

琉球列島におけるローカル海洋リザーバー年代の短期的変動 Short-term fluctuations in local radiocarbon reservoir age reconstructed from corals in the Ryukyu Islands

*平林 頌子^{1,2}、横山 祐典^{1,2}、鈴木 淳³、宮入 陽介²、阿瀬 貴博²

*Shoko Hirabayashi^{1,2}, Yusuke Yokoyama^{1,2}, Atsushi Suzuki³, Yosuke Miyairi², Takahiro AZE²

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 産業技術総合研究所

1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 3. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

High-resolution radiocarbon (^{14}C) dating is required in palaeoclimatology, palaeoseismology and archaeology. However, previously reported local reservoir age (ΔR) values have discrepancies in the Kuroshio region, which makes problems when accurately calibrating ^{14}C ages to calendar ages of marine samples. We measured radiocarbon dating of *Porites* corals from Ishigaki and Kikai Islands, which lie within the path of the Kuroshio Current off southern Japan, to determine local reservoir effect there. We found that the average ΔR from 1947 to 1950 for samples from Ishigaki Island was -36.0 years, which is consistent with the average ΔR value from 1901 to 1948 that we obtained for samples from Kikai Island. On the other hand, high-resolution ΔR data from Ishigaki Island for 1947 to 1950 fluctuated over a range of more than 150 years, from -136 ± 42 to 62 ± 50 years. Our compilation of new ΔR data and previously published data from the western Pacific indicates a strong positive-to-negative shift in ΔR during the period from 1900 to 1950. This shift of the local marine reservoir effect will affect calibration of ^{14}C ages to provide calendar dates in the Western Pacific.

キーワード：放射性炭素、サンゴ骨格、西太平洋、ローカル海洋リザーバー年代

Keywords: Radiocarbon, Corals, western Pacific, local marine reservoir age

後志利別川低地の氾濫原発達過程

Floodplain evolution in the Shiribeshi-toshibetsu River lowland, Hokkaido

*石井 祐次^{1,2}

*Yuji Ishii^{1,2}

1. 名古屋大学環境学研究科地理学講座、2. 日本学術振興会特別研究員 D C

1. Department of Geography, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. JSPS Research Fellow

沿岸域にみられる沖積低地においては、細粒な堆積物によって構成される氾濫原が発達することが多い。これらの氾濫原の発達過程は、主に氾濫堆積物やクレバススプレイ堆積物などの上方への累重によって特徴づけられる。そのため、これらの堆積物の上方への累重過程は多くの既存研究によって検討されてきた。しかし、完新世の氾濫原の発達過程を詳細な編年にもとづいて復元し、海水準変動および気候変動が氾濫原の発達過程に与える影響を数百年スケールで議論した例は少ない。本研究では北海道の渡島半島に位置する後志利別川低地を対象として氾濫原の発達過程を明らかにし、海水準変動および気候変動が氾濫原の発達過程に与えた影響を検討する。

後志利別川は流域面積が約720 km²、流路長が約80 kmと比較的小規模な河川である。氾濫原は幅約2 kmで南北を段丘や丘陵で境されており、東西に長い。三日月湖は現在の流路付近のみに分布しており、蛇行帯の外側には6つの泥炭地が認められる。泥炭層の層厚は3-6 mである。

13地点においてハンドオーガーにより最大深度5 mの試料を5 cm間隔で採取した。泥炭や有機質泥層を定量的に区分するために10 cm間隔で強熱減量を測定した。また、堆積物に含まれる植物片、枝、木片について放射性炭素年代測定をおこなった。さらに、深度5 m以深の層序を明らかにするため、既存ボーリング柱状図を収集して地形地質断面図を作成した。

後志利別川低地では最上部の泥炭層の下位に砂層が主に分布していることが、ハンドオーガーによる試料の採取および地形地質断面図から明らかである。これらの砂層はクレバススプレイや自然堤防堆積物と解釈され、これらの放棄にともない泥炭層が形成されるようになったと考えられる。泥炭層の下端から得られた年代値から、約6500 cal BPには既に泥炭層の形成が開始していた地点が存在すると考えられる。約6500 cal BP以降に泥炭地は次第に拡大し、約4000 cal BPには最も拡大したと推測される。異なる泥炭地において約5300-5000、4100-3900 cal BPに泥炭層の形成が開始した地点が認められることから、この時期におけるクレバススプレイおよび自然堤防の放棄とそれにとまう泥炭層の形成開始が、外的な要因の影響を受けた結果であることが示唆される。

後志利別川低地の約5300-5000、4100-3900 cal BPにおける泥炭層の形成開始は、約5600-5000、4000-3500 cal BPの東アジア夏季モンスーンの弱化にとまう降水量の低下に対比できる。東アジア夏季モンスーンの弱化による降水量の低下は、中国の多くの石筍の酸素同位体比の記録から示唆されている。この時期の夏季モンスーンの弱化は、花粉分析や様々な指標にもとづく湖水位変動の記録からも推測されている。また、後志利別川低地においては約4000 cal BP以降に泥炭層が連続的に形成されており、東アジア夏季モンスーンの強度が弱まっていた期間と一致する。したがって、東アジア夏季モンスーンの弱化による降水量の低下が流量の低下を引き起こし、クレバススプレイおよび自然堤防の放棄を促したと推測される。同様の気候変動に対する氾濫原の応答は、石狩低地においても確認されている。

一方、東アジア夏季モンスーンの弱化する約5600-5000 cal BP以前から、泥炭層の形成が部分的に開始していたことも明らかである。一般的に、完新世初期の急速な海水準上昇は氾濫原においてクレバススプレイの形成やアバルシオンにとまう急速なアグラデーションを引き起こす。そのため、汎世界的な海水準上昇速度が低下した約7000 cal BP以降には、アグラデーション速度は低下すると考えられる。後志利別川低地における約6500 cal BP以前の泥炭層の部分的な形成開始は、海水準上昇速度の低下が強く関連していると推測される。

キーワード：氾濫原、泥炭、海水準変動、気候変動、東アジア夏季モンスーン、完新世

Keywords: floodplain, peat, sea-level change, climate change, East Asian summer monsoon, Holocene

珪藻分析から見た関東平野奥部思川低地におけるMIS7~MIS8以降の環境変遷

Environmental change from diatom analysis since MIS7~MIS8 in the Omoikawa lowland, the Kanto plain

*野口 真利江¹、須貝 俊彦²、石綿 しげ子、遠藤 邦彦³

*Marie Noguchi¹, Toshihiko Sugai², Shigeko Ishiwata, Kunihiko Endo³

1. 株式会社 パレオ・ラボ、2. 東京大学、3. 日本大学

1. Paleo Labo co.,Ltd., 2. Tokyo Univ., 3. Nihon Univ.

渡良瀬遊水地の北側には北東方向に延びる幅約4kmの思川の沖積低地（渡良瀬遊水地に接する付近で標高14.75m）がある。思川低地の西方の藤岡台地（佐野台地、約20m）、東方の古河台地（約22m）は、従来ではMIS5a~MIS5cとされている（貝塚ほか、2000）。

この思川低地が渡良瀬遊水地に接する付近で得られたボーリングコア（OMコア：コア長65m）を用いて分析をした。小杉（1989）が奥東京湾の最奥部として海成層を認めた、古河台地の開析谷、坂間からは約9kmも奥にあたるので、縄文海進の影響はないものと予想される。このOMコアから、沖積層（ユニットA）の下位に厚さ約7mの礫層（ユニットB）を挟んで、厚さ14m（-4m~-17m）の一部砂質で貝殻片を含むシルト粘土層ユニットが認められた。さらに、その下位に厚さ3mの礫層を挟み厚さ19mの砂・シルト層があり、厚さ約10mの砂層・礫層が最下部を構成していた。ここでは、沖積層（ユニットA）と礫層（ユニットB）を挟んでその下位の海成と予想されるシルト粘土層（ユニットC）を中心に、その古環境を主として珪藻分析を用いて一部イオウ分析を加えて検討したので、その結果に基づいて考察する。分析結果は以下の通りである。

Eユニット：中~下流性河川環境指標種群を主とし、海水泥質干潟指標種群や汽水種を伴う。

Cユニット：下部の-14mでは海水泥質干潟指標種群を主に内湾指標種群を伴う海水種が優勢で、汽水種も随伴する。-13m~-4mの6試料は、*Paralia sulcata*が優占する内湾指標種群が多数を占め、外洋指標種群を少量伴う。外洋指標種群は上部の-6~-4mの3試料で増加する。

Aユニット：下位は黒色土壌で珪藻化石はほとんど産出せず、その上位暗灰色シルトで湖沼浮遊生~湖沼沼沢湿地指標種群を主とし、さらに上位で河川指標種群が主に産出した。このように淡水種のみが産出し、海水種~汽水種は産出しない。

Fユニットは砂礫層、DユニットとBユニットは礫層のため、珪藻分析は行わなかった。

考察

Aユニットは湖沼浮遊生~湖沼沼沢湿地性の淡水種が主体をなし、河川指標種群主体の砂質シルト層に覆われる。縄文海進の影響は本地点にはほとんど及ばなかったものと思われる。

Bユニットは、中川低地上流側（栗橋~古河）におけるBGの分布高度（遠藤、2015）から判断し、BGに対応する可能性が高い。より厳密に見ると、栗橋付近でその基底は-20m、古河付近で-8mであり、OMコア地点の-4mは若干浅いが、ほぼ問題のない範囲にある。約7mの層厚は、栗橋~古河では5m前後であり、若干厚い。

Cユニットは、珪藻分析から内湾指標種群が主で、海水~汽水干潟性指標種群を伴う。外洋種も僅かだが伴い、硫黄分析からも海成と判断されること、MIS5a~MIS5cとされる台地を切るBユニット（BG）の下位にある海成泥層であることから、MIS5eに相当する海成層である可能性が高い。

Cユニットの海成泥層は海域の環境が継続する中で、いきなり礫層によって切られているので、その上位には、古河台地などにおけるボーリング資料（Kunijiban：国土情報検索サイト）に認められる砂層・泥層が存在した可能性が高い。

DユニットはMIS6の可能性が高く、またEユニット・Fユニットについては、須貝ほか（2013）や納谷ほか（2014）を参考にするとMIS7、MIS8の可能性があり、今後の分析を待ってさらに検討を加える。

Cユニットは、古東京湾（MIS5e）の最奥部の情報を与えるものと思われ、従来の板倉コアより少し奥にあ

たることから、古東京湾の古環境情報に新たな知見を提供することになるだろう。

遠藤邦彦 (2015) 「日本の沖積層－未来と過去を結ぶ最新の地層－」, 富山房インターナショナル, pp.415.

貝塚爽平・小池一之・遠藤邦彦・山崎晴雄・鈴木毅彦編 (2000) 関東・伊豆小笠原. 日本の地形, 4, 東大出版会, 349pp.

小杉正人 (1989) 珪藻化石群集による古奥東京湾の塩分濃度の推定. 第四紀研究, 28, 19-26.

須貝俊彦ほか (2013) 過去40万年間の関東平野の地形発達史―地殻変動と氷河性海水準変動の関わりを中心に (論説). 地学雑誌特集号: 東京―過去・現在・未来 (Part I), 122, 921-948.

納谷友規ほか (2014) 関東平野中央部の第四系地下地質. 関東平野中央部の地下地質情報とその応用, 特殊地質図No.40, 178-203.

