

近畿地方における粘土の産状・性質と利用

武司 秀夫 (元所員 現大阪大学) 宇野 泰章 (大阪大学) 小村 良二 (大阪出張所)

はじめに

われわれが生活し 活動しているのは地球の表面あるいはせいぜい深さ数 km の範囲である。この範囲では岩石類は 風化作用あるいは熱水作用などによって 崩壊・分解・変質していることがきわめて多い。つまり地殻の表層は程度の差こそあれ ほとんど土壌化あるいは粘土化していると言っても差し支えない。したがって粘土あるいは土壌は われわれの生活・活動と密接な関係にある。

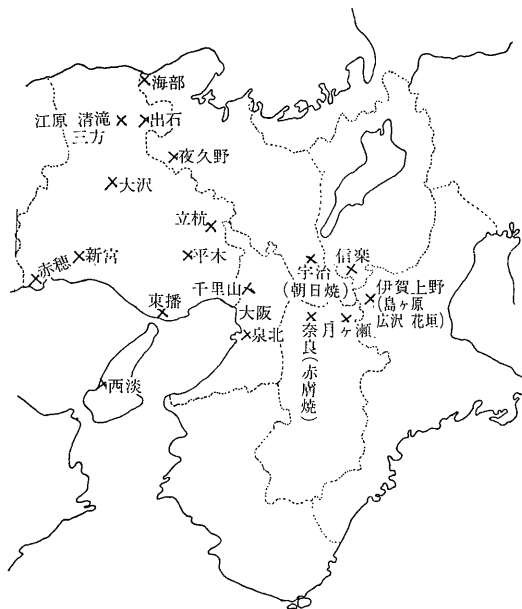
近年粘土の地質学・鉱物学的な研究は各種の測定法 分析法の進歩に伴って 著しく発展し また粘土を原料として利用する各種の無機材料は近代工業の重要な基盤の一つである。食糧作物その他農作物の育成には土壌の良否は重要な問題であり 土壌の性質・改良などについての研究も着々と進められている。また土木・建築の方面でも軟弱な地盤の上に道路や構造物をつくったりすることが多く 粘土質の地盤に対する関心は非常に高くなっている。

近畿地方にも各地に種々の粘土・土壌が分布している。

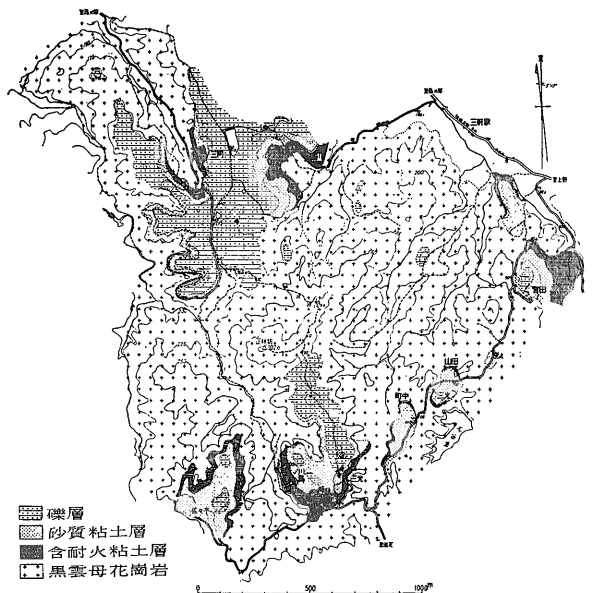
農業に関連した土壌の問題とか 土木・建築に関連する土質に関する問題については それぞれの専門家をお願いするのが適当であると思われるので ここでは近畿地方で採掘されている耐火粘土 陶石 ろう石などの粘土 鉱物資源 粘土と密接な関係のある陶器・瓦の産地 および大阪府下一帯あるいは 周辺地域に広く分布する大阪層群中の粘土層などについて概略を述べることにする。

1. 耐火粘土 (カオリン質粘土)

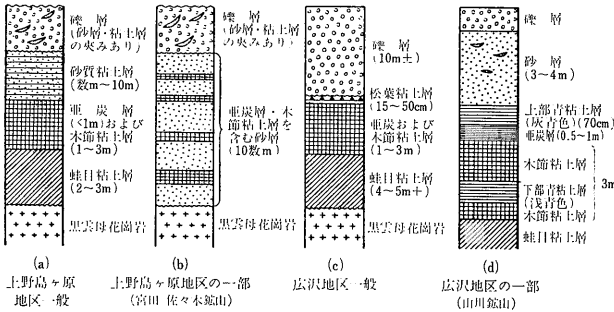
耐火粘土とは高い耐火度を有する粘土を意味し 一般にSKすなわちゼーゲルコーン法により測定した耐火度が26以上(鉱業法ではSK31以上)のものに相当する。わが国の耐火粘土を成因的に分類すると 熱水型 堆積型 風化残留型に分かれるが 近畿地方の耐火粘土は堆積型と風化残留型との中間的タイプである。鉱床は滋賀県 奈良県および京都府南部から三重県伊賀上野盆地にかけて広く分布しており 瀬戸地域に次ぐわが国有数の耐火粘土の産地となっている。鉱床群は大別すると伊賀上野盆地と信楽付近とに集中している。



近畿地方の粘土のおもな産地



第1図 島ヶ原東区地質鉱床図 (武司 1961による)



第2図 鳥ヶ原 広沢地区模式柱状断面図 (武司 1961 1963による)

伊賀上野盆地付近の耐火粘土

主な鉱床は伊賀上野鳥ヶ原地区 同広沢地区 同花垣地区および奈良県月ヶ瀬地区にみられる。これらの地域はいずれも黒雲母花崗岩を基盤とし 粘土層を含む伊賀累層 (鮮新～更新世の古琵琶湖層群下部) がこれを不整合に覆い その上にさらに上部更新統の高位礫層が不整合に堆積している。本地域については武司 (1961) 同 (1963) 種村 (1962) 塚脇・浅井ら (1966 1967) 港・浅井ら (1968) 等多数の調査研究が報告されている。粘土鉱物の性質の詳細が明らかにされている鳥ヶ原 広沢地区の例について以下に示す。第1図は鳥ヶ原地区の地質鉱床図 (武司 1961) である。このうち含粘土層は一般に下部より蛙目粘土層 木節粘土層 亜炭層 砂質粘土層の順に整合に堆積し 一部の鉱床では蛙目粘土層 木節粘土層 砂質粘土層の代りに亜炭および木節粘土層を含む砂層が厚く堆積する場合がある。一方広沢地区 (武司 1963) では 木節粘土層 (約 30cm 以下) の上には場所により松葉粘土層 (20cm またはそれ以下) が堆積しているところもある。この耐火粘土層あるいは 松葉粘土層の上に不整合に厚い礫層が堆積しておりその層厚は10m前後に達する。礫層を構成する礫は最大10cm 位のもので チャート 頁岩 花崗岩などが多いが とくに花崗岩の場合は著しく変質している。これらの地域の模式柱状断面図を第2図に示した。

