

T.OKANO

B. a. V.

地質調査所報告第145號

本邦の耐火粘土について

村 岡 誠

地 質 調 査 所

昭和27年3月

地質調査所報告

所長 三土知芳

本邦の耐火粘土について

通商産業技官 村岡 誠

目 次

I 緒 言	1
II 産出状態	3
1. 主要産地の分布	3
2. 一般的産状	4
3. 主要産地の各論	6
A. 北海道	
築 別	6
沼 牛	8
久 保 内	9
吉 岡	9
B. 本 州	
久 慈	11
萩 莊	13
有 壁	13
岩 手	13
磐 城	19
C. 四 国	
豊 島	26
D. 九 州	
筑 豊	27
入 女	38
調 川	38
賢 木	40
一 勝 地	40
指 宿	40
III 耐火粘土の性質	43
1. 概 説	43
2. 構成鉱物	44
A. X線試験	48
B. 示差熱分析試験	49
C. 電子顕微鏡試験	52

3. 化学成分および耐火度	54
4. 破碎および水鏡試験	70
IV 用途および品質	71
V 耐火度別鑛量および生産実績	72
VI 成因的考察	75
1. いわゆる「下盤粘土」	76
2. 指宿型鋳床	77
3. 八女型鋳床	77
VII 總 括	78
Résumé (in English.)	1

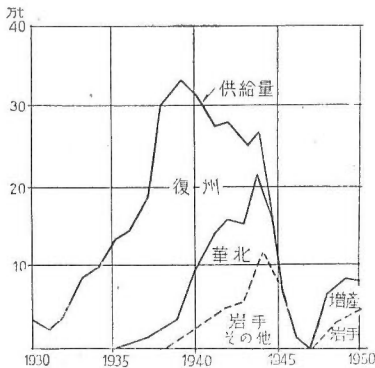
本邦の耐火粘土について

通商産業技官 村岡 誠

I. 緒 言

わが国においては、既に約750年前(1200年頃)より、愛知・岐阜方面において粘土系資源が使用されていたといわれているが、これは恐らく当時の陶磁器工業原料として利用されたものであつて、粘土が耐火材として多量使用され始めたのは、わが国鉄鋼業の発展史から考察して、明治以降のことであろうと思われる。

しかしながら、本邦には良質耐火粘土の埋蔵量が極めて少なく、1935年(昭和10年)までは専ら満洲の復州粘土に依存しており、同年以後は、これ



第1図 高級耐火粘土供給実績

の他に華北の礬土頁岩も輸入されるようになったが、その量は前者よりも少量であつた。(第1図参照)

国内資源としては1908年(明治38年)に磐城粘土、1914年(大正3年)に岩手県久慈粘土、1930年(昭和5年)に筑豊粘土、1937年(昭和12年)に岩手粘土等が開発され^{註1}、1944年(昭和19年)には国内年産額も10万tに達したが、大東亞戦終了後は重工業の全般的衰微と戦時中の無理な増産が原因して、生産量は急激に減少し最近^{註2}は朝鮮特需関係等のために多少回復したとはい

え、まだ1944年の域に達していない。

普通粘土と称する場合は、珪酸礬土質岩石が風化、分解および水和等の諸作用を蒙つて生成された含水珪酸アルミニウムを主体とする土石類を意味する。従つて粘土は必ずしも一種類の粘土鉱物から成つているとは限らず、しかも外観・性質あるいは随伴鉱物等において多種多様であつて、これらを合理的に分類することは極めて困難である。粘土に関しては古來より多数の分類法があつて、産地名を主として分類したり、あるいは化学成分・物理性・外観および用途等より分類していたのであるが、組成鉱物による分類法が最も学術的でありかつ使用上か

註1: 一般に耐火粘土といつた場合には、愛知・岐阜および三重方面に発達する木節および蛙目粘土をも含むようであるが、これらは地域的にも分布が限定されており、かつ成生地質時代も他の耐火粘土類よりも概して新しいので、本書においてはいわゆる「木節・蛙目」を耐火粘土から除外した。

註2: 地質学的に粘土と称する場合には、粒子の径0.005mm以下のものの集合体と定義されているが、実際に粘土質資源として使用されているものの中には、これよりも遙かに粒子の大きいものが含まれている。

らも最も適切なものである。すなわちこの分類法によれば、何所の産地のものであつても、大体の物理的・化学的または熱的性質等を推察することができるからである。

未知な粘土が如何なる鉱物から組成されているかを知るには、非常に困難な場合もあるが、最近ではX線による試験法が発達し、さらに化学分析・熱分析・電子顕微鏡あるいは染色法等による試験を併用することにより、組成鉱物を知ることが以前程困難でないで、この分類法を採用することは決して不便でない。因に、粘土の種類によつてはX線試験の結果と熱的試験の結果とが相異なる場合とか、X線試験と電子顕微鏡試験との結果が一部相異なる場合等があり、この原因は依然として明確に説明し得ない状態であり、粘土鉱物の種類決定には依然としてある程度の困難性が横たわつていたのであるが、従來の例によると示差熱分析が供試体の比較的微細な差異に対しても多くの場合比較的鋭敏な反応を示している。

本書で取扱う耐火粘土は主としてカオリナイト・ハロイサイト・エンデライトあるいはこれらに極めて類似した粘土鉱物を主要組成鉱物とする耐火度の高い粘土のことであつて、いわゆる「下盤粘土」を主としている。

本書を草するに当り、終始懇篤なる指導を賜つた東京工業大学山内俊吉教授・河島千尋教授・山田久夫助教授・素木洋一助教授および東京大学須藤俊男助教授に対して深甚の謝意を表す。また化学分析・耐火度試験あるいは活用試験の多くに格別の便宜を計つて頂いた、東京工業試験所野口長次技官・八幡製鉄株式会社中原文雄炉材課長・富士製鉄株式会社山口丈夫炉材課長・日本鋼管株式会社若林明炉材課長および黒崎窯業株式会社高良義郎技術部長ならびに池ノ上典技術部次長に感謝の意を表すものである。東京工業大学岩井津一理学士には多数試験料のX線粉末線寫眞撮映を行つて戴いた。こゝに同氏の心からなる協力と労とを多とし感謝する次第である。

また、野外調査およびその取纏めに関しては本所種村光郎の助力に負う所が極めて多い。特に記して謝意を表す。

耐火粘土および粘土鉱物に関する研究は、近時特に内外において進歩の速度が大であるから、こゝに表題の如き調査研究結果を発表するのは時期尚早の感があるが、取敢えず現在までにまとめ得られた結果を一括する意味から敢えて本稿を発表し、各位の批判を乞ひ、今後の調査研究の手係りとする次第である。

記述の内容は大部分筆者等自分の調査資料に基くものであるが、III, IV, V, の各項目の記述では便宜上参考資料として、他で行われた試験結果あるいは、既発表資料を編集取纏めた部分も少なくない。

註3：日本においては耐火粘土に対して、「概ね黄色に焼ける粘土で耐火度 SK26 以上のもの」と簡単に定義している。

註4：陶磁器用粘土との差異は主として従來の使用実績による。

II. 産出状態

1. 主要産地の分布

本邦において、耐火粘土産地と称されているものは北海道・本州・四国および九州を通じて100個以上の多数に達しているが、多くのものは品質不良、規模小等ならかの欠点を有し、主要産地と称しうるものは次に示す16個所に過ぎない。(小規模鉱床でも生産実績を有するものは含めてある。)



第2図 耐火粘土産地分布図

第1表

1. 天塩国苫前郡築別	北海道
2. 石狩国雨龍郡沼牛	
3. 釧路国有珠郡久保内	
4. 渡島国松前郡吉岡	
5. 岩手県九戸郡久慈	本州
6. " 下閉伊郡岩手(門)	
7. " 西磐井郡萩	
8. 宮城県栗原郡有壁	
9. 福島県磐城地区	
10. 香川県小豆郡豊島	九州
11. 福岡県筑豊地区	
12. " 八女郡八女	
13. 長崎県北松浦郡調川	
14. 熊本県玉名郡賢木	
15. " 玖磨郡一勝地	
16. 鹿児島県指宿郡指宿	

これらの中、立地条件に恵まれ、品質も良好なものを揃え得られ、しかも鉱量の豊富なのは筑豊地区であつて、磐城地区は良質の使用し易い粘土を産出し、かつ運搬も便利であるが、良質部は大部分採掘し盡され、さらに乱掘のため鉱山が荒廃しており、残存鉱量の可採率は10~35%程度である。大平洋戦争中、SK34以上の良質耐火粘土を産出した岩手窯業鉱山の良質部も大部分採掘し盡され、最近ではSK34以上の粘土の産額が極めて低下している。すなわち残存している粘土層は走向および傾斜方向への品質の変化が著しく、SK32程度のものは比較的簡単に採掘できるが、これ以上のものを揃えるためには厳密な手選を必要とする状態で、かつ山元より鉄道または港湾への距離が約60kmに達する欠点がある。しかしながら本鉱山は量的にも質的にも本邦屈指の耐火粘土産地と称しうるものであり、特に未開発地帯の探鉱に期待が掛

けられる。築別の耐火粘土は炭層の下盤に発達しており、SK34以上に達するものも相当量推定できるが、粘土層に接して、これの下部に発達しているベントナイト質粘土が混入すると、煉瓦に成型する際乾燥亀裂を生ずる欠点があるといわれている。さらに炭層の炭丈が4mに達しているため、前記ベントナイト質粘土が強い膨潤性を有するために、粘土採掘後（石炭と同時に）の坑道保持が困難で、ほとんど利用されていない。粘土の耐火度はSK32~36⁻に達しているから採掘方法を研究することが今後にかけられた問題である。

古くから北海道の耐火粘土産地として有名な吉岡は品質良好の粘土を産出するのであるが鉱量を多く期待することができない。

九州の調川粘土は「バインダー・クレー」として八幡製鉄所において永らく使用されていたのであるが、良質部が欠乏し、 Fe_2O_3 6%内外の悪質粘土ばかりとなつたので、1950年前半に稼行を止めた。八女粘土はポーキサイト質粘土の下部に発達しており、原土の耐火度はSK31~34、水鏡物の最高耐火度はSK35に達している。しかし磁鉄鉱と褐色普通角閃石を多量含有して Fe_2O_3 が約6%に達することと、 β -エンデライト^{註5}を主要組成鉱物としている関係で、単味では耐火煉瓦原料として使用し難く、水鏡すれば「バインダー・クレー」として使用しうるのであると思われる程度のものである。

指宿は九州の南端に存在している関係で立地条件には恵まれていないが、粘土の耐火度はSK33~36⁺のものが多く、かつ本粘土を筑豊産「ボタ・シャモット」に配合すると気孔率の低い耐火煉瓦が得られ、将来を嚮望しうる鉱山の一つである。

筑豊炭田地区の大焼層の炭層に伴う耐火粘土およびシャモット用ボタは焼しまりが良好でない欠点はあるが、立地条件に恵まれているためと鉱量が尨大であるために終戦後急激に需用が増加し、最近では岡山・東京・室蘭地方にまでも輸送されている。

これを要するに、本邦産耐火粘土として注目すべきものは、北部では岩手粘土、南部では筑豊粘土というべきであつて、特に後者は賦存範囲が広大であるから、将来探鉱を推進することにより良質耐火粘土およびボタの新産地を発見しうる可能性が極めて大である。

また将来の開発を期待されるものは築別粘土および指宿粘土で、いづれも辺境の地にあるとはいえ、品質鉱量共に優秀である。

2. 一 般 的 産 状

本邦における主要耐火粘土は、久保内・八女・調川・一勝地および指宿の5鉱床を除いて、他は総て第三紀乃至第四紀の石炭層、亜炭層、泥炭層あるいは油母頁岩層に伴う粘土層として発達している。

註5：エンデライト類似の鉱物で短冊状の結晶形を示していないものに対する假称である。詳細は第III章の2を参照されたい。

第 2 表

産地	地質時代	鉍床	備考
築別	中新世	羽幌夾炭層中の粘土層	品質良好
沼牛	第四紀	洪積層中の泥炭に伴う粘土層	} 良好ならず
久保内	第三紀	石英斑岩の粘土化したもの	
吉岡	中新世	油母頁岩に伴う粘土層	鉍量少し
久慈	"	亜炭層の上位に存在する粘土層	結晶度の低いカオリナイトおよびエンデライトより成る
岩手	鮮新世	石炭層に伴う頁岩質粘土層	カオリナイトを主成分とする
有壁	第三紀	亜炭層に伴う粘土層	} 良好ならず
萩莊	"	"	
磐城	漸新世	石炭層に伴う粘土層	可採鉍量は予想外に少ない
家浦	第三紀	亜炭層に伴う粘土層	規模小、絹雲母を伴う
筑豊	始新世(?)	主として大焼層に伴う粘土およびボタ	鉍量極めて大
八女	第四紀	ボーキサイト質粘土の下位の粘土層	ギブス石を伴う
調川	"	支武岩の凹所に沈積した凝灰岩の変化したもの	稼行終了
賢木	第三紀(?)	亜炭層に伴う粘土層	未稼行
一勝地	第三紀(?)	安山岩中の浅熱水性鉍脈	ハロイサイトを主成分とする
指宿	"	安山岩(?)が熱水作用によりカオリナイト化したもの	クリストベル石を伴う

前述の例外を除いて、石炭および亜炭に伴う粘土層は主要炭層の下部に存在する場合も上部に存在する場合も、あるいは炭層の間に夾みとして存在する場合もあり、一定していないが、築別・磐城の場合は主に炭層の下部に、岩手・久慈等の場合には炭層の上部に賦存している。粘土層の層厚は磐城富岡地区の昭南坑で観察される如く、3 m を超える場合もあるが、かくの如き場合は一般に品質の変化が著しい。耐火度 SK34 以上のものとか SK33 のものとかが均一に成層している場合の厚さは、概して 0.3 m が普通であつて、築別粘土および岩手粘土の SK34 程度のもの、あるいは筑豊豊国炭砒における SK33 のもの等はいづれも 0.3 m の層厚を有するに過ぎず、満洲および北支における礫土頁岩層とは比較すべくもない。

また粘土層が向斜構造を呈している場合、向斜の底部および向斜の開いた方向に進むに従つて品質が低下すること、ならびに單斜構造の場合は地下深部程品質が低下する傾向があること等は満洲の復州鉍山および北支の冀東礫土鉍山等と同様であつて、粘土沈澱時における砂粒の供給量が部分によつて異つていたことも勿論原因の一つであるが、風化作用が粘土生成に重大な役割を演じていることを暗示するものであろう。^{註6}

註6：満洲奉天省本溪县小市産礫土頁岩を露天に貯鉍して半年間放置すれば、 Al_2O_3 の含有量が増加するという事実は夙に満洲軽金属株式会社から発表されており、風化作用がこの種鉍床の生成に関係のあることは疑問の余地がないとされている。

築別鉱において、炭層に近い粘土程耐火度が高く、耐火粘土が石炭および亜炭層等と伴いやすいことを考え合せて、粘土鉱物の生成には風化作用と共に有機酸の作用をも忘却することができない。高橋準一も吉岡地区の粘土成因を説明するに当つて有機酸の作用を認めている。

指宿粘土は第三紀の生成に係る複輝石安山岩または同岩質の凝灰岩が裂隙に沿つて上昇してきた浅熱水性溶液の作用を蒙つてカオリナイト化したもので、八女粘土は第四紀の凝灰岩がボーキサイト化の過程にあるものである。従つて白色粘土の上位には褐色乃至赤褐色のボーキサイト質粘土層が発達している。調川粘土も凝灰岩の変質したものである。一勝地鉱床は安山岩の裂隙に沿つて熱水が上昇し、鉱脈状に粘土化作用の進行したもので、久保内も火成源の岩石が変質して粘土化したものである。

これら多数の粘土鉱床中には勿論例外もあるが、石炭層に伴う粘土層は一般に鉱量が豊富で、品質が一定している。これに反して、火成岩類を起源とするものは品質の変化が著しく、特に耐火粘土として有害成分である鉄分の変化が甚しい傾向がある。

上述の諸産地の粘土はカオリナイト・ハロイサイト・エンデライトまたは β -エンデライトあるいはこれらの2つ以上の鉱物を主要組成鉱物としているが、これらの他に最も普通に随伴される鉱物はアロンヘーン・石英・クリストバル石・褐鉄鉱およびルチル等であつて、比較的珍しいものとしては八女粘土中から発見された褐色普通角閃石およびギブス石である。また各種の試験を行つた結果、存在が確認あるいは予想される随伴鉱物は築別のモンモリロナイト、久慈・豊島の絹雲母、岩手のアロヘーン、八女のペーマイト等であるが、本邦産粘土の多くは多少なりともアロヘーンを含有している疑があり、特に第四紀の火山灰を原岩としている八女・調川系統の粘土中には、その含有量が多い。

3. 主要産地の各論

A. 北海道

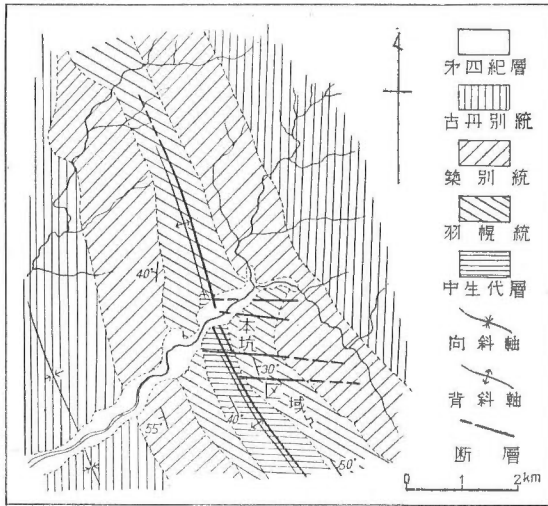
築別⁽¹⁾⁽²⁾

築別炭鉱は天塩国苫前羽幌町の北東東方直距約15kmの地点にあり、羽幌線築別駅より山元まで17km約の間には築別炭鉱鉄道の便がある。

炭層の下盤より産出する粘土については、既に1944年北海道工業試験所で試験が行われ、耐火粘土としての優良性が証明されたのであるが、炭層の炭丈が4mに達し、上・下盤にある程度の炭層を残して採炭している現状であるので、石炭と共に粘土を採掘する余裕がない。しかし耐火度はSK 32~36で鉱量も大であるから採掘方法の研究と、より一増の活用試験が望ましい。

昭和21年3月~10月の8カ月間に647tの粘土を産出した。

a 地質・鉱床



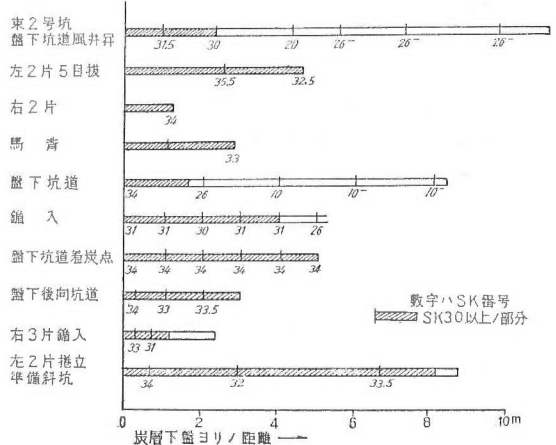
第3図 築別附近地質図

本地域に露出しているのは白堊紀末期より中新世末期に至る水成岩層であつて、第3図に示す如く略々北西—南東方向に延びる向斜および背斜構造を示しており、向斜軸に沿つて80°Eの傾斜で250m以上の落差を有する正断層が発達している。耐火粘土が最も良好な発達を示しているのは、羽幌統の向斜の北東翼にある本坑区域である。

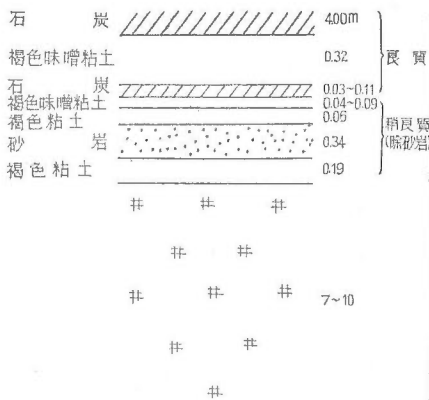
粘土層は羽幌統の平均層厚4mの炭層の下部に発達していて、平均30°の傾斜を示している。粘土層の層厚は変化が著しいが、大体0.2~0.6m(北部

で薄く南部で厚い)で、この下部に厚さ7~10mに達するベントナイト質粘土層が発達している。炭層直下0.2~0.6mの耐火粘土のみならば、耐火度はSK32~36⁻であり、ベントナイト質粘土も上部の1~8mの部分はSK32内外で、これより下部ではSK26以下である。(第4図参照)

粘土は灰褐色でいわゆる「味噌粘土」のような外観を呈し、粘性は余り強くな



第4図



第5図

い。高耐火度の粘土層と、これに接する下部のベントナイト質粘土層とは明らかな境を示しており、後者の耐火度は前者よりも低い、粘性は極めて強い。本坑第2斜坑左片第3鑿入における粘土層の発達状況は第5図に示す如くである。

b. 鉱石

SK 32~36⁻の耐火粘土の主要組成鉱物

はカオリナイト(?)である。(粘土の化学成分は第20表を参照。以下各産地に付ても同様。)

c. 鋳 量

SK 30 以上の鋳量	{	推定	59 万t
		予想	480 万t
SK 32 以上の鋳量	{	推定	35 万t
		鋳量	300 万t

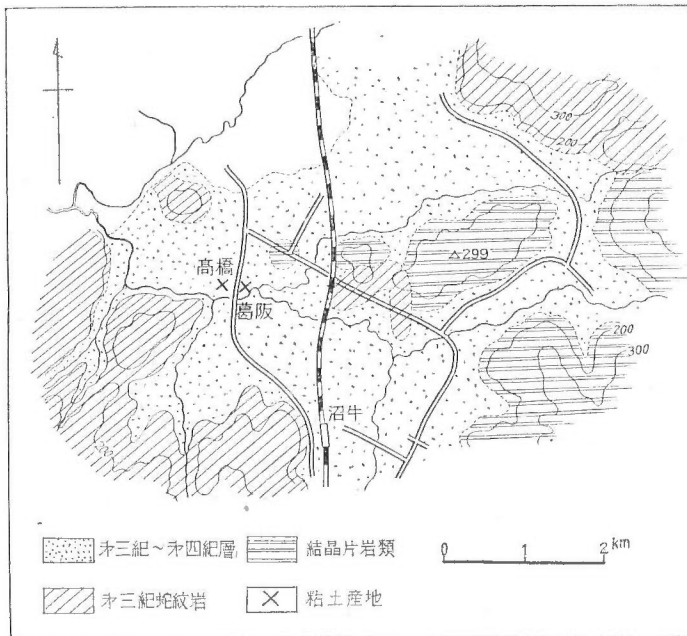
沼 牛⁽⁷⁾

粘土産地は石狩国雨竜郡幌加内村にある。幌加内線沼牛駅より道路に沿って約 3km の距離があり、粘土は貨物自動車または馬車により駅まで搬出されていた。

本鋳床は1930年(昭和5年)道路工事中に発見せられ、1940年(昭和15年)旧日本製鉄室蘭工場で試験を行つた結果、耐火粘土としての価値を認められ、1942年(昭和17年)より稼行を開始したのであるが 1951年(昭和26年)調査当時は休山していた。

a. 地質・鋳床

洪積層として沈澱した粘土層であつて、第3表に示す如き断面を示している。



第6図 沼牛地方地質図 (舟橋原図・岡野修正)

第 3 表

葛 阪		高 橋	
泥		炭	
2.0m +	褐色粘土 } 白色粘土 } 互層	褐色粘土 } 白色粘土 } 互層	2.0m +
4.00m	白色粘土 (珪石の礫を含む)	白色粘土	0.05~0.06m
	灰緑乃至 灰黄緑色粘土	褐色粘土 } 白色粘土 } 互層	1.5m
		灰緑乃至 灰黄緑色粘土	

(岡野武雄調査)

b. 鉍 石

採掘の対象となっていたのは白色粘土であつた。これは粘性が乏しく、珪石の小礫を含有しているが、稼行当時においては耐火度 SK31~34 を示していたといわれている。主要組成鉱物はハロイサイトで多少のアロヘーンを伴うものと思われる。

c. 鉍 量

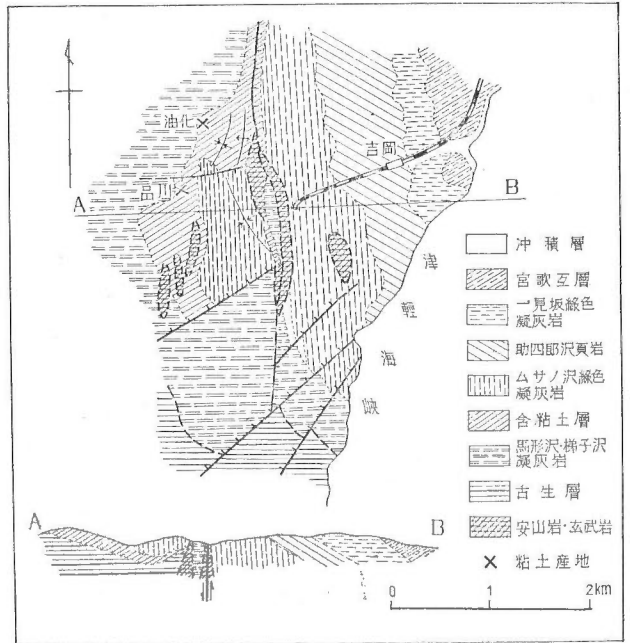
SK 31~34 のもの予想鉍量は約 10万t で、1942~47 年の間の出鉍量は約 8,000t であつた。

久 保 内⁽⁸⁾

久保内鉍床は膽振国有珠郡壯瞥村にある。本鉍山は1941年に発見せられ、1942年より稼行を開始し、1949年までに約 3,000t 出鉍したと報告されているが、⁽⁹⁾ 実地調査の結果では良質耐火粘土の露頭を発見できなかつた。

吉 岡

吉岡は渡島国松前郡吉岡村にあつて、福山線吉岡駅の西方直距約 3km の地点で、道路の状態は良好でない。昭和 6 年 7 月、東北大学高橋準一等は油頁岩研究のため、⁽⁴⁾ 当地域を調査し該岩の下盤に発達する粘土に着目し、各種試験を行った結果、耐火粘土であることを



第 7 図 吉岡附近地質図

確認した。その後間もなく、品川白煉瓦株式会社は南部地域一帯の土地を買収したが権利関係が複雑なために放置している。北部区域については室蘭市の佐野強平が吉岡村と昭和16年7月より向う10カ年間粘土採掘の契約をなし（鉱石t当り50銭）、昭和19年2月より5月までに690t出鉱した。佐野は同年6月採掘権を日本油化工業株式会社に移譲し、該会社は子会社である画館耐火煉瓦株式会社に使用させる目的で稼行したが間もなく休山した。

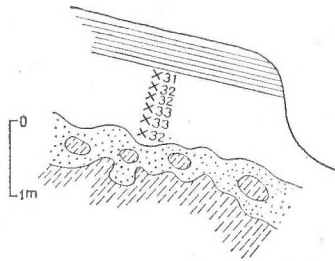
a. 地質・鉱床

当地域は第三紀中新世の生成に係わるいわゆる「吉岡層群」から構成されており、該層群は第4表に示す如き層序を示している。⁽⁴⁾

第 4 表

一見坂緑色凝灰岩	} 訓 統	} 吉岡層群
助四郎沢頁岩		
ムサノ沢緑色凝灰岩		
含粘土層		
馬形沢緑色凝灰岩	} 福山統	
梯子沢凝灰岩		
古生層		

耐火粘土層は含粘土層の最下部近くに発達しており、下盤は緑色集塊岩質凝灰岩で、上盤には厚さ1mの濃灰色頁岩層を隔てて、同じく厚さ1mの油母頁岩層が発達している。粘土層の層厚は2~4mであるが、上盤に近い約0.5mの部分は稍スベントナイト質で、耐火度が低い。



