

窯業原料の利用開発に関する研究

窯業室 照 屋 善 義
仲 村 三 雄
宜野座 俊 夫
照 屋 輝 一

1. ま え が き

沖縄本島に賦存する粘土鉱床のうち、これまでの調査結果から陶器原料として利用できる粘土は天願断層以北（本部半島を含む）に賦存することが判明した¹⁾。また天願断層以南には建材原料として検討する必要のある粘土岩（泥岩）が多量にある。

本島中北部に賦存する粘土のなかで熱水成粘土と風化残留成粘土は良質の粘土ではあるが、鉱床の規模が小さく、さらに軍用地やレジャー施設などの立地的制約を受けており今後量的な拡大を図っていくことは困難な状況にある。これに対し陶土として利用できる堆積成粘土は本部半島や天願断層以北の随所に見られ量、質の両面で安定している。

したがって、今後の粘土鉱床の利用と開発の方向としては中北部の堆積成粘土を陶土として利用開発することと、島尻層中の泥岩を新規建材原料として利用開発していくことが課題となっており、本研究では、その主な粘土について基礎的諸性状を試験した。

2. 陶器原料としての利用

2・1 試料

陶器の主たる原料となり得る陶土は量、質の両面から見て石川、恩納、古我知、江洲に賦存する堆積成粘土が有望である。表1に代表的な粘土試料とその採取地、特徴などを示した。

表1. 試料の採取地と特徴

試料名	採取地	特 徴
No.1. 石川粘土(A)	石川市北部	一般に淡褐～黄灰色を呈し、砂質で鬼板を来む、層厚約5m
No.2. 石川粘土(B)	“ ”	A層とは上層一下層の関係、A層と比較して粘土質
No.3. 恩納粘土(A)	恩納村南西部	連続性がよく均質な黄灰色の粘土層
No.4. 恩納粘土(B)	“ ”	全般的に黄色～灰色を呈し、鬼板を来む7～8mの粘土層
No.5. 古我知粘土	名護市呉我西方	比較的広範囲に分布し、一部鬼板を来む黄灰～暗青色の砂質粘土
No.6. 江洲粘土(A)	大宜味村字江洲	江洲粘土の上層部、全般的に均一な粘土層から成り、単味成形可能
No.7. 江洲粘土(B)	“ ”	江洲粘土の中部層、黄色の砂質粘土層
No.8. 江洲粘土(C)	“ ”	江洲粘土の下層部、白色の礫を含む粘土層

なお、以下の各種試験に供した資料は事業所の現場と対応して水簸によって得た粘土（水簸粘土）と原料をボールミル粉碎した粘土（粉碎粘土）に区分しそれぞれの試験を行なった。

2・2 試料の生性状

試料の生性状を知るため粒度組成、可塑性、乾燥収縮、乾燥強度、化学組成、耐火度、鉱物組成、熱分析などの測定を行なった。

2・2・1 粒度組成

島津粒度分布自動測定装置 RS - 1000 型を用いて粒度分布を測定した。表 2 に水簸粘土と粉碎粘土のそれぞれの結果を示す。

表 2. 試料の粒度組成

分類 粒度 試料名	水 簸 粘 土						粉 碎 粘 土					
	44以上 (μ)	44~17 (μ)	17~13 (μ)	13~9 (μ)	9~5 (μ)	5以下 (μ)	44以上 (μ)	44~17 (μ)	17~13 (μ)	13~9 (μ)	9~5 (μ)	5以下 (μ)
No.1. 石川粘土(A)	18.1	19.9	7.8	9.7	13.1	31.4	0	16.3	13.7	16.3	18.2	35.5
No.2. 石川粘土(B)	18.2	11.4	4.7	7.2	15.5	43.0	0	19.0	7.6	10.1	14.6	48.7
No.3. 恩納粘土(A)	8.1	15.7	6.9	11.3	18.9	39.1	0	11.1	8.9	14.5	27.0	38.5
No.4. 恩納粘土(B)	6.4	17.4	8.5	13.9	23.8	30.0	0	4.5	9.0	15.9	28.6	42.0
No.5. 古我知粘土	7.6	40.4	7.2	10.4	17.7	16.7	0	5.5	8.1	12.7	23.7	50.0
No.6. 江洲粘土(A)	18.9	5.1	3.7	6.6	15.5	50.2	0	15.0	5.5	9.0	17.5	53.0
No.7. 江洲粘土(B)	8.8	11.2	2.5	7.1	16.7	53.7	0	9.0	5.5	8.5	19.5	57.5
No.8. 江洲粘土(C)	26.2	12.8	3.2	5.6	13.2	39.0	0	26.3	6.4	8.5	12.8	46.0

水簸粘土のなかで粘土分（5 μ 以下）の高いのは江洲粘土でその値はおよそ54%である。

逆に最も低い値を示すのは古我知粘土の16%である。原土を20時間ボールミル粉碎したときの粒度組成の変化は、シルト分が減少して微粘土に移行したことである。特に古我知粘土は16%から50%に向上し粉碎効果が大きい。また水簸粘土中には各試料とも44 μ 以上の粒子を含むが、それは粉碎によってほとんどなくなりシルトおよび粘土分の向上が図られている。

2・2・2 可塑性

ペツファーコロン法により各粘土の可塑性値を求めた。図 1 に可塑性測定装置、また図 2 には各資料の可塑性値の測定結果を示す。

粉碎粘土は水簸粘土に比較して可塑性値が大きく、粉碎粘土で30~45%水簸粘土で25~40%である。また古我知粘土と恩納粘土(A)および同粘土(B)が他の粘土よりも大きな可塑性値を示す。

2・2・3 乾燥性状

乾燥性状として呈色、収縮率、曲げ強度について試験した。

(1) 乾燥収縮

各試料に適当な水量を加え練土としたのち石膏型を用いて10×10×100 mmの試験体を型おこし成形し110℃での乾燥収縮率を求めた。その結果を風乾状態での呈色とともに表 3 に示す。

(2) 乾燥強度

乾燥収縮の試験体を用いて島津オートグラフ DSS - 10T 型試験機で曲げ強度を測定した。測定条件はクロスヘッド 500 kg、チャートスピード 2 mm/分、フルスケール 10 kg、スパン 6 cm であ

