

琉球大学学術リポジトリ

壺屋焼陶器の原料中の粘土鉱物について(農芸化学科)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 渡嘉敷, 義浩, Tokashiki, Yoshihiro メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/4295

壺屋焼陶器の原料中の粘土鉱物について

渡 嘉 敷 義 浩*

Yoshihiro TOKASHIKI: Clay minerals in potter's earth
for an Okinawan pottery, Tsuboya-yaki.

I はじめに

沖縄の陶器は数百年の長い伝統と沖縄特有の地理的条件に規定された、素朴で明るい、健康的な個性を有しているといわれている。最近では、民芸ブームに乗って琉球陶器の価値が見直され、その需要が急速に伸びている反面、県内の原料採取地では県土保全や乱開発防止の規制、あるいはゴルフ場や観光施設内などのために原料の確保が困難になっていることから、原料採取地の確保および新規開発が切望されている^{1, 10, 11)}。

一方、沖縄産陶器の原料中の粘土鉱物組成について調べた報告ははなはだ少ないように思われる。林ら⁶⁾は、粉末試料のX線回折分析および偏光顕微鏡観察によって窯業原料粘土の鉱物同定を行ない、粘土はいずれもカオリナイトを主体としその他に石英、絹雲母、長石などをかなり多量に含んでいると報告した。また、照屋ら⁹⁾は沖縄産粘土の化学組成に注目しながら、陶磁器その他の原料粘土について考察を試み、他方では粘土鉱物組成や粘土の物理的性状などをさらに検討する必要があることを示唆した。最近、藤井と照屋ら^{3, 4, 12)}は一緒に沖縄島の陶土原料の調査を行ない、沖縄島産陶土の産状と組成・性質を調べ、成因的に(1)熱水性粘土、(2)風化残留性粘土、(3)堆積性粘土の3種類に分類し、各粘土の鉱物組成は(1)にかなり結晶度のよいカオリナイト、(2)にカオリナイトの他に雲母粘土鉱物、(3)に緑泥石、雲母粘土鉱物、カオリナイト、雲母-Alバーミキュライト規則混合層鉱物などを主成分とすることを報告した。

本研究の目的は、常用されている沖縄産陶器の原料をさらに詳しく調べることにより、今後の原料採取地の確保あるいは開発に役立つと思われる沖縄産陶土の基礎的知見を得ることである。著者は、沖縄産陶器の主な産地である壺屋で陶器の素地および化粧土として用いられる、いわゆる壺屋焼陶器の原料を採取する場所に同行する機会を得、その時に採集した原料陶土について粘土鉱物組成および2, 3の理化学性を調べたので以下に報告する。

II 供試陶土および実験方法

供試陶土は古くから壺屋焼陶器の原料として利用されている古我知、喜瀬、安富祖、前兼久、山田および喜名の6個所の陶土を用い、沖縄島内におけるこれらの概略の採取地点をFig. 1に示した。

* 琉球大学農学部農芸化学科

本論文の要旨は、日本粘土学会(昭和49年11月)において報告した。

琉球大学農学部学術報告 23: 153~164 (1976)

Table 1. Physical and chemical properties of the potter's earth

Material	Color	pH		Fine soil (<2mm) %*			Use	Reference	
		H ₂ O	KCl	Coarse sand	Fine sand	Silt			Clay
KOGACHI - a	Yellowish red 5YR 4/8	4.3	3.6	1	15	47	37	Body	1, 14, 15
" - b	Grayish brown 2.5Y 5/2	4.2	3.5	6	20	42	32	"	" , " , "
KISE - a	Pale yellow 2.5Y 7/4	3.2	3.1	3	14	41	42	Make-up, Glaze, Body	" , " , "
" - b	Light gray 5Y 7/1	4.0	3.6	40	22	25	14	" , , "	" , " , "
AFUSO	Pale yellow 5Y 7/3	4.5	3.7	24	26	34	16	" , , "	" , 15,
MAEGANEKU - a	Yellow 10YR 7/8	4.4	3.7	3	54	31	12	Body	" , 14, 15
" - b	Light brown 7.5YR 6/4	4.4	3.6	tr	49	21	30	"	" , " , "
YAMADA	Light olive brown 2.5Y 5/6	4.9	3.7	3	39	37	22	"	" , " , "
KINA	Yellowish red 5YR 4/8	4.4	3.6	4	15	31	50	"	" , " , "

