

## キュルテペ遺跡の立地と自然地理的背景

早川 裕式\*

Physical Geography and Environmental Conditions around Kültepe

Yuichi S. HAYAKAWA

キュルテペ遺跡は、中央アナトリアの南東部に位置するカイセリ地域の主要な古代都市であり、その多様な環境的背景に関する知識は、当該地域での人為的活動を理解するために不可欠である。ここでは、遺跡の環境条件とジオ多様性 (Geodiversity) を特徴づけるために、地形、テクトニクス、火山活動など、遺跡周辺における自然地理的背景を概説する。次に、周辺地域における地形学および水文学的条件を、気候が類似した降雨条件をもつ北メソポタミア地域と比較し、水系網の特徴から両地域における水資源の利用可能性と輸送能力の違いを議論する。また、カイセリにおける考古遺跡の空間分布は、比較的緩やかな地形景観をもつ北メソポタミアに比べて、複雑な地形条件により強く支配されている可能性がある。

キーワード：ジオ多様性、景観、地形量計測、水系網、水運

Kültepe archaeological site is a major ancient city in the Kayseri region, located southeast of central Anatolia. As such, the knowledge on its diverse environmental background is essential for understanding the anthropogenic activities at the site. Physical geographical contexts of the site, including landforms, tectonics, and volcanism, are reviewed to characterize the environmental conditions and geodiversity of the site. Geomorphological and hydrological conditions around the site are then compared with those of an adjacent region in northern Mesopotamia whose climate has a similar rainfall condition. Differences in the availability of water resources and transport capacity are discussed for both areas considering the characteristics of stream networks. The complicated landscape conditions potentially control the spatial distribution of archaeological sites in Kayseri more intensely compared to northern Mesopotamia with its gentler landscapes.

Keywords: geodiversity, Landscapes, Geomorphometry, Drainage Network, Water Transport Capacity

### 1. はじめに

キュルテペ遺跡 (Kültepe) は中央アナトリア南東部、カイセリ市に含まれるカイセリ盆地の北東部に位置し、主には前期青銅器時代 (BC 3000 年頃) からローマ時代 (AD100 年頃) にかけて、中央アナトリアと北メソポタミア間の交易の中心となる主要都市として、長期間にわたり機能してきた。

気候変動など大局的な自然環境の変化や、火山の噴火活動といった突発的な環境変動が人類の文化活動に与えた影響については、古くからその関係性が報告されてきている (安田 1993; 小泉 2007; 前野ほか 2009; 藤井 2012)。しかしながら、地域レベルの空間スケールにおいて、数百年から数千年程度では大きく変化しない、あるいは緩やかにのみ変化するような自然環境条件により規定される人間活動について、地理空間的な観点から明示された事例はこれまでにあまり多くな

い (Wilkinson and Rayne 2010)。キュルテペ遺跡の立地するカイセリ県においても、活動的な火山や地震断層は分布するものの、そうした外的要因による環境変動のみならず、場の条件としての地理的な自然環境が人間活動にどのように影響を及ぼしてきたかについて、十分に示されているとは言えない。

そこで、キュルテペにおける交易の活発化や、都市としての巨大化をもたらした自然環境的背景について、カイセリ盆地を含むカイセリ平野の成り立ちから、人間活動に対するその地質的・地形的制約条件を明らかにすることは、キュルテペのみならずそれを含む中央アナトリア、およびその交易の主要な相手のひとつである北メソポタミア地域も含めた文化・社会・経済活動を理解する上で、基礎的情報として有用であると考えられる。本稿では、まずカイセリ盆地の自然環境的背景を概観し、キュルテペ遺跡の立地について

