

シリアのユーフラテス河中流域にある Tell Ghanem al-Ali 遺跡の AMS ^{14}C 年代による編年

Chronology of Tell Ghanem al-Ali site along the Middle Euphrates in Syria deduced from AMS ^{14}C dating

中村俊夫 (NAKAMURA Toshio)¹⁾・星野光雄 (HOSHINO Mitsuo)²⁾・
田中 剛 (TANAKA Tsuyoshi)²⁾・吉田英一 (YOSHIDA Eiichi)³⁾・
齊藤 毅 (SAITO Tsuyoshi)⁴⁾・東田和弘 (TSUKADA Kazuhiro)³⁾・
桂田祐介 (KATSURADA Yusuke)⁵⁾・長谷川敦章 (HASEGAWA Atsunori)⁶⁾・
太田友子 (OHTA Tomoko)¹⁾

- 1) 名古屋大学年代測定総合研究センター
Center for Chronological Research, Nagoya University, Chikusa, Nagoya 464-8602 Japan
- 2) 名古屋大学大学院環境学研究科
Graduate School for Environmental Studies, Nagoya University, Chikusa, Nagoya 464-8602 Japan
- 3) 名古屋大学博物館
The Nagoya University Museum, Chikusa, Nagoya 464-8602 Japan
- 4) 名城大学理工学部
Faculty of Science and Technology, Meijo University, Nagoya 468-8502 Japan
- 5) 名古屋大学学生相談総合センター
Center for Student Counseling, Nagoya University, Nagoya 464-8601 Japan
- 6) 筑波大学大学院人文社会科学研究科
Graduate School of Humanities and Social Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba 385-8571 Japan

Abstract

We have conducted a field survey on archeological sites along the middle Euphrates River, as well as in the geographical and geological environment in the Bishri region, southeast of Raqqa, Syria. The aim of this study is to perform a chronological analysis of the archeological sites, in particular, to establish an absolute chronology of the Tell Ghanem al-Ali site, by ^{14}C dating on carbonaceous remains at the site with an accelerator mass spectrometry (AMS) system of Nagoya University. We report here the results of AMS ^{14}C dating on 26 charcoal samples and carbonaceous residues collected from the Tell Ghanem al-Ali site located at the lowland of the Middle Euphrates and discuss the early Bronze (EB) Age strata at the site, which approximately lasted from 3100 cal BC to 2050 cal BC.

1. はじめに

中近東における青銅器時代以後の文化編年の研究は、主に民族や国家間の戦争などの出来事の記録など文字資料に基づいて進められてきた。エジプトやメソポタミアの中核となる都市部では、文字資料が残されているため、歴史が正確な年号で記載されていることが多い。また、一部では暦の利用も行われてきた。一方、都市部から離れた地方の遺跡・遺物の年代研究は、都市部との比較・対比により進められる (Anastasio *et al.* 2004)。中近東の青銅器時代の遺跡においても土器や石器の編年研究が進められているが、日本の土器編年のようには精巧ではなく、理化学的な手法に基づく数値年代との

対比は現在進行中の課題である。

今回調査したユーフラテス河中流域にも、新石器時代、青銅器時代の遺跡が多数存在し、発掘調査が行われているが、発掘調査の成果としてまとめられている遺跡の編年は、既存の考古学的情報に基づくものであり、理化学的年代測定に基づく検証はほとんどなされていない。そこで、今回の Tell Ghanem al-Ali 遺跡の発掘調査では、AMS による ^{14}C 年代測定を遺跡層序編年の柱とすることにした。各建築層準に分けて、細かく年代測定資料を採取し、それらの年代測定結果から Tell Ghanem al-Ali 遺跡の利用のありようを検討した。

本研究では、遺跡遺物などの年代測定に AMS ^{14}C 年代測定を用いる。この方法は、分析に用いる炭素量が 1mg 程度ですむ、高精度でありかつ正確度が高く、定常の測定で誤差が ± 30 年以下となる、 ^{14}C バックグラウンド（ブランク試料の ^{14}C 計数）が低く古い試料の測定が可能である、測定時間が短くて良い、等の長所を持つ。AMS ^{14}C 年代測定法の詳細については、既報の解説文（中村，1999; 2003a; Nakamura *et al.* 2004）を参照されたい。

2. ユーフラテス河中流域の青銅器時代の編年

Tell Ghanem al-Ali 遺跡の年代研究については、同遺跡で発掘調査が始まる前の 2007 年 2 月～3 月にかけて遺跡の表採遺物調査が行われ、採取された土器片を用いた相対編年を木内（2007）がまとめている。木内（2007）は、Anastasio *et al.*（2004）の編年表（図 1）をもとに、ユーフラテス中流域における前期青銅器時代（EB）の編年の問題点をまとめているが、その一番の問題点は、考察に必要な年代測定データがまだ十分に集まっていないことが挙げられる。