蛙目粘土は直径数mmの石英粒を多量に含む灰白色または淡褐～黒褐色の粘土で 顕微鏡下の観察では不規則な外形を示す石英粒が非常に多く また一部にカリ長石も認められる。黒雲母は結晶形はそのまま残っているが 完全に変質して複屈折の小さい鉱物の集合 (カオリン鉱物と推定される) に変わっている。これらの斑晶状の鉱物の間は微粒の石英 カオリン鉱物などで充填されている。また広沢地区の川本鉱山などでは蛙目粘土中に白エ (しろえ) と呼ばれる夾みが含まれている。これは炭質物を少量含む淡褐色の粘土で 信楽焼の原料として利用されている。鏡下では径1mm あるいはそ

れ以下の不規則な形をした石英粒が相当量認められる。長石は仮晶として認められるが 変質してカオリン鉱物になっているようである。白エは石英の粒子が微粒であるため 肉眼的には粘土質で破砕面は平滑にみえるが 鉱物組成は蛙目粘土とあまり変わりはない。

木節粘土は淡褐色の可塑性のある やや光沢を有する粘土で 上部では炭質物を含むことが多い。上部の木節粘土は1mm あるいはそれ以下の石英粒が少量散点するほかは ほとんど大部分が微細なカオリナイトの集まりで イライトはごく少量しか含まず良質の鉱石である。下部の木節粘土は 0.5mm 程度の石英の粒子が少量ある以外は 0.1mm 以下の微粒のカオリナイトの集合よりなっている。イルイトはごく少量であり褐鉄鉱も少なく 石英の量も多くはなく比較的良質な鉱石である。また同地区の山川鉱山などでは木節粘土層中に夾みとして淡青色粘土層が含まれる。淡青色を呈しやや粗粒の粘土で 0.1mm 以下の石英粒が相当に多く 長石は仮晶として残っているが変質してカオリン鉱物になっている。また淡青色の多色性を有するイルイトが相当量あり そのために全体が淡青色を呈するものと思われる。石基に当たる部分は微細なカオリナイトよりなる。木節粘土に比較して石英の量はむしろ少なく カオリナイトの量がやや多い。一方イルイトの量は木節粘土よりも多いようである。

松葉粘土は茶褐色の可塑性のある粘土で 鏡下の観察によれば微粒のカオリナイトを主とし その中に石英の小結晶が散在する。また褐鉄鉱の微細な結晶が多量に認められる。

このように採掘の対象となっている木節粘土 蛙目粘土 松葉粘土のうち 木節粘土は結晶度の低いカオリナイトを主体とし 石英を不純物として含み長石およびイルイトをごく少量含むものがある。カオリナイトの量が最も多く 石英が少量でかつ長石やイルイトを含まない試料が耐火度も高く耐火粘土として最も良質であり 本地域中では SK33～34程度とみられる試料を産する。カオリナイトの量に対して石英の量が増加するに従い耐火度は低下し さらに低品位の木節粘土になると石英の量が非常に多くなるとともにイルイトあるいは長石の量が増加し ますます耐火度を低下させる。また蛙目粘土は場所により相当量の長石 (カリ長石あるいは斜長石) を含むものもあり 本地域においては産出はそれほど多くはないが 水鏡物を陶磁用に使用している。松葉粘土は粉末として鑄物砂の結合粘土に使用しているが こ

第1表 伊賀上野花垣地域の耐火粘土の化学組成と耐火度(種村 1962による)

成分	No. 1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	49.78	52.37	56.49	49.34	53.30	47.38	53.34	51.26
TiO ₂	0.90	0.87	0.88	0.84	0.56	0.92	0.99	0.91
Al ₂ O ₃	29.74	27.41	22.27	28.89	25.97	26.84	25.34	29.62
Fe ₂ O ₃	2.07	2.40	1.73	2.25	1.36	0.33	2.28	1.56
FeO	0.24	0.27	0.38	0.50	0.28	1.33	0.23	0.24
MgO	0.23	0.17	0.49	0.40	0.21	0.32	0.52	0.17
CaO	0.03	0.08	0.37	0.24	0.20	0.39	0.45	0.21
Na ₂ O	0.10	0.01	0.19	0.13	0.18	0.14	0.17	0.05
K ₂ O	0.38	0.09	0.85	0.75	0.47	0.64	0.94	0.38
+H ₂ O	11.28	11.10	8.58	10.93	10.58	6.86	8.88	10.94
-H ₂ O	4.48	3.97	6.05	4.14	4.73	4.76	5.92	3.23
SK	35	35	26	33	34	34	35	35

No. 1 高島鉱山 礫岩直下の灰褐色粘土	No. 5 上野鉱山 亜炭層直下の茶褐色粉状粘土
No. 2 " 礫岩直下約1m下の茶褐色粘土	No. 6 上田鉱山 "
No. 3 上野鉱山 亜炭層直下の茶褐色粘土	No. 7 日蓮鉱山 灰色粘土
No. 4 北山鉱山 亜炭層間の茶褐色粘土	No. 8 北山鉱山 花崗岩直上灰色粘土

これは本来木節粘土の上部の地表に近い部分が風化されたものである。元の木節粘土の品位の良否によって松葉粘土の品位にも相当の変動がみられる。第1表に花垣地域の粘土の分析値を示した。

以上の粘土層の生成の過程として武司(1963)はこれらがいずれも花崗岩の造岩鉱物の破碎によって生じたがこのうち蛙目粘土は原地堆積の状態に生成され、木節粘土については陸水の作用によって湖底などに堆積したのち、亜炭の生成に伴ってカオリナイト化が促進されたもので、機械的風化と共に化学的な作用が密接に関係していたと結論づけている。

信楽付近の耐火粘土

本地域は繁沢(1957) 近藤(1968)らにより調査された。それによれば黒雲母花崗岩を基盤とし、粘土層

を含む伊賀累層がこれを不整合に覆い、さらにこの上に更新世の高位礫層が不整合に堆積している。粘土層は蛙目、木節、実土(みづち)粘土に分類される。主要構成鉱物はカオリナイト、一部にハロイサイトを含み、石英の他長石や少量のイライトを不純物として混じえ、またモンモリロナイトを伴うものもある。

蛙目粘土は灰青～灰黒色などを呈し、カオリナイトに1～数mmの石英と少量の長石を伴うものがある。一方で石英の他不純物として長石をも含む低品位のものもあり、かなりの組成の変動がある。また木節粘土は炭質物を含むものもあり、灰白色、灰青色、灰褐色、灰黒色などを呈する。長石を多く含むものは耐火度が低く、SK20以下のものもある。実土粘土は鉄分に富むものも多く、耐火度が低いので、単味の使用は困難であり、他の粘土に混合して使用される。これらは信楽焼の原料粘土として多量に採掘されている(写真1)。

2. その他の堆積性粘土(とくに大阪層群の粘土)

上記の耐火粘土層を含む古琵琶湖層群とほぼ同時代またはこれと前後する時代に生成された地層として三重県北部の奄芸(あげ)層群、大阪府周辺の大坂層群などを挙げることができる。このうち大阪層群は大阪平野およびそれに隣接する地域の鮮新・更新世の代表的地層であり、その粘土層の一部は採掘の対象となっているので、以下これについて述べる。石田(1970)によれば大阪層群の堆積年代は約260万年前から約30万年前までとされ、大阪・播磨平野や京都・奈良盆地周辺の丘陵地や淡路島中央部に分布し(第3図)、未固結の砂・礫層

