

宮城県北小松遺跡出土土器の年代

— 土器付着物の AMS 炭素 14 年代測定および安定同位体比分析 (2022 年度) —

小林 謙一 (中央大学)・小野 章太郎 (東北歴史博物館)

-
- | | |
|-----------------|-------------------|
| 1. はじめに | 5. 炭素精製およびグラフアイト化 |
| 2. 北小松遺跡について | 6. AMS 測定結果 |
| 3. 分析試料と測定の前処理 | 7. 年代的考察 |
| 4. EA-IRMS 測定結果 | |
-

1. はじめに

宮城県北部に位置する北小松遺跡では、ほ場整備事業に伴う発掘調査により、湖沼や湿地に隣接する丘陵裾部やその周囲に広がる低地部において、縄文時代¹⁾ 晩期を主体とする遺構や遺物を多く検出した。これら一連の調査成果は発掘調査報告書としてまとめられ (宮城県教育委員会 2021b ほか)、東北地方中南部の内陸部における縄文時代晩期の低湿地遺跡の様相が明らかとなってきた。

本遺跡およびその周辺遺跡では、おもに縄文時代晩期から弥生時代前期にかけての遺物包含層が点在して形成される。それぞれの地点でこれらの時期の遺物が層位的に出土する状況が確認されることから、層位的・型式学的な遺物の変化を捉えることが可能である。このため、これらの実年代の解明と、層位的・型式学的に得られた土器変遷の検証を目的として、土器付着物や共伴する有機質遺物を対象に AMS 炭素 14 年代測定および安定同位体比分析を適宜実施し、発掘調査報告書で報告してきた (加速器分析研究所 2021、小林ほか 2021 など)。発掘調査報告書の刊行後もこれらの測定を重ね、2021 年度にはこれまでの報告を総括する目的で、層位的・型式学的な変遷と年代測定結果を総合的に検討し、晩期中葉から後葉の変遷について考察している (小林・小野 2022)。

本稿では、北小松遺跡の東 9・11 地点 (2010 年度発掘調査、宮城県教育委員会 2021a) から出土した土器付着物について、新たに測定を行ったこと

から追加で報告するものである。

なお、本稿は 1・2 節を小野、3 から 7 節を小林が執筆した。

2. 北小松遺跡について

(1) 遺跡の立地と発掘調査

北小松遺跡は、宮城県北部の大崎平野北縁部に位置し、大崎市田尻小松に所在する。現在水田として利用されている低地部 (谷底平野) の東西の丘陵上に立地する、縄文時代晩期主体の遺跡である。本遺跡のほか、周辺に位置する愛宕山遺跡、諏訪遺跡、宮沼遺跡を含む 4 遺跡は、2007 年度から 2010 年度にかけて宮城県教育委員会により発掘調査が行われ、2021 年 3 月までにすべての発掘調査報告書が刊行された (宮城県教育委員会 2021b ほか)。

4 箇年にわたる発掘調査の結果、これら 4 遺跡の立地する丘陵裾部から低地部にかけて、縄文時代晩期を主体とする遺構や遺物包含層を多くの地点で検出し、膨大な量の遺物が出土した。遺物包含層の形成を確認した地点は 4 遺跡で 19 地点あり、湖沼を囲むように複数の集落が営まれていたとみられる。なかでも、湖沼の東側に位置する北小松遺跡では、掘立柱建物群などの居住・倉庫域と、土坑墓や埋葬犬骨、集石遺構などの祭祀関連遺構、遺物包含層が組み合わされた集落を、2 地点 (東 7・9 地点) で確認している。この 2 地点は、遺構の種類や数に加えて、遺物の種類や量も他の地点と比べて格別に豊富で、かつ遺物包含層の形成期間も他の地点と比

