



Title	クッキー状炭化物の炭素・窒素同位体分析：茨城県下広岡遺跡の事例
Author(s)	國木田, 大; Kunikita, Dai
Citation	北海道大学考古学研究室研究紀要, 3, 69-82
Issue Date	2024-02-22
DOI	https://doi.org/10.14943/109192
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/91242
Type	departmental bulletin paper
File Information	05_3_kunikita_69-82.pdf



クッキー状炭化物の炭素・窒素同位体分析

ー茨城県下広岡遺跡の事例ー

國木田 大

要旨:本研究では、炭素・窒素同位体分析、C/N 比分析を行うことにより、クッキー状炭化物の内容物解明を試みる。筆者らは、2009 年より、同方法を用いて研究を進めてきた。その結果、クッキー状炭化物は、堅果類のデンプンを主体としている可能性が高いことを解明した。また、これらのデータは分散範囲が非常に小さいことから、その内容物の由来は比較的単純であったことを指摘した。2012 年までの分析では、①クッキー状炭化物の類、②エゴマ種実塊、③アスファルトの3種類の識別が可能であった。1990 年代に、押出遺跡の脂肪酸分析で指摘された「ハンバーグ型」のような窒素含有率の高い動物起源とされる資料は確認できていない。

本稿では、2016 年に試料採取を行った下広岡遺跡の分析結果を報告するとともに、これまでの研究成果とあわせて考察を行った。本分析では、パン状炭化物3点、クヌギ炭化種子2点、クルミ炭化核2点の計7点を対象として、炭素・窒素同位体分析、C/N 比分析、放射性炭素年代測定を実施した。パン状炭化物3点の結果は、これまでのクッキー状炭化物と比較して、窒素同位体比や窒素含有率が少し高く、エゴマ種実塊と類似する傾向を示した。クヌギ炭化種子との比較では、少し異なる傾向にあるため、遺跡から多く出土したクヌギを単独で利用したものとは考えにくい。パン状炭化物1点は、動物起源の可能性も考えられるため、今後類例を待って慎重に検討する必要がある。

I. 研究の背景

クッキー状炭化物は、縄文時代早期から後期の東日本を中心に 32 遺跡から約 210 点の報告例がある(中村 2004、2007)。現状では西日本からの出土例はなく、東日本でも中部地方における報告例が多い。本研究では、基本的に遺跡報告書での掲載名を用いることが多いが、パン状炭化物やエゴマ種実塊、不明炭化物も広義の意味で、クッキー状炭化物の一種としてとらえている。クッキー状炭化物の形態は楕円形・円形のコロッケ状、丸団子状、円盤形のクッキー状、カリントウ状、ひねり餅状など多種多様である(小林 1996)。また近年では、中村(2007)によって、密度・サイズ・形態を基準にした分類が試みられている。

クッキー状炭化物分析の先行研究は、電子顕微鏡観察による形態分析(松谷 1990)、脂肪酸分析による成果(中野 1998)が著名であるが、内容物が解明された事例は非常に少ない。走査型顕微鏡観察では、曾利遺跡(長野県富士見町)、伴野原遺跡(長野県豊丘村)でシソ属が同定されている(松谷 1988)。脂肪酸分析では、クリ・クルミの粉にシカ・イノシシなどの骨髄や血液を混ぜ、発酵させたものであることが報告され、木の実を主体とした「クッキー型」と動物資源を主体にした「ハンバーグ型」とに分類されている。ただし、当時の脂肪酸分析に関しては、いくつかの問題点が指摘されており(難波ほか 2001 など)、その信憑性に疑問がもたれている。脂肪酸分析の再検討や、新たな自然科学分析法の開発が望まれている。

本研究では、骨コラーゲンや土器付着炭化物に応用されている炭素・窒素同位体分析、C/N 比分析を行うことにより、クッキー状炭化物の内容解明を試みる。筆者らは2009年より、同分析法を用いて研究を進めてきた。押出遺跡の資料を用いて、はじめてクッキー状炭化物の炭素・窒素同位体比、C/N 比分析データを提示し、化学処理の妥当性の検討や CT スキャンを用いた構造解析を実施した(國木田ほか 2009、2010)。その結果、押出遺跡のクッキー状炭化物は、堅果類のデンプンを主体としていること、紐状に成形したものを輪状に成形した後、扁平にし、指で文様部を捻りあげて形づくったものであることを解明できた。2010 年の論文ではこの他に、沖ノ原遺跡(新潟県津南町)出土のクッキー状炭化物が、押出遺跡同様に堅果類のデンプンが主体であることを報告した。また、縄文時代後期の川口遺跡(山形県村山市)、渡戸遺跡(山形県天童市)の資料もあわせて検討したが、両者はアスファルトであることが判明した。

2010 年以降は、各地のクッキー状炭化物の分析事例を追加し(國木田 2011、2012a)、クッキー状炭化物の全体的な傾向を把握することに努めた。この時点(13 遺跡 36 試料、表1)では、後述する通り、炭素・窒素同位体比の領域では、①クッキー状炭化物の類、②エゴマ種実塊、③アスファルトの大きく3つの傾向、炭素同位体比・C/N 比分析の領域では、①クッキー状炭化物の類、②エゴマ種実塊の2つの傾向に分かれた。クッキー状炭化物は、データの分散範囲が非常に小さく、その内容物の由来は比較的単純であった可能性が高い。また、上述の脂肪酸分析で定義された「ハンバーグ型」のような窒素含有率の高い動物起源と推定される資料は確認できていない。2012 年の報告では、行田大道北遺跡(群馬県安中市)、岩野原遺跡(新潟県長岡市)の分析を追加したが、それまでのデータと同様の傾向であった。その後、岩野原遺跡の資料については、詳細な報告を行っている(小熊・國木田 2014)。また、この他に國木田・吉田(2010)、國木田(2012b)、中村・國木田(2012)の論考もある。ここまでの資料に関しては、すでに報告済みだが、本稿であらためて内容を掲載している。

2016 年 11・12 月には、新たに下広岡遺跡(茨城県つくば市)のパン状炭化物や炭化植物遺体を実見し、試料採取を行った。長らく分析結果を公表できていなかったが、本稿ではじめて報告を行い、先行研究とあわせて考察を行いたい。

II. 分析方法

炭素・窒素同位体、C/N 比分析 自然界に存在する炭素や窒素の安定同位体存在度は、光合成回路の違いや食物連鎖の段階などによって変化し、それぞれ $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ と表記される。植物の体内に取り込まれ生成した有機化合物の炭素や窒素は、植物から1次消費者、2次消費者と食物連鎖の過程を経て伝達されるが、この際に同位体比も伝達される。食物連鎖で上位に位置する動物の同位体比は、分別の蓄積によって、炭素、窒素ともに高い値を取ることが知られている。海洋生態系では、陸上生態系と比較して食物連鎖が長いので、最上位の海棲哺乳類は特に重い同位体が濃縮し、高い $\delta^{15}\text{N}$ 値を示すことになる(図1)。また、樹木やイネ、コムギ、オオムギなどの穀物を含む多くの C_3 植物は、熱帯原産のイネ科を主とするキビ、アワ、ヒエといった C_4 植物と比較して、炭素同位体比が大きく異なる。

