

# いばらきブランドの耐熱製品の開発(第1報)

常世田茂\* 吉田博和\*\* 小島均\*\*\*

## 1. はじめに

消費者のライフスタイルは常に変化しており、ライフスタイルへのこだわり志向に対して、他には無い産地特性を生かす素材・商品が求められている。

また、近年特に安全性・信頼性への関心が高まっており、製造者は消費者に対し安全で信頼できる製品を供給し、その履歴等を説明する必要がある。

このような状況に対応するため、産地特性を生かした素材・商品及び安全・信頼の高いブランド力を高めた製品提案を進めている。

本報告では、産地特性を生かした素材・商品開発のため、地元産原料を使用した耐熱素地開発の基礎的試験を行った結果を報告する。

## 2. 開発の目標

開発する耐熱素地の目標を次に示す。

- ・地元原料をできるだけ多く使用する。
- ・直火で使用可能な耐熱衝撃性を持つ陶器素地とする。  
平均熱膨張係数:  $600$  (室温 ~  $600$ ):  $3 \times 10^{-6}$  未満  
煮沸吸水率: 5 ~ 10%程度
- ・笠間焼産地に受け入れられる焼成温度条件: SK7 ~ SK8(1230 ~ 1250)とする。
- ・笠間焼産地に受け入れられる成形条件: ろくろ技法又はたたら技法に適する事とする。

## 3. 実験

### 3.1 使用原料

耐熱素地に使用する可塑性粘土には、笠間産の笠間粘土単味(笠間焼協同組合製)及び当所で開発した高強度素地<sup>1)</sup>を選択した。

低熱膨張素地とするために配合するペタライトには、ビキタ産ペタライト#80及び#52を用いた。

表1に実験に用いた可塑性粘土の元素組成を、表2に鉱物組成を示す。

表1 実験に使用した可塑性粘土の元素組成 (%)

試料名	Iq.loss	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	other
笠間粘土	6.8	63.9	18.9	3.3	0.6	0.0	0.2	0.8	1.9	1.0	2.5
高機能素地	7.2	62.3	20.3	3.5	0.7	0.0	0.3	0.8	1.8	0.8	2.4

表2 可塑性粘土の鉱物組成(ノルム計算による) (%)

	粘土質物	長石質物	石英	鉄分	有機物等
笠間粘土(単味)	37	24	33	3	2
高強度素地	42	22	31	4	2

### 3.2 実験方法

実験の配合は、既報<sup>2)3)</sup>を参考に表3に示す配合条件で配合した。

表3 実験素地の配合 (dry-wt%)

	可塑性粘土 (笠間粘土or高強度素地)	ビキタ産ペタライト (#80or#52)
1	70	30
2	60	40
3	50	50

焼成は、電気炉による酸化焼成で焼成温度を1180, 1200, 1220, 1250 (100 /hr) 1hr 保持で行った。

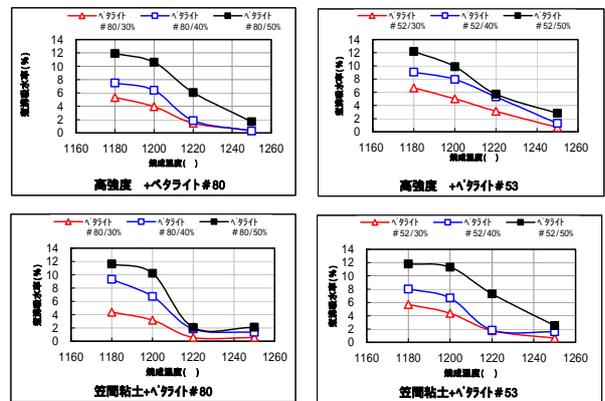
表3に示す配合で湿式混合し練り土状に調整した素地土を石膏型を用い約120mm x 25mm x 15mmに成形し乾燥後、前述の条件で各配合及び焼成温度毎に5試料ずつ焼成し、煮沸吸水率、熱膨張及びX線回折試験に供した。煮沸吸水率は、3hr煮沸による定法により測定した。焼成体の熱膨張及び熱膨張係数は、焼成体を約8mm x 8mm x 10mmに成形し、島津製作所製(TMA-50A)を用い室温 ~ 900 間を測定した。

