにおける高山湖沼の多くが地すべりの活動の影響を受けて形成されていることを指摘している。北アルプスに限らず、山岳地域の湿地の形成には、地すべりが重要な役割を果たしていることが考えられ、その実態の解明のためには、山地湿原の多く存在する地域での事例の蓄積が必要といえよう。本発表では、東北日本の脊梁山地をなす八幡平火山の地すべり地を対象に、地すべり地内の湿地の特徴を示し、形成過程を検討する。

### 2. 八幡平地域の地すべり地と湿地の特徴

八幡平地域は、奥羽山脈北部に位置し、4月でも約3mの積雪が残る多雪地である(大丸ほか, 2000)。八幡平火山群は、地すべりによる火山体の解体が進んでいる第四紀の火山であり、個々の地すべり地形は、大規模で土塊の分化が進んだ複雑な形状ものから比較的規模の小さな単純なものまで多様である。八幡平地域には、多くの湿地が存在し、その成因として地すべり土塊内の凹地、噴火口、雪食凹地などが挙げられる。

### 3. 地すべり地内の湿地の分布と形成過程

火山原面に存在する湿地は、噴火口、雪の吹き溜まる鞍部や溶岩台地の末端に形成される場合が多い。一方、地すべり地内の湿地は、滑落崖の直下に形成される傾向がある。八幡平北西側の大規模な地すべり地内には、複数の湿地が存在している。この地すべりは、土塊の下部に内部土塊が存在し、複雑な形状をしている。運動様式は、回転地すべりと考えられ、滑落崖に対して平行な凹地が多数認められる。土塊上部ではブロックの分化が進んでおらず、個々の凹地の面積が大きい。排水の悪い凹地は湿地となり、プシ谷地、長沼、大谷地が形成されている。大谷地の堆積物から、大谷地は大きな地表攪乱で形成された凹地に、複数回にわたって周辺から土砂が流入し、その後、沼を経て湿原となったことが示唆される。小泉(1982)は、日本海側の雪食凹地の形成を最終氷期以降の多雪化と結びつけている。地すべり地内の湿地の形成は地すべり活動によって生じた微地形配列も深く関係しているといえる。

### 参考文献

- 大丸裕武ほか(2000): 雪氷 62, 463-471.  
小泉武栄(1982): 第四紀研究 21, 245-253.  
高岡貞夫ほか(2012): 地学雑誌 121, 402-410.

キーワード: 山地湿原, 地すべり土塊, 地すべり凹地, 空間分布, 形成過程

Keywords: mountain wetland, landslide mass, landslide depression, spatial distribution, development process

秋田県森吉家ノ前 A 遺跡出土材を用いた年輪考古学的研究  
Dendroarchaeological study of the medieval dwelling site (Moriyoshiienomae A) in north-eastern Japan

星野 安治<sup>1\*</sup>, 大山 幹成<sup>2</sup>, 米延 仁志<sup>3</sup>

Yasuharu Hoshino<sup>1\*</sup>, OHYAMA, Motonari<sup>2</sup>, YONENOBU, Hitoshi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 奈文研, <sup>2</sup> 東北大, <sup>3</sup> 鳴門教育大学

<sup>1</sup>NRICP Nara, <sup>2</sup>Tohoku University, <sup>3</sup>Naruto University of Education

Dendrochronology provides valuable insight into the history of wooden remains by assigning accurate calendar dates, allowing the inference of past human activities in the context of environmental and societal conditions. In this study, we attempted to date wooden remains excavated from a dwelling site of the medieval age in northeastern Japan.

Samples of 53 wooden remains excavated from the medieval dwelling site (Moriyoshiienomae A) were provided from the Akita Prefectural Archeological Center. Most of the samples were from well frames. The species of the samples were identified as Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*). Crossdating trials were performed between the individual samples. Eventually, tree-ring dates were confidently determined for 39 samples. A well replicated raw chronology spanning 439 years was newly constructed as an ensemble mean of the successfully crossdated series for the wooden remains. The raw chronology was cross-dated with a reference chronology in the medieval period. Each of the sample series was then examined using both the reference and the raw chronologies as an additional check. The dated samples included bark (waney edge) or sapwood, which enabled us to recognize several phases of the past human activities lasting around 100 years.

Keywords: dendroarchaeology, crossdating, chronology development



## 三陸海岸北部における海成段丘群を横断する岩盤河川の発達モデル Development of bedrock rivers dissecting the Middle to Late Pleistocene marine terraces at North Sanriku Coast, NE Japan

大上 隆史<sup>1\*</sup>

Takashi OGAMI<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 中央大学理工学部

<sup>1</sup> Faculty of Science and Engineering, Chuo University

三陸海岸北部には中期更新世以降の相対的海水準変動にコントロールされて発達した海成段丘群が分布している(たとえば米倉, 1966)。これらの海成段丘群を横断する岩盤河川には顕著な遷急点を持つものが含まれる。遷急点は海成段丘の段丘崖として形成された可能性が高く、海成段丘の年代および段丘崖との位置関係にもとづいて遷急点の移動速度が試算できることが示されている(大上, 2012)。本発表では、中期更新世以降の相対的海水準変動に対応した岩盤河川の河床縦断形の変化について議論する。

三陸海岸北部の八戸市鮫から洋野町を経て久慈市麦生に至る範囲を対象として、岩盤河川の河床縦断形を検討した。河床縦断形は国土地理院が公開している基盤地図情報の10 m メッシュ数値標高モデルを解析して作成した。ほとんどの河川の河床縦断形は下流域で上に凸状の縦断形を持ち、一部の河川では勾配の変化は明瞭な遷急点として現れている。明らかな遷急点が認められる河川は研究地域の南部に分布する。一方で、研究地域の北部では遷急点は不明瞭になる。遷急点が不明瞭な岩盤河川においても下流域の縦断形は凸状であり、相対的な海面低下に伴う遷急点が形成されていることが示唆される。これらの河川では遷急点が不明瞭なために最初の遷急点の形成場所および年代の推定は困難だが、他の遷急点が顕著な河川のそれと同時期(MIS11 前後)に形成されたものである可能性がある。

なぜ岩盤河川の遷急点の形状に違いが生じたか、以下のような要因を指摘できる。まず、河川侵食による遷急点の従順化速度の違いが挙げられる。この場合、河川流量が大きい河川ほど、また基盤岩が侵食されやすいほど従順化が進んで遷急点が不明瞭になると考えられる。次に、遷急点を生じさせた海成段丘群の形態および発達過程が挙げられる。遷急点を生じさせた段丘崖の比高、および段丘面の広がりの違いが岩盤河川の縦断面形の発達をコントロールしていると考えられる。研究地域内においては、前者の従順化速度の違いを生じさせるような水文・地質学的な要因は認められておらず、後者の海成段丘の形態および発達過程によるコントロールが主要因である可能性が高い。海成段丘の分布様式に着目すると、段丘面の広がりには地域差が認められる。以上にもとづき、各河川流域における海成段丘の発達様式にもとづいて河川縦断形の形成過程を検討した。

文献: 米倉(1966) 地理学評論. 39, 311-323. 大上(2012) 地理学会予稿集. 82, 62.