- 油母頁岩
- 耐火粘土……数字はSK番号
- 緑色凝灰岩(変質)
- 同上

第8図 吉岡耐火粘土断面図
(於旧国道露頭)(高瀬原町)

南部の品川白煉瓦株式会社所有区域内では耐火度に多少の変動は認められるが、大部分SK30~35であり、北部の日本油化工業株式会社の区域では品質の変化が著しく、かつSK30以上のものは少ない。⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾

b. 鉱石

湿気を有する時は、黒褐色で乾燥すると灰色になり、しばしば破砕面が酸化鉄で鉱染されている。鏡下

では全体として集塊岩状構造を呈しており、各破片はハロイサイトの集合体に置換されている。部分的に曹灰長石乃至中性長石の結晶が残存している。

油母頁岩の可溶性有機物の含有量は1%内外である。⁽⁸⁾

本粘土を単味で成型すると型抜きの際に隅の部分に変形する程粘性が強く、さらに乾燥および

び焼成亀裂を生ずる欠点がある。しかし吉岡粘土に40%の岩手粘土を配合し、SK12(1, 350°C)で焼成した煉瓦の耐圧強度は 303.5kg/cm² に達する。

c. 鉱 量

確 定	{	SK 34 以上	3,000t
		SK 34 ⁻ ~30	17,000t
推 定		SK 30 以上	30万t

B. 本 州

久 慈

粘土産地は岩手県九戸郡夏井村にあつて、八戸線陸中夏井駅を略々中心とした、南北 3km、東西 4.5km の地域内に散在している。

現在稼行している久慈鉄業所の鉄区は前記陸中夏井駅の北東方直距 0.7km の地点である。鉄石は釜石製鉄所・岩手窯業宮古工場および川崎市の日本鋼管に賣鉄する関係で、貨物自動車によつて(山元より道路に沿つて 8.3km の)久慈港に運搬し、それより機帆船で各目的地に輸送している。

a. 地質・鉄床

本地域は沖積層・段丘層・野田古第三紀層群・中生層および火成岩類から構成され、粘土層は始新世に層する港層群中に賦存⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾している。

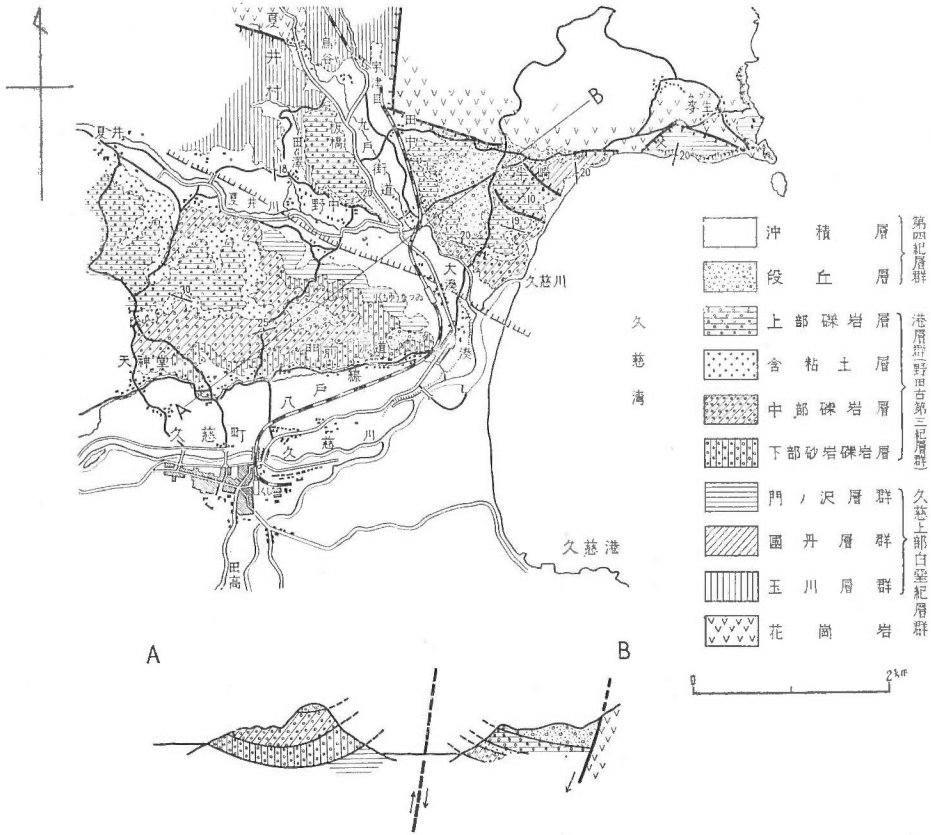
港層群は上部より上部礫岩層・含粘土層・中部礫岩層および下部砂岩・礫岩層に区分することができる。

第 5 表
久慈附近の層序

沖 積 層	
段 丘 層	
野田古第三紀層群	{ 久喜層群 港層群
中 生 代 層	
基 底 岩 類	

含粘土層は砂岩・礫岩・頁岩および粘土の互層より成り、半陸性堆積物であるので走向方向への層厚の変化が比較的著しい。含粘土層の層厚は 45m で、粘土の賦存しているのは久慈川口より半崎・田中にかけての略々三角形の地域であつて、他に夏井川上流および夏井川・久慈川間の地域にも賦存すると予想されるが、この地区では質的に余り期待を掛けられない。

粘土層としては、炭層の上部に厚さ 0.5~2.0m のものが 1 乃至 3 層、さらにその上部に 0.1~1.5m の白色乃至灰白色のものが 1 層発達しているが、一般に上部のもの程砂粒に富む傾向がある。



第9図 久慈粘土地質図 (種村原図)

b. 鉍 石

粘土は灰白色・淡青色・淡褐色あるいは黄褐色等を呈し、炭層に近い部分には黄褐色のものが多く、離れるに従つて灰白色乃至淡青色を呈するようになる。SK30以上の鉍石は、微細なカオリン鉍物70~80%、石英20~30%、絹雲母5~6%から成り、他に微量の褐鉄鉍およびルチルを伴っている。SK30以下のものはカオリン鉍物が70%以下で絹雲母の量が多くなり、石英粒も大きくなる。

X線試験の結果により、カオリン鉍物は結晶度の低いカオリナイトと微量のエンデライトとの混合物であることがわかった。

従来含有されていると推定されていた、モンモリロナイトは、X線試験および熱分析の結果では全く認められなかった。

c. 鉍 量

推定 鋳量 (t)	SK 32 以上	SK 32 ~ 30	SK 30 以下
海岸採掘場	—	105,800	370,300
第一採掘場	—	2,005	13,500
第二採掘場	12,950	3,700	101,750
計	12,950	111,505	485,550
予想 鋳量 (t)		SK 32 ~ 30	SK 30 以下
		675,000	1,350,000

萩 荘

東北本線一関駅より市野々まで乗合自動車の便があり、これより徒歩約3kmにて山元に達する。本鋳山は昭和19年発見され、同20年3月には大友才史が日本鋼管より融資を得て稼行に着手したが、終戦後幾何もなく休山して現在に至っている。終戦後の出鋳量は次に示す如くである。

昭和21年度 2,800t, 22年度 1,800t, 計 4,600t

a. 地質・鋳床

新第三紀に属する有賀層の砂質頁岩層中の亜炭層上部に存在する粘土層であつて、層厚は0.25~1.00m程度である。良質粘土の分布範囲は狭小で、約500m²（第11図上川台が鋳産地である。）に過ぎず、含粘土層の層序は第10図に示す如くである。

b. 鋳石

粘土は概して砂粒に富み、耐火度SK32程度のものは少なく、平均してSK30内外である。粘土の平均層厚は70cmである。

c. 鋳量

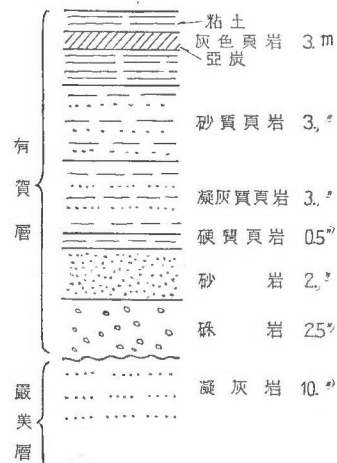
SK30以上の残存鋳量は約5,000tに過ぎない。

有 壁

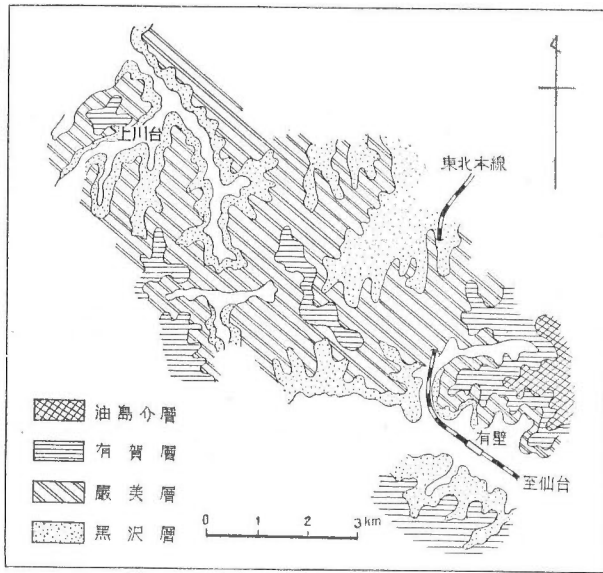
第二次世界大戦中少量の耐火粘土を産出したといわれているが、鋳床の正確な位置が不明である。有壁駅附近にも萩荘地方と同様に有賀層が発達しているので、当地の粘土層も亜炭層に沿つて発達しているものと想像される。有壁の北方直距約4kmの眞柴においては黒沢層中の白色細粒砂岩を磨き砂として採掘している。

岩 手

岩手窯業鋳山は岩手県下閉伊郡小川村にあり、本鋳山に至るには3筋の経路がある。すなわ



第10図



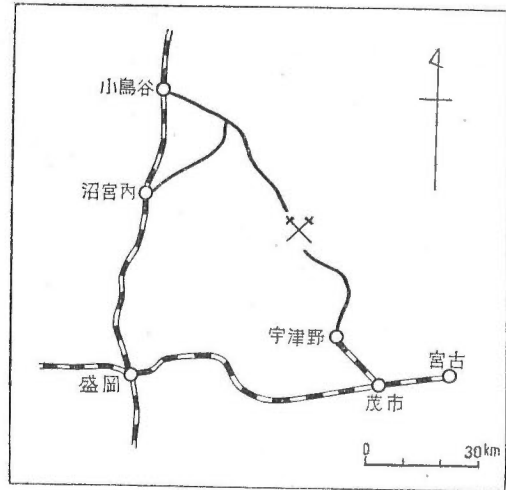
第 11 図 萩荘・有壁附近地質図

ち1は東北本線盛岡駅より分岐する山田線茂市駅より、さらに支線に乗り換え宇津野駅にて下車すれば、山元まで35kmで達し得られる。他は東北線沼宮内駅または小鳥谷駅にて下車する方法で、山元まで前者は68km、後者は53kmで達し得られる。宇津野、沼宮内および小鳥谷駅より山元までの間はいづれも道路が完備しているが、降雨期または積雪時においては相当の困難を伴い、場合によっては交通が杜絶する。すなわちい

づれにしても余りに原料使用地から遠隔の地にあつて運搬には著しく不利である。

a. 地質・鉱床

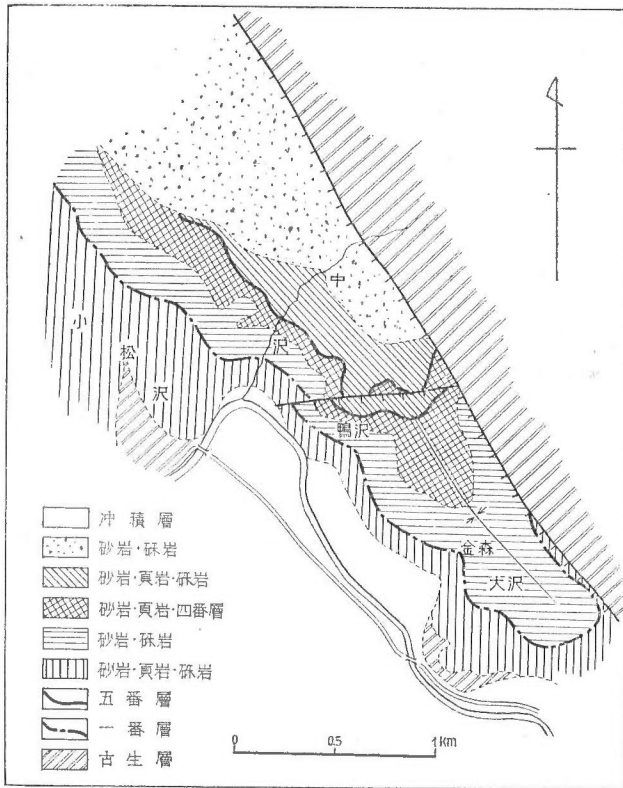
当地域の基盤をなす岩石は、主として粘板岩、角岩等より成る古生層であつて、これを不整合に被覆して中新統と思われる地層が北西—南東方向に長い帯状を呈して発達している。該第三紀層は見掛上比較的整然とした単斜構造を示すが、これは向斜の北東翼(全般的にいつて第三紀層の北東側)が断層によつて切斷せられ、古生層と接しているためである。



第 12 図 岩手築業鉄山位置図

古生層は粘板岩・角岩を主とし、珪岩・硬砂岩等を混え、部分的には花崗岩質岩石の貫入を蒙り、ホルンフェルス化している。走向・傾斜は一定していないが第三紀層の南西側のものは概して走向NW—SE、傾斜NE15°内外で、北東側のものは走向N20~30°W、傾斜SW 55~70°である。

第三紀層は砂岩・頁岩・礫岩およびこれらに介在する石炭層ならびに粘土層からなつており、全層厚約400mに達する。構造は一般に簡單であつて、走向N20~50°W、傾斜NE 15~50°の単斜構造を示すが、南東部においては向斜構造を呈し、南西翼は走向N50~60°W、



第13図 岩手県業鉾山地質図

傾斜 NE 15~30°, 北東翼においては走向 N15°W 傾斜 SW15° 内外である。

本層に関連しては、古生層との境をなす断層以外に余り大きい断層は無いが、小断層は無数に発達している。すなわち鴨沢坑内において見られる走向 N 80°E の断層は第三紀層中最大のものであるが、落差は 42m に過ぎず、これ以外のものはいづれも落差が 8m 以下であり、特に落差 1m 以下のものが圧倒的に多数を占めている。また本層の地質時代は岩泉町附近で *Ostrea gigas gravitessa* Yokoyama⁽¹⁷⁾ が発見されたことにより中新統といわれている。

第三紀層を上部より細分する

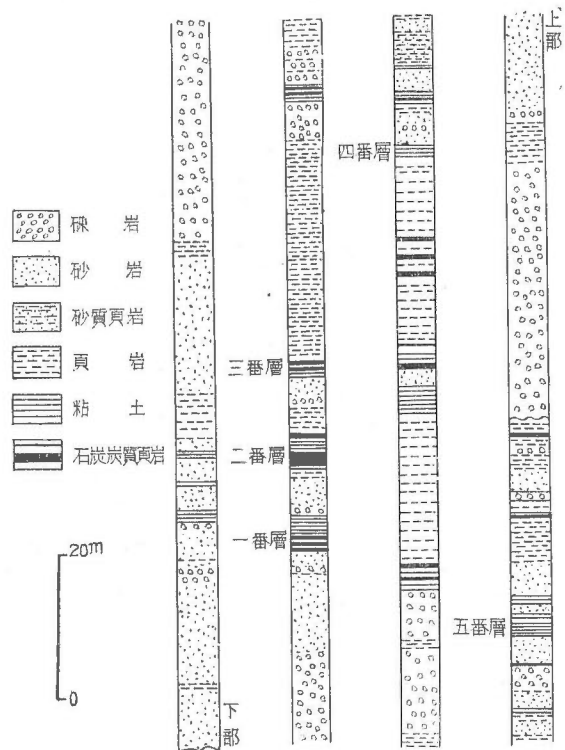
と第6表に示す如くである。

第 6 表

砂 岩 ・ 礫 岩	灰緑色砂岩・礫岩を主とする岩層	55m+
砂 岩 ・ 頁 岩 ・ 礫 岩	砂岩・頁岩・礫岩の互層	25m
五 番 層	五番（粘土）層	5~6m
砂 岩 ・ 頁 岩 ・ 四 番 層	砂岩・砂質頁岩等を主とし、礫岩・含礫頁岩および多数の粘土層を伴う岩層	32m
砂 岩 ・ 礫 岩	四番（粘土）層および砂岩層	3m
一 番 層	砂岩・礫岩を主とし、二番および三番（粘土）層を伴う岩層	140m
一 番 層	一番（粘土）層	15m±
砂 岩 ・ 頁 岩 ・ 礫 岩	礫岩を主とし、砂岩・頁岩を伴う岩層	80m
砂 岩 ・ 頁 岩 ・ 礫 岩	赤褐色頁岩	5m
古 生 層	砂岩を主とし、礫岩・砂岩の薄層および不良の粘土層を伴う岩層	43m

第6表に示した層厚は中沢において実測したものであるが、中沢以東においては全般的に層厚が減じ、以西においては増加する傾向があり、粘土の質はこれと反対に北東部において良好で、南西部においては不良である。

鉾山側でA粘土と称する高級耐火粘土(SK35~33)およびB粘土と呼ばれる少々低級の粘土(SK32.5~28)は主として中沢以東の区域に賦存すると予想され、以西の地区にはほとんど期待を掛け難い。もつとも同地区においては全く期待できぬというのではなく、露頭の状態から判断して、存在の可能性が少ないというだけであつて、将来以東の地区と同程度に探鉱が進捗すれば、優良な耐火粘土が発見される可能性はある。



第14図 柱状断面図

一番(粘土)層

本層は第三紀層の最下底より約125m上方に位置する粘土および石炭より成る層厚1.2~5.3mの地層である。区域南東部の掘削および大沢坑においては、層位の標準となる石炭層の上方に約2mの厚さを有する粘土層が発達している。この粘土層をさらに詳細に区分すると、炭層の直上に2~3層の味噌粘土層があり、その上にA粘土、さらにその上にB粘土が重なっている。またこれらのほかにA粘土とB粘土の境および石炭層中に味噌粘土層が発達していることがあるが、その分布はいずれも局部的である。

味噌粘土には黒色のものと茶色のものがあり、耐火度はいずれもSK35+~33で、SK34以上のものが圧倒的に大量を占めているが層厚はいずれも30cm以下である。A粘土の平均層厚は向斜の北側で0.8m、同じく南側で0.35mである。B粘土は坑道の天盤にかくれる場合が多くて、正確には測定できないが平均層厚は大約0.6mである。

これら石炭層上の粘土層は鴨沢坑と金森坑の間で尖滅し、そのかわり鴨沢坑内では炭層の下部に厚さ約0.50mの砂岩層を距てて、層厚0.9~1.2mに達する砂質粘土層が発達している。これは地表下50m附近の所では砂粒が少なく、耐火度SK33+を示す場合もあるが、概して

価値あるものとは考えられない。

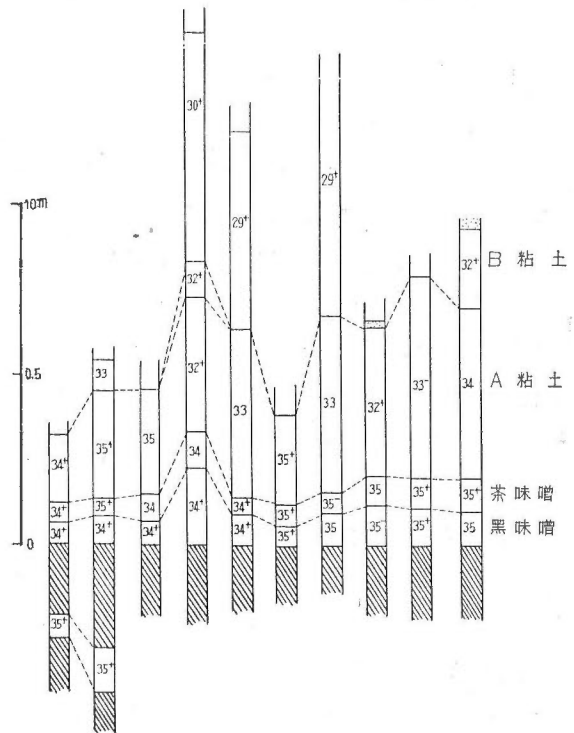
これを要するに、本鉱山においては石炭層上の粘土層が注目すべきものであつて、品質は大沢および金森坑地区の露頭と向斜の下底を除いた向斜の両翼の中間部分が良好がある。

二番(粘土)層

代表的の二番層が見られるのは鴨沢坑内である。二番層の下部には層厚10cm以下の味噌粘土薄層を挟みとする炭丈50cm内外の炭層があり、その上部に厚さ平均50cmの粘土層が賦存している。たゞしこの内SK32以上の部分の厚さは平均37cmに過ぎない。

二番層はこのほか、南東部掘割、大沢坑内および小松沢掘割においても見られるが、層厚が薄いかあるいは品質

が不良で稼行の対象にはなし難い。もつとも南東部掘割におけるものは例外であつて、耐火度SK32~34で層厚も約1.5mに達している。



第15図 岩手粘土柱状断面模式図(数字はSK)

三番(粘土)層

本層は南東部掘割および小松沢掘割の2箇所においてのみ観察せられ、坑内においては見られない。南東部掘割中においては層厚2.5mに達し、耐火度もSK33~32である。

四・五番(粘土)層

これらの層は中沢あるいは中沢より北西方に分岐する沢の露頭で観察しうるのみであつて、地下の状態は明らかでない。露頭部においては五番層中の層厚約10cmの茶色味噌粘土だけが品質良好で、他のものは総て砂粒に富み、耐火度もSK30以下である。

その他の粘土層

ここでその他の粘土層と称するものは一番乃至五番層に属する以外の第三紀層中の粘土層のことである。これらは主に中沢において露頭として発見されるか、あるいは調査区域内の掘割中にて観察されるのであるが、南東部掘割中に存在するもの以外はいづれも耐火度が低く、稀

に耐火度の高いものが存在していても層厚 10cm 以下の味噌粘土層である。

b. 鈹石

A. 粘土

帯淡褐・灰色粘土であつて、成層面と平行の割目は一般に介殻状断面を示し、樹脂光沢を呈する。成層面と直角に人為的に断面を作ると、その面は全く光沢を示さないが、指頭で摩擦すると容易に光沢を示すようになる。これはB粘土との著しい相異である。主成分は示差熱分析およびX線試験の結果カオリナイトであることを確認した。副成分は極めて微細な石英・長石・褐鉄鈹およびルチルである。分級試験の結果によると最も微粒（ 0.3μ 程度の粒子の集合体）の部分には $50\sim 110^{\circ}\text{C}$ で放出される水分が約4%含まれていると報告されており⁽¹⁵⁾、多少エンデライトを含有しているのではないかと思われる。

B. 粘土

灰色乃至帯褐灰色細粒粘土であるが、成層面と平行の剝離面も介殻状断面や樹脂光沢を示すことが少なく、成層面と直角に近い破砕面は指頭で摩擦しても光沢を示さない。石英の含有量はA粘土より多いが、全般的に少量で、組成鈹物はA粘土と同様である。

黒色味噌粘土

水分を多量含んでいる時は黒色を示すが、乾燥すると濃灰色を呈する粘土であつて、A粘土の小塊とこれらの間を充填している灰褐色の容易に粉状となる部分から成っている。粉状になりやすい部分は水分を含んでいる時は粘性が大であるが、乾燥すると全く粘性を失つてしまう。鈹物組成はA粘土と同様であるが、粉状となりやすい部分のカオリナイトは褐鉄鈹粒によつて甚だしく汚染されており、かつ炭質物の微粒を伴っている。粘土の灼熱減量が Al_2O_3 の量に比べて相対的に多いのは炭質物の存在によるものである。

茶色味噌粘土

黒色味噌粘土よりも稍々大形のA粘土破片が茶色の細粒になりやすいものに充填されている。本粘土は黒色味噌粘土と同様の鈹物組成を示しているが、炭質物の含有量は少ない。味噌粘土の色の相異は炭質物の含有量によつて左右されるようである。

粉状味噌粘土

A粘土の微細片が多数集つて、その間隙が含水時粘性の強い粘土によつて充填されているが、充填物の量が粘土の微細片の量に比して少ないために多少水分を含んでいる場合も容易に分離して粘土の微細片にわかれる。

いづれの味噌粘土にしても、構成物には相異は無いが、これを構成する粘土の塊の大きさ、充填物との量の比に前述の如き差異が認められるだけである。

c. 鈹量

推定可採鈹量

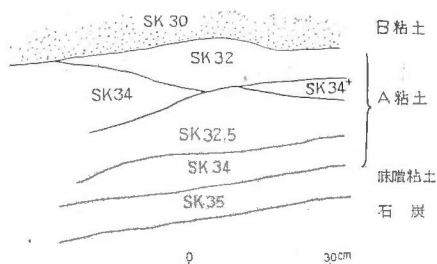
SK 34以上

9万t

推定 鋳量	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SK 34 以上} \quad 26\text{万t.} \\ \text{SK 34}^- \sim \text{32} \quad 120\text{万t.} \\ \text{SK 32}^- \sim \text{29} \quad 2,400\text{万t.} \end{array} \right.$	予想 鋳量	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SK 34 以上} \quad 38\text{万t.} \\ \text{SK 34}^- \sim \text{32} \quad 180\text{万t.} \\ \text{SK 32}^- \sim \text{29} \quad 3,500\text{万t.} \end{array} \right.$
-------	---	-------	---

d. 備 考

従來のいわゆる「A粘土」層を細かにサンプリングした結果、該層が耐火度の異なる何枚かの



第16図 大沢坑内における粘土層断面図

薄層またはレンズから構成されていることがわかつた。(第16図参照) 例えば、大沢坑内における各薄層またはレンズの厚さは1~10cmで、耐火度はSK30~35+の範囲を示している。従つて「A粘土」層全般としての耐火度は平均32~33程度であつて、使用者側が「A粘土」としてSK34

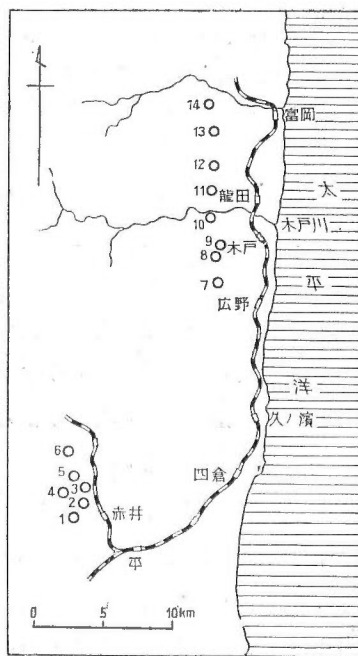
以上のものを要求することは無理である。需要者側の言葉として、入荷鋳石の耐火度が貨車毎に異るとか、耐火度が平均SK32であるといわれているのは「A粘土」層が上述の如き構成を有するからである。

磐 城

磐城粘土は茨城および福島両県下に跨がる常磐炭田の夾炭層最下部附近より産出する粘土の総称であつて、従來の著名な産地は福島県石城郡赤井村および上小川村の一部に属する赤井区域、同県双葉郡広野町および木戸村に属する木戸・広野区域の2者であつたが、最近茨城県多賀郡高萩附近および福島県双葉郡富岡村附近に粘土産地が発見されている。