炭素・窒素同位体分析は、1970 年代から人骨資料のコラーゲンをを用いて盛んに行われてきた。炭化物にも応用されており、当初は土器付着炭化物の ^{14}C 年代測定における海洋リザーバー効果の有無を検討するための指標として測定されてきた(坂本 2007 など)。近年では、食性復元の観点から非常に多くの研究が進められている(吉田 2008 など)。現生資料を用いた煮炊き実験では、土器付着炭化物の炭化前後の同位体比変化が炭素では小さく、窒素では重い同位体の割合が最大5%程度増えることが報告されている(吉田 2006)。なお、

これまでの現生食材の煮炊き実験の成果が 2018 年に公表されている(宮内ほか 2018)。炭化物を分析する場合、形態観察が困難な資料に適用可能であり、試料量が極微量(数 mg 程度)ですむといった利点がある反面、種の同定ができず、データの解釈が難しいといった欠点がある。現状では、土壌埋没中の続成作用、炭化前後の同位体分別などの課題があるため、①C₃ 植物・陸上動物、②海生生物、③C₄ 植物、④淡水魚類? の 4 グループ程度の精度で検討を行うことが可能といえる。さらに、炭素・窒素同位体分析と C/N 比分析をあわせて評価すると、①グループの中を植物質が多いのか(堅果類など)、動物質が多いのか区別することができる。④淡水魚類? に関しては、比較するデータが少ないことや、陸上と海生生物の混合領域と重なるため、単独での評価が難しい面もある。詳しくは、國木田ほか(2010)、國木田(2018)などを参照いただきたい。

本研究の測定には、2009 年当時、東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室に設置されていた安定同位体比質量分析装置(Micromass 社製 IsoPrimeEA)を用いた。本装置は、元素分析計(EuroVector 社製 EuroEA 3028-HT)を前処理装置としている。また、一部の試料については昭光サイエンスに測定を依頼した。同社は、元素分析計(Thermo Fisher Scientific 社製 Flash EA)、安定同位体比質量分析計(Thermo Fisher Scientific 社製 DELTA V)を用いている。

放射性炭素年代測定 原理や分析方法の詳細は割愛する。試料調製は通常の方法にしたがっている(吉田 2004 など参照)。押出遺跡出土のクッキー状炭化物には、バインダーによる保存処理が施されていることが想定されたため、アセトン処理を行った。アセトン処理のみでバインダーが除去できるわけではないが、その影響を多少減らすことは可能と考えた。なお、その他の試料についても、条件を同じにするため、アセトン処理を行っている。試料は秤量した後、遠沈管内にてアセトン処理、AAA 処理(Acid-Alkali-Acid:酸-アルカリ-酸)を行った。AAA 処理のアルカリ処理濃度は、試料が全て溶解しない程度にとどめた。

本稿での暦年校正年代値は、OxCal v4.4.4(Bronk Ramsey 2009, 2021)を使用し、校正データには IntCal20(Reimer *et al.* 2020)を用いた。測定は、東京大学総合研究博物館タンデム加速器分析室(2009 年当時は工学系研究科)の加速器設備を用いた。なお、2011 年上半期は、東日本大震災後の節電対策により同加速器が運転を停止していたため、パレオ・ラボ(コンパクト AMS:NEC 社製 1.5SDH)に測定を依頼している。

III. 近年の研究

本研究と同じく、パン状炭化物の炭素・窒素同位体分析、C/N 比分析が行われたものとして、峰一合遺跡(岐阜県下呂市)の事例がある(中村 2012)。同遺跡では、1970 年の調査で、縄文時代前期の包含層からパン状炭化物(13×10×2cm の平たい形状)が 1 点出土している(下呂町教育委員会 2003)。1~2cm の球状あるいはやや角張った塊が集合したもので、ユリ科鱗茎の可能性が指摘されている。 $\delta^{13}\text{C}$ 値-25.7‰、 $\delta^{15}\text{N}$ 値-2.92‰、C/N 比 162.53、炭素含有率 66.2%、窒素含有率 0.475%であり、後述する筆者らのクッキー状炭化物の傾向とは異なる。窒素同位体比と窒素含有率が非常に低い特徴がある。年代は、5100±80 BP (Beta-125568)で縄文時代前期に対応する(山形 2003)。

また、押出遺跡については、2015 年に第 6 次調査が実施され、新たにクッキー状炭化物が 12 点程度出土している(山形県埋蔵文化財センター 2017)、そのうち 1 点について、炭素・窒素同位体分析、C/N 比分析が実施されている(山形・黒沼 2017)。 $\delta^{13}\text{C}$ 値-24.4‰、 $\delta^{15}\text{N}$ 値 3.13‰、C/N 比 42.9 の結果であり、筆者らのデータと類似した結果となっている。放射性炭素年代測定も実施され、5035±25 BP (PLD-32424)の年代値が得られている(パレオ・ラボ AMS 年代測定グループ 2017)。この年代値も、筆者らの年代値 5050±45 BP (TKa-14796)と同じであり、バインダー処理がなされていない新たな分析試料で、同様の結果が得られたことは意義が大きい。

炭素・窒素同位体分析、C/N 比分析とあわせて注目される分析として、残存脂質分析があげられる。日本においては、上述の通り、脂肪酸分析の問題点が指摘され、以後約 20 年間研究が低調であった。しかし、1990 年代以降イギリスでは実証的な研究が進展し、残存脂質分析の方法は飛躍的に発展した(詳細は庄田・クレイグ 2017 など)。2021 年になり、東京大学の研究チームによって、はじめて沖ノ原遺跡出土のクッキー状炭化物の検討がなされている(宮内ほか 2021)。残念ながら、試料中の脂質(残留有機物)の量が微量であったため、原材料を推定できるような結果は得られなかった。しかし、タンパク質を多く含む動物試料などであれば、十分な脂質量があるはずであり、この結果は沖ノ原遺跡出土のクッキー状炭化物が脂質量に乏しい試料であることの傍証になることが指摘された。今後、分析方法がさらに発展し、クッキー状炭化物の脂質分析において研究成果があげられることが期待される。

IV. 筆者らの先行研究における分析資料

対象資料 本項での分析資料は 2008 年から 2011 年にかけて筆者が各研究機関にて実見し、許可を得て分析試料の採取を行った。分析結果(表 1)については、國木田ほか(2009、2010)、國木田(2011、2012a)、小熊・國木田(2014)で報告している。以下に遺跡ごとに資料の状況を記す。

熊ヶ平遺跡(青森県むつ市) 第1号住居跡(縄文時代前期、円筒下層 d1 式期)床面近くから1点、第3号住居跡(縄文時代前期、円筒下層 d1 式期)近くの遺構外から1点の計2点食品炭化物が出土している(青森県教育委員会 1995)。分析試料はケース内に保管されていた破片資料であり、どちらのものかは不明である。脂肪酸分析の結果では、クリ、クルミなどの堅果類にキジ肉のような野鳥の肉を混ぜて焼いたものと推定されている(中野ほか 1995)。

川口遺跡(山形県村山市) 掌大のパン状炭化物が遺物包含層から1点出土している(山形県教育委員会 1990a)。表面の一部を極微量削り、分析試料とした。本分析において、アセトン処理で呈色したことや、デッドカーボンに近い年代を示したことから、アスファルトである可能性が高い。