キーワード: 中期更新世, 数値標高モデル, 海成段丘, 河床縦断形, 遷急点

Keywords: the Middle Pleistocene, digital elevation model, marine terrace, longitudinal river profile, knickpoint



## 東北地方太平洋沖地震での液状化発生場所から見た液状化発生条件の検討 Discussion on the conditions of liquefaction sites caused in The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

若山 大樹<sup>1\*</sup>, 須貝 俊彦<sup>1</sup>

Hiroki Wakayama<sup>1\*</sup>, Toshihiko Sugai<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院 新領域創成科学研究科

<sup>1</sup>The University of Tokyo, Department of Natural Environmental studies

### 1. はじめに

液状化は地下水位が高く緩い砂質地盤で起こる現象であり、人口が密集している低地で多く起きる地震災害である。液状化についての研究は1964年に発生したアラスカ地震と新潟地震をきっかけに行われ始めた。2つの地震以前でも液状化は発生していたと考えられているが、建築技術が未発達であったため地震動そのものによる建物倒壊が生じており、液状化が認識されていなかった。

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震以前は、自然に形成された微地形に着目して、液状化の発生場所を予測する研究が多くされてきた。しかし、東北地方太平洋沖地震によって発生した液状化の場所を正確に予測することができなかった。東北地方太平洋沖地震以後、過去の土地履歴に着目した研究が行われるようになった。

そこで、本研究では東北地方太平洋沖地震における液状化の発生場所を明らかにした上で、どのような人工的な地形改変をした場所で液状化が生じていたのか検討した。また、東北地方太平洋沖地震以前の研究では表層地質のみに着目した研究が多かったが、本研究では最終氷期最寒冷期以降に堆積した地下深くの軟弱な層(埋積層)まで液状化の発生条件に加えて検討した。

### 2. 調査地域

東北地方太平洋沖地震における液状化発生地域の代表例である関東平野より人工的な地形改変の影響を大きく受けた東京湾岸の埋立地地域(以下東京湾岸地域)と、人工的な地形改変と自然由来の地形変化の両方が見られる利根川最下流部の低地(以下利根川下流地域)を調査地域として選定した。いずれの地域も東北地方太平洋沖地震の際に液状化がみられた地域である。

### 3. 調査方法

人工改変地を判読するために、空中写真を用いて人工改変の方法を判読した上で市史を用いて人工改変地の詳細な年代の把握と分類を行った。液状化発生地点を判読する方法として既存の研究成果を参考にしつつ、Google Earthを用いて広範囲を同じ時間軸で追いつき、液状化が発生した場所を明らかにした。埋積層の層厚は既存のボーリングデータの記載とN値の変化から沖積層基底礫層を認定し算出した。

### 4. 結果と考察

東京湾岸地域の埋め立ては埋め立てる一画を堤防のように囲み、海底の砂をポンプでくみ上げる方法で行われた。この方法は東京湾岸一帯で広く行われた方法である。液状化の発生場所と埋め立てられた時期には関係性がなかったが、埋積層の厚さが50mを超えた場所と谷地形(谷部)になっている場所で液状化が確認された。

一方、利根川下流低地では旧湖、旧沼地、旧河道、旧海岸砂丘、旧河岸砂丘といった人工地形が確認され、旧河道・旧湖・旧沼地・旧砂丘の縁辺部・自然堤防の縁辺部・砂丘の切土地で液状化が確認された。埋積層の層厚と液状化の発生場所は関係性が低かったが、中部泥層に砂層が挟まった場所で液状化が確認された。

従来の研究では検討されていなかったより深い堆積物を見ることで、より詳細な液状化の発生条件を明らかにすることが出来た。

キーワード: 地震, 液状化, 地形改変, 埋積層

Keywords: Earthquakes, Liquefaction, landform change, sedimentary fill

## 東京・中川低地における表層堆積物と津波遡上シミュレーションに基づく津波到達の可能性

### Possibility of tsunami inundation in Tokyo and Nakagawa Lowlands on the basis of surface deposits and tsunami simulation

高橋 緑<sup>1\*</sup>, 堀 伸三郎<sup>2</sup>, 遠藤 邦彦<sup>1</sup>

Midori Takahashi<sup>1\*</sup>, Hori Shinzaburo<sup>2</sup>, Kunihiko Endo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 日本大学文理学部地球システム科学科, <sup>2</sup> 防災技術株式会社

<sup>1</sup>Nihon University, <sup>2</sup>Disaster Prevention Technology Co., Ltd,

関東平野中央部を含む中川低地・東京低地は、多くの人口を抱え、低平な地形であるため、津波想定がなされている(羽鳥, 2006; 東京都防災会議, 2012 など)。しかし、検証データは歴史記録・地質記録ともに乏しい。従来の想定では対象外であったろう中川低地に位置する草加市花栗町(以下, Loc.1)の標高3 mにおいて、縄文海進後に発達した2700~1400年前の泥炭層の直上に、貝殻を含み、粘土礫に富む砂層がみられ、微化石分析・放射性炭素年代測定の結果から、この砂層が約1400年前以降に津波のような強い営力により堆積した可能性が指摘された(黒澤・小杉, 1996)。

そこで本研究では、東京湾において津波遡上シミュレーションを実施するとともに、東京・中川低地において津波堆積物の再検討を行い、それらの結果を比較することで、過去、現在の東京・中川低地における津波到達の可能性を検討する。

津波遡上シミュレーションは、元禄地震(1703)の津波記録(羽鳥, 2006 など)を参考に、浦賀水道入口付近において6 mの海面上昇を与え、その水位が浦賀水道を通して東京湾奥部に達するまで、どのように波及するかを河川遡上と同じ手法で検討する。使用地形データは、陸上・海底ともに50 mDEMをベースとする。

その結果、東京湾内の最大水位は、東京湾北部では、東京低地中央で3~4.5 m、千葉県側では4.5~5 mとなる。また、東京湾南部から浦賀水道にかけては4~9 mとなる。東京低地には、標高の高い埋立地や堤防が存在しているが、それらが低い地域も存在し、その背後には標高-3~3 mの低地が広がるため、東京湾において上記シミュレーション結果と同じ水位上昇が起これば、荒川・江戸川などの河川や多数の水路を通じて遡上し、仮に水門が閉鎖されず、堤防決壊起こるなどの場合、甚大な影響が生じると考えられる。

