

## 北海道せつ器粘土鉱床開発に関する研究

## —その4 総括—

成田英吉\* 山口昇一\* 村瀬 正\* 羽坂俊一\* 岡部賢二\*\*  
 丸茂克美\*\*\* 石田正夫\* 池田国昭† 久保和也†† 高田忠彦\*\*\*\*  
 桶屋光雄\*\*\*\* 尾形修一\*\*\*\* 佐藤勝信\*\*\*\* 太田英順\* 佐川 昭\*  
 小笠原正継\*\*\* 矢島淳吉\* 根本隆文\*\*\*\*\*

NARITA, E., YAMAGUCHI, S., MURASE, T., HASAKA, T., OKABE, K., MARUMO, K., ISHIDA, M., IKEDA, K., KUBO, K., TAKADA, T., OKEYA, M., OGATA, S., SATO, K., OHTA, E., SAGAWA, A., OGASAWARA, M., YAJIMA, J. and NEMOTO, T. (1985) Study on the exploitation of stoneware clay deposits in Hokkaido. Part 4—Summary. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 37(1), p. 1-31.

**Abstract:** This report is the summary of three years study on the stoneware clay deposits of Nopporo, Iwamizawa and Asahikawa districts, and they are studied and discussed from the view points of geomorphology, geology, stratigraphy, economic geology, clay mineralogy and ceramic technology.

In the surveyed areas, three or four steps are recognized topographically in the later Pleistocene terraces and workable deposits of stoneware clay are found in a middle bench of the third terrace. The first and second steps are upper terraces and accompany red soils and “Kusari” pebbles as key beds.

Sedimentation of stoneware clay material is genetically related to the Shikotsu volcanic activity, and continued during the stages of Göttsweiger interglacial to Würm I glacial epochs.

Raw materials of stoneware clay consist of such minerals as kaolin, illite, and montmorillonite. However, mineral association and grain size of clay are different with each area, and these features are reflected on the workability and firing characteristics of clay. Asahikawa district produces fine stoneware clay for tile and also refractory clay of over SK 30. It is concluded from the result of various tests that all of clay in the surveyed districts are able to be utilized as common raw materials of stoneware clay. The inferred reserve is computed by the regression analysis method, and the routine method for the test of raw materials and product is established.

## 要 旨

本研究は北海道のせつ器質粘土鉱床を、地形学、地質層序学、鉱床鉱物学、窯業鉱物学的分野から検討することでありすでに3回にわたり発表した。本報告はそれらの総括である。

粘土原料は更新世後期の段丘地形に主として胚胎す

る。段丘地形は3-4段からなり、原料粘土は主として第三面の段丘にみられる。第I、II面はより高位の段丘で赤色土、くさり礫を伴う。

形成時期、及び環境は支笏火山活動と深い関係を持ちグートワイゲル亜間氷期から主ウルムI亜期にわたる古石狩湖堆積盆地の形成、氷河期の古地形・変動を示す。

粘土原料は全体としてカオリン、イライト、モンモリロナイト質粘土で構成されるが、地域によりその原料特性、焼成特性を異にする。旭川地域ではタイル原料となる精せつ器質粘土、耐火度SK 30を越える耐火粘土を産する。3地域の粘土は一般にせつ器質粘土として充分利用出来ることを明らかにし、回帰分析法に基づいて未

\* 地質調査所北海道支所  
 \*\* 地質調査所名古屋出張所  
 \*\*\* 地質調査所鉱床部  
 \*\*\*\* 北海道立工業試験場野幌窯業分場  
 \*\*\*\*\* 元地質調査所北海支所職員  
 † 地質調査所技術部  
 †† 地質調査所地質部

調査地域の資源量を予測し、諸試験のマニュアルを作成した。

### まえがき

せつ器質粘土は北海道における窯業産業の主要原料粘土として古くからレンガ・陶管などに利用されてきた。しかし、近年このせつ器質粘土の分布地域は都市開発あるいは農耕地の整備等によってその開発に制約を受け、原料粘土の確保が年々難しくなっている。

一方、この原料粘土に関する地質学的・鉱物学的調査研究は極めて少なく、これまで野幌地域で北川・矢野(1980)の粘土胚胎層の地史的な検討と、藤原(1979)の栗沢・栗山地区の概略的な研究報告があるに過ぎない。そこで既存資源の有効利用と土地開発との調和を図り、地場産業の振興育成に寄与することを目的に、昭和56年度から「北海道せつ器質粘土鉱床開発に関する研究」を取上げ、野幌、岩見沢及び旭川地域を対象として調査研究を行ってきた(成田ほか, 1983; 岡部ほか, 1984, 1985)。

3地域の調査研究結果は、せつ器質粘土鉱床が地形的に特定される段丘地形の発達地域に分布し、かつ、層序的にほぼ同一層準の内陸湖沼成堆積物中に賦存することが明らかにされた。一方、鉱物学及び窯業工学的試験研究では、地域間に差違が認められ一部に耐火粘土として分類されるものがあるが、総体的にはいずれもせつ器質

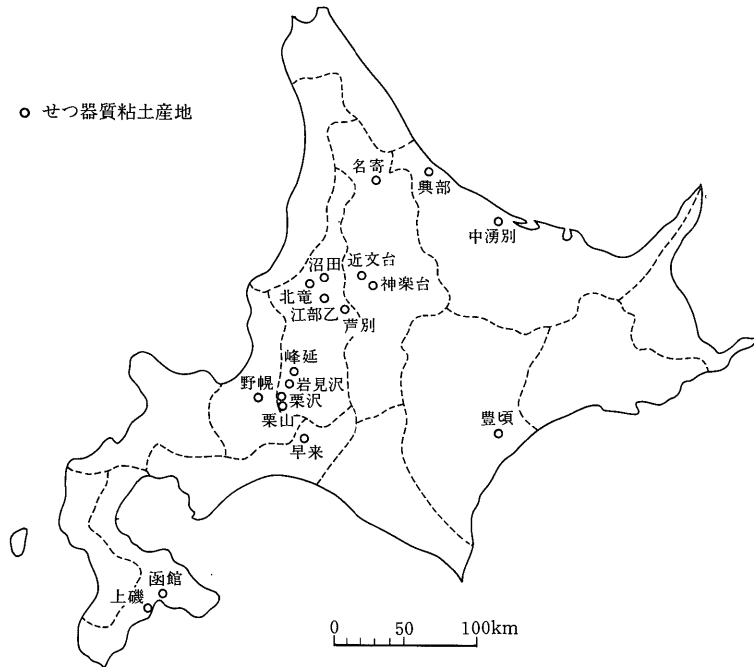
粘土として利用し得るものであることを明らかにした。また、3カ年にわたる試験研究から窯業工学的試験のマニュアルが確立された。

研究の実施に当たっては、粘土鉱床の地形・古地理学的研究を村瀬正・池田国昭・羽坂俊一が、粘土鉱床の層序及び鉱床に関する研究を山口昇一・石田正夫・岡部賢二が、また、せつ器質粘土の鉱物及び窯業工学的試験研究は、丸茂克美・高田忠彦がそれぞれ中心となり、北海道支所ならびに北海道立工業試験場野幌窯業分場各位の全面的な協力のもと進められた。なお3カ年の総括のとりまとめは成田英吉・山口昇一・村瀬正・丸茂克美及び高田忠彦によって行われた。

本調査研究を進めるに当たり、北海道立工業試験場野幌窯業分場菊地博男場長及び宮島雅俊前分場長からは、北海道における窯業産業について御教示を頂いた。また、地質調査所北海道支所五十嵐俊雄支所長からは本研究全般にわたって御指導を賜わった。ここに上記の方々に対し厚くお礼申し上げる次第である。

### 1. せつ器質粘土の地理的分布

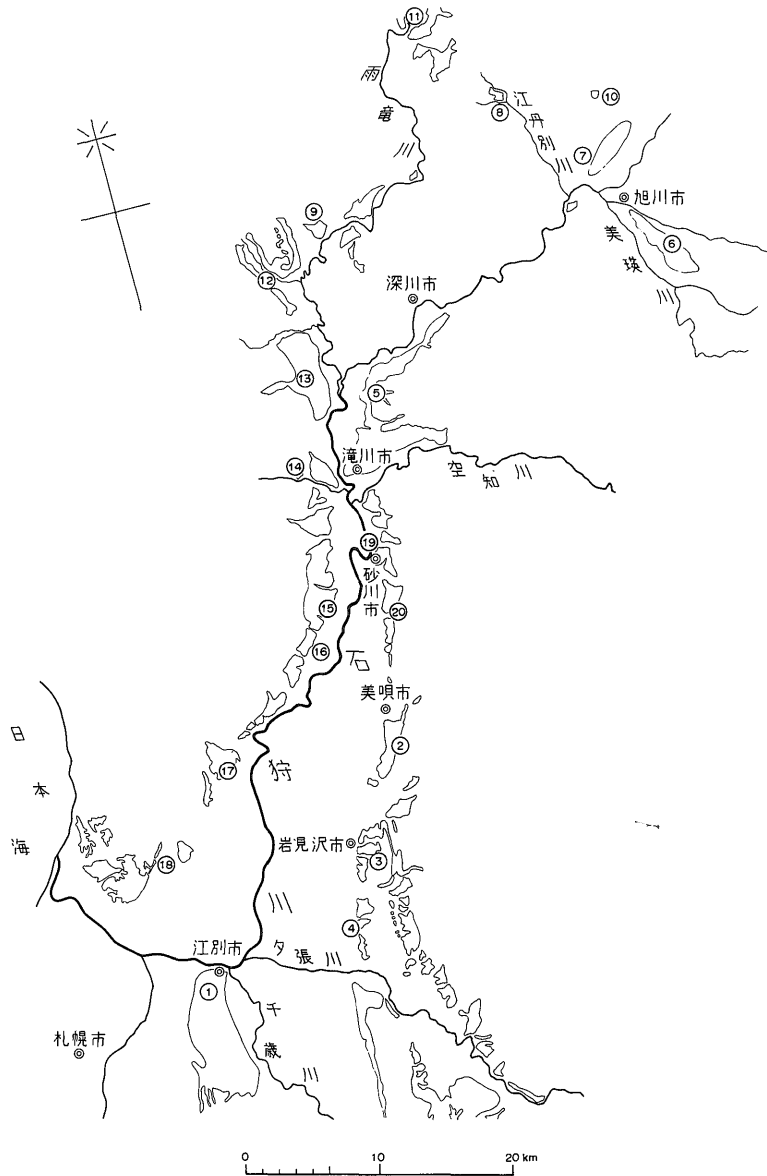
北海道におけるせつ器質粘土は、安政年間に道南の尻岸内町において熔鉱炉の炉材用レンガの原料として初めて使われた。その後、明治の初期までは上磯町の茂辺地や函館市でもレンガや陶管の製造が行われている。しか



第1図 せつ器質粘土産地分布図

し、窯業原料として本格的に使われるようになったのは、明治23年以降札幌市白石や江別市野幌において建築用レンガの製造が始められてからである。以後寒冷地特有の泥炭性土壌や重粘土壌の土地改良事業に伴って、排水用陶管の需用が増大し、全道各地において陶管の製造を中心にせつ器質粘土が採掘利用されてきた(第1図)(北海道立地下資源調査所, 1983)。

特に石狩川流域は産地が多く、かつ製品もレンガ・陶管のほかタイルやセラミックブロックなど多種にわたっている。これら全道各地から産出するせつ器質粘土は、いずれも地形的に段丘状の丘陵地に分布する共通点がある。従って今後第1図に示される産地以外にも、類似する地形的特徴を有する地域から、新たなせつ器質粘土鉱床がみいだされる可能性が強い。



第2図 石狩川流域の段丘面

- 1 野幌, 2 峰延, 3 岩見沢, 4 栗山・栗沢, 5 江部乙, 6 神楽, 7 近文, 8 江丹別, 9 沼田, 10 鷹栖, 11 沼牛, 12 美葉牛, 13 雨竜, 14 日進, 15 鶴沼, 16 札的, 17 月形, 18 当別, 19 砂川, 20 奈井江

第1表 段丘地形対比表

	野幌地域	峰延地区	岩見沢地区	栗沢・栗山地区	江部乙地区	神楽台地区
完 新 世	沖積低地	沖積低地 扇状地	沖積低地	沖積低地 扇状地	沖積低地 IV面 (低位段丘dep.)	沖積低地 扇状地 山麓緩斜面
後 更 新 期	江別砂丘 江別・学田面 (支笏軽石流) 大麻・ もみじ台面 緩傾斜面	III面 (茂世丑層)	III面 (茂世丑層)	III面 (茂世丑層)	III面 (中位段丘dep.)	II面 { c b a (神楽台段丘dep.)
中 世 期	野幌面 (もみじ台層)	II面 I面	II面	II面	II面 I面 (高位段丘dep.)	I面

2. 地形

せつ器質粘土鉱床の地形学的研究は、野幌・岩見沢・旭川の3地域にわたって行われた(成田他 20名, 1983; 岡部他 12名, 1984; 岡部他 10名, 1985)。

これらの研究では、各地域におけるせつ器質粘土の堆積地形面の形成過程、地形学的な賦存形式の検討、地形学的手法を用いたせつ器質粘土資源の賦存予測を行った。また、調査地域の微地形鳥瞰図を作成しせつ器質粘土資源探査の指針を得るため、微地形の解析を行った。

2.1 せつ器質粘土分布地域の地形

既調査の3地域は第2図に示すように、いずれも石狩川水系にあつて、その地形は山地、丘陵地、3-4段の段丘、緩傾斜面及び沖積面に大別される。これらのうちせつ器質粘土を賦存する地形面は、高位及び中位の段丘と緩傾斜面に限られる。段丘地形の対比は概略第1表のようにまとめられる。

野幌地域は野幌丘陵の一部を占め、その地形は地形面形状と分布高度から第1表野幌地域のように6区分された。この区分の中で、せつ器質粘土賦存面は現在までの採掘地の分布から緩傾斜面と江別・学田面に限られている。

緩傾斜面は標高45-60mの地形面で、野幌面の北西側と東側に分布する。北西側のこの地形面は文京台南西部から伊達屋敷まで北東方向にのび、6/100程度の勾配

をもち、上位の野幌面及び下位の大麻面と明瞭に識別される。

一方、東側の緩斜面は3/100~4/100の勾配を示し、学田面との境界は不明瞭である。

江別・学田面は共に標高15-30mを示す。江別地区と学田地区では傾斜方向と勾配が異なり、前者は0.5/100程度で北東に、後者は2/100程度で東に傾斜している。学田面の東傾斜は野幌丘陵の基本的構造である南北方向の隆起沈降運動と符合する。しかし、江別面にみられる北東方向の傾斜は、基本構造に斜交しており異なった応力場による新しい運動が存在したことを示唆するのかもしれない。

岩見沢地域は石狩炭田中央部の西縁、美瑛市から栗山町に至る丘陵地帯で、東西に流れる幾春別川、幌向川で北から峰延、岩見沢及び栗沢・栗山の3地区に分けられる。それぞれの地区では南から北に高度が低下する地形的特徴が認められる。これは丘陵地形成後南上り北下りの傾動運動があつたことを示している。

丘陵地は標高20-80mで、開析の度合からI、II、IIIの地形面に区分される。このうち、せつ器質粘土を賦存する茂世丑層は、II、III面の発達地域に分布している。

II面は標高40-80mの開析の進んだ平坦面ないし緩傾斜面である。岩見沢地区では北狭南広の分布形態を示している。III面は標高20-40mで比較的平坦な地形面を作るが、やや削剝された凹凸の面が見られる。岩見沢

地区では、II面の縁辺部に緩傾斜面として分布している。

旭川地域は神居古澤構造帯を挟んで東の上川盆地側に神楽台、近文台及び江丹別、西の砂川低地帯北部には江別乙、沼田などのせつ器質粘土産地(遠藤他, 1976)が散在している(第2図)。

神楽台地区は上川盆地の南部を北西に流れる忠別川と、北に流れる美瑛川とに挟まれ、北西-南東方向に延びる標高130-240mの洪積台地である。地形は第1段丘面ほか7種に区分され、そのうちII面の発達地域にせつ器質粘土が賦存している。

II面は河岸段丘で微地形解析から更にIIa, IIb, IIc面に細分される。IIa面は神楽台東部に分布し、標高は155-195mである。IIb面は神楽台の西部に分布し、標高は150-190mである。IIc面は神楽台の先端部付近に分布し、標高は135-170mである。IIc面の分布地域では粘土層が他に比べて厚く発達している。

江部乙地区は滝川市の北部に位置する丘陵地帯で、4つの段丘面に区分される。I面は古期扇状地を削剝して形成された河岸段丘で、開析が進み起伏に富んでいる。II面はI面に比べ開析度が低く、緩やかな波状地形を呈する。III面はII面に比べ更に開析度が低く、平坦面を良く残している。この面ではせつ器質粘土の賦存が最も期待される。なお地域北部のIII面発達地域には、残丘状のII面が認められる。IV面は平坦面が最も良く残され、堆積物に挟在する泥炭層の<sup>14</sup>C放射年代は8090±200y.

