

各地素地の焼結度

窯業指導所

技術指導部 諏訪 幸雄

1. 緒言

笠間焼き業界で使用されている素地の総量は、おおよそ120トン/月である。このうち笠間で生産されている地元の素地は約20トン程度である。残りは栃木をはじめ愛知、岐阜、滋賀県など我が国の各陶業地からいろいろな素地が移入され、各窯元で生産品に合わせて、単味あるいはブレンドされて使われている。

ところがこれらの素地の性質は全部ちがう。この位の事は十分承知をしているのだが、それでは各素地がどの様に異なるかは定かでないようである。当所へこの種の技術相談で訪れる方も多い。そこでこれら素地の性情を、素地にとってもっとも重要な焼結性について調べてみた。

2. 試験方法

焼結度は焼成後の吸水率を図ることによって判る。各素地を電気炉で1,220℃から20℃間隔で1,300℃間まで焼成、吸水率を比較してみた。また素地の含有鉱物も焼結度に関係するところから、素地に必要な3成分、つまり粘土分、長石分、珪砂分の含有量はどのような割合なのかを、X線回折による鉱物同定や蛍光X線による化学分析値から求め検討してみた。

各地の素地は笠間組合、益子赤、茂木坂下、信楽並、信楽B、志野、美濃、高田1、高田2、五斗時、萩の各土である。

3. 実験結果及び考察

各温度における吸水率を、図1に示す。図でも判るように焼成温度をあげてゆくと吸水率は少なくなり、素地がだんだん焼き締まって行くのが判ると思う。一方素地によってこんなにも吸水率に差があることも判るであろう。1,260℃、ゼーゲルでSK10の温度で焼成すると、吸水率がまだ10%近く残る高田1、五斗時、志野や4%前後の信楽Bや美濃、また0~2%と水を入れる器にはちょうど良い焼結度の素地、さらに坂下粘土のようにふくれ、ぶくを生じている素地ま

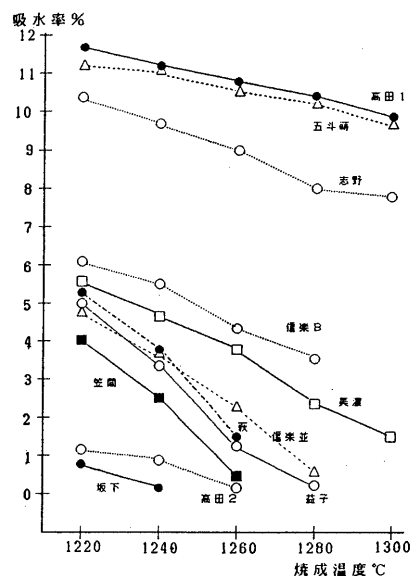


図1 各地素地の焼成性状

である。そちの産地や種類によって、このようかなり焼き締り具合が違うことが判ると思う。

またこのグラフの傾きにも注目をして頂きたい。右さがりの線の傾きが急な素地ほど、一定の温度差で比較した場合、吸水率が大きく変わることを意味する。（いわゆる焼結温度幅が小さい素地）一方傾きが小さい素地は、少しくらいの温度差があっても、吸水率はあまり変わらず焼成性状が安定しているのである。（焼結温度幅が大きい）

表1に化学分析値と主要鉱物含有量（ノルム値）を示す。この分析値を見ても何だか解からないがX線回折による確認鉱物から化学分析値のK₂O、Na₂O、CaO成分は長石から、またAl₂O₃はカオリナイト（粘土）、残りのSiO₂は珪砂に起因すると仮定して、鉱物の含有量を計算したのがノルム値（主要鉱物含有量）である。図と表から焼結性は長石成分と鉄分の含有量とに関係することが解ると思う。長石成分16%以上の素地は焼き締り、10%以下の素地は温度を上げてても焼結せず、吸水率も多い。このように水を通さなくし、また素地の強度を増す働きをするのが長石成分である。

