

第4章 自然科学分析

高原町教育委員会：楠木塚遺跡における自然科学分析

株式会社 古環境研究センター

I. 自然科学分析の概要

楠木塚遺跡から採取された試料について自然科学分析を行った。分析内容は、放射性炭素年代測定8点、樹種同定7点、種実同定1点、テフラ分析3点、成分分析（植物珪酸体分析・灰像分析）2点である。以下に、各分析項目ごとに試料の詳細、分析方法、分析結果および考察・所見を記載する。

II. 放射性炭素年代測定

1. はじめに

放射性炭素年代測定は、光合成や食物摂取などにより生物体内に取り込まれた放射性炭素（ ^{14}C ）の濃度が放射性崩壊により時間とともに減少することを利用した年代測定法である。樹木や種実などの植物遺体、骨、貝殻、土器付着炭化物などが測定対象となり、約5万年前までの年代測定が可能である（中村、2003）。

2. 試料と方法

試料は、No.1～No.8の8点である（写真図版）。表1に試料の詳細および前処理・調整法を示す。測定は加速器質量分析法（AMS法：Accelerator Mass Spectrometry）で行った。

3. 測定結果

AMS法によって得られた ^{14}C 濃度について同位体分別効果の補正を行い、放射性炭素（ ^{14}C ）年代および暦年代（較正年代）を算出した。表1にこれらの結果を示し、図1に各試料の暦年較正結果（較正曲線）、図2に暦年較正年代マルチプロット図を示す。

(1) $\delta^{13}\text{C}$ 測定値

試料の測定 $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比を補正するための炭素安定同位体比（ $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ）。この値は標準物質（PDB）の同位体比からの千分偏差（‰）で表す。試料の $\delta^{13}\text{C}$ 値を -25 （‰）に標準化することで同位体分別効果を補正している。

(2) 放射性炭素（ ^{14}C ）年代測定値

試料の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比から、現在（AD 1950年基点）から何年前かを計算した値。 ^{14}C の半減期は5730年であるが、国際的慣例によりLibbyの5568年を使用している。付記した統計誤差（±）は 1σ （68.2%確率）である。 ^{14}C 年代値は下1桁を丸めて表記するのが慣例であるが、暦年較正曲線が更新された場合のために下1桁を丸めない暦年較正用年代値を併記した。

(3) 暦年代（Calendar Years）

放射性炭素（ ^{14}C ）年代を実際の年代値に近づけるために、過去の宇宙線強度や地球磁場の変動による大気中 ^{14}C 濃度の変動や ^{14}C の半減期の違いを較正している。暦年代較正には、年代既知の樹木年輪の詳細な

^{14}C 測定値および福井県水月湖の年縞堆積物データなどにより作成された較正曲線を使用した。較正曲線のデータは IntCal 20、較正プログラムは OxCal 4.4 である。

暦年代（較正年代）は、 ^{14}C 年代値の偏差の幅を較正曲線に投影した暦年代の幅で表し、OxCal の確率法により 2σ （95.4% 確率）で示した。較正曲線が不安定な年代では、複数の値が表記される場合もある。（）内の % 表示は、その範囲内に暦年代が入る確率を示す。グラフ中の縦軸上の曲線は ^{14}C 年代の確率分布、二重曲線は暦年較正曲線を示す。

4. 所見

放射性炭素年代測定の結果、No.1 では 7700 ± 30 年 BP（ 2σ の暦年代で BC 6634 ~ 6629, 6599 ~ 6461 年）、No.2 では 6880 ± 30 年 BP (BC 5840 ~ 5710, 5690 ~ 5672 年)、No.3 では 8710 ± 30 年 BP (BC 7937 ~ 7908, 7828 ~ 7597 年)、No.4 では 7780 ± 30 年 BP (BC 6682 ~ 6674, 6654 ~ 6504 年)、No.5 では 8810 ± 30 年 BP (BC 8170 ~ 8116, 8086 ~ 8080, 8060 ~ 8043, 8010 ~ 7739 年)、No.6 では 8770 ± 30 年 BP (BC 8161 ~ 8145, 7960 ~ 7649, 7626 ~ 7609 年)、No.7 では 8770 ± 30 年 BP (BC 7955 ~ 7647, 7628 ~ 7608 年)、No.8 では 8780 ± 30 年 BP (BC 8161 ~ 8143, 8136 ~ 8131, 7960 ~ 7650, 7625 ~ 7609 年) の年代値が得られた。

なお、樹木（炭化材）による年代測定結果は、樹木の伐採年もしくはそれより以前の年代を示しており、樹木の心材に近い部分や転用材が利用されていた場合は、考古学的所見よりも古い年代値となることがある。

文献

中村俊夫（2000）放射性炭素年代測定法の基礎。日本先史時代の ^{14}C 年代編集委員会編「日本先史時代の ^{14}C 年代」。日本第四紀学会，p.3-20.

中村俊夫（2003）放射性炭素年代測定法と暦年代較正。環境考古学マニュアル。同成社，p.301-322.

Bronk Ramsey, C. (2009) Bayesian Analysis of Radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360.

Paula J Reimer et al., (2020) The IntCal 20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 kcal BP). Radiocarbon, 62(4), p.1-33,

Ⅲ. 樹種同定

1. はじめに

木材は、セルロースを骨格とする木部細胞の集合体であり、解剖学的形質の特徴から樹種の同定が可能である。木材は花粉などの微化石と比較して移動性が小さいことから、比較的近隣の森林植生の推定が可能であり、遺跡から出土したものについては木材の利用状況や流通を探る手がかりとなる。

2. 試料

試料は、表 2 に示した No.1 ~ No.7 の炭化材 7 点である。これらは、放射性炭素年代測定に用いられたものと同一試料である。

3. 方法

以下の手順で樹種同定を行った。

- 1) 試料を洗浄して付着した異物を除去
- 2) 試料を割折して、木材の基本的三断面（横断面：木口，放射断面：柾目，接線断面：板目）を作成
- 3) 落射顕微鏡（40 ~ 1000 倍）で観察し、木材の解剖学的形質や現生標本との対比で樹種を同定

4. 結果

表2に同定結果を示し、写真図版に各分類群の顕微鏡写真を示す。以下に同定根拠となった木材構造の特徴を記す。

1) カヤ *Torreya nucifera* Sieb. et Zucc. イチイ科

仮道管と放射柔細胞から構成される針葉樹材であり、早材から晩材への移行は緩やかで、晩材部の幅は狭く年輪界は比較的不明瞭である。放射断面では放射柔細胞の分野壁孔がヒノキ型で1分野に1～4個存在する。仮道管の内壁にはらせん肥厚が2本対で存在する。放射組織が単列の同性放射組織型である。

以上の特徴からカヤに同定される。カヤは宮城県以南の本州、四国、九州と韓国の済州島に分布する。常緑の高木で通常高さ25 m、径90cmに達する。

2) クリ *Castanea crenata* Sieb. et Zucc. ブナ科

年輪のはじめに大型の道管が数列配列する環孔材である。晩材部では小道管が火炎状に配列する。早材から晩材にかけて道管の径は急激に減少する。道管の穿孔は単穿孔である。放射組織は平伏細胞からなる単列の同性放射組織型である。

以上の特徴からクリに同定される。クリは北海道の西南部、本州、四国、九州に分布する。落葉の高木で、通常高さ20 m、径40cm程度であるが、大きいものは高さ30 m、径2 mに達する。

3) コナラ属クヌギ節 *Quercus* sect. *Aegilops* ブナ科

年輪のはじめに大型の道管が1～数列配列する環孔材である。晩材部では厚壁で丸い小道管が単独でおおよそ放射方向に配列する。早材から晩材にかけて道管の径は急激に減少する。道管の穿孔は単穿孔を示し、放射組織は平伏細胞からなる同性放射組織型で単列のものと大型の広放射組織からなる複合放射組織を示す。

以上の特徴からコナラ属クヌギ節に同定される。コナラ属クヌギ節にはクヌギ、アベマキなどがあり、本州、四国、九州に分布する。落葉の高木で、高さ15 m、径60cmに達する。

4) ヤナギ属 *Salix* ヤナギ科

小型で丸い放射方向にややのびた道管が単独あるいは2～3個放射方向に複合し散在する散孔材である。道管の穿孔は単穿孔で、道管相互の壁孔は交互状で密に分布する。放射組織は単列の異性放射組織型である。

以上の特徴からヤナギ属に同定される。ヤナギ属は落葉の高木または低木で、北海道、本州、四国、九州に分布する。

5) 散孔材 diffuse-porous wood

小型の道管が散在する。道管と放射組織が存在する。道管と多列幅の放射組織が存在する。

以上の特徴から散孔材に同定される。なお、本試料は炭化による変形が著しく、広範囲の観察が困難であることから、散孔材の同定にとどめた。

5. 所見

No.1～No.7の炭化材7点について樹種同定を行った。その結果、コナラ属クヌギ節3点、カヤ1点、クリ1点、カエデ属1点、散孔材1点が同定された。

コナラ属クヌギ節は強靱で弾力に富み、器具、農具などに用いられる。また、油分を多く含むため燃料材としても優良である。カヤは、耐朽・保存性が高く水湿に耐える材で、加工が容易で割裂し易い。また、均質緻密で堅硬であり弾性が強いことから弓などにも用いられる。クリは重硬で耐朽性が高く、水湿によく耐

え、保存性の極めて高い材で、柱材などの建築部材としての利用が多い。カエデ属は耐朽性と保存性は中庸で、建築、家具、器具、楽器、合板、彫刻、薪炭などに広く用いられる。

クリやコナラ属クヌギ節は、乾燥した台地や丘陵地を好み二次林にもなる。カヤやカエデ属は、谷間あるいはこれに隣接する斜面などに生育する。いずれの樹種も、当時の遺跡周辺もしくは近隣の地域で採取可能であったと考えられる。

文献

伊東隆夫・山田昌久（2012）木の考古学．出土木製品用材データベース．海青社，449p.