BP(GaK-8884)を示し、沖積段丘であることを示唆している。

近文台地区は旭川市街の北西部に位置し、大きくみて2つの平坦面に区分される。高位面は標高140-170mで、十勝火砕流堆積物からなっている。低位面は台地の南西部に分布し、標高120-145mでせつ器質粘土の対象となる粘土層が賦存している。

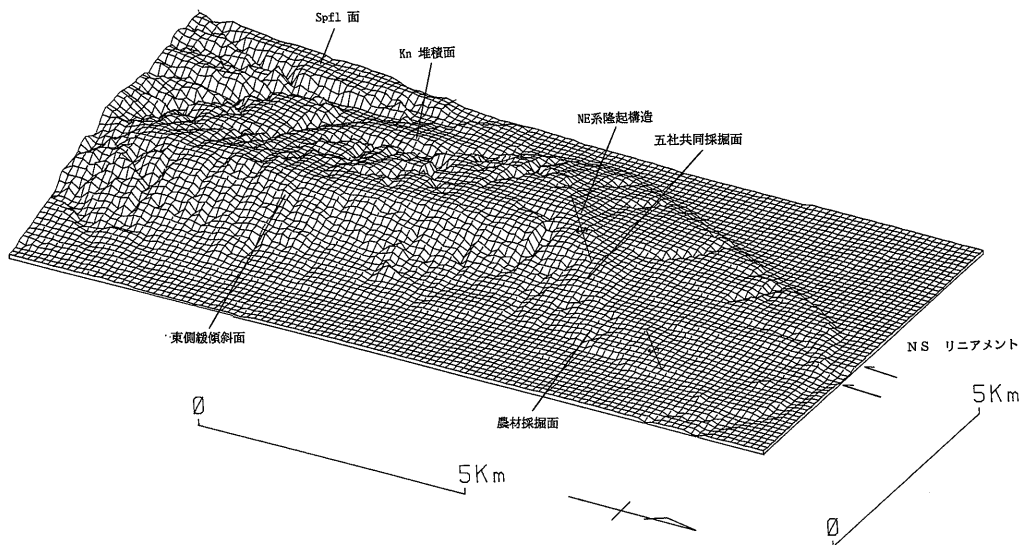
江丹別地区は国鉄旭川駅の北西約18km付近を中心とした小規模な盆地で、その中央部に標高160-180mの丘陵地が発達し、せつ器質粘土が賦存している。

沼田地区は雨竜郡沼田町市街地北部の丘陵地で、3段の段丘面が発達する。せつ器質粘土は標高55-75mの一番低い段丘面分布地域に賦存している。

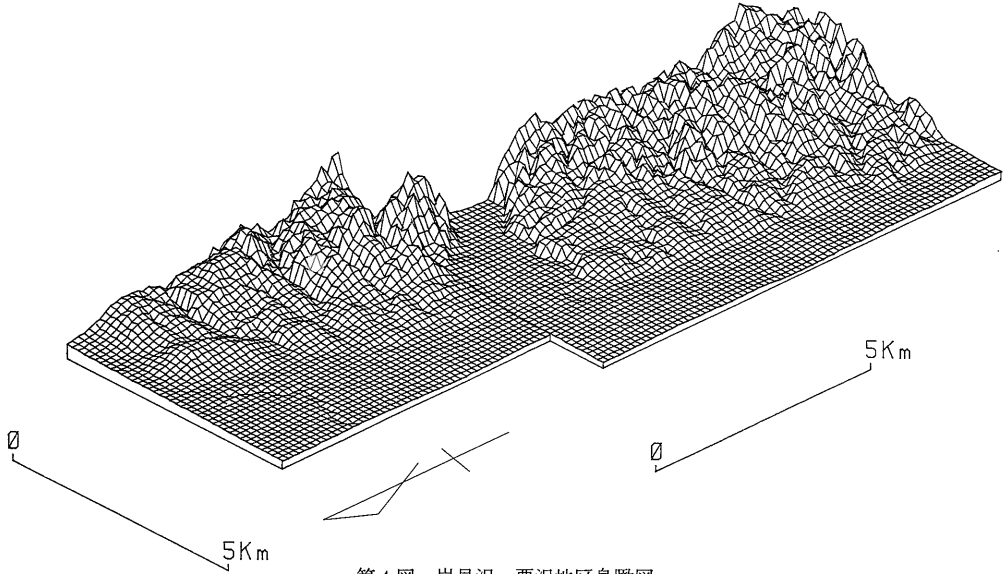
## 2.2 微地形解析にみられる特徴

微地形解析には国土地理院発行の1/25,000地形図を使用し、125m間隔のメッシュを切り水平:垂直比1:10の鳥瞰図を作成した。

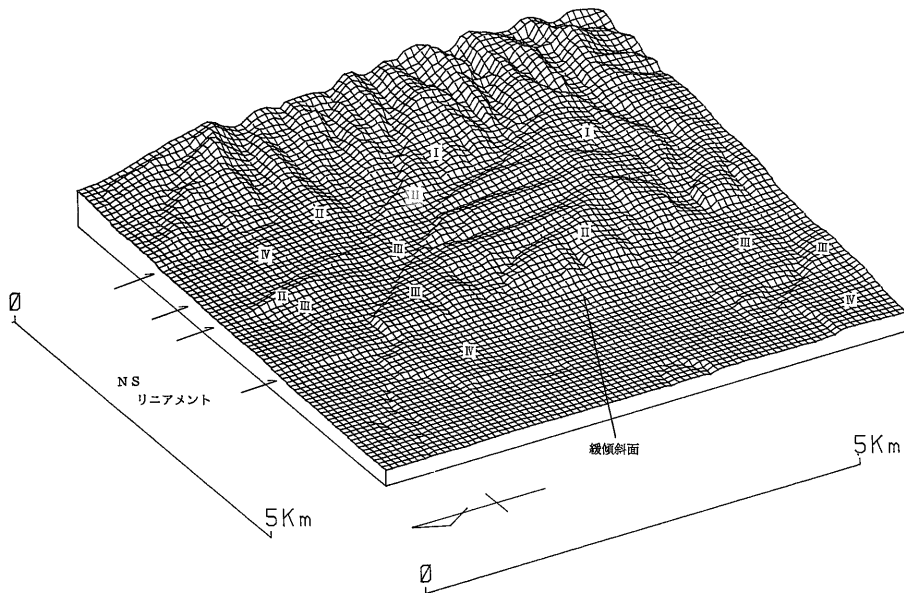
野幌地区(第3図)では支笏軽石流堆積物と小野幌層の分布地域に、地形上の特徴的な相違が読みとれる。すなわち前者の分布地域は、小野幌からもみじ台西に延びる標高20-50mの平坦な台地で、南北方向の河川で浸食されている。一方、後者は前者の東側に発達し、もみじ台東方に延びるやや低めの比較的起伏に富む面を作り、東西-北西系の河川で浸食されている。また、もみじ台付近では小野幌層の堆積面が支笏軽石流堆積物の流走面(堆積面)を削剝しているように見受けられる。



第3図 野幌地域鳥瞰図



第4図 岩見沢・栗沢地区鳥瞰図

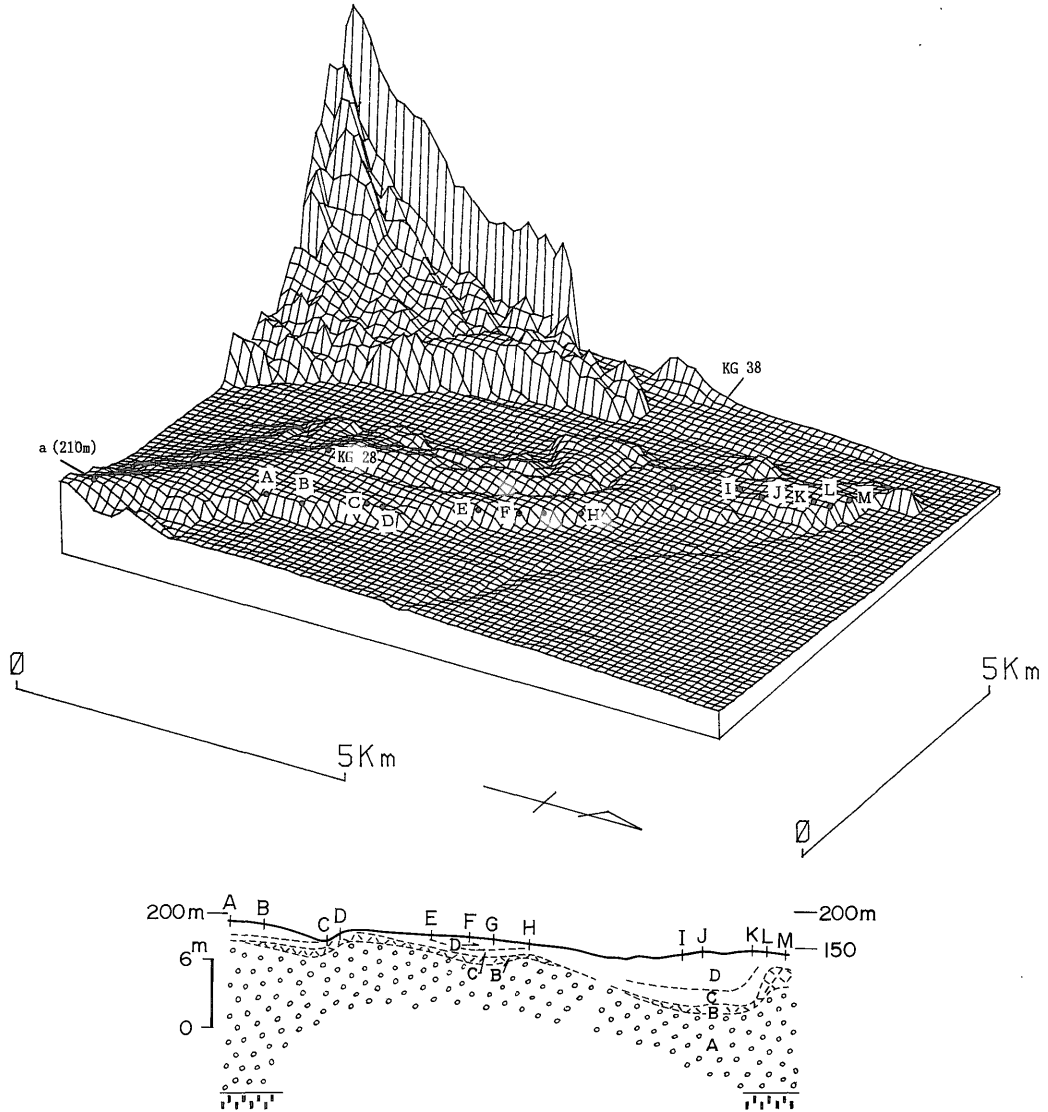


第5図 江部乙地区鳥瞰図

更にこの鳥瞰図からは、第1報(成田ほか、1983)で明らかにされた野幌丘陵北部の北東方向の隆起構造と同方向のリニアメントのほか、野幌丘陵の主要構造に平行する南北方向のリニアメントを読みとることができる。この南北方向のリニアメントは、丘陵東部の野幌面と緩傾斜面及び緩傾斜面と学田面の境界に一致している。これら2方向のリニアメントは、それぞれ異なる運動過程で形成されたと考えられるが相互の関係は明らかでない。

岩見沢地域(第4図)では山地、丘陵地及び沖積低地が明瞭に識別される。丘陵地には地形図から2段の段丘面が区別されているが、鳥瞰図からは明瞭に読みとることができず、緩傾斜面(Ⅱ面)から平坦面(Ⅲ面)に漸移している。しかし、空中写真から判読される南北方向の活断層(活断層研究会、1980)は、明瞭なリニアメントとして認められる。

江部乙地区(第5図)はⅠからⅣまでの地形面が識別さ



A : KG 41 B : KG 26 C : KG 27 D : KG 28 E : KG 33 F : KG 34  
 G : KG 37 H : KG 38 I : KB 3 J : KB 2 K : KB 1 L : KG 40  
 M : KG 39

第6図 神楽台地区鳥瞰図

れるほか、南北方向のリニアメントが特徴的に認められる。また、Ⅲ面についてみると西端に近いところでは、緩傾斜面と平坦面とが識別でき2分される可能性がある。このような南北方向のリニアメントとⅢ面にみられる緩傾斜面の発達は、野幌丘陵東部の地形的特徴に類似している。

神楽台地の地形区分は岡部ほか(1985)によって8つに

分けられている。このうち台地形成に関連する基本的な地形面は、神楽台Ⅰ及びⅡ面である。鳥瞰図では2つの地形面と孤立丘が明瞭に読みとれるが、丘頂緩斜面や神楽台Ⅱ面の細分は地形、地質構造発達史の上では必ずしも明らかではない(第6図)。しかし、地形の項でもふれてきたように、忠別川沿いの段丘崖の断面図や、試錐柱状図資料ではⅡc面分布域の粘土層が厚くなり、Ⅱ面

第2表 各地域、地区の地形特性

	地域名	地形	標高(m)	沖積面との比高	形状	その他
既に報告した地域	1 野幌	緩傾斜面	45-60		半島状	小野幌層
	2 峰延	II面	40-70		山麓部	茂世丑層
		III面	30-40	1.0		
	3 岩見沢	II面	40-80		"	"
		III面	30-40	1.0		
	4 栗山・栗沢	II面	35-70		"	"
		III面	20-35	5		
	5 江部乙	II面	60-90		扇状地状	II面表層部に帯赤褐色砂壤土 多量の石英粒を含む
		III面	45-68	1.5		
6 神楽台	IIa面	155-195		半島状		
	IIb面	150-190				
	IIc面	135-170	1.5			
7 近文台	II面	120-145	1.0	島状	I面表層部に帯赤褐色砂壤土	
8 江丹別	緩傾斜面	160-180	1.0	盆地内の緩斜面	石英粒	
9 沼田	II面	55-75	5	扇状地状		
10 鷹栖	II面	130-160	5	山麓部	表層部に石英粒点在	
11 沼牛	緩傾斜面	155-170	5	盆地内の緩斜面	表層部砂礫層	
12 美葉牛	"	60-90	5	山麓部	含小砂利	
その他石狩川流域の産地	13 雨竜	II面	60-120		扇状地状	II面表層部に帯赤灰褐色砂壤土
		III面	40-60	5		
	14 H進	II面	60-80		"	IIの表層部に泥炭層あり
		III面	40-60	1.5		
	15 鶴沼	高位段丘	40-80	2.0	山麓部	浦白層
	16 札的	高位段丘	35-100	2.0	"	"
	17 月形	高位段丘	30-80	2.0	"	"
	18 当別	高位段丘	40-80	2.5	"	伊達山層
19 砂川	II面	40-80		"		
	III面	30-50	1.0			
20 奈井江	中位段丘	30-80	5	"	弁慶台層 炭質物混り	
道内主要産地	名寄	II面	120-150		盆地内半島状	
		III面	100-120	5		
	興部	II面	40-70		海岸段丘	
		III面	10-30	5		
	上湧別	緩傾斜面	50-80	1.0	山麓部	
早来	II面	80-130		"	厚い火山灰に覆れる	
	III面	35-80	5			
豊頃	III面	30-50	5	"	ピラオトリ層	

a, b, cの地形細区分が、粘土層の堆積環境と深く関係していることを示している。また、忠別川沿いの段丘崖が明瞭で、西方へ低下していく様子がうかがわれ、岡部ほか(1985)が指摘した神楽台形成後の東上り西下りの傾動運動のあったことも鳥瞰図から読みとることができる。

