三重県窯業試験場年報

昭和55年度（Vol.15）

三重県窯業試験場

目　　次

まえがき…… 2

1. 概　要…… 3

2. 試験研究…… 6

(1) 窯業原料の処理技術に関する研究（第1報）…… 6

(2) 陶磁器素地へのアルカリ（リチウム）添加の効果…… 8

(3) 炻器素地の改良…… 11

(4) 粘土瓦の研究…… 14

(5) 試作の耐熱食器素地について…… 20

(6) 低火度素地用無鉛フリット透明釉の研究…… 23

(7) 還元焼成炻器素地用の透明釉とマット釉の試験…… 29

(8) 試作研究…… 34

(9) 伊賀焼食卓用品の試作研究…… 38

(10) 鉄・チタンの比色分析について…… 40

(11) 赤外線加熱横型熱膨張計による測定…… 42

(12) 焼成管理技術の指導…… 44

3. 依頼試験，設備利用…… 45

4. 技術相談指導…… 45

5. 講習会，研究報告会，審査…… 46

6. 研修生の指導…… 47

ま　え　が　き

今年度は前年にひきつづき，内需不振も加わってきわめてきびしい状況が続きました。これらの状況をふまえて，とくに陶磁器デザインに重点をおきました。

すなわち6月に，地方産業デザイン開発推進指導事業の実施産地として，これに対応した開発チームを作り，日本産業デザイン振興会等の指導のもとに業務の推進をはかりました。

また１１月には第１回三重県陶磁器コンペティション，さらに全国試験場作品展の四日市での展示，優秀デザイン作品展，デザイン講演会，研修会等を開催して，産地内でのデザイン開発意欲の高揚に努めました。

その他，粘土の枯渇不安定対策に関する研究，品質の高級化と省資源を目標にした改良研究，および省エネルギーに関する焼成管理技術の研究も継続に実施しました。

昭和５５年度の年報を刊行するにあたり，研究成果が広く利用され，また技術向上に役立つことを期待いたします。

三重県窯業試験場長

中　崎　　慧

1. 概　　要

(1) 沿　革

明治４２年　４月	津市に三重県工業試験場窯業部として設置
昭和　元年１２月	三重県工業試験場四日市分場として，四日市市東阿倉川２２４番地に開設
昭和　９年　４月	三重県窯業試験場として独立
昭和１４年　１月	阿山郡阿山村丸柱に伊賀分場開設
昭和２０年　６月	戦災により本場建物，設備の全部を焼失
昭和２２年　９月	仮庁舎により業務一部開始
昭和３５年　３月	旧庁舎完備
昭和３７年　３月	国庫補助金（技術指導施設補助金）をうけ機器類設置
昭和４３年　２月	四日市市東阿倉川町７８８番地に新庁舎建設着工
昭和４４年　３月	新庁舎落成
昭和４４年　３月	国庫補助（技術指導施設費補助金）をうけ開放試験室設置（第２回）完了
昭和４５年　３月	国庫補助（技術指導施設費補助金）をうけ機器類設置（第３回）完了
昭和５０年　３月	国庫補助（技術指導施設費補助金）をうけ機器類設置（第４回）完了
昭和５５年　３月	国庫補助（技術指導施設費補助金）をうけ機器類設置（第５回）完了

(2) 敷地と建物

A　本　　場

敷　地		11,307㎡
建　物		2,810㎡
〔内　訳〕		
本　　館	鉄筋コンクリート造２階建	1,433㎡
試作棟	鉄骨平屋建	413㎡
調土棟	鉄骨平屋建	455㎡
窯　　場	鉄骨平屋建	196㎡
原料置場	鉄骨平屋建	103㎡
変電室	鉄骨平屋建	59㎡
車　　庫	鉄骨平屋建	29㎡
その他（ボイラー室，プロパン倉庫，渡廊下等）		122㎡

B　分　　場

敷　地		423㎡

建　物……　281㎡

〔内　訳〕

本　館……木造平屋建……　269㎡

そ の 他……（倉庫，便所）……　12㎡

(3) 組織と業務分担

昭和56年4月1日現在

所属	職名	氏名	業務分担
	場長	林　君也	総括
庶務課	庶務課長	水谷　守	1. 予算経理，庶務一般
	主任主事	山田満寿子	（ゼーゲル錐の販売を含む）
	用務員	古市美智子	
試験課	試験課長（場長兼任）	林　君也	1. 依頼試験（化学的試験，物理的試験）
	主査	平賀　豊	2. 窯業公害対策の研究指導
	主任技師	青島忠義	3. 原材料と副材料の応用研究
	技師	熊谷　哉	4. 陶磁器原料の品質管理の対策指導
	〃	伊藤　隆	5. 海外研修生の指導
	〃	稲垣順一	
研究室	研究室長	熊野義雄	1. 素地釉薬の試験研究
	主任技師	水谷了介	2. 新製品の開発研究
	〃	三宅清路	3. 製造技術に関する研究指導
	〃	佐波平三郎	4. デザインの研究指導
	技師	国枝勝利	5. ゼーゲル錐の管理と生産
	〃	小林康夫	6. 研修生の指導及び海外研修生の指導
	〃	伊濱啓一	7. 依頼試験（物理的試験）
	〃	服部正明	
	臨時労務員	水谷麗子	
伊賀分場	分場長	岡森良次	1. 伊賀焼のデザイン，素地釉薬の研究指導
	主任技師	谷本藤四郎	2. 依頼試験（試作，加工，物理的試験）
	技師	北川幸治	

(4) 予　算

歳　入

（単位：円）

科　目	金　額
使用料及び手数料	2,020,000
財　産　収　入	1,066,000
諸　収　入	180,000
計	3,266,000

歳　出

（単位：円）

科　目	商工費	総務費	計
賃　金	857,000		857,000
報　償　費	1,380,000		1,380,000
旅　費	1,335,000	9,000	1,344,000
需　用　費	6,814,000	156,000	6,970,000
役　務　費	567,000		567,000
委　託　費	996,000		996,000
使用料および賃借料	152,000		152,000
原　材　料　費	235,000		235,000
備　品　購　入　費	100,000		100,000
計	12,436,000	165,000	12,601,000

（注）　人件費を除く。

2. 試　験　研　究

(1)　窯業原料の処理技術に関する研究（第1報）

陶石，セリサイト中の硫酸根の除去法

試験課　伊藤　隆

1. 緒　言

窯業原料の枯渇に伴い，粗悪な原料を処理して使用する必要に迫られているが，硫酸根（SO_4^{2-}）を多く含む原料から硫酸根を除去することも重要な処理技術である。

特に，陶磁器原料中に多量に含まれる硫酸根は，泥漿にしたときに，解膠性を悪くするなど様々な欠点を生ずる原因となるため，その除去が肝要で，一般的には，炭酸バリウム($BaCO_3$)を添加して硫酸根を不溶性の硫酸バリウムとして除去している。[1)]

しかし，この炭酸バリウムは，水に対する溶解度が小さいため，反応が遅く，迅速性を欠いている。そこで，バリウム源として，水に対する溶解度の比較的大きい酢酸バリウム($Ba(CH_3COO)_2$)または水酸化バリウム($Ba(OH)_2$)を添加することによって，迅速，確実に硫酸根を除去することを試みた。

2. 実験方法

硫酸根を多く含む陶石（セリサイト）をポットミルで粉砕し，風乾したもの２００gに対して蒸留水４００mlを加えて泥漿にし，そこへ，酢酸バリウムを固体量の0.3，0.5，0.7，0.9，1.2％，また，水酸化バリウムを同様に0.2，0.4，0.6，0.8，1.0，1.2％それぞれ添加して，ポットミルで約１８時間撹拌した。

その泥漿を遠心分離し，上澄液中に含まれる硫酸根の濃度をバリウムによる重量法で定量した。

また，上記の方法により，硫酸根がほとんど除去された泥漿に対して水ガラスを固体量の0.1～1.0％それぞれ添加して，約1時間撹拌機で撹拌した後，１００mlメスシリンダーに入れて静止し，その沈降の様子を観察することにより，定性的に解膠性を調べた。

3. 結果と考察

酢酸バリウム及び水酸化バリウム添加による硫酸根の濃度変化を表1に示す。

表1.　硫酸根の濃度変化

酢酸バリウム添加量（％）	硫酸根（ppm）	水酸化バリウム添加量　（％）	硫酸根（ppm）
0.3	682	0.2	847
0.5	258	0.4	625
0.7	5	0.6	265
0.9	tr	0.8	128
1.2	tr	1.0	6
—	—	1.2	tr

この結果によると，酢酸バリウムでは0.7％，水酸化バリウムでは1.0％の添加により，ほぼ硫酸根が陶石中から除去されたことになる。

この添加量をそれぞれモル数で表わすと，酢酸バリウムが5.４８ミリモル，水酸化バリウムの方は１１.６７ミリモルとなり，明らかに酢酸バリウムの方が水酸化バリウムよりも反応性が良く，迅速な処理には，より有効であるように

思われた。

しかし，酢酸バリウム0.7％，水酸化バリウム1.0％を各々添加した泥漿の解膠性を調べた結果，酢酸バリウム添加の方は，水ガラス0.1～1.0％の添加範囲では，泥漿の沈降上澄液はいずれも透明で，明らかに凝集状態を示した。これは，下記の反応式に示す様に，硫酸根との反応で生じた酢酸イオンが解膠を妨げたものと思われる。

$$Ba(CH_3(OO)_2 + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 + 2CH_3COO^-$$

一方，水酸化バリウム添加の方は，水ガラス0.1～0.2％添加で，泥漿の沈降体積は最も小さく，上澄液中には極微細な粒子のコロイドが観察され，良好な解膠性を示した。この場合の硫酸根との反応式を下記に示す。

$$Ba(OH)_2 + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 + 2OH^-$$

この反応で生ずる水酸イオン（OH^-）は解膠性には悪影響を与えず，むしろ，解膠を助長する。よって，少量の水ガラスで良好な解膠性を示したものと思われる。

従って，硫酸根を除去するためには，バリウム源として，水酸化バリウムを用いるのが望ましく思われる。

4. 結　言

本実験の結果，陶石，セリサイト中の硫酸根を除去するためには，迅速性，二次的作用等を考慮して，水酸化バリウムを適量添加するのが望ましいことがわかった。

ただし，この添加量については，個々の試料につき，予備実験を行って求めておく必要がある。

文　献

1) 素木洋一，セラミック製造プロセスⅠ，技報堂，P.216（1978）

(2) 陶磁器素地へのアルカリ（リチウム）添加の効果

試験課　林　君也　伊藤　隆

1. まえがき

陶磁器の高付加価値化がかなり重視されて来ているが，カオリンを主成分とする粘土に対して，アルカリ成分として，リチウムを添加することによって，低温で焼結し，熱衝撃抵抗性に優れた付加価値の高い陶磁器素地が得られることが知られている。

そこで，リチウム源として，ペタライトを使用したときの泥漿鋳込成形性，焼成性状，焼成物の熱衝撃抵抗性等を調べ，陶磁器素地へペタライトを含有させることによる効果を検討した。

2. 実験方法

2－1　泥漿鋳込成形

予め粉砕され，風乾されたペタライト，水ひ蛙目粘土及びベントナイトを表1.の割合でそれぞれ混合したもの400 gに対し，水を140～220mℓ添加し，水ガラスを固体量の0.5～0.7%添加して，撹拌機で約1時間撹拌した後，B型粘度計を使って泥漿の粘性を測定した。

そして，この粘性の値が，大体3000～4000 CP.になる様に水分と水ガラスの量を調整した。

この泥漿を図1の様な石膏型に鋳込み，肉厚4～5mmの容器型試験体を製作した。また，この際に，石膏型からの脱型性を定性的に観察した。

2－2　焼成性状，熱衝撃抵抗性試験

2－1で作成した試験体を約800℃で素焼し，表2の組成の釉薬を施釉した上で，電気炉を使って1230℃で焼成した。また，表1のNo.4の組成のものは，1280℃でも焼成した。なお，これらの温度での保持時間は30分である。

この焼成試験体を肉眼で観察し，その焼結度合を調べた。また，この試験体をガスバーナーで容器内に入れた紙片が燃える程度まで加熱し，直ちに水中へ投入して，その熱衝撃抵抗性を調べた。

2－3　実用サイズの試験体による試験

表1のNo.2の組成で練土を作り，ローラーマシンにより直径約18cmの皿状のものを作成した。これを素焼，施釉の後，ガス窯により1230℃で酸化及び還元焼成し，焼成物をガスバーナーで試験体上に置いた紙片が燃える程度まで加熱してから，水を流し込んで，その熱衝撃抵抗性を調べた。

3. 結果及び考察

3－1　泥漿鋳込成形性

表1のNo.1，No.2のようにペタライトを60～70%含有するものでは，固体量に対する水の量は，多くとも40%程度までで十分であり，脱型性も問題はない。

No.2～No.4では，ベントナイトを使用したが，これは，ベントナイトに水を加えたときの膨潤性を利用して，ペタライトの様な非可塑性物質に対する粘結剤的作用及び鋳込体の鋳込収縮を大きくする作用を期待したためである。

このベントナイトにはCa型とNa型があり，膨潤性は後者がはるかに大きい。

No.2のようにペタライトが70%程度までで

あれば，Ca 型を使えば良く，Na 型を使うと泥漿の粘性が高くなるため，水分量を多くしなければならず，あまり適さない。

しかし，№3，№4のようにペタライトが80％以上になると，Na 型を使用しなければ，脱型は困難であった。特に，№4では，Na 型を使用しても鋳込収縮が小さく，脱型にかなりの時間を必要とした。

また，№3，№4では，必要な水分量は固体量に対して50～60％であり，かなり多い。従って，ペタライトが80％以上の組成については，工業的に鋳込成形を行うのは問題がある。

3－2　焼成性状，熱衝撃抵抗性

1230℃焼成において，表1の№1，№2の組成のものは，肉眼的には焼結が進んでおり，問題ない様に思われたが，№3では若干焼結が悪く，№4では焼結がまだあまり進んでいなかった。

