

キルギス共和国アク・ベシム遺跡出土土器胎土の岩石鉱物組成

河西 学[※]

※帝京大学文化財研究所

はじめに

I. 分析試料

II. 分析方法

III. 分析結果

IV. 議論

V. 結語

はじめに

帝京大学創立50周年記念事業のひとつとして帝京大学シルクロード発掘調査団が2016年4月に設立され、キルギス共和国アク・ベシム遺跡の学術調査が開始された。第1次発掘調査が2016年4月21日～5月16日にアク・ベシム遺跡第1シャフリスタンにおいて実施された。発掘調査成果は、帝京大学文化財研究所(2018)によって報告されている。この調査ではルームR1～R3の第2層の建物内およびMS1(大通り)を調査した。これまでの調査で、第1層から出土した炭化物が放射性炭素年代測定によって10～11世紀頃と判明していることから、今回調査の第2層はそれ以前の年代を想定できるものの、遺物の特徴からすると第1層と大差なく、大幅に遡った時期ではなさそうであるとされる。これらの出土土器の一部について、胎土中の岩石鉱物組成から土器原料産地や土器移動に関する情報の概要把握を目的として、薄片を用いた岩石学的手法による胎土分析を実施したので、以下に報告する。

I. 分析試料

分析試料は、第1表、第1図に示す9試料である。

II. 分析法

分析試料は、以下の方法で薄片を作製した。土器を切断機で4×2.5cm程度に切断し、残りの試料は保存した。土器片をエポキシ樹脂を含浸させて補強し、土器の鉛直断面切片(厚さ3mm)を切断し、岩石薄片と同じ要領で薄片を作製した。さらにフッ化水素酸蒸気でエッチングし、コバルチ亜硝酸ナトリ

ウム飽和溶液に浸してカリ長石を黄色に染色し、カバーガラスで封入し、プレパラートとした。

土器薄片の粒度分析は、以下の画像法(河西2018)で行った。直交する偏光フィルタ2枚の間に薄片を入れ、偏光フィルタセットを45°回転して透過光の直交ポーラ写真2枚をデジタルカメラで撮影した。2枚の直交ポーラ写真は、画像処理ソフトウェアImage J(1.51j8)¹⁾で加算処理し、さらにAdobe Photoshopを用いてグレースケール化、二値化処理して、ImageJで粒度分析を行い、計測データをRに読み込んで0.33mm間隔の格子を設定し、格子の交点に位置する粒子のフェレ径を ϕ スケール²⁾に変換して、ポイント法による粒径頻度分布図を作成した。

