

研究論文

瓦用原料の調査研究

—山土の窯業基礎性状—

宮田昌俊*¹、竹内繁樹*²、福原 徹*²、星 幸二*¹

Investigation of Roof Tile Materials

— Basic Properties of the Yama Clay —

Masatoshi MIYATA*¹, Shigeki TAKEUCHI*², Toru FUKUHARA*² and
Kouji HOSHI*¹Tokoname Ceramic Research Center*^{1,2}

三州瓦の原料の一つである山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。試料は豊田市を中心とする採掘場から 11 種類を収集した。長期的変動を調べるため、平成元年の調査結果と比較したところ、山土の化学組成によるノルム計算値は、長石分が 24.1%から 20.3%へ、珪石分が 42.7%から 39.1%へと減少し、粘土分が 33.2%から 40.6%へと増加していた。粒度分布は、 $< 5 \mu\text{m}$ (粘土分)、 $5 \sim 45 \mu\text{m}$ (シルト分) が減少し、 $45 \mu\text{m} <$ (砂分) が増加していた。また、可塑性値、焼成曲げ強度、吸水率の低下などが見られた。

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、その代替土として瓦用配合粘土へ添加されている山土の、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、豊田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

SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、 CaO 、 MgO 、 K_2O 、 MnO の 8 成分を蛍光 X 線分析法により定量分析した。また、 Na_2O は原子吸光法により定量分析した。強熱減量 (LOI) は 1030°C 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

$45 \mu\text{m}$ 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、 $45 \mu\text{m}$ 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、ペップァーコロン法²⁾により測定した。ただし、変形比 (H_0/H) が 3.3 のときの含水率を可塑性値 (%) とした。

表 1 試料番号と採掘場所

No.	採掘場所	No.	採掘場所
1	名古屋市天白区地内	7	豊田市保見町地内
2	瀬戸市幡中町地内	8	豊田市舞木町地内
3	長久手市岩作町地内	9	豊田市乙部町地内
4	豊田市田辺町地内	10	豊田市藤岡飯野地内
5	長久手市三ヶ峯地内	11	知多郡武豊町地内
6	日進市米野木町地内		

*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 (現材料開発室)

表2 山土の化学組成 (%)

No.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	LOI	粘土	長石	珪石
1	70.4	18.3	2.23	0.60	0.06	0.36	0.20	2.48	0.02	5.29	40.0	16.9	43.1
2	73.3	15.4	2.38	0.55	0.19	0.85	0.64	2.65	0.03	3.98	30.2	22.0	47.8
3	64.1	21.1	3.81	0.56	0.25	0.92	0.81	2.82	0.07	5.56	44.7	24.8	30.5
4	63.3	22.7	2.82	0.79	0.10	0.44	0.63	1.59	0.02	7.64	53.0	15.4	31.6
5	68.2	18.1	3.95	0.68	0.15	0.84	0.28	2.47	0.04	5.26	40.1	18.0	41.9
6	69.4	19.2	1.90	0.63	0.04	0.62	0.38	2.66	0.00	5.11	40.9	19.5	39.6
7	67.9	16.0	5.79	0.51	0.29	0.65	0.79	2.83	0.07	5.15	32.2	25.5	42.3
8	65.5	19.6	3.83	0.66	0.20	1.01	0.26	2.94	0.05	6.00	43.1	20.8	36.1
9	68.2	20.0	2.09	0.45	0.06	0.25	0.27	2.51	0.02	6.16	44.0	17.7	38.3
10	70.2	19.2	1.57	0.63	0.10	0.51	0.09	1.95	0.01	5.73	44.0	12.6	43.4
11	67.5	18.4	3.34	0.58	0.59	0.75	1.58	2.60	0.04	4.55	34.7	30.4	34.9
平均	68.0	18.9	3.06	0.60	0.18	0.65	0.54	2.50	0.03	5.49	40.6	20.3	39.1

