

第3章 太井遺跡Ⅱ調査区出土土器の胎土分析

大阪府立大学先端科学研究所

溝畑 朗・伊藤憲男

第1節 はじめに

近畿自動車道と歌山線と関連する都市計画道路の建設に伴って、多くの遺跡が発掘調査されている。本研究では南河内郡美原町太井・下黒山に所在する太井遺跡の発掘調査に伴って出土した土器について、胎土の元素分析を行った。分析結果について、組成元素濃度間の関係を考察して、特徴を明らかにした。また、既報¹⁾²⁾⁴⁾の土器胎土分析結果と併せて考察することにより、河内平野遺跡群の他遺跡出土土器胎土と比較検討した。

第2節 分析試料

元素分析に供した試料の器種及び出土遺構をまとめて表1に掲げた。試料はいずれも近畿自動車道と歌山線及び都市計画道路松原泉大津線建設に伴う南河内郡美原町太井・下黒山に所在する太井遺跡の発掘調査で出土した土器の胎土であり、試料番号1～55は土師器、56～60は須恵器である。

第3節 分析方法

1. 中性子放射化分析³⁾

(1) 試料の調整

本分析では十分に粉砕・混合した試料を正確に秤量し、ポリエチレン小袋に封入して分析用試料とした。試料量は、短時間照射用として約10 mg、長時間照射用として約30 mgを用いた。

(2) 原子炉中性子による放射化

原子炉中性子による放射化は、分析用試料を元素濃度既知の標準試料と共に照射用カプセルに入れて、短時間および長時間の2種類行った。短寿命核種生成のための短時間照射は、立教大学原子力研究所原子炉回転試料棚照射孔（熱中性子束 $\phi t = 3.5 \times 10^{11} \text{ n} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ 、速中性子束 $\phi f = 6.5 \times 10^{10} \text{ n} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ ）で1分間行った。また、中・長寿命核種生成のための長時間照射はF照射孔（ $\phi t = 1.5 \times 10^{12} \text{ n} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ 、速中性子束 $\phi f = 8.6 \times 10^{11} \text{ n} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ ）で毎日6時間ずつ合計18時間行った。

(3) ガンマ線スペクトロメトリによる誘導放射能の測定

誘導放射能の測定は高分解能Ge半導体検出器と4096チャンネル波高分析器によって行い、短寿命生成核種については照射終了10分後に3分間、また、中・長寿命生成核種については照射終了後4～5日目に2 k秒間、ほぼ2週間後から10k秒間、ガンマ線スペクトルを測定した。

(4) 定量方法

ガンマ線スペクトルデータ解析による定量法には絶対法と比較法があるが、本分析では比較法によって。比較法では分析用試料と同一条件で照射および測定された標準試料から放出されたガンマ線の基準時（通常照射終了時）での光電ピーク計数率Csを求め、分析用試料の計数率Cとから、次式によって

含まれる元素質量 g_s を計算する。

$$g = g_s \cdot C / C_s$$

但し、 g_s は標準試料に含まれる元素質量である。

2. 蛍光 X 線分析

(1) 試料調整

試料を 2cm 径の円盤状に圧縮成形したものを分析に供した。

(2) 蛍光 X 線測定

2 種類の放射性アイソトープ線源、 ^{55}Fe (10mCi) および ^{241}Am (50mCi)、を用いて励起し、放出された蛍光 X 線を Si (Li) 検出器と 1024 チャンネル波高分析器で測定した。但し、試料 51 ~ 60 については、X 線管を用いて励起し、Si 検出器と 4096 チャンネル波高分析器で測定した。

(3) 定量方法

分析試料と同様に圧縮成形した元素濃度既知の標準岩石試料 (JB1 および JG1) を同様の方法で測定し、元素毎に単位濃度当りの放出蛍光 X 線強度を計算した。得られた標準の蛍光 X 線放出強度を用いて、分析試料の含有元素濃度を計算した。

なお、測定には自動試料測定装置、スペクトル・データ解析にはコンピュータを用いた。

第 4 節 分析結果

中性子放射化分析では、短寿命核種から Al・Cl・Ca・Ti・V・Mn・Cu・I の 8 元素、中・長寿命核種から、Na・K・Sc・Cr・Fe・Co・Ni・Zn・As・Se・Br・Rb・Mo・Ag・Cd・Sn・Sb・Cs・Ba・La・Ce・Sm・Eu・Yb・Lu・Hf・Ta・W・Hg・Th・U の 31 元素について定量を試みた。

蛍光 X 線分析では、試料 1 ~ 50 については、Si・K・Ca・Ti・Mn・Fe・Pb の 7 元素を、試料 51 ~ 60 については、Al・Si・K・Ca・Ti・Mn・Fe・Zn・Rb・Sr・Zr の 11 元素を分析した。

放射化分析の結果を表 2 に、蛍光 X 線分析の結果を表 3 に掲げた。濃度の単位は放射化分析では $\mu\text{g/g}$ 、蛍光 X 線分析では % である。また、それぞれの分析の計数誤差を % で括弧内に示した。放射化分析で定量値の得られなかった元素については定量限界値を示した。

第 5 節 考察

1. 元素濃度の変動係数

放射化分析結果について、元素毎に濃度の算術平均 (\bar{x})、標準偏差 (s)、最小値 (MIN)、最大値 (MAX)、および変動係数 (CV) をまとめて表 4 に掲げた。ここで、変動係数は次式で計算されるものであり、試料間の温度差を考察するための指標となる。

$$\text{変動係数 (CV)} = 100 \cdot \text{標準偏差 (s)} / \text{算術平均 (x)} (\%)$$

ほぼすべての試料について分析値がえられた元素は、分析した 39 元素から 8 元素 (Cl・Cu・Mo・Ag・Cd・Sn・I・Hg) を除いた残りの 31 元素である。これらの変動係数を比較すると、20% 以下が 9 元

素 (Al・K・Rb・Ba・Lu・Hf・Ta・Th・U)、20～50%が13元素 (Na・Sc・Ti・V・Cr・Fe・Zn・Se・Cs・La・Sm・Eu・Yb)、50%以上が残り9元素 (Ca・Mn・Co・Ni・As・Br・Sb・Ce・W) である。

変動係数が20%以下の元素のうち、K・Rb・Hf・Ta・ThおよびUは、河内平野遺跡群の生駒西麓産と比較して低湿泥地産土器胎土に特に高濃度に含まれる元素¹⁾であり、試料間の濃度差が低湿泥地産土器胎土では小さいものである。胎土の主成分であるAlは、一般に最も変動係数の小さいものであり、試料間の差は極めて小さい。Luは最も濃度の低い痕跡元素であるが、Alと同様に変動係数は小さい。Baは低湿泥地産土器胎土では400～4000 $\mu\text{g/g}$ の範囲に分布し²⁾、比較的試料間の濃度差が大きいためであり、340～730 $\mu\text{g/g}$ と低い濃度範囲に分布することは太井遺跡の胎土の特徴である。

Mn・As・Sb・WやCuは変動係数がほぼ100%、あるいはそれ以上であり、試料間の濃度差が大きい元素である。これらのうちMnでは、最高濃度の2000 $\mu\text{g/g}$ を示し際だって他の試料より温度が高かった試料25および羽釜とされる試料34・35の存在が、変動係数を大きくした。過半数の試料で、Mn濃度は200 $\mu\text{g/g}$ 以下であり、高濃度のいくつかを除くと試料間の濃度差はむしろ小さい。Baとともに、Mn濃度が低い範囲に分布することは太井遺跡の胎土の特徴の一つである。Wは一般に変動係数が大きい元素である。また、Cu・As・Sbの濃度差が大ききことは、以下で詳述するように、土器を銅の溶解作業に使用したための汚染によると考えられる。

2. 元素間の相関係数

放射化分析結果について、Cd・Sn・Hgの3元素を除いた36元素の濃度の相的係数 r を計算して、表5に掲げた。表中の太字は相関係数が0.7以上のものである。

正の高い相関を示した元素対は、

$$\begin{aligned} r \geq 0.9 : & \text{Ti - V} \cdot \text{La - Ce} \cdot \text{La - Sm} \cdot \text{La - Eu} \cdot \text{Ce - Eu} \cdot \text{Sm - Eu} \cdot \text{Yb - Lu} \\ 0.9 > r \geq 0.8 : & \text{La - Yb} \cdot \text{Ce - Sm} \cdot \text{Ce - Yb} \cdot \text{Sm - Yb} \cdot \text{Eu - Yb} \\ 0.8 > r \geq 0.7 : & \text{Sc - Co} \cdot \text{Cr - Ni} \cdot \text{Cr - Mo} \cdot \text{Co - Ce} \cdot \text{Co - Eu} \cdot \text{Zn - La} \cdot \text{Zn - Ce} \\ & \text{Zn - Eu} \cdot \text{La - Lu} \cdot \text{Sm - Lu} \cdot \text{Eu - Lu} \cdot \text{Th - U} \end{aligned}$$

であるが、負の高い相関を示した元素対はなかった。即ち、正の高い相関を示した元素の組は、

- (1) 希土類元素 (La・Ce・Sm・Eu・Yb・Lu)
- (2) Ti - V
- (3) CoとSc・Ce・Eu
- (4) CrとNi・Mo
- (5) ZnとLa・Ce・Eu
- (6) Th - U

である。(1)および(2)は低湿泥地産の土器胎土でもよい相関を示した元素の組である。しかし、低湿泥地産の土器胎土で最も相関がよかったMnとBaとの間には、ほとんど相関が見られなかった。太井遺跡の胎土では、両元素は低い濃度範囲に分布するものが多いためであろう。

3. 低湿泥地産および真福寺遺跡出土の土器胎土との比較

他遺跡出土土器胎土との比較のために、組成元素の平均濃度について、次式で計算される t 値による検定を行った。次式で計算される t 値は自由度 ν の t 分布に従う。

$$\begin{aligned} t &= (X1 - X2) / \sqrt{[(n1-1) s1^2 + (n2-1) s2^2] (n1^{-1} + n2^{-1}) / (n1 + n2 - 2)}, \\ \nu &= (n1 + n2 - 2) \end{aligned}$$

ここで、 \bar{x} は平均値、 s は標準偏差、 n は試料数であり、添え字1・2は比較するグループ1・2を表す。ここでは、有意水準0.01として t 値の評価を行った。

(1) 低湿泥地産²⁾ との比較

太井遺跡と低湿泥地産出土土器胎土の平均濃度を比較した。計算された t 値と自由度 ν を計算に用いた平均濃度、標準偏差などとともに表6-1に掲げた。有意差があるとされた元素の t 値を太字で表した。

低湿泥地産と比較して、Ca・Mn・Co・BaおよびWの元素濃度が特に低い。低湿泥地産ではCa・Mn・Coの平均濃度は生駒西麓産より低いが、太井遺跡ではさらに低濃度であった。また、Baも低湿泥地産や生駒西麓産より平均濃度がさらに低濃度であった。他方、Al・Sc・Ti・V・Cr・Fe・Ni・As・Rb・Mo・Sb・Cs・Yb・Lu・Hf・Ta・ThおよびUでは、濃度に有意差が認められ、太井遺跡の方が濃度が高い傾向にあった。これらのうちRb・Sb・Cs・Hf・Ta・ThおよびUは、低湿泥地産でより濃度の高い元素である。また、As・Sbでは平均濃度が低湿泥地産の10倍以上と異常に高くなっていた。

(2) 真福寺遺跡⁴⁾ との比較

表6-2に掲げた結果は、隣接する真福寺遺跡出土土器胎土の平均濃度と比較したものである。両遺跡の胎土を比較すると、多くの元素(Na・Al・Ca・Sc・Cr・Mn・Fe・Se・Br・Rb・Mo・Sb・Cs・Sm・Eu・Yb・Lu・Hf・W)で濃度に有意差が認められた。これらのうち、Al・Mn・Se・Rb・CsおよびHfで濃度がより低い傾向が認められたが、Mn以外はその差は顕著でない。

濃度がより高い傾向が認められた元素はNa・Ca・Sc・Cr・Fe・Br・Mo・Sb・Sm・Eu・Yb・LuおよびWである。

Asの平均濃度は真福寺遺跡より40倍以上高いが、標準偏差が大きく危険率0.01では有意差は認められない。しかし、CuやSbの場合と同様に、高濃度のAsを含む胎土試料が存在したことを示している。

4. Cu・AsおよびSbの高濃度胎土について

河内平野遺跡群出土土器(208試料)の胎土分析では、Cu濃度が定量限界値(300 $\mu\text{g/g}$)以下の場合が大部分で、濃度分布の比較ができるデータは得られていない。また、真福寺遺跡出土土器胎土のCu濃度は大部分で定量限界値(100 $\mu\text{g/g}$)以下であり、分析値の得られた胎土でも300 $\mu\text{g/g}$ 以下であった。他方、太井遺跡の胎土では4500 $\mu\text{g/g}$ を最高に、60試料中20試料で1000 $\mu\text{g/g}$ 以上であり、異常に高濃度の胎土が多かったといえる。

河内平野遺跡群では、Asの最高濃度は97 $\mu\text{g/g}$ であった。また、真福寺遺跡の場合では13 $\mu\text{g/g}$ であった。これに対して、太井遺跡では6000 $\mu\text{g/g}$ を最高に23試料で100 $\mu\text{g/g}$ 以上であった。また、Sbの最高濃度、河内平野遺跡群で2.6 $\mu\text{g/g}$ 、真福寺遺跡の場合では1.0 $\mu\text{g/g}$ であった。太井遺跡遺跡では100 $\mu\text{g/g}$ を最高に、25試料で河内平野遺跡群の最高濃度2.6 $\mu\text{g/g}$ 以上であった。多くの胎土で、Cu同様、AsやSbが極めて高濃度であった。

これらの元素濃度が多数の胎土試料で、河内平野遺跡群や隣接する真福寺遺跡出土土器胎土濃度の最高値を超えたことは、単に偶然によるとは考えられない。

元々、胎土では高濃度でなかったこれら元素が、何らかの理由で汚染されたために高濃度になったと考えられよう。

表7は胎土試料ごとに3元素の濃度を、汚染されているか否かを判定する基準濃度以上(O)あるいはそれ以下(X)に分類して、出土遺構との関係を比較したものである。3元素の基準濃度は、河内平野遺跡群出土土器胎土の最高濃度を参考にして、それぞれ、800 $\mu\text{g/g}$ (Cu)、100 $\mu\text{g/g}$ (As)、2 $\mu\text{g/g}$ (Sb)とした。

g/g (Sb) とした。

この表から明らかなように、3元素の1種以上が基準濃度を超えた土師器胎土（試料1～55）は、鋳造工房とされている鋳造工房H-1～3、あるいはそのすぐ横の溝H-74、H-77でのみ出土している。例外は試料21のみであり、全く汚染の兆候は認められない。また、鋳造工房H-1～3から出土した須恵器胎土（試料56～60）では、これら3元素の高濃度の汚染は認められなかった。