また，№4の組成のものを1280℃で焼成した場合には，焼結はかなり進むが，素地が軟化して変形を起こしており，焼成性状としては良くなかった。

従って，ペタライトが60～70％の組成のものは1230℃前後の焼成で良いと思われるが，ペタライトが80％以上の組成では焼成が難しい。

なお，釉薬の適合性については，ほとんど問題ないように思われた。

次に，熱衝撃抵抗性については，各試験体とも2－2.の実験では破壊しなかったが，釉薬に微細な貫入が認められ，釉薬の組成を改良する余地があった。

3－3　実用サイズの試験体による結果

2－3で述べた様に，3－2の結果では熱衝撃抵抗性に問題のなかった№2の組成のもので行ったが，このサイズの試験体では，熱衝撃抵抗試験をくり返すうちにいずれも破壊し，良い結果は得られなかった。

これは，試験体が大きいために試験体内部での歪応力が大きくなり，破壊に至ったものと思われる。

4. まとめ

アルカリ（リチウム）源としてペタライトを使用した場合，ペタライト含有量が70％程度でCa 型ベントナイト，80％以上でもNa 型ベントナイトを添加することによって，鋳込成型が可能であることがわかった。

また，ペタライトが焼成物の熱衝撃抵抗性の向上に効果があることは認められたが，実用サイズのものでは本実験の組成物は破壊が起こり，問題があった。今後さらに色々な組成について検討する必要がある。

表1.　素地の原料組成

単位　％

№　＼	1	2	3	4
ペタライト	60	70	80	90
蛙目粘土	40	27	10	0
ベントナイト	0	3	10	10

表2.　釉薬の組成

単位　％

	ペタライト	ドロマイト	亜鉛華	ベントナイト	ジルコン
№1	80	9	6	5	10
№2	85	6	4	5	10

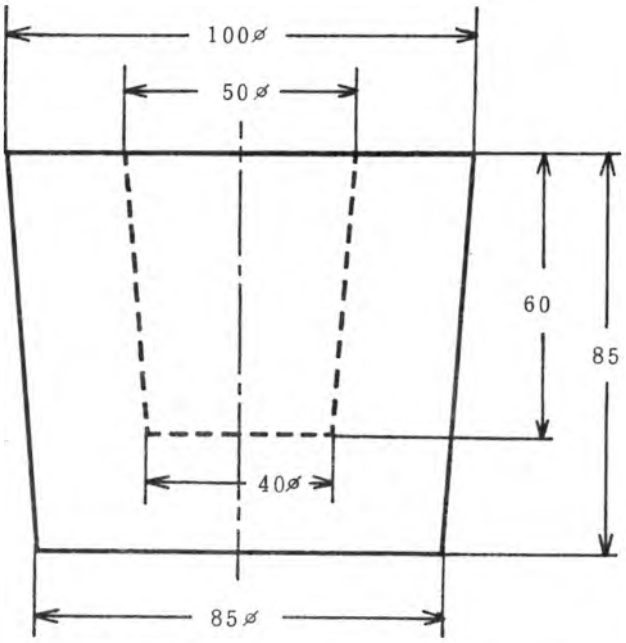


図１　試験体鋳込用石膏型（単位　㎜）

(3) 炻器素地の改良

研究室　小林康夫

1. まえがき

四日市地区で製造する伝統的産業の万古急須の原料は主に非法定鉱物である含鉄粘土類を使用することから永年確保することが困難であり，入手できなくなった時には，その都度原料互換試験を行ない解決しているのが現状である。

そこで長期にわたる原料確保が可能である陶石質原料を主体にし，それに県内産未利用含鉄粘土を添加する方法によって現業の製造操作に適する赤万古素地を見出した。特に"さめ割れ"のおこらない素地土を作ることを目的とした一連の試験を行なった。

2. 試料の選定

試料としては鉱量が豊富にあり比較的均質でしかも入手が容易である伊賀青木節，伊賀赤木節及び陶石残さを選んだ。

2－1　試料単味の生性状

試料の採集地ならびに外観，化学組成を表1・2に示す。

表1.　試料の産地と外観

試料名	産　地	外　観
伊賀青木節	三重県阿山郡島ケ原	うす緑，軟い塊状
伊賀赤木節	同　上	黄土色，軟い塊状
プレス粘土	石川県能美郡辰口町鍋谷	灰黄色，水ヒ粘土

表2.　試料の化学組成

区分／試料名	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_2	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	FiO_2	MnO_2	Ig.Loss
伊賀青木節	57.34	23.96	5.62	0.78	0.59	1.26	0.62	0.86	0.02	8.67
伊賀赤木節	60.18	19.33	8.94	0.37	0.40	1.90	0.56	0.98	0.06	7.23
プレス粘土	68.98	20.12	2.12	0.06	0.29	4.20	0.29	0.24	0.01	3.63

2－2　試験体の製作

各試料をポットミルで48時間湿式細磨して200メッシュのふるいを全通したものを乾燥させて処理試料とした。これらを適量の水で練土とし，70×30×10(㎜)の木型を用いて手おこしで成形した。それぞれの押面に50㎜間隔の印を付けて試験体とした。この試験体をガス炉（内容積0.1㎥）でSK6a　還元焼成をおこなった。焼成条件としては960℃まで酸化焼成，960～1200℃まで還元焼成を行ない最高温度で1時間保持した。なお全焼成時間は約13時間である。

2－3　焼成性状

焼成収縮率及び焼成呈色を表3に示す。

表3.　試料単味の焼成収縮率及び焼成呈色

試料名	焼成収縮率(%)	焼成呈色
伊賀青木節	17.9	暗い褐色
伊賀赤木節	15.6	暗いこげ茶
プレス粘土	12.8	灰味茶

3. 素地土調合試験

3－1　予備試験

現行の調合割合を基に1)プレス粘土－鵜青岩－伊賀青木節系，2)プレス粘土－鵜青岩－伊賀赤木節－富貴黄土系の2通りを図1に示すように三角座標にて各々14種類の調合試験を行なった。

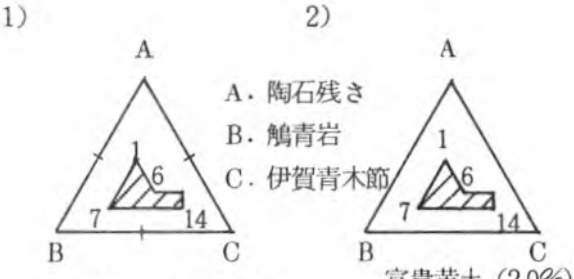


図1.　調合点座標

3－1－1　試験体の成形及び焼成結果

処理試料（2－2）を用いて各々200gを調合した。これらを高速細磨機で1時間湿式細磨をおこない前記と同方法により試験体を成形した。SK6aで還元焼成した結果1) 2) 系とも主色及び焼成収縮率の差はほとんど変らなかったが富貴黄土を添加した2)系に於いてわずかながら"肌あれ"現象が表われる傾向にあった。焼成性状を表4に示す。

表4.　予備調合試験体の性状

性状 / No.	焼成収縮率（%）														焼成呈色
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
(1)	14.7	16.6	17.6	16.3	17.0	17.8	17.0	17.0	18.7	17.8	17.4	17.6	19.5	18.5	紫褐色
(2)	14.6	15.3	16.4	16.6	16.2	18.0	17.4	16.5	17.8	18.4	17.2	17.1	17.2	19.6	紫褐色

3－2　確定試験

予備試験の結果1)系のNo.6（プレス粘土25%，鵜青岩35%，伊賀青木節40%）が比較的良好であったのでこの調合を基本に伊賀青木節を伊賀赤木節に順次置きかえて表5に示す8種類の試験を行なった。

表5.　試験素地土の調合割合

試料名 / No.	1	2	3	4	5	6	7	8
プレス粘土	25	25	25	25	25	25	35	25
鵜青岩	35	35	35	35	35	35	25	25
伊賀青木節	40	35	30	20	10	—	30	40
伊賀赤木節	—	5	10	20	30	40	10	10

3－2－1　試験体の成形及び焼成

各々100gを調合して高速細磨機で1時間湿式細磨し適当な練土の状態まで石膏型で脱水を行ない70×30×10(mm)の木型を用いて手おこしで成形した。これらの試験体をガス炉（内容積0.1㎥）でSK6a還元焼成を行なった。

3－2－2　焼成性状

焼成収縮率及び焼成呈色を表6に示す。

表 6. 焼成収縮率及び焼成呈色

性状 \ Na	1	2	3	4	5	6	7	8
焼成収縮率	18.5	18.5	18.5	17.0	17.0	17.0	17.8	19.1
焼成呈色	紫褐色で伊賀赤木節の増加にともない黒味が増す							

焼成試験の結果は上記のとおりであり呈色など現行に近いものは次に示す調合割合であった。

原料名	調合率(%)
プレス粘土	35
鵜 青 岩	25
伊賀青木節	30
伊賀赤木節	10

4. "さめ割れ"のおこらない素地土試験

中白釉（乳濁釉）を施釉した場合に生じる"さめ割れ，熱衝撃による割れ"の原因としては焼成によって素地中に生したクリストバライトの異常膨張によるものであることが明らかにされており，以前にも焼成素地中のクリストバライトをできるだけ減少させて　との適合試験が行なわれたが焼成管理などに問題があり実用化には至っていない。今回は素地のアルミナ分を増加させ遊離石英をできるだけ少なくする方向で次に示すゼーゲル式を基本に調合率を求め試験体を成形して乳濁釉を施釉し 0.1 ㎥ガス炉で還元焼成した。焼成条件は 2 − 2 と同方法である。焼成試験の結果 "さめ割れ，熱衝撃による割れ" も発生せず一応の成果が得られた。

ゼーゲル式

$$\left.\begin{matrix}0.16KNaO\\0.04CaO\\0.08MgO\end{matrix}\right\}\left.\begin{matrix}0.88Al_2O_3\\0.12Fe_2O_3\end{matrix}\right\}4.04SiO_2$$

原料名	(%)	乳濁釉	(%)
伊賀青木節	45.3	釜戸長石	60
神明黄土	13.0	ねずみ石灰	12
プレス粘土	25.0	亜鉛華	10
鵜青岩	15.0	炭酸バリウム	5
アルミナ	1.7	マグネサイト	2
		カオリン	6
		福島珪石	5
		ジルコン(外割)	10

5. まとめ

以上の各試験から県内産未利用含鉄粘土の赤万古素地への利用は十分可能であることがわかったが，"さめ割れ" のおこらない素地については焼成呈色にやや難点があり，更に試験検討を進める。

(4) 粘土瓦の研究

研究室　熊谷　哉　小林康夫

1. まえがき

県下には約100近い粘土瓦製造工場（殆んどいぶし瓦業界）があり生産高は54年度において約15億円となっている。県内産瓦の品質向上目的のため，製品の性状，使用原料の性質，焼成方法などを知ることは今後の試験研究のためには有益なことであると思われる。

そこで瓦業界に協力を願いアンケート調査や製品，原料などの集収を行った。その調査結果や試験の方法，結果などを簡単に報告すると共にアンケート結果より最も問題の多かった耐寒性の問題，サビの問題，ダイヤモンド(商品名)の試験，さらには焼成方法の問題などについて，少し試験をしたのでそれらを報告する。

2. 県内産粘土瓦(特にいぶし瓦)について

2－1　アンケートの集約結果

32軒の瓦業者（内　薬瓦2軒）についての集約結果を項目別に記す。

1)使用原料　地元の雑粘土（青岩，赤土），他府県（愛知，岐阜県）より購入した単味又は配合粘土。

2)焼成方法　最高温度　840℃～1,030℃（いぶし瓦）
1,040℃～1,100℃(釉薬瓦)
こみ開始温度　820℃～930℃
焼成時間　18～28時間

3)問題点　耐寒性に強い瓦の製造，サビ，変色のない瓦の製造，真空土練機の使用による耐寒性の低下について，焼成方法（こみガスの種類，こみ開始温度など）の問題，ダイヤモンドの改良，表面処理の問題など。

2－2　三重県の瓦の生産の推移

1)　いぶし瓦　10年間の推移（生産）

	44年	45年	46年	47年	48年	49年	50年	51年	52年	53年
	(千枚)									
数量	12,587	12,809	9,868	8,361	9,593	17,806	16,863	18,900	10,645	
(全国比)	(3.68)	(2.97)	(2.62)	(3.14)	(2.45)	(4.72)	(4.87)	(5.05)	(3.00)	
	(百万円)									
金額	496.2	507.9	529.5	590.3	681.5	1,172.9	1,316.4	1,478	1,405	
企業数	154	141	133	131	115	120	117	111	101	

2) 釉薬瓦 10年間の推移（生産）

	44年	45年	46年	47年	48年	49年	50年	51年	52年	53年
	(千枚)									
数量	4,294	7,235	7,183	7,432	10,885	6,049	4,157	4,885	6,207	
(全国比)	(0.57)	(0.87)	(0.77)	(0.76)	(0.63)	(0.52)	(0.36)	(0.38)	(0.46)	
	(百万円)									
金額	158.1	282.5	292.3	317.3	509.8	447.7	375.1	400.0	472.0	
企業数	6	7	9	8	8	8	4	4	5	

2－3　県内産粘土瓦の性状と耐寒性について

県内産瓦の概略を知るため提供を受けた製品や原料について，吸水試験（吸水率測定），飽和係数，曲げ試験，凍害試験，粒度分析，耐火度焼曲試験，また瓦1枚の重量や厚みなどについて試験したのでその結果を記す。

