

小氷期最寒冷期と巨大噴火・津波がアイヌ民族に与えた影響Ⅲ

添田雄二・青野友哉・三谷智広・永谷幸人・菅野修広・松田宏介・中村賢太郎・
杉山真二・渋谷綾子・宮地 鼓・甲能直樹・渡邊 剛

Key Words 小氷期 (Little Ice Age)、噴火 (Eruption)、津波 (Tsunami)、アイヌ民族 (Ainu)、伊達市 (Date city)

1 はじめに

15世紀から20世紀初頭までは、小氷期 (Little Ice Age) と呼ばれる世界的な寒冷期で、過去1万2000年間を通じて最大の寒冷期であった (例えば, Esper et al 2005; 小泉 2011)。特に寒冷であった17、19世紀は天候不順によって凶作や飢饉が起り、北半球を中心に数十万～数百万人が死亡したとされている (宮原 2014)。一方、17世紀の北海道では巨大噴火・津波が頻発していた (添田ほか 2004; 添田 2012)。松前藩関連の古文書 (例えば、『蝦夷日誌』、『松前年々記』) には、当時、大雪や津波で蝦夷地のアイヌ民族に多数の死者が出たことが記されているが断片的で、また、当時のアイヌ民族は文字による記録を残していないため、古文書だけでは小氷期や地震・津波の実態およびその影響を把握することができない。そこで我々は、これら巨大噴火・津波の痕跡 (火山灰や津波堆積物) が残るアイヌ民族の遺跡を発掘して当時の生活を明らかにすると同時に、複数の科学分析から古環境 (小氷期と巨大噴火・津波の実態) を復元し、それらがアイヌ民族へ与えた影響を明らかにすることを目的とする研究「小氷期最寒冷期と巨大噴火・津波がアイヌ民族へ与えた影響 (JSPS科研費15H03272、2016～2019年度)」に着手した。調査地としては、研究目的に適した伊達市有珠地区の有珠湾周辺を選定し (添田ほか 2016)、そこに立地するカムイタプコプ下遺跡 (図1) を発掘の対象として、研究を実施してきている (添田ほか 2017)。また、カムイタプコプ下遺跡周辺の遺跡についても (例えば、有珠4遺跡、ポンマ遺跡、オヤコツ遺跡)、必要に応じて関連する調査や分析の対象としている。本稿では、平成29年度の野外調査と関連分析の結果を速報する。

2 1663年有珠山噴火の地質学的調査

(1) 有珠湾周辺の表層地質と本研究課題との関係

有珠地区は、北海道南西部噴火湾沿岸の伊達市北端、有珠山の南西に位置する (図1)。同地区には、約2万年前に発生したとされる有珠山の山体崩壊なだれ (善光寺岩屑なだれ堆積物) によって形成された大小様々な流れ山 (堆積丘) が多数点在する (藤根ほか 2016)。また、表層部には1663年の有珠山噴火噴出物 (以下、Us-b) が層厚数十cm (場所によっては1m以上) の厚さで広く分布し、さらに、有珠湾沿岸域では、その下位の黒色土壌中に1640年の駒ヶ岳噴火津波の痕跡、すなわち津波堆積物 (白色の細粒～中粒砂層) が降下火山灰 (以下、Ko-d) とともに挟在する (西村・宮地 1998)。このうち、駒ヶ岳噴火津波については、津波堆積物調査で得られた遡上高や浸水域、波の侵入経路などから遺跡との関係が把握されてきている (添田ほか 2012; 2013)。そこで今回は、1663年の有珠山噴火についても、Us-b堆積当時の状況と人々との関係を探るため、本エリアの遺跡に分布するUs-bを対象とした地質調査と関連分析を実施した。

(2) 噴火活動史と各噴出物の分布

1663年の有珠山噴火は、噴出物の推定総量から火山爆発度指数5 (爆発的噴火) に区分されている (町田・新井 2003)。噴火の時期や様子については松前藩および東北地方の古文書 (例えば、『殿中日記』、『弘前藩庁日記』) に記されており、それらをもとにした噴火史の研究によると、噴火の開始は新暦の8月16日で、その翌17日に最大規模の噴火が起きたこと、さらに、噴火開始から9月頃までの約半月の間に少なくとも計7回の大きな火山活動 (噴火または地震) があったことなど

添田雄二：北海道博物館 研究部 自然研究グループ
青野友哉：伊達市噴火湾文化研究所
三谷智広：洞爺湖町教育委員会
永谷幸人：北海道教育庁
菅野修広：登別市教育委員会
松田宏介：室蘭市教育委員会

中村賢太郎：株式会社パレオ・ラボ
杉山真二：株式会社古環境研究センター
渋谷綾子：国立歴史民俗博物館
宮地 鼓：公益財団法人アイヌ文化振興・研究推進機構
甲能直樹：国立科学博物館
渡邊 剛：北海道大学大学院理学研究院

が推定されている（中村ほか 2005；津久井 2013）。また、中村ほか（2005）は、岩相と堆積構造解析によってUs-bを7ユニットに区分し（下位からA～G）、ほとんどのユニットで複数回の小規模な水蒸気爆発やマグマ水蒸気爆発が起きていたと推定した。各ユニットは対流圏の偏西風の影響で有珠山の東側に厚く分布するが、ユニットE～Gは西側でも分布が確認されている。このうち、白色の降下軽石からなるユニットBは、有珠山東側の関内地区（図1）で層厚150cmを超え、さらに東方へ約200km以上離れた十勝地方南部まで分布する1663年噴火最大の噴出物で、巨大な噴煙柱が形成された爆発的なプリニアン噴火であったと推定されている（古文書の8月17日の記録に相当）。なお、本研究課題の調査対象地である有珠湾周辺は、有珠山の南西に位置するため（図1）、ユニットBに相当する白色の軽石は分布しないが、中村ほか（2005）では近隣のアルトリ岬付近のUs-bがユニットFとGから構成されるとしていることから、これまでの遺跡発掘調査において確認されていたUs-bの色調の違い（下部の淡いピンク色とその上位の緑色）は、このユニットFとGに対比されると予想されていた。なお、ユニットFの特徴は、その一部が火砕サージによって形成されている点である。火砕サージは火山噴出物とガスが混合して高温・高速で山体斜面を流下してくるため、例えば、1822年の有珠山噴火で発生した火砕サージは山麓の森林や現洞爺湖町入江地区にあった住居を全て焼失させ80人以上が犠牲となり、また、1943年に昭和火山の形成過程で発生した火砕サージは、北方の洞爺湖岸を襲い森林と住居の一部を焼失させた。したがって、有珠湾周辺の遺跡で見られるUs-bに火砕サージ（ユニットF）が含まれているならば、当時生活していた人々や住居に何かしらの影響を与えたことが推定される。

(3) 調査・分析手法

有珠湾周辺に立地する遺跡でのUs-b調査は、カムイタプコブ下遺跡と有珠4遺跡を対象とした。前者においては発掘現場の露頭（トレンチ）で実施し、後者では遺跡南端の自然露頭（町道斜面）で実施した（図1の地点1）。各地点では、露頭の記載、写真撮影をしたのち、ポリスチレン製のボックスで定方位サンプリングを行った。試料は研究室において整形後、透過X線による写真撮影と顕微鏡観察を行った。さらに、カムイタプコブ下遺跡においては過去に作製した地層剥ぎ取り標本も用いた。また、中村ほか（2005）でユニットFとGが報告されているアルトリ岬付近の露頭（図1の地点2）や有珠山東側の関内地区（図1の地点3～5）でも調査を実施し参考データとした。

(4) 結果

分析の結果、これまで各遺跡のUs-bで確認されていた2つのユニットのうち、下部の淡いピンク色を呈するユニットには「流れ」に由来して堆積したことを示す斜交葉理が確認され（図2）、構成粒子に軽石型（スポンジ状）の火山ガラスを含むなど、中村ほか（2005）のユニットF（サブユニットの火砕サージ部分）と共通した特徴がみられた。また、構成粒子は既存の山体に由来するものが多くその一部がやや円磨されていることから（廣瀬氏私信）、有珠湾周辺に分布するUs-bの下部ユニットは、火砕サージ起源の堆積物である（中村ほか 2005のユニットFの一部に対比される）可能性が高い。また、上部の淡い緑色を呈するユニットは、層位的に中村ほか（2005）のユニットG（降下火山灰）の一部に対比されと考えられるが、今回の試料ではユニットGの特徴とされる平行葉理や火山豆石は確認できていない。

