

## 県産原料を利用した化粧土の開発に関する研究

窯業室 与座 範弘・中村 英二郎・宜野座 俊夫

### 1. 緒 言

化粧掛けは素地の色を隠したりその表面を平滑にし、色釉や下絵付け、線彫りといった他の技法を生かす重要な技法である。そのため、化粧土には適度な白さ、良好な被覆力や付着力及び分散性などが要求される。特に、赤土系の素地を多く用いる県内の陶器業界では化粧掛け（白化粧）することが多く、沖縄の焼き物の特徴の一つとなっている。

化粧土は、従来より喜瀬粘土単味または喜瀬粘土に安富祖粘土を30%～40%配合し、粉碎あるいは分級したものをを用いることが一般的である<sup>1)</sup>。しかし、化粧土の原料である喜瀬粘土の採掘が困難になっていることから、業界では新しい化粧土の開発が望まれている。

そこで、本研究では県内に賦存する白色粘土に着目し、これらの性状と蛙目粘土との配合による化粧土の開発について検討したので報告する。

### 2. 実 験

#### 2.1 試料の種類及び試験体の調製法

試験では為又粘土（名護市為又）及び喜瀬武原粘土（金武町喜瀬武原）の200mesh篩通過物、伊差川粘土（名護市伊差川）及び江洲粘土（大宜味村江洲）の115mesh篩通過物をそれぞれ使用した。また、喜瀬粘土や蛙目粘土は市販品を使用した。

化粧土は表1に示すように配合割合と濃度を変えて調製した。これを素地の収縮が進行中（含水率：20%）の状態と素地の収縮がほぼ止まった半乾燥の状態（含水率：10%）の赤土素地にそれぞれ化粧掛けし、素焼きした後に透明釉を掛けて焼成した。

表1 化粧土の配合割合及び濃度

配 合 系	配 合 比 (%)		化粧土の濃度 (w/v・%)		
	試 料	蛙目粘土			
為又粘土－蛙目粘土配合系	100	0	64	58	52
	90	10	56	49	44
	80	20	54	47	43
	70	30	53	47	42
喜瀬武原粘土－蛙目粘土配合系	100	0	76	67	57
	90	10	73	60	53
	80	20	68	58	51
	70	30	59	51	45
伊差川粘土－蛙目粘土配合系	100	0	70	59	55
	90	10	64	58	54
	80	20	58	50	45
	70	30	54	48	43
江洲粘土－蛙目粘土配合系	100	0	76	67	60
	90	10	72	61	54
	80	20	59	52	43
	70	30	53	47	41
喜 瀬 粘 土			61	56	47

## 2.2 焼成方法

ガス窯（大和工業株式会社、L.P.G窯、0.2m<sup>3</sup>）により、1,230°Cで酸化焼成した。

## 2.3 測定方法

- (1) 化学組成：高周波プラズマ発光分析装置（島津製作所、ICPS-1000Ⅲ）を用いて検量線法により測定した。
- (2) 鉱物組成：X線回折装置（島津製作所、XD-D1）を用いてCu管球、20mA-30kvの条件で測定した。
- (3) 粒度分布：粒度分布測定装置（島津製作所、SA-CP3L）で光透過法により測定した。
- (4) 収縮率：試験体の乾燥後及び焼成後の寸法の変化を測定して収縮率とした。
- (5) 熱膨張率：生試料を5mmφ×50mmに成形し、熱膨張率測定装置（英弘精機産業株式会社、HD-21）を用いて測定した。
- (6) 白色度：色差計（ミノルタカメラ、CR-300）により焼成体のL、a、bを測定し、JIS L 1015のC法（ハンターの方法）によって求めた。

## 3. 結果

### 3.1 試料の性状

表2に試料の化学組成と鉱物組成について示す。化粧土の白さに影響する鉄分とチタン分の含有量は伊差川粘土が0.87%と最も少なく、次いで江洲粘土、喜瀬武原粘土、喜瀬粘土、為又粘土の順に低い値を示した。鉱物組成では、為又粘土と喜瀬武原粘土は雲母粘土鉱物やカオリン鉱物、石英からなり、伊差川粘土はカオリン鉱物や混合層鉱物、長石及び石英、江洲粘土は雲母粘土鉱物やカオリン鉱物、混合層鉱物及び石英からなっている。

表3に試料の粒度組成を示す。粒度の細かさは為又粘土、喜瀬武原粘土、江洲粘土、伊差川粘土の順であるが、各試料とも2μm以下の粘土分が6.9%~12.2%の範囲にあり、喜瀬粘土や蛙目粘土、表4に示す赤土素地と比較して粗であることがいえる。

