第Ⅵ章　自然科学分析

第１節　SE800出土土師器甕の残存脂質分析

Ａ　はじめに

本稿ではSE800井戸枠内出土の土師器甕に付着した炭化物について、残存脂質分析結果を報告する。これは既報告の分析結果[1)]に、個別脂肪酸の安定炭素同位体比データを新たに追加して加筆修正したものである[2)]。

Ｂ　分析試料

分析対象とした試料は、SE800井戸枠内から出土した土師器甕９点の内面に付着した炭化物である。これらの炭化物は、煮炊き調理時に焦げ付いた食物であったと考えられる。土器の分析試料番号は、石神遺跡を示すISGに３桁の個体識別番号を組み合わせ、ISG001からISG009とした（Fig.147）。試料を採取した土器の状態は次のとおりである。

土師器甕の付着炭化物

ISG001は底部から胴部内面の下半にかけて、炭化物粒が付着しており、その一部を試料として採取している。ISG002は頸部から胴部中位までが残り、褐色を呈する内側面に炭化物が付着している。胴部外面にはススが付着し、被熱による剝離痕がある。ISG003は胴部内面中位にコゲがあり、その部分に炭化物粒が点状に付着している。ISG004（PL.９-99）は底部内面の中央が黒ずんでおり、炭化物粒が点状に付着している。また、胴部内面には素地が点状に露出した部分もあるが、これらは器壁に付着していた炭化物粒が剝落した痕跡とみられる。ISG005（PL.９-101）の底部中央には暗褐色の炭化物が厚く付着しており、内底部の素地を層状に覆っている。SE800出土の土師器甕のなかでは、もっとも顕著な焦げ付き例である。ISG006（PL.９-100）は底部内面の中央に厚い炭化物層が付着しており、胴部内面のコゲへと連続している。ISG007は胴部内面が褐色を呈し、その一部に黒ずんだ炭化物が薄く付着している。外面は被熱で荒れており、表面が円形に剝落している。ISG008は底部から胴部にかけての破片数点からなる。内面のコゲは暗褐色を呈し、一部に炭化物が薄く層状に付着している。ISG009は底部から胴部中位までの破片である。胴部内面には帯状のコゲがある。外面には被熱で生じた円形の剝離痕が点在する。

井戸枠内から出土した土師器甕は底部のみを残すものも含めると、全部で200個体を超えている。そしてそのほとんどは外面にススが付着し、内面が褐色ないしは暗褐色を呈しており、内容物が焦げ付いた例もある。つまりこれらは、出土層位にほぼ関係なく、使用した形跡がある土師器甕ばかりである。またこれらの出土層位が、井戸枠内下層の堆積層から、中・上層の

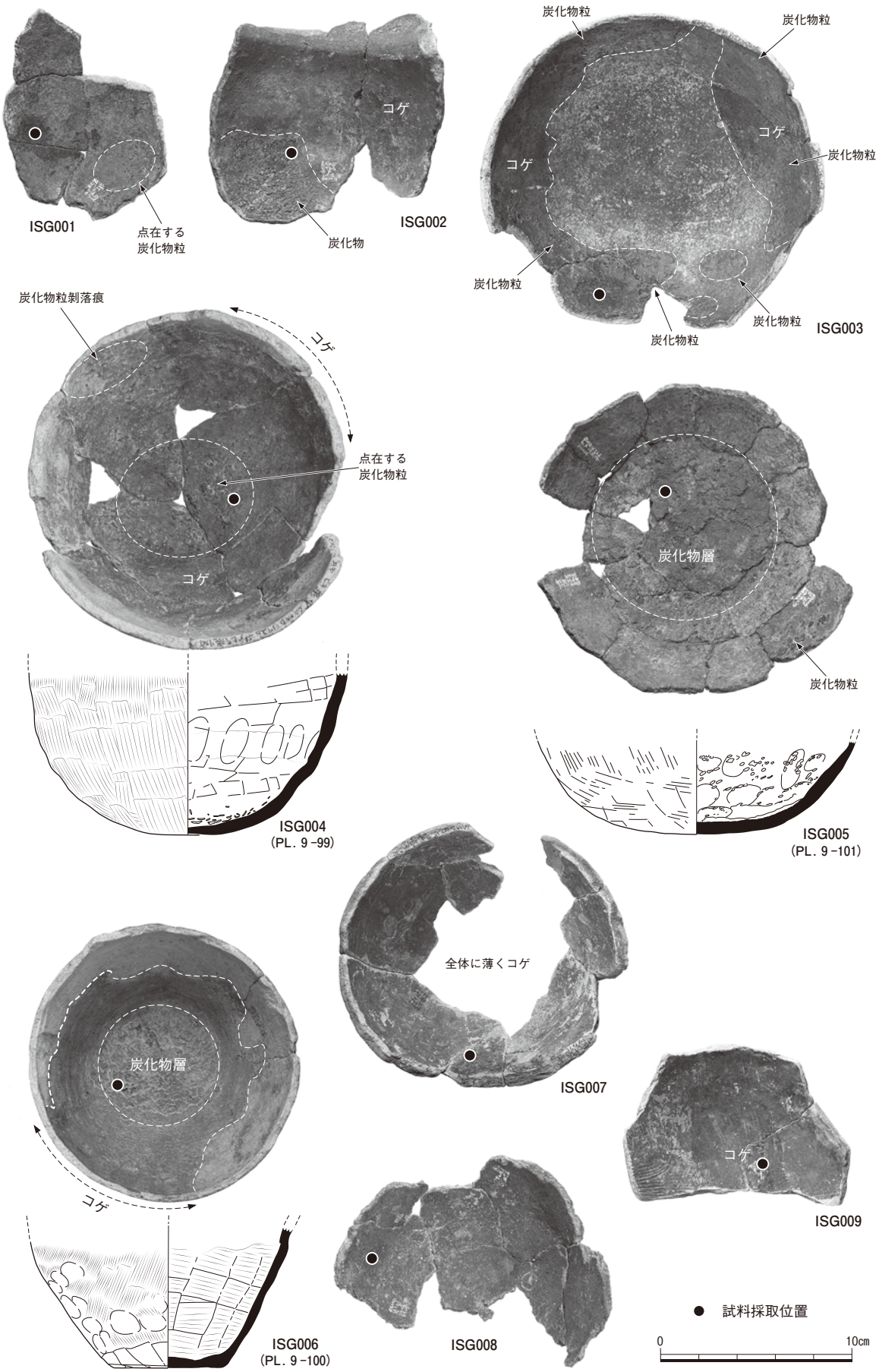


Fig. 147　分析試料（SE800井戸枠内出土の土師器甕）　1：3

埋立土にもおよんでいることから、使用後に廃棄物として、空井戸に投げ込まれた土師器甕を多く含んでいると考えられる。試料９点のうち、ISG003が含砂礫茶褐色有機質土出土であるほかは、すべて礫混砂からの出土である。礫混砂は井戸廃絶後に投入された埋立土の下部にあたるので、出土した土師器甕は井戸が機能していた時期のものではない（第Ⅶ章第１節、Fig.154）。

付着炭化物の採取方法

土器内面に付着した炭化物は、滅菌済みの医療用メスを用いて採取した。採取した炭化物の分析試料番号は、炭化物を示す「Ｆ」と内面からのサンプリングを示す「Ｉ」を組み合わせ、ISG001FI－ISG009FIとした。メスの刃は試料ごとに交換した。採取した炭化物は精製水、メタノール、ジクロロメタンで洗浄したメノウ乳鉢ですりつぶし、均質化した。また、土器は水溶性アクリル樹脂によって含浸強化されていたが、分析結果への影響がないことは模擬試料を作製して確認している。