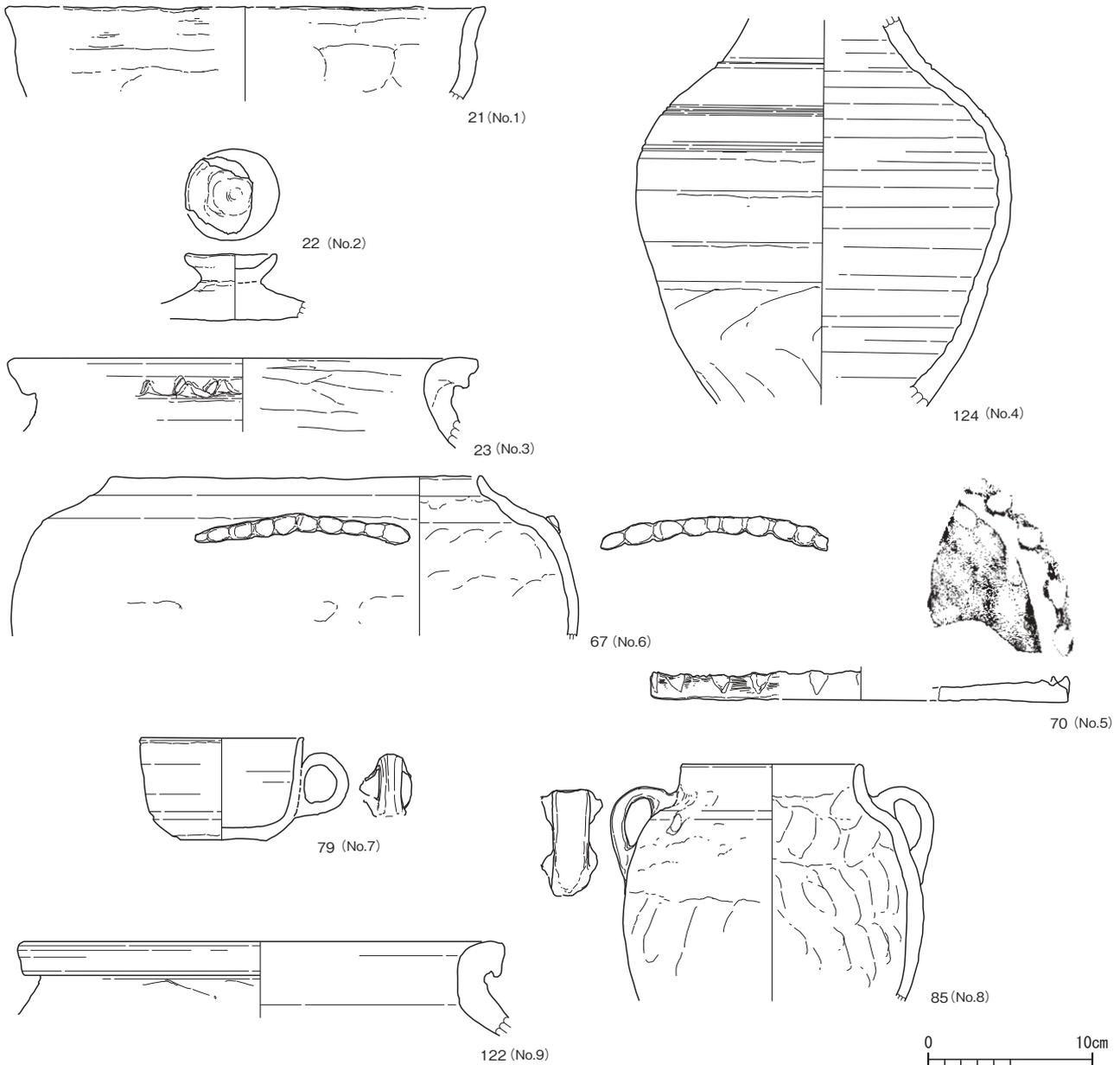
次に、岩石鉱物成分のモード分析を以下の方法で行なった。偏光顕微鏡下において、ポイントカウンタを用い、ステージの移動ピッチを薄片長辺方向に0.3mm、短辺方向に0.4mmとし、各薄片で2,000ポイントを計測した。計数対象は、粒径0.05mm以上の岩石鉱物粒子、およびこれより細粒のマトリクス(「粘土」)部分とし、植物珪酸体はすべてマトリクスに含めた。

III. 分析結果

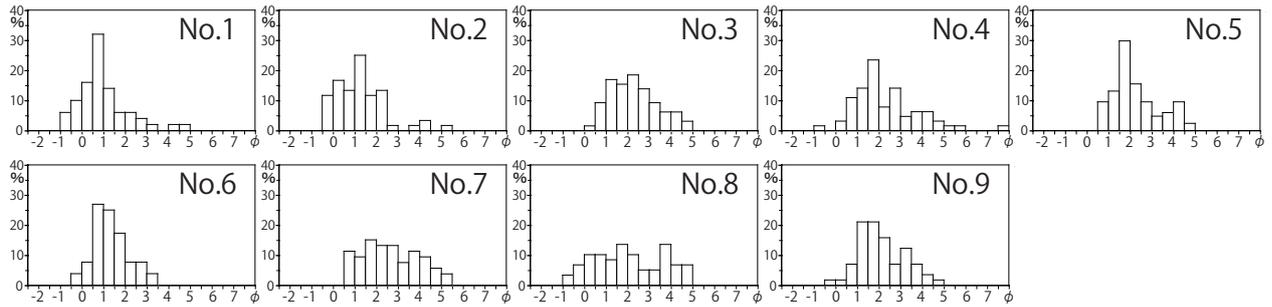
粒度分析結果は、粒径頻度分布図を第2図に示す。また、薄片写真を写真図版口絵1～2に示す。写真図版では、Nos.1,2,4,6,8などで1mm以上の極粗粒の砂粒が多く見られ、全体に粒子の円磨度は角張ったものも含まれるが、やや角張る～やや丸いが多い傾向がある。最頻値(モード)は、Nos.1,6が粗粒砂(0～1 ϕ)に、Nos.2, 4, 5, 7～9が中粒砂(1～2 ϕ)に、No.3が細粒砂(0～1 ϕ)に存在し、写真での印象と調和する。Nos.1,2,6,8では、器壁に沿っ

