

桂岡鉄山地域の磁鉄鉱床の特性

—北海道における気成(高熱交代)熱水移行型鉄床の1例—

番場 猛夫\* 斎藤 正雄\* 渡辺 卓\*\*

**Magnetite Deposits of the Katsuraoka Mining District, Hokkaido**

by

Takéo Bamba, Masao Saitō & Taku Watanabé

Abstract

The Katsuraoka mining district lies in the southwestern part of Oshima peninsula, Hokkaido.

Magnetite deposits of this district are situated in the area composed of Paleozoic formations, especially in the area where the calcic rocks such as limestone or diabase porphyry come near contact with diorite porphyry. Among the Paleozoic formations, a narrow mineralized zone with N20°W trend is noticeable.

A series of ore deposits was formed near the dioritic rocks during the later stage of the igneous activities.

The serial ore deposits may be divided into the following three types:

- (1) Pyrometamorphic deposits (magnetite-pyrrhotite-pyrite-diopside-garnet-epidote-tremolite)
- (2) Mesothermal replacement deposits (pyrrhotite-chalcopyrite-zinblende-galena-chlorite)
- (3) Epithermal veins (pyrite-quartz-sericite-opal-hydrated halloysite)

The pyrometamorphic deposits are commonly found in the eastern side of the mineralized zone, and epithermal veins occur in the western side of the zone, parallel to each other. Cu, Pb, Zn-sulphide minerals develop in both sides closely related to them.

(1) The pyrometamorphic magnetite deposits are the most predominant ore deposits in the district. They are commonly found near the contact of diorite porphyry. The ore bodies are very irregular in form. Principal ore bodies are regarded to have been formed in a later phase of the metasomatism rather than in an earlier phase, the former is characterized by tremolite and the latter is characterized by garnet-diopside. At the front of the deposit, tourmalines are found in abundance.

(2) Cu-Pb-Zn phase is continuous from later pyrometamorphic stage to early epithermal stage, but these sulphide ores are usually very poor and they are not so important in this district. Gangue minerals associated to the ores are predominant in chlorite.

(3) The veins in this district are mainly pyrite quartz veins, and show many characteristic features of the epithermal fissure filling type. Sericite quartz rocks are found surrounding the veins, and opal and hydrated halloysite develop as the wall rock alteration. These veins are one of the most important deposits of this district.

\*北海道支所

\*\*札幌通商産業局(地質調査所併任)

The geological circumstances and the character of mineralization of the ore deposits indicate that they belong to "Pneumatolytic (Pyrometasomatic)—Hydrothermal transitional type".

## 要 旨

桂岡鉄山地域の磁鉄鉱鉱床は、北海道松山郡上ノ国村厚志内川中流およびその周辺に存し、ほとんどつねに硫化鉄鉱鉱床を附随している。

桂岡鉄山は昭和26年以来、Fe 50%以上、S 3%以下の鉱石を月産1,000~5,000 t出鉱し現在までに約20万tの鉱石を採掘した。

地質は古生層と新第三系とからなり古生層は珪岩・粘板岩・石灰岩・ホルンフェルスなどから構成される。本層中には閃緑岩・輝緑岩などが発達している。

鉱床はこれらの古期岩類を母岩としているが、磁鉄鉱鉱床と硫化鉄鉱鉱床とは鉱床胚胎の場の条件をやや異にしている。すなわち磁鉄鉱鉱床付近は角閃石化岩・透輝石柘榴石岩・電気石石英岩など特殊な変質岩で特徴づけられているのに対して、硫化鉄鉱鉱床の場合は絹雲母石英岩・緑泥石石英岩および加水ハロイサイトを主とする粘土などで構成されている。

これらの鉱床を包含する鉱化帯はN20°W方向をとりその幅はせまい。つねに磁鉄鉱鉱床は東側に、硫化鉄鉱鉱床は西側に賦存する。

鉱化帯は北部でその幅を広め、鉱床はかなりの距離をもつて分散しているが、南部ではその幅をせばめ、磁鉄鉱鉱床と硫化鉄鉱鉱床とが相接する状態を生じている。ここに桂岡鉄山がある。したがって桂岡鉄山においては一見きわめて複雑な様相を呈する。

ここでは磁鉄鉱鉱床は上部で朝顔形に広がるが、下部では脈状となり、さらに深部ではいくつかの玉状ないしレンズ状鉱体に分散してしまう。鉱石鉱物は鉱体の上部で磁鉄鉱・赤鉄鉱を主とするが、深部では黄鉄鉱および銅鉛亜鉛の硫化鉱物を附随するようになる。とくに黄鉄鉱帯が重なって発達する部分においては、磁鉄鉱よりもむしろ黄鉄鉱が卓越する場合もある。

本鉱床の鉱化作用には2つの主期がある。すなわちその前半に磁鉄鉱鉱床が形成され、後半において硫化鉄鉱脈を形成している。そして2つの主鉱化期の中間の時期に軽微ではあるが、銅鉛亜鉛の鉱化作用があり、これらを連結する。磁鉄鉱鉱床の主体は透輝石・柘榴石・緑簾石岩相の形成を先駆としており、これが角閃石岩相に移行する過程で生成されている。そしてその前縁には多量の電気石を生じて高熱交代(気成)鉱床としての様相

