

東京都多摩ニュータウン遺跡出土の土器および 土製品に使用された粘土に関する蛍光 X 線分析法による研究

永塚澄子・上條朝宏

1. はじめに

約30年に亘る東京都多摩ニュータウンの開発事業も、漸く終盤に近づきつつあるが、この間に発掘された遺跡は数多く、各時代に亘ってその遺物が出土している。これらの出土遺物の中で、土器をはじめとする土製品の胎土分析を実施してきたが、その大部分のものは、在地の粘土が利用されたものであろうと考えられてきたが、その粘土の採掘層準については確認ができなかった。

ところが、'90年代に入ってから、古墳時代 (No.949遺跡)、縄文時代 (No.248遺跡) と考えられる粘土採掘坑跡が相ついで検出されるにおよび、多摩ニュータウン地区で出土した土器等に利用された粘土層の採掘層準の手がかりを得ることができた。さらにまた隣接する縄文時代の住居内 (No.245遺跡) では、そこに廃棄されたとみられる粘土も検出され、粘土の採掘場所、粘土の利用された場所そして製品の一連の関係を推察することができた。このことから奈良時代の武蔵国分寺建立に係わったと推察される大丸窯跡群 (No.513遺跡) に於いては、粘土採掘坑跡の検出がされていなかったが、瓦の製作に利用された粘土の層準の推定も可能になる等、多摩ニュータウン地区の粘土層と出土土器の関係を解明することができたので、以下に報告する (図1)。

2. 粘土および土器等の蛍光 X 線分析

2.1 蛍光 X 線分析

考古学試料の分析には、各種の分析法が利用されているが、ここでは化学的処理を行わずに、多元素同時定量の利点を有する蛍光 X 線分析法を利用した。また同一地域内の試料の識別には、できる限り精度の良い結果を得るために、ビード法を採用した。

蛍光 X 線分析には理学全自動蛍光 X 線分析法装置 (System3511) と、データ処理システム (データフレックス151) を用いた。X 線管球にはクロム管球を用い、標準試料には、通産省工業技術院地質調査所の岩石標準試料を用いた。

2.2 試料調製

2.2.1 土壌試料

各地点の垂直断面の各層から約10cm 間隔に連続して 1 l 相当の土壌をポリエチレン袋に採取し、よく混合して、その中から約20g を分取し、ポリエチレンシート上に拡げ、直射日光を避けて風乾する。

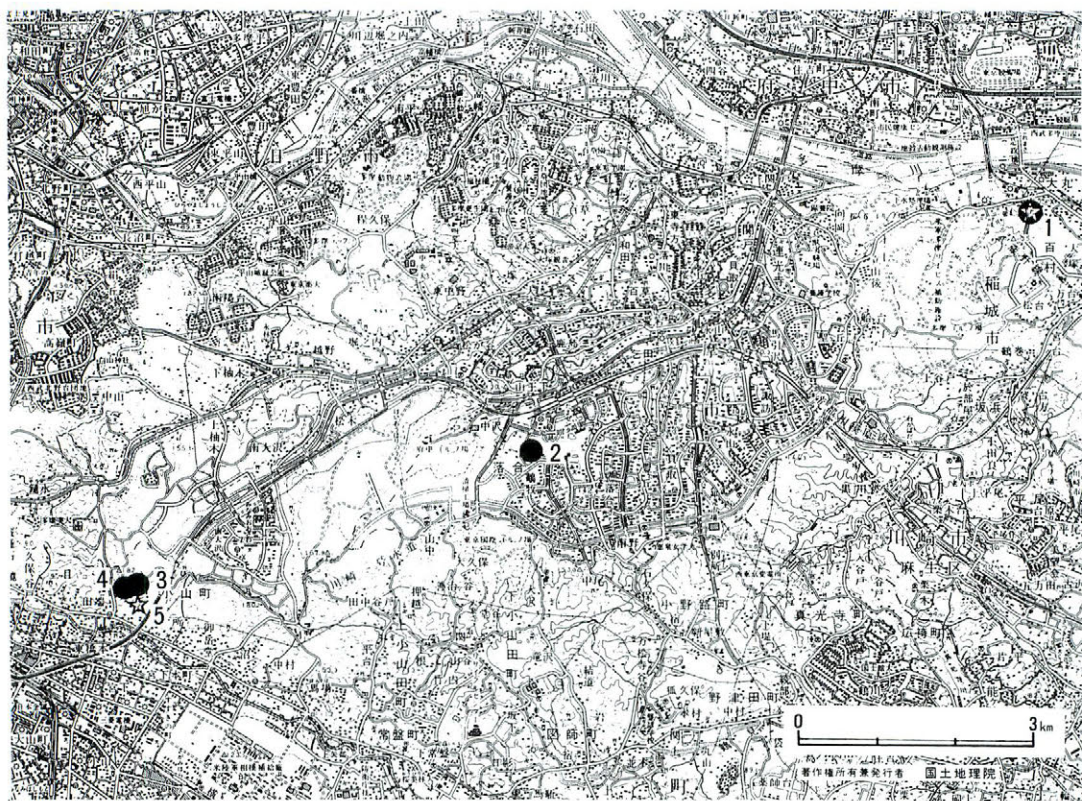


図1 多摩ニュータウン遺跡の位置

Fig. 1 Location of Tama Newtown sites

1. No.513遺跡(大丸瓦窯跡) 2. No.753遺跡 3. No.248遺跡(縄文時代粘土採掘坑跡)
4. No.949遺跡(古墳時代粘土採掘坑跡) 5. No.245遺跡

風乾試料は磁製乳鉢中で粒団をつぶし、 $\phi 2 \text{ mm}$ のナイロン製篩を通したものを試料びんに保存する。

この試料について、 110°C で水分を測定し、さらに 750°C で灼熱減量を測定した後、蛍光 X 線分析用ビード試料を作製する。

2.2.2 土器、瓦等の試料

出土試料は表面の汚染部分を取り除き、新鮮な部分を $10\sim 20\text{g}$ 採取し、超音波洗浄器で洗浄し、電気定温乾燥機(110°C)で5時間程度乾燥する。乾燥試料をタングステンカーバイト乳鉢で数 mm 程度まで粉碎後、サンプルミルで200メッシュ以下の粉末試料とし、試料びんに保存する。粉末試料は 750°C で灼熱減量を測定後、ビード試料を作製する。

ビード試料の作製法、蛍光 X 線分析のための測定条件などについては、本論では割愛するので文献¹⁾を参照されたい。

3. 結果と考察

3.1 多摩ニュータウン地区の標準堆積層と粘土層の層位

検出された粘土採掘坑の層位を決定するためには、まず多摩ニュータウン地域の標準堆積層を知らねばならない。そこで多摩ニュータウン地域の標準堆積層に最も近いと考えられる土層として、No.753遺跡の近傍の大露頭から採取した試料を利用した。この土層の地質学的観察は既になされており、その柱状図を参考に、各元素の垂直濃度分布図を作成した。²⁾ これらの結果から、アルカリ土類金属元素のマグネシウム、カルシウム、ストロンチウムの濃度分布が、立川ローム層、武蔵野ローム層、多摩ローム層のそれぞれの特徴を良く示していることが判った。その垂直濃度分布を図2に示す。図2から明らかのようにマグネシウム濃度の分布は、立川ローム層で最も高く、次いで武蔵野ローム層そして多摩ローム層で最も低い分布を示している。そしてその分布は、各層の境界で明らかに区分されていることが判った。次にカルシウム濃度の分布では、殆どマグネシウムの分布と同じような傾向が観られたが、特徴づけられることは、各ローム層の軽石層で明らかなピークを示していることである。即ち武蔵野ローム層に於ける東京軽石層 (TP 層)、多摩ローム層に於ける三ツ組軽石層で顕著であるが、通称「ニセミツ」層と呼ばれる多摩ローム層の最下層では、そのピークの確認はできなかった。最後にストロンチウム濃度の分布を観ると、先のマグネシウム、カルシウムとは異なり、立川ローム層で最も低く、武蔵野ローム層で最も高く、次いで多摩ローム層となっている。さらにマグネシウム、カルシウムの分布からは確認することのできなかった「ニセミツ」層の二つの軽石層の位置に、そのピークを確認することができた。

以上の結果から、カルシウム、ストロンチウムは、鍵層となる軽石層の確認のための因子として利用できることが明らかとなった。そこで古墳時代と縄文時代の各粘土採掘跡の層の確認のために、それぞれの分析結果から、カルシウム濃度とストロンチウム濃度の垂直分布を、それぞれ図3、4に示した。

