

栃木県宇都宮市刈沼遺跡出土土器付着物の炭素 14 年代・同位体比測定

こばやしけんいち(1) よねだ みのも(2) おぎきひろまさ(3) おおもりたかゆき(4) えはら えい(5)
小林謙一・米田 稔・尾嵯大真・大森貴之・江原 英

はじめに	4 AMS 測定結果
1 遺跡の概要と測定対象試料の編年的位置づけ	5 EA-IRMS 測定結果
2 分析試料	6 年代的な位置づけ
3 新規試料の前処理、炭素精製およびグラファイト化	謝辞

宇都宮市刈沼遺跡について、栃木県埋蔵文化財センターより刊行された調査報告書において、出土縄紋後晩期土器付着炭化物の炭素 14 年代測定結果を報告した。その際に、炭素量不足から保留していた試料について、再度採取試料の前処理から試みたところ、新たに測定することができたので報告する。既報告分の年代値について、較正年代が IntCal20 に改訂されたこともあり、合わせて較正年代を算出し直して年代的な位置づけについて再検討した。

今回測定分の年代値を比定される土器型式順に整理してみた場合、型式論的な判断と測定値とはおおむね整合的である。なお、当該時期は、IntCal13 と IntCal20 では結果的に較正年代値が大きく異なることはないことも確認できた。

測定結果の較正年代値は、最も古い年代のものは曾谷式期に対比される年代、安行 2 式期に対比される試料は、後期安行期の推定年代と概ね合致する年代、晩期初頭大洞 B 式に比定された土器付着物は晩期 B 式の新しい時期に比定され得る年代となるなど、概ね土器型式の順番と合致する。一方で、姥山 II 式に比定される試料や、もっとも新しい大洞 A 式に対比される試料は、それぞれ想定される推定年代よりも数十年古い年代であった。以上のように、一部の土器においては土器型式から想定されるよりもやや古い年代と思われる事例が散見された。

年代値と別に、安定同位体比および炭素・窒素比を検討したところ、同位体比を見ると、 $\delta^{13}\text{C}$ は $-24.9 \sim -30.3\text{‰}$ の値であり、陸性の起源物質に由来する可能性が考えられた。前述のように、いくつか比定される土器型式よりも数千年程度古い年代を示す例の存在を検討すると、窒素同位体がやや高い内面付着物を中心にやや古い年代を示す例があることは、魚など海産物を一定量混和させた内容物を調理したお焦げである可能性が考えられ、今後の検討が必要である。

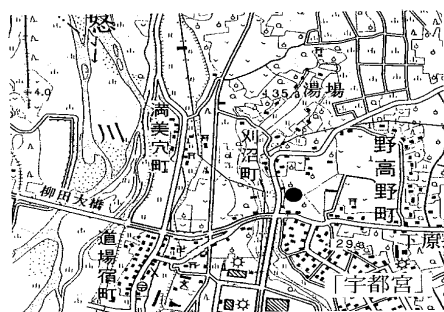
内陸部に位置する集落遺跡において、後期後葉から晩期の年代測定例を蓄積できた。土器型式毎の推定年代を高精度化するため、土器型式比定の確実な試料の測定を進めるとともに、付着物の由来についても検討を重ねていく必要がある。

はじめに

宇都宮市刈沼遺跡について、栃木県埋蔵文化財センターより刊行された調査報告書において、出土土器付着炭化物資料の炭素 14 年代測定結果を報告した（小林 2017）が、炭素量不足が予想されることから保留していた試料については分析をおこなわなかったため、未報告となっていた。その後、微量分析を含めて測定できる試料の増加が見込まれるようになってきたことから、再度採取試料の前処理から試みたところ、新たに測定することができたので、その結果について、下記の通り報告する。また、既報告試料についても、較正年代が IntCal20 に改訂されたこともあり、合わせて同一の方法で較正年代を算出し直して年代的な位置づけについて再検討することとした。

本測定は、小林の科研費を用い、東京大学総合研究博物館年代測定室との共同研究として実施した。本稿は 1 節を江原、2 節・6 節を江原・小林、3～5 節を小林・尾嵯・大森・米田が記した。

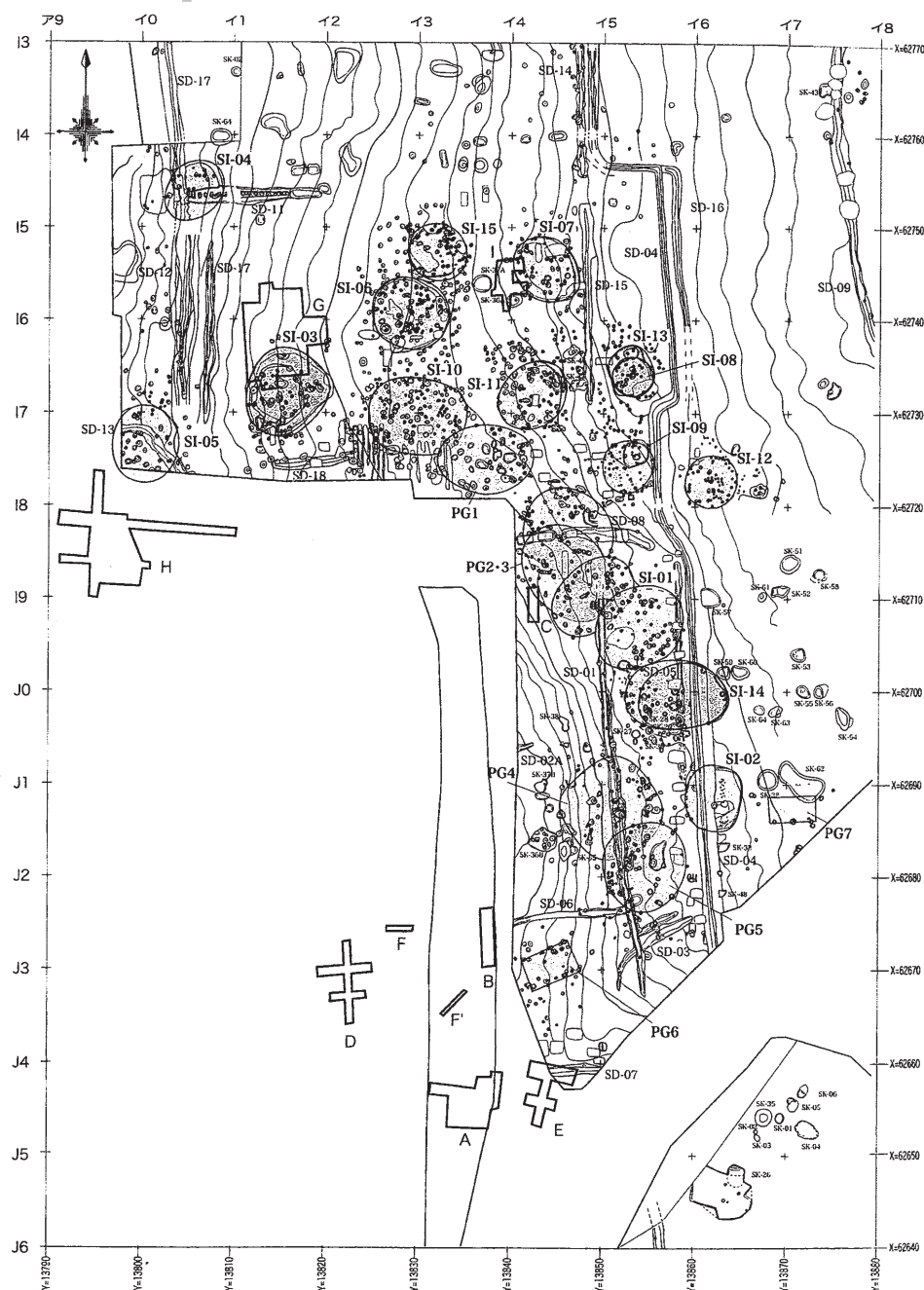
(1) 中央大学文学部 (2)～(4) 東京大学総合研究博物館 (5) 公益財団法人とちぎ未来づくり財団埋蔵文化財センター



