

青銅器時代におけるアナトリア地域の放射性炭素年代測定 Radiocarbon dating for Bronze Age on the Anatolian area

大森 貴之^{1*}・中村 俊夫²

OMORI Takayuki^{1*}, NAKAMURA Toshio²

¹ 東京大学 新領域創成科学研究科 (Graduate School of Frontier Sciences, the University of Tokyo)

² 名古屋大学 年代測定総合研究センター (Center for Chronological Research, Nagoya University)

*Correspondence to: OMORI Takayuki; E-mail: butakabon@me.com

Abstract

In this paper, we present provisional radiocarbon results for the Anatolian Bronze Age. Recent excavations at the archaeological sites, Büklükale, Yassihöyük and Beycesultan in the Anatolian region, Turkey, aim to reveal new archaeological evidences for the Anatolian Bronze Age, and construct the cultural chronologies. To introduce absolute dates to the archaeological chronologies, we applied charred wood and grains found from the archaeological sites to AMS radiocarbon dating, and analyzed the data with ¹⁴C Bayesian estimations as ¹⁴C wiggle mating, sequence analysis with stratigraphic contexts and terminus post quem. ¹⁴C wiggle matching of a charcoal sample from Yassihöyük and ¹⁴C Bayesian estimations with the Beycesultan chronology especially provided highly accuracy dates. The Bronze Age phases of Büklükale, Yassihöyük and Beycesultan were dated in 16th century BCE, 23th to 22th century BCE and 16th century BCE respectively. However, all of these results were older than the archaeological estimates in a hundred and several tens years. We discuss here the discrepancies and the Anatolian Bronze Age chronology with our results.

Keywords: 青銅器時代 ; アナトリア ; ¹⁴C ベイズ推定 ; ¹⁴C ウィグルマッチング ;

背 景

中近東地域の青銅器時代は、一般に紀元前 4 千年紀から始まり、2 千年紀まで続く。およそ 1 万年前に開始された農耕牧畜によって狩猟採集を主とする生業戦略は一変し、新石器時代には人口増加や階級社会の発生が見られるようになる。青銅器時代の定義は、それまで主要な道具であった石器が青銅へと置き換わったことに由来するが、実際には、青銅以外のあらゆる金属利用が始まり、記録言語の発達とともに文化交流が盛んに行われるようになった。高い工業技術を持ち、豊富な物質文化を背景に活発な社会活動が開始する青銅器時代は、現代社会構造の原形をあらわす重要な時期と捉えることができる。

特に、アナトリア地域の青銅器時代 (ca. 3,000 BCE – 1,200 BCE) には、インド-ヨーロッパ語族の到来と拡散、高い工業技術を要する鉄の利用、メソポタミアやエジプトを始めとする外交交流の開始といった世界的に注目されるトピックが存在する。前 3 千年紀後半頃には、アナトリアに対する文字記録も発見され、文献史学の観点から編年構築が進められている (Bryce 2007)。特に、エジプトの王名表や暦 (Ingham 1969)、バビロニアの星占記録 (Huber and Sachs 1982) は、当時の歴史的な事象を明示するだけでなく、絶対年代も記載されている。しかし、これら古記録は金星や特定

の恒星の天体現象を基にした暦が利用されているため、観測や記録における不確実性から年代を一義的に決定することができない (Manning 1999)。現在、文献史学研究から候補となる絶対年代のうち、最も古く見積もった編年、いわゆる高年代、から中年代、低年代、超低年代までの編年候補が提案され議論が続けられている。一般に、アナトリア考古編年では中年代、後期青銅器時代終末期にさしかかる時期には低年代が支持されている (Bryce 2007)。

青銅器時代のアナトリア考古編年は、エジプトやバビロニアとの外交記録をもとに暦年代が設定されている (cf. Singer 1987)。後期青銅器時代に強大な政治・軍事力を保持していたヒッタイト帝国の存在により隣接する地域との平行関係をたどることができるが、アナトリアには連続した時系列で記録される考古資料が発見されていない。考古学調査で発見された断片的な粘土板記録や印章遺物から得られる僅かな情報を少しずつ時系列につなぎ合わせることで連続した編年の構築が試みられているが、重複や欠落した情報の検証がきわめて難しく、絶対年代を広い時期に展開することができない。