Ｃ　分析方法

ガスクロマトグラフ質量分析計（GC-MS）による、残存脂質濃度の評価と生物指標を中心とした化合物の検出および同定をおこなった。本分析をおこなうため、粉末状の試料から脂質を抽出し、誘導体化した。試料が40mg以上得られた場合には酸抽出および溶媒抽出法を用い、40mg未満の場合は酸抽出のみをおこなった。酸抽出試料のうち脂質残存量が良好な試料についてはガスクロマトグラフ燃焼安定同位体質量分析計（GC-C-IRMS）を用いて個別脂肪酸の安定炭素同位体比を測定した。

酸抽出の方法

酸抽出　既存のプロトコル[3)]にしたがった。はじめに試料20mg±５％と内部標準テトラトリアコンタンC_{34}（１μg μL^{-1}）10μLが入った試験管を準備した。試験管に４mLのメタノールを加えたのち、超音波洗浄機を用いて15分、25℃で攪拌した。攪拌後、濃硫酸800μLを加え、４時間、70℃で加温した。室温まで冷却した試験管を遠心分離にかけ（4000rpm、５分間）、上澄みを取り出した。取り出した溶液にさらに２mLのヘキサンを加えボルテックスで攪拌した後に静置分離した。この溶液から脂質を含むヘキサン抽出液のみを回収した。ヘキサン抽出液を回収する作業は合計３回繰り返した。得られた抽出液は窒素ガスによって乾固した。乾固した抽出物にヘキサンを加え（１回目：90μL、２回目：50μL）、内部標準ヘキサトリアコンタンC_{36}（１μg μL^{-1}）10μLが入ったGCバイアルへ移した。なお、実験過程での汚染の有無を検討するため、１点のブランク・コントロール試料を挿入した。

溶媒抽出の方法

溶媒抽出　既存のプロトコル[4)]にしたがった。はじめに試料20mg±５％と内部標準テトラトリアコンタンC_{34}（１μg μL^{-1}）10μLを入れた試験管を準備した。試験管に５mLのジクロロメタン・メタノール混合溶液（DCM：MeOH, ２：1V/V）を加えたのち、超音波洗浄機を用いて15分間、25℃で攪拌した。攪拌後、遠心分離にかけ（4000rpm、15分間）、脂質を含む抽出液（上澄み）を回収した。抽出液を回収する作業は３回繰り返した。得られた抽出液は窒素ガスによって乾固した。乾固した抽出物にヘキサンを加え（１回目：90μL、２回目：50μL）、内部標準ヘキサトリアコンタンC_{36}（１μg μL^{-1}）10μLが入ったGCバイアルへ移した。なお、実験過程での汚染の有無を検討するため、１点のブランク・コントロール試料を挿入した。GC-MS測定の直前にBSTFA＋TMCS, 99：1（N, O-bis（trimethylsilyl）trifluoacetamide with 1％ trimethylchlorosilane）によりトリメチルシリル化し、分析に供した。

GC-MS測定　得られた抽出液についてGC-MSによる測定をおこなった。GC-MS分析に用いた分析装置は島津製作所製ガスクロマトグラフ質量分析計（GCMS-QP2010Ultra）である。スプリットレス注入法により、1μLの試料を注入口温度300℃で導入した。カラムはフロンティアラボ社製Ultra ALLOY-5（30m×0.25㎜，膜厚0.25μm）を用い、酸抽出試料と溶媒抽出試料を対象に、Scanモードによる分析をおこなった。カラム温度は50℃で2分間保持したのち、10℃/minで325℃まで昇温し12分間保持した。m/z50から800までのスペクトルを獲得し、測定時間は41.5分である。イオン源温度は230℃、イオン化法はEIモード、イオン化電圧は70eV、キャリアーガスはヘリウム（3.00mL/min）を用いた。

次に、キビの生物指標であるミリアシン[5]の検出を目的とし、酸抽出試料と溶媒抽出試料を対象に同カラムを用い、SIMモードによる分析をおこなった。分析条件について、カラム温度は50℃で1分間保持したのち、280℃まで20℃/min、325℃まで5℃/minで昇温し、8.5分間保持した。モニタリングイオンは、m/z189・204・231・425・440を選択した。測定時間は30分である。イオン源温度は230℃で、イオン化法はEIモード、イオン化電圧は70eV、キャリアーガスはヘリウム（3.00mL/min）を用いた。また、ω－アルキルフェニルアルカン酸（APAA）やイソプレノイド脂肪酸（トリメチルデカン酸、プリスタン酸、フィタン酸）などの特定の化合物をより高感度で分析することを目的とし、酸抽出試料を対象に、Agilent社製のDB-23（60m×0.25㎜，膜厚0.25μm）を用い、SIMモードによる分析をおこなった。分析条件について、カラム温度は50℃で2分間保持したのち、100℃まで10℃/min、140℃まで4℃/min、160℃まで0.5℃/min、250℃まで20℃/minで昇温し、11.5分間保持した。モニタリングイオンは、トリメチルデカン酸の検出を目的としたm/z74・87・213・270、プリスタン酸の検出を目的としたm/z74・88・101・312、フィタン酸の検出を目的としたm/z74・101・171・326、炭素数16から22のAPAAsの検出を目的としたm/z74・105・262・290・318・346を選択した。測定時間は73分である。イオン源温度は230℃で、イオン化法はEIモード、イオン化電圧は70eV、キャリアーガスはヘリウム（2.00mL/min）を用いた。

GC-C-IRMS測定　酸抽出資料のうち、十分な脂質濃度が確認された試料7点について、ヨーク大学に設置されたガスクロマトグラフ燃焼安定同位体質量分析計を用いて個別脂肪酸の安定炭素同位体比を測定した。使用した分析装置は、GCがAgilent 7890 Series Gas Chromatograph（Agilent Technologies, Cheadle, Cheshire, UK）、インターフェースがIsoprime GC5 interface（Isoprime, Cheadle, UK）、IRMSがIsoprime 100（Isoprime，Cheadle，UK）である。

スプリットレス注入法により、1μLの試料を注入口温度300℃で導入した。カラムはJ&W Scientific Technologies社製DB-5MS UI（60m×0.25㎜、膜厚0.25μm）を使用した。分析条件は、カラム温度を50℃で0.5分間保持したのち、25℃/minで175℃まで、次に8℃/minで325℃まで昇温し、20分間保持した。溶出液はカラムから直接インターフェースに導入され、850℃に保持されたGC5チューブ（CuO）で二酸化炭素化された。二酸化炭素はIRMSを用いてイオン化し、m/z44・45・46を検出し、Ion VantageとIonOSソフトウェア（Isoprime, Cheadle, UK）を用いて$^{13}C/^{12}C$比を算出した。測定結果は国際基準V-PDBに対するパーミル（‰）で示した。分析精度の評価には、標準物質（Indiana standard F8-3）を用いた。これらの報告値が$\delta^{13}C_{16:0}$が−29.90±0.03‰、$\delta^{13}C_{18:0}$が−23.24±0.01‰であるのに対し、測定値は$\delta^{13}C_{16:0}$が−29.88±

