

白薩摩焼素地の性状

袖山研一, 神野好孝, 肥後盛英, 蘭田徳幸

Some Properties of Porcelain Body of White Satsuma Pottery

Ken'ichi SODEYAMA, Yoshitaka KAMINO, Morihide HIGO and Tokuyuki SONODA

白薩摩素地として使用されている市販の6種類の坯土について、化学分析、X線回折、熱的性状、粒度分析、吸水率、曲げ強度、呈色などを試験し、坯土の基礎的性質を調べた。また器物を試作、焼成し貫入の状況、茶じみ試験を行った。その結果、ジブサイト[Al(OH)₃]を混入した坯土があること、ジブサイトの混入は、白色度を向上させるが、吸水率を高くし、水漏れ・茶じみの原因になることが判った。また坯土の性質として焼成物はクリストバライト生成の有無により熱膨張係数に差異が生じ、このことが貫入の発生及び茶じみに影響していること、吸水率と茶じみとの間には明確な相関は認められないこと、坯土はそれぞれ個別に性格が異なるので、目的に応じた坯土を選択し、適切な焼成スケジュール及び温度で焼成されなければならない等の知見を得た。

1. はじめに

微細な貫入と繊細な上絵彩色に代表される白薩摩は、鹿児島県の伝統的工芸品として重要な位置を占めている。

白薩摩の素地は白色～象牙色で暖かみのある陶器質の肌合と微細な貫入釉が特色であるが、一方その貫入は、水漏れ・茶じみ等の原因にもなっている。

そこで、水漏れ・茶じみ防止を図る目的で、まず、現在使用されている白薩摩坯土の物性を調べるとともに、器物を製作し、焼成物の性状を調べることにした。

2. 実 験

2.1 坯土の評価

2.1.1 試 料

試料は、現在薩摩焼業界で一般的に使用されている坯土の中から6種類のものを選んで用いた。

表1に坯土の名称と外観を示す。

2.1.2 坯土の評価方法

化学組成は蛍光X線分析と強熱減量(JISM8854-1974)より算出した。

110℃乾燥後、微粉碎した試料0.3gに融剤として無水四ホウ酸リチウム3gを添加し、最終温度約1200℃で溶融してガラスビードを作成した。

これを理学電機工業(株)製全自動蛍光X線分析装置System 3080E型を用い、表2の条件で測定した。得られた蛍光X線強度より、データ処理装置DF151型にて予め作成してある検量線を用いて相対分析値を算出した。

表1 坯土の外観

坯 土	販売名称	生素地の色
A	栗田	ライトグレー
B	仁清	グレー
C	上白仁清	クリーム
D	上仁清	ライトグレー
E	仁清	ライトグレー
F	水野	クリーム

表2 蛍光X線分析測定条件

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
管 球	Rh							
管電圧管電流	50kV - 40mA							
2θ	144.580	144.685	57.540	86.160	113.115	45.220	55.145	136.665
分 光 結 晶	RX 4	PET	LiF	LiF	LiF	TAP	TAP	LiF
検 出 器	PC		SC		PC			
計数時間(Sec)	20							

X線回折は乾燥した生素地及び焼成後の素地を微粉碎後、理学電機(株)RAD-II B型を使用し、次の条件で測定した。

Voltage, Current : 40kV, 30mA

Start, Stop Angle : 5° ~ 60°

Scan Speed : 2°/min

Target : Cu

DS Slit : 1°

RS Slit : 0.3mm

SS Slit : 1°

坏土の浸出液のpHは土のpH試験法¹⁾に従い、乾燥土30gを蒸留水あるいは1NKCl溶液約50mlで懸濁液の状態にしてから2時間放置したものをpH測定用試料とした。

耐火度 (JIS M8521) は1000℃で1時間煅焼した試料をアラビアゴムと水でこね、JIS 規定の金型を用いて三角錐を作成し、乾燥後、標準錐とともに、酸素-プロパン系受台回転ガス炉を用いて20℃/minで昇温して測定した。試験錐の先端が受台に接触する時に、それと最も類似した変形状態となる錐番号で耐火度を表した。

熱重量、示差熱分析は、試料約20mgを白金セルにとり、理学電機(株)製熱重量、示差熱分析装置を使用し、20℃/minにて、R.T~1000℃まで昇温し、試料の加熱重量変化及び発熱、吸熱を測定した。

粒度分布は、試料を懸濁液容積の1%重量、分散剤濃度を0.002mol/l (ピロリン酸ナトリウム) に調整した懸濁液を、アンドレアゼンピペット法²⁾

で粒度分析を行った。

スラリーの粘度測定は、固形分32%、アクリル系有機解膠剤量を0.3~0.9% (乾燥粉体比) に調整した泥漿を、(株)東京計器製のELD-BM型回転粘度計を用いて同条件でのずり応力を測定した。

500ml (85mmφ) ビーカーとBM型ローター # 3 (ガード無し) を使用し、ローター回転速度を0.5, 1, 2.5, 5, 10rpm (それぞれ、単位測定時間は異なるが、各回転数で3分間測定する) とし、上昇時の10rpmの最終指示値θから、ずり応力

$$s = 2.98\theta \quad (10^{-1}\text{Pa} = \text{dyn}/\text{cm}^2) \text{ を算出した。}$$

熱膨張収縮は、坏土粉体を長さ約10mm、径5mmに圧力成形し、理学電機(株)製サーモフレックスTMA装置 (高温型) を使用し、昇温速度20℃/min R.T~1300℃までの熱膨張収縮を測定した。

焼成体の性状としては、押形成形体及び鑄込み成形体 (乾燥後、更に、厚さ約5mm、幅約12mmに切断したもの) を、電気炉で920, 1020, 1100, 1200, 1270, 1300℃で焼成後、焼成収縮率、吸水率、見掛気孔率、かさ比重、曲げ強度 (鑄込み成形体のみ)、白色度を測定した。

曲げ強度は、(株)島津製作所製オートグラフAG-10TA型を使用し、50mmスパンの3点曲げ試験を行い、曲げ応力 [kgf/mm²] を測定した。

白色度は、スガ試験機(株)製のSM-4-2積分球式2光路式測色色差計を使用し、刺激値Zから

$$B = 0.847Z$$

で表わされる青色反射率による白色度Bを測定し

た。

2.2 焼成器物の評価

2.2.1 器物の試作と焼成

素地の基礎データを基に実用に即したデータを得るために、実際に器物を試作しガス窯(0.3m³LPG窯)で焼成して、焼成物の性状を調べた。

器物は90mmφ×55mmHの湯呑各100個を機械ロクロ(ハンドロクロ)で製作し、乾燥、素焼後白薩摩焼透明釉を施釉した物と、無釉の物各3個ずつを、以下の5種類の焼成パターンで焼成した。