各遺跡の粘土採掘跡の層準を合わせるには、共通する鍵層として、多摩ローム層の下部層の「ニセミツ」2と「ニセミツ」3と呼ばれている軽石層を確認することである。図3のNo.949遺跡では、下層から「ニセミツ」2 (試料 No.15) と「ニセミツ」3 (試料 No.11) およびその間層 (試料 No.12-A) の軽石層も確認された。No.248遺跡では調査との関係で三つの地区に分かれて試料が採取されているが、先ず最初にC地区について観察すると、「ニセミツ」2 (試料 No.15) の軽石層とその上方に間層軽石層 (試料 No.11) のピークが確認されるが、「ニセミツ」3の軽石層の位置には、風化による影響のためかピークは確認できなかった。E地区は最初に発見された粘土層で、「ニセミツ」3に相当する軽石層は削平されて無かったが、「ニセミツ」2 (試料 No.7-A) のピークとその上方に間層軽石層 (試料 No.2) のピークがそれぞれ確認された。D地区はC地区の上層に相当する粘土層で、通称「ボケ」層と呼ばれている粘土層であり、No.949遺跡の粘土採掘跡 (試料 No.3~6) に相当する層である。

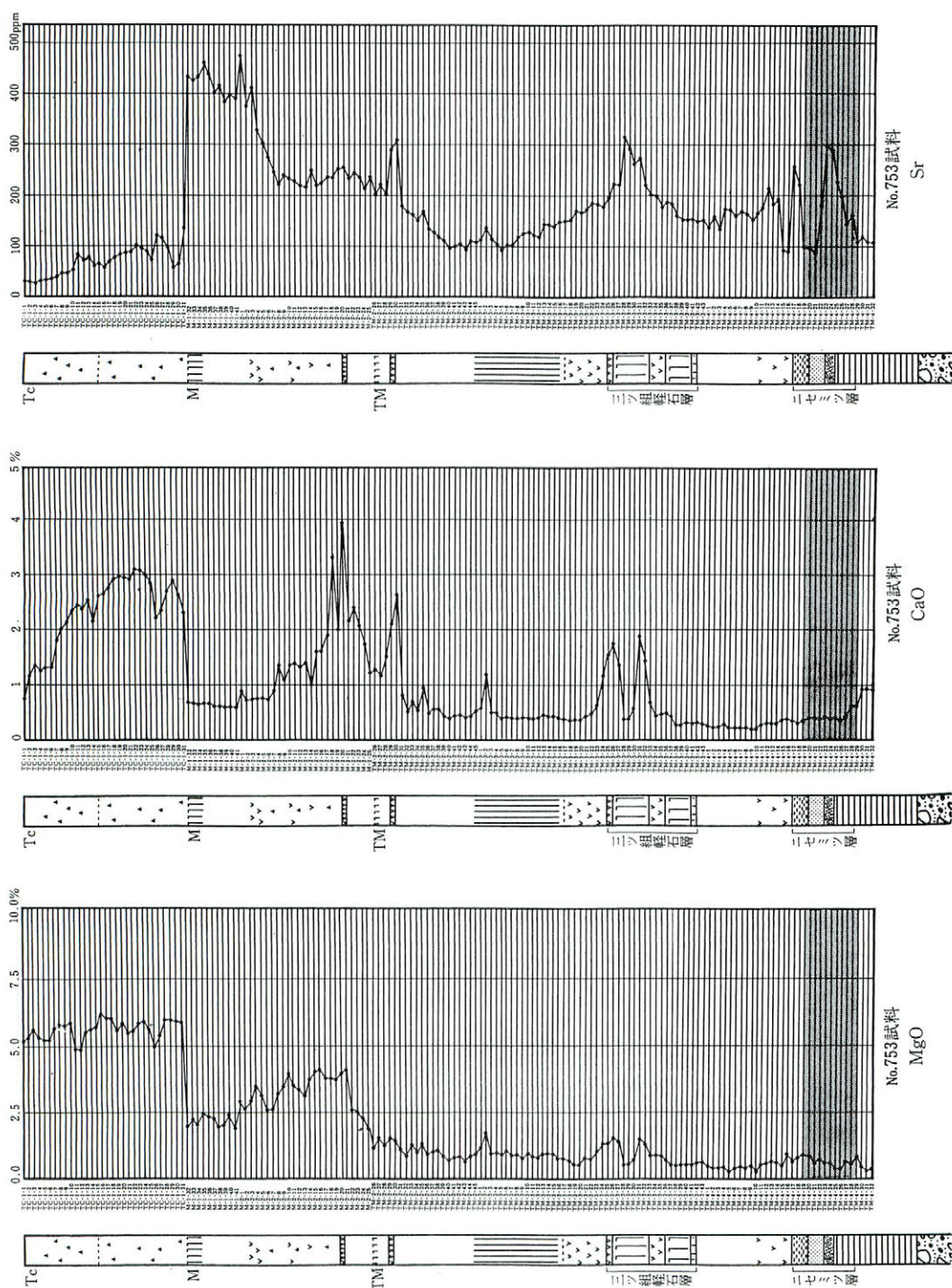


図2 No.753遺跡土壌中のマグネシウム、カルシウム、ストロンチウム濃度の垂直分布
Fig. 2 Vertical distribution of Mg, Ca, Sr concentrations in soil on site No.753

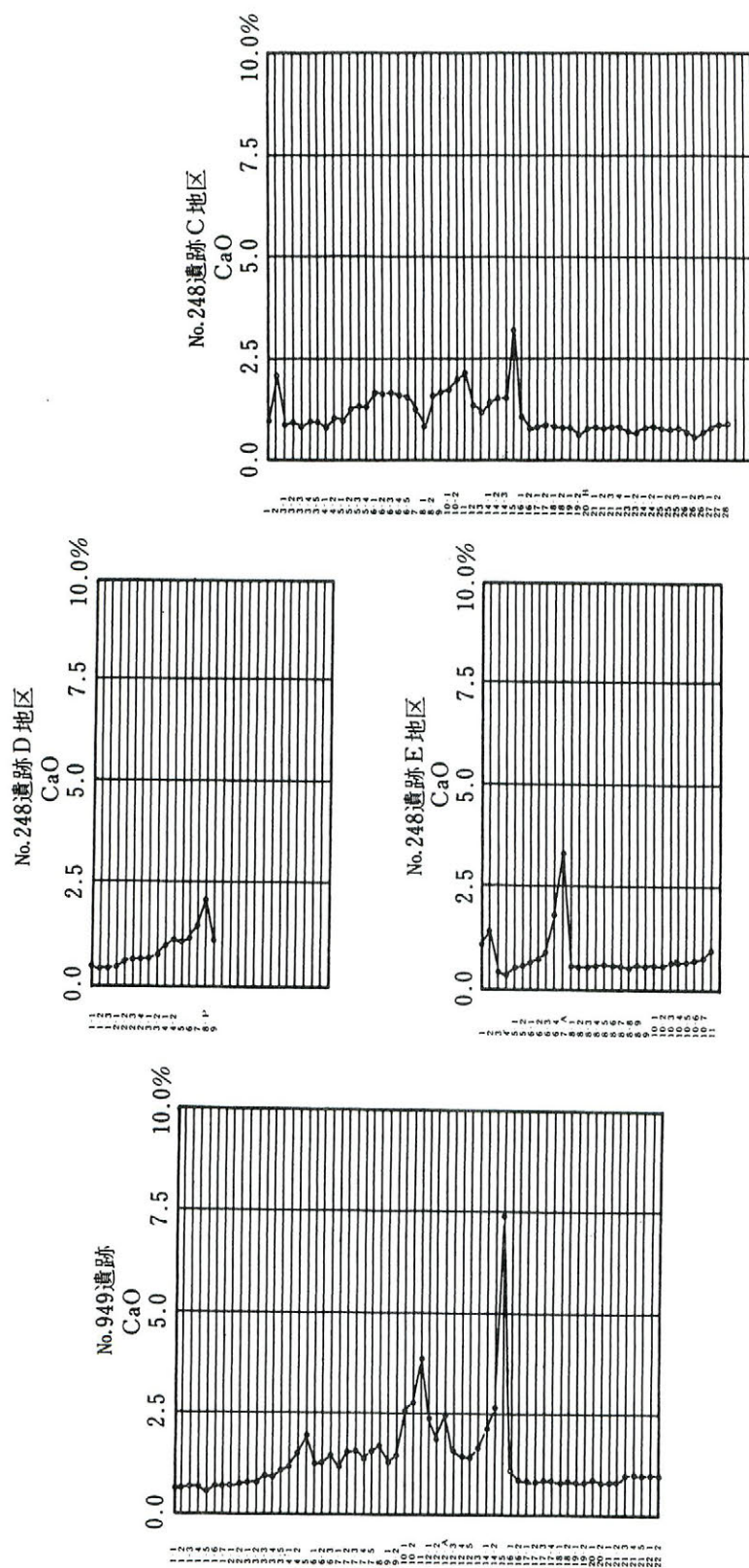


図3 No.949, 248遺跡土壌中のカルシウム濃度の垂直分布
Fig. 3 Vertical distribution of Ca concentration in soil on sites No.949 and 248.