木内（2007）によると、Tell Ghanem al-Ali 遺跡で表採された土器片で年代が推定できる特徴を持つ土器片として、EBIV 期から EB-MB 移行期に相当するとされる「口縁部に数本の稜を持つ壺」、「口縁部が肥厚する壺」を、また、EBIII 期に相当する土器として、「彩文土器片（Euphrates banded ware, Euphrates fine ware, など）」をあげている。さらに鎌刃とみられる石刃も表採していることから、この遺跡における人間活動の痕跡は前三千年紀前葉までさかのぼる可能性を指摘している。Tell Ghanem al-Ali 遺跡は、前三千年紀半ばから前三千年紀末を中心にそれをもう少し広げた時期に居住が続いたと推定されている。

| 年代 (BC) | | 南メソポタミア | 青銅器時代 | | | 初期ジャジラ (EJ) | | 北西シリア | |
|-----------|-----------|---------------------|-------------|--------------|---------|-------------|---------------|-------------|-----------|
| 中年代 | 低年代 | | パレスチナ | シリア | トルコ | Lebeau 2000 | Pfälzner 2001 | アムーク (Amuq) | ハマ (Hama) |
| 3000~2900 | 2900~2800 | Jamdat Nasr | EB II | EB I | EB I | 0 | 0 | G | K |
| 2900~2700 | 2800~2600 | ED I | | EB II | | I | I | | |
| 2700~2600 | 2600~2500 | ED II | EB III | EB II | II | II | H | | |
| 2600~2500 | 2500~2375 | ED IIIa | | | IIIa | IIIa | | | |
| 2500~2350 | 2375~2230 | ED IIIb | EB IV | EB IVa | EB IIIA | IIIb | IIIb | I | |
| 2350~2170 | 2230~2050 | Akkadian post-Akkad | | | EB IIIB | IV | | | IV |
| 2170~2000 | 2050~1940 | Ur-III | (EB-MB) MBI | EB IVb EB-MB | EB IIIC | V | V | J | J |

図 1 中近東の前三千年紀の編年表 Anastasio *et al.*（2004）を一部改変した木内（2007）をそのまま引用

3. AMS による ^{14}C 年代測定

3-1 年代測定試料の採取

Tell Ghanem al-Ali 遺跡は、ユーフラテス河中流域にある Raqqa 市から約 40km 下流の右岸の氾濫原に位置する（図 2）。ユーフラテス河が堰き止められてアサド湖が造られる近年までユーフラテス河の氾濫の影響を受けていたものと思われる。Tell Ghanem al-Ali 遺跡は、東西約 290m、南北約 250m、基底面からの高さが約 10m の小高い丘状遺跡（Tell）からできており、Tell の最高位の標高は 238.96m である（図 3）。Tell の最頂部を中心に東西南北の 100m 域は、現在は Ghanem al-Ali 村の住人の墓場として使われている。

2007 年 8 月に、墓場として使用されている区域を避けて、Tell Ghanem al-Ali 遺跡の北東の斜面に Square-1 及び Square-2 の二つの発掘区（図 3）が設定され発掘が開始された。

Tell Ghanem al-Ali 遺跡の東部に位置する Square-1 トレンチ（東西 10m、南北 10m）は、建築層第 1、2 層まで発掘された後、Square-2 トレンチの発掘に集中するために発掘が中断された。一方、Square-2 トレンチでは、2009 年 3 月末まで発掘が継続され、ほぼ人工遺物が出土しない地山層まで達したとされる。Square-2 トレンチは、緩い傾斜面に最上部の最も新しい生活層である第 1 層から最も古い第 8 層までの建築層に区分されている（図 4、写真 1、2）。比高は約 7m、南北の長さは約 27m、東西の幅は 4m である。発掘終了の直前の 2009 年 3 月中旬に、Square-2 トレンチの主として西壁面で、各建築層に対応すると思われる地層中から木炭や炭化物を採取した（表 1）。木炭は火による加熱を十分に受け良く固化して風化に強い。一方、炭化物は、火による加熱が弱く木炭のように完全には炭になっていないものや全く火を受けずに植物が腐って固化したものの総称である。炭化物は、 ^{14}C 年代測定のための試料調製における化学洗浄処理において、特に水酸化ナトリウム水溶液に溶解して失われることが多く、年代測定の実施が難しい対象である。Square-2 トレンチでの年代測定試料の採取においては、考古学者の指示に従って、後世の人々による攪乱がない地層から採取すること、すなわち、表層部ではなく深い地点の試料を選ぶように心がけた。本稿では、Square-2 トレンチから採取した試料の年代測定の結果について述べる（表 1）。