2－3－1　製品についてのData（表－1）

No.	重さ（g）	厚み（cm）	吸水率(%)	飽和係数	曲げ強さ(Kg)	凍害試験
1※	2,795	1,770	15.5	0.96	170	6回合格
2※	2,839	1,905	13.2	0.94	250以上	6
3※※	2,635	1,490	9.3	0.81	160	10回以上
4※	2,522	1,645	14.7	0.97	205	8
5※	2,627	1,770	16.7	0.95	184	6
6	2,617	1,680	14.6	0.99	193	10回以上
7※	2,710	1,805	16.1	0.96	148	6
8	2,823	1,730	12.8	0.89	196	6
9	2,907	1,630	8.2	0.85	250以上	10回以上
10	3,650	2,000	7.7	0.57	245	10回以上
11	2,777	－	6.5	0.82	250	10
12	2,741	1,810	14.4	0.90	123	6
13	3,156	1,845	8.4	0.76	163	10回以上
14	2,582	1,755	14.9	0.90	144	8
15	2,609	1,885	13.3	0.83	146	7
16	3,089	1,935	13.7	0.87	152	9
17	3,067	1,865	13.7	0.93	185	6回合格
18	2,608	1,660	13.6	0.93	152	6
19	2,770	1,880	13.8	0.88	175	7
20	3,007	2,040	13.1	0.94	140	6
21	2,520	1,750	13.0	0.87	208	6

2－3－2　荒地についてのData

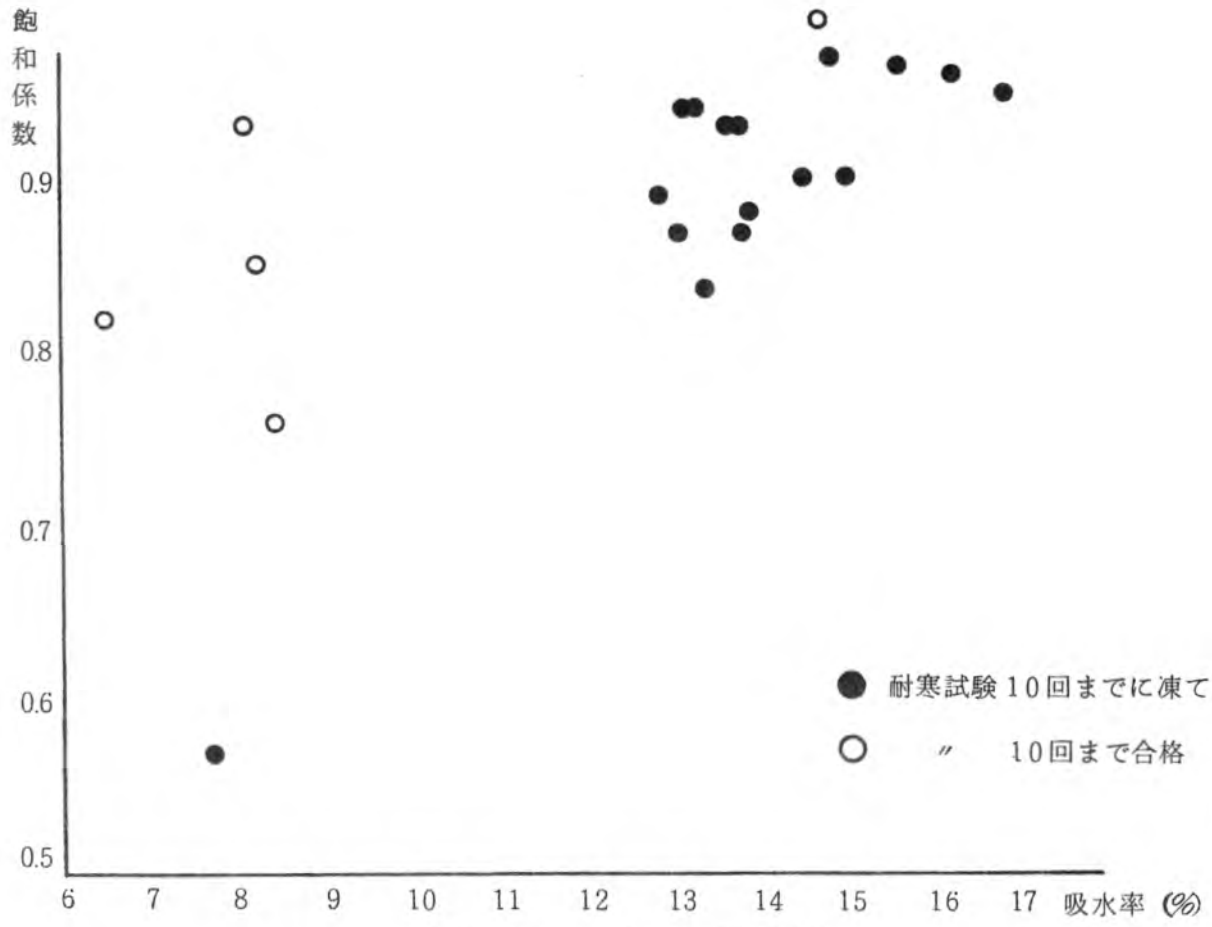
No.	耐火度	325メッシュ(44)以下	粘土分 0～5μ	シルト分 5～74μ	砂分 74μ～
1 ※	12	88.0%	53.5%	39.2%	7.3%
2 ※	9	97.5	60.4	38.5	1.1
3 ※※	27	74.1	51.8	29.2	19.0
4 ※	11	93.7	54.1	43.0	2.9
5 ※	9	95.7	54.7	43.4	1.9
6	11	88.4	57.8	34.5	7.7
7 ※	11	91.4	56.9	37.8	5.3
8	19	73.7	62.0	22.8	15.2
9	16	79.6	51.3	36.6	12.1
10	12	77.5	61.9	22.7	15.4
11	—	—	—	—	—
12	16	73.3	46.5	35.9	17.6
13	11	76.2	50.4	33.5	16.1
14	17	75.7	47.9	35.0	17.1
15	17	71.9	48.9	29.8	21.3
16	15	74.7	51.3	30.0	18.7
17	16	76.4	48.4	36.6	15.0
18	16	77.2	49.9	34.4	15.7
19	18	75.9	49.0	37.3	13.7
20	16	76.2	49.2	34.7	16.1
21	15	82.6	54.4	33.8	11.8

※ 印は青岩単味で成形した瓦
※※印は釉薬瓦

なお，ここに記載したDataは即ち提供してもらった製品は各社とも最高のものではなく，むしろ最低の部類（焼きのあまいもの）のものであり，このDataが県内産瓦の性状の全てではないことを附記しておく。

2－3－3　耐寒性から見たDataによる考察

耐寒性の目やすとしてよく云われるのが吸水率と飽和係数である。そこで吸水率－飽和係数－耐寒性を見るため表－1をグラフにする。（図－1）県内産瓦の吸水率は6.5～16.7%，飽和係数は0.57～0.99 と巾広く分布し全般に吸水率が高く，飽和係数も大きく耐寒性には弱いという結果になっている。一方吸水率が高くなると同時に飽和係数も大きくなる傾向がみられる故もう少し焼成温度を上げれば耐寒性は改善されると思われる。



（図－1） 吸水率－飽和係数

2－3－4 原料について

県内産瓦に使用している主な原料及び配合土について20×80×10㎜ の木型で手おこし成形をし乾燥後，電気炉950℃，1,000℃，1,050℃の三段階で焼成し，吸水率，飽和係数，などを測定し，冷凍試験を行った。

その結果を表に記す。（表－1.2）

なお試料が小さくまた真空土練機を使わず，手練り成形のため実際の瓦に成形した場合と多少のずれがあると思うが，各原料間の比較をする上において多少とも参考になるかと思われる。

表－1 原料・配合土の焼成性状 950℃

	吸水率(%)	飽和係数	耐寒試験	粒度組成				耐火度
				44μ以下	0～5μ	5～74μ	74μ～	
青 岩A	18.5	0.93	10回合格	88.0	53.5	39.2	7.3	12
青 岩B	15.3	0.92	10	97.5	60.4	38.5	1.1	11
青 岩C	16.2	0.90	10	93.7	54.1	43.0	2.9	12
青 岩D	16.3	0.85	10	91.4	56.9	37.8	5.3	10
配合土A	15.3	0.92	10	72.59	－	－	－	12
配合土B	19.0	0.84	4	73.7	62.0	22.8	15.2	19
配合土C	17.9	0.90	1	71.9	48.9	29.8	21.3	17
配合土D ※※	17.2	0.91	3	74.1	51.8	29.2	19.0	27

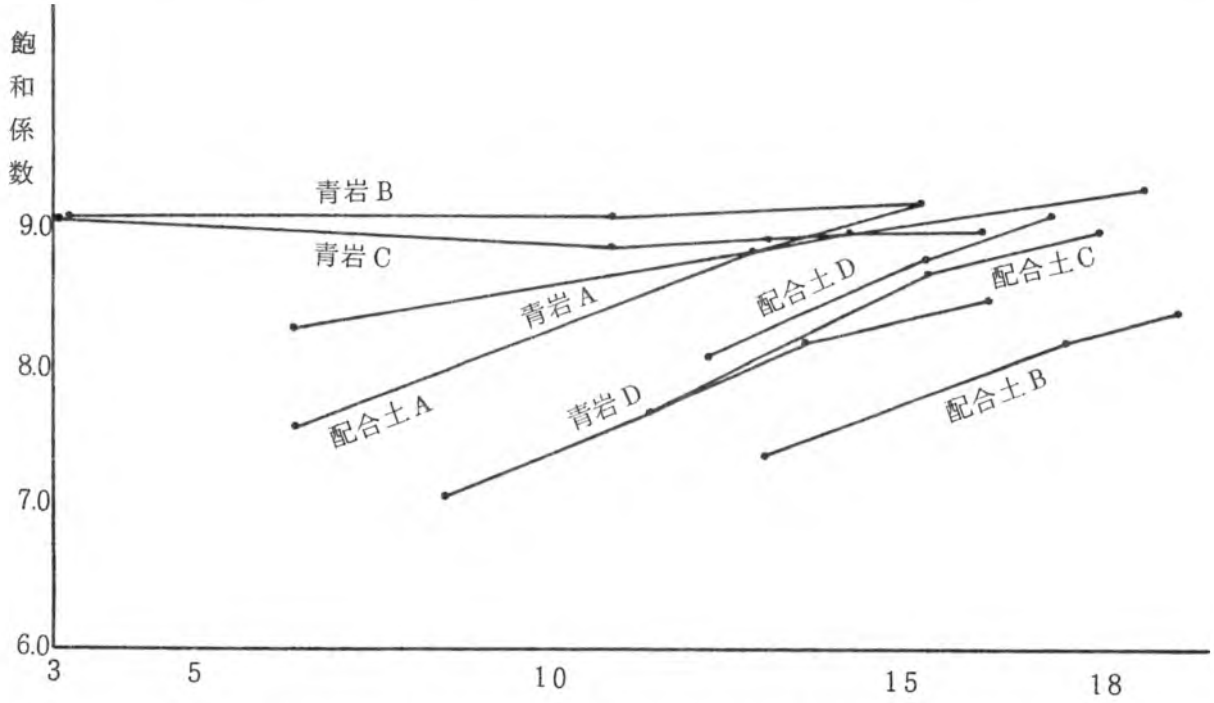
表－2　　原料・配合土の焼成性状

	1,000℃			1,050℃		
	吸水率(%)	飽和係数	耐寒試験	吸水率(%)	飽和係数	耐寒試験
青　岩A	14.3	0.90	10回合格	6.4	0.83	10回合格
青　岩B	10.9	0.91	10	3.2	0.91	10
青　岩C	10.9	0.89	10	3.1	0.91	10
青　岩D	13.7	0.82	10	8.5	0.71	10
配合土A	12.8	0.89	2	6.4	0.76	10
配合土B	17.4	0.82	8	13.1	0.74	10
配合土C	15.4	0.87	6	11.4	0.77	10
配合土D※※	15.4	0.88	4	12.3	0.81	10

※※印　釉薬瓦用配合土

2－3－5　耐寒性から見たDataの考察

青岩，配合土共に焼成温度が高くなるにつれ吸水率は小さくなり耐寒性は向上する結果になっている。吸水率と飽和係数の関係を見ると焼成温度が高くなるにつれ，吸水率は小さくなりそれにともない飽和係数が小さくなる場合（配合土A～D，青岩A及びD）これが一般的であるが青岩B及びCに関しては焼成温度が高くなるにつれ吸水率は大巾に小さくなるが飽和係数はそれにつれて小さくならない。（図－2参照）



（図－2）　焼成温度（950℃，1,000℃，1,050℃）による吸水率と飽和係数の関係

これがアンケート調査の内での問題点として上っている青岩に対して云われる真空土練機使用による耐寒性の影響に出てくると思われる。また粒度組成を見ると青岩A及びDと青岩B及

びCとでは区別ができる。

即ち青岩を使うと全て真空土練機による影響が出るのではなくB及びC系統のように325メッシュ（44μ）通過分が多く（74μ 以上が極端に少ない）焼成温度の上昇により吸水率は低下するが，飽和係数がそれにつれ小さくならないような原料に真空土練機使用による成形が耐寒性に影響するように思われる。更に吸水率と飽和係数からみた耐寒性について青岩と配合土とを比較した場合，青岩では吸水率，飽和係数共に配合土の場合よりもかなり高くても耐寒性に優れている。（950℃焼成青岩と1,000℃焼成配合土の結果を比較）この場合の試験体は手おこし成形で真空土練機を使っていない状態で作った試験体であること，粒度組成が配合土とはかなり異なっていることなどによると思われる。

(5) 試作の耐熱食器素地について

研究室　佐波平三郎　国枝勝利

1. はじめに

現在，四日市で生産されている土鍋は耐熱性に優れており，家庭での鍋料理や業務用に，永年にわたり使用されている。ところが，最近，鍋料理以外に耐熱食器を使う家庭料理がふえる傾向にある。そこで，当試験場ではそれらの料理に使用するための新しい食器のデザイン開発に取組み，実用化に向けて試作見本に使用する新たな素地と釉について研究を行なってきた。次にそれらの結果について述べる。

2. 素地の試作試験

2－1　素地土の調合と試験体の作成

素地上の調合は現在土鍋に使用している原料を主に用いて行なった。表1に調合割合の主なものを示す。

表1.　素地土の調合率（wt %）

符号No. / 原料	1	5	6	10	11	13
アフリカ産ペタライト	40	50	50	60	60	65
櫛粘土	30	30	30	30	30	25
蛙目粘土	20	—	—	—	3	—
朝鮮カオリン	10	10	20	10	5	7.5
三石クレー	—	10	—	—	2	2.5

