

## 江別西野幌地域未利用粘土鉱物資源の利用化研究

皿井 博美, 吉田 憲司, 野村 隆文, 赤澤 敏之

Studies on the Ceramic Raw Materials  
in Ebetsu Nishinoppo areaHiromi SARAI, Kenji YOSHIDA,  
Takafumi NOMURA, Toshiyuki AKAZAWA

キーワード：粘土，ソーダ灰，焼結助剤

## 1. はじめに

建築用レンガやタイル，舗道レンガなどの景観材料においては，近年，オーストラリアやカナダをはじめとする輸入製品がかなり市場に出回り，販路を拡大している。その最大要因は多種多様な原料開発を基にして，製品の色や質感を多様化し，ユーザーの選択肢を広げていることである。本研究は，江別市西野幌地域に賦存する粘土鉱物の性状や可採鉱量を把握することによって，原料の安定確保ならびに製品の多様化への対応を目的とした。

## 2. 調査対象地域と埋蔵状態

野幌窯業事業協同組合は平成9年度に野幌森林公園隣接地域（西野幌）の粘土鉱物埋蔵調査事業を行っており，本研究はこの調査で得られた試料をもとに試験を行うこととした。

この埋蔵調査が対象とした地域と試錐（ボーリング）地点を図1に示す。図中で，V0，V1，V1'，V2，V3，V4と6区分しているのは，埋蔵調査報告書<sup>1)</sup>において計算の便宜上区分してあるものであり，試錐地点は図中で1～22の番号がついている20ヶ所（10と12は欠番）である。なお，表1に各試錐地点の地質区分<sup>1)</sup>を示す。

V0地区は野幌総合運動公園の南側に隣接する約50haの農地である。試錐No.1と2が該当するが，ここには黄褐色粘土が無く，表土の下の灰色粘土は木の根などを混在するシルト質のものであり，良質ではない。また，過去には沢などによる土地の凹凸をならすための土地整備がされていたことも