以上のことから、1663年の有珠山噴火の際、有珠湾周辺は斜面を流下してきた火砕サージに襲われたことが推定される。このことは、当時の有珠地区のアイヌ民族への影響（被害や避難の状況）を考察する上で極めて重要である。松前藩関連の古文書（例えば、『殿中日記』、『福山秘府』）には当時の噴火によって「有珠近辺の蝦夷人の家が焼けた」ことが記されており、火砕サージとの関連が窺われる。火砕サージの温度は本エリアに到達するまでに下がっていたことも推定されるが、今後は、有珠山から有珠湾周辺までの間で火砕サージ起源堆積物の分布やその直下における炭化物の有無を調査するなどして、遺跡に分布するUs-b噴出物の実態を解明していく作業が必要である。

3 カムイタプコブ下遺跡の発掘調査

(1) カムイタプコブ下遺跡

本遺跡は、2010年に実施した津波堆積物調査の際に発見した遺跡で、有珠湾の南南東約150mにある流れ山間の低地（標高3.27～4.01m）に位置する（図1）。

発掘区で見られる基本的な地質層序は、下位から細粒～中砂層（層厚30cm+）、黒色有機質土（層厚約20cm）、1663年Us-b（層厚約25cm+）、表土（層厚約30cm）である。このうち黒色有機質土の上部には1640年の駒ヶ岳噴火津波堆積物（層厚6～8cm）が挟在し、その直上にはレンズ状にKo-dが見られる。本遺跡では、これら火山噴火に起因する2層のイベント堆積物との層位関係によって、小氷期最寒冷期（マウンダー極小期：1645～1715年）を含む1640～1663年の遺構を確認することができる。

(2) 発掘調査成果

今年度の発掘は10月5、6日と10～14日に行い、これまでの調査で設定した3区とその西側の一部、そして3区から東へおよそ12m離れた4区までを拡張したエリアで実施した(図3)。なお、これまで3区では、1640年の津波堆積物と1663年のUs-bに挟まれた畑跡が、4区では1640年以前の貝塚(SM003)がそれぞれ確認されていた(添田ほか 2016; 添田 2017)。

3区では、栽培作物を特定するための手がかりとなる作物痕跡の確認とその分析用の土壌をサンプリングすることを目的として畑跡の調査を行った。調査対象となった畑跡は昨年度の調査によって1640年～1663年に作られたことが確認された東西方向にのびる3区北端の3本の畝跡である(図3、4)。畝の心間距離は約1mの広畝で、畝と畝間の比高差は約20cmである。畝は、肩が張った形状を呈していることから、Us-b堆積直前まで使用されていた畝と推定される。発掘にあたっては、まずUs-bを除去して畝上を徐々に平面的に掘り下げた。次に、色調の変化によって確認された直径5～10cmのプランを半截して任意の幅で残し、さらに周囲を津波堆積物の上面まで掘り下げた。これによって、プランの形態や畝上での位置などから作物痕跡であるか否かを判断した。結果、20のプランが作物痕跡の可能性と判断され、その平面及び断面を記録した。なお、3本の畝のうち中央の畝では、これらの痕跡が互い違いに2列並ぶような傾向が見られた(図4)。代表的なプランでは、残存デンプン粒分析用の土壌試料も採取した。分析は来年度に実施するが、昨年度までの分析では根菜類や球根類の可能性のあるデンプン粒が検出されている。痕跡の形態と合わせた総合的な判断から、現時点では根菜類が栽培されていたと推定している。

次に、3区の西側で実施した調査について述べる。本エリアでは、2015年の検土杖調査で貝塚らしき痕跡(貝殻片)が発見されていたが、今回の発掘によってUs-b直下に位置する貝塚と確認された(図3)。さらに、その下位に1640年の津波堆積物が堆積していたため、1640年～1663年の間に作られた貝塚であることが判明した(SM004)。厚さは約20cmとこの時期の貝塚にしては厚く、アサリが主体で、イガイ類がブロック状に集中する部分や魚類や海生哺乳類などの骨も見られた。鉄釘と思われる錆びた鉄製品も出土した。また、SM004は、既述の1640年～1663年の畑跡に隣接しているが、その畝上や畝間には貝層が広がらず避けるように位置していることから、貝塚と畑跡はほぼ同時期に作られた可能性が考えられる。なお、貝殻の保存状態や堆積状況から形成後の二次的な移動が少なく現位置を保っていると考えられ、Us-b堆積直前に形成されたものと推定される。

貝塚下位の津波堆積物の下に一部灰層も確認された。

3区から4区へ拡張したエリアでは、発掘の過程でまず1663年以降の墓址(GP004・GP005)を確認したが、本研究では墓址や人骨を分析の対象としていないため、遺構の確認だけに止めた。なお、本エリアは、これまで発見された1640年以前のチセ跡と貝塚(SM003)の間に位置していることから、この時期の他の遺構を発見して集落構造をより詳細に把握することを主目的として調査を行った。結果、当該期の遺構は確認されなかったものの、1640年津波堆積物～Us-bの間の層から柱穴2基を発見した(図3:P031、032)。柱穴には一定程度の深さと傾斜が認められ、チセ跡の一部の可能性も考えられる。

以上のように、今年度は1640年～1663年の遺構に関するデータを蓄積することができた。これまでの調査では、1区の西端部で同時期の炉跡(F004)を確認し、その脇ではカワシンジュガイの殻皮も出土している。したがって、今後の調査によって、1640年～1663年の23年間に限定される集落構造の把握も可能となってきた。

4 植物珪酸体分析

(1) 試料と分析方法

植物珪酸体は、植物の細胞内に珪酸(SiO_2)が蓄積することで形成されるガラス質の微小鉱物(プラント・オパール)で、植物が枯れたあとも土壤中に半永久的に残される。それを検出し同定・定量することで栽培作物の同定や古植生・古環境の推定などに応用することができ(杉山 2000)、例えば、ササ属の植物珪酸体を用いた推定生産量の比率から積雪量復元が試みられている(杉山 2009、2017)。今回、カムイタプコブ下遺跡や周辺域の露頭から採取した試料の植物珪酸体分析を行い、1640年～1663年の畑で栽培されていた植物の検討と、Us-b堆積期(小氷期)およびそれ以前の植生や環境の復元を試みた。

分析試料は、遺跡ではUs-b直下(畝上面の作物痕跡の可能性のあるプラン、畝の上面、遺跡東側小丘陵斜面)と貝塚SM004の下位(1640年津波堆積物下)の灰層、の計4箇所採取し、また、アルトリ海岸沿(図1の地点2)と関内地区の3地点(図1の地点3～5)の露頭からも採取した。このうち、地点2では、Us-bから約2万年前の善光寺岩屑なだれ堆積物(以下、Zd)までの地層が連続で見られ、この2層の間(層厚約110cm)の黒色土壌に他の複数の火山灰も確認されたことから、Us-bからZdまでを分析の対象とし、小氷期とそれ以前の時期の環境を比較するための参考とした。なお、Us-bの約30cm下位およびZdの約10cm上位で確認され

た各火山灰については、火山ガラスと班晶鉱物の屈折率測定を行った（測定機器：温度変化型屈折率測定装置 MAIOT2000、分析：株式会社パレオ・ラボ）。その結果、前者は屈折率1.5107-1.5200を示した。この値は、既存研究による10世紀の白頭山-苦小牧火山灰（以下、B-Tm）の特徴と一致し、また、火山ガラスの形態や層位的検討などからも、B-Tmとして矛盾しない。後者については火山ガラスと斜方輝石の屈折率値および露頭での堆積状況（基底が不明瞭）などから、現時点では主に洞爺火山噴出物からなる二次堆積と判断した。

植物珪酸体の抽出と定量は、ガラスビーズ法(藤原1976)を用いて実施し、1) 試料を105℃で24時間乾燥(絶乾)、2) 試料約1gに対し直径約40μmのガラスビーズを約0.02g添加(0.1mgの精度で秤量)、3) 電気炉灰化法(550℃・6時間)による脱有機物処理、4) 超音波水中照射(300W・42KHz・10分間)による分散、5) 沈底法による20μm以下の微粒子除去、6) 封入剤(オイキット)中に分散してプレパラート作成、7) 検鏡・計数、の手順で行った。

同定は、400倍の偏光顕微鏡下で行った。計数はガラスビーズ個数が400以上になるまで行い(ほぼプレパラート1枚分の精査に相当)、試料1gあたりのガラスビーズ個数に、計数された植物珪酸体とガラスビーズ個数の比率をかけて試料1g中の植物珪酸体個数を求めた。また、おもな分類群についてはこの値に試料の仮比重(1.0と仮定)と各植物の換算係数(機動細胞珪酸体1個あたりの植物体乾重)をかけて、単位面積で層厚1cmあたりの植物体生産量を算出した。これにより、各植物の繁茂状況や植物間の占有割合などを具体的にとらえることができる(杉山 2000)。タケ亜科については、植物体生産量の推定値から各分類群の比率を求めた。

