

北海道洞爺湖東方地域の熱水性粘土鉱床

成田 英吉* 番場 猛夫** 五十嵐 昭明**

Hydrothermal Clay Deposits
on the Eastern Side of the Lake "Toya" Hokkaido, Japan

By

Eikichi NARITA, Takeo BAMBA & Teruaki IGARASHI

Abstract

The clay deposits on the eastern side of the lake "Toya" occur in the hydrothermally altered zone related to gold, silver bearing chalcopyrite-galena-zincblende-pyrite deposits and hematite-magnetite-pyrite deposits of Neogene Tertiary. The clay deposits had been worked by the following mines: Daiichi-Takarada, Daini-Takarada, Daisan-Takarada, Iwaya, Nakatoya, Higashi-Nakatoya, Horoto-Nishi, Horoto-Higashi, Kubonai-Nishi, Kubonai-Higashi, Kamaya and Rerukomabetsu.

Among them, Kamaya mine has been in work until quite recently. These clay deposits are regarded to be formed in the process of hydrothermal mineralization which have made metallic deposits of this area mentioned above.

Altered zones are classified into three as follows: (1) Silicified zone, (2) Pyrophyllite-kaoline zone, (3) Montmorillonite zone or chlorite zone. Silicified zone occupies central part of the mineralized area. Pyrophyllite-kaoline zone including clay deposits develops to the outer side of the former and the final zone is composed of montmorillonite zone or chlorite zone including metallic ore deposits.

Clay minerals are kaolinite and kaolinite-pyrophyllite interstratified mineral which originated from dacitic tuff breccia or mudstone of Osarugawa formation, Neogene Tertiary age. Clay minerals in tuff breccia have rather lower refractoriness and that of which originated from mudstone has higher refractoriness such as SK 32-34. A considerable amount of clay deposits is expected in underground.

1. 緒 言

西部北海道の粘土鉱床には堆積性のものと熱水性のものがある。これらは小規模ながら数多く、一部は耐火材料原料として稼行されて来た。筆者らは昭和38年からそれらの資料収集を行ってきたが、今回その第1報として東洞爺地区の粘土鉱床について報告する。東洞爺地区の鉱床はカオリン-パイロフィライトを主とする熱水性の鉱床である。この地域で獲得された鉱石は耐火レンガ原料として北海道工業 K. K. 虻田工場へ出荷されていた。

現在この地域では各鉱山とも鉱量不足のため休山しており、現在稼行しているものは釜谷鉱山のみである。

初年度には、財田地域をとりあげ、鉱山地域の地形調査は山屋政美・村瀬正・池田国昭の各技官によって行われた。上記各技官の協力に深く感謝の意を表す。また調査地域の資料を提供していただいた日鉄鉱業 K. K. 北海道鉱業所、伊沢鉱山、釜谷鉱山および耐火度試験をしていただいた北海道工業 K. K. 虻田工場の方々に深謝する。

2. 位置および交通

本調査地域は、虻田郡洞爺村の東方財田、川東、岩屋と有珠郡壮瞥町の久保内、東湖畔、仲洞爺をふくみ、洞

* 大阪出張所

** 北海道支所

爺湖東岸地域の東西約 6 km, 南北約 13 km の範囲におよぶ。

本地域までの交通は比較的便利で、洞爺湖湖畔には、札幌—洞爺湖温泉間の国道につながる道路があり、また南部地域には伊達—俱知安間の国鉄胆振線とこれに平行して走る道がある。

3. 地 質

本地域は洞爺カルデラの東外壁にあたり、湖畔周辺 3 ~ 4 km の地域はおもに新第三紀中期の火山堆積物と火山岩でしめられている。しかし、本地域南東部には中新世後期の火山堆積物がせまい地域をしめて分布する。また中新世後期の火山岩類は、さらに東外側をしめ、おもに標高 300 m 以上の高地を覆っている場合が多い。第四紀層には、段丘堆積層、三角州堆積物、洞爺浮石流堆積物などがある。洞爺浮石流堆積物は中新世後期の火山岩分布地域の東側に沿って広い分布をしめず (第 1 図)。

中新世中期の堆積層は、虻田図幅 (太田, 1954) による長流川累層に相当し、上部の石英安山岩質凝灰角礫岩層と下部の安山岩質緑色凝灰角礫岩層に大きく 2 分される。

下部の安山岩質緑色凝灰角礫岩層は、本地域の基盤を構成しているもので、本地域には比較的せまい分布をしめし、ドーム構造を作って窓状に分布する場合が多く、ポロベツ川、湖畔川東地域、ホロト沢、長流川久保内付近、レルコマベツ川上流に分布する。この凝灰角礫岩層は、緑簾石—曹長石—緑泥石の変質鉱物組合せを有する。

上部の石英安山岩質凝灰角礫岩は、本地域湖岸から 3 ~ 4 km の範囲に湖畔をとりまいて広く分布する。本層は、全体に著しい熱水変質作用を受け、珪化、粘土化が著しく、灰白色の岩石に変わっている。この凝灰岩は一般に石英の巨斑晶 (7 mm 前後) や斜長石の斑晶を含有する特徴あるものが多い。この凝灰岩層中にはしばしば、凝灰質泥岩を挟んでいる。この泥岩が粘土化作用を受けている場合には、微細物質は粘土鉱物となり、ダイアスポア、パイロフィライト、カオリナイト、ハロイサイト、モンモリロン石などの粘土鉱物を生じている。

中新世後期の堆積層は、その分布がきわめて局所的で、レルコマベツ川地域にみられるのみである。本層は下部の泥岩層と上部の火山碎屑岩層に分けられる。

下部の泥岩層は、比較的やわらかく凝灰質で淡灰白色をしめす。レルコマベツ川口付近には小規模の鉱染硫黄、黄鉄鉱の鉱床が認められ、全体に粘土化を受けている。上部の火山碎屑岩類は安山岩質集塊岩や凝灰角礫岩などから構成されほとんど変質を受けていない。

第四紀層は仲洞爺、東湖畔に比較的良く発達し、ここ

には、標高 200~240 m, 270~300 m, 340~380 m の 3 段の面がみられる。これらの面は現河川の解析によって小規模な面を作っているにすぎない。また、三角州堆積地形も良くみられ、川東、仲洞爺、東湖畔地域に発達する。特に仲洞爺地域では、河川に沿って広い平坦な三角州を作っている。

洞爺浮石流堆積物は、ポロベツ川上流地域からレルコマベツ川東側の地域まで、本地域の東側に広く分布する。

新第三紀の火成岩類には、玄武岩、変朽安山岩、斑状石英安山岩、完晶質岩石、石英斑岩、駒別安山岩、および奥幌別安山岩 (太田, 1954) がある。

変朽安山岩は、ポロベツ川、川東、岩屋、ケナノシケオマナイ川 (釜谷鉱山—久保内駅付近を流れる沢) などに岩脈状、熔岩流状、岩株状の産状をしめす。岩質は石英安山岩質のものから安山岩質のものまでみられるが、いずれも変質して灰緑色となり、緑簾石、緑泥石、曹長石の二次鉱物の組合せに変わっている。

玄武岩はケナノシケオマナイ川に岩脈としてみられるのみである。

斑状石英安山岩は、レルコマベツ川、ケナノシケオマナイ川奥にみられる。この岩体は、幅 700 m, 延長 2 km, NW 方向にのび、進入岩様の節理をもっている。これは斜長石、石英の巨斑晶を有する角閃石英安山岩である。

石英斑岩は、ポロベツ川、岩屋の東側に分布する。岩屋東側の岩体は幅 700 m, 南北に約 1.6 km 延長する岩体を作っている。石英の斑晶、まれに斜長石の斑晶のみを残し、いずれも著しい珪化作用を受け、灰白色の硬い岩石になっている。

完晶質岩石は、岩屋、ケナノシケオマナイ川の変朽安山岩岩体に伴って小規模に分布する。これは石英緑色角閃石閃緑岩質の岩石である。この岩石は変朽安山岩と同様、緑簾石、緑泥石、曹長石の二次鉱物に変えられている。

含石英紫蘇輝石普通輝石安山岩は、ポロベツ川北岸やレルコマベツ川川口付近にみられる。これは太田 (1954) による駒別熔岩に相当するものである。この岩体は新鮮な石英、紫蘇輝石、普通輝石、斜長石を含有するが、財田鉱山付近では変質を受けている。

紫蘇輝石普通輝石安山岩は、本地域東側山稜 (標高 400 ~ 500 m) に約 11 km の範囲にわたって分布し、洞爺湖カルデラの東外壁を作っている。

本地域の構造は、断層や火成岩の貫入によってかなり乱されているが、大きく北部、中央部、南東部の 3 地区に分けられる。北部、南東部は比較的類似していて、長流川累層の褶曲構造は N-S から NW 系の軸をもっており、

両地域の火成活動には変朽安山岩, 石英斑岩の著しい活動がみられ, 共々完晶質岩石の活動を伴っている。

中央地域は上記2地域と異なって, 長流川累層の褶曲構造はNEN系の軸をもつものが特徴的で, 火成岩類は地表にみられない。また他地域と比較して, 段丘地形を多くのこし, 平坦な地形を作っている。

4. 粘土鉱床

洞爺湖東部地域の粘土鉱床は, 新第三紀中新世の金銀銅鉛亜鉛硫化鉄赤鉄鉱鉱床に伴われる熱水性変質帯の一部である。

これらの鉱床は, この地域に広く点在し, かつて採掘されたものには, 北から財田第1, 財田第2, 財田第3, 岩屋, 伊沢仲洞爺, 伊沢東仲洞爺, 伊沢ホロト西, 伊沢ホロト東, 伊沢久保内, 久保内南, レルコマベツなどの鉱床がある。この他露頭として知られているものに日鉄仲洞爺ほか数カ所がある。これらは熱水性変質帯の鉱床にみられる様に, 比較的規模が小さい。財田第1鉱床では7,800tの出鉱をみているが, その他はそれ以下である。

筆者らが調査の際稼行していた鉱山には, 財田第1, 財田第2, 伊沢仲洞爺があったが, 昭和40年度以来これらの粘土鉱山は休山中である(第1図)。

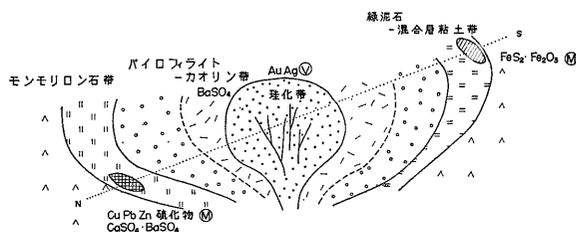
金属鉱床に伴われるこれらの変質帯は, 筆者らがすでに報告(成田他, 1965)したように, 東側と西側の2つの鉱化帯にわかれ, 前者は財田鉱山(金銀銅鉛亜鉛硫化鉄重晶石石膏), 釜谷鉱山(硫化鉄, 赤鉄鉱)などの塊状鉱床に伴う変質帯で, 後者は, ホロト西(硫化鉄, 赤鉄鉱), ホロト東(金銀), 東仲洞爺(硫化鉄, 赤鉄鉱), 岩屋の沢(鉛亜鉛)などの脈型鉱床に伴われる変質帯である。