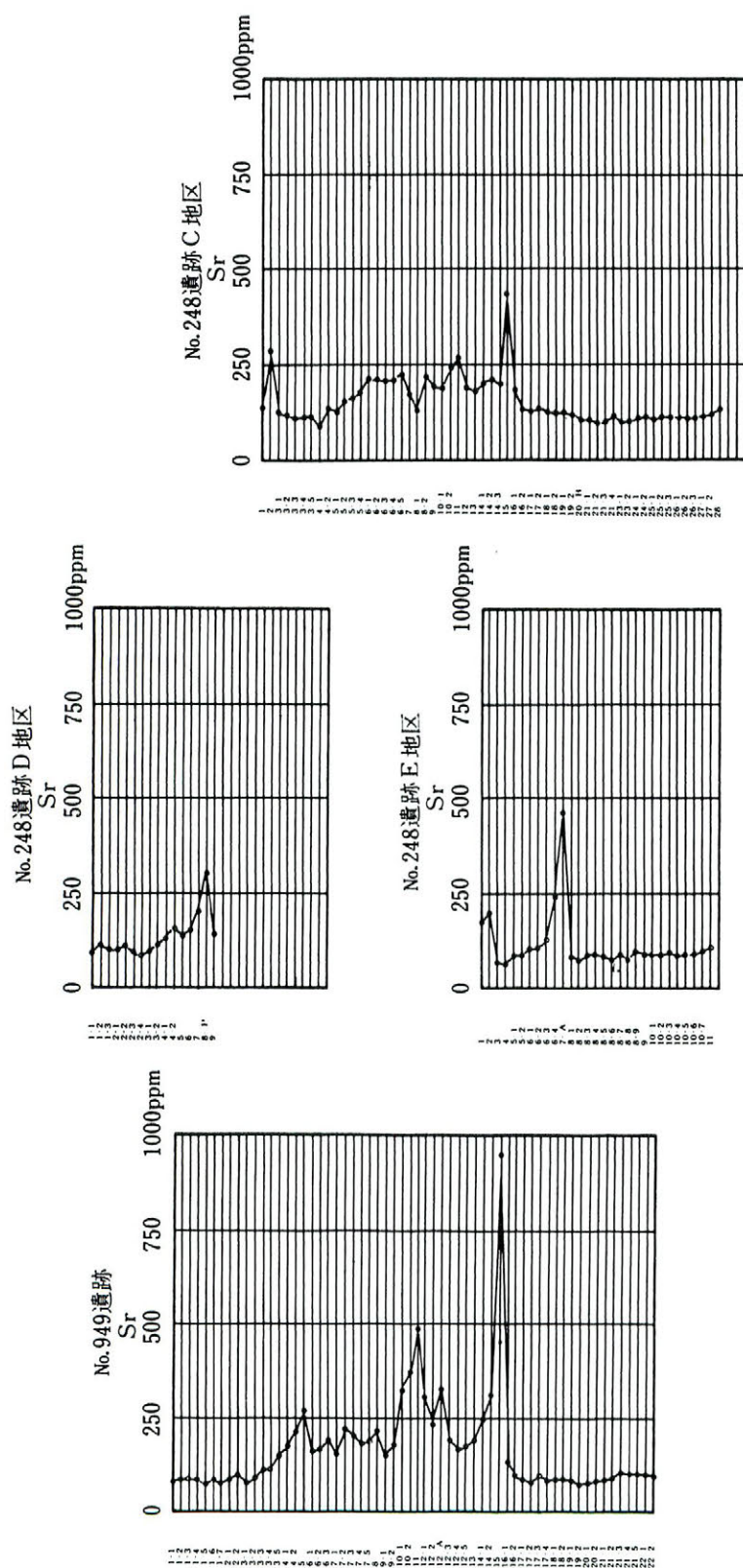


図 4 No. 949, 248遺跡土壌中のストロンチウム濃度の垂直分布

Fig. 4 Vertical distribution of Sr concentration in soil on sites No. 949 and 248.

次に図4のストロンチウム濃度の分布を観ると No.949遺跡では、先のカルシウム濃度分布と同じ位置に、それぞれストロンチウムのピークが観察されている。No.248遺跡では、C地区について観ると「ニセミツ」2とその上部の間層軽石層については、カルシウム濃度分布と同じ位置にそれぞれストロンチウムのピークが観察され、さらにカルシウム濃度分布では確認することができなかった「ニセミツ」3の位置（試料 No.8-2）にストロンチウムのピークを確認することができた。またE地区、D地区のストロンチウム濃度分布についても、カルシウム濃度分布と同じ位置にストロンチウムのピークを確認することができた。

以上の結果から、No.949遺跡と No.248遺跡 C, D, E地区の土層を、各地点の粘土試料採取時の標高に従って、土層柱状図を画くと図5に示すような土層模式柱状図が得られた。

この柱状図から粘土採掘坑跡をみると、No.949遺跡の粘土採掘坑跡の主体は、多摩ローム層の「ニセミツ」層と呼ばれている層の上層の通称「ボケ」層と呼ばれる粘土層であり、No.248遺跡の粘土採掘坑跡は、「ボケ」層、「ニセミツ」2と「ニセミツ」3の軽石層に挟まれた粘土層と、さらに「ニセミツ」層の下層の御殿峠礫層起源の粘土層であることを確認することができた。さらに No.248遺跡では、この他にA地区に於いても粘土採掘坑跡が検出されているが、これもまた「ボケ」層に相当する粘土層であることが明らかになった。

3.2 多摩ニュータウン No.245遺跡の住居跡内に検出された粘土の層準の同定³⁾

先に述べた No.248遺跡の縄文時代中期の粘土採掘坑跡の近傍に、縄文時代の住居跡（No.245遺跡）が確認されているが、その中の5軒の住居跡内から粘土が検出されている。この粘土は、地理的にも、時期的関係からも、先の No.248遺跡の粘土層から採掘された可能性が高いため、その採掘坑跡の粘土との同定を試みた。粘土の標準試料としては、No.248遺跡の粘土層を利用し、また縄文時代の文化層として No.947遺跡から採取したⅡ, Ⅲ, Ⅳ層を、そしてⅤ層としては No.681遺跡の立川ローム層の土層を比較試料として利用した。

粘土の識別のための因子としては、風化の影響により溶出し易いアルカリ金属元素のルビジウムとアルカリ土類金属元素のストロンチウムの比と、風化によって溶出し難く、母材の特徴を残す因子として、鉄、アルミニウム、チタンの相対比の相関を利用した。また粘土の主成分である珪酸とアルミナのモル比（珪礐比と呼ぶ）も重要な因子と考えられるので、これと、チタン、珪素、鉄の相対比の相関も参考として利用した。標準粘土と住居跡粘土のこれらの相関図を図6, 7に示した。

