

岡山県三石地区のろう石鉱床の研究

—第3報 土橋鉱山のろう石鉱床*—

神谷 雅晴** 藤井 紀之***

**Study on the "Roseki" Deposits in Mitsuishi Area,
Okayama Prefecture, West Japan
—Part 3 The "Roseki" Deposit of the Tsuchihashi Mine—**

By

Masaharu KAMITANI & Noriyuki FUJII

Abstract

The Tsuchihashi mine is situated at the south-west part of the Mitsuishi area, which is one of the most active "Roseki" producing areas in Japan.

This area is composed mainly of the late Cretaceous pyroclastic flows. Their stratigraphical sequence is as follows:

Late Cretaceous pyroclastics	Upper group	Upper dacitic welded crystal tuff Rhyolitic welded crystal tuff Bedded tuff Lower dacitic welded crystal tuff Bedded tuff and tuffaceous shale
	Lower group	Rhyolitic welded tuff, accompanying alternation of bedded tuff, tuffaceous shale and shale Andesite lava
Paleozoic		Clay slate and schalstein

The occurrence of hydrothermally altered rocks, most of which are silicified or sericitized, is generally confined in the lower group. Therefore, it is probable that the hydrothermal alteration took place before the deposition of the upper group. The "Roseki" deposit of the Tsuchihashi mine is composed of silicified, spotted "Toseki", sericite "Roseki" and weakly sericitized zones as well as those of the Yagi and the Umetani mines. The silicified zone, which should have been formed through the reaction between the country rocks and strong acid hydrothermal solution, extends well in oblique for the general trend of the lower group. The "Roseki" and the "Toseki" zones occur in the surroundings of the silicified zone. Some "Roseki" contain a considerable amount of pyrophyllite in some places. At the later stage of the hydrothermal altera-

* この報告の一部は、昭和46年2月、鉱山地質学会にて発表した。

** 中国出張所

*** 鉱床部

tion, many irregular veins of the pure sericite, the so-called Chuishi, were formed in or adjacent to the spotted "Toseki" zone.

X-ray powder diffraction was made for the determination of sericite polymorphs. The results show that there are various kinds of combination of 2 M and 1 M polytypes as follows: "Roseki" is $2 M > 1 M$, "Toseki" is $2 M \leq 1 M$, pure sericite and weakly sericitized rock are $2 M < 1 M$.

1. はしがき

三石地区のろう石鉱床の研究—第1報 (藤井・神谷・平野, 1971) —では八木・梅谷鉱山のろう石鉱床について報告した。ここでは、その東側に隣接する土橋鉱山を中心としたろう石鉱床の産状について報告する。土橋鉱山付近のろう石鉱床は、八木・梅谷鉱山と同じくほぼ垂直方向に発達するけい化帯を中心として賦存しており、第4報で報告される予定の五反田鉱山のろう石鉱床 (平野・藤井・神谷がけい化帯を欠くのと対照的である。

土橋鉱山に関連して、上野・五十嵐 (1957), 大森 (1965), 武林 (1967) などの報告がある。また、三石地区に関するろう石鉱床の成因論としては木野崎 (1963), 片山 (1969) などがある。

筆者らは三石地区の調査にさいして、もっとも主要なろう石産地である台山鉱床の調査にさきだち、これとタイプの異なる鉱床をモデルとしてとりあげた。このような熱水変質作用によって生成された鉱床の研究には、おのおのの鉱床の正確な産状を原地質と関連させて把握す

ることが必要である。この意味から、まず、土橋鉱山の露天切羽と坑内の調査結果にもとづいて 500分の1鉱床図を作製した。その周辺の地質については、5,000分の1地形図 (川野辰男・橋本知昌・井上正文各技官による) によって調査をおこなった。また、主としてX線粉末回折法により、各変質帯中に含まれるセリサイトの特徴について検討した。

第3報ではこれらの結果をとりまとめて報告する。

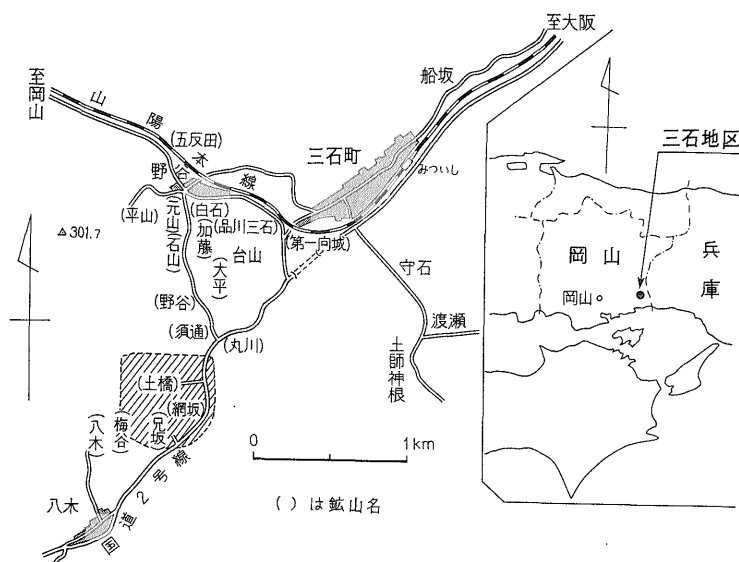
2. 鉱山の概況および沿革

土橋鉱山は岡山県和気郡三石町地内において、わが国最大のろう石鉱床として知られる台山の南西方約1 kmに位置している (第1図)。

土橋鉱山はかつての露天採掘から坑内採掘へと移行し、現在は斜坑底 (坑口下-50m) から上部を採掘している。

従業員は19名 (うち坑内は6名) であって、精鉱量は約700 t /月である。鉱石のほとんどは耐火煉瓦および陶磁器の原料として出荷されている。

土橋鉱山の開発は明治末期に始まったといわれてい



第1図 位置図および鉱山分布図

る。昭和5年以降は西角政治郎、さらに、大塚稔によって採掘された。川炉商事KKは昭和39年に兄坂鉱山を吸収合併、現在は坑内採掘を主として稼行している。

兄坂鉱山は昭和20年以降中井万平、三村保二により露天採掘された。同30年に川崎炉材KKが鉱区を取得、32年川炉商事KKが譲り受け、39年には土橋鉱山に合併された。現在は休山中である。

網坂鉱山は昭和14年以降頓宮澄夫が、16年には西角昌義が稼行した。36年からは昭和ミネライト工業KKが採掘したが38年には休止し、現在に至っている。

3. 地 質

3.1 概 説

土橋鉱山付近の地質は古生層と白堊紀と考えられる火山岩類からなる（第2図）。

古生層は粘板岩を主とし、わずかに輝緑凝灰岩を伴う。その分布はおおむねNE-SWの方向の伸びを示し、国道2号線に沿って露出している。一般走向はNE-SW、傾斜は40～50°NWである。白堊紀火山岩類とは走向NE-SW、傾斜40～60°Nの断層で接している。

白堊紀火山岩類の大部分は酸性の火砕流堆積物であるが、その中にしばしば成層凝灰岩・凝灰質頁岩・頁岩などの薄層を挟有する。これらの火山岩類は主として岩質の相違によって層序的に上部層と下部層とに大別できる。下部層は流紋岩質熔結凝灰岩を主とし、その層厚は180m以上である。上部層は石英安山岩質凝灰岩と流紋岩質凝灰岩からなり、その間に水中堆積物の薄層を挟有する。層厚は少なくとも200m以上と推定される。

