

IntCal20 を用いた炭素 14 年代測定値の再較正 (2)

—三浦半島の弥生時代を対象として—

白石哲也*・中村賢太郎**・野内秀明***

Recalibration of carbon-14 dating values and pottery type dating
using IntCal20

—The Yayoi Period in the Miura Peninsula—

SHIROISHI Tetsuya, NAKAMURA Kentaro, YANAI Hideaki

2020 年に Intcal20 が発表された。筆者らは、2016 年に三浦半島の弥生時代の炭素 14 年代に対して Intcal13 を用いた暦年較正を実施しており、今回は Intcal20 を用いて改めて暦年較正を行った。さらに、ベイズ統計を用いた分析も実施した。その結果、宮ノ台式土器の終わりの年代が、従来よりも遡る可能性が示唆された。

Intcal20 was published in 2020. In 2016, the authors conducted calendar year calibration using Intcal13 for the carbon-14 age of the Yayoi period in the Miura Peninsula, and in this study, we conducted another calendar year calibration using Intcal20. In addition, Bayesian statistical analysis was conducted. As a result, it was suggested that the end of the Miyanodai pottery may be dated earlier than before.

* 山形大学 Yamagata University, 990-8560, 1-4-12 Kojirakawamachi, Yamagata, Japan

** (株) パレオ・ラボ／同志社大学文化遺産情報科学調査研究センター 501-6264, Paleo Labo Co., Ltd. 5-62, Shima, Ogumacho, Hashima city, Gifu, Japan / CKSCH, Doshisha University, 610-0394, 1-3, Tataramiyakodani, Kyotanabe, Kyoto, Japan

*** 横須賀市教育委員会 Yokosuka City Board of Education Lifelong Learning Division

原稿受付 2021 年 12 月 21 日 横須賀市 博物館業績 第 768 号

Key Word: Radiocarbon Dating, Yayoi Period, Calibration Curve, Intcal20, Miura Peninsula

キーワード: 炭素 14 年代, 弥生時代, 較正曲線, IntCal20, 三浦半島

はじめに

以前、筆者らは、三浦半島における弥生時代の炭素 14 年代測定値を集成し、それらを較正曲線 IntCal13 及び Marine13 を使って再較正を実施した（白石・中村・野内 2016）。その結果、その当時としては、精度の高い暦年較正データを提示できたと考えている。その目的は、それまでに測定されてきた炭素 14 年代測定値を改めて現在の視点から見直したうえで、今後の調査等に活用できるようにし、三浦半島における炭素 14 年代値に基づく弥生時代の暦年代観構築を目指したことにあつた。

2000 年代のはじめに、国立歴史民俗博物館による科学研究費補助金『縄文時代・弥生時代の高精度年代体系の構築』（課題番号 13308009）を用いた全国的な炭素 14 年代測定の実施によって、日本列島における縄文時代・弥生時代の大枠としての理化学年代値が得られた（春成・今村 2004、西本 2009）。一方で、各地域での体系的な整理までは追いついていない状況にあつた。そこで、筆者らは三浦半島を中心とした縄文・弥生の暦年較正データベースの作成を行うことにした。

筆者らが提出した前稿から、すでに 4 年が経過し、2020 年夏に較正曲線 IntCal20 が発表された（Reimer et al., 2020）。較正曲線それ自体は、数年おきに改訂されるが、今回の改訂では、はじめて日本列島産樹木年輪のデータが採用されたことが大きな話題となった。従来、紀元後 1 世紀から後 3 世紀では、欧米産樹木に比べ、日本列島産樹木が数十年～100 年程度古い炭素 14 年代を示すことが指摘されていた（尾寄 2009）。今回、IntCal20 に日本列島産樹木年輪のデータが採用されたことで、紀元後 1 世紀から後 3 世紀に該当する弥生時代後期および古墳時代初頭においては、より確からしい較正年代を求められるようになった。

そこで、本稿では較正曲線 IntCal20 を用いて改めて炭素 14 年代の再較正を行い、特に紀元後 1 世紀から紀元後 3 世紀のデータの見直しを進めることにした。また、前稿では土器型式の年代範囲についての検討を行ったものの、各試料の年代幅が大きかったために範囲を絞り込むことができず不十分に終わってしまった。そこで、今回は較正用プログラム OxCal 4.4online に搭載された統計手法であるベイズ統計を用いることで、あらためて年代範囲の絞り込みも試みた。

1. IntCal20 による再較正の方法

本稿では、前稿で報告したデータをもとに再較正を実施する。ただし、海洋リザーバー効果の影響が想定される貝類については、検討の結果、今回は実施しないことにした（注 1）。

暦年較正の方法は、較正用プログラム OxCal 4.4 online (図 1) を使用して、計算値として得られた炭素 14 年代値を入力し、暦年較正結果を出力する。用いた較正曲線は、炭化材や種実など陸産物を対象とする IntCal20 を使用した。各試料の情報と炭素 14 年代値、較正年代は表 1 に示した。なお、参考として前稿で提示した IntCal13 による較正年代も掲載している (表 1・図 3)。IntCal13 と IntCal20 の比較結果は図 4 に示した。