これらの微地形解析は、調査地域の第四紀の地形、構造発達史の中で十分な検討を必要とする。特に地質学的な裏付けを得ることのできなかった南北性リニアメントと緩傾斜地形との関係、及びその他の問題は今後の検討課題として残される。

### 2.3 調査地域外のせつ器質粘土の賦存予測

北海道におけるせつ器質粘土の産地は第1図の通りである。せつ器質粘土胚胎層の分布が、地形的に特定されることは既に述べた。それらの資料とそれ以外の産地につき、5万分の1地形図によって地形的特徴を読みとり第2表に示した。表からも判読できるようにせつ器質粘

土鉱床の分布は、地形的に沖積面からの比高が5-15mの段丘面あるいは緩傾斜面の発達地域に限られている。さらに位置的には興部地域を除き、いずれも内陸盆地あるいは現海岸線から内陸に入った山麓部の丘陵地に分布している(菊池他, 1976)。従って既知の粘土産地と類似する地形的特徴を地形図上にみいだすことにより、粘土鉱床の賦存可能な地区を抽出することができよう。

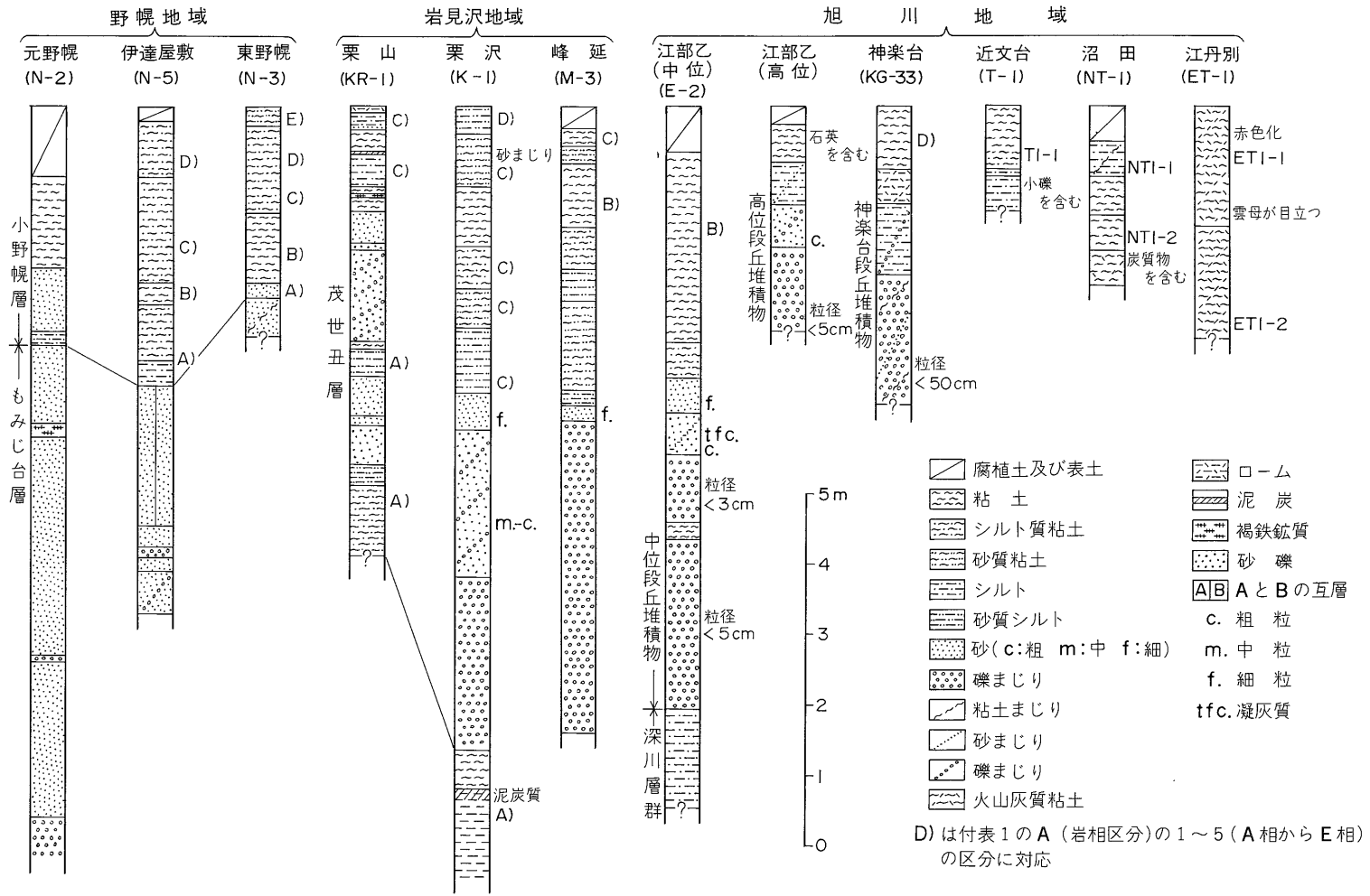
## 3. 地質及び鉱床

### 3.1 粘土鉱床の胚胎層準

粘土鉱床はすべて第四紀の堆積性鉱床で、丘陵地の段丘堆積物中に賦存している。石狩川の中流江部乙地区は、河岸段丘が最も良く発達し、高位、中位及び低位の段丘堆積物が認められる(岡部ほか, 1985)。

高位段丘堆積物はI及びII面の発達地域に認められ、表層部の“赤色土壌化”と“くさり礫”及び透明な石英粒を含むことを特徴としている。これらには原料粘土と





第7図 野幌・岩見沢・旭川地域地質柱状図

北海道せつ岩粘土鉱床開発に関する研究—その4 総括—(成田英吉ほか17名)

なる粘土層が挟在するが、岩相の側方変化が著しく連続性に乏しい。北海道における赤色土壌化作用について北川は、T<sub>1</sub>段丘面(阪口, 1959の幌別面)形成後からT<sub>2</sub>段丘面(阪口, 1959の築別面)形成以前の時期で、地質時代的にみてリス・ウルム間氷期の温暖期、すなわち、下末吉期の海侵時であろうと推定している(北川ほか, 1963)。

中位段丘堆積物はⅢ面を形成し、上部にせつ器質粘土原料となる粘土・シルトなどの細粒相が、また、下部には砂礫を主とする粗粒相が普遍的に発達している。このような粒度変化は、上川盆地の神楽台段丘堆積物や岩見沢地域の茂世丑層にも認められる。

低位段丘堆積物はⅣ面を形成し、固結度が低く分級度の悪い砂礫層を特徴としている。挟在する泥炭層の<sup>14</sup>C放射年代は、8090±200 y. B.P.(岡部ほか, 1985)であり、本層が完新世の堆積物であることを示唆している。

江部乙地区でのせつ器質粘土鉱床の胚胎層準は、前述したように主としてⅢ面を形成する中位段丘堆積物である。従って高位段丘堆積物の特徴である古赤色土壌は、せつ器質粘土鉱床探査の指標となる。

一方、他地域のせつ器質粘土鉱床の胚胎層は、各地域の代表的地質柱状図(第7図)に示すように、旭川の神楽台地区(岡部ほか, 1985)、岩見沢の峰延及び栗沢地区(岡部ほか, 1984)が江部乙地区の中位段丘堆積物と酷似し、それぞれ神楽台段丘堆積物及び茂世丑層と呼ばれている。一方、野幌地域は前記地域と異なり、礫層を伴う段丘堆積物は認められず、せつ器質粘土原料となる粘土層が丘陵全域の表層部に発達している(皿井他, 1976)。この粘土層は小野幌層<sup>1)</sup>と呼ばれ海成更新統のもみじ台層を不整合に覆い、一部の地域で支笏軽石流堆積物に覆われる(成田ほか, 1983)。しかし、微地形解析の結果、前述したように野幌丘陵の西部地区で、小野幌層の一部が支笏軽石流堆積物の堆積面を削剝して堆積していることが明らかにされた。また、野幌丘陵北部の小野幌層は極めて火山灰質で、含まれる軽石礫が絹糸状で発泡が良く、支笏軽石流堆積物の軽石と酷似している(図版1)。これらのことは、小野幌層が支笏軽石流堆積物を境に2分される可能性を示唆している。

以上の各地域は地形区分から直接江部乙地区の中位段丘と関係づけることはできない。しかし、茂世丑層からは33,780±<sup>2,850</sup>/<sub>1,950</sub> y. B.P.(岩見沢団体研究グループ, 1976)、小野幌層からは33,190±<sup>2,650</sup>/<sub>1,900</sub> y. B.P.(北川ほか, 1974)、

35,460±<sup>4,170</sup>/<sub>2,750</sub> y. B.P.(北川ほか, 1979)、また、元野幌粘土層からは28,850±<sup>1,880</sup>/<sub>1,470</sub> y. B.P.(北川ほか, 1974)<sup>2)</sup>などの<sup>14</sup>C放射年代が報告されている。赤松ほか(1981)は<sup>14</sup>C放射年代や植物遺体、花粉化石の諸資料などから、小野幌層は最終氷期前半の次第に寒冷化していく時期、また、北川ほか(1980)は江別面粘土層(赤松ほか, 1981の元野幌粘土層に相当)をウルム氷期のゲトワイゲル亜間氷期から主ウルムⅠ亜期にかけて、それぞれ生成されたものと推定している。以上の諸資料は茂世丑層、小野幌層及び元野幌粘土層などがおよそ35,000年から28,000年前に生成されたことを示唆し、地質時代は更新世後期中葉後半といえよう。従って野幌地域及び岩見沢地域のせつ器質粘土鉱床は、江部乙地区の中位段丘堆積物とほぼ同時期に生成されたと考えられる。

神楽台段丘堆積物は<sup>14</sup>C放射年代や花粉化石等の資料がなく、的確な対比ができない。しかし先に述べた地形的特徴及び堆積層の類似性などから、ほぼ同一時期の形成と推定される。

以上の他、旭川地域の江丹別地区に更新統の堆積性粘土鉱床が知られている(五十嵐, 1970; 岡部ほか, 1985)。この粘土鉱床は地形的に沖積氾濫原より一段高い段丘状の丘陵地に発達し、他地域と産状が似ている。しかし、この粘土鉱床は表層部が著しく“赤色土壌化”しており、高位段丘形成時に生成された可能性が高い。

各地域の地質層序と粘土鉱床胚胎層の関係を第3表に示した。

### 3.2 粘土鉱床

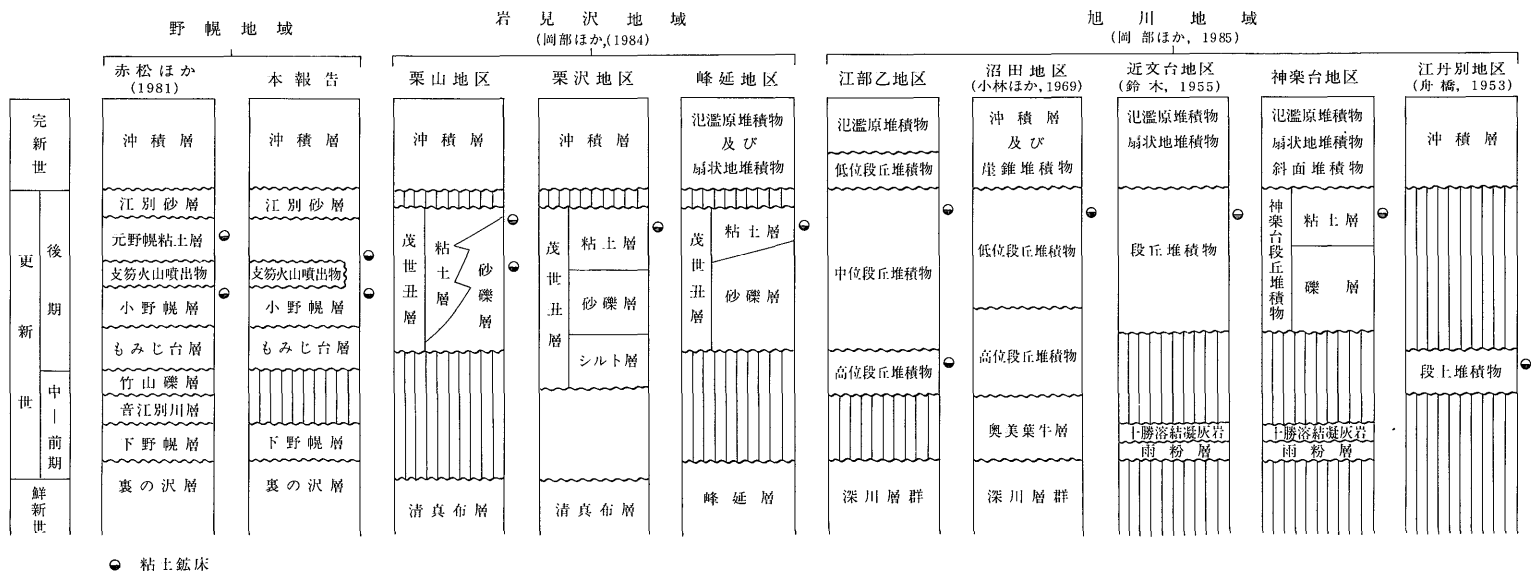
粘土鉱床は生成時期、堆積の場及び母材などの違いから地域によって発達状況や粘土の質が異なっている。調査資料が多い野幌地域を中心に、各地域の粘土鉱床の特徴を述べる。

野幌地域は小野幌層(赤松ほか, 1981の元野幌粘土層を含む)が粘土鉱床の胚胎層である。小野幌層は砂礫層をほとんど伴わず、細粒砂から粘土で構成され、下位から上位に向って細粒化するやや規則的な粒度変化を示す。成田ほか(1983)によって下位から細粒砂を主とするA相、灰白色粘土相のB相、灰白色シルト質粘土相のC相、黄褐色粘土相のD相及び最上位の黄褐色砂質粘土のE相に5区分されている(第7図参照)。原料粘土の対象となるのは中部のB相からD相で、最下部のA相は脱粘材として利用されている。窯業関係者は前述の各岩相に対しそれぞれA相を「山砂」、B相からD相を「めなし」、E相は「赤ぼか」と呼んでいる。「めなし」

1) 赤松ほか(1981)は地形面との関係から丘陵北部の江別段丘面(成田ほか, 1983の江別・学田面に相当する)を形成する粘土層を小野幌層と区別し、元野幌粘土層と呼んでいる。

2) 元野幌粘土層は野幌丘陵北部に分布し、成田ほか(1983)の小野幌層の上部がほぼこれに当る。

第3表 野幌・岩見沢・旭川地域の地質層序表



はさらに色調によって灰白色のものを「白めなし」、酸化鉄のしみ込みで赤褐色の斑紋がみられるものを「赤めなし」、また、「めなし」のうちで特に火山灰質なものを「火山灰質粘土」と呼び区別している。

小野幌層は層厚が最大5m余で野幌面では薄く、最下位のA相のみが認められる。一方、緩傾斜面、大麻・もみじ台面及び江別・学田面ではおおむね全相が発達し、なかでも野幌丘陵東側の江別・学田面で中部のB相-D相が厚くなる。また、江別-学田面の北部地区は火山灰質の粘土が卓越する。

A相は火山灰質シルト、細粒砂を主とし粘土を伴う。B相は緻密・均質で粘性が強く、火山ガラスに富み有色鉱物が少ない。C相及びD相は火山灰質でB相よりやや粗くシルト質である。また、D相は軽石流様の岩相を伴うほか、角閃石、石英などの鉱物粒と炭質物を多く含む。B、C、D各相の厚さは場所により異なるが、特にB、C相が東方に層厚を増す。

岩見沢地域の粘土鉱床は、茂世丑層の上部に胚胎している。粘土鉱床は栗沢地区で良好な発達を示し、2mから最大7mの層厚を有する。下部が砂質で粗く、上部に均質な灰白色の粘土層が卓越する。また、峰延地区は栗沢地区と同様の傾向を示すが、岩相がやや不安定で砂が挟在し均質な粘土層が少ない。栗山地区は前記2地区に比べ岩相の側方変化が著しく、粘土層が砂層、細礫層などと互層し粘土鉱床として余り期待できない(岡部ほか、1984)(第7図参照)。