第1図 刈沼遺跡 位置図

1 遺跡の概要と測定対象試料の編年的位置づけ

栃木県宇都宮市に所在する刈沼遺跡は、宇都宮テクノポリスセンター地区開発に伴う宇都宮市教育委員会による調査によって縄紋時代後晩期の住居跡 15 軒、ピット群 7 基等が確認され、その後整理報告書作成事業を担当した当財団埋蔵文化財センターにより 2017 年 3 月に報告書が刊行された。住居跡の時期は後期後半と判断した 1 軒を除き、残るすべてが晩期中葉大洞 C 2 式期である。居住域に重なるように形成された包含層から出土した



第2図 刈沼遺跡全体図 (S = 1 / 800)

遺物量は多量で、遺跡全体では収納箱 1,400 箱に及ぶ。

刈沼遺跡は県央部宇都宮市域における縄紋時代の遺跡として古くから著名で、下野考古学会による調査検討が継続的に行われ調査成果・分析が示されてきた遺跡である（下野考古学会 1987,1992,2013 等）。この下野考古学会の調査報告分を加えると、住居跡総数は 33 軒＋掘立柱建物跡 2 棟という構成になる。ピット群の評価など今後の分析によっては更に遺構数は増えることも予想される。住居跡の配置は窪地を囲んで弧状に巡っており、当初推定されたように環状盛土遺構となる可能性もあるが、明確ではない。

出土した遺物-土器・石器・土製品・石製品でも注目すべき成果がある。未製品を含む多量の磨製石斧が出土したことから磨製石斧製作跡と評価できるほか、関東地方全域まで視野を広げてみても例を見ない独鈷石の多量出土、砥石や擦切具の出土、製塩土器の一定量の出土、骨角器を含む骨片の出土等、注目すべき特徴を幾つも見出すことができる。

土器様相については、本遺跡に特徴的な「頸部刺突列土器群」を「刈沼類型」と呼称し検討を行ったところであり、併せて大まかな土器様相についても触れた（江原 2020）。繰り返しになるが、晩期中葉には安行式系は殆ど見られず、大洞式系が主体を占めること、一方で刈沼類型のような在地的な土器群や少数前浦式がみられることなども特徴であった。大洞式についても、整った文様構成のものと在地的な変容例とがあり、単純に大洞系へ侵入的・埋入的に変化したこと、或いは安行系から大洞系に単純に置き換わるような状況とは言い難いことも確認できる。

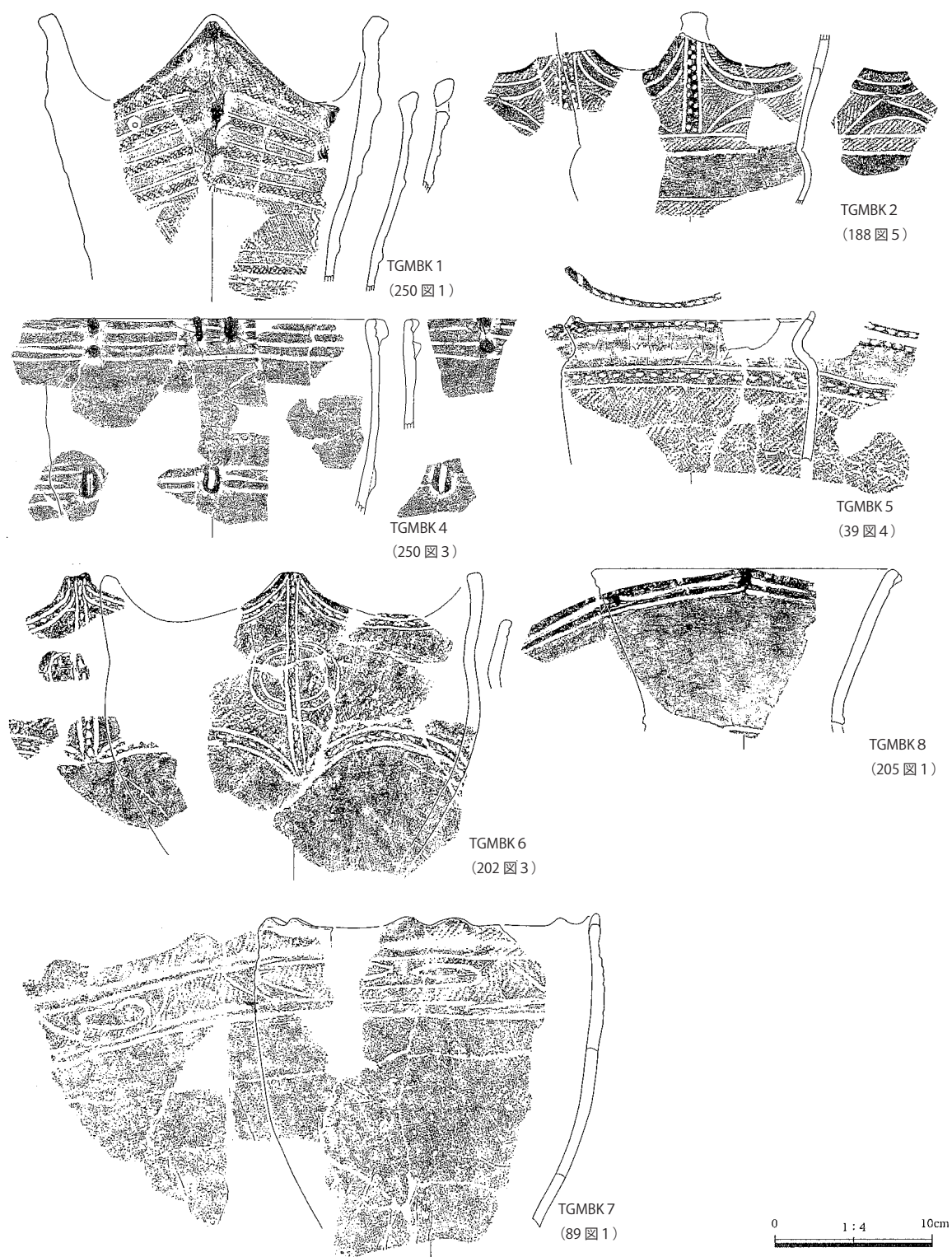
いずれにしても刈沼遺跡の調査及び報告は北関東地方における縄紋後晩期の様相把握解明に際して重要な位置を占めるものと考えており、今後さらに多方面からの検討が望まれるところである。

なお出土土器の整理では、包含層出土土器の内、住居跡の所在するグリッドの土器については、住居跡出土土器に準じる扱いで掲載している。報告では、覆土出土土器として扱った部分に加えて「S I ○○出土土器（○○グリッド）出土土器」のように表記している。同様に整理時において建物跡の可能性のあるピットの集中部分をピット群とし、この上位の包含層出土土器についても「ピット群○（○○グリッド）出土土器」として示した。ピット群自体は掘立柱建物跡の可能性と住居跡の柱穴群両者の可能性を考慮しての処理であり、ピットが多数あるものについては、複数の重複する建物跡群の可能性もある。いずれも、これら包含層出土土器が遺構に伴う可能性があると考えての処置であるが、遺構との関係は確実ではない点注意が必要である。遺構覆土内出土土器についても、殆どの遺構で時期幅のある複数型式が混在しており、遺構との帰属関係を明確に示しえる資料は殆どない。復元個体・大形破片の型式や分類別の比率などで住居跡の時期を推定したが、粗製土器・無文土器の占める割合が多い例もあり、判断が難しかった点記しておく。

また土器自体の特徴の点でも、南関東や東北南部例と異なる特徴の土器も多く、単純に編年比定できない資料も多い。無文土器・縄紋や条線のみのも同様に、付帯口縁＋撚糸紋施紋の「粗製土器」についても、当該地域における分析が不十分なこともあり、精製土器群との対比が難しい部分を残している。

土器様相についての、或いは個別の資料についての型式論的な検討が必要であると同時に、北関東後晩期資料の年代測定例は限られており、測定例の充実が望まれる状況と言える。その意味でも今回の追加報告を踏まえつつ、今後の研究の進展に期待したい。