パターン1：通常の白薩摩焼SK8, OF(酸化炎)の焼成パターン, 全焼成時間11時間10分

パターン2：通常の白薩摩焼SK9, OFの焼成パターン, 全焼成時間12時間15分

パターン3：パターン1の昇温速度で1100℃から1250℃までを5時間かけて焼成する。全焼成時間13時間50分

パターン4：パターン1の昇温速度で1230℃から1250℃までを4時間かけて焼成する。全焼成時間17時間50分

パターン5：パターン1の昇温速度で1150℃から1250℃までを5時間かけて焼成する。全焼成時間13時間50分

2.2.2 器物の評価方法

焼成物については、それぞれ収縮率、吸水率、白色度、貫入の状況、茶じみ試験、熱膨張の測定を行った。収縮率、吸水率の測定は常法により行った。白色度の測定は前述の方法を用いて行った。貫入の状況は、貫入の割れ目部分に黒色塗料を塗布し画像解析装置ルーゼックス5000を用いて3cm×3cmの範囲について貫入の面積と粒度分布を測定した。装置の構成と測定手順は以下のとおりである。

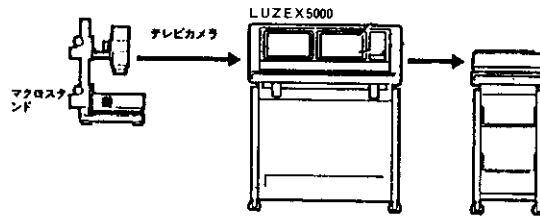


図1 画像解析装置のハード構成

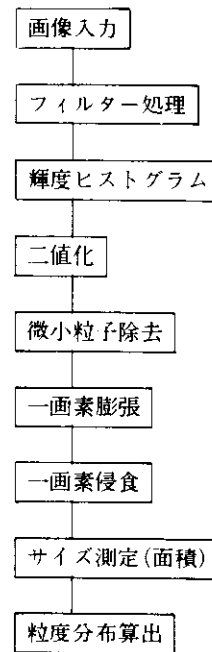


図2 画像解析を用いた貫入の測定手順

茶じみの浸せき試験は市販の緑茶パックを試験体に入れ、熱湯を注いで24時間経過後の内外面の外観を観察した。また焼成品と茶じみ浸せき試験体とのそれぞれ外面の色差を測定して茶じみの測定値として用いた。

熱膨張は焼成した無釉素地より、また釉薬試料についてはフェルト状断熱材上で熔融した釉薬の塊状焼結体から2×2×11mmの試験片を切り出して、RT~500℃までの熱膨張を測定し熱膨張係数を得た。

3. 結果及び考察

表3の化学組成、図3のX線回折及び図6のTG-DTA曲線の解釈により、まず、坏土B、Cのみにジブサイト $Al(OH)_3$ が混入されていることが判った。

そして、その後の試験結果から、ジブサイトの混入が与える焼成物への影響の他、焼成物の物性を左右する諸因子、及び坏土の基礎的性質等が明らかになった。

これらのことを、各図表の解釈を通して以下に詳しく述べる。

図3の生薬地のX線回折図では、全坏土についてカオリナイト、石英のピークが認められ、坏土B、Cだけにジブサイトの顕著なピーク(18°付近)が認められる。

焼成によるX線回折図の変化について、ジブサ

イトの有無で、以下のように分類された。

図4には、ジブサイトの混入されていない坏土A、D、Eを代表して、坏土Aの焼成によるX線回折図を示している。焼成温度上昇に伴いムライトとクリストバライトが生成されているのが判り、これらの坏土一般の傾向を示している。

坏土Fだけは、ジブサイトが混入されていないにもかかわらずクリストバライトがほとんど生成しなかった。これは、長石がクリストバライトの生成を妨げたためと思われる。

図5は、焼成温度の上昇に伴い、ムライトとコランダムが生成され、図4のようなクリストバライトのピークは見受けられない。

このことは、坏土B、Cに共通する傾向である。

図6のTG-DTA曲線について、坏土B、C以外の坏土は、550℃付近にカオリナイトの脱水による吸熱ピークと950℃付近のメタカオリンの

表3 化学分析値(wt%)、真比重、浸出液のpH、最適含水量、塑性限界、耐火度

	A	B	C	D	E	F
SiO ₂	56.46	46.89	47.93	52.94	57.15	59.89
Al ₂ O ₃	28.95	34.99	34.74	31.97	28.35	27.48
Fe ₂ O ₃	1.35	0.61	0.66	1.16	1.29	1.15
TiO ₂	0.70	0.35	0.30	0.69	0.71	0.59
K ₂ O	1.41	1.66	1.47	1.23	1.51	2.64
Na ₂ O	0.09	0.77	0.39	0.17	0.09	0.10
CaO	0.27	0.25	0.21	0.60	0.23	0.15
MgO	0.18	0.10	0.09	0.16	0.16	0.16
Ig. loss	9.4	14.4	14.7	10.0	9.0	7.2
真比重	2.62	2.52	2.60	2.63	2.57	2.61
pH(H ₂ O)	7.9	8.4	8.8	7.8	7.7	7.7
pH(KCl)	6.6	7.5	7.7	6.6	6.5	6.5
最適含水量(%)	25.8	23.5	25.7	26.3	25.0	25.0
塑性限界(%)	26.7	24.4	25.6	27.3	26.6	23.7
耐火度	S K 33	S K 34	S K 34	S K 34	S K 33	S K 32

転移による発熱ピークが認められるだけであるが
 坏土B, Cは, 300℃付近にジブサイトの脱水による減量と吸熱ピークが認められる。

表3の化学組成で, Al_2O_3 で表わされている成分のある程度をジブサイトとして含んでいる坏土B, Cは, Ig.loss が, 非常に大きく, 表4, 表5にみられるように吸水率も大きくなっている。

Ig.loss が大きいのは, ジブサイトの脱水のためであり, 吸水率が大きいのは, ジブサイトが脱水してできたアルミナが十分に焼結しないことによる多孔性のためと思われる。

