

# 瀬戸地域の窯業資源とその特徴について

— 基礎性状分析上の観点から —

山 田 義 和

## 1. ま え が き

瀬戸地区は、古来より良質な陶磁器原料の産地として知られ、現在なお主要な窯業原料供給地として栄えている。

この地域の窯業資源には、木節、蛙目粘土を始め、珪砂、花崗岩の風化物で“サバ”と称される長石質原料等があり、これらの資源の現況については、これまでに大塚、近藤、藤井等により報告されている。  
(注1,2) (注3) (注4)

本地区の鉱床の現状については、松原が詳細に報告しており、特に窯業資源として重要な粘土質原料については、愛知県、工業技術院地質調査所、名古屋工業技術試験所によって調査研究が進められ、資源の有効利用に当たっての一助となってきた。  
(注5) (注6,7,8,9) (注7,8,9) (注10,11)

本報告は、これまでの調査で明らかにされた事項を述べると共に、種々の分析手法を通じて得たデータを基に、瀬戸地域の粘土質原料の特徴を述べ、その特性要因を明らかにする。

## 2. 地質の概要

本地域は、標高 629 m の猿投山を主峰とする猿投山塊が北東から南西に連なり、概ね 200~600 m 内外の起伏を持つ山地を形成している。

この山地周辺には、丘陵地及び台地が形成され、これらを縫って多くの河川が発達し、地域西部には瀬戸川、水野川、山口川等が東から西に、地域東縁には矢作川に注ぐ飯野川が流下する。

この河川及びそれらの支流に沿って

は沖積層が発達している。

窯業原料鉱床は、猿投山地周辺部においてよく発達し、丁度、猿投山を取り囲むような形で、大きく四つの地区に集約されている。それらは、瀬戸地区、瀬戸南部地区、猿投地区、藤岡地区である。

瀬戸地区にあっては、瀬戸川に沿って瀬戸市街地が広がり、この瀬戸川とそれより北の水野川に挟まれた地域に多くの窯業資源が賦存し、現在いくつかの鉱山で稼働中である。

この地域を構成する地質は、基盤の花崗岩と、それを覆う新第三紀及び第四紀の堆積物から成っている。その総合的な層序、岩相等を示すと表 1 のとおりである。

表 1 瀬戸地域における基本的な層序区分

時 代	層 序	層 厚	岩 相	
沖 積 世	沖 積 層		粘 土 ・ 砂 ・ 礫	
洪 積 世	段 丘 堆 積 層		礫 ・ 砂	
	挙 母 層	10 <sup>m±</sup>	石英斑岩・チャート・ホルンフェルス・砂岩・粘板岩の中～巨・円礫 (赤礫)	
	三 好 層	20 <sup>m±</sup>	チャートの細 ・ 中 礫	
鮮 新 世	瀬 戸 川 累 層	猪 高 相	砂礫・砂・シルトの互層	
		尾張夾炭相	粘土・砂・砂礫・亜炭	
		水野砂礫相	礫 ・ 砂 ・ シラウキ	
	瀬 戸 陶 土 層 群	水野粘土層	25 <sup>m±</sup>	木節粘土・珪砂・蛙目・青粘土
	八床珪砂層		珪 砂 ・ 蛙 目	
中 新 世	瑞 浪 層 群	品 野 層	30 <sup>m±</sup>	凝灰岩・砂岩・泥岩 (海棲貝化石)
白 亜 紀 後 期	領 家 帯			角閃石・黒雲母花崗岩
	花 崗 岩 類			花崗閃緑岩

## 2-1 花崗岩類

本地域の基盤をなす花崗岩類は、中生代白亜紀後期にかけて形成された粗粒～中粒の角閃石・黒雲母花崗岩～花崗閃緑岩より成り、一部に斑状、それに半花崗岩の分布がある。

この花崗岩は、猿投山地及び飯野川東部に広く露出するが、瀬戸地区では、これより後の時代の堆積物に覆われて潜在的な分布となる。

構成鉱物は、正長石、石英のほか、斜長石、黒雲母及び角閃石を主とし、燐灰石、ジルコン、緑泥石、磁鉄鉱等を伴う。

一般に表面は風化が著しく、特に全体的に変質を受けたものは、“サバ”と称して貴重な窯業資源として活用されている。

## 2-2 品野層

本層は、瀬戸市北部の品野付近に発達する。一般に砂礫層、砂岩、泥岩及び凝灰岩より成り、基盤の花崗岩類を不整合に覆っている。

海成層で海棲貝化石等を含むが、窯業資源としての利用価値はほとんどない。

## 2-3 瀬戸層群

瀬戸層群は、新第三紀鮮新世に形成された地層群で、下部の瀬戸陶土層と上部の矢田川累層に区分され、更に瀬戸陶土層は、八床珪砂層と水野粘土層（広義のもの）に分けられる。この水野粘土層を細分して、水野粘土層（狭義のもの）と本山木節粘土層に分ける方法もあるが、本山木節粘土層は、堆積時のある条件に支配された水野粘土層の一部相とする考え方が一般的である。

図1に瀬戸地域における本層群の代表的な模式柱状図を示す。

### 2-3-1 八床珪砂層

瀬戸陶土層の最下部層で、基盤の花崗岩または品野層を不整合に覆う。瀬戸地域内に広範囲に分布するが、特に五位塚～八床町付近に良く発達し、露出しているところが多い。

本層は、基盤の花崗岩が風化作用により変質し、分級淘汰をあまり受けることなく、元の場所又は比較的近いところに堆積したもので、基盤と接する場合にその境界を明確に区別することは難しい。

全般に珪砂層を主とし、石英又は長石粒を混じえた粘土層がレンズ状の薄層として挟在する。この粘土層は、含まれる石英粒のため、雨に洗われると凸起状の外観を呈し、また、それが、夜、燈火の下で蛙の目のように光を反射するところから、蛙目粘土の呼称が生まれたといわれている。

### 2-3-2 水野粘土層

八床珪砂層の上部に位置し、場所によっては、基盤の花崗岩あるいは品野層を直接覆うこともあるが、八床珪砂層とはほぼ整合漸移の関係にある。

本層は、淡緑ないし灰白色の粘土を主とし、中に細粒砂の薄層を挟む。また、石英の細粒と乳白化した長石の微粒を含み蛙目様を呈する部分も見られる。これらは、よく分級淘汰された堆積物で、下位の八床珪砂層とは、その生成過程において本質的に相違がある。

