

原著

渋谷綾子¹：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

Ayako Shibutani¹: Starch residues on stone tools from the Mizusako site, Kagoshima, Japan, and plant utilization during the incipient and earliest Jomon periods

要旨 鹿児島県水迫遺跡で出土した縄文時代草創期から早期の石器に対して残存デンプン粒分析を行い、石器の用途や当時の遺跡における植物利用について考察した。分析した13点の石皿や磨石、敲石からは合計240個の残存デンプン粒を検出した。使用痕と残存デンプン粒の両方が検出された石器は植物加工に用いられた可能性が考えられ、使用痕は確認できるが残存デンプン粒を検出しなかった石器については、石器製作用など他の目的に使用された可能性とデンプン粒が遺存していなかった可能性を考えた。1つの石器から異なる形態のデンプン粒を検出した事例からは、これらの石器を用いて2種類以上の植物が加工された可能性を指摘した。残存デンプン粒と現生植物のデンプン粒標本との形態的な比較により、残存デンプン粒の由来となる植物の候補として16属31種が挙げられた。残存デンプン粒の外形と粒径の比較から、これらの植物にはクリやコナラ属、オニグルミなどの堅果類、ワラビやクズなどの根茎類が含まれている。

キーワード：残存デンプン粒分析、縄文時代草創期・早期、植物利用、石器、水迫遺跡

Abstract This study explores the use of stone tools and plants at the Mizusako site in Kagoshima, by analysing starch residues found on the incipient and earliest Jomon stone tools. From the 13 sampled stone tools, a total of 240 starch granules were extracted. A comparison of the quantitative occurrence of starch residues on working and non-working surfaces revealed that working surfaces of stone tools yielded more starch granules. This implies that they may have been used for processing plants. No starch granules on the working surfaces, however, suggest that these stone tools were not used for plant processing, but for other purposes such as stone tool making, or that starch granules were not preserved originally. The co-occurrence of circular, pentagonal and hexagonal starch granules on individual tools suggests that more than two plant species were processed within the working life of individual grinding stones. Initial visual comparisons of ancient starch samples and modern reference samples suggested the possible presence of 16 genera and 31 identifiable species. The candidates for ancient presence at the Mizusako site include *Castanea crenata*, *Quercus*, *Juglans ailanthifolia*, *Pteridium aquilinum*, and *Pueraria lobata*. These candidates were indicated by the size and geometric form of starch granules.

Keywords: incipient and earliest Jomon, Mizusako site, plant utilization, starch residue analysis, stone tools

はじめに

人類はその発生以来、さまざまな形で植物を利用してきたが、日本の縄文時代においては特に主要な食料源としての利用だけでなく、建築材や用材としての木材の利用（能城・佐々木，2007；Noshiro & Suzuki, 2006；鈴木・能城，1997）、木を細く割り裂いたものや木の皮、植物のツルや繊維の利用（堀川，2011；佐々木，2006a, 2006c）、薬用（松谷，1994；須田，1995；山本，2007）など、縄文時代に植物が広く体系的に利用されてきたことが明らかにされている（藤尾，1993；粉川，1994；外山，1985；辻，1994；吉崎，1997）。植物性食料資源の利用については酒

詰（1961）による集成など古くから研究が進んでおり、渡辺（1975）は『縄文時代の植物食』において日本全国の208遺跡から出土した39種を食用とされたものとして挙げている。また、1980年代以降の開発による大規模発掘調査と低湿地遺跡の調査が進展したことにより、縄文時代の膨大な数の遺跡からの植物遺体の出土が報じられ、多くの研究者が野生植物や栽培植物の利用を検討している（宮本，2000；中山，2009；小畑，2010；山本，2007）。これにより、縄文時代における堅果類の体系的な利用や、外来栽培植物の利用、野生のマメ類の栽培化の可能性などが明らかになってきた。しかし、堅果類や雑穀類などのよう

¹ 〒739-8524 広島県東広島市鏡山1-1-1 広島大学総合博物館

（現住所：〒285-8502 千葉県佐倉市城内町117番地 国立歴史民俗博物館）

Hiroshima University Museum, 1-1-1 Kagaimyama, Higashi-Hiroshima, Hiroshima, 739-8524, Japan

(Present address: National Museum of Japanese History, 117 Jonai-cho, Sakura, Chiba, 285-8502, Japan)

に硬い種皮や果皮をもつ植物などは遺物として保存されやすいのに対し、鱗茎・根茎類などは容易に分解されてしまうため、土器付着炭化物のような特殊な例（長沢, 1998; 中沢, 2006, 2007, 2008; 佐々木, 2006b）を除いては遺物として検出できないのが現状である。そのため、縄文時代における植物利用については検出事例の多い特定種の植物に研究が偏重してしまい、縄文人の植物利用の全体像を十分に反映したものとなっていない。

一方、1990年代以降、植物の生産物の1つであるデンプン粒の分析にもとづく新たな研究の試みが考古学調査において開始された。これは、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。石器の残存デンプン粒分析は、アリゾナ北部のオハコ岩陰遺跡（6700 BC ~ 1300AD）の調査研究（Bruier, 1976）で始められ、世界各地の考古学調査で多くの研究者によって取り組まれている（Cooper & Nugent, 2009; Ebeling & Rowan, 2004; Fullagar, 2006a; Liu et al., 2010a; Liu et al., 2010b; Liu et al., 2011; Pearsall et al., 2004; Revedin et al., 2010; Tao et al., 2011; Yang et al., 2009）。日本においても、これまでの種実や花粉、植物珪酸体などの研究や民俗考古学的な研究では論及できなかった部分を解明する新しい方法として残存デンプン粒分析が着目され（松井, 2005; 佐原, 2000）、近年筆者らによって本格的に取り組まれるようになった（渋谷, 2009a, 2009b, 2010a, 2010b, 2011a, 2011b; 上條, 2008, 2009）。現在では、旧石器時代から弥生時代までの15遺跡において、石器や土器の付着物から残存デンプン粒の検出が報告されている（渋谷, 2010c）。縄文時代前期から中期の青森県三内丸山遺跡では、複数種類の植物が同じ1つの石皿ですりつぶされていた可能性が提示され（渋谷, 2010b）、残存デンプン粒の検出状態や出現頻度の分析から鱗茎・根茎類が石器で加工されていたことが明らかにされるなど（渋谷, 2009b）、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いる。

縄文時代草創期頃には、いわゆる晩氷期に始まった急激な地球温暖化により、日本列島にはこれまでの針葉樹主体の森林にかわって、落葉広葉樹林が急速に広まったとされており、特に南九州ではいち早く落葉広葉樹林化が進行したと推定されている（工藤, 2003, 2005, 2011; 松下, 1992; 野井ほか, 2006; 杉山, 1999; 辻, 1997; Yasuda, 1978; 安田, 1980）。実際、列島各地の縄文時代草創期の遺跡から石皿・磨石が検出されることは少なく、一般的にこれらが増加するのは縄文時代早期からであるが、

南九州地域では縄文時代草創期の隆帯文土器とともに数多くの石皿、磨石類が出土している（上條, 2007a, 2007b; 小畑, 2004）。出土石器の形態学的な検討から、南九州では近畿や中国地域より早い段階で植物性食料へ依存していたと指摘されており（雨宮, 1998; 小畑, 2004）、縄文時代草創期から石皿や磨石・敲石類を用いた堅果類の利用基盤が成立し、堅果類の利用を中心とした生業が行われていたと考えられている（中原, 1999）。鹿児島県東黒土田遺跡からは縄文時代最古の堅果類貯蔵穴が出土しており（河口, 1982; 瀬戸口, 1981）、較正年代で約13,400年前という測定結果も得られている（工藤, 2011）。

また、遺跡の掘り込み遺構と鱗茎・根茎類の採集との関係を推論する研究（東, 2000）があり、植物性食料への依存度が高かったとされる南九州で、堅果類ばかりでなく、鱗茎・根茎類の利用がどのような形で行われていたのかを検討する必要性が指摘されている。最近、宮崎県都城市王子山遺跡では、縄文時代草創期の隆帯文土器とともに炉穴や住居跡が発見され、炉穴からは炭化した堅果類や鱗茎類が見つかり、この時期の鱗茎類の利用を示す重要な証拠も見つかり始めている（桑畑, 2011）。