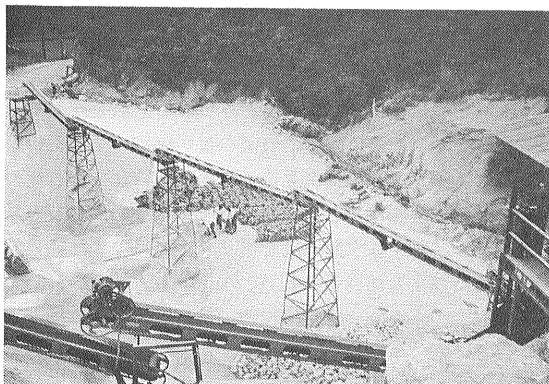


写真1 信楽焼の原土の採掘場

第2表 露頭における海成粘土と淡水成粘土の特徴(市原 市原 1971による)

	海 成 粘 土	淡 水 成 粘 土
色*	暗青灰色(黒みをおびることもある)	青緑色～緑灰色(一般に明るい)
われ方*	小さく貝殻状にわれる。露頭はくずれやすい	大きくブロック状にわれる。露頭は壁状になることが多い
析出物	硫黄の黄色粉・石膏の針状結晶を析出する	**藍鉄鉱(Vivianite)がみられる。藍鉄鉱は一般に青色で塊状・斑点状であるが したいに褐色にかわる
pH	酸性で2～5	中性で6～8

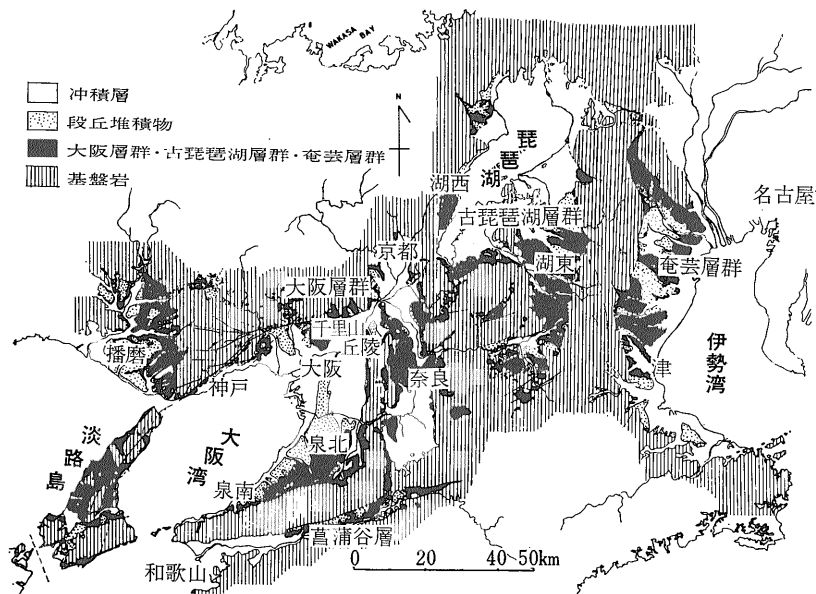
* 新鮮な露頭では色が観察されるだけであり ひどく風化をうけた露頭ではわれ方が観察されるにすぎない
 **奈良市登美ヶ丘の大阪層群から産した藍鉄鉱が 京都市上京区の日本地学研究会館に保存されている

・粘土層で構成される。大阪層群の中・上部層には下位より上位へ Ma0～Ma10 と呼ばれる海成粘土層が存在する。また約30枚の火山灰層が淡水成層や海成粘土層中に挟在する。特に下位から4番目の Ma3 に挟まれるアズキ火山灰層は 特有色と鉱物組成により 最も有効な鍵層とされ これより上位を大阪層群上部層 下位を大阪層群下部層と呼んでいる。主な地域の層序を第4図に示した。大阪層群の模式地の千里山丘陵では層厚は約300mにおよび Ma0 から Ma8 までの海成粘土層を認めることができる(市原・亀井 1970)。

大阪層群の海成粘土はほとんどが内湾堆積物であるから 湖成あるいは河成の淡水成粘土とは堆積の環境が異なっている。市原(1960 1961)は海成粘土 淡水成粘土の化学的性質や粘土鉱物の性質を詳細に研究し 粘土の生成環境を考察した。さらに淡水成粘土に藍鉄鉱海成粘土に硫化鉄が生成する過程を明らかにした(市原

・市原 1971)。それによれば海成粘土 淡水成粘土の粘土鉱物組成は共にモンモリロナイト ハロイサイト イライトであるが 海成粘土中のモンモリロナイトは結晶構造が破壊されていること ハロイサイトの結晶度も低下していることが明らかにされている。この作用の主な要因としては 海成層中の硫酸イオンの存在が考えられるが これは還元状態において生じた 海成堆積物中の硫化物が 地層の隆起にともなって分解した結果生じたものであると考察されている。また海成粘土の硫黄や石膏も硫化物の分解過程の生成物と考えられる。海成粘土と淡水成粘土の露頭で観察される特徴を第2表に示した。

また大阪市総合計画局が同市港区田中元町において実施した深度907mの試錐(第4図中のOD-1)について岡本(1970)が粘土鉱物組成の研究を行ない 緑泥石イライト 加水イライト カオリナイト モンモリロナイトの組成比が各層準ごとに変化することを明らかにしている。



第3図 近畿地方第四系の地質図(近畿グループ 1969)

宇野・武司(1971)は 泉北丘陵の各層準ごとの粘土鉱物 とくにモンモリロナイトの交換性陽イオン等の化学的性質および加熱変化に基づいて粘土鉱物の変質の過程を考察した(第3表)。また同地域における地すべりは Ma2 およびその下位のモンモリロナイトの含有率が高い淡水成粘土に限って発生していることを明らかにした。

兵庫県明石市北域の東播丘陵の粘土鉱物組成については小村(1974a)

が報告した。その主要粘土鉱物はモンモリロナイトカオリン鉱物 緑泥石 イライトである。丘陵の東部と西部では粘土鉱物の組成比が異なるが その違いは後背地の地質の差異を反映しているものと考察した。また小村(1974b)は千里山丘陵の粘土の鉱物組成についても報告した。千里山丘陵は前述のように大阪層群の模式地として知られている。丘陵は北方の古生層付近にまで連続し Ma1 から Ma7 までの海成粘土が認められ 火山灰層も数枚挟在する。各層序ごとに粘土鉱物組成を調べた結果 モンモリロナイト カオリン鉱物 イライトが確認され このうち Ma1 Ma2 およびそれより下位の淡水成粘土にはモンモリロナイトが非常に多くなり 上記泉北丘陵の場合と同様の傾向がみられる。さらに Ma3 ではモンモリロナイトとカオリン鉱物の含有比が地域によりかなり変化すること また Ma5~Ma7 では粘土鉱物の含有量が少ないこと 一方イライトはどの層でもモンモリロナイトやカオリン鉱物より少ないことなどを明らかにした。

以上のように大阪層群中の粘土は海成層のみならず淡水成層の場合も鉱物組成が一様ではなく 各層準および地域ごとの差異が大きい。しかしこれらのうちでも比較的カオリン鉱物に富み 耐火度の高いものもありこ

