

# とこなめ焼食器の素地土

松下 福三 光松 正人 福原 徹 永柳 辰一 田中 正洋

Tableware Body of Tokonameyaki Pottery

by

Fukuzo MATSUSHITA, Masato MITSUMATSU, Toru FUKUHARA,

Tatsuichi NAGAYANAGI and Masahiro TANAKA

常滑焼の新たな食器分野への進出を支援するため、伝統的かつ地元粘土の特徴を生かした素材感を備え、製造時の作業性にも優れた永続性のある食器素地土を開発した。その結果、開発コンセプトに合致し、成形及び加工等の作業性に優れ、とこなめ焼食器の新しい素地土の基礎となり得る、最高温度1200℃、1000℃からの還元雰囲気及び冷却時酸化雰囲気での焼成条件で淡い赤色となる、本山A木節50%・阿山長石(2級)40%・富貴土(赤)10%の食器素地土(開発素地土)を得た。開発素地土の焼成物性は、吸水率0.1%、曲げ強さ56MPa、全収縮率12%であり、既存の常滑焼素地土と同程度である。開発素地土の実用評価として、練土成形と泥漿鑄込成形を行い、ともに良好な結果を得た。

## 1. まえがき

常滑焼の新たな食器分野への進出を支援するため、伝統的かつ地元粘土の特徴を生かした素材感を備え、製造時の作業性にも優れた永続性のある食器素地土を開発し、食器分野での産地ブランドの創出に資する。

## 2. 開発コンセプト

目的とする食器素地土が常滑産地で使いやすい永続性のある素地土となるよう、次のように設定した。

- (1) 素地土として汎用性の高い、より淡い色調で比較的きめの細かい質感を有するものとする。
- (2) 地元原料粘土を配合する。
- (3) 焼成温度は中火度とする。
- (4) 吸水率(煮沸法)は1%以下とする。

なお、(4)については、主に地元で収集した食器類46品目の吸水率を測定し、全品目の65%が1%以下であったこと(図1)に基づき設定した。

## 3. 素地見本の作成

開発コンセプトに合致する標準素地見本を得るため、地元原料粘土として富貴土(赤)及び頁岩粘土を選択し、粘土-長石-珪石系を基本に、調合及び焼成試験を行った。本山木節粘土30%・福島珪石20%一定とし、残り

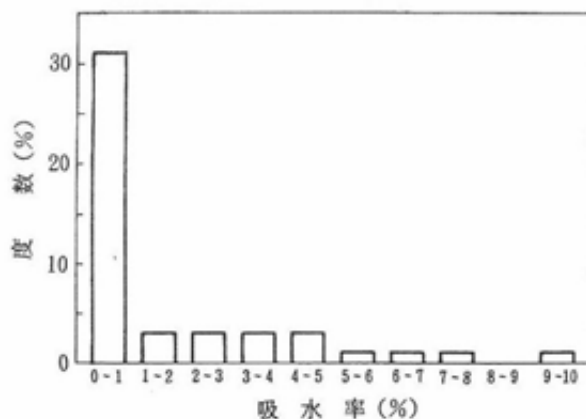


図1 収集した食器類の吸水率

50%について2種類の原料を選択し、各原料調合量を10%毎に順次変化させた。2種類の原料については、カリ長石(インド長石)、ソーダ長石(対州長石)、富貴土及び頁岩粘土を選択し、富貴土-頁岩粘土系を除く、すべての組合せについて行った。焼成は次に示す条件で行った。なお、以下の焼成温度は熱履歴センサーであるメジャーリング(リードハンマー社製)による測定値で表す。

- ・昇 温 ~1000℃ : 80℃/h  
1000℃~ : 60℃/h
- ・最高温度 1200℃、1時間保持
- ・焼成雰囲気 酸化雰囲気及び還元雰囲気(1000℃から最高温度保持終了まで : CO濃度5%)
- ・冷 却 自然冷却

その結果、多種多様な色調・質感の素地見本が得られ、色調については、酸化雰囲気(OA)で白・黄・灰・赤

色、還元雰囲気 (RF) で白・赤・赤茶・茶・黒色が得られた。RFは図2-1及び図2-2に示すとおり、吸水率を低下させた。そして、色調・質感も良好なものへと変化させる効果があった。また、長石の種類によって、得られた素地見本の色調・質感に顕著な差はなかった。カリ長石調合における富貴土系と頁岩粘土系のRF及びOF素地見本を写真1に示す。

