

1.2 鹿児島県内いぶし瓦の品質について

中 重 朗

Quality of Smoked Roofing Tile in Kagoshima Prefecture

Akira NAKASHIGE

県内いぶし瓦の品質向上を目的に、現状におけるいぶし瓦の品質特性を把握するために、使用粘土の粒度分布、鉱物組成、示差熱分析、シラ地の粒度分布、熱膨張測定、製品瓦の重量、寸法、曲げ破壊荷重、凍害等の諸試験を行い、これらの試験結果をもとに、測定値の分布状態を明確にし、JISとの関連などについて検討した。

1. まえがき

本県の粘土瓦製造業は28工場あり、そのほとんどは経営規模の小さい零細企業である。工場の分布としては、日置地区14工場、鹿屋地区6工

場、串木野、川内地区3工場、肝付地区3工場、加世田地区2工場と県の南部に90%以上の工場が分布しており、粘土瓦生産の推移は、表1に示す通りである。

表1. 粘土瓦生産の推移（県工業統計より）

年 度	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
出 荷 額(万円)	6,534	7,247	10,869	13,947	17,373	20,377	22,048	26,453	32,534	25,863
原材料使用額(万円)	2,478	3,357	4,414	5,493	6,859	7,843	8,597	11,235	14,625	11,683
作 業 員 数	113	110	101	102	101	109	104	109	108	125
事 業 所 数	39	37	34	32	30	30	30	29	28	28

表1より、過去10年間に工場数では39から28工場と約70%に減少しているが、生産額では約4倍、原材料使用額では約4.7倍に増加し、生産量は順調に伸びている。このことは各工場が生産設備の合理化を進め生産性の向上に努めた結果によるものである。しかし製品の品質においては楽観されない状況にあり、特に良質の原料粘土層が小さいため原料粘土の変動が製品の品質に与える影響も大きい、そこで原料土の確保と品質の安定を図るため、技術相談、技術アドバイザー事業、巡回技術指導等を通じ製造技術の指導を行うと共に、原料粘土、シラ地、製品の品質について実態把握のための諸試験を行った。

2. 原料粘土の性状

2.1 各地区粘土

イ) 日置地区

ネバ土は小野部落周辺の水田下盤粘土で淡褐色の良質な粘土を主とし、その下部は炭質分に富む黒色の不良粘土となる。

サク土は淡褐色の砂質粘土で雲母の細片と浮石の細粒が点々と見られる。

この地区は14工場が操業しており、その内9工場は粘土の共同採掘を行ない同じ粘土を使用しているが、他の5工場は各自、周辺の粘土又は宮崎県の山之口粘土を使用し製造を行っている。

ロ) 串木野・川内地区

ネバ土は上川内の水田下盤粘土で淡褐色のカオリナイト、ハロイサイトを主とし少量のセリナイ

トも含む良質の粘土を 8 工場で使用している。

ハ) 加世田地区

この地区も加世田周辺の水田下盤粘土を 2 工場
で使用している。

ニ) 鹿屋、肝付地区

この地区は良質粘土の枯渇に伴ない、現在宮崎
県の山之口にある製土工場より配合した粘土を 9
工場が購入し使用している。

2.2 粒度分布及び耐火度

試 料

A：日置地区共同採掘粘土

B：日置地区㊟工場粘土

C：日置地区㊿工場粘土

D：日置地区㊽工場粘土

E：加世田地区㊿工場粘土

F：加世田地区㊽工場粘土

G：川内、串木野地区工場使用粘土

H：鹿屋、肝付地区工場使用粘土

粒度試験については淘汰法により 2mm 以上、2
～ 0.25mm、0.25～0.05mm、0.05～0.01mm、
0.01mm 以下の 5 段階に分類し、耐火度について
は溶倒温度を光高温計にて測定した。

表2. 原料粘土の粒度分析

	2mm 以上	2mm～0.25mm	0.25mm～0.05mm	0.05mm～0.01mm	0.01mm 以下	耐火度℃
A－ネバ	Tr	8 %	19 %	25 %	48 %	1,340
A－サク	Tr	21	26	30	23	1,300
B－ネバ	Tr	6	6	18	70	1,390
B－サク	Tr	22	18	22	38	1,300
C－ネバ	Tr	4	6	17	73	1,460
C－サク	Tr	18	17	28	37	1,490
D－ネバ	Tr	3	13	27	57	1,435
D－サク	Tr	26	26	30	18	1,380
E－ネバ	Tr	6	14	27	53	1,360
E－サク	Tr	23	23	20	34	1,320
F－ネバ	Tr	2	7	24	67	1,410
F－サク	Tr	3	11	29	57	1,390
G－ネバ	Tr	2	4	26	68	1,380
G－サク	—	—	—	—	—	1,250
H－坏土	Tr	13	7	17	63	1,350

2.3 化学組成

な試料について化学分析を行った結果を表 3 に示

粒度試験，耐火度試験を行った粘土の内代表的

す。

表3. 原料粘土の化学成分

	A－ネバ	A－サク	D－ネバ	F－ネバ	G－ネバ	H－坏土
Ig. loss	11.34	9.83	15.94	—	—	—
SiO ₂	60.52	61.46	54.37	48.96	64.00	60.42
Al ₂ O ₃	18.98	18.18	20.48	25.66	19.29	18.23
Fe ₂ O ₃	4.36	4.70	4.32	5.98	4.81	3.19
TiO ₂	0.58	0.40	0.44	0.24	0.54	0.58
CaO	1.46	1.48	1.11	0.81	1.58	0.90
MgO	0.82	0.93	0.87	1.17	1.30	1.22
K ₂ O, Na ₂ O	—	—	—	—	—	—