こうした先行研究をふまえ、本研究では、鹿児島県水迫遺跡から出土した縄文時代草創期と早期の石皿と磨石類に残留するデンプン粒の検出を試みた。使用痕観察の結果から、これらの石器は植物加工具として使用された可能性が想定されている（下山ほか, 2002）。そこで本研究では、使用痕観察によって植物加工の可能性が考えられた石器を対象に残存デンプン粒の分析を行い、植物加工具としての証拠を提示することを第1の目的とした。さらに、残存デンプン粒の分析結果と現生植物のデンプン粒標本とを比較し、水迫遺跡の石器で利用された植物種について検討し、縄文時代草創期から早期の南九州における植物食の一端を明らかにすることを第2の目的とした。

調査遺跡と調査資料

1. 水迫遺跡の概要

水迫遺跡は鹿児島県指宿市西方水迫、北緯 31° 15' 55.7"、東経 130° 36' 24.8" に位置する（図 1A）。遺跡は標高 126 m ほどの尾根上に位置し（図 1B）、約 5,500 年前の火山活動によるカルデラ湖である池田湖からは直線距離で 1.2 km ほどの所にある。池田湖と水迫遺跡の間には約 5 万年前に活動していた清見岳があり、裾野には水迫遺跡の位置する尾根が広がる。この尾根はほぼ東西方向に延びており、尾根の南面は急激な傾斜となって深い谷地形を形成する。尾根の北側は畑が広がり、遺跡から約 100 m で急傾斜面に変わる（下山ほか, 2001）。遺跡で基盤をなす地層は約 5 万年前の清見岳の活動により形成された溶岩層で、その

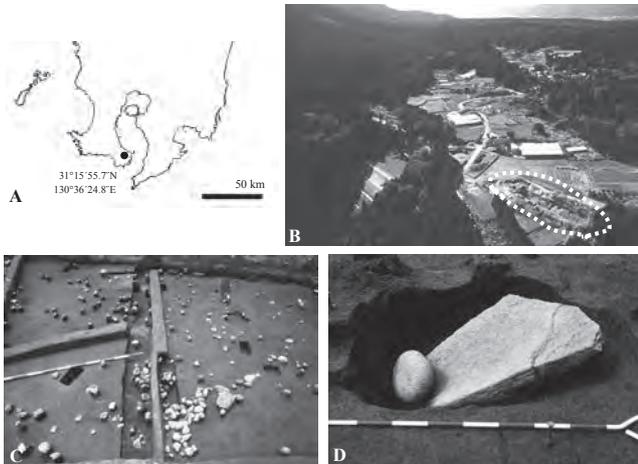


図1 水迫遺跡の概要。— A:遺跡の位置, B:遺跡の全景(破線の内側), C:第I調査区縄文時代早期の遺物分布状況(西側より), D:磨石7・石皿2の検出状況(指宿市考古博物館提供)。
Fig. 1 Outline of the Mizusako site. — A: location of the site, B: distant view of the site (inside a dashed line), C: excavated early Jomon artefacts in area I (from west side), D: excavated grinding stone 7 and stone quern 2 (provided by the Ibusuki Archaeological Museum).

上に2~3mの降下火山灰などが堆積している(下山ほか, 2002)。

2002年度まで実施された発掘調査では、中世、弥生時代後期・中期、縄文時代中期、縄文時代早期、縄文時代草創期、後期旧石器時代ナイフ形石器や細石器文化、AT下位の遺物包含層が確認され、4時代9時期の文化期をもつ遺跡であったことが判明した(中摩ほか, 2004)。縄文時代草創期と早期の第5・6層(縄文時代早期の岩本式土器を包含する褐色土層)には集石遺構と舟形配石炉遺構、草創期の第7層(縄文時代草創期前半の隆帯文土器や草創期から早期初頭の水迫式土器などを包含するサツマ火山灰層, 11,400 ^{14}C BP)にも集石遺構と舟形配石炉遺構が検出されており、これらは食料加工に関連するものとして注目される。舟形配石炉は九州南部では縄文時代草創期に多く見られる。水迫遺跡では縄文時代草創期から早期の変遷段階にあたる水迫式土器と同じ時期の第7層と早期の岩本式土器(貝殻文系円筒形土器の初源形態)の時期に該当する第6層からも検出されたことから、舟形配石炉は縄文時代早期の貝殻文系円筒形土器の段階まで存在したと考えられている(下山ほか, 2001)。

縄文時代早期に該当する西側拡張区の第5・6層ならびに第I調査区の第5・6層、縄文時代草創期に該当する第7層から出土した石器の基本組成は、石鏃、槍先形尖頭器、磨製石斧(局部磨製石斧)、スクレイパー、剥片、石核、台石、

石皿、磨石、敲石などである。石器は調査区の全域に散在し(図1C)、一括廃棄のような集中箇所は見られなかった。ただし、第I調査区第5・6層から出土した石皿と磨石は共伴して出土しており(図1D)、これらの石器が埋納されたという可能性が提示された(下山ほか, 2002)。石皿は調査区南側の緩斜面に沿って東から西へ約20度傾いた状態で出土し、磨石は石皿の一部に重なるようにほぼ直立した状態で出土した(下山ほか, 2002)。そこで本研究では、これらの石器が何に使われたのか明らかにすることを目的とし、他の石器とあわせて分析を行った。

2. 分析の対象とした石器

本研究では、縄文時代草創期の第7層から出土した石器2点、早期の第5・6層から出土した13点、早期の埋土から出土した1点、合計16点を分析の対象とした(表1, 図2)。器種は石皿3点、台石2点、磨石8点、敲石3点であり、砂質頁岩製の敲石1をのぞいて他は安山岩である。これらの石器は発掘調査で出土した後に水洗されており、指宿市考古博物館・時遊館COCCOはしむれ(以下、指宿市考古博物館と呼ぶ)に保管されている。

使用痕の観察の結果、15点の石器は敲打痕や磨面が確認されている。台石2からは明瞭な使用痕が確認されなかったが(下山ほか, 2002)、植物加工に使用されたかを検証するため分析対象に含めた。使用痕の観察からは、石

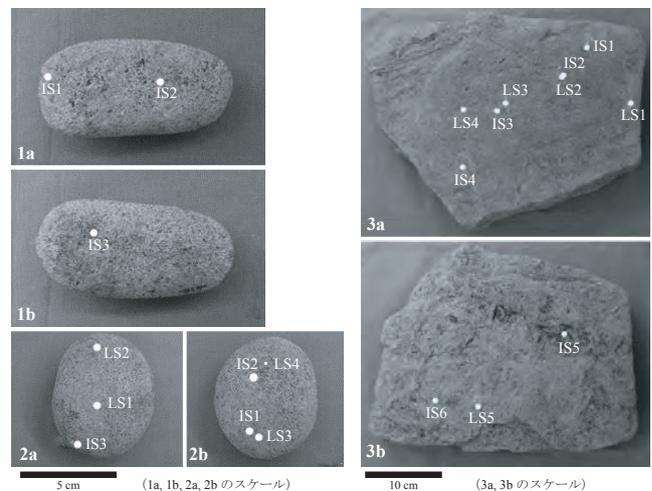


図2 分析した石器の例 — 1:敲石3, 2:磨石7, 3:石皿2 (a:表面, b:裏面). IS:第1次試料採取, LS:第2次試料採取. 白丸は試料採取箇所を示す。

Fig. 2 Examples of sampled stone tools. — 1: hammer 3, 2: grinding stone 7, 3: stone quern 2 (a = top side, b = back side). IS: Initial sampling, LS: Later sampling. White circles show sampling spots.