べて長期間にわたることから、地域における拠点的な位置づけが想定されている。

(2) 大崎平野北縁部の縄文時代遺跡群

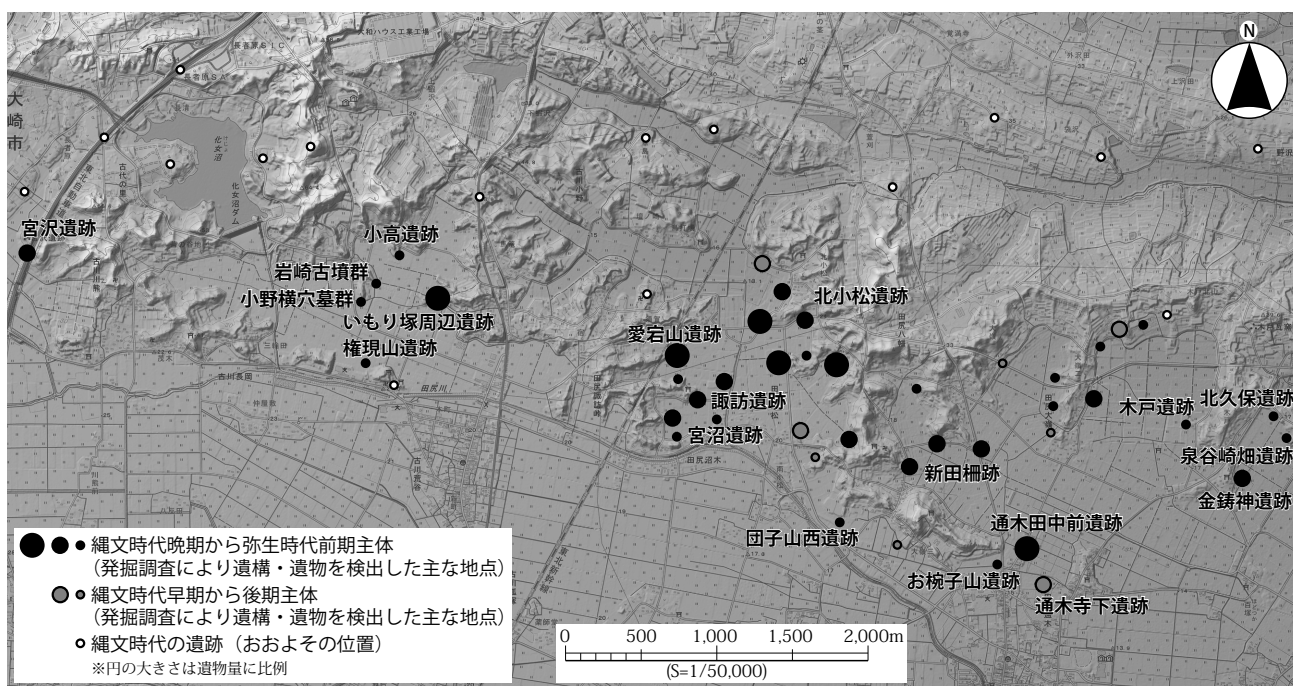
北小松遺跡が位置する大崎平野北縁部は、古くから縄文時代遺跡の存在が知られていたが、ここ 20 年くらいで実施された、ほ場整備事業に伴う発掘調査により多くの遺跡の様相が明らかとなった。本地域でこれまでに一定規模の発掘調査が行われた遺跡は 19 遺跡に上り、うち 18 遺跡で縄文時代晩期の遺構や遺物が発見されている (図 1、小野 2022)。

本地域の縄文時代遺跡群は、晩期を主体とする遺

跡が多いが、なかでも晩期後葉に最も広範囲に集落が展開する状況が確認される。さらに、晩期末葉から弥生時代前期のいわゆる「過渡期」においては、規模の大きな集落が複数展開するようになり、これらの時期に地域社会の構造が変化していく様子がうかがえる。この現象について、地域間比較や列島規模の社会変化と対応させることで、縄文・弥生過渡期の地域的特徴として捉えるためには、当該期の資料を対象とした実年代の測定が重要になる。

3. 分析試料と測定の前処理

2020 年 7 月 10 日に、AMS 炭素 14 年代測定用



| 遺跡名 | 発掘調査年 | 主要遺構 | 後期 後 | 晩 期 | | | | | | 弥 生 | | 報告書 | 備 考 |
|---------------------|----------------|--|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----------------|--------------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2a | | |
| 宮沢 | 1974-75 | 土坑、遺物包含層 | | | | | | | ++ | | | 県 69 集 | 愛宕山地区 |
| 権現山 | 2009 | なし | | | | | | + | + | | | 市 42 集 | 流れ込みによる |
| 小野横穴墓群 (岩崎支群) | 2010 | 遺物包含層 | | | | | | + | | | | 市 43 集 | |
| 岩崎古墳群 | 2010 | 遺物包含層 | | | | | | + | | | | 市 43 集 | |
| 小高・小野横穴墓群 (小高支群) | 2010 | 遺物包含層 | +? | | | + | | + | | | | 市 43 集 | |
| いもり塚周辺 | 2010, 18 | 土器埋設遺構、土坑、遺物包含層 | + | + | | | | + | +++ | + | | 市 43 集 | |
| 愛宕山 | 2007 | 土坑 (貯蔵穴)、遺物包含層 | | | | | | ++ | +++ | ++ | | 県 223 集 | 西 1 地点 |
| 諏訪 | 2007 | 竪穴状遺構、土坑 (貯蔵穴)、遺物包含層 | + | | + | ++ | ++ | +++ | ++ | ++ | + | 県 223 集 | 西 2 ~ 5 地点 |
| 宮沼 | 2007 | 遺物包含層 | | | | | + | + | | | | 県 223 集 | 西 6・7 地点 |
| 北小松 | 2008-10 | 掘立柱建物、竪穴状遺構、柱列、集石遺構、土坑墓、埋葬犬骨、土器埋設遺構、溝、土坑、遺物包含層 | +++ | ++ | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | ++ | 県 226・234・254 集 | 東 1 ~ 12 地点 |
| 団子山西 | 2010-11 | なし | | | | | | + | + | | | 県 248 集 | H-24・25 区 |
| お梶子山 | 2010 | なし | | | | | | + | + | | | 市 35 集 | 土偶のみ |
| 通木田中前 | 2010-11 | 遺物包含層 | | | | | | + | ++ | +++ | + | 市 41 集 | |
| 新田柵 (ほ場) | 2008-09, 12-13 | 土坑、遺物包含層 | + | | + | + | + | ++ | ++ | + | + | 市 38 集 | 遺物集中地点 10 箇所 |
| 木戸 | 2008-10 | 遺物包含層 | | | | + | | + | + | + | + | 市 33 集 | |
| 金鑄神 | 2006 | 遺物包含層 | | | + | + | + | ++ | ++ | | | 市 24 集 | |
| 北久保 | 2006 | なし | | | | | + | + | | | | 市 24 集 | |
| 泉谷崎畑 | 2006 | なし | | | | | + | | | | | 市 24 集 | |

