

## 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<sup>1,2</sup>、横山 祐典<sup>1,2</sup>、鈴木 淳<sup>3</sup>、宮入 陽介<sup>2</sup>、阿瀬 貴博<sup>2</sup>

\*Shoko Hirabayashi<sup>1,2</sup>, Yusuke Yokoyama<sup>1,2</sup>, Atsushi Suzuki<sup>3</sup>, Yosuke Miyairi<sup>2</sup>, Takahiro AZE<sup>2</sup>

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 ( $^{14}\text{C}$ ) dating is required in palaeoclimatology, palaeoseismology and archaeology. However, previously reported local reservoir age ( $\Delta R$ ) values have discrepancies in the Kuroshio region, which makes problems when accurately calibrating  $^{14}\text{C}$  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  $\Delta R$  from 1947 to 1950 for samples from Ishigaki Island was  $-36.0$  years, which is consistent with the average  $\Delta R$  value from 1901 to 1948 that we obtained for samples from Kikai Island. On the other hand, high-resolution  $\Delta R$  data from Ishigaki Island for 1947 to 1950 fluctuated over a range of more than 150 years, from  $-136 \pm 42$  to  $62 \pm 50$  years. Our compilation of new  $\Delta R$  data and previously published data from the western Pacific indicates a strong positive-to-negative shift in  $\Delta R$  during the period from 1900 to 1950. This shift of the local marine reservoir effect will affect calibration of  $^{14}\text{C}$  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<sup>1,2</sup>

\*Yuji Ishii<sup>1,2</sup>

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 km<sup>2</sup>、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<sup>1</sup>、須貝 俊彦<sup>2</sup>、石綿 しげ子、遠藤 邦彦<sup>3</sup>

\*Marie Noguchi<sup>1</sup>, Toshihiko Sugai<sup>2</sup>, Shigeko Ishiwata, Kunihiro Endo<sup>3</sup>

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<sup>1</sup>、水野 清秀<sup>2</sup>、宇都宮 正志<sup>2</sup>、中嶋 輝允<sup>2</sup>、山崎 晴雄<sup>1</sup>

\*Itoko Tamura<sup>1</sup>, Kiyohide Mizuno<sup>2</sup>, Masayuki Utsunomiya<sup>2</sup>, Terumasa Nakajima<sup>2</sup>, Haruo Yamazaki<sup>1</sup>

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%, K<sub>2</sub>O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%, K<sub>2</sub>O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<sup>1</sup>、鈴木 毅彦<sup>1</sup>

\*Fumikatsu NISHIZAWA<sup>1</sup>, Takehiko Suzuki<sup>1</sup>

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 ( $n=1.498-1.501$ ,  $\text{SiO}_2$ : 78.3–78.6 wt.%,  $\text{TiO}_2$ : 0.2–0.3 wt.%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 12.2–12.4 wt.%,  $\text{FeO}$ : 1.0–1.1 wt.%,  $\text{CaO}$ : 1.1 wt.%,  $\text{K}_2\text{O}$ : 2.9–3.0 wt.%,  $\text{Na}_2\text{O}$ : 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 ( $n=1.504-1.506$ ,  $\text{SiO}_2$ : 77.2–77.5 wt.%,  $\text{TiO}_2$ : 0.3–0.4 wt.%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 12.6–12.7 wt.%,  $\text{FeO}$ : 1.4–1.5 wt.%,  $\text{CaO}$ : 1.3–1.4 wt.%,  $\text{K}_2\text{O}$ : 2.9–3.1 wt.%,  $\text{Na}_2\text{O}$ : 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<sup>1</sup>

\*Kaori Aoki<sup>1</sup>

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<sup>1</sup>

\*Hodaka Kawahata<sup>1</sup>

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<sup>1</sup>

\*Kazutaka Shimada<sup>1</sup>

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<sup>1</sup>

\*Akira Ono<sup>1</sup>

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<sup>1</sup>

\*Ken-ichiro Hisada<sup>1</sup>

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<sup>1</sup>、吉田 明弘<sup>2</sup>、篠塚 良嗣<sup>3</sup>、長谷部 徳子<sup>4</sup>

\*Junko Kitagawa<sup>1</sup>, Akihiro Yoshida<sup>2</sup>, YOSHITSUGU SHINOZUKA<sup>3</sup>, Noriko Hasebe<sup>4</sup>

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<sup>1</sup>、宇澤 政晃<sup>2</sup>、檜山 知代<sup>2</sup>、荻津 達<sup>1</sup>、八武崎 寿史<sup>1</sup>、香川 淳<sup>1</sup>、吉田 剛<sup>1</sup>、加藤 晶子<sup>1</sup>、小倉 孝之<sup>1</sup>

\*Osamu Kazaoka<sup>1</sup>, Masaaki Uzawa<sup>2</sup>, Tomoyo Hiyama<sup>2</sup>, Itaru Ogitsu<sup>1</sup>, Hisashi Yabusaki<sup>1</sup>, Atsushi Kagawa<sup>1</sup>, Takeshi Yoshida<sup>1</sup>, Akiko Kato<sup>1</sup>, Takayuki Ogura<sup>1</sup>

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