を示している。硫化鉄鉱鉱床はこれよりおくれて絹雲母石英岩相の形成を先駆とする浅熱水性の特徴を示し、脈際変質として蛋白石を生じている。

以上のようにこの鉱化帯は生成条件を異にする2群の鉱床を胚胎しているが、この2つは一連の鉱化作用に起因することが明らかで、たがいに血縁関係の深いものと考えられる。

したがってこの鉱床は気成(高熱交代)—熱水移行型鉱床に属するものであろう。

## 1. 緒 言

1951年、北海道松山郡上ノ国村の山地に発見された磁鉄鉱鉱床は、北海道における特異な鉄床として注目されその性質をめぐってはげしい論議が行なわれてきた。すなわち斎藤正雄<sup>9)</sup>(1954)による接触交代鉱床とする見解と、成田英吉<sup>6)</sup>(1957)による一種の含銅硫化鉄鉱床とする見解とがそれである。

斎藤は本鉱床の最上部が露天採掘されていた時期に調査を行ない、成田はその後本鉱床の下部が採掘されるようになってから調査を行なっている。両者の記載から本鉱床の賦存状態が上部と下部とで著しく相違していたことがわかる。

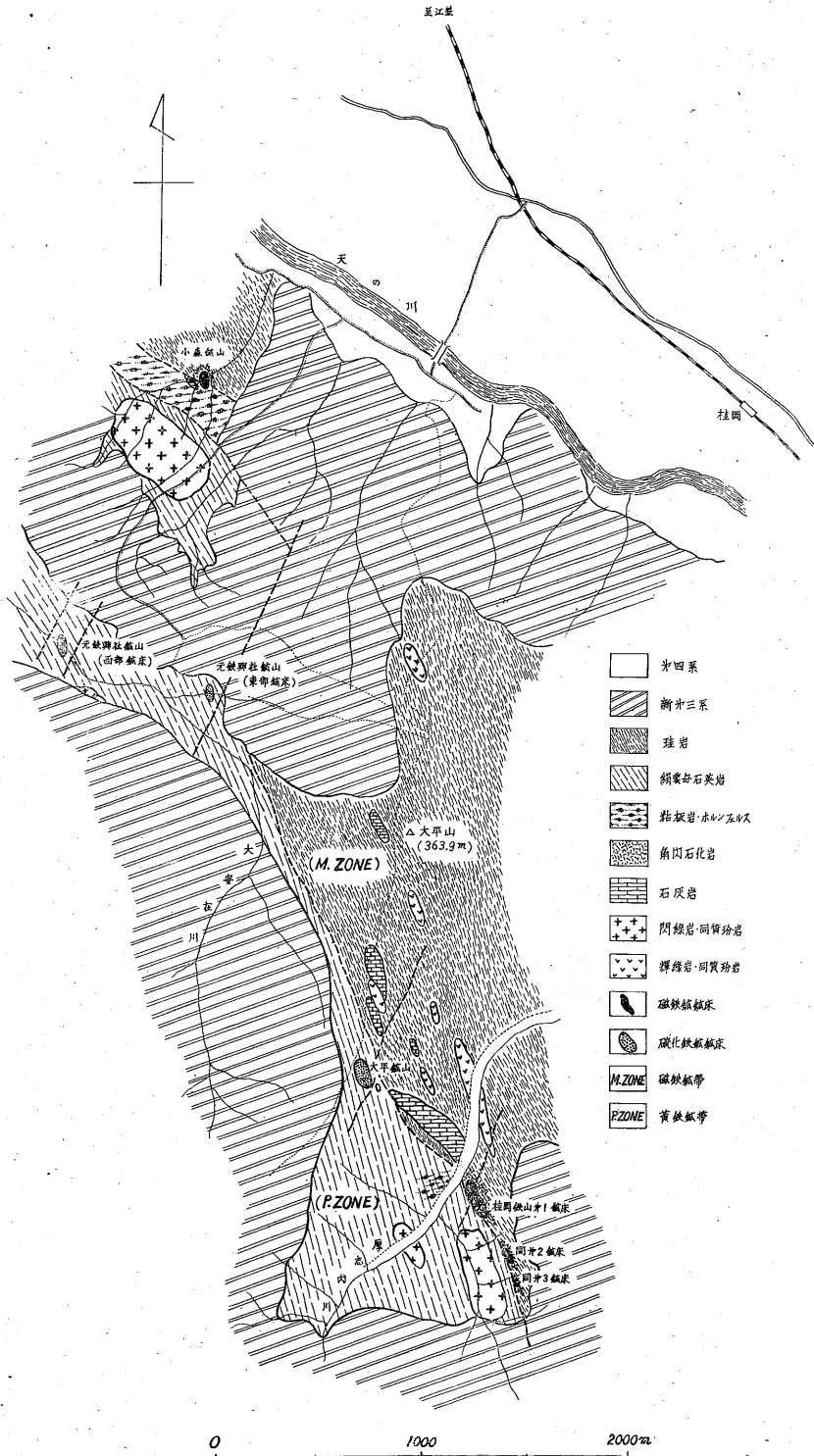
このように鉱床は、形態、母岩の変質、鉱石の性状等において変化が著しいので、鉱床を局部的にあるいは一側面のみをみた場合には多くの成因説にわかれることになる。

筆者らは最近3年間にわたり、本鉱床ならびにその周辺地区の諸鉱床の調査研究を進めてきたが、採掘の進展するにつれて鉱床の全貌がほぼ明らかになってきた。ここに桂岡鉄山およびその支山である小森鉱山の磁鉄鉱鉱床の特性について概説し、さらにこれがいかなるタイプの鉱床に属するかを検討した結果についてものべてみたい。

