

陶磁器生産技術講習会テキスト

三窯試研究報告（第2号）

昭和41年3月

三重県窯業試験場

— 目 次 —

窯道具用耐火物の改良に関する一実験	8
三重県窯業試験場	技 師 岡 森 良 次
“朱泥焼”生業地の黒変問題について	11
三重県窯業試験場	試 験 係 長 後 藤 繁 策
陶磁器の焼成管理について	24
日本陶器株式会社	焼 成 課 長 砂 川 元
陶磁器のデザインと市場性	33
愛知県産業貿易館	デ ザ イ ン 室 長 若 園 晃
ヨーロッパの陶磁器釉の特徴(位太度海由)	36
名古屋工業技術試験所	第 6 部 第 1 課 長 加 藤 悦 三

陶磁器生産技術講習会開催要領

1. 主 催 四日市市窯三重県窯業試験場
2. 協 賛 萬古陶磁器工業協同組合
3. 日 時 昭和41年3月17日 午前9時より
4. 場 所 四日市市京町 萬古工業会館（3階会議室）
5. 講義内容および講師

時 間	講 義 内 容	講 師
9.00～ 9.10	開 会 挨拶	四日市市商工課 課長 小西忠臣 三重県窯業試験場 場長 小沢卯三郎
9.10～ 9.30	窯道具用耐火物の改良に 関する一実験	三重県窯業試験場 技師 岡森良次
9.30～10.00	“朱泥焼”生薬地の黒変問題 について	三重県窯業試験場 試験係長 後藤繁策
10.00～11.30	陶磁器の焼成管理につい て	日本陶器株式会社 焼成課長 砂川元
11.30～12.00	質 疑 応 答	
12.00～13.00	休 憩	
13.00～14.30	陶磁器のデザインと市場 性	愛知県産業貿易館 デザイン室長 若原晃
14.30～16.00	ヨーロッパの陶磁器釉の 特徴	名古屋工業技術試験所 第6部第1課 加藤悦三
16.00～16.30	質 疑 応 答	全 講 師
～	閉 会 挨拶	

道具用耐火物の改良研究 (1)

ジャモットの粒度が鑄込み

成形素地の耐熱性に及ぼす影響

三重県窯業試験場

技師 岡 森 良 次

1. ま え が き

窯道具用耐火物の材質として耐熱性（耐スポール性，耐軟化変形性）はきわめて重要な性質であつて，その向上は焼成技術の革新とともに一つの大きな研究課題となつている。

耐熱性を向上するためには，たとえばSiCのようにそれ自体が耐熱性である材料を用いれば可能であるが，高価につく。そこで一般には投資価格の点で粘土ジャモット質が使用されているので，それを基礎としての向上を考えて見た。そのためには材質的には概略次の2つの方法が考えられる。

1) 比較的安価な耐熱性原料を添加すること。

2) 骨核を構成するジャモットの粒度を調整すること。

1)に関しては，従来より各種多くの研究が発見され，一部実施されている。また当該においてもすでに研究の結果を報告¹⁾した。

2)に関しても，二・三の研究^{2), 3)}があるが，主に単一径粒子の組合せによる基礎的研究で，再現性も少なく，またフレットによる連続粒径へそのまま応用することは困難であるので実用的でないように思われる。また材質的な問題が解決されても，配合土の調整方法と同時に成形方法の相違により，できた製品の耐熱性は非常に異なる。そこで今回は鑄込み成形により材質一定のジャモット及び結合粘土を用い，それらの配合率を一定（60：40）にした場合，ジャモットの最大粒をのみ変化した一連の配合土について，鑄込みに適合した粒径の限界を検討した。

耐熱性の実験法として，耐スポール性はドイツ規格（1068）に準拠し，耐軟化変形性は焼曲試験法を用いた。次にそれらの研究の過程と結果について

述べる。

2. 実 験

2. 1. 原料の調整

骨材とするシヤモットは数回使用した窯道具用耐火物の破片を、また結合材としては本山木節粘土を、それぞれをタイラー標準ふるいで、前者は1651 μ 全通、後者は147 μ 全通した部分を試料として準備した。表1、表2はそれらの粒度分析結果である。

表1 シヤモットの粒度分布 (タイラー標準ふるい使用, 全量50g)

ふるい目の径 (μ)	124 以下	124 ~ 147	147 ~ 175	175 ~ 246	246 ~ 351	351 ~ 495	495 ~ 701	701 ~ 833	833 ~ 1168	1168 ~ 1651
重量百分率 (%)	28.0	3.5	3.7	7.6	17.5	9.8	6.6	3.7	11.4	8.2

表2 本山木節粘土の粘度分布

(ふるい目の径使用, 全量10g, 溶解液 $\text{Na}_4\text{F}_2\text{O}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 0.2%)

粒子径 (μ)	2以下	2~5	5~10	10~15	15~20	20以上
重量百分率 (%)	58.7	7.9	4.5	4.0	2.3	22.6

2. 2. 泥しよりの調整

まずシヤモットはふるいを用いて表1に示す粒度を最大粒とし以下連続粒をもつ10種類の等級に分ける。次にそれぞれの一定量に木節粘土を重量比で60:40になるように添加する。十分に混合したものにまずけい酸ソーダの0.8%水溶液 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ 比重1.56) を添加し、次に泥しよりが適当な粘性を示すまで水を加えた。

2. 3. 試験体の作成

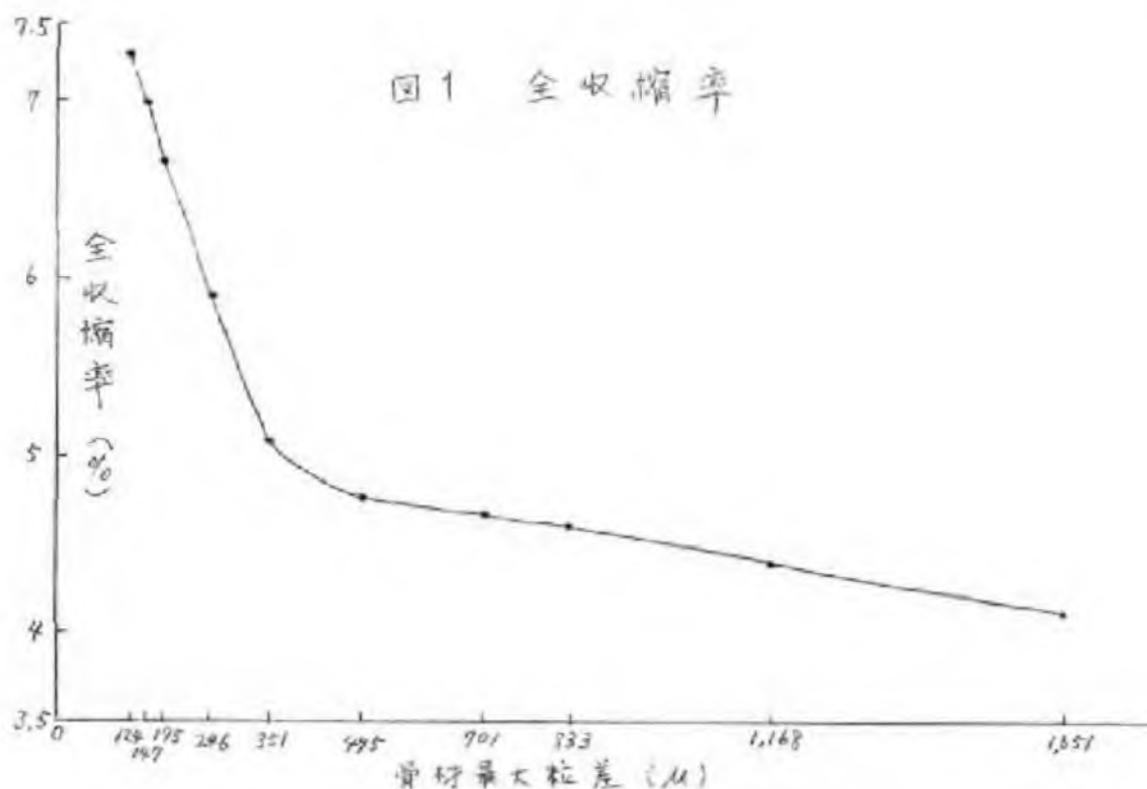
上記泥しよりを、あらかじめ準備した石こう型に押し込んで棒状試験体を成形

した。寸法と個数は焼曲試験用として110×30×7(mm) 2個、スポーリング試験用として140×14×14(mm) 2個、で長手の方向で焼込んだ。焼込み成形では、一般にシヤモットの粒が粗になるほど作業中に沈降し、全体として偏在を起すので、粒度が平均に分布する範囲で行なわねばならない。この最大限界を決定するために、シヤモット粒をあらかじめ着色しておき、成形乾燥後それぞれの試験体を抜取つて縦に切断し、切断面に存在する粒の分布状態をしらべた。しらべる方法としては切断面を一辺5mmの正方形に区分して、その区分内に存在するシヤモットの粒子数を数え、偏在の百分率によつて検討した。その結果1651, 1168(μ)のものについては焼分中心部に粗粒が集合する傾向があるが、それ以下ではほとんど偏在は認められなかつた。よつてこれらの範囲を平均焼込みしうる範囲と考えた。

4. 試 験

4.1 全収縮率

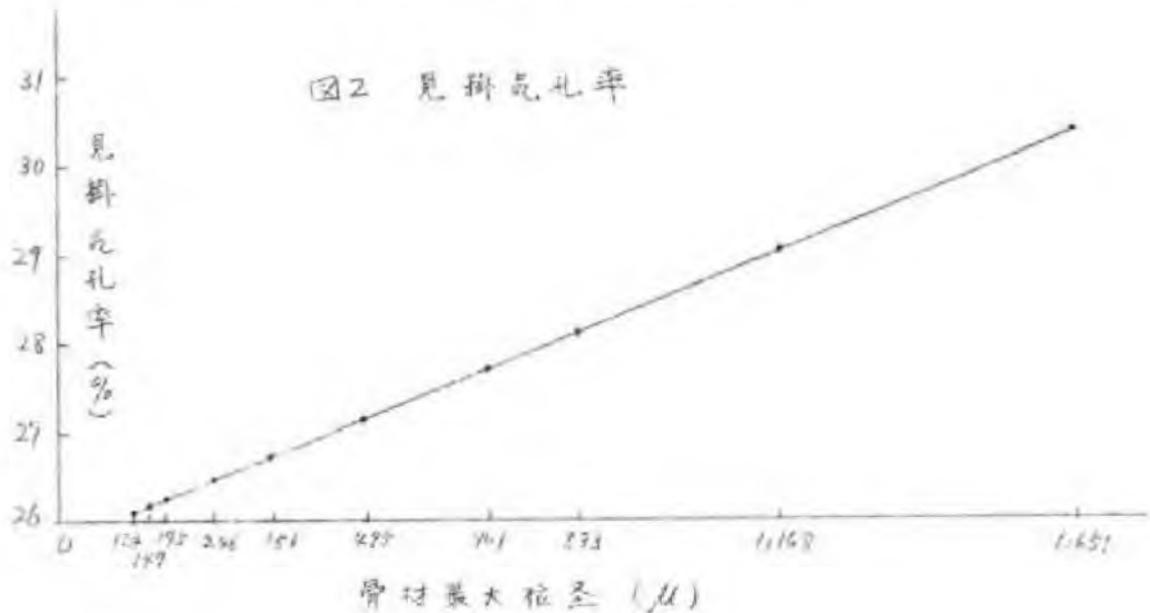
直後と焼成後との寸法差から全収縮を計算した結果は図1に示すようである。



すなわち粗粒から35/ μ までは徐々に増加して行くが、35/ μ を境として急激に増加していることが特徴的である。

2.4.2. 見掛気孔率

JISR2205 に準じて測定した結果は図2に示すとおりで、



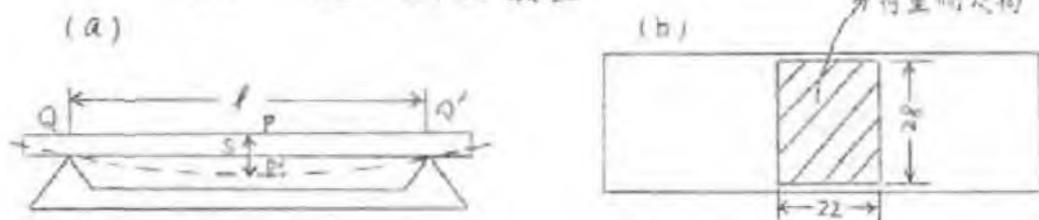
細粒から粗粒になるに従い増加している。

これは成形時の充填密度が焼成した時の収縮に影響したものと思われる。

2.4.3. 焼曲試験

耐火物の熱間軟化変形度を測定する方法としては、JISR2209 による荷重軟化試験や焼曲試験が最も普通に用いられる。いずれも得失があるが、本実験では装置の都合によつて後者を用いて測定した。方法としては図3(a)に示すように、一定の間隔で平行に置いた耐火物性のナイフエッジの上に試験体を架

図3 焼曲試験装置

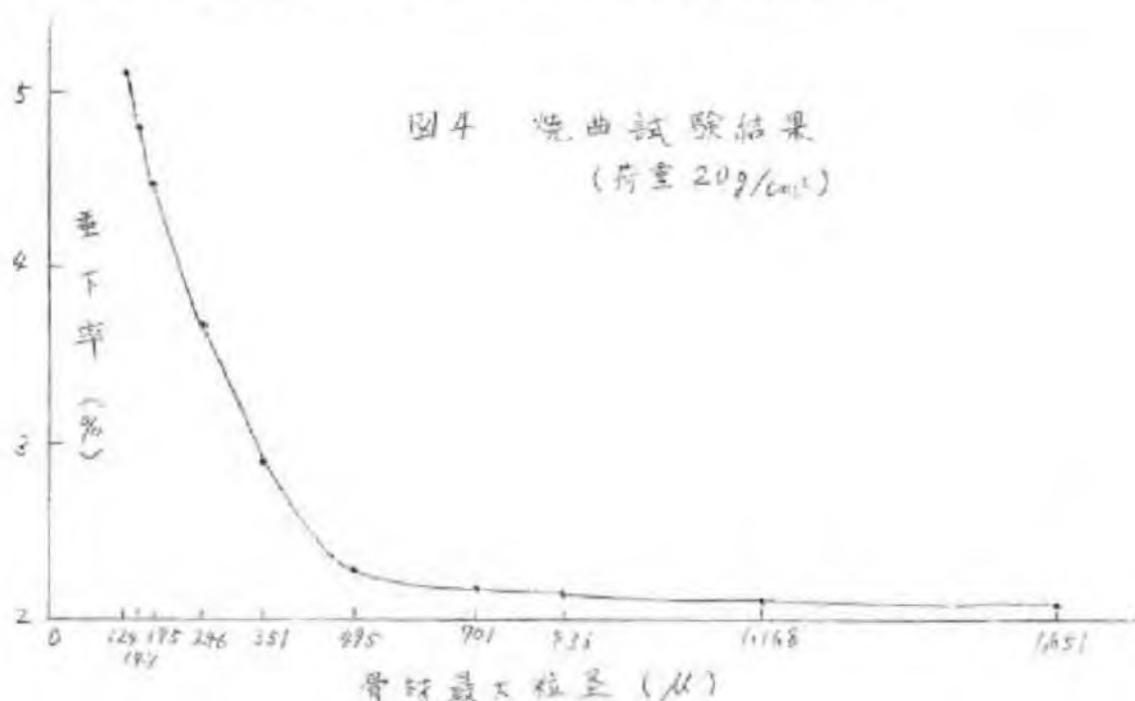


橋し支点 Q , Q' 間の距離を l とする。加熱によつて試験体が軟化し、重心 P 点が P' 点まで垂下した場合の垂下距離を S とし、 S/l の値を比較する方法である。