ここで得られた素地見本の色調・質感及び吸水率等について検討し、RFで淡い赤色となる本山木節粘土30%・インド長石40%・富貴土10%・福島珪石20%の素地を標準素地見本とした。

なお、淡い赤色は、主に富貴土に含有する鉄分に起因すると考えられる。そこで、本山木節粘土60%・インド長石30%・福島珪石10%を基礎素地とする水酸化鉄(Ⅲ)：

1.1%、酸化鉄(Ⅱ, Ⅲ)：1.0%及び酸化鉄(Ⅲ)：1.0%の添加試験を行った。その結果、写真2に示すようにすべて標準素地見本と同様の淡い赤色となった。

## 4. 素地の開発

### 4.1 調合及び焼成試験

永続性のある素地土にするため、原料の品質、価格及び供給の安定性等を考慮し、標準素地見本の調合をベースに、とこなめ焼協同組合の原料3種類を使用して実用化試験を行った。粘土質原料として本山A木節、長石質原料として阿山長石(2級)を選択した。福島珪石分は本山A木節、阿山長石及び富貴土からとることとした。使用原料の化学分析値を表1に示し、各原料の調合を表2に示す。製土方法は、ボールミルで3時間湿式解砕し、600 $\mu$ mのふるいを通させ、亜炭、礫等を除去した後、脱水し練土(NGK硬度5)に調製した。なお、焼成条件はRFであり、その他の焼成条件は「素地見本の作成」のときと同じである。

表1 使用原料の化学組成 (%)

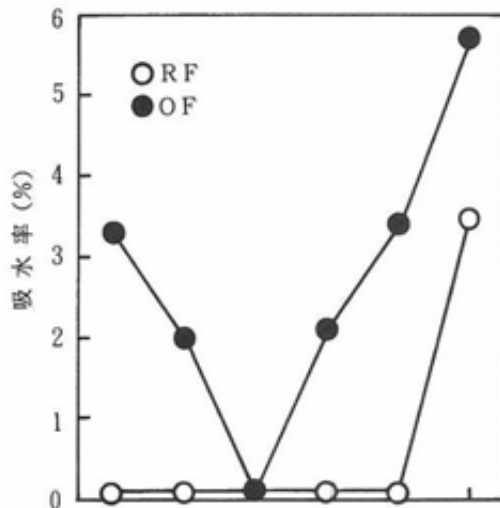
成分	本山A木節	阿山長石(2級)	富貴土(赤)
SiO <sub>2</sub>	55.4	76.8	64.6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28.2	13.8	18.0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.93	0.11	6.57
TiO <sub>2</sub>	0.90	0.02	0.87
CaO	0.17	0.55	0.11
MgO	0.19	0.01	0.60
Na <sub>2</sub> O	0.15	3.14	0.53
K <sub>2</sub> O	0.73	4.93	2.69
Ig.loss	13.0	0.55	5.99

表2 調合試験における原料配合 (%)

No.	本山A木節	阿山長石(2級)	富貴土(赤)
1	30	60	10
2	40	50	10
3	50	40	10
4	50	30	20
5	50	20	30

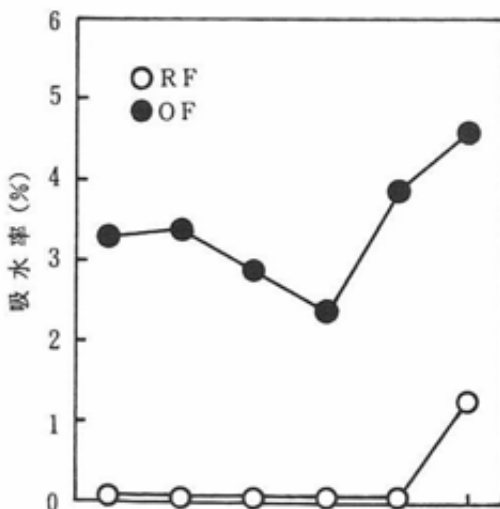
その結果、富貴土が10%であるNo. 1, 2, 3の調合で、目的とする標準素地見本と同様な素地を得た。なお、本山A木節50%一定のNo. 3, 4, 5の素地見本を写真3に示す。富貴土は調合量が増加すると、淡い赤～赤茶～黒茶へと変化し、10%の調合量でコンセプトに合致する。