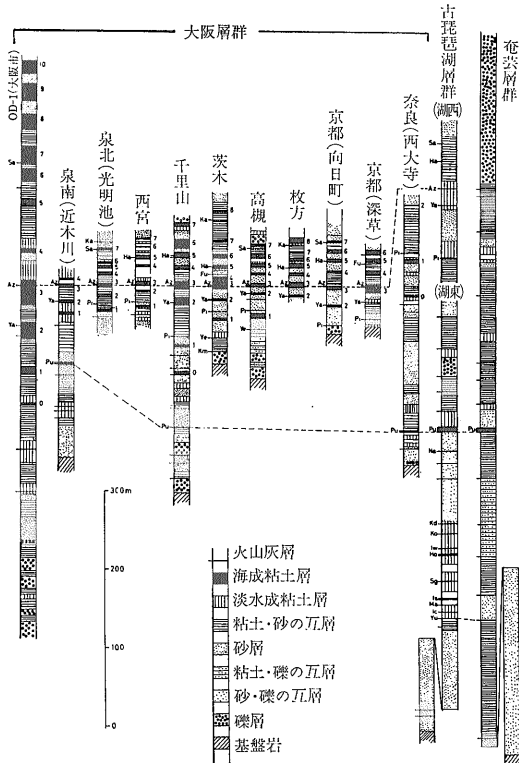
第3表 海成粘土 (Ma 1~4) 淡水成粘土 (nM 1~4) の交換性陽イオン CEC および pH

	Ma 1	Ma 2	Ma 3	Ma 4	nM 1	nM 2	nM 3	nM 4
C.E.C. meq/100g	17.5	25.4	22.5	18.9	17.2	19.2	23.0	10.5
Ca ²⁺	3.0	5.0	2.9	2.3	6.5	8.0	8.4	3.2
Mg ²⁺	2.5	3.8	6.1	6.7	7.4	10.4	14.6	3.0
Na ⁺	0.4	0.8	1.8	0.5	0.6	0.9	1.1	0.4
K ⁺	1.0	1.4	1.6	1.7	0.9	1.3	1.2	0.7
Al ³⁺	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5
Total	6.9	11.0	12.6	11.2	15.4	20.6	25.4	7.8
Σ cation/ C.E.C.	0.39	0.42	0.56	0.59	0.86	1.07	1.10	0.74
pH	3.90	4.71	4.26	2.68	6.87	6.45	6.60	3.05

(宇野・武司 1971による)

の様な粘土は原料として採掘の対象になっている。たとえば後述の朝日焼の原料粘土となる京都府宇治市白川の淡水成粘土がそれである。この地域は 中川・横山(1975)により調査された。それによれば 陶土層となる淡水成粘土は層厚45mの厚い砂礫層(城陽礫層I)の最上部にはさまれ 城陽礫層Iの直上には長谷山火山灰層をはさむ粘土層があり その上位は約100mの厚さをもつ城陽礫層IIで その直上に海成粘土層 Ma0 をのせるとされている。陶土の鉱物組成は石英のほかカオリン鉱物が主成分で 耐火度は SK29~32 番(1,650°C~1,710°C)である。

また奈良市五条山町の赤膚焼の原料として用いられる粘土層は Ma1 と Ma2 の間のカオリン鉱物に富み 石英 長石を含む粘土層である。本地域は中川(1967)により調査された。Ma1 から Ma2 までは砂・粘土互層で厚さ約70mであり 中部にピンク火山灰層と白色細粒火山灰層をはさむ。Ma2 の上位は厚さ 20m 以上



第4図 近畿地方の鮮新・更新統の柱状図(石田 横山 近畿グループ 1969より) (千里山丘陵は Ma8 が確認された)

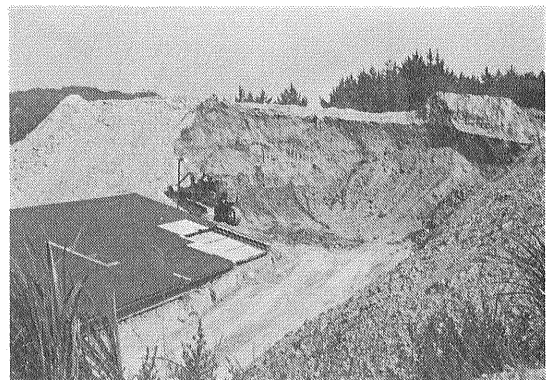


写真2 兵庫県五色町鳥飼地区の瓦原土採土場(五色町産業課提供)

の粗粒砂とされている。

その他瓦用の粘土として用いられている例は多くたとえば淡路島は全国でも有数な瓦の生産地として知られているがこれに使用される原料粘土は Ma_0 より下位で大阪層群下部～最下部のものであると思われる(写真2)。また京都府相楽郡木津町の瓦に用いられる粘土層は河村(1975)の調査では大阪層群の最下部に相当するとされる。

3. ろう石

ろう石と称する鉱石名は ろう感を呈する緻密質塊状の鉱石に対して与えられた名称である。その主成分鉱物はパイロフィライト(葉ろう石)でありこれに少量の石英を含むもので主に耐火炉材原料用に使用されてきた。しかし現在ではその用途が広がりまたその構成鉱物もパイロフィライトを主とするもののみではなくカオリンを主とするものなど各種の鉱物組成の鉱石もろう石の名称で呼ばれることがある。

近畿地方には多数のろう石鉱床が存在しいずれも流紋岩質ないし安山岩質の岩石が熱水による変質作用を受けて生成されたものである。以下にそれらの鉱床の主なものの特徴を述べる。

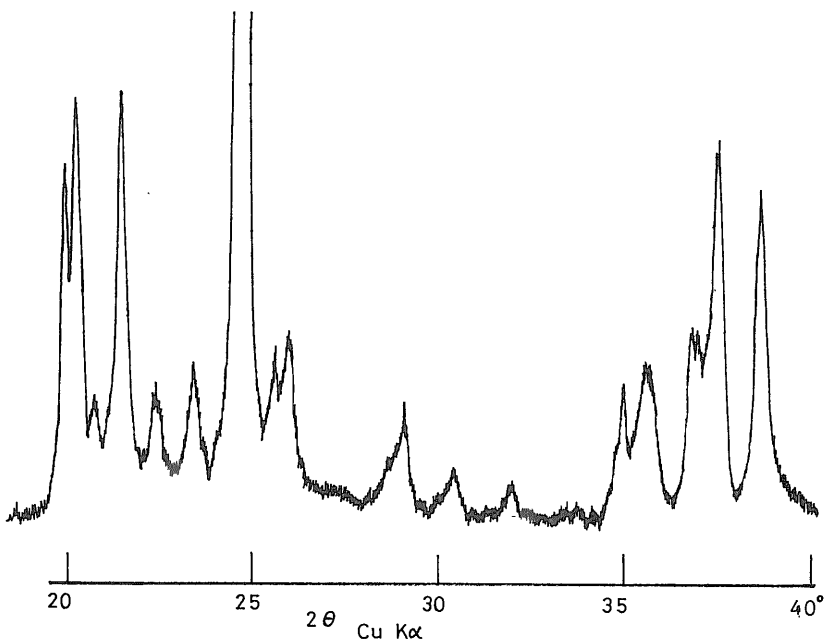
兵庫県北部のろう石鉱床

本地域については上野(1964)により地質・鉱物学的研究が行なわれた。鉱床は第三紀中新世の北但層群に

属する酸性凝灰岩・酸性角礫凝灰岩中に胚胎しカオリン鉱物を主成分とする塊状の熱水性交代鉱床である。

このうち城崎郡日高町地区の江原・清滝・品川三方の鉱床群は東西約200m・南北約180mに及び鉱化帯中に胚胎している。鉱床の形状は円筒状・レンズ状・脈状等極めて不規則でありその規模も1m前後のものから70mに及ぶものまでである。鉱体中心部をとりまく変質帯は東西約1.5km・南北約0.5kmに及びこの中に変質鉱物の累帯配列が認められる。鉱体の上部には珪化帯を生じその周辺および下部にはカオリン化帯が発達しさらに外縁部にはセリサイト化帯および炭酸塩鉱物・セリサイト等を含む弱変質帯が形成されている。ろう石中のカオリン鉱物については武司(1958)による詳細な研究がなされた。それによればこれらの鉱床中ではカオリナイトとディッカイトが共生しまた品川三方の試料にはナクライトを混じえている(第5図)。これらの鉱石は主成分であるカオリン鉱物の他にダイアスポアを含み時にペーマイトを伴う緻密質のろう石からなる。ろう石鉱床中におけるこのような累帯配列について武司(1958)は次のように説明している。