これらの変質帯には, 珪化帯, 粘土化帯がみられるが, 西側の変質帯は東側の塊状鉱床地域から遠く離れ, 広範囲に珪化がおこなわれ, 脈型の鉱床地域を特徴づけている。またこの膨大な珪化帯は前述北部, 中央部, 南部の構造単元接合部分を占めるものである。東側の珪化帯は小規模で, 特徴的な鉱物組合せを示す粘土化帯を伴う。

各地域の変質帯は必ずしも賤金属元素の沈殿を伴っている訳ではない。また変質帯もきわめて複雑多様な様相

第1表 各鉱床の変質帯と模式図

(鉱山名)	(変質分帯)					
第1財田	珪化帯	カオリン帯 (重晶石 M)	カオリン-モンモリロン石帯 (明ばん石)	モンモリロン石帯 (Cu·Pb·Zn 硫化物M)		
第2財田	珪化帯	モンモリロン石帯	パイロフィライト-カオリン帯			
第3財田	パイロフィライト-カオリン帯		モンモリロン石帯 (硫化鉄 M)			
岩屋	珪化帯	カオリン-パイロフィライト帯	モンモリロン石帯			
仲洞爺(伊沢)	珪化帯	カオリン-石英帯	石英-カオリン帯	カオリン帯		
東仲洞爺	珪化帯	カオリン帯 (明ばん石)	モンモリロン石帯			
	カオリン帯	珪化帯	カオリン帯	パイロフィライト帯	パイロフィライト-ダイアスポア帯	
ホロト西	カオリン-パイロフィライト帯		珪化帯 (AuAg V)	モンモリロン石帯		
ホロト東	モンモリロン石帯	珪化帯 (AuAg V)	カオリン帯	カオリン-パイロフィライト帯	ダイアスポア-パイロフィライト帯	
釜谷西	パイロフィライト帯	カオリン帯	珪化帯 (AuAg V)	カオリン帯	モンモリロン石帯	
釜谷東	パイロフィライト帯	珪化帯	カオリン-パイロフィライト帯	緑泥石-混合層粘土帯	パイロフィライト帯	モンモリロン石帯
	緑泥石-混合層粘土帯	珪化帯	緑泥石-混合層粘土帯	パイロフィライト帯	珪化帯	緑泥石-混合層粘土帯 (FeS ₂ ·Fe ₂ O ₃ M)



M: 塊状鉱床
V: 脈状鉱床

をしめす。鉱床と変質帯の間には、次の様な関係がみられる。

- a. 珪化帯
- b. カオリン—パイロフィライト帯
- c. モンモリロン石帯、緑泥石—混合層粘土帯
- d. 弱変質の母岩

a. 珪化帯は鉱化作用の中心をなすもので、各地域の鉱化帯で複雑な分布をしめすが、白竜鉱山、ホロト南、ホロト沢、レルコマベツ川のようにこの帯には金銀石英脈、赤鉄鉱硫化鉄鉱の細脈鉱梁を伴う場合が多い。またこの帯中、あるいは、b. カオリン—パイロフィライトとの間には石英—明ばん石の濃集が認められる。その例はポロベツ川、財田第1、東仲洞爺である。著しい珪化を受けたところでは、粘土鉱物は伴わず、粒状石英の集合体となり硬質の変質岩を作っている。これは地形的にも尖塔状に残っている場合が多い。また、b. カオリン—パイロフィライト帯近くではパイロフィライト—石英の組合せを、またその帯を欠く場所では、カオリン—石英の組合せをもつ変質岩を作っている。この変質岩は、ときに硫化鉄鉱、赤鉄鉱で汚染されている。

b. カオリン—パイロフィライト帯は、粘土鉱床として主要なものである。これは一般に珪化帯とモンモリロン石帯の間に形成されている場合が多い。特にパイロフィライトのみで構成される場合もある。延長は一定しないが厚さは10m前後の場合が多い。一般に灰白色や、軟質の粘土岩で、脂感の強いものである。鏡下では絹雲母に似た屈折率、複屈折をしめし、葉片状に密集している。南部の鉱床ではしばしば、ダイアスポアの斑状変晶や針状の結晶が共存する(plate 58-1)。釜谷鉱山本山五坑の鉱石は若干カオリナイトを共生するが、耐火度はSK 34を示す良好なものである。この鉱石は南部の鉱床に多く、東仲洞爺南部、日鉄鉱山社宅裏、釜谷鉱山の鉱石に多い。カオリン—パイロフィライト共生をしめす鉱石は比較的良好的耐火度(SK 32~34)をしめす。しかしモンモリロン石を共生する鉱石は確実に耐火度が下がり、SK 28~30をしめすとどまる。

c. モンモリロン石帯、緑泥石—混合層粘土帯は一般にカオリン—パイロフィライト帯の外側にみられ、変質帯の最外側をしめている。これは、塊状鉱床と密接な関係をもち、財田地域では、洞爺鉱山の黒鉄鉱床がモンモリロン石帯中に胚胎し、釜谷地域では硫化鉄、赤鉄鉱鉱床が緑泥石—混合層粘土帯を構成する変質帯中に胚胎している。この変質帯は広い範囲をしめており、最外側の不変質安山岩（財田鉱山）や不変質凝灰岩（釜谷鉱山）

に移り変わっている。この変質岩は、鉱床を胚胎する付近では、特徴あるモンモリロン石のみの帯や緑泥石—混合層粘土の帯を作っている。しかしカオリン帯に近い部分のものではハロサイトを共生している。この様に、この特徴的なモンモリロン石帯、緑泥石—混合層粘土帯は、各塊状鉱床探査の上で重要な役割を果たしている。

d. 不変質帯はほとんど原岩石の組成鉱物を残し、財田地域のこの帯の安山岩は、普通輝石、斜長石の斑晶の多くを残し、輝石の一部が鉄サポナイト化し、時に炭酸塩鉱物の形成がまれにみられる程度のものである。また変朽安山岩や、緑色凝灰岩では、それらに特有の緑簾石—緑泥石—曹長石の鉱物組成を変えていない。

上にのべた変質帯はごく模式的にしめたもので、実際多くの鉱山では、鉱液の通路が必ずしも1カ所ではなく、珪化帯は諸所にみられ、幾カ所からも上昇した鉱液が様々に複合して、やや複雑な変質帯を形成している。特に地層の層理や、凝灰岩と頁岩との間の孔隙率の差異は鉱液の通路、変質作用に大きな役割を果たし、伊沢洞爺鉱山の様に斜交する場合もあるが多くの場合層理にほぼ一致する変質帯を作っている。また、各変質帯でみられるように、変質帯の組合せがつねにすべて現われている訳ではなく、欠如する場合がしばしば認められ、さらに鉱物組成の上でも量比を異にする場合が多い。

次に各鉱化地域の変質帯について代表的な例を模式的にあげておく。

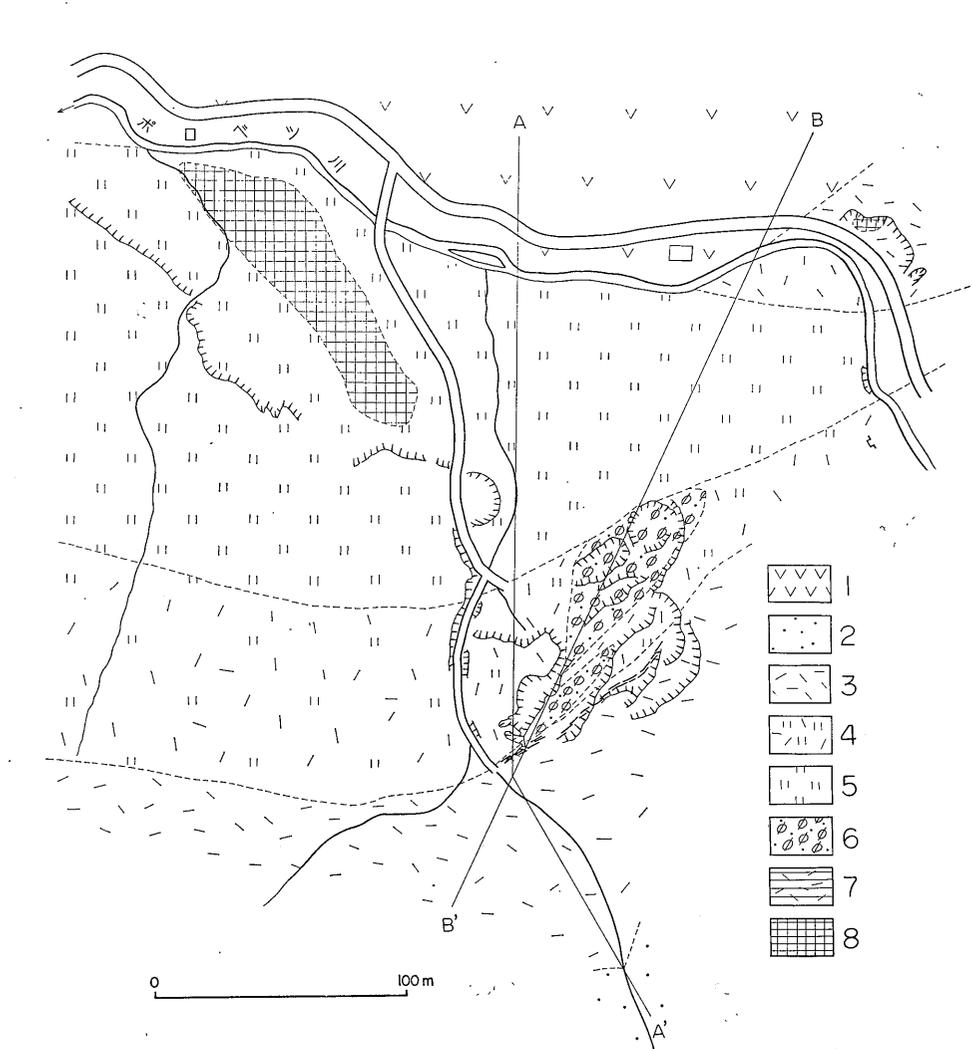
4.1 財田 鉱山（太田，1954）

虻田郡洞爺村財田にあって、国鉄室蘭本線洞爺駅から洞爺湖温泉町を経て洞爺村まで21kmはバスの便がある。同村から湖畔沿いに2kmで財田に達する。ここからポロベツ川沿いに車道があり、約3kmで財田鉱山第2鉱床、さらに車道2kmの地点から南支流沿いに約1kmで第3鉱床に達する。第1鉱床は第2鉱床から車道3kmで達する。