我々は、放射性炭素 (^{14}C) 年代測定から青銅器時代のアナトリア考古編年に暦年代を与え、アナトリア考古編年から隣接するメソポタミアやエジプトといった地域の編年再考を目的にしている。2011 年度は、青銅器時代の文化層を堆積するトルコ共和国 Büklükale, Yassihöyük および Beycesultan の 3 遺跡を対象に年代測定を実施した。年代推定には、樹木年輪を用いた ^{14}C ウィグルマッチングや測定試料の出土層位を用いた ^{14}C ベイズ推定を応用し、正確性の高い分析を行っている。本稿では、各遺跡から新たに得られた年代測定結果とその分析手法について報告し、考古学的展望について議論する。

研究対象遺跡と測定試料

Büklükale

クズルウルマック川の西岸に所在する Büklükale は、日本アナトリア考古学研究所の松村公仁隊長のもと 2009 年から発掘調査が進められ、これまでにイスラム時代から鉄器時代 (前 1 千年紀)、ヒッタイト帝国時代 (前 14-12 世紀) までの文化層が検出されている。後期青銅器時代に当たるヒッタイト帝国期の文化層からは、前 14 世紀の示準になる粘土板やガラス容器が検出されている。また、同文化層から火災層が検出されており大量の炭化物が出土している。我々は、火災層から 3 点の炭化樹木試料を採取し、 ^{14}C 年代測定およびベイズ推定による年代推定を行った。測定試料は、5 年以下の短い年輪数を持つ短年性植物 1 点と、10 年以上の年輪を持つ側枝 2 点を分析した。



図 1 研究対象遺跡の所在地

Yassihöyük

Yassihöyük は、Büklükale と同様に中央アナトリアに所在し、南北 500m、東西 600m の大規模丘状遺跡である。日本アナトリア考古学研究所の大村正子隊長のもと、2009 年から発掘調査が開始され、これまでに鉄器時代から前期あるいは中期青銅器時代までの文化層が確認されている。青銅器時代の層位からは、前 3 千年紀後半を示唆する手づくね製の赤色磨研土器や前 2 千年紀初頭を示す印影付封泥が発見されているおり、青銅器時代の中の位置づけは議論が続いている。Yassihöyük の青銅器時代文化層には、大量の炭化物を伴う火災層が出土している。2010 年度 Yassihöyük 発掘調

査で発見された炭化物の中で最も年輪数が多い試料 1 点を採取し、 ^{14}C ウィグルマッチングを行った。測定試料は、80 年程度の年輪数が確認できたが樹皮を観察することはできなかった。採取試料から、10 年輪を 1 試料に、7 点を取り出し ^{14}C 年代測定を行った。

Beycesultan

Beycesultan は、エーゲ大学の Eşref Abey 准教授らが調査を進めるアナトリア西部の主要遺跡の 1 つである。この遺跡は、1950 年代に Lloyd や Mellaart らによって発掘調査が行われ、銅石器時代から後期青銅器時代まで連続した文化層とビザンツ時代の堆積が発見された。銅石器時代の文化層には、ペンシルベニア大学にて炭化物 2 点の ^{14}C 年代測定が実施されており、おおよそ整合的な結果が得られている (Ralph and Stuckenrath 1962)。一方で、青銅器時代の文化層については理化学年代測定による検証が進んでおらず、考古学研究から年代付けに基づいた議論が行われている。後期青銅器時代の Beycesultan は、中央アナトリアに築かれたヒッタイト帝国の文化的影響を強く受け、大規模神殿やそれに伴う考古遺物が大量に発見されているが、該当時期における土器編年の複雑さから十分な年代学的裏付けがとれないままとなっている。