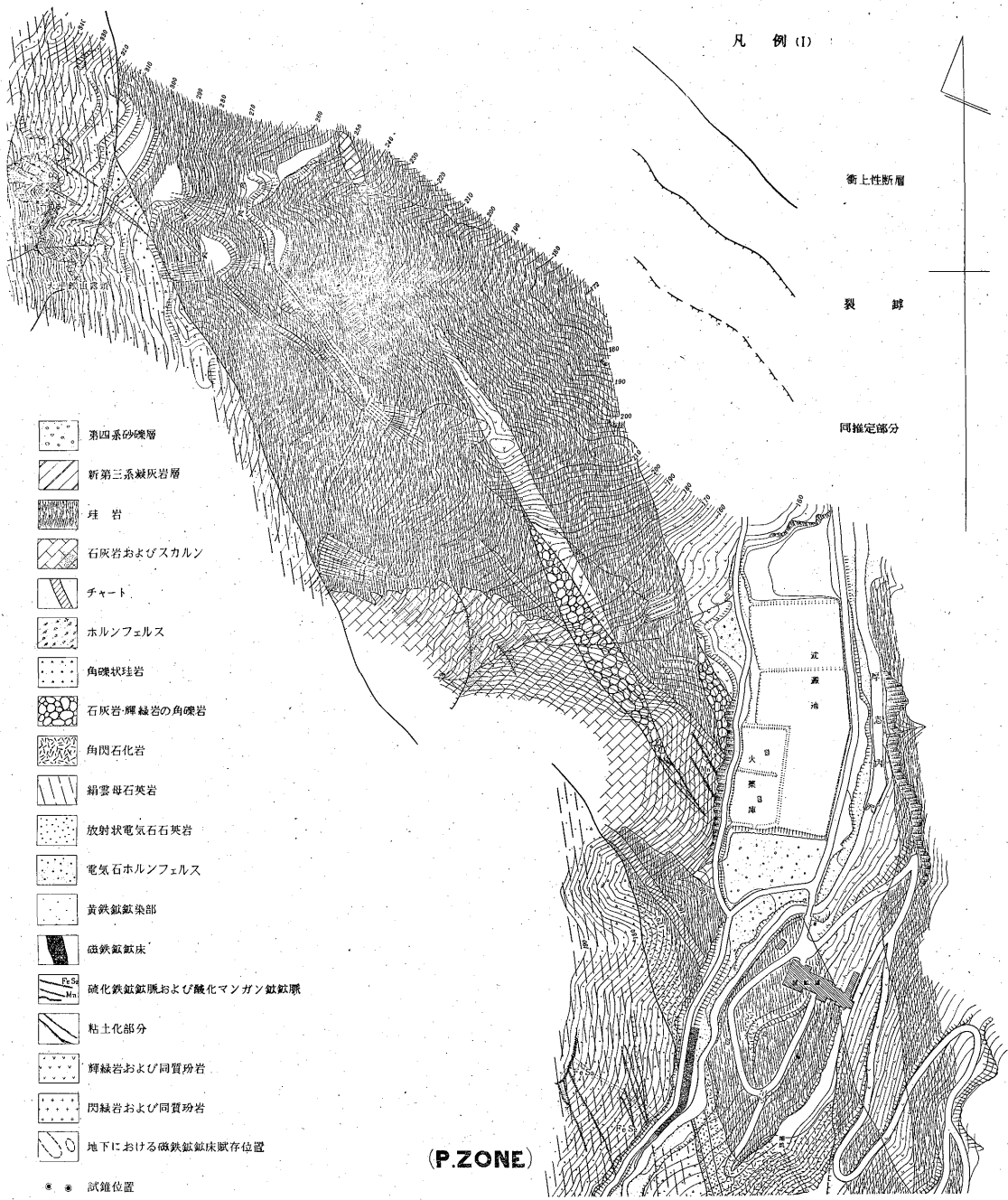
本研究を進めるに当り、北海道大学の舟橋三男・成田英吉の両氏からは討論を賜わった。現地調査に当っては藤信鉱業株式会社桂岡鉄山の佐藤登氏はじめ職員各位から便宜を与えられた。ここに上記諸氏の御厚意に対し衷心感謝の意を表する。

地形測量ならびに製図は安藤高明、化学分析は粕武が分担した。

桂岡鉄山地域の磁鉄鉱鉱床の特性 (番場猛夫・斉藤正雄・渡辺 卓)



第1図 桂岡鉄山地域における鉱化帯の地質概念図



- 第四系砂礫層
  - 新第三系凝灰岩層
  - 珪岩
  - 石灰岩およびスカルン
  - チャート
  - ホルンフェルス
  - 角礫状珪岩
  - 石灰岩・輝緑岩の角礫岩
  - 角閃石化岩
  - 絹雲母石英岩
  - 放射状電気石石英岩
  - 電気石ホルンフェルス
  - 黄鉄鉱染部
  - 磁鉄鉱賦床
  - 酸化鉄鉱脈および酸化マンガン鉄脈
  - 粘土化部分
  - 輝緑岩および同質粉岩
  - 閃緑岩および同質粉岩
  - 地下における磁鉄鉱賦床賦存位置
- \* \* 試錐位置

凡例 (I)

