三 窯 試 年 報

昭和47年度（Vol. 7）

三 重 県 窯 業 試 験 場

目　　次

1. まえがき …… 1頁
2. 三窯試の概要 …… 2
2.1 沿　革 …… 2
2.2 規　模 …… 2
2.2.1 土地・建物 …… 2
2.2.2 業務の種類 …… 4
2.2.3 組織と業務分担 …… 5
2.2.4 決　算 …… 6
2.2.5 主要設備・機器 …… 7
3. 業務の内容 …… 9
3.1 前年度に実施した研究とその成果の概要 …… 9
3.2 依頼業務 …… 11
3.2.1 依頼試験 …… 11
3.2.2 設備利用 …… 12
3.2.3 場内見学 …… 12
3.3 相談及び指導 …… 12
3.3.1 主な技術相談及び指導 …… 12
3.3.2 巡回指導 …… 13
3.3.3 審査その他 …… 13
3.4 主な会合 …… 13
3.4.1 講習会・展示会・研究発表会関係 …… 13
3.4.2 懇談会等 …… 15
3.5 ゼーゲルコーンの製造と販売 …… 16
3.6 研修・技術指導等 …… 16
3.7 窯業開放試験室施設利用状況 …… 16
4. 管下の窯業事情 …… 17
5. 試験研究報告 ……

1. まえがき

昭和47年度の事業実績を報告する。

本年は地上産業をとりまく種々の環境変化，即ち国際経済の変動，産業公害，人件費，原材料の急騰その他，企業の経営に処する問題は山積しており，従来の量産体制から知識集約化の方向が示唆されている現状にかんがみ，業界の技術指導を通じて陶磁器工業の振興を図るという使命から試験研究室的機関の活用度を促進する方向に努力した。そのために業務運用方策のより有効な手段を職員一丸となって追求し，ここに地元公共団体をはじめ業界各位の積極的なご支援によって，業務が円滑に遂行することができましたことをお礼申し上げる。

業務の遂行状況として，業界よりの依頼研究を積極的に取り上げその成果を得た。

その他の事業として依頼試験研究および指導，デザインの研究試作，研究会，講習会，展示会，講演会の開催ならびに実地技術指導，巡回相談，練習生，研究生の養成・設備・機械器具の貸付等を行い窯業技術の推進向上を図った。

場長　橋本錦吾

2. 三窯試の概要

2.1 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（技術指導施設費補助金）をうけ機器類設置（第１回）完了

昭和４３年　３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　２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）をうけ機器類設置（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，解放試験室設置（第３回完了

2.2 規　模

2.2.1 土地・建物

A 本場

敷　地 …… 11,307㎡

建　物 …… 2,113㎡（建坪） …… 2,809㎡（延坪）

〔内　訳〕

本　館	鉄筋コンクリート造２階建	1,433㎡
試作棟	鉄骨平家建	413㎡
調土棟	鉄骨平家建	455㎡
窯　場	鉄骨平家建	196㎡
原料置場	鉄骨平家建	104㎡
変電室	鉄骨平家建	59㎡
車　庫	鉄骨平家建	29㎡
その他	（ボイラー室，プロパン倉庫，渡廊下等）	120㎡

（公害測定室　　プレハブ　　9.9㎡）

B　分　場

敷　　地 ---------- 423㎡

建　　物 ---------- 281㎡

〔内　訳〕

本　　館 ---------- 木造平家建 ---------- 269㎡

そ の 他 ---------- （倉庫，便所） ---------- 12㎡

C　建物の配置と室割

C．1　本場配置図

場内，棟の配置

2.2.2 業 務 の 種 類

Ⅰ 依 頼 試 験

1. 規格試験またはこれに準ずる試験

A 分　　析

a 化学分析 -------- 定性，定量とも

（分光，炎光，蛍光X線，光電光度計による比色等機器分析を含む）

b 鉱物分析 -------- X線回折同定，顕微鏡鑑定（偏光，実体，電子各顕微鏡による），熱分析鑑定（示差熱分析，熱天秤，熱膨張測定等による）

c 色彩分析 -------- （カラーマシンによる明度，彩度，色相の測定）

d 燃料分析 -------- ガス分析，固体燃料品質試験（水分，灰分，発熱量等）重油品質試験（着火点，粘度等）

B 化学処理試験

ＰＨ測定，耐酸試験，鉛溶出試験等

C 物理的試験

a 常温試験 -------- 圧縮強さ，引張強さ，曲げ強さ，衝撃強さ，各種比重（真，かさ，見掛け），吸水率

気孔率（見掛け），弾性率，可そ性

粘度分析（ふるい分け，自動粘度分析器，アンドレアゼンビペット分析法による）

b 熱的試験 -------- 耐火度，示差熱分析，膨張収縮（残存を含む），熱伝導率，焼曲度荷重軟化，スポーリング，強熱減量，冷凍試験，オートクレーブ試験，焼成試験，その他

2. 改良，試作試験

釉，素地，絵具，エンゴーベ，窯道具用耐火物等に関するもの

3 加　　工

切断，紛砕，混練，成形，焼成，その他

4. 検　　定

高温計の補正等

Ⅱ 技術相談及び指導（巡回指導を含む）

企業相談，工場診断，各種調査

原料の鑑定と適正使用法

窯業機械及び装置に関する相談

デザインに関する指導

陶磁器及び耐火物に関する製造，試験，管理等の技術指導

生産技術の改良に関する指導

その他窯業技術一般に関する相談

Ⅲ　研究結果に関する指導

Ⅳ　設備の貸与（開放試験室）

Ⅴ　新規製品の試作研究指導並びに展示

各種調査，講演会，講習会，研究発表会の開催

Ⅵ　技術・技能者の教育養成

Ⅶ　そ　の　他

学界，国及び他機関の開催する会合への参加（窯業協会，耐火物技術協会，工業技術連絡会議及び関係会議等），ゼーゲルコーンの製造販売，業界の催物に対する協力，見学会のあっせん，業界製品審査業務，㊒ の推進，その他業界の啓蒙及び窯業技術の発展を図るに必要な事項に関する業務。

2.2.3　組織と業務分担

課　別	職　名	氏　　名	主　要　担　当　業　務
	場　長	橋　本　錦　吾	総　括
庶務課	庶務課長	田　宮　圭　道	人事管理，予算経理，企画調整，庶務一般
	主　事	服　部　喜美代	予算経理，その他庶務一般
	用務員	森　山　あ　き	事務補助及諸用務
試験課	試験課長	後　藤　繁　策	課内業務の総括，化学試験，公害対策の研究
	主任技師	平　賀　　豊	熱分析及耐火物関係，物性試験研究
	技　師	林　　君　也	化学分析及副材料の化学的研究指導
	〃	青　島　忠　義	化学分析及窯業製品の基礎研究
研究室	研究室長	松　本　衆　司	室内業務の総括，デザイン装飾技術の研究
	主任技師	熊　野　義　雄	釉薬の研究指導
	〃	水　谷　了　介	〃　及物性試験（陶磁器）
	技　師	岡　森　良　次	耐火度及素地の研究指導
	〃	佐　波　平三郎	焼成及品質管理の研究指導
	〃	三　宅　清　路	デザインの研究指導

課別	職名	氏名	主要担当業務
研究室	技師	国枝勝利	窯業原料，副材料の応用研究指導（X線）
	〃	熊谷哉	素地の研究指導
	〃	小林康夫	ゼーゲルコーンの品質管理及素地の研究指導
分場	分場長	中崎慧	分場業務の総括
	主任技師	山本三郎	試作研究指導
	技師	谷本藤四郎	型製作及伊賀焼に関する素地釉薬の指導
その他	嘱託	日根野作三	デザイン講師
	臨時労務員	人員芳雄	ろくろ成形
	〃	池口愛子	ゼーゲルコーン製作

2.2.4 決　算

歳　入

科目	金額（円）	備考
使用料及び手数料	499,960	
財産収入	781,316	
計	1,281,276	

歳　出

科目	商工費（円）	総務費（円）	計（円）
賃金	640,000		640,620
報償費	264,000		264,000
旅費	508,000	9,660	517,660
需要費	3,446,075	301,000	3,747,075
役務費	219,744		219,744
委託料	492,761		492,761
使用量及び賃借料	15,800		15,800
原材料費	194,000		194,000
備品購入費	599,000		599,000
公課費	5,000		5,000
計	6,385,000	310,660	6,695,660

2. 2. 5　主要設備・機器

A 試験研究機器

■自記X線回析装置	1式	理学電機製・自動記録式	昭，43，国補
■螢光X線分析装置	1台	理学電機製・自動記録式	〃
■電子顕微鏡	1台	日本電子・JEM－30B型	〃
■真空蒸着装置	1台	日本電子・JEE－SS型	〃
■超音波加工装置	1式	海上電機・M－A－4211型	〃
■偏光顕微鏡	1台	ニコン・POH型	
■アツベ屈折計	1台	I型，PRA－B	
■実体顕微鏡	1台	ニコン・SM型	
■光電色沢計	1台	精密型，CG2－B	
■炎光光度計	1台	日立・FPF－2型	
■光電比色計	1台	平間式IIB型	
■熱天秤装置	1式	アグネ・自動記録式	昭，43，国補
■示差熱分析装置	1式	アグネ・自動記録式	〃
■高温熱膨張測定機	1式	アグネ・自動記録式	〃
■全自動熱膨張計	1式	英弘・自動記録式	
■高温熱伝導率測定機	1式	河島・森藤式	
■弾性率測定装置	1式	SED大小組	
■自動粒度測定機	1台	島津製作所製	
■回転粘度計	1台	BL型，1－10万cm/p	
■遠心分離機	1台	懸垂型，100cc 4本架	昭，43，国補
■化学分析装置	1式		
■直示天秤	2台	メトラ・B6型・H15型	H15型，昭，43，国補
■PHメーター	1台	堀場・M－3型	
■断熱熱量計	1台	佐竹・燃研式B型	
■高速細磨機	1台	プラニット型，ポット6本掛	昭，43，国補
■ロータップ	1台	小沢製作所製	
■タイラー標準ふるい	1式	飯田製作所製	
■多能材料試験機	1台	東京試験機・AV－10	
■熱間荷重軟化試験機	1台	自記エンデル式・20KVA	
■衝撃試験機	1台	5 kg/m・カッターゲージ付	
■耐火度試験装置	2台	廻転式，¼HP直結	
■オートクレーブ	1台	最高15kg/cm²	
■温度勾配炉	1式	5連式管状電気炉，自動制御付	昭，43，国補
■自動調節記録温度計	1台	千野・142，A－512－112	〃
■電子管式高温度計	1台	千野・ET－1200	
■光高温計	2台	700～2000 ℃	
■ばいじん量測定装置	1式	三鷹工業製	

B 試作用機器

■フレットミル	1台	5HP，ランナー径 1,100mm	
■ジョークラッシャー	1台	3HP，プーリー直結式	
■ハンマークラッシャー	1台	1018－A型，½HP	
■ロールクラッシャー	1基	1段カール式	昭，43，国補
■ブラウンクラッシャー	1台	型½HP	
■スタンプミル	1台	吉田・1139A1型，回転数24rpm	昭，43，国補
■コーヒーミル	1台	吉田・1027A型，回転数 400rpm	〃
■トロンメル	7基	300kg5台，1HP，鉄製ボールミル30kg2台	
■らいかい機	4台	石川3連式，½HP	2台 昭，43，国補
■メノーらいかい機	1台	石川式，AGA型，¾HP	昭，43，国補
■真空土練機	2台	SP型，2HP	
■横型土練機	1台	3HP	
■アイリッヒミキサー	1基	逆流変速式，SKGI型	昭，43，国補
■加圧鋳込装置	2式	高速度攪拌機，真空鋳込機，加圧鋳込機	〃

■油圧成形機	1台	5HP，3連ポンプ油圧式	
■変速ろくろ	3台		
■機械ろくろ	1台		
■多連機械ろくろ	2台		
■無段変速ろくろ	3台	リングコーンポペット	昭，43，国補
■製図装置	1式		〃
■S．P製版印刷装置	1式	製版カメラ，電子バット，真空焼付機，スクリーン印刷機，アーク灯，低温熱風乾燥機	〃
■銅版製版印刷装置	1式	ホエラー，エッチングマシン，下絵銅版印刷機	〃
■ステンシラー	1台	SP特殊自動製版製機	〃
■釉スプレー装置	2式		〃
■エアーコンプレッサー	3台	明治，KM型，½HP	〃
■電気炉	10台	SIC発熱体炉，金属発熱体炉	
■丸型ガス炉	1基	500mmφ×800，強制通風式	
■角型ガス炉	1基	内容0.4㎥，強制通風式	
■超高温ガス炉	1基	戸田超耐火物・PO－(u)型	昭，43，国補
■重油シャットルキルン	1基	内容1㎥，	
■重油焼成登窯	1基	袋	

C 開放試験室機器

昭，44，国補

■粒度分布自動測定装置	1式	島津・RS－50型，純水製造装置WB－B型
■自由粉砕機	1台	奈良式・軽量型M－1
■ディスク型振動ミル	1台	川崎重工T－100型
■ベックマン比重計	1式	東芝930型，ケットF－2A型水分計
■光電色沢計	1式	日立139－0005型，カラーマシンベーシックカラーシート
■標準白色光源	1台	東洋理化工業・FXD－150B型
■万能投影機	1式	日本光学・ニコン6CT型
■上ざら天秤	1式	メトラP－1200型，上ざらかん秤5
■真空脱泡試験機	1台	高木式・400W
■ストーマー粘度計	1台	上島式
■オートグラフ	1式	島津・P－100L型，付属付
■真空成型機	1式	山田式・SD90型
■耐圧試験機	1台	東京試験機・ACNo200A特型，付属付
■高速切断機	1台	道和機械・DF6210型
■かわら試験装置	1式	大西熱学式，マルモ式かわら曲げ試験機
■摩耗試験機	1台	落砂式，ノズル踏台付
■衝撃試験機	1台	振子式，付属付
■熱間荷重軟化試験機	1式	真空理工，DLCR－1型，卓上記録計日立QPD－73型，光高温計M－760型
■ボーリングマシン	1式	KK精機研究所製SB－2型
■硬度計	1台	寺沢式，MVH No.1型
■試料研摩機	1式	ビューラーオートメント式，スペシメンマウントプレス
■オートクレーブ	1台	小沢製作所製，LPGバーナー加熱式，50ℓ
■かさ比重天秤	1式	村上式秤量5㌘AI型，20㌘VI型
■らいかい機	1式	石川式101号，16号，18号，各4連式
■カンタル炉	1式	小島井電気炉製，6KVA，電圧調整器，指示計，熱電対付
■乾燥機	1式	小沢製作所製HD－C型，10KW，ファン付
■エレマ炉	1式	小島井電気炉製12KVA電圧調整器，指示計，表面温度計，光高温計
■モノガス自動分析記録計	1式	(西独)マイハーク社製，トリプレックス，モノE4904型
■重油性状試験機	1式	重粘度計，同恒温槽，引火点試験機，残留炭素測定器・組
■PHメーター	1台	日立・堀場F5型，泥しょう用，比較電極付

3. 業 務 の 内 容

3.1 実施した業務内容とその成果

項目1　白泥とその着色素地の研究

担 当 者　岡森良次，小林康夫

研究内容　四日市地方で製産される無釉白泥急須素地の改良と，その着色による新素材の開発が目的で，基礎素地に各酸化金属を添加，１１５０℃～１２３０℃焼成による光沢と発色の実験を行った。

成　　果　白泥色共に6色の色素地の研究を完了。工業組合において茶器，花器，食器に製品化が決定。

項目2　半磁器坏土の焼成性状

担 当 者　国枝勝利

研究内容　焼成によって素地はガラス成分の他に未熔触の結晶体，即ち石英，ムライト，ときにクリストバライトを多量に含むために焼成温度の変化や素地の鉱物，化学的変化によって焼成による欠点，サメワレ，貫入が生じる。これ等の欠点を防止するために組成的な素地の研究により，焼成性状全般の解明を行った。

成　　果　半磁器製品メーカーの種々の欠点防止対策に効果を上げている。

項目3　耐熱素地の研究

担 当 者　平賀　豊

研究内容　コージェライト，チタン酸アルミニウム，コークリプタイト，ムライト，ジルコン等の複合組成による熱衝撃抵抗性にすぐれた陶磁器素地とその製造法の研究。

成　　果　熱衝撃抵抗にすぐれた合成素地を調製，製品の試作，業界への研究発表により指導を行った。

項目4　色釉における鉛溶出防止と色調について

担 当 者　熊野義雄，水谷了介

研究内容　一般に問題とされる色釉の鉛溶出は金属酸化物として銅，鉄，コバルト，マンガンを含むあざやかな色調の色釉である。これ等の釉の塩基組成の置換とAl_2O_3・SiO_2の増減によって，鉛溶出防止と色調の変化を解明する。

成　　果　銅釉について検討したところ，Ｐｂ溶出量はAl_2-O_3・ＳｉＯが増すにつれ少くなり，同時にＣｕ溶出量も少く酸による変色も目立たないものが得られた。

項目5　赤万古烻器坏土の解膠について

担 当 者　林　君也

研究内容　赤万古急須用坏土は従来から解膠が困難だとされてきたが，その原因は含鉄頁岩粘土が主成分でこれを細磨するため，２価３価のイオンが増加することにより鋳込時の排泥が悪くなる。この欠点を解決するため珪酸ソーダ，ピロリン酸ソーダ，珪酸ソーダと没食子酸，珪酸ソーダとフミン酸ソーダ，縮合リン酸ソーダと珪酸ソーダを使用実験を行った。

成　　果　単独併用により実験を行ったが，縮合リン酸ソーダと珪酸ソーダの併用が最も良好であった。これは坏土の可溶性塩がリン酸塩によって不溶性塩に変ずるためである。

項目６　表面加飾におけるエマルジョン撥水剤の利用研究について

担 当 者　林　君也

研究内容　アンモニア性アルカリのパラフィンを釉，顔料に分散させ，強制乾燥して撥水効果を上げる方法。顔料で分散しにくいものはＮａ・Ｋイオンの添加により分散を助ける。又石油系シリコンの使用を行った。

成　　果　下絵銅板転写顔料に使用し，印刷，撥水効果共に良く，新しい撥水絵付技法として成功した。

項目７　鉛釉の耐酸性に関する研究

担 当 者　後藤繁策，青島忠義

研究内容　Li_2O の添加がＰｂの溶出に及ぼす影響について研究を行ったが，主として青緑銅釉にＬｉ源としてペタライト，Li_2CO_3 を添加したものについて，Ｐｂ溶出量の測定を行い，Ｌｉの添加効果をしらべた。

成　　果　ペタライト，Li_2CO_3 共に同一結果が認められ，一定量のＬｉ添加はＰｂの溶出防止に効果があることが確認された。

項目８　デザイン試作研究

担 当 者　三宅清路，松本衆司

研究内容　当場において研究開発された新素材（素地・釉薬）および県内業界で使用されている素地により，新製品の開発研究を行った。試作品種は耐熱食器を中心に花器，食卓用品，等４６点の試作を行った。又４７年度陶磁器試験研究機関作品展テーマによる壁面装飾タイル３点の試作を行った。

成　　果　試作品は昭和４７年３月２６日三窯試試作品展示会において展示発表を行った。

項目９　スクリーンプロセスによる生釉上転写（イングレーズ）

担 当 者　松本衆司，三宅清路

研究内容　未焼成釉上にＳＰ転写を行うため，釉スリップにポリアクリル酸エステルエマルジョンを添加，施釉面を硬化させて転写を行う研究を行った。

成　果　アクリル酸エステルエマルジョンの添加は発泡を併うためスプレー施釉を行った。転写印刷顔料に使用するバインダーは従来の白玄は使用せず，ポバール，アルギン酸ソーダ，アクリル樹脂エマルジョンの併用で効果を上げている。

項目10　赤万古急須焼成のガス分析と炉内反応

担当者　佐波平三郎

研究内容　赤万古焼器は含鉄頁岩粘土を主成分とする素地を使用し還元焼成による独特の紫褐色の色調を呈する。そこで赤万古焼成炉内雰囲気の連続ガス分析を行い炉内反応について研究した。

成　果　赤万古焼器の焼成工程で還元焼成時のガス濃度の推移を詳しく知ることができた。その結果業者の焼成現場においてガス分析を行い，焼成雰囲気調整が簡単にできるようになった。

項目11　花器用粘土の開発

担当者　熊谷　哉

研究内容　焼成温度1250° C，全収縮率10～13％，焼成収縮率7～8％，吸水率3％$^{\pm}$，以上の必要条件の他に，古伊賀風材質感の表現を目的とする。又供給価格は低くなければならない等を目標に研究を行った。

成　果　上記必要条件に適合した花器用粘土を完成。試作品の製作を行い，花器分科会においての研究発表を行った結果，製品化が決定された。

項目12　伊賀焼新製品の開発研究

担当者　中崎　慧，山本三郎，谷本藤四郎

研究内容　伝統産業としての伊賀焼新製品の開発と品質の高級化による新市場の開拓のためのデザインと品質管理による安定した坏土の調整研究を行った。

成　果　1）　コーデェライト，ペタライト添加による耐熱素地の開発を行った。

2）　伊賀焼鉱山の粘土を主体とした素地土の研究により安定した　土の調査が出来るようになった。

3）　装飾技法の研究により新製品の開発を行った。

3.2　依　頼　業　務

3 2.1	依頼試験	1,1 2 5件
	定 性 分 析	7 0件

定量分析	444件
耐圧強度	45
耐火度試験	169
吸水率	2
耐寒試験	13
粒度測定	16
磨耗試験	4
定性試験	10
定量試験	33
強熱減量	12
気圧試験	18
熱膨張率測定	46
示唆熱分析	2
熱重量分折	2
焼成試験	38
釉試験	4
加工	80
試作	34
X線鑑定	121
副本	22
3.2.2 設備利用	783件
3.2.3 場内見学	1,194人

3.3 相談及び指導

3.3.1 主な技術相談及び指導

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）の選定的正利用法，処理法	129
調合技術	釉，素地の調整法，配合比の調整	235
成形技術	泥しょうの調整法，可そ性と原料の選択，成形方法	140
乾燥及び焼成技術	乾燥装置，窯及び構造，部分品（炉材），焼成技術，燃料	148
欠点防止技術	き裂，はく裂，ピンホール，発泡，その他	137

項　目	内　容	件　数
装　飾　技　法	輸出向及国内向製品，シルクプリント　パターン，形状，釉彩色	161
市場性と生産方針	新製品の開発相談	14
楽　焼　指　導	小学校，中学校集団工作	13
試　験　法	試験機器，試験方法	11
品　質　管　理	基礎，抜取試験	21
工場レイアウト	機械装置の配置	12
そ　の　他		19
計		1,040

3.3.2　巡　回　指　導

対　象	巡回企業数	指　導　内　容
万古陶磁器工業協同組合	170	巡回指導相談班を編成，四日市地区全工場の巡回を実施，問題点の解決指導を行なった。
伊賀焼陶磁器工業協同組合	25	素地，釉，えのぐ等の調合，デザイン焼成等の実地指導。

3.3.3　審査その他

赤万古急須品評会　　1回

審査委員長　場長　橋　本　錦　吾

意匠登録審査会　　3回

顧　問　研究室長　松　本　衆　司

万古焼新製品審査会　　1回

審査委員　研究室長　松　本　衆　司

3.4　主な会合

3.4.1　講演会，展示会，研究発表会関係

1.　花器素地の研究発表会（第1次）

期　日　昭和47年7月13日

場　所　三重県窯業試験場

担当者　技師　熊　谷　　哉

2. 三重県発明工夫展出品

期　日　昭和４７年１１月９日～１５日

会　場　ジャスコ四日市店

出品物　スクリーン印刷自動製版機

3. 白色着色素地の研究発表会

期　日　昭和４７年１１月１５日

場　所　万古工業会館

担当者　技師　岡森良次，小林康夫

4. 耐熱素地の研究発表会

期　日　昭和４７年１１月２１日

場　所　三重県窯業試験場

担当者　主任技師　平賀　豊

5. 花器素地の研究発表会（第２次）

期　日　昭和４８年２月１０日

場　所　万古工業会館

担当者　技師　熊谷　哉

6. 第９回陶磁器試験研究機関作品展出品

名古屋／会期　昭和４８年２月１９～２３日

会場　日本陶磁器センタービル

滋賀県／会期　昭和４８年２月２８日～３月２日

会場　滋賀県信楽町民体育館

出品物　タイル　２組

グラタンセット　１組

7. 伊賀分場試作品展示および懇談会

期　日　昭和４８年２月２３日

場　所　三重県窯業試験場伊賀分場

出品物

土　な　べ	２３０～２４０φ	３点
ゆ き ひ ら	１５０～１８０φ	２点
焼き肉なべ	２７０φ	１点
柳 川 な べ	２００φ	１点
ほうらくむし	１８０φ	１点

茶　　器	3　種	7点
酒　　器	4　種	6点
計		21点

8. 新製品開発指導講演会ならびに試作品展示

期　日　昭和48年3月26日

場　所　万古工業会館

イ　講　演

「どんなものを，どう売るか」

株式会社　たち吉社長　富田忠次郎　氏

ロ　試作品展示

出品作品

キャセロール	12種	16点
土　な　べ	5種	5点
グラタンセット	2種	10点
タンブラー	10種	10点
番茶器セット	2組	12点
小　　鉢	5組	25点
花　　器	10種	10点
計		88点

34.2 懇談会等

事業名	実施月日	対象業種	事業内容
懇談会	47. 5. 11	伊賀焼陶磁器工業協同組合	伊賀焼振興に関する懇談
	6. 12	万古陶磁器工業協同組合	試験場の指導体制，研究指導のあり方等について意見交換
	6. 21	万古陶磁器工業協同組合小委員会	試験場と業界の連携を密接にするための具体策について討議
	48. 1. 10	伊賀焼陶磁器工業協同組合	労政に関する懇談
	2. 7	〃	伊賀焼振興に関する懇談
	2. 23	〃	デザインならびに鉛毒防止について
	3. 1		税務，労務に関する懇談

事業名	実施月日	対象業種	事業内容
研究会	47. 4. 26	伊賀焼陶磁器工業協同組合	欠点防止について
	7. 7	〃	ガス窯について
	7. 13	万古陶磁器工業協同組合花器分科会	花器素地について
	9. 8	万古陶磁器工業協同組合植木鉢分科会	原料，素地について
	12. 16	伊賀焼陶磁器工業協同組合	工芸品について
第7回窯業技術担当者会議	47.11. 8 ～ 11. 10		国，公設試験研究機関技術担当者の研究発表と討論会 三重県窯業試験場発表分 ① 長石質陶器素地の焼成性状（第1報） 技師 国枝勝利 ② 鉛溶出に関する討論会 技師 青島忠義

3.5 ゼーゲルコーンの製造と販売実績

区分（SK）	本年度生産高（本）	販売	
		数（本）	金額（円）
11 ～ 1a	70.201	47.340	710.100
01a ～ 010a	7.760	906	14,496
計	77.961	48,246	724,596

3.6 研修，技術指導等

技能者養成　4名　ロクロ成形と釉，デザインを指導（47年7月～48年3月）

海外窯業技術研修生　1名　釉，顔料，シルクスクリーンについて（47年7月まで）

技術指導　2名

3.7 窯業開放試験室施設利用状況

規模別	当該業種県内中小企業者数	延件数	実件数	備考
従業員数 3人以下	126	2	1	
4人～19人	237	205	20	
20人～99人	44	282	84	
100人以上	11	83	18	
計	418	572	123	

4. 管下の窯業事情

三重県下における窯業の業種は多岐にわたり，ほとんど窯業全般にわたっている。しかしこれらの中当試が対象とするものは，次表に示す陶磁器，同関連製品を製造する企業と，県下に散在する瓦を製造する企業である。それらは中小ないし零細企業がほとんどで，生産性や技術水準・経営管理意識も低く，企業の体質改善が，問題点の一つにあげられる。

業種別 / 規模別	衛生陶器	食卓用ちゅう房用品	置物	電気用陶磁器	タイル	絵付	はい土	その他陶磁器	計
従業員　3人以下	0	91	18	0	0	0	8	9	126
4人～19人	0	126	67	0	11	7	3	23	237
20人～99人	1	29	11	0	1	0	0	2	44
100人以上	0	6	1	1	3	0	0	0	11
計	1	252	99	1	15	7	11	34	418

（三重県統計課資料　昭46. 12. 31現在）

1. 四日市地区の事情

当地区は，県下の陶業を代表する陶業地といわれ，企業数は万古陶磁器工業協同組合傘下で181アウトサイダーを合せれば約200工場に達する。ここ数年間の年産額は次表に示すように年々上昇を続けていたが，昨（47）年度は伸び率が低下し，輸出額は，前年度より少なくなっている。

年別（昭和）	年産額（千円）	伸び率（%）	輸出額（千円）	伸び率（%）
43	6,024,000		3,312,000	
44	6,997,903	16.1	3,989,368	20.3
45	8,039,330	14.8	4,383,836	9.8
46	8,898,677	10.8	4,774,328	8.9
47	9,096,017	2.2	4,707,366	−1.4

生産額については，ここ数年伸び率が低下しつづけているが，これは貿易の不振と国内個人消費の横這による滞貨が原因と考えられ，製品の向上と新市場の開拓等企業の一層の努力が望まれる。

次に昨（47）年度における該業界（万古陶磁器工業協同組合傘下による）の各種統計を記載する。

1）工場数

a）内外製品別工場数

国内向	国内輸出兼	輸出向	その他	計
130	17	28	6	181

b） 主要製品別工場数

国内向	鍋類22，食器類24，茶器類28，花器類36，植木鉢15，置物喫煙具類5 その他8
輸出向	ディナーセット，食器類24，置物玩具類1

c） 従業員数別工場数

人数（人）	1～5	6～10	11～20	21～50	51～100	101～200	201～300	301～	計
工場数	40	48	44	33	9	5	0	2	181

d） 経営体形別　法人 …… 64　　個人 …… 117

2） 従業員数

職員男	職員女	労務者男	労務者女	計
396	271	1,521	2,433	4,621

技能者と若年労務者の不足は深刻で，技能者養成機関の設置が望まれている。

3） 窯の種類と基数

種類	トンネル式			シャットル式			単独式			
	重油焚	重油焚	LPG焚	重油焚	重油焚	LPG焚	重油焚	軽油焚	LPG焚	電気焚
設置工場数	17	7	7	27	3	69	6	2	14	109
基数	24	14	7	54	4	134	13	2	28	458

4） 製品の種別生産比（金額による）

品種	国内向					輸出向	
	土鍋類	花器類	茶器類	植木鉢	その他	食器類	ヘベルティー
比（%）	45	30	10	10	5	88	12

5） 仕向地

マーケット	国内向			輸出向	
	東京都及びその付近	大阪市及びその付近	その他	北アメリカ他	その他
(%)	50	30	20	75	25

2. 伊賀地区

阿山郡阿山町丸柱地区(上野市北方10Km)は滋賀県信楽町に近位し，四日市に次ぐ陶業地といわれ，企業数は伊賀焼陶磁器工業協同組合傘下で19，アウトサイダーを合せて26工場である。年産額は約3億5千万円，従業員数は家族労務者を含めても約150名で年々減少の傾向にあり，この地区においても労務者不足が深刻である。製品はほとんど土なべ，ゆきひらで，他は茶華器，酒器，喫煙具等である。

上野市には外装タイルの大，中企業が各1工場，内装タイルの大企業が1工場あり，それらの生産額はかなり大きい。

工芸的な工場としては，上野市に5，阿山町に5工場がある。

3. その他の地区

桑名市，津市，松阪市，伊勢市には工芸的工場が，熊野市郊外には中規模の花器工場が，また久居市郊外には陶器工場が，それぞれ1工場ずつ点在している。

4. 屋根瓦

瓦製造業者は，三重県瓦工業協同組合傘下とアウトサイダーを合せて約150工場あり，そのほとんどが零細な和瓦(いぶし)業者である。この内洋瓦(施釉)業者は8工場で，いずれもトンネル窯を持ち比較的近代化された工場である。年産額は和瓦で約8億円，洋瓦で約4億8千万円である。

目　　次

研1−1　長石質陶器素地の焼成性状について（第1報）…… 21

1−2　〃　（第2報）…… 39

1−3　〃　（第3報）…… 57

研2　耐熱陶磁器素地の研究（第1報）
ペターライト − 木節粘土系素地について …… 71

研3　表面加飾におけるエマルジョン撥水剤の利用について …… 81

研4　銘釉の耐酸性に関する研究（第3報）
Li_2Oの添加がPbの溶出に及ぼす影響 …… 84

研5　製品デザインと装飾技法の研究 …… 87

研6　伊賀焼新趣製品のデザイン的研究（第3報）…… 92

（研1－1）

長石質陶器素地（半磁器）の焼成性状について（第1報）

研究室　国枝勝利

1. まえがき

長石質陶器素地は鉱物組成上からは，粘土鉱物類45～60％，長石5～15％及び石英35～45％からなり，原料として欧米ではカオリン，ボールクレー，けい石及び長石を，日本では陶石，ろう石，木節及び長石（陶石立て素地）を用いているようである。当四日市地区でも陶石類55～60％，木節粘土30～35％及び長石5～15％の素地を1,200℃前後で本焼成している。この温度は長石が溶融し終り，また石英がクリストバライトへ転移し始める温度に相当するので，焼成温度や使用原料の変化によって，素地の焼成後の鉱物組成や他の物理的性質が，かなり敏感に影響されることが考えられる。事実，当地方の工場で時々クリストバライト量の過多から，いわゆる“さめ割れ”が発生する。しかも炉内位置（即ち炉内温度差）により，さめ割れの発生する率に明らかな差があることもあり，この原因が冷却速度差の他にクリストバライト量の多少に関係すると考えられることも多い。しかし，この様な現象が生じた場合，焼成温度・成形性・吸水率・収縮率等を変えないまま，クリストバライトの生成を防止する対策としては，総合的な陶石立て長石質陶器素地の研究が不充分であるので，場当り的な方法しか行なわれていない現状である。