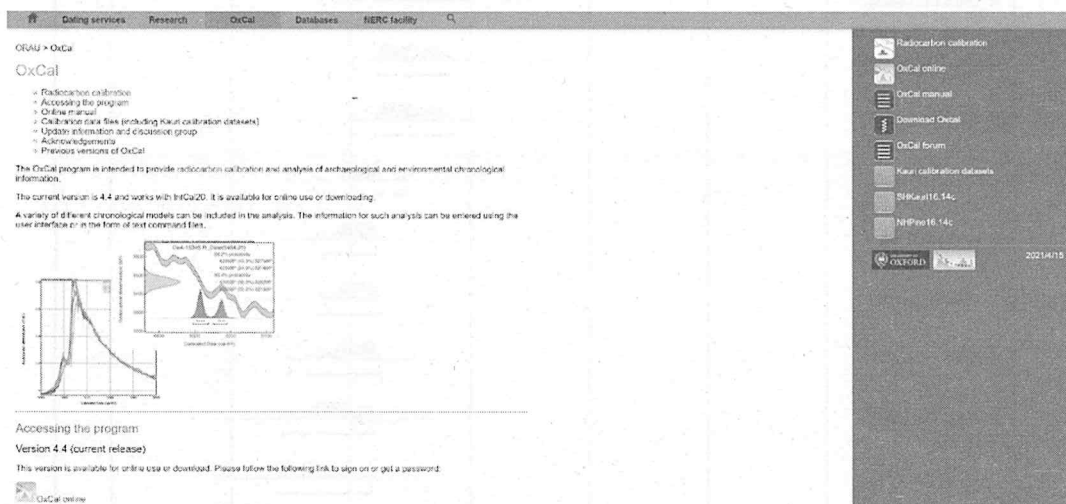


図1 OxCal online の画面 (<https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal.html> 2021年12月1日参照)

2. IntCal20 のよる再較正

図 2 は再較正した結果である。まず弥生時代前期末の資料としては、桜山うつき野遺跡包含層から出土した土器が対象となる。土器の型式は、文様として沈線で施文された変形工字文と波状文が併存しており、おそらく谷口壠の矢頭式の範疇に収まるものと思われる (谷口 2003)。付着炭化物は BC400 年前後の較正年代を示しており、IntCal13 とほぼ変わらない結果が出力された。この時期は、ハルシュタット・プラトー (およそ紀元前 800 年から前 400 年) に対応しており、暦年較正によって示される暦年代は誤差数百年の幅に広がる点に注意したい。実際、桜山うつき野遺跡の試料もおおよそ紀元前 5 世紀前半～前 3 世紀後半の範囲で示されている。

三浦半島では、次段階の弥生時代中期前葉から中期中葉の測定試料を欠いており、前期末以後は弥生時代中期後葉の宮ノ台式まで下る。この時期の試料としては、三浦市赤坂遺跡出土の炭化材を測定した 6 点がある。これらの炭化材は、住居跡床面