3.2 白堊紀火山岩類の層序

3.2.1 下 部 層

下部層は大部分流紋岩質熔結凝灰岩からなり、ときに安山岩熔岩・成層凝灰岩・凝灰質頁岩・頁岩の薄層を挟有する。

安山岩熔岩 本岩は国道2号線切割において、古生層の粘板岩と断層で接して小分布している。また、ボーリングNo.14の-245m付近にも同様の岩質のものが認められた。外観は暗青緑色、やや軟質である。鏡下では単斜輝石および中性長石を斑晶としており、石基は填間組織を示す。全般に微弱な変質を受けている。

流紋岩質熔結凝灰岩 本岩は下部層の大部分を構成する。第2図に示したように当地区南東部に広く分布し、ほぼNE-SW方向に連続する。層厚は約160mと推定される。

外観は淡緑・淡灰・青灰色と変化に富むが、比較の変質度の低いものは青灰色を呈する。熔結構造は全般的に

明瞭で、扁平レンズ状を呈する軽石がほぼ平行に配列し、明らかな葉理を認めることができる。一般に、レンズ状軽石は軟質、緻密で、やや透明感があり、淡緑～黄緑色を呈する。しかし、変質が進むと軽石も基地の部分も灰白色となり、両者の肉眼的識別はやや困難となる。本岩中には古生層起源の小角礫（通常30mm以下）がしばしば含まれる。

鏡下では石英と長石の結晶破片が多く認められ、レンズ状軽石はまったくセリサイト化している。長石も、ごく一部の例を除くほかは、すべてセリサイト化している。基地は微細なセリサイトと石英からなり、ほとんどの部分は脱ガラス化している。火山ガラスが熔結した跡は比較的明瞭で、ガラス破片（変形したY字形や三日月形）の形状がしばしば認められる。

副成分鉱物としては金紅石・黄鉄鉱などがある。

成層凝灰岩・凝灰質頁岩・頁岩層 流紋岩質熔結凝灰岩中に挟有されるもので、この地域の東部および南端部に分布する。また、ボーリングによっても確認されている。成層凝灰岩と凝灰質頁岩との細かい互層からなり、頁岩を伴う薄層（厚さ数10cm～4m）であって、概して、連続性に乏しい。本層は熔結凝灰岩に較べるとやや強い変質を受けている。

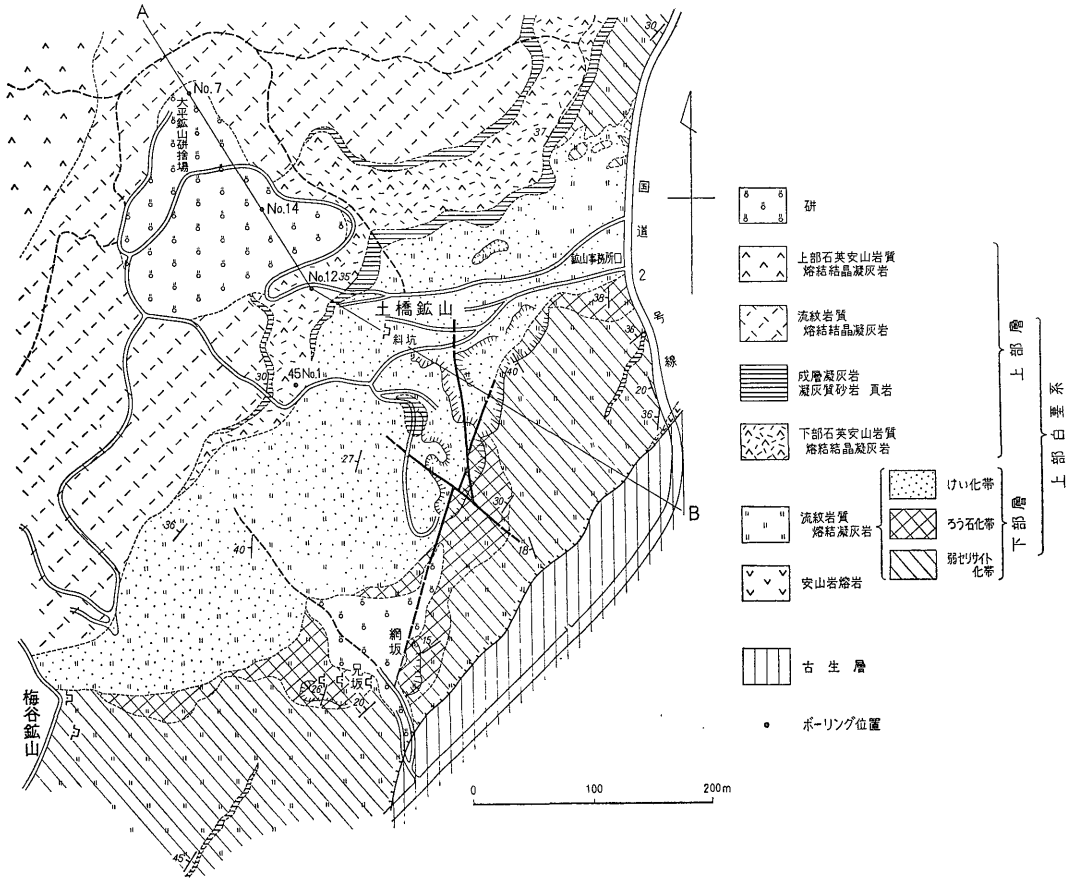
3.2.2 上 部 層

上部層は下部から上部に向かって成層凝灰岩と凝灰質頁岩の互層・下部石英安山岩質熔結凝灰岩・成層凝灰岩・流紋岩質熔結凝灰岩・上部石英安山岩質熔結凝灰岩が累重する。本層の上限については確認していないが、層厚は少なくとも200m以上と推定される。

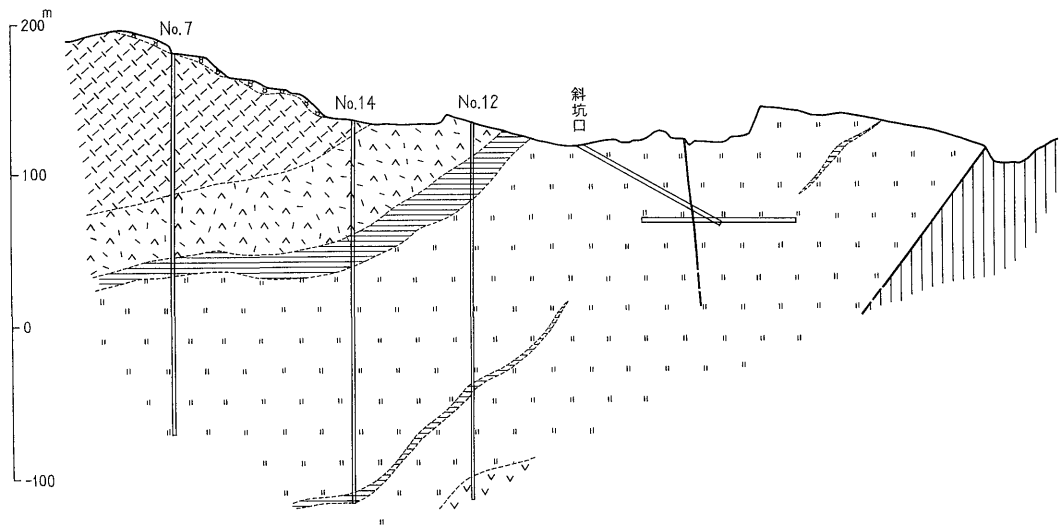
成層凝灰岩凝灰質頁岩互層 下部層の流紋岩質熔結凝灰岩をおおっており、当地域のほぼ中央から北東方向に連続して分布する。土橋鉱山付近における本層の厚さは15～20mである。大平鉱山研捨場へ通ずる道路の切割付近では、凝灰質砂岩や礫岩を伴う。礫は小礫ないし中礫で、円磨度はやや良好である。礫の大半は流紋岩質であるが、ろう石化作用を受けた変質岩は確認できなかった。本層は全般にセリサイト化が認められたが、セリサイトの結晶度は低く、いずれもI M型に属するものである。