また、昇温時1000℃から最高温度保持時間終了までの還元雰囲気及び自然冷却(酸化雰囲気)の焼成条件で得られる淡い赤色について、その原因を調べるため、No. 3の焼成素地の断面及び表面を観察した。写真4に示すように、最高温度1200℃の焼結度の高い試験体は、OFでは表面と断面の色が同じであるのに対し、RFでは表面が淡い赤色、断面は灰色であり、表面と断面の色が全く異なる。一方、最高温度1100℃の焼結度の低いRF



カリ長石(%)	50	40	30	20	10	0
富貴土(%)	0	10	20	30	40	50

図2-1 富貴土系の吸水率



カリ長石(%)	50	40	30	20	10	0
頁岩粘土(%)	0	10	20	30	40	50

図2-2 頁岩粘土系の吸水率

の試験体では、昇温時に還元された鉄分が冷却時に内部まで酸化雰囲気により酸化され、表面が淡い赤色、断面は中心部を除いた部分が表面と同じ淡い赤色である。これらのことから、淡い赤色は冷却時の酸化雰囲気に起因すると考えられる。

4.2 粘土量及び成形性

最も重要な評価項目である成形性が良好となる本山A木節の最低調合量を把握するため、ベッファーコロン法による評価を行った。その結果を図3に示す。同一含水率における高さは常滑焼食器メーカー素地土>白5号土>No.3>No.2≧半胴土>No.1であり、本山A木節が最も少ないNo.1は、ベッファーコロン法で、最も変形量が大きく、軟らかくて成形しにくい土と評価できた。

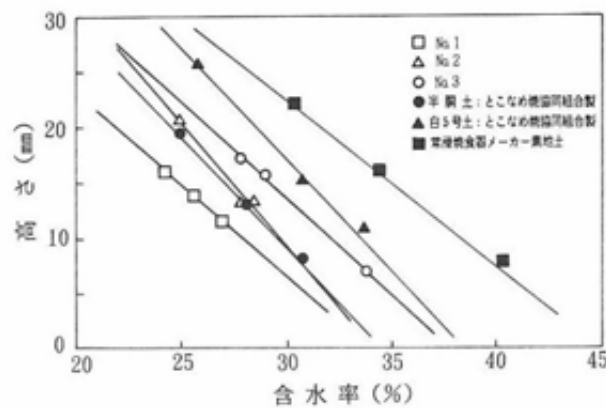


図3 ベッファーコロン法による成形性評価

これらの評価結果から、変形量が既存素地土より大きくないことと、グラフの傾き(絶対値)が小さく、変形量が含水率変化に対して鈍感なことを基準に、No.3の本山A木節50%・阿山長石(2級)40%・富貴土(赤)10%を開発素地土として選定した。

なお、開発素地土の鉱物組成(ノルム計算)は、粘土分40%、長石分30%及び石英分30%であり、鉄分はFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>として1.2%である。

4.3 開発素地土の乾燥及び焼成性状

開発素地土と既存素地土(とこなめの素地土:とこなめ2号)の乾燥性状及び焼成温度1200℃における焼成性状を表3に示す。表3から、開発素地土の吸水率は0.1%であり、各収縮率及び焼成曲げ強さは既存素地土と同程度の値を示している。

さらに焼成温度変化と各物性との関係を調べた。図4に焼成温度と曲げ強さの関係を示す。図4から、曲げ強さは開発素地土、既存素地土ともに焼成温度1200℃でピークとなり、そのときの曲げ強さはほぼ等しいものの焼成温度1200℃以下の曲げ強さは既存の素地土の方が高い。これは図5に示すように、同じ焼成温度における吸

表3 開発素地土の乾燥・焼成性状

物性	開発素地土	既存素地土
乾燥曲げ強さ(MPa)	4.8	7.3
乾燥収縮率(%)	5.0	5.1
焼成収縮率(%)	6.8	6.6
全収縮率(%)	11.6	11.4
吸水率(%)	0.1	0.1
焼成曲げ強さ(MPa)	55.7	56.7
自重変形量(mm)	1.6	1.8