旭川地域の粘土鉱床は、神楽台、近文台、江部乙、沼田及び江丹別地区に分布する。江丹別地区以外の4地区では、粘土鉱床が段丘堆積物の上部に胚胎し、とくに神楽台及び江部乙地区で良く発達している(第7図参照)。

神楽台地区の粘土層は、一般的傾向として下部が凝灰質で粗く、上部が細粒で灰白色の均質な粘土からなっている。層厚は段丘崖の近くで2m余であるが、ボーリング等の資料によると、神楽台北部の台地中央部付近で厚く、4m余の粘土層が発達している。神楽台南部地区で石英粒がやや多くなるが、品質の変化は少なく、全般的に可塑性が良く、良質の粘土である(岡部ほか、1985)。

江部乙地区の粘土層は、高位段丘堆積物及び中位段丘堆積物に胚胎しているが、前者は層相が側方に変化し、粘土層が安定して発達することは期待できない。後者の粘土層は、平均層厚1.5-2m、最大2.7mである。全般的に分級が良く、均質で側方変化に乏しい。また、いずれも可塑性が良く原料粘土として適している(岡部ほか、1985)。

近文台及び沼田地区の粘土鉱床は、前2地区と似た地質条件のところらに胚胎しているが、分布範囲が狭く量的にあまり期待できない。江丹別地区の粘土は、耐火度がsk32以上で耐火粘土と呼べるもので、質的に前述した他の地区と異なっている。せつ器質粘土の耐火度の調整に用いることができる。

### 3.3 粘土鉱床の生成環境

前述した各地域の粘土鉱床胚胎層は、一部の地域を除き常に泥炭-泥炭質粘土層の薄層が介在し、また、しばしば淡水棲の珪藻化石がみいだされる。従って粘土鉱床胚胎層は陸水域で生成されたと考えられる。しかし、細部にわたる生成環境は、堆積の場によって均質な粘土層が良く発達するところや、粗粒堆積物の卓越するところなど相異が認められる。

野幌、岩見沢地域及び江部乙地区の粘土鉱床の生成は、石狩低地帯(本報告では長尾、1941の砂川低地帯を含めて呼ぶことにする)の形成と深い係わりがあったと考えられる。近年、物理探査資料やボーリング資料等の増大に伴い、低地帯の地質及び形成史の詳細が明らかにされてきている(山口ほか、1964; 山口、1974; 大嶋ほか、1978; 赤松ほか、1981)。以下にこれらの資料を参考に粘土鉱床の生成環境について考察してみたい。

石狩低地帯の形成史について山口ほか(1964)は、第四紀における主な地史的イベントとして、1)第四紀初頭における砂川低地帯から石狩低地帯中央部をへて太平洋にいたるほぼ南北性の沈降帯の発達。2)東部石狩低地帯と西部石狩低地帯とを境する野幌丘陵上昇帯の発達。3)支笏火山噴出物による低地帯のダム化。4)紅葉山砂丘の発達。などが主要なイベントであると述べている。このうち粘土鉱床の生成に深いかかわりがあると考えられるのは、3)の低地帯のダム化である。

粘土鉱床を胚胎する小野幌層は、海成のもみじ台層を不整合に覆って発達している。もみじ台層の堆積期は、後期更新世のリス・ウルム間氷期とされ(北川ほか、1979; 赤松ほか、1981)。石狩湾から太平洋岸の苫小牧にかけて石狩海峡が存在したと考えられている(大嶋ほか、1978)。最終氷期に入って、海域が後退し再び日本海と太平洋が隔てられ、第四紀初頭に類似した堆積盆地が形成され、その中央部から北部に淡水性の小野幌層や茂世丑層の下半部が堆積した。小野幌層・茂世丑層堆積の末期には支笏火山から大量の火砕流が堆積盆地に流入し、それまで太平洋に注いでいた古石狩川はせき止められ、低地帯中央部から北部にかけて湖沼が形成された。この湖沼がせつ器質粘土の堆積の場を作ったものと推定される。江部乙地区の中位段丘堆積物、茂世丑層及び小

野幌層の分布高度の上限は、それぞれ標高70 m, 80 m, 60 mを示している。従って支笏火砕流によって形成された盆地の堆積面は、少なくとも標高80 mより高い位置に存在したと推定される。しかし、各地域の堆積層は、すでに述べたように地域によって層相・層厚が異っている。これは後背地の地質条件の違いと、地層堆積時のブロック的な造構造運動によると思われる。ことに後者については、粘土鉱床胚胎層が良く発達する江部乙地区、岩見沢の峰延地区、栗沢地区は低重力域に相当し、基盤構造を反映するとともに、胚胎層堆積時に沈降域であったことが胚胎層の層厚変化からうかがうことができる。

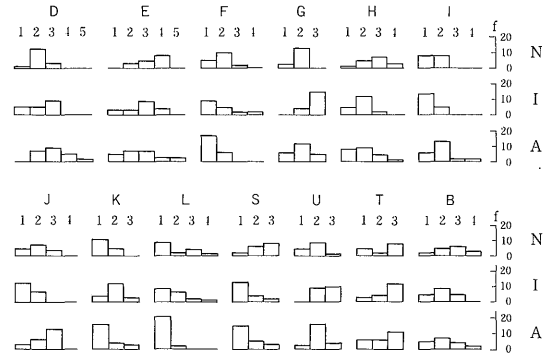
一方、旭川の神楽台地区の粘土鉱床は、上川盆地の形成と深い係わりがある。神楽台と同様の粘土鉱床は、近文台や台場地区など比較的広範囲に分布し、地形的に同一地形面にあったと推定される。粘土層は厚さ2-5 mで層相変化が少なく、湖沼で形成されたと考えられる。上川盆地は神居古潭構造帯の隆起と深く係わりのある構造盆地であり、隆起量の大きかった時期に湖水形成が行われたことが奈良部(1960)によって指摘されている。その時期については現在のところ<sup>14</sup>C放射年代や花粉化石等の具体的資料がなく、地形的に低位段丘<sup>3)</sup>とされているが、江部乙地区との関係からも今後解明されなければならない。

これまで粘土鉱床の生成環境について述べたが、具体的資料が少ないため推論の域をでない。今後、年代測定、花粉化石及び珪藻化石等による古環境の復元及び母材と後背地の関係、さらに土壌化作用等の諸問題を究明することにより、より正確な生成環境が明らかにされよう。

#### 4. せつ器質粘土の原料特性と鉱物学的特性

せつ器質粘土原料は地質の項で触れてきたように、3地域の堆積環境の違いを映し出して、それぞれの地域で粒度、鉱物組成、化学組成などの違いが認められ、それらに基づく粘土の物性上<sup>4)</sup>の相違も明らかにされた。これらについては第2報(岡部ほか, 1984)のマニュアルに示したように、粒度分析、化学分析、成形性試験、X線回折、赤外線吸収分析試験などの検討が行われた。これらのうち粘土の原料特性を良く表示できるものをまとめて付録1の表に示した。

粘土の層序上の岩相は、地質の項でのべられたよう



N-野幌地域, I-岩見沢地域, A-旭川地域, f-頻度

第8図 せつ器質粘土地域別原料特性

D: 細粒, E: 中粒, F: 粗粒, G: 石英, H: 長石, I: 粘土, J: ハロイサイト, K: イライト, L: モンモロロナイト或はカオリン/モンモロロナイト混合層粘土, S: 乾燥乾度, U: 乾燥収縮度, T: 変形度, B: 官能による成形性

に、各地域で下部からA, B, C, D, E相に区分した。

各地域から採取された試料の粒度組成は、付表1及び第8図D, E, Fにみられる頻度分布を示す。旭川地域は細粒のものが多く、岩見沢地域のものは中間で、野幌地域のものは全体に比較してやや粗いものが多い。

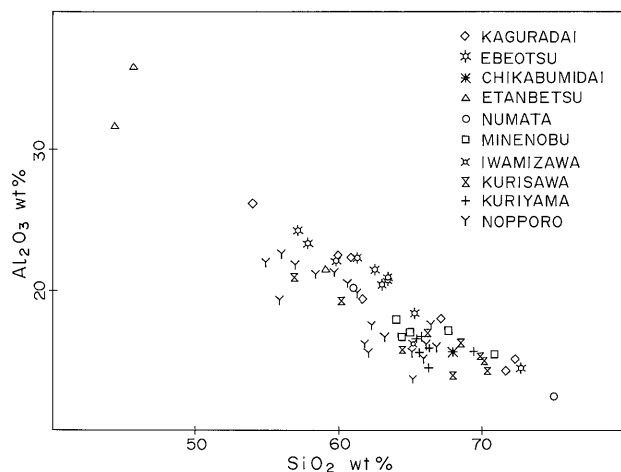
鉱物組成(ノルム)(五十嵐, 1984)、中石英、長石、粘土の比率は第8図G, H, Iに示すように岩見沢地域のものに石英が多く、次いで旭川、野幌地域の順となっている。野幌地域のものはやや長石が多く、旭川地域は長石も少なく、粘土成分がやや多くなっている。

粘土組成も地域でやや異なる。野幌地域では粘土層上下の変化も認められ、上位からハロイサイト(D, C, B相)、モンモロロナイト、メタハロイサイト(B, A相)の粘土組成を作りアロフェンを伴っている。岩見沢地域ではカオリン、イライト、モンモロロナイトの粘土鉱物で構成されるが、上、下で大きな変化は認められない。しかし、地区別の変化が認められ、ハロイサイト質粘土は峰延、イライト質粘土は岩見沢、モンモロロナイト質粘土は栗沢、栗山地区に多くなっている。旭川地域は地層の上下で若干の違いが認められ、神楽台地区C相の粘土はハロイサイト成分がやや多く、耐火度も高いが、全体としてハロイサイト、イライト、カオリン/モンモロロナイト混合層鉱物で構成され、粘土鉱物組成の頻度は第8図J, K, Lのようになっている。野幌地域はモンモロロナイト成分がやや多く、岩見沢地域はイライト、旭川地域はカオリン成分が多くなっている。X線回折によるカオリン鉱物の7Åの底面反射は、野幌地域でA, B相、岩見沢地域で峰延、栗沢地区、旭川地域で神楽台

3) 鈴木(1955)によって局地的に低位段丘と定義されたもので広域的な低位段丘に相当するか否か不明である。

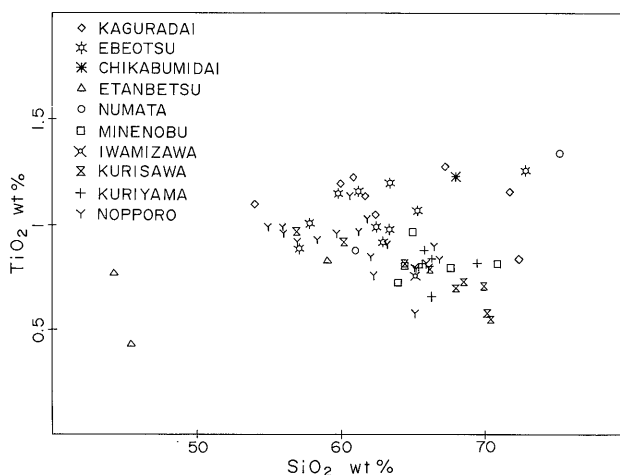
4) 原料粘土の諸試験は60メッシュ以下の試料で行なわれた。

SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> DIAGRAM OF STONEWARE CLAYS IN HOKKAIDŌ



第9図 SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 図

SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> DIAGRAM OF STONEWARE CLAYS IN HOKKAIDŌ



第10図 SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> 図

地区のC相, 江丹別地区の粘土で鋭いピークを示す。しかし, 示差熱分析, 熱重量分析の結果からはアロフェンの共存が予測される。

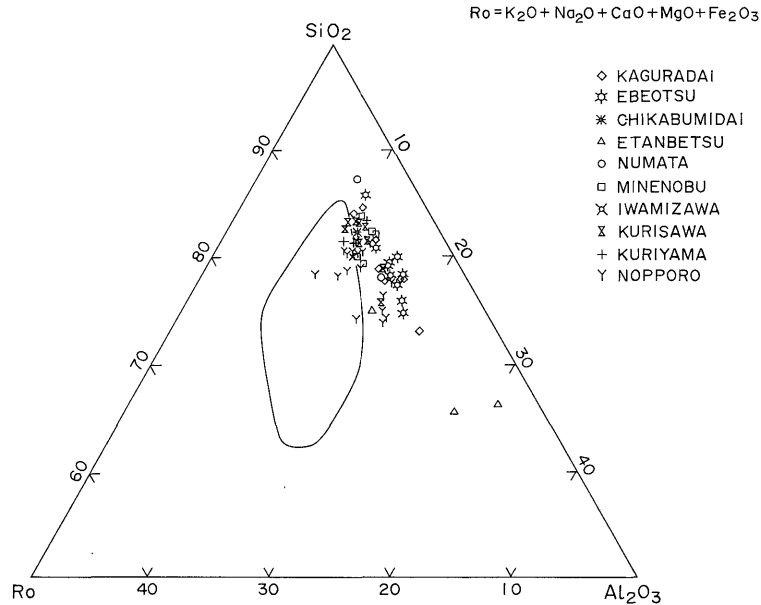
粘土の化学組成の特徴は, 地域別粘土の化学成分 SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> 図や SiO<sub>2</sub>-RO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3角図(第9, 10, 11図)で検討された。3地域のもは次に表現されるようなそれぞれの特性を示す。

第9図では野幌, 岩見沢, 旭川の各地域の順に SiO<sub>2</sub> の値が高く, 江丹別地区のものは SiO<sub>2</sub> が低く, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の異常に高い特異な性格を示す。これは脱珪酸-アルミ

ナ濃集における粘土層準の続成作用の違いや, 第10図に示めされる母材の性格にも起因している。岩見沢地域のものは野幌地域のものに比べ SiO<sub>2</sub> 側に, 後者はやや Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 側に寄っている。

第10図では旭川地域のものが TiO<sub>2</sub> に富み, 野幌, 岩見沢地域のものと SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> で逆の相関がみられる。これは旭川地域の粘土層の母材が単一の十勝溶結凝灰岩起源のみでなく, 粘土層堆積時に活動していた十勝岳火山活動による安山岩質火山灰の影響も一部受けていることを示す。岩見沢地域のものは野幌地域のものに比べて

SiO<sub>2</sub>-RO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> DIAGRAM (mol%)  
OF STONE WARE CLAY SAMPLES FROM CENTRAL HOKKAIDŌ



第11図 SiO<sub>2</sub>-RO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 図

ややSiO<sub>2</sub>に富み、野幌地域のものはややTiO<sub>2</sub>に富んでいる。

SiO<sub>2</sub>-RO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 三角図(第11図)では旭川地域のものは、SiO<sub>2</sub>が65%~88%までで、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は10%~32%くらいの範囲まで変り、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の変化範囲が大きい。岩見沢地域のものは野幌地域のものに比べSiO<sub>2</sub>側寄りであるが、後者はややRO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>側寄りとなっている。

乾燥特性については、練土のビゴの試験法による乾燥特性曲線から最適水分、変形に寄与するに必要な水分、乾燥収縮率が計算され、ペファコルン法による変形比、乾燥曲げ強度が測定され、乾燥感度、乾燥収縮度、変形度と官能による成形性について比較検討された。

乾燥感度、乾燥曲げ強度、乾燥収縮度、官能による成形性は第8図S、U、T、Bの各頻度を示す。成形の最適水分、変形に寄与する水分は乾燥感度、乾燥収縮度、変形度に関係し、旭川地区のものは乾燥感度が小さく、乾燥収縮度の大きなものが多い。次いで、岩見沢、野幌地域のものの順になっていて、官能による成形性と良く対応している。特に旭川地域(神楽台、江部乙地区)のハロイサイト粘土は、化学組成、鉱物組成の上で官能による成形性と良い対応を示している。