* on the oven-dry basis of fine soil

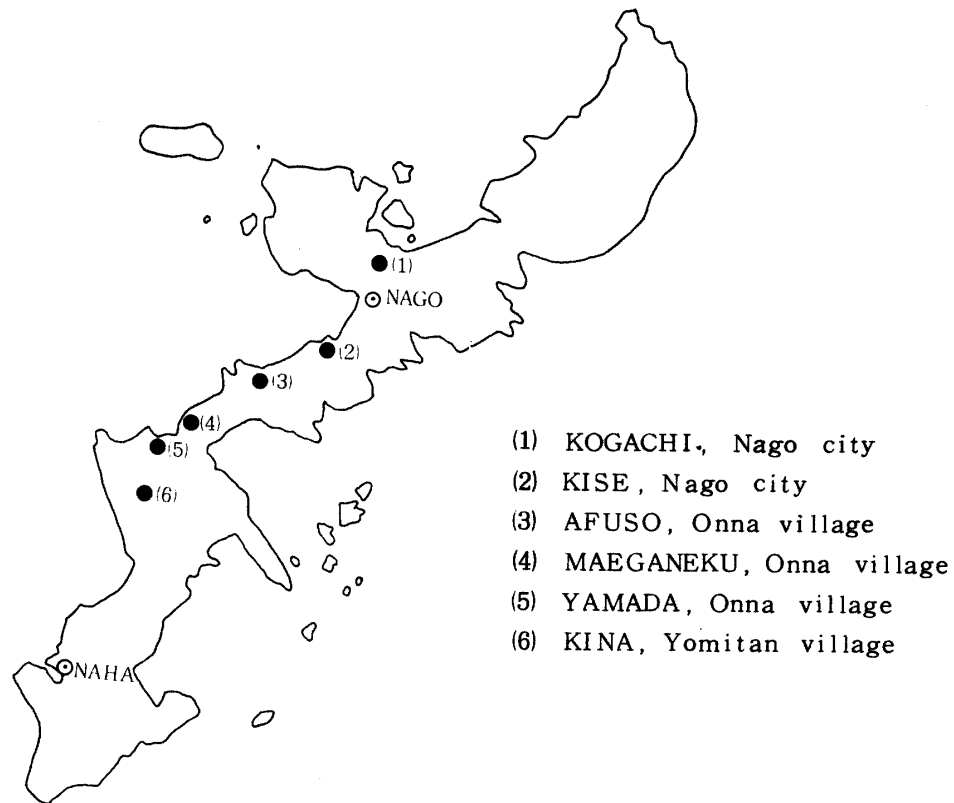


Fig. 1. Location of potter's earth collected in Okinawa Island for an Okinawa pottery, Tsuboya-yaki

供試陶土の特徴はTable 1に示すとおりである。いずれの陶土も土壌反応は強酸性を呈し、一般に、粘土およびシルト含量は素地土が化粧土よりも高い傾向を示した。なお、古我知、喜瀬および前兼久では全般的に土色の異なる陶土が存在したので、陶土の色が各々異なるものを選んで採取した。これらの陶土のうち、経験的には-bで表示した陶土が良質であるといわれている。土色はMunsell Soil Color Chartsによった。pHは風乾細土 (< 2 mm) と蒸留水あるいは1N塩化カリウム溶液との比を1:2.5にして、1時間振とう後攪拌しながら測定した。粒径分析は国際土壌学会法に従い、風乾細土から沈定法の繰り返しで分散した粘土およびシルト部分を集め、粗砂および細砂部分を篩別で集め、それぞれの重量を測定して求めた。用途は照屋ら^{10, 11, 12)}の報告も参考にして記した。

粘土中の非晶質部分と結晶質部分は、ハイドロサルファイトナトリウム-炭酸水素ナトリウム-クエン酸ナトリウム (以下ジチオナイトと略称)、2%炭酸ナトリウムおよび0.15 Mシュウ酸ナトリウム溶液処理をそれぞれ順次行なう選択溶解法^{13, 14)}によって分別した。また、ジチオナイト溶液処理で溶解するFeを原子吸光分析法で測定し、遊離のFe₂O₃として求めた。

粘土鉱物の同定は、X線回折分析、示差熱分析および電子顕微鏡観察をいずれも和田¹⁵⁾の方法によって行なった。X線回折分析を用いてシルト部分の鉱物同定も行なった。各陶土に含まれる鉱物の相対量は、定方位および乱方位試料の回折図を用い、イライト (10 Å) およびカナリナイト (7 Å) の主要ピークの回折強度を比較して求めた。

III 結果および考察

選択溶解法を用いて求めた各陶土の粘土部分の非晶質成分、遊離酸化鉄および結晶質成分の含量と、粘土およびシルト部分の鉱物組成とをそれぞれまとめて、Table 2に示した。また、各陶土の未処理粘土の示差熱曲線 (DTA曲線) をまとめて Fig. 2 に示した。なお、DTA 曲線の 330°C 附近の発熱ピークは、いずれも粘土部分に含まれる有機物の燃焼に起因するものと思われる。

Table 2. Summary of mineralogical properties of the potter's earth

Material	Dithionite- 2%Na ₂ CO ₃ - 0.15M Na-oxalate treatment (%) *		Mineral composition **	
	Soluble(Fe ₂ O ₃)	Insoluble	Clay fraction	Silt fraction
KOGACHI - a	16 (10)	84	It, Qz >>> Kt, Gt	Qz >>> It > Kt
" - b	8 (4)	92	It, Qz >>> Kt	"
KISE - a	9 (5)	91	"	"
" - b	4 (tr)	96	"	"
AFUSO	4 (1)	96	It, Qz > Kt	Qz >>> It, Kt
MAEGANEKU- a	11 (5)	89	Kt > Ht > Vt	Qz >>> Kt
" - b	12 (2)	88	Ht > Kt > Vt	"
YAMADA	19 (11)	81	It, Qz, Kt, Gt	Qz >>> It, Kt
KINA	17 (9)	83	"	"