図 1 大崎平野北縁部の縄文時代遺跡群²⁾ (小野 2022 を一部改変)

試料として宮城県教育庁文化財課分室において、小林が小野とともに土器付着物から採取した。これらについては、MGMBKK- 試料番号としてナンバリングした。その後 2020 年 8 月 25 日に脂質分析用の資料をサンプリングしたが、その資料において付着物が検出された試料について MBKK- 試料番号として別途に採取した。試料番号は通し No. であり、a は土器内面付着物、b は土器外面付着物である。

2020 年度に採取した試料のうち 37 点はすでに測定を終え、それらの結果についてはすでに発掘調査報告書等に掲載している（小林ほか 2021、小林・小野 2022）。今回新たに、2020 年度採取試料のうち図 2 に示す 3 点について、AMS 炭素 14 年代・安定同位体比の測定をおこなったことから、本稿においてその測定状況と測定結果を報告するものである。MGMBKK-1 は晩期後葉粗製土器（土器番号 10Po3780）の口縁内面付着物で、同一破片の外面付着物については、加速器分析研究所の測定（IAAA-171659）により 2417 ± 23 $^{14}\text{CyrBP}$ の測定値が報告されている（加速器分析研究所 2021）。MGMBKK-21 は、同じく晩期後葉の粗製土器（10Po2004）の口縁内面付着物である。MGMBKK-24 は大洞 C2- A 式鉢形土器（10Po2130）の胴部内面付着物（MGMBKK-24a）と外面付着物（MGMBKK-24b）である。また、MGMBKK-2 として晩期後葉粗製土器（10Po3759）の胴部内面付着物を採取したが、後述のように AAA 処理の結果、十分な炭素量が回収できなかったために AMS および IRMS 測定はできなかった。

試料の前処理は、国立歴史民俗博物館年代実験室で 2022 年 8 月に小林が以下の手順でおこなった。

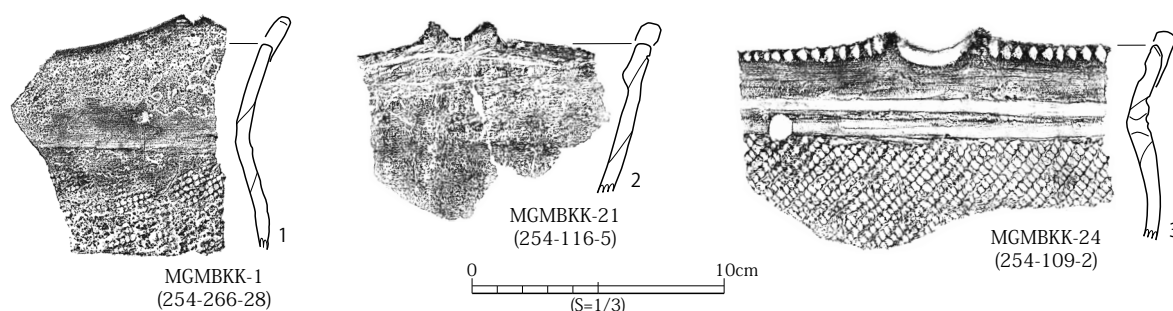
アセトン中で 5 分間の超音波洗浄をおこなった後、クロロホルムとメタノールを容量 2 対 1 で混合した溶媒（CM 混液）による 30 分間の還流を 2 回おこなった。次いで、アセトン中で 5 分間の超音波洗浄を 2 回おこなった。この操作で、油分や接着剤などの成分が除去されたと判断できる。

酸 - アルカリ - 酸（AAA: Acid Alkali Acid）処理は、マニュアルでおこなった。酸処理は、 1mol/l （1M）の塩酸（HCl）を用いて 80 度で 60 分の処理を 2 回おこなった。アルカリ処理は 1 回目は 0.01M の水酸化ナトリウム（NaOH）水溶液を用い、2 回目は 0.1M、3 回目以降は 1M を用いて各 60 分の処理をおこない、溶液に着色がほぼなくなるまで 3 回繰り返した。さらに、1M の塩酸（HCl）を用いて 60 分の処理を 2 回おこなった。最後に純水により 30 分の洗浄を 4 回おこない中和していることを確認し、乾燥させて試料を回収した。前処理の回収率を表 1 に示す。

以上の操作で、試料が埋没中に受けた汚染が除去されたと判断できる。測定試料の前処理の結果は表 1 のとおりである。

4. EA-IRMS 測定結果（表 2）

炭素および窒素の重量含有率および安定同位体比の測定は、2022 年 10 月に東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室において、Thermo Fisher Scientifics 社製の Flash2000 元素分析を前処理装



| 図番号 | 試料名 | 遺物登録番号 | 調査区 | 遺構 | 層位 | 部位 | 土器型式 | 報告書掲載 |
|-----|-----------|----------|----------------|--------------|---------|-----|----------|----------------|
| 1 | MGMBKK-1 | 10Po3780 | F-70 区南 | SX151 沢跡 F 期 | 堆積土 | 口縁内 | | 254 集 266 図 28 |
| 2 | MGMBKK-21 | 10Po2004 | F-23 区 Eb グリッド | | VI c4-6 | 口縁内 | | 254 集 116 図 5 |
| 3 | MGMBKK-24 | 10Po2130 | F-23 区 Eb グリッド | | VI c7 | 胴内 | 大洞 C2- A | 254 集 109 図 2 |

