

# 泥岩（クチャ）の炔器素地への開発研究

## — 技術指導事例研究 —

窯業室 照屋 善義 花城 可英  
宜野座 俊夫 宮城 勝臣\*  
与座 範弘 宮城 勝一郎\*

### まえがき

沖縄島は、地質的には天願断層によって区分される。天願断層以南すなわち沖縄島の中南部を構成する丘陵は、第三紀鮮新生代に大陸の泥が流入し堆積したものであって海成堆積物とされている。この堆積物は島尻層と呼ばれているが、島尻層のうち特に灰色泥土層（泥岩）を「クチャ」と称している。

クチャとは「硬い土」のなまった呼称とされているが、クチャにも「青クチャ」と「白クチャ」の二種類あって、青クチャは水打ちによってとけるもの、水に溶けないものを白クチャと称して区別している。

青クチャはおよそ30年前までは、髪洗粉に使われたぐらいで殆んどススキ山として温存されていた。

このクチャが瓦土等の窯業資源として活用されるようになったのは瓦業界が真空土練機を導入するようになった頃からである。その以前までは、タティジンナーといって「ジャーガル」のうち特に腰の強い畑土はたつちを利用していたが、砂糖キビ作の振興によってそのジャーガルが採掘困難となり、その代替原料として佐敷町馬天のクチャが使われ始めたのである。

このクチャは窯業原料として評価する場合きわめて低品位粘土であっていくつかの短所がある。すなわち、耐火度が低い、焼成巾が狭い、白華現象が著しいなどの欠点が見られる。しかしながら、クチャは、クチャ山として豊富に賦存し、採掘性も容易なこともあって瓦素地として利用されている。クチャは瓦や煉瓦、タイル、花鉢の他、低温焼成の骨壺や獅子用の素地にも利用されているが白華現象の欠点が特徴的に現われている。

そこで、該研究では低品位粘土資源のクチャを活用して付加価値の高い炔器製品素地への利用開発について検討したのでその結果について報告する。

なお、該研究は昭和59年度県製品開発補助事業として実施した指導事例研究である。

### 1. クチャの諸特性

沖縄赤瓦事業協同組合のクチャ採掘場は大里村字古堅にある。この大里クチャの化学組成・耐火度・可溶性塩を表1と表2、また組成鉱物と粒度分布を図1と図2に示す。

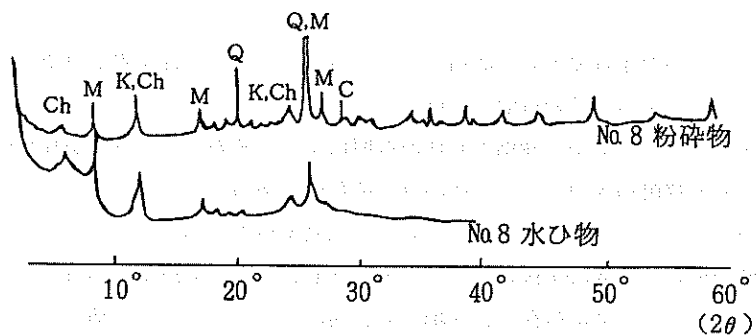
\*宮城陶房

表1 単味試料の化学組成と耐火度

No.	試料名	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	CaO %	MgO %	K <sub>2</sub> O %	Na <sub>2</sub> O %	Ig.Loss %	耐火度
1	大里粘土	57.0	17.2	7.05	0.92	2.83	2.51	3.25	1.97	7.49	SK 3a(1,140℃)
2	大湿帯粘土	65.3	20.8	2.94	1.08	—	0.73	3.30	0.45	5.62	SK19(1,520℃)
3	幸喜粘土	71.4	17.8	1.94	0.39	0.47	0.01	2.23	1.28	4.64	SK18(1,500℃)
4	名嘉真粘土	70.5	18.2	1.16	0.22	0.76	0.25	2.14	1.58	6.09	SK17(1,480℃)
5	伊武部粘土	73.4	17.0	0.56	0.27	0.75	0.11	2.25	1.55	3.40	SK13(1,380℃)