本地域は中新世の安山岩質緑色凝灰角礫岩を基盤とし、上部は石英安山岩質凝灰角礫岩からなる長流川累層が覆っている。本層を貫いて変朽安山岩、石英斑岩があり、また同累層をおおって輝石安山岩類が発達する(第2図)。

変質帯は本地域全体に広く広がるが、鉱床はこの変質帯中に3つあり、第1、第2、第3鉱床とされている。特に良質の鉱石は第1鉱床から採掘された。

第1鉱床：第1鉱床は黒鉄鉱床として知られている洞爺洞爺鉱山の変質帯中にみられる。変質帯は石英安山岩質凝灰岩中に、南側の珪化帯から(パイロフィライト)—カオリン帯、カオリン—モンモリロン石帯、モンモリロン石帯がほぼ東西に帯状に配列している。(パイロフィラ



第 2 図 第 1 財田鉱山地区の地質および変質
 1. 安山岩 2. 珪化帯 3. (パイロフィライト)ーカオリン帯 4. カオリンーモンモリロン石帯

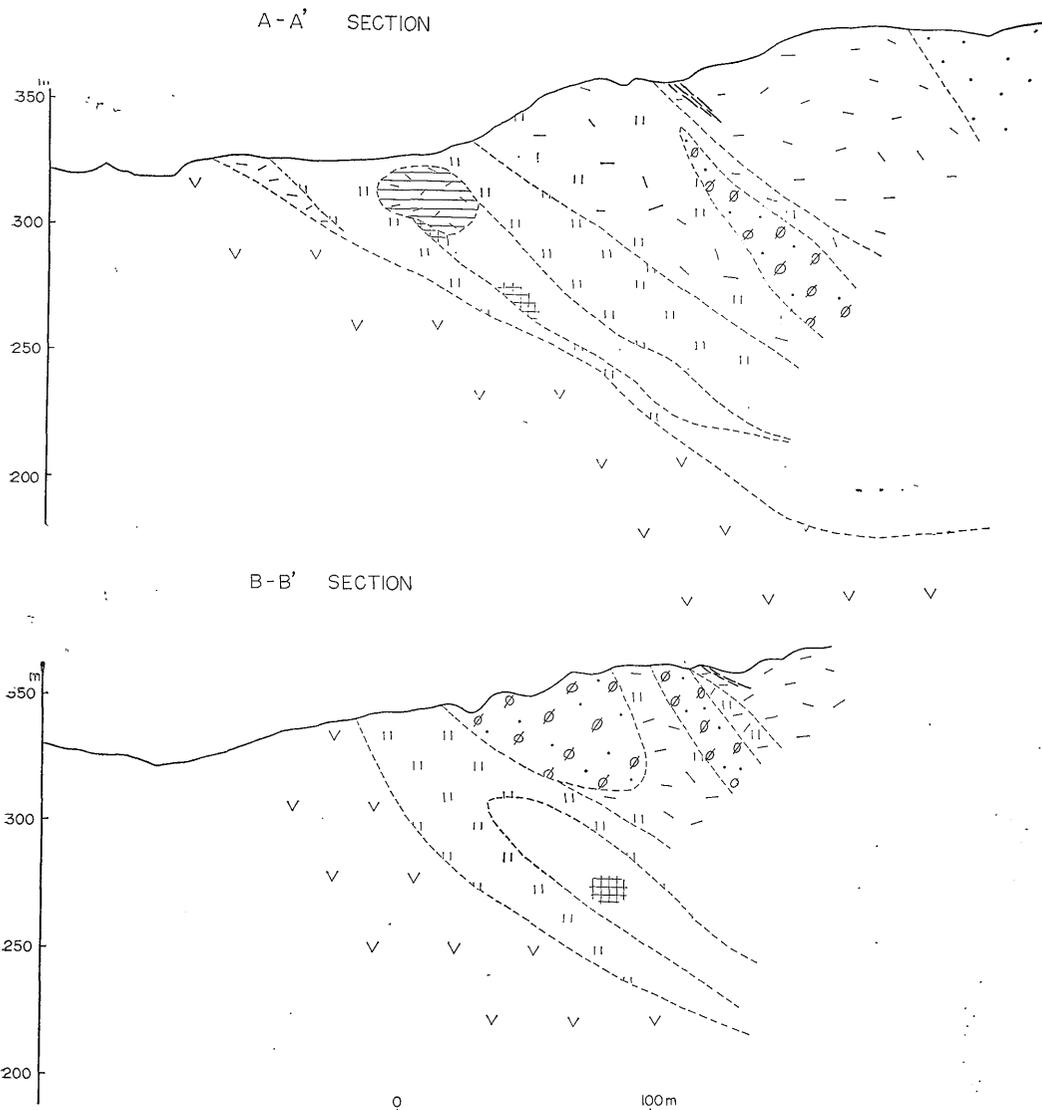
イト)ーカオリン帯中には凝灰岩中に挟在する泥岩層を母岩として良質な粘土鉱石を産し、それには SK 34 に達するものがある。一般には SK 30~34 の耐火度をしめす。また北部の (パイロフィライト)ーカオリン帯中には重晶石を、カオリンーモンモリロン石帯には明ばん石を、モンモリロン石帯中には黒鉱型の鉱石をそれぞれ胚胎する。

第 2 鉱床：第 2 鉱床はおもに石英安山岩質凝灰岩，変 () は微量であることを示す。

朽安山岩を母岩とするカオリンーモンモリロン石，(パイロフィライト)ーカオリンの粘土帯にみとめられる。この鉱床は良質鉱石に乏しい。

第 3 鉱床：第 3 鉱床は石英安山岩質凝灰角礫岩を母岩とする (パイロフィライト)ーカオリン変質帯中にあり、良質の鉱床は認められず試掘程度で止めている。

これらの鉱床は昭和 22 年から採掘され、耐火レンガの原料として北海道工業 K. K. 虻田工場に出鉱されていた。その実績は下記のとおりである。



5. モンモリロン石帯 6. 明ばん石—石英帯 7. カオリン鉱床
8. 潜頭銅鉛亜鉛鉱床

昭和22年 昭和25~29年

第1 財田鉱山 1,300t 5,859t
第2 財田鉱山 150t 3,779t

4.2 岩屋鉱山

虻田郡洞爺村岩屋にあって、洞爺村から湖畔沿い約5kmで達し、バスの便がある。

本鉱山地域は長流川累層中の石英安山岩質凝灰角礫岩とそれを貫く変朽安山岩、石英斑岩および同層を被覆する輝石安山岩からなる。

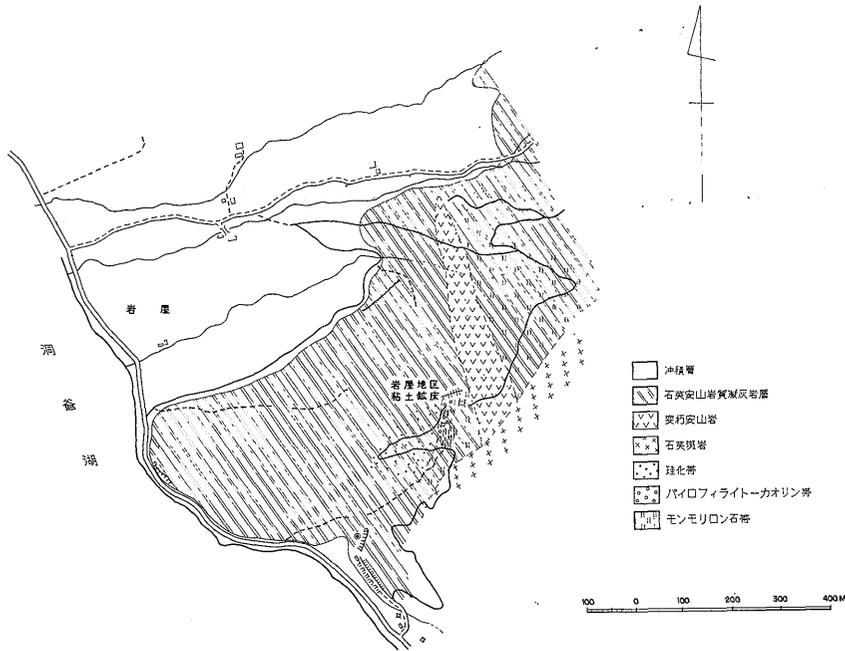
鉱床は石英安山岩質凝灰角礫岩を母岩とする変質帯中

にある。変質帯は西側から珪化帯、パイロフィライト—カオリン帯、モンモリロン石帯から構成され、採掘されていた部分はパイロフィライト—カオリン変質帯である。鉱石は石英の斑晶に富む、不均質な角礫質の粘土で、一般に良質のものは認められない(第3図)。

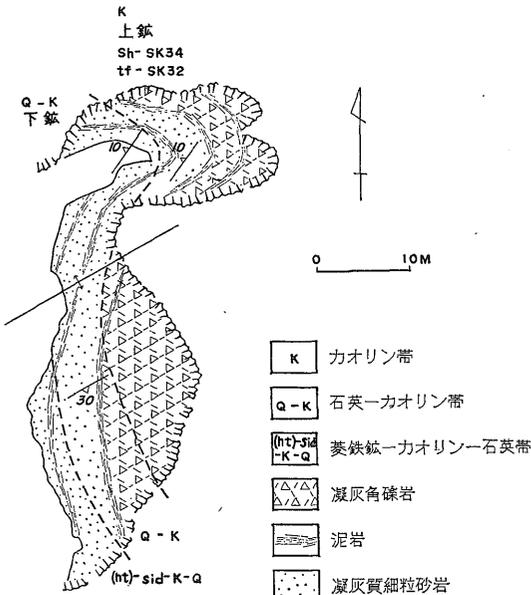
昭和39年8月伊達町伏見耐火レンガ工業 K.K. に120tの鉱石を送っていたが、良質のものは少なく今は休山中である。

4.3 洞爺鉱山 (太田, 1954; 斎藤・五十嵐, 1956)