器の面の中央部や側面端部を利用して対象物を敲打し磨るといふ磨石や敲石、石皿、台石の使用状況が推定され、これらを用いた植物加工の可能性が提示された（下山ほか、2002）。

分析 方法

1. 試料採取と顕微鏡観察の方法

試料採取では、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。試料はフラガー（2006b）が提案した方法を参照し、

マイクロピペットと精製水を用いて、1 資料につき 4～6 箇所から 16 μ l 以上（複数枚のプレパラートを作製する必要量）の試料を石器の表面の凹所から採取した。プレパラートは現生デンプン粒標本（渋谷、2006、2010c）と同じ方法で作製した。試料を入れないブランクスライドを毎回作製し、スライドガラスやカバーガラス、スライド封入剤の汚染の有無を確認した。

次に偏光顕微鏡（Nikon ECLIPSE E600）を用いて、接眼レンズを 10 倍、対物レンズを 40 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

表 1 分析試料と残存敲石デンプン粒の検出個数（IS：第 1 次試料、LS：第 2 次試料）

Table 1 Residue samples and starch granules from sampled stones (IS: initial sampling, LS: later sampling)

分析した石器	時期	資料番号	出土層位	採取部位	使用痕	検出個数
敲石 1	草創期	98	7 層	IS1	敲打痕	1
				IS2	敲打痕	3
敲石 2	草創期	99	7 層	IS1	敲打痕	0
				IS2	敲打痕	0
				IS3	無	1
敲石 3	早期	57	6 層	IS1	敲打痕	0
				IS2	敲打痕	0
				IS3	無	0
磨石 1	早期	11	6 層	IS1	磨面	73
				IS2	磨面	22
				IS3	磨面	29
				IS4	磨面	0
				IS5	無	1
磨石 2	早期	10	5, 6 層	IS1	磨面	1
				IS2	磨面	0
				IS3	磨面	0
				IS4	磨面	0
				IS5	磨面	0
磨石 3	早期	55	5 層	IS1	磨面	0
				IS2	磨面	0
磨石 4	早期	54	6 層	IS1	磨面	0
				IS2	磨面	0
				IS3	磨面	0
				IS4	磨面	1
磨石 5	早期	53	5 層	IS1	磨面	0
				IS2	磨面	0
				IS3	磨面	0
				IS4	磨面	1
磨石 6	早期	52	6 層	IS1	磨面	0
				IS2	磨面	0
				IS3	磨面	1
				IS4	磨面	0
磨石・凹石 1	早期	56	5 層	IS1	敲打痕	1
				IS2	磨面	0
				IS3	敲打痕	0
				IS4	磨面	0
				IS1	磨面	4
				IS2	磨面	2
				IS3	敲打痕	1
				LS1	磨面	1
LS2	磨面	0				
LS3	磨面	3				
LS4	磨面	0				
石皿 1	早期	61	6 層	IS1	磨面	0
				IS2	無	0
				IS3	無	2
				IS4	磨面	3
				IS5	磨面	7
				LS1	磨面	0
				LS2	磨面	5
				LS3	磨面	0
石皿 2	早期	62	6 層	IS1	磨面	7
				IS2	磨面	5
				IS3	磨面	28
				IS4	無	4
				IS5	無	0
				IS6	無	0
石皿 2	早期	62	6 層	LS1	磨面	8
				LS2	磨面	1
				LS3	磨面	3
				LS4	磨面	5
石皿 3	早期	60	6 層	LS5	無	0
				IS1	磨面	0
				IS2	磨面	1
台石 1	早期	58, 59 (接合)	58:5 層 59:6 層	IS3	無	0
				IS1	磨面	0
				IS2	磨面	1
台石 2	早期	107	埋土	IS3	磨面	0
				IS4	無	2
				IS5	磨面	1
				IS6	磨面	0
				IS7	磨面	0
				IS8	磨面	0
				IS1	無	8
				IS2	無	1
IS3	無	1				
IS4	無	0				
IS5	無	0				

資料番号:調査報告書(下山ほか,2001,2002)に記載された各石器の番号、使用痕の識別は報告書と筆者自身の観察による。
Material number: the number of each stone tool shown in the excavation reports (Shimoyama et al., 2001, 2002). Used-wears of sampled stone tools follow the excavation reports and my observations.

録する際は400倍で観察し、写真記録を行った。

2. 検出したデンプン粒の形態分類

現生植物を用いたデンプン粒標本の形態分類法(渋谷, 2010c)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 μm未滿, II:10~20 μm, III:20 μm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。ただし、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。

さらに、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)の位置や偏光十字の形状も記録した。これを石器ごとに行い、残存デンプン粒の形態分類図を作製した。

分析結果

分析した石器13点から合計240個の残存デンプン粒が検出された(表2)。分解が進んで糖化し、原形が識別できないデンプン粒は22個あったが、他は外形や偏光十字の形状を識別することができた。検出状態については、単粒(1粒単独の状態)や複数粒(複数の粒が密集した状態、

図3:1a, 1b)、デンプン粒が植物繊維内にあるものや細胞組織の中に包含されたものを検出し(図3:2a, 2b, 3a, 3b)、繊維や細胞組織などの植物性物質の微細な断片も同時に検出した。形態はA類, B類, C類のすべてを確認した(表2)。残存デンプン粒の形態のうち、A類が最も多く検出された。磨石4、磨石・凹石1の残存デンプン粒は形態が識別できないほど分解していたが、検出されたA類のデンプン粒の多くが石皿や磨石でみられた(図5)。磨石4、磨石・凹石1の残存デンプン粒は形態が識別できないほど分解していたため、図示していない。

まず石皿3点については、石皿2から61個の残存デンプン粒が検出され、AIが26個, AIIが14個, AIIIが6個で、BIIが1個, CIが2個, CIIが2個という6類型が確認された(図3:4-9)。石皿1はAII, AIII, BII, CII, CIIIの5類型、合計18個を検出し、石皿3はAIIIを1個検出した。石皿から採取した試料には、いずれも植物繊維や細胞組織などの微細な断片が含まれていた。

磨石8点については、磨石1から全体の検出数の約半数におよぶ125個の残存デンプン粒を検出した。試料IS1は複数粒を多く含み、IS2やIS3でも複数粒が多く確認された。検出形態についてはAIが97個, AIIが24個と円形が最も多く、BIIIとCIIも確認された。磨石7からはAI, AII, AIII, BI, CIIの5類型、合計11個が検出された(図3:11-15)。磨石2・4・5・6、磨石・凹石1からは各1個検出され、磨石3からは検出しなかった。これらの試料には植物繊維や細胞組織の断片がほとんど含まれていなかった。

敲石については、草創期の敲石1からAI, AII, BIIが各1個検出され、糖化して原形をとどめていないデンプン粒も1個見られた。草創期の敲石2についてはIS3からAIIIが1個検出され、早期の敲石3では全く検出されなかった。敲石から採取した試料には、植物繊維や細胞組織などの植物性物質はほとんど含まれていなかった。また台石2点については、台石1からAI, AIIが各2個検出され、台石2からはAI, AII, AIII, BII, CIIの5類型、合計10個が検出された。いずれの試料も植物繊維や細胞組織などの植物性物質はほとんど含まれていなかった。

磨石7と石皿2は共伴して出土しており(図1D)、残存デンプン粒の形態を比較すると、磨石7のデンプン粒にはAI, AII, AIII, BI, CIIの5類型が確認されたのに対し、石皿2のデンプン粒にはAI, AII, AIII, BII, CI, CIIの6類型が確認された(表2)。BIとCIのデンプン粒をのぞき、円形から楕円形のAI・AII・AIIIが多い点で共通し、2つの石器の加工対象となった植物も同じであった可能性が推定される。両石器は上石と下石の組み合わせになって使用された可能性が高いことが、石器の出土状況からもデンプン粒の検出状況からも明らかとなった。

表2 石器から検出した残存デンプン粒の類型と検出個数
Table 2 Starch granule morphologies and the number of starch granules extracted from sampled stone tools

分析した 石器	時期	半円形・ 三角形・四角形									D	計
		円形主体			半円形・ 三角形・四角形			多角形				
		AI	AII	AIII	BI	BII	BIII	CI	CII	CIII		
敲石1	草創期	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	4
敲石2	草創期	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
敲石3	早期	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
磨石1	早期	97	24	0	0	0	2	0	1	0	1	125
磨石2	早期	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
磨石3	早期	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
磨石4	早期	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
磨石5	早期	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
磨石6	早期	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
磨石7	早期	2	3	2	1	0	0	0	1	0	2	11
磨石・凹石1	早期	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
石皿1	早期	0	7	2	0	1	0	0	1	1	6	18
石皿2	早期	26	14	6	0	1	0	2	2	0	10	61
石皿3	早期	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
台石1	早期	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
台石2	早期	2	4	2	0	1	0	0	1	0	0	10
計		131	56	15	1	4	2	2	6	1	22	240

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 μm未滿, II:10-20 μm, III:20 μm以上。

A: circular, B: semi-circular, triangular, quadrangular, C: polygonal, D: degraded. I: < 10 μm, II: 10-20 μm, III: > 20 μm.