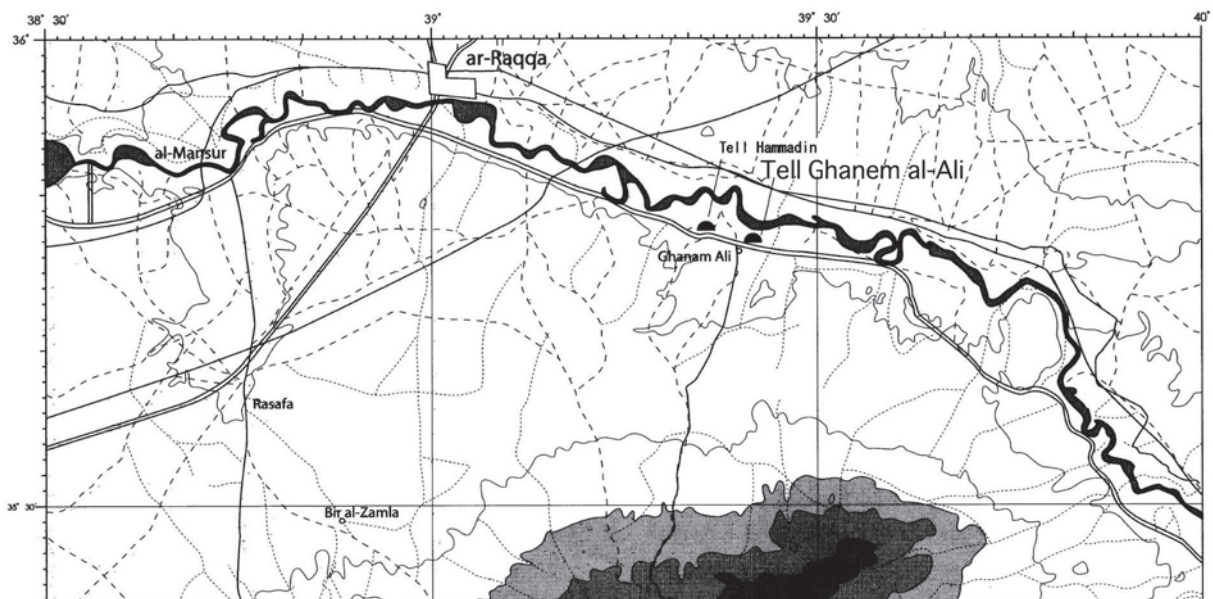


図 2 シリア・アラブ共和国のユーフラテス河中流域の河川氾濫原に位置する Tell Ghanem al-Ali 遺跡の位置

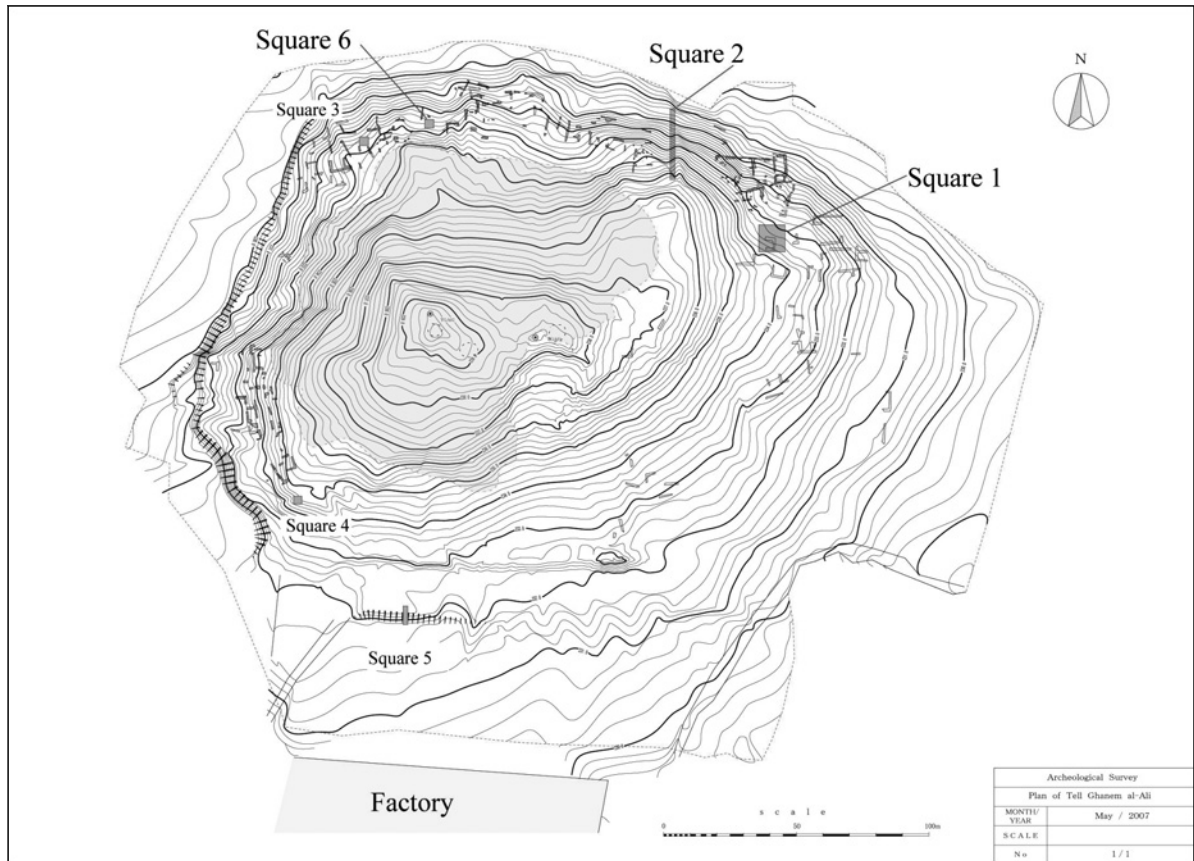


図3 Tell Ghanem al-Ali 遺跡を構成する丘状地形
遺跡の北東部の Square-1 ~ 6 の 6 箇所のトレンチで考古学発掘が行われた。主たる発掘は Square-2 トレンチで実施された。