有珠郡壮瞥町仲洞爺にあって、国鉄胆振線壮瞥駅から



第3図 岩屋鉦山地区の地質および変質



第4図 仲洞爺鉦山地区粘土鉦床露天採掘場スケッチ

鉦床は凝灰角礫岩、泥岩互層を母岩とする変質岩で、下部からカオリン-石英、石英-カオリン、カオリンの各変質帯を作っている。良質の鉦石はカオリン帯のみならず、特に泥岩層を母岩とするものもSK 33~35に達するものがある。カオリン帯中のもでも凝灰角礫岩を母岩とするものは斑状の石英や角礫構造を残すもので、下部の石英-カオリン帯のものと同様、良質鉦石はみられない(第4図)。

この鉦床は昭和31年に発見され、昭和35年10t、それ以後250t/月、昭和40年5月に40tを北海道工業K.K. 虻田工場に送鉦していたが、現在休山中である。昭和35年から38年までの生産実績は札幌通産局の資料では6,601tになっている。

4.4 東仲洞爺鉦山 (斎藤・五十嵐, 1956)

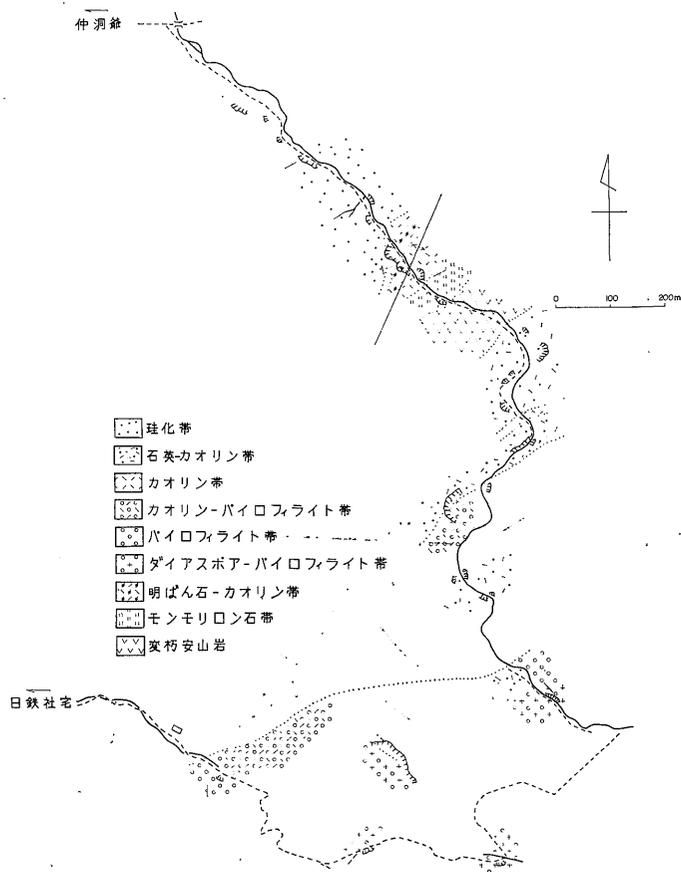
有珠郡壮瞥町仲洞爺にあつて、壮瞥駅から東湖畔沿いに7kmの車道がある。日鉄仲洞爺鉦山前のバス停留所の手前約1km、基地の沢から沢沿いの車道がある。車道1kmの地点から南への枝沢沿い約1kmに採掘跡がある。またこの地点から南方約400mに日鉄社宅裏の採掘跡がある。社宅裏からは歩道が通じている。

採掘跡地域は長流川累層中の石英安山岩質角礫凝灰岩泥岩の互層を主とし、これを貫く変朽安山岩がある(第5図)。

鉦床は石英安山岩質凝灰角礫岩を母岩とする変質帯中

洞爺東湖畔にそつて約14kmで仲洞爺に達するバスの便がある。バス停から約400mで二線沢沿いの車道があり約1kmで鉦山採掘場に達する。

鉦床付近は長流川累層中の石英安山岩質凝灰角礫岩、泥岩の互層からなる。



第 5 図 東洞爺湖一日鉄社宅裏粘土鉱床地域のルートマップ

のものである。変質帯は、第 5 図にみられる様に最北部、中部の珪化帯を中心としてその周辺にカオリン-パイロフィライト、明ばん石、モンモリロン石帯を作っているが、この帯の配列はやや複雑で重複している場合がみられる。また南側のカオリン-パイロフィライト変質帯はパイロフィライトが多くなりダイアスポアを普通に伴う様になる。

鉱石は前記鉱山と同様に、泥岩から発達したカオリン-パイロフィライト質のものが良質で SK 34 をしめす。

4.5 旧伊沢鉱山ホロト沢鉱床（斎藤・五十嵐, 1956）

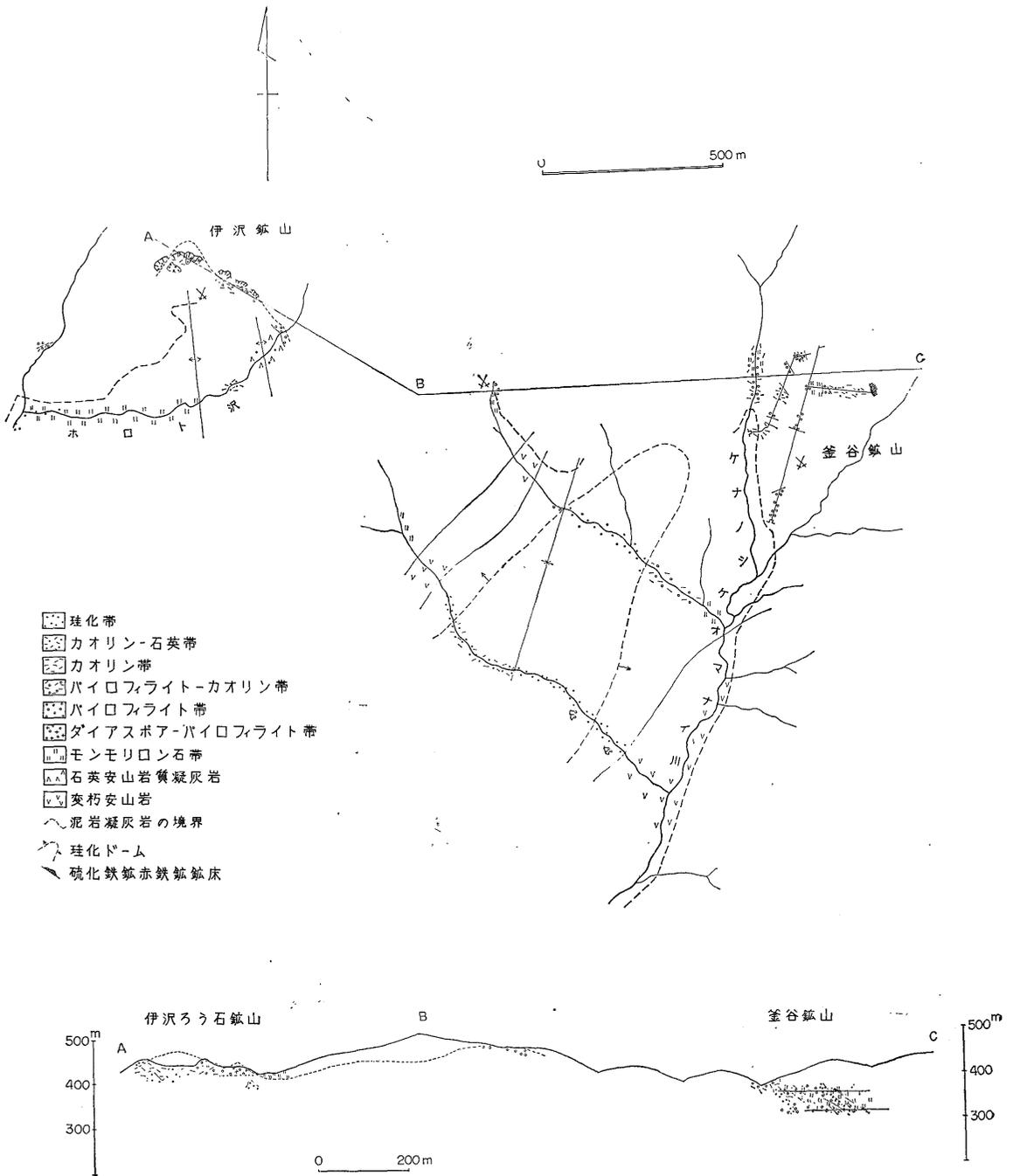
有珠郡壮瞥町東湖畔にあって、壮瞥駅から約 6.5km のホロト沢までは東湖畔を通ってバスの便がある。東湖畔バス停からホロト沢沿いに約 2 km は車道があり、この先最北部の採掘跡まで鉱山道路がある。

本地域は長流川累層の安山岩質緑色凝灰角礫岩と石英安山岩質凝灰角礫岩、淤泥岩および変朽安山岩から構成される。

鉱床は石英安山岩質凝灰角礫淤泥岩を原岩とする変質

帯にみられるものである。この地域の珪化帯には赤鉄鉱、硫化鉄鉱細脈、白竜金山の石英脈が伴われ、粘土鉱石は、ホロト沢中流付近、上流のカオリン-パイロフィライト帯に形成されたものである（第 6 図）。ホロト沢中流付近には 2 カ所に採掘跡がある。これらは石英安山岩質凝灰角礫岩を母岩としカオリン-パイロフィライトを主とするもので、鉱石の質が不良で試掘程度で終わっている。北部の鉱床は石英安山岩質凝灰角礫岩と淤泥岩を母岩とするカオリン-パイロフィライトからなる鉱石で、東部の鉱床では多量のダイアスポアを随伴する。淤泥岩を母岩とした鉱石や脈状カオリン鉱石は良質で SK 34 に達するものがある。

本鉱床は昭和 24 年 11 月から稼行され、鉱石は直接室蘭市富士製鉄所へ出荷されていた。この当時は塊状の良質鉱のみが耐火レンガの原料として 50t/月出鉱されていたと言われ、北部の採掘跡には SK 31~34 の良質の鉱石が未だ比較的少量に残存している。昭和 24~33 年までに 40,755t の鉱石が出されている。



第 6 図 伊沢鉱山—釜谷鉱山間の粘土鉱床付近の地質図および変質図

4.6 釜谷 鉱山 (太田, 1954; 斎藤・五十嵐, 1956)