先ず図7-1について各住居跡の粘土の分布を観ると

33号住居跡の粘土の分布は、2試料共に「ボケ」層の範囲にあることが判る。これらの粘土は住居の床面に据えられた土器内から検出されたものである。

37号住居跡の粘土 A は床面より上の部分からブロック状で検出され、粘土 B はピット内の覆土中から検出されたものであるが、いずれも「ボケ」層の範囲にある。

38号住居跡の粘土は、床面より小ブロック状で検出されたものであるが、これも「ボケ」層の範囲

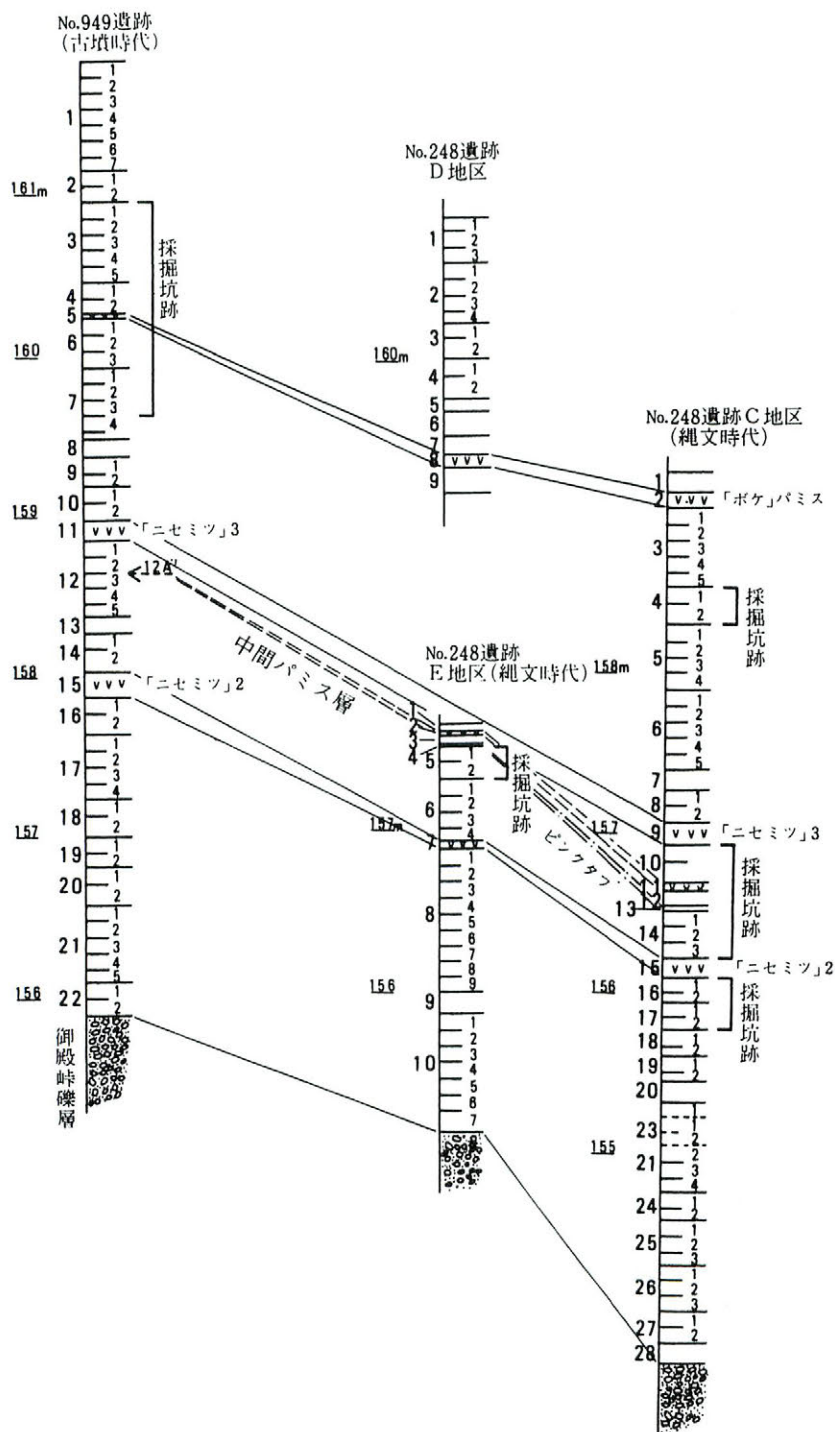
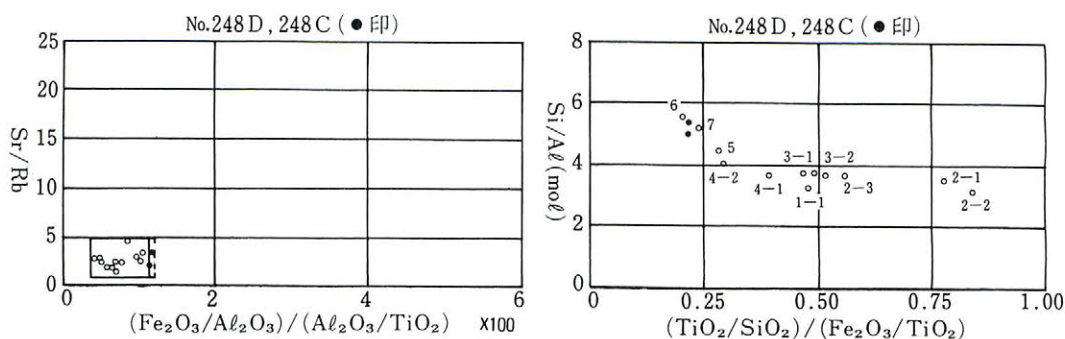


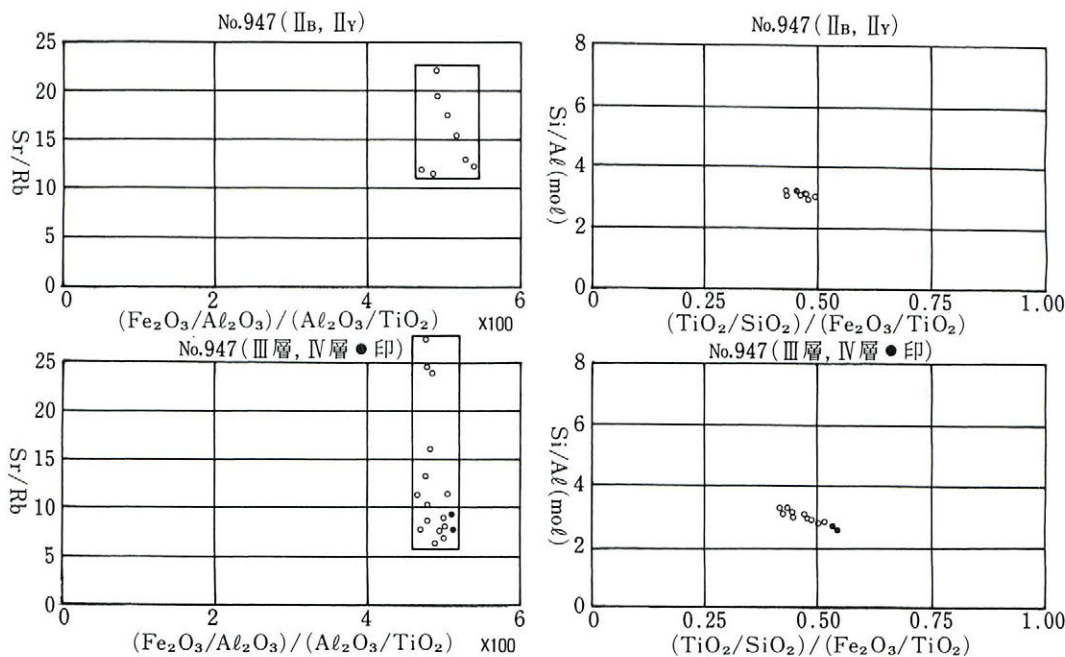
図5 No.949, 248遺跡の粘土採掘坑跡の土層模式図

Fig. 5 Stratigraphic profile model chart of clay mining pit ruins on sites No.949 and 248.

No.248遺跡 D地区 C地区(ボケ層)粘土



No.947遺跡 II_B, II_Y, III, IV層



No.681遺跡 V層

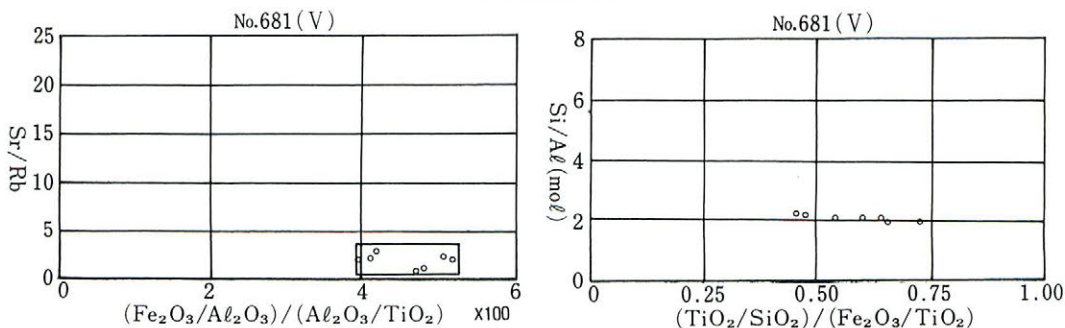


図6 標準試料の母材の風化と特質の相関および珪礫比とチタン、珪素、鉄の相関

Fig. 6 Correlation between weathering and characteristics, Silica-alumina mole ratio and relative ratio of Ti, Si, Fe of parent material in standard samples.

