

残存デンプン粒分析における コンタミネーションの検討

北海道伊達市北黄金貝塚を中心として

Examination of Contaminated Materials in Starch Residue Analysis :
Focusing on the Kitakogane Shell Mounds in Date City, Hokkaido

SHIBUTANI Ayako, AONO Tomoya and NAGAYA Yukihiro

渋谷綾子・青野友哉・永谷幸人

はじめに

本稿の目的は、北海道伊達市北黄金貝塚から出土した擦石や石皿について残存デンプン粒の検出を試み、残存デンプン粒が石器の加工対象物の残滓かどうか、コンタミネーションの有無を検証する点にある。

1970年代後半から1980年代初めにかけての開発に伴う大規模発掘調査や低湿地遺跡の調査が進展したことによって、日本列島各地における縄文時代の膨大な数の遺跡から植物遺体の出土が報じられるようになった〔工藤, 2012; Noshiro & Sasaki, 2014〕。1980年代より以前では、酒詰伸男〔1961〕が縄文時代の食料資源を解明するため、縄文時代の39遺跡から出土した大型植物遺体27種を含む836遺跡の有機遺物の集成を行っている。渡辺誠〔1975, 1986〕は縄文時代の208遺跡出土の39種の大型植物遺体が食用とされたものとして挙げており、クルミ属 *Juglans* の出土数の多さから、東日本ではクリ属 *Castanea* やコナラ属 *Quercus*, トチノキ属 *Aesculus* よりもしばしば利用されていたとの可能性を提示した。渡辺の集成結果とは異なって、近年の出土木製品に関する研究〔伊東・山田, 2012〕では、770遺跡5851遺物のうち400遺跡以上でクリ *Castanea crenata* が出土しており、クルミ属、コナラ属、シイ属 *Castanopsis* と同様に縄文時代における利用頻度が高かったと述べられている。さらに、土器に残る種実圧痕のレプリカ法〔会田ほか, 2012; 遠藤, 2013; 濱田, 2013; 中山, 2007, 2009, 2014; 中山・佐野, 2012; Obata et al., 2011; 小畑ほか, 2007; 山崎, 2009〕などの研究手法が発展したことにより、野生植物や栽培植物の利用に関する研究が進んできている。その上、放射性炭素年代の高精度化に伴い、土器型式と環境変化、人間活動との関係、一遺跡における植物の利用体系の復元などが論じられるようになった〔工藤, 2005, 2012, 2013; 工藤ほか, 2009; 山本, 2007〕。結果として、縄文時代の植物資源利用に関する研究は1980年代までの状況よりも大きく進展した〔Noshiro & Sasaki, 2014〕。

北海道は、土壌のフローテーション法や水洗篩別法の普及と実施によって、縄文時代遺跡の出土植物遺体に関する情報が顕著に多く蓄積されてきた地域である〔高瀬, 2011〕。渡辺の集成〔渡辺, 1975〕では、北海道の6遺跡から出土したオニグルミが報告されるのみであった。しかしそ

の後、北海道各地で発掘調査の件数が増加し、Crawfordの研究 [Crawford, 1983, 1992, 1993, 2006; Crawford et al., 1976; Crawford & Takamiya, 1990] や D'Andreaの研究 [D'Andrea, 1995a, 1995b; D'Andrea et al., 1995] のように、土壌のフローテーション法や水洗篩別法が積極的に実践されるようになった。結果として、各地の縄文時代遺跡からオニグルミなどの堅果類、キハダなどの果実類、ノビルなどの鱗茎類、ゴボウ、シソや栽培された可能性の高いヒエ属など、さまざまな植物遺体の検出が報告されてきている [椿坂, 2004; 山田, 1986, 1993, 2000; 山田・柴内, 1997; 山田・椿坂, 2009; 吉崎, 1990, 1991, 1992, 1997; 吉崎・椿坂, 1992, 1997, 1998, 1999, 2001]。なお、ソバについては、北海道ハマナス野遺跡例（住居址床面出土）が縄文時代前期から中期に属し、北海道では最も古いものとされてきたが [Crawford, 1983; 山田, 1996]、炭素年代測定の結果によって $160 \pm 30\text{BP}$ と新しいものであることが判明した [今村, 2004]。さらに、朝鮮半島や沿海州地方では古代以降の例しか存在しないこと、および野生種の起源地が日本列島になく、古墳時代以前の出土例が極めて少なく、しかも生活遺構からは出土していないことから、現在ではこの出土したソバはコンタミネーションである可能性が指摘されている [中沢, 2009; 小畑, 2008, 2011]。

遺跡出土種子によって、北海道の縄文時代における植生変遷に関する情報も蓄積されてきている。北海道では、晩氷期が終わり、海水準と気温の急激な上昇が見られる後氷期の約1万年前から8000年前頃はコナラ属が急増し、ニレ属やクルミ属などからなる冷温帯林が成立したとされている [五十嵐ほか, 1993]。山田悟郎の集成 [山田, 1986, 1993; 山田・柴内, 1997] では、この時期に相当する縄文時代早期初頭には、道央から道東にかけてオニグルミやコナラ亜属など堅果類の食用が開始され、早期末にはキハダ、ブドウ属、サルナシなどの果実類が利用されるようになる。前期後半には道南の津軽海峡に面した地域でクリが利用され始め、一部地域では栽培種のソバの栽培やヒエ属の馴化が始まる。オニグルミは縄文時代前期にはほぼ北海道各地で利用されており、コナラ亜属は道東の一部の遺跡で出土する。中期末葉になると、道南の一部でトチノキの利用が始まり、後期中葉にはオニグルミ、コナラ亜属、クリ、トチノキが利用されるとともに、ゴボウやシソ、ホオズキなどの栽培植物の種子が利用されるようになる。さらに後期から晩期になると、堅果類とともにアワやオオムギなどの穀物類も食料として利用され、そのような遺跡が増加するという [山田, 1993]。ただしオオムギについては、北海道塩谷3遺跡の縄文時代後期または晩期末から続縄文時代の土坑から出土したオオムギの年代測定値が $265 \pm 19\text{BP}$ を示し、後世のオオムギが混入したことが判明したため [中沢, 2009; 山田, 2007]、続縄文時代後半期以降に栽培が始まった可能性が高いとされている [小畑, 2011]。同様に、アワはキビやコムギとともに弥生時代以降に朝鮮半島より入ってきた可能性が指摘されており [庄田, 2009]、さらに縄文期とされた種子の年代に疑問が提示され [中沢, 2009; 小畑, 2011]、北海道ではアワとキビの利用は擦文文化以降と考えられている [小畑, 2011]。

その一方で、フローテーション法や水洗篩別法には土壌や浮遊物の回収方法によって結果が大きく左右され、炭化種子が特定の条件のもとで残存するといった限界がある [Chiou et al., 2013; Pearsall, 2001; Shelton & White, 2010; 高瀬, 2011]。高瀬克範 [2011] はこの問題に対応する手段の1つとして、土器に残る種実圧痕のレプリカ法を宮城県北部と北海道石狩低地帯北部の縄文時代晩期～弥生時代・続縄文時代前半期の遺跡から出土した土器に対して実施した。結果として、これ

らの土器に明確な植物種子の圧痕が認められない点が既存の研究成果と整合的であったが、炭化種子との比較においてどのような意味をもつのか検討する必要があると述べた [高瀬, 2011]。高瀬が実施したレプリカ法のように、住居址や炉穴などの遺構、土器や石器などの人工遺物といった別の角度から植物利用を検証することは、特に炭化種実などの大型植物遺体の情報が非常に少ない遺跡では必要となる。本研究で実施した石器の残存デンプン粒分析も1つの手段である。

残存デンプン粒分析は、遺跡土壌や石器や土器などの人工遺物の表面から当時の人々が利用した植物に由来するデンプン粒を検出し、過去の植生や人間の植物利用を解明する研究手法である [渋谷, 2012]。クリやオニグルミなどの堅果類やイネ科穀類など硬い外皮や殻を持つ植物は有機遺物として保存されやすく、遺跡からしばしば出土する。しかし、鱗茎・根茎類などは土壌中で容易に分解されてしまうため、土器付着炭化物 [工藤・佐々木, 2010; 長沢, 1998; 中沢, 2006, 2007, 2008; 佐々木, 2006]、炉穴の炭化遺物 [桑畑, 2011; 寒川ほか, 2012] などの特殊な例をのぞいては遺物として検出されることが極めて少ない。残存デンプン粒は長期間土壌に埋没していても、植物種固有の形態学的特徴をとどめて残留できるという利点をもつため [Crowther, 2012; Gott et al., 2006; Torrence & Barton, 2006]、過去の食料資源や植生を復元する手法の1つとして、1990年代以降に世界各地の考古学調査で積極的に導入され、日本ではこの10年ほどの間で本格的に取り組まれるようになった [マシウス・西田, 2006; 渋谷, 2009b, 2012]。

現在のところ日本では、種実や花粉、植物珪酸体などの研究とは異なって、残存デンプン粒分析が組織的に行われるまでには至っておらず、北海道の遺跡で実施された事例もない。他の地域の縄文時代遺跡では、石器表面の残留物 [上條, 2010b, 2012; 小林・上條, 2012; 渋谷, 2007b, 2008a, 2008b, 2009a, 2009b, 2010b, 2010c, 2012, 2013, 2014a, 2014b] や土器内面に付着した炭化物 [渋谷, 2007b, 2014b; 山本, 2013] からデンプン粒の検出が報告され、これまでの種実などの植物遺体研究では解明できなかった縄文時代の鱗茎・根茎類利用の解明に、残存デンプン粒分析が極めて有効であることが示されてきている。

その反面、特に石器を対象とした残存デンプン粒分析では、試料からデンプン粒を検出した場合、石器の加工対象となった植物の残滓である可能性とともに、遺跡の土壌に含まれた現生植物のデンプン粒、すなわちコンタミネーションのデンプン粒が石器の埋没時に付着した可能性、という2通りの解釈が生じる。土器の付着物を対象とした分析では、炭素14年代測定や炭素・窒素安定同位体分析など他の分析結果との比較・検討が可能である。しかし、石器から検出したデンプン粒は年代測定など他の分析を適用可能な量には達しないことが多く、結果の比較・検討が現状では困難である。そのため、(1) 分析対象の石器が出土した周辺土壌の分析を行うこと [Yang et al., 2013]、(2) 出土直後の土壌の付着した状態の石器から試料を採取し分析すること、(3) デンプン粒の含まれていない水道水で洗浄し、表面の凹凸を明瞭に確認できる石器を抽出して分析すること、(4) 石器表面の割れ目や穴の深い部分から試料を採取することなど、資料の選択や試料採取時の条件に留意することによって、コンタミネーションの問題を避けることが重要である [渋谷, 2009b]。(1) や (2) の分析ができない場合は、同じ遺構から出土した自然礫や調査資料の上層・下層から出土した他の石器との比較分析を行い、石器の加工対象物に由来するデンプン粒かコンタミネーションかどうかを識別する必要がある。

以上をふまえると、今後は北海道の遺跡においても残存デンプン粒が検出される可能性を掘り下げ、植物遺体の出土傾向との相互比較を行っていく必要がある。本稿はそのための第一歩として、北海道の縄文時代遺跡の石器に対して初めて残存デンプン粒分析を行った事例研究である。本研究で分析した北黄金貝塚の石器は2010～2012年度の発掘調査で出土したものであり、石器との比較分析に用いることの可能な土壌試料は残っていなかった。そこで断片的ではあるが、同じ遺構から出土した上層・下層の石器、ならびに自然礫や被熱礫を分析対象に加えてコンタミネーションの有無を検証した上で、残存デンプン粒が石器の加工対象物の残滓かどうかを探った。

1. 北黄金貝塚の概要と分析した石器

1) 遺跡の概要

北海道伊達市に所在する北黄金貝塚は北緯42°24'22"、東経140°54'30"に位置する縄文時代前期・中期の集落遺跡である(図1:A)。噴火湾(内浦湾)の東岸、南に位置する上坂台地と北の茶呑場台地という2つの舌状台地に立地しており、両台地間は小さな湾入地形を呈する。2つの台地に挟まれた低地部分には湧水点が2カ所あり、そこから西側を望むと砂丘列が見え、奥には噴火湾が広がっている。上坂台地の南側は気仙川によって開削された低地が海岸線から約1.5km東側まで続いており、現在水田のある部分は縄文時代前期の海進期に海が入り込み、一帯が大きな入江になっていたと推測されている[青野ほか, 2013](図1:A)。

北黄金貝塚は1948年に峰山巖により発見されて以来、伊達高校郷土研究部(1950～1958年)や札幌医科大学第2解剖学教室(1969～1980年)、伊達市教育委員会(1983～2012年)による調査が行われてきた[青野, 1998; 青野・小島, 1999; 青野・三谷, 2011, 2012; 青野ほか, 2000; 青野ほか, 2013; 北海道伊達市教育委員会, 1995, 1997; 峰山, 1977]。これまで実施された発掘調査の成果から、北黄金貝塚には縄文時代前期に属する5カ所の貝塚があり(図1:B)、前葉・中葉・後葉の形成時期に分けられることが判っている。

B地点貝塚(前期前葉、静内中野式)は上坂台地の山寄りの標高23～24mに位置する。台地の奥側に作られたときは縄文海進期であり、遺跡の周辺には大小の入江があり、台地の裾部分が海岸線となっていた。貝類は主に暖海性の貝種であるハマグリを採っており、石錘が出土することから網漁で魚を捕っていたと考えられている。C地点貝塚(前期中葉、円筒下層a式・b式)は茶呑場台地の西側先端から約300mで、標高は約26mに位置する。C地点貝塚が形成された時期からは出土貝類のうちハマグリが割合が減ってカキやホタテが中心となる。貝種の変化は温暖期から寒冷期への移行を示しており、現在と同じくらいに海水温が下がってきたこと、また、この時期にはシカを多く捕っており、海だけではなく陸の動植物も利用されていたことが推定されている。C地点貝塚の次には、上坂台地にA地点貝塚、A'地点貝塚、南斜面貝塚という、前期後葉(円筒下層c式・d式)の同時期に存在した3箇所の貝塚が作られる。A地点貝塚は上坂台地南西端の崖面に位置し、A'地点貝塚はA地点貝塚の北側約50mの位置にあり、台地頂部からやや北側の斜面にかけて形成され、標高約20mである。南斜面貝塚は上坂台地の南側斜面の中腹、標高17m付近に位置する。これらの3カ所の貝塚は、台地頂部の平坦部を中心としてその周辺に形成されたと考えられている。3地点の貝塚は、A地点貝塚下部からハマグリが出土するものの、主体はカキとイガイの貝層であ

り、寒冷化した後に作られたことが判明している。さらに、オットセイの骨やそれらを捕るための骨角製銛が多数出土することから、海水温がより低いオホーツク海沿岸からオットセイのメスと幼獣が噴火湾で越冬し、それらを縄文人が捕っていたと推定されている〔青野ほか, 2013〕。

貝塚以外の他の遺構については、上坂台地の北側斜面の裾部分から縄文時代中期後半の竪穴住居跡が5基確認されている。ただし、縄文時代前期の貝塚と同時期の住居跡は完全な形では検出されておらず、詳細分布調査の際に一部が上坂台地の南側斜面などで発見されている。遺跡中央の湧水地点からは縄文時代中期の土坑が複数存在し、これらは貯蔵穴と想定された〔青野ほか, 2013〕。周囲からは使用面を上にした石皿と数点の擦石がセットで出土している。貯蔵穴付近から出土する石器は貯蔵穴の堅果類を加工するために利用されたとする研究〔上條, 2006〕をふまえると、これらの石器は貯蔵施設の周辺での加工作業で使用された可能性が考えられる。