表2 クチャの可溶性イオン

イオンの種類	イオン濃度 (mg/ml)	改質後のイオン濃度	備考
硫酸イオン(SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	9.6	4.1 (57.3%)	※ いずれのイオン濃度もクチャ10gを水100mlに懸濁させ1日放置後遠心分離し測定した結果である。 ※ 改質後のイオン濃度( ) 数値は除去率を示す。
塩素イオン(Cl <sup>-</sup> )	0.57	—	
ナトリウムイオン(Na <sup>+</sup> )	10.7	3.6 (66.4%)	
カリウムイオン(K <sup>+</sup> )	0.81	0.68 (16.0%)	
鉄イオン(Fe <sup>##</sup> )	1.3	0.34 (73.8%)	
カルシウムイオン(Ca <sup>##</sup> )	0.32	0.35 ( + )	
マグネシウムイオン(Mg <sup>##</sup> )	0.36	0.55 ( + )	



K: カオリン鉱物 M: 雲母粘土鉱物 Ch: 緑泥石

C: 方解石 P: 長石 Q: 石英

図1 大里粘土のX線回折図

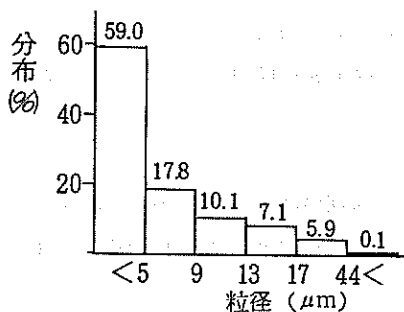


図2 大里粘土の粒度組成

それぞれの特性値は下記のことを示唆している。

- (1)、クチャは緑泥石、雲母、カオリン等の粘土鉱物と石英、方解石、長石等の非粘土鉱物とから構成される。
- (2)、化学組成は鉄緑泥石からの鉄分と方解石による石灰分が多い。
- (3)、耐火度はSk3a (1140℃) と低く化学組成においてシリカ・アルミナ分72.9%に対し融剤成分が9.85%と多いためである。
- (4)、クチャは、5 $\mu$ m以下の粘土粒子を59%も含み非常に細かい粘土である。
- (5)、クチャ中には、硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ )、やナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ ) などの可溶性イオンが多い。

以上の諸特性はクチャが①、低温焼成素地であること②、焼成巾が狭い③、白華現象が起るなどの性質を裏付けている。

そこで該研究では特にこれらの欠点を克服して付加価値の向上を図ろうとするものである。

## 2. クチャの改質試験

表2に示すようにクチャには陶器用粘土と比較して可溶性塩が多い。使用する粘土中に可溶性イオンが多いと鑄込性やロクロ成形に影響を与える。特に硫酸イオンが多いと鑄込泥漿はチキソトロピー現象を起こし、ロクロ成形では腰が弱くなる(方言でジンダインという)など悪影響を及ぼすため予め除去するか、炭酸バリウムにより固定化する必要がある。以下では最も簡便なフィルタープレス脱水法について検討した。

クチャは微細な粘土粒子で構成されているためクチャそのものがフィルタープレスの濾布からまれる傾向があつてろ過されにくい。そこで、粘土粒子が酸で凝集する性質に着目し、希塩酸を用いてPHを5~6に調製してクチャの凝集を図り、その後フィルタープレスで脱水することにした。その結果、クチャはフィルタープレスで良好に脱水され粘土ケーキを得ることができた。図3にフィルタープレス脱水法の工程を示す。