我々は、2010 年度までに検出されていた 3 建築層 (3a 層から 3b2 層) を対象に ^{14}C 年代測定および ^{14}C ベイズ推定から、高精度な年代推定を試みた。測定試料は、原位置を保つ炭化種子 5 点と炭化木材 3 点を各層位から採取し、図 2 に示した新旧関係を用いて建築層の使用年代を推定した。

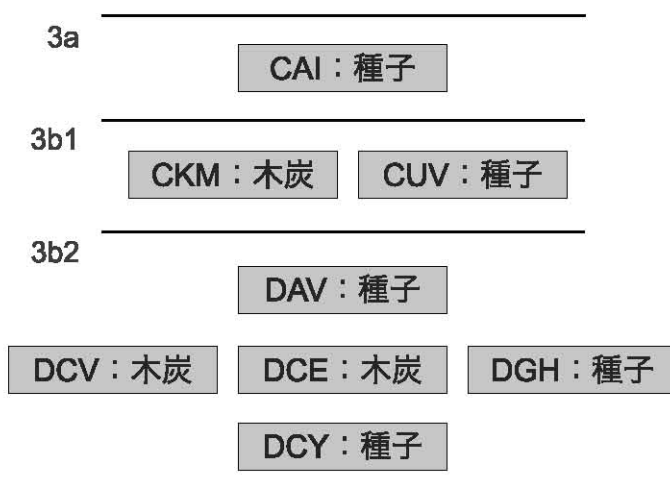


図 2 Beycesultan で採取した年代測定試料の出土位置。現在検出されている建築層を、古いものから 3b2, 3b1, 3a の順に配置。建築層内の順序も新旧関係による。

実験と分析

採取した測定試料は、物理的な汚れを落としたあと、1.2M 塩酸および 1.2M 水酸化ナトリウム水溶液を用いた酸-塩基-酸処理によって化学的な洗浄を施した。洗浄した試料を燃焼させ二酸化炭素 (CO_2) を生成した後、真空ガラスラインを用いて CO_2 を単離精製する。精製した CO_2 を鉄触媒とともに水素雰囲気下で還元焼成することでグラファイトが得られる。高純度のグラファイトとなった測定試料をアルミ製ターゲットに充填し、名古屋大学年代測定総合研究センターのタンデトロロン 2 号機で ^{14}C 年代測定を行った。

得られた ^{14}C 年代は、較正曲線 Intcal09 (Reimer et al. 2009) を参照し較正解析ソフトウェア OxCal 4.1 (Bronk Ramsey 2009) で暦年較正を行い、続けて各試料の性質あるいは出土状況を参照して ^{14}C ベイズ推定を行った。本研究の年代解析では、樹木年輪試料に対する ^{14}C ウィグルマッチング (Bronk Ramsey et al. 2001) と測定試料の新旧関係を用いた ^{14}C ベイズ推定 (Bronk Ramsey 1995) を採用した。具体的には、OxCal の CQL2 コマンドのうち ^{14}C ウィグルマッチングには D_Sequence() コマンド、新旧関係を使った ^{14}C ベイズ推定には Sequence() コマンドと After() コマンドを利用している。なお、単年性植物の暦年較正には、Combain() コマンドを用いて ± 8 年の補正を行っている (Stuiver et al. 1998)。

結果と考察

Büklükale

同一火災層から採取した3点の試料のうち2点は年輪が確認できる樹木試料であり、残り1点は建材樹木に由来する短年性側枝を分析した。火災イベントの年代を推定する上で、より確からしい年代は樹木試料よりもむしろ短年性の側枝が持っているとは仮定することができる。加えて、2点の樹木年輪試料には明確な年輪が観察できなかったため、試料の内側と外側を便宜的に分割しそれぞれ年代測定を行った。得られた ^{14}C 年代を校正し、古い ^{14}C 年代を持つと期待される内側の樹木年輪年代で外側の樹木年輪年代が示す年代範囲を Terminus Post Quem (TPQ) の概念に依拠する After() コマンドで確率的に絞り込むことで樹木の伐採年代を推定した (Bronk Ramsey 1995)。