下部石英安山岩質熔結凝灰岩 地域のほぼ中央部から北東へ延びた分布を示す。層厚は最大約50mと考えられる。外観は淡青灰ないし青緑色を呈する。本岩中には淡黄緑色で軟質の軽石が含まれる。

鏡下では、多量の破片状の斜長石と少量のカリ長石が主であり、それにごく少量で、かつ、細粒の破片状石英が伴われる。有色鉱物の量は少なく、いずれも緑簾石・



第2図 土橋鉦山周辺の地質図



第3図 A-B 地質断面図 (凡例は第2図参照)

緑泥石・セリサイトなどに変質している。軽石は概して偏平レンズ状となり、ごく微細なセリサイトの集合体となっている。基地は脱ガラス化し、しばしば微細なセリサイトを生じている。一方、ポーリング試料の検鏡では、上述の地表付近の試料に較べて、長石の炭酸塩化が著しく、セリサイト化はほとんど認められない。

成層凝灰岩 外観は淡灰ないし淡黄緑色で粘土状を呈する。本層の厚さは10m以内で、連続性に乏しい。本層は、前述の凝灰質頁岩・成層凝灰岩の互層と同様に、全般的にセリサイト化している。X線回折試験によれば、1M型に属するもので、結晶度の低いセリサイトからなっている。

流紋岩質熔結結晶凝灰岩 当地域の北西部に広く分布する。外観は灰白色を呈し、塊状、無層理である。層厚は100m以上と考えられる。

鏡下の観察によれば、やや粗粒(0.4~2.0mm)の破片状の石英が最も多く、破片状のカリ長石(径0.3~1.5mm)がこれに次ぎ、曹長石はやや少ない。黒雲母はセリサイトに変質し、ほとんどのものはやや弯曲した形状を示す。基地は脱ガラス化しており、軽石や火山ガラスの一部にはセリサイト化が認められる。一般に、熔結構造は不明瞭で、少量の異質または類質の小岩片が含まれる。

上部石英安山岩質熔結結晶凝灰岩 当地域の火山岩類の最上部に位置し、その分布は西へ向かうにつれて、やや厚さを増す傾向がある。層厚は50m以上と考えられる。外観は淡青灰色、塊状で、斜長石と石英の粗粒結晶に富み、一見熔岩状を呈する。

上述のように、白堊紀火山岩類は酸性の火砕流堆積物を主としており、その間に、比較的頻繁に水中堆積物を挟在している。これらはすべて陸上の堆積物とみなされ、火山活動の休止期が数回は存在したことを意味するものであろう。

3.3 地質構造

古生層は走向NE-SW、傾斜NWで、国道に沿ってほぼNE方向に露出している。これを被覆する白堊紀火山岩類とは断層(走向NE-SW、傾斜40~60°N)で接している。

白堊紀火山岩類は上部層・下部層のいずれも一般走向NE-SW、傾斜NWである。地表調査結果とポーリング資料とを総合すれば、本層は、当地域内では傾斜20~40°NWの単斜構造を有するものようである(第3図)。

断層としては、NE-SW系とN-S系およびNW-SE系のものが見られる。NE-SW系断層には、それに沿った熱水変質作用がみられるところからろう石鉱床をもた

らした変質作用とほぼ同時期に生成されたものと考えられる。一方、N-S系およびNW-SE系はNE-SW系を切っており、また、破碎帯に沿った変質作用は認められない。

4. 鉱床

土橋鉱山は八木・梅谷鉱山と同様に、不規則脈状のセリサイトとその周辺のろう石および斑入り陶石化帯を稼行の対象としている。土橋鉱山南西の兄坂・網坂両鉱床の鉱石もセリサイト質のろう石であるが、少量のパイロフィライトを含んでいる。

4.1 変質帯

白堊紀火山岩類の下部層は全般的に著しい変質作用を蒙っている。変質帯は外観上の特徴によって、けい化帯、斑入り陶石化帯、ろう石化帯、弱セリサイト化帯に区分することができる。

以下に、各変質帯の特徴を述べる。

けい化帯 一般に灰白ないし暗灰色を呈し、やや多孔質、堅硬であるが概して脆弱である。その化学組成は大森(1965)および上野・五十嵐(1957)によればSiO₂95%以上である。組成鉱物のほとんどは石英であって、その他のもの(セリサイト・金紅石など)はごくわずかである。原岩の大半は流紋岩質熔結凝灰岩であり、原岩中に含まれる偏平レンズ状の軽石の部分は溶脱されて孔隙となっていることが多い。また、破片状の石英結晶も明瞭に認められる。それらの特徴から原岩を推定し得る場合が多い。

斑入り陶石化帯 一般に灰白色を呈し、堅硬であるが、白色できわめて軟質のセリサイト集合体のパッチを多く含む。外観は一見、斑状構造を示すことからその名がある。セリサイトパッチの大きさは一定しないが、径5×10mm以上の比較的大型のパッチも少なくない。けい化帯とは漸移関係を示す。

ろう石化帯 外観は灰白ないし淡緑色、半透明、軟質、緻密な岩石で、概して脂肪光沢(ろう感)に富んでいる。破片状の石英結晶のほとんどは残留するが、軽石および基地の部分は、いずれも灰白色となり、両者の識別は難かしくなっている。ろう石化帯とけい化帯、斑入り陶石化帯との識別は容易であるが、弱セリサイト化帯と緻密に区分することは困難な場合がある。