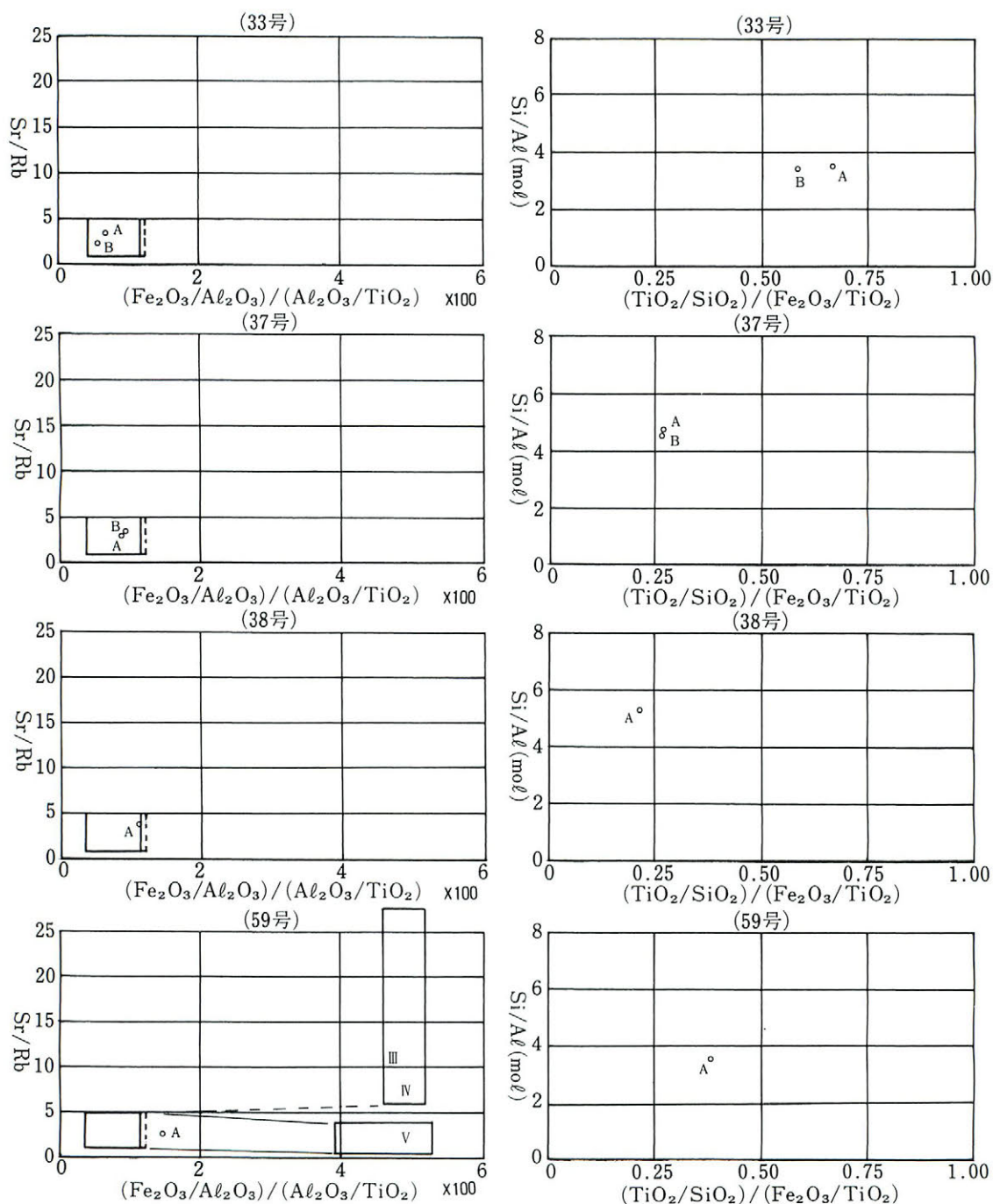


図 7-1 No.245遺跡粘土の母材の風化と特質の相関および珪礬比とチタン，珪素，鉄の相関

Fig. 7-1 Correlation between weathering and characteristics, Cilica-alumina mole ratio and ralative ratio of Ti, Si, Fe of the parent material clay samples on site No.245.

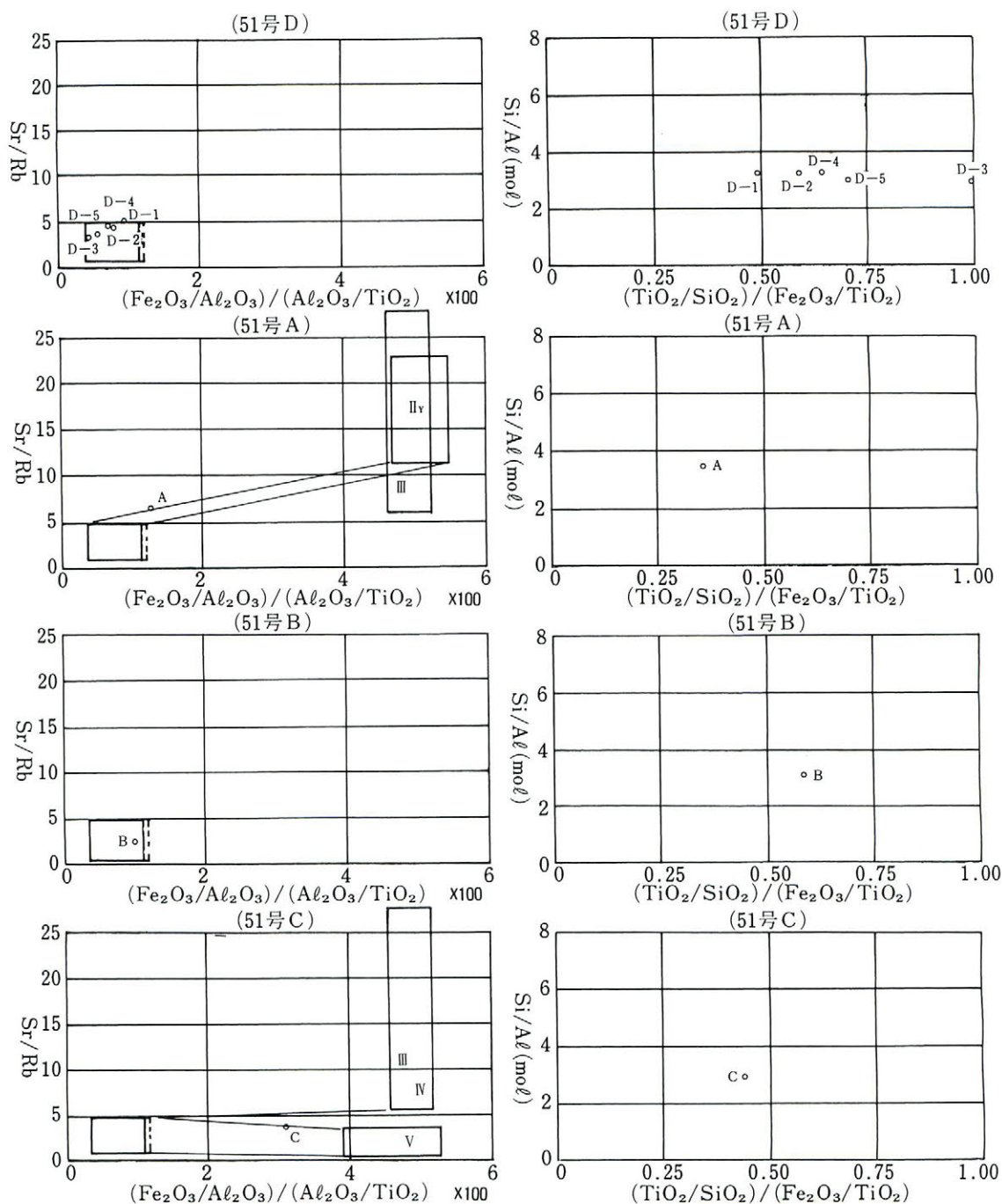


図 7-2 No.245遺跡粘土の母材の風化と特質の相関および珪礫比とチタン，珪素，鉄の相関

Fig. 7-2 Correlation between weathering and characteristics, Silica-alumina mole ratio and relative ratio of Ti, Si, Fe of the parent material clay samples on site No.245.