鉱床生成時において 鉱床の中心部では鉱化溶液の Al の濃度が高く主としてダイアスポアとカオリン鉱物を生成ししかもカオリン鉱物の中でも最も結晶度の高いものが生成される。中心部より周辺部に向かうに従って 溶液の Al の量は減じ Si の量が増加し 同時に 鉱化溶液の温度も低下するので生成鉱物としてはダイアスポアの量が減じカオリン鉱物の量が増加する。しかもこれらのカオリン鉱物の結晶度は中心部のものに比較して低下する。さらに鉱床の外側では Al はますます減少し逆に Si の量は相対的に多くなりまた溶液の温度はさらに低下する。従ってダイアスポアは存在しなくなりカオリン鉱物の結晶度はより低くなりまた石英の量が多くなる。とくに鉱床の周辺部ではカオリン鉱物としてはカオリナイトのうち最も結晶度の低いものが生成される。また石英の量が非常に多く



第5図 三方産ろう石のX線回折図 (Dickite+Nacrite, 武司 1958)

第4表 清滝 江原 三方地域のろう石の化学組成と耐火度(上野 1964による)

成分 wt. %	1	2	3	4	5	6		カオリン の理論値
	清滝鉾山 ろう石	江原鉾山 良質ろう石	江原鉾山 珪質ろう石	江原鉾山 ダイアス鉾	品川三方鉾山 ダイアス鉾	江原鉾山 デッサイト脈	カオリン の理論値	
						wt. %		
SiO ₂	43.34	45.72	49.72	23.86	38.53	45.31	.754	46.5
TiO ₂	0.33	0.04	0.80	0.03	0.27	0.00		
Al ₂ O ₃	40.16	39.71	34.44	61.38	44.69	40.17	.394	39.5
Fe ₂ O ₃	0.52	0.53	1.60	0.27	0.64	0.14		
MgO	0.03	0.12	0.32	0.03	0.03	tr.		
CaO	0.00	0.15	0.26	0.06	0.00	0.00		
MnO	n.d	0.07	0.06	n.d	n.d	0.00		
Na ₂ O	0.44					0.31	0.24	
K ₂ O	0.01					0.01	0.01	
H ₂ O+	14.04	Ig. loss : 14.12	Ig. loss : 13.18	Ig. loss : 14.98	14.30	13.89	.772	14.0
H ₂ O-	0.70					0.74	0.35	
S						0.33		
Total	100.05	100.46	100.38	100.58	99.85	100.11		100.00
耐火度 SK	35+	35	34	37+	36+	35+	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ (Mor.ra+)	
鉾物	カオリナイト				デッサイト ダイアスポール		1.91	1.99

1 5 6 : 地質調査所化学課山田貞子技官分析. 2 3 4 : 川崎伊材K. K. 三石工場研究課分析

なり 珪化帯が形成される。以上はカオリン鉾物を主とするろう石の場合であるが パイロフィライトを主とするろう石の場合も カオリン鉾物とパイロフィライトを入れ替えれば 上記の鉾物の累帯配列の順序は ほとんど同じである。実験的研究によれば H₂Oの圧の高い場合には パイロフィライトの温度・圧力に関する安定領域が狭くなることが知られているので カオリンに富むろう石は充分な量の H₂O が存在する状態で生成され パイロフィライト質のろう石は 比較的 H₂O の量の不十分な状態で生成されたものと思われる。近畿地方のろう石鉾床は 兵庫県中央部を除けばカオリンを主とするろう石が多い。第4表に兵庫県北部のろう石鉾床中の鉾物の化学組成を示した。

兵庫県中央部のろう石鉾床

この地域には パイロフィライト質ろう石鉾床とカオリン質ろう石鉾床の両者が生成している。とくに朝来

(あさこ)郡栲原地区の大沢鉾山ではパイロフィライト質およびカオリン質鉾物が近接して生成している点が注目される。本地域の鉾床は上野ら(1958)により調査された。主な鉾物の共生関係と産状に基づき 次のような晶出順序が考えられる。

パイロフィライト鉾物: ダイアスポア→パイロフィライト・石英→カオリン→セリサイト
カオリン鉾物: ダイアスポア→カオリン→重晶石→セリサイト

前者の鉾物の耐火度はSK28~32程度であり 後者の鉾物についてはSK33~35である。また神崎郡越知谷地区の鉾床には 明ばん石化作用を伴うものがある。第5表に大沢鉾山のろう石の分析値を示した。

兵庫県南西部のろう石鉾床

本地域のろう石鉾床は上野(1966 a b)によって調査された。赤穂線播州赤穂駅の北西 4.5km に位置

第5表 大沢鉾山産ろう石の化学組成と耐火度(上野 他 1958による)

試料	成分 (wt%)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Alkali	H ₂ O+	H ₂ O-	Ig. loss	Total	耐火度 SK
		(1)並 鉾	82.50	0.57	13.88	0.48	0.02	0.13	tr.	2.60	0.20	—	100.38
(2)上 鉾	64.51	0.51	28.16	0.75	0.25	0.11	tr.	5.05	0.65	—	99.99	32	
(3)ダイアス鉾	25.29	0.15	58.70	0.10	0.29	0.69	n.d.	14.06	n.d.	—	99.28	37	
(4)半透明緻密質鉾石	43.32	0.06	40.06	0.52	0.48	0.21	—	—	—	14.54	99.19	35+	
(5)乳白色脆軟な鉾石	46.96	—	36.98	0.31	—	—	—	—	—	15.06	99.31	34	

する赤穂鉱山では 流紋岩および流紋岩質凝灰岩のセリサイト化作用によりろう石鉱床が生じており このうち白色粘土状鉱石はカオリナイト セリサイト 石英 長石よりなり 緻密塊状鉱石は石英 セリサイト 長石からなり また粘土質角礫状鉱石と呼ばれるものは石英 長石 セリサイト ハロサイトを主な構成鉱物としている。一方姫新線播磨新宮駅の北方 1.3km に位置する播磨新宮鉱山は 流紋岩質角礫凝灰岩の熱水変質による塊状のろう石鉱床である。鉱化帯の広がりには東西約 200m 南北約 70~100m におよぶ。石英 パイロフィライト セリサイトを主な構成鉱物とするが 鉱体中には一部にペーサイトを含む部分もある。