渡戸遺跡(山形県天童市) 大きさ3cm ほどのクッキー状炭化物が遺物包含層から1点出土している(山形県埋蔵文化財センター1996)。表面の一部を極微量削り、分析試料とした。本分析において、アセトン処理で呈色したことや、デッドカーボンに近い年代を示したことから、上述の川口遺跡と同様にアスファルトである可能性が高い。

押出遺跡(山形県高島町) 1990 年刊行の報告書では、第2次調査区 ST13 から4点、出土地点不明として 10 点のクッキー状炭化物が掲載されている(山形県教育委員会 1990b)。表面には渦巻文が施されており、完形品では約5~7cm 程度の円形となる。ST13 から最も多くのクッキー状炭化物が出土しており、ついで ST11 での出土が多い(中村・國木田 2012)。時期は縄文時代前期の諸磯 b 式期と考えられる。

分析試料は、報告書非掲載で重要文化財に指定されていない資料9点である(詳細は國木田ほか 2010)。申請書記載内容にもとづき、このうち1点(No.8)を一部採取し、放射性炭素年代測定と炭素・窒素同位体分析を行った。残りの8点については、実物に手をつけず、保管ケース内に残存するこぼれ滓資料を用いて、炭素・窒素同位体分析のみを行った。なお、比較資料として台石に付着していた炭化物1点(未掲載資料)の分析も行っている。

クッキー状炭化物(No.8)試料を用いて、アセトン処理、AAA 処理前後の同位体比、炭素・窒素含有量の変化を検討した。両処理の前後における同位体比、炭素・窒素含有量の変化は小さく(表1)、バインダーによる影響や土壌埋没中に受ける影響はあまりないと判断した。そのため、保管ケース内に残存するこぼれ滓資料

や台石付着炭化物は、化学処理なしで測定した。この他に、クッキー状炭化物(No.8)試料では、局所的な影響を評価するために、計4ヶ所の比較を行っている。

行田大道北遺跡(群馬県安中市) 縄文時代前期の諸磯 c 式期と考えられる住居跡4軒(6・7・8・10 号)、土坑3基(12・243・324 号)から 70 点以上のクッキー状炭化物が出土している(日本道路公団ほか 1997)。クッキー状炭化物には、中央部に指頭大の凹みが特徴的にみられる。本分析では、一括資料として保管されていたものから、6号住居跡2点、7号住居跡2点、10 号住居跡2点、243 号土坑2点、324 号土坑2点の計 10 点について分析を行った。報告書内で写真掲載のある完形資料は分析を実施していない。

岩野原遺跡(新潟県長岡市) クッキー状炭化物は、小形石皿につまった状態で土坑(9N-L20)から出土した。クッキー状炭化物は石皿から離すことができないほどくっついており、石皿は火を受けた痕跡がある(長岡市教育委員会 1981)。分析試料は、本体から外れていたものを採取した。表面には光沢があり、保存処理もしくは脂肪酸分析の薬品の影響などが考えられる。顕微鏡下では、鉱物粒子が多く観察され、石皿の表面もしくは土壌などからの混入物の存在が考えられた。なお、岩野原遺跡の分析については、小熊・國木田(2014)で詳細に報告している。

沖ノ原遺跡(新潟県津南町) クッキー状炭化物(県指定資料に含まれていない資料、農と縄文の体験実習館「なじよもん」所蔵)3点を分析対象とした。No.1 および No.2 は、報告書(津南町教育委員会 1977)で第1類とされた扁平なもので、No.3 が第3類とされたソロバン球状に該当する。

上小用遺跡(山梨県北杜市) TH84 区1号住居より出土したパン状炭化物である(北巨摩市町村文化財担当者会 2003)。種子のような粒を多く含んでおり、下記の寺所第2遺跡のエゴマ種実塊と類似している。取り上げ時に破片になった資料から一部採取した。保管されていた袋・箱ごとに3試料の測定を行った。

寺所第2遺跡(山梨県北杜市) T-6 号住居跡(縄文時代中期、新道式期)からパン状炭化物1点、T-56 号住居跡(縄文時代中期、藤内式期)からクッキー状炭化物1点が出土している(北巨摩市町村文化財担当者会 1996)。後者のクッキー状炭化物は、エゴマの種実塊として報告されている(長沢 1999)。T-6 号出土資料は、取り上げ時に破片になったものから一部採取した。保管箱が分かれていたため、各箱2試料の測定を行った。T-56 号は完形であったため、保管ケース内に残存していたこぼれ滓を採取し、分析試料とした。

宮之上遺跡(山梨県甲州市) 第 27 号住居跡(縄文時代中期、藤内式期)覆土の炭化物層からドングリとともにパン状炭化物が2点出土している(室伏 1990)。破片資料から一部を採取した。

釈迦堂遺跡(山梨県笛吹市) 釈迦堂遺跡博物館第 19 回特別展「いただきますの考古学」に写真が掲載されているが、詳細は未報告である(釈迦堂博物館 2007)。破片資料から一部を採取した。

水尻遺跡(長野県茅野市) 第1号住居跡(縄文時代中期、貉沢式期)炉跡付近よりクッキー状炭化物が出土している。炭化物は1点出土しており、泡状の粒子などが一部に認められ、表面はこねた状態が観察される(茅野市教育委員会 1992)。破片資料から一部を採取した。

高風呂遺跡(長野県茅野市) 第 21 号住居跡(縄文時代中期、曾利I式期)から出土したと考えられる炭化物である(茅野市教育委員会 1986)。片面に整形痕跡のような跡がみられる。表面の一部を極微量削り、分析試料とした。