「擦石」は石皿などを台として植物や動物の肉などのすりつぶしや砕く作業に用いたと想定される小型の石器であり、他の地域では磨石と呼ばれる。北黄金貝塚でこれまで実施されてきた調査研究〔青野・小島, 1999・青野・三谷, 2011, 2012・青野ほか, 1998; 青野ほか, 2000; 青野ほか, 2013; 北海道伊達市教育委員会, 1995, 1997〕では、出土した礫石器は擦石および擦石未成品、石皿、敲石、石錘、磨製石斧、石鋸、加工礫等に分類されており、長さ約5～20cmの磨製石器、ならびに本州では祭祀・儀礼に用いられたとされる石冠と類似した形状で、北海道や東北の一部で出土する円筒土器文化特有の石器〔小島, 1999; 右代, 2003〕である北海道式石冠は擦石の語で統一されている。本稿はそれに倣って「擦石」と記載を統一する。

北黄金貝塚の中央の湧水地点からは他に、約200m²の調査区の同一層位（灰色砂層）から1,209点の礫石器が出土した〔青野・小島, 1999; 青野ほか, 1998; 青野ほか, 2000〕。この礫石器集中遺構（図1:C）の特徴としては、擦石の大半が欠損していること、ならびに石皿が使用面を下にむけて地に伏せた状態で出土していることである〔青野・小島, 1999; 青野ほか, 1998〕。底部穿孔土器が礫石器に囲まれて出土する状況や線刻礫が存在することから、当遺構は礫石器の廃棄に伴う儀礼の痕跡であると考えられている〔青野・小島, 1999〕。さらに、A'地点貝塚からは14体の人骨を伴う墓が検出されており、これらの人骨はいずれも縄文時代前期に属する〔青野ほか, 2013〕。形質人類学的な計測が行われ、性別や年齢、形質的特徴、病気等の情報が抽出されている。北海道の古い時期の資料であり、1遺跡からまとまって出土していることから、北海道の縄文時代前期の人骨の標準資料と位置付けられ、道内の他の時期の人骨との比較や本州縄文人との比較研究〔南川, 2001; 大島, 1996〕にしばしば用いられている〔青野ほか, 2013〕。

北海道の縄文時代の生業は基本的に狩猟・漁撈・採集が中心となっていたと考えられ〔青野, 2008〕、特に漁撈については、北海道の貝塚出土の動物遺存体に関する検討〔西本, 1984〕によって、北黄金貝塚を含む噴火湾沿岸地域における主要な生業活動であったと推定されてきた。人骨に残留するタンパク質成分（コラーゲン）の炭素・窒素の安定同位体比（¹³C/¹²C, ¹⁵N/¹⁴N）から縄文時代の食性を復元した南川雅男〔2001〕は、縄文時代の食性には地域差があったことを明らかにし、北海道では縄文時代前期から後期、続縄文期を経て近世アイヌ文化期まで、植物よりも海産大型動物への強い依存が続いていたことを示した。ただし、近世アイヌは植物質食料を利用していたことが文献記録により知られており〔林, 1965〕、南川〔2001〕が提示した食物利用構成の推定値、特に

タンパク質寄与率と熱量寄与率からその割合を読み取ることが可能である。また、北海道における縄文時代の人骨の齧歯頻度を検討した大島直行 [1996] は、北海道縄文人は本州縄文人に比べて齧歯頻度が低く、海産動物を中心とする動物性食料への依存が強かったと述べている。実際、北黄金貝塚では種実などの大型植物遺存体の出土数が極めて少なく、貝類やシカ、タヌキなどの陸獣やオットセイ、あるいはアシカやクジラ類などの海獣、ウ類などの鳥類が多数出土している [青野ほか, 2013]。

こうした状況と矛盾するように、北黄金貝塚では、礫石器集中遺構やC地点貝塚の下から検出された配石遺構を含めて、植物加工具として用いられた石器類と類似の形状を示す擦石や石皿が5,000点以上出土している [青野ほか, 2013]。これらの擦石には、断面三角形のタイプや取っ手が凹み状・溝状のタイプ、供餅型の縄文時代前期に見られる形態とともに、縄文時代中期に作られることの多い、溝による取っ手と礫の自然面を残す小型の擦石も検出されており [青野ほか, 2013]、形態において時期的な変化を確認することができる。形態の変化からその用途が変化している可能性も指摘されるが、これらの擦石の具体的な用途は確定されていない。C地点貝塚の貝層 (図1:D) から出土した土器内面炭化付着物の分析では、一部の付着物が海産物とC3植物・草食動物が炭化した可能性が提示され [中村・山形, 2012; 山形・中村, 2013]、極めて少量だが堅果類も出土しており、貯蔵穴の検出とともに、植物利用が行われていた可能性は推定されるが、石皿や擦石の用途とともに植物利用の実態は依然として判っていない。

2) 分析の対象とした石器

本研究では、2010・2011・2012年度の発掘調査で出土した礫石器のうち擦石や石皿を主体的に抽出、擦石19点、石皿5点、敲石1点、被熱礫5点、自然礫4点の合計34点を分析の対象とした(表1)。擦石19点はすべて下面に磨面をもつ北海道式石冠である。小島朋夏による分類 [小島, 1999] にもとづくと、これらの擦石は断面三角形で作業面が狭いタイプ (擦石1~3) は縄文時代前期前葉の静内中野式期、取っ手に凹みと溝の両方が見られるタイプ (擦石4)、取っ手に凹みがあるタイプ (擦石5・6) は縄文時代前期中葉の円筒下層a・b式期、台形で取っ手に明瞭な溝があるタイプ (擦石7~11)、供餅形で取っ手に溝があるタイプ (擦石12~14) は前期後葉の円筒下層c・d式期に属している。溝状の取っ手もち礫の自然面を残すタイプ (擦石15~19) は、縄文時代中期の円筒上層式期に属している。石皿、敲石、自然礫、被熱礫は出土層・遺物包含層の時期から縄文時代前期後葉に属すると判断できる。表土層から出土した石皿と自然礫はどの時期に該当するのか不明なため、表1・2・3では「不明」として扱った。

いずれの石器・礫も2010~2012年度の発掘調査で出土したものであり、すべて水洗され、伊達市噴火湾文化研究所で保管されている。分析試料の採取時に行った石皿、擦石、敲石の観察では、石器の面の中央部や側面端部を利用して対象物を敲打し擦るといった石器の使用状況が推定された。ただし、植物のような軟質物を擦った時に生じる光沢痕は、肉眼での観察ではほとんど確認することができなかった。

3) 分析対象資料が出土した層位

分析対象の石器と礫が出土した出土層は下記のとおりである。いずれも 2013 年刊行の発掘調査報告書 [青野ほか, 2013] の記述を引用した。

C 地点貝塚は現状で約 1.6～2.0m の厚みをもつ貝層が確認されたが、表土から約 10～30cm の深さまで畑の耕作によって攪乱されており、貝層の上部が破壊されている (図 1:E)。

- ・ I 層：擦石 1・7・8・9, 自然礫 2・3・4 が出土。黒褐色土。表土・耕作土・攪乱土。
- ・ VII 層：擦石 4 が出土。黒色土。粒子が細かく、粘性がある。コタマガイ主体の貝層。
- ・ VIII c-2 層：自然礫 1 が出土。暗茶褐色土。カキやウニ主体の貝層。
- ・ VIII d-2 層：被熱礫 1・2 が出土。暗茶褐色土。カキやウニ主体の貝層。
- ・ VIII e-1 層：被熱礫 3・4 が出土。暗茶褐色土。カキ主体の貝層。
- ・ VIII f-1 層：敲石 1, 被熱礫 5 が出土。暗茶褐色土。カキやウニ主体の貝層。

茶呑場台地で検出された盛土遺構の層厚は現状で約 30cm を計るが、上面が直線状を呈する盛土 I 層の直上に基本層位の I 層が堆積しており、遺構の上部が現代の耕作によって失われている (図 1:F)。

- ・ 盛土 I：擦石 17 が出土。茶褐色土。
- ・ II b 層：擦石 3・6 が出土。暗茶褐色土。

他の石器や礫は分布調査時のテストピットから出土しており、遺跡の基本層位は以下の通りである (図 1:G)。

- ・ I 層：擦石 2・5・10・12・15・16, 石皿 4・5 が出土。黒褐色土。表土・耕作土・攪乱土。
- ・ V 層：擦石 13 が出土。黒色土を基本とし、一部では火山灰と混ざり合う。上部の IV 層は 1663 年降下の有珠 b 火山灰、下部の VI 層は 1640 年降下の駒ヶ岳 d 火山灰。
- ・ VII 層：石皿 1・2 が出土。黒色土。
- ・ VIII 層：擦石 11・14 が出土。茶褐色土。
- ・ VIII c 層：石皿 3 が出土。明茶褐色土。粒子が細かく粘性があり、土が非常にしまっている。3～5cm 程度の礫や 0.5～1cm 大の黄褐色土粒を多量に含む。

擦石 18 は C 地点貝塚の清掃土から一括して取り上げられたものであり、擦石 19 は遺物包含層から一括して取り上げられた。

2. 分析方法

本研究では、2012 年 11 月、2013 年 2 月・9 月の 3 度にわたって、伊達市噴火湾文化研究所で資料観察と分析試料を採取した。試料の採取時は異物の混入を避けるため、白衣の着用や資料ごとの手洗い等、採取条件に留意した [Crowther et al., 2014]。プレパラートの作製と顕微鏡観察は、国立歴史民俗博物館の第 1 室準備室で行った。

試料を採取する際は Fullagar [2006] の方法を参照し、敲打痕と磨面の確認された部位を主に選択するとともに、使用痕の外側の面、確認されなかった部位の試料も採取し、残存デンプン粒の有無と検出量を検討した。マイクロピペットにチップをはめて精製水 (シグマ社製) を吸入し、採取する対象に注入、洗浄しながら試料が 16 μ l 以上 (複数枚のプレパラートを作製する必要量) にな

るまで吸引した。1資料につき試料を4～6箇所、石器・礫表面の凹所から採取した。この方法は、後期旧石器時代や縄文時代の石器に対する他の事例〔渋谷, 2010b, 2011b, 2012〕でも採用している。採取した試料はすべて、現生デンプン粒標本の作製〔渋谷, 2006, 2010d〕と同じ方法でプレパラートを作製し、試料を遠心後(13,000rpm・1分)、8 μ lをグリセロール・ゼラチン(シグマ社製, 屈折率1.46-1.48)8 μ lで封入し、1試料につき2～3枚作製した。試料を入れないブランクスライドも毎回作製し、スライドガラスやカバーガラス、スライド封入剤における汚染の有無を確認した。

次に光学顕微鏡(Olympus BX53-33Z, 簡易偏光装置付)を用いて、接眼レンズを10倍、対物レンズを10～40倍、総合倍率100～400倍の視野条件で観察した。デンプン粒の外形や偏光十字の形状などの特徴を記録する際は400倍で観察し、写真記録を行った。

顕微鏡観察の際は、検出したデンプン粒の形態に対して現生植物を用いたデンプン粒標本の形態分類法〔渋谷, 2010d〕をふまえ、A:円形・いびつな円形・楕円形, B:半円形・三角形・四角形, C:多角形の3つのカテゴリーに分類し、大きさは最大粒径を計測してI:10 μ m未満, II:10～20 μ m, III:20 μ mより大, の3つのサイズクラスに分け、合わせて9つのタイプに分類した。分解・損傷して原形の識別が難しい残存デンプン粒はこれらとは別に、「D:分解・損傷」とした。残存デンプン粒を確認した場合は、これらの項目で形態分類を行い、デンプン粒の外形や粒芯、層紋(半結晶ラメラ構造)、形成核(粒芯の中央部で偏光十字が交差する箇所, ヘソ hilum)の位置、偏光十字の形状も記録した。この作業を資料ごとに行い、残存デンプン粒の形態分類図を作製した。これらの形態分類図は検出したデンプン粒の形態的な相違を示し、候補となる植物種をある程度まで絞りこむために利用するものである。残存デンプン粒の候補となる植物種を推定する際は、デンプン粒の表面構造や偏光十字の形状などの他の特徴を詳細に観察した上で検討を行った。

3. 分析結果

分析した石器34点から合計17個の残存デンプン粒を検出した(表2)。これらのうち9個は形や偏光十字の形状を識別することができた。デンプン粒の検出状態については、単独粒(1粒単独の状態)のみであった。デンプン粒のほかには、総合倍率100～200倍の視野条件で観察できるほど微細な植物繊維や細胞組織の断片が試料に含まれており、繊維に付着したデンプン粒(擦石9のIS1より検出, 図2:3)も確認した。

擦石9からはシュウ酸カルシウム($\text{Ca}_2(\text{COOH}_2)_2$)の針晶を検出した(図2:4)。シュウ酸カルシウムは無色で不溶性であり、植物中に貯蔵される場合は針状の結晶で貯蔵される〔Crowther, 2009a〕。この針晶は、海外では石器の残存デンプン粒分析の際に検出されることがすでに報告されているが〔Loy, 1994; Loy, 2006; Loy et al., 1992〕、これまで行われてきた日本の残存デンプン粒分析〔上條, 2008, 2009; 小林・上條, 2012; 大西ほか, 2012; 寒川ほか, 2012; 渋谷, 2011a, 2012; 庄田ほか, 2011〕では見られず、初の報告事例である。今回検出した針晶は、400倍の視野条件下では尖った端部とくぼんだ端部を確認した。針晶の形状は植物の属レベルで異なり〔Loy, 2006〕、一般的には4つのタイプ、すなわちI:両端が尖り、断面形は四角形; II:尖った一方とくぼんだ一方を持ち、断面形は四角形; III:両端が尖り、断面形が六角形から八角形; IV:両端が尖り、断面形は先端部がH字状、中央部が四角形に分類されており〔Crowther, 2009a, 2009b〕、擦石9から検出

した針晶はⅡの形状に類似している。

デンプン粒の分解・損傷の程度について、損傷や分解が進んで原形が識別できないデンプン粒8個を確認した。偏光十字が消失、粒子も膨張して外縁が損傷したものや粒子自体は膨張していないが、偏光十字の幅がやや拡大したものがあつた。

形態については、AII, AIII, BI, BII, CII, CIIIの6形態を確認した(表2)。図5の形態分類図では、これらの形態が明確に識別可能なデンプン粒を図示し、分解デンプン粒のみを検出した擦石8・19、被熱礫1については示していない。

1) 各器種における残存デンプン粒の検出状況

次に器種ごとの残存デンプン粒の検出状況を見ていく。擦石については、4点から残存デンプン粒を検出した(表1, 表2)。擦石8と19からは分解したデンプン粒をそれぞれ1個のみ検出した(表2, 図2:1, 図4:3)。デンプン粒はどちらも磨面から検出したが、擦石8は表土(I層)から出土したもの、擦石19は包含層から出土したが一括で取り上げられたものである。清掃一括で取り上げられた擦石18のBII(半円形)のデンプン粒(図4:1)も磨面の確認されない部位から検出した。表土(I層)から出土した擦石9からはAIIが1個、BIが1個、BIIが2個と分解したデンプン粒3個の合計7個というように、デンプン粒の検出量が最も多かつた(表2, 図2:3~10)。擦石9から採取したすべての試料より、植物繊維や細胞組織などの植物性物質とともにデンプン粒を検出したが、デンプン粒と磨面との明確な関係性を確認することはできなかつた。形態的に円筒下層c式・d式期で表土層から出土した、台形で取っ手に明瞭な溝がある擦石7・10、供餅形で取っ手に溝がある擦石12からは残存デンプン粒をまったく検出しなかつた(表1, 表2)。