0.14‰、$\delta^{13}C_{18:0}$が−23.32±0.22‰であり、十分な測定精度が確保されていることを確認した。

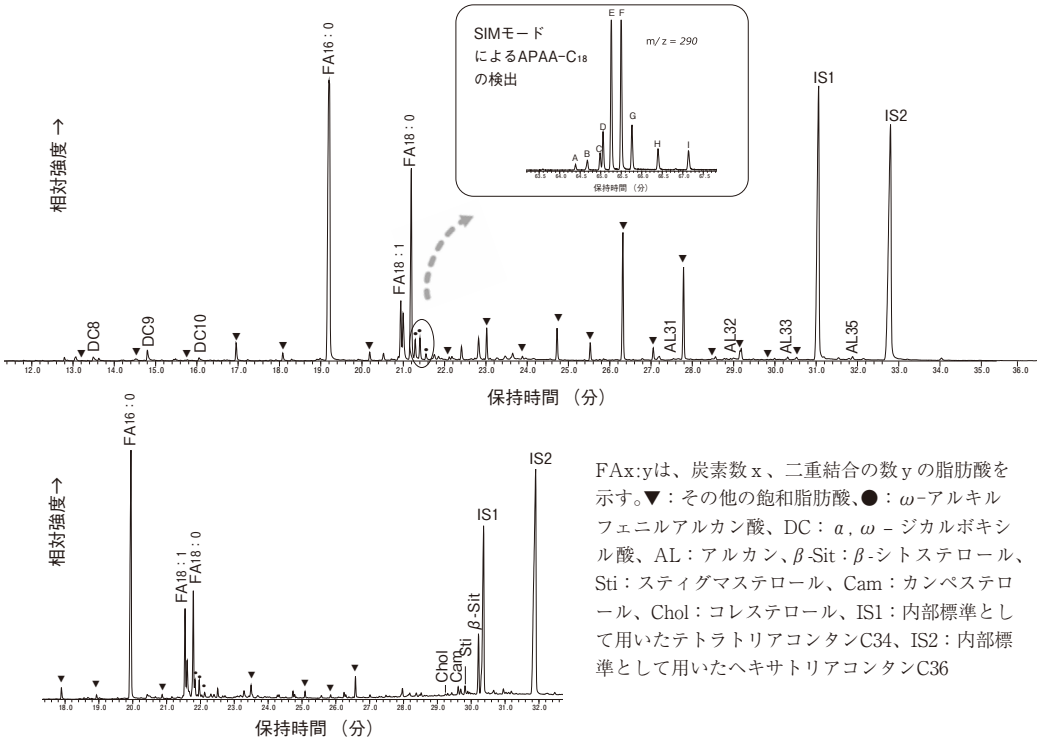
D　分析結果

GC-MS分析によって得られたスペクトルの例をFig.148に示す。各測定法および抽出法により同定された化合物はTab.14の通りである。酸抽出試料について、直鎖飽和脂肪酸（炭素数８から34まで）および不飽和脂肪酸（炭素数18）のほか、APAA（炭素数18）、分枝脂肪酸（炭素数15から17まで）、ジカルボン酸（炭素数４から13まで）、アルカン（炭素数25から35まで）、フィタン酸がScanモードで検出された。

ピークの全体的な特徴としてパルミチン酸（$C_{16:0}$）がステアリン酸（$C_{18:0}$）と比較して高い傾向にあった。Dunneらによる研究によれば、パルミチン酸／ステアリン酸比（Ｐ/Ｓ比）が４以上の高い値を示すことは、現生サンプル、考古遺物共に動物性脂質では見られず、植物である可能性が高いという[6]。本分析試料についてパルミチン酸、ステアリン酸のピーク面積からＰ/Ｓ比を算出したところ、ISG004FI および ISG006FI は４以上の値が得られた。

溶媒抽出は９点中３点のみ実施したが、コレステロール、β－シトステロール、カンペステロール、スティグマステロールがScanモードで検出された。β－シトステロール、カンペステロール、スティグマステロールは植物に含まれる特徴的な化合物である（Fig.148）。セルロースやデンプンの熱分解生成物であるレボグルコサンは認められなかった。また、ミリアシンの検出を目的としたSIMモードによる分析では、酸抽出・溶媒抽出試料ともにミリアシンは検出されなかった。

APAAならびにイソプレノイド脂肪酸の検出を目的としたSIMモードによる分析では、全試料



FAx:yは、炭素数ｘ、二重結合の数ｙの脂肪酸を示す。▼：その他の飽和脂肪酸、●：ω-アルキルフェニルアルカン酸、DC：α，ω－ジカルボキシル酸、AL：アルカン、β-Sit：β-シトステロール、Sti：スティグマステロール、Cam：カンペステロール、Chol：コレステロール、IS1：内部標準として用いたテトラトリアコンタンC34、IS2：内部標準として用いたヘキサトリアコンタンC36

Fig. 148　分析結果例（ISG002FI）
上図：酸抽出で得た脂質の部分クロマトグラム、下図：溶媒抽出で得た脂質の部分クロマトグラム

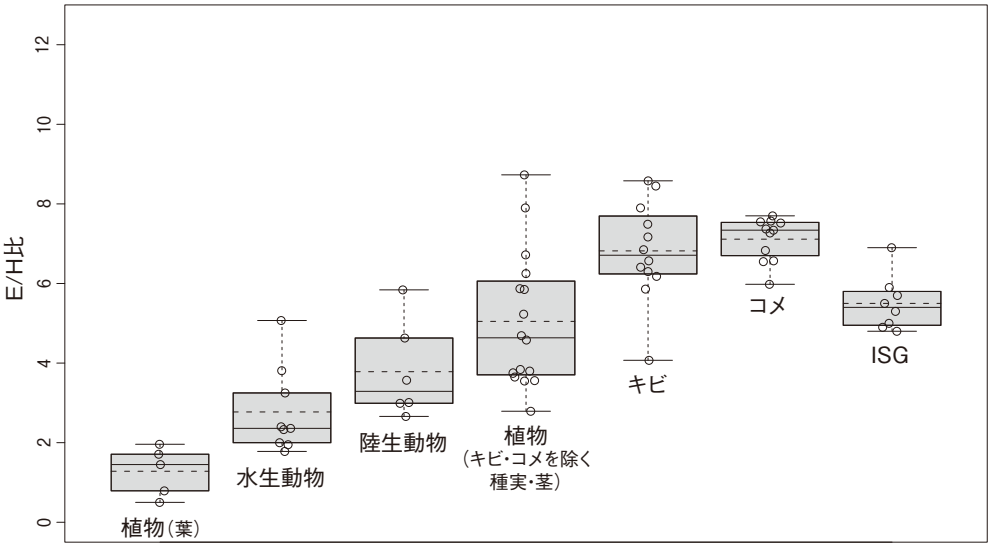


Fig. 149　箱ひげ図による炭素数18のω-アルキルフェニルアルカン（APAA）E/H比の現生標本（参照データはLundy et al. 2024）との比較（横線実線は中央値、横線点線は平均値をあらわす）

Tab. 14　残存脂質分析結果

試料ID	出土層位	AE秤量 (mg)	TLE秤量 (mg)	濃度 (μg g-1)	酸抽出による主な検出化合物	溶媒抽出による他の検出化合物	E/H比	S/P比
ISG001FI	礫混砂	16.0	n/a	1255	FA(C9:0-32:0, C18:1, C17:0br), DC(C8-11), APAA(C18), AL(C27-35)	n/a	5.9	3.9
ISG002FI	礫混砂	19.7	19.9	1497	FA(C9:0-34:0, C18:1, C15:0br-17:0br), DC(C4-11), APAA(C18), AL(C29-35)	β-Sit, Stig, Cam, Chol	6.9	3.0
ISG003FI	含砂礫茶褐色有機質土	20.0	n/a	1450	FA(C8:0-34:0, C18:1, C15:0br-17:0br), DC(C8-10), APAA(C18), AL(C27-35)	n/a	5.0	3.1
ISG004FI	礫混砂	20.3	n/a	1226	FA(C9:0-32:0, C18:1), DC(C4-10), APAA(C18), AL(C27-35)	n/a	5.5	4.9
ISG005FI	礫混砂	20.1	20.1	1898	FA(C9:0-34:0, C18:1, C15:0br), DC(C4-11), APAA(C18), AL(C27-35)	β-Sit, Stig, Cam, Chol	5.3	3.6
ISG006FI	礫混砂	19.7	n/a	979	FA(C9:0-32:0, C18:1), DC(C8-11), APAA(C18), AL(C25-35)	n/a	4.9	4.0
ISG007FI	礫混砂	20.3	n/a	740	FA(C8:0-34:0, C18:1, C15:0br-17:0br), DC(C4-11), APAA(C18), Phy, AL(C27-35)	n/a	5.7	2.5
ISG008FI	礫混砂	20.2	15.4	406	FA(C9:0-34:0, C18:1, C15:0br-17:0br), DC(C7-13), APAA(C18), Phy, AL(C26-35)	β-Sit, Chol	—	3.0
ISG009FI	礫混砂	15.2	n/a	311	FA(C12:0-32:0, C18:1, C15:0br-17:0br), DC(C4-10), APAA(C18), Phy, AL(C25-35)	n/a	4.8	2.4