表1 先行研究におけるクッキー状・パン状炭化物などの炭素・窒素同位体比、C/N比

遺跡名	試料番号	年代(BP)・時期 関連土器型式	状況ほか	処理条件	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	C (%)	N (%)	C/N
熊ヶ平	KGT-1	4740±25(PLD-18640) 縄文前期、円筒下層d1式期	第1号住居跡もしくは第3号住居跡 遺構外から出土	アセトン+AAA	-25.0	0.8	64.9	1.6	47.3
川口	KG-1	38,990±360(TKa-14939)	報告書図版84	アセトン+AAA	-22.2	2.8	42.8	1.2	43.2
渡戸	WT-1	43,890±460(TKa-14918)	報告書第39図	アセトン+AAA	-22.1	2.8	64.5	1.9	40.6
押出	OD-C1	5050±45(TKa-14796) 縄文前期、大木4式期	No.1、未掲載資料	処理なし	-25.1	2.5	64.1	2.8	27.3
	OD-C2		No.2、未掲載資料	処理なし	-24.9	1.8	59.0	1.9	36.0
	OD-C3		No.3、未掲載資料	処理なし	-24.8	2.4	60.3	1.8	39.8
	OD-C4		No.4、未掲載資料	処理なし	-24.7	1.8	56.3	1.5	43.1
	OD-C5		No.5、未掲載資料	処理なし	-24.7	2.2	51.8	2.3	26.3
	OD-C6		No.6、未掲載資料	処理なし	-24.5	1.1	60.8	2.0	36.2
	OD-C7		No.7、未掲載資料	処理なし	-25.0	2.0	51.6	2.3	26.8
	OD-C8-1		No.8、未掲載資料	処理なし	-24.7	1.7	56.2	2.3	28.6
	OD-C8-2		No.8、未掲載資料	処理なし	-24.6	2.1	46.6	2.3	23.6
	OD-C8-2		No.8、未掲載資料	アセトン	-24.6	2.2	47.5	2.3	24.6
	OD-C8-2		No.8、未掲載資料	アセトン+AAA	-25.1	2.1	60.2	2.5	28.2
	OD-C8-3		No.8、未掲載資料	処理なし	-25.0	2.4	60.0	2.6	27.4
	OD-C8-4		No.8、未掲載資料	処理なし	-24.8	2.2	47.1	2.1	25.7
	OD-C9		No.9、未掲載資料	処理なし	-24.6	2.2	62.4	1.7	42.9
	OD-付8		台石着炭化物	処理なし	-27.5	8.2	21.4	1.0	25.1
行田大道北	ODK-6-1		第6号住居跡出土	アセトン+AAA	-24.1	1.6	60.6	2.7	26.6
	ODK-6-2		第6号住居跡出土	アセトン+AAA	-24.3	1.5	66.0	2.8	27.6
	ODK-7-1		第7号住居跡出土	アセトン+AAA	-23.7	2.4	64.1	2.4	30.9
	ODK-7-2		第7号住居跡出土	アセトン+AAA	-23.5	2.6	63.2	2.5	29.8
	ODK-10-1		第10号住居跡出土	アセトン+AAA	-24.4	1.3	68.5	2.8	28.1
	ODK-10-2		第10号住居跡出土	アセトン+AAA	-24.4	2.4	70.0	2.8	28.7
	ODK-243-1		第243号土坑出土	アセトン+AAA	-24.2	1.4	70.2	3.0	27.7
	ODK-243-2		第243号土坑出土	アセトン+AAA	-24.1	1.3	65.9	2.7	28.7
	ODK-324-1		第324号土坑出土	アセトン+AAA	-24.1	1.5	68.6	2.5	31.8
	ODK-324-2		第324号土坑出土	アセトン+AAA	-24.0	2.1	69.9	2.9	28.5
岩野原	IW-1		9N-L20ピットから小形石皿に つまった状態で出土	処理なし	-26.2	-0.3	27.1	0.5	60.6
沖ノ原	OKI-1	4370±60(TKa-15057) 縄文中期、沖ノ原式期	県指定資料外(No.1)、第1類扁平	アセトン+AAA	-25.4	2.8	63.6	2.0	37.8
	OKI-2		県指定資料外(No.2)、第1類扁平	アセトン+AAA	-25.3	2.1	65.9	2.1	36.1
	OKI-3		県指定資料外(No.3)、第3類ソロバン球状	アセトン+AAA	-25.1	2.1	65.9	2.9	27.1
上小用	KK-1	4435±25(PLD-18638) 縄文中期	TH84区1号住居出土、エゴマ種実塊と類似	アセトン+AAA	-24.8	6.6	62.0	6.3	11.5
	KK-2		同一個体	アセトン+AAA	-25.3	7.3	64.8	7.3	10.4
	KK-3		同一個体	アセトン+AAA	-25.2	7.5	65.3	7.3	10.4
寺所第2	TD-T6-1	4510±25(PLD-18637) 縄文中期、藤内式期 4470±25(PLD-18636) 縄文中期、藤内式期	T-6号住居跡出土、エゴマ種実塊	アセトン+AAA	-24.2	4.5	63.9	6.2	12.0
	TD-T6-2		同一個体	アセトン+AAA	-25.1	4.4	66.4	6.0	12.9
	TD-T56-1		T-56号住居跡出土、エゴマ種実塊	アセトン+AAA	-25.6	3.2	67.1	5.5	14.2
宮之上	MN-1	4495±25(PLD-18635) 縄文中期、藤内式期	第27号住居跡出土	アセトン+AAA	-24.2	2.7	63.3	1.7	44.0
釈迦堂	SHK-1	4475±25(PLD-18641)	未掲載資料 年代的には縄文中期、藤内式期	アセトン+AAA	-24.8	0.4	66.9	2.0	40.0
水尻	MJ-1	4600±25(PLD-18639) 縄文中期、猪沢式期	第1号住居跡出土	アセトン+AAA	-25.1	2.1	64.5	2.1	36.3
高風呂	TB-1	4470±50(TKa-15548) 縄文中期、曾利Ⅰ式期	第21号住居跡出土	アセトン+AAA	-25.1	1.1	62.9	2.8	26.2

V. 本稿での新たな分析資料

本稿では、新たに下広岡遺跡の分析について報告を行う。下広岡遺跡は、縄文時代の集落遺跡で、中期前半の阿玉台式末期から加曽利 E Ia 式の時期を中心としている(茨城県教育財団 1981)。また、出土土器は、上記の他に、加曽利 E Ib・E Ic・E II・E III 期、大木8・9式まで出土している。パン状炭化物は、第 59 号土坑から2点出土しており、クルミヤクスギといった炭化種実も確認されている。

分析対象試料は、第 59 号土坑出土のパン状炭化物2点 (SHI-C1、C3)、出土位置不明のパン状炭化物1点 (SHI-C2)、第 457 号土坑および出土位置不明のクスギ炭化種子2点 (SHI-Q7、Q4)、第 26 号および第 635 号土坑出土のクルミ炭化核2点 (SHI-J5、J6) の計7点である(写真1～4、表2)。2016 年 11・12 月に筆者らが実見し、許可を得て分析試料の採取を行った。パン状炭化物は表面状態の観察により、2点がバインダーの保存処理が行われていると判断した。SHI-C1 は、表面に薬剤の光沢などが確認されないことから、バインダー処理の

影響は少ないと思われる。放射性年代測定、炭素・窒素同位体分析における試料調製は、上述の通りである。7点全ての試料について年代測定を実施し、パン状炭化物3点とクヌギ炭化種子2点について炭素・窒素安定同位体分析、C/N 分析を実施した(表3)。測定試料の化学処理収率は表4に示している。

表2 下広岡遺跡の測定試料

遺跡名	試料番号	出土遺構	試料種類	遺構出土土器	備考
下広岡	SHI-C1	59号土坑	パン状炭化物	阿玉台式末期、加曽利EⅠa式期、EⅡ式期	報告書第209図-7、バインダーなし バインダーあり 報告書写66-2、バインダーあり
	SHI-C2	不明	パン状炭化物		
	SHI-C3	59号土坑	パン状炭化物		
	SHI-Q4	不明	炭化種子(クヌギ)	阿玉台式末期、加曽利EⅠa式期、EⅡ式期	
	SHI-J5	26号土坑	炭化核(クルミ)		
	SHI-J6	635号土坑	炭化核(クルミ)		
	SHI-Q7	457号土坑	炭化種子(クヌギ)		