※良好な素地はNo.10と11であった。

試験体の作成にあたり，素地土13種類について，各12㎏宛製土した。試験体は手起しによる試験片（70×30×10㎜）と，動力ロクロ使用により，直径20㎝の土鍋型試験体を成形した。

2－2　試験体の焼成性状

焼成は試験片を用い，小型電気炉で1,160，1,180，1,200，1,220 ℃の各温度で1時間保持した。これらの試験片について物理的性状を測定した。表2から表4と図1にそれらの値を示す。

表2.　吸水率（%）

符号No. / 焼成温度	1	5	6	10	11	13
1160℃	6.3	10.4	10.3	—	—	—
1180℃	6.3	9.9	9.2	—	—	—
1200℃	4.7	6.3	6.7	11.0	11.3	13.7
1220℃	3.0	6.1	4.8	9.0	10.1	12.2

表3.　焼成収縮率（%）

符号No. / 焼成温度	1	5	6	10	11	13
1160℃	5.7	1.2	3.4	1.9	—	—
1180℃	5.3	1.3	3.6	1.9	—	—
1200℃	5.9	2.1	4.2	2.2	1.4	0.5
1220℃	6.4	2.2	4.9	2.7	2.1	0.6

表4.　線膨張率（700℃，%）と熱膨張係数

符号No. / 焼成温度	1	5	6	10	11	13
1160℃	0.186	0.190	0.195	0.111	—	—
1220℃	0.186	0.173	0.170	0.152	0.164	0.132
室温～700℃ ×10⁶/℃	2.73	2.57	2.50	2.21	2.46	1.97

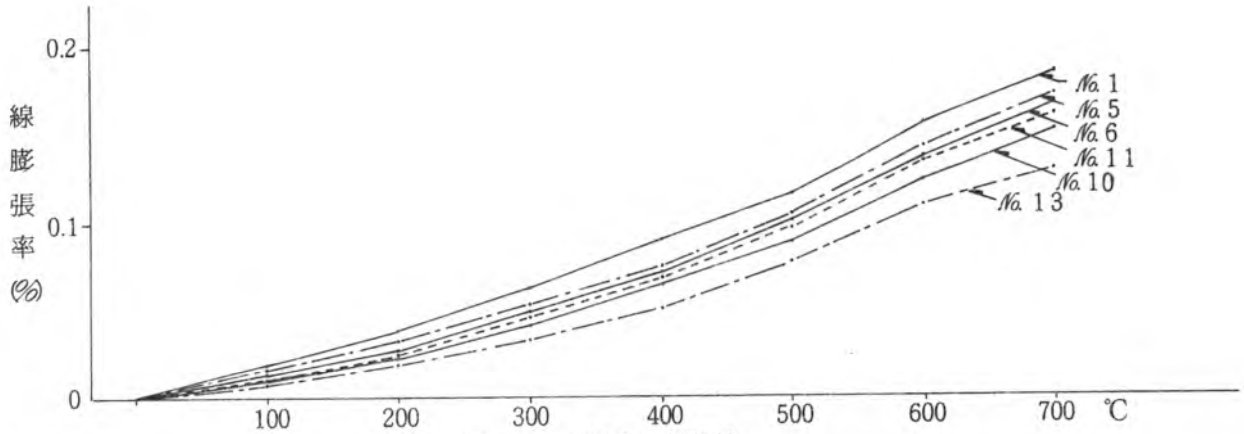


図1　線膨張率曲線

3. 釉の試作試験

3－1　釉の調合

釉の調合については現在使用している土鍋用の釉を基礎に白マット釉を21種類調合し，土鍋型試験体に施釉した。

3－2　焼　成

焼成は土鍋型試験体を0.2㎥の電気炉によって，1,150，1,160，1,180，1,190，1,200 1,220℃の各温度で，保持時間は40分から2時間で行なった。

4. 耐熱試験

4－1　耐熱試験の方法

焼成した土鍋型試験体を2時間吸水させ吸水重量を測定し，家庭用ガスコンロで約20分間空焚する。新聞紙片を投入し，直ちに発火する状態で速に水中へ投入する。冷却後，素地と釉について異状発生の有無を調べる。この方法で10回まで繰り返し試験を行う。

4－2　耐熱素地の吸水率と釉の調合率

耐熱試験を行い，良好な素地と判断できる結果が得られた。その試験体について吸水率の変化を表5に示し，釉の調合率を表6に示す。

表5　耐熱試験の回数と吸水率の変化（%）

耐熱試験回数 / 符号No.	耐熱試験前2時間吸水	1	2	3	4	5	※　6回目以後は測定せず
11	5.1	6.0	10.3	9.6	6.0	8.4	

表6.　良好な釉の調合率（Wt%）

原料 / 符号No.	ベタライト	蛙目粘土	$Al(OH)_3$	ZnO	$BaCO_3$	$CaCO_3$	$LiCO_3$	ジルコン
14－5	75	5	5	10	1	4	3	－
21－3	75	5	－	10	5	－	3	8

5. まとめ

土鍋型試験体の耐熱試験結果について，

1) 試験体素地の亀裂発生についてはアフリカ産ペタライトの調合割合 40から 50パーセントの素地は試験体の全数に亀裂が発生した。

2) 釉の剥離については焼成温度が 1,150 ℃から 1,190 ℃の範囲の試験体に剥離が特に発生した。また剥離時に破裂音と同時に釉片が飛び散った。これは釉の内部気泡に高温水蒸気圧が発生したことによって生じたものと思われる。

3) 釉の剥離と吸水率の関係については試験体の吸水率が 10パーセント以上のものについて，試験体の全数に剥離を生じた。

以上のまとめから素地土にはペタライトの調合率を60パーセントとして，焼成温度は 1,200 ℃で1時間以上の保持が必要である。また，吸水率については6パーセント以下とすることによって，良好な耐熱食器素地を試作することができた。

(6) 低火度素地用無鉛フリット透明釉の研究

研究室　国枝勝利

1. まえがき

四日市萬古焼業界には，低火度土と称する石灰長石質陶器があり，一度焼きで1,100～1,150℃で焼成する。この素地は原料組成，焼成後の諸物性とも白雲陶器と半磁器の中間の性質を帯びる。この素地用の釉薬は焼成温度から当然フリットを使用するが，その量，有鉛か無鉛かの選択及びフリットの他に加える生原料の調合については多くの研究はなく，白雲陶器用釉を出発点とした，有鉛フリットを多量（70～80%）に添加した釉を使用している場合が多い。これは石灰長石質陶器を製造している業界が国内では当地区のみであること，欧州でも普通この系列の素地は二度焼きし釉焼温度が低いため組織的研究が行なわれなかったものと推測される。実際Viehweger[1]の釉調合を参照しても当地に適する釉は透明釉では皆無の状態である。当地の低火度土用透明釉に求められる必須条件は，(i) オートクレーブ処理後無貫入であること。(ii) 下絵彩色をするため，その顔料，特にクロムすずピンクの発色の良好な事。(iii) 焼成巾が充分に広く火前・中立釉と二本立てにする必要のない事。(iv) 浸しがけ施釉がしやすく，また均一に施釉でき焼成後“くすりむら”が起らぬこと。(v) 有毒元素が溶出しないこと。(vi) 安価であること等である。有鉛フリット立て釉薬は先に述べた様にフリット添加量が多いため，(vi)の条件に適さない他，くすりむらが起りやすくその調整も難かしい。また調合によっては(v)を満たさない事もある。しかし(i)(ii)(iii)の条件は比較的容易に達せられる。(iv)(v)(vi)の条件を達成するには無鉛フリットを使用し，その添加量を可能な限り少量とし，他の生原料を多量に添加する事で価格の低下と釉泥漿調整を行ないやすくする方法が良いと思われる。筆者は既に現業使用に適する((i)～(vi)の条件を満たす）無鉛フリット立て透明釉を開発[2]し，また無鉛フリット釉の組織的研究も行なった[3]。前者の釉は現在業界に相当使用されている。今回の研究はこれら前回の研究を基礎とし，使用可能な無鉛フリットの種類を増やすこと，生原料の組合せの詳しい検討を行なったものである。

2. 実　験

2－1　試験方針

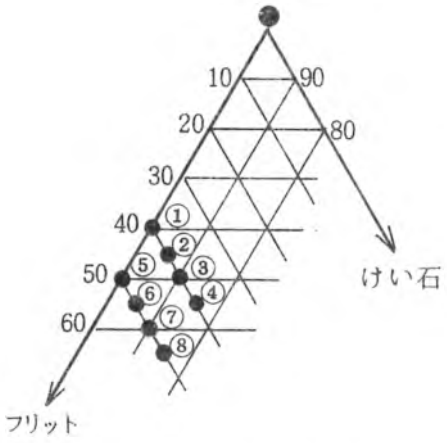
低火度素地用透明釉は顔料のクロムすずピンクの発色が良いことが必須条件であるため，試験する釉系列は石灰－バリウム釉立てのフリット添加釉とし，亜鉛添加量は少量にした。亜鉛を多量に添加するとクロムすずピンクが消色又は褪色するからである。生原料の組合せ及び添加比率は前研究[2][3]を参考として，長石60，石灰石16～24，$BaCO_3$ 24～16（合量100）を1頂点にフリットとけい石を他の2頂点にもつ三角座標で行なうことにした。使用したフリットは公称の体熱膨張係数が200×10^{-7}／℃以下のものに限った。これは従来の経験から，200×10^{-7}／℃以上であると釉の焼成性状を損わずに釉の経年貫入を防止する事が困難であるからである。選んだ無鉛フリットはXM－121（日本フリット製），＃3952，＃3967，＃3958，

#3127，F（以上日本フェロー製），ＳＴ（三陶製）である。

２－２　試験結果

調合は各20g秤量，湿式粉砕し，低火度素地製小皿素焼品にクロムすずピンクの下絵をしたものの上に施釉し，Ｋ業者の窯（火前1,150℃，中の根1,100℃）で焼成し，良好な釉は50kg調合を行ない大皿に施釉し同様に焼成した。

２－２－１　#3952，#3958，Ｆフリットの試験結果　これらの無鉛フリットの場合は図１の三角座標の点で試験した。なお調合計算後$BaCO_3$の２％をZnOで置換した。焼成結果等を図２に示す。



蛙目粘土５％一定添加（外割）

計算後$BaCO_3$の２％をZnO ２％で置換

● 〔Ⅰ〕釜戸長石60，珪石灰石16，$BaCO_3$ 24

〔Ⅱ〕　〃　60，　〃　24，　〃　16

図１　#3952，#3958，Ｆフリット立て釉及び#3967，ＳＴ立て釉の調合三角図

系列 / 焼成 / フリット名	Ⅰ 火前	Ⅰ 中の根	Ⅱ 火前	Ⅱ 中の根
#3952	T 気泡多い T	T	T 表面スカム T Op	M Op
#3958	T 気泡多い	T	T 気泡多い T Op	M Op
F	T Tov	T Op	Tov Op	M T 表面スカム Op

図２　焼成結果。T：透明良好（外観），Tov：透明過焼，M：マット，OP：乳白；○ オートクレーブ処理（８気圧）無貫入，⊗ オートクレーブ処理後貫入発生。なおクロムすずピンクの発色は全部良好であった。

この結果から焼成巾，貫入，クロムすずピンクの発色の点で良好なものは＃3952－〔I〕 4と8であった。またこの試験により〔Ⅱ〕系の石灰石と$BaCO_3$の比率はやゝ石灰石過剰となっているものと推測されたので，以降の試験は〔Ⅱ〕は釜戸長石 60，珪石灰石 20，$BaCO_3$ 20とすることにした。

2－2－2　＃3967，ＳＴフリットの試験結果　　調合は図１に従った。ただし〔Ⅱ〕は前述のように●点の調合比が変っている。ＺｎＯによる$BaCO_3$の置換方法も２－２－１と同様である。焼成結果を図３に示す。

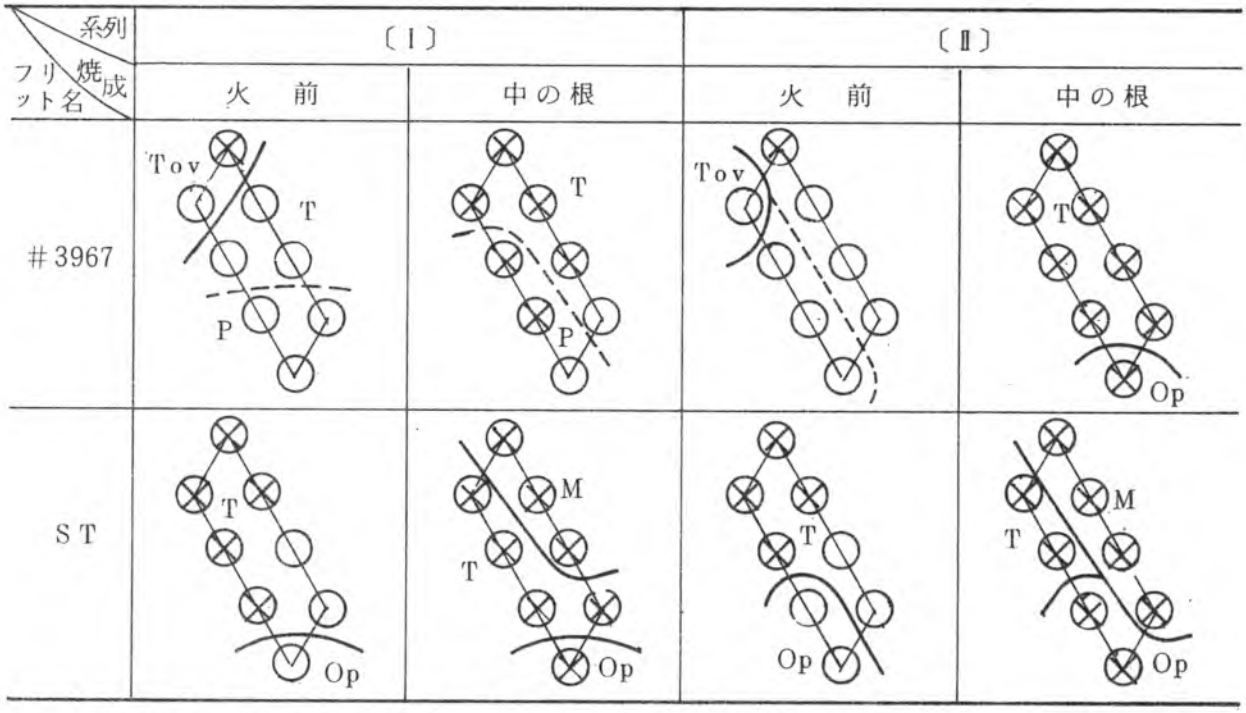


図３　焼成結果。Ｐ：クロムすずピンク褪色，他は図２と同じ。

図３の結果から，これら２種類のフリットは使用できないことがわかる。即ちほぼ全釉で貫入を生じ，また生じないものでもクロムすずピンクが褪色するからである。

2－2－3　複数のフリットの組合せによる試験結果　　一般に低熱膨張のフリットは，その溶融能力（他の生原料を溶かしこむ力）が弱く，特にけい石の添加量が制限される場合が多い。けい石は貫入防止の点から添加量を自在に変化させたい原料であるため，その点から溶融能力の大きいフリットが望ましい。その点，＃3127 フリットは比較的低膨張の割には溶融能力が大きい。しかし，このフリット使用で２－２－１，２－２－２と同様の試験をしたところ無貫入の透明釉を作成できず，またクロムすずピンクの発色もやゝ劣ることが判った。そこで＃3127 フリットを補助的に使い，その溶融力を利用して良好な釉を得ようとした。