広野区域は常磐線広野駅および木戸駅の西方であつて、北は木戸川を境とし、南は広野町小松に至り、東は同町荒神、西は同町二本柵に至る南北約6km 東西約2km に亘る地域である。当地区唯一の粘土稼行鋳山である品川白煉北部鋳区では、略木戸川に沿つて敷設してある管林署の軌道を鋳石運搬用に借用している。

赤井区域は磐越東線赤井駅西微北約3km の常住より、同北微西約8km の高崎までの夏井川西岸地区である。すなわち夏井川西岸の^{アカイ}関伽井岳以東で、かつ関伽井



第17図 磐城地区主要耐火粘土産地分布図

断層より加路断層に至るまでの東西 4km, 南北 7km に亘る第三紀層の分布範囲である。

この地区にも炭礫が多数分布しているので、運炭用自動車道路が山頂近くまで発達しており、運搬交通共に便利である。当地区で稼行している粘土鉱山は品川白煉畑子沢鉱山であつて、これは常住の南西方 300m 内外の地点にあり、ここより赤井駅まではトロ馬車の軌條が設備してある。

高萩地区の粘土についてはまだ充分な調査が行われていないが、粘土産地は常磐線高萩駅西方の山一炭礫である。

富岡区域は常磐線富岡駅西方直距約 4 km の富岡村字赤木を略々中心とし、南北約 10km, 東西約 3 km の長方形の地域であつて、木戸川以北、富岡川以南である。当地区内でも小炭礫が稼行しているので、粘土の運搬は便利である。

a. 地質・鉱床

第三紀層は先三紀の岩類上に不整合に発達したものであつて、次に示す如く区分することができる。

第 7 表

	赤井区域	木戸・広野区域	富岡区域	
中新統	浅貝砂岩	16m±	段丘層	鮮新統
	石城砂岩		富岡層 250m+	
	上部夾炭層 1~6m		亀尾頁岩層 130m±	中新統
	白水砂岩 2~35m		水野谷層 120m±	
	下部夾炭層 0~12m		五安層 200m±	
	基底礫岩・砂岩 0~40m		浅貝層 30~100m	
古期岩類	3~8m	石城夾炭層 50~120m	古期岩類	

赤井区域においては、古期花崗岩および角閃岩類を基盤とする盆地に第三紀層が不整合に堆積しており、その基盤岩が暗礁として凸出している部分においても第三紀各層は欠除することなく、上記の如き整然とした順序を示しているが、猿倉川以北、福島八坑以南(赤井中部地区)においては下部夾炭層は非常に薄くなつて石炭層(主に粘土層の上部に接している)を欠き、耐火粘土および蛙目粘土層のみより成る厚さ 0.8~2.0m の薄層となり、直接白水砂岩によつて不整合に被覆されている。かかる場所においては、白水砂岩も極めて薄くなり、通常2~8m の厚さを示すに過ぎない。

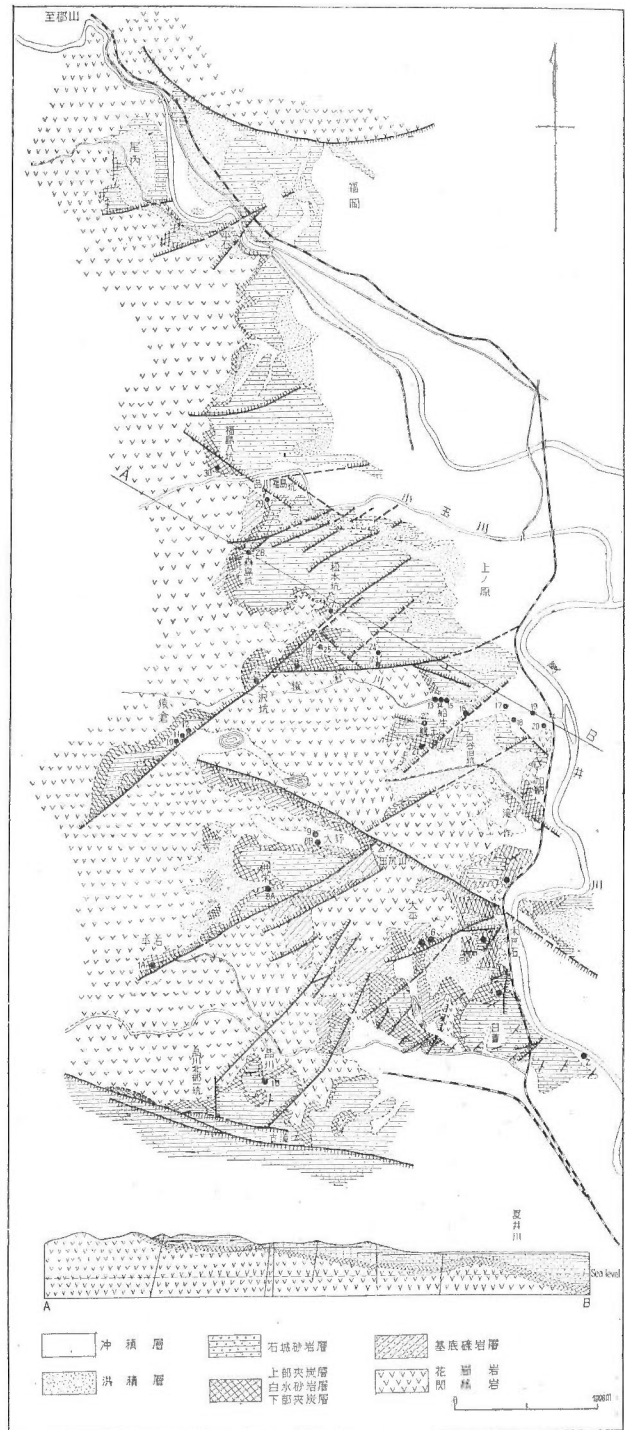
さらに福島八坑以北(赤井北部地区)の区域においては全く下部夾炭層を欠除し、白水砂岩が直接基盤岩上に不整合に重つている。従つて主に下部夾炭層の炭層の直下に発達している耐火粘土層を期待できるのは赤井南部および中部地区である。もつとも中部地区においては部分的ではあるが、基盤岩の暗礁の存在により、第三紀層の分布範囲内でも粘土層を欠除している所がある。

広野区域においては、粘土層は下部夾炭層中に砂岩・頁岩・含礫砂岩・礫岩・炭質頁岩および石炭と共に存在している。赤井区域と異つて、それぞれの地点によつて粘土層の発達状態に多少の相異があるが、下部夾炭層が最も良好な発達を示している二本棚附近の粘土層を代表的のものであるとするならば、この地区では第19図に示す如き層序を有することになる。

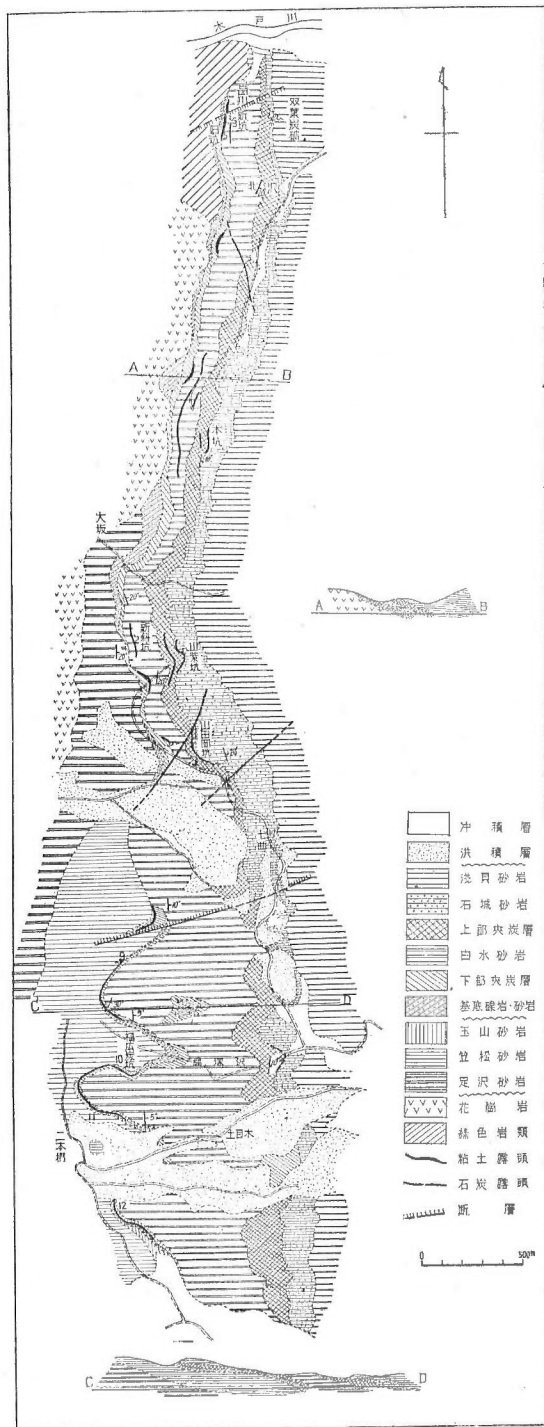
下部粘土層は当地区最良の粘土層であつて、耐火度も SK33~34に達するが、山田岡坑以北においては、層序的にこれに相当する粘土層が認められない。

中部粘土層は鉄分が多く、余り良質でなく、所によつては SK 28~32の耐火度を示すが、多くの場合は砂粒が混入して砂岩質に變つてしまつており、耐火度の高い部分は粘土層中の C. 10~0.20mの薄い部分だけである。

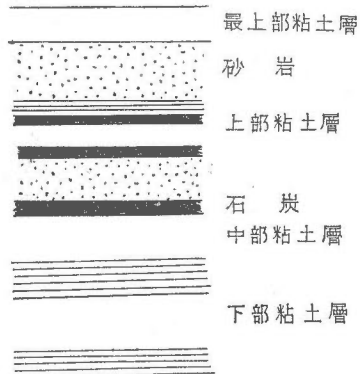
上部粘土層というのは、中部粘土層の上部に発達している炭層と関係の深い粘土の総称であつて、多くは炭層間の夾みあるいはその上・下盤に薄層として存在しているに過ぎない。耐火度は通常 SK30~33である。これは層厚の点で単独採行ができず、石炭と共にならば辛じて経



第 18 図 赤井地区地質図



第 20 図 木戸、赤井地区地質図



第19図 広野区域粘土柱状断面図

済的に採行ができるであろう。

最上部粘土層は南部から北部に亘つて連続存在する唯一の粘土層である。これは多くの場合砂粒に富んでいるが、部分的に細長い扁豆状または層状を呈し砂粒が少なくかつ耐火度の高い部分がある。

この良質の部分は、南部では薄いが北部では極めて厚くなり最大 2.40m に達する。大日本炭磁・旧露天・品川北部等においては、特に砂粒の少ない部分を採掘しているが、これらの中間地帯は全く未探鉱地域である。含粘土層が連続性に富むことから思考して、未探鉱地帯からも将来砂粒の少ない部分が発見される可能性が大で、特に新斜坑・品川北部間には注意を払う必要がある。

上述の下部夾炭中の粘土以外に、白水砂岩の本層炭の下部および上部夾炭層中の炭層に付随して、粘土が発達していることがあるが、大部分耐火度が S K29 以下で、かつ層厚が薄く経済的価値が無い。

(20)(21)(22)(23)(24)

富岡地区では第三紀層が古期緑色変成岩を不整合に被覆堆積している。粘土層

には2種類あつて、1は石城夾炭層の最下部に発達する青灰色粘土で、他は炭層中の夾みとして発達する茶褐色粘土層である。前者は部分によつて頁岩の破片や黄鉄鉱粒を含有している欠点もあるが、井出川流域や上岡炭磁でみられるような良質の部分も少なくないから、今後探鉱の進捗に伴つて、稼行の対象となしうるものを発見する可能性がある。粘土層の厚さは0.6~3.2mであるが通常1.2m程度のもが多く、耐火度はSK 32内外である。後者は通常厚さ0.30mで、石炭と共に採掘できる利点があり、かつ耐火度もSK 33~34に達するが、連続性に乏しい欠点がある。

いづれにしても地層の走向がN 10° W、傾斜W 40~90°程度であつて、特に井出川以北においては傾斜はいづれも80°以上であるから、採掘には相当の困難を伴うであろう。

富岡地区より北方では中新統の岩層類は次第に薄くなり、富岡層が漸層を以つて基盤岩に接するようになるので稼行可能な深度に粘土層の存在を推定することはできない。⁽²⁵⁾⁽²⁶⁾⁽²⁷⁾

b. 鉍 石

磐城地区で最も良質の粘土類を産出する赤井区域の主要粘土層は、前述の如く下部石炭層の下部に存在しており、品川畑子沢においては茶褐色粘土、特選白粘土および蛙目粘土の3種類が観察される。

茶褐色粘土は頁岩質で、有機物を含有し、一般に粘性が乏しくてかつ粉砕が容易である。耐火度は通常SK 30~32であつて、焼しまり良好で、白色または淡褐色の焼成色を呈する。特選白粘土は蛙目粘土に夾まれて存在し、白色乃至淡灰色で極めて粘性が強く、滑石の如き触感を与える。耐火度はSK 32~33で耐火材原料としてあらゆる点において優秀な成績を示しており、日本で一番使用し易い耐火粘土であるといわれている。

蛙目粘土は全体として白色乃至淡青色を呈し、石英粒が多くてカオリナイトが少なく、中京地区の蛙目粘土と比較すると石英粒が小さく、かつカオリン化が比較的進行していない。従つて比較的石英の含有量の少ない部分を耐火粘土に少量配合して使用するか、あるいは鋳型用に利用する程度の用途しかなく、現在の所これの水糞を行つている所もない。

c. 鈹 量

第 8 表

赤井地区粘土

地 区 名	層 厚 (m)	推 定 鈹 量 (万t)	耐 火 度 別
品 川 畑 子 沢	0.30	10.3	SK 34~32
	0.38	13.1	SK 32~30
日 曹	0.10	5.1	SK 34~32
	0.09	4.6	SK 32~30
	0.21	10.8	SS 30~29
木 戸 石	0.22	0.4	SK 34~32
	0.40	2.3	SK 30~29
大 平 南 部	0.60	0.2	SK 32~30
	0.15	0.3	SK 34~32
下 居 合	0.12	1.0	SK 34以上
	0.48	14.0	SK 32~30
	0.60	17.9	SK 30~29
船 生 坑	0.10	1.7	SK 34~32
	0.40	7.0	SK 32~30
	0.15	2.7	SK 30~29
大 沢	0.30	1.2	SK 32~30
	0.40	27.0	SK 30~29
大 倉	0.20	7.1	SK 34~32
	0.52	21.0	SK 32~30
	0.54	21.8	SK 30~29
福 島 旧 坑	0.10	0.1	SK 34~32
	0.20	0.2	SK 32~30
	0.20	0.2	SK 30~29
平 石	0.10	0.1	SK 34~32
	0.20	0.2	SK 32~30
	0.20	0.2	SK 30~29
総 計	SK 34 以 上	1.0 万t	
	SK 34~32	25.0 "	
	SK 32~30	61.3 "	
	SK 30 ~29	82.7 "	
		170.0 万t	

第 9 表

赤井地区蛙目粘土

地 区 名	層 厚 (m)	推 定 鉦 量 (万t)	耐 火 度 別
品川畑子沢	0.32	13.8	SK32~30
	0.50	2.2	SK34~32
諏訪原	1.00	4.5	SK32~30
	1.30	0.5	SK32~30
大平南	1.00	21.0	SK30~29
	0.60	1.6	SK34~32
大平北	0.60	1.6	SK34~32
	2.00	2.4	SK30~29
居部合石	SK 34~32 3.8 万t		
	SK 32~30 18.8 "		
	SK 30~29 23.4 "		

46.0 万t

第 10 表

広野地区粘土

地 区 名	層 厚 (m)	推 定 鉦 量 (万t)	耐 火 度 別
南部露天掘	0.16	4.4	SK 34 以上
	0.44	12.0	SK 34~32
	0.76	21.0	SK 32~30
	1.47	41.0	SK 30~29
山田岡坑	0.50	0.6	SK 34~32
	1.00	1.2	SK 32~30
山紫坑	0.40	1.7	SK 34~32
	1.10	4.6	SK 32~30
大日本炭礦	0.50	0.7	SK 34~32
	1.00	1.3	SK 32~30
旧露天掘跡	2.00	2.7	SK 30~29
	1.60	2.4	SK 32~30
品川北部	1.10	2.2	SK 34~32
	0.47	0.9	SK 32~30

総 計	SK 34 以上	4.4 万t
	SK 34~32	17.2 "
	SK 32~30	31.4 "
	SK 30~29	43.7 "

富岡地区粘土

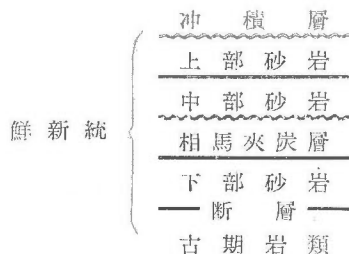
総 計	SK 34~32	58.0 万t
	SK 32~30	100.0 "

158.0 万t

96.7 万t

d. 備 考

相馬中村方面においては、富岡地区の富岡層に対比せられる地層が広範囲に発達しているが、粘土層は認められない。該地方の層序は右に示す如くである。

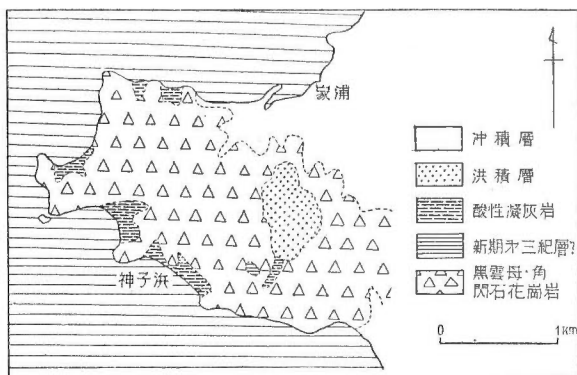


C. 四 国

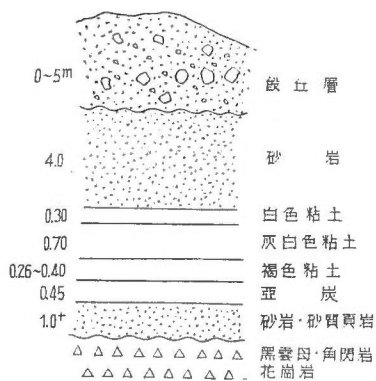
テ 豊 島

豊島は小豆島戸形崎の西方4~8kmの海上に存在する周囲18kmの小島である。鉱床は南西部^{ミコガハマ}神子浜の北東方直距0.5km(標高80m)の地点にある。

昭和25年8月までは^{イエノウラ}同島家浦村の山協良助が小規模に稼行していたが、表土が厚くなつてきたにも拘らず鉱石価格が安価なために採算がとれず、昭和25年8月に休山し、翌年



第21図 豊島西部区域地質図(佐藤原図)



第22図

1月に一切の設備を撤収した。稼行時において鉱石をインクラインにて神子浜に降し、そこにて船積みとし主として赤穂方面に搬出していた。

a. 地質・鉱床

黒雲母・角閃石花崗岩を不整合に被覆して、亜炭層を挟有する新期第三紀層と思われる地層が発達しており、亜炭層の上部に白色粘土・灰白色粘土および褐色粘土の3層が発達している。白色および褐色粘土は耐火度 SK 32

で灰白色粘土は SK30 である。ただし灰白色粘土中に部分的に存在している黄色粘土は品質不良で、一般に耐火度も低い。粘土は石英粒のほか微量の絹雲母を含有している。

b. 鉱 量

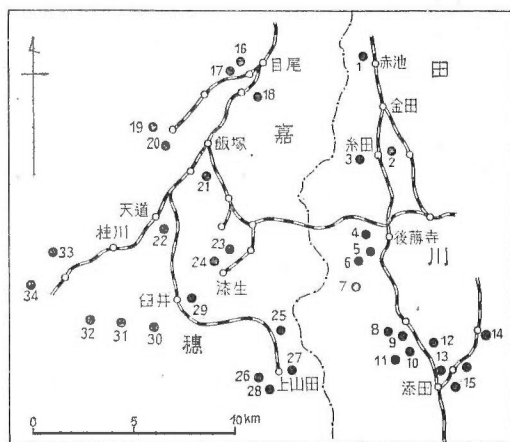
残存鉱量	SK 32 内外	12,500 t
	SK 30 内外	7,800 t
	計	20,300 t.

D. 九州

筑 豊 (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (36) (37)

筑豊炭田より産出する耐火粘土，およびボタを焼成したシャモットは耐火煉瓦原料として各種の欠点があり，最初は余り利用されなかつたのであるが，使用者側の不撓の活用研究はこれらの欠点を克服し，現在は単に北九州のみならず寧ろ本邦における重要耐火物資源としての地位を占めるに至つている。

粘土およびシャモット用ボタの賦存しているのは福岡県田川郡および嘉穂郡の一部であつて，古河^{シヤカノオ}鋳業の目尾炭砒と明治鋳業の赤池炭砒を結ぶ線以南の筑豊炭田である。またこれらは多くの場合，本炭田を構成する第三紀の最下底層である大焼層中に胚胎する石炭層に伴うものである。例外として，二瀬炭砒・高平炭砒においては上石層の炭層中に，二瀬・稻築および赤池炭砒においては本層の炭層中に粘土およびボタを認めることができるが，その耐火度は最高 SK 32で，いづれも品質の変化が著しいとか層厚が薄いとかの欠点を有しており，大焼層中のものとは比較すべくもない。



第 23 図 筑豊地区粘土およびボタ産地分布図

- | | | | |
|--------|---------|---------|---------|
| 1. 赤池 | 11. 川崎 | 21. 飯塚 | 31. 上嘉穂 |
| 2. 豊國 | 12. 大峰 | 22. 天道 | 32. 新豆田 |
| 3. 眞岡 | 13. 峯地 | 23. 稻築 | 33. 大分 |
| 4. 船尾 | 14. 高平 | 24. 漆生 | 34. 嘉穂 |
| 5. 豊州 | 15. 上田川 | 25. 下山田 | |
| 6. 猪位金 | 16. 目尾 | 26. 猪鼻 | |
| 7. 位登 | 17. 加茂 | 27. 上山田 | |
| 8. 東豊 | 18. 鯉田 | 28. 百浦 | |
| 9. 東川崎 | 19. 鎮西 | 29. 吉隈 | |
| 10. 上正 | 20. 二瀬 | 30. 平山 | |

本炭田内には多数の炭砒が存在しているので，運炭鉄道および自動車道路等の発達が極めて良好で，新規に稼行する場合でも運搬に困難を感じることはない。

a. 地質・鉱床

筑豊炭田は花崗岩・古生層等を基盤とする第三紀始新期の岩層によつて形成されており，第三紀層の下部の直方層群は上部より

上	石	層	210~290m
竹	谷	層	80~190m
本		層	140~300m

が著しい。

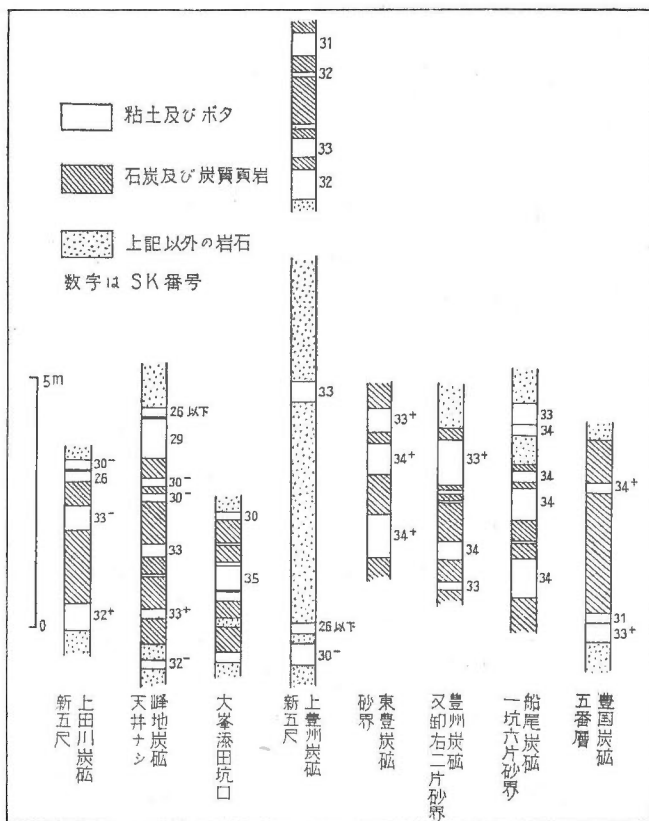
上部層は下部および中部層に比較して岩相の変化が著しくないが、南部において発達している白色花崗質砂岩が北部に進むに従って次第に尖滅し、飯塚市付近にては砂岩および頁岩の互層となつている。

大焼層には稼行可能な炭層として五尺、四尺・砂界・新五尺・天井ナシ・芳ノ谷および底三尺の6炭層が発達しており、いづれの炭層に伴つても粘土およびシャモット用ボタ^{註8}を伴つているが、五尺・四尺に伴うものは嘉穂地区でのみ品質良好であり、砂界・天井ナシに伴うものは南東部で、新五尺に伴うものは平山および上山田地区で、底三尺に伴うものは南および南西部で良質であつて、芳ノ谷に伴うものは豊国炭砒および新豆田炭砒において良好である。

赤池・豊国・後藤寺・大峯地区

この地区においては赤池炭砒で本層の上五尺・下五尺および四枚ならびに高平炭砒における上石層の香春^{カラ}八尺に伴つて粘土を産出する以外はすべて大焼層の炭層に伴うものが品質良好である。良質の粘土およびボタ

の存在するのは豊国炭砒では三番および五番層であるが、後藤寺地方では豊国炭砒の三番層に相当する粘土およびボタは品質不良となり、その代りに四番層に相当する新五尺と五番層に相当する砂界に良質の粘土およびボタが随伴している。これがさらに大峯地方に進むと砂界の発達が悪化となり、さらに川崎炭砒以南では砂界が3層に分岐し石炭層としても稼行困難となり、これに伴つて粘土およびボタの品質も不良となる。またたとえ地域的に良質の粘土あるいはボタが潜在しているとしても、炭層の経済的採掘が不可能なのであるから、現在の



第25図 柱状断面図(1)

註8: 炭層の上・下盤あるいは夾みとして存在している

註9: 東豊炭砒における砂界の山丈は1.90mであるが、上豊州炭砒では10.0mとなる。

粘土およびシャモットの価格では収支が償わぬのは勿論である。

このほかに当地区では新五尺と豊国炭砒の三番および四番層の中間に介在する天井ナシが粘土およびシャモット用ボタを伴うようになる。

第 11 表

M	赤池	豊国	船尾	豊州	東豊	川崎	大峯	峯地	上豊州
		一番	上石			尺ナシ	尺ナシ		
					上五尺	上五尺	五尺	五尺	
底三尺		二番	大焼五尺		上三尺	上三尺	三尺	三尺	
芳ノ谷	芳ノ谷	三番	芳ノ谷	大焼	芳ノ谷	芳ノ谷	芳ノ谷	芳ノ谷	芳ノ谷
天井ナシ	天井ナシ		天井ナシ 二尺	芳ノ谷	下五尺		天井ナシ	天井ナシ	天井ナシ
新五尺	新五尺	四番	新五尺	天井ナシ 二尺	新三尺	新五尺	新五尺	新五尺	新五尺
						新五尺 下層	新五尺 下層	新五尺 下層	下層 新五尺
砂界	砂界	五番	砂界	新五尺?	砂界	砂界	砂界	砂界	砂界
五尺・四尺			尺ナシ						