本層の大きな特徴の一つに、亜炭ないしは炭質木片を伴ない、非常に良く分級淘汰された粘土層を挟有する点が挙げられる。この層は、木節粘土層として知られ、良質のものはほとんど微砂を含まず、優秀な可塑性窯業原料として重宝されている。瀬戸地区では、陣屋～西印所付近に最も広く分布し、かつ規模も大きい。その最厚部は6m内外といわれる。

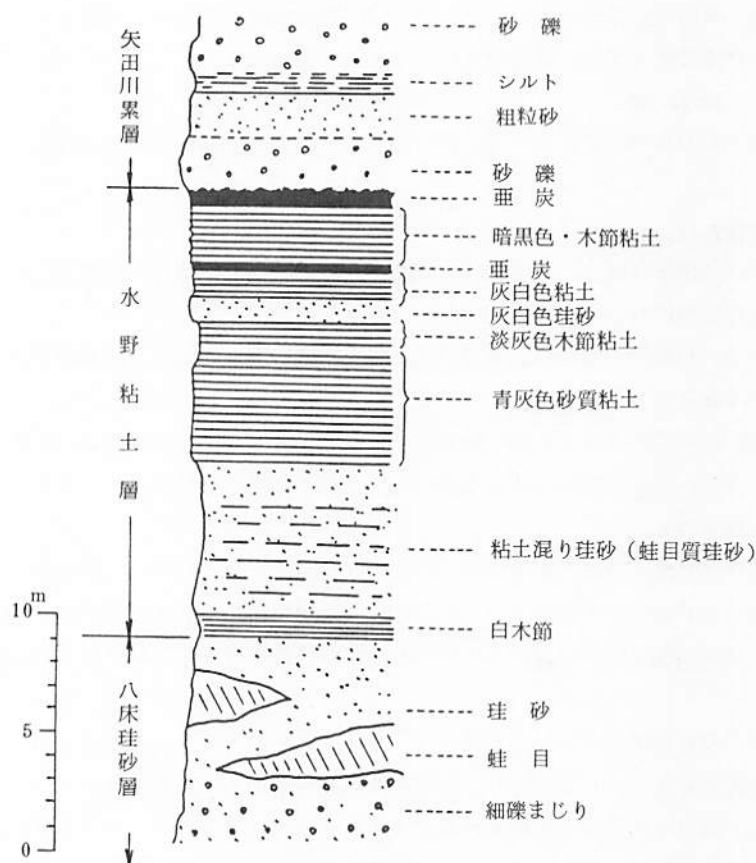


図1 瀬戸地域における瀬戸層群の模式柱状図

一般に、木節粘土層は、水野粘土層の上位にあるが、時に水野粘土層中に挟在したり、下部に位置することもあり、その層準は一定しない。これは、水野粘土層の堆積時に亜炭の様な有機物質の存在等によって部分的に発達したものと考えられ、水野粘土層の一部層とされている。

### 2-3-3 矢田川累層

本層は砂礫層を主とし、これに何層かの砂、シルト、粘土層を挟有し、時に亜炭の薄層、凝灰岩を挟んでいる。礫は、中古生層に由来する中～大礫のチャートを主とし、砂岩、ホルンフェルス、石英斑岩等も含まれる。

本層は、岩相上の違いから、水野砂礫相、尾張夾炭相、猪高相の三つに区分されているが、これらは同時異相の関係にある。このうち、瀬戸地区に分布するのは、主として水野砂礫層である。

水野砂礫層は、下位の瀬戸陶土層から由来した物質を多量に混入しており、特に本層下部には珪砂分の多い砂礫混りの層が形成され、“シラワキ”と称して重要なガラス用原料として採鉱されている。

このシラワキ層のすぐ下には、不透水性の緻密な水野粘土層があり、ここに雨水等によって溶解した重金属類が沈積し、その一部は“鬼板”あるいは“呉須”として産出し、貴重な釉薬や顔料用に利用されている。

## 2-4 洪積層

本層は、第四紀洪積世に属し、三好層、挙母層及び段丘堆積層に区分される。主として猿投地区東部及び南部に分布し、瀬戸地区にはほとんど見られない。

## 2-5 沖積層

地域内の河川に沿って発達する。砂、礫、粘土等より成り、多くが耕地あるいは市街地となっている。

## 3. 鉱床及び鉱物構成

瀬戸地区の採鉱区域は、大まかに、印所～陣屋地区、上水野～穴田地区、品野地区、五位塚～赤津地区の四つに分けられる。

このうち、西印所、背戸側、東安戸、上陣屋地区一帯は、現在、開発の最も進んでいる地域で、瀬戸地区の窯業地下資源の宝庫となっている。

この地区から産出される木節・蛙目粘土は、他には類を見ない高品位のもので、可塑性に富み、耐火度も高く、更には焼成性状にも優れて、一般の陶磁器を始め、ノベリティ、電磁器等の原料として賞用されている。

水野及び品野地区では、窯業資源としての賦存量は少ないが、品質的に前者に及ばず、白土と呼ばれる低品位粘土や珪砂分の多い蛙目や粗土を産し、耐火物用やタイル等に用いられている。また、本地区西部においては、シラワキと称する珪砂を採掘し、板ガラス用原料として利用されている。

五位塚から赤津地区にかけての地域は、かつては良質な陶土の供給地として知られたが、現在はほぼ採掘を完了し、一部に珪砂、蛙目等を採鉱しているに過ぎない。

これらの原料を構成する鉱物は、カオリナイト、ハロイサイト、セリサイト、モンモリロナイトやその他の粘土鉱物、石英、長石、雲母鉱物等である。

一般に品位良好な粘土程、カオリナイトを多く含み、他成分の含まれる割合が小さい。本地区の粘土はカオリナイトを主成分とするが、木節粘土に多く含まれ、蛙目粘土では、石英、長石の割合が増す。

品位の悪い青粘土系になると、カオリナイト、石英、長石のほかに、モンモリロナイトや雲母鉱物が含まれてくる。

珪砂では、石英が大部分を占めるが、長石やカオリナイト等他成分も少なからず混えている。

## 4. 原料とその地域的特徴

### 4-1 原料の生成状況

本邦における窯業資源の貴重な供給源となっている瀬戸層群は、その形成の過程について、これまでさまざまな論議がなされてきた。

松沢らは、岩層の分布状況と地質構造を究明し、特に粘土質層の性質を調べることによって、<sup>(注12)</sup>各岩層の堆積条件と生成の起因を解析した。その中で、瀬戸層群について、下部の瀬戸陶土層が比較的静穏な湖盆内に堆積したのに対し、上部の矢田川累層は、洪氾地性氾濫原の様相を呈し、活発な堆積作用が行なわれたとした。