本研究は，長石質陶器素地の焼成性状を集積し，それにより素地制御の一助とする為に行なったものである。

2. 原料及び前処理

原料は四日市地区の現業使用のもの，または利用可能のもののうちから選んだ。陶石類には，いづれも現業使用中の河合，平木，服部陶石を，長石類には曹長石／カリ長石の比が互いに異なる平津・野岐・福島長石を，木節粘土類には，その中に含まれる遊離石英量が異なる特級・蛙目質水ひ・並級本山木節を使用した。これらの他に福島けい石と村上セリサイトを補助的に使用した。これら原料の化学分析値及び鉱物組成は表1のようである。

表1　使用原料の化学分析置・X線回析による鉱物組成とα－石英定量

原料＼性質		化学分析表									鉱物組成*	α－石英定量**
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Ig Loss	Total		
陶石類	河合陶石	78.07	17.05	0.14	0.11	0.08	1.50	0.18	3.10	100.23	Q S Py	48.0
	平木陶石	79.86	13.46	0.34	0.43	0.12	0.16	0.09	5.02	99.48	Q K (Mo)	46.5
	服部陶石	76.26	16.51	0.47	0.73	0.39	2.58	0.39	2.91	100.24	Q S (Py)	55.5
長石類	平津長石	67.16	18.46	0.34	0.11	0.32	6.64	6.32	0.61	99.96	Pf A Q Mi	—
	野岐長石	69.42	15.49	0.11	0.56	tr	9.52	4.64	0.21	99.95	Pf A Q	—
	福島長石	66.71	18.56	0.18	0.24	tr	10.42	3.48	0.37	99.96	Pf A Q	—
木節類	本山木節特級										K Q (S)(Pf)	6.5
	〃 蛙目質水ひ										K Q (S)(Pf)	9.3
	〃 並級										K Q (Pf)(S)	11.0
福島けい石											Q	—
村上セリサイト											S Q	35.0

＊　Q＝α－石英，S＝セリサイト，Py＝パイロフイライト，K＝カオリナイト，Mo＝モンモリロナイト，Pf＝カリ長石，A＝曹長石，Mi＝白雲母，（　）は（　）内の鉱物が少量であることを示す。

＊＊　CaF_2 を内部標準として検量線を作成して定量した。

これらの原料のうち，陶石類についてはフレット粉砕入荷物を先ずディスク型振動ミルで粉砕後，ポットミルにて40時間湿式磨砕した。長石類及び福島けい石は粉状入荷物をポットミルにて40時間湿式磨砕した。木節粘土類と村上セリサイトは入荷状能（プレスケーキ）のまま使用した。これら原料の処理後の粒度分布を図1に示す。

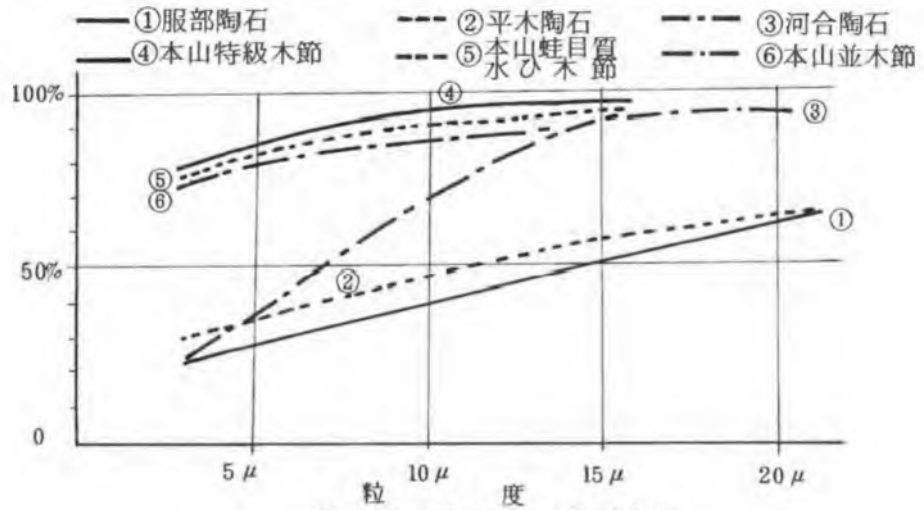


図1 (A)　使用原料の粒度分布

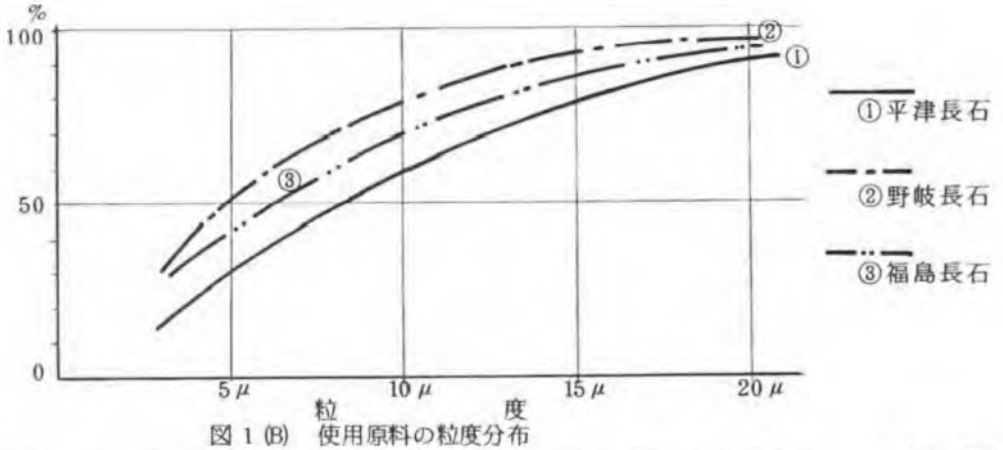


図1(B)　使用原料の粒度分布

3. 実験方法

3.1 調合率

調合は上記原料を使用し，表2に示す 3^n 型直交配列 L_{27} (3^{13})に従って行なった。

表2　直交配列表 $L_{27}(3^7)$ へのわりつけ

要因	記号	水準Ⅰ	水準Ⅱ	水準Ⅲ
陶石の種類	B	河合	平木	服部
長石の種類	C	平津	野岐	福島
木節の種類	D	本山特級	本山蛙目質	本山並級
陶石の量	F	44%	55%	65%
長石の量	G	5%	10%	15%
木節の量	H	少量	中量	多量
村上セリサイトの量	I	0%	5%	10%

注) 福島けい石量＝100－(F＋G＋H)
木節の量は陶石の量により左右され次のようになる。

陶石の量の水準	Ⅰ			Ⅱ			Ⅲ		
木節の量の水準	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
	20%	30	40	15	22	30	10	15	20

たとえば，FⅠ，HⅢのときは木節の量は40%
FⅢ，HⅡ　〃　〃　15%
となる。

$L_{27}(3^7)$ 表

わりつけた要因	B	C	D	F	G	H	I
試験体番号＼列番	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	2	2	2
3	1	1	1	1	3	3	3
4	1	2	2	2	1	1	1
5	1	2	2	2	2	2	2
6	1	2	2	2	3	3	3
7	1	3	3	3	1	1	1
8	1	3	3	3	2	2	2
9	1	3	3	3	3	3	3
10	2	1	2	3	1	2	3
11	2	1	2	3	2	3	1
12	2	1	2	3	3	1	2
13	2	2	3	1	1	2	3
14	2	2	3	1	2	3	1
15	2	2	3	1	3	1	2
16	2	3	1	2	1	2	3
17	2	3	1	2	2	3	1
18	2	3	1	2	3	1	2
19	3	1	3	2	1	3	2
20	3	1	3	2	2	1	3
21	3	1	3	2	3	2	1
22	3	2	1	3	1	3	2
23	3	2	1	3	2	1	3
24	3	2	1	3	3	2	1
25	3	3	2	1	1	3	2
26	3	3	2	1	2	1	3
27	3	3	2	1	3	2	1

3.2 調合及び成形

調合は上記直交配列表に従い，また調合順序をＪＩＳＺ9031によりランダム化し，各合量500ｇづつ秤量し，ポットミルで2時間湿式混合した後，100℃で乾燥した。さらにその乾燥体をらいかい機で8％の水を加えつつ粉砕・造粒した。成形は油圧式ハンドプレス機により成形圧300㎏/㎠で100×20×約5（㎜）の試験体を作製した。

3.3 焼　　成

上記試験体をエレマ電気炉を用いてＳＫ5ａ～ＳＫ9で焼成した。各火度の最高温度とその保持時間を表3に示す。

表3　焼成火度最高温度と保持時間

火　度	最高温度	保持時間	火　度	最高温度	保持時間
ＳＫ5ａ	1150℃	45分	ＳＫ8	1220℃	1時間
6ａ	1185℃	〃	9	1240℃	40分
7	1200℃	〃			

なお各27本の試験体の炉内位置は，温度分布差を考慮して，3.2と同様ランダム化した。

4. 実験結果及び考察

4.1 吸　水　率

吸水率は煮沸法を用いて測定した。その結果を表4に，また分散分析結果とその図を表5と図2に示す。

表4　吸　水　率

焼成火度 / 試験体番号	SK5a	SK6a	SK7	SK8	SK9
1	15.6	15.0	13.7	14.0	9.1
2	9.4	8.3	7.2	5.8	1.7
3	4.5	3.2	1.8	0.0	0.0
4	12.7	11.9	11.5	8.2	7.7
5	11.7	9.9	9.3	5.9	4.2
6	6.0	4.1	3.2	0.1	0.0
7	17.6	15.9	15.6	12.2	12.9
8	11.9	10.8	9.5	5.0	5.4
9	9.1	7.6	6.4	2.3	1.5
10	13.8	13.2	12.0	10.5	11.0
11	12.7	11.8	10.7	10.9	8.6
12	11.4	10.0	9.3	8.4	4.2
13	12.6	12.2	11.0	9.2	10.1
14	11.6	11.3	10.1	8.7	8.8
15	11.9	10.2	8.9	5.8	4.1
16	13.4	12.4	12.0	10.1	9.6
17	11.3	10.2	9.7	8.6	6.3
18	10.7	9.4	8.7	4.3	3.2
19	9.5	7.9	7.4	5.1	3.0
20	9.1	7.9	6.3	2.6	1.9
21	8.1	6.8	5.4	6.4	1.4
22	9.9	8.5	7.8	4.0	3.3
23	9.6	7.4	6.8	1.9	1.8
24	9.8	8.7	7.8	3.3	2.2
25	9.1	8.2	7.5	4.2	3.2
26	10.0	8.6	7.7	6.3	3.3
27	8.3	6.8	5.9	3.0	1.4

表5（A） 吸水率の分散分析結果

要因	SK5a		SK6a		SK7		SK8		SK9	
	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定
B. 陶石の種類	＊＊	Ⅰ(河合) = 10.9 Ⅱ(平木) = 12.1 Ⅲ(服部) = 9.2	＊＊	Ⅰ = 10.0 Ⅱ = 11.3 Ⅲ = 9.8	＊＊	Ⅰ = 10.0 Ⅱ = 10.4 Ⅲ = 9.2	＊＊	Ⅰ = 5.9 Ⅱ = 8.5 Ⅲ = 4.1	＊＊	Ⅰ = 4.7 Ⅱ = 7.3 Ⅲ = 2.4
C. 長石の種類	—	Ⅰ(平津) = 10.6 Ⅱ(野岐) = 10.6 Ⅲ(福島) = 11.2	—	Ⅰ = 9.7 Ⅱ = 9.6 Ⅲ = 10.1	—	Ⅰ = 8.4 Ⅱ = 8.7 Ⅲ = 9.4	—	Ⅰ = 7.1 Ⅱ = 5.2 Ⅲ = 6.2	—	Ⅰ = 4.5 Ⅱ = 4.7 Ⅲ = 5.2
D. 木節の種類	—	Ⅰ(特級) = 10.4 Ⅱ(蛙目頂) = 10.6 Ⅲ(並級) = 11.2	—	Ⅰ = 9.6 Ⅱ = 9.6 Ⅲ = 10.2	—	Ⅰ = 8.7 Ⅱ = 8.8 Ⅲ = 9.1	—	Ⅰ = 5.8 Ⅱ = 6.4 Ⅲ = 6.4	—	Ⅰ = 4.1 Ⅱ = 4.8 Ⅲ = 5.5
F. 陶石の量	＊	Ⅰ(45%) = 10.2 Ⅱ(55%) = 10.2 Ⅲ(65%) = 11.7	＊	Ⅰ = 9.4 Ⅱ = 3.3 Ⅲ = 10.7	＊	Ⅰ = 9.4 Ⅱ = 9.4 Ⅲ = 9.8	—	Ⅰ = 6.3 Ⅱ = 5.7 Ⅲ = 6.9	—	Ⅰ = 4.6 Ⅱ = 4.2 Ⅲ = 5.7
G. 長石の量	＊＊	Ⅰ(5%) = 12.6 Ⅱ(10%) = 10.7 Ⅲ(15%) = 8.7	＊＊	Ⅰ = 11.9 Ⅱ = 9.7 Ⅲ = 7.7	＊＊	Ⅰ = 11.0 Ⅱ = 9.8 Ⅲ = 6.6	＊＊	Ⅰ = 8.6 Ⅱ = 6.2 Ⅲ = 3.7	＊＊	Ⅰ = 7.8 Ⅱ = 4.7 Ⅲ = 2.0
H. 木節の量	＊＊	Ⅰ(少) = 12.0 Ⅱ(中) = 11.0 Ⅲ(多) = 9.3	＊＊	Ⅰ = 10.9 Ⅱ = 10.2 Ⅲ = 8.3	＊	Ⅰ = 10.1 Ⅱ = 9.1 Ⅲ = 7.3	＊	Ⅰ = 7.1 Ⅱ = 6.6 Ⅲ = 4.9	＊	Ⅰ = 5.4 Ⅱ = 5.2 Ⅲ = 3.9
I. 村上セイサリトの量	＊＊	Ⅰ(0%) = 12.0 Ⅱ(5%) = 10.5 Ⅲ(10%) = 9.7	＊＊	Ⅰ = 11.4 Ⅱ = 9.4 Ⅲ = 8.6	＊＊	Ⅰ = 10.3 Ⅱ = 8.5 Ⅲ = 7.8	＊＊	Ⅰ = 8.4 Ⅱ = 5.4 Ⅲ = 4.8	＊＊	Ⅰ = 6.5 Ⅱ = 3.6 Ⅲ = 4.4
β	0.85		0.83		0.62		1.28		0.89	

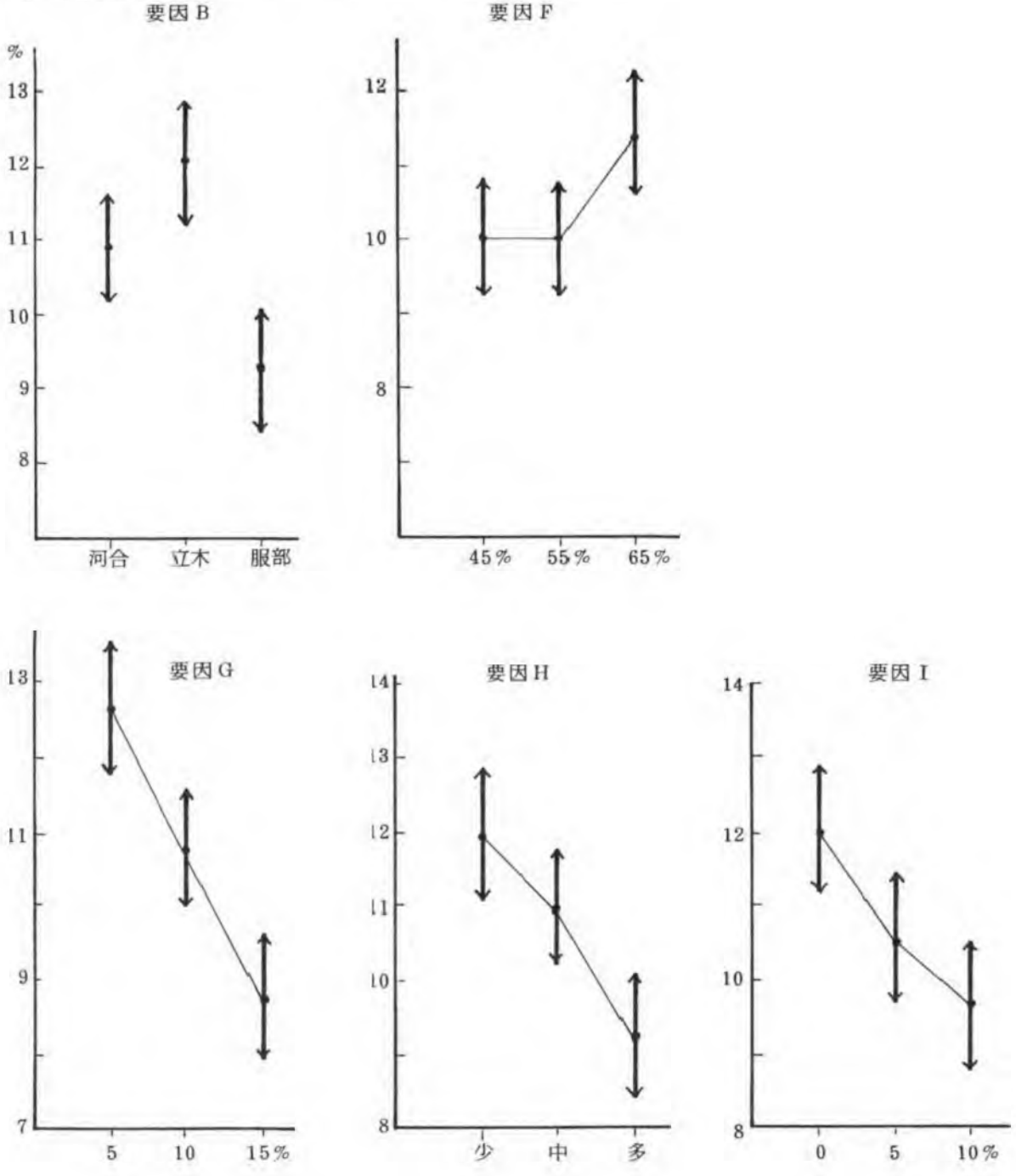
注）Fo：判定　＊＊ 99%以上の確率で有意差あり　＊ 95%以上99%以下の確率で有意差あり
β ：確率95%の母平均の信頼限界

表5（B） 各火度間の検定

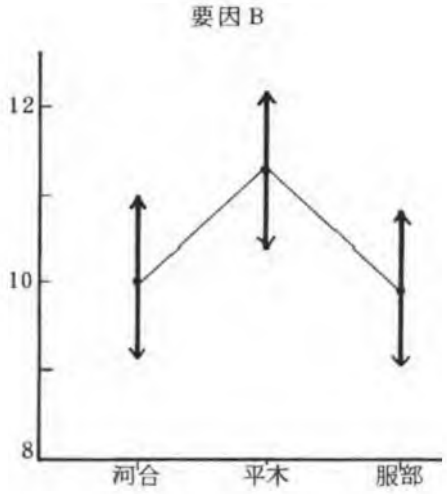
要因	Fo	平均値の推定	β
火度間	270.7＊＊	SK5a=10.7　6a=9.8　7=8.8　8=6.2　9=4.7	0.30

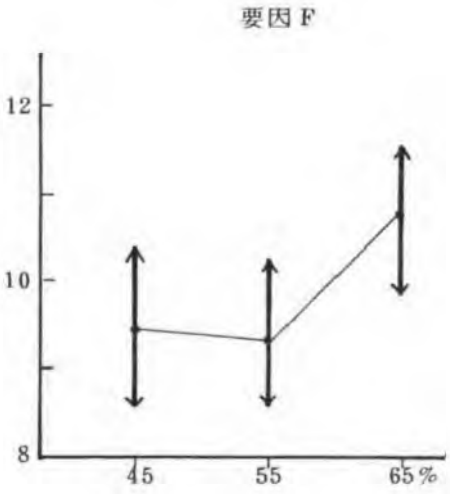
図2　　表5のグラフ化

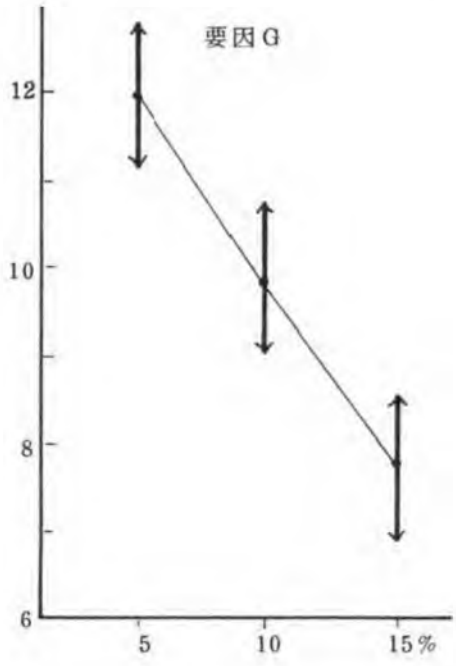
(1)　SK5a

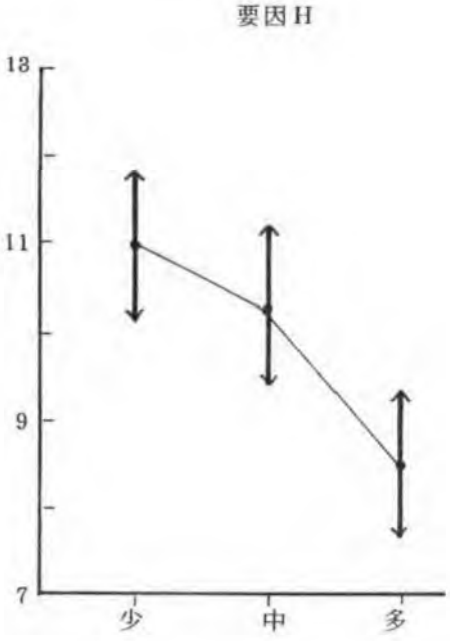


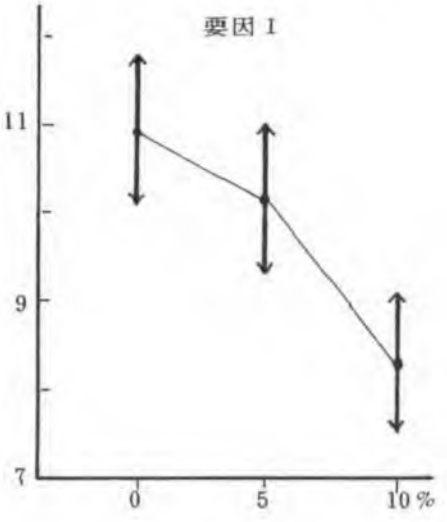
(2) ＳＫ６ａ


要因Ｂ
12
10
8
河合
平木
服部

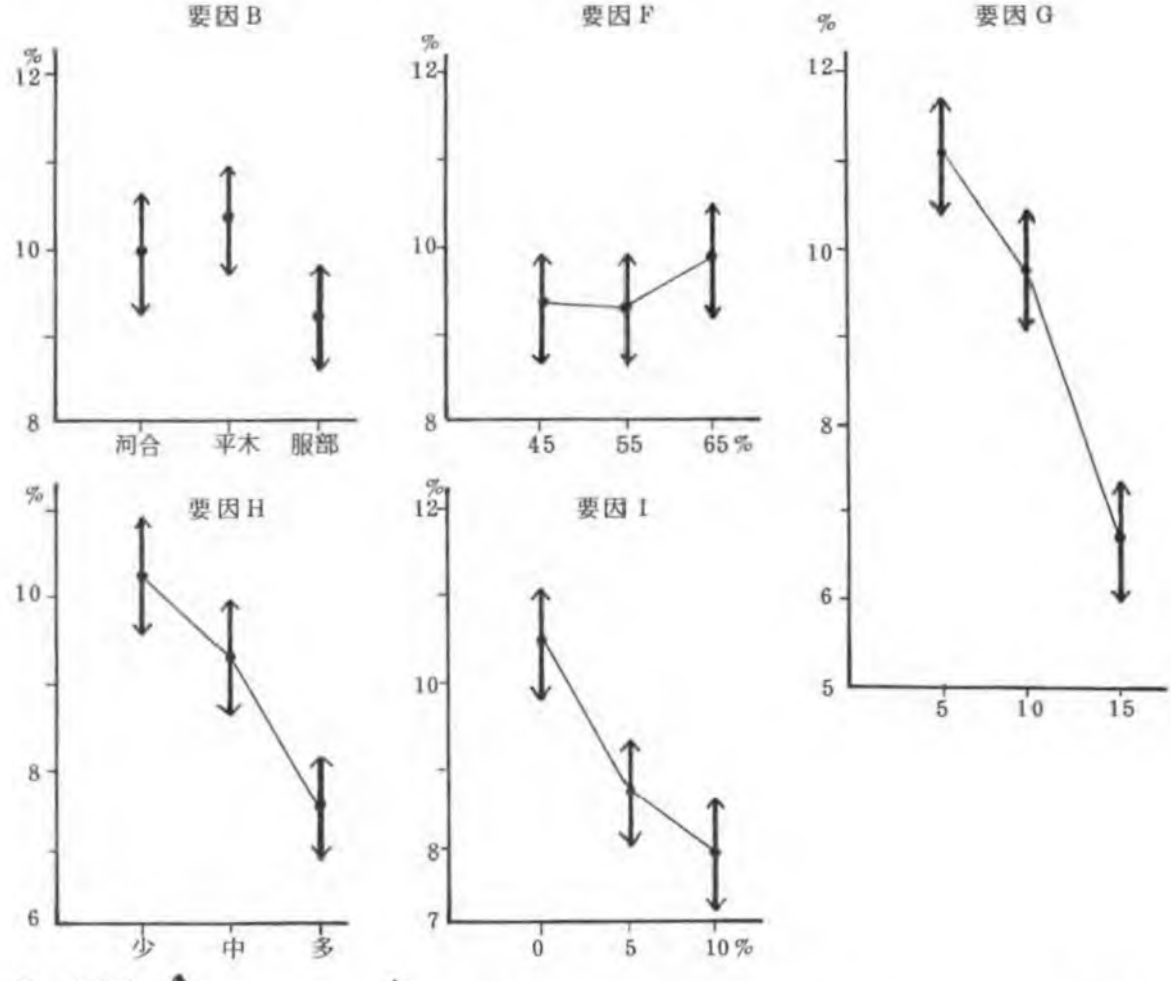

要因Ｆ
12
10
8
45
55
65％


要因Ｇ
12
10
8
6
5
10
15％

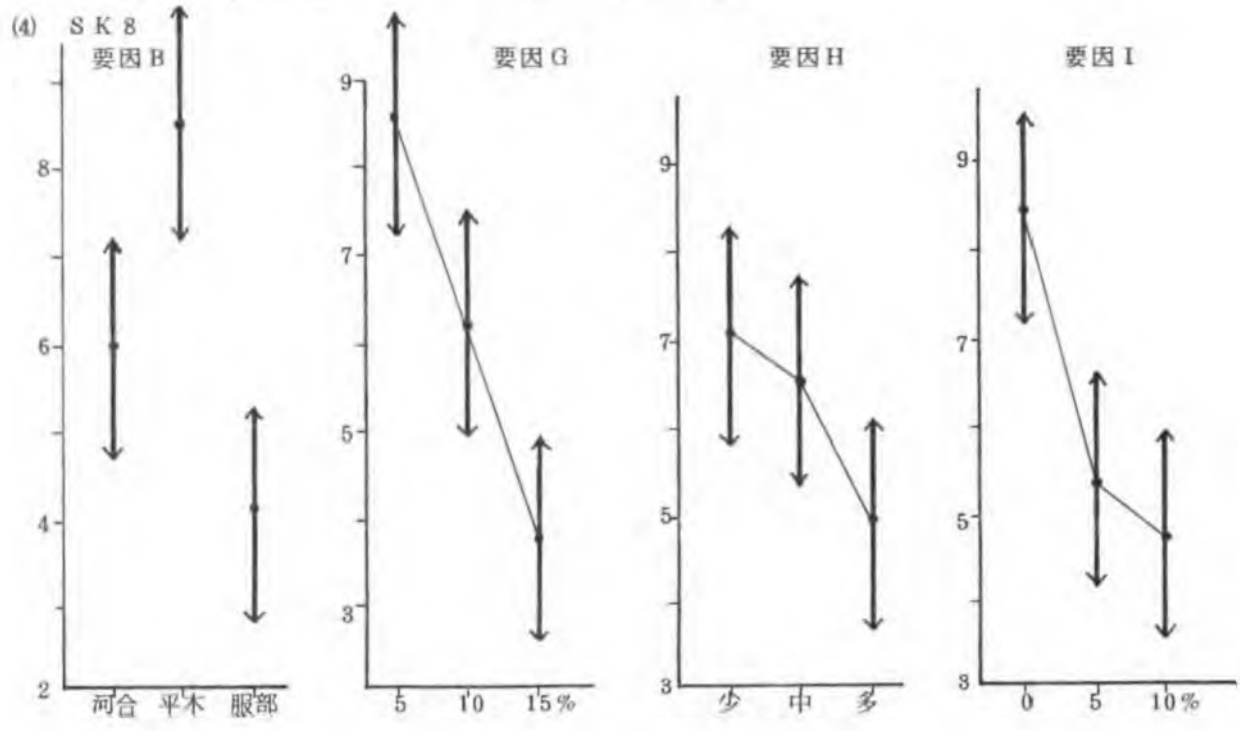

要因Ｈ
13
11
9
7
少
中
多


要因Ｉ
11
9
7
0
5
10％

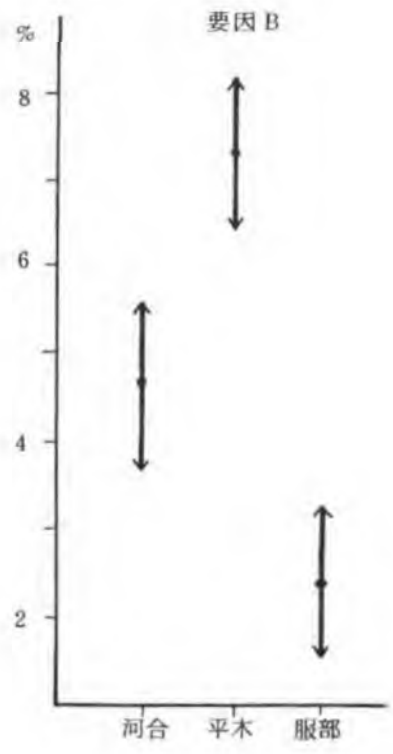
(3) ＳＫ７


要因Ｂ
%
12
10
8
河合
平木
服部
要因Ｆ
%
12
10
8
45
55
65%
要因Ｇ
%
12
10
8
6
5
10
15
要因Ｈ
%
10
8
6
少
中
多
要因Ｉ
%
12
10
8
7
0
5
10%

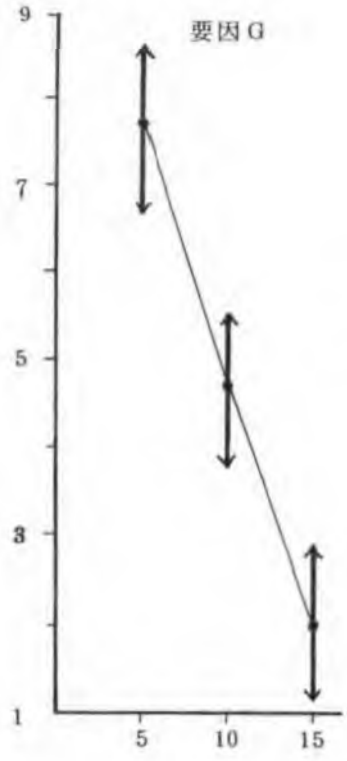
(4) ＳＫ８


要因Ｂ
8
6
4
2
河合
平木
服部
要因Ｇ
9
7
5
3
5
10
15%
要因Ｈ
9
7
5
3
少
中
多
要因Ｉ
9
7
5
3
0
5
10%

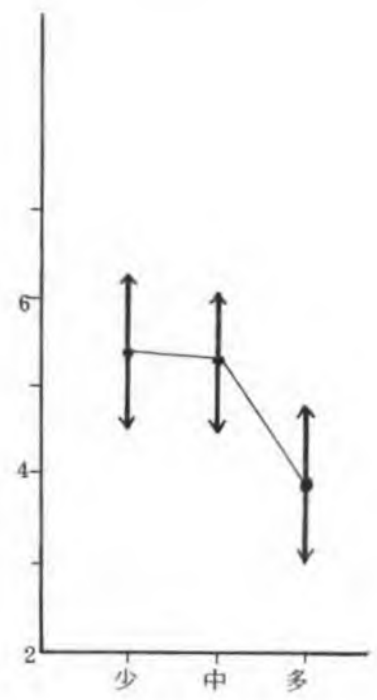
(5) ＳＫ９



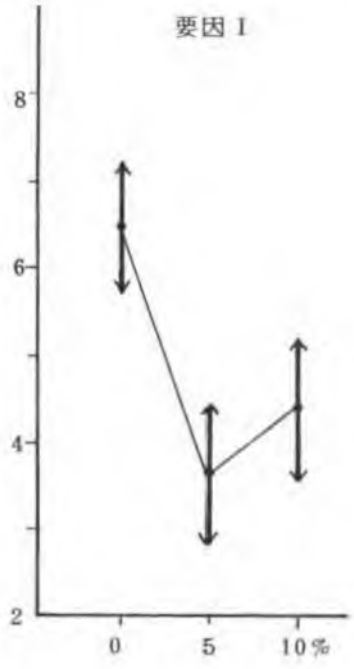
要因Ｂ



要因Ｇ

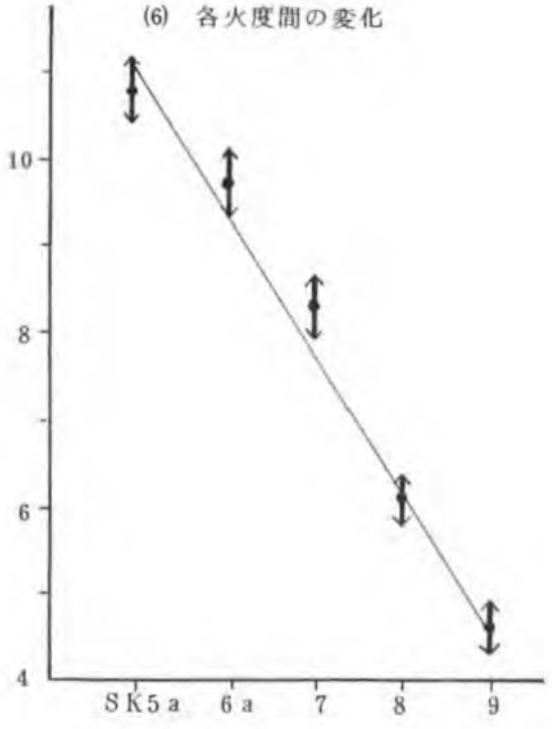


要因Ｈ



要因Ｉ

(6) 各火度間の変化



これら表・図から要因B，G，H及びIについては各火度とも，また要因Fについては一部の火度において1％又は5％以下の危険率で有意差を認めた。要因Bのうち，平木陶石使用素地で吸水率が大きいのは，この陶石がセリサイトを含まず，焼成時の融液生成成分が少ないためであろう。また同様の理由で要因GとIに有意差が生じたと考えられる。要因Hに有意差が生じたのは，成形にプレス法を採用した為に，木節粘土量の多いほど素地の嵩比重が大きくなり，これが焼結にまで影響を及ぼすものと思われる。

