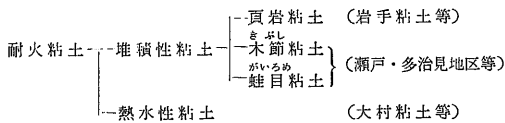


日本の耐火粘土

藤井紀之

まえがき

耐火粘土とは、読んで字のとおり高い耐火度を有する粘土のことで、通常はSK 26以上、鉱業法ではSK 31以上のものを意味している。このSKとはゼーゲルコーン(Seger's Cone)法により測定した耐火度のことでSK 26では1590°C、SK 31は1690°Cまでの高温に耐えることを示している。しかし耐火度は必ずしも粘土の品位を示す絶対のものではない。用途によってはむしろ気孔率、熱膨脹収縮、可塑性等の諸物理性の方が問題にされる場合があり、ある粘土が耐火物として適するかどうかは多くの詳細な実験の結果決め得るものであることを忘れてはならない。さて、わが国の耐火粘土を分類すると次のようになる。



頁岩粘土とは、堆積性粘土の中でも岩質が硬く可塑性に乏しいものを指すが、それほど明確な定義ではない。日本では古第3紀の夾炭層に伴う岩手粘土、筑豊粘土、磐城粘土などがこれに該当する。また現在高級耐火物としてアメリカ、中国などから輸入されているのは頁岩粘土の中でも硬質粘土(flint clay)あるいは礬土頁岩と呼ばれるもので、時代的には古生代、中生代に属している。木節粘土および蛙目粘土はわが国の耐火粘土で最も主要なもので、名古屋周辺の瀬戸・多治見地区および三重県におもに産出する。木節粘土とは粘土の中に炭質物の破片を含むもので、多くは黒色、チョコレート色、青褐色などを呈しきわめて可塑性に富んでいる。蛙目粘土は石英粒を含む粘土で、雨に打たれるとあたかも蛙の目のように石英粒が突出する所からこの呼び名がうまれた。蛙目粘土は水簸して粘土と石英を分離し、それぞれ耐火粘土および珪砂として利用している。なお木節粘土と蛙目粘土は共に瀬戸陶土層あるいは土岐口陶土層と呼ばれる鮮新世の地層から産出するがこの地層からは他に大部分石英粒からなる天然珪砂が採掘されている。この天然珪砂と蛙目粘土との関係は渾然としていて区別し難いが、石英の含有量から、お

よそ、次のような分類が行なわれている。

	蛙目粘土	天然珪砂
石英の含有量	30～50%	50% <

これらの堆積性粘土は、鉱床の規模も大きく、性質も比較的安定しているため、現在耐火粘土として開発されているものの大部分はこれに属している。一方、熱水性粘土は、鉱床の規模が小さく、性質の変化も激しいが、比較的良質の粘土を産するため、いわゆる「カオリン」として陶磁器、製紙用粉材、農薬などに利用されている場合が多く、耐火物として使用されているものは、「大村粘土」、「上信粘土」など2～3を数えるに過ぎない。ここでは説明の便宜上、熱水性粘土の中で耐火物原料となるもののみをとり上げることにする。上記各種の耐火粘土を構成するのは、主としてカオリナイト、ハロイサイトなどのカオリン鉱物であるが、堆積性粘土の場合には「Fireclay」と呼ばれるカオリナイトの中でもやや結晶の不規則な粘土鉱物に一部ハロイサイトを混えるものが多く、熱水性粘土で耐火物に使用されているものは、いずれも大部分ハロイサイトからなっている。

生産と需要

1) 最近の動向

最近の耐火粘土の生産を見ると、この3年の間に急激な増加が見られる。(第1表)

年 別	32年	33年	34年	35年	36年
生産量(トン)	743,058	558,207	720,080	826,023	1,002,389
指 数	100	75	97	111	139

(註・通産省鉱山局の資料による)

これは35年以後の各産業の異常な膨脹によるものであるが、中でも鉄鋼業の影響はきわめて大きい。これは耐火粘土の全生産量の6割近くが耐火レンガ用に向けられ(第2表)、一方耐火レンガの用途別比率では、鉄鋼業に使用されるものが7割を占めている(第3表)ことから明らかである。この他生産統計には現われないが、造塊用レンガに用いられる耐火度の低い粘土質原料も大量に生産されている(後述)ので、耐火粘土鉱業の消長はその半ば以上までが鉄鋼業により支配されている、と言って差し支えない。したがって本年度のような鉄鋼業の不況時には、各鉱山共軒並みに著しい減産となったようである。

2) 何がどこでおもに生産されるか

次に36年度における耐火粘土の種類別、地域別の生産を見ると、第4表、第5表に示すとおり、木節粘土およ

用途	耐火レンガ	陶磁器	さや	るつぼ	製紙	農業	製糸	碍子	衛生陶器 タイル	鋳造粘結 用その他	計
34年度	58.6	16.5	1.3	6.8	3.1	0.1	0.1	0.7	8.3	4.5	100.0
35年度	56.1	15.1	1.4	7.7	3.6	1.2	—	0.3	9.6	5.0	100.0

←第2表
耐火粘土の用途別生産比率(単位%)

(註)：通産省鉱山局の資料による

第3表 耐火レンガの需要区分別出荷比率

需要区分	33年		34年		35年	
	数量(トン)	%	数量(トン)	%	数量(トン)	%
鉄鋼	545,928	67.7	809,801	72.2	1,070,871	71.4
機械	33,923	4.2	45,711	4.1	61,410	4.2
非鉄金属	17,406	2.2	27,391	2.4	37,092	2.4
化学肥料	6,368	0.8	5,512	0.5	8,603	0.6
化学工業	20,148	2.4	25,643	2.3	40,917	2.7
窯業	65,646	8.1	81,439	7.3	120,731	8.1
ガス	32,305	4.0	21,398	1.9	20,400	1.3
輸送	5,069	0.6	8,074	0.7	17,543	1.2
その他(自家消費を含む)	80,283	10.0	96,653	8.6	121,982	8.1
合計	807,071	100.0	1,121,622	100.0	1,499,550	100.0

(註) 窯業統計年報(1962)による

び蛙目粘土が全体の74%を占め、しかもそのほとんどが愛知岐阜三重の3県に集中している。この他頁岩粘土では岩手福岡両県の比重が大きく、熱水性粘土では長崎県が93%と圧倒的な比率を占めている。前者では岩手粘土と筑豊粘土がおもだったものであり、後者では大村粘土がその代表である。このような地域的な偏りは必然的に特定地域に関連工業の集中を招き、さらにこれに伴って鉱床の開発利用の面でも大きな隔差を生ずるに至っている。このことについてはさらに各地区別の鉱床を説明する時に改めて述べることにしたい。