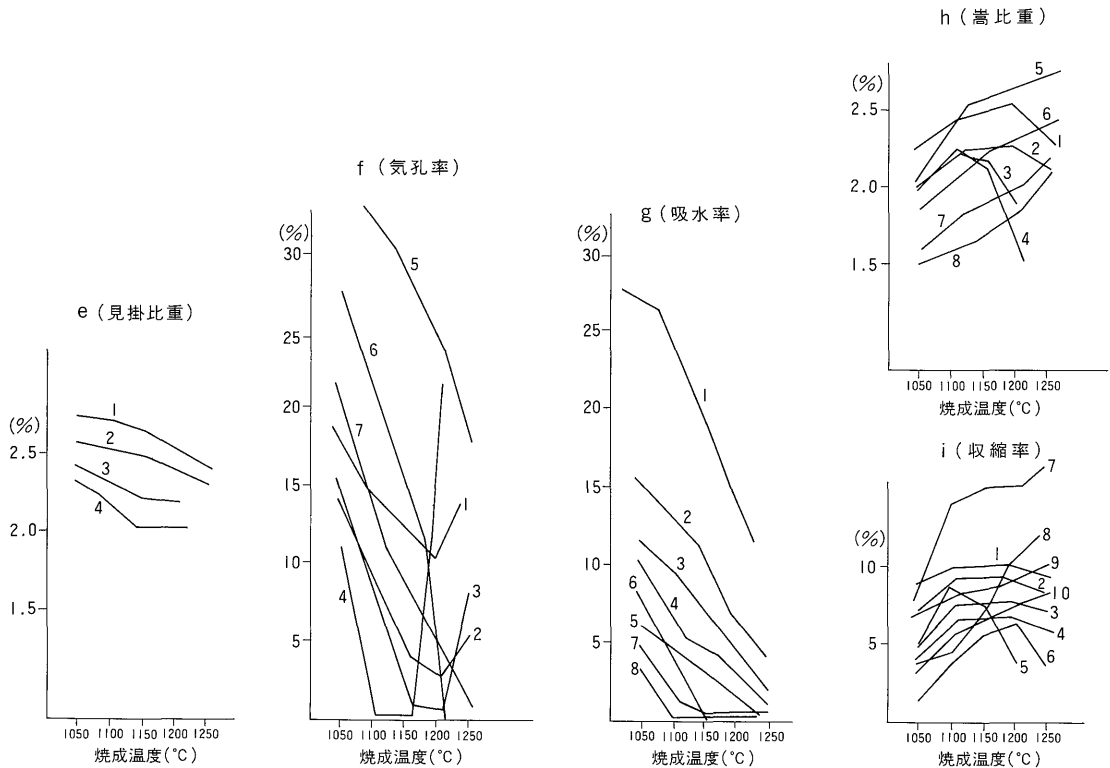
これらの特性は原料粘土利用の上で単味で利用できる

もの、混合剤用、可塑剤用、着色剤用として区分される。

このような粘土の原料特性は、後の項でも述べるように粘土の成形性、乾燥特性の範囲にとどまらず、製品の利用範囲にも良く対応し、野幌地域のものは主として赤レンガ、陶管などの製品利用が多く、旭川地域のものはせつ器質粘土製品の他にタイル、セラミックブロックに利用されており、江丹別のものの一部は耐火粘土として利用できる耐火度をもっている。

### 5. せつ器質粘土の資源評価と資源予測

粘土原料の特性の項でも触れて来たが、せつ器質粘土の資源評価については単味、混合剤、可塑剤着色剤その他原料として利用できるものが多い。野幌地域と岩見沢地域の調査では約980万tの鉱量が計算された(成田, 1983; 岡部, 1984)。また、旭川地域ではせつ器質粘土や、一部精せつ器質粘土、耐火粘土質のものも利用されている。旭川地域の精せつ器質粘土は建材用タイル、セラミックブロックの生産に利用されている。しかし、建材用タイル(壁、床タイル)などは、北海道の需要量の90%以上が本州産の製品で占められていて; 北海道の需要量は大きいにも拘らず、都市周辺の粘土は住宅地開発



第12図 焼成特性区分基準図

e: 見掛比重, f: 気孔率, g: 吸水率, h: 嵩比重, i: 収縮率

及び大規模農業用客土工事のため採取が難しくなり、実際に計算された資源量の利用さえ困難になってきている。

野幌・岩見沢・旭川3地域の調査をとうして、すでにのべられて来たように、地形・地質・粘土資源の特質の上で北海道のせつ器質粘土鉱床のモデルが確立され、調査地域のせつ器質粘土資源の鉱量が計算されて来た。この項ではこの確立されたモデルと計算された資料に基づき北海道全域の同地形、同地質中に胚胎するせつ器質粘土資源の予測を最小2乗法を基にした回帰分析法で試みた。

今回の調査は野幌地域から旭川地域の広大な地域に含まれ(第1図, 第2図), そのため未調査地域が多い。しかし、これらの未調査地域にも粘土資源について情報のある地域が多い。この計算では、この地域と興部, 上湧別, 名寄地域を含めて地質調査所1/100万地質図から計測されたd<sub>2</sub>地形面(第2表)a(磯山他, 1984)と、粘土資源について情報のあるd<sub>2</sub>面中の平坦面bを選び、採掘不可能の部分を除いて、プランニメーターで計測した面(s)を対象とした。

この計算のための基礎資料となる調査地域の鉱量計算は、採掘可能な範囲と粘土層の厚さから計算された。野幌地域では $r=s \times d \times g \times e_1 \times e_2 \times e_3^5 = 220$ 万t, 岩見沢地域では $r=s \times d \times g \times e_1$ の計算により峰延地区M3地点, 栗沢地区K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>, K<sub>4</sub>, K<sub>5</sub>地点の鉱量がそれぞれ14, 265, 19, 50, 10, 22万tと計算されている(成田他, 1983; 岡部他, 1984)。

野幌地域と岩見沢地域の資料の計算の基準を合わせるため $r=s \times d \times g \times e_1 \times e_2 \times e_3$ の式に計算しなおした値を用い、最大値は上湧別のd<sub>2</sub>面の面積と資源量(Y)を $Y=(2+\sum 1/X^n) \cdot 2X$ の近似式から求めた値を使用した。資源量, 鉱量予測量は、上の式を使用せず3次の回帰分析から得られる式を用いて計算している。計算された値は第4表に示したとおりで、予測された16地域全体の鉱量は約8,000万tと計算されている。実際に採掘される場合には、現場の粘土層の地質調査と正確な面積, 厚さの測定に基づいた鉱量計算が必要である。

5) r: 鉱量, s: 採掘可能と予測される区画の面積, d: 採掘する粘土層の平均の厚さ, g: 粘土の比重(2.0), e<sub>1</sub>: 面積計算図の安全誤差率(0.7), e<sub>2</sub>: 原料粘土の賦存状態安全率(0.7), e<sub>3</sub>: 採取時の安全率(0.8)。



第4表 せつ器質粘土予測資源量

	$X \cdot 10^4 \text{ m}^2$	$Y \cdot 10^4 \text{ tons}$	cY	cY-Y
K4	2	10.98	9.00942	- 1.97058
M3	3	15.68	13.5277	- 2.15225
K2	3	21.17	13.5277	- 7.64225
K5	4	24.3	18.0447	- 6.25526
K3	6	55.66	27.0747	-28.5853
K1	47	292.14	211.02	-81.12
N	133	560	589.731	29.7308
Ky	7010	28040	28040	- .0314288

	ore resources		possible ore reserves	
	a	b		
Okkoppe	2050	$7191 \cdot 10^4 \text{ tons}$	0	$0 \cdot 10^4 \text{ tons}$
Kamiyubetsu	7010	$28039 \cdot 10^4 \text{ tons}$	122	$541 \cdot 10^4 \text{ tons}$
Nayoro	1240	$4740 \cdot 10^4 \text{ tons}$	6	$29 \cdot 10^4 \text{ tons}$
Numaushi	440	$1867 \cdot 10^4 \text{ tons}$	0	$0 \cdot 10^4 \text{ tons}$
Etanbetsu	160	$706 \cdot 10^4 \text{ tons}$	11	$50 \cdot 10^4 \text{ tons}$
Takasu	840	$3376 \cdot 10^4 \text{ tons}$	0	$0 \cdot 10^4 \text{ tons}$
Chikabumidai	410	$1747 \cdot 10^4 \text{ tons}$	5	$23 \cdot 10^4 \text{ tons}$
Kaguradai	1150	$4445 \cdot 10^4 \text{ tons}$	59	$266 \cdot 10^4 \text{ tons}$
Numata	220	$963 \cdot 10^4 \text{ tons}$	64	$288 \cdot 10^4 \text{ tons}$
Ebeotsu	700	$2866 \cdot 10^4 \text{ tons}$	90	$404 \cdot 10^4 \text{ tons}$
Bibaushi	490	$2065 \cdot 10^4 \text{ tons}$	26	$120 \cdot 10^4 \text{ tons}$
Mineobu	650	$2680 \cdot 10^4 \text{ tons}$	3	$13 \cdot 10^4 \text{ tons}$
Kurisawa	660	$2717 \cdot 10^4 \text{ tons}$	65	$291 \cdot 10^4 \text{ tons}$
Iwamizawa	1060	$4143 \cdot 10^4 \text{ tons}$	0	$0 \cdot 10^4 \text{ tons}$
Gakuden	2000	$7048 \cdot 10^4 \text{ tons}$	133	$589 \cdot 10^4 \text{ tons}$
Momijidai	870	$3483 \cdot 10^4 \text{ tons}$	0	$0 \cdot 10^4 \text{ tons}$
total		$215192 \cdot 10^4 \text{ tons}$		$7895 \cdot 10^4 \text{ tons}$

X: 鉱量計算のために計測された面積, Y: 計測された鉱量, cY: 3次の回帰式で計算された値(予測量), cY-Y: 実測値と予測量との差.

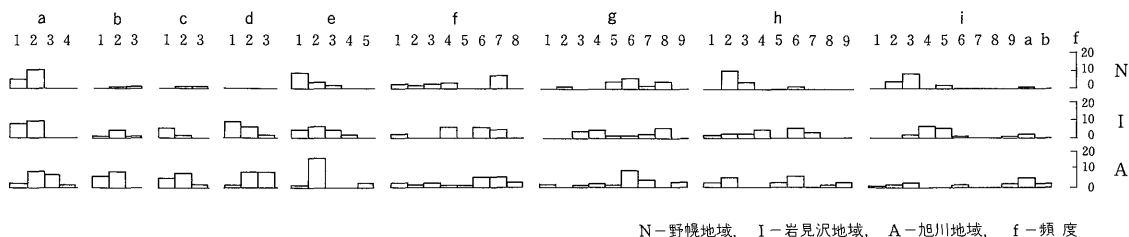
## 6. せつ器質粘土の焼成特性表示法及び新用途の開発

原料粘土の試験については、原土の特性から焼成特性に至る試験のマニュアルが作成され、調査全体を通してこの手法による窯業特性試験が行われた。

焼成特性に関する試験は粘土の示差熱分析、見掛比重、気孔率、吸水率、嵩比重、収縮率、曲げ強度その他について行われた。これらの試験結果は多様で比較区分はなかなか難しいが、原料粘土と同様にそれぞれの地域

のもので異なった性格を示す。このため、粘土の焼成試験結果を第12図に粗く区分した。

見掛比重(e)はその減少率から破損するものを含めて5つの型(第12図e 1-4)、気孔率(f)は高温で発泡し気孔率の増大する4つの型(同図f 1-4)と焼成時に焼しまりを生じ減少していく3つの型(同図5-7)と破壊するものを含め8つの型に分けた。吸水率(g)は高温側で閉気孔となり減少していく8つの型(同図g 1-8)と破壊するものとを分け、嵩比重(h)は高温側で発泡し小さな嵩比重



第13図 セツ器質粘土地域別焼成特性

a:耐火度, b:熱減量(1)(200°Cまで), c:熱減量(2)(400°Cまで), d:焼成物の曲げ強度, e:見掛比重, f:気孔率, g:吸水率, h:嵩比重, i:収縮率.

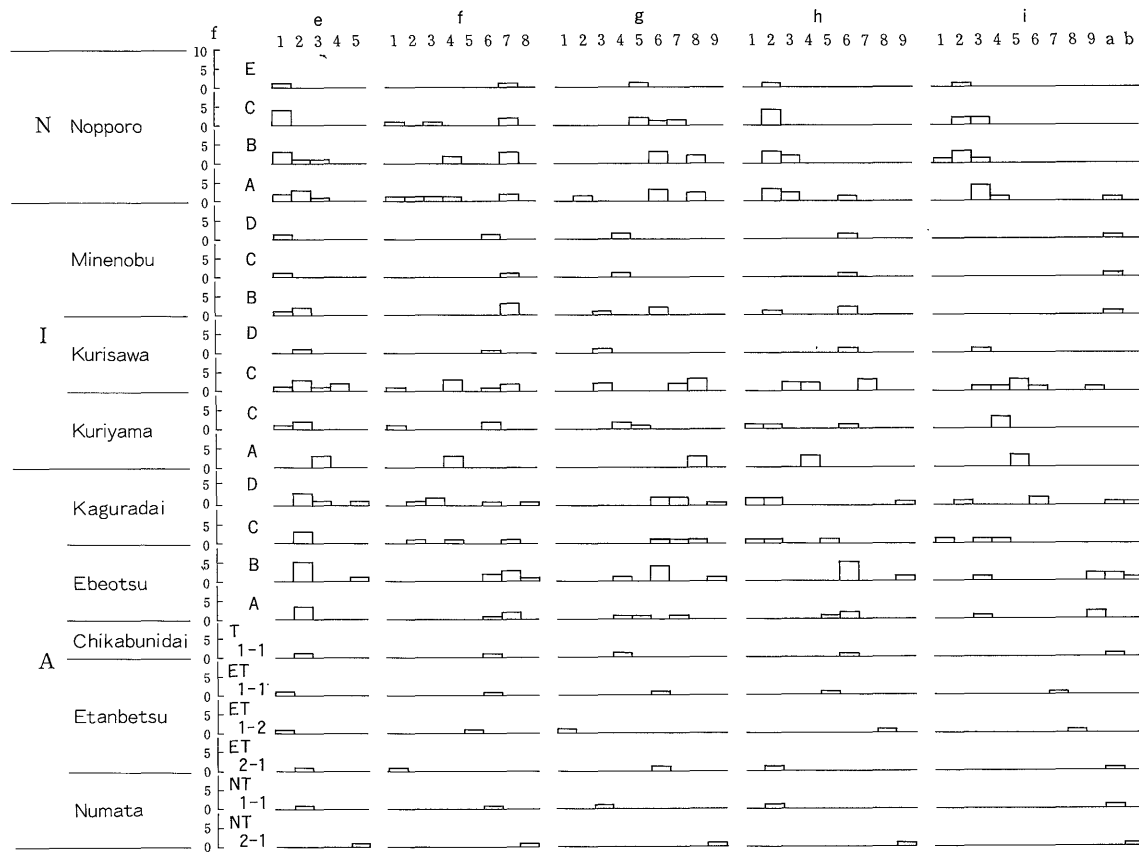


Abb : N-野幌地域, I-岩見沢地域, A-旭川地域, f-頻度

第14図 各地域、各地区の相別粘土の焼成特性

A:A相, B:B相, C:C相, D:D相, E:E相, e:見掛比重, f:気孔率, g:吸水率, h:嵩比重, i:収縮率.