4.2 収 縮 率

収縮率を表6に，またその分散分析結果を表7と図3に示す。

表6 収 縮 率

試験体番号＼焼成火度	SK5a	SK6a	SK7	SK8	SK9
1	1.0	0.9	1.7	1.8	4.3
2	2.8	3.4	3.8	4.2	6.4
3	5.4	5.9	6.4	7.5	7.6
4	0.9	1.3	1.6	3.1	3.6
5	1.7	2.3	2.8	4.5	5.7
6	4.6	5.9	5.9	7.4	7.6
7	0.8	1.3	1.7	3.4	3.5
8	2.3	2.9	3.0	5.6	5.7
9	3.7	4.6	4.8	6.9	7.5
10	0.7	1.2	1.7	2.0	2.1
11	1.5	1.9	1.9	2.0	3.7
12	1.5	2.2	2.6	3.4	5.2
13	1.3	1.6	2.1	2.5	2.6
14	2.8	3.0	3.3	3.8	3.8
15	2.2	2.6	3.2	5.0	6.4
16	0.8	1.2	1.6	2.3	2.5
17	2.2	2.6	2.8	3.4	4.6
18	2.1	2.8	3.5	5.1	6.2
19	2.4	3.0	3.1	4.2	5.6
20	2.7	3.2	3.6	5.7	6.5
21	3.0	3.5	4.1	4.0	6.3
22	2.1	2.6	3.0	4.8	5.4
23	3.0	3.6	4.4	6.5	7.4
24	2.7	3.2	3.8	5.8	6.8
25	2.8	3.3	3.6	4.8	5.4
26	2.5	3.0	3.3	4.2	5.9
27	3.5	3.9	4.5	5.8	6.7

表7（A） 収縮率の分散分析結果

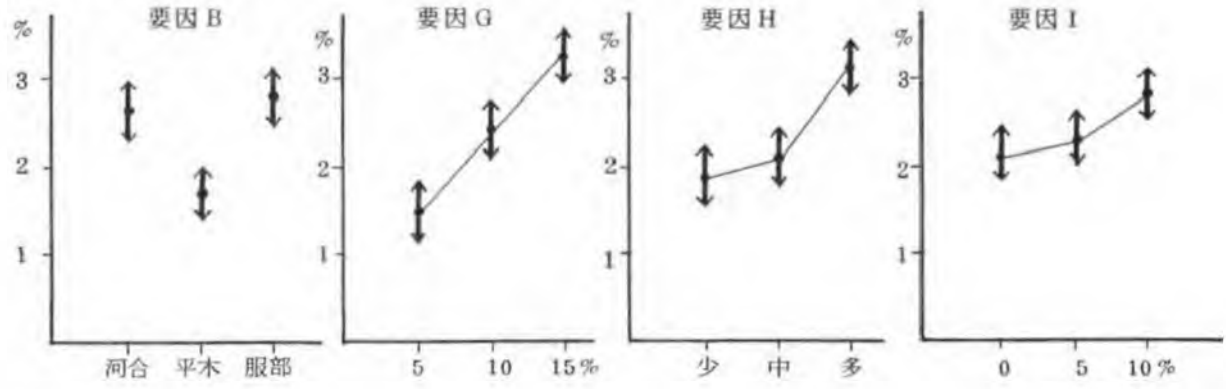
要因	SK5a		SK6a		SK7		SK8		SK9	
	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定
B. 陶石の種類	＊＊	Ⅰ(河合)= 2.6 Ⅱ(平木)= 1.7 Ⅲ(服部)= 2.7	＊＊	Ⅰ＝3.2 Ⅱ＝2.1 Ⅲ＝3.3	＊＊	Ⅰ＝3.5 Ⅱ＝2.5 Ⅲ＝3.7	＊＊	Ⅰ＝4.9 Ⅱ＝3.3 Ⅲ＝5.1	＊＊	Ⅰ＝5.8 Ⅱ＝4.1 Ⅲ＝6.2
C. 長石の種類	—	Ⅰ(平津)= 2.3 Ⅱ(野岐)= 2.4 Ⅲ(福島)= 2.3	—	Ⅰ＝2.8 Ⅱ＝2.9 Ⅲ＝2.9	—	Ⅰ＝3.2 Ⅱ＝3.3 Ⅲ＝3.2	—	Ⅰ＝3.9 Ⅱ＝4.8 Ⅲ＝4.6	—	Ⅰ＝5.3 Ⅱ＝5.5 Ⅲ＝5.3
D. 木節の種類	—	Ⅰ(特級)= 2.5 Ⅱ(蛙目質)=2.2 Ⅲ(並級) 2.4	—	Ⅰ＝2.9 Ⅱ＝2.8 Ⅲ＝2.9	—	Ⅰ＝3.4 Ⅱ＝3.1 Ⅲ＝3.2	—	Ⅰ＝4.6 Ⅱ＝4.2 Ⅲ＝4.5	＊＊	Ⅰ＝5.7 Ⅱ＝5.1 Ⅲ＝5.3
F. 陶石の量	＊＊	Ⅰ(45%)= 2.7 Ⅱ(55%)= 2.3 Ⅲ(65%)= 2.0	—	Ⅰ＝3.1 Ⅱ＝2.9 Ⅲ＝2.6	—	Ⅰ＝3.6 Ⅱ＝3.2 Ⅲ＝3.0	—	Ⅰ＝4.4 Ⅱ＝4.4 Ⅲ＝4.5	—	Ⅰ＝5.4 Ⅱ＝5.4 Ⅲ＝4.3
G. 長石の量	＊＊	Ⅰ(5%)= 1.4 Ⅱ(10%)= 2.4 Ⅲ(15%)= 3.2	＊＊	Ⅰ＝1.8 Ⅱ＝2.9 Ⅲ＝3.8	＊＊	Ⅰ＝2.2 Ⅱ＝3.2 Ⅲ＝4.3	＊＊	Ⅰ＝3.2 Ⅱ＝4.4 Ⅲ＝5.7	＊＊	Ⅰ＝4.9 Ⅱ＝5.5 Ⅲ＝6.7
H. 木節の量	＊＊	Ⅰ(少)= 1.9 Ⅱ(中)= 2.1 Ⅲ(多)= 3.1	＊＊	Ⅰ＝2.3 Ⅱ＝2.6 Ⅲ＝3.6	＊＊	Ⅰ＝2.8 Ⅱ＝3.0 Ⅲ＝3.9	—	Ⅰ＝4.4 Ⅱ＝4.1 Ⅲ＝5.0	＊＊	Ⅰ＝5.4 Ⅱ＝5.0 Ⅲ＝5.7
I. 村上セイサリトの量	＊＊	Ⅰ(0%)= 2.0 Ⅱ(5%)= 2.2 Ⅲ(10%)= 2.7	＊＊	Ⅰ＝2.4 Ⅱ＝2.8 Ⅲ＝3.4	＊＊	Ⅰ＝2.8 Ⅱ＝3.2 Ⅲ＝3.8	＊＊	Ⅰ＝3.7 Ⅱ＝4.6 Ⅲ＝5.0	＊＊	Ⅰ＝4.8 Ⅱ＝5.8 Ⅲ＝5.5
β	0.27		0.32		0.33		0.59		0.25	

表7（B） 各火度の検定

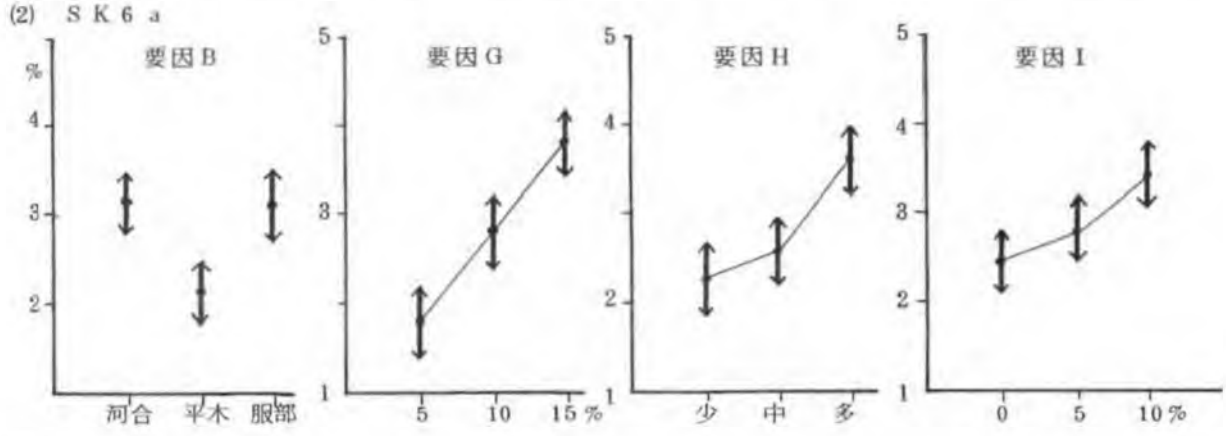
要因	Fo	平均値の推定	β
火度間	131.7＊＊	SK5a=2.3 6a=2.9 7=3.3 8=4.4 9=5.4	0.22

図 3　表 6 のグラフ化

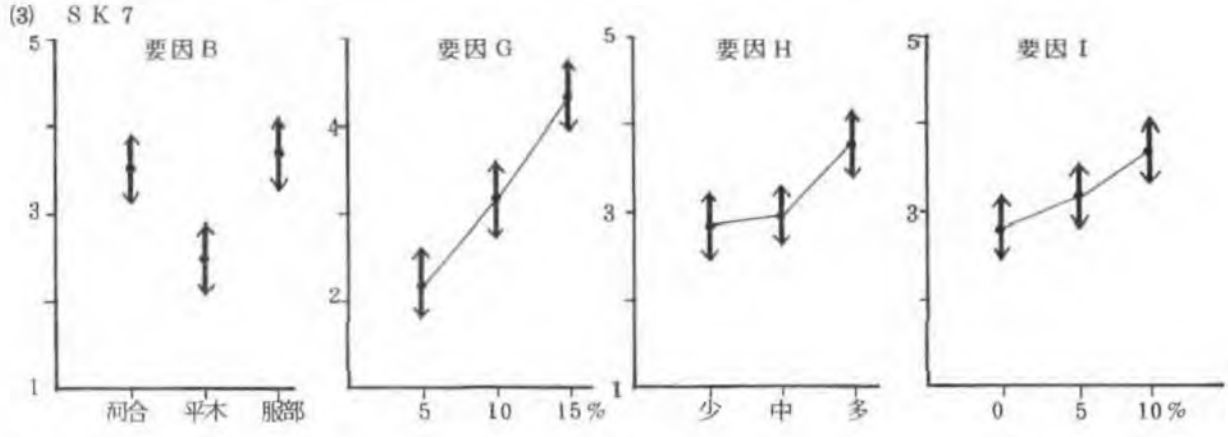
(1)　S K 5 a



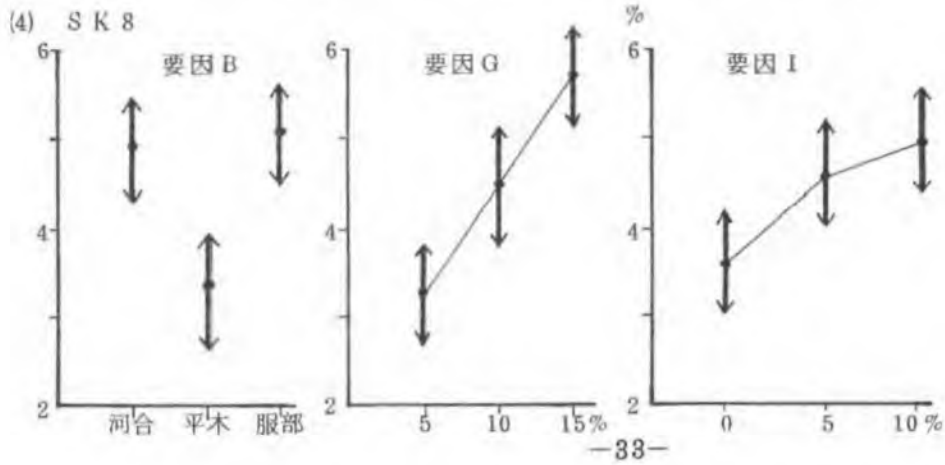
(2)　S K 6 a



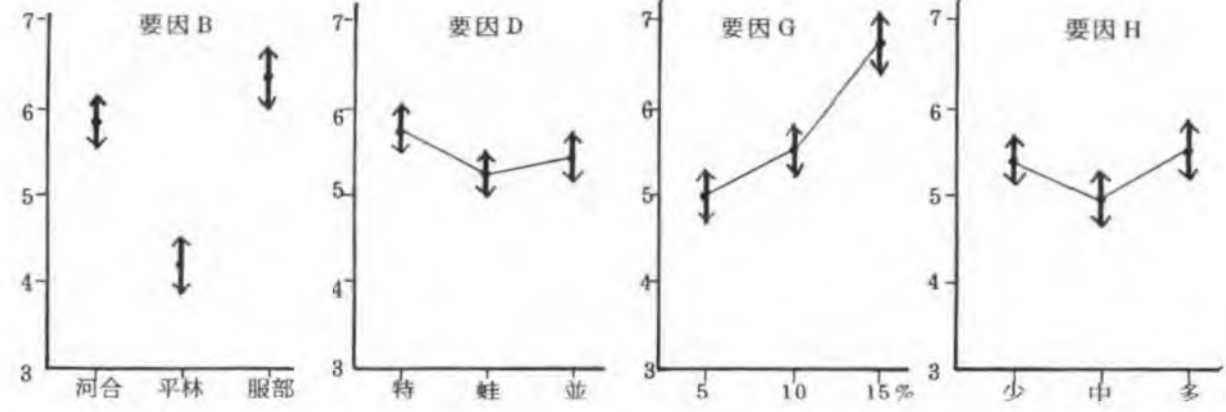
(3)　S K 7

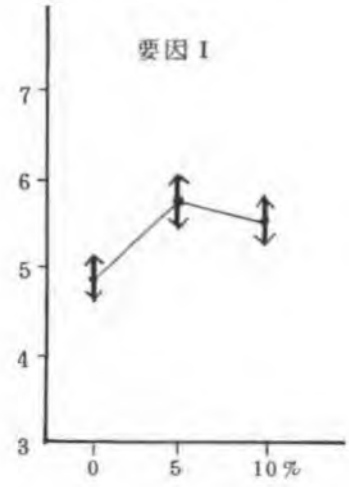


(4)　S K 8

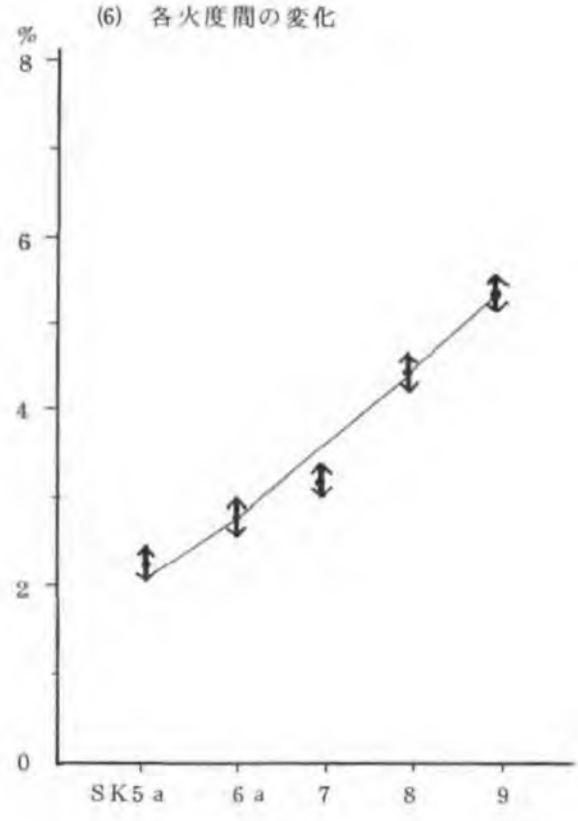


(5) ＳＫ９





(6) 各火度間の変化



これら表・図から要因B，G，H及びIの大部分の火度に有意差が認められる。要因Bのうち平木陶石使用素地の吸水率が大きいのは4.1で述べたと同様に融液生成成分が少ないためであり，要因G及びIについても同様の理由で有意差が生じたものであろう。要因Hについても4.1と同様，成形法から生じた有意差と思われる。

4.3 α－クリストバライト量

α－クリストバライト量は粉末X線回折法によりCu Kα 2θ 21.8° のピークの半価値×高さで代表した。回折条件はCu Kα，35KV，15mA，走査速度0.5°／min，チャート速度1°／min フルスケール1000 CPS半価値及び高さの長さ単位は0.1°分の長さ（即ち0.2㎜）を1とした。

得られた結果を表8に，またその分散分析の結果を表9と図4に示す。

表8　α－クリストバライト量

焼成火度 / 試験体番号	SK5a	SK6a	SK7	SK8	SK9
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	1.7	5.3	132.0	65.5
11	0	2.0	6.0	14.0	87.5
12	0	0	0	0	6.1
13	0	2.0	5.3	131.2	45.9
14	0	0	0	82.8	46.4
15	0	0	0	0	4.5
16	0	0	3.1	99.2	74.3
17	0	0	1.1	12.8	37.1
18	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0

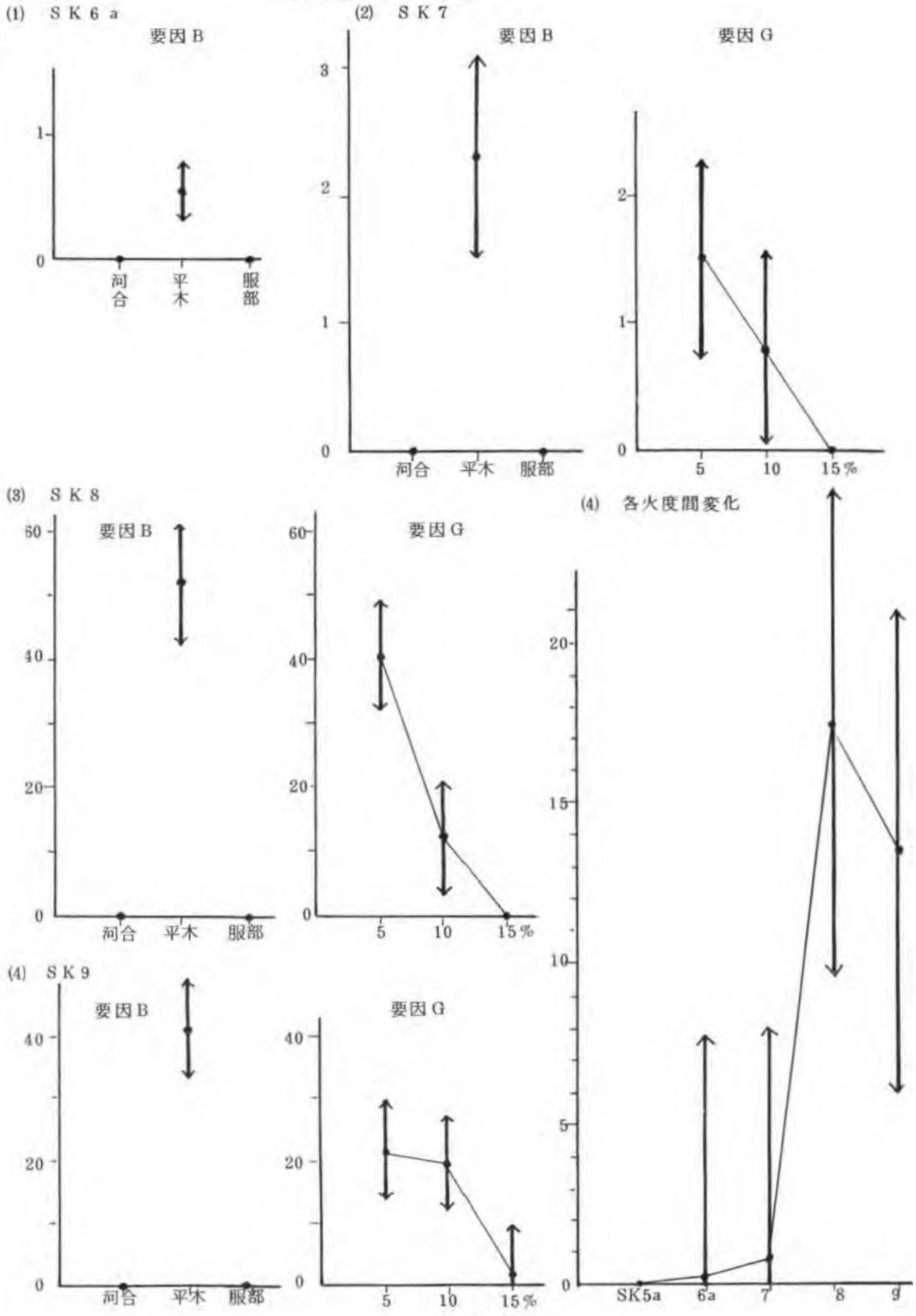
表9（A）　α－クリストバライト量の分散分析結果

要　因	SK5a		SK6a		SK7		SK8		SK9	
	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定
B.陶石の種類	—	Ⅰ(河合)＝ 0 Ⅱ(平木)＝ 0 Ⅲ(服部)＝ 0	＊	Ⅰ＝ 0 Ⅱ＝0.6 Ⅲ＝ 0	＊＊	Ⅰ＝ 0 Ⅱ＝2.3 Ⅲ＝ 0	＊＊	Ⅰ＝ 0 Ⅱ＝52.4 Ⅲ＝ 0	＊＊	Ⅰ＝ 0 Ⅱ＝40.8 Ⅲ＝ 0
C.長石の種類	—	Ⅰ(平津)＝ 0 Ⅱ(野岐)＝ 0 Ⅲ(福島)＝ 0	—	Ⅰ＝0.4 Ⅱ＝0.2 Ⅲ＝ 0	—	Ⅰ＝1.3 Ⅱ＝0.6 Ⅲ＝0.5	—	Ⅰ＝16.2 Ⅱ＝23.8 Ⅲ＝12.4	—	Ⅰ＝17.7 Ⅱ＝10.6 Ⅲ＝12.4
D.木節の種類	—	Ⅰ(特級)＝ 0 Ⅱ(蛙目質)＝0 Ⅲ(並級)＝ 0	—	Ⅰ＝ 0 Ⅱ＝0.4 Ⅲ＝0.2	—	Ⅰ＝0.5 Ⅱ＝1.3 Ⅲ＝0.6	—	Ⅰ＝12.4 Ⅱ＝16.2 Ⅲ＝23.8	—	Ⅰ＝12.4 Ⅱ＝17.7 Ⅲ＝10.6
F.陶石の量	—	Ⅰ(45%)＝ 0 Ⅱ(55%)＝ 0 Ⅲ(65%)＝ 0	—	Ⅰ＝0.2 Ⅱ＝ 0 Ⅲ＝0.4	—	Ⅰ＝0.6 Ⅱ＝0.5 Ⅲ＝1.3	—	Ⅰ＝23.8 Ⅱ＝12.4 Ⅲ＝16.2	—	Ⅰ＝10.6 Ⅱ＝12.4 Ⅲ＝17.7
G.長石の量	—	Ⅰ(5%)＝ 0 Ⅱ(10%)＝ 0 Ⅲ(15%)＝ 0	—	Ⅰ＝0.4 Ⅱ＝0.2 Ⅲ＝ 0	＊	Ⅰ＝1.5 Ⅱ＝0.8 Ⅲ＝ 0	＊＊	Ⅰ＝40.3 Ⅱ＝12.2 Ⅲ＝ 0	＊＊	Ⅰ＝20.6 Ⅱ＝19.0 Ⅲ＝ 1.2
H.木節の量	—	Ⅰ(少)＝ 0 Ⅱ(中)＝ 0 Ⅲ(多)＝ 0	—	Ⅰ＝ 0 Ⅱ＝0.4 Ⅲ＝0.2	＊	Ⅰ＝ 0 Ⅱ＝1.5 Ⅲ＝0.8	＊＊	Ⅰ＝ 0 Ⅱ＝40.3 Ⅲ＝12.2	＊＊	Ⅰ＝ 1.2 Ⅱ＝20.6 Ⅲ＝19.0
I.村上セリサイトの量	—	Ⅰ(0%)＝ 0 Ⅱ(5%)＝ 0 Ⅲ(10%)＝ 0	—	Ⅰ＝0.2 Ⅱ＝ 0 Ⅲ＝0.4	＊	Ⅰ＝0.8 Ⅱ＝ 0 Ⅲ＝1.5	＊＊	Ⅰ＝12.2 Ⅱ＝ 0 Ⅲ＝40.3	＊＊	Ⅰ＝19.0 Ⅱ＝ 1.2 Ⅲ＝20.6
β	0		0.4		0.8		9.6		7.2	

表9（B）

要　因	Fo	平　均　値　の　推　定	β
火　度　間	5.07^{**}	SK5a＝0　6a＝0.21　7＝0.77　8＝17.5　9＝13.6	7.5

図4　表9のグラフ化


(1)　SK6a
要因B
1
0
河合
平木
服部
(2)　SK7
要因B
3
2
1
0
河合
平木
服部
要因G
2
1
0
5
10
15%
(3)　SK8
要因B
60
40
20
0
河合
平木
服部
要因G
60
40
20
0
5
10
15%
(4)　SK9
要因B
40
20
0
河合
平木
服部
要因G
40
20
0
5
10
15%
(4)　各火度間変化
20
15
10
5
0
SK5a
6a
7
8
9

これらの結果からクリストバライトはＳＫ５ａ～７では全く生成しないか又は生成しても僅かであるが，ＳＫ８と９では，平木陶石を使用した素地に限り多量に生成されていることが分る。分散分析からは，要因Ｂ，Ｇ，Ｈ及びＩに有意差が認められるが，要因ＨとＩについては，上述のように平木陶石を用いた素地にのみクリストバライトが生成する事，またデータの性質上クリストバライト量にはマイナス値がなく，生成するかしないかの限界にある素地でも，潜在的にまだ生成するにはかなり余裕のあるものでもデータ上では０で示される事などから，統計上に生じた有意差で，実際には意味をもたないものと判断してもよいと考えられる。要因ＢとＧに有意差が生じたのは，素地中に含まれる溶融液生成成分の多少から来たものと考えられる。即ち，焼成時に生成するクリストバライトは長石及びセリサイトの多い素地では，それらから生ずる溶融液に取り込まれてガラス化するが，溶融液が少ないか又はない時にはガラス化されず，そのまま残るのであろう。しかし平木陶石自体が，それに含まれる微量成分の鉱化剤的作用により，またはその中のα－石英又はカオリナイトから特にクリストバライトが生じやすいということも考えられるので，この実験だけからは上記の推察は断定できないと思う。

5. ま と め

長石質陶器素地の総合的な研究の一環として，陶石－木節粘土－長石系素地の焼成性状を調べ次のような結果を得た。

(1) 陶石として平木陶石を使用した素地についてはＳＫ８と９焼成でクリストバライトが顕著に生成されるが，長石を15%含むとほとんど生成されない。

(2) 吸水率・収縮率の原料間と各火度間の変化を知ることができたので，今後の素地の制御の一助としたい。

〔謝辞〕

本実験を行なうにあたり，実験計画法について詳しく御教示下さった名工試第６部第１課長山本隆一氏に深く感謝致します。

（研１－２）

長石質陶器素地（半磁器）の焼成性状について（第２報）

研究室　国枝勝利

1. まえがき

前報[1]において，長石質陶器素地の焼成において，クリストバライトが平木陶石（カオリナイト－石英系）使用素地にのみ生成し，セリサイト系陶石使用のものには生成しないこと，また長石を添加するとその生成量が顕著に低下することがわかった。この研究は，クリストバライトの生成が平木陶石だけに見られる特有の現象であるのか，または焼成中に生成する溶融成分の過少のためかを確かめるために行なったものである。それと同時に，原料粒度の差もクリストバライトの生成に影響することが知られている[2]ので，陶石と長石の粒度の影響と，さらに炭酸塩鉱物の添加による素地の影響を調べた。

2. 原料及び前処理

前報[1]と同様に，四日市地区現業使用中の原料又は使用可能のもののうちから使用原料を選んだ。陶石類として，滑・河合・平木陶石を使用した。前回は服部陶石を使用したが，今回は平木陶石の性質を調べるのが一目的であるので，比較のため同じカオリナイト－石英系の滑陶石を代りに使用した。長石は前報[1]によりカリ長石／曹長石比の相異による収縮率・吸水率及びクリストバライト量に有意差が認められなかったので，現業使用中の平津長石をのみ使用し，同様の理由で，本山蛙目質水ひ木節を使用し。炭酸塩鉱物としては，石灰石，ドロマイト（以上岐阜県赤坂産）及びマグネサイト(旧満州産)を使用した。これら諸原料のうち新しく使用する滑陶石の化学分析値等を表１に示す。

表１　滑陶石の化学分析値・鉱物分析

化学分析値									鉱物組成	α－石英定量
SiO_2	Ai_2O_3	Fl_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Ig·Loss	Total		
77.50	14.68	0.64	0.11	0.16	0.86	0.08	5.31	99.34	α－石英，カオリナイト(セリサイト)	45.0（%）

注）（　）内は微量
α－石英量は内部標準法でX線回折法で求めた。

粒度別にするための調整は次のように行なった。まず陶石類はいづれも，トロンメルで16時時間湿式磨砕したものを粗粒，同じく40時間湿式磨砕したものを中粒，さらにそのものをポットミルで48時間磨砕したものを細粒とした。次に平津長石は，ポットミルで24時間，48時間及び72時間磨砕したものを，それぞれ粗粒・中粒及び細粒とした。他の原料については入荷状のまま使用した。これら使用原料のうち主なるものの粒度分布を図１に示す。

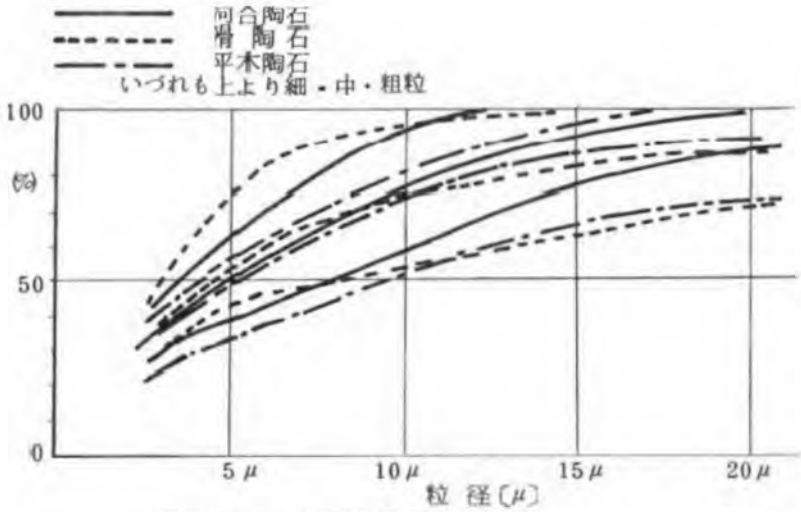


図1(A)　陶石の粒度分布

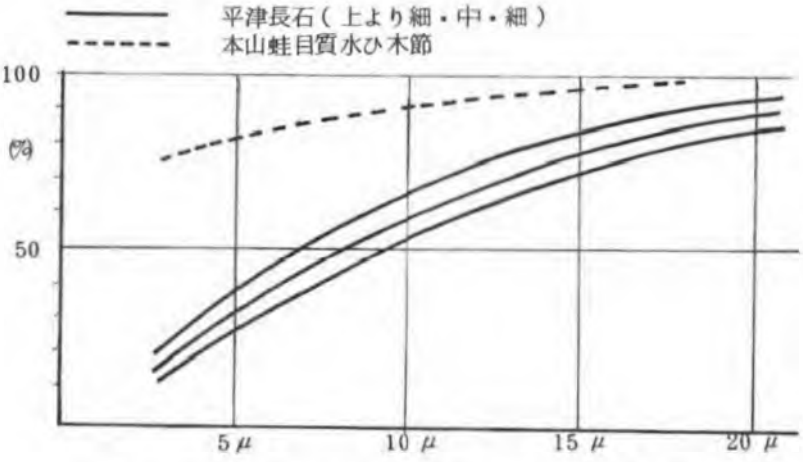


図1(B)　平津長石，本山蛙目質水ひ木節の粒度分布

3. 実験方法

3.1 調合率

前報[1]と同様上記の原料を表2に示す直交配列$L_{27}(3^{13})$にわりつけて行なった。なお調合率は，現業使用範囲を中心とした。また長石と炭酸塩鉱物添加量は外割で行なつたため，合量は100%にならない。

表2　直交配列表$L_{27}(3^{13})$へのわりつけ

要　　因	記号	水準Ⅰ	水準Ⅱ	水準Ⅲ
陶石の種類	B	滑	平　木	河　合
〃　粒度	C	粗　粒	中	細
〃　量	D	60%	70	80
長石の量	F	5%	13	20
〃　粒度	G	粗　粒	中	細
添加物の種類	H	石灰石	ドロマイト	マグネサイト
添加物の量	I	0%	5	10