図3には、樹木試料2点の年代を示した。BK100153の年代測定結果は、内外の測定試料で ^{14}C 年代が大きく離れてしまい校正年代が示す尤もらしさを確率的にしぼり込むことはできなかったが、BK100152については一括で分析するよりも示される年代範囲が限定されている。

樹木試料の最終的な年代は外側試料の年代を代表させ、図4に樹木試料と短年性側枝の新旧関係を用いた推定年代を示した。火災イベントの年代に近い時期を示しめす推定年代は前16世紀にあたり、これは考古遺物から提示される絶対年代とは大きく異なる。しかし、今回行った ^{14}C ベイズ推定は、BK100151の非常に古い ^{14}C 年代が起因して、年代解析モデルの信頼性をはかる Agreement Index が0%であった。一般に ^{14}C ベイズ推定を行ったとき、Agreement Index が60%を超えないモデル年代は信頼性に欠け、実際の年代学議論には用いることは適さない。今回得られた年代結果からだけでは、十分な年代の検証はできないが、測定結果5点のうち3点が前16世紀に該当することより、火災イベントの年代はヒッタイト帝国時代よりもヒッタイト古王国時代（前17-14世紀）のものと考えられる。

一方で、Beycesultan では、上述のように明確に年代を示す考古遺物が発見されている。仮に、 ^{14}C 年代結果と考古学研究から推定される年代がそれぞれ正しかった場合、問題となるのはエジプトや

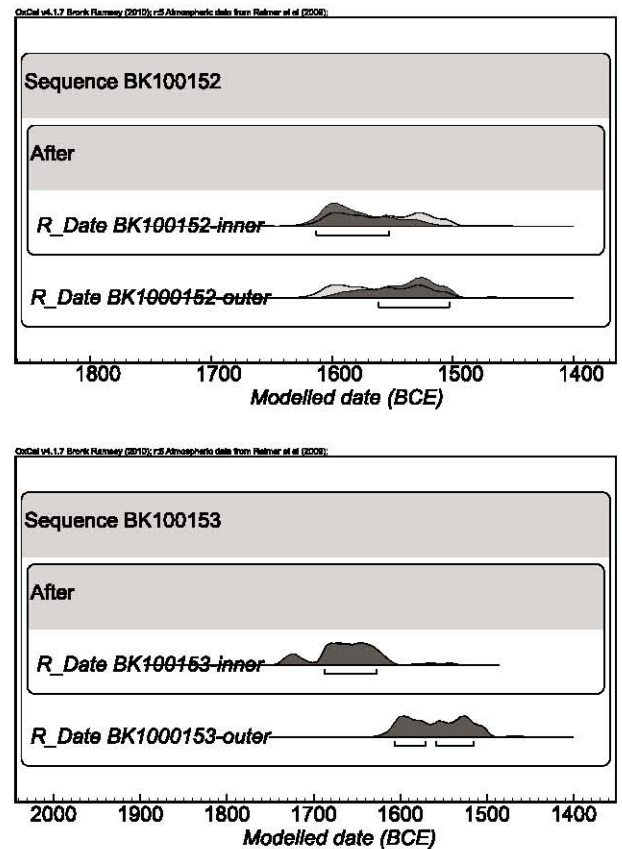


図3 Büklükale 出土樹木試料2点の校正年代（灰）と ^{14}C ベイズ推定年代（黒）。各ヒストグラムの下部にある線部は95.4%の確率で示される年代範囲。上下図の After コマンドで括られた年代が樹木年輪の内側の年代、その下のデータが外側の年代を表す。