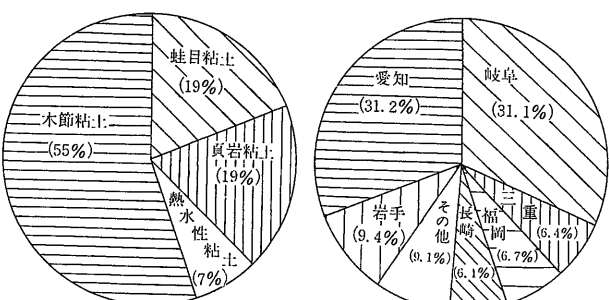
3) どの位輸入されているか

わが国の耐火粘土の開発は古くから行なわれ、ごく良

第4表 耐火粘土の種類別・地区別生産量

地区別	岩手	福島	愛知	岐阜	三重	福岡	長崎	その他	計
頁岩粘土	83,697	27,447				58,447			169,589
木節粘土			195,745	192,977	53,293			44,810	486,825
蛙目粘土			79,944	80,358	3,518			3,787	167,609
熱水性粘土							52,999	4,073	57,072
計	83,697	27,447	275,689	273,335	56,811	58,447	52,999	52,670	881,093

(註) 鉱山製錬所別生産統計年報(36年)による。一部耐火粘土に該当しないものおよびカオリンを除いた。したがって生産総量は第1表より少なくなっている。



第5表 耐火粘土の地区別・種類別生産比率

質のもの以外は質量共に豊富なため、外国産の粘土質耐火物原料としては高品位の頁岩粘土、硬質粘土、ろう石などが6万トン程度輸入されているに過ぎない。これら輸入原料はもっぱら高炉、熱風炉などの建設用炉材として使用されている。第6表に最近の輸入実績を示す。

4) ろう石とシャモット

なおここでろう石のことに一言触れておかねばならない。ろう石はわが国独特の耐火物原料であって、耐火粘土と共に粘土質耐火レンガの主原料となっている。詳細については別項に譲るが、粘土質耐火物に使用されている原料の比率は、ろう石55%に対し耐火粘土45%(昭和35年)となっている。ろう石の場合耐火粘土にくらべ耐火度は若干低いものが多いが、高温における収縮が少ないので、生のままレンガに使用できるのが特長で、一方耐火粘土はおもにカオリン鉱物からなるので、焼成に際して収縮が激しく、生のままでは使用できない所に大きな相違がある。したがって耐火粘土はいったん1,200°C~1,400°Cに焼成してシャモットを作り、収縮性をなくしてから使用するわけである。

第6表 最近の耐火物原料輸入量

種類	産地	原料名	34年度(トン)	35年度(トン)	36年度(トン)
粘土	韓国	声山ろう石	3,200	7,250	2,350
		東炭ろう石	3,368	2,905	4,310
		その他ろう石		1,100	600
耐火物	北米	アイオン・フリントクレイ	13,224	23,410	9,650
		ミズリー・フリントクレイ	600	1,500	1,508
		ライレイ・クレイ		1,000	983
		ケンタッキー・フリントクレイ	4,044		5,048
耐火物	チェコ	ソフトクレイ	2,926	1,500	2,549
		焼クレイ	20,620	15,540	3,000
		南ア	オタビ・クレイ他	3,350	1,615
耐火物	南ア	焼クレイ	11,551	11,362	26,850
		小計	62,883	67,182	60,848
高アルミナ耐火物	インド	髒土頁岩			
		カイヤナイト			
耐火物	南ア	シリマナイト	36,303	32,167	53,225
		アンダルサイト			
耐火物	南米等	ボーキサイトシャモット等			
		中国	マグネシウムシャモット	117,683	101,329
耐火物	北朝鮮	クロム等			
		米国等			
総計			216,869	200,678	233,029

(註) 窯業統計年報による

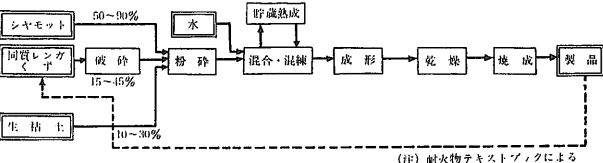
どのように使用されるか(耐火物の場合)

耐火粘土はさきに述べたように耐火レンガだけでなく陶磁器 タイル るつば 鑄型粘結剤などきわめて用途の広いものであるが ここでそのすべてを書き尽くすことは不可能なので そのおもな用途である耐火レンガにおいて 粘土がどのように またどの部門に使用されているかという点について述べることにする。

1) 粘土質耐火物の造り方

耐火粘土を耐火物原料として使用するには 大きく分けてシャモットに焼いて 主原料 に用いる場合と生粘土のまま 結合剤 として用いる場合の2つがある。

第1図 シャモット質耐火物製造工程図



基本的な製造工程は第1図の通りで ろう石レンガの場合には 主原料にろう石と同質レンガ屑を用い結合剤としてろう石質粘土または生粘土を5~20%加えるわけである。 各種の耐火粘土のうち 頁岩粘土の大部分と熱水性粘土は シモヤットに焼成して主原料に供され 木節粘土はほとんどが生粘土として結合剤に使用される。 蛙目粘土は焼成してシャモットに用いるものと 生粘土のまま用いるものがあり 比較的高級なノズル・ストッパーレンガ(後述)などに使用される。 レンガの製造に当ってはこれら原料の配合比率粒度配合 各種の成形法 焼成法など複雑な問題が多く 原料の品質管理も今後益々重要になろう。

2) 粘土質耐火物の占める位置

それでは粘土質耐火物は耐火レンガの中でどの程度の比重を占め またどの部門に多く使用されているだろうか。 第7表は最近の各種レンガの生産量を示したものであるが 粘土質レンガの生産が最も多く 実に3分の2を占めている。(生産金額では45%

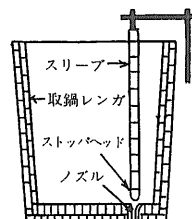
内外) これは主として原料が豊富低廉なことによるが その特性上使用される分野もきわめて広く 耐火レンガの中で最も重要なものの1つ である。

粘土質レンガは製法(原料および粒度配合 成形法 焼成温度など)により種々の異なった性質のものが得られるので その特性を一言で述べることはむずかしい。 しかし従来のように 耐火度さえ高ければ良いとされた時代はすでに過ぎ むしろレンガの組織や物理的性質が大きくクローズアップされてきている。 たとえば 鉄鋼工業用炉材の中でも 造塊用レンガは最も消耗が激しいため 必然的に低廉な粘土質レンガをおもに使用している。

(註) 造塊用レンガには 次の各種がある(第2図)