以上の津波遡上シミュレーション結果は、豊富に存在する東京湾南部・浦賀水道における歴史記録、地質記録の津波高と概ね一致する。しかし、東京湾奥部においては検証すべきデータが十分ではない。

現段階で東京・中川低地に存在する地質記録としては、上記草加市(Loc.1)における堆積物が唯一である。しかし、Loc.1に津波が到達した可能性がある1400年前から元禄の海岸線は、現在より10~15 kmも内陸側に位置するなど、古地理が大きく異なる。まして、埋立地や高い堤防などが存在しなかった。

このため、津波が到達した当時の地形や海岸線の条件下で再度津波遡上シミュレーションを行い、地質記録との整合性を確認し、東京・中川低地における津波遡上の可能性を検討する。一方では、津波の地質記録の充実性を図る必要性がある。Loc.1の堆積物については、堆積物学的特性や年代などデータを増強し、周辺のボーリングデータからその広がりをも明らかにする。

以上のように、本研究地域では検証データがあまりにも少ない。このため、地質学的アプローチから検証データを早急に拡充しつつ並行して津波遡上シミュレーションを進める必要性がある。

キーワード: 津波堆積物, 津波遡上シミュレーション, 東京低地, 中川低地

Keywords: Tsunami deposits, Tsunami simulation, Tokyo Lowland, Nakagawa Lowland

## 甲府盆地南東部，京戸川扇状地の形成年代

### Age of Kyodogawa fan deposits in southeastern Kofu basin, central Japan

新井 悠介<sup>1\*</sup>, 近藤 玲介<sup>2</sup>, 吉田 英嗣<sup>2</sup>, 宮入 陽介<sup>3</sup>, 横山 祐典<sup>3</sup>

Yusuke Arai<sup>1\*</sup>, Reisque Kondo<sup>2</sup>, Hidetsugu Yoshida<sup>2</sup>, Yosuke Miyairi<sup>3</sup>, Yusuke Yokoyama<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 明治大学大学院, <sup>2</sup> 明治大学, <sup>3</sup> 東京大学

<sup>1</sup>Graduate student, Meiji Univ., <sup>2</sup>Meiji Univ., <sup>3</sup>Univ. of Tokyo

#### 1. はじめに

甲府盆地内には、更新世以降に形成された扇状地群が分布し、多くの扇状地は段丘化している(例えば、甲府盆地第四紀研究グループ 1969, 石田 1973, 河内 1978, 澤 1981, 中山ほか 1987 など)。これら既存研究では、扇状地礫層と黒富士火砕流堆積物(0.6 Ma)、葦崎岩屑流(0.3 Ma)との層序や、On-PmI(100 ka)を指標とした扇状地の編年の研究が行われた。しかし、On-PmIの降下以降に形成された扇状地からは、地形面の編年に有為な年代指標は確認されていない。そこで本研究では、甲府盆地南東部の京戸川扇状地と、扇状地の上流へ連続する河成段丘において見出された、On-PmI以降に降下したテフラと地形面の層序に基づき、京戸川扇状地の形成年代を明らかにすることを目的とする。

#### 2. 研究方法

室内作業では、空中写真判読および明治時代以降の歴史記録資料から京戸川扇状地周辺の地形分類図の作成を行うとともに、1/5000都市計画図を用いて縦断面勾配の計測を行った。野外調査では、扇状地堆積物を覆う被覆層を中心に岩相の記載と試料採取を行った。採取したテフラは、温度変化型屈折率測定装置(RIMS2000)を用いて鉱物の屈折率の測定を行い、テフラの同定を行った。併せて、露頭で採取した有機物試料は、東京大学タンデム加速器研究施設において、AMS<sup>14</sup>C年代測定に供した。

#### 3. 地形面の区分

京戸川扇状地の扇面は、標高約400m以下の下流部で未開析である新期扇状地面(下位面;中山1987)と、標高約400mより上流部で開析が進む旧期扇状地面(上位面;中山1987)に区別される。さらに上流側には現河床との比高約20mの河成段丘が認められる。その河成段丘と旧期扇状地面とは、ほぼ同一の勾配を持ち、標高750m付近まで連続的であることから、同時代に形成されたと解釈できる。

#### 4. 京戸川扇状地における旧期扇状地の堆積物とテフラ

旧期扇状地と河成段丘を構成する堆積物は、礫径が1m以上の巨礫を含む砂礫からなる扇状地性堆積物である。旧期扇状地に位置する千米寺(標高420m)では、扇状地礫層の上位の砂質粘土層中に層厚3cmの細粒ガラス質火山灰が挟まれる。物見塚(標高520m)では、扇状地堆積物を被覆する砂質土壌中に火山ガラスが散在する。旧期扇状地から連続する河成段丘(標高630m)では、扇状地性堆積物を砂礫の薄層を挟む有機質シルトおよび泥炭層の互層が覆う。この有機質シルトと泥炭の互層下部には、最大層厚10cmの細粒ガラス質火山灰が挟まれる。

これら3地点で認められた火山ガラスの形態は、無色透明のバブルウォールタイプという特徴を有する。また、これらの火山ガラスの屈折率がいずれも1.498-1.500にピークを示すことから、始良-丹沢テフラ(以下、AT;30ka;町田・新井2003)に対比されると考えられる。

#### 5. 京戸川扇状地の形成年代

新期扇状地は扇面が未開析であり、歴史記録で洪水時に浸水・礫の堆積が確認されている(一宮町誌編纂委員会1967)。旧期扇状地と河成段丘は、同勾配を維持する連続した地形面であり、その構成層はATテフラに被覆される。

したがって、京戸川扇状地の新期扇状地は、完新世以降も地形形成作用が卓越し、旧期扇状地および上流で連続する河成段丘は、3万年前頃に離水した可能性が高いと考えられる。

キーワード: 甲府盆地, 扇状地, 始良-丹沢テフラ(AT), 後期更新世, AMS<sup>14</sup>C年代

Keywords: Kofu basin, alluvial fan, Aira-Tanzawa tephra (AT), Late Pleistocene, AMS<sup>14</sup>C dating



## 南アルプス南部，赤石岳周辺における完新世のソリフラクション

## Solifluction processes in the Holocene, observed at the northwestern slope of the Mount Akaishi, Southern Alps of Japan

菅澤 雄大<sup>1\*</sup>, 新井 悠介<sup>1</sup>, 近藤 玲介<sup>2</sup>, 吉田 英嗣<sup>2</sup>, 宮入 陽介<sup>3</sup>, 横山 祐典<sup>3</sup>, 増沢 武弘<sup>4</sup>

Yudai Sugasawa<sup>1\*</sup>, Yusuke Arai<sup>1</sup>, Reisuke Kondo<sup>2</sup>, Hidetsugu Yoshida<sup>2</sup>, Yosuke Miyairi<sup>3</sup>, Yusuke Yokoyama<sup>3</sup>, Takehiro Masuzawa<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 明治大学大学院, <sup>2</sup> 明治大学, <sup>3</sup> 東京大学, <sup>4</sup> 静岡大学

<sup>1</sup>Graduate Student, Meiji Univ., <sup>2</sup>Meiji Univ., <sup>3</sup>Univ. of Tokyo, <sup>4</sup>Shizuoka Univ.