内にあると考えられた。

59号住居跡の粘土 A は、床面に接して、黒褐色に斑文状に含まれた状態で検出されたもので、図からも明らかなように、「ボケ」層粘土の範囲からは、やや離れた位置に分布している。これは粘土検出時の観察から判断して、当時の生活面の土層（多摩ニュータウンのⅢ層～Ⅴ層）の混入が考えられた。

51号住居跡の粘土（A～D）は、いずれも床面から確認されたものである。

粘土 A は、5 cm 程のブロックで残存していたものであるが、図では「ボケ」層の範囲から離れた上方に分布している。これも多分多摩ニュータウンⅢ層近辺の土層の混入したものと考えられる。

粘土 B は、径 5 cm 程度のブロックが、暗褐色の土と混じり合って検出されたものであるが、その分布は「ボケ」層の範囲にあった。

粘土 C は、径 1 cm 程度のブロックが、同じく暗褐色の土と混じり合って残存していたものであるが、その分布位置は、粘土層の分布からは遠く離れている。また珪礫比の分布位置からも、多摩ニュータウンⅢ層～Ⅴ層近辺の土層の混入の影響が考えられた。

粘土 D は、大きなブロックとして最良の残存状態を保って検出されたものである。そして断面は 4 層に分かれ、第 1 層は粘土の含有率が高く（D-2）、第 2 層は暗褐色土に霜降り状に含まれており（D-3）、第 3 層は小ブロック状（D-4）で、第 4 層は純粋な粘土層（D-5）であった。そしてサンプリングの際、層位の不明となったものを一括して（D-1）としたものである。これらの粘土の分布を図 7-2 に観ると何れの粘土も「ボケ」層の範囲内にあり、その珪礫比から観ると「ボケ」層の最上層の粘土であろうと推察された。

以上の結果から、この縄文時代中期の住居跡 5 軒から検出された粘土は、いずれも No.248 遺跡の「ボケ」層に相当する層の粘土が、この住居跡に運ばれたものと考えることができた。

3.3 No.513 遺跡大丸窯跡群出土瓦、須恵器、埴に利用された粘土の層準⁴⁾

大丸窯跡群の一角から、奈良時代の武蔵国分寺建立に係わった瓦窯跡 15 基が検出されている（図 8）。この窯跡の東斜面（1, 3, 15 号窯）からは、須恵器と瓦が、西斜面（4, 5, 6, 7, 8, 9, 13 号窯）からは、瓦と埴（4 号窯）が、そして北斜面（10, 11, 12 号窯）からは、同じく瓦と埴（11 号窯）が出土している。これらの胎土分析は既に実施し、各窯間の識別はできていたが、粘土採掘坑跡が検出されていないので、利用された粘土の層準を指摘することはできなかった。しかし、最近になって、前述の古墳時代の粘土採掘跡が検出されたので、地理的には多摩ニュータウンの東（No. 513 遺跡）と西（No.949 遺跡）とに約 12.5km の距離をおいているが、これらの瓦と粘土層の粘土との同定を試みた。

これらの識別に利用した因子は、前述と同様に、風化の指標ともなるストロンチウムとルビジウムの比と、母材の特徴を示す（風化によって溶出し難い元素）鉄、アルミニウム、チタンの相対比の相関および珪礫比とチタン、珪素、鉄の相対比の相関である。粘土層の標準とした No.949 遺跡の「ボケ」層、「ニセミツ」層、御殿峠礫層起源の粘土層と、大丸窯跡の東、西、北斜面出土瓦のこれらの分布図

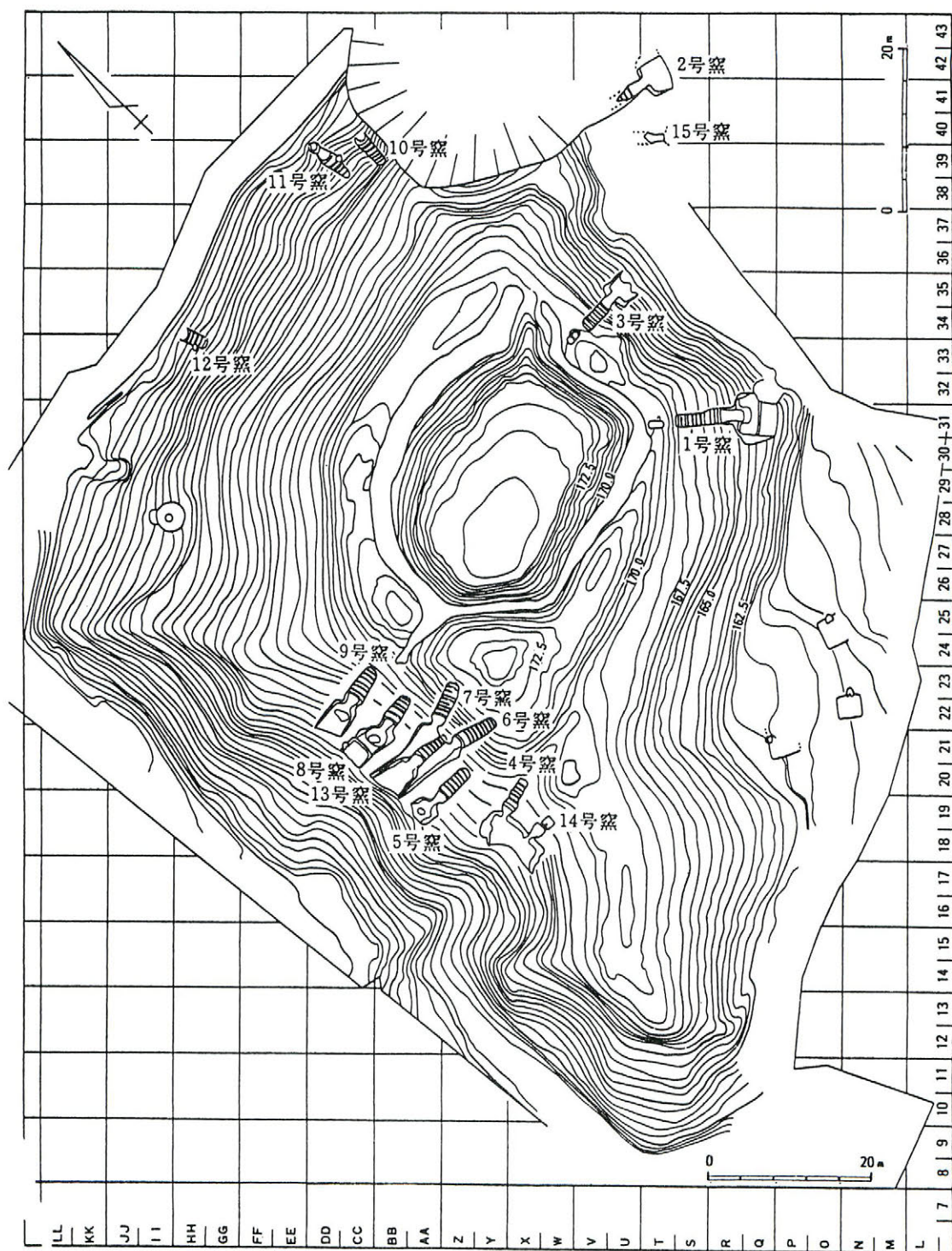


图8 大丸窯跡群分布图

Fig. 8 Distribution of tile kilns on Ōmaru kiln site

を、それぞれ図9、10に示した。

先ず図9の東斜面窯のグループの分布を観ると、これは多摩ローム層の最下層に当たる御殿峠礫層起源の粘土層の範囲にあることが判り、図10の珪礫比の分布の高いことから妥当と考えられた。次に西斜面窯のグループの分布を観ると、西斜面は窯跡数も多いことから、それは「ボケ」層と「ニセミツ」層の両者の粘土を含んだ分布であろうと考えられた。このことは図10の珪礫比の分布を観ても明らかである。最後に北斜面窯の分布を観ると、この分布は、ほぼ「ボケ」層粘土の範囲にあると考えられ、その珪礫比からも妥当と考えられた。このことからNo513遺跡では時代が最も古いとされ、須恵器を出土している東斜面窯は、最も珪礫比の高い御殿峠礫層起源の粘土が、そして窯数の最も多い西斜面窯は、「ボケ」層と「ニセミツ」層の粘土が、そして北斜面窯では、珪礫比の低い「ボケ」層粘土が利用されたものであろうと推察することができた。