- ① 取鍋レンガ：精錬を終った溶鋼を受けて運搬する取鍋の内張りに使用する
- ② スリーブレンガ：取鍋のストッパー(湯止棒)をおおもの
- ③ ノズル・ストッパーレンガ：ストッパーの先端につけられるストッパーヘッドと ノズル(湯口)を組み合わせたもの 造塊作業に最も重要なレンガで とくに優秀な物が要求される
- ④ 湯道レンガ：溶鋼を取鍋から鑄型へ注入する誘導路

第2図 取鍋の構造



第7表 各種耐火レンガの生産量と金額

製品区分	34年		35年		36年			
	数量(トン)	%	数量(トン)	%	数量(トン)	%	金額(千円)	%
粘土(含ろう石)	751,191	66.7	1,033,409	67.8	1,140,202	66.1	18,081,496	43.9
珪石	131,056	11.6	153,612	10.1	160,136	9.3	3,271,568	8.0
高アルミナ	37,541	3.4	54,166	3.6	63,483	3.7	2,710,830	6.6
電鍍高アルミナ	2,491	0.2	3,619	0.2	4,659	0.3	645,060	1.6
クロム	9,363	0.8	10,134	0.7	9,256	0.5	249,640	0.6
クロ・マグ	61,145	5.4	59,105	3.9	66,294	3.9	2,594,399	6.3
マグネシヤ	7,130	0.7	13,173	0.8	19,602	1.1	1,113,867	2.7
マグ・クロ	97,646	8.7	145,830	9.6	175,820	10.2	8,033,647	19.5
フォルステライト	1,411	0.1	1,486	0.1	665	—	26,597	0.1
炭素(含黒鉛)	1,090	0.1	2,058	0.2	1,447	0.1	126,709	0.3
炭化珪素	8,859	0.8	12,537	0.8	20,513	1.2	1,485,938	3.6
ドロマイト	6,394	0.5	14,730	0.9	28,369	1.6	1,202,800	2.9
耐火断熱	9,053	0.8	16,758	1.2	30,488	1.8	1,127,347	2.7
その他	1,303	0.2	1,511	0.1	2,912	0.2	492,281	1.2
計	1,125,678	100.0	1,522,128	100.0	1,723,846	100.0	41,162,179	100.0

(註) 窯業統計年報による ただし不定形耐火物を除く

第8表 各種造塊用レンガの品質例

種 別	損傷の主因	使用耐火物(例)	品 質 例						使用回数
			SK	気孔率 (%)	荷重軟化点 (°C)	圧縮強さ (kg/cm ²)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	
取鍋レンガ	溶 損	ろう石質レンガ	26~28	10~15	1300~1400	500~1000	70~75	18~23	15~20
		シャモット質レンガ	31~33	12~18	1350~1450	400~800	60~65	30~37	
ストップパーヘッドスリーブレンガ	割れ・溶損	シャモット質レンガ	32~33	14~18	1350~1400	350~500	55~60	35~40	1~3
		粘土質レンガ	32	23~27	1350~1380	250~350	60~65	30~35	1
湯道レンガ	割れ・溶損	粘土質レンガ	27~30	22~28		200~400	60~75	25~30	1

(註) 耐火物テキストブックによる

各種造塊用レンガの品質例 寿命は第8表に示すとおりで 1回限りしか使用しない物が多い。

- (3) 瀬戸・多治見地区の木節および蛙目粘土
- (4) 大村粘土

中でも湯道レンガなどは耐火度はそれほど重視せずむしろ割れて湯が洩れたり 溶損により不良鋼塊を作ったりすることの方が問題となる。最近よく使用されているのは ろう石鉱床周辺の石英・絹雲母質岩 木節粘土と同じ地層から産出する石英質の砂を含むシルトなどおよそ耐火物原料としては問題にならなかったようなものが多い。これらの原料は普通の耐火粘土などより石英を多く含み また少量の雲母鉱物を混えている。そのため焼結性がよくまたレンガの表面がガラス化して保護層を作るので かえって溶損によく耐えるという特性を持っている。普通のシャモット質レンガの場合には耐火度は若干高くとも気孔率が大きいので 空隙からマトリックスの部分が侵されて溶損が激しくなると言われる。これらの造塊用レンガの消費量はばく大なもので36年の粘土質レンガの総生産量 114万トンの中 湯道レンガとスリーブレンガの合計が28万トン(約25%)に達する(耐火煉瓦協会調べ) ことを見てもその比重の大きいことが理解できよう。

このように耐火レンガは 用途によって要求される性質が異なっている。このことは鉱床の開発にも大きく影響するわけで それぞれの鉱床に関して鉱物組成 粒度組成などと物理的性質との関係について 新たな角度から基礎的な研究を行なう必要がある。

日本の耐火粘土鉱床

すでに説明したように わが国の耐火粘土鉱床のほとんどは堆積性であり その分布状態にはいちじるしい地域的片寄りが見られる。これはもちろん埋蔵量の多少にも左右されているが 産業の構造から受ける影響 利用研究の未発達など 人為的な原因も見のがすことにはできない。ここでは 代表的な鉱床として

- (1) 岩手粘土
- (2) 筑豊粘土

の4鉱床について それぞれの地域・鉱床の持つ特性を紹介して見よう。ちなみに上記4地区の生産量は わが国の耐火粘土総生産量の80%以上に当り これに三重県(3)と同様の鉱床を加えれば 実に90%以上を占めている。

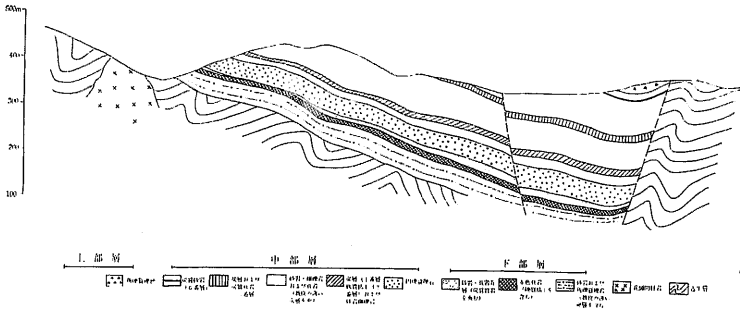
(1) 岩手粘土

戦時中日本の耐火物業界は 高炉用 熱風炉用 セメントキルン用などに用いる高級粘土質レンガ 高アルミナ質レンガの原料をすべて満洲の礬土頁岩 復州粘土などに依存してきた。そして終戦でこれ等原料の輸入が途絶えたため それに代るべき原料として研究の対象に取り上げられたのが岩手粘土である。それ以来多くの研究がなされてきたが 現在なお未解決の問題が多い。

岩手粘土は北上山地の中心部にあり 宮古港まで陸路で約60kmの距離がある。日本有数の高耐火度を有する鉱床をかかえ単一鉱山としては随一の出鉱実績(最盛時は月産約1万トン)があるにもかかわらず このような地理的条件 および付近に耐火レンガ工場が少ないという 立地条件が大きな制約となっている。