キーワード: 珪藻分析、思川

Keywords: diatom analysis, Omoikawa

房総半島に分布する上総層群最下部層準のテフロクロノロジー Tephrochronology of the lowest Kazusa Group distributed in the Boso Peninsula, Chiba Prefecture, Japan

*田村 糸子¹、水野 清秀²、宇都宮 正志²、中嶋 輝允²、山崎 晴雄¹

*Itoko Tamura¹, Kiyohide Mizuno², Masayuki Utsunomiya², Terumasa Nakajima², Haruo Yamazaki¹

1. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境科学専攻、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門

1. Department of Geography, Graduate School of Science, Tokyo Metropolitan University, 2. Research Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, AIST

房総半島に分布する上総層群は、日本の第四系の模式地として最重要層である。多数のテフラ層を挟み、下部層準の黄和田層までは詳細なテフラ層序・編年研究が進められ、第四紀のテフロクロノロジーに大きく貢献している。また、上総層群は黒滝不整合で下位の三浦層群に重なり、不整合の形成過程についても注目されている。筆者らは、上総層群最下部層準の大原層、浪花層、勝浦層の精査を行い、多くの細粒ガラス質火山灰層を新たに見出した。これら最下部層準の新テフラ層の記載、分析を行い、広域対比を検討した。

房総半島東部の上総層群下部は、黄和田層から下位へ大原層、浪花層、勝浦層、黒滝層に区分されている。黄和田層下部で広域対比されている鍵テフラには、Kd25テフラ (1.65 Ma)、Kd38テフラ (1.75 Ma)、Kd44テフラ (1.9 Ma) などがあり、大原層の鍵テフラでは、Olduvai subchron中に位置するHSAテフラが古琵琶湖層群の桐生1テフラに、Olduvai subchron下限 (1.95 Ma) 直下のHSCテフラが神奈川県中津層のYsg5テフラに対比されている。浪花層や勝浦層については、新妻 (1976) で報告されているテフラ鍵層 (注: 新妻 (1976) は、近接する様々なテフラを複数まとめ、グループとして上位からSR, KH, KR, SWテフラと記載した。本論で対比を検討したガラス質テフラはそれらのグループの一部と推定される) のうち、浪花層のSR テフラの最下部付近の白色極細粒ガラス質テフラが中央日本を中心とする広域テフラであるOM1 (北陸層群大桑層)-OK3テフラ (魚沼層群): (2.15 Ma) に、勝浦層上部のKHテフラの2枚のガラス質テフラのうち下位のガラス質テフラ (KH-L) がOL3 (大桑層)-坂東1 (東海層群)-西平尾テフラ (掛川層群): 2.2 Maにそれぞれ対比されている (田村・山崎, 2009; Tamura and Yamazaki, 2010)。

新たに見出した10層以上の細粒ガラス質テフラについて、鉱物組成や火山ガラスの屈折率、火山ガラスの主成分・微量成分化学組成分析を行い、中央日本の鮮新-更新統で報告されているテフラ層との対比を検討した。その結果、SWテフラよりも下位の層準にあるガラス質テフラ (テフラ採集地である川津集落に因み、上位のテフラをKW2, 下位のテフラをKW1と仮に呼ぶ) が、新潟のFup (西山層)-OK2 (魚沼層群下部) テフラおよびJwg3 (西山層)-Okr10テフラに対比される可能性が明らかとなった。

KW2は細粒ガラス質テフラで、斑晶鉱物としてopx, cpxを含む。火山ガラスの屈折率 (n) は1.500-1.503, 化学組成ではFeOが1.49%, CaOが0.88%, K₂Oが4.14%, Baが705ppm, Laが35ppm, Srが88ppm, Yが30ppmである。これらの特徴は、新潟地域で連続性よく見出されているFup-OK2テフラと良く一致する。また、KW2の下位にある細粒ガラス質テフラKW1は、斑晶鉱物としてopx, ho, 微量のcpxを含む。火山ガラスの屈折率 (n) は1.500-1.502, 化学組成ではFeOが1.13%, CaOが1.02%, K₂Oが3.68%, Baが621ppm, Laが29ppm, Srが111ppm, Yが20ppmである。これらの特徴は、Jwg3-Okr10テフラ (Tamura et al, 2016) に類似する。Fup-OK2テフラの層位は、SRに対比されているOM1-OK3テフラ (2.15 Ma) の下位、中央日本に分布する広域テフラTn-Tspテフラ (2.3 Ma) の上位である。Jwg3-Okr10テフラは、新潟地域の西山層や千倉層群で、Tn-Tspテフラ相当層の下位にあり2.388 Maという年代が得られている (Tamura et al, 2016)。以上から、層位的にも矛盾はなく、これらに対比される可能性が高い。新たな広域テフラとの対比から、房総半島に分布する上総層群最下部層準の堆積年代は、2.4 Maまで遡ると考えられる。

キーワード：上総層群、年代、浪花層、勝浦層、広域テフラ対比、テフラ編年

Keywords: Kazusa Group, Age, Namihana Formation, Katsuura Formation, Widespread tephra correlation, Tephrochronology

大規模噴火によりもたらされた南九州を起源とする2つの中期更新世広域テフラ：竹山-笠森10， 辺川-笠森5テフラの認定とその対比

Correlations of the Takeyama-Ks10 and Hegawa-Ks5 tephras, two Middle Pleistocene widespread tephras derived from southern Kyushu, SW Japan

*西澤 文勝¹、鈴木 毅彦¹

*Fumikatsu NISHIZAWA¹, Takehiko Suzuki¹

1. 首都大学東京都市環境科学研究科

1. Tokyo Metropolitan University

This study shows the correlations of the Middle Pleistocene widespread tephras derived from southern Kyushu, southwest Japan. Two Middle Pleistocene widespread tephras referred to here as Takeyama-Ks10 (Tkym-Ks10) and Hegawa-Ks5 (Hgw-Ks5) have been newly recognized.

The southern Kyushu caldera region composed of the several large calderas, located in southwest of the Japanese islands, is one of the most active volcanic regions providing voluminous widespread tephras. Eight widespread tephras have been reported from the southern Kyushu caldera region since 1 Ma. Five of them occurred in a cluster after the eruption of the Kakuto tephra (330–340 ka). Compared with the tephras of the Late Pleistocene to Holocene, widespread tephras of the Early to Middle Pleistocene ages have not been well studied. On the other hand, four widespread tephras (Ks18, Ks11, Ks10 and Ks5, in ascending order), which are thought to derive from southern Kyushu, are intercalated in the Kasamori Formation of the Kazusa Group, in Boso Peninsula, central Japan. Among them, Ks10 and Ks5 have uncertainties of identification and their correlations as a widespread tephra. Although Ks10 and Ks5 are broadly recognised in southwest to northeast Japan as distal ash fall deposits, the proximal pyroclastic flow deposits (PFDs) of Ks10 and Ks5 has not yet been determined in Kyushu Island. Moreover, there are petrographically similar tephras to these two tephras, which leads to difficulties and mistakes in the widespread correlation.

In southern Kyushu, we newly defined two PFDs: Takeyama (Tkym) and Hegawa (Hgw) PFDs, in ascending order. Tkym and Hgw are stratigraphically above the Kb-Ks tephra (Kb-Ks). Based on the petrographic properties including the glass chemistry, we examined their correlations with Ks10 and Ks5. Tkym-Ks10 was identified using a combination of refractive indices and major element chemical composition of glass shards ($n=1.498-1.501$, SiO_2 : 78.3–78.6 wt.%, TiO_2 : 0.2–0.3 wt.%, Al_2O_3 : 12.2–12.4 wt.%, FeO : 1.0–1.1 wt.%, CaO : 1.1 wt.%, K_2O : 2.9–3.0 wt.%, Na_2O : 3.4–3.6 wt.%) and mineral assemblage composed of abundant hornblende and few biotite and quartz. On the other hand, Hgw-Ks5 was identified using a combination of refractive indices and major element chemical compositions of glass shards ($n=1.504-1.506$, SiO_2 : 77.2–77.5 wt.%, TiO_2 : 0.3–0.4 wt.%, Al_2O_3 : 12.6–12.7 wt.%, FeO : 1.4–1.5 wt.%, CaO : 1.3–1.4 wt.%, K_2O : 2.9–3.1 wt.%, Na_2O : 3.4–3.7 wt.%) and mineral assemblage composed of orthopyroxene and relatively few hornblende.

Based on previous isotope stratigraphy studies, the eruptive ages of Tkym-Ks10 and Hgw-Ks5 are 480–530 ka (MIS 13) and 430–450 ka (MIS 12), respectively. The apparent volume of each tephra estimated from the distribution area and thickness of the co-ignimbrite ash fall deposits (CAFD) is approximately $> 100 \text{ km}^3$, assuming that each CAFD originating from the Aira Caldera is distributed concentrically. Therefore, a Volcanic Explosivity Index (VEI) of 7 was assigned to the eruptions. Eight widespread tephras derived from the southern Kyushu caldera region during the last 600 ka, Smkd-Ks18

(part of former Hwk), Kb-Ks, Kkt, Ata-Th, Ata, K-Tz, AT and K-Ah tephras, in ascending order, had been reported. This indicates that eruptions accompanying huge pyroclastic flow deposits (VEI 7) occurred at an average interval of about 75 kyr as the whole Kagoshima Graben. However, considering two newly defined widespread tephras Tkym-Ks10 and Hgw-Ks5 positioned between Kb-Ks (530 ka) and Kkt (340 ka) from Kb-Ks to Kkt eruptions, the frequency of large caldera eruption (VEI 7) through the past 600 ka was revised to once in 60 kyr on average. In addition, focusing on the eruption interval in detail, the interval has changed at Hgw-Ks5 eruption. During the period of 500 kyr from Smkd-Ks18 eruption to Ata eruption (105 ka), the average interval of large-scale eruption in the Kagoshima Graben had become longer from 40 to about 100 kyr after the Hgw-Ks5 eruption.

キーワード：広域テフラ、中期更新世、対比、南九州、笠森層

Keywords: widespread tephra, Middle Pleistocene, correlation, southern Kyushu, Kasamori Formation

アラスカ半島沖Patton Seamountで採取された海底コアにおけるDawson tephraの発見

Dawson Tephra in the sedimentary core collected at the Patton Seamount, off the Alaska Peninsula

*青木 かおり¹

*Kaori Aoki¹

1. 立正大学

1. Rissho University

筆者は2009年にSO202-INOPEX航海でアラスカ半島沖のPatton Seamountで採取されたジャイアントボックスコア試料SO202-27-6中に介在するテフラについて報告する。コア試料SO202-27-6は北東太平洋54°17.77' N, 149°36.01' Wの水深2919m, Patton Seamount上で採取されたコア長は2.92mの遠洋性軟泥堆積物である。2層の明瞭なテフラ層が確認されており、上位（深度119-122cm ; ID93, ID94）は2ヶ所から試料を採取し、下位（深度135-138cm ; ID95）は薄いテフラ層である。ID93は最大粒径3mm程度で良く淘汰された白色～灰色の火山灰で、堆積相は級化構造が観察され、最大粒径9mm程度の石質岩片が含まれる。ID95は細粒の火山ガラスを含むが全体的に極めて砂質である。

電子プローブマイクロアナライザー（EPMA）で得られたID93の火山ガラスの主元素組成は流紋岩質で、Mangan et al.(2003)に掲載されたDawson tephra (ca.27 ka)と極めて酷似する。また、ID93についてガラスビード法で蛍光X線分析による元素分析を行ったところ、Mangan et al.(2003)の軽石の全岩主元素組成とも良く似る。

Dawson tephraはこれまでアラスカ半島南西部のEmmons Lake volcanoを給源とする最終氷期最寒期における最大の広域テフラの一つで、ユーコン準州西部～中央部のレス堆積物中で確認される。海洋域におけるDawson tephraの発見は本報告が初めてである。

Mangan et al. (2003), Emmons Lake Volcanic Center, Alaska Peninsula: source of the later Wisconsin Dawson tephra, Yukon Territory, Canada. Canadian Journal of Earth Science, 40, 925-936.