有珠郡壮瞥町久保内にある、国鉄胆振線久保内駅の北方、鉱山まで約3kmの車道がある。

鉱山地域は長流川累層中の石英安山岩質凝灰角礫岩と石英安山岩質凝灰角礫岩およびこれを貫く変朽安山岩、玄武岩、石英閃緑岩、石英斑岩がある(第6図)。

鉱床はケナノシケオマナイ川の西側支流と同川中流左岸にある。これらはいずれも珪化帯をとりまくカオリン-パイロフィライト質粘土帯に形成されたものである。この地域の変質帯には、鉱化中心と思われる珪化帯が各所にみられ、それらを取りまく粘土帯も財田地域の様な単調のものでなく複雑に組み合っている。特に白竜金山付近の珪化帯は延長3kmに及ぶもので、これらには同鉱山の金銀石英脈を伴い、最外帯は緑泥石-混合層粘土の組み合わせを作り釜谷鉱山の赤鉄鉱、硫化鉄鉱の塊状鉱床を随伴する。鉱石を胚胎する粘土変質帯は緑泥石-混合層粘土帯の下盤側にみられ、カオリン-ダイアスポア-パイロフィライト鉱床となっている。西2沢、釜谷鉱山坑内ものは石英安山岩質凝灰角礫岩、泥岩を母岩としてSK34に達する鉱石であるが、一方西3の沢ものは石英安山岩質凝灰角礫岩を、ケナノシケオマナイ川中流ものは変朽安山岩をそれぞれ母岩として良質鉱石はない。

ケナノシケオマナイ川、西3の沢ものは昭和16~20年に露天採掘したと言われている。また釜谷鉱山坑内ものは昭和42年から600t/月採掘し北海道工業K.K. 虻田工場に出荷していたが、鉱石中に硫化鉄の含有が多い理由で休山している。

4.7 レルコマベツ 鉱床 (太田, 1954; 斎藤・五十嵐, 1956; 種村, 1952)

有珠郡壮瞥町久保内にある、レルコマベツ川沿いの車道900m付近にある。

本地域は長流川累層の石英安山岩質凝灰角礫岩と同層を貫く変朽安山岩および東側の地域に分布する輝石安山岩からなる。

鉱床は石英安山岩質凝灰角礫岩層を母岩とするカオリン-パイロフィライト質粘土鉱床である。また細脈状パイロフィライトを伴っている。この鉱床は昭和17~26年に露天採掘されたと言われているが、耐火度は一般に低くSK26内外であったとのことである。

5. 粘土鉱物のX線の性質

変質帯は上へのべて来たように、a.珪化帯、b.カオリン-パイロフィライト帯、c.モンモリロン石帯、緑泥石-混合層粘土帯、d.弱変質帯の4帯からなり、こ

れらが重複して複雑な変質帯を作っている。これらの変質帯は、地域的に若干の差が認められ、カオリンは全体に北部の財田地域に良く発達し、財田鉱山の鉱石はこの帯に属している。この変質帯にはしばしば明ばん石を伴っており、特にポロベツ川では約150mの幅をもつ明ばん石帯を作っている。

パイロフィライトは全体に南部地域の鉱床に良好な発達をしめし、しばしばダイアスポアを伴って、伊沢仲洞爺鉱山、同東仲洞爺、同日鉄鉱山社宅裏、同ホロト沢、同久保内の各採掘場や釜谷鉱山坑内では良質の鉱石を生じている。

金属鉱床周辺に伴われるMg系粘土は、北部と南部のものでは、特徴ある差異をしめし、北部の財田、岩屋地域のものにはAlを含み、Mgに富むモンモリロン石粘土を、南部の釜谷鉱山ではきわめてFeに富む緑泥石-混合層粘土を作っている。

各変質帯の粘土鉱物については、そのX線回折データを第2表にしめた。

カオリン帯に伴われるカオリン鉱物は、第2表にしめた様に、勢多のカオリナイトに比較して(001)は大きく7.16~7.17Åをしめしている。また4.44~4.45Å(020)、4.36Å(110)の反射は多くの場合1つになって、4.36Å(110)の反射は表われず、(020)~(002)間の反射も少なくなり、4.17Å(111)、4.12Å(111)の2本の線は分離困難になっている。また、2.55Å(202)、2.52Å(131)、2.49Å(200)の反射は重なり、(202)、(131)の2重線になっている。(003)、(202)、(113)の3本の線も同様に二重線となっている。この様に勢多鉱山の様な結晶度の高いカオリナイトに比較するとやや結晶度は低い。一方モンモリロン石に伴われるものは、7.20~7.23Å(001)、3.59Å(002)をしめすハロイサイトや10.2Å(001)、3.56Å(002)をしめす加水ハロイサイトが認められる。

パイロフィライトは、第2表にみられるように9.23Å(002)、3.07Å(006)のものが各採掘場のものに認められ、面間隙はやや大きい。北部地域のモンモリロン石は、第2表にみられるように15.4~16.0Å(001)のものがみられ、南部地域のものは緑泥石-混合層粘土の組み合わせをしめし、緑泥石の14.3Å(001)、7.07Å(002)、4.77Å(003)、3.53Å(004)と混合層粘土の26.2Å(001)、12.8Å(002)、5.05Å(005)、3.35Å(008)の反射が認められる。この長周期粘土は、花岡鉱山(須藤他, 1954, 1955)、上北鉱山(須藤他, 1957)の黒鉄鉱床の変質帯に、ごく普通に伴われるもので、この地域の黒鉄鉱床に伴われる変質帯粘土の組成や成因と類似していて興味深い。

第 4 表 洞爺湖東方地域粘土鉱石の加熱 X 線資料 (1)

(カオリナイト—パイロフィライト)

R. T.		200℃		400℃		600℃		800℃		1000℃		1200℃		R. T. 12h	
d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
9.17	42	10.2	14	10.3	13										
7.23	14	9.27	27	9.30	32	9.40	20	9.45	21	9.52	19				
				7.23	10					6.64	14			5.28	16
5.24	9					5.18	11								
		4.93	10					4.90	38						
								4.87	39	4.88	22				
						4.71	24			4.69	24				
		4.65	23	4.65	28										
4.59	29	4.61													
4.43	32	4.42	22	4.44	38	4.41	45	4.43	57						
								4.40	57	4.36	41				
4.23	23	4.21	22	4.22	24	4.28	35			4.25	31				
				4.18	25					4.16	29	4.15	25		
3.96	29	3.99	14	4.00	13							3.90	10	4.11	28
														3.82	16
												3.75	12		
3.55	12	3.59	10												
3.50	10	3.53	10					3.52	23	3.51	20				
3.46	9	3.40	16	3.42	18	3.49	35			3.48	21				
												3.43	26	3.41	47
								3.35	26					3.36	38
								3.13	54	3.15	57	3.15	42		
3.07	58	3.08	39	3.09	38										
				3.07											
2.68	10	2.67	12	2.68	11										
								2.72	11						
														2.69	21
2.55	36	2.57	16			2.56	12	2.55	17	2.57	19	2.55	18	2.68	20
2.54	37	2.54	20	2.54	18	2.52	12							2.53	28
						2.47	13			2.47	17				
						2.45	15					2.45	11		
						2.44	14	2.43	18	2.44	16				
				2.42	28	2.42	13	2.42	16	2.43	15				
2.40	43	2.41	27	2.41	27										
2.35	12	2.32	10	2.36	12										
2.30	16			2.30										2.29	9
														2.27	9
2.20	17					2.22	10			2.23	11	2.22	16		
						2.20	12	2.19	11	2.20	14			2.19	23
						2.18	10			2.17	12				
										2.12	10				
										2.10	11				
										2.09	17	2.09	21		
2.08	26	2.08	13	2.08	21	2.09	14	2.09	17	2.09	21	2.09	10		
2.07		2.07	14	2.08		2.08	10	2.08	15	2.08					
		1.83	9	1.84	8			1.90	12	1.93	12				
		1.82	8	1.83	7										

(釜谷鉱山KB-38)

この高温変態は、顕微鏡下でも良く確められる (Plate 58-2)。

第 5 表にみられるハロイサイトは、室温から 300℃ まで回折線が認められる。(001) は 7.26Å から 7.30Å へ、(005) は 3.07Å から 3.09Å へと移り、600℃ 以上では完全に消えている。1200℃ では 3.42Å、2.22Å のミュライトの線が現われ始めるが室温で 20 時間放置した結果では、アルミナ、5.43Å、3.41Å、2.69Å、β-クリストバライ

ト 4.11Å、2.54Å、ミュライト 3.41Å、2.54Å、2.20Å の回折線が現われる。これは線の強度も弱く、顕微鏡下ではガラス質のものが多く確定出来ない。

7.2 示差熱および熱天秤曲線

示差熱曲線は第 7 図にしめした様に、緑泥石—混合層粘土 (KB-47) のものでは ① 120~150℃、② 580℃、③ 950℃ に吸熱ピークがみられる。釜谷鉱山硫化鉄鉱体中の緑色粘土 (KB-40) では 450℃ で黄鉄鉱 (400~500℃)

第5表 洞爺湖東方粘土鉱石の加熱X線資料(2)

(ハロイサイト)

R. T.		300℃		600℃		800℃		1000℃		1200℃		R. T. 20h	
d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
8.12	9	8.10	11										
7.26	23	7.30	20									5.43	10
4.45	11	4.44	13										
4.41	18	4.34	15										
		4.16	10										
4.01	8	4.01	9									4.11	29
		3.78	18							3.82	7	3.79	10
3.72	6												
3.61	18												
3.59	19									3.55	9		
3.51	5	3.51	7										
3.42	6	3.46	10							3.42	9	3.41	17
3.07	10	3.09	6										
2.96	8	2.96	6										
2.93	8												
		2.71	8									2.69	9
		2.59	7							2.58	8	2.54	8
2.44	13									2.48	9		
2.43	13	2.42	4									2.42	8
2.40	11												
										2.22	6	2.20	6
2.10	7												

(釜谷鉱山KB-49)

の発熱ピークが認められるが、これらは上北鉱山の長周期粘土の吸熱、発熱温度と類似している。

財田鉱山のろう石を構成するカオリナイト(TK-1)には、600℃の吸熱ピークと980℃の発熱ピークが認められる。パイロフィライト(KM-1)には680℃の吸熱ピークが認められる。

粘土の加熱による脱水状態は第8図に認められる様に、緑泥石—混合層粘土では明らかに二段の脱水現象が認められ、釜谷鉱山の鉄鉱床下盤の粘土(KB-47)では100℃付近から3.8%の減少と、400℃付近から580℃付近まで約8%の減少とが行なわれている。一方釜谷鉱山鉱体中の粘土(KB-40)では前述KB-47に較べて脱水現象は1000℃まで、全体にわたって約10%の脱水現象がみられ、250℃、700℃付近で若干減量比は小さくなっている。カオリナイトは500~600℃間で6.5%の急激な減量をしめし