### <はじめに>

高山や極域には、地表面の凹凸が少なく平滑な周氷河性平滑斜面や構造土・ソリフラクションローブといった周氷河性の微地形が見られる。これらの周氷河地形は、寒冷な気候環境で生じる凍結融解作用によって形成されることから、その分布域を調べることで現在や過去の環境を知る手がかりとなる。また、構造土やソリフラクションローブは現在、高山帯において高山植物と分布域を競合している。世界規模の環境変動に応じて両者の分布域が過去にどのように変化したのかを知るためには、構造土やソリフラクションローブの堆積構造や形成期を詳細に調べる必要がある。日本列島では、これらの堆積構造や形成期を調査した研究は北アルプスで行われてきた(例えば、高田 1992)。今回、調査を行った南アルプスでは、荒川三山周辺における植被階状土(例えば、小山 2010)を除き、詳細が不明である。そこで本研究の目的は、南アルプス赤石岳の北西斜面において、ソリフラクションローブの堆積構造を記載し、堆積物から得られた埋没土壌の放射性炭素年代測定からソリフラクションローブの形成期を報告することである。

### <ソリフラクションローブの分布と堆積構造>

赤石岳北西斜面の標高 2850 m 付近にはダマシ平と呼ばれる山頂小起伏面(山の肩)が見られる。この山頂小起伏面の西に広がる斜面には標高 2550m 付近にかけて周氷河性平滑斜面が分布する。周氷河性平滑斜面の中でも、山頂(標高 2850 m 付近)から標高 2800 m にかけての範囲に構造土やソリフラクションローブが多く分布する。一方、標高 2800 m 以下の範囲にはハイマツ(*Pinus pumila*)に覆われた斜面が広がっている。そこで、両者の境界部にあたる標高 2800 m 付近において、ソリフラクションローブとその下部のハイマツに覆われた斜面にかけて深さ 0.7~1.5 m、地表面の最大傾斜方向に深さ 0.8~1.5 m のトレンチを 4ヶ所掘削した結果、斜面構成物質の堆積構造が明らかになった。

これらの堆積物は、垂直方向の層相変化が明瞭で、ソリフラクションローブの表面角礫層を除くと以下の 4 層に大きく分けられる。

- 腐植質土層: ハイマツの生育する部分において、最上部に見られる層で、層厚 7~10 cm、黒色(7.5YR2/1)を呈する。この層の下位に、後述する 4. の層が認められる。
- ソリフラクションローブの構成層: 最上部に見られる。砂・シルトに富むものとそれらを欠いた層厚 5~10 cm の角礫・亜角礫層が、交互に堆積している。
- 埋没土層: 2. 層と 4. 層の間に挟まる埋没土層で、暗褐色(10YR3/4)を呈する。鬼界アカホヤ火山灰(K-Ah)に対比される火山ガラスの濃集部が 1ヶ所の断面で認められた。
- 周氷河性平滑斜面の構成層: 3. 層の下位の最下部に見られる。層厚 50 cm 以上で、長径 1~5 cm の角礫・亜角礫からなり、長径 10~30 cm の礫を多く含む層である。この層は淘汰が悪く、礫支持で基質に乏しい。

### <完新世のソリフラクション>

K-Ah の濃集部が見られた埋没土層から採取した試料の AMS<sup>14</sup>C 年代測定の結果は 2,109~2,494 cal. B.P.(2 )であった。ソリフラクションローブの堆積層序と埋没土層の AMS<sup>14</sup>C 年代測定の結果から、ソリフラクションローブの形成期は完新世後期の寒冷期の可能性が指摘できる。オーストリアアルプスと南チロルアルプスでは、標高 2300~2600 m の領域で約 800~1,800 年前にソリフラクションが活発化したことが報告されている(Veit 1993)。この時期は、近年報告されている完新世の後期の世界的な寒冷期とも対応している。本研究のソリフラクションローブの形成期も同様の可能性がある。

キーワード: ソリフラクションローブ, 埋没土層, AMS<sup>14</sup>C 年代測定, 完新世, 南アルプス

Keywords: solifluction lobe, buried soil, AMS<sup>14</sup>C dating, Holocene, Southern Alps of Japan



## 珪藻分析から復元された浜松平野西部の堤間湿地における完新世後期の堆積環境変遷

## Late Holocene environmental changes of the inter-ridge marshes in the western Hamamatsu strand plain

佐藤 善輝<sup>1\*</sup>, 藤原 治<sup>2</sup>, 小野 映介<sup>3</sup>Yoshiki Sato<sup>1\*</sup>, Osamu Fujiwara<sup>2</sup>, Eisuke Ono<sup>3</sup><sup>1</sup>九州大学大学院, <sup>2</sup>産総研 活断層・地震研究センター, <sup>3</sup>新潟大学教育学部<sup>1</sup>Graduate School of Sciences, Kyushu Univ., <sup>2</sup>GSJ/AIST, <sup>3</sup>Faculty Of Education, Niigata Univ.

静岡県浜松低地の西部には東西方向に砂州(浜堤)列が発達し、陸側から順に砂州I~VIの計6列に区分される(松原2004)。この地域の砂州列の形成は7000 yr BP頃に始まり、最も内陸側に位置する砂州Iが4000 yr BP頃に離水して以降、海側へと砂州列が順次付加していったと考えられている(松原2007など)。各砂州列の形成時期は考古遺跡の分布傾向などから推定されているが、堤間湿地の堆積環境変遷に関する知見は乏しかった。本研究では砂州Iと砂州IIの間、砂州IIIと砂州IVの間に分布する堤間湿地を調査対象とし、完新統露頭や掘削コアの観察によって層序・層相を明らかにするとともに、露頭壁面やコア試料から採取した堆積物試料の<sup>14</sup>C年代測定、珪藻分析を行い、各堤間湿地における完新世後期の堆積環境変遷を復元した。珪藻分析は、地点A~Cの計3地点の試料について実施した。