FA：脂肪酸。Cx：yは、炭素数x、二重結合の数yを示す。br：分枝脂肪酸、DC：α，ω－ジカルボキシル酸、
APAA：ω-アルキルフェニルアルカン酸、Phy：フィタン酸、AL：アルカン、β-Sit：β-シトステロール、
Sti：スティグマステロール、Cam：カンペステロール、Chol：コレステロール

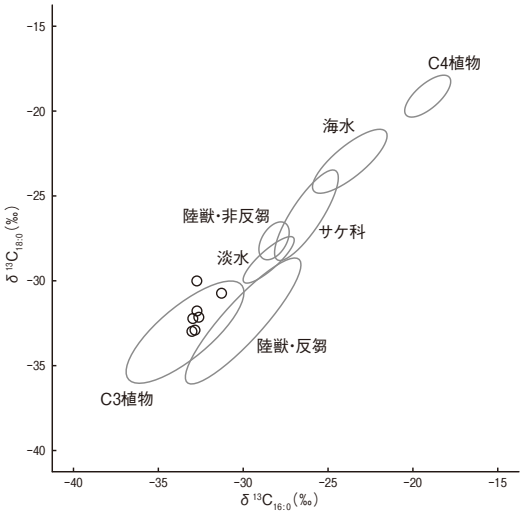


Fig. 150　個別脂肪酸の安定炭素同位体比分析

ＡＰＡＡの検出

に共通して炭素数18のAPAA（APAA-C_{18}）が検出された（Fig.148）。水生生物に特徴的にみられる炭素数20および22のＡＰＡＡについては検出されなかった。APAA-C_{18}の異性体についてはｎ＝４とｎ＝１の異性体の比率（Ｅ/Ｈ比）が、水生動物、陸生動物、植物の葉、植物の種実・茎で有意に異なることが報告されている[7]。Lundyらはこれらの結果に現生のイネとキビを追加し、他の植物の種実・茎と比較してこれらのＥ/Ｈ比はさらに高い傾向にあることを示している[8]。そこでＥ/Ｈ比が算出できた試料８点について、Lundyらの論文で提示された現生標本分類と比較した。その結果、ISGは比較的まとまった値を示し、植物（種実・茎）に近い傾向にあった（Fig.149）。目視による観察で炭化物は飯粒と推測されたが、これらの試料のＥ/Ｈ比はイネの現生標本の測定値よりは低い。ただし、現生試料と出土試料との直接的な比較は現段階では厳密には困難であり、本結果はコメの存在を否定するものではない。

フィタン酸

イソプレノイド脂肪酸のひとつであるフィタン酸にはＲ体とＳ体が存在し、その比率（SRR比）は水生生物と反芻動物において異なる傾向を示すことが報告されている[9]。SRR比のみで水生生物か反芻動物かを判断することは難しいが、炭素数20以上のAPAAやイソプレノイド脂肪酸である4,8,12－トリメチルトリデカン酸（4,8,12-TMTD）など他のバイオマーカーと組み合わせることで、その由来について検討することが可能となる。本研究においても、ISG007FI、ISG008FI、ISG009FIについてフィタン酸のピークが認められたが、検出強度が低くSRR比を求めることはできなかった。

最後に、GC-C-IRMSによる個別脂肪酸の安定炭素同位体比分析の結果、ほぼ全ての試料はC3植物の参照範囲にプロットされた（Fig.150）。

Ｅ　考　　察

GC-MS分析によって同定された化合物のうち、APAAは加熱による多価不飽和脂肪酸の変成によって生じる、自然界にはみられない化合物である[10]。その由来が水生生物であるかどうかは、炭素数20および22のAPAAの存在や、炭素数20と炭素数18のAPAAの比率が指標となる。しかし今回のように炭素数18のAPAAだけが検出された場合、炭素数20以上のAPAAが含まれないのか、単に残存濃度が低く検出されなかったのかは判断できない。そこで炭素数18のAPAAの異性体比を算出し、既往の研究で示された参照データと比較したところ、植物（種実・茎）に近い傾向にあった。植物（種実・茎）のＥ/Ｈ比は他の現生標本と比較して高いことが特徴であるが、Ｅ/Ｈ比が低い他の食材との混合によって値が低くなることが予想される。換言すれば、Ｅ/Ｈ比が特に高い試料（ISG001FI・ISG002FI）については動物あるいは植物（葉）

の可能性は低いといえる。また、分析点数が３点のみではあるが、溶媒抽出試料についてもすべての試料からβ－シトステロール、カンペステロール、スティグマステロールからなる一連の植物ステロールが検出されている。以上のように複数の検討を組み合わせた結果、分析対象とした付着炭化物はいずれも植物（種実・茎）である可能性が高いと思われる。さらに、APAAは加熱によって生成される化合物である。分析に供した土師器甕には外面にススが付着しており、一部資料には被熱による外面剝離痕も認められることから、土器による加熱調理が想定されていた。本結果も加熱調理を支持する内容といえる。

個別脂肪酸の安定炭素同位体比分析では、ほぼすべての試料がC3植物の参照範囲内にプロットされた。C3植物が他の動物質の脂質と混合された場合にはこの領域から容易に逸脱することが想定されるため、これは相当な重量比でC3植物が寄与しているといえる[11]。すなわち、SE800井戸枠内出土の土師器甕がC3植物（種実・茎）の煮炊きに特化した調理器具であった可能性を示唆する。

C３植物の煮炊に使用

F　おわりに

本分析の結果、すべての試料について植物質資源の強い寄与が確認された。実は、日本における残存脂質分析において、植物の寄与を強く示す分析事例は多くない。それは、日本の残存脂質分析が縄文時代など先史時代を中心にデータが蓄積されており、かつ先史時代の土器利用が海産物などの水産資源に偏っているためである[12]。日本の事例とは対照的に、中国の新石器時代の田螺山遺跡出土土器および付着物の分析事例ではデンプン質食材の調理・加工対象を示す化合物や個別脂肪酸の安定同位体比が確認されているが、本研究事例のように全ての試料に強い植物の寄与が認められるのではなく、一部にとどまっている[13]。以上のことから、SE800出土土器は、これまでの分析例とは異なる新たな使用パターンを示している可能性がある。他の器種やサイズの異なる土器を分析することで、土器使用のパターンについてさらなる知見が得られるであろう。

本稿はJSPS科研費若手研究（22K13241）「考古生化学から探る古代日本の土器利用（代表：村上夏希）」、基盤研究Ａ（21H04370）「東北アジアの農耕化過程における食と調理の変化への考古生化学的アプローチ（代表：庄田慎矢）」および基盤研究Ａ（20H00033）「東ユーラシア東辺における古代食の多角的視点による解明とその栄養価からみた疾病（代表：三舟隆之）」の成果の一部である。

１）村上夏希・森川 実・庄田慎矢「石神遺跡井戸SE800出土土器付着炭化物の残存脂質分析」３『文化財論叢Ⅴ』821-834頁、奈文研、2023年。

２）サンプル採取・調整、GC-MSによる分析は村上夏希（昭和女子大学）、鈴木美穂・庄田慎矢が、個別脂肪酸の安定炭素同位体比の測定はリュキャン アレクサンドル・クレイグオリヴァー（ヨーク大学）が、資料の選定と考古学的解釈については森川 実がおこなった。本文は村上夏希、森川 実、庄田慎矢が執筆した。