焼成体の鉱物組成は、焼成後の素地をタグステンカバード製振動ミルにより粉砕し、理学電機(株)製X線回折装置(RINT-ULTIMA+)により測定した。

## 4. 結果

### 4.1 焼成体の煮沸吸水率

焼成温度と煮沸吸水率の関係を図1に示す。粘土及びペタライトの粒度に関わらず、焼成温度1200までは煮沸吸水率の変化はあまり見られず、1200を越えると煮沸吸水率が急激に減少することから1200以上の焼成温度で素地の焼結が急速に進行すると考えられる。

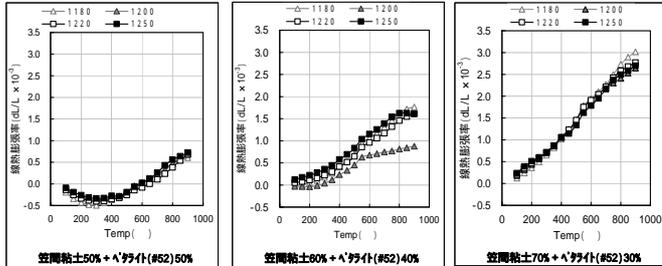


電気炉による酸化焼成  
SP=1180,1200,1220,1250  
昇温: 100 /hr  
保持時間: 1hr

図1 焼成体の煮沸吸水率

## 4.2 焼成体の熱膨張

図2に笠間粘土に $\beta$ タイト(#52)を配合した焼成体の熱膨張曲線を示す。 $\beta$ タイトの配合が多いほど熱膨張は低下し、 $\beta$ タイトを50%配合したものは線熱膨張率が「-」になる状況が見られた。各配合条件間の焼成温度による熱膨張には大きな差異は見られなかった。

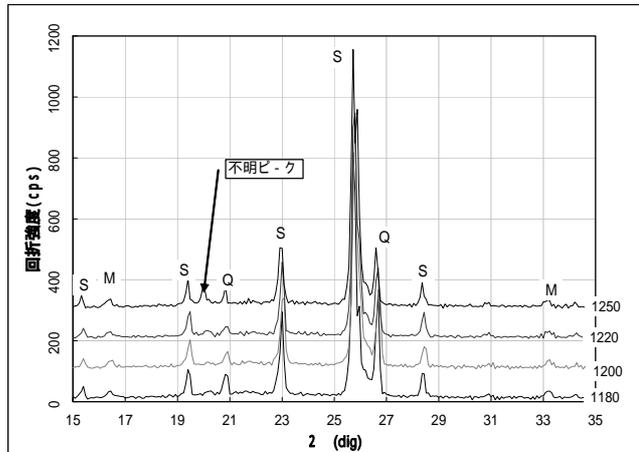


TMA-50H(島津製作所) 対象試料:アルミナ10mm  
昇温:10 /min

図2 焼成体の熱膨張曲線

## 3.4 焼成体の鉱物組成

焼成体のX線回折試験結果の例を図3に示す。既報<sup>3)4)</sup>と同様に、各々 $\beta$ -スピノジュ-メン固溶体、石英及びムライトを同定した。この結果、1180 ~ 1250 間で、焼結体を低熱膨張にする $\beta$ -スピノジュ-メン固溶体が安定して生成していることを確認した。



Q: Quartz  
S:  $\beta$ -スピノジュ-メン固溶体(Li<sub>2</sub>O Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 8SiO<sub>2</sub>)  
M: Mullite  
X線: Cu K- 1/30kv/30mA スキャンスピード: 2° /min  
走査軸: 2 / スキャンステップ: 0.02°