2.4 X線回折

ターゲットCu, フィルターNiを用い30KVP
15mA, 2000CPSの条件で粉末法による
X線回折を行った。

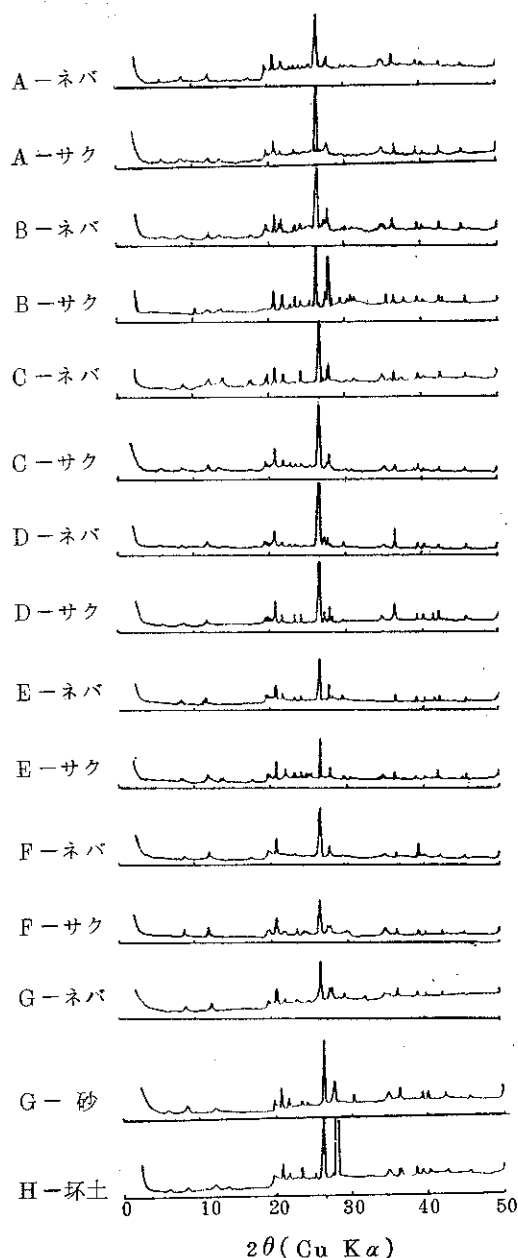


図1. 原料粘土X線回折像

A-ネバ土：結晶度の低いカオリナイト，ハロイサイトを主体とし，石英，長石を多量に含み，少量のモンモリロナイト，クリストバライトと微量のセリサイトを伴う。A-サク土：多量の石英長石を含む結晶度の低いカオリナイト，ハロイサイトを主体とし，少量のクリストバライトと微量のモンモリロナイトを伴う。B-ネバ土：多量の石英，長石を含む結晶度の低いカオリナイトを主体とし少量のハロイサイト，モンモリロナイトを伴う。B-サク土：石英，長石，カオリナイト，ハロイサイトを主体とし，クリストバライトを伴う。C-ネバ土，C-サク土：石英，長石と結晶度の低いカオリナイトを主体とし，中量のセリサイト，クリストバライトを伴う。D-ネバ土：石英とカオリナイト，ハロイサイトを主体とし，少量の長石，クリストバライト，モンモリロナイトを伴う。D-サク土：石英，長石，カオリナイト，ハロイサイトを主体とし，少量のモンモリロナイトとクリストバライトを伴う。E-ネバ土：石英，長石，ハロイサイト，カオリナイトを主体とし，少量のクリストバライトと微量のモンモリロナイトを伴う。E-サク土：多量の長石，石英を含むハロイサイト，カオリナイトを主体とし，少量のクリストバライト，モンモリロナイトを伴う。F-ネバ土，F-サク土：多量の石英を含みハロイサイトとカオリナイトを主体とし，中量の長石，クリストバライト，微量のモンモリロナイト，セリサイトを伴う。G-ネバ土：多量の石英を含み長石とハロイサイト，カオリナイトを主体とし，中量のクリストバライト，微量のモンモリロナイト，セリサイトを伴う。G-サク（砂）石英長石を主体とし微量のハロイサイトを伴う。H-坏土：多量の石英，中量の長石，ハロイサイトを主体とし，少量のセリサイト，微量のモンモリロナイトと緑泥石を伴う。