第1表 分析試料表

分析番号	試料番号	コンテキスト	報告書図番号	出土遺構等	器種	個体状況
No. 1	TS-AB001	B1-301	Fig. 11, No. 21	R3-1内、P9	鉢形土器	唯一個体
No. 2	TS-AB002	B1-301	Fig. 11, No. 22	R3-1内、P9	蓋の摘み	唯一個体
No. 3	TS-AB003	B1-303	Fig. 11, No. 23	R3-1内、南壁際の攪乱坑(キツネ穴)	壺形土器	唯一個体
No. 4	TS-AB004	B1-307・339	Fig. 17, No. 124	R3-1北西及びR3-2調査区西壁	長頸壺	実測個体の別破片
No. 5	TS-AB005	B1-318	Fig. 13, No. 70	R2-1内、P4	蓋	唯一個体
No. 6	TS-AB006	B1-318	Fig. 13, No. 67	R2-1内、P4	鉢形鍋	実測個体の別破片
No. 7	TS-AB007	B1-320	Fig. 14, No. 79	R2-1内、P6	カップ形土器	実測個体の別破片
No. 8	TS-AB008	B1-322	Fig. 14, No. 85	R3-1内、S3直上	把手付鉢形鍋	実測個体の別破片
No. 9	TS-AB009	B1-337	Fig. 17, No. 122	R2内、W8	壺形土器	唯一個体