衝上性断層

裂隙

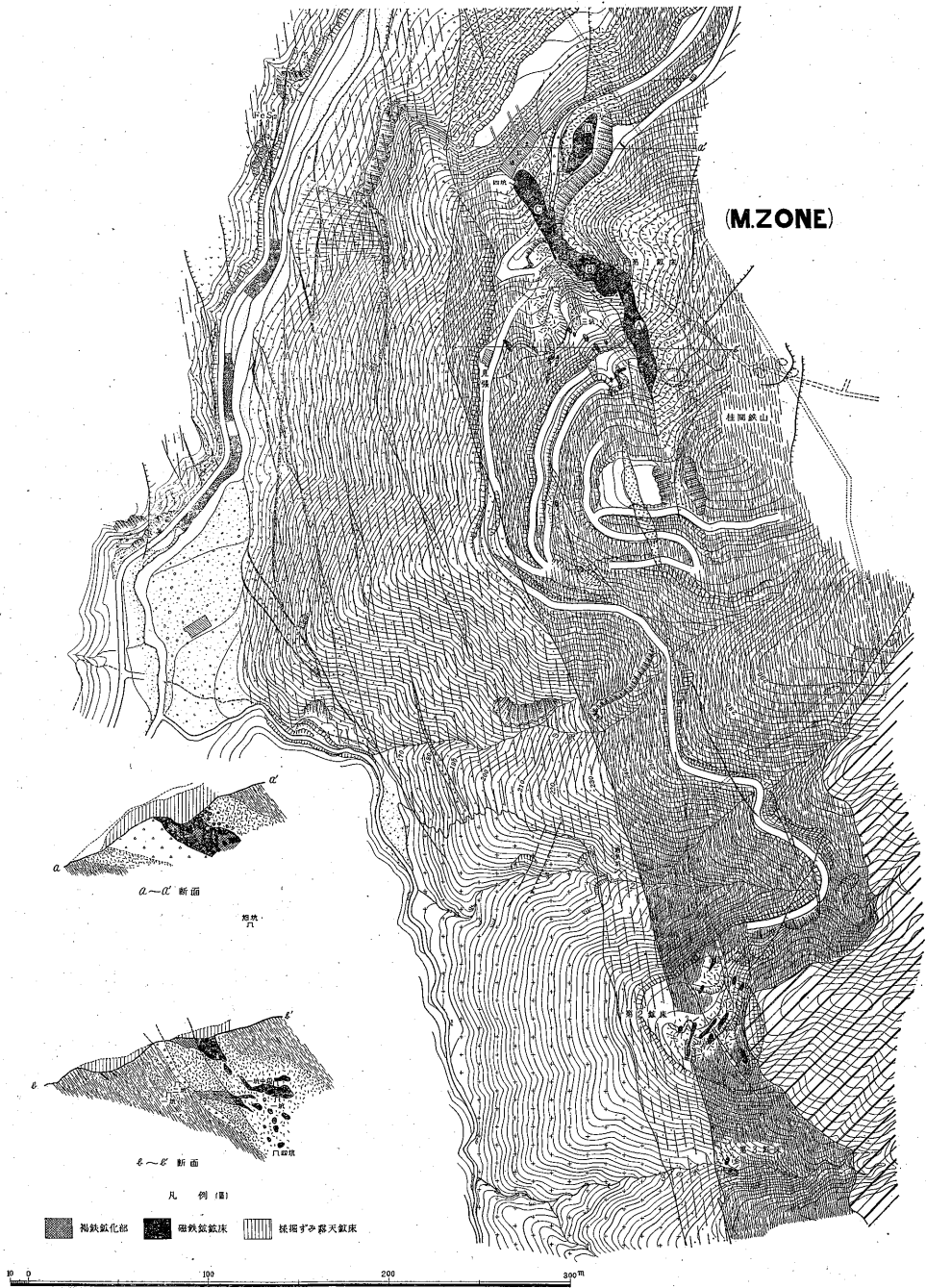
同推定部分

(P.ZONE)

(M.ZONE) 磁鉄鉱帯

(P.ZONE) 黄鉄鉱帯

第2図 桂岡鉄山付近の地形



地質および断面図

## 2. 鉾山地域の地質(第1図)

本地域の地質はいわゆる古生層<sup>註1)</sup>と新第三系とからなり、古生層は次の諸岩類から構成されている。すなわち珪岩・粘板岩・砂岩・石灰岩・輝緑凝灰岩・ホルンフェルスなどである。古生層中には輝緑岩質珪岩・閃緑岩質珪岩が発達するほか、鉾床に附随して角閃石化岩・透輝石石榴石岩あるいは電気石石英岩・絹雲母石英岩のような特殊な変質岩もみとめられる。

上記諸岩類は新第三紀中新世の堆積岩によつて広く覆われ、その露出面積に乏しく、古生層の露出地域は深く侵蝕された河川の流路沿いと、大平山(363.8m)のみである。

本地域に賦存する磁鉄鉾床・硫化鉄鉾床などの諸鉾床はすべて古期岩中のみ存在し、新第三系中には何らの鉾兆もみとめられない。以下主として古期岩類について記載する。

この地域は南東部の桂岡・大平鉾山地域と北西部の小森・元鉄興社鉾山地域との2地域に大別され、両地域はおそらく1つの鉾化帯として連続するものと予想される。

この鉾化帯はN20°W方向に幅せまく発達し、桂岡・大平鉾山地域において、その幅はおそらく400m前後と推定され、小森・元鉄興社鉾山地域においてはそれより拡がり、約1kmになる。