* on the oven-dry basis of total clay

** Abbreviations : Gt=goethite; Ht=halloysite; It=illite; Kt=kaolinite; Qz=quartz; Vt=vermiculite

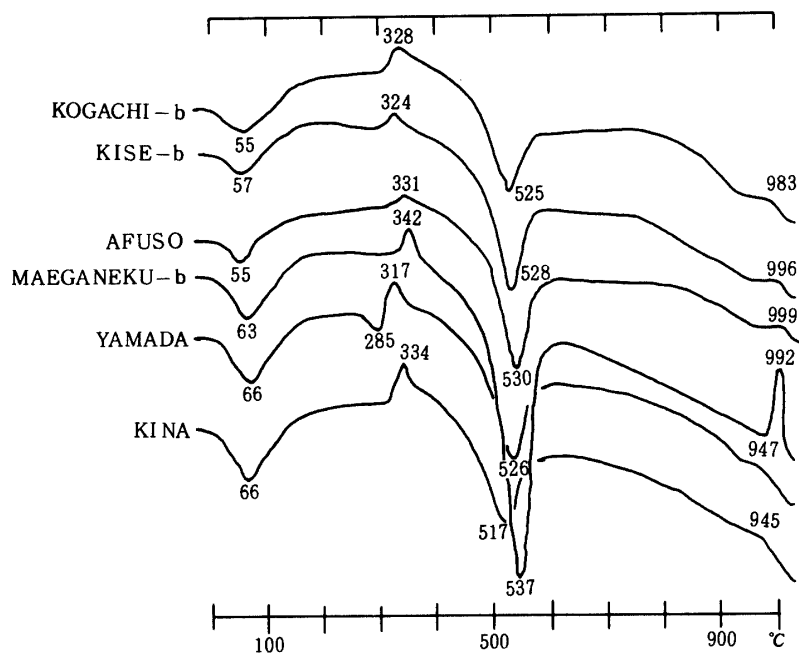


Fig. 2. Differential thermal curves of Mg-clay ($< 2\mu$) of the potter's earth

1. 古我知陶土の粘土鉱物

定方位X線回折図 (Fig. 3) で Mg - clay 風乾, 10Åのピークは次のグリセロール処理で影響を受けず, そのピークはK - clay, 350°Cで7Åの回折強度にはほとんど変化がみられないので, イライトと判定することができる。Mg - clay, 風乾で7ÅのピークはK - clay, 550°C加熱処理後完全に消失するので, カオリナイトかメタハロイサイトの存在が推測される。乱方位試料 (Fig. 4) の粘土

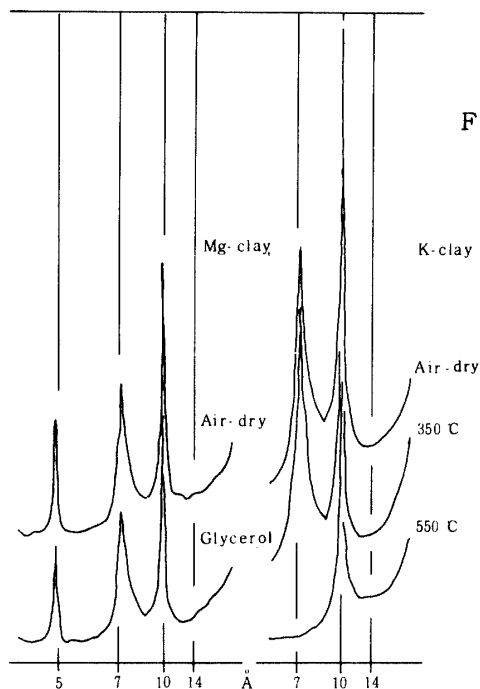


Fig. 3. Oriented X-ray diffractograms of deferrated KOGACHI-b clay

Fig. 4. Random powder X-ray diffractograms of original KOGACHI-b clay and KOGACHI-b silt

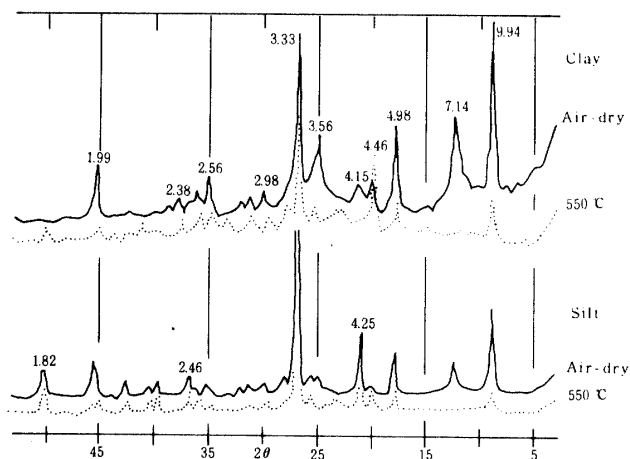


Fig. 5. An electron micrograph of original KOGACHI-b clay (<math>< 2 \mu</math>). A scale of full line show 1 μ .