事業名：応用試験

課題名：江別西野幌地域未利用粘土鉱物資源の利用化研究

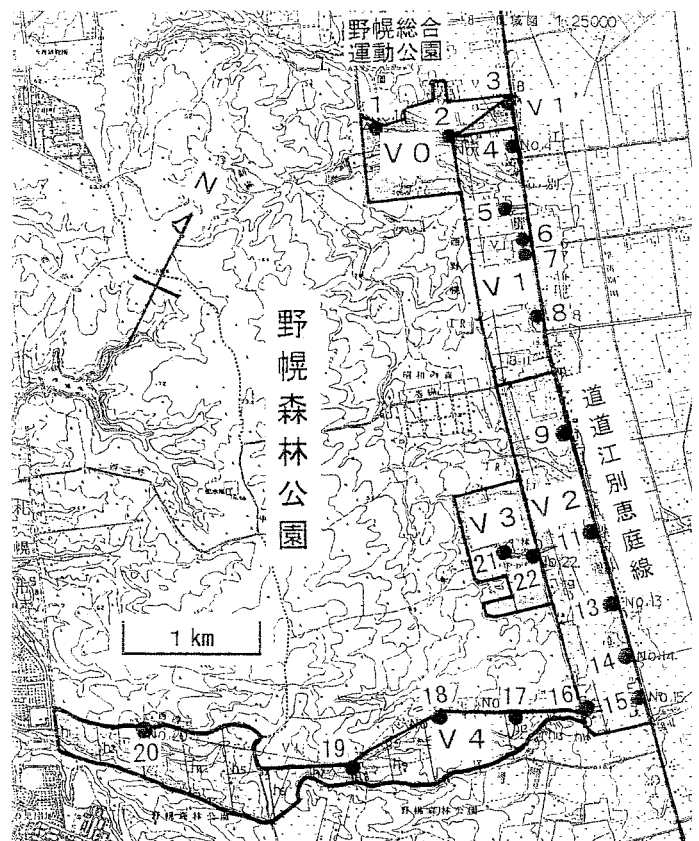


図1 調査地域と試錐地点

あり，賦存状態が安定しておらず，あまり期待できない。

V1，V1'地区は野幌森林公園の東側北部に隣接し，面積約95haの農地である。試錐No.3～8が該当する。その概要は，0.5m前後の表土層の下に1～2mの黄褐色粘土層があり，0.4～0.9mの泥炭層を夾んで，0.5～1.4mの灰色粘土層がある。ボーリング地点はいずれも東側（道道江別恵庭線側）であるが，地元の農家の人の話では西側（森林公園側）の方が粘土層が厚いということであり，この地区は採土地として最も有

表1 地質区分

試錐地点	試料記号	地質区分	層厚(m)	試錐地点	試料記号	地質区分	層厚(m)	試錐地点	試料記号	地質区分	層厚(m)		
No.1		表土	0.85	No.8	8-1	表土	0.80	No.16		表土	1.50		
		灰色粘土	1.35			黄褐色粘土	0.75			黄褐色粘土	1.50		
		泥炭	0.20			8-2	灰色粘土			1.45	砂質シルト	1.00	
		灰色粘土	4.80			泥炭	0.70			灰色粘土	1.40		
		砂				砂				泥炭	1.90		
No.2		表土	0.70	No.9		表土	1.00	No.17		表土	0.40		
		灰色粘土	3.30			黄褐色粘土	0.80			黄褐色粘土	1.30		
		泥炭	0.20			灰色粘土	0.40			砂質シルト	3.10		
No.3	3-1	表土	0.50			泥炭	0.85			灰色粘土	1.95	灰色粘土	3.10
		黄褐色粘土	1.75	No.11		表土	0.80			泥炭	0.25		
		泥炭	0.90			黄褐色粘土	0.60	No.18		表土	1.00		
灰色粘土	1.05	灰色粘土	1.00			黄褐色粘土	1.10						
No.4	4-1	表土	0.15	泥炭	1.00	砂				No.19		表土	0.10
		黄褐色粘土	2.05	灰色粘土	4.90	No.20						黄褐色粘土	1.40
		泥炭	0.95	No.13								表土	2.70
		灰色粘土	0.55					黄褐色粘土	0.75			No.21	
No.5	5-1	表土	0.50					泥炭	0.85				
		黄褐色粘土	1.60					灰色粘土	6.50	砂質シルト	1.00		
		灰色粘土	1.00	砂		No.22		表土	1.25				
No.6	6-1	表土	0.10	No.14				表土	2.50	黄褐色粘土	2.00		
		黄褐色粘土	1.90					黄褐色粘土	1.50	灰色粘土	0.75		
		泥炭	0.50					火山灰	0.50	砂			
		灰色粘土	0.50					泥炭	1.20	No.15		表土	0.90
		No.7	7-1			表土	0.30	灰色粘土	7.15			黄褐色粘土	0.55
黄褐色粘土	1.50			砂		灰色粘土	2.75						
泥炭	0.35			No.15		表土	0.90	泥炭	0.50				
灰色粘土	0.70					黄褐色粘土	0.55						
砂		灰色粘土	2.75										
		泥炭	0.50										

望である。

V2地区はV1地区の南に位置し、面積約124haの農地で試錐No.9~16が該当する。No.13と14は他の地点と異なり、表土が2.6m前後もある。また、No.11~14にかけては地表から4~6mの所に、厚さ5~7mという灰色粘土層がある。この粘土は焼成色などの点で、従来の野幌粘土とは異なる可能性があり、製品の多様化という観点からも非常に魅力的である。ただし、表土が厚く、層厚も厚いことを考えると、短期間で採掘して農地に戻さなければならない条件では利用することが困難である。しかし、新たな製品開発などの展開を図るには、従来の発想を超える必要があり、この粘土層の利用についての検討が必要であろうと思われる。