島地 謙・佐伯 浩・原田 浩・塩倉高義・石田茂雄・重松頼生・須藤彰司（1985）木材の構造．文永堂出版，290p.

島地 謙・伊東隆夫（1988）日本の遺跡出土木製品総覧．雄山閣，296p.

山田昌久（1993）日本列島における木質遺物出土遺跡文献集成—用材から見た人間・植物関係史．植生史研究特別1号．植生史研究会，242p.

IV. 種実同定

1. はじめに

植物の種子や果実は比較的強靱なものが多く、堆積物や遺構内などに残存している場合がある。堆積物や遺構埋土などから種実を検出し、その種類や構成を調べることで、過去の植生や植物利用の実態を明らかにすることができる。

2. 試料

試料は、No. 8（遺構No. 29 から採取された炭化物）の1点である。放射性炭素年代測定（第II章）では、同試料で8780 ± 30年BPの年代値が得られている。

3. 分析法

種実類について肉眼および双眼実体顕微鏡で観察し、形態的特徴および現生標本との対比によって同定を行った。結果は同定レベルによって科、属、種の階級で示した。

4. 結果

種実同定の結果、No. 8の炭化物はノビルの鱗茎と同定された。以下に同定根拠となる形態的特徴を記載する。

[草本]

ノビル *Allium macrostemon* 鱗茎（炭化） ヒガンバナ科

黒色で円形を呈す。横断面は筒状葉で表皮細胞は丸みをおびた歪な長方形で、葉肉細胞は横軸方向に長い六角形である。サイズは縦12.78mm×横13.66mm。

5. 所見

種実同定の結果、No. 8（遺構No. 29 から採取された炭化物）は、ヒガンバナ科ネギ属ノビルの鱗茎と同定された。ノビルは日当たりのよい原野や道ばたに生育する多年草で、葉とともに地下5～10cmにできる鱗茎が食用や薬用になる有用植物である。

文献

笠原安夫（1985）日本雑草図説，養賢堂，494p.

佐々木由香・米田恭子・小林和貴（2017）縄文・弥生時代出土鱗茎の同定方法の開発と利用例．日本植生史学会第34回大会要旨集，p.80-81.

南木睦彦（1993）葉・果実・種子．日本第四紀学会編，第四紀試料分析法，東京大学出版会，p.276－283.

V. 成分分析（植物珪酸体分析・灰像分析）

1. はじめに

植物珪酸体は、植物の細胞内に珪酸（ SiO_2 ）が蓄積したもので、植物が枯れたあともガラス質の微化石（プラント・オパール）となって土壤中に半永久的に残っている。植物珪酸体分析は、この微化石を遺跡土壌などから検出して同定・定量する方法であり、イネをはじめとするイネ科栽培植物の同定および古植生・古環境の推定などに応用されている（杉山，2000，2009）。また、灰像分析により灰化物や炭化物の給源植物の推定も行われている。

2. 試料

分析試料は、No.9（遺構No.40埋土内，紐状物質が含まれる土壌）およびNo.13（調査区南，アカホヤ上の焼土？）の2点である。なお、No.9については、紐状部分をNo.9a、土壌部分をNo.9bとして比較検討を行った。

3. 分析法

植物珪酸体の抽出と定量は、ガラスビーズ法（藤原，1976）を用いて、次の手順で行った。

- 1) 試料を105℃で24時間乾燥（絶乾）
- 2) 試料約1gに対し直径約40 μm のガラスビーズを約0.02g添加（0.1mgの精度で秤量）
- 3) 電気炉灰化法（550℃・6時間）による脱有機物処理
- 4) 超音波水中照射（300W・42KHz・10分間）による分散
- 5) 沈底法による20 μm 以下の微粒子除去
- 6) 封入剤（オイキット）中に分散してプレパラート作成
- 7) 検鏡・計数

同定は、400倍の偏光顕微鏡下で、おもにイネ科植物の機動細胞に由来する植物珪酸体を対象として行った。計数は、ガラスビーズ個数が400以上になるまで行った。これはほぼプレパラート1枚分の精査に相当する。試料1gあたりのガラスビーズ個数に、計数された植物珪酸体とガラスビーズ個数の比率をかけて、試料1g中の植物珪酸体個数を求めた。

また、おもな分類群についてはこの値に試料の仮比重（1.0と仮定）と各植物の換算係数（機動細胞珪酸体1個あたりの植物体乾重）をかけて、単位面積で層厚1cmあたりの植物体生産量を算出した。これにより、各植物の繁茂状況や植物間の占有割合などを具体的にとらえることができる（杉山，2000）。タケ亜科については、植物体生産量の推定値から各分類群の比率を求めた。

紐状物質については、電気炉灰化法（550℃・6時間）によって灰化し、オイキットで封入してプレパラートを作成した。検鏡は偏光顕微鏡を用いて、100～400倍の倍率で行った。

4. 分析結果

検出された植物珪酸体の分類群は以下のとおりである。これらの分類群について定量を行い、その結果を

表3および図3に示した。主要な分類群について顕微鏡写真を示す。

[イネ科]

ヨシ属、キビ族型、ススキ属型（おもにススキ属）、ウシクサ族A（チガヤ属など）

[イネ科-タケ亜科]

メダケ節型（メダケ属メダケ節・リュウキュウチク節、ヤダケ属）、ネザサ節型（おもにメダケ属ネザサ節）、チマキザサ節型（ササ属チマキザサ節・チシマザサ節など）、ミヤコザサ節型（ササ属ミヤコザサ節など）、未分類等

[イネ科-その他]

表皮毛起源、棒状珪酸体（おもに結合組織細胞由来）、未分類等

[樹木]

クスノキ科、その他

5. 考察

(1) No.9（遺構No.40埋土内、紐状物質が含まれる土壌）

No.9a（紐状部分）では、ヨシ属、キビ族型、ススキ属型、ウシクサ族A、メダケ節型、ネザサ節型、チマキザサ節型、ミヤコザサ節型、および樹木（その他）などが検出されたが、いずれも少量である。比較試料のNo.9b（土壌部分）でも、おおむね同様の結果であり、とくに明瞭な差異は認められなかった。灰像分析では、機動細胞や短細胞などが配列する珪化細胞組織（珪化組織片）およびそれらの単体は認められなかった。

以上のように、植物珪酸体分析および灰像分析ではNo.9（遺構No.40埋土内の紐状物質）の給源に関する情報は得られなかった。

(2) No.13（調査区南、アカホヤ上の焼土?）

No.13では、ネザサ節型が49,200個/gと多量に検出され、メダケ節型も比較的多く検出された。また、キビ族型、ススキ属型、ウシクサ族A、チマキザサ節型、ミヤコザサ節型、および樹木（照葉樹）のクスノキ科なども認められた。おもな分類群の推定生産量によると、ネザサ節型が優勢であり、メダケ節型も比較的多くなっている。

以上の結果から、No.13（アカホヤ上の焼土?）の堆積当時は、メダケ属（メダケ節やネザサ節）をはじめ、ススキ属やチガヤ属なども生育する草原的な環境であったと考えられ、遺跡周辺にはクスノキ科などの樹木（照葉樹）が分布していたと推定される。なお、メダケ属（メダケ節やネザサ節）については、ここで燃料などとして利用されていた可能性も想定される。

文献

杉山真二・藤原宏志（1986）機動細胞珪酸体の形態によるタケ亜科植物の同定—古環境推定の基礎資料として—。考古学と自然科学，19，p.69-84.

杉山真二（1999）植物珪酸体分析からみた九州南部の照葉樹林発達史。第四紀研究，38(2)，p.109-123.

杉山真二（2000）植物珪酸体（プラント・オパール）。考古学と植物学。同成社，p.189-213.

杉山真二（2009）植物珪酸体と古生態。人と植物の関わりあい④。大地と森の中で—縄文時代の古生態系—。縄文の考古学Ⅲ。小杉康ほか編。同成社，p.105-114.

藤原宏志（1976）プラント・オパール分析法の基礎的研究（1）—数種イネ科植物の珪酸体標本と定量分析法—。考古学と自然科学，9，p.15-29.

松谷暁子（2001）灰像と炭化像による先史時代の利用植物の探求。植生史研究。10(2)，p.47-65.

松谷暁子（2004）灰像と考古学。環境考古学ハンドブック。朝倉書店，p.285-294.