ている。パイロフィライトはカオリンと同様にほぼ一般の減量をしめし、600~850℃の間にわたって強い脱水現象が認められる。

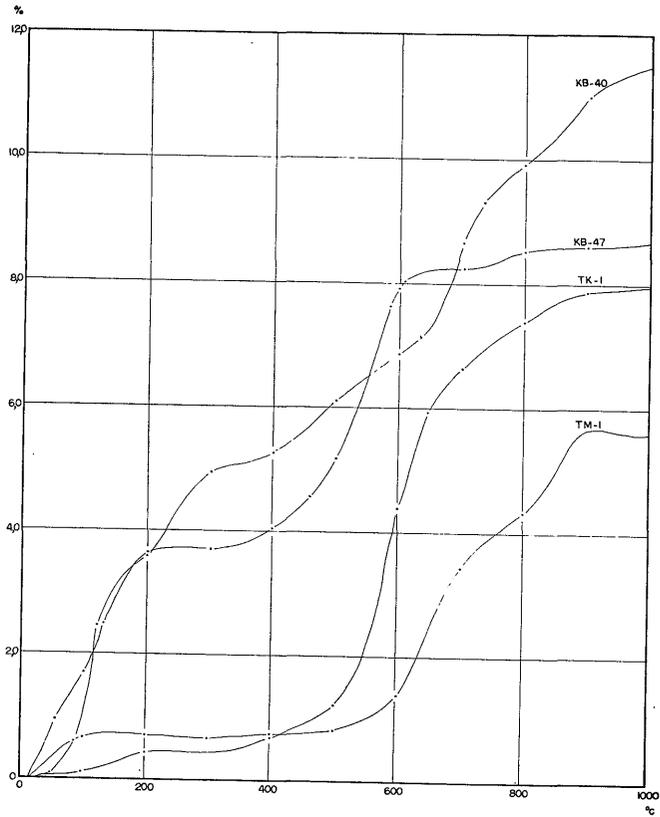
8. 鉱石の耐火度

鉱石の耐火度については、北海道工業 K. K. 虻田工場の桜田氏に試験していただいた。結果は第6表にしめした。この結果から

1) SK 32~34の耐火度をしめすものは泥岩源の鉱石であり、カオリン—パイロフィライトからなる鉱石が多い。

2) 凝灰角礫岩源のものはカオリン—パイロフィライトからなるものでもSK 30以上のものは認められない。

この理由は、凝灰角礫岩源のものでは多量の石英を含有し、第9図のSiO₂-Al₂O₃の溶融曲線からみられる様

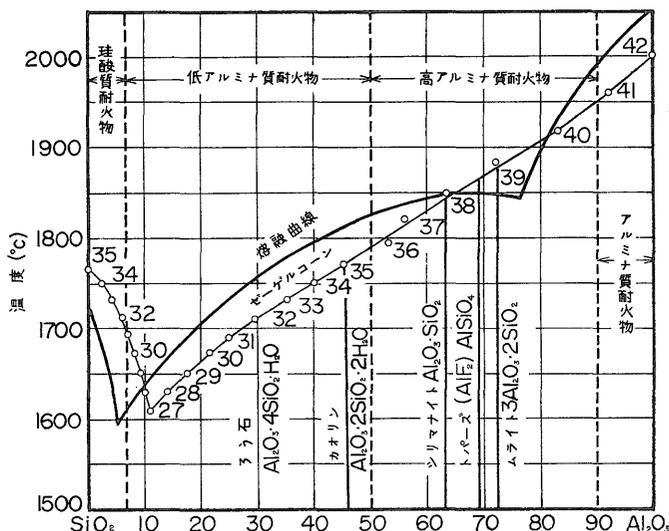


第8図 パイロフィライト，カオリンおよび緑泥石—混合層粘土熱天秤曲線図 (図中の番号は第2表参照のこと)

第6表 洞爺湖東方粘土鉱石の耐火度

鉱石試料	鉱物組成	色	耐火度 SK	原岩
財田 TK-2	カオリン	白	34	泥岩
〃 TK-3	カオリン	白	33+	〃
〃 TK-4	カオリン	白	33	〃
〃 TK-1	カオリン	白・茶斑点	32	〃
〃 TK-5	モンモリロン石・カオリン	茶褐色	30	〃
〃 TK-6	石英・カオリン	灰(粉)	30	〃
〃 TK-7	モンモリロン石・ハロイサイト	茶褐色(粉)	29	〃
〃 TK-8	モンモリロン石・石英・ハロイサイト	茶褐色(粉)	26	凝灰岩
〃 TK-9	カオリン・石英	茶褐色(粉)	26	〃
仲洞爺 IQ-11	カオリン	白	34	泥岩
〃 IQ-32	カオリン	白	33	〃
〃 IQ-45	石英・カオリン	白	32	〃
〃 ズリ B	カオリン	黄褐色	34	〃
〃 C	石英・カオリン	〃	30	〃
〃 F	カオリン	白	34	脈岩
〃 H	カオリン	白	33	泥岩
釜谷 KM-1	カオリン・パイロフィライト	白	34	〃

(北海道工業K. K.による)



第9図 SiO₂-Al₂O₃ 溶融曲線図 (吉木1963)

に多量の石英含有のため成分は SiO₂ 側により融点降下をおこすためと考えられる。また泥岩源のものは原岩に石英の混入が認められるが、粒度は凝灰岩のものに較べて小さい。そのため粘土化の際、石英も粘土化の反応にあずかり、パイロフィライト-カオリン帯のダイアスポア形成にみられる様 (第3表) に脱珪酸化作用とアルミナの濃集が行なわれている。これは溶解度曲線にみられる様に成分はアルミナ側により、結果として融点上昇を起し耐火度の高い鉱石を作ったものと思われる。このため良質の鉱石を作るためには原岩に作用した鉱液の性格や石英の含有量のみならず粒度も重要な役割をはたしたと思われる。

北海道工業 K.K. 蛇田工場では、上記鉱山の粘土鉱石と他の粘土とを混合して次の様な耐火レンガを1965年5月に、普型 577t 異型 490t 計 1,067t を作っている。

9. 粘土鉱床の成因的考察

この粘土鉱床は今までのべてきたように、金銀銅鉛亜鉛硫化鉄鉱赤鉄鉱磁鉄鉱重晶石石膏明ばん石鉱床の変質帯として作られている。財田鉱山のような黒鉱式鉱床は

一部で最近まで噴気堆積性鉱床と考えられてきた。しかし、ここでは金属元素の帯状配列とそれに伴って形成されたと考えられる変質帯の帯状配列がみつめられ、きわめて興味深い。これを模式的に、第1表とその付図にしめた。一般に脈型の金銀鉱脈は変質帯中の珪化帯中にその胚胎の位置をしめている。変質帯は珪化帯の外側に脱珪酸、アルミナ濃集帯であるカオリン-パイロフィライト帯を作り、特に南部の鉱化帯ではこの変質帯中にダイアスポア、北部の鉱化帯では明ばん石、重晶石などを伴っている。さらにその外側では特に塩基に富み、Mg, Feなどを濃集する変質帯を作っている。北部ではこの帯はモンモリロン石帯を作り、この帯中に財田鉱山の塊状の金銀銅鉛亜鉛石膏重晶石鉱床を胚胎する。また南部では、この帯は緑泥石-混合層粘土帯を作って釜谷鉱山の塊状-層状の硫化鉄赤鉄鉱磁鉄鉱床を作っている。

特に財田鉱山の黒鉱式鉱床を伴う変質帯では、変質帯は地層の層理とほぼ平行しているが、モンモリロン石帯は変質帯の最下部にみられる。この変質の様子は模式図にしめた様に、珪化帯を中心として酸性の熱水液の浸入が行なわれ、浸入地域から外側に向かって母岩と珪酸

第7表 北海道工業 K.K. の耐火レンガ (普型) 規準

AN-7型	原 料	配 合 (%)	粉 碎 機	粒 度 (mm)	混 練 機	水 分 (%)	焼 成 (°C)
MN-7 JIS-8	7-A 第1財田 羽幌粘土 レンガ屑 Bシャモット	20 20 30 30	} フレット	-2.4	バルミック	9±1	1200

にとむ酸性熱水液の反応が行なわれたものと推定される。熱水液の浸入地域は酸性度の大きい鉱液の浸入のため、母岩の塩基性成分は溶脱され、高い珪酸の沈殿が行なわれている。次の帯では酸性度がやや弱くなり塩基成分と共に脱珪酸化が行なわれ、高いアルミナの濃集が行なわれている。この帯にはカオリン、パイロフィライトはもとより、南部の鉱化帯ではダイアスポアの濃集が認められる。

さらにその外帯では、反応した溶液の酸性度がいっそう弱くなり、塩基性元素は熱水液中の金属元素と共に著しく高い濃度をしめし沈殿していったものと思われ、強塩基成分 Na, K, Fe, Mg は洞爺鉱山でモンモリロン石の形成を、釜谷鉱山では、緑泥石—混合層粘土の形成をもたらしたものと推定される。

今反応した母岩の成分 MgO , FeO , Al_2O_3 , SiO_2 と熱水液中の成分 Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Au^+ , Ag^+ , H^+ , e^- , SiO_3^{2-} をそれぞれ独立成分として考えるなら、反応系の平衡ポテンシャルは KORZHINSKII (1959, 1962, 1965), MAPAKYEEB (1965) の式から

$$dGo = -SdT + VdP + \sum \mu_j dn_j - \sum n_i d\mu_i$$

であたえられ、この式から導びかれる二次偏微分方程式

$$\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial \mu_{H^+}} \right)_{n_d} = \left(\frac{\partial I_n f_i}{\partial I_n a_{H^+}} \right)_{n_i} = - \left(\frac{\partial n_{H^+}}{\partial n_i} \right) \mu_{H^+} = -2\alpha$$

ただし、 μ_i : 固定成分 i の化学ポテンシャル。

μ_j : 移動成分 j の化学ポテンシャル ($\mu_{H^+} = -kpH$)

n_i : 固定成分 i のモル分率

n_j : 移動成分のモル分率

f_i : 固定成分の活動度係数

α_i : 成分 (i) の解離度 (あるいは電離度)

すなわち

$$\left(\frac{\partial I_n f_{SiO_2}}{\partial I_n a_{H^+}} \right) = - \frac{\partial n_{H^+}}{\partial n_{SiO_2}} = 2\alpha_{SiO_3^{2-}}$$

は $I_n a_{H^+}$ すなわちプロトンの対数活動度が大きな値となる時解離度 $\alpha_{SiO_3^{2-}}$ は最少となり f_{SiO_2} の活動係数は相対的に大きくなり、珪酸の沈殿が行なわれることを意味している。この様な場所 (珪化変質帯) は酸性鉱液の通路あるいはごく近くを意味している。また、同じ変質帯で

$$\frac{\partial I_n f_{MgO}}{\partial I_n a_{H^+}} = - \frac{\partial n_{H^+}}{\partial n_{MgO}} = -2\alpha_{Mg^{2+}}$$