(i)　ＸＭ－121 と＃3127 フリットの併用

調合形式は図１〔I〕に従い，図４の様な範囲で試験した。ＺｎＯ による$BaCO_3$の置換も前述と同じである。図５に焼成結果等を示す。

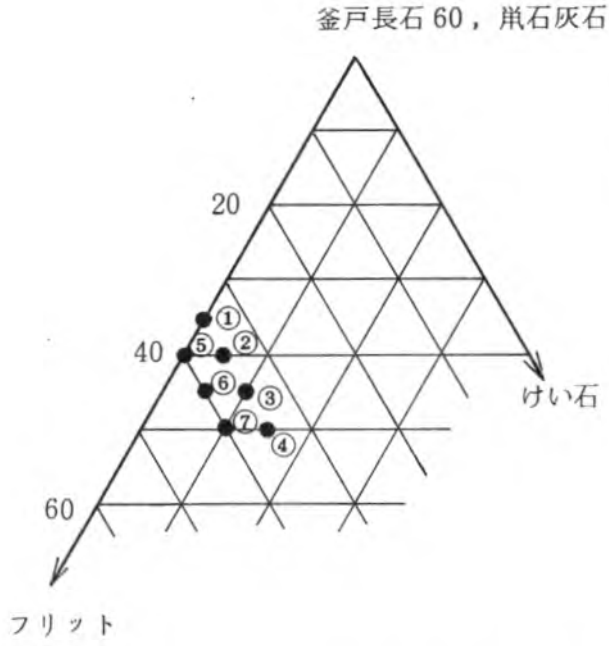


図4　XM 121 と＃3127 併用釉の調合三角図

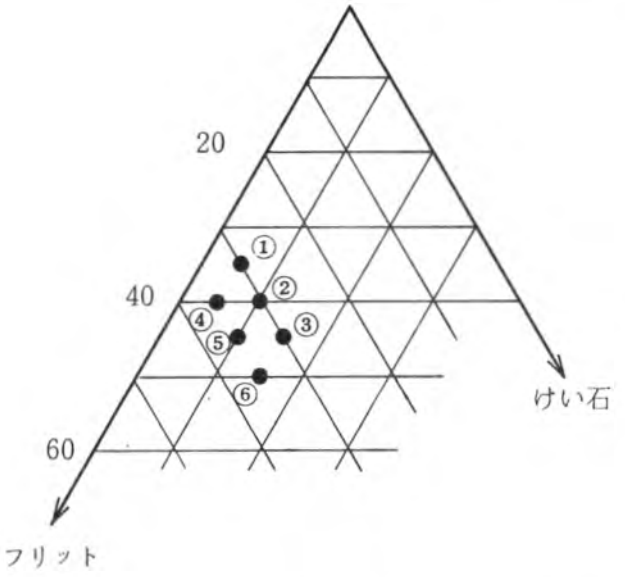
〔A〕		〔B〕	
火　前	中の根	火　前	中の根
T	T 表面スカム T	T 表面スカム T	M T

図5　＃3127 とXM 121 併用釉の焼成結果等。記号は図2と同じ。

その結果A－4，7，8，B－4，7，8が良好であったがA－4とB－4は実用にさしつかえぬ程度ではあるがクロムすずピンクの発色が悪かった。これはけい石量が多すぎるためと考えられる。焼成温度のより高い中火度釉に於てもけい石量が多いとこの様な現象が生ずることがある。

(ii)　＃3592 と＃3127 の併用　　調合範囲は図6に焼成結果は図7に示す。

釜戸長石 60，鼎石灰石 16，$BaCO_3$ 24



フリット部分の調合

〔A〕＃3127　10％

〔B〕　〃　15％

〔C〕　〃　20％

残りを＃3952 フリットにあてる

蛙目粘土５％一定添加（外割り）

計算後，$BaCO_3$ の２％をZnO で置換

図６　＃3952 と＃3127 の併用釉の三角図

	〔A〕	〔B〕	〔C〕
火前	T	T	T
中の根	T ややとけ不足 T	T 表面肌荒れ T	T 表面肌あれ T

図７　＃3952 と＃3127 の併用釉の焼成結果。記号は図２と同じ

ここでも３点で良好な釉が得られた。

以上で得られた良好な釉のほとんどを 50 Kg 作成し，尺皿に施釉し焼成した。その結果施釉のしやすさ，焼成結果とも満足できるものであった。

3. 考　察

本実験の目的の１つとして生原料のうちの石灰石と $BaCO_3$ の比率の影響を調べたが，これら試験によりフリットの種類を問わず石灰石と $BaCO_3$ が等重量から $BaCO_3$ がやや多い範囲に良好な透明釉が得られやすいことがわかった。石灰石が多すぎると溶融していても表面にスカ

ムを生じたり，マット状になりやすい。これはおそらく釉組成から考えると$CaSiO_3$が焼成途中合成され，これがガラス相に溶けこみにくいのか，あるいは冷却中に$CaSiO_3$が晶出するのではないかと推測される。またここで試験した無鉛フリットでは添加量は最低 35 % が必要であることがわかった。

4. まとめ

数種類の無鉛フリットを使用し，低火度素地用透明釉の試験を行ない次のような結果を得た。

①数種類の良好な透明釉が得られた。

②フリット添加量は最低35 %を必要とする。

③生原料のうち石灰石と$BaCO_3$の調合比は重量比で$BaCO_3$が石灰石よりやゝ多い部分で良好透明釉が得られやすい。

文　献

1) Fritz Viehweger：Recipe−Book for Glazes + Colours, Verlag des Sprechsaal, 1959

2) 国枝勝利：三重県窯業試験場年報, 11,18(1976)

3) 同上 ： 同 上 , 13, 6～12 (1978)

(7) 還元焼成炻器素地用の透明釉とマット釉の試験

研究室　国枝勝利

1. まえがき

四日市の陶業界では還元焼成による磁器や炻器を製造するメーカーは数少ない。これらの素地に使用される釉薬はいわゆる三号釉に代表される簡単な石灰釉が多い。しかしこの石灰釉は一般的な磁器素地や炻器素地の熱膨張に比較するとやゝ高すぎる傾向にあり，従って耐貫入性が劣り，水中急冷試験で貫入を発生する場合が多い。さらに近年要求の高いオーブン用素地土の場合では，素地の熱膨張がさらに低下するので，極端な場合には窯出し時点で既に釉に貫入が発生することがある。本研究はオーブン用炻器素地土〔焼成温度 1,230 ～ 1,250 ℃ R．F，熱膨張係数 5.48×10^{-6}/℃（室温～700 ℃）〕に適合する透明釉の研究をやゝ組織的に行ない，同時にマット釉の試験も簡単に行なったので，あわせて報告するものである。

2. 実　験

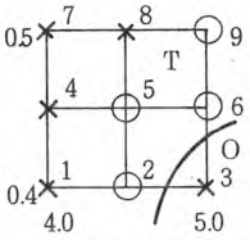
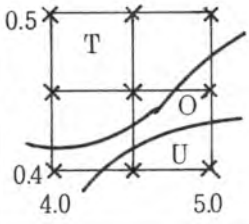
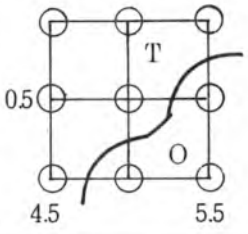
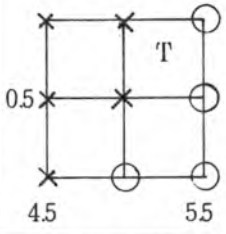
2－1　透明釉の試験

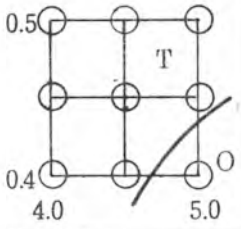
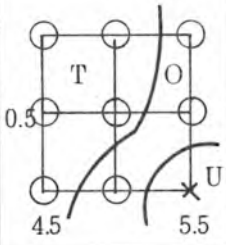
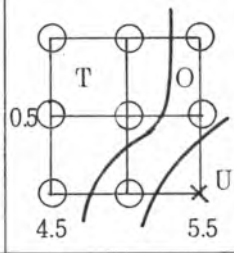
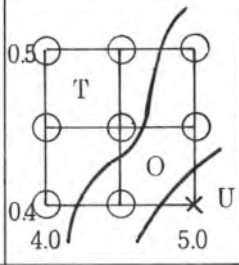
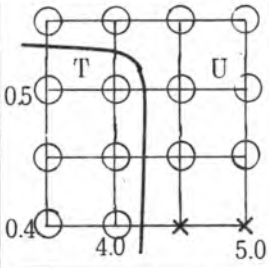
試験に使用した素地はH社製オーブン用炻器土で，焼成後はやゝ赤味を帯びた灰色の完全に焼結した状態を示す。この素地の素焼試験体にゴス絵具と鉄絵具を下絵した後施釉した。釉の焼成後に求められる条件は，耐貫入性の他，これら下絵具の発色の良いこと，透明性大で温雅な外観を呈する事，焼巾の広い事等である。これらの条件を満たす釉は，やはり石灰釉を主体とした釉となる。特に下絵具の発色には釉の塩基組成中MgOとZnOの成分は少なくする必要があるが一方釉の熱膨張を低くするには効果的であるため，耐貫入性の面では使用したい成分である。以上の事を勘案し，まず表1に示す釉組成で試験した。使用した原料は福島長石，胴石灰石，炭酸バリウム，仮焼タルク，仮焼亜鉛華，河東カオリン（白），福島けい石及び土岐口蛙目粘土である。釉は4×3㎝角型素焼試験片上に施釉した。焼成はH社ガス焼成（R.F.）単独窯で焼成温度は 1,230 ～ 1,250 ℃ である。焼成結果を表2に示す。

表1　透明釉試験釉組成（釉式）

組成 / 系列	KNaO	CaO	MgO	ZnO	BaO	Al_2O_3	SiO_2
7	0.18	0.82				0.40 ～ 0.50	4.0 ～ 5.0
8	0.30	0.70				〃	〃
9	0.18	0.62		0.20		0.45 ～ 0.55	4.5 ～ 5.5
10	0.18	0.62			0.20	〃	〃
11	0.18	0.52	0.15	0.15		0.40 ～ 0.50	4.0 ～ 5.0
12	0.20	0.50		0.30		0.45 ～ 0.55	4.5 ～ 5.5
13	0.20	0.40		0.40		〃	〃
14	0.20	0.40	0.15	0.25		0.40 ～ 0.50	4.0 ～ 5.0
15	0.30	0.30		0.40		0.40 ～ 0.55	3.5 ～ 5.5

表２　透明釉試験焼成結果

釉系列	7	8	9	10
釉性状				
下絵具の発色	優　秀	良　好	優　秀	優　秀
他	釉調温雅。光沢良好。	気泡多い。光沢悪い。	やゝ白味を帯びる。温雅。光沢良好。	〔7〕と同じ。

11	12	13	14	15
				
優　秀	悪　い	悪　い	悪　い	悪　い
〔9〕と同じ	発泡状態。釉表面悪い。	〔12〕と同じ	〔12〕と同じ	乳白気味で，冷たい感じ。光沢悪い。

註）　○ 窯出し無貫入，× 窯出し時点で貫入，　T：透明，O：乳濁，U：とけ不足

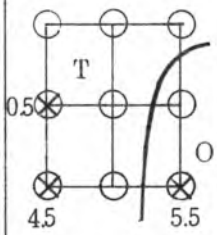
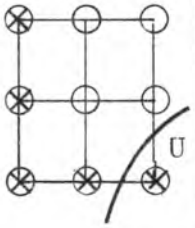
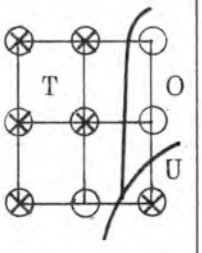
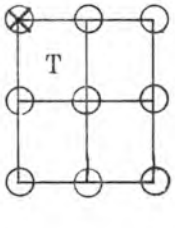
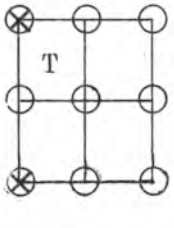
この試験結果から，下絵具の発色は従来から言われている様に石灰釉主体の釉が良好であり，しかも標準的な石灰釉の塩基組成（0.7 CaO，0.3 KNaO）よりもさらに CaO 成分に富んだ〔7〕系の様な組成で抜群の発色を示すことが確認された。しかし〔7〕〔8〕系の様な石灰釉は釉の熱膨張が大きく，窯出し時点で貫入を生じることが多く，耐貫入性の点からは使用できない。勿論理論上はAl_2O_3 －SiO_2成分を増加させれば耐貫入性を改善し得るが，焼成温度の点でとけ不足を生じ釉にならなくなる。熱膨張を低下させる目的で添加するZnOやMgO成分は〔9〕〔11〕系あたり，即ち CaO 成分をMgOで0.15モル，ZnOで0.20モル置換する形で添加するのが限度で，それ以上の添加は下絵具の発色が不良となるだけでなく，釉が透明性や光沢性に欠けたり，単調になったりして深味に欠け温雅な釉調にはならない。特に〔12〕〔13〕〔14〕系では釉が発泡し一見過焼状態を呈するが，若干焼成温度を低下させるととけ不