これら3元素で汚染された土師器が鋳造工房H-1～3とその付近に限られた遺構のみで出土したことは、これらが鋳造工房で使用されたためと考えられよう。胎土の元素組成で、これら3元素以外には特に高濃度に汚染されたものがないことを考えると、精錬のように多くの不純物元素を含む鉱滓の生じる作業で使用されたものとは考えにくい。むしろ、この工房ですでに精錬された銅の溶解作業に使用されたものと推測される。AsもSbも揮発性の高い金属であり、銅の溶解に伴って不純物として含まれたこれらの元素が蒸気となり、ポーラスな土師器を汚染した可能性が高い。須恵器の例では汚染の兆候が若干みられるが、高濃度の汚染は認められなかった。土師器と同様の用途に使用されたとすれば、土師器より土器表面が緻密であるために汚染されにくかったと理解されよう。

第6節 おわりに

太井遺跡出土土器胎土の元素分析によって、つぎのことが明らかになった。

- (1) 土師器胎土試料60個のはほぼ半数が、Cu、As、Sbのすべてあるいはいずれかによって高濃度に汚染されていた。
- (2) いずれも鋳造工房とされる鋳造工房H-1～3とそのすぐ横の溝H-74および溝H-77で出土した土師器であり、汚染された土師器胎土の出土遺構が狭い範囲に限定されていた。
- (3) 汚染が3元素に限られており、汚染の原因は、これらの土器がすでに精錬された銅の溶解作業に使用されたためと考えられた。
- (4) 同じ遺構から出土した須恵器には、高濃度の汚染はみられなかったが、土師器と同様の用途に用いられたとすれば、土器表面の緻密さの差によると理解される。
- (5) 河内平野遺跡群の低湿泥地産土器胎土と比較して、Rb・Cs・Hf・Ta・Th・Uの濃度が高く、低湿泥地産土器胎土の特徴が顕著にみられた。また、MnおよびBaが低い濃度範囲に分布することは、太井遺跡の胎土の元素濃度の顕著な特徴である。
- (6) 隣接する真福寺遺跡土器胎土と比較すると、多くの元素で濃度に有意差が認められた。しかし、濃度により低い傾向が認められた元素では、Mn以外はその差は顕著でなかった。逆に、より高い傾向が認められた元素は、Na・Ca・Sc・Cr・Fe・Br・Mo・Sb・Sm・Eu・Yb・LuおよびWであった。Ba濃度は真福寺遺跡においても同程度に低かった。

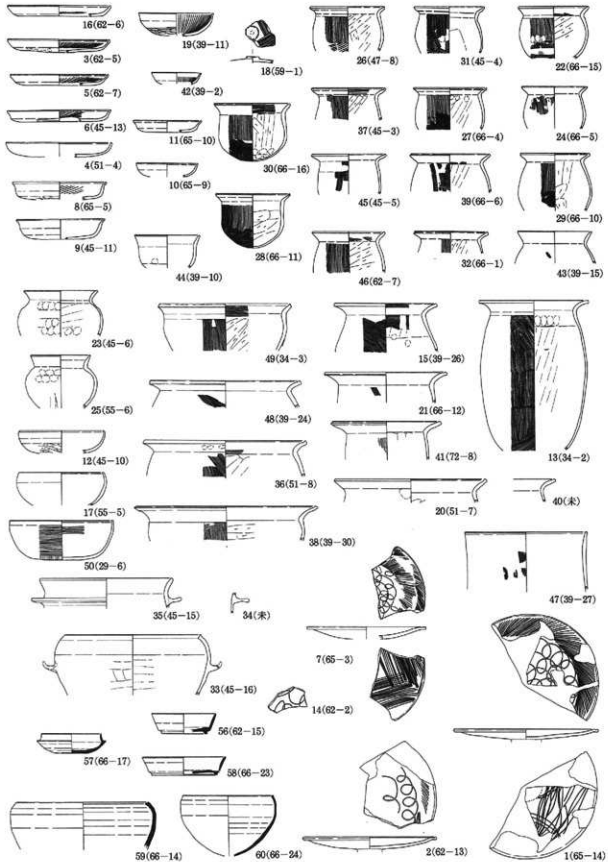
引用文献

- 1) 清畑 朗・伊藤憲男 1991「山賀遺跡と美園遺跡出土土器の胎土分析」『河内平野遺跡群の動態Ⅲ-北遺跡群-旧石器、縄文、弥生時代前期編-』 pp.303～338。（『近畿自動車道天理-吹田線建設に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書』大阪府教育委員会・（財）大阪文化財センター）
- 2) 清畑 朗・伊藤憲男「河内平野南遺跡群出土土器の胎土分析」
- 3) 清畑 朗 1991「第6講 機器的放射化分析法」『分かり易い最新の環境計測・分析技術講座』（宗森 信、日色和夫編） pp.93～122。環境技術研究協会

4) 清畑 朗・伊藤憲男 「真福寺遺跡出土土器の胎土分析」

Ⅳ - 3 - 表1 胎土分析試料一覧

試料番号	出土遺構	器 種	実測図番号	試料番号	出土遺構	器 種	実測図番号
1	鋳造工房H-3	土師器高杯	65-14	31	溝H-74	土師器甕	45-4
2	鋳造工房H-3	土師器高杯	65-13	32	鋳造工房H-3	土師器甕	66-1
3	鋳造工房H-2	土師器皿A	62-6	33	溝H-74	土師器鉢	45-16
4	井戸H-10	土師器皿A	51-4	34	鋳造工房H-2	土師器羽釜	
5	鋳造工房H-3	土師器皿A	65-7	35	溝H-74	土師器羽釜	45-15
6	溝H-74	土師器皿A	45-13	36	井戸H-10	土師器甕	51-8
7	鋳造工房H-3	土師器高杯	65-3	37	溝H-74	土師器甕	45-3
8	鋳造工房H-3	土師器杯A	65-5	38	溝H-63	土師器鉢	39-30
9	溝H-74	土師器杯A	45-11	39	鋳造工房H-3	土師器甕	66-6
10	鋳造工房H-3	土師器杯	65-9	40	溝H-63	土師器甕	
11	鋳造工房H-3	土師器杯	65-10	41	II層	土師器甕	72-8
12	溝H-74	土師器碗	45-10	42	溝H-63	土師器杯C	39-2
13	溝H-58	土師器甕		43	溝H-63	土師器甕	39-15
14	鋳造工房H-1	土師器皿?	62-2	44	溝H-63	土師器壺	39-10
15	溝H-63	土師器甕	39-26	45	溝H-74	土師器甕	45-5
16	鋳造工房H-1	土師器皿A	62-6	46	溝H-77	土師器甕	46-7
17	土坑H-39	土師器鉢	55-5	47	溝H-63	土師器瓶	
18	土坑H-48	土師器蓋	56-1	48	溝H-63	土師器甕	39-24
19	溝H-63	土師器杯C	39-11	49	溝H-58	土師器鉢	34-3
20	井戸H-10	土師器甕	51-7	50	溝H-8	土師器鉢	29-6
21	鋳造工房H-3	土師器甕	66-12	51	鋳造工房H-3	増埴転用土師器甕	
22	鋳造工房H-3	土師器甕	66-15	52	鋳造工房H-3	増埴転用土師器甕	
23	溝H-74	土師器甕 (南内型)	45-6	53	鋳造工房H-3	増埴転用土師器甕	
24	鋳造工房H-3	土師器甕	66-5	54	鋳造工房H-2	増埴	
25	土坑H-39	土師器甕 (南内型)	55-6	55	鋳造工房H-3	増埴	
26	溝H-78	土師器甕	47-8	56	鋳造工房H-1	須惠器杯B	62-15
27	鋳造工房H-3	土師器甕	66-4	57	鋳造工房H-3	須惠器杯H	66-17
28	鋳造工房H-3	土師器甕	66-11	58	鋳造工房H-3	須惠器杯B	66-23
29	鋳造工房H-3	土師器甕	66-10	59	鋳造工房H-3	須惠器鉢	66-14
30	鋳造工房H-3	土師器甕	66-16	60	鋳造工房H-3	須惠器鉢	66-24



IV - 3 - 図1 分析土器

IV - 3 - 表2-1 土器胎土試料の放射化分析結果 (単位は $\mu\text{g/g}$, 括弧内は%で表した計測誤差)

番号 1	2	3	4	5	番号 6	7	8	10																																																																					
Na 8000 (1) 7000 (2) 8000 (2) 11000 (2) 10000 (1)	Al 120000 (2) 120000 (2)	Cl 170 (40) 80 (40) 100 (40) 80 (40)	K 14000 (4) 15000 (3)	Ca 4000 (32) 5000 (13) 8000 (40) 7000 (18) 8000 (20)	Sc 17 (1) 18 (1) 18 (1) 19 (1) 19 (1)	Y 5500 (3) 6000 (3)	Rb 41 (10) 33 (8) 33 (8) 110 (2) 84 (4)	Cr 47 (4) 37 (3) 61 (3) 85 (3) 47 (4)	Mn 180 (3) 220 (3) 270 (22) 270 (2) 600 (20)	Pb 37000 (1) 40000 (1) 44000 (1) 38000 (1) 34000 (1)	Cu 3.3 (4) 3.7 (4) 3.8 (4) 3.4 (2) 13 (2)	Ni 17 (18) 10 (40) 28 (11) 29 (12) 10 (40)	Cu 140 (13) 1100 (11) 2000 (4) 200 (40) 2000 (6)	Zn 77 (8) 78 (8) 81 (12) 88 (8) 82 (8)	As 21 (2) 27 (2) 200 (3) 14 (2) 430 (3)	Se 1.4 (18) 1.7 (18) 1.6 (18) 1.7 (13) 1 (20)	Br 1.6 (11) 2.0 (18) 0.9 (40) 2.0 (8) 0 (20)	Sr 80 (3) 80 (3) 100 (3) 80 (3) 110 (2)	Mo 1 (1) 2.5 (8) 0 (8) 127 (6) 0 (8) -0.07	Ag 0.6 (40) 1.0 (18) 4.1 (10) -0.4 (4) 4.9 (10)	Cd 0.4 (18) 0.5 (8) 0 (8) 0 (8) 0 (8)	Sr 120 -0.0 (20) -0.2 (20) -0.2 (20) 0.2 (20)	Sh 1.8 (3) 2.4 (2) 8.1 (2) 0.5 (0.2) (4) 22 (2) (2)	I 4 (4) 0 (8) 0 (40) 5 (20) 5 (40)	Te 1.4 (2) 7.4 (2) 7.4 (2) 6.0 (2) 7.1 (2)	Na 500 (3) 450 (4) 480 (2) 570 (3) 570 (4)	La 18 (1) 15 (2) 18 (1) 25 (1) 25 (1)	Ce 38 (2) 32 (2) 40 (4) 47 (3) 73 (2)	Pr 2.4 (3) 2.8 (3) 2.9 (3) 2.8 (3) 2.8 (3)	Zr 0.58 (7) 0.45 (9) 0.46 (7) 0.65 (8) 0.87 (8)	Yb 1.7 (3) 1.6 (3) 1.8 (6) 2.1 (7) 2.1 (4)	Lu 0.23 (8) 0.33 (8) 0.32 (8) 0.34 (9) 0.38 (5)	Hf 0.4 (2) 0.7 (7) 0.8 (2) 0.8 (2) 1.4 (2)	Ta 2.0 (4) 2.1 (4) 2.0 (4) 2.3 (8) 2.0 (8)	Y 2.4 (13) 2.9 (13) 1.8 (5) 2.4 (10) 4.0 (10)	Hg 1.5 (4) 1.5 (4) 1.6 (4) 1.6 (4) 1.6 (4)	Th 17 (2) 18 (2) 17 (2) 18 (2) 18 (2)	U 3.5 (3) 3.7 (3) 3.5 (3) 3.8 (3) 3.3 (7)	Na 13000 (2) 10000 (2) 2100 (2) 3000 (2) 8700 (2)	Al 100000 (2) 100000 (2) 100000 (2) 110000 (2)	Cl 170 (40) 80 (40) 100 (40) 80 (40)	K 14000 (4) 15000 (3)	Ca 5000 (26) 5700 (13) 2000 (40) 3000 (40) 6000 (12)	Sc 14 (1) 13 (2) 13 (2) 13 (1) 14 (1)	Y 5500 (3) 6000 (3)	Rb 2.6 (10) 37 (3) 33 (8) 120 (4) 130 (4)	Cr 42 (4) 43 (4) 62 (3) 86 (3) 47 (4)	Mn 110 (3) 43 (40) 237 (45) 237 (2) 130 (2)	Pb 34000 (1) 37000 (1) 34000 (1) 30000 (1) 38000 (1)	Cu 3.2 (2) 3.7 (2) 3.7 (2) 3.7 (2) 3.2 (4) 0.5 (2)	Ni 9 (40) 24 (14) 28 (14) 20 (14) 24 (14)	Cu 490 (17) 4500 (3) 300 (30) 180 (80) 177 (200) (7)	Zn 47 (8) 80 (8) 83 (12) 88 (8) 50 (8)	As 80 (2) 23 (150) (3) 22 (2) 79 (2) 2100 (3)	Se 1 (41) 1.9 (23) 2.1 (13) 2.3 (18) 2 (20)	Br 2.6 (13) 2.4 (15) 2.5 (8) 4.0 (4) 4.0 (4)	Sr 81 (3) 100 (3) 80 (3) 80 (3) 88 (3)	Mo 2.5 (17) -0.2 (2) 7.2 (13) 7.8 (12) 4 (20)	Ag 1.7 (1) 18 (3) -0.3 (6) 0.9 (41) 1 (5)	Cd 0.8 (17) -0.2 (20) -0.9 (11) (17) 0 (8)	Sr 120 -0.0 (20) -0.2 (20) 0.2 (20)	Sh 2.6 (4) 1.0 (2) 1.8 (3) 3.4 (2) 2.6 (8)	I 4 (4) 0 (8) 0 (40) 5 (20) 5 (40)	Te 1.4 (2) 7.4 (2) 7.4 (2) 6.0 (2) 7.1 (2)	Na 560 (4) 590 (3) 460 (5) 440 (2) 450 (4)	La 18 (2) 30 (1) 17 (2) 17 (2) 15 (2)	Ce 32 (2) 32 (2) 30 (2) 40 (3) 33 (2)	Pr 2.4 (3) 2.8 (3) 2.8 (3) 2.8 (3) 2.8 (3)	Zr 0.55 (7) 0.5 (9) 0.5 (7) 0.64 (7) 0.76 (8)	Yb 1.8 (3) 2.0 (8) 2.0 (8) 2.0 (3) 2.3 (8)	Lu 0.14 (2) 0.17 (4) 0.17 (4) 0.18 (7) 0.44 (3)	Hf 0.4 (2) 0.7 (7) 0.8 (2) 0.8 (2) 1.4 (2)	Ta 1.8 (5) 2.1 (4) 2.0 (8) 2.0 (4) 2.7 (4)	Y 2.3 (18) 2.9 (18) 1.8 (5) 2.4 (10) 4.0 (10)	Hg 1.5 (4) 1.5 (4) 1.6 (4) 1.6 (4) 1.6 (4)	Th 16 (2) 18 (2) 18 (2) 17 (2) 17 (2)	U 3.1 (3) 3.5 (10) 3.0 (3) 3.0 (4) 3.3 (8)