部分ではカオリナイトの(20 $\bar{2}$), (13 $\bar{1}$), (20 $\bar{3}$), (13 $\bar{2}$)面に基づく特有の反射ピークは混在する一次鉱物のピークと重複するので正しく判別しえないが, (020)面に相当する4.46 Å附近のピークの回折強度からみてカオリナイトであろうと思われる。すなわち, 7 Å鉱物の(020)面の4.46 Åのピークが, (001)および(002)面の7.14 Åおよび3.56 Åのピークより弱く, そして, (001)面に基づく反射ピークのd値が7.14 Åと比較的に小さい^{2, 7, 8)}。またDTA曲線(Fig. 2)の530°C附近の吸熱ピークは巾広く, かつ対称の特徴を有し, 電子顕微鏡写真(Fig. 5)には不整六角薄片状の結晶片も認められることからカオリナイトの存在が支持される^{5, 7, 8)}。また, 550°C加熱処理後(Fig. 4), 3.33 Åの回折強度がほとんど減少しないので, 粘土部分にはかなりの量の石英が混在すると思われる。同様にシルト部分の鉱物組成も石英, イライトおよびカオリナイトを判定した。

素地土として利用される古我知陶土の-aおよび-bでは, 鉱物組成にはほとんど差異が認められないが, 非晶質成分および遊離の酸化鉄の量は両者の間にかかなりの差異が認められるのが特徴である(Table 2)。なお, -aの粘土部分のX線回折図はイライト, カオリナイトおよび石英の存在に加え, 明確ではないが少量のゲータイトの存在も示唆した。

2. 喜瀬陶土の粘土鉱物

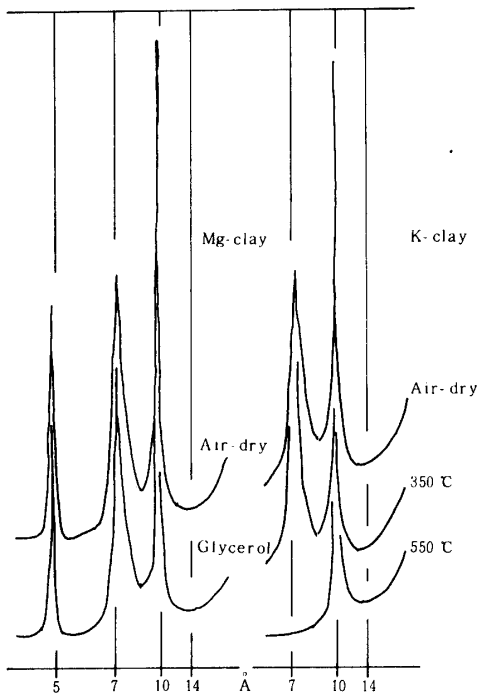
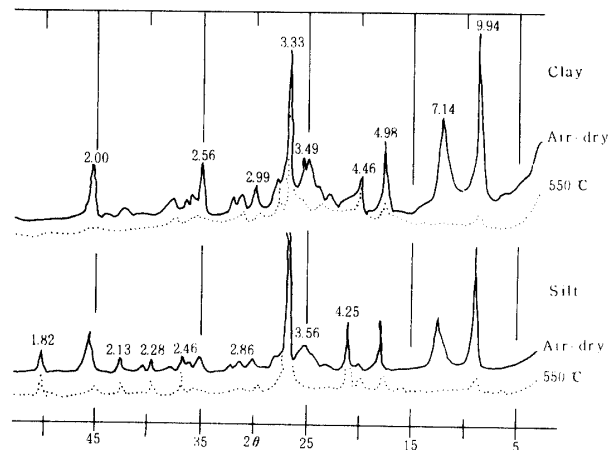


Fig. 6. Oriented X-ray diffractograms of deferrated KISE-b clay

Fig. 7. Random powder X-ray diffractograms of original KISE-b clay and KISE-b silt



喜瀬陶土のX線回折図(Fig. 6, Fig. 7)の特徴は, 先の古我知陶土の回折図の特徴にそれぞれよく類似する。また, 同様にDTA曲線の特徴もよく類似する。これらのことから, 喜瀬陶土の鉱物組成は古我知陶土の鉱物組成とほとんど同じであることが推測される。主に化粧土として利用される喜瀬陶土の-aおよび-bでは, 粘土とシルト部分の含量, および粘土中の遊離酸化鉄の含量がいずれも著しく異なり, そして後者の粘土部分は壺屋焼原料陶土中, 遊離酸化鉄の含量が最も少ないのが特徴である(Table 1, Table 2)。

3. 安富祖陶土の粘土鉱物

先の喜瀬陶土と同様、主に化粧土として利用される安富祖陶土の理化学性は、喜瀬陶土の-bのそれとよく類似するのが特徴である (Table 1, Table 2)。また、X線回折図 (Fig. 8, Fig. 9) は粘土およびシルト部分の鉱物組成が、喜瀬陶土の鉱物組成とほとんど同じであることを推測させる。そして、喜瀬陶土に比べ粘土部分にはイライトおよび石英が少なく、シルト部分には石英が著しく多いのが特徴である。

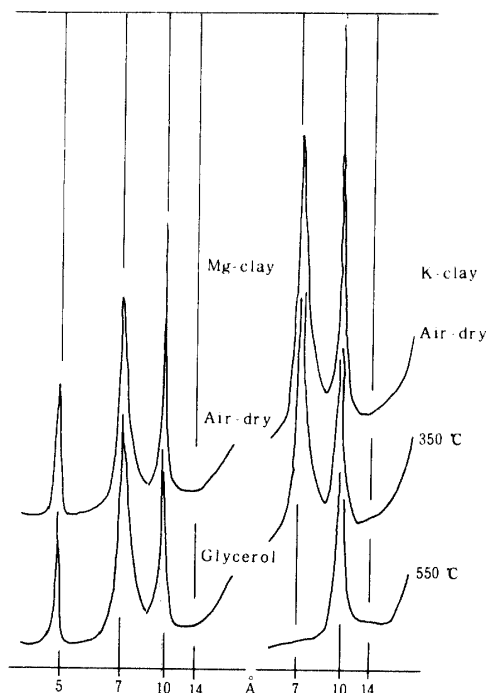
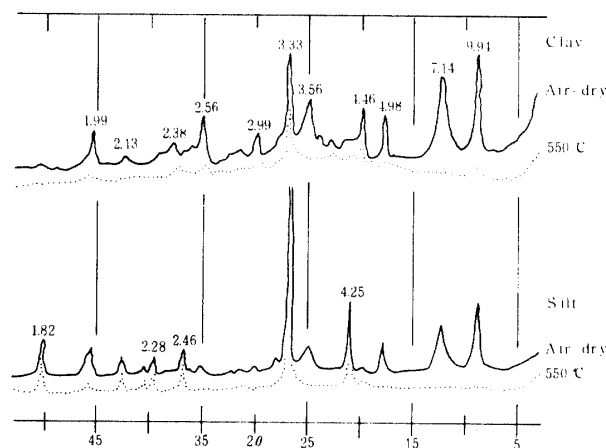