それに比べ, 坏土Dは, Al_2O_3 の含有量が, 坏土B, C並に多いが, Ig.loss, 吸水率はそれらに比べて小さくなっている。

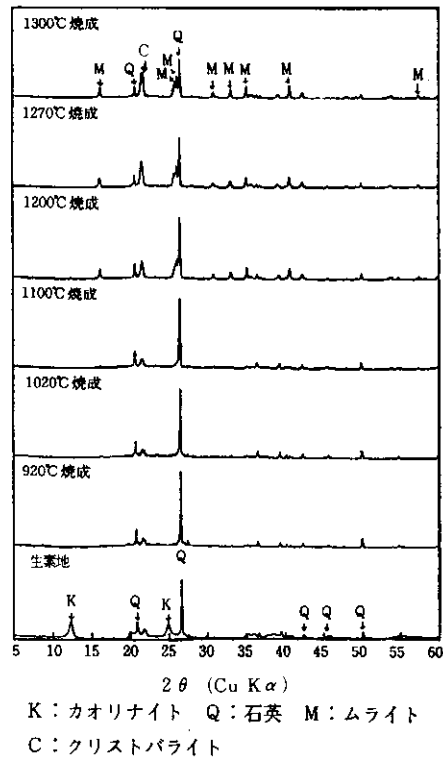
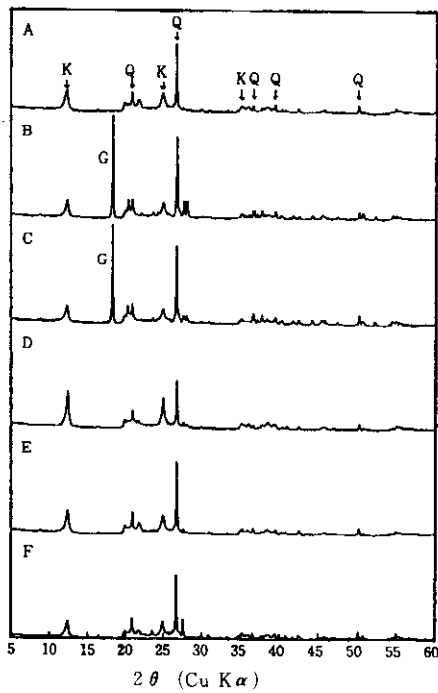
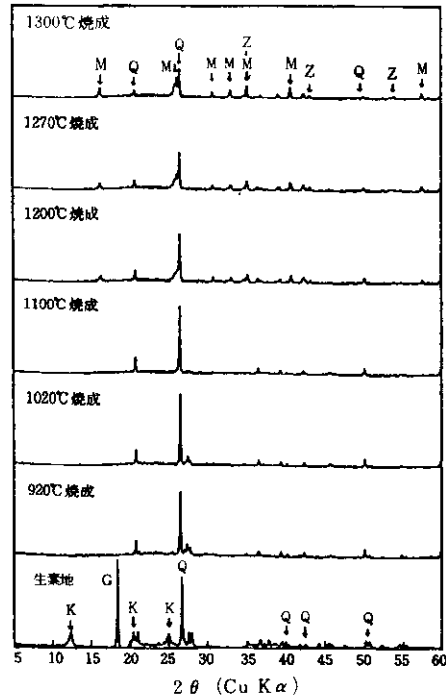


図4 坏土Aの生及び焼成後のX線回折図



K:カオリナイト Q:石英
 G:ジブサイト

図3 各坏土の生のX線回折図



K:カオリナイト Q:石英 G:ジブサイト
 Z:コランダム M:ムライト

図5 坏土Bの生及び焼成後のX線回折図

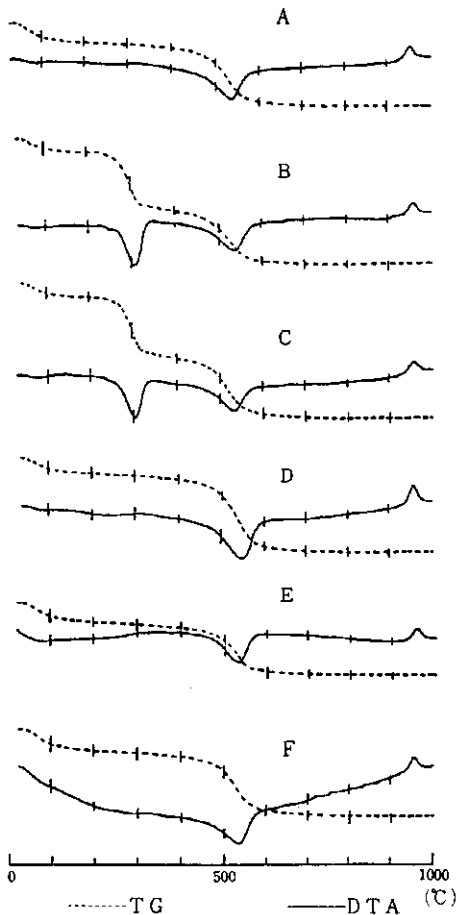


図6 各坏土のTG-DTA曲線

これは、ジブサイトが混入されていないことと共に、図7の粒度分布に見られるように、坏土Dが、 $1\mu\text{m}$ 以下のコロイド的性質を示す粘土粒子を最も多く含んでいることが焼結性に影響し、特に吸水率を更に押下げる原因になっている。

図8は、固形分32%に固定して、解膠剤を添加していった場合のずり応力を測定したグラフであり、最適解膠剤量（ずり応力が一番小さくなる時の解膠剤量）は坏土Dが最も多く、その時のずり応力も全坏土中最も大きくなっている。

このことは、前述のごとく、坏土Dが $1\mu\text{m}$ 以下の粘土粒子含有量が最も多いことによると思われる³⁾。

図9の熱膨張収縮では、大まかに3段階の収縮が起こっており、順を追って説明すると次のようになる。

まず、 550°C 付近でカオリナイトからメタカオリンに転移する際、構造水の脱水による収縮が起こる。

坏土B、Cの場合は、この構造水の脱水の他、 Al_2O_3 が $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ に転移する際の脱水もある。