番号 11	12	13	14	15	番号 16	17	18	19	20																																																																				
Na 8000 (2) 3400 (1) 8000 (2) 1700 (2) 7100 (1)	Al 90000 (2) 78000 (3) 110000 (6) 90000 (6) 110000 (2)	Cl 170 (40) 80 (40) 100 (40) 80 (40)	K 14000 (4) 15000 (3)	Ca 17000 (2) 17000 (2) 17000 (2) 15000 (8) 15000 (8)	Sc 15 (1) 13 (1) 12 (1) 14 (1) 13 (1)	Y 5500 (3) 7900 (3)	Rb 41 (10) 33 (8) 33 (8) 110 (2) 84 (4)	Cr 47 (4) 37 (3) 61 (3) 85 (3) 47 (4)	Mn 180 (3) 220 (3) 270 (22) 270 (2) 600 (20)	Pb 37000 (1) 40000 (1) 44000 (1) 38000 (1) 34000 (1)	Cu 5.2 (3) 1.7 (7) 2.1 (2) 2.7 (2) 2.4 (4)	Ni 31 (18) -0.5 (4) -1.0 (5) 0.6 (18) 0.6 (18)	Cu 430 (18) 2100 (15) 1400 (6) 1900 (6) 1900 (6)	Zn 74 (8) 26 (14) 35 (7) 47 (10) 58 (8)	As 140 (2) 20 (20) 22 (4) 33 (20) 27 (2)	Se 1.6 (20) 2.2 (18) 1.3 (15) 1.8 (18) 1.8 (24)	Br 2.4 (15) 2.8 (11) 3.2 (8) 1 (20) 2.9 (8)	Sr 80 (3) 80 (3) 84 (2) 77 (4) 73 (3)	Sr 3.9 (18) -0.2 (1) 0.85 (0.7) 4.4 (18)	Ag -0.5 (2) 2.0 (18) -0.3 (4) 5.2 (8) -0.3 (4)	Cd 0.3 (15) -0.2 (2) -0.4 (15) 0.4 (18) 0 (1)	Sr 120 -0.0 (20) -0.2 (20) -0.2 (20) 0.2 (20)	Sh 4.3 (4) 6.2 (4) 6.3 (4) 8.4 (4) 8.3 (4) 0.1 (4)	I 8 (4) 8 (40) 8 (20) 4 (4) 5 (40) 5 (40)	Te 1.4 (2) 7.4 (2) 7.4 (2) 6.0 (2) 7.1 (2)	Na 480 (4) 480 (4) 410 (3) 410 (3) 480 (3)	La 15 (2) 18 (2) 18 (2) 21 (2) 18 (2)	Ce 32 (2) 32 (2) 32 (2) 30 (2) 33 (2)	Pr 2.4 (3) 2.8 (3) 2.8 (3) 2.8 (3) 2.8 (3)	Zr 0.58 (7) 0.45 (9) 0.46 (7) 0.65 (8) 0.87 (8)	Yb 1.9 (3) 2.2 (4) 2.2 (4) 1.6 (7) 2.0 (4)	Lu 0.38 (7) 0.42 (9) 0.30 (3) 0.30 (4) 0.35 (8)	Hf 0 (3) 1.1 (1) 1.1 (1) 1.3 (2) 1.0 (3)	Ta 2.1 (4) 2.1 (4) 2.1 (4) 2.3 (8) 2.0 (8)	Y 2.3 (17) 2.3 (17) 4.1 (18) 2.3 (10) 4.0 (10)	Hg 0.3 (40) 0.2 (40) 0.19 (10) 0.68 (15) 0.77 (9)	Th 16 (2) 18 (2) 18 (2) 18 (2) 18 (2)	U 3.4 (4) 3.9 (9) 3.2 (3) 3.2 (3) 3.2 (3)	Na 11000 (1) 7000 (1) 2200 (2) 5200 (1) 15000 (1)	Al 120000 (2) 140000 (2) 70 (8) 91000 (6) 30000 (8) 80000 (6)	Cl 170 (40) 80 (40) 100 (40) 80 (40)	K 20000 (7) 12000 (18) 12000 (17) 13000 (8) 17000 (7)	Ca 10000 (6) 10000 (6) 3000 (40) 3000 (40) 3000 (40)	Sc 16 (1) 13 (1) 13 (1) 13 (1) 13 (1)	Y 8500 (7) 7200 (4) 8700 (5) 5800 (3) 8000 (3)	Rb 2.6 (10) 37 (3) 33 (8) 110 (2) 84 (4)	Cr 42 (4) 43 (4) 62 (3) 86 (3) 47 (4)	Mn 640 (25) 300 (22) 230 (3) 130 (4) 430 (2)	Pb 41000 (1) 12000 (1) 34000 (1) 15000 (1) 45000 (1)	Cu 15 (2) 5.7 (2) 2.5 (6) 4.3 (6) 5.6 (3) 6.4 (3)	Ni 24 (18) 31 (18) 10 (40) 7 (80) 7 (80)	Cu 4400 (6) 1100 (80) -80 (80) -80 (100) 100 (40)	Zn 78 (7) 77 (7) 73 (8) 72 (9) 77 (9)	As 410 (2) 80 (8) 43 (20) 27 (2) 37 (1) 8 (2)	Se 1.3 (20) 1.7 (14) 2.0 (11) 2.1 (14) 1 (20)	Br 2.6 (22) 2.3 (11) 2.0 (11) 2.1 (12) 1.7 (14)	Sr 100 (2) 80 (3) 80 (3) 75 (4) 80 (3)	Sr 4.3 (12) 4 (20) 3.4 (12) 2.7 (8) 2.5 (18)	Ag 7.0 (8) -0.4 (6) -0.3 (4) 0.4 (40) 0.3 (4)	Cd 0.2 (1) -0.9 (11) -0.9 (11) 0.9 (14) 0.9 (14)	Sr 120 -0.0 (20) -0.2 (20) -0.2 (20) 0.2 (20)	Sh 8 (4) 8 (4) 0.73 (3) 1.7 (4) 0.88 (3) 0.88 (4)	I 8 (4) 8 (40) 8 (20) 4 (4) 5 (40) 5 (40)	Te 1.4 (2) 7.4 (2) 7.4 (2) 6.0 (2) 7.1 (2)	Na 8.4 (3) 5.9 (3) 5.9 (3) 4.1 (2) 5.1 (2)	La 25 (2) 25 (2) 25 (2) 17 (2) 23 (2)	Ce 47 (3) 35 (3) 35 (3) 32 (3) 30 (3)	Pr 6.1 (7) 6.1 (7) 2.3 (8) 6.0 (3) 6.0 (3)	Zr 0.58 (7) 0.45 (9) 0.46 (7) 0.65 (8) 0.87 (8)	Yb 2.3 (3) 2.2 (4) 2.2 (4) 2.1 (7) 2.1 (7)	Lu 0.39 (5) 0.36 (6) 0.30 (6) 0.40 (6) 0.40 (6)	Hf 8.5 (2) 7.9 (2) 8 (2) 10 (2) 8 (2)	Ta 1.9 (5) 2.1 (4) 2.1 (4) 2.3 (8) 2.0 (8)	Y 6.6 (8) 4.2 (21) 3.5 (13) 2.5 (15) 2.5 (22)	Hg -0.1 (1) 0.1 (40) -0.1 (4) 0.3 (28) 0.1 (40)	Th 13 (2) 17 (2) 18 (2) 16 (2) 16 (2)	U 2.7 (7) 3.9 (4) 3.6 (3) 3.6 (4) 3.6 (4)

IV - 3 - 表2-3 土器胎土試料の放射化分析結果 (単位は $\mu\text{g/g}$, 括弧内は%で表した計測誤差)

番号	41	42	43	44	45	番号	46	47	48	49	50
元素						元素					
Na	6020 (1)	6000 (1)	12000 (1)	12000 (1)	12000 (1)	Na	8600 (1)	12000 (2)	8400 (2)	11000 (1)	8300 (1)
K	120000 (2)	80000 (2)	120000 (2)	80000 (2)	180000 (2)	Al	91000 (6)	110000 (6)	86000 (6)	110000 (6)	210000 (2)
Cl	70 (40)	60 (40)	100 (40)	80 (40)	160 (21)	Cl	250 (25)	300 (30)	400 (40)	80 (40)	800 (40)
K	16000 (4)	15000 (4)	8000 (4)	10000 (4)	1000 (7)	K	14500 (7)	2000 (5)	11000 (7)	17000 (7)	14000 (5)
Ca	3000 (40)	3000 (30)	3000 (20)	3000 (40)	4000 (40)	Ca	4500 (22)	3000 (20)	3000 (40)	3000 (40)	8400 (15)
Sc	10 (1)	10 (1)	10 (1)	10 (1)	10 (1)	Sc	10 (1)	10 (1)	10 (1)	10 (1)	10 (1)
Ti	9000 (6)	5000 (6)	5000 (6)	5000 (6)	6000 (4)	Ti	5000 (6)	5000 (6)	8000 (6)	4000 (6)	1000 (7)
V	80 (8)	80 (8)	74 (4)	74 (4)	91 (6)	V	80 (8)	82 (8)	80 (8)	43 (8)	1000 (6)
Cr	90 (3)	90 (3)	90 (3)	90 (3)	100 (3)	Cr	97 (3)	91 (3)	90 (3)	90 (3)	90 (3)
Mn	130 (4)	100 (4)	100 (3)	300 (3)	170 (4)	Mn	140 (3)	150 (3)	140 (3)	150 (3)	140 (4)
Fe	45000 (1)	15000 (1)	30000 (1)	41000 (1)	37000 (1)	Fe	47000 (1)	13000 (1)	37000 (1)	44000 (1)	14000 (1)
Co	5.5 (2)	5.7 (2)	4.9 (2)	4.9 (2)	5.7 (2)	Co	5.1 (2)	5.4 (2)	5.7 (2)	4.9 (2)	5.7 (2)
Ni	10 (38)	10 (41)	8 (40)	10 (28)	40 (12)	Ni	10 (38)	5.4 (18)	8 (40)	8 (40)	10 (38)
Cu	<100	<100	<100	<100	600 (17)	Cu	600 (17)	<100	100 (40)	100 (40)	<100
Zn	6 (8)	6 (8)	6 (8)	7 (8)	6 (8)	Zn	42 (10)	58 (8)	44 (8)	62 (8)	70 (8)
As	13 (2)	10 (2)	11 (2)	10 (2)	66 (2)	As	13 (2)	13 (2)	10 (2)	10 (2)	10 (2)
Se	1.5 (24)	2.2 (8)	1.3 (18)	1.6 (12)	1.8 (12)	Se	1.7 (20)	1.4 (18)	1.7 (18)	1.9 (15)	1.6 (20)
Br	6.0 (5)	5.7 (5)	4.1 (4)	10 (5)	4.6 (5)	Br	6.5 (8)	2.0 (12)	3.0 (12)	2.0 (12)	3.9 (12)
Rb	8 (8)	4 (8)	7 (8)	8 (8)	2 (8)	Rb	7 (8)	4 (8)	8 (8)	11 (8)	9 (8)
Sr	3.4 (12)	4.4 (10)	<1	6.1 (8)	9.5 (12)	Sr	3 (12)	5 (12)	3 (12)	3.4 (12)	<1
Ag	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	4.8 (9)	Ag	2.1 (18)	<0.3	<0.3	<0.4	<0.4
Cd	<0.8	<1	<0.8	0.8 (12)	<1	Cd	4.8 (23)	<0.8	1.4 (14)	7.2 (14)	<0.8
Sb	<20	<20	<20	<20	<20	Sb	20 (40)	<20	<20	<20	<20
Sn	5.7 (4)	7.9 (8)	7.6 (8)	6.8 (4)	2.5 (3)	Sn	5.6 (4)	6.6 (6)	5 (5)	6.2 (4)	6 (4)
I	40 (10)	1 (40)	1 (40)	1 (40)	7 (40)	I	40 (10)	<1	40 (10)	<1	40 (10)
Ca	4.6 (3)	4.9 (3)	3.7 (3)	4.5 (3)	4.3 (3)	Ca	3.6 (4)	3.4 (3)	3.0 (3)	3.1 (3)	2.7 (3)
Na	90 (4)	640 (4)	30 (3)	590 (4)	50 (4)	Na	90 (4)	370 (4)	40 (4)	660 (4)	640 (3)
La	22 (1)	15 (2)	17 (1)	11 (2)	16 (1)	La	15 (1)	16 (2)	10 (2)	18 (2)	27 (1)
Ce	30 (1)	31 (1)	31 (1)	30 (1)	31 (1)	Ce	30 (1)	31 (1)	31 (1)	30 (1)	31 (1)
Sm	3.0 (5)	2.1 (6)	2.9 (6)	2.4 (6)	2.8 (6)	Sm	2.1 (6)	3.0 (6)	1.9 (6)	2.2 (5)	4.5 (6)
Eu	0.75 (6)	0.88 (6)	0.71 (6)	0.54 (6)	0.80 (6)	Eu	0.60 (6)	0.9 (6)	0.59 (6)	0.47 (6)	0.75 (6)
Yb	0.1 (7)	0.1 (7)	0.1 (7)	0.1 (7)	0.1 (7)	Yb	0.1 (7)	0.1 (7)	0.1 (7)	0.1 (7)	0.1 (7)
Lu	0.35 (6)	0.35 (6)	0.33 (6)	0.25 (6)	0.34 (6)	Lu	0.35 (6)	0.35 (6)	0.32 (6)	0.32 (6)	0.44 (6)
Hf	0.4 (2)	1.2 (1)	1.5 (2)	1.1 (2)	0.8 (2)	Hf	1.0 (2)	0.4 (2)	0.4 (2)	0.1 (2)	0.1 (2)
Ta	2.3 (2)	3.2 (2)	4.3 (2)	1.8 (2)	2.1 (2)	Ta	1.9 (2)	1.9 (2)	1.9 (2)	2.1 (2)	1.4 (2)
W	2.1 (7)	1.7 (7)	4.3 (13)	1 (13)	2 (7)	W	1.7 (7)	1.4 (12)	2.7 (12)	2.0 (12)	2.0 (12)
Hg	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1 (40)	Hg	0.2 (40)	<0.1	<0.1	<0.1	0.1 (40)
Th	17 (2)	17 (2)	10 (2)	14 (2)	17 (2)	Th	12 (2)	15 (2)	15 (2)	16 (2)	17 (2)
U	4.1 (4)	3.2 (4)	3.1 (4)	3.5 (4)	3.7 (4)	U	2.9 (5)	3.0 (4)	3.1 (4)	3.4 (4)	4.2 (5)