注）　本山蛙目質水ひ木節量＝100－D(%)

$L_{27}(3^{13})$表

わりつけた要因	B	C	D	F	G	H	I
試験体番号＼列番	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	2	2	2
3	1	1	1	1	3	3	3
4	1	2	2	2	1	1	1
5	1	2	2	2	2	2	2
6	1	2	2	2	3	3	3
7	1	3	3	3	1	1	1
8	1	3	3	3	2	2	2
9	1	3	3	3	3	3	3
10	2	1	2	3	1	2	3
11	2	1	2	3	2	3	1
12	2	1	2	3	3	1	2
13	2	2	3	1	1	2	3
14	2	2	3	1	2	3	1
15	2	2	3	1	3	1	2
16	2	3	1	2	1	2	3
17	2	3	1	2	2	3	1
18	2	3	1	2	3	1	2
19	3	1	3	2	1	3	2
20	3	1	3	2	2	1	3
21	3	1	3	2	3	2	1
22	3	2	1	3	1	3	2
23	3	2	1	3	2	1	3
24	3	2	1	3	3	2	1
25	3	3	2	1	1	3	2
26	3	3	2	1	2	1	3
27	3	3	2	1	3	2	1

3.2　調合及び成形

調合は上記直交配列表に従い，また調合順序をJIS Z 9031によりランダム化し，各合量500 gづつ秤量し，ポットミルで2時間湿式混合した後100℃で乾燥した。さらにその乾燥体をらいかい機で8%の水を加えつつ粉砕・造粒した。成形は油圧式ハンドプレス機により，成形圧300 kg/cm² で100×20×約5(mm)の試験体を作成した。

3.3　焼　　成

上記試験体をエレマ電気炉を用いてSK 6 7及び8で焼成した。各火度の最高温度とその保持時間を表3に示す。

表3　焼成火度最高温度と保持時間

火　度	最高温度	保持時間
SK6a	1185℃	45分
SK7	1200℃	〃
SK8	1230℃	〃

なお各27本の試験体の炉内位置は，温度分布差を考慮して，3.2と同様ランダム化した。

4.　実験結果及び考察

4.1　吸　水　率

吸水率を表4に，またその分散分析の結果を表5と図2に示した。

表4　吸　水　率

試験体番号 ＼ 焼成火度	ＳＫ６ａ	ＳＫ７	ＳＫ８
1	12.6	11.0	10.1
2	10.1	6.3	3.9
3	5.7	5.0	4.1
4	10.2	6.6	6.0
5	5.1	0.3	0.1
6	0.2	0.1	0.0＋
7	9.0	5.0	2.3
8	0.0	0.0＃	0.0＃
9	0.0＋	0.0＃	0.0＃
10	9.7	3.4	2.4
11	10.1	7.4	7.4
12	8.7	10.8	1.4
13	14.8	12.1	7.7
14	15.2	14.4	12.9
15	17.6	16.7	17.2
16	0.2	0.0	0.0＃
17	9.4	8.9	6.2
18	10.4	2.4	1.9
19	0.8	0.1	0.0＋
20	10.7	5.4	2.1
21	7.7	5.2	4.0
22	0.0	0.0＋	0.0＃
23	11.2	2.5	2.4
24	4.2	3.8	2.2
25	0.0	0.0	0.0
26	16.0	6.1	4.6
27	9.4	6.2	5.8

注）　＋はやや過焼　　＃は過焼

表5（A） 吸水率の分散分析結果

要因	SK6a		SK7		SK8	
	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定
B. 陶石の種類	**	I（滑）= 5.9 II（平木）= 10.7 III（河合）= 6.7	**	I = 3.8 II = 8.5 III = 3.3	**	I = 2.9 II = 6.3 III = 2.3
C. 陶石の粒度	—	I（粗粒）= 8.5 II（中粒）= 8.7 III（細粒）= 6.0	**	I = 6.1 II = 6.3 III = 3.2	*	I = 3.9 II = 5.4 III = 2.3
D. 陶石の量	—	I（60%）= 7.1 II（70%）= 7.7 III（80%）= 8.4	*	I = 4.4 II = 4.5 III = 6.5	—	I = 3.4 II = 3.1 III = 5.1
F. 長石の量	**	I（5%）= 11.3 II（13%）= 6.1 III（20%）= 5.9	**	I = 8.6 II = 3.2 III = 3.7	**	I = 7.4 II = 2.3 III = 2.0
G. 長石の粒度	*	I（粗粒）= 6.4 II（中粒）= 9.8 III（細粒）= 7.1	—	I = 4.2 II = 5.7 III = 5.6	—	I = 3.2 II = 4.4 III = 4.1
H. 添加物の種類	**	I（石灰）= 11.8 II（ドロマイト）= 6.8 III（マグネサイト）= 4.6	**	I = 7.4 II = 4.1 III = 4.0	—	I = 5.3 II = 2.9 III = 3.4
I. 添加物の量	*	I（0%）= 9.8 II（5%）= 5.9 III（10%）= 7.6	**	I = 7.6 II = 4.1 III = 3.8	**	I = 6.3 II = 2.7 III = 2.6
β		1.75		1.27		1.48

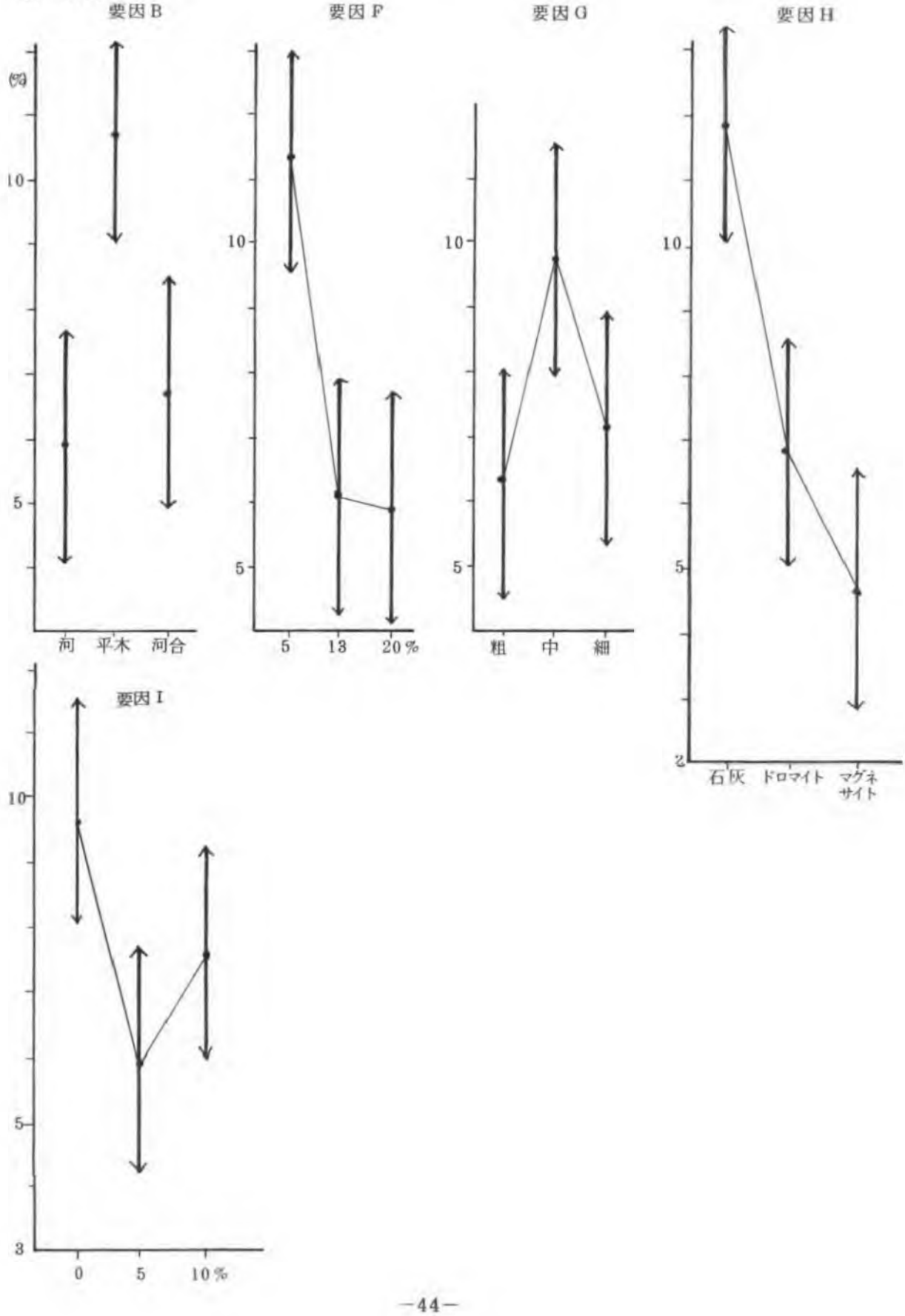
注） Fo ; 判定 ** 99%以上の確率で有意差あり
* 95%以上99%以下 〃
β ; 確率95%の母平均の信頼限界
本山蛙目質木節の量 = 100 − D（%）

表5（B） 各火度間の検定

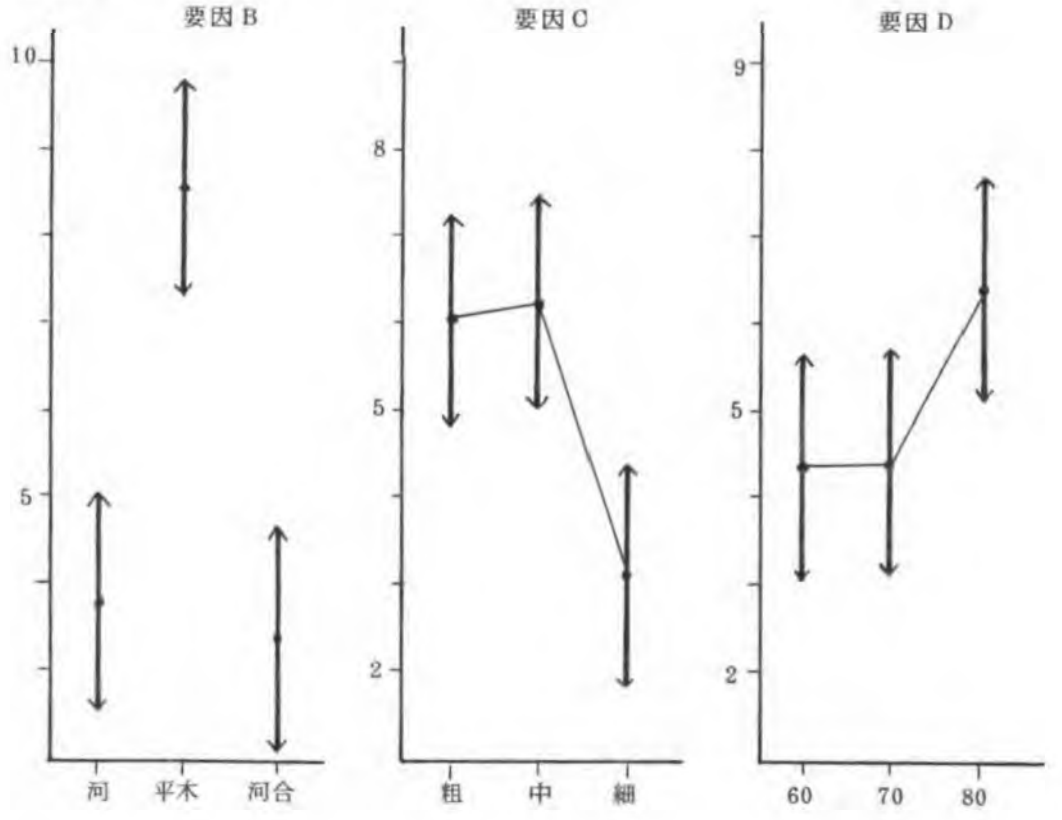
要因	Fo	平均値の推定	β
火度間	26.0 **	SK6a = 7.7　SK7 = 5.2　SK8 = 3.9	0.78

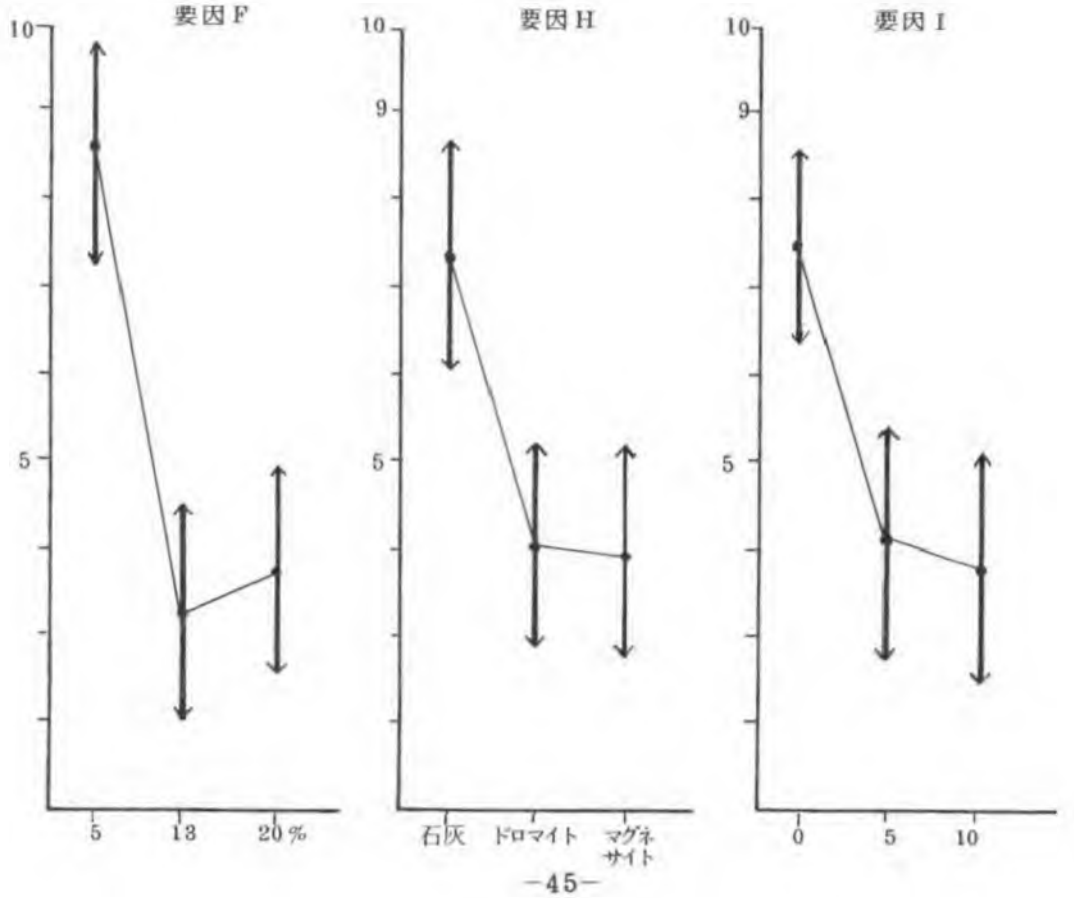
図2　　表5のグラフ化

(1)　SK6a

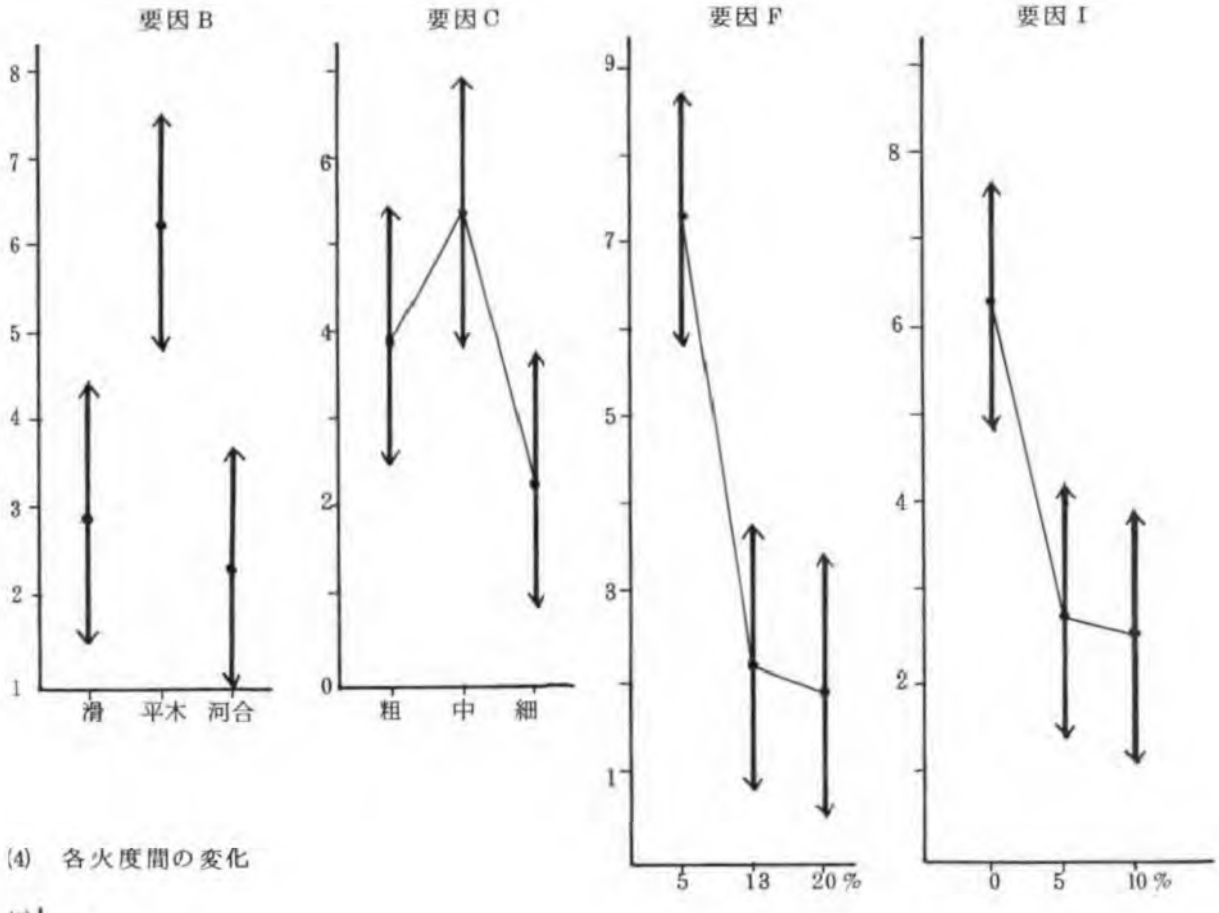


(2) S K 7

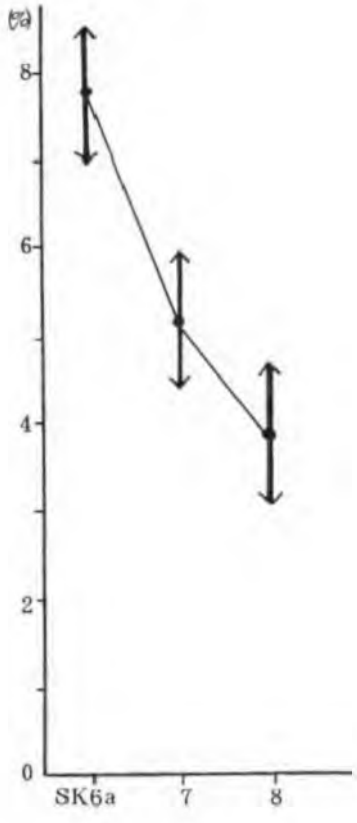

要因 B
10
5
河
平木
河合
要因 C
8
5
2
粗
中
細
要因 D
9
5
2
60
70
80


要因 F
10
5
5
13
20 %
要因 H
10
9
5
石灰
ドロマイト
マグネサイト
要因 I
10
9
5
0
5
10

(3) ＳＫ８



(4) 各火度間の変化



上表・図から，すべての要因について，いづれかの火度又は全火度ほ有意差が認められる。まず，従来から言われているように，融液生成成分の多いほど吸水率が小さい（要因Ｆ）。要因ＣとＧにおいて，原料の粒度の効果は，中粒附近に吸水率の極大があり，プレス成形による粒子の充てんの差の現われとも思われるが，詳細については本実験だけではわからない。要因Ｂについて，滑陶石が平木陶石と同じ鉱物組成をもつのに吸水率を小さくする効果があるのは，滑陶石がより可そ性を持っているため，成形時のかさ比重が大きいための影響か，または含有する鉄分が多いので焼き締りをよくするかのいづれか又は両方であろう。要因Ｈでは，石灰石添加素地では吸水率が大きく，これを炭酸塩鉱物無添加の素地（要因Ｉの第1水準）と比較すると（実際は両者を直交させていないので厳密な比較はできないが），両者の間にはほとんど差がないことがわかる。しかし石灰石添加素地は吸水性は大きくても，一見かなり焼き締った外観を呈しており，無添加の素地とはかなり違った状態である。要因Ｉからは炭酸塩鉱物の添加量の増大とともに吸水率が低下することがわかる。

4.2 収　縮　率

収縮率を表６に，その分散分析の結果を表7と図３に示す。

表６　収　　縮　　率

試験体番号＼焼成火度	ＳＫ６ａ	ＳＫ７	ＳＫ８
1	2.6	3.6	3.8
2	3.5	4.5	4.9
3	6.6	7.1	7.3
4	3.7	5.2	5.6
5	6.7	7.7	8.3
6	10.3	10.1	10.0＋
7	6.0	8.5	9.0
8	11.3	9.9＃	7.5＃
9	10.9＋	8.4＃	8.5＃
10	3.4	6.0	5.4
11	3.3	4.3	4.9
12	3.5	2.0	6.3
13	1.8	1.9	1.9
14	0.8	1.5	1.5
15	0.0	0.0	0.1
16	7.5	7.1	6.2＃
17	4.2	4.8	6.5
18	3.7	6.2	6.6
19	7.9	7.9	7.6＋
20	1.2	3.2	5.2
21	3.3	4.4	5.9
22	8.7	8.4＋	7.0＃
23	1.6	4.7	4.8
24	6.1	6.5	7.2
25	9.4	9.6	9.8
26	1.0	3.4	5.4
27	3.8	5.4	5.7

注）　＋はやや過焼　＃は過焼

表7（A） 収縮率の分散分析結果

要因	SK6a		SK7		SK8	
	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定
B. 陶石の種類	**	I（滑）＝ 6.9 II（平木）＝ 3.1 III（河合）＝ 4.8	**	I ＝ 7.2 II ＝ 3.8 III ＝ 5.9	**	I ＝ 7.2 II ＝ 4.4 III ＝ 6.5
C. 陶石の粒度	**	I（粗粒）＝ 3.9 II（中〃）＝ 4.4 III（細〃）＝ 6.5	**	I ＝ 4.8 II ＝ 5.1 III ＝ 7.0	**	I ＝ 5.7 II ＝ 5.2 III ＝ 7.2
D. 陶石の量	—	I（60%）＝ 4.9 II（70%）＝ 5.0 III（80%）＝ 4.9	—	I ＝ 5.8 II ＝ 6.0 III ＝ 5.1	*	I ＝ 6.0 II ＝ 6.8 III ＝ 5.2
F. 長石の量	**	I（ 5%）＝ 3.3 II（13%）＝ 5.4 III（20%）＝ 6.2	**	I ＝ 4.1 II ＝ 6.3 III ＝ 6.5	**	I ＝ 4.5 II ＝ 6.9 III ＝ 6.7
G. 長石の粒度	**	I（組粒）＝ 5.8 II（中〃）＝ 3.7 III（細〃）＝ 5.4	*	I ＝ 6.5 II ＝ 4.9 III ＝ 5.6	—	I ＝ 6.3 II ＝ 5.4 III ＝ 6.4
H. 添加物の種類	**	I（石灰）＝ 2.7 II（ドロマイト）＝5.3 III（マグネサイト）＝6.9	**	I ＝ 4.1 II ＝ 5.9 III ＝ 6.9	*	I ＝ 5.2 II ＝ 5.8 III ＝ 7.0
I. 添加物の量	**	I（ 0%）＝ 3.8 II（ 5%）＝ 6.1 III（10%）＝ 4.9	*	I ＝ 4.9 II ＝ 6.2 III ＝ 5.8	—	I ＝ 5.6 II ＝ 6.5 III ＝ 6.1
β	0.81		0.83		0.83	

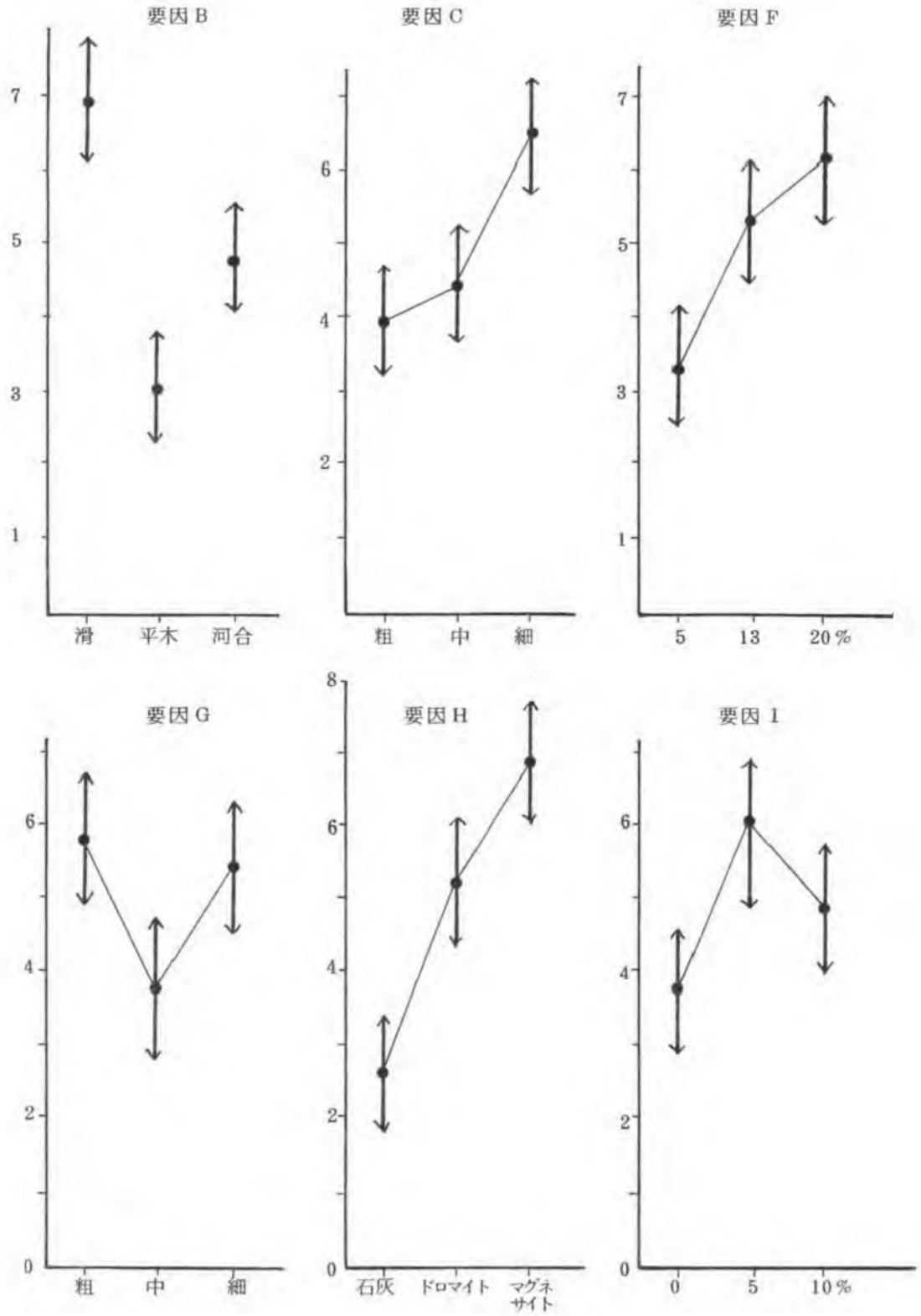
注） Fo ；判定 ** 99%以上の確率で有意差あり
* 95%以上99%以下 〃
β ；確率95%の母平均の信頼限界
本山蛙目質木節の量 ＝ 100 − D（%）

表7（B） 各火度間の検定

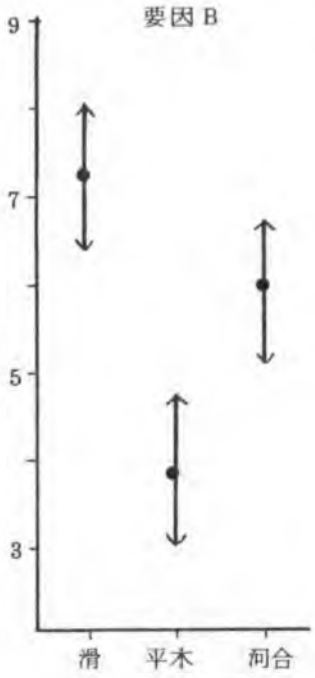
要因	Fo	平均値の推定	β
火度間	5.86**	SK6a＝5.0　SK7＝5.6　SK8＝6.0	0.46

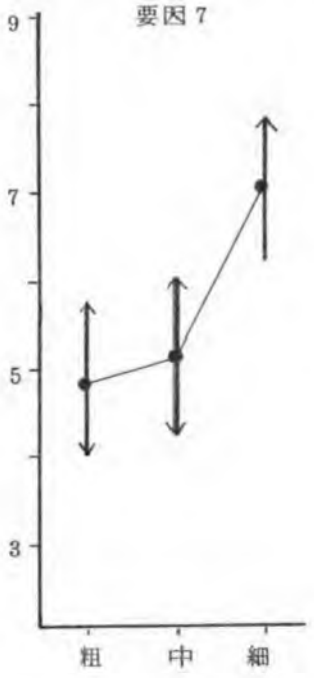
図3　表7のグラフ化

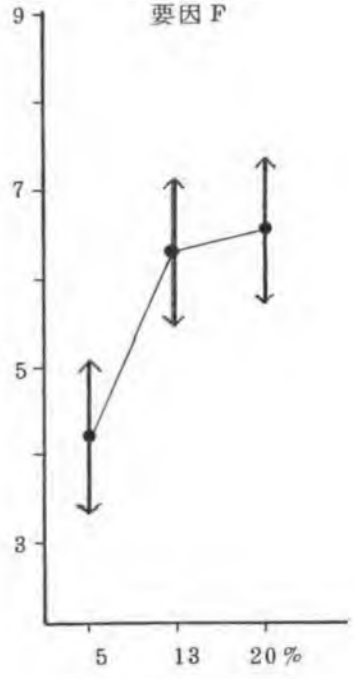
(1)　SK6a

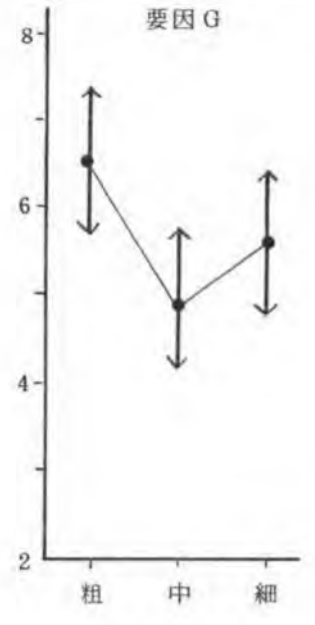


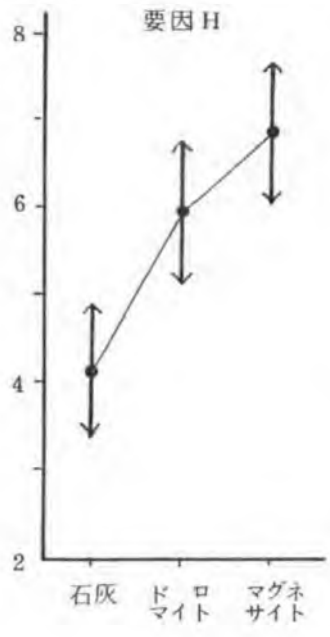
(2)　SK7

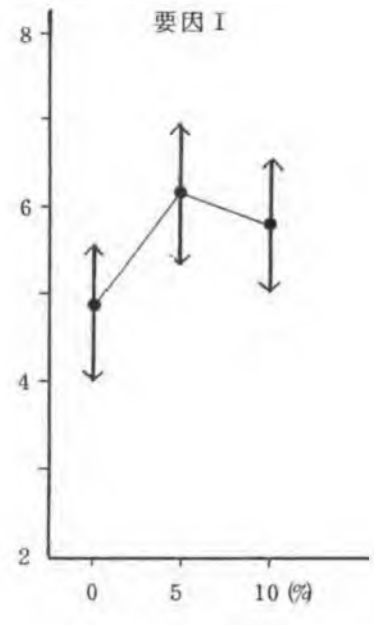

要因B
9
7
5
3
滑
平木
河合


要因7
9
7
5
3
粗
中
細

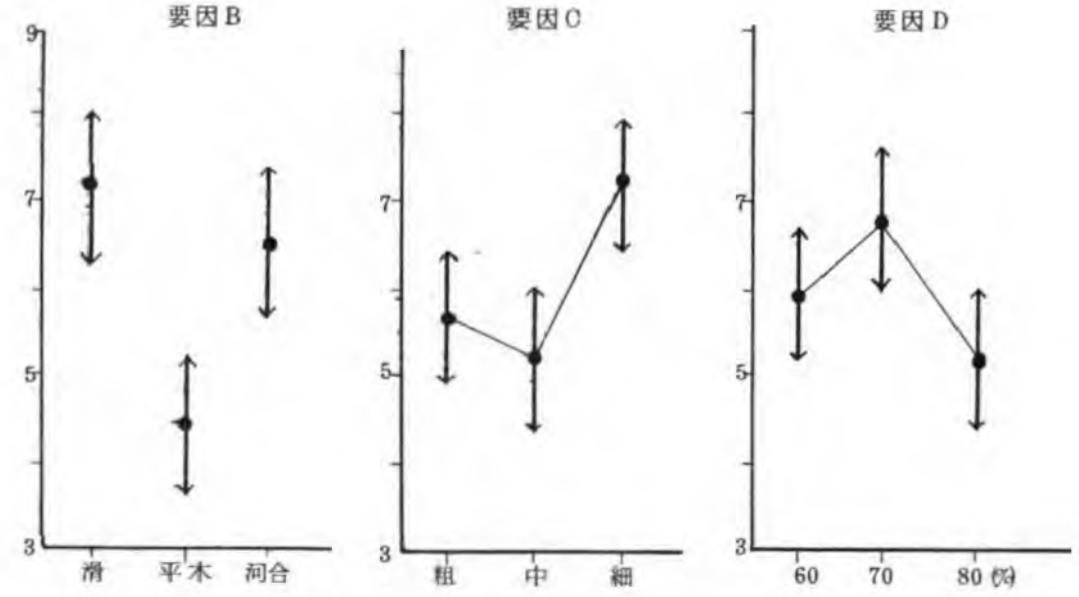

要因F
9
7
5
3
5
13
20%


要因G
8
6
4
2
粗
中
細

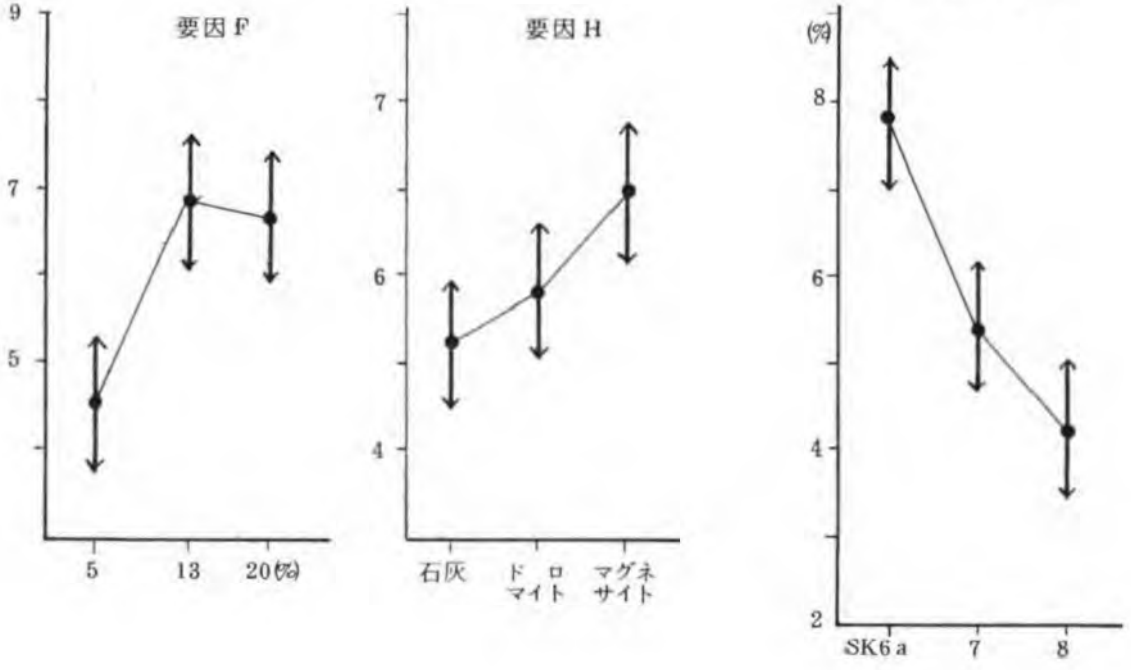

要因H
8
6
4
2
石灰
ドロマイト
マグネサイト


要因I
8
6
4
2
0
5
10 (%)