図 2 2022 年度測定試料

置として、ConFlo IV インターフェースを経由して、Delta V 安定同位体比質量分析装置で測定する、EA-IRMS 装置を用いておこなった。

約 0.5mg の精製試料を錫箔に包み取り、測定に供した。測定誤差は、同位体比が値付けされている二次標準物質（アラニン等）を試料と同時に測定することで標準偏差を計算した。通常の測定では、 $\delta^{13}\text{C}$ の測定誤差は 0.2‰、 $\delta^{15}\text{N}$ の誤差は 0.2‰である。

MGBKK-24ab については回収された炭素が少なく、IRMS での同位体比測定は断念した。MGMNKK-1 および 21 の結果についてみると、昨年度に報告した北小松遺跡出土土器付着物（小林・小野 2022）の多くと共通し、 $-25 \sim -26\text{‰}$ の $\delta^{13}\text{C}$ 値と陸生の C3 植物に多い値を示し、 $\delta^{15}\text{N}$ が 7‰と一桁台で比較的低く、C/N 比（mol 比換算）が 15 以上と大きいことから植物質由来の可能性が高いと捉えられる。1・21 とともに粗製土器の内面付着物

であり、植物性食料の煮コゲに由来すると想定する。

5. 炭素精製およびグラファイト化（表 3）

炭素精製およびグラファイト化は、東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室において、試料について銀カップに秤量し、elementar 社製 vario ISOTOPE SELECT 元素分析計に導入し、燃焼後、精製された二酸化炭素を真空ガラスラインに導入し、あらかじめ鉄触媒約 2mg を秤量したコック付き反応管に水素ガス（炭素モル数の 2.2 倍相当）とともに封入して、650℃で 6 時間加熱して実施した（Omori et al. 2017）。

6. AMS 測定結果（表 4・5、図 3）

グラファイト化した炭素試料における放射性炭素同位体比の測定は、東京大学総合研究博物館が所有する加速器質量分析装置（AMS）を用いて測定した。慣用 ^{14}C 年代（BP 年代）を算出するために、同位

表 1 前処理の状況

| 試料名 | 採取 mg | AAA mg | 回収 mg | 回収率 % | AMS 用 mg | 状態 |
|-----------|-------|--------|-------|-------|----------|-----|
| MGBKK-1 | 81.0 | 81.0 | 18.04 | 22.3% | 6.04 | 良 |
| MGBKK-2 | 13.0 | 13.0 | 1.15 | 8.8% | — | 不良 |
| MGBKK-21 | 63.0 | 63.0 | 28.32 | 45.0% | 9.56 | 良 |
| MGBKK-24a | 23.0 | 23.0 | 6.25 | 27.2% | 6.25 | 砂含む |
| MGBKK-24b | 14.0 | 14.0 | 3.45 | 24.6% | 3.45 | 砂含む |

表 2 元素および安定同位体比の分析結果

| 試料名 | 測定 ID | $\delta^{13}\text{C}$ | $\delta^{15}\text{N}$ | 炭素濃度 | 窒素濃度 | C/N 比 |
|-----------|---------|-----------------------|-----------------------|-------|------|-------|
| MGBKK-1 | YL49142 | -25.6‰ | 7.3‰ | 63.7% | 3.5% | 21.1 |
| MGBKK-21 | YL49143 | -26.0‰ | 7.6‰ | 63.5% | 4.7% | 15.7 |
| MGBKK-24a | N.A. | | | | | |
| MGBKK-24b | N.A. | | | | | |

表 3 グラファイト化の結果

| 試料名 | グラファイト ID | 試料重量 | グラファイト化率 | グラファイト重量 | Fe 重量 | C/Fe 比 |
|-----------|-----------|---------|----------|----------|---------|--------|
| MGBKK-1 | GR-16039 | 2.40 mg | 84.3% | 0.97 mg | 1.90 mg | 0.511 |
| MGBKK-21 | GR-16040 | 2.48 mg | 80.9% | 1.00 mg | 1.95 mg | 0.513 |
| MGBKK-24a | GR-16041 | 4.33 mg | 95.2% | 0.173 mg | 4.02 mg | 0.043 |
| MGBKK-24b | GR-16042 | 2.85 mg | N.A. | | | |

MGBKK-24a については、燃焼後、炭素精製の際に確認された炭素量が 400μg 以下であったため、同等量の標準試料を用意し、微量炭素用のプロトコル（大森ほか 2017）にてセメントタイトを生成し、AMS 測定を行った。表中のグラファイト量欄にはセメントタイト生成後の秤量値ではなく、炭素精製の際に見積もられた炭素量を記した。