A+B=1,192 g

Aの径：120 mm

Aの厚さ：75 mm

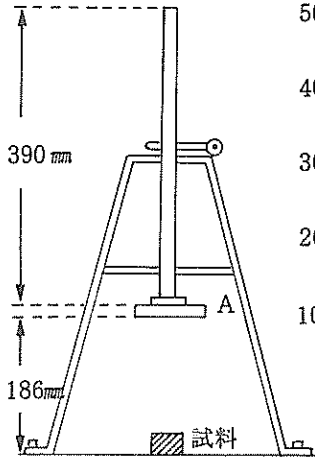


図1. 可塑性測定装置

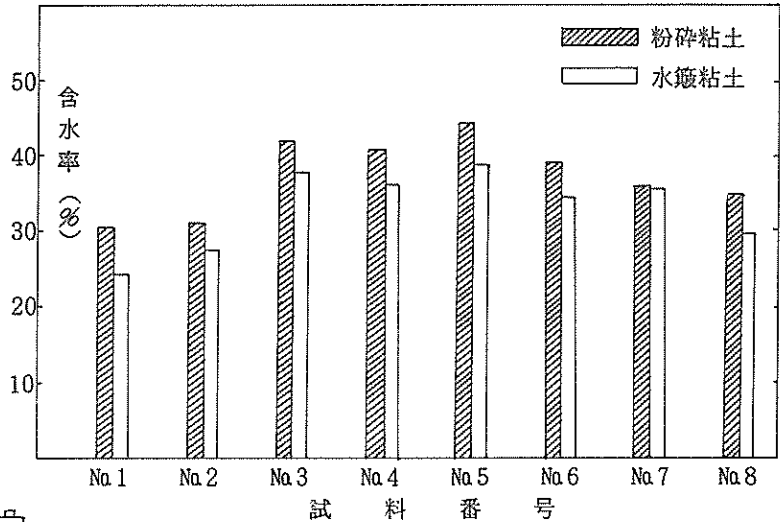


図2. 可塑性値

注：含有率は $a (h/h_1) = 3.3$ のときの含水量で示した。

h：試験前の試験体の長さ

h₁：試験後の試験体の長さ

り、結果は次式により算出し表3に3個の平均値でもって示した。

M 曲げ強度 [kg/cm²]

b 試験体の中 [cm]

d 試験体の厚さ [cm]

L スパン [cm]

P 測定加重 [kg]

$$M = 3LP/2bd^2$$

表3. 試料の乾燥性状

試料名	性状分類	風乾呈色		乾燥収縮率 (%)		曲げ強度 (kg/cm ²)	
		水簸	粉碎	水簸	粉碎	水簸	粉碎
No. 1. 石川粘土(A)		黄	黄	4.8	6.6	9	12
No. 2. 石川粘土(B)		黄白	黄白	6.8	7.2	16	22
No. 3. 恩納粘土(A)		黄	黄	5.4	4.6	10	9
No. 4. 恩納粘土(B)		暗灰	暗灰	4.8	5.2	7	22
No. 5. 古我知粘土		黄灰	黄灰	6.8	8.6	21	43
No. 6. 江洲粘土(A)		桃色	桃色	7.0	6.6	11	23
No. 7. 江洲粘土(B)		黄	黄	6.4	8.0	9	21
No. 8. 江洲粘土(C)		白	白	4.0	4.8	6	16

表3の測定結果が示すようににおいては黄色、黄灰色、灰色、白色などの粘土が多い。一般に県内産の粘土は有色粘土であり、また地層の上下関係においても呈色を異にする場合が多い。

乾燥による収縮は粘土分が多いものほど大きく、水鏡物よりは粉碎物の方がその値は大きくなっている。

また乾燥強度は粉碎粘土が水鏡粘土より大きくなっており、粒度が細かいほど強度が向上することを示している。

2・2・4 化学組成と耐火度

JIS-M 8854「耐火粘土分析法」に準拠して粘土試料の水鏡粘土と粉碎粘土の化学組成を求めた。耐火度は酸素-プロパン耐火度試験機を用いて試験した。測定結果は表4に示す。

表4. 試料の化学分析値と耐火度

試料番号	試料名	分類	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	CaO%	MgO%	Na ₂ O%	K ₂ O%	MnO%	lgLoss%	Total%	耐火度
1	石川粘土(A)	水鏡物	80.91	10.43	2.08	0.95	0.03	0.41	0.05	1.16	0.01	4.04	100.07	SK19
		粉碎物	80.92	10.02	1.96	0.90	0.16	0.40	0.08	1.12	tr.	3.86	99.42	SK19 ⁺
2	石川粘土(B)	水鏡物	70.91	16.51	1.77	0.99	0.03	0.54	0.11	1.73	0.01	6.17	98.77	SK26 ⁺
		粉碎物	71.89	16.12	1.89	1.01	0.17	0.41	0.13	1.69	0.01	5.77	99.09	SK26
3	恩納粘土(A)	水鏡物	65.39	19.72	3.82	0.89	0.02	0.71	0.83	3.58	0.01	3.81	98.78	SK16 ⁺
		粉碎物	64.10	19.51	3.29	0.91	0.02	0.72	0.83	3.63	0.01	5.29	98.31	SK16
4	恩納粘土(B)	水鏡物	65.82	19.41	2.55	0.83	0.02	0.93	1.68	3.75	0.02	4.94	99.95	SK16
		粉碎物	65.08	19.05	2.47	0.82	0.03	0.99	1.69	3.75	0.02	4.80	98.70	SK15
5	古我知粘土	水鏡物	63.59	19.31	5.28	0.99	0.10	0.74	0.45	3.05	0.01	7.10	100.62	SK17 ⁺
		粉碎物	62.16	19.34	6.14	0.97	0.08	0.77	0.43	2.90	0.01	6.65	99.45	SK17
6	江洲粘土(A)	水鏡物	67.92	19.20	2.37	0.96	0.02	0.53	0.09	2.51	0.01	5.91	99.54	SK26 ⁻
		粉碎物	69.82	16.94	1.62	0.92	0.01	0.52	0.07	2.32	0.01	5.61	97.84	SK20 ⁻
7	江洲粘土(B)	水鏡物	69.17	18.48	1.77	0.88	0.02	0.67	0.07	2.87	0.01	6.17	100.11	SK28
		粉碎物	67.98	18.20	1.69	0.86	0.01	0.60	0.05	2.42	0.00	5.94	97.75	SK27 ⁻
8	江洲粘土(C)	水鏡物	69.07	18.64	1.01	0.91	0.02	0.55	0.14	3.54	0.00	5.38	99.26	SK26 ⁺
		粉碎物	69.28	18.17	1.01	0.83	0.01	0.52	0.10	3.20	0.00	4.91	98.03	SK26 ⁻

表4の結果から各粘土試料の水鏡粘土と粉碎粘土の化学組成および耐火度の値には大きな差は認められない。

一般に鉄分(Fe₂O₃)が1.01ないし6.14%、カリ分(K₂O)1.12ないし3.75%と高く、アルミナ分(Al₂O₃)は10.02ないし19.72%と低い。

石川粘土の上層(A)と下層(B)とでは主成分であるけい酸分(SiO₂)とアルミナ分に違いが見られるが、その他の成分はほとんど同じ値である。下層の耐火度が上層より高いのはアルミナ分の影響と考えられる。

恩納粘土は層序による化学組成の相違は見られず、また耐火度もほぼ同じ値を示している。

古我知粘土の化学組成の特徴は他の粘土と比較して鉄分が多量に含有されていることであり、諸性状にも影響を与えている。

江洲粘土の化学組成も層序の違いによる変化はあまりなく、他の粘土と比較して耐火度が高い。

2・2・5 鉱物組成

各粘土の鉱物組成を知るためにX線回折と熱分析を行なった。X線回折は理学X線回折装置（ガイガフレックス）、熱分析は理学卓上高温計マイクロ熱分析装置を用いた。代表的試料のX線パターンと示差熱、熱天秤、熱膨張曲線を図3～図6に示す。