なお出土土器の整理に際して、グリッド表記の変更を行っており、土器の注記では旧グリッドのままとなっている点、注意が必要である。



第 3 図 測定試料実測図

表 1 測定採取試料一覧

試料番号	出土区	部位	種類	時代	土器型式	備考
TGMBK-1a	イ 5 I 3 A (包含層北側ゾーン) 3 層No.22 250 図 1	胴部	内面	縄文後期	安行 1	小林 2017
TGMBK-2a	イ 4 J 1 P (Pit 群 4) 13 層 24 区 188 図 5	胴部	内面	縄文晩期	安行 3 c	小林 2017
TGMBK-2b	イ 4 J 1 P (Pit 群 4) 13 層 24 区 188 図 5	口縁	外面	縄文晩期	安行 3 c	小林 2017
TGMBK-4	イ 5 I 3 B (包含層北側ゾーン) 3 層No.25 第 250 図 3	口縁	外面	縄文後期	安行 1	新規
TGMBK-5	SI-2D 2 住 3 層 B 区 p2, 床下 3・4・6 層 B 区、床下 6 層 p5 39 図 4	口縁	内面	縄文晩期	大洞 C1	小林 2017
TGMBK-6	イ 4 J2 13 層 3 区No.68 ほか(Pit 群 6) 202 図 3	胴下 部	内面	縄文晩期	安行 3c	小林 2017
TGMBK-7	SI-5G 5 住 8 層 A 区, 9 層No.172、10 層 p6 など 第 89 図 1	口縁	内面	縄文晩期	大洞 C2	新規
TGMBK-8b	イ 4J2 14 層No.288 ほか (Pit 群 6) 205 図 1	口縁	外面	縄文晩期	大洞 A1	小林 2017
TGMBK-10	イ 1I6 N ベ 1 回目 N6 (SI03) 不掲載	口縁	内面	縄文晩期	大洞 B1	小林 2017
TGMBK-11	イ 0I4-5 No.39 (SI04) 不掲載	口縁	外面	縄文晩期	大洞 C1	小林 2017
TGMBK-12	イ 4 J0-19 23 区 (中央窪地) 不掲載	口縁	外面	縄文晩期	安行 3c 併行	小林 2017
TGMBK-13a	イ 5I9 No.106(SI01 に帰属か)	口縁	内面	縄文晩期	大洞 C2	新規
TGMBK-13b	イ 5I9 No.106(SI01 に帰属か)	口縁	外面	縄文晩期	大洞 C2	新規
TGMBK-14	イ 6I9-8 No.4 (SI14 に帰属か)	口縁	内面	縄文後期	瘤付	新規
TGMBK-15	2 区 E T-2 971001	口縁	内面	縄文後期	安行 1	新規
TGMBK-16	イ 6J1-E ベルト 4 回目No.88 (SI02) 不掲 載	口縁	外面	縄文晩期	安行 3b	小林 2017
TGMBK-17	イ 6J0-4 No.288 (SI14) 不掲載	口縁	内面	縄文後期	安行 2	小林 2017

2 分析試料

既に報告済みの測定試料(小林 2017)と、今回測定した試料をあわせ、測定対象試料の一覧を下記に提示する。
今回測定の資料

TGMBK-4: イ 5 I 3 グリッド出土土器で、包含層北側ゾーン出土土器として報告書第 250 図 3 に掲載している。図では径復元の個体として示しているが、接合自体はあまり思わしくなく、拓本資料を配置して復元している。瘤付第 2 段階＝安行 1 式期の資料で、口縁部に円形瘤の単位部分と縦長の安行式的瘤が交互に配される土器である。体部にも沈線＋瘤が描かれる。報告書 P288 に観察結果を示している。

TGMBK-7：S I O 5 出土土器として報告書第 89 図 1 に掲載し、観察は P101 に記述している。大洞 C 2 式の深鉢復元個体で、頸部に雲形文変化の文様が描かれている。雲形文の変容が著しく、検討が必要であるが、細別では大洞 C 2 式中段階と判断される。他にこの住居跡内からは前浦式の破片や付帯口縁の捺糸紋施紋の個体等が出土している。S I O 5 では晩期前半の資料など混在も認められるが、大洞 C 2 式の資料が目立っている。

TGMBK-13a：イ 5 I 9 グリッド出土土器で、本資料は未掲載資料である。このグリッド出土土器は S I O 1 に帰属する可能性があり、S I O 1 出土土器として掲載している（報告書第 31 ～ 36 図）。

資料は大洞系広口壺肩部分の雲形文文様部分と思われ、大洞 C 2 式古～中段階になろう。類する破片は第 36 図 6 などがある。S I O 1 やイ 5 I 9 出土土器はかなり時期幅があるものの、大洞 C 1 式～C 2 式中段階の資料がまとまっており、住居跡の時期もその範囲内と考えている。当該資料もこの範囲に含まれる資料となる。資料 7 との比較では概ね同じ細別段階かと思われるが、本資料の方が若干古い可能性もあり、詳細な検討が必要である。

TGMBK-14：イ 6 I 9 グリッド出土で、本資料も未掲載資料である。このグリッド出土土器は S I I 4 帰属の可能性を考慮してこの住居跡出土土器として扱っている（第 147 ～ 155 図）。

このグリッドでは安行 1 式から大洞 C 2 式まで複数型式の混在が著しいが、後期末～晩期初頭の復元個体も認められ（第 148 図 1,2,5 等）、破片資料においても瘤付系資料が比較的多いことは分類比率表（第 2 分冊第 10 章第 8 表）でも確認できる。これによれば、このグリッドでは安行 1・同 2 式が 16%、瘤付系が 27% を占めており、両者を併せた比率では後期の住居跡と判断した S I O 8 を除き、今回報告の住居跡出土資料中最も高い比率を示す。当該資料は頸部に左下がりの階段状入組文が描かれる瘤付第 4 段階と想定されるが、頸部体部を区画する部分に長細い刺突・点列が巡っており晩期初頭と捉える研究者もいるだろう。TGMBK10 でもこの文様は認められる。TGMBK17 の資料は安行 2 式の資料であるが、本例より若干古い可能性が高い。

TGMBK-15：注記によると＜2 区 E T-2＞出土だが、他の記録と照合できず、遺憾ながら、＜2 区 E T2＞が特定できない。トレンチ番号からは、1 次調査区の縄紋期集落-環状の包含層から窪地にかけての「盛土遺構」確認トレンチ（報告書第 14 図）の可能性が考えられよう。但し「2 区」の表現が 2 次調査区の可能性も残されており、この場合メインの集落跡部分以外からの出土になる。報告書第 254 図 11 に示した 2 区 E T-2 出土資料は後期後半の鉢と推定されるもので、本資料に伴う可能性もあるが、判断はできない。

本資料は安行 1 式平縁深鉢の口縁部で、隆起帯縄文と突起が特徴的である。口縁直下一段目の隆起帯上に円形の瘤が付されている点は、南関東安行 1 式には見られない特徴で、瘤付系との関係を示している。TGMBK4 の資料とは型式論的には概ね同じ細別段階と判断されよう。

既報告分の資料

TGMBK-1：イ 5 I 3 グリッド出土土器で、報告書第 250 図 1 に掲載している。このグリッド出土土器は、包含層の集落外縁北側ゾーン（報告書第 250、251 図）として扱っている。この区域では晩期中葉の資料も多いが、一定数後期安行式期の資料も認められる。

本資料は安行 1 式新段階の波状縁深鉢口頸部資料である。観察は報告書 P286 に記してある。4 単位と推定される波状口縁深鉢で、隆起帯縄紋による構成である。南関東安行 1 式典型例との類似を指摘できる。

TGMBK-2: イ 4 J 1 グリッド出土土器で、ピット群 4 扱いとして第 188 図 5 に掲載している。姥山Ⅱ式系の波状縁深鉢で、波状の単位は 5 または 6 単位と推定される。薄手で丁寧な作り、調整や色調など、東関東姥山Ⅱ式系土器との近似が観察される。体部の区画・縄紋帯など、若干新しい様相をうかがうことができ、詳細な検討が必要ではあるが、安行 3 c 式併行と捉えておく。

TGMBK-5: S I O 2 出土土器として第 39 図 4 に掲載している。刈沼類型とした深鉢形土器で、その中でも縄紋があることからやや古い様相を示しており（江原 2020）、大洞 C 1 式期に遡る資料と考えておく。この住居跡出土土器はやや時間幅がある資料群だが、第 39 図 1 の大洞 C 1 式鉢などが伴う可能性もある。