\*北海道大学地球環境科学研究所

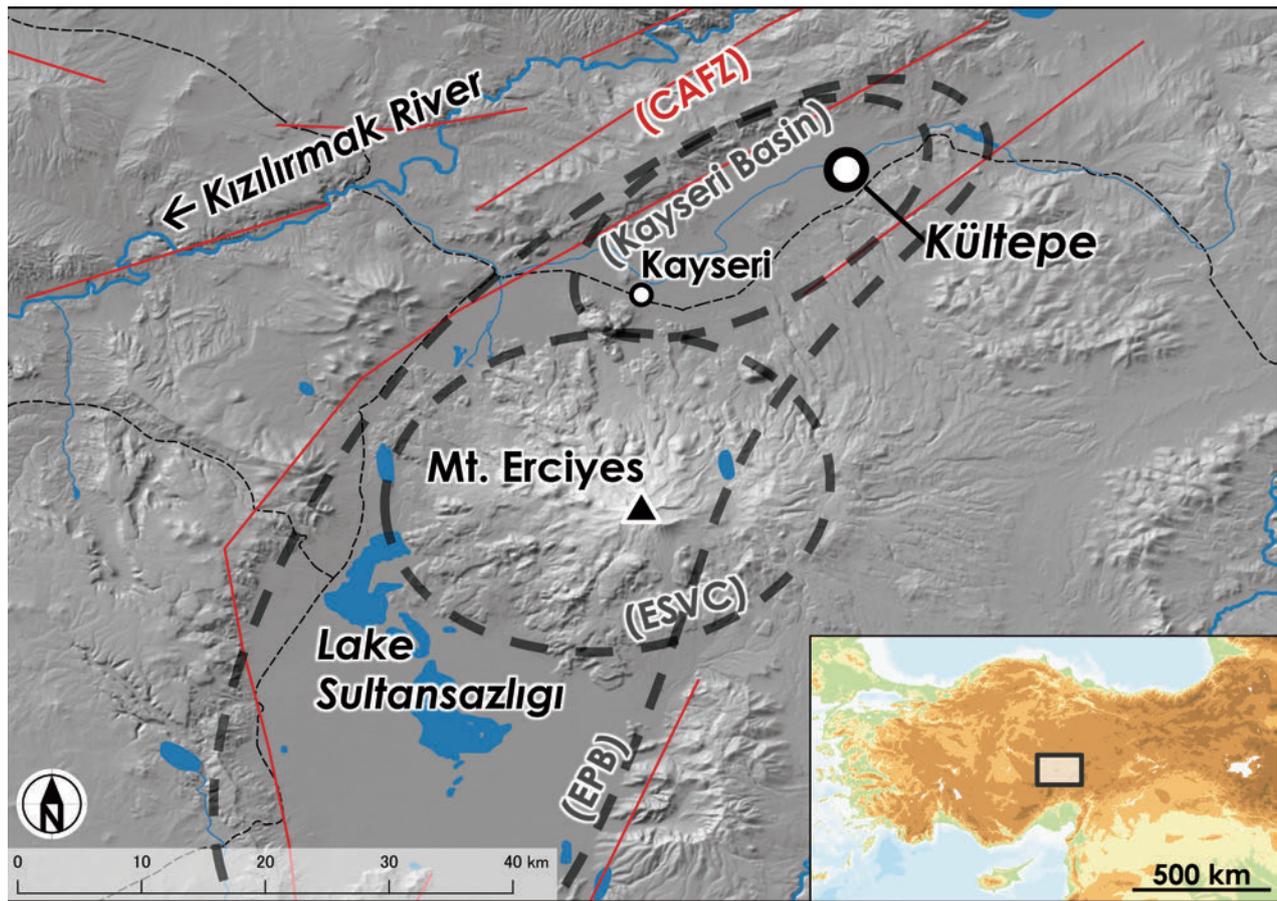


図1 カイセリ地域の概観。概略図は地理院地図、背景の地形陰影図はMERIT DEMによる。濃色域(青)は水域、細点線(黒)は主要道路(ESRIによる)、細実線(赤)は活断層(GEM Global Active Fault Databaseによる)、太点線(灰)は各種地形区分領域(EPB、カイセリ盆地、ESVC)をそれぞれ示す。CAFZ:中央アナトリア断層帯、EPB:エルジエス・プルアパートベイソン、ESVC:エルジエス成層火山群。

との特徴を整理した上で、隣接する北メソポタミアの主要地域との比較を通して、カイセリ盆地における地形・水文的な制約条件を議論することを目的とする。

## 2. カイセリ盆地の自然環境的背景と

### キュルテペ遺跡の立地

現代のカイセリ市街地を含み南北に広がる平地は、地殻変動の影響を強く受けて形成された盆地である(図1)。東アナトリア断層系の一部として位置づけられる中央アナトリア断層帯(central Anatolian fault zone: CAFZ)の北東部分と南西部分とを接続する構造として、南北方向に伸びるトランステンション構造をもつエルジエス・プルアパートベイソン(Erciyes pull-apart basin: EPB)として発達した(Aydin and Nur 1982; Koçyiğit and Erol 2001)。これは、CAFZのセグメントとして左横ずれ成分を示すエジェミシュ断層群の活動をともなうものである。断層セグメントはカイセリ付近で約45~50°程度に湾曲

して二重構造となっており、これにより中期鮮新世以降、EPBとその近辺にエルジエス成層火山群(Erciyes stratovolcano complex: ESVC)が形成された。EPBは幅約35 km、長さ約120 kmのゆるやかな三日月型を示す。EPBの東縁と西縁における断層の累積変位量はそれぞれ1,225 mと720 mと見積もられており、盆地の発達是非対称であったことが示されている(Koçyiğit and Erol 2001)。ESVCはEPBの中央部で北部と南部を区切るバリアを形成しており、このバリアのためEPBは北部のカイセリ盆地と南部のスルタンサズル盆地に分断されている。南部のスルタンサズル盆地には、大規模な湿地帯であるスルタンサズル湖が形成されているが(Erol 1999)、近年の過度な水利用により乾燥化やそれにとまなう塩害も広がっている。ESVCを構成する主要な成層火山はエルジエス山(標高3,917 m)であり、その周辺にも多数の溶岩ドームが分布する。ESVCの火山活動は更新世または完新世初期まで少なくとも活発に継続しており、将来的にも溶岩ドームを形成するような噴火

活動が生じる可能性も示唆されている (Şen et al. 2003; Males and Gottsmann 2021)。一方、EPBの形成も、更新世から完新世初期にかけての盆地内の堆積物にみられる断層や、隆起にともなう段丘の形成から示されるように継続していると考えられ、現代において地震も多発している。カイセリ盆地の近辺で観察される断層の複数のストランド（線状構造）は、鮮新世において主に活動した正断層のグループである一方、後期更新世のエルジエス山からのプリニアン軽石降下堆積物である Gesi Bagpınar (GBP, 0.11–0.14 Ma; Şen et al. 2003) の変形が認められる箇所もあり、そのオフセット量から推定される後期更新世に生じたすべり速度は0.3~0.4 mm/yにもなる (Okumura et al. 2016)。また、沖積錐にみられる正断層の変位とそれを覆う未固結で新鮮な崖錐堆積物が観察される場所もあり、第四紀後期の活動も示唆される。

なお、エルジエス山を含む ESVC は、数百万年前における先エルジエスの大規模な火山活動が終了した後に形成されたものである。こうした先エルジエス期の火山活動による大規模火砕流堆積物のうち、インジェスイグニンプライト（溶結凝灰岩）層 (Incesu Ignimbrite,  $2.52 \pm 0.49$  Ma; Aydar et al. 2012) はカイセリ盆地とその周辺の広範囲に及んでおり、カッパドキア溶結凝灰岩層の一部をなすとともに、現代にも建築材としての利用が行われている。一方、エルジエス山は、ESVC のなかでも標高の高い単独峰として目立った自然景観要素であり、地域のシンボリック存在として、多数の遺跡を含む広範囲からの眺望を得てい