キーワード：ドーソンテフラ、アラスカ半島、海底コア

Keywords: Dawson tephra, the Alaska Peninsula, sedimentary core

寒冷地域である北日本の最寒期における世界最古級の土器と石鏃の発明
The world's OLDEST pottery and stone arrowheads appeared in the
cOLD est climate in the cOLD area in Japan

The world's OLDEST pottery and stone arrowheads appeared in the
cOLD est climate in the cOLD area in Japan

*川幡 穂高¹

*Hodaka Kawahata¹

1. 東京大学 大気海洋研究所

1. Atmosphere Ocean Research Institute, the University of Tokyo

土器の発明と発展は、考古学研究のみならず一般人にも関心の高いトピックスである。特に、興味深いのは、中東では、農業開始後、数千年を経て土器が出現した。ヨーロッパでは、農業開始と土器が出現はほぼ同時期であった。一方、日本を含めた極東では、土器の出現は農業開始に数千年先行した。日本の場合、縄文時代の開始は、基本的に縄文土器の出現とそれに伴う文化の誕生によってもたらされた。土器の発展は、気候変動やそれに伴う生態学的な変化により促されたようであるが、これまで定量的な環境因子との関連については、ほとんど議論されてこなかった。

アルケノン水温と気温の高相関を利用した新方式を用いて行なった（誤差0.2°C程度）。本州最北端の下北半島沖（MD01-2409地点）で、過去2万7千年間の復元された温度（気温、水温）は、最高水温が19.4°C（6,660年前）、最低水温が8.7°C（推定気温は5.2°C、15,680年前）であった。この最寒冷期は、最終氷期最盛期でなく、北大西洋の異常に起源をもつ地球規模での気候異常であるハインリッヒ事変に相当していた。しかも、中国の鍾乳洞の石筍記録より夏期アジアモンスーンが弱体化していた時期であった。最寒期の温度を現在の水温（~15.7°C）、気温（~16.7°C）と比べると約7~11°C低かった。

このことは、世界で最古級の土器と石鏃は、ホモ・サピエンスが日本列島に居住して以来、日本列島の寒冷地域で、しかも縄文人が経験した中で最寒期に出現したことを意味している。この夏期の気候は、現在の北海道東部の根室や納沙布岬の現在それより若干寒いことを示していた。このため、食料は、豊富な魚介類に頼ることとなり、最初期の縄文人は、縄文土器を用いて、海洋や河川水の水産資源を調理し、「海鮮鍋」を楽しんでいた。この結果は、近年発表された、土器付着有機物の精密化学分析の結果と整合的である。

引用文献：Kawahata, H., Ishizaki, Y., Kuroyanagi, A., Suzuki, A., Ohkushi, K. (2017) Quantitative reconstruction of temperature at Jomon site in the Incipient Jomon period in northern Japan and its implication for the production of early pottery and stone arrowheads. *Quaternary Science Reviews*, 157, 66-79.

キーワード：表層海水温、気温、気候変動、土器、矢じり（石鏃）、縄文人

Keywords: Sea surface temperatures, Atmospheric temperatures, Climatic change, pottery, stone arrowheads, Jomon people

30～19 kaにおける高山景観への人類適応：最終氷期最寒冷期の黒曜石原産地開発

Human adaptations to alpine landscape during 30-19 ka: exploitation of obsidian sources in the Last Glacial Maximum

*島田 和高¹

*Kazutaka Shimada¹

1. 明治大学博物館

1. Meiji University Museum

後期旧石器時代は最終氷期の寒冷気候に適応した狩猟採集民の社会である。石器に利用される石材は当時の生活資源であり、原産地が限定される黒曜石は特に重点的に獲得されていた。これまで、関東平野部の後期旧石器時代後半期前葉（約29～25 ka cal BP）の遺跡では、長野県中部高地に産出する黒曜石の利用が減少することが経験的に知られており、LGMの寒冷・乾燥気候が標高1200～2000 mに分布する中部高地原産地へのアクセスを阻害していたのではないかと指摘されている。しかしながら、中部高地黒曜石の利用変動を示す定量的なデータや中部高地原産地の古環境記録は提示されておらず、仮説の域を出ていなかった。

本研究は、考古記録と古環境記録を統合することで、LGM気候と後期旧石器狩猟採集民の黒曜石獲得活動とのあいだの相互関係について検討する。このために3つのデータセットの相関を検討した。まず、中部・関東地方で得られた約8万点の黒曜石産地分析データを較正年代で区分した後期旧石器時代編年に組み込むことで、約38～19 kaの黒曜石利用の変動を復元した。そして、中部高地原産地の後期旧石器遺跡の分布パターンにどのような通時的な変化があるかを観察した。これら黒曜石利用の変動と原産地遺跡パターンを中部高地に位置する標高1400 mの広原湿原で得られた過去3万年間の花粉記録（Yoshida et al., 2016）に放射性炭素較正年代を用いてマッチングさせた。データの相関は中部高地原産地の気候変動と景観に対する黒曜石資源の獲得活動に焦点をあて、30 ka以前、30～25 ka、25～20 ka、20～19 kaの4つの段階に区分して変化を検討した。

結果は以下の通りである。（1）30 ka以前の中部高地黒曜石の利用は高い比率を示しているが、30～25 kaにかけてその利用率は激減する。花粉記録（年間花粉堆積量：PART）は、30 ka以降、明らかに森林限界が1400 mよりも下降し原産地が高山景観に覆われていたことを示している。30～25 kaの中部高地には遺跡がなく、石器製作などの人類活動が非常に希薄である。（2）25～20 kaのLGM氷床拡大期には、花粉記録は引き続き森林限界が1400 m以下であり、中部高地の寒冷・乾燥化も20 kaにかけて進行していたことを示している。しかしながら、高山景観に遺跡が進出し明らかに遺跡数も増加している。また、大規模な遺跡が多く、原産地での黒曜石獲得と石器製作活動が活性化している。25～20 kaの中部・関東地方全域での中部高地黒曜石利用も明らかに増加している。（3）20～19 kaには17 kaに向かって森林限界の上昇が認められ、退氷期の温暖化を反映している。温暖化傾向にもかかわらず中部高地原産地の遺跡は減少し、中部高地黒曜石の利用の比率も減少した。これに対して、海洋運搬を必要とする神津島黒曜石の利用が急増し、中部高地黒曜石と拮抗する。また、中部高地黒曜石と神津島黒曜石は、中部・関東地方をそれぞれ北部と南部に二分するように分布している。

30～19 kaにおける中部高地黒曜石原産地を覆った高山景観への人類適応は、複雑な経過をたどった。まず、30～25 kaにおけるLGM初頭の気候寒冷化と中部高地へのアクセスの低下は強く相関している。平野部に近く標高の低い箱根や伊豆天城の原産地開発が拡大した。しかしながら25～20 kaになると、依然として寒冷気候が支配的な高山景観への進出が活性化する。高山景観に対する居住技術の向上など文化的な適応が発達した結果と考えられる。そして、20～19 kaの神津島黒曜石の利用増加は、中部高地を巡回して黒曜石を獲得する北部集団と神津島を巡回する南部集団が中部・関東地方に出現したことを強く示唆し、当時の狩猟採集集団の領域と編成に変動があった可能性が高い。したがって、中部高地原産地とその黒曜石の利用低下は、20 ka以降の寒冷気候の緩和と森林景観の発達という原産地の環境変化とはほぼ無関係であり、むしろ当時の社会

構造の変化が資源開発行動に大きく影響を与えたと考えられる。

Yoshida, A., Kudo, Y., Shimada, K., Hashizume, J. and Ono, A. 2016 Impact of landscape changes on obsidian exploitation since the Palaeolithic in the central highland of Japan. *Vegetation History and Archaeobotany*, 25: 45-55.

キーワード：黒曜石開発、後期旧石器時代、人間-環境相互作用

Keywords: obsidian exploitation, Upper Palaeolithic, human-environment interaction

森林限界の垂直移動と遺跡分布：オーストリア・北チロルの早期中石器時代

Vertical changes of tree-line and site distribution: a case of early Mesolithic in northern Tyrol, Austria

*小野 昭¹

*Akira Ono¹

1. 明治大学黒曜石研究センター

1. Meiji University Center for Obsidian and Lithic Studies

筆者らは、日本の中部山岳地長野県長和町の海拔1,400mに所在する後期旧石器時代から縄文時代早期におよぶ広原遺跡群において、黒曜石原石の獲得活動と周辺の森林限界の垂直移動の関係の解明に努めてきた。比較研究の観点から編年的に対比可能で精度の高いオーストリアの北チロルにある海拔1,869mのウラーフェルゼン遺跡を中心に更新世末から完新世初頭の遺跡立地と森林限界の関係を検討した。

ウラーフェルゼン遺跡は完新世プレボレアル期の早期中石器時代 (ca. 112,000 cal yrBP-10,650 cal yrBP) の遺跡で、インスブルック市の南西約19kmの地点にあり、シュトゥバイアルプスの一部を成す。北方のドイツ (バイエルン)、南方のチロル (イタリア側) の石材が認められ、盛んな交流と移動の証拠が具体的に示された。石器の型式学的特徴からもこれが追証され、現在ドイツのドナウ川上流域のポロン文化 Beuronian, 南チロルのソーヴェテル文化 Sauveterrian の特長を示す石器が複数発見された。三角形細石器 (トライアングル) は前者の、尖頭細石器は後者のそれを示す。異なる文化の集団がこの場を断続的に使用した証拠である。遺跡が形成されたころは氷床は遺跡よりも南に後退していたが、森林限界は遺跡地近くに迫っていたがまだ森林にはおおわれていなかったことが遺跡地の炭化物の分析から解明された。ボレアル期の後期中石器時代になると遺跡はさらに高所に立地するようになり、森林限界の上昇と遺跡立地の高所移動との間には相関があることが復元できる。アルプスアイベックスなど、森林限界近くの比較的植生の豊かなゾーンに生息する中型動物の狩猟などの生業との関係が規定要因であろうとの議論されている。時代が新しくなるにつれて高所に立地するようになるが、アトランティック期になると北チロルからは突然遺跡がなくなる。中石器時代になると集団の移動範囲は狭くなると一般に想定されている。ウラーフェルゼン遺跡のデータは、1) 氷河が退いた広い空間に早期中石器時代の集団が後期旧石器時代の集団よりもいっそう広域の移動を伴う狩猟活動を展開したことを示し、また2) 森林限界の垂直移動と遺跡立地の相関も、更新世-完新世移行期の環境変動と人類生業の応答を如実に示すものである。

キーワード：北チロル、ウラーフェルゼン遺跡、早期中石器時代、森林限界、遺跡立地

Keywords: northern Tyrol, Ullafelsen site, early Mesolithic, tree-line, site location

古代人にとってのザグロス山脈の地質学的魅力

Geologic attractiveness of the Zagros Mountains for early humans

*久田 健一郎¹

*Ken-ichiro Hisada¹

1. 筑波大学生命環境科学研究科

1. Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

The Zagros Mountains of Iran, which culminate in Mt. Zard (4548 m), formed along the convergent boundary between the colliding Arabia and Eurasia plates during late Miocene to early Pliocene time. The range consists almost entirely of limestone. Recently, the Zagros Mountains have yielded key evidence of the expansion from Africa of *Homo sapiens*, which originated in East Africa 200,000 to 100,000 years ago. There are two main routes from Africa to Eurasia, a northern route from the Sinai Peninsula to the Levant and a southern route around the Arabian Peninsula. Because recent research in Iran has documented Paleolithic remains from before 50,000 years ago at Arsenjan, northeast of Shiraz, the southern Zagros Mountains have received attention for their role in the southern route of early human migration. Early humans who followed this route onto the Eurasian continent would have confronted the Zagros Mountains immediately. This situation, however, was so fortunate for them that the Zagros Mountains became a starting point for the spread of humans to the rest of the world. Raw material for stone tools was easily available in the form of radiolarite (chert), and the abundant limestone caves served as ready dwellings near the radiolarite outcrops. This limestone-radiolarite association that characterizes the Zagros Mountains provided superb conditions for these ancient people. This association also occurs elsewhere in Western Asia and in the Mediterranean region. The objective of this study was to determine what geological factors in the Zagros Mountains brought benefits to the first humans coming out of Africa. During the Jurassic, the continents of Laurasia and Gondwana were separated by the shallow Neotethys Ocean. Present-day western Asia was located at the innermost part of the Neotethys near the paleo-equator at a favorable location for upwelling currents, resulting in high faunal productivity. Thus, an extensive carbonate platform developed on the Arabian continental margin. After the Arabia plate separated from the Africa plate and collided with the Eurasia plate, the limestone-radiolarite association was folded and uplifted to form the Zagros Mountains. Here came to be a land replete with limestone caves and widespread radiolarite that welcomed ancient *Homo sapiens*.