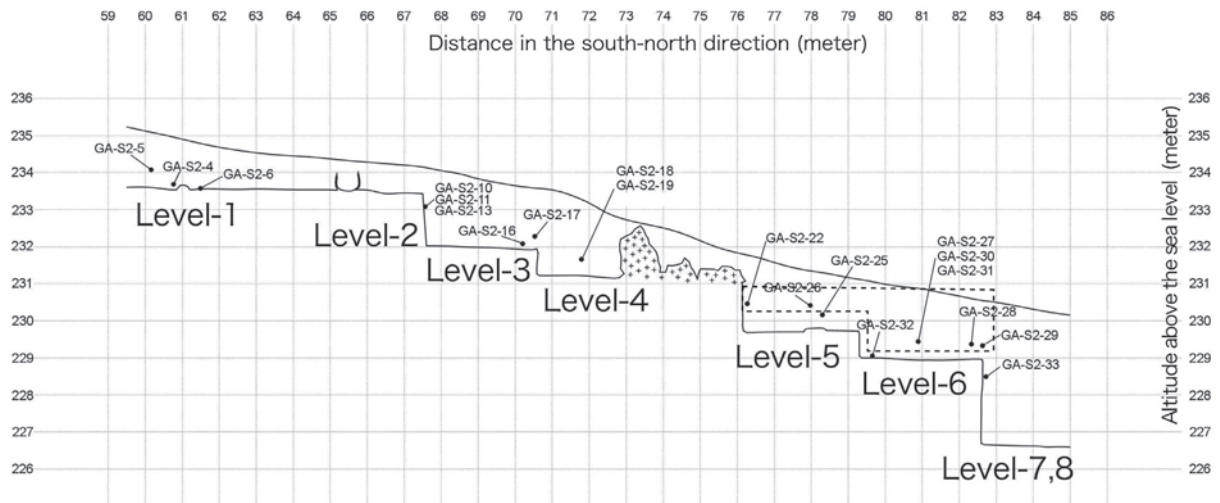


図4 Tell Ghanem al-Ali 遺跡の Square-2 トレンチの西壁露頭の概略図
図中の黒丸が年代測定試料の採取地点を表す。破線で囲まれた 7 点の試料は、それぞれ第 5, 6 建築層の、それらより低い地点から採取された試料より 400 ~ 600 年も若い ^{14}C 年代を示した。