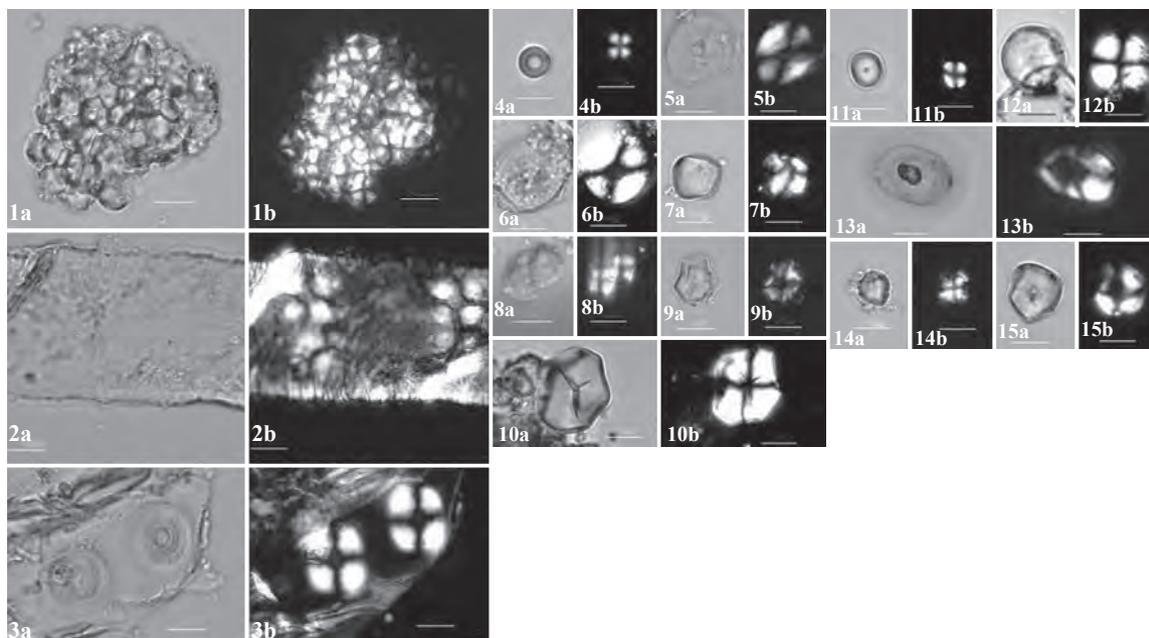


図3 石器から検出した残存デンプン粒。— 1–3: デンプン粒の検出状態 (1: 複数粒 (磨石 1), 2: 繊維内のデンプン粒 (石皿 1), 3: 細胞組織に包含されたデンプン粒 (石皿 2), 4–10: 石皿から検出した残存デンプン粒 (4–9: 石皿 2 (4: AI, 5: AII, 6: AIII, 7: BII, 8: CI, 9: CII), 10: 石皿 1 (CIII)), 11–15: 磨石 7 から検出した残存デンプン粒 (11: AI, 12: AII, 13: AIII, 14: BI, 15: CII)。スケールバー = 10 μm , a: 開放ニコル, b: 直交ニコル。

Fig. 3 Starch granules extracted from sampled stone tools. — 1–3: Conditions of starch granules extracted from stone tools (1: clumped granules (grinding stone 1), 2: granules inside a fibre fragment (stone quern 1), 3: granules into a plant tissue (stone quern 2), 4–10: starch granules from stone slabs (4–9: stone quern 2 (4: AI, 5: AII, 6: AIII, 7: BII, 8: CI, 9: CII), 10: stone quern 1 (CIII)), 11–15: starch granules from grinding stone 7 (11: AI, 12: AII, 13: AIII, 14: BI, 15: CII). Scale bar = 10 μm ; a: bright-field, b: brightfield with cross-polarised lights.

また円形のデンプン粒については、縄文時代草創期の敲石 2 点、早期の石皿 3 点、台石 2 点、磨石 6 点と磨石・凹石 1 から他の形態よりも多く検出された (表 2, 図 5)。多角形のデンプン粒については、早期の石皿 1, 台石 2, 磨石 1・7 から五角形のデンプン粒 (図 3: 10a, 10b, 15a, 15b), 石皿 2 からは五角形 (図 3: 8a, 8b) と六角形のデンプン粒 (図 3: 9a, 9b) が検出された。

考 察

1. 水迫遺跡出土の石器に残存するデンプン粒の形態と起源植物

まず、残存デンプン粒の形態と現生標本を比較し、デンプン粒の由来する植物について考察する。

磨石 1 から検出した円形で複数粒となったデンプン粒 (図 3: 1a, 1b) や、磨石 7 から検出した AI・AII・BI のデンプン粒は、クリ *Castanea crenata* やコナラ属 *Quercus* sp. のデンプン粒の形態と非常に類似している。クリのデンプン粒は円形やいびつな楕円形、半円形で、粒径範囲 3.2 ~ 18.2 μm , 最頻値 18.2 μm であり、形態分類では AI・

AII・BI・BII に分類される。楕円形や円形で粒径範囲 6.1 ~ 22.2 μm , 最頻値 14.4 μm のデンプン粒をもつコナラ *Quercus serrata* の形態は他のコナラ属にも共通して見られ、コナラ属のデンプン粒の多くは AI・AII・AIII や BI・BII に分類される。磨石 1 や磨石 7 から検出された残存デンプン粒はクリやコナラ属のデンプン粒と形態的に類似しており、これらが磨石 1 や磨石 7 で加工された植物の候補となる。

磨石 7 から検出した BI のデンプン粒 (図 3: 14a, 14b) は半円形で最大粒径 33.8 μm であり、やや斜めの十字状を呈する偏光十字という特徴とあわせて比較すると、これまでに分析した現生標本 39 属 61 種の中では、粒径範囲 3.8 ~ 10.0 μm で最頻値 7.7 μm のデンプン粒をもつクズ *Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi にみられるデンプン粒の形態と最も類似している。さらに、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)。石皿 1 から検出された植物繊維内の AII のデンプン粒 (図 3: 2a, 2b) は、円形やいびつな楕円形で粒径範囲 7.3 ~ 18.0 μm , 最頻値

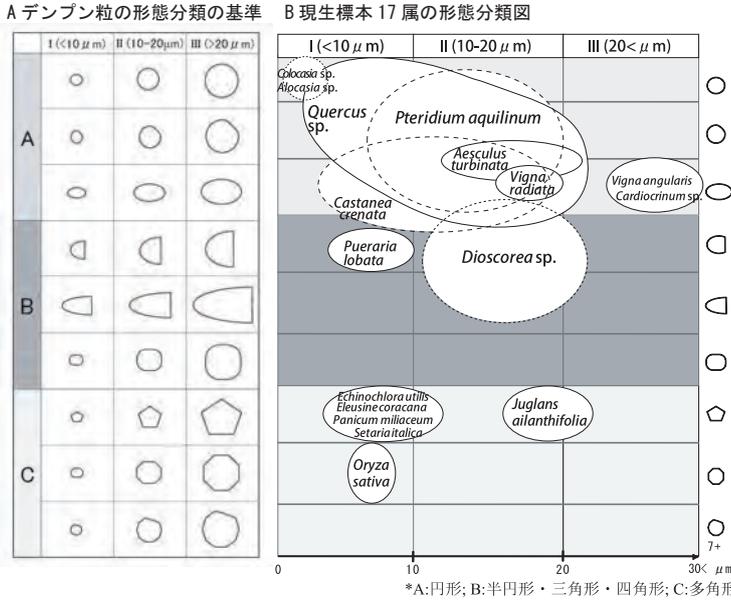


図4 デンプン粒の形態分類の基準 (A) と現生標本 17 属の形態分類図 (B) (渋谷, 2010c をもとに作製).
Fig. 4. Key to starch granule morphology (A) and morphology of starch granules from 17 genera of modern reference plants (B) (based on Shibutani, 2010c).