足となり，実際は過焼ではなく，今実験の様な還元焼成には適さない釉組成と判断される。また典型的な石灰亜鉛釉組成である〔15〕系では釉は発泡しないものの意外と溶融範囲が狭い。これら〔12〕～〔15〕系の釉は同温度の酸化焼成では広いAl_2O_3－SiO_2域で良好な釉となる。この焼成雰囲気による釉状態の差の原因は今実験のみでは断定できないが，ZnO成分の還元雰囲気中での揮発に関係する可能性がある。一方 ZnO や MgO の置換による耐貫入性の効果は大きいことが確認された。また BaO による CaO の置換は〔10〕系に見られる様に溶融域が高Al_2O_3－SiO_2域に拡がるが，耐貫入性では著しくは改善されない。以上の事から，〔9〕と〔11〕系が今回の目的に添うものと考えられた。このうち〔9〕－①，〔11〕－①，②を大量に作成し8～10$\frac{1}{2}$インチ平皿に施釉焼成した。その結果〔11〕系の釉は中の根で溶融不足となったが〔9〕－①は良好であった。しかし，これらの皿は温度差150℃の水中急冷では釉に貫入を生じないが同180℃処理では貫入が生じた。従って〔9〕系組成を出発点に表3に示す釉の試験を行なった。実験は前回と同様の試験片上に施釉し，H社窯で焼成した。焼成結果を表4に示す。表3で示す様に主としてウレキサイトで他原料を置換したのは，ウレキサイト中に含まれるB_2O_3成分による熱膨張低下と強い媒溶効果を利用したものである。

表3　〔9〕系を基礎とした釉試験の調合

系列	原料置換方法
16	〔9〕系の石灰石のうち2％をウレキサイトで置換
17	〔9〕系の石灰石とカオリン各2％をウレキサイト4％で置換
18	〔9〕系の亜鉛華と石灰石各2％をウレキサイト4％で置換
19	〔9〕系の　〃　　〃　各2％を長石とウレキサイト各2％で置換
20	〔9〕系のカオリン2％と亜鉛華全部（約4％）をウレキサイト（約6％）で置換

表4　表3の釉の焼成結果

釉系列	16	17	18	19	20
釉性状					
下絵具の発色	優　秀	優　秀	優　秀	優　秀	優　秀
他	〔9〕より透明性大温雅で良好	〔16〕よりやゝ気泡多いが良好	〔17〕よりさらに気泡性。やゝ表面悪い。	〔9〕に類似。やゝ白味のある良好釉。	〔18〕に似る。やゝ気泡が多すぎる。

○：温度差180℃の水中急冷で無貫入
⊗：窯出し無貫入だが180℃水中急冷で貫入発生

焼成結果からウレキサイトによる置換は一般的に釉の溶融を促進し，〔9〕系よりもやゝ広いAl_2O_3－SiO_2域で良好な透明釉を得られる事がわかる。釉の耐貫入性もかなり向上する様であるが，ウレキサイト量の増大に伴ない釉中に気泡が発生するようで，添加量は4％までと思われる。これらの釉のうち〔19〕－①⑤と〔20〕－⑤を大量に作り8インチ皿に施釉焼成したものについて水中急冷試験を行なった結果，180℃温度差の急冷で〔9〕－①よりは程度は軽いが釉に貫入が発生した。

以上の透明釉試験の結果，耐貫入性の点からは温度差180℃の急冷に耐えうる釉は得られなかったが，一応かなりの耐貫入性があり，下絵具の発色が良好で光沢も良く，また温雅である釉が数点得られた。

2－2　マット釉の試験

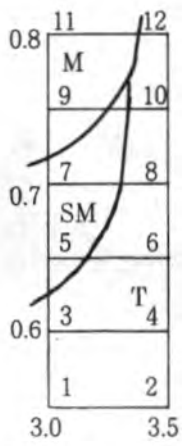
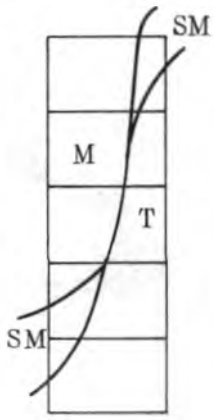
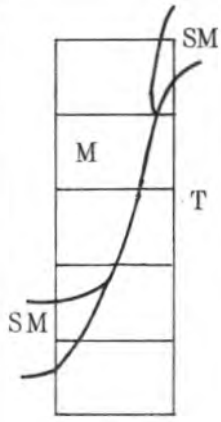
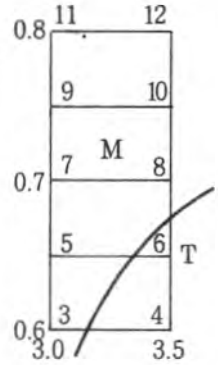
マット釉には数多くの型が知られているが，一般に焼成巾が狭いために現業に使用されているものは，①石灰亜鉛型（別名カオリンマット），②タルク型，③バリウム型の3種で，それぞれの特質を生かして使い分けされている。本実験では，温かく柔らかい外観のあまり白くない完全つや消し状のマット釉を得る事を目的とした。これに該当するマット釉型は③であろうと思われる。普通①は完全つや消しであるが白くて冷たい外観を呈し，②は焼成巾が広いものの光沢を帯びる。しかし②の焼成巾の広い点も考慮し，本実験は②型と③型の混合型から③型までの間で試験を行なった。このマット釉にも透明釉と同様に耐貫入性と下絵具（ゴス，鉄）の発色が良好であることが必要条件である。実験は2－1と同様に行なった。ただし使用原料中長石は釜戸長石を使用した。試験した釉組成を表5に焼成結果を表6に示す。

表5　マット釉試験の釉組成

組成／系列	KNaO	CaO	MgO	BaO	Al_2O_3	SiO_2
Ⅰ	0.15	0.40	0.20	0.25	0.55 ～ 0.80	3.0 ～ 3.5
Ⅱ	0.20	0.40	0.15	0.25	〃	〃
Ⅲ	0.20	0.40	0.10	0.30	〃	〃
Ⅳ	0.20	0.40	－	0.40	0.60 ～ 0.80	〃

この結果，各系の釉ともAl_2O_3の多い領域にかなり広い範囲で良好なマット釉が得られた。MgOによるBaOの置換は適正焼成温度をやや下げる作用をするが，その程度は僅かである。このうちⅡ－⑤，Ⅲ－⑤，Ⅳ－⑤について大量に釉を作り8インチ皿に施釉焼成した後，水中急冷試験を行なった。その結果180℃の急冷差でⅡ－⑤は無貫入，Ⅲ－⑤はごく僅か，Ⅳ－⑤は僅かに貫入を生じた。即ち，MgO成分の多い釉が耐貫入性に優れていた。この原因については透明釉と異なり，マット釉の場合は推測が困難である。例へば，これらの釉で晶出する結晶

表6　マット釉焼成結果

釉系列	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
釉性状				
下絵具の発色	優　秀	優　秀	優　秀	優　秀

註）　M：マット　　SM：1部マットでまだら　　T：透明性の釉

はセルジアンと灰長石が主と考えられるが，前者の熱膨張は小さく，従って BaO 成分の多いほど釉の熱膨張が下がり，耐貫入性は向上すると思われるのに，実際の結果は逆となっている。これは結晶質以外のガラス相の量比が影響していると考えられる。しかしそれを解明するには，この様な再結晶性マット釉では塊状試料でのX線分析や熱膨張測定が実際の素地上の釉とは対応しないため不可能と言わざるを得ない。

3. まとめ

1,230～1,250 ℃ で還元焼成する炻器素地用透明釉とマット釉の試験を行ない，次の様な結果を得た。

①透明釉では塩基組成が0.18 KNaO，0.62 CaO，0.20 ZnOを基本とした釉が下絵具の発色，釉調の温雅な事でほぼ満足できるものを得たが，耐貫入性はまだ不十分であった。

②マット釉ではバリウムマット及び MgO で BaO を部分的に置換したマット釉で良好な釉を得た。下絵具の発色及び耐貫入性も満足できるものであった。

③これらの釉は炻器素地だけでなく，同温度焼成の磁器素地等にも十分使用しうるものと思われる。

(8) 試作研究

研究室　三宅清路

1. まえがき

前年度より継続している半磁器，耐熱陶器による食器類に加え，今年度は瓦粘土による花器類の試作研究を行なった。以下にそのおもな試作の内容をしるす。

2. 内　容

2－1　テーマ　半磁器による食器の試作（写真1～6）

2－1－1　目的　少量多品種化の流れに対応し，同一の石膏型を使用し，多種に展開可能な製品の試作を行なう。

2－1－2　経過　日常使用頻度の高い以下の器，a・200 ccのカップ，b・500 ccのカップ，c・450 ccのボールを設定し，それぞれに把手，蓋をつけることによりaはカップ，マグ小，蓋物小，bはカップ，マグ大，キャニスター，cはサラダボール，スープカップ，蓋物大を展開した。このように同一の型を用い異種の器を作ることを主目的にしているが，装飾技法的にも1・下絵，2・呉須赤絵，3・白抜鉄釉の3種を試み，それぞれの組合わせによる品種の拡大をはかった。

素地・半磁器

成形・手ろくろ

装飾法・呉須下絵，乳白釉

乳白釉，呉須赤絵

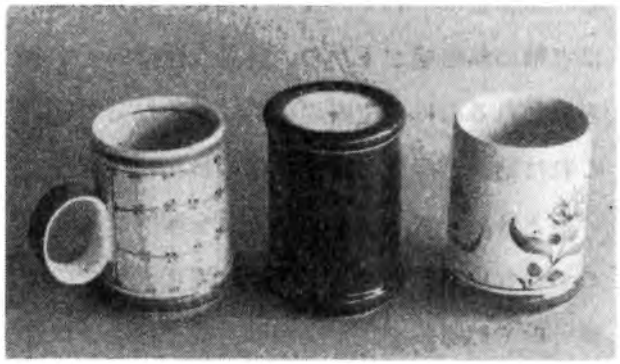
呉須下絵乳白釉抜き鉄赤釉

焼成・SK6aOF 電気炉

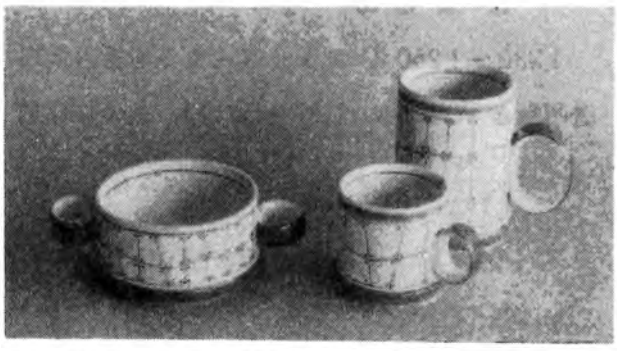
2－1－3　構成　ティーカップ，マグ小，マグ大，キャニスター，多用途カップ大小，サ

No. 1

No. 2



No. 3



No. 4

ラダボール，スープカップ。

2－2　テーマ　耐熱食器（写真7～9）

2－2－1　目的　ペタライト系耐熱陶器の材質的改良研究を行い，業界に対応する製品の企画開発を目的とする。

2－2－2　経過　前年度使用した材質（VOL 14 参照）を改良し，

1. 急熱急冷に耐えること。
2. 吸水加熱に耐えること。
3. 汚れがつきにくいこと。

以上の条件に適合するものとして次の調合の材質を使用した。

ペタライト60，木節粘土20，蛙目粘土20，ロー石5，カオリン5

これによると前記 1. 2. の条件は満たすが，3.の条件に対しては不満である。10回以上の試用試験ですでに汚れが目だつようになる。そこでこの欠点を補完する意味で，

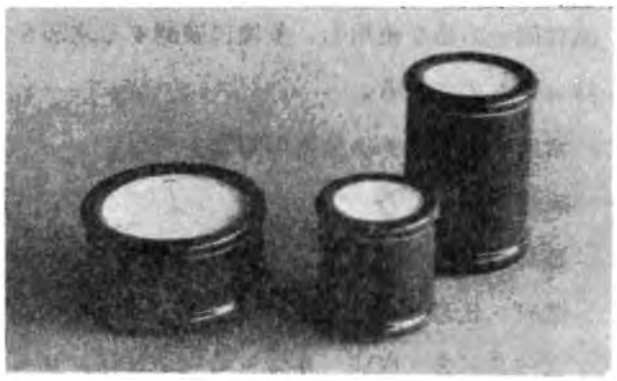
1. ガスバーナーのあたる部分の装飾技法的対策をたてる。
2. 汚れの目だたないような色釉を使用する。

以上の2点により試作を進めた。

1.については写真7，8に示すように白マット釉と土灰を混合した釉の濃淡を薄掛けし，その上から白マット釉を部分掛けすることにより，外観上も調理食器として耐えうるデザインを試みた。