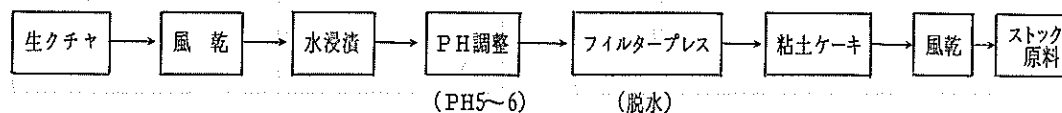


図3 フィルタープレス脱水法の工程

なお、改質前後のイオン濃度の変化を除去率とすれば表1に示すように硫酸イオン57.3%ナトリウムイオン66.4%、鉄イオン73.8%であった。

## 3. 原料配合と鑄込性

クチャに対する配合土として表1に示す大湿帯粘土、幸喜粘土、名嘉真粘土、伊武部粘土、それに廃物レンガを図4により粉碎処理し配合試験と鑄込み試験を行なった。

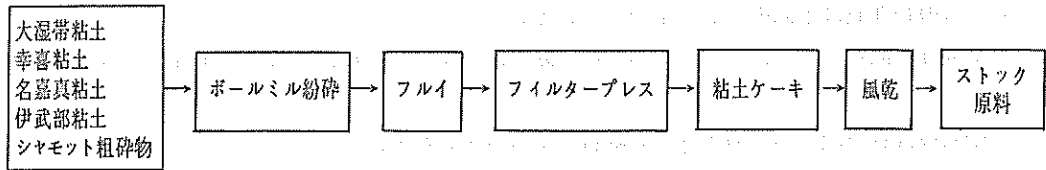


図4 原料処理工程

### 3.1 配合試験

クチャと他粘土との配合の違いによる諸性状の変化を把握するため表3の配合系について検討した。

表3 試料の配合系

A. 大里粘土-大湿帯粘土系		
配合No.	配合比	
	大里粘土	大湿帯粘土
A-1	50	50
A-2	60	40
A-3	70	30
A-4	80	20
A-5	90	10

B. 大里粘土-幸喜粘土系		
配合No.	配合比	
	大里粘土	幸喜粘土
B-1	50	50
B-2	60	40
B-3	70	30
B-4	80	20
B-5	90	10

C. 大里粘土-名嘉真粘土系		
配合No.	配合比	
	大里粘土	名嘉真粘土
C-1	50	50
C-2	60	40
C-3	70	30
C-4	80	20
C-5	90	10

D. 大里粘土-伊武部粘土系		
配合No.	配合比	
	大里粘土	伊武部粘土(A)
D-1	50	50
D-2	60	40
D-3	70	30
D-4	80	20
D-5	90	10

大湿帯粘土と幸喜粘土は宮城陶房の鑄込用粘土であるが伊武部粘土と名嘉真粘土は未利用粘土である。

### 3.2 鑄込性

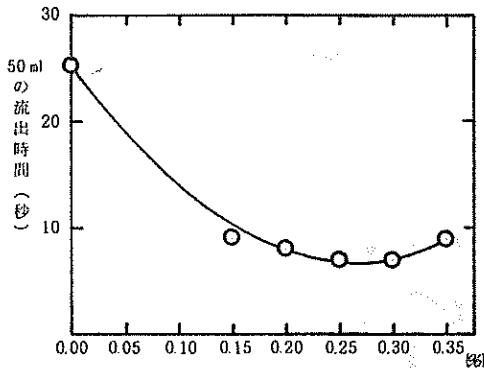
硫酸イオンの多いクチャの鑄込性を改善するため炭酸バリウムの添加効果を検討した。その結果を図5に示す。

泥しよう調製

水分 61%

水ガラス 0.7%

PH 9~10



炭酸バリウムの添加量

図5 炭酸バリウムの添加効果

水ガラス単独によるクチャの解膠性は良好な泥漿が得られずチキソトロピックになりやすい。そこで炭酸バリウム添加による泥漿の変化を求めた。図5に示すように原土に対し炭酸バリウムを0.25%添加することによって流動性が改善される。配合素地のクチャー大湿帯粘土系、クチャー幸喜粘土系、クチャー名嘉真粘土系、クチャー伊武部粘土系のそれぞれの配合系に対し、予め炭酸バリウムを0.3%添加して水分と水ガラス添加量の変化に対する泥漿の流動性を求めた。