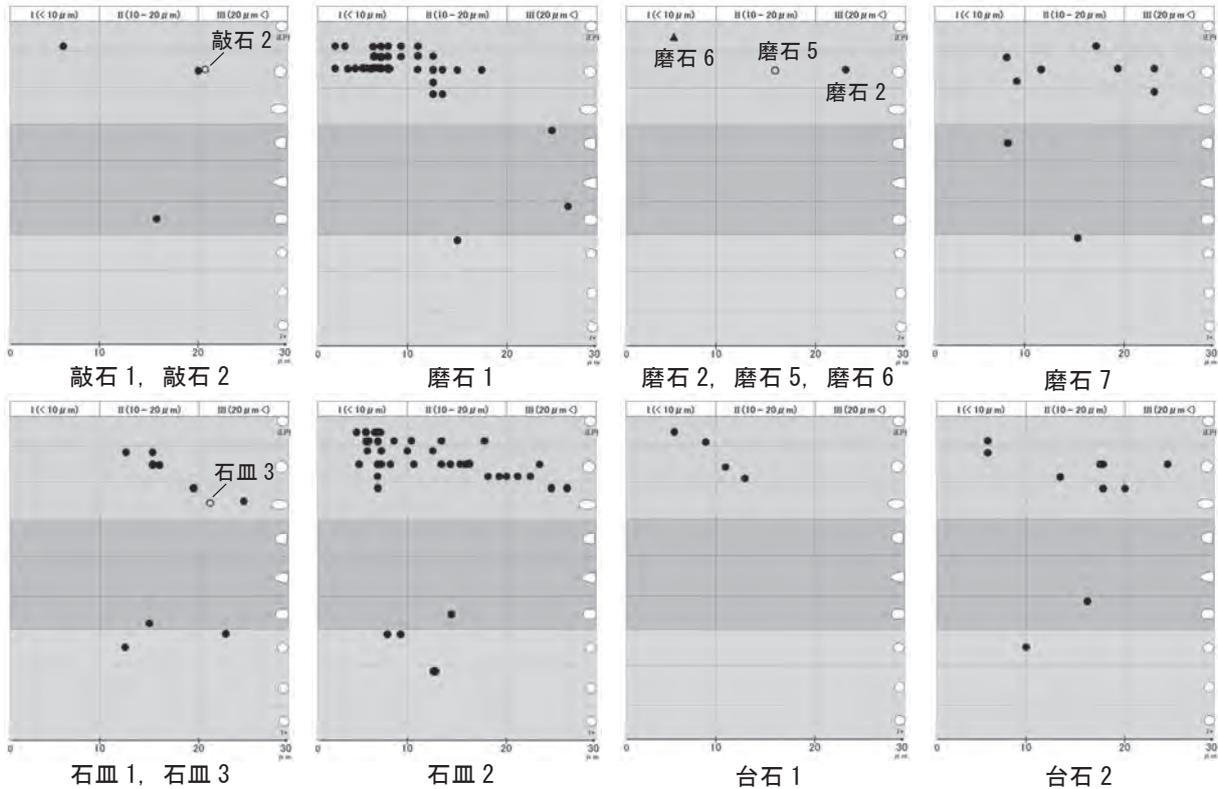


図5 検出した残存デンプン粒の形態分類図。黒丸：形態が識別可能なデンプン粒の粒径。
Fig. 5 Starch granule morphologies extracted from sampled stone tools. Black circles: measured sizes of intact granules.

10.0 μm のデンプン粒がみられ、現生植物の標本でも繊維の中に包含された状態のデンプン粒が確認されるワラビ *Pteridium aquilinum* などの根茎類と形態が非常に類似している。

一方、石皿 1 から検出された五角形のデンプン粒 (図 3: 10a, 10b) は最大粒径が 23.1 μm である。中央で十字の暗線が垂直に交わる偏光十字の特徴とあわせると、五角形で粒径範囲 16.7 ~ 23.2 μm, 最頻値 17.7 μm のオニグル

ミ *Juglans ailanthifolia* のデンプン粒 (渋谷, 2010c) と形態的に類似している。石皿2や台石2からはCI・CIIに分類されるデンプン粒が見つかった (表2, 図5)。現生デンプン粒標本の形態分類図 (図4) ではアワ・ヒエ・キビなどの雑穀類の範囲と重なるが、検出されたCI・CIIのデンプン粒とは形成核の位置が異なるなどの相違点があり、これらの植物には該当しない。

現生植物のデンプン粒では円形と多角形のデンプン粒をもつ植物の種類は全く異なる (図4)。磨石1・7, 石皿1, 台石2については円形と五角形のデンプン粒が検出されたことから2種類以上の植物, 石皿2については円形と五角形, および六角形のデンプン粒が検出されたことから3種類以上の植物に由来するデンプン粒が石器表面に付着していた可能性が指摘できる。

以上をふまえ、各石器から検出した残存デンプン粒の形態分類図 (図5) を現生植物のデンプン粒の形態分類図 (図4) と比較すると、石器で加工された植物の種類をある程度絞り込むことが可能となる。現生植物のデンプン粒標本のうち残存デンプン粒の外形, 最大粒径, 偏光十字の形状にもとづいて候補となる39属61種の植物を抽出し、どの石器から現生標本と類似する形態の残存デンプン粒が検出されたのかを検討した結果、16属31種が残存デンプン粒の由来する植物の候補として推定された。

この16属31種には、堅果類のコナラ属13種, シイ属 *Castanopsis* sp. が2種, マテバシイ属 *Lithocarpus* sp. が2種あり、いわゆるドングリ類17種が含まれている。ワラビなどの根茎類もあるが、堅果類以外の植物はまだ現生標本数が十分でないこともあり、全体として少ない。ドングリ類17種を残存デンプン粒の由来する植物の候補としたが、コナラ亜属やアカガシ亜属, クリなどのように種や亜属などの分類までは言及しなかった。複粒構造をもつトチノキや五角形を呈するオニグルミのデンプン粒を除き、クリやドングリ類のデンプン粒の形態は非常に類似しており、ドングリ類に由来する可能性が推定されても、17種のいずれに該当するか識別が困難なことによる。

小畑 (2004) は九州での堅果類利用は縄文時代早期まではコナラ亜属が多く、縄文時代前期以降にアカガシ亜属, 中でもイチイガシが多くなることを指摘している。松下 (2002) などを参考とすれば、縄文時代草創期や早期の段階では照葉樹林の要素は南九州では拡大する前であると考えられるが、ドングリ類のどの種が利用可能であったのかについてはまだ不明瞭である。図5では、AIのうち正円形の残存デンプン粒が多く検出されたことが確認できるが、大半のドングリ類の現生標本では非常に小さな正円形のデンプン粒 (AI) が確認されているため、これら17種を候補とした。

ドングリ類と同様に非常に小さな正円形のデンプン粒 (AI) は、サトイモ属 *Colocasia* sp. (渋谷, 2010c), クワズイモ属 *Alocasia* sp. (Loy et al., 1992), 堅果類のハシバミ *Corylus heterophylla* Fisch. ex Besser var. *thunbergii* Blume (渋谷, 2007), ツノハシバミ *Corylus sieboldiana* Blume の現生標本においても確認されている。このうち、サトイモ属やクワズイモ属のデンプン粒は遺跡土壌や遺物の残留物から検出される場合、多数の粒子が密集した状態 (複数粒) や細胞組織の中に詰まった状態で発見される事例 (Fullagar et al., 2006; Horrocks & Nunn, 2007; Horrocks & Weisler, 2006) が多く、石器からこれらの粒子が密集した状態で検出された事例もある (Fullagar et al., 2006; Loy, 1994; Loy et al., 1992)。今回検出されたAIのデンプン粒は1粒単独の状態であり、ドングリ類に由来するののか、サトイモ属, クワズイモ属, ハシバミ属などの植物に由来するののか識別が非常に困難であるため、これら4種類も植物の候補に含めた。