る (図2)。また、山体東部は後期更新世に大規模な山体崩壊を起こし、先エルジエスのカルデラ内の平坦地に流れ山をとまなう岩屑なだれ堆積物を残している (Şen et al. 2003; Sankaya et al. 2009; Hayakawa et al. 2018)。

EPBの北部を構成するカイセリ盆地は、周辺を山地・丘陵地に囲まれており、盆地縁辺部には断層露頭も多く観察され、主要な断層崖に区切られた台地が分布する。一方、幅約8 km、長さ約30 kmの範囲となる盆地内部には平坦な土地が広がり、総じてジオ多様性 (Geodiversity) に富む。ジオ多様性とは、生物多様性 (Biodiversity) が生物の多様性を示すのに対し、地形、地質、土壌など非生物事象の多様性を示す。たとえば、カイセリ盆地から北西の山地を超えたところには、アナトリア半島における主要河川の一つであるクズルウルマック川が西流し、深い河谷を形成している。また、クズルウルマック川に沿った谷底には、複数の河成段丘も観察される (Doğan 2011)。一方、カイセリ盆地周辺の山地・丘陵地からはワジを含む複数の小河川が流れ込み、盆地の縁辺には扇状地が形成されている (図3)。キュルテペ遺跡は北東から盆地に流入する主要河川により形成された大きな扇状地の末端付近に位置しており、その扇端から先の下流直下には湿地帯が存在する。この湿地帯は小規模なものであるが、EPB南部にある大規模なスランサズル湖と同様に、盆地内部の平坦地における堆積環境が、侵食傾向ではなく、堆積物が蓄積される傾向にあることを示すと同時に、扇状地末端に位置するキュルテペ周辺での地下水の利用可能性の高さを示唆する。



図2 カイセリ盆地内のキュルテペと遠方に位置するエルジエス山。キュルテペの北東から南西を望む (2015年8月撮影)。

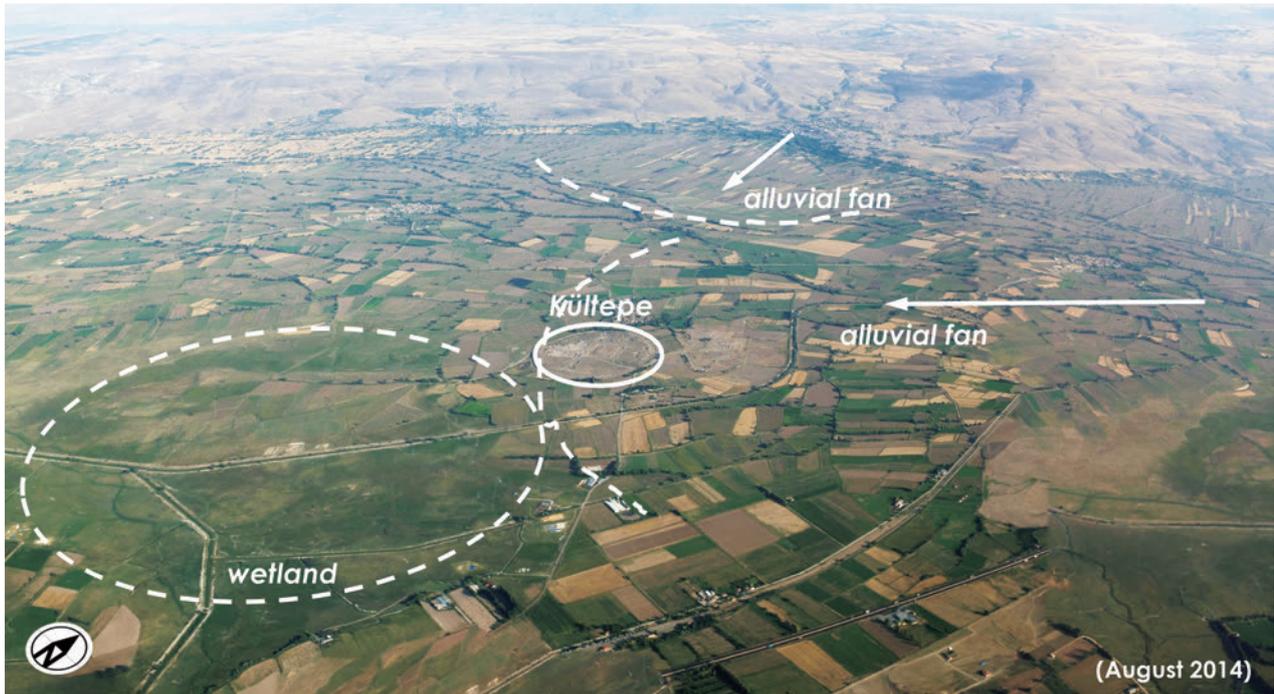


図3 カイセリ盆地東縁部の景観（2014年8月、カイセリ空港着陸前のトルコ航空機から撮影）。中央にキュルテペが位置し、盆地の縁辺部には複数の扇状地が形成されているのが観察される。

一方、扇頂から扇央にかけての地表は一般に透水性が高く、水はけが良いため、そうした土壤水分条件に適した農作物であれば耕作可能であるが、より水分を要する農作物であれば扇端から下流の平坦地が好まれるであろう。ただし、カイセリ盆地においては扇状地より下流は湿地帯となる領域も多く、そうした農作物に適した領域は比較的限定されていたかもしれない。いずれにせよ、こうした火山活動、地殻変動、河川作用などにより形作られたカイセリ盆地とその周辺域には、特徴的な地形・地質が景観要素として含まれ、分布する遺跡の立地とも空間的な相互関係があることが見込まれる。

