

瓦用原料の調査研究 －三河粘土の窯業基礎性状－

竹内繁樹*1、福原 徹*1、鈴木陽子*2、川本直樹*3

Investigation of Roof Tile Materials －Basic Properties of the Mikawa Clay－

Shigeki TAKEUCHI*1, Toru FUKUHARA*1, Yoko SUZUKI*2 and
Naoki KAWAMOTO*3

Tokoname Ceramic Research Center, AITEC*1*2*3

三州瓦の主原料である三河粘土の産状とその窯業基礎性状を把握するため原料調査を行った。試料は安城市を中心とする採掘場から 11 種類を収集した。長期的変動をみるため、平成元年の調査結果と比較したところ、粒度分析結果の平均値では、粘土分が 25.6%から 13.4%、シルト分が 51.3%から 41.4%へ減少し、砂分が 23.1%から 45.2%へ増加していた。可塑性値は 35.6%から 27.4%へ減少していた。また、乾燥・焼成曲げ強度の低下、吸水率の増加などの傾向がみられた。

1. はじめに

三河粘土は、安城市周辺の碧海層（新生代第四紀更新世に形成された地層）から産出する粘土であり、三州瓦の主原料として利用されている。しかし、その採掘可能な場所は減少してきており、その安定確保が課題となっている。

そこで本研究では、三河粘土の産状及び窯業基礎性状の調査を行った。

2. 実験方法

2.1 調査採取試料

本研究では、安城市を中心とする採掘現場から表 1 に示す 11 種類の試料を収集した。

2.2 試料調製

収集した試料は、風乾した後、既報¹⁾の手順に従って試料調製し各種試験に供した。

2.3 試験項目と測定方法

2.3.1 化学組成

化学分析は、SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、TiO₂、CaO、MgO 及び K₂O の 7 成分を蛍光 X 線分析法により定量分析した。また、Na₂O は原子吸光法により定量分析した。強熱減量（LOI）は 1030℃の強熱法により測定した。

2.3.2 X 線回折

粉末 X 線回折法により、試料に含有される鉱物の同定

を行った。

2.3.3 粒度分析

45 μm 以上の粒径については、湿式ふるい分け試験で測定した。また、45 μm 以下の粒径については、レーザー一回折散乱法による測定を行った。

2.3.4 可塑性

練土試料を調製し、ペッファーコルン法²⁾により測定した。ただし、変形比（H₀/H）が 3.3 のときの含水率を可塑性値（%）とした。

表 1 収集した三河粘土

試料名	採掘場所
M-01	碧南市清水町地内
M-02	安城市小川町地内
M-03	安城市城ヶ入町地内
M-04	安城市古井町地内
M-05	安城市根崎町地内
M-06	安城市小川町地内
M-07	安城市高棚町地内
M-08	豊田市和会町地内
M-09	安城市高棚町地内
M-10	安城市高棚町地内
M-11	安城市石井町地内

*1 常滑窯業技術センター 三河窯業試験場 *2 常滑窯業技術センター 三河窯業試験場（現基盤技術部）

*3 常滑窯業技術センター 三河窯業試験場（現瀬戸窯業技術センター長）

表2 三河粘土の化学組成

試料名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	LOI
M-01	69.8	17.3	2.48	0.48	0.79	0.38	1.40	3.05	4.33
M-02	67.5	18.2	3.19	0.47	0.75	0.47	1.52	2.98	4.92
M-03	63.6	20.5	3.85	0.57	0.71	0.57	1.27	2.60	6.30
M-04	66.4	18.5	3.11	0.49	0.97	0.52	1.79	2.87	5.29
M-05	67.7	18.1	3.17	0.50	0.59	0.47	1.06	2.78	5.56
M-06	59.4	22.7	4.68	0.57	0.88	0.73	1.52	2.46	7.01
M-07	64.2	19.7	3.72	0.56	1.27	0.68	1.99	2.55	5.23
M-08	68.2	17.8	2.90	0.52	0.51	0.39	0.96	2.76	5.96
M-09	61.2	22.4	3.94	0.66	0.45	0.46	0.77	2.28	7.75
M-10	63.0	20.5	4.32	0.61	0.50	0.52	0.91	2.53	7.18
M-11	64.9	19.4	3.47	0.57	0.95	0.58	1.72	2.52	5.83
平均値	65.1	19.6	3.53	0.55	0.76	0.52	1.36	2.67	5.94

2.3.5 熱膨張試験

練土試料を用いて、10mmφ×50mmL の円柱状試料を作製し、相対湿度 75%のデシケーター中で湿分を一定にしたのちに、昇温速度 4℃/min の条件で熱膨張試験を行った。

2.3.6 乾燥性状及び焼成性状

練土を一軸式押出成形機により、33×15mm、長さ約 200mm に成形した試験体を風乾した後、110℃、24h 乾燥して乾燥収縮率、乾燥曲げ強さを測定した。

また、110℃、24h 乾燥した後の試験体を、昇温速度 60℃/h、1130℃、1h 保持の条件で焼成し、焼成収縮率、焼成曲げ強さ、吸水率を測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 化学組成