付近の地質はほとんど古生層および花崗岩類からなり その中に孤立して古第3紀層が北西から南東へ伸びる狭溢な地域に分布している。第3図に示すように古第3紀層は 10数枚の薄い炭層を夾み 礫質岩に富んだ陸成層で下部 中部 上部の3部層に分けられる。現在採掘されているのは 下部層の硬質粘土層 中部層の1番層(ほとんど石炭 まれに軟質粘土を夾む) および2番層(軟質粘土)である。

この中で軟質粘土は戦前(昭和8年)から開発され シャモットとして また一部は生粘土として広く利用されている。硬質粘土が採掘されるようになったのは比較的最近(昭和26年頃)のことで 高い耐火度を有する(SK34~36) ことで知られている。硬質粘土層は厚さ10m以上の特長ある赤色頁岩層の上位にあり きわめ



← 第3図
岩手粘土鉱床地質断面図

第9表
岩手粘土化学分析表

銘柄別	化学組成							SK	おもな組成鉱物
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	Ig.loss		
硬質1号粘土	37.98	41.81	1.44	0.08	0.09	1.06	17.09	36	カオリナイト・ギブサイト(石英)(銳錐石?)
〃 2号粘土	43.12	37.91	1.81	—	0.20	0.32	16.50	35	カオリナイト(石英)(銳錐石?)
軟質A粘土	56.42	34.82	2.54	0.56	0.64	—	14.60	33	カオリナイト・石英
〃 A ₂ 粘土	50.32	31.04	2.31	0.26	0.56	—	12.10	32	カオリナイト・石英

(註) 日本粘土鉱業(株)提供

緻密 堅硬でろう感がある。 赤色頁岩との関係は漸移的で この両者は成因的にもある特殊な堆積環境を示すものと考えられる。 硬質粘土層の一部に灰白色の斑点を有する部分があり SK 36 の高耐火度を有する。 これが硬質1号粘土で白色斑点はギブサイトである。 他の大部分は硬質2号粘土と称し ロータリーキルンで焼成しシャモットとして出荷されている。 第9表は各種粘土の分析結果であるが 硬質粘土は高耐火度を有するにもかかわらず その物理性にはなお問題があるとされており 選別法 焼成法などについてさらに根本的な検討が要望されている。

なお 硬質粘土層下盤の赤色頁岩も SK 32 前後の耐火度があり その他5番層など未開発の鉱床も多いのでこれら低品位鉱石の利用研究も今後の課題の1であろう。

岩手軟質粘土と類似のものは久慈粘土 磐城粘土などにも見出される。 また久慈市畑田において最近発見された久慈硬質粘土は外観も岩手硬質粘土と酷似し 地質的にもほぼ同一の層準にある。 耐火度は若干低い(SK 32~34) ようであるが 今後の開発が期待される鉱床の

1つである。

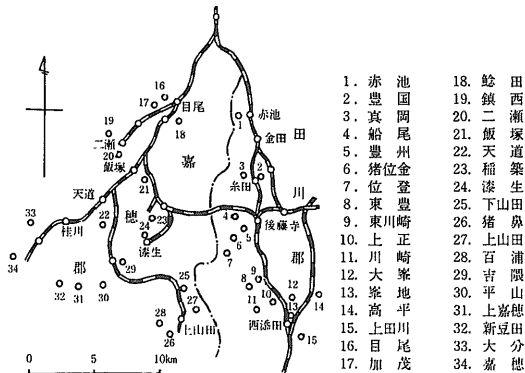
(2) 筑豊粘土

いわゆる筑豊粘土と呼ばれるものは 夾炭層に伴って産する炭質頁岩であって 古第3紀層最下の大焼層から産する。 大焼層上位の本層 上石層などにも若干賦存しているが 良質のものは少ないようである。

第4図は 南部筑豊炭田のおもな炭鉱分布図で 耐火粘土の分布もほぼこの範囲に限られている。 この地区の耐火粘土は ほとんどがシャモットに焼成して耐火原料に使用されるが そのやり方はきわめて原始的で 品質の管理なども 全く不じゅうぶんなものである。

シャモット用原料は まず篩分けによって粉末を除き(歩留り約50%) さらに手選を行なった鉱石を野外で50日~70日の日数をかけて緩慢な野焼きを行なう。 焼成を終ったものは再度篩分け および手選で選鉱し出荷される。 また生粘土は耐火粘土層で風化したものを目尾地区などで採掘している。 この種粘土の生産は今の所未だ少なく 年産2,500トン(35年度)程度である。

第10表は各地の粘土およびシャモットの分析例であるが 何れもカオリナイトと石英を主成分とし 褐鉄鉱



第4図 南部筑豊炭田炭鉱分布図(村岡原図)

1. 赤池
2. 真岡
3. 給尾
4. 猪位
5. 豊登
6. 位登
7. 東川崎
8. 上正崎
9. 川崎
10. 大峯
11. 平地
12. 上田
13. 目尾
14. 加茂
15. 池田
16. 二瀬
17. 飯塚
18. 天塚
19. 天塚
20. 天塚
21. 天塚
22. 天塚
23. 天塚
24. 天塚
25. 天塚
26. 天塚
27. 天塚
28. 天塚
29. 天塚
30. 天塚
31. 天塚
32. 天塚
33. 天塚
34. 天塚

第10表 筑豊粘土の分析例

産地	赤池(小峠)	池田	池田	池田	池田	池田	池田	池田	池田	池田	池田	池田	池田	池田	池田	池田	池田	池田	池田
SiO ₂	49.60	49.30	52.77	55.22	53.26	47.05	45.40	45.66	47.80										
Al ₂ O ₃	32.53	35.83	30.17	43.36	42.80	33.63	35.47	35.75	35.40										
Fe ₂ O ₃	1.85	0.74	2.03	1.10	3.43	1.43	1.61	—	1.24										
MgO	—	—	0.44	0.06	0.10	0.31	0.40	—	0.79										
CaO	—	—	0.08	0.30	0.40	0.37	0.95	—	0.37										
Ig loss	14.36	12.39	13.00	—	—	15.16	17.74	16.89	14.40										
SK	34 ⁻	33	32	34 ⁺	33 ⁺	36 ⁻			35.0										

(註) 村岡誠「本邦の耐火粘土について」による

および炭質物を含んでいる。

この地区の粘土鉱業の特長は何と言っても 石炭産業に付随して発達してきたという特殊性にある。現在約20企業がシャモット製造を行なっているが 何れも炭鉱から原料の“ボタ”を買鉱したり あるいは“ボタ山”をそのまま買って選別したりしており 直接採掘している企業は少ない。