盆地内の小河川は緩やかであり、現在は人工的な水路により主な水流は集配されているが、過去の自然な河川網は、その形状が畑の境界線やそれに沿った道路の形状に反映されている。また、微地形計測を行うと、現在は流水がみられない地表の窪みにも水系の接続性があることが観察され、古流路の痕跡が少なからず残存しているものと考えられる（図4a）。実際に、キュルテペ遺跡南東部におけるトレンチ調査においては、地表における微細な窪地に相当する箇所を掘削し、地表から4~5mの深さをもつ泥質堆積物の下に当時の河川堆積物（砂層）と橋の遺構などが発見された（図4b）。このことは、キュルテペ遺跡の時代にはその周辺の小河川は相応の流量をもち、活発な水利用が行われていた可能性を支持している。一方、それら

の遺構を被覆する数mにおよぶ泥質堆積物の存在からは、キュルテペ遺跡周辺における堆積環境に大きな変化があった可能性も示唆される。たとえば、盆地内のより下流域において、何らかの原因により河道閉塞等が起こり、盆地内の堆積環境が変化した可能性がある。このような外的要因による盆地内の堆積環境の変化に対し、低勾配の小河川は敏感に反応し、短期間に居住空間の環境を変化させた可能性があるが、そのような盆地内における時空間的な地表環境の変動解明については、より広範囲におけるボーリングコアデータの解析が待たれるであろう。

### 3. 北メソポタミア地域との比較

起伏に富むアナトリア高原に位置するカイセリ盆地に対し、隣接する北メソポタミア地域は、より平坦なティグリス・ユーフラテス川水系の中流域に位置し、河床勾配も概して低い。隣接しつつも異なる文化的特徴を示す両地域において、それぞれの自然環境の背景はどのようであっただろうか。ここで比較のために、キュルテペを含むカイセリ近辺および北メソポタミアにおけるテル・ブラク（Tell Brak）周辺に100km四方の範囲をそれぞれ設定し（図5a、それぞれKA、NMとする）、地形環境をいくつかの定量的指標で算出する。なお、それぞれの範囲における現在の年降水量（1979~2013年の平均値および最低・最大

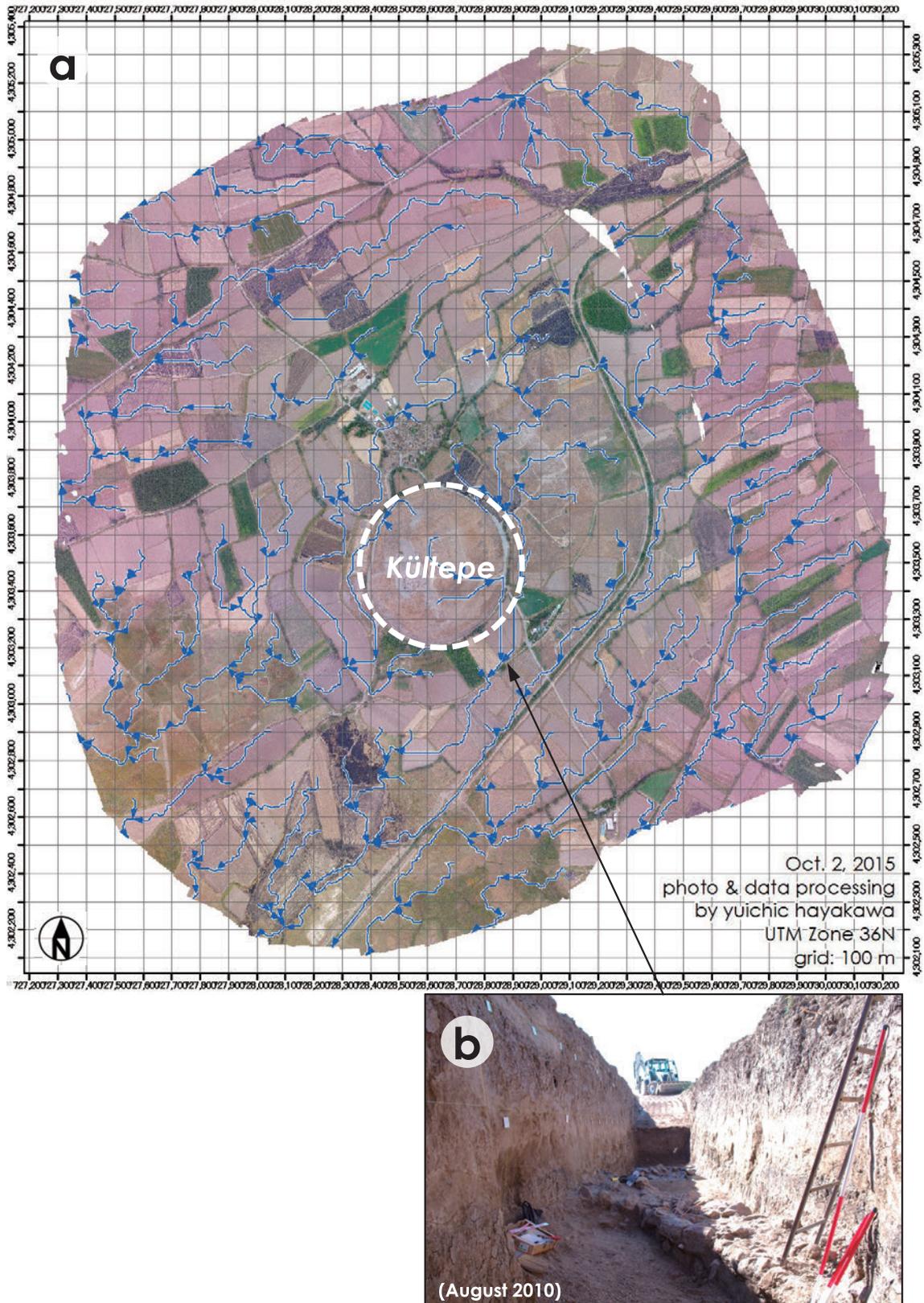


図4 (a) キュルテペ周辺域における UAV 計測（無人航空機を用いた SfM 写真測量）によるオルソ補正画像と、微地形解析にもとづく水系網の分布（2015年10月撮影）。(b) キュルテペ南東部におけるトレンチ調査により発見された遺構の状況（2010年8月撮影）。