2.5 示差熱分析

理学電機製自動記録式装置を用い，昇温速度，
10℃/min，感度±50μvで測定した。

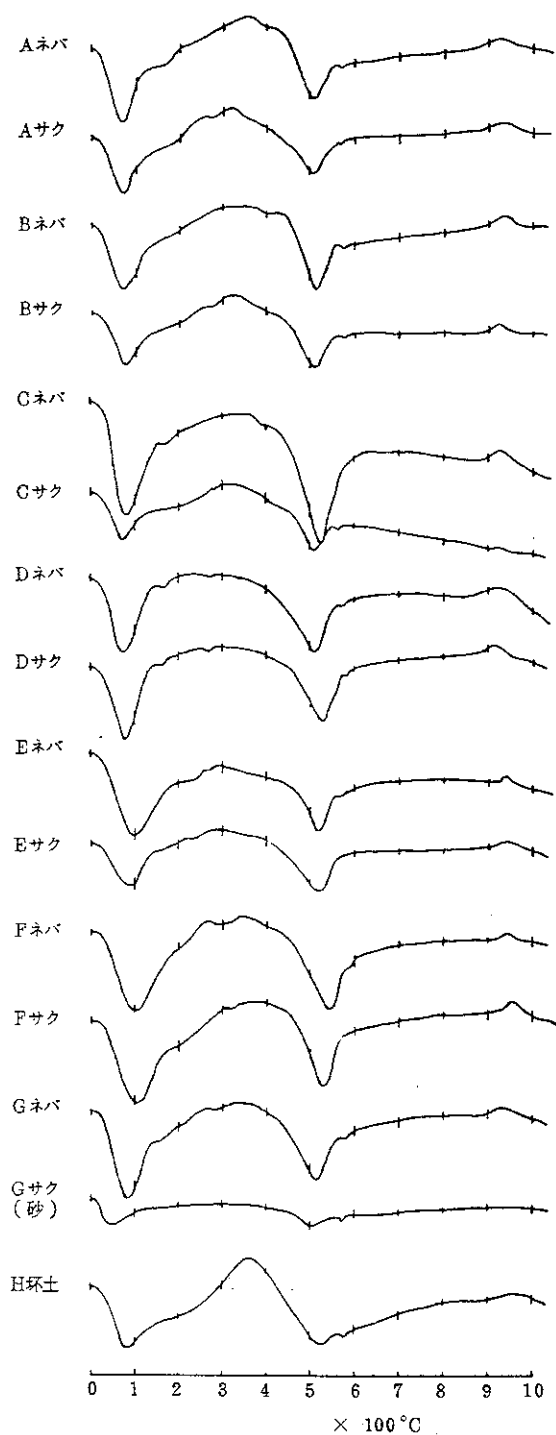


図2 示差熱分析曲線

日置地区：80℃附近に吸着水の脱水による吸熱ピークがみられ、160℃～180℃附近にはモンモリロナイトの脱水と思われる小さな吸熱ピークが見られる。又270℃附近には α -クリストバライト $\rightarrow$ β -クリストバライトの転移が見られ、508℃～520℃附近にはハロイサイト及びカオリナイトのOHによる吸熱ピーク、573℃に α -石英 $\rightarrow$ β -石英の転移が見られる。発熱ピークとしては300℃～400℃附近にゆるやかな炭質物の燃焼ピークが見られ、920℃附近にカオリナイト、ハロイサイトの発熱と思われる小さなピークが見られる。

加世田地区：100℃附近に吸着水の放出による吸熱ピーク、200℃附近にも吸熱ピークが見られる。このピークはX線よりモンモリロナイトが認められるのでカルシウムを含むモンモリロナイトの吸熱と思われる。518℃～528℃にはカオリナイト及びハロイサイトによる吸熱ピークが認められ573℃には石英の転移による吸熱ピークが認められる。発熱ピークは932℃附近に認められる。

川内地区ネバ土：64℃と120℃にハロイサイトとモンモリロナイトの吸熱ピークが認められ270℃附近にクリストバライトの転移、500℃に結晶水の放出による吸熱ピークが認められる。

発熱ピークは920℃に認められる。

サク土は微かに風化した砂を用いているため、48℃、500℃、573℃に吸熱ピークが認められるも900℃附近の発熱ピークは認められない。

鹿屋地区：88℃と180℃附近に吸熱ピークが認められ370℃附近に炭質物の燃焼と思われる発熱ピークを認める。524℃附近にはOHの放出による吸熱ピークが認められ、573℃には石英の転移によるピークが認められる。960℃附近にはハロイサイト及びカオリナイトによる発熱ピークが認められる。

3. 焼成前のシラ地の性質

焼成前のシラ地の性質を把握する事は、製品に発生する欠陥を予知すると共にその対策を立て、品質の安定を図ることになるので今回は凍害に関係の深いと思われる、粒度分布と熱膨張を測定した。

3.1 粒度分布

粒度分布については原料粘土の代表的な試料について、2.2で測定しているが各工場において配合割合等に多少の相違が見られるので、原料粘土と同様の方法で測定を行った。

表4. シラ地の粒度分析

使用粘土	工場	2 mm 以上	2 mm ～ 0.25 mm	0.25 mm ～ 0.05 mm	0.05 mm ～ 0.01 mm	0.01 mm 以下
A 粘土	イ	0.2	9.0	24.9	37.2	28.7
"	ロ	0.1	7.4	20.0	23.6	48.9
"	ハ	0.2	9.2	18.4	22.0	50.2
"	ニ	Tr	9.0	24.0	23.0	44.0
"	ホ	Tr	7.0	21.0	24.0	48.0
"	ヘ	Tr	8.0	22.0	25.0	45.0
"	ト	Tr	11.0	30.0	28.0	31.0
B 粘土	チ	Tr	9.0	31.0	26.0	34.0
C 粘土	リ	0.2	11.0	13.2	21.0	54.6
D 粘土	ヌ	Tr	7.0	26.0	32.0	35.0
E 粘土	ル	Tr	7.0	34.0	27.0	32.0
F 粘土	ヲ	Tr	15.0	37.5	24.0	23.5
G 粘土	ワ	0.1	18.6	20.4	29.0	31.5
"	カ	Tr	15.0	12.2	37.4	35.4
"	ヨ	Tr	12.0	13.8	37.2	37.0
H 坏土	タ	Tr	10.0	11.4	19.0	59.6
"	レ	Tr	7.0	19.0	26.0	48.0
"	ソ	Tr	10.0	9.0	15.0	66.0
"	ツ	Tr	9.0	9.0	17.0	65.0
"	ネ	0.1	7.0	10.4	18.4	64.1
"	ナ	Tr	10.0	9.0	15.0	66.0
"	ラ	0.4	10.0	11.0	17.0	61.6
"	ム	0.6	10.0	9.0	14.4	66.0
"	ウ	0.6	10.2	11.8	16.2	61.2
"	ヰ	0.4	8.4	9.8	17.0	64.4

一般に瓦シラ地の粒度組成は2 mm以上0%, 2 mm～0.25 mmが5～10%, 0.25 mm～0.05 mmが10～30%, 0.05 mm～0.01 mmが20～30%, 0.01 mm以下で30～50%程度がよいとされている。

3.2 熱膨張測定

理学電機自動記録式熱膨張測定装置を用い、試料長さ20 mm, 昇温速度5℃/min, 感度1000 μ, にて長さ方向をY, 巾方向をXとし1枚のシラ地より2試料を取り測定した。