VI. テフラ分析

1. はじめに

テフラ（火山灰）の岩石学的諸特性（鉱物組成、火山ガラスの形態、火山ガラスと斜方輝石の屈折率など）を明らかにすることにより、指標テフラとの対比を試みた。なお、テフラの岩石学的諸特性や年代については新編火山灰アトラス（町田・新井，2003）などを参照した。

2. 試料

分析試料は、遺跡調査の担当者によって採取されたテフラNo.1（11層中：橙色軽石一牛のスネ上部）、No.2（15層上：オレンジ軽石多め）、No.3（15層下：黄橙色軽石多め）の3点である。

3. 分析方法

超音波洗浄機で試料を分散し1φ（0.5mm）、2φ（0.25mm）、3φ（0.125mm）、4φ（0.063mm）、4.5φ（0.044mm）の篩を重ねて湿式篩分けを行った。また、No.3については直径11mmの黄褐色軽石を乳鉢で軽く粉碎し、3φ（0.125mm）と4φ（0.063mm）の篩を重ねて湿式篩分けを行った。4φ篩残渣についてテトラブロムエタン（比重：2.96）を用いて重液分離を行い、重鉱物と軽鉱物のフラクションに区分した。

重鉱物は、封入剤を用いてプレパラートを作成し、偏光顕微鏡下で斜方輝石（Opx）、単斜輝石（Cpx）、カンラン石（Ol）、磁鉄鉱（Mg）を同定・計数した。軽鉱物は、簡易プレパラートを作製し、軽鉱物組成と火山ガラスの形態分類を行った。火山ガラスの形態は、町田・新井（2003）の分類基準に従い、バブル型平板状火山ガラス（b1）、バブル型Y字状火山ガラス（b2）、軽石型繊維状火山ガラス（p1）、軽石型スポンジ状火山ガラス（p2）、急冷破砕型フレーク状火山ガラス（c1）、急冷破砕型塊状火山ガラス（c2）に分類した。

屈折率は、温度変化型屈折率測定装置（古澤地質製，MAIOT2000）を用いて、4φ篩残渣の火山ガラスと斜方輝石について測定を行った。

4. 結果

テフラ分析結果を表4および図4に示し、以下に各試料の特徴を記載する。

1) No.1（11層中）

試料は、にぶい黄褐色（10YR 4/3）の橙色粒子を含む粘土質シルトである。1φ篩残渣では大型輝石類が多く、岩片や黄褐色軽石を含む。粒度は3φと4φ篩残渣が多い。重液分離では重鉱物の割合がやや高い。火山ガラスは少なく、軽石型スポンジ状ガラス（p2）、バブル型平板状ガラス（b1）、バブル型Y字状ガラス（b2）、急冷破砕型のフレーク状ガラス（c1）、塊状ガラス（c2）を含む。重鉱物は斜方輝石（Opx）、単斜輝石（Cpx）、磁鉄鉱（Mg）からなり、少量のカンラン石（Ol）を含む。軽石は風化が著しく、1φ篩残渣としてはほぼ含まれていなかった。火山ガラスの屈折率は1.5016-1.5103（平均1.5049）、斜方輝石の屈折率は1.7059-1.7108（平均1.7086）である。

2) No.2（15層上）

試料は、黒色（7.5YR 2/1）の粘土質シルトで、白色粒子（1mm以下）をやや多く含む。1φ篩残渣では大型輝石類が多く、岩片、白色軽石、褐色軽石を含む。粒度は3φと4φ篩残渣が多い。重液分離では重鉱物と軽鉱物の割合がほぼ同じである。火山ガラスは非常に少なく、軽石型スポンジ状ガラス（p2）、急冷破砕型フレーク状ガラス（c1）を含む。重鉱物は斜方輝石（Opx）、単斜輝石（Cpx）、磁鉄鉱（Mg）からなり、少量のカンラン石（Ol）を含む。火山ガラスの屈折率は1.5114-1.5166（平均1.5139）、斜方輝石の屈折率は1.7084-1.7131（平均1.7105）である。

3) No.3 (15層下)

試料は、黒色 (7.5YR 2/1) の粘土質シルトで、風化した黄色軽石 (最大 11mm) を多く含む。1 φ 篩残渣では大型輝石類が多く、黄褐色軽石を含む。粒度は 4 φ 篩残渣が多い。重液分離では重鉱物と軽鉱物の割合がほぼ同じである。火山ガラスは少なく、バブル型の平板状ガラス (b1)、Y 字状ガラス (b2)、軽石型スポンジ状ガラス (p2) を含む。重鉱物は、斜方輝石 (Opx) と単斜輝石 (Cpx) からなり、少量のカンラン石 (Ol) を含む。黄褐色軽石を乳鉢で潰して観察した結果、新鮮なガラスは極少なく、明黄褐色の風化粒子であった。火山ガラスの屈折率は 1.5062-1.5103 (平均 1.5087) である。斜方輝石の屈折率は 1.7051-1.7129 (平均 1.7097) であり、1.7051-1.7063 および 1.7085-1.7129 の二峰性を示す。軽石中の斜方輝石の屈折率は 1.7046-1.7120 (平均 1.7081) である。

<おもな指標テフラの特徴>

1) 鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah)

約 7,300 年前に鬼界カルデラから噴出した降下軽石 (pfa)、火砕流堆積物 (pfl)、降下火山灰 (afa)。火山ガラスはバブル型が多く、AT と比較して薄手で淡褐色を帯びるものがある。火山ガラスの屈折率 (n) は 1.508-1.516、斜方輝石 (opx) の屈折率 (γ) は 1.704-1.713。

2) 霧島牛のすねテフラ (Kr-Us)

約 7,600 ~ 7,100 年前頃に古高千穂火山から噴出した淘汰の良い青灰色の粗粒火山灰層。鬼界アカホヤ火山灰を挟んで上部 (Kr-UsU) と下部 (Kr-UsL) に分かれる (井ノ上, 1988, 奥野, 2002, 田島ほか, 2013)。

3) 桜島 11 テフラ (Sz-11)

約 8,000 年前に桜島火山から噴出した降下軽石 (pfa)、降下火山灰 (afa)。主な鉱物は斜方輝石 (opx) と単斜輝石 (cpx) で、火山ガラスの屈折率 (n) は 1.513-1.517、斜方輝石の屈折率 (γ) は 1.709-1.713。

4) 霧島瀬田尾テフラ (Kr-St)

約 10,400 年前に霧島火山から噴出した降下軽石 (pfa)。主な鉱物は斜方輝石 (opx) と単斜輝石 (cpx)。斜方輝石の屈折率 (γ) は 1.706-1.710。

5) 桜島薩摩テフラ (Sz-S ; Sz-14)

約 12,800 年前に桜島火山から噴出した降下軽石 (pfa)、火砕サージ (ps(pp))。えびの高原周辺では、層厚 10cm の淡い橙白色で直径 1 cm ~ 数 mm の発泡の良い軽石を含む降下軽石堆積物である (田島ほか, 2014)。主な鉱物は斜方輝石 (opx) と単斜輝石 (cpx)。火山ガラスの屈折率 (n) は 1.509-1.513、斜方輝石の屈折率 (γ) は 1.706-1.712。

6) 始良 Tn 火山灰 (AT)

約 2.9 万年前に始良カルデラから噴出した降下軽石、巨大火砕流堆積物とその降下火山灰。主な鉱物は斜方輝石 (opx) と単斜輝石 (cpx)、少量の石英 (qt)。火山ガラスの屈折率 (n) は 1.498-1.501、斜方輝石 (opx) の屈折率 (γ) は 1.728-1.734。

5. 所見 (指標テフラとの対比)

テフラの岩石学的諸特性 (鉱物組成、火山ガラスの形態、火山ガラスと斜方輝石の屈折率)、顕微鏡観察

の所見、および土層の堆積状況などから、各試料に含まれるテフラ粒子について指標テフラとの対比を試みた。

その結果、No.1（11層中）には霧島牛のすねテフラ（Kr-Ur:約7,600～7,100年前頃）、No.2（15層上）には桜島11テフラ（Sz-11,約8,000年前）、No.3（15層下）には霧島瀬田尾テフラ（Kr-St,約10,400年前）が含まれていると考えられる。また、No.1には鬼界アカホヤ火山灰（K-Ah,約7,300年前）、No.3には桜島薩摩テフラ（Sz-S,約12,800年前）に由来するテフラ粒子も含まれていると考えられる。

文献

井ノ上幸造(1988) 霧島火山群高千穂複合火山の噴火活動史. 岩鉱, 83, p.26-41.

奥野 充(2002) 南九州に分布する最近約3万年間のテフラの年代学的研究. 第四紀研究. 41(4),p.225-236.

田島靖久・林信太郎・安田 敦・伊藤英之(2013) テフラ層序による霧島火山, 新燃岳の噴火活動史. 第四紀研究, 52, 151-171.

田島靖久(2014) 霧島火山群, 最近3万年間のテフラ模式露頭の提案. 火山, 59, p.275-282.

田島靖久・松尾雄一・庄司達弥・小林哲夫(2014) 霧島火山, えびの高原周辺における最近15,000年間の活動史. 火山, 59, p.55-75.

長岡信治・新井房夫・檀原 徹(2010) 宮崎平野に分布するテフラから推定される過去60万年間の霧島火山の爆発的噴火史. 地学雑誌, 119, 121-152.

町田 洋・新井房夫(2003) 新編火山灰アトラスー日本列島とその周辺ー. 東京大学出版会, 336p.

横山卓雄・檀原 徹・山下 透(1986) 温度変化型屈折率測定装置による火山ガラスの屈折率測定. 第四紀研究, 25, p.21-30.

横山卓雄・山下 透(1986) 温度変化型屈折率測定装置(RIMS-86)による斜方輝石・角閃石の屈折率測定の試み. 京都大学教養部報告(九十九地学), 21, p.30-36.