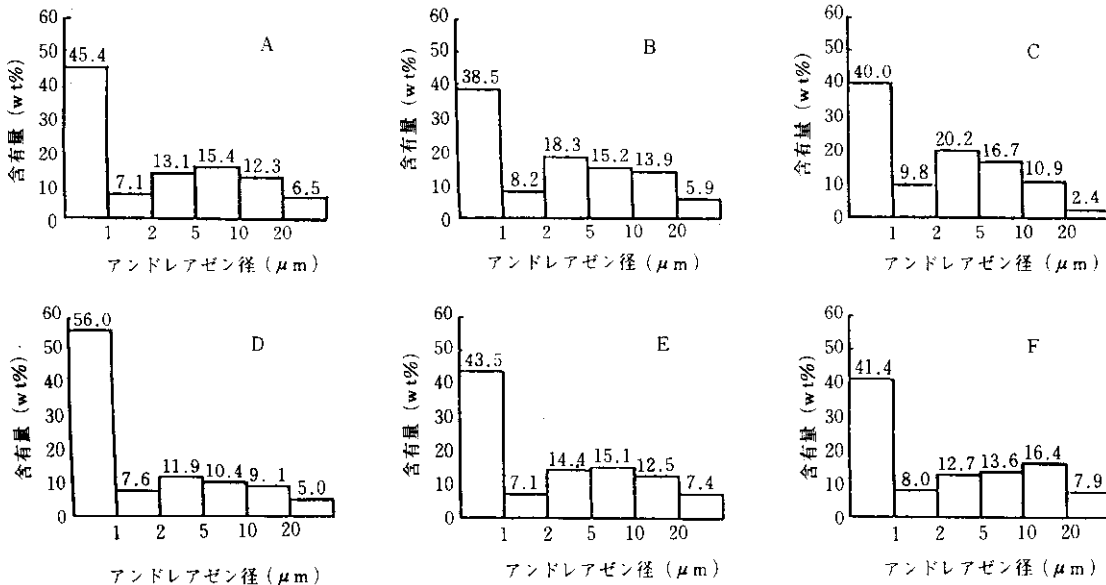


図7 各坏土の粒径分布図

次に、950℃付近で、メタカオリン格子の崩壊とAl-Siスピネルの生成及びSiO₂遊離による収縮が起こる。

そして最後に、1100℃付近から、長石類の融解による液相の生成とムライトの結晶化による収縮が起こる⁴⁾。

表4、5は、各温度で焼成したテストピースの性状を示している。

坏土Dは、焼成収縮率と曲げ応力が、最も大きな値を示しているが、これは、1μm以下の粒子の含有量が最も多いことによると思われる。

曲げ応力については、ジブサイトの有無にほとんど関係せず、乾燥収縮と焼成収縮との和と高い相関関係を持つことがわかった。

ジブサイトの影響は、吸水率によく表われており、これは、アルミナの多孔性に起因するものと思われる。

更に、アルミナは、その白さ故に、坏土B、Cの白色度を著しく向上させており、1100℃以上における焼結の進行による白色度の低下の程度を小さくしている。

この白色度と化学組成の関連性を調べたところ白薩摩の焼成温度付近(1270℃前後)では、白色度はTiO₂とFe₂O₃の含有量の和と最も高い相関性を示し、その含有量が多くなるにしたがって、白色度が低下することが判った。

表6に焼成器物の性状を示す。これより以下のことが明らかになった。

パターン1、パターン2を比較すると焼成温度が高温になるほど収縮率は大きくなり、吸水率は小さくなる。即ち焼結が進行する。また、焼成体の白色度は低下し貫入が粗くなる。特に焼成パターン4で明らかのように1200℃以上の熱履歴が大きいほど焼結が進行する。