番号	51	52	53	54	55	番号	56	57	58	59	60
元素						元素					
Na	7700 (2)	11000 (2)	8000 (2)	8000 (2)	3000 (2)	Na	9000 (1)	4400 (1)	9500 (1)	14000 (1)	4700 (1)
Al	140000 (2)	80000 (2)	110000 (2)	130000 (2)	130000 (2)	Al	120000 (2)	120000 (2)	120000 (2)	120000 (2)	120000 (2)
Cl	90 (40)	90 (40)	<60	<60	<60	Cl	<100	<100	<100	200 (42)	70 (40)
K	15000 (8)	15000 (8)	16000 (8)	18000 (8)	15000 (8)	K	16000 (8)	15000 (8)	18000 (8)	21000 (8)	15000 (8)
Ca	300 (40)	3000 (40)	18000 (40)	5400 (20)	400 (40)	Ca	<1000	1000 (40)	<3000	2000 (40)	100 (40)
Sc	18 (1)	14 (1)	13 (1)	13 (1)	20 (1)	Sc	18 (1)	13 (1)	13 (1)	15 (1)	23 (1)
Ti	6000 (7)	3700 (7)	7000 (7)	7000 (8)	8400 (5)	Ti	6500 (8)	8100 (8)	8100 (8)	6000 (10)	8700 (8)
V	65 (3)	78 (3)	65 (3)	60 (3)	110 (3)	V	10 (4)	100 (6)	50 (6)	50 (7)	97 (7)
Cr	45 (3)	35 (3)	43 (3)	58 (3)	52 (4)	Cr	49 (3)	78 (4)	46 (4)	30 (6)	84 (4)
Mn	130 (4)	120 (4)	40 (4)	490 (22)	410 (24)	Mn	100 (3)	200 (3)	160 (4)	190 (3)	130 (4)
Fe	40000 (1)	37000 (1)	40000 (1)	40000 (2)	35000 (1)	Fe	35000 (1)	44000 (1)	<40000 (1)	40000 (1)	31000 (1)
Co	6.5 (2)	5.4 (2)	8 (2)	10 (2)	2 (2)	Co	6.0 (2)	8.5 (2)	8 (2)	8 (2)	8 (2)
Ni	20 (40)	5 (40)	6 (40)	32 (15)	18 (18)	Ni	20 (40)	27 (14)	20 (40)	8 (40)	10 (40)
Cu	<100	270 (14)	20 (14)	300 (18)	780 (16)	Cu	<100	<100	<100	<200	<200
Zn	110 (3)	130 (3)	100 (3)	180 (7)	150 (7)	Zn	110 (3)	100 (3)	80 (3)	110 (3)	71 (3)
As	310 (3)	240 (3)	68 (3)	310 (3)	30 (3)	As	16 (2)	35 (3)	11 (3)	20 (3)	10 (2)
Sr	1.9 (38)	1.4 (28)	0.8 (38)	2.1 (17)	1.4 (28)	Sr	1.9 (38)	2.1 (14)	1.8 (14)	1.7 (14)	1.9 (38)
Br	1 (38)	1 (38)	1 (38)	<0.4	<0.4	Br	0.5 (40)	0.3 (40)	0.3 (40)	0.3 (40)	1 (38)
Rb	7 (8)	2 (8)	2 (8)	4 (8)	8 (8)	Rb	11 (8)	2 (8)	10 (8)	8 (8)	4 (8)
No	<0.9	<0.8	<0.8	<1	<1	No	2 (40)	<1	<1	<1	<1
Ag	2 (2)	2.3 (15)	0.4 (40)	4.7 (12)	2 (2)	Ag	0.9 (40)	1 (12)	4.4 (8)	0.8 (4)	1 (20)
Cd	1 (40)	<1	<1	<1	<1	Cd	<1	<1	<1	1 (17)	<1
Sb	<20	<20	<20	<20	<20	Sb	<20	<20	<20	<20	<20
Sn	20 (4)	5.1 (8)	2 (3)	5 (3)	2 (4)	Sn	1.3 (3)	2 (3)	1.2 (4)	2 (3)	1.3 (4)
I	4 (40)	<1	4 (40)	4 (40)	4 (40)	I	4 (40)	<1	<1	<1	<1
Ca	6 (8)	4 (8)	2 (8)	5 (8)	4 (8)	Ca	6 (8)	2 (8)	4 (8)	6 (8)	2 (8)
Na	330 (3)	490 (3)	400 (3)	730 (3)	400 (3)	Na	470 (3)	400 (3)	580 (3)	400 (3)	390 (3)
La	28 (3)	19 (3)	20 (3)	25 (3)	27 (3)	La	40 (3)	10 (3)	41 (3)	13 (3)	26 (3)
Ce	3 (4)	4 (3)	4 (3)	4 (3)	4 (3)	Ce	7 (4)	9 (3)	10 (4)	9 (3)	4 (3)
Sm	3.2 (4)	2.2 (3)	2.8 (3)	3.2 (3)	2.7 (3)	Sm	3.2 (4)	2.8 (3)	2.8 (3)	2.8 (3)	3.2 (4)
Eu	0.88 (4)	0.84 (3)	1.1 (3)	1.7 (4)	1.4 (4)	Eu	1.2 (5)	0.99 (3)	1.3 (3)	1.4 (3)	0.71 (7)
Yb	0.4 (4)	1.8 (7)	1.8 (7)	1.4 (4)	2.0 (4)	Yb	0.4 (4)	2.0 (7)	1.3 (7)	2 (7)	2 (8)
Lu	0.20 (5)	0.31 (3)	0.20 (3)	0.4 (4)	0.4 (4)	Lu	0.48 (6)	0.43 (10)	0.49 (8)	0.47 (8)	0.36 (3)
Hf	0.7 (3)	1 (3)	1 (3)	1.4 (3)	0.6 (3)	Hf	1 (3)	1 (3)	1 (3)	0.9 (3)	0.8 (3)
Ta	1.8 (3)	1.8 (3)	1.4 (3)	2 (3)	0.7 (3)	Ta	2.5 (5)	2 (5)	4 (4)	0.3 (7)	2 (5)
W	2 (40)	4.1 (11)	0 (40)	2 (40)	2 (40)	W	2.4 (11)	3 (3)	1 (3)	1.3 (3)	0.9 (3)
Hg	<0.1	<0.1	<0.1	0.1 (10)	<0.1	Hg	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Th	17 (2)	17 (2)	10 (2)	14 (2)	17 (2)	Th	12 (2)	15 (2)	15 (2)	16 (2)	17 (2)
U	3.0 (4)	2.9 (4)	3 (4)	3.4 (4)	3 (4)	U	2.7 (5)	3.7 (2)	4.0 (2)	4 (4)	3.9 (4)

IV-3-表3 土器胎土試料の蛍光X線分析結果 (単位は $\mu\text{g/g}$, 括弧内は%で表した計測誤差)

試料番号	1	2	3	4	5
Si	27 (3)	27 (3)	22 (6)	25 (7)	24 (5)
K	1.3 (2)	1.2 (3)	1.3 (2)	1.4 (2)	1.6 (2)
Ca	0.35 (3)	0.36 (4)	0.43 (2)	0.49 (2)	0.49 (2)
Ti	0.37 (2)	0.38 (3)	0.40 (2)	0.51 (2)	0.42 (2)
Mn	-	-	-	-	-
Fe	3.9 (2)	4.8 (1)	5.2 (2)	6.7 (2)	6.1 (2)
Pb	-	0.013(8)	0.15 (2)	-	0.18 (2)

試料番号	6	7	8	9	10
Si	27 (3)	25 (5)	28 (5)	27 (5)	23 (6)
K	1.6 (2)	1.5 (2)	0.95 (4)	1.0 (3)	0.96 (3)
Ca	0.38 (3)	0.41 (3)	0.13 (7)	0.26 (4)	0.44 (3)
Ti	0.33 (2)	0.42 (3)	0.48 (3)	0.43 (3)	0.47 (2)
Mn	-	-	-	-	-
Fe	5.3 (2)	5.0 (2)	6.0 (2)	5.3 (2)	4.8 (2)
Pb	0.030(3)	0.54 (2)	0.009(18)	0.027(4)	0.07 (2)

試料番号	11	12	13	14	15
Si	27 (3)	30 (4)	29 (5)	28 (5)	27 (5)
K	1.4 (3)	1.1 (4)	1.6 (3)	1.3 (3)	1.3 (3)
Ca	0.33 (2)	0.22 (6)	0.21 (8)	0.14 (5)	0.25 (4)
Ti	0.39 (2)	0.50 (3)	0.33 (4)	0.37 (3)	0.37 (3)
Mn	-	-	-	-	-
Fe	6.9 (2)	5.3 (2)	2.1 (2)	7.2 (2)	5.2 (2)
Pb	0.055(4)	0.24 (1)	0.008(15)	0.15 (2)	-

試料番号	16	17	18	19	20
Si	28 (6)	23 (8)	28 (5)	28 (5)	28 (5)
K	1.6 (3)	1.2 (3)	1.1 (2)	1.2 (4)	1.5 (3)
Ca	0.38 (4)	0.31 (4)	0.23 (3)	0.14 (5)	0.37 (3)
Ti	0.38 (3)	0.47 (2)	0.45 (2)	0.38 (3)	0.51 (2)
Mn	-	-	-	-	-
Fe	4.4 (2)	3.8 (2)	6.1 (2)	6.8 (2)	5.1 (2)
Pb	0.25 (1)	0.007(12)	0.010(11)	0.015(8)	-

試料番号	21	22	23	24	25
Si	31 (5)	19 (4)	23 (6)	29 (5)	22 (7)
K	1.4 (3)	1.2 (2)	1.9 (3)	1.7 (4)	1.7 (3)
Ca	0.14 (5)	0.34 (3)	0.73 (3)	0.35 (7)	0.30 (3)
Ti	0.37 (2)	0.31 (2)	0.53 (2)	0.35 (4)	0.38 (2)
Mn	-	-	-	-	0.21(14)
Fe	4.2 (2)	4.3 (2)	5.8 (2)	3.1 (2)	6.7 (2)
Pb	-	0.057(3)	0.26 (2)	0.38 (2)	0.013(8)

試料番号	26	27	28	29	30
Si	29 (6)	24 (7)	27 (3)	29 (3)	27 (5)
K	1.1 (2)	1.3 (3)	1.2 (2)	1.2 (2)	1.8 (2)
Ca	0.20 (2)	0.32 (4)	0.23 (3)	0.33 (3)	0.41 (3)
Ti	0.42 (3)	0.36 (2)	0.49 (2)	0.35 (2)	0.37 (3)
Mn	-	-	-	-	-
Fe	5.4 (2)	5.8 (2)	7.1 (2)	4.6 (2)	4.6 (2)
Pb	0.086(2)	0.013(8)	0.19 (3)	0.053(8)	0.17 (2)

試料番号	31	32	33	34	35
Si	24 (6)	26 (7)	26 (3)	19 (3)	24 (3)
K	1.8 (2)	1.7 (2)	1.4 (2)	1.2 (2)	1.3 (3)
Ca	0.35 (3)	0.31 (3)	0.43 (2)	0.69 (3)	0.95 (3)
Ti	0.49 (2)	0.37 (2)	0.42 (2)	0.65 (2)	0.67 (2)
Mn	-	-	-	-	-
Fe	4.3 (2)	3.7 (2)	6.1 (2)	7.8 (2)	6.1 (2)
Pb	0.48 (2)	0.12 (2)	0.043(4)	-	0.034(4)

試料番号	36	37	38	39	40
Si	22 (6)	25 (8)	25 (8)	26 (2)	30 (2)
K	1.7 (2)	1.1 (3)	1.6 (2)	1.3 (2)	1.9 (2)
Ca	0.26 (3)	0.28 (3)	0.29 (3)	0.17 (3)	0.20 (2)
Ti	0.32 (2)	0.30 (2)	0.36 (2)	0.38 (2)	0.36 (2)
Mn	-	-	-	-	-
Fe	4.2 (2)	6.3 (2)	4.4 (2)	6.6 (2)	5.0 (2)
Pb	0.008(13)	0.001(3)	-	2.7 (1)	0.013(8)

試料番号	41	42	43	44	45
Si	24 (3)	26 (3)	24 (6)	28 (6)	29 (4)
K	1.9 (2)	1.8 (2)	1.6 (2)	1.7 (2)	1.6 (3)
Ca	0.13 (4)	0.28 (2)	0.23 (2)	0.22 (3)	0.30 (4)
Ti	0.41 (2)	0.44 (2)	0.36 (2)	0.35 (2)	0.46 (2)
Mn	-	-	-	-	-
Fe	5.8 (2)	7.0 (2)	4.6 (2)	5.7 (2)	4.6 (2)
Pb	0.013(11)	0.007(12)	0.010(8)	0.014(8)	0.043(4)