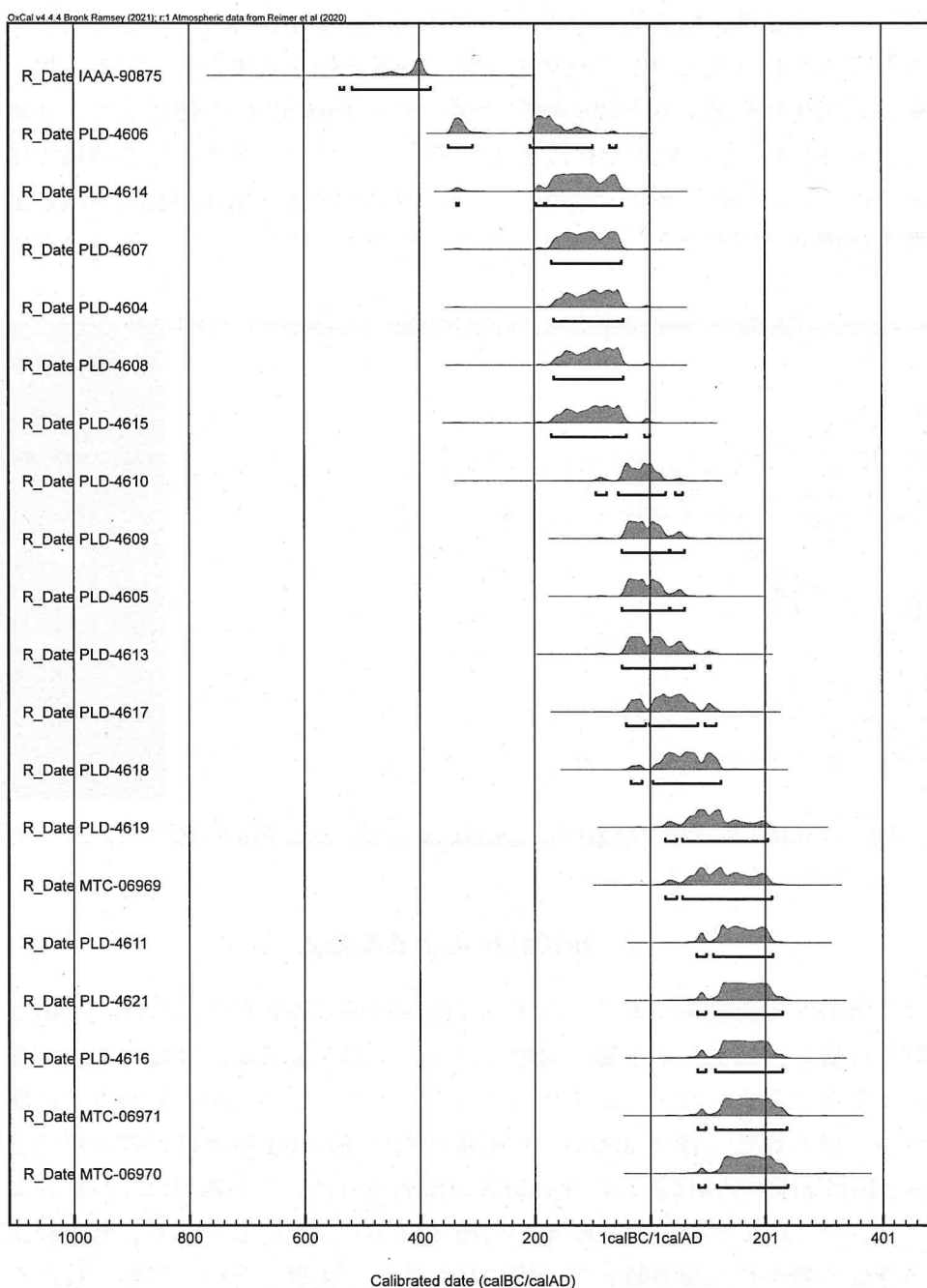


図 2 IntCal20 による暦年較正の結果

やピットから出土しており、年代を抑える上で層位的に確かなものが多く、共伴資料からいずれも宮ノ台式の段階と考えて良い。暦年較正の結果は、3 次調査出土炭

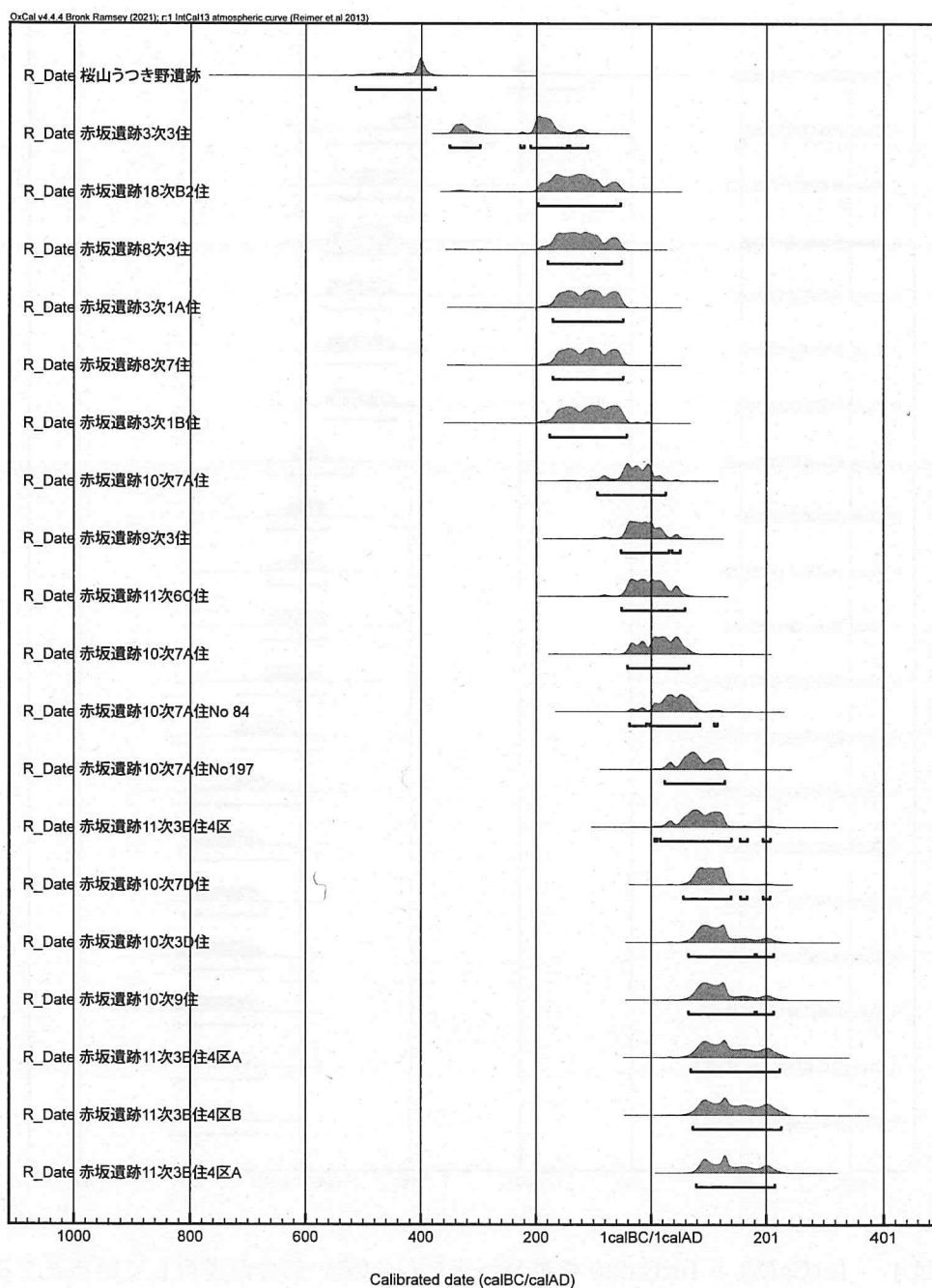