表3 下広岡遺跡測定試料の¹⁴C年代値、暦年較正年代値、炭素・窒素同位体比、C/N比

試料番号	¹⁴ C年代値 (BP)	暦年較正年代値 (calBP, 68.3%)	ラボコード	δ ¹³ C (‰)	δ ¹⁵ N (‰)	C (%)	N (%)	C/N
SHI-C1	4375 ± 40	4973-4868(68.3%)	MTC-17932	-24.6	3.7	64.2	1.5	51.6
SHI-C2	4580 ± 40	5440-5414(12.5%), 5324-5280(33.1%) 5165-5136(13.5%), 5101-5074(9.2%)	MTC-17933	-25.1	3.1	62.8	1.8	41.8
SHI-C3	4360 ± 50	5021-5018(1.3%), 4974-4859(67.0%)	MTC-17934	-24.5	4.5	59.8	5.1	13.7
SHI-Q4	4475 ± 40	5281-5165(42.8%), 5137-5100(12.8%), 5081-5042(12.7%)	MTC-17935	-27.0	1.9	61.7	1.2	58.5
SHI-J5	4365 ± 40	4965-4865(68.3%)	MTC-17936					
SHI-J6	4455 ± 40	5276-5177(36.4%), 5131-5105(8.5%) 5059-5028(10.9%), 5012-4977(12.5%)	MTC-17937					
SHI-Q7	4425 ± 40	5260-5248(2.9%), 5234-5222(2.9%), 5217-5190(8.1%) 5052-4957(40.0%), 4935-4881(14.4%)	MTC-17938	-25.6	1.9	53.1	0.8	76.3



写真1 下広岡遺跡出土パン状炭化物 (SHI-C1)

写真2 下広岡遺跡出土パン状炭化物 (SHI-C2)



写真3 下広岡遺跡出土パン状炭化物 (SHI-C3)

写真4 下広岡遺跡出土クヌギ炭化種子 (SHI-Q4)

表 4 下広岡遺跡測定試料の化学処理収率

試料番号	使用量 (mg)	AAA処理後 (mg)	回収率 (%)	酸化量 (mg)	CO ₂ 生成量 (mg)	CO ₂ 収率 (%)	CO ₂ 使用量 (mg)
SHI-C1	16.3	12.6	77.0	2.3	1.5	64.8	1.5
SHI-C2	16.8	6.7	40.0	2.2	1.3	58.4	1.3
SHI-C3	27.0	14.1	52.2	2.5	1.5	58.5	1.5
SHI-Q4	25.4	16.3	64.1	2.5	1.5	62.6	1.5
SHI-J5	17.4	11.9	68.0	2.4	1.5	62.0	1.5
SHI-J6	28.1	20.1	71.4	2.4	1.5	63.3	1.5
SHI-Q7	29.5	21.0	71.4	2.3	1.4	62.2	1.4

VI. 測定結果と考察

本項では、先行研究における測定結果と、新たに分析を実施した下広岡遺跡についてあわせて検討を行う。

炭素・窒素同位体、C/N 比分析 先行研究と下広岡遺跡の測定結果を図1と図2に示した。各生物領域の分布は、吉田・西田(2009)を引用している。この領域は、日本列島の遺跡から出土した食材を分析した結果にもとづいている。ほぼ全ての試料は、図1の炭素・窒素安定同位体比のグラフにおいて、草食動物・C₃ 植物の領域に入ることから、その内容物は C₄ 植物を含まない陸上生物起源と考えられる。上小用遺跡、寺所第2遺跡のエゴマ種実塊、川口遺跡、渡戸遺跡のアスファルト、岩野原遺跡、下広岡遺跡1点を除く測定結果は、 $\delta^{13}\text{C}$ 値-23.5～-25.4‰、 $\delta^{15}\text{N}$ 値 0.4～2.8‰で、非常に狭い範囲に分布する。そのため、これらのクッキー・パン状炭化物は、多くの内容物を混ぜたものではなく、単一の内容物を主体としていた可能性が高い。後述する押出遺跡のクッキー状炭化物(No.8)の検討でも同様の傾向が確認される。ちなみに、上小用遺跡、寺所第2遺跡のエゴマ種実塊は $\delta^{15}\text{N}$ 値 3.2～7.5‰、川口遺跡、渡戸遺跡のアスファルトは $\delta^{13}\text{C}$ 値-22‰付近であり、クッキー・パン状炭化物とは異なる傾向にある。

今回測定を行った下広岡遺跡の試料3点は、 $\delta^{13}\text{C}$ 値-24.5～-25.1‰、 $\delta^{15}\text{N}$ 値 3.1～4.5‰であり、先行研究のクッキー・パン状炭化物と比較すると、窒素安定同位体比が高い傾向にあり、寺所第2遺跡のエゴマ種実塊と近い範囲に分布する。後述する C/N 比とあわせた検討でも1点(SHI-C3)が大きく異なる傾向にあるため、他のクッキー・パン状炭化物は異なった内容物であった可能性も考えられる。下広岡遺跡ではパン状炭化物の他に、比較試料としてクヌギ炭化種子2点の炭素・窒素安定同位体分析も実施した。その結果は、 $\delta^{13}\text{C}$ 値-27.0～-25.6‰、 $\delta^{15}\text{N}$ 値 1.9‰、C/N 比 58.5・76.3 であった。この値は、同遺跡のパン状炭化物と比較すると、少し異なる傾向にあるため、クヌギのデンプンのみをすりつぶして焼いたものとは考えにくい。

岩野原遺跡の石皿につまったクッキー状炭化物は、 $\delta^{15}\text{N}$ 値-0.3‰で、どのクッキー状炭化物よりも低い値を示した。炭素含有率も 27.1%と低く、C/N 比も 60.6 と高い。通常の化学処理ですぐに溶解してしまったことや、未処理の状態の炭素含有率が低いことを考慮すると、他の試料と直接の比較検討を行うことは難しいかもしれない。顕微鏡で多くの鉱物が観察されたことや、本体資料から外れていたことから判断して、良好に残存する本体部分とは異なった状態の試料であった可能性も考えられる。また、同資料は脂肪酸分析の際に薬品処理された可能性もあり、これらの処理が原因になっている可能性もあるかもしれない。採取した試料量が微量であるため追加実験は難しいが、現段階では $\delta^{15}\text{N}$ 値や窒素含有量が低いことから、デンプンが主体のクッキー状炭化物の一種として結論付けておきたい。