試料番号	46	47	48	49	50
Si	25 (5)	23 (2)	22 (5)	25 (6)	26 (3)
K	1.4 (3)	1.9 (2)	1.9 (5)	1.4 (2)	1.2 (2)
Ca	0.29 (8)	0.26 (3)	0.26 (7)	0.36 (3)	0.36 (3)
Ti	0.36 (5)	0.37 (2)	0.36 (4)	0.38 (2)	0.40 (2)
Mn	-	-	-	-	-
Fe	5.5 (2)	4.4 (2)	5.2 (2)	5.3 (2)	5.5 (2)
Pb	0.031(5)	0.011(7)	0.011(10)	0.010(10)	0.010(8)

試料番号	51	52	53	54	55
Al	10 (11)	12 (7)	8.3 (14)	13 (10)	11 (8)
Si	27 (4)	30 (4)	29 (4)	33 (3)	28 (2)
K	1.4 (5)	1.6 (5)	1.3 (6)	1.6 (6)	1.5 (2)
Ca	0.14 (14)	0.19 (7)	1.3 (5)	0.46 (8)	0.46 (5)
Ti	0.49 (13)	0.44 (8)	0.58 (8)	0.66 (10)	0.66 (4)
Mn	-	-	0.034 (26)	-	0.047 (20)
Fe	5.2 (1)	4.7 (1)	5.9 (1)	6.9 (1)	7.4 (1)
Zn	-	0.0028(28)	0.0047(8)	0.0074(8)	0.0073(25)
Rb	0.0074(7)	0.0082(7)	0.0090(8)	0.010 (3)	0.010 (4)
Sr	0.0045(19)	0.0043(7)	0.0025 (2)	0.0090(4)	0.011 (4)
Zr	0.043 (2)	0.043 (2)	0.050 (1)	0.023 (2)	0.025 (2)

試料番号	56	57	58	59	60
Al	7.1 (11)	7.5 (11)	9.3 (8)	9.9 (12)	-
Si	34 (3)	29 (4)	31 (4)	30 (4)	31 (11)
K	1.1 (7)	1.1 (8)	1.5 (3)	1.6 (3)	1.4 (7)
Ca	0.14 (6)	0.18 (10)	0.29 (5)	0.33 (5)	0.25 (11)
Ti	0.39 (15)	0.43 (12)	0.46 (3)	0.49 (4)	0.51 (14)
Mn	-	-	0.051 (20)	-	-
Fe	3.5 (1)	3.9 (1)	4.7 (1)	5.2 (1)	4.0 (1)
Zn	0.0048(7)	0.0045(25)	-	0.0060(5)	0.0039(22)
Rb	0.012 (4)	0.014 (4)	0.015 (4)	0.011 (4)	0.011 (5)
Sr	0.0063(7)	0.0060(8)	0.011 (5)	0.012 (4)	0.0084(8)
Zr	0.028 (2)	0.030 (2)	0.031 (2)	0.034 (2)	0.034 (2)

IV - 3 - 表7 胎土中のCu,As,Sb濃度の分類

試料番号	出土遺構	器種	濃度分類*			試料番号	出土遺構	器種	濃度分類*		
			Cu	As	Sb				Cu	As	Sb
1	鑄造工房H-3	土師器高杯	○	X	X	31	溝H-74	土師器甕	○	○	○
2	鑄造工房H-3	土師器高杯	○	X	○	32	鑄造工房H-3	土師器甕	○	○	○
3	鑄造工房H-2	土師器皿A	○	○	○	33	溝H-74	土師器鉢	○	X	○
4	井戸H-10	土師器皿A	X	X	X	34	鑄造工房H-2	土師器羽釜	○	X	X
5	鑄造工房H-3	土師器皿A	○	○	○	35	溝H-74	土師器羽釜	X	X	○
6	溝H-74	土師器皿A	○	X	○	36	井戸H-10	土師器甕	X	X	X
7	鑄造工房H-3	土師器高杯	○	○	○	37	溝H-74	土師器甕	○	○	○
8	鑄造工房H-3	土師器杯A	○	X	X	38	溝H-63	土師器鍋	X	X	X
9	溝H-74	土師器杯A	○	X	○	39	鑄造工房H-3	土師器甕	○	○	○
10	鑄造工房H-3	土師器杯	○	○	○	40	溝H-63	土師器甕	X	X	X
11	鑄造工房H-3	土師器杯	○	○	○	41	II層	土師器甕	X	X	X
12	溝H-74	土師器碗	○	○	○	42	溝H-63	土師器杯C	X	X	X
13	溝H-58	土師器甕	X	X	X	43	溝H-63	土師器甕	X	X	X
14	鑄造工房H-1	土師器皿?	○	○	○	44	溝H-63	土師器壺	X	X	X
15	溝H-63	土師器甕	X	X	X	45	溝H-74	土師器甕	○	X	○
16	鑄造工房H-1	土師器皿A	○	○	○	46	溝H-77	土師器甕	○	X	X
17	土坑H-39	土師器鉢	X	X	X	47	溝H-63	土師器甕	X	X	X
18	土坑H-48	土師器蓋	X	X	X	48	溝H-63	土師器甕	X	X	X
19	溝H-63	土師器杯C	X	X	X	49	溝H-58	土師器鍋	X	X	X
20	井戸H-10	土師器甕	X	X	X	50	溝H-8	土師器鉢	X	X	X
21	鑄造工房H-3	土師器甕	X	X	X	51	鑄造工房H-3	埴埴転用土師器甕	X	○	○
22	鑄造工房H-3	土師器甕	○	○	○	52	鑄造工房H-3	埴埴転用土師器甕	X	○	○
23	溝H-74	土師器甕 (南河内型)	○	○	○	53	鑄造工房H-3	埴埴転用土師器甕	X	X	○
24	鑄造工房H-3	土師器甕	○	○	○	54	鑄造工房H-2	埴埴	○	○	○
25	土坑H-39	土師器甕 (南河内型)	X	X	X	55	鑄造工房H-3	埴埴	○	○	○
26	溝H-78	土師器甕	○	○	○	56	鑄造工房H-1	須惠器杯B	X	X	X
27	鑄造工房H-3	土師器甕	○	X	X	57	鑄造工房H-3	須惠器杯H	X	X	X
28	鑄造工房H-3	土師器甕	○	○	○	58	鑄造工房H-3	須惠器杯B	X	X	○
29	鑄造工房H-3	土師器甕	○	○	X	59	鑄造工房H-3	須惠器鉢	X	X	X
30	鑄造工房H-3	土師器甕	○	○	○	60	鑄造工房H-3	須惠器鉢	X	X	X

*) ○: $\geq 300 \mu\text{g/g}$ (Cu), $\geq 100 \mu\text{g/g}$ (As), $\geq 2 \mu\text{g/g}$ (Sb)X: $< 300 \mu\text{g/g}$ (Cu), $< 100 \mu\text{g/g}$ (As), $< 2 \mu\text{g/g}$ (Sb)

第4章 太井遺跡出土埴輪の胎土分析

パリオ・サーヴェイ株式会社

第1節 はじめに

日置荘遺跡関連の埴輪の胎土分析では、分析方法の都合などにより決して十分な結果であったとはいえないが、それでも各古墳および各窯ごとの埴輪の胎土の特徴を概ね把握することができた。そして、古墳と窯の関係についても一部示唆された。このことは埴輪の需要関係解明において胎土分析が有効なことを示している。

本分析は、前回の分析の対象とされた日置荘および日置荘西町窯と、土師の里および誉田白鳥窯とのほぼ中間に位置する黒姫山古墳の陪塚であるサバ山古墳の周溝より出土した埴輪を対象とする。さらに、サバ山古墳の近傍より出土した井戸枠に転用された埴輪についても分析を行う。この井戸枠は飛鳥時代に使用されたものと考えられているが、それに用いられた埴輪は、およそ6世紀後半頃に生産されたものに類似するとされている。ただし、これに類似した埴輪は周辺の古墳では認められておらず、その生産地はもちろんのこと、供給地についても不明のことが多い。これらの課題に対する基礎資料として本分析ではそれらの胎土の特徴を把握する。また、前回の分析との比較も行い、その関係についても考察する。

第2節 試料

サバ山古墳周溝より出土した円筒埴輪20点とサバ山古墳近傍の井戸等に転用された埴輪13点（ただし、そのうち1点は埴輪棺の破片）である。各資料の資料番号、実測図番号などを表1に示す。なお、本文中では便宜上前者の資料をⅠ群とよび、後者をⅡ群と呼ぶ。

第3節 分析方法

日置荘遺跡関連試料の分析では、重鉱物分析と薄片観察を併用した。重鉱物分析は、小阪遺跡関連試料の土師器や縄文土器などの土器の胎土分析においては効果があったが、日置荘遺跡関連試料の埴輪の胎土分析では十分な結果が得られなかった。これは、試料とした埴輪の胎土が、焼成程度が比較的高いものが多く、またおそらく重鉱物があまり含まれていないような砂が使用されたためである。これを補足するために薄片観察を用いた。今回の試料もほとんどは、前回と同様と考えられるため、重鉱物分析は行わず薄片観察のみを行う。

薄片は、試料の一部を切斷して、正確に0.03mmの厚さに研磨して作製した。今回は、岩石学的な手法を用いて構成鉱物および組織を中心に偏光顕微鏡下で観察を行い、各試料の特徴把握および比較検討が可能ならしめる資料の作成に努めた。

第4節 観察結果

試料の胎土中には碎屑片として鉱物片・岩片が含まれている。また、素地の主要構成物となる粘土鉱

物・砕屑片の一部には高温焼成による加熱変化が認められる。本文では、胎土の砕屑片の種類・量比を明らかにして、各試料の特徴を把握し、鉱物の加熱変化から焼成温度を推定した(表2)。なお、顕微鏡観察の結果は別添の観察記録表に記載した。以下に砕屑片、基質、焼成温度の順に記載を述べる。

1. 砕屑片

(1) 鉱物片

試料には鉱物片として、石英・カリ長石・斜長石・不透明鉱物が共通して全試料(33試料)に含まれ、次いで黒雲母・角閃石・緑簾石・ジルコンが存在する試料も多く、それぞれ24試料、24試料、19試料および12試料中に認められている。

石英: 石英は全試料に中量ないし少量存在し、破片状または他形粒状を呈する。I群の一部の試料中(胎土-3~14, 16~20)の比較的大型の石英片には、高温焼成によるクラックの生成・部分熔融などの過熱変化が認められている。

各試料に含まれる石英片の最大粒径は3.0~0.30mmで、最大粒径の平均値は1.20mmを示し、胎土に含まれる石英片としては比較的大粒である。I群の試料に含まれる石英の最大粒径は2.20mm、最大粒径の平均値は1.04mmであり、II群の試料では、それぞれ3.00mm、1.43mmである。1mm以上の最大粒径を示す試料はI群に6試料、II群に8試料みられる。

カリ長石: 全試料に少量~微量存在し、他形粒状を示す。一般にカリ長石は正長石・マイクロクリン・パーサイトとして含まれるが、陶磁器中のカリ長石は約1150℃で溶化し、溶化ガラスを生成するため、1150℃以上の高温で焼成された試料中には残晶が認められず、溶化した形跡のみでその存在が推定される場合もある。観察試料では、I群の試料の胎土-2~11, 13, 14, 17, 19, 20の15試料のカリ長石

IV-4-表1 分析試料一覧

胎土番号	薄片番号	出土遺構	実測図番号・登録番号	掲載番号	備 考
胎土-1	1	サノ山古墳南溝内	I-9 (実測図番号)		
胎土-2	2	サノ山古墳南溝内	I-10 (実測図番号)		
胎土-3	3	サノ山古墳南溝内	I-11 (実測図番号)		
胎土-4	4	サノ山古墳南溝内	I-17 (実測図番号)	I-12-1	顕微鏡
胎土-5	5	サノ山古墳南溝内	I-18 (実測図番号)	I-12-2	a
胎土-6	6	サノ山古墳南溝内	I-189 (実測図番号)		
胎土-7	7	サノ山古墳南溝内	I-207 (実測図番号)		
胎土-8	8	サノ山古墳南溝内	I-228 (実測図番号)		
胎土-9	9	サノ山古墳南溝内	I-236 (実測図番号)		
胎土-10	10	サノ山古墳南溝内	I-201 (実測図番号)		
胎土-11	11	サノ山古墳南溝内	I-222 (実測図番号)		
胎土-12	12	サノ山古墳南溝内	I-223 (実測図番号)		
胎土-13	13	サノ山古墳南溝内	I-215 (実測図番号)		
胎土-14	14	サノ山古墳南溝内	I-212 (実測図番号)		
胎土-15	15	サノ山古墳南溝内	I-211 (実測図番号)		
胎土-16	16	サノ山古墳南溝内	I-209 (実測図番号)		
胎土-17	17	サノ山古墳南溝内	I-208 (実測図番号)		
胎土-18	18	サノ山古墳南溝内	I-219 (実測図番号)		
胎土-19	19	サノ山古墳南溝内	I-210 (実測図番号)		
胎土-20	20	サノ山古墳南溝内	I-214 (実測図番号)		
胎土-21	21	井戸H-10	2510 (登録番号)		
胎土-22	22	埴輪河内溝H-1	2344 (登録番号)		
胎土-23	23	井戸H-2	2030 (登録番号)		
胎土-24	24	井戸H-7	2197 (登録番号)		
胎土-25	25	井戸H-10	2640 (登録番号)		
胎土-26	26	井戸H-10	2474 (登録番号)		
胎土-27	27	井戸H-10	2065 (登録番号)		
胎土-28	28	井戸H-10	2596 (登録番号)	II-52-1	2枚目
胎土-29	29	井戸H-10	2579 (登録番号)		
胎土-30	30	井戸H-10	23254 (登録番号)	II-53-1	3枚目
胎土-31	31	井戸H-10	23235 (登録番号)	II-54-1	4枚目
胎土-32	32	井戸H-10	2580 (登録番号)	II-52-2	1枚目
胎土-33	33	井戸H-1 2	23217 (登録番号)		