地点A:砂州I・IIの間の堤間湿地(現在の海岸から約3.5 km 陸側)の北端部に位置する。砂州を構成する砂層を覆って泥層が厚く堆積しており、標高-1.0~-1.7 m付近と標高-0.1~-0.4 m付近は有機質で一部泥炭層となっている。標高-1.0 mにはカワゴ平テフラ(Kg, 3126-3145 cal BP)が認められた。Kgより下位の泥層には層厚数~10 cm程度の砂層が複数層挟在する。本地点における珪藻分析から以下のことがわかった。標高-1.23~-1.76 mでは淡水~汽水生種の*Staurosira construens*, *Synedra tabulata*の全珪藻群集に占める割合が10%前後と高く、*Amphora ventricosa*などの汽水~海水生種をわずかに伴うことから、河口などの潮汐の影響を受ける環境で堆積したと推定した。標高-1.08~-1.18 mでは汽水~海水生浮遊性種の*Cyclotella striata*が20%程度に増加しており、水域の塩分上昇を示唆した。標高-1.02 m以浅では、*Pinnularia*属などの淡水生付着性種が多産しており、淡水湿地化が進行したと考える。この淡水湿地への環境変化は、Kgとの層序関係から3200 cal BP頃に生じたと推定した。

地点B・C:砂州III・IVの間の堤間湿地(現在の海岸から約2 km 陸側)にあり、地点Bはその西縁部、地点Cは湿地中央部に位置する。堤間湿地の堆積物は下位から順に砂州を構成する砂層、粘土層、泥炭層から成り、粘土層と泥炭層中には層厚数mm~25 cm程度の砂層が何層か挟まる。珪藻分析の結果、地点B・Cともに、粘土層・泥炭層下部と泥炭層上部とで群集組成が大きく異なった。粘土層および泥炭層下部では淡水~汽水生種の*S. construens*や*S. tabulata*が多産し、汽水環境で堆積したことを示唆した。一方、泥炭層上部では淡水生種の*Fragilaria*属が多く、淡水生浮遊性種の*Aulacoseira granulata*や*A. ambigua*も高い産出頻度を示したことから、淡水池沼化が進行したと考えた。汽水環境から淡水池沼への移行時期は、年代測定値から3100~3200 cal BP頃と推定した。

このように、調査対象とした2つの堤間湿地ではいずれも3100~3200 cal BP頃に汽水環境から淡水湿地・池沼への環境変化が生じたことが明らかになった。浜松低地西部では更新世段丘の南部に発達する溺れ谷低地(六間川低地・東神田川低地)でも、ほぼ同時期に汽水環境から淡水湿地・池沼への環境変化が生じており(佐藤ほか2011, 佐藤・鹿島2012)、今回明らかになった堤間湿地の環境変化もこれらに対比される可能性が高い。砂州III・IV間の堤間湿地における淡水池沼化および砂州IVの広範な分布から、砂州IVの離水がこの環境変化の主要因であったと考えている。また、地点Aの淡水湿地化前における一時的な塩分上昇は、六間川低地や東神田川低地でも認められることから、この時期に低地への海水流入増加が広範囲で起きたことを示唆している。

## 文献

松原彰子 2004. 慶応大学日吉紀要社会科学 14, 35-52.

松原彰子 2007. 慶応大学日吉紀要 社会科学 18, 1-13.

佐藤善輝・鹿島 薫 2012. 日本珪藻学会第32回研究集会.

佐藤善輝ほか 2011. 地理学評論 84-3, 258-273.

キーワード: 浜松低地, 砂州(浜堤)列, 堤間湿地, 完新世, 珪藻群集

Keywords: Hamamatsu lowland, beach ridges, inter-ridge marsh, Holocene, diatom assemblages

## 木津川下流域における天井川の発達過程と人間活動

## The Development of Tenjogawa (the Raised Bed River) and Human Impacts in the Lower Reach of Kizugawa River

石川 怜志<sup>1\*</sup>, 須貝俊彦<sup>1</sup>

satoshi ishikawa<sup>1\*</sup>, SUGAI, Toshihiko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻

<sup>1</sup> Department of Natural Environmental Studies, The University of Tokyo

### I はじめに

天井川とは河床面が周辺平野面より高くなった河川である。堤防により河道が固定されると洪水流の氾濫が抑制され、堤外地での堆積が進行して河床が上昇する。河床の上昇によって洪水が起こりやすくなるため、堤防が嵩上げされる。これらの繰り返しにより天井川が形成される。

### II 背景と目的

天井川の形成には洪水プロセスや歴史時代の環境変動といった自然科学的要素に加えて、過去の人類の河川認識や治水技術等の社会科学要素が関与していると考えられる。天井川の研究は沖積平野の形成過程の未解明な部分を補填するだけでなく、将来の治水や防災において有用である。そのため、沖積平野に生活基盤を持ち、洪水等の災害が頻発する日本においては直近の研究課題である。しかし天井川は人工地形であるとみなされてきたため、地形学的側面からの研究があまり進んでこなかった。天井川には、どのような地形に成立するのか、なぜ局所的に堆積が生じるのか、いつ形成されたのか、という三つの疑問点が存在する。

天井川の発達過程の原因に関して様々な理由が考えられてきた。堤外地に土砂が堆積する理由について、斉藤・池田(1998)は河道の延長に伴う河床縦断面の応答を、石原ほか(1962)は河床が高浸透能であるために水位が減少しやすい事を挙げている。形成時期に関して堆積物から天井川の形成年代を推定した研究例は少なく、東郷ほか(2002)、中塚ほか(2010)が河内、畿内において14C年代を計ったもの(1300年頃という結果がそれぞれ出ている)に限られる。大矢(2006)は木津川において天井川の形態を4種類に分類しているが、天井川の発達史に関する考察はない。そもそも沖積平野の形成と天井川の形成とを考察した研究はほとんどない。

そこで本研究では、人類の関与や気候変動、土砂堆積域の変化、沖積平野と天井川との関連等について議論し、天井川の発達過程を明らかにする事を目的とする。

### III 対象地と方法

本研究では京都府南部の木津川下流域を対象地に設定した。ここには天井川が20本近く現存し、洪水の防止のため工学的な資料が多数存在する事から、木津川下流域の地形発達と天井川の発達過程を議論しやすいと考えられる。

本研究では天井川の川幅や集水面積、河床縦断面図などの河川データと地形分類図、14C年代を含む堆積物の分析、その地域における歴史的資料を用いて研究を進める。まず空中写真、地形図、DEM、ボーリングデータから地形分類図を作成した。

また天井川取り壊し工事中の支流である防賀川の露頭においてサンプルを採取し、天井川堆積物の基底に存在する木片の14C年代を計測中である。

### IV 結果と考察

地形分類図によると支流が形成した地形を本流が切る形で蛇行原が形成されている。更に本流が形成した蛇行原を覆うように天井川沿いの微高地が形成されている。この事から木津川本流の人工堤防が形成された後、支流が天井川化したと考えられる。