表2 試料の性状

試料名	為又粘土	喜瀬武原粘土	伊差川粘土	江洲粘土	喜瀬粘土	蛙目粘土
SiO <sub>2</sub>	68.7	73.7	71.9	66.2	72.0	49.8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.7	16.7	19.1	21.9	19.3	33.7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.18	1.30	0.62	1.14	1.10	1.37
TiO <sub>2</sub>	0.56	0.23	0.25	0.32	0.58	0.77
CaO	0.03	----	----	----	0.04	0.13
MgO	0.07	0.56	0.38	0.74	----	0.29
K <sub>2</sub> O	3.35	3.13	1.08	2.68	1.46	1.25
Na <sub>2</sub> O	0.43	0.51	0.42	0.27	----	0.14
Ig.loss	4.86	3.80	6.21	6.75	6.02	12.3
構成鉱物 <sup>注</sup>	K,M,Q	K,M,Q	K,Q,F	K,M,Q,Mx	K,M,Q,Mx	K,Q

注) K:カオリン鉱物 M:雲母粘土鉱物 Q:石英 F:長石 Mx:混合層鉱物

表3 試料の粒度組成 (%)

試料名	粒 径 (μm)					
	< 2	2 ~ 5	5 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 30	30 <
為又粘土	12.2	25.8	25.1	24.0	8.6	4.0
喜瀬武原粘土	11.3	20.8	24.6	28.6	10.2	4.8
伊差川粘土	6.9	15.2	23.8	31.0	15.2	7.9
江洲粘土	10.2	23.0	28.8	24.8	9.0	4.2
喜瀬粘土	17.3	19.4	25.8	24.5	8.9	4.1
蛙目粘土	49.6	23.7	16.0	7.0	2.5	1.2

表4 赤土素地の性状

乾燥収縮率 (%)	焼成収縮率 (%)	全収縮率 (%)	粒 度 組 成 (粒径: μm)					
			< 2	2 ~ 5	5 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 30	30 <
6.6	7.7	13.8	30.8	21.3	22.1	16.9	6.0	2.8

### 3.2 化粧土の配合及び濃度、素地の乾燥度の違いによる剥離の有無

配合割合や濃度の異なる化粧土を乾燥度の異なる赤土素地に化粧掛けし、自然乾燥させたときの化粧土の剥離の有無について観察した。

その結果、表5に示すように喜瀬武原粘土や伊差川粘土及び江洲粘土の単味試料が化粧土の剥離を生じた。このうち、喜瀬武原粘土と伊差川粘土は化粧土の濃度がそれぞれ76%、70%と高く、素地の収縮が進行している状態(含水率: 20%)で化粧掛けした時に剥離を生じるが、化粧土の濃度を低くしたり素地が半乾燥の状態(含水率: 10%)で化粧掛けすると剥離を生じなかった。また、江洲粘土は、化粧土の濃度が低く素地が半乾燥の状態でも剥離を生じた。しかし、これらの単味試料に蛙目粘土を10%以上配合すると化粧土の剥離は生じなかった。

また、為又粘土-蛙目粘土配合系や喜瀬粘土の各試料は、今回の条件では化粧土の剥離を生じなかった。

表5 化粧土の剥離の有無について

試料名		喜瀬武原粘土			伊差川粘土			江洲粘土		
化粧土の濃度 (%)		76	67	57	70	59	55	76	67	60
素地の含水率 (%)	20	×	○	○	×	○	○	×	×	×
	10	○	○	○	○	○	○	×	×	×

注) ○: 化粧土の剥離無し    ×: 有り

### 3.3 化粧土及び赤土素地の乾燥収縮率

図1に各配合系における蛙目粘土の配合割合の違いによる乾燥収縮率の変化を示す。なお、ここに示した乾燥収縮率は、試料の含水率が30%から自然乾燥の状態までをビゴの乾燥収縮曲線<sup>2)</sup>から求めた値である。

その結果、赤土素地の乾燥収縮率は6.6%、化粧土の剥離を生じなかった喜瀬粘土と為又粘土の単味試料はそれぞれ2.1%、5.0%の値を示した。一方、化粧土の剥離を生じた喜瀬武原粘土や伊差川粘土及び江洲粘土の単味試料は1.2%以下と、素地やその他の試料に比べて小さい値を示した。