V3地区はV2地区の中央部西側に位置し、面積約46haで、表土約1mの下に黄褐色粘土層が約2mある。ただし、この地区の北側は、過去に客土として粘土が大量に採掘されていた可能性がある。

V4地区は野幌森林公園の南に隣接する約126haの農地などで、いずれも表土約0.5mの下に黄褐色粘土層が1~1.5m分布し、その下は砂層である。全体に層厚が不足し、地形も起伏があることから採掘条件は悪い。

### 3. 推定可採鉱量

採掘地として採算のとれる条件を従来基準をもとに、表土1m以下、粘土層の層厚を2m以上とすると、採掘候補地は

$\mu$  限られ、V1地区における南部西側、幅約200m×長さ約400m×層厚2m×2ヶ所となり、可採鉱量は約32万 $\text{m}^3$ となる。しかし、今回の調査は全体像を把握するためのもので、試錐地点数はかなり大まかである。今後、森林公園東側の境界線を含めた、きめ細かな調査を行うことによって、V1、V2地点ではかなり可採鉱量が増加するものと思われる。

## 4. 粘土の性状

性状試験の対象としては、賦存状況の点から採掘地として条件の良いV1地区の上層粘土を中心とした。具体的には表1の試料記号に記した3-1、4-1、5-1、6-1、7-1、8-1、8-2の7個のコアについて、化学組成、耐火度、粒度分布、収縮率、吸水率、曲げ強度に関する検討を行った。なお、焼成後の強度が低い結果となった8-1については焼結助剤についての検討を行った。

### 4.1 化学組成と耐火度

表2に蛍光X線分析による化学分析値と耐火度を記す。いずれも $\text{SiO}_2$ が60wt%前後、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ が20wt%前後で、アルカリ+アルカリ土ならびに $\text{Fe}_2\text{O}_3$ を各数wt%含有する。特に $\text{Fe}_2\text{O}_3$ の含有量は焼成後の発色に影響する。耐火度はSK9a~14と高い値ではないが、レンガなどの建築資材はSK2a~3a程度(1,130°C前後)の焼成であり、問題はない。

表2 化学分析値と耐火度

試料記号	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	lg. loss	耐火度 SK
3-1	58.2	0.7	21.1	3.4	1.3	1.6	2.0	1.3	10.2	11
4-1	61.0	0.5	20.3	5.1	1.1	1.4	1.4	1.2	7.8	13
5-1	59.4	0.6	21.2	5.8	0.6	1.1	1.3	1.1	8.8	14
6-1	62.6	0.4	18.6	6.4	0.8	1.2	1.6	1.3	6.9	9+
7-1	61.3	0.4	20.5	3.8	1.0	1.3	1.4	1.0	9.0	12
8-1	61.8	0.5	21.0	4.4	0.9	1.0	1.3	0.9	8.0	10
8-2	57.3	0.7	19.0	3.0	1.1	1.4	1.6	1.2	14.5	11