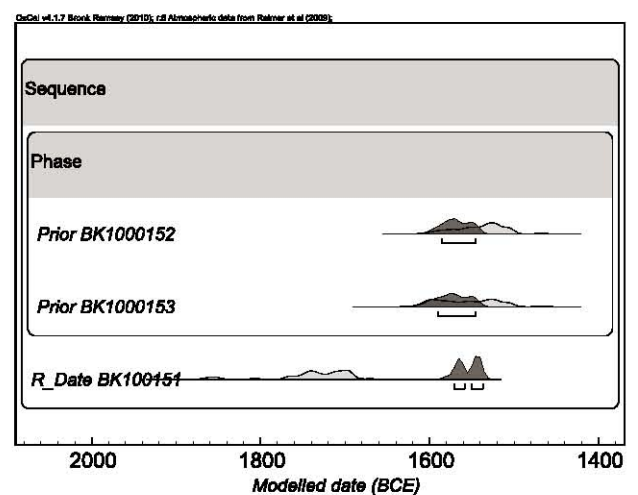


図4 短年性側枝を含めた Büklükale の推定年代。Phase コマンドによって BK100152 と BK100153 を同一時期のグループと定義し、BK100151 はこのグループよりも新しい試料と仮定した上で推定年代を算出。

バビロニアの考古資料を用いて定義された絶対年代の選択に由来する可能性がある。アナトリアの後期青銅器時代はエジプトの王名表から提案される中年代を参照しているが、仮に中年代より古い高年代を採用すると、単純には 100 年ほど古く編年が移行するため、今回の ^{14}C 結果と考古年代が整合する。

Yassihöyük

10 年輪毎の測定試料 7 点の ^{14}C 年代測定結果を較正曲線 Intcal09 の上にプロットしたものを図 5 に示し、 ^{14}C ウィグルマッチングから最終的に得られる最外年輪の暦年代を図 6 に表した。70 年間にわたる樹木試料の ^{14}C 変動は、Intcal09 と非常によく整合し、95.4% の確率で 2265-2200 BCE と年代付けされる。

測定試料には、樹皮が確認できなかったが試料樹木の心材と辺材の観察より、今回推定された年代と樹皮あるいは最外輪にそれほど百年以上の差はないと考えている。つまり、今回測定した木材はおおよそ前 23 世紀後半から前 22 世紀前半に伐採し、建造物に利用されたと考えられる。

Yassihöyük から出土する土器型式とここで示される年代結果はおおよそ整合するが、同時に前 2 千年紀初頭に年代付けされる印影付封泥が存在するため、更なる年代学的検討が必要になる。今後、広い範囲に存在する火災跡の木炭を同様に分析し年代結果の精査を行うことで ^{14}C 年代測定の観点から、Yassihöyük の青銅器時代文化層の年代値を示すことができると期待する。

Beycesultan

Beycesultan の ^{14}C 年代測定試料は、3 つの建築層から計 8 点の炭化物試料が採取された。得られた ^{14}C 年代は暦年較正を行い、Büklükale と同様に各層位ごとの利用年代を推定した。図 7、図 8 および図 9 にはそれぞれ、現在検出されている建築層、3b2 層、3b1 層および 3a 層、の年代値を示した。3b1 層の年代推定には、建築層の中にみられる層序関係（図 2 参照）も ^{14}C ベイズ推定に利用した。3b1 層では DCY が最も古い層所から出土し、DCV,DGH,DCE の一括グループの上層に DVA の層位が遺跡の切り合い関係から明らかになっている。Phase コマンドを利用して DCV,DGH,DCE を同一時期としてグループ化し、新旧関係からそれぞれの年代を推定した。得られた結果は前 18 世紀から前 16 世紀まで年代が分布するが、おおよそ 前 17 世紀から前 16 世紀後半に年代が集中する。3b1 層については、建材と遺構の中から出土した炭化穀物を年代測定した（図 8）。建材と穀物の新

