

# 伝統的な伊賀焼土鍋素地の作製

伊藤 隆<sup>\*</sup> , 岡本康男<sup>\*</sup>

## Preparation of Traditional Iga Donabe Bodies

Takashi ITO and Yasuo OKAMOTO

### 1. まえがき

伝統的な伊賀焼土鍋素地は、原料としては、粘土 - 石英 - 長石系の鉱物組成で、粒子径が 500 $\mu$ m 以上に達する粗粒の石英を多く含むのが特徴である。

この素地を 1200 程度で焼成すると、石英 - ムライト - ガラス質の材料になり、32 $\mu$ m 以上の粗粒石英の近傍には 573 での - 転移に伴うマイクロクラックが発生するため、低熱膨張化することを既報<sup>1)</sup>で示した。

天然の蛙目粘土には粘土鉱物の他、石英と長石が含まれるが、石英、長石の粒度、含有量などは、粘土の産出地域、地層によってかなり異なり、32 $\mu$ m 以下の微粒石英が多く含まれる粘土も存在する。このような粘土を用いるとマイクロクラックの効果が少ないため、熱膨張が大きくなり、耐熱衝撃性が低下することが予想される。このように、天然の蛙目粘土を用いて安定した素地土を作製するのは容易ではない。

そこで、石英のマイクロクラックを利用し、安定した熱膨張を示す土鍋素地を作製するため、水簸粘土、微粒石英を除去した所定粒度の珪砂及び純度の高い長石を用いて所定の割合で配合する方法について検討した。また、焼成体の軽量化を図るため、石灰石の添加を試みたので報告する。

### 2. 実験方法

#### 2.1 使用原料

原料としては、伊賀産粘土（水簸物）、5号～7号

珪砂（5号、6号はコニカル脱鉄品）、益田長石を用いた。また、石灰石は鼠石灰石を用いた。

既報<sup>1)</sup>では、粘土は土岐口蛙目粘土（水簸物）、石英はインド珪石、長石はインド長石を用いたが、量産性を考慮し、組成的に大きな違いがないことから、これらの原料を用いることとした。

各原料の化学分析値を表1に示す。これらのノルム計算を行うと、伊賀産粘土のカオリナイト含有量 74.8%、5号珪砂の石英含有量は 91.4%、6号珪砂の石英含有量は 91.5%、7号珪砂の石英含有量は 80.2%、益田長石のカリ長石含有量は 65.9%、ソーダ長石含有量は 15.8%であった。益田長石は、ペグマタイト系長石で長石としての純度は比較的高い。

各珪砂の粒度分析値を表2に示す。これから、各珪砂とも 32 $\mu$ m 以下の粒子は非常に少なく、石英のマイクロクラック導入には、いずれも適していると考えられる。

#### 2.2 素地調合

現在使用されている伝統的な伊賀焼土鍋素地土の化学組成と粒度の例を表3に示す。この化学組成からノルム計算を行うと、石英含有量 50.6%、カオリナイト含有量 41.1%、長石含有量 7.0%であった。

この素地土の組成を参考にして、珪砂の利用効果を確認するため、各原料を用いて、伊賀産粘土の量を 50wt%として表4に示す調合を行った。また、様々な粒度構成の素地を作製するため、伊賀産粘土を 50%、益田長石を 15%として、各種珪砂を用いて石英分の様々な粒度配合を行った。この素地調合を表5に示す。

さらに、このように調合した素地の軽量化を図る

<sup>\*</sup> 窯業研究室伊賀分室

表1 各原料の化学分析値 (単位: wt%)

	伊賀産粘土	5号珪砂	6号珪砂	7号珪砂	益田長石	鼠石灰石
SiO <sub>2</sub>	52.59	96.43	96.49	91.99	69.28	0.18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29.75	2.38	2.39	4.78	17.24	tr.
TiO <sub>2</sub>	0.76	0.05	0.02	0.17	tr.	tr.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.82	0.08	0.09	0.27	0.15	0.02
CaO	0.17	tr.	tr.	tr.	tr.	54.40
MgO	0.36	tr.	tr.	tr.	Tr.	0.70
K <sub>2</sub> O	1.23	0.78	0.76	2.35	11.21	tr.
Na <sub>2</sub> O	tr.	tr.	tr.	tr.	1.88	tr.
Ig.loss	12.70	0.20	0.26	0.45	0.44	43.32

表2 粒度分析結果 (単位: wt%)

粒度 (μm)	5号珪砂	6号珪砂	7号珪砂
1000 ~ 2000	0.03	0	0
500 ~ 1000	15.24	3.75	0.04
250 ~ 500	45.46	33.36	24.06
125 ~ 250	27.26	42.75	55.84
63 ~ 125	10.62	16.72	19.23
32 ~ 63	1.17	2.85	0.69
32 以下	0.22	0.57	0.15