キーワード：ザグロス山脈、石器、放散虫岩

Keywords: Zagros Mountains, Stone tool, radiolarite

景観変化の要因としての災害－福井県あわら市北潟湖地域を例として

A natural disaster can be a factor of landscape change? –with special reference to Lake Kitagata in Awara, Fukui, Japan

*北川 淳子¹、吉田 明弘²、篠塚 良嗣³、長谷部 徳子⁴

*Junko Kitagawa¹, Akihiro Yoshida², YOSHITSUGU SHINOZUKA³, Noriko Hasebe⁴

1. 福井県里山里海湖研究所、2. 鹿児島大学法文学部、3. 立命館大学環太平洋文明研究センター、4. 金沢大学 環日本海域環境研究センター

1. Fukui Prefectural Satoyama-Satoumi Research Institute, 2. Faculty of Law, Economics and Humanities, Kagoshima University, 3. R-GIRO, Ritsumeikan University, 4. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

景観の形成は気候変動や人間活動、災害など多くの要素が絡まって形成される。現在、見られる里山の景観も、近年の人間活動の変化により大きく変化している。福井県嶺北地方に位置する北潟湖は大聖寺川の河口付近にあり、海側は砂丘、陸側は海岸段丘に囲まれ、平地部には水田が広がる。この地域には多くの考古学遺跡が分布し、古墳時代から平安時代には製塩や製鉄の活動も活発であったことが伺える。平地部では12世紀初頭に河口庄が春日一切経料所として奈良興福寺に寄進され、水田の開発が行われ、現在の平野部の景観が形成されたと考えられる。この地域での災害は多く記録されていないが、江戸時代、西暦1712年に塩害に起因した不作のために一揆が起こった記録がある。台風による高波によるものであった可能性がある。また、西暦1586年には天正津波が日本海側で起こったと言われるが、その影響はよく知られていない。ここでは、過去に起こった災害がどの程度周辺の景観に影響を与えたか検討した。2014年12月に北潟湖でロシア式ピートサンプラーによるボーリング調査を行い、3か所から採取したコアの花粉分析を行った。

花粉分析結果から、製塩活動が行われるようになる前は、平野部もカシヤシイといった常緑広葉樹の森に覆われていたことがわかった。製塩活動により、平野部の森は伐採され、荘園の発達時期にはそこに水田が開発されたと考えられる。13世紀終わりになると主に海岸段丘上でソバ栽培が始まり、樹木は少なくなっていった。この樹木の少ない時代、大聖寺川河口付近のコアでは、草本花粉やシダ胞子の割合が非常に多いことから、今のような常緑樹の森はなかったと考えられる。17世紀にはマツ林が広がっていく。近年、スギ花粉が増加する。

植生への影響を与えた可能性のある災害は、1586年の天正の津波と1712年の一揆の前の塩害であるが、花粉分析結果を詳細にみると、大きくはないが短期間の変動が認められた。まず、天正の津波の層準付近の花粉分析結果では、花粉フラックスが全体的に減少する。それに対し、ニヨウマツ類の花粉減少は認められず、割合としてわずかにニヨウマツ類が増加していた。しかしながら、塩に強いアカザ科の花粉の増加は見られなかった。天正の地震の津波は大きな被害はもたらさなかったようである。一方、1712年ごろを見ると、アカザ科の花粉がフラックス、割合とも異様に増加する層準が認められた。塩害が起こっていたことが認められる。しかしながら、いずれも一過性であった。災害の植生への影響は認められたものの、長期に続くものではなかった。景観を大きく変化させる要因は、人間活動や気候のほうがはるかに大きい。

キーワード：花粉分析、植生、災害

Keywords: pollen analysis, vegetation, disaster

東京湾岸埋立地北部における2011年東北地方太平洋沖地震時の液状化－流動化の分布と沖積層の分布との関係

Relation between with distribution of liquefaction-fluidization phenomena at the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake and distribution of the Holocene strata

*風岡 修¹、宇澤 政晃²、檜山 知代²、荻津 達¹、八武崎 寿史¹、香川 淳¹、吉田 剛¹、加藤 晶子¹、小倉 孝之¹

*Osamu Kazaoka¹, Masaaki Uzawa², Tomoyo Hiyama², Itaru Ogitsu¹, Hisashi Yabusaki¹, Atsushi Kagawa¹, Takeshi Yoshida¹, Akiko Kato¹, Takayuki Ogura¹

1. 千葉県環境研究センター地質環境研究室、2. 関東建設株式会社

1. Research Institute of Environmental Geology, Chiba, 2. Kanto Construction Co. Ltd.

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震（Mj.9.0）（以下「太平洋沖地震」と略す）とその余震の際、東京湾岸埋立地北部では広範囲に液状化－流動化現象が発生し、局所的に0.3mを超える著しい地表面の沈下が発生した（千葉県環境研究センター地質環境研究室，2011）。この現象は、沖積層の厚い地域に集中する傾向がみられる（風岡，2011；千葉県環境研究センター地質環境研究室，2011）。今回の調査は上記の原因解明のため、地表より沖積層までの地層構成・透水層構造および液状化－流動化が発生した層準の把握と弾性波速度を求め、地震動の増幅を検討することを目的としている。このため、液状化－流動化がみられた市川市行徳と船橋市日の出において下総層群に達するオールコアボーリングを行い透水層構造や岩相層序を把握し、せん断波速度構造を調べ、千葉市美浜区稲毛海岸の本研究室敷地の下総層群内に設置された地中地震計により得られた太平洋沖地震の地震波形記録（以下「稲毛波」と略す）を基に、今回得られた地層物性値や既存データ（中澤ほか，2014；宮地ほか，2014；千葉県総務部消防地震防災課，2005など）から、沖積谷の内部（今回の調査地点）と外の地質モデルを作成し、SHAKE（榊構造計画研究所製の「K-SHAKE」）により地震動シミュレーションを行い、沖積谷の内外の揺れを比較した。

市川市行徳：行徳高校やこの南東の小・中学校のグラウンドにて多量の噴砂が見られた。オールコアボーリング地点は、行徳高校のグラウンドの北東隅で、地震時には砂混じりの地下水が多量に噴出し沈下が生じた部分である。調査地点の標高は3.3m、人自不整合は深度5.53m、沖積層の基底深度は41.70mである。

人工地層は深度0.9m以浅の盛土アソシエーションと、これ以深の埋立アソシエーションから構成される。埋立アソシエーションは、極軟らかい細粒シルト層と極ゆるい～ややゆるい極細粒砂～細粒砂層との泥勝ち互層からなる。厚さ10cm未満の砂層は液状化していない。厚さ24cm以上の砂層は液状化－流動化しているが、貝殻片や砂鉄のラミナがみられる部分は流動化はあまり起こっておらずラミナがぼやけている。

沖積層は、下位より厚さ0.1mで淘汰の悪い締まった泥まじり細礫質中粒砂層からなる最下部層、厚さ約10.3mで軟らかな細粒シルト層からなる下部層、厚さ約5.5mでローム礫混じりの締まった極細粒砂～中粒砂層からなる中下部層、厚さ約12.2mで貝化石を多く含む軟らかい細粒シルト層からなる中上部、厚さ約5.9mでローム礫混じりのやや締まった極細粒砂～中粒砂層からなる上部層、厚さ約2.1mで生物擾乱が著しいやや締まった粗粒シルト～極細粒砂層である最上部層から構成され、いずれの層準も液状化－流動化はみられない。

S波速度は、下総層群が315m/s、沖積層の下部層・最下部層が175m/s、中下部層が195m/s、中上部層が135m/s、上部層が190m/s、最上部層が280m/s、人工地層が120m/sであり、K-SHAKEによって稲毛波を沖積層の基底付近から入射した結果、沖積谷内のボーリング地点では6弱のゆれ、谷の外（人工地層・沖積層の厚さがそれぞれ6m）では5強となり、沖積谷の外でも揺れが強く液状化－流動化現象がみられた。

船橋市日の出：船橋市日の出付近では、船橋市立湊中学校のグラウンドにおいて液状化－流動化現象が発生し、大規模な噴砂や局所的沈下が生じた。また、周囲の戸建住宅の一部でも小規模な噴砂や局所沈下がみられた。オールコアボーリング地点は、湊中学校のグラウンドの北東隅の、地震時に多量の噴砂がありやや沈下が生

じた部分である。調査地点の標高は1.8m、人自不整合は3.48m、沖積層の基底深度は36.29mである。

人工地層は深度0.5m以浅の盛土アソシエーションと、これ以深の埋立アソシエーションから構成される。埋立アソシエーションは、ゆるい～ややゆるい極細粒砂～細粒砂層中に極軟らかい細粒シルト層を挟む。砂層のみの部分は液状化－流動化しているが、貝殻片のラミナが発達する層準は流動化はほとんど起きていない。

沖積層は、厚さ約5.2mで植物片を含み締まった細粒砂～中粒砂層を主体とする最下部層、厚さ約4.9mで植物片を多く含む軟らかな細粒シルト層主体の下部層、厚さ約10.7mで生痕が発達し軟らかな細粒～中粒シルト層とローム礫混じりのやや締まった極細粒砂～細粒砂層との互層からなる中下部層、厚さ約6.4mでやや締まった細粒砂～中粒砂層を主体とする中上部層、厚さ約2mで軟らかな細粒シルト層を主体とする上部層、厚さ約3.6mで中粒シルト層を主体とし最上部はやや締まった極細粒砂となる最上部層からなる。

S波速度は、下総層群が430m/s、沖積層の最下部～中下部が150m/s、中上部が230m/s、上部層・最上部層が90m/s、人工地層が120m/sであり、K-SHAKEによって稲毛波を沖積層の基底付近から入射した結果、沖積谷内のボーリング地点では5強のゆれ、谷の外（人工地層・沖積層の厚さがそれぞれ4mと6m）では5弱となり、沖積谷の外では揺れが小さく液状化－流動化現象がほとんどみられていない。

なお、本調査を進めるにあたり、千葉県立行徳高校と船橋市立湊中学校の方々、千葉県環境研究センターの方々にはさまざまな便宜をいただいたことに感謝いたします。

キーワード：2011年東北地方太平洋沖地震、液状化－流動化、東京湾岸埋立地、人工地層、沖積層

Keywords: the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, liquefaction-fluidization, Tokyo bay reclaimed land, Man-made strata, Holocene strata

備讃瀬戸の海域沖積層層序について—音波探査記録の再検討—

Consideration for marine alluvium in Bisan-Seto, Seto Inland Sea. –by re-examination of seismic profiles–

*大平 亮¹、井内 美郎²

*Ryo Ohira¹, Yoshio Inouchi²

1. オーシャンエンジニアリング株式会社、2. 早稲田大学

1. ocean engineering corporation, 2. Waseda Univ.

日本各地の沖積層層序について、再検討が進行中である。沖積平野における検討は主としてボーリング試料の分析に基づいて行われた。一方、海域の沖積層層序については、いまだ本格的な再検討は行われていない。今回、検討を行ったのは瀬戸内海中部の備讃瀬戸海域の沖積層層序である。音波探査装置Bubble Pulserを用いて得られた記録を再検討した結果、沖積層上部の海成層内に新たに音波反射面が確認できた。この反射面は現海況下の主に砂堆からなる砂質堆積物と下位層を分けるものであり、これは最終氷期後の海水準上昇により備讃瀬戸が海域化して以降で最も大きな水理環境変化、すなわち東西備讃瀬戸の開通(もしくは個々の島嶼間の海峡の開通)を反映したものと考えられる。この反射面より下位には内湾性の泥層が、上位には潮流の影響下で堆積する砂層が分布する。

キーワード：沖積層、瀬戸内海、音波探査記録

Keywords: alluvium, Seto Inland Sea, seismic profiles

Geomorphological Evolution of Hashirikotan barrier spit controlled by Seismotectonics along the Southern Kuril Subduction Zone

*七山 太¹、重野 聖之²、渡辺 和明¹、長谷川 健³、内田 康人⁴、池田 保夫

*Futoshi Nanayama¹, Kiyoyuki Shigeno², Kazuaki Watanabe¹, Takeshi Hasegawa³, Yasuhito Uchida⁴, Yasuo Ikeda

1. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター、2. 明治コンサルタント（株）、3. 茨城大学、4. 北海道総合研究機構 地質研究所

1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. MEICON, 3. Ibaraki University, 4. Geological Survey of Hokkaido

The Hashirikotan barrier spit is active in the northeastern part of Furenko lagoon facing the Nemuro Strait because five branches of spits (BS1~BS5) are clearly observed and dated by tephrochronology. The Hashirikotan barrier system has been established since 5.5 ka. The youngest BS1 has occurred after the 17th century and BS2 caused by the last seismic up rifting in the 17th century. BS3 rifted in the 12~13th century. BS4 caused by the seismic up rifting in the 9th century. BS5 has occurred at 4 ka. Since 2003, it was clearly that the great earthquakes (Mw8.5~9.1) have been occurred at an interval of 500 years along the southern Kuril subduction zone. Especially coastal area raised almost 1~2m just after the great earthquakes due to the post seismic displacements. But conversely land subsidence has been continuing at a rate 1.0 mm/year since the 17th century until now. We express that geomorphological evolution of the Hashirikotan barrier system has been controlled by the seismotectonics along the Kuril subduction zone.

