

三重県窯業試験場年報

昭和58年度 (Vol. 18)

三 重 県 窯 業 試 験 場

目 次

まえがき	1
1. 概要	2
2. 試験研究	5
(1) 石灰長石質陶器の基礎研究	5
(2) 半磁器坏土の品質管理技術 木節の特性及び坏土の焼成性状	21
(3) ペタライト系耐熱素地の管理と諸物性	32
(4) 試作研究	38
(5) 伊賀粘土を利用した炝器素地の研究	42
(6) 炝器質素地による試作研究	45
3. 依頼試験，設備利用	47
4. 技術相談指導	47
(1) 技術相談指導	47
(2) 巡回技術相談指導	47
(3) 技術アドバイザー指導事業	48
(4) 技術指導施設費補助事業による指導	48
5. 講習会，講演会，審査	48
(1) 講習会・講演会の開催	48
(2) 展示会の開催	49
(3) 審査	49
6. 研修生の指導	49

ま え が き

県下の陶磁器産業界は、輸出を中心に数量・金額とも伸びを示しています。米国の消費景気の回復で大幅な増加を示しているが、洋食器のディナー、ノベリティーも1984年秋口以降の受註見通しの先行きに不安があると聞いています。これも途上国の中国、台湾、韓国の進出も大きな影響を与えているものと思います。こうした状況の中で産地業界はもとより、積極的に新素材、新製品の開発、それにともなうデザイン技術の開発や生産コストの低減化への技術力の充実を計っておられることと思います。

窯業試験場としては、萬古焼産地、伊賀焼産地の技術向上と進展を目指し、技術本位の指導のみにとどまらず企業の技術ニーズ、シーズを適格に把握した経営管理や国際化時代に対応できる人材育成を進めていく。また技術開発のサービス機関として、近年第3の素材として注目されているファインセラミックスについて研究開発をおこないます。

昭和59年度に開設した開放研究室を利用した、デザインの共同開発や新製品の研究を積極的に進めてまいります。

昭和58年度の主要業務の年報刊行に当り、研究成果が業界の方々に参考となり技術向上に役立つことを期待するところであります。

三重県窯業試験場

場長 林 君 也

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
昭和59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 6 回）完了

(2) 敷地と建物

A 本 場

敷 地	11,307 m ²
建 物	2,810 m ²

〔内 訳〕

本 館	鉄筋コンクリート造 2 階建	1,433 m ²
試 作 棟	鉄骨平屋建	413 m ²
調 土 棟	鉄骨平屋建	455 m ²
窯 場	鉄骨平屋建	196 m ²
原料置場	鉄骨平屋建	103 m ²
変 電 室	鉄骨平屋建	59 m ²
車 庫	鉄骨平屋建	29 m ²
その他（ボイラー室，プロパン倉庫，渡廊下等）		122 m ²

B 分 場

敷 地	423㎡
建 物	218㎡
〔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59年4月1日現在

課 名	職 名	氏 名	主 要 担 当 事 務
庶務課 (4人)	場 長 次 長 庶務課長 主任主事 技 能 員	林 君 也 宮 本 義 也 伊 藤 すみ子 古 市 美智子	総 括 庶務総括 経理，庶務，一般 雑務及び事務補助
試験課 (4人)	課 長 主任技師 " 技 師	岡 森 良 次 青 島 忠 義 熊 谷 哉 稲 垣 順 一	試験業務総括 熱分析及び一般物理試験 化学分析及び物理試験 化学分析及び耐火度試験
研究室 (9人)	室 長 主任技師 " " 技 師 " " " 主 査	熊 野 義 雄 水 谷 了 介 三 宅 清 路 国 枝 勝 利 小 林 康 夫 伊 濱 啓 一 服 部 正 明 伊 藤 隆 平 賀 豊	研究指導業務総括 釉薬の研究指導及び研究生の指導 デザインの試作研究及指導 ファインセラミックスの研究及び耐熱 素地，粘土瓦の研究，海外研修生指導 窯業原材料の応用研究及指導 ゼーゲルコーンの管理 焼成管理技術の研究指導 釉薬及び新素地の研究指導 人工原料による陶磁器素地の応用研究 (ファインセラミックスの研究) 情 報 担 当
伊賀分場 (3人) そ の 他	分 場 長 主任技師 技 師 臨時職員	谷 本 藤四郎 佐 波 平三郎 北 川 幸 治 水 谷 麗 子	分 場 総 括 素地釉薬及び試作研究 デザイン及び装飾技法の研究指導 ゼーゲルコーン製作

(4) 予 算

歳 入

(単位：円)

科 目	金 額
使 用 料 及 び 手 数 料	2,580,000
財 産 収 入	964,000
諸 収 入	380,000
計	3,924,000

歳 出

(単位：円)

科 目	試 験 場 費
賃 金	771,000
報 償 費	95,000
旅 費	873,000
需 用 費	7,491,000
役 務 費	518,000
委 託 料	952,000
使 用 料 及 び 手 数 料	180,000
工 事 請 負 費	3,510,000
原 材 料 費	960,000
備 品 購 入 費	75,941,000
公 課 費	9,000
計	91,300,000

石灰長石質陶器の基礎研究

研究室 国 枝 勝 利

1. まえがき

四日市萬古焼業界では精陶器の一種である石灰長石質陶器（業界では低火度素地と呼ぶ）を生産している。素地調合は、おおよそ各種陶石 55 石灰石 10 長石 5、木節粘土 30（wt%）で、焼成方法は一度焼き（素焼→本焼型）で、温度は 1080～1130℃である。調合及び焼成温度はいずれも長石質陶器と石灰質陶器の中間に入る。この型の素地の生産は国内他地方では行なわれていないこともあって 陶石－石灰石－長石－木節系での研究は見あたらない。欧州では、この型の素地は締め焼き→釉焼型で生産されているが、原料はフリント－長石－石灰石－粘土系で行う点が異なる。本研究は、各タイプの陶石間の置換、石灰石と長石量の変化による、素地焼成後の物理性状への影響を把握し、今後の素地の制御及び改良に資するために行なったものである。

2. 実験

2.1 実験の方針

石灰長石質陶器素地を構成する原料のうち陶石類にはセリサイト系、パイロフィライト系及びカオリン系のものがあり、現業素地ではこれらを適切に組合せて使用している。今実験では、陶石に含まれる粘土鉱物の種類の違いによる影響を調べるため、単一陶石立て素地により上記 3 種の陶石系別で試験を行なった。次に石灰石の添加は、その主目的は素地の水和膨張の低下と焼成巾拡大にあるが、他に石灰石分解時の気

孔生成と灰長石を主とする石灰アルミノ珪酸塩生成による強度への影響等が考えられるため、石灰石添加量を変化させ、焼成性状への影響を調べることにした。また一部調合点で石灰石をドロマイトで置換し、それらの比較検討を行なった。また長石は素地の焼き締りを促進するために添加するが、焼成温度が 1100℃前後のため長石質ガラスが生成され焼結促進効果があるか否か微妙であると思われる。よって長石添加量を変化させ、焼き締め効果の有無を調べることにした。

2.2 使用原料

陶石類は、できる限り Al_2O_3 含有量の類似したものを選んだ。セリサイト系陶石として土橋陶石 1 級、カオリン系陶石として平木カオリン A 級、パイロフィライト系陶石として平山ろう石を使用した。長石には Na_2O 分の多い平津長石特級を主体とし、一部比較のため K_2O 分の多い大平長石 1 級を使った。石灰石は岡山県新見産白石灰を、ドロマイトは岐阜県美濃赤坂産のものを、木節粘土は瀬戸市丸岡陶土（株）製水簸木節を使用した。これら原料のうち主要なものの化学分析値を表 1 に示した。

表 1. 使用原料の化学分析値

原 料 名		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Ig・Loss
陶 石 類	土 橋 陶 石 1 級(S)	78.61	14.78	0.27	0.34	0.08	3.34	0.14	2.07
	平山ろう石 特級(P)	77.47	16.98	0.05	—	—	—	—	4.22
	平木カオリンA級(K)	79.09	14.78	0.32	0.22	0.32	0.10	0.08	5.63
	平 津 長 石 特級	66.28	19.63	0.29	0.44	0.01	6.96	5.68	0.49
	大 平 長 石 1 級	68.26	17.40	0.08	1.34	0.01	9.21	3.65	0.22
	丸岡水ひ木節	57.26	29.31	1.59	—	—	—	—	12.54

2.3 素地調合

陶石類と長石類はフレッツ粉碎物をトロンメルで24時間粉碎後乾燥したものを、石灰石とドロマイトは粉末状入荷物をポットミルで16時間粉碎後乾燥したものを使い、木節粘土はプレスケーキ状入荷物を自然乾燥し使用した。調合率は木節粘土を30%一定とし、石灰石と長石は5、

10 15%加え、残りを陶石とした。調合は各1kgづつポットミルで約4時間混合した後、石膏型で半乾燥して練り土を作り、各形状の試験体を作成した。焼成温度は電気炉で1080～1160℃、20℃おきに最高温度保持30分で焼成した。表2に素地調合表を示す。

表 2. 素地調合

		長 石 添 加 量		
		5	10	15
石 灰 石 添 加 量	5	A (60)	D (55)	G (50)
	10	B (55)	E (50)	H (45)
	15	C (50)	F (45)	I (40)

() 内は陶石量を示す。陶石は単味調合した。

木節粘土は30%一定。

長石間及び石灰石とドロマイトの置換はE系のみで行なった。

2.4 焼成結果

焼成した試験体の吸水率、収縮率、曲げ強度、白色度、X線回折、熱膨張及びオートクレーブ

8気圧処理後の熱膨張による水和膨張の測定を行なった。試験体の焼成に際し、炉内温度分布の不均一は避けられなかったため、各データは

統計的処理を行ない、その誤差を少なくする様にして、原料置換と添加量の効果を調べた。以下は各調合でのデータは省略し、統計的処理後の値で効果を検討した。

2.4.1 吸水率への影響

吸水率への各原料の置換と添加量の影響を図1に示す。図1から次のことがわかる。陶石間置換の効果は1120℃以下ではセリサイト系(S) < カオリナイト系(K) < ろう石系(P)の順に後者ほど吸水率が大きい。1140℃以上ではS < P < Kの順となる。S系の吸水率が低いのは、含まれているセリサイトが融剤として作用すると解釈される。K系とP系の順序が途中で交替するのは、1120℃以下では粘土鉱物の(OH)基分解時の膨張(P)と収縮(K)の影響が残っているが、1140℃以上ではパイロフィライト分解物の反応性がカオリナイトのものよりも高いことによると考えられる。前者は後者よりもより多量の無定型シリカが存在するからであろう。このことからP系素地の焼成温度変化に対する吸水率変化はK系素地よりも大きいことになる。石灰石添加量効果は、それが大きいほど吸水率は大きい。これは石灰石の分解で生ずるCO₂放出時の気孔生成の影響と思われる。長石添加効果は1120℃以下では素地の焼結にほとんど影響しないが、1140℃以上では、添加量増加に伴ない吸水率は急減する。長石熔融ガラス生成による焼き締め効果は1120℃位までではないと言えよう。このことは石灰長石質陶器の焼成温度を考慮すると、長石を素地の融剤として添加する意義は少ないことを意味する。素地の吸水性を低くしたい場合は、石灰石添加量を少なくするか、陶石にセリサイト系のもの

を使用する必要がある。ドロマイトによる石灰石の置換は焼き締りを著しく促進する。Ibrahim D.M.¹⁾らは霞石閃長石-タルク-石英-カオリン素地で、少量のタルクの添加により低温(1150~1175℃)で焼結する素地を研究し、タルク添加がムライト分解とガラス相増加の効果のあることを示した。本実験におけるドロマイトの急激な焼結効果はこれに類するもので、石灰成分が含まれるため、その効果はさらに著しくなるものと推定される。しかしこのような急激な焼結は、焼成中に問題を生ずるため、石灰長石質陶器素地には使用が困難と思われる。但し1100℃以下で焼成する白雲陶器等の素地では、等量添加の場合石灰石よりもドロマイトの方が焼き締りを促進させ、強度も大きくなることが予想されう。長石種類の差はソーダ系長石がカルシウム系長石より吸水率を小さくするが、差は少ない。

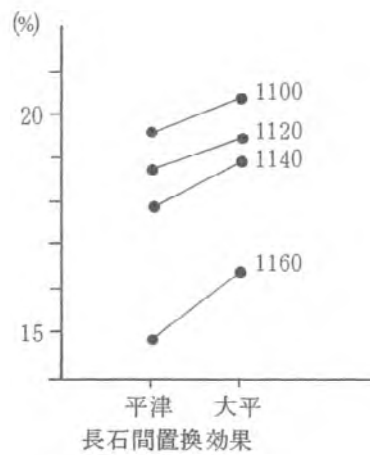
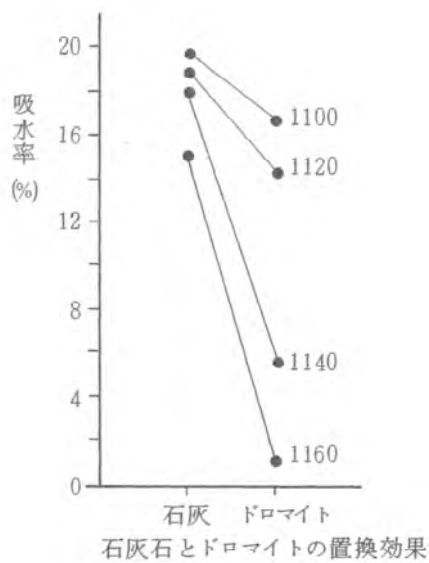
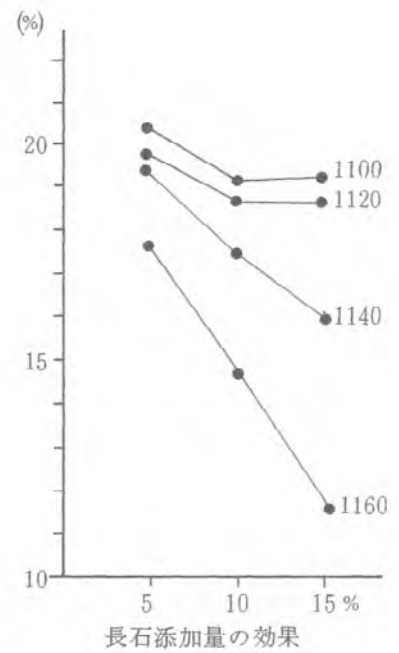
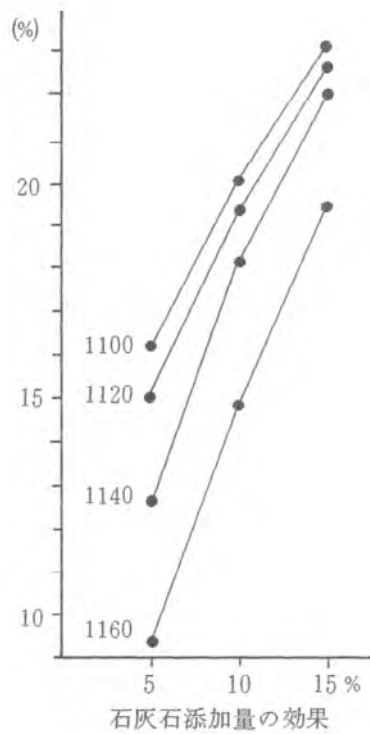
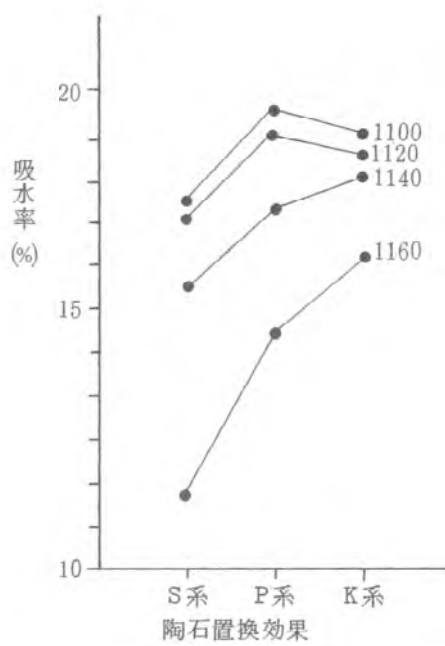


図1 吸水率測定結果

2.4.2 収縮率への影響

図2に収縮率への置換及び添加効果を示した。これらの結果の大部分は吸水率の結果から推測されることと一致する。しかし陶石間置換ではK系が吸水率から予測される値よりも大きく、S系は小さい。即ち、K系は吸水率の大きい割に収縮が大きいと言える。この傾向は長石質陶器素地でも見られ、²⁾その原因は陶石中の粘土鉱物の(OH)基分解時の膨張(SP)と収縮

(K)の差に由来するものと推測される。³⁾また長石添加量の増大は1140℃以上では溶融による焼き締め効果で収縮率は増大するが、1120℃以下では逆に長石量増加に伴ない収縮率は低くなる。これは長石が未溶融又は溶融していても焼結促進効果のない場合は、陶石類より収縮を小さくする事を示している。