表3 伝統的な伊賀焼土鍋素地土の例

化学組成	wt%	粒度 (μm)	wt%
SiO <sub>2</sub>	71.81	1000 ~ 2000	1.96
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.14	500 ~ 1000	8.61
TiO <sub>2</sub>	0.53	250 ~ 500	9.30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.74	125 ~ 250	8.08
CaO	0.14	63 ~ 125	7.39
MgO	0.14	63 以下	64.66
K <sub>2</sub> O	0.96		
Na <sub>2</sub> O	tr.		
Ig.loss	8.67		

表4 素地調合 (単位: wt%)

原料名	A1	A2	A3
伊賀産粘土	50	50	50
6号珪砂	40	35	30
益田長石	10	15	20

表5 素地調合 (単位: wt%)

原料名	B1	B2	B3
伊賀産粘土	50	50	50
5号珪砂	35	17.5	0
6号珪砂	0	0	0
7号珪砂	0	17.5	35
益田長石	15	15	15

ため、石灰石の添加について検討した。石灰石は、850 ~ 900 で分解し、CO<sub>2</sub>を排出するため、焼結が阻害され、多孔質になりやすい<sup>2)</sup>。この作用を利用して石灰質陶器など<sup>3)</sup>が製造されており、伝統的な伊賀焼土鍋素地にも応用できると考えられる。

そこで、表4のA2の調合物に石灰石を外割で2 ~ 10%添加した調合を行った。表6にその調合割合を示す。

表6 石灰石添加素地の調合 (単位: wt%)

原料名	C2	C4	C6	C8	C10
伊賀産粘土	50	50	50	50	50
6号珪砂	35	35	35	35	35
益田長石	15	15	15	15	15
鼠石灰石	2	4	6	8	10

### 2.3 焼成と物性評価

各調合物は、既報<sup>1)</sup>と同様、練土状態にして成形し、乾燥後、電気炉を用いて昇温速度100 /時、焼成温度1200 (1時間保持)で焼成した。

焼成体の吸水率、かさ比重はアルキメデス法により、熱膨張は昇温速度7 /分で測定した。線熱膨張係数は既報<sup>1)</sup>と同様、室温 ~ 500 の値とした。ま

た、焼成体の破断面を走査型電子顕微鏡で観察した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 珪砂を用いた素地の物性

A1～A3の焼成体の吸水率と線熱膨張係数測定結果を表7に示す。

表7 吸水率，熱膨張測定結果

原料名	A1	A2	A3
吸水率(%)	12.8	10.2	7.2
線熱膨張係数 ( $\times 10^{-6}/$ )	4.69	5.22	5.12

これから、A1、A2、A3の順で長石分の増加に伴い焼結が進み、吸水率が減少している。線熱膨張係数はA1が若干低いものの、全て $5 \times 10^{-6}/$ 付近の値であり、既報<sup>1)</sup>で報告した微粒の石英を除去した素地の値と同等である。

次に、B1～B3の焼成体の吸水率と線熱膨張係数の測定結果を表8に示す。

表8 吸水率，熱膨張測定結果

原料名	B1	B2	B3
吸水率(%)	10.8	9.5	9.5
線熱膨張係数 ( $\times 10^{-6}/$ )	5.24	5.14	5.30

これから、いずれも吸水率は10%前後で、線熱膨張係数は、 $5 \times 10^{-6}/$ 付近の値であった。このように、 $32\mu\text{m}$ 以下の石英粒をほとんど含まない珪砂を用いることで、安定な物性を示す伝統的な伊賀焼土鍋素地を作製することが可能と考えられる。

#### 3.2 石灰石の添加による軽量化

C2～C10の焼成体の吸水率、かさ比重及び線熱膨張係数測定結果を表9に示す。

表9 吸水率，かさ比重，熱膨張測定結果

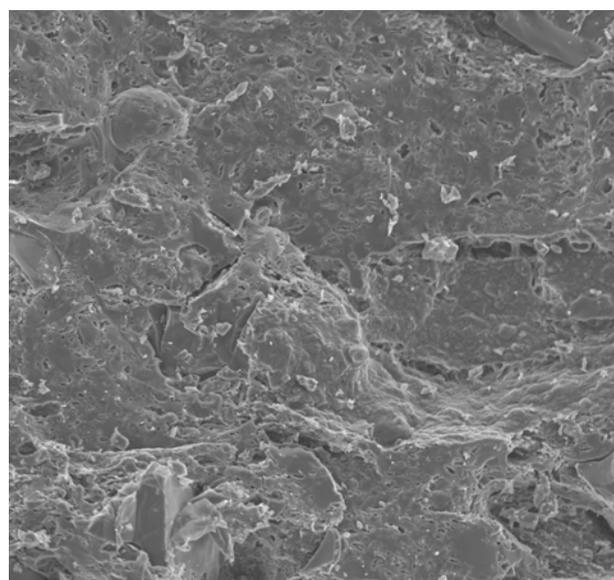
原料名	C2	C4	C6	C8	C10
吸水率(%)	11.4	13.3	15.0	15.9	16.8
かさ比重	1.96	1.90	1.85	1.81	1.78
線熱膨張係数 ( $\times 10^{-6}/$ )	5.13	4.93	4.80	5.19	5.01