閃緑岩質珪岩あるいは輝緑岩質珪岩はこの鉾化帯に特徴的に発達する。

## 2.1 桂岡・大平鉾山地域(第2図)

ここに桂岡・大平鉾山地域と称する範囲は両鉾山を含めて南北1,000m余、東西400mにわたる狭長な範囲である。この部分の地質はきわめて複雑で、古生層中に各種火成岩類・変質岩類の発達をみ、2, 3の重要な鉾床が胚胎されている。

古生層は珪岩を主とし、一部はチャート・石灰岩・ホルンフェルスなどにより構成され、走向は一般にN20°W(ときにN20°E)で、局部的には擾乱の著しい部分がある。石灰岩は地域北部に大小のレンズとなつて発達するがレンズの方向は必ずしも古生層の走向方向とは一致しない。チャートは淡褐色を呈し、幅10m前後で帯状に発達する。

火成岩類として閃緑岩・輝緑岩および同質の珪岩類があるが、閃緑岩は地域の南部に塊状岩体として存し、輝緑岩は珪岩の層理にほぼ平行にレンズ状に発達する。

輝緑岩と石灰岩との接する付近に破砕帯があり、両岩のみからなる粗い角礫帯を生じている。また地域の東南

註1) 以下単に古生層という。

端に新第三系のルーズな凝灰岩層が上記珪岩を覆つて発達する。

本地域は上記諸岩によつて構成されるが、このうち新第三系堆積岩をのぞいた古期岩類はいずれも何らかの変質作用を蒙っている。この変質作用は磁鉄鉾床の賦存帯と、その西側の硫化鉄鉾床の賦存帯とで、たがいに特徴のある異質なもとなつている。そこでまえにのべた鉾化帯はこれを構成する岩石ならびに鉾床のちがひによつて、さらに2帯に類別することができるのである。

便宜上、東側にあるものを磁鉄鉾帯<sup>註2)</sup>、西側にあるものを黄鉄鉾帯<sup>註2)</sup>と仮称し、以下に両帯について比較検討を行ないたい。

## 2.1.1 磁鉄鉾帯

本帯の構成岩石は第2図に示してあるように、珪岩を主とし、一部に角閃石化岩・電気石石英岩を生じている。電気石石英岩は地表部とくに地形的にみて高所に多くみとめられ、角閃石化岩は地表部よりもむしろ深部において拡大となる。本帯中でとくに角閃石化岩と密接な関係を示して磁鉄鉾床が賦存している。つぎに本帯の構成岩石のおのおのについて簡単に記載する。

珪岩は2~5cmの層理が明瞭である。微晶石英を主とし、これに少量の緑簾石・燐灰石を伴うことがある。この珪岩としたものの中には部分的にやや多量の粒状方解石を伴うものがある。この岩石は石灰岩が二次的に珪化作用をうけたものと考えられるが、分布範囲が不明なので地質図には表現していない。本帯は角閃石化岩の近くあるいは角閃石化岩の一部にみとめられるので角閃石化岩の原岩の一部をなすものと思われる。

角閃石化岩と称するものは、スカルン鉱物を主とするもので、上記の珪化石灰岩起源のものほか、明らかに輝緑岩起源とみられるものがある。いずれもわずかに原岩の石理を保存するのみで、大部分は透角閃石あるいは陽起石によつて交代されている。

本帯は磁鉄鉾帯の中のみ、しかも局所的に生成されており、第1鉾床付近、第2鉾床および第3鉾床付近において磁鉄鉾床と密接な関係にあることを示している。本帯の分布は第2図に示してあるように、N20~30°W方向にのび、このうち最も規模の大きいものは第1鉾床付近のもので、延長300m、幅100m余に及んでいる。また地下深部においてはさらにその拡がりを増大している。しかし同質の岩石が下部に連続するわけではなく、

註2) げんみつにいえば、黄鉄鉾帯は磁鉄鉾帯の亜帯とみるべきものである。なぜならば黄鉄鉾帯は磁鉄鉾帯の西側が後期の作用によつて特徴づけられたものだからである。

鉱物組合せに透輝石・柘榴石・緑簾石を多量伴うようになる。一方ここには緑泥石、絹雲母のような低温性鉱物もみとめられるようになるが、その意義についてはあとでべる。上部から深部まで副成分鉱物として共通に出現するものに方解石・燐灰石・菱鉄鉱・榴石などがある。とくに燐灰石は比較的多量で、この点は特記する必要があると思う。

石灰岩は一般に粒状完品質で、微細な方解石の結晶が集結したものである。灰白色のものを主とするが、一部に褐色あるいは淡青色を呈する部分がある。ここには緑簾石・柘榴石からなる岩石スカルンを生じている。スカルンを生じている部分は本帯の西端部に近く黄鉄鉱帯との隣接部である。石灰岩の東端部で、輝緑岩と接する付近には特徴ある擾乱帯がある。ここでは石灰岩は瓦状に崩壊し、その一部にやや多量の輝緑岩礫をとりこんで、角礫岩の様相を呈している部分がある。擾乱帯にはこのほか粘土化したり、酸化マンガンの微脈などを生じている。