This research has been supported in part by JSPS KAKENHI Grant Number 23540539, 22340153 and 15K05323.

キーワード：地形発達史、走古丹分岐砂嘴、地震テクトニクス、南千島海溝、北海道東部

Keywords: geomorphological evolution, Hashirikotan barrier spit, seismotectonics, southern Kuril trench, eastern Hokkaido

三陸海岸における谷底低地の津波遡上と河川地形

—2011年東北地方太平洋沖地震津波の浸水範囲にもとづく検討—

Effects of valley topography on run-up of the 2011 Tohoku tsunami on the Sanriku coast, northeastern Japan

*大上 隆史¹、須貝 俊彦²

*Takashi OGAMI¹, Toshihiko Sugai²

1. 中央大学理工学部、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科

1. Faculty of Science and Engineering, Chuo University, 2. Graduate School of Frontier Sciences, Tokyo University

巨大地震に伴う津波が陸上を遡上するプロセスに関する理解を深めることは、津波遡上に伴う災害予測の精度を高めることに加えて、過去の津波記録から地震の規模・頻度を正確に読み解く上で重要である。しかし、巨大地震に伴う津波遡上は過去100年間に数えるほどしか知られておらず、津波の陸上における実際のふるまいについての研究は限られている。2011年東北地方太平洋沖地震（M 9.0）によって発生した地震津波は、東日本の太平洋側沿岸地域に深刻な被害をもたらした。2011年の地震直後から現在に至るまで、津波による被害や地形変化に関する多数の研究が蓄積されてきた。これらの研究は広域かつ詳細に津波浸水域を明らかにし、地震津波の陸上における実際の挙動を検討するための有用なデータを提供している。発表者らは既報の2011年の津波浸水域を参照し、河川に沿って発達する沖積低地（河口～谷底低地）の地形と、それらの沖積低地における津波浸水範囲を比較した。その結果にもとづき、河川地形、特に河床縦断面形状が、津波の陸上でのふるまいにおいてどのような影響を持つかを検討したので報告する。

本研究では、南北に伸びる三陸海岸のうち、北端を久慈湾、南端を女川湾とする範囲を研究対象とした。研究対象地域は全体として岩石海岸が卓越し、海岸に河口を持つ河川群が河口～谷底低地を発達させている。これらの河川群から、集水域面積が5 km²以上の河川（68河川）を抽出した。ただし、近代における人為的流路変遷をうけた北上川は研究対象から除いた。68の河川のうち集水域面積は最大で946 km²に達する。河床勾配は集水域面積の多様性を反映して河川間で変化に富む。浸水範囲は原口・岩松（2013）を参照し、1:25,000スケールの地形図上で各河谷の流路に沿った遡上限界距離・高度を求めた。遡上限界は、堤外地（Channel Zone. 以下ではCZ）と堤内地（Protected Zone. 以下ではPZ）のそれぞれで求めた。また、各河川が位置する湾の地形指標として、河口の外洋に対する開度を求めた。作業を進めるにあたり、基図には1:25,000地形図を用い、国土地理院が公開している10mメッシュの数値標高モデル（DEM）の解析結果を重ね合わせて解析を行った。

遡上限界距離・高度は河川間でおおきくばらつく。遡上限界距離はCZおよびPZにおいてそれぞれ0.35–8.75 kmおよび0.25–6.80 kmであり、遡上限界高度はCZおよびPZにおいてそれぞれ5.80–27.7 mおよび3.80–34.8 mである。各河川でみると、遡上限界距離・高度はCZにおいてPZよりも大きな値をとる。遡上限界高度を遡上限界距離で除した比は、浸水域における平均的な河床縦断勾配となる。平均河床縦断勾配と遡上限界距離は負の相関を、平均河床縦断勾配と遡上限界高度は正の相関を示す。他方で、遡上限界距離・高度は海岸形状や各河川の位置との関係のみをみると、それらの間には明瞭な相関関係は認められない。これらの結果は、谷底低地における遡上限界距離・高度が河床縦断面形によって強く制約されたことを示す。また、人工構造物や植生が密なPZに比べてCZでは遡上限界距離・高度が大きな値をとることは、CZにおいてはPZに比べて遡上による浸水範囲が速やかに拡大したことを示唆する。以上の結果は津波遡上範囲から地震津波の規模を回帰的に推定する上で、陸上における地形と地表の状態（土地利用や植生など）が津波の陸上でのふるまいに与える影響を適切に評価することが重要であることを示す。

キーワード：2011年東北地方太平洋沖地震、三陸海岸、津波遡上、谷底低地、河床縦断面形、津波浸水マップ

Keywords: 2011 Tohoku earthquake, Sanriku coast, Tsunami run-up, Narrow valley floor, Longitudinal valley profile, Tsunami inundation map

三陸海岸中部・津軽石平野における完新統の堆積過程と地殻変動 Holocene sedimentary succession and crustal movement in the Tsugaruishi plain, central Sanriku coast, northeast Japan

*丹羽 雄一¹、須貝 俊彦²、松島 義章³、遠田 晋次¹

*Yuichi Niwa¹, Toshihiko Sugai², Yoshiaki Matsushima³, Shinji Toda¹

1. 東北大学災害科学国際研究所、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、3. 神奈川県立生命の星・地球博物館

1. International Research Institute of Disaster Science, 2. Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo, 3. Kanagawa Prefectural Museum of Natural History

三陸海岸では、地形学的に求めた長期的な地殻変動と測地的に求めた短期的な地殻変動の向きが異なることが従来から知られていた(池田ほか, 2012)。近年、三陸海岸南部において、沖積層の解析に基づいて、三陸海岸南部における完新世の地殻変動が、東北地方太平洋沖地震時や地震前と同様に沈降傾向である可能性が示されている(丹羽ほか, 2014など)。しかし、このような検討がされた地域は三陸海岸でも南部の一部地域のみであり、三陸海岸の隆起・沈降要因を解読する上で完新世の地殻変動データが十分とは言えない。そこで本研究では、三陸海岸中部に位置する津軽石平野で得られた3本のボーリングコアを用いて平野の堆積環境および、完新世における地殻変動傾向を推定する。

3本のコアは全て、下位から沖積層基底礫層に対応する河川堆積物、氾濫原あるいはエスチュアリー堆積物と解釈される砂泥互層、内湾堆積物と解釈される内湾潮下帯に生息する貝化石を含む泥層、デルタ堆積物と解釈される上方粗粒化を示す砂泥層、および現世の河川および氾濫原堆積物から構成される。これらのうち、最も上流側で得られたコア試料では、上方粗粒化を示すデルタフロント堆積物の上位に上方細粒化を示す砂泥層が認められ、この砂泥層中には干潟砂泥底に生息する現地性のオオノガイが産出した。これらのことから、デルタフロント堆積物の上位に見られる上方細粒化する砂泥層は潮間帯で堆積したと考えられ、その分布高度(現海面下約12 m)は、堆積当時(約7500 cal BP)の海面高度を近似すると考えられる。

当該地域における8000~7000年前以降の相対的海水準は、地域的な地殻変動を考慮しない場合、現海面下-5 mよりは高い(Okuno et al., 2014)。すなわち、上記の現海面下約-12 mに位置する潮間帯堆積物の分布高度から、調査地域の地殻変動が完新世中期以降沈降傾向にあることが推定される。三陸海岸南部の既存研究(丹羽ほか, 2014など)も踏まえると、少なくとも津軽石平野付近まで完新世の沈降傾向が追跡できる可能性が示唆される。

キーワード：完新世、三陸海岸、地殻変動

Keywords: Holocene, Sanriku coast, crustal movement

オールコアの解析に基づく会津盆地の浅部地下地質構造の検討

Study of shallow subsurface geology based on analysis of sedimentary cores drilled in the Aizu Basin, Northeast Japan

*石原 武志¹、鈴木 毅彦²、本郷 美佐緒³、内田 洋平¹

*Takeshi ISHIHARA¹, Takehiko SUZUKI², Misao HONGO³, Youhei UCHIDA¹

1. 産総研、2. 首都大、3. 有限会社アルプス調査所

1. AIST, 2. Tokyo Metropolitan University, 3. Alps Technical Research Co., Ltd

1. はじめに

会津盆地は東北日本弧の奥羽脊梁山脈西方に発達する内陸盆地群のひとつであり、盆地の東西をそれぞれ会津盆地西縁断層帯と会津盆地東縁断層帯に限られる（活断層研究会，1991；福島県，2002；産総研，2007）。会津盆地の地下構造については近年、鈴木ほか（2013，2016）が会津坂下で掘削したオールコア（AB-12-2，標高179.1m，深度99.5m）解析に基づき、会津盆地西部地下における中期更新世以降のテフラ層序と西縁断層の活動性について考察している。しかし、盆地全体の第四系地質構造や両断層帯の活動史については、地下の資料が乏しいため（鈴木ほか，1977）十分に明らかでない。

産業技術総合研究所では、地中熱利用促進のための地中熱ポテンシャル評価研究の一環として、会津盆地における浅部地下地質構造の調査を進めている。これまでに会津盆地東部の2地点においてボーリングを実施し（GS-SOK-1，標高175.99m，深度130m：塩川；GS-AZU-1，標高208.36m，深度100m：会津若松），それらの層序について報告した（石原ほか，2015，2016）。本発表では、これらのコアとAB-12-2コアの層序対比を基に会津盆地の浅部地下地質構造について考察する。

2. 各コアの層序

GS-SOK-1：深度81.1～81.7mより、砂子原逆瀬川テフラ（Sn-SK：220ka；鈴木ほか，2004）を検出した（石原ほか，2015）。本コアの地域花粉化石群集帯は、石原ほか（2016）の報告に深度10.7～20.5mの花粉分析結果を加え、下位よりSOK-Iから-XII帯まで再区分した。SOK-I帯（深度111.1～126.7m）では、下部に第三紀型植物分類群の*Metasequoia*，*Keteleeria*，*Carya*等を低率に産出する。以上の結果と¹⁴C年代値（石原ほか，2015）に基づき、深度6.0mまでを完新統，6.0～45.0mを上部更新統，45.0～110.5mを中部更新統，110.5～130.0mを下部更新統に区分した。

GS-AZU-1：深度13.35～13.38mに始良Tn（AT，29-30ka；町田，2011），30.25～30.30mに阿蘇4（Aso-4，87ka；青木ほか，2008），34.1～35.1mに沼沢芝原（Nm-SB，110ka；鈴木ほか，2004），52.35～52.40mに砂子原松ノ下（Sn-MT，180-260ka；鈴木ほか，2004）の各テフラを検出した。また、深度70.5～76.3mに白河火砕流堆積物群の勝方火砕流堆積物（吉田・高橋，1991；黒川ほか，2008）が見いだされた。以上の結果と¹⁴C年代値に基づき、深度5.0mまでを完新統，5.0～36.5mを上部完新統，36.5～52.5mを中部更新統，52.5～100.0mを下部更新統に区分した。