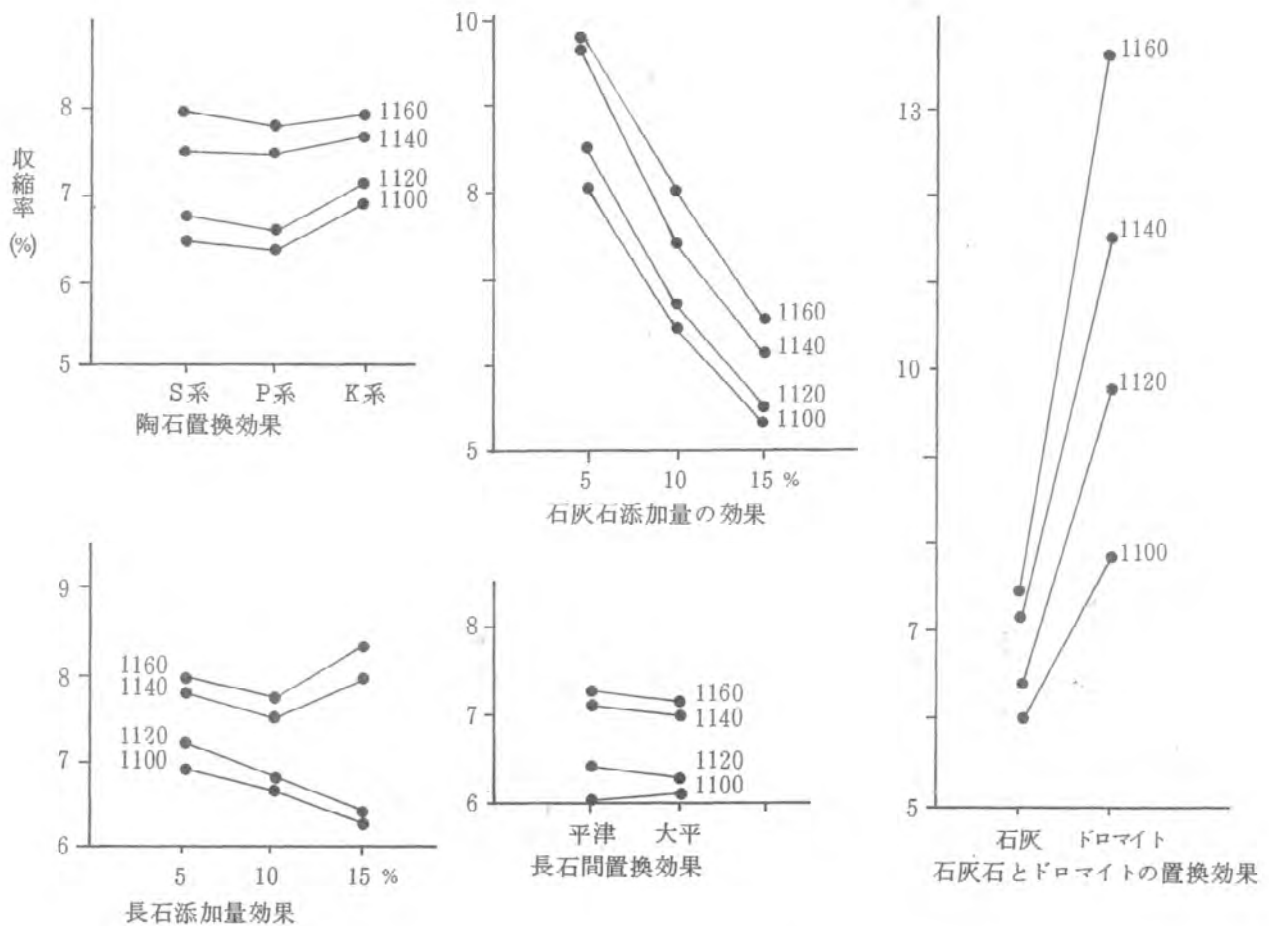


図2 収縮率測定結果

2.4.3 白色度への影響

図3に白色度への影響を示す。白色度はハンター白度で示した。図3から次のことがわかる。

① 陶石間置換では、同一焼成温度での比較で、常にP系が最高値を示す。② 石灰石添加量の増大は、吸水率を増加させるのにもかかわらず白

色度は低下する。この原因については後述する。

③ ドロマイトの石灰石置換効果は、ドロマイトの焼結促進効果により白色度は低下する。同様に長石添加量の効果も、長石の焼き締め作用が起ると白色度は低下する。

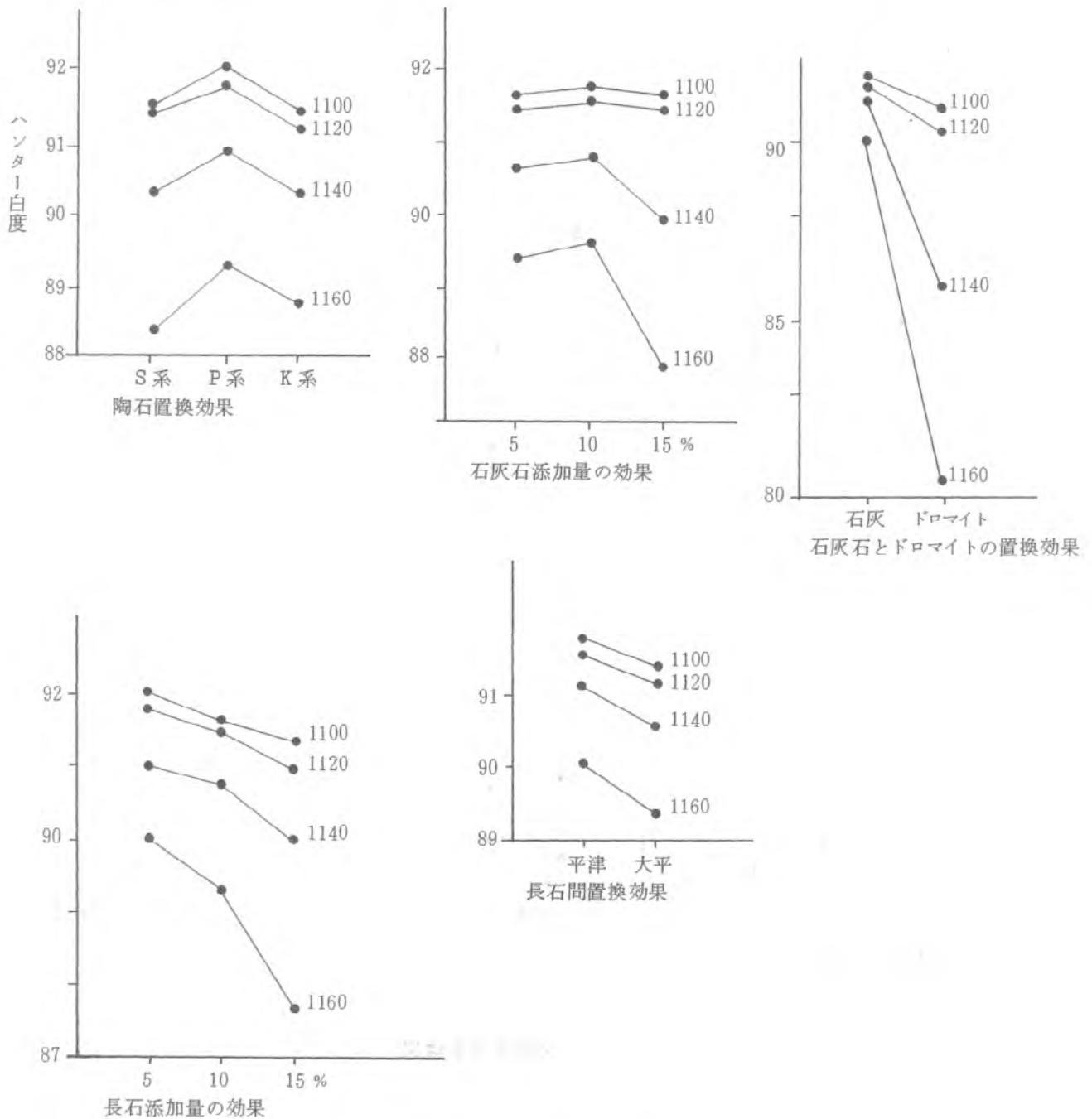


図3 白色度測定結果

2.4.4 熱膨張への影響

図4に熱膨張への影響を示す。図4から次のことがわかる。陶石間置換ではP系が最も低い値を示す。これは平山ろう石の Al_2O_3 含有量が他の陶石よりやや多いことにもよるが、主な原因は陶石中の遊離石英量の差によるものと思われる。ろう石は、その中に含まれる粘土鉱物のパイロフィライトが $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ の化学組成をもち、 $Al_2O_3 : SiO_2$ のモル比が1 : 4であるのに対し、セリサイトとカオリナイトは、それが1 : 2であるので、同一の Al_2O_3 含有量の陶石を仮定した場合、パイロフィライト系陶石の α -石英量が少なくなることになる。石灰長石質陶器は焼成温度が低いため、熔融ガラス物質による石英溶解はそれほど進まないと推定できるから、出発原料中の遊離石英量が、焼成体の熱膨張に直接影響するものと考えられる。またS系がK系よりも若干熱膨張が大きい原因は（SとK陶石は偶然 Al_2O_3 含有

量は同じである）、セリサイトは主に熔融してガラス成分となるのに対し、カオリナイトは主にムライトになるため、その熱膨張差によるものであろう。石灰石と長石の添加量の増大は、ともに熱膨張を低下させる。これは陶石量減少に伴う出発素地中の石英量の減少と、焼成中の灰長石生成量増加、長石による石英の一部溶解によるものであろう。しかし、今実験のように純粋に近い長石を使用せず、遊離石英量の多い長石を使用した場合、熱膨張は長石添加量に伴ない若干大きくなることはありうる。実際 Al_2O_3 含有量11%前後の長石原料を使用した場合、現業素地で、そのような現象を生じたことがあった。

石灰長石質陶器素地では、水和膨張による経年貫入を始めとし素地の熱膨張の大小が問題となることが極めて多いので熱膨張に最も大きい影響を及ぼす陶石類の選択は大切な要因である。

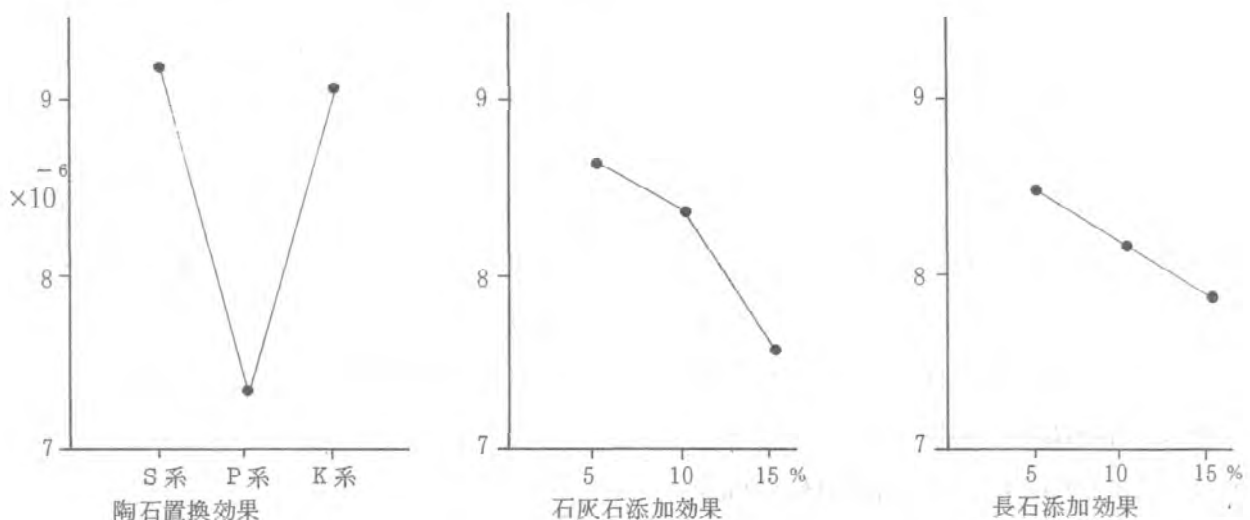


図4 熱膨張測定結果（～600℃，1,140℃焼成物）

2.4.5 水和膨張への影響

図5に水和膨張への影響を示す。図5から、S系素地がやや大きい水和膨張を、石灰石添加量増大に伴ない水和膨張が低下することがわかる。これらの原因はガラス又は無定型アルミノけい酸塩の多少から由来するものと考えら

れる。しかし残念ながら水和膨張測定には満足な器具がなく、やむを得ず、オートクレーブ8気圧1時間処理前後での熱膨張係数の差を600℃の測定点で表示したものであり、あまり信頼できる方法とは言えない。従って詳しい検討は避けることにする。

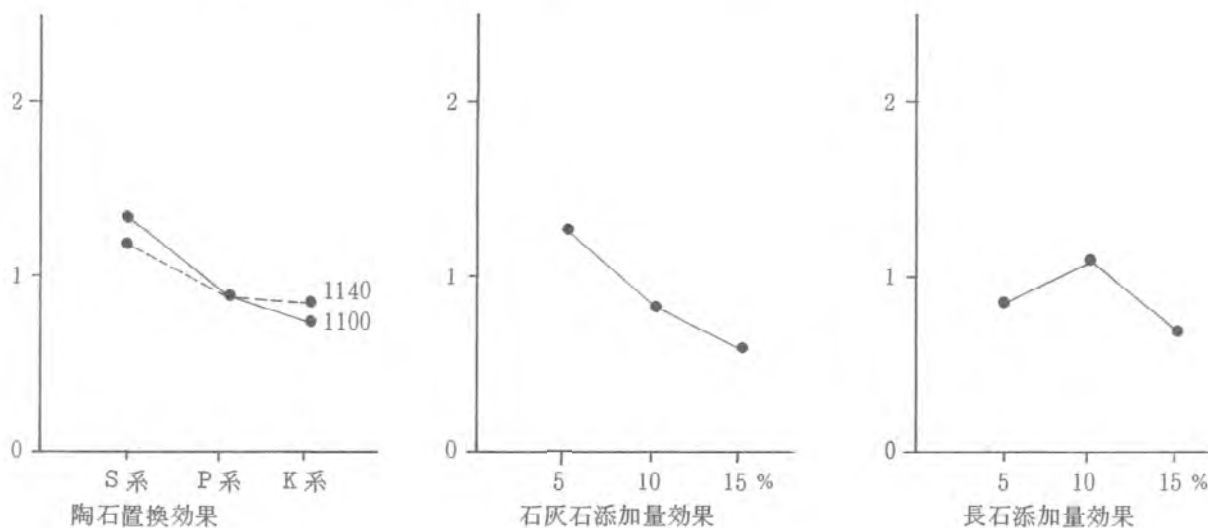


図5 水和膨張測定結果

2.4.6 吸水率と収縮率の相関関係

図6に全試験体の吸水率と収縮率の関係をプロットした。1つは石灰石添加量別、他は石灰石添加量5%と10%の素地について陶石種類別に表示した。図6Aから次のことが言える。①全体的には値は左上から右下に向いある巾をもって連続している。②しかし、細長く分布するのは石灰石5%添加素地だけで、同10%15%添加の素地、特に後者は狭い範囲に集中している。これは先に示した図1の石灰石添加量の効果からも理解できる。これらの事実は石灰石添加量の多い素地では、焼成温度変化による吸水率、収縮率への影響が小さいこと、即ち焼成温度巾が広いことを示している。ただし、吸水率、収

縮率の変化の小さいことが素地の焼結反応の変化のないことを示すものではない。これについては2.4.7の項で説明する。

次に図6BではおおよそS系が下にK系が上に分布するといえる。これは同一吸水率の素地ではS系<P系<K系立て素地の順に、後者はほど収縮が大きいことを示すものである。この理由についてはすでに2.4.2で述べた。