写真1. Square-2 トレンチの遠景
北側の麦畑から遺跡を望む。Square-2 トレンチの右側の高まりは現代の墓場として利用されている。

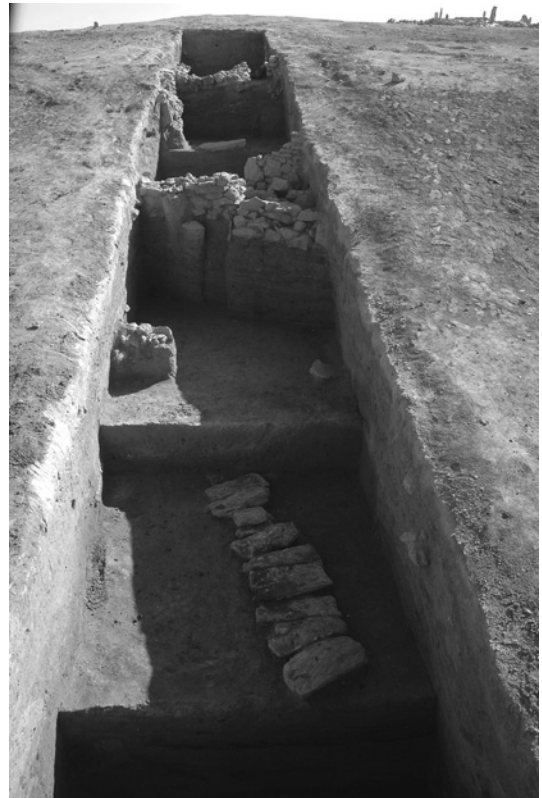


写真2. Square-2 トレンチの近景
最上層から最下層へ向けて、第1から第8建築層が設定されている。

表1 Tell Ghanem al-Ali 遺跡の Square-2 トレンチ発掘において採取された木炭や炭化物試料の ^{14}C 年代および較正年代

| No. | Sample No. | Sediment layer/ Construction level # | Altitude of sampling point (m) | $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}^*$ (‰, $\pm 1\sigma$) | ^{14}C age (BP, $\pm 1\sigma$) | Calibrated age (calibrated with IntCal04, 2σ range with probability in %) | Lab # (NUTA2-) |
|-----|------------|--|--------------------------------------|---|---|--|-------------------|
| 1 | GA-S2-22 | Uppermost layer | 230.46 | -24.1 | 3808 \pm 31 | 2398-2384 cal BC (1.3%) 2346-2140 cal BC (94.1%) | 14174 |
| 2 | GA-S2-26 | Uppermost layer | 230.41 | -24.4 | 3838 \pm 31 | 2459-2417 cal BC (8.7%) 2410-2201 cal BC (86.7%) | 14176 |
| 3 | GA-S2-27 | Uppermost layer | 229.44 | -25.4 | 3703 \pm 27 | 2198-2167 cal BC (8.8%) 2150-2023 cal BC (85.8%) 1991-1985 cal BC (0.8%) | 14088 |
| 4 | GA-S2-28 | Uppermost layer | 229.37 | -27.3 | 3695 \pm 28 | 2196-2170 cal BC (5.6%) 2146-2016 cal BC (86.7%) 1996-1980 cal BC (3.0%) | 14089 |
| 5 | GA-S2-29 | Uppermost layer | 229.32 | -26.5 | 3760 \pm 27 | 2286-2247 cal BC (12.7%) 2235-2127 cal BC (71.8%) 2090-2045 cal BC (10.9%) | 14092 |
| 6 | GA-S2-30 | Uppermost layer | 229.44 | -26.1 | 3753 \pm 28 | 2281-2249 cal BC (8.8%) 2231-2120 cal BC (69.4%) 2095-2041 cal BC (17.3%) | 14093 |
| 7 | GA-S2-31 | Uppermost layer | 229.44 | -25.9 | 3744 \pm 27 | 2276-2254 cal BC (4.1%) 2228-2224 cal BC (0.5%) 2210-2114 cal BC (65.2%) 2101-2037 cal BC (25.6%) | 14094 |

| No. | Sample No. | Sediment layer/ Construction level # | Altitude of sampling point (m) | $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}^*$ (‰, $\pm 1\sigma$) | ^{14}C age (BP, $\pm 1\sigma$) | Calibrated age (calibrated with IntCal04, 2σ range with probability in %) | Lab # (NUTA2-) |
|-----|------------|--|--------------------------------------|---|---|---|-------------------|
| 8 | GA-S2-1 | Construction level-1 | 233.96 | -26.1 | 3970 \pm 28 | 2574-2454 cal BC (91.5%) 2419-2407 cal BC (1.5%) 2376-2351 cal BC (2.4%) | 14132 |
| 9 | GA-S2-2 | Construction level-1 | 234.08 | -25.1 | 3914 \pm 30 | 2475-2298 cal BC (95.4%) | 14133 |
| 10 | GA-S2-4 | Construction level-1 | 233.70 | -27.0 | 4007 \pm 29 | 2579-2469 cal BC (95.4%) | 14134 |
| 11 | GA-S2-5 | Construction level-1 | 234.08 | -12.3 | 4053 \pm 29 | 2836-2816 cal BC (5.5%) 2667-2479 cal BC (89.9%) | 14135 |
| 12 | GA-S2-6 | Construction level-1 | 233.55 | -17.4 | 4031 \pm 30 | 2827-2825 cal BC (0.4%) 2625-2473 cal BC (95.0%) | 14136 |
| 13 | GA-S2-10 | Construction level-2 | 233.20 | -26.7 | 3963 \pm 32 | 2573-2511 cal BC (37.4%) 2506-2400 cal BC (50.6%) 2382-2347 cal BC (7.3%) | 14139 |
| 14 | GA-S2-11 | Construction level-2 | 233.10 | -28.0 | 4007 \pm 35 | 2620-2466 cal BC (95.4%) | 14140 |
| 15 | GA-S2-13 | Construction level-2 | 233.15 | -24.3 | 3946 \pm 28 | 2566-2524 cal BC (15.0%) 2497-2344 cal BC (80.4%) | 14086 |
| 16 | GA-S2-16 | Construction level-3 | 232.08 | -26.5 | 4058 \pm 27 | 2836-2815 cal BC (6.6%) 2671-2487 cal BC (88.8%) | 14087 |
| 17 | GA-S2-17 | Construction level-3 | 232.28 | -26.8 | 4076 \pm 31 | 2858-2811 cal BC (14.8%) 2749-2723 cal BC (3.7%) 2700-2562 cal BC (65.7%) 2535-2492 cal BC (11.2%) | 14169 |
| 18 | GA-S2-18 | Construction level-4 | 231.66 | -23.7 | 4071 \pm 31 | 2854-2812 cal BC (12.9%) 2746-2726 cal BC (2.5%) 2697-2561 cal BC (65.2%) 2537-2491 cal BC (14.8%) | 14171 |
| 19 | GA-S2-19 | Construction level-4 | 231.66 | -25.2 | 4010 \pm 31 | 2618-2610 cal BC (1.2%) 2581-2464 cal BC (94.2%) | 14172 |
| 20 | GA-S2-20 | Construction level-4 | | -25.2 | 4117 \pm 31 | 2867-2804 cal BC (24.6%) 2777-2577 cal BC (70.8%) | 14173 |
| 21 | GA-S2-25 | Construction level-5 | 230.15 | -26.0 | 4215 \pm 31 | 2903-2850 cal BC (36.7%) 2814-2741 cal BC (45.7%) 2729-2694 cal BC (12.2%) 2686-2680 cal BC (0.7%) | 14175 |
| 22 | TGA09-242 | Construction level-5 | | -25.6 | 4160 \pm 33 | 2880-2831 cal BC (19.2%) 2821-2630 cal BC (76.2%) | 14374 |
| 23 | GA-S2-32 | Construction level-6 | | -24.8 | 4339 \pm 28 | 3022-2897 cal BC (95.4%) | 14095 |
| 24 | GA-S2-33 | Construction level-7 | 228.48 | -26.0 | 4410 \pm 28 | 3265-3242 cal BC (3.8%) 3104-2918 cal BC (91.6%) | 14096 |
| 25 | GA-S2-36 | Construction level-7 | | -25.1 | 4351 \pm 28 | 3081-3069 cal BC (2.5%) 3026-2902 cal BC (92.9%) | 14097 |
| 26 | TGA09-266 | Construction level-8 | | -24.8 | 4316 \pm 33 | 3017-2888 cal BC (95.4%) | 14375 |