図 3 IntCal13 による暦年較正の結果

化材 (PLD_4605) が BC1 世紀前後とやや新しい年代を示すものの、その他は紀元前 2～前 1 世紀を中心とする (図 2)。なお、弥生時代前期末と同様、IntCal13

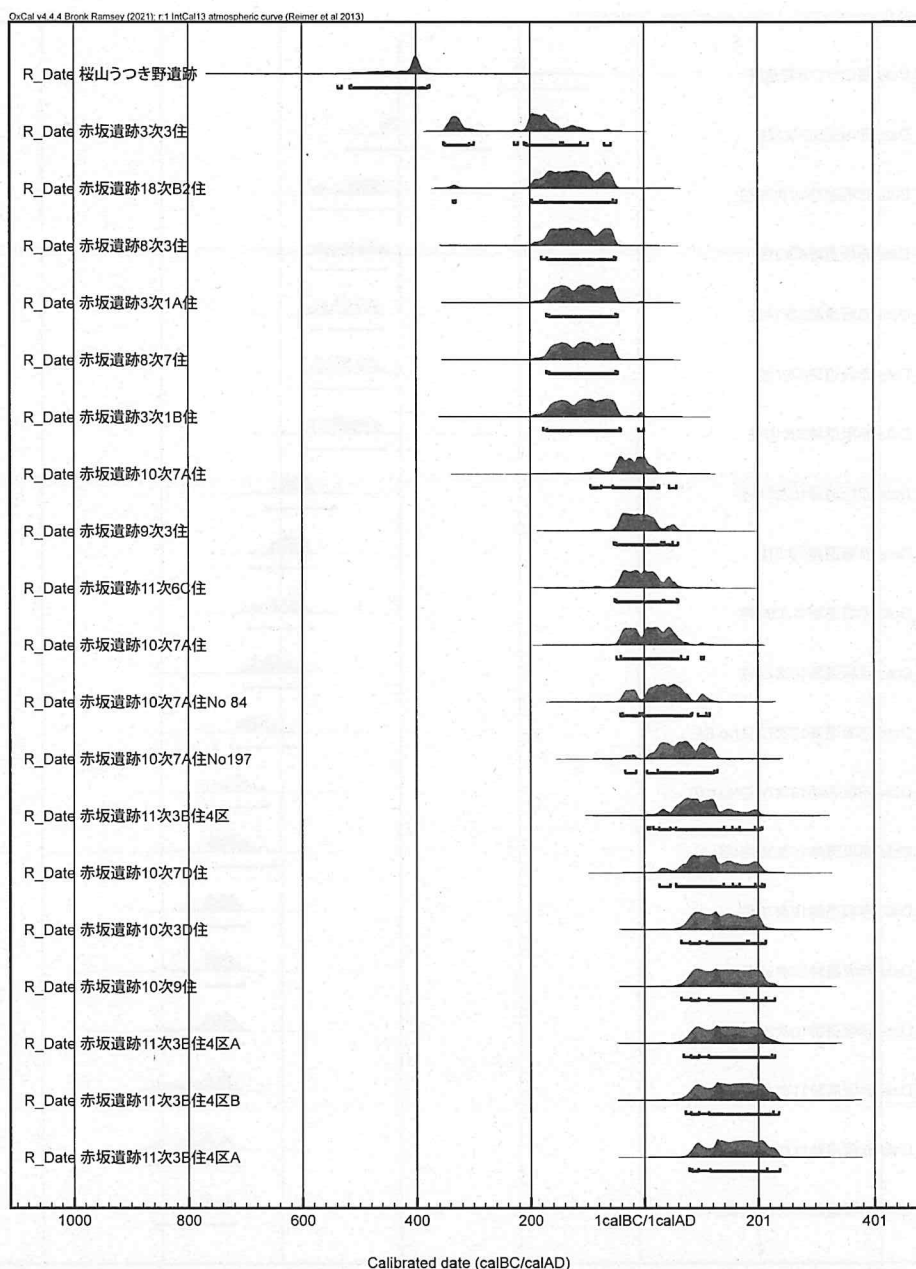


図4 IntCal13 と IntCal20 を重ねさせたもの(濃い部分が重複しているところ)