電気石石英岩は磁鉄鉱帯にも黄鉄鉱帯にもみとめられるが、磁鉄鉱帯には2種類のものがある。いずれも珪岩中にあり、一つは磁鉄鉱床群を結ぶ線上に発達する。これは微粒針状の電気石が密集して放射状となつたものが多数集合し、特異な岩相を示している。肉眼的には珪岩に優黒色の縞が介在している感じである。この電気石は長さ0.4mm内外の針状で、伸長負、軸色はX=無色、Z=淡青緑で鉄電気石(schorlite)に属するものと思われる。これが束状に集合し放射状構造を示すが、その中心にはしばしば緑泥石がある。このほか磁鉄鉱床の鉱体に接してその鍾先に産するものがある。これは微粒の電気石と石英とがほぼ等量ずつ共生しているもので、電気石ホルンフェルスである。本電気石の光学的性質は伸長負、X=淡青、Z=濃青、Y=青緑である。これも鉄電気石に属するものではあるが、両者が産出の場所によつて岩石の構造を異にしている点は注目される。

磁鉄鉱床は北から第1、第2、第3鉱床が知られている。この1群の鉱床はN20°Wに配列しているが、富鉱部ののびの方向は必ずしも前記方向とは一致しない。北部の鉱床ほどその規模が大きく、第1鉱床は既採掘部分が約20万tで、残鉱は約20万t(低品位)と予想されるが、第2鉱床は1万tを採掘して、わずかに鉱体の根を残存するのみである。また第3鉱床はいまのところ露頭が確認されているだけである。

### 2.1.2 黄鉄鉱帯

前記磁鉄鉱帯の西側にあつて、たがいに平行に発達し全面的に黄鉄鉱の鉱染がみとめられる地帯である。これも珪岩を原岩とする絹雲母石英岩を主体としているが、本岩は陶器状灰白色を呈する。鏡下では細粒石英のほか粒状化ないし粗粒化した石英があり、つねにやや多量の絹雲母を生じている。本岩にはしばしば粘板岩起源と思われるものがあり、前記磁鉄鉱帯とはその原岩においても差異のあることがうかがわれる。そこにはしばしば溜り状をなして電気石が伴われる。しかしこの電気石はその後の変質作用をうけて、その一部が緑泥石化あるいは絹雲母化し、電気石の仮像をとどめたり、あるいは全くこれが消滅する場合もある。ここに産する電気石は前記磁鉄鉱帯のものやや性質を異にし、伸長負、軸色はX=淡褐、Z=濃褐または青緑である。1~2mmの短冊状の結晶として産し、汚染以前の鉱物組合せは電気石・石英・黒雲母・燐灰石で、この点においても前記磁鉄鉱帯のものとはちがつている。

石灰岩は小岩体であるが、方解石の粗粒結晶(0.5~1.0mm)の集合で磁鉄鉱帯のものとは石理を異にしている。大部分が若干スカルン化し、柘榴石・緑簾石・石英を生じ、さらに方鉛鉱や閃亜鉛鉱を伴ういわゆる鉱石スカルンを生じている。そのために本地帯の石灰岩は露天で焼けを示していることが普通である。

本帯には閃緑岩質珪岩・輝緑岩が発達する。いずれも珪化、絹雲母化がひどく全面的に細粒黄鉄鉱が鉱染したり、岩石のわれ目に鱗片状の黄鉄鉱が膜状に附着したりする。閃緑岩は角閃石・斜長石・石英からなり、斜長石のみが斑晶状(2~3mm)となり珪岩質の性状を示している。斜長石は曹長石に近い性質を示し、An 20, Ab 80前後の組成とみとめられる。角閃石は緑泥石化している場合が多い。石英は比較的細粒であるが、本岩が強い変質をうけた場合は、全く残晶を欠き絹雲母石英岩となり、ここには粒状化した粗粒石英を伴う。本岩はその岩質から閃緑岩質珪岩と称することが適当である。

輝緑岩ないし輝緑岩質珪岩は前記閃緑岩体の北方延長部にレンズ状に発達するが、いずれもひどく変質し、わずかに輝緑岩構造をとどめるにすぎない。現在の鉱物組合せは絹雲母・石英・黄鉄鉱で、原岩の性質は判然としない。

註3) ここに特殊なホルンフェルスというのは、黒雲母・石英を主とし、燐灰石を伴うものであるが、各鉱物は単に再結晶質のものではなく、さらに粗粒化した形跡があり、一種の交代相とみられるものである。

本帯に磁鉄鉱鉱床はみとめられないが、閃緑岩体の周辺部あるいは閃緑岩体の北方に発達する特殊なホルンフェルス<sup>註3)</sup>中に磁鉄鉱の微脈ないしは斑点鉱がみとめられる。この微脈は幅1~2mmのものであるが、その周辺に透角閃石がわずかに生成され、この脈の生成条件が磁鉄鉱帯における磁鉄鉱鉱床の生成条件と共通するものであることを示している。

本帯中にはN 40°EあるいはN 20°W方向に二次的剪断裂かを生じており、ここに裂か充填型の黄鉄鉱脈が存在する。本鉄脈は比較的粗粒自形の黄鉄鉱からなり晶洞部分には5角12面体の結晶を多産する。これがかつて大平鉱山で採掘されたもので、脈幅は1~2mで、脈石は石英のほか蛋白石・絹雲母などで構成されている。この鉄脈は開発直後休止されたので深部の事情が詳らかでない。