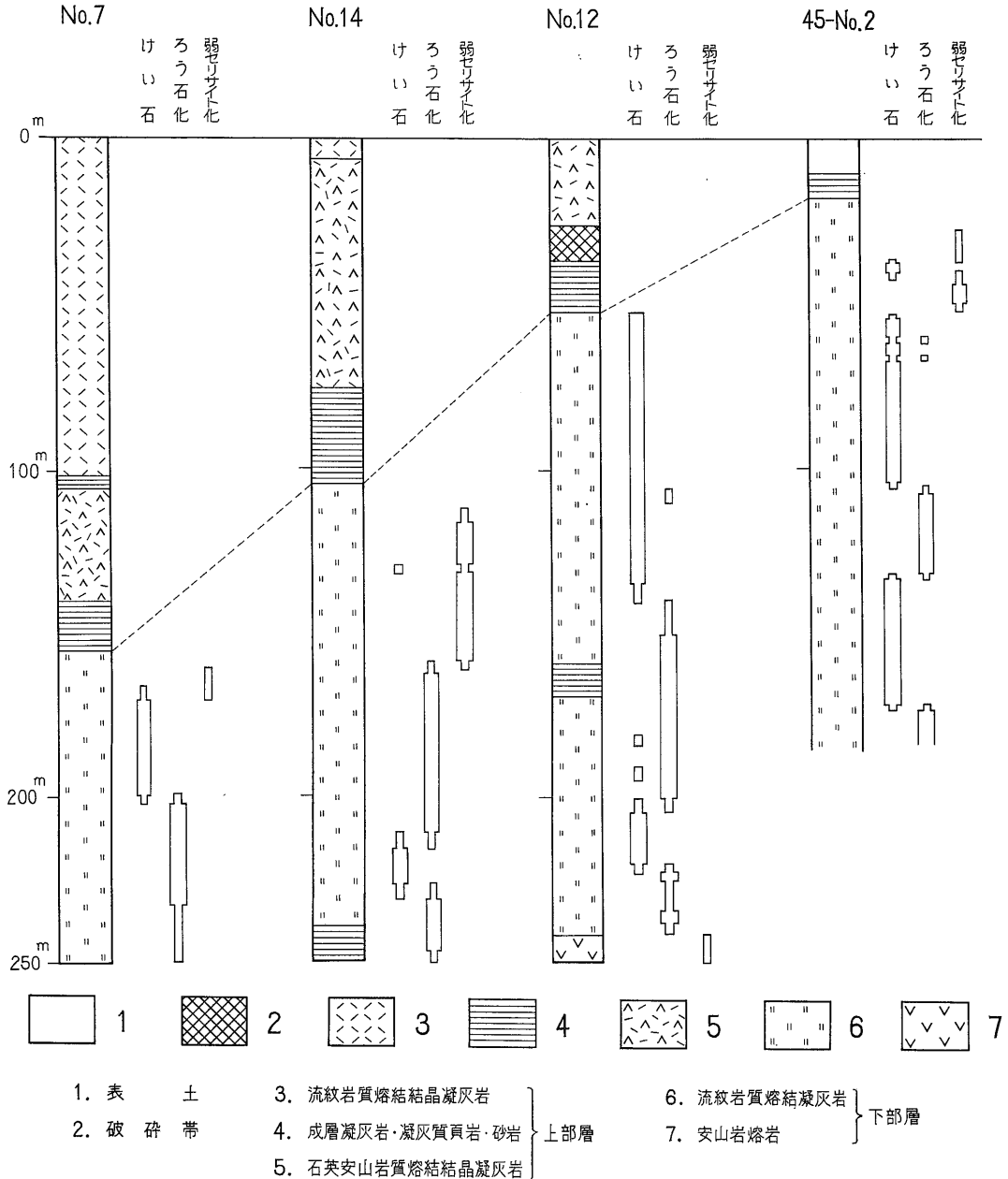
弱セリサイト化帯 やや軟質、緻密、塊状であって、前述のろう石化帯に比較すると脂肪光沢(ろう感)はやや少ない。一般に淡黄緑色を帯び、原岩の組織を明瞭に残している。本岩中に含まれる偏平レンズ状の軽石片は黄緑ないし淡緑色を呈し、軟質で基地の部分と容易に識

別できる。変質度がさらに微弱になると、長石が残存するようになり、基地の部分もやや堅硬となる。しかし、その中に含まれる軽石片には、あまり差異は認められない。

上述の各変質帯の分布は、地表でみる限り下部層の構造に一見調和的な傾向を示している (第2図)。すなわ

ち、みかけ上の上位から、けい化帯・ろう石化帯・弱セリサイト化帯の順に並んだ各変質帯はいずれも NE-SW の伸びを示す。ただし、西方の梅谷鉾山付近では、東西性の傾向がみられる。変質帯の南東側が古生層と断層で接することは前述のとおりであるが、北西側はほとんど未変質と考えられる上部層によって被覆されている。

第4図は上部層を経て下部層へ至るボーリングの柱状



第4図 ボーリング柱状図

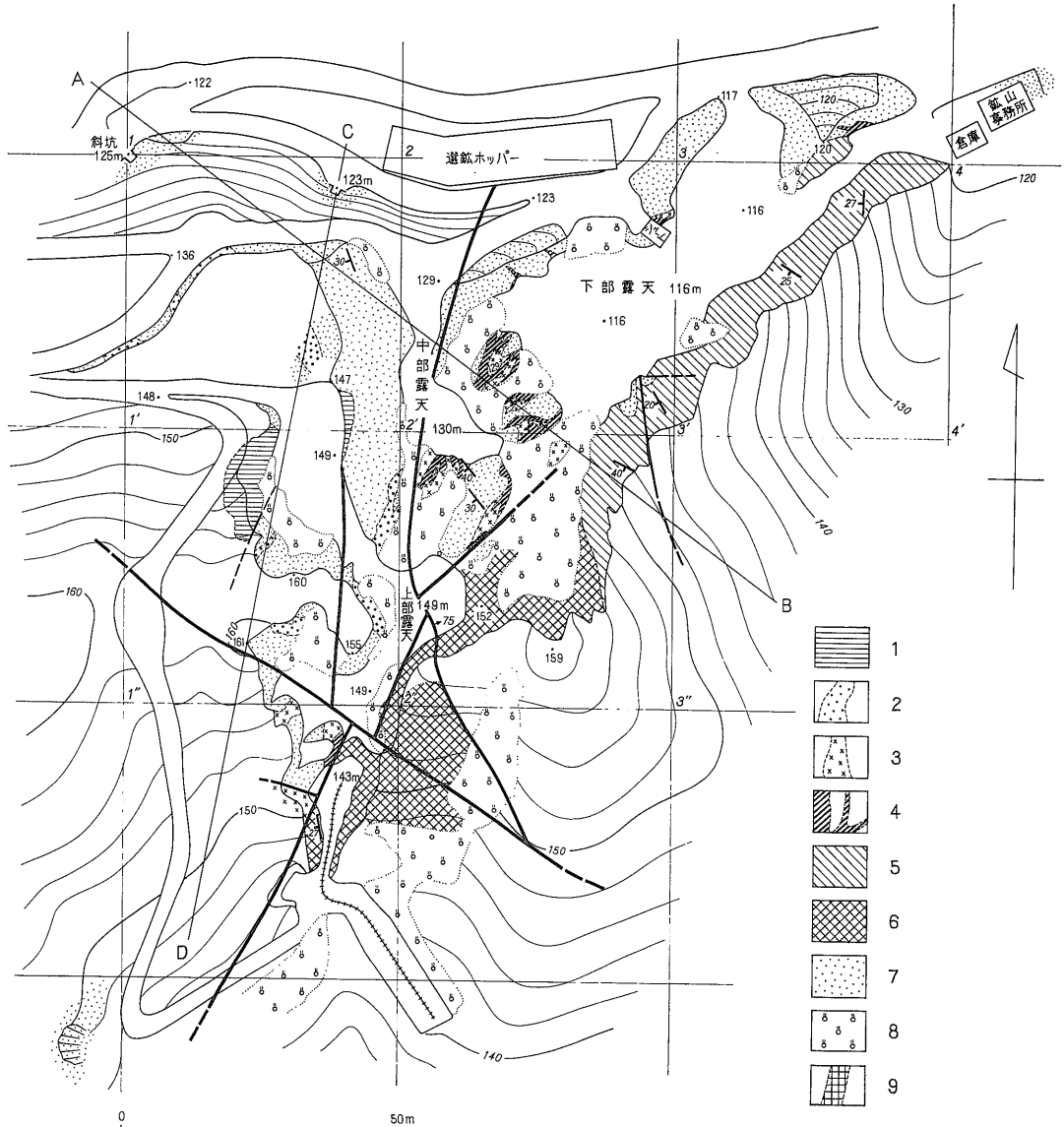
図である。No. 12ボーリングでは、けい化帯が下部層の上限まで連続しているのに対し、その他のボーリングでは下部層の最上部付近で弱セリサイト化からほとんど未変質の流紋岩質熔結凝灰岩へと漸移する。これらの事実、上部層最下部の成層凝灰岩凝灰質頁岩互層が、熱水変質作用のさいの帽岩の役割を果たしたのではないことを暗示するものであろう。