(2) 結果と考察

結果を図5～7に示す。なお、北海道における現在のササ属は、太平洋側の少雪乾燥地帯にはミヤコザサ、日本海側や山岳高地の多雪地帯にはチシマザサ、両者の中間域にクマイザサが分布している(林業試験場北海道支場 1983)。このうち、チシマザサとクマイザサは“チマキザサ節型”に含まれ、植物珪酸体の形態からは両者の識別は困難である(杉山・藤原 1986)。しかし、これらチマキザサ節型の植物珪酸体の縦長が平均約50μmであるのに対し、今回の分析では縦長が60μm以上と明らかに大型のものも認められた。そこで、縦長が60μm以上の大型をA、60μm未満をBに細分しての検討も試みた。

1) 栽培植物の推定(図5)

植物珪酸体分析で同定される分類群のうち栽培植物が

含まれるものには、イネをはじめムギ類、ヒエ属型(ヒエが含まれる)、エノコログサ属型(アワが含まれる)、キビ属型(キビが含まれる)などがある。このうち、本遺跡の試料からはイネが検出された。

イネが検出されたのは、畑畝1上面のプラン(P1)および貝塚下部の灰層の2試料である。しかし、イネの密度は600個/gおよび700個/gと低く、稲作跡の検証や探査を行う場合の判断基準としている5,000個/gを下回っており、これまでの発掘調査でも水田遺構は確認されていない。一方で、サンプリング層準のそれぞれ上位がUs-bと津波堆積物で覆われていることから、上層から後代のものが混入したとは考えにくい。したがって、検出されたイネは各層準の時期に何らかの形で利用された稲藁に由来すると考えられる。稲藁の利用としては、藁製品(俵、縄、ムシロ、草履など)、敷き藁、燃料など多様な用途が想定される。この他、今回検出した珪酸体のうち、キビ族型にはエノコログサ属(アワが含まれる)に近似したものも含まれているが、少量である。これらの分類群の給源植物の究明については今後の課題としたい。

なお、P1は既述したように根菜類の可能性のある痕跡であるが、植物珪酸体の形成はイネ科植物等に限られるため、本分析だけで根菜類の存在可否を検討することは非常に困難である。しかし、例えば1823年に著された『蝦夷生計図説』には、当時のアイヌ民族にとって、根菜であるラタネ(カブ)がヒエとともに「蝦夷地でもよく育つことが多く、食料の助けとなる尊く貴重なもの」であったことが記されている。このような状況は、本遺跡の畑跡の時代においても同様であったと推定される。なお、今回、雑穀農耕の可能性を示す珪酸体(例えばヒエ)は検出されていない。したがって、3章でも述べたように、残存デンプン粒の検出結果や痕跡の形態とも合わせると、本畑跡では、少なくとも1663年に近い時期に根菜類の栽培を行っていた可能性が依然考えられる。

2) 植生と環境の推定(図6～7)

アルトリ海岸沿いの地点2では、Zd(約2万年前)の下層ではササ属などの笹類はまったく検出されず、その他の分類群もほとんど検出されなかった(図6)。植物珪酸体が検出されない原因としては、1) 植物珪酸体を形成する植物群(イネ科、カヤツリグサ科、ブナ科、マツ科など)の生育に適さない環境であったこと、2) 土層の堆積速度が速かったこと、3) 風化作用などによって植物珪酸体が分解・消失したことなどが考えられる。なお、北海道における最終間氷期以降の植物珪酸体群の変遷を検討した研究では、最終氷期最寒冷期(約2万年

前)には気候条件の極端な寒冷化と寡雪化(乾燥による被害から笹類を守る効果がある積雪の減少)の影響で、ササ属の分布北限線が石狩低地帯南部以南まで南下したことが想定されている(佐瀬ほか 2004)。このことから、Zd(約2万年前)の下層についても、ササ属などの笹類が生育できないほど寒冷で乾燥しており、積雪量が少なかった可能性がある。

Zd上位から1663年のUs-b下層にかけては、チマキザサ節型のササ属を主体としたイネ科植生が継続しており、とくに10世紀のB-Tm下位層ではササ属が繁茂するような状況であったと考えられる。また、ススキ属、ウシクサ族(チガヤ属など)、キビ族などもみられるようになり、周辺には何らかの樹木(落葉広葉樹)が分布していたと推定される。このような草原的な植生環境下で土壤中に多量の有機物が供給され、炭素含量の高い黒色土壌が形成されたと考えられる(杉山ほか 2002)。

ササ属のうち、チシマザサ節やチマキザサ節は日本海側の多雪地帯に分布しており、冬季の乾燥に弱い。一方、ミヤコザサ節は太平洋側の積雪の少ないところに分布しており、冬季の乾燥に適応している。両者の分布境界は「ミヤコザサ線」とよばれ、最大積雪約50cmの等深線とほぼ一致している(室井 1960; 鈴木 1996)。B地点についてタケ亜科の比率(植物体生産量の推定値から求めた各分類群の比率)をみると、チマキザサ節型(A+B)がおおむね90%以上と卓越しており、ミヤコザサ節型は少量である。このことから、Zdが堆積した後、Us-bが堆積するまでの間、積雪深が約50cmを超える状況が継続されていたと考えられる。ただし、Zd直上ではミヤコザサ節型の割合が相対的にやや高くなっていることから、この時期はその後の時期よりも積雪量がやや少なかった可能性も考えられる。同様な傾向はUs-bの直下でも見られる。

チマキザサ節型を細分したA(縦長が60 μ m以上)とB(60 μ m未満)に関しては、各層準ともBが卓越しており、Aの割合はおおむね10%未満と低いが、B-Tm上位からUs-b下位にかけてはAの割合が10~21%と相対的にやや高くなっている。また、関内地区(調査地点3~5)でも、Us-b(AD1663)下位ではAの割合が11~21%と相対的にやや高くなっている(図7)。カムイタプコブ下遺跡の同層準では、Aの割合はおおむね5~10%と低い値である。このような植物珪酸体組成の差異と積雪量などの環境要因との関係は現時点では不明であるが、チマキザサ節型Aの増加が多雪化の影響を示している可能性も想定されることから、積雪深が1mを超えるような多雪地帯についてササ属の植物標本や土壌試料を分析するなど、さらに詳細な検討が必要と考えられる。一方、地点C~Eにおけるチマキザサ節型(A+B)全体の割合

で見ると、各地点における分析層準の最下部(数百~数千年前)からUs-b堆積期までおおむね90%以上と卓越することから、この間、積雪深が約50cmを超える状況が継続されていたと考えられる。ただし、ミヤコザサ節型の割合については、Us-b直下で相対的にやや高くなることが地点B~Eで共通して見られることから、この時期はその下位の層準の時代よりも積雪量がやや少なかった可能性も考えられる。なお、日本列島に雪がもたらされる仕組みには、対馬暖流の流入によって日本海から蒸発する水蒸気関係している。今回の分析でUs-b直下の積雪量が相対的にやや少なかった可能性を示したことは、小氷期に対馬暖流の流入が弱まっていたこと(例えば、小泉 2005; 五十嵐 2008)に関係していると推定される。

5 噴火湾沿岸の遺跡から出土したラッコ骨の年代

噴火湾の海洋構造は、春に親潮が、秋には津軽暖流が流入するため、季節的に水塊が交替することで知られている(大谷・木戸 1980)。このことは、沿岸水温を変化させるだけではなく気温にも影響を及ぼしており、気象庁HPで公開されている噴火湾沿岸の八雲、大岸(図1)と十勝地方太平洋沿岸のほぼ同緯度地点の広尾、大津(図1)における1981~2010年の冬季(12月~2月)平均気温をそれぞれ比べると前者の方が高いのは(例えば1月の平均気温: 北緯42度15~17分の八雲が-3.5°Cで広尾が-4.5°C、北緯42度35~41分の大岸が-4.2°Cで大津が-8.1°C)、津軽暖流の熱エネルギーが大気に運ばれているためである。また、噴火湾では寒暖両水系生物が漁獲されることから、2つの異なる外洋水の流入が多様な生物相を形成していることがわかる。

一方、記述したように、小氷期には対馬暖流の流入が弱まっていたことが明らかにされていることから、当時、相対的に噴火湾への親潮の流入が強まっていたことが推定される。また、伊達市有珠地区のポンマ遺跡(図1)における1640年~1663年の貝塚出土アサリを用いた酸素の安定同位体分析ならびに微細成長縞解析の結果、当時は、現在より冬が長かった可能性が得られた(添田ほか 2013; 2014)。以上のことから、当時の噴火湾の沿岸環境は、冷水を好む生物にとって現在より生息しやすい環境であった可能性が推定される。そして、このことは、漁猟を生業の一つとしていたアイヌ民族の生活に密接に関わるものであり、貝塚を構成している動物遺存体の構成種に何かしらの影響が反映されていると推定される。