## 2.2 小森鉱山・元鉄興社鉱山地域

前記桂岡鉄山の北北西およそ4kmの地点に小森鉱山(磁鉄鉱鉱床)・元鉄興社鉱山(硫化鉄鉱鉱床)がある。この地域の地質は第3図に示してある。ここでも磁鉄鉱鉱床は地域の東側に、硫化鉄鉱鉱床はその西側に位置を占め、磁鉄鉱鉱床のすぐ西側には電気石を伴う絹雲母石英岩をへだてて閃緑岩質珩岩が発達しており、その地質構成ならびに各岩石の配列は前記の桂岡・大平鉱山地域の場合と同様といつてよい。したがって本地域は桂岡・大平鉱山地域の北方延長部とみなすことができる。しかしながら本地域における変質作用、とくに黄鉄鉱帯にみとめられる変質作用は南方の桂岡・大平鉱山地域のそれにくらべてやや低度であり、石英の粒状化が弱く、珩岩あるいは砂岩は微晶石英を主とし粗粒化相に乏しい。またここに伴う絹雲母の量も比較的乏しく、その成長度も弱い。したがってここでは磁鉄鉱帯と黄鉄鉱帯とを岩質の上のみからは判然と区別するわけにはいかない。しかしやや立入って検討すればここでも黄鉄鉱帯と磁鉄鉱帯とはかなり顕著なちがいを示している。その点について以下にのべたいと思う。

### 2.2.1 磁鉄鉱帯

東方より珩岩・ホルンフェルスが分布するが、両岩の接する付近に小岩体ではあるが、輝緑岩・石灰岩の密集する部分がある。磁鉄鉱鉱床はこの部分に産出する。これらを含めてその西側の絹雲母石英岩までの狭い範囲を磁鉄鉱帯と仮称する。

地質構成と磁鉄鉱鉱床の産出位置は前記の桂岡鉄山の場合とはよく類似するが、一般的にその規模は小さい。珩岩・ホルンフェルスはいずれも微小鉱物の集合で、交

代的な粗粒相を示していない。しかし磁鉄鉱鉱床との接触部付近においては、ホルンフェルス中には鱗灰石を多産し、緑色角閃石を伴ない、かつ石英の粗粒結晶と電気石とを生じている。珩岩も鉄床付近ではやや粗粒化し、そこに電気石のみとめられることがある。これらの岩石はいずれも鉄体の北方(上盤とみられる位置)にみとめられるもので、鉄体の中および下盤側では小規模の透輝石柘榴石スカルン帯をへだてて石灰岩質の角礫帯へ移行する。

本帯は全般的に鱗灰石に富んでいるが、とくに磁鉄鉱鉱床の付近にそれが目立っている。

輝緑岩は桂岡鉄山の場合と同様で、輝緑岩構造をわずかに残存するのみで、ほとんどが緑泥石によつて交代されている。残存する斜長石は0.5mmで、結晶の縦横比は約5:1となつている。

磁鉄鉱鉱床の母岩はここでも角閃石化岩であることに変わりはないが、その大部分は柘榴石透輝石岩で、角閃石化の程度が弱くその分布範囲もせまい。鉄床は2、3の露頭としてみとめられる。その1つは幅3mの不規則塊状を示すのみで、延長方向は明らかにしがたい。露頭は鉄化作用後とみられるN70°W・30°Nの剪断帯によつて上盤を規制されている。数個の玉状鉄体として産し、その大きさは径50cm内外である。鉄石は塊鉄と散点鉄とであるが、後者が主体となつており、塊鉄は鉄体の中心部を構成し、その周辺が細粒の散点鉄となる。塊状鉄石にはしばしば多量の透輝石・柘榴石を伴ない、角閃石を欠くものがあるが、その周辺相は磁鉄鉱・角閃石の組合せとなつている。

上述の点は注目の要がある。鉄物相の観点からは桂岡鉄山の磁鉄鉱鉱床の主要部が角閃岩相の条件下で形成されているのに対し、ここではそれが輝石ホルンフェルス相の条件下で行なわれている。

### 2.2.2 黄鉄鉱帯

元鉄興社鉱山の硫化鉄鉱鉱床から閃緑岩体の東端にいたるやや広い範囲を本地域の黄鉄鉱帯と仮称する。

ここでは構成岩石の大部分が絹雲母化、珩化を蒙っている。変質を蒙っている部分には例外なく黄鉄鉱の鉄染がみとめられる。原岩と考えられるものに粘板岩・ホルンフェルス・珩岩・輝緑岩などがあるが、変成度は比較的弱く原岩を推定することのできる場合が多い。また局所的には新鮮な状態を保存しているものもある。

本地帯には衝上の性質を示す大構造がN30°W方向に発達しているが、絹雲母石英岩はN20°E方向の二次剪断帯の支配をうけている模様である。変質作用が顕著で



桂岡鉄山地域の磁鉄鉱鉄床の特性 (番場猛夫・斉藤正雄・渡辺 卓)

