

岡山県三石地区のろう石鉱床の研究

—第1報 八木および梅谷鉱山のろう石鉱床—

藤井紀之* 神谷雅晴** 平野英雄*

Study on the "Roseki" Deposits in Mitsuishi Area, Okayama
Prefecture, West Japan (Part I)

—"Roseki" Deposits of the Yagi and Umetani Mines—

By

Noriyuki FUJII, Masaharu KAMITANI & Hideo HIRANO

Abstract

"Roseki" is one of the important industrial minerals in Japan and is mainly used as raw materials of refractories, pottery and paper clay. The term "Roseki" is for its waxy touch, and the following three types are known from its mineral compositions; pyrophyllite, kaolin and sericite types.

The Mitsuishi area is one of the most active "Roseki" producing areas in Japan, where various types of "Roseki" deposits are being mined. This area is composed largely of acidic pyroclastic flows of the late Cretaceous age. These flows, most of which are rhyolitic and dacitic welded tuffs can be divided into upper and lower groups. It is found that the "Roseki" deposits occur only in the lower group. Most of the rhyolitic welded tuff belonging to this group are hydrothermally altered to form sericitic or pyrophyllitic rocks, whereas most of the upper group rocks are not. Therefore, it is considered that the upper group pyroclastic flows were deposited after the formation of the "Roseki" deposits.

The Yagi and Umetani mines described in this paper are representatives of the "Roseki" deposits, which occur in close relation with silicified rocks. The silicified rocks, which are composed mostly of silica, are considered to have been formed by the reaction between strong acid hydrothermal solution and the country rocks. The deposits of these two mines are composed of silicified, spotted "Toseki", sericite "Roseki" and weakly sericitized zones from inner to outer parts. They extend well in the vertical direction, forming a zonal arrangement. Both "Toseki" and "Roseki" are composed mainly of quartz and sericite, though the latter is more predominant in sericite than the former. In addition to these zones, pure sericite ores occur in the "Toseki" and "Roseki" zones in irregular vein-like shape. They are conjectured to have been formed at the later stage of hydrothermal alteration.

1. は し が き

ろう石は、日本の特産物ともいえる鉱物資源で、その生産量は年間150万t以上(昭和44年)に達し、耐火物・製紙用クレー・陶磁器などの原料として広く利用されている。

したがって、その地質・鉱床および鉱物組成について

は、古くから多くの研究がなされており、鉱床の成因についても幾つかの異なる見解が発表されている。これを最近数年間に限ってみるならば、最も代表的なものとしては、木野崎(1963)と片山(1969)の研究をあげることができよう。

木野崎(1963)は中国地方のろう石鉱床について総括を行ない、それが地域によってほぼ一定の層準に地層と調和的に胚胎しているとし、鉱床は母岩である白堊紀流紋岩類の堆積とほぼ同時期に、噴気・熱水性の変質作用

* 鉱床部

** 中国出張所

によって形成されたと考えた。

これに対し片山 (1969) は、全国のろう石鉱床を、(1)高温型、(2)テレスコープ型、(3)典型的ろう石鉱床 (三石・吉永地域のもの) および(4)浅成型の4つに分類し、とくに典型的ろう石鉱床の成因について、次のように述べている。すなわち、ろう石鉱床は、その組成鉱物の物理化学的生成条件からみて、地表下 500~2,000mの深さにおいて強酸性の熱水溶液によって流紋岩質凝灰岩類が変質・交代されて生じたものであり、その形成には母岩となった透水性の岩層とこれをおおう不透水性の cap rock (蓋岩) の存在が重要な役割を演じたとする考えである。

このほか柴田ら (1967) は、鉱床をもたらした熱水変質作用は第三系の流紋岩類にまで及んでいるとし、鉱床の形成時期は古第三紀初めであったという説を発表している。

したがって、いわゆる典型的ろう石鉱床の成因に関する問題点は、

(1) 鉱床はどのような地質的場において形成されたか。

(2) その生成時期はいつか。

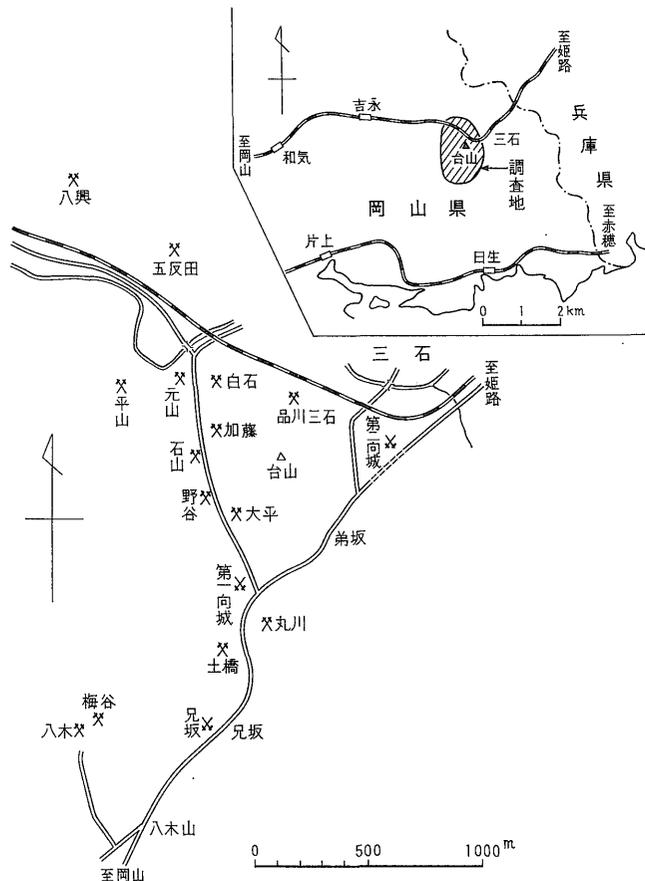
(3) 鉱床形成の物理・化学的過程はどのようなものであったか。

という3つの点に集約することができるであろう。そしてその解決のためには、鉱床の形状とその原地質との関係を正確に把握することが、まず第一に必要である。

筆者らはこのような観点に立って、1968年以来、台山を中心とする三石地区のろう石鉱床について、調査・研究を進めてきた。

三石地区は岡山県の東端部にあたり、本邦最大のろう石鉱床地帯として知られている (第1図)。日本でろう石が初めて発見されたのもこの地区からであり、現在の採掘量は三石地区だけで年間50万t以上に達し、全国生産量の $\frac{1}{2}$ 以上 (岡山県全体の生産量は、全国の約47%) がここから産出している。

この地区のろう石鉱床は、単に規模が大きいだけでな



第1図 位置図

く、その産状は複雑・多岐にわたっており、鉱石の種類も著しく多い。そこでこの地区の研究を進めるにあたっては、混乱をさけるために、まず2~3の著しく型の異なる鉱床をモデルとして選び、それぞれについて1/500の詳細な鉱床図を作成し、鉱床の産状を明らかにすることにつとめた。

本報告はその第1報であり、三石地区の鉱床群の南西端に位置する八木および梅谷鉱山のろう石鉱床について記載したものである。本鉱床は、第3報に予定されている土橋鉱山と同じく、顕著なけい化帯に伴って賦存する脈状~不規則塊状のセリサイト質のろう石鉱床で、垂直方向に比較的良好に発達する傾向がある。この八木・土橋型の鉱床は、この地区でも重要な一つの類型をなすもので、第4報で報告される五反田鉱床が、比較的原地質と調和的に賦存しているのと、著しい対照をなしている。なお調査に際しては、平板を用いて1/500鉱床図を作成したほか、周辺の調査には、川野辰男・橋本昌昌・井上正文3技官による1/5,000航測図を使用した。