表 1 楠木塚遺跡の放射性炭素年代測定結果

試料 No.	測定No. IAAA-	出土地点	種類	前処理 測定法	$\delta^{13}C$ (‰)	14C年代 (年 BP)	暦年較正用 年代 (年 BP)	暦年代 (較正年代)	
								1 σ (68.2%確率)	2 σ (95.4%確率)
1	201493	遺構No.1	炭化材 (散孔材)	AAA 処理 AMS 法	-27.55 ± 0.18	7700 ± 30	7701 ± 32	cal BC 6571-6476 (68.3%) cal BC 6599-6461 (94.7%)	
2	201494	遺構No.2	炭化材 (クヌギ節)	AAA 処理 AMS 法	-25.06 ± 0.18	6880 ± 30	6877 ± 30	cal BC 5840-5710 (92.8%) cal BC 5690-5672 (2.6%)	
3	201495	遺構No.6	炭化材 (カエデ属)	AAA 処理 AMS 法	-28.17 ± 0.18	8710 ± 30	8713 ± 34	cal BC 7937-7908 (3.2%) cal BC 7828-7597 (92.3%)	
4	201496	遺構No.11	炭化材 (カヤ)	AAA 処理 AMS 法	-23.44 ± 0.17	7780 ± 30	7778 ± 31	cal BC 6682-6674 (1.4%) cal BC 6654-6504 (94.1%)	
5	201497	遺構No.13	炭化材 (クヌギ節)	AAA 処理 AMS 法	-26.08 ± 0.20	8810 ± 30	8809 ± 31	cal BC 8170-8116 (9.3%) cal BC 8086-8080 (0.4%) cal BC 8060-8043 (1.6%) cal BC 8010-7739 (84.0%)	
6	201498	遺構No.25	炭化材 (クヌギ節)	AAA 処理 AMS 法	-25.78 ± 0.21	8770 ± 30	8774 ± 34	cal BC 8161-8145 (1.0%) cal BC 7960-7649 (93.2%) cal BC 7626-7609 (1.2%)	
7	201499	遺構No.29	炭化材 (クリ)	AAA 処理 AMS 法	-26.66 ± 0.19	8770 ± 30	8767 ± 34	cal BC 7955-7647 (93.5%) cal BC 7628-7608 (1.9%)	
8	201500	遺構No.29	炭化種実 (ノビル)	AAA 処理 AMS 法	-24.83 ± 0.22	8780 ± 30	8775 ± 34	cal BC 8161-8143 (1.2%) cal BC 8136-8131 (0.2%) cal BC 7960-7650 (93.0%) cal BC 7625-7609 (1.1%)	

表2 楠木塚遺跡における樹種同定結果

試料No.	出土地点	結果 (学名/和名)	
1	遺構No. 1	diffuse-porous wood	散孔材
2	遺構No. 2	<i>Quercus</i> sect. <i>Aegilops</i>	コナラ属クヌギ節
3	遺構No. 6	<i>Acer</i>	カエデ属
4	遺構No. 11	<i>Torreya nucifera</i> Sieb. et Zucc.	カヤ
5	遺構No. 13	<i>Quercus</i> sect. <i>Aegilops</i>	コナラ属クヌギ節
6	遺構No. 25	<i>Quercus</i> sect. <i>Aegilops</i>	コナラ属クヌギ節
7	遺構No. 29	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	クリ

表3 楠木塚遺跡における植物珪酸体分析結果
 検出密度 (単位: × 100 個 /g)

分類群	学名	地点・試料		
		9a	9b	13
イネ科	Gramineae			
ヨシ属	<i>Phragmites</i>	3		
キビ族型	Paniceae type	5	10	5
ススキ属型	<i>Miscanthus</i> type	10	5	58
ウシクサ族 A	Andropogoneae A type	13	5	32
タケ亜科	Bambusoideae			
メダケ節型	<i>Pleioblastus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	5		106
ネザサ節型	<i>Pleioblastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	8	5	492
チマキザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.	43	104	26
ミヤコザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassinodi</i>	13	26	11
未分類等	Others	36	73	53
その他のイネ科	Others			
表皮毛起源	Husk hair origin	8	10	11
棒状珪酸体	Rodshaped	18	42	85
未分類等	Others	46	84	90
樹木起源	Arboreal			
クスノキ科	Lauraceae			16
その他	Others	3	16	26
植物珪酸体総数	Total	208	381	1011

おもな分類群の推定生産量 (単位: kg / m²・cm) : 試料の仮比重を 1.0 と仮定して算出

ヨシ属	<i>Phragmites</i>	0.16		
ススキ属型	<i>Miscanthus</i> type	0.13	0.06	0.72
メダケ節型	<i>Pleioblastus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	0.06		1.23
ネザサ節型	<i>Pleioblastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	0.04	0.03	2.36
チマキザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.	0.32	0.78	0.20
ミヤコザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassinodi</i>	0.04	0.08	0.03

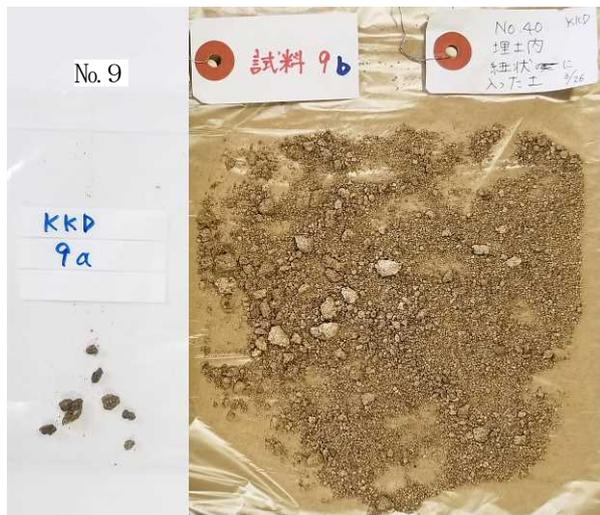
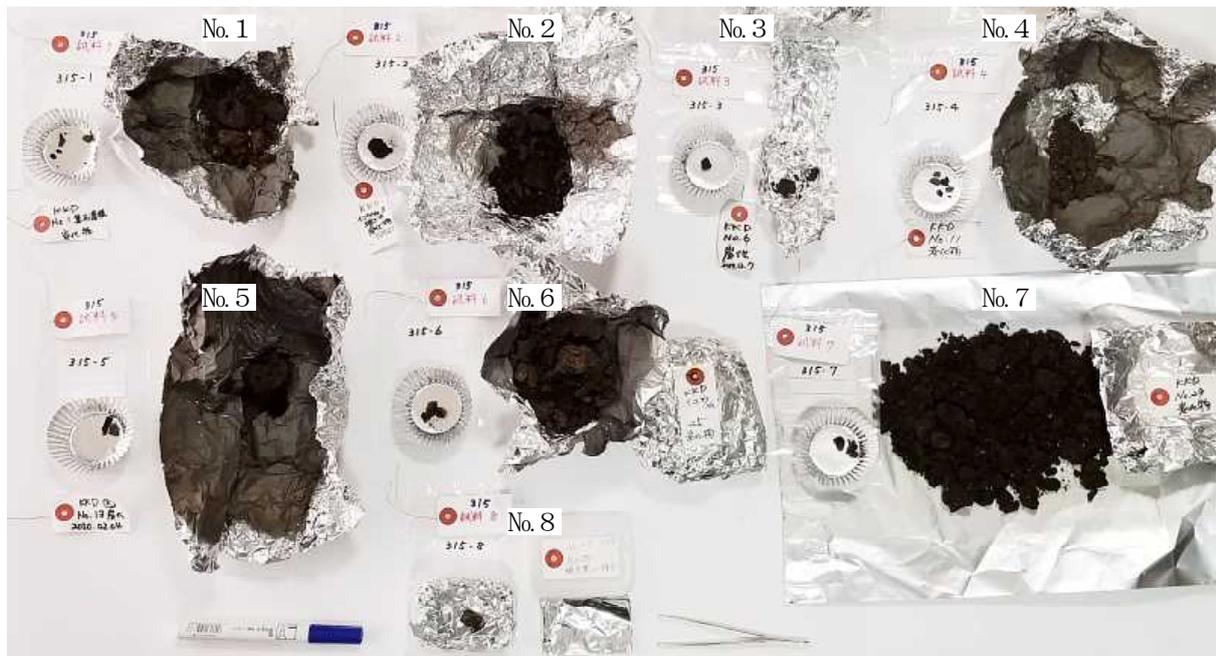
タケ亜科の比率 (%)

メダケ節型	<i>Pleioblastus</i> sect. <i>Nipponocalamus</i>	13		32
ネザサ節型	<i>Pleioblastus</i> sect. <i>Nezasa</i>	8	3	62
チマキザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Sasa</i> etc.	71	88	5
ミヤコザサ節型	<i>Sasa</i> sect. <i>Crassinodi</i>	8	9	1
メダケ率	Medake ratio	21	3	94

表4 テフラ分析結果

No.	層位	処理湿重 (g)	砂粒分の粒度組成 (重量g)					鉱物組成 (重量g)	
			1 φ	2 φ	3 φ	4 φ	4.5 φ	軽鉱物	重鉱物
1	11 層中	25.92	0.25	0.44	0.82	0.85	0.50	0.12	0.16
2	15 層上	27.78	0.20	0.36	0.85	0.89	0.60	0.13	0.14
3	15 層下	25.23	2.55	0.22	0.78	1.31	0.90	0.13	0.14
3, 軽石			-	-	0.18	0.21	0.10	0.15	0.04

分類群	長石 (Pl)	不明 (Opq)	火山ガラス							軽鉱物 合計	重鉱物				重鉱物 の合計								
			バブル (泡) 型		軽石型		急冷破砕型				斜方輝 石 (Opx)	単斜輝石 (Cpx)	カンラン 石 (Ol)	磁鉄鉱 (Mg)		不明 (Opq)							
			平板状 (b1)	Y 字状 (b2)	繊維状 (p1)	スポンジ状 (p2)	フラーク 状 (c1)	塊状 (c2)															
No.																							
1	58	175	3	4		9	1					143	63	1	22	21	250	17	1	17	1	21	250
2	34	209				6	1					163	57	1	14	14	250	7	1	7	1	14	250
3	18	212	10	9		1						171	43	2	2	32	250	20	2	20	2	32	250
3, 軽石	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	193	53			4	0	0	0	0	0	4	250