の結果と比べ、IntCal20の方が若干新しめの値が出ている。

次の弥生時代後期では、赤坂遺跡から出土した久ヶ原式に伴う炭化材や種実の¹⁴C年代測定例13点を較正した(注2)。これら久ヶ原式に伴う試料の較正年代は、紀元前1世紀半ば～後2世紀を中心とする。IntCal13で較正した時に比べると、宮

ノ台式と同じく新しめの値が出ており、試料にもよるが 20～40 年ほど時期が下るようである。やはり、日本産年輪樹木を用いた結果が出ているのであろう。

3. ベイズ統計を用いた絞り込み

ここでは今回得られた較正年代について、ベイズ統計を用いることで年代範囲の絞り込みを行うことにした（図 5）。ベイズ統計は、ベイズの定理を用いて較正年代を確率関数として扱い、事後確率（較正年代）を求めるものである。たとえば、編年された土器群に伴う年代を扱う場合には、年代測定結果の持つ確率を、土器の新旧関係という条件に合わせて、条件付きの確率を求め、年代を絞り込んでいく。実際の作業としては、IntCal20 で較正した年代を OxCal 4.4 online 上でベイズ統計を行い、結果を出力している。用いたコマンドは、`phase` である。（注 1）

実際に分析を行ったところ、宮ノ台式ではモデル年代として確立分布の高いところで約 210cal BC～約 40 cal BC の範囲の値が得られた。今回、測定した試料中には宮ノ台式でも中頃から後半のものが多いため、この結果を即座に宮ノ台式全体の年代範囲とすることはできない点には注意したいが、今後の指針となり得るデータと考える。

宮ノ台式と久ヶ原式の境界について、前稿において中村は、「久ヶ原式の較正年代の分布は、紀元前 1 世紀後半頃において、宮ノ台式の較正年代の分布と重複しており、弥生時代中期と後期の境が紀元前 1 世紀後半にある可能性を示唆している。」と指摘した。今回の再較正およびベイズ統計の結果でも、同じく紀元前 1 世紀後半に中期と後期の境界があると考えられる結果となった。近年、高橋健（2021）は、横浜市域の年代を再検討するなかで、宮ノ台式と久ヶ原式の境界に関して、従来の年代観よりも遡る可能性を示しており、今回、それを支持する結果となった。

また、久ヶ原式における分析結果を確認すると、今回の試料では久ヶ原式の年代範囲は約 40 cal BC～約 220 cal AD の範囲に収まるようである。PLD-4615 は年代としては古すぎるため、検証が必要であるが、先ほどの宮ノ台式の結果と照合すると、宮ノ台式（中期）と久ヶ原式（後期）の境界が紀元前 1 世紀後半というのは、妥当性が高そうである。ただし、今回の試料における久ヶ原式の範囲については、試料に伴う出土土器の型式学的な観点から久ヶ原式Ⅰ式古段階から久ヶ原Ⅱ式新段階（安藤 2017）が範囲となり、年代範囲としては久ヶ原Ⅲ式の年代が欠けていることを付け加えておく。