の周縁部、または劈開に沿って溶化現象が認められるが、きわめて軽微であるものが多い。

各試料に含まれるカリ長石片の最大粒径は1.6～0.20mmで、最大粒径の平均値は0.62mmを示す。試料群別にみると、Ⅰ群ではそれぞれ1mm、0.51mmであり、Ⅱ群では1.6mm、0.76mmである。また、1mm以上の最大粒径を示すカリ長石片を含む試料はⅠ群では2試料、Ⅱ群では4試料である。

斜長石：斜長石は全試料に少量～微量存在し、破片状～他形粒状を呈する。最大粒径2.3～0.10mm、最大粒径の平均値は0.47mmを示す。試料群別では、Ⅰ群で0.8mm、0.44mmであり、Ⅱ群では2.3mm、0.51mmである。

斜長石は曹長石～灰長石を総称した鉱物名である。斜長石が曹長石である場合には1118℃で加熱変化を生じ、焼成温度がより高くなると縁辺部の非晶質化→褐色変色→針状ムライト晶出（疎～密）の順で変化する。途中段階では中心部に曹長石の残晶が認められることがある。ただし、観察試料では曹長石よりもCaに富む中性長石または曹長石質であるため曹長石より熔融温度が高くなるため上の加熱変化は適用されず、加熱変化を受けたものは観察されない。

黒雲母：黒雲母は24試料に認められ、少量～きわめて微量で含まれる。葉片状または紐状・柱状を呈する。各試料に含まれる黒雲母の最大粒径は0.90～0.04mm、最大粒径の平均値は0.28mmを示す。

黒雲母は比較的風化作用の影響を受けやすい鉱物で、加水雲母化したものがみられ、観察試料中の葉片状または柱状を示す黒雲母は加水黒雲母とみられる。加水雲母化した黒雲母は淡水化し、本来の多色性は弱くなり、焼成により劈開間が遊離する傾向がみられる。なお、紐状～柱状の黒雲母は加熱変化し、黒色の鉄鉱物化する現象がみられる。

角閃石：24試料に微量～きわめて微量で存在している。各試料に含まれる角閃石の最大粒径は0.20～0.05mm、最大粒径の平均値は0.14mmを示し、細粒の破片粒状を示すものが多い。

比較的新鮮な角閃石は淡緑色～緑色の多色性を有するが、観察試料中の一部は淡緑色～褐色の多色性を有し、消光角が小さい酸化角閃石に変化しているものが多い。角閃石は約800℃以上で加熱されたことを示している。

緑簾石：19試料にきわめて微量で存在し、他形粒状を呈する。各試料に含まれる緑簾石の最大粒径は0.18～0.03mm、最大粒径の平均値は0.07mmを示し、きわめて微小である。加熱変化は認められない。

ジルコン：12試料にきわめて微量に含有され、粒径0.22～0.02mmの自形～他形の柱状～粒状を呈している。

不透明鉱物：全試料に微量～きわめて微量存在し、最大0.20～0.05mmの不規則粒状または柱状を呈する。粒状を呈するものは磁鉄鉱などの鉄鉱物の破片であるが、柱状を呈するものの大部分は黒雲母等から変質して生成した鉄鉱物である。

白雲母：No.29および32にきわめて微量存在するにすぎない。

単斜輝石：単斜輝石はNo.6にきわめて微量で検出されるにすぎない。

(2) 岩片

岩片として最も多く検出される岩種はチャートで、全試料（33試料）に認められ、次いで砂岩・泥岩・花崗岩がそれぞれ17試料、16試料、16試料に含有される。このほか、流紋岩・石英片岩の岩片がそれぞれ7試料に認められる。

チャート：チャートは全試料に少量～きわめて微量の範囲で存在する。大部分は亜角礫状岩片で、一部は垂円礫状を呈している。最大粒径は2.8～0.15mmを示し、平均最大径は0.94mmで、胎土中の岩片

としては比較的大型である。試料群別では、Ⅰ群で1.4mm、0.58mmであり、Ⅱ群では2.8mm、1.48mmである。1mm以上の粒徑を有する岩片は、Ⅰ群に2試料、Ⅱ群に9試料含まれる。

チャートは一般に微晶質～細晶質石英の集合体で、いわゆる「非変成チャート」の破片であるが、一部のチャートは熱変質作用を受け、細晶質石英に細結晶化した岩片が含まれる。チャート片が出現する高い現象は、原土の供給後背地にはチャート層が発達する中-古生層が分布していることを示唆している。

砂岩:17試料に角礫状～亜角礫状を呈して少量～微量の範囲で含まれる。細粒および中粒の石英に富む珪質砂岩の大型岩片で、最大粒徑は2.5～0.28mm、平均最大粒徑は1.02mmを示す。試料群別では、Ⅰ群で2mm、1mmであり、Ⅱ群では2.5mm、1.03mmである。1mm以上の粒徑を有する岩片は、Ⅰ群に3試料、Ⅱ群に4試料含まれる。

チャートと同様に中-古生層起源の堆積岩である。

泥岩:16試料に微量～きわめて微量で認められる。各試料の最大粒徑は1.4～0.10mmで、亜円礫状を呈し、非晶質である。

花崗岩:16試料に角礫状～亜角礫状を呈して少量～微量の範囲で含まれる。中晶質の石英・カリ長石・斜長石で構成される花崗岩の大型岩片で、最大粒徑は2.3～0.30mm、平均最大粒徑は1.35mmを示す。試料群別では、Ⅰ群で1.2mm、0.77mmであり、Ⅱ群では2.3mm、1.2mmである。1mm以上の粒徑を有する岩片は、Ⅰ群に1試料、Ⅱ群に8試料含まれる。どちらも原土供給後背地には花崗岩帯が分布することを示している。

流紋岩:7試料に微量で検出される。このうちⅠ群の試料は1点であり、他は全てⅡ群の試料である。球顆組織を有する酸性火山岩で、亜角礫状の岩片となっている。最大粒徑は2.1～0.25mm、平均最大粒徑は0.86mmを示す。

石英片岩:7試料に微量～きわめて微量の範囲で検出される。このうちⅠ群の試料は1点であり、他は全てⅡ群の試料である。片理組織が発達している細晶質～中晶質石英で構成され、しばしば黒雲母・白雲母などの雲母鉱物を伴い、亜角礫状を呈する。試料に含まれる石英片岩片の最大粒徑は1.10～0.30mm、最大粒徑の平均は0.67mmを示す。石英片岩が岩片として含まれる事実は、原土の供給後背地に広域変成作用を受けた中-古生層が分布していることを示している。

頁岩:2試料に検出される。頁岩とした岩片は微量～きわめて微量で含まれ、扁平状～亜円礫状を示す。多くは配向性の強い微晶質のセリサイト-石英集合体で構成されるいわゆる粘板岩の破片である。本岩片もチャート・砂岩と同様に中-古生層を起源とすると考えられる。

凝灰岩:1試料(胎土-2)に微量で認められるにすぎない。

珪化岩:1試料(胎土-22)に微量で検出される。

(3) 基質の鉱物

基質(粘土)は粘土鉱物を主要粘土鉱物とし、少量の石英細片(0.02mm以下)を伴っている。粘土鉱物は微細な鉱物で高温焼成では加熱変化しやすく、その鉱物種の同定は顕微鏡下では困難な鉱物であるが、残留している粘土鉱物の大部分は鱗片状を呈するセリサイトと判定される。

石英:試料の基質粘土中に0.02mm以下の破片粒状の石英片が少量～微量で存在する。

粘土鉱物(セリサイト):セリサイトは鉱物学的には白雲母と同質の鉱物であるが、素地を構成する微細な鱗片状粘土鉱物に対する鉱物名として用いられている。セリサイトは可塑性が高く、陶磁器では素地を構成する重要な粘土鉱物の一つであるが、高温焼成で加熱変化を受け易く、溶化または非晶質化し

ているため、高温焼成された製品中での確認は困難な鉱物である。しかし、観察試料では、セリサイトがその光学性を保持したまま残存し、鏡下で観察される。

セリサイトはX線回折試験では900℃前後で非晶質化するのが通常で、比較的低温で焼成されたことを証明する現象の一つとして注目される。観察試料で多く存在するセリサイトは素地を構成する粘土の主構成鉱物で、酸化鉄に汚染されている。観察試料では、I群の試料とII群の試料を区別することができる。すなわちI群では、大部分のセリサイトが加熱変化を受け、少量〜きわめて微量が残存しているのに対し、II群では加熱変化を受けていないかあるいは一部が過熱変化しているが、大部分のセリサイトが残存している。前者は含有されているカリ長石の周縁が熔融または微溶化していることから1150℃±の加熱を受けていると推定される。これに対し、セリサイトが多く残存する試料は角閃石等の加熱変化状態から、900〜900℃±の範囲にあると判定される。

酸化鉄：胎土の外観が赤味を帯びる試料に含まれる。粘土中の含水酸化鉄（褐鉄鉱）は、実験的には320〜350℃の加熱で脱水し、赤鉄鉱に転移するため、焼成物中では結核状および鉱染状を呈する赤鉄鉱として存在する。原料粘土としての観点から、鉄分は焼成温度を低下させる効果が高い物質の一つとされている。顕微鏡下の観察では、1) 泥岩等に含まれる水酸化鉄鉱物の酸化変質に伴って生成されたものと、2) 堆積時に原料粘土中に水酸化鉄として含まれるもの（含鉄セリサイト）、焼成時に酸化鉄に変化して鉱物粒子の粒間を埋め、膠結している状態を示すものの二種がある。比較的低温で焼結する理由は主として後者の場合に効果的であると考えられる。

酸化鉄結核：素地に不純物として含まれる鉄分が濃集した結核は高温で加熱されると、濃褐色〜黒色ガラス体となり、周縁の石英等の鉱物片を膠結する現象がみられる。不規則性を呈し、核として黒色不透明鉱物が残存し、円形の空隙を生じていることが多い。空隙を多く生ずるものは鉄分の多い原土を組成に応じた適温を超えて加熱した試料に多く見られる。なお、濃褐色〜黒色ガラス体中には微細な赤鉄鉱を生成していることが多い。

(4) 推定焼成温度

一般に粘土を高温焼成すると、その温度条件と化学組成に対応した鉱物が晶出したり（代表的な鉱物はムライト）、熔融・非晶質化などの現象がみられる。観察試料では、焼成温度の推定に次の現象について検討して、指針として適用した。

- 1) 角閃石が酸化角閃石に変化していることから、800℃以上の加熱を受けている。角閃石は900℃以上に加熱されると、鉱物片の周縁から内側に黒色鉄鉱物化し、最終的には黒色不透明鉱物に変化する。
- 2) 素地を構成する主要粘土鉱物のセリサイトが加熱変化（非晶質化）を受けていない試料の焼成温度は900℃と推定される。
- 3) セリサイトの一部は加熱変化を受けているが、大部分が残存し、石英・長石類に加熱変化がみられない試料の焼成温度は900℃±と見積もり、セリサイトの残存量が中間的な状態では900℃+と推定する。
- 4) セリサイトの大部分は加熱により非晶質化しているが、石英・カリ長石・斜長石にあまり加熱変化がみられない試料の焼成温度を1150℃と推定される。ただし、斜長石が曹長石である場合は次項を適用し、さらに細分化する。
- 5) 曹長石は1118℃で溶化する。曹長石の加熱変化は単純ではなく、縁辺部非晶化→褐色変色→針状ムライト晶出（疎〜密）→中心部にムライトの二段晶出→全面的な針状ムライトの成長の順で、途中段階では中心部に曹長石の残晶が認められる。この加熱変化の非晶質化〜褐色変化の段階は、1120

～1150℃に相当するものと考えられ、1120～1150℃と表現する。ただし、今回の観察試料中の斜長石は曹長石よりもCaに富む中性長石または曹灰長石に相当するため、曹長石より溶融温度が高くなるため本項は適用できない。

- 6) 石英に高温クラックおよび部分的な溶融組織がみられ、カリ長石に顕著な溶融組織が認められるが、ムライトは生成していない試料の焼成温度は1150℃+と推定される。
 - 7) ムライトの生成が確認される試料の焼成温度を1200℃±と推定する。この状態ではカリ長石は完全溶融していることが多い。
 - 8) 針状ムライトが密に生成されている試料は1200～1250℃の焼成温度と見積もられる。今回観察した試料のうち、Ⅰ群の試料は4)および6)の段階の加熱変化が見られるが、カリ長石の変化は微溶化であるため、1150℃-～1150℃+と推定される。例外的に1試料(胎土-6)が6)に該当する過熱状態を示し、焼成温度は1150℃+と推定される。これに対し、Ⅱ群の試料は1)～3)の段階の加熱変化が見られ、900℃-～900℃±の焼成温度と推定された。
- (5) Ⅰ群とⅡ群との比較

(1)～(3)までの記載から、Ⅰ群とⅡ群の試料の違いについてまとめると以下ようになる。

- 1) 鉱物片については、鉱物種・量比ともにⅠ群とⅡ群との間に大きな相違はみられない。しかし、最大粒径で比較すると、石英・カリ長石など主要鉱物はいずれもⅡ群に粗粒のものが多く含まれる。

鉱物種	Ⅰ群	Ⅱ群
石英の最大値	2.20	3.00
最大粒径の平均粒径	1.04	1.43
カリ長石の最大値	1.00	1.60
最大粒径の平均粒径	0.51	0.79
斜長石の最大値	0.80	2.30
最大粒径の平均粒径	0.44	0.51

- 2) 岩片についても鉱物片と同様の傾向がみられる。

岩石種	Ⅰ群	Ⅱ群
チャートの最大値	1.40	2.80
最大粒径の平均粒径	0.58	1.48
砂岩の最大値	2.00	2.50
最大粒径の平均粒径	1.00	1.03
花崗岩の最大値	1.20	2.30
最大粒径の平均粒径	0.77	1.20

- 3) 岩片については、最大粒径のほかに出現頻度についても次の相違がある。

岩石種	Ⅰ群 (20 試料)	Ⅱ群 (13 試料)
砂岩	出現頻度が低い (7 試料)	出現頻度が高い (10 試料)
流紋岩	出現頻度が低い (1 試料)	出現頻度が高い (6 試料)
石英片岩	出現頻度が低い (1 試料)	出現頻度が高い (6 試料)