その結果、いずれの配合系においてもクチャ60%と他の粘土40%の配合比

が最も良好な泥漿が得られた。各配合系の良好な泥漿調製は次のとおりである。

クチャー大湿帯粘土	クチャー幸喜粘土
60% 40%	60% 40%
水分 70.5%	水分 56%
水ガラス 1.1%	水ガラス 0.9%
クチャー名嘉真粘土	クチャー伊武部粘土
60% 40%	60% 40%
水分 49.5%	水分 57.5%
水ガラス 1.0%	水ガラス 0.7%

なお、上記配合系のうち着肉性と脱型性の面からクチャ(60)ー伊武部系(40)が鑄込成形上適性な泥しようと考えられる。

また、クチャ単味では、炭酸バリウム添加によって泥漿の改善は図られるものの、着肉性や脱型性の面からクチャ・シャモット(瓦や練瓦の粉砕物)を40%添加するのが製造技術上適性と判断された。クチャーシャモット系の泥漿調製は次のとおりである。

クチャ 60%	シャモット 40%
水分	46%
水ガラス	0.8%

#### 4. 焼成試験

焼成試験はクチャ単味の他表3に示した配合系について試験体を作製し、1120℃、1140℃、1160℃と焼成温度の違いによる焼成性状の変化を求めた。焼成試験は13KWの電気炉を用いて行なった。

#### 4.1 クチャ単味の焼成性状

クチャ単味の焼成性状を図6に示す。耐火度から予想されるようにクチャ単味では1140℃～1160℃にかけて焼き締まる傾向を示し、吸水率の減少はこの温度範囲で著しい。焼成色は温度が高くなるにつれて淡赤色から茶褐色へと変化し素地表面の白華も減少傾向を示す。