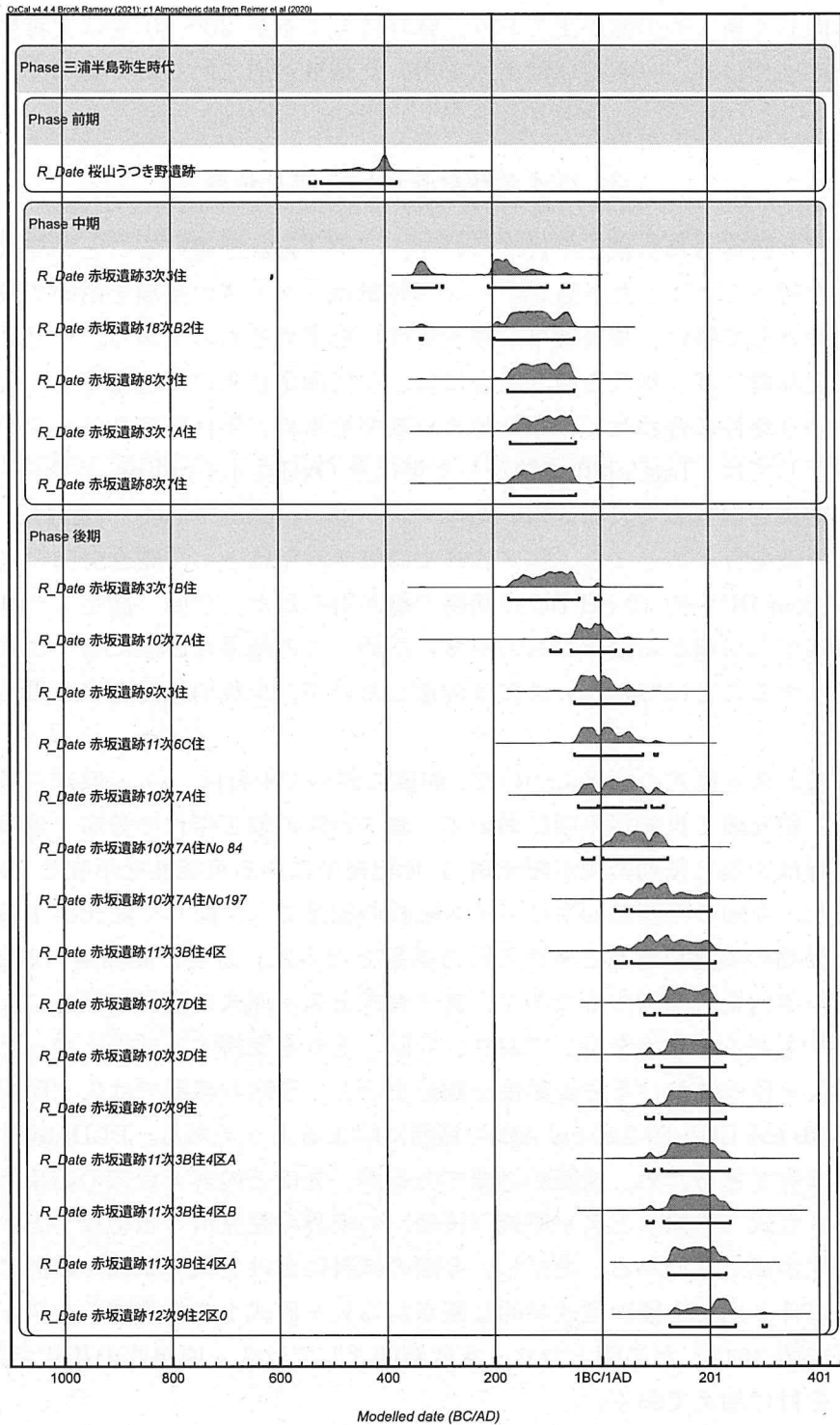


図 5 ベイズ統計の結果

おわりに

ここまでの結果を踏まえると、三浦半島における弥生時代の炭素 14 年代測定値は、弥生時代前期、弥生時代中期初頭から宮ノ台式前半、久ヶ原Ⅲ式の範囲で十分なデータを得ることが出来ていないことが見えてきた。今後の課題としては、空白時代のデータを埋めるために、炭素 14 年代の測定値を蓄積していくことが挙げられる。

一方で、今回、改訂された較正曲線 IntCal20 での再較正およびベイズ統計を実施したことで、前稿よりもより精度の高い年代値を得ることができた。上述したように、新たな測定データを増やしていくことを進めつつ、常に既存データを見直していくことも重要である。加えて、通時的な観点から縄文時代についても検証を進めていく。

謝辞

本稿を草するにあたり、以下の方々にお世話になった。末筆ながら感謝申し上げます。

伊藤茂氏（株パレオ・ラボ）、大森貴之氏（東京大学）、高橋健氏（横浜ユーラシア文化館）

本研究は、科学研究費補助金若手研究（課題研究番号: 20K13229「弥生人と魚食文化—米と魚の食卓の始まりを探る—」研究代表：白石哲也）の研究成果の一部を含む。

注

- 1 対象となる試料は、歌舞島 B 遺跡と猿島洞穴遺跡から出土している 10 点である。ただし、統計検定試料の基準を揃えるため、ゆらぎの大きい貝類についてはベイズ推定の対象からは外すことにした。
- 2 前稿でも指摘した通り、矢ノ津坂遺跡の炭素 14 年代測定例は、炭化材の部位が内側の年輪である可能性や古木の転用などの古木効果なども想定されたことから、歌舞島 B 遺跡や猿島洞穴遺跡同様に、今回の検討から除外した。
- 3 ベイズ統計については、大森他編（2022 刊行予定）に詳しい。