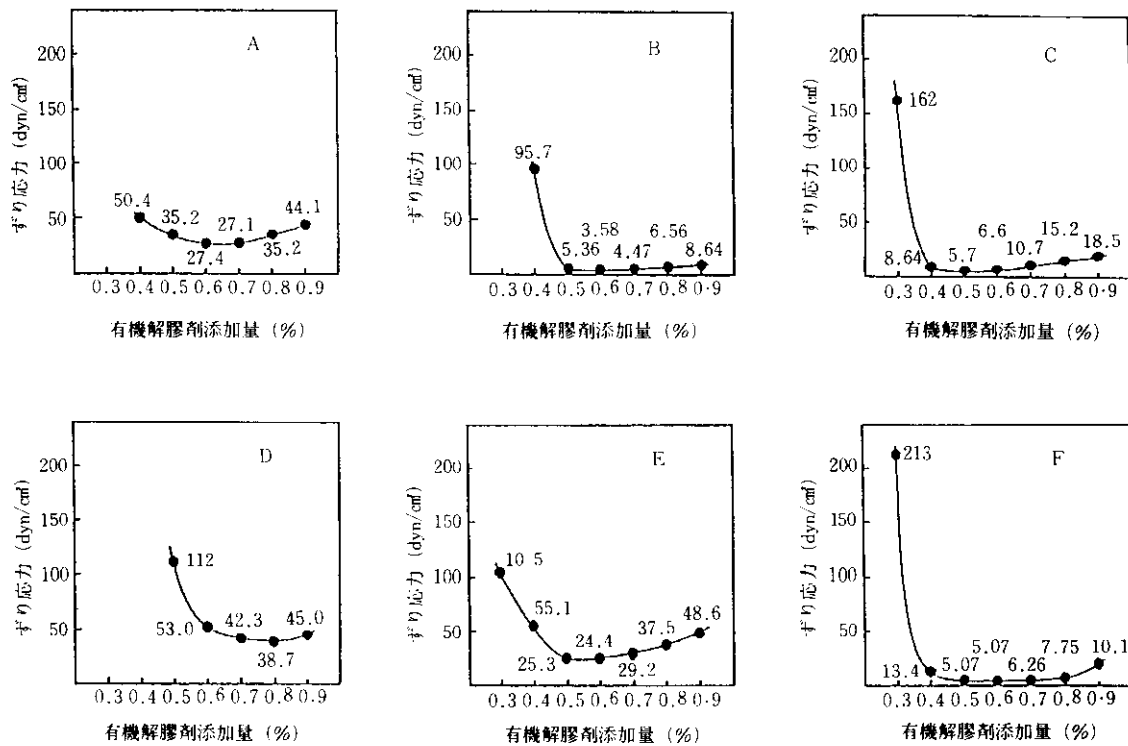


図8 各坏土における有機解膠剤添加量とずり応力との関係

表5 押形成形体の性状

坯土名	焼成温度 (℃)	焼成収縮率 (%)	全収縮率 (%)	吸水率 (%)	見掛気孔率 (%)	見掛比重	かさ比重	白色度
A	920	0.96	6.46	19.4	33.1	2.55	1.71	57.4
	1020	1.56	7.52	19.0	33.1	2.60	1.74	59.6
	1100	4.06	10.2	13.2	25.2	2.55	1.90	67.4
	1200	6.25	12.2	7.96	16.6	2.50	2.08	61.4
	1270	7.26	13.2	6.35	13.5	2.47	2.13	61.8
	1300	8.03	13.9	4.44	9.77	2.44	2.20	61.2
B	920	0.39	6.16	25.0	40.3	2.70	1.61	66.4
	1020	1.46	6.97	24.8	40.5	2.75	1.63	67.8
	1100	5.06	10.6	16.3	30.2	2.67	1.86	79.7
	1200	6.68	11.8	11.8	23.3	2.58	1.98	81.6
	1270	7.21	12.6	10.2	20.6	2.54	2.02	78.9
	1300	8.09	13.3	7.84	16.3	2.48	2.08	78.6
C	920	0.93	6.44	26.1	41.4	2.71	1.59	66.1
	1020	1.50	7.54	25.7	41.4	2.76	1.61	66.9
	1100	4.61	10.4	19.3	34.3	2.71	1.78	82.1
	1200	6.75	12.2	14.1	27.3	2.66	1.93	81.8
	1270	7.46	12.9	11.5	23.0	2.59	1.99	81.3
	1300	7.95	13.7	8.43	17.5	2.52	2.08	82.8
D	920	1.45	7.12	21.0	35.3	2.59	1.68	64.5
	1020	2.22	8.30	20.7	35.5	2.66	1.71	67.6
	1100	4.83	10.9	14.6	27.7	2.62	1.90	74.5
	1200	8.54	14.4	6.90	15.1	2.57	2.18	66.5
	1270	9.26	15.4	5.00	11.3	2.55	2.26	62.7
	1300	10.0	15.7	2.41	5.68	2.49	2.35	62.1
E	920	0.82	6.63	19.4	33.2	2.56	1.71	55.9
	1020	1.25	7.72	19.2	33.4	2.61	1.74	57.9
	1100	3.58	9.87	13.9	26.2	2.55	1.88	66.5
	1200	5.95	12.3	9.07	18.7	2.52	2.06	59.5
	1270	6.70	13.2	7.42	15.6	2.50	2.11	60.0
	1300	7.75	13.9	5.11	11.2	2.46	2.19	61.1
F	920	0.77	7.03	19.6	33.7	2.58	1.71	57.9
	1020	1.12	7.41	19.3	33.7	2.63	1.74	58.1
	1100	4.31	10.7	12.7	24.8	2.58	1.94	66.1
	1270	6.72	13.4	6.71	14.4	2.50	2.14	59.2
	1200	7.75	13.8	4.37	9.71	2.46	2.22	57.9
	1300	9.00	15.5	0.31	0.73	2.36	2.35	54.2

表4 鑄込成形体の性状

坏土名	焼成温度 (°C)	焼成収縮 率 (%)	全収縮率 (%)	吸 水 率 (%)	見掛気孔 率 (%)	見掛比重	カサ比重	曲げ強度 (kgf/mm ²)	白 色 度
A	920	1.34	7.16	19.7	33.4	2.54	1.69	2.05	61.2
	1020	1.54	7.35	20.7	35.5	2.66	1.71	2.48	65.0
	1100	3.68	9.36	14.1	26.2	2.52	1.86	3.20	65.9
	1200	6.00	11.5	8.95	18.1	2.47	2.02	4.97	61.8
	1270	6.53	12.0	7.40	15.3	2.44	2.07	5.55	63.3
	1300	7.31	12.8	5.06	10.9	2.41	2.15	6.28	62.1
B	920	1.20	5.28	24.3	39.6	2.70	1.63	1.22	67.7
	1020	1.45	5.52	24.6	40.2	2.74	1.64	1.47	72.4
	1100	4.53	8.47	18.8	33.5	2.67	1.78	3.11	80.7
	1200	5.80	9.69	14.3	27.1	2.61	1.90	4.26	82.7
	1270	6.23	10.1	11.6	23.0	2.57	1.98	4.75	83.6
	1300	6.73	10.6	9.34	18.7	2.46	2.00	5.10	83.2
C	920	1.42	6.10	27.3	42.6	2.71	1.56	1.36	69.8
	1020	1.81	6.48	27.2	42.8	2.75	1.57	1.52	73.4
	1100	4.52	9.05	20.6	35.8	2.71	1.74	3.03	83.1
	1200	6.65	11.1	15.3	28.4	2.60	1.86	5.26	85.1
	1270	7.05	11.5	13.5	25.8	2.57	1.91	5.43	86.1
	1300	7.56	12.0	10.2	20.3	2.49	1.99	5.79	84.8
D	920	1.75	6.94	20.5	34.9	2.60	1.69	2.58	69.0
	1020	2.19	7.37	20.2	35.1	2.67	1.73	2.95	72.2
	1100	4.62	9.67	14.8	28.0	2.63	1.89	3.97	71.4
	1200	7.91	12.8	7.58	16.2	2.55	2.14	7.25	68.9
	1270	8.51	13.4	5.21	11.5	2.50	2.22	8.33	66.5
	1300	9.55	14.3	2.71	6.23	2.45	2.30	9.05	66.1
E	920	1.05	6.50	19.4	33.1	2.55	1.71	2.19	60.9
	1020	1.38	6.81	19.5	33.5	2.58	1.72	2.15	64.4
	1100	3.56	8.87	14.9	27.4	2.54	1.84	3.35	67.5
	1200	5.67	10.9	9.72	19.3	2.46	1.99	4.46	63.9
	1270	6.16	11.3	7.86	16.0	2.42	2.03	5.22	63.4
	1300	7.08	12.2	5.17	11.0	2.39	2.13	6.11	63.8
F	920	1.05	6.40	19.8	33.7	2.57	1.70	1.61	61.6
	1020	1.36	6.70	19.7	34.0	2.62	1.73	2.06	64.5
	1100	3.99	9.18	13.5	25.3	2.52	1.88	3.38	67.3
	1200	6.10	11.2	7.86	16.0	2.42	2.03	5.12	65.0
	1270	6.87	11.9	5.67	12.0	2.41	2.12	5.88	65.1
	1300	7.88	12.9	2.87	6.36	2.37	2.22	5.84	63.7

今回実験した6種類の坏土は焼成呈色と貫入の状況、及び茶じみの試験結果から以下の2種類に分類できる。

1グループ：粘土、石英、長石系で配合した伝統的な白薩摩焼の素地に近いものでアイボリー系の焼成呈色を示し、貫入は比較的細かく、茶じみは比較的薄い。焼成温度はSK8でパターン5の焼成が適当である。A、D、E、Fがこのグループに該当するが、Fはこれらの中では比較的茶じみが濃いので用途は慎重に対応すべきである。