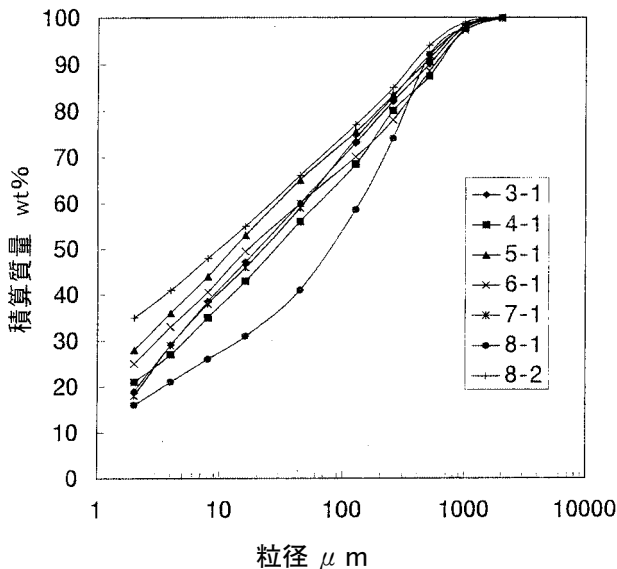


図2 粒度分布

4.2 粒度分布

試料を45μmの湿式ふるいで分級した後、+45μmは乾式ふるいで、-45μmはアンドレアゼンピペット法によって測定した。図2にその結果を記す。いずれの試料も2μm以下の微細粒子は多いといえず、20wt%前後のものが多い。

4.3 諸性状

表3に諸性状の一覧を示す。試験体は、試料に水を加えて練り土を作り、3日間熟成したのち、石膏押型で12mmφ×100mmに成形したものをを用いた。乾燥は電気乾燥機を用いて60℃で恒量になるまで行った。焼成は電気炉を用いた酸化焼成で、所定の温度まで昇温速度100℃/hで昇温し、所定の温度で1時間保持した。

可塑性は手感覚によるものであり、記号は、◎良好、○普通、△やや不良、であることを示す。なお、この地区の一部については1976年に著者が調査研究を行っており<sup>2)</sup>、熱分析等についても報告されているので参照されたい。

乾燥収縮は8-2を除いて5%台であるが、8-2だけは8%近くある。この粘土層は黄褐色粘土層の下にある灰色粘土であり、粒度分布から、微粒の粘土鉱物がやや多いことが主要因と思われる。

焼成性状で特異な傾向を示すものが8-1である。この粘土は焼成収縮が大きいにもかかわらず、吸水率が大きく、曲げ強度が弱い。一般には、焼成収縮が大きいということは焼結が進行していることを示すが、この層の粘土は他の層の粘土と比較すると、収縮が大きい割には焼結が進行していないということが顕著である。なお、曲げ強度については比較しやすいように図3に示した。

表3 粘土の諸性状

試料記号	成形水分%	可塑性	焼成温度℃	乾燥収縮率%	焼成収縮率%	全収縮率%	24h吸水率%	曲げ強さ kN/cm <sup>2</sup>	焼成色
3-1	28	○	1050	5.1	3.8	8.7	12.8	1.50	薄いベージュ
			1100	5.1	5.0	9.9	9.6	1.83	ベージュ
			1150	5.1	6.7	11.4	5.2	2.13	ベージュ
			1200	5.1	8.2	12.9	1.0	2.13	グレー
4-1	31	○	1050	5.9	4.0	9.7	11.9	1.65	ベージュ
			1100	5.9	5.4	11.0	8.6	1.96	レンガ色
			1150	5.9	6.7	12.2	4.6	2.00	レンガ色
			1200	5.9	8.3	13.7	0.9	2.14	チョコレート色
5-1	27	◎	1050	5.0	4.2	9.0	12.0	1.60	薄いレンガ色
			1100	5.0	5.3	10.0	9.8	1.83	レンガ色
			1150	5.0	6.2	10.6	7.1	2.04	レンガ色
			1200	5.0	8.0	12.6	2.4	2.42	チョコレート色
6-1	26	○	1050	5.0	3.6	8.4	10.1	1.91	薄いレンガ色
			1100	5.0	5.2	9.9	6.6	2.11	レンガ色
			1150	5.0	6.4	11.1	3.0	2.14	レンガ色
			1200	5.0	7.3	11.9	0.6	2.05	チョコレート色
7-1	28	○	1050	5.4	4.3	9.5	11.6	1.84	薄いベージュ
			1100	5.4	5.4	10.5	8.5	2.20	薄いレンガ色
			1150	5.4	6.8	11.8	4.5	2.24	レンガ色
			1200	5.4	8.3	13.2	1.0	2.27	濃いグレー
8-1	30	△	1050	5.5	5.6	10.8	21.9	0.94	ベージュ
			1100	5.5	7.4	12.5	18.2	1.13	薄いレンガ色
			1150	5.5	8.9	13.8	14.0	1.32	レンガ色
			1200	5.5	11.7	16.5	6.1	1.84	灰赤色
8-2	32	○	1050	7.9	6.1	13.6	12.3	2.13	淡黄色
			1100	7.9	7.7	15.3	8.1	2.41	薄いベージュ
			1150	7.9	8.7	15.9	4.4	2.42	薄いベージュ
			1200	7.9	9.7	16.8	0.7	2.52	グレー