2.については汚れの目だたない色釉のなかからやゝ赤味を帯びた鉄釉を使用した（写真9），蓋に帯状の点刻文を施こし，単色による単調さを救うことを目的とした。

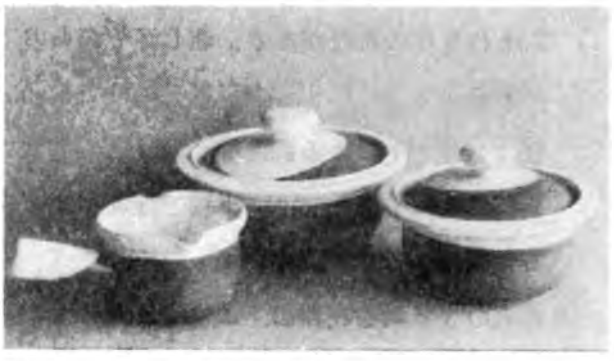
なおテーマ1と同様に写真8，9に示す試作



No. 5

No. 6

No. 7



No. 8

品は同一の型を使用し，多種に展開する意図を持ったものである。

素地・ペタライト系耐熱陶器

成形・手ろくろ

装飾法・白マット釉部分掛け，鉄釉

焼成・ＳＫ6a　ＯＦ電気炉

２－２－３　構成　キャセロール３種，ソースパン，片手鍋

No. 9

２－３　テーマ　瓦粘土利用による燻焼花器の試作

２－３－１　目的　瓦の焼成技法を一般陶器に応用したインテリア用品の試作

２－３－２　経過　従来の黒陶は素地表面をよく研磨し焼きしめた後燻したものであるが，ＬＰＧ炉が一般化した現在，燻焼温度の操作が比較的簡単であり，釉との関連はどのようなものであろうかという点に着目し行なったのが今回の試験である。

まず材質表面を３分類し，

1.　無釉で焼きしめたもの

2.　燻焼で変化しない釉

3.　燻焼で変化する釉

とした。

1.は従来の黒陶に比べ，軟陶感に欠けるが，それなりの光沢がある。燻し瓦そのものである。

2.はフリットによる乳白釉

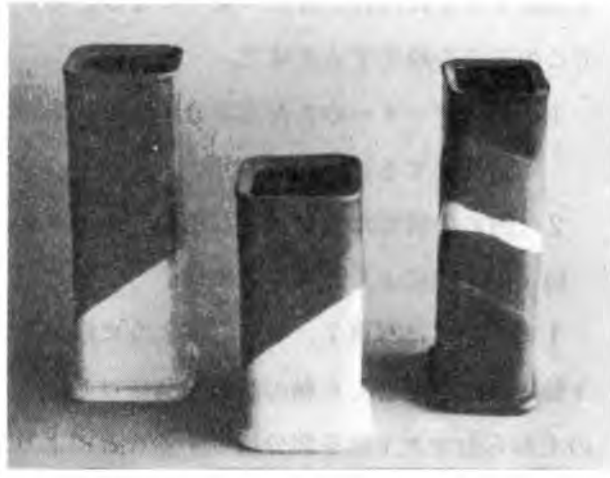
3.は酸化銅を含むフリット釉で燻焼により赤く発色する。

これらの３要素を花器の上に構成展開した。

素地・瓦粘土

成形・手ろくろ

No. 1 0



No. 1 1

装飾法・ロー抜き，流し掛け。

焼成・1,030 ℃ＯＦ，燻しは 920 ℃ から10分間持続

２－３－３　構成　単品花器６種

3. あとがき

以上が本年度の試作の概要である。このほかガラス釉を応用した花器類，手づくりのオーブンウェア等の試作にも着手したが完成に致らなかった。耐熱陶器については，今後さらに需要の多角化が予想されるので，材質の改良，装飾技法の研究を続行する予定である。

(9) 伊賀焼食卓用品の試作研究

伊賀分場　北川幸治　谷本藤四郎
岡森良次

1. まえがき

本年度は主にペタライト４０％混入土を使用し，素材を生かした食卓用品の試作を行なった。多様化する食生活に対応する伊賀焼食卓用品のひとつとして〝FONDUE（フォンデュ）〟鍋をとりあげた。今，日本でもホテル，レストランをはじめとして家庭の食卓にも広まりつつある料理である。オイル・フォンデュには熱伝導の高い金属製品が使い良いが，チーズ・フォンデュには陶製品が良いようである。同土による煮込鍋も試作した。又〝めいめいの鍋〟として４寸～６寸の１人用の鍋も作ってみた。

以下に主な試作品の内容をしるす。

2. 内　容

No.1　チーズフォンデュ鍋

製作意図　陶製のチーズフォンデュ鍋が夜の食卓を暖かく演出する。ファミリータイプの鍋。

製　法　手ロクロ成形。鉄赤釉。黒絵具ガス炉1200 ℃酸化焼成

材　質　ペタライト混入土

No.2　煮込鍋

製作意図　少し大きめでなんでも煮込める土鍋があると便利である。土鍋によくありがちな絵付をせず，食欲をさそう鉄赤釉を使用。

製　法　手ロクロ成形。鉄赤釉。ガス炉1,２００℃酸化焼成

No.1

No.2

No.3

材　　質　　ペタライト混入土

No. 3
No. 4　　小鍋
No. 5

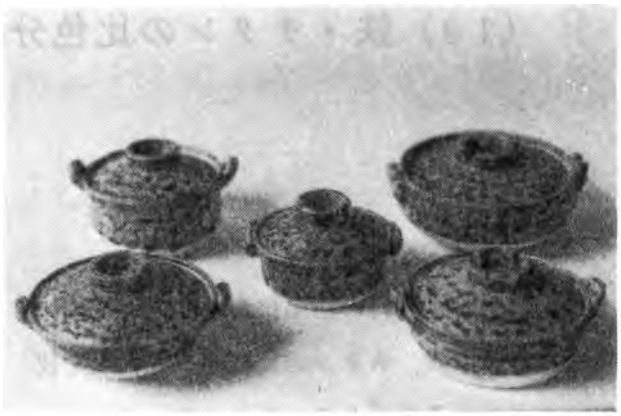
製作意図　　家庭で囲む鍋料理は取り皿に移して皆で食するものだが，めいめいが自分の好みのものを入れ，自分だけの鍋を味わうのも又ちがった楽しみがあるものだ。

製　　法　　手ロクロ成形。天目釉。いらぼ釉。石灰釉。鉄絵具。ガス炉1,230℃還元焼成。

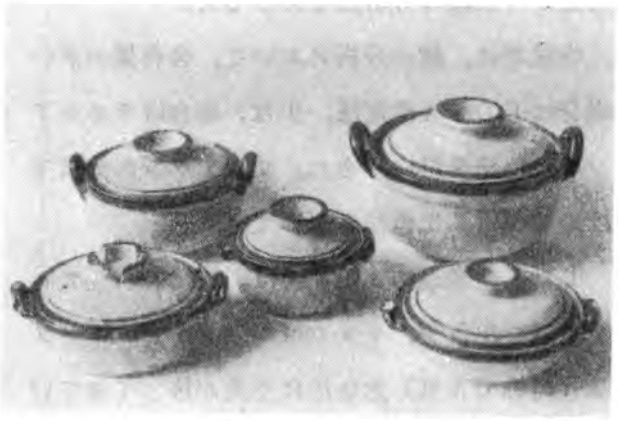
材　　質　　伊賀土鍋土

3. あとがき

以上が本年度試作の主な概要である。今後も伊賀焼食卓用品の試作研究を続行する予定である。



No. 4



No. 5

（10）鉄・チタンの比色分析について

試験課　服部正明

1. 目　的

良質な陶磁器原料の枯渇化が強く言われている中，今後は鉄，チタンの比較的多い粘土を使用することも予想される。そこで鉄，チタンの迅速かつ正確な分析法をめざした。

当試では，鉄の分析において，含有量の多い場合はＥＤＴＡ滴定法，少ない場合はチオシアン塩比色法を用いてきた。またチタンの分析では過酸化水素比色法を用いてきた。

しかし，最近のＪＩＳでは，鉄はO-フェナントロリン比色法，チタンはジアンチピリルメタン（略称ＤＡＭ）比色法に主流が移ってきている。そこで，この２つの比色法の試験を行なった。

2. 実験方法

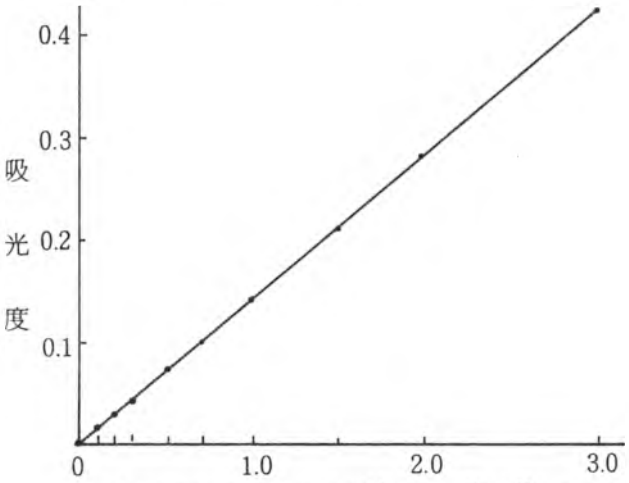
Ⅰ）分析方法

Ｏ－フェナントロリン比色法……試料溶液を１００㎖メスフラスコに分取し，水で60㎖にうすめ，５％アスコルビン酸２㎖加え，１０分間放置する。Ｏ－フェナントロリン溶液（Ｏ－フェナントロリン塩酸塩1ｇを水に溶かして１ℓにしたもの）１０㎖，２０％酢酸アンモニウム１０㎖加え，標線まで水を加えて３０分間放置し，日立１３９光電比色計で，波長５１０㎜で吸光度を測定する。

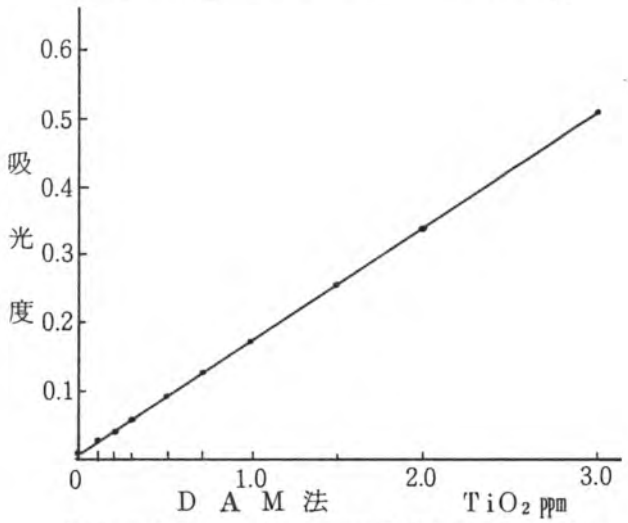
ＤＡＭ比色法……試料溶液を５０㎖メスフラスコに分取し，ＨＣℓ（１＋１）５㎖，５％アスコルビン酸２㎖を加え，１分間放置する。ＤＡＭ溶液（ＤＡＭ１ｇをＨＣℓ（１＋５）３０㎖に溶解し，１００㎖にうすめたもの）１５㎖を加え，標線まで水を加えて１時間放置し，波長３７０㎜で吸光度を測定する。

Ⅱ）実験結果と考察

Ⅰ）の方法で標準Ｆｅ溶液，標準Ｔｉ溶液を用いて検量線を作製した。

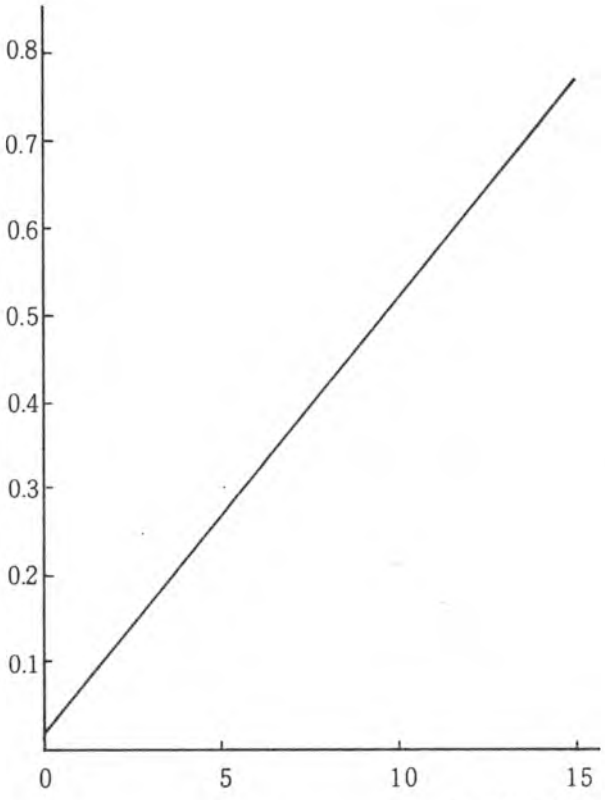


Ｏ－フェナントロリン法　　Fe_2O_3 ppm

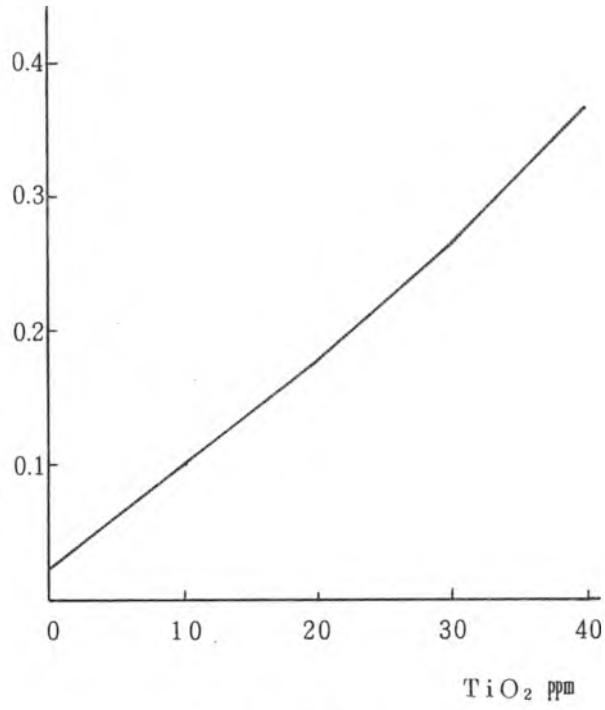


ＤＡＭ法　　TiO_2 ppm

以上のように，きれいに直線上にプロットされた。一方，チオシアン塩比色法，過酸化水素法の検量線は次のとおりである。



チオシアン塩法



過酸化水素法

O－フェナントロリン法，DAM法ともに，従来のチオシアン塩法，過酸化水素法に比べて感度にすぐれ，特にDAM法は過酸化水素法に比べ10倍以上敏感であることがわかった。普通，試料0,5gを分解して，250ml溶液としているが，5～20ml分取するだけでチタンの正確な含有量が測定できる。