森は、<sup>(注13)</sup>火山灰層を基準とした層序区分を行い、礫、砂礫層から夾亜炭粘土層へのサイクルを少なくとも7回繰り返しているとした。

稲垣は、鉱物学見地から種々の分析手法を通じて愛知・岐阜両県下の木節粘土の性状を調べ、<sup>(注14)</sup> 瀬戸地区の粘土の特徴を述べた。

藤井は、粘土を構成するカオリン鉱物の種類から、粘土生成の過程の相違を説明した。それによると、カオリン鉱物にはカオリナイトやハロイサイトがあり、同じカオリナイトでも結晶度の良いものとそうでないもの、ハロイサイトの場合も管状のものと団塊状のものがあり、それぞれ区別して考える必要があるとし、総じて経年変化を経た古い時代の粘土層、結晶成長の良いカオリナイトを主成分とする傾向があることを見出した。そして、これを瀬戸地区の粘土資源に当てはめて考え、木節や蛙目粘土を構成する鉱物組成の違いを検討し、堆積時の環境変化を論じた。

松原らは、瀬戸層群の珪砂層中に含まれるシリマナイトの分布状況から、瀬戸陶土層及び矢田川累層の形成過程を推論した。<sup>(注15)</sup> それによると、瀬戸層群下位の瀬戸陶土層は、下部から上部へ一つの堆積輪廻を示し、初期の頃は、中央構造線付近にまで達する広範囲の供給源を持っていたが、しだいに範囲が縮小し、最上部堆積時には、猿投山城を中心とする非常に狭い範囲に限定されたとした。次に、上位の矢田川累層の堆積が始まると、再び供給の範囲が拡大し、瀬戸陶土層初期よりも北寄りに大きく生成し、遠く木曾山中にまでその起源を求めることができた。

堀尾、芝崎らは、瀬戸層群のイルメイトの分布について調べ、<sup>(注16)</sup><sup>(注17)</sup> 下位の瀬戸陶土層中には磁性を有するイルメナイト、上位の矢田川累層中には非磁性のイルメナイトが多く、矢田川累層中に含まれる磁性イルメナイトの含有量は瀬戸陶土層中のものに比べて $\frac{1}{3}$ 程度であると報告した。一方、矢田川累層には、瀬戸陶土層には無いルチルやクロマイトが含まれている。このことから、矢田川累層は、その堆積物の起源を、瀬戸陶土層から約 $\frac{1}{3}$ 、残りをそれ以外で、より広い範囲からの供給物であるとし、ルチルやクロマイトは、瀬戸東方に広く分布する領家変成帯からのものである可能性を示した。

#### 4-2 原料の基礎性状分析

瀬戸地区の粘土質原料の地域の特徴を把握するために、瀬戸層群中に産する代表的な粘土について、その基礎性状を調べる実験を行なった。

実験は、粒度分析、水素イオン濃度(pH)、電気伝導度、比表面積、陽イオン交換容量、可溶性陽イオン量、分散性、X線分析、熱分析、赤外吸収分析、可塑性試験及び走査電子顕微鏡による観察を行った。

粒度分析は、原土の粒子分布を調べるもので、粒子径(単位 $\mu m$ とする)に対する分布の割合を%で示し、累積百分率を求めたものである。ここで、粒子径 $2\mu m$ 以下のものを粘土分と想定した。

水素イオン濃度(以下 pH と表わす)は、原料を純水又は1規定塩化カリウム溶液(1N-KCl と表わす)に分散させ、原料から溶け出したイオンによって示される溶液の酸性、アルカリ性を求めたものである。

電気伝導度も同じく原料を純水に分散させ、その時溶け出したイオンの量によって示される導電率を求めたものである。

比表面積は、粘土粒子の単位重量当たりの表面積を測定したもので、粒子の形状や大きさに依存する。測定法は、一般に行なわれている液体窒素温度で窒素吸着量を測る BET 法に依った。

陽イオン交換容量は、粘土表面に吸着されている陽イオン(ナトリウム、カリウム、カルシウ

ム、マグネシウム、アルミニウム等のイオン)の量を、イオン交換反応によって置換し、1価のイオン量に換算して示したもので、<sup>(注18)</sup>渡辺の方法に従って測定した。

可溶性陽イオン量は、原料に純水、<sup>(注18)</sup>塩酸(HClと表わす)、塩化カリウム、酢酸アンモニウム溶液(NH<sub>4</sub>Acと表わす)等を加え、溶出する陽イオンの量を測定したものである。測定は、各イオンごとに原子吸光分析により求めた。

分散性は、一定量の粘土と水を混ぜ、よく攪拌し、一定時間経過後の粘土と水との混ざり具合を調べるもので、水に対し粘土が均一に混じって全体白濁した感じのもの程良く、逆に粘土と水が直ぐ分離してしまうのは、分散性が悪いと言う。

X線分析は、原料を構成する鉱物組成を調べるものである。

熱分析、赤外吸収分析も原料組成、特に粘土鉱物の挙動を調べるに有効な手段である。

可塑性は、粘土の成形能を左右する重要な因子である。可塑性試験法は、従来より多くの方法が提示されてきたが、<sup>(注19,20)</sup>ここでは、<sup>(注21)</sup>金岡らの提唱したペッファーコルン法を一部改良した方法に依った。

実験に用いた業料は、瀬戸地区で陶磁器原料として普通に用いられている木節及び蛙目粘土、品位のやや落ちる粗土及び白土、珪砂を水洗した残りの粘土で現在未利用のシラワキ粘土である。

これらの分析値及び各実験データを表2並びに図2以下に掲げる。

表2 瀬戸層群中に産する原土の化学分析値

(単位：%)

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Ig. loss
木 節 粘 土	52.4	29.9	0.94	0.60	0.26	0.17	0.09	0.91	15.4
蛙 目 粘 土	67.0	20.5	0.59	0.34	0.14	0.11	0.18	2.97	8.38
粗 土	74.9	15.0	0.45	0.23	0.07	0.08	0.20	3.50	5.42
白 土	67.6	20.8	0.84	0.71	0.10	0.19	0.08	0.99	8.46
シラワキ粘土	80.7	13.6	0.41	0.11	0.04	0.15	0.11	1.46	4.17

#### 4-3 分析結果と考察

以上の実験データを通じて、瀬戸地区の粘土質原料に共通する特徴を述べてみたい。

なお、一部の試験については、ここで用いた5点の試料のほかに、対比のため他地区産出の粘土質原料5点(堆積成因のカオリン系のもの3点、熱水成因のセリサイト系のもの2点)について、これまでに公表されているデータを<sup>(注22,23,24)</sup>基に比較検討した。