従って最近のエネルギー革命の結果 炭鉱の閉山が相次ぐ現状では残されたボタ山以外は新たな原料の確保は全く望めないことになり 粘土鉱業自体が独立して新たな道を拓く 必要に迫られている。このことは産炭地振興の一課題としても採り上げられているが 何れにしてもじゅうぶんな調査と利用研究を基礎として 原料の採掘から焼成まで一貫して行なうような企業形態が望ましい。従来のやり方では今後益々問題にされると思われる “原料の品質管理” をじゅうぶんに行なうことは困難であろう。

(3) 瀬戸・多治見地区の木節および蛙目粘土

瀬戸・多治見地区は「瀬戸焼」の名で周知のように日本における陶磁器産業の大中心地であり 名古屋を含めた周辺地には 大小の陶磁器メーカーが群集している。そして原料面でその骨格をなしているのが 同地区で古くから開発されてきた木節および蛙目粘土である。この地区にはその他耐火レンガ タイル 磚子 珪瑯など各種のメーカーが集中している。このような産業面

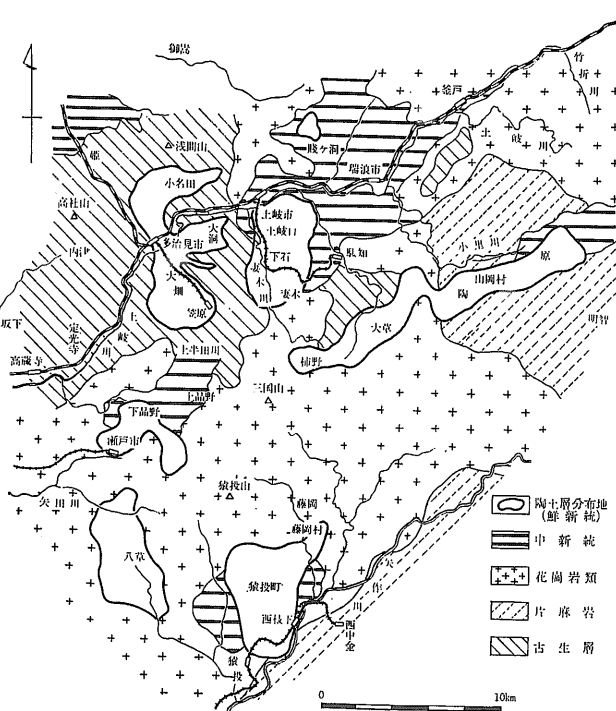
第11表 瀬戸層群 対比表	鮮新統 ┌ 瀬戸層群 │ 上部 └ 下部	土岐累層	矢田川累層
		土岐口陶土層	瀬戸陶土層
	地区名	多治見・土岐	瀬戸・猿投

での立地条件はこの地区の窯業原料の開発にも大きな有利性をもたらした。事実資源が有効に開発されている(未だ検討の余地はじゅうぶんあるにしても)という点は その規模といい種類といい 他の地区に見られない大きな特色といってよい。現在この地区で採掘されている窯業原料はそのおもなものをあげても 木節粘土 蛙目粘土 天然珪砂 珪石 長石 サバ(長石の巨晶を有する花崗岩が風化したもので長石の代用として使用される) カオリン等多様をきわめている。

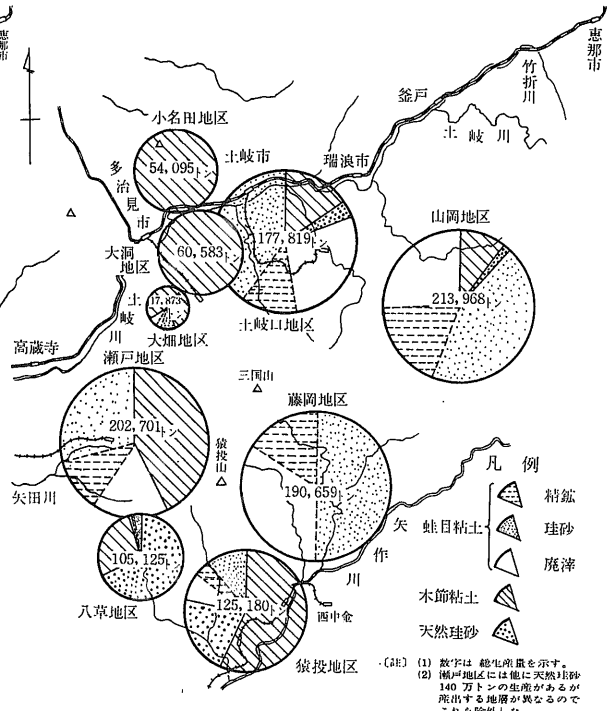
1) 分布

木節粘土および蛙目粘土を含む地層は 瀬戸陶土層あるいは土岐口陶土層と呼ばれ 鮮新世前期に属すると考えられている。これは当時この地方に散在した湖沼などに堆積したと考えられる地層で 第5図に示すように数ヶ所の堆積盆地に分れて分布している(この他苗木坂下などにも陶土層の分布が見られるがここでは省略した)。

陶土層の上位には 土岐累層あるいは矢田川累層と呼ばれる厚い砂礫層(以下砂礫層と略称する)が 陶土層を軽い不整合におおって広く分布している。陶土層



第5図 瀬戸・多治見地区の陶土層分布地および基盤地質図



第6図 瀬戸・多治見地区の窯業原料生産分布図(粗鉱)

(註) (1) 数字は 粗生産量を示す。
(2) 瀬戸地区には他に天然珪砂 140万トンの生産があるが 際出する地層が異なるのでこれを除外した。

が比較的静穏な時期の地層であると考えられるのに対し砂礫層は荒々しい氾濫原の堆積物と目されるもので おもに古生層のチャート 花崗岩類などの円礫と同質の砂からなっている。 瀬戸地区ではこの砂礫層の中に夾在する石英質の砂層を珪砂として大量に採掘しているが他の地区ではこのようなまとまった珪砂層は賦存しないようである。 よって他の地区では露天採掘の場合は砂礫層は全て剝土され廃棄されている。 砂礫層の厚さは普通は20m前後で 中には30mを越す所もあり 陶土層の開発上今後最も問題になると思われる点の1つである。

2) 陶土層から産出する窯業資源

陶土層からは粘土の他にも珪砂 カオリンなど多くの資源が採掘されている。 中でも珪砂の生産量は最近急激に増加し今や粘土を大きくしのぐようになっている。 第6図は木節 蛙目および珪砂の地区別生産量を図示したものである。 その中で蛙目粘土の場合とはくはその地区でのおおよその歩留り率から粘土(精鉱) 珪砂別の精鉱生産量を算出した。 蛙目粘土はおもに 花崗岩が風化分解して堆積したと考えられるもので 多量の石英と「キラ」と称される雲母鉱物を含んでいる。 従って水簾の際、水ガラスを使って解膠させるなどして「キラ」を選別している。 天然珪砂は最初にふれたように「石英粒の多い蛙目」と考えてよい。 処理工程も全く同様である。 蛙目粘土および珪砂の場合最も問題視されるのは長石の含有量で 長石が多いことは珪砂の品位に直接ひびくだけでなく良質の粘土が採れない(花崗岩の分解がじゅうぶん進んでいないため)として嫌われている