(M: 本書に採用した代表炭層名)

しかしながら、後藤寺以南では芳ノ谷以下の各炭層が「ドン」の影響を蒙る場合が多いために、炭層は勿論これに伴う粘土およびボタも変質して、品質の低下を示す場合が多く、北部における程安心して稼行できぬ欠点がある。

全般的に粘土およびシャモット用ボタの品質を比較すると、豊国・眞岡・船尾・猪位金・豊州・池尻・東豊および川崎炭砒附近までが良好であつて、上正・大峯・峯地・上田川炭砒では「ドン」と呼称される橄欖石玄武岩または安山岩の岩床(稀に岩脈)の影響を蒙るためか品質が不良で、川崎および上豊州炭砒では例外的に良質の粘土およびシャモット用ボタを産出する。

上豊州炭砒で良質の粘土およびボタを産出するのは、岩手窯業鉦山における耐火粘土と同様に向斜の中腹に相当する部分を採掘しているためではないかと思われる。向斜の中腹における粘土等が特に他の部分におけるものより良質である原因が何に起因するのかわからないが、この事実がすべての場合に成立するものとするならば、今後上田川炭砒の天井ナシに伴つて良質の粘土およびボタを産出する可能性がある。

目尾・鯉田・上山田地区

この地区においては粘土およびシャモット用ボタは大焼層に限られて産出する。大焼層の層厚は加茂・麻生炭砒方面で 130m であるが上山田炭砒では 340m に達している。

なお、この地区における大焼層中の最下部稼行炭層「砂界(七ヘダ八尺)」より上部の層厚は

210m, 下部は 130m である。従来, 大焼層の層厚と粘土およびシャモットの品質や賦存状態との間にある関係があるやに信ぜられて来たが, 今回の調査によつて, 粘土およびシャモット用ボタの発達は大焼層の層厚にはなんらの関係が無く, 寧ろ粘土等を胚胎する各炭層の山丈に著しく支配されることがわかつた。

第 12 表

M	目 尾	加 茂	山 野	下山田	上山田	猪 鼻	上 山
							鬼 石?
	臭 石	臭 石					
底三尺	底三尺	底三尺	口ノ春上石	臭 石			
芳ノ谷	芳ノ谷	芳ノ谷	口ノ春八尺	尺 ナシ			臭 石?
天井ナシ	天井ナシ	天井ナシ	小石三尺	小石三尺	五 尺	三 尺	五 尺
	八 寸	八 寸					
新五尺	新五尺	新五尺	帯 ナシ	帯 ナシ	三 尺	帯 ナシ	三 尺
							二 尺
砂 界	砂 界	砂 界	五 尺	五 尺	七ヘダ八尺	五 尺	八 尺

すなわち本邦における耐火粘土鉱床の一般的傾向として, 含粘土層の層厚が増加すると砂粒等の混入が著しくなり, 粘土の品質が低下する場合が多いのであるが, 当炭田においては大焼層の層厚が増加しても, 含粘土層である各炭層の山丈はこれと比例して増加せず^{註10} 粘土の品質も必ずしも低下しない。ただし, 粘土およびシャモット用ボタの発達が南部では北部におけるより良好でないという説も, 南部において著しい発達を示す「ドン」を考慮に入れる時はある程度肯定できる。

粘土の発達しているのは目尾の底三尺, 鯉田の七ヘダ, 尺ナシで, 南部では粘土はさらに下層の炭層に伴うようになる。すなわち上山田・上山・猪鼻炭砒等の七ヘダ八尺(大焼八尺)・三尺・五尺等で, シャモット用ボタの産状も粘土と略々同様である。

粘土層にドンが接している場合には, その部分が極めて僅かに岩手の粉状粘土類似のものに変化している以外には肉眼的変化は認められない。しかし上山炭砒においては同一粘土が「ドン」に接した部分では耐火度 SK31, 接しておらぬ部分は SK32.5 である。これは恐らくドンから微量のアルカリが供給されたために生ずる現象であろうと思われる。^{註11}

註 10: 通常は各炭層間の岩層, 特に砂界より下部の岩層が厚くなるからである。

註 11: 温海陶石は第三紀頁岩がこれを貫く粗粒玄武岩の打響によりアルカリの供給と脱鉄作用を受けて生じた実例が想起される。

嘉 穂 地 区

当地区で粘土およびシャモット用ボタを採掘しているのは大分部落北方直距 150m の地点である。該所においては大焼層最下部炭層である五尺・四尺が山の斜面に沿つて露出しており、山丈は 3m 余に達している。この炭層の下部に厚さ 1m 余の粘土層があり、耐火度 SK 31~34 であるが、露頭から内部に進むに従つて品質が低下する傾向がある。さらに炭層中のボタの風化した部分も粘土として採掘されており、深部の風化を蒙っていない部分はシャモット用として稼行されている。シャモットの耐火度は SK 33~34⁺ である。この五尺・四尺炭層は嘉穂地区でのみ稼行可能な層厚を有し、層序的には他地区の砂界より下部であるらしく、現地の経験者の言によれば後藤寺方面においても砂界の下部に本層と対比せらるべき極めて薄い炭層が認められるということである。

b. 鉢 石

シャモット用ボタ

石炭層の間に発達している黒色乃至黒褐色の炭質頁岩の一種であつて、石炭の微脈が規則正しく排列しており、粘土分と炭分との比が 100:20 程度でかつ緻密のものが品質良好である。シャモットに焼成すると炭分が焼却されるために多孔質になり、亀裂の入つた餅の如き外観を呈する。白色乃至帯淡褐・白色を呈するものが良質で、褐色を示すのは鉄分の多いものである。シャモットの耐火度は SK32~35⁺ で、通常 SK33 程度のものが多い。

粘 土

船尾、砂界および猪位金炭磁方面の砂界の上盤には灰黒色の耐火度 SK35 と称せられ、かつ玉葱状構造を呈する粘土が存在している。この粘土は焼しまりか極めて良好であつて、層厚は 0.10~0.30m で石炭と共に採掘できる利点はあるが、船尾炭磁より猪位金炭磁の方に進むに従つて品質は低下し、かつ傾斜方向への連続性が乏しい。

ボタが風化した粘土は灰色乃至黒褐色の粘性のある粘土で主に目尾・鯉田方面で産出している。耐火度は SK32~35 であるがこれを原料として耐火煉瓦を製造すると気孔率が大となる欠点がある。炭層に伴う本来の粘土は褐色・灰青色・焦茶等を呈する頁岩質のもので、部分によつては炭質物に富んでいることもある。

豊国炭磁のものは八幡製鉄所で試験を行つた結果、耐火度 SK32~34 で焼しまりは良好であるといわれているが、上山炭磁始め南部地区の粘土はまだほとんど活用試験が行われていない。これらの中には耐火度 SK32~34 のものが多いが、実際に使用されるまでには、なお相当の試験期間を必要とするであらう。

c. 鉍 量

粘 土

第 14 表

産 地 名	層 名	推 定 鉍 量 (ton)				
		SK 34 以上	SK34~32	SK32~30	SK30~29	
赤池	小 峠	下五尺四枚	3,200	3,400	20,700	6,300
	坊主ヶ谷	"	—	2,100	4,400	6,500
	林ヶ谷	"	5,700	14,400	33,900	35,700
	小 計		8,900	19,900	59,000	48,500
豊国炭礦	四 番		—	500,000	1,000,000	—
	五 番		—	90,000	—	—
	小 計		—	590,000	1,000,000	—
大峯	船尾炭礦	砂 界	81,000	54,000	54,000	—
	"	新 五 尺	—	—	40,000	—
	猪位金炭礦	砂 界	—	5,000	7,000	—
	小 計		81,000	59,000	101,000	—
後藤寺	峯地炭礦	天井ナシ	—	120,000	260,000	850,000
	上豊州炭礦	新 五 尺	—	24,000	72,000	—
	上田川炭礦	"	—	—	—	63,000
	小 計		—	144,000	332,000	913,000
日尾	佐野一号露天	底 三 尺	4,600	11,600	20,400	—
	" 二号 "	"	1,600	4,800	5,600	7,000
	" 三号 "	"	—	2,000	3,400	4,600
	" 四号 "	"	18,600	18,600	—	9,600
	" 五号 "	"	1,600	5,600	28,200	28,000
	" 六号 "	"	—	1,800	4,900	—
	山倉耐火	"	2,100	5,100	22,700	37,400
	小 計		29,100	49,500	85,200	86,600
鯨田	吉浦鉍業	底 三 尺	—	17,900	15,900	19,600
	祝原工業	"	—	8,200	8,100	10,800
	山倉耐火	"	—	26,100	19,500	—
	"	尺 ナ シ	57,200	168,400	190,000	—
	小 計		57,200	220,600	233,500	30,400

上山田	上山炭礦	七へゞ八尺	—	20,000	28,000	52,000
	〃	三 尺	—	—	20,000	—
	〃	二 尺	—	—	15,000	30,000
	百浦炭礦	八 尺	900	—	1,200	—
	猪鼻炭礦	五 尺	—	4,000	—	—
	小 計		900	24,000	64,200	82,000
稻築	稻築炭礦	五 尺	—	—	24,000	—
	〃	帶 ナシ	—	—	—	36,000
	小 計		—	—	24,000	36,000
平山	新豆田炭礦	下 二 尺	—	1,800	6,000	1,800
	〃	底 五 尺	—	—	1,500	1,800
	〃	砂 界	—	—	—	2,300
	平山炭礦	五 番	—	14,000	—	—
	小 計		—	15,800	7,500	5,900
	大 分	五尺・四尺	7,000	11,000	12,000	—
	小 計		7,000	11,000	12,000	—
	總 計		184,100	1,133,800	1,918,400	1,202,400

シヤモツト用ボタ

第 15 表

産 地 名	層 名	SK 34 以上	SK34~32	SK32~30	SK30~29	
豊国炭礦	三 番	510,000	722,500	—	—	
	五 番	2,800,000	4,200,000	—	—	
	小 計	3,310,000	4,922,500	—	—	
後藤寺	船尾炭礦	砂 界	45,000	180,000	300,000	360,000
	〃	新 五 尺	—	12,000	17,000	28,000
	猪位金炭礦	砂 界	—	19,000	10,000	—
	豊州炭礦	砂 界	11,000	30,000	49,000	9,000
	小 計		56,000	241,000	376,000	397,000
大峯	峯地炭礦	天井ナシ	—	320,000	290,000	530,000
	上豊州炭礦	〃	—	24,000	188,000	140,000
	上田川炭礦	新 五 尺	—	—	—	19,000

	東 豊 炭 礦	砂 界	56,000	152,000	200,000	192,000
	〃	新 五 尺	—	240,000	—	—
	川 崎 炭 礦	〃	—	131,000	—	—
	小 計		56,000	867,000	678,000	881,000
目 尾	佐 野 一 号 露 天	底 三 尺	—	2,800	—	—
	〃 二 号 〃	〃	—	2,100	4,500	—
	〃 三 号 〃	〃	—	1,200	2,500	—
	〃 四 号 〃	〃	—	4,600	—	—
	〃 五 号 〃	〃	—	9,800	—	—
	〃 六 号 〃	〃	—	1,500	4,300	—
	山 倉 耐 火	〃	—	3,400	14,100	11,500
	小 計		—	25,400	25,400	11,500
鯨 田	吉 浦 鈦 業	底 三 尺	—	6,100	21,500	—
	祝 原 工 業	〃	—	5,500	5,900	—
	山 倉 耐 火	〃	—	7,500	9,000	—
	〃	尺 ナ シ	11,800	30,200	54,000	—
	小 計		11,800	49,300	90,400	—
上 山 田	猪 鼻 炭 礦	五 尺	9,500	10,000	—	—
	上 山 田 炭 礦	八 尺	80,000	720,000	—	—
	百 浦 炭 礦	〃	—	2,000	—	—
	上 山 炭 礦	七 へ ぐ 八 尺	—	13,000	56,000	—
	一	三 尺	—	80,000	130,000	130,000
	小 計		89,500	825,000	186,000	130,000
二 瀬	潤 野 炭 礦	底 三 尺	108,000	378,000	442,800	442,800
	鎮 西 炭 礦	〃	—	5,700	8,600	17,200
	小 計		108,000	383,700	451,400	460,000
稻 築	稻 築 炭 礦	五 尺	—	110,000	—	—
	〃	帶 ナ シ	—	—	79,200	—
	漆 生 炭 礦	五 尺	—	144,000	—	—
	小 計		—	254,000	79,200	—
	天 道 炭 礦	上 五 尺	—	200,000	—	—
	小 計		—	200,000	—	—
平 山	平 山 炭 礦	十 番	150,000	315,000	—	—
	新 石 岡 炭 礦	新 五 尺	少	少	—	—

新豆田炭礦	底五尺	1,800	少	—	—
〃	下二尺	—	少	—	—
〃	新五尺	2,900	—	—	—
小計		154,700	315,000	—	—
總計		3,786,000	8,082,900	1,886,400	1,879,500

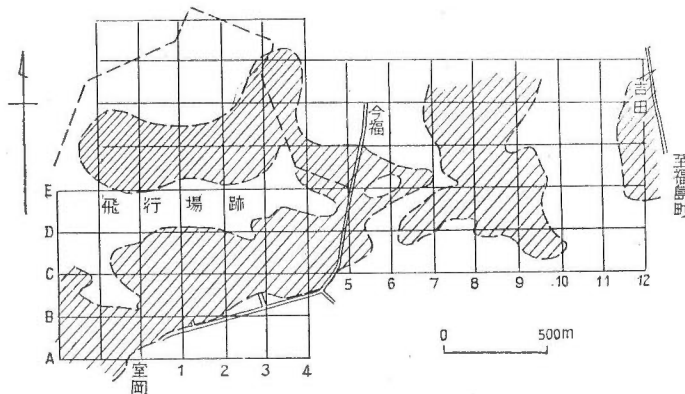
(以上單位 ton)

八 女⁽³⁸⁾

調査区域は九州鉄道急行線東久留米駅の南方直距 9m の八女郡岡山村字今福を略々中心とし南北 2km, 東西 3.2km の地域であつて、岡山村および長峰村の一部を占めている。当地に到るには前記九州鉄道急行線の花畑駅にて下車し、該駅前より九州鉄道福島町行電車に乗車するのを便とし、花畑駅より約 45 分で区域の東端にある吉田に到着する。ただし花畑—吉田間には貨車の便が無いから、粘土は室岡の三角点の南方直距 350m の矢部線鶉の池駅^{註12}または福島駅に搬出するのが便利である。今福—鶉の池駅間および吉田—福島駅間は共に自動車道路に沿つて 1.5 km であるから、交通も運搬も便利である。

a. 地質・鉱床

八女白粘土層は、これの上部に発達するボーキサイト質粘土と共に洪積期の生成に係るものである。



第 27 図 八女白粘土分布図

ボーキサイト質粘土は白色粘土層を整合状に被覆しているが、局部的に両者の間に黄褐色粘土の薄層あるいは両者の漸移帯の薄層が夾在することがある。さらに白粘土の下部には砂粒に富む木節および蛙目様の青灰色粘土層が発達しており、該層は白粘土層に直接被覆される場合もあるが、両者の間に他の粘土層または含礫砂質粘土層が存在する場合もある。含礫砂質粘土層の存在する場合はハンド・オーガーの下降が困難であるので、それより下部の木節および蛙目様粘土層の賦存状態を把握することはできなかつたが、これは大体全地域に亘

註 12: 鹿兒島本線羽犬塚より分岐して黒木駅に到る。

つて潜在していると予想できる。

洪積層を形成している地層は上部より

礫	層	8.0m
ボーキサイト質粘土		0~3.0m
黄褐色粘土		0~0.1m
八女白粘土		0.40~5.40m (平均1.25m)
黄褐色粘土		0~0.10m
木節用粘土	}	一定せず
黄褐色緻密粘土		
礫	層	

に区分することができる。

これらの層は調査地区北方の一條・新代方面においては御荷鉢層に属する絹雲母片岩および新期第三紀の凝灰質頁岩を、吉田方面においては同じく第三紀の砂質頁岩・凝灰質頁岩類を、またさらに東方の六田方面においては阿蘇火山の玻璃質安山岩を不整合に被覆している。

諸外国で見られる一般のボーキサイトとはその産状を異にし火山灰が沈積してその位置でボーキサイト化が進行しつつある過程にあるものと思われる。

白粘土の層厚は 0.40~5.40m で、平均 1.25m であるが、就中層厚の厚いのは 1-A および 4-B (第 27 図参照) および吉田方面であつて、いづれもの 3~5.4m 層厚を確認した。白粘土の耐火度は層の中央部が良好であつて、さらに丘陵の頂上部におけるものよりも谷に相当する部分より産出するものが耐火度が高い。

b. 鋳石

ボーキサイト質粘土はギブス石およびアロヘーン (ペーマイトを含有する疑もある。) を主成分としているが、白粘土は β エンデライトおよびハロイサイトを主成分とし、ギブス石・石英・斜長石・褐色普通角閃石・褐鉄鋳・磁鉄鋳・ルチルおよび礫石等を随伴している。原土の耐火度は SK 18~31 で、29~31 のものが圧候的に多い。また水簸実収率は 33.3~54.9% で、水簸物の耐火度は SK 33~35 である。

c. 鋳量

確 定 鋳 量	{	SK 32~30	350万 t.
		SK 30~29	110万 t.

調 川

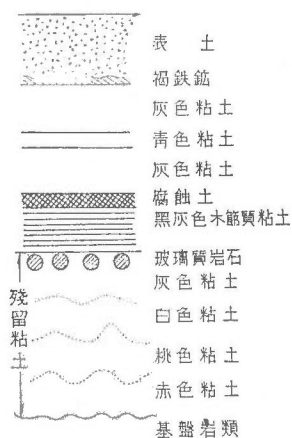
松浦線調川駅の南方約 4km の地点に鋳山事務所があり、鋳産地は事務所の南方約 2km の調川村と今福町との境界に近い海拔 300m 余の山頂附近に分布している。山元より調川駅までは

貨物自動車の運行が可能である。

本鉱山は大正 7, 8 年頃より稼行され、昭和 18 年までの間に数人の経営者により約 1,200 t 生産を見たのであるが、昭和 18 年以降は資材難のために一時稼行を中止した。昭和 20 年終戦直前に八幡製鉄所で鉱区を買収し、爾後引き続き稼行していたが、次第に品質が劣悪となつてきたので、昭和 25 年後半において採掘を休止した。

a. 地質・鉱床

附近一帯は第三紀層および玄武岩質岩類により構成されている。第三紀層は漸新統佐世保層群最上部の野島層および福井層から成り、これらは走向 NO~70°E, Eあるいは NW に 5~30°



第 28 図 調川粘土断面図

の傾斜を示している。野島層は著しく凝灰質で炭層を伴っていないが、福井層は稼行可能な炭層を夾有しており、調川駅附近では中島江口鉱業所が稼行している。

玄武岩質岩類は第三紀より新期のものであつて、緻密熔岩および集塊熔岩から成り、主として水成岩類を覆っているのであるが、調川村海岸の切通しにおいては第三紀層を岩脈状に貫いているのが観察される。粘土層の基盤は集塊熔岩であるらしく、最も理想的な発達を示す所においては基盤岩上に赤・桃・白・灰色等を呈する残留粘土層があり、その上部に灰色乃至青色の転移粘土層が発達している。第 28 図に示した如く、転移粘土と表土との境は不規則であつて、粘土層との間に褐鉄鉱が沈澱している。

沈澱している。

八幡製鉄所で耐火モルタルおよび耐火煉瓦原料として使用していたのは主に腐蝕土より下部の残留土である。

b. 鉱石

残留粘土は転移粘土よりもカオリン化が進んでおり、耐火度は高く SK32~34 である。この粘土は粘性が極めて強く、焼しまりは良好であるが鉄分が多く、かつ乾燥収縮の大きい欠点をも有している。これは主要組成鉱物が β エンデライトでさらにアロヘーンを伴っているためであろうと思われる。

c. 鉱量

残 存 鉱 量	}	SK34~32	16,000 t	残留粘土
		//	10,000 t	転移粘土

ただし、比重を 2.2 と見做す。(36)

賢 木

本鉱山は鹿児島本線大牟田駅の東方 8km の熊本県賢木村字クング久重にある。粘土層は第三紀の生成に係わる頁岩層を被覆して発達しており、数枚の炭質物の薄層を含んでいる。

a. 鉱 量

推 定 鉱 量 SK32⁻~30 13万 t ⁽⁴⁰⁾

一 勝 地

一勝地の江上粘土鉱山は熊本県球磨郡一勝地村字中津の南西方 1.0km の地点にあり、鉱石山は元より肥薩線一勝地駅に搬出されている。

a. 地質・鉱床

本鉱山附近は安山岩によつて構成されている。鉱床は安山岩の裂隙に沿つて上昇してきた浅熱水の作用で生成された裂隙充填鉱床である。鉱脈は互に 500m の間隔を有して 2 條存存し、走向はいづれも N30~35° E である。

現在線行中の清水谷樋は走向延長約 120m、傾斜に沿つた深度 20m が確認されており、その幅員は 0.1~1.5m である。

b. 鉱 石

鉱石は塊状を呈する塊状鉄・一部角礫化した混合鉄・粘土を主体として母岩の破片を比較的多量含有する粘土鉄の種類に分類することができる。塊状鉄および混合鉄は陶磁器原料に適し、粘土鉄は耐火物原料に使用されている。

c. 鉄 量 ⁽⁴²⁾

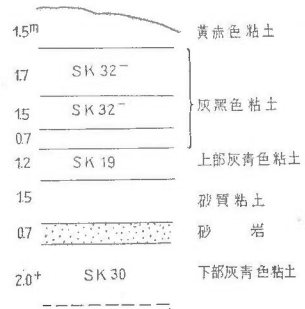
確 定 鉄 量 1,000 t

推 定 鉄 量 3,000 t

指 宿

鹿児島県揖宿郡指宿町字温湯にあつて、指宿線二月田駅の西方直距 3km の地点である。該駅より山麓までは貨物自動車の交通は可能であるが、山麓より鉄床分布地域までの 0.4~1.0km の間は道路が不良で、人馬による以外には鉱石の運搬はできない。昭和26年 2 月より岩崎産業株式会社^{註13} が経営に着手し、この間の道路改修等を行いつつある。

粘土は主としてアート紙コーティング原料として利用されており、陶磁器用および耐火物用



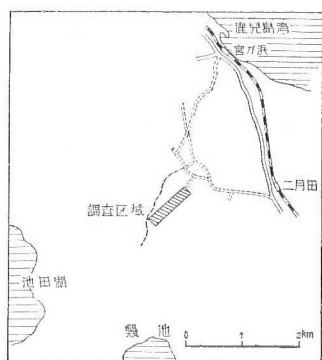
第 29 図

註 13: 鹿児島市山下町, 岩崎ビル

としてはまだ試験の域を脱していない。

a. 地質・鉱床

本鉱山はいわゆる「指宿カルデラ」の中にあつて、附近には火口湖として有名な池田湖・鰻池・山川港等があり、鉱区内においても軽微の硫化水素臭を有する水蒸気を噴出している所がある。



第30図 指宿粘土位置図

附近一帯は複輝石安山岩または同岩質の凝灰岩から成つており、粘土はこれ等火成岩が浅熱水の作用を蒙つて生成されたものであつて、この熱水の上昇してきた裂隙は現在の小谷の谷および湯郷の鞍部で代表されている。白粘土の分布区域内にも、クリストバル石に富んだ硬質のものが不規則に存在していて、多少原岩の構造を残している場合がある。

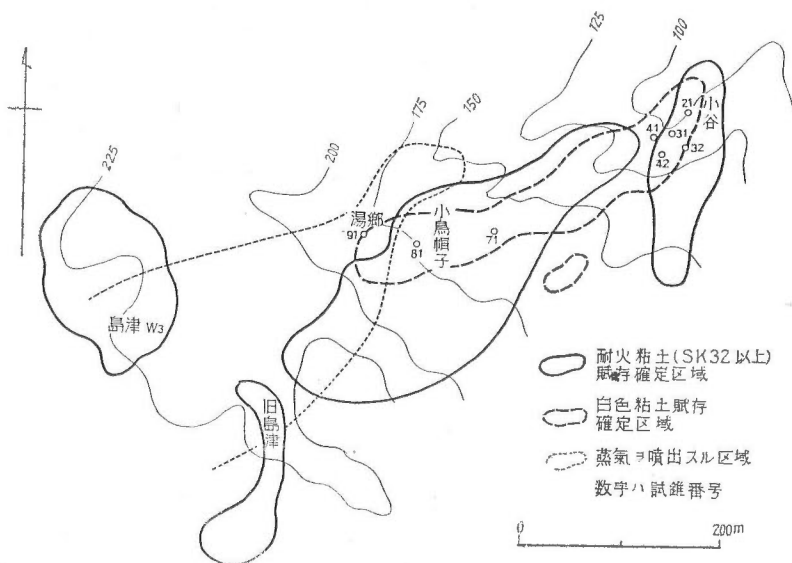
この地方は表土の発達が著しく、地表調査では鉱体の実態がわからないので、ハンド・オーガーを使用して地下探鉱を行った。

この探鉱の結果第31図に示す如き粘土の分布状態が明らかになつた。

この種鉱体の通性として粘土の品質の変化が著しいと思われるから、稼行する場合は常に品質の変化に注意を払う必要がある。

b. 鉱石

粘土には (A) カオリナイトを主成分とし、 Fe_2O_3 1~3% で粘性の強いもの、(B) カオリナイトを主成分とし、 Fe_2O_3 1% 以下で粘性の弱いもの、(C) クリストバル石を主成分とし、粘性乏しく軟質のもの、(D) クリストバル石を主成分とし、硬質のもの、(E) カオリナイトおよびクリストバル石の両者を主成分とするもの、の5種類があり、これらはいづれも主成分鉱物以外に少量の明礬石・ルチル・褐鉄鉱および遊離硫黄等を随伴



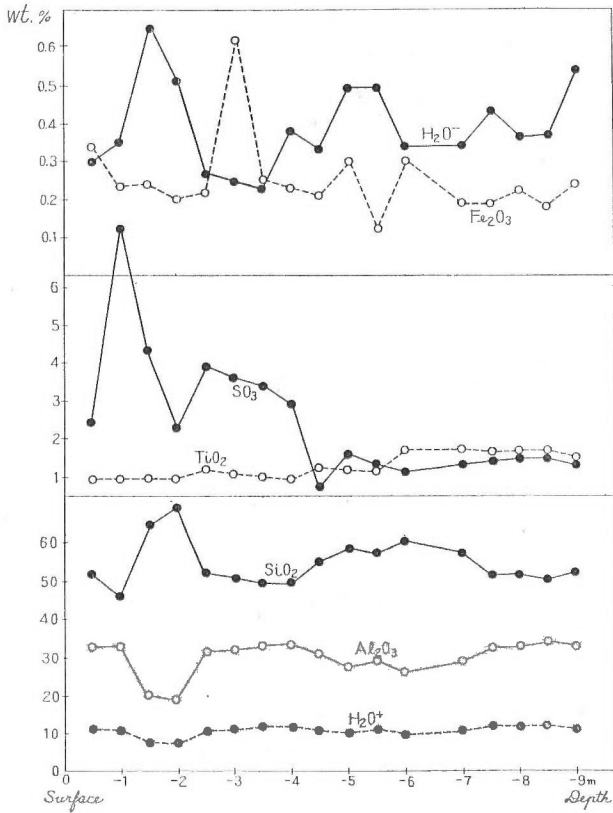
第31図 指宿粘土分布図

している。

(A)は島津方面に多量存在するものであつて、耐火度は SK32~36 に達し、かつ焼しまりも良好で耐火煉瓦原料として良好である。またこの粘土は微粒子の集合体であつて径2 μ m以下のものが60~75%に達しているの、特に白色の部分はアート紙のコーティング原料として使用されている。