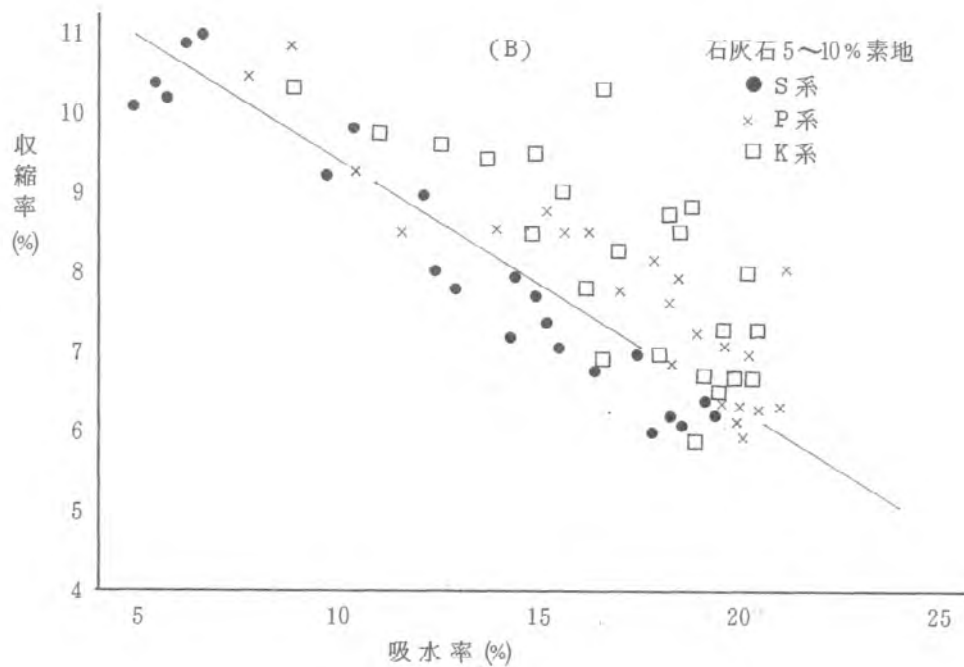
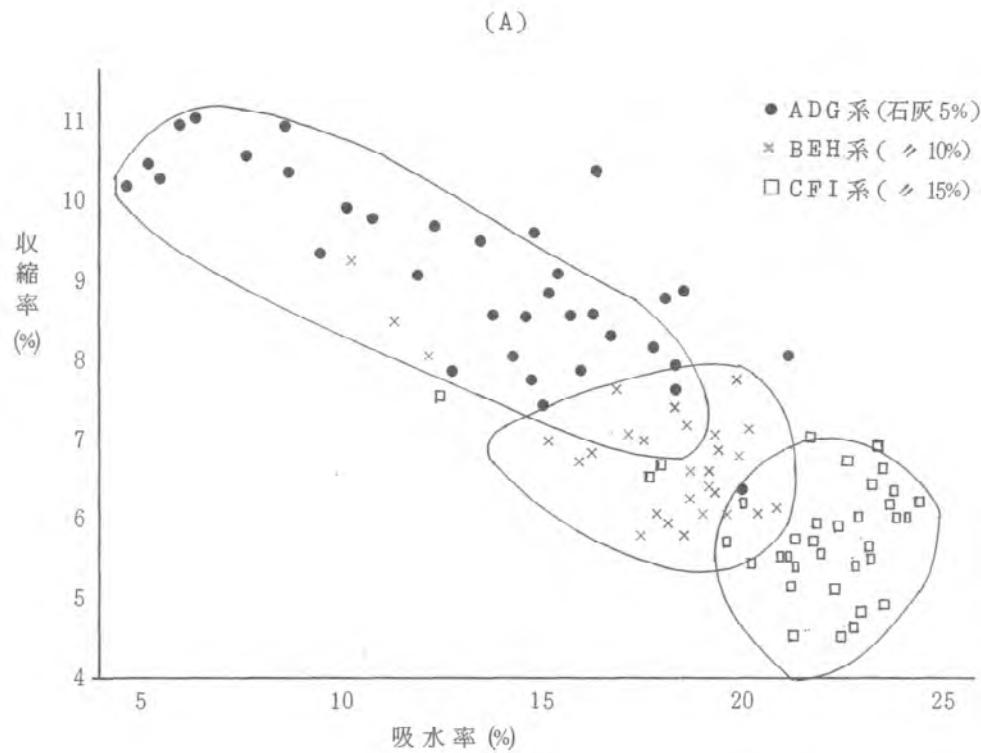


図6 吸水率と収縮率の相関関係

2.4.7 吸水率と白色度の相関関係

図7に全試験体の吸水率と白色度の値を示した。図7Aは石灰石添加量別に表示し、図7Bは長石添加量別に示した。これらの相関関係は長石質陶器と異なり、全体では相関関係は見られない。しかし図7Aの図中矢印に示すように石灰石添加量別では、明確な傾向の差が見られる。石灰石添加量の少ない場合は吸水率の低下に伴ない白色度が徐々に低下するが、添加量15%の場合は、吸水率のわずかの減少で白色度は急減する。この原因は次のように考えられる。

石灰石添加量が多く、従ってCO₂分解による気孔生成の著しい素地では、焼成温度上昇による吸水率減少（収縮率増加）を伴わずに融液生成と石灰アルミノ珪酸塩合成反応が進み、これらにより焼成色の変化が生ずる。以上のことから石灰石添加量の多い場合、収縮率又は吸水率から素地の焼結度合いを推定することは困難で、一連の白色度（焼成色）の比較検討を要する。

長石添加量別表示（図7B）では、明確な傾向はない。

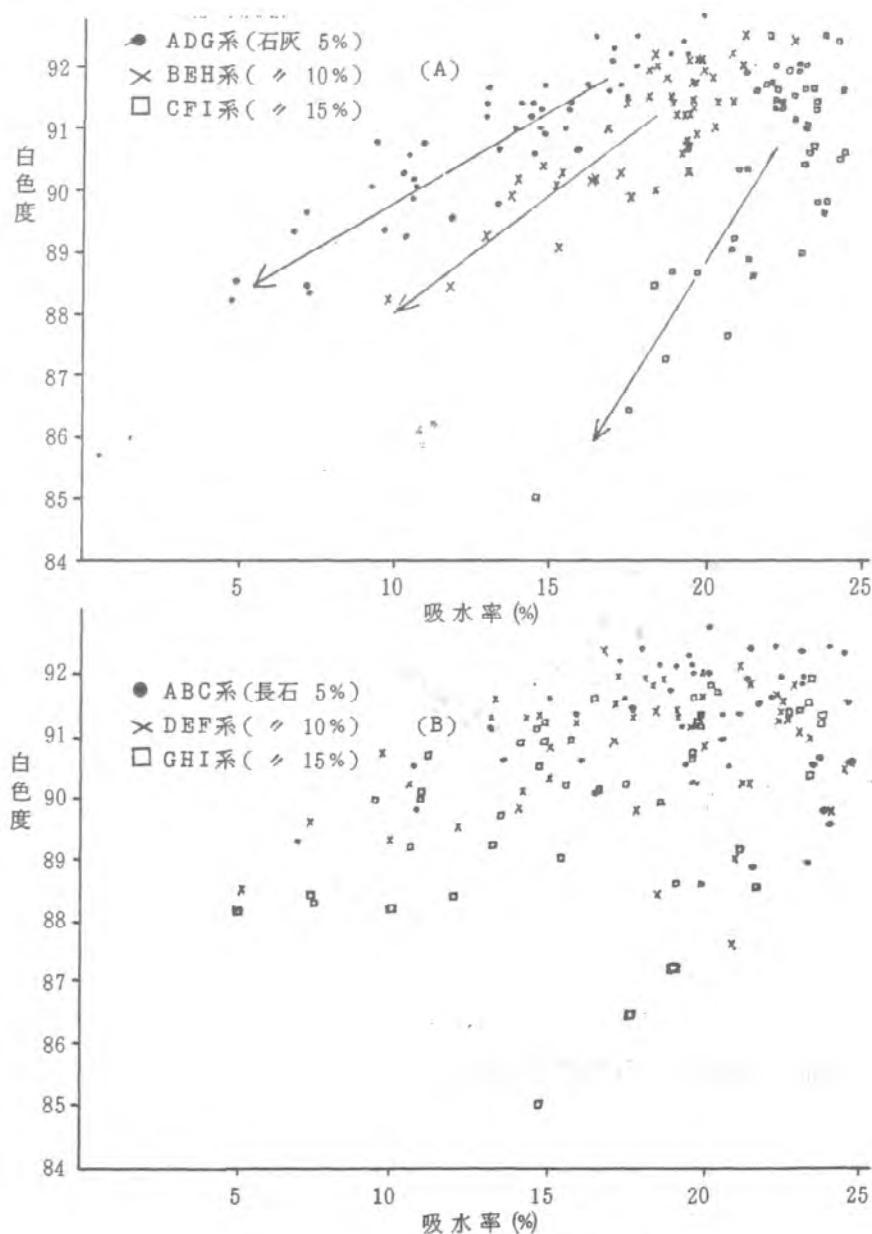


図7 吸水率と白色度の相関関係

2.4.8 曲げ強度への影響

図8に陶石置換と石灰石及び長石添加効果を示す。なお曲げ強度測定は各10個ずつ行ない、平均値で示した。図8から次のことがわかる。

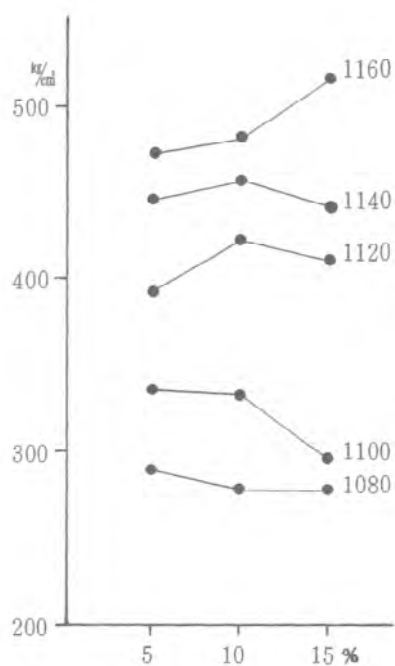
①陶石間置換ではS系>K系>P系の順に強度は前者ほど大きい。これは主に素地の焼き締め程度による影響と考えられるが、2.4.1で述べた様に1140℃以上で焼成すると、P系の方がK系より吸水率が低くなるのに、強度の傾向はK系が強いままになる。この原因については、その素地組織の詳細な検討を要するが、2.4.9で示すようにX線回折の鉱物組成に差が見られないことから、粘土鉱物の(OH)分解時に生ずる組織の変化に基因する可能性が強いと思われる。

②石灰石添加量の効果は各陶石間でかなり異なる。S系素地では、石灰石添加量5>15>10%の順、P系では1160℃焼成以外は15>10>5%、K系では5>10>15%の順となる。この順序の違いは石灰石増量による気孔率の増加(強度の低下に作用)と灰長石生成量の増加(強度の上昇に作用)の効果の差に帰せられる。

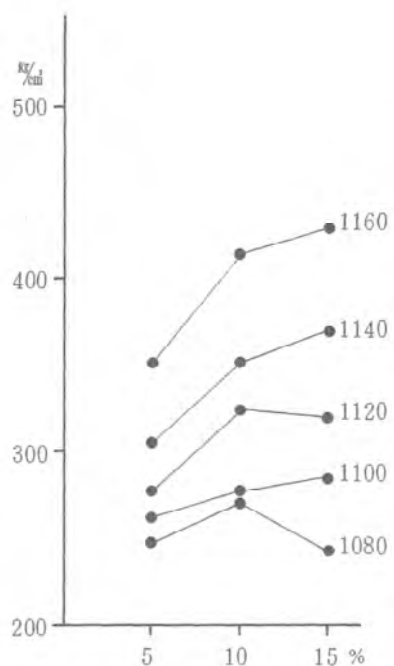
S系で石灰石添加量が少ない時、強度が大きいのは、セリサイトによる焼結の効果が顕著に現われているものと思われる。またP系1160℃焼成が、他の焼成温度の場合は傾向が異なるのは、パイロフィライト分解物の反応性が1160℃前後で大きくなって吸水率の低下が著しくなり、石灰石添加による灰長石生成に基づく強度上昇効果を上回るからと解される。この分解物の反応性の変化については、2.4.1で述べた。

③長石増量効果は、吸水率変化(2.4.1)から推定できるように、1120℃以上の場合に強度の上昇がみられる。しかしS系素地においては

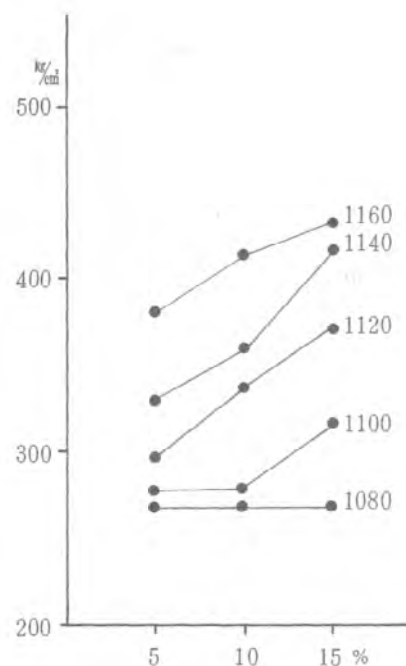
セリサイトの効果と長石の効果との比較となるため、1160℃焼成で長石増量の効果が始めて見られる。これはセリサイトが低温域から焼結を促進するのに対し、長石はかなり高温にならないと十分効果を生じないことを示す。セリサイトが低温域で焼結効果の大きいことは、この長石との置換に於て、陶石中にはセリサイトが約30%しか含まれていないのに純粋な長石と同等又はそれ以上の効果をもつことから理解できる。



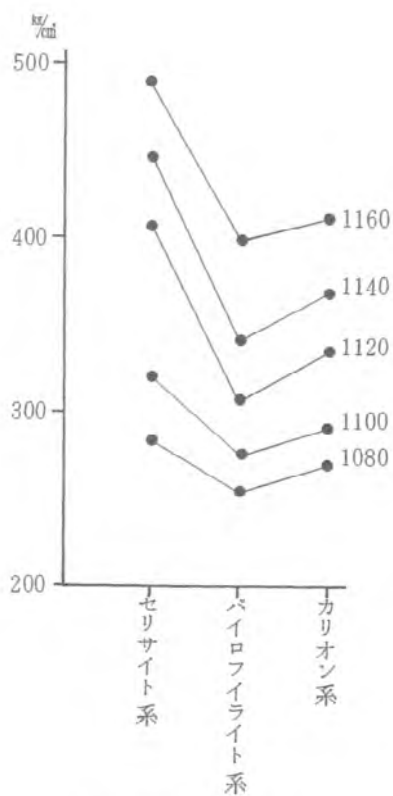
(iiiA) 長石によるセリサイト
陶石置換量の効果



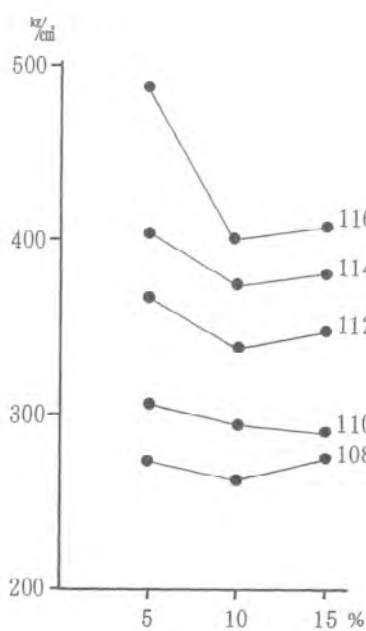
(iiiB) 長石によるパイロフイ
ライト系陶石置換量の
効果



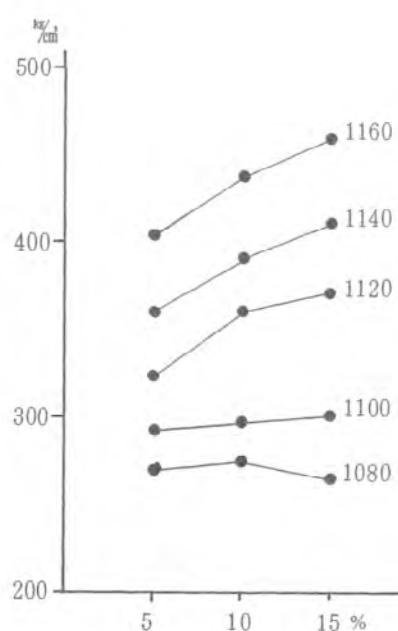
(iiiC) 長石によるカオリン系
陶石置換量の効果



(i) 陶石間置換



(ii) 石灰石増量効果
(陶石と置換)