##### 4-3-1 粘土量との関係

図2に粒度分析結果を示す。この図から2 $\mu$ m以下を粘土分と想定し、他の分析データとの比較からその妥当性を検討してみる。

原土に含まれる粘土量の把握は、原料特性を掌握する上からも重要で、水籤等により実際に窯業原料として使用する際の品位の目安とされる。

一般に、粒度の細かいものを粘土と称するが、具体的に粒子径がいくつ以下を粘土と規定するかは明確な定義はない。

粘土量の推定方法としては、化学分析、X線分析、熱分析、更には、具体的な観察手段として

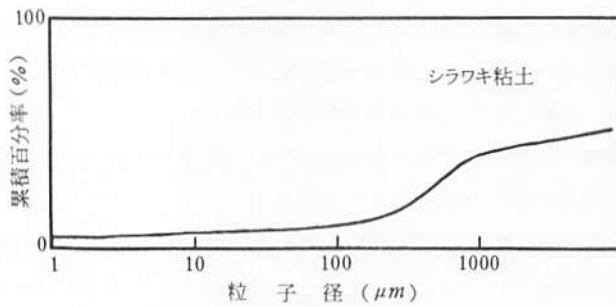
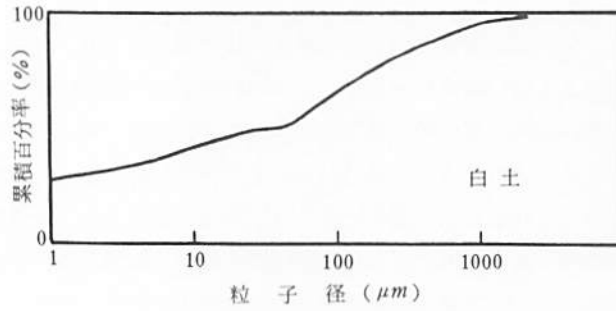
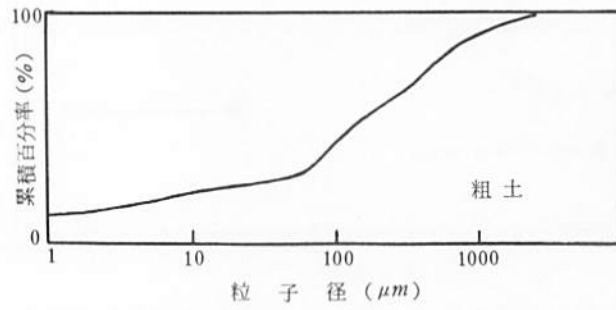
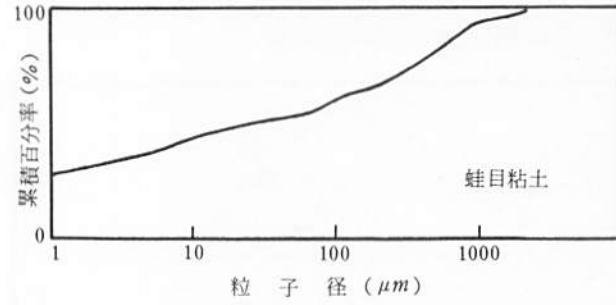
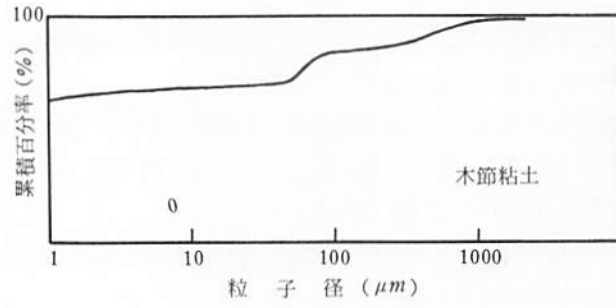


図2 瀬戸地区産原料の粒度分布図

電子顕微鏡等による方法が挙げられるが、ここでは、化学分析値の灼熱減量 (I.g. loss)<sup>※</sup>と粒度分析結果との関係から調べてみることにする。

図2から、粒子径 $2\mu\text{m}$ 以下の全体に対する割合は、木節粘土64.6%、蛙目粘土32.1%、粗土15.1%、白土32.0%、シラワキ粘土6.4%である。ちなみに、粒子径 $10\mu\text{m}$ 以下の割合は、それぞれ69.1%、44.8%、22.6%、42.4%、6.9%となる。

また、表2に示した原土の化学分析値から灼熱減量の値を求め、これと粒度分析から求めた粘土含有量との関係を示したのが図3である。

※ 試料を $1050\sim 1100^{\circ}\text{C}$ に熱した時の重量減

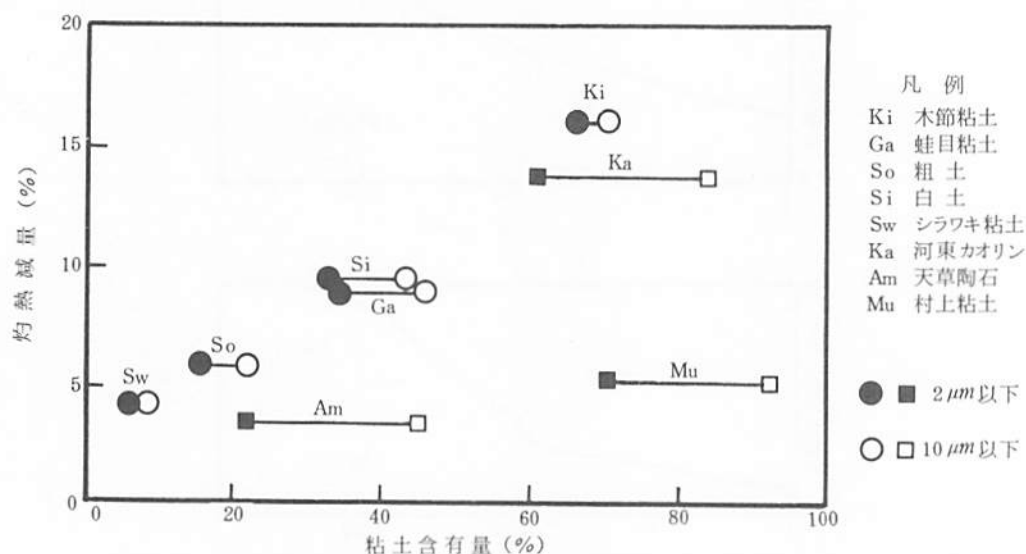


図3 粒度分析から求めた粘土含有量と灼熱減量との関係

図3を眺めてみると、灼熱減量の値と粘土含有量とは比例関係にあり、特に、粒子径 $2\mu\text{m}$ 以下で規定したものとの間により強い関係が見出せた。(これを正の相関関係があると言う。)