Fig. 8. Oriented X-ray diffractograms of deferrated AFUSO clay

Fig. 9. Random powder X-ray diffractograms of original AFUSO clay and AFUSO silt



4. 前兼久陶土の粘土鉱物

前兼久陶土のX線回折図 (Fig. 10, Fig. 11) およびDTA曲線 (Fig. 2) の特徴は、いずれも先の古我知、喜瀬、安富祖、後で述べる山田、喜名陶土の各々の特徴とは明らかに異なる。定方位X線回折図 (Fig. 10) では、Mg-clay, 風乾で14Åのピークはグリセロール処理による変化を受けず、このピークはK-clay, 風乾でほとんど消失し10Åの回折強度が高まり、回折強度は弱い550°C加熱処理後もそのまま残ることから、パーミキュライトと判定することができる。Mg-clay, 風乾で10Åのピークはグリセロール処理後11Å附近へ移行する。そしてこのピークのほとんどがK-clay, 350°Cで7Å附近へ移行してその回折強度が高まり、550°C加熱処理後に消失するのでハロイサイトと結論することができる。一方、電子顕微鏡写真 (Fig. 12) には中空管状の粒子が主体を占め、DTA曲線 (Fig. 2) には540°C附近に鋭く、強度が大の吸熱ピークと990°C附近に鋭い発熱ピークとが現われることからハロイサイトの存在が支持される^{5, 7, 8)}。Mg-clay, 風乾で7Åのピークの一部はパーミキュライトの2次回折線を含み、その残りはK-clay, 550°C加熱処理後に消失することからカオリナイトおよびメタハロイサイトの存在を推測させるが、粉末X線回折図 (Fig. 11) によれば、先の古我知陶土の場合と同様に判定してカオリナイトであろうと思われる。550°C加熱処理後の回折線の特徴 (Fig. 11) から、前兼久陶土のシルト部分には多少の石英が含まれ、その含量は他の陶土に比べて少なく、粘土部

分には石英がほとんど含まれないことが推察される。

前兼久陶土の-aおよび-bの粘土部分では、遊離酸化鉄を含む非晶質成分と結晶質成分との間には量的差異がほとんどみられず、結晶質成分中のハロイサイトとカオリナイトの多少に差異がみられるのが特徴である (Table 2)。また、前兼久-aおよび-bの陶土はいずれも他の陶土に比べ、細砂部分の含量が著しく高いのが特徴である (Table 1)。

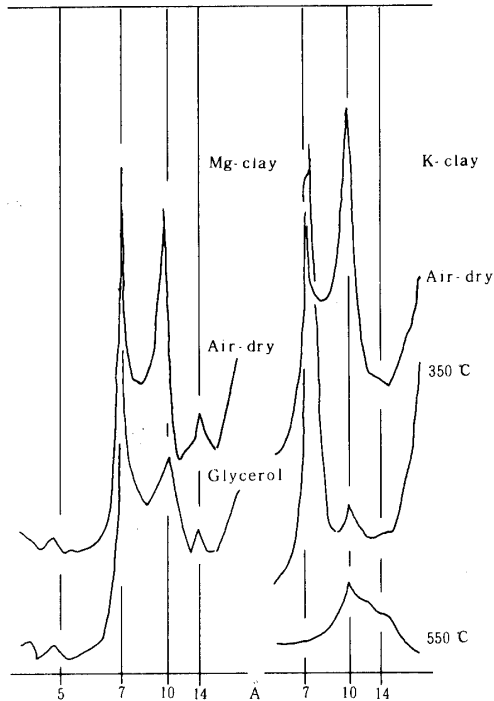


Fig. 10. Oriented X-ray diffractograms of deferrated MAEGANEKU-b clay

Fig. 11. Random powder X-ray diffractograms of original MAEGANEKU-b clay and MAEGANEKU-b silt