本実験では未知の試料であるために、あらかじめ1300℃まで加熱したが、いずれの試験体も垂下しなかつた。

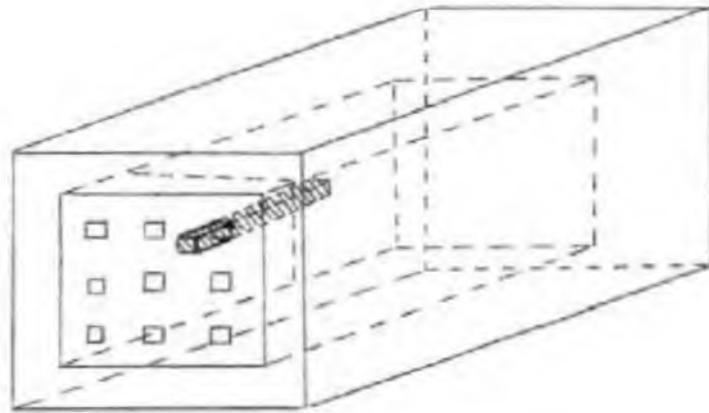
垂下させるためには、さらに温度を上昇することと、中央部に荷重をかけることが考えられるが、本実験では実際の場合との関連性を大きくする意味で後者の方法を採用することとした。

すなわち図3(b)に示すように、架橋した試験体の中央部に22×28×80(mm)の粘土シヤモット質耐火物をとう戦し、同様の方法で1250℃に加熱、1hr保持した。1250℃としたのは当地業界の焼成温度に適合させたものである。図4はその結果であるが、この曲線は前記(2.4.1.)全収縮率によく類似しており、粒径495 μ を境とするクニックが現われている。



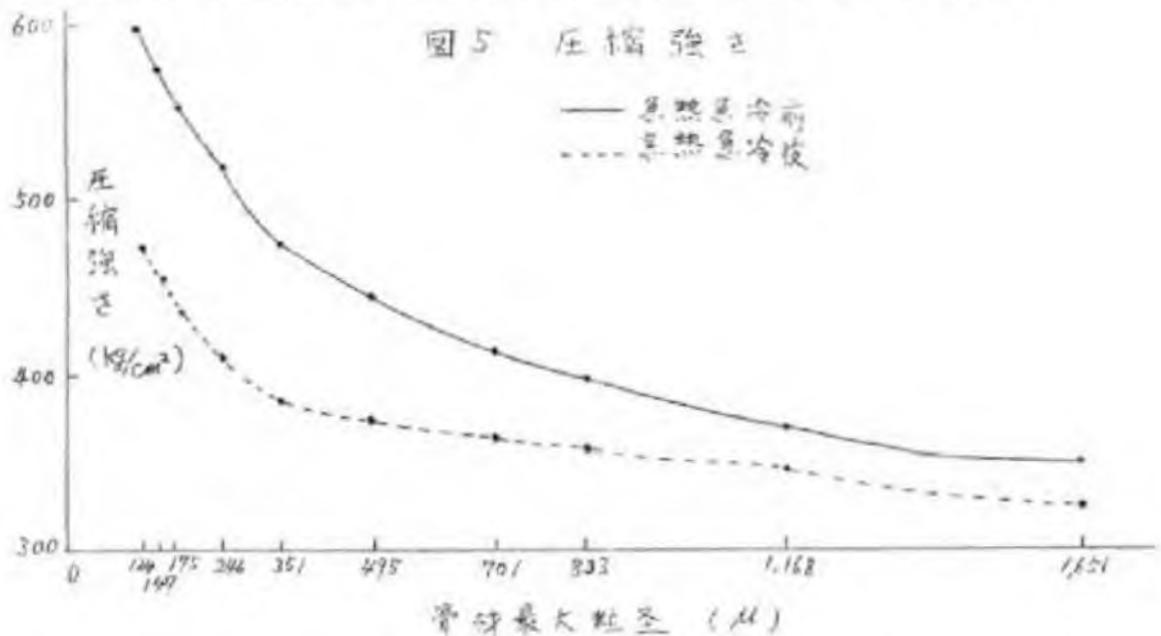
2.4.4. スポーリング試験

一般にこの種の試験方法としては米国規格 (ASTM C 38-5B), ドイツ規格 (DIN-1068) が行なわれている。試験体の比較的小さい場合には後者が便利であるので、本実験はドイツ規格に準じて行なつた。すなわち装置としては、図5に示すように、小さい角型の電気炉の入口を、試験体が挿入出来る小穴をあけた耐火断熱レンガでふさぐ。この小穴を通して試験体を、長手の方向に $\frac{1}{2}$ 径内に挿入して、炉内は950℃に保持する。まず50min間加熱し、次いで炉から取り出し、赤熱部を50mmの長さまで10~20℃の流水中に30min



浸せきして急冷する。次に 5 min 間空气中で放置した後、再び炉内へ挿入し前回同様の操作を反復する。DIN によれば、き裂のために破損し脱落することが終結点であるが、25 回の時に表面にわずかにき裂を生じた程度で、40 回に達しても破損しなかつた。

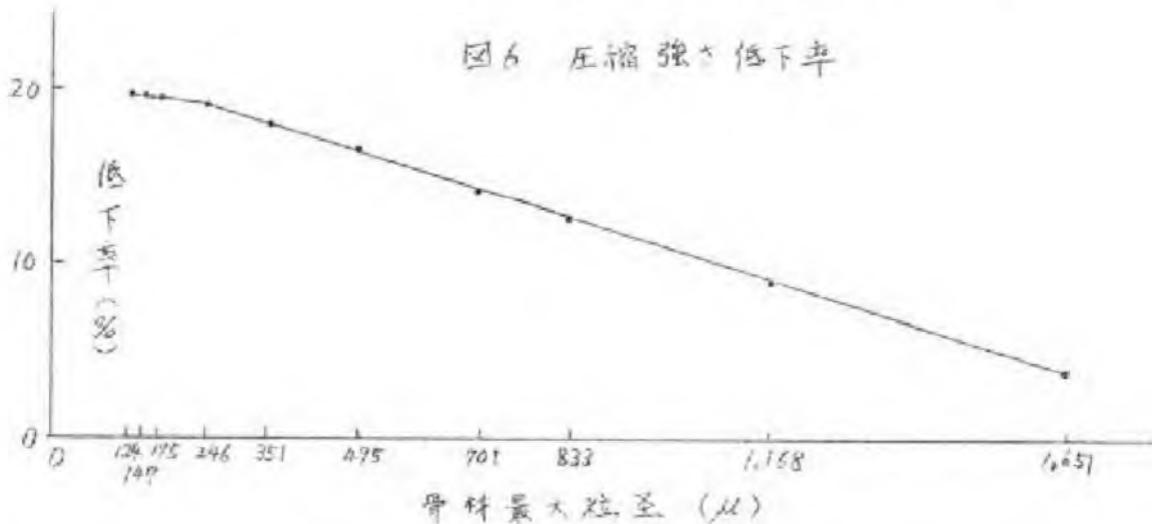
そこで、このまゝでは劣化の区別ができないので圧縮強さの低下によつて判定することにした。圧縮強さはアムスラー型試験機を使用し、各試料について、スポーリング試験をおこなつた試料と、おこなわない試料とについて測定し、強度の差を求めた。寸法は 13×13×13(mm) で測定値は 3~6 (個) の平均値とし、また圧縮は鑄込み方向と直角の方向とした。測定値を図 5 に示す。



この測定値より低下率を次式により求めた結果を図6に示す。

$$\text{圧縮強さ低下率} = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100$$

- C₁ : 熱衝撃を加えない試料の測定値
 C₂ : 熱衝撃を加えた試料の測定値



8. 考 察

以上の実験の結果を総合的に考察し要約すると、次の事項が考えられる。

① 耐軟化変形性

図2によれば、見掛け孔率は粗粒から細粒に従い減少している。このことは一般に成形時の充填密度が大きいためであり、ち密に充填されている時には粒子相互間が“つつばり合う”ので、耐軟化変形性が大きいと考えられる。しかるに図4によれば、低下率は、最密充填されたと考えられる細粒部分の方が粗粒部分よりも大きくなっている。その理由としては、充填率を高める原因となつた細粒が、焼成により共融反応を起して、融液相に変化したために、“つつばり合う”支えとならずに、むしろ潤滑材の役目をして粒子をすべらすこと、及びその時に粗粒が存在しないとこのすべりをとめることが困難であるためではなかろうかと考えられる。すなわち、同じ最密充填を示す場合でも、それに使用する細粒は、その共融反応性の如何によつて反対の作用を現わすので、留意しなければならないことがわかつた。

② 耐スポール性

熱的スポーリングによる破損の原因は、温度の急変により組織内に部分的に体積変化が起り、その結果発生する熱歪にたえられないために起る。

しかしこの場合、もし組織内に間隙があると蒸気は緩和されるものと考えられる。このことは図2、図6からわかるように、気孔率が大きいもの程、耐スポール性が大きくなっていることから実証された。

4. ま と め

本実験の条件範囲内では次のようなことがわかった。

- ① 骨材粒子が細粒になるほど成形性は向上する。
- ② 495,4以下のみの骨材を使用することは、耐軟化変形性を急激に減少する。
- ③ 骨材粒子が大になるほど耐熱性は向上する。しかし押し込み成形の場合の骨材粒径は限界がある。(少なくとも1551以下)

参 考 資 料

- 1) 岡森良次：三窯試陶磁器生産技術講習会テキスト，38，(昭和39)
- 2) 栗木洋一：窯 協 誌， 60 15，(1952)
- 3) 橋垣甲子郎：中小企業庁・三重県 陶磁器生産技術，61，(昭和37)

“朱泥焼”生薬地の黒変問題について

三重県産業試験場

試験課長 後藤繁策

1. ま え が き

四日市地方で製造される“朱泥焼”の生薬地を成形し乾燥した場合、1～2日するとその表面が徐々に黒変化して、日がたつにつれ目立って著しくなる。業者の間では、この現象は季節的に発生するもので、特に著しいのは8～10月中で、また梅雨や台風時期や、南東の風で曇天や雨天の時に多いといわれている。地域的には海成川に沿う附近一帯が多く、員弁地方ではほとんど発生しないので原因は“公害ガス”にあるらしいとの声が著しく高まってきた。この黒変した生薬地は焼成してもその色が除けないので、脚色による不良品が増加し、製品の収率を低下させる。

当场ではこの問題を重視し、原因の探求につとめるとともに、防止対策について鋭意研究を進めてきた。直接の研究担当者としては、小沢卯三郎場長、濱者、橋本純吾研究係長、水谷了介、林君也両技師で、その他三重県工業試験場にも協力を得た。以下その研究経過について報告する。

2. 実 情 調 査

2. 1. 現 地 視 察

原因を探求してゆく第一段階として、まず現地視察を行なった。その結果次のことがわかった。

生薬地を乾燥棚に並べて乾燥する場合、

- a) 黒変の程度は上部になるほど著しく、下部すなわち乾燥板に近い方ほど軽少である。
- b) 隣接した部分、あるいは急須の手、口等の、このような部分はそれ以外ほど黒変は進んでいない。
- c) 乾燥棚の表側およびこれに近いもの程、裏側に比べて黒変が著しく進んでいる。

d) 成形後1~2日経過したものは、まず上部および洞部の外面に黒変が現われ、3日位経過すると目立つて著しくなる傾向がある。

e) 太陽光線の直射下で乾燥したものは、同じ時間を経過した室内のものより黒変化が著しい。

以上の結果から次のことが推察できた。

i) 黒変現象は徐々に進行する。

ii) 太陽光線の強さが増せば黒変度も増加する。

ただし太陽光線が強いほど大気にさらされる度合も確率的に多いので、大気中の“公害ガス”の影響も充分考えられる。しかしこれらの条件の単独か、あるいは相乗作用によるかは断定できない。

3. 解析的研究

3.1. 黒変物質の解析

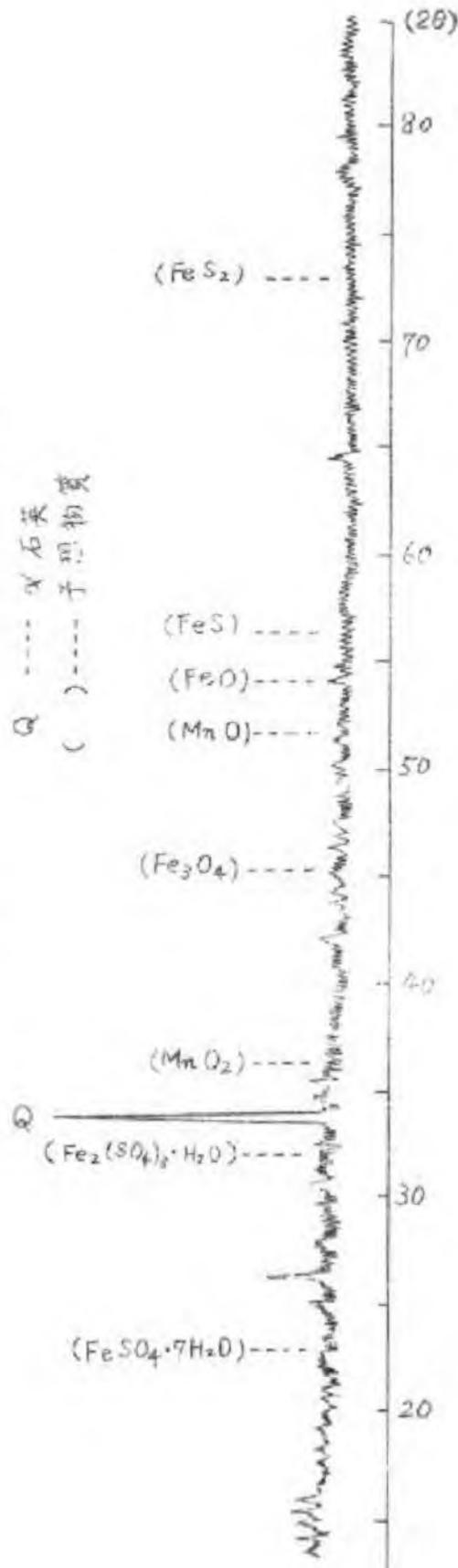
黒変を表わすと思われる物質は鉄、あるいはマンガンの化合物、それともハロゲン化合物とも想像されるが、ハロゲン化合物はまず存在することが考えられないので、この場合は鉄とマンガンが可能性が高いと思われた。鉄ならば硫化第1鉄(FeS)、硫化第2鉄(FeS_2)、酸化第1鉄(FeO)、四三酸化鉄(Fe_3O_4)、硫酸第1鉄($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)、硫酸第2鉄($Fe_2(SO_4)_3 \cdot H_2O$)、またマンガンならば一酸化マンガン(MnO)、二酸化マンガン(MnO_2)等が予想される。

一方条件からいつでも“公害ガス”の影響とすれば硫化物であり、清浄な空気とすれば酸化物ではなかろうかと推察される。このような物質の化合状態を解析し、決定して行くための手段として、X線回折と化学分析とを併用することとした。X線回折は鉱物組成を、また化学分析は元素組成を同定、検出できるからである。