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 (24h 自然吸水法) を測定した。

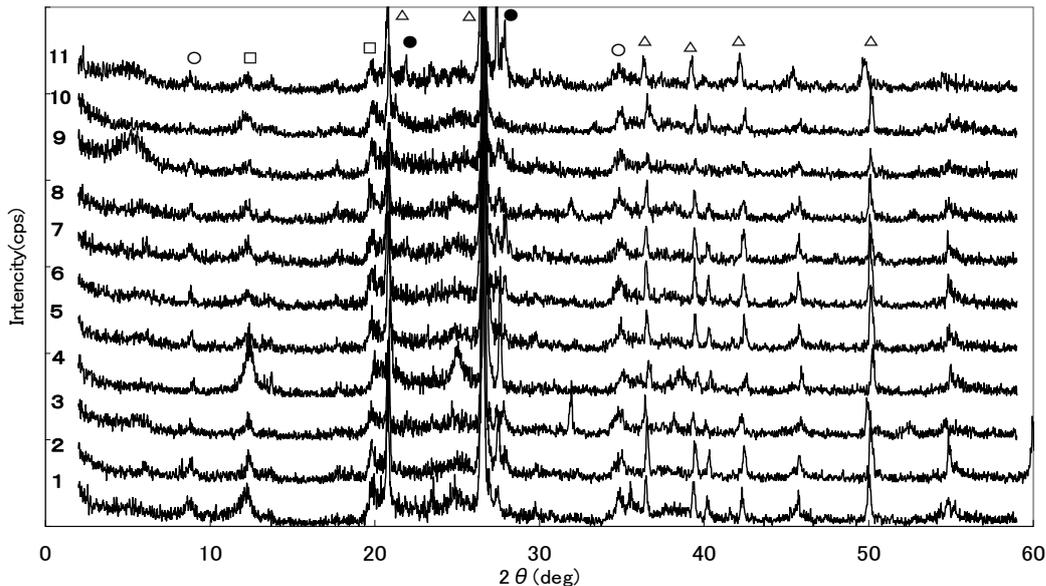
3. 実験結果及び考察

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 40.6%、長石分 20.3%、珪石分 39.1%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 33.2%、長石分 24.1%、珪石分 42.7%であった。平成元年に比べ、長石分、珪石分が減少し粘土分が増加している。

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、雲母粘土鉱物が検出された。



△: α-石英 ●:長石 □:カオリン鉱物 ○:雲母粘土鉱物

図1 X線回折図

表3 粒度分布及び粒径区分 (%)

試料 No.	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
1	18.5	11.7	14.8	6.5	26.9	16.9	4.8	18.5	33.0	48.6
2	20.4	13.0	16.2	8.1	24.4	14.1	3.8	20.4	37.3	42.3
3	51.4	23.5	12.9	3.1	7.7	1.0	0.4	51.4	39.5	9.1
4	20.9	22.3	16.4	3.3	17.1	9.9	10.1	20.9	42.0	37.1
5	31.2	24.1	19.9	5.2	18.7	0.6	0.3	31.2	49.2	19.6
6	41.9	23.2	17.0	5.3	11.6	0.9	0.1	41.9	45.5	12.6
7	19.7	16.9	22.9	13.2	24.5	2.3	0.4	19.7	53.1	27.2
8	32.2	29.9	28.7	6.5	1.3	0.4	1.0	32.2	65.1	2.7
9	29.2	14.4	12.0	3.3	16.3	14.3	10.4	29.2	29.7	41.0
10	22.9	10.5	15.0	10.1	13.5	13.8	14.1	22.9	35.7	41.4
11	25.5	20.5	22.2	9.8	18.0	3.1	0.9	25.5	52.5	22.0
平均値	28.5	19.1	18.0	6.8	16.4	7.0	4.2	28.5	43.9	27.6

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 $5\mu\text{m}$ 以下の粘土分が28.5%、 $5\sim 45\mu\text{m}$ のシルト分が43.9%、 $45\mu\text{m}$ 以上の砂分が27.6%であった。平成元年の調査結果では、粘土分39.5%、シルト分47.4%、砂分13.1%であったことから、粘土分、シルト分が減少し、砂分が増加したことがわかる。

3.4 可塑性

可塑性値を表4に示す。その平均値は31.9%であった。平成元年の平均値39.1%よりも減少を示している。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。

3.5 熱膨張試験

熱膨張試験の結果を図2に示す。

全て石英-長石-粘土(カオリン鉱物)系原料特有のパターンであり、ノルム計算による長石分が2番目に少なく、粘土分の最も多い試料4の最高熱膨張率が全試料の中で最も小さい。