2. 研究の歴史

当地区は、最も代表的なろう石鉱床地帯であるために、その地質・鉱床および鉱物組成については、すでに多くの研究結果が公表されている。

とくに、鉱石の組成・鉱物学的性質については、君塚(1939)、木村(1951)、安藤(1952)などの優れた報告があり、近年X線回折装置の発達をみてからは、太田・山本(1957)によるペーマイトの記載、HENMI, YAMAMOTO(1965)によるスドー石の記載などが報告されている。とくに山本(1959)は、台山に産出するろう石を、(1)ケイ石質、(2)ロウ石質、(3)ウンモ質、(4)ミョウバン石質の4つに大別し、(2)および(3)はさらに高・中および低品位鉱などに細分し、それぞれの鉱物組成・化学組成・耐火度などについて詳細な研究を行なっている。山本はこのほかにも、西日本のろう石鉱床の鉱物について総括を行ない(山本, 1965)、またろう石中のセリサイトについて詳細な鉱物学的研究を行なっている(YAMAMOTO, 1967)。したがって、三石地区で産出するろう石の組成・性状は、すでに大要が明らかにされているとみてよいであろう。しかし、鉱石の記載を地質的産状と十分に結びつけて行なった例は、比較的少ないように思われる。

一方地質・鉱床に関しては、君塚(1939)、木村(1951)も若干ふれており、また上野・五十嵐(1957)、柴田ら(1967)によって、地域内の一部の鉱床に関する記載が行なわれている。しかし、三石地区全体の地質・鉱床を

扱ったものとしては、大森(1962, 1965)の先進的な研究があげられるくらいである。片山(1969)も、今崎鉱山(吉永地区)以外については、ほとんど鉱床の記載は行っていない。

大森(1962, 1965)によれば、三石地区のろう石鉱床は、石英安山岩質流紋岩類の下位から以下、流紋岩質結晶凝灰岩を挟んで凝灰質頁岩に至る厚さ40~60mの層準中に賦存し、若干の膨縮を伴いながらもほぼ地層と調和的な産状を示す。また、ろう石鉱床が発達している上位には、顕著なけい化帯が発達しているとされている。しかし、この地区の流紋岩類には類似の岩相を示すものが多く、鉱床が地層と調和的に賦存するかどうかという点については、なお慎重な検討が必要のように思われる。

このように、地質・鉱床に関する研究が比較的乏しいのは、鉱床の産状が複雑であるばかりでなく、鉱区が錯綜し、またしばしば坑内掘に伴う陥没を生じているために、調査の実施が難かかったことによるものである。とくに総合的な地形図を欠いていたことは、研究を進めるうえで、決定的な障害になったものと考えられる。

3. 鉱山の概況

3.1 位置および交通

八木および梅谷鉱山は、岡山県和気郡三石町八木山にあり、相隣接して一つの鉱床を南側と東側から採掘している。

鉱山の位置は、国道2号線沿いの八木山部落から北へ500mほど入った地点で、大型トラックの通行が可能で交通至便である。

3.2 鉱業権

両鉱山に係る鉱業権は次のとおりである。

第1表 鉱業権

鉱山名	鉱区番号	鉱種名	鉱業権者名
八木鉱山	岡山県採登第759号	ろう石	八木鉱山(株)
梅谷鉱山	岡山県採登第620号	ろう石・耐火粘土	(有)梅谷鉱山

3.3 鉱山の沿革・開発状況

3.3.1 八木鉱山

この鉱山が開発されたのは1936年頃で、藤田仲治氏の手によって小規模な採掘が行なわれたという。1941年頃から八木海三氏が採掘を始め、最盛期には高品位の耐火物用原石だけでも坑内掘で月産1,000tの出鉱をみたことである。現在は、坑内掘と露天掘を併用し、毎月

耐火物用原石 5~600 t, モルタル用原石約 2,000 t を出鉱している。耐火物用原石のうち特級とよばれる中石 (大部分セリサイトからなり, 不規則な脈状をなして産出する) は 170 t 程度で, ほかはセリサイト質のろう石および斑入り陶石である。またモルタル原料に使用されるのは弱セリサイト化帯 (後述) に属する変質岩のうち粘土質の部分で, 確化鉄を含むものが多い。

3.3.2 梅谷 鉱山

大正年間に藤原某によって開発されたといわれる。その後菊政静雄氏の経営に移り, 主として耐火物・モルタル原料に 6~700 t / 月を出鉱していた。1961 年頃から露天掘に移行し始め, 最盛時には月産約 1,500 t の出鉱をみている。現在は露天掘のみ行っており, モルタル用として月 800 t 程度の生産がある。そのほか 100 t 程度の陶石も採掘している。

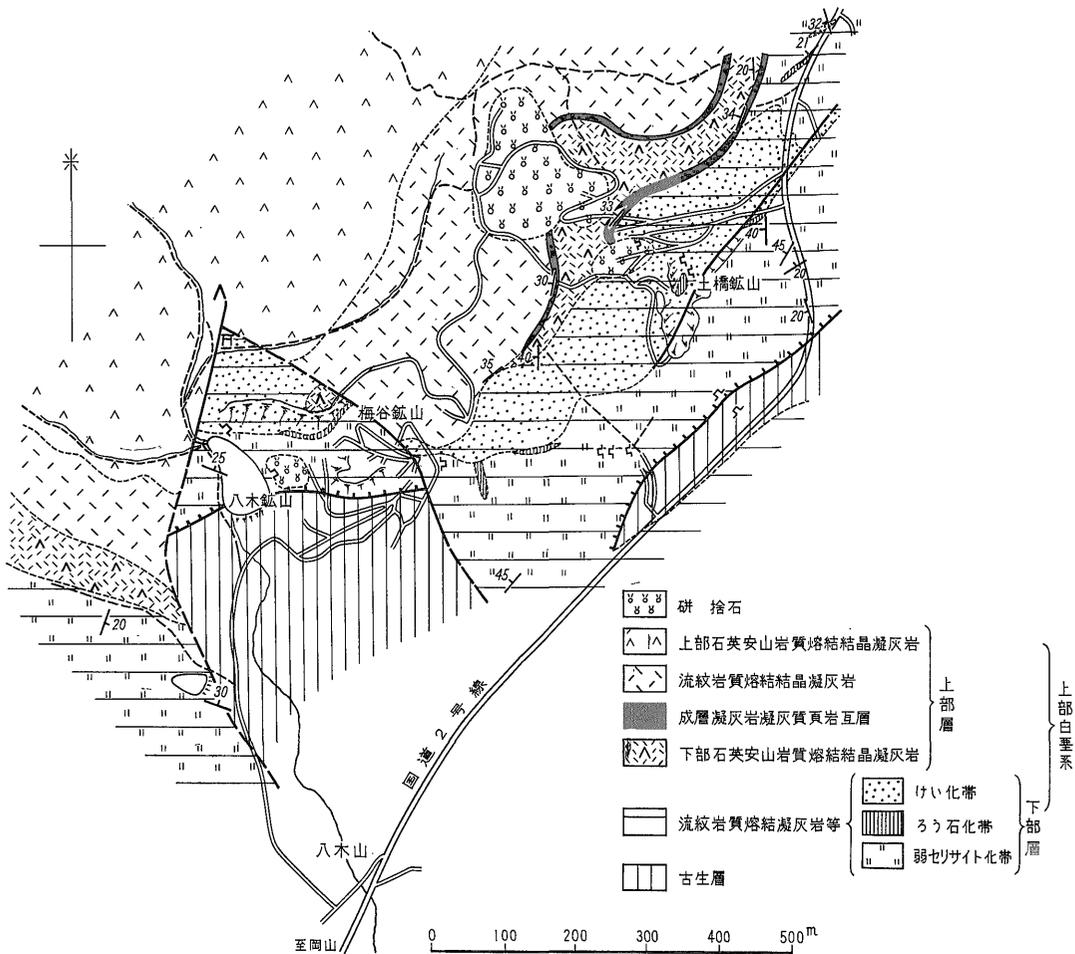
4. 地 形

鉱床が賦存しているのは, 標高約 160m, 比高約 60m 程度のほぼ東西に伸びた小丘で, 北側, 西側および南側は谷にかこまれ, 稜線はなだらかな上り勾配を示しつつ北東へ続いている。西側の谷に面するところは, ほぼ垂直に近い急崖となっており, 崖の面には鏡肌がみられるところから断層崖と推定される。