※自重変形量:スパン 100mm

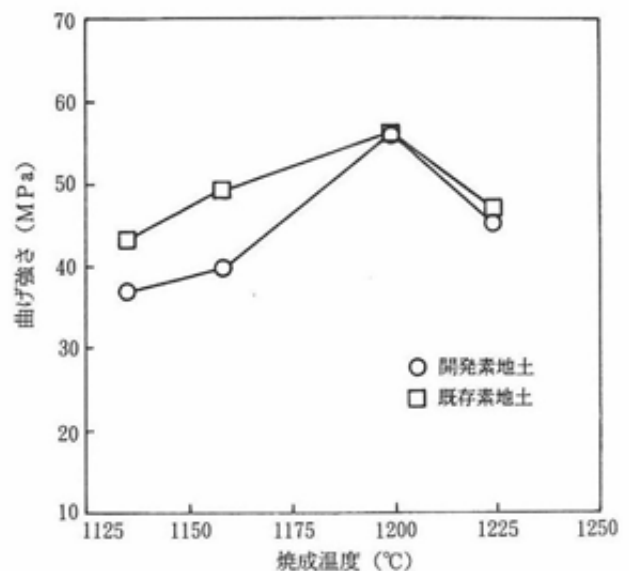


図4 焼成温度と曲げ強さ

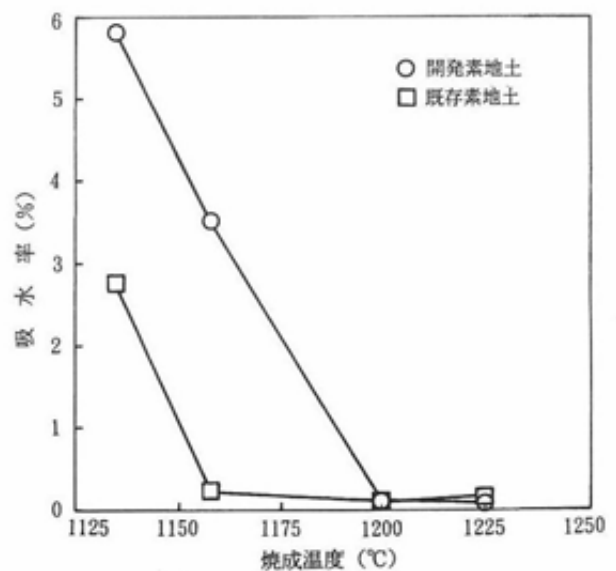


図5 焼成温度と吸水率

水率が既存素地土の方が低いためであり、図6の吸水率と曲げ強さの関係から、開発素地土の吸水率3%以下の曲げ強さは既存素地土より安定して高い。また、図7に焼成温度と自重変形量の関係を示す。開発素地土の自重変形量は、常に既存素地土よりも小さく、焼成変形の少ない素地土といえる。