(iii) 長石増量効果

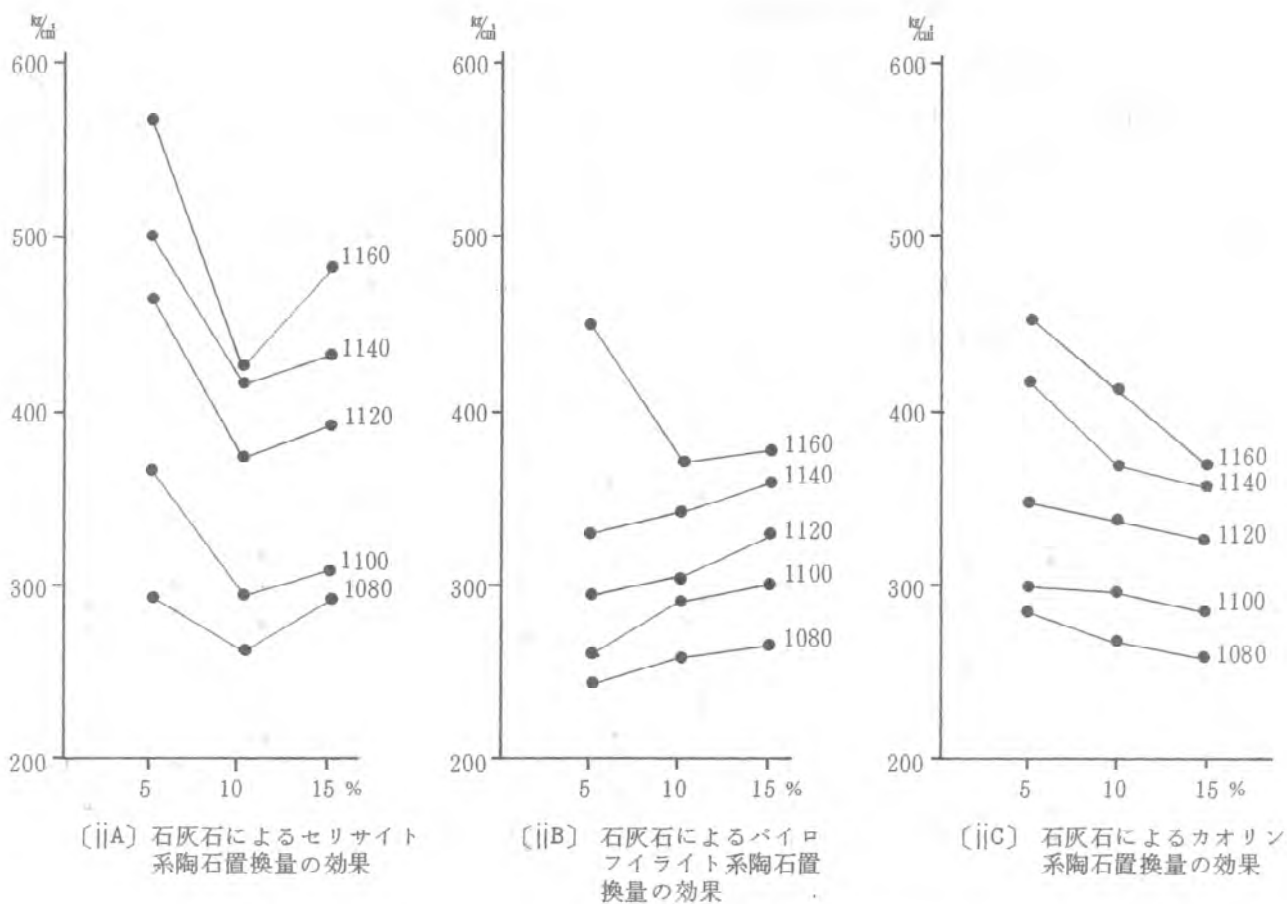


図8 原料置換による曲げ強度への影響

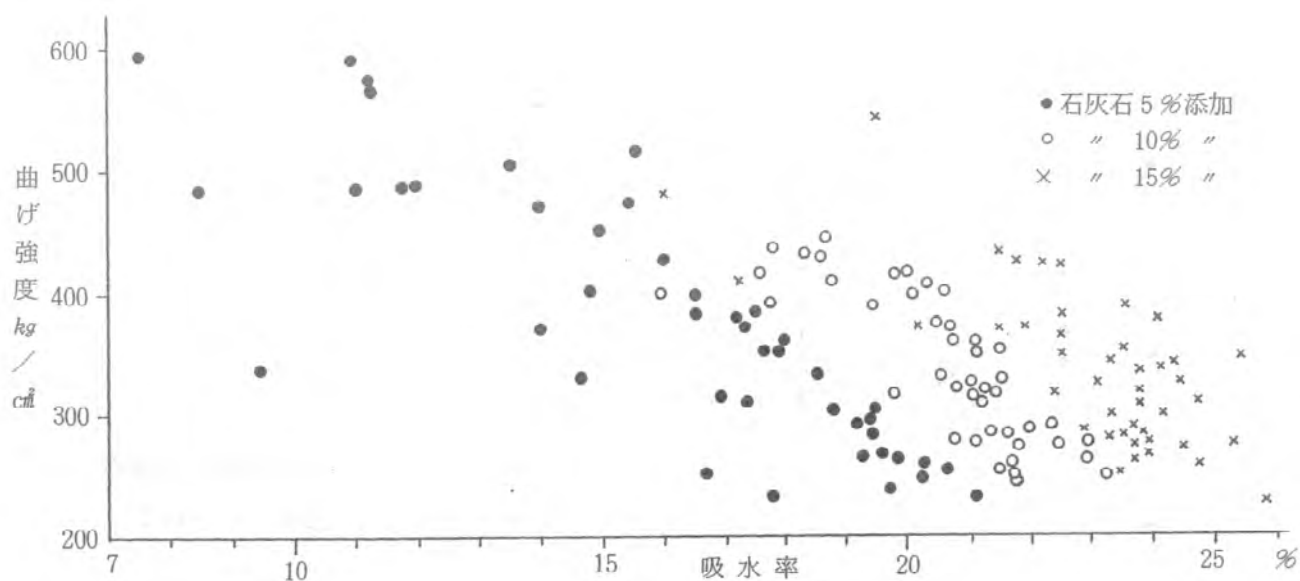


図9 曲げ強度と吸水率の相関関係

2.4.9 曲げ強度と吸水率の相関関係

図9に石灰石添加量別で表示した曲げ強度と吸水率の相関関係を示す。図9から同一吸水率では石灰石添加量即ち灰長石生成量の多いほど強度が大きいことが分る。しかし前述の様(2.4.1)に石灰石添加量が増えると吸水率は急に大きくなり、さらに焼成温度変化による吸水

率変化が非常に少ないため、吸水率の低い部分の強度データは得られない。また石灰石の CO_2 放出による気孔と成形時及び粘土鉱物(OH)基分解で生ずる気孔の形状は異なると考えられるため図9での結果が単に灰長石生成効果のみとは言えないだろう。

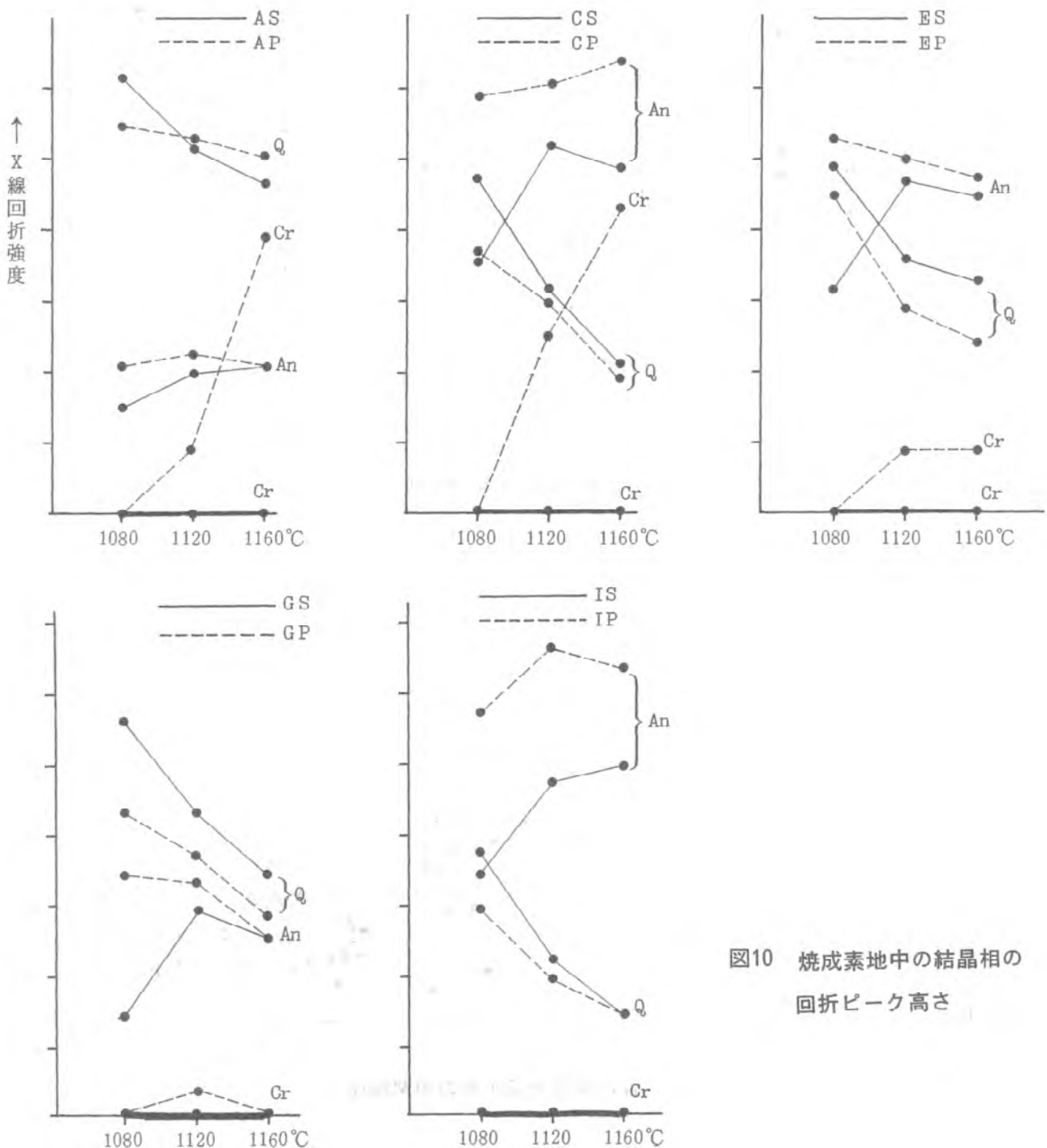


図10 焼成素地中の結晶相の回折ピーク高さ

2.4.10 X線回折による結晶相分析

表3に主な素地組成のX線回折結果を、図10に表3中の主なものについて図示した。

表3から灰長石の生成はすでに1080℃でS系素地以外はほぼ終了しており1160℃焼成とピーク高さに変化は少ないこと、灰長石の他に石灰化合物としてワラストナイトとゲーレナイトが存在することがあるが、石灰石添加量の少ない素地ではゲーレナイト→ワラストナイト→灰長石と変化する傾向が見られる。Peters J.⁴⁾らは石灰石を20%以上も含むレンガ用粘土の焼成過程で、石灰アルミノ珪酸塩化合物ではゲーレナイトが最も早く生成するが1050℃以上では $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$ (ゲーレナイト) + $\text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 + \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (灰長石) 及び $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7 + 3\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (無定型粘土物質) $\rightarrow 2\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ の反応で灰長石

に変化していくことを認めている、S系素地は他系素地とは異なり灰長石生成反応がやや遅れることと、1080℃では常に、1120℃でもカリ長石が認められる。この原因はよく分らず、今後の問題であるが、Peters J.⁴⁾らは一度生成したサニディン(高温型カリ長石)は1050℃で長時間保持しても溶融又は反応によって消滅せず、むしろ増加することを示しているので、S系素地の様に K_2O がある程度含まれると、その様な現象が生じ1120℃焼成まで存在が認められるのかも知れない。灰長石生成の遅れは、このカリ長石生成と関連することが予想される。

次にクリストバライト生成に関しては、図10で典型的に示される様に、陶石にS系を使用し、長石量の多い場合は、この生成は起らないことまた石灰石はクリストバライト化を促進することがわかる、

表3. X線回折による焼成素地中の結晶相

	AS	AP	AK	CS	CP	CK	ES	EP	EK
1080℃ 焼成	A (15) W (3) G (3) Q (62) Or (10)	A (21) Q (55) W (tr)	A (19) Q (60) W (3)	A (36) Q (47) W (10) G (11) Or (10)	A (59) Q (37) W (10) G (tr)	A (59) Q (28) Cr (tr) W (10)	A (32) Q (49) G (6) W (6) Or (15)	A (53) Q (45) W (6)	A (43) Q (37) W (7) G (2)
1120	A (20) Q (52) W (2) Or (5)	A (23) Q (53) W (tr) Cr (9)	A (25) Q (48) W (2) Cr (11)	A (52) Q (32) W (6) G (3)	A (61) Q (30) W (6) G (tr) Cr (25)	A (60) Q (25) W (6) G (tr) Cr (30)	A (47) Q (36)	A (50) Q (29) Cr (9)	A (51) Q (33) Cr (9)
1160	A (21) Q (47)	A (21) Q (51) Cr (39)	A (24) Q (35) C (55)	A (49) Q (21) G (2)	A (64) Q (19) G (3) Cr (43)	A (64) Q (16) G (3) Cr (55)	A (45) Q (33)	A (48) Q (24) G (tr) Cr (9)	A (47) Q (27) Cr (16)

	GS	GP	GK	IS	IP	IK	※ムライトの在否は記載せず。
1080℃	A (14) Q (56) G (3) W (4) Or (29)	A (34) Q (43) G (2) W (tr)	A (32) Q (43) G (tr) W (tr)	An (34) Q (37) G (8) W (9) Or (25)	A (57) Q (29) W (9)	A (50) Q (26) W (12) G (7) Or (tr)	A 灰長石 27.9° Cu. K α 2Q Q α -石英 20.8° " W ワラストナイト 30.0° " (CaO-SiO ₂) G ゲーレンナイト 31.4° " (2CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂) Or カリ長石 27.5° " Cr α -クリストバライト 21.7° "
1120	A (29) Q (43) Or (tr)	A (33) Q (37) Cr (3)	A (29) Q (34) Cr (tr)	A (47) Q (22) W (7) G (3) Or (tr)	A (66) Q (19) W (3) G (2)	A (56) Q (20) W (7) G (4)	() 内は上記 2 Q での回折高さ。 CuK α 線 35 KV - 15 mA 1×10 ³ Full Scale 使用
1160	A (25) Q (34)	A (25) Q (28) Cr (tr) W (tr)	A (27) Q (29) W (2)	A (49) Q (14) G (2)	A (63) Q (14) G (5)	A (56) Q (13) G (3)	

3. まとめ

石灰長石質陶器素地の各種陶石間の置換 長石及び石灰石添加量効果を調べた。その結果主たるものは次のようであった。①石灰石の添加量が増えると収縮率は小さく、吸水率は大きくなる。②長石溶融による焼結促進効果は1140℃以上で明らかとなる。セリサイトの焼結効果は長石よりも低温から始まりかつ長石よりも効果が大である。③陶石間置換では吸水率を基準にとるとS系<P系<K系と後者ほど収縮率を大きくする。④熱膨張は Al₂O₃ 含有量が同一と仮定してもP系素地が最も低くなる。⑤石灰石添加量の大きい素地は焼成温度上昇による吸水率 収縮率の変化は小さい。しかし白色度 曲げ強度は変化し 素地の反応は進んでいる。⑥P系 K系素地では1080℃で灰長石生成反応はほぼ終わっているがS系素地では生成反応が遅れる。

参考文献

- 1) D.M.Ibrahim 他
Ceramics Inter.vol. 7, 69～72 (1981)
- 2) 国枝勝利 三重県窯業試験場年報 vol.16
11～18. (昭和56年)
- 3) D.M.Dao Silikattechnik vol.31
263～266 (1980)
- 4) T.Peters 他, Am.Ceram.Soc.Bull
vol.57 503～505 509 (1978)

半磁器坏土の品質管理技術 ——木節の特性及び坏土の焼成性状——

研究室 服 部 正 明
" 伊 藤 隆

1. まえがき

四日市では、半磁器製品を主力に生産しており、萬古陶磁器工業協同組合（以下、工組）において半磁器坏土を製土し、各メーカーに供給している。

半磁器坏土には大きく分けて2種あり、1つは“白土”および“並土”とよばれる長石質陶器で、1150℃～1200℃あたりで焼成されている。もう1つは“低火度土”とよばれる石灰長石質陶器で、石灰石を添加することにより水和膨張による経年貫入をおさえた素地で、1080℃～1150℃あたりで焼成されている。

近年、窯業原料の品質の低下から、坏土の質も低下し、特に工組半磁器素地の白さが以前より劣る点が、業界から指摘されてきた。そこで当試験場では、工組とタイアップし、新坏土（白土と低火度土）の作製に協力し、あわせて、原料、坏土および焼成体について各種性状試験を行ない、品質管理面からの指導を行なってきた。ここでは、そのなかから2,3の試験について報告する。

2. 木節粘土の焼成性状

従来、白土および低火度土に使われていた木節は、水ひ木節25%、中国産黒泥（以下、黒泥）3%の調合であった。今回、新坏土作製にあたって、焼成素地の白さ、可塑性の向上、また品質の安定を目的に、数種の木節原土および従来の水ひ木節、黒泥を併用することになった。そこで、新しく使用される木節原土について試験

を行なった。

2-1 木節原土の水ひ

木節原土4点及び黒泥原土を、工組製土工場から約10kgずつ採取し、十分風乾した後泥漿状態とし、振動ふるい（最終150メッシュ）により水ひした。各原土の水ひ率と鉱物組成、水ひ後の化学分析値を〈表1〉に示す。

品野木節Aは木片を多く含んでいたため、水ひ率は低いが、今回試験した中では最も良質な木節である。従来の水ひ木節は、やや鉄分とカリ分が多い。そのため、後述するように、単味焼結がすすむため、呈色も悪くなる。

鉱物は、 α -石英、カオリナイトが主成分で、他にカリ長石、マスコバイトを含む。また黒泥は少量のギブサイト（ α - $\text{Al}(\text{OH})_3$ ）を含んでいる。これらの原土は、水ひすることにより、 α -石英、カリ長石、マスコバイトが減少し、相対的にカオリナイトが増加することが、X線回折図よりわかる。またカオリナイトと α -石英の量（ピーク高さ）は、化学分析値（ SiO_2 および Al_2O_3 ）に対応しており、X線回折図より化学分析値を推定することができるので、迅速な品質管理として役立つと考えられる。

2-2 水ひ木節の焼成性状

2-1で作製した水ひ木節に水を加えて練土とし、平らな石膏型の上で、長さ約14cm、幅3～4cmの板状試験体（約90g）を作製し、ノギスで10cmのマークを長さ方向に入れ、収縮率試験体とした。この試験体で吸水率、X線回折試