3.1.1. X線回折

黒変物質は表面に薄い被膜となつていたので、ガラスの破片でこれをたんねんに“かき取つて”試料とした。X線回折を行なつた結果は図1に示すごとく予想された物質は認められなかつた。

図 I “朱泥焼”生薬地の黒変部分



黒変層は上述のようきわめて薄い被膜であるので、それだけを“かき取る”ことは困難であり、内部の素地が多分に混入して、それらによつて稀釈されたことによるためと考えられた。さらに試料を濃縮すれば現われるかも知れないので、これらをよく化学メチレンで重液分離を試みつつあるが操作上きわめて困難である。

3.1.2. 化学反応的試験

黒変物質を定性し、あるいは“公害ガス”の影響をしらべる一手段として、各種条件で乾燥した生薬地および元の炭土等を対象として、化学薬品による化学反応的な2, 3の実験を試みた。

3.1.2.1. 試 料

- A 黒変した表面をガラスの破片でできるだけ薄く“かき取つた”もの
- B 黒変した急須の外面（黒変面）
- C 黒変を起さずに乾燥したものの外面
- D 元の茶地練土を、水分含有量25%に調製したもの

3.1.2.2. 実 験

1) 塩酸処理による反応

- i) 試料Bに温稀塩酸(1:1)を塗布した場合、直に黒変部は元の色調に変化した。
- ii) 試料Bを塩化水素ガス中にさらすと、i)同様、元の色調に変化した。

2) 硫酸処理による反応

- i) 試料Bに稀硫酸(1:8)を塗布した場合、ほとんど色調の変化は認められなかつた。
- ii) 試料Bに濃硫酸を塗布した場合、徐々に元の色調に変化した。

3) 炭酸ソーダ処理による反応

白金るつぼの中で、試料Aと約10g量の炭酸ソーダを混合溶解し、冷却したものがマンガン特有の青色を示した。

4) 亜硫酸ガス処理による反応

試料Cを亜硫酸ガス中に2、3分さらしたが、黒変は認められなかつた。

5) 硫化水素処理による反応

試料Cを硫化水素中に一昼夜放置したが、黒変は認められなかつた。

6) メルカプタン処理による反応

試料C、Dおよびエチルメルカプタンをともにデシケーター内に入れて、暗所に約1ヶ月間放置したが、黒変は認められなかつた。

3.1.2.3. 考察 以上の実験から次のことが推測される。

- 1) 黒変物質の主成分は、鉄かマンガンの化合物、あるいはこれらの混合物らしい。
- 2) 亜硫酸ガス、硫化水素、メルカプタン等いわゆる“公害ガス”中に含まれている単味ガスは、少なくとも実験室的には黒変化をおこさない。

3.1.3. 定量分析的試験

光電比色計により525m μ のフィルターを用いて測定した。

アルカリ……試料溶液の中から一定量を取り蛍光光度計を用いて酸化ソーダは589m μ 、酸化カリは768m μ のフィルターで測定した。

3.1.3.2.2. 結 果

	Mn (%)	K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)
A (105~110℃乾燥物)	0.8	2.50	1.22
E (")	0.07	2.56	1.22

3.1.3.2.3.

考察 上記の結果から黒変部分のマンガン量は素地内部に比較して約11倍量も多い。その理由として、素地練土中のマンガン化合物はもともと可溶性塩の形であつて、乾燥するにしたがつて水分とともに毛細管現象で表面に移行し、マンガン成分のみがそこに蓄積されたものではないかと推察された。

また龜谷氏によると、可溶性マンガンはアルカリの存在においてある程度濃縮されるとマンガン酸アルカリを生成する。

このマンガン酸アルカリは吸湿性で、乾燥したりまた湿分を吸つたりして次第に二酸化マンガンに変化して行くことを明らかにしている。すなわち黒変化は素地中の可溶性マンガンとアルカリとが上記のような過程を経て、次第に二酸化マンガンとなり表面を覆う結果と推察される。

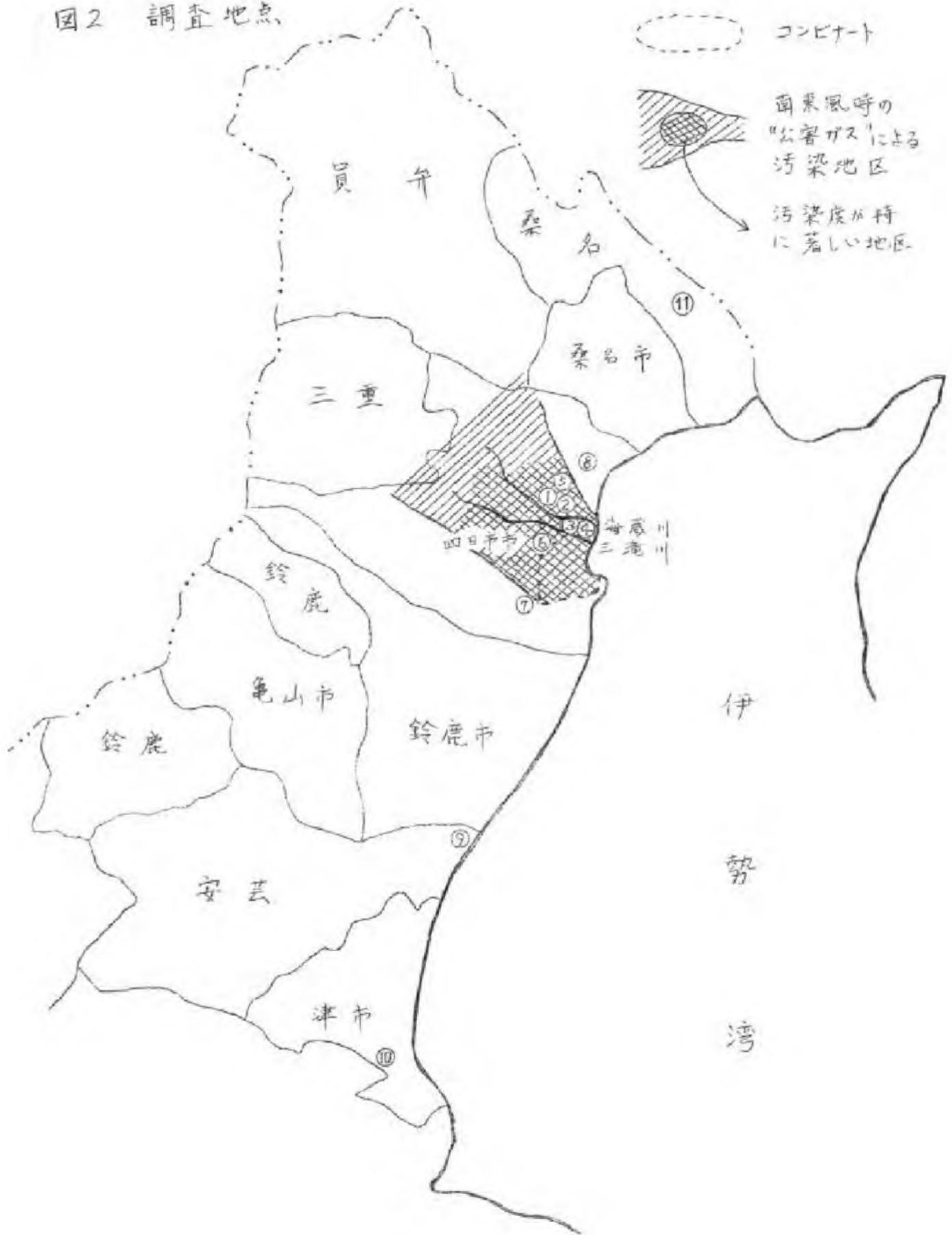
4. 再現的研究

4.1. 黒変現象の統計的調査

以上の解析的な研究とは別に、大気中に含まれた“公害ガス”に起因するかどうかをしらべるために、それらの条件の異なる地点に試料を放置して、時間(日数)の経過とともに起る現象の差を統計的に観察することとした。

地点としては図2に示す如く、公害の影響の多いと思われる四日市市阿倉川、同市浜一色、同市午起など6ヶ所、公害の比較的少ないと思われる同市日永、同市西宮田の2ヶ所、公害の影響のないと思われる津市垂水、桑名部長島町など3ブロックを選んだ。

図2 調査地点



図中の記号は下記の地点を示す。

- ① 四日市市東阿倉川
- ② 同 上
- ③ 四日市市浜一色
- ④ 四日市市午起
- ⑤ 四日市市羽津
- ⑥ 四日市市堀木町
- ⑦ 四日市市日永
- ⑧ 四日市市西富田
- ⑨ 安芸郡河芸町東千里
- ⑩ 津市垂水
- ⑪ 柴名郡長島町

放置の条件としては、それぞれ生葉地を太陽光線が直射する屋外、明かるい室内、大気の流通の少ない暗所の3つに分けた。

また期間の条件としては、3日、7日、1ヶ月間の3段階とした。

その結果によると黒変化は、3ブロックとも太陽光線に直射したものは著しく、大気の流通が少ない暗所のものはほとんど発生を認めなかつた。この実験から公害ガスには直接関係がないように推測できた。

また暗い場所に放置したものが、直射日光や明るい室内に放置したものよりも黒変化が少ないことから、黒変現象は太陽光線の直射や、大気の流通にもかなり影響されるものと思われた。

4.2. 特定条件下における観察

以上統計的調査の結果では、太陽光線や大気の流通が相乗的に作用することを推論した。さらにこの現象を実証するために、大気の流通をできるだけ制限した状態と、しない状態とに分けて試験体を太陽の直射下で乾燥し、それぞれにおける黒変状態を比較した。

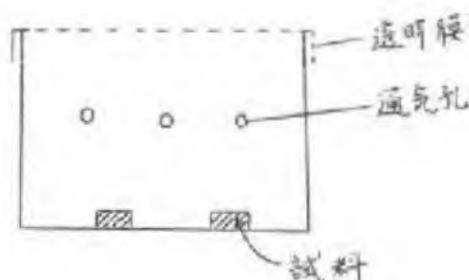
4.1.1. 大気の流通を制限した場合の天日乾燥試験

4.2.1.1.

実験装置 大気の流通を制限するために100×200×80mm（高さ）の箱（厚紙製）を準備し、この底部に試験体を設置した後、この上部だけを次のような3種の透明膜を張付けた。透明膜としては、ポリエチレン（0.05mm厚）。

塩化ビニール（0.09mm 厚）、並板ガラス（2 mm 厚）を用いたのであるが、（図 3 参照）これは平地に置いた場合、太陽光線だけを自由に入射させるためである。この場合もし完全密閉すると、試験体からの水蒸気圧が高まつて、乾燥不能となるので図 3 のように箱

図 3



の壁面の一方に直径 3 mm の通気孔 3 ケを設けて徐々に換気ができるようにした。3 種の透明膜を用いたのは、連続スペクトルをもつ太陽光線中に、もし黒変化に対し最も強く作用する波長の部分があり、一方またこれら 3 者の光線透過に關する特殊能として、これらの有効波長部を偶然遮断することがあるかないかを確かめるためである。

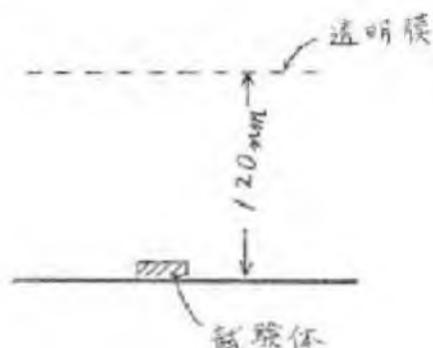
4. 2. 1. 2.

実験方法ならびに結果 上記のような試験体を設置した乾燥箱を 6 ケ準備し、その内 3 ケは屋外で太陽光線直射下に、また他の 3 ケは室内の窓際に静置し、経過日数にともなう黒変の状態を観察した。その結果いずれの試験体もほとんど黒変は認められなかつた。

4. 2. 2. 大気の流通を制限しない場合の天日乾燥試験

前記試験（4. 2. 1.）の結果をさらに裏付するため同様の透明膜下で自然流通のまま乾燥試験を行なつた。すなわち平面上に設置した試験体の約 120mm

図 4



上部を、前記試験と同様、3 種の透明膜でおおい自然流通が可能にした装置のものについて、直射と屋内とで乾燥を行ない、経過日数に伴う黒変の状態を観察した。（図 4 参照）

その結果、すべてに黒変現象が現われ、黒変の程度は先に行なつた統計的調査（4. 1.）中太陽光線直射の場合とほぼ同程度であつた。

4.2.3. 暗所で大気の流通をできるだけ制限しない場合の乾燥試験

上記の2実験(4.2.1., 4.2.2.)によつて大気の流通が著しく黒変に影響することを認めたので、次に自然流通下で、太陽光線をほとんど遮断した場合の実験を行なつた。

4.2.3.1.

実験方法ならびに結果 屋外に直径85φ×長さ1800mmの石綿セメント製煙突を水平に静置し、その内部中央に試験体を設置して、時間の経過による黒変の状態をしらべた。その結果、試験体の表面は3日目位から黒変が目立ち、上記天日乾燥試験(4.2.2.)の結果と同じ状態を示した。

4.2.4. 考 察

以上3項の試験(4.2.1., 4.2.2., 4.2.3.)の結果を総合すれば黒変化は少なくとも、大気の流通をほとんど制限すれば、上記3種の透明膜下では黒変化なしに乾燥ができることを知つた。

4.2.5. 特定光線の影響試験

黒変現象に対する可視光線以外の波長部の影響を追究するために、次の試験を行なつた。

4.2.5.1.

紫外線照射による試験 試験体を30℃一定の恒温槽中に設置し、その上方100mmの距離から10Wの殺菌燈で照射し、時間の経過による変色状態を観察した。殺菌燈を用いたのは紫外線を得るためである。また照射の経時は試験体の乾燥が完了する時間として最高の8時間とした。その結果、試験体の変色は認められなかつた。すなわち太陽光線中の紫外線部は黒変に影響がないことを認めた。

4.2.5.2.