MGBKK-24b については、燃焼後、炭素精製の際に確認された炭素量が AMS 測定試料調整に必要な量に満たなかったため、測定試料調整を断念した。

表 4 放射性炭素年代測定の結果

| 試料名 | 測定 ID | ^{14}C 年代 | 補正用 $\delta^{13}\text{C}$ |
|-----------|-----------|--------------------|---------------------------|
| MGBKK-1a | TKA-26394 | 2447 ± 21 BP | -24.8 ± 0.3 ‰ |
| MGBKK-21 | TKA-26395 | 2581 ± 21 BP | -25.2 ± 0.3 ‰ |
| MGBKK-24a | TKA-26432 | 2619 ± 33 BP | -27.5 ± 0.9 ‰ |
| MGBKK-24b | N.A. | | |

^{14}C 年代の誤差は 1 標準偏差を示す。

表 5 推定される較正年代と注記（cal BP 表記）

| 試料名 | 較正年代 (1SD) | 較正年代 (2SD) |
|-----------|---|---|
| MGBKK-1a | 2689 cal BP (23.3%) 2642 cal BP (8.4%) 2597 cal BP (33.9%) 2424 cal BP (2.7%) 2374 cal BP | 2699 cal BP (27.3%) 2634 cal BP (11.2%) 2586 cal BP (57.0%) 2362 cal BP |
| MGBKK-21 | 2745 cal BP (68.3%) 2725 cal BP | 2755 cal BP (95.4%) 2715 cal BP |
| MGBKK-24a | 2759 cal BP (68.3%) 2732 cal BP | 2840 cal BP (1.0%) 2831 cal BP (94.5%) 2717 cal BP |
| MGBKK-24b | N.A. | |

較正年代の算出には、OxCAL4.4.4 (Bronk Ramsey 2009) を使用し、較正データには IntCal20 (Reimer et al. 2020) を用いた。

体比分別の補正に用いる $\delta^{13}\text{C}$ 値は AMS にて同時測定した値を用いている (Stuiver and Polach 1977)。

7. 年代的考察

北小松遺跡で、本稿で新たに報告した試料と同じ地区 (F 区、東 8 ～ 11 地点、宮城県教育委員会 2021a) から出土した土器付着物について、炭素 14 年代値または安定同位体比を測定した事例は、これまでに 76 測定であり (小林・小野 2022)、今回の追加報告 3 測定を加えると 79 測定を数える。同一個体土器の内外面を測定した事例が 17 個体としていたが、今回測定した MGMBKK-1 は、すでに加速器質量分析研究所が測定・報告した土器外面付着物である IAAA-171659 の付着していた土器の内面に当たる試料であるので、内外面測定試料が 18 個体となる。よって、これまでに測定した土器個体としてはのべ 61 個体ということになる。

測定結果としては、今回測定分について、図 3 に IntCal20 による較正年代確率密度分布を示す。晩期後葉の粗製土器の内面付着物の MGMBKK-1 は、 2447 ± 21 $^{14}\text{CyrBP}$ の測定値、較正すると 2538 cal BP (57.0%) 2362 cal BP の間に含まれる年代が最も可能性が高い。同じく晩期後葉粗製土器内面付着の MGMBKK-21 は、 2581 ± 21 $^{14}\text{CyrBP}$ で、較正すると 2755 cal BP (95.4%) 2715 cal BP の間に含まれる可能性が最も高い年代で、前者に比べやや古く大洞 A 式に比定される年代である。炭素量が少なく、微量測定で内面付着物の MGMBKK-24a のみが測定された大洞 C2- A 式土器の付着物は、 2619 ± 33 $^{14}\text{CyrBP}$ の値で、較正すると 2782 cal BP (94.5%) 2717 cal BP の間に入る可能性が最も高く、前述の MBMGKK-21 と重なるような年代である。以上、前回の測定と大きくは矛盾しない結果であり、北小松遺跡の年代的 위치づけ、および大洞式土器群後半期の年代的 위치づけとして事例を積み重ねることができたと評価できる。また、前稿 (小林・小野 2022) で指摘した、内面付着物の炭素同位体比のありかたからみて、北小松遺跡では海産物について、少なくとも土器で煮沸する調理法での利用は、あまり行われていなかった可能性が強まったといえる。