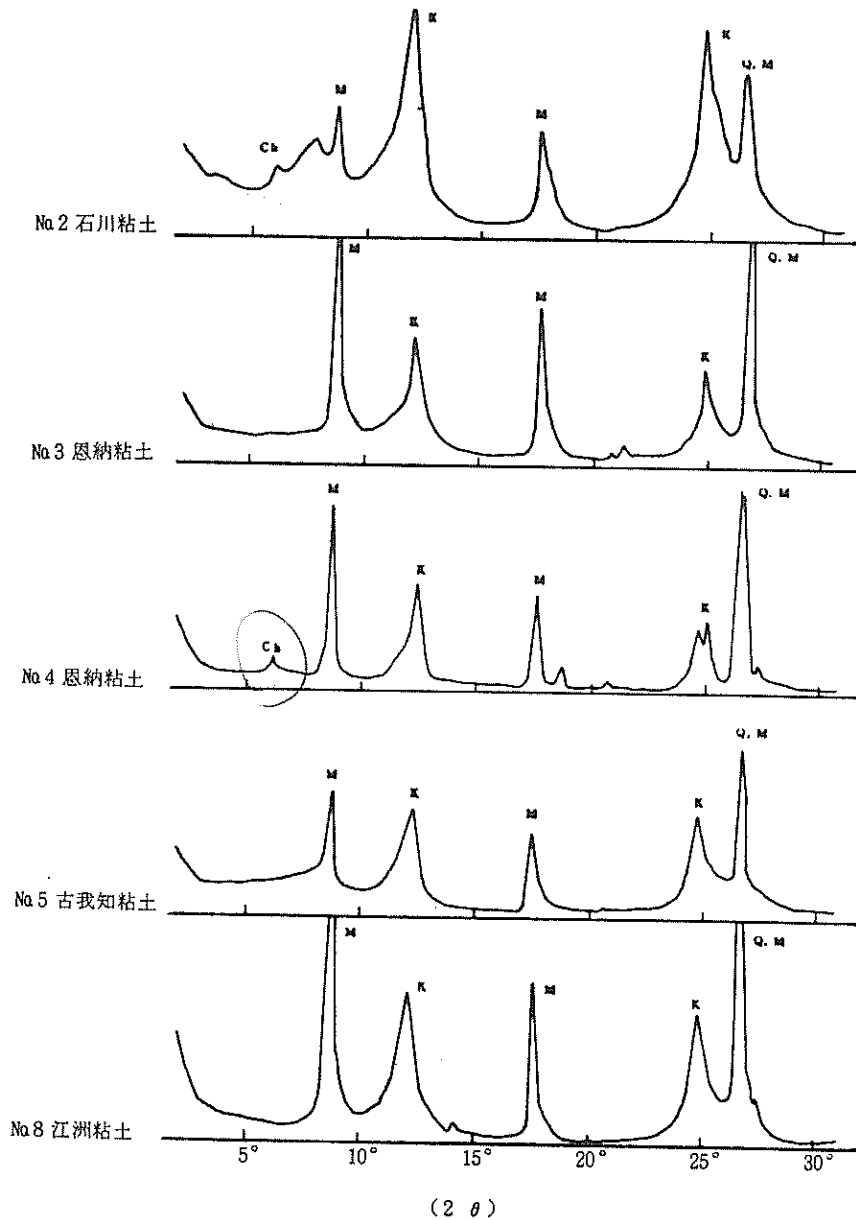


図3 代表的試料のX線回折図（底面反射）

K：カオリン鉱物、M：雲母粘土鉱物、Ch：緑泥石、Q：石英

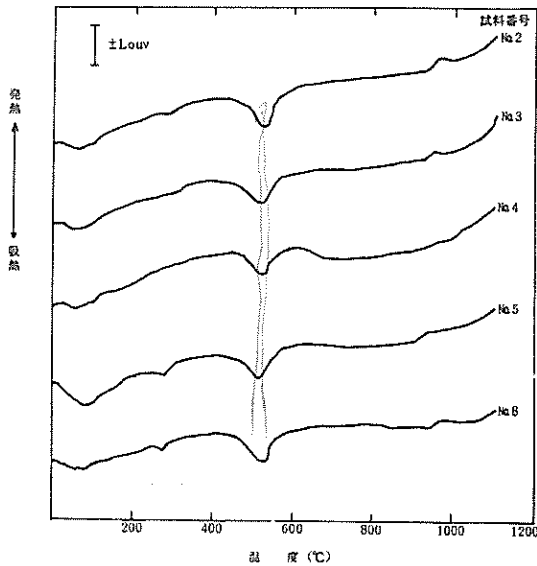


図4 代表的試料の示差熱分析曲線

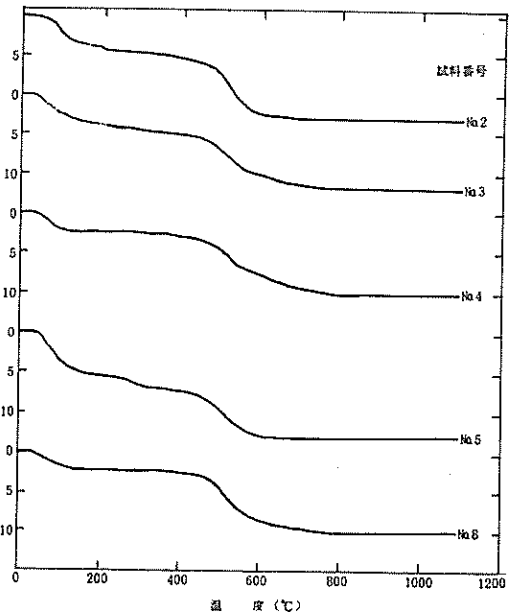


図5 代表的試料の熱重量曲線

以上の測定結果から粘土試料はいずれも主としてカオリン鉱物と雲母粘土鉱物を構成鉱物とし、それに石英を含む。特に石川粘土（A）と江洲粘土（C）は石英分が多い。

3・3 試料の焼成性状

業界の焼成温度が1200°C～1250°Cの範囲であるところから試験体を下記の条件で焼成しJIS-R2205に従って試験し収縮率、気孔率、吸水率、比重などを測定した。これらの特性値と焼成温度との関係を図7と図8に示した。