AB-12-2：鈴木ほか（2016）に基づく、深度約8.5mまで完新統，約8.5～44.5mは上部更新統，約44.5m～99.5mは中部更新統に相当する。本コアは下部更新統に達していない。

3. 会津盆地の浅部地下地質構造

GS-AZU-1のテフラ深度から完新統～上部更新統の平均堆積速度を算出すると、地表～AT間で0.45m/kyr，AT～Nm-SB間で0.26～0.27m/kyrとなる。一方、AB-12-2の完新統～上部更新統の平均堆積速度は、地表～大山倉吉テフラ（DKP：55-66ka；鈴木ほか，2016）間で0.46～0.55m/kyr，DKP～田頭テフラ（TG，129ka；青木ほか，2008）間で0.19～0.23m/kyrである（鈴木ほか，2016）。両地点の後期更新世以降の堆積速度に大きな差は見られない。盆地床の堆積速度が東西の断層帯の活動度に依存すると仮定すると、後期更新世以降の東縁，西縁断層帯の平均上下変位速度は同程度と考えられる。堆積速度の変化する時期

が各コア地点で異なることについては、断層の活動時期或いは堆積環境の局所的変化を反映している可能性がある。

中部更新統と下部更新統の境界深度は、会津若松で深度50～60m程度、塩川で110～120m程度、熱塩で50～60m程度（東北通産局，1999）にある。下部更新統は、盆地の南部・北部から中央部へ傾いて分布する構造が推定される。一方、盆地西部の会津坂下では深度100mでも下部更新統には到達しない（鈴木ほか，2016）。深井戸資料を参考にすると、会津坂下付近の下部更新統は少なくとも地表下150m以深に分布している可能性がある。東西方向で見ると、中部更新統と下部更新統の境界深度は西側へ傾く構造が読み取れる。このことは、西縁断層帯と東縁断層帯の活動史を明らかにするうえでも重要な知見となる。

キーワード：会津盆地、第四紀、更新統、地下地質構造、テフラ、花粉化石

Keywords: Aizu basin, Quaternary, Pleistocene, shallow subsurface geology, tephra, fossil pollen

鬼怒川下流域の地下表層地質からみたクレバススプレーの発達と氾濫原の堆積環境変化

Crevasse splay evolution and changes in depositional condition of surrounding floodplain inferred from surface deposits of the Kinu River, central Japan

*泉田 温人¹、須貝 俊彦¹、松崎 浩之²、田村 亨³

*Atsuto Izumida¹, Toshihiko Sugai¹, Hiroyuki Matsuzaki², Toru Tamura³

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、2. 東京大学総合研究博物館、3. 産業技術総合研究所地質調査総合センター

1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. The University Museum, The University of Tokyo, 3. Geological Survey of Japan, AIST

Crevasse splays are an important component of floodplains and have been suitable topography for human occupation through the prehistorical and historical times because of rapid, intensive aggradation of the specific area in floodplains which in turn produces relatively elevated place against following inundation events. However, more needs to be known about their morphology, time scales of formation, and relationships with surrounding floodplains to clarify the roles for floodplain evolution and human use of crevasse splays.

A crevasse splay diverted from the Kinu River at Obokawa, Joso City, Ibaraki Prefecture was reconstructed by analysis of several drilling cores (up to a depth of 5 m), coupled with ground penetrating radar (GPR) survey and radiocarbon dating. The study area is located 25 km upstream from the confluence of the Kinu River with the Tone River. The Kinu River in this area has a low sinuosity, single channel and a sandy bed with a gradient of about 1/2500. Sadakata (1971) suggests that overbank vertical accretion is dominant in the floodplain there, which is 4–8 km wide and is bordered on both the west and east by the Kinu and Kokai rivers.

The crevasse splay is about 2 m higher than surrounding flood basins, forming a convex-shaped mound. The splay and the trunk channel of the Kinu River were connected by a narrow crevasse channel. The crevasse splay experienced the development of new rice fields since 17th century, indicating the inactivity of the splay since then.

The facies of the cores were roughly divided into three depositional units composing channels (CH), natural levees (LV), and back swamps (BS). Core OBK-01, located in the crevasse channel, had two CH units at the depths of 1–2.5 m and 3–3.5 m, positioned above and below a BS unit. The radiocarbon age determined at Micro Analysis Laboratory, Tandem accelerator, the University of Tokyo suggests this repetitive channel emergence dated back to later than 1000 BC. Cores adjacent to the crevasse channel showed alternate deposition of BS and LV units in 0.5–2 m thick for each unit, indicating that the LV units were associated with development of the crevasse channel and the distribution of alluvial topography had frequently changed in the past. Detailed facies analysis, GPR profiles, and additional radiocarbon ages will be shown in the presentation.

Reference

Sadakata, N.: Formation of the Lower Kinu River Floodplain, *Geographical Sciences (Chiri Kagaku)*, 18, 13–22, 1971 (in Japanese with English abstract).

キーワード：クレバススプレー、氾濫原、鬼怒川、地中レーダー

Keywords: crevasse splay, floodplain, the Kinu River, ground penetrating radar

ボーリングデータを基礎にした三次元浅部地盤モデルの構築手法と東京低地の例

3D geologic modelling in the subsurface of the Tokyo Lowland : methodology and application

*木村 克己¹、花島 裕樹²

*Katsumi Kimura¹, Yuki Hanashima²

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、2. Smart Solutions 株式会社

1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, 2. Smart Solutions Cooperation

地盤モデルは、地震動や液状化危険度評価をはじめ工学的研究の基盤をなすものである。都市平野域では、国および自治体が地盤調査で得たボーリングデータが大量に蓄積・整備されてきており、地盤モデル構築にとって有用なデータとして利用されている。このボーリングデータに基づいた地盤モデル構築の手法や仕様は、全国電子地盤図を始め多様であるが、三次元的な地層の連続性を考慮せずに、メッシュ単位で代表的なボーリング柱状図から地盤モデルを定めることが多い。そのメッシュサイズは一般に500mないし250m区画である。浅部地盤は、地表地形の変化、地下に伏在する不整合面や埋没地形面、堆積環境の変化などを反映した急激な土質・物性の側方変化を示すため、その精度は、従来の250mメッシュでは粗く、より高解像度の100mないし50mメッシュが望ましい。しかし、上記の方法では、このような細分メッシュではボーリングデータの少ないメッシュが大半を占めるため、その適用が困難になる。

浅部地盤の特徴は、埋没谷や侵食地形、断層などの不整形な地下構造が伏在し、岩相や物性も側方に変化に富むことである。このような浅部地盤のモデル化において、ボーリングデータを始めとする地盤情報の量や密度は一般に不十分であり偏在している。木村ほか(2014)は、不足する地下情報を補う上でも有効な、地形・地質の成り立ちに基づく地層境界の面モデルの構築手法(木村ほか, 2013)と、江藤ほか(2008)で開発された、ボーリングデータ(主に標準貫入試験調査)の土質区分とN値の三次元グリッドモデル(ボクセルモデルの一種)の構築手法(江藤ほか, 2008)を基礎に、沖積層基底面の地層境界面で制約した三次元グリッドモデル化の手法を開発し、東京低地北部から中川低地においてその実例を示した。

本研究では、同手法を基礎に、ボーリングデータを用いた三次元グリッドモデル構築手法の適用性の拡大をはかる目的で、モデル構築プログラムと手法の改良を行うとともに、東京湾岸低地と隣接する台地地域でモデル化を行った結果を発表する。

三次元グリッドモデルは、個々のグリッド(ノード)の属性値として、土質区分とN値、および地層区分情報を有する。浅部地盤の不整形な特性は、その境界となっている地層境界面モデルによって制約する。モデル化は、前処理から、プログラムでの計算処理、可視化と検証、応用にいたる6つの段階に区分される。前処理には、モデル化に利用するボーリングデータの収集・電子化・品質確認、対象地域の地形・地質情報の整理と標準層序の設定、ボーリングデータの地層区分などがある。ボーリングデータの一連の処理には、産総研・防災科研から公開されているボーリングデータ処理システムの一連のソフト群とFOSS4GのQGISを用いた。なお、ボーリングデータのファイル形式はボーリング交換用形式のXMLファイル(国交省の地質・土質調査要領)に準拠している。モデル構築プログラムは、ボーリングデータから、①土質・N値・地層区分の情報を抽出し、それらの名称・数値・区間標高などを規格化すること、②抽出した各地層境界情報から、地層境界面モデルを求めること、③三次元グリッドの空間補間処理計算(IDW)の実行を行うこと、の3段階を経てグリッドモデルをCSV形式のファイルで出力する。プログラムは、Python3で記述されており、面モデル計算用に、BS-Horizon(野々垣ほか, 2008)を組み込んでいる。

東京低地および周辺地域のモデル範囲は、JGD2000/UTM54帯の空間参照系において、X=387,000 -407,000m, Y=3,944,400 -3,956,500m, 標高-80 -+30m, 東西20km, 南北12.5km, グリッドサイズは、水平100m区画、垂直1mである。用いたボーリングデータは自治体・国から提供を受けた約6000本である。

三次元グリッドの空間分布を制約するために、木村ほか（2012）による沖積層基底面モデルと、今回新たに作成した河成段丘面、東京層基準面の各地層境界面、地盤の上面を境する地表面モデルを活用した。武蔵野台地から東京低地西部に分布する更新統は、東へ約1%の勾配で傾動している。上記③のグリッド計算の際に、東京層基準面を用いて水平補正を行い傾斜の影響を除去した。

三次元グリッドモデルの可視化は、エクセルのVBAを用いた断面図作成、ボーリング柱状図解析システム（産総研）への読み込みと表示、ボクセラー（Voxler）による三次元表現の3方法を用いている。

キーワード：3次元地質モデル、ボクセルモデル、ボーリングデータ、東京低地、地盤モデル

Keywords: 3D geologic model, voxel model, borehole data, Tokyo Lowland, ground model

静岡県浜名湖の過去2000年の自然環境史

Environmental History during the last 2,000 years in Lake Hamana, Shizuoka

*山田 和芳¹、瀬戸 浩二²、香月 興太²、佐藤 巧²

*Kazuyoshi Yamada¹, Koji Seto², Kota Katsuki², Takumi Sato²

1. ふじのくに地球環境史ミュージアム、2. 島根大学

1. Museum of Natural and Environmental history, Shizuoka, 2. Shimane University

Lake Hamana is seventh biggest lakes in Japan, locates on the coastline of the Pacific Ocean.

Archaeological data suggests that people lived around the lake from Jomon periods, and brackish environment in the lake that is modern condition might be caused by tsunami event related to huge earthquake along the Nankai Trough in 1498 AD.

In order to reconstruct the variation of the past environment during the last 2,000 years, TOC, TN, TS contents with multiple radiocarbon data are measured with high-resolution.

The bottomed sediments were obtained at northern flat basin which is approximately 11 m in water depth in the lake. Two sediments cores which are 378 and 132 cm length, respectively have continues deposition since the 2,100 cal yr BP on the basis of radiocarbon data.

Our preliminary results of variations of TOC, TN, TS contents indicates brackish to marine environments last for the 2,000 years, and there is no signal against tsunami event in 1498 AD.