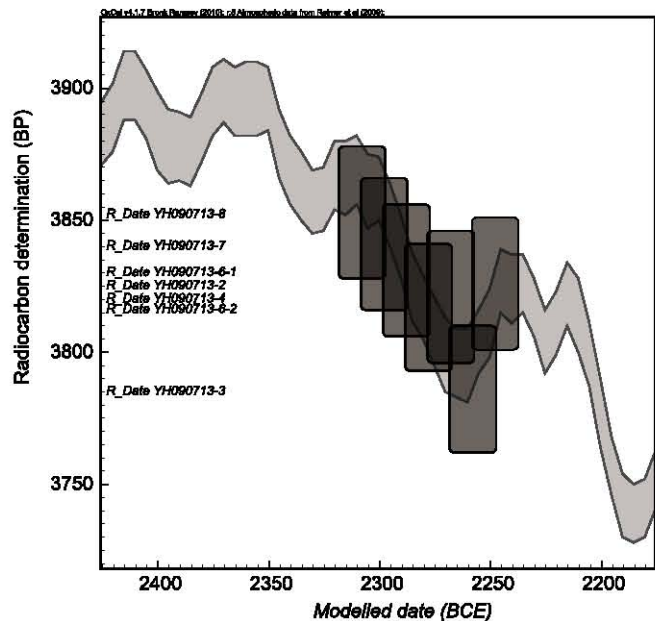


図 5 ^{14}C ウィグルマッチング結果。較正曲線上のブロックは、 ^{14}C 年代 (2σ) を表す。

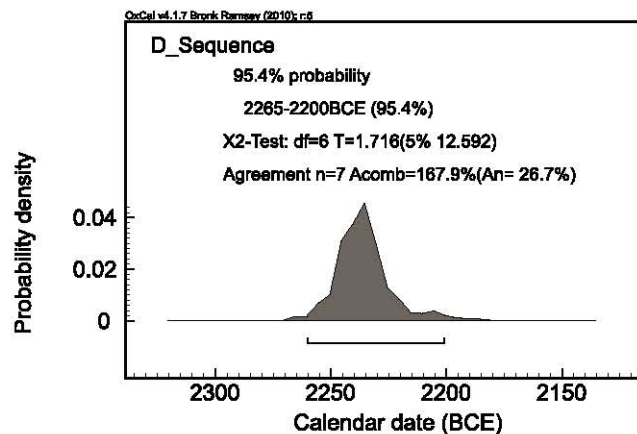


図 6 ^{14}C ウィグルマッチングから算出された最外輪の暦年代。ヒストグラム下の下線部は 95.4% の確率で示される年代範囲。

旧関係は、住居利用の観点から容易に定義できる。ここでは建築物を構成する材の年代値で、建築物の利用時に出土した穀物年代の確率を After() コマンドを利用して絞り込んだ。しかし、材と穀物年代には ^{14}C 年代自体に大きな違いがあるため、 ^{14}C ペイズ推定によって期待される結果は得られなかった。3a 層については、現位置を保つ試料が十分にそろわなかったため、種子のみの ^{14}C 年代測定となった (図 9)。