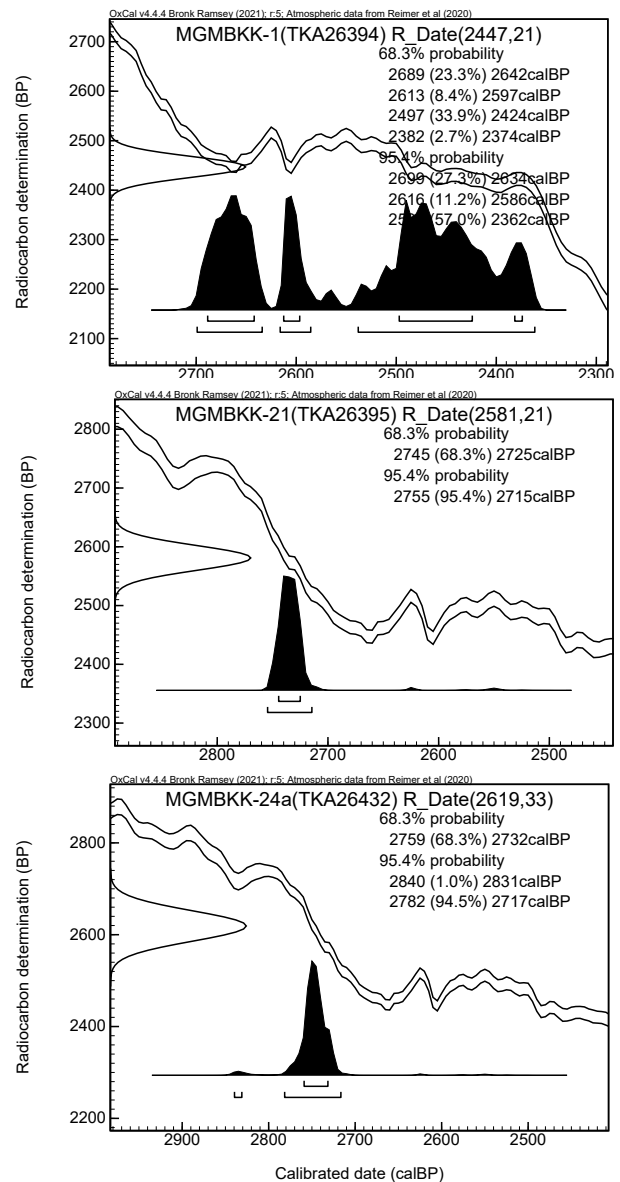


図 3 較正年代確率密度分布 (IntCal20)

図 4 に前稿で示した土器型式別の較正年代、図 5 に IntCal20 の較正曲線と測定値に、今回測定した 3 測定を追加して図示する。大まかにいえば、これまでの測定結果に矛盾せず、型式別の年代的推移が概ね示されている。追加測定についていえば、MGMBKK-24 は大洞 C2- A 式として、2780 ～ 2715 cal BP の間に含まれ、これまでの筆者 (小林) の測定による大洞 C2 式の実年代比定 2880- 2680 cal BP (小林 2019) のうちの後半に概ね比定される結果である。晩期後葉段階と思われる粗製土器である MGMBKK-21 は 2755 ～ 2715 cal BP に含まれる較正年代で、数値の上からは MGMBKK-24 と同じくこれまでの筆者の年代観では大洞 C2 式後