(B)は陶磁器原料として使用されるが、粒度が稍々大で2 μ m以下のものは20%内外であり、水簾実収率の点からいうとアート紙原料としては(A)に劣る。

(C), (D)および(E)は主として No. 51 より湯郷に亘る地域に散在しており、これらの活用



第32図

試験の結果はまだ充分にわかつていない。

本粘土中のカオリナイトは従来日本で発見されたものの中で最も結晶度の高いもので、電子顕微鏡・X線試験および熱分析試験の結果ではそれぞれ特徴ある結果を示している。

小谷の No. 21 試錐において、地表より地下 9.50m に到る間で 50cm おきに 17 個の試料を採集し、化学分析を行つた結果、第32図に示す如き変化図が得られた。これによると地表より、地下 3m の所までの間では品質の変化が著しいが、地表下 3m 以下では品質が一定してくる傾向があることがわかる。

c. 鋳 量

確定鋳量	SK36~32	30万 t.
推定鋳量	SK34以上	25万 t.
	SK34~32	55万 t.
予想鋳量	SK32以上	220万 t.

d. 備 考

陶磁器およびアート紙原料として利用されるものの鉦量は確定 8万 t, 推定 25万 t および予想 38万 t である。これ等の数値はいづれも東京工業大学において長期間活用実験を行つた結果, 利用可能と認められたものを基準にして鉦量算定を行つたものであるが, 鉦床の性質から思考して将来探鉦の進捗に伴い, さらに良質粘土の発見される可能性が大である。これは耐火粘土についても同様である。

III. 耐火粘土の性質

1 概 説

耐火粘土という名称は極めて漠然としたものであつて, 米国においては『一次または二次粘土で, 耐火度 SK19 以上であることを必要とし, 可塑性およびその他の性質は粘土の種類によつて非常に異つてゐるが, 焼成色は一般に黄色で SK19~26 のものを弱耐火性, SK27以上を耐火性 (Refractory) と分類する』と定義している。

日本においては学術的には『SK26 以上で, 概ね黄色に焼ける粘土』と定義しているが, 鉦業法では耐火度 SK31 以上と規定している。

かくの如く簡単に定義された耐火粘土は鉦物学的にはカオリナイト・ハロイサイト・エンデライトあるいは筆者の仮に命名した β エンデライトを主要組成鉦物とし, 副成分としてはアロヘーン・明礬石・ルチル等を伴い, 一般に多くの石英あるいはクリストバル石を随伴しているに過ぎないが, 物理的性質は粘土の種類によつてそれぞれ著しい相異を示している。

すなわちたとえば築別粘土の一部および八女粘土は乾燥亀裂を生ずる性質があり, 筑豊粘土は焼成した場合に気孔率が大きくなり, 指宿粘土は焼しまりは良好であるが, 乾燥強度が弱い等の諸性質があり, これ等活用上の性質は実に多種多様である。これ等の諸性質のよつてくる要因はすこぶる複雑であるが, そのあるものは明らかに組成鉦物の性質あるいは微量随伴される副成分鉦物の性質によつて生じるものであつて, 地質および鉦物学的に耐火粘土を論ずる場合でも, ある程度までこれ等の諸性質を忘却することはできない。粘土の物理的性質を研究するためには長期の研究を必要とするのみならず, 従来多くの窯業家によつて研究成果が発表されているので, 本書においては物理性については余り言及しないこととする。

本邦産耐火粘土を鉦床学的に分類すると, (1) 第三紀の石炭層あるいは油母頁岩層に伴うもの, (2) 火山岩あるいは凝灰岩が浅熱水作用を蒙つて粘土化したもの, (3) 第四紀の火山灰が粘土化したものの 3 種類に分けることができる。

これ等の中(1)と(2)は概してカオリナイトあるいはハロイサイトを主要組成鉦物としてお

り、(3)に属するものすなわち八女および調川の粘土はエンデライトと略々同様の性質を有するが、結晶形の異なる β エンデライトを主成分とし、かつアロヘーンを伴っている。さらに(3)は後記耐火度の項に述べる如く、化学成分と耐火度の関係において(1)および(2)と明瞭な相異を示している耐火度が粘土の如何なる性質によつて左右されるのか正確なことのわからない現在においては、かかる相異を生ずる原因が何に起因するのかもわからないが、組成鉱物の結晶度の差異と(3)がアロヘーンの如き gel 状鉱物を比較的少量に含有していることに、大部分の原因が存しているようである。

カオリン系鉱物においてはカオリナイト・ハロイサイトおよびエンデライトの順に結晶度が低く、 β エンデライトはエンデライトよりもさらに結晶度が低いと推察される。従つて粘土からアルミナを抽出する場合には、エンデライトあるいは β エンデライトの方が有利であるけれども、耐火物原料としてはカオリナイトおよびハロイサイトに比較して多くの点で劣っている。従つて耐火物資源の乏しい本邦においても第四紀の火山灰起源の耐火粘土は特別な事情のない限り、主要耐火原料としての地位を占めることができないと思われる。

カオリナイトとハロイサイトについては耐火物原料として余り顕著な相異が認められず、僅かにアート紙のコーティング原料として針状結晶のハロイサイトよりも板状結晶のカオリナイトが歓迎されている程度である。

2. 構成 鉱 物

耐火粘土の構成鉱物であるカオリナイト・ハロイサイトおよびエンデライト等については、従来多数の学者が研究を行つてきたのであるが、また粘土鉱物の諸性質を説明するに足る充分な結論は得られていない。

最近粘土鉱物についての実験方法が急速に進歩し、諸種の化学的および物理的方法が鉱物性状究明の手段として応用されるに至つたのであるが、粘土鉱物が非常に微粒子である上に純粋のものを得難いということが問題の解決を遅らせているし、また試験の結果が、従來の経験と時に見矛盾した結果を示すことが、さらに問題を増しているのである。もつとも含有微量副

第 16 表
七戸粘土分析表

SiO ₂	39.58
Al ₂ O ₃	30.24
Fe ₂ O ₃	1.74
CaO	0.97
MgO	tr.
H ₂ O(+)	11.08
H ₂ O(-)	16.60
Total	100.21

分析者 須 藤

成分鉱物の性質が実験の種類によつては、結果に大きく表現されることもあり、却つてこのような事実を利用して粘土類の性質を決定するのに役立つようになる可能性もある。

たとえば耐火粘土としては利用されていないが、青森県七戸粘土はX線・電子顕微鏡等の試験結果から推すと、カオリナイトから成つていると認定されていたにも拘らず、耐火度は理論値よりも遙かに低いSK19である。熱分析の結果でモンモリナイトの含有が認められたが、最近の研究の結果結晶度の極めて低い β エンデライトにアロヘーンおよびモンモリナイトが伴っているのではないかと予想されるに到つている。⁽⁴⁴⁾

カオリナイト・ハロイサイトおよびエンデライトの研究は N. Nagels-

chmidt⁽⁴⁵⁾, U. Hofmann, K. Endell, D. Wilm⁽⁴⁶⁾, M. Mehmel⁽⁴⁷⁾, S. B. Hendricks⁽⁴⁸⁾, A. L. Alexander⁽⁴⁹⁾ および須藤俊男⁽⁴⁴⁾ 等によつて行われ、最近は諸種の事実が明らかとなつてきた。

彼等の研究の結果明らかになつたものを表示すると、次に示す如くである。

第 17 表

	カオリナイト	ハロイサイト	エンデライト
化学式	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
H_2O^+ あるいはIg. loss	10.89~14.22%	14.38~17.52%	11.08~13.67%
H_2O^-	0.08~1.38%	0.96~4.45%	10.26~16.60% [⊗]
結晶の形	六角板状	短冊状	短冊状 [⊙]
熱分析	600°C 附近の吸熱の peak は大体左右対称に近い	600°C 附近の peak は左右対称でない。100~200°C に小さい吸熱がある。	100~300°C の間に大きな吸熱の peak がある。
X 線	I. d(Å)	I. d(Å)	I. d(Å)
	10 7.06~7.16	10 7.42	st 10.1
	10 4.46	10 4.42	st 4.46
	10 4.194	5 3.97	M 3.40
	5 3.874	6 3.63	
	6 3.614		
	5 3.424		

⊗ 50~100°C で放出される 2分子の結晶水を含んでいる。

⊙ 日本産のあるものの中には不定形のものがあり、これに対して筆者は便宜上βエンデライトという名称を付す。

またこれ等 3 鉱物の屈折率は測定者により異つた値を示しているので、測定者別に表示する。

第 18 表

(a) カオリナイト

Z=1.566	Y=1.565	X=1.561	Marshall ⁽⁵⁰⁾ , Ross ⁽⁵⁰⁾
Z=1.560~1.570	Y=1.559~1.569	X=1.553~1.568	Ross ⁽⁵¹⁾
Z=1.565	Y=1.564	2V=(-)43~68° ⁽⁵²⁾	
Z=1.566	Y=1.565	X=1.561	2V=(-)60° ⁽⁵³⁾

(b) ハロイサイト

Z=1.581~1.607	Y=1.577~1.61	Kelley ⁽⁵⁴⁾
	Y=1.60~1.62	Hendricks ⁽⁵⁵⁾
	n=1.553(isotropic)	Ross ⁽⁵¹⁾
	n=1.47~1.52(isotropic)	Marshall ⁽⁵⁰⁾
	Y=1.498~1.630	Marshall ⁽⁵⁰⁾
Z=1.549~1.550		Grim ⁽⁵⁶⁾
	n=1.515~1.551	Nagelschmidt ⁽⁵⁷⁾
	n=1.551~1.556	Alexander ⁽⁴⁹⁾

n=1.543~1.567	Mehmel (47)
n=1.555	(55)

(c) エンデライト

n=1.526~1.542	Mehmel (47)
n=1.540~1.552	Alexander (49)
n=1.541	(53)

すなわち現在の所、これら3鉱物を分類するのに屈折率は余り参考にならず、50~100°Cで放出されるH₂Oが10%以上で、短冊状結晶を示すものがエンデライト、同じく短冊状でH₂O⁻が5%以下のものがハロイサイト、六角板状の結晶形のものがカオリナイトと区別するのが簡単かつ大過のない方法である。しかしながらハロイサイトとエンデライトの混合物あるいはモンモリロナイトまたはアロヘーン等を随伴するものについては、この区別法を適用し難い。

X線粉末写真については N. Nagelschmidt (45), J. Ch. L. Favejje (58), J. W. Gruner (59), C. S. Ross & P. F. Kerr (60) (61), M. Mehmel (47) および須藤俊男 (44) 等の研究があつてカオリナイトとハロイサイトの粉末写真の解釈についてはまだ多少の差異が認められる。

しかしながらカオリナイト・ハロイサイト・エンデライトの順に粉末線の数が少なくなりかつ線の現われ方が不明瞭になる事実については意見が全く一致している。

電子顕微鏡試験の結果では、第17表に示したように、カオリナイトは六角板状、ハロイサイトおよびエンデライトは短冊状といわれている。カオリナイトが六角板状の結晶であることには異論がないが、粘土の産地によつてその形態にも多少の差異がある。すなわち指宿粘土のカオリナイトの稜角は鋭く、正しく120°の角度を示し、かつ結晶は厚い。栃木県関白カオリン中のカオリナイトは指宿のものに類似しているが、結晶が薄く、岩手粘土および本山木節のものは稜角の頂点が少々丸味を有している。

ハロイサイトは前述のように短冊状の結晶形を示しているのであるが、これを詳細に見ると実際は管状を呈しているらしく、米国においても管状という説が有力である。しかしながらカオリナイトの如き板状結晶のものが巻いて管状となつたものか否かについては、定説と認めるべきものがない。耐火粘土でハロイサイトを主要組成鉱物としているのは一勝地粘土が発見されているだけであるが、主として陶磁器原料として使用されている岡山県久米郡神目カオリン、福島県安達郡本宮カオリン、愛知県東春日井郡新居白粘土、長崎県下県郡対州カオリンおよび朝鮮カオリン等はハロイサイトを主要組成鉱物としている。

従来調川および八女粘土の組成鉱物はエンデライトといわれていたが、詳細に研究した結果これ等は短冊状の結晶を示さないで、略々円形に近い形^{註14}を示しており、別個の鉱物すなわちβエンデライトから成つていることが確認された。従つて、本邦においてはエンデライトを主要組成鉱物とする耐火粘土は発見されていなく、僅かに粘土の副成分あるいは苗木白粘土中の

註14: 電子顕微鏡による結晶形のみからβエンデライトの名称を付したのではなく、後述する耐火度および熱分析の結果をも考慮に入れている。

A. X 線 試 験

従来カオリナイトの粉末寫眞については G. Nagelschmidt⁽⁴⁵⁾, J. Ch. L. Farejie⁽⁵⁸⁾, J. W. Gruner⁽⁵⁹⁾, C. S. Ross & P. F. Kerr⁽⁶⁰⁾, M. Mehmel⁽⁴⁷⁾ 等の研究があり, その結果は大体一致している。

第 19 表

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)						
7.06	107.—	107.17	S 7.13	S 10.—	SS 7.42	4 10.1	10	10.—	10	10.—	210.—	SS			
4.39	64.46	104.38	SSb 4.33	SSb 7.13	SS 4.84	W 4.42	10	7.4	5	7.5	2				
4.21	34.19	10			4.42	SS		4.44	9	4.44	5	4.4	m		
3.76	43.87	5						4.06	f	4.06	6				
3.57	103.61	63.52	S 3.54	S 3.677	mS 3.63	6						3.76	1		
3.35	13.42	53.35	WW					3.31~3.40	2~5	3.37	4	3.34	10	3.2	SS
3.08	0.53	3.07	23.12	WW				2.90							
2.760	12.789	12.83	W		2.869	WW									
2.556	5) 2.512	92.54	mS 2.55	m 2.565	S 2.56	4	2.56~2.60	4~10	2.491	7	2.49	4	2.53	W	
2.491	5)														
2.373	2				2.364	m 2.365	5	2.33~2.39	5~8	2.368	3				
2.341	8	2.344	102.34	mS 2.32	m										
2.272	5	2.305	4												
2.200	0.5	2.205	12.12	WW										2.25	m
1.983	4	2.005	42.00	W 2.00	W 1.975	WW									
1.930	1														
1.893	1	1.860	11.87	WW		1.859	WW								
1.839	2											1.833	3		
1.785	1		1.67	mb 1.66	mWb										
1.658	7	1.666	6		1.664	mW	1.685	4	1.64~1.71	4~8	1.645	2	1.672	3	
1.610	4	1.621	21.62	W 1.62	WW										
1.585	1														
1.536	3	1.549	21.54	mW 1.55	W 1.545	WW				1.546	1	1.544	2		
1.486	8	1.487	61.48	mS 1.49	m 1.480	S 1.510	10	1.48~1.51	5~10	1.486	7	1.485	2	1.47	W
1.452	2	1.455	21.44	WW											
1.430	1														
1.383	0.5	1.382	1.37	WW		1.382	WW					1.370	4		
1.371	0.5														
1.340	3	1.347	51.34	WW 1.31	WW 1.330	WW								1.32	W
1.306	4	1.303	2												
1.284	3	1.283	31.29	WWb		1.281	W 1.295	2	1.28~1.30	2~5	1.283	2			
1.264	1														
1.235	3	1.233	41.25	WW 1.26	W 1.230	W 1.250	2	1.23~1.25	2~5	1.238	3				

- (1) カオリナイト Gruner
- (2) " Ross & Kerr
- (3) 岩手 A 粘土
- (4) 岩手白蠟石
- (5) 久慈粘土
- (6) ハロイサイト Ross & Kerr
- (7) エンデライト 須藤俊男
- (8) 八女粘土 100目篩以下
- (9) " 65~100目篩
- (10) 八女ボーキサイト質粘土

またハロイサイトについては G. Nagelschmidt⁽⁴⁵⁾ と C. S. Ross & P. F. Kerr⁽⁶¹⁾ の研究があり、エンデライトの粉末写真については M. Mehmel⁽⁴⁷⁾ および須藤俊男⁽⁴⁴⁾ の研究が代表的のものである。

これ等の結果と日本産カオリン鉱物の研究結果とを総合すると、カオリナイト・ハロイサイトおよびエンデライトの粉末写真は総体的に見て、結晶度の高いカオリナイトの方が数が多く、結晶度の低いエンデライトに近づく程少なくなると共に写真もボケている。エンデライトでは 10\AA 附近の線が特徴的であるが、カオリナイトおよびハロイサイトでは、これが認められない代わりに、 7\AA 附近に強い線が現われるのが常である。

これ以外の各鉱物の区別に必要な粉末写真は第 17 表に示した如くである。

本邦の耐火粘土を構成している粘土鉱物の X 線粉末写真を外国のものと比較すると、第 19 表に示す如くであつて、外国産のもの線が本邦産のものよりも極めて多数である。

B. 示差熱分析試験

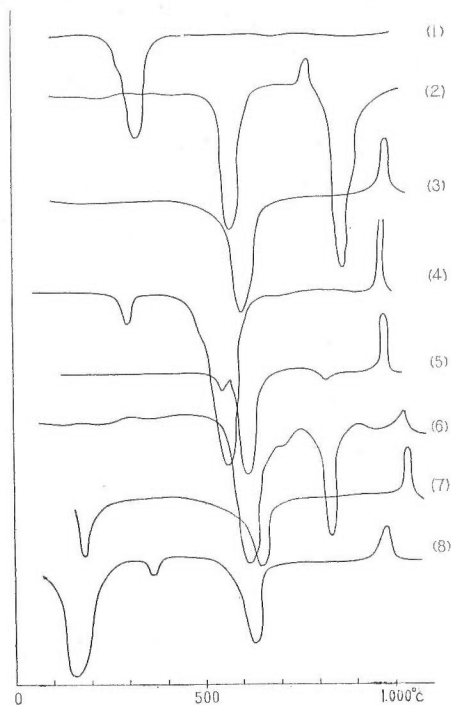
示差熱分析試験は微粒子の集合体、特に粘土鉱物の研究に利用範囲の広い方法の一つとして発展してきた。または 2 種以上の粘土鉱物を混合したものの熱分析曲線は比較的簡単な曲線として得られるにもかかわらず、比較的広い応用範囲を与えるものである。

粘土に対してこの方法を適用したのは、Le Chatelier(1887年)であつて、数年おくれで 1904 年には Saladin が同じくこの方法によつて粘土の研究を行つている。また 1913 年には Wallach が粘土類を、同じく Wohlen が粘土、ポーキサイトおよび合金類を、Houldsworth および Cobb (1922 年) ならびに Kurnakov および Urazov(1924年) は類似の物質について熱分析を応用している。

その後 Orcel と Caillere (1933 年) ならびに Insley と Ewell (1935 年) が非常な努力を払つて、この方法による粘土研究を推進し、熱分析は一世を風靡した感があつた。さらにその後 Orcel (1935 年), Dubois(1936 年), Kazakov および Andrianov(1936 年), Kumanin および Kalnen (1936 年), Wilcox および Bossard (1936 年), Thilo および Schunemann (1937 年), Norton (1939 年), Grim および Rowland(1942 年), Speil, Berkelhamer, Pask および Davis (1945 年) Beck (1946 年), Kerr および Kulp(1947, 1948, 1949 年) 等多数の学者によつて研究され、種々の新事実がわかると共に実験設備の改良も加えられ、現在では自記的に^{註15} 熱分析曲線を記録しうる程度に至つている。⁽⁶²⁾

実験設備の進歩と共に研究部門も急速の進歩を遂げ、R. E. Grim^(63, 64) の行つた如く、数種類の純粋なカオリナイトの熱分析曲線を比較することによつて結晶度の差異、従つて unit cell の積み重なる完全性の差異を知ることができるになつた。しかし常に粘土鉱物を取扱つ

註 15: 写真式およびいわゆる pen および ink 式



第 33 図

- (1) ギブス石 Richmond, Brazil. (65)
- (2) 明礬石 Talba, Italy (65)
- (3) カオリナイト? (65)
- (4) カオリナイト+ギブス石 (66)
- (5) カオリナイト(90) +明礬石(10) (65)
- (6) 同上 指宿粘土(旭硝子)
- (7) エンデライト (66)
- (8) エンデライト+ギブス石+アロヘーン+八女粘土(地調)

せるものではなく、石英あるいは絹雲母の如き不純物を完全に除去しなくても、主成分鉱物特有の曲線に左程影響を与えぬことは逆にこの試験の長所ともいえる。

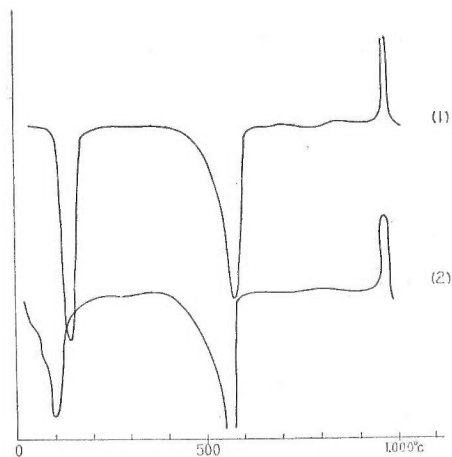
カオリナイトについては、多くの示差熱分析の研究があつて、550~600°Cの吸熱と950~1,000°Cの発熱が知られている。吸熱のpeakはカオリナイトの脱水によるものであつて、発熱はH. InsleyおよびR. H. Ewell⁽⁶⁷⁾によると、 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ の形成によるため生ずるものであるといわれている。Grim⁽⁶⁶⁾はWashington, Illinois および Georgia産のカオリナイトを研究し、極めて結晶度の高いカオリナイトでは最

ている者によつてさらに大切なことは、X線粉末寫真で明瞭な線を示さぬアロヘーンの如きGel状鉱物が存在する場合でも、熱分析によつて特徴ある曲線が得られることである。

またギブス石、明礬石の如く、特徴ある熱分析曲線を示す鉱物が微粒子として極めて少量混在する場合でも、この試験は他の方法よりも明瞭な特徴を示すのである。(第33図参照)

ただし、絹雲母の如くほとんど直線状を示すもの、または石英の如く560°C前後に小さな吸熱の谷を示すに過ぎないものが混在している場合には、その混入の割合が多くても他の鉱物の曲線にまぎれてわからなくなることが多い。すなわち石英とカオリナイトと共存する場合、 SiO_2 3%を含有する程度ではカオリナイト曲線の感度を抑制することはほとんど認められず、1%以下の場合には全く関係がない。また数%のハロイサイトを含有しているカオリナイト粘土の場合も、電子顕微鏡で見られるよりも熱分析曲線の示す差異の方が微弱である。

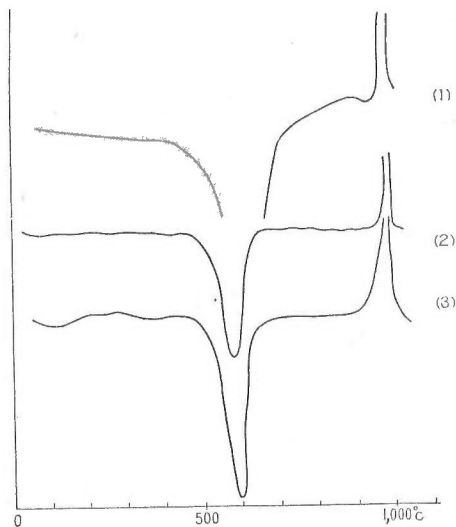
しかしこれ等の欠点も熱分析の価値を低下さ



第 34 図

- (1) カオリナイト Dry Branch, Georgia (66)
- (2) " 指宿 (旭硝子)
- (3) " 岩手 (地調)

35(2) 9F12

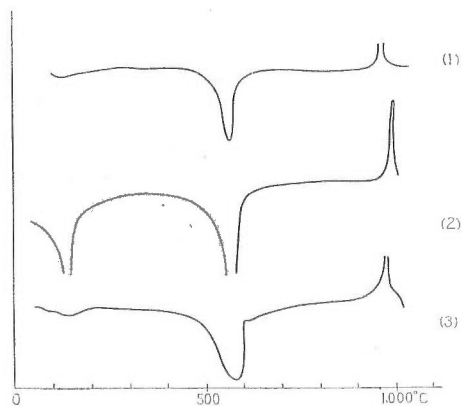


第 35 図

- (1) エンデライト Eureka, Utah (66)) 34図のFに。
 (2) " 苗木

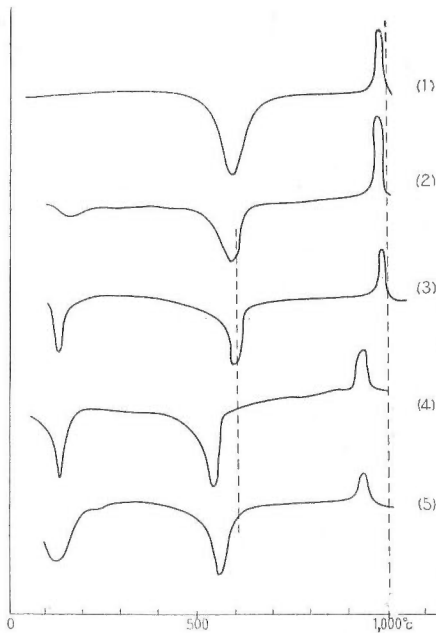
後の発熱の前に、僅かではあるが吸熱反応が見られるといつており、Kerr⁽⁶⁸⁾はこれを大体認めると共に、結晶度の低いカオリナイトでは100~200°Cに小さい吸熱反応を示すといつている。この傾向は第34図に示す如く、日本産カオリナイトにも見られ、結晶度の高い指宿カオリナイト、稍々結晶度の低い岩手カオリナイト共、彼等の理論通りの傾向を示している。

M. Mehmel⁽⁴⁷⁾のいうハロイサイトおよび S. B. Hendricks⁽⁶⁹⁾のいう Hydrated ハロイサイトは現在われわれのいうエンデライトと同一のものであつて、これは100~150°Cで2H₂Oを失うために鋭い吸熱反応を示す。Grimと



第 36 図

- (1) ハロイサイト Tintic, Utah (65)
 (2) " 一勝地 (地調)
 (3) " (?) 沼牛



- (1) カオリナイト
 (2) ハロイサイト
 (3) エンデライト
 (4) B エンデライト 八女 (地調)
 (5) " 調川 (")

Rowland⁽⁶⁶⁾ はエンデライトを 90°C で数時間熱してから熱分析試験を行うと、低温で現われる吸熱は失われて大体カオリナイトと同じ曲線を示すことと、一度 90°C で処理した試料は再び湿分を与えても 100~150°C の吸熱の peak を示さぬことを指適し、エンデライトの低温で放出される H₂O が結晶水であると結論している。

ハロイサイトとカオリナイトの熱分析曲線について、F. H. Norton⁽⁷⁰⁾ はハロイサイトは 325°C で吸熱の peak を示し、500~600°C の吸熱の peak はハロイサイトの方がカオリナイトより少々低温で現われるといっているが、この説には非常に疑わしい点があり、特に 325°C の peak はギブス石⁽¹⁶⁾ の混入によるものであろうと思われる。

従つて現在の所、熱分析でハロイサイトとカオリナイトとを区別するのは 500~600°C の peak がカオリナイトでは比較的左右対称に近く、ハロイサイトでは対称でなく、かつ 100~200°C で小さな吸熱を示すという僅かの差異しか認められない。(第 37 図参照)

カオリナイト・ハロイサイトおよびエンデライトの熱分析曲線の代表的のものは第 37 図上半に示す如くであるが、同図の下半に示してある八女および調川産粘土の熱分析曲線はエンデライトのそれに極めて類似しているが、1,000°C 附近の発熱が低温で現われており、かつ peak が小さい。