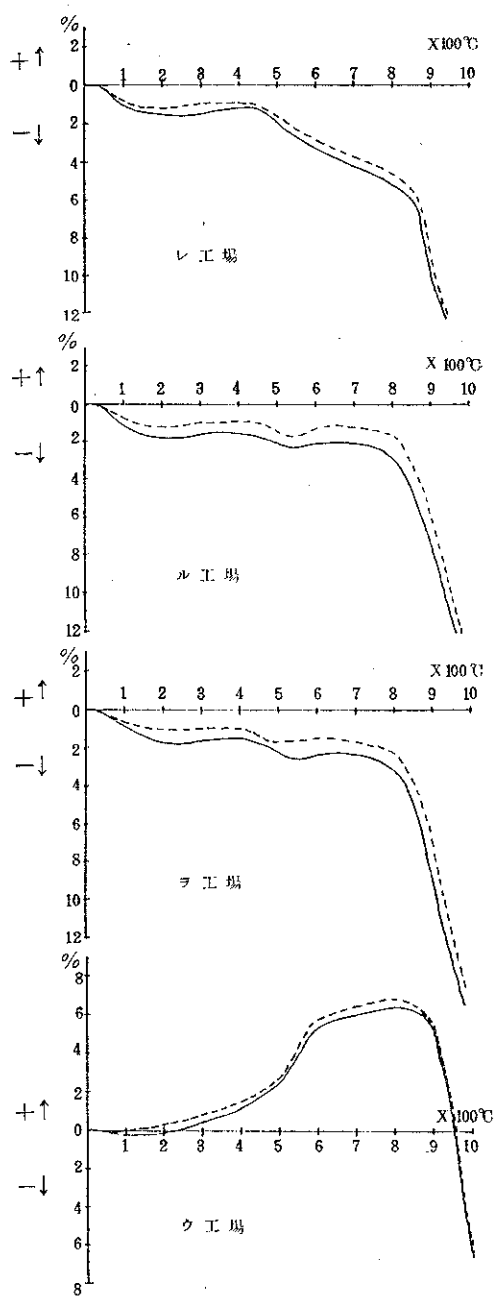
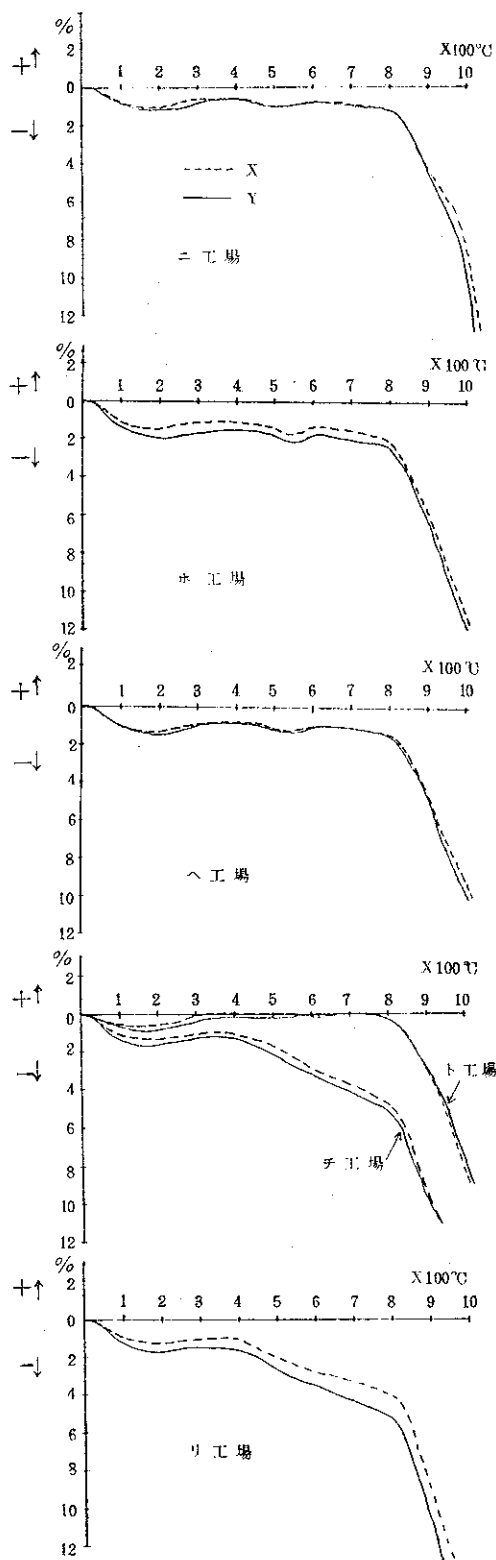