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4に示す。

乾燥収縮率の平均値は5.7%で、乾燥曲げ強さの平均値は5.8MPaであった。

表4 ペップファーコロン法による可塑性及び値乾燥性状、焼成性状

試料 No.	可塑性値 (%)	収縮率 (%)		曲げ強さ (MPa)		吸水率 (%)
		乾燥	焼成	乾燥	焼成	
1	26.4	6.7	2.8	3.7	11.4	7.4
2	24.3	5.5	3.5	3.0	13.6	6.2
3	35.0	7.2	6.5	5.2	37.7	0.04
4	34.4	5.0	4.4	4.0	17.3	5.1
5	31.1	6.3	3.9	8.7	21.2	4.3
6	37.1	4.7	4.5	7.6	28.0	4.1
7	28.0	4.5	3.3	6.3	15.8	7.1
8	34.9	5.8	6.9	6.2	40.6	0.2
9	33.8	6.0	2.9	4.8	7.4	9.7
10	35.5	5.0	3.4	6.2	13.4	6.3
11	29.9	5.4	5.3	8.2	24.2	3.6
平均値	31.9	5.7	4.3	5.8	21.0	4.9

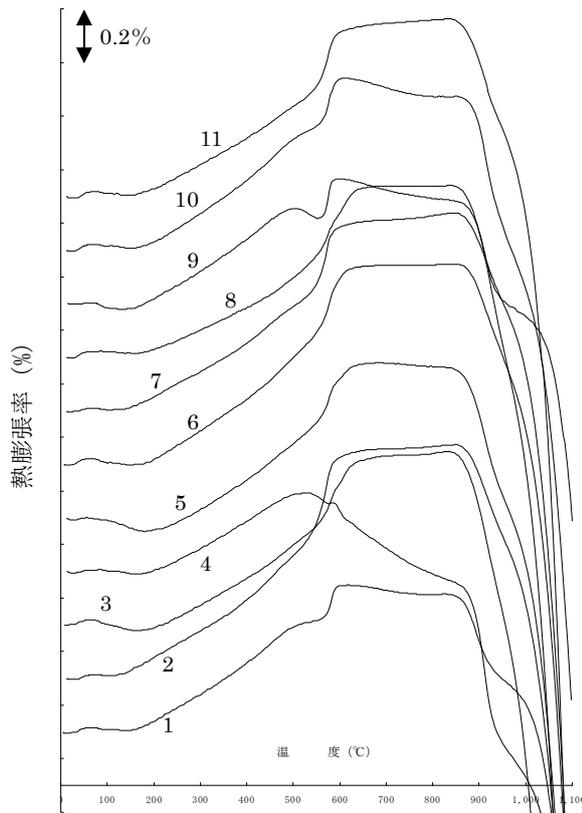


図2 試料 No.1～11 の熱膨張曲線

平成元年の乾燥収縮率の平均値が 8.1%、乾燥曲げ強さの平均値が 5.2MPa であったことから、乾燥収縮率は減少し、乾燥曲げ強さはほぼ変わっていない。前者は粒度分析による粘土分 (25 μ m) の減少による影響であり、後者は通常、収縮率が減少すれば曲げ強度も下がる傾向となるが、今回の試験体においては粘土分・シルト分・砂分の各粒径範囲に含まれる鉱物種 (カオリン鉱物、長石、雲母粘土鉱物、 α -石英など) 同士の隙間の少ない良好な充填具合によって接合力が増し、強度が保持されたものと考えられる。

一方、1130°C焼成した試験体の焼成収縮率の平均値は

4.3%、焼成曲げ強さの平均値は 21.0MPa であった。また、吸水率の平均値は 4.9%であった。平成元年の焼成収縮率の平均値は 6.3%、焼成曲げ強さが 24.7MPa であったことから、焼成収縮率は減少し、焼成曲げ強さは低下している。同じく、平成元年の吸水率の平均値は 7.1%であったことから、吸水率は低くなっている。

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) 山土の化学組成によるノルム計算値は、平成元年の調査結果と比べると、長石分が 24.1%から 20.3%、珪石分が 42.7%から 39.1%へと減少していた。一方、粘土分は 33.2%から 40.6%へと増加していた。
- (2) 山土の粒度は、平成元年の調査結果と比べると、粘土分が 39.5%から 28.5%、シルト分が 47.4%から 43.9%へと減少していた。一方、砂分が 13.1%から 27.6%へと増加していた。
- (3) 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、焼成曲げ強度、吸水率の低下などが見られた。

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いました配合粘土製造企業の皆様に深謝いたします。

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. forum. 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)