キーワード：堆積環境、浜名湖

Keywords: Sedimentary Environment, Lake Hamana

北海道北部，頓別平野における樽前火山起源のテフラ

Tephra from Tarumai volcano in Tonbetsu Plain, Northern Hokkaido, Japan

*横田 彰宏¹、近藤 玲介²、重野 聖之¹、金丸 龍夫³、右代 啓視⁴、富士田 裕子⁵

*Akihiro Yokota¹, Reisque Kondo², Kiyoyuki Shigeno¹, Tatsuo Kanamaru³, Hiroshi Ushiro⁴, Hiroko Fujita⁵

1. 明治コンサルタント株式会社、2. 皇學館大学、3. 日本大学、4. 北海道博物館、5. 北海道大学

1. Meiji Consultant Co., Ltd, 2. Kogakkan University, 3. Nihon University, 4. Hokkaido Museum, 5. Hokkaido University

●はじめに

北海道南西部に位置する樽前火山は、完新世初頭から火山活動を行う活火山である。樽前火山を起源とする完新世の火山灰は、樽前a火山灰 (Ta-a; 西暦1739年)、樽前b (Ta-b; 西暦1667年)、樽前c2 (Ta-c2; 約2.5ka)、樽前d (Ta-d; 約9.0ka) などが知られ (瀬尾ほか, 1968; 曾屋・佐藤, 1980; 古川・中川, 2010 など)、指標火山灰として北海道各地に分布する (町田・新井, 2003)。これらの火山灰の中でもTa-aのみが北海道北部においても見出され、完新世の堆積物の鍵層の一つとして知られる。本発表では、北海道北部の砂堤列において見出された2層の火山灰が、樽前火山起源の火山灰に対比された結果について報告する。

研究対象地域である北海道北部オホーツク海側頓別平野周辺においては、比較的大規模な河川である頓別川の下流域に中期更新世以降に形成された海成・河成段丘と、沖積低地や砂丘列などが分布する (小疇ほか, 2003)。頓別平野の砂丘上には多くの遺跡が分布していることが知られており (浜頓別町教育委員会, 2014)、過去の間人活動と地史の関係を解明するためにも砂丘などの沿岸部に分布する地形発達史や層序を明らかにする必要がある。しかし、北海道北部では、これまでTa-aを除けば完新世火山灰や年代資料が発見されず、砂丘などの発達史について不明な点が多い。

本研究は、頓別平野沿岸部の複数地点において堆積物の記載と各種分析を行い火山灰の対比を試みた。頓別川右岸のブタウス遺跡周辺における最前列の砂堤の露頭では、海成砂礫層とこれを覆う腐植質な風成砂よりそれぞれ細粒なガラス質火山灰が認められた。これらの2層の火山灰は、火山ガラスの形態分類、温度変化型屈折率測定装置を用いた火山ガラスの屈折率測定、エネルギー分散型X線分析装置を用いた火山ガラスの組成分析をおこなうことにより、北海道に分布する複数の完新世火山灰の模式試料との対比を検討した。

●結果とまとめ

頓別平野南東部の砂丘列では、同一露頭で2層の細粒なガラス質火山灰が時間間隙を伴い堆積しているという層位関係の記載結果や、鉱物の屈折率、岩石学的特徴 (TiO₂-K₂Oの関係) の分析の結果から、それぞれTa-a、およびTa-c2に対比される可能性が高いことが明らかとなった。Ta-c2は、これまで北海道北部における報告はなく、その降下範囲の再検討の必要性が示唆されるとともに、北海道北部の砂堤列をはじめとした完新世の地形発達や堆積史を考える上で有力な鍵層となりうる。

引用文献

浜頓別町教育委員会 (2014) 浜頓別町教育委員会. 223p. ; 古川・中川 (2010) 産総研地質調査総合センター, 7p. ; 町田・新井 (2003) 東京大学出版会, 336p. ; 小疇ほか (2003) 東京大学出版会, 359p. ; 瀬尾ほか (1968) 北海道農業試験場土性調査報告. ; 曾屋・佐藤 (1980) 地質調査所, 92p.

キーワード：火山灰、砂丘、樽前火山、頓別平野、完新世

Keywords: Tephra, Sand dune, Tarumai volcano, Tonbetsu plain, Holocene

関東平野 猿島台地南部と筑波台地，下総台地北西部に分布する上部更新統常総層にみられる海洋酸素同位体ステージ 5c の鍵テフラ
MIS 5c key-maker tephras in the upper Pleistocene Joso Formation in the southern Sashima, Tsukuba and northwestern Shimosa Uplands, Kanto plain, Japan

*秋山 大地¹、須貝 俊彦¹、岡崎 浩子²、中里 裕臣³、大井 信三⁴

*Daichi Akiyama¹, Toshihiko Sugai¹, Hiroko Okazaki², Hiroomi Nakazato³, Shinzou Ooi⁴

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、2. 千葉県立中央博物館地学研究科、3. 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所、4. 産業技術総合研究所地質情報研究部門

1. Department of Natural Environmental Studies, Institute of Environmental Studies, Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo, 2. Division of Earth Science, Natural History and Institute, Chiba, 3. National Institute for Rural Engineering, 4. Research Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan

関東平野の段丘の大半は、海洋酸素同位体ステージ (MIS) 5 に形成された。これらの段丘群は、氷河性海水準変動と、縁辺部の相対的隆起と中央部の相対的沈降によって特徴づけられる関東造盆地運動とが、密接に関連し合う環境下で、MIS 5e 以降の古東京湾の段階的な縮小に伴って発達してきたと考えられている。このうち、関東平野中央部において、MIS 5d 以降に発達したと考えられている上部更新統下総層群常総層とその堆積面により形成される段丘面の発達史は、不明な点が多い。そこで本研究では、関東平野中央部に分布する猿島台地南部と筑波台地，下総台地北西部を対象に、地形判読，堆積相解析，テフラ分析を行った。その結果、段丘面は 6 面に細分された。このうち猿島・下総台地の高位から 1-5 面と、筑波台地の高位から 1-3 面の構成層は、海浜相を主体とする木下層と、氾濫原・流路相を主体とする常総層である。テフラ分析の結果、筑波台地に分布する常総層から日光満美穴テフラ (Nk-Ma. 約 100 ka: 山元, 2012) に、猿島台地に分布する常総層から御岳第 1 テフラ (On-Pm1. 約 96 ka: 青木ほか, 2008) にそれぞれ対比しうる火山灰層が検出された。

Nk-Ma は、那珂・鹿島・行方・新治・稲敷台地では確認されている (大井, 2013, Ph. D) もの、筑波台地での検出は初であり、これにより Nk-Ma の降下範囲の南限は、従来知られていたものより大幅に広がる。筑波台地における Nk-Ma は、保存状態の良いもので厚さ 2-8 cm、最大粒径 12 mm の淡黄色軽石層の様相を呈し、構成粒子は斜方輝石、単斜輝石、普通角閃石、褐色バブルウォール型火山ガラス、灰色パミス型火山ガラスよりなる。Nk-Ma の他地域への追跡およびこれを含めたテフラによる常総層の編年が進むことが期待される。

文献

青木ほか (2008) 第四紀研究, **47**, 391-407. 大井 (2013, Ph. D) 茨城大学大学院博士論文, 172p. 山元 (2012) 地質調査研究報告, **63**, 35-91.

キーワード：関東平野、猿島台地、筑波台地、下総台地、MIS 5c、テフラ

Keywords: Kanto Plain, Sashima Upland, Tsukuba Upland, Shimosa Upland, MIS 5c, Tephra

和歌山県串本町の陸繋砂洲コア試料から発見された天城カワゴ平 (Kg) テフラ

A discovery of Amagi-Kawagodaira tephra(Kg) from core samples taken at the connecting bar in Kushimoto, southern tip of Kii peninsula, Pacific coast of western Japan

北川 珠己¹、*前杵 英明²、宍倉 正展³、越後 智雄⁴、行谷 佑一³

Tamaki Kitagawa¹, *Hideaki Maemoku², Masanobu Shishikura³, Tomoo Echigo⁴, Yuichi Namegaya³

1. 法政大学大学院、2. 法政大学文学部地理学科、3. 産業技術総合研究所活断層火山研究部門、4. 一般財団法人地域地盤環境研究所

1. Graduate school of Humanities, Hosei University, 2. Department of Geography, Hosei University, 3. Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, AIST, 4. Geo-Research Institute

南海トラフの中部沿岸に位置する和歌山県串本町の陸繋砂洲（標高5.7 m）において、過去の巨大津波の発生サイクルを明らかにするため、深度3～9 mまでの5本のボーリングコア試料を採取した。採取したボーリングコアには、いくつかの津波堆積物の可能性がある粗粒な砂礫層が見られ、宍倉ほか（2014）などで報告した。また最も長い050コアの深度7.28～7.47 mには、バブルウォール型のガラス片を多量に含む灰白色火山灰層があり、ガラスの屈折率や成分分析の結果、鬼界アカホヤ（K-Ah）テフラであることが判明した。鬼界アカホヤテフラ以外は肉眼でテフラを認識できないことから、今回、潜在火山灰の分析を行ったので、その結果を報告する。

方法はコアを5cmずつ分割して細粒物を取り除き、500～125 μ mの粗粒物質を抽出して顕微鏡で観察を行った結果、多くの試料の中に肉眼では見えない潜在火山灰、いわゆるクリプトテフラが確認された。それらのガラスの形状の記載とともに、ガラス成分について温度可変型屈折率測定装置（MAIOT）を使って屈折率測定を行い、広域火山灰との対比を行った。その結果、多くの火山灰は鬼界アカホヤ（K-Ah）または始良Tn（AT）が再堆積したものであったが、2本のコア試料から、天城カワゴ平（Kg）と考えられるテフラを発見し、さらにEPMAによる成分分析も行いこれまでの研究成果と矛盾しないことを確認した。天城カワゴ平（Kg）テフラが確認された層準について、レーザ回析・散乱式粒度分布測定装置SALD-3100（島津製作所製）を用いて粒度分析を行った結果、ほとんどシルト～粘土からなる静水域で堆積したラグーンの堆積物であることがわかり、周辺の斜面から流水によって運搬されてきたものではなく、原位置堆積のテフラであると判断した。また天城カワゴ平（Kg）テフラが確認された試料は、¹⁴C年代値が3060-2870calBPと同層準、および3320-3080calBP直下で採取されたものであり、奥村ほか（1999）による噴出年代に概ね一致している。

このうち、3060-2870calBPを示す直上に20cm以上の厚い粗粒な砂礫層があり、これを津波堆積物と考えると、天城カワゴ平テフラ降下直後に南海トラフで巨大津波が発生した可能性が高く、津波発生年代を複数の年代測定法によってより限定できたことは、天城カワゴ平テフラが和歌山県南部にまで達していたという新発見に加えて、研究の意義が大きいと考えている。

キーワード：南海トラフ、潜在火山灰、天城カワゴ平（Kg）、津波堆積物

Keywords: Nankai Trough, crypt tephra, Amagi-Kawagodaira(Kg), tsunami deposit

Postglacial environmental change and prehistoric hunter-fisher-gatherer habitations in the Hokkaido region (northern Japan) inferred from pollen data and archaeological site distribution

*Christian Leipe¹, Chiharu Abe², Stefanie Müller¹, Hirofumi Kato³, Mayke Wagner⁴, Andrzej W. Weber⁵, Pavel E. Tarasov¹

1. Paleontology Section, Institute of Geological Sciences, Freie Universität Berlin, Germany, 2. Jomon World Heritage Promotion Office, Hokkaido Government, Japan, 3. Center for Ainu and Indigenous Studies, Hokkaido University, Hokkaido, Japan, 4. Eurasia Department and Beijing Branch Office, German Archaeological Institute, Germany, 5. Department of Anthropology, University of Alberta, Canada