水迫遺跡の石器から検出した残存デンプン粒の由来する植物は、草創期の敲石1についてはドングリ類やハシバミ属, ササゲ属, サトイモ属やクワズイモ属などの6属15種が候補として絞られ、敲石2はコナラ亜属の4種が加工された植物の候補として推定される。早期の石器の残存デンプン粒については、磨石1は14属29種, 磨石2は1属6種, 磨石5は6属18種, 磨石6は3属5種, 磨石7は10属24種, 石皿1は11属24種, 石皿2は12属28種, 石皿3は2属4種, 台石1は11属25種, 台石2は11属25種が由来する植物の候補となる。これらにはクリやコナラ属などの堅果類をはじめ、ユリ科などの鱗茎類, ワラビやクズなどの根茎類が含まれている。ユリ科についてはまだ現生標本数が少なく、ノビルやアサツキなどの現生標本と今後対比していく必要がある。マメ科についても、近年注目されているヤブツルアズキやツルマメなどの在来種の現生標本の分析を進めているところであり、これらが絞り込めるのか検討していかなければならない。残存デンプン粒だけで水迫遺跡の植物利用の全体像を解明することは難しいが、早期の石器については器種によって残存デンプン粒の由来する植物の候補が異なるため、石器の種類によって加工された植物の種類が異なった可能性、石器の用途の違いを推定することができた点は、本研究の成果の一つである。

2. 水迫遺跡出土の縄文時代草創期・早期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機能・用途との対応関係を検討し、縄文時代草創期・早期の石器に残存するデンプン粒の意義を考察する。

磨石 1, 石皿 1・2・3 の残存デンプン粒は磨面のある部位から多く検出された（表 1）。しかし、磨石 2・4・5・6 の磨面、磨石・凹石 1 の磨面と敲打痕、台石 1 の磨面の一部からは残存デンプン粒が検出されず、敲石 3 と磨石 3 からは全く検出されなかった。敲石 2 の敲打痕の部位（IS1, IS2）からはデンプン粒は検出されなかったが、敲打痕のない部位（IS3）より検出されており、台石 2 については磨面も敲打痕も確認することができなかったが、残存デンプン粒が 3 箇所から検出された。

磨面や敲打痕のある範囲における残存デンプン粒の検出は、分析した石器で何らかの植物が加工された可能性を示すものである。デンプン粒が最も多く検出された磨石 1 や石皿 2 は植物加工具である可能性が非常に高い。石皿 1 は磨面のある部位から 12 個、確認されない部位からも 5 個検出しているが、使用痕がみられる部位に残存デンプン粒が多く検出されているという関連が認められるため、磨石 1 と石皿 2 は植物の加工に用いられたと推定できる。台石 2 は石皿のように湾曲する面がなく形態的には平坦であり、使用痕観察では表裏に磨面が観察されたものの、植物加工具かどうかの判別が困難であった。しかし、明瞭な形態を留める残存デンプン粒を 4 個検出したことから、この台石も植物加工に用いられた可能性を指摘できる。

一方、敲石 3 には敲打痕、磨石 3 には磨面があったが、残存デンプン粒が検出されなかった。これらは、石器製作など植物の加工以外の目的で使用された可能性と、植物加工に使用されたが、デンプン粒自体は遺存しなかった可能性の 2 通りの解釈ができる。特に磨面のある磨石 3 には敲打痕が見られず、形態的にも敲石としての用途よりも植物加工の道具の可能性が高いことから、別の部位からデンプン粒が検出されないか再検討することが必要である。

敲石 1・2 は縄文時代草創期の石器であり、数が少ないものの残存デンプン粒が検出された。どちらも破損しているが、もとは直径 5 cm 程度の円礫であったと推測される。敲打痕があることから通常は石器製作に使う敲石と解釈されることが多いが、残存デンプン粒が検出されたため、植物を叩き潰す道具、あるいは石器製作と植物加工の両方に使用された石器と考えることができるかもしれない。

縄文時代の石器については、石皿や磨石類の形態学的な検討と地域的な分布状況にもとづいた編年的研究（宮尾・宮内、2006；植田、1998）、石器の使用痕や組成の分析を行う研究（上條、2007a, 2007b；桐山、2006）などが行われており、特に石皿は植物性食料との関連性が高く、食料獲得の活動を支えた道具と一般的に考えられている（宮尾・宮内、2006；植田、1998）。しかし、これらの推定は石器に残された植物遺体の直接的な証拠にもとづいたものではなく、石皿や磨石の形態的な特徴や、遺跡内から発見

される炭化種実や低地遺跡から出土する植物遺体の一般的傾向によるものである（宮路、2002；西田、2006；佐々木ほか、2007；辻ほか、2006；山田、1986）。使用痕の観察からは、石器の表面にみられる摩耗や光沢面は植物のような軟質物が加工された痕跡であると指摘されてきた（上條、2007a, 2007b；桐山、2005；池谷、2004）。今回、水迫遺跡の縄文時代草創期と早期の石器から残存デンプン粒を検出したことは、これらの石皿や磨石類が植物性食料の加工具として使用された可能性を提示したことになる。

また、南九州における縄文時代草創期・早期の遺跡から出土した石器より残存デンプン粒が見つかった事例としては、すでに、鹿兒島県加栗山遺跡から出土した輝石安山岩製石皿 1 点や、奥ノ仁田遺跡から出土した砂岩製石皿 5 点と砂岩製凹石 2 点、掃除山遺跡から出土した溶結凝灰岩製石皿 1 点、砂岩製磨石 1 点、砂岩製凹石 1 点など、草創期の隆帯文期（約 12,000 ~ 11,500 ¹⁴C BP、土器群の年代は工藤（2011）を参照）の結果が提示されている（渋谷、2008, 2009a, 2009b）。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が検出され、磨面や敲打痕の確認された部位からの検出量が、確認されなかった部位よりも多かったという結果が示されており、これらの石器は植物加工具の可能性が高く、堅果類や鱗茎・根茎類などが加工された植物の候補とされている。

したがって、水迫遺跡の石皿や磨石における磨面、敲石の敲打痕から残存デンプン粒が検出されたことは、他の遺跡の分析事例とともに、南九州における縄文時代草創期・早期の石皿や磨石・敲石類で植物が加工された可能性を使用痕の観察結果とともに推定させるものである。

おわりに

本研究では、水迫遺跡の縄文時代草創期・早期の石器から残存デンプン粒を検出することに成功した。残存デンプン粒の一部は形状と検出状況の分析から、ユリ科の鱗茎類やワラビなどの根茎類に由来する可能性が極めて高いことが判明した。南九州では、宮崎県別府原遺跡（日高、2002）、王子山遺跡（桑畑、2011）、熊本県扇田遺跡（林田・山下、2004）、鹿兒島県横堀遺跡（中水ほか、2005）など縄文時代草創期や早期の遺跡からユリ科などの炭化した鱗茎類が出土している。これらの炭化鱗茎類は炉穴や集石などの遺構から個体として出土、あるいは土器付着炭化物の状態でも出土しており（中沢、2007, 2008）、石皿や磨石類で加工された可能性を示唆する事例はほとんど見つからない。そのため、縄文時代早期における鱗茎・根茎類の利用方法について新しい証拠を提示する事例の 1 つとなる。