以上の結果から一般的に次のことがいえる。

各粘土の水鏡物と粉碎物は、ほぼ同じ焼成色を示し淡白色から暗褐色に巾広く呈色し、雰囲気の違いによって異なった色調を呈する。

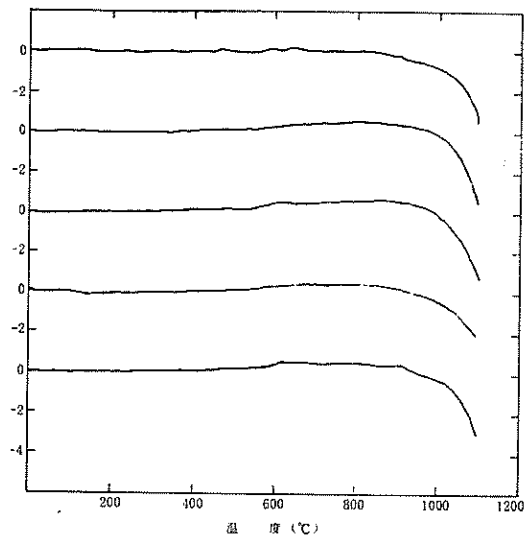


図6 代表的試料の熱膨張曲線

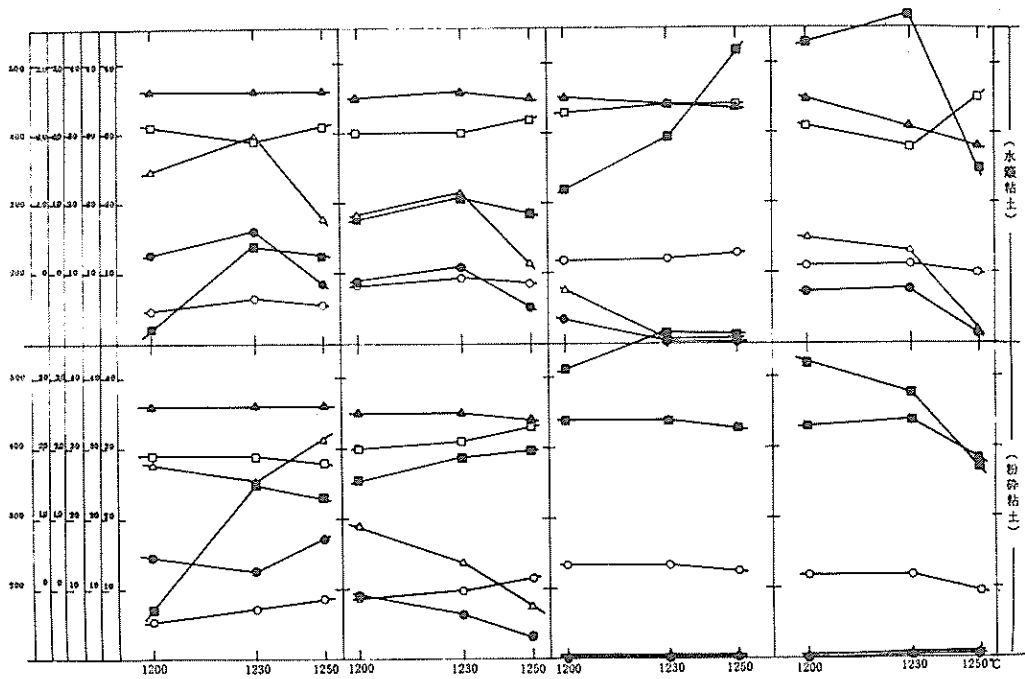
焼成収縮率は粒度組成と対応して粉碎粘土の方が若干大きな値を示す傾向がある。

気孔率、吸水率については各粘土によってそれぞれの特性を示すが、特に酸化焼成と還元焼成ではその雰囲気による違いが特性値として明確に現われている。

焼成強度は粉碎粘土が水鏡粘土より大きく、また還元雰囲気での焼成が酸化焼成より著しく強度が向上している。すなわち焼結が進むに従って強度が大きくなる傾向を示している。

各粘土の焼成特性は次のとおりである。

- (1) 石川粘土の上層（A）と下層（B）では焼成性状に違いが見られる。石川粘土（A）の水鏡粘土と粉碎粘土は1200°C、1230°C、1250°Cの各温度における焼結状態は良くないが、

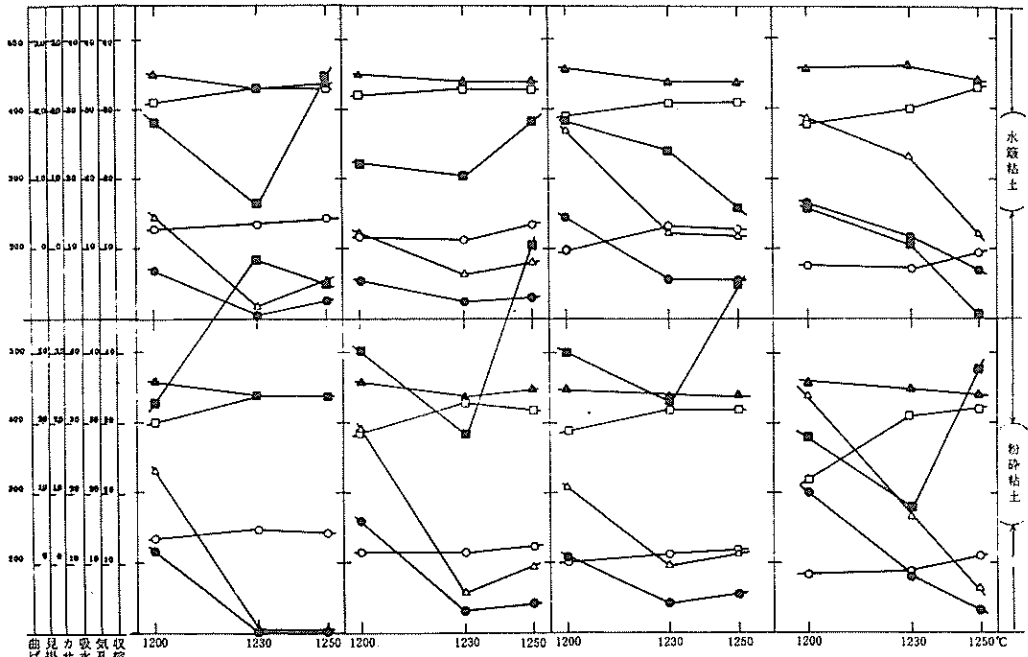


No. 1 石川粘土(A)

No. 2 石川粘土(B)

No. 3 恩納粘土(A)

No. 4 恩納粘土(B)



No. 5 古我知粘土

No. 6 江洲粘土(A)

No. 7 江洲粘土(B)

No. 8 江洲粘土(C)

曲げ強度 (kg/cm²)
見掛比重
吸水率 (%)
気孔率 (%)
収縮率 (%)