京都府天田郡夜久野地区のろう石鉱床

本地域の鉱床は神田(1962) 塚脇・繁沢(1950)らによって調査された。山陰線上夜久野駅の北東約5km に位置する夜久野鉱山では 流紋岩および流紋岩質凝灰岩が熱水変質作用を受けている。その変質帯の広がりには長さ約 1km 最大幅120mに及ぶ。この中に多数のろう石鉱床またはろう石質陶石鉱床が生じている。鉱体はダイアスポア カオリナイト セリサイト パイロフィライトおよび石英を含む。最も高品位のダイアスポアを生じている地域を中心とし その周辺部は陶石帯に移行する。陶石帯にはパイロフィライト カオリナイト セリサイト 石英を含み また弱変質部には緑泥石を生じている。

4. 陶石

一般に陶石とは陶磁器原料の中で原石単味を使って磁器を製造することのできる鉱石を意味する。従来その主成分鉱物が石英とセリサイトよりなるものを対象としていたが 現在では鉱物組成のやや異なる鉱石でも陶磁器原料として用いることのできるものは広く陶石という名称で呼ばれることが多い。陶石鉱床は流紋岩や安山岩質の岩石が熱水変質作用を受けて原岩の有色鉱物 鉄鉱物などが分解し セリサイトその他の粘土鉱物を生じた場合に生成される。現在陶石と呼ばれる鉱石の鉱物組成は次のようなものである。

- ① セリサイト質陶石：石英 セリサイト カオリン鉱物（少量） 混合層粘土鉱物 ダイアスポア 長石 パイロフィライト等
- ② カオリン質陶石：石英 カオリン鉱物 混合層粘土鉱物等
- ③ 長石質陶石：石英 カリ長石 ソーダ長石 セリサイト カオリン等
- ④ パイロフィライト質陶石：石英 パイロフィライト セリサイト等

また地質学的な生成条件の違いにより分類すれば

- (1) 熱水変質作用に伴うセリサイト化によるもの
- (2) 酸性火山岩の軽度の熱水作用または浸透水などにより有色鉱物が溶脱されたもの
- (3) 酸性の火山岩および碎屑岩類の失透作用によるもの。などに分けることができる。

以上のように陶石の鉱物組成並びに成因は多様であり 普通は単に陶磁器原料として利用されているというだけの理由で陶石と呼ばれているものも少なくはないが 主成分鉱物が石英・セリサイトであるものに限って陶石と呼び これ以外の長石質陶石その他のものは準陶石とも称するのが適当であると考えられる向きもある。本項では鉱石の用途および鉱物組成の両者を考慮したうえで陶石という名称を使用することにした。

近畿地方には多数の陶石の産地が知られており それらに関する報告も数多いが 以下にその代表的なものの概略を示す。

平木陶石

平木カオリン鉱床は 兵庫県加東郡社町平木において昭和35年地元の吉田喜一氏が発見し 服部鉱業が採掘に着手して現在では月産約 6,000 t を出荷するに至っている(写真3)。この地域の調査は田中(1962) 田中・谷波・大谷(1963) 同(1963)によって行なわれた。この地域一帯には白亜紀~第三紀の有馬統の火山碎屑岩および溶岩が分布している。陶石鉱床はこの有馬統の下部累層中に胚胎する熱水性の塊状鉱床で N40°E~EW方向に連続し 南に20°内外傾いている。その幅は約60mで 走向延長に約250mの広がりをも有する。主な鉱物はカオリナイト 石英でありまた良質部にはディッカイトを含む。杉浦(1972)は本鉱体中より雲母一モンモリロナイト混合層粘土物を報告している。不純物としては水酸化鉄が主で 一部硫化鉄を含む。鉱石は第6表のように選別され それぞれの用途に使用される。

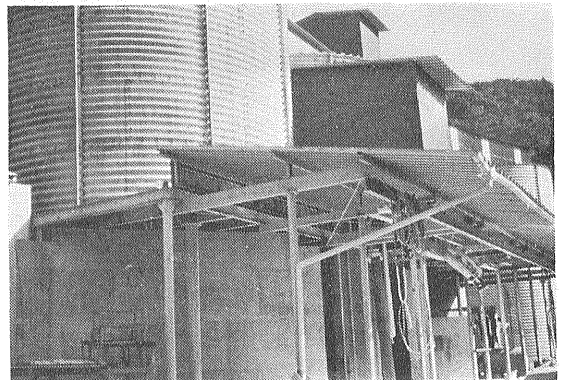


写真3 平木鉱山製品サイロ

第6表 平木陶石の品質・用途(a)とその化学組成(b) (服部鉱業平木鉱業所分析)

(a)

	品質の管理項目とその規格				用途
	Ig.loss	Al ₂ O ₃	電気炉焼成白色度	Fe ₂ O ₃	
特級	5.0~5.5		1,000°C×1hr 88°~91°	<0.6	軽質陶器(玩具) 硬質陶器(食器) 半磁器(食器) 同上 主として壁タイル 合成ムライト 自家工場 ガラスファイバー用クレー
1級	5.0~5.5		1,000°C×1hr 85°~88°		
2級	5.3~5.6		1,200°C×1hr 86°~88°		
M級		14.5~16.5			
K.C用		15.0~16.0		0.25~0.30	

(b)

	Ig.loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Total	耐火度
特級	5.44	77.50	15.91	0.13	0.11	0.21	0.01	0.20	0.09	99.60	SK31±
1級	5.13	78.82	14.71	0.21	0.10	0.16	0.01	0.20	0.08	99.42	〃
2級	5.46	78.24	14.74	0.32	0.20	0.12	0.01	0.20	0.12	99.45	〃
K.C	5.80	77.12	15.72	0.28	0.14	0.12	0.01	0.23	0.06	99.48	〃

採鉱は従来露天掘が主であったが(写真4) 上盤の溶結凝灰岩層(通称丹波石 写真5)が南東側で次第に厚くなるために 坑内サブレベル採掘の比重が多くなってきている。

出石陶石

兵庫県出石郡出石町に産する陶石で 塚脇(1950) 同(1953)らによって調査された。 鉱床の母岩は主に流紋岩質岩石からなり この中を貫く松脂岩の岩脈に伴う熱水変質によりその一部が陶石化したものと考えられる。 岩脈には二つの主要な脈が認められ 第1主脈は南北にはほぼ4kmにわたって連続し 第2主脈は約1.6kmの長さを有する。 陶石は白色ないし淡灰白色を呈し比較的軟質である。 鉱物組成はカオリナイト 石英セリサイトであり不純物として褐鉄鉱 金紅石を含む。

海部陶石

宮津線久美浜駅の東方4km(京都府熊野郡久美浜町)に位置する鉱床で 油池および甲山の2鉱体よりなる。 母岩は石英粗面岩で 熱水による陶石化作用を受けている。 陶石脈は走向N60°Eで垂直に落ちており 鉱化部は最大幅130mで走向延長に900mにわたって続く。 陶石は一般に灰白色または褐色を呈し 比較的硬いが 甲山地区には軟質のものも多い。 主成分鉱物は石英およびセリサイトで 少量のカオリナイトを含み 不純物として褐鉄鉱を有する。