第1図 分析試料実測図（左の数字は報告書図番号、括弧内は分析番号）

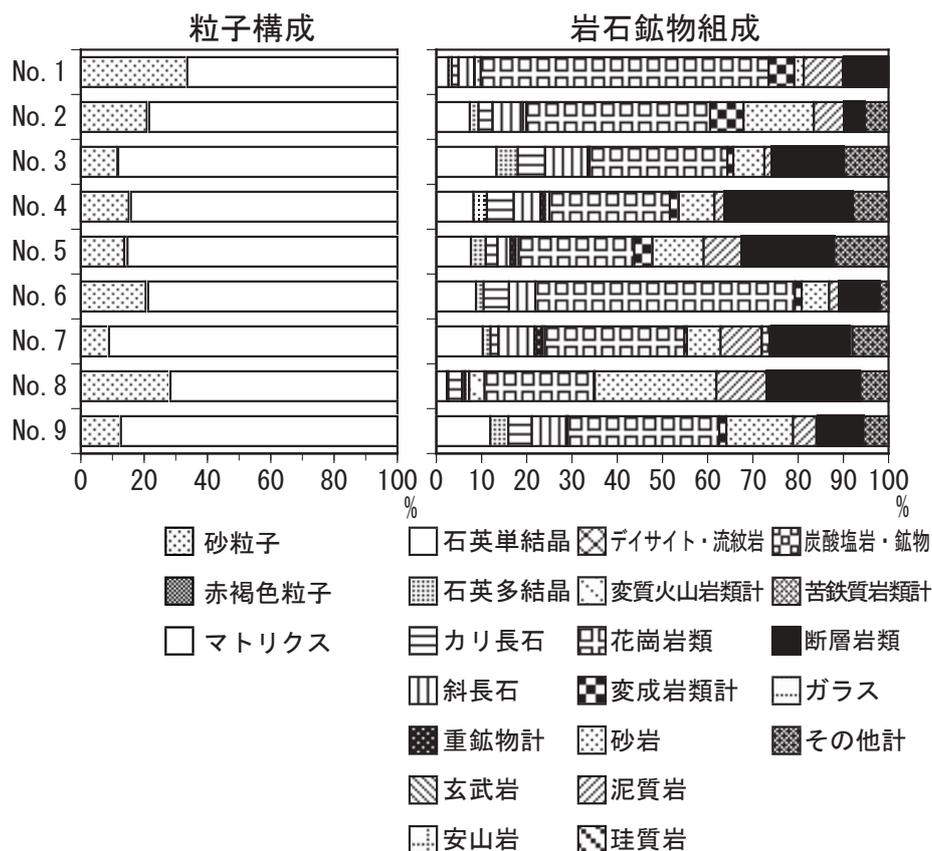


第2図 画像法による薄片の粒径頻度分布図

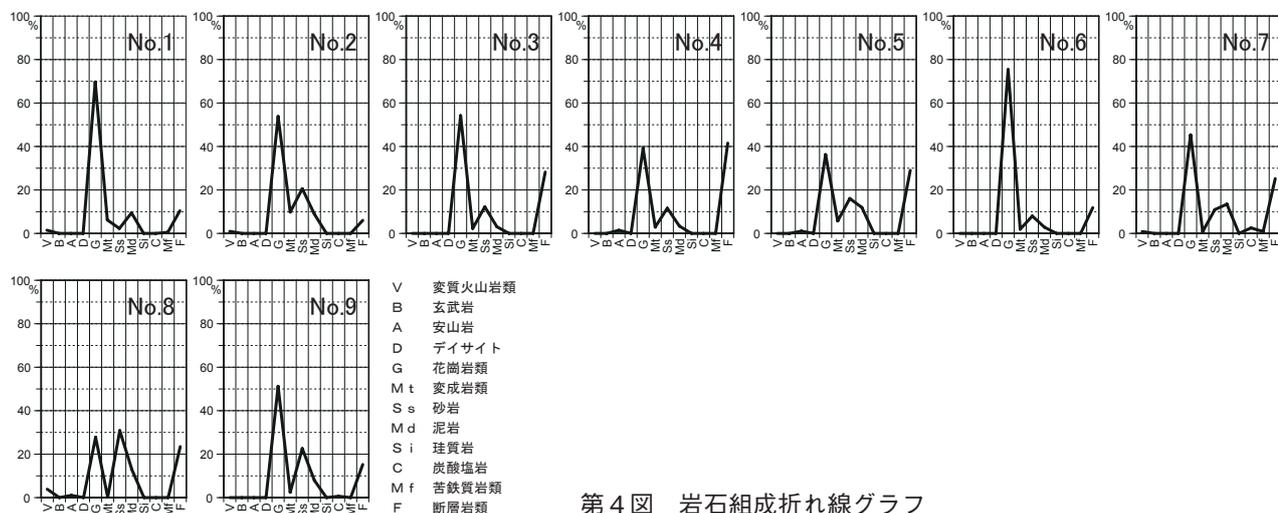
第2表 土器胎土中の岩石鉱物 (数字はポイント数を、+は計数以外の検出を示す)