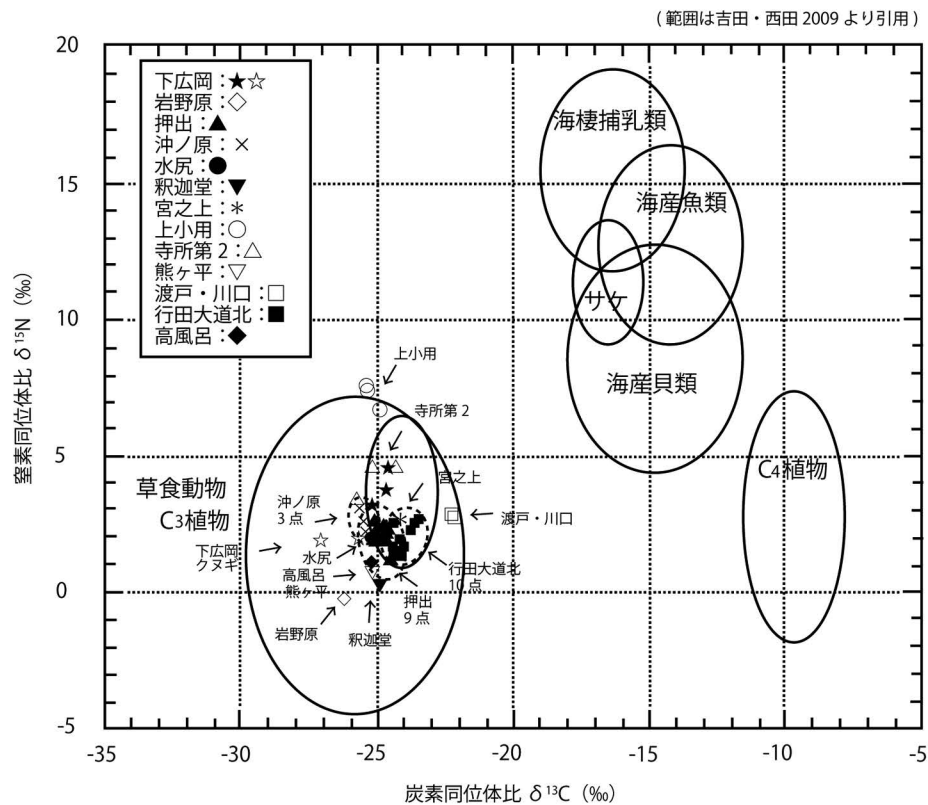


図1 測定試料の炭素・窒素同位体比

図2の炭素安定同位体比、C/N 比のグラフでは、大きく二つの傾向に分かれる。窒素含有率が 5~8%と高く C/N 比が 10~15 付近と小さいグループ(上小用遺跡、寺所第2遺跡、下広岡遺跡1点)と、窒素含有率が 4%以下で C/N 比が 25 以上と大きいグループ(熊ヶ平遺跡、押出遺跡、行田大道北遺跡、岩野原遺跡、沖ノ原遺跡、宮之上遺跡、釈迦堂遺跡、水尻遺跡、高風呂遺跡、下広岡遺跡2点)である。C/N 比が 25 以上の領域は、C₃堅果類などの範囲にはほぼ重なるため、主な内容物は堅果類(クリ、クルミ、トチノキ、ドングリ類)のデンプンを主体としている可能性が高い。ただし、行田大道北遺跡、押出遺跡、沖ノ原遺跡、高風呂遺跡の一部の試料では、C/N 比が 30 より小さいものがあり、完全に動物資源の影響を否定することは難しいかもしれない。

一方、C/N 比が 10~15 付近と小さいグループは、長沢(1999)でエゴマ種実塊と同定されている寺所第2遺跡などの試料になる。上小用遺跡の試料も顕微鏡観察で類似した種実が確認されるので、エゴマ種実塊の可能性が高い。吉田(2006)でのエゴマの C/N 比は、炭化前が 14.3、炭化後が 17.7 であり、寺所第2遺跡や上小用遺跡の 10.4~14.2 の値に近い。下広岡遺跡のパン状炭化物1点(SHI-C3)は、 $\delta^{13}\text{C}$ 値-24.5‰、 $\delta^{15}\text{N}$ 値4.5‰、C/N 比 13.7、窒素含有率 5.1%であり、他の炭化物に比べて分布が大きく異なり、エゴマ種実塊と類似した傾向にある。顕微鏡の観察では、明らかな種実の確認されなかったため、エゴマがすりつぶされて含まれているのか、または動物起源の内容物であった可能性がある。

熊ヶ平遺跡の食品炭化物は、中野ほか(1995)で野鳥の肉の影響が指摘されていたが、本研究での C/N 比は 47.3 で非常に大きく、動物資源の影響は全くないと判断される。押出遺跡でも「ハンバーグ型」の存在が指摘されている(中野 1998)が、筆者らの分析9点はいずれも堅果類のデンプンが主体と考えられる。押出遺跡では、脂肪酸分析と同一の試料で比較検討を行っていないため断言はできないが、少なくとも今回の熊ヶ平遺跡の結果は脂肪酸分析と矛盾する。

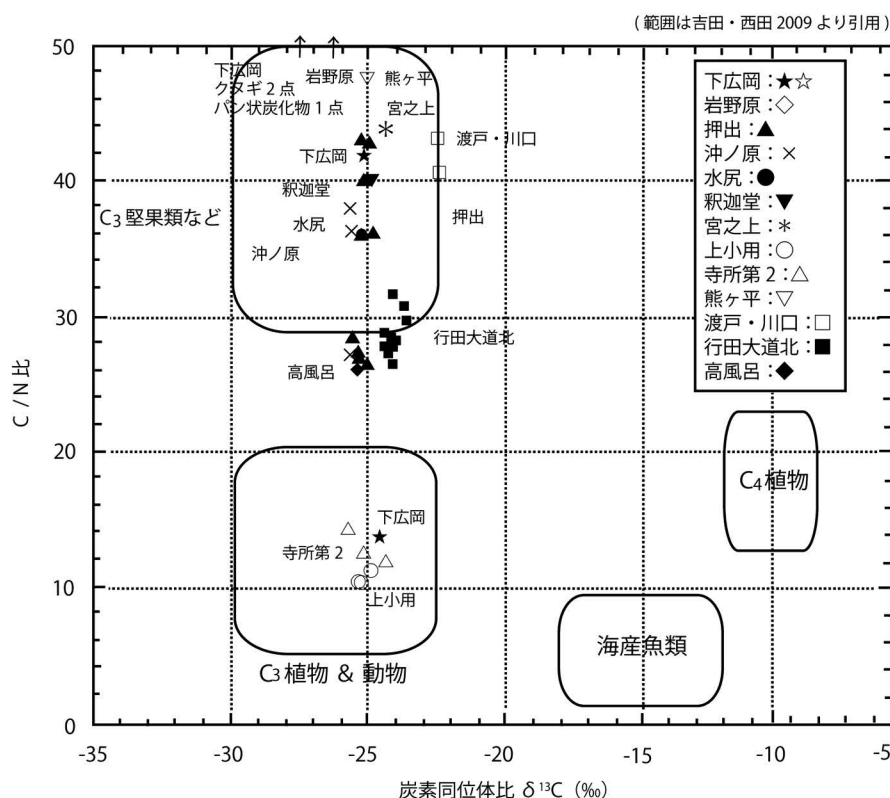


図2 測定試料の炭素同位体比、C/N 比

また、押出遺跡のクッキー状炭化物(No.8)の4ヶ所の比較では、 $\delta^{13}\text{C}$ 値-24.6~-25.1‰、 $\delta^{15}\text{N}$ 値1.7~2.4‰、C/N 比23.6~28.6と非常に近い値を示した。このことから、同試料は均質な内容物に由来している可能性が高い。化学処理前後の変化もこの範囲内であることから、バインダーによる保存処理や土壌からの続成作用の影響は小さかったものと推定される。押出遺跡出土の台石付着炭化物は、図示していないが、 $\delta^{13}\text{C}$ 値-27.5‰、 $\delta^{15}\text{N}$ 値8.2‰、C/N 比25.1であった。図1では草食動物・ C_3 植物領域の上端よりやや高く、図2では C_3 堅果類と C_3 植物&動物の中間領域にプロットされる。窒素安定同位体比が比較的高い値を示すことから、動物資源の影響があるかもしれない。ただし、クッキー状炭化物と比較して、炭素含有率が21.4%と非常に低いことから、他の混在物の影響による可能性も考えられる。いずれにせよ、この台石でクッキーを焼いたかどうかは、本データでは判断がつかない。