表土(I層)から出土した自然礫2・3・4からは残存デンプン粒を検出せず(表1)、いずれの試料にも植物繊維や細胞の微細な断片を確認できなかつた。

石皿については、残存デンプン粒を検出したものは石皿1・3・4である(表2)。石皿1からはCIIIを1個(図3:2)、石皿3からはAIIIとCIIを各1個(図3:3, 4)、石皿4からはAIIを1個と分解したデンプン粒1個を検出した(図4:4, 5)。石皿1は包含層Ⅶ層、石皿3は包含層Ⅷc層から出土しており、どちらもデンプン粒を確認した部位は磨面である。表土(I層)から出土した石皿5については、試料に植物繊維や細胞の微細な断片を含んでいたが、残存デンプン粒をまったく検出しなかつた(表1)。

貝層(Ⅷf-1層)から出土した敲石は、植物繊維や細胞の微細な断片を試料に含んでいたが、残存デンプン粒をまったく検出しなかつた(表1)。

被熱礫5点はすべて貝層下部から出土し(表1)、被熱礫2・3・4・5からは残存デンプン粒をまったく検出しなかつた。被熱礫1においては1箇所から、加熱によって粒子が膨張し分解が進んだ状態のデンプン粒1個(図3:5)を検出した(表2)。

2) 石器の残存デンプン粒の由来する植物

以上の検出結果を受けて、残存デンプン粒の形態と現生標本を比較し、石器の残存デンプン粒の由来する植物を検討する。検出した残存デンプン粒はすべて単独粒であり、アミロプラストと

呼ばれる細胞内構造体の中や植物繊維に包含された状態のものは確認されなかった。現生堅果類のデンプン粒では子葉だけでなく、果皮や殻斗、葉の部分において植物繊維や細胞組織の中に包含されたデンプン粒は確認されず、穀類やマメ類の標本でも類似したものは確認されていないため [渋谷, 2009b], 植物繊維や細胞組織の中に包含されたデンプン粒は鱗茎・根茎類に由来する可能性が高い [渋谷, 2009a, 2009b]。今回の分析ではそうした手がかりをもつデンプン粒は検出しなかった。しかもいずれのデンプン粒も形成核は1つであり、トチノキ *Aesculus turbinata* やアズキ *Vigna angularis* に見られる複粒構造、2個のデンプン粒が連結して1個のデンプン粒のように見え、形成核が2つある構造 [藤本, 1994; 木村ほか, 2006] をもつような特徴的なデンプン粒も検出しなかった。そこで、検出したデンプン粒の形状、粒径、偏光十字の形状、形成核の位置などにもとづいて植物種の検討を行った。

擦石から検出したデンプン粒のうち、擦石18（円筒上層式期）のBIIのデンプン粒は半円形で長径11.94 μm ・短径9.27 μm 、偏光十字が平坦部から弧状部へ向かってX字状に交差し、形成核は粒子の中央部に位置する。図5に示したように、この形態はクリ *Castanea crenata* の範囲に該当する。クリのデンプン粒は円形やいびつな楕円形、および半円形をなし、粒径範囲3.2～18.2 μm 、最頻値18.2 μm である。形態分類ではAI・AII・BI・BIIに分類され [渋谷, 2010d], さらに偏光十字は平坦部から弧状部に向かってX字状に交差し、粒子の中央に形成核が位置する。クリのデンプン粒と粒径範囲が重なるコナラ属 *Quercus* のデンプン粒は大半の種が円形や楕円形、半楕円形をなし、形成核も粒子の中央部に位置するものが多いが、偏光十字の形状は粒子の長軸に沿って扁平なX字状に交差する。ヤマノイモ属 *Dioscorea* は卵形や半楕円形のデンプン粒をもち、粒径範囲11.1～22.2 μm で形態分類図ではクリの範囲と重なるが（図5）、偏光十字が卍状に交差し、形成核は粒子の弧状部（端部寄り）に位置するため、擦石18のデンプン粒の形態学的特徴とは異なっている。さらに、ワラビ *Pteridium aquilinum* のデンプン粒も擦石18のデンプン粒と粒径範囲が重なり（図5）、形成核が粒子の中央部に位置しているが、円形やいびつな楕円形で偏光十字も粒子の長軸に沿って縦十字状を示すなど、こちらも擦石18のデンプン粒の形態学的特徴とは大きく異なる。以上から、このBIIのデンプン粒はクリに由来する可能性が高いと考える。

擦石9（円筒下層c式・d式期）から検出したデンプン粒のうち、四角形で長さ16.96 μm ・幅13.18 μm のデンプン粒（図2:5）はメギ科サンカヨウ属 *Diphylleia* の四角形で縦十字の偏光十字の形状をもつデンプン粒やイヌビエ属 *Echinochloa* などの四角形のデンプン粒と、粒径範囲、および縦十字状の暗線が粒子の中央で垂直に交わるという偏光十字の形状が近似している。そのため、デンプン粒の由来する植物の候補としてこれらの植物が挙げられる。

同じ擦石9から検出した四角形で長さ8.96 μm ・幅6.16 μm のデンプン粒（図2:7）は、形成核が粒子の中央部に位置し、偏光十字は粒子の長軸に沿って交差する扁平なX字状を示すという特徴が先述したコナラ属のデンプン粒の形態と非常に類似している。ただし、コナラ属のデンプン粒は光学顕微鏡を用いた種レベルでの識別は非常に困難であり、この半円形の残存デンプン粒がどの種に由来する可能性があるのかについては今後の検討課題である。さらに、擦石9の楕円形の残存デンプン粒（図2:9）は外形と粒径範囲が、円形やいびつな楕円形で粒径範囲7.3～18.0 μm 、最頻値10.0 μm の形態をもつワラビ *Pteridium aquilinum* のデンプン粒の形態 [渋谷, 2010d] と形態

分類図で重なっている（図5）。しかも、形成核が粒子の中央部に位置し、十字の暗線が粒子の長軸・短軸に沿って垂直に交わる偏光十字の形状を示す点がワラビのデンプン粒と近似しているため、ワラビに由来する可能性がある。さらに、石皿4（時期不明、表土層出土）の磨面から検出した円形の長径15.78 μm ・短径15.11 μm のデンプン粒（図4：4）は、形成核の位置が粒子の中央部で偏光十字が粒子の長軸・短軸に沿って垂直に交わる形状を示す特徴とともに、形態分類図でワラビのデンプン粒の範囲と重なっていることから、このデンプン粒の由来する植物の候補としてワラビが考えられる。

石皿1（縄文時代前期後葉、Ⅶ層出土）の磨面から検出した五角形のCIIのデンプン粒（図3：2）は、同じ五角形で粒径範囲16.7～23.2 μm 、最頻値17.7 μm の形態をもつオニグルミ *Juglans ailanthifolia* のデンプン粒 [渋谷, 2010d] と形態分類図で重なっており（図5）、形成核が粒子の中央に位置し、十字の暗線が垂直に交わる偏光十字の形状を示す特徴が石皿1の五角形のデンプン粒と類似している。ただし、同じクルミ属のヒメグルミ *Juglans mandshurica* とオニグルミのデンプン粒は光学顕微鏡を用いた種レベルでの形態の識別が非常に難しいため、ここではクルミ属 *Juglans* の可能性にとどめておく。同様の形態学的特徴を示す石皿3（縄文時代前期後葉、Ⅷc層出土）の磨面から検出した五角形CIIのデンプン粒（図3：3）も形成核の位置と偏光十字の形状がクルミ属のデンプン粒に見られる特徴と近似しており、クルミ属の可能性を考慮することができる。

以上をまとめると、残存デンプン粒のうち粒子の形状、粒径範囲、形成核の位置、偏光十字の形状から植物種の可能性を推定できるものは、縄文時代前期後葉・円筒下層c式・d式期の擦石9の四角形：メギ科サンカヨウ属やイヌビエ属などの可能性（ただし標本の検討が必要）、半円形：コナラ属の可能性、楕円形：ワラビの可能性、石皿1・3の五角形：クルミ属の可能性、石皿4の円形：ワラビの可能性、縄文時代中期・円筒上層式期の擦石18の半円形：クリの可能性、である。

4. 考察

植物種の検討結果、残存デンプン粒の検出部位、石器の出土層位・時期をまとめると、下記のとおりである。

①縄文時代前期後葉（円筒下層c式・d式）

擦石8：表土（Ⅰ層）より出土。磨面より分解デンプン粒を検出。

擦石9：表土（Ⅰ層）より出土。使用痕無しの部位からメギ科サンカヨウ属やイヌビエ属などの可能性のあるデンプン粒、繊維と密接した隅丸方形のデンプン粒（種は不明）、分解デンプン粒を検出、使用痕無し・凹み部からワラビの可能性のあるデンプン粒と分解デンプン粒を検出、磨面よりコナラ属の可能性のあるデンプン粒と分解デンプン粒を検出。

石皿1：包含層（Ⅶ層）より出土。磨面よりクルミ属の可能性のあるデンプン粒を検出。

石皿3：包含層（Ⅷc層）より出土。磨面よりクルミ属の可能性のあるデンプン粒、使用痕無しの部位から大型円形のデンプン粒（種は不明）を検出。

被熱礫1：貝層下部（Ⅷd-2層）より出土。使用痕無しの部位から分解デンプン粒を検出。

②縄文時代中期（円筒上層式）

擦石18：清掃土から一括して取り上げ。使用痕無しの部位からクリの可能性のあるデンプン

粒を検出。

擦石 19：包含層から一括して取り上げ。磨面から分解デンプン粒を検出。

③時期不明

石皿 4：表土（I層）より出土，IS1（磨面）よりワラビの可能性のあるデンプン粒，IS2（磨面）より分解デンプン粒2個を検出。

今回の分析は、北黄金貝塚の石皿や擦石から残存デンプン粒の検出が可能かどうかを試みたため、それぞれ上石と下石になるという、いわば石器のセット関係に関する検証が可能な資料点数ではなく、石器の出土遺構や層位に焦点を当てて検討してはいない。残存デンプン粒の検討結果にもとづき、擦石や石皿のセット関係を検討することは今後の課題である。

1) 残存デンプン粒に対するコンタミネーションの有無

植物のデンプン粒は基本的にどのような土壤環境でも残存する [Barton & Matthews, 2006; Evers & Stevens, 1985]。これは植物のセルロース（植物細胞の細胞壁や繊維の主成分）が土壤の pH や温度、微生物の活動に対する耐性を持ち [Ashman & Puri, 2002]、セルロースのこうした働きがデンプン粒の分解を防ぎ、土壤中に長期間残存させると推論されている [Barton & Matthews, 2006]。そのため、石器に付着したデンプン粒には、土壤から混入したデンプン粒と植物加工によって付着したデンプン粒との両方の可能性があり、明確に識別する必要がある [渋谷, 2009b]。この問題を解決するためには土壤分析と併行した石器の分析が推奨されるが [Fullagar et al., 1998; Ranere et al., 2009]、既存の多くの研究では、残存デンプン粒が石器によって加工された植物の残滓であると確実に識別する方法は開発されておらず、石器の残存デンプン粒に対して年代測定を実施した事例も 2014 年現在のところまだ報告されていない。

こうした研究状況から、デンプン粒の残存要因や経年変化を解明することによって、それらのデンプン粒を識別しようとする実験的な研究 [Barton, 2009; 渋谷, 2007a] が進められており、土壤中でデンプン粒が移動する要因を検証した実験 [Haslam, 2009] も行われるなど、土壤から混入したデンプン粒と植物の加工によって付着したデンプン粒との識別方法を確立させようとする研究が実施されてきている [渋谷, 2009b]。土壤の有機物中のデンプン濃度を計測した研究は報告されていないが [渋谷, 2009b]、島嶼や森林伐採地、耕作地などの環境の相違によって土壤中のデンプン粒の含有量が異なることや [Lentfer & Therin, 2006]、土壤の有機物が多く、しかも微生物が活発に活動すると想定されるのは地表面より 10～20cm 下の土層であることはすでに指摘されている [Barton, 2009]。そのため、近年の耕作の影響を受けた表土層から出土した石器には、土壤のデンプン粒とともに、植物加工によって付着したデンプン粒が混在していると推定できる。ただし、土壤のデンプン粒が石器表面の凹部の深い部分に入り込む可能性は非常に低いとされており [Barton, 2009]、出土石器が水洗され、土壤が除かれる際には石器表面に付着した現生デンプン粒についてもその多くが取り去られると想定される [渋谷, 2009b]。一方で、超音波洗浄で落としきれなかった石器の付着土壤から残存デンプン粒を検出した例 [渋谷, 2010a] もある。したがって、二次的汚染の徹底的な除去までは至らないが、水洗された石器を分析の対象とする場合、土壤由来の現生デンプン粒が付着している可能性は相対的に低いと考えられる。さらに、磨面や敲打痕のある範囲

から検出した残存デンプン粒は何らかの植物が加工された痕跡を示すと考えることができ [渋谷, 2012], 石器の出土層位とあわせて, 植物加工の痕跡のデンプン粒かコンタミネーションかを評価することが可能である。

以下, 検出した残存デンプン粒について, 石器の使用時に付着したデンプン粒か, それとも土壌由来のデンプン粒 (コンタミネーション) かを検討する。表3では, 残存デンプン粒の候補となる植物とともに, A: 植物加工の痕跡と考えられるもの, B: 植物加工の痕跡とコンタミネーションの可能性の両方が考えられ, 特定できないもの, C: コンタミネーション, という評価を提示した。

① 植物加工の痕跡と考えられるデンプン粒

表3に示したように, 植物加工の痕跡と考えられる残存デンプン粒は石皿1の五角形のデンプン粒 (図3:2), 石皿3の五角形のデンプン粒 (図3:3), 被熱礫1の分解デンプン粒 (図3:5) である。石皿1はC地点貝塚のグリッドL400包含層 (Ⅶ層), すなわち表土から約50~60cm下の堆積層より出土しており (表1), 畑の耕作によって攪乱された表土の影響は表土層から出土した他の石器よりも相対的に少ないと思われる。このデンプン粒は石皿1の磨面から検出しており (表3), デンプン粒の検出部位と出土層位からは石皿1の使用時に付着した植物に由来するデンプン粒の可能性を考えることができる。

石皿3も包含層 (Ⅷc層), 表土から約70~80cm下の堆積層より出土している (表1)。この石皿3の磨面からはクルミ属の可能性のあるデンプン粒を検出しており (表3), 石皿3の出土層位とデンプン粒の検出部位をふまえると, このデンプン粒は加工対象物である可能性を指摘できる。

貝層下部より出土した被熱礫1の残存デンプン粒は, 加熱によって粒子の膨張と偏光十字の消失が見られる分解状態であった (図3:5)。しかも, 被熱礫1と同じ貝層下部から出土した他の被熱礫4点や自然礫1からは残存デンプン粒をまったく検出しなかった (表1・2)。貝塚での埋没過程において, 何らかのデンプン粒が付着する要因は極めて少ないものと思われ, 被熱礫1の分解デンプン粒はコンタミネーションではないと考えることができる。

デンプン粒は土壌の温湿度だけでは分解状態にはならず, 土壌のpHや微生物の活動の相互作用によって酵素反応が促進されて糖化が起こる [Braadbaart et al., 2004; Evers & Stevens, 1985; Henry et al., 2009; Maeda et al., 2004; 島ほか, 2002]。熱によって糊化したデンプン粒はしばしば粒子が膨張し, 偏光十字の幅が拡大し不明瞭な状態となることが多く, 外縁も損傷していることが多い。そのため, 加熱により分解したデンプン粒の由来する植物をたどることは困難である [Braadbaart et al., 2004; Burrell, 2003; Evers & Stevens, 1985; Lamb & Loy, 2005; 渋谷, 2007b; 庄田ほか, 2011; Weston, 2009]。ただし, 植物の種類によってデンプン粒が糊化する温度は異なる。一般的には, 約60~85度の温度で加熱され, 加熱対象物の全体の水分量が30%以下となった後に加熱が止められ, 加熱前の温度近くまで冷やされた時にデンプン粒の糊化が進んで糖化するという [Crowther, 2012]。加熱時間もデンプン粒の糊化や糖化を引き起こす要因である [Crowther, 2012; Henry et al., 2009; Raviele, 2011]。多くの植物では, 単に加熱されただけでデンプン粒の粒子が膨潤し, 粘性が高まって糊状になり, さらに糖化するという反応が即座に起きることはない。こうしたデンプン粒の性質にもとづくと, 被熱礫1の分解デンプン粒は粒子の膨潤と偏光十字の消失, 外縁の大幅な損傷が確認できるため, デンプン粒の糊化が進んで糖化する状態になるまでの加