(3) ＳＫ８



(4) 各火度間変化



これら図表から，4.1と同様全要因について有意差があった。要因Bについては4.1の結果と呼応し滑陶石使用素地が平木陶石使用のものよりも収縮率が大きい。要因Cからは陶石の粒度の細かいほど収縮率が大きいことがわかるが，一部4.1と同様に中粒で極値を示すものもある。

この現象は要因Gにも見られる。要因Fでは長石の多いほど収縮率が大きいが，そのうちSK8焼成で水準3が同2よりも小さいのは，素地が焼きすぎの段階に入って膨張したためである。要因Iでも同様の現象のため水準3が同2よりも小さいことがある。

4.3 α－クリストバライト

測定方法及び測定条件は前報[1]と同じである。その結果を表8に，またその分散分析の結果を表9と図4に示す。

表8　α－クリストバライト量

試験体番号＼焼成火度	SK6a	SK7	SK8
1	5	9	8
2	72	163	140
3	346	387	452
4	0	0	0
5	5	6	13
6	26	132	202
7	0	0	0
8	4	32	83
9	12	38	36
10	36	185	258
11	0	0	0
12	0	0	8
13	389	419	560
14	35	40	282
15	143	439	240
16	43	117	160
17	8	8	36
18	20	76	79
19	0	0	0
20	0	0	0
21	0	0	0
22	0	0	0
23	0	0	0
24	0	0	0
25	26	48	51
26	25	16	17
27	0	0	0

表9　α－クリストバライト量の分散分析結果

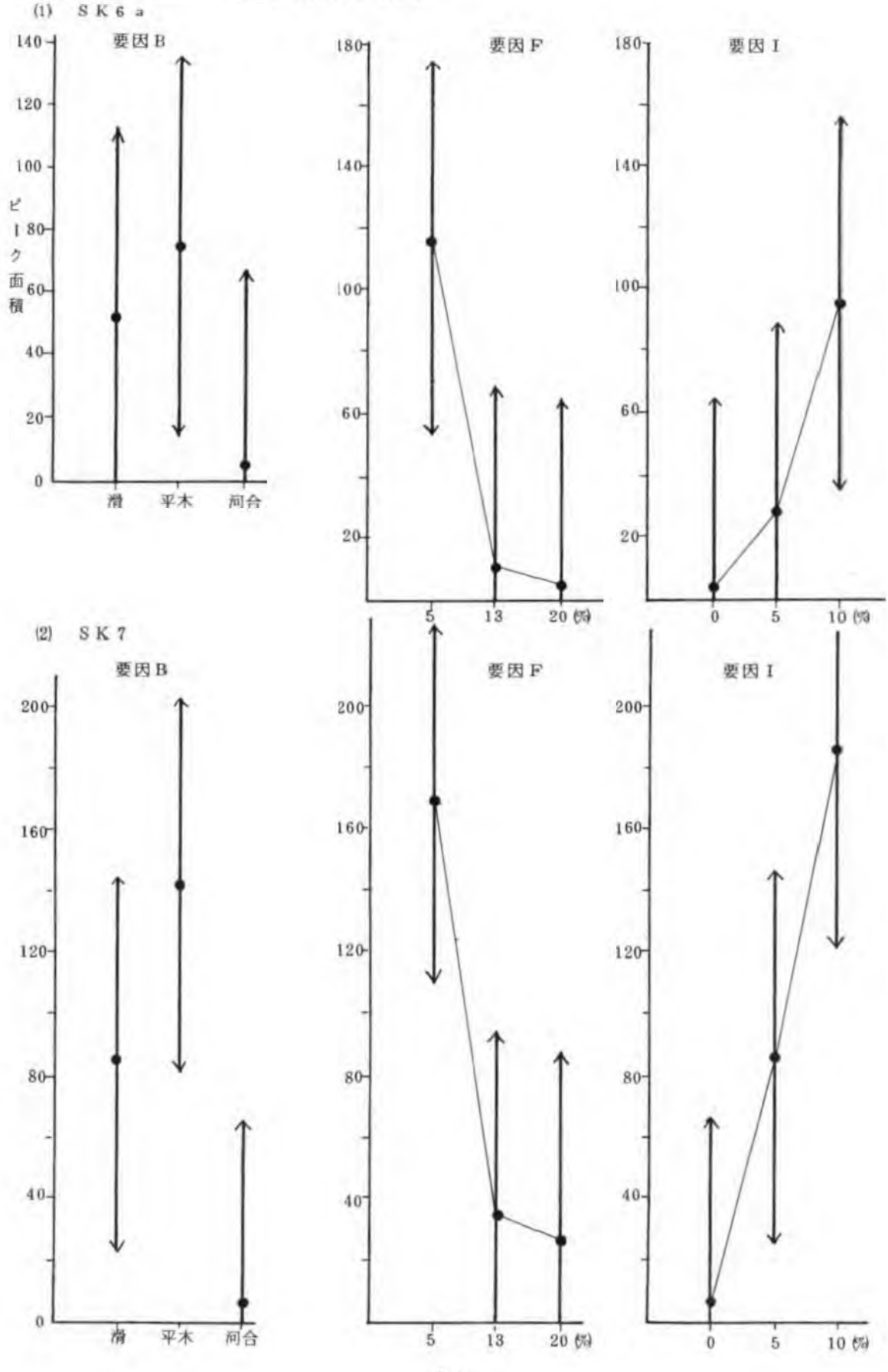
要　因	SK6a		SK7		SK8	
	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定
B. 陶石の種類	*	Ⅰ（滑）＝52.2 Ⅱ（平木）＝74.9 Ⅲ（河合）＝5.7	*	Ⅰ＝85.2 Ⅱ＝142.7 Ⅲ＝7.1	**	Ⅰ＝103.8 Ⅱ＝147.3 Ⅲ＝7.6
C. 陶石の粒度	—	Ⅰ（粗粒）＝51.0 Ⅱ（中粒）＝66,4 Ⅲ（細粒）＝15.3	—	Ⅰ＝82.7 Ⅱ＝115.1 Ⅲ＝37.2	*	Ⅰ＝96.2 Ⅱ＝144.1 Ⅲ＝51.3
D. 陶石の量	—	Ⅰ（60%）＝54.9 Ⅱ（70%）＝13.1 Ⅲ（80%）＝64.8	—	Ⅰ＝84.4 Ⅱ＝43.0 Ⅲ＝107.6	—	Ⅰ＝97.2 Ⅱ＝61.0 Ⅲ＝133.4
F. 長石の量	*	Ⅰ（5%）＝115.7 Ⅱ（13%）＝11.3 Ⅲ（20%）＝5.8	**	Ⅰ＝169.0 Ⅱ＝37.7 Ⅲ＝28.3	**	Ⅰ＝194.4 Ⅱ＝54.4 Ⅲ＝42.8
G. 長石の粒度	—	Ⅰ（粗粒）＝55.4 Ⅱ（中粒）＝16.6 Ⅲ（細粒）＝60.8	—	Ⅰ＝86.4 Ⅱ＝29.4 Ⅲ＝119.1	—	Ⅰ＝115.2 Ⅱ＝63.4 Ⅲ＝113.0
H. 添加物の種類	—	Ⅰ（石灰）＝21.4 Ⅱ（ドロマイト）＝61.0 Ⅲ（マグネサイト）＝50.3	—	Ⅰ＝60.0 Ⅱ＝102.4 Ⅲ＝72.6	*	Ⅰ＝39.1 Ⅱ＝134.9 Ⅲ＝117.7
I. 添加物の量	*	Ⅰ（0%）＝5,3 Ⅱ（5%）＝30.0 Ⅲ（10%）＝97.4	*	Ⅰ＝6.3 Ⅱ＝84.9 Ⅲ＝143.8	**	Ⅰ＝36.2 Ⅱ＝68.2 Ⅲ＝187.2
β	60.2		60.8		55.3	

注）　Fo；判定　　** 99%以上の確率で有意差あり
　　* 95%以上99%以下　〃
　　β；確率95%の母平均の信頼限界
　　本山蛙目質木節の量＝100－D（%）

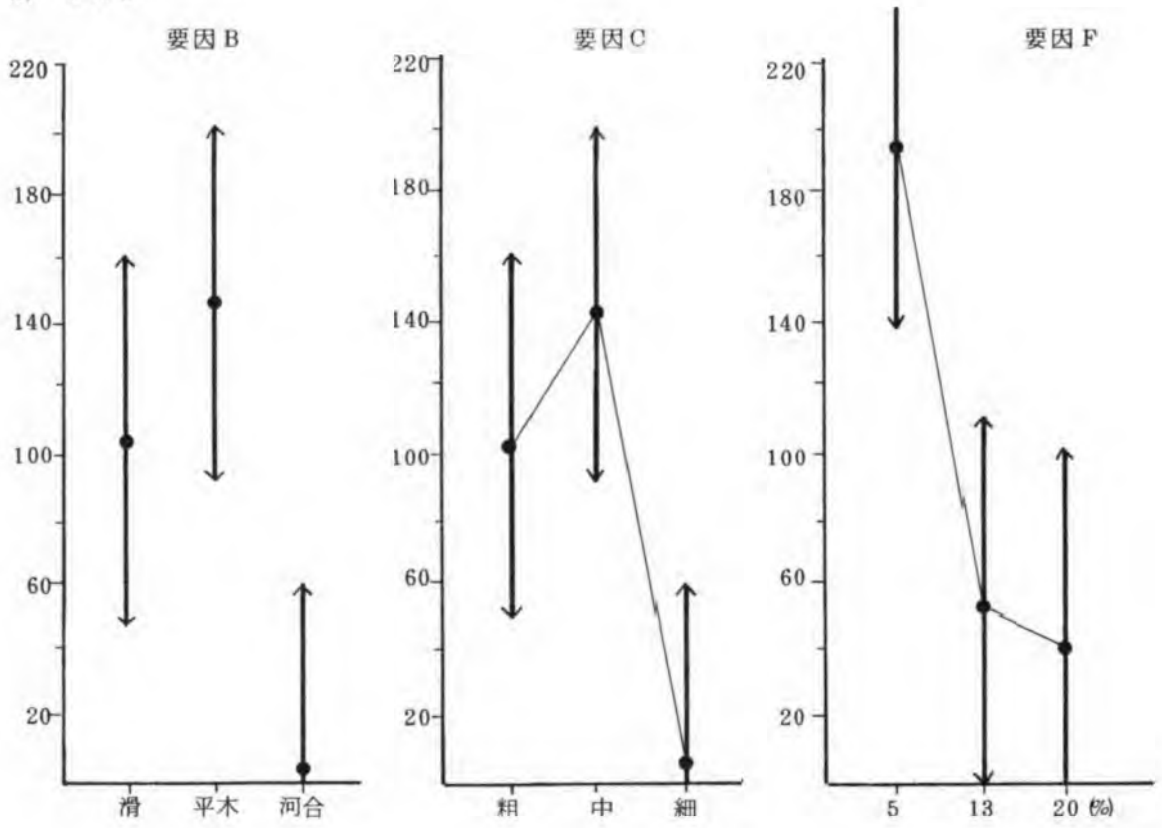
表9（B）　各火度間の検定

要　因	Fo	平均値の推定	β
火度間	7.87^{**}	SK6a＝44.3　SK7＝78.3　SK8＝97.2	19.3

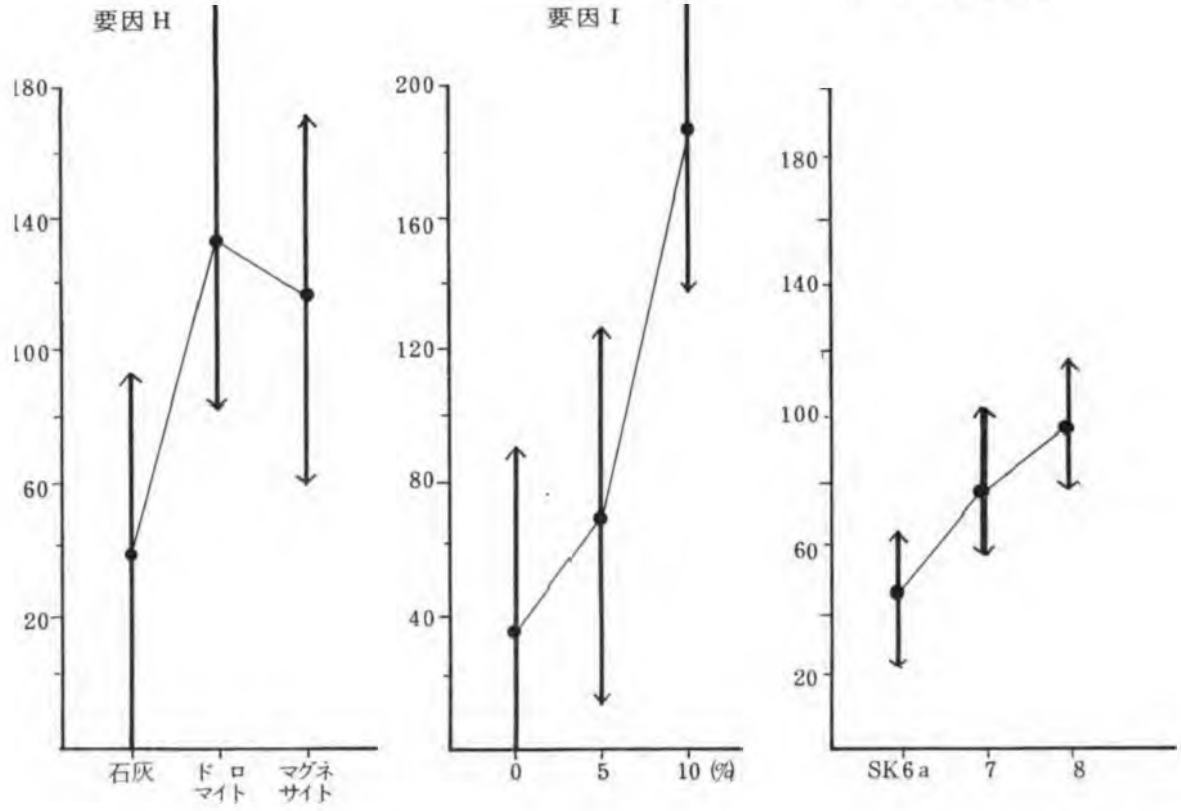
図4　表9のグラフ化


(1)　SK6a
要因B
要因F
要因I
ピック面積
140
120
100
80
60
40
20
0
180
160
140
120
100
80
60
40
20
滑
平木
河合
5
13
20 (%)
0
5
10 (%)
(2)　SK7
要因B
要因F
要因I
200
160
120
80
40
0
滑
平木
河合
5
13
20 (%)
0
5
10 (%)

(3) ＳＫ８



(4) 各火度間変化



これらの図表から要因B，F及びIの全火度と要因C及びHの一部火度に有意差が認められるが，前報[1]と同様クリストバライト生成量が0の意味に注意する必要があり，単に有意差があったとして，技術的に意味があるかどうかを簡単には断定できない。たとえば，要因Cにおいて，有意差のなかった火度も含めて，すべて陶石の粒度が中粒のものにクリストバライト量の極大値があるが，表2を検討すると判るように，中粒（水準2）においては，滑陶石，平木陶石がGⅠ，GⅡと，河合陶石がGⅢと組み合っている。前報[1]より，河合陶石及び長石20%含有素地ではクリストバライト生成量は0ではあるが，最もクリストバライトを生成しにくい調合であり，たとえば実験№4とは0の意味が違っている可能性が強く，これらのことを考慮すると要因Cは，分析分散結果をそのまま技術的な差に結びつけることはできない。以上のように数値0の意味を考慮して，図表を検討すると次のようになる。要因BとFについては，溶融液が多いときはガラスとして液に取り込まれる。要因Hに有意差があるのは，ドロマイトとマグネサイトが鉱化剤の作用をすることによりクリストバライトを多量に生成させるのに反し，石灰石は灰長石生成のためにシリカ成分を必要とし，その結果としてクリストバライト生成が抑制されるためであろう。要因Iは，炭酸塩鉱物が量とともに鉱化剤の役を増大することを示している。

以上の結果から，炭酸塩鉱物の添加はクリストバライト生成の見地からは，石灰石以外は望ましくないこと，陶石の粒度の影響については即断できないこと，さらに前報[1]と同様にカオリナイト－石英系の陶石は，いづれもクリストバライトを生成しやすい事等がわかった。

5. ま　と　め

長石質陶器素地の総合的研究の一環として，陶石立て素地の焼成性状を調べ，次のような結果を得た。

(1) 陶石としてカオリナイト－石英系のものを用いるとクリストバライトが生成しやすい。これは素地中の溶融液生成成分がセリサイト系陶石に比べ少ないからである。

(2) 従って，長石を添加するとクリストバライト生成が低下する。

(3) 炭酸塩添加の効果は，石灰石以外は焼きしまりを良くするが，ドロマイト，マグネサイトはクリストバライトの生成を著しく促進する。

(4) 石灰石添加は吸水率や収縮率をドロマイトやマグネサイトとは違ってあまり変化させないが，焼きしまり状態が無添加の素地とはかなり相違する。

〔文　献〕

1) 国枝勝利，三窯試報,6，21～38（1973）
2) たとえば素木洋一；セラミック外論(3) 86～88

（研１－３）

長石質陶器素地（半磁器）の焼成性状について（第３報）

研究室　国枝勝利

1. まえがき

第１報[1]，第２報[2]で，陶石立て素地の焼成性状を調べ，その結果焼成時において溶融液生成成分が少ない素地にクリストバライトが生成する事，また炭酸塩鉱物添加の効果では，マグネサイト，ドロマイトがその生成を促進すること，それに反し石灰石は，その生成を抑制する事がわかった。これらの結果から，カオリン－長石－けい石系素地においても，長石含有量の少ない時にはクリストバライトが生成することが考えられるが，一方陶石中のα－石英と，けい砂・けい岩のα－石英の熱的な性質に差のあることも考えられるので，今回はカオリン立て素地を試験し，それによって陶石立て素地との相違の有無を明らかにする目的で行なったものである。

2. 原料及び前処理

カオリン質原料として，本山蛙目質木節粘土，土岐口蛙目及び朝鮮カオリン（水ひ物）を，長石には第一報[1]と同様に曹長石／カリ長石比の相異なる平津・野岐及び福島長石を，けい石には福島けい石を使用した。また添加物としては，前報と同様石灰・ドロマイト及びマグネサイトを用いた。これらの原料の性質については前報[1][2]に示してある。なお土岐口蛙目及び朝鮮カオリンはX線的にはほとんど純粋なカオリン鉱物からなっている。これら原料のうち長石類とけい石について粒度別の試料を次のように準備した。すなわち，いづれも24，48及び72時間湿式磨砕したものを，それぞれ粗・中及び細粒とした。これら使用原料のうち主たるものの粒度分布を図１に示す。

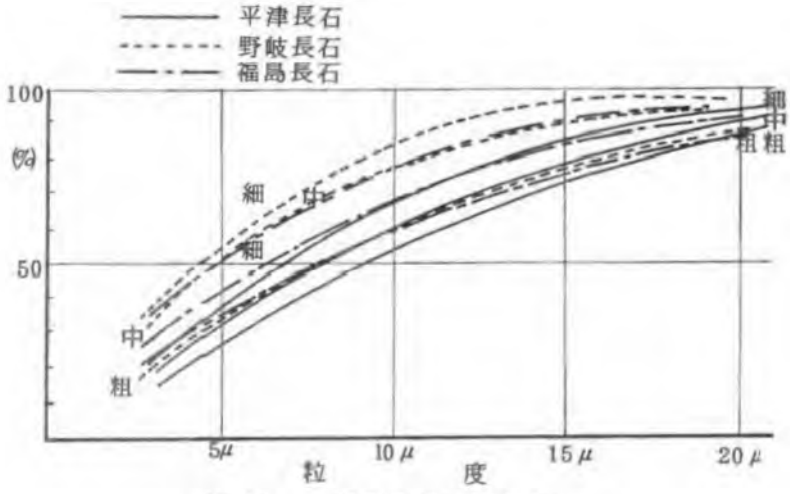


図1(A)　使用原料の粒度分布

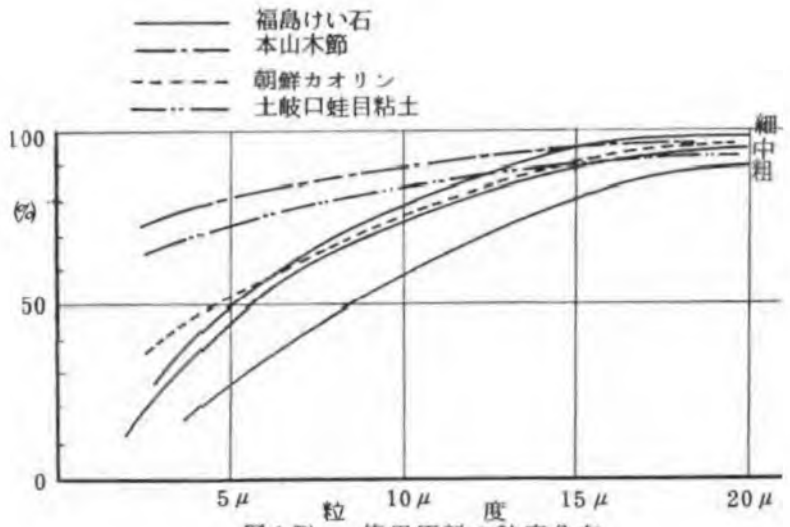


図1(B)　使用原料の粒度分布

3. 実験方法

3.1 調合率

調合方法は，上記各原料を表1に示す，直交配列$L_{27}(3^{13})$にわりつけて行なった。なお調合範囲は文献に記載されている範囲[3]を中心とした。また長石と炭酸塩鉱物は外割で添加して

表1　調合率表

(A) $L_{27}(3^{13})$表

試験体番号＼わりつけた要因	B	C	D	F	G	H	I	J
列番	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	2	2	2	2
3	1	1	1	1	3	3	3	3
4	1	2	2	2	1	1	1	2
5	1	2	2	2	2	2	2	3
6	1	2	2	2	3	3	3	1
7	1	3	3	3	1	1	1	3
8	1	3	3	3	2	2	2	1
9	1	3	3	3	3	3	3	2
10	2	1	2	3	1	2	3	1
11	2	1	2	3	2	3	1	2
12	2	1	2	3	3	1	2	3
13	2	2	3	1	1	2	3	2
14	2	2	3	1	2	3	1	3
15	2	2	3	1	3	1	2	1
16	2	3	1	2	1	2	3	3
17	2	3	1	2	2	3	1	1
18	2	3	1	2	3	1	2	2
19	3	1	3	2	1	3	2	1
20	3	1	3	2	2	1	3	2
21	3	1	3	2	3	2	1	3
22	3	2	1	3	1	3	2	2
23	3	2	1	3	2	1	3	3
24	3	2	1	3	3	2	1	1
25	3	3	2	1	1	3	2	3
26	3	3	2	1	2	1	3	1
27	3	3	2	1	3	2	1	2

(B) 要因と水準

要因	第1水準	第2水準	第3水準
B. 粘土の種類	本山木節	土岐口蛙目	朝鮮カオリン
C. 長石 〃	平津	野岐	福島
D. 粘土の量	50	60	70 (%)
F. 長石の量	5	20	35 (%)
G. 長石の粒度	粗	中	細
H. けい石の粒度	粗	中	細
I. 添加物の種類	石灰石	ドロマイト	マグネサイト
J. 添加物の量	0	5	10 (%)

注)　けい石の量＝(100－D)%

いるので，合量は100％以上となる。

3.2 調合及び成形

調合は上記直交配列表に従い，調合順序をJIS Z 9031 によりランダム化し，各合量500 gづつ秤量し，ポットミルで2時間湿式混合した後100℃で乾燥した。さらにそれをらいかい機で8％の水を加えつつ粉砕・造粒した。成形は油圧式ハンドプレス機により，成形圧300 kg/cm²で100×20×約5(mm)の試験体を作製した。

3.3 焼　　成

上記試験体をエレマ発熱式電気炉を用いてSK6a，7及び8で焼成した。各火度の最高温度とその保持時間は前報[2]と同様である。また各火度27本の試験体の炉内位置を，3.2と同様ランダム化して，炉内温度分布差のデータへの影響を平均化した。

4. 実験結果及び考察

4.1 吸　水　率

吸水率を表2に，またその分散分析の結果を表3と図2に示す。

表2 吸　水　率

試験体番号＼焼成火度	SK6a	SK7	SK8
1	14.4	11.7	11.9
2	9,1	5.0	4.5
3	5.7	2.9	3.0
4	8.0	6.4	0.0
5	2.0	1.9	0.2 ##
6	7.9	6.0	2.2
7	10.6	54.	0.1
8	4.8	4.6	1.4
9	0.0	0.0	0.0 +
10	5.4	5.0	1.8
11	3.6	0.1	0.0
12	1.7	1.9	0.1 +
13	4.1	2.5	2.0
14	13.0	8.8	2.0
15	8.6	9.3	6.0
16	0.1	0.0	0.0 ##
17	7.6	7.4	2.4
18	5.7	4.8	0.0
19	9.0	7.7	2.2
20	1.9	0.7	0.0
21	20.2	14.6	9.3
22	6.1	2.5	0.0
23	0.1	0.0	0.0 ##
24	10.8	7.8	2.6
25	10.4	6.4	0.0
26	15.7	16.0	9.7
27	19.8	18.3	7.8

注)　+ やや焼きすぎ　　## 焼きすぎ

表3（A） 吸水率の分散分析結果

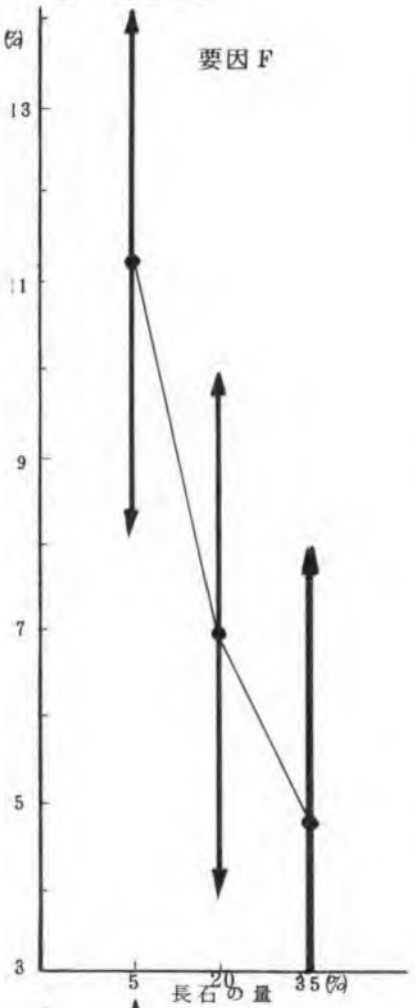
要因	SK6a		SK7		SK8	
	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定
B. 粘土の種類	—	Ⅰ（木節）＝ 6.9 Ⅱ（蛙目）＝ 5.5 Ⅲ（カオリン）＝ 10.4	*	Ⅰ＝ 4.9 Ⅱ＝ 4.4 Ⅲ＝ 8.2	—	Ⅰ＝ 2.6 Ⅱ＝ 1.8 Ⅲ＝ 3.3
C. 長石の種類	—	Ⅰ（平津）＝ 7.9 Ⅱ（野岐）＝ 6.7 Ⅲ（福島）＝ 8.3	—	Ⅰ＝ 5.5 Ⅱ＝ 5.0 Ⅲ＝ 7.0	—	Ⅰ＝ 3.6 Ⅱ＝ 1.7 Ⅲ＝ 2.4
D. 粘土の量	—	Ⅰ（50%）＝ 6.6 Ⅱ（60%）＝ 8.3 Ⅲ（70%）＝ 8.0	—	Ⅰ＝ 4.7 Ⅱ＝ 6.9 Ⅲ＝ 6.0	—	Ⅰ＝ 2.7 Ⅱ＝ 2.4 Ⅲ＝ 2.6
F. 長石の量	*	Ⅰ（ 5%）＝ 11.2 Ⅱ（20%）＝ 6.9 Ⅲ（35%）＝ 4.8	**	Ⅰ＝ 9.0 Ⅱ＝ 5.5 Ⅲ＝ 3.0	*	Ⅰ＝ 5.2 Ⅱ＝ 1.8 Ⅲ＝ 0.7
G. 長石の粒度	—	Ⅰ（ 粗 ）＝ 7.6 Ⅱ（ 中 ）＝ 6.4 Ⅲ（ 細 ）＝ 8.9	—	Ⅰ＝ 5.3 Ⅱ＝ 4.9 Ⅲ＝ 7.3	—	Ⅰ＝ 2.0 Ⅱ＝ 2.2 Ⅲ＝ 3.4
H. けい石の粒度	—	Ⅰ（ 粗 ）＝ 7.4 Ⅱ（ 中 ）＝ 8.5 Ⅲ（ 細 ）＝ 7.0	—	Ⅰ＝ 6.2 Ⅱ＝ 6.6 Ⅲ＝ 4.6	—	Ⅰ＝ 3.1 Ⅱ＝ 3.3 Ⅲ＝ 1.3
I. 添加物の種類	**	Ⅰ（石灰）＝ 12.0 Ⅱ（ドロマイト）＝ 6.4 Ⅲ（マグネサイト）＝ 4.5	**	Ⅰ＝ 8.9 Ⅱ＝ 4.9 Ⅲ＝ 3.7	—	Ⅰ＝ 4.0 Ⅱ＝ 1.6 Ⅲ＝ 2.1
J. 添加物の量	—	Ⅰ（ 0%）＝ 9.4 Ⅱ（ 5%）＝ 6.5 Ⅲ（10%）＝ 7.1	*	Ⅰ＝ 8.4 Ⅱ＝ 4.5 Ⅲ＝ 4.7	—	Ⅰ＝ 4.5 Ⅱ＝ 1.6 Ⅲ＝ 1.6
β	3.0		2.0		1.9	

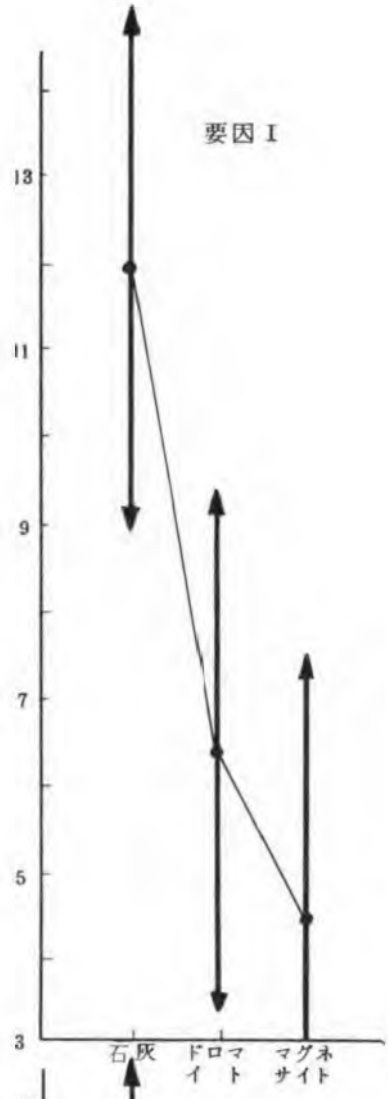
注） Fo ； 判定 ** 1%以下の危険率で有意差あり
* 5%以下 〃
β ； 確率95%の母平均の信頼限界
福島けい石の量＝（ 100 − D ）%