- 4) 素地鉱物で最も異なる現象はⅠ群では主成分粘土鉱物の加熱変化が顕著であるのに対し、Ⅱ群での

変化は微小で大部分は光学性を保持した状態でセリサイトが残留していることである。

5) 推定焼成温度では、Ⅰ群が1150℃-~1150℃+であり、Ⅱ群は900℃-~900℃+である。

第5節 考察

Ⅰ群とⅡ群の試料の胎土の相違は、肉眼でみてもわかることであるが、本分析により一層明瞭になったといえる。一方で、鉱物片や岩片の種類だけをみればⅠ群とⅡ群との間に大きな違いはない。このことは、どちらの試料も同じ地質環境にある地域から採取された粘土や砂が使われているが、その中での採取場所が違うかあるいは素地の調整（粘土と砂の混合の仕方、粒径を揃えるなど）方法が異なることを示唆する。ここでいう地質環境は、鉱物片および岩片の組み合わせが多岐にわたることから比較的広範囲の地域を想定している。具体的には、(1)チャート・砂岩・頁岩などで構成される中-古生層が分布すること、(2)石英片岩が含まれることから広域変成岩類が分布すること、(3)花崗岩体が分布すること、(4)流紋岩で代表される酸性火山岩類が分布すること、および、(5)泥岩を含むことから新期堆積岩層が近縁に分布することが地質的な条件として挙げられる。これに相当する地質として領家帯と呼ばれる地質構造区分がある。領家帯は中央構造線の北側に東西に広く分布し、領家帯変成帯および領家帯花崗岩類、白亜紀末-古第三紀の酸性火砕岩類などで構成され、北側は非変成帯の丹波帯に移り変わる。さらに、平野部は第四紀の地層に覆われている。大阪平野とその周辺部は、このような領家帯の地質を後背地としているから、上述の同じ地質環境にある地域は、大阪平野およびその周辺部といつてよい。

さて、そのような共通点をもちながらもⅠ群とⅡ群との胎土の違いは明らかであり、互いに製作地あるいは製作者が異なっている。これらに類似する地輪胎土を前回の分析との比較で考えてみたい。前回の分析で薄片観察された試料は、日置荘西町窯と百舌梅町窯の試料はそれぞれ1点のみであり、土師の里窯の試料は5点、藤井寺市の誉田白鳥窯の試料は5点、羽曳野市の誉田白鳥窯の試料は14点である。このように試料としては、非常に偏りがある中での比較であることを断っておく。Ⅰ群は少なくとも径の小さい鉱物片と岩片そして高い焼成温度に特徴があるが、このような特徴は、日置荘西町窯の1点の試料や藤井寺市および羽曳野市の誉田白鳥窯の一部の試料に認められる。一方、Ⅱ群の試料に類似するのは、土師の里窯の試料の一部に認められる。このⅡ群の試料は、これまで肉眼で観察される特徴から日置荘西町窯との関係が指摘されてきたが、前回の日置荘西町窯の1点と今回のⅡ群の試料とでは、岩片の産状や焼成温度において相違する。ただし、前回の分析でも指摘したように同じ窯から出土した試料でも、薄片観察の記載にばらつきがあることから、これだけでⅡ群の試料と日置荘西町窯との関係を否定するものではない。今後、本分析と同様の薄片観察による試料をより多く蓄積することによって、さらに確実に詳細な製作地の検討をすることができるであろう。

顕微鏡写真凡例（岩石片略記号：鉱物片）

Qz: 石英 Pl: 斜長石 Kf: カリ長石 Ho: 角閃石 Bl: 黒雲母 (変質物を含む)
 Ep: 緑簾石 Op: 不透明鉱物 Ofc: 酸化鉄 FeC: 酸化鉄結核 Ch: チャート
 Ss: 砂岩 Md: 泥岩 Gm: 基質 P: 孔隙

IV-4-表22 埴輪薄片顕微鏡観察記録表 (21)

観察番号	注	観察場所	胎土-10	胎土-15	胎土-20	胎土-25	胎土-30	胎土-35	胎土-40	胎土-45	胎土-50	胎土-55	胎土-60	胎土-65	胎土-70	胎土-75	胎土-80	胎土-85	胎土-90	胎土-95	胎土-100
観察	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土
観察	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土

観察: 胎土の観察結果: 胎土
胎土: 胎土の観察結果: 胎土
胎土: 胎土の観察結果: 胎土

IV-4-表23 埴輪薄片顕微鏡観察記録表 (22)

観察番号	注	観察場所	胎土-10	胎土-15	胎土-20	胎土-25	胎土-30	胎土-35	胎土-40	胎土-45	胎土-50	胎土-55	胎土-60	胎土-65	胎土-70	胎土-75	胎土-80	胎土-85	胎土-90	胎土-95	胎土-100
観察	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土
観察	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土

観察: 胎土の観察結果: 胎土
胎土: 胎土の観察結果: 胎土
胎土: 胎土の観察結果: 胎土

IV-4-表24 埴輪薄片顕微鏡観察記録表 (23)

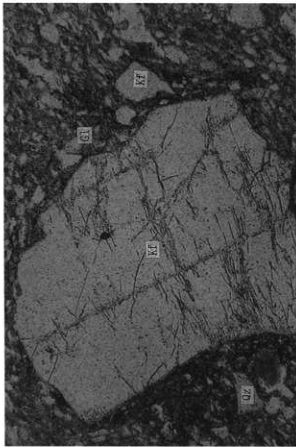
観察番号	注	観察場所	胎土-10	胎土-15	胎土-20	胎土-25	胎土-30	胎土-35	胎土-40	胎土-45	胎土-50	胎土-55	胎土-60	胎土-65	胎土-70	胎土-75	胎土-80	胎土-85	胎土-90	胎土-95	胎土-100
観察	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土
観察	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土

観察: 胎土の観察結果: 胎土
胎土: 胎土の観察結果: 胎土
胎土: 胎土の観察結果: 胎土

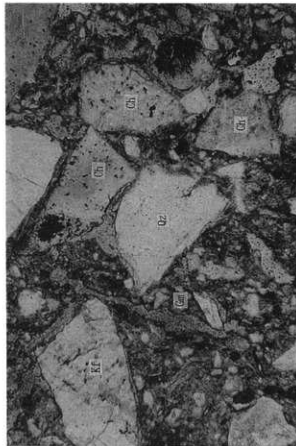
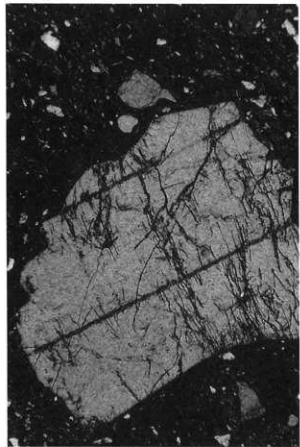
IV-4-表25 埴輪薄片顕微鏡観察記録表 (24)

観察番号	注	観察場所	胎土-10	胎土-15	胎土-20	胎土-25	胎土-30	胎土-35	胎土-40	胎土-45	胎土-50	胎土-55	胎土-60	胎土-65	胎土-70	胎土-75	胎土-80	胎土-85	胎土-90	胎土-95	胎土-100
観察	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土
観察	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土	胎土

観察: 胎土の観察結果: 胎土
胎土: 胎土の観察結果: 胎土
胎土: 胎土の観察結果: 胎土



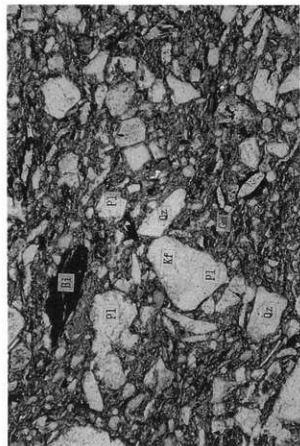
胎土-1 下方ポーラー↑ 直交ポーラー↓



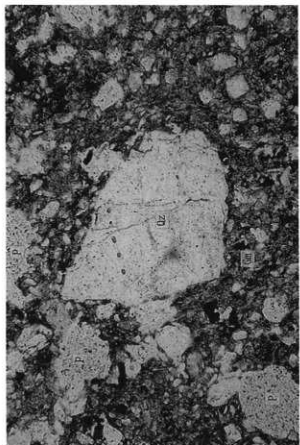
胎土-2 下方ポーラー↑ 直交ポーラー↓



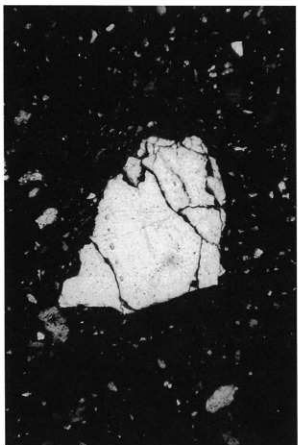
IV-4-写真1 胎土-1・2顕微鏡写真



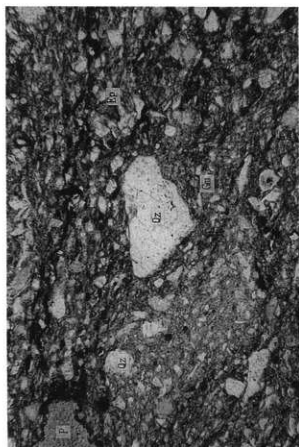
胎土-4 下方ポーラー↑ 直交ポーラー↑



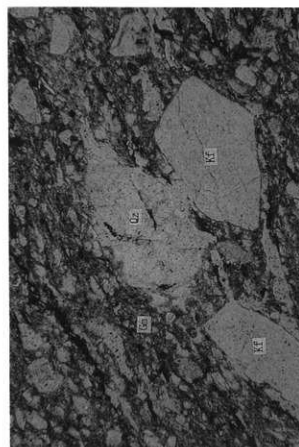
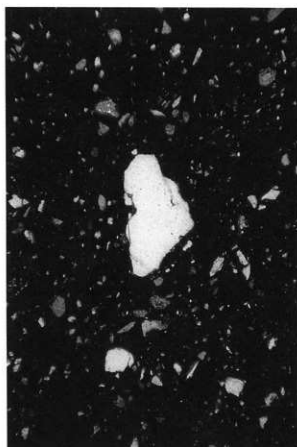
胎土-3 下方ポーラー↑ 直交ポーラー↑



IV-4・写真2 胎土-3・4顕微鏡写真



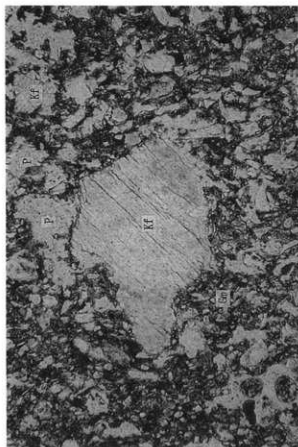
胎土-5 下方ポーラー↑ 直交ポーラー↓



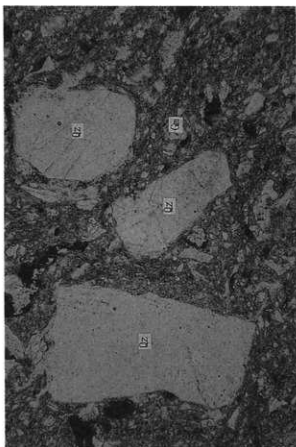
胎土-6 下方ポーラー↑ 直交ポーラー↓



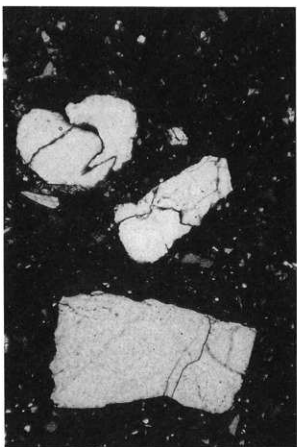
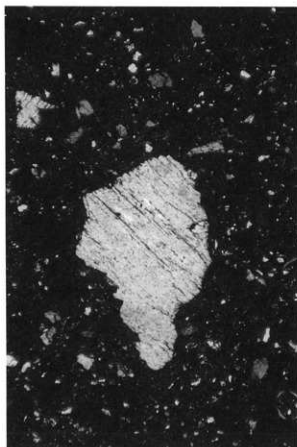
IV-4-写真3 胎土-5・6顕微鏡写真



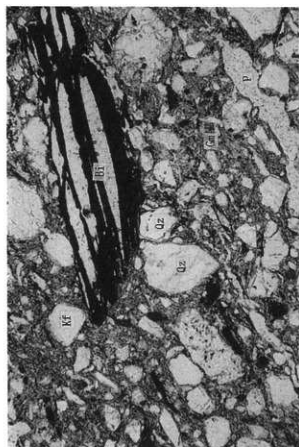
胎土-8 下方ポーラー↑ 直交ポーラー↑



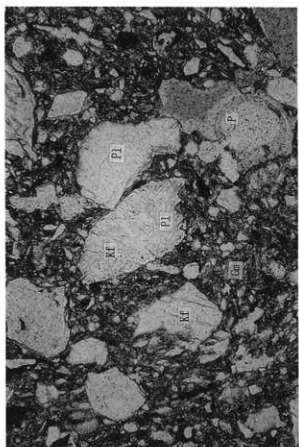
胎土-7 下方ポーラー↑ 直交ポーラー↑



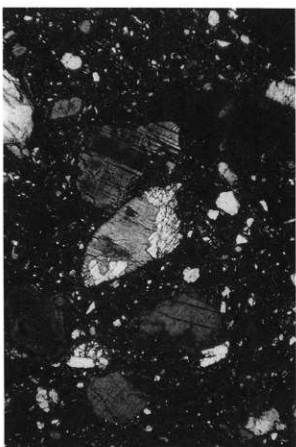
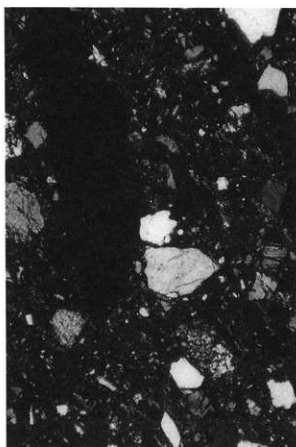
IV-4-写真4 胎土-7・8顕微鏡写真