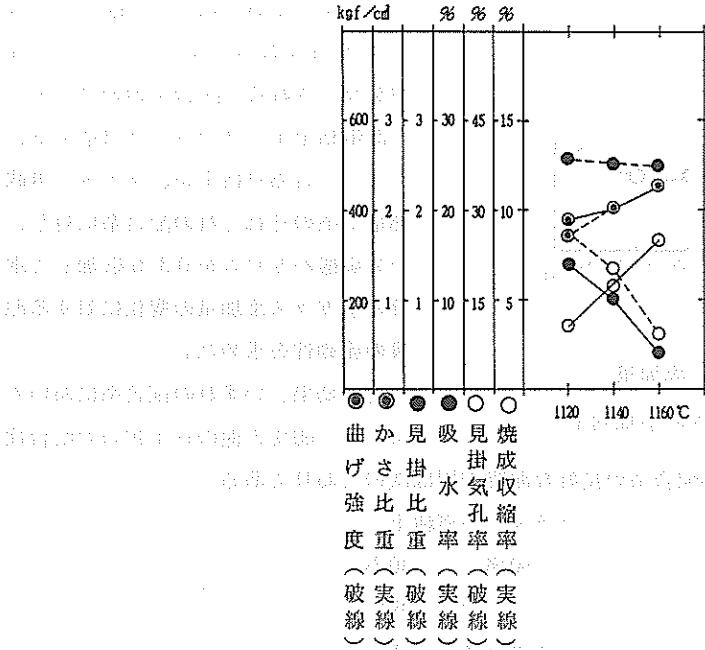


図6 大里粘土(クチャ)の焼成性状の変化

#### 4.2 クチャー大湿帯粘土系

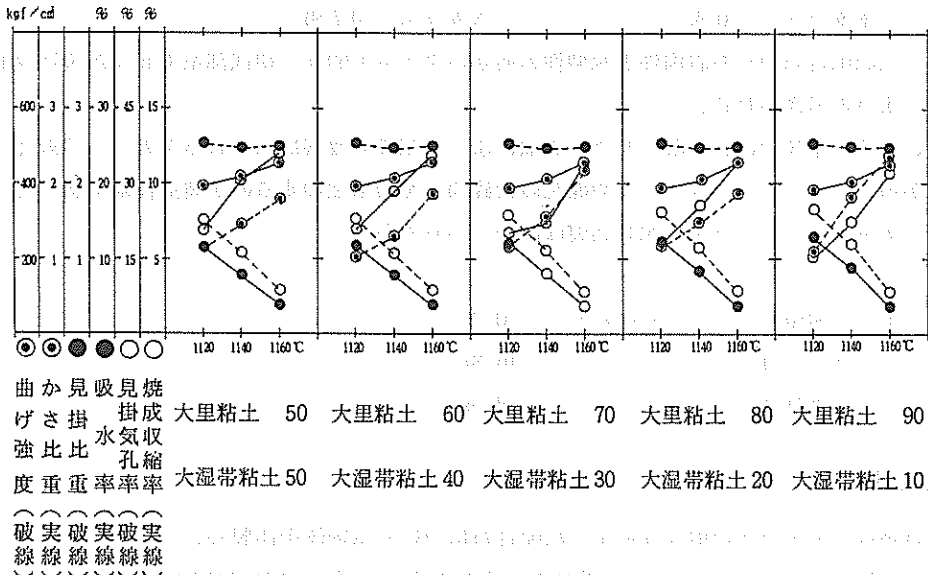


図7 大里粘土(クチャ)ー大湿帯粘土配合系の焼成性状の変化

この配合系では配合比の違いによる変化は見られず全体的に同様な傾向を示している。各配合比の各温度での吸水率、気孔率はクチャ単味の場合よりも低く、全収縮率が1160℃において18%以上と最も高い値を示すのが特徴的である。焼成呈色は淡赤色から茶褐色まで変化し、1120℃～1140℃の温度で白華現象が目立つ。吸水率や強度等の結果からクチャ90%と大湿帯粘土10%の配合が最も良好である。

#### 4.3. クチャ-幸喜粘土系 (図8)

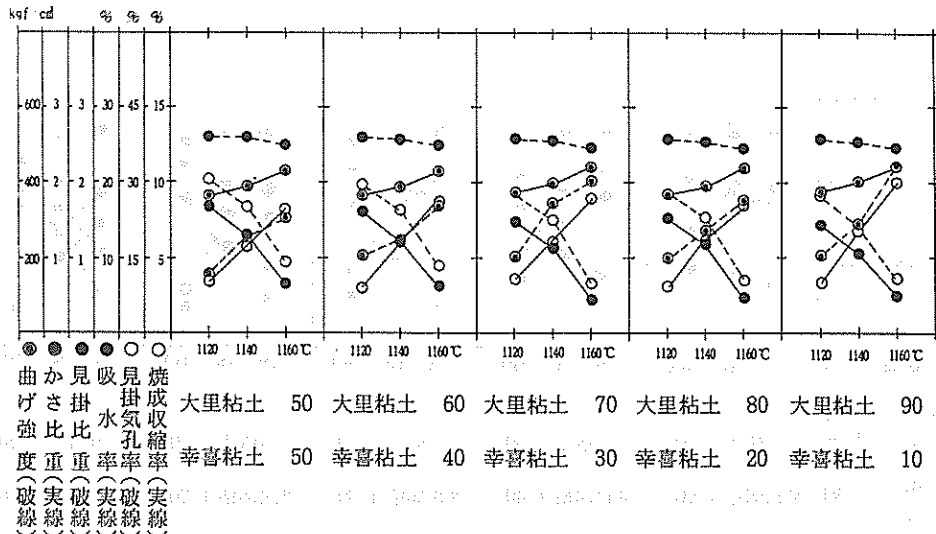


図8 大里粘土(クチャ)-幸喜粘土配合系の焼成性状の変化

この配合系はクチャの配合比が増すにつれて吸水率、見掛気孔率が減少し強度が高くなってクチャ単味の焼成性状に近似的にしている。焼成呈色は茶色から茶褐色を呈し、全体的に白華現象も少ない、クチャが70%以上の配合比において焼成性状は良い。