図7 酸化焼成における各試料の焼成性状

○ 収縮率
● 吸水率
△ 気孔率
▲ 見掛比重
□ 曲げ強度

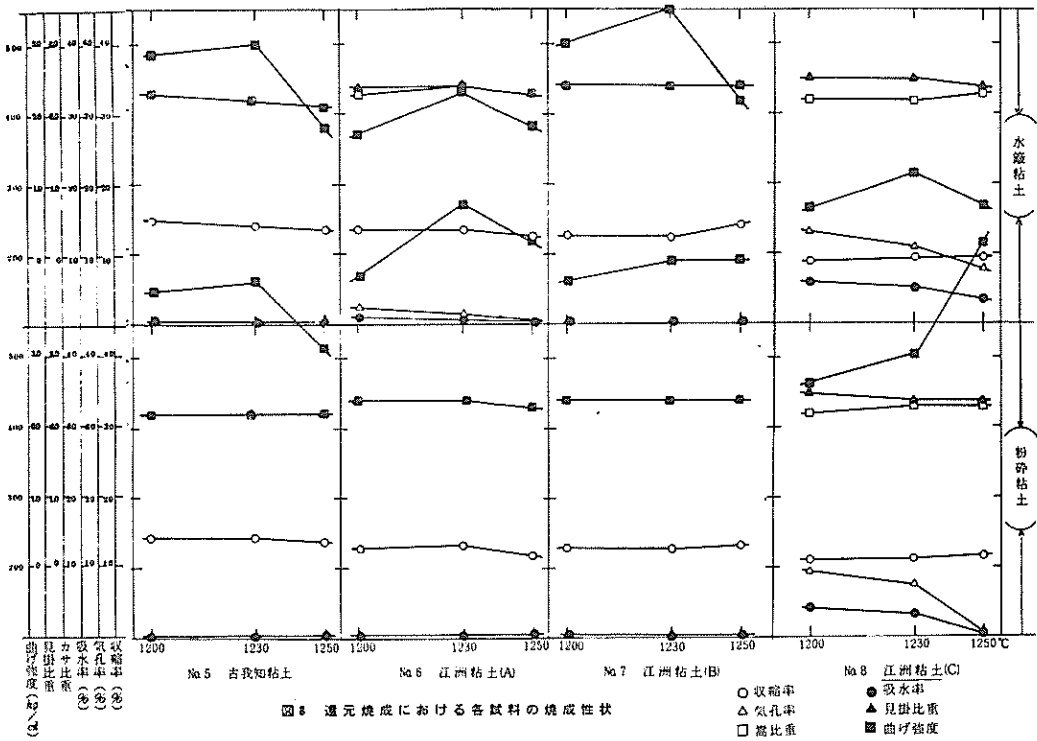
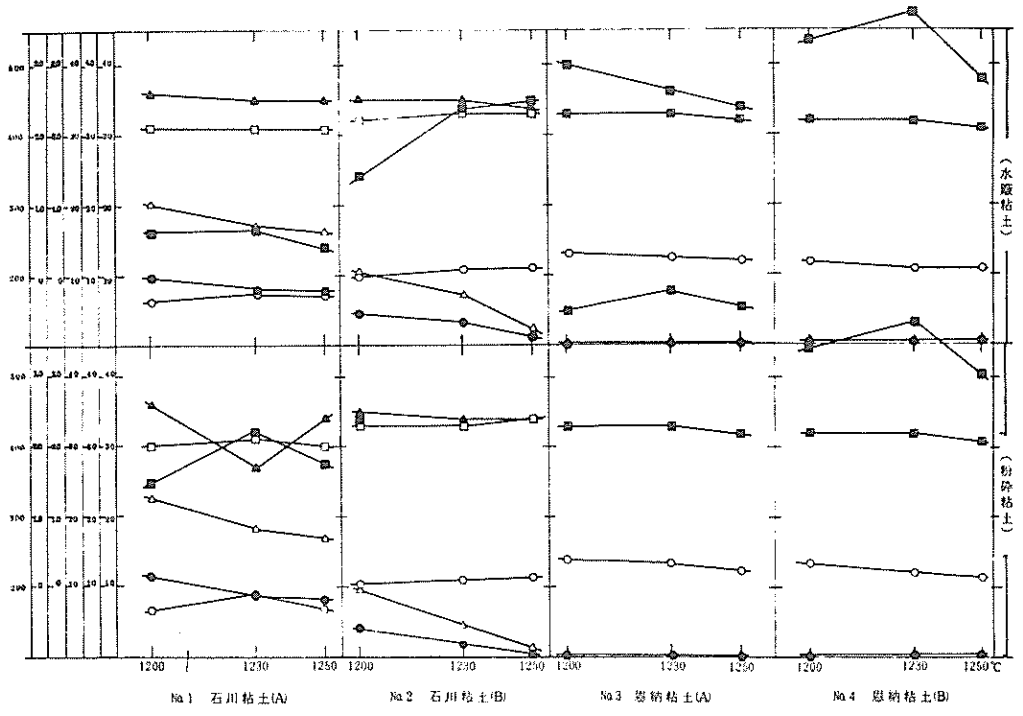


図8 還元焼成における各試料の焼成性状

○ 収縮率
 △ 気孔率
 □ 見掛比重
 ● 吸水率
 ▲ 見掛比重
 ■ 曲げ強度

焼成条件 I

焼成条件 II

焼成温度	雰囲気	焼成時間	昇温速度	保持時間	焼成温度	雰囲気	焼成時間	昇温速度	保持時間
1,200℃	酸化	8時間	200C/hr	30分	1,200℃	還元	8時間	200C/hr	30分
1,230	酸化	8	200	30	1,230	還元	8	200	30
1,250	酸化	8	200	30	1,250	還元	8	200	30

同粘土 (B) は焼成温度の上昇によって次第に焼き締る傾向を示し、特に 1250℃ の還元雰囲気ではほとんど焼き締る。

- (2) 恩納粘土 (A) および同粘土 (B) の水簸粘土を酸化雰囲気で焼成した場合、両粘土間には焼成による特性の違いが見られる。すなわち、恩納粘土 (A) は 1230℃ で焼結するが同粘土 (B) は 1250℃ においてはじめて焼き締る傾向を示す。しかしながら還元雰囲気下では 1200℃ より低温で焼き締まる。
- (3) 古我知粘土は焼成雰囲気の相違によってその性状が異なり、還元焼成では水簸粘土とも 1200℃ で焼結するのに対し酸化焼成では両粘土とも 1230℃ になってはじめて焼き締まる。また、1250℃ になると水簸粘土は逆に膨張する傾向を示す。
- (4) 江洲粘土の A 層と B 層の性状は両粘土の水簸粘土、粉碎粘土とも 1200℃ および 1230℃ の酸化焼成においては焼き締らず、1250℃ では逆に膨張している。一方還元雰囲気では 1200℃ ですでに焼き締まっている。他方江洲粘土 (C) は各温度において焼結せず、1250℃ の還元焼成のみで焼き締まり他の設定条件では焼き締らないのが特徴的である。

3. 建材原料としての利用

3・1 試料

島尻層群は純海成の堆積物である。同堆積成粘土は、れんが、花鉢、壺屋荒焼原量として利用されている。これらの製品は年々衰微の一途を辿ってきており窯業原料としての利用度は極めて低い。

窯業資源に乏しい当県においては以前からその有効利用と付加価値の高い製品への開発が求められてきた。島尻層粘土は劣質な低品位粘土ではあるが、その窯業資源としての利用開発は当面の大きな課題であると考えられる。

以下では新規建材への活用の探索を図るため島尻層群中与那原層を構成する暗灰色シルト質泥岩 (クチャ) の基礎性状について各種の試験を実施した。表 5 に採取した試料名、採取地、特徴等を示した。各粘土試料は原土のまま風乾し粉碎後以下の試験に供した。

表 5. 試料の採取地と特徴

試料名	採取地	特徴
No.1. 馬天粘土	佐敷村馬天	島尻層群中の与那原層を構成し、暗灰色泥質岩、量的に安定
No.2. 大里粘土(A)	大里村字古堅	馬天粘土と類似するが多少シルト質
No.3. 大里粘土(B)	大里村字古堅	同上、大里粘土(A)は上層、Bは同粘土の下層に相当