2グループ：ジブサイトを混入した坏土で焼成呈色は白いが貫入が大きく茶じみの色が濃い。B、Cがこのグループに該当する。装飾品としては支

障はないが茶器用の坏土としては不適當と思われる。

また、吸水率と茶じみの関係を図10に示す。この相関係数は $r=0.4946$ となり、各坏土については吸水率が小さくなるほど茶じみも薄くなるが、総体的には吸水率と茶じみの間には明確な相関は認められなかった。

熱膨張係数のデータを図11、図12に示す。この図より熱膨張係数はA、D、EのグループとB、C、Fのグループに分けられる。A、D、Eの熱膨張係数はRT~200℃の範囲では釉薬とほぼ同等であるがそれ以上の温度では差が大きくなる。一方B、C、Fの熱膨張係数はRT~500℃まで全

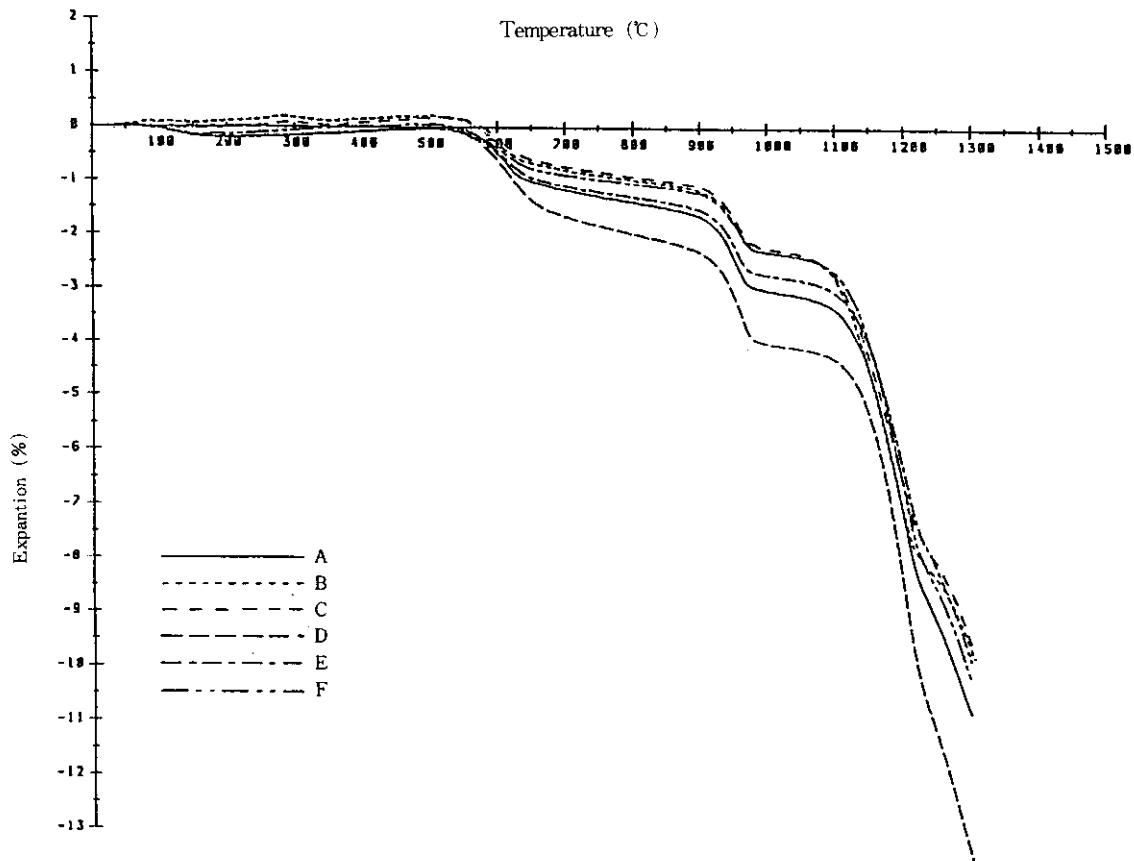


図9 各坏土の熱膨張収縮曲線

表6 焼成器物の性状

坏土名	焼成パターン	焼成収縮率 (%)	全収縮率 (%)	吸水率 (%)	見掛率	見掛比重	カサ比重	白色度	平均貫入面積 (mm ²)	茶濁値
A	1	9.21	17.12	7.21	14.96	2.43	2.06	46.90	10.8	7.82
	2	6.74	17.11	7.03	14.96	2.49	2.24	46.70	26.9	1.10
	3	6.00	16.44	8.21	16.95	2.48	2.06	45.64	54.4	4.69
	4	5.43	16.61	5.81	12.34	2.42	2.12	44.10	測定不能	0.50
	5	6.01	14.54	8.58	17.52	2.47	2.04	44.97	5.92	3.12
B	1	7.89	15.84	11.47	22.34	2.50	1.94	70.15	7.75	13.72
	2	7.16	14.54	11.24	22.30	2.55	1.97	68.15	17.7	10.57
	3	5.94	15.17	12.60	24.24	2.58	1.95	69.64	10.2	9.68
	4	4.99	14.54	9.07	17.86	2.39	1.96	67.12	53.0	11.20
	5	4.82	12.72	13.83	26.70	2.63	1.93	68.37	11.1	11.41
C	1	8.54	16.46	11.74	22.76	2.50	1.93	69.76	6.04	12.14
	2	7.00	16.18	11.24	22.35	2.36	1.98	68.01	13.3	12.34
	3	6.00	15.23	12.71	25.00	2.62	1.96	70.31	22.3	14.37
	4	7.92	16.36	9.04	17.96	2.41	1.98	68.64	52.0	10.01
	5	7.18	14.54	14.68	27.98	2.64	1.90	67.79	6.35	10.58
D	1	10.00	16.10	6.08	13.33	2.52	2.18	48.18	6.36	5.14
	2	9.33	18.56	5.09	11.59	2.57	2.27	46.38	4.87	1.40
	3	8.72	19.50	6.12	13.51	2.55	2.20	48.64	9.18	4.33
	4	8.98	18.18	4.61	10.32	2.49	2.23	48.33	73.9	1.44
	5	10.14	16.36	7.20	15.45	2.53	2.14	47.52	9.89	4.47
E	1	6.00	15.17	8.23	16.57	2.42	2.02	47.47	7.95	11.06
	2	6.66	15.89	8.25	17.05	2.48	2.06	47.45	25.9	1.80
	3	5.29	14.52	8.20	16.90	2.48	2.06	47.84	9.64	6.98
	4	5.08	14.54	6.90	14.13	2.38	2.04	44.30	測定不能	0.48
	5	6.09	14.54	9.34	18.21	2.38	1.95	45.11	22.9	7.72
F	1	8.00	17.23	4.62	9.92	2.38	2.22	47.83	2.34	11.78
	2	10.00	19.18	4.00	8.86	2.43	2.21	47.96	2.60	9.44
	3	7.93	17.76	4.98	10.91	2.46	2.19	47.69	3.97	9.64
	4	7.25	16.36	2.95	6.47	2.34	2.19	44.29	14.9	6.30
	5	5.60	14.54	4.34	9.21	2.33	2.11	47.54	2.82	11.82