赤外線照射による試験 前同様の試験体を250Wの赤外線ランプ下、500mmの距離で照射させ、時間の経過による変色状態を観察した。時間は前記同様8時間とした。その結果、試験体の変色は認められなかつた。すなわち太陽光線中の赤外部もまた黒変に影響はないことを認めた。

5. 乾燥装置について

以上の基礎的研究によつて“朱泥焼”生薬地を黒変せずに乾燥し得る方法としては、

Ⅰ) 室内における加熱乾燥法

Ⅱ) 天日を利用するならば、透明膜の“おおい”内でできるだけ大気の流通を遮断して行なう乾燥法

が適當であることを知つた。

そこで屋内乾燥室の設計を試みた。図5、6はその一例である。図5は成形および仕上げ工の総数が18人程度、また図6は4人程度の規模のものである。

6. あとがき

以上報告したとおり、本研究によつて、“朱泥焼”生薬地の黒変化に対する防止対策を立てることはできたが、原因については、未解決の部分もある。これらについては、今後研究を続行するつもりである。

なおこの報告の詳細は別刷として、すでに関係方面に配布した。

終りに、本研究に対し御助言と協力を賜つた名古屋工業技術試験所第5部林宏、鳥居両技官、また研究遂行上多大の御援助を賜つた大協石油午起製油所、山勇製陶所に深く感謝する。

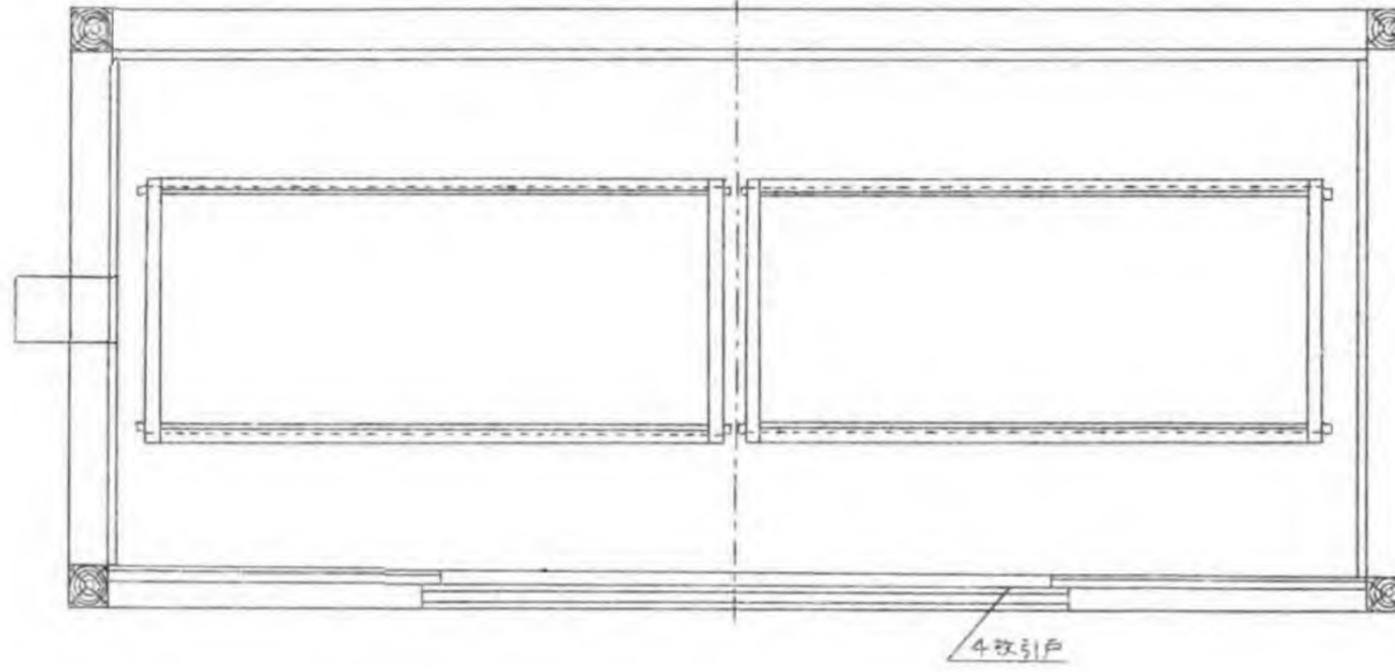
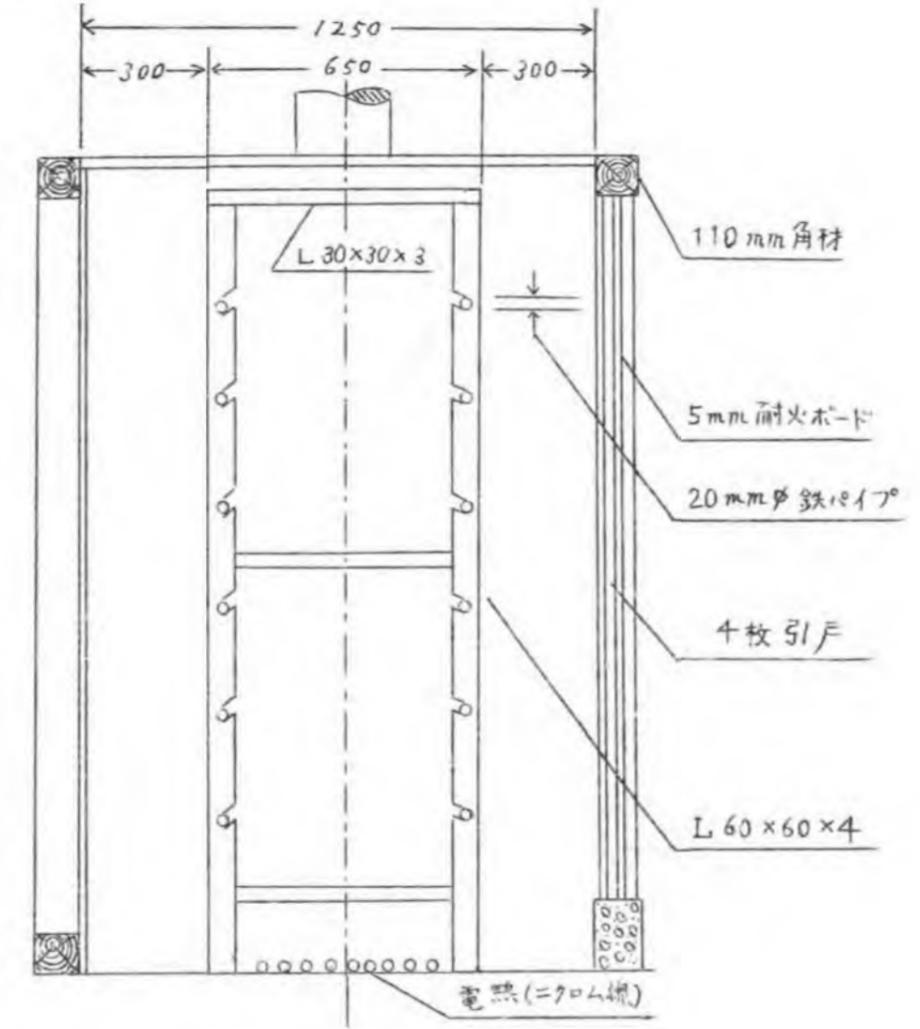
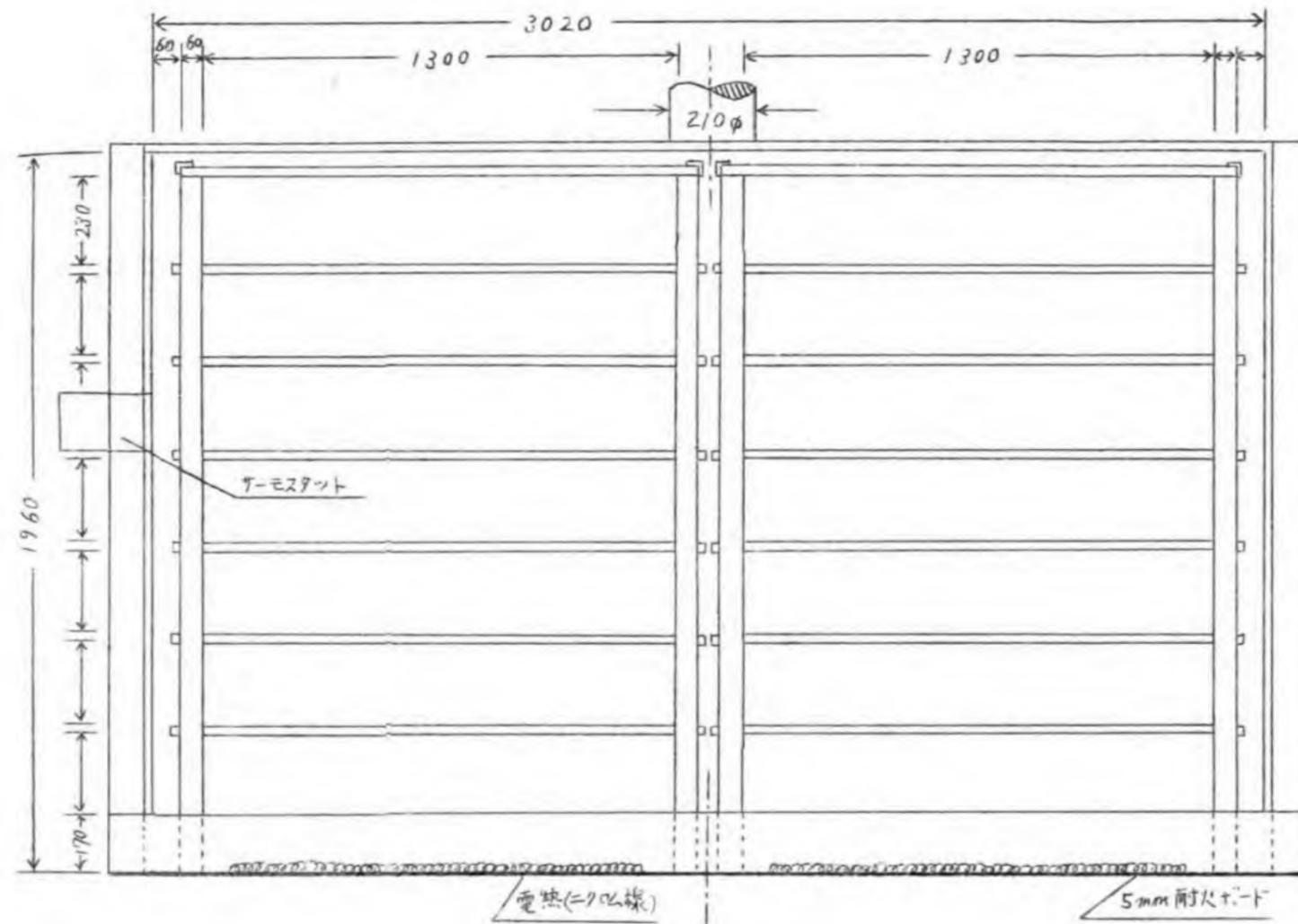


図5 屋内乾燥室の図

単位 mm
 縮尺 1/20

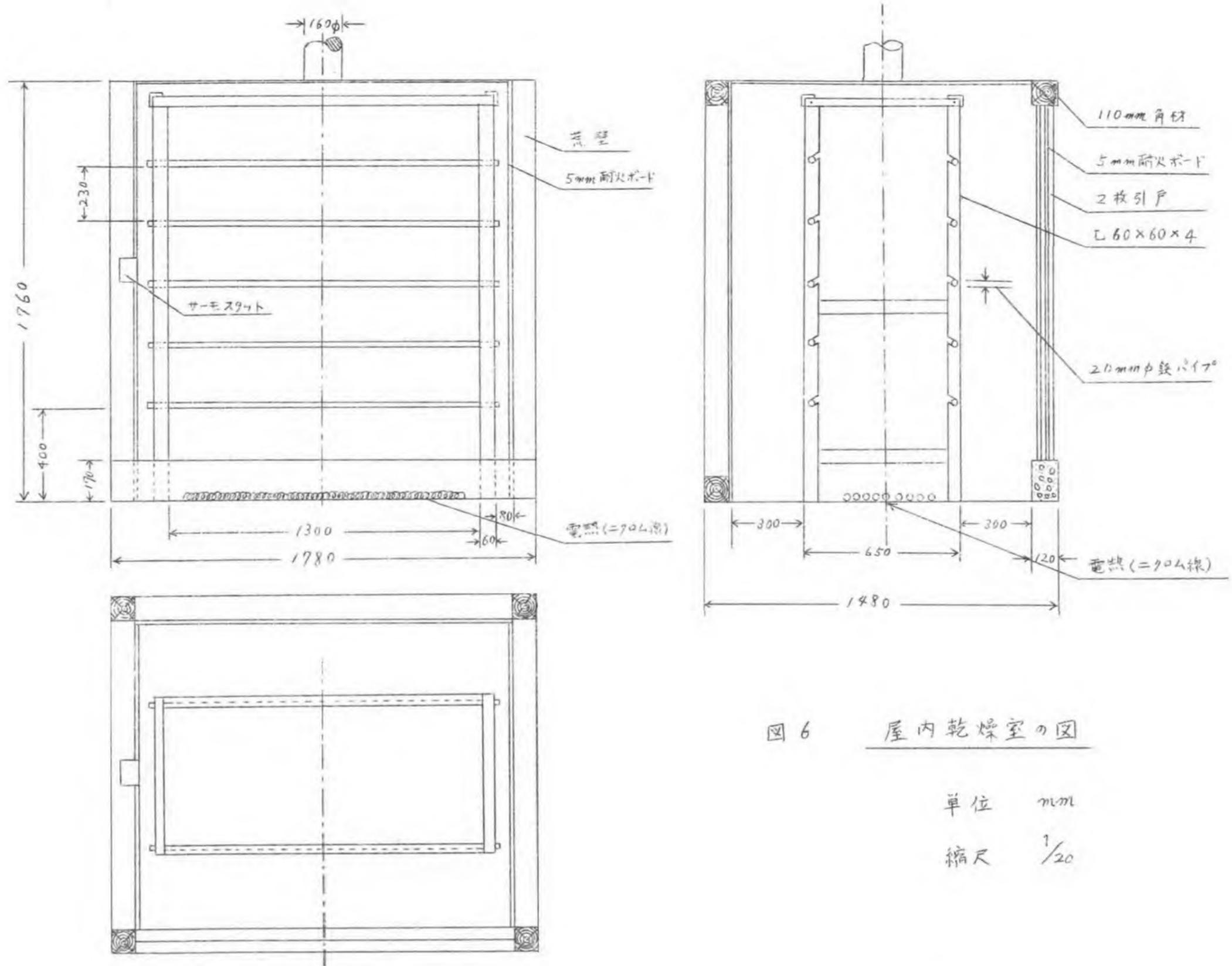


図6 屋内乾燥室の図

単位 mm
縮尺 1/20

陶磁器の焼成管理について

日本陶器株式会社
焼成課長 砂川 元

1. 緒 論

陶磁器工場における焼成作業はその製造工程の中で最も重要な工程の一つである事はいまさら言うまでもない。

最近では陶磁器焼成用のトンネル窯が普及し年々新設或は、改築されているが、このような焼成設備の充実化は単に増産のみを目的として居るのではなく、製品の品質の向上、焼成歩留の向上による製造原価の低減をも目標に進められるべきであつて、其の為にはトンネル窯の構造の研究はもちろんであるが、日常の焼成管理を完全に実施して目標達成に努力しなければならない。

トンネル窯は生産量、焼成原価、焼成の安定性の目的に対して計畫され、設備され、運行されるのであるが、その焼成管理は焼成の安定性を維持する事を重点に行はれ、その効果を焼成歩留の向上、品質の向上に求めている。そのためトンネル窯が一つの熱設備である以上狭義の焼成管理いわゆる窯を焚くだけでなく、当然燃料の管理を含めた広義の焼成管理を標準化して実施さなければならない。

管理の標準化に就いてはおのおの設備及び製品により異り種々の問題が考えられるが、ここに油焚きの磁器本焼トンネル窯の焼成管理の一例を述べて供したい。

焼成管理の必要性

磁器製造工程に於ける本焼焼成は単なる加熱工程と異り著しい特異性を持つている即ち、

- (A) 酸化焰と還元焰を所定の場所、温度で使い分けなければならない。
- (B) 還元焰ではCO濃度を絶えず一定に維持しなければならない。
- (C) 素地の軟化温度と焼成温度の差が小さい。即ち焼成最終温度の幅が狭い。