#### 4.4. クチャ-名嘉真粘土系 (図9)

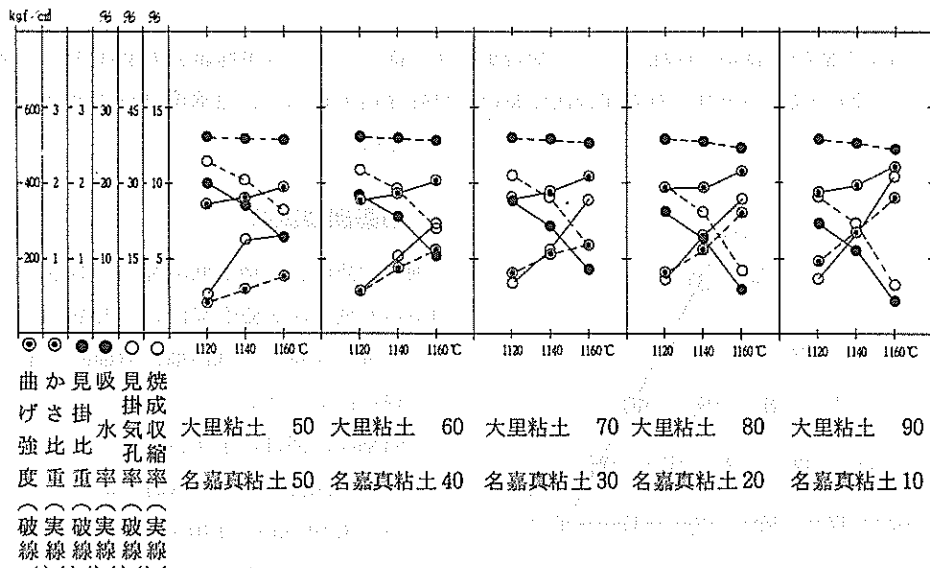


図9 大里粘土(クチャ)-名嘉真粘土配合系の焼成性状の変化

この配合系においてもクチャが増加するに従ってクチャ単味の焼成性状に近以してくる。しかしながら、吸水率や気孔率等はどの配合系よりも値が高く、1160℃程度までの焼成温度では焼結しない配合系であることを示している。また曲げ強度も低く、白華現象が目立つ。この配合系ではクチャ90%と名嘉真粘土10%の配合素地が良好である。

#### 4.5 クチャー-伊武部粘土系 (図10)

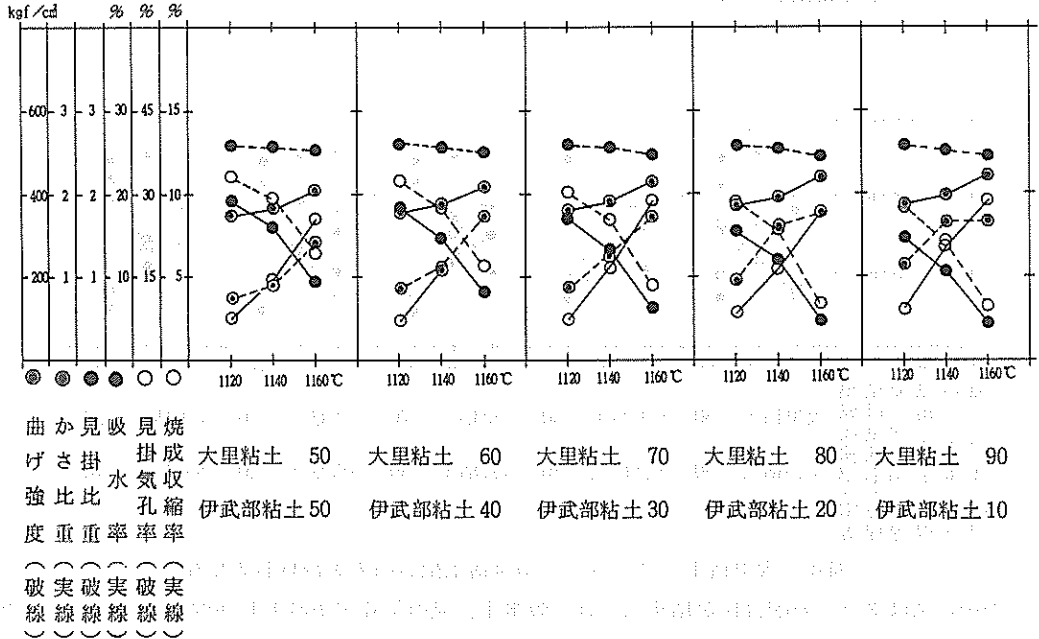


図10 大里粘土(クチャ)-伊武部粘土配合系の焼成性状の変化

この配合系も他の配合系と同様クチャの割合が増すに従ってクチャ単味試料の焼成性状に近くなるが、クチャ60%以上のそれぞれの配合比において良好な結果を示し、白華現象が全体的に少ないのが特徴としている。