化学分析の結果及びその平均値を表2に示す。化学組成の平均値からノルム計算³⁾を行い、粘土、長石、珪石の含有率を見積もった。その結果、粘土分 33%、長石分 28%、珪石分 30%であった。平成元年の調査結果⁴⁾について同様にノルム計算を行なうと、粘土分 35%、長石分 21%、珪石分 34%であった。平成元年に比べ、粘土分、珪石分が減少し長石分が増加していることがわかった。

3.2 X線回折

粉末 X線測定の結果を図1に示す。鉱物は、α-石英、長石、カオリン鉱物、雲母粘土鉱物、モンモリロナイトが検出された。

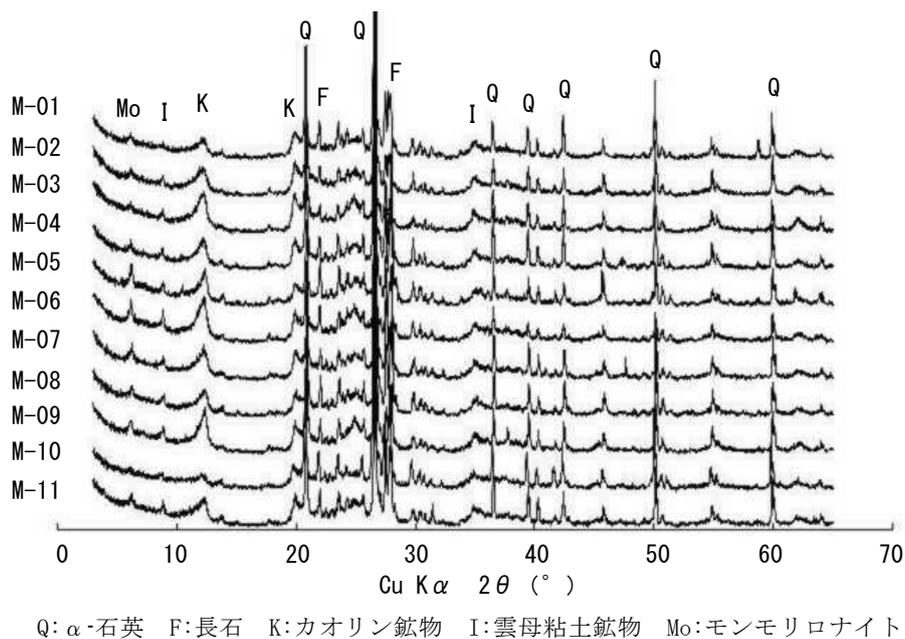


図1 X線回折図

表3 粒度分布及び粒径区分

試料名	粒子径 (μm)							粒径区分 (μm)		
	<5	5~10	10~20	20~45	45~125	125~250	250<	<5 粘土分	5~45 シルト分	45< 砂分
M-01	13.6	10.7	14.6	16.8	18.1	8.7	17.6	13.6	42.0	44.4
M-02	9.8	7.9	11.5	13.6	19.9	9.6	27.7	9.8	33.0	57.2
M-03	18.2	12.7	16.1	16.2	17.3	6.8	12.8	18.2	44.9	36.9
M-04	12.4	10.3	13.0	12.5	14.2	9.9	27.8	12.4	35.8	51.9
M-05	13.2	10.6	15.3	17.3	16.2	9.0	18.4	13.2	43.2	43.6
M-06	9.9	7.6	13.2	30.5	22.7	6.5	9.6	9.9	51.3	38.8
M-07	9.8	8.5	12.2	16.4	27.0	12.9	13.2	9.8	37.1	53.1
M-08	12.4	9.7	11.7	9.9	13.7	9.1	33.4	12.4	31.4	56.2
M-09	17.5	13.5	17.4	16.8	13.8	4.8	16.2	17.5	47.7	34.8
M-10	15.9	12.1	15.9	17.3	8.6	6.5	23.7	15.9	45.3	38.8
M-11	15.0	12.0	15.3	16.7	17.7	9.3	14.0	15.0	44.0	41.0
平均値	13.4	10.5	14.2	16.7	17.2	8.5	19.5	13.4	41.4	45.2

3.3 粒度分析

粒度分析結果を表3に示す。粒径区分別の平均値では、5μm以下の粘土分が13.4%、5~45μmのシルト分が41.4%、45μm以上の砂分が45.2%であった。平成元年の調査結果では、粘土分25.6%、シルト分51.3%、砂分23.1%だったことから、粘土分、シルト分が減少し、砂分が顕著に増加していることがわかった。

3.4 可塑性

可塑性値を表4に示す。その平均値は27.4%であった。平成元年の平均値35.6%と比較すると、顕著な減少を示している。これは、粒度分析の結果から、粘土分が減少し砂分が増加したことによると考えられる。

表4 ペッフアーコロン法による可塑性値

試料名	可塑性値 (%)
M-01	26.7
M-02	26.0
M-03	28.6
M-04	23.7
M-05	27.0
M-06	32.1
M-07	26.6
M-08	25.8
M-09	31.9
M-10	26.8
M-11	26.2
平均値	27.4