付近にみられる谷はいずれも V 字形を示しているが, 八木鉱山以南では幅 100 m 程度の沖積面が発達しており, 全体としては壮年期後期~老年期初期の地形と考えてよいであろう。

5. 地 質

5.1 概 説

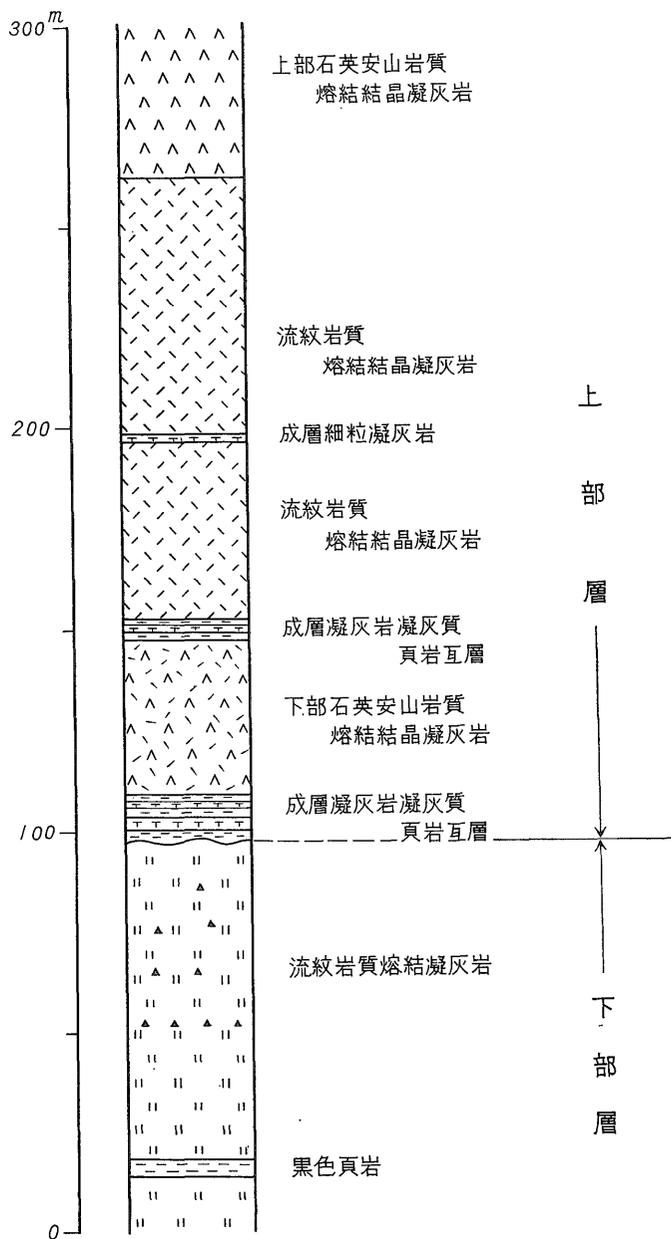


第2図 地 質 図

八木・梅谷鉱山付近の地質は、古生層と白堊紀末に噴出したと思われる流紋岩類からなっている(第2図)。流紋岩類の上部層にあたる部分は、古第三系に属する可能性もある(柴田ら, 1967)。このほか、八木鉱山ではドレライトの細脈が流紋岩類を貫入しているのがみいだされた。

古生層は、八木鉱山の南側において、東西約 300 m・

南北 200 m以上の範囲にわたってやや広い分布を示すほか、土橋鉱山の南方の国道2号線沿いのところに、狭長なレンズ状をなして露出している。大部分黒色～暗灰色の粘板岩・細粒砂岩からなり、一部に輝緑凝灰岩を挟有する。一般走向はほぼ東西に近く、北へ15～50°の比較的緩い傾斜を示すのが普通である。流紋岩類との間は断層によって境されている。八木鉱山付近では、断層近傍



第3図 流紋岩類の層序

の古生層が熱水変質を受けているのが認められた。

流紋岩類は、大部分流紋岩質～石英安山岩質の火砕流堆積物からなり、数枚の成層凝灰岩・凝灰質頁岩を挟有する。流紋岩類は上部層と下部層に大別することができる。一般に、下部層は全域にわたってセリサイト化・けい化・ろう石化などを受けており、ろう石鉱床はすべてこの下部層中に賦存している。これに対し、上部層は変質の程度が著しく弱く、成層凝灰岩・凝灰質頁岩にセリサイト化がみられるに過ぎない。現在、三石地区全域の調査を終了していないので、確然とはいえないが、上部層と下部層の間は不整合的な関係にある可能性が高い。この点については、今後重点的に検討を進めていきたいと考えている。

5.2 流紋岩類の層序

第3図は、土橋鉱山で実施された試錐(試錐-No.9)の資料に、野外調査の結果を加えて作製した総合柱状図で、八木および土橋鉱山の周辺で、少なくとも300mに及ぶ層序が硬認されている。

下部層は大部分流紋岩質熔結凝灰岩からなり、上部層は下位から成層凝灰岩凝灰質頁岩互層、下部石英安山岩質熔結結晶凝灰岩、成層凝灰岩凝灰質頁岩互層、流紋岩質熔結結晶凝灰岩、上部石英安山岩質熔結結晶凝灰岩の順に累重している。以下、これらの岩相について述べる。

5.2.1 流紋岩質熔結凝灰岩

流紋岩質熔結凝灰岩は、梅谷鉱山付近を北限として調査地の南半部に広く分布する。新鮮なものは暗灰色を呈するが、大部分はやや淡緑色を帯び、鉱床の近傍では変質の程度や硫化鉄の鉱染の有無によって、さまざまな色調を呈する。比較的緻密で、レンズ状に変形した軽石が、ほぼ定方向に配列して一種の葉理を形成しているのが、しばしば認められる。レンズの径は2～5mm程度が普通で、時には2～3cmに達するものもみいだされる。粗粒の結晶は比較的少なく、若干の石英粒が認められる位であるが、径2～50mm程度の外来礫が含まれていることが多い。外来礫の多くは、古生層の粘板岩などに由来する角礫である。本層の層厚は確認されただけでも100m以上に達し、下位には成層凝灰岩・頁岩層を挟有している。

本岩層は、第2図に示した分布範囲のほぼ全域にわたって著しい変質を蒙っており、後述する上部層の各岩層とは容易に区別することができる。比較的変質程度の弱い熔結凝灰岩を鏡下で観察した結果では、やや変形してほぼ定方向に伸びた軽石は、そのままセリサイト化しており、石英粒は割れて角張った外形を示すものが多い。

基地の部分は脱ガラス化が進み、大部分は微粒の石英とセリサイトからなっている。熔結の程度にはかなり差異があり、火山ガラスの三日月形の形状がほぼそのまま認められるものから、火山ガラスが変形して平行に近い配列を示すものまで、さまざまである。

5.2.2 成層凝灰岩凝灰質頁岩互層

上記の流紋岩質熔結凝灰岩の上に、断続的ではあるが、成層凝灰岩凝灰質頁岩互層がのっている。また、その上の石英安山岩質熔結結晶凝灰岩の上にも、同様な岩層が分布している。

層理の明瞭な細～中粒の凝灰岩と、褐色～黒褐色の凝灰質頁岩との頻繁な互層からなり、個々の層の厚さは5cm以下の場合が多い。試錐結果などと総合すると、全体の層厚はかなり変化に富み、数mから約20mまでさまざまである。