木節粘土は通常亜炭層に伴って産し厚さが精々2m以下の場合が多いので 鉱床の状況によって採掘法も露天

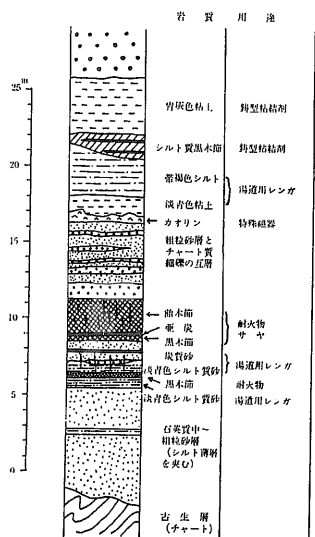
掘あるいは坑道掘が採用されている。 猿投地区のように地表から粘土層まで50mもの深さがある場合は 坑道掘が主となるのは当然であるが 最近ではブルドーザー パワーショベルなどの機械の使用と相まって露天掘も広く行なわれるようになってきた。 陶土層には木節 蛙目以外にも有用な資源が多いので これらの資源の活用の道が開ければ 露天掘法をさらに広く採用することも可能となり ひいては木節粘土の可採鉱量も大きく増加させることができよう。

第7図は大洞地区の陶土層の柱状図であるが そのかなりの部分が種々異なる用途に利用されている。 もちろん陶土層は堆積盆地毎にそれぞれの特長性もあるのでこの一例ですべてを云々することはできないが 資源の有効利用の好例と言えよう。 なお特殊なものとして土岐市神明峠から大洞へかけて賦存しているカオリンがある。 いわゆる神明カオリンといわれるもので 陶土層の上部に賦存している。 層厚30cm内外(1級のみ)で採掘される量は少ないが 日本でも珍しい堆積性のカオリンとして高級陶磁器用に使用されている。

3) 陶土層と基盤の地質との関係

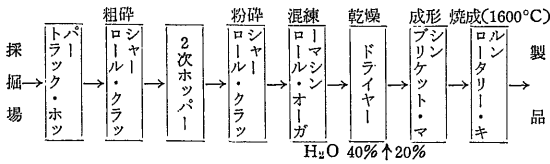
陶土層は各堆積盆地毎に若干異なる堆積相を有している。 前掲の第6図と第5図を対応させて見るとそれが基盤の地質に密接に関連していることが分る。 たとえば 小名田地区と大洞地区には蛙目粘土は全く産出しないが これは他の地区と違って基盤に花崗岩が存在しないためであることは明瞭である。 木節粘土の場合にも基盤の種類によって構成鉱物に明瞭な差が認められる。 カオリナイトの起源については種々の説があるのでここでは触れないが たとえば小名田木節にはカオリナイトのほかに モンモロロナイトが普遍的に含まれている。 これは基盤の中新統(第6図では省略したが小名田地区の陶土層の下位にはかなり広い中新統の分布がある)からもたらされたものと考えられるが 八草地区ではモンモロロナイトは全く認められず 瀬戸地区でも中新統に近い所で一部少量のモンモロロナイトを含むに過ぎない。 このような組成鉱物の相違は 当然耐火粘土としての性質にも微妙な影響を及ぼすと考えられる。

陶土層の性質に影響を与えるもう1つの要素は 基盤の地形とそれに対応する水の流れ方である。 たとえば小名田 大洞 大畑の3地区は一連の堆積盆地に属しているが 堆積物はそれぞれ異なる方向から運搬されたと考えられる。 したがって陶土層の組成にも各々異質の要素を含むことが予想されるのである。 このように一見単純に見える陶土層も複雑な過程を経て形成されたものであり 窯業資源としての研究も堆積機構との関連の



第7図
大洞地区
陶土層の
地質柱状
図

上において把握する必要がある。



第8図 大村粘土の焼成工程図

(4) 大村粘土

今まで述べた各鉱床はいずれも堆積性の鉱床であり組成鉱物もカオリナイトと石英を主とする点で共通性があった。大村粘土は熱水性の鉱床でありしかも主としてハロイサイトと α -クリストパライトからなる点で全く前者と異質のものである。

元来熱水性鉱床の多くは火山岩類が温泉作用などによる変質をこうむって生成されたもので規模が小さく鉱床の形状も不規則なものが多い。またハロイサイトは耐火度は高くても気孔率が大きく焼結性が悪いために耐火物原料としては難点が多かった。

大村粘土は他の型の鉱床としては珍しく規模が大きくまたすでに開発利用の段階に入っている点で日本の耐火粘土鉱床の中でも特異な存在である。

1) 鉱床のでき方

大村粘土は多良岳熔岩の1である複輝石安山岩が熱水作用を受けて変質生成されたもので南北850m 東西200mの広がりを持つ舟底型の鉱床である。鉱床の厚さは最大30m 平均10m内外で下部および周辺部に10m位の幅の弱変質帯を伴っている。母岩の安山岩には2つの型があり上部にはガラス質のもの下部には結晶質で板状の節理が発達するものが分布する。変質作用は母岩を網状に貫く無数の粘土脈(ほとんど純粋なハロイサイト脈)を中心として行なわれたものように、鉱床中に残る未変質母岩の周囲に玉葱状構造が見られる所から熱水作用の後にさらに風化を受けて粘土化が促進されたことが考えられる。一般的に見て下部に移るほど品位が低下する傾向がありこれはガラス質安山岩が結晶質の母岩にくらべてより変質を受けやすかったからではないかと考えられる。生成の過程産状から見て若干の品位のむらがあるのは当然であるが耐火度はおおむねSK 33~36という優秀なものである。

2) 採掘および焼成の方法

大村粘土には採掘上大きな利点がある。それは鉱床が丘陵地にありしかも表土がほとんどないということ。採掘方式も露天階段掘を採用している。

採掘された鉱石は一たん粉砕・混練の後回転炉で適度に乾燥し貯蔵する。ついでブリケットマシンで成形後ロータリーキルンでシャモットに焼成するという複雑な工程を実施している。第8図はその工程図であるがカオリナイトに比べて水の多いハロイサイトを処理するので普通には見られない考慮が払われている。

また鉱床の性質上品位のばらつきが多いため採掘場で切羽毎の耐火度試験を行ない各段から採掘した粘土を品質に応じて混ぜて搬出するなど品質管理の面でも注目すべきやり方を採用している。現在の焼成能力は7,000トン/月で耐火度はAシャモットSK 34以上 BシャモットSK 32以上となっている。この型の鉱床を初めて本格的に開発した実例としてその将来は注目に値する。