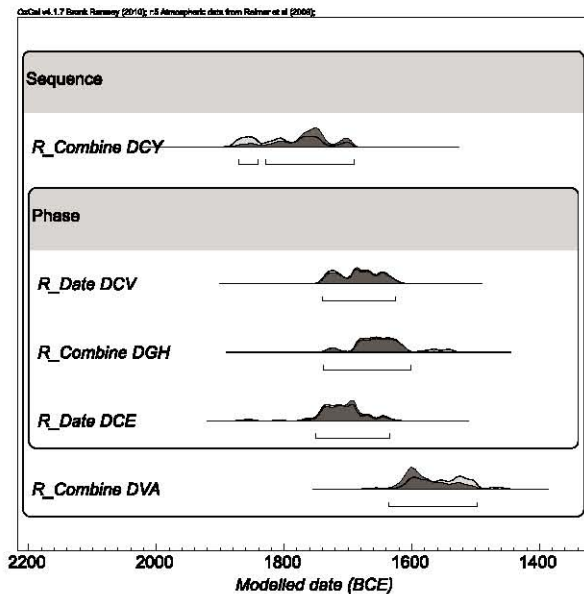


図 7 3b2 層の較正年代と ^{14}C ペイズ推定年代。

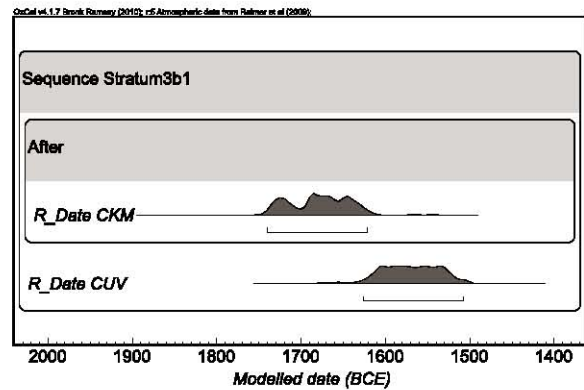


図 8 3b1 層の較正年代と ^{14}C ペイズ推定年代。

各建築層の推定年代のうち最も若い年代、つまり当時の遺構利用あるいは放棄時期と密接な関連が想定される推定年代を使って、建築層の新旧関係から最終的な建築層年代を推定した (図 10)。Beycesultan で検出された 3 建築層は、前 17 世紀末から前 16 世紀末の 100 年間に年代づけられ、この間に建築物が 2 回立て替えられていたことが明らかになった。100 年間に 2 回、3 建築層が存在したことは、単純に 30 年程度に 1 度の周期で大規模な立て替えがあったことが伺える。当時の建造物は石材と日干しレンガを基礎に構えられ、再現実験から予測される建造物の耐久性と整合する。 ^{14}C 年代研究からは、Beycesultan の青銅器時代建築遺構群をヒッタイト古王国時代に設定することができる。今後、この ^{14}C 年代測定結果をもとに西アナトリア中期後期青銅器時代の編年構築が進むことが期待される。