さらに、同じ石器から植物の種類が異なる円形と五角形、六角形の残存デンプン粒を検出したことにより、1 つの石

器で2種類以上の植物が加工された可能性を提示し、残存デンプン粒と現生標本との形態学的な比較からは、16属31種を残存デンプン粒の候補となる植物として挙げた。

本研究の結果からは、水迫遺跡の縄文時代草創期・早期における一部の石器では植物の加工に用いられた可能性が推定できる。ただし、具体的な植物利用については解明されていない点が多い。今後、水迫遺跡の植物利用活動に関して、石器の使用痕観察や出土土器の検討、種実や花粉、植物珪酸体などの自然科学分析とあわせて、より多くの石器に対し残存デンプン粒分析を実施し、現生デンプン粒標本をさらに拡充すれば、残存デンプン粒の候補となる植物の範囲が狭められ、植物種の同定が可能となる。本研究を含め、南九州における縄文時代草創期から早期における植物利用を学際的な視点から研究することが必要である。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、鎌田洋昭氏、中摩浩太郎氏、渡部徹也氏をはじめとする指宿市考古博物館・時遊館 COCCO はしむれの方がたには水迫遺跡の石器の分析許可をいただき、さまざまな面でご協力をいただいた。国立民族学博物館のピーター・J. マシウス先生には分析について多くのご指導を賜った。また本論文をまとめるにあたり、査読者の先生がた、編集委員会、以下の方がたに多くのご教示をいただいた。末筆ながら記して深く感謝申し上げます(敬称略)。上條信彦、工藤雄一郎、寒川朋枝、杉山真二、瀬口眞司、細谷葵、山崎健、山本直人、和田るみ子、Carol Lentfer、近江貝塚研究会、国立民族学博物館、広島大学総合博物館。

本研究は、平成22年度広島大学萌芽的研究支援金「残存デンプン分析法を用いた縄文時代の植物利用に関する研究」(研究代表者: 渋谷綾子) を使用して実施したものであり、平成23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」(課題番号23701013, 研究代表者: 渋谷綾子) の成果の一部である。

引用文献

雨宮瑞生. 1998. 南九州にみる縄文定住狩猟採集民世界. 季刊考古学 No. 64: 19-24.
 Bruier, F. L. 1976. New clues to stone tool function: plant and animal residues. *American Antiquity* 41: 478-483.
 Cooper, J. L. & Nugent, S. J. 2009. Tools on the surface: residue and use-wear analyses of stone artefacts from Camooweal, northwest Queensland. *terra australis* 30: *Archaeological science under a microscope: studies in residue and ancient DNA analysis in honour of Thomas H. Loy* (M. Haslam, G. Robertson, A. Crowther, S.

Nugent & L. Kirkwood, eds.), 207-227. University of Queensland Press, Brisbane.
 Ebeling, J. R. & Rowan, Y. M. 2004. The archaeology of the daily grind: ground stone tool and food production in the Southern Levant. *Near Eastern Archaeology* 67: 108-117.
 藤尾慎一郎. 1993. 生業からみた縄文から弥生. 国立歴史民俗博物館研究報告 No. 48: 10-65.
 Fullagar, R. 2006a. Starch grains, stone tools and modern hominin behaviour. *An archaeological life: papers in Honour of Jay Hall* (S. Ulm & I. Lilley, eds.), 191-202. Aboriginal and Torres Strait Islander Studies Unit, Brisbane.
 Fullagar, R. 2006b. Starch on artifacts. *Ancient starch research* (R. Torrence & H. Barton, eds.), 177-203. Left Coast Press, INC., Walnut Creek.
 Fullagar, R., Field, J., Denham, T. & Lentfer, C. 2006. Early and mid Holocene tool-use and processing of taro (*Colocasia esculenta*), yam (*Dioscorea* sp.) and other plants at Kuk Swamp in the highlands of Papua New Guinea. *Journal of Archaeological Science* 33: 595-614.
 林田和人・山下宗親, 編. 2004. 扇田遺跡 扇田遺跡第1調査区発掘調査報告書, 267 pp. 熊本市教育委員会, 熊本市.
 日高広人, 編. 2002. 別府原遺跡 西ヶ迫遺跡 別府原第2遺跡 東九州自動車道建設(西都~清武間)に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書 XVII. 181 pp. 宮崎県埋蔵文化財センター, 佐土原町.
 東 和幸. 2000. 縄文時代の掘り込み. 「上野原遺跡(第10地点)鹿児島県立埋蔵文化財センター発掘調査報告書 27」, 109-120. 鹿児島県立埋蔵文化財センター, 鹿児島.
 堀川久美子. 2011. 日本における遺跡出土カゴ類の基礎的研究. *植生史研究* 20: 3-26.
 Horrocks, M. & Nunn, P. D. 2007. Evidence for introduced taro (*Colocasia esculenta*) and lesser yam (*Dioscorea esculenta*) in Lapita-era (c. 3050-2500 cal. yr BP) deposits from Bourewa, southwest Viti Levu Island, Fiji. *Journal of Archaeological Science* 34: 739-748.
 Horrocks, M. & Weisler, M. I. 2006. A short note on starch and xylem of *Colocasia esculenta* (taro) in archaeological deposits from Pitcairn Island, southeast Polynesia. *Journal of Archaeological Science* 33: 1189-1193.
 池谷勝典. 2004. 縄文時代石器の機能研究—使用痕分析を中心に—. 月刊考古学ジャーナル No. 520: 16-20.
 上條信彦. 2007a. 石皿と磨石. 「なりわい—食料生産の技術—(縄文時代の考古学 5)」(小杉 康・谷口康浩・西田泰民・水ノ江和同・矢野健一編), 88-101. 同成社, 東京.
 上條信彦. 2007b. 縄文時代石皿・台石の研究—形態的分布を中心に—. 古文化談叢 No. 56: 25-54.
 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.
 河口貞徳. 1982. 縄文草創期の貯蔵穴—鹿児島県東黒土田遺