あ と が き

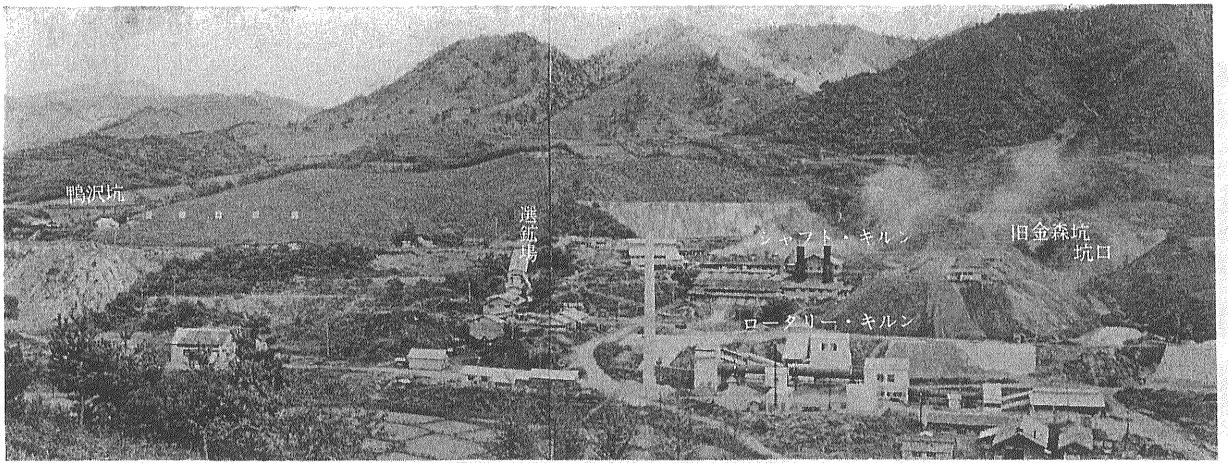
以上で不じゅうぶんながらも日本の耐火粘土鉱業の現状について紹介したが最後に強調したいことは資源の総合開発と有効な利用という点である。たとえば最も開発が進んでいる瀬戸多治見地区の陶土層の場合でも最下部の石英質砂層は全く利用されていない。また陶土層をおおう砂礫層は無用の長物として開発の大きな障害となっている。これらを珪砂 パラス 骨材 玉石などとして利用することはできないものだろうか。この問題が解決すれば陶土層の開発をより完全に行なうことも可能となろう。

また一面の課題として鉱石の処理の問題がある。たとえば木節粘土の水簸を行なっているのは猿投地区一カ所に過ぎない。水簸は単に粘土の質をあげるだけでなく品位のばらつきをなくし低品位鉱の開発をも可能にする。これは新たな需要の開拓とコストの問題もからむので困難な点は多いが原始的な採掘・販売が主体となっていた粘土鉱業として今後真剣に取り組む必要のある課題であろう。

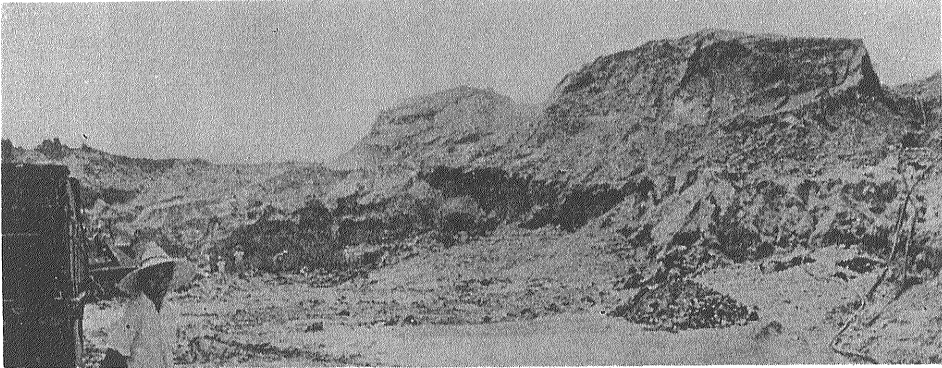
(筆者は非金属課)

おもな参考文献

- 1) 末野佛六 岩生周一編 『粘土とその利用』 1958
- 2) 耐火物技術協会編 『耐火物テキストブック』 1962
- 3) 通産省鉱山局 『耐火粘土鉱業実態報告書』 1962
- 4) 松沢 勲他 『猿投山南西部地域の地質・同附図』 愛知県教育委員会 1960
- 5) 松沢 勲他 『美濃炭田土岐地区地質図』 東海北陸亜炭業対策委員会 1959
- 6) 松沢 勲他 『美濃炭田可児地区地質図』 1962
- 7) 村岡 誠 『本邦の耐火粘土について』 地質調査所報告 No. 145 1952



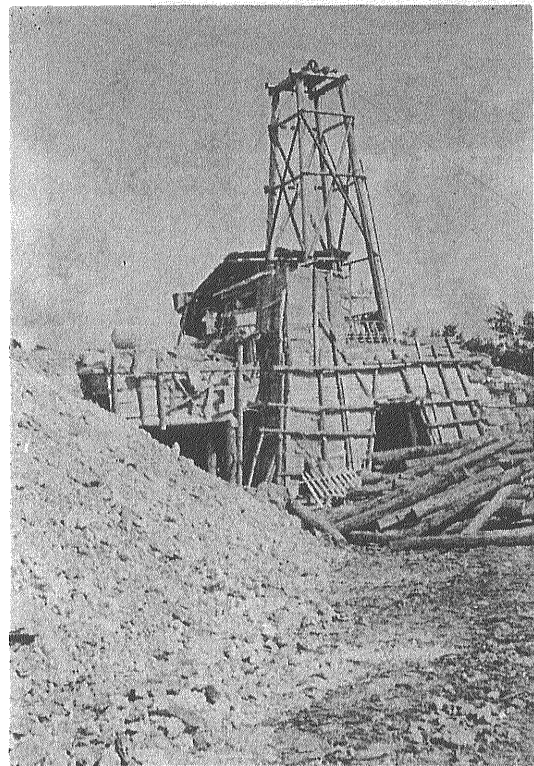
日本粘土鋳業 単一鋳山としては最大の出鉱実績があり 硬質粘土3000トン 軟質粘土4000トン 石炭 200 トンの出鉱能力をもつ ロー
 岩手鋳山全景 タリーキルンは径2.3m 長さ約40m (他に冷却窯約40m) で硬質粘土の焼成に使用する 焼成能力1日約60トンである