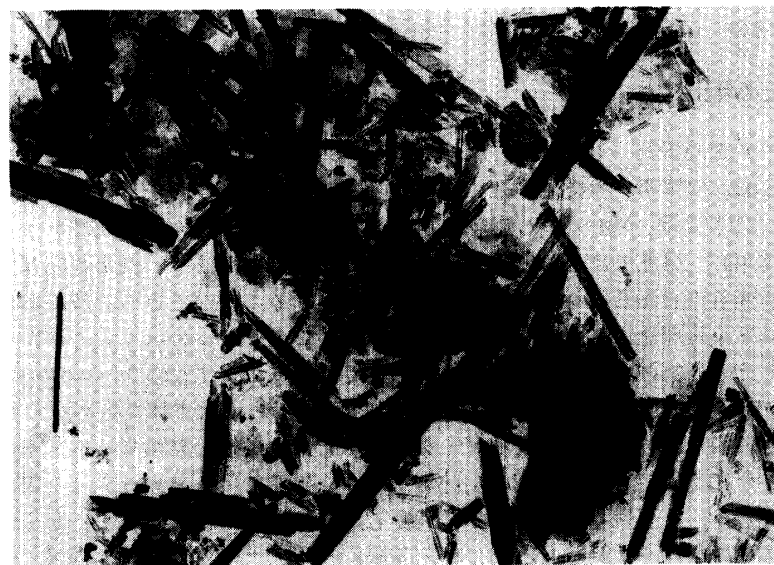
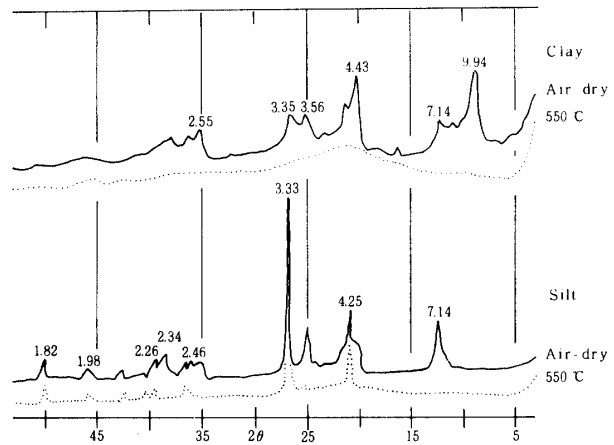


Fig. 12. An electron micrograph of original MAEGANEKU-b clay ($< 2 \mu$)
A scale of full line show 1μ .

5. 山田陶土の粘土鉱物

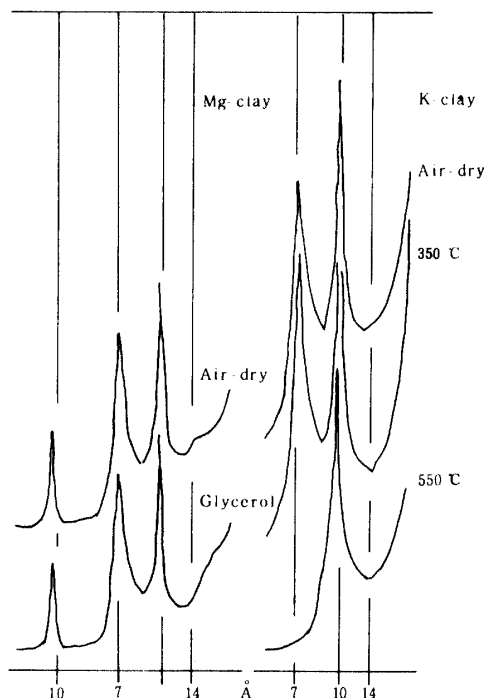
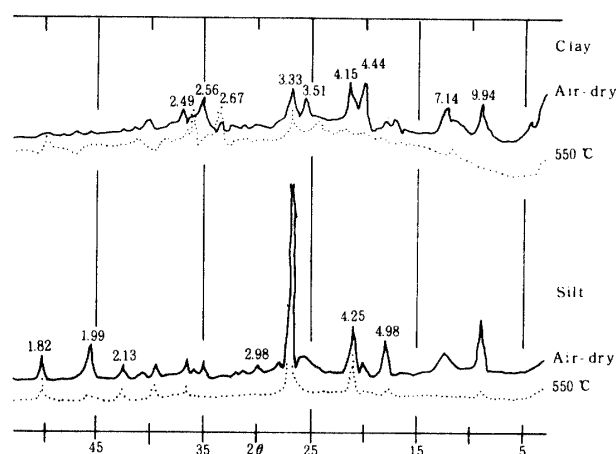


Fig. 13. Oriented X-ray diffractograms of deferrated YAMADA clay

Fig. 14. Random powder X-ray diffractograms of original YAMADA clay and YAMADA silt



X線回折図 (Fig. 13, Fig. 14) の特徴は、各鉱物の主要回折線の強度に差異がみられるが、先の古我知陶土の回折図の特徴にいずれもよく類似することから、古我知陶土と同種の鉱物が存在することを推測させる。また、粉末試料の回折図 (Fig. 14) には風乾で 4.15 \AA 附近にかなりの強度の回折ピークが現われる。このピークは 550°C 加熱処理後に消失して 2.67 \AA および 2.49 \AA の回折強度が高まることから、ゲータイトのヘマタイトへの移行が示唆されゲータイトの存在が推察される²⁾。このことは、DTA 曲線 (Fig. 2) の 285°C 附近の吸熱ピークに対応するように思われる。山田陶土の粘土部分にはイライト、カオリナイト、石英、ゲータイトがほぼ同じ割合に含まれ、シルト部分の鉱物組成は先の安富祖陶土のそれによく類似し、石英含量が著しく高いのが特徴である (Table 2)。また、山田陶土は他の陶土に比べ非晶質成分の含量が最も多く、遊離酸化鉄の含量が先の古我知-a および次の喜名陶土のそれとほぼ同じであることが特徴である (Table 2)。