図3 熱膨張曲線

左図よりX方向試料、Y方向試料について各温度での膨張率及びその差を表5に示す。

表5. 各温度における膨張率

		100℃	200℃	300℃	400℃	500℃	600℃	700℃	800℃	900℃	1,000℃
ニ	X	-1.0	-1.3	-0.9	-0.8	-1.1	-1.0	-1.2	-1.4	-4.4	-9.3
	Y	-0.9	-1.1	-0.7	-0.7	-1.1	-0.9	-1.1	-1.4	-4.9	-10.8
	差	0.1	0.2	0.2	0.1	0	0.5	0.1	0	0.5	2.5
ホ	X	-1.3	-1.8	-1.5	-1.4	-1.7	-1.6	-1.9	-2.3	-6.0	-11.2
	Y	-1.0	-1.4	-1.0	-1.0	-1.3	-1.3	-1.5	-1.9	-5.3	-11.0
	差	0.2	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.7	0.2
ヘ	X	-1.1	-1.5	-1.0	-0.9	-1.2	-1.0	-1.1	-1.4	-4.8	-9.8
	Y	-1.0	-1.3	-0.9	-0.8	-1.1	-1.0	-1.3	-1.6	-4.8	-10.5
	差	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0	0.2	0.2	0	0.7
ト	X	-0.8	-0.9	-0.3	-0.1	-0.3	0	0	-0.2	-2.8	-7.8
	Y	-0.5	-0.5	0	-0.2	+0.1	+0.2	+0.1	-0.2	-3.1	-8.7
	差	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.2	0.1	0	0.3	0.9
チ	X	-1.3	-1.5	-1.3	-1.3	-2.2	-3.3	-4.2	-5.1	-10.3	-16.4
	Y	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.7	-2.9	-3.8	-4.7	-10.2	-16.8
	差	0.3	0.3	0.3	0.2	0.5	0.4	0.4	0.4	0.1	0.4
リ	X	-1.4	-1.7	-1.5	-1.6	-2.7	-3.5	-4.3	-5.2	-10.8	-19.4
	Y	-0.9	-1.1	-1.0	-1.0	-2.0	-2.7	-3.3	-4.0	-9.3	-15.9
	差	0.5	0.6	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.5	3.5
レ	X	-1.1	-1.5	-1.4	-1.2	-1.8	-3.3	-4.2	-5.1	-10.5	-16.5
	Y	-0.9	-1.2	-1.0	-0.9	-1.5	-2.9	-3.7	-4.6	-9.1	-14.8
	差	0.2	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	1.4	1.7
ル	X	-1.3	-1.9	-1.6	-1.6	-2.2	-2.0	-2.1	-2.7	-7.9	-17.4
	Y	-0.9	-1.4	-1.0	-1.0	-1.5	-1.3	-1.3	-1.8	-6.4	-14.8
	差	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.5	2.6
ヲ	X	-1.0	-1.8	-1.5	-1.6	-2.2	-2.2	-2.4	-3.0	-8.8	-18.3
	Y	-0.8	-1.2	-1.0	-1.0	-1.8	-1.5	-1.7	-2.2	-7.5	-16.0
	差	0.2	0.6	0.5	0.6	0.4	0.7	0.7	0.8	1.3	2.3
ウ	X	-0.3	-0.2	+0.5	+1.3	+2.5	+5.5	+6.2	+6.5	+5.5	-7.0
	Y	+0.1	+0.3	+0.9	+1.6	+2.8	+5.9	+6.5	+6.9	+5.8	-7.3
	差	0.4	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3

A粘土を使用しているニ、ホ、ヘ、トの各工場シラ地は膨張が殆どなく収縮のみであり800℃より大きな収縮に入り、瓦焼成の900℃附近ではト工場を除き5%前後の収縮を示す。真空土練機の押し出し方向Yより直角のX方向が収縮するのは粘土粒子の配向と粘土に掛る力の影響と思われる、X、Yの差が大きい工場は土練機の馬力が小

さい為と荒地での水分調整に起因するものと思われる。

B、C粘土を使用しているチ、リ工場のシラ地は400℃附近から徐々に収縮し800℃附近から大きな収縮に入り、瓦焼成の900℃附近では約10%の収縮がある。リ工場のシラ地はX、Yの差がやや大きい。

レ工場はH坯土に他の粘土を混合して使用している。

E, F粘土を使用しているル, ヲ工場のシラ地は徐々に収縮し800℃附近より収縮が大きくなり、瓦焼成の900℃附近では約8%の収縮がある。両工場共XYの差が大きい。

H坯土は宮崎県山之口粘土で500℃～600℃に掛けて石英の膨張があり、800℃附近で最大のX方向で6.5%Y方向で6.9%の膨張を示し、900℃附近では約5.5%の膨張を示す。

4. いぶし瓦の品質

4.1 工場別の品質

全いぶし瓦工場28工場の内25工場から、巡回技術指導、技術アドバイザー事業、技術相談等で集めた瓦228枚中214枚(試料4枚以下の4工場を除く)について、粘土がわらJIS, A5208に基づき、乾燥重量、吸水率、曲げ強さ、凍害試験、瓦の寸法(長さ、幅、働き長さ、働き幅、谷の深さ、厚み)を測定しそれぞれの平均値、標準偏差を表6、表7に示す。尚表6中で曲げ強さが空白の工場は、昭和57年度技術指導施設補助事業による瓦曲げ試験機が設置される以前に集めた工場であり、凍害試験については10の繰返しにより10回目まで異状の無かった試料も10回とし平均値 $\bar{x}$ を計算した。

表6. 瓦の品質

工場	窯の種類	乾燥重量				吸水率				曲げ破壊荷重 kgf.	凍害平均回数
		$\bar{x}$	δn	最大値	最小値	$\bar{x}$	δn	最大値	最小値		
		g		g	g	%		%	%		
イ	灯油窯	2,305	35.89	2,347	2,259	18.2	0.84	19.6	16.9	110	8.4
ロ	"	2,217	15.44	2,248	2,205	18.5	0.70	19.4	17.7	122	6.8
ハ	"	2,435	37.67	2,478	2,354	18.5	1.50	20.6	16.8	156	9.3
ニ	"	2,437	40.14	2,472	2,369	18.0	0.30	18.7	17.7	125	10
ホ	ダルマ窯	2,385	38.23	2,475	2,312	17.6	0.63	18.3	16.8	137	9.7
ヘ	灯油窯	2,383	37.59	2,469	2,316	18.9	0.76	19.8	16.9	129	8.9
ト	ダルマ窯	2,359	27.48	2,407	2,320	19.8	1.03	21.1	17.7	100	9.6
チ	灯油窯	2,405	40.63	2,482	2,343	18.8	0.45	19.6	18.1	118	4.1
リ	"	2,308	66.18	2,435	2,231	17.0	1.25	19.1	15.8	189	8.6
ヌ	ガス窯	2,373	70.44	2,498	2,325	19.3	0.60	19.9	18.2		9.8
ル	灯油窯	2,447	51.95	2,533	2,360	16.6	0.87	18.1	15.1	175	5.2
ヲ	ダルマ窯	2,312	57.45	2,411	2,233	18.1	1.17	19.4	15.7	143	9.4
ワ	灯油窯	2,559	61.41	2,682	2,482	14.8	1.00	17.2	13.5	136	4.8
タ	ガス窯	2,473	99.56	2,580	2,311	13.8	1.22	15.1	11.4	186	6.4
レ	窯	2,584	30.14	2,657	2,555	16.9	0.71	18.1	15.8	154	9.6
ソ	ガス窯	2,607	29.00	2,678	2,579	13.2	0.56	14.2	12.3		4.6
ツ	ガス窯	2,704	134.24	2,960	2,457	14.4	0.93	16.8	12.6	219	6.3
ネ	ガス窯	2,870	36.80	2,924	2,825	12.5	1.46	14.3	11.2	320	6.6
ナ	ガス窯	2,709	88.35	2,876	2,596	13.6	0.48	14.0	12.6		6.1
ラ	ガス窯	2,830	15.04	2,850	2,810	14.3	0.59	15.2	13.6		3.0
ウ	ガス窯	2,754	8.46	2,765	2,742	13.9	0.55	14.8	13.0		6.3