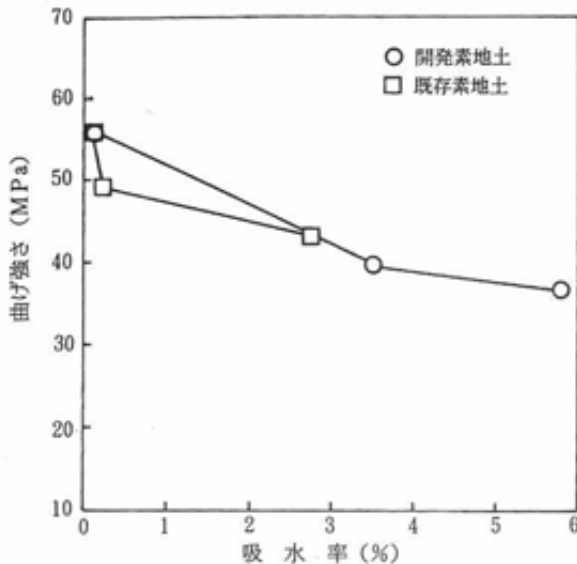


図6 吸水率と曲げ強さ

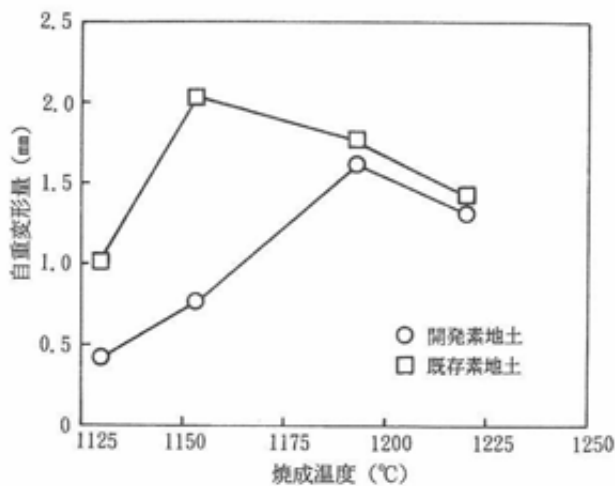


図7 焼成温度と自重変形量

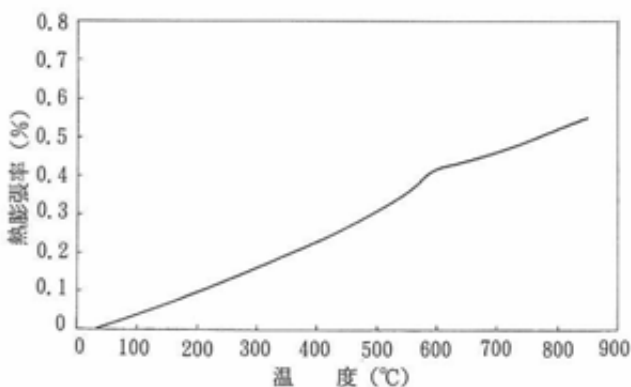


図8 焼成した開発素地土の熱膨張曲線

焼成した開発素地土の熱膨張曲線を図8に示す。500°Cまでの熱膨張係数は、 $6.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ である。また、冷め割れ、釉剝離等の原因となるクリストパライトによる200°C付近の異常膨張は認められない。

標準素地見本及び焼成した開発素地土の測色結果を表4に示す。開発素地見本は標準素地見本に比較して、明度が低く、彩度は高いが、開発素地見本、標準素地見本ともに、色相HはYR(黄赤)である。

表4 標準素地及び開発素地見本の測色結果

	L*	a*	b*	H	V/C
標準素地見本	66.6	6.6	19.3	7.8YR	6.5/3.4
開発素地見本	62.7	9.7	19.7	5.6YR	6.1/3.8

※測色条件：標準の光C及び2度視野XYZ表色系を用いた。

#### 4.4 作業性の評価

開発素地土の成形に関する実用性評価を行った。成形評価は、ロクロ成形、型起成形及びローラーマシン成形等の練土成形と泥漿鑄込成形について行った。評価を行った練土の含水率は28%であり、泥漿は含水率38%・珪酸ソーダ0.2%である。その結果、成形、成形後の削る加工、乾燥及び焼成等の工程で、成形切れ、成形自重変形、削るとき欠け、乾燥切れ、焼成自重変形等、問題はなく、良好な評価結果が得られた。ロクロ成形及び型起成形の評価品を写真5に示す。

## 5. まとめ

- (1) 開発素地土は、設定した開発コンセプト「素地土として汎用性の高い、より淡い色調で、比較的きめの細かい質感を有するものとする。地元原料粘土を配合する。焼成温度は中火度とする。吸水率(煮沸法)は1%以下とする。」に合致し、成形及び加工等の作業性に優れ、とこなめ焼食器の新しい素地土の基礎となり得る。
- (2) 開発素地土の配合割合は本山A木節50%・阿山長石(2級)40%・富貴土(赤)10%であり、最高温度1200°C、1000°Cからの還元雰囲気及び冷却時酸化雰囲気の焼成条件で淡い赤色になる。
- (3) 開発素地土の焼成物性は、吸水率0.1%、曲げ強さ56MPa、全収縮率12%であり、既存の常滑焼素地土と同程度である。
- (4) 開発素地土の作業性評価として、練土成形と泥漿鑄込成形を行い、ともに良好な結果を得た。

## 謝 辞

開発コンセプトの設定及び作業性の評価等において、新とこなめ焼食器素地開発研究会の協力を得ました。同研究会(田尻 誠・鳥居高夫・加藤一房・小西通弘・喜多浩資・諏訪 強・石堂道夫・伊藤成二・竹内伸夫・田中辰弘)各氏に感謝申し上げます。