熱温度、かつ時間を経ていることがうかがえる。

北黄金貝塚の被熱礫は炉石として使用された可能性が推定されるが、用途については現段階では不明である。被熱礫から検出した残存デンプン粒の類例としては、青森県三内丸山遺跡の炉石に転用された石皿[渋谷, 2009b, 2010c]がすでに報告されている。しかし、三内丸山遺跡の石皿とは異なって、北黄金貝塚の被熱礫1は明瞭な磨面や敲打痕が確認されず、石器として使用されたとは考え難い。そのため、この礫が炉石として使用された際、加工・調理に伴って土器の内容物等が吹きこぼれ、内容物に含まれた何らかのデンプン粒が付着した可能性が考えられる。このデンプン粒が分解状態となったのが礫に付着する前なのか、いいかえれば礫に付着した時点ですでに壊れた状態だったのか、それとも礫に無傷のデンプン粒が付着した後に炉の熱によって分解したのか。この被熱礫1とは別の、他の被熱礫でもデンプン粒を検出しないか再検討する必要がある。

② 植物加工の痕跡とコンタミネーションの可能性の両方が考えられ、特定できないデンプン粒

植物加工に伴うものと近年の耕作によるコンタミネーションという2通りの解釈ができ、どちらも特定できないデンプン粒は、石器の時期の古いものから順に、擦石8の分解デンプン粒(図2:1)、石皿3の磨面が確認されない部位の大型円形デンプン粒(図3:4)、擦石18のクリに由来する可能性の半円形デンプン粒(図4:1)、擦石19の分解デンプン粒(図4:3)である(表3)。

石皿3については、上述したように磨面からクルミ属のデンプン粒を検出し、A:加工対象物である可能性を指摘できる。一方で、磨面の確認されない部位からもデンプン粒を検出し、こちらは磨面との関連性が認められず、植物加工の痕跡かコンタミネーションか特定できなかった。

擦石8と擦石19から検出した分解デンプン粒はそれぞれ磨面から各1個検出しているが、擦石8は表土(I層)から出土したもの、擦石19は包含層から一括で取り上げられたものである(表1, 表3)。そのため、どちらも特定できないものとした。

清掃一括で取り上げられた擦石18のデンプン粒も、磨面の確認されない部位から検出したものである。もしこれが土壌由来のデンプン粒であるなら、同じ擦石18の他の部位から採取した2箇所(2箇所)の試料にもデンプン粒が含まれることが想定でき、C地点貝塚の同じグリッドの被熱礫や隣接するグリッドの自然礫4点にも同様のデンプン粒が付着していると推定される。今回の分析結果では、このデンプン粒が含まれていた試料とは別の2箇所(2箇所)の試料からはデンプン粒を検出せず(表3)、しかも同じグリッドの被熱礫や隣接グリッドの自然礫においても同様のデンプン粒の付着は認められなかった(表1)。擦石18からはデンプン粒1個のみを検出しており、出土状況をふまえると土壌由来のコンタミネーションである可能性は高いが、自然礫の結果からは石器の加工対象物の残滓とも考えられるため、特定できないものとした。

③ コンタミネーションの可能性が高いデンプン粒

コンタミネーションの可能性が高いデンプン粒は、擦石9の7個のデンプン粒すべて(図2:3~10)、石皿4から検出した、ワラビに由来する可能性のあるデンプン粒(図4:4)と分解デンプン粒2個(図4:5・6)である。

擦石9は表土(I層)から出土しており、しかも磨面から2個、磨面の確認されない部位から3個・2個というように、磨面との明確な関係性を確認することはできず(表1)、採取したすべての試料に植物繊維や細胞組織などの植物性物質が含まれていた。石器や土器の分析試料中にデンプン

粒と植物繊維や細胞組織の断片、花粉、珪酸体が含まれることは他の事例 [Holst et al., 2007; 渋谷, 2010b, 2010d, 2011a, 2012; Veth et al., 1997; Yang et al., 2013] でもしばしば報告されており、石器の分析試料からデンプン粒と珪酸体を検出した場合は植物加工の証拠として提示されることもある [Fullagar, 2006; Veth et al., 1997]。しかし擦石9については、表土からの出土という状況とともに、残存デンプン粒の検出部位も磨面との関係性が明確には見られなかった。したがって、擦石9のデンプン粒とともに、試料に含まれた植物繊維や細胞組織などの植物性物質は土壌由来のコンタミネーションである可能性が高い。

同様に、石皿4のデンプン粒は磨面から検出したことから、石皿4の加工対象物の残滓である可能性も考えられるが、表土から出土し、時期も不明な石器であるため、これらのデンプン粒はすべてコンタミネーションであると評価した。

なお、同じ表土層からの出土にもかかわらず、円筒下層c式・d式期に属する台形で取っ手に明瞭な溝がある擦石7・10、同じく円筒下層c式・d式期の供餅形で取っ手に溝がある擦石12からは残存デンプン粒をまったく検出しなかった(表1, 表2)。自然礫2・3・4についても表土から出土しているが、これらからは残存デンプン粒を検出せず(表1, 表2)、いずれの試料も植物繊維や細胞の微細な断片を含んでいなかった。このように、同じ表土から出土した自然礫にはデンプン粒が付着していないため、石器の磨面に付着したデンプン粒の中には加工対象物の残滓である可能性をもつもの、すなわち「B: どちらとも特定できないもの」も存在すると推定できる。しかし、石皿4については資料自体の時期が不明であり、コンタミネーションの可能性が高いと考える。

2) 北黄金貝塚の石器に残存するデンプン粒の意義

次に、残存デンプン粒の由来する植物と石器の用途との対応関係を検討し、北黄金貝塚の石器に残存するデンプン粒の意義について検討する。

表3で示したように、分析した石器の加工対象物の残滓に由来するデンプン粒は石皿1のクルミ属の可能性のあるデンプン粒、石皿3のクルミ属の可能性のあるデンプン粒、被熱礫1の分解デンプン粒である。これらのうち、クルミ属の可能性のあるデンプン粒は北黄金貝塚で堅果類の加工が行われたことを推定させるものである。

オニグルミは道南では縄文時代早期初頭から利用され、前期後半になると北海道各地で利用が広がっていたと考えられているが、北黄金貝塚が属する縄文時代前期・中期の北海道西南部でコナラ亜属(ミズナラ・コナラ・カシワ)の堅果類が利用されていたことを示す遺跡は極めて少ないという [山田, 1993; 山田・柴内, 1997]。さらに、縄文時代早期まで北海道にはクリは自然分布しておらず、前期後半以降に津軽海峡対岸の青森県内の遺跡から北海道の津軽海峡に面した地域の遺跡に持ち込まれた結果、渡島半島南端部で食料資源や構造物として利用が開始された後に北へ分布域が拡大し、中期末に北海道中央部西南の登別市付近まで達したと推定されている [山田・柴内, 1997]。北黄金貝塚の石皿1と石皿3はどちらも縄文時代前期後葉の遺物包含層から出土している(表1, 表3)。それらの磨面からクルミ属の可能性のあるデンプン粒を検出したことは、当該時期の道南において、石皿を用いたクルミ属の加工作業が行われていたことを示す証拠の1つとなる。

石皿1と石皿3のどちらのデンプン粒も、粒子中央に一部亀裂がある他はほとんど損傷のない状

態である（図3：2・3）。この損傷度合から石皿1・3の加工作業が、多くの研究者が従来考えてきた「石皿と擦石（あるいは敲石）でオニグルミの核を砕き、仁を取り出した」という殻割り作業なのか、それとも「取り出したオニグルミの仁を製粉した」作業なのか、作業の内容を検証することは現状では非常に困難である。実際、現生オニグルミの核と仁の両方において、量の多少はあるがデンプン粒が含まれており、粒子の形状も大きさもまったく同じである。Liuらの実験[Liu et al., 2013]のように、種実の粉碎・製粉によってデンプン粒が損壊するのか、あるいはまったく損傷しないのか、損壊率を計測する実験を行い、損傷デンプン粒が無傷のデンプン粒とともに同じ石器から検出される理由を考える必要がある。本稿では「石皿でクルミ属が加工された」という推定にとどめ、殻割り・粉碎・製粉作業のいずれかという作業内容の検討は今後の課題としたい。

北海道の縄文時代遺跡における残存デンプン粒分析は本研究が初の事例である。北日本の縄文時代前期・中期の遺跡から出土した石器より堅果類に由来する可能性のある残存デンプン粒が見つかった事例として、すでに青森県三内丸山遺跡の石皿・磨石類[上條, 2010a; 渋谷, 2008a, 2010c], 山田(2)遺跡の磨石[上條, 2010b]などの結果が報告されている。これらの事例では円形や半円形、五角形などの形状が識別できる残存デンプン粒の検出が報告されている。さらに、これらのデンプン粒の検出部位から石器の加工対象物の残滓であると結論付けられ、デンプン粒の形態学的な特徴にもとづいて、堅果類や鱗茎・根茎類などが石皿や磨石類で加工された植物の候補であると考えられている。本研究によって、北黄金貝塚の一部の石器の磨面から加工対象物、特にクルミ属の可能性のあるデンプン粒を検出したことは、円筒土器文化圏における植物利用活動を検証する新しい事例の1つとなるものである。

おわりに

本研究では、北黄金貝塚から出土した石皿や擦石、敲石、自然礫、被熱礫の残存デンプン粒分析から、後世のコンタミネーションの検討、ならびに石器の加工対象物についての検討を行った。その結果、以下の点が明らかとなった。

①分析した擦石、石皿、被熱礫から合計17個の残存デンプン粒を検出した。残存デンプン粒は単独粒のみの残留状態が確認でき、形状については円形や四角形、五角形が確認された。

②検出した残存デンプン粒について、粒子の形状、粒径範囲、形成核の位置、偏光十字の形状から植物種の可能性を推定できるものは、縄文時代前期後葉・円筒下層c式・d式期の擦石9の四角形：メギ科サンカヨウ属やイヌビエ属などの可能性、半円形：コナラ属の可能性、楕円形：ワラビの可能性、石皿1・3の五角形：クルミ属の可能性、石皿4の円形：ワラビの可能性、縄文時代中期・円筒上層式期の擦石18の半円形：クリの可能性、である。

③残存デンプン粒のうち、A：植物加工の痕跡と考えられるものは3個、B：植物加工の痕跡とコンタミネーションの可能性の両方が考えられ、特定できないものは4個、C：コンタミネーションは10個である。

④自然礫からは残存デンプン粒をまったく検出しなかった。表土層から出土した擦石9と石皿4の残存デンプン粒を磨面から検出したが、いずれも土壤由来のコンタミネーションである可能性が高い。擦石9の試料から多く検出した植物性物質についても、表土に含まれていた物質である可能

性が考えられる。擦石 8・18・19 の残存デンプン粒については、植物加工の痕跡か、それともコンタミネーションか、どちらとも特定できない。

⑤被熱礫 1 の 1 箇所から、加熱によって粒子が膨張し分解が進んだ状態のデンプン粒を検出した。被熱礫は炉石として使用された可能性が推定されるが、用途については現段階では不明である。炉石として使用されたのであれば、土器の内容物等に含まれたデンプン粒が吹きこぼれてこの礫に付着したという可能性が考えられる。この礫 1 点のみの検出状況であり、他の被熱礫についてさらに検討する必要がある。

⑥石皿 1・3 は縄文時代前期に属し、クルミ属の可能性をもつ残存デンプン粒を磨面より検出し、どちらも石皿の使用時に付着した植物の残滓の可能性を考慮することができる。これは、縄文時代前期に道南でクルミ属が利用され、石皿で加工されていたことを示す証拠の 1 つとなる。ただし、石皿 3 の大型円形のデンプン粒は、植物加工に伴うものと近年の耕作によるコンタミネーションという 2 通りの解釈ができ、特定できない。

日本の考古学では、石皿や磨石類についてそれらの具体的な加工対象物は何か、対象物が植物であるなら種実の殻割り・粉碎・製粉のどの加工方法が用いられたのかなどのさまざまな問題が、明治以降現在に至るまで積み重ねられてきた膨大な研究成果の中で論じられてきた。日本では近年石器残存デンプン粒の研究事例が蓄積されてきており、石皿や磨石類の作業痕跡のある部位からクルミ属やコナラ属などの堅果類、ユリ科鱗茎類、ワラビやクズ属などの根茎類に由来する可能性のある残存デンプン粒の検出が報告され、デンプン粒の候補となる植物から石皿や磨石類で加工された植物の種類が少しずつ明らかになってきた。そうした中で本研究は、北海道で初めて縄文時代の石器から残存デンプン粒を検出することに成功したものであり、クルミ属が石皿の上で加工されていた可能性を示した点で、道南の縄文時代前期における植物利用活動の検証に参考となる成果の 1 つといえるだろう。

さらに、既存の石器残存デンプン粒の研究は、石器の出土層の土壌分析を同時に実施している場合をのぞいて、石器から検出したデンプン粒の植物種や石器の用途の検討に重点を置いているものが大半である。コンタミネーションを避ける方法は提示されていても [Crowther et al., 2014; Loy & Barton, 2006; Yang et al., 2013], 検出した残存デンプン粒の評価、どのデンプン粒が植物加工に伴うもので、どのデンプン粒が土壌由来なのかを論じた研究はほとんどない。本研究は 1 つの遺跡において検出した残存デンプン粒に対する評価として、デンプン粒の由来する植物の候補を示すだけでなく、植物加工の残滓か土壌由来のコンタミネーションかの判断を示しており、今後日本の遺跡で石器残存デンプン粒の評価を行う際に 1 つの判断方法となると思われる。

北黄金貝塚が属する円筒土器文化圏は、北東北から北海道南西の渡島半島までを主な分布域としており、土器や石器、竪穴住居の形や構造、土偶や岩偶のような精神文化に関わる遺物などの文化的な要素において、北海道と北東北の遺跡は強い関連性を示している。今後、北黄金貝塚の他の石器に対する残存デンプン粒分析を実施し、出土石器の用途を検討すると同時に、検出したデンプン粒のタフオノミーの検証、特にデンプン粒の分解・損傷がどのような機構で生じるのか検証することによって植物の加工方法を明らかにし、北黄金貝塚の植物利用活動の実態を復元していくことが必要となる。さらに、本州の同時期の遺跡における植物利用活動との比較・検討を行うことによ

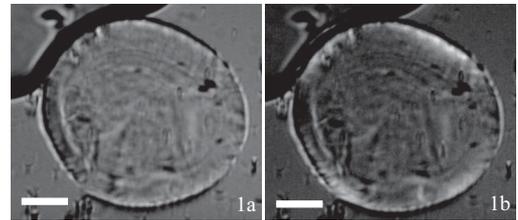
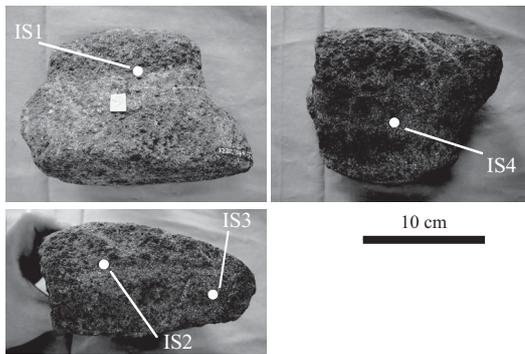
て、北海道南西部の縄文時代における植物利用活動，特に噴火湾沿岸地域における縄文時代の植物利用の実態と生業全体に占める割合について解明したい。