各変質帯相互の関係は複雑であるが、おおむね、けい化帯・ろう石化帯・弱セリサイト化帯という累帯配列を

示している。また、このような産状は各変質帯の分布が必ずしも下部層の構造に調和的でないことを示すものであろう。

4.2 鉱床

ろう石鉱床を構成しているのは、前述の各変質帯のなかの斑入り陶石化帯およびろう石化帯である。土橋鉱山では、とくに、斑入り陶石化帯とその中に密接に伴われて産する不規則なセリサイト脈が主として採掘の対象となっている。これらは、かつて、露天採掘により稼行さ



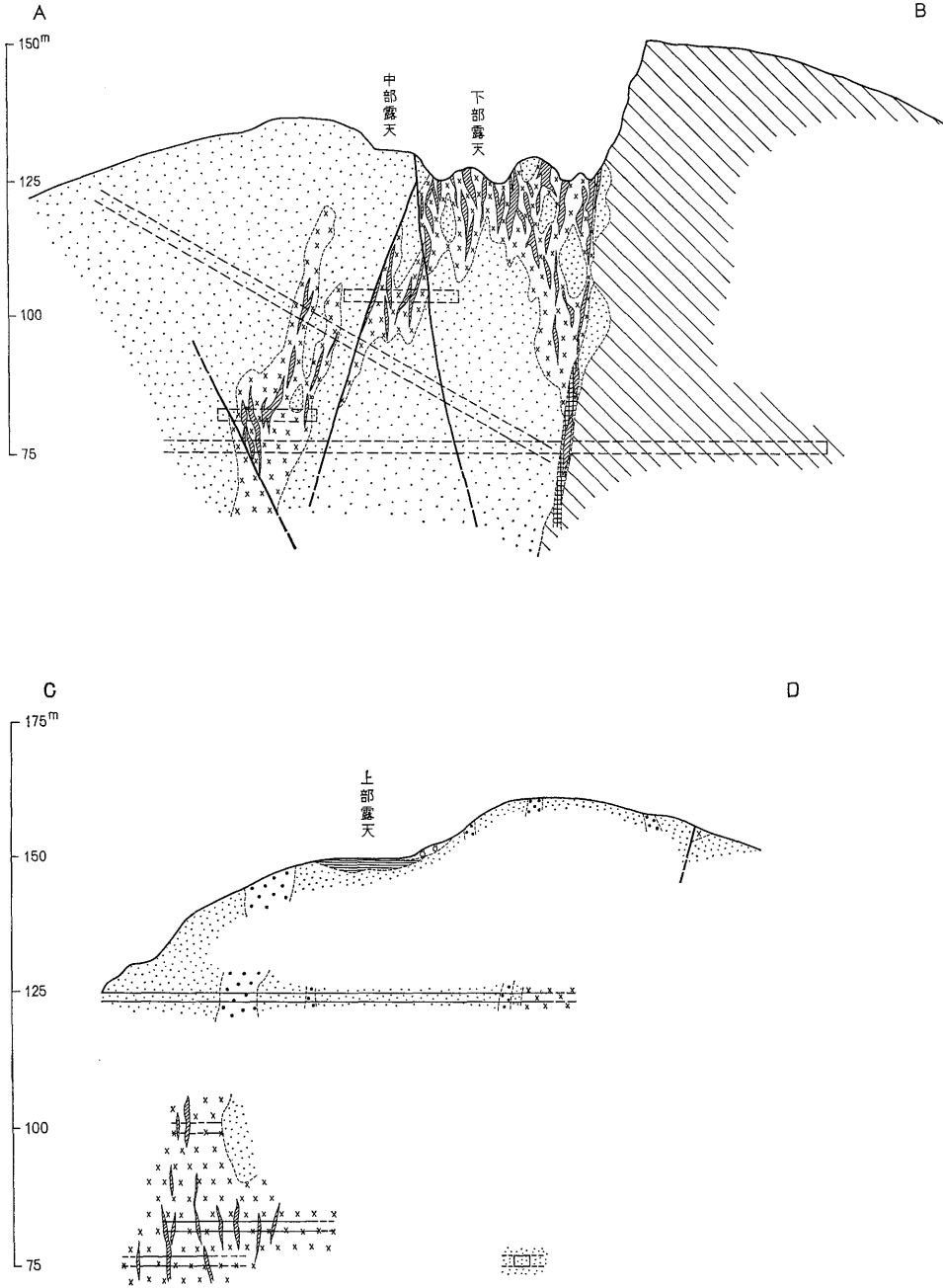
1. 成層凝灰岩・凝灰質頁岩 2. セリサイト-水長石脈 3. 斑入り陶石化帯 4. セリサイト脈 (中石) 5. 弱セリサイト化帯 6. ろう石化帯(セリサイト質) 7. けい化帯 8. 研 9. 破砕帯

第5図 土橋鉱山露天切羽付近の変質帯地質図

れたが、現在の露天切羽ではわずかにその残鉱を認めるにすぎない(第5図)。採掘跡から、地表付近での鉱体の走向はNE-SW、傾斜はほぼ垂直であって、走向延長は170m以上、最大の厚さは30mと推定される。

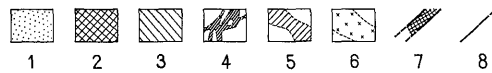
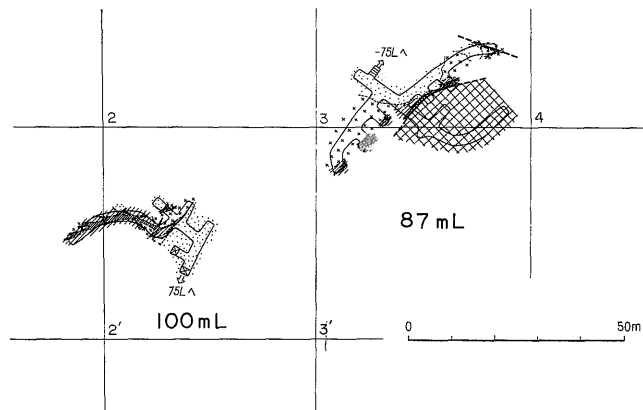
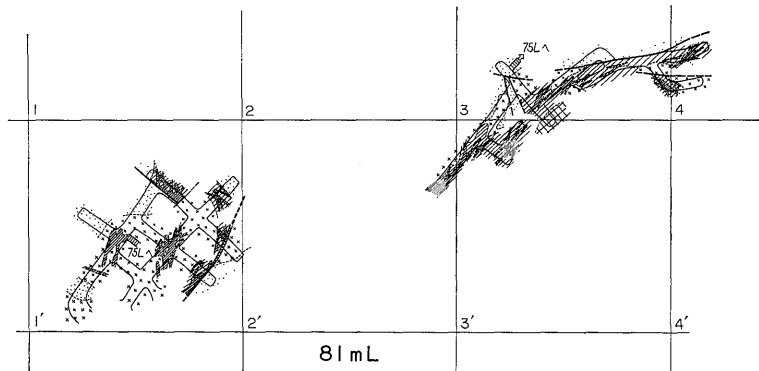
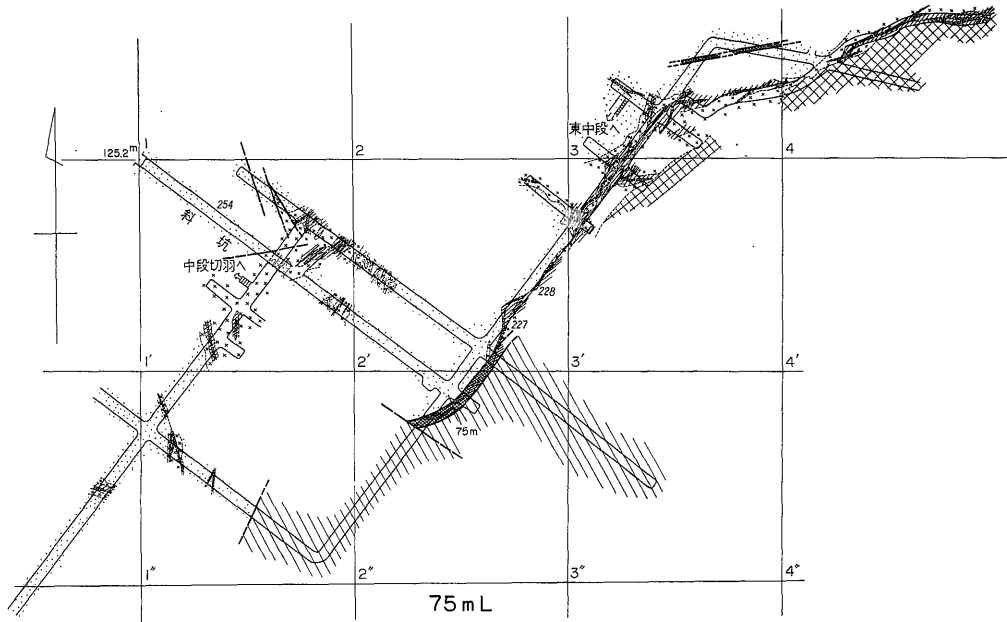
けい化帯はほぼ直立に近い発達を示し、やや上拡がり