以上のような磁器本焼焼成の特異性が焼成作業に於て作業者に高度の熟練を要求する事となり、この点の究明がむずかしいため、焼成作業がやゝもすれば作業者の熟練に頼る結果になりがちである。しかしこのような作業者の熟練に頼つては、その作業者の熟練度に左右される面が多く、又四季の外気温の変化による変動などに対しても安定性が著しく局限されるのも当然で、その結果技術の改善は特定の熟練者のみに限られてその成果に多くを期待する事は困難である。事実この種の焼成窯の焼成管理は他工業に比べて非常に遅れている状態である。

上記の如き特異性を持つ磁器本焼焼成で安定性を維持し、品質の向上、焼成歩留の向上を期するには熟練者のみに頼らない。計測機器による焼成工程が標準化された上で管理され実施されなければならない。

3. 焼成管理の実態

焼成管理は燃料管理、設備管理、焼成管理に大別される。

1. 燃料管理

燃料油は年間使用計画により、購入規格に定められた燃料油を購入し、受入検査を行い合否判定基準に基づいてその結果を記録し、関係工場に通知される。

(1) 使用計画

(2) 購入規格 色調、反応、引火点、粘度、比重、凝固点、残留炭素、灰分、水分、全硫質、発熱量

(3) 受入検査 検査項目、試料採取方法及設備、合否判定基準、試験結果の記録、受入検査結果の処置

(4) 倉庫管理 購入手続、適正保有量、受入作業、保管庫出し作業

2. 設備管理

焼成設備は総て無休設備であり、これが故障した場合は甚大なる損害を蒙る。したがってポンプ、ファン、其他の附帯設備は即時運転出来る様子備機を設置するだけでなく運転中のものに対しても、チェックリストによる日常の点検管理が必要である。

又窯そのものに就いては凍瓦、目地の変形、破損、亀裂等の損傷は窯の操業に大きな支障を来すだけでなく日常の焼成管理にも影響をうける。窯車に就いては其の接続部の不完全によつて、窯内に外気が吸引され、窯内

界風気を乱す公算が大きく、これの管理は非常に重要である。

又計測機器の管理については焼成工程を管理する手段に計測機器が使用され、作業の標準化が行われる以上、計測機器は常に正確に稼働していなくてはならない。したがって定期的な点検はもちろんであるが日常においてもチェックリストにより管理することが必要であり、これを怠つては焼成管理を遂行する事は困難である。

(f) 窯 焚口レンガ、焼損、目地亀裂、外壁レンガ亀裂

(g) 窯 車

(A) 鉄 部 焼損、寸法、車輪メタル磨耗注油

(B) 煉 瓦 寸法、目地、損傷

(h) ファン及びブロワー

(A) エキゾーストファン 冷却水、アンペアー、振動、音

(B) 余熱ファン 冷却水、アンペアー、振動、音

(C) 冷却ファン 冷却水、アンペアー、振動、音

(D) 二次空気用ファン 冷却水、アンペアー、振動、音

(E) 一次空気用ブロアー 冷却水、アンペアー、振動、音

(i) プッシュヤー リミットスイッチ調節、振動、音

(j) 送油設備

(A) オイルポンプ 圧力、温度、振動、音、漏れ

(B) ストレーナー 漏れ、目詰り

(C) 配 管 漏れ

(k) パーナー及び附属品 噴霧不良、詰り、漏れ

(H) 計測機器

(A) 温度記録計及び指示計 指示、動作、給油、汚れ

(B) 圧力記録計及び指示計 指示、動作、給油、汚れ、詰り

(C) 流量記録計及び指示計 指示、動作、給油、汚れ、詰り

(D) ガス分析計 指示、動作、給油、汚れ、詰り試薬

(E) 熱 電 対 劣化、ターミナル汚れ、装着状況

(F) ビト一管、オリフース板 汚れ、詰り、装着状況

(G) 測 定 車 劣化、ターミナル汚れ、補正導線損傷、
装着状況

3. 焼成管理

本焼成の諸欠点を減少して歩留りを向上し，安定した生産を持続させるためには，焼成技術面から，其の品物に合った，

- a) 正しい雰囲気
- b) 均一な温度分布
- c) 適切な温度曲線
- d) 適正な炉内圧

以上の4条件を満足させることが必要である。そして，焼成管理に於てはこのような条件をしかにして常に長期にわたり維持し焼成の安定をはかるが問題となつて来る。これには適切な計測機器により焼成工程が管理されなければならない。

高温度還元焰と言う特異性を持つ磁器本焼成の焼成管理の標準化については窯内の燃焼ガスの流れの安定を第一に考えなければならぬ。すなわち焼成帯に於ける燃焼ガスの体積を一定に保ち焼成帯から予め流れ出る燃焼ガスの流れ方を常に一定に保つことである。従つて焼成管理向上に窯車のサヤ積様式を一定にすることがまず重要である。

焼成管理の標準化は規定の様式にサヤ積された窯車を一定のスケジュールで焼成することに始り，しかる後計測機器を装着した測定車を窯内を通じその結果から各々の品物に合った温度，雰囲気，圧力の標準曲線にバーナー，其他の諸元が合され，各々の標準値が結定され設定される。

焼成作業者はすべての計測機器の測定値に標準値が与えられ，これを一定に保つのであるが，外気温，その他の影響で油，空気などを一定にするには補正を行はなければならない。これに対しては補正標準により行われる。

又上記の測定車によるチェックは毎月8回行われ，標準曲線との照合をして修正が行われる。

- (f) サヤ積様式 面積，体積，重量，並べ方，巾，高さ
- (g) スケジュール 生産計畫
- (h) 標準曲線

- (A) サヤ内雰囲気曲線

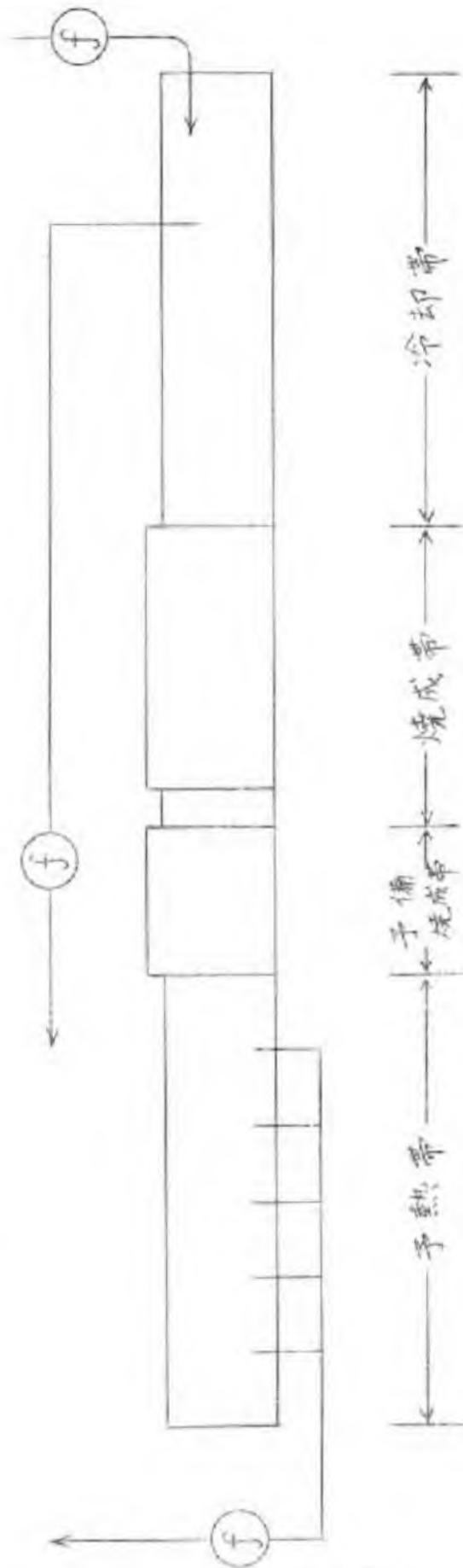
(B) サヤ内温度曲線

(C) 圧力曲線

- | | |
|---------------|-----------------|
| (a) 測定車 | バーナー，其他諸元の結定，修正 |
| (b) 内壁温度 | バーナー諸元，窯車の状況 |
| (c) 窯内圧力 | 燃焼ガス流れ |
| (d) 窯内雰囲気 | バーナー，其他諸元，窯車の状況 |
| (e) 油使用量 | 各バーナー及び総合使用量 |
| (f) 油圧 | 各バーナー及びオイルポンプ |
| (g) 一次空気量(噴霧) | 各バーナー及び総合使用量 |
| (h) 一次空気圧 | 各バーナー及びブロー |
| (i) 二次空気量 | 各バーナー使用量 |
| (j) 余熱風量 | 自動制御 |
| (k) 冷却空気量 | 自動制御 |

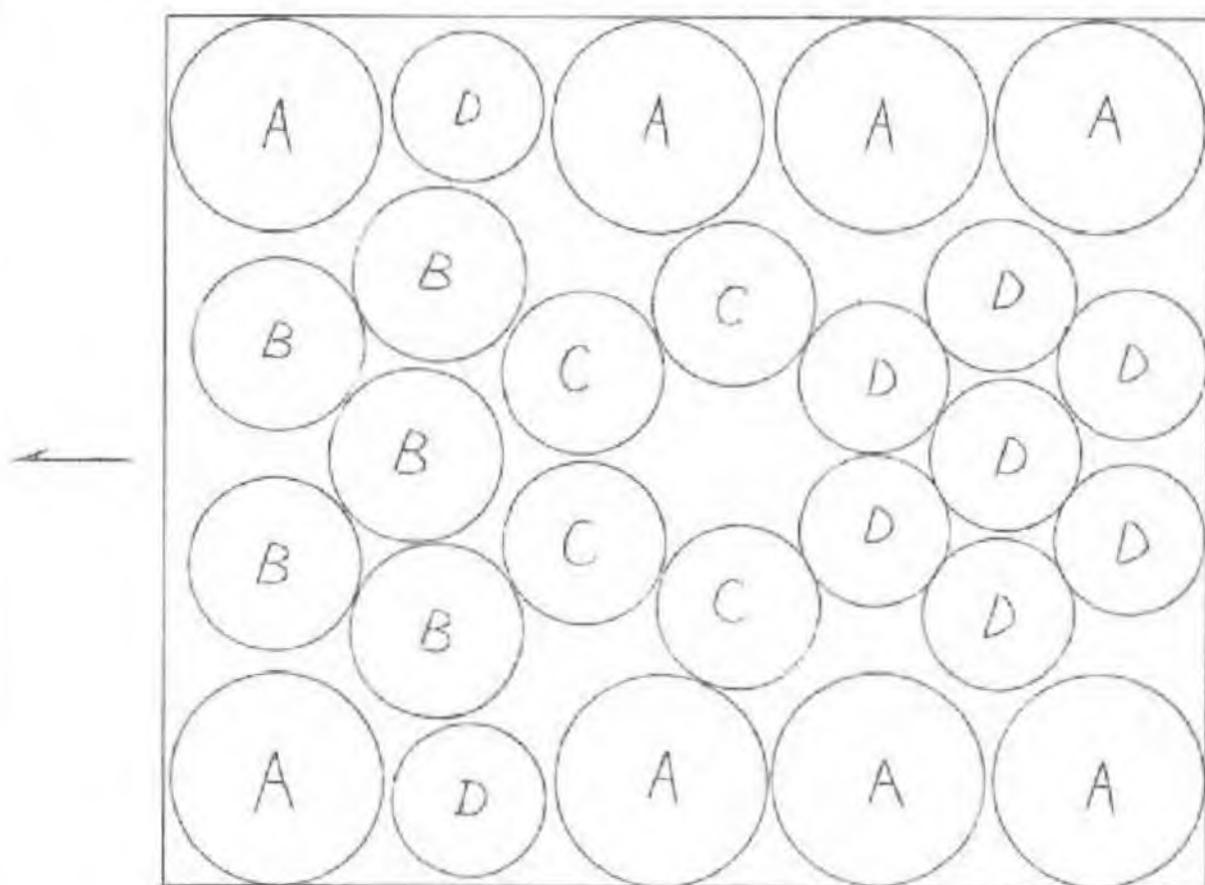
以上磁器本焼成の焼成管理の主要点の概要を項目別に列挙したが，従来焼成作業がやゝもすれば作業者の熟練に頼る結果となり，又計測機器による焼成作業においても測定値を管理するとゆう状態になりやすいが，この様な調節に全力を傾けるような立場にならず，測定値を通じて工程を管理するとゆう立場に立つて焼成の技術，作業の標準化をさらに押進めてより高度で安定した管理の実施を期したい。

第1図 磁器焼成用トンネル窯の一例



型式	被焼成品	大きさ		窯内車台数	パーナ一數	
		長さ	巾高さ		予備焼成帯	焼成帯
ケラー式	磁器洋食器	7.69m	1.5m 2.5m	42	12	24