TGMBK-6: イ 4 J 2 グリッド出土土器で、報告書第 202 図 3 に掲載している。このグリッドは後期後半や晩期前半の資料も少数あるが、晩期中葉の資料が比較的多くまとまっているところで、更に大洞 A 1 式や「鳥屋式」「浮線文」の資料も認められるグリッドである。TGMBK-8 の資料もこのグリッド出土である。

当該資料は推定 4 単位の波状縁深鉢で、観察結果は報告書 P 238 に示している。口縁及び頸部の沈線＋列点による弧線帯での区画、波長部から垂下・縦に区画する部分に円文が描かれる点など、大きく捉えれば安行・姥山Ⅱ式系の構成でありながら、南関東では見られない特徴を有している。安行 3 c 式に対比しえるが、沈線の表出手法や質感をはじめ南関東安行 3 c 式とは著しい差異を観察できる。当該グリッド出土土器で概ね同じ時期の大洞系（第 202 図 6）、刈沼類型の古い部分（第 202 図 1,4）があり、更には無紋地だが近い文様構成の大形破片第 202 図 5 も出土しており、これらが本例に伴う可能性もあろう。

TGMBK-8: イ 4 J 2 グリッド出土土器で、ピット群 6 の中で扱い報告書第 205 図 1 として示している。TGMBK-6 の資料と同じグリッドであり、既述のように大洞 A 1 式の資料も目立つグリッドである。本例は当初後期後半の可能性も考えていたが、大洞 A 1 式期の資料と捉えている。平縁深鉢と想定されるものだが、典型例とは異なり、詳細な型式論的検討が必要である。

TGMBK-10: イ 1 I 6 グリッド出土で、このグリッド出土土器は、S I O 3 出土として扱っている（第 74 ～ 78 図）。報告書の写真図版中（第 2 分冊 P119）では TGMBK-10（第 205 図 1）とのキャプションが付されているが、当方のミス・校正漏れで、報告書本文中に本資料を図示掲載していない。当該グリッドの晩期初頭資料としては第 76 図 14 ～ 17 等に掲載がある。

大洞 B 1 式や同 B 2 式（及び安行 3 a 式）の深鉢口縁部文様としては低い山形状の突起下に三叉文が配される例（第 76 図 15 等）が一般的であるが、本例は弧線縄紋帯が配されその両側に三叉文（または三叉入組文）が描かれているようである。またこの施文域の下位に沈線＋列点が描かれているが、一般的に深鉢頸部体部境界の括れる位置に配されるこの列点帯がこの位置に描かれていることもやや珍しい。施文後の磨きは丁寧と観察され、この時期の南関東例や東北例と比べても大きな差異はない。詳細な検討が必要で判断難しいが、大洞 B 1 式と捉えておく。

TGMBK-11:イ0I4グリッド出土で、報告書ではS I 0 4出土土器として扱っているグリッドである。図は未掲載である。雲形文が浮彫手法で描かれており、大洞C1式の鉢・浅鉢と判断される。雲形文ネガ無文部分は削り取り状の磨きが顕著である。質感等も東北部大洞式と大きな差異は無いように観察される。

TGMBK-12:イ4J0グリッド出土土器で、報告書では中央窪地出土(報告書第244図)として扱っているグリッドである。本資料は図未掲載である。このグリッド出土土器は各型式混在しているが、大洞C2式～同A1式の出土が目立っている。本例は沈線+斜方向の点列(刺突)による帯状の構成が認められる平縁深鉢口縁部破片で、南関東で一般的な安行3c式とはいえないが、時期としてはこの型式に対比として良いと考える。

TGMBK-16:イ6J1グリッド出土土器で、報告書に図は未掲載である。このイ6J1グリッド出土土器はS I 0 2出土土器の中で扱っている(第45～60図)。安行1式～大洞C2式新段階まで認められ、復元個体も同様の時間幅内で複数型式が認められる。本例は平縁鉢(もしくは台付鉢)の口縁部破片でB突起に類する突起が認められる。安行3b式に比定できよう。

TGMBK-17:イ6J0グリッド出土土器である。このグリッド出土土器はS I 1 4出土土器(第156～174図)として扱っているが、本資料は図示掲載していない。このグリッド出土土器も安行1式から大洞A1式まであり、大形破片・径復元個体も概ね同じ時間幅が認められる。安行1式、同2式や瘤付第2～4段階の資料も比較的多い。

本資料は安行2式波状縁深鉢の口縁部破片で、隆起帯上刻み及び豚鼻状の瘤が特徴的である。検討が必要であるが、安行2式古段階としておく。このグリッドでは瘤付第3～4段階の良好な復元個体資料があり(第158図1～4)、また本例と同種の安行2式波状縁深鉢としては第164図16,20,21等の破片資料を掲載している。ちなみにこのグリッド出土土器においては、粗製土器においても紐線文系(貼付文系)の深鉢(第159図4,7,9)、同じく附点系(第159図1,3,5)の南関東系粗製土器に加え、瘤付系に伴う条線施紋の粗製深鉢(同図8)も出土している点は注意される。本遺跡における後期後半では、これら「精製土器」の安行系+瘤付系に「粗製土器」の紐線文系+条線系が組みあう組成と想定している。

3 新規試料の前処理、炭素精製およびグラファイト化

以下に今回新たに測定したTGMBK-4,7,13,14,15について前処理、グラファイト化、測定結果について記述する。

試料の前処理は2017年12月13日に小林謙一が国立歴史民俗博物館年代測定実験室でおこなった。有機溶媒による洗浄後、マニュアルでAAA処理をおこなった。まず、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、アセトン中で5分間の超音波洗浄を1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)処理として、酸処理では、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。アルカリ処理では一回目0.01M、二回目0.1M、三回目以降1Mの水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液を用いて、各60分の処理を、溶液に着色がほぼなくなるまで4

～6 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、試料を回収した。測定試料の前処理の結果は表 2 の通りである。

表 2 分析試料の前処理状況

試料名	処理量 mg	回収量 mg	回収率%
TGMBK_4	77	21.75	28.3
TGMBK_7	50	8.75	17.5
TGMBK_13a	47	4.60	9.8
TGMBK_13b	38	4.19	11.0
TGMBK_14	103	6.54	6.4
TGMBK_15	33	3.23	9.8

グラファイト化から AMS 測定は東京大学年代測定室に委託した。試料は、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°C で 6 時間加熱して実施した (Omori et al. 2017)。

表 3 グラファイト化の結果

資料名	グラファイト ID	グラファイト化率	グラファイト重量	Fe 重量	C/Fe 比
TGMBK_4	GR-6080	75.0%	0.90 mg	2.05 mg	0.439
TGMBK_7	GR-6081	74.1%	0.40 mg	1.90 mg	0.211
TGMBK_13a	GR-6082	82.4%	0.89 mg	1.98 mg	0.449
TGMBK_13b	GR-6083	---	0.15 mg	4.12 mg	0.036
TGMBK_14	GR-6084	39.0%	0.23 mg	1.95 mg	0.118
TGMBK_15	GR-6085	---	0.16 mg	3.84 mg	0.042

TGMBK_13b、TGMBK_15 については、燃焼後、炭素精製の際に確認された炭素量が 400 μ g 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 (大森ら 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。

4 AMS 測定結果

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、2018 年 7 月に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)。測定結果は以下の通りである。なお、既存の報告分 (小林 2017) についても掲載する。