３）Craig, O. E., Saul, H., Lucquin, A., Nishida, Y., Taché, K., Clarke, L., Thompson, A., Altoft, D. T., Uchiyama, J., Ajimoto, M., Gibbs, K., Isaksson, S., Heron, C. P., & Jordan, P. Earliestevidence for the use of pottery. *Nature*, 496（7445）, 351-354. 2013

4）Evershed, R. P., Heron, C., & John Goad, L. Analysis of organic residues of archaeologicalorigin by high-temperature gas chromatography and gas chromatography-mass spectrometry. *The Analyst*, 115（10）, 1339-1342. 1990

5）Heron, C., Shoda, S., Breu Barcons, A., Czebreszuk, J., Eley, Y., Gorton, M., Kirleis, W., Kneisel, J., Lucquin, A., Müller, J., Nishida, Y., Son, J.-H., & Craig, O. E. First molecular and isotopic evidence of millet processing in prehistoric pottery vessels. *Scientific Reports*, 6, 1-9. 2016；庄田慎矢・Edward Standall・村上夏希「キビの起源と拡散をめぐる考古生化学的探求」『雑穀研究』36　pp. 1-8. 2021年。

6）Dunne, J., Mercuri, A. M., Evershed, R. P., Bruni, S., & Di Lernia, S. Earliest direct evidence of plant processing in prehistoric Saharan pottery. *Nature Plants*, 3, 1-6. 2016

7）Bondetti, M., Scott, E., Courel, B., Lucquin, A., Shoda, S., Lundy, J., Labra-Odde, C., Drieu, L., & Craig, O. E. Investigating the formation and diagnostic value of ω-(o-alkylphenyl) alkanoic acids in ancient pottery. *Archaeometry*, 63(3), 594-608, 2021 ：庄田慎矢・新里貴之・鈴木美穂・高宮広土・タルボット＝ヘレン・クレイグ＝オリヴァー「土器残存脂質による貝塚文化北限地域における動植物資源利用の復元」『文化財科学』83　pp. 55-76. 2021年。

8）Lundy, J., Bondetti, M., Lucquin, A., Talbot, H. M., Murakami, N., Nakayama, S., Harada, M., Suzuki, M., Endo, E., Stevens, C., Crema, E. R., Craig,O. E., & Shoda, S. Culinary continuity in central Japan across the transition to agriculture. *Archaeological and Anthropological Sciences*, *16*(7), 1-13. 2024

9）Lucquin, A., Robson, H. K., Eley, Y., Shoda, S., Veltcheva, D., Gibbs, K., Heron, C., P., Isaksson, S., Nishida, Y., Taniguchi, Y., Nakajima, S., Kobayashi, K., Jordan, P., Kaner, S., & Craig, O. E. The impact of environmental change on the use of early pottery by East Asian huntergatherers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(31), 7931-7936. 2018

10）Hansel, F. A., Copley, M. S., Madureira, L. A. S., & Evershed, R. P. Thermally produced ω-（o-alkylphenyl）alkanoic acids provide evidence for the processing of marine products in archaeological pottery vessels. *Tetrahedron Letters*, 45(14), 2999-3002. 2004；Evershed, R. P., Copley, M. S., Dickson, L., & Hansel, F. A. 2008. Experimental Evidence For The Processing of Marine Animal Products and Other Commodities Containing Polyunsaturated Fatty Acids In Pottery Vessels. *Archaeometry*, 50(1), 101-113. 2008

11）庄田慎矢・鈴木美穂「混合モデルを用いた土器残存脂質における植物質食料の寄与度の評価」『日中共同研究成果報告書Ⅱ 中国新石器時代文明の探求』pp. 293-305, 2023年。

12）庄田慎矢・オリヴァー＝クレイグ「土器残存脂質分析の成果と日本考古学への応用可能性」『日本考古学』43　pp. 79-89, 2017年：Shoda, S., Lucquin, A., Sou, C. I., Nishida, Y., Sun, G., Kitano, H., Son, J.-H., Nakamura, S., & Craig, O. E. Molecular and isotopic evidence for the processing of starchy plants in Early Neolithic pottery from China. *Scientific Reports*, 8(1), 1-9. 2018

13）Shoda, S., Lucquin, A., Sou, C. I., Nishida, Y., Sun, G., Kitano, H., Son, J.-H., Nakamura, S., & Craig, O. E. 2018 Molecular and isotopic evidence for the processing of starchy plants in Early Neolithic pottery from China. *Scientific Reports*, 8(1), 1-9. 2018

第２節　SE800井戸枠内出土木製品の樹種調査

A　試料と方法

対象とした試料は、第４次調査区の井戸SE800井戸枠内から出土した木製品94点である。出土土器の年代によれば、井戸SE800は７世紀前半から半ばにかけて埋没している（本書Ⅴ章１節参照）。このほか、第２次調査区の中世井戸SE410等から出土した木製品２点をくわえ、合計96点について樹種調査を実施した。各試料について、切片採取前に木取りの確認をおこなった。

樹種同定では、材の横断面（木口）、接線断面（板目）、放射断面（柾目）について、カミソリで薄い切片を切り出し、ガムクロラールで封入して永久プレパラートを作製した。その後乾燥させ、光学顕微鏡にて検鏡および写真撮影をおこなった。

B　樹種調査の結果

同定の結果、針葉樹ではモミ属とマツ属複維管束亜属、コウヤマキ、スギ、ヒノキの５分類群、広葉樹ではクスノキ科とコナラ属アカガシ亜属（以下、アカガシ亜属）、カエデ属、ウツギ属、サカキ、ハイノキ属サワフタギ節（以下、サワフタギ節）の６分類群の、計11分類群がみられた。

ヒノキが34点で最も多く、クスノキ科が16点、ウツギ属が13点、アカガシ亜属が10点、サカキが５点、モミ属とコウヤマキ、スギが各３点、カエデ属が２点、マツ属複維管束亜属とサワフタギ節が各１点であった。同定結果をTab.15・16に示す。

以下に、同定された材の特徴を記載し、図版に光学顕微鏡写真を示す。

（１）モミ属 *Abies* マツ科 Ph.81 1a-1c（Fig.99-47）

SE800砂混灰褐色粘質土出土の楔。仮道管と放射組織で構成される針葉樹である。晩材部は厚く、早材から晩材への移行は緩やかである。放射組織は単列で、高さ１～８列となる。分野壁孔は小型のスギ型で、１分野に２～４個みられる。また、放射組織の末端壁は数珠状に肥厚する。

モミ属には高標高域に分布するシラビソ、オオシラビソ、ウラジロモミと、低標高域に分布するモミなどがあり、いずれも常緑高木である。材はやや軽軟で、切削その他の加工は容易、割裂性も大きい。

（２）マツ属複維管束亜属 *Pinus* subgen. *Diploxylon* マツ科 Ph.81 2a-2c（Fig.94-19）

SE800礫混砂出土の加工棒。仮道管と垂直および水平樹脂道、放射柔細胞および放射仮道管で構成される針葉樹である。放射組織は放射柔細胞と放射仮道管によって構成される。放射仮道管の内壁の肥厚は鋸歯状であり、分野壁孔は窓状となる。

マツ属複維管束亜属には、アカマツとクロマツがある。どちらも温帯から暖帯にかけて分布し、クロマツは海の近くに、アカマツは内陸地に生育しやすい。材質は類似し、重硬で、切削等の加工は容易である。

（３）コウヤマキ *Sciadopitys verticillata*（Thunb.）Siebold et Zucc．コウヤマキ科
Ph.81 3a-3c（Fig.100-72）

SE800井戸枠取水口出土の楔。仮道管と放射組織で構成される針葉樹である。晩材部は厚く、早材から晩材への移行は緩やかである。放射組織は単列で、高さ１～５列となる。分野壁孔は窓状となる。