楠木塚遺跡の試料写真

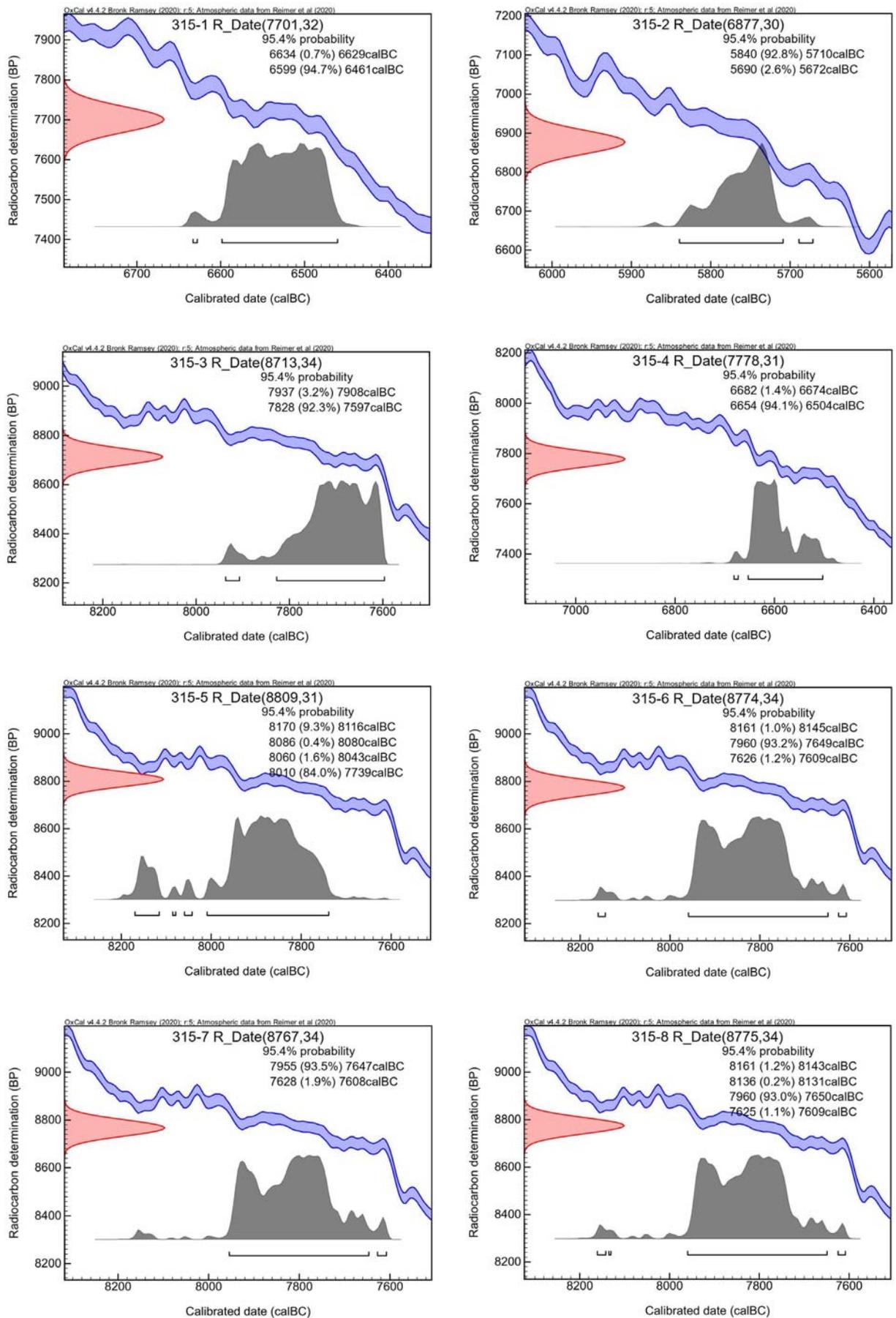


圖 1 曆年較正結果

OxCal v4.4.2 Bronk Ramsey (2020); r:5 Atmospheric data from Reimer et al (2020)

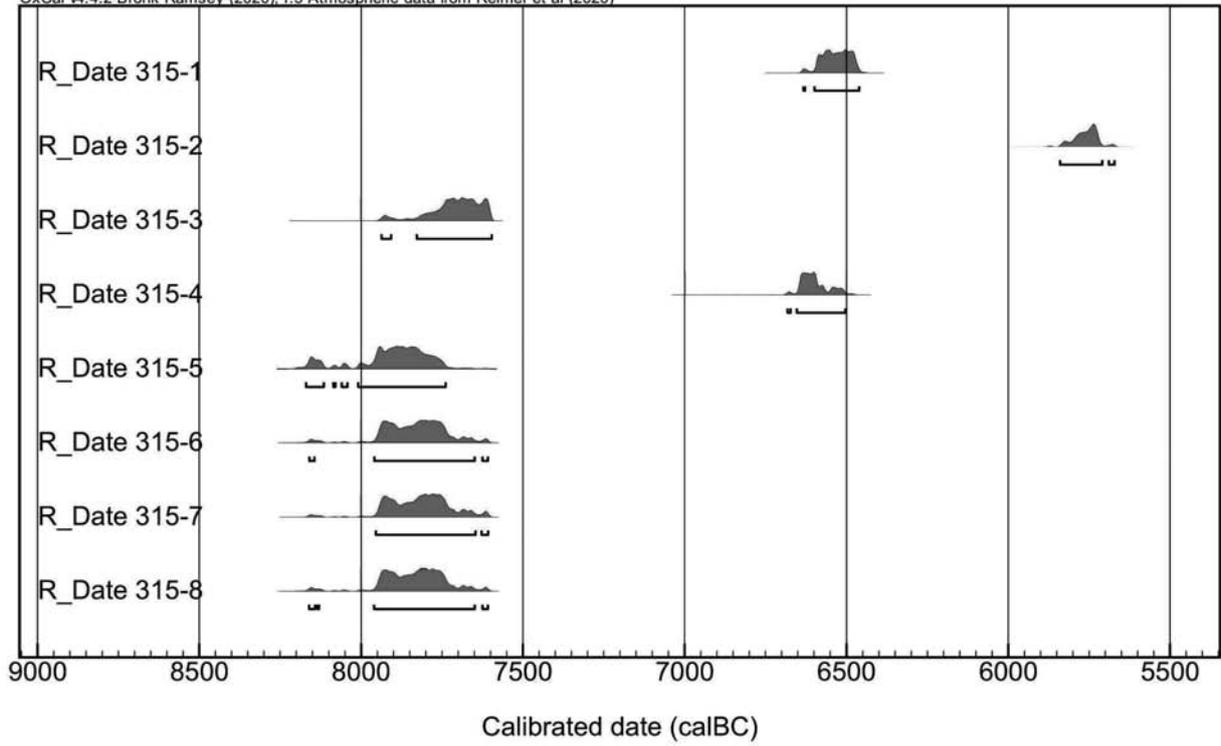
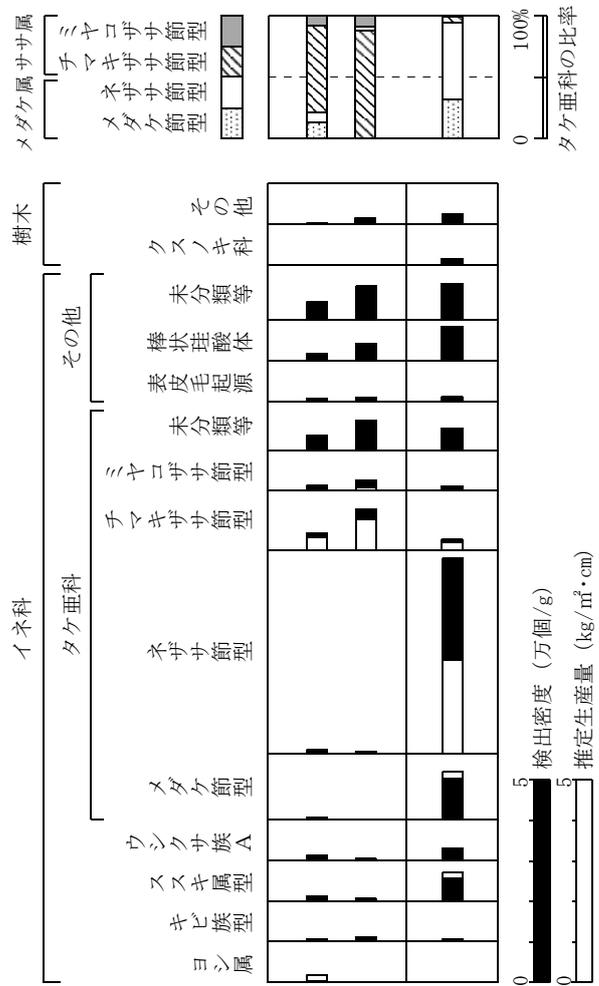


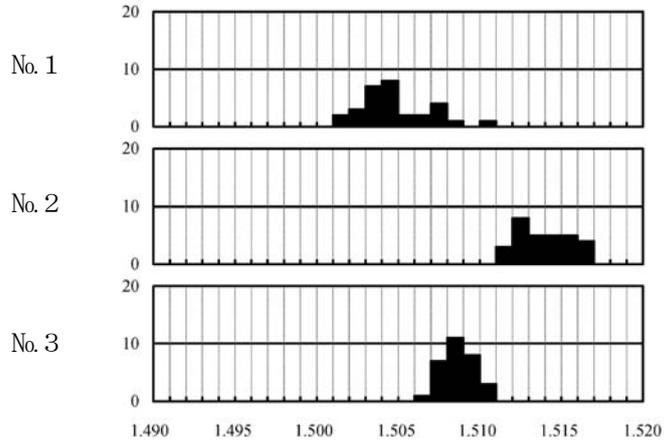
図2 暦年較正年代マルチプロット図



遺構No.40埋土内
 9a 紐状部分
 9b 比較試料
 調査区南アカホヤヤ上
 13 焼土?