※平均貫入面積の欄で「測定不能」とあるのは、貫入が不連続で測定できなかったものである。

範囲で釉薬との差が大きい。このことは図4、及び図5のデータで明らかになったようにクリストパライトの発生が、A、D、EグループにおけるR.T~200℃の大きな熱膨張係数の主な原因と考えられる。すなわち2つのグループの間では貫入の発生機構が異なることを示唆している。

また坏土各々の熱膨張係数は焼成パターンが変わっても大きな変化は認められない。これは焼成温度が一定ならば焼成パターン即ち熱履歴の時間的变化に対して鉱物組成がそれほど変化しないことを示している。このことは、図4、図5からも推察できる。

以上のことから、坏土はそれぞれ固有の性質及び焼結温度を有しているので、使用の際は作成する器物の目的に適合した坏土を選択し、また焼成温度、焼成時間等も充分考慮する必要がある。

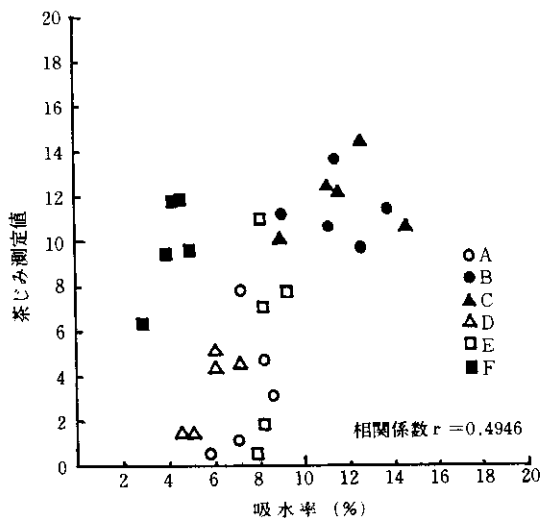


図10 吸水率と茶じみとの関係

4. おわりに

以上、素地及び器物での諸試験を行った結果、素地としての基礎的性質が次のように明らかになった。

(1)ジブサイト $Al(OH)_3$ を混入した坏土がある。

(2)ジブサイトの添加は、焼成収縮率に極端な影響を与えないが、吸水率を高くするので、水漏れ、茶じみの原因になる。

(3)坏土の焼結パターンは、長石を多く含む坏土Fを除けばジブサイト混入の有無により、次の2種に分類される。

- ジブサイトを含まぬ坏土は、焼成によりムライトとクリストパライトの生成が認められる。

- ジブサイトを含む坏土は、焼成によりムライトとコランダム生成は認められたが、クリストパライトの生成は認められなかった。

(4)坏土中のチタン、鉄分は、白色度に悪影響を及ぼすが、ジブサイトの添加によって、高温焼成による白色度の低下を、ある程度押さえる。

(5)コロイドの性質を示す $1\mu m$ 以下の粒子を多く含むほど、焼成収縮率と曲げ強度が大きくなり、吸水率を低下させる。

(6)焼成物の曲げ応力は、乾燥収縮と焼成収縮の和である全収縮と最も高い相関性がある。

(7)ジブサイトは、焼成によりアルミナに転移し、その白さ故に、白色度の向上をもたらす。

(8)吸水率と茶じみとの間には明確な相関は認められない。

(9)焼成物の熱膨張係数は、クリストパライトの有無により異なり、このことが貫入の発生及び茶じみに影響していると思われる。また坏土各々の熱膨張係数は、焼成パターンが変わっても大きな変化は認められない。

(10)坏土はそれぞれ個別に性質が異なるので、作成する器物の目的にあった坏土を選択しなくてはならない。そしてその坏土に適した釉薬を施釉し、固有の焼成パターン及び焼成温度で焼成しなくてはならない。