5. 粘土と陶器

工業原料としての粘土の用途は 陶磁器および耐火物原料 製紙用クレー 農薬用クレーその他多方面に及んでいるが ここでは特に製陶業を中心とした粘土の利用の例を挙げる。 わが国の六古窯として知られる瀬戸

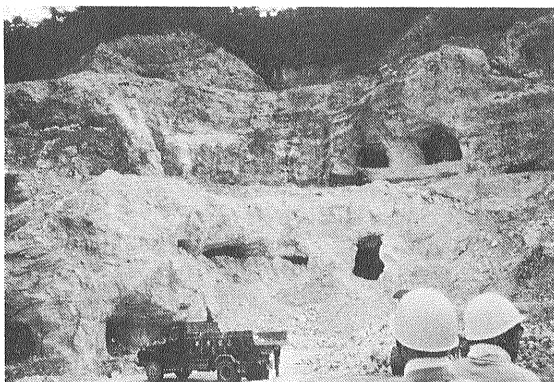


写真4 平木鉱山の露天採掘場

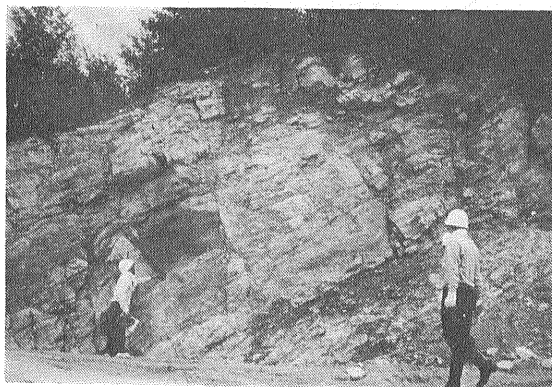


写真5 '丹波石'の露頭

常滑 越前（織田） 信楽・伊賀 丹波（立杭） 備前（尹部）等はいずれも原料粘土の産地とは密接な関係があった。以下に信楽焼 丹波焼等 近畿地方の代表的な製陶業地について述べる。

信 楽 焼

滋賀県甲賀郡信楽町を訪れる者を迎えるのは おなじみの狸と蛙の大集団である。1200年の歴史を経た今日も信楽は「大もの陶器」の産地としての特色を如何なく

発揮しているが それはまた伝統と近代化 素朴さと工業的要素を合わせもつ稀有な陶業地の姿でもある。かつて火鉢の生産では全国需要の90%を生産した信楽も昭和30年代以降の燃料事情の変化に伴い製品転換を余儀なくされ 火鉢より植木鉢 建築陶器 庭園陶器への転換が急速に進んだ。現在では信楽地区全体の生産額のうち植木鉢が50% タイルが20%を占め その他庭園陶器としてテーブルセット 燈籠などが作られている（写真6）。これを全国生産に占める比率で見ると植木鉢は全



写真6 信楽焼 ガーデンファニチャー

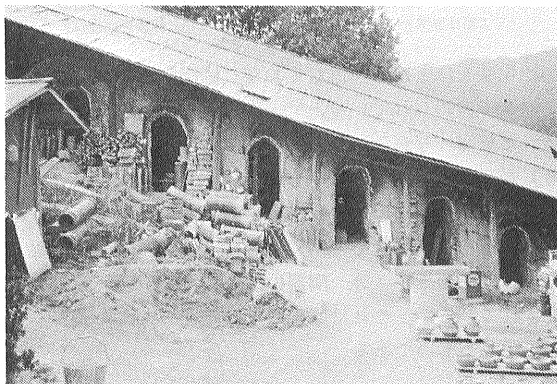


写真7 信 楽 の 登 窯



写真8 重油窯による焼成

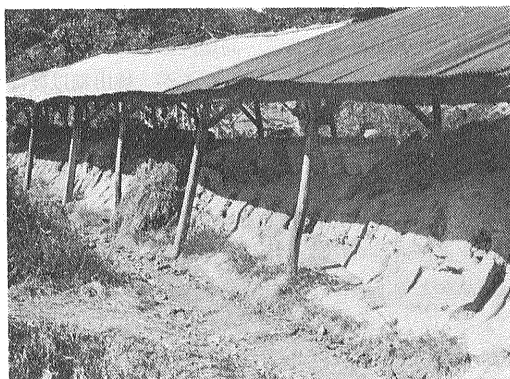


写真9 丹波の伝統的な登窯（へび窯）



写真10 丹波焼の天日乾燥

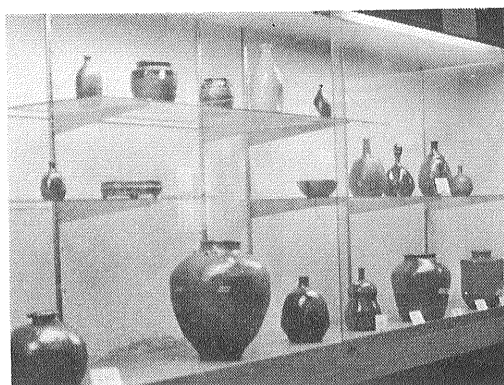


写真11 各種の丹波焼

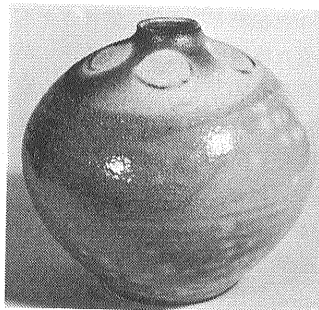


写真12 宇治市・朝日焼 御本手 花瓶
(朝日焼窯元 松林豊斎氏提供)

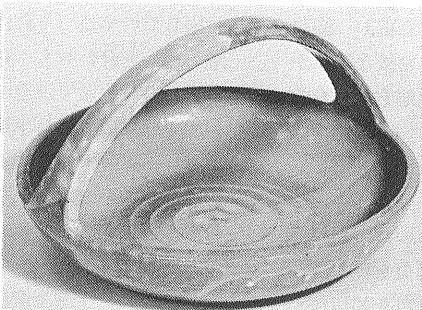


写真13 宇治市・朝日焼 燗師 手鉢(朝日焼窯元 松林豊斎氏提供)

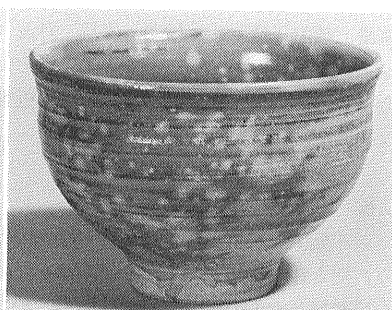


写真14 宇治市・朝日焼 鹿背 抹茶盃(朝日焼窯元 松林豊斎氏提供)

国総生産をほとんど独占しており 庭園陶器も90%以上が信楽で占められている。一方窯の形態も桃山期より続いた登窯(写真7)に替って重油窯による生産(写真8)が行なわれている。

原料粘土は先に述べた蛙目 木節 実土粘土であり これらを適当に調合して用いている。普通信楽と伊賀とはきめの細かさ等 陶器の性質に若干の違いがあるとされているが これは原土の水鏡処理の方法により差異が生じたものである。