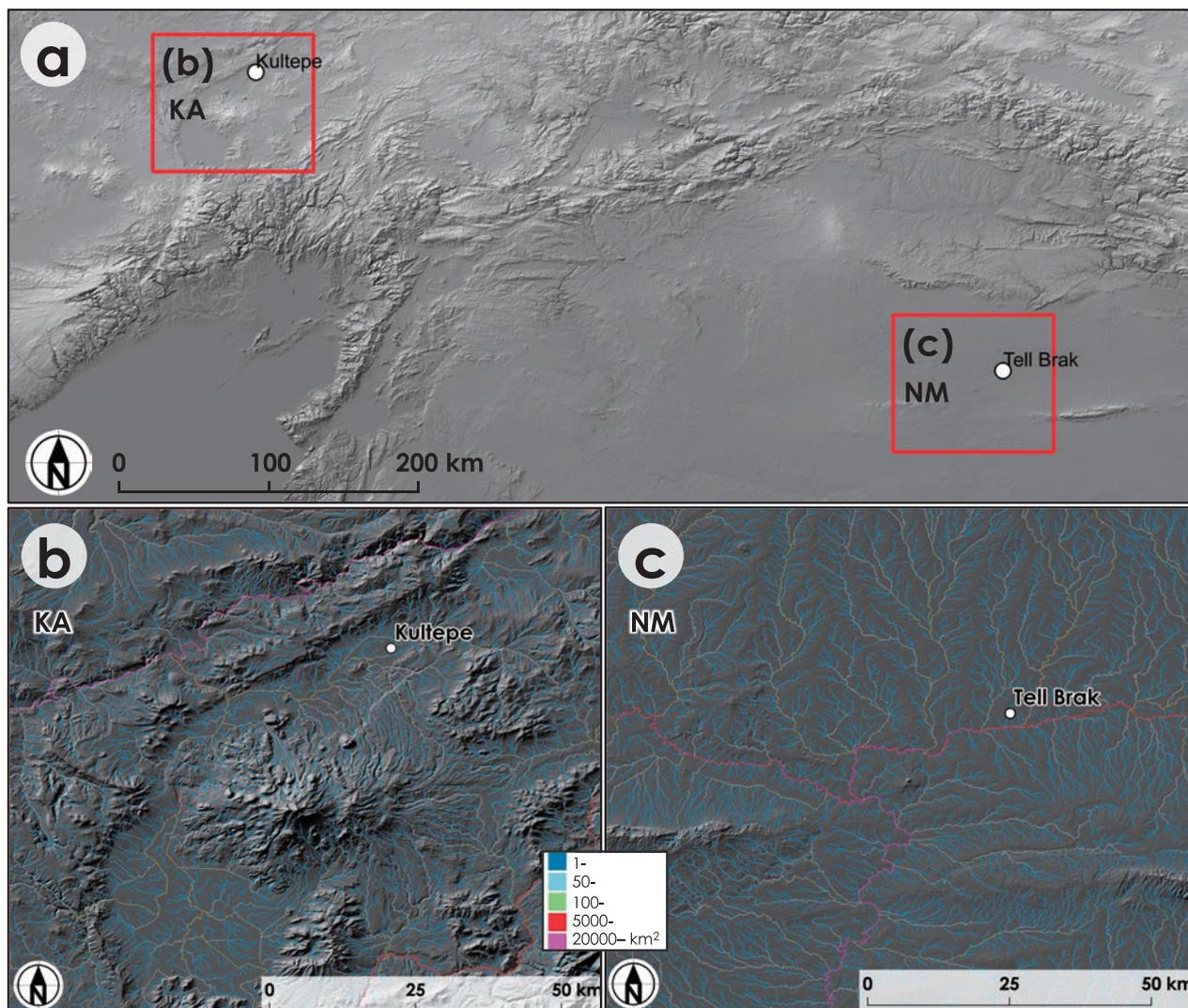


図5 (a) カイセリおよび北メソポタミアそれぞれの比較対象地域。背景はMERIT DEMによる地形陰影図、方形枠(赤)は解析対象とした100 km四方の範囲をそれぞれ示す。(b) カイセリ、キュルテペ周辺(KA)における地形陰影図と水系網。(c) 北メソポタミア、テル・ブラク周辺(NM)における地形陰影図と水系網。水系網の濃淡(色)は流域面積(km<sup>2</sup>)を示す。

値)は、カイセリ370.0 mm (261~590 mm)、北メソポタミア367.4 mm (224~596 mm)と同程度であり(Chelsa Climate 2020)、気温や湿度などの大気環境は異なるものの、降水の観点からは似た気候条件であると言える。したがって、北メソポタミアを比較対象とすることで、水資源の分布やその利用のあり方が、隣接した地域においてもどれだけ異なり得るのかを、水量が類似した条件下で、地形条件など他の要素について比較検討することができる。