これらの検量線を用いて，窯業協会の標準試料を分析した結果，以下のようになり，分析値の許容差を充分満足した。

標準試料	分析項目	標準値	分析結果
R－601	Fe_2O_3	1.16% (1.14~1.18)	1.18%
粘土No.1	TiO_2	0.56% (0.52~0.58)	0.54%
R－801	Fe_2O_3	0.17% (0.16~0.20)	0.18%
ろう石No.1	TiO_2	0.10% (0.09~0.11)	0.09%

＜参考資料＞

JIS M8854

(11)　赤外線加熱横型熱膨張計による測定

試験課　青島忠義　平賀　豊

1. 装置の概要

本装置の最大の特長は，赤外線加熱方式とデジタルプログラム温度制御器を採用したことにある。炉の熱容量が小さいため急加熱急冷却が容易であり，温度制御器の性能と相まって極めて広範囲，かつ高精度の昇降温速度プログラムが得られる。

装置名　横型熱膨張計　DL－1500Y

メーカー　真空理工株式会社

電気炉　赤外線イメージ炉

温度制御　デジタルプログラム　PID-SCR

変位検出器　差動トランス

測定温度範囲　室温～1250℃

膨張測定感度　50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000umフルスケール

温度プログラムモード　1段台形，サイクリック，自動ステップ，高速定温

プログラム昇降温速度　1～999℃／hr, min, sec （ただし，高速昇降温測定は試料材質，形状により異なるが600℃／min程度以下）

保持時間　1～99hr, min, sec （1段台形プログラム，ステップ加熱）

記録計　250㎜巾　2ペン記録計

2. 試験結果

(1) 測温位置の影響

測温位置を変化させた場合，即ち，熱電対の先端を試料の中央，試料の左端，試料の右端に接触させた場合の膨長の変化を図1に示す。900℃以上および冷却の場合に差が出るようである。熱電対の先端は試料の中央部に接触させておく必要がある。

(2) 昇温速度の影響

昇温速度を3℃，5℃，10℃，15℃／minと変化きせた場合の膨張曲線を図2に示す。15℃／min以上になると差が出るようである。普通は3～5℃／min程度で測定されているが，10℃／minでも実用性のあることがわかった。

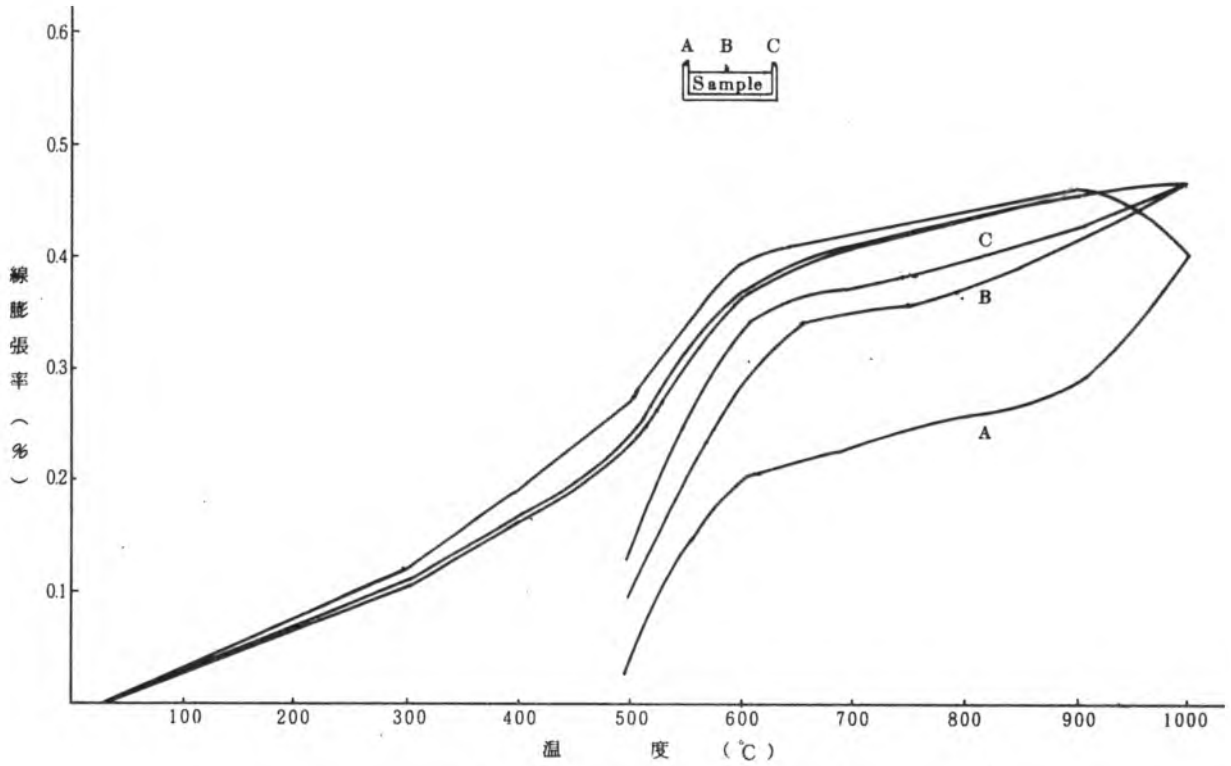


図1　測温位置を変化させた場合

膨張曲線図　Sample焼成素地

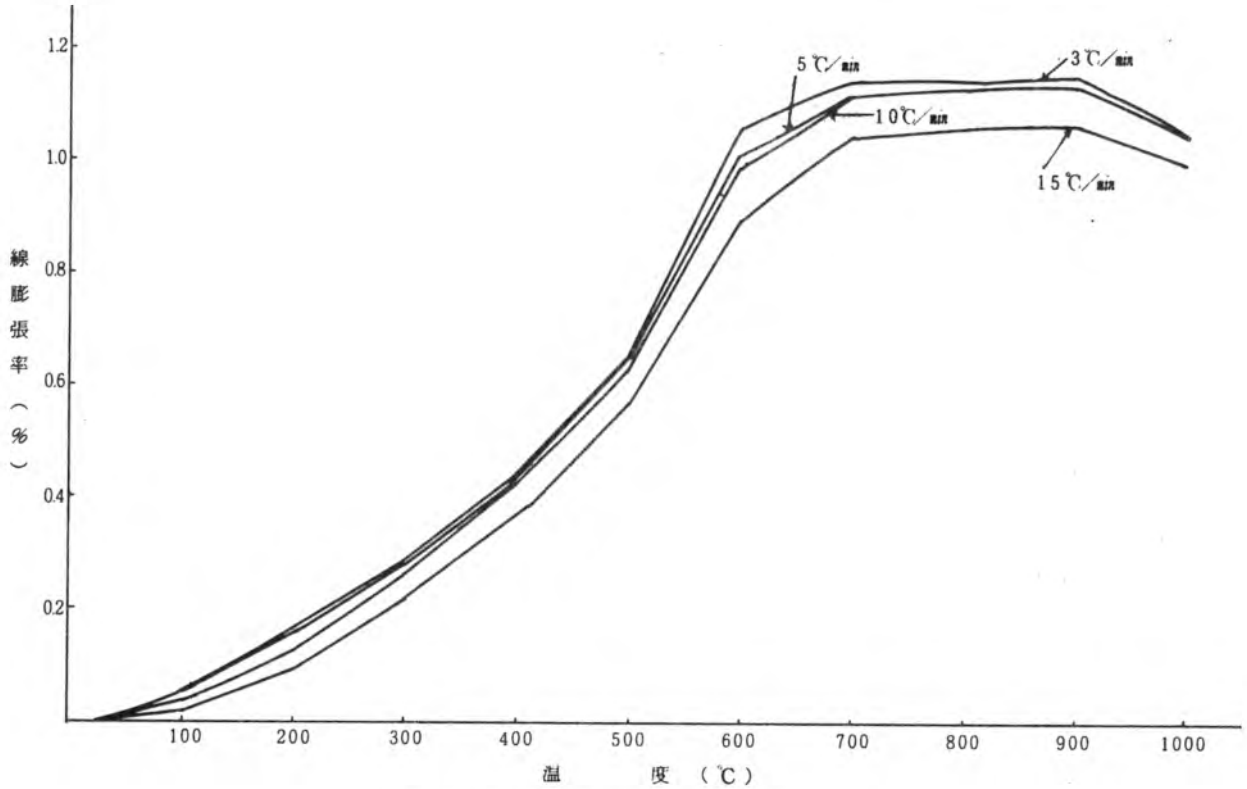


図2　昇温速度を変化させた場合

膨張曲線図　Sample、並土（生）

(12)　焼成管理技術の指導

研究室　伊濱啓一　佐波平三郎
熊野義雄

昨年度来行なってきた焼成管理技術の指導の継続で，今年度も２６社，延べ５１件の指導を行なった。その概要は昨年度と同様，省燃費と良品率の向上を目的としたものであった。

指導例の大半は昨年度来行なってきた指導例と同様に，単独窯については昇温速度・焼成ガス圧，煙道のレンガ操作による炉内圧の調整等，トンネル窯については炉内圧の調整等の不適正が原因であり，これらを指導改善し，適正化することにより，省燃費と良品率の向上を達成した。

しかしながら，多くの場合，本焼焼成工程をより合理的かつ効率よく行なおうとする時，その前段階の各工程を改善する必要がある。まず排熱の有効利用を計ることである。これは資金面上のこともあるが，前後工程において，多くのメリットが出てくる。特に生素地の乾燥石膏型の乾燥（型の数を減らすことができる），施釉後素地の乾燥だけでなく，これらに伴なう移動作業等，有形無形の多くのメリットが出てくる。次に素焼工程は素地中の結晶水，有機物が完全になくなるまで十分に温度を上げたい。それにより"むさり"の心配がなくなり，本焼焼成工程の省燃費を格段に向上することができる。本焼における"むさり"の現象は，この結晶水と有機物に起因するものであるからこの点には十分留意したい。

以上述べてきたことなどを改善することにより，本焼焼成工程をより合理的かつ効率よく行なえる基盤が整い，昇温速度，焼成ガス圧，炉内圧を適正化することができ，省燃費と良品率の向上を達成することができる。

3. 依頼試験，設備利用

項目	件数	項目	件数
X線分析	285	耐寒耐熱試験	14
化学分析	547	焼成試験	103
水質試験	7	加工試験	71
引張り等測定	37	試料調整	206
き裂等試験	78	設備利用	66
粒度測定	39		
耐火度試験	58		
熱膨張等試験	34	計	1,545

4. 技術相談指導

(1) 技術相談指導

項目	内容	件数
原料	窯業原材料（陶石，長石，粘土，金属酸化物，顔料等）の選定，適正利用法，処理法	25
釉薬および素地	釉，素地の調整法，配合比の調整	211
製造技術	成形，乾燥，窯，炉材，熱量，焼成	59
デザイン	デザイン（パターン，形状，着彩法）および装飾技法	38
その他		17
計		350

(2) 巡回技術相談指導

対象	巡回企業数	指導内容
万古陶磁器製造業者	260	製造工程における欠点防止等について企業を巡回し指導した。
伊賀焼陶磁器製造業者	40	
三重県瓦工業協同組合	30	

(3) 技術アドバイザーによる指導

業種	指導企業数	指導日数	派遣したアドバイザー数	備考
陶磁器	14	83	3	

5. 講習会，研究報告会，審査

(1) 講習会

名　　称	年　月	場　　所	人員(人)	内　　容
技術講習会	55. 4	萬古工業会館	23	耐熱磁器素地について 担当　国枝勝利
実技講習会	55. 8	当　　場	17	上絵付技法について 講師　田中一之
〃	56 3	〃	10	下絵付技法について 講師　林　良雄

(2) 展示会、研究発表会、講演会

名　　称	年　月	場　　所	内　　容
第17回陶磁器試験研究機関作品展	55. 11 56. 1 56. 1 56. 2	名古屋市 四日市市 常滑市 多治見市	オーブンウエア，同型異種の器，花器を出品した
第15回窯業技術担当者会議（研究発表）	55. 10	名古屋工業技術試験所瀬戸分室	陶磁器焼成管理技術の研究指導について 担当　伊濱啓一
省エネルギー座談会	55. 12	萬古工業会館	省エネルギーについて 講師　佐治圭三
講演会	56. 1	〃	陶磁器デザインの動向について 講師　内藤義兼
〃	56. 3	当　　場	デザイン開発について 講師　熊沢輝雄
研究発表会	56. 3	〃	昭和55年度研究発表
展示会	56. 3	〃	食器，花器の試作品を展示（31点）
伊賀分場試作展示会	56. 3	伊賀分場	試作品を展示（15点）

(3) 審　査

名　　称	年　月	場　所	委　員　名
意匠登録審査会	55. 4	萬古工業会館	中崎　慧
〃	6	〃	〃
〃	7	〃	〃
〃	8	〃	熊野義雄
〃	10	〃	中崎　慧
〃	11	〃	〃
〃	12	〃	〃
〃	56. 1	〃	熊野義雄
〃	2	〃	中崎　慧
〃	3	〃	〃
第22回四日市萬古急須品評会	55. 9	〃	〃
第1回三重県陶磁器デザインコンペテイション審査会	10	当　場	〃

6. 研修生の指導

名　　称	期　間	人員(人)	内　　容	担　当　者
海外窯業技術研修生	55.4～555	2	釉・顔料・坏土の試験鋳込成形	水谷了介
講習生	55.4～558	4	釉調整技術の講習	〃
研究生	55.9～563	4	釉薬の研究	〃