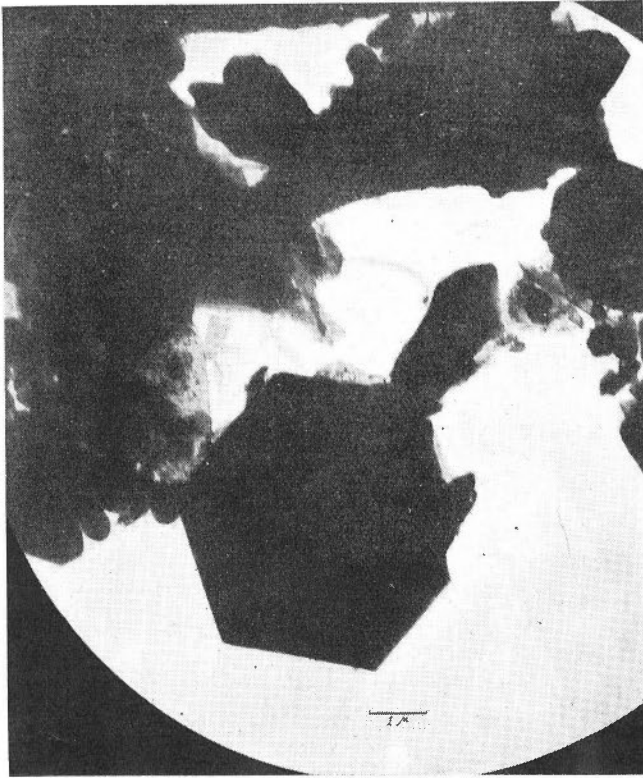
八女・調川はいづれも火山灰を原岩とする粘土であつて、電子顕微鏡で見ると円形に近い形を示しており、明らかにエンデライトとは異なるものであるから、筆者はこれに対して βエンデライトという名称を付けるものである。

また 100~200°C の吸熱の有様でも多少推察できるように、これ等はいづれもアロンヘーンを含有している。

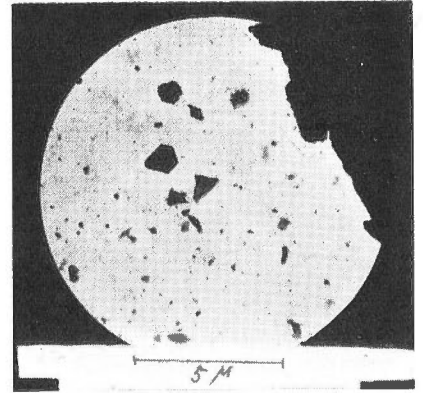
C. 電子顕微鏡試験

当所には電子顕微鏡の設備がなく、日本化成溝口試験所、東京科学博物館および東京工業大学に試験を依頼し、粘土鉱物の結晶形認定を行つている有様であるので、ここでは新たに得られた指宿粘土および八女粘土の寫眞を掲げるに止める。

註 16: J. OrceI & S. Cailliere⁽⁷¹⁾ および J. Jourdain⁽⁷²⁾ 等はギブス石が 325°C 附近の peak を示す事を発表している。

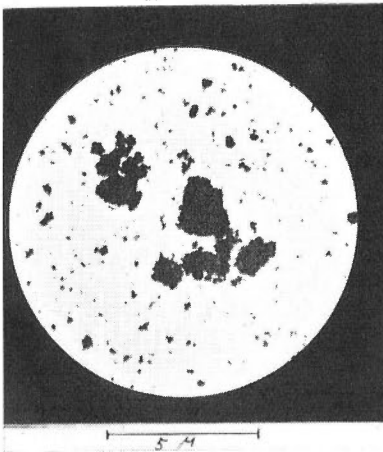


指宿原土(小谷産)(日本化成にて撮映)

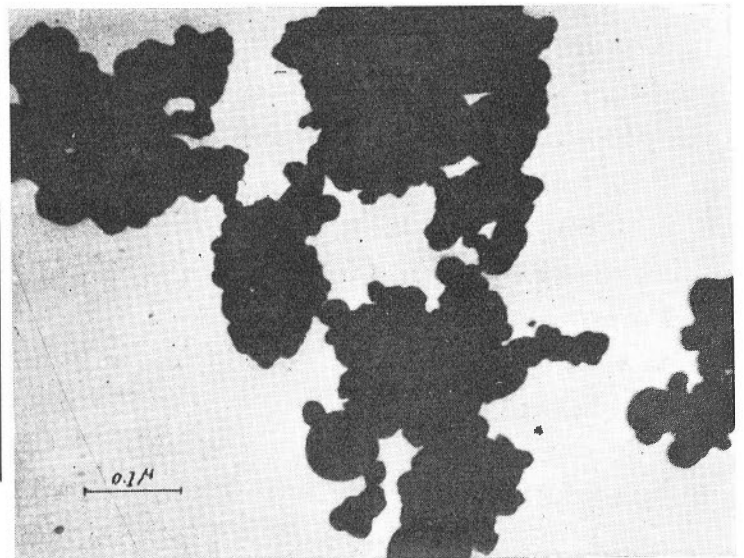


Stellar カオリン (東京科学博物館にて撮映)

前掲指宿粘土中のカオリンナイトと比較し、前者の結晶度の高いことに注意を拂われたい。



調川粘土 (東京科学博物館にて撮映)



八女粘土水 dispersion (東京工大にて撮映)

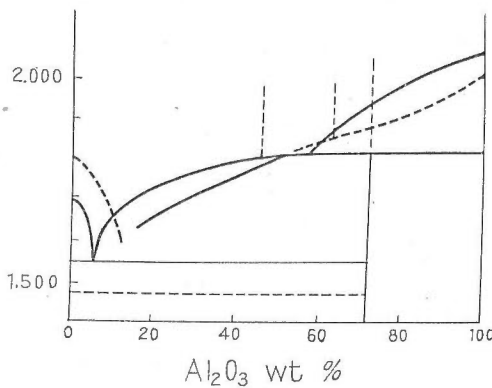
六角の角が丸味を帯びて全体として円形に見えるものがある点に注意されたい。

3. 化学成分および耐火度

粘土の耐火性は耐火度試験・荷重軟化試験・熱間耐圧試験等によつて決定される。従つて粘土の耐火性が、その化学成分ならびに不純物の如何によつて左右されることは論を俟たぬ所である。

不純物を含まない含水珪酸アルミニウムであるならば、その熔融点は水分を除いた珪酸とアルミナの比さえわかれば、第38図の二成分系熔融曲線によつて明らかである。

ところが熔融点とSKで示される耐火度とは同じものでなく、またある一定の関係を有するものでもない。



第38図 SiO₂-Al₂O₃ 熔融曲線

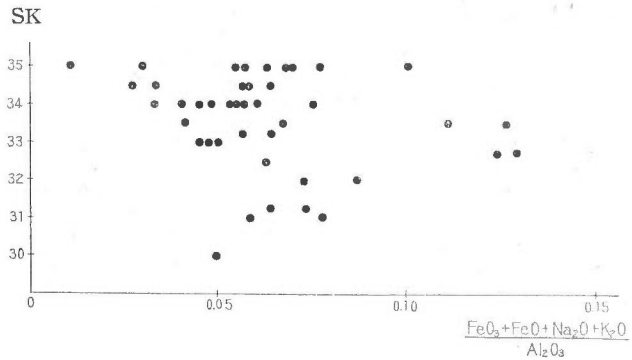
このことから恐らく粘土を構成する鉱物の結晶度・分子間の結合力の大小・粒子の大小等によつても支配されること等が考えられる。

例えば岩手粘土の例をとつてみても耐火度はAl₂O₃、Fe₂O₃、FeO、Na₂OおよびK₂O等にだけ関係を有しているわけではない。(第39図参照)

耐火度と熔融点との関係は簡単にはわからないのであるが、諸種の物理試験中、最も耐火度と

関聯性の深いのは矢張り熔融点であろうことは容易に想像される。一般に含水珪酸アルミニウムに不純物が混入すると、熔融温度は低下し、その低下する割合は不純物の種類によつて著しく異なる。すなわちアルカリ類は著しい影響をおよぼし、アルカリ土類または酸化鉄等が多くなると、荷重軟化温度が低下する傾向がある。鉄分の多い粘土がたとえ耐火度は高くても、荷重軟化温度において、それよりも耐火度の低いものに劣る場合がしばしばあることは、

注意を要する点である。



第39図

粘土を一度焼成してシャモットにすると、耐火度が高くなるように考えられる場合があるが、粘土が不純物として揮発し易く、かつfluxの役目をする物質(アルカリ・硼素の類)を含有していない限り理論的には、このようなことは考えられない。ただし、粘土は焼成すると

結晶組織が変化し、ムライトの如きものを多量生成するから、焼成温度の如何によつては耐火度および荷重軟化温度が向上することもありうるわけである。

天然に産出する耐火粘土の化学成分と耐火度との関係を知ろうとする試みは、従来多くの人によつて企だてられたのであつて、就中有名なものは1926年のW. Schuen⁽⁷³⁾、1945年のM. A. Bezborodov⁽⁷⁴⁾および1948年の若林明⁽⁷⁵⁾の研究である。Schuenは横軸に Al_2O_3 および2価の酸化物の価から算出される係数を採り、縦軸に耐火度を示す如き図表を作成し、Bezborodovは Al_2O_3 、FeOの他に TiO_2 、CaO、MgO、 Na_2O および K_2O 等を考慮に入れ、Schuenの場合よりも稍々精密な図を發表している。若林明のものはBezborodovの改良型ともいふべきものであつて、Schuenのは1本の直線、Bezborodovのは1本の直線および4本の曲線、若林明のは5本の曲線からできている。

第20表

耐火粘土化学分析表

築別粘土

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
H ₂ O (-)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H ₂ O (+)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ig. loss	13.92	9.26	10.46	14.40	15.34	15.00	16.52	16.06	9.24
SiO ₂	55.18	64.24	62.36	54.22	51.58	54.46	47.30	48.44	52.25
Fe ₂ O ₃	1.32	2.20	2.20	2.26	3.19	1.42	9.12	5.76	1.74
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TiO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	28.22	22.72	23.18	26.83	28.82	27.79	24.78	27.75	26.89
CaO	0.61	0.45	0.45	0.56	0.42	0.40	0.45	0.40	0.60
MgO	0.51	0.52	0.67	1.36	0.67	0.46	1.19	0.77	0.12
Na ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	99.76	99.39	99.32	99.63	100.02	99.53	99.36	99.18	90.84
S K	35	30	30	32.5	34	34	33	31.5	30

1 右1片捲立

2 "

3 右1片炭層下1m 東2号坑(本坑)

4 右2片炭層下1m

5 " 2m

6 東1号坑

7 東3号坑

8 東1号坑盤下風井昇

9 "

輪西製鉄所窯業課

沼 牛 粘 土

	10							
H ₂ O (-)	—							
H ₂ O (+)	—							
Ig. loss	12.94							
SiO ₂	50.04							
Fe ₂ O ₃	1.89							
FeO	—							
TiO ₂	—							
Al ₂ O ₃	32.01							
CaO	1.42							
MgO	0.28							
Na ₂ O	—							
K ₂ O	—							
Total	98.58							
S K	34							

10 採集個所不詳

北海道工業試験所

久 保 内 粘 土

	11							
H ₂ O (-)	—							
H ₂ O (+)	—							
Ig. loss	3.96							
SiO ₂	70.44							
Fe ₂ O ₃	0.57							
FeO	—							
TiO ₂	—							
Al ₂ O ₃	24.67							
CaO	0.16							
MgO	tr.							
Na ₂ O	—							
K ₂ O	—							
Total	99.80							
S K	29							

11 採集個所不詳

北海道工業試験所

吉 岡 粘 土

	12	13						
H ₂ O (-)	—	—						
H ₂ O (+)	—	—						
Ig. loss	12.73	11.27						
SiO ₂	49.95	53.16						
Fe ₂ O ₃	0.19	6.29						
FeO	—	0.45						
TiO ₂	0.64	0.53						
Al ₂ O ₃	34.24	28.58						
CaO	0.93	0.32						
MgO	0.01	0.40						
Na ₂ O	0.92	tr						
K ₂ O	0.42	tr						
Total	100.03	101.00						
S K	34	34						

12 北部露頭

東北大

13 //

日鉄鉱業

久 慈 粘 土

	14	15	16	17	18	19	20	21	22
H ₂ O (-)	(10.20)	(12.50)	(10.60)	(9.80)	2.14	—	3.52	4.82	18.40
H ₂ O (+)	—	—	—	—	7.98	—	8.92	8.77	5.92
Ig. loss	7.77	8.10	7.93	9.61	—	6.80	—	—	—
SiO ₂	65.54	64.84	60.78	61.16	66.04	69.79	58.98	51.02	50.92
Fe ₂ O ₃	3.09	2.82	2.87	3.13	2.00	3.43	1.96	8.01	3.40
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TiO ₂	—	—	—	—	0.69	—	0.70	1.30	—
Al ₂ O ₃	22.54	23.20	27.27	25.20	20.31	18.14	24.08	23.69	16.48
CaO	0.49	0.44	0.62	0.39	0.02	—	n	n	1.14
MgO	0.49	0.54	0.61	0.65	0.38	—	0.59	1.12	3.14
Na ₂ O	—	—	—	—	0.16	—	0.40	0.31	0.22
K ₂ O	—	—	—	—	0.26	—	0.53	1.45	0.56
Total	99.92	99.94	100.08	100.14	99.98	98.16	99.68	100.49	100.18
S K	30	31	31 ⁺	31	29 ⁺	28 ⁺	30 ⁻	27 以下	27 以下

14 第1露天掘 } 昭和23年
 15 第2露天掘 } 2月納入品
 16 昭和23年3月納入品
 17 " 4月納入品
 18 1号露天掘
 19 2号露天掘
 20 海岸露天掘
 21 上部礫岩層中の粘土
 22 三金炭礦坑内

釜石製鉄所

地質調査所

岩 手 粘 土 (1)

	23	24	25	26	27	28	29	30	31
H ₂ O (-)	(2.17)	—	—	—	—	—	—	—	—
H ₂ O (+)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ig. loss	13.09	14.90	12.35	12.56	16.60	13.90	17.02	17.12	14.20
SiO ₂	46.40	43.35	46.70	43.18	43.86	46.36	45.70	45.33	47.06
Fe ₂ O ₃	1.88	1.29	1.75	1.35	1.76	2.60	1.53	0.41	1.62
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TiO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	38.27	40.06	37.99	41.93	36.10	34.50	35.09	36.92	35.76
CaO	0.24	0.20	0.33	0.73	0.41	0.65	0.56	—	0.99
MgO	0.88	0.18	0.76	0.17	0.31	0.63	0.55	—	—
Na ₂ O	—	—	0.07	0.08	tr.	tr.	0.05	—	—
K ₂ O	—	—	—	—	tr.	tr.	—	—	—
Total	100.76	99.98	99.95	100.00	99.04	98.64	100.50	99.78	99.63
S K	35	—	34	35	35	33.5	34	35	33

23 A 粘土 金森坑
 24 1号粘土
 25 "
 26 特号粘土
 27 A 粘土
 28 B 粘土
 29 黑色粘土
 30 味噌粘土 金森坑
 31 "

東京工大

地質調査所

八幡製鉄所炉材課

日本鋼管炉材課

東 芝

釜石製鉄所

岩 手 粘 土 (2)

	32	33	34	35	36	37	38	39	40
H ₂ O (-)	—	—	—	—	1.88	1.35	1.26	1.08	1.46
H ₂ O (+)	—	—	—	—	11.59	—	—	—	7.63
Ig. loss	14.76	16.92	14.80	12.10	—	13.62	13.28	13.26	—
SiO ₂	45.84	47.17	43.22	45.35	50.58	48.52	48.50	48.12	59.88
Fe ₂ O ₃	0.52	0.32	4.80	5.64	1.74	1.98	1.12	1.12	1.67
FeO	—	—	—	—	0.71	—	—	—	0.47
TiO ₂	—	—	—	—	0.71	—	—	—	0.40
Al ₂ O ₃	37.66	34.26	37.14	35.37	31.12	34.48	34.36	34.76	25.10
CaO	—	0.61	—	1.08	0.03	0.56	0.85	0.57	0.03
MgO	—	0.05	—	0.03	0.98	0.48	0.32	0.33	1.25
Na ₂ O	—	—	—	—	0.08	—	—	—	0.37
K ₂ O	—	—	—	—	0.72	—	—	—	1.70
Total	98.78	99.33	99.96	99.57	100.14	100.99	99.69	99.24	99.96
S K	35 ⁺	—	33 ⁻	—	33.5	34.5	34.5 ⁺	35 ⁻	29.5
32 白蠟石	小松沢			東 芝					
33 "	"			日鉄工大分室					
34 赤蠟石	"			東 芝					
35 "	"			日鉄工大分室					
36 A 粘土	大沢一金森坑			地質調査所					
37 "	"			} 日本鋼管炉材課					
38 "	"								
39 "	"								
40 B 粘土	"			地質調査所					

岩 手 粘 土 (3)

	41	42	43	44	45	46	47	48	49
H ₂ O (-)	1.32	1.48	1.53	2.47	1.31	1.06	1.18	(4.16)	—
H ₂ O (+)	—	—	—	12.93	—	—	—	—	—
Ig. loss	13.24	13.56	15.20	—	13.16	14.14	14.12	27.90	8.81
SiO ₂	49.02	48.00	48.33	46.27	48.40	48.20	48.84	37.76	46.74
Fe ₂ O ₃	1.97	0.96	2.11	1.40	2.01	1.92	1.12	2.08	1.98
FeO	—	—	—	0.63	—	—	—	—	—
TiO ₂	—	—	—	0.96	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	34.63	35.08	32.95	33.98	34.77	33.32	33.08	30.03	40.84
CaO	0.38	0.52	0.50	0.03	0.62	0.38	0.77	0.67	0.97
MgO	0.42	0.32	0.39	1.03	0.43	0.38	0.38	0.51	0.59
Na ₂ O	—	—	—	0.14	—	—	—	—	—
K ₂ O	—	—	—	0.29	—	—	—	—	—
Total	100.98	99.92	101.01	100.13	100.70	99.40	99.49	98.95	99.93
S K	34 ⁺	34.5 ⁻	34.5 ⁻	35	34.5	35 ⁺	34 ⁺	35 ⁺	34
41 B 粘土	大沢一金森坑			} 地質調査所					
42 "	"								
43 黒色味噌粘土	"								
44 茶色味噌粘土	"			地質調査所					
45 "	"			} 日本鋼管炉材課					
46 "	"								
47 粉状味噌粘土	"								
48 炭層間の味噌粘土	"								
49 A 粘土				釜石製鉄所炉材課					

岩 手 粘 土 (4)

	50	51	52	53	54	55	56	57	58
H ₂ O (-)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H ₂ O (+)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ig. loss	9.42	9.42	9.92	9.90	10.90	7.91	8.50	7.72	12.39
SiO ₂	49.50	49.32	47.18	49.78	49.24	47.62	48.08	52.04	48.28
Fe ₂ O ₃	1.98	2.48	1.86	2.11	2.58	2.48	2.21	3.10	1.46
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TiO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	37.42	37.06	39.36	37.68	35.30	40.44	39.56	35.04	36.92
CaO	1.01	0.88	0.92	0.79	1.01	0.75	0.92	1.05	0.58
MgO	0.65	0.78	0.62	0.68	0.89	0.73	0.79	1.00	0.44
Na ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	99.98	99.94	99.86	100.94	99.92	99.93	100.06	99.95	100.07
S K	34	33.5	33	33+	32	34+	34	32	34
50 A 粘土	大沢一金森坑								
51 "	"								
52 粉状味噌粘土	"								
53 A 粘土	"								
54 粉状味噌粘土	"								
55 A 粘土	"								
56 "	"								
57 "	"								
58 "	"								

釜石製鉄所炉材課

岩 手 粘 土 (5)

	59	60	61	62	63	64	65	66	67
H ₂ O (-)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H ₂ O (+)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ig. loss	10.01	10.05	10.68	10.14	9.24	9.34	10.56	11.24	11.33
SiO ₂	49.06	51.88	50.50	52.74	49.80	50.82	52.66	54.52	54.14
Fe ₂ O ₃	1.58	1.46	1.80	2.14	2.36	2.14	2.14	2.36	2.25
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TiO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	38.28	35.42	35.80	33.66	37.24	36.42	33.38	30.00	30.20
CaO	0.66	0.74	0.78	0.63	0.67	0.39	0.39	1.01	1.14
MgO	0.42	0.51	0.46	0.48	0.85	0.87	0.91	0.93	0.96
Na ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	100.01	100.06	100.02	99.79	100.16	99.98	100.04	100.06	100.02
S K	34	33.5	33	33+	32.5	31	31+	31	31+
59 A 粘土	大沢一金森坑								
60 "	鴨沢坑								
61 "	"								
62 "	"								
63 "	"								
64 B 粘土	"								
65 "	"								
66 "	"								
67 "	"								

釜石製鉄所炉材課

磐 城 粘 土 (1)

	68	69	70	71	72	73	74	75	76
H ₂ O (-)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H ₂ O (+)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ig. loss	6.33	6.34	14.65	5.09	8.85	13.5	13.7	12.4	11.9
SiO ₂	73.81	72.27	49.39	78.62	67.69	45.0	44.1	47.6	46.3
Fe ₂ O ₃	2.24	1.62	3.89	1.52	1.42	0.7	0.7	1.0	0.9
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TiO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	16.64	18.17	27.54	13.37	21.01	39.2	40.2	37.4	37.2
CaO	0.57	0.46	1.98	0.40	0.51	0.6	0.4	0.3	0.3
MgO	0.28	0.38	2.23	0.42	0.49	0.3	0.2	0.2	0.2
Na ₂ O	0.12	0.23	0.31	0.45	0.12	{ 0.5 }	0.6	1.0	3.2
K ₂ O	0.16	0.69	0.12	0.41	0.18				
Total	100.15	100.16	100.11	100.28	100.27	99.8	99.9	99.9	100.0
S K	29	29	27	31	27	36+	36+	34+	34+

68 木戸採掘場蛙目

69 //

70 山柴坑

地質調査所

71 // 蛙目

72 福広炭礦

73 日曹赤井

74 //

耐火物年鑑, 昭17.

75 //

76 //

磐 城 粘 土 (2)

	77	78	79	80	81	82	83
H ₂ O (-)	3.28	0.66	3.36	3.56	4.31	3.55	5.58
H ₂ O (+)	—	—	—	—	—	—	—
Ig. loss	14.96	3.96	12.99	13.90	13.14	10.70	12.71
SiO ₂	46.42	81.38	44.76	49.94	47.31	52.81	41.17
Fe ₂ O ₃	1.50	0.75	0.95	1.15	1.66	2.14	1.35
FeO	—	—	—	—	—	—	—
TiO ₂	0.80	0.15	0.40	0.51	0.68	0.76	1.70
Al ₂ O ₃	30.66	9.46	36.03	27.51	30.12	29.12	30.45
CaO	0.50	0.13	0.61	0.56	0.60	0.31	0.54
MgO	0.37	0.12	0.37	0.17	0.37	0.20	0.42
Na ₂ O	0.26	0.24	0.30	0.55	0.41	0.37	0.13
K ₂ O	1.21	3.07	0.30	2.14	1.25	0.10	0.12
Total	99.96	99.92	100.07	99.99	99.85	100.06	100.17
S K							

77 赤井村本坑左1片

78 //

79 //

80 加納炭礦

地質調査所

81 船生炭礦

82 木戸旧坑切詰

83 // 露天

筑 豊 粘 土 (1)

	84	85	86	87	88	89	90	91	92
H ₂ O (-)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H ₂ O (+)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ig. loss	10.52	14.36	9.55	12.39	8.33	13.00	11.75	24.96	—
SiO ₂	53.69	49.60	57.10	49.30	55.58	52.77	53.18	42.10	55.22
Fe ₂ O ₃	1.37	1.85	1.51	0.74	2.11	2.03	3.56	1.08	1.10
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TiO ₂	—	—	—	—	—	0.86	1.56	1.64	—
Al ₂ O ₃	33.17	32.53	31.37	35.83	33.00	30.17	27.94	28.58	43.36
CaO	—	—	—	—	—	0.08	0.34	0.26	0.30
MgO	—	—	—	—	—	0.44	0.57	0.35	0.06
Na ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	98.75	98.34	99.53	98.26	99.02	99.35	98.90	98.97	100.04
S K	33	34 ⁻	30	33	30 ⁺	32	32 ⁺		33 ⁺

84 赤池炭礦 小 峠

85 //

86 //

明治鋳業九州支社

87 // 林ヶ谷

88 //

89 // 坊主ヶ谷

90 豊国炭礦五番層下盤

地質調査所

91 // 三番層生ボタ

92 シヤモット

明治鋳業九州支社

筑 豊 粘 土 (2)

	93	94	95	96	97			
H ₂ O (-)	—	—	—	—	—			
H ₂ O (+)	—	—	—	—	—			
Ig. loss	15.16	—	17.74	1.78	26.82			
SiO ₂	47.05	53.26	45.40	55.68	41.18			
Fe ₂ O ₃	1.43	3.43	1.61	2.72	1.19			
FeO	—	—	—	—	—			
TiO ₂	1.45	—	—	—	—			
Al ₂ O ₃	33.63	42.80	35.47	39.82	28.12			
CaO	0.37	0.40	0.95	1.73	0.20			
MgO	0.31	0.10	0.40	0.11	0.27			
Na ₂ O	—	—	—	—	—			
K ₂ O	—	—	—	—	—			
Total	99.40	99.99	101.57	101.84	99.00			
S K		33 ⁺	36 ⁻	33 ⁺				

93 豊国炭礦五番層生ボタ

地質調査所

94 シヤモット

明治鋳業九州支社

95 鯨田生ボタ

八幡製鉄炉材課

96 シヤモット

97 二瀬炭礦生ボタ

地質調査所

八 女 粘 土

	98	99	100	101	102				
H ₂ O (-)	—	—	10.89	—	—				
H ₂ O (+)	—	—	13.57	—	—				
Ig. loss	20.62	10.89	—	15.48	14.15				
SiO ₂	39.59	59.32	37.85	42.50	49.19				
Fe ₂ O ₃	6.36	4.98	4.61	4.74	5.68				
FeO	—	—	—	—	—				
TiO ₂	1.04	0.88	0.82	—	—				
Al ₂ O ₃	31.06	19.46	32.43	35.20	29.77				
CaO	—	1.81	0.27	—	0.67				
MgO	—	1.38	0.47	—	0.53				
Na ₂ O	—	—	0.12	—	—				
K ₂ O	—	—	0.06	—	—				
Total	98.67	98.72	101.09	97.92	99.99				
S K	30+	28+	34	34					

98 室 岡 (1-A) 原 土
 99 今 福 " "
 100 飛行場 水 簾 物
 101 (1-A) 水 簾 物
 102 (1-A) 水 簾 物 を 塩 酸 (1:1) 処 理 し た 物

地質調査所

調 川 粘 土 (1)

	103	104	105	106	107	108	109	110	111
H ₂ O (-)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H ₂ O (+)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ig. loss	14.60	11.80	15.20	15.20	14.60	16.64	16.17	16.07	16.20
SiO ₂	42.40	43.20	42.50	42.00	43.60	43.30	42.34	43.22	43.06
Fe ₂ O ₃	5.14	6.57	5.14	6.00	5.00	2.86	3.72	3.43	3.43
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TiO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	36.59	31.46	35.60	36.15	31.63	35.85	35.94	35.90	34.36
CaO	0.20	tr.	0.50	0.10	1.80	0.96	1.22	0.92	0.84
MgO	0.21	1.00	0.43	0.36	0.86	0.28	0.36	0.35	0.64
Na ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	99.14	94.03	99.37	99.81	97.49	99.89	99.75	99.89	98.53
S K	32	28	32	32	30	34	32	32	32