以上のように、現在薩摩焼業界で使用されている坏土及び焼成物の性状について知見を得たので、今後は更に特徴である微細な貫入を保持し、かつ

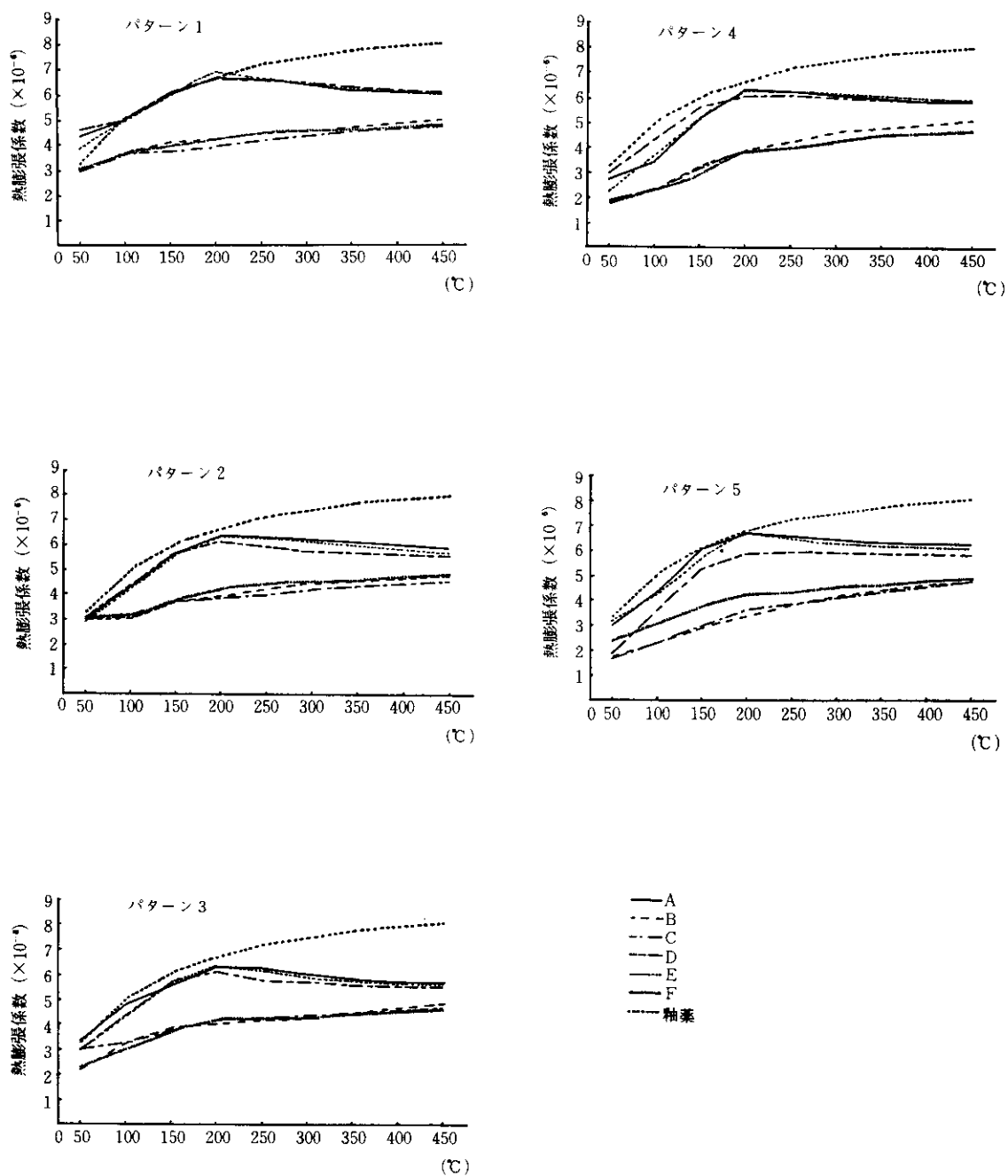


図11 焼成パターンごとの熱膨張係数

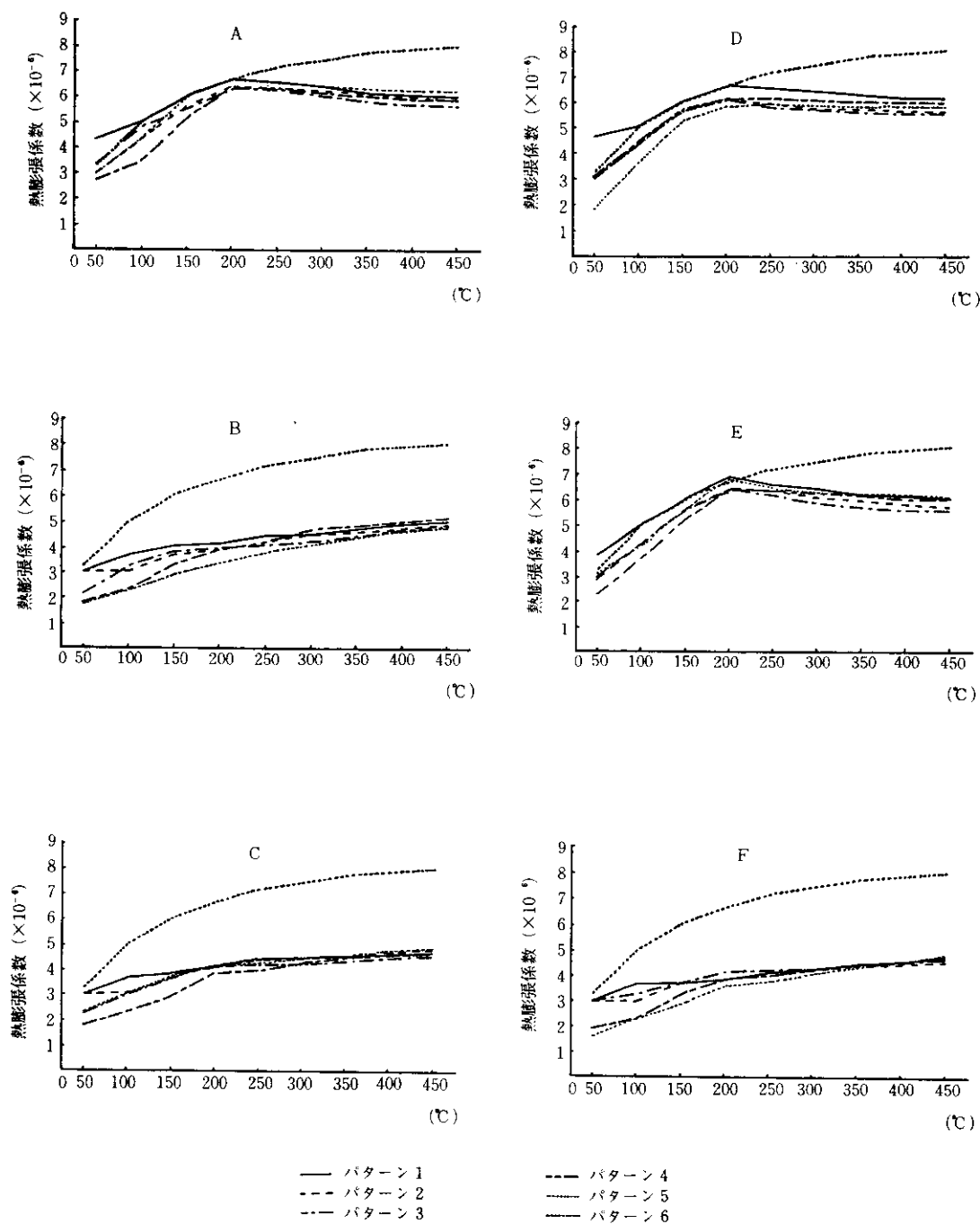


図12 坏土ごとの熱膨張係数

茶じみの薄い白薩摩焼素地の開発を行う予定である。

参 考 文 献

- 1) 土質試験法改訂編集委員会編：土質試験法
土質工学会 (1977) 136
- 2) 日本粘土学会編：粘土ハンドブック 技報堂
(1987) 491
- 3) 素木洋一：坏土の調整方法と特性 技報堂
(1969) 5
- 4) 日本粘土学会編：粘土ハンドブック 技報堂
(1987) 844