※
 <表1> 木節原土の水ひ率、鉱物と水ひ率 後の化学分析値

測定 項目 品名	水ひ率 (%)	原土の鉱物組成	水 ひ 後 の 化 学 分 析 値								
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Ig-loss
品野木節A	77	Q, K, Or	50.01	32.03	0.95	0.93	0.27	0.29	0.65	0.38	14.45
品野木節B	81	Q, K, Or, M	57.94	27.88	0.92	0.86	0.11	0.23	0.96	0.17	10.92
本 山 木 節	80	Q, K, Or	54.79	29.38	0.93	0.71	0.17	0.23	0.94	0.17	12.40
丸 藤 木 節	83	Q, K, Or	56.85	27.44	0.93	0.75	0.14	0.23	0.99	0.49	12.36
黒 泥	91	Q, K, G, Mo	46.75	34.64	0.72	0.31	0.09	0.17	0.54	0.45	16.11
従来の水ひ	—	Q, K, Or, M	53.80	29.78	1.10	0.68	0.07	0.26	1.63	0.22	11.80

※ 水ひ率 = $\frac{\text{水ひ後の乾燥重量}}{\text{木節原土の風乾重量}} \times 100$

Q: α-石英 K: カオリナイト Or: オルソクレーズ M: マスコバイト
 G: ギブサイト Mo: モンモリロナイト

験も行なった。吸水率は煮沸法（3時間）にて 30分保持), SK8 (1200℃, 30分保持) とした。
 試験を行なった。焼成は電気炉でSK3a (1120℃, 試験結果を<表2>に示す。

<表2> 水ひ木節の焼成性状

品 名	成形に要する水分量	乾燥収縮 (%)	焼成温度	焼成収縮 (%)	吸水率 (%)	焼成後の鉱物
品 野 木 節 A	中	7.1	SK3a	10.2	13	Q, M
			SK8	14.6	1	Q, M, Cr (多)
品 野 木 節 B	小	6.5	SK3a	6.9	14	Q, M
			SK8	11.6	5	Q, M, Cr
本 山 木 節	中	6.8	SK3a	8.9	12	Q, M
			SK8	13.1	4	Q, M, Cr
丸 藤 木 節	小	6.9	SK3a	7.5	14	Q, M
			SK8	11.1	6	Q, M, Cr
従来の水ひ木節	中	6.6	SK3a	7.8	10	Q, M
			SK8	10.6	3	Q, M, Cr
黒 泥	大	5.7	SK3a	6.1	25	Q, M
			SK8	12.2	12	Q, M, Cr (少)
※ 混 合 木 節	中	6.5	SK3a	8.9	12	Q, M
			SK8	12.0	5	Q, M, Cr

※ 木節5点, 黒泥を混合したもの
 Q: α-石英 M: ムライト
 Cr: α-クリストバライト

SK8焼成における呈色は、黒泥が最も白く、次に品野B、本山、丸藤、その次に混合木節、品野A、最も色の悪いのが従来の水ひ木節であった。黒泥の白いのは、比較的鉄分が少ないことに加えて、吸水率が大きい（焼き締まりが悪い）ためである。逆に品野Aは、SK8で焼き締

まるため、色がやや悪くなる。

成形に要する水分量では、良質な木節の方が水分量が多くなる傾向にある。しかし、黒泥は成形に特に多くの水を必要とするが、適切な水分量の幅が狭く、かなり柔らかい練土の状態にしも、表面がひび割れ易いという欠点がある。

この点からも、黒泥は多量に使用することはできないことがわかる。

焼成後の生成鉱物は、SK3a焼成で全て α -石英とムライトで、その量はどの木節もほぼ同じである。

SK8焼成では、更に α -クリストバライトが生成されるが、その生成量には差がある。すなわち、品野Aが非常に多く、黒泥は少ない。他の木節は、ほぼ同程度である。これは品野Aが、SK8焼成で最も焼結が進んでいるためと思われる。

3. 木節粘土の化学的特性

木節粘土の化学的・物理的特性は坏土の可塑や泥漿分散性などの物理的性状を左右することは良く知られている。¹⁾

木節粘土の主構成鉱物はカオリナイトであり、その粒径や結晶度、交換陽イオンの種類と量などが物理的性状に大きく影響している。また、カオリナイト以外に含まれる微量の鉱物（例えば、モンモリロナイト、ギブサイト等）による作用も無視できない。

さらに、木節粘土はその成因上、有機物を多く含んでおり、これが及ぼす効果についても色々と調べられている。²⁾

このように様々な要因が存在し、それらが粘土の産地によってかなり異なり、また、同一産地でも場所ごとに違うため、坏土の性質も一定ではない。従って、粘土の諸特性を時々チェックし、適当なコントロールをすることが大切である。

本実験は、そのために必要な基礎的データを得ることを目的として、各種木節粘土について、化学的特性に関する試験を行った。

3-1 試験方法

3-1-1 測定試料

本山木節、丸藤木節、品野木節A、品野木節B、黒泥（旧）及び黒泥（新）の各原土を風乾し、48メッシュの篩を通るまで粉碎して、各測定試料とした。なお、黒泥（旧）は昭和56年、黒泥（新）は昭和59年に各々中国から輸入されたものである。

3-1-2 溶出イオン

3-1-1の各原土30gに蒸留水300mlを加え、マグネティックスターラーで5分間攪拌し、一夜間放置後、30分間攪拌して、遠心分離する。この上澄液を取り、原子吸光分析により、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} の溶出量を定量した。

3-1-3 泥漿のPH

3-1-1の各原土20gに蒸留水200mlを加え、一夜間放置し、マグネティックスターラーで30分間攪拌した後、ガラス電極で各PHを測定した。（電極挿入3分後の値を読み取った）

3-1-4 泥漿の中和滴定

3-1-3の各泥漿に0.1N水酸化ナトリウム溶液を1mlずつ添加し、毎回30分攪拌後、3-1-3と同様に逐次PHを測定した。

3-1-5 粘土酸

粘土は、温暖湿潤な気候のもとでは、雨水による溶脱作用により、塩基未飽和の状態となり、酸性を示すようになる。また、粘土に含まれる腐植も酸性の原因となる。³⁾

この酸性度を測定する方法として、塩化カリウムのような強酸と強塩基の塩を加えて、生じた酸をアルカリで滴定し、滴定量で比較することが行われている。⁴⁾

ここでは、この方法を参考にして、次のよう

に行った。3—1—1の各原土50gを1N塩化カリウム溶液250mlと混合し、1時間攪拌後、遠心分離する。この上澄液をフェノールフタレインを指示薬として、 $\frac{1}{10}$ N水酸化ナトリウムで滴定することにより、酸性度（以後、交換酸度と呼ぶ）を求める。上澄液a ml、 $\frac{1}{10}$ N NaOH 滴定量b mlとすると、

$$\text{交換酸度} = \frac{250b}{a}$$

また、滴定前の上澄液のPHをガラス電極により測定した。

3—2 結果と考察

溶出イオンの測定結果を表3に示す。単位は、粘土100g当りに溶出する各イオンmg数である。

これから、黒泥（旧）は Na^+ が非常に多く、 Cl^- も硝酸銀により、定性的に調べたところかなり多いことがわかった。従って、NaClの存在が予想され、海水の作用を受けていることが推定される。

これとは対称的に、黒泥（新）の方は、各溶出イオンの量が非常に少なく、注目に値するが、これだけで泥漿の分散性が良いとは言えない。しかし、黒泥（旧）よりは良いと思われる。

粘土の凝集作用と関係の深いアルカリ土類金属イオン（ Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ）の溶出量は、黒泥（旧）や丸藤木節で多く、黒泥（新）や本山木節で少ない。この種のイオン溶出量は少ない方が良い訳であるが、粘土としての良否は他の試験結果を総合して判定しなければならない。

泥漿分散性の定性的指標として、泥漿を攪拌後、静置して、上澄液を観察する方法がある。⁵⁾ 上述の溶出試験の際に肉眼で観察したところ、上澄液の透明度は、黒泥（旧）＞黒泥（新）＞以下、丸藤、本山、品野A、品野Bは懸濁状態、

であった。従って、黒泥（旧）は非常に凝集した状態であり、黒泥（新）もかなり凝集している。一方、その他の粘土は分散性が良いことがわかった。

次に、泥漿のPH及び交換酸度の測定結果を表4に示す。ここでは泥漿のPHをPH(H_2O)、交換酸度測定直前の上澄液のPHをPH(KCl)で表わし、両PHの差を ΔPH で表わした。

PH(H_2O)及びPH(KCl)の値は、高い方が粘土の分散性が良いと言われ、⁶⁾これに従うと、品野木節Bが最も良いことになる。また、 ΔPH の値は小さい方が良いとされている⁶⁾が、本実験では、黒泥が他に比べて小さい値となり、前述の泥漿上澄液の観察による結果と矛盾する。よって、 ΔPH による判断は改めて検討する必要がある。

交換酸度は粘土の酸性度を表わす指標となるので、この値が小さい方が粘土の分散性は良いと考えられる。表4から、交換酸度が最も小さいのは、品野木節Bであり、品野A、本山及び丸藤も比較的小さな値となっている。しかし、黒泥は、（新）の方が（旧）よりも若干低いものの、いずれも非常に高い値である。

従って、黒泥はかなり凝集状態にあると思われるが、それ以外のものは、分散性が比較的良好と考えられる。

なお、交換酸度は粘土中の交換性アルミニウムイオン及び水素イオンの量によるものであり、³⁾表1より、黒泥が少量のギブサイト（水酸化アルミニウム）、モンモリロナイト及び多量の腐植を含むことから、高い交換酸度の値を示すことが想像される。

図1は $\frac{1}{10}$ N水酸化ナトリウムによる泥漿の中

和曲線である。これから、黒泥はPHの上昇が鈍く、PHの変化を抑制する（緩衝作用）物質の存在が推定され、交換酸度の高いことを考えると、前述の交換性 Al^{3+} 及び H^{+} が密接に関係しているものと思われる。

黒泥（旧）と（新）とを比較すると、（新）はPH 6.5 ぐらいまでは急激なPH上昇を示し、（旧）とは異なっているのが注目される。

本山、丸藤、品野Aは良く似た曲線となり、品野Bだけが非常にPHの上昇が速い曲線となった。これらの傾向は、交換酸度の値と良く対応し、NaOHによるPHの最も急速な上昇（弱い緩衝作用）を示す品野Bは、交換酸度の値が最も小さく、逆に、PHの最も鈍い上昇（強い緩衝作用）を示す黒泥（旧）の交換酸度は最も大きい。

一般に、粘土泥漿は酸性よりもアルカリ性（PH 7より大）の方が解膠し易い⁷ ため、緩衝作用の強い黒泥を解膠させるには、水ガラスを多量に必要とし、緩衝作用の弱い品野Bなどは、少量の水ガラスで解膠できるものと思われる。

る。

ただし、硫酸イオン(SO_4^{2-})等の陰イオンの影響、腐植の種類・量の影響など、考慮しなければならない要因がまだ存在するので、今後、さらに調べて、検討する必要がある。また、実際の物理的性状と化学的特性との関連も厳密に解明することが重要である。

以上の結果をまとめると、次のようである。

- ①溶出イオンから、黒泥（旧）は海水の作用を受けた可能性が強く、黒泥（新）は溶出イオン量が非常に少ないのが特徴的である。
- ②攪拌静置した泥漿上澄液の状態から、黒泥は（新）、（旧）ともかなり凝集しているが、その他は比較的分散していた。
- ③ $PH(H_2O)$ 、 $PH(KCl)$ 、交換酸度の値は、②を支持する傾向を示し、黒泥の交換酸度が特に高かった。
- ④中和曲線は、黒泥に強い緩衝作用があり、品野Bは最も弱いことを示した。これは、交換酸度の測定結果とも一致し、黒泥泥漿の解膠に水ガラスを多量に必要とすることを暗示している。

表3 溶出イオン測定結果 単位mg/100 g

試料	K^{+}	Na^{+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}
本山木節	2.08	1.02	0.89	0.42
丸藤木節	3.43	1.19	4.02	2.04
品野木節A	2.39	0.88	2.37	0.83
“ B	1.98	0.88	3.70	0.53
黒泥（旧）	2.60	61.20	4.07	1.24
“（新）	0.62	0.79	0.07	0.13

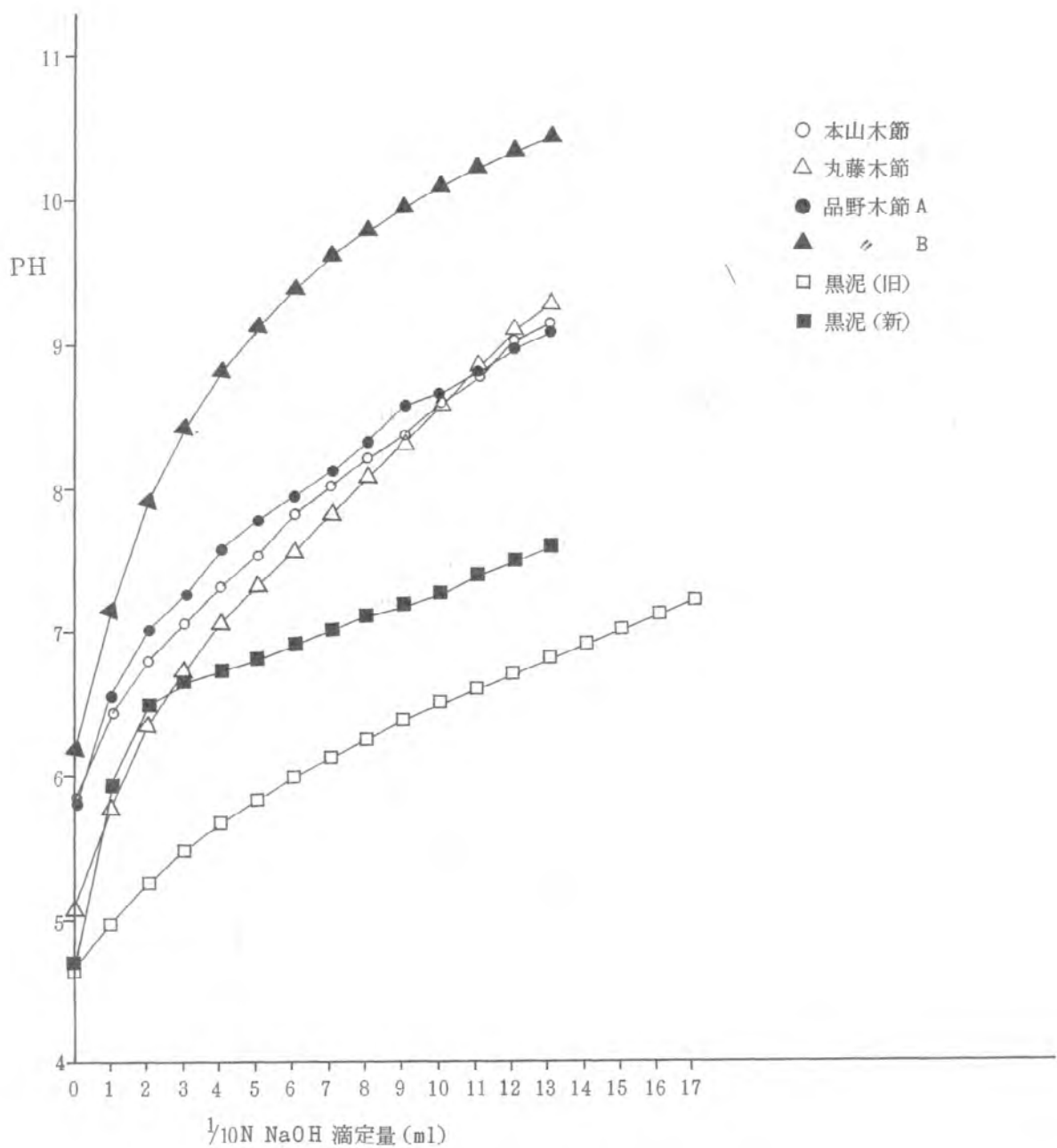


図 1. $\frac{1}{10}$ N NaOH による泥漿の中和曲線
 ($\frac{1}{10}$ N NaOH の factor = 0.948)

表4 泥漿のPH及び粘土酸測定結果

試料	PH (H ₂ O)	PH(KCl)	△PH	交換酸度
本 山 木 節	5.82	4.22	1.60	2.67
丸 藤 木 節	5.06	4.02	1.04	2.61
品 野 木 節 A	5.80	4.23	1.57	1.45
〃 B	6.18	4.91	1.27	0.23
黒 泥 (旧)	4.65	3.66	0.99	21.44
〃 (新)	4.69	3.92	0.77	19.87

4. 半磁器坏土の焼成性状

4-1 基礎物性試験

新坏土作製にあたり、2で述べたように木節

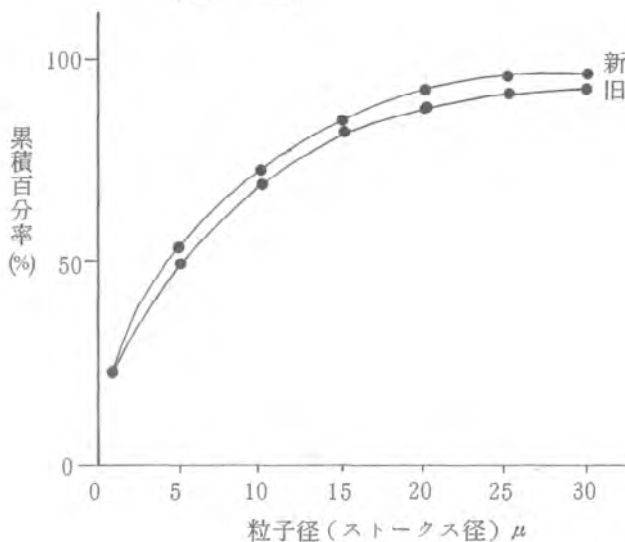
の変更を行なったが、陶石も鉄分の多い原料を
少ないものに一部置換した。新坏土の化学分析
値は<表5>の通りである。