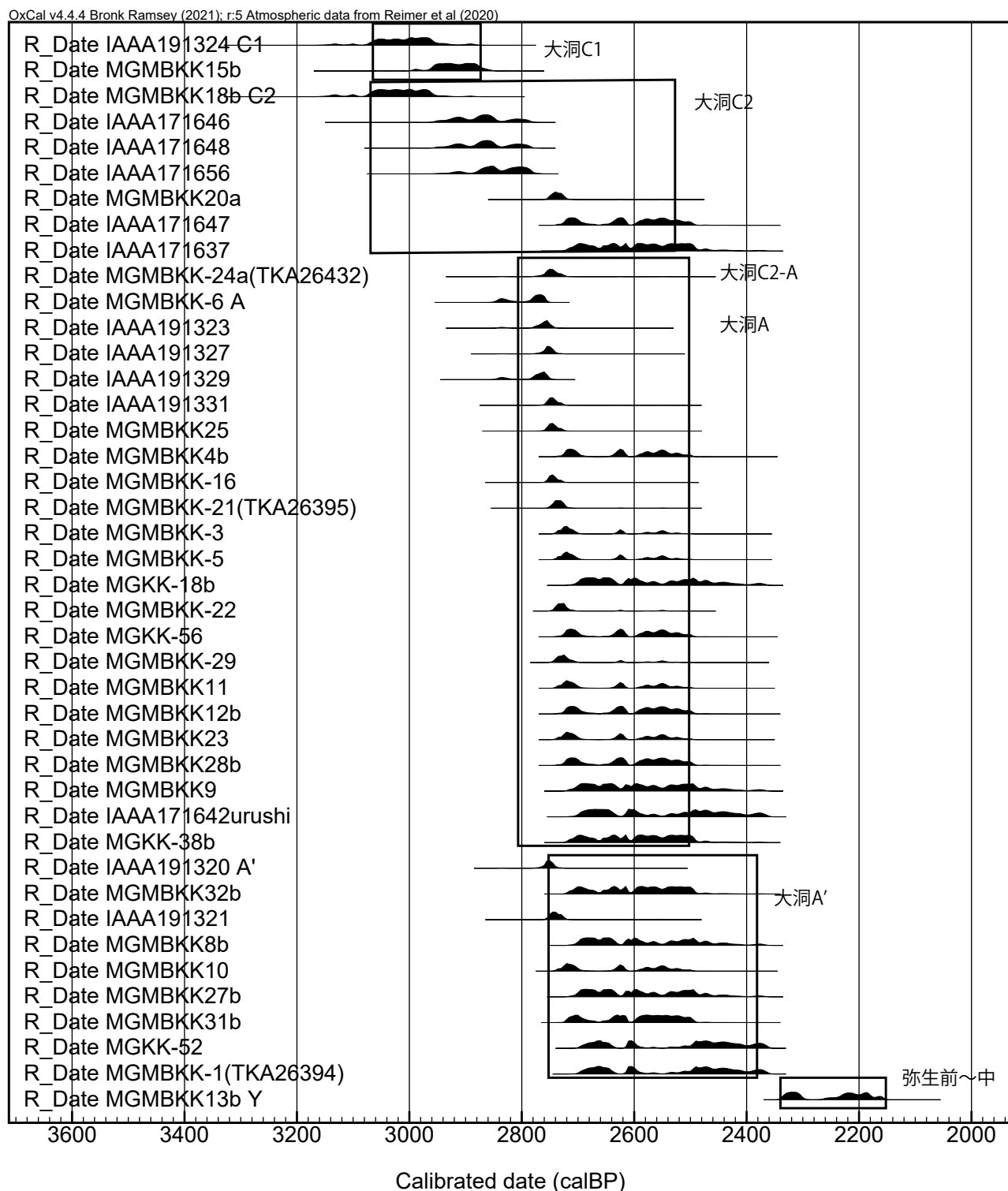


図4 土器付着物の土器型式順に並べた較正年代 ※内外面付着物については外面付着物の測定値を提示

葉に属する年代である。

MGMBKK-1 については、較正曲線が横に寝るいわゆる「2400 年問題」とよばれる年代を絞り込みにくい時期であるが、2538 cal BP (57.0%) 2362 cal BP の間に入る可能性が一番高い。既測定の外

面付着物の測定値 2417 ± 23 $^{14}\text{CyrBP}$ も、IntCal20

で較正すると 1σ で 2465- 2363 cal BP に 68.3%、 2σ で 2680 (7.0%) 2648, 2613 (3.7%) 2599, 2495 (84.7%) 2353 cal BP となり、大きな違いはない結果であるが、内面・外面付着物の測定値が同一の年代に起因すると仮定し、最も高い年代範囲に含まれるとするならば、2495 ～ 2360 cal BP の中に含ま