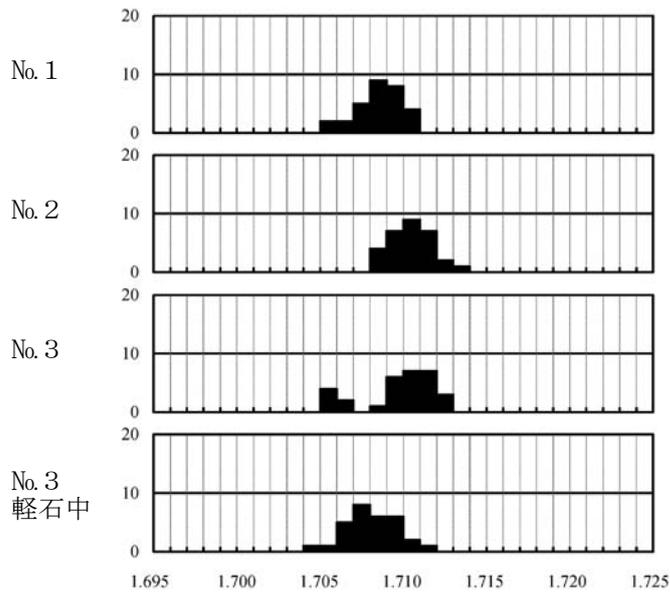
図3 楠木塚遺跡における植物珪酸体分析結果

火山ガラス



範囲(range)	平均(mean)	個数
1.5016 - 1.5103	1.5049	30
1.5114 - 1.5166	1.5139	30
1.5062 - 1.5103	1.5087	30

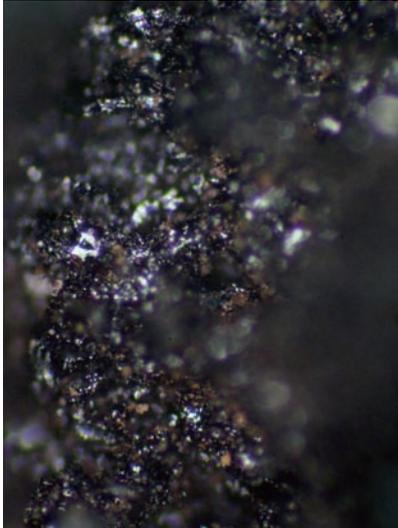
斜方輝石



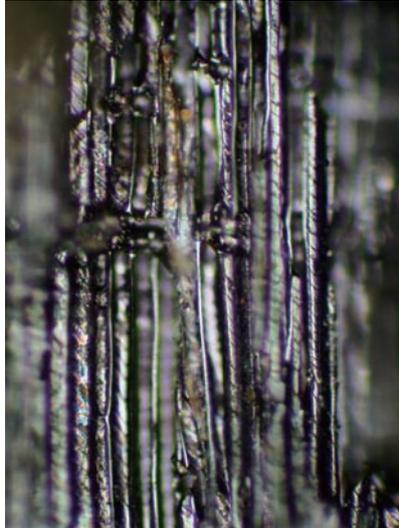
範囲(range)	平均(mean)	個数
1.7059 - 1.7108	1.7086	30
1.7084 - 1.7131	1.7105	30
1.7051 - 1.7129	1.7097	30
1.7046 - 1.7120	1.7081	30