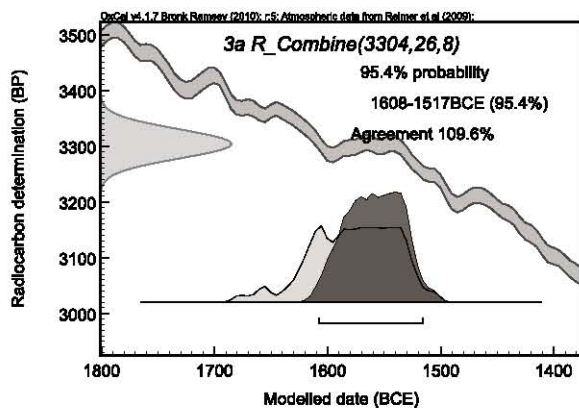


図 9 3a 層の出土炭化穀物の較正年代。

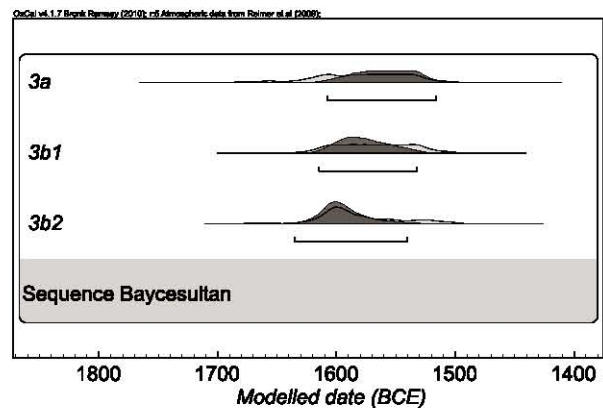


図 10 Beycesultan 青銅器時代 3 建築層の利用年代推定。

まとめ

本稿では、アナトリアに所在する3つの青銅器時代の遺跡に焦点を当て、 ^{14}C 年代測定および ^{14}C ベイズ推定から得られる遺跡年代の予備的な結果を報告した。Büklükale では、後期青銅器時代と考えられていた火災層年代が ^{14}C 年代測定から中期青銅器時代に位置づけられしまった。今後、理化学年代測定および考古学研究の双方から絶対年代の再考が必要となるが、いずれの年代も正しいとすると低年代を基にする編年よりもむしろ高年代を基に編年構築を行うべきであろう。実際、オックスフォード大学の Bronk Ramsey ら (2010) のエジプトを対象とした編年研究や Kniholum ら (1996) の地中海沿岸域の考古編年研究では、近年の理化学年代測定からいずれも高年代を支持する結果が得られている。しかし、アナトリア考古編年の場合、上述したように考古あるいは歴史学的情報の不足から、たとえ一部の時期で高年代を支持していても、編年全体の調整によって低年代を支持する可能性もある。いずれにせよ、今回明らかになった不整合を再検討し、再度編年構築に対する議論を進める必要がある。Yassihöyük については、 ^{14}C ウィグルマッチングによって前期青銅器時代の建築遺構であることを示したが、示準考古遺物との擦り合わせが十分でなく、年代学的問題点を明確にできた。もし、Yassihöyük の青銅器時代文化層が前期青銅器時代に該当するものであるならば、中央アナトリアに分布する遺跡の中でも最大級の規模を誇り、今後の考古学研究によって未だ解明が不十分な前期青銅器時代終末期対して重要な知見を与えることが期待される。Beycesultan では、明確な理化学年代を示しただけではなく、編年構築を目的とした ^{14}C ベイズ推定のための戦略的な試料採取から僅か100年間という短い間に2回の立て替えがあったことまで明らかにすることができた。これまで、Beycesultan の青銅器時代文化層は後期青銅器時代と考えられ西アナトリア地域の文化編年が構築されてきたが、今回の結果によって大きくその様相をかえることになる。今後、考古学研究と情報、特に土器型式編年との擦り合わせを行い青銅器時代の文化編年再構築を目指し、加えて隣接地域の考古編年問題をアナトリアから行っていきたい。

謝辞

本研究は、日本アナトリア考古学研究所の大村幸弘隊長、大村正子隊長、松村公仁隊長、および、エーゲ大学 Esref Abey 准教授の試料提供とご協力により進められている。また、発掘現場では、チャウルカン村の発掘調査協力者、エーゲ大学考古学部の学生の皆様の多大なご協力を受けた。ここに記して感謝申し上げる。

引用文献

- Bryce T. 2007 *The Kingdom of The Hittite*. Oxford university press. UK.
 Ingham M.F. 1969 The Length of the Sothic Cycle. *JEA* 55: 36–40.
 Singer I. Dating the End of the Hittite Empire. *Hethitica* 8: 413–21.
 Manning S.W. 1999 *A Test of Time*. Oxford university press UK.
 Huber P.J. and Sachs A. 1982 *Astronomical dating of Babylon I and Ur III*, Undena Publications.
 Reimer P.J., Baillie M.J.L., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Blackwell P.G., Bronk Ramsey C., Buck C.E., Burr G.S., Edwards R.L. et al. 2009 Intcal09 and Marine09 Radiocarbon age Calibration Curves, 0–50,000 Years Cal BP. *Radiocarbon* 51:4, 1111–1150.
 Bronk Ramsey C. 2009 Bayesian Analysis of Radiocarbon Dates. *Radiocarbon* 51:1, 337–360.
 Bronk Ramsey C., van der Plicht J., Weninger B. 2001 Wiggle matching' radiocarbon dates. *Radiocarbon*

43:2A, 381-389.

Bronk Ramsey C. 1995 Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: The OxCal program. *Radiocarbon* 37:2, 425-430.

Stuiver M., Reimer P.J., Bard E., Beck J.W., Burr G.S., Hughen K.A. 1998 INTCAL98 radiocarbon age calibration, 24,000-0 cal BP. *Radiocarbon* 40:3, 1041-1083.

Bronk Ramsey C., Dee M.W., Rowland J.M., Higham T.F.J., Harris S.A., Brock F., Quiles A., Wild E.M., Marcus E.S., Shortland A.J. 2010 Radiocarbon-Based Chronology for Dynastic Egypt. *Science* 328:5985, 1554-1557.

Kuniholm P.I., Kromer B., Manning S.W., Newton M., Latini C.E., Bruce M.J. 1996 Anatolian tree rings and the absolute chronology of the eastern Mediterranean, 2220-718 BC. *Nature* 381:6585, 780-783