になる4つの型(同図h 1-4)と焼しまりを生じ増加していく4つの型(同図h 5-8)と破壊するものの9つに区分した。収縮率(i)は高温で発泡し、やや収縮率の小さくなる4つの型(同図i 1-4)と発泡が著しく収縮率が急速に減少する2つの型(同図i 5-6)、更に発泡膨張がみら

れず増加していく4つの型(同図i 7-10)、他に破壊するものを含めて11の型に分けた。焼成曲げ強度は1250°Cの値が得られないものがあるので1200°Cを比較の基準にとっている。

一般的には、各試料の焼成温度が高くなる程、吸水

率、減圧吸水率、見掛気孔率、見掛比重は小さくなり、焼成収縮率、嵩比重、曲げ強度は大きくなる。また、閉気孔は減少し、閉気孔が増加して粒子間結合と焼結が強固になっていく。しかし、高温で発泡する型のは減圧吸水率と見掛比重が増大し、嵩比重、曲げ強度は減少する。

これらの粘土の焼成上の特性には地域的な違いが認められ、第13図のように野幌地域のは見掛比重が1, 2型、気孔率は7型、吸水率は5, 6, 8型、嵩比重は2, 3型、収縮率は3, 2型、岩見沢地域のは上記の順で、2, 3, 4型、4, 6, 7型、8, 4, 3型、6, 4型、4, 5型、旭川地域のは2型、6, 7型、6, 7型、6, 2型、a, 3, 9, b型の様な試験結果がそれぞれの地域で顕著である。野幌地域では発泡性を示す嵩比重4型のもの、岩見沢地域では気孔率4型、嵩比重6型、収縮率5型、旭川地域で嵩比重6, 5型のものや収縮率の著しく増加するa型のものが認められるが、混合剤、可塑剤として利用できる。各地域、地区別の粘土の焼成特性を第14図に示した。

これらの粘土焼成にみられる粘土の地域特性は、粘土の粒度組成、化学組成、鉱物組成など地域の原料特性と深い相関性を示す。すでに触れてきたように、粒度組成の頻度は旭川、岩見沢、野幌地域の順に粗いものになっており、石英は旭川、野幌、岩見沢地域の順に増加し、カオリン質粘土は上の順に減少する。この原料粘土の特性は粘土の成形性に深い相関性を示すだけでなく、耐火度、加熱減量、加熱強度他焼成特性に深い相関性を示す。

この調査・試験をとおして、神楽台地区KG 25-1, KG 25-2, 江部乙地区E2-1, E5-1, E8-1, E8-2, E8-3地点の粘土が比較的良好な試験結果(付表1)を示し、それらの一部はすでにタイル原料粘土として利用されている。これらの粘土は成形性が良く、細粒で、粘土成分の多いものが多い。粘土成分ではカオリン成分が多く、乾燥曲げ強度は $>160 \text{ kg/cm}^2$ 、見掛比重は2型のもが多く、その減少率は比較的大きい。気孔率は $1200^\circ\text{C}$ 以上で大きく減少するものが多い。吸水率は6型を示すものが多い。嵩比重は江部乙地区のもので6型を示すものが多い。

江丹別地区のET1-1, ET2-1など耐火粘土質のものは、これらの試験結果と異なり、石英、長石は少なく、カオリン質粘土が79-95%で、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ は31-36%(付表2)を示し、耐火度はSK 32-33となっている。見掛比重は1型を示すが、成形性は良くなく、細粒相も必ずしも多くない。乾燥曲げ強度、焼成曲げ強度も神楽台、江部乙

地区のものや野幌地域、岩見沢地域のもの焼成試験の結果とそれぞれ異なっていて、一般のせつ器質粘土や精せつ器質粘土の諸試験の結果と異なった特質を示す。特に耐火度の高い粘土は、熱重量の減量に特徴的な違いが認められ、SK 20以上のものは $400^\circ\text{C}$ 以上で5%以上の減量を示し、SK 33を示すET 1-2の試料では9.6%になっている。このように本調査でマニュアル化された試験基準は、原料粘土区分の上で良い基準となっていて、調査されたせつ器質粘土は、全体として十分利用できるものであることが明らかにされた。

一方、現在まで採掘されてきた野幌、岩見沢、旭川地域の原料粘土は、採掘の進展と地域の都市化開発とからみあって採掘可能な鉱量がほとんどなくなり、新しい開発地域の探査が必要になってきている。本調査で明らかにされた高耐火性粘土の熱重量の大きな減量は他の試験結果と併せて非晶質含水珩酸アロフェンの存在が予測され、加えて良質製品開発上の限界性を示すものである。このように、原料特性、焼成特性の基準から耐寒建材を含む広い利用範囲の効用性をもつ粘土資源は、せつ器質粘土の特性範囲を超えた、より結晶度の高い熱水性粘土の探査・開発に求められている。

今後のこの分野の研究は、地方、国の研究機関で専門に応じて資源量の探査、開発、工業利用を含めた共同研究として取りくまれていくことが望ましい。特に、近代的な技術開発の対象として進められているファイナセラミックなど高度で良質な材料素材の開発、研究には上のような体制の研究で取り組まれていく必要がある。

## ま と め

野幌地域から旭川地域に至るせつ器質粘土鉱床は地質調査所の特別研究として取組まれ、地形学、地質層序学、鉱床・鉱物学、窯業工学分野から検討され、3カ年にわたるそれぞれの分野の調査・試験研究がまとめられた。

① せつ器質粘土鉱床が分布する地域は、いずれも石狩低地帯あるいは上川盆地の沖積平野に接する台地状の丘陵地で、江部乙地区に代表されるように2-4段の段丘面が識別される。これらの段丘地形ならびにその堆積物の発達状況は、地域によって差異が認められ、段丘形成時に基盤構造を反映したブロック運動の影響を受けたことがうかがわれる。

② 段丘面が模式的に発達する江部乙地区では、高位・中位及び低位の段丘堆積物が認められる。高位段丘堆積物は表層部の赤色土壌化と“クサリ礫”を特徴とする。中位段丘堆積物は下部が砂礫層からなり、上部が細粒相

でせつ器質粘土を胚胎する。低位段丘堆積物は固結度の低い砂礫層からなり、完新世の堆積物である。

③ 他地域のせつ器質粘土胚胎層は、地形面との関係からは必ずしも対比できないが堆積層の特徴、層序関係、放射年代及び古生物学的資料などからほぼ同一時期に形成されたと考えられる。また、その時期は中位段丘形成期すなわち後期更新世のウルム氷期のゲトワイゲル亜間氷期から主ウルムⅠ亜期にかけて生成されたと推定される。

④ 代表的なせつ器質粘土鉱床は野幌地域に発達し、下部からA)砂質シルト相、B)灰白色粘土相、C)灰白色シルト質粘土相、D)黄褐色砂質粘土相、E)赤褐色砂質粘土相に分けられる。

⑤ 粘土鉱床の生成は、鉱床胚胎層の層相及び分布などから内陸の湖沼に堆積したものと推定される。また、その堆積盆地は後期更新世以降の石狩低地帯や上川盆地の変遷過程で形成されたもので、その要因はリス・ウルム間氷期以降の海水準変動と構造運動及び支笏火山の活動が深くかかわっていたと考えられる。

⑥ 旭川地域のもは全体に石英、長石の少ない細粒粘土質の堆積物が多く、成形性、焼成特性の比較的良好な精せつ器質粘土を生成する。これらはレンガ、陶管、タイル、セラミックブロックなどせつ器質窯業製品の原料となっている。江丹別地区のもは、特に高アルミナ質の粘土でカオリン質粘土を多く含みSK 32-33で、耐火粘土の性質を示す。

⑦ 野幌地域のもは他地域の粘土に比較してややモンモリロナイト質粘土の頻度が高く、岩見沢地域のもはやイライト、モンモリロナイト質粘土の頻度が高く一般的なせつ器質粘土の性質を示す。粘土製品はレンガ、陶管が多く、旭川地域のような精せつ器質粘土によるタイルの生産などは行われていない。

⑧ 原料粘土はその原料の窯業試験の特性から大きく単味、混合剤、可塑剤、着色剤等に分けて利用されており、調査・試験された3地域の粘土はいずれかに属し、いずれもせつ器質粘土として充分利用できる。粘土の大部分はその特性に応じた原料の坏土として利用されている。

⑨ これらのせつ器質粘土原料は、石狩低地帯と興部、上湧別、名寄地域の未調査地域で約8,000万tの鉱量が計算された。

⑩ 粘土原料の焼成特性は、本調査・研究でマニュアル化された手法で窯業工学的な試験が行われ、レンガ、陶管、セラミックブロックなどの一般のせつ器質粘土として利用されているもの、タイルなどの良質建築材料と

して利用されている精せつ器質粘土、高耐火度をしめず耐火材として利用し得る粘土に区分される。

⑪ 原料粘土の利用については、3地区のせつ器質粘土の特性としてアロフェンの共存がやや一般的であるため、利用の改良手法に一定の限界のあることも明らかにされた。新しいセラミック素材には結晶度の高い熱水性粘土資源の探査、開発、試験が必要であることが、3地域の原料特性試験の結果明らかにされた。

## 文 献

赤松守雄・山田悟郎・北川芳男・矢野牧夫(1981) 野幌丘陵の地質と古生物の変遷。北海道開拓記念館研究報告, no. 6, p. 17-24.

遠藤三男・菊池博男・皿井博美・萩原洋一(1976) 北海道内における窯業原料の調査研究(第3報)―旭川地域のせつ器質粘土―。北海道工業試験場報告, no. 276, p. 32-41.

北海道立地下資源調査所(1983) 北海道の地質と資源。V-北海道の非金属資料, p. 49-50.

五十嵐昭明(1970) 旭川市江丹別粘土の産状と性質。調査研究報告会講演要旨録, 地質調査所北海道支所, no. 21, p. 1-4.

五十嵐俊雄(1984) 粘土質試料のノルム計算(N88BASICプログラム)。地質ニュース, no. 353, p. 37-47.

磯山 功・斉藤英二・渡辺和明・橋本知昌・山田直利(1984) 100万分の1日本地質図(第2版)から求めた各種岩石。地層の分布面積, 地調月報, vol. 35, p. 25-47.

岩見沢団体研究グループ(1976) 北海道空知中部における茂世丑層の堆積年代。地球科学, vol. 30, no. 6, p. 42-43.

活断層研究会(1981) 日本の活断層―分布図と資料―。東大出版会, p. 76-77.

菊池博男・遠藤三男・皿井博美・萩原洋一(1976) 北海道内における窯業原料の調査研究(第1報)―名寄・興部・上湧別・北竜・早来地区のせつ器質粘土―。北海道工業試験場報告, no. 257, p. 1-14.

北川芳男・赤松守雄・矢野牧夫・三野紀雄(1979) 野幌丘陵の地質―特に西部域を中心として。北海道開拓記念館調査報告, no. 17, p. 3-12.

―――・近堂祐弘・松野 正・佐久間敏雄(1963) 北海道に発達した古赤色土(風化殻)につい

- て—第1報, 土壤断面形態と層位的位  
置. 北海道開発局土木試験所月報, no.  
115, p. 1-10.
- ・中村 齊・矢野牧夫・中田幹雄・三野紀  
雄・森田知忠・赤松守雄・山田悟郎・小林  
幸雄(1974) 野幌丘陵周辺の第四紀に関す  
る諸問題. 北海道開拓記念館研究年報,  
no. 3, p. 57-82.
- ・矢野牧夫(1980) 野幌地域における窯業  
用原土に関する地史的考察. 北海道開拓  
記念館調査報告, no. 19, p. 9-15.
- 奈良部理・柏村一郎(1960) 郷土の地理. 宝文館.
- 成田英吉ほか20名(1983) 北海道せつ器粘土鉱床開  
発に関する研究—その1 野幌地区—. 地  
調月報, vol. 34, p. 105-137.
- 岡部賢二ほか12名(1984) 北海道せつ器粘土鉱床開  
発に関する研究—その2 岩見沢地域—.  
地調月報, vol. 35, p. 211-240.
- ほか10名(1985) 北海道せつ器粘土鉱床開  
発に関する研究—その3, 旭川地域—. 地  
調月報, vol. 36, p. 479-511.
- 大嶋和雄・池田国昭・山屋政美(1978) 石狩湾の海  
底地形からみた低地帯の地形発達史. 地調  
月報, vol. 29, p. 461-476.
- 阪口 豊(1959) 北海道の新しい地質時代の地殻運  
動. 地理学評論, vol. 32, p. 401-431.
- 皿井博美・菊池博男・遠藤三男・萩原洋一(1976)  
北海道における窯業原料の調査研究(第2  
報)—江別地域のせつ器質粘土—. 北海道  
工業試験場報告, no. 276, p. 15-31.
- 鈴木 醇(1955) 5万分の1地質図幅「旭川」同説  
明書. 北海道開発庁, 32p.
- 山口久之助(1974) 支笏湖周辺の地下水調査報告.  
北海道立地下資源調査所, 39p.
- ほか8名(1964) 北海道水理地質図幅説  
明書「札幌」. no. 8, 北海道立地下資源調  
査所, 110p.

(受付: 1985年6月5日; 受理: 1985年9月3日)

地質調査所月報(第37巻 第1号)

付録1 セツ器質粘土原料特性, 焼成特性

No.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j			
N2-3	2	3	1	2	4	2	2	2	4	1	1	2	3	1	2	2	2	1	3	3	1	1	1	-	-	2	4	8	3	2	1			
N3-1	3	3	1	2	3	2	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	3	3	2	1	2	3	3	2	1	2	3	2	1	2	2			
N3-2	2	2	1	3	3	1	2	3	1	1	2	3	2	2	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2	-	-	3	4	8	3	5			
N4-1	2	1	1	3	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	3	2	2	2	1	1	3	3	2	-	-	-	1	7	6	2	2			
N7-1	5	4	1	2	4	2	1	2	2	3	1	2	1	3	2	1	2	2	3	1	1	2	-	-	-	-	1	7	5	2	2			
N7-2	3	3	1	2	4	2	1	3	2	2	1	2	1	3	2	1	2	2	3	1	1	2	-	-	-	-	1	3	5	2	3			
N7-3	1	4	1	2	3	2	3	1	2	1	2	1	2	3	2	1	2	1	1	1	-	-	2	-	-	-	1	1	2	2	1			
N12-2	2	3	1	2	4	1	2	3	2	2	1	2	1	3	2	1	2	2	3	3	2	2	-	-	-	-	1	7	6	2	3			
N15-2	1	3	1	2	4	1	2	2	3	1	2	1	3	1	2	2	1	3	1	2	2	3	1	2	-	-	2	3	6	2	3			
N16-2	1	2	1	2	3	2	2	4	1	1	2	2	3	2	2	2	2	2	1	2	2	3	2	1	-	-	2	7	6	2	3			
N17-1	5	3	1	2	3	2	2	3	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	1	-	-	-	1	5	2	2	3			
N20-3	1	2	1	2	4	2	2	3	1	1	2	3	3	2	2	2	1	2	2	3	2	1	-	-	-	-	2	4	8	3	3			
N21-2	1	2	1	2	4	1	2	3	1	1	2	4	3	2	2	2	1	2	3	3	2	1	-	-	-	-	1	7	6	2	2			
N22-1	3	4	2	1	4	2	2	4	2	2	1	3	1	2	3	1	2	3	3	1	1	2	-	-	-	-	1	7	6	2	2			
N22-2	2	1	1	3	2	2	2	2	3	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	-	-	-	-	1	7	5	2	3			
N22-3	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2	2	3	2	2	-	-	-	-	1	7	6	6	3			
M3-1	3	1	1	3	3	1	3	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	3	3	2	-	-	-	-	2	1	7	4	6	4		
M3-2	2	1	1	2	4	1	3	1	1	1	2	2	3	2	1	3	1	1	2	3	2	2	2	1	3	2	2	1	3	7	6	2	4	
M4-1	4	3	1	1	3	3	2	3	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	6	4	6	4		
M4-2	2	3	1	1	1	1	2	3	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-	2	2	6	4	6	4		
M4-3	2	3	1	1	4	2	3	2	1	1	2	2	3	2	1	3	1	1	3	1	1	3	1	2	1	1	1	1	7	3	6	4		
K1-0	4	2	1	2	3	2	2	2	2	2	1	2	1	3	2	1	3	2	1	2	2	1	3	3	2	2	1	1	4	4	8	4	5	
K1-1	3	1	1	3	4	1	3	1	1	1	2	2	3	2	1	3	1	1	1	3	3	2	2	1	1	4	4	4	8	4	5	1		
K1-2	3	2	1	2	2	2	3	2	1	1	3	3	3	2	2	3	1	1	1	2	3	1	-	-	-	-	1	3	1	7	4	5	1	
K1-3	3	3	1	1	4	3	2	1	1	1	3	2	3	1	2	3	1	1	2	1	2	1	-	-	-	-	1	2	7	3	7	6	1	
K1-4	3	3	1	1	1	4	3	2	1	1	3	3	3	1	2	3	1	2	3	1	2	1	-	-	-	-	1	1	7	3	7	4	1	
K2-1	3	1	1	3	3	1	3	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	3	3	1	3	1	2	3	2	4	3	8	3	9	1	
K4-1	3	2	1	3	3	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1	3	2	2	-	-	-	-	3	2	6	7	7	3	1		
K5-1	3	1	1	3	3	1	3	1	2	1	2	3	2	2	2	1	1	1	3	2	2	1	-	-	-	-	1	4	4	8	3	5	1	
KR1-1	3	2	1	2	2	3	3	2	1	1	2	2	3	2	2	2	1	2	1	2	3	2	2	1	1	1	1	6	4	6	4	1		
KR1-2	3	2	1	3	2	2	3	2	1	2	2	2	3	2	2	3	1	1	1	3	3	2	-	-	-	-	1	2	1	4	2	4	1	
KR1-3	1	2	1	3	3	1	3	2	1	1	2	4	3	1	2	2	1	2	1	3	3	1	2	1	1	3	4	8	4	5	1	1		
KR1-4	1	2	1	2	3	2	3	2	1	1	2	2	3	2	2	2	1	2	1	3	3	1	-	-	-	-	1	3	4	8	4	5	1	
KR1-5	1	2	1	3	4	1	3	2	1	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	3	2	1	-	-	-	-	2	3	4	8	4	5	1	
KR2-1	3	2	1	3	3	2	3	2	1	2	1	2	3	2	2	2	1	1	1	3	3	1	-	-	-	-	2	2	6	5	1	4	1	
KG22-1	3	1	1	3	3	1	3	2	1	2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	3	2	2	1	1	2	2	1	2	2	6	2	4	1	
KG25-1	4	1	1	4	2	1	2	2	2	3	1	2	1	2	2	2	2	1	1	3	2	1	-	-	-	-	2	2	3	7	1	2	1	
KG25-2	3	1	1	5	1	1	1	1	3	1	2	1	3	2	1	3	1	1	1	2	3	2	3	2	3	2	3	2	4	8	5	1	1	
KG29-2	4	3	1	2	5	1	3	4	1	1	3	2	3	1	2	3	1	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	6	2	6	1	1	
KG33-1	4	1	1	4	1	1	2	1	2	3	1	2	1	3	2	2	1	1	3	2	3	2	2	1	1	2	2	3	5	8	9	9	1	
KG36-1	4	1	1	3	2	1	2	1	2	2	2	2	3	2	3	1	1	1	3	2	2	1	1	3	2	2	1	1	2	2	3	7	1	1
KG40-1	4	3	1	2	3	2	3	2	1	2	1	2	3	2	1	3	1	1	3	1	2	2	1	1	3	2	2	1	1	2	6	2	6	1
KG41-1	3	1	1	4	2	1	2	1	2	3	1	2	1	3	1	2	2	1	1	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	7	1	3	1	
E2-1	2	1	1	4	1	1	1	1	3	3	1	2	1	3	2	1	2	1	1	3	3	3	2	2	2	2	5	8	9	9	9	6	3	
E5-1	2	1	1	3	2	1	2	1	2	3	1	2	1	3	1	2	2	1	1	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	5	7	6	3	1
E5-2	1	1	1	3	2	2	2	2	3	1	2	1	3	2	2	2	1	1	3	2	3	-	-	-	-	2	2	2	7	5	6	3	1	
E8-1	2	2	1	2	4	1	2	3	1	2	2	2	3	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6	6	6	9	1	
E8-2	2	2	1	3	3	1	2	2	2	3	1	2	2	3	1	2	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6	6	6	9	1
E8-3	2	1	1	3	4	1	2	2	2	3	1	2	2	3	1	2	2	1	1	3	3	3	2	2	3	2	2	3	2	7	7	5	9	1
E15-1	2	1	1	3	3	1	2	2	2	3	1	2	2	3	1	2	2	1	1	3	3	3	2	2	3	2	2	3	2	7	7	5	9	1
E19-1	1	2	1	3	3	1	1	2	2	3	1	2	1	3	2	1	2	1	1	2	3	3	1	2	3	2	2	3	2	7	7	5	9	1
E19-2	1	1	1	2	3	2	2	3	2	3	1	2	2	3	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6	4	6	6	1	
T1-1	0	3	1	2	5	1	3	3	1	1	3	2	3	2	3	1	1	3	2	2	1	1	3	2	2	1	1	3	2	1	6	2	7	2
ET1-1	0	4	1	4	1	1	1	1	4	3	1	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	2	1	2	4	-	-	2	1	6	6	5	1	
ET1-2	0	4	1	2	3	2	1	4	4	1	2	1	3	1	1	4	1	3	1	4	1	3	1	4	1	3	1	1	5	1	8	8	2	
ET2-1	0	3	1	3	2	1	3	2	2	1	2	1	3	2	1	2	3	1	1	2	1	1	2	1	-	-	2	2	1	6	2	4	1	
NT1-1	0	2	1	2	1	2	3	2	1	1	3	2	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	6	3	2	1	
NT1-3	0	1	1	4	2	1	2	3	2	2	2	2	1	3	2	2	1	1	3	3	2	2	-	-	-	-	5	8	9	9	1	1		