図 4 楠木塚遺跡における屈折率測定結果

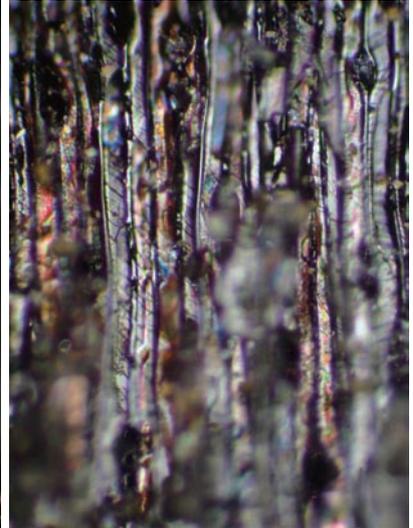
楠木塚遺跡の木材 I



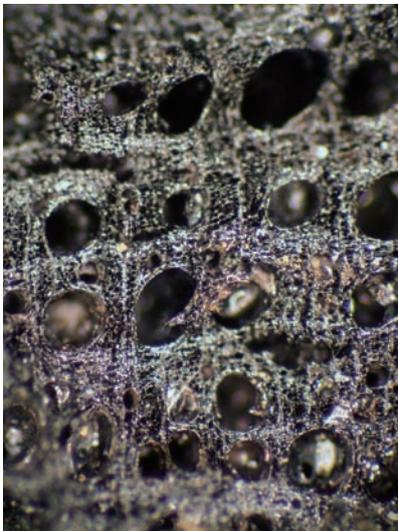
横断面
カヤ 遺構No.11



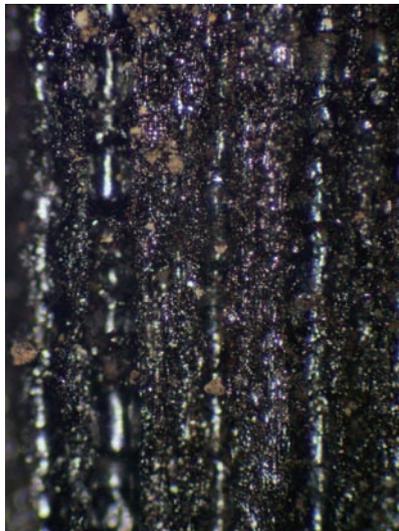
放射断面



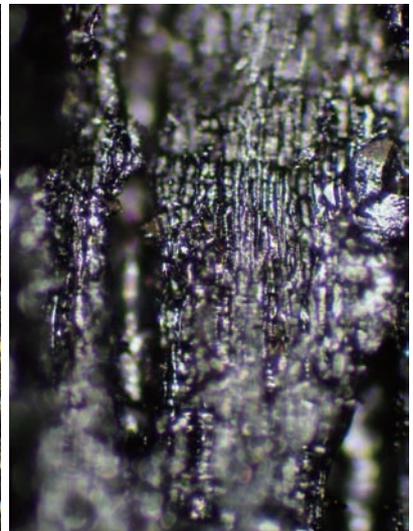
接線断面



横断面
クリ 遺構No.29



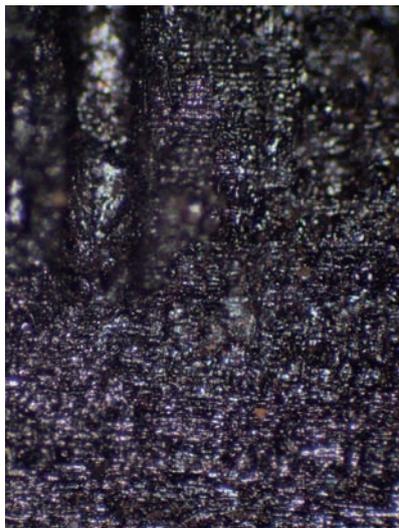
放射断面



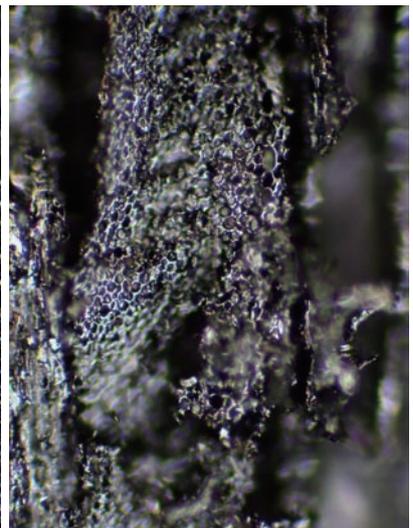
接線断面



横断面
コナラ属クヌギ節 遺構No.2

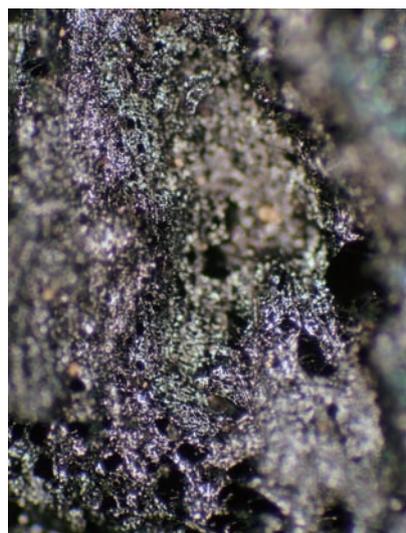


放射断面

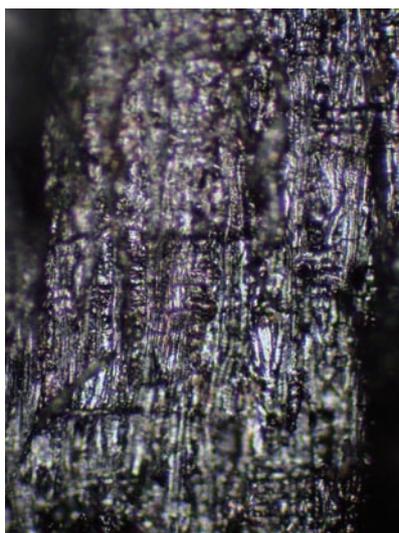


接線断面

楠木塚遺跡の木材 II



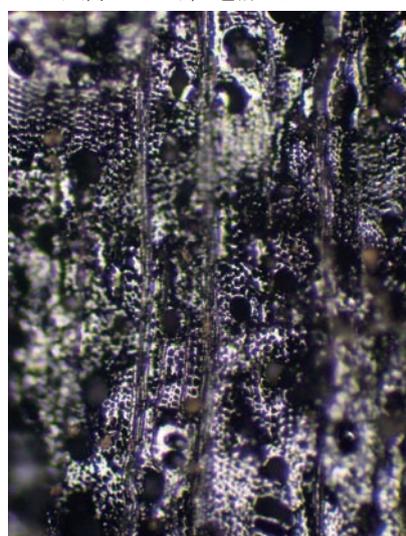
横断面
コナラ属クヌギ節 遺構No.13



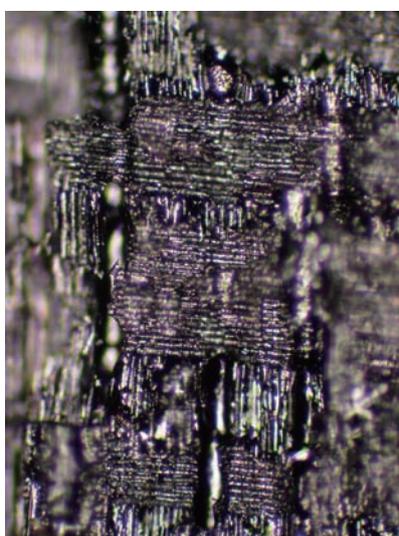
放射断面



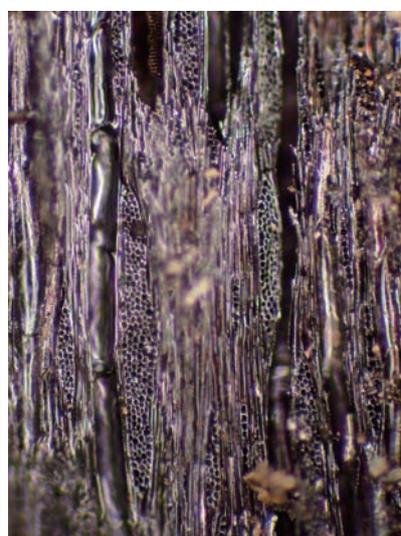
接線断面



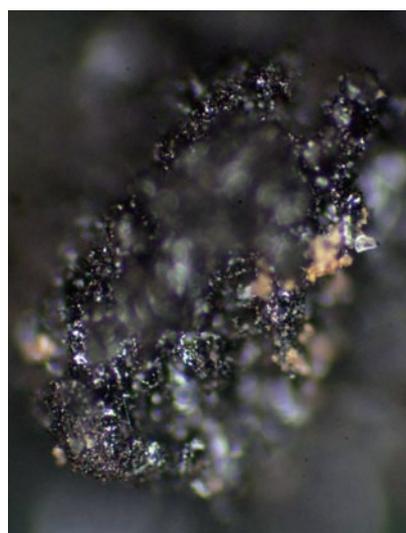
横断面
カエデ属 遺構No.6



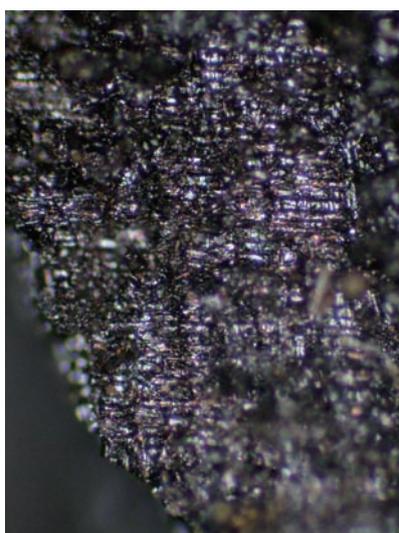
放射断面



接線断面



横断面
散孔材 遺構No.1



放射断面

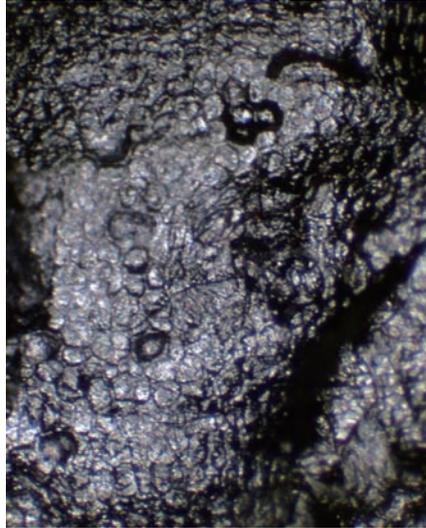


接線断面

楠木塚遺跡の種実

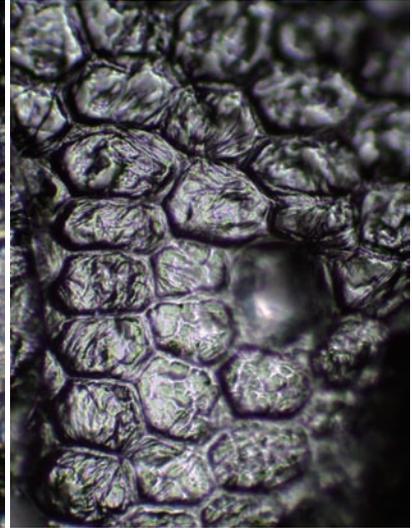


ノビル鱗茎 — 1.0mm



同左拡大

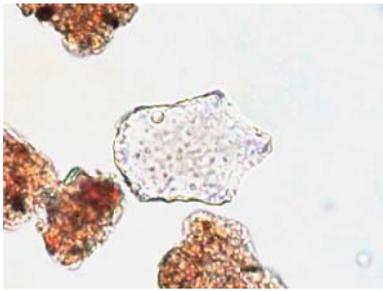
— 0.1mm



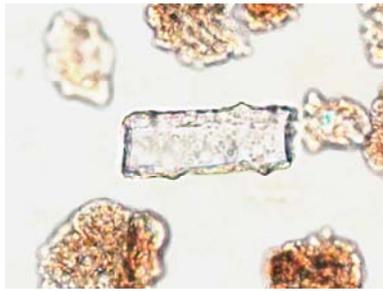
同左拡大

— 0.1mm

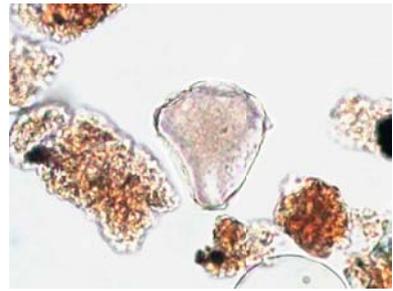
楠木塚遺跡の植物珪酸体 (プラント・オパール)