焼成温度	窯内雰囲気	加熱方式	冷却方式	通風方式	焼成車台数	窯詰方式
SK13	還元焰	直火式	マツフル及び直接式	強制通風	27車/日	サヤ詰



A : 10½" ダイナー プレート

B : サラドプレート

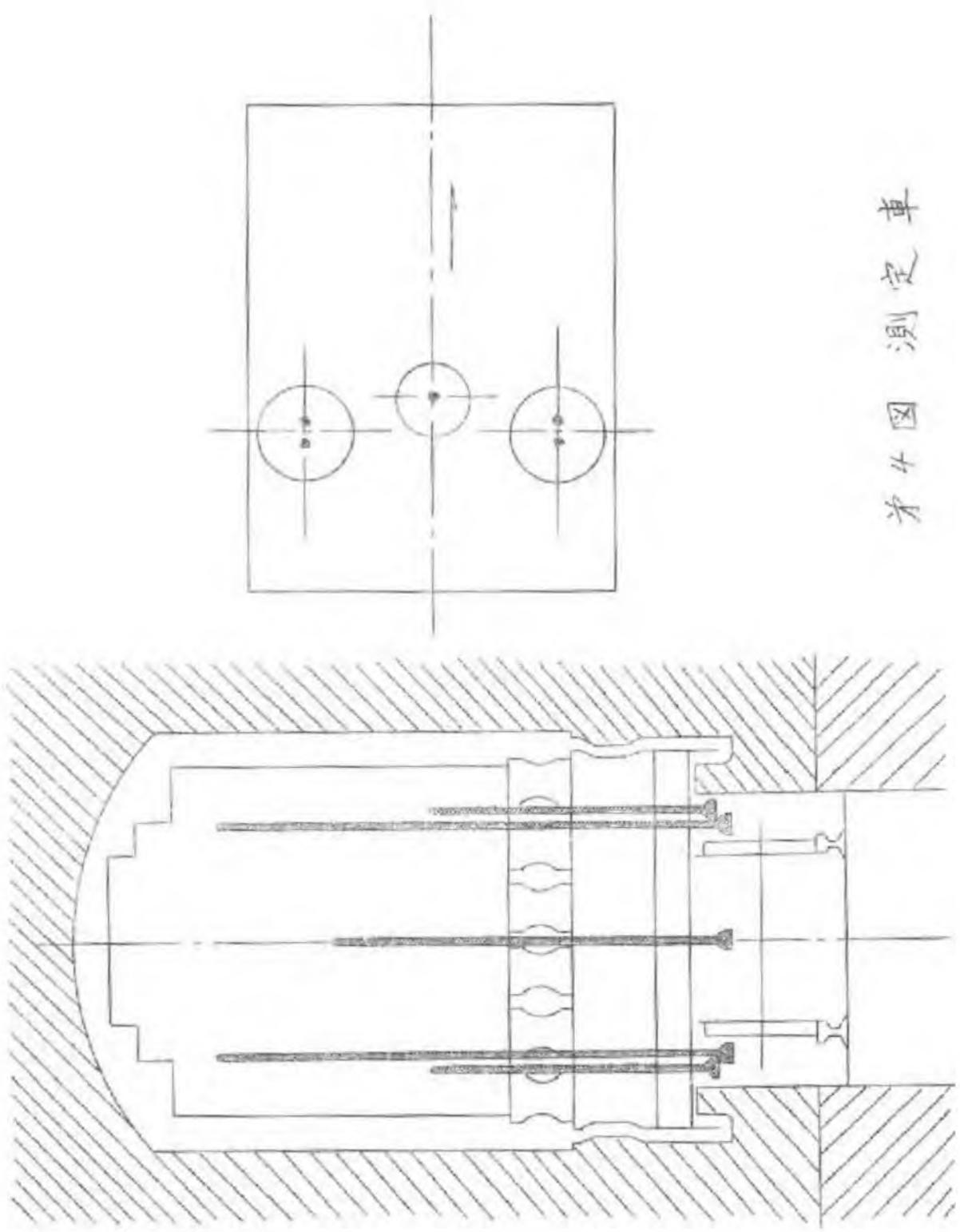
C : スープ

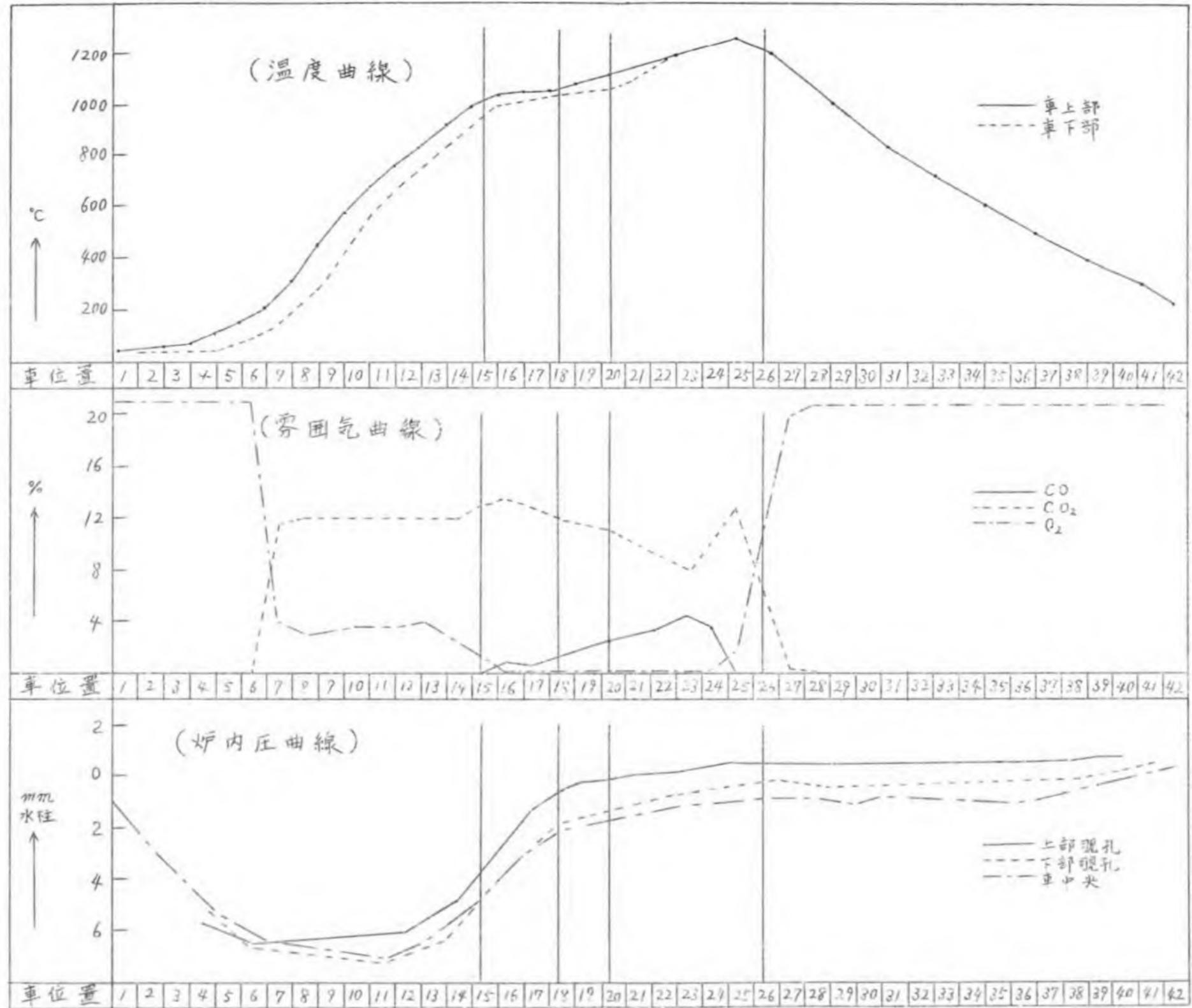
D : B/Bプレート、ソーサー、フルーツ

第 2 図

サヤの並べ方、一例 (皿物)

第4图 测定車





第3图 温度气氛炉内压曲线

陶磁器のデザインと市場性

愛知県産業貿易館
デザイン室長 若園 晃

輸出振興のためにも、あらゆる施策が必要である今日重要な要素として商品の品質、性能、価格などとともに商品デザインがある。

日本古来の東洋趣味を生かして新鮮な独創的アイデアによるデザインが、最近海外市場においても多く見られるように意匠の改善向上は重要な地位を占めるにいたつた。

このときに海外製品デザインの傾向を把握していたべくために、戦後、世界的デザインブームを巻起したスカンジナビア諸国のデザインが今日に見る発展をなし遂げた基盤についてご参考に供したいと思う。

北欧のデザイナーが、デザインの発想を自然から学び、人間が如何に自然と調和するかを研究していることは重要なことである。このスカンジナビア地方の風土から生まれたデザインは、その国の伝統的なものと結びつき、生活環境から生まれでたものであることを明記しなければならない。伝統といえは北欧デザインの基礎的なもののように表現されるが、単なる伝統の写ではなく、また形をそのまま使うのでもなく、そういうものを基盤として研究し現代デザインを生み出すところにある。

ここに歴史的背景を考えスウェーデンデザイン活動とともに発展する市場商品の姿をご紹介するものである。

- ◎ スウェーデンの国民性と生活態度。
- ◎ 生活環境と結びつくデザインの発展性。
- ◎ スペンスカ・フォルム (SVENSK FORM) のグット デザイン常設展示場。

堅実な歩みをしているこの市場は、需要者と供給者の均等がよくとられ、むやみに多様多様のデザインによる商品は生産されておらず、各メーカーとして特色あるものを販売している。

アメリカ市場でもスカンジナビア地方のひなびた素朴さと牧歌的な北欧商品が高く評価されて好評を博しているが、これらは自国の必需品であつて特に輸出デザインだけが素晴らしい力を発揮しているのではなく、彼等たちの生活の中で自己の住いを愛する生活自体の中から生まれた、単純化によるフレッシュなものなのである。ここに、自国を誇るグッドデザインの深い意義があると思う。

これら家庭必需品から装飾品に至るまで高級なものが家庭内に見受けられるのは、勿論各種社会保障制度にもとづく経済的事情によるが、他方不用品の買取りによる更新月賦販売の普及によるところも大であり、したがつて個人売買による不用品の紹介も新聞紙上に数多く広告されているのがみられる。

スカンジナビア地方は、人間の労力に対しては充分な労賃が払われ、特にハンドクラフトの商品は工業製品に比べて非常に高いプライスラインを占めている。これがため、スカンジナビアデザインの長は手加工から漸次発達して、工業時代に進んだ経路を素直にうけつぐなにもものかを持つているのである。

陶磁器生産工場では陶芸家と直結し、特に考えるもののなかには東洋調の形体や色調など深くデザインにあらわれている。

これは産業革命の影響によりヨーロッパのみならず東洋にいたつて外国文化を深く追慕し、特に古い歴史をもつている東洋の伝統工芸のすぐれた美が、近代的な良さに調和しているためである。常に近代生活に結びつくように考察され北欧の特徴を巧みにとり入れているのである。

すぐれたデザインと生産手段、販売方法とがよく調整され統一されていて、人間的な親しみのある日用食器に、木の突を基本とした形体や、木の葉などの構成模様による北欧の自然をほのぼのと思わせる明るい色調や渋い色調で仕上げられたものなどが多い。

このほか北欧の民芸的な伝統要素を近代調に整理された直線的な幾何学構成をもつたものに良いものがあり、また置物装飾品などにもユーモアな感じを与える楽しみのもてるものがある。

陶磁器業界で新しい方向にある代表的な、Gustavsberg陶器工場では主として実用としての一般家庭に供する陶器類を、すぐれたデザインにて数多

く生産し、多才な Stig Lindberg 氏をはじめ、Berndt Friberg
Karin, Björgvist, Lisa-Larson 諸氏などのデザイナーが活躍
している。このうち KARNEVAL と呼ばれる特長ある図柄のデザインは一般
大衆に親しまれている。

ヨーロッパの陶磁器釉の特徴

名古屋工業技術試験所
第6部第1課長 加藤悦三

陶磁器は中国や日本とヨーロッパで全然異った発達の仕方をし、現在でも共々特色のある、別種の陶磁器が作られている。

我が国ではヨーロッパの焼き物を技術を積極的に取入れ硬質陶器、骨灰磁器白磁陶器などは既に日本のものとなっている。またヨーロッパの硬質磁器の影響を受けて日本の食器工業が発達した。しかしマジヨリカ風の焼き物はほとんど取り入れられていないし、ヨーロッパの工芸的陶磁器の技術は余り知られていないように思える。勿論日本の伝統的陶磁器の技術もまだヨーロッパではあまり知られていない。

陶磁器の技術の中で釉の技術は重要な位置を占めており、それに関して、東洋と西洋の違いを一言で述べるならば、中国及び日本では高火度釉が発達し、ヨーロッパは低火度釉を得先とする。イギリスで硬質陶器や骨灰磁器が発明されたのも低火度のフリット釉の伝統があったためである。日本ではまだフリット釉についての知識が充分でない。亜鉛釉は日本では石灰釉より低い温度で使えるものとして意味があるが、ヨーロッパでは焼成温度で高めるために鉛を亜鉛でおきかえたと思へる事がある。

ヨーロッパの磁器、陶器と日本のそれを並べてみた場合、誰でもその違いに気付く、そしてその違いはデザインの性格によることが勿論多いのであるが、素地や釉の性質の違いも大きな要素となっている。釉の試験片によっても専門家が見れば、日本のものでなく、ヨーロッパのものであると識別されることが多い。例えば亜鉛釉であるがこれはもう大分前からわが国で普通に使われているものであるが日本存来の石灰釉系統の釉とは違った性格をもっていて、多くの人がヨーロッパの臭いをかきつけるのである。

亜鉛釉はもう日本のものとなっているが、ヨーロッパの釉に関する本を見ると、釉の調合に関する考え方が随分違ふと思ふことが屢々ある。

釉の分類の仕方に端的にあらわれているのであるが、ヨーロッパ式の分類では、鉛釉が中心である。鉛釉と無鉛釉に大別し、無鉛釉の一つとして長石を用いる高火度釉が分類される。

日本式に分類すれば石灰釉が中心になるのが当然である。石灰釉を無鉛釉の一部としてその他大勢の中にぶち込むことなんてできやしない。

Rezeptbuch Für Glasur und Farben という本が数年前にドイツで出版され、非常に反響を呼んでいる本らしいが、1000℃前後の低火度釉が生で日本では利用供値が余り多くない。

また Glasur und ihre Farben という本も数年前出たがこれもやはり低下火釉が主になっている。われわれの想像以上にヨーロッパでは低火火釉の伝統が根強く、その方面ではすぐれた技術の存在するよりに思えるのである。

反対に日本の典型的な釉薬・白萩釉のリン酸塩乳濁釉 様々の鉄釉は殆んどヨーロッパに普及していないと考えてよいだろう。高火度色釉の技術に関してはわが国はずっと進んでいるのである。

このように陶磁器の釉の技術には長年の経験、伝統が大きな力をもっていて、低火度釉、フリット釉に関しては、既に可なりの経験がたまれているようであってわが国の技術はまだ幼稚なものと考えても決して言い過ぎではないと思ふ。私にしても低火度釉についての経験は乏しく、ヨーロッパの陶磁器釉の特産という題でお話しするには役不足であるけれども、ヨーロッパの本に示されている代表的な釉をたどりながら、説明を加えることにしたい。

その前に東洋の釉と西洋の釉のその歴史的背景より、總体的な特徴について説明すると、東洋の釉の発端は灰釉でそれにもとづく釉の技術が主として発達した。木灰-長石(陶石)系、木灰-わら灰-長石系の釉である。その種の釉は高火度釉で硬い白釉としては、陶磁白釉や青磁釉、軟い土灰釉、土灰釉を基礎とする色釉として綾部釉、瀬戸釉、鉛釉、乳濁釉はわら灰の乳濁釉でそれを基礎とする銅青磁、均窯、なまこ釉、つや消釉は塩基性つや消釉でいらぼ釉などがある。

別に鉄を含む土石と灰より作られた鉄釉が発展した。

ヨーロッパの釉の発端は鉛釉とアルカリ釉であるが、中でも鉛釉が主流をなしたと考えられる。そして乳濁釉として酸化錫の乳濁釉に非常に普及する。硼酸の利用も古くから行われたと思われる。これらの種類の釉では鮮明な色調の色釉はできるが単調であるので単彩釉は少なく、反面色が豊富であるので彩面陶器が発達した。

東洋では下絵としては染付と鉄手絵の2種しかないが、ヨーロッパでは古くから各種の顔料が使用される上絵は、東洋では和絵具のように透明なものが用いられたが西洋ではマジョリカの絵具のように不透明なものが発達している。その他まだいろいろの相違点があげられたが、東洋と西洋では釉や絵具の性質、扱い方が根本的に異なることに気付く。

Werner Lehnhauser 著、釉とその着色 (Glasuren und ihre Farbe) を主として参考にし、次はヨーロッパにおける釉調合の考え方について要点を述べる。

鉛 釉

最も簡単な鉛釉は $PbO \cdot SiO_2$ で、SKO10a (900°C) の釉であるが、実際には小量の長石、石灰石、カオリンを配合し、

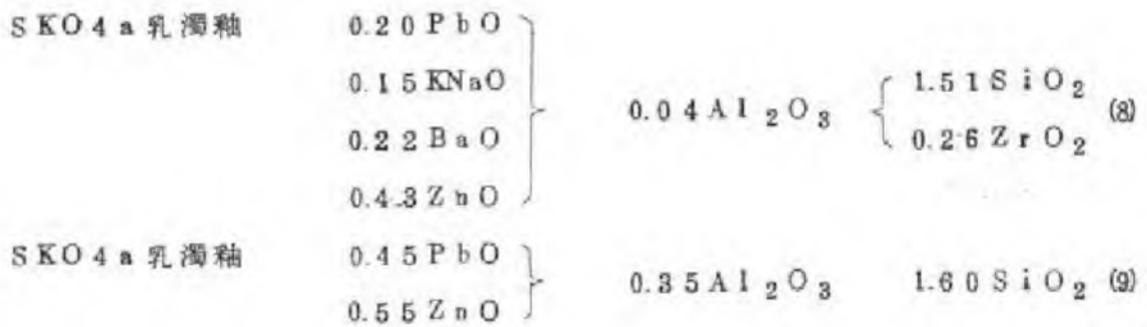
$0.05 K_2O$ $0.05 CaO$ $0.90 PbO$ $0.10 Al_2O_3$ $1.0 SiO_2$ のようなものが SKO10a 透明釉として適当である。焼成温度を高めるには Al_2O_3 及び SiO_2 を増し同時に CaO を増すこともできる。次のものは SKO5a の釉である。