4. 簡単に出来る焼結度テストと素地の調整

表1 各地素地の化学分析値及び鉱物組成

組成 素地名	成分 %								主要鉱物含有量 %			
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	粘土分	長石分	珪砂分	鉄分
笠間組合	69.65	17.65	0.38	2.56	0.31	0.27	0.75	2.17	35.5	18.8	39.9	2.9
益子赤土	69.77	17.08	0.38	3.36	0.44	0.31	0.14	2.17	35.4	16.4	42.9	3.7
茂木坂下	64.09	20.24	0.55	4.44	0.79	0.15	0.32	2.52	42.4	20.3	31.4	4.9
信楽並土	66.09	19.25	0.37	1.46	0.29	0.40	0.56	2.01	39.2	19.2	35.7	1.6
" B	66.77	20.34	0.40	1.09	0.25	0.23	0.49	1.66	43.9	14.6	36.3	1.2
志野土	70.08	18.93	0.38	0.81	0.24	0.10	0.26	1.27	43.0	10.7	43.2	0.9
美濃土	66.89	20.62	0.39	1.72	0.30	0.22	0.51	1.60	44.8	15.5	36.1	1.9
高田土 1	71.67	18.35	0.51	1.01	0.14	0.04	0.10	0.84	43.7	6.2	47.3	1.1
" 2	71.18	17.94	0.50	0.90	0.26	0.24	0.58	2.07	36.5	18.7	42.1	1.0
五斗時粘土	71.05	17.91	0.50	0.92	0.12	0.14	0.01	0.98	42.0	8.7	47.2	1.0
萩土	69.00	17.39	0.30	1.85	0.31	0.17	0.63	2.17	34.8	18.6	40.1	2.1

焼結の具合は吸水率を測定すると判る。水がしもらない素地は、吸水率が2%以下でないといけな
い。吸水率は次のように簡単に測定できるので、ぜひ自分で測ってみて頂きたい。

吸水率の測定は次の要領である。よく乾燥している製品（窯出し直後がいい）の重量をはかる（W1g）。次に鍋等に入れ3時間の煮沸を行う。冷却した後湿った布で表面の水分を拭き取り、再び重量をはかる（W2 g）。煮沸が不可能な大きい製品の場合は、1日以上常温水に浸す。吸水率は次式により計算する。 吸水率（%）=（W2 - W1）/ W1 × 100

SK10番で焼成しても吸水率がまだ10%も残るような素地は、長石分が不足しており、少しくらい温度を上げてても焼き締まらないので、長石分を補うか、焼き締まる素地との調合が必要となってくる。例えば志野土を使って水がしもらないような素地にするには、長石を8%程添加するか、坂下粘土や高田2粘土のような焼き締まりのよい粘土を50%程調合するとよい。

5. 結 言

- 1) 各地素地の焼結度はそれぞれ異なり、同じ産地でも種類によってかなり異なる。坂下及び高田 2 粘土が 1,200 度あたりから焼き締まり、坂下粘土は 1,260 度でふくれ、ぶくが生じる。笠間素地は 1,240~1,260 度で水のしもらない範囲に焼結するが 1,280 度ではぶくが発生するところから、焼結温度幅が狭く、炉内に温度差がある窯では焼けムラが生じやすい。益子、高田 2、信楽並土は 1,260 - SK10 で良く焼き締まる。萩土も同様であるが、1,280 度ではぶくが発生している。高田 1、五斗蔴、志野土は温度をあげても焼結しない。
- 2) 焼結を促進させるには長石成分が 16~20% 必要である。10% 以下では温度を上げていっても焼結しない。また珪砂が多くても焼結しない。一方鉄分は焼結を促進させる働きをする。
- 3) 水を長時間入れておかなければならないような花器は、吸水率を 2% 以下に焼き締める。施釉すれば大丈夫と思っても、僅かなクラックでも水を通すので、無釉でもしもらないように焼結させる。反面、茶器や置物などのように焼き締めなくともよい製品もあろう。焼き締めるとやわらかみや、暖かみが損なわれることにもなる。

このように数多くの素地が使われるようになってくると、造る製品に合わせた素地の選択や調合、あるいは粒度の調整、更には使う素地に合わせた焼成方法が必要となってくる。

今後の作陶活動の参考にして頂きたい。