3・2 試料の諸性状

試料の生性状と焼成性状を知るため粒度組成、化学組成、鉱物組成、焼成性状について試験した。これらの試験方法は前述の陶土試験と同じ条件で行なった。表6に粒度組成の測定結果を示した。

表6 原土の粒度組成

試料名 \ 粒度	44以上 (μ)	44 ~ 17 (μ)	17 ~ 13 (μ)	13 ~ 9 (μ)	9 ~ 5 (μ)	5以下 (μ)
Na 1. 馬天粘土	0.2%	1.0%	5.2%	9.1%	25.5%	59.0%
Na 2. 大里粘土(A)	0.1	5.9	7.1	10.1	17.8	59.0
Na 3. 大里粘土(B)	0.2	1.8	7.1	10.2	19.5	61.2

各試料とも5 μ 以下の粘土分を約60%含有し、粒度の細かい粘土である。

3・2・2 化学組成と耐火度

各試料の化学組成と耐火度の試験結果を表7に示した。

表7. 試料の化学組成と耐火度

試料名 \ 化学成分	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	CaO %	MgO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	MnO %	Ig Loss %	Total %	耐火度
Na 1. 馬天粘土	54.02	16.47	7.86	0.80	3.95	2.93	1.22	3.30	0.09	9.28	99.92	1,200°C (SK6a ⁺)
Na 2. 大里粘土(A)	55.75	17.08	8.06	0.86	2.61	2.71	1.30	3.23	0.11	8.19	99.90	1,190°C (SK5a ⁺)
Na 3. 大里粘土(B)	55.88	16.94	7.81	0.85	2.67	2.80	1.30	3.25	0.11	8.12	99.73	1,180°C (SK5a ⁺)

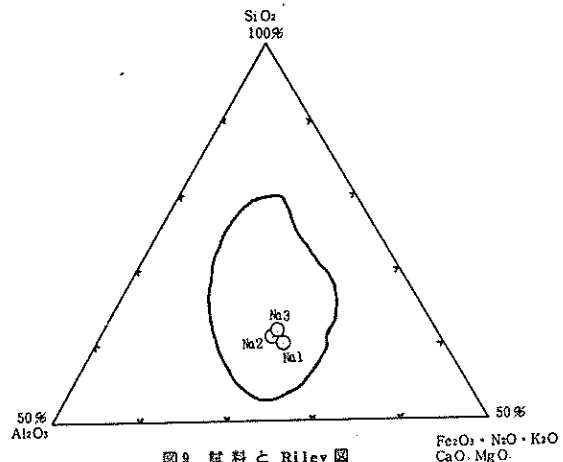
馬天粘土と大里粘土は化学組成において同質の粘土であり各成分はけい酸分 (SiO₂)55%、アルミナ分 (Al₂O₃) 17%、鉄分 (Fe₂O₃) 8%、アルカリ金属分 (K₂O+Na₂O) 4.5%、アルカリ土類金属分 (CaO+MgO) 5ないし7%となっている。また耐火度も一般的に低く1200°C以下である。

Rileyは頁岩粘土等の発泡性について検討し図9の実線で囲んだ範囲の化学組成を持つ粘土が発泡し易いことを経験的に示した²⁾。

Na 1の馬天粘土とNa 2およびNa 3の大里粘土のRiley図へのプロットは発泡する組成範囲にあつていずれの粘土も一応発泡するための化学的条件を満たしている。

3・2・3 鉱物組成

粘土試料の鉱物組成を知るためX線回折と熱分析を行なった。馬天粘土と大里粘土は同質と見なせるので馬天粘土についての各々の結果のみ図10から図13にまとめて示した。



馬天粘土の主な鉱物組成は緑泥石と雲母粘土鉱物が主体でそれに石英、長石、方解石などの非粘土鉱物を含んでいる。他方文献によると島尻層中の粘土鉱物から膨潤性モンモリロナイトの存在が報告されており³⁾、モンモリロナイトの存在は粘土の発泡性と重要な関係があると言われているが、今回の試験ではモンモリロナイトの存在を確認するまでには到らなかった。