丹波焼

兵庫県東郡今田町の南部 立杭で焼かれるため立杭焼と呼ばれることもある。同地区三本峠付近にはかつての古窯(穴がま)の跡がみられるが 桃山期以後は登窯が用いられている。これは半地下式のかまぼこ形の窯で 長さ5mほどの窯室を8~9個連ねて全長40mに及ぶ(写真9)。これは通称「へびがま」とも呼ばれ 古代無形文化財の指定を受けている。原料粘土は三田市四ツ辻付近から採取され 焼物は花器 茶器 食器 装飾品などの工芸品が盛んである(写真10 11)。

朝日焼

京都府宇治市の朝日焼の創始は 慶長年間(16世紀末

~17世紀初頭)とされ その後小堀遠州の意匠をとり入れて茶器を製造し遠州七窯の一つに数えられるようになった。朝日焼の特徴は淡青色の素地の中に朝日の登るが如き薄紅色を帯びた「御本手」や薄紅色が水玉様に広がる「燗師(はんし) 鹿の背様の斑紋をみせる「鹿背(かせ)」に窯変することである(写真12~14)。製品は比較的質が荒く手ざわりもややざらざらしているが 堅牢でまことに雅趣ある作風となっており 茶器として広く愛用されている。製品には抹茶盃のほか急須 花瓶などがある。

原料粘土の採土地は宇治市白川の西の砂利採石場跡で 陶土層は先に述べた城陽礫層中の淡水成粘土層である。

赤膚(あかはだ)焼

奈良市五条山町の赤膚焼は天正年間(16世紀後期)に開窯されたと伝えられる。その後一時衰えたが再興されて遠州七窯の一つに数えられている。赤膚焼の特徴は藁(わら)灰から製造される萩釉が釉薬として用いられ様々な窯変を見せることである。製品は素朴で暖かみのある作風となっており 茶花器のほか置物などがある(写真15)。

陶土として 先に述べた大阪層群中の粘土が使用されている。

その他(瓦粘土の利用)

兵庫県・淡路島は全国有数の瓦生産地である。瓦は黒瓦および釉薬瓦(色瓦)があり 生産は瀬戸内側南部の西淡町で盛んである。

原料粘土は基盤の花崗岩の直上の花崗岩質粗粒砂層に挟在する白色粘土層 その上位の砂・シルト・粘土層の互層 さらにその上位で約10mの砂礫層をはさむ二枚の各々約10mの層厚を有する粘土層であるが 上部の二枚の粘土層が原料の主部を占めている。釉薬瓦の場合 種々の原料土の特性に応じて混合し成形される。耐火度は上述の白色粘土層の場合はSK16~20 それ以外の

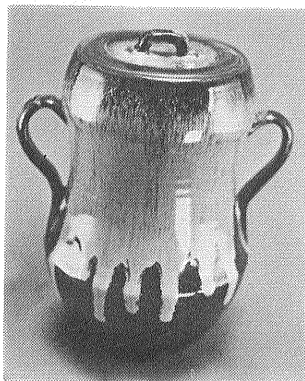


写真15 奈良市・赤膚焼 水差(赤膚焼窯元 古瀬堯三氏提供)



写真16 兵庫県・淡路瓦 成形後の天日乾燥(兵庫県五色町産業課提供)



写真17 兵庫県・淡路瓦 製品(兵庫県五色町産業課提供)

粘土層については大体SK6~14である(兵庫県 1964).

淡路島は本四架橋の中継地となっており、架橋完成時には瓦の大消費地である近畿圏への輸送経路も整備され、地域産業としての淡路瓦の発展が期待されよう(写真16、17)。

以上、近畿地方の粘土の産状・性質と利用の概略を述べた。粘土の鉱物学的性質についてはなお不明の点が多いが、今後更に詳細な研究がなされることにより、粘土および粘土資源のより有効な活用が行なわれることを望みたい。

(なお、本項に掲載した写真の一部は付記の方々の御厚意により提供して頂いた。記して厚く感謝いたします。)

引用文献

- 石田志朗(1970):大阪層群—淡水・内海成互層の下部洪積統 第四紀研究 9 3/4 101—112
- 市原 実・亀井節夫(1970):大阪層群—平野と丘陵の地質学 岩波書店 40 6 282—291
- ・市原優子(1971):大阪層群の海成粘土と淡水成粘土について 竹原平一教授記念論文集 173—181
- 市原優子(1960):海成粘土層にみられる粘土鉱物の風化 地質学雑誌 66 783 812—819
- (1961):海成粘土層にみられる粘土鉱物風化の一例 粘土科学の進歩 第3巻 技報堂 178—184
- 上野三義(1964):兵庫県北部地域2 3のカオリン質ろう石 鉱床について 地調月報 15 4 235—250
- (1966):兵庫県新宮鉱山調査報告 国内鉄鋼原料調査 4 289—292
- (1966):兵庫県赤穂鉱山および梅谷鉱山調査報告 国内鉄鋼原料調査 4 292—295
- ・塚脇祐次・高橋博・岩生周一(1958):兵庫県氷上郡・神崎郡下のろう石鉱床(明ばん石鉱床を含む)調査報告 地調月報 9 4 263—284
- 宇野泰章・武司秀夫(1971):大阪層群—泉北地すべり地域の

- 粘土鉱物と生成環境 粘土科学 11 1 25—30
- 大島敬義(1949):本邦の耐火粘土鉱床 窯業原料 第3集 53—81
- 岡本 正(1970):大阪市におけるボーリングOD—1コアの粘土鉱物組成について 神戸大学教育学部研究集録 42 97—105
- 河村善也(1975):奈良市北方の大阪層群について 日本地質学会第82年学術大会講演要旨 400
- 神田四男(1962):京都府天田郡夜久野鉱山調査報告
- 近畿グループ(1969):近畿地方の第四系 日本の第四系(地団研専報第15号) 331—354
- 小村良二(1974):大阪層群の粘土鉱物II—兵庫県明石地域 地調月報 25 4 59
- (1974):千里山丘陵北方の大阪層群の粘土鉱物組成について 地調月報 25 10 37—44
- 近藤善教(1968):伊賀構造盆地の構造地質学的研究 地調報告 231
- 滋賀県(1965):滋賀県信楽町地域の粘土鉱床調査報告
- 繁沢和夫(1957):滋賀県信楽粘土の研究(I) 滋賀大学学芸学部紀要 7 63—68
- 末野梯六・岩生周一編(1958):粘土とその利用 朝倉書店
- 杉浦精治・河合一造・松崎仁一(1972):混合層粘土の2 3の性質 第16回粘土科学討論会(要旨)
- 滝本清編(1973):日本地方鉱床誌 近畿地方 朝倉書店
- 武司秀夫(1958):ろう石中のカオリン鉱物について 鉱物学雑誌 3 5 388—405
- (1961):三重県伊賀上野高ヶ原地区耐火粘土鉱床 地調月報 12 8 23—30
- (1963):三重県伊賀上野広沢地区耐火粘土鉱床 地調月報 14 5 11—25
- 田中 稔(1962):兵庫県平木カオリンの報告 I 兵庫県丹波窯業指導所研究報告 昭和36年度
- ・谷波正三・大谷功(1963):平木カオリンの鉱床および鉱物組成の研究 兵庫県丹波窯業指導所研究報告 昭和37年度
- ・谷波正三・大谷功(1963):平木カオリンの鉱床と鉱物組成の研究—平木カオリンの基礎的研究(第1報) 窯業協会誌 71 814—
- 種村光郎(1962):三重県伊賀上野花垣地区の粘土鉱床 地調