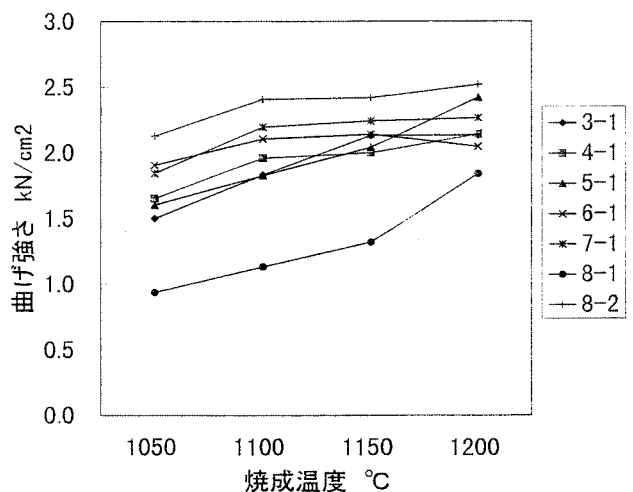


図3 曲げ強度

5-1と8-1以外は、1100℃もしくは1150℃焼成での曲げ強度と1200℃焼成での曲げ強度が変わらず、1200℃焼成では吸水率が1%以下になる。このことは、これらの粘土は1200℃焼成が焼成温度の限界であることを示しており、ブクの発生などの危険性を考えた場合は1150℃程度で抑えたほうが良いで

あろう。工芸陶磁器などで1200℃以上の焼成をする場合は、耐火度の高い粘土を配合する必要がある。

焼成色は下層の灰色粘土である8-2がかなり白っぽく、従来の野幌粘土の発色とはかなり異なる。この点から、今後は下層の灰色粘土が多量に賦存するV2地区の灰色粘土について試験を行う必要があり、8-2程度の発色であれば新製品の主原料として有望である。なお、上層粘土では3-1の発色もかなり薄く、上層粘土でも部分的に発色がばらつく。

### 5. 焼結助剤の検討

8-1層の粘土は前項で述べたように、焼結性が悪く、主原料として用いた場合には強度が問題となるであろうし、耐凍害性においても不安な要因となる。このため、焼結助剤を加えることを検討した。

焼結助剤としては、安価で入手が容易な工業用ソーダ灰( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 炭酸ナトリウム)、ならびに廃ガラスとしての用途があまり見込めない茶色ビンの粉砕物を用いた。ビンガラスの粉砕にはスタンパーを用い、粉砕物の粒度組成は、+250 $\mu\text{m}$  12wt%、125~250 $\mu\text{m}$  19wt%、63~125 $\mu\text{m}$  21wt%、-63 $\mu\text{m}$  48wt%である。

添加量はソーダ灰、廃ガラス粉ともに外割で1 wt%と3 wt%とし、レンガやセラミックブロックなどの焼成条件に近い、1100℃焼成での比較を行った。図4に焼成収縮率を、図5に吸水率を、図6に曲げ強度を、図7に焼成体の電子顕微鏡写真を示す。

これらの結果から、焼結助剤の添加は焼結の促進に効果があり、特にソーダ灰による効果が顕著であることが明白となった。曲げ強度はソーダ灰の1 wt%添加で30%、3 wt%添加では66%の増加がみられ、廃ガラス粉においても1 wt%、3 wt%添加でそれぞれ19%、27%の増加がみられた。焼成