6. 喜名陶土の粘土鉱物

喜名陶土の粘土およびシルト部分の鉱物組成は、X線回折図 (Fig. 15, Fig. 16) および DTA 曲線 (Fig. 2) の特徴から、いずれも先の山田陶土の鉱物組成とほとんど同じであることが推測される。粘土部分の DTA 曲線には、ゲータイトの結晶破壊に対応すると思われる 285°C 附近の吸熱ピークは現われなかった。一方、喜名陶土の理化学性は粘土含量が著しく高いことを除けば、先の山田陶土のそれにほとんど類似するのが特徴である (Table 1)。

なお、沖縄陶器については、素地の強度、焼き上り、釉との付着性、コシの強さ、その他の必要十分条件を満たすための原料粘土の配合比が調べられ、前兼久粘土30%、山田粘土50%、喜名粘土20%の配合比が最も適切であるといわれている¹⁾。このような3陶土の配合比によって最適な素地土の各条件を

満たす結果が得られるのは、各陶土に含まれるカオリナイト、イライト、ハロイサイト、パーミキュライト、石英などの鉱物の質と量、粒径分布の差異などが重要な因子であることを示唆するように思われる。

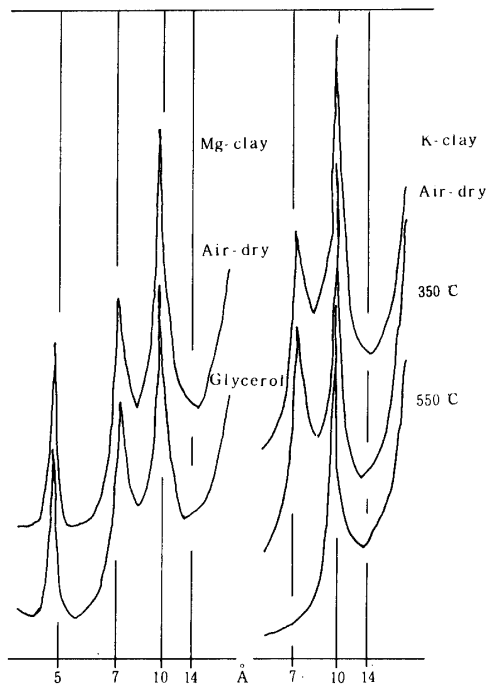
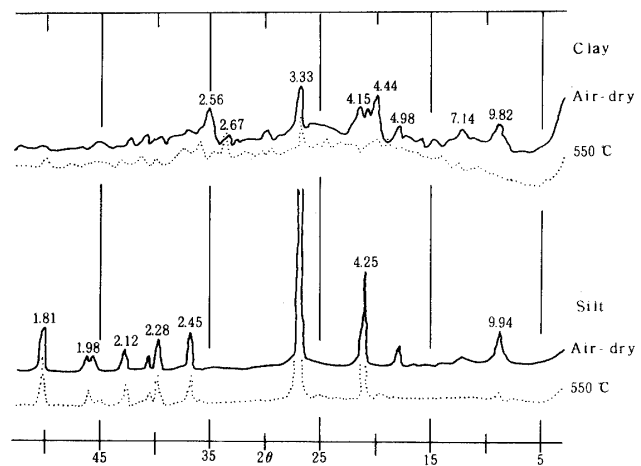


Fig. 15. Oriented X-ray diffractograms of deferrated KINA clay

Fig. 16. Random powder X-ray diffractograms of original KINA clay



IV む す び

沖縄産陶器の原料中特に壺屋焼陶器の原料として用いられる古我知、喜瀬、安富祖、前兼久、山田および喜名の6陶土について2、3の理化学性を調べ、そしてX線回折分析、示差熱分析、電子顕微鏡観察によって粘土およびシルト部分の鉱物組成を調べた。得られた結果は以下のように要約することができる。

1. 陶土の理化学性

いずれの陶土も土壌反応は強酸性を呈し、粘土およびシルト部分の含量は素地土として用いられる古我知、前兼久、山田および喜名陶土の方が、化粧土として用いられる喜瀬および安富祖陶土よりも高い傾向を示した。また、他の陶土に比べ前兼久陶土は細砂部分の含量が、喜名陶土は粘土部分の含量がそれぞれ著しく高いのが特徴である。

喜瀬および安富祖陶土は粘土部分に含まれる非晶質成分および遊離酸化鉄の含量が著しく少なく、古我知-a、山田および喜名陶土は非晶質成分および遊離酸化鉄の含量が著しく多かった

2. 粘土およびシルト部分の鉱物組成

古我知、喜瀬、安富祖、山田および喜名陶土の粘土部分にはいずれもイライト、カオリナイト、石英が含まれ、そして古我知、喜瀬および安富祖陶土はイライトおよび石英が粘土部分の主体を占めた。また、古我知-a、山田および喜瀬陶土の粘土部分には、これらの鉱物の他にゲータイトが含まれた。一方

これらの陶土のシルト部分には、粘土部分と同様にいずれも石英、イライト、カオリナイトが含まれ、安富祖、山田および喜名陶土のシルト部分には石英がすこぶる優勢であった。

前兼久陶土の粘土部分にはハロイサイト、カオリナイト、パーミキュライトが含まれ、ハロイサイトおよびカオリナイトが粘土部分の主体を占めた。また、シルト部分には石英、カオリナイトが含まれ、石英が優勢であった。