最後に西斜面4号窯跡と北斜面11号窯跡から出土した埴について、瓦と同様の相関図を図11に示した。この図から埴の分布は「ニセミツ」層粘土の分布に近いと考えられたが、その珪礫比は「ニセミツ」層のそれよりは低く、むしろ「ボケ」層の最上層に近い分布を示していると考えられた。このことは瓦の胎土とは少し異なることを示していると考えられた。そこで埴について、一つの推論を試みた。即ち図11に示す「ボケ」層の最上層粘土(1~2層)に、立川ローム層(図中No681遺跡V層)の土層を少量混合したら、その胎土の分布は埴の分布に近づき、珪礫比もまたそれに近づくものと考えた。このことは瓦と用途を異にする埴に、ローム層を少量混合することで、粘土の調製を図ったのではないかと推定した。そしてここで初めて、混和材についての一つの示唆が得られたものと考えた。

4. ま と め

多摩ニュータウン遺跡から出土した土器や瓦などに利用された粘土層を知ることは、粘土がどこで採掘され、どこに運ばれ、何を製作したかの一連の関係を明らかにする上で、考古学上重要なことである。

多摩ニュータウン開発に伴う遺跡の発掘作業の中で、多くの土器や瓦などが出土していたが、その粘土層については明らかではなかった。ところが近年になって古墳時代、縄文時代の粘土採掘坑跡が検出されたことで、粘土層の層準を明らかにすることができたことは幸いであった。また粘土層の層準を確認するために、多摩ニュータウン地域の標準堆積層の主要元素の垂直濃度分布を明らかにしたことにより、アルカリ土類金属元素の特徴あるパターンが明らかとなり、鍵層としての軽石層の確認に役立つのみでなく、崩壊土層の解明にも利用することができた。

粘土と土器胎土の同定のための因子として、風化により溶出し易いルビジウムとストロンチウムの比と、溶出し難い鉄、アルミニウム、チタン(即ち母材の特徴を示す元素)の相対比との相関図が有効であることを明らかにした。また多摩ニュータウン地域の粘土の層序が明らかになったことにより、粘土採掘坑跡の検出されていない遺跡の出土土器についても、利用した粘土の層準を推察することが

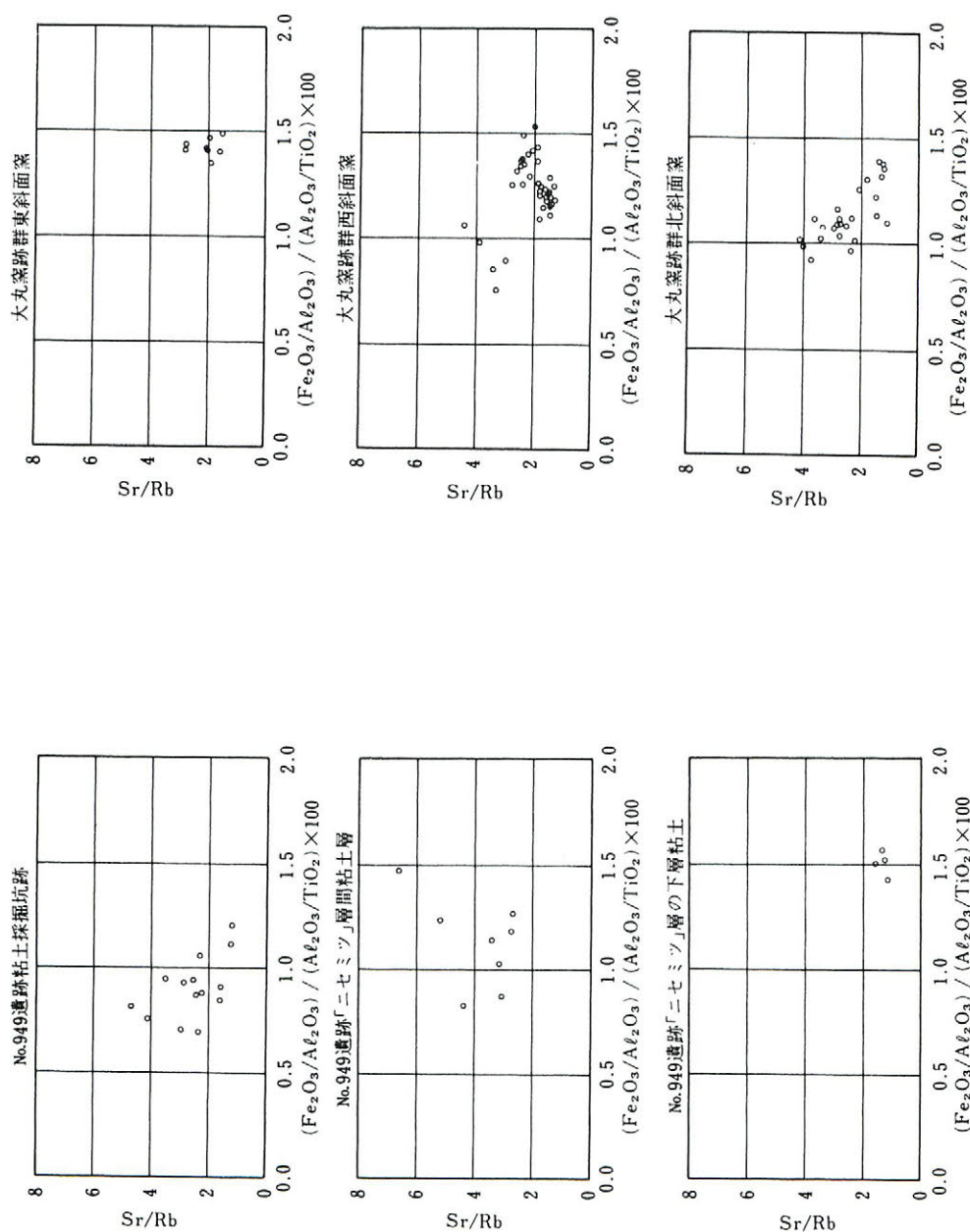


図9 大丸窯跡瓦と標準粘土の母材の風化と特質の相関

Fig. 9 Correlation between weathering and characteristics of the parent material on Omaru roof tiles and standard clay.