No.: Sample number, A: facies 1 = A, 2 = B,

付録2 せつ器質粘土化学分析値, 粘土ノルム計算値

Chemical compositions of clay 1								
	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	62.00	61.73	56.83	64.99	60.47	54.80	55.88	66.37
TiO <sub>2</sub>	0.85	1.03	0.92	0.80	1.14	0.99	0.96	0.90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.60	16.21	21.83	16.71	20.52	22.03	22.63	17.63
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.64	6.45	5.99	3.31	3.03	5.99	5.41	2.18
MnO	0.05		0.08		0.05		0.06	0.05
MgO	2.01	0.97	0.94	1.10	1.06	0.86	1.02	0.84
CaO	0.55	1.08	0.83	0.53	0.52	0.70	1.08	0.86
Na <sub>2</sub> O	1.05	1.47	1.04	1.51	0.64	1.07	1.22	1.19
K <sub>2</sub> O	2.45	1.48	1.23	2.11	1.76	1.32	1.22	1.38
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.07	0.07	0.07	0.01	0.02	0.07	0.07	0.04
Ig·loss	9.95	8.57	9.80	8.21	10.65	11.89	10.17	8.20
<b>TOTAL</b>	<b>100.22</b>	<b>99.06</b>	<b>99.56</b>	<b>99.28</b>	<b>99.86</b>	<b>99.72</b>	<b>99.72</b>	<b>99.64</b>
<b>Clay Norm</b>								
Q	37.54	35.96	26.13	38.35	32.75	23.83	23.46	40.14
ab	0.17	8.23	4.72	8.01	0.82	5.32	5.90	6.43
an	2.27	4.90	3.66	2.56	2.45	3.02	4.90	4.01
ka	4.29	14.06	33.41	11.59	28.02	33.99	33.28	21.03
se	20.72	12.52	10.40	17.84	14.88	11.16	10.32	11.67
mo	23.69	11.43	11.08	12.97	12.49	10.14	12.02	9.90
li	6.28	7.18	6.67	3.68	3.37	6.67	6.02	2.43
il	0.11		0.17		0.11		0.13	0.11
ru	0.79	1.03	0.83	0.80	1.08	0.99	0.89	0.84
ap	0.17	0.17	0.17	0.02	0.05	0.17	0.17	0.09
ot	4.19	3.58	2.31	3.45	3.83	4.43	2.63	2.99
<b>TOTAL</b>	<b>100.21</b>	<b>99.06</b>	<b>99.56</b>	<b>99.27</b>	<b>99.86</b>	<b>99.72</b>	<b>99.72</b>	<b>99.64</b>
<b>Q-F-C ratio</b>								
Q	42.34	41.29	29.23	41.99	35.83	27.25	26.11	43.08
F	2.75	15.08	9.38	11.57	3.57	9.53	12.02	11.20
C	54.92	43.64	61.39	46.43	60.60	63.22	61.88	45.72
<b>Ka-Se-Mo ratio</b>								
ka	8.81	36.99	60.87	27.34	50.58	61.48	59.83	49.36
se	42.54	32.93	18.95	42.08	26.87	20.19	18.55	27.39
mo	48.65	30.08	20.18	30.58	22.55	18.33	21.62	23.24

1	1	N1-4	1	Noppero
	2	N2-3	2	Noppero
	3	N3-1	3	Noppero
	4	N3-2	4	Noppero
	5	N4-1	5	Noppero
	6	N7-1	6	Noppero
	7	N7-2	7	Noppero
	8	N7-3	8	Noppero

地質調査所月報(第37卷 第1号)

Chemical compositions of clay 2

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	58.22	59.55	66.77	65.85	62.19	66.04	65.11	55.81
TiO <sub>2</sub>	0.93	0.96	0.84	0.82	0.76	0.80	0.79	0.99
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.19	21.30	16.00	15.13	17.54	16.19	15.59	19.35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.09	3.23	2.57	4.40	5.41	3.18	4.60	6.82
MnO								0.05
MgO	0.89	0.76	0.90	1.26	1.00	1.13	1.34	1.20
CaO	0.78	0.58	0.74	0.91	0.78	0.70	0.46	1.68
Na <sub>2</sub> O	1.17	0.99	1.79	1.50	1.14	1.76	1.52	1.49
K <sub>2</sub> O	1.50	1.35	1.61	1.89	1.52	2.03	2.07	0.93
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.05	0.07	0.03	0.05	0.01	0.01	0.02	0.14
Ig-loss	10.98	10.78	8.03	7.50	9.61	7.50	8.30	10.62
TOTAL	99.80	99.57	99.28	99.31	99.96	99.34	99.80	99.08
Clay Norm								
Q	27.82	29.85	40.08	40.95	36.10	39.01	39.51	26.03
ab	6.04	5.08	11.24	7.23	5.31	9.99	7.05	7.40
an	3.54	2.42	3.48	4.19	3.80	3.41	2.15	7.42
ka	29.35	33.21	12.75	7.25	19.36	8.98	8.40	23.13
se	12.69	11.42	13.62	15.98	12.85	17.17	17.51	7.86
mo	10.49	8.96	10.61	14.85	11.79	13.32	15.79	14.14
li	4.55	3.59	2.86	4.90	6.02	3.54	5.12	7.59
il								0.11
ru	0.93	0.96	0.84	0.82	0.76	0.80	0.79	0.93
ap	0.12	0.17	0.07	0.12	0.02	0.02	0.05	0.33
ot	4.26	3.91	3.74	3.02	3.93	3.09	3.42	4.12
TOTAL	99.80	99.57	99.28	99.30	99.95	99.33	99.79	99.07
Q-F-C ratio								
Q	30.94	32.83	43.67	45.27	40.47	42.46	43.70	30.27
F	10.66	8.25	16.04	12.62	10.21	14.58	10.18	17.24
C	58.41	58.93	40.29	42.11	49.32	42.96	46.12	52.49
Ka-Se-Mo ratio								
ka	55.88	61.98	34.48	19.04	44.00	22.76	20.15	51.24
se	24.15	21.30	36.83	41.96	29.21	43.50	41.98	17.42
mo	19.97	16.72	28.69	38.99	26.79	33.75	37.87	31.34

2	1	N12-2	9	Noppero
	2	N15-2	10	Noppero
	3	N16-2	11	Noppero
	4	N16-3	12	Noppero
	5	N17-1	13	Noppero
	6	N20-3	14	Noppero
	7	N21-2	15	Noppero
	8	N22-1	16	Noppero



北海道せつ器粘土鉱床開発に関する研究—その4 総括—(成田英吉ほか17名)

Chemical compositions of clay 3

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	61.12	63.12	65.11	64.88	67.57	64.32	63.90	70.78
TiO <sub>2</sub>	0.97	0.91	0.58	0.97	0.80	0.81	0.73	0.82
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.84	16.69	13.67	17.03	17.17	16.72	17.94	15.46
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.36	6.13	5.77	4.30	2.07	4.59	3.48	2.42
MgO	0.77	0.74	2.16	0.65	0.92	0.92	0.93	0.69
CaO	0.71	0.54	1.71	0.09	0.22	0.57	0.75	0.58
Na <sub>2</sub> O	0.99	0.87	1.79	0.54	0.84	1.51	1.56	1.12
K <sub>2</sub> O	1.23	1.31	1.90	1.58	2.09	1.87	1.93	1.81
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.03	0.06	0.07					
Ig·loss	10.64	9.28	7.34	10.43	7.64	8.06	8.42	6.92
TOTAL	99.66	99.65	100.10	100.47	99.32	99.37	99.64	100.60
Clay Norm								
Q	33.13	39.34	39.91	42.07	43.16	37.84	35.78	47.53
ab	5.04	4.15	5.78	1.75	3.12	8.79	9.17	6.48
an	3.33	2.29	2.49	0.45	1.09	2.83	3.72	2.88
ka	29.62	22.58		24.69	17.85	14.12	15.63	13.98
se	10.40	11.08	16.07	13.36	17.67	15.81	16.32	15.31
mo	9.08	8.72	25.46	7.66	10.84	10.84	10.96	8.13
li	3.74	6.82	6.42	4.78	2.30	5.11	3.87	2.69
ru	0.97	0.91	0.58	0.97	0.80	0.81	0.73	0.82
ap	0.07	0.14	0.17					
ot	4.28	3.61	3.22	4.74	2.48	3.22	3.45	2.77
TOTAL	99.66	99.65	100.09	100.47	99.32	99.37	99.64	100.60
Q-F-C ratio								
Q	36.57	44.62	44.49	46.76	46.05	41.94	39.07	50.40
F	9.23	7.30	9.22	2.44	4.49	12.87	14.07	9.93
C	54.19	48.07	46.29	50.80	49.46	45.19	46.86	39.68
Ka-Se-Mo ratio								
ka	60.33	53.28	0.00	54.01	38.49	34.62	36.42	37.36
se	21.19	26.14	38.69	29.23	38.12	38.79	38.03	40.91
mo	18.49	20.58	61.31	16.76	23.39	26.60	25.54	21.74

3	1	N22-2	17	Noppero
	2	N22-3	18	Noppero
	3	N23-1	19	Noppero
	4	M 3-1	20	Minenobu
	5	M 3-2	21	Minenobu
	6	M 4-1	22	Minenobu
	7	M 4-2	23	Minenobu
	8	M 4-3	24	Minenobu

地質調査所月報(第37卷 第1号)

Chemical compositions of clay 4

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	65.11	56.79	68.47	69.85	70.10	70.35	67.94	64.36
TiO <sub>2</sub>	0.76	0.97	0.73	0.71	0.58	0.55	0.70	0.82
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.23	20.97	16.26	15.30	14.96	14.26	13.91	15.76
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.59	6.82	2.42	2.38	2.45	3.59	3.62	5.37
MgO	1.22	0.87	1.11	1.06	0.88	1.02	1.23	1.17
CaO	0.18	0.44	0.18	0.29	0.37	0.48	0.36	0.18
Na <sub>2</sub> O	1.03	0.80	0.71	1.04	1.31	1.22	1.35	0.42
K <sub>2</sub> O	2.38	1.46	2.22	2.29	2.36	2.22	2.15	1.97
Ig-loss	7.40	10.76	7.91	7.05	6.50	6.27	8.66	9.61
TOTAL	99.90	99.88	100.01	99.97	99.51	99.96	99.92	99.66
Clay Norm								
Q	40.77	28.11	45.45	46.73	46.51	47.80	45.09	42.82
ab	3.42	3.00	1.19	4.20	7.27	5.90	6.09	
an	0.89	2.18	0.89	1.44	1.84	2.38	1.79	0.89
ka	11.20	32.01	14.39	9.72	7.56	6.20	5.01	17.63
se	20.13	12.35	18.77	19.37	19.96	18.77	18.18	16.66
mo	14.38	10.25	13.08	12.49	10.37	12.02	14.50	9.66
li	6.22	7.59	2.69	2.65	2.73	3.99	4.03	5.98
ru	0.76	0.97	0.73	0.71	0.58	0.55	0.70	0.82
en								0.87
ot	2.12	3.41	2.80	2.66	2.70	2.33	4.53	4.33
TOTAL	99.89	99.88	100.00	99.96	99.51	99.95	99.91	99.66
Q-F-C ratio								
Q	44.91	31.98	48.46	49.74	49.75	51.35	49.74	48.85
F	4.75	5.89	2.22	6.00	9.74	8.90	8.69	1.02
C	50.34	62.13	49.31	44.25	40.52	39.75	41.58	50.13
Ka-Se-Mo ratio								
ka	24.50	58.62	31.11	23.37	19.94	16.77	13.29	40.11
se	44.04	22.61	40.60	46.58	52.68	50.74	48.24	37.91
mo	31.46	18.78	28.29	30.05	27.38	32.49	38.47	21.98