謝辞

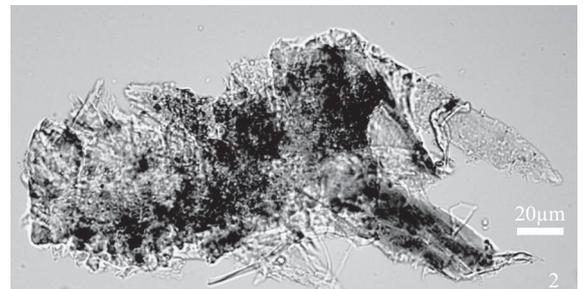
本研究は、平成24・25年度科学研究費補助金（若手研究B）「残存デンプン粒分析を用いた縄文時代の植物利用に関する分析学的研究」（代表：渋谷綾子，課題番号23701013）の成果の一部である。本研究を実施するにあたり、西本豊弘先生（国立歴史民俗博物館）や大島直行所長をはじめとする伊達市噴火湾文化研究所の方がたには調査時のさまざまな面でご協力をいただいた。また、匿名査読者の方がたや以下の方がたからは多くのご教示やご協力をいただいた。末筆ながら記して深く感謝申し上げます（敬称略）。

Sheahan Bestel, Richard Fullagar, 上（岡）奈穂美, 工藤雄一郎, 林竜馬, 細谷葵, 上條信彦, Li Liu, 榎林啓介, Peter J. Matthews, 中村大, 中村賢太郎, 西田泰民, 大塚宜明, 佐々木尚子, Hayley Saul, 瀬口眞司, Robin Torrence, 山崎健, 国立歴史民俗博物館, 近江貝塚研究会

擦石 8：円筒下層 c・d 式（I 層（表土）より出土）

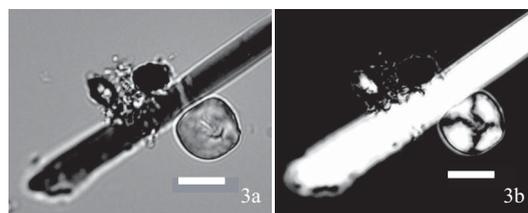
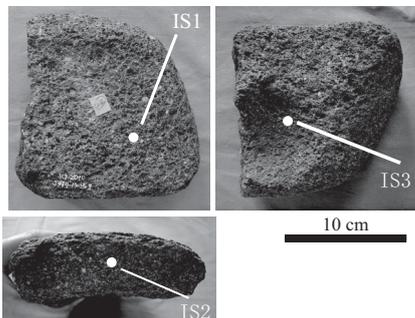


1 IS2 より検出した分解デンプン粒

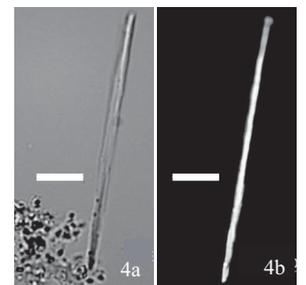


2 IS2 より検出した植物細胞の断片

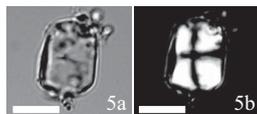
擦石 9：円筒下層 c・d 式（I 層（表土）より出土）



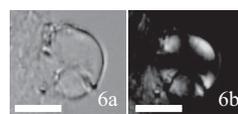
3 IS1 より検出した BII（四角形）のデンプン粒と繊維



4 IS1 より検出したシュウ酸カルシウムの針晶



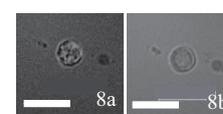
5 IS1 より検出した BII（四角形）のデンプン粒



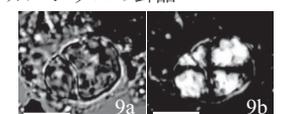
6 IS1 より検出した分解デンプン粒



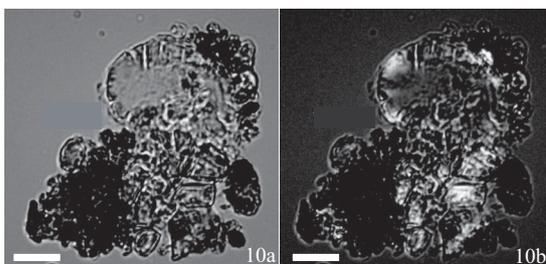
7 IS2 より検出した BI（四角形）のデンプン粒



8 IS2 より検出した分解デンプン粒



9 IS3 より検出した AII のデンプン粒



10 IS3 より検出した分解デンプン粒

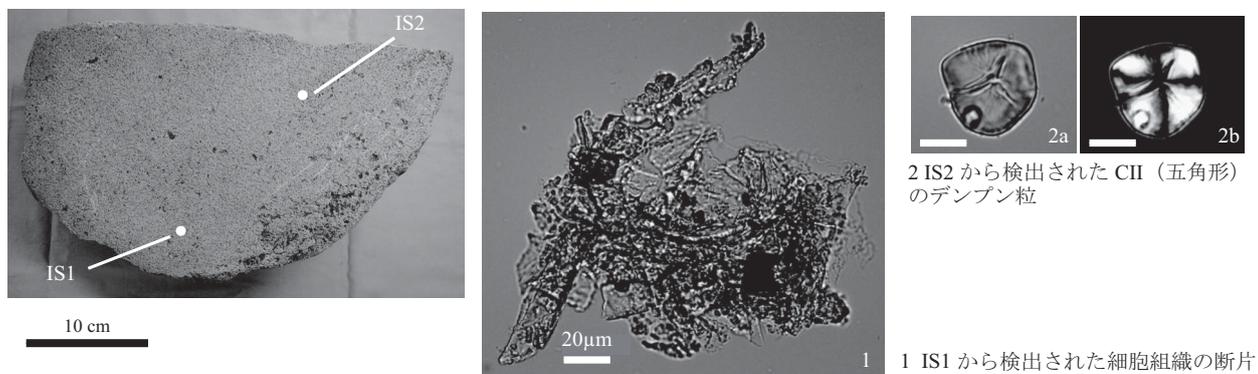
図 2 分析した北黄金貝塚の擦石と検出された残存デンプン粒

白丸は試料採取箇所

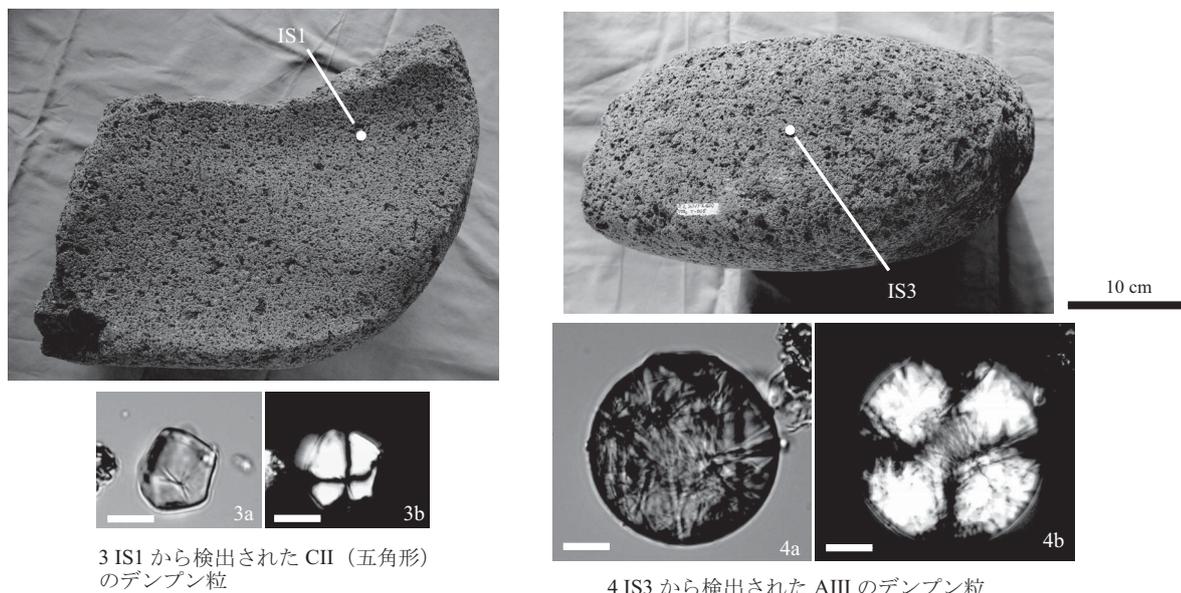
IS：第1次試料，残存デンプン粒写真のスケールバーは10μmを示す。

デンプン粒の写真は2以外はすべて400倍；a：開放ニコル，b：直交ニコルで撮影。

石皿 1：縄文時代前期（VII層（包含層）より出土）



石皿 3：縄文時代前期（VIIIc 層（包含層）より出土）



被熱礫 1：縄文時代前期（VIII-d-2 層（貝層）より出土）

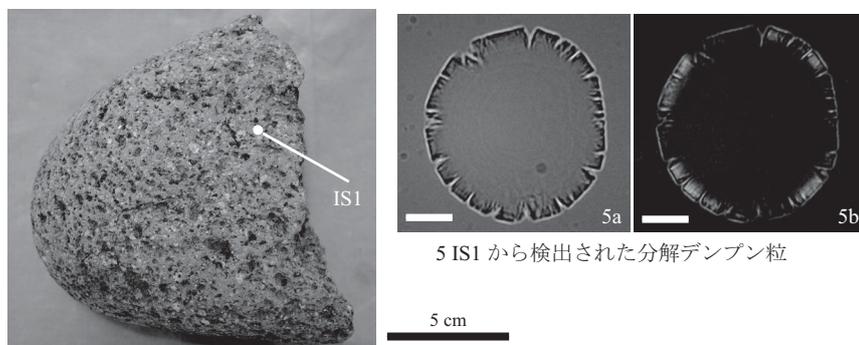


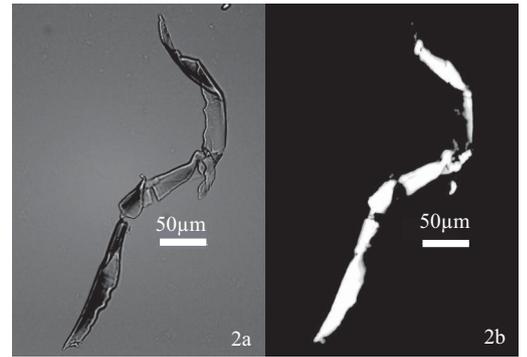
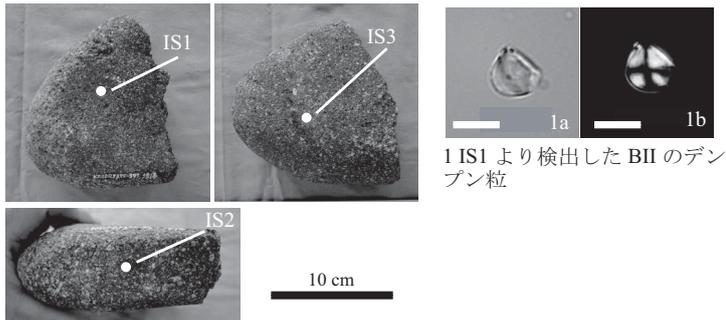
図 3 分析した北黄金貝塚の石皿と被熱礫，検出された残存デンプン粒

白丸は試料採取箇所

IS：第 1 次試料，残存デンプン粒写真のスケールバーは 10μm を示す。

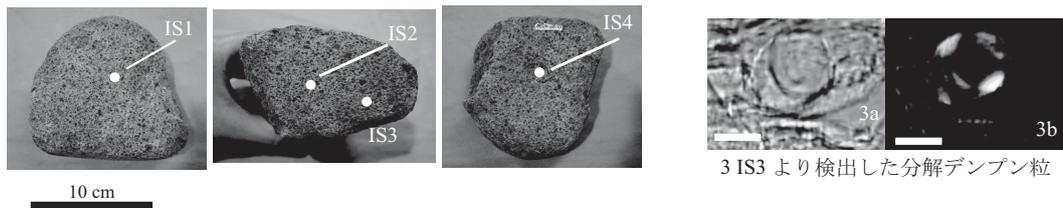
デンプン粒の写真は 1 以外はすべて 400 倍；a：開放ニコル，b：直交ニコルで撮影。

擦石 18：円筒上層式（清掃一括で取り上げ）



2 IS3 より検出した繊維

擦石 19：円筒上層式（一括で取り上げ）



石皿 4：時期不明（I層（表土）より出土）

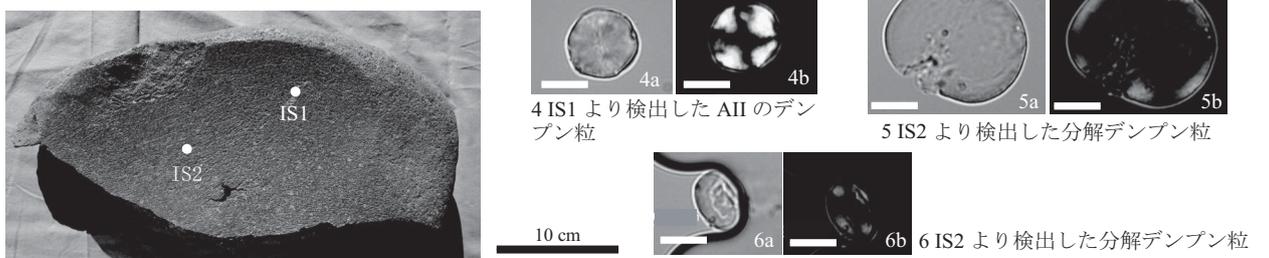


図4 分析した北黄金貝塚の石器の例と検出された残存デンプン粒

白丸は試料採取箇所

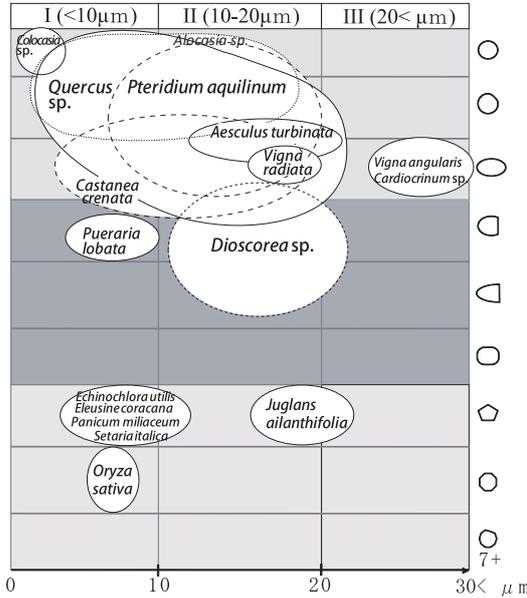
IS：第1次試料，残存デンプン粒写真のスケールバーは10μmを示す。

デンプン粒の写真は2以外はすべて400倍；a：開放ニコル，b：直交ニコルで撮影。

デンプン粒の形態分類の基準

	I (<10μm)	II (10-20μm)	III (>20μm)
A	○	○	○
	○	○	○
	○	○	○
B	◐	◐	◐
	◐	◐	◐
	◐	◐	◐
C	◓	◓	◓
	◓	◓	◓
	◓	◓	◓