の傾向がみられる。このけい化帯中あるいはけい化帯の周辺部には斑入り陶石化帯および不規則なセリサイト脈が多数認められる(第6図)。さらにその外側にはろう石化帯、そして弱セリサイト化帯という累帯配列が認められる(第7図)。



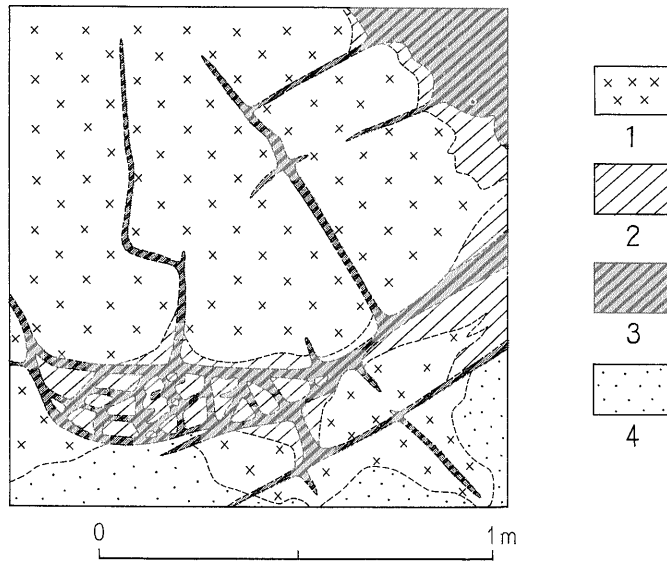
第6図 鉱床断面図
(凡例は第5図参照)

岡山県三石地区のろう石鉱床の研究 (神谷雅晴・藤井紀之)



1. けい化帯 2. ろう石化帯 3. 弱セリサイト化帯 4. セリサイト脈(中石)
5. ろう石(漸移部) 6. 斑入り陶石化帯 7. 破碎帯 8. 断層

第7図 坑内地質図



1. 斑入り陶石化帯 2. ろう石化帯(漸移部)
3. セリサイト脈(中石) 4. けい化帯

第 8 図 75mL における鉍石の産状

なお、このほかに、氷長石とセリサイトからなる粘土質脈がけい化帯中に存在する(第 5 図, 第 6 図 C-D 断面図)。

坑内採掘は地表下約 50m の地並から切り上りによって行なわれており、その掘跡から判断すればセリサイト脈および斑入り陶石化帯は断続しながら垂直方向に発達する。その延長は少なくとも 75m 以上に及ぶものようである(第 6 図)。前述の氷長石を伴う粘土質脈は、地表および 123L 坑道で確認されたが、下部における状況は不明である。

鉍体の詳細な賦存状況は第 7 図に示すとおりで、75mL では NE-SW 方向の伸びを有する鉍体と、その北西の不規則塊状の鉍体とが主要なものである。前者はかなりの膨縮があるものの総延長は 170m 以上に達している。この中の脈状あるいは網脈状をなすセリサイトは必ずしも連続するものではない。斑入り陶石化帯とセリサイト脈との関係は斜坑底の北東約 50m の立入付近でよく観察される(第 8 図)。そこでは、セリサイト脈はけい化帯あるいは斑入り陶石化帯中の割れ目に沿って生成されており、セリサイト脈の周辺には一般に漸移部(セリサイト質ろう石)が認められる。漸移部には原岩の組織が残されており、破片状の石英粒が散在する。これに対して、セリサイト脈では全く原岩の組織は認められない。

一方、北西部の不規則塊状をなす鉍体は、75mL および 81mL の切上りにおいて採掘されている。NE 性の伸

びを有する前述の鉍体に比べ、この鉍体ではセリサイト脈がやや少なく、斑入り陶石化帯がやや卓越する。

以上述べたほかに、ろう石化帯の一部が露天掘で採掘されたことがある。旧兄坂鉍山や網坂鉍山がそれで、そのような箇所は、当地域内で、少なくとも 5カ所確認された。

ろう石化帯は 4.1 で述べたように、けい化帯に近接した付近に発達する傾向をもっている。なお、鉍石の項で後述するように、ろう石化帯はセリサイトを主成分とするものが多いが、一部にはパイロフィライトを含むことが X線回折試験によって確認されている。両者を肉眼的に区別することは困難であるため、パイロフィライト化岩の産状に関しては不明な点が多い。これは今後検討すべき問題である。

4.3 変質帯と原地質との関係

変質帯が、主として、下部層の流紋岩質熔結凝灰岩を交代して生成されたものであることは 4.1 で述べた。とくに、けい化帯は直立に近い産状を呈し、下部層の構造と明らかに斜交している。けい化帯周辺の各変質帯の産状もほぼ同様である。変質作用は、土橋鉍山付近ではほぼ下部層全体に及んでおり、一部の特定の層準に限定されるというような事実はみいだされなかった。

このような下部層の変質に比べて、上部層はほとんど未変質であるといえる。ただ、上部層中に挟まれる成層凝灰岩や凝灰質頁岩は、かなりの量のセリサイトを含

んでいる。しかし、X線回折試験の結果によれば、セリサイトの結晶度は低く、いずれも1Mに相当する回折パターンを示している(第9図)。また、石英安山岩質熔結結晶凝灰岩および流紋岩質熔結結晶凝灰岩の多くは炭酸塩鉱物を生じている。地表付近の試料中では微少なセリサイト化が認められるが、ほとんど未変質とよい。

上部層と下部層との変質の不連続性は、土橋鉱山の上部露天切羽付近においてよく観察できる。ここでは、下部層の流紋岩質熔結凝灰岩を交代して生成されたけい化岩を直接被覆した成層凝灰岩と凝灰質頁岩の互層(上部層の最下位)があり、けい化作用は上部層へは全く及んでいない。また、部分的にはけい化帯中の多くの割れ目に沿って多量の褐鉄鉱の沈殿がみられる。さらに、ボーリングNo. 12においても、けい化帯は直接成層凝灰岩・凝灰質頁岩に覆われ、同様な変質の不連続性がみいだされた。