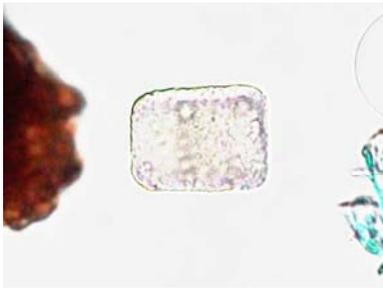
ヨシ属
No.9a



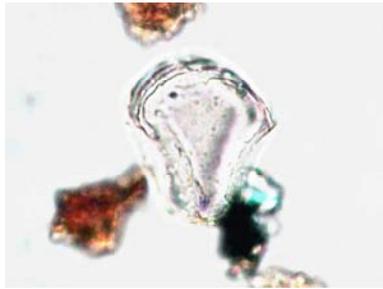
キビ族型
No.9a



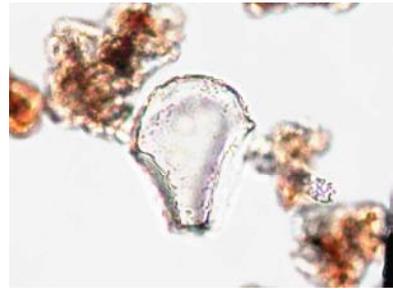
ススキ属型
No.9a



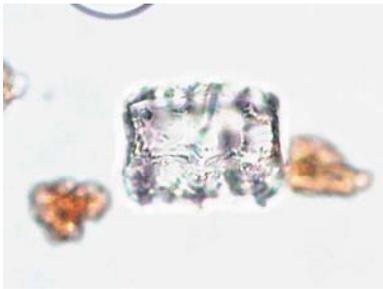
ウシクサ族A
No.13



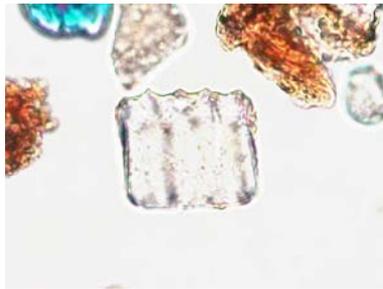
メダケ節型
No.13



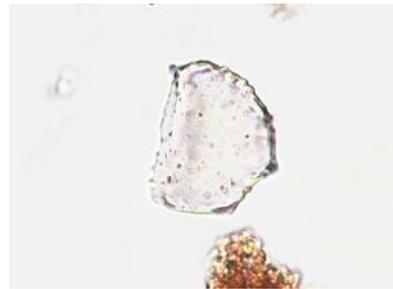
メダケ節型
No.13



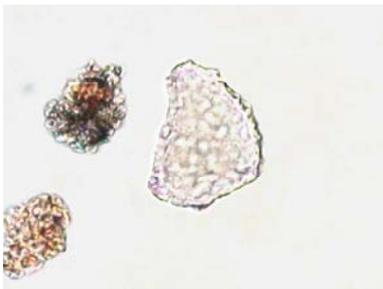
ネザサ節型
No.13



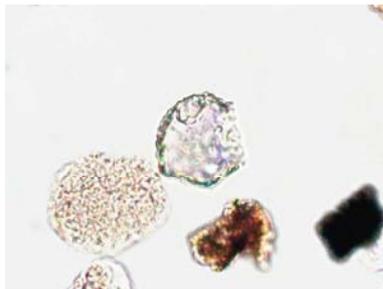
ネザサ節型
No.13



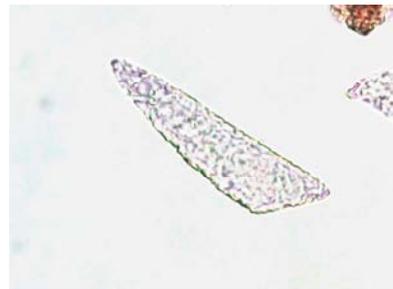
チマキザサ節型
No.9a



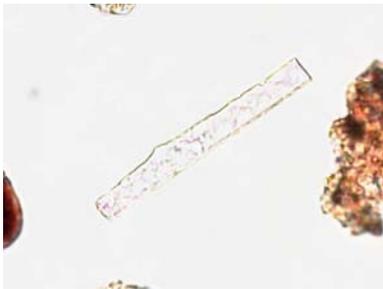
チマキザサ節型
No.9a



ミヤコザサ節型
No.13



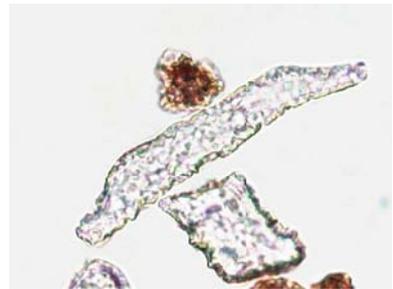
表皮毛起源
No.13



棒状珪酸体
No.9b

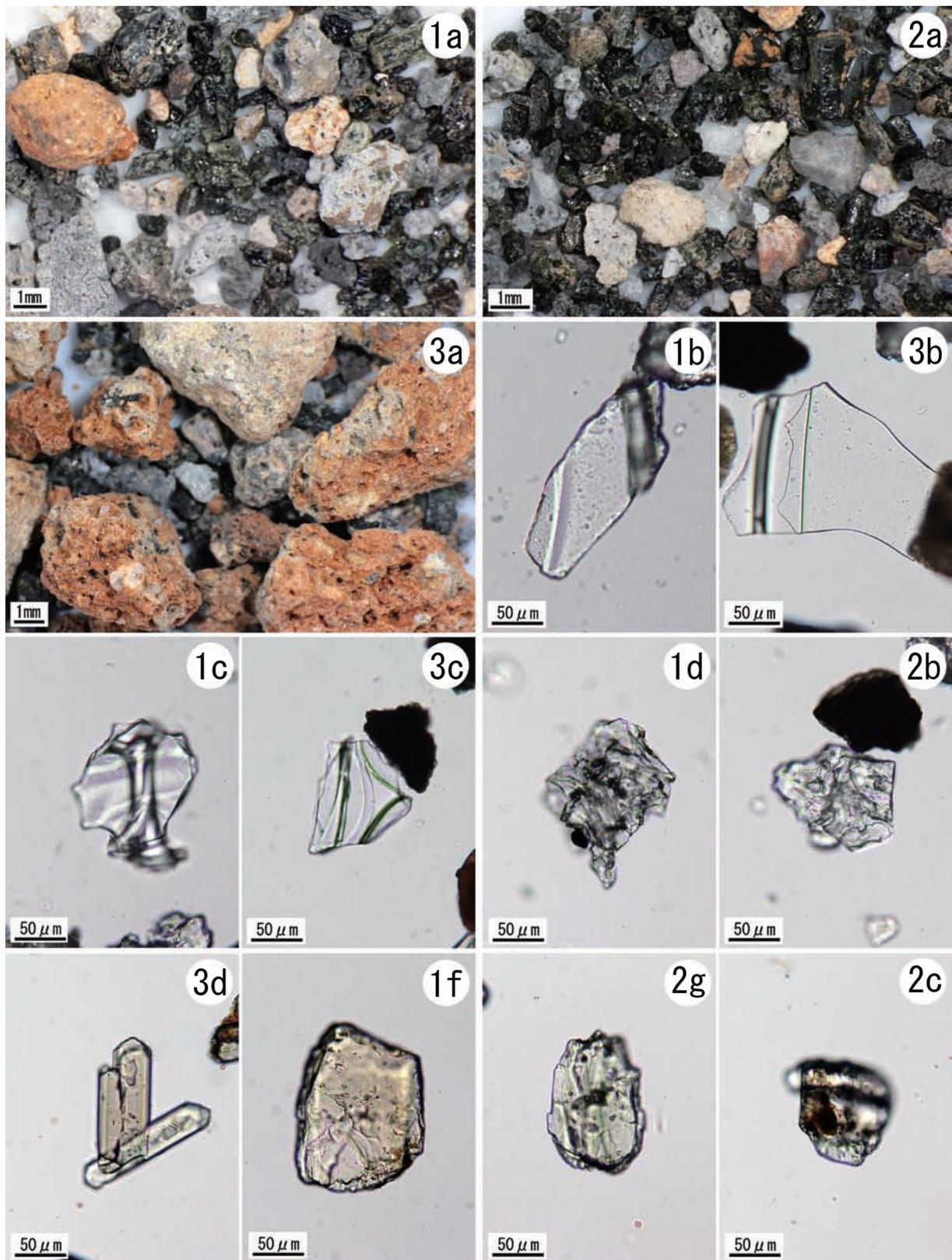


クスノキ科
No.13



樹木 (その他)
No.13

50 μ m



テフラ試料の顕微鏡写真

- 1a. 1φ 篩残渣 2a. 1φ 篩残渣 3a. 1φ 篩残渣 1b. バブル型平板状火山ガラス
 3b. バブル型平板状火山ガラス 1c. バブル型Y字状火山ガラス 3c. バブル型Y字状火山ガラス
 1d. 軽石型スポンジ状ガラス 2b. 軽石型スポンジ状ガラス 3d. 軽石中の斜方輝石
 1f. 斜方輝石 1g. 単斜輝石 2c. カンラン石

第5章 まとめ

後川内1期地区楠木塚団地畑地帯総合整備（担手支援）事業に伴い、楠木塚遺跡の約5,174㎡の調査を実施した。調査期間は令和元年6月12日から令和2年3月30日までである。本調査では、アカホヤ火山灰上位層での遺構検出と、アカホヤ火山灰下位層での遺物包含層精査、遺構検出を行った。

アカホヤ火山灰下位層では、集石遺構14基、土坑4基、（内陥し穴状遺構3基）、ピット8基の計26基の遺構を検出した。遺構埋土中から出土した炭化物等を放射性炭素年代測定による分析を実施したところ、SI1は、 $7701 \pm 32BP$ 、SI4は、 $8713 \pm 34BP$ 、SI6は $7778 \pm 31BP$ 、SI7は $8809 \pm 31BP$ 、SI13は $8767 \pm 34BP$ （炭化材）と $8775 \pm 34BP$ （炭化種実）という結果が得られている。アカホヤ火山灰下位の調査で検出した各遺構については時期を特定できる遺物は出土していないが、年代測定の結果から、同時期に存在した遺構は多くなく、時期幅があることが推定される。

遺物の出土範囲は北から南西に延びる尾根沿いに集中しており、尾根から離れて斜面の傾斜が強くなると遺物の出土がなくなる。調査区全面を通じて、遺物出土地点はまばらだが、土器の型式や剥片の石材によって出土分布が偏っている傾向を確認した。また礫は遺構の周辺のみ多く出土した。出土している土器は、当地域の土器型式の、前平式、下剥峰式、桑ノ丸式、別府原式、塞ノ神式である。石器についてはチャート、黒曜石製の剥片・石鏃が出土した。剥片は石材別では、黒曜石は調査区北半、チャートは調査区南半から多く出土した。

アカホヤ火山灰上位層では、遺物包含層はほとんど残存しておらず、遺構検出を中心に調査を実施した。その結果、遺構は土坑3基とピット1基を検出した。ピット1基から刻目突帯を持つ土器が1点出土した。

このように、本調査の結果、小規模ではあるが、縄文時代早期を中心とした当地域の生活の様相を確認し、貴重な基礎資料を得ることができた。

参考文献

- 秋成雅博 2015 「船引地区遺跡群における縄文時代早期の石器の様相」『貝殻文と押型文』宮崎考古学会県南例会実行委員会
- 高橋信武 1997 「平楯式土器と塞ノ神式土器の編年」『先史学・考古学論究Ⅱ』龍田考古会
- 高橋信武 1998 「縄文早期後葉の九州」『九州縄文土器編年の諸問題』九州縄文研究会
- 高原町教育委員会 1999 『川除遺跡』高原町文化財調査報告書第5集
- 高原町教育委員会 2018 『井ノ原遺跡』高原町文化財調査報告書第17集
- 高原町教育委員会 2019 『井ノ原遺跡』高原町文化財調査報告書第18集
- 南九州縄文研究会 2002 『南九州貝殻文系土器Ⅰ～鹿児島県～』
- 宮崎県埋蔵文化財センター 『別府原遺跡・西之迫遺跡・別府原第2遺跡』宮崎県埋蔵文化財センター発掘調査報告書第61集