*) 定義式： $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} = [(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{sample}} / (^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{PDB}} - 1.0] \times 1000$ (‰),
ここで $(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{sample}}$ と $(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{PDB}}$ は、試料および Pee Dee Belemnite 標準物質についての炭素安定同位体比である。この値は、 CO_2 から合成したグラファイトについて Tandem AMS システムを用いて測定した値であり、誤差は 1 標準偏差で ± 1 ‰ (Nakamura *et al.* 2004) と推定される。

3-2. 試料調製と¹⁴C年代測定

木炭や炭化物試料を蒸留水に浸して超音波洗浄して汚れを取り除いた。次に、試料が埋まっていた間に付着した可能性のある、有機態や無機態の炭素含有物からなる不純物を除去するために、1.2 規定塩酸、1.2 規定水酸化ナトリウム、さらに1.2 規定塩酸による化学的洗浄（いずれも80℃程度に加熱）を、それぞれ数日間かけて行った。蒸留水による洗浄のあと乾燥し、木炭や炭化物の細片の約6mgを燃焼して二酸化炭素に変え、さらにこれを、鉄触媒を用いて水素で還元してグラファイトに変えた。

試料から得たグラファイト及びシュウ酸（¹⁴C濃度標準体、HOxII）（中村2003b）を処理して得たグラファイトについて、名古屋大学のタンデム加速器質量分析計を用いてグラファイトに含まれる¹⁴C、¹³C及び¹²Cの定量を行った。AMS¹⁴C年代測定では、¹⁴Cと¹²Cの存在比（¹⁴C/¹²C比（=R））が未知試料（R_{sample}）と¹⁴C濃度が既知の標準体（R_{AD1950}）とについて測定され、R_{sample}/R_{AD1950}比が得られる。同分析計で測定された炭素安定同位体比δ¹³C値（表1に示す）を用いて、R_{sample}/R_{AD1950}比について同位体分別の補正を行ったのち、試料の¹⁴C年代値（conventional¹⁴C age: 同位体分別補正¹⁴C年代）を算出した（中村2001; 2003b）。¹⁴Cの半減期としては、国際的な慣例に従って、Libbyの半減期5568年を用いた。¹⁴C年代値は、西暦1950年から遡った年数として与えられる。誤差はone sigma（±1σ; 1標準偏差）を示した。得られた同位体分別補正¹⁴C年代を、IntCal04データセット（Reimer *et al.* 2004）およびOxcal 4.1較正プログラム（Bronk Ramsey 1995; 2001）を用いて暦年代に較正した（中村2001; 2003a）。較正暦年代は、可能性の高い暦年代範囲として、2標準偏差（真の年代値が指定された区間に入る確率は95.4%）の範囲を示した。

4. 結果および考察

¹⁴C年代測定結果を表1に示す。¹⁴C年代の誤差は1標準偏差（68.3%の信頼度水準）、較正暦年代の誤差は2標準偏差（95.4%）の範囲で示してある。図5に、それぞれの試料について真の年代が入る可能性の高い較正暦年代範囲とその可能性の確率密度分布を曲線の高さで示す。