以上の事実から、上部層の堆積は、下部層のほぼ全般に及んだ熱水変質作用の終結後であったと考えるのが妥当である。同様な産状は八木・梅谷鉱山においてもみいだされた(藤井・神谷・平野, 1971)。

5. 鉱石

当地域の鉱石および変質岩については主として顕微鏡観察およびX線回折試験によって検討した。

5.1 外観および組織

けい化岩 大半が0.5 mm以上の破片状石英と数 μ のきわめて細粒の石英からなる。原岩に含まれていた偏平レンズ状の軽石は溶脱されて孔隙となっている。孔隙の内壁には多くの細粒石英を生じている。また、石英細脈もしばしば認められる。

斑入り陶石 白色、軟質の大きささまざまなセリサイトパッチが多量に存在し、白斑状を呈するものである。鏡下では熔結凝灰岩の組織はやや明瞭である。粗粒物質としては破碎された融食石英の破片と細粒、葉片状のセリサイト集合体が認められる。基地の部分は大部分細粒石英からなり、少量のセリサイトを含む。

ろう石 鏡下では一般に原岩の熔結構造が認められる。石英は粗粒(0.5~2.0 μ)、破片状である。偏平レンズ状の軽石は完全にセリサイト(またはパイロフィライト)の集合体に変質している。基地の部分にも多量のセリサイト(またはパイロフィライト)が生成されており、細粒石英も若干認められる。

脈状セリサイト鉱(中石) 一般に、厚さ数10 μ m以下の脈状をなすが、ときに、2 μ mに達することがある。

鉱石は微粒なセリサイトの均質な集合体で、色調は赤褐、灰白、白、淡緑、灰黒、黒などきわめて変化に富んでいる。白色を呈するもの(白ろうと称される)以外は脂肪光沢に富み、きわめて軟質、脆弱である。

鏡下ではほとんどが数 μ 以下のごく微細なセリサイトのみからなり、他の鉱物は認められない。また、鉱石は全体が均質で、セリサイトの配列には方向性もなく、原岩の組織は全く見られない。

5.2 鉱物組成

鉱石および変質岩の鉱物組成を125個の試料のX線回折試験によって検討した。

中石およびけい化岩を除く大部分の鉱石はセリサイトと石英からなるが、ろう石のうちの9試料からパイロフィライトを確認した。パイロフィライトはセリサイトと共生するものもあるが、全くセリサイトを伴わないこともある。脈状セリサイト鉱(中石)はセリサイトのみからなる。中石の周辺のろう石は多量のセリサイトと比較的少量の石英からなっている。斑入り陶石は比較的少量のセリサイトと石英からなる。

鏡下では以上の主成分鉱物のほかに、金紅石・黄鉄鉱などがしばしば伴われる。

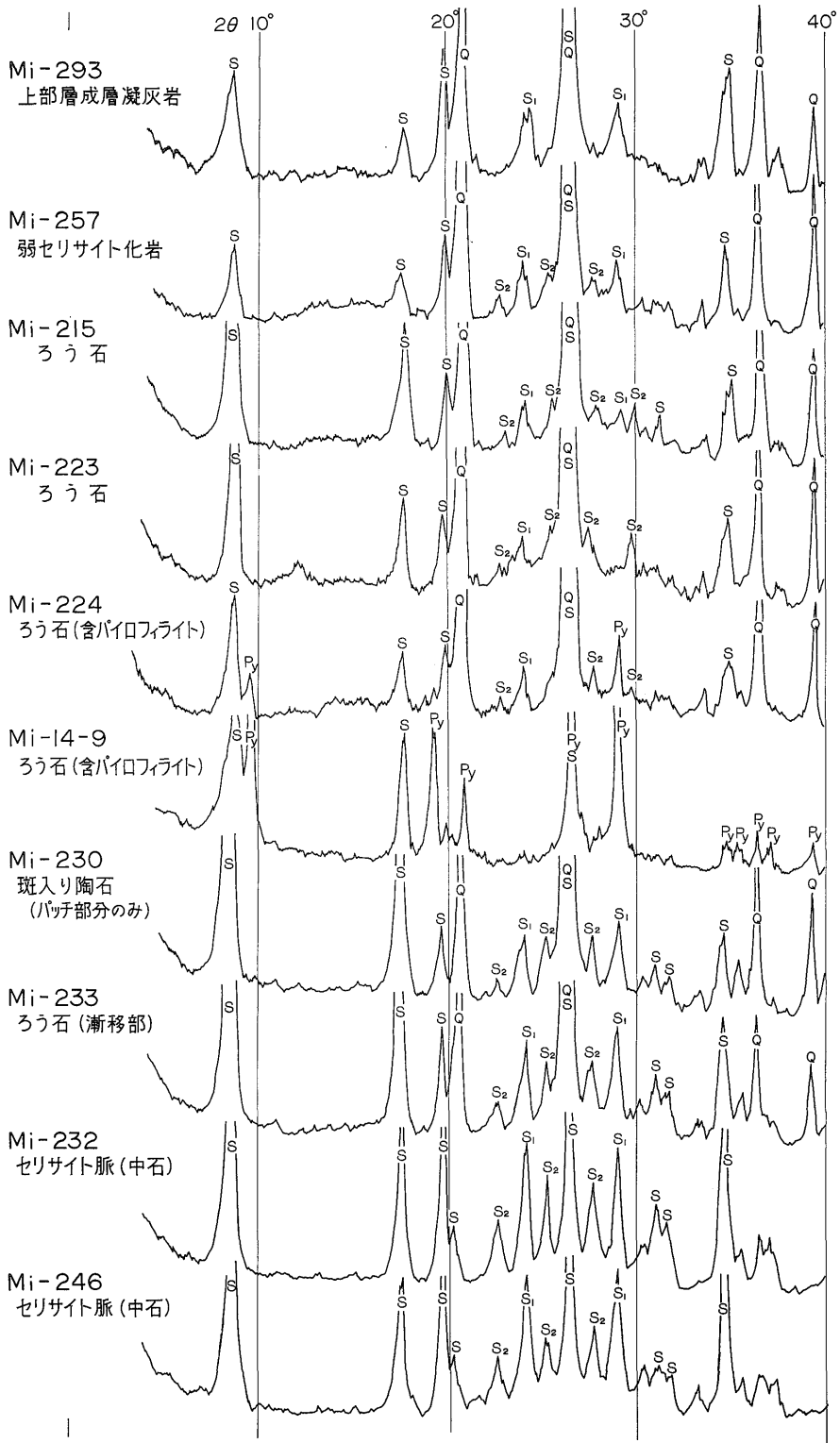
鉱石および変質岩のX線回折試験の結果、セリサイトのパターンに相違が認められた。著しい違いは、20:23~30°の範囲である。セリサイトの多形(1Md, 1M, 2M, 3T)についてはYODER and EUGSTER (1955)によって明らかにされている。

比較的少量のセリサイトを含んだ鉱石および変質岩の回折パターンを検討した結果、土橋鉱山産のものには1M, 2Mおよびその中間のものが存在することが確認された。

すなわち、斑入り陶石中のセリサイトは、1M=2Mおよび1M>2Mに属している。ろう石中のセリサイトは2M>1Mおよび1M=2Mがほとんどであり、25試料のうちわずか3試料に1M>2Mを認めた。弱セリサイト化岩のものはほとんど1M>2Mに属する。脈状セリサイト鉱(中石)はすべて1M>2Mであり、その周辺のろう石(漸移部)中のものもすべて1M>2Mである。