コウヤマキは温帯から暖帯にかけて隔離分布する１科１属１種の常緑高木の針葉樹で、日本の固有種である。材はやや軽軟、切削などは容易で、水湿に耐朽性がある。

（４）スギ *Cryptomeria japonica*（L.f.）D.Don ヒノキ科 Ph.82 4a-4c（Fig.94-20）

SE800礫混砂出土の板状品。道管と放射組織、樹脂細胞で構成される針葉樹である。晩材部は厚く、早材から晩材への移行は緩やかである。放射組織は単列で、高さ２～15列となる。分野壁孔は孔口が大きく開いた大型のスギ型で、１分野に普通２個みられる。

スギは大高木へと成長する常緑針葉樹で、天然分布は東日本の日本海側に多い。比較的軽軟で、切削などの加工が容易な材である。

（５）ヒノキ *Chamaecyparis obtusa*（Siebold et Zucc.）Endl．ヒノキ科 Ph.82 5a-5c
（Fig.100-77）

SE800井戸枠取水口出土の楔。仮道管と放射組織、樹脂細胞で構成される針葉樹である。晩材部は薄く、早材から晩材への移行は急である。放射組織は単列で、高さ１～15列である。分野壁孔はトウヒ～ヒノキ型で、１分野に２個みられる。

ヒノキは福島県以南の暖温帯に分布する常緑高木の針葉樹である。材はやや軽軟で加工しやすく、強度に優れ、耐朽性が高い。

（６）クスノキ科 Lauraceae Ph.82 6a-6c（Fig.93-11）

SE800井戸バラス出土の加工棒。小型の道管が単独ないし２～３個複合し、やや密に散在する散孔材である。軸方向柔組織は周囲状となる。道管は単穿孔を有する。放射組織は同性で、幅１～２列となる。木部繊維内には、油細胞が認められる。

クスノキ科にはニッケイ属やタブノキ属、クロモジ属などがあり、暖帯を中心に分布する、主に常緑性の高木または低木である。

（７）コナラ属アカガシ亜属 *Quercus* subgen．*Cyclobalanopsis* ブナ科 Ph.83 7a-7c
（Fig.97-33）

SE800含砂礫茶褐色有機質土出土の刀子柄。厚壁で丸い大型の道管が、放射方向に配列する放射孔材である。軸方向柔組織はいびつな線状となる。道管は単穿孔を有する。放射組織は同性で、単列のものと広放射組織がみられる。

コナラ属アカガシ亜属は、道管の大きなイチイガシ以外は、材組織の観察では種までの同定ができない。したがって、本試料はイチイガシ以外のアカガシ亜属である。アカガシ亜属にはアカガシやツクバネガシなどがあり、暖帯に分布する常緑高木の広葉樹である。材は重硬かつ強靭で、耐水性があり、切削加工は困難である。

（８）カエデ属 *Acer* ムクロジ科 Ph.83 8a-8c（Fig.100-89）

SE800井戸枠取水口出土の加工棒。小型の道管が単独ないし２～３個複合してやや疎らに散在する散孔材である。木部繊維の壁の厚さの違いで、木口面に雲紋状の文様がみられる。道管

は単穿孔を有し、内壁にはらせん肥厚がみられる。放射組織は同性で、幅１～６列となる。

カエデ属にはイタヤカエデやウリハダカエデなどがあり、代表的なイタヤカエデは各地に普通にみられる落葉高木の広葉樹である。材はやや重硬で、切削加工はやや困難である。

（９）ウツギ属 *Deutzia* アジサイ科 Ph.83・84 9a-9c（Fig.96-26）、**10a-10c**（Fig.96-26）

SE800礫混砂出土の加工棒。小型の道管がほぼ単独で、やや密に散在する散孔材である。道管は40段以上の階段穿孔を有し、内壁にはらせん肥厚がみられる。放射組織は上下端１～３列が直立する異性で、幅１～４列である。また、放射組織は鞘細胞を有する。

ウツギ属にはウツギ、マルバウツギなどがあり、日当たりの良い小川付近などに分布する落葉低木である。代表的なウツギの材は重硬で、切削加工は中庸である。

(10) サカキ *Cleyera japonica* Thunb. モッコク科 Ph.84 11a-11c（Fig.99-53）

SE800含砂礫茶褐色有機質土出土の楔。小型の道管がほぼ単独で、やや密に散在する散孔材である。道管は20～40段程度の階段穿孔となる。放射組織は上下端１～４列が直立する異性で、単列となる。

サカキは日本海側で新潟県、太平洋側で関東以西の本州、四国、九州などの温帯から亜熱帯に分布する常緑高木である。材は強靭、堅硬で、切削加工は困難である。

(11) ハイノキ属サワフタギ節 *Symplocos* sect. *Palura* ハイノキ科 Ph.84 12a-12c（Fig.99-49）

SE800含砂礫茶褐色有機質土出土の楔。小型の道管がほぼ単独で、やや密に散在する散孔材である。軸方向柔組織は短接線状となる。道管は 40段程度の階段穿孔を有する。放射組織は上下端２～４列が直立する異性で、幅１～３列となる。放射組織の単列部と多列部は、同じ大きさとなる。

ハイノキ属サワフタギ節にはサワフタギやタンナサワフタギがある。サワフタギは北海道、本州、四国、九州に分布し、タンナサワフタギは関東以西の本州、四国、九州に分布する落葉低木である。 材は重硬で、靭性がある。

C　考　　察

刀子柄はクスノキ科（１）とアカガシ亜属（33）、柄はウツギ属（34）、クスノキ科（32）であった。クスノキ科とアカガシ亜属、ウツギ属は堅硬な樹種である[1)]。平城京および平城宮で出土した道具類の柄では、ヒノキが多く確認されるが、アカガシ亜属、ウツギ属も確認されており、傾向は一致する[2)]。

楔はモミ属（47・69・73）とコウヤマキ（68・72）、ヒノキ（13・14・54～59・61・62・65・67・70・71・74・77～80）、クスノキ科（52・60・64）、アカガシ亜属（２・48・50）、ウツギ属（66・75・76）、サカキ（51・53・63）、サワフタギ節（49）であった。モミ属とコウヤマキ、ヒノキは真っすぐで加工性の良い樹種であり、サカキとサワフタギ節は堅硬な樹種である[3)]。平城京および平城宮で出土した楔では、ヒノキが最も多く確認され、コウヤマキとスギ、アカガシ亜属も確認されている[4)]。SE800井戸枠内出土の楔は、ヒノキが多い点で傾向は一致するが、堅硬な広葉樹も多く利用されている点が特徴的である。

曲物底板（96）、蓋（16）、栓（15・23・24・44）は、いずれもヒノキであった。平城京および平城宮で出土した曲物底板や容器の蓋にはヒノキが多く利用されており、傾向は一致する。一