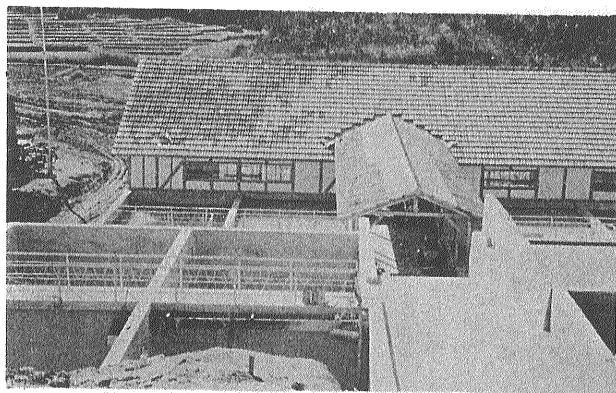
↑木節粘土採掘場 (多治見市小名田鋳山)

←木節粘土採掘のための立坑 (東海工業猿投鋳山)

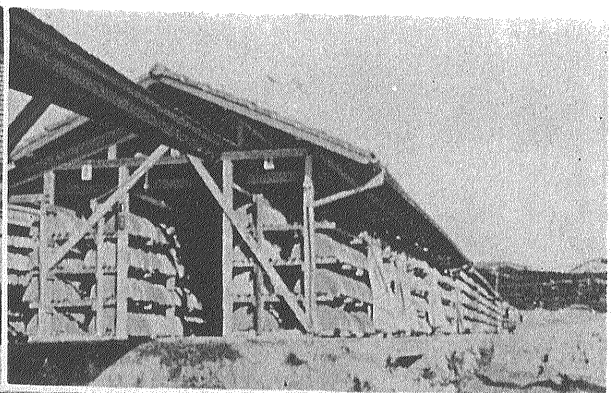
猿投地区では 木節層の位置が深いため 主として立坑により坑道採掘が行なわれている この地区での木節粘土の厚さは 1.5~2 mで 可採率は平均25% である



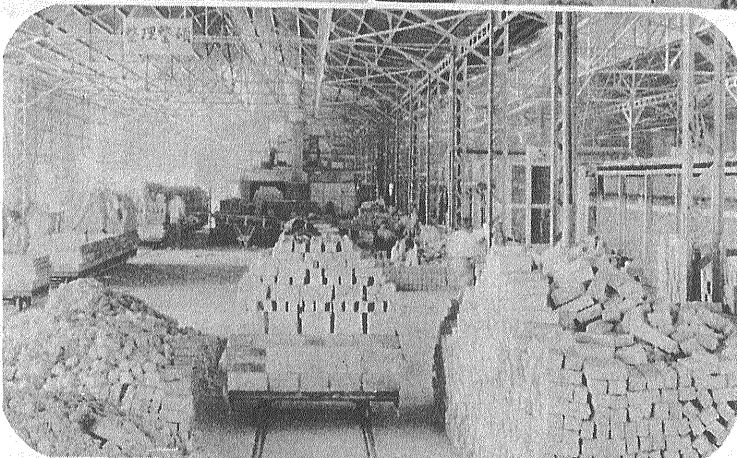
パワーショベルによる木節粘土の積込作業 (品川品野鋳山提供)



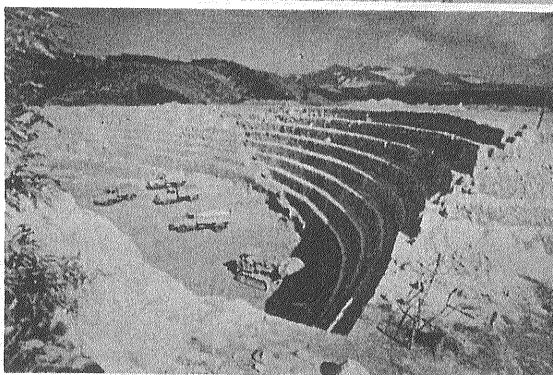
↑ 蛙目粘土の水戻工場
水戻により珪砂と「キラ」
を除いた泥漿は沈殿池に
導かれる
(品川品野鉱山提供)



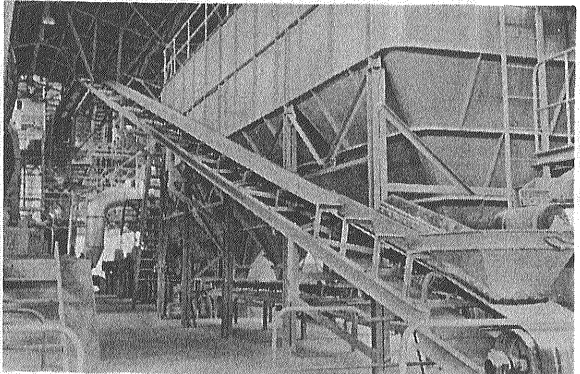
↑ 水戻粘土乾燥場
水戻した粘土はフィルタ
プレスで水を抜き乾燥する
(品川品野鉱山提供)



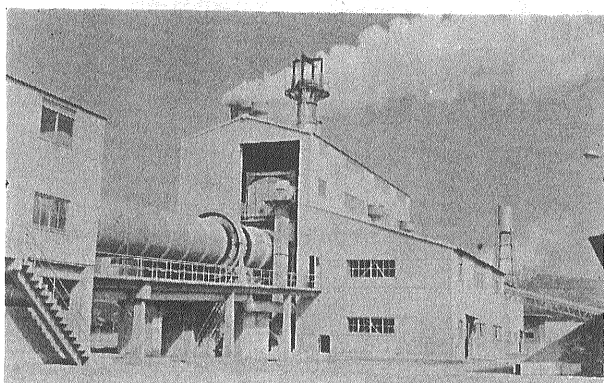
← トンネルキルンによるシャ
モットレンガの焼成
(品川品野鉱山提供)



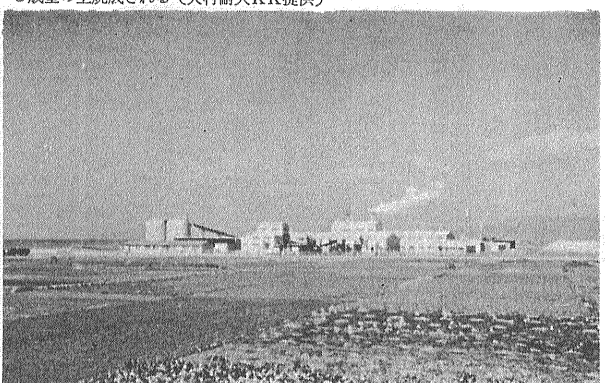
大村粘土採掘場 (大村耐火KK提供)



乾燥室 粉砕・混練した粘土は乾燥室でH₂O 20%前後まで乾燥
し成型の上焼成される (大村耐火KK提供)



ロータリーキルン ブリケット・マシンで成形した原料はロータ
リーキルンで焼成する 能力月産5,000トン (大村耐火KK提供)



大村耐火KKの焼成工場 (大村耐火KK提供)