上流に扇状地を持たない天井川が存在する事、上流に谷底平野を有する天井川が存在する事が示された。これは水上(2003)の結果と異なる。木津川右岸では支流が形成した段丘が存在し(池田・植村1980)、多くの天井川が扇頂から形成されている。天井川沿いの微高地も大きいものが多い。一方、左岸では天井川沿いの微高地の規模は煤谷川以外では小さく、扇頂だけでなく扇中央、扇端から天井川が始まっている部分も存在する。この要因の一つとして、支流の上流域が右岸では山地、左岸では丘陵と異なるために土砂供給量の違いが天井川の形成区間や天井川沿いの微高地の規模や形成に影響を与えていると考えられる。この結果を2013年春季地理学会において発表する予定である。

### V 今後の予定

そこで支流ごとに河床縦断面図を作成し、Ohmori(1991)の方法を用いて支流の発達過程を考察する予定である。本研究では河床縦断面図の作成にArcGISと国土院より発行されている5mメッシュのDEMデータを用いる。河床縦断面図の近似関数と河床縦断面図を地形ごとに分割したセグメントから支流の発達過程を考察する。

文献:池田碩・植村善博1980. 奈良大学紀要 9:75-85. 石原藤次郎・岩佐義朗・松尾和幸1962. 京大防災研究所年報 5A:212-222. 大矢雅彦2006. 『河道変遷の地理学』古今書院. 斉藤健一・池田宏1998. 筑波大学水理実験センター報告 23:35-49. 東郷正美・中西利典・峯元愛2002. 活断層研究 21:67-71. 中塚良・釜井俊孝・東良慶2010. 日本地球惑星科学連合大会予稿集. 町

# Japan Geoscience Union Meeting 2013

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

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



HQR24-P14

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 18:15-19:30

田貞 1981. 『地形学辞典』二宮書店. 水上崇 2003. 日本地理学会発表要旨集. H Ohmori 1991. Journal of Geology 99:97-105.

キーワード: 天井川, 土木史, 環境変動, 地形発達史, 人間活動, 堤防

Keywords: raised bed river, civil engineering history, environmental changes, development of landform history, human activities, embankment



## 音波探査に基づく別府湾の断層分布とその成因

## The active fault distribution and their origin based on sonic prospecting in Beppu Bay, Japan

山田 圭太郎<sup>1\*</sup>, 竹村 恵二<sup>2</sup>, 原口 強<sup>3</sup>Keitaro Yamada<sup>1\*</sup>, Keiji Takemura<sup>2</sup>, Tsuyoshi Haraguchi<sup>3</sup><sup>1</sup> 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻, <sup>2</sup> 京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設, <sup>3</sup> 大阪市立大学大学院理学研究科<sup>1</sup>Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, <sup>2</sup>Beppu Geothermal Research Laboratory, Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science,, <sup>3</sup>Haraguchi Tsuyoshi Department of Geosciences, Graduate School of Science, Osaka City University

別府湾は九州中部の別府-島原地溝(松本,1979)と呼ばれる張力が発達する地域の北東端に位置する。Itoh et al.(1998)によると、別府湾の形成プロセスは二つのステージに分かれ、特に 1.5 Ma 以降の Stage2 ではプルアパート・ベーズンが発達し、現在も沈降を続けている。そのため別府湾には第四紀の堆積物が厚く堆積していることに加え、非常に多くの正断層が発達している。別府湾では音波探査やピストンコアを用いた浅部の活断層分布やその活動度の調査(岡村ほか,1992; 大分県,1999 など)や、反射法地震探査や重力測定を用いた深部の構造やそのテクトニクスについての議論(由佐ほか,1992)がなされてきた。このように別府湾では表層堆積物中に認められる活構造(浅部構造)や深部構造に関する詳細な研究がなされてきた一方で、これらの深部構造と浅部構造との関係は議論されていない。そこで本研究ではこれらの関係を解明するために音波探査を行った。

今回行った音波探査は SyQwest 社製のポータブル高精度音波探査機である StrataBox を用いて行った。StrataBox の使用周波数は 10kHz で、位置情報は GPS により同時に記録した。調査日は 2012 年 4 月 2,4,13,14,15,16 日の延べ 6 日間で、測線は由佐ほか(1992)で反射法地震探査が行われた測線を中心に、合計 468km を調査した。

得られた反射断面の解析の結果、別府湾奥-中央を中心に 120 地点で反射面を切る明瞭な断層が確認された。別府湾奥北部の正断層の長さは数 km 程度と連続性に乏しく、一部にリストラック断層を含む。北部の正断層は南落ち、南部の断層は北落ちと傾斜方向が向かい合う構造が観察された。由佐ほか(1992)の反射法地震探査と比較してみると、これらの正断層は地下 300m 程で消失し、基盤の背斜部に位置していた。別府湾奥南部は別府湾の最深部にあたり、ほとんど断層が確認されない一方で、Allis et al.(1989)で指摘された地層中のガスによる散乱と考えられる不鮮明部が広く分布していた。由佐ほか(1992)の反射法地震探査と比較してみると、不鮮明部は地下 300m 程まで分布していた。別府湾中央では別府湾中央断層とそれに沿って分布する不鮮明部が確認された。鬼界アカホヤテフラ(K-Ah)の標高分布に基づく、中央断層に沿って発達する褶曲構造が確認された。由佐ほか(1992)の反射法地震探査と比較してみると、この褶曲構造は地下数 km まで確認された。別府湾中央断層西部では、この褶曲構造上に沿って正断層の分布が確認され、南部に比べ北部の方が多くの正断層が分布していた。一方、別府湾口においても多くの正断層が確認された。一部には傾斜方向が向かい合う構造が確認できたものの、悪天候に加え、表層に厚い砂とみられる強反射面があったことから、詳細な構造分布はわからなかった。

これらの結果から、別府湾奥北部に見られる正断層の分布は同じ地溝帯の西部に位置する崩平山の活断層分布(千田,1979)と類似しており、音波探査及び反射法地震探査から得られた地下構造を考慮すると、別府湾奥北部の正断層は別府湾付近に位置が推定された日出火山(石塚ほか,2005)によって形成された背斜部に発達した断裂構造と考えられる。別府湾中央断層西部に見られる褶曲構造は深部構造を反映していることから、褶曲構造上に観察される正断層は Takemura et al.(1992)で指摘された基盤の Rollover によって発達した断裂構造と考えられる。一方で、別府湾中央断層は別府湾横断構造線と一致し、構造が深部にまで達することから、本地域で発生する地震に深く関与していると考えられる。最後に、ガスに起因するとみられる不鮮明部は地下数百 m まで観察されることに加え、別府湾中央断層に沿って分布していることから、別府湾の構造運動に関与しているものと考えられる。

キーワード: 別府湾, 音波探査, 活断層, ロールオーバー, プルアパートベーズン

Keywords: Beppu Bay, sonic prospecting, active fault, rollover, pull apart basin



## シラス分布域における浸食地形の発達過程と斜面崩壊の発生機構についての検討 Developing process of the erosional landform and the developmental mechanism of slope failure in Shirasu area