遺跡名	アクベシム遺跡								
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9
分析番号	TS-AB001	TS-AB002	TS-AB003	TS-AB004	TS-AB005	TS-AB006	TS-AB007	TS-AB008	TS-AB009
試料番号	TS-AB001	TS-AB002	TS-AB003	TS-AB004	TS-AB005	TS-AB006	TS-AB007	TS-AB008	TS-AB009
石英-単結晶	18	31	31	25	21	36	18	13	30
石英-β型									
石英-多結晶	5	8	11	9	9	7	3	2	10
カリ長石	10	13	14	18	7	23	3	17	13
斜長石	23	28	22	18	8	24	14	3	19
黒雲母	1		+	+	2		1	+	1
白雲母			1	+	1			+	
角閃石			+				+		
酸化角閃石			+	2			1		
緑簾石				1			1		
炭酸塩鉱物							3		1
不透明鉱物					+			1	
玄武岩									
安山岩				3	2		+	5	
デイサイト~流紋岩									
変質火山岩類	9	3					1	19	
花崗岩類	428	170	71	81	70	236	54	136	84
ホルンフェルス	38	31	3	6	10	6	1	1	4
片岩					1				
他の変成岩類									
砂岩	14	65	16	24	31	25	13	151	37
泥質岩	58	28	4	7	23	9	16	63	13
珪質岩									
炭酸塩岩									
緑簾石岩	3						1		
他の苦鉄質岩類									
カタクレーサイト	64	19	37	86	56	37	30	115	25
他の断層岩類									
ガラス-無色							1	1	
変質岩石		4	19	15	24	5	8	30	7
変質鉱物		1	2	2		2	1	2	1
泥質ブロック	1	17	2	7	9	1	5	3	6
赤褐色粒子		13	3	12	21	14	3	4	2
マトリクス	1328	1569	1764	1684	1705	1575	1822	1434	1747
合計	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
石英波動消光	+	+	+	+	+	+	+	+	+
バーサイト	+	+	+	+	+	+	+	+	+
マイクロクリン	+	+	+	+	+	+	+	+	+
変質火山岩類岩質		D					D		
花崗岩類含有鉱物	oxyho, bi	bi	bi	bi	ho, bi	bi, ep	bi	bi	oxyho, bi
ミルメカイト	+								
マイクロファイブ組織				+		+			+
火山ガラス形態							B	C	
植物珪酸体		+	+						
植物遺存体			+	+	+	+	+	+	

鉱物：bi黒雲母，mu白雲母，ho角閃石(ホルンブレンド)，oxyho酸化角閃石，cpx単斜輝石，opx斜方輝石，opq不透明鉱物，ep緑簾石
 変質火山岩類：A安山岩質，Dデイサイト~流紋岩質
 ガラス形態：A泡壁型平板状，A'泡壁型Y字状，B塊状，C中間型，D中間型管状，E軽石型繊維状，F軽石型スポンジ状，F'軽石型スポンジ状(細粒結晶包有)



第3図 土器胎土の岩石鉱物組成



第4図 岩石組成折れ線グラフ

第3表 折れ線グラフによる土器分類

分類	折れ線グラフの特徴		試料番号
G-s s 類	花崗岩類の第1ピーク	砂岩の第2ピーク	2, 9
G-f 類		断層岩類の第2ピーク	1, 3, 5, 6, 7
S S-g 類	砂岩の第1ピーク	花崗岩類の第2ピーク	8
F-g 類	断層岩類の第1ピーク	花崗岩類の第2ピーク	4



第5図 クラスタ分析樹形図

た方向に葉片状の空隙が認められるのに対し、他の Nos.3～5,7,9 では目立たない。Nos.4,5,7～9 では、細粒側にも最頻値とは異なる小規模な極大が認められる。

薄片中の岩石鉱物の計数結果を第2表に示す。これをもとに、試料全体の砂粒子・赤褐色粒子・マトリクスの割合（粒子構成）、砂粒子の岩石鉱物組成を第3図に示す。重鉱物の含有が極めて少ないため重鉱物組成図の表示は省略した。変質火山岩類・玄武岩・安山岩・デイサイト～流紋岩・花崗岩類・変成岩類（含ホルンフェルス、片岩）・砂岩・泥岩・珪質岩（含チャート）・炭酸塩岩（含石灰岩・炭酸塩鉱物）・苦鉄質岩類・断層岩類（含カタクレーサイト）のポイント総数を基数とし、各岩石の構成比を示した岩石組成折れ線グラフを第4図に示し、岩石組成折れ線グラフのピークに基づいて土器を便宜的に分類した（第3表）。分析試料のクラスタ分析樹形図を第5図に示す。クラスタ分析は、岩石組成折れ線グラフと同様の12種の岩石データを用いてR言語の hclust で行なった。クラスタ分析での非類似度は、ユークリッド平方距離を用い、ワード法によって算出した。

以下に岩石鉱物組成の概要を述べる。

粒子構成に占める砂粒子の含有率（以下含砂率）は、9～34%の範囲に分布する。含砂率が21～34%と高い Nos.1,2,6,8 は、薄片写真で極粗粒砂が多く、器壁に沿った葉片状空隙を伴い、粒度分析で粗粒～中粒砂に最頻値をもつ。含砂率が9～15%と低い Nos.3～5,7,9 は、葉片状空隙が発達せず含有砂粒子が細かい傾向がある。