一方、対比のため、瀬戸地区以外の粘土質原料についても同様にプロットする(図で□で示すと、これは瀬戸地区のグループの系列からは外れることが判明した。

ここに用いた河東カオリンは、堆積成因のハロイサイトを主成分とし、天草陶石、村上粘土は、ともに熱水成因のセリサイトを主要な構成鉱物としており、微細な石英を含有する。つまり、瀬戸地区の粘土が、堆積成因のカオリナイトを主体とするのに比べて、組成上大きな違いがある。このことが、灼熱減量と粘土量との関係において差が生じた原因と思われる。

同一地域内、すなわち同一堆積盆での堆積物を比較する時、その基礎性状データ間に強い相関が得られることがあり、原料の特性把握に有効な手段となる。

ここで述べた灼熱減量-粘土量の関係がその一例で、分析データから粘土量を推定するのに役立ち、原土の地域的な特徴の相違を掴むことができよう。

#### 4-3-2 pH、電気伝導度、可溶性陽イオン量及び陽イオン交換容量の関係

基礎性状データの相関性については、他にもいくつかの例が挙げられ、その顕著なものについて次に紹介する。



原料を水溶性の溶媒（純水を始め、塩酸、塩化カリウム、酢酸アンモニウム溶液等）に分散させ、原料から溶出するイオンの量を分析する可溶性陽イオン量、陽イオン交換反応にあずかる物質を分析する陽イオン交換容量、その際の pH や電気伝導度を測定し、同一条件で得られたこれらのデータに関連性がないものか調べてみたい。

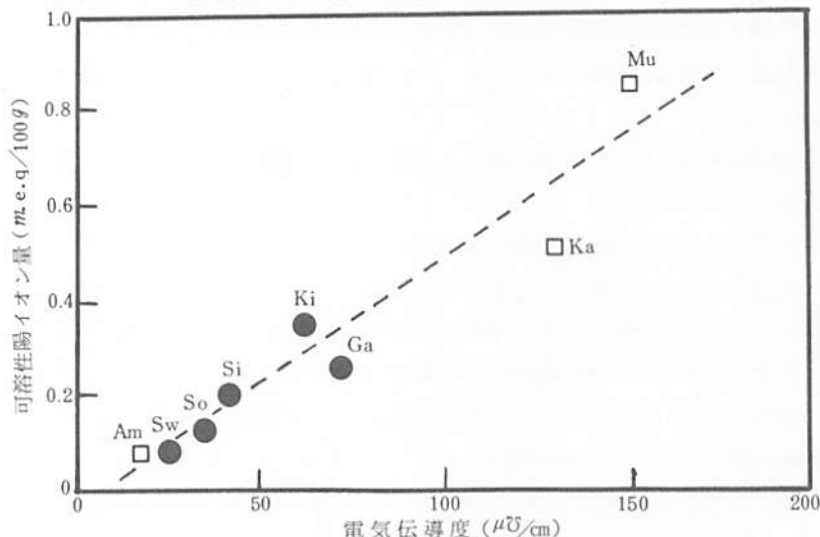


図4 電気伝導度と純水による可溶性陽イオン量との関係

まず、純水によって示される pH、電気伝導度、可溶性陽イオン量の相互関係であるが、図4に示すように、電気伝導度—可溶性陽イオン量の間強い相関が得られた。可溶性陽イオンとは、純水で抽出されたナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、アルミニウム、鉄イオンの総和で、その分析結果を

表3に示した。一方、電気伝導度は、水溶液中に存在する導電性の物質を媒体として伝わる電気を測定したもので、同じく表3にその数値を示した。

この二者の間に強い相関が得られた理由は、純水によって溶出する陽イオンが、そのまま電気を伝える媒体の働きをしたため、電気伝導度の測定により粘土に吸蔵されている可溶性の陽イオン量が推定できるという結果が得られた。

この場合、原料の地域的相違に基づく差は見られず、構成鉱物のカオリナイト系、セリサイト系を問わず一本の直線関係で示されることが特徴である。

一方、pHと可溶性陽イオン量の関係では、はっきりした直線関係が得られなかった。この理由は、pHは、溶出するイオンのうち、水素イオン(H<sup>+</sup>)との関係で示されるものであって、電気伝導度のように全イオンを対象としない。従って、この場合、可溶性陽イオンとして水素イオン量の測定がされていないため、二者にはっきりした相関性が得られなかったものと思われる。

表3 原料の基礎性状分析結果

	pH		電気伝導度 (μS/cm)	比表面積 (m <sup>2</sup> /g)	陽イオン交換容量 (meq/100g)	可溶性陽イオン量		
	純水	Kcl				純水	0.1N-Hcl	1N-NH <sub>4</sub> Ac
木節粘土	5.34	4.28	60.0	37.5	17.2	0.36	7.28	8.96
蛙目粘土	5.10	4.27	74.0	16.0	8.41	0.25	3.59	4.52
粗土	5.89	4.70	35.0	13.8	6.01	0.12	3.73	3.70
白土	5.21	4.32	41.0	16.3	8.40	0.19	3.86	4.89
シラワキ粘土	6.00	4.98	25.3	8.76	3.97	0.08	1.95	2.11

同様に、pH—電気伝導度の相関も低い。

次に、塩酸、塩化カリウム及び酢酸アンモニウム溶液によって溶出する陽イオン量との関係について述べてみよう。

これらの溶媒は、いずれも導電性物質であるため、純水のように溶媒によって抽出された陽イオンのみによる電気伝導度の測定はできない。

pHについては、塩酸抽出による場合は測定されないが、1N-塩化カリウム溶液によって測定したものについて表8に示した。

また、1N-酢酸アンモニウム溶液を用いて、可溶性陽イオン量とともに陽イオン交換容量を測定し、その結果を表8に示した。

ここで、可溶性陽イオン量と陽イオン交換容量の違いを説明する。

可溶性陽イオン量とは、前述のように、溶媒（ここでは1N-酢酸アンモニウム）によって原料から抽出されるあらゆる陽イオンの量を分析したものであるのに対し、陽イオン交換容量は、粘土表面にあって、陽イオン交換反応にあずかる物質のみを対象としたものである。その中には可溶性陽イオン量の測定では検知されない水素イオンや、腐植酸等陽イオン以外のものも含まれている。この可溶性陽イオン量と陽イオン交換容量の関係をグラフ化したものが図5である。