放射性炭素年代測定 これまで筆者らの分析において、年代測定が実施されているクッキー・パン状炭化物資料は、熊ヶ平遺跡1点、川口遺跡1点、渡戸遺跡1点、押出遺跡1点、沖ノ原遺跡1点、上小用遺跡1点、寺所第2遺跡2点、宮之上遺跡1点、釈迦堂遺跡1点、水尻遺跡1点、高風呂遺跡1点、今回の下広岡遺跡3点の計15点である(表1、表3)。上述の通り、川口遺跡と渡戸遺跡の試料は、デッドカーボンに近い年代値であり、アスファルトと判断されるが、その他の資料は、想定される土器型式の時期と比較的矛盾のない結果となっている。一部の資料では、出土位置が不明なものがあり、詳細な土器型式との対比が難しいが、少なくともまったく時期の異なるものが混入している状況にはない。

下広岡遺跡の年代は、パン状炭化物が 4580 ± 40 BP (5540-5074 calBP, 68.3%)、 4375 ± 40 BP (4973-4868 calBP, 68.3%)、 4360 ± 50 BP (5021-4859 calBP, 68.3%)、クヌギ炭化種子が 4475 ± 40 BP (5281-5042 calBP, 68.3%)、 4425 ± 40 BP (5260-4881 calBP, 68.3%)、クルミ炭化核が 4455 ± 40 BP (5276-4977 calBP, 68.3%) であつ

た。小林(2017)では、加曽利 EI式期の年代を 4950-4860 calBP と定義しており、今回の年代も加曽利 EI式期の年代範囲か、それよりも少し遡る範囲に当てはまる。パン状炭化物が出土した第 59 号土坑からは阿玉台式末期の土器資料も出土しているため、整合的といえる。出土位置不明のパン状炭化物(SHI-C2)だけが、少し古い結果であるが、基本的には、集落の中心時期である阿玉台式末期～加曽利 EI式期に属するものと考えられる。

VII. 研究のまとめと今後の課題

本稿では、筆者らのこれまでのクッキー状炭化物分析を紹介するとともに、新たに分析を実施した下広岡遺跡の事例を報告した。下広岡遺跡のパン状炭化物3点は、これまでの資料と同じく、陸上起源の内容物であったが、窒素同位体比や窒素含有量が他の試料と少し異なる傾向にあった。これまでのデータとの比較では、寺所第2遺跡のエゴマ種実塊と類似した傾向にあり、下広岡遺跡から出土したクヌギ炭化種子とは異なる傾向であった。顕微鏡観察では、種子状のものを確認できなかったため、エゴマが主体であった場合は、細かくすりつぶされている可能性があるかもしれない。また、パン状炭化物1点は、窒素同位体や窒素含有率から判断して、動物起源の可能性も考えられる。1点だけなので評価が難しいが、今後類例を待って慎重に検討する必要がある。

謝辞

本研究を行うにあたり、2008 年から2011 年当時に、青森県埋蔵文化財センターの白鳥文雄氏・畠山 昇氏、杉野森淳子氏、山形県立うきたむ風土記の丘考古資料館の佐藤鎮雄館長、秦 昭繁氏、森谷 幸氏、山形県教育委員会の渋谷孝雄氏、長橋 至氏、竹田純子氏、丸吉繁一氏、山形県埋蔵文化財センターの阿部明彦氏、小林圭一氏、菅原哲文氏、水戸部秀樹氏、安中市教育委員会の壁 伸明氏、藤巻正勝氏、長岡市馬高縄文館の小熊博史館長、津南町教育委員会の佐藤雅一氏、佐藤信之氏、北杜市教育委員会の清水敏彦氏、村松佳幸氏、杉本 充氏、釈迦堂博物館の秋山圭子氏、尖石縄文考古館の功刀 司氏、山科 哲氏には、資料観察および資料採取にあたり格別のご協力を賜った。また、2016 年の下広岡遺跡の資料観察および資料採取にあたっては、つくば市教育委員会の石橋 充氏、上高津貝塚ふるさと歴史の広場の一本絵理氏に格別のご協力を賜った。炭素・窒素同位体分析では、東京大学総合研究博物館の吉田邦夫教授、宮崎ゆみ子氏のご協力を賜った。記して深く感謝申し上げたい。また、下広岡遺跡のデータに関して公表が遅くなってしまったこと、お詫び申し上げたい。

引用・参考文献

- 青森県教育委員会 1995『熊ヶ平遺跡』
茨城県教育財団 1981『茨城県教育財団文化財調査報告X』
小熊博史・國木田大 2014「岩野原遺跡後期集落出土のクッキー状炭化物の検討」『長岡市立科学博物館研究報告』49: 37-46
北巨摩市町村文化財担当者会 1996『北巨摩市町村文化財担当者会 年報一平成7年度一』
北巨摩市町村文化財担当者会 2003『八ヶ岳考古平成 14 年度年報』
國木田大 2011「縄文時代におけるクッキー状炭化物の研究」『高梨学術奨励基金年報 平成 22 年度研究成果概要報告』85-92、財団法人高梨学術奨励基金

- 國木田大 2012a「縄文時代におけるクッキー状炭化物の研究II」『高梨学術奨励基金年報 平成 23 年度研究成果概要報告』: 82-89、財団法人高梨学術奨励基金
- 國木田大 2012b「縄文時代におけるクッキー状炭化物の炭素・窒素同位体分析」『東北地方における環境・生業・技術に関する歴史動態的総合研究』: 199-206、東北芸術工科大学
- 國木田大 2018「年代測定・食性分析・遺伝人類学」日本考古学協会(編)『日本考古学・最前線』: 221-237、雄山閣・東京
- 國木田大・吉田邦夫・辻誠一郎 2009「押出遺跡のクッキー状炭化物」『日本考古学協会 2009 年度山形大会研究発表資料集』: 241-250、日本考古学協会 2009 年度山形大会実行委員会
- 國木田大・吉田邦夫・辻誠一郎・福田正宏 2010「押出遺跡のクッキー状炭化物と大木式土器の年代」『東北芸術工科大学東北文化研究センター研究紀要』9: 1-14
- 國木田大・吉田邦夫 2010「クッキー状炭化物の由来解明とその年代」『日本文化財科学会第 27 回大会研究発表要旨集』: 150-151、日本文化財科学会
- 下呂町教育委員会 2003『峰一合遺跡—縄文前期の集落と下呂石による石器群—』
- 小林謙一 2017『縄文時代の実年代—土器型式編年と炭素 14 年代—』同成社・東京
- 小林達雄 1996『縄文人の世界』朝日新聞社・東京
- 坂本 稔 2007「安定同位体比に基づく土器付着物の分析」『国立歴史民俗博物館研究報告』137: 305-315
- 釈迦堂遺跡博物館 2007『第 19 回特別展 いただきます! の考古学 展示図録』
- 庄田慎矢・オリヴァー＝クレイグ 2017「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: 79-89
- 茅野市教育委員会 1986『高風呂遺跡』
- 茅野市教育委員会 1992『水尻遺跡』
- 津南町教育委員会 1977『新潟県中魚沼郡津南町沖ノ原遺跡発掘調査報告書』
- 長岡市教育委員会 1981『埋蔵文化財発掘調査報告書 岩野原遺跡』
- 長沢宏昌 1999「エゴマのクッキー」『山梨考古学論集IV』: 87-99、山梨県考古学協会
- 中野益男 1998「縄文のクッキーを脂肪酸で分析する」『季刊生命誌』21、JT 生命誌研究館
- 中野寛子・明瀬雅子・長田正宏・中野益男 1995「熊ヶ平遺跡から出土した炭化物に残存する脂肪の分析」『熊ヶ平遺跡』: 395-403、青森県教育委員会
- 中村賢太郎 2012「峰一合遺跡出土「パン」状炭化物」と炭化した食物の分析例」『下呂ふるさと歴史記念館開館 40 周年記念事業シンポジウム 縄文・峰一合遺跡の時代の再検討』、下呂市教育委員会・下呂ふるさと歴史記念館
- 中村耕作 2004「縄文時代の加工食品炭化物—研究史および事例の集成—」『若木考古』97: 1-5
- 中村耕作 2007「クッキー状・パン状食品」小杉 康・谷口康浩・西田泰民・水ノ江和同・矢野健一(編)『縄文時代の考古学 5 なりわい—食料生産の技術—』: 253-259、同成社・東京
- 中村耕作・國木田大 2012「クッキー状・パン状炭化物の炭素・窒素同位体分析とその出土状況」『長野県考古学会 50 周年記念プレシンポジウム「縄文時代中期の植物利用を語る」予稿集』: 56-69、長野県考古学会縄文時代中期部会
- 難波絛二・岡安光彦・角張淳一 2001「考古学的脂肪酸分析の問題点」『日本考古学協会第 67 回総会研究発表要旨』: 138-141、日本考古学協会
- 日本道路公団・群馬県教育委員会・松井田町遺跡調査会 1997『八城二本杉東遺跡(八城遺跡) 行田大道北遺跡(行田遺跡)』
- パレオ・ラボ AMS 年代測定グループ 2017「放射性炭素年代測定」『押出遺跡 第6次発掘調査報告書』: 43-49、山形県埋蔵文化財センター