<表5>白土および低火度土の化学分析値

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Ig・loss
白 土	71.36	19.57	0.37	0.20	0.12	0.09	1.39	0.94	6.0
低火度土	65.98	16.86	0.41	0.18	4.96	0.11	1.17	0.51	10.0

次に新旧坏土の粒度分布の比較を<図2>に
示す。これまで陶石のトロンミル粉碎時間は約
30時間要していたが、玉石と水の量を適正化す
ることにより、22~24時間で以前より細かい坏

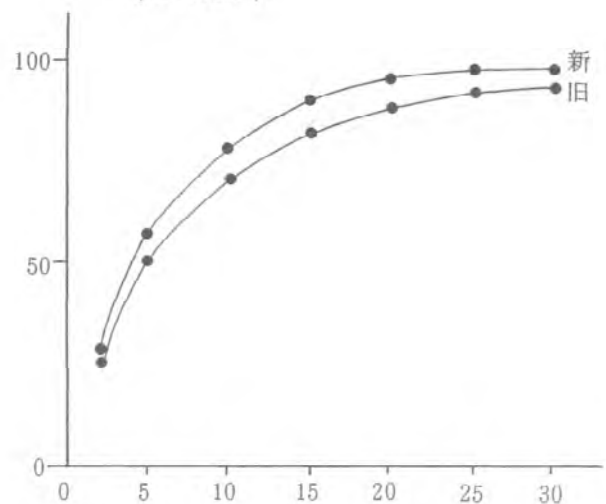
<白 土>



土が得られ、生産力を上げることに繋がった。

次に収縮率、吸収率、曲げ強度等の結果を
<表6>に示す。

<低火度土>



<図2>坏土の粒度分布図

＜表 6＞坏土の物性試験

	乾燥収縮 (%)	焼成温度	焼成収縮 (%)	吸水率 (%)	ハンター 白色度	曲げ強度 (kg / cm ²)	熱膨張係数 (～700℃)
白 土	6.0	SK6 a	3.43	13.5	89.8	391	8.11
		SK8	5.06	7.5	88.3	459	7.57
低火度土	6.0	SK3 a	0.51	20.5	90.6	331	8.33
		SK6 a	0.85	19.9	90.7	384	8.08

収縮率，吸水率は 2－2 で述べた方法と同じである。白色度は，練土を石膏型で 60×60×5 mm の板に成形し，焼成後，光電色沢計で測定した。曲げ強度は，乾燥試料に水分 3 % を添加しハンドプレス 1 t / cm² 圧で 100×20×5 mm の試験体を作成し，試験体 10 コの平均値を求めた。

＜表 6＞をみると，焼成温度が低いときの熱膨張がやや大きく，熱膨張の小さい釉薬をかけた時に，釉飛びやさめ割れが起きる可能性がある。これは，原料の陶石を置換した際，セリサイト系陶石が減少したために，以前より焼き締まりが悪くなったためと思われる。一方，白色度と曲げ強度は旧坏土より向上したが，低火度土の SK3 a 焼成体ではやや赤味が残る，これも焼き締まり不足が原因と考えられる。

4－2 焼成による鉱物変化

坏土約 30 g を円板試験体に成形し，500℃～1200℃までの各温度で焼成した。焼成は電気炉を用いて，所定の温度に達したらスイッチを切り，炉内で自然放冷した。冷却後，X線回折で鉱物を調べた。結果は＜表 7＞に示す。またいくつかの温度での X線チャート図を＜図 3＞に示す。

焼成温度 500℃で，カオリナイトのシャープなピーク（001），（002）がやや小さくなり 600℃で更に小さくなる。700℃では，カオリナイトのピークはほぼ消滅し，パイロフィライトもピークが低角度側にシフトし，脱水したことがわかる。しかし，パイロフィライトの構造はカオリナイトより安定で，脱水後も 1000℃付近まで結晶構造を保持している⁸⁾。一方，セリサイトは 650℃あたりから構造水を放出する⁸⁾が，パイロフィライトのようにピークのシフトは明確には認められない。

その後白土では，まずアルバイトとセリサイトが熔融し，1050℃ではピークがほぼ消滅する。オルソクレーズは 1100℃でもまだ残っており，セリサイトは早くから熔融して，素地の焼結に大きな役割を果たしていることがわかる。1120℃～1200℃（各 30 分保持）では，いずれも α-石英とムライトが認められ，焼成温度が高くなるにつれ，ムライトの結晶が発達していく。

一方，低火度土の生成鉱物は，石灰石を含んでいるため白土より複雑である。まず 700℃で石灰石の分解が認められ，800℃でカルサイトのピークは消滅する。石灰石が分解すると，

＜表 7＞焼成による鉱物変化

焼 成 温 度	白 土	低 火 度 土
生	Q, K, P, S, Ab, Or,	Q, K, Ca, P, S, Ab, Or,
500°C	Q, K, P, S, Ab, Or, (やや小)	Q, K, Ca, P, S, Ab, Or, (やや小)
600°C	Q, K, P, S, Ab, Or, (小)	Q, K, Ca, P, S, Ab, Or, (小)
700°C	Q, Pd, S, Ab, Or,	Q, Ca, Rh, S, Ab, Or, L, (小)
800°C	Q, Pd, S, Ab, Or,	Q, Pd, S, Ab, Or, L,
900°C	Q, Pd, S, Ab, Or,	Q, Pd, S, L, G, An, (?) Ao, (?)
1000°C	Q, Pd, S, Ab, Or,	Q, Pd, G, An, Ao, (?) W,
1050°C	Q, Pd, Or, M,	Q, G, An, W, M,
1100°C	Q, Or, (小) M,	Q, An, W, M,
1120°C 30分 保持	Q, M,	Q, An, W, M,
1140°C 30分 保持	Q, M,	Q, An, M, Cr,
1200°C 30分 保持	Q, M,	

Q : α -石英 K : カオリナイト P : パイロフィライト

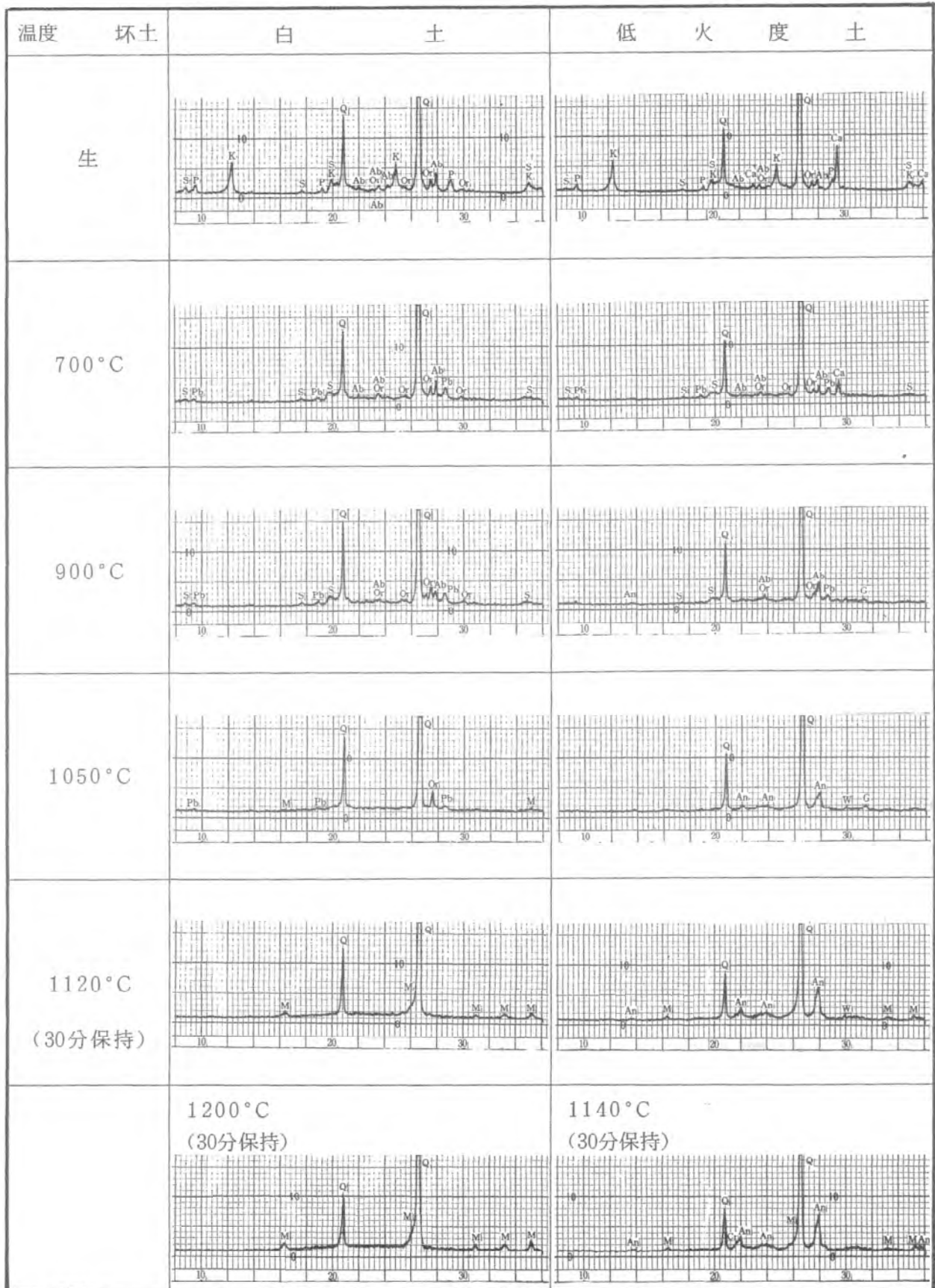
Pd : パイロフィライト脱水物 S : セリサイト (マスコバイトを含む)

Ab : アルバイト Or : オルソクレーズ Ca : カルサイト L : CaO

An : アノーサイト Ao : アノーソクレーズ G : ゲーレナイト

W : ワラストナイト M : ムライト Cr : α -クリストバライト

＜図3＞ 坏土焼成体のX線回折図



CO₂を放出してCaOを生成する。CaOは700℃から認められ、800℃で最大になり、1000℃では消滅している。次に800℃まではアルバイト(2θ: 27.9°)とオルソクレーズ(2θ: 27.5°)のピークは完全に分離しているが、900℃ではそれらが1つのピークになる。白土では1000℃まで分離していることから考えて低火度土では早くから石灰石の熔融効果を受けるものと思われる。このピークが、アルバイトとオルソクレーズの固溶体であるアノソクレーズであるのか、アノサイトの生成を意味しているのか、X線チャートから断定することは難しいが、Caリッチの煉瓦用粘土の試験では、両方とも約900℃から生成されるとされている⁹⁾。また900℃でゲーレナイトが生成され、1100℃ではほぼ消滅する。1000℃では明らかにアノサイトに生成されており、以後焼成温度が上がるにつれ発達していく。ワラストナイトは1000℃焼成体から生成されており、1120℃でピークが弱くなり、1140℃では消滅している。ムライトは1050℃から生成され、焼成温度が上がるにつれ発達していく。1140℃ではα-クリストバライトが生成されている。白土とは異なり、早くからα-クリストバライトが生成されるのは、CaOの触媒的作用により、反応が促進されているものと考えられる。生成量としては、さめ割れを起こすほど危険な量ではないが低火度土の焼成限界が約1150℃であるのは、白さの問題とともに、α-クリストバライトの量も関係しているといえる。

5. むすび

半磁器製品の品質管理の一環として、木節粘土の焼成性状、化学的特性及び坏土の焼成性状

を調べた。これらの試験結果をもとに、厳しい品質管理による、効率の良い生産体制を確立するための指導を現在行なっている。

また今後の新坏土開発のための基礎データとしても活用したいと考えている。

文献

- 1) 素木洋一, セラミック製造プロセスⅠ, 技報堂, P. 181—91 (1978), 及び同Ⅱ, P. 2—17 (1978)
- 2) 芝崎靖雄ほか, 名古屋工業技術試験所報告, 32, 61—68 (1983)
- 3) 日本粘土学会編, 粘土ハンドブック, 技報堂, P. 854—57 (1967)
- 4) 土壤養分測定法委員会編, 土壤養分分析法, 養賢堂, P. 29—32 (1970)
- 5) 北原文雄ほか, 界面電気現象, 共立出版, P. 259—63 (1972)
- 6) 前田武久ほか, 第32回名工試研究発表会予稿集, P. 47—50 (1982)
- 7) 渡辺信彦, セラミックス, 18, 324—30 (1983)
- 8) 吉本文平, 鉱物工学, 技報堂, P. 421—25及びP. 571—72 (1959)
- 9) T. Peters, R. Iberg, Am. Ceram. Soc. Bull., 57〔5〕503—505 (1978)

外国産原料等による陶磁器素材の品質管理技術の研究指導

(第1報)

〔ペタライト系耐熱素地（土鍋素地）の管理と諸物性〕

研究室 伊 濱 啓 一

1. まえがき

当四日市地区では、原材料の大半を他府県及び外国に依存しており、更に近年業界の分業化が進んだため各製造工程において何かとトラブルが多いのが現状である。土鍋業界も同様なことが多く、又、消費者サイドでの土鍋自体の使用条件も他の陶磁器に比べて過酷であり、その点でのトラブルも多い。

そこで本実験では、ペタライト系耐熱素地の管理方法としてX線回折を利用したペタライト系耐熱素地中のペタライトの簡易定量法の確立と、次段階として計画している実験（ペタライト系耐熱素地の耐熱衝撃性と熱膨張・吸水率・機械的強度等の諸物性との関係——仮題）の予備実験として、ペタライト系耐熱素地の諸物性の測定を行なった。

2. 実験と結果

2. 1 ペタライト系耐熱素地中のペタライトの簡易定量法の確立

土鍋業界のペタライト系耐熱素地は、ペタライト—可塑性粘土（木節粘土と蛙目粘土）—ろう石かすで構成されていて、その成形能（可塑性や鑄込泥漿状態等）や耐熱衝撃性等の点から様々な調合がなされている。一方最も簡単であると思われるX線回折での強度比比較による生素地中のペタライトの定量は、配向性や他原料とのピークの重複等の問題があり現実的でない

ことがわかっている。そして図1のようにペタライト系耐熱素地中のペタライトは900℃くらいから β -スポジューメン固溶体に転移し始め、1000℃付近から急激に減少し、約1100℃で消失する。一方、 β -スポジューメン固溶体は900℃くらいから認められ、焼成温度が高くなるにしたがってその生成量が多くなり、1440℃付近で最大になることもわかっている。

そこで、今回の簡易定量法は β -スポジューメン固溶体の生成量の検量線を作成することにより、間接的に生素地中のペタライト含有量を測定することとして、表1の原料を使用してほぼ業界の素地に近い調合を表2に考え、小型ポットミルで1時間湿式混合粉碎し乾燥したものを試料No.1～No.7とした。

そこで、 β -スポジューメン固溶体の生成量の検量線作成条件を次に示す。

試料No.1～No.7を小型電気炉で1100℃1時間焼成した試料5gと内部標準として塩化ナトリウム（標準試薬）0.9gを石川式自動メノウ乳鉢で1時間混合粉碎した試料をX線回折試料とした。

X線回折は、理学電機製自記X線回折装置RAD—II Aを用い、CuK α 線35KV—15mA、Niフィルター、スリット1°—0.15mm—1°、走査速度1°/min、フルスケール2000cps、時定数2sec、チャートスピード10mm/minの

測定条件で行ない、図2に示すように各試料の測定を10回ずつ行なった。

検量線作成には、縦軸に β -スボジュメン固溶体の $2\theta = 25.6^\circ (201)$ のピーク高さと塩化ナトリウムの $2\theta = 31.7^\circ (200)$ のピーク高さの比を、横軸に試料中のペタライト含有量(試料No.1～No.7)をとり、その結果を図3に示した。

2. 2 ペタライト系耐熱素地の諸物性

現在当四日市地区で生産されているペタライト系耐熱食器は、当試験場製ゼーゲルコーンで、SK 6a～SK 7程度で焼成されている。そこで表2に示した調合の各坯土を使って、収縮率、吸水率、熱膨張測定用の試料を作製し、0.1m³ガス炉1140℃1時間保持、焼成時間、11時間(当試験場製ゼーゲルコーンSK 6a 完倒程度)焼成した。その結果を表3に示す。

3 まとめ

今回の実験は、ペタライト系耐熱食器の成形、

素地と釉の関係、焼成など製造工程上のトラブルをより早く解決するためのデータを得るために行なったものである。

ペタライト系耐熱食器は、その素地中のペタライト含有量により適正釉薬や焼成温度が決定され、その結果、その耐熱衝撃性も決まってくる。つまり素地中のペタライト含有量がすべての面で最重要であり、その管理は非常に重要である。

今回、図3のように多少ラフな検量線ではあるが、従来の化学分析に比べはるかに簡単な定量法が確立できたので、今後各製造工程におけるトラブル解決に有効に利用できると思う。