103 第2切羽
 104 "
 105 7号試錐
 106 19号試錐
 107 第1切羽
 108 "
 109 "
 110 "
 111 "

日鉄鋳業

調 川 粘 土 (2)

	112	113	114	115	116	117	118	119	120
H ₂ O (-)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H ₂ O (+)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ig. loss	19.62	15.35	15.16	15.44	14.94	15.08	15.34	14.76	14.68
SiO ₂	42.64	41.72	42.82	42.72	40.78	42.33	41.26	40.26	39.84
Fe ₂ O ₃	5.15	3.43	3.72	3.72	6.29	3.54	3.17	3.55	3.82
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TiO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	30.82	37.25	36.68	37.10	34.25	37.39	39.25	39.65	40.58
CaO	0.84	0.90	1.10	0.70	1.00	1.10	0.35	0.80	0.53
MgO	0.34	0.07	0.08	0.06	0.05	0.43	0.55	0.43	0.47
Na ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	99.41	98.72	99.55	99.74	97.31	99.87	99.92	99.45	99.92
S K	30	32	32	34	30	33	34+	34+	34+

112 第1切羽

113 1号試錐

114 "

115 "

116 6号試錐

117 第1切羽西側崖

118 "

119 "

120 "

日鉄鋁業

八幡製鉄所炉材課

調 川 粘 土 (3)

	121	122	123	124					
H ₂ O (-)	—	—	—	—					
H ₂ O (+)	—	—	—	—					
Ig. loss	14.40	15.20	12.30	13.62					
SiO ₂	38.63	41.60	42.80	42.60					
Fe ₂ O ₃	6.45	1.74	6.42	2.65					
FeO	—	—	—	—					
TiO ₂	—	—	—	—					
Al ₂ O ₃	38.76	40.42	36.33	38.53					
CaO	0.94	0.40	1.00	0.94					
MgO	0.38	0.55	0.55	1.34					
Na ₂ O	—	—	—	—					
K ₂ O	—	—	—	—					
Total	99.56	99.91	99.40	99.68					
S K	33	34+	29+	31					

121 第1切羽西側崖

122 " 東側崖

123 第2切羽

124 12号試錐

八幡製鉄所炉材課

賢 木 粘 土

	125	126	127	128					
H ₂ O (-)	—	—	—	—					
H ₂ O (+)	—	—	—	—					
Ig. loss	13.10	14.40	9.40	9.50					
SiO ₂	48.40	47.60	51.80	55.80					
Fe ₂ O ₃	3.14	2.68	6.75	2.68					
FeO	—	—	—	—					
TiO ₂	—	—	—	—					
Al ₂ O ₃	33.46	34.92	28.40	29.60					
CaO	—	—	—	—					
MgO	—	—	—	—					
Na ₂ O	—	—	—	—					
K ₂ O	—	—	—	—					
Total	98.10	99.60	96.35	97.58					
S K	32-	32-	29	30					

125	灰黑色粘土	層厚	1.7 m	} 日鉄鋳業
126	"	"	1.5 m	
127	上部淡青灰色粘土	"	1.2 m	
128	下部	"	2 m +	

一 勝 地 粘 土

	129	130							
H ₂ O (-)	0.11	—							
H ₂ O (+)	—	—							
Ig. loss	11.36	15.49							
SiO ₂	43.50	44.43							
Fe ₂ O ₃	0.10	0.75							
FeO	—	—							
TiO ₂	n.	—							
Al ₂ O ₃	43.80	37.86							
CaO	0.15	0.45							
MgO	n.	0.11							
Na ₂ O	0.10	} 0.13							
K ₂ O	0.03								
Total	99.15	99.22							
S K	36	34							

129	採集個所不詳	山口須佐耐火鋳業研究所
130	清水坑	東洋陶器小倉工場

指 宿 粘 土 (1)

	131	132	133	134	135	136	137	138	139
H ₂ O (-)	—	0.30	0.51	0.85	0.91	0.49	0.54	0.60	0.96
H ₂ O (+)	—	—	11.14	9.84	—	—	—	12.70	16.87
Ig. loss	11.43	13.83	—	—	12.51	11.44	12.18	—	—
SiO ₂	45.43	51.62	44.73	54.83	54.32	57.15	52.66	51.36	45.73
Fe ₂ O ₃	0.70	0.34	0.31	0.32	0.23	0.12	0.24	0.32	0.35
FeO	—	0.04	—	—	—	0.04	0.05	—	—
TiO ₂	2.45	0.98	0.93	1.55	1.37	1.23	1.47	1.37	1.06
Al ₂ O ₃	39.68	32.16	31.19	29.13	30.65	28.89	32.08	32.62	33.41
CaO	0.34	0.12	0.20	0.38	0.56	0.22	0.28	n.	0.14
MgO	n.	0.04	n.	0.14	0.19	0.03	0.01	0.06	0.09
Na ₂ O	—	0.22	—	0.12	—	0.20	0.28	—	—
K ₂ O	—	0.33	—	0.55	—	0.25	0.26	—	—
SO ₃	0.17	(2.45)	7.68	2.73	2.26	(1.32)	(1.34)	—	—
Total	100.20	99.98	96.69	100.44	103.00	100.06	100.05	99.03	98.61
S K	34		34	33?	34-				

131	試錐 10 号	試料 No. 45	旭硝子鶴見研究所
132	試錐 21	" 1	地質調査所
133	" "	" 2	} 東京工業大学
134	" "	" 6	
135	" "	" 6	東洋陶器小倉工場
136	" "	" 11	} 地質調査所
137	" "	" 17	
138	試錐 31	" 20	} 東京工業大学
139	" "	" 21	

指 宿 粘 土 (2)

	140	141	142	143	144	145	146	147	148
H ₂ O (-)	—	0.56	—	0.92	—	—	—	—	0.39
H ₂ O (+)	—	14.10	—	14.45	—	—	—	—	2.40
Ig. loss	14.35	—	13.71	—	3.84	3.74	11.22	10.75	—
SiO ₂	43.83	42.88	44.81	47.45	91.31	82.71	55.02	58.48	87.01
Fe ₂ O ₃	0.35	0.52	0.37	0.27	0.17	0.30	0.64	0.16	0.36
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TiO ₂	3.01	1.19	2.86	1.83	2.16	2.58	1.95	1.75	1.86
Al ₂ O ₃	37.71	38.91	36.17	32.71	2.58	10.40	29.71	28.53	6.71
CaO	0.31	0.31	0.44	n.	0.23	0.43	0.28	0.08	0.06
MgO	n.	0.27	n.	n.	n.	n.	n.	n.	0.17
Na ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SO ₃	1.06	0.83	2.31	1.51	n.	n.	0.89	0.21	—
Total	100.62	99.57	100.67	99.14	100.29	100.16	99.71	99.96	98.96
S K	36	36	35+	35	33-	26-	34?	34?	

140	試錐 31 号	試料 No. 26	旭硝子鶴見研究所
141	" "	" 26	東京工業大学
142	" "	" 30	旭硝子鶴見研究所
143	" "	" 34	東京工業大学
144	試錐 51 号	" 37	} 旭硝子鶴見研究所
145	試錐 63 号	" 40	
146	試錐 81 号	" 59	
147	" "	" 64	
148	試錐 90 号		

指 宿 粘 土 (3)

	149	150	151	152	153	154	155	156	157
H ₂ O (-)	0.25	4.06	—	—	1.41	3.50	—	0.77	0.26
H ₂ O (+)	3.87	11.12	—	—	11.33	14.36	—	14.69	—
Ig. loss	—	—	9.21	6.68	—	—	13.74	—	10.83
SiO ₂	79.91	50.80	58.25	51.70	34.31	42.54	44.55	42.35	51.70
Fe ₂ O ₃	0.36	1.84	0.88	14.78	0.35	0.93	2.67	1.20	0.24
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TiO ₂	0.36	1.84	0.88	2.07	3.26	1.06	2.28	1.87	1.20
Al ₂ O ₃	9.26	29.12	24.90	19.65	36.14	37.10	36.45	38.44	30.24
CaO	0.06	0.09	0.33	0.77	0.75	—	—	n	0.30
MgO	0.15	n	n	n	0.11	0.11	n	0.06	0.04
Na ₂ O	—	—	—	—	0.32	—	—	0.35	—
K ₂ O	—	—	—	—	2.10	—	—	n	—
SO ₃	—	—	1.41	3.40	9.82	—	0.30	—	4.56
Total	94.22	98.87	95.86	99.05	99.90	99.60	99.99	99.73	99.37
S K			29	13	35		36		

149	試錐 90 号	試料 No.	}	東京工業大学
150	"			
151	試錐 91 号	70	}	旭硝子鶴見研究所
152	試錐 121 号	107		
153	試錐 122 号	(新島津)	}	東京工業大学
154	試錐 130 号	(旧島津)		
155	試錐 131 号	87		旭硝子鶴見研究所
156	試錐 松ヶ窪			東京工業大学
157	小谷水簸精鈇			地質調査所

指 宿 粘 土 (4)

	158	159	160	161	162	163	164	165	166
H ₂ O (-)	0.25	0.28	0.54	0.56	0.42	0.30	0.35	0.65	0.51
H ₂ O (+)	—	—	—	—	—	11.38	10.93	7.99	7.34
Ig. loss	11.20	12.40	5.17	5.13	3.56	—	—	—	—
SiO ₂	51.70	52.24	79.16	79.42	83.98	51.62	45.87	64.80	69.66
Fe ₂ O ₃	0.19	0.19	0.77	0.77	0.67	0.34	0.23	0.24	0.20
FeO	—	—	—	—	—	0.04	—	—	—
TiO ₂	0.93	1.00	2.57	2.29	1.88	0.98	0.98	0.96	0.96
Al ₂ O ₃	31.34	32.53	10.38	10.53	8.09	32.16	32.59	19.94	18.24
CaO	0.24	0.11	0.28	0.29	0.34	0.12	—	—	—
MgO	0.04	0.04	0.30	0.31	0.25	0.04	—	—	—
Na ₂ O	—	—	—	—	—	0.22	—	—	—
K ₂ O	—	—	—	—	—	0.33	—	—	—
SO ₃	3.59	0.86	0.36	0.35	0.29	2.45	7.53	4.38	2.31
Total	99.48	99.65	99.53	99.65	99.48	99.98	98.48	98.96	99.22
S K									

158	小谷水簸中鈇	}	地質調査所
159	" 尾鈇		
160	試錐 41 号水簸精鈇		
161	" 中鈇		
162	" 尾鈇		
163	小谷試料 No. 1		
164	" 2		
165	" 3		
166	" 4		

指 宿 粘 土 (5)

	167	168	169	170	171	172	173	174	175
H ₂ O (-)	0.27	0.25	0.23	0.38	0.33	0.49	0.49	0.34	0.34
H ₂ O (+)	10.22	10.98	11.48	11.85	10.78	9.99	10.12	9.32	10.15
Ig. loss	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SiO ₂	51.88	50.63	49.94	49.14	55.26	58.19	57.15	60.88	57.26
Fe ₂ O ₃	0.22	0.62	0.25	0.23	0.21	0.30	0.12	0.30	0.19
FeO	—	0.05	—	—	—	—	0.04	—	—
TiO ₂	1.20	1.10	1.07	0.95	1.27	1.20	1.23	1.72	1.75
Al ₂ O ₃	31.36	31.79	32.64	33.12	30.74	27.33	28.89	25.86	28.41
CaO	—	0.15	—	—	—	—	0.22	—	—
MgO	—	0.06	—	—	—	—	0.03	—	—
Na ₂ O	—	0.51	—	—	—	—	0.20	—	—
K ₂ O	—	0.42	—	—	—	—	0.25	—	—
SO ₃	3.96	3.64	3.46	2.97	0.73	1.64	1.32	1.18	1.37
Total	99.11	100.20	99.07	98.64	99.32	99.14	100.06	99.60	99.47
S K									

167	小谷試料 No. 5
168	" 6
169	" 7
170	" 8
171	" 9
172	" 10
173	" 11
174	" 12
175	" 13

地質調査所

指 宿 粘 土 (6)

	176	177	178	179	180				
H ₂ O (-)	0.43	0.36	0.37	0.54	0.67				
H ₂ O (+)	11.88	11.57	12.02	10.84	14.40				
Ig. loss	—	—	—	—	—				
SiO ₂	51.54	51.70	50.28	52.66	38.68				
Fe ₂ O ₃	0.19	0.22	0.18	0.24	0.30				
FeO	—	—	—	0.05	0.16				
TiO ₂	1.69	1.61	1.71	1.47	0.30				
Al ₂ O ₃	32.26	32.35	33.41	32.08	45.63				
CaO	—	—	—	0.28	n				
MgO	—	—	—	0.01	n				
Na ₂ O	—	—	—	0.28	—				
K ₂ O	—	—	—	0.26	—				
SO ₃	1.44	1.56	1.51	1.34	n				
Total	99.43	99.37	99.48	100.05	100.14				
S K									

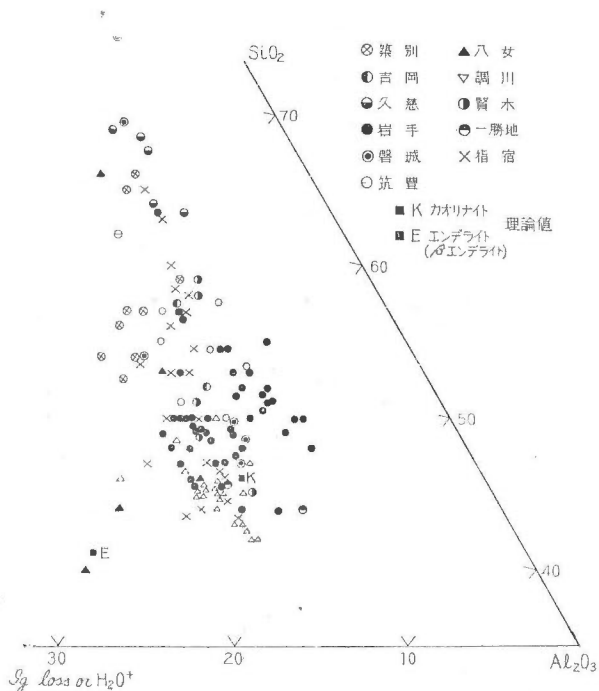
176	小谷試料 No. 14
177	" 15
178	" 16
179	" 17
180	島津 W ₃

地質調査所

東京工業大学

筆者は耐火粘土の主要組成鉱物がカオリン系鉱物である事実から考えて、これの主成分である Al_2O_3 , SiO_2 および Ig. loss (あるいは H_2O^+) と耐火度の関係について研究を行った。先ず築別・吉岡・久慈・岩手・磐城・筑豊・八女・調川・賢木・一勝地および指宿等より産出する粘土の化学成分(第20表参照)より Al_2O_3 , SiO_2 および Ig. loss (あるいは H_2O^+) の重量100分化を算出し、3成分系図に産地別にプロットすると、第41図に示す如き分布を示す。

この図でわかるように、耐火粘土の成分は純粋のカオリナイトよりも SiO_2 に富んだものが多く、かつ SiO_2 が多くなるに従つて僅かではあるが Ig. loss (あるいは H_2O^+) が減少する傾向がある。これは不純物が非常に少ない岩手A粘土中においてさえも石英あるいは非晶質の珪酸微粒を認めることができる事実とよく一致している。しかしながら、こゝで注意しなければならぬことは、第40図においてカオリナイトの理論値よりも Al_2O_3 に富んだものが岩手、一勝地および指宿粘土の一部に存在



第40図

していることと、八女および調川粘土の大部分が主要組成鉱物であるβエンデライトよりも Al_2O_3 に富んでいることである。

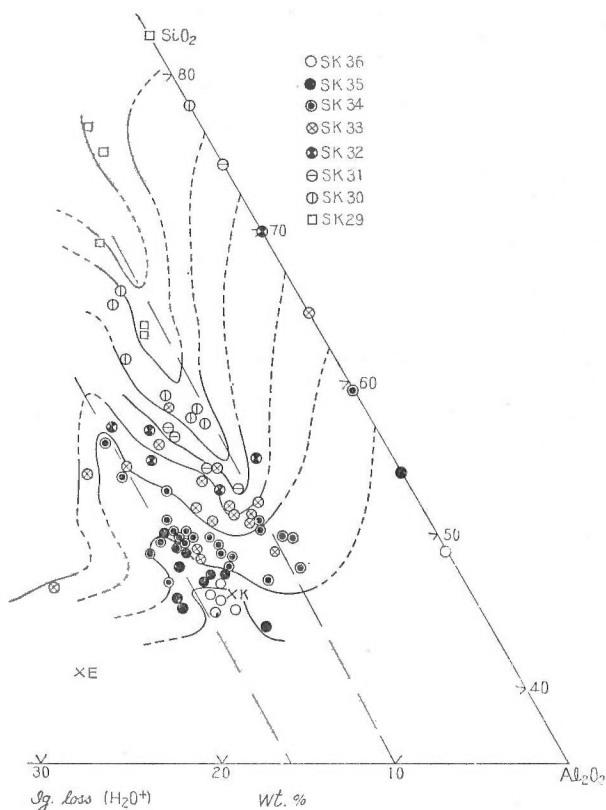
八女・調川粘土にはエンデライトよりも Al_2O_3 は多いが、Ig. loss は少なく、かつ SiO_2 が多くなるような鉱物が混入されていることが推定される。また SiO_2 の多いのは石英によるものであつて、Ig. loss が少なく、 Al_2O_3 が多いのはアロヘーン^{註17)}の混入によるものであり、これ等のことは熱分析の結果から推定しうる事実とよく一致している。また指宿粘土の場合はある程度以上含有されている明礬石

によるものと思われる。岩手および一勝地粘土の場合はカオリナイト(あるいはハロイサイト)に比べて SiO_2 の量には増減があるが、Ig. loss の少ない鉱物が混入されているのではないかという疑問を生ずる。岩手および一勝地粘土は熱分析の結果では、アロヘーン^{註17)}の存在を確実に推測できないが、電子顕微鏡によると、岩手粘土の水簇物中に極めて微小かつ微量の円形を

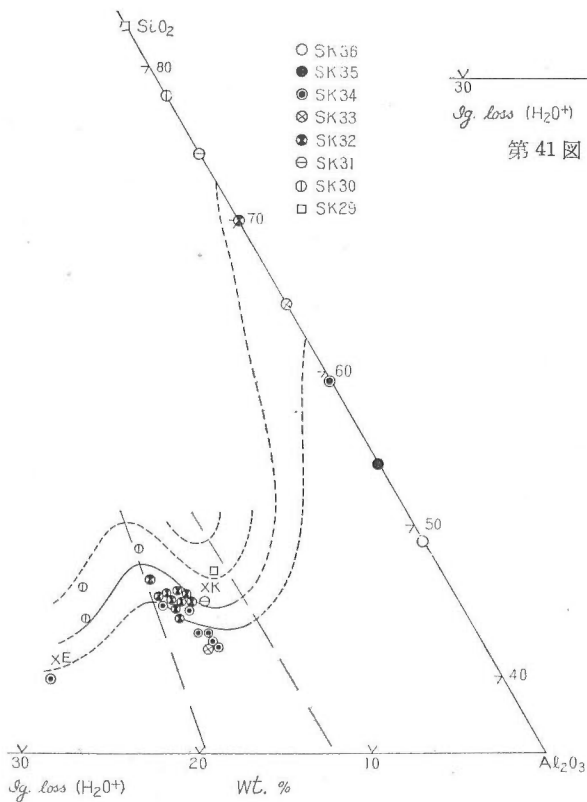
註17: 前記の同く、アロヘーンのような gel 状鉱物にあつては H_2O の分子数は一定していないと考えられ、分子式は $Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot nH_2O$ で表わされるべきである。

示す鉱物が認められ、従来の研究に照してアロヘン類似の gel 状鉱物ではないかと想像される。このアロヘン類似の鉱物がカオリナイト（あるいはハロイサイト）と混合して、全体としてカオリナイトよりも Al_2O_3 に富んだ点を占めるに至るのであろう。

さらに第40図を基礎として等耐火度線を引くと、第41図および第42図に示すように八女・調川系統のものと、その他の系統のものでは明らかに異つた分布を示す。八女・調川系統のものは、他のものに比べて SiO_2 の 100 分比が低いにもかかわらず耐



第41図 $SiO_2-Al_2O_3$ 熔融曲線 (岩丁・磐城・その他)
等耐火度



第42図 $SiO_2-Al_2O_3$ 熔融曲線 (女川・調川)
等耐火度

火度は低く現われており、前者がカオリナイトよりも結晶度の低いβエンデライトを主成分としている事実とよく一致している。またこれ等耐火度線図はいづれも Ig. loss 15~20% の所に曲線の谷を生じ、10~12%の所に山を生じている。これ等の事実から、一般に粘土の中には石英の混入し易い傾向があるのであるから、高耐火度粘土を探す場合には石英が少ないために耐火度が高く現われているエンデライト系粘土を探鉱するよりも、石英の含有量は少々多くても一般に耐火度の高い傾向に

あるカオリナイトおよびハロイサイト粘土を探す方が容易であることが推察される。また同じカオリナイト粘土であるならば、Ig. loss 10% 附近のものよりも、17%内外のものの方が耐火度が高いわけである。従つて高耐火度の粘土を探すという意味からだけいふならば、従来等閑視されていた Ig. loss をも考慮に入れるべきことを忘れてはならない。

4 破 碎 お よ び 水 籤 試 験

耐火煉瓦は安価なものであるから、陶磁器の如く水籤した粘土を主原料とすることは一般的に経済的に困難である。従つて各産地別にすべての粘土に破碎および水籤試験を行つても無意味であるので、八女および指宿粘土についてだけ、これ等の試験を行つた。

A. 八 女 粘 土 ⁽⁶⁸⁾

水籤試験を行つた結果は第 21 表に示す如くで、石英粒と共に粘土鉱物の小集塊が尾籤に集り、予期の如き成果を挙げ得なかつた。ただしこの場合は原土を破碎せずに水籤したものである。

第 21 表

	原 籤	精 籤	中 籤	尾 籤	流 失
実 收 率	—	69	16	10	5
H ₂ O (-)	11.99	9.87	6.93	2.89	
Ig. loss	14.60	16.54	14.73	6.26	
SiO ₂	35.47	33.47	36.44	43.98	
Al ₂ O ₃	38.27	40.62	34.32	22.55	
Fe ₂ O ₃	7.05	6.21	7.35	15.14	
TiO ₂	0.52	0.53	0.51	0.41	
CaO	1.24	0.75	3.85	0.29	
MgO	1.70	1.43	2.64	5.46	
Total	98.85	99.55	99.84	99.99	
比 重	2.782	2.499	2.672	2.86	

(東京工業試験所 分析)

B. 指 宿 粘 土 ⁽⁷⁶⁾

原土破碎の目的を以て、750 dyne/cm² の超音波を 6 分間作用させた結果、第 22 表に示す如き結果が得られた。

超音波を作用させたものを 2,000 倍の顕微鏡観察することにより、カオリナイトの結晶は全く破碎されず、単に凝集した結晶を分離させたに過ぎないことが確認された。従つて今後は超音波の波長を変化させるとか、あるいはエネルギーを増加させることによつて、結晶を破壊する研究を行う必要

第 22 表

目 節	前	後
200~300	44.95%	22.33%
300~325	35.82%	54.72%
325 以下	19.23%	22.95%

第 23 表

	粒 度	実 收 率 (%)		
		1	2	3
精 鈰	2 μ 以下	25.13	20.50	36.40
中 鈰	5~2 μ	26.57	42.50	21.99
尾 鈰	5 μ 以上	48.30	31.61	41.61

- (1) 小谷産白粘土 (地下 6 m)
 (2) " (地下 9 m)
 (3) 試錐 No. 41 産白粘土 (地下 6 m)

がある。また水簸物をを乾燥させる折に超音波作用させて、結晶が凝集するのを防止することは可能であるから、粉材として利用するものには超音波を作用させつつ赤外線乾燥を行う方法を完成させるべきである。

指宿粘土の水簸実収率および化学成分は第23表および第24表に示す如くであつて、化学成分には大差がない。

第 24 表

	1				2			
	原 鈰	精 鈰	中 鈰	尾 鈰	原 鈰	精 鈰	中 鈰	尾 鈰
SiO ₂	54.32	51.70	51.70	52.24	89.06	79.16	79.42	83.98
TiO ₂	1.37	1.20	0.93	1.00	2.14	2.57	2.29	1.88
Al ₂ O ₃	30.65	30.24	31.34	32.53	4.79	10.38	10.53	8.09
Fe ₂ O ₃	0.23	0.24	0.19	0.19	0.51	0.77	0.77	0.67
CaO	0.56	0.30	0.24	0.11	n.	0.28	0.29	0.34
MgO	0.19	0.04	0.04	0.04	n.	0.30	0.31	0.25
SO ₃	2.26	4.56	3.59	0.86	0.19	0.36	0.35	0.29
Ig. loss	12.51	10.83	11.20	12.40	1.99	5.17	5.13	3.56
H ₂ O ⁻	0.91	0.26	0.25	0.28	0.32	0.36	0.56	0.42
Total	103.00	99.37	99.48	99.65	99.00	99.35	99.65	99.48
分析個所	東 陶	地	調		東工大	地	調	

註：分析個所が異なるために多少理論的に不合理の数値が出ている。

IV. 用途 及 び 品 質

耐火粘土は衆知の如く、高熱工業原料として使用されるものであつて、その用途は極めて広く、それぞれの目的に応じた性質を有する粘土を使用すべきである。

耐火粘土の煉瓦としての主なる用途は次に示す如くである。

鉄 鈰 業………焙鈰炉、熱風炉、コークス炉、混鉄炉、平炉、反射炉、電気炉、特殊鋼炉、各種処理用〔ストッパー、ノズル、スリーブ、取鍋〕

鈰 業………各種冶金炉、精煉用炉

艦 船・汽 車………各種汽笛用

機 械 製 造 業………キューボラー

化 学 工 業………焙燒炉、各種汽笛用

石炭液化，人造石油工業………コークス炉，ガス発生炉
 電気・瓦斯工業………火力発電用汽缶，ガス発生炉，コークス炉
 窯業………耐火物，焼成炉，セメント回転炉，硝子窯炉，珪瑯焼成炉，研磨材およびカーボン熔融炉
 雑用………一般窯炉，煙突内張，煙道

また用途別の使用量の 100 分比は次に示す如くである。

製鉄・製鋼等精煉用	73.8 %
瓦斯・コークス用	4.7 %
製紙・化学工業用	4.7 %
発電・汽缶用	4.2 %
造船・鉄道用	3.1 %
その他	9.5 %
計	100.0 %

用途に応じて要求される粘土の性質にも差異があるわけであるが、いづれにしても一貫して必要な性質は、(1) 耐火度が高くかつ製造された煉瓦の荷重軟化点の高いこと、(2) 可塑性の大きいこと、(3) 比較的低温で焼しまりかつ気孔率の低いこと、(4) 乾燥強度の大きいこと、(5) 鉄分が余り多くなく、特に煉瓦に焼成した場合鉄分が部分的に集中しないこと、(6) 熱の激変に対して抵抗力の強いこと等である。

これ等の他にも多数の要求される性質があり、それ等を具備したものでなくては優良な耐火粘土とは称し難い。従つて新に発見された粘土が耐火煉瓦原料として本格的に使用されるに至るまでには、相当長期間かつ厳密な試験を経なければならない。

本邦においては今次大戦の末期まで満洲奉天省復県の復州粘土を耐火原料として使用していたのであつて、国内において復州粘土に匹敵する如き粘土を発見することが年來の希望となつていたのであるが、かくの如き欲求は現在の所では全く実現の可能性が無く、国内唯一の優良耐火粘土として、品質を誇つている岩手粘土でさえも、復州粘土に比較すれば、相当に遜色がある。特に^{註(18)}SK34 以上のいわゆる「A粘土」の層厚が平均 0.3 m で、かつ同一層内において品質の変化が著しい傾向を示しているのは、該鉱山の致命的欠点である。