Square-2トレンチの建築層ごとに採取した試料についてみると、第5、第6建築層（Level-5、-6）では、図4に破線で囲った試料が、同じ建築層の下層から採取された試料の年代に比べて極端に若い年代を示す。しかし、おおざっぱな傾向としては、Square-2の建築層の層番号の順番に従って、¹⁴C年代は次第に古くなっている。第5、第6建築層では、それぞれ1点の試料しか当てはまらないが、層番号と共に¹⁴C年代が古くなる傾向を示す。一方、若い年代の方は異常値といえる。そこで、第5、第6建築層のうち若い¹⁴C年代を示す層については、このスロープの利用の最終段階になって、少しスロープを下った第5、第6建築層のあるあたりを整地し直して前三千年紀の終わり頃まで人間集団の活発な活動が行われた痕跡であると考えられる。この若い地層を最上層と称して、図5に他の層の較正年代と比較して示す。

図5に較正暦年代と建築層番号の関係を示す。古い年代から順にまとめると、Square-2トレンチ周辺では、第6、第7、第8建築層に3100-2900 cal BC頃に居住を開始し、第5、第4、第3、第2、そして第1建築層に至る2600-2450 cal BC頃まで居住を継続し、その後、少しスロープを下った第5、第6建築層のあるあたりを整地し直して2400 cal BCから2050 cal BC頃まで人間集団が活発に活動した痕跡がみられることが、本研究から明らかとなった。ここに居住した人々は、前三千年紀末に、ユーフラテス河の氾濫原に位置するTell Ghanem al-Aliを離れてビシュリ山地に移動していったものと推察されている（Nakamura *et al.* 2009）。