また、ペタライト系耐熱食器の耐熱衝撃性は、2. 2 で測定したような各物性や釉薬との関係が複雑に関連していると思われるので、その解明のための実験を次段階に予定しており、その結果を利用して耐熱食器のより高級化を目ざす予定である。

＜表1＞ 使用原料の化学分析値

原料	組成	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Li ₂ O	Ig・Loss
ペタライト(#80)		76.90	16.64	0.04				0.52	0.92	4.18	
本山木節(特級)		48.78	33.49	1.31		0.06	0.43	1.72	0.19		12.40
本山木節(一級)											
土岐口蛙目		48.57	34.08	1.20		0.11	0.56	0.54	0.26		12.98
藤岡蛙目											
勝光山ろう石かす		82.48	13.80	0.13		tr	0.63	0.41	0.54		2.22

＜表 2＞ 試料No. 1 ～No. 7 の調合割合

原料	試料No.	1	2	3	4	5	6	7
ベタライト (#80)		20	25	30	35	40	45	50
本 山 木 節 (特級)		15	15	20	20	20	20	20
本 山 木 節 (一級)		15	15	20	20	20	20	20
土 岐 口 蛙 目		21	18.5	11	8.5	6	3.5	1
藤 岡 蛙 目		21	18.5	11	8.5	6	3.5	1
勝光山ろう石かす		8	8	8	8	8	8	8

＜表 3＞ 試料No. 1 ～No. 7 の 1140 ℃ 1 時間保持 (当試ゼーゲルコーン SK6 a)
焼成における各物性値

試料No.	乾燥収縮率(%)	焼成収縮率(%)	収 水 率(%)	線膨張係数 600 ℃ ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	線膨張係数 700 ℃ ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
1	5.7	7.1	5.3	5.07	4.90
2	5.5	6.1	6.4	4.55	5.09
3	5.4	5.5	7.3	3.95	3.80
4	5.1	4.5	9.1	3.44	3.35
5	4.5	4.0	10.2	2.84	2.76
6	4.4	3.4	11.3	2.31	2.30
7	4.2	2.4	12.6	2.00	1.95

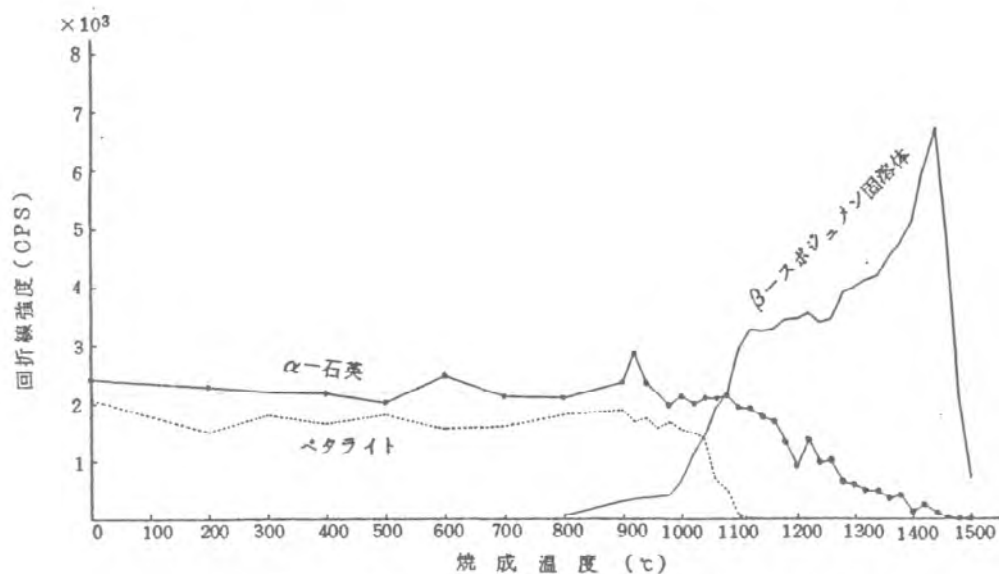


図 1 ベタライトの焼成温度と主要鉱物成分 (X線回析による)

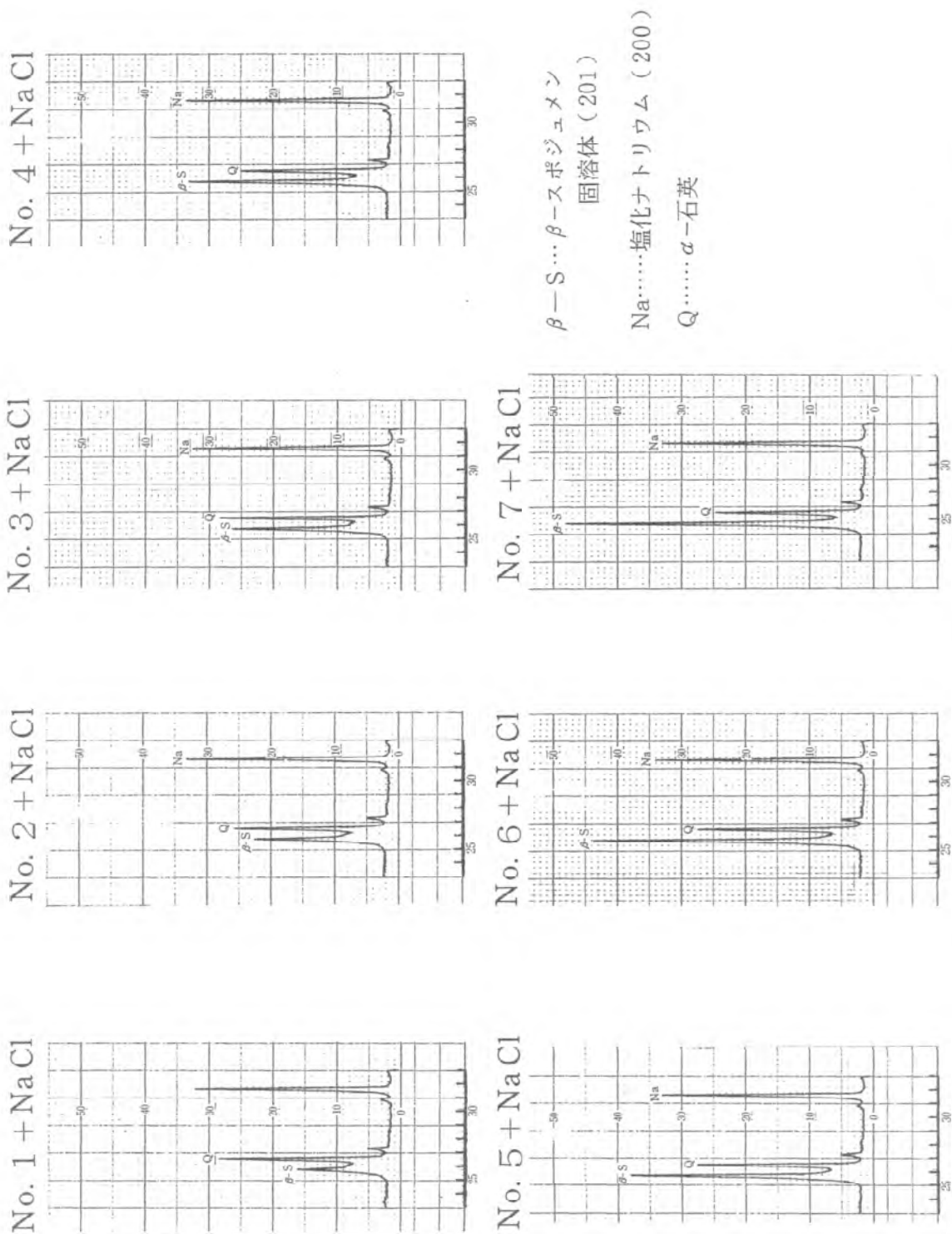


図2 試料No. 1 ~ No. 7 各 5 g に内部標準 (塩化ナトリウム) 0.9 g を添加した試料のX線回析例

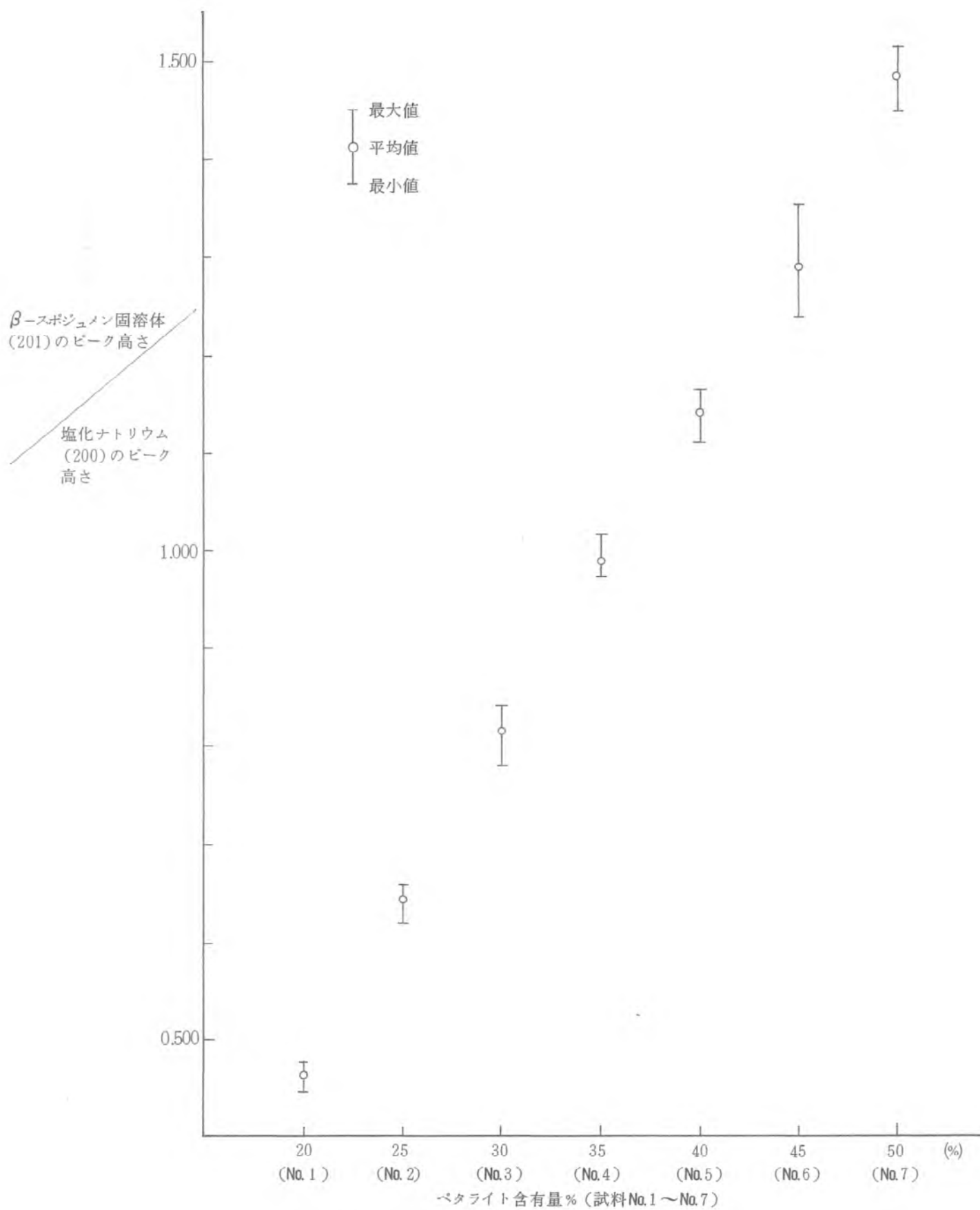


図 3 生糸地中ベタライト含有量簡易定量用検量線

試 作 研 究

研究室 三 宅 清 路

1. まえがき

陶磁器産業を取り巻く環境は技術革新の急速な進展をはじめ、消費者ニーズの多様化、高度化、もの離れなどその対応如何が業界の盛衰を左右する厳しい時代であり、高品質化高付加価値化を目指したデザイン開発への対応がますます重要になってきている。このような状況を前提として、本年度は前年より開始したアルミナ質珪器、新しく省エネ型の珪灰石質陶器を加え、装飾技法を中心とした製品開発の基礎的試作を行なった。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 アルミナ質珪器によるオープンウェアの試作（写真1～6）

2. 1. 1 目的 材質の機械的強度を耐熱性に利用したオープンウェアの試作

2. 1. 2 経過 器物の耐熱性を支配する要素は1. 熱膨張, 2. 熱伝導, 3. 弾性 4. 機械的強度, 5. 器の形状であり、陶磁器に関しては1. 4. 5により決定される。このうち、テーマの材質（年報VOI 17, 研2参照）はアルミナを素地土に配合し、機械的曲げ強さを増大することにより耐熱性を得ようとするものである。

これにより従来のベタライト系耐熱陶器と異なるオープンウェアの開発を企画した。

ベタライト系耐熱陶器と比較し熱膨張率が高



No. 1



No. 2



No. 3



No. 4

く、直火用としては劣るが、オーブン用としては無貫入透明釉が施釉できるため各種装飾技法的展開が可能であり、料理で汚れないという長所がある。

このような材質特性を生かすため以下の2方法に分類し試作を始めた。

A 圧力鋳込成形による量産型で、仕上げ作業が簡単なもの

B 機械ろくろ成形に手づくりを加えたクラフト感覚のもの

品種はA, Bいずれも焼く、蒸す、焙る、煮るといった料理のなかで比較的ポピュラーで基本アイテムとなるものを設定した。グラタン、ココット、スフレなどの個別の品名を用いず、オーブンディッシュ、オーブンプレートのように一般名称にし、寸法を変えることにより個別の品種へ展開できるものとした。A, は円を長方に切った形を基本にして把手の機能性と製造上の簡略化の調和をはかった。これを以下の装飾技法に展開し、多品種化への試みとした。

(1) 筆あとの効果を意図した手描きによる顔彩

(2) 素地色の効果を意図した無釉部に鉄彩

(3) 撥水鉄釉を用い、白釉とのコントラストを意図した片身替り

(4) シルク転写と手描きの併用によるもの

B, は変球形の把手を付けることにより量感を出し、皿類は外縁部に段差を付けることにより持つことの意味を加えた。これを基本型として2種の装飾技法的展開を試みた。

(1) 淡いブルー系の下絵顔彩により筆あとの効果を意図したハンドクラフト感覚のもの



No. 5



No. 6



No. 7



No. 8

(2) 汚れを防ぐ意味で鉄釉を用いたもの

またA, BともにOF, RFの二方法で焼成した。これはアルミナの焼結状態の変化による耐熱性への影響を調べる目的でもあるが、

数値的に明確な差異が生じる程の結果は得られなかった。

素地 アルミナ質炻器

成形 圧力鋳込成形 手ろくろ成形

装飾法 前記のとおり

焼成 1250℃, OF, RF, ガス炉

2. 1. 3 構成 キャセロール, オープン
ディッシュ, オープンプレート

2. 2 テーマ アルミナ質炻器(テーマ1
に同じ)による薄物食器の試作(写真7)

2. 2. 1 目的 材質のもつ機械的強度を
利用し, 薄い素地により軽くて強度のある器の
試作

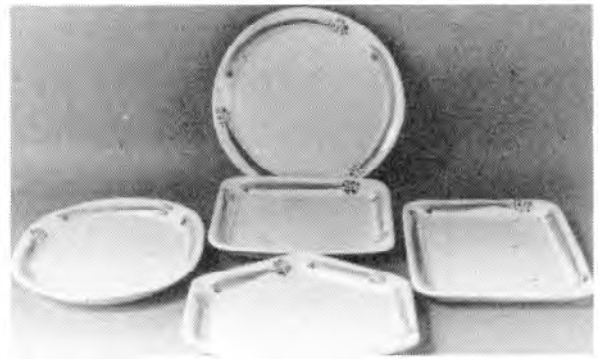
2. 2. 2 経過 美術工芸品のなかには中
国の薄胎とか, 万古焼の型おこし急須など紙の
ように薄いやきものがみられる。一般食器にお
いては丈夫さ, 熱伝導性などの点からあまり薄
い素地は不適當であると思われるが, ここでは
アルミナ質炻器のもつ機械的強度に着目し, 実
用性に耐える範囲でどこまで薄い器が可能であ
るかを試みた。

開発研究としては, まず薄い素地に適する品
種の調査から始まるのが本義であろうが, 成形
試験を優先した関係上, とりあえずカップ, 小
鉢, 小皿などを試作の対象とした。

形状は焼成時に底が上らないように見込み部
を波状断面にし, それを必然的な装飾文とした。
成形はやゝ薄い泥漿により, 鋳込時間1分間で
行ない, 素地厚は約1mmである。この範囲の器
であれば量産が可能であり, 実用に耐えられる
ものと思われる。

素地 アルミナ質炻器

成形 鋳込成形



No. 9



装飾法 下絵縁線, 白釉

焼成 1250℃, OF, ガス炉

2. 2. 3 構成 カップソーサー, 小鉢,
小皿

2. 3 テーマ 珪灰石質陶器による食器類
の試作(写真8)