本層は、層準とは関係なく常に若干セリサイト化しており、上部層の他の岩層が微弱な変質しか受けていないのと比較して、明瞭な違いが認められる。

5.2.3 下部石英安山岩質熔結結晶凝灰岩

本岩層は、八木鉱山南西方の谷、土橋鉱山北西方の山地などに分布する。また、梅谷鉱山露天採掘場の最上端では、けい化した流紋岩質熔結凝灰岩を直接おおって分布しているのが認められた。試錐の結果などから判断すると、本岩層の厚さは約30mである。

一般に斜長石の結晶に富み、基地の部分は淡緑色を示すことが多い。粗粒の斜長石は、径0.5～3mmで、測定の結果An30～50のものと同判定された。やや変質して方解石化しているものが多い。鏡下では、基地の部分では脱ガラス化が進んでいるが、火山ガラスの形はかなり明瞭に認められる。熔結の程度は弱く、部分的に割目や結晶の外縁に沿ってセリサイト様の鉱物を生じているものもある。斑晶は大部分斜長石で少量の石英もみいだされる。結晶粒の占める割合は60～70%程度である。

5.2.4 流紋岩質熔結結晶凝灰岩

上記の石英安山岩質熔結結晶凝灰岩の上位にあり、梅谷鉱山の北東方に続く山地および八木鉱山西方の尾根に広く分布している。土橋鉱山周辺では、下位の石英安山岩質岩との間に厚さ数m程度の成層凝灰岩凝灰質頁岩互層を挟んでいる。層厚は100m以上である。

一般に灰～暗灰色を呈し、径1～2mmの粒状の石英結晶を多く含むのが特徴である。地表では、風化を受けて軟弱となり、石英粒がよく目立つため容易に識別できる。新鮮なものは堅硬・緻密で、葉理・流理は肉眼ではほとんど認められない。

鏡下の観察によると、粗粒結晶の大部分は径0.5～2

mmの融食形を呈する石英で、その他カリ長石・斜長石・軽石片などが認められる。斜長石と軽石片は、いずれも方解石化している。基地の部分は脱ガラス化が顕著で、熔結の程度は微弱である。

5.2.5 上部石英安山岩質熔結結晶凝灰岩

調査地の北西部に広く分布し、地域内の流紋岩類では最上部の層準にあたる。厚さは、少なくとも50m以上と推定される。

淡緑～暗緑色を帯び、径1～2mmの長石の結晶に富んでいる。塊状で、きわめて堅硬・緻密であり、一見熔岩流のような外観を示す。しかし、鏡下では、明らかに軽石の組織を有する破片が、不規則な形に変形されて粗粒結晶の間隙を充しているのが観察された。おそらく陸上の火砕流堆積物と思われるが、きわめて結晶に富んでおり、基地の部分でも火山ガラスの熔結した跡は確認できなかった。粗粒結晶の大部分は斜長石で、その他石英、少量のカリ長石が認められる。斜長石および軽石の方解石化が顕著である。

5.3 地質構造

流紋岩類は、東部の土橋鉱山付近ではN-S～N 50° Eの走向を示すが、西へ移るにつれて次第にE-Wに近い走向に変わる傾向がある。一般にNまたはWに20～45°の緩い傾斜をなす。

主要な断層としては、古生層と流紋岩類を境するNE性～EW性の断層と、流紋岩類全体をきるNS性、NW性の断層が確認された。前者は、断層沿いに若干熱水変質作用を受けた跡があり、明らかに鉱床形成前に生じたものである。後者に属するものとしては、梅谷鉱山において鉱床の東北側を限る断層と、八木鉱山西側の急崖を形成する断層の2つがある。いずれも鉱床形成後に生じた断層であり、とくに梅谷鉱山にみられる断層は幅数mに及ぶ断層角礫帯を伴っており、なかには未変質の流紋岩質熔結結晶凝灰岩がレンズ状をなしてとりこまれているのが認められた。

6. 鉱床

6.1 変質帯

すでに概述したように、流紋岩類の下部層にあたる流紋岩質熔結凝灰岩は、ほぼ全域にわたって変質を受け、大部分はセリサイト質の変質岩に変わっている。八木・梅谷鉱山の近傍では変質はとくに著しく、肉眼的にけい化帯・斑入り陶石化帯・ろう石化帯・弱セリサイト化帯などに区分することができる。

けい化帯は大部分石英からなり、灰白色堅硬でやや多孔隙である。斑入り陶石化帯は、けい化帯と同じく灰白

色・堅硬であるが、しばしば径1～5mm程度の白色のパッチを含んでいる。パッチはセリサイトの集合体で、一見斑状の外観を有するところから斑入り陶石と呼ばれている。ろう石化帯は、通常白色～灰白色を呈し、かなり緻密でろう感がある。この地方で産出するろう石には、主成分がセリサイトであるものと、パイロフィライトであるものとの2つがあるが、これを肉眼で識別することは難しい。八木・梅谷鉱山付近に分布するろう石化帯は、すべてセリサイト質のものである。後述する弱セリサイト化帯と著しく異なる点として、ろう石化帯では軽石のレンズが灰白色を呈し、透明感を増している。比較的軟質な点で、けい化帯・斑入り陶石化帯とは容易に区別することができる。

変質岩のうち、最も広く分布しているのは弱セリサイト化帯で、通常灰～灰白色であるがろう感に乏しく、軽石のレンズが鮮やかな淡緑色を呈することによってろう石化帯と区別した。しかし鉱床付近では硫化鉄の鉱染が著しく、青黒色粘土質の変質岩に変わっている部分も少なくない。

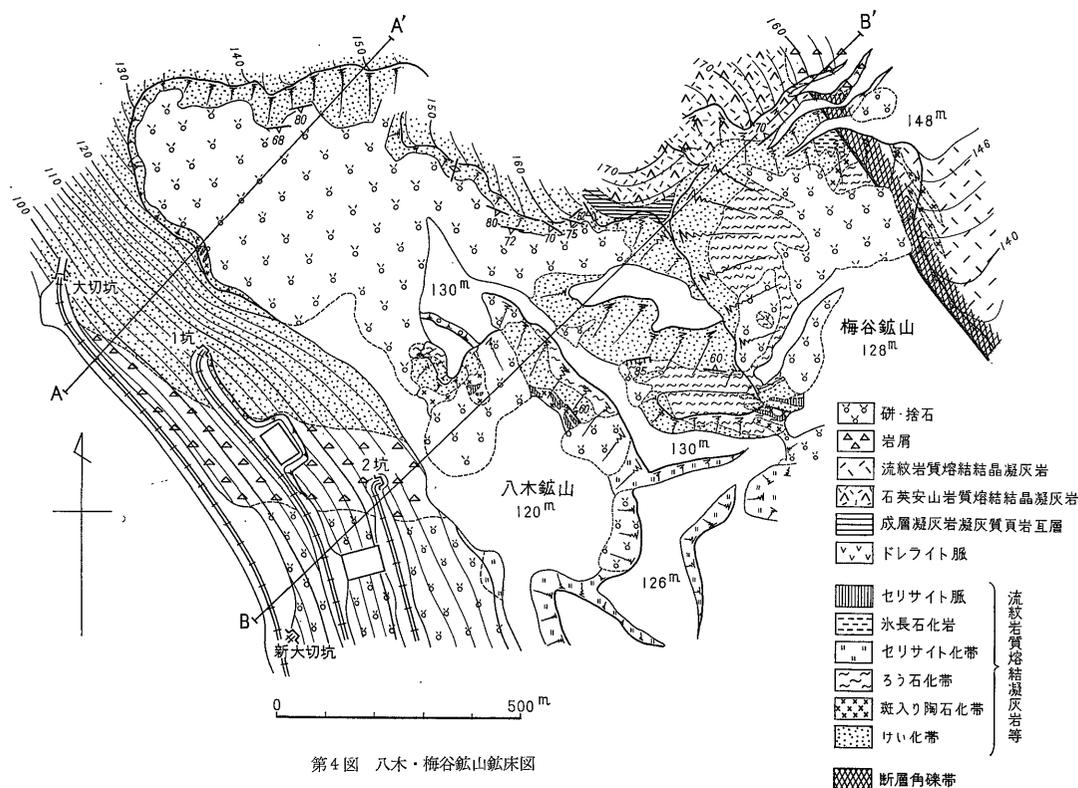
6.2 鉱床の産状

八木・梅谷鉱山のろう石鉱床は、東西約150m・南北70～100m程度の比較的小規模なもので、鉱床の東側および西側は断層によって切られている。八木鉱山は鉱体の西側の部分を露天掘および坑道掘によって、梅谷鉱山は鉱体の東部を露天掘によって採掘している。八木鉱山の中心と目される部分は、長期間の坑内採掘によってほぼ掘り尽くされ、地表部は崩落して直径50mほどの範囲にわたって著しい陥没がみられる。