は a_{H^+} が大ききところでは f_{MgO} の活動度がきわめて小さくなり、逆に $\alpha_{Mg^{2+}}$ の解離度は著しくなり、塩基は溶脱されていく。一方通路付近で母岩と反応した鉱液は珪酸の沈殿と、塩基の溶脱に反応したプロトンは減少し、外帯ではより酸性度の弱い鉱液に変えられていく。

最外帯のモンモリロン石帯、緑泥石帯ではそれを意味する様に f_{MgO} の活動度係数は大きくなり MgO や他の塩基成分を濃集する。これは変質帯の粘土の化学分析値に良く表われている。すなわち塩基性元素 (金属鉱石) の沈殿や母岩の帯状変質は、珪化地域を中心とした酸性鉱液の一連の作用によって作られたことをより合理的にしめしている。珪化帯中にみられる金銀鉱脈を作った裂こは、酸性鉱液の浸入口であり、塊状鉱床の形成や、カオリン、パイロフィライト帯、モンモリロン石帯の変質帯の形成は、この様な酸性鉱液の浸入による結果として作られたものである。特に粘土鉱石として稼行の対象となっているパイロフィライト—カオリン帯は、珪化帯とモンモリロン石帯 (緑泥石—混合層粘土帯) との中間に作られている。すなわち酸性帯と塩基性帯との移り変りの部分に特にアルミナが濃集し、アルミナ粘土やダイアスポアの形成が行なわれている。

26Å の長周期粘土やパイロフィライト粘土は花岡鉱山上北鉱山の黒鉱鉱床にときおり認められ、粘土鉱床と共に黒鉱成因上特に興味深い。

10. ま と め

以上のべて来たように

1) この粘土鉱石は、新第三紀の金銀銅鉛亜鉛硫化鉄鉱赤鉄鉱重晶石石膏鉱床の形成に伴う変質帯中にみられる。

2) この変質帯は、鉱脈形成地域を中心として内側から外側に a. 珪化帯, b. パイロフィライト—カオリン帯, c. モンモリロン石帯, 緑泥石—混合層粘土帯の形成が認められる。耐火材原料の粘土鉱石はカオリン—パイロフィライト帯中に形成される。

3) 特に良質の鉱石 (SK 32~34) は泥岩源のもので、凝灰角礫岩源のものは SK 30 以下のものより認められない。したがって稼行の対象となり得るものは泥岩源のパイロフィライト—カオリン質鉱石である。

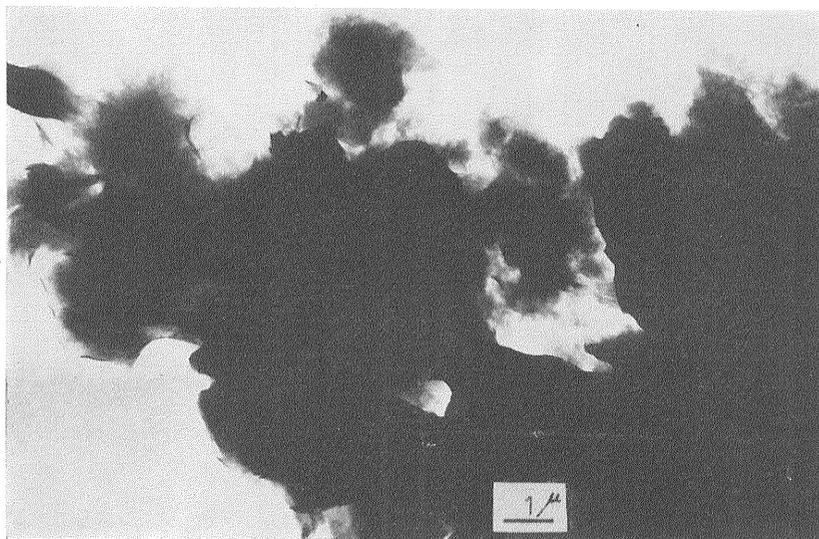
4) この変質帯は、財田地区から久保内地区の間に、約 13km にわたり点在してみられるが、その規模は、一般の熱水変質帯にみられるものと同様に比較的小さく、稼行の対象となる部分はさらに限られている。

5) しかし、変質帯の下部延長は釜谷鉱山の坑内でみられる様に地表から約 100m がみこまれる。また採掘された他の鉱床は露天採掘がおもて下部の採鉱はほとんど行なわれていない。したがって鉱体の多くは残されており、採算上の問題が解決されれば開発の対象となりうるであろう。

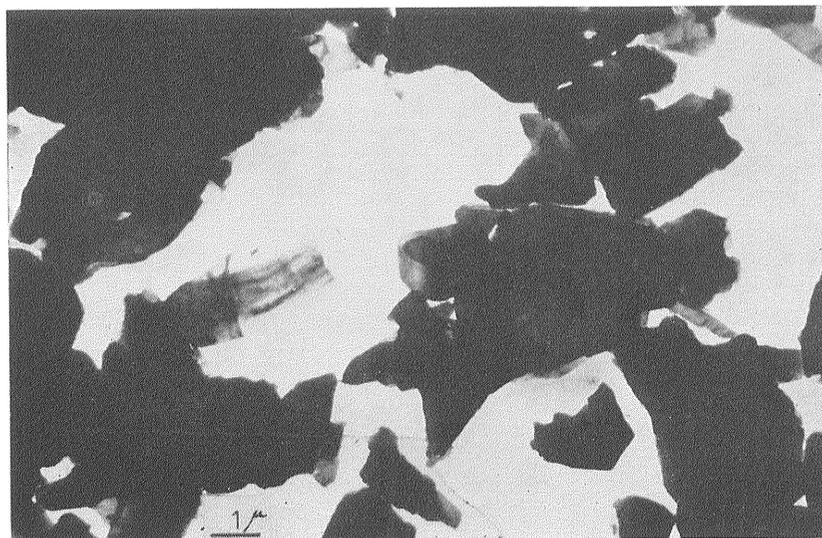
(昭和38年5月調査)

文 献

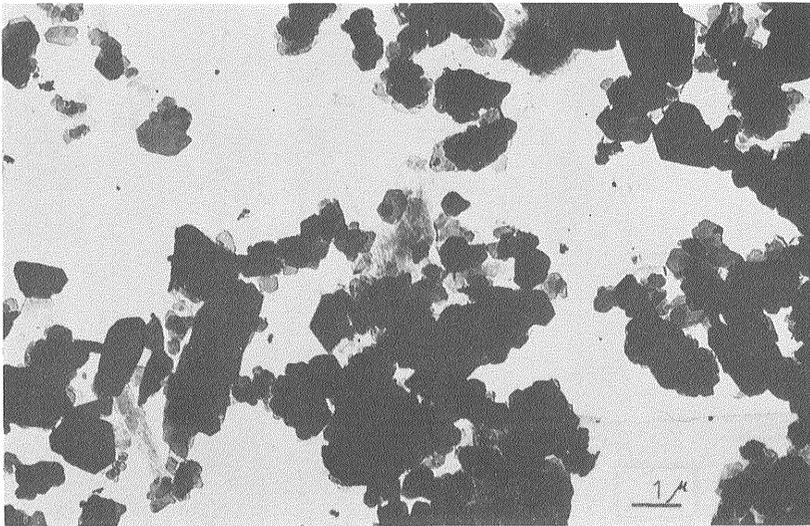
- BRINDLEY, G.W. (1951) : *Xray identification and structure of clay minerals*. LONDON.
- 藤井紀之 (1967) : 長野県梵天ろう石鉱床の産状とその形成過程に関する考察, 鉱山地質, vol. 17, no. 5, p. 261~271
- 林久人 (1961) : 二, 三の黒鉱式鉱床の変質帯の鉱物学的研究, 鉱物学雑誌, vol. 5, no. 2, p. 101~125
- 木野崎吉郎 (1962) : 中国地方のろう石鉱床, 地質学雑誌, vol. 68, no. 801, p. 369~372
- 児玉秀臣 (1959) : パイロフィライトの結晶化学的研究, 粘土科学の進歩, no. 1, p. 13~27
- KORZHINSKII, D.S. (1959) : *Physicochemical basis of the analysis of the paragenesis of minerals*. Cons. BUREAU, INC, NEW YORK.
- Коржинский, Д. С. (1962) : Теория Процессов минералообразования Акад. Наук СССР.
- KORZHINSKII, D.S. (1965) : The theory of systems with perfectly mobile components and processes of mineral formation. *Amer. Jour. Sci.*, vol. 263, p. 193~205.
- Маракушев, А. А. (1965) : Проблемы минеральных Фаций метаморфических и метасоматических горных пород. ИЗДАТ. НАУКА
- 村岡誠 (1952) : 本邦の耐火粘土について, 地調報告, no. 145
- 成田英吉・五十嵐昭明ほか (1965) : 北海道西部地区の粘土鉱床, 一カオリン・パイロフィライト質ろう石鉱床一, 地質調査所北海道支所調査研究報告会講演要旨録, no. 17, p. 1~2
- 太田良平 (1954) : 5万分の1地質図幅「虻田」, および同説明書, 地質調査所
- 斎藤正雄・五十嵐昭明 (1956) : 胆振国仲洞爺・久保内付近の地質鉱床調査報告, 北海道地下資源調査資料, no. 24, p. 1~20
- 沢俊明・五十嵐昭明 (1967) : 胆振国釜谷鉱山における黄鉄鉱—磁鉄鉱—赤鉄鉱の共生, 地質調査所北海道支所調査研究報告会講演要旨録, no. 18, p. 1~5
- 柴田秀賢他4名 (1967) : 岡山県三石付近のろう石鉱床の生成時代, 鉱山地質, vol. 17, no. 6, p. 309~316
- SUDO, T. (1959) : *Mineralogical study of Japan*. MARUZEN, TOKYO.
- 武司秀夫 (1949) : 長野県蠟石鉱床中に産するカオリン族鉱物, 岩鉱, vol. 33, no. 5-6, p. 169~174
- 武司秀夫 (1958) : 蠟石中のカオリン鉱物について, 鉱物学雑誌, vol. 3, no. 5, p. 388~405
- 種村光郎 (1952) : 後志国蘭越粘土概査報告, 北海道地下資源調査資料, no. 6, p. 8~12
- 吉木文平 (1963) : 耐火物工学, 技報堂