表 7. 瓦 の 品 質

	長 さ mm			幅			働 き 長 さ			働 き 幅			谷 の 深 さ			厚 み								
	$\bar{x}$	δn	最大値	最小値	$\bar{x}$	δn	最大値	最小値	$\bar{x}$	δn	最大値	最小値	$\bar{x}$	δn	最大値	最小値	$\bar{x}$	δn	最大値	最小値				
イ	285.6	1.50	288	283	289.6	1.91	293	285	246.6	0.66	248	246	243.3	1.10	250	246	32.4	1.02	35	31	17.5	0.67	18	16
ロ	287.6	1.98	290	284	287.1	1.17	289	285	247	1.12	249	246	249	0.87	251	248	31.5	1.12	33	29	16.1	0.33	17	16
ハ	282.5	1.88	285	279	283.7	2.73	289	279	243.3	1.35	245	241	243.6	2.01	248	241	31.5	0.89	33	30	18.8	0.39	19	18
ニ	286.9	1.05	289	286	285.1	1.36	287	283	245.8	0.83	247	244	246.1	1.54	248	244	32	1.0	33	30	18	0	18	18
ホ	283.5	1.75	286	280	283.2	1.38	292	287	245.4	1.45	249	243	249.1	1.52	252	246	30.5	0.87	32	29	17.4	0.48	18	17
ヘ	284.9	1.21	286	282	283.2	1.23	285	281	246.2	1.62	248	243	245.0	1.18	246	243	32.3	0.46	33	32	17.1	0.47	18	16
ト	285.9	1.16	288	284	287.4	0.99	289	286	246.1	0.90	247	245	247.1	0.90	249	246	30.8	0.83	32	30	17.5	0.50	18	17
チ	284.3	1.30	285	281	284.5	2.35	289	281	243.3	1.09	245	242	244.6	2.06	248	241	31	0.71	32	30	19.3	0.43	20	19
リ	276.5	3.89	282	271	280.5	2.64	284	276	242.3	2.05	244	239	241.5	2.64	246	237	32.1	1.16	34	30	17.9	0.51	19	17
ヌ	285.3	2.11	288	282	287.9	1.90	291	285	247.6	0.48	248	247	248.8	0.83	250	248	31.1	0.78	32	30	16.9	0.78	18	16
ル	280.6	1.44	283	278	279.5	2.31	283	275	242.2	2.26	246	239	242.3	3.62	247	237	33.1	0.83	34	32	18	0.55	19	17
ヲ	282.2	1.95	285	280	283.7	1.80	287	281	243.8	1.34	246	242	245	1.15	247	244	30.8	0.90	32	30	17	0	17	17
ワ	288.8	1.31	292	287	292.2	1.56	296	290	251.8	1.72	256	249	252.8	1.37	255	251	34.4	0.62	35	30	17.3	0.46	18	17
タ	283.5	2.24	286	280	290.1	5.23	296	283	248.3	3.23	252	242	249.4	4.57	254	243	31.1	1.17	30	30	16.3	0.83	18	15
レ	289.1	1.69	291	286	287.8	2.05	291	285	247.6	1.22	249	245	247.8	1.39	250	246	33	0.5	34	32	18	0.5	19	17
ソ	283.1	1.92	285	279	287.8	1.17	290	286	240	1.18	242	238	249.6	1.02	251	243	35.1	0.70	36	34	1.69	0.30	17	16
ツ	286.3	1.38	289	284	291.1	1.22	294	289	247.2	1.15	250	246	253.1	0.80	254	252	34.8	1.03	36	31	17.6	0.92	19	16
ネ	283.3	1.48	285	281	286.7	1.39	288	284	243.9	0.64	245	243	248.6	0.90	250	247	34	0	34	34	18.9	0.64	20	18
ナ	280.9	2.64	285	277	285.1	2.16	289	282	244.2	2.48	249	240	248.5	1.78	251	246	33.4	1.15	35	32	18.2	0.70	20	17
ラ	285.0	1.15	287	284	288.3	1.25	290	286	245.2	1.07	247	244	252.7	0.75	254	252	38	0.82	39	37	19.0	0	19.0	19.0
ウ	284.5	1.33	286	282	284.8	0.90	286	283	243.2	1.46	244	240	249.2	0.69	250	248	30.5	1.26	32	28	18	0	18	18

表6, 表7の21工場で使用している焼成窯の種類は、灯油窯9工場、ガス窯8工場、ダルマ窯4工場である。

乾燥重量では2.205 kg～2.96 kgと0.755 kgの差があるが、製造工場の地域性と原料粘土によるものである。

吸水率は比較的バラツキの小さい2%以下の工場が10工場有る反面バラツキが大きい工場が7工場有り、又JIS規格20%の規定を最大値で超える工場が2工場有る。

曲げ破壊荷重において120 kg以下の工場が3工場有るが他は規定以上でなかには300 kgを超

える工場もある。

凍害試験：1工場当り3～4枚の瓦を試験した結果、浮石に起因する小さな剥離が数多く見られることと、プレス成形する際の荒地が硬いために起因する亀裂が見られる工場もある。