化粧土と素地の収縮率の違いは剥離の原因となり、化粧土の収縮率が素地のそれよりも小さいときは影響が大きいことが言われている<sup>3)</sup>。剥離を生じた各単味試料に蛙目粘土を10%以上配合すると喜瀬粘土以上の乾燥収縮率が得られ、化粧土の剥離を生じなくなった。以上のことから、乾燥収縮率の小さな粘土を化粧土として用いる場合は蛙目粘土を配合するなど、素地の乾燥収縮率と合致させる必要がある。

### 3.4 焼成による化粧土の剥離の有無

化粧掛けした各試料は素焼きした後、透明釉を掛けて1,230℃で酸化焼成した。その結果、各試料とも焼成工程での剥離は認められなかった。

図2に赤土素地と各配合系における蛙目粘土の配合割合の違いによる熱膨張係数(30℃~600℃)の変化を示す。

伊差川粘土-蛙目粘土配合系を除く配合系では蛙目粘土の配合割合が増えると熱膨張係数が小さくなる傾向がある。これは試料の熱膨張に石英が関わっており、蛙目粘土の配合割合が増えることによりSiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>比が相対的に小さくなったためと考えられる<sup>4)</sup>。また、赤土素地や各試料で573℃に石英の転移による膨張が認められた。