岩石鉱物組成では、花崗岩類、断層岩類、砂岩、泥質岩を主体とし、変成岩類（ほとんどがホルンフェルス）、安山岩、変質火山岩類などをわずかに伴い、石英、斜長石、カリ長石、重鉱物などの鉱物の含有は少ない。胎土は焼きしまっているが、岩石鉱物粒子には高温焼成による溶融などの変化はほとんど認められない。花崗岩類は、黒雲母を伴い、ときに角閃石（ホルンブレンド）、酸化角閃石などを

伴う。断層岩類は、花崗岩類起源のカタクレーサイトからなり、全ての試料に含まれており特徴的である。カタクレーサイトは、内部は断層による変形で鉱物粒子が細粒化している部分と本来の岩石が残存している部分とが混在する組織を示す。胎土中のカタクレーサイト粒子は、外形が角張るものも含まれるがやや角張る～やや丸いものもあり、流水の影響により円磨されたことが考えられる。

試料ごとの岩石鉱物組成は、主要な岩石種が共通する特徴が認められるが、それぞれの岩石の含有率は多様である（第4・5図、第3表）。

IV. 議論

1. 岩石鉱物組成からみた土器原料の産地の推定

以下の周辺地質については、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（2005a, 2005b）の調査報告に基づいて述べる。

アク・ベシム遺跡は、チュー川の沖積低地に向かって流れ込む支流小河川が山麓部に形成した扇状地群上に位置する。その南側の後背地には、山地帯が広く分布している。山地帯は、構成する地質の起源や構造によって北部、中央部および南部山脈群に区分される。遺跡に最も近いのは北部山脈群であり、イシクル湖もこの区分に含まれている。北部山脈群の主要山脈の方向は地質構造の卓越する東西方向を示している。北部山脈群の地質は、プレカンブリア系、下部及び中部古生界の岩石及び上部白亜系と古第三系から構成される。岩石では、堆積岩、火山岩、花崗岩類などから構成されている。褶曲作用の主たるステージはカレドニア期であり、したがって上部白亜系と古第三系は褶曲していないとされる。チュー川右岸沿いにはカザフスタン側の山地が北西～南東方向に延びている。カザフスタン側の地質もキルギス北部と同時代の堆積岩、火山岩、花崗岩類などから構成されている。断層の方向性は、南北方向と北西～南東方向のものがある。カザフスタンの地質図においては天山山地北部において多くの断層が表現されており、花崗岩類に接する断層も存在することから花崗岩類由来の断層岩の存在も予想される。隣接するキルギスの北部山脈群においては、地質図に詳細な断層の表現はないもののカザフスタンと類似した断層の分布があるものと予想される。したがって、アク・ベシム遺跡土器胎土中の岩石組成

は、巨視的観点からは周辺地域地質の特徴と調和的なものといえそうである。今後他の時期の土器胎土との比較や周辺地質との比較などによって、土器の原料産地をより明確に推定していく必要がある。

日本の縄文中期土器では、地元原料を用いて各地域で土器作りが行われている場合、各遺跡における土器胎土組成は、明らかに多様な岩石鉱物組成を示し、在地的土器と搬入土器とが識別されることが多い(例えば河西 2008、2010)。これは、土器製作地点が多く存在し、製作後の土器が人々の活動によって頻りに異動したことの反映であると理解できる。今回のアク・ベシム遺跡の結果は、縄文土器とは全く異なっており、器種の多様性に富み、各岩石種の含有率の多様性はあるものの、岩石種の組み合わせとしては単純で、明らかに異なる地域の原料産地を示すような組成は認められない。この結果は、時代が下り、分業化が進み土器生産の産地化が反映している可能性を示唆するものかもしれない。