寸法：長さ、幅、働き長さ、働き幅、谷の深さ、厚み共各工場内ではバラツキが比較的小さいが、1～2の工場でバラツキの大きい工場がある。

4.2 県下いぶし瓦の品質

県下28工場中90%25工場より採取した瓦228枚についての品質試験結果をヒストグラムを図4～13に、また測定値特性を表8に示す。

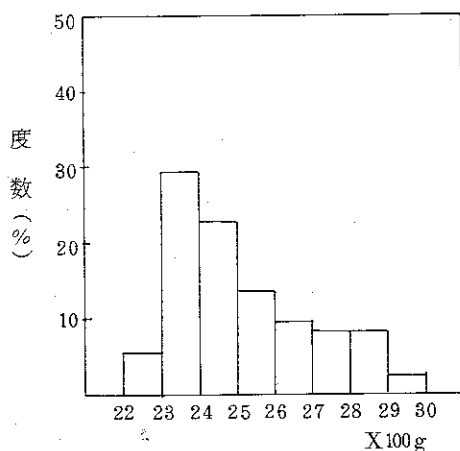


図4 乾燥重量

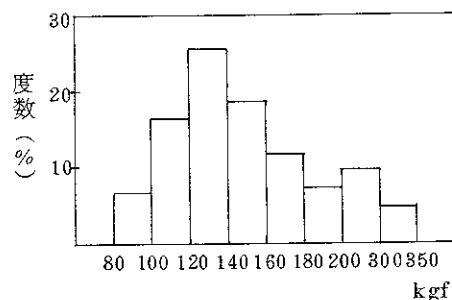


図6 曲げ強さ

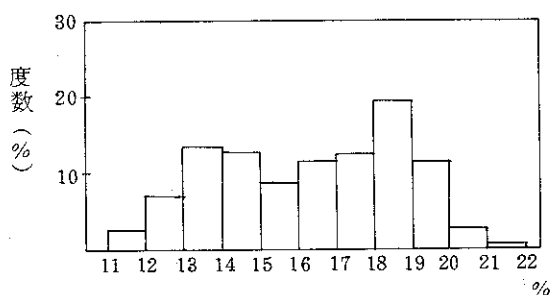


図5 吸水率

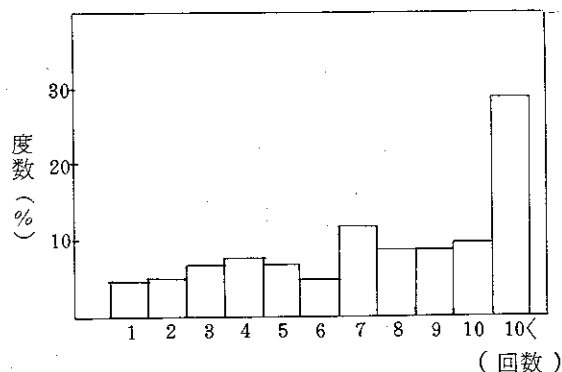


図7 凍害

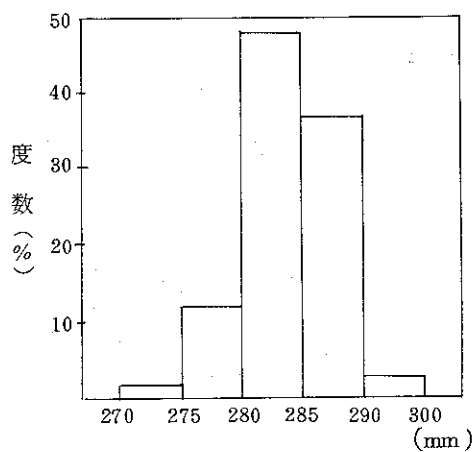


図8 長さ

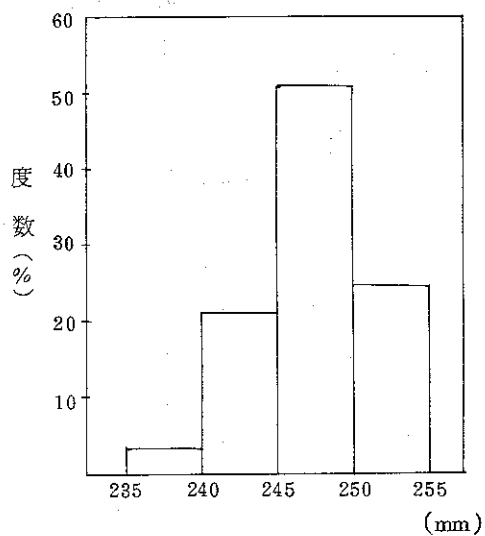


図11 動き幅

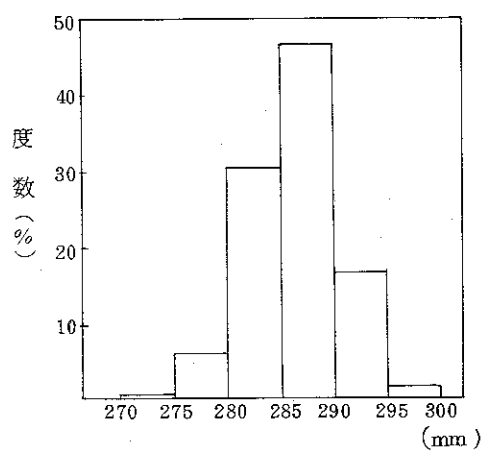


図9 幅

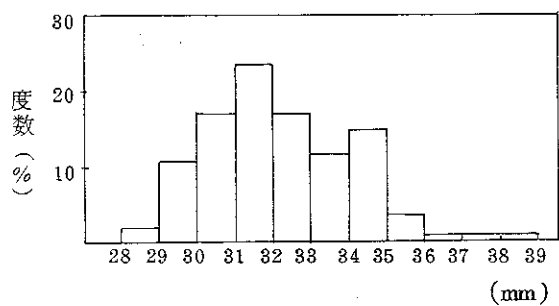


図12 谷の深さ

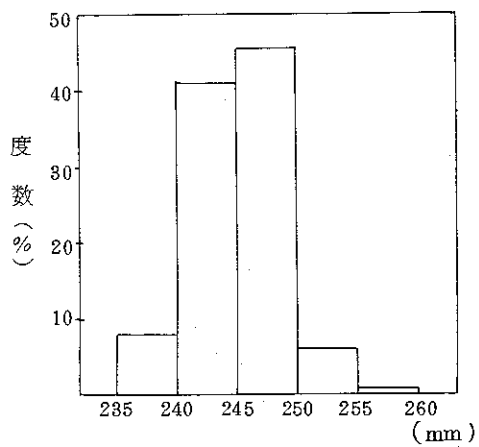


図10 動き長さ

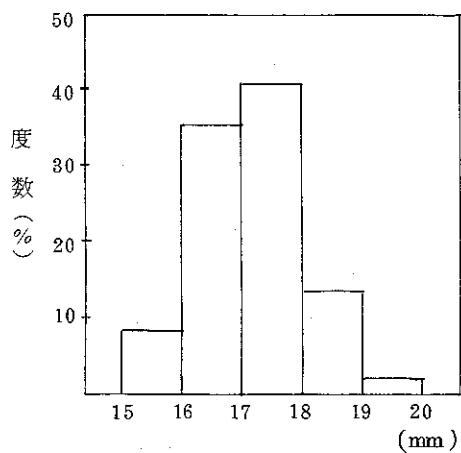


図13 厚さ

表8. 品質試験測定値特性

項 目	最大値	最小値	平均値	標準偏差	サンプル数
長 さ	2 9 2	2 7 1	2 8 4.3	3.5 2	2 2 8
幅	2 9 6	2 7 5	2 8 6.7	3.9 9	2 2 8
働 き 長 さ	2 5 6	2 3 8	2 4 5.5	3.0 4	2 2 8
働 き 幅	2 5 5	2 3 7	2 4 7.8	3.8 1	2 2 8
谷 の 深 さ	3 9	2 8	3 2.7	1.9 4	2 2 8
厚 さ	2 0	1 5	1 7.7	0.9 2	2 2 8
乾 燥 重 量 (g)	2,9 6 0	2,2 0 5	2,5 0 0.7	1 8 3.1 3	2 2 8
吸 水 率	2 1.1	1 1.2	1 6.4	2.3 9	2 1 5
曲げ破壊荷重	3 3 7	9 5	1 5 6.8	5 4.5 2	4 3

図4の乾燥重量において、最大値と最小値の差が大きく755 gあるが、これは原料粘土の相違や各工場での配合割合の違いによるものと思われる。

図5、図6の吸水率、曲げ破壊荷重は最大値と最小値の差が大きく間隔の広い分布を示し、吸水率で約10%、曲げ破壊荷重で200 kgf以上あるのは、焼成条件、原料粘土の配合割合、粘土処理等の問題があるものと思われる。