参考・引用文献

安藤広道 2017「久ヶ原遺跡と久ヶ原式土器」『平成 28 年度特別展 土器から見た

- 大田区の弥生時代—久ヶ原遺跡発見、90 年—』 大田区立郷土博物館
大森貴之・白石哲也・松本剛・伊藤茂・中村賢太郎（編）2022 刊行予定『（仮）新たな C14 年代測定利用の可能性』 新泉社
- 尾寄大真 2009「日本版較正曲線の作成と新たな課題」『新弥生時代のはじまり』第 4 巻 雄山閣
- 白石哲也・中村賢太郎・野内秀明 2016「三浦半島における弥生時代の炭素 14 年代測定値の集成と再較正」『横須賀考古学会 研究紀要』第 4 巻
- 高橋 健 2021「藤尾慎一郎『弥生時代の歴史』における横浜市大塚遺跡に関する記述について」『西相模考古』第 29 号 西相模考古学研究会
- 谷口 肇 2003「ポスト浮線紋—神奈川周辺の状況（その 2）—」『神奈川考古』39
- 春成秀爾・今村峯雄（編）2004『弥生時代の実年代—炭素 14 年代をめぐって』 学生社
- 松田光太郎（編）2010『桜山うつき野遺跡Ⅱ（第 2 次調査）』（財）かながわ考古学財団
- 西本豊弘（編）2009『弥生農耕の起源と東アジア-炭素年代測定による高精度編年体系の構築-』研究成果報告書
- Yoshida, K., Hara, T., Kunikita, D., Miyazaki, Y., Sasaki, T., Yoneda, M., and Matsuzaki, H.(2010) Pre-Bomb Marine Reservoir Ages in the Western Pacific. Radiocarbon, 52(2-3), 1197-1206.
- Reimer, P.J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hafflidason, H., Hajdas, I., Hatte, C., Heaton, T.J., Hoffmann, D.L., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., Manning, S.W., Niu, M., Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Staff, R.A., Turney, C.S.M., and van der Plicht, J.(2013) IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 Years cal BP. Radiocarbon, 55(4), 1869-1887.
- Reimer, P.J., William E N Austin, Bard, E., Alex Bayliss, Paul G Blackwell, Christopher Bronk Ramsey, Martin Butzin, Hai Cheng, R Lawrence Edwards, Michael Friedrich, Pieter M Grootes, Thomas P Guilderson, Irka Hajdas, Timothy J Heaton, Alan G Hogg, Konrad A Hughen, Bernd Kromer, Sturt W Manning, Raimund Muscheler, Jonathan G Palmer, Charlotte Pearson, Johannes van der Plicht, Ron W Reimer, David A Richards, E Marian Scott, John R Southon, Christian S M Turney, Lukas Wacker,

Florian Adolphi, Ulf Büntgen, Manuela Capano, Simon M Fahrni, Alexandra Fogtmann-Schulz, Ronny Friedrich, Peter Köhler, Sabrina Kudsk, Fusa Miyake, Jesper Olsen, Frederick Reinig, Minoru Sakamoto, Adam Sookdeo, Sahra Talamo (2020) The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP), Radiocarbon, 62(4), 725-757.