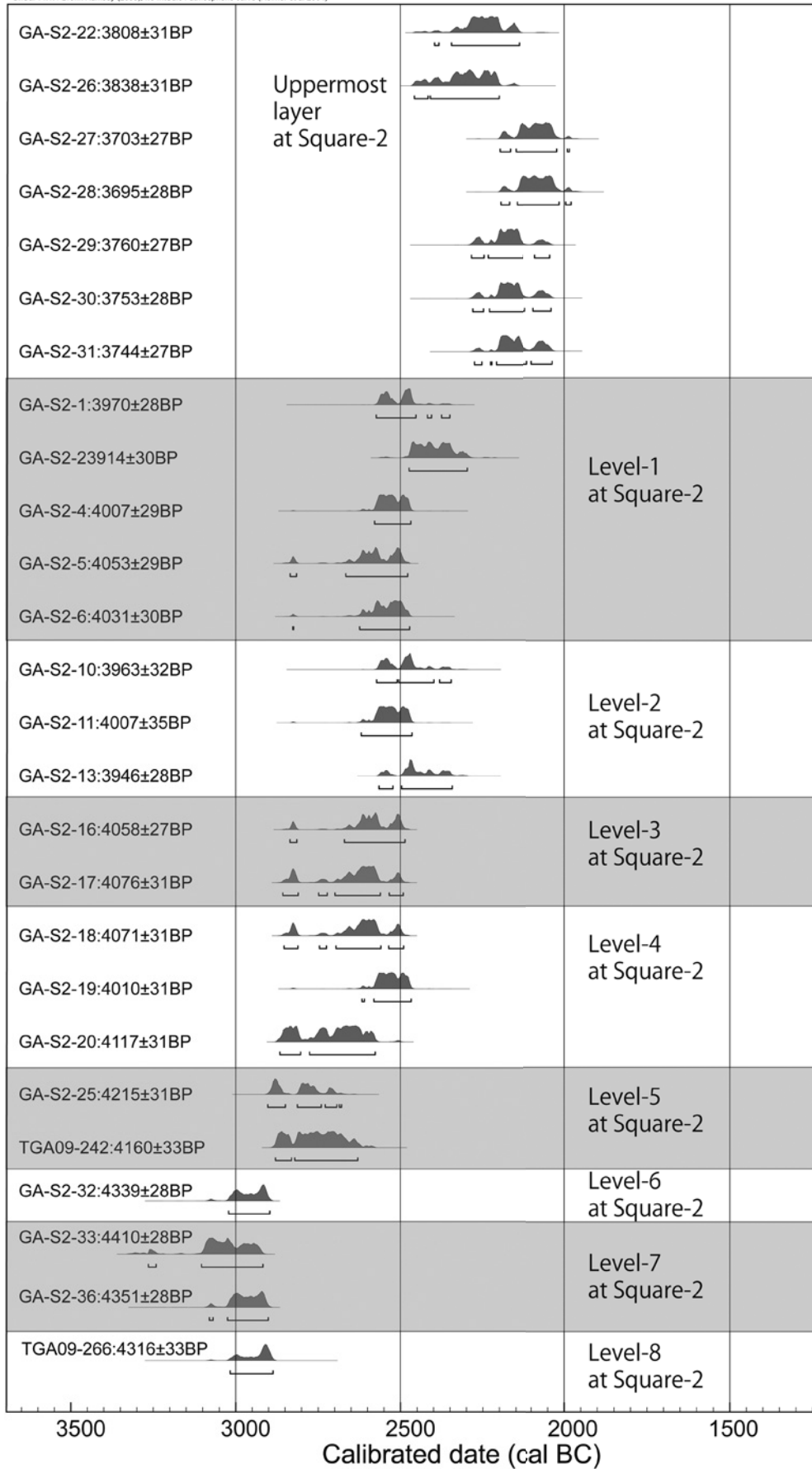


図5 Square-2 トレンチから採取された試料の層序と較正暦年代の比較

本研究の¹⁴C年代測定結果を基に Tell Ghanem al-Ali 遺跡 Square-2 トレンチの第1～第8建築層の編年を表2に示す。すなわち、Tell Ghanem al-Ali 遺跡では3100 cal BCから2050cal BCころまで居住された可能性が示される。残念ながら、Square-2 トレンチで採取された土器や石器などの遺物についての考古学的な解析はまだ進んでいない。本年代測定研究で得られた結果は、木内（2007）の表採土器から推定された遺跡利用の編年と大きくは矛盾しない。木内（2007）は、EBIII期、EBIV期、EB-MB移行期の土器片を確認しているが、これらの時期は、Anastasio *et al.* (2004) による前三千年紀の編年表の中年代（Middle chronology）で示される絶対年代数値で、それぞれ2700-2350 BC, 2400-2000 BC, 2000 BCよりも新しい時期に対応する。第5, 第6, 第7, 第8建築層では、2700 cal BPを超えて古い年代が得られていることから、EBII期やEBI期に相当する可能性がある。すなわち Tell Ghanem al-Ali 遺跡 Square-2 トレンチ付近に居住された期間としては、絶対年代数値で3000-2000 BCとされるEB I期からEB IV期の全期間を占めることがわかる。また、3000 BCを超えて古い年代から居住していた可能性が示唆される。

表2 ユーフラテス河中流域にある Tell Ghanem al-Ali 遺跡の第2トレンチにて検出された建築層番号と AMS ¹⁴C年代測定から推定される較正暦年代

| 建築層番号 / 堆積層 | 較正年代 |
|------------------|------------------|
| Uppermost layer: | 2400-2050 cal BC |
| Level-1, -2: | 2650-2350 cal BC |
| Level-3, -4: | 2850-2500 cal BC |
| Level-5: | 2900-2650 cal BC |
| Level-6, -7, -8: | 3100-2900 cal BC |

5. おわりに

Tell Ghanem al-Ali 遺跡の Square-2 トレンチから採取された木炭、炭化物試料のうち、26個の試料についての¹⁴C年代から、前三千年紀の全体に亘って継続した活動の痕跡が明らかになってきた。今後、トレンチから採取された土器片、石器などの考古遺物の解析が進めば、詳細な編年を含めてこの遺跡の全容が明らかになってくるものと期待される。

謝 辞

本研究の一部は、科学研究費補助金特定領域研究「セム系部族社会の形成－ユーフラテス河中流域ビシュリ山系の総合的研究」（課題番号：17063005）の補助による。

参考文献

- Anastasio S, Lebeau M, Sauvage M. (2004) *Atlas of preclassical Upper Mesopotamia*. Subartu 13, Turnhout, Brepols.
- Bronk Ramsey, C. (1995) Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: The OxCal program. *Radiocarbon*, **37** (2) 425-430.
- Bronk Ramsey, C. (2001) Development of the radiocarbon calibration program OxCal. *Radiocarbon*, **43** (2A) 355-363.
- 木内智康 (2007) 表採遺物から見た各遺跡の時代. 文部科学省科学研究費補助金「特定領域研究」Newsletter セム系部族社会の形成, **6**, 18-23.
- 中村俊夫 (1999) 放射性炭素法. 「考古学のための年代測定学入門」. 長友恒人 (編著), 古今書院, 1-36.
- 中村俊夫 (2001) 放射性炭素年代とその高精度化. 第四紀研究, **40**(6), 445-459.
- 中村俊夫 (2003a) 放射性炭素年代測定法と暦年代較正. 環境考古学マニュアル, 松井 章 (編著), 同成社, 301-322.
- 中村俊夫 (2003b) 加速器質量分析 (AMS) による環境中およびトレーサ放射性同位体の高感度測定. *Radioisotopes*, **52**, 3, 145-171.

- Nakamura, T., Niu, E., Oda, H., Ikeda, A., Minami, M., Ohta, T., Oda, T. (2004) High precision ^{14}C measurements with the HVEE Tandetron AMS system at Nagoya University. *Nucl. Instru. and Meth. in Phys. Res.*, B 223-224, 124-129
- Nakamura, T. (2010) The Early Bronze Age chronology based on ^{14}C ages of charcoal remains from Tell Ghanem al-Ali. *Al-Rafidan Special Issue*, 119-129.
- Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Bertrand, C., Blackwell, P.G., Buck, C.E., Burr, G., Cutler, K.B., Damon, P.E., Edwards, R.L., Fairbanks, R.G., Friedrich, M., Guilderson, T.P., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, F.G., Manning, S., Bronk Ramsey, C., Reimer, R.W., Remmele, S., Southon, J.R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F.W., van der Plicht, J. and Weyhenmeyer, C.E. (2004) IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. *Radiocarbon*, **46**(3), 1029-1058.

(2010年10月15日受付, 12月13日受理)