図7の凍害試験については、5回目以内に浮石による小さな剥離が多く約23%を占め、5回目から10回目までが49%、10回目まで異状を認められなかった瓦が28%ある。

図8～図13の寸法、長さ、幅、働き長さ、働き幅、谷の深さ、厚さ等についてはバラツキも小さく正規分布を示している。

5. ま と め

粘土瓦の品質向上を目的として現状における品質特性を把握するために試験を行った。

まず原料粘土について、各地区で瓦用に使われているネバ土、サク土は水田下盤の土壤コロイドが主で、 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ の比が2～3で、石英および長石を多く含む結晶度の悪いカオリナイト、ハロイサイトを主にし、クリストバライト、モン

モリロナイト、セリサイト、緑泥石や炭質物（有機物）等を含み、耐火度も $1,300^\circ\text{C}\sim 1,490^\circ\text{C}$ と比較的低い粘土である。

シラ地について、瓦の焼成条件や歪、吸水率、凍害等に関係が深いと思われるシラ地の熱膨張、粒度分布を測定した結果熱膨張については10工場とサンプル数の不足等で因果関係は明確でなかったが、粒度分布において0.01 mm以下の粒子が60%と多くなると当然吸水率は小さくなる反面原土処理及び水分の調整が不充分であると、凍害を受け易くなる傾向にある。又逆に粗粒子が多くなると当然吸水率も大きくなり、曲げ破壊荷重が小さくなる。熱膨張において、土練機で押し出される土の流れ方向と直角方向の熱膨張率の差が大きい瓦は、寸法のバラツキが比較的大きい。

乾燥重量については、原料粘土の違いと思われる地域の差があり、略2,500 gを境に上下に別れる。

寸法については比較的バラツキも小さく長さ、幅、谷、厚さ共正規分布をしている。

凍害については、浮石の影響による小さな剥離と、プレスの際水分の不足及び不均一によるラミネーションと思われる亀裂が多く見られた。今回は試験を10回の繰返しで終了したため各工場毎の平均は、回数が少ない結果になっている。しか

し5回以内の繰返し試験において凍害の発生している瓦が約23%あることは、原土の処理方法、配合割合、粒度分布、焼成条件等総合的に生産工程を検討する必要がある。又曲げ破壊荷重についてはサンプル数の不足などで良いデータが得られなかったが、JIS規格の120 kgfに満たない瓦が数%あったことは、諸条件を検討する必要がある。これらの試験結果により、今後粘土瓦の品質向上を目的とした、試験、研究、指導についての指針を得ると共に、品質試験の強化をする必要がある。

参考文献

- 1) 野元堅一郎，藺田徳幸，鹿児島県工業試験場
業務報告 10 昭31年
- 2) 野元堅一郎，鹿児島県工業試験場業務報告
8 昭36年
- 3) 須藤俊男， 粘土鉱物
- 4) 田中 稔 粘土瓦ハンドブック