Substantial progress has been made on understanding the evolution of Late Pleistocene/Holocene hunter-fisher-gatherers. A growing body of evidence suggests that most of these groups did not, as was long assumed, remain relatively static and marginal over long periods. One area that has a rich, complex, and dynamic hunter-fisher-gatherer prehistory, which persisted until the middle of the 19th century AD, is the Hokkaido region. While empirical information about the hunter-fisher-gatherer archaeology in this region is increasing, understanding of the specific mechanisms driving the cultural trajectories remains insufficient. What specific mechanisms generated the observed hunter-fisher-gatherer cultural patterns and which role climate change played in these processes are two main research questions of the ongoing Baikal-Hokkaido Archaeology Project (BHAP, <http://bhap.artsrn.ualberta.ca>). Within this scope, we have (1) examined the spatio-temporal distribution of archaeological excavation sites in the Hokkaido region and (2) have evaluated the findings in view of key palaeoclimate records from the greater study area and the preliminary results of the palaeobotanical analysis of the RK12 sediment core from Lake Kushu (45° 25'58"N, 141°02'05"E; Rebun Island). The continuous and well-dated RK12 core covering the last ca. 17,000 years has been identified as a key palaeoenvironmental record for the region of northern Japan. The spatio-temporal analysis of archaeological sites in the Hokkaido region exhibits hunter-fisher-gatherer population dynamics from the Upper Palaeolithic (>14,000 cal yr BP) to the Ainu period (ca. 700–100 cal yr BP). Most cultural transitions coincide with periods of climate and environmental change. The data support the hypothesis that Palaeolithic subsistence was, at least partly, based on terrestrial hunting. The subsistence strategy shifted towards marine resources and plant exploitation alongside the early phases of the Jomon cultural complex paralleled by lateglacial climate warming, rising sea levels, and a change in regional marine currents. With continuous Holocene climate warming, site numbers increased suggesting a rise in population, which culminated in the Middle Jomon period (5000–4000 cal yr BP). At the same time, Jomon subsistence experienced a process of diversification and intensification in exploitation of natural food resources. These changes in the food economy probably allowed the persistence of the Middle Jomon culture beyond the Holocene temperature optimum (around 5000 cal yr BP). After, the population decreased until the end of the Jomon culture accompanied by a trend towards cooler climate conditions. During the Satsumon/Okhotsk culture periods (1500–700 cal yr BP) population re-increased. While the spread of Satsumon people into Hokkaido appears to have been controlled by human agency, immigration of Okhotsk people may be linked to climate cooling in the regions north of Hokkaido. Sites representing the following cultural period (Ainu, ca. 700–100 cal yr BP) re-decrease and show a concentration in eastern Hokkaido. It remains unclear what brought about the Satsumon-Ainu cultural transition. Thus far, there is no indication for any social or climatic factors having influenced this cultural transformation. Although most parts of the Hokkaido forager trajectory appear to be linked with environmental changes, causal relations need to be verified by future high-resolution and well-dated regional palaeoenvironmental records (e.g. the RK12

core) and dedicated archaeological research including conventional methods and more recent techniques like the "life history approach".

Keywords: Human–environment interactions, Hunter-fisher-gatherer cultures, Postglacial climate change, Neolithic, Palaeolithic, Hokkaido

カナリア諸島テネリフェ島における黒曜石の産状とスペイン植民以前の遺跡に関する予備的調査成果

Results of a preliminary study on the obsidian outcrops and Pre-Hispanic sites in Tenerife, Canary Islands

*中沢 祐一¹、ベガ・マエソ クリスティーナ²、カルモナ・バレストロ エドワード³、リゼト ジョン⁴、ベルソーサ・オルダス アルベルト³、直江 康雄⁵、土肥 研晶⁵、新家 水奈⁵、デル・アルコ・アギラール メルセデス⁶

*Yuichi Nakazawa¹, Cristina Vega Maeso², Eduardo Carmona Ballester³, John Rissetto⁴, Alberto Berzosa Ordaz³, Yasuo Naoe⁵, Kensho Dohi⁵, Mina Araya⁵, Mercedes del Arco-Aguilar⁶

1. 北海道大学大学院医学研究科、2. カンタブリア大学、3. ブルゴス大学、4. ネブラスカ州歴史協会、5. 北海道埋蔵文化財センター、6. テネリフェ考古博物館

1. Graduate School of Medicine / Hokkaido University, 2. University of Cantabria, 3. University of Burgos, 4. Nebraska State Historical Society, 5. Hokkaido Archaeological Operations Center, 6. Tenerife Archaeological Museum

カナリア諸島は北アフリカの大西洋沖に位置する東西490kmに及ぶ火山列島である。テネリフェ島はカナリア諸島の中央に位置し、リフトゾーンの活動によって山地形成とカルデラ崩壊が繰り返されており、現在も火山活動が活発である (Carracedo and Troll, 2013)。テネリフェ島では11.9Maから火山活動が始まり、3つのステージを経て、3.5MAには現在のテネリフェ島の90%に相当する容量が形成された (Carracedo and Perez-Torrado, 2013)。島の中央部のラス・カニャーダス・カルデラ火山が最も新規に形成された地域であり、その中央部にはテイデやピコ・ヴィエホなどの海拔3000m級の火山を擁する。15世紀のスペイン人による入植以前からテネリフェ島の先住民であったグアンチェスは、完新世の活発な火山活動の中で生存してきた。モロッコのベルベル人に起源するグアンチェス (Maca-Meyer et al., 2004) の生活は、狩猟・採集およびオムギなどの栽培植物の利用によって特徴づけられ、海産物も利用しており、海岸部では貝塚が残された。金属器をもたなかったものの、土器、石器、木器、骨角器などの道具を利用していた。中でも火山活動にともなって生成された黒曜石は、多数の先史時代の遺跡から確認されており、石器の原料として島内に広く用いられていた。本調査では、スペイン植民以前の生活史を明らかにするための基礎データを収集することと、テネリフェ島というユニークな地質的・生物地理的環境における人間活動と火山との関係を明らかにすることを目的とした。資源のなかでも黒曜石に焦点をあてた。テネリフェ島内の黒曜石と遺跡の分布に関するデータが限定的であったため、予備的なフィールドワークを実施した。①ラス・カニャーダス火山の形成に伴う黒曜石の産状調査、②テネリフェ島南部乾燥地帯の沖積扇状地における遺跡分布調査、の2種類を実施した。①は、テイデ国立公園内にあり、すでに存在が知られているテイデ南側のタバナル・ネグロと北側のタバナル・ロス・グアンチェスの2カ所 (Hernández Gómez and Galván Santos, 2008)、および北側海岸部 (チャルコ・デ・ヴィエント) の溶岩地帯の、計3カ所を踏査した。いずれの地点でも黒曜石は溶岩流の中に産出している状態にあった。タバナル・ネグロは黒曜石の巨礫が分布する場所であり、モンターニャ・ブランカに起源するフォネリティックな溶岩ドームのひとつであり、約2000年BPと見積もられている (Ablay et al. 1995)。溶岩ドームを埋めるように扇状地が発達し、そこに石器・土器の散布を確認した。これらの散布地は海拔2270-2300mに位置する。一方、テイデ北側斜面の溶岩流に含まれるタバナル・ロス・グアンチェスでは、地表面に数キロにわたって黒曜石の礫が分布しており、石器の製作痕跡が多数確認できた。これらの地点は標高1500-1550mに位置する。この溶岩流はテイデ山から比較的最近噴出したラバス・ネグラスと呼ばれるフォネリティックな溶岩である。ラバス・ネグラス直下の炭化材から得られたAMSによる¹⁴C年代が1150±140 cal. BPであることから (Carracedo et al., 2013)、グアンチェスがタバナル・ロス・グアンチェスの黒曜石を利用し始めたのはAD7世紀以降であることがわかる。テイデ火山周辺には、完新世の噴火に伴う溶岩が広がっており、火山層序ユニット (volcano-stratigraphic units) では周辺の溶岩ドーム (peripheral lava domes) と呼ばれる。黒曜石を採集した北側海岸部 (チャルコ・デ・ヴィエント) はこの周辺の溶岩ドームの

内、アベハラ・アルタ (Abejera Alta) と呼ばれる標高2500mの斜面から海岸まで10 km続く溶岩ドームの末端に位置する。AMSによる ^{14}C 年代は 5911 ± 264 cal. BPであることから (Carracedo et al., 2007, 2013), チャルコ・デ・ヴィエントの黒曜石の生成年代は6000年前を遡らないと考えられる。踏査した限り、溶岩の中に分布する黒曜石の中には石器の製作痕跡は見つからなかった。②のテネリフェ島南部の沖積扇状地における遺跡分布調査は、テイデ火山の南側のグラナディージャ地区で行った。この地域は地質的にはラス・カニャーダス火山であり、新第三紀から第四紀までの活動で隆起した南のリフトゾーンに含まれる。バランコ (barranco) と呼ばれる干上がった河川が樹枝状に発達する。3日間の踏査で、スペイン植民以前の遺物散布地点 (遺跡) を32ヵ所記録した。内29ヵ所で黒曜石の剥片を確認した。踏査地は溶結凝灰岩や降下軽石によっておおわれており、玄武岩層も含まれる。黒曜石は段丘堆積物の中に小礫を認めたが、数量はきわめて少ない。遺物である黒曜石の特徴は漆黒、半透明、緑黒色など多様であることも考えると、グアンチェスは黒曜石をグラナディージャ地区以外の遠隔地より得たと考えられる。多くの課題があるが、(1) 黒曜石の産状調査、(2) 黒曜石を含む溶岩の噴出年代と遺跡のある地形面の時期的関係、(3) スタンダードな方法による元素組成による黒曜石および他の石器石材の産地分析を実施することが重要である。本調査は、科学研究費補助金 (No 26350374) の成果の一部である。

キーワード：テネリフェ島、黒曜石、溶岩流、スペイン植民以前、資源利用

Keywords: Tenerife Island, Obsidian, Lava flow, Pre-Hispanic, Resource exploitation

2016年熊本地震で甚大な被害を受けた益城町市街地の地下地質 Subsurface geology beneath downtown Mashiki seriously damaged by the 2016 Kumamoto Earthquake

*中澤 努¹、坂田 健太郎¹、長 郁夫¹、佐藤 善輝¹、卜部 厚志²、星住 英夫¹、吉見 雅行¹

*Tsutomu Nakazawa¹, Kentaro Sakata¹, Ikuo Cho¹, Yoshiki Sato¹, Atsushi Urabe², Hideo Hoshizumi¹, Masayuki Yoshimi¹

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、2. 新潟大学災害・復興科学研究所

1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University

熊本県益城町は2016年熊本地震で甚大な建物倒壊被害を被った。益城町の市街地はAso-4火砕流堆積物が形成する台地の縁辺斜面に位置する。このうち被害が集中したのは台地縁辺斜面の下半部（裾部）である。益城町中心部から熊本市東区にかけて、東西に少なくとも3 kmにわたって斜面裾部に帯状に被害が集中した。演者らは、この被害集中帯及びその近傍の3地点でのボーリング（掘進長55～75 m；吉見ほか、2016）で得られたコア試料・ペネ試料の検討を行うとともに、被害集中帯に直交する複数の測線で微動アレイ調査を実施した。今回これらの調査結果について報告する。

ボーリングコア試料・ペネ試料の検討により、調査地域の深度約70 m以浅の地層は、下位より、スコリア及び火山灰からなる層（Aso-3火砕流堆積物）、凝灰質泥層、軽石及び火山灰からなる層（Aso-4火砕流堆積物）、凝灰質泥層、ローム層、盛土により構成されることが明らかになった。このうち表層に近い凝灰質泥層（Aso-4火砕流堆積物の上位）は含水率が高く、極めて軟質であることを特徴とする。調査地域は全般的に地下水位が浅いため、表層に近い凝灰質泥層が特に軟質となった可能性がある。また、被害集中帯とそれ以外の台地域で大きく異なるのは主に軽石や火山灰からなるAso-4火砕流堆積物の層厚である。被害の大きかった台地縁辺斜面下半部に相当する地域では、斜面上半部に比べAso-4火砕流堆積物の層厚が大きい。このような地層の空間的な広がりを微動アレイ調査によって推定した。その結果、吉見ほか（2016）のPS検層結果に基づけば主にAso-4火砕流堆積物に相当する、S波速度がおよそ300 m/s以下の地層が、台地縁辺斜面下半部で厚くなるとともに、その基底が斜面上半部から下半部に向けてステップ状に標高を下げていくと解釈可能なS波速度断面が得られた。このような地層の分布形態が被害の偏在の要因となっている可能性がある。

一方、台地縁の南側に接する沖積低地では被害がさほど顕著ではなかったことが知られる。微動アレイ調査に基づけば、沖積低地には台地斜面よりもS波速度の小さい地層が厚く分布することが推定される。沖積低地で建物被害が小さかったことの要因についてはさらなる検討が必要である。

文献：吉見ほか（2016）日本活断層学会2016年度秋季学術大会講演予稿集，P-17.

キーワード：地下地質、益城町市街地、2016年熊本地震

Keywords: Subsurface geology, downtown Mashiki, 2016 Kumamoto Earthquake