鉱床を構成しているのは、前述の各種変質岩および不規則な脈状セリサイト鉱と氷長石化岩で、セリサイト鉱・ろう石(セリサイト質)および斑入り陶石は主として耐火物原料として、弱セリサイト化帯のうちの軟質部はモルタル原料として採掘されている。これらの変質岩の産状を第4図および第5図の1/500 鉱床図に示す。また第6図に、現在入坑可能な大切坑・新大切坑の坑内地質図を掲げた。

これらの図に明らかなように、変質帯の中心となっているのはけい化帯で、幅は約80m、東西に伸びた分布を有し、やや上拡がりの傾向を示しながらも垂直方向によく発達している。採掘の主要な対象となっている斑入り陶石化帯・セリサイト質ろう石化帯およびセリサイト脈は、けい化帯のなかに不規則な形状で賦存することもある(第5図A-A'断面図、第6図)

が、けい化帯の周辺に賦存し、けい化帯と弱セリサイト化帯の中間帯を構成している場合が多い(第5図B-



B'断面図)。

このなかでセリサイト脈は、きわめて不規則な形状で賦存し、膨縮が顕著でほとんど連続性を示さない。これは他の変質岩が比較的よく連続して帯状の分布を示すと、著しく異なっている。またセリサイト脈と、その周囲のろう石化帯や斑入り陶石化帯との間は、一見漸移的に変化するようにみえる。しかしセリサイト脈の中心部には原岩の熔結凝灰岩を暗示するような組織は全く認められず、均質で脂感に富み、熔結凝灰岩から生じた変質岩とは明らかに区別することができる。このような産状から判明すると、セリサイト脈だけは、他の変質岩がほぼ生成された後で空隙部にセリサイトが晶出して生じたのではないかと考えられる。セリサイト脈の脈幅は最大1m程度で、中石状の変質岩をとりこんでいる場合も少なくない。

このセリサイト脈を除くと、全体としては、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場合が多い。各変質帯の伸びはけい化帯とほぼ平行し、垂直方向によく発達している。ただ、斑入り陶石化帯とろう石化帯は、互いに錯綜して複雑な産状を示す場合が少なくない。これら、現在採掘の

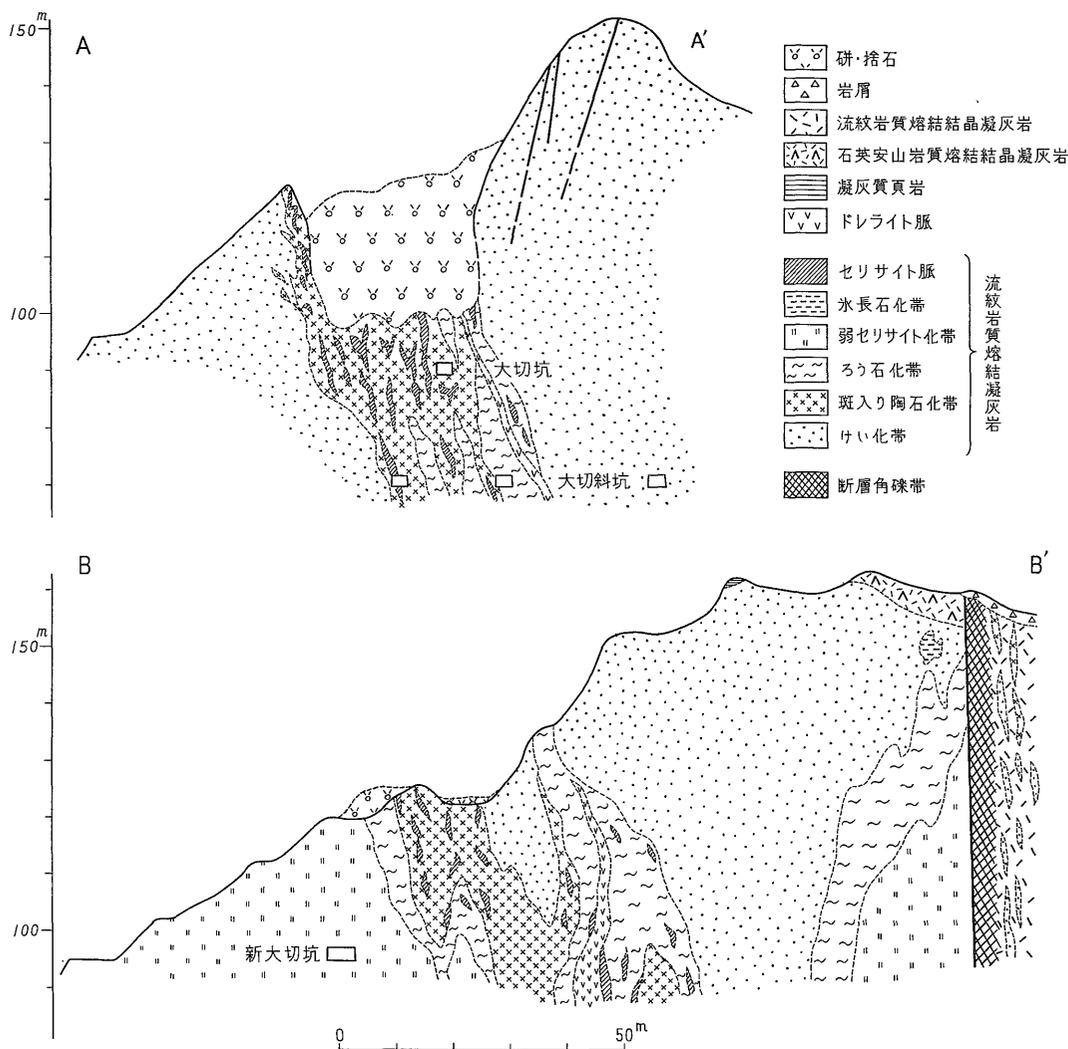
おもな対象となっている部分は、不規則な膨縮を繰返しながらも、垂直方向に60m以上の伸びを有することが確認されている。

最後に氷長石化岩は、梅谷鉱山の東端、採掘場の最上部近くに、不規則な形状で小規模に露出している。周囲のけい化帯との境界は漸移的であるが、帯淡緑灰色を呈し、脆弱で表面に光沢があるところから、容易に他の変質岩と区別することができる。氷長石の存在はX線回折および顕微鏡観察によって確認された。そのほか石英および細かい葉片状のカオリナイトを伴っている。

なお、上述の各種変質岩を貫くドレライトの岩脈が八木鉱山坑内、梅谷鉱山採掘場などでみだされた。脈幅は最大5m程度で、暗緑色を呈している。鉄苦土鉱物は緑泥石化・蛇紋石化しているが、斜長石にはセリサイト化が全く認められないことからみても、明らかに鉱床生成後に貫入したものである。