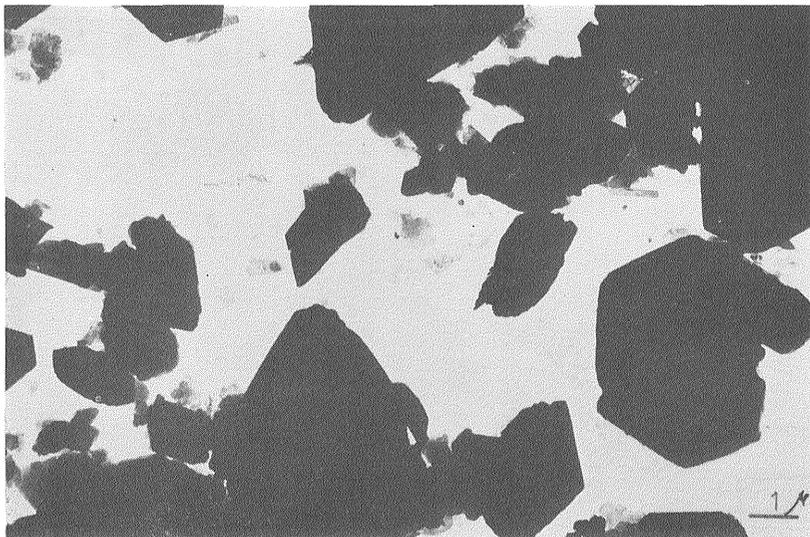
1 第1財田鉾山産モンモリロン石の電子顕微鏡写真 (TN-11)



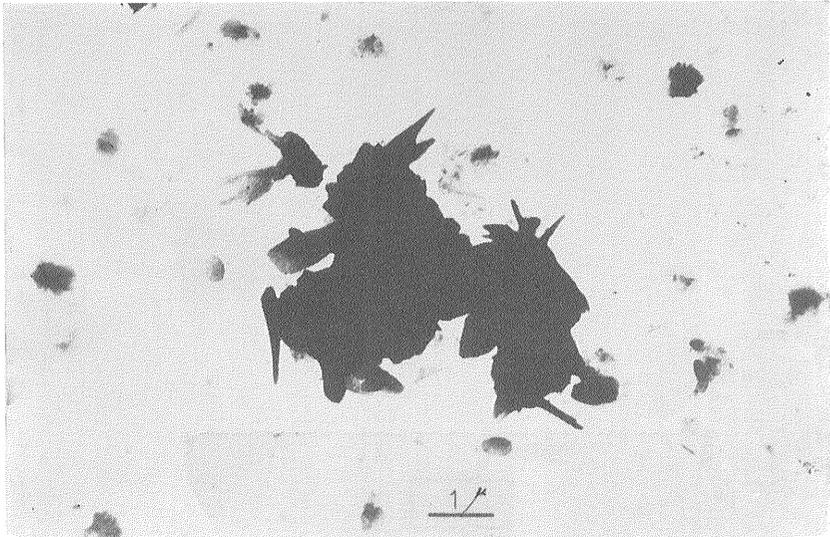
2 岩屋鉾山産モンモリロン石の電子顕微鏡写真 (IW-1)



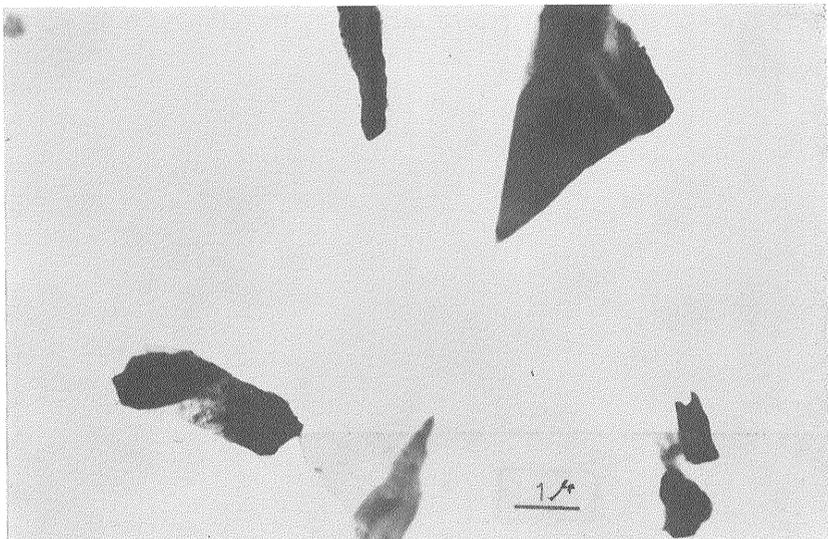
1 第1財田鉾山産カオリナイトの電子顕微鏡写真 (TN-10)



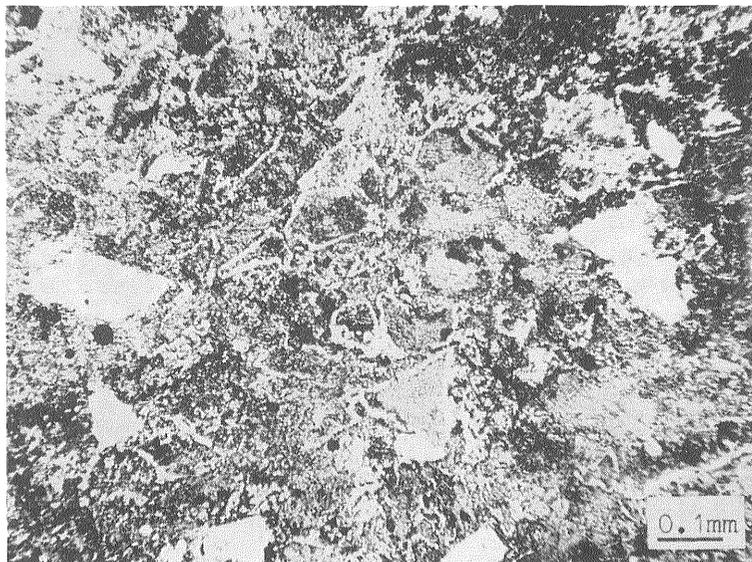
2 第1財田鉾山産カオリナイトの電子顕微鏡写真 (TK-12)



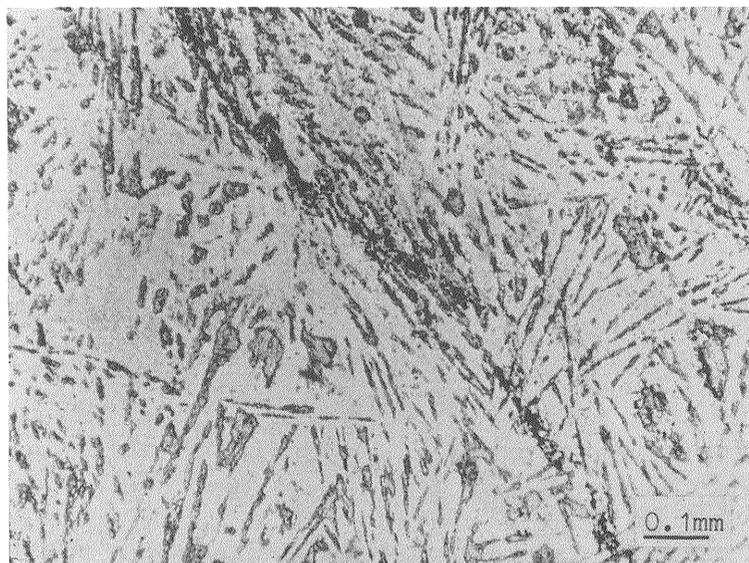
1 釜谷鉾山産パイロフィライトの電子顕微鏡写真 (KM-1)



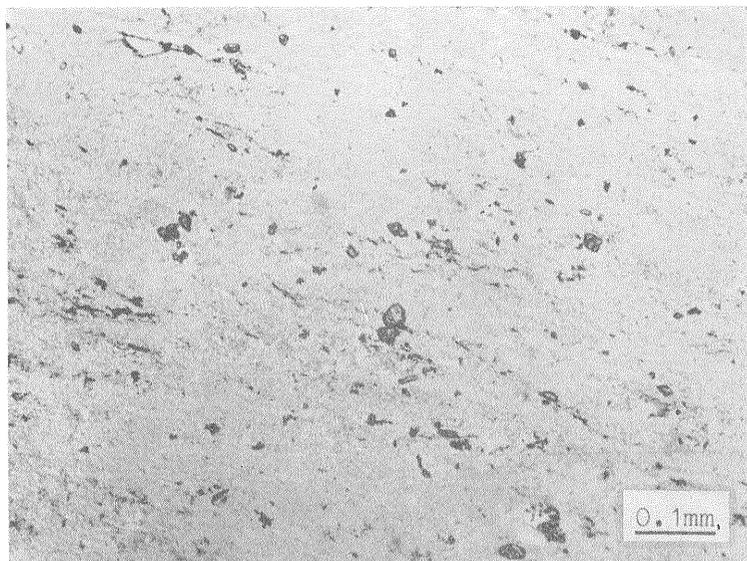
2 釜谷鉾山産パイロフィライトの電子顕微鏡写真 (TN-8)



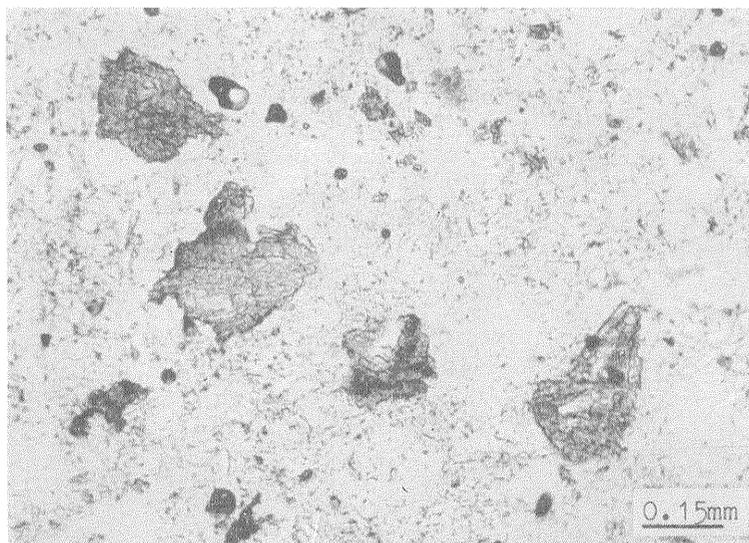
1 釜谷鉾山産緑泥石-混合層粘土の顕微鏡写真 (KB-46) (平行ニコル×70)



2 釜谷鉾山産カオリナイト-ダイアスポア-パイロフィライト粘土の顕微鏡写真
(KB-48) (平行ニコル×70)



1. 釜谷鉾山産ダイアスポア-パイロフィライト粘土の顕微鏡写真 (KB-23) (平行ニコル×70)



2. 釜谷鉾山産 β クリストパライト-ミュライト (1200°C) の顕微鏡写真 (KB-48) (平行ニコル×100)