表3（B） 各火度間の検定

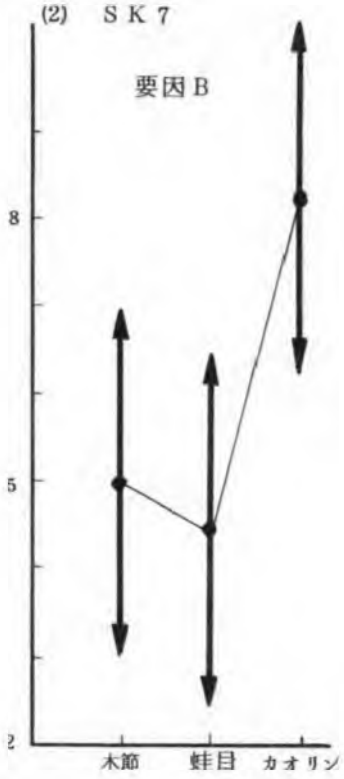
要因	Fo	平均値の推定	β
火度間	44.3 **	SK6a＝7.6 SK7＝5.8 SK8＝2.6	0.78

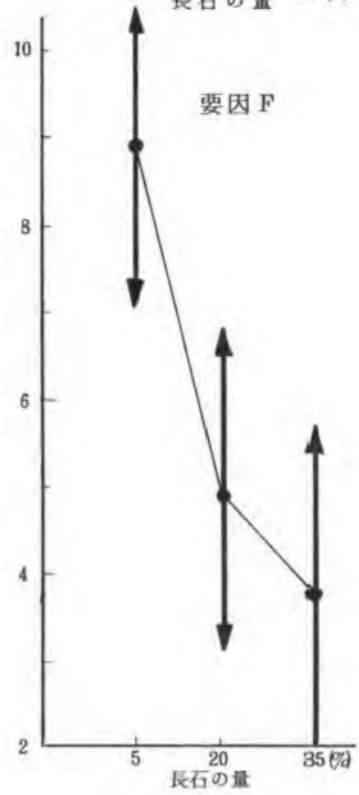
(1) SK 6 a

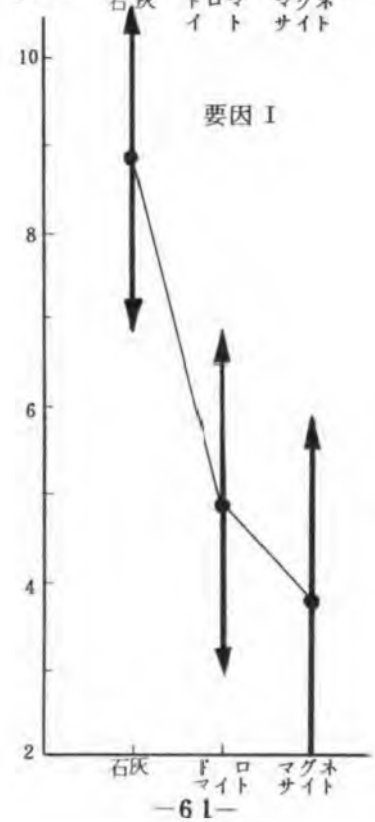

要因F
13
11
9
7
5
3
5
20
35(%)
長石の量

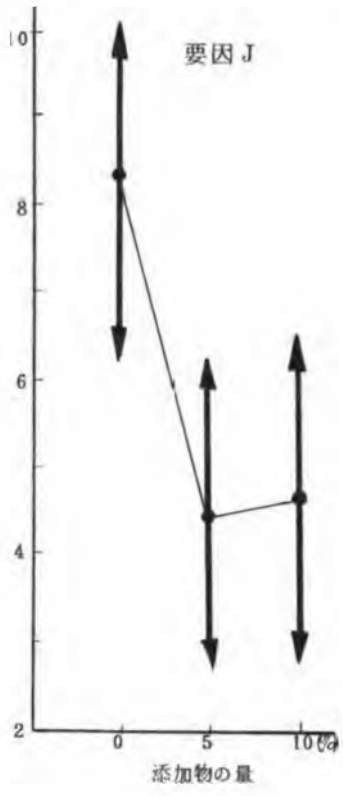

要因I
13
11
9
7
5
3
石灰
ドロマイト
マグネサイト

(2) SK 7

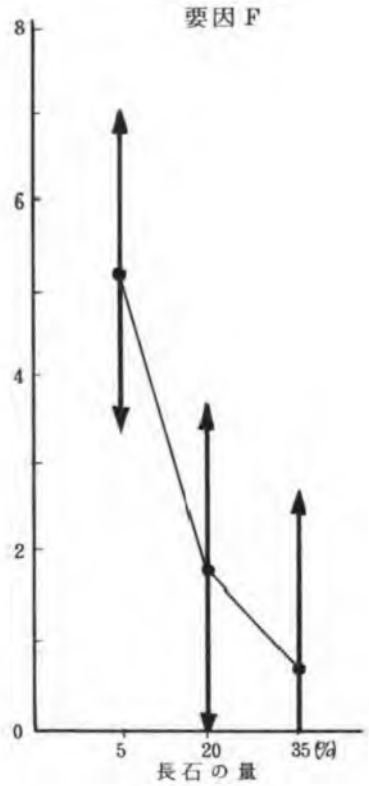

要因B
8
5
2
木節
蛙目
カオリン


要因F
10
8
6
4
2
5
20
35(%)
長石の量


要因I
10
8
6
4
2
石灰
ドロマイト
マグネサイト


要因J
10
8
6
4
2
0
5
10(%)
添加物の量

(3) ＳＫ８



(4) 各火度間の変化

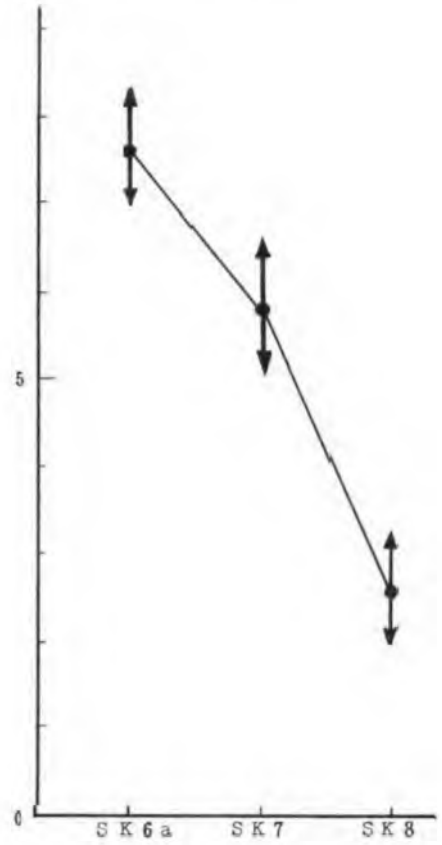


図２　表３のグラフ化（吸水率変化）

上表・図から，要因Ｂ，Ｆ，Ｉ及びＪにおいて，全火度又は一部の火度で有意差が認められた。要因Ｂにおいては，カオリン質原料の可そ性（潤滑性）の差が現われたものと考えられる。即ち，朝鮮カオリンはハロイサイトから成っており，可そ性に乏しくプレス成形の際，かさ比重が小さいが，木節・蛙目粘土使用素地はかさ比重が大きく，その差が吸水率に影響するものと思われる。要因Ｆは，長石量の多いほど素地がよく焼き締るという従来からの意見と一致する。要因Ｉについては，前報[2]と同様，石灰石含有の素地は焼きしまらない一方，ドロマイト，マグネサイト含有のものは，焼結を促進することによる効果である。次に要因Ｊでは，炭酸塩鉱物添加量が増大するにつれて焼結が促進されることがわかる。

4.2 収　縮　率

収縮率を表４に，またその分散分析の結果を表５と図３に示す。

表4　収　縮　率

試験体番号＼焼成火度	SK6a	SK7	SK8
1	1.5	2.7	3.0
2	3.5	4.7	4.8
3	8.7	9.7	7.4
4	4.3	5.4	8.7
5	7.0	6.7	4.5 ++
6	5.4	6.3	9.3
7	2.4	4.2	7.0
8	6.1	6.6	7.3
9	10.4	10.4	9.4 +
10	5.1	5.2	6.7
11	5.2	6.8	7.8
12	6.7	6.7	3.5 +
13	7.5	8.3	8.4
14	1.4	3.8	5.9
15	4.6	4.7	5.8
16	10.0	10.7	7.6 ++
17	4.2	4.5	6.9
18	5.4	5.8	7.2
19	6.0	6.7	9.1
20	9.1	11.7	12.0
21	1.4	4.3	5.3
22	7.9	9.0	10.9
23	12.0	12.2	10.4 ++
24	6.0	7.0	9.3
25	5.7	6.9	9.0
26	2.5	2.4	5.0
27	1.9	1.7	6.1

注）　＋ やや焼すぎ
　　＋＋ 焼きすぎ

表5（A） 収縮率の分散分析結果

要因	SK6a		SK7		SK8	
	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定
B. 粘土の種類	—	Ⅰ（木節）＝ 5.5 Ⅱ（蛙目）＝ 5.6 Ⅲ（カオリン）＝5.8	—	Ⅰ＝ 6.3 Ⅱ＝ 6.8 Ⅲ＝ 6.9	*	Ⅰ＝ 6.8 Ⅱ＝ 6.6 Ⅲ＝ 8.6
C. 長石の種類	—	Ⅰ（平津）＝ 5.2 Ⅱ（野岐）＝ 6.2 Ⅲ（福島）＝ 5.4	—	Ⅰ＝ 6.5 Ⅱ＝ 7.6 Ⅲ＝ 5.9	—	Ⅰ＝ 6.6 Ⅱ＝ 8.1 Ⅲ＝ 7.3
D. 粘土の量	—	Ⅰ（50%）＝ 6.6 Ⅱ（60%）＝ 4.9 Ⅲ（70%）＝ 5.4	—	Ⅰ＝ 7.4 Ⅱ＝ 5.3 Ⅲ＝ 7.3	—	Ⅰ＝ 7.5 Ⅱ＝ 6.7 Ⅲ＝ 7.8
F. 長石の量	*	Ⅰ（ 5%）＝ 4.1 Ⅱ（20%）＝ 5.9 Ⅲ（35%）＝ 6.9	—	Ⅰ＝ 5.5 Ⅱ＝ 6.9 Ⅲ＝ 7.6	—	Ⅰ＝ 6.2 Ⅱ＝ 7.8 Ⅲ＝ 8.0
G. 長石の粒度	—	Ⅰ（ 粗 ）＝ 5.6 Ⅱ（ 中 ）＝ 5.7 Ⅲ（ 細 ）＝ 5.6	—	Ⅰ＝ 6.6 Ⅱ＝ 7.2 Ⅲ＝ 6.3	—	Ⅰ＝ 7.8 Ⅱ＝ 7.2 Ⅲ＝ 7.0
H. けい石の粒度	—	Ⅰ（ 粗 ）＝ 5.4 Ⅱ（ 中 ）＝ 5.4 Ⅲ（ 細 ）＝ 6.1	—	Ⅰ＝ 6.2 Ⅱ＝ 6.1 Ⅲ＝ 7.7	—	Ⅰ＝ 7.0 Ⅱ＝ 6.7 Ⅲ＝ 8.4
I. 添加物の種類	**	Ⅰ（石灰）＝ 3.1 Ⅱ（ドロマイト）＝5.9 Ⅲ（マグネサイト）＝7.9	*	Ⅰ＝ 5.0 Ⅱ＝ 6.4 Ⅲ＝ 8.5	—	Ⅰ＝ 6.7 Ⅱ＝ 6.9 Ⅲ＝ 8.5
J. 添加物の量	—	Ⅰ（ 0%）＝ 4.6 Ⅱ（ 5%）＝ 6.1 Ⅲ（10%）＝ 6.1	*	Ⅰ＝ 5.1 Ⅱ＝ 7.1 Ⅲ＝ 7.8	—	Ⅰ＝ 6.9 Ⅱ＝ 8.4 Ⅲ＝ 6.7
β	1,5		1.4		1.1	

注） Fo；判定 ** 1%以下の危険率で有意差あり
* 5% 〃
β；確率95%の母平均の信頼限界
福島けい石の量＝（100－D）%

表5（B） 各火度間の検定

要因	Fo	平均値の推定	β
火度間	8.3**	SK6a＝5.6 SK7＝6.7 SK8＝7.3	0.60

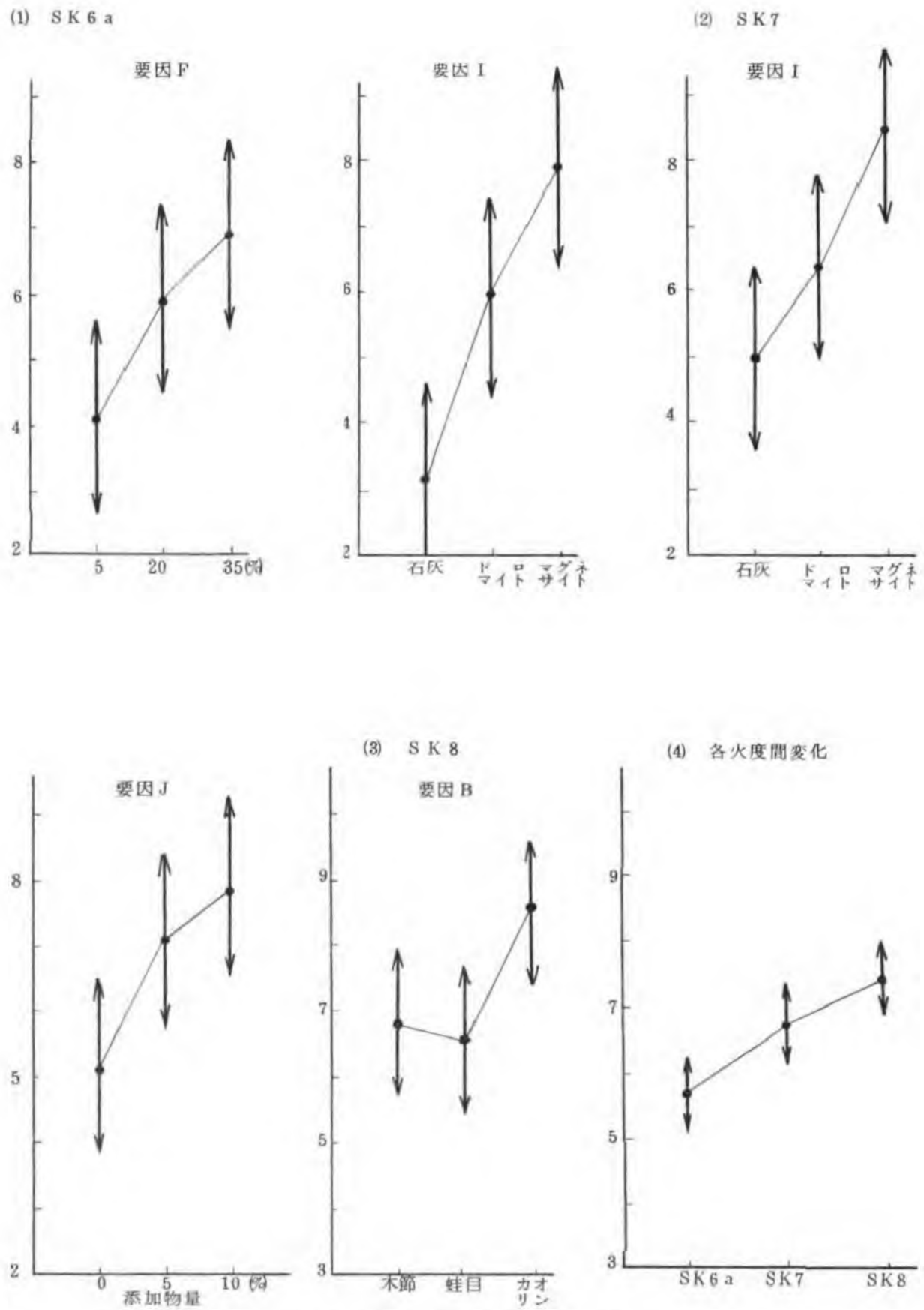


図3　表5のグラフ化（収縮率変化）

表・図から，要因B，F，I及びJにおいて有意差が認められた。有意差の生じた原因は4.1で述べた事と一致するので，ここでは省略する。なお石灰石含有素地は，外観はかなり焼結しているように見うけられるのに，収縮率は小さく吸水率が大きいという事実は前報[2]で示したのと同様である。

4.3 α－クリストバライト量

測定方法は第1報[1]と同じである。その結果を表6に，分散分析の結果を表7と図4に示す。

表6　α－クリストバライト量

試験体番号＼焼成火度	SK6a	SK7	SK8
1	0	2	11
2	41	150	355
3	362	511	615
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0
11	0	0	0
12	0	0	0
13	99	130	260
14	17	20	36
15	0	0	46
16	0	0	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	0	0	0
20	0	0	0
21	0	0	0
22	0	0	0
23	0	0	0
24	0	0	0
25	55	45	194
26	18	7	27
27	27	24	52

表7（A） クリストバライト量の分散分析結果

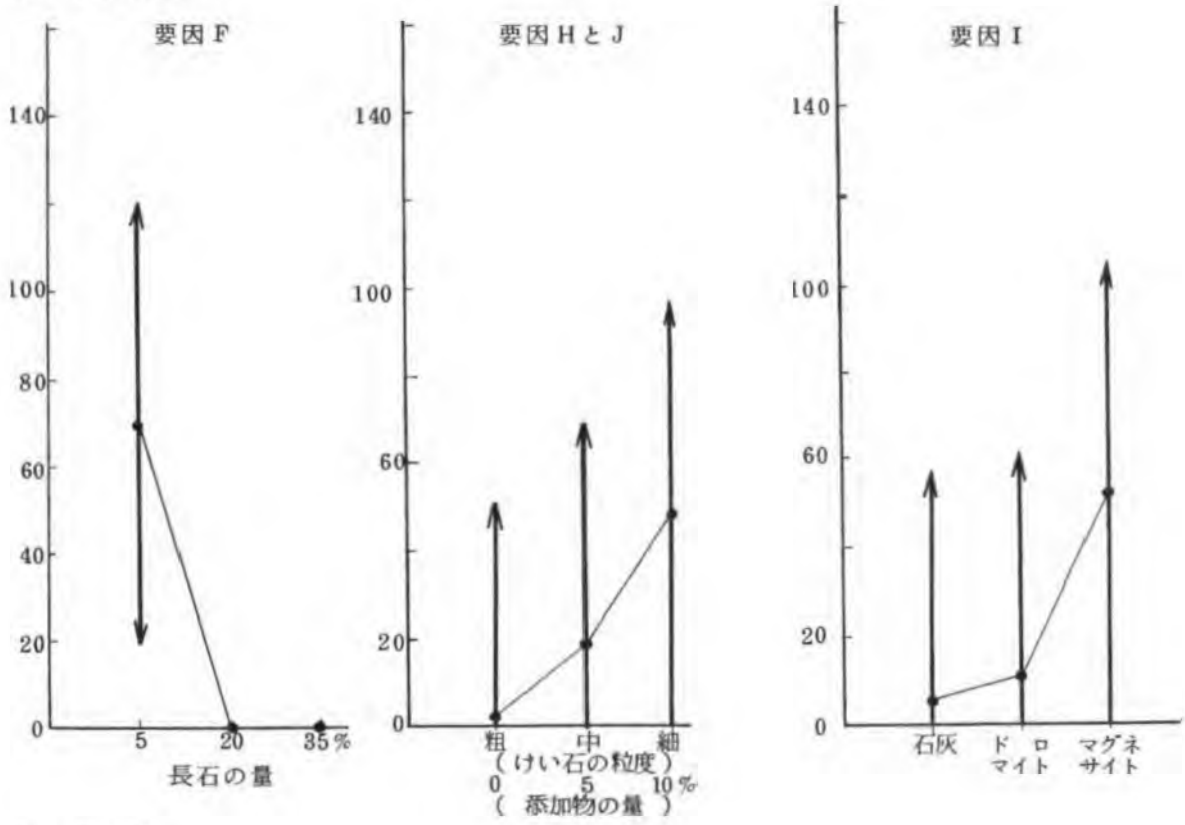
要因	SK6a		SK7		SK8	
	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定	Fo	平均値の推定
B. 粘土の種類	—	Ⅰ（木節）＝ 44.8 Ⅱ（蛙目）＝ 12.9 Ⅲ（カオリン）＝ 11.1	—	Ⅰ＝ 73.7 Ⅱ＝ 16.7 Ⅲ＝ 8.4	—	Ⅰ＝ 109.0 Ⅱ＝ 38.0 Ⅲ＝ 30.3
C. 長石の種類	—	Ⅰ（平津）＝ 44.8 Ⅱ（野岐）＝ 12.9 Ⅲ（福島）＝ 11.1	—	Ⅰ＝ 73.7 Ⅱ＝ 16.7 Ⅲ＝ 8.4	—	Ⅰ＝ 109.0 Ⅱ＝ 38.0 Ⅲ＝ 30.3
D. 粘土の量	—	Ⅰ（50%）＝ 44.8 Ⅱ（60%）＝ 11.1 Ⅲ（70%）＝ 12.9	—	Ⅰ＝ 73.7 Ⅱ＝ 8.4 Ⅲ＝ 16.7	—	Ⅰ＝ 109.0 Ⅱ＝ 30.3 Ⅲ＝ 38.0
F. 長石の量	—	Ⅰ（ 5%）＝ 68.8 Ⅱ（20%）＝ 0 Ⅲ（35%）＝ 0	—	Ⅰ＝ 98.8 Ⅱ＝ 0 Ⅲ＝ 0	**	Ⅰ＝ 177.3 Ⅱ＝ 0 Ⅲ＝ 0
G. 長石の粒度	—	Ⅰ（ 粗 ）＝ 17.1 Ⅱ（ 中 ）＝ 8.4 Ⅲ（ 細 ）＝ 43.2	—	Ⅰ＝ 19.7 Ⅱ＝ 19.7 Ⅲ＝ 59.4	—	Ⅰ＝ 51.7 Ⅱ＝ 46.4 Ⅲ＝ 79.2
H. けい石の粒度	—	Ⅰ（ 粗 ）＝ 2.0 Ⅱ（ 中 ）＝ 18.6 Ⅲ（ 細 ）＝ 48.2	—	Ⅰ＝ 1.0 Ⅱ＝ 33.8 Ⅲ＝ 64.0	—	Ⅰ＝ 9.3 Ⅱ＝ 74.1 Ⅲ＝ 93.9
I. 添加物の種類	—	Ⅰ（石灰）＝ 4.9 Ⅱ（ドロマイト）＝10.7 Ⅲ（マグネサイト）＝53.2	—	Ⅰ＝ 5.1 Ⅱ＝ 21.7 Ⅲ＝ 72.0	—	Ⅰ＝ 11.0 Ⅱ＝ 66.1 Ⅲ＝ 100.2
J. 添加物の量	—	Ⅰ（ 0%）＝ 2.0 Ⅱ（ 5%）＝ 18.6 Ⅲ（10%）＝ 48.2	—	Ⅰ＝ 1.0 Ⅱ＝ 33.8 Ⅲ＝ 64.0	—	Ⅰ＝ 9.3 Ⅱ＝ 74.1 Ⅲ＝ 93.9
β	50.8		66.7		98.5	

注） Fo ；判定 ** 1%以下の危険率で有意差あり
* 5% 〃
β ；確率95%の母平均の信頼限界
福島けい石の量＝（100－D）%

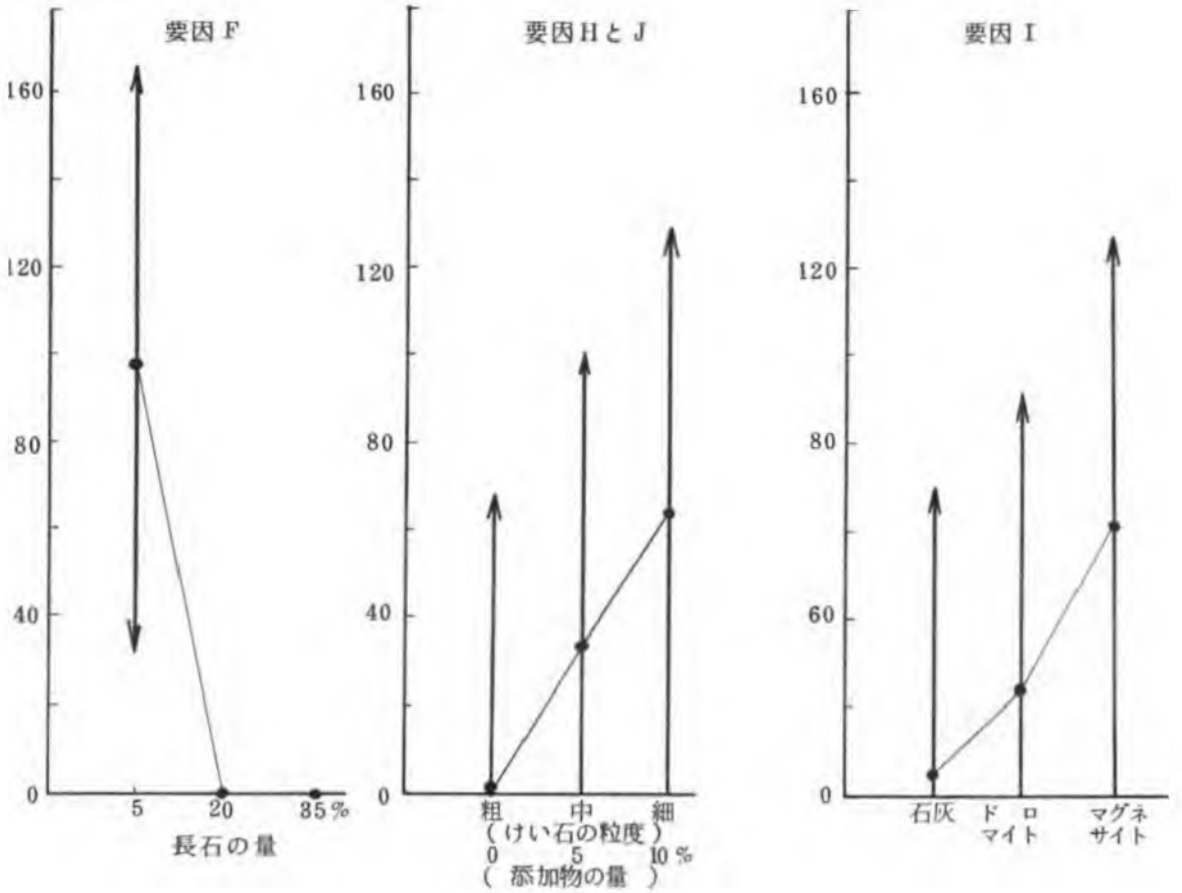
表7（B） 各火度間の検定

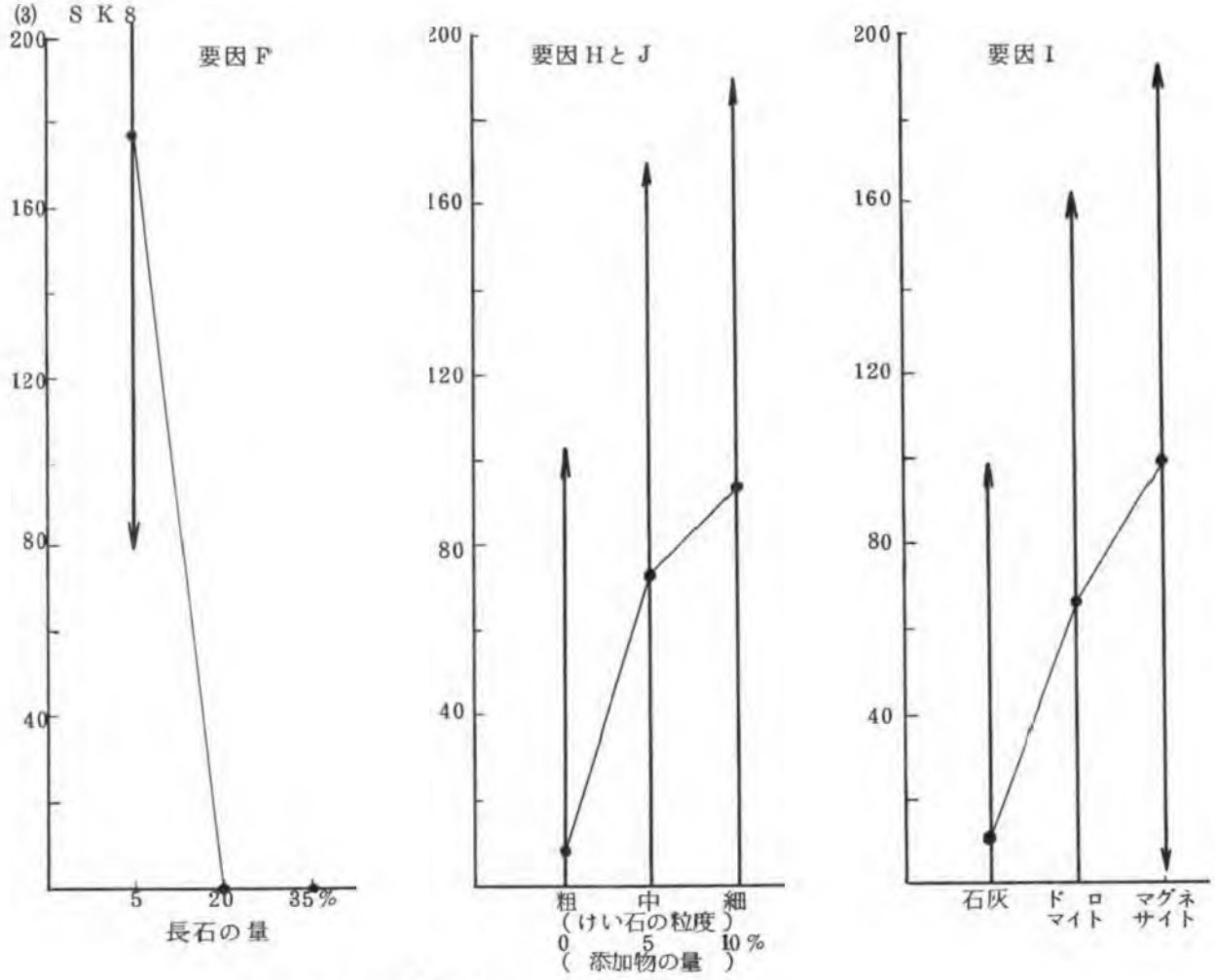
要因	Fo	平均値の推定	β
火度間	5.2**	SK6a＝22.9 SK7＝32.9 SK8＝59.1	16.6

(1) ＳＫ６ａ


要因Ｆ
140
100
80
60
40
20
0
5
20
35％
長石の量
要因ＨとＪ
140
100
60
20
0
粗
中
細
（けい石の粒度）
0
5
10％
（添加物の量）
要因Ｉ
140
100
60
20
0
石灰
ドロマイト
マグネサイト

(2) ＳＫ７


要因Ｆ
160
120
80
40
0
5
20
35％
長石の量
要因ＨとＪ
160
120
80
40
0
粗
中
細
（けい石の粒度）
0
5
10％
（添加物の量）
要因Ｉ
160
120
80
60
0
石灰
ドロマイト
マグネサイト



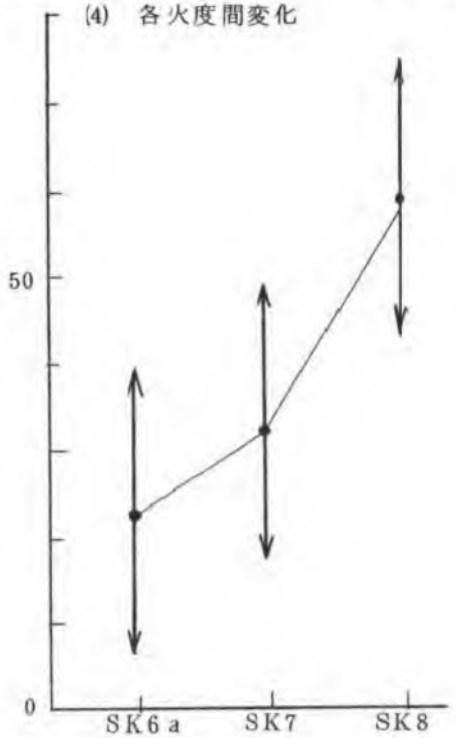


図4 表7のグラフ化
(有意差のないものも示した)

分散分析結果により要因Fだけに有意差が認められたが，前報[1) 2)]で論じた様に，クリストバライト量にはマイナス値がない関係から，分散分析の検出能力が非常に悪く，たとえば要因HやJでは各火度各水準でかなり平均値の推定値に差があるのに95%で有意差が生じない。これを考慮して図4には，有意差が認められないものも示すことにした。これによれば，長石の量については長石の量が増大すると伴にクリストバライト生成量が減少し，20%以上の含有素地では生成は認められない。次にけい石の粒度と炭酸塩鉱物添加量は各火度とも同一の結果となるのが，けい石の粒度の細かいほど，また炭酸塩鉱物含有量の多いほどクリストバライト生成量が多いと推察される。炭酸塩鉱物の種類では，前報[2)]と同様，石灰石含有素地ではクリストバライト生成が少ないのに対し，ドロマイト・マグネサイト含有素地では，その生成が促進される。しかしながら，表6を見れば分るように，陶石立て素地にくらべて0の値の場合が非常に多いことから，カオリン－長石－けい石系素地ではクリストバライトが生成しにくいことがわかる。