五十嵐 隆亮<sup>1\*</sup>, 須貝 俊彦<sup>1</sup>, 井村 隆介<sup>2</sup>

IGARASHI, Ryusuke<sup>1\*</sup>, SUGAI, Toshihiko<sup>1</sup>, IMURA, Ryusuke<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科, <sup>2</sup> 鹿児島大学大学院理工学研究科

<sup>1</sup>Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, <sup>2</sup>Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University

全国には、火砕流堆積物が分布する地域が点在しており、とくに鹿児島県のシラス堆積物が分布する崖は数十年の周期で崩壊を繰り返す、極めて周期の短い例である(塚本, 1993)。そのため、現実には小さな崩壊や災害が比較的頻度高く発生している(塚本, 1993)。未曾有の県下のシラス災害としては、1993年の梅雨末期、鹿児島市を中心に被害が拡大した8.1豪雨および8.6豪雨(死者71名、負傷者142名)が発生している。

シラス(入戸火砕流堆積物)は、今から約29,000年前(14C年代:26~29ka(暦年補正值):町田・新井, 2003)に、鹿児島湾奥に位置する始良カルデラの場所で生じて周囲へ広がった巨大な火砕流の堆積物である(横山, 2000)。シラス堆積物は宮崎県の中・南部、熊本県の南部を含む極めて広範囲に分布し、その分布域は始良カルデラから約90km離れた地域までおよぶ。このシラス堆積物が、現在の鹿児島県本土の地形において、多くの場所で厚さが数十メートル以上におよび、いわゆるシラス台地をつくっている。

これまでの先行研究によって、シラス斜面の崩壊メカニズム(Matsukura, Y., 1987; 下川ほか, 1989)や南九州の地形発達史(森脇ほか, 2002; 奥野, 2002)に関してはかなり明らかになってきている。一方で、桐野(1988)は、シラス堆積物に挟まれた礫層や砂層、シラスの上ののっている新しい火山灰が、シラスの浸食地形のどの部分まで堆積しているかなどに着目した研究は少ないと指摘している。また、横山(2000)では、シラス台地そのものがシラスの堆積直後の短期間に生じたのなら、旧開析谷はそれよりもさらに短期間に生じたことになるかと述べているが、その成長・発達が現在の形状に達した時点で停止した原因は明らかではない点を指摘している。

そこで本研究では、発達史地形学の長期的視点から、これまでに不十分であったシラス分布域における浸食地形の発達過程と斜面崩壊の発生機構の関係について検討することを目的とする。このためには、まず、対象地域ごとに現地調査にもとづく個々の崩壊地スケールでの斜面分類を行い、それと1/25,000地形図レベルでの地形分類とを組み合わせることで、地形的要因の定量的な検討から崩壊危険度評価を行っていく必要があると考えられる。

本研究では、シラス分布域で発生した斜面崩壊の跡地周辺について空中写真判読により地形分類図を作成した。鹿児島県伊集院地区では主に、旧開析谷底、段丘面、現開析谷底、新旧崩壊斜面に分類することができた。さらに、現地調査では流水によるシラスの浸食や斜面崩壊などの浸食・削剥過程で生じた台地崖に着目し、試料のサンプリング、シュミットハンマーによる堆積物の強度測定を行った。シラスの粒度、含水率、主要化学成分も分析した。シラス堆積物の中には、明らかに複数のフローユニットの堆積物からなるシラス層も認められた。なお現地調査では、鹿児島県土木部が情報収集している土砂災害発生地点以外にも多くの場所で斜面崩壊がみられた。幸いにも災害に至らなかった斜面崩壊の履歴や場の条件を検討することも重要であると考えられる。本発表では、作成した地形分類図や現地調査で得られたデータをもとに、マクロな地形変化の歴史と崩壊発生場との関係性について論じる。

キーワード: シラス, 斜面崩壊, 履歴, 地形発達, 九州南部

Keywords: Shirasu, Slope Failure, Records, Geomorphological Development, Southern Kyushu

## 沖縄県北部地域における人間活動の歴史と環境変化についての堆積学的研究 Sedimentological studies of the relationship between human activities and environmental changes, northern Okinawa.

五反田 克也<sup>1\*</sup>, 山田 和芳<sup>2</sup>, 原口 強<sup>3</sup>, 瀬戸 浩二<sup>4</sup>, 米延 仁志<sup>6</sup>, 林田 明<sup>5</sup>

Katsuya Gotanda<sup>1\*</sup>, Kazuyoshi Yamada<sup>2</sup>, Tsuyoshi Haraguchi<sup>3</sup>, Koji Seto<sup>4</sup>, Hitoshi Yonenobu<sup>6</sup>, Akira Hayashida<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 千葉商科大学政策情報学部, <sup>2</sup> 早稲田大学人間科学学術院, <sup>3</sup> 大阪市立大学大学院理学研究科, <sup>4</sup> 島根大学汽水域研究センター, <sup>5</sup> 同志社大学理工学部環境システム学科, <sup>6</sup> 鳴門教育大学大学院学校教育研究科

<sup>1</sup>Faculty of Policy Informatics, Chiba University of Commerce, <sup>2</sup>School of Human Sciences, Waseda University, <sup>3</sup>Department of Geosciences, Graduate School of Science, Osaka City University, <sup>4</sup>Research Center for Coastal Lagoon Environments, Shimane University, <sup>5</sup>Department of Environmental Systems Science, Doshisha University, <sup>6</sup>Graduate School of Education, Naruto University of Education

琉球列島における稲作農耕の開始については、近年の考古学的な研究によって、グスク時代の10世紀ごろとされており、この技術は本土から伝わったとされる(高宮・伊藤 2011)。

稲作の開始とともに、日本列島の各地では森林の伐採が行われ、環境破壊が進んだ(安田・三好 1998)。森林の伐採は、土壌を覆うものが無くなり大雨による土壌流出を促進する。特に、琉球列島のような多雨な地域においては、表層植生の破壊による土壌流出の危険性は大きい。また、流出した土壌は砕屑物となって河川などにより運ばれるが、閉鎖性の強い内湾では粒度の小さい砕屑物が長く滞留し漁業などにも影響を及ぼす(仲宗根ほか 2000 など)。

そこで本研究では、沖縄県名護市の羽地内海で得られたボーリングコアの分析から古環境変遷を明らかにし、周辺での人間活動の影響について検討した。

羽地内海は沖縄島北西部に位置し、屋我地島と奥武島によって囲まれた面積 10 2 ほどの内海である。最大水深は 10m であるが、屋我地島や奥武島付近では水深が浅くなり東シナ海と接続しており、また沖縄島と屋我地島間のワルミ海峡を通じて東シナ海と接続している。屋我地島や奥武島の外海は、サンゴ礁が発達しておりサンゴ礁と島に囲まれた羽地内海の環境は穏やかである。主な流入河川は、水域南部からの奈佐田川であり、多くの懸濁物が運ばれてきている。