Tab. 15　SE800井戸枠内出土木製品の樹種

Fig.	№.	器　種	木取り	樹　種	出土層位
92	1	刀子柄	芯去削出	クスノキ科	埋土最上部（灰褐色砂）
	2	楔	芯持丸木	コナラ属アカガシ亜属	埋土最上部（灰褐色砂）
	3	加工棒	芯持丸木	コナラ属アカガシ亜属	埋土最上部（灰褐色砂）
	4	加工棒	芯持丸木	コナラ属アカガシ亜属	埋土最上部（灰褐色砂）
	5	加工棒	芯持丸木	コナラ属アカガシ亜属	埋土最上部（灰褐色砂）
	6	輪切り状木製品	ミカン割	コウヤマキ	埋土最上部（灰褐色砂）
93	7*	斎串	柾目	ヒノキ科	バラス層
	8	加工棒	芯去削出	ヒノキ	バラス層
	9	加工棒	芯持丸木	クスノキ科	バラス層
	10	加工棒	芯持丸木	クスノキ科	バラス層
	11	加工棒	芯持丸木	クスノキ科	バラス層
	12	不明木製品	板目	—	バラス層
94	13	楔	板目	ヒノキ	礫混砂
	14	楔	板目	ヒノキ	礫混砂
	15	栓	芯去削出	ヒノキ	礫混砂
	16	蓋	板目	ヒノキ	礫混砂
	17	加工棒	芯去削出	スギ	礫混砂
	18	加工棒	芯去削出	カエデ属	礫混砂
	19	加工棒	芯去削出	マツ属複維管亜属	礫混砂
	20	板状品	板目	スギ	礫混砂
	21	板状品	板目	クスノキ科	礫混砂
	22	刳物	横木取り	—	礫混砂
95	23	栓	板目	ヒノキ	礫混砂
	24	栓	芯去削出	ヒノキ	礫混砂
96	25	加工棒	芯持丸木	ウツギ属	礫混砂
	26	加工棒	芯持丸木	ウツギ属	礫混砂
	27	加工棒	半割	ウツギ属	礫混砂
	28	加工棒	芯持丸木	クスノキ科	礫混砂
	29	加工棒	芯持丸木	ウツギ属	礫混砂
	30	加工棒	芯持丸木	コナラ属アカガシ亜属	礫混砂
	31	板状品	板目	ヒノキ	礫混砂
97	32	柄	芯持丸木	クスノキ科	含砂礫茶褐色有機質土
	33	刀子柄	芯去削出	コナラ属アカガシ亜属	含砂礫茶褐色有機質土
	34	柄	芯持丸木	ウツギ属	含砂礫茶褐色有機質土
	35	加工棒	芯去削出	コナラ属アカガシ亜属	含砂礫茶褐色有機質土
	36	加工棒	芯持丸木	サカキ	含砂礫茶褐色有機質土
	37	加工棒	芯持丸木	コナラ属アカガシ亜属	含砂礫茶褐色有機質土
	38	加工棒	芯去削出	サカキ	粘質砂土混バラス
	39	板状品	柾目	ヒノキ	含砂礫茶褐色有機質土
	40	板状品	柾目	ヒノキ	粘質砂土混バラス
	41	不明木製品	板目	ヒノキ	含砂礫茶褐色有機質土
	42	不明木製品	板目	クスノキ科	含砂礫茶褐色有機質土
98	43	円盤状木製品	板目	ヒノキ	含砂礫茶褐色有機質土
	44	栓	芯去削出	ヒノキ	砂混灰褐色粘質土
	45	栓	—	—	含砂礫茶褐色有機質土
	46	輪切り状木製品	板目	クスノキ科	砂混灰褐色粘質土
99	47	楔	芯持丸木	モミ属	砂混灰褐色粘質土
	48	楔	芯持丸木	コナラ属アカガシ亜属	砂混灰褐色粘質土
	49	楔	芯持丸木	ハイノキ属サワフタギ節	含砂礫茶褐色有機質土
	50	楔	芯持丸木	コナラ属アカガシ亜属	含砂礫茶褐色有機質土
	51	楔	芯去削出	サカキ	含砂礫茶褐色有機質土
	52	楔	追板目	クスノキ科	含砂礫茶褐色有機質土
	53	楔	板目	サカキ	含砂礫茶褐色有機質土
	54	楔	追板目	ヒノキ	砂混灰褐色粘質土
	55	楔	板目	ヒノキ	含砂礫茶褐色有機質土
	56	楔	柾目	ヒノキ	含砂礫茶褐色有機質土
	57	楔	板目	ヒノキ	砂混灰褐色粘質土
	58	楔	板目	ヒノキ	砂混灰褐色粘質土
	59	楔	柾目	ヒノキ	砂混灰褐色粘質土
	60	楔	板目	クスノキ科	含砂礫茶褐色有機質土
	61	楔	柾目	ヒノキ	砂混灰褐色粘質土
	62	楔	柾目	ヒノキ	砂混灰褐色粘質土
	63	楔	柾目	サカキ	砂混灰褐色粘質土
	64	楔	板目	クスノキ科	砂混灰褐色粘質土
	65	楔	柾目	ヒノキ	砂混灰褐色粘質土

Fig.93-7（＊）の樹種同定は藤井裕之氏による。

Tab. 16　SE800井戸枠内等出土木製品の樹種

Fig.	No.	器　種	木取り	樹　種	出土遺構・層位
100	66	楔	芯持丸木	ウツギ属	井戸枠取水口
	67	楔	柾目	ヒノキ	井戸枠取水口
	68	楔	柾目	コウヤマキ	井戸枠取水口
	69	楔	柾目	モミ属	井戸枠取水口
	70	楔	柾目	ヒノキ	井戸枠取水口
	71	楔	柾目	ヒノキ	井戸枠取水口
	72	楔	柾目	コウヤマキ	井戸枠取水口
	73	楔	柾目	モミ属	井戸枠取水口
	74	楔	柾目	ヒノキ	井戸枠取水口
	75	楔	板目	ウツギ属	井戸枠取水口
	76	楔	板目	ウツギ属	井戸枠取水口
	77	楔	板目	ヒノキ	井戸枠取水口
	78	楔	柾目	ヒノキ	井戸枠取水口
	79	楔	板目	ヒノキ	井戸枠取水口
	80	楔	板目	ヒノキ	井戸枠取水口
	81	板状品	柾目	ヒノキ	井戸枠取水口
	82	板状品	柾目	スギ	井戸枠取水口
	83	加工棒	半割	ウツギ属	井戸枠取水口
	84	加工棒	半割	クスノキ科	井戸枠取水口
	85	加工棒	半割	ウツギ属	井戸枠取水口
	86	加工棒	半割	ウツギ属	井戸枠取水口
	87	加工棒	半割	ヒノキ	井戸枠取水口
	88	加工棒	板目	クスノキ科	井戸枠取水口
	89	加工棒	半割	カエデ属	井戸枠取水口
	90	加工棒	板目	クスノキ科	井戸枠取水口
	91	加工棒	柾目	ヒノキ	井戸枠取水口
	92	加工棒	半割	クスノキ科	井戸枠取水口
	93	加工棒	板目	ウツギ属	井戸枠取水口
	94	加工棒	板目	ウツギ属	井戸枠取水口
101	95	栓	板目	―	土坑（UR26区）
102	96	曲物底板	板目	ヒノキ	中世井戸SE410

方、栓については、平城京および平城宮ではヒノキも利用されているが、多様な広葉樹も利用されているのが確認できる[5]。

板状品（20・21・31・39・40・81・82）では、では、スギとヒノキ、クスノキ科がみられた。平城京および平城宮で出土した板には、ヒノキとスギが多く利用されており、傾向は一致する。

加工棒（3～5・9～11・25～30・35～38・84～94）では、マツ属複維管束亜属とスギ・ヒノキ、クスノキ科、アカガシ亜属、カエデ属、ウツギ属、サカキがみられた。マツ属複維管束亜属は真っすぐで加工性が良く、油分が多くて耐水性の高い樹種、カエデ属は堅硬な樹種である[6]。平城京および平城宮で出土した棒では、ヒノキとスギが多く確認されているが、アカガシ亜属やウツギ属なども確認されている[7]。今回の石神遺跡の木製品では、棒状の木製品にヒノキなどの針葉樹の利用は少なく、堅硬な広葉樹類が多い点が特徴的であった。

円盤（43）はヒノキ、不明木製品（41・42）はヒノキとクスノキ科、輪切状木製品（6・46）はコウヤマキとクスノキ科であった。いずれも加工性の良い針葉樹や、堅硬な広葉樹である。