6.3 鉱床と原地質との関係

すでに述べたように、ろう石鉱床は流紋岩質熔結凝灰岩を母岩として生成したものと推定される。各種変質岩のうち、けい化帯の場合は石英の結晶粒を認めるぐらいでほとんど原岩の組織を識別することができない。しか



第5図 八木・梅谷鉱山鉱床断面図

し他の変質岩の場合には、セリサイト化した軽石のレンズなどの存在によって、ほぼ原岩を判別することが可能である。

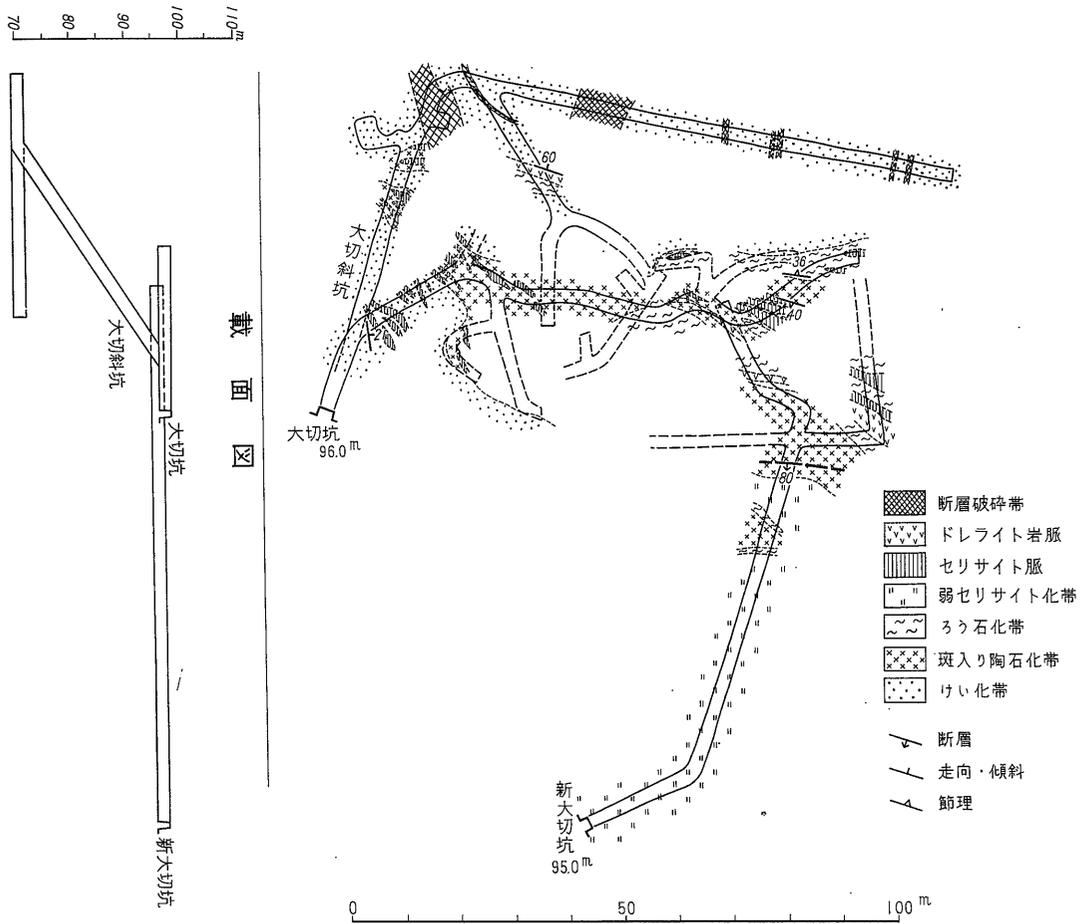
この流紋岩質熔結凝灰岩は、熔結の程度、石英粒の量、頁岩などの外来礫の量などによりかなりの変化は認められるが、ほぼ一連の火砕流堆積物と考えられる。比較的原岩の葉理などが明瞭な所で測定した結果によると、本岩層は鉱床付近では、走向N10~60°W、NE~20°内外の傾斜を有するようである。したがって、けい化帯をはじめ各変質帯の構造は、原岩のそれとは明らかに斜交していることになる。

また鉱床図(第4, 5図)に示すように、けい化帯を

直接おいて、石英安山岩質熔結結晶凝灰岩、成層凝灰岩凝灰質頁岩互層が分布する。これらの岩層は、凝灰岩・凝灰質頁岩が若干セリサイト化しているが、全体的に弱い変質を蒙っているだけであり、鉱床の母岩である流紋岩質熔結凝灰岩とは変質度において著しい違いがある。またけい化帯の最上部には、厚さ10~20cmに達する二酸化マンガンの汚染帯があり、上位の岩層との境界はきわめて明瞭である。これらの事実は、上位の岩層が堆積したのは、少なくとも鉱床がほぼ形成された後であることを示している。

7. 鉱石

現在採掘の対象となっている各種の変質岩について、



第6図 八木鉱山坑内地質図

主としてX線回折および顕微鏡観察によって、鉱物組成および組織について検討した。なお、化学組成および耐火度などについては、三石地区全体との関連で検討する予定なので今回は省略した。

7.1 外観および組織

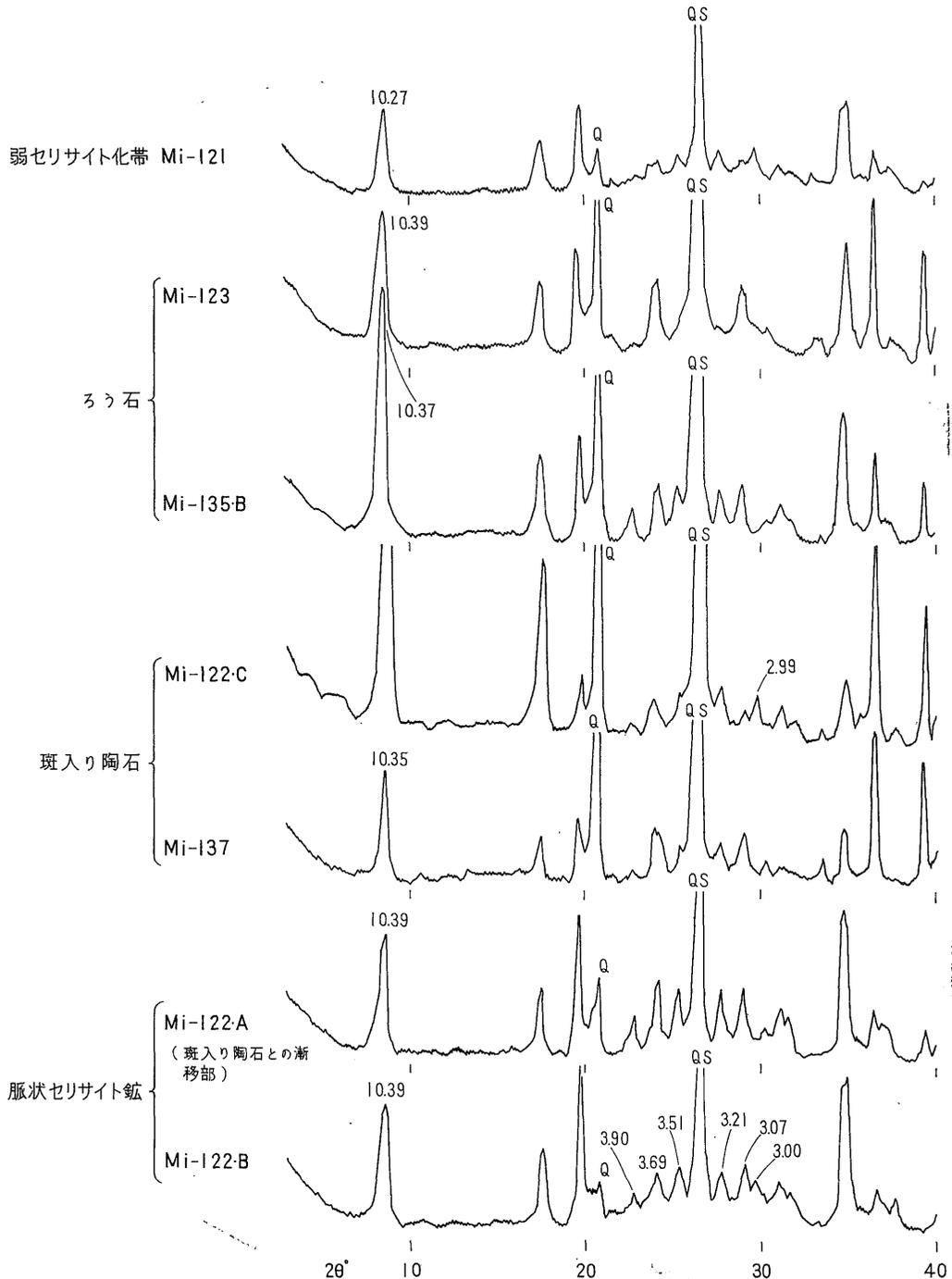
7.1.1 脈状セリサイト鉱 (中石)