V. 耐火度別鑛量及び生産実績

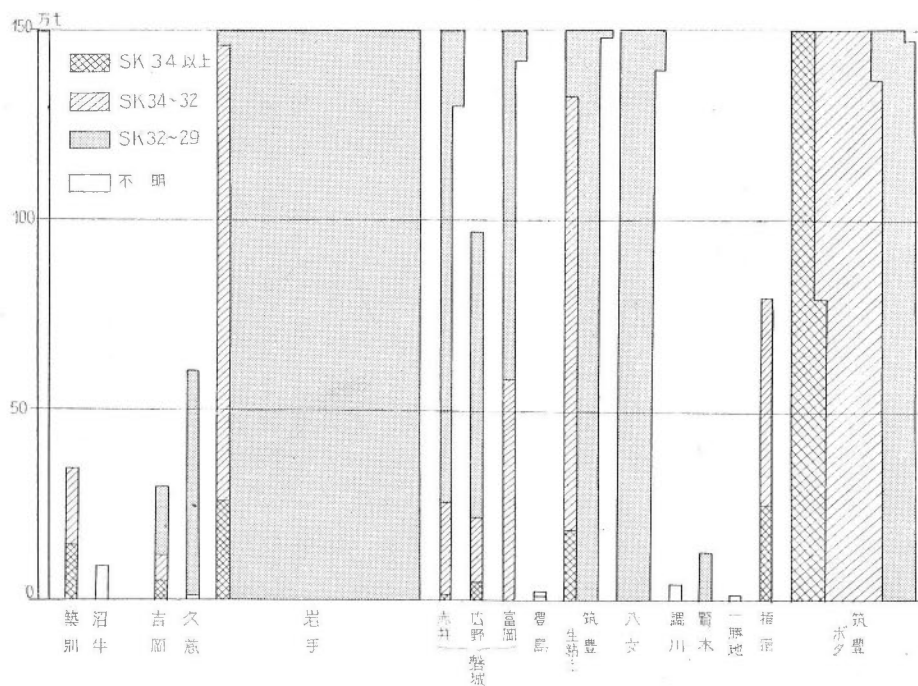
本邦における耐火粘土の耐火度別推定鑛量は、第 25 表に示す如くである。

註 18: 終戦時における復州粘土の品質は往時に比較して相当低下していたのであるが、それにして岩手粘土よりも優秀な性質を有していた。

第 25 表

産 地	推 定 鉦 量 (万t)			
	SK 34 以上	SK 34~32	SK 32~30	SK 30~29
築別		59		
沼牛		10		
久保			18	
吉岡	5	7	11	
久慈		1.3	48	
岩手	26	120	2,400	
磐城(含蛙目)	5	46	111	149
豊島		1.3	0.7	
筑豊(粘土)	18	113	192	120
〃(ボタ)	379	808	189	188
八女			350	110
調川		3		
賢木			13	
一勝				
指宿	25	55		

上記の推定鉦量の関係を図示すれば第43図に示す如くである。



第43図 鉦山別耐火度別推定鉦量図

第 26 表

本邦の主要耐火粘土地区別年産実績 (t)

産地名 稼行開始	久慈 1912	岩手 1937	赤井 1908	広野 1932	磐城蛙目 1929	新前塚 1930	目尾 1930	赤池 1946	位登 1937	大分 1941	豊島 調川	小計	その他	総計
1925	不明		不明											
26	"		"											
27	"		"											
28	"		"											
29	"		"		不明									
30	"		23,620		"	不明	不明							
1931	"		24,182		"	"	"							
32	"		20,645	650	"	"	"							
33	"		12,998	2,100	"	"	"							
34	"		25,120	3,890	"	"	"							
35	4,000		25,240	4,800	"	"	"							
36	5,503		26,242	5,320	"	"	"							
37	2,459		11,558	12,850	"	"	800							
38	7,068		21,565	19,650	"	4,851	1,500		不明			27,667		27,667
39	12,864		23,664	23,656	5,000	3,856	3,300		8,082			62,716		62,716
40	12,489		22,257	18,177	5,400	3,012	2,800		5,649			77,989		77,989
1941	11,707		20,936	26,046	6,000	4,324	3,050		6,988	不明		52,947	18,177	71,124
42	11,527		23,324	21,935	7,500	4,416	3,550		4,233	"		76,296	0	76,296
43	9,875	57,900	22,732	20,513	6,500	5,901	3,850		3,128	"		75,380	0	75,380
44	4,351	124,140	21,368	16,443	10,100	2,413	3,900		2,290	"		129,561	0	129,561
45	1,808	75,808	5,414	7,170	3,800	1,549	5,000		3,669	530		186,914	9,543	196,457
46	休	10,716	2,577	2,136	2,000	1,487	2,660	825	1,217	530		103,720	0	103,720
47	休	2,533	3,710	10,660	6,100	1,264	4,150	7,443	1,980	244	4月ヨリ	23,862	2	23,864
48	8月ヨリ 1,088	16,673	10,766	15,446	3,949	5,521	7,045	1,850	1,954	390	5,308	43,538	?	43,538
49	2,756	22,892	3,405	6,223	3,932	11,488	5,912	4,244	10,201		954	71,476	?	71,476
1950	1,906	43,348	1,650	5,807	0	9,981	5,199	8,069	11,896		941 7月ヨリ 336	84,781	?	84,781
											2月ヨリ 1,898	90,090	?	90,090

本邦の地区別主要耐火粘土の年間生産実績は、第26表に示す如くであるが、岐阜・愛知方面より産出する木節粘土および主要ならざる耐火粘土の生産実績を合計すると、次に示す如くである。

1947年	204,007 t.
1948年	324,157 t.
1949年	309,010 t.
1950年	380,259 t.

VI. 成因的考察

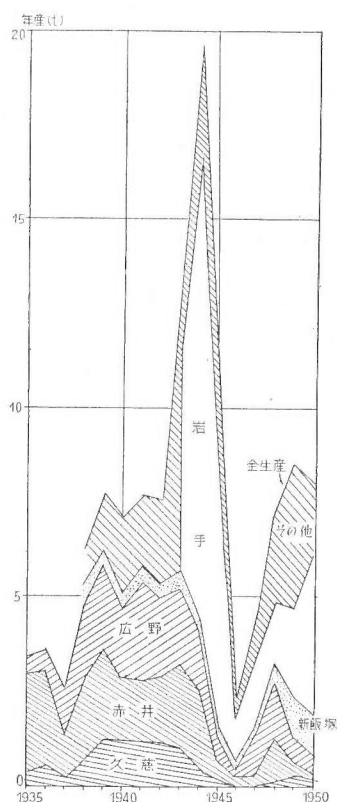
カオリナイトの生成については種々の原因が考えられるが、その一つとして、長石の風化による生成説があり、次に示す如き反応が極めて長年月の間に進行するものであると提唱されている。

- (1) $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 + 2H_2O + CO_2 = Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O + 4SiO_2 + K_2CO_3$
- (2) $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 + 2H_2O + CO_2 = Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O + 4SiO_2 + Na_2CO_3$
- (3) $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 + 2H_2O + CO_2 = Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O + CaCO_3$

(1)、(2)および(3)の式はそれぞれ正長石・曹長石および灰長石が水および炭酸瓦斯の作用を受けて風化分解し、カオリナイトを生成する化学式で、この作用をカオリン化作用といっている。しかしカオリナイトの生成は必ずしも長石の風化によるとは考えられず、特に耐火粘土の成因を論ずる場合には、長石の風化のみを重点的に採用するのは適当でない。

すなわち本邦産耐火粘土の成因を考察する上に必要と思われる特徴は、次に示す如くであつて、火山岩または火山灰類を原岩とする八女・調川・一勝地および指宿等を除いたいわゆる「下盤粘土」に属する耐火粘土層と、満洲および北支における二疊石炭紀の炭田に広範囲に発達する礫土頁岩とが、成因上の類似性を有することが容易に認められる。

- (1) 本邦産耐火粘土は、(A) 火山岩あるいは凝灰岩を原岩とし、浅熱水作用を蒙つて生成された一勝地、指宿系統のもの、(B) 火山灰を原岩としているが、熱水作用を蒙つた形跡のない八女・調川系統のものおよび(C) 第三紀の石炭・亜炭または油母頁岩層に伴うものの3種類に大別できる。



第44図 耐火粘土の年度別生産図

- (2) (A) は結晶度の高いハロイサイトあるいはカオリナイトを主要組成鉱物とし、(B)は β エンデライトを主要成分としてアロヘーンを比較的多量伴っている。
- (3) (C) に属するものの場合、炭層の上盤・下盤あるいは夾みとして多くの粘土層が観察されるが、これ等のうち耐火度の高いのはある限定された層であつて、炭層に伴う粘土層と雖も必ずしも全部耐火性を示すとは限らない。またたとえ同一層序の粘土層であつても部分的に品質の変化が著しい場合が多い。
- (4) 同一層に属する粘土層の場合、全般的に露頭より地下深部に進むに従つて品質が低下する傾向がある。
- (5) 木節および蛙目粘土は花崗岩類の風化により生成されたものと信じられているが、(C) に属するものうち、花崗岩を基盤としているものは、磐城の一部、豊島および筑豊の一部であつて、他の大部分は古生層または中生層を基盤としており、かつ粘土層の附近に花崗質砂岩等の如く、花崗岩質岩石から導かれた水成岩の発達も見られない。

1. いわゆる下盤粘土

同一炭層に伴う夾みであつても、耐火粘土である場合とほとんど耐火度を有していない粘土の場合があるので、耐火粘土の生成に沈澱当初の原岩の性質が大きな影響を与えていることは疑問の余地がない。しかしながら、現在までに行つた調査の範囲内では沈澱当初の原岩の性質を窺知することができない。さらに、既にカオリン化した物質が供給されて粘土層を形成したのか、半ばカオリン化の進んだものが沈積し、沈澱後もカオリン化が行われているのか、あるいはまた沈積後初めてカオリン化作用が開始されるのかを知ることもできなかつたのであるが、この種の耐火粘土層が必ず石炭層・亜炭層あるいは油母頁岩に接近して産出する事実は、少なくとも既にカオリン化してしまつたものか沈積して粘土層を形成するという考えを否定すると共に、カオリン化が有機酸の作用によつて促進されることを認める一つの証拠である。

仮にある種の岩石が風化作用を受けて、砂粒と $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ に近い成分を有する一種の gel 状物質に分解し、流水と共に有機物と相前後して盆地に供給されたとする。この場合、砂粒と gel とは沈澱速度の差から沈積する位置が異なるであろうことは容易に想像される。有機物が沈澱して泥炭状になつている盆地の水の酸度は（現在、尾瀬沼においては湖底に厚さ約5mの泥炭層が沈積しているが、この部分の水の酸度は $\text{pH}=4$ である。）相当高かつたものと推測される。（勿論湖の部分によつて酸度は異なる。）この酸度の高いことがゲルの沈澱速度を促進し、ある場所に比較的厚く沈澱するための一助となつているのであろう。しかし、たとえ gel 状物質が多量供給されても、有機酸等のために水の酸度が高くなつていなければ、gel が沈澱するまでに長時間を要し、その間に流水の変化等によつて遠くまで供給されてくる砂粒等と混じり、含砂粒粘土・頁岩あるいは砂岩として沈積する公算が大になる。

この考えにより、粘土層と含有有機物層が密接な関係にある理由の一部が説明されるのである

が、有機酸の作用は單にこれに止まらず gel 狀物質の脱アルカリ等に重大な役割を演ずるものであろう。

かくして gel は長年月の間にカオリナイトあるいはハロイサイト等になるのであるが、gel の成分が $n \approx 2$ の場合にはほとんど全部カオリナイトあるいはハロイサイトに成り、 $n \approx 2$ の場合には $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を満足させるように、この中の一部あるいは大部分が粘土鉱物となり、残余のものがアロヘーンの如き無定形のものとして粘土中に残存するものである。

熱分析あるいは電子顕微鏡研究の結果、岩手粘土には微量の、磐城の広野地方の粘土には多量のアロヘーンが含有されているのがわかつているが、これ等の差異を生ずる原因は gel 狀物質の n の値の相異によるものであろう。

2. 指宿型 鑛床

この型式に属する代表的鉱床は一勝地および指宿である。これは関白・高玉および信夫等の如く、含金石英脈に伴つてカオリナイト粘土が発達しているのと略々同様に、火山岩あるいは凝灰岩が浅熱水作用を蒙つてカオリナイトまたはハロイサイトを生成したものである。

指宿鉱床はこの型式の鉱床の生成を研究するのに最も好条件を具備したものであるが、まだ充分な調査研究が行われていない。

3. 八女型 鑛床

この型式に属する鉱床は八女および調川であつて、鹿児島県霧島粘土も成因的にこの型式に属する鉱床である。

八女および調川共に原岩は第四紀の火山灰であつて、主要組成鉱物である β エンデライトの他に比較的少量のアロヘーンを含有しており、特に八女粘土中にはギブス石を認めることができる。これ等の鉱層はいづれも熱水作用を蒙つた形跡がなく、ポーキサイト化の過程にあるものと思われる。

この場合ポーキサイト化は沼狀の所かあるいは水の供給の充分な所で行われたと推測され、火山灰のポーキサイト化によつて最初に生ずるものは下盤粘土の場合と同様に $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ に近い成分のものと石英の混合物である。この $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ の内、ある部分のものは長年月の間に $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ の形をとつて β エンデライトとなり、 H_2O の分子数によつて都合よく $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ を形成できなかつた残余のものが $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ となり、これがアロヘーンとして粘土中に残存するのであろう。またこの場合 Al_2O_3 が稍々多量存在すれば、八女粘土に見られる如く、ギブス石を形成するのであろう。

ポーキサイトの生成に関しては多くの論文があり、熱帯性気候、地下水あるいは有機酸の作用等が、これの生成に重大な關聯性を有するといわれている。八女粘土の成因に関して筆者は

従來の説の適用に敢えて反対するものではないが、火山灰起源の粘土中に炭化した植物の毛根が存在する事実から、有機酸の作用がこの場合ポーキサイト化に意外に大きな役割を演じているのではないかと思う。

VI. 總 括

1. 本邦産耐火粘土の研究は、これを以て完了したものでなく、まだ研究すべき多くの問題が残っている。本報告書には昭和26年8月までに行つた実験と調査結果から確認または推測できる事実を記載したものである。従つて將來研究の進捗に伴つて改正すべき点が多く生ずると思われ、特に成因については將來の研究に俟つ所が多い。

2. 本邦の耐火粘土鉱床は第三紀の石炭・亞炭・油母頁岩等に伴う鉄層と、火山岩類が淺熱水作用を蒙つてカオリン化した一種の鉄脈狀鉄床と、第四紀の火山灰から導かれた新期の鉄層の3種類に分類することがでる。

鉄床の規模および粘土の品質が良好なのは、有機物に伴う第三紀の鉄層である。本邦の多くの炭田に対しては粘土鉄山としての調査がまだ充分に行われていないので、將來調査が進捗すれば、新たに良質粘土の産地を発見しうる可能性はあるが、復州粘土の如き優良なものの賦存は、期待できないであらう。

3. 主要耐火粘土鉄床を成因別に分類すれば、次に示す如くである。

a. 石炭層等に伴うもの

築別(中新), 沼牛(第四紀), 吉岡, 久慈(中新), 岩手(鮮新), 有壁, 萩莊(第三紀), 磐城(鮮新), 家浦(第三紀), 筑豊(始新?) および賢木(第三紀)。

b. 火山岩起源のもの

久保内(石英斑岩), 一勝地(安山岩), および指宿(安山岩),

c. 火山灰起源のもの

八女および調川。

4. 耐火粘土はカオリナイト, ハロイサイトまたはエンデライト(あるいは β エンデライト)を主要組成鉄物としているが, カオリナイトあるいはハロイサイトを組成鉄物とする粘土が一般に使用されており, エンデライト(あるいは β エンデライト)を主成分とするものは歓迎されない。

5. 筆者の仮に命名した β エンデライトはエンデライトと類似の諸性質を有しているが, 結晶形が全体としてより円形である点と, 本來ならば熱分析で 600°C 附近で現われる吸熱および $1,000^{\circ}\text{C}$ 附近で現われる発熱が, より低温で現われる点とピークの山が低い点にエンデライトとの相異を有している。これは共存するアロヘーンの抑制作用によるものではないかとの疑問

が持たれるが、現在の所この疑問は解決していない。

6. 本邦における耐火粘土の鉱量はボタを含めて、SK 34 以上のもの約 460 万 t, SK 34~32 のもの約 1,100 万 t, SK 32~29 のもの約 4,000 万 t と推定され、この数値の大部分は岩手・磐城・筑豊および指宿に集中している。予想鉱量は総計 100 億 t の桁を突破するであろう。

7. 本邦の耐火粘土は質量共に諸外国のものに太刀討できないのであるが、粘土の輸入はわが国にとつて経済的に必らずしも有利とはいえないので、国内産低品質粘土の活用試験を活発に行い、より一増国内資源の利用を心掛けるべきである。また新資源発見のために地質鉱床調査を推進する必要があることは改めて論ずるまでもない。

参 考 文 献

1. 高瀬浩吉：築別耐火粘土調査報告，日鉄鉱業，昭 21.
2. 村岡 誠：地調（築別） 昭 25.
3. 高橋準一，八木次男：岩鉱 9. No 1—2, 昭 8.
4. 村岡 誠：地調（吉岡） 昭 26.
5. D. E. Lee : N. R. S. Rept. No. 130, 1950.
6. 村岡 誠：地調月報. 第 1 卷. 第 2 号, 昭 26.
7. 岡野武雄：地調（沼牛） 昭 26.
8. 種村光郎：地調（久保内） 昭 26.
9. 高瀬浩吉：吉岡耐火粘土調査報告，日鉄鉱業，昭 21.
10. 高良義郎：黒崎窯業報告書，昭 15.
11. 伊木常誠：地質雑 3. 1896.
12. 中村新太郎：一戸図幅説明書， $1/20$ 万 1907.
13. 山根新次：盛岡図幅説明書， $1/20$ 万 1910.
14. 佐伯四郎：地質雑 39, 1928.
15. 佐伯四郎，佐々保雄：地質雑 37, 1930.
16. 佐々保雄：地質雑 39, 1932.
17. 平山 健：窯業原料. 第 1 集. 1947.
18. 野口長次：窯業協会誌
19. 村岡 誠：地調速報. 91 号, 1949.
20. 三田正一：地調炭田速報. 第 5 号. 昭 22.
21. 村岡 誠：地調月報. 第 1 卷. 第 5 号. 昭 26.
22. 平山 健：地調速報. 63 号. 1948.
23. 木村六郎：工原報. 9. 1922.
24. 紺野芳雄：常磐炭田第 6 区地質図および説明書. 1937.

25. 中村新太郎：常磐炭田第1区地質図および説明書。1913.
26. 渡辺久吉：常磐炭田第2区地質および説明書。1928.
27. 渡辺久吉・紺野芳雄：常磐炭田第3区地質図および説明書。1934
28. 佐藤源郎： $1/75,000$ 丸亀図幅および説明書。
29. 鈴木 敏：福岡図幅および説明書 $1/20万$
30. 長尾 巧：筑豊石炭鉱業会月報。31巻。371号。1925.
31. 長尾 巧：地球。VI, 72, 1926.
32. 長尾 巧：地学雑, 40, 1928.
33. 長尾 巧：筑豊炭田地質図および説明書。1929.
34. 長尾 巧：筑豊石炭鉱業会月報 21.
35. 松下久道：地質雑, 49, 585, 1942.
36. 山田義雄：窯業協会誌, 56, 1948.
37. 松下久道：九大理学部研究報告, 3, 1, 1949.
38. 村岡 誠：地質月報, 第1巻, 第2号, 昭25.
39. 浜地忠男：地調支所報告。昭22.
40. 大矢券一：日鉄鉱業報告。昭21.
41. 山田義雄：窯業協会誌, 6, 昭23.
42. 和田利雄：地調月報。第1巻, 第5号, 1952.
43. 村岡 誠：地調月報。第2巻。第2号, 昭26.
44. 須藤俊男：窯業協会誌, 第57集, No.638, 1949.
45. N. Nagelschmidt : Z. Krist., 87, 120, 1934.
46. { U. Hofmann
K. Endell
D. Wilm } : Angew.Chem., 47, 539, 1934
47. M. Mehmel : Z. Krist., 90, 35, 1935.
48. S. B. Hendricks : Am. Min., 23, 295, 1938.
49. A. L. Alexander : Am. Min., 28, 1, 1943.
50. C. E. Marshall : Z. Krist., 90, 35, 1935.
51. { C.S. Ross }
{ P.F. Kerr } : Jour. Sed. Petr. Vol. 1, 1931.
52. 岩井津一：第48回地質学会講演
53. U.S. Geol. Surv., Ureka Utah, 1945.
54. { W.P. Kelley
A. O. Woodford
W. H. Dore
S. M. Brown } : Soil Science, Vol. 47, 1939.

55. { S. B. Hendricks } : Soil Science, Vol. 28, 1930.
 { W. H. Fry }
56. { R. E. Grim } : Jour. Am. Cer. Soc., Vol 19, 1936.
 { R. H. Bray }
57. N. Nagelschmidt : Min. Mag., 25, 140, 1938.
58. J. Ch. L. Fauejie : Z. Krist., 100, 432, 1939.
59. J. W. Gruner : Z. Krist., 83, 75, 1932.
60. { C. S. Ross } : U. S. Geol. Bull. Prof. Pap., 165-E, 1930.
 { P. F. Kerr }
61. { C. S. Ross } : " , 185-G 1934.
 { P. F. Kerr }
62. C. W. Beck : Am. Min., Vol 35, pp 508-524, 1950.
63. R. E. Grim : Am. Min., Vol. 32, No. 9, No. 10, 1947.
64. " : " Vol. 33, No. 1, No. 2, 1948.
65. { P. F. Kerr } : Am. Min., Vol. 33, 1948.
 { J. L. Kulp }
66. { R. E. Grim } : Am. Min., Vol 27, 1942.
 { R. A. Rowland }
67. { H. Insley } : Jour. Research, 14, 1935.
 { R. H. Ewell }
68. P. F. Kerr : Colm. Univ. Prel. Rept., No. 3, 1949.
69. S. B. Hendricks : Am. Min. 23, 1938.
70. F. H. Norton : Jour. Am. Cer. Soc., 22, 1939.
71. { J. Orcel } : Comptes Rendus, 147, 1933.
 { S. Cailliere }
72. J. Jourdain : Ceramique, 40, 1937.
73. W. Schuen : Tonid-ztg., Vol. 50, 44, 1926.
74. M. A. Bezborodov : Steholinaya i Keram. Prom., No. 6, 1945.
75. 若林 明 : 耐火煉瓦技術会パンフレット, 1948.
76. 村岡 誠 : 地調月報. 第2卷. 第2号 昭26.

Résumé

On the Fire Clay in Japan

by

Makoto Muraoka

In this summarized report, the present author deals chiefly with the geology on the fire clay deposits as well as some concepts on the clayey ore and minerals in Japan. It is also emphasized that, in the course of studies, many problems particularly on the genesis of the fire clay remains unsolved should be investigated in the future.

The fire clay deposits in Japan comprise the next three:

- (1) Bedded Tertiary deposits associated with coal, lignite or oil shale.
- (2) Veins or massive clay deposits of volcanic rocks.
- (3) Weathered products of younger volcanic ash.

Among those deposit, the first is the largest in scale and superior in quality. Discovery of the similar clayey deposits, hereafter, in the coal field may be expected, but the deposit of excellent qualities like the "Fu-chou Clay" in Manchuria, judged from geologic character in Japan, though a few, is impossible to be found.

The localities or the mines in Japan are tabulated below.

- (1) Associated with coal seam.

Chikubetsu,
Numaushi,
Yoshioka,
Kuji,
Iwate,
Arikabe,
Iwaki,
Teshima,
Chikuho,
Kenboku,

- (2) of Volcanic rock

Kubonai,
Isshochi,
Ibusuki,

- (3) of Volcanic ash

Tsukinokawa,
Yame,

Major constituents of the fire clay in Japan are kaolinite, halloysite and endellite (or β -endellite), and accessories are such as quartz, montmorillonite, gibbsite, allo-

hane rutile and others. The mineral associations for the high grade refractories are kaolinite and halloysite.

The name " β -endellite", provisionally proposed by the writer is nearly identical to endellite, but somewhat differ from it in having rounded form and in the lower critical temperature of exo-or endo-thermal reaction on heating samples up to 600—1,000°C. Effects of associated allophane is most probable.

The ore reserves, including those of "Bota-clay" in Japan is given as follows:

SK>34	4,600	thousand	metric	tons.
SK: 32—34	11,000	//	//	
SK: 29—32	40,000	//	//	

The majority of which is, however, restricted in the next four localities: Iwate, Iwaki, Chikuho and Ibusuki. Prospective ore reserves may be totalized as more than 1,000,000 thousand metric tons.

Although the fire clay deposits in Japan are very small in scale and inferior in quality, it does not seem good to import the clay, because utilization of low grade clay and discovery of new clay deposits is desirable for Japan's economy.

(Translated by S. Iwao)

The Geological Survey of Japan has published in the past several kinds of reports such as the Memoirs, the Bulletin, and the Reports of the Geological Survey.

Hereafter all reports will be published exclusively in the Reports of the Geological Survey of Japan. The currently published Report will be consecutive with the numbers of the Report of the Imperial Geological Survey of Japan hitherto published. As a general rule each issue of the Report will have one number, and for convenience's sake, the following classification according to the field of interest will be indicated on each Report.

- A. Geology & allied sciences
 - a. Geology.
 - b. Petrology and Mineralogy.
 - c. Palaeontology.
 - d. Volcanology and Hotspring.
 - e. Geophysics.
 - f. Geochemistry.
- B. Applied geology
 - a. Ore deposits.
 - b. Coal.
 - c. Petroleum and Natural Gas.
 - d. Underground water.
 - e. Agricultural geology.
Engineering geology.
 - f. Physical prospecting.
Chemical prospecting & Boring.
- C. Miscellaneous
- D. Annual Report of Progress

Note: Besides the regularly printed Reports, the Geological Survey is newly going to circulate "Bulletin of the Geological Survey of Japan." which will be published monthly commencing in July 1950

本所刊行の報文類の種目には従來地質要報 地質調査所報告等があつたが今後はすべて刊行する報文は地質調査所報告に改めることとし、その番號は従來の地質調査所報告を追つて附けることにする、そして報告は一報文につき報告1冊を原則とし、その分類の便宜の爲に次の如くアルファベットによる略號を附けることにする。

- A 地質及びその基礎科學に關するもの
 - a. 地質
 - b. 岩石 鈹物
 - c. 古生物
 - d. 火山 溫泉
 - e. 地球物理
 - f. 地球化學
- B 應用地質に關するもの
 - a. 鈹床
 - b. 石炭
 - c. 石油、天然瓦斯
 - d. 地下水
 - e. 農林地質、土木地質
 - f. 物理探鈹、化學探鈹及び試錐
- C その他
- D 事業報告

なお刊行する報文以外に當分の間報文を謄寫して配布したものに地下資源調査所速報があつたが今後は地質調査所月報として第1号より刊行する。

昭和 27 年 3 月 25 日印刷

昭和 27 年 3 月 30 日発行

著作権所有 工業技術廳
地質調査所

印刷者 田 中 春 美

印刷所 田中幸和堂印刷所

東京都台東区東黒門町 3 番地

REPORT No. 145

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Tomofusa Mitsuchi, Director

ON THE FIRE CLAY IN JAPAN

BY

MAKOTO MURAOKA

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Hisamoto-cho, Kawasaki-shi, Japan

1952