そこで本研究では、小氷期における「アイヌ民族の生

活」と「環境」の両方の復元に関わるものとして、噴火湾のアイヌ文化期を含む遺跡から出土した哺乳類骨や松前藩関連の古文書に記されている生物のうち、海を生活の場とし、かつ現在は同海域に生息しない冷水系種に着目し、それが環境の影響（例えば寒冷期のピーク）によって現在よりも生息域の南限が南下していたのか、あるいは一時的に回遊してきていただけなのかを明らかにすることを課題の一つとして設定した。具体的には、ラッコを調査研究の対象とすることとした。ラッコ（チシマラッコ）は現在、北方四島以東（千島列島、コマンドル諸島など）を主な生息地としている。北海道では、根室や釧路、襟裳岬でも目撃されている。

本課題に必要な作業の一つとして、噴火湾沿岸の遺跡から出土したラッコ骨の年代に関するデータを蓄積し、過去の環境変動データと比較する必要がある。今年度は、まず伊達市有珠地区のオヤコツ遺跡（図1）から出土したラッコ骨（伊達市教育委員会 1993）についてAMS法による ^{14}C 年代測定を実施したので、その結果を報告する。なお、測定にあたっては事前にレプリカを作製した。

(1) 試料と方法

オヤコツ遺跡から出土したラッコ骨は左腕の尺骨と橈骨であり、発掘調査時に区分された層序のうちのV層から出土したことがサンプル時の袋に記録されている（図8）。報告書によると、V層は10世紀のB-Tmと1640年津波堆積物の間に位置する（伊達市教育委員会 1993）。

測定には、橈骨の遠位半の一部と推定される破片を使用し（図8の矢印部）、調製後、加速器質量分析計（測定機器：コンパクトAMS NEC製1.5SDH、測定：株式会社パレオ・ラボ）にて測定した。得られた ^{14}C 濃度について同位体分別効果の補正を行った後、 ^{14}C 年代と暦年代を算出した。 ^{14}C 年代（yrBP）の算出には、 ^{14}C の半減期としてLibbyの半減期5568年を用いた。なお、海生試料は同時代の陸生試料に比べ、地球全体の平均で400年程度古い ^{14}C 年代を示すことが知られている（海洋リザーバー効果）。これは、 CO_2 が海洋表層部で溶解するのに要する時間のうちに、 ^{14}C が放射壊変によって減少する（ ^{14}C 濃度が大気中より平均5%低くなる）ことに起因している（宮田ほか 2010）。したがって、海生試料を年代測定の対象とする場合は、海洋リザーバー効果の補正が必要となる。ただし、海洋リザーバー効果の影響は海域によって異なるため（ローカルリザーバー効果）、より確かな較正年代を得るためには海域差の補正 ΔR （ローカルリザーバー値）を用いる必要がある。今回、 ^{14}C 年代の暦年較正にはOxCal4.3.2（較正曲線データ Marine13 : Reimer et al 2013）を、 ΔR 値は 329 ± 54 （中村ほか 2011）をそれぞれ使用した。

(2) 結果と考察

測定および暦年較正の結果、オヤコツ遺跡出土ラッコ骨の年代は、13世紀から15世紀初頭を示した（表1）。ラッコ骨が出土したV層はB-Tmの上位に位置し、擦文土器が出土しているが、金属製品を伴う方形配石墓はV層より下位に位置している。方形配石墓は、13世紀から15世紀前半までのアイヌ文化期を特徴づけるもので（関根 2014）、本層は少なくとも中世（13世紀）よりは新しいと判断できる。また、V層は1640年津波堆積物の下位に位置する。以上の層位的見解と今回得られた暦年較正の結果は矛盾しない。

現時点では本調査地域における先史・歴史時代の気温や海水温における詳細な連続データを得られていないため、参考までに、 ^{14}C の生成率からみた過去1000年間における太陽活動の変化（桜井 2010）と今回の暦年較正の範囲を比較した（図9）。結果、小氷期として定義されている時代には相当しないが、小氷期中の極小期の一つであるドールトン極小期と同じかそれ以上の規模であるウォルフ極小期には較正年代の一部が重なった。このことだけでは、前述の「現在は噴火湾に生息しない冷水系種が環境の影響（例えば寒冷期のピーク）によって現在よりも生息域の南限が南下していた」とする仮説を裏付けるものにはならないが、今後は、噴火湾の他の遺跡から出土しているラッコ骨についても関連分析（年代測定やストロンチウム同位体分析）を実施してデータを増やし、検証していく予定である。また、噴火湾よりさらに南の遺跡で出土したラッコ骨の重要な事例として、青森県東通村の浜尻屋貝塚出土標本（東通村教育委員会 2004）についても分析を検討している。

なお、北海道から千島列島にかけての千島海溝沿岸域は海溝型地震津波の常襲地帯であるが、実はこのことが千島列島沿岸域に生息するラッコにも影響を及ぼしている。例えば、1780年に千島列島沖で発生した地震津波によって、ある程度の年月の間、千島列島からほとんどのラッコが姿を消したため、その間、ロシア人の狩猟活動の対象は千島列島からアリューシャン列島へ移行していたことが記録されている（S.ズナメンスキー 1979）。このような津波によるラッコへの影響は1750年にカムチャツカ半島沿岸でも確認されている。さらに、北海道の太平洋沿岸は、過去数千年間に約400年周期で繰り返す巨大津波に襲われていたことが明らかになってきており（清水ほか 2017）、一番最近では1611年に起きていた可能性がある。噴火湾沿岸域は、既述したように1640年にも駒ヶ岳噴火津波に襲われていることから、今後、各遺跡から出土したラッコ骨について ^{14}C 年代測定や層位的検討から分析を行った際は、仮説が正しければ、小氷期の中でも巨大津波の影響を受けなかった時期

にあたる、シューペラー極小期かウォルフ極小期（図9）に年代が集中することも想定される。

6 おわりに

今年度における伊達市カムイタプコブ下遺跡の発掘調査と周辺地域の地質調査、ならびに関連分析の結果、以下の（1）～（4）のことが明らかとなった。

- （1）1640年～1663年の畑跡では作痕跡の可能性のある20の痕跡を確認し、さらに同時期の貝塚とチセの一部の可能性のある柱穴を新たに発見した。これによって、1640～1663年の23年間に限定される村の様子の把握が可能となってきた。
- （2）1663年の有珠山噴火の際、有珠地区は火砕サージに襲われていた可能性が判明した。このことは、当時の有珠地区のアイヌ民族への影響を考察する上で重要な発見となった。
- （3）植物珪酸体分析の結果、1663年頃は、それ以前の時代よりも積雪量が少なかった可能性が推定された。これは、当時、対馬暖流の流入が弱まっていたことと関係があると考えられる。
- （4）伊達市オヤコツ遺跡から出土したラッコ骨についてAMS法による ^{14}C 年代測定を行った結果、較正年代は13世紀から15世紀初頭を示した。今後は、寒冷期のピークがラッコの生息域の南限を南下させていた可能性について、他の遺跡から出土したラッコ骨の年代測定や同位体分析も行うなどして、データを蓄積する必要がある。

なお、これまでカムイタプコブ下遺跡の調査では、1640年以前のチセ跡と貝塚、1640年～1663年の畑跡、そして1663年以降の墓がそれぞれ主な遺構として確認されていたが、今回新たに1640年～1663年のチセ跡の可能性のある柱穴を発見したこと、そして、1663年有珠山噴火の際、有珠地区は火砕サージに襲われていた可能性が明らかになったことは、1640年と1663年の大きな2つの自然災害を経て、時期ごとに集落構造がどのように変化していったのかを明らかにする上で、極めて重要な成果となった。そして、各関連分析においても一定以上の成果を得ることができ、これにともなって来年度（本研究課題の最終年度）に実施すべき調査・分析項目が明確となった。さらに、現在、1640年～1663年に形成された貝塚から出土した貝類（約10cm大のウバガイ）を用いた安定同位体および微細成長縞分析も進めている。これによって得られる詳細な古気候の連続データと来年度実施する各分析結果を合わせることで、北海道における小氷期最寒冷期の実態を明確にしつつ、それがアイヌ民族へ与えた影響（寒冷な環境に適応してどのような作