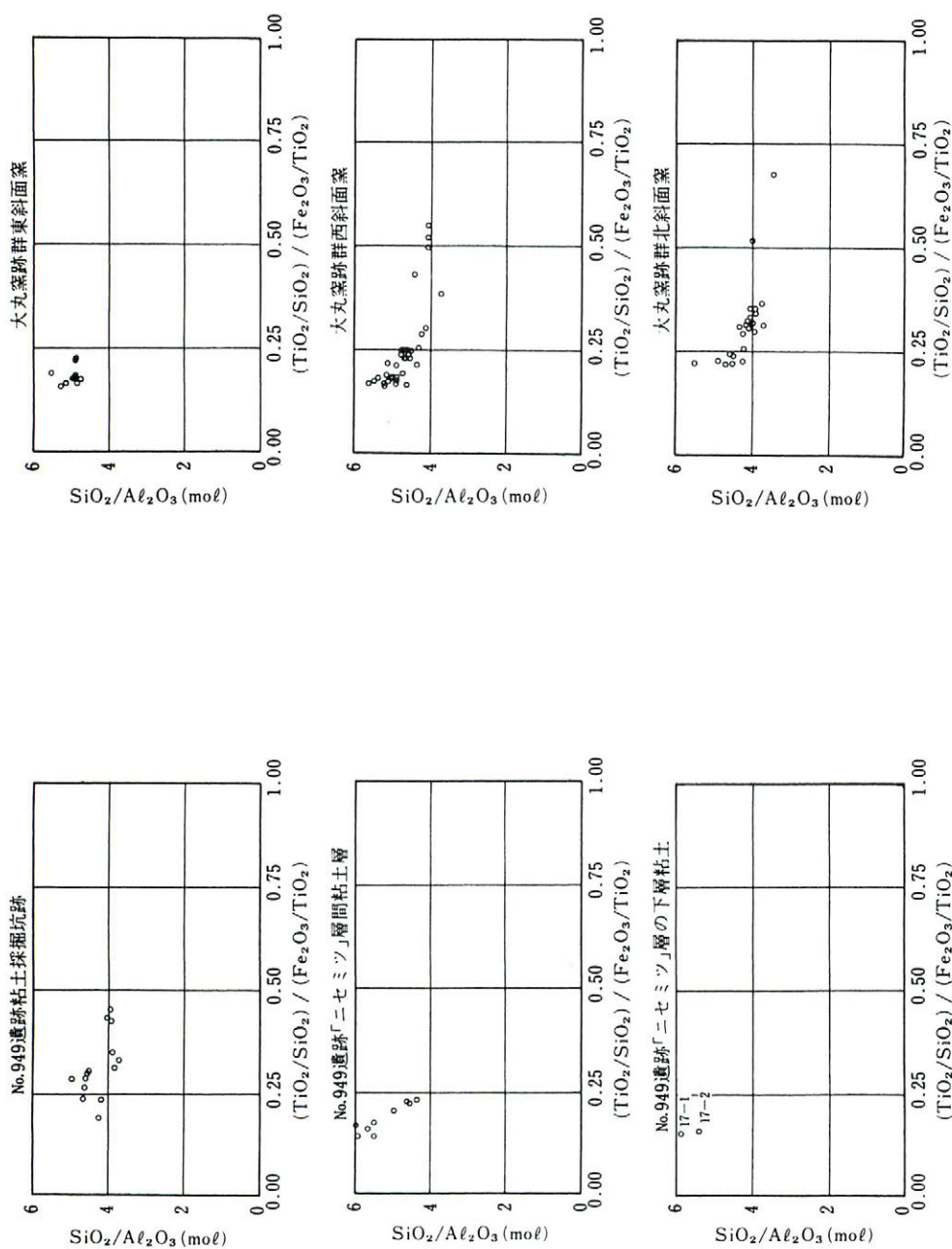


図10 大丸窯跡瓦と標準粘土の珪酸比とチタン、珪素、鉄の相対比の相関

Fig. 10 Correlation between silica-alumina mole ratio and relative ratio of Ti, Si, Fe in Omaru roof-tiles and standard clay.

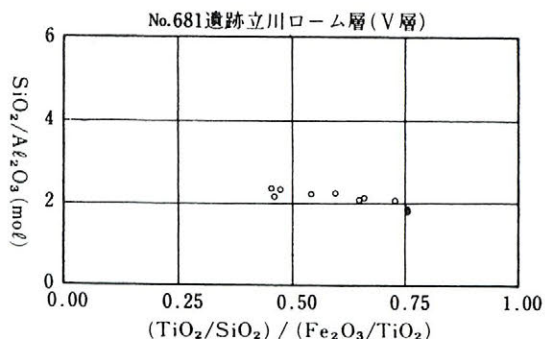
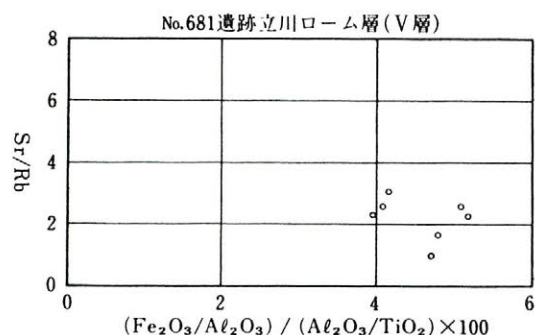
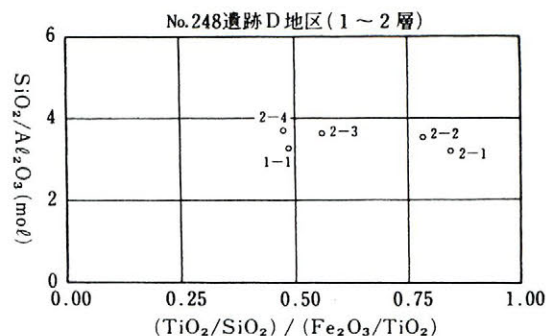
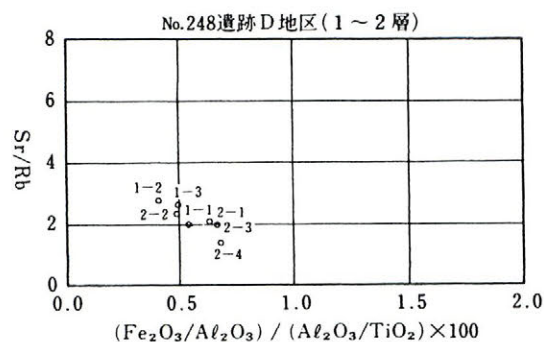
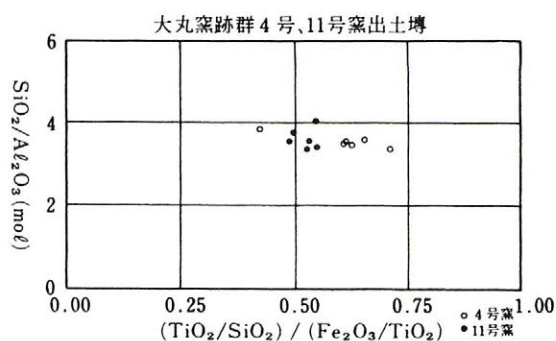
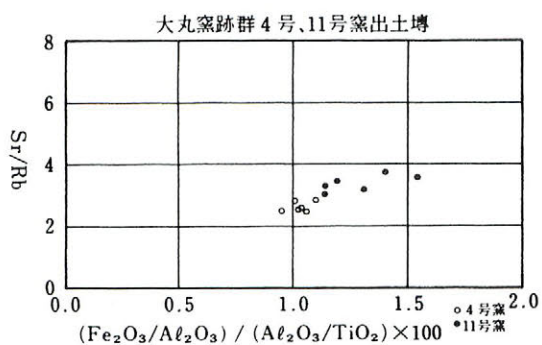


図11-1 磚と標準試料の母材の風化と特質の相関
Fig. 11-1 Correlation between weathering and Characteristics of the parent material in the tile and standard samples.

図11-2 磚と標準試料の珪礬比とチタン、珪素、鉄の相対比の相関

Fig. 11-2 Correlation between silica-alumina mole ratio and relative ratio of Ti, Si, Fe in the tile and standard samples.

可能になった。また一部ではあるが、先人達が既にその用途により、粘土に他の材料を混合して、粘土を選択的に利用していたことなども推定することができた。

以上の結果から、多摩ニュータウン地域の窯業に関する一連の様相が、徐々に明らかになってきたが、さらに縄文時代の住居跡から出土した土器やかまど構築材の粘土などについてもその考察が続けられていることを付記しておく。

謝 辞

本研究を進めるに当たり、種々の御教示をいただいた東京農工大学農学部岡崎正規、坂上完一氏および通産省地質調査所の服部 仁氏に深く謝意を申し上げます。また考古学資料の提供に御協力をいただいた東京都埋蔵文化財センターの諸氏、並びに蛍光 X 線分析用試料の前処理に終始ご協力をいただいた保存科学室の斉藤輝子氏に厚く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 永塚澄子・栗城譲一・植田 孝 (1988) 蛍光 X 線分析法による大丸窯跡群出土試料の胎土分析, 「研究論集」 VI, 東京都埋蔵文化財センター, p.71.
- 2) 永塚澄子・石川隆司・上條朝宏 (1992) 多摩ニュータウン No.248遺跡の粘土採掘坑の層位について, 「研究論集」 XI, 東京都埋蔵文化財センター, p.133.
- 3) 永塚澄子・及川良彦・上條朝宏 (1994) 多摩ニュータウン No.248遺跡およびNo.949遺跡の粘土採掘跡の層位と大丸窯跡群, 瓦尾根窯跡群出土瓦の粘土の同定, 「研究論集」 X III, 東京都埋蔵文化財センター, p.195.
- 4) 永塚澄子・山本孝司・上條朝宏 (1995) 多摩ニュータウン No.245遺跡の住居跡内検出粘土の同定, 「研究論集」 X IV, 東京都埋蔵文化財センター, p.77.

Study on the Clay used for the Pottery and the Clay Objects excavated at Tama Newtown Sites in Tokyo by means of Fluorescent X-ray Analysis

Sumiko NAGATSUKA Tomohiro KAMIJYO

Tokyo Metropolitan Archaeological Center

Most of the pottery and the clay Objects excavated on Tama Newtown Sites had been estimated to have made of the clay from this area however, it has not been confirmed.

Recently clay mining pits, dwellings, and abandoned clay were successively found out from the sites of Jomon and Kofun period. So it enabled to clarify the relation between stratigraphical position of clay layers, used clay and its products on Tama Newtown area.

Fluorescent X-ray analysis was applied for the elemental analysis of clay and clay objects. The correlation between Sr/Rb (index of the weathering of the parent material) and Fe/Al/Ti relative ratio (indicating its characteristics) was examined for the identification of clay objects.

As a results of experiments, the clay layers whose clay had been used at Tama Newtown area were clarified. They were so-called "Boke" layer, the from weathred volcanic ash clay layer, so-called "Nisemitsu" pumice layer sandwiched clay layers and the coming from "Goten-toge" gravel stratum.

These experimental results have enabled the estimation of the clay coming from a unknown clay mining pit site and used for the excavated tiles etc.