藤根・小坂(1997)は、生駒山地周辺地域における縄文土器胎土の観察において、粒度分布が指数分布で近似されるフラクタル(スケーリング則に従う)であり、粘土の質・量が断層内物質の一般的特徴を示すこと、さらに鉱物・岩石片からなる粒子が破片状の尖った外形を呈するものが多く、様々な変形岩・断層岩を特徴付ける組織が確認できたことから、土器原料として未固結の断層内物質(断層ガウジ)が用いられていると報告した。今回のアク・ベシム遺跡土器では、断層岩であるカタクレーサイトからなる粒子は、角張るものもあるがやや角張る～やや丸い形態のものが少なくないこと、粒度分布が粗粒あるいは中粒の極大が顕著で、細粒のマトリクスの粒径分布と区別される特徴があり、フラクタルの様相を示していないなど生駒山地周辺地域の土器の様相と異なることから、未固結の断層内物質を土器原料として利用した可能性は低いと推定される。

V. 結語

アク・ベシム遺跡第1シャフリスタンのルーム遺構第2層から出土した土器を対象に薄片を用いた岩石学的手法による胎土分析を行った結果、花崗岩類、断層岩類、砂岩、泥質岩を主体とし、変成岩類、安山岩、変質火山岩類などをわずかに伴い、石英、斜長石、カリ長石、重鉱物などの鉱物の含有が少ない

特徴が明らかになり、周辺地質とは調和的な組成であると考えられた。今後時期の異なる土器や他地域の土器あるいは周辺堆積物などとの比較を通して土器の原料産地を推定していく必要がある。

謝辞

本研究を行うに当たり、帝京大学文化財研究所櫛原功一氏には試料提供と実測図作成に際しご協力をいただいた。帝京大学文化財研究所金井拓人氏には断層岩類についてご教示いただいた。記して深謝する次第である。

註

- 1) Image J は、オープンソースでパブリックドメインの画像処理ソフトウェアである。
Rasband, W.S., ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://imagej.nih.gov/ij/>, 1997-2012.
Schneider, C.A., Rasband, W.S., Eliceiri, K.W. "NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis". *Nature Methods* 9, 671-675, 2012.
- 2) 粒子径がd(mm)の時の ϕ スケール値は、次式で示される。
 $\phi = -\log_2 d$
Wentworth (1922) の分類では極粗粒砂 $-1 \sim 0 \phi$ ($2 \sim 1 \text{ mm}$)、粗粒砂 $0 \sim 1 \phi$ ($1 \sim 1/2 \text{ mm}$)、中粒砂 $1 \sim 2 \phi$ ($1/2 \sim 1/4 \text{ mm}$)、細粒砂 $2 \sim 3 \phi$ ($1/4 \sim 1/8 \text{ mm}$)、極細粒砂 $3 \sim 4 \phi$ ($1/8 \sim 1/16 \text{ mm}$)、粗粒シルト $4 \sim 5 \phi$ ($1/16 \sim 1/32 \text{ mm}$)、中粒シルト $5 \sim 6 \phi$ ($1/32 \sim 1/64 \text{ mm}$)、細粒シルト $6 \sim 7 \phi$ ($1/64 \sim 1/128 \text{ mm}$)、極細粒シルト $7 \sim 8 \phi$ ($1/128 \sim 1/256 \text{ mm}$)、粘土 8ϕ ($1/256$) 以上である。

文献

- 河西学 2008 「胎土分析と産地推定」『縄文時代の考古学7 土器を読み取る—縄文土器の情報—』同成社 17-27頁
- 河西学 2010 「胎土分析からみた土器の産地と移動」『移動と流通の縄文社会史』雄山閣 131-156頁
- 河西学 2018 「土器胎土からみた縄文土器の混和材—多摩ニュータウンNo.72遺跡、No.245遺跡の事例—」『帝京大学文化財研究所研究報告』第17集 83-99頁
- 帝京大学文化財研究所 2018 『キルギス共和国国立科学アカデミーと帝京大学文化財研究所によるキルギス共和国アク・ベシム遺跡の共同調査2016』
- 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 2005a 『資源開発環境調査カザフスタン共和国』
- 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 2005b 『資源開発環境調査キルギス共和国』
- 藤根久・小坂和夫 1997 「生駒西麓(東大阪市)産の縄文土器の胎土材料—断層内物質の可能性—」『第四紀研究』36 55-62頁