収縮率は、ガラス粉ならびにソーダ灰 1 wt%添加ではほとんど変化しないが、ソーダ灰 3 wt%添加では2.8%ほど増加する。また、ソーダ灰の添加によって吸水率も大幅に小さくなり、1 wt%添加では6%ほど、3 wt%添加では11%ほど小さくなる。

これら諸性状の相違は焼結状況が異なっていることを示すが、図7にみられるように、ソーダ灰の添加による粒成長は顕著であり、添加量を増すことによって粒成長も増す。なお、廃ガラス粉の添加では粒成長が見られない。ソーダ灰の焼結に及ぼす効果が顕著であることは、ソーダ灰が水に可溶性であるため、練り土の水に溶解して原料粒子の隅々までよく付着し、焼成過程における酸性成分との反応が良好に進行するためと推定される。一方、ガラス粉の場合は、ガラス自体が溶けてバインダーの役割を果たすが、熔融しても粘性が高いことによって原料粒子に対する濡れが悪いこと、ならびに、ガラス自体が酸性成分とアルカリ成分との反応体であり、ソー

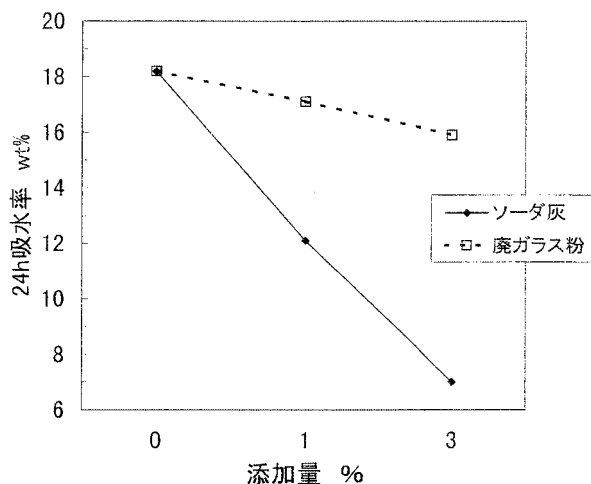


図5 焼結助剤と吸水率

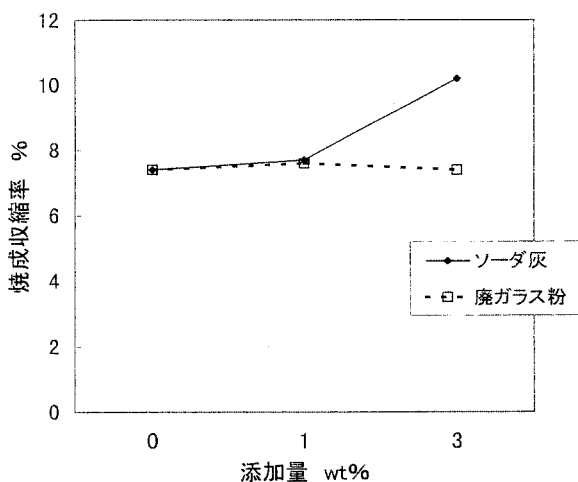


図4 焼結助剤と焼成収縮

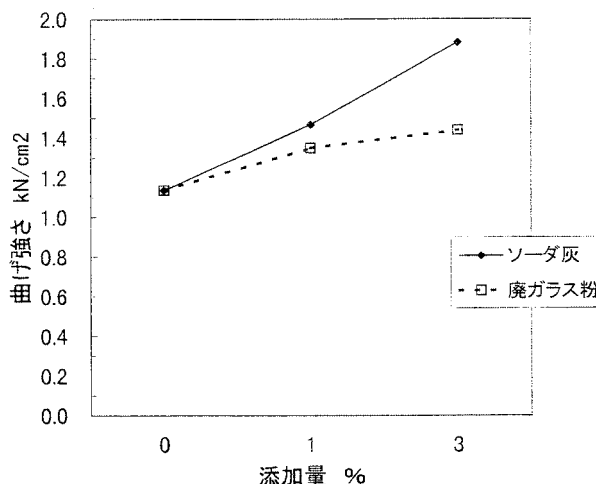


図6 焼結助剤と曲げ強度

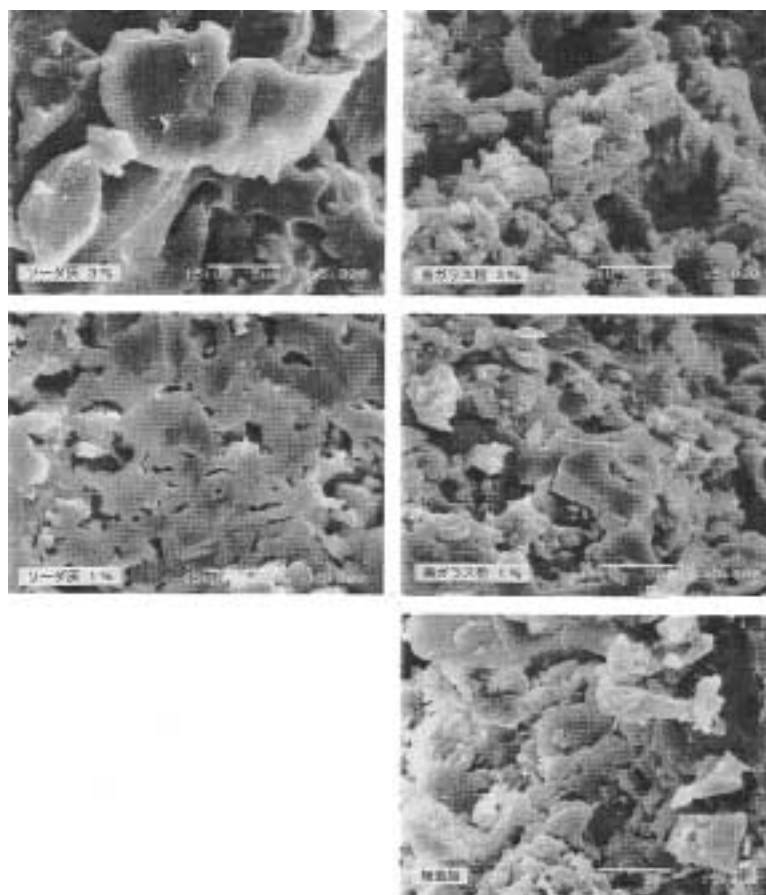