ここで、地形データとして、全球的に展開され、フリーで利用可能な陸域のデジタル地形モデル(digital elevation models, DEM)のひとつであるMERIT DEM(Yamazaki et al. 2017)、およびそれに基づき抽出された水系データであるMERIT HYDRO

(Yamazaki et al. 2019)を用いる。水系解析により得られた1 km<sup>2</sup>の集水域をもつ水系網を抽出した上で(図5b、c)、それぞれの地形量的な特徴を算出した。

KAにおける標高は平均で1,379.6 mであり、最低932 mから最高3,826 mまでおよそ2,900 mの差がある。これはアナトリア高原の中部に位置することから全体的に標高が1,000 m以上の場所がほとんどであることに加え、エルジエス山といった比高の大きい山を含む山地が存在し、全般的に大起伏であることによる。一方、NMにおける標高は平均で387.2 mであり、最低255 mから最高878 mまでの差はおよそ600 mほどしかない。NMの領域全体が低平地に存在し、いくらかの丘陵地を除いて地表面が全般的になだらかであることによる。標高のヒストグラムでみて

も、NMは概ね500 m以下の標高がほとんどを占める(図6a)。一方、大起伏なKAの標高は、1,000 m以上の領域に、より大きなばらつきをもって分布するが、うち1,100 m付近に大きなピークを示す(図6a)。これは、カイセリ盆地を含むEPBがKAのうち多くの領域を占めていることを表している。また、斜面勾配で比較すると、NMは2°以下の領域が大部分を占め、頻度分布も大きく偏るのに対し、KAは勾配の値がより分散しており、2°以下の平坦地から20°を超える急傾斜地まで、さまざまな斜面が広く存在することが示されている(図6b)。

KAにおける水系網の総長は1,425 kmであり、水系密度(単位面積あたりの水系網の総長)にすると0.13 m/m<sup>2</sup>であった。一方、NMにおける水系網の総長は1,418 km、水系密度は0.12 m/m<sup>2</sup>であり、KAとほとんど同じ数値となった。しかしながら、水系網の形態的特徴は2地域で大きく異なる(図5b、c)。流域面積に基づき水系網を上流域(~100 km<sup>2</sup>)・中流域(100~5,000 km<sup>2</sup>)・下流域(5,000 km<sup>2</sup>~)に大きく区分すると、上流域の水系がKAでは大部分を占め、それらが急傾斜な斜面領域では同一方向に直列的に並び、盆地の平坦地で中流域に接続しているのに対し、NMでは上流域の水系は多様な方向性を持ち、並列的に中流域の水系に接続し、また中流域の水系が占める割合が大きい。KAのような急勾配で直列的な水系では、一河川における上流から下流方向への流域面積の増加は漸増的であるのに対し、NMのような平坦地で並列的な水系では、同程度の流域面積をもつ河川区間どうしが合流する点が多く存在するため、流域面積は合流点で断続的に、かつ急激に増加してゆく。換言すれば、水系の相互接続性(connectivity)はNMの方が高いとも言える。さらに、流量の大きい下流域の水系は、KAでは北西(クズルウルマック川)と南東の部分に限られており、それらはカイセリ盆地を含むEPBの領域外に位置するのに対し、NM

ではテル・ブラク遺跡のすぐ近くに位置し、NMの主要部を流下する。すなわち、KAではより急峻な地形に制約され、盆地内の平坦地を除いて急勾配で下刻が卓越する条件下で形成された水系網であるのに対し、NMではより平坦な土地において、蛇行による側方侵食や洪水にともなう氾濫原堆積物の拡散が卓越するような状況で、高い自由度をもって形成された水系網の特徴を示している。

同程度の降水量であれば、地質や地表の浸透性などにも依存するが、概ね流域面積で河川の流量を比較することが可能である。ある程度の流量が期待される中・下流域の水系がカイセリ・北メソポタミアそれぞれの地域で異なる特徴を示しており、灌漑や水運などの河川利用の様式もそれぞれ異なっていたことが考えられる(Hritz 2010; Wilkinson and Rayne 2010)。図7にはKA、NMそれぞれの地域における実際の河川の様子を示す。いずれも中流域と区分した水系の実例であるが、KAはカイセリ盆地内の現代の用水路、NMは自然流路(ハブール川)であり、それぞれの地点における流域面積も異なるため、直接的な比較は難しい。しかし、その上で、NMにみられるような幅の広い緩やかな河川区間はKAの盆地内にはほとんどみられないことから、中・下流域の水系が広い範囲に卓越するNMに対して、KAにおける中・下流域の水系が盆地内の平坦地においても限定的であることが、実際の景観にも反映されているものと考えられる。河川の水運利用という観点からみると、NMにおいては比較的容易に船などを運航することが可能である一方、KAにおいては流量の確保による水深の保持や、急勾配区間の回避など、何らかの技術的な課題がより多くあった可能性がある。すなわち、地形・水文環境の相違から、両地域における水系を介した交易ネットワークの形成過程やその様式、運航可搬量などは大きく異なっていたことが推測される。また、水運に限らず、地形的制約の大小は遺跡立地の分布パ