これに対して、ほとんど未変質ともいえる上部層中に挟在する成層凝灰岩・凝灰質頁岩中のセリサイトは1Mであることが確かめられた(第9図)。

YODER and EUGSTER (1955)によれば「2Mは1Mより、より高温で生成される」とされている。セリサイトの多形と各変質帯の産状とを関連させて概括すれば、けい化帯に比較的近接した斑入り陶石化帯やろう石化帯中には2Mがより多く混在しており、それよりより遠い部



Py: パイロフィライト Q: 石英 S: セリサイト S₁: 1M (セリサイト) S₂: 2M (セリサイト)
Cu-Ni 30 kV 10 mA Rec. Slit. 0.2 mm Mult. 1 Time Const. 4

第9図 鉱石および変質岩のX線回折パターン

分の弱セリサイト化帯には1Mがより多い。しかし、けい化帯中あるいはそれに接して賦存する中石および漸移部(ろう石)は $1M > 2M$ であり、ろう石化帯や斑入り陶石化帯よりは低温で生成されたものと考えられる。

さらに、セリサイトの第1次および第2次の底面反射の強度比(I_1/I_2)をおおのこの鉱石および変質岩についても検討した。それらの平均値は斑入り陶石およびろう石で $I_1/I_2 = 2.5 \sim 2.7$ を示し、弱セリサイト化岩および中石はそれよりやや低く $I_1/I_2 = 2.0 \pm$ であった。また、上部層中の成層凝灰岩・凝灰質頁岩中のセリサイト(1M)は $I_1/I_2 = 1.9$ を示している。これらは、第1報でも述べているように、セリサイト中のFeとMgとの比(BRADLEY and GRIM, 1961)を暗示しているものと思われる。

6. 総括および考察

6.1 変質作用

土橋鉱山およびその周辺の地質は、古生層と白堊紀の火山活動に伴って生じた酸性の火砕流堆積物からなる。白堊系の一般走向はNE-SW、傾斜NWで、おおむねNWに20~40°の単斜構造をなすものようである。火砕流堆積物は上・下の2層に区分でき、その変質度には明瞭な差異がある。すなわち、下部層はほぼ全般にわたって著しい熱水変質作用を受けているのに対し、上部層はほとんど未変質で、わずかに、成層凝灰岩・凝灰質頁岩がセリサイト化しているだけである。第1報(藤井・神谷・平野, 1971)でも述べているように、水中堆積物である凝灰岩層だけがセリサイト化していることは、それが熱水変質作用よりもむしろ堆積後の続成作用によるものとするのが合理的であろう。

土橋鉱山周辺の大規模な多孔質けい化帯の存在から、変質作用は八木・梅谷両鉱山と同じく、強酸性の熱水溶液による SiO_2 以外の成分の溶脱という形で進行したものと推定される。

6.2 変質帯の産状と地質構造

多孔質けい化帯の周辺部にはAlおよびKに比較的に富んだ部分があり、さらに弱セリサイト化帯へと移化する。すなわち、変質帯の中心から外側に向かって、けい化帯—斑入り陶石化帯—ろう石化帯—弱セリサイト化帯という累帯配列が認められる。

けい化帯は坑道展開およびボーリング結果により、垂直的な発達傾向を示すことがほぼ明らかとなった。けい化帯の周辺に配列する各変質帯も、ほぼ同様の傾向を有するものようである。

これに対し、下部層はNE-SWの一般走向を有し、ゆ

るやかにNWへ傾斜しており、変質帯の発達方向は明らかにこれと斜交している。

6.3 変質作用とセリサイトの多形

変質岩はけい化岩を除けば、ほとんどがセリサイトを主成分鉱物としており、パイロフィライトを主とするものはごくわずかである。セリサイトは1Mと2Mが混在するものがほとんどである。斑入り陶石化帯およびろう石化帯中では $1M \cong 2M$ で、とくにろう石化帯中のものは $2M > 1M$ がほとんどである。一方、弱セリサイト化帯およびセリサイト脈(中石)とその周辺のろう石(漸移部)は $1M > 2M$ であって、 $1M = 2M$ はまれに認められた程度である。このような事実からも、けい化帯に近い変質帯は比較的高温で生成されたものが多いといえる。セリサイト脈とその周辺のろう石は変質作用の比較の後期に生成されたものと考えられる。おそらく、かなりK, Alなどに富んだ熱水が母岩と反応して空隙を形成しながら同時にセリサイトを晶出していったものであろう。

なお、上部層中の成層凝灰岩・凝灰質頁岩中に含まれるセリサイトは1Mであって、2Mは混在していない。

6.4 変質作用の時期

白堊紀火山岩類は上部層と下部層に大別され、下部層が全般的に著しい変質作用を受けているのに対して、上部層はほとんど未変質といつてよい。上部層の最下部にある凝灰質頁岩・成層凝灰岩の互層(時に砂岩・礫岩を伴う)は、直接、けい化帯を被覆しており、けい化作用は上部層へは及んでいない。さらに、下部層のけい化帯の表面には著しい褐鉄鉱の沈殿も認められる。このような事実から、ろう石鉱床を形成した熱水変質作用の時期は、白堊紀火山岩類の下部層の堆積後、上部層の堆積前であったと考えられる。この関係については、さらに三石地域全域について検討を進める予定である。

謝 辞

この調査・研究にあたって、岡山県ろう石鉱業組合専務理事の西村聖氏をはじめ組合職員の方々、川炉商事株式会社土橋鉱業所長武林啓輔氏ならびに同所職員と鉱員の方々には多大の便宜をはかっていただいた。とくに、武林所長には土橋鉱山の貴重なボーリングコアの検討とサンプリングを許していただいた。また、鉱石および変質岩の一部のX線回折試験は三金興業株式会社大津恵鉱業所長富田保弘氏に実施していただいた。以上の方々に対し、この機会に厚くお礼を申しあげる次第である。

文 献

- BRADLEY, W. F. and GRIM, R. E. (1961): *Mica Clay Minerals*. BROWN, G. ed. *The X-ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals*. Mineral Society, London, p. 208 ~ 241.
- 藤井紀之・神谷雅晴・平野英雄 (1971) : 岡山県三石地区ろう石鉱床の研究, 第1報, 地調月報, vol. 22, no. 9, p. 13 ~ 26
- 平野英雄ほか2 (1971) : 三石地区ろう石鉱床の研究(3), 五反田鉱山の地質と変質作用, 鉱山地質, vol. 21, no. 105, p. 47 (演旨)
- 片山信夫 (1969) : ロウ石鉱床の生成機構と探鉱方針, 鉱山地質, vol. 19, p. 31 ~ 42
- 木野崎吉郎 (1963) : 中国地方のろう石鉱床概論, 広大地研報告, no. 12, p. 1 ~ 35
- 大森尚泰 (1965) : 岡山県三石台山・兄坂周辺部におけるろう石鉱床の賦存状態について, 広大地研報告, no. 14, p. 215 ~ 232
- 武林啓輔 (1967) : 岡山県土橋鉱山のろう石鉱床, 国内鉄鋼原料調査, 第6報, p.238~242
- 上野三義・五十嵐俊雄 (1957) : 岡山県三石町台山南方地区燧石鉱床調査報告, 岡山県地下資源調査報告書, no. 10, p. 7 ~ 15
- YODER, H. S. and EUGSTER, H. P. (1955): Synthetic and natural muscovites. *Geochim. Cosmochim. Acta*, vol. 8, p. 225 ~ 280.