$0.10 K_2O$, $0.25 CaO$, $0.65 PbO$, $0.15 Al_2O_3$, $1.5 SiO_2$,

鉛釉の特徴：焼成巾が広い、多少組成が変動しても熔融温度その他に影響しない、熔けやすく、表面がなめらかになりやすく、光沢がよい発色原料の酸化物がよく熔け、鮮やかな発色をする。耐水性にすぐれる。欠点は鉛の酸化物、炭酸塩が有毒であり、出来れば酸化鉛や炭酸鉛をそのまま使わないで、鉛の溶出の少ない、フリットの形で使用の方がよい。珪酸鉛フリットとしては、 $PbO \cdot SiO_2$, $PbO \cdot 1.5 SiO_2$, $PbO \cdot 0.1 Al_2O_3$, $1.0 SiO_2$, $PbO \cdot 0.25 Al_2O_3$ $1.90 SiO_2$ のようなものがある。

鉛釉の例

SKO9a 乳濁釉	0.90 PbO 0.05 K ₂ O 0.05 ZnO	}	0.28 Al ₂ O ₃	1.90 SiO ₂ (1)	
				SnO ₂ 9%	
SKO8a 乳濁釉	0.51 PbO 0.19 KNaO 0.11 CaO 0.10 MgO 0.10 ZnO	}	0.24 Al ₂ O ₃	{ 1.90 SiO ₂ (2) 0.10 SnO ₂	
SKO6a 乳濁釉	0.56 PbO 0.17 K ₂ O 0.16 MgO 0.11 ZnO		}	0.27 Al ₂ O ₃	{ 2.12 SiO ₂ (3) 0.19 SnO ₂
SKO2a 乳濁釉	0.52 PbO 0.12 KNaO 0.10 MgO 0.17 CaO 0.09 ZnO			}	0.22 Al ₂ O ₃
SKO5a 透明釉	0.56 PbO 0.22 CaO 0.22 ZnO		}		0.14 Al ₂ O ₃
					PbOはフリット PbO·SiO ₂ で添加
SK2a~6a	0.40 PbO 0.20 K ₂ O 0.20 CaO 0.20 ZnO	}	0.85 Al ₂ O ₃	2.56 SiO ₂ (6)	
SK2a~6a 乳濁釉	0.52 PbO 0.18 K ₂ O 0.80 CaO		}	0.27 Al ₂ O ₃	{ 2.52 SiO ₂ (7) 1.14 SnO ₂



鉛釉では PbO の含有量はゼーゲル式で 0.4 ~ 0.9 と考えてよい、鉛釉は酸化錫によって乳濁しやすく、これが錫乳濁釉の陶器がヨーロッパで栄えた根本である。

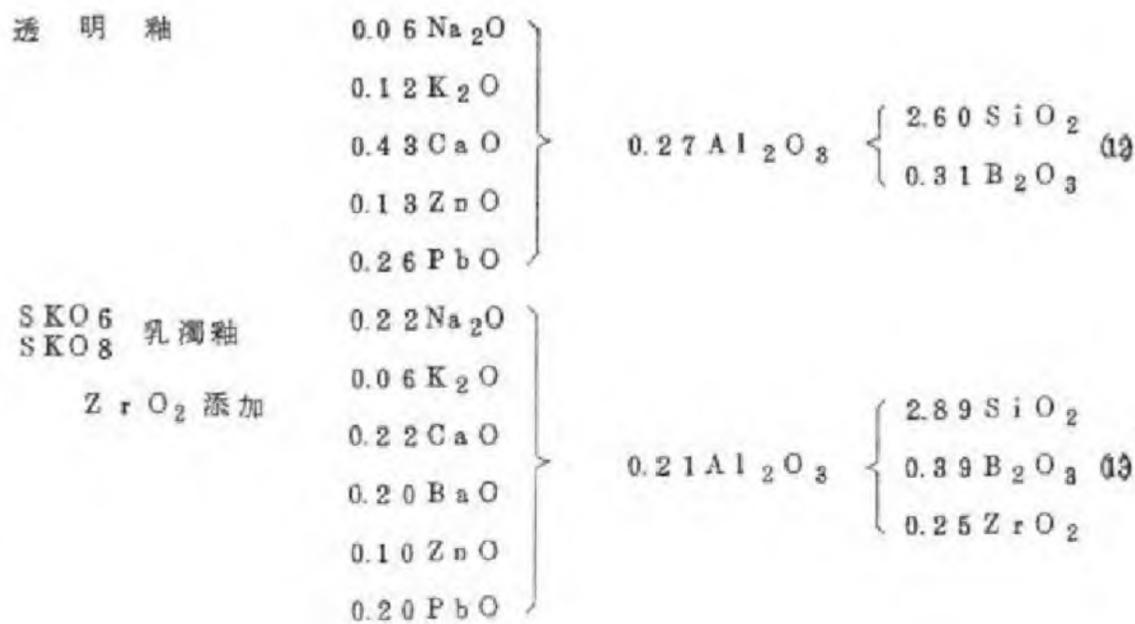
錫乳濁釉ではまた、アンチモン黄、クロムスズピンクが鮮かな発色をし、コバルトの青、銅の緑もよい発色をする。これによってマジョリカの鮮やかな着色が可能であったように思われる。

今日多く用いられるようになったジルコン乳濁釉が主としてパステル調の色彩に適しているのは対称的である。またジルコンは鉛釉の乳濁剤には適さないようだ。

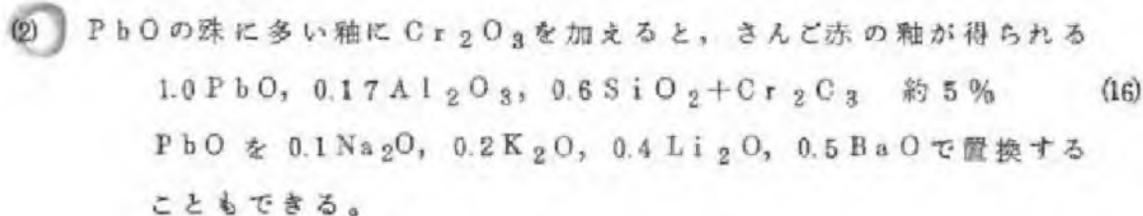
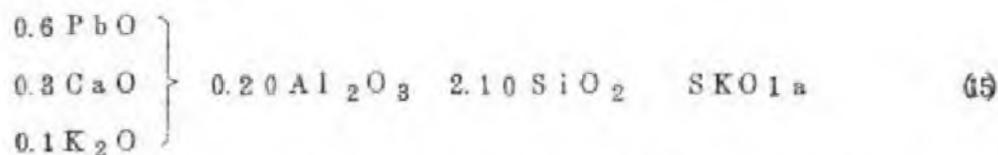
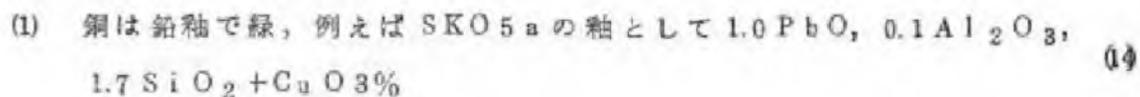
鉛釉では塩基成分として、アルカリ、石灰の他に ZnO が多く使われているのが目立つ。BaO を加えるとマットになりやすいとか、MgO は 0.1 モル以上は入れないようにするとか云われている。

鉛釉に硼酸が入る場合も多い。その例をあげると、

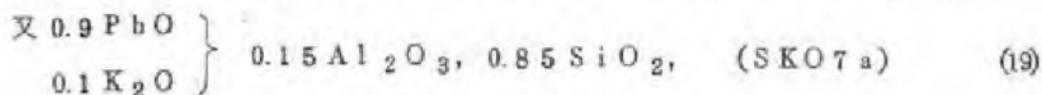
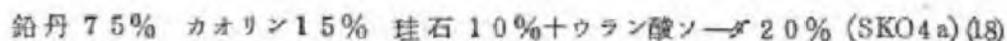
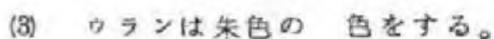




鉛釉では特色のある色釉ができる。

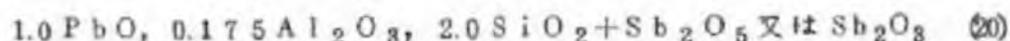


に Cr_2O_3 を 1～1.5% 加えて黄の釉が得られる。



少量の BaO, MgO, ZnO を添加することもできる。WO₃, MO₂, Li₂O などの添加により、結晶釉になり面白い釉薬が生じる。

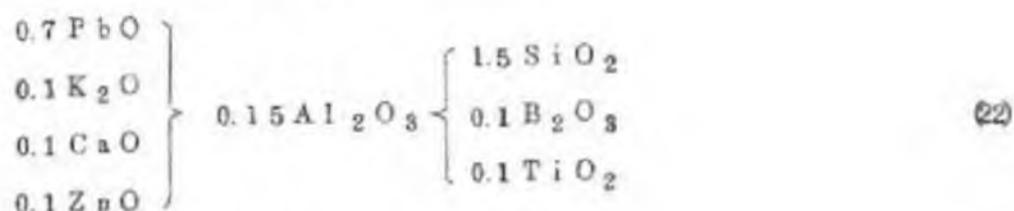
(5) アンチモンを鉛の多い釉に加えると濃い黄となる。



しかし、PbO の多い釉では、白く乳濁するだけである。例えば

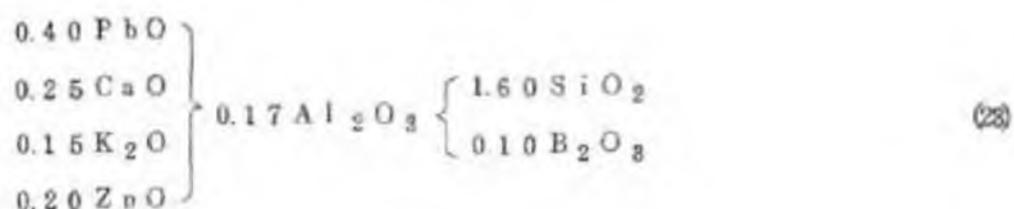


(5) 結晶釉 SK1a~3a



+ 2.5% モリブデン酸アンモン
2.5% 酸化タングステン
5.0% 酸化コバルト

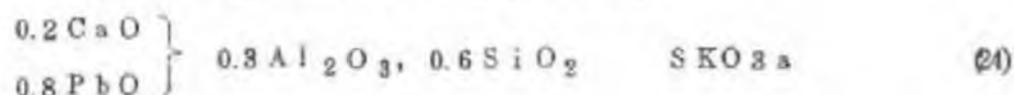
(6) 黒



+ 5% 酸化コバルト
6% 二酸化マンガ
2% 酸化鉄
1% 酸化銅

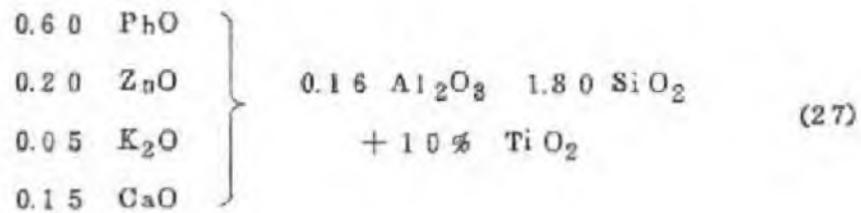
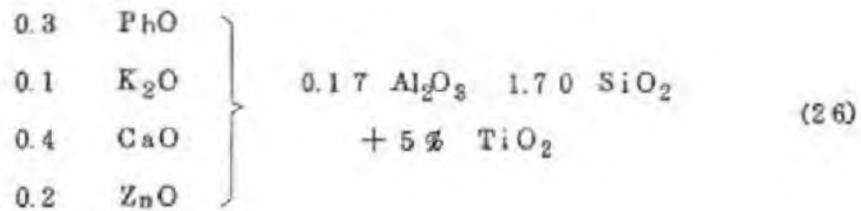
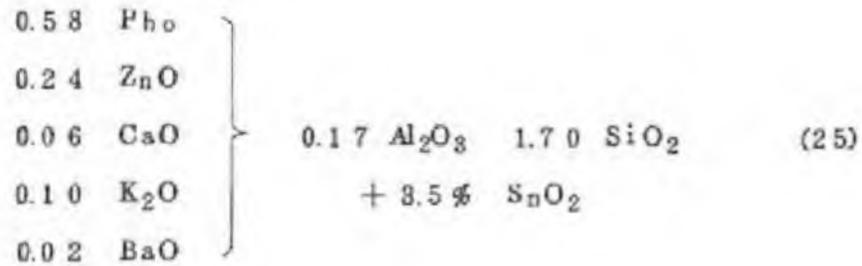
つや消釉が工芸陶磁器によく利用される。

単純な珪酸鉛釉のアルミナを増し、珪酸を減らし、Al₂O₃: SiO₂ が 1:2 位になればつや消釉になる。

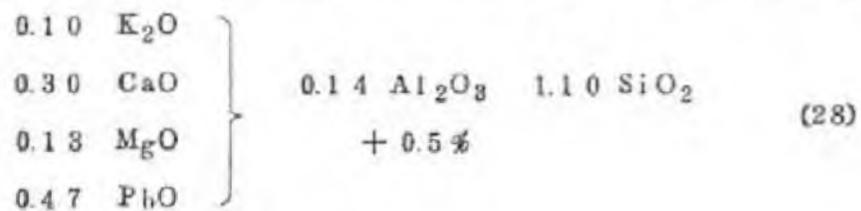


あるいは pho・SiO₂カオリンを25%位添加する。

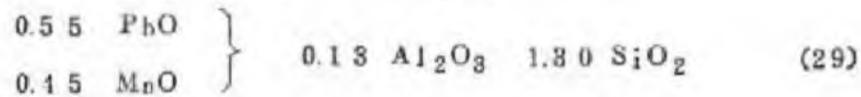
包釉として応用の広いのは鉛釉に TrO₂, SnO₂ あるいは TrO₂ と SnO₂ の両分を添加する方法である。



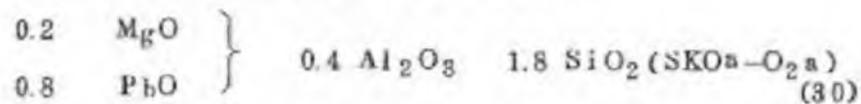
特別な添加物なしで つや消のグリーン(珪酸質素地)(SKO_{3a})