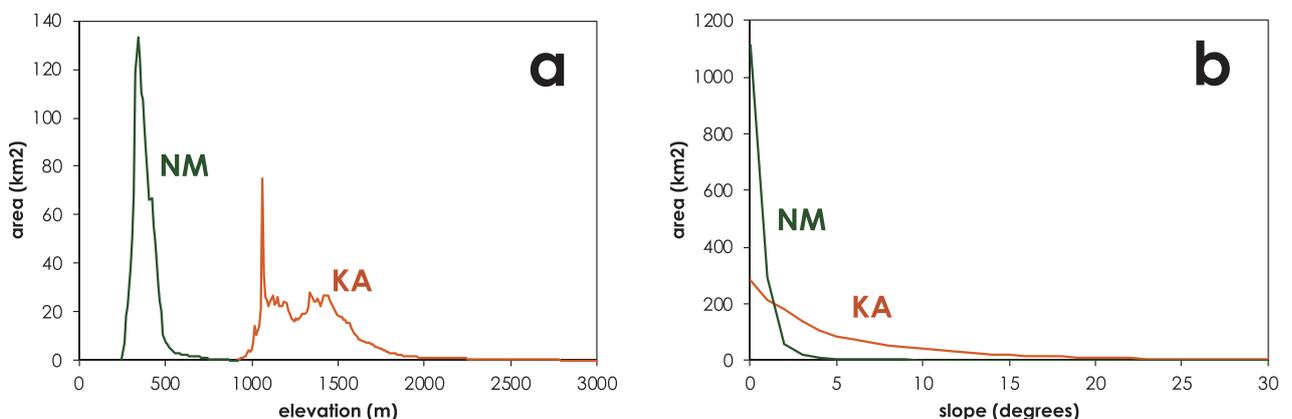


図6 標高 (a) および斜面勾配 (b) のKA、NM各地域におけるヒストグラム。

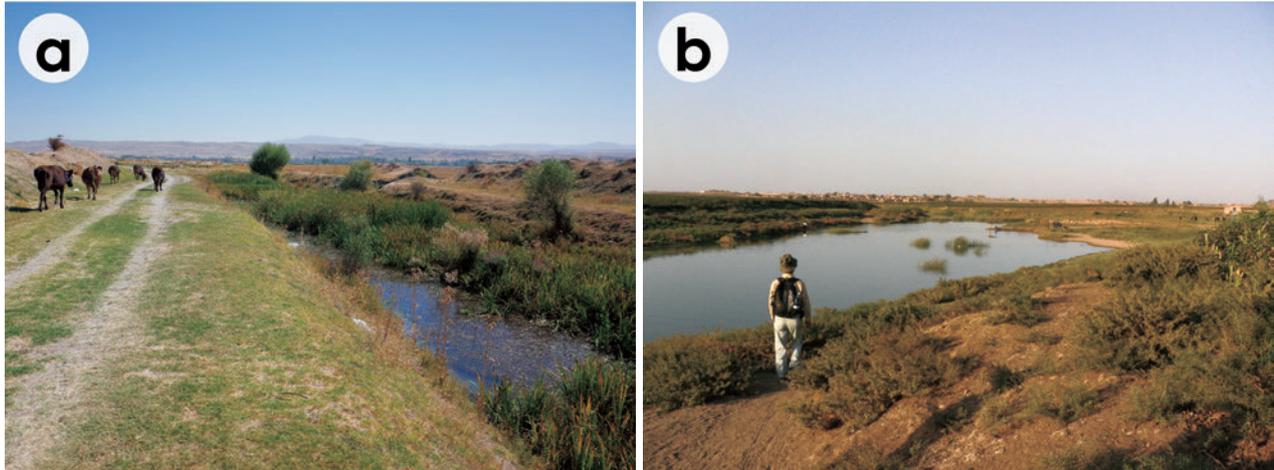


図7 KA、NM両地域における河川の様子。(a) KA北部、カイセリ盆地内における現代の用水路（2013年9月撮影）。(b) NM西部、ハッサケ近郊におけるハブル川（2004年9月撮影）。

ターンの特徴にも影響を与える可能性がある。平坦地が多く人の移動やそれにとまらう道路の形成に関する自由度が高いNMでは、居住地の地理的選択にも自由度が生まれ、形成と遺棄を繰り返すことで、その空間分布は一定の広がりをもち得るのに対し、平坦地が少なく河川や斜面が急勾配となるKAでは、居住地の地理的選択肢が少なく、一度形成されると、その場所に固定された都市が巨大化するといった現象につながったという可能性もある。

表1にカイセリと北メソポタミアにおける自然景観的特徴の差異をまとめる。

#### 4. まとめ

本稿では、カイセリ盆地とその周辺域における自然環境の背景からキュルテペ遺跡の立地環境を位置付けるとともに、同程度の降水量ながらもより平坦な地形環境をもつ北メソポタミア地域との比較を行うことで、ジオ多様性に富むカイセリ地域における古代都市

の立地条件や水利用の可能性について概観した。遺跡立地に関しては今後、地理的データを用いた定量的な空間分析を行うことで、地形環境との対応を客観的に評価してゆく必要があるであろう。また、カイセリ盆地における水運などの水利用に関する可能性については、ボーリングコアデータなどに基づく、時代ごとの時空間解像度を高めた古環境復元や、地表環境のより詳細な評価から、定性的・定量的なアプローチで明らかにしてゆく必要がある。

#### 謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会科研費（JP26560153、JP21H00625）および国土地理協会学術研究助成（26560153）の支援を受けた成果である。本研究を実施するにあたり、アンカラ大学のフィクリ・クラックオウル氏、ノートルダム清心女子大学の紺谷亮一氏には、カイセリ県での現地調査においてさまざまな便宜を図っていただいた。また、岡山市立オリエン特美術館の須藤寛史氏、岡山大学の山口雄治氏、金沢大学の上杉彰紀氏、小高敬寛氏、千葉工業大学の下釜和也氏、北海道農業研究センターの小花和宏之氏、東京大学の鳴橋竜太郎氏、広島大学の奥村晃史氏には、現地調査ならびにデータを取りまとめる

表1 カイセリ（KA）と北メソポタミア（NM）における自然景観的特徴の比較。

	カイセリ（KA）	北メソポタミア（NM）
ジオ多様性	高い	低い
主な標高領域	>1,000 m	<500 m
起伏	~2,900 m	~600 m
斜面勾配	平坦地から急傾斜地（>20°）まで	主に<2°の平坦地
水系密度	0.13 m/m <sup>2</sup>	0.12 m/m <sup>2</sup>
水系網の特徴	直列的	網羅的
水系の接続性	低い	高い
中・下流域の水系	少ない	多い
人間活動への地形的制約	大きい	小さい