不規則なセリサイト脈として産出する。灰黒色・暗灰色あるいは黒白混りの斑状を呈するなど、色調は変化に富んでいる。軟質・緻密で、表面は脂感に富み光沢がある。鏡下での観察によれば、ほとんど大部分が微粒のセリサイトからなり、均質で、全体が通常のセリサイトよりやや高い複屈折を示す。消光位が全く不揃いなことからみて、セリサイトの配列には、方向性は全く認められず、熔結凝灰岩を交代した証拠となるような組織も残存していない。この地区では、この種の鉱石を中石と呼んで、他と区別している。

7.1.2 斑入り陶石

けい化帯とろう石化帯の中間に産出することが多いが、しばしばセリサイト脈と密接に共生し、セリサイト脈とけい化帯の中間漸移帯を形成することもある。

一般に、灰白色～灰色を呈し、比較的堅硬で白斑状のセリサイトのパッチを多く含む所から、この名を生じた。白斑状のパッチには、余り変形していない軽石がセリサイト化したものが多い。鏡下では、不規則な石英粒やセリサイト化した軽石が、細粒の石英とセリサイトからなる基地の中に散点しており、原岩の組織は比較的明瞭である。セリサイトに富む基地の中の石英粒の一部は虫喰状の不規則な外周を持ち、その周囲には微粒の石英粒が散点している。これらは、変質過程で石英が溶食されつつあったことを示すと考えられる。また空隙の一部が、セリサイト脈の場合と同様な微粒のセリサイトで充填されており、その周囲ではセリサイトが割れ目を埋め



第7図 各種鉱石の代表的X線回折パターン

使用器械: GUIGERFLEX CuK α , Ni-filter
 Scan. Sp.: 2°/min. Chert Sp.: 2cm/min.
 Ratemeter: 16 Multiplier: 1
 Time Const.: 2 Voltage: 30kV Current: 15mA

て2次的に成長しているものもみいだされた。

7.1.3 ろう石 (セリサイト質)

セリサイト化が著しく、比較的軟質でろう感がある。灰～灰白色で一部は絹糸光沢を有する。一般のパイロフィライト質のろう石とよく似ており、これを肉眼で識別することはきわめて難しい。緻密・均質でろう感に富むものは、とくに真石と呼ばれて賞用されている。

鏡下では、基地の部分が著しくセリサイトに富むようになり、斑晶の石英粒の溶食も一層進んでいるのが認められた。

7.1.4 モルタル用原石 (弱セリサイト化帯)

弱セリサイト化帯のなかでも鉱床の近傍の部分は比較的軟質で、モルタル用原石として採掘されている。多くは灰色・淡緑灰色などを呈するが、鉱体の南東部では硫化鉄の鉱染が著しく、青黒色を示す部分が多い。すでに述べたように軽石のレンズが淡緑色を呈するのが特徴で、ろう石化が進むとレンズの色も灰白色となりろう感を帯びようになる。基地の部分はやや堅く、ろう感に乏しい。また原岩の石英粒なども明瞭に認められる。

鏡下の観察でも、セリサイト化は比較的弱く、熔結凝灰岩の組織も明瞭に残存していることが多い。

7.2 鉱物組成

各種鉱石について採取した試料約30個について、X線回折により鉱物組成の検討を行なった。試料は原土のまま、風乾、粉碎したものを、水で練ってスライドガラス上に沈殿、風乾させ、半定方位試料として試験に供した。代表的な回折パターンおよびX線走査条件を第7図に示す。

これからも明らかなように、脈状セリサイト鉱が大部分セリサイトのみからなり、石英を少量しか含まない点を除けば、どの鉱石もセリサイトと石英を主成分とする点では変わりはない。

しかし、セリサイトの回折パターンを詳細に検討すると、鉱石の種類および試料によって若干異なる点がみいだされる。

その1つは第1次底面反射のd値にわずかながら違いがみいだされることで、とくに脈状セリサイト鉱の場合には10.4Åより大きく、一部には10.5Åに近いものもみいだされた。他の鉱石は10.3~10.4Åが普通で、弱セリサイト化帯の第1次底面反射は10.3Å内外で比較的小さい。

次に、雲母粘土鉱物の多形についてみると、2θ:20~30°の領域の数本の反射の強度比にかなり違いが認められる。たとえば、ろう石(Mi-123)の回折パターンにみられるように、1M型の反射のみが強く現われているもの

のから、斑入り陶石の一部(Mi-129)のように、2Mの反射の方が1Mに較べてやや強く現われているものである。全体としてみると、斑入り陶石は、1M>2Mから、1M<2Mまで、かなり変化があるが、脈状セリサイト鉱、ろう石および弱セリサイト化帯では、1Mの反射の強いものが大部分である。

その他の点では、10Åと5Åの反射の強度比が、試料によってかなり異なっている点が注目される。

$I(10\text{Å})/I(5\text{Å})$ が最も大きいのは斑入り陶石で、ろう石がこれに次ぎ、脈状セリサイト鉱および弱セリサイト化帯の試料では、この比は比較的小さい。

これらの諸特徴を第2表に総括した。

第2表 各種鉱石中のセリサイトの特徴

	d (001)	$I(10\text{Å})/I(5\text{Å})$	Polymorph
脈状セリサイト鉱	10.4~10.5	1.2~2.3	1M \geq 2M
斑入り陶石	10.3~10.4	2.8~4.0	1M \leq 2M
ろう石(セリサイト質ろう石)	10.3~10.4	1.8~3.0	1M \geq 2M
弱セリサイト化帯	10.3±	1.6~2.1	1M \geq 2M

このなかで、第1次底面反射のd値の差異について、YAMAMOTO (1967) は層格子の積層の不規則性の増加に伴ってd値が増加するとしており、その点ではいずれも比較的d値の大きい型に属している。10.3~10.5Åの範囲の微妙な差異がどの程度の意味を持つかという点については、改めて、検討することとしたい。

また YODER & EUGSTER (1955) によれば、2M型の雲母鉱物は比較的高温で安定であり、1M型は低温で生成するとされている。したがって、各変質帯におけるセリサイトの型の違いからは、変質帯の中心に近い方では、高温型のセリサイトがやや多くなるということができよう。

最後に、10Åと5Åの反射の強度比は、8面体層中のFeイオンとMgイオンの量比をある程度反映する(BRADLEY & GRIM, 1961)。したがって、斑入り陶石化帯-ろう石化帯-セリサイト化帯の順にこの比が小さくなっているのは、セリサイト中のMgがFeに較べて次第に増加していることを示すと思われる。これが、鉱床の生成に関与した熱水溶液の組成と関係があることはいうまでもない。