現生標本 17 属の形態分類図



A : 円形
 B : 半円形・三角形・四角形
 C : 多角形
 I : <10μm
 II : 10-20μm
 III : 20<μm

※ この図はあくまで現生標本 17 属におけるデンプン粒の形態の相違を図示したものである。残存デンプン粒の候補となる植物種を推定する際は、この図とあわせて、デンプン粒の表面構造や偏光十字の形状などの特徴を詳細に観察して検討する。

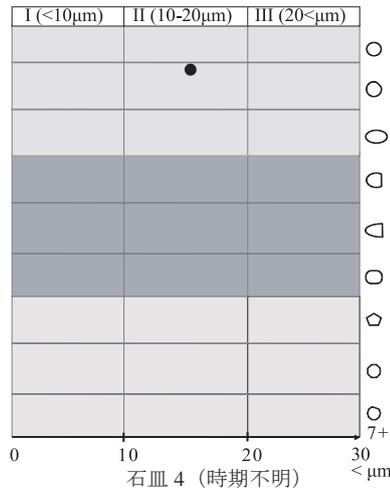
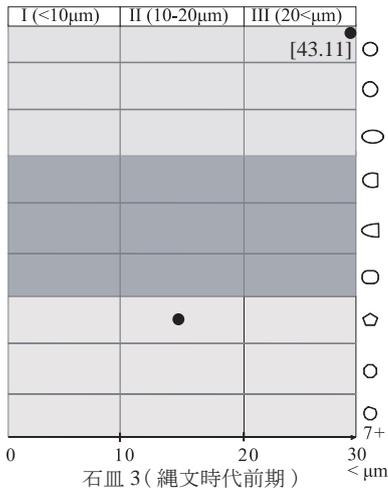
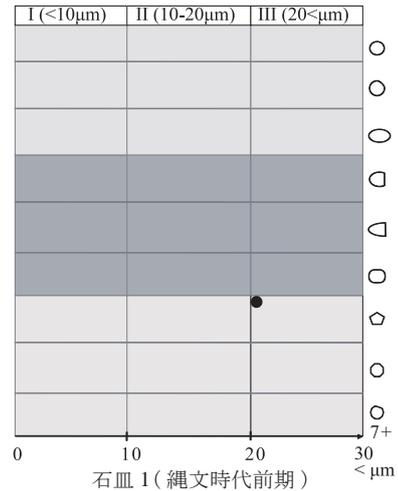
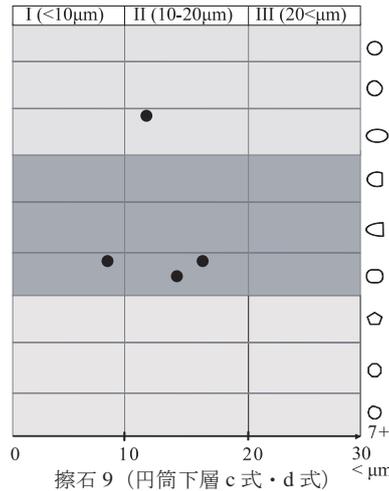
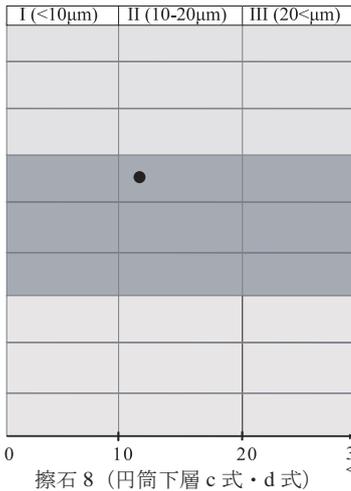


図 5 デンプン粒の形態分類の基準と現生標本 17 属の形態分類図 (渋谷 2010d をもとに作製), および分析した石器から検出した残存デンプン粒の形態分類図

黒丸は形態が識別可能なデンプン粒 (分解 / 損傷デンプン粒を除く) の形態と最大粒径を示す。

表1 石器・礫の分析試料と残存デンプン粒の検出個数 (IS: 第1次試料, 使用痕の識別は筆者の観察による)

石器	遺構等	グリッド	層位	時期	擦石の形態	採取部位	使用痕の種類	検出個数	石器	遺構等	グリッド	層位	時期	採取部位	使用痕の種類	検出個数
擦石1	C地点 貝塚	J380	I (表土)	静内中野式	断面三角形	IS1	無	0	敲石1	C地点 貝塚	J395 西側	Ⅷ f-1 (貝層)	前期後葉	IS1	無	0
						IS2	磨面	0						IS2	敲打痕	0
						IS3	磨面	0						IS3	無	0
						IS4	無	0								
擦石2	包含層	H440	I (表土)	静内中野式	断面三角形	IS1	磨面	0	石皿1	包含層	L400	Ⅷ (包含層)	前期後葉	IS1	磨面	0
						IS2	磨面	0						IS2	磨面	1
						IS3	無	0						IS3	無	0
						IS4	無	0						IS4	無	0
擦石3	盛土遺構	K460	Ⅱ b (盛土層)	静内中野式	断面三角形	IS1	無	0	石皿2	包含層	I420	Ⅷ (包含層)	前期後葉	IS1	磨面	0
						IS2	磨面	0						IS2	磨面	0
						IS3	磨面	0						IS3	無	0
						IS4	無	0						IS4	無	0
擦石4	C地点 貝塚	J380	Ⅶ (貝層)	円筒下層	取っ手が a式・b式 凹みと溝状	IS1	無	0	石皿3	包含層	L400	Ⅷ c (包含層)	前期後葉	IS1	磨面	1
						IS2	磨面	0						IS2	磨面	0
						IS3	磨面	0						IS3	無	1
						IS4	無	0						IS4	無	0
擦石5	包含層	H440	I (表土)	円筒下層	取っ手が a式・b式 凹み状	IS1	無	0	石皿4	包含層	J375	I (表土)	不明	IS1	磨面	1
						IS2	磨面	0						IS2	磨面	2
						IS3	磨面	0						IS3	磨面	0
						IS4	無	0						IS4	磨面	0
擦石6	盛土遺構	K460	Ⅱ b (盛土層)	円筒下層	取っ手が a式・b式 凹み状	IS1	無	0	石皿5	包含層	I420	I (表土)	不明	IS1	磨面	0
						IS2	磨面	0						IS2	磨面	0
						IS3	磨面	0						IS3	無	0
						IS4	無	0						IS4	磨面	0
擦石7	C地点 貝塚	J380	I (表土)	円筒下層	台形で取っ手 c式・d式 が溝状	IS1	無	0	自然礫1	C地点 貝塚	J396 西側	Ⅷ c-2 (貝層)	前期後葉	IS1	無	0
						IS2	磨面	0	IS2	無	0					
						IS3	磨面	0	IS3	無	0					
						IS4	無	0	IS4	無	0					
擦石8	C地点 貝塚	J394 10~15	I (表土)	円筒下層	台形で取っ手 c式・d式 が溝状	IS1	無	0	自然礫2	C地点 貝塚	J394 14	I (表土)	不明	IS1	無	0
						IS2	磨面	0	IS2	無	0					
						IS3	磨面	1	IS3	無	0					
						IS4	無	0	IS4	無	0					
擦石9	C地点 貝塚	J394 10~15	I (表土)	円筒下層	台形で取っ手 c式・d式 が溝状	IS1	無	3	自然礫3	C地点 貝塚	J394 14	I (表土)	不明	IS1	無	0
						IS2	磨面	2	IS2	無	0					
						IS3	無	2	IS3	無	0					
						IS4	無	0	IS4	無	0					
擦石10	包含層	H400	I (表土)	円筒下層	台形で取っ手 c式・d式 が溝状	IS1	無	0	自然礫4	C地点 貝塚	J394 14	I (表土)	不明	IS1	無	0
						IS2	磨面	0	IS2	無	0					
						IS3	磨面	0	IS3	無	0					
						IS4	無	0	IS4	無	0					
擦石11	包含層	H400	Ⅷ (包含層)	円筒下層	台形で取っ手 c式・d式 が溝状	IS1	無	0	被熱礫1	C地点 貝塚	J395 西側	Ⅷ d-2 (貝層)	前期後葉	IS1	無	1
						IS2	磨面	0	IS2	無	0					
						IS3	磨面	0	IS3	無	0					
						IS4	無	0	IS4	無	0					
擦石12	包含層	H420	I (表土)	円筒下層	供餅形で 取っ手が溝状	IS1	無	0	被熱礫2	C地点 貝塚	J395 西側	Ⅷ d-2 (貝層)	前期後葉	IS1	無	0
						IS2	磨面	0	IS2	無	0					
						IS3	磨面	0	IS3	無	0					
						IS4	磨面	0	IS4	無	0					
擦石13	包含層	I420	V (包含層)	円筒下層	供餅形で 取っ手が溝状	IS1	無	0	被熱礫3	C地点 貝塚	J395 西側	Ⅷ e-1 (貝層)	前期後葉	IS1	無	0
						IS2	磨面	0	IS2	無	0					
						IS3	磨面	0	IS3	無	0					
						IS4	無	0	IS4	無	0					
擦石14	包含層	H400	Ⅷ (包含層)	円筒下層	供餅形で 取っ手が溝状	IS1	無	0	被熱礫4	C地点 貝塚	J395 西側	Ⅷ e-1 (貝層)	前期後葉	IS1	無	0
						IS2	磨面	0	IS2	無	0					
						IS3	無	0	IS3	無	0					
						IS4	無	0	IS4	無	0					
擦石15	包含層	I420	I (表土)	円筒 上層式	溝状の取っ手 と礫の自然面	IS1	無	0	被熱礫5	C地点 貝塚	J395 西側	Ⅷ f-1 (貝層)	前期後葉	IS1	無	0
						IS2	磨面	0	IS2	無	0					
						IS3	磨面	0	IS3	無	0					
						IS4	無	0	IS4	無	0					
擦石16	包含層	H440	I (表土)	円筒 上層式	溝状の取っ手 と礫の自然面	IS1	無	0								
						IS2	磨面	0								
						IS3	無	0								
						IS4	無	0								
擦石17	盛土遺構	K460	盛土I (盛土層)	円筒 上層式	溝状の取っ手 と礫の自然面	IS1	無	0								
						IS2	磨面	0								
						IS3	磨面	0								
						IS4	無	0								
擦石18	C地点 貝塚	J395-397	清掃一括	円筒 上層式	溝状の取っ手 と礫の自然面	IS1	無	1								
						IS2	磨面	0								
						IS3	無	0								
擦石19	包含層	H360	一括	円筒 上層式	溝状の取っ手 と礫の自然面	IS1	無	0								
						IS2	磨面	0								
						IS3	磨面	1								
						IS4	無	0								

※この表は器種別, 時期別, 層位別(表土層からⅧ層の順)に並べ、擦石は形態別に記載した。
※擦石はすべて小島(1999)の分類にもとづいて形態を分類し、所属時期を明記した。石皿, 敲石, 自然礫, 被熱礫は出土層位の時期を記載し、表土層から出土した石皿と自然礫については所属時期を「不明」として扱った。

表2 石器・礫から検出した残存デンブンプ粒 (単位: 個)

時期	分析した 石器	円形主体			半円・三角・ 四角形			多角形			D	計
		AI	AII	AIII	BI	BII	BIII	CI	CII	CIII		
縄文時代前期中葉 (円筒下層 a 式・b 式)	擦石 1											0
	擦石 2											0
	擦石 3											0
	擦石 4											0
	擦石 5											0
	擦石 6											0
縄文時代前期後葉 (円筒下層 c 式・d 式)	擦石 7											0
	擦石 8										1	1
	擦石 9		1		1	2					3	7
	擦石 10											0
	擦石 11											0
	擦石 12											0
	擦石 13											0
	擦石 14											0
縄文時代前期後葉	敲石 1											0
	石皿 1									1		1
	石皿 2											0
	石皿 3			1						1		2
	自然礫 1											0
	被熱礫 1										1	1
	被熱礫 2											0
	被熱礫 3											0
	被熱礫 4											0
	被熱礫 5											0
縄文時代中期 (円筒上層式)	擦石 15											0
	擦石 16											0
	擦石 17											0
	擦石 18						1					1
	擦石 19										1	1
時期不明	石皿 4		1								2	3
	石皿 5											0
	自然礫 2											0
	自然礫 3											0
	自然礫 4											0
	計	0	2	1	1	3	0	0	1	1	8	17

※この表は残存デンブンプ粒の検出状況を (1) 時期別, (2) 器種別に示した。

※ A: 円形・いびつな円形・楕円形

B: 半円形・三角形・四角形

C: 多角形

D: 分解して原形の識別が困難なもの。

I: 10 μ m 未満, II: 10 ~ 20 μ m, III: 20 μ m 以上。

表3 残存デンプン粒の候補となる植物とその評価

石器	時期	出土層位	検出部位	デンプン粒の種類	候補となる植物	評価		
擦石 8	縄文時代前期後葉	表土 (I層)	IS1	使用痕無	x			
			IS2	磨面	x			
			IS3	磨面	○	分解 (図2:1)	不明	B
			IS4	使用痕無	x			
擦石 9	縄文時代前期後葉	表土 (I層)	IS1	使用痕無	○	隅丸方形 (図2:3)	不明	C
				○	四角形 (図2:5)	サンカヨウ属? イヌビエ属?	C	
				○	分解 (図2:6)	不明	C	
			IS2	磨面	○	四角形 (図2:7)	コナラ属?	C
				○	分解 (図2:8)	不明	C	
				IS3	使用痕無	○	楕円形 (図2:9)	ワラビ?
○	分解 (図2:10)	不明	C					
石皿 1	縄文時代前期後葉	包含層 (VII層)	IS1	磨面	x			
			IS2	磨面	○	五角形 (図3:2)	クルミ属?	A
			IS3	使用痕無	x			
			IS4	使用痕無	x			
石皿 3	縄文時代前期後葉	包含層 (VIII c層)	IS1	磨面	○	五角形 (図3:3)	クルミ属?	A
			IS2	磨面	x			
			IS3	使用痕無	○	大型円形 (図3:4)	不明	B
			IS4	使用痕無	x			
被熱礫 1	縄文時代前期後葉	貝層 (VIII d-2層)	IS1	使用痕無	○	分解 (図3:5)	不明	A
			IS2	使用痕無	x			
			IS3	使用痕無	x			
擦石 18	縄文時代中期	清掃一括	IS1	使用痕無	○	半円形 (図4:1)	クリ?	B
			IS2	磨面	x			
			IS3	使用痕無	x			
擦石 19	縄文時代中期	包含層一括	IS1	使用痕無	x			
			IS2	磨面	x			
			IS3	磨面	○	分解 (図4:3)	不明	B
			IS4	使用痕無	x			
石皿 4	時期不明	表土 (I層)	IS1	磨面	○	円形 (図4:4)	ワラビ?	C
			IS2	磨面	○	分解 (図4:5)	不明	C
				○	分解 (図4:6)	不明	C	
			IS3	磨面	x			
IS4	磨面	x						