表 1 三浦半島における弥生時代炭素 14 年代測定値の集成

遺跡名称	出土地点	層位	対象材料	時期	土器型式	$\delta^{13}\text{C}(‰)$	測定機関コード	^{14}C 年代	±	校正年代calIntcal(3 σ)	校正年代calIntcal(2020 σ)	測定機関	文献
袴山うづき野遺跡	包含層		土器付着炭化物	前期末	前期末	-27.35 $\pm$ 0.49	IAAA-00075	2350	30 515-375 cal BC (95.4%)	517-381 cal BC (95.0%)	537-534 cal BC (0.4%)	(株)加速器分析研究所	松田 (2010)
赤坂遺跡3次	3住居	4層・ベルト	炭化材	中期	宮ノ台式	-23.53 $\pm$ 0.11	PLD-4606	2150	20 228-222 cal BC (0.9%)	208-99 cal BC (67.1%)	70-38 cal BC (1.6%)	(株)ハリオ・ラボ	中村・榎橋 (1992)
赤坂遺跡16次B	2住居	床	炭化材	中期	宮ノ台式	-24.87 $\pm$ 0.14	PLD-4614	2110	25 197-54 cal BC (95.4%)	197-48 cal BC (95.4%)	171-49 cal BC (95.4%)	(株)ハリオ・ラボ	中村・榎橋 (2001b)
赤坂遺跡9次	3住居	新5ツツ(椅子穴)	炭化材	中期	宮ノ台式	-25.38 $\pm$ 0.12	PLD-4607	2100	20 182-52 cal BC (95.4%)	171-49 cal BC (95.4%)	167-46 cal BC (95.4%)	(株)ハリオ・ラボ	中村・榎橋 (2001a)
赤坂遺跡3次	1A住居	床	炭化材	中期	宮ノ台式	-26.67 $\pm$ 0.1	PLD-4604	2090	20 171-50 cal BC (95.4%)	167-46 cal BC (95.4%)	167-46 cal BC (95.4%)	(株)ハリオ・ラボ	中村・榎橋 (1992)
赤坂遺跡9次	7住居	貝層・ベルト	炭化材	中期	宮ノ台式	-27.88 $\pm$ 0.11	PLD-4608	2090	20 171-50 cal BC (95.4%)	167-46 cal BC (95.4%)	167-46 cal BC (95.4%)	(株)ハリオ・ラボ	中村・榎橋 (2001a)
赤坂遺跡3次	1B住居	2層覆土下	炭化材	中期	宮ノ台式	-26.27 $\pm$ 0.11	PLD-4605	2015	20 36-51 cal BC-30 cal AD (91.2%)	50 cal BC-61 cal AD (95.4%)	94-75 cal BC (4.3%)	(株)ハリオ・ラボ	中村・榎橋 (1992)
赤坂遺跡10次	7A住居	覆土下部	炭化材	後期	久ノ原式	-29.28 $\pm$ 0.15	PLD-4610	2030	20 9480 (95.4%) 26AD	56 cal BC-29 cal AD (88.8%)	45-58 cal AD (2.4%)	(株)ハリオ・ラボ	中村・榎橋 (2004)
赤坂遺跡9次	3住居	覆土下部	炭化材	後期	久ノ原式	-28.2 $\pm$ 0.14	PLD-4609	2015	54 cal BC-30 cal AD (91.2%)	50 cal BC-61 cal AD (95.4%)	103-106 cal AD (0.5%)	(株)ハリオ・ラボ	中村・榎橋 (2002)
赤坂遺跡11次	6C住居	床	炭化材	後期	久ノ原式	-23.89 $\pm$ 0.12	PLD-4613	2005	25 52 cal BC-59 cal AD (95.4%)	50 cal BC-106 cal AD (95.4%)	99-116 cal AD (7.2%)	(株)ハリオ・ラボ	中村・榎橋 (2006)
赤坂遺跡10次	7A住居	覆土	縄文(毛毛)	後期	久ノ原式	-26.41 $\pm$ 0.12	PLD-4617	1885	25 42 cal BC-65 cal AD (95.4%)	43 cal BC-64 cal AD (86.2%)	35-15 cal BC (4.5%)	(株)ハリオ・ラボ	中村・榎橋 (2004)
赤坂遺跡10次	7A住居No 84	覆土上部	縄文(オニグルミ)	後期	久ノ原式	-28.16 $\pm$ 0.15	PLD-4618	1960	25 38 cal BC-35 cal AD (94.7%)	5-125 cal AD (91.0%)	27-48 cal AD (6.6%)	(株)ハリオ・ラボ	中村・榎橋 (2004)
赤坂遺跡10次	7A住居No197	床	縄文(毛毛)	後期	久ノ原式	-25.92 $\pm$ 0.12	PLD-4619	1925	25 23-130 cal AD (95.4%)	56-206 cal AD (88.9%)	27-47 cal AD (4.5%)	(株)ハリオ・ラボ	中村・榎橋 (2004)
赤坂遺跡11次	3B住居4区	覆土下	縄文(コメ)	後期	久ノ原式		MTG-06969	1915	30 155-168 cal AD (1.0%)	97-215 cal AD (91.0%)	195-208 cal AD (1.1%)	東京大学	中村・榎橋 (2006)
赤坂遺跡10次	7D住居	覆土下部	炭化材	後期	久ノ原式	-25.41 $\pm$ 0.11	PLD-4611	1895	20 155-168 cal AD (1.2%)	80-99 cal AD (7.5%)	109-215 cal AD (88.9%)	(株)ハリオ・ラボ	中村・榎橋 (2004)
赤坂遺跡10次	3D住居	床	縄文(毛毛)	後期	久ノ原式	-25.61 $\pm$ 0.12	PLD-4616	1885	25 65-214 cal AD (95.4%)	82-97 cal AD (4.7%)	113-229 cal AD (90.8%)	(株)ハリオ・ラボ	中村・榎橋 (2004)
赤坂遺跡10次	9住居	A・ベルト2層	縄文(毛毛)	後期	久ノ原式	-26.98 $\pm$ 0.12	PLD-4621	1885	25 65-214 cal AD (95.4%)	82-97 cal AD (4.7%)	113-229 cal AD (90.8%)	(株)加速器分析研究所	中村・榎橋 (2004)
赤坂遺跡11次	3B住居4区	覆土下	縄文(コメ)	後期	久ノ原式		MTG-06971	1875	30 70-224 cal AD (95.4%)	115-237 cal AD (91.9%)	83-97 cal AD (3.5%)	東京大学	中村・榎橋 (2006)
赤坂遺跡11次	3B住居4区	覆土下	縄文(コメ)	後期	久ノ原式		MTG-06970	1870	30 73-226 cal AD (95.4%)	116-239 cal AD (92.9%)	84-96 cal AD (2.6%)	東京大学	中村・榎橋 (2006)
赤坂遺跡11次	3B住居4区	覆土下部	炭化材	後期	久ノ原式	-26.46 $\pm$ 0.12	PLD-4612	1870	20 80-215 cal AD (95.4%)	124-228 cal AD (95.4%)	205-248 cal AD (94.4%)	(株)ハリオ・ラボ	中村・榎橋 (2006)
赤坂遺跡12次	9住居2区	覆土	縄文(毛毛)	後期	久ノ原式	-28.57 $\pm$ 0.15	PLD-4620	1840	25 121-240 cal AD (92.0%)	124-248 cal AD (95.4%)	205-248 cal AD (94.4%)	(株)ハリオ・ラボ	中村・榎橋 (2009)