図3 X線回折試験結果:笠間粘土50%+ $\beta$ タイト(#52)50%/1180 ~ 1250

## 4. 考察

### 4.1 耐熱陶器素地としての適正焼成温度範囲

焼成温度と $\beta$ タイト配合割合による焼成体煮沸吸水率の変化を図4に示す。試験素地が耐熱陶器素地として適正な煮沸吸水率(5%~10%)を持つ範囲は、可塑性粘土、 $\beta$ タイト粒度及び $\beta$ タイト配合割合に関わらず、焼成温度1200 以下であり、産地に受け入れられる焼成温度条件SK7~SK8を満足できないことがわかった。

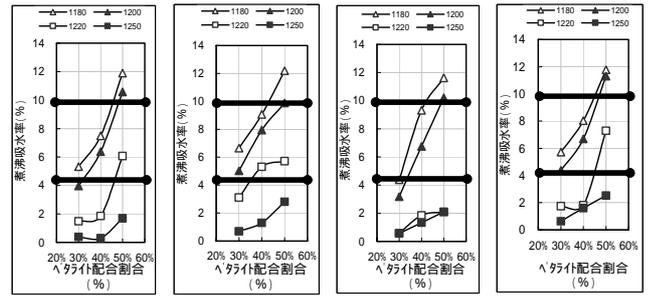


図4 焼成温度と $\beta$ タイト配合割合による焼成体煮沸吸水率の変化

### 4.2 焼成体の平均熱膨張係数 <sup>600</sup>

図5に焼成体の室温から600 までの平均熱膨張係数<sup>600</sup>を示す。耐熱陶器素地に適した<sup>600</sup>= $3 \times 10^{-6}$ 以下を満足するには、 $\beta$ タイトを40%以上配合する必要があることがわかった。また、使用した可塑性粘土及び焼成温度による差異は、ほとんど見られなかった。

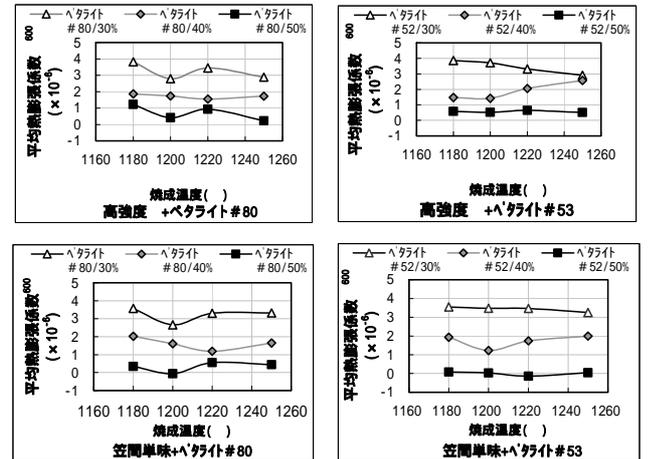


図5 焼成体の平均熱膨張係数 <sup>600</sup>

## 5. まとめ

笠間粘土または高強度素地を使用した耐熱陶器素地には、重量比で40%以上の $\beta$ タイトを配合しなければならない。使用する $\beta$ タイトの粒度は、焼成幅の面から荒い粒度の $\beta$ タイト(#52)が適している。

今回の実験で調整した配合素地の適正焼成範囲は、1200 以下であり、産地に受け入れられる焼成温度条件であるSK7~SK8に適合するためには、耐火度を上げる方向での素地調整が必要である。

原料粘土による焼成性状の大きな差異は見られなかったが、製造の容易さ及びコスト面から笠間粘土(単味)を使用する事が望ましいと考えられる。

## 参考文献

- 1)茨城県工業技術センタ - 研究報告 30,54~57,(2002)
- 2)茨城県窯業指導所業務報告,7~9,(1975)
- 3)平成16年度栃木県窯業技術センター窯業技術講習会資料,(2004)
- 4)三重県窯業試験場年報 Vol21,4~7,(1986)