IS: 第1次試料

A: 植物加工の痕跡と考えられるもの

B: 植物加工の痕跡とコンタミネーションの可能性の両方が考えられ、特定できないもの

C: コンタミネーションの可能性が高いもの

引用文献

- 会田進・中沢道彦・那須浩郎・佐々木由香・山田武文・興石甫 2012. 長野県岡谷市目切遺跡出土の炭化種実とレブリカ法による土器種実圧痕の研究. 資源環境と人類 No.2 : 49-64.
- 青野友哉 2008. 北海道における貝塚文化の消長：縄文時代～近代の生業と祭祀. 「地域と文化の考古学」II (明治大学文学部考古学研究室編). 309-325. 六一書房, 東京.
- 青野友哉・永谷幸人・三谷綾乃・近藤修・西本豊弘編 2013. KITAKOGANE. 201pp. 伊達市噴火湾文化研究所, 伊達市.
- 青野友哉・三谷綾乃編 2011. 北黄金2遺跡発掘調査概報. 89pp. 伊達市噴火湾文化研究所, 伊達市.
- 青野友哉・三谷綾乃編 2012. 北黄金2遺跡発掘調査概報II. 79pp. 伊達市噴火湾文化研究所, 伊達市.
- 青野友哉・小島朋夏編 1999. 国指定史跡北黄金貝塚—水場遺構の調査2—. 63pp. 北海道伊達市教育委員会, 伊達市.
- 青野友哉・小島朋夏・西村裕一編 2000. 国指定史跡北黄金貝塚発掘調査報告書—水場遺構の調査3—. 57pp. 北海道伊達市教育委員会, 伊達市.
- 青野友哉・小島朋夏・大島直行編 1998. 国指定史跡北黄金貝塚発掘調査報告書—水場遺構の調査1—. 126pp. 北海道伊達市教育委員会, 伊達市.
- Ashman, M. R. & Puri, G. 2002. *Essential soil science : a clear and concise introduction to soil science*. 198pp. Blackwell Science Ltd, Oxford.
- Barton, H. 2009. Starch granule taphonomy : the results of a two year field experiment. *terra australis 30 : Archaeological Science Under a Microscope : Studies in Residue and Ancient DNA Analysis in Honour of Tom Loy* (Haslam, M., Robertson, G., Crowther, A., Nugent, S., Kirkwood, L. eds.). 129-140. University of Queensland Press, Brisbane.
- Barton, H. & Matthews, P. 2006. Taphonomy. *Ancient starch research* (Torrence, R, Barton, H. eds.). 75-94. Left Coast Press, INC., Walnut Creek.
- Braadbaart, F., Boon, J. J., Veld, H., David, P., Van Bergen, P. F. 2004. Laboratory simulations of the transformation of peas as a result of heat treatment : changes of the physical and chemical properties. *Journal of Archaeological Science* 31 : 821-833.
- Burrell, M. M. 2003. Starch the need for improved quality or quantity—an overview. *Journal of Experimental Botany* 54 (382) : 451-456.
- Chiou, K. L., Cook, A. G., Hastorf, C. A. 2013. Flotation versus dry sieving archaeobotanical remains : A case history from the Middle Horizon southern coast of Peru. *Journal of Field Archaeology* 38 (1) : 38-51.
- Crawford, G. W. 1983. *Paleoethnobotany of the Kameda Peninsula Jomon*. Anthropological Papers. 200pp. Museum of Anthropology, University of Michigan, Ann Arbor.
- Crawford, G. W. 1992. The transitions to agriculture in Japan. *Transitions to agriculture in prehistory* (Gebauer, A. B., Price, T. D. eds.). Monographs in World Archaeology. 117-132. Prehistory Press, Madison.
- Crawford, G. W. 1993. Correlation of foxtail and broomcorn millet remains in House 1 at the Kashiwagigawa 11 site, Hokkaido. *Prehistory and Environmental Science* (Nakamura, C. ed.). 254-259. Yoshizaki Masakazu sensei kanreki kinen ronshu kankokai, Sapporo.
- Crawford, G. W. 2006. East Asian plant domestication. *Archaeology of Asia* (Stark, M. T. ed.). 77-95. Blackwell Publishing Ltd, Malden.
- Crawford, G. W., Hurley, W. M., Yoshizaki, M. 1976. Implications of plant remains from the Early Jomon, Hamanasuno Site. *Asian Perspectives* 14 (1) : 145-155.
- Crawford, G. W. & Takamiya, H. 1990. The origins and implications of late prehistoric plant husbandry in northern Japan. *Antiquity* 64 : 869-911.
- Crowther, A. 2009a. Morphometric analysis of calcium oxalate raphides and assessment of their taxonomic value for archaeological microfossil studies. *terra australis 30 : Archaeological science under a microscope : studies in residue and ancient DNA analysis in honour of Thomas H. Loy* (Haslam, M., Robertson, G., Crowther, A., Nugent S., Kirkwood, L. eds.). 102-128. University of Queensland Press, Brisbane.
- Crowther, A. 2009b. Re-viewing raphides : Issues with the identification and interpretation of calcium oxalate crystals in microfossil assemblages. *terra australis 28 : New Directions in Archaeological Science*

- (Fairbairn, A., O'Connor, S., Marwick, B. eds.). 105-118. ANU E Press, Canberra.
- Crowther, A. 2012. The differential survival of native starch during cooking and implications for archaeological analyses : a review. *Archaeological and Anthropological Sciences*.
- Crowther, A., Haslam, M., Oakden, N., Walde, D. & Mercader, J. 2014. Documenting contamination in ancient starch laboratories. *Journal of Archaeological Science* 49 : 90-104.
- D'andrea, A. C. 1995a. Archaeobotanical Evidence for Zoku-Jomon Subsistence at the Mochiyazawa Site, Hokkaido, Japan. *Journal of Archaeological Science* 22 : 583-595.
- D'andrea, A. C. 1995b. Later Jomon subsistence in northeastern Japan : new evidence from Palaeoethnobotanical studies. *Asian Perspectives* 34 (2) : 195-227.
- D'andrea, A.C., Crawford, G.W., Yoshizaki, M., Kudo, T. 1995. Late Jomon cultigens in northeastern Japan. *Antiquity* 69 : 146-152.
- 遠藤英子 2013. 栽培植物からみた近江盆地における農耕開始期の様相—滋賀県安土町上出A遺跡・草津市烏丸崎遺跡のレプリカ法調査から—. *日本考古学* 35 : 97-112.
- Evers, A. D. & Stevens, D. J. 1985. Starch damage. *Advances in cereal science and technology* (Pomeranz, Y. ed.), VII. 321-349. American Association of Cereal Chemists, St. Paul.
- 藤本滋生 1994. 澱粉と植物—各種植物澱粉の比較—. 233 pp. 葦書房, 福岡.
- Fullagar, R. 2006. Starch on artifacts. *Ancient starch research* (Torrence, R., Barton, H. eds.). 177-203. Left Coast Press, INC., Walnut Creek.
- Fullagar, R., Loy, T., Cox, S. 1998. Starch grains, sediments and stone tool function : evidence from Bitokara, Papua New Guinea. *A closer look : recent Australian studies of stone tools* (Fullagar, R. ed.). Sydney University Archaeological Methods Series 6. 49-60. University of Sydney, Australia.
- Gott, B., Barton, H., Samuel, D. & Torrence, R. 2006. Biology and starch. *Ancient starch research* (Torrence, R., Barton, H. eds.). 35-45. Left Coast Press, INC., Walnut Creek.
- 濱田竜彦 2013. 山陰地方の突帯土器と種実圧痕. 「シンポジウム『レプリカ法の開発は何を明らかにしたのか—日本列島における農耕の伝播と受容の研究への実践』」(中沢道彦編). 10-19. 中沢道彦・明治大学.
- Haslam, M. 2009. Initial tests on the three-dimensional movement of starch in sediments. *terra australis* 28 : *New Directions in Archaeological Science* (Fairbairn, A., O'Connor, S., Marwick, B. eds.). 93-103. ANU E Press, Canberra.
- 林 善茂 1965. アイヌの食生活. 北方文化研究報告 No.12 : 119-150.
- Henry, A. G., Hudson, H. F. & Piperno, D. R. 2009. Changes in starch grain morphologies from cooking. *Journal of Archaeological Science* 36 : 915-922.
- 北海道伊達市教育委員会編 1995. 北黄金貝塚 国指定史跡北黄金貝塚保存整備事業に伴う発掘調査報告書 I. 32pp. 北海道伊達市教育委員会, 伊達市.
- 北海道伊達市教育委員会編 1997. 国指定史跡北黄金貝塚発掘調査報告書. 188pp. 北海道伊達市教育委員会, 伊達市.
- Holst, I., Moreno, J. E., Piperno, D. R. 2007. Identification of teosinte, maize, and Tripsacum in Mesoamerica by using pollen, starch grains, and phytoliths. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America (PNAS)* 104 (45) : 17608-17613.
- 五十嵐八枝子・五十嵐恒夫・大丸裕武・山田治・宮城豊彦・松下勝秀・平松和彦 1993. 北海道の剣淵盆地と富良野盆地における 32,000 年間の植生変遷史. *第四紀研究* 32 (2) : 89-105.
- 今村峯雄編 2004. 縄文時代・弥生時代の高精度年代体系の構築 (平成13年度～15年度文部科学省科学研究費補助金(基盤研究(A)(1))課題番号:13308009)研究成果報告書. 330pp. 国立歴史民俗博物館, 佐倉市.
- 伊東隆夫・山田昌久編 2012. 木の考古学—出土木製品用材データベース—. 449 pp. 海青社, 大津市.
- 上條信彦 2006. 貯蔵穴周辺の食料加工具—縄文時代後期の西日本を中心に—. 「第16回九州縄文研究会大分大会『九州縄文時代の低湿地遺跡と植物性自然遺物』要旨集」(九州縄文研究会大分大会世話人坂本嘉弘編). 172-193. 九州縄文研究会.
- 上條信彦 2008. カラカミ遺跡出土磨石類の使用痕分析および残存デンプン粒分析. 「カラカミ遺跡」(宮本一夫編). 125-130. 九州大学大学院人文科学院考古学研究室, 福岡.
- 上條信彦 2009. 先史時代磨盤・磨棒の使用痕観察と残存デンプン粒分析. 石器使用痕研究会会報 No.9 : 5-6.
- 上條信彦 2010a. 円筒土器文化圏における食料加工技術の研究—礫石器の使用痕分析および残存デンプン分析を中

- 心に一。「特別史跡三内丸山遺跡年報」13（青森県教育庁文化財保護課三内丸山遺跡対策室編，61-78。青森県教育委員会，青森。
- 上條信彦 2010b. 山田（2）遺跡における残存デンプン分析。「山田（2）遺跡Ⅱ 国道280号道路改築事業に伴う遺跡発掘調査報告」（青森県埋蔵文化財調査センター編），286-293。青森県教育委員会，青森市。
- 上條信彦 2012. 磨石・石皿のデンプン分析。「縄文中期文化の繁栄を探る（長野県考古学会誌143・144合併号）」（長野県考古学会編），95-104。長野県考古学会，長野市。
- 木村友子・大藪佳苗・佐々木弘子・加賀谷みえ子・内藤通孝・中莖秀夫・菅原龍幸 2006. 超音波照射が小豆全粒粉添加クッキーの品質に及ぼす影響。日本食生活学会誌 No.17（2）：64-72。
- 小林由紀恵・上條信彦 2012. 石器の残存デンプン分析。「下北半島における亀ヶ岡文化の研究 青森県むつ市不備無遺跡発掘調査報告書」（関根達人・上條信彦編），第2分冊本文編2，30-33。弘前大学人文学部日本考古学研究室・弘前大学人文学部附属亀ヶ岡文化研究センター，弘前市。
- 小島朋夏 1999. 北海道式石冠の分布とその意義。北海道考古学 No.35：47-60。
- 工藤雄一郎 2005. 本州島東半部における更新世終末期の考古学的編年と環境史との時間的対応関係。第四期研究 44（1）：51-64。
- 工藤雄一郎 2012. 旧石器・縄文時代の環境文化史：高精度放射性炭素年代測定と考古学。373pp. 新泉社，東京。
- 工藤雄一郎 2013. 土器出現の年代と古環境—研究史の整理から—。国立歴史民俗博物館研究報告（開館30周年記念論文集Ⅰ）178：1-55。
- 工藤雄一郎・佐々木由香 2010. 東京都下宅部遺跡から出土した縄文土器付着植物遺体の分析。国立歴史民俗博物館研究報告 158：1-26。
- 工藤雄一郎・小林謙一・江原英・中村俊夫 2009. 栃木県小山市寺野東遺跡から出土した縄文時代後・晩期の木組遺構の高精度年代測定。植生史研究 17（1）：13-25。
- 桑畑光博 2011. 宮崎県王子山遺跡の発掘調査。月刊考古学ジャーナル No.614：30-31。
- Lamb, J. & Loy, T. 2005. Seeing red : the use of Congo Red dye to identify cooked and damaged starch grains in archaeological residues. *Journal of Archaeological Science* 32 : 1433-1440.
- Lentfer, C. & Therin, M. 2006. Starch assemblages track modern environmental variation. *Ancient starch research* (Torrence, R., Barton, H. eds.). 146-150. Left Coast Press, INC., Walnut Creek.
- Liu, L., Bestel, S., Shi, J., Song, Y., Chen, X. 2013. Paleolithic human exploitation of plant foods during the last glacial maximum in North China. *Proceedings of the National Academy of Science (PNAS)* : 1-6.
- Loy, T. 1994. Methods in the analysis of starch residues on prehistoric stone tools. *Tropical archaeobotany: applications and new developments* (Hather, J. G. ed.). 86-114. Routledge, London.
- Loy, T. 2006. Raphides. *Ancient Starch Research* (Torrence, R., Barton, H. eds.). 136. Left Coast Press, INC., Walnut Creek.
- Loy, T. & Barton, H. 2006. Post-excavation contamination and measures for prevention. *Ancient Starch Research* (Torrence, R., Barton, H. eds.). 165-167. Left Coast Press, INC., Walnut Creek.
- Loy, T. H., Spriggs, M., Wickler, S. 1992. Direct evidence for human use of plants 28,000 years ago : starch residues on stone artefacts from the northern Solomon Islands. *Antiquity* 66 : 898-912.
- Maeda, T., Morita, M., Morita, N. 2004. Characteristics of Java taro starches and physical properties of acid- and heat-treated taro starches. *Journal of Applied Glycoscience* 51 : 109-113.
- ピーター・マシウス・西田泰民 2006. 残存デンプン分析の先行研究と目的。新潟県立歴史博物館研究紀要 No.7 : 1-6。
- 右代啓視 2003. 臼と杵からみた北海道の基層文化—北海道式石冠をめぐる—。北海道開拓記念館第57回特別展 北海道の基層文化をさぐる—北から南から—（北海道開拓記念館編），19-22。北海道開拓記念館，北海道。
- 南川雅男 2001. 炭素・窒素同位体分析により復元した先史日本人の食生態。国立歴史民俗博物館研究報告 86 : 333-357。
- 峰山 巖 1977. 縄文人の生活1 貝塚は語る。大塚葉報 No. 303。
- 中村賢太郎・山形秀樹 2012. 土器付着炭化物の炭素・窒素安定同位体分析と炭素窒素比。「北黄金2 遺跡発掘調査概報Ⅱ」（青野友哉・三谷綾乃編），53-55。伊達市噴火湾文化研究所 伊達市。
- 長沢宏昌 1998. 縄文時代遺跡出土の球根類とそのオコゲ。「列島の考古学—渡辺誠先生還暦記念論集—」（渡辺誠先生還暦記念論集刊行会編），427-445。纂修堂，いわき市。