1）伊東隆夫・佐野雄三・安部久・内海泰弘・山口和穂『日本有用樹木誌』238頁、海青社、2011年。
2）前掲註1）文献。
3）前掲註1）文献。
4）伊東隆夫・山田昌久編『木の考古学―出土木製品用材データベース―』449頁、海青社、2012年。
5）前掲註4）文献。
6）前掲註1）文献。
7）前掲註4）文献。

第３節　石組溝SD335の堆積環境と流向

試料と方法　飛鳥藤原第214次調査区で再検出したⅠ期の石組溝SD335について、石組溝構築以前、さらに機能時、そして埋没過程にかけての堆積環境を検討するため、地質切取試料を採取し堆積構造の分析をおこなった。採取地点は第１次調査区の北壁で、この石組溝の断面図をかつて作成した場所である。第214次調査時に埋戻土を除去し、第１次調査時の壁面を露出させたうえで、改めて土層観察と分層をおこない、10分の１で層相断面図を作成した。採取年月日は2024年３月４日である。

地質切取試料は、本来の溝の埋土、さらに埋土を被覆する溝上層の埋立土（１層・２層）とその上位の整地土、くわえて溝埋土より下位となる砂泥層や砂礫層から計５試料である。これらの試料は、スチロールケース（14cm×22cm×４cm）を壁面に埋め込んで採取した。試料の採取層位と、スチロールケースの位置はFig.151に示したとおりである。採取試料は研究室に持ち帰ったのち整形し、層相観察ならびに層相写真（Ph.85左列）を撮影した。その後、２通りの方法で堆積構造の分析を進めた。１つは低出力Ｘ線撮像解析で、フジフイルム社製軟Ｘ線撮像装置（μFX-1000）とイメージングプレートを用いた（Ph.85左から２列目）。イメージングプレートのスキャンは、フジフイルム社製DynamixTMHR2を用いた。もう一つの方法は、試料を高出力Ｘ線CT（HiXCT-1M-SP）で撮像し、３次元構造解析をおこなうものである。CT撮像は日立Hibrid方式でおこない、ボクセル解像度は１辺あたり0.1㎜、Ｘ線透過度の出力は16bit（65,536階調）グレーに設定した。撮像後、さらに断層画像データについて、Ｘ線透過度と検出テクスチャー形状に注目して、Python3.11とOpenCV4.5.1を用いたWentworth粒度階区分分析をおこなった。分析結果は粒度階ごとに任意色を適用し、ExFact2.1を用いて３次元

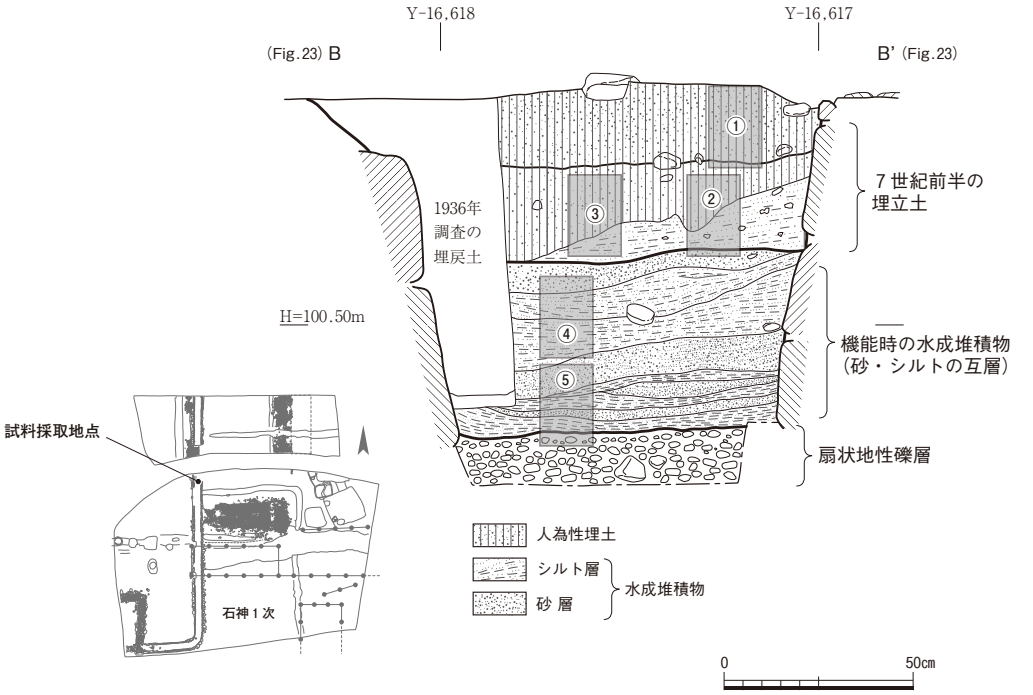


Fig. 151　石組溝SD335の層相断面図と試料採取位置　1：20

構造化して示した（Ph.85左から３列目）。

結　果　分析結果をPh.85に示す。各画像については前項で示したとおりである。画像の最右列は、軟X線画像の上に堆積構造の解釈線を記載した。図の右側には、地質学的な層区分と、考古学的な層区分の見解（以下、層記述という）を記載した。

今回の分析の結果、堆積環境は１）石組溝機能以前の扇状地砂礫堆積物（Ph.85層記述１）、２）石組機能時の水成堆積物（Ph.85層記述２～11・13）、３）浚渫と考えられる溝内の遺構（Ph.85層記述12a~12d、13e）、４）溝遺構廃棄に伴う埋土および整地（Ph.85層記述14）の変遷を大きく辿ることがあきらかとなった。また本遺構の堆積物を大きく特徴づけるものとして、地震痕跡（液状化）の存在が挙げられる（Ph.85黄色線）。分析をおこなった堆積物は、軟Ｘ線、Ｘ線CTによる堆積物の構造観察結果、そのほとんどが、初生としてラミナ構造や級化構造をもつ水成堆積物であった。しかし、この液状化効果によって堆積物は分断され、全体として団粒の集積体の様相を呈している。くわえて、この液状化はロード構造や羽状構造、さらに上方への脱水を伴う皿状構造等をあちこちに形成している。この段階で観察されるラミナ構造は、大きな変形を受けている可能性が高い。そのため堆積構造の観察のみで堆積環境を検討することはやや難しいが、あえて推定すると、以下の堆積環境の変遷が考えられる。

第１期（石組溝以前：層記述１）　奈良盆地に形成された扇状地堆積物。堆積物の特徴から扇央付近か。

第２期（石組溝機能時前期：層記述２～11）　平滑ラミナ、斜交ラミナが発達する流水性に富む堆積物。初期には水流の弱い滞水的な環境（層記述２・４）と、通水性に富む環境（層記述３・５）の互層が発達するが、徐々に堆積物の粒子が粗粒化していくことから、溝の流水機能が高まったと考えられる。

第３期（石組溝機能時後期：層記述12・13）　浚渫時と推定される掘り込みがみられる層位より上位の堆積物。堆積構造は不明瞭であるが、全体として級化した砂質堆積物が繰り返し堆積している。液状化の影響がそれほど大きなものでないとするならば、この級化構造は流量の多少を反映している可能性が高く、季節的な雨量の変化や農閑期、農繁期の水利用との関係性も推察される。

第４期（石組溝機能後：層記述14）　中礫から微細粒砂までの淘汰の悪い堆積物。典型的な人為性埋土。埋め立てる工程として堆積物の変化はあるものの、粒子構造としては不均質で不規則である。層上部では、堆積物中の粗粒物質がやや増える傾向があり、整地をおこなっている可能性がある。

地震痕跡について　石組溝埋土に大きく影響を及ぼした液状化の痕跡は、SD335埋土最上位の整地土を砂脈が貫進しており、残念ながら地震の発生時期の特定には至らない。しかし、この地域では、古墳を含めた近隣遺跡に多数の地震痕跡が発見されており、それらと合わせ、過去の地震災害の実体をあきらかにする重要な資料であることに間違いはない。今後も継続して注目していく必要がある。