本研究にあたり、2010年に羽地内海中心部においてマッケラスコアラーによって全長 286 のコアを採取した。本コアの岩層は、全体として粘土質であり、最上部から褐灰色粘土(表層 ~ 30 )、灰色粘土(30 ~ 110 )、緑灰色粘土(110 ~ 286 )と変化する。また、貝殻片やサンゴ礫を含み、特に貝殻片は深度 100、190、230 に密集し、深度 260 ~ 286 ではサンゴ礫が多く含まれる。本コアの深度 253 から採取した植物片について放射性炭素同位体年代測定を行った結果(1810±40 yr BP)から、本コアの最下部の年代はおおよそ 2000 年前と推測され、本コアを用いることで羽地内海周辺の過去 2000 年間の環境変遷が解明できると考えられる。

羽地内海周辺の環境変化を堆積物から明らかにするために、2.3 毎のキューブサンプルを用いて、CNS 分析、初磁化率測定、含水率測定を行った。また、1 ごとに色測定を行った。

磁化率は、最下部 286 から 150 までは大きな変化が見られないが、深度 150 から 40 にかけて高くなっていることが明らかとなった。これは、周辺からの砕屑物の流入が増加したことを示唆しており、本地域周辺では約 1000 年前に森林開発等により土砂流入が始まったと考えられる。この約 1000 年前からの土砂流入量の増加は、TOC 濃度の結果とも同調する。それは、TOC 濃度が深度 150 からわずかながらに減少傾向を示していることで、この原因が土砂流入の増加により有機炭素の濃度が希釈されたものと考えられる。

次に、深度 40 にみられる磁化率の大きな変化は、他の分析にも同様の変化がみられる。色分析は a\* と b\* とともに深度 40 において急激に変化する。b\* は同様に深度 40 にて急激な変化を示すが、深度 250 でも小さいながら変化がみられる。さらに、TOC 濃度、TS 濃度、C/N 比、CS 比すべてに共通に深度 40 での変化がみられる。TOC 濃度、TS 濃度はともに大きく減少傾向を示し、C/N 比は低下、C/S 比は高くなっている。

また、2012年に水域南部において、採取された過去 1 万年間をカバーする全長 23m のロングコアの分析結果についても報告する。

キーワード: 羽地内海, CNS 分析, 磁化率, 人間活動

Keywords: Hanechi inner bay, CNS analysis, magnetic susceptibility, human activity

## 後期更新世から現在までの日本海上越沖における環境変動－ MD179 航海掘削コアの粒度変動から－ Grain size variations and climatic fluctuation during last 130 ka in the marginal area of the Japan Sea

滝澤 みちる<sup>1\*</sup>, 須貝 俊彦<sup>1</sup>, 松本 良<sup>2</sup>  
Michiru Takizawa<sup>1\*</sup>, Toshihiko Sugai<sup>1</sup>, Ryo Matsumoto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科, <sup>2</sup> 明治大学研究知財戦略機構

<sup>1</sup>Department of Natural Environmental Studies, The University of Tokyo, <sup>2</sup>Organization for the Strategic Laboratory of Research and Intellectual Properties, Meiji University

### 《はじめに》

日本海秋田沖や北太平洋の中央域において、海底堆積物中の風成塵起源粒子の粒径と堆積速度の変動は凡世界的な氷期-間氷期サイクルに対応すること、さらに、ダンスガード・オシュガー周期 (DOC) に対応した 1000 年スケールの変動が見られることが明らかとなっている (岡本ほか, 2002; 長嶋ほか, 2004)。一方、海底堆積物中の河川運搬物質は、陸域における地形や堆積環境の変動を反映すると考えられる。

日本海周辺地域において将来の気候変動の傾向とそれに伴う地形の変化に関してより正確な予測を行うためには、偏西風やアジアモンスーン強度の変動を高時間解像度で復元することが重要となる。それに加え、河川運搬物質の変動傾向を復元できれば、気候変動および海水準変動と陸域の変動の対応関係を詳細に復元できると期待される。

本研究では、2010 年に行われた MD-179 航海の際、日本海上越沖の海脚で掘削された MD10-3296 と MD10-3304 の 2 本の海底コアについて粒度分析を行い、陸源物質の粒度変動の傾向を求める。

### 《対象地域と試料》

MD10-3296 は水深 914m 地点で掘削され、コア長 39.34m、堆積期間は 90ka である。MD10-3304 は水深 896m 地点で掘削され、コア長 34.35m、堆積期間は 130ka である。両コアは上越地域の現在の汀線から約 25km の近い位置で掘削されているため、河川運搬物質の変動が詳細に記録されていることが期待される。また、仲村ほか (2013) により両コアの詳細なテフラ層序が確立しているため、それぞれの堆積速度と年代モデルが求められる。

### 《分析・解析手法》

粒度分析には東京大学大学院新領域所有の SALD3000S (レーザ回折式粒度分布測定装置: 島津製作所製) を使用する。海底堆積物中には、有機物、有孔虫殻、珪藻殻、等、生物起源の粒子が多量に含まれている。したがって、陸域起源の粒子を分離するために生物起源の粒子を除去する必要がある。本研究では、はじめに海底堆積物全体の粒度傾向を把握する目的で未処理・未乾燥のバルク試料の粒度を測定した。

### 《結果と考察》

テフラを用いた年代モデルに基づき深度年代変換して得た MD10-3296 と MD10-3304 の中央粒径の経年変化を SPECMAP と NGRIP の酸素同位体比曲線と比較した。

海底堆積物中の陸源物質の粒径は、氷期は粗粒に、間氷期は細粒になる傾向が見られる。風成塵起源の粒子ではこの傾向が良く見られる。両コアでは 30ka 以前はこの傾向と整合し、30ka 以降は先行研究と逆位相を示す結果が得られた。特に、30ka 以降の中央粒径変動を NGRIP の酸素同位体比曲線と比較すると、非常によく対応した振動が見られた。

30ka 以降の逆位相の要因には、海岸線の変動による海流・流入河川の変化や、妙高火山の活動活発化による間氷期の粗粒物質の流入量増加等、対象地域の地形的な特徴が影響を及ぼしている可能性がある。

発表では、生物起源である有機物、有孔虫殻、珪藻殻を除去するための前処理をした試料の粒度を測定した結果を基に、集団分離を行い、風成塵起源粒子と河川運搬物質の集団を特定し、後者の時間変動と陸域における地形環境変動との関わりについて考察する。

### 謝辞

本研究は、経済産業省 メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム (MH21) の支援を得て、日本海におけるメタンハイドレート資源開発研究の一環として実施された。

キーワード: MD179 航海, 海鷹海脚, 粒度分析, 風成塵

Keywords: MD179, Umitaka Spur, grain size analysis, eolian dust