- 跡一. 季刊考古学 No. 1: 63.
- 桐山秀穂. 2005. 縄文・弥生時代における石製製粉具の研究—中国・四国・近畿地方を中心として—. [平成 14 年度～平成 15 年度科学研究費補助金 (若手研究 (B)) 研究成果報告書 (課題番号 14710278)], 78 pp.
- 桐山秀穂. 2006. 竜ヶ崎 A 遺跡出土の磨石・敲石・石皿・台石. 「竜ヶ崎 A 遺跡—ほ場整備関係 (経営体育成基盤整備) 遺跡発掘調査報告書 33-1」(滋賀県教育委員会・(財) 滋賀県文化財保護協会編), 192–205. 滋賀県教育委員会・(財) 滋賀県文化財保護協会, 滋賀.
- 粉川昭平. 1994. 縄文人の主な植物食糧. 「縄文文化の研究 2 生業」(加藤晋平・小林達雄・藤本 強編), 42–49. 雄山閣, 東京.
- 工藤雄一郎. 2003. 更新世終末から完新世移行期における考古学研究の諸問題—環境変遷史と考古学的時間軸の対応関係—. 古代文化 55: 15–27.
- 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: 51–64.
- 工藤雄一郎. 2011. 東黒土田遺跡の堅果類と縄文時代草創期土器群の年代に関する一考察. 考古学研究 58: 54–65.
- 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.
- Liu, L., Field, J., Fullagar, R., Bestel, S., Chen, X. & Ma, X. 2010a. What did grinding stones grind? New light on Early Neolithic subsistence economy in the Middle Yellow River Valley, China. *Antiquity* 84: 816–833.
- Liu, L., Field, J., Fullagar, R., Zhao, C., Chen, X. & Yu, J. 2010b. A functional analysis of grinding stones from an early holocene site at Donghulin, North China. *Journal of Archaeological Science* 37: 2630–2639.
- Liu, L., Ge, W., Bestel, S., Jones, D., Shi, J., Song, Y. & Chen, X. 2011. Plant exploitation of the last foragers at Shizitan in the Middle Yellow River Valley China: evidence from grinding stones. *Journal of Archaeological Science* 38: 3524–3532.
- Loy, T. 1994. Methods in the analysis of starch residues on prehistoric stone tools. “*Tropical Archaeobotany: Applications and new developments*” (J. G. Hather, ed.), 86–114. Routledge, London.
- 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.
- 松井 章. 2005. 環境考古学への招待. 218 pp. 岩波書店, 東京.
- 松下まり子. 1992. 日本列島太平洋岸における完新世の照葉樹林発達史. 第四紀研究 31: 375–387.
- 松下まり子. 2002. 大隅半島における鬼界アカホヤ噴火の植生への影響. 第四紀研究 41: 301–310.
- 松谷暁子. 1994. エゴマ・シソ. 「縄文文化の研究 2 生業」(加藤晋平・小林達雄・藤本 強編), 50–62. 雄山閣, 東京.
- 宮路淳子. 2002. 縄文時代の貯蔵穴—社会組織との関わりから—. 古代文化 No. 54: 21–41.
- 宮本一夫. 2000. 縄文農耕と縄文社会. 「古代史の論点 1 環境と食料生産」(佐原 眞・都出比呂志編), 115–138. 小学館, 東京.
- 宮尾 亨・宮内信雄. 2006. 石皿の変化と植物質食料加工. 新潟県立歴史博物館研究紀要 No. 7: 87–104.
- 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.
- 中原一成. 1999. 南九州における縄文時代草創期から早期前葉の堅果類利用について—磨石・敲石類, 石皿を視点として—. 南九州縄文通信 No. 13: 25–40.
- 中摩浩太郎・渡部徹也・鎌田洋昭, 編. 2004. 水迫遺跡Ⅲ. 219 pp. 鹿兒島県指宿市教育委員会・指宿市考古博物館時遊館 COCCO はしむれ, 指宿市.
- 中水 忍・出口純一郎・堂込秀人・東 徹志, 編. 2005. 横堀遺跡 農用地総合整備事業 (大隅中央区域) に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書. 164 pp. 有明町教育委員会, 有明町.
- 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: 374–393.
- 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 No. 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.
- 西田 巖. 2006. 佐賀市東名遺跡の調査概要. 「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』発表要旨集」(九州縄文研究会大分大会世話人 (坂本嘉弘編), 9–14. 九州縄文研究会.
- 野井英明・太田泰弘・梅崎恵司. 2006. 福岡県北九州市黒崎城跡における完新世の環境変遷—特に縄文人の環境適応についての一考察—. 北九州市立大学文学部紀要 (人間関係学科) No. 13: 79–88.
- 能城修一・佐々木由香. 2007. 東京都東村山市下宅部遺跡の出土木材からみた関東地方の縄文時代後・晩期の木材資源利用. 植生史研究 15: 19–34.
- Noshiro, S. & Suzuki, M. 2006. Utilization of forest resources in the early Jomon period at and around the Sannaimaruyma site in Aomori Prefecture, northern Japan. *Japanese Journal of Historical Botany, Special Issue No. 2*: 83–100.
- 小畑弘己. 2004. 磨製石器と植物利用—南九州地方における縄文時代草創期～早期前半の石器生産構造の再検討—. 文学部論叢 No. 82: 17–45.
- 小畑弘己. 2010. 縄文時代におけるアズキ・ダイズの栽培について. 先史学・考古学論究 V: 239–272.
- Pearsall, D. M., Chandler-Ezell, K. & Zeidler, J. A. 2004. Maize in ancient Ecuador: results of residue analysis of

- stone tools from the Real Alto site. *Journal of Archaeological Science* 31: 423–442.
- Revedin, A., Aranguren, B., Becattini, R., Longo, L., Marconi, E., Lippi, M. M., Skakun, N., Simitsyn, A., Spiridonova, E. & Svoboda, J. 2010. Thirty thousand-year-old evidence of plant food processing. *Proceedings of the National Academy of Science (PNAS)* 107: 18815–18819.
- 佐原 眞. 2000. 宝さがしからの脱却. NEWTON アーキオ No. 12: 160–167.
- 酒詰仲男. 1961. 日本縄文石器時代食料総説. 322 pp. 土曜会. 佐原眞. 2000. 宝さがしからの脱却. NEWTON アーキオ No. 12: 160–167.
- 佐々木由香. 2006a. 割裂き木部材・蔓・草の編み組み加工容器. 月刊考古学ジャーナル No. 542: 13–19.
- 佐々木由香. 2006b. 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.
- 佐々木由香. 2006c. 編組製品. 「下宅部遺跡 I (1)」(下宅部遺跡調査団編), 147–179. 東村山市遺跡調査会, 東村山市.
- 佐々木由香・工藤雄一郎・百原 新. 2007. 東京都下宅部遺跡の大型植物遺体からみた縄文時代後半期の植物資源利用. *植生史研究* 15: 35–50.
- 瀬戸口 望. 1981. 東黒土田遺跡発掘調査報告. 鹿児島考古 No. 15: 22–54.
- 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要 No. 7: 7–16.
- 渋谷綾子. 2007. 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: 292–302.
- 渋谷綾子. 2008. 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: 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. 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. 2010b. 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 No. 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. 2010c. 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: 13–27.
- 渋谷綾子. 2011a. 鹿児島県西多羅ヶ迫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 (東京都埋蔵文化財センター調査報告第250集)」(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), 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.
- 下山 寛・中摩浩太郎・渡部徹也・鎌田洋昭, 編. 2001. 水迫遺跡 I. 331 pp. 鹿児島県指宿市教育委員会・指宿市考古博物館時遊館 COCCO はしむれ, 指宿市.
- 下山 寛・中摩浩太郎・渡部徹也・鎌田洋昭, 編. 2002. 水迫遺跡 II. 459 pp. 鹿児島県指宿市教育委員会・指宿市考古博物館時遊館 COCCO はしむれ, 指宿市.
- 須田英一. 1995. エゴマの利用法とその民俗—宮城県本吉郡津山町, 福井県勝山市平泉寺町の事例を中心に—. 月刊考古学ジャーナル No. 389: 4–8.
- 杉山真二. 1999. 植物珪酸体分析からみた最終氷期以降の九州南部における照葉樹林発達史. *第四紀研究* 38: 109–123.
- 鈴木三男・能城修一. 1997. 縄文時代の森林植生の復元と木材資源の利用. *第四紀研究* 36: 329–342.
- Tao, D., Wu, Y., Guo, Z., Hill, D. V. & Wang, C. 2011. Starch grain analysis for groundstone tools from Neolithic Baiyinchanghan site: implications for their function in Northeast China. *Journal of Archaeological Science* 38: 3577–3583.
- 外山秀一. 1985. 縄文農耕論と古植物研究. *人文地理* 37: 407–421.
- 辻 秀子. 1994. 可食植物の外観. 「縄文文化の研究 2 生業」(加藤晋平・小林達雄・藤本 強編), 18–41. 雄山閣, 東京.
- 辻 圭子・辻 誠一郎・南木睦彦. 2006. 青森県三内丸山遺跡の縄文時代前期から中期の種実遺体群と植物利用. *植生史研究特別第2号*: 101–120.
- 辻 誠一郎. 1997. 縄文時代への移行期における陸上生態系. *第四紀研究* 36: 309–318.
- 植田文雄. 1998. 縄文時代における食料獲得活動の諸相—石皿の分布からみた発展段階の認識と復元への展望—. *古代文化* 50: 25–38.
- 渡辺 誠. 1975. 縄文時代の植物食. 187 pp. 雄山閣, 東京.
- 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* 22: 87–106.
- 山本直人. 2007. 縄文時代の植物食利用技術. 「なりわい—食料生産の技術— (縄文時代の考古学 5)」(小杉 康・谷口康浩・西田泰民・水ノ江和同・矢野健一編), 17–30. 同成社, 東京.
- Yang, X., Yu, J., Lü, H., Cui, T., Guo, J. & Ge, Q. 2009. Starch grain analysis reveals function of grinding stone tools at Shangzhai site, Beijing. *Science in China Series D: Earth Sciences* 52: 1164–1171.
- Yasuda, Y. 1978. Prehistoric environment in Japan—Paly-nological approach—. *The Science Reports of the Tohoku University, 7th series, Geography* 28: 117–281.
- 安田喜憲. 1980. 環境考古学事始—日本列島2万年. 270 pp. 日本放送出版協会, 東京.
- 吉崎昌一. 1997. 縄文時代の栽培植物. *第四紀研究* 36: 343–346.

(2012年3月19日受理)