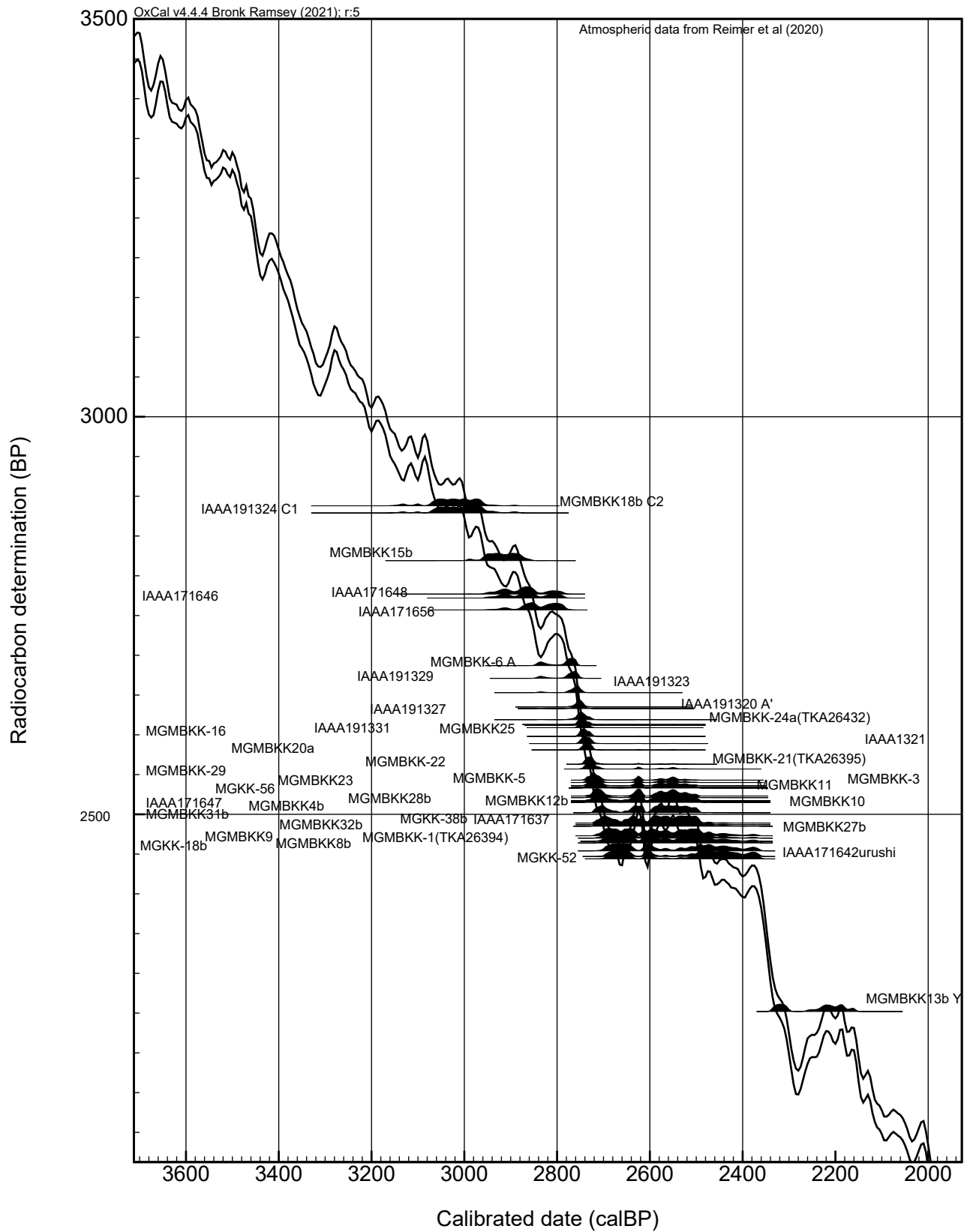


図5 測定値と IntCal20 較正曲線

れる可能性が最も高いと捉えることもできる。ただし、あくまで数値の上で絞り込むならばということであって、逆に幅広く測定範囲をみるならば両者が重なる 2680 ~ 2360 cal BP のいずれかの年代である可能性があることになる。絞りこんでみるならば、これまでの筆者の年代観でいうと、大洞 A 式の年代と推定している 2460 ~ 2385 cal BP に最もよく重なるが、より古い大洞 A 式の年代にも、より新しい砂沢式期の年代も含まれ、年代値の上だけで時期を絞り込むことは難しい。土器型式上の変遷過程を精緻化し、それぞれの段階の測定値を重ねて統計的なモデルで年代推移を探っていくとともに、共存する年輪年代資料などを見いだして、より高精度の年代を得ていく努力が必要となろう。

本稿は、2020-2024 年度学術変革領域研究 (A) 「土器を掘る：22 世紀型考古資料学の構築と社会実装をめざした技術開発型研究」(研究代表小畑弘己、領域番号 20A102) 計画研究 B02 「土器型式と栽培植物の高精度年代体系構築」、2022-2026 年度基盤研究 A (一般) 「高精度年代体系による東アジア新石器文化過程—地域文化の成立と相互関係—」(研究代表小林謙一) の成果である。試料処理は国立歴史民俗博物館年代測定実験室の協力、測定は東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室との共同研究であり、国立歴史民俗博物館坂本 稔、箱崎真隆、東京大学米田 穰、尾寄大真、大森貴之の協力を得ている。

【註】

- 1) 本稿では「縄文」の標記で統一する。
- 2) 北小松遺跡とその周辺遺跡から出土した土器の型式的な時期区分は、宮城県北部地域における先行事例である栗原市山王団遺跡における調査成果 (伊東・須藤 1985) および、これをもとに設定された須藤隆による変遷案 (須藤 1983・1996) を参考とした。

【引用参考文献】

- 伊東信雄・須藤 隆 1985 『山王団遺跡調査図録』宮城県—迫町教育委員会
- 大森貴之・山崎孔平・柊澤貴行・板橋 悠・尾寄大真・米田 穰 2017 「微量試料の高精度放射性炭素年代測定」第 20 回 AMS シンポジウム
- 小野章太郎 2022 「大崎平野北縁部の縄文晩期の遺

- 跡群」『復興関係調査で拓かれた地域の歴史 3 新たにわかった！宮城の縄文時代』宮城県考古学会 pp. 43-52
- (株) 加速器分析研究所 2021 「北小松遺跡における放射性炭素年代 (AMS 測定) および炭素・窒素安定同位体比分析」(1) (2) 『北小松遺跡』第 2 分冊分析編 宮城県文化財調査報告書第 254 集 宮城県教育委員会 pp. 181-219
- 小林謙一 2019 『縄文時代の実年代講座』同成社
- 小林謙一・小野章太郎 2022 「宮城県北小松遺跡出土土器の年代と変遷—土器付着物の AMS 炭素年代測定および安定同位体比分析—」『東北歴史博物館研究紀要』23 pp. 21-36
- 小林謙一・東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室 2021 「北小松遺跡出土土器付着物の炭素 14 年代測定・同位体比」『北小松遺跡』第 2 分冊分析編 宮城県文化財調査報告書第 254 集 宮城県教育委員会 pp. 229-238
- 須藤 隆 1983 「東北地方の初期弥生土器—山王Ⅲ層式—」『考古学雑誌』68-3 pp. 1-53
- 須藤 隆 1996 「亀ヶ岡文化の発展と地域性」『日本文化研究所研究報告別巻』33 東北大学日本文化研究所 pp. 93-132
- 宮城県教育委員会 2021a 『北小松遺跡』宮城県文化財調査報告書第 254 集
- 宮城県教育委員会 2021b 『北小松遺跡ほか』宮城県文化財調査報告書第 255 集
- Bronk Ramsey, C. 2009. Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon* 51 (4), 337-360.
- Omori, T., Yamazaki, K., Itahashi, Y., Ozaki, H., Yoneda, M. 2017. Development of a simple automated graphitization system for radiocarbon dating at the University of Tokyo. *The 14th International Conference on Accelerator Mass Spectrometry*.
- Reimer, P. J., Austin, W. E. N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Butzin, M., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hajdas, I., J Heaton, T., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kromer, B., Manning, S. W., Muscheler, R., Palmer, J. G., Pearson, C., J. van der Plicht, C., Reimer, R. W., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J. R., Turney, C. S. M., Wacker, L., Adolphi, F., Büntgen, U., Capano, M., Fahrni, S. M., Fogtmann-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A., Talamo, S. 2020. The IntCal20 Northern hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon* 62 (4), 725-757.
- Stuiver, M., and H.A. Polach 1977. Discussion: Reporting of ^{14}C data. *Radiocarbon* 19 (3), 355-363.