表 4 放射性炭素年代測定の結果

試料名	測定機関 ID	^{14}C 年代 ^{14}C BP	補正用 $\delta^{13}\text{C}$	備考
TGMBK_4	TKA-19327	3181 ± 29	$-26.5 \pm 0.3 \text{ ‰}$	新規
TGMBK_7	TKA-19328	2789 ± 29	$-29.6 \pm 0.4 \text{ ‰}$	新規
TGMBK_13a	TKA-19329	2799 ± 28	$-27.4 \pm 0.5 \text{ ‰}$	新規
TGMBK_13b	TKA-19431	2717 ± 29	$-20.2 \pm 0.3 \text{ ‰}$	新規
TGMBK_14	TKA-19330	3119 ± 30	$-31.3 \pm 0.4 \text{ ‰}$	新規
TGMBK_15	TKA-19432	3139 ± 31	$-19.8 \pm 0.3 \text{ ‰}$	新規
TGMBK-1a	YU-4537	3231 ± 20	-26.07 ± 0.48	小林 2017
TGMBK-2a	YU-4538	3021 ± 21	-26.80 ± 0.54	小林 2017
TGMBK-2b	YU-4570	2967 ± 24	-20.88 ± 0.71	小林 2017
TGMBK-5	YU-4540	2904 ± 22	-23.95 ± 0.61	小林 2017
TGMBK-6	YU-4541	3053 ± 21	-24.87 ± 0.56	小林 2017
TGMBK-8b	YU-4568	2605 ± 22	-20.10 ± 0.55	小林 2017
TGMBK-10	YU-4536	3073 ± 27	-17.96 ± 0.85	小林 2017
TGMBK-11	YU-4542	2836 ± 21	-26.22 ± 0.55	小林 2017
TGMBK-12	YU-4569	2886 ± 23	-21.48 ± 0.69	小林 2017
TGMBK-16	YU-4543	3015 ± 21	-26.84 ± 0.55	小林 2017
TGMBK-17	YU-4571	3111 ± 23	-24.74 ± 0.66	小林 2017

^{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)	備考
TGMBK-4	3446 cal BP(27.4%)3424 cal BP 3408 cal BP(40.8%)3376 cal BP	3454 cal BP(95.4%)3360 cal BP	新規
TGMBK-7	2936 cal BP(68.3%)2852 cal BP	2962 cal BP(83.8%)2841 cal BP 2830 cal BP(11.6%)2785 cal BP	新規
TGMBK-13a	2940 cal BP(68.3%)2860 cal BP	2992 cal BP(0.9%)2984 cal BP 2965 cal BP(89.7%)2844 cal BP 2824 cal BP(4.9%)2791 cal BP	新規
TGMBK-13b	2847 cal BP(35.5%)2814 cal BP 2803 cal BP(32.8%)2773 cal BP	2863 cal BP(95.4%)2758 cal BP	新規
TGMBK-14	3380 cal BP(45.8%)3333 cal BP 3290 cal BP(22.5%)3263 cal BP	3440 cal BP(1.1%)3432 cal BP 3399 cal BP(94.3%)3240 cal BP	新規
TGMBK-15	3396 cal BP(59.7%)3340 cal BP 3285 cal BP(8.6%)3272 cal BP	3447 cal BP(78.1%)3326 cal BP 3296 cal BP(17.4%)3254 cal BP	新規

TGMBK-1a	3461 cal BP(29.4%)3442 cal BP 3430 cal BP(38.9%)3401 cal BP	3481 cal BP(95.4%)3391 cal BP	小林 2017
TGMBK-2a	3317 cal BP(6.8%)3307 cal BP 3241 cal BP(61.4%)3172 cal BP	3335 cal BP(20.1%)3288 cal BP 3265 cal BP(75.3%)3150 cal BP	小林 2017
TGMBK-2b	3172 cal BP(50.5%)3104 cal BP 3098 cal BP(17.8%)3075 cal BP	3218 cal BP(93.8%)3059 cal BP 3042 cal BP(0.9%)3032 cal BP 3015 cal BP(0.7%)3007 cal BP	小林 2017
TGMBK-5	3073 cal BP(63.2%)2995 cal BP 2978 cal BP(5.1%)2969 cal BP	3150 cal BP(15.6%)3091 cal BP 3081 cal BP(79.9%)2960 cal BP	小林 2017
TGMBK-6	3332 cal BP(34.9%)3290 cal BP 3260 cal BP(33.4%)3220 cal BP	3350 cal BP(92.6%)3207 cal BP 3193 cal BP(2.9%)3180 cal BP	小林 2017
TGMBK-8b	2754 cal BP(68.3%)2735 cal BP	2758 cal BP(95.4%)2725 cal BP	小林 2017
TGMBK-10	3347 cal BP(20.5%)3318 cal BP 3307 cal BP(47.8%)3241 cal BP	3365 cal BP(95.4%)3211 cal BP	小林 2017
TGMBK-11	2965 cal BP(45.5%)2919 cal BP 2907 cal BP(22.7%)2881 cal BP	3004 cal BP(95.4%)2865 cal BP	小林 2017
TGMBK-12	3060 cal BP(52.0%)2991 cal BP 2985 cal BP(16.3%)2965 cal BP	3142 cal BP(2.5%)3125 cal BP 3108 cal BP(1.9%)3095 cal BP 3078 cal BP(91.0%)2938 cal BP	小林 2017
TGMBK-16	3237 cal BP(68.3%)3168 cal BP	3332 cal BP(15.2%)3291 cal BP 3259 cal BP(78.5%)3147 cal BP 3121 cal BP(0.8%)3114 cal BP 3090 cal BP(1.0%)3082 cal BP	小林 2017
TGMBK-17	3370 cal BP(42.6%)3334 cal BP 3289 cal BP(25.6%)3265 cal BP	3388 cal BP(55.8%)3317 cal BP 3305 cal BP(39.9%)3245 cal BP	小林 2017

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。

5 EA-IRMS 測定結果

IRMS による安定同位体比および炭素・窒素の重量含有率の測定は、東京大学総合研究博物館年代測定室でおこなった。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。

測定結果は以下の通りである。なお、既存の報告分（小林 2017）についても掲載する。

表 6 安定同位体比・炭素量・窒素量

試料番号	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$	$\delta^{15}\text{N}\text{‰}$	窒素量%	炭素量%	C/N 比(mol 比)	備考
TGMBK-4	-26.7	7.3	39.4	1.9	23.7	新規
TGMBK-7	-25.9	15.0	9.5	0.4	29.5	新規
TGMBK-13a	-30.3	5.4	52.8	5.7	10.7	新規
TGMBK-14	-27.0	8.4	67.5	4.1	19.2	新規
TGMBK-1a	-24.9	7.1	58.1	6.55	10.3	小林 2017
TGMBK-2a	-26.3	5.67	58.2	5.45	12.5	小林 2017
TGMBK-2b	-26.6	7.44	9.68	0.397	28.4	小林 2017
TGMBK-5	-25.6	5.27	56.4	4.69	14.0	小林 2017
TGMBK-6	-26.3	8.46	54	6.36	9.9	小林 2017
TGMBK-8b	-25.8	9.68	38.6	3.96	11.4	小林 2017
TGMBK-11	-28.0	7.48	70.5	1.21	67.9	小林 2017
TGMBK-12	-27.8	6.42	30.3	0.593	59.6	小林 2017
TGMBK-16	-27.6	9.11	68.5	1.07	74.7	小林 2017
TGMBK-17	-27.3	6.5	57.3	4.24	15.8	小林 2017

以上の同位体比を見ると、 $\delta^{13}\text{C}$ は -24.9 ～ -30.3‰ の値であり、陸性の起源物質に由来する可能性が考えられる。 $\delta^{15}\text{N}$ は TGMBK-7 が 15.0‰ とやや高いが、他は 5.4 ～ 9.68 の値におさまリ、C/N 比は TGMBK-6 など、10 以下のやや窒素が多い資料が見られるが、多くは炭素の率が高い試料が多い。総じて、陸性の植物質、または陸性の動物質由来の起源物質が混在し炭化物であると想定される。前項でみた、同一個体の a: 内面（調理痕跡）と b: 外面（スス）を測定した TGMBK-2,12 において、内外面の炭素 14 年代値において、両者とも内面付着の試料 a のほうが 数十炭素 14 年古い傾向があるものの、概ね同一の年代値を示すことは、内面が調理物痕跡であるならば、その調理物に海洋リザーバー効果の影響が現れる要素が乏しい（海産物を少なくとも多くは含まない）ことを示唆していると捉えられる。

6 年代的 위치づけ

今回測定分の較正年代値を最も確率の高い範囲で示すと下記の様になる。なお、通常は較正年代の 1 の位は 5 または 10 年に切り上げ・切り下げして表記するので、以下ではそのように記載する。