物を栽培していたかなど）について十分なデータで考察することができると考える。

また、本研究課題の最終年度をむかえるにあたっては、一般向けの成果公表についても積極的に実施していく所存である。これについては、地元小学校児童を遺跡発掘現場に招いての説明会や、洞爺湖有珠山ジオパークと連携し、バスを使用して遺跡発掘現場や調査地をまわる特別ジオツアーの実施を計画している。

謝辞

本研究の実施ならびに成果公表にあたっては、カムイタプコブ下遺跡の土地所有者である美馬久美子氏、公益社団法人伊達アイヌ協会の木村国夫会長、伊達市噴火湾文化研究所の山根一志所長、伊達元成学芸員、西本豊弘噴火湾文化専門委員、同市臨時職員の富塚 龍氏、森町教育委員会の片山弘喜氏、洞爺湖町教育委員会社会教育課の角田隆志主幹、室戸ジオパーク推進協議会の中村有吾博士、北海道立総合研究機構環境・地質研究本部地質研究所の廣瀬 亘博士、伊達市在住の中村 匠氏、鈴木祥子氏、和野正博氏、吉野 克氏、北海道博物館の小林孝二博士、北海道埋蔵文化財センターの田口 尚課長、倉橋直孝主査、東通村教育委員会の小山卓臣主査、えぞ地の畑作研究会の横山英介代表、北海道大学アイヌ・先住民研究センターの加藤博文教授、佐々木利和客員教授、蓑島栄紀准教授、北海道考古学会の臼杵 勲会長、ライターの柴田美幸氏、洞爺湖有珠山ジオパーク推進協議会の加賀谷にれ氏、中谷麻美氏、石田組土建株式会社に多大なご協力を頂いた。以上の方々に厚く御礼申し上げる。なお、本研究はJSPS科研費15H03272の助成を受けて行われた。

引用文献

- Esper, J., Wilson, R. J. S., Frank, D. C., Moberg, A., Wanner, H. and Luterbacher, J., 2005, Climate: past ranges and future changes. *Quaternary Science Reviews* 24: 2164–2166.
- 伊達市教育委員会 1993. 有珠オヤコツ遺跡・ボンマ遺跡-有珠地区公共下水道事業に係る埋蔵文化財発掘調査報告書。
- 藤根 久・遠藤邦彦・鈴木正章・吉本充宏・鈴木 茂・中村賢太郎・伊藤 茂・山形秀樹・Lomtadze Zaur・横田彰宏・千葉達朗・小杉 康 2016. 有珠山善光寺岩屑なだれの発生年代の再検討-有珠南麓の過去2万年間の環境変遷との関連で-。第四紀研究. 55-6: 253-270.
- 藤原宏志 1976. プラント・オパール分析法の基礎的研究(1)-数種イネ科植物の珪酸体標本と定量分析法-。考古学と自然科学 9: 15-29.
- 東通村教育委員会 2004. 浜尻屋貝塚-平成12～14年度発掘調査報告書-。
- 五十嵐八枝子 2008. 利尻島の種富湿原における後期完新世の植生変遷史. 利尻研究 27: 1-7.

- 小泉 格 2005. 海流の脈動サイクルと人の移動, 日本海学の新世紀5/交流の海. pp. 128-135. 角川書店.
- 小泉 格 2011. 珪藻古海洋学-完新世の環境変動-. 東京大学出版会.
- 町田 洋・新井房夫 2003. 新編火山灰アトラス. 東京大学出版会.
- 宮原ひろ子 2014. 地球の変動はどこまで宇宙で解明できるか. 化学同人.
- 宮田佳樹・南 雅代・西本豊弘・松崎浩之・中村俊夫 2010. 貝の炭素年代測定値が示す意味. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 21: 32-39.
- 室井 緯 1960. 竹笹の生態を中心とした分布. 富士竹類植物園報告 5: 103-121.
- 中村賢太郎・添田雄二・青野友哉・パレオ・ラボAMS研究グループ 2011. テフラで覆われた遺跡出土貝類を用いた北海道噴火湾における海洋リザーバー効果の評価. 第13回AMSシンポジウム報告書. 山形大学高感度加速器質量分析センター: 124-128.
- 中村有吾・松本亜希子・中川光弘 2005. 噴出物から推定した有珠山1663年噴火の推移. 地学雑誌 114: 549-560.
- 西村裕一・宮地直道 1998. 駒ヶ岳噴火津波(1640)の波高分布について. 火山 43: 239-242.
- 大谷清隆・木戸職男 1980. 噴火湾の海洋構造. 北大水産彙報 31: 84-114.
- 林業試験場北海道支場 1983. 北海道ササ分布図. 農林水産技術会議事務局大型別枠研究バイオマス変換計画. 1-36.
- Reimer, P. J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Buck, C. E., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hafflidason, H., Hajdas, I., Hatte, C., Heaton, T. J., Hoffmann, D. L., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kaiser, K. F., Kromer, B., Manning, S. W., Niu, M., Reimer, R. W., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J. R., Staff, R. A., Turney, C. S. M., and van der Plicht, J., 2013, IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 Years cal BP. *Radiocarbon*, 55(4): 1869-1887.
- 桜井邦朋 2010. 眠りにつく太陽-地球は寒冷化する. 祥伝社.
- 佐瀬 隆・山縣耕太郎・細野 衛・木村 準 2004. 石狩低地帯南部, テフラ-土壌累積層に記録された最終間氷期以降の植物珪酸体群の変遷-特にササ類の地史的動態に注目して-. 第四紀研究 43: 389-400.
- 関根達人 2014. 中近世の蝦夷地と北方交易 -アイヌ文化と内国化-. 吉川弘文館
- 添田雄二 2012. 地中に残された先史時代以降の巨大津波痕跡-北海道・東北地方の研究例-. 北海道・東北史研究 8: 8-17.
- 添田雄二・青野友哉・菅野修広・松田宏介・中村賢太郎・上中央子・三谷智広・渡邊 剛・宮地 鼓・鈴木明彦・圓谷昂史・鈴木正章・伊達元成 2012. 北海道における小氷期最寒冷期の実態とアイヌ民族との関係Ⅰ-伊達市カムイタブコプ下遺跡およびボンマ遺跡での調査速報-. 北海道開拓記念館研究紀要 40: 123-142.
- 添田雄二・青野友哉・菅野修広・永谷幸人・河畑敦史・三谷智広・中村賢太郎・宮地 鼓・渡邊 剛・伊達元成・上中央子 2013. 北海道における小氷期最寒冷期の実態とアイヌ民族との関係Ⅱ-伊達市カムイタブコプ下遺跡での調査速報-. 北海道開拓記念館研究紀要 41: 43-58.
- 添田雄二・青野友哉・永谷幸人・渋谷綾子・中村賢太郎・菅野修広・松田宏介・三谷智広・宮地 鼓・渡邊 剛・甲能直樹 2017. 小氷期最寒冷期と巨大噴火・津波がアイヌ民族へ与えた影響Ⅱ. 北海道博物館研究紀要 2: 49-60.
- 添田雄二・青野友哉・永谷幸人・渡邊 剛・渋谷綾子・甲能直樹 2016. 小氷期最寒冷期と巨大噴火・津波がアイヌ民族へ与えた影響Ⅰ. 北海道博物館研究紀要 1: 119-126.
- 添田雄二・菅野修広・青野友哉・永谷幸人・三谷智広・中村賢太郎・松田宏介・河畑敦史・上中央子・宮地 鼓・渡邊 剛・渋谷綾子・伊達元成 2014. 北海道における小氷期最寒冷期の実態とアイヌ民族との関係Ⅲ-伊達市カムイタブコプ下遺跡での調査速報-. 北海道開拓記念館研究紀要 42: 81-96
- 添田雄二・七山 太・重野聖之・古川竜太・熊崎農夫博・石井正之 2004. 北海道東部太平洋沿岸域, 史跡国泰寺跡および汐見川低地において認定された先史時代の巨大津波イベント-津波堆積物認定の際の堆積学的解析と珪藻遺骸分析併用の重要性-. 地質学論集 58: 63-75.
- 杉山真二 2000. 植物珪酸体(プラント・オパール). 考古学と植物学. pp. 189-213. 同成社.
- 杉山真二 2009. 植物珪酸体と古生態 人と植物の関わりあい④ 大地と森の中で-縄文時代の古生態系-. 縄文の考古学Ⅲ. pp. 105-114. 同成社.
- 杉山真二 2017. 植物珪酸体分析による古環境推定-タケ亜科の植生変遷と気候および積雪量の変動-. 文化財学研究 2: 1-14.
- 杉山真二・藤原宏志 1986. 機動細胞珪酸体の形態によるタケ亜科植物の同定-古環境推定の基礎資料として-. 考古学と自然科学 19: 69-84.
- 杉山真二・渡邊眞紀子・山元希里 2002. 最終氷期以降の九州南部における黒ボク土発達史. 第四紀研究 41: 361-373.
- 鈴木貞雄 1996. タケ科植物の概説. 日本タケ科植物図鑑. pp. 8-27. 聚海書林.
- S. ズナメンスキー 1979. ロシア人の日本発見. 北海道大学図書刊行会.
- 高清水康博・仁科健二・川上源太郎・佐藤善輝・岡村 聡・中西 諒・田村 慎・廣瀬 亘・高橋 良・石丸 聡 2017. 北海道日高海岸北部から確認された17世紀の津波堆積物. 第四紀研究 56: 1-9.
- 津久井雅志 2013. 有珠山噴火史料集. 千葉大学.