5. ま と め

カオリン－長石－石英系素地の試験を行ない次の結果を得た。

(1) 陶石立て素地に比較するとクリストバライトは生成しにくいようである。

(2) 炭酸塩鉱物の種類と添加量の効果は前報[2)]に類似し，石灰石では素地の収縮率が小さく，吸水率も大きいが，ドロマイト，マグネサイトは焼結を促進する。またクリストバライトの生成に関しては，石灰石は，むしろ生成を抑制するのに対し，他は促進する。

(3) けい石の粒度が細かいほどクリストバライト生成量が増大する。

(4) 長石を20%（外割）以上含む素地ではクリストバライトは生成しない。

〔文 献〕

国枝勝利，三窯試報，**7**，**21～38**（1973）

同 上，同 上，**7**，**39～56**（1973）

（研２）

耐熱陶磁器素地の研究（第１報）

ペタライト — 木節粘土系素地について

平賀　豊

1. まえがき

耐熱とか耐熱性とかいう言葉は，一般に二通りの意味で使われている。一つは高い温度に耐えるという意味であり，もう一つは，急激な温度変化に耐えるという意味であるが，本稿で取扱うのは後者の意味である。

耐熱性を高めるには，熱膨張，熱伝導，弾性，機械的強度等を目的に応じて改善し，これらの総合効果の向上を図ればよいわけであるが，中でも，技術的に最も可能性があり効果的なのは，熱膨張率を０に近づけることなので，本研究ではこの方法に重点を置いた。

ペタライトと粘土を配合し，焼成によってβ－スポジュメンを大量に生成させると，熱膨張率の低い素地が得られる。四日市地方では，従来から主として食器類に応用されているが，より合理的な配合比，焼成温度を知るため，ペタライトと木節粘土との配合比，焼成温度が，素地の性質にどのように影響するかを調べた。

2. 試料の調整

2.1 原　料

この実験に使用した原料の化学組成は表１のとおりである。

表１　原料の化学組成（Wt %）

原料名＼化学成分	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Li_2O	Ig. loss
ペタライト（金生興業）	76.72	15.49	0.12	tr	tr	0.81	0.96	4.08	0.79
水ヒ木節粘土（黒崎窯業）	49.84	29.32	2.88	0.56	0.57	1.12	0.53	—	14.68

水ヒ木節粘土は，黒崎B粘土として既報[1)]されたものと同一である。

ペタライトの粒度分布は表２に示すとおりである。

表２　ペタライトの粒度分布

mesh	60 ～ 80	80 ～ 100	100～150	150～200	200＞
%	0.5	0.8	5.6	11.4	81.7

2.2 試料の調整

試料番号と調合比は表３のとおりである。

調合物は磁製乳鉢で湿式混合し，セッコウ板上で適当な水分に調整後，直径約10㎜の丸棒に成形，自然乾燥させた。ただし，№１試料はアラビアゴム20%水溶液を少量使用した。

表3　試料の調合比

試料番号＼原料	ペタライト	水ヒ木節粘土
1	100	—
2	90	10
3	80	20
4	70	30
5	60	40
6	50	50
7	40	60
8	30	70
9	20	80
10	10	90
11	—	100

焼成は，電気炉で昇降温とも5℃／minとし，各最高温度で1 hr 保持した。

3. 実験方法および結果

3.1　焼成収縮率

配合比，焼成温度，焼成収縮率の関係は図1，2のとおりである。

図1は，配合比と焼成収縮率との関係を主として表わしたものである。これによると，焼成収縮率は木節粘土が多いほど高く，ペタライトが多いほど低い傾向にあることを示している。特に1200℃以下で焼成した場合には，ペタライトが10～90%の範囲では，ほぼ直線的に変化することも示している。

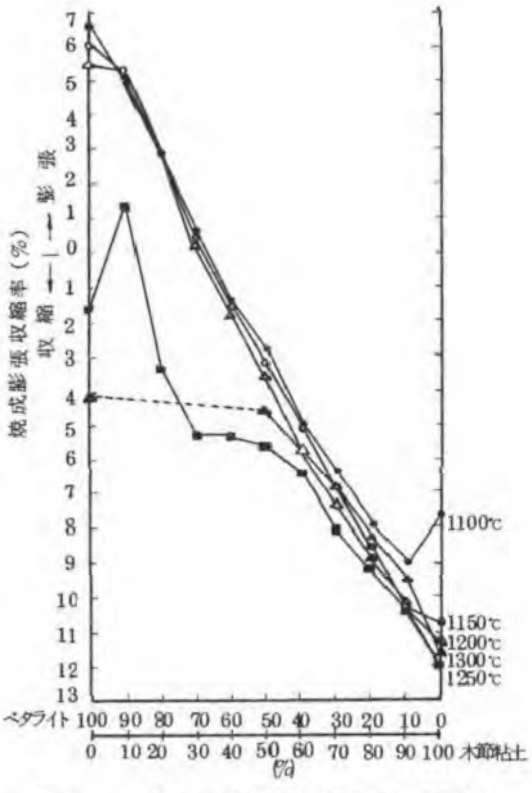


図1　　配合比と焼成収縮率との関係

図2は，焼成温度と焼成収縮率との関係を主として表わしたものである。これによると，1250℃～1270℃で焼成した場合に，焼成収縮率が最も高くなるようである。また，No.1～

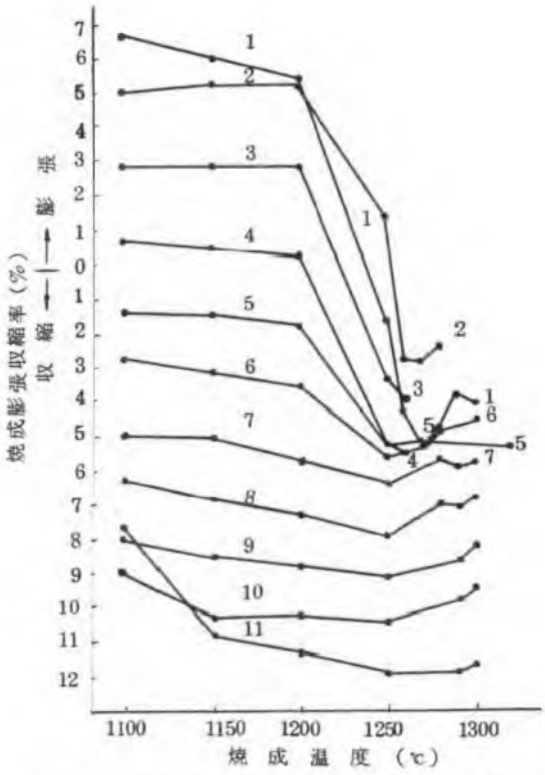


図2　焼成温度と焼成膨張収縮率との関係

6の試料では，焼成温度が1200℃を超えてから，比較的急激に焼結が進むようである。

3.2 吸 水 率

熱膨張測定後の試料を用い，測定操作はＪＩＳ Ｒ 2205－1955によった。ただし，№1の1100℃焼成試料は煮沸によって崩壊減量したので，飽水重量測定後に乾燥重量を求めた。

配合比，焼成温度，吸水率の関係は，図3，4のとおりである。

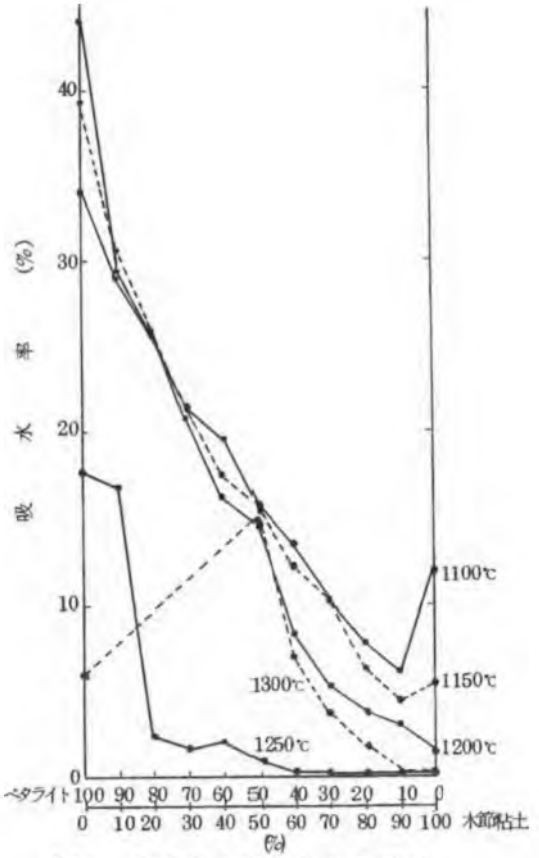


図3 配合比と吸水率との関係

図3は，配合比と吸水率との関係を主として表わしたものであるが，おおよその傾向として，ペタライトの多いほど吸水率が高くなっていることがわかる。中でも，ペタライトが80%以下の試料を1250℃で焼成した場合，吸水率が3%以下と低いのが顕著である。

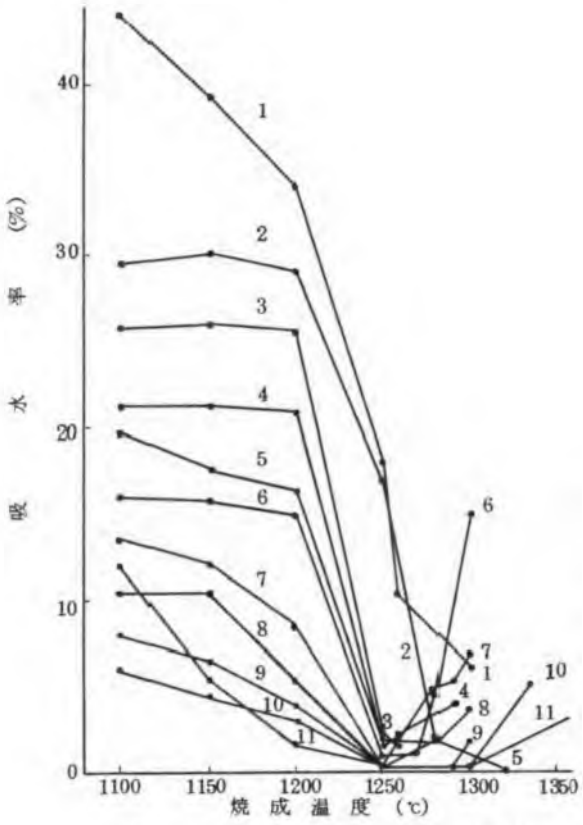


図4 焼成温度と吸水率との関係

図4は，焼成温度と吸水率との関係を主として表わしたものであるが，№1，2を除いては，1250℃焼成で吸水率がほぼ最低になっている。それ以上の温度で焼成すると，№1，2を除いては発泡の傾向が認められ，かえって吸水率が高くなっている。

3.3 熱膨張係数

測定条件は，後述の熱間膨張収縮率と同一である。

配合比，焼成温度，熱膨張係数の関係は図5，6のとおりである。

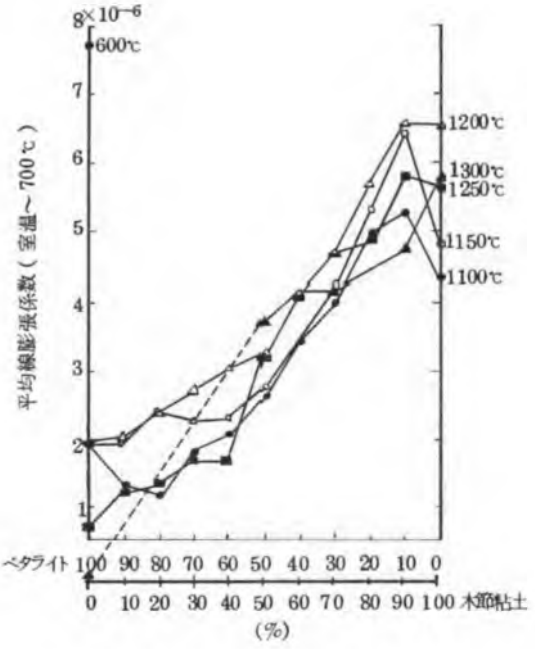


図５　配合比と熱膨張係数との関係

図５は，配合比と熱膨張係数との関係を主として表わしたもので，大体の傾向としては，ペタライトが多いほど熱膨張係数は小さくなっている。ペタライトが60%以上では，その効果が特に顕著である。ペタライトが30%以下になるとあまり効果がないばかりか，熱膨張係数が，木節粘土単味のときよりもかえって大きくなる場合も認められる。

図６は，焼成温度と熱膨張係数との関係を主として表わしたものであるが，1200℃焼成の場合に，熱膨張係数が極大値を示すものが多く認められる。№1～5では，1250℃以上で焼成すると熱膨張係数の低下が顕著に認められる。

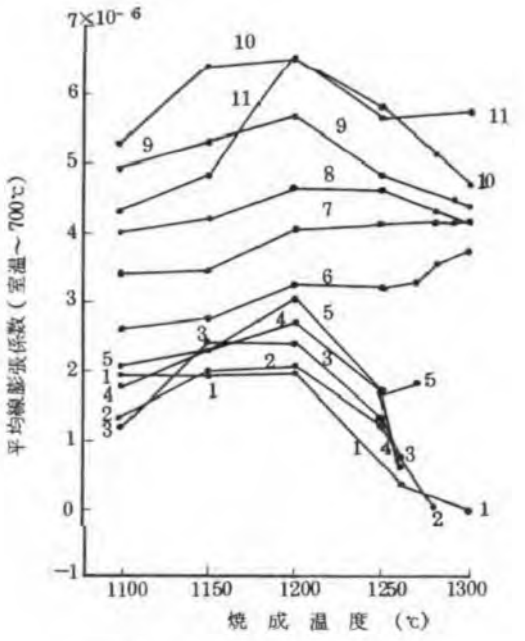


図６　焼成温度と熱膨張係数との関係

3.4　熱間膨張収縮率

生試料の測定には，自然乾燥した試料をアランダム研摩布を用いて，6φ×20（mm）の丸棒に仕上げて用いた。この場合の試料ホルダーと押棒は焼結アルミナ製を使用した。

焼成試料の測定には，各温度に焼成した試料を，その表面を取除くように切断，研摩し，6φ×50（mm）の丸棒に仕上げて用いた。この場合の試料ホルダーと押棒は石英ガラス製を使用した。

昇温速度はいずれも5℃／minである。

生試料の熱間線膨張収縮曲線は図７のとおりである。№1～4に認められる950～1080℃の急激な膨張は，後述のX線回折の結果から推測して，ペタライトがβ－スポジュメンとβ－石英の固溶体に変るときのものと思われるが，ROYら[2]の平衡状態図よりもかなりのずれが

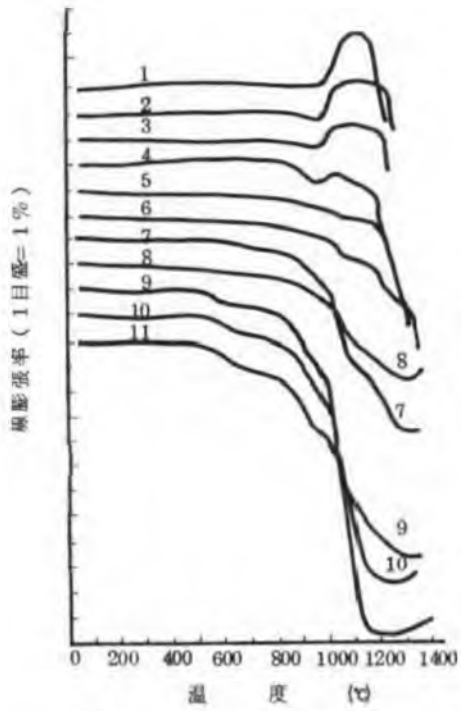


図7　生試料の熱膨張曲線

認められるので，この問題については更に検討する予定である。ペタライトの多い試料は，1200℃を超えてから焼結が進行するようである。特にペタライト単味試料では，1130℃くらいから焼結が盛になる。木節粘土の多い試料は，1250℃を超えると発泡のためか膨張に転ずるものが認められる。

図8は，ペタライト単味試料の熱膨張曲線である。生試料では，アラビアゴム添加の影響が現われているので，600℃で焼成したものについても測定した。生試料と600℃焼成試料は，900℃を超えてから急激な膨張に移っている。

焼成試料の熱間線膨張曲線は図9～14のとおりである。

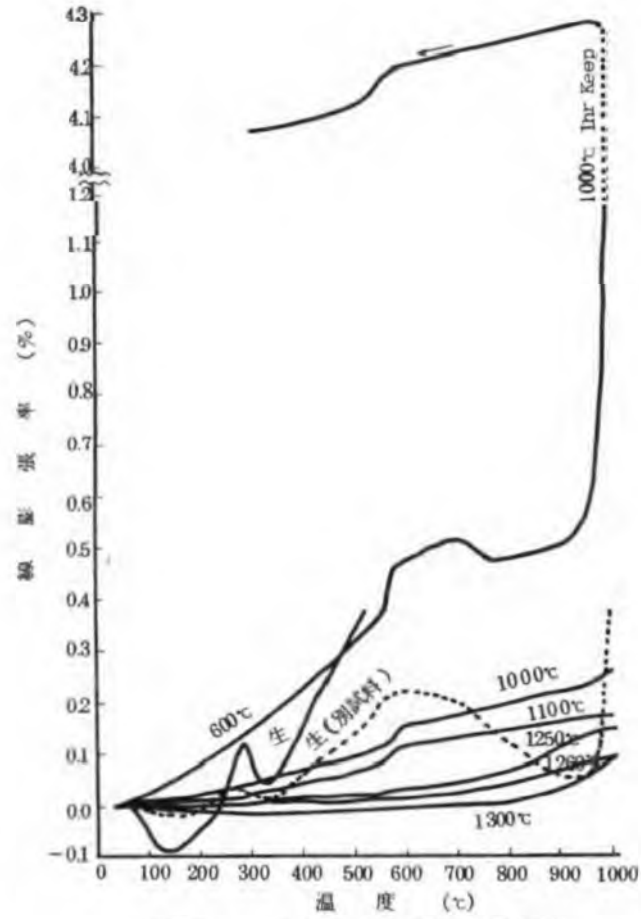


図8　ペタライトの熱膨張曲線

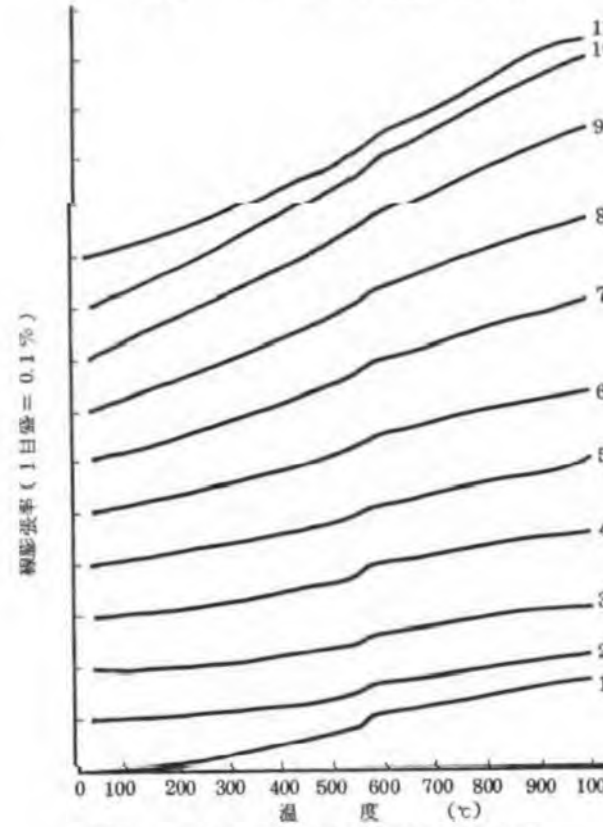


図9　1100℃焼成試料の熱膨張曲線

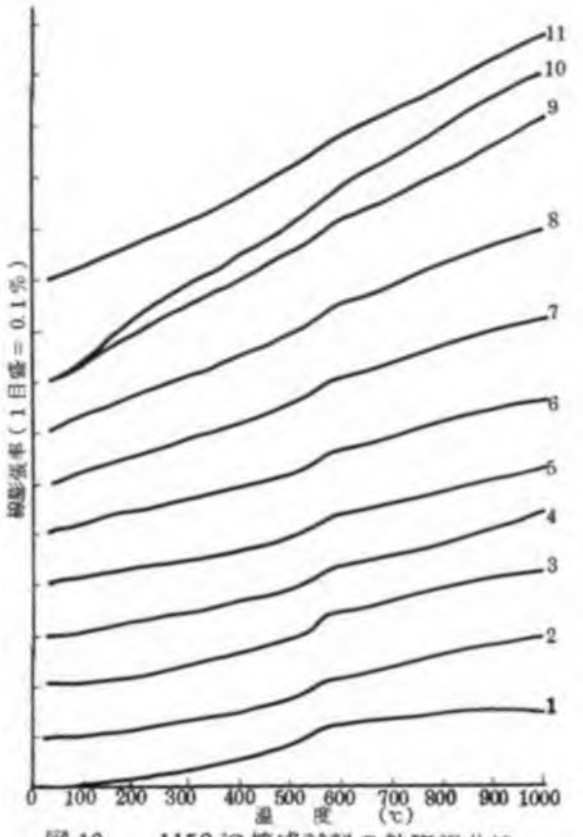


図 10　　1150 ℃焼成試料の熱膨張曲線

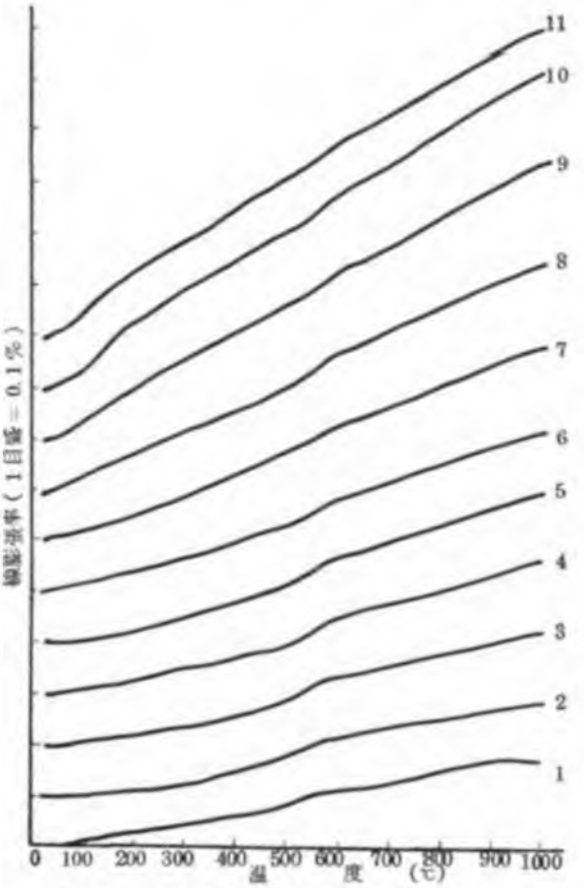


図 11　　1200 ℃焼成試料の熱膨張曲線

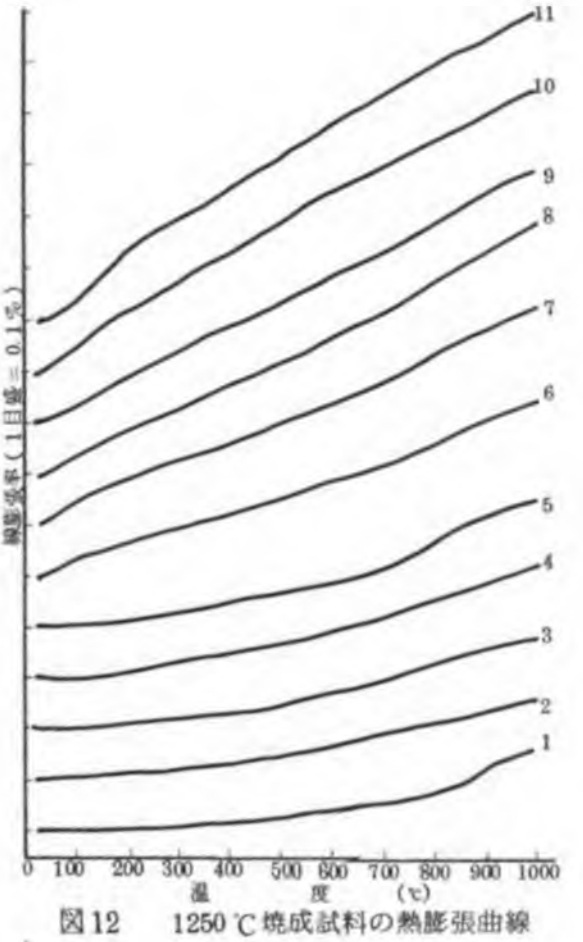


図 12　　1250 ℃焼成試料の熱膨張曲線

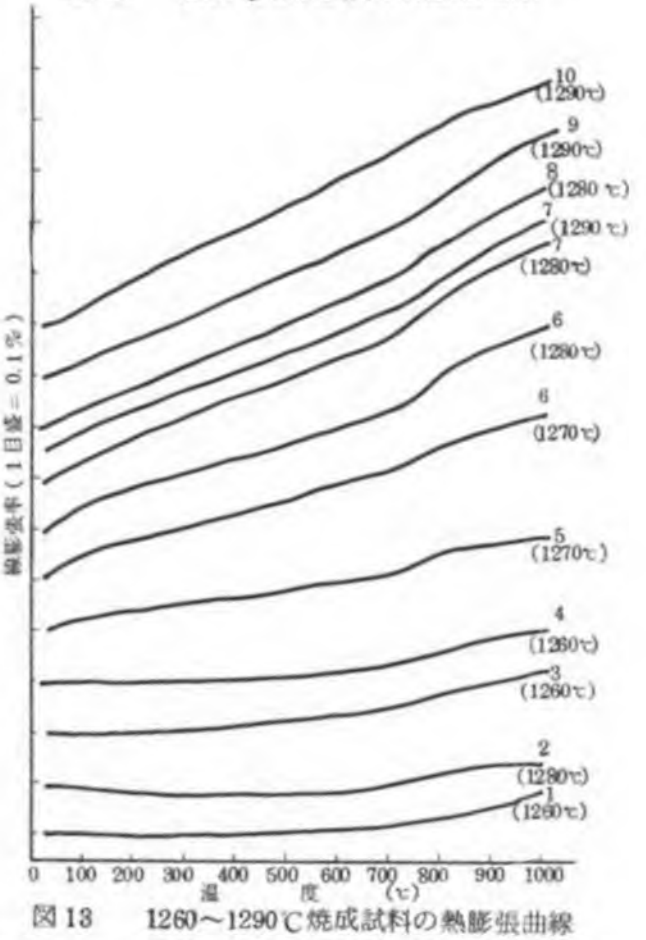


図 13　　1260～1290 ℃焼成試料の熱膨張曲線

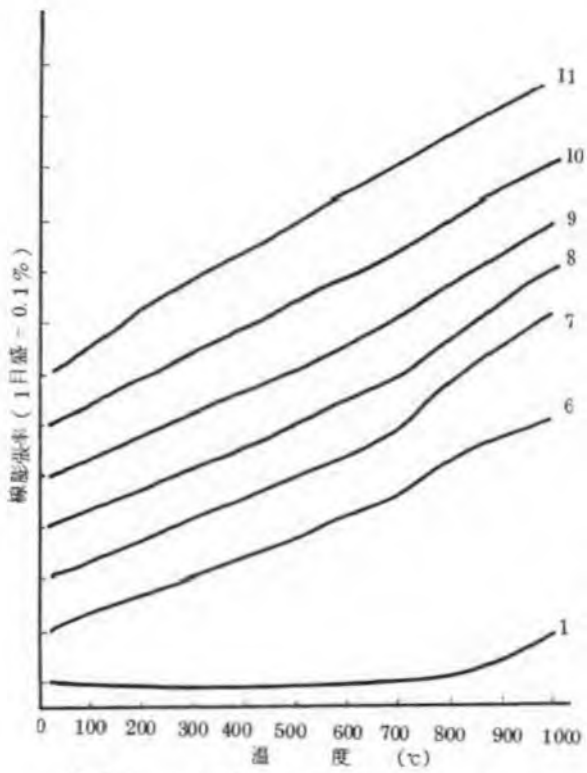


図14　1300℃焼成試料の熱膨張曲線

全般的に，焼成温度の高いほどα－石英は減少する。特に，1250℃以上で焼成したものは，α－石英の存在が殆んど認められない。ペタライト単味試料の場合，1260℃の焼成でわずかに認められる程度であり，1300℃焼成では全く認められなくなる。

木節粘土の多いものは，1150℃以上の焼成でα－クリストバライトの生成が認められる。

3.5　X 線 回 折

配合比，焼成温度，生成鉱物とのおおよその関係を知るため，各焼成試料について粉末法によるX線回折試験をおこなった。その結果を図示すると，図15～19のようになる。

ただし，回折線は図示しやすいものを任意に選び，その強度はピーク高さによった。したがって生成鉱物の量比とは関係ないことになるが，おおよその傾向はつかめるよう留意した。なお，№1試料（図15）の場合，ペタライトの最強線（d：3.67 Å）は1000℃焼成の場合のみ検出されたが，スケール・アウトしたので図から省略した。また，№3，5，6試料（図16～18）の場合，β－スポジュメン固溶体またはβ－石英固溶体のものと思われるピーク（d：3.48 Å）は各焼成温度ともスケール・アウトし判別できなかったので図から省略した。

試料別の主な所見は次のとおりである。

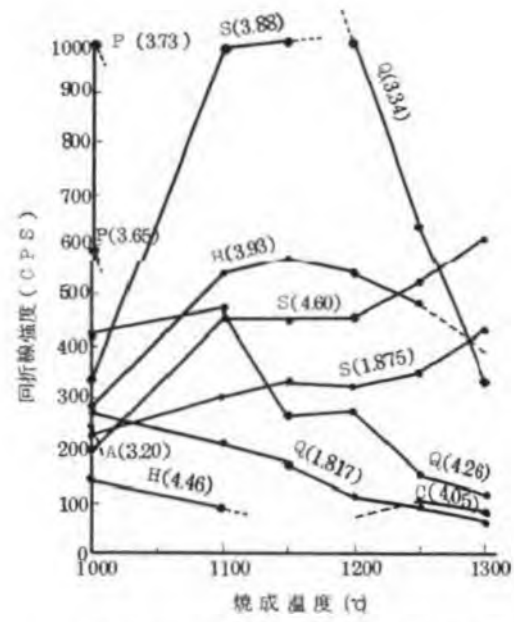


図15　焼成温度の変化による主要鉱物成分の消長（№1試料）

注：　I）条　件
Cu　Kα
35 KV　　15 mA
filter　Ni
scan apeed　2°/min
full scale　1000　cps

ii）図中の記号

S ： β － スポジュメン固溶体
H ： β － 石英固溶体
P ： ペタライト
Q ： α － 石英
A ： 曹長石
M ： ムライト
C ： α － クリストバライト
（　）内は d Å

iii）図 15～19 に共通

No. 1 試料の結果は図15に示すとおりである。ペタライトおよび曹長石は 1000℃ 焼成では存在が認められるが，1100℃ 焼成では消失している。α－石英は高温焼成になるほど減少している。β－スポジュメン固溶体およびβ－石英固溶体は，1100℃ 以上の焼成で増加する。α－クリストバライトは 1250℃ 以上の焼成物に少量認められる。

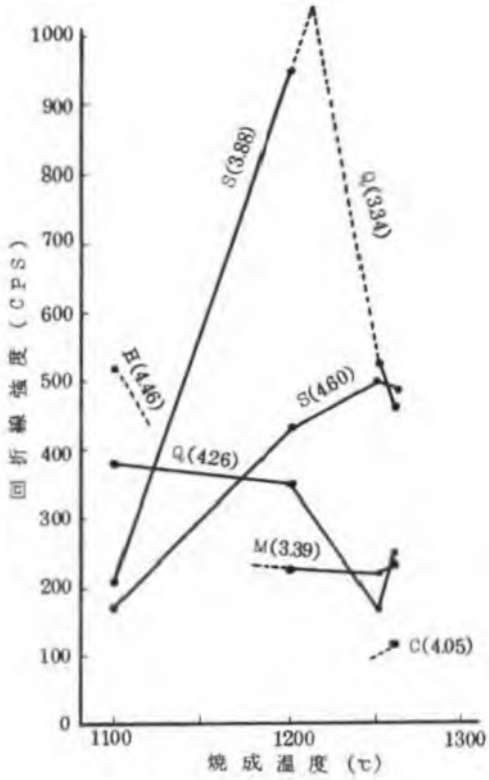


図16　焼成温度の変化による主要鉱物成分の消長　（*No.* 3 試料）

No. 3 試料の結果は図16に示すとおりである。β－スポジュメン固溶体は 1200℃ 以上の焼成で特に増加する。α－石英は高温になるほど減少する。α－クリストバライトは 1260℃ 焼成物に少量認められる。ムライトは 1200℃ 以上の焼成物に認められる。

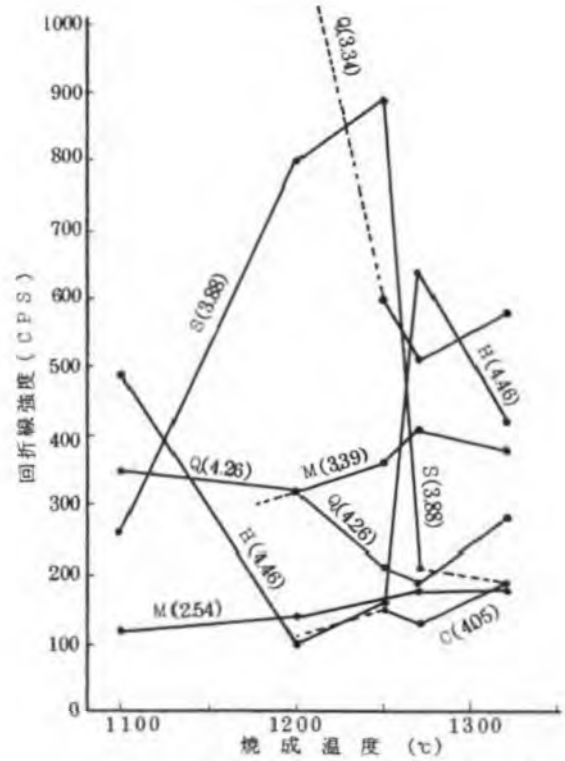


図17　焼成温度の変化による主要鉱物成分の消長　（*No.* 5 試料）

No. 5 試料の結果は図17に示すとおりである。β－スポジュメン固溶体は 1250℃ 焼成物に最も多く認められる。α－石英は 1270℃ 焼成物で極小値を示している。β－石英固溶体は 1200℃ 焼成物で極小値を示している。α－クリストバライトは 1250℃ 以上の焼成物に認められる。ムライトは焼成温度が高くなるに従って漸増している。