議論において、さまざまな助言と支援を賜った。とくに故吉田英嗣氏（元明治大学教授）には、本研究を進めるにあたり、公私にわたって強力なご支援と格別なご厚情をいただいた。記して謝意を表します。

参考文献

- Aydar, E., A. K. Schmitt, H. E. Çubukçu, L. Akin, O. Ersoy, E. Şen, R. A. Duncan and G. Atici 2012 Correlation of Ignimbrites in the Central Anatolian Volcanic Province Using Xircon and Plagioclase Ages and Zircon Compositions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 213-214: 83-97. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2011.11.005.
- Aydin, A. and A. Nur 1982 Evolution of Pull-apart Basins and Their Scale Independence. *Tectonics* 1: 91-105. <https://doi.org/10.1029/TC001i001p00091>
- Chelsa Climate 2020 CHELSA (Climatologies at High Resolution for the Earth's Land Surface Areas) - Free Climate Data at High Resolution [WWW Document]. URL <https://chelsa-climate.org/> (2020年11月10日閲覧).
- Doğan, U. 2011 Climate-controlled River Terrace Formation in the Kizilirmak Valley, Cappadocia Section, Turkey: Inferred from Ar-Ar Dating of Quaternary Basalts and Terraces Stratigraphy. *Geomorphology* 126: 66-81. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.10.028>.
- Erol, O. 1999 A Geomorphological Study of the Sultansazlığı Lake, Central Anatolia. *Quaternary Science Reviews*. 18: 647-657. doi: 10.1016/S0277-3791(98)00102-4.
- Hayakawa, Y. S., H. Yoshida, H. Obanawa, R. Naruhashi, K. Okumura, M. Zaiki and R. Kontani 2018 Characteristics of Debris Avalanche Deposits Inferred from Source Volume Estimate and Hummock Morphology around Mt. Erciyes, Central Turkey. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 18: 429-444. doi: 10.5194/nhess-18-429-2018.
- Hritz, C. 2010 Tracing Settlement Patterns and Channel Systems in Southern Mesopotamia Using Remote Sensing. *Journal of Field Archaeology* 35: 184-203.
- Koçyiğit, A. and O. Erol 2001 A Tectonic Escape Structure: Erciyes Pull-apart Basin, Kayseri, Central Anatolia, Turkey. *Geodinamica Acta* 14: 133-145. doi: 10.1016/S0985-3111(00)01055-X.
- Males, K. and J. Gottsmann 2021 Minimum Detectable Mass and Volume Fluxes During Magmatic Recharge at High Prominence Volcanoes: An Application to Erciyes Dağ Volcano (Turkey). *Frontiers in Earth Science* 9: 1-17. doi: 10.3389/feart.2021.750063.
- Okumura, K., Y. S. Hayakawa, R. Kontani and K. Fikri 2016 Quaternary Activity of the Erciyes Fault Southeast of the Kayseri Basin, Turkey. *American Geophysical Union Fall Meeting* 2016: T41B-2918.
- Sarıkaya, M. A., M. Zreda and A. Çiner 2009 Glaciations and Paleoclimate of Mount Erciyes, Central Turkey, since the Last Glacial Maximum, Inferred from <sup>36</sup>Cl Cosmogenic Dating and Glacier Modeling. *Quaternary Science Reviews* 28: 2326-2341. doi: 10.1016/j.quascirev.2009.04.015.
- Şen, E., B. Kürkcüoğlu, E. Aydar, A. Gourgaud and P. M. Vincent 2003 Volcanological Evolution of Mount Erciyes Stratovolcano and Origin of the Valibaba Tepe Ignimbrite (Central Anatolia, Turkey). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 125: 225-246. doi: 10.1016/S0377-0273(03)00110-0.
- Wilkinson, T. J. and L. Rayne 2010 Hydraulic Landscapes and Imperial Power in the Near East. *Water History* 2: 115-144. doi: 10.1007/s12685-010-0024-1.
- Yamazaki, D., D. Ikeshima, J. Sosa, P. D. Bates, G. H. Allen and T. M. Pavelsky 2019 MERIT Hydro: A High-Resolution Global Hydrography Map Based on Latest Topography Dataset. *Water Resources Research* 55: 5053-5073. doi: 10.1029/2019WR024873.
- Yamazaki, D., D. Ikeshima, R. Tawatari, T. Yamaguchi, F. O'Loughlin, J. C. Neal, C. C. Sampson, S. Kanae and P. D. Bates 2017 A High-accuracy Map of Global Terrain Elevations. *Geophysical Research Letters* 44: 5844-5853. doi: 10.1002/2017GL072874.
- 小泉 格 2007 「気候変動と文明の盛衰」『地学雑誌』116号 62-78頁。
- 藤井純夫 2011 「新石器時代移牧民のダムとシスターン—西アジア周辺乾燥域の水利史から見た遊牧化の経緯—」『文明の形成にみる環境と文化—レヴァント考古学の視点から』4-8頁 早稲田大学高等研究所。
- 前野 深・新堀賢志・金子隆之・藤井敏嗣・中田節也・鎌田桂子・安田 敦・青柳正規 2009 「ヴェスヴィオ火山北麓で発見されたローマ時代の遺跡の埋没過程：2006～2008年に新たに発見された472年噴火による土石流堆積物にもとづく再構築」『地震研究所集報』84号 271-289頁。
- 安田喜憲 1993 『気候が文明を変える』岩波書店。