C系素地の基礎となっている石灰石を添加していないA2の吸水率は10.2%、かさ比重は2.00、線熱

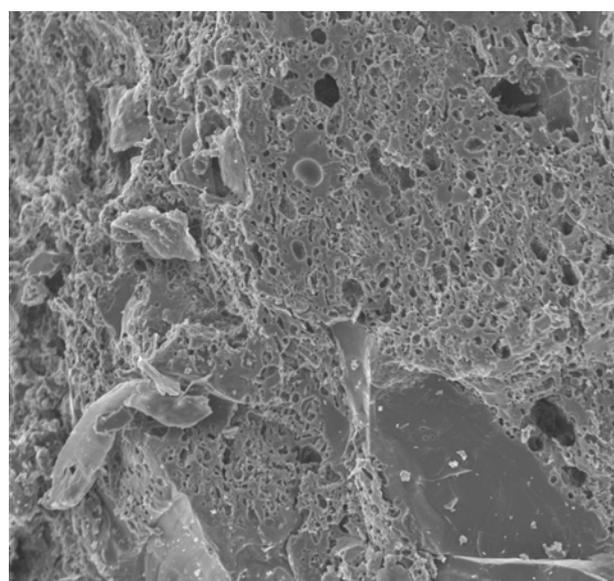
膨張係数は $5.22 \times 10^{-6}/$ であり、これに石灰石を添加すると、添加量の増加に伴い吸水率が増加し、かさ比重は減少する傾向が認められた。石灰石10%添加でかさ比重は約10%減少した。しかし、線熱膨張係数は、石灰石の添加量に拘わらずほとんど変化しなかった。

従って、石灰石を10%程度添加した素地により約10%軽量化した伝統的な伊賀焼土鍋を製造することができる。

次に、A2とC10の焼成体破断面を走査型電子顕微鏡(SEM)で観察した結果を図1及び図2に示す。



100 $\mu\text{m}$   
図1 A2破断面のSEM写真



100 $\mu\text{m}$   
図2 C10破断面のSEM写真

これから，A2 の破断面にはあまり空隙は存在しないが，C10 の破断面には 5~20 $\mu\text{m}$ 程度の空隙が多数存在し，かなり多孔質体になっている．石灰石を 10%添加した C10 焼成体のかさ比重が低くなる原因はこの空隙の存在によるものと考えられる．石灰石の添加によって 1200 程度で焼成する陶磁器でこのような組織になることは M. S. Tite ら<sup>4)</sup> によって示された結果と同様である．

#### 4 . まとめ

伊賀産粘土（水簸物），32 $\mu\text{m}$ 以下の微細な石英をほとんど含まない珪砂及び長石としての純度の高い益田長石を用いて素地の作製を検討した．その結果，伊賀産粘土 50%，各種珪砂 35%，益田長石 15%程度の組成にすることで，安定した物性の伝統的な伊賀焼土鍋素地土を作製することが可能であることが明らかになった．

また，この素地に石灰石を添加することによる軽量化について検討した結果，石灰石添加量の増加に伴い吸水率は増加し，かさ比重は低下するが，線熱

膨張係数はほとんど変化しないことがわかった．石灰石を 10%程度添加することで，多孔質体になり，無添加のものに比べ約 10%軽量化できる．

#### 参考文献

- 1)伊藤隆ほか：“伝統的な伊賀焼土鍋素地の熱膨張特性”，三重県工業研究所研究報告，33，p25 - 30(2009)
- 2)國枝勝利：“石灰長石質陶器の基礎研究”，三重県窯業試験場年報，vol.18，p5 - 20(1983)
- 3)(社)日本セラミックス協会編：“セラミック工学ハンドブック(第2版 [応用])”，技報堂出版，p665 - 666(2002)
- 4)M. S. Tite et al.：“Scanning Electron Microscopy of Fired Calcareous Clays” Trans. J. Brit. Ceram. Soc., 74, p19 - 22(1975)

(本研究は法人県民税の超過課税を財源としていません)