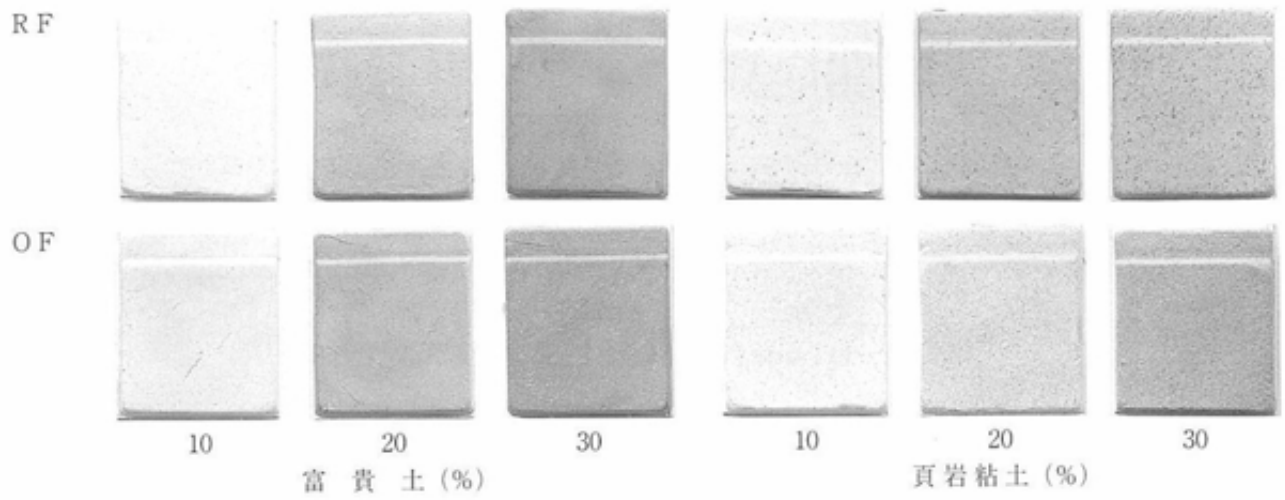


写真1 富貴土系と頁岩粘土系の素地見本

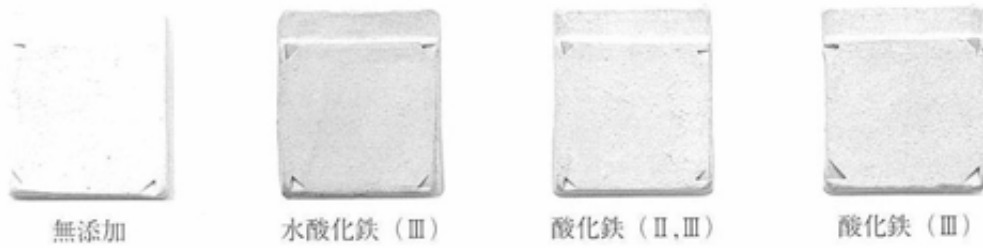


写真2 鉄化合物添加と色調

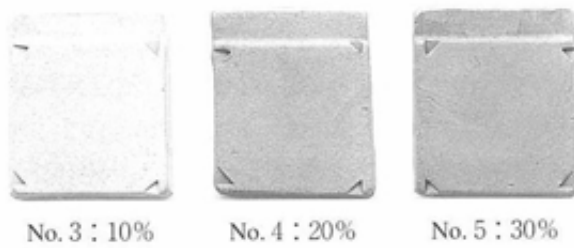
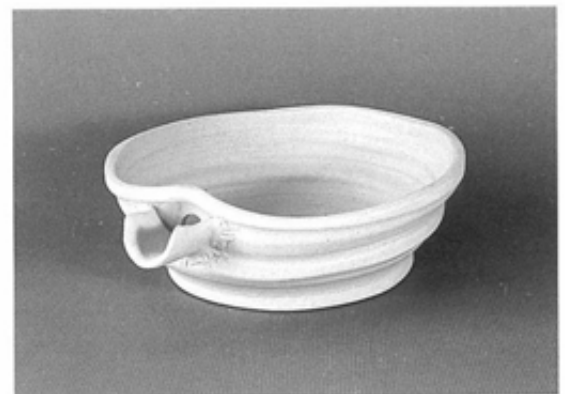


写真3 富貴土の調合量と色調



ロクロ成形

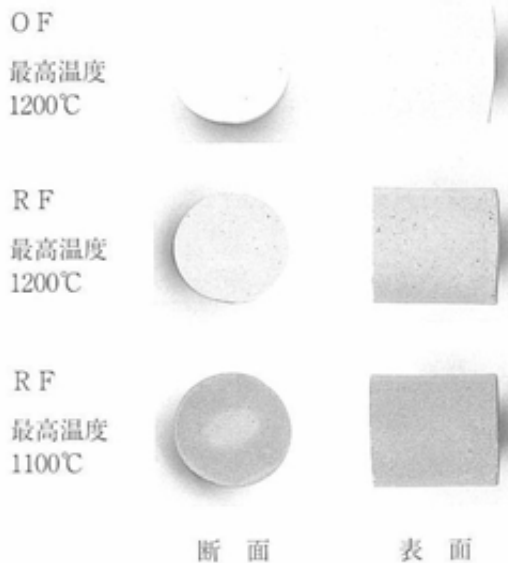


写真4 焼成素地 (No. 3) の断面及び表面



型起成形

写真5 作業性の評価品