図1 調査位置図(上図は国土地理院発行200000分の1地勢図「室蘭」の一部を、下図は同院発行25000分の1地形図「虻田」の一部を、それぞれ基図として使用) 数字は調査地点

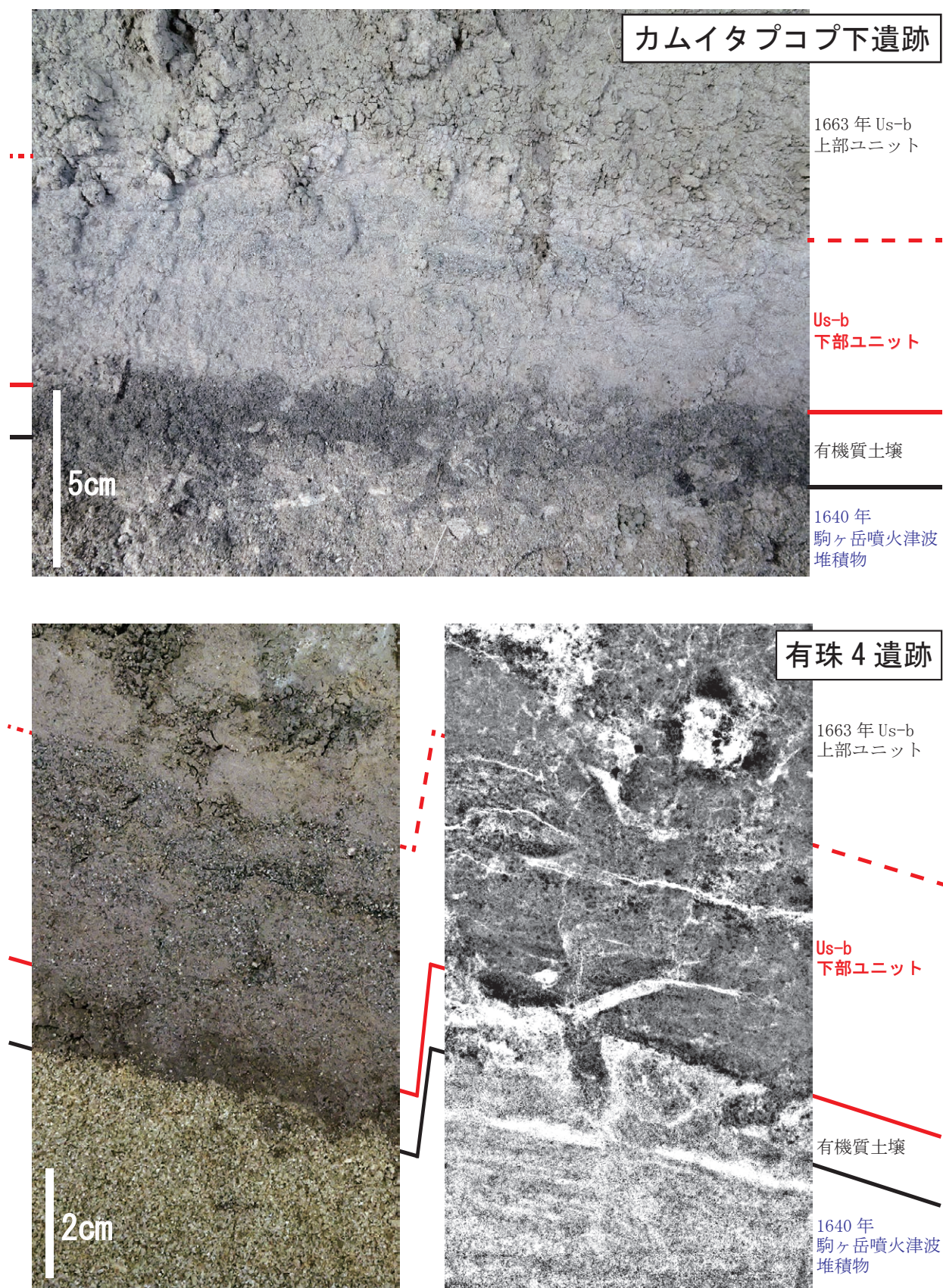


図2 有珠地区の遺跡に分布するUs-bの下部ユニットに見られる斜交葉理

上：カムイタプコプ下遺跡で作成した地層剥ぎ取り標本

下：有珠4遺跡で採取した試料とその透過エックス線撮影画像。Us-b上部ユニットは植物根によってかなり乱されているが、影響の受けていない部分を見ても斜交葉理は確認できない。