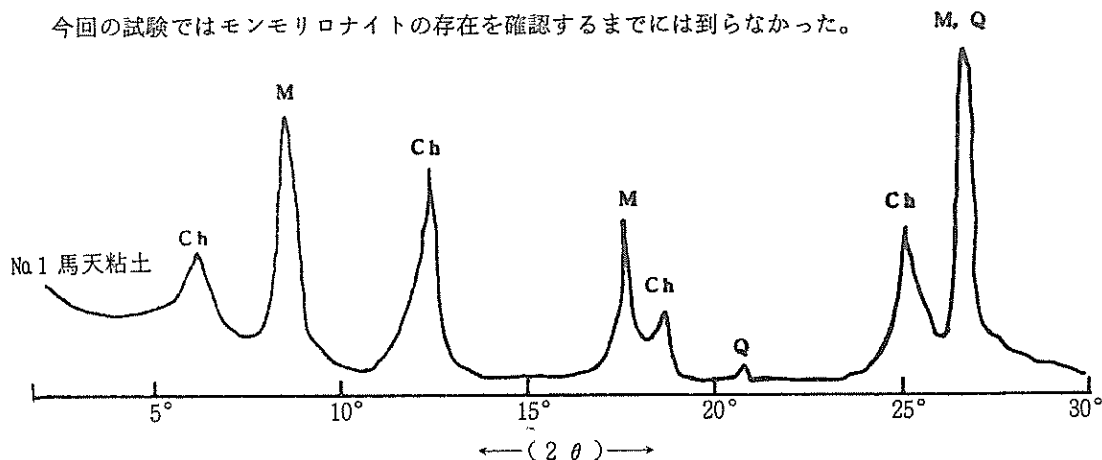


図10 試料のX線回折図（底面反射）

Ch: 緑泥石、M: 雲母粘土鉱物、Q: 石英

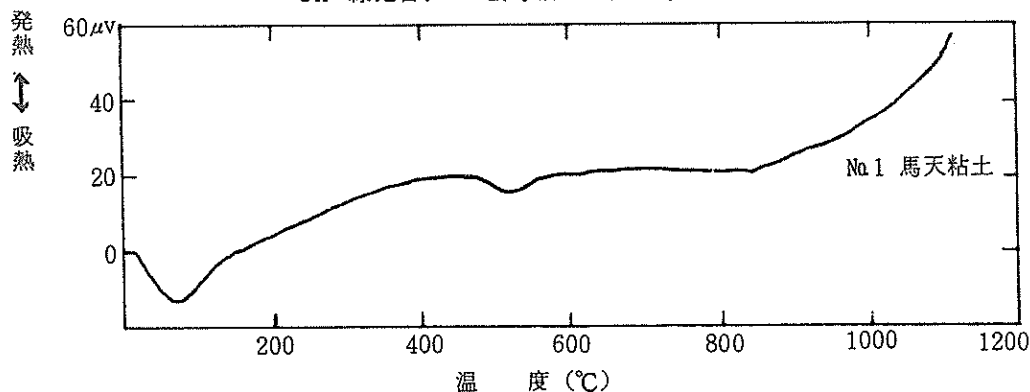


図11 試料の示差熱分析

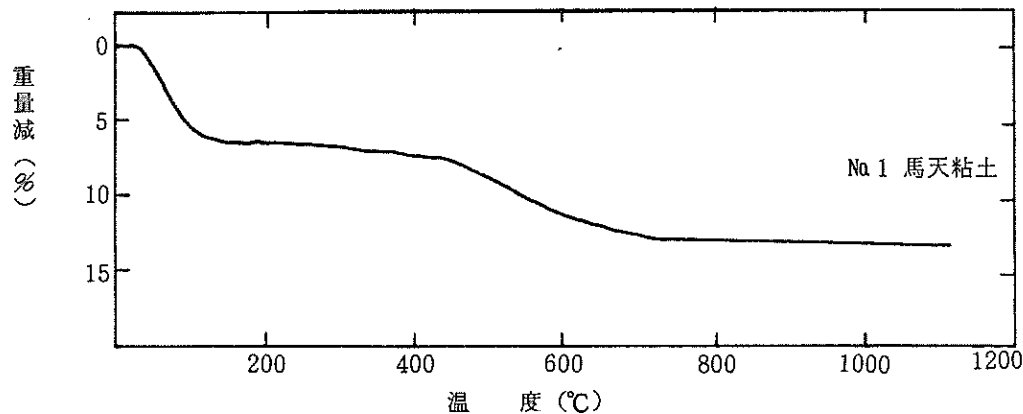


図12 試料の熱重量曲線

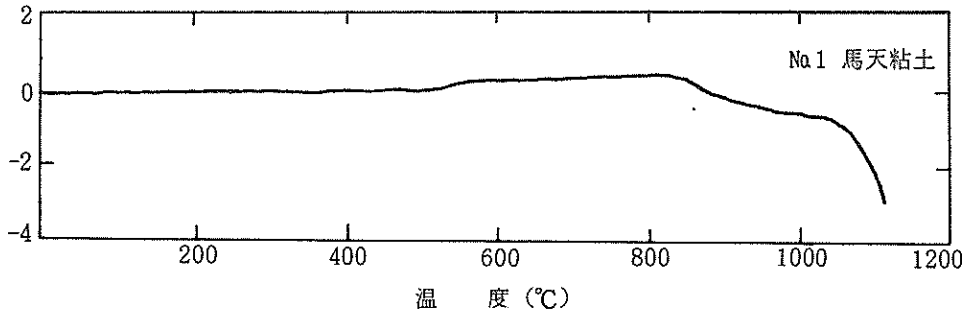


図13 試料の熱膨張曲線

3・2・4 焼成性状

焼成性状として試料No.2 大里粘土 (A) を酸化焼成し収縮率、気孔率、吸水率、嵩比重、曲げ強度を測定した。その結果を図14に示す。

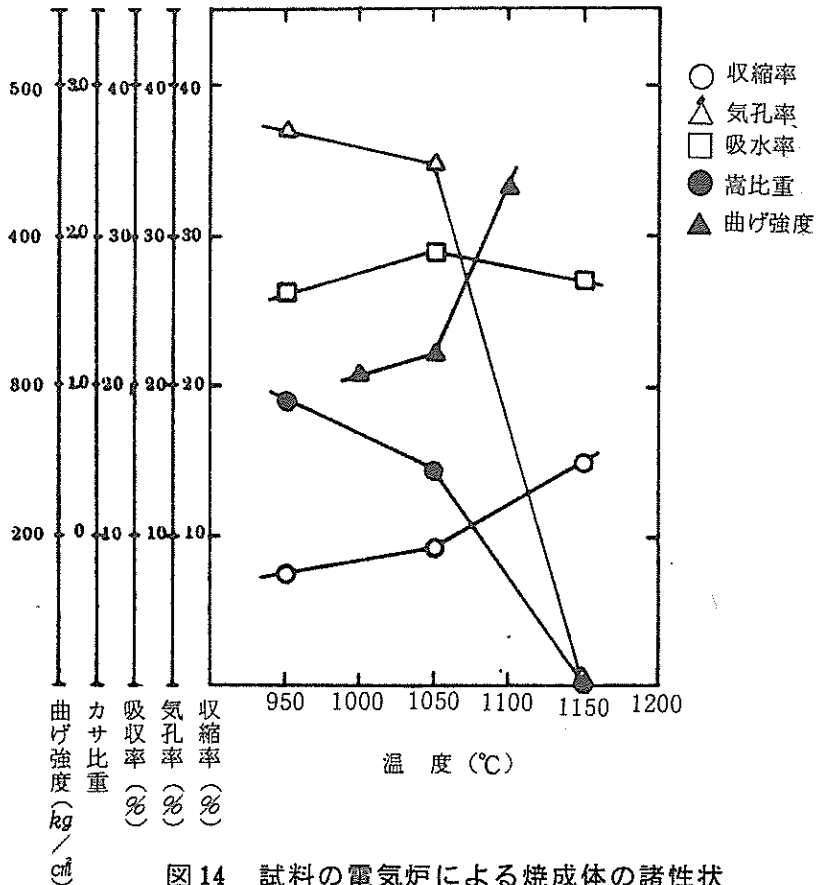


図14 試料の電気炉による焼成体の諸性状

図からわかるように同粘土は焼成温度の上昇によって収縮率と曲げ強度は増加していくが、逆に気孔率と吸水率は次第に減少し1150°Cでほとんど気孔率が0となり焼結することを示している。また同粘土は1200°Cでは溶着変形するとともに発泡した。

3・3 島尻層粘土の発泡膨張試験

大里粘土を用いて電気炉による焼成と小型ロータリーキルンによる焼成予備実験を行なった。

3・3・1 電炉による焼成試験

大里粘土の粉碎物（60メッシュ以下）を適当な練土としたのち、径5～25mmの球状に手練り成形した。試料は白地となるまで風乾したのち60～70℃で12時間、さらに110℃で4時間乾燥した。

乾燥試料は300℃で2時間加熱後200/Hrで昇温し650℃で30分間保持し試験体とした。

焼成は200×200×250mmのテコランデムを発熱体とした横型電気炉を用い所定の温度に昇温したのち試験体を電気炉中にそう入し10分間保持する瞬間焼成法に拠った。

焼成試験によって得られた焼成物についてJIS-A 1135に準拠し測定した絶乾比重、吸水率、気孔率と焼成温度との関係を図15に示した。

図からわかるように気孔率と吸水率は温度上昇に伴って急速に減少し、最小の値を示したのちは逆に増大していく傾向を示している。

一方温度上昇に伴って比重が増大していくことは試料が焼結の方向に進んでいることに拠るものであり、逆に焼結点以降の比重の増大は試料が発泡膨張していく傾向を示している。

大里粘土は、1150℃で焼き締まりその時の比重が1.9であるが、1175℃で1.3、1200℃で0.9と、温度の上昇に伴って比重が小さくなり水に浮くようになる。これらの結果は試料が発泡膨張により人工経量骨材の製造が可能であることを示している。