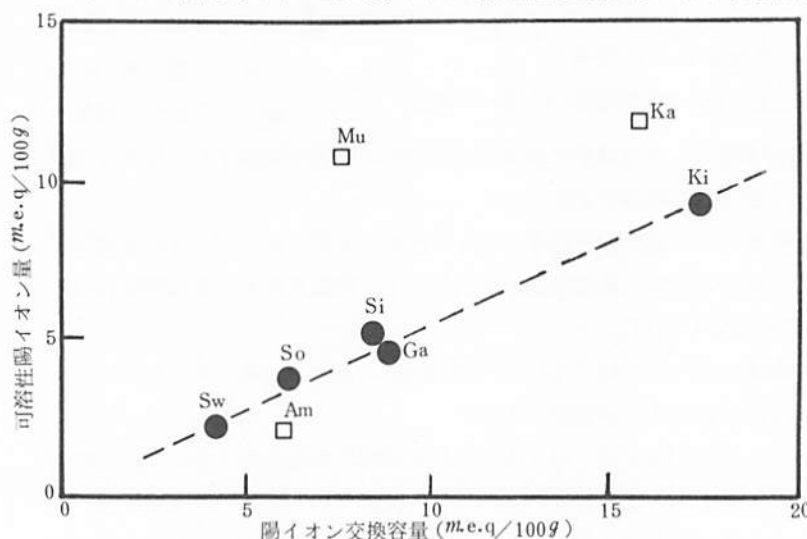


図5 陽イオン交換容量と可溶性陽イオン量との関係

図5から言えることは、瀬戸地区産の原料についてかなり強い相関があり、他地域産のものはこの直線関係から外れる点である。つまり、原料の地域性を考える上で、この可溶性陽イオン量—陽イオン交換容量の関係もまた一つの指標となり得るものであると言えよう。

ここで、可溶性陽イオン量と陽イオン交換

容量の比の値を取り、それを塩基飽和度と規定すれば、瀬戸地区産の粘土質原料は、0.52~0.61の極めて狭い範囲に収斂する。

瀬戸地区と他地域産の原料の特徴的な差について、可溶性イオン量からもう少し深く掘り下げてみよう。

表4に、純水、0.1N-塩酸、1N-酢酸アンモニウム溶液で溶出する各陽イオンを、溶出量の多い順に並べたものを示した。また、それを瀬戸地区と他地区のものに分けた。

表4から、塩酸又は酢酸アンモニウム溶液による溶出では、全般に2価イオンであるカルシウム、マグネシウムイオンが多く、1価のカリウム、ナトリウムイオンは少ない。ただし、純水による溶出では、これが特定されなかった。1価イオンのみに限れば、瀬戸地区産の原料について、

表4 瀬戸地区並びに他地区産出粘土の可溶性陽イオン量の比較

		純 水	0.1N — HCl	1N — NH <sub>4</sub> Ac
瀬戸地区	木節粘土	K > Ca > Na > Mg	Ca > Mg > Al > K > Fe > Na	Ca > Mg > K > Na
	蛙目粘土	K > Ca > Na > Mg	Ca > Mg > K > Al > Fe > Na	Ca > Mg > K > Na
	粗 土	K > Na > Ca > Mg	Ca > K > Mg > Al > Na > Fe	Ca > Mg > K > Na
	白 土	K > Mg > Na > Ca	Mg > Ca > Al > K > Fe > Na	Mg ≈ Ca > K > Na
	シラワキ粘土	Na > K > Mg > Ca	Mg > Ca > Al > K > Na > Fe	Mg > Ca > K > Na
他地区	伊賀木節(三重)	Mg > Ca > Na > K	Ca > Mg > Fe > K > Na > Al	Ca > Mg > Na > K
	原蛙目(岐阜)	Na > Ca > K > Mg	Ca > Mg > K > Fe > Al > Na	Ca > Mg > Na > K
	天草陶石(熊本)	K > Na > Ca ≈ Mg	Al > Mg > K > Ca > Na > Fe	Mg > Ca ≈ K > Na
	村上粘土(新潟)	Na > K > Mg > Ca	Mg > Ca > Na > Fe > Al > K	Mg > Ca > Na > K
	河東カオリン(韓国)	Na > Mg > Ca > K	Al > Mg > Ca > Na > K > Fe	Ca > Mg > Na > K

極めて特徴的な現象が見られた。すなわち、カリウムイオンとナトリウムイオンと比較した場合、シラワキ粘土を除きいずれもカリウムイオンの方が溶出量が多くなった。シラワキ粘土についても、塩酸、酢酸アンモニウム溶液での溶出を見ると、やはりカリウムイオンの方が多い。他地区では、総体にナトリウムイオンの溶出が多く、特に瀬戸地区と隣接する岐阜県原地区の蛙目粘土や三重県の伊賀木節に逆の傾向が見られる点が興味深い。

こうした原因を一義的に理由づけることは難しいが、堆積過程や堆積環境の相違、中でも堆積物の供給源となる地域での元素分布の偏在等が考えられ、地域的な特徴を掴む上で参考となろう。

可溶性陽イオンあるいは陽イオン交換容量の有意性については、原土から粘土分を回収する際の分散特性や凝集性、原料の成形能を左右すると言われる可塑性等の関連で議論され、興味ある結果も報告されている<sup>(注25)</sup>。このうち、可塑性との関係について、次に述べる。

#### 4-3-3 可塑性との関係

可塑性は、原料の成形能を決める上で重要なファクターであるが、従来よりその定義づけが難しく、評価法も定まっていない。

ここでは、金岡らの提唱した方法<sup>(注21)</sup>に基づいて可塑性を測定し、他の基礎性状データとの関連性を追求した。

金岡らの方法は、練り土を円柱状に成形して試験体とし、これに上から力を加えて変形させ、変形比とその時の試料の含水率<sup>※</sup>との関係をグラフに表わすものである。