2. 3. 1 目的 低温焼成による食器類の
試作

2. 3. 2 経過 当試開発による珪灰石質
陶器(年報VO117, 研一3参照)は現在万古
焼業界で皿, 鉢を主とした食器類を製造してい
る低火度土と称する材質と置換の可能性を求め
ようとするものである。

その長所としてまず省エネ効果があげられる。
1100~1150℃で焼成される低火度土に比べ,
1060℃で焼成できる。そのほか, 迅速焼成が可
能, 収縮が小さい, 水和膨張が小さい, 焼成体
の強度が増加するなどの利点があるが, こゝで

は省エネ効果に着目し、低温で焼成できる食器類の試作を目的にした。可塑性の関係でろくろ成形能にはやゝ難点がみられたが、厚手の鉢、皿類を試作した。また材質の強度をより強調するための口縁を玉縁にした。装飾技法は青から紫系の下絵顔料で、刷毛による手描きのタッチを生かす草花文を施した。

低火度ではあるが、白く硬い質感をもつ器が得られた。

素地 珪灰石陶器

成形 手ろくろ成形

装飾法 下絵顔彩

焼成 1060℃, OF, 電気炉

2. 3. 3 構成 サラダボール組

2. 4 テーマ 半磁器による赤絵の食器
(写真9)

2. 4. 1 目的 半磁器(工組並土)による新趣製品の開発試験

2. 4. 2 経過 半磁器は成形能、材質のやわらかさなど各種の長所があるにもかゝらず、半の字が示すようにその白さにおいて中途半端なイメージがあり、白釉を用いる限り低級品のそしりをまぬがれ難い。そこで昨年度より継続したテーマであるが、本年度は還元焼成による古色雑器然とした肌に呉須赤絵を施すことにより、現代に通じるイメージの器を意図した。

試作品種は円、楕円、正方形、長方形、六角形の多様途皿とし、圧力鑄込成形を前提とした形状で押型成形した。

また呉須赤絵文は熟練を必要としないで描けることを条件に現代的簡明さを出そうとしたものである。

素地 半磁器(工組並土)

成形 押型成形

装飾法 呉須赤絵

焼成 1230℃, RF, ガス炉 上絵750℃

2. 4. 3 構成 組皿5点

2. 5 テーマ えと置物(写真10)

2. 5. 1 目的 昭和59年のえと、ねずみの試作

2. 5. 2 経過 置物類は制約が少なく自由な造形ができる分野であるが、こゝでは原形をできるだけシンプルにし、型の分割数を少なく作業が簡単にできる形状にした。

釉は一般食器には使用できないが魅力あるもの、ねずみらしさを出すという条件からマンガンラスター釉を選んだ。

素地 半磁器(工組並土)

成形 鑄込成形

装飾法 マンガンラスター釉

焼成 1170℃, OF, ガス炉

2. 5. 3 構成 置物単品(15×6×8.5cm)

3. あとがき

いずれのテーマも製品開発の前段階、材質試験、装飾技法の研究にとどまっているが、以上が本年度の試作研究の概要である。

これらの試作品は昭和59年3月23日、四日市萬古工業会館において展示発表した。なおこれらのうちの一部は第21回陶磁器試験研究機関作品展にも出品した。

伊賀粘土を利用した炆器質素地の研究

伊賀分場 小林 康 夫

1. まえがき

伊賀地域には、木節粘土、蛙目粘土やアプライトなどの原料が豊富に産出する。これらの原料を用いた食卓陶磁器素地の研究を行なった。一つは原土の前処理や、現在の伊賀焼陶磁器工業協同組合の現状を考え、同工場で製土されている坏土を基礎にした食器素地土を開発し、もう一方では、伊賀焼の伝統的な釉薬である灰釉、石灰釉を生かすことができる坏土を考慮した。その結果、貫入素地をとりあげた。この二点について試験を行なったので、その研究成果を報告する。

2. 実験

2-1 使用原料

原料は、伊賀産出黒木節粉末、東邦B粘土、アプライト、工組坏土である。

東邦B粘土は青蛙目原土から硅砂及び粘土分を取りのぞいた残滓である。しかしアルカリ分を多く含有しているのでアプライトと同様にフラックスとして使用した。

表1に各原料の化学組成及び耐火度試験の結果を示す。

表1 化学分析値及び耐火度

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	IgLoss	SK
黒木節粉末	54.44	26.50	1.42	0.36	0.24	1.15	0.35	15.09	34
東邦B粘土	68.88	27.62	1.20	0.40	0.12	4.78	2.13	4.2	18
アプライト	77.52	12.56	0.17	0.40	Tr	4.98	3.89	0.5	8
工組坏土	63.31	22.05	1.30	0.25	0.18	0.18	0.58	0.9	33

2-2 調合割合及び試験結果（食器素地）

調合範囲は工組坏土70～40%，東邦B粘土60～10%，アプライト20～10%とし、10種類の調合を行なった。各2kgをポットミルで8時間湿式細磨を行なった。練土の状態になるまで脱水を行ない、試験体を成形した。各試験体を800℃で素焼を行ない、石灰釉を施釉した後エレス炉にて、1230℃、1240℃、1250℃の各温度で焼成試験を行なった。

調合割合及び焼成結果を表2に示す。

焼成試験の結果フラックスとしての効果はアプライトよりも東邦B粘土の方が顕著に表われている。焼成呈色については、1240℃の場合いずれも安定しているが1230℃、1250℃の焼成温度では東邦B粘土の増加にしたがい変化が大きく不安定であった。釉の貫入状態については、1230℃、1250℃では発生しないが、1240℃では特に工組坏土及び東邦B粘土の多い範囲では

表2 調合割合及び焼成結果

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
工 組 坏 土	70	70	70	60	60	60	50	50	50	40
東 邦 B 粘 土	30	20	10	40	30	20	50	40	30	60
ア プ ラ イ ト	—	10	20	—	10	20	—	10	20	—
1230℃ 焼成収縮率%	16.2	14.9	14.8	15.8	15.2	14.9	16.0	16.0	15.4	15.0
吸 水 率 %	4.61	4.58	5.95	0.94	1.82	2.41	1.29	0.73	0.39	0.35
1240℃ 焼成収縮率%	15.1	16.4	15.4	16.0	17.0	15.7	15.7	15.1	14.0	16.0
吸 水 率 %	0.19	0.74	2.64	0.19	0.36	0.04	0.20	1.13	0.17	0.19
1250℃ 焼成収縮率%	16.2	17.4	15.4	15.0	15.0	16.7	16.2	15.4	14.4	15.1
吸 水 率 %	0.60	0.74	1.69	0.29	0.40	0.53	0.76	0.36	0.18	0.19

貫入が発生した。また焼成収縮については、各焼成温度とも15～16%前後であった。

以上の結果からNo 3, (工組坏土70%, 東邦B粘土10%, アプライト20%)を食器素地とした。

2—3貫入素地の調合割合及び試験結果
伊賀産出黒木節粘土を基礎に3種類の調合を行ない、前記と同様な方法で試験体の成形を行なった。

各試験体に石灰釉を施釉し、1230℃で酸化焼成及び還元焼成を行なった。

調合割合及び焼成結果を表3に示す。

表3 調合割合及び焼成結果

	1	2	3
黒 木 節 粘 土	50	70	70
ア プ ラ イ ト	20	20	—
工 組 坏 土	30	10	10
東 邦 B 粘 土	—	—	20
SK7番焼成 収縮率(%)	11.64	14.34	14.00
貫 入 状 態	粗	細	微

焼成試験の結果から釉の貫入状態については、No 1では大きな網目状の不規則な貫入であり、No 2は比較的細かい網目状の貫入が発生していた。No 3については、素地と釉との間の張力がかかなり大きくなっているものと思われ、釉に微細な貫入が発生しており良好であった。焼成呈色については、各試験体とも酸化炎焼成では淡黄色であった。還元焼成ではうすいグレー色であるが、還元雰囲気によって多少変化している。

表4に貫入素地No 3及び栗田土、仁清土の熱膨張測定の結果を示す。

表4 線 膨 張 率

	線膨張率(～700℃)
貫入素地No 3	0.362
栗田素地No 1	0.407
栗田素地No 2	0.422
仁 清 素 地	0.382

3. まとめ

食器素地については、伊賀焼陶磁器工業協同組合製土工場の現状を考慮して、工組坏土を基礎に他の伊賀産出原料を用いて試験を行なった。その結果No.3（工組坏土70%，東邦B粘土10%，アブライト20%）が良好であり、工組坏土の食器素地への再利用も可能であった。また貫入素地については、伊賀産出黒木節粘土を用いることにより、熱膨張率が小さく、釉に微細な網目貫入の発生する素地土が得られた。これらの成果について、阿山町丸柱公民館に於いて、昭和58年度研究発表と試作品発表を行なった。

炆器質素地による試作研究

伊賀分場 北川幸治

1. まえがき

伊賀焼の昭和57年度出荷額によれば食器の構成比率は32.5%になっている。(土鍋・行平・土瓶は除く)伊賀分場では近年増加傾向にある食器生産を考慮し、炆器質素地の研究を行なった。(伊賀粘土を利用した炆器質素地の研究を参照)結果得られた素地土を用いて食器の試作を行なった。以下にそのおもな試作品と写真の内容をしるす。

2. 制作意図

伊賀産出原料を利用した炆器質素地の研究を行なった結果、2種類の素地土を得ることが出来た。どちらも食器用土であるが、ここでは特に粟田土に近似しているものを貫入土、他を食器土とした。写真No.2の銀黒釉以外は伊賀の伝統的釉薬である灰釉を使用し、酸化焼成ではどちらも明かるいクリーム色になる。写真No.1,2,4,はUnderglaze pencil と3種類の下絵具を使って現代的感性を生かしたデザインを試みた。

写真No.3,5,は鉄絵具で草紋、点紋を手描きし、伝統的な和食器の試作を行なった。写真No.2の銀黒釉の皿はトルコ青釉に潑水剤を添加し、イッチン技法による流紋を意識したデザインである。

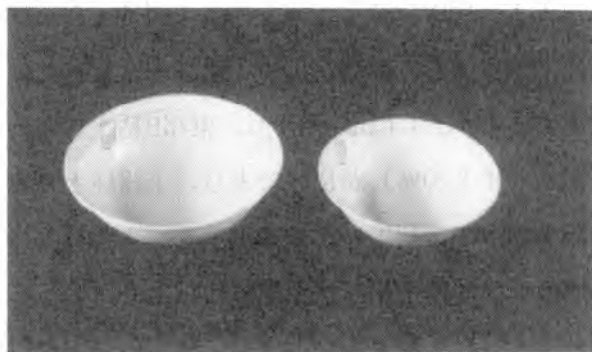
3. 試作内容

3-1 (鉢) 大, 小

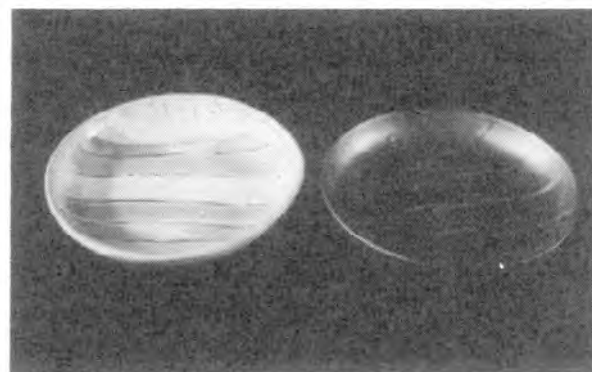
材 質 食器土

成 形 手ロクロ

装飾法 石灰釉, Underglaze Pencil, 下絵



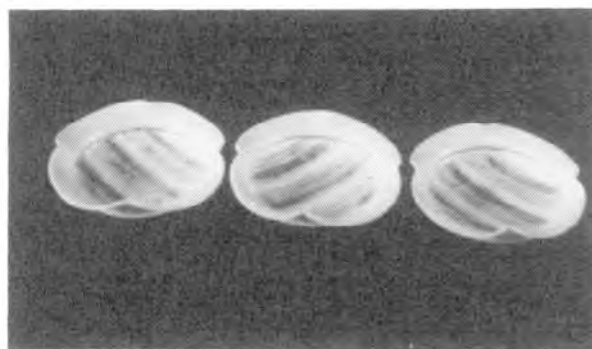
No. 1



No. 2



No. 3



No. 4

具, (ピンク, イエロー, グリーン) SK7, OF

3-2 (皿)

材 質 食器土

成 形 石膏型使用

装飾法 石灰釉, 下絵具 (3種類)

銀黒釉, トルコ青釉, 撥水剤, イッ
チン描き, SK7, OF

3-3 (酒器)

材 質 貫入土

成 形 手ロクロ

装飾法 石灰釉, 鉄絵具, SK7, OF,

3-4 (小鉢) A.

材 質 貫入土

成 形 手ロクロ

装飾法 石灰釉, Underglaze Pencil, 下絵
具 (ピンク, イエロー, グリーン)
SK7 OF

3-5 (小鉢) B.

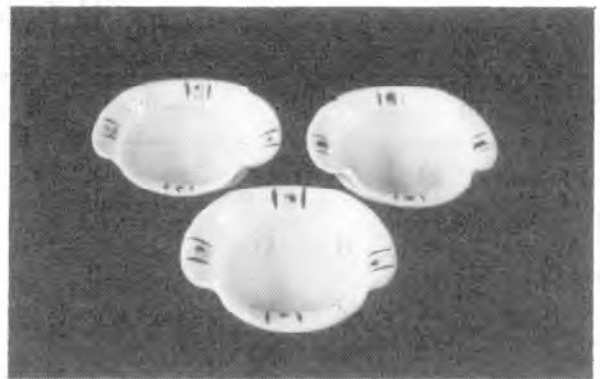
材 質 貫入土

成 形 手ロクロ

装飾法 石灰釉, 化粧土, 鉄絵具, SK7,
RF

4. まとめ

以上が本年度の試作と内容である。これらの試作品は伊賀分場研究発表会において, 研究報告と同時に発表した。(昭和59年3月31日) 59年度も継続研究を行ない, 試作坏土を使用した食卓用品の試作発表を行なう予定である。



No. 5

3. 依頼試験，設備利用

項 目	件 数	項 目	件 数
X 線 分 析	191	焼 成 試 験	114
化 学 分 析	782	加 工 試 験 等	61
物 理 試 験	112	水 質 試 験	13
耐 火 度 試 験	51	試 料 調 整	107
熱 膨 張 等 試 験	111	設 備 利 用	107
耐 寒 試 験	4	計	1,653

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	14
釉薬および素地	釉，素地の調整法，配合比の調整	295
製 造 技 術	成形，乾燥，窯，炉材，熱量，焼成	83
デ ザ イ ン	デザイン（パターン，形状，着彩法）および装飾技法	61
そ の 他		3
計		456

(2) 巡回技術相談指導

対 象	巡回企業数	指 導 内 容
万古焼，伊賀焼 陶磁器製造業及 び県下瓦製造業	302	原材料，素地，釉，製造技術，デザイン，焼成技術，瓦等の指導

(3) 技術アドバイザー指導事業

対 象	地 区 名	指導企業数	指 導 日 数		指 導 事 項
			アドバイザー	職 員	
陶磁器製造業	北 勢	12	74	24	陶磁器生産技術 陶磁器デザイン
	伊 賀	2	12	4	陶磁器生産技術
計					

(4) 技術指導施設費補助事業による指導

テ ー マ 名	項 目	件 数	備 考
外国産原料等による陶磁器 素材の品質管理技術の指導	技 術 相 談	7	
	巡 回 指 導	20	
	講習・研修会	2	
	展 示 会	2	
	技術者の養成	42	

5. 講習会，講演会，審査

(1) 講習会・講演会の開催

名 称	年 月	場 所	人 員 (人)	内 容
実 技 講 習 会	58. 8	当 試	15	墨絵技法
中小企業短期技術者研修 (窯業課程)	9～10	〃	35	ファインセラミックス等10科目36 時間
先 端 技 術 講 演 会	59. 3	萬古工業 会 館	28	ローラハウスキルンの経済性につ いて
昭和58年度 陶 磁 器 技 術 講 習 会	〃	〃	42	研究成果の発表
講 演 会	〃	〃	46	陶磁器の迅速焼成について
デ ザ イ ン 講 演 会	〃	丸 柱 公 民 館	18	私の陶磁器デザインについて

(2) 展示会の開催

名 称	年 月	場 所	内 容
陶磁器デザイン展示会	58. 6	萬古工業会館	地域特性を活かしたやきもの
試作品展示発表会	59. 3	萬古工業会館 丸柱公民館	試作品の発表と指導

(3) 審 査

名 称	年 月	場 所	内 容
意匠登録審査会	58. 7	萬古工業会館	場 長 林 君 也
〃	8	〃	〃
〃	12	〃	〃
四日市萬古焼新人作品展	58. 5	〃	〃
第25回 四日市萬古急須品評会	9	〃	〃
第12回三重県発明工夫展	11	三重県工業技術 センター	研究室長 熊 野 義 雄

6. 研 修 生 の 指 導

名 称	期 間	人員 (人)	内 容	担 当 者
講 習 生	58. 4 ～ 58. 9	3	釉調整技術の講習	水 谷 了 介
研 究 生	58. 9 ～ 59. 3	2	釉薬の応用研究	〃
海外窯業技術 研 修 生	58. 9 ～ 58.12	2	素地及び釉薬の基礎的試験と自 国原料の利用試験，化学分析， 諸性状試験	服 部 正 明