また瞬間焼成法による焼結温度（1150℃）は電気炉の連続焼成の結果ともよく一致している。

3・3・2 小型ロータリーキルンによる焼成予備試験

連続焼成法による人工軽量骨材の試作として小型ロータリーキルンによる焼成予備実験を行なった。

試料として大里粘土を用い試験体の形状は破碎型と造粒型に調製又は成形し焼成した。破碎型はふるいにより10mm以上と10mm以下の二種類に分け、造粒型はパン型造粒機で造粒し試験した。

※ この実験は原料の調製をはじめ、焼成管理および試験体の諸性状など宮崎県工業試験場に依頼

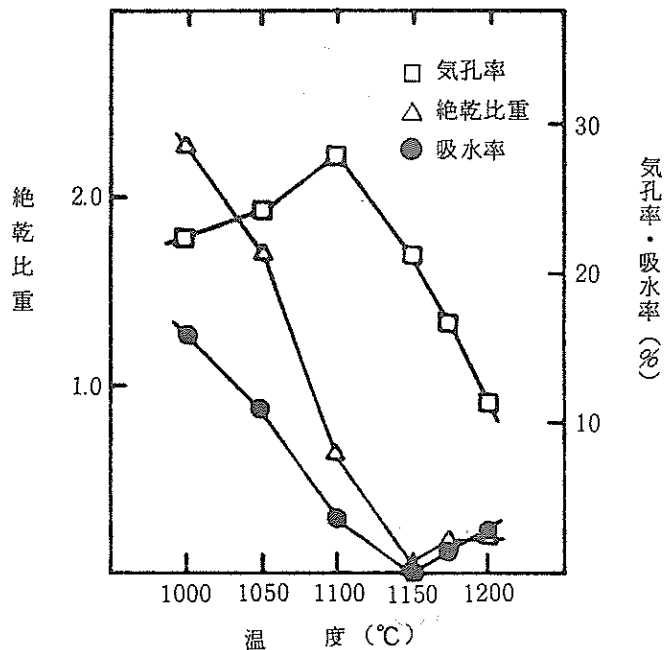


図15 試料の瞬間焼成法による焼成温度と焼成体の諸性状

試験した結果である。

焼成条件はキルン回転数 10 RPM、勾配 4/100、原料供給速度 20kg/Hr、バーナー位置・炉前面 15cm、入口温度 650℃とした。焼成温度と焼成体の諸性状との関係を表 8 に示した。

表 8. 焼成温度と焼成体の諸性状

形態 \ 性状	焼成温度	表乾比重	絶乾比重	吸水量
破碎型 (フルイ 10mm 以上)	1,210℃	1.43	1.30	10.1%
破碎型 (")	1,220 "	1.22	1.11	9.9 "
破碎型 (フルイ 10mm 以下)	1,210 "	1.44	1.28	12.4 "
造粒型	?	1.44	1.27	13.5 "

ロータリーキルンによる焼成体の表面は破碎型、造粒型とも赤褐色を呈している。焼成体を切断してみるとその内部は灰黒色を呈し緻密で均一な気孔を持った発泡体を形成し、その外殻は約 0.5 mm の赤褐色の焼結体で被覆されている。

焼成温度と絶乾比重との関係は電気炉による瞬間焼成法 (滞留時間 10 分) では 1175℃ において絶乾比重 1.3 であり、一方ロータリーキルン焼成法 (滞留時間 9 分) では破碎型、造粒型とも 1210℃ で絶乾比重 1.3 となる。

4. まとめ

沖縄本島に賦存する窯業原料とりわけ粘土資源の利用と開発に関することに着目し地質調査ならびに関連賦存調査を実施した。また今後の具体的な製品開発計画の基礎資料とするため種々の検討を加えた結果次のことがわかった。

- (1) 沖縄本島に賦存する粘土資源のうち今後陶器の主たる原料となり得る粘土は、本島各地区に賦存する堆積成粘土が有望である。

堆積成粘土中には未利用のものが多く量的にも質的にも安定しており、従って堆積成粘土が今後の陶土の利用開発の方向にあるものとして位置づけられる。

今回の調査、研究対象地区は石川、恩納、古我知、江洲地区である。これらの粘土の共通的な性状は次のとおりである。

沖縄の粘土はほとんど有色粘土でシルト質に富む粘土が多く、焼成素地に与える形響も大きい。それぞれ上焼製品の化粧掛は焼成色と関連してその必要性が出てくる。

粘土呈色の原因は粘土中の含有量の比較的高い鉄分に起因している。またアルミナ分が低いに対して融剤成分である鉄分やカリ分が高く耐火度に影響を与えている。鉱物組成はカオリンと雲母を主要鉱物としてそれに石英等を含有している。以下に各粘土の性状についてまとめて示した。

- ① 石川粘土は堆積層により基礎性状や窯業的性質を異にしている。石川粘土 (A) すなわち上層は粘土分が少なく可塑性も小さい。また石英分が多いため焼き締りにくく焼成強度も小さくなっている。これに対し同じ地層の下層である石川粘土 (B) は上層と比較して逆の傾向を示し粘土 (A) より良質である。

- ② 恩納粘土はこれまで業界で利用されてない未利用の陶土であるが、量的にもかなり期待できる。同粘土も黄灰色の上層部と灰色の下層部に区分できるが、基礎性状や窯業的性質はほとんど類似する。すなわち両粘土とも可塑性が大きく、焼き締めもよく、焼成強度が大きくロクロ成形や鋳込み成形素地に適していると考えられる。
- ③ 古我知粘土は鉄分が多く焼結点以上の温度では発泡現象が見られる。粘土分が少なくシルト質に富む粘土であるが、比較的低温焼成が可能であり泡盛壺などの鋳込み成形素地に適していると考えられる。
- ④ 江洲粘土は量的にも相当量期待できる。江洲粘土のA層とB層は同質と考えてよい。C層は石英分が多く性質を異にしている。江洲粘土は一般的に耐火度が高く、県内産原料の中では高温焼成素地に属し良質の陶土である。
- (2) 島尻層中の泥塊岩の高度利用を図っていくために泥塊岩の基礎性状と人工軽量骨材の製造予備実験を行なった。

泥塊岩は細かい粘土粒子から成っていて化学組成において鉄分や融剤成分に富み、発泡の可能性を示した。鉱物組成は雲母や緑泥石からなり非粘土鉱物として石英や方解石等を含む。

同粘土の発泡膨張性を知るため電気炉と小型ロータリーキルンによる焼成試験を行った結果、電気炉で1175℃、ロータリーキルンでは1210℃においてそれぞれ絶乾比重1.3の焼成体を得た。

以上のことから島尻層粘土は一応人工軽量骨材原料として有望であることがわかった。

参考文献

- 1) 照屋善義ほか、沖縄県工業試験場報告 62 (1975)
- 2) C. M. Riley, J. Am. Ceram. Soc., 34 121 (1951)
- 3) 福田 理ほか、地質月報 21 627 (1970)

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。