TGMBK- 4 は安行 1 式（瘤付第 2 段階）→ 3455 cal BP(95.4%)3360 cal BP

TGMBK- 7 は大洞 C 2 式中段階→ 2960 cal BP(83.8%)2840 cal BP

TGMBK-13 は外面付着物の 13b の値より、大洞 C 2 式中段階→ 2865 cal BP(95.4%)2760 cal BP

TGMBK-14 は瘤付第 4 段階（安行 2 式新段階）→ 3400 cal BP(94.3%)3240 cal BP

TGMBK-15 は安行 1 式（瘤付第 2 段階）→ 3445 cal BP(78.1%)3325 cal BP

以下に既報告分の編年時期を整理しておく。

TGMBK-1：安行 1 式新段階

TGMBK-2：姥山 II 式系（安行 3 c 式期）

TGMBK-5：刈沼類型古段階（大洞 C 1 式期＝安行 3 c 式期）

TGMBK-6：北関東安行 3 c 式（安行 3 c 式期）

TGMBK-8：大洞 A 1 式

TGMBK-10：大洞 B 1 式（安行 3 a 式古段階）

TGMBK-11：大洞 C 1 式

TGMBK-12：北関東安行 3 c 式（安行 3 c 式期）

TGMBK-16：安行 3 b 式

TGMBK-17：安行 2 式古段階（瘤付第 3 段階併行）

というようになろう。

今回測定分の年代値を比定される土器型式順に整理してみた場合、型式論的な判断と測定値とはおおむね整合的であるように思われる。しかしながら、細かい年代を検討していくとなると、炭素 14 年代値は、過去の大気中の ^{14}C 濃度の変動による補正をおこなうため、年輪年代と対比させた較正年代をベイズ統計による確率密度分布でみる必要がある。以下に土器型式別に較正年代を検討する。以下では、有効範囲 2σ (95.4%) を用い、cal BP (1950 年起点) で、計算値の 1 位の数値を 5 また 10 年に丸めた年代値で記載する。なお、当該時期は、IntCal13 と IntCal20 では結果的に較正年代値が大きく異なることはない。以下、型式別の推定年代は、小林 2019 による。

安行 1 式期に併行すると考えられる TGMBK-1a、4、15 は、TGMBK-1a がやや古く 3480 cal BP(95.4%)3390 cal BP に含まれる年代、TGMBK-4 は較正年代ではおおよそ重なる 3455 cal BP(95.4%)3360 cal BP、同じく TGMBK-15 は 3445 cal BP(78.1%)3325 cal BP または 3295 cal BP(17.4%)3255 cal BP とやや新しい。おおよそ、3450 ～ 3320cal BP ころにおいて共通した年代幅を示す。小林 (2019) によるこれまでの測定例からの型式別の推定年代での、後期安行式土器の推定年代 3370 ～ 3220cal BP と比べると、TGMBK-4、15 は含まれるが、最も古い TGMBK-1a はむしろ前時期の曾谷式期（推定年代で 3420 ～ 3370cal BP）に対比される年代を示す。

安行 2 式期に対比される TGMBK-14、17 はおおよそ同一年代値で、それぞれ 3400 cal BP(94.3%)3240 cal BP、3390 cal BP(55.8%)3315 cal BP・3305 cal BP(39.9%)3245 cal BP に含まれる年代で、上記の後期安行期の推定年代と概ね合致する年代を示す。

晩期初頭大洞 B 式（推定年代 3220 ～ 3100cal BP）に対比される TGMBK-10 は 3365 cal BP(95.4%)3210 cal BP に含まれる較正年代で、やや古いもののもっとも新しい 3210cal BP に近いとみれば大洞 B 式の古い段階に比されるものと見ることができよう。

晩期前葉安行 3b 式（推定年代 3130 ～ 3065cal BP）に属する TGMBK-16 は 3260 cal BP(78.5%)3145 cal BP とやや古い較正年代の確率が最も高い。しかし、TGMBK-16 もわずかの確率ながら 3120 cal BP(0.8%)3115 cal BP・3090 cal BP(1.0%)3080 cal BP の較正年代にあたる可能性もあり、安行 3b 式の較正年代と合致する可能性は考えられる。

晩期中葉大洞 C1 式期（推定年代 2990 ～ 2880cal BP）に比定される例では、相対的に古い年代値を示した安行 3c 式期比定の TGMBK-2、TGMBK-6、それに対してやや新しい年代値を示した大洞 C1 式相当の TGMBK-5、11、安行 3c 併行と評価される TGMBK-12 の、2 つの年代を示す測定例に測定された年代の上では分かれる。前者のやや古い TGMBK-6 は、3350 cal BP(92.6%)3205 cal BP と晩期前葉に比される古い年代値である。TGMBK-2ab（海洋リザーバー効果の影響を考慮する必要が低いスズ由来と考えられる外側付

着物の 2b に代表させる) は 3220 cal BP(93.8%)3060cal BP と後半の年代幅とみれば安行 3b 式期の推定年代である。一方で、相対的に新しい TGMBK-5、11、12 では、5 は 3080 cal BP(79.9%)2960 cal BP、11 は 3005 cal BP(95.4%)2865 cal BP、12 は 3080 cal BP(91.0%)2940 cal BP に含まれる年代で、晩期大洞 C1 式または安行 3c 式(推定年代 3065 ~ 2895cal BP)に含まれる年代値であり、概ね整合的と言える。

大洞 C2 式期(推定年代 2880 ~ 2680cal BP)に比定される TGMBK-7、13ab は、おおよそ同じ年代値で、較正年代では、7 は 2960 cal BP(83.8%)2840 cal BP、13b は 2865cal BP(95.4%)2760 cal BP に含まれる較正年代で、ともに大洞 C2 式期の古い段階に対比可能である。

もっとも新しい大洞 A 式(推定年代 2680 ~ 2460cal BP)に対比される TGMBK-8b は、2760 cal BP(95.4%)2725 cal BP の較正年代で、大洞 A 式の推定年代よりも数十年古い年代で、大洞 C2 式新时期に相当する年代である。

以上、土器型式の序列とは矛盾しない結果であるが、いくつか比定される土器型式よりも数十年程度古い年代を示す例が散見された。安定同位体比などでは、ほとんど陸性植物質食料が主であることが示され得るが、窒素同位体がやや高い内面付着物を中心にやや古い年代を示す例があることは、魚など海産物を一定量混和させた内容物を調理したお焦げである可能性が示されていると言えよう。

内陸部に位置する集落遺跡において、後期後葉から晩期の年代測定例を重ねられたことは意義深い。土器型式毎の推定年代を高精度化するためにも、土器型式比定の確実な試料の測定を進めるとともに、付着物の由来(小林 2022)についても検討を重ねていく必要があるといえる。