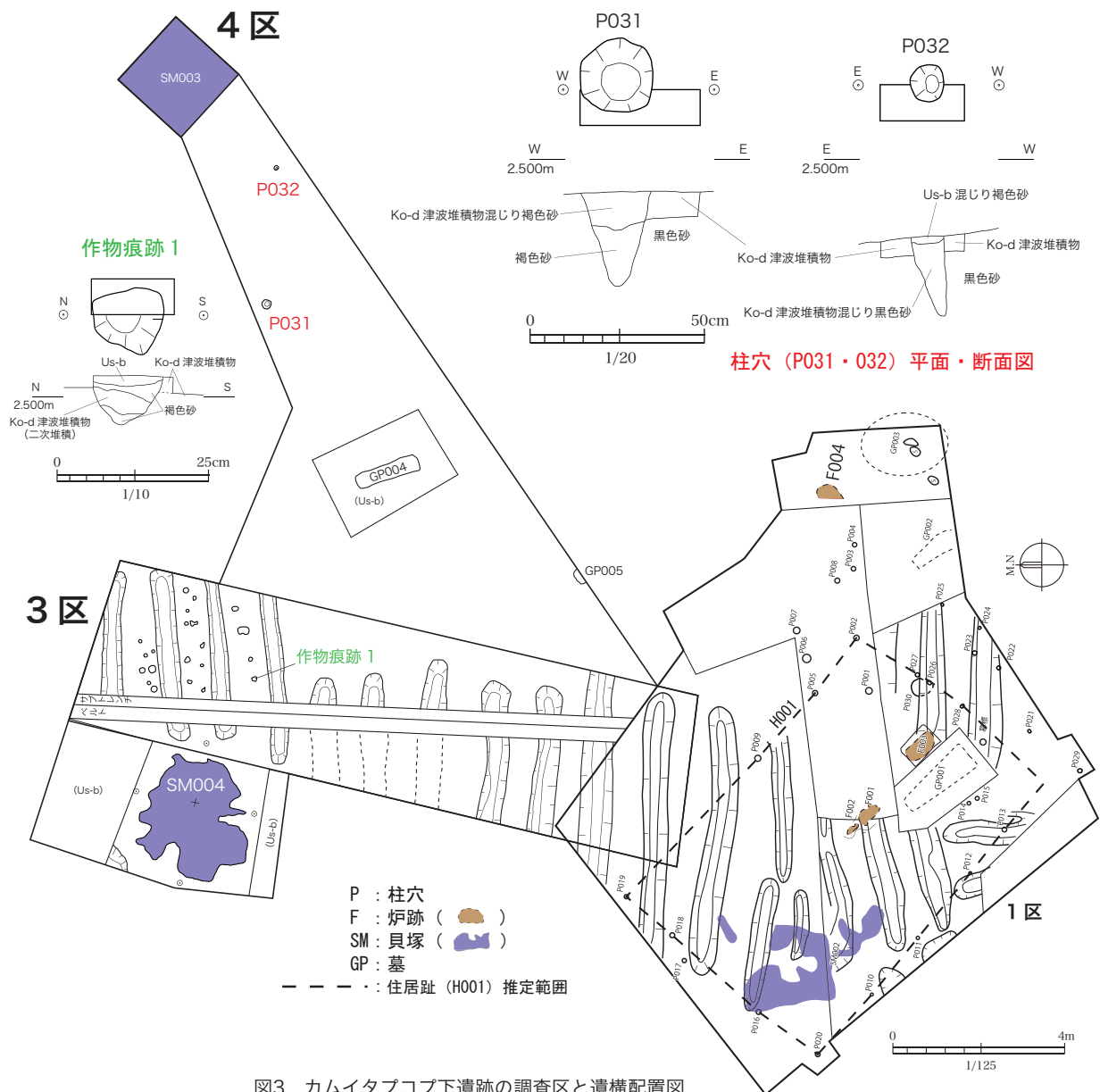


図3 カムイタブコ下遺跡の調査区と遺構配置図

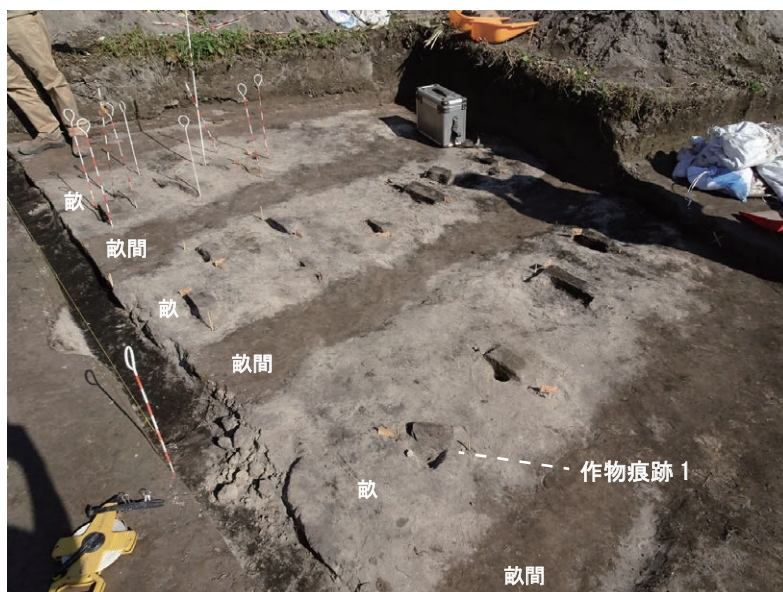


図4 畑跡(3区北端の3本の畝)
北東に向かって撮影

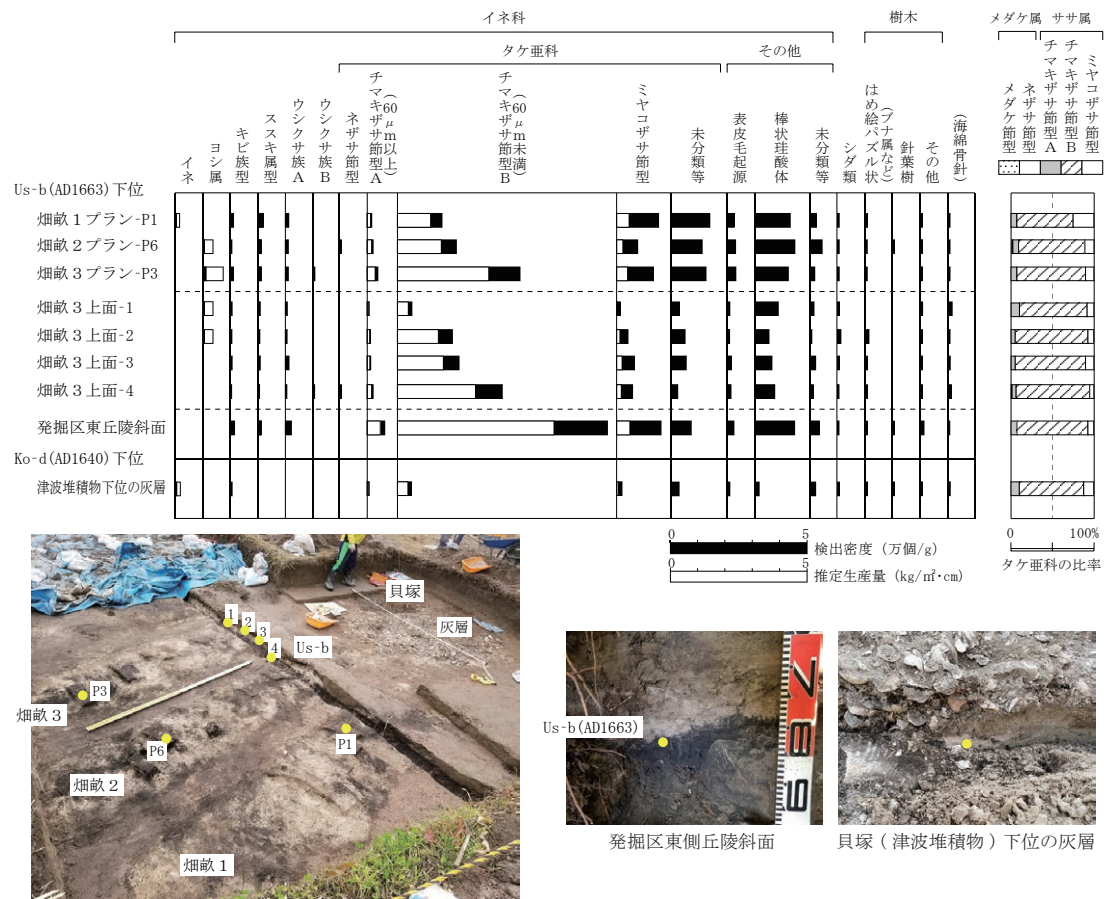


図5 カムイタブロバ下遺跡における植物珪酸体分析結果

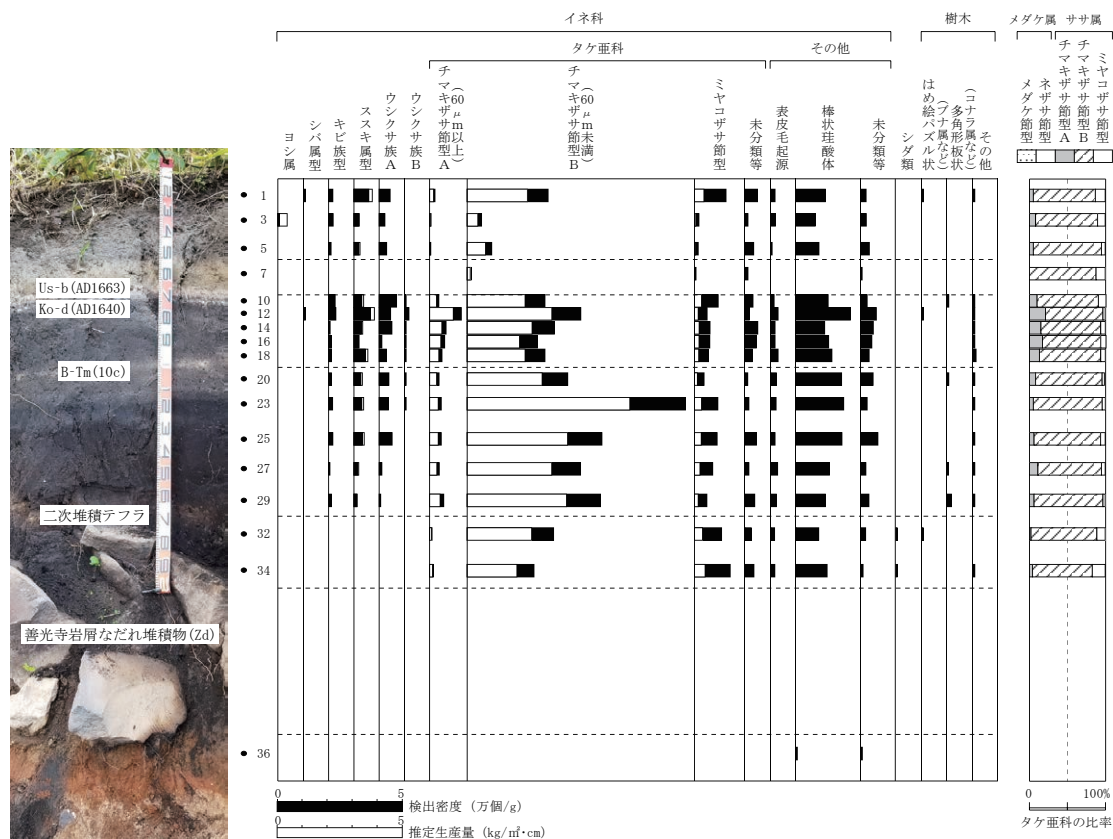


図6 アルトリ海岸沿 (図1の地点2) における植物珪酸体分析結果

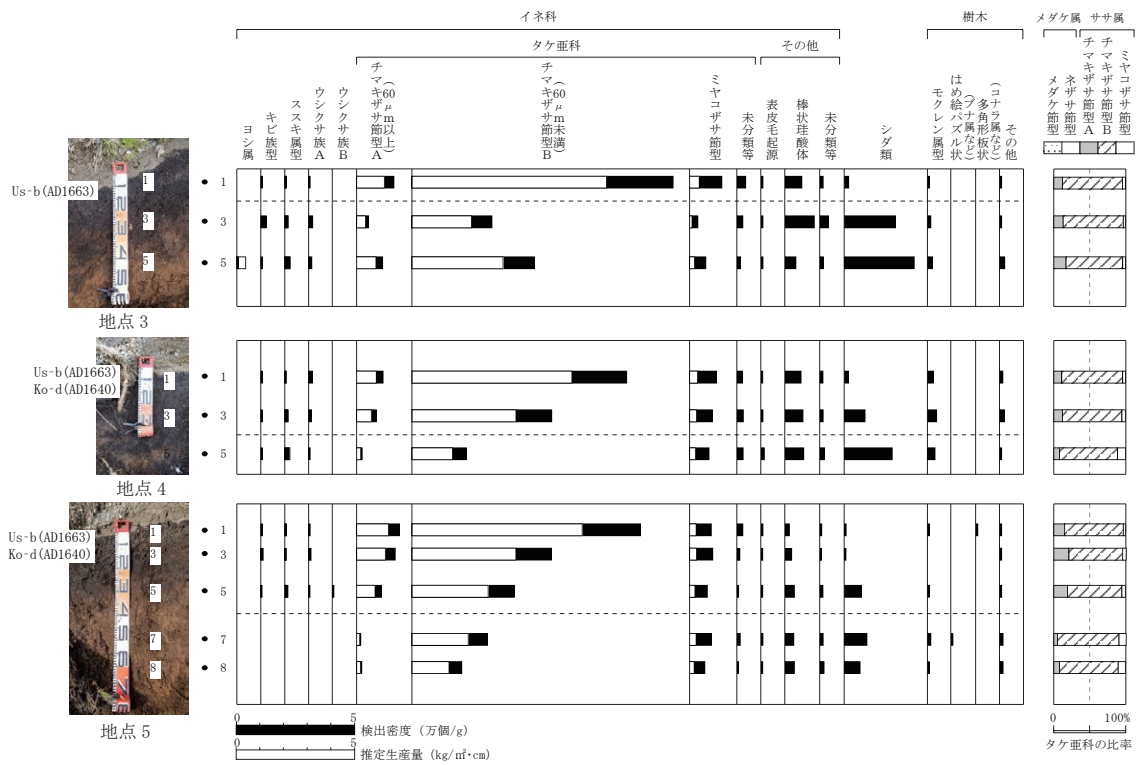


図7 伊達市関内地区（図1の地点3～5）における植物珪酸体分析結果

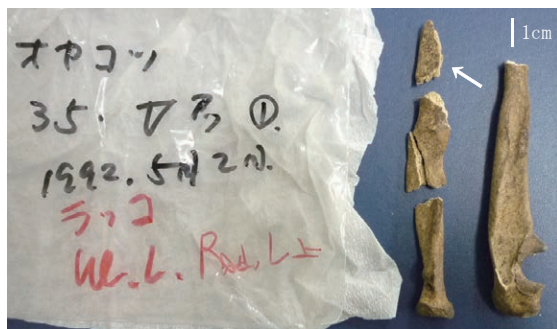
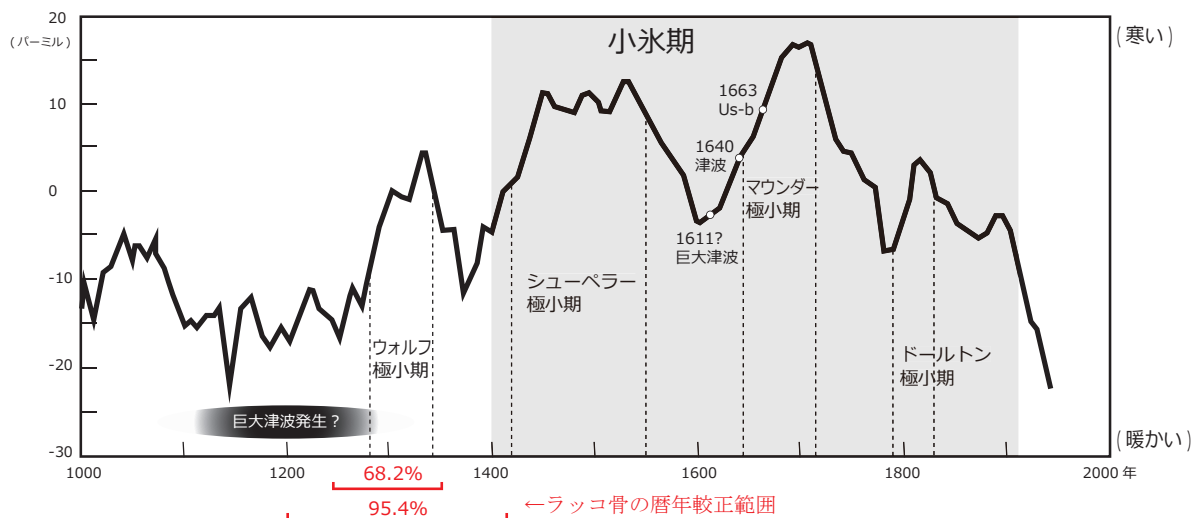

図8 オヤコツ遺跡から出土したラッコの左腕の骨
左：桡骨、右：尺骨。矢印は年代測定部位

表1 オヤコツ遺跡（V層）出土ラッコ骨の放射性炭素年代測定および暦年校正の結果（測定番号PLD-33817）

前処理	超音波洗浄、有機溶剤処理（アセトン）、コラーゲン抽出 コラーゲン収率 5.54%、C/N 原子数比 2.93
$\delta^{13}O$ (‰)	-15.90 ± 0.34
^{14}C 年代	1415 ± 22 (yrBP $\pm 1\sigma$)
校正年代範囲	1 σ 暦年代範囲：1245–1352 cal AD (68.2%) $\Delta R: 329 \pm 54$ 2 σ 暦年代範囲：1201–1414 cal AD (95.4%)


図9 ^{14}C の生成率からみた過去1000年間の太陽活動変化（櫻井 2010）とオヤコツ遺跡出土ラッコ骨の暦年校正範囲
本稿でふれた噴火、津波イベントも加筆

The Impact Enormous Volcanic Eruptions, Tsunamis and the Coldest Period of the Little Ice Age Had on the Ainu III

Yuji SOEDA, Tomoya AONO, Tomohiro MITANI, Yukihiro NAGAYA ,
Nobuhiro KANNO, Kousuke MATSUDA, Kentaro NAKAMURA, Shinji SUGIYAMA,
Ayako SHIBUTANI, Tsuzumi MIYAJI, Naoki KOHNO, and Tsuyoshi WATANABE

From the results of an excavation survey of the Date city Kamuitapukopu-shita site and geological survey of its surround areas and their related analysis, the following items were clarified.

- (1) Regarding the remains of a field from 1640 to 1663, 20 remains which could possibly be farming trace were confirmed. In addition a shell mound and postholes which may have been a part of Chise (Ainu traditional house) were newly discovered. This enables a fuller picture of the village from 1640 to 1663.