- 中山誠二 2007. 山梨県におけるレプリカ・セム法による植物圧痕の事例. 「九州古代種子研究会第4回大会講演要旨集」(椎葉民俗芸能博物館・九州古代種子研究会編). 55-58. 椎葉民俗芸能博物館.
- 中山誠二 2009. 縄文時代のダイズ属の利用と栽培に関する植物考古学的研究. 古代文化 61 (3) : 40-59.
- 中山誠二編 2014. 山梨県立博物館調査・研究報告 9 日韓における穀物農耕の起源 平成 22 ~ 25 年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究 B「日韓内陸地域における雑穀農耕の起源に関する科学的研究」報告書(研究課題番号 22320166, 研究代表者中山誠二). 402 pp. 山梨県立博物館, 笛吹市.
- 中山誠二・佐野隆 2012. 縄文時代終末期のアワ・キビ圧痕—山梨県屋敷平遺跡の事例—. 山梨県考古学協会誌 No.21 : 85-97.
- 中沢道彦 2006. 縄文時代遺跡出土炭化球根類に関する覚書 (1). 佐久考古通信 97 : 9-15.
- 中沢道彦 2007. 縄文時代遺跡出土炭化球根類をめぐる諸問題. 「九州古代種子研究会第4回大会講演要旨集」(椎葉民俗芸能博物館・九州古代種子研究会編). 43-50. 椎葉民俗芸能博物館.
- 中沢道彦 2008. 縄文土器付着炭化球根類の検討. 「極東先史古代の穀物 3 日本学術振興会平成 16 ~ 19 年度科学研究費補助金(基盤 B-2)(課題番号 16320110)『雑穀資料からみた極東地域における農耕受容と拡散過程の実証的研究』研究成果報告書」(小畑弘己編). 8-24. 熊本大学埋蔵文化財調査室, 熊本市.
- 中沢道彦 2009. 縄文農耕論をめぐる一栽培種植物種子の検証を中心に. 「食糧の獲得と生産(弥生時代の考古学 5)」(設楽博己・藤尾慎一郎・松木武彦編). 228-246. 同成社, 東京.
- 西本豊弘 1984. 北海道の縄文・続縄文文化の狩猟と漁撈—動物遺存体の分析を中心として—. 国立歴史民俗博物館研究報告 4 : 1-15.
- Noshiro, S. & Sasaki, Y. 2014. Pre-agricultural management of plant resources during the Jomon period in Japan—a sophisticated subsistence system on plant resources. *Journal of Archaeological Science* 42 : 93-106.
- 小畑弘己 2008. 古民族植物学からみた縄文時代の栽培植物とその起源. 「極東先史古代の穀物 3 日本学術振興会平成 16 ~ 19 年度科学研究費補助金(基盤研究 B-2)(課題番号 16320110)『雑穀資料からみた極東地域における農耕受容と拡散過程の実証的研究』研究成果報告書」(小畑弘己編). 43-93. 熊本大学埋蔵文化財調査室, 熊本市.
- 小畑弘己 2011. 東北アジア古民族植物学と縄文農耕. 309pp. 同成社, 東京.
- Obata, H., Manabe, A., Nakamura, N., Onishi, T., Senba, Y. 2011. A new light on the evolution and propagation of prehistoric grain pests : the world's oldest maize weevils found in Jomon potteries, Japan. *PLoS One* 6 (3) : 1-10.
- 小畑弘己・佐々木由香・仙波靖子 2007. 土器圧痕からみた縄文時代後・晩期における九州のダイズ栽培. 植生史研究 15 (2) : 97-114.
- 大西智和・真邊彩・寒川朋枝・鐘ヶ江賢二・中村直子 2012. 微小遺物・微小痕跡の分析に基づく食用植物利用の調査—とくに SLW での取り組みを中心に—. 鹿児島考古 No.42 : 99-108.
- 大島直行 1996. 北海道の古人骨における齧歯類度の時代的推移. 人類学雑誌 104 (5) : 385-397.
- Pearsall, D. M. 2001. *Paleoethnobotany : a handbook of procedures*. 725pp. Academic Press, London.
- Ranere, A. J., Piperno, D. R., Holst, I., Dickau, R., Iriarte, J. 2009. The cultural and chronological context of early Holocene maize and squash domestication in the Central Balsas River Valley, Mexico. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America (PNAS)* 106 (13) : 5014-5018.
- Raviele, M. E. 2011. Experimental assessment of maize phytolith and starch taphonomy in carbonized cooking residues. *Journal of Archaeological Science* 38 : 2708-2713.
- 酒詰仲男 1961. 日本縄文石器時代食料総説. 322pp. 土曜会.
- 寒川朋枝・福井俊彦・大西智和・桑畑光博 2012. 宮城県都城市王子山遺跡における植物利用についての検討—ウォーター・セパレーション分析と残存デンプン分析から—. 九州考古学 No.87 : 113-125.
- 佐々木由香 2006. 土器付着植物遺体. 「下宅部遺跡 I (1)」(下宅部遺跡調査団編). 223-235. 東村山市遺跡調査会, 東村山市.
- Shelton, C. P. & White, C. E. 2010. The Hand-Pump Flotation System : A New Method for Archaeobotanical Recovery. *Journal of Field Archaeology* 35 (3) : 316-326.
- 渋谷綾子 2006. 日本の現存植物を用いた参照デンプン標本. 新潟県立歴史博物館研究紀 No. 7 : 7-16.
- 渋谷綾子 2007a. 黒曜石製石刃の埋設実験. 「日本における稲作以前の主食植物の研究—平成 16-18 年度科学研究費補助金基盤研究 B(課題番号 16300290)研究成果報告書—」(西田泰民編). 23-30. 新潟県立歴史博物館.

- 長岡.
- 渋谷綾子 2007b. 佃遺跡・更良岡山遺跡の石皿および三宅西遺跡の土器付着物における残存デンプン. 古代文化 59 (2) : 116-126.
- 渋谷綾子 2008a. 残存デンプン分析からみた三内丸山遺跡の植物食—加工・利用技術の発展と展開—. 「特別史跡三内丸山遺跡年報」11(青森県教育庁文化財保護課三内丸山遺跡対策室編). 47-55. 青森県教育委員会, 青森.
- 渋谷綾子 2008b. 鹿児島県の旧石器・縄文草創期の石器残存デンプン—立切・加栗山・掃除山・奥ノ仁田遺跡—. 古代文化 60 (1) : 130-140.
- 渋谷綾子 2009a. 旧石器時代および縄文時代の石器残存デンプンの分析的研究. まなぶ : 吉田学記念文化財科学研究助成基金研究論文誌 No. 2 : 169-201.
- 渋谷綾子 2009b. 日本の先史時代における植物性食料の加工と利用 : 残存デンプン分析法の理論と応用. 博士論文, 260 pp. 総合研究大学院大学, 神奈川県三浦郡葉山町.
- 渋谷綾子 2010a. 九州南部における先史時代の植物利用—指宿市西多羅ヶ追遺跡および水迫遺跡から出土した石器の残存デンプン分析—. 「日本文化財科学会第 27 回大会発表要旨集」(日本文化財科学会第 27 回大会実行委員会編). 56-57. 日本文化財科学会第 27 回大会実行委員会, 大阪.
- 渋谷綾子 2010b. 高山寺貝塚, 溝ノ口, 市脇, 下芳養, 丁の町・妙寺遺跡から出土した縄文時代石器の残存デンプン粒分析. 和歌山市立博物館研究紀要 No. 25 : 105-117.
- 渋谷綾子 2010c. 石器残存デンプンからみた三内丸山遺跡の植物利用の変遷. 「特別史跡三内丸山遺跡年報」13 (青森県教育庁文化財保護課三内丸山遺跡対策室編). 79-88. 青森県教育委員会, 青森.
- 渋谷綾子 2010d. 日本列島における現生デンプン粒標本と日本考古学研究への応用—残存デンプン粒の形態分類をめざして. 植生史研究 18 (1) : 13-27.
- 渋谷綾子 2011a. 鹿児島県西多羅ヶ追遺跡から出土した石器の残存デンプン粒と後期旧石器時代前半期における遺跡内の植物利用. 広島大学総合博物館研究報告 No. 3 : 73-88.
- 渋谷綾子 2011b. 飛田給北遺跡から出土した石器の残存デンプン粒分析. 「調布市飛田給北遺跡 第 9 地点」(比田井民子・田中純男・杉原重夫・渋谷綾子・上條朝宏・武笠多恵子編). 東京都埋蔵文化財センター調査報告第 250 集. 192-203. 財団法人東京都スポーツ文化事業団・東京都埋蔵文化財センター, 多摩市.
- 渋谷綾子 2012. 鹿児島県水迫遺跡出土石器の残存デンプン粒と縄文時代草創期・早期における植物利用. 植生史研究 21 (2) : 55-66.
- 渋谷綾子 2013. 井出上ノ原遺跡出土の石器の残存デンプン分析結果. 「井出上ノ原遺跡—2006・2007 年度発掘調査—」(小林謙一・大網信良・平原信崇・小林尚子編). 中央大学文学部考古学研究室調査報告書 1. 64-71. 中央大学文学部考古学研究室, 八王子市.
- 渋谷綾子 2014a. 上黒岩第 2 岩陰遺跡から出土した石器の残存デンプン粒分析. 「上黒岩第 2 岩陰遺跡—2010・2011 年度発掘調査—」(小林謙一・永田悠記・矢嶋良多・渋谷綾子編). 34-35. 中央大学文学部考古学研究室・久万高原町教育委員会, 久万高原町.
- 渋谷綾子 2014b. 縄文土器付着植物遺体と石器の残存デンプン粒分析からみた東京都下宅部遺跡の植物利用. 国立歴史民俗博物館研究報告 187 : 357-386.
- 島弘則・宮崎三保子・池田誠 2002. 課題研究教材—土壤細菌によるデンプンの分解における糖の検出実験. 化学教育ジャーナル (CEJ) No. 6 (1).
- 庄田慎矢 2009. 東北アジアにおける朝鮮半島南部の先史農耕の特質と弥生農耕. 「食糧の獲得と生産 (弥生時代の考古学 5)」(設楽博己・藤尾慎一郎・松木武彦編). 39-54. 同成社, 東京.
- 庄田慎矢・松谷暁子・國木田大・渋谷綾子 2011. 岡山県上東遺跡出土の弥生土器に付着した炭化物の由来を探る. 植生史研究 20 (1) : 41-52.
- 高瀬克範 2011. レプリカ法による縄文晩期から弥生・続縄文期の土器圧痕の検討—北海道・宮城県域における事例研究—. 北海道考古学 No. 47 : 33-50.
- Torrence, R. & Barton, H., (eds.) 2006. Ancient Starch Research. 256 pp. Left Coast Press, INC., Walnut Creek.
- 椿坂恭代 2004. 植物遺存体. 「N30 遺跡 第 2 次調査」(札幌市埋蔵文化財センター・札幌市教育委員会編). 177-180. 札幌市教育委員会, 札幌市.
- Veth, P., Fullagar, R., Gould, R. 1997. Residue and use-wear analysis of grinding implements from Puntutjarpa Rockshelter in the Western Desert : Current and proposed research. *Australian Archaeology* 44 : 23-25.

- 渡辺 誠 1975. 縄文時代の植物食. 187pp. 雄山閣, 東京.
- 渡辺 誠 1986. 縄文時代の植物質食料採集活動について. 「日本考古学論集5 生業・生産と技術」(斎藤忠編). 52-73. 吉川弘文館, 東京.
- Weston, J. 2009. Seeing red : the use of a biological stain to identify cooked and processed/damaged starch grains in archaeological residues. *terra australis 28 : New Directions in Archaeological Science* (Fairbairn, A., O'Connor, S., Marwick, B. eds.). 77-91. ANU E Press, Canberra.
- 山田悟郎 1986. 北海道における先史時代の植物性食料について. 北海道考古学 No.22 : 87-106.
- 山田悟郎 1993. 北海道の遺跡から出土した植物遺体について—堅果類を中心として—. 古代文化 45 : 13-22.
- 山田悟郎 1996. ソバ栽培の起源と伝播. 「文明の危機—民族の世紀—(講座文明と環境5)」(安田喜憲・林俊雄編). 249-262. 朝倉書店, 東京.
- 山田悟郎 2000. ゴボウ考. 北海道開拓記念館研究紀要 No.28 : 27-38.
- 山田悟郎 2007. 北海道における栽培植物種子の出土状況. 「日本考古学協会 2007 年度熊本大会研究発表資料集」(日本考古学協会 2007 年度熊本大会実行委員会編). 409-419. 日本考古学協会 2007 年度熊本大会実行委員会, 熊本市.
- 山田悟郎・柴内佐知子 1997. 北海道の縄文時代遺跡から出土した堅果類. 北海道開拓記念館研究紀要 No. 25 : 17-30.
- 山田悟郎・椿坂恭代 2009. 遺跡から出土したササ属種子について. 北海道開拓記念館研究紀要 No.37 : 13-22.
- 山形秀樹・中村賢太郎 2013. 土器内面付着炭化物の炭素・窒素安定同位体比と炭素窒素比. 「KITAKOGANE」(青野友哉・永谷幸人・三谷綾乃・近藤修・西本豊弘編). 160-162. 伊達市噴火湾文化研究所, 伊達市.
- 山本直人 2007. 文理融合の考古学. 202pp. 高志書院, 東京.
- 山本直人 2013. 縄文時代の生業と社会. 198 pp. 同成社, 東京.
- 山崎純男 2009. 土器圧痕にみる栽培植物. 「大地と森の中で—縄文時代の古生態系—(縄文時代の考古学3)」(小杉康・谷口康浩・西田泰民・水ノ江和同・矢野健一編). 169-179. 同成社, 東京.
- Yang, X., Barton, H. J., Wan, Z., Li, Q., Ma, Z., Li, M., Zhang, D., Wei, J. 2013. Sago-type palms were an important plant food prior to rice in southern subtropical China. *PLoS One* 8 (5) : e63148.
- 吉崎昌一 1990. K135 遺跡 4 丁目地点出土の植物種子. 「K135 遺跡 4 丁目地点 (1988 年度調査)」(札幌市教育委員会編). 56-59. 札幌市教育委員会, 札幌市.
- 吉崎昌一 1991. フゴッペ貝塚から出土した植物遺体とヒエ属種子についての諸問題. 「フゴッペ貝塚」平成元・2 年度 ((財)北海道埋蔵文化財センター編). 535-547. (財)北海道埋蔵文化財センター, 江別市.
- 吉崎昌一 1992. 中野 A 遺跡から発掘された縄文時代早期の炭化植物種子. 「函館市中野 A 遺跡 : 函館空港拡張工事用地内埋蔵文化財発掘調査報告書」((財)北海道埋蔵文化財センター編). 北海道埋蔵文化財センター調査報告書第 79 集. 269-274. (財)北海道埋蔵文化財センター, 江別市.
- 吉崎昌一 1997. 縄文時代の栽培植物. 第四紀研究 36 (5) : 343-346.
- 吉崎昌一・椿坂恭代 1992. N426 遺跡出土炭化種子について. 「N426 遺跡」(札幌市教育委員会編). 66-70. 札幌市教育委員会, 札幌市.
- 吉崎昌一・椿坂恭代 1997. キウス 4 遺跡から出土した炭化植物種子について. 「千歳市キウス 4 遺跡 (2)」(財団法人北海道埋蔵文化財センター編). 357-367. 財団法人北海道埋蔵文化財センター, 江別市.
- 吉崎昌一・椿坂恭代 1998. 札幌市 N30 遺跡から出土した植物遺体. 「N30 遺跡」(札幌市教育委員会編). 本文編. 札幌市教育委員会, 札幌市.
- 吉崎昌一・椿坂恭代 1999. キウス 5 遺跡 A-2 地区から出土した植物種子. 「千歳市キウス 5 遺跡 (5)」(財団法人北海道埋蔵文化財センター編). 369-382. 財団法人北海道埋蔵文化財センター, 江別市.
- 吉崎昌一・椿坂恭代 2001. キウス 7 遺跡から出土した炭化種子. 調査年報 No. 13 : 109-113.

渋谷綾子 (国立歴史民俗博物館研究部)

青野友哉 (伊達市噴火湾文化研究所, 国立歴史民俗博物館科学研究費助成事業研究協力者)

永谷幸人 (伊達市噴火湾文化研究所, 国立歴史民俗博物館科学研究費助成事業研究協力者)

(2013年12月16日受付, 2014年11月7日審査終了)