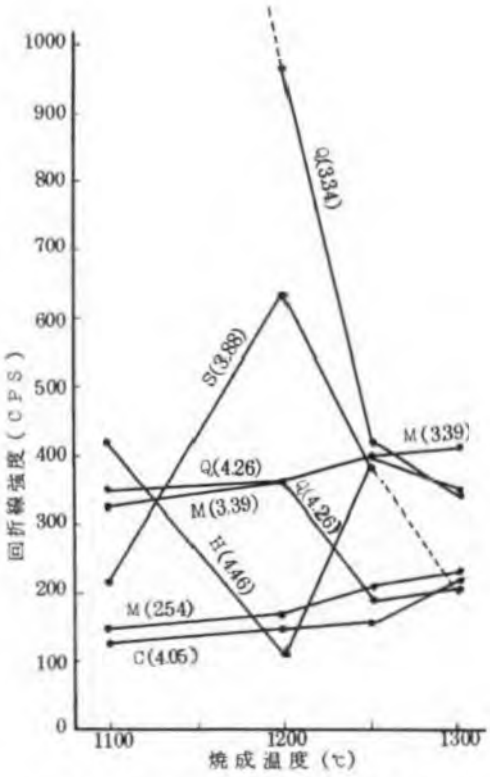


図18　焼成温度の変化による主要鉱物成分の消長　（№6 試料）

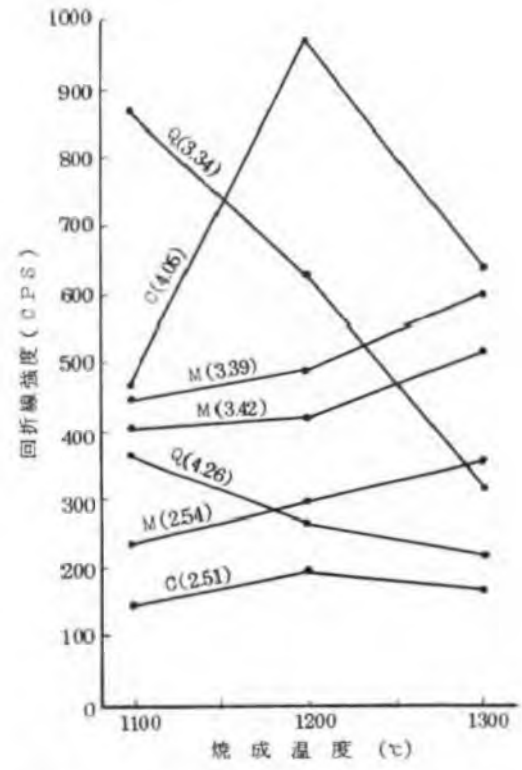


図19　焼成温度の変化による主要鉱物成分の消長　（№10 試料）

№6 試料の結果は図18に示すとおりである。β－スポジュメン固溶体は1200℃の焼成で極大値を示している。β－石英固溶体は1200℃の焼成で極小値を示している。α－石英は1250℃以上の焼成で特に少なくなっている。α－クリストバライトおよびムライトは，焼成温度が高くなるに従って漸増している。

№10 試料の結果は図19に示すとおりである。β－スポジュメンの生成は認められない。α－石英は，焼成温度が高くなるに従って減少している。α－クリストバライトは1200℃焼成物が極大値を示している。ムライトは，焼成温度が高くなるに従って増加している。

4. ま　と　め

ペタライトとオ 粘土との配合比，焼成温度が，素地の性質にどのように影響するかを調べた。結果を要約すると次のようになる。

① ペタライトは，約950～1080℃でβ－スポジュメン固溶体になる。このとき，急激で大きい膨張が起る。したがって，ペタライトの配合比の高いものは，焼成時にその影響が現われる。

② β－石英固溶体とβ－スポジュメン固溶体は，ペタライト単味の場合1100℃以上の焼成で，ペタライト90～50%の場合は1200～1250℃の焼成で最多となる。ペタライト10%の場合スポジュメンの生成は認められない。

③ α－石英は，各試料とも焼成温度の高いほど減少する傾向にある。1250℃以上で焼成したものは特に少ないようである。

④ α－クリストバライトは，木節粘土の多い試料では焼成温度が高くなるほど多く生成される傾向が認められる。ただし，ペタライトの多い試料では，1250℃以上の焼成で少量認められる程度である。

⑤ ムライトは，焼成温度の高いほど，また木節粘土の多いほど多く生成される。

⑥ ペタライト80%以下の試料を1250℃で焼成した場合，吸水率が3%以下になる。

⑦ ペタライトの多いほど熱膨張係数は小さくなるが，ペタライトを60%以上配合し，1250℃以上で焼成した場合，その効果が特に顕著である。ペタライト30%以下の配合では，あまり効果がないばかりか，かえって大きくなる場合も認められる。

〔文　献〕

1) 熊野義雄，橋本錦吾：三窯試報，5，（1971）8－16　（研1－2）一般炉器質素地の研究

2) Roy, Roy, and Osborn "Compositional and Stability Relationships Among the Lithium Aluminosilicates：Eucryptite, Spodumene, and Petalite" J. Am. Ceram. Soc., 33〔5〕152－159　（1950）

〔付記〕　三窯試ニュース№8に一部掲載。

なお，実験の一部を担当された場員各位に感謝する。

（研３）

表面加飾におけるエマルジョン撥水剤の利用について

林　　君也

1. まえがき

陶磁器製品が人々の生活に与える貢献は測り知れない大きなものがあり，その消費量は生活の向上と共に増大している。陶磁器は古くから人類の歴史に密着した物であり，その物は生活様式を語り豊かさを表わしている。

機械化される現代の生活様式においては，陶磁器の装飾は大きな役割をもつものと思う。また装飾技術は，生産上原料と並び重要な問題であり，販売の影響が大きく表われる。最近陶磁器業界においては，エマルジョンの使用が年々増加しているが塗料，染織業界に比較すればわずかな使用量である。特に陶磁器製造工程での使途は施釉，絵付まれに粉砕に利用されるが，その方法も旧来の方式に基づいたものである。そこで加飾にエマルジョン撥水剤の利用について試みた。

従来の方法は，パラフィン（蝋）を使用して釉やその他不必要な場所を撥水させていたが，このパラフィンは撥水の効果は大きいが室温では液化しないので加熱して使用するために揮発による悪臭，火災の危険または釉，顔料（絵具）との混合が悪い欠点があり加飾法に限度があった。そこでエマルジョンタイプのパラフィン，シリコーン樹脂を用いた直接シルクスクリーン印刷やシルクスクリーン転写，または銅版転写の研究をおこなったので報告する。

2. 実　　験

2.1　パラフィンエマルジョン

パラフィンエマルジョンは２つのタイプを使用した。一つはアルミニウム塩型のものと，ジルコニウム塩型のものである。

2.1.1　アルミニウム塩型を用いる方法

アルミニウム塩型の撥水剤はパラフィンをアルカリ塩と保護コロイド剤を用いて乳化し，これに酢酸アルミニウムやギ酸アルミニウムを添加したものである。調製は，絵具や釉薬に対して10～15％程度添加すればよい。また充分に攪拌をする。釉薬に使用すると水量が多いため攪拌によって発泡するのでスプレー方式か手塗法で施釉しなければならない。シルクスクリーン印刷は網目につまりやすい欠点があった。

乾燥室度は80℃前後30～１時間必要。

2.1.2　ジルコニウム塩型を用いる方法

アルミニウム塩の代りに，塩化ジルコニウム酢酸ジルコニウム，炭酸ジルコニウムなどのジルコニウムが用いられる。この種の撥水剤はアルミニウム塩型のものよりもかなり水に親和する。また乾燥温度は120°C 前後がよく，高度の撥水性が得られた。これはジルコニウム塩が釉や絵具中の－OH 基に強い親和力を持ち，生成ジルコニヤ（ZrO_2）が無機巨大分子で，その結合が強固な共有結合からなるためと思われる。

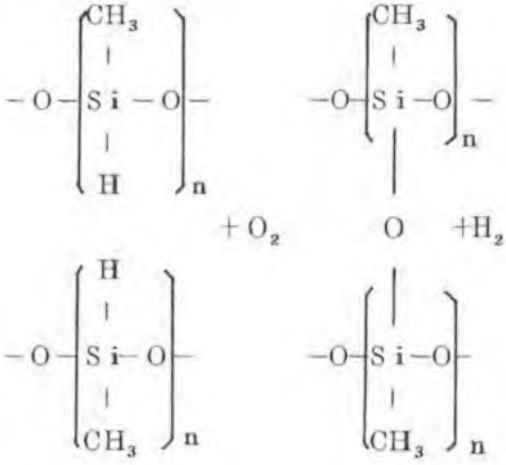
調製は，絵具や釉薬に対して10～15％添加す

ればよい。直接シルクスクリーン印刷や手画き法は良いが，転写法は転写紙が乾燥すると絵具が硬くなるので，再び水に親和しない。またジルコニウムのために釉面や絵具に乳濁が起る欠点がある。

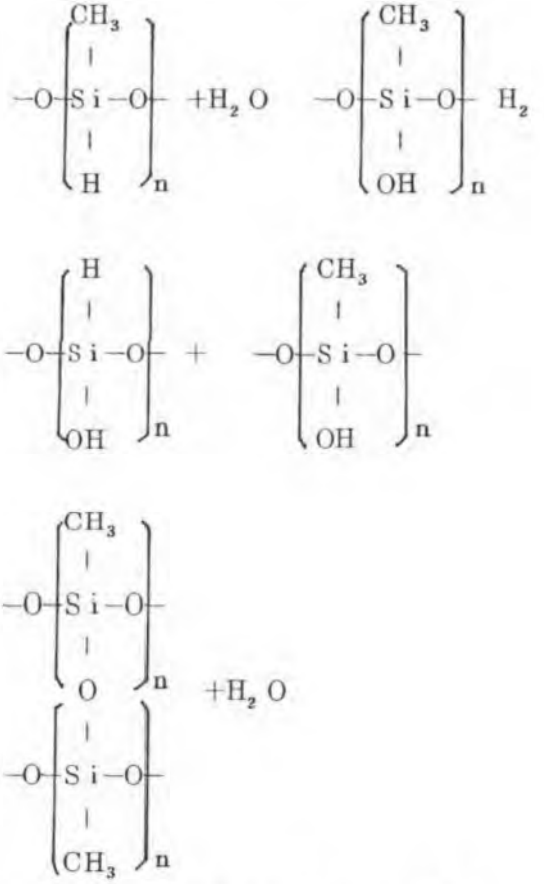
2.2 シリコーン樹脂を用いる方法

シリコーン樹脂はケイ酸原子と酸素原子とが交互に並んでいる主鎖を有し，特異な性質として分子中に有機部分と無機部分を合わせ持っている。撥水に用いられるシリコーンには次の二つのタイプがある。溶液タイプシリコーン樹脂と水溶性エマルジョンタイプである。

シリコーン樹脂が撥水性を示すのはSi—O 骨格の外側についた$-CH_3$基が素地表面に秩序よく配向し，ちょうどパラフィンと同様な形になるためである。メチル・ハドロジェン・ポリシロキサンはシロキサン型Siに直接結合したHを有しているので．反応性に富んでいる。したがって触媒を加えて加熱すると素地上で空気中の酸素により水素が酸化され，三次元の網状化構造を生じる。



または



その結果撥水作用が大きくなるのである。

2.2.1.1 溶液タイプのシリコーン樹脂

シリコーン製品は東芝のＴＳＦ－４５１，ＹＳＷ－８１０を使用して試験をした。

調製は

絵具（顔料）または釉薬	65～70 %
ＴＳＦ－４５１	～10 %
ＹＳＷ－８１０	15～20 %
6 %ナフテン酸亜鉛	5 %

上記調合をよく混合撹拌し，次に乾燥室で150°C前後に温度を保って乾燥する。乾燥時間は，20～30分間で乾燥が完了する，更に乾燥物を紛砕したのち，アマニ油またはボイル油で練り毛筆で画がけるようにベンジン，トルエンなどの無極性シンナーを用いて調製をする。この方法で

すればシリコーン樹脂の使用量も少量で，撥水効果も大きい。また塗布後の乾燥は自然乾燥でよいが，揮発油を使用するので火気や換気に配慮せねばならない。直接スクリーン印刷もよく写るが上記のように溶剤のため作業に注意しなければならないことと，多量に調合するに問題がある。

2.2.1.2　水溶性タイプのシリコーン樹脂

シリコーン製品は東芝のＴＳＷ－８３１を使用して試験をした。

直接印刷または手画きの調製は次のとおりである。

絵具（顔料）または釉薬	75～80％	…A
ＴＳＷ－８３１	15～20％	
糊料ＣＭＣ	0.5～1.0％	
触媒亜鉛	3％	…B
分散剤	2～ 3％	

上記Ａをよく混合したのち，分散剤と触媒を添加し，水でよく調製すればよい。

直接印刷には糊料を３～４％増加する。

乾燥温度は，80～120°Ｃで15～30分間必要であった。

シルクスクリーン印刷および銅版印刷による転写法の調製は，

絵具（顔料）または釉薬	70～75％	－A
ＴＳＷ－８３１	15～20％	
糊料ＣＭＣ	4～ 6％	
砂糖と水の割合（１：１）	10～12％	－B
分散剤	2～ 3％	

上記Ａをよく混合したのち，順次砂糖水，分散剤を添加し水で調製する。これを印刷用インクとした。印刷した転写紙を素焼素地に転写したところ，よく写すことができた。

乾燥は80～120°Ｃの温度で15～30分間で撥水効果がよく釉と転写の境が美しくはっきりとしていた。ただし印刷された転写紙は，直接熱で乾燥すると撥水剤の酸化が進み転写効果が失なわれるので，自然乾燥ですること，また転写紙は密封した箱等に保管すれば数週間から約２ケ月保つことが出来る。

ＣＭＣは第一工業製薬のセロゲンＷＳ－ＡＮ，ＳＳＳ，ＢＳ，ＮＢ，ＨＨを使用し，分散剤は日本アクリル化学ＫＫのプライマル８５０を使用した。

3. あとがき

以上撥水剤の利用について検討をしてきたが，彩飾技術の上から考察すれば，メチル・シリコーン樹脂の水溶性タイプが手軽く調製できるので．利用範囲が広くなるものと思われる。また溶液タイプのシリコーン樹脂は有機溶剤を使用するため，危険が伴う欠点をもち利用範囲も限定されるものと思う。

パラフィンエマルジョンは水溶性であるため彩飾に広く使用されるものと思うが，転写法には不適格であった。溶液タイプのシリコーン樹脂に比較すれば撥水の効果も変りなく危険がなく，かつ糊料や分散剤等を使用しないので手数もかからない利点があった。

（研4）

鉛釉の耐酸性に関する研究（第3報）

Li_2Oの添加がPbの溶出に及ぼす影響

後藤繁策・青島忠義

1. まえがき

第2報[1]で青緑鉛釉にLi成分を添加した場合，Li_2O成分が増加する程Pb，Cuともに溶出量は減少するが，0.05～0.10モル程度で最低となり，以上では再び増加する傾向を述べた。だがLi源として使用した炭酸リチウムは比較的可溶性であるため塩基性塩となり施釉に困難をきたした。

そこでLi源として炭酸リチウムの替わりにペタライトを使用して同じ実験を行った。

次にこれらの経過について報告する。

2. 実　験

2.1 試験体の作成

2.1.1 原料　使用した原料は釜戸長石，ねずみ石灰，瑞浪けい石，土岐口蛙目水ひ物，PSフリット，ペタライト，およびCuOである。PSフリットは福島けい石と鉛丹を1モル比で混合し溶融したもの，またCuOは試薬1級を用いた。

これらの分析結果を表1に示す。

表1　釉原料の化学分析値（%）

成分 / 原料名	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Li_2O	K_2O	Na_2O	PbO	Ig. Loss	Total
釜土長石	76.12	14.32	0.08	0.03	0.28		4.16	4.43		0.49	99.91
ねずみ石灰	0.40	0.20	0.02	55.05	0.04		0.05	0.20		43.80	99.76
瑞浪けい石	96.13	1.73	0.16	0.06	0.24		0.76	0.15		0.38	99.61
土岐口蛙目水ひ物	51.93	31.47	2.31	0.22	0.56		1.89	0.19		11.04	99.61
PSフリット	22.50	0.26	0.08	—	—		0.05	0.07	76.54		99.50
ペタライト	76.06	17.24	0.16	tr	0.32	4.30	0.23	0.50		0.80	99.61

2.1.2 釉の調合　基礎釉としては簡単で一般的な釉として次式を選び，これに5%（外割り）のCuOを添加したものとした。

$$\left.\begin{matrix}0.22\,KNaO\\0.52\,CaO\\0.26\,PbO\end{matrix}\right\}0.35\,Al_2O_3\cdot 3.5\,SiO_2$$

ペタライトの添加の方法としては，この基礎釉にペタライトを5，10，20，30，40，%（各外割り）および各々Cu O 5%（外割り）添加し，6種類の釉を調製した。

調製方法は，上記（2.1.1）の原料を用いて，0.5Kg調合し，ポットミルで16時間細摩した。

2.1.3　素地　　四日市地方で用いている一般的な半磁器坏土により，内径75mm，深さ95mm，容量（焼上げ）300 ml の湯呑を30個成形し，素焼したものを素地として準備した。

2.1.4　施釉試験体　　上記6種類の釉を各々5個ずつ施釉し，上段，中段，下段に分けて詰め，ガス炉（炉内寸法380 × 430 × 500（mm）内容積0.08m^3）によって焼成温度1150℃(OF)，最高温度保持時間1時間の条件で焼成して試験体とした。以下6種類の釉を施した試験体をA～Fと略記する。

2.2　酢酸による溶出試験

A～F試験体各5個ずつに，4%酢酸を200 ml ずつ入れ，蒸発を防ぐために時計皿で蓋をする。24時間，25°C（室温）に放置後，この溶液についてPb，Cu の溶出量を測定した。

定量の方法としては，Pbはジチゾン法，Cuはキレート滴定法を用いた。表2はそれらの結果である。

表 2　Pb，Cu の溶出量（PPM）

試験体						
		A－1	A－2	A－2	A－3	A－3
溶出金属	Pb	10.25	10.50	10.13	7.38	4.63
	Cu	38.1	38.1	39.7	30.2	22.2
試験体		B－1	B－2	B－2	B－3	B－3
溶出金属	Pb	6.50	8.50	9.44	5.25	2.88
	Cu	28.6	42.9	33.4	22.2	19.1
試験体		C－1	C－2	C－2	C－3	C－3
溶出金属	Pb	5.88	5.38	5.75	4.50	2.50
	Cu	28.6	28.6	30.2	22.2	19.1
試験体		D－1	D－2	D－2	D－3	D－3
溶出金属	Pb	1.95	3.63	3.75	2.33	0.74
	Cu	17.5	23.8	25.4	22.2	20.7
試験体		E－1	E－2	E－2	E－3	E－3
溶出金属	Pb	4.38	4.75	4.38	2.01	2.46
	Cu	31.8	33.4	25.4	14.3	17.5

試　験　体		F－1	F－2	F－2	F－3	F－3
溶出金属	Pb	5.75	5.75	5.88	2.70	4.25
	Cu	33.4	38.1	31.8	19.1	25.4

注　A－1基礎釉で炉内位置上段
　　A－2　〃　中段
　　A－3　〃　下段
　　B，C，D，E，Fについても同様

B　基礎釉にペタライト5％添加
C　〃　10％
D　〃　20％
E　〃　30％
F　〃　40％

表2によるとPb，Cu両成分の溶出量はペタライトの添加量を増すとともに減少しD，Eで最低．以上では再び増加している。すなわちペタライトの添加適量は20～30％であることがわかった。これはLi_2Oで0.10～0.14モルにあたりAl_2O_3，SiO_2成分が増加していることを考慮に入れると第2報とほぼ同様の結果を示した。

また炉内位置によって溶出量が変化している。すなわち炉内上段が多く，炉内下段が少なくPb，Cu共に溶出してくる。

2.3　あとがき

表2の結果によると炉内位置において上段が下段より溶出量が多い傾向を示すことは，炉内ふん囲気とPb，Cuの挙動との関係ではないかと思われ，さらに実験を重ねるつもりである。

3. まとめ

青緑鉛釉からのPb溶出防止策の一環として

基礎釉　0.22KNaO
　　0.52CaO　} 0.35Al_2O_3・3.5SiO_2
　　0.26PbO　}　（＋CuO5％）

にペタライトを添加し，4％酢酸に対するPb，Cuの溶出について試験した。それらの結果を要約すると次のようである。

1．ペタライトを添加する程Pb，Cuともに溶出量は減少するが，20～30％程度で最低となり，以上では再び増加する傾向がわかった。これは第2報とほぼ同様の結果を示した。

2．炉内位置によって溶出量が変化する。すなわち，炉内上段が多く，炉内下段が少なく，Pb，Cuともに溶出する。

〔文献〕

1）後藤繁策・青島忠義　三窯試報，6，38（1972）

（研５）

製品デザインと装飾技法の研究

松本衆司・三宅清路

1. まえがき

四日市地区における陶磁器製品の種別生産比（金額比）をみると，20%強を土鍋類が占めている。本年度の試作計画は主としてこの生産形態を活用し，高度大衆消費社会に順応し得るファッション性の高い製品デザインを目標にした。生産技術及び消費性向などの調査から，オーブンウェアを中心テーマに選び，ほかに材質の改良研究を目的とする花器類，装飾技法の研究を目的とする和食器類の試作を行った。以下にその主な試作品の内容を記す。

写真１

2. 内　　容

2.1　テーマ　キャセロール（写真１～４）

2.1.1　目的　　ガスオーブン，電子レンジ等の普及傾向に対応し，豊かな食事空間への提案を目的とした。

写真２

2.1.2　経過　　オーブンの容積 作業能率などからくる機能的制約より形態の情報性を豊かにすることに重点をおき，手作りのイメージを優先した。

素地・耐熱性炻器

成形・手ロクロ

装飾法・黄マット（写真１），ブラウンマット（写真２～４）釉スプレー掛け。

焼成・ＳＫ６ａ電気炉

2.1.3　構成

単品キャセロール10点　１９０×１４０（mm）

写真３

2.2　テーマ　土なべ（写真5～6）

2.2.1　目的　　前年度にひきつゞき，当地方特産の土なべの新製品の開発を目的とした。

2.2.2　経過　　機械的製造法と熟練を必要としない簡易な手作業の組み合せにより成り立っている現状からは新しい生活空間に適応できる製品への期待度は薄い。この視点からやゝ高度の手作業を要素とする製品を試作した。

素地・耐熱性炻器

成形・手ロクロ

装飾法・黄マット釉吹付け（写真5）

ブラウンマット釉浸し掛け(写真6）

焼成・SK6a電気炉

2.2.3　構成

単品土鍋5点　330×150（mm）

写真4

2.3（テーマ）撥水釉の応用研究によるキャセロール（写真7～8）

2.3.1　目的　　当試の研究（研3）による撥水剤を各種の装飾技法に応用することを目的とした。

2.3.2　経過　　撥水釉で手描き，マスクスプレー，直接印刷を混用し新しい効果を得る試みを行った。

写真5

素地・耐熱性炻器

成形・手ロクロ

装飾法・筆，イッチンによる手描き（写真7)

マスクスプレー，押印（写真8）

焼成・SK6a電気炉

2.3.3　構成

単品キャセロール2点　250×150（mm）

キャセロールセット2組6点

写真6

大　240×150（mm）

中　200×140（mm）

小　165×130（mm）

2.4　テーマ　ココット及び一人用オーブンウェア

2.4.1　目的　　内容1に同じく，新しい生活様式に対応できる製品を目的とした。

2.4.2　経過　　素材の質感を高めるため，ハンドワークを主要素とした。

素地・耐熱性炻器

成形・手ロクロ及び手オコシ

装飾法・白マット釉，黄マット釉吹きつけ

焼成・ＳＫ６ａガス炉

2.4.3　構成

単品ココット５点　125×80（mm）

2.5　テーマ　グラタンセット（写真10）

2.5.1　目的　　内容1に同じ

2.5.2　経過　　作業機能性と使用機能性の融和からのみ形態を抽出し，同一の形態のものに二組の異る装飾を行い多様化時代に対応するデザインを試行した。

素地・耐熱性炻器

成形・手ロクロ

装飾法・白マット釉と黒マット釉（写真10）

撥水釉ＳＰ直接印刷

焼成・ＳＫ６ａ電気炉

2.5.3　構成

グラタンセット２組10点

グラタン皿　160×75（mm）

受皿　175×24（mm）

2.6　テーマ　撥水剤利用によるプリントイ

写真７

写真８

写真９

ッチン盛の研究（写真11）

2.6.1　目的　　昭和10年代頃四日市で生産されていたグーダーウェアを新技法により復活することを目的とした。

2.6.2　経過　　線描的パターンを厚盛印刷の後撥水釉を色指しした。

素地・半磁器

成形・手ロクロ

装飾法・プリントイッチン盛り

焼成・SK6a電気炉

2.6.3　構成

タンブラー68×123（mm）10点に各種パターンを印刷し，色釉を組み合せる。

2.7　テーマ　番茶器セット（写真12）

2.7.1　目的　　半磁器のもつ感覚的劣性を逆に利用し，現代空間に生きる製品の試作を目的とした。

2.7.2　経過　　コバルト色釉及び鉄釉で下絵を施し，半透釉を浸し掛けした。

素地・半磁器

成形・手ロクロ

装飾法・下絵釉手描き

焼成・SK7RFガス炉

2.7.3　構成　　番茶器セット2組

急須　130×107（mm）

湯呑　　82×　60（mm）

2.8　テーマ　撥水釉手描きによる小鉢（写真13～14）

2.8.1　目的　　撥水釉を用いることにより，新しい感覚の和食器を開発することを目的とした。

写真10

写真11

写真12

2.8.2　経過　　白マット釉，鉄釉などの撥水釉で筆描きし鉄釉等を浸し掛けした。パターンは軽度の訓練により可能なものを考えた。

素地・半磁器

成形・手ロクロ

装飾法・手描き

焼成・SK7RFガス炉

2.8.3　構成

小鉢1組5点　130×50(mm)　5組

2.9　テーマ　(項目11)による花器類(写真15)

2.9.1　目的

(項目11)の材質感を抽出し現代空間に順応し得る花器類を目的とした。

2.9.2　経過　　素材の能力を試験する意味もあるため，成形法は手ロクロ，手びねり，型おこし等各種試行した。

素地・(項目11)

成形・手ロクロ，手びねり，型おこし

装飾法・単色マット釉吹き付け

焼成・SK9RFガス炉

2.9.3.　構成

単品花器10点(写真15)は150×80×240 高(mm)

写真13

写真14

写真15

3. あとがき

以上が試作研究の概要であるが，これらの試作品は3月26日，万古工業会館に於て展示発表した。またこの他特別試作として，花器類10種(11月に万古工業会館に於て発表)，タイル2種(2月に全陶試展に出品)の試作等を行った。

（研6）

伊賀焼新趣製品のデザイン的研究（第3報）

山本三郎・谷本藤四郎・中崎慧

1. まえがき

伊賀焼産地として古い伝統を持つ丸柱は，古来茶花器やゆきひらを焼いて来た。現在は生産の約85%が土なべで，のこりは茶器，酒器，花器等で占められている。

陶磁器の需要は高級品化と，独創的意匠が期待される傾向にあり，付加価値を高めることによって，原価や賃金の高騰に対処しなければならない現状である。

今年度は15種39点について試作を行ない，昭和48年2月23日伊賀分場で展示発表したが，次にその中の主なものについてまとめて報告する。（なお以下報文中，構成品の寸法単位はmmとする。）

2. 内　　容

2.1　テーマ　土なべ

2.1.1　目標　　灰釉の渋みと火色で持味を高め，ハンドクラフトとの調和をはかることをねらった。胴の周辺を四角にし，鉄やごすをあしらったなべ（写真1），行平型に仕上げて火色を出したもの（写真2），取手を大きくつけ，あめ釉を施したもの（写真3）等がその代表である。

2.1.2.　経過　　素地は伊賀焼陶磁器工業協同組合経営製土工場の並土（以下工組土と略記する）を用いた。手ろくろ成形でSK8　OFで焼成を行なった。

2.1.3　構成

土なべ　230～240φ　3点

写真1　土なべ（本文中2.1参照）

写真2　土なべ（本文中2.1参照）

写真3　土なべ（本文中2.1参照）

2.2　テーマ　ゆきひら

2.2.1　目標　　最近ゆきひらが見直され，その需要はとみに増大の傾向を示している。このため合理的に量産が可能のように石こう型で成形し，少し手を加えることによって，手作りの味を持たすことをねらいとした。写真4の左は鉄絵を配し，右はあめ釉でふたは民芸調を打ち出すため"かんな"を使用した。

2.2.2　経過　　素地は工組土を用い，石こう型ろくろ成形，土灰釉およびあめ釉施釉ＳＫ8　ＯＦで焼成した。

2.2.3　構成

ゆきひら　150～180φ　　2点

写真4　ゆきひら（本文中**2.2**参照）

2.3　テーマ　焼き肉なべ

2.3.1　目標　　焼き肉料理がけん伝される折り柄，素材と造形美を生かし，マスプロにも生かすよう新しい趣好のものをねらいとした。

2.3.2　経過　　素地は工組土を主体に耐熱性の高い童仙房土を配合した。火色に鉄絵を配し，ＳＫ8　ＯＦで焼成を行なった。（写真5）

2.3.3　構成

焼き肉なべ　270φ　1点

写真5　焼き肉なべ（本文中**2.3**参照）

2.4　テーマ　柳川なべ，ほうらくむし

2.4.1　目標　　耐熱性を買われてか，根強い需要を持っている。これらを量産可能のように石こう型及びろくろで成形し，柳川なべ（写真6）は取手およびふたのつまみをねじった状態で取りつけ，ほうらくむし（写真7）は鉄，こすで加飾し，土ものの渋さと手仕事の味を強調することにねらいをつけた。

2.4.2　経過　　素地は工組土を用い，石こう型ろくろ成形を行ない石灰施釉，ＳＫ8　ＯＦで焼成を行なった。

2.4.3　構成

柳川なべ　　200φ

ほうらくむし　　180φ

写真6　柳川なべ（本文中**2.4**参照）

写真7　ほうらくむし（本文中**2.4**参照）

2.5　テーマ　茶器，酒器

2.5.1　目標　　工芸的な製品として茶器酒器の需要が漸増の傾向にある。素地と灰釉との調和が"わび，さび"に通ずる感銘感覚を呼ぶためと考えられる。土なべ類のみに偏重することなく，品質改良と並行して，準大量生産方式に適する新趣製品として，本年度は特に茶器，酒器をねらった。

2.5.2　経過　　素地は工組土を用い，ろくろ成形土灰釉，三号釉施釉，ＳＫ８　ＯＦ焼成を行なった。

2.5.3　構成

茶器	ほうひん	95φ×70	1点
	湯ざまし	90φ×33	1点
	湯のみ	63φ×42	5点
酒器	徳利	67φ～78φ	
		110～120h	3点
	盃	50～55φ	
		31～35h	6点

写真8　茶器（本文中**2.5**参照）

写真9　茶器（本文中**2.5**参照）

写真10　酒器（本文中**2.5**参照）

写真11　酒器（本文中**2.5**参照）

写真12　酒器（本文中2.5参照）

3. あとがき

以上が研究展示の概要であるが，前述のとおり，質の向上と高級品化を目標とした。

これらは発表当日　当場嘱託日根野作三氏に比評を受け，商品開拓についての貴重な指標とすることができた。なお，なべ，ゆきひら，焼き肉なべ等は，一部業者が商品化を進めており，高い評価をきれつつあることを付言する。

正　　誤　　表

ページ	項　　目	誤	正
2頁	2.1　12行目	解放試験室設置	開放試験室設置
11頁	9行目	炉内奮囲気	炉内雰囲気
〃	12行目	焼成奮囲気	焼成雰囲気
12頁	13行目	示唆熱分析	示差熱分析
〃	表3.3　1行目	選定的	選定適
14頁	19行目	日本陶磁器センタービル	日本陶磁器意匠センタービル
18頁	表3)トンネル式	重油焚	軽油焚
〃	シャットル式	重油焚	軽油焚
20頁	研4	銘釉の	鉛釉の
〃	研5	装飾技報の	装飾技法の
21頁	1. 右7行目	集績	集積
22頁	表見出し	化学分析置	化学分析値
〃	(表中)	化学分析表	化学分析値
23頁	表2 見出し	$L_{27}(3^7)$	$L_{27}(3^{13})$
〃	(表中)陶石の量F	44%	45%
〃	右表見出し	$L_{27}(3^7)$表	$L_{27}(3^{13})$表
26頁	F陶石の量SK7	*	**
27頁	要因B	立木	平木
39頁	右10行目	使用し。	使用し,
51頁	要因H	7.6.4	8.6.4
56頁	文献1)	(1973)	(1972)
58頁	右2行目	範囲3)を	範囲を
70頁	左13行目	なるのが	なるが
〃	文献(1)	国枝勝利(1973)	(1972)
〃	〃 (2)	同上　(1973)	(1972)
77頁	右9行目	ピーく	ピーク
〃	右下注:1	apeed	speed
82頁	左16行目	ハドロジエン	ハイドロジエン

72頁　順序違い

左上段より　①表3
②(本文)焼成は……ベタラ
③(〃)イトが……関係を主
④(〃)として……また,№1～
⑤図1
⑥図2