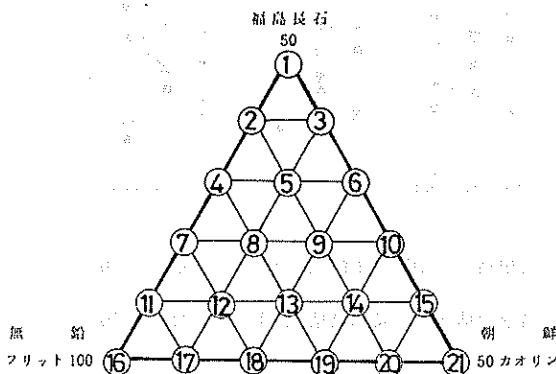


図11 透明釉の配合試験

#### 5. 釉薬調製試験

釉薬調製は、素地が低温焼成であること、素地からの鉄分の影響を受けることを考慮してフリット釉、ジルコン乳白釉、銅釉の三種について試験を行なった。

透明釉は、図11に示す長石-フリット-粘土の三成分系配合について検討した。

その結果Sk3a(1140℃)前後で溶け、透明感があり、貫入の少ない配合を求めたところ、配合番号No.9の釉が適合する釉であった。



№9 透明釉の調合例

福島長石 20%  
 朝鮮カオリン 20%  
 無鉛フリット 60%

また、フリット立ての色釉としてジルコン乳白釉と銅斑紋釉を下記の調合比によって調製し用いることにした。

ジルコン乳白釉の調合例、

福島長石 46%  
 石灰石 6.6%  
 亜鉛華 5.4%  
 炭酸ストロンチウム 7.3%  
 焼タルク 8.0%  
 朝鮮カオリン 4.3%  
 珪石 22.4%  
 (外割添加)  
 ジルコン 8.0%  
 無鉛フリット 25.0%

銅斑紋釉の調合例

福島長石 30.8%  
 珪灰石 7.7%  
 朝鮮カオリン 7.7%  
 無鉛フリット 53.8%  
 (外割添加)  
 酸化銅 3.0%

6. 製品化試験

製品化試験は4配合系の鑄込性状と焼成性状の結果から最も良好なクチャ-伊武部粘土系とクチャ-シャモット系の2配合系について行なった。表4に製品化試験の概要を示す。

表4 製品化試験の概要

配合系	配合割合	成形法	試作品の種類	技法	釉薬
クチャ    伊武部粘土系	クチャ 60%  伊武部粘土40%	ロクロ成形 機械ロクロ成形 鑄込成形 水分57.5% 水ガラス0.7%	シーサー(大) シーサー(中) シーサー(小) 面シーサー 皿(小) 皿(中) 皿(大) 一輪差 抱瓶 カラ カ イ	化粧掛  線彫  刷毛目  素地見せ	透明釉  ジルコン釉  銅斑紋釉  シリコンソーダ釉
クチャ    シャモット系	クチャ 60%  シャモット40%	ロクロ成形 機械ロクロ成形 鑄込成形 水分46% 水ガラス0.8%	同上	同上	同上