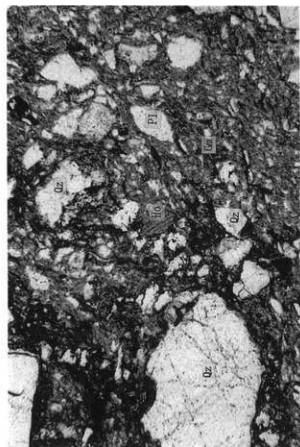
胎土-10 下方ポラーラー ↑ 直交ポラーラー ↓



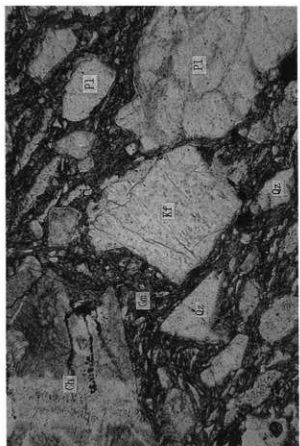
胎土-9 下方ポラーラー ↑ 直交ポラーラー ↓



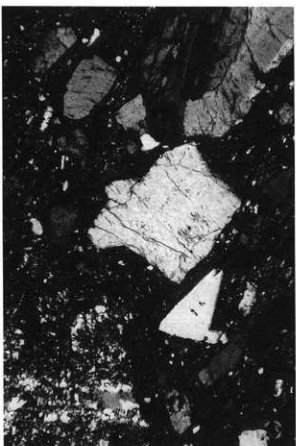
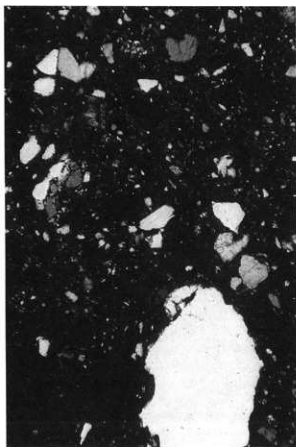
IV-4-写真5 胎土-9・10顕微鏡写真

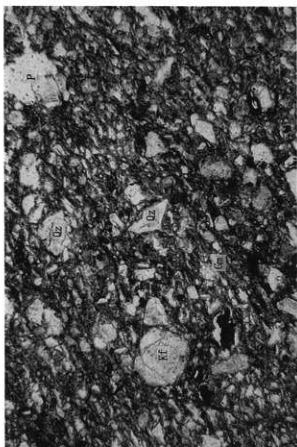


胎士-12 下方ポーラー↑ 直交ポーラー↓

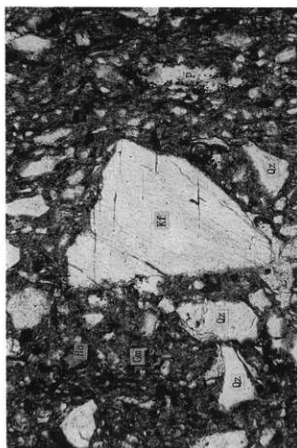
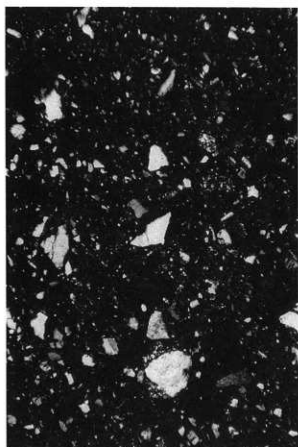


胎士-11 下方ポーラー↑ 直交ポーラー↓

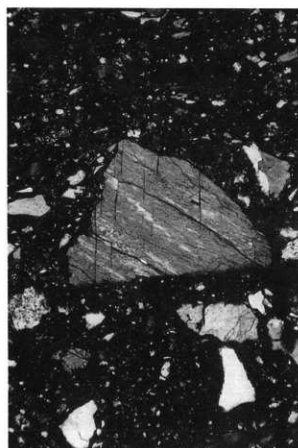




胎土-13 下方ポーラー↑ 直交ポーラー↓



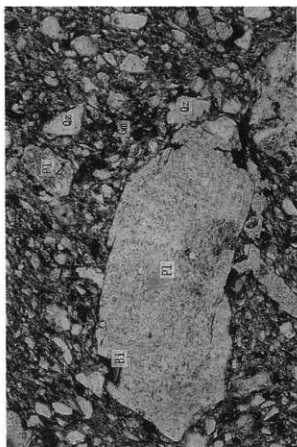
胎土-14 下方ポーラー↑ 直交ポーラー↓



IV-4-写真7 胎土-13・14顕微鏡写真

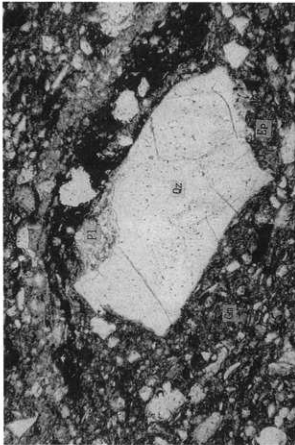


胎土-16 下方ポラー↑ 直交ポラー↓

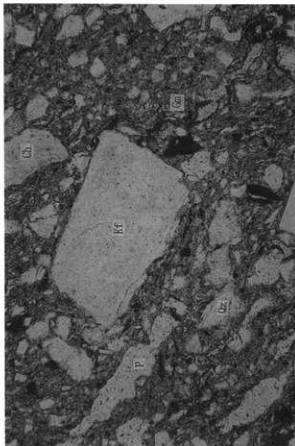
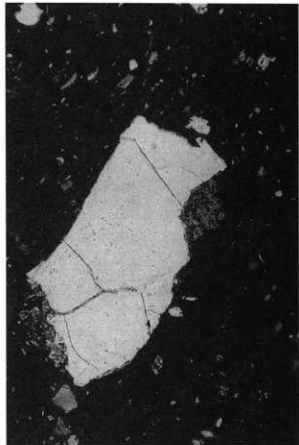


胎土-15 下方ポラー↑ 直交ポラー↓

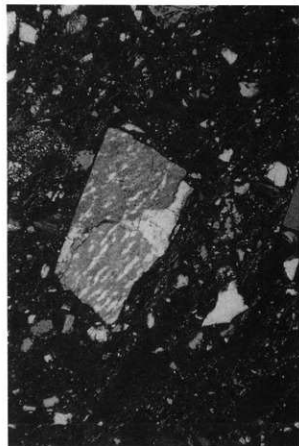




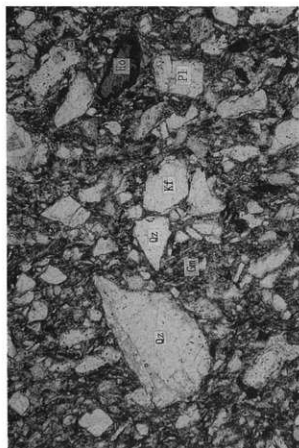
胎土-17 下方ポラーラー↑ 直交ポラーラー↓



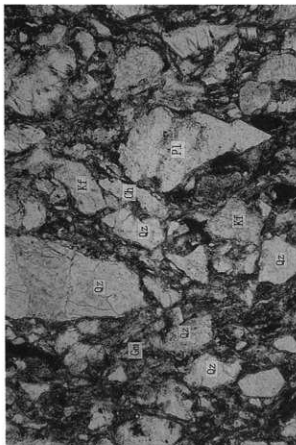
胎土-18 下方ポラーラー↑ 直交ポラーラー↓



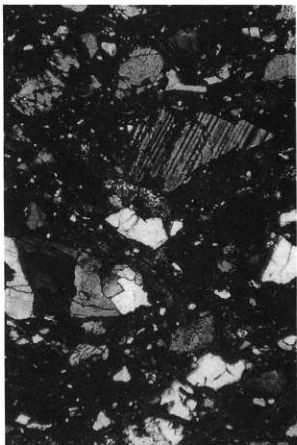
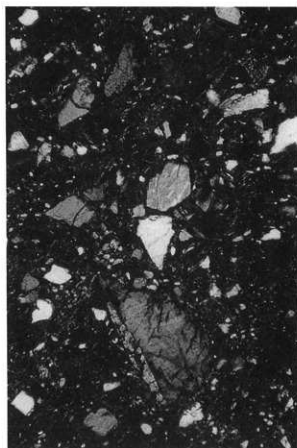
IV-4-写真9 胎土-17・18顕微鏡写真



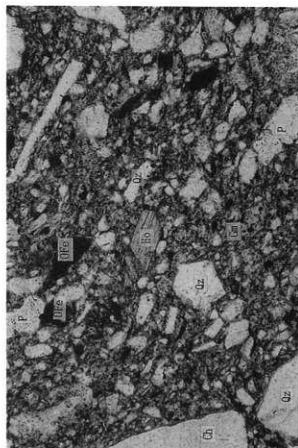
胎土-20 下方ポラーラー↑ 直交ポラーラー↓



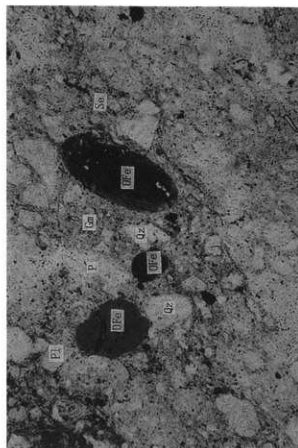
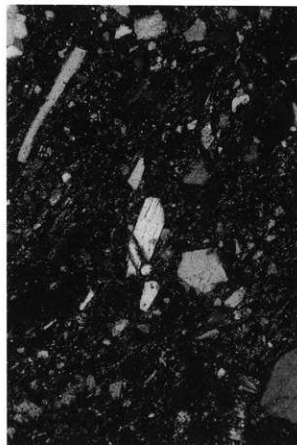
胎土-19 下方ポラーラー↑ 直交ポラーラー↓



IV-4・写真10 胎土-19・20顕微鏡写真



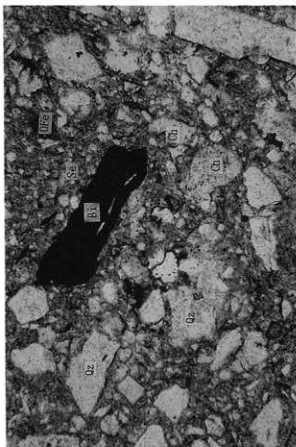
胎土-21 下方ポーラー↑ 直交ポーラー→



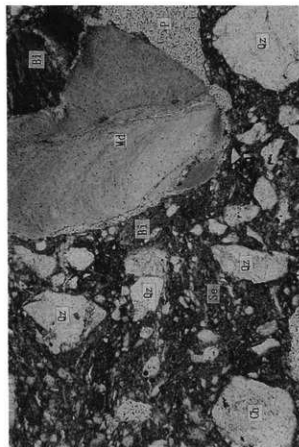
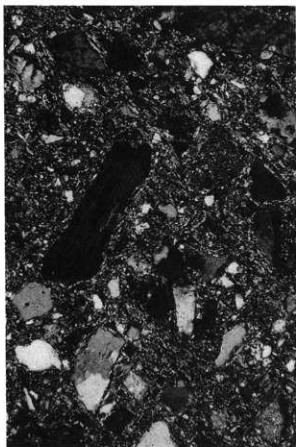
胎土-22 下方ポーラー↑ 直交ポーラー→



IV-4-写真11 胎土-21・22顕微鏡写真

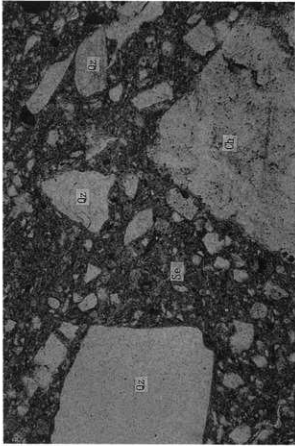


胎土-23 下方ポラーラ↑ 直交ポラーラ↓

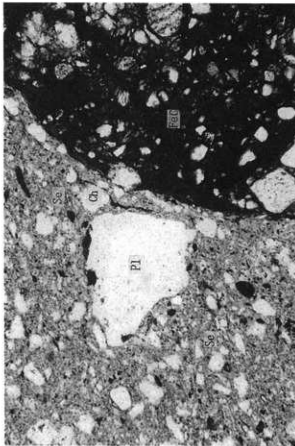
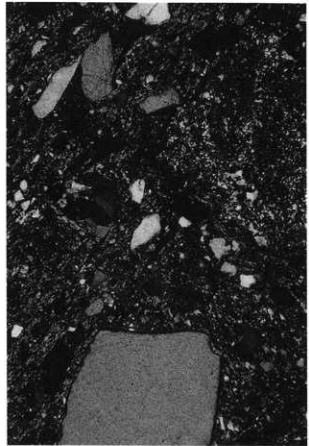


胎土-24 下方ポラーラ↑ 直交ポラーラ↓

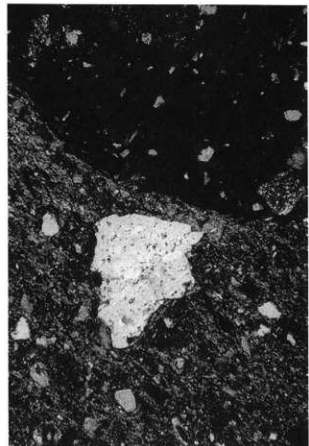




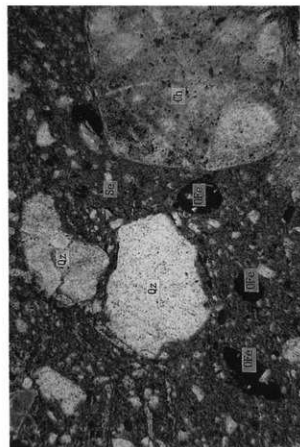
胎土-25 下方ポラー↑ 直交ポラー↓



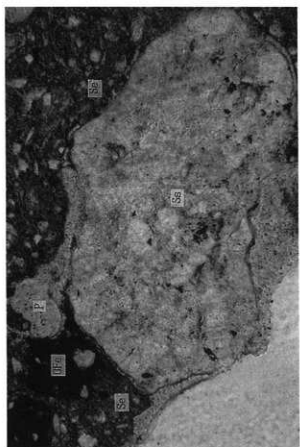
胎土-26 下方ポラー↑ 直交ポラー↓



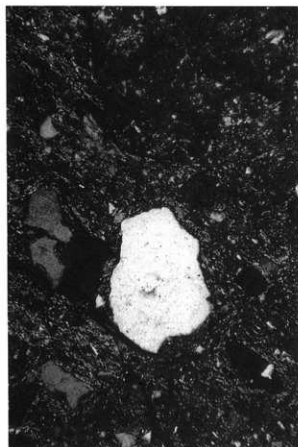
IV-4-写真13 胎土-25・26顕微鏡写真



胎土-28 下方ポラーラー↑ 直交ポラーラー↓



胎土-27 下方ポラーラー↑ 直交ポラーラー↓



IV-4-写真14 胎土-27・28顕微鏡写真