図6にこの方法に基づいて測定

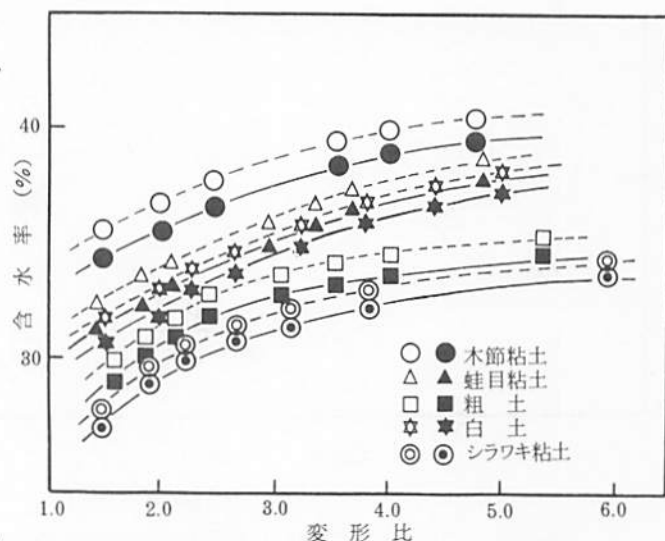


図6 瀬戸地区産原料の可塑性試験結果

した結果を示す。

含水率の求め方は、試料を40℃及び100℃に乾燥し、その時秤量して得た値を成形時の練り土の重量で割ったもので、100℃乾燥における変形比3.3に対する含水率を“可塑含水率”、40℃と100℃乾燥における含水率の差を“保水率”、保水率を可塑性値で割って得た商を“可塑特性値”と定義した。

ここで、40℃及び100℃という温度を基準に考えたのは、実用的な轆轤成形は人間の手で行うことを想定し、その時失なわれる水の温度を40℃としたもので、100℃は試料中の水が全部蒸発し、完全に乾燥した状態を作り出す温度である。

粘土に可塑性をもたらす原因が何であるかは、今世紀半ば頃から解明に向けて研究が行なわれ、

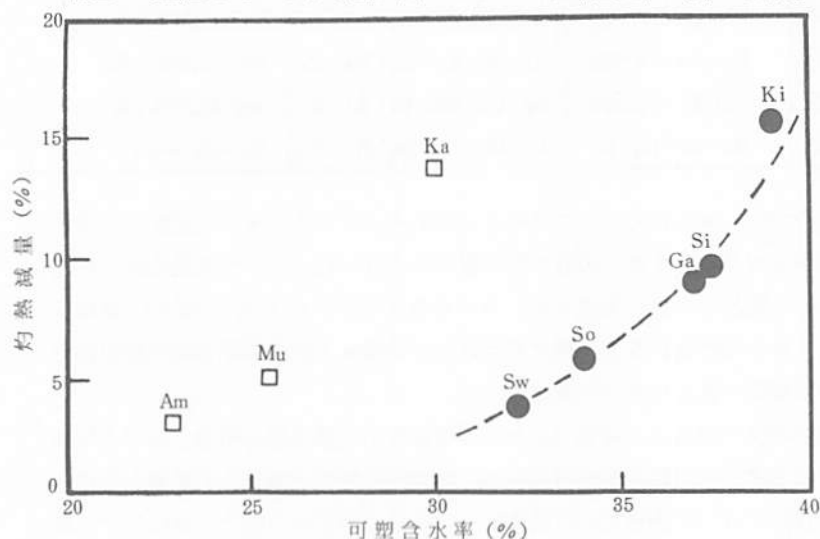


図7 可塑含水率と灼熱減量との関係

粘土鉱物種及びその含有量に支配されるとするもの、粘土表面に由来する可溶性塩類等が関与する考え方、あるいは粘土粒子間を充たす水が間接的な働きをする等いろいろ提言がなされた。

ここでは、これを実証する2～3の例を挙げて説明する。

図7に原料の灼熱減量と可塑含水率の関係を、また、図8には陽イオン交換容量と可塑含水率の関係を示した。いずれも、瀬戸地区のものについては比例関係があり、他地区のものとは際だった特徴を見せている。

4-3-1で瀬戸地区の原料は、灼熱減量の値と粘土含有量との間に強い相関関係があり、特に粒子径 $2\mu\text{m}$ 以下のものにその傾向が強いということを示し、

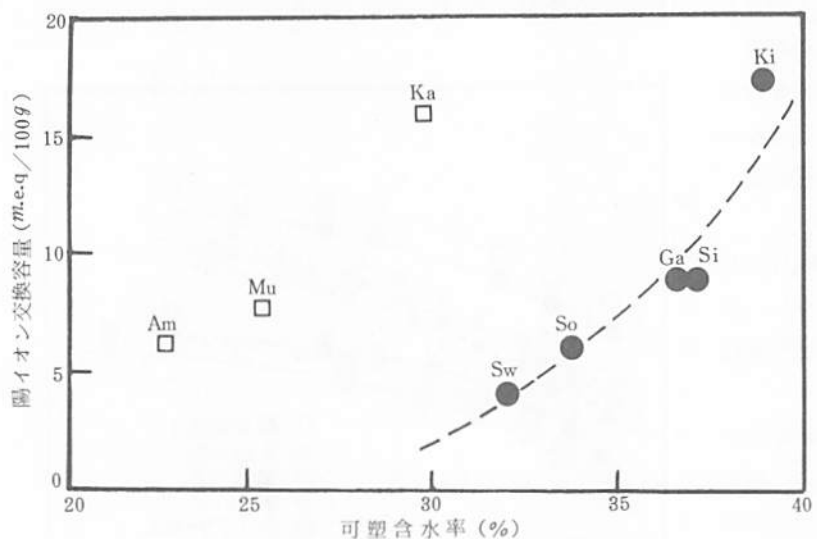


図8 可塑含水率と陽イオン交換容量との関係

※※ 試料中に含まれる水分の割合。乾燥した土を基準にする乾量基準と、湿った土を基準にする湿量基準がある。ここでは、湿量基準に依った。

これは、粘土を粒子径 $2\mu\text{m}$ 以下で想定し、灼熱減量から粘土分を推定する際の良い指標になると述べたが、図7は、可塑性と粘土量の関係においても同様の推察が可能であることを示している。つまり、可塑性は、粒子径 $2\mu\text{m}$ 以下の粘土量によって支配され、同一地区、すなわち同一の粘土鉱物種で構成される原料においては、強い相関関係が見られるということである。

図8から、陽イオン交換容量と可塑性の関係についても同様に説明することができる。

陽イオン交換容量は、粘土の表面性状に由来する因子であることは前に述べたが、この場合に、構成される粘土鉱物の種類によって、あるいは、腐植等の有機物の存在によって大きく影響を受けることが知られている。

可塑性との関係で、瀬戸地区という同一地域内で相関が得られたのは、同地域内の粘土質原料がほぼ同一の鉱物組成であり、木節粘土のような一部のものを除いては腐植の影響もなく、粘土表面上に存在する各イオンの働きによって可塑性が支配されていると考えられよう。

このように、可塑性を可塑含水率で捉えた場合には、原料を構成する粘土鉱物種及びその含有量に大きく依存する。このため、こうした変動の要因を除く目的で可塑性値を求め、各原料について調べてみた。