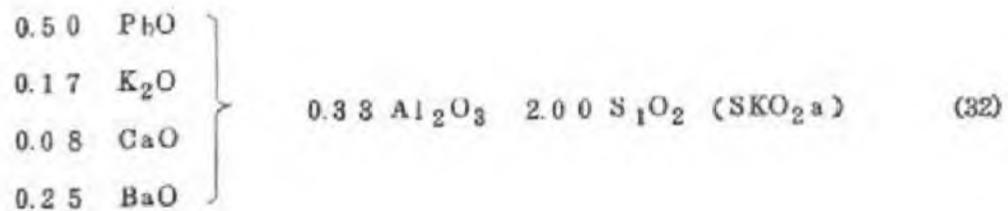
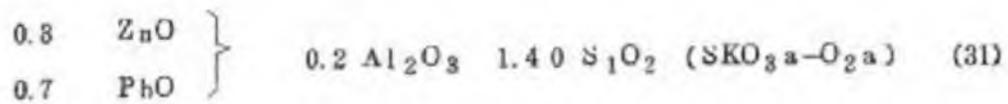


次のものは赤土の素地で黒マット (SKO_{3a})



特殊な塩基組成のマット釉として次のものがある。





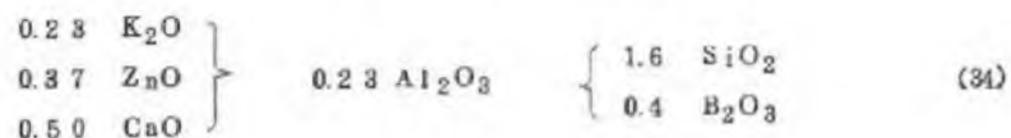
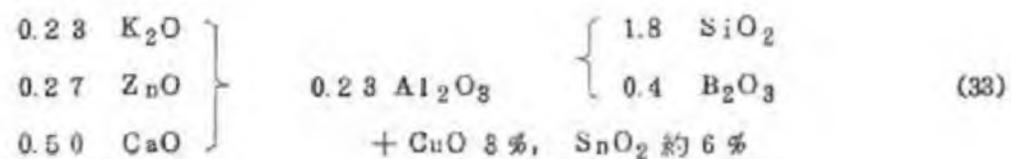
無鉛硼酸釉

硼酸は鉛と並んで低火度釉の重要な成分である。釉の珪酸分を一部硼酸で置きかえて焼成温度を下げるができる。釉が結晶質になる恐れなく焼成温度を下げるができる。またマット釉に硼酸を加えてそれが透明になる恐れなしに焼成温度を下げるができる。硼酸の第2の効果はその乳濁作用である。TiO₂の作用と似ていてAl₂O₃が少なくSiO₂の多い組成で乳濁作用をもつ、特にCaOとZnOの多い釉で乳濁効果が大きい。BaO、SrOを入れることがB₂O₃による曇りを防ぐのに効果がある。またAl₂O₃の量を増してそれを防ぐこともある。B₂O₃とSnO₂を共用するとエナメルのような白でなく青味をおび、むらのある組成となる。Sh₂O₃が存在するとその傾向は一層強くなる。鉛及び鉄のない釉ではTiO₂と共用してよい白の乳濁釉ができる。B₂O₃の重要な色に対する効果は、その乳濁釉が少量のCuOによりきれいな水色が得られることである。

硼酸釉では鉛釉の場合のように特殊な色釉はできない。

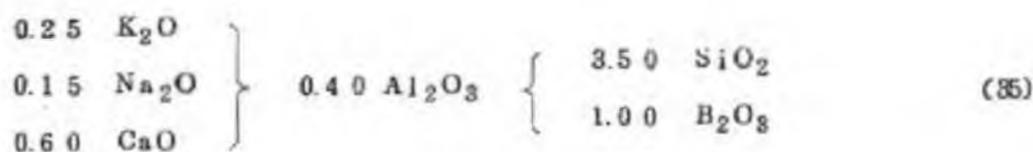
無鉛硼酸釉の例

SKO_{3a} 水色乳濁釉

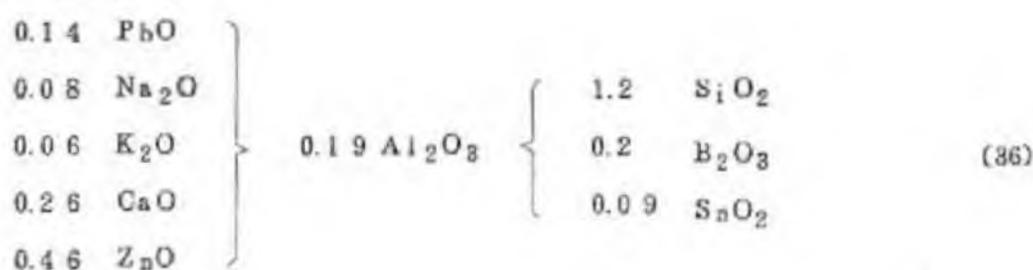


に少量の TiO_2 や SnO_2 を添加すると、つや消釉となる。

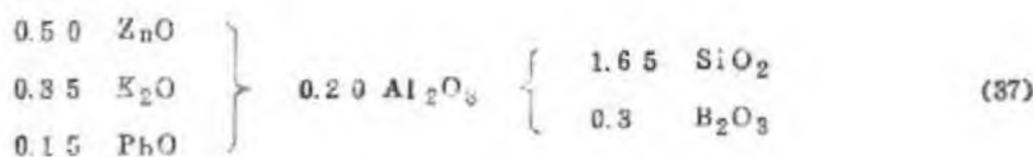
SK_{05a} 透明釉



SK_{03a} 亜鉛マット



SK_{03a} 亜鉛結晶釉



+ 3% 酸化コバルト

その他の例

	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	BaO	MgO	ZnO	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	SiO ₂	SK
(38)	0.25	0.27	0.13	0.07	0.28		0.69	1.92	3.93	0.9
(39)	0.13	0.25	0.38		0.18	0.08	0.26	0.50	2.50	0.7
(40)	0.25	0.25		0.50			0.20	0.60	2.40	0.6
(41)	0.224	0.148	0.56				0.55	0.94	3.41	0.2

硼酸は釉の膨脹率を減じ亀裂を防ぐ、CaOとB₂O₃を含む釉はまた多くの利点をもつ。即ち硬度を増すなど釉の性質をよくするだけでなく、釉の焼成巾を著しく広げる。

酸 化 錫

「陶磁器では乳濁剤と云へば、酸化錫のことである。現在において乳濁剤としての効果において、またつや消釉やマジロリカ乳濁釉における発色担体として酸化錫に匹敵するものはない」

「透明釉を失透釉にするためには9～12%の SnO_2 を添加すればよい。すぐれた発色の失透釉を作るには白色の錫失透釉を元にすればよい。それをいろいろの金属酸化物で着色することができる」

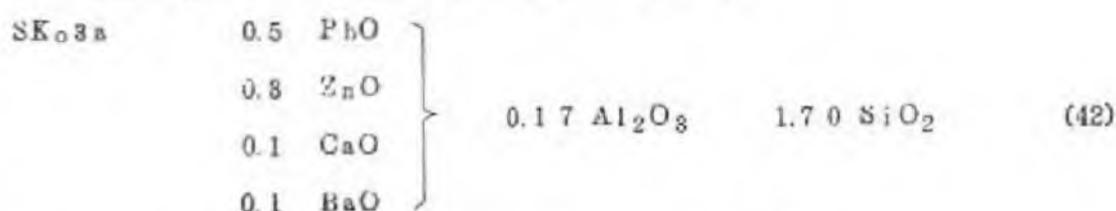
酸化錫はすぐれた乳濁剤であるばかりでなく、酸化物乳濁釉（鉛釉）でアンチモン、の黄、コバルトの青、クロムの赤などが鮮明な発色をすることに特に注目したい。

酸化チタンと同様に、つや消釉を作る作用もある。

酸 化 チ タ ン

鉛を含まない釉で酸化チタンは白い乳濁釉を作る。鉄が存在すると黄味をおびる。酸化チタンはつや消釉、結晶釉を作るための重要な添加物で、特に ZnO と一緒にあってその効果を示す場合が多い。

また、各酸化物の発色に大きな変化を与える。次の釉に TiO_2 9%加へるとつや消釉になり、 CoO を添加すると緑の呈色をする



酸化チタンつや消釉で各酸化物が特徴ある発色効果を示す。

赤い素地にチタンつや消釉は適し、褐色の偏紋様があらわれる。

TiO_2 を $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ の形のフリットにして用いるとすぐれた効果を与える場合がある。

酸 化 ジ ル コ ニ ウ ム

酸化ジルコニウムとジルコンは酸化錫に代る重要な乳濁剤である。

酸化ジルコニウムは釉の耐酸、耐アルカリ性を向上させる。この場合酸化ジルコニウムは生合せされねばならぬ。また釉の表面硬さを増す。

ZrO₂ はより乳濁剤ではあるが、釉の熔融温度を高め、ピンホールを生じ、3欠点が生じる。これを防ぐにはジルコニヤ（又はジルコン）をフリットに焼き込む必要がある。少量の弗化物、0.5~1.5%のLi₂CO₃、LiFその他のリチウム化合物の添加、またAl₂O₃の量を増やすことがその欠点を少なくする。ZrO₂は釉の中で容易に珪酸塩となる。ZrO₂の溶解性を高めるにはZrO₂に他の物質を混ぜる。例へばアルミナやか焼カオリン、アルカリ珪酸性の形にする。ジルコンとリン酸アルミの混合物を用いるなど、ZrO₂はまた、つや消釉を作るのに役立つ。これはZrO₂が釉中のSiO₂と結合してZrO₂・SiO₂を作り、釉のSiO₂を少なくする効果をもつからである。ZrO₂はすぐれた乳濁剤であるけれども錫乳濁釉のようによい着色釉を作ることはできない。また鉛釉には適さない。

ZrO₂ による乳濁釉の例

		Na ₂ O	K ₂ O	MgO	CaO	BaO	ZnO	PbO	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	ZrO ₂
(43)	SK _{07a}	0.15	0.15	—	—	0.24	0.46	—	0.53	0.04	0.98	0.08
(44)	SK _{06a}	0.22	0.06		0.22	0.20	0.10	0.20	0.39	0.21	2.89	0.25
(45)	SK _{05a}	0.22	0.06		0.22	0.10	0.30	0.10	0.39	0.21	2.89	0.25
(46)	SK _{04a}	0.09	0.06			0.22	0.48	0.20	—	0.04	1.51	0.26
(47)	SK _{02a}	0.13	0.07	0.04	0.42	0.10	0.24	—	0.19	0.21	2.22	0.14
(49)	SK _{01a}	0.18	0.07		0.29		0.32	0.14	0.26	0.29	2.30	0.33

ジルコンによる乳濁釉の例

	焼成温度	Na ₂ O+K ₂ O	MgO	CaO	BaO	ZnO	PbO	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂
(50)	900— 950°C	0.3		0.3	0.2	0.2	—	1.0	0.35	3.25
(51)	1000— 1050°C	0.3	—	0.5	0.1	0.1	—	0.6	0.35	3.50
(52)	1050— 1100°C	0.5	—	0.5	—	—	—	1.2	0.5	5.0
(53)	1100°C	0.25		0.45	0.05	0.25	—	—	0.3	3.0
(54)	1120— 1180°C	0.20		0.45	0.1	0.25	—	0.15	0.28	3.0
(55)	900— 950°C	0.26		0.26	0.18	0.18	0.12	0.32	0.31	3.12
(56)	1000— 1050°C	0.31		0.48	0.05	—	0.16	0.49	0.36	2.92
(57)	1080°C	0.35		0.35		0.3	—	0.1	0.18	3.0

(注 50-57 の釉組成で ZrO_2 の含有量は省略されている)

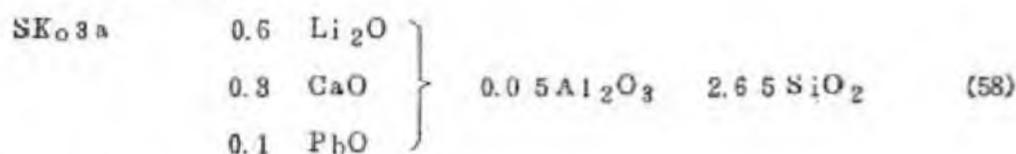
リチウム化合物

リチウムはアルカリに属するが、ソーダやカリと違ってその炭酸塩、弗化物リン酸塩が不溶性または難溶性であるのでフリットにしなくても生調合に使える。そのような性質はアルカリ土金属に似ているが、リチウムは他のアルカリと同様強い 熔融作用をもつ、リチウムを入れると釉の膨脹率を下げることはないが、リチウムの多い釉では同様なソーダやカリの釉よりも多量の珪酸を含むことができるので実際には膨脹係数のより低い釉が作れる。リチウムは光沢、耐酸性、耐候性をよくする。

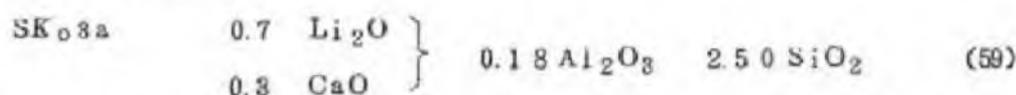
天然のリチウム化合物にはレビドライト ($LiF \cdot KF \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2$)、ベタライト ($Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 8SiO_2$)、スポデュメン ($Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$) がある。合成原料としては $LiAlO_2$, LiF , Li_2CO_3 , Li_2SiO_3 , Li_2TiO_3 の $2Li_2O$, ZrO , SiO_2 などがある。 Li_2CO_3 は水に難溶性でフリットにせずそのまま釉の調合でき最も普通に使える原料である。 Li_2SiO_3 , Li_2TiO_3 $2Li_2O$, ZrO , SiO_2 などは無鉛失透釉に 0.5~1.5% 添加し、熔融温度を下げると同時に光沢を増し、釉表面の欠点を少なくする。

Li_2CO_3 1 部をフリットに加えたり、1 部の Li_2CO_3 や LiF を生合せすることにより、電磁器、衛生陶器、硬質陶器などの釉の光沢を高め、表面状態をよくすることができる。

Li_2CO_3 を 5 部位添加すると、なまこ手の釉のできる場合があり、工芸的釉として面白い効果をもつ。特に鉄マンガンを含む濃く着色した素地に適する次にそのような釉の例を示す。

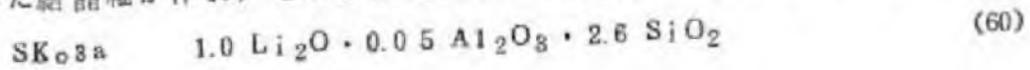


次のものはつや消釉である



Li_2O を入れることにより、低い温度の釉で貫入のないものを作ることが可能になる。これは同時に SiO_2 の量を増すことができるためである。

K₂OやNa₂Oの多い亀裂釉にLi₂Oを加えることによりすばらしい亀裂釉ができる。釉を厚く施しても失透とかピンポールの欠点を生じないからである。リチウム釉の着色効果は、CuOによって青色の得られる点は他のアルカリ釉と同様である。コバルトはリチウムの多い場合少し紫味を帯びる。すぐれた結晶釉が作れ、これは酸化焼成、還元焼成で変らない。その1例は



正 誤 表

(赤万古原料土および素地土の物性について)

頁	行	誤	正
35	10	地学的	地質学的
42	8	表4に示す	表5に示す
50	3	B T 指	B T

(“伊勢けい砂”を用いた“さめ肌釉”の試作研究)

頁	行	誤	正
12	5	模型土練機	横型土練機