3.5 熱膨張試験

熱膨張試験の結果を図2に示す。熱膨張曲線を比較すると、M-06、M-09の試料では、900℃以上で急激に焼結

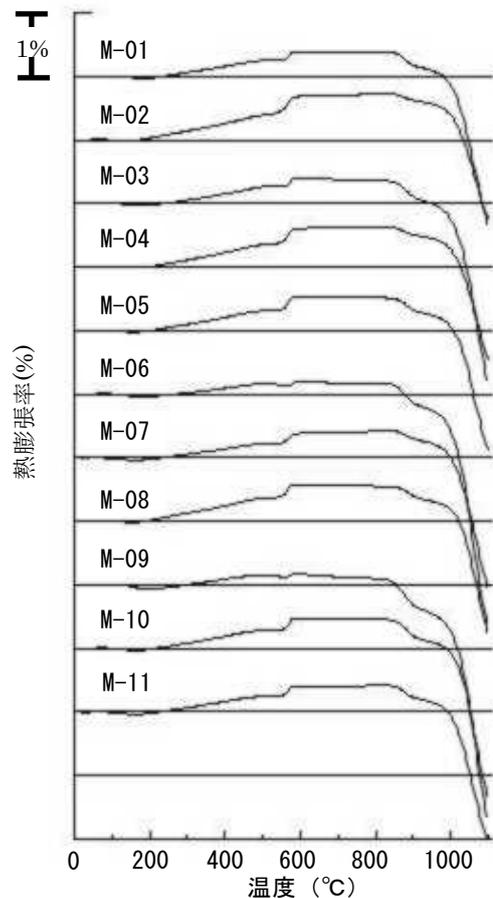


図2 熱膨張曲線図

表5 乾燥性状及び焼成性状

試料名	収縮率(%)		曲げ強さ(MPa)		吸水率(%)
	乾燥	焼成	乾燥	焼成	
M-01	4.8	3.3	4.3	11.0	6.9
M-02	5.0	2.0	2.4	3.5	10.0
M-03	5.3	4.1	4.0	11.6	6.9
M-04	4.0	2.2	3.1	4.1	9.3
M-05	4.6	2.7	3.6	4.6	9.7
M-06	6.8	5.0	4.3	17.1	5.8
M-07	5.3	3.3	4.3	10.5	7.6
M-08	5.6	3.0	4.0	7.7	8.6
M-09	6.5	4.8	3.7	16.1	5.3
M-10	6.3	3.4	3.4	6.0	8.5
M-11	6.1	3.1	3.8	8.8	8.1
平均値	5.5	3.3	3.7	9.2	7.9

が進行し収縮も増大する傾向を示した。

3.6 乾燥性状及び焼成性状

乾燥性状及び焼成性状についての結果を表5に示す。

乾燥収縮率の平均値は5.5%で、乾燥曲げ強さの平均値は3.7MPaであった。平成元年の乾燥収縮率の平均値が7.2%、乾燥曲げ強さの平均値が4.8MPaであったことから、乾燥収縮率は減少し、乾燥曲げ強さも低下している。これは、粒度分析において顕著に示された砂分の増加が原因と考えられる。

1130℃焼成した試験体の焼成収縮率の平均値は3.3%、焼成曲げ強さの平均値は9.2MPaであった。また、吸水率の平均値は7.9%であった。平成元年の焼成収縮率の平均値は4.8%、焼成曲げ強さが19.1MPaであったことから、焼成収縮率は減少し、焼成曲げ強さも低下している。また、平成元年の吸水率の平均値は6.6%であったことから、吸水率は高くなっていた。これらから、三河粘土の焼成性状は、長期的にみると焼結性が悪くなる傾向にあり、これは砂分の増加が主な原因と考えられる。

4. 結び

本研究の結果をまとめると、以下のとおりである。

- (1) 三河粘土の粒度は、平成元年の調査結果と比べると、粘土分が25.6%から13.4%、シルト分が51.3%から

41.4%へと減少していた。一方、砂分が23.1%から45.2%へと顕著に増加していた。

- (2) 可塑性値、乾燥性状及び焼成性状を平成元年と比較すると、可塑性値の減少や乾燥・焼成曲げ強度の低下、吸水率の増加などが見られた。長期的にみると成形性や焼結性が低下する傾向にあり、これは砂分の増加が主な原因と考えられる。

謝辞

本調査にあたり、現地調査及び試料提供にご協力くださった三河製土協会及び西三粘土協同組合の皆様へ深謝いたします。

文献

- 1) 小島，長谷川，山本，山崎，伊藤，松下：窯業原料利用の手引き，P205（1978），愛知県常滑窯業技術センター
- 2) Ber. Dtsch. Keram. Ges. : *Ceram. foram. Int.*, **58**, 311(1981)
- 3) 工業技術連絡会議窯業連合部会：日本の窯業原料，P875(1992)
- 4) 伊藤，福永，竹内，長谷川：愛知県常滑窯業技術センター報告，(17)，25-34（1990）