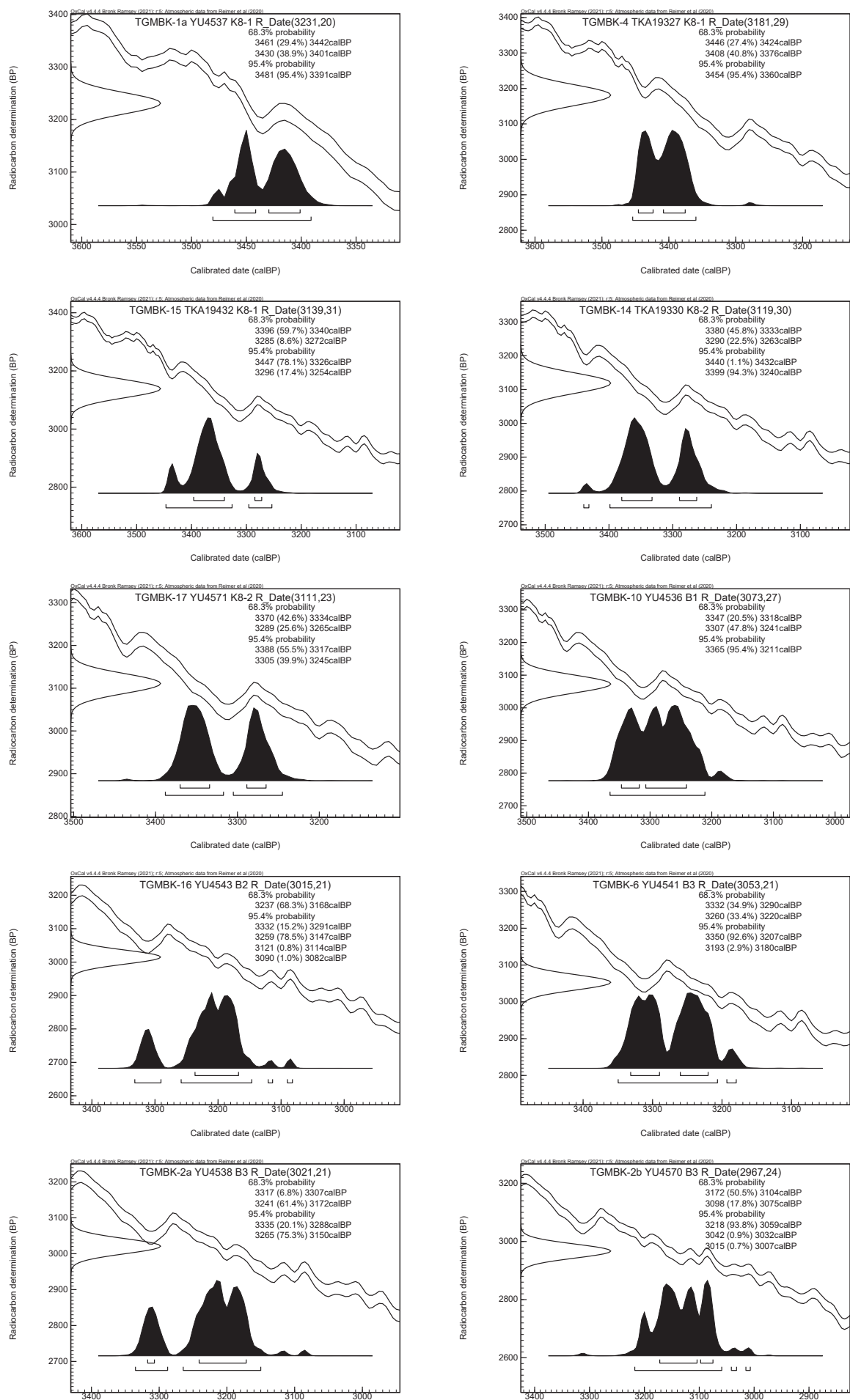
【謝辞】

宇都宮市教育委員会、栃木県埋蔵文化財センターの協力により年代測定をおこなった。測定は、日本学術振興会科学研究費助成基盤研究(B)「炭素 14 年代測定による縄紋文化の枠組みの再構築 - 環境変動と文化変化の実年代体系化」(課題番号 25284153, 研究代表小林謙一, 平成 25 ~ 29 年度)、2018 年度日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤 B)「東アジア新石器文化の実年代体系化による環境変動と生業・社会変化過程の解明」(研究代表者小林謙一 課題番号 18H00744)、2021 年度学術変革領域研究(A)計画研究 B02 班「土器型式と栽培植物の高精度年代体系構築」(研究代表小林謙一 領域番号 20H05814)の経費による。試料の利用においては、宇都宮市教育委員会今平利幸、栃木県埋蔵文化財センター塚本師也、試料前処理には国立歴史民俗博物館坂本稔、箱崎真隆、山本里絵、AMS・IRMS 測定には東京大学ほか各氏の教示・協力を戴いた。

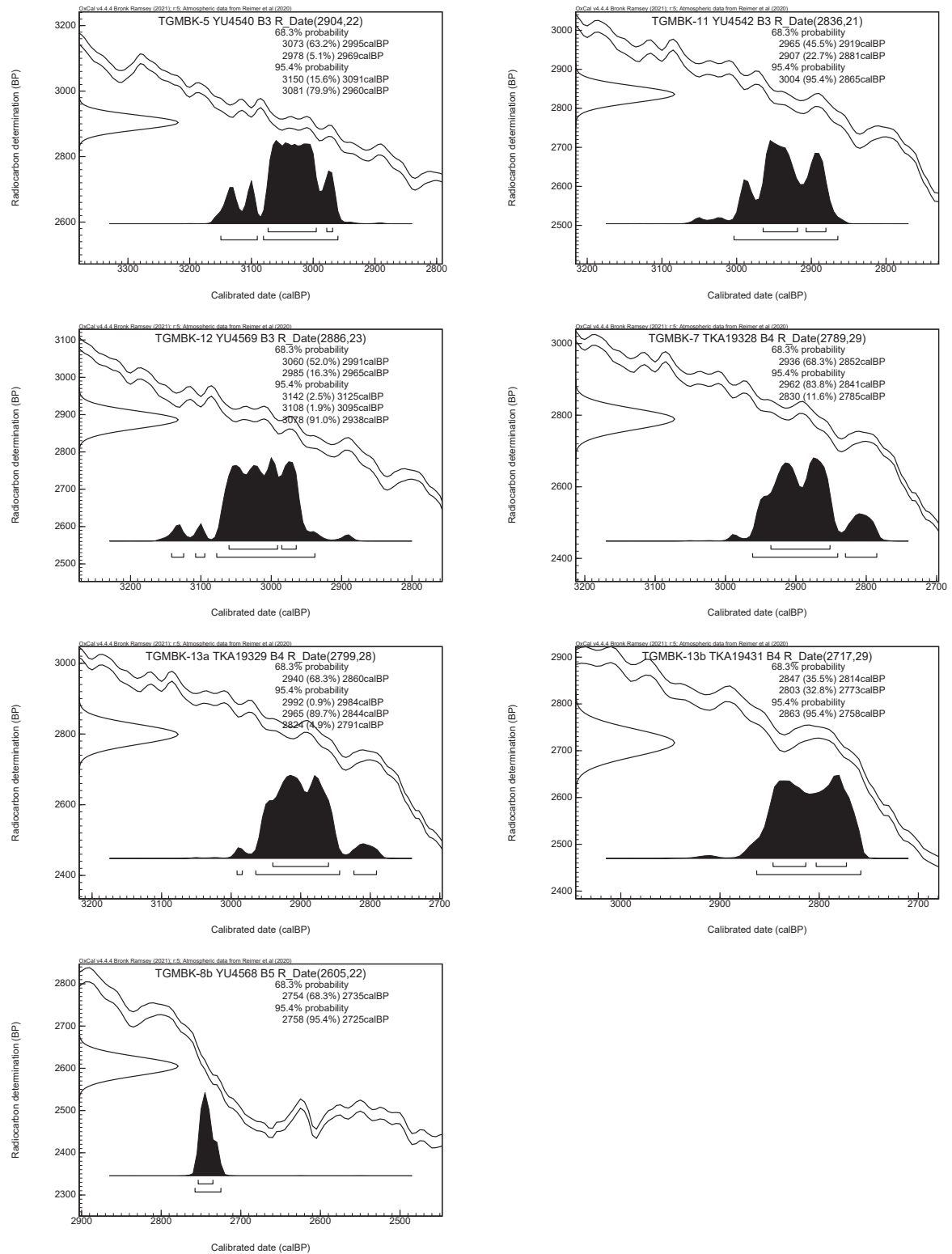
【引用文献】

- 江原英 2017『刈沼遺跡・刈沼向原遺跡』栃木県埋蔵文化財調査報告第 388 集 栃木県教育委員会・公益財団法人とちぎ未来づくり財団
- 江原英 2020「宇都宮市刈沼遺跡の土器様相と晩期中葉『刈沼類型』の存在状態についての覚書ー北関東における縄紋後晩期遺跡の研究 1ー」『地域考古学』5
- 大森貴之、山崎孔平、梶澤貴行、板橋悠、尾畠大真、米田稯(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』
- 小林謙一 2017「刈沼遺跡出土試料の ^{14}C 年代測定と較正年代」『刈沼遺跡・刈沼向原遺跡』栃木県埋蔵文化財調査報告書 第 388 集 栃木県教育委員会・公益財団法人とちぎ未来づくり財団
- 小林謙一 2019『縄紋時代の実年代講座』同成社
- 小林謙一 2022「縄紋時代後期土器付着物の同位体比の検討」『紀要』史学第 67 号(第 291 号), 中央大学文学部
- 下野考古学研究会 1987「刈沼遺跡第一冊ー刈沼遺跡一次調査 A 地点調査報告」『下野考古学』8
- 下野考古学研究会 1992「刈沼遺跡第六冊ー刈沼遺跡二次調査 E 地点調査報告」『下野考古学』17