4	1	I	-1	25	Iwamizawa
	2	K	1-0	26	Kurisawa
	3	K	1-1	27	Kurisawa
	4	K	1-2	28	Kurisawa
	5	K	1-3	29	Kurisawa
	6	K	1-4	30	Kurisawa
	7	K	1-5	31	Kurisawa
	8	K	2-1	32	Kurisawa

北海道せつ器粘土鉱床開発に関する研究—その4 総括—(成田英吉ほか17名)

Chemical compositions of clay 5

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	60.06	66.12	66.22	69.34	66.19	65.50	65.28	65.68
TiO <sub>2</sub>	0.92	0.79	0.66	0.82	0.84	0.82	0.80	0.88
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.26	16.98	15.86	15.69	14.45	15.56	16.39	16.73
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.77	3.79	5.02	3.39	5.58	4.34	4.08	5.52
MgO	0.78	1.08	0.96	0.74	1.17	0.97	0.87	0.58
CaO	0.37	0.18	0.22	0.37	0.57	0.54	0.59	0.34
Na <sub>2</sub> O	0.74	0.61	1.05	0.96	1.19	1.10	0.90	0.69
K <sub>2</sub> O	1.32	2.11	2.03	1.69	1.83	1.80	1.64	1.48
Ig·loss	11.66	8.33	7.76	6.95	8.62	9.55	8.87	8.09
TOTAL	99.88	99.99	99.78	99.95	100.44	100.18	99.42	99.99
Clay Norm								
Q	33.72	42.67	42.50	46.39	43.38	41.93	41.61	42.71
ab	2.88	0.48	4.72	4.91	4.99	5.10	3.84	3.32
an	1.84	0.89	1.09	1.84	2.83	2.68	2.93	1.69
ka	29.79	17.66	13.98	16.97	8.96	13.39	17.83	23.27
se	11.16	17.84	17.17	14.29	15.48	15.22	13.87	12.52
mo	9.19	12.73	11.32	8.72	13.79	11.43	10.25	6.84
li	5.31	4.22	5.59	3.77	6.21	4.83	4.54	6.14
ru	0.92	0.79	0.66	0.82	0.84	0.82	0.80	0.88
ot	5.07	2.70	2.75	2.23	3.95	4.77	3.74	2.62
TOTAL	99.88	99.98	99.78	99.95	100.43	100.18	99.42	99.99
Q-F-C ratio								
Q	38.06	46.24	46.82	49.82	48.51	46.72	46.06	47.27
F	5.32	1.48	6.40	7.25	8.75	8.67	7.49	5.55
C	56.62	52.27	46.78	42.94	42.75	44.61	46.45	47.18
Ka-Se-Mo ratio								
ka	59.41	36.61	32.92	42.44	23.44	33.43	42.50	54.60
se	22.26	36.99	40.43	35.75	40.48	38.02	33.06	29.36
mo	18.33	26.39	26.65	21.82	36.07	28.55	24.44	16.04

5	1	K 4-1	33	Kurisawa
	2	K 5-1	34	Kurisawa
	3	KR1-1	35	Kuriyama
	4	KR1-2	36	Kuriyama
	5	KR1-3	37	Kuriyama
	6	KR1-4	38	Kuriyama
	7	KR1-5	39	Kuriyama
	8	KR2-1	40	Kuriyama

地質調査所月報(第37卷 第1号)

Chemical compositions of clay 6

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	67.05	61.54	53.88	71.60	59.78	62.25	72.25	60.69
TiO <sub>2</sub>	1.28	1.14	1.10	1.16	1.20	1.05	0.84	1.23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.03	19.46	26.25	14.31	22.59	21.41	15.11	22.43
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.11	5.82	5.74	3.32	4.67	2.75	3.46	3.47
MgO	0.33	0.38	0.39	0.48	0.56	1.16	0.58	0.74
CaO	0.48	0.54	0.46	0.67	0.17	0.27	0.22	0.19
Na <sub>2</sub> O	0.92	0.90	0.44	1.56	0.16	0.90	1.32	0.42
K <sub>2</sub> O	1.72	1.61	1.45	1.72	1.52	2.31	1.25	1.73
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Ig-loss	6.03	8.52	10.01	4.61	9.26	7.71	4.81	8.93
TOTAL	100.00	99.96	99.77	99.48	99.96	99.86	99.89	99.88

Clay Norm

Q	41.90	34.74	20.85	48.21	31.86	32.37	48.75	31.89
ab	6.35	5.97	2.03	11.12		2.58	8.65	0.34
an	2.05	2.35	1.96	3.00	0.52	1.01	0.76	0.62
ka	24.36	28.48	49.22	10.76	42.22	25.57	19.29	37.08
se	14.55	13.62	12.26	14.55	12.85	19.54	10.57	14.63
mo	3.89	4.48	4.60	5.66	3.68	13.67	6.84	8.72
li	4.57	6.48	6.39	3.69	5.20	3.06	3.85	3.86
ru	1.28	1.14	1.10	1.16	1.20	1.05	0.84	1.23
ap	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
en					0.62			
ot	0.92	2.60	1.25	1.22	1.71	0.88	0.21	1.38
TOTAL	100.00	99.96	99.77	99.48	99.96	99.85	99.89	99.88

Q-F-C ratio

Q	45.01	38.76	22.93	51.68	34.96	34.17	51.38	34.19
F	9.03	9.28	4.39	15.13	0.57	3.80	9.93	1.03
C	45.96	51.96	72.68	33.19	64.47	62.04	38.69	64.79

Ka-Se-Mo ratio

ka	56.92	61.15	74.49	34.75	71.86	43.50	52.57	61.36
se	33.99	29.24	18.56	46.98	21.88	33.23	28.80	24.21
mo	9.09	9.62	6.96	18.27	6.26	23.26	18.63	14.43

6	1	KG22-1	41	Kagura
	2	KG25-1	42	Kagura
	3	KG25-2	43	Kagura
	4	KG29-2	44	Kagura
	5	KG33-1	45	Kagura
	6	KG36-1	46	Kagura
	7	KG40-1	47	Kagura
	8	KG41-1	48	Kagura

北海道せつ器粘土鉱床開発に関する研究—その4 総括—(成田英吉ほか17名)

Chemical compositions of clay 7

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	56.98	72.67	61.11	59.65	65.21	63.26	62.86	63.28
TiO <sub>2</sub>	0.89	1.26	1.16	1.15	1.07	0.98	0.92	1.20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24.30	14.46	22.35	22.17	18.35	20.71	20.46	20.97
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.35	2.28	3.31	3.72	3.75	3.13	3.28	2.66
MgO	1.04	0.59	0.076	0.59	0.56	0.55	0.56	0.48
CaO	0.19	0.24	0.09	0.48	0.42	0.49	0.41	0.27
Na <sub>2</sub> O	0.70	0.91	0.50	0.92	1.18	1.12	0.98	0.80
K <sub>2</sub> O	1.67	1.28	1.35	1.39	1.58	1.59	1.53	1.37
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Ig-loss	9.74	6.00	9.20	9.10	7.41	7.82	8.54	8.62
TOTAL	99.91	99.74	99.88	99.22	99.58	99.70	99.59	99.70
Clay Norm								
Q	24.59	51.51	32.07	29.37	38.45	33.96	34.39	34.99
ab	1.41	5.14	0.93	5.23	7.56	7.09	5.86	4.69
an	0.62	0.86	0.12	2.05	1.76	2.10	1.71	1.01
ka	39.86	18.97	40.05	36.44	24.53	30.39	31.16	35.50
se	14.12	10.82	11.42	11.75	13.36	13.45	12.94	11.59
mo	12.26	6.95	8.96	6.95	6.60	6.48	6.60	5.66
li	4.84	2.54	3.68	4.14	4.17	3.48	3.65	2.96
ru	0.89	1.26	1.16	1.15	1.07	0.98	0.92	1.20
ap	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
ot	1.19	1.55	1.37	2.01	1.96	1.64	2.24	1.99
TOTAL	99.90	99.74	99.88	99.22	99.58	99.70	99.59	99.70
Q-F-C ratio								
Q	26.48	54.64	34.29	31.99	41.68	36.33	37.11	37.44
F	2.18	6.37	1.13	7.93	10.09	9.84	8.17	6.10
C	71.33	38.99	64.59	60.08	48.23	53.83	54.72	56.46
Ka-Se-Mo ratio								
ka	60.18	51.63	66.28	66.08	55.13	60.40	61.46	67.31
se	21.32	29.45	18.90	21.31	30.03	26.72	25.52	21.96
mo	18.50	18.92	14.83	12.61	14.84	12.88	13.02	10.73

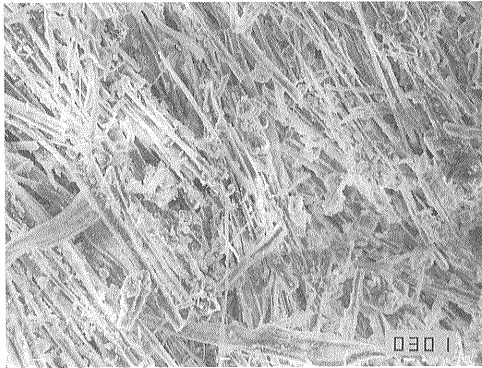
7	1	E 2-1	49	Ebeotsu
	2	E 2-2	50	Ebeotsu
	3	E 5-1	51	Ebeotsu
	4	E 5-2	52	Ebeotsu
	5	E 8-1	53	Ebeotsu
	6	E 8-2	54	Ebeotsu
	7	E 8-3	55	Ebeotsu
	8	E15-1	56	Ebeotsu

地質調査所月報(第37卷 第1号)

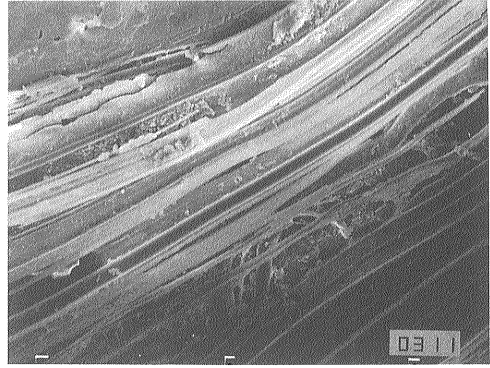
Chemical compositions of clay 8

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	57.70	62.35	67.89	44.19	45.41	58.92	74.97	60.88
TiO <sub>2</sub>	1.01	0.99	1.23	0.77	0.43	0.83	1.34	0.88
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23.37	21.54	15.58	31.66	35.94	21.51	12.46	20.17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.52	3.40	4.47	7.24	3.22	4.65	1.59	4.13
MgO	0.50	0.36	0.48	0.43	0.12	1.27	0.44	0.55
CaO	0.51	0.76	0.55	0.17	0.18	1.33	0.18	0.40
Na <sub>2</sub> O	1.04	1.40	1.50	0.30	0.34	1.30	1.20	1.50
K <sub>2</sub> O	1.19	1.29	1.88	1.44	0.35	1.44	1.80	1.73
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Ig·loss	9.93	7.52	6.00	13.72	13.51	8.40	5.82	9.63
<b>TOTAL</b>	<b>99.82</b>	<b>99.66</b>	<b>99.63</b>	<b>99.97</b>	<b>99.55</b>	<b>99.70</b>	<b>99.85</b>	<b>99.92</b>
Clay Norm								
Q	25.63	31.18	43.23	5.29	1.61	27.27	55.19	30.74
ab	6.63	10.28	10.61	0.67	2.36	5.49	8.25	10.31
an	2.20	3.44	2.40	0.52	0.57	6.27	0.57	1.66
ka	40.87	33.36	13.46	64.75	85.66	25.96	9.34	26.71
se	10.06	10.91	15.90	12.18	2.96	12.18	15.22	14.63
mo	5.89	4.24	5.66	5.07	1.41	14.97	5.19	6.48
li	5.03	3.78	4.97	8.06	3.58	5.17	1.77	4.60
ru	1.01	0.99	1.23	0.77	0.43	0.83	1.34	0.88
ap	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
ot	2.37	1.35	2.04	2.55	0.85	1.43	2.86	3.79
<b>TOTAL</b>	<b>99.82</b>	<b>99.66</b>	<b>99.63</b>	<b>99.97</b>	<b>99.55</b>	<b>99.69</b>	<b>99.85</b>	<b>99.92</b>
Q-F-C ratio								
Q	28.07	33.37	47.37	5.97	1.71	29.59	58.87	33.96
F	9.68	14.70	14.26	1.35	3.09	12.77	9.40	13.22
C	62.25	51.93	38.37	92.68	95.20	57.64	31.73	52.82
Ka-Se-Mo ratio								
ka	71.92	68.77	38.44	78.97	95.14	48.88	31.41	55.85
se	17.71	22.49	45.40	14.85	3.29	22.93	51.16	30.59
mo	10.37	8.75	16.16	6.18	1.57	28.19	17.43	13.56

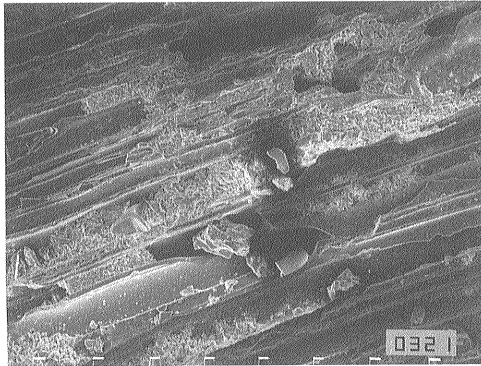
8	1	E19-1	57	Ebeotsu
	2	E19-2	58	Ebeotsu
	3	T 1-1	59	Chikabumidai
	4	ET1-1	60	Etanbetsu
	5	ET1-2	61	Etanbetsu
	6	ET2-1	62	Etanbetsu
	7	NT1-1	63	Numata
	8	NT1-3	64	Numata



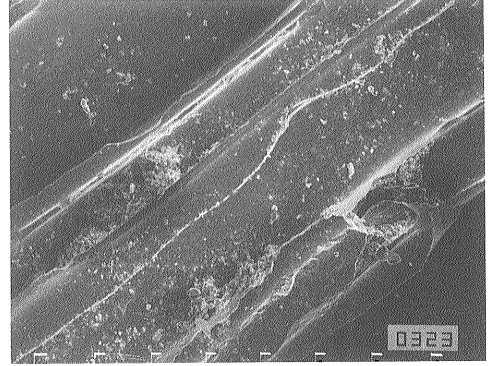
(1) 野幌農材採掘場 小野幌層 E 相中の軽石  
走査型電子顕微鏡写真 ×150



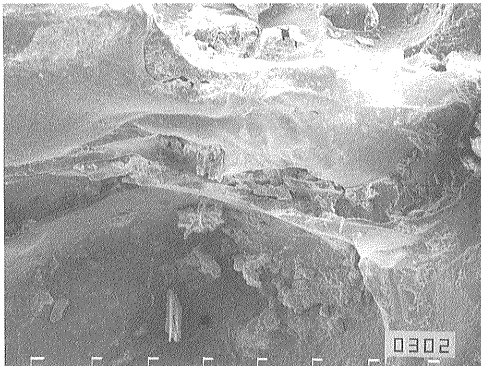
(2) 新札幌 支笏火砕流堆積物(spfl<sub>1</sub>)中の軽石  
走査型電子顕微鏡写真 ×150



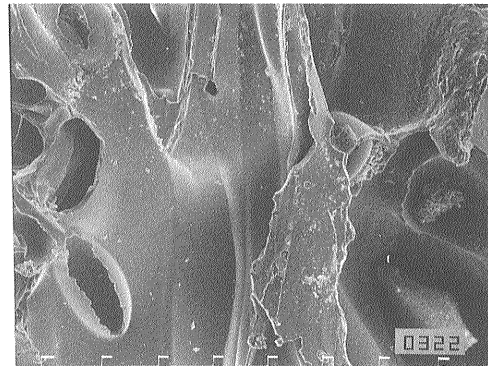
(3) 野幌農材採掘場 小野幌層 E 相中の軽石  
走査型電子顕微鏡写真 ×500



(4) 新札幌 支笏火砕流堆積物(spfl<sub>1</sub>)中の軽石  
走査型電子顕微鏡写真 ×150



(5) 野幌農材採掘場 小野幌層 D 相中の軽石  
走査型電子顕微鏡写真 ×500



(6) 新札幌 支笏火砕流堆積物(spfl<sub>1</sub>)中の軽石  
走査型電子顕微鏡写真 ×150