謝 辞

壺屋焼原料陶土の採掘現場への案内および試料採取などに便宜をはかって下さった、陶芸家小橋川清勇氏、琉球大学理工学部屋富祖建樹助手、「ふくや」安元実氏に感謝の意を表わします。また、沖縄産陶器についての有益な助言やご教示を下された沖縄県工業試験場鉱物資源課の照屋善義課長、仲村三雄研究員に、そして示差熱分析装置の利用、電子顕微鏡観察にそれぞれ便宜をはかって下さった、九州大学農学部江頭和彦助教授、琉球大学農学部与那覇哲義助手に、感謝の意を表わします。

参 考 文 献

1. 安次富長昭, 伊差川新, 大城志津子, 平良邦夫, 山里将晃 1974 沖縄の伝統工芸産業調査報告書, P93~125, 財団法人沖縄協会
2. Brown, G. 1961 The X-ray identification and crystal structures of clay minerals, P 111~115, P 370~389, London, Mineralogical society
3. 藤井紀之, 照屋善義, 仲村三雄, 宜野座俊夫 1975 沖縄島産陶土の産状と分類, 第19回粘土科学討論会講演要旨集, 55
4. ———— 1975 沖縄の陶土を訪ねて, 地質ニュース, 251: 34~49
5. Grim, R. E. 1968 Clay mineralogy, 2nd Ed., P 168~183, P 298~313, New York, McGraw-Hill book company Inc.
6. 林宏, 松本秀夫, 高木弘義, 西山五郎 1964 窯業原料としての沖縄産粘土とけい石, 名古屋工業技術試験所報告, 第13巻, 第9号: 359~365
7. 北川靖夫 1974 土壌中に存在するカオリナイトとメタハロイサイトの判定, 粘土科学, 14: 90~97
8. 須藤俊夫 1974 粘土鉱物学, P 123~149, P 159~162, P 178~195, 岩波書店
9. 照屋善義, 平良昭彦 1968 沖縄に賦存する窯業原料について, 琉球政府工業研究指導報告, 第2号, 89~96
10. ————, 仲村三雄, 宜野座俊夫 1974 陶器窯業実態調査報告書, 1~18, 沖縄県工業試験場
11. ————, ————, ———— 1975 陶器窯業実態調査報告—技術的問題点を中心として—, 沖縄県工業試験場業務報告(昭和49年度), 12~21
12. ————, 宜野座俊夫, 仲村三雄 1975 沖縄本島の窯業原料とその性状について(第1報), 沖縄県工業試験場業務報告(昭和49年度), 66~73
13. Tokashiki, Y. and Wada, K. 1972 Determination silicon, aluminum and iron dissolved by successive and selective dissolution treatments of volcanic ash soil clays, Clay Science, 4: 105~114
14. 渡嘉敷義浩, 大屋一弘, 鎮西忠茂 1975 ジャーガルとその母材に関する研究(第一報) 沖縄本

- 島, 具志頭村白土原の土壤粘土鉱物について, 琉球大学農学部学術報告, 第22号: 177~190
15. 和田光史 1966 粘土鉱物の同定および定量法, 土肥誌, 37: 9~17

Summary

Okinawan potteries are gaining popularity in these days and increasing buy of customers is causing them short in supply. The office of Okinawa prefecture is, in order to promote pottery industry, faced to argent need of exploitation of potter's earth besides privately owned ones that are used to be the main source of Okinawan potteries. The office, on the other hand, is required to make specifications of the potter's earth to keep the quality of the potteries. Very few, however, are scientifically studied on the potter's earth.

The present study was to investigate physical, chemical and mineralogical properties of the potter's earth which were specifically used for Tsuboya-yaki, a kind of typical Okinawan potteries. Samples were collected from such six mines as Kogachi(-a and -b), Kise(-a and -b), Afuso, Maeganeku(-a and -b), Yamada, and Kina, all of those are located along the East China Sea side near the central part of Okinawa Island. The clay fractions were examined by means of selective dissolution, X-ray diffraction analysis, differential thermal analysis, and electron microscopy.

Obtained results were as follows: i) All of the potter's earth sampled were strong acid as measured in suspension. ii) The contents of clay (<0.002mm) and silt (0.02-0.002mm) were higher (50-80%) in the samples from Kogachi, Yamada, and Kina which were being used for body of Tsuboya-yaki than those of Kise and Afuso (40-50%) which were for make-up of that pottery. The clay fraction was highest in Kina sample, but the fine sand fraction (0.2-0.02mm) was highest in Maeganeku samples. iii) The contents of amorphous materials and free iron oxides were negligible in the clay fractions of Kise-b and Afuso samples, but remarkably high in those of Kogachi-a, Yamada, and Kina samples. iv) The major crystalline minerals in the clay fractions were illite and quartz for Kogachi-a and -b, Kise-a and -b, and Afuso samples; halloisite and kaolinite for Maeganeku-a and -b samples. Kaolinite was also found in Kogachi-a and -b, Kise-a and -b, Afuso, Yamada, and Kina samples; vermiculite in Maeganeku-a and -b samples; and goethite in Kogachi-a, Yamada, and Kina samples as minor ones, respectively. v) In the silt fractions of Kogachi-a and -b, Kise-a and -b, Afuso, Yamada, and Kina samples found were quartz, illite and kaolinite, among which quartz was predominant in Afuso, Yamada, and Kina samples. Quartz was also the dominant crystalline mineral accompanied with a lesser amount of kaolinite in the silt fractions of Maeganeku.