図7 焼成体の電子顕微鏡写真

ダ灰ほどは酸性成分との反応性がないこと，などによって，ソーダ灰ほどの効果は得られないものと思われる。

## 6. まとめ

- 1) 野幌窯業事業協同組合が行った埋蔵量調査結果から判断すると，可採鉱量は約32万 $\text{m}^3$ と多くはないが，この調査結果をもとにして今後きめ細かな調査を行うことにより，かなり増加する可能性がある。
- 2) V2地区の下層に賦存する灰色粘土は従来にない焼成色が期待でき，層厚もあることから，新たな製品開発のための原料として検討されることを期待する。
- 3) V1～V2地区には場所によって焼結性の悪い粘土層があるが，このような粘土を利用するにあたっては，焼結助剤としてソーダ灰を1～3 wt%添加するのが効果的である。

## 謝 辞

本研究にあたり，野幌窯業事業協同組合から試料を提供して頂きました。書面を借りてお礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) 太田英順(工業技術院地質調査所)監修：平成9年度窯業原料土埋蔵量調査事業報告書，野幌窯業事業協同組合，1999
- 2) 皿井博美・菊池博男・遠藤三男・萩原洋一：北海道内における窯業原料の調査研究（第2報）江別地域のせり器質粘土，北海道立工業試験場報告，No.257，15-31，1976