8. 鉱床の形成過程

8.1 熱水変質作用

鉱床の項で詳述したように、八木・梅谷鉱山の鉱床を

構成している各変質帯の基本的な配列は、中心から外側へ向かって、けい化帯-斑入り陶石化帯-セリサイト質ろう石化帯-弱セリサイト化帯という順になっている。すなわち、変質帯の中心は大部分石英のみからなり、中間帯でセリサイトの濃集が認められる。

化学分析を行っていないので確然とはいえないが、このようなほとんど SiO_2 のみからなるけい化帯の存在は、宇久須 (岩生, 1949; Iwao, 1962); 梵天山 (藤井, 1967) などと同じく、強酸性の熱水溶液による激しい塩基の溶脱を想定することによって、合理的に説明することができる。片山 (1969) の見解も同様である。しかし、一般の熱水性粘土鉱床では、けい化帯の外側にパイロフィライト化帯あるいはカオリン化帯が賦存し、時に明ばん石帯を伴うのが普通であり、けい化帯とセリサイト濃集帯が直接接しているのはやや異常といわねばならない。熱水変質作用で生成される鉱物の種類を支配するのは、主として温度条件と熱水溶液中のアルカリイオンの濃度である (Hemley & Jones, 1964)。おそらく、熱水溶液の循環の速度その他の要因によって、母岩と反応した溶液中に K, Na, Al などが濃集し、セリサイトを生じたものと思われる。この問題については、三石地区全体の調査の終了後、改めて考察することとしたい。氷長石化岩についても同様である。

次にセリサイト脈については、それがほとんど純粋に近いセリサイトの集合体であり、しかも緻密・均質で、熔結凝灰岩の組織も全く残していない所から、熱水変質作用の比較の後期に、部分的な空隙を充して生成したものと考えられる。おそらく、アルカリや Al イオンなどを多量に含んだ熱水溶液に、母岩の中の石英その他の鉱物が溶解し、その跡にセリサイトを晶出していったものであろう。割れ目などを充して鉱物が晶出する場合には、一定方向への鉱物の成長がみられるのが普通である。しかし、八木鉱山の場合は、セリサイトの粒度がほとんど均質であり、光学的方位にも全く傾向性が認められないことからみて、空隙の生成とセリサイトの晶出は同時的に、しかもかなり長い時間にわたって進行したものと考えられる。この場合にも、溶液の循環速度が重要な因子の一つとなったことは明らかである。

8.2 鉱床形成の時期

八木・梅谷鉱山における下部の流紋岩質熔結凝灰岩と、上部の成層凝灰岩・凝灰質頁岩および石英安山岩質熔結結晶凝灰岩の間の変質程度の著しい違いは、上部の岩層が堆積したのは少なくとも鉱床の形成がほぼ終わった後であることを示している。

ここで問題になるのは、成層凝灰岩・凝灰質頁岩が明

らかにセリサイト化していることで、これがあるいは片山 (1969) のいう cap rock となったのではないかと、という疑いが残る。しかし、粗粒の凝灰岩中には斜長石の結晶がほとんど未変質のまま残っており、下部層が著しいけい化を受けているのと較べれば、変質の程度は明らかに不連続的に変わっている。

さらに注目されているのは、上部層の各岩層のなかで、成層凝灰岩凝灰質頁岩互層だけは、層準、場所に関係なく、常に若干セリサイト化しているように思われる点である。これについてはさらに広域的に確認する必要があるが、このように特定の地層だけが変質を受けるということは、通常の熱水変質作用では考えられないことである。この場合には、むしろ水中で堆積した後の続成過程によってセリサイト化したと考える方が、合理的である。本層以外の岩層は、すべて陸上の火砕流堆積物であり、続成作用による影響は少なかったと考えるならば、変質程度の著しい違いも容易に理解されよう。

もしこのような推定が正しければ、ろう石鉱床の生成と、上部層の堆積の間には、かなりの時間的な隔りがあったとも考えられる。八木・梅谷鉱山で、上部層におおわれたけい化岩の最上部に、明瞭な酸化帯が認められることからみても、鉱床の生成後若干の時間的間隔を置いて上部層が堆積した可能性が強い。鉱床生成の深さについては、まだ検討の段階に達していないが、少なくとも特定の岩層が cap rock の役割を果たしたという証拠はみいだされなかった。鉱床形成の時期と地質的場については、今後も重点的に研究を進めてゆく予定である。

謝 辞

この研究を進めるに当たり、とくに野外調査に際しては、岡山県蠟石鉱業組合理事長黒田長栄氏、同専務理事西村聖氏をはじめとする組合事務局の方々、八木鉱山および梅谷鉱山の方々から、多くの便宜を供与して頂いた。とくに、川畑商事榎土橋鉱山の武林啓輔氏は、同鉱山で実施された試錐コアをみせて下さり、貴重な試料を提供して下さいました。また岡山県商工部の大森尚泰博士からも、多くの資料を寄贈して頂いた。火砕流堆積物の顕微鏡観察については、地質調査所地質部の小野晃司氏の御教示に負うところが大きい。

これらの方々には、この機会に深く謝意を表する次第である。

文 献

- 安藤 武 (1952) : 中国地方の蠟石とそれに関連する熱水変質の研究, 地調報告, no. 147, 33p.

- BRADLEY, W. F. & GRIM, R. E. (1961): *Mica Clay Minerals*, Brown, G. ed. *The X-ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals*, Miner. Soc., London, p.208-241.
- 藤井紀之 (1967): 長野県梵天山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, p. 11-21
- HEMLEY, J. J. & JONES, W. R. (1964): *Chemical Aspects of Hydrothermal Alteration with Emphasis on Hydrogen Metasomatism*, *Econ. Geol.*, vol. 59, p. 538-569.
- HENMI, K. & YAMAMOTO, T. (1965): *Di octahedral Chlorite from Itaya, Okayama Pref., Japan*, *Clay Sci. Jap.*, vol. 2, p. 92-101.
- 岩生周一 (1949): 日本の明礬石鉱床調査報告, 地調報告, no. 130, 100 p.
- IWAO, S. (1962): *Silica and Alunite Deposits of the Ugusu mine*, *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, vol. 33, p. 131-144.
- 片山信夫 (1969): ロー石鉱床の生成機構と探鉱方針, 鉱山地質, vol. 19, p. 31-42
- 君塚庚次郎 (1939): 三石蠟石鉱床付目玉石, 窯協誌, vol. 47, no. 557, p. 1-13 (付)
- 木村守弘 (1951): 三石蠟石の研究, 地質雑, vol. 57, p. 499-508
- 木野崎吉郎 (1963): 中国地方のろう石鉱床概論, 広大地研究報告, no. 12, p. 1-35
- 大森尚泰 (1962): 岡山県三石・吉永町付近のロー石鉱床, 中国地方の工業用鉱物資源, I, p. 153-157
- 大森尚泰 (1965): 岡山県三石町台山・兄坂周辺部におけるろう石鉱床の賦存状態について, 広大地研究報告, no. 14, p. 215-232
- 太田太郎・山本力 (1957): 蠟石鉱床中のベーム石, 鉱物雑, vol. 3, p. 322-325
- 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, p. 309-316
- 上野三義・五十嵐俊雄 (1957): 岡山県三石町台山南方地区蠟石鉱床調査報告, 岡山県地下資源報告, no. 10, p. 7-15
- 山本力 (1959): 岡山県三石町台山産のロー石, 鉱物雑, vol. 4, p. 277-292
- 山本力 (1965): 本州西部のロー石鉱床の鉱物, 鉱物雑, vol. 7, p. 209-231
- YAMAMOTO, T. (1967): *Mineralogical Studies of Sericites Associated with Roseki Ores in the Western Part of Japan*, *Miner. Jour. Jap.*, vol. 5, p. 77-97.
- YODER, H. S. & EUGSTER, H. P. (1955): *Synthetic and Natural Muscovite*, *Geochim. et Cosmoch. Acta*, vol. 8, p. 225-280.