その結果、木節粘土 2.28%、蛙目粘土 2.12%、粗土 2.19%、白土 2.37%、シラワキ粘土 1.89%となり、瀬戸地区の原料は、極めて狭い範囲に分布することが判った。

ちなみに、他地区の原料についてみると、河東カオリン 4.64%、天草陶石 1.03%、村上粘土 1.88%となり、瀬戸地区のものとは離れた値となった。このことは、原料の地域的な特徴の差異を論ずる場合に、一つの根拠となることを示している。

## 5. ま と め

本報告は、瀬戸地区に産する代表的な粘土質原料を通じて、その基礎性状を調べることにより、地域的な特徴の把握に努めた。

その結果、瀬戸地区の原料は、他地区のものに比べて極めて特徴的な差異が見られ、同地区内の粘土に共通する性質を持つことが明らかになった。

それは、

- (1) 化学分析値の灼熱減量 (I.g. loss) と原土に含有される粘土量とは比例関係にあり、また、原土の可塑性も含有される粘土量によって支配を受ける。
- (2) 瀬戸地区内の粘土は、カオリナイトを主とする粘土鉱物で構成されており、これらを支配する陽イオンとの関係において、可溶性陽イオン量—陽イオン交換容量の間に相関関係が見られた。また、可溶性陽イオンは、他地区のものに比べて、カリウムイオンの溶出が多いのが特徴である。
- (3) 瀬戸地区の粘土を特徴づける指標として、塩基飽和度及び可塑性値を規定した。瀬戸地区の原料は、それぞれ極めて狭い数値範囲に収斂し、他地区のものとは際違った違いを見せるのである。

以上述べた点をふまえ、今後の窯業地下資源の調査並びに原料の有効利用に当って有意義な手段として活用され、ひいては原料生成の解明への一つの手立てとなれば、幸甚である。

## 附 記

この報文をまとめるについて用いた実験データは、名古屋工業技術試験所並びに愛知県瀬戸窯業技術センターに於いて実施したものである。

実験に当り、施設機器等の使用を快諾し、また、貴重な助言と指導を賜った上記関係の方々に厚く御礼申し上げる。

## 文 献

- 注1. 大塚寅雄：「粘土質資源の現状」 耐火物 **26**〔9〕 415～418 (1974)
- 注2. 大塚寅雄：「東海地方における未利用粘土資源」 耐火物 **28**〔2〕 44～47 (1976)
- 注3. 近藤善教：「東海地方の窯業原料 一とくに陶磁器原料について」 セラミックス **10**〔11〕 867～875 (1975)
- 注4. 藤井紀之：「本邦の耐火粘土資源」セラミックス **4**〔12〕 991～1000 (1969)
- 注5. 松原定雄：「瀬戸地区の窯業原料の現状と将来 一採掘鉱区の現実と実態(1)～(3)」 愛陶工時報 第248号～250号 (1982)
- 注6. 愛知県：「窯業地下資源の埋蔵量と今後の開発の方向 一窯業地下資源開発計画一」 (1974)
- 注7. 大塚寅雄、近藤善教、佐々木政次、高田康秀、下坂康哉：「瀬戸市周辺地域の珪砂および耐火粘土資源」 (1968)
- 注8. 岡部賢二、高田康秀、藤井紀之：「瀬戸北部及び藤岡地域の窯業資源調査報告」 (1984)
- 注9. 岡部賢二、高田康秀：「瀬戸市南部、豊田市北部等地域の窯業資源調査」 (1985)
- 注10. 名古屋工業技術試験所：「瀬戸地域における粘土の基礎的性状の調査」 名古屋工業技術試験所調査報告 4610 (1967)
- 注11. 山本隆一、西村幸雄、服部隆史、加藤昌司：「瀬戸市地域産粘土の性状の相関性 その1～その4」 名古屋工業技術試験所報告 **17, 18** (1969)
- 注12. 松沢勲、嘉藤良次郎、桑原徹、木村敏雄、植村武、都築芳郎：「猿投山南西部地域の地質 一特に陶器原料粘土の地質一」 愛知県知多古窯址群 第Ⅱ編 5～39 (1960)
- 注13. 森忍：「名古屋市東部の瀬戸層群矢田川累層」 地質学雑誌 **77**〔10〕 635～644 (1971)
- 注14. 稲垣甲子郎：「愛知・岐阜県下の木節粘土について」 材料試験 **8**〔73〕 773～777 (1959)
- 注15. 松原義雄、横田信行：「瀬戸市周辺地域の珪砂中のシリマナイトの分布について」 旭硝子研究報告 **24**〔1〕 97～110 (1974)
- 注16. 堀尾正和、水田博之、芝崎靖雄、前田武久、金岡繁人、町田充秀、齋前峰：「重鉱物から推定した瀬戸層群の堆積物の起源」 名古屋工業技術試験所報告 **30**〔2〕 47～51 (1981)
- 注17. 芝崎靖雄、前田武久、堀尾正和、齋前峰：「瀬戸層群中の重鉱物、特にイルメナイト」 鉱物学雑誌 **14**〔3〕 188～196 (1979)
- 注18. 渡辺裕：「粘土の塩基性置換容量の測定法」 粘土科学 **1** 23～26 (1961)
- 注19. A. Atterberg：Inter. Mitt. Bodenk., **1** 4～37 (1911)
- 注20. K. Pfefferkorn：SprchsaaI, **57** 297～299 (1924)
- 注21. 金岡繁人、芝崎靖雄、前田武久、渡村信治、照屋善義、神野好孝：「陶磁器素地のPfefferkorn法およびAtterberg法による可塑性の評価」 粘土科学 **21**〔2〕 37～46 (1981)
- 注22. 芝崎靖雄、前田武久、渡村信治：「陶磁器用粘土の分類と評価」 窯業協会誌 **92**〔2〕 77～82 (1984)
- 注23. 前田武久、堀尾正和、渡辺栄次、芝崎靖雄、熊谷哉：「瀬戸・東濃・伊賀産粘土の可溶成分の特徴」 第32回名工試研究発表会予稿集 42～43 (1982)
- 注24. 芝崎靖雄、渡村信治、水田博之、前田武久、中川定信：「陶磁器用可塑性粘土の特徴と分類」 第33回名工試研究発表会予稿集 115～116 (1982)
- 注25. 堀尾正和、渡辺栄次、前田武久、芝崎靖雄、中川定信：「粘土(原土)の分散特性と可溶性イオンの関係」 第33回名工試研究発表会予稿集 113～114 (1982)
- 注26. 芝崎靖雄：「セラミックスの可塑性」 工業技術〔2〕 61～65 (1985)