- (2) The Usu district was determined to have been hit by a pyroclastic surge during the Mt Usu eruption in 1663. This is an important

discovery when examining the impact on the Ainu living in the Usu district at the time.

- (3) From the analysis results of plant opal, the amount of snow fall until around 1663 was possible less than previous years. It is assumed to be related to a weaker inflow of the Tsushima warm current.
- (4) Radiocarbon dating by AMS method was used on the bones of a sea otter. The calibrated age indicated between the 13th and early 15th Centuries, which includes Wolf minimum. In the future, isotope analysis to determine whether this cold period extended the southern limit of the sea otter habitat range southward.

Yuji SOEDA : Natural History Group, Research Division, Hokkaido Museum
Tomoya AONO : Date City institute of Funkawan Culture
Tomohiro MITANI : Toyako Town Board of Education
Yukihiro NAGAYA : Hokkaido Government Board of Education
Nobuhiro KANNO : Noboribetsu City Board of Education
Kousuke MATSUDA : Muroran City Board of Education
Kentaro NAKAMURA : Paleo labo Co.,Ltd
Shinji SUGIYAMA : Paleoenvironment Research Center Co.,Ltd
Ayako SHIBUTANI : National Museum of Japanese History
Tsuzumi MIYAJI : The Foundation for Research and Promotion of Ainu Culture
Naoki KOHNO : National Museum of Nature and Science
Tsuyoshi WATANABE : Department of Natural History Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University