また、使用した電気炉（50KW）による焼成曲線を図12に示す。写真1～写真4は製品の概要である。

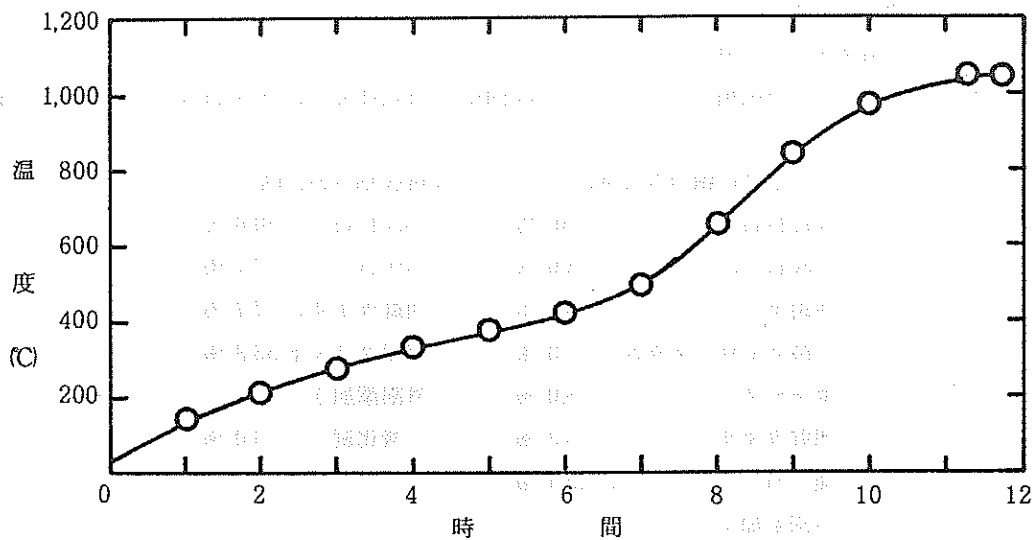


図12 電気炉による焼成曲線



写真1 シーサー類



写真3 一輪指し



写真2 雑器製品

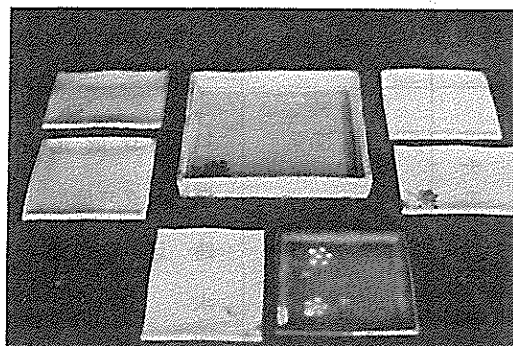


写真4 角皿類

クチャを中心とした新規坯土による試作品は、材質または外観面とも一般陶器製品と比較して遜色のない充分使用に耐え得る素地である。

以上のようにクチャを60%以上配合し、1130℃前後で焼成する製品に対し「クチャ・セラ」と総称することとし、低品位原料による新規素地の開発ができた。

## 7. まとめ

「低品位粘土資源の活用による陶器製品の開発研究」を実施したところ次の成果が得られた。

- (1)、多量に賦存するクチャは瓦、煉瓦、花鉢などの素焼製品の原料として利用されているにすぎないが、本研究によって低温焼結素地として開発することができた。
- (2)、クチャ中には可溶性塩が多いため铸込性が困難とされていた。炭酸バリウムを用いる塩酸凝集脱水法によって硫酸イオン等の影響が少なくなり铸込性が可能になった。
- (3)、「クチャ・セラ」とはクチャを60%以上用いて製作する炉器製品のことである。クチャ・セラは、電気炉で1130℃±10℃において焼結する素地のことであり、化粧掛、施釉、加飾等が自由にできることを特徴としている。
- (4)、電気炉焼成の無釉クチャは、常滑の朱泥焼、四日市の万古焼等に類似するが、クチャ・セラ特有の外観を呈する。

## あとがき

低品位粘土資源とりわけクチャ（島尻泥岩）の新規商品「クチャ・セラ」が開発できたことは今後当社の戦略商品として位置づけられ期待できる。クチャ・セラは低温焼成素地であり、省エネタイプの製品である。また電気炉焼成によって焼成管理が簡便となると同時に製品の良品率が高く、歩留りも90%以上期待できる。

本研究を実施するにあたっては、県技術アドバイザー森田四郎氏と加藤整治氏に御指導を賜りました、ここに深謝の意を表します。

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。