- 松谷暁子 1988「長野県の縄文中期諸遺跡から出土したエゴマ・シソ」『長野県史 考古資料編IV』: 1063-1067、長野県史刊行会
- 松谷暁子 1990「押出遺跡出土炭化種子とクッキー状炭化物の走査型電子顕微鏡による観察」『押出遺跡発掘調査報告書 (図版・表・分析編)』: 89-94、山形県教育委員会
- 宮内信雄・吉田邦夫・西田泰民 2018「日本列島産食材の炭素・窒素同位体比と調理による変化」『日本考古学協会第 84 回総会研究発表要旨』: 106-107、日本考古学協会
- 宮内信雄・堀内晶子・佐藤雅一・佐藤信之・吉田邦夫・宮田佳樹 2021「縄文クッキーの脂質(残留有機物)分析」『日本文化財科学会第 38 回大会研究発表要旨集』: 24-25、日本文化財科学会
- 室伏 徹 1990「宮之上遺跡(第3次)」『山梨考古』31: 3-4
- 山形県教育委員会 1990a『川口遺跡 発掘調査報告書』
- 山形県教育委員会 1990b『押出遺跡 発掘調査報告書』
- 山形県埋蔵文化財センター1996『渡戸遺跡 発掘調査報告書』
- 山形県埋蔵文化財センター2017『押出遺跡 第6次発掘調査報告書』
- 山形秀樹 2003「炭化物の C14 測定」『峰一合遺跡—縄文前期の集落と下呂石による石器群—』: 73、下呂町教育委員会
- 山形秀樹・黒沼保子 2017「炭素・窒素安定同位体比分析」『押出遺跡 第6次発掘調査報告書』: 50-52、山形県埋蔵文化財センター
- 吉田邦夫 2004「火炎土器に付着した炭化物の放射性炭素年代」新潟県立歴史博物館(編)『火炎土器の研究』: 17-36、同成社・東京
- 吉田邦夫 2006「煮炊きして出来た炭化物の同位体分析」『新潟県立歴史博物館研究紀要』7: 51-58
- 吉田邦夫 2008「縄文人の食性と生業」『季刊考古学』105: 51-56
- 吉田邦夫・西田泰民 2009「考古科学が探る火炎土器」新潟県立歴史博物館(編)『火焰土器の国 新潟』: 87-99、新潟日報事業社・新潟
- Bronk Ramsey, C. 2009. Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon* 51(4): 337-360.
- Bronk Ramsey, C. 2021. OxCal v4.4.4
- Reimer, P.J., W.E.N. Austin, E. Bard, A. Bayliss, P.G. Blackwell, C. Bronk Ramsey, M. Butzin, H. Cheng, R.L. Edwards, M. Friedrich, P.M. Grootes, T.P. Guilderson, I. Hajdas, T.J. Heaton, A.G. Hogg, K.A. Hughen, B. Kromer, S.W. Manning, R. Muscheler, J.G. Palmer, C. Pearson, J. van der Plicht, R.W. Reimer, D.A. Richards, E.M. Scott, J.R. Southon, C.S.M. Turney, L. Wacker, F. Adolphi, U. Büntgen, M. Capano, S.M. Fahrni, A. Fogtmann-Schulz, R. Friedrich, P. Köhler, S. Kudsk, F. Miyake, J. Olsen, F. Reinig, M. Sakamoto, A. Sookdeo, S. Talamo 2020. The IntCal20 Northern hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kBP). *Radiocarbon* 62(4): 725-757.

Carbon and nitrogen isotope analysis of carbonized cookies: Case study of the Shimohirooka site, Ibaraki prefecture

KUNIKITA Dai

Abstract: In Japan, carbonized archaeological relics, called “Jomon cookies” (carbonized bread or cookie like materials) were excavated, that contain residues of the nut's starch from the Jomon period. In this study, we will attempt to elucidate the content of carbonized cookies by conducting carbon and nitrogen isotope analysis, C/N ratio analysis. The authors have been conducting research using this method since 2009. As a result, it was found that the carbonized cookies were likely to be mainly composed of starch from nuts. We also pointed out that these data had a very small dispersion range, so the origin of their content was relatively simple. In analyzes up to 2012, it was possible to distinguish between three types (1: carbonized cookies, 2: perilla seed cluster, 3: asphalt). We have not been able to confirm any evidence of animal origin with a high nitrogen content, such as the “hamburger steak shaped” type that was identified in the fatty acid analysis of the Ondashi site in the 1990s.

In this paper, we report the analysis results of the Shimohirooka site, where samples were collected in 2016, and discuss them together with previous research results. In this analysis, we conducted carbon and nitrogen isotope analysis, C/N ratio analysis, and radiocarbon dating on a total of 7 samples: 3 carbonized cookies, 2 carbonized oak seeds, and 2 carbonized walnut kernels. The results for the 3 carbonized cookies showed that the nitrogen isotope ratio and nitrogen content were slightly higher than the carbonized cookies from the previous study and showed a tendency similar to that of perilla seed cluster. This result tends to be slightly different from the isotope ratio results for carbonized oak seeds. Therefore, it is difficult to think that oak was used for only one type of content. The result of 1 carbonized cookie may have animal origin, so we need to wait for similar cases in the future and carefully consider the results.