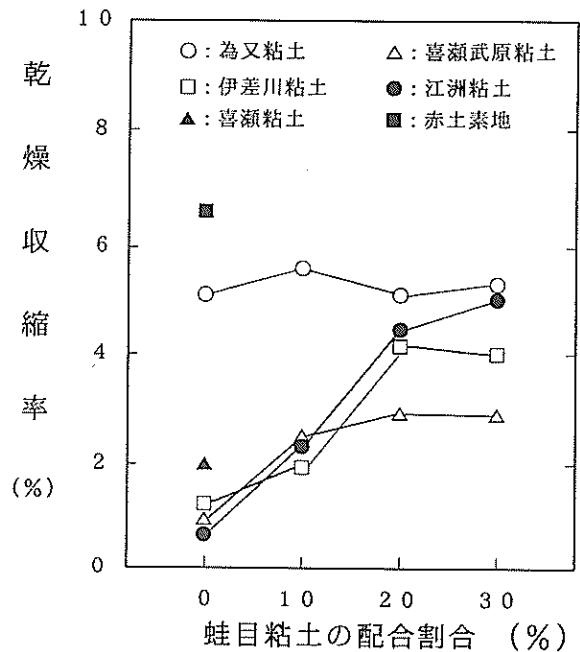


図1 蛙目粘土の配合割合の違いによる乾燥収縮率の変化

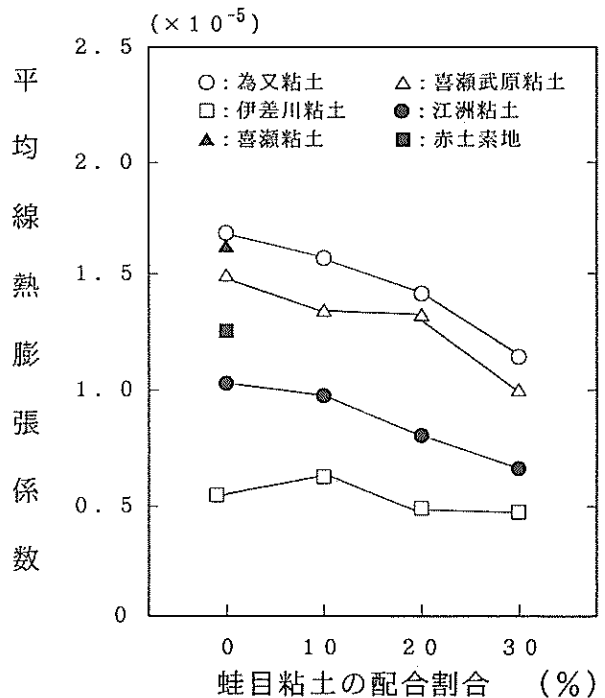


図2 蛙目粘土の配合割合の違いによる平均線熱膨張係数の変化

### 3.5 化粧土の白色度

図3に各配合系における蛙目粘土の配合割合の違いによる白色度の変化を示す。

伊差川粘土-蛙目粘土配合系の白色度は87~89の範囲にあり配合系の中で最も高い値を示し、江洲粘土-蛙目粘土配合系は82~83、為又粘土-蛙目粘土配合系は76~81の値を示した。これらの配合系では、蛙目粘土の配合割合の違いによる白色度の大きな変化は認められなかった。また、喜瀬粘土の白色度は82を示した。これらの白色度は試料中の鉄分及びチタン分の含有量と比例している。喜瀬武原粘土-蛙目粘土配合系では蛙目粘土の配合割合を増やすと白色度は増加するが、全体的に63~73の範囲にあり、配合系の中で最も低い値を示した。また、焼成色は伊差川粘土-蛙目粘土配合系、江洲粘土-蛙目粘土配合系及び喜瀬粘土が白色~黄白色、為又粘土-蛙目粘土配合系及び喜瀬武原粘土-蛙目粘土配合系が灰色~灰白色を呈した。

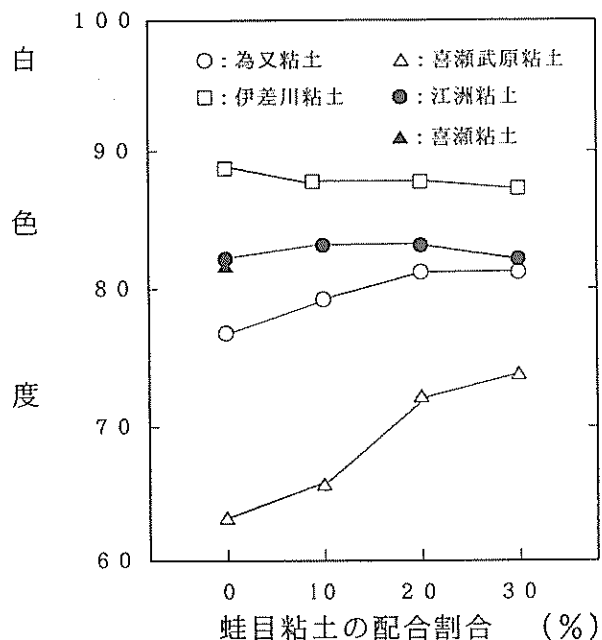


図3 蛙目粘土の添加量の違いによる白色度の変化

### 4. まとめ

以上、県産原料を利用した化粧土の開発について検討したところ、次の結果が得られた。

- (1) 喜瀬武原粘土や伊差川粘土及び江洲粘土の単味試料の乾燥収縮率は赤土素地よりも小さいため、化粧土の濃度や化粧掛けのタイミングによって乾燥時に剥離を生じるが、蛙目粘土を10%以上配合することにより防ぐことができた。また、化粧土の白色度は、鉄分やチタン分の含有量の少ないものほど高い値を示した。
- (2) 為又粘土単味による化粧土は、濃度や化粧掛けのタイミングを変えても剥離を生じなかった。また、為又粘土-蛙目粘土配合系の白色度は、全体的に喜瀬粘土に近い値が得られており、化粧土として充分使用可能と思われる。
- (3) 喜瀬武原粘土単味では、濃度が高く素地の収縮が進行している状態で化粧掛けすると剥離を生じるが、蛙目粘土を10%以上配合することにより剥離を防ぐことができた。しかし、喜瀬武原粘土-蛙目粘土配合系はいずれも低い白色度を示し、化粧土として用いる場合には白色度を改善する必要がある。
- (4) 伊差川粘土単味では、濃度が高く素地の収縮が進行している状態で化粧掛けすると剥離を生じるが、蛙目粘土を10%以上配合することにより剥離を防ぐことができた。また、伊差川粘土-蛙目粘土配合系は全体的に高い白色度を示しており、化粧土として使用するには濃度や化粧掛けのタイミングに留意することと蛙目粘土を10%以上添加する必要がある。

- (5) 江洲粘土単味では化粧掛けの濃度や化粧掛けのタイミングを変えても剥離を生じるが、蛙目粘土を10%以上配合することにより剥離を防ぐことができた。また、江洲粘土-蛙目粘土配合系の白色度は全体的に喜瀬粘土よりも高い値を示し、化粧土として使用するには蛙目粘土を10%以上配合することが必要である。

## 5. 参考文献

- (1) 照屋善義、琉球の窯業民俗、セラミックス (1984)
- (2) 中小企業庁、名古屋工業技術試験所、窯業原料及び素地の適正試験法の確立に関する研究 (1985)
- (3) 素木洋一、釉とその顔料、技法堂
- (4) 若槻和郎、永島晴夫、長野和秀、塩村隆信、県内産資源を用いた化粧土の開発、島根県立工業技術センター研究報告、24 (1987)

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。