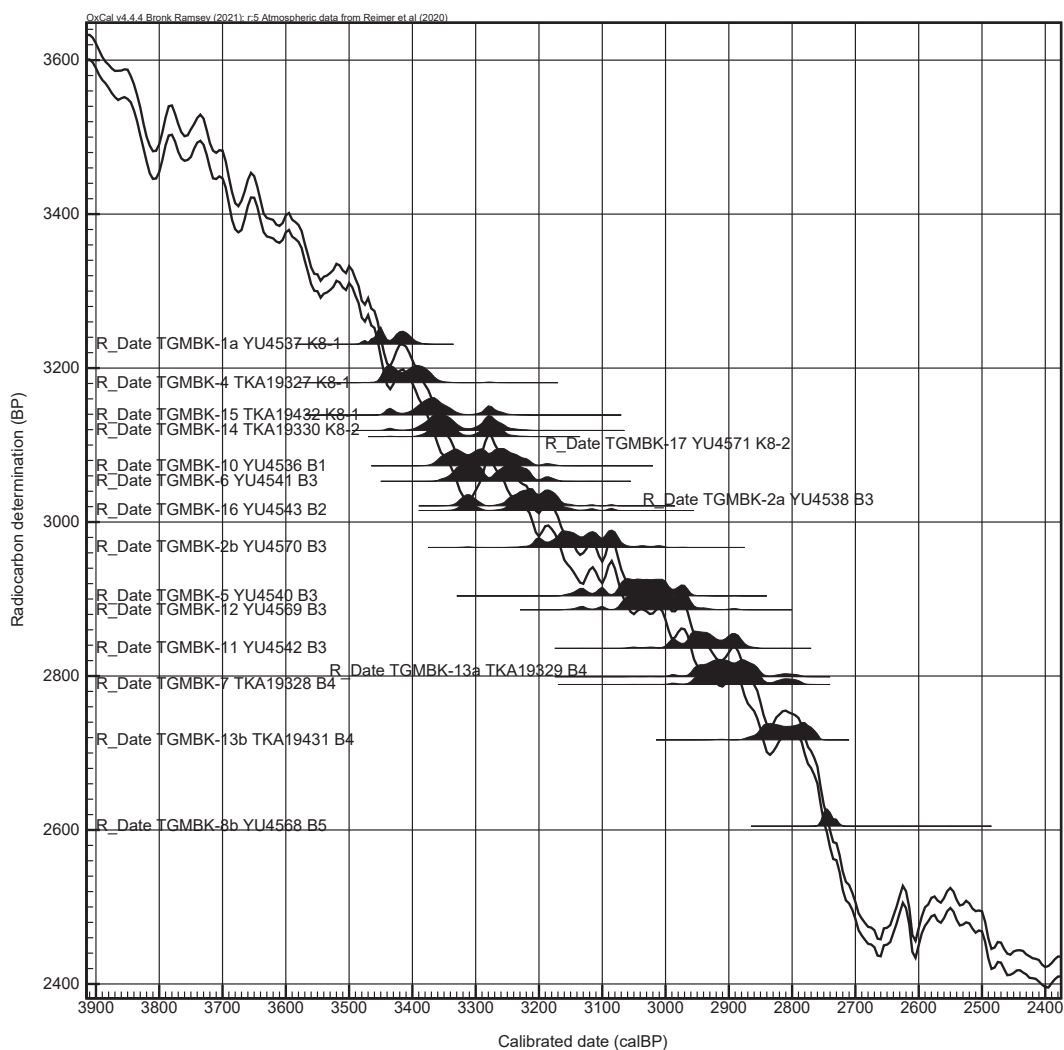
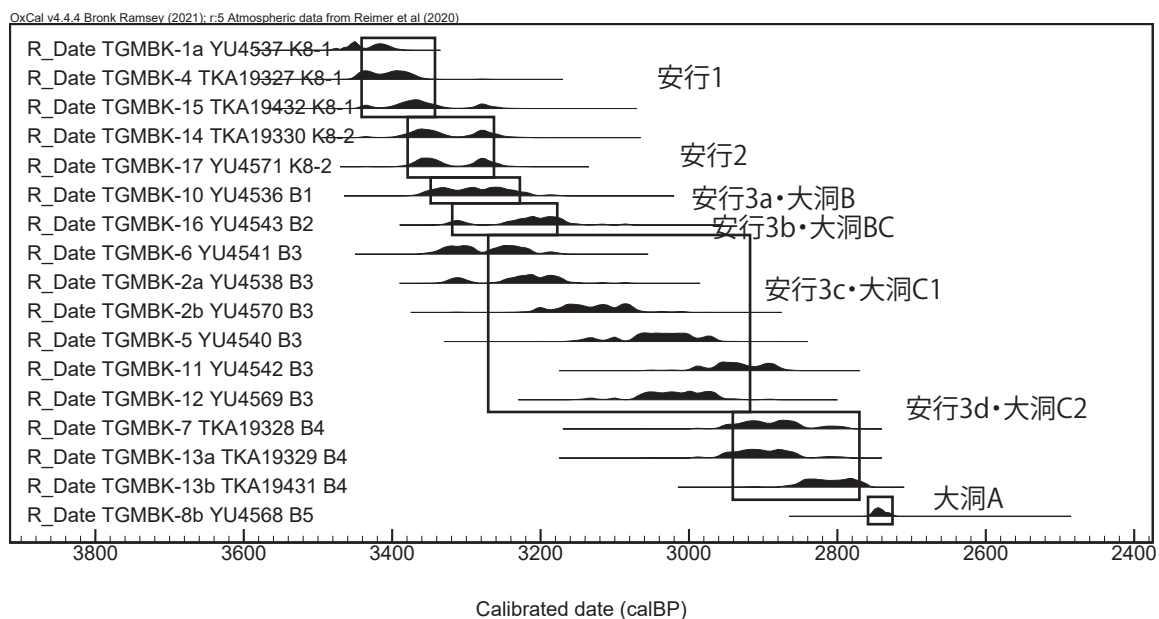
- 下野考古学研究会 2013 「刈沼遺跡第 13 冊－刈沼遺跡四次調査 E 地点調査考察・第三次調査報告」『下野考古学』33
- Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon* 51(4), 337-360.
- Omori, T., Yamazaki, K., Itahashi, Y., Ozaki, H., Yoneda, M., (2017) Development of a simple automated graphitization system for radiocarbon dating at the University of Tokyo. The 14th International Conference on Accelerator Mass Spectrometry.
- Reimer, P.J., E. Bard, A. Bayliss, J.W. Beck, P.G. Blackwell, C. Bronk Ramsey, C.E. Buck, H. Cheng, R.L. Edwards, M. Friedrich, P.M. Grootes, T.P. Guilderson, H. Haflidason, I. Hajdas, C. Hatte, T.J. Heaton, D.L. Hoffmann, A.G. Hogg, K.A. Hughen, K.F. Kaiser, B. Kromer, S.W. Manning, M. Niu, R.W. Reimer, D.A. Richards, E.M. Scott, J.R. Southon, R.A. Staff, C.S.M. Turney, and J. van der Plicht (2013). IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 55(4), 1869-1887.
- 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., J. Pearson, C. 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.
- Stuiver., M., and H.A. Polach (1977). Discussion: Reporting of ^{14}C data. *Radiocarbon* 19(3), 355-363.



第4図 刈沼遺跡土器付着物の較正年代確率密度分布 (IntCal20) (1)



第 5 図 刈沼遺跡土器付着物の較正年代確率密度分布 (IntCal20) (2)





TGMBK-1a



TGMBK-1a内面



TGMBK-2



TGMBK-2内面



TGMBK-6



TGMBK-6内面

写真図版 (1)



TGMBK-5



TGMBK-5内面



TGMBK-8



TGMBK-11



TGMBK-10



TGMBK-10内面



TGMBK-4



TGMBK-4

写真図版 (2)



TGMBK-12



TGMBK-16



TGMBK-17



TGMBK-17内面



TGMBK-7



TGMBK-13



TGMBK-14



TGMBK-15

写真図版 (3)