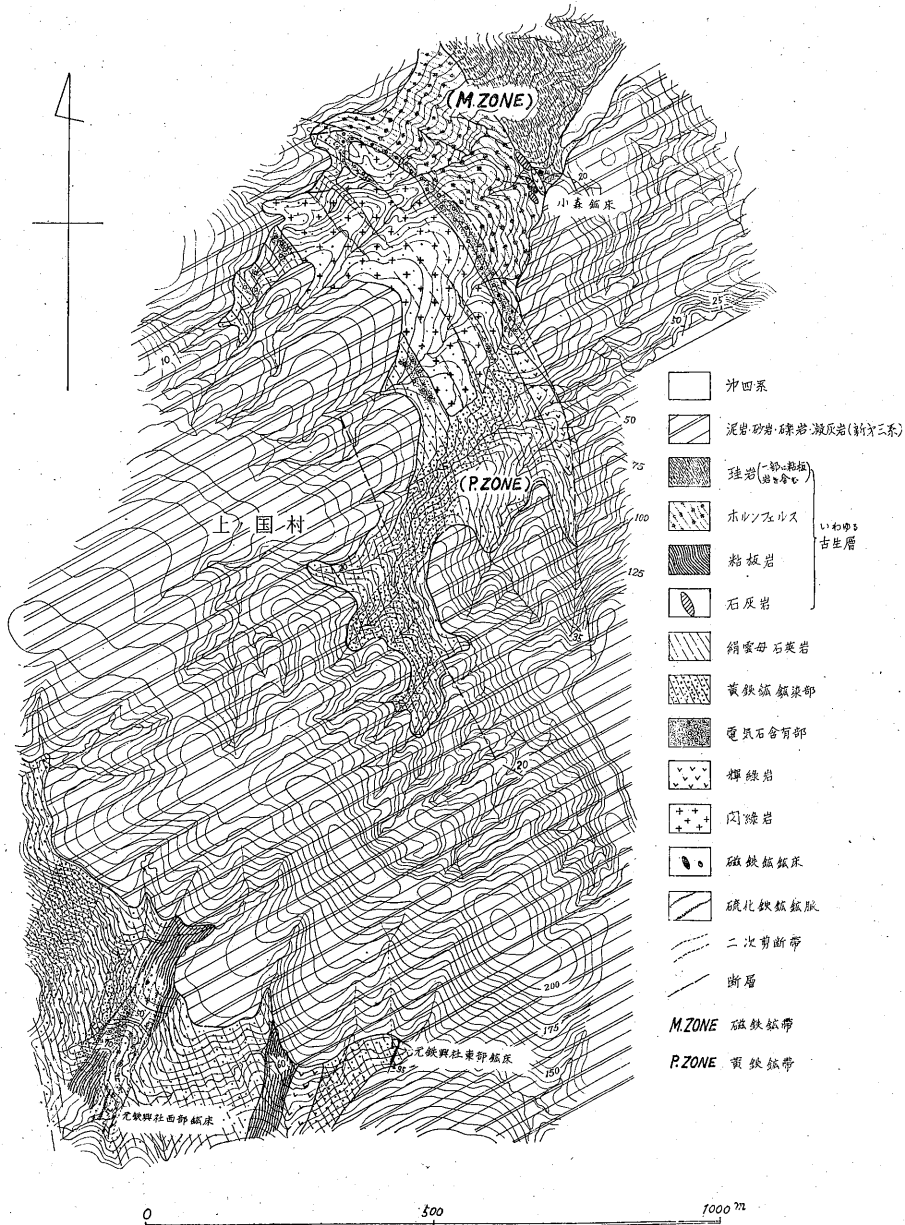
黄鉄鉱鉄染の強い部分は2, 3カ所にあり, その幅は100 m 前後である。

輝緑岩は元鉄興社鉱山西部鉄床の付近に発達し, 全面的にやや強度の絹雲母化作用を蒙っている。細粒自形の黄鉄鉱の鉄染をうけている点, わずかに輝緑岩構造を残存する点は南部地域の場合と同じである。

閃緑岩質珩岩は本帯の東端部に発達し, その両側に電気石を伴なう絹雲母石英岩を生じている。産状, 岩質は前記の桂岡鉄山付近の閃緑岩質珩岩とほぼ同じであるが

ここでは岩体はN30°Wの破砕帯によつて分断され, その部分にはミロナイト様岩石を生じている。本閃緑岩の岩質は斜長石のみが斑晶状(1~2 mm)となり, 他は比較的細粒の石英・角閃石からなるが, 一部にホルンフェルス化されているものが認められる。これは二次的の微品の黒雲母が石英とともに存し, ホルンフェルスに特有な構造を示すものである。

黄鉄鉱鉄脈はその大部分が素硫化であり, 上述のN30°E方向の剪裂帯の支配をうけている。したがつて鉄脈の



第3図 小森鉄山・元鉄興社鉄山地域の地質図

賦存範囲は幅 100~150 m のうちに規制されている。この方向は古生層の走向すなわち鉱化帯の方向とはわずかに斜交する。深部の事情については、現在坑道が埋没しているため詳しいことは不明である。元鉄興社鉱山東部鉱床の坑口付近にある転石には銅鉛亜鉛鉱をみとめることができるが、これは石灰岩が交代されて生じた鉱石スカルンを思わせる。

以上のように本地域黄鉄鉱帯の鉱床の組合せは前述の桂岡・大平鉱山地域における黄鉄鉱帯の場合ときわめて類似するものとみられる。

### 3. 磁鉄鉱帯と黄鉄鉱帯との関係について

東側に磁鉄鉱帯、西側に黄鉄鉱帯が相互に平行に密接な関係を示して発達していることおよび両帯を構成している岩石の特性について概説したが、両帯は岩石の性質がやや対蹠的であることと両帯の境界付近に圧碎質の岩石のみだされることなどにに基づき、その間に衝上の断層の存在することが予想される。衝上面は東側に急斜している模様で磁鉄鉱帯の垂直的下方には黄鉄鉱帯の性質を示す岩石がみとめられる。これはとくに桂岡・大平鉱山地域で旭坑坑内にみとめられる。すなわち東側の磁鉄鉱帯は西側の黄鉄鉱帯にくらべて深部現象として理解することが適当であり、衝上の運動によつて深部相が黄鉄鉱帯の東側にあらわれたものとしてとらえることができる。この衝上運動の量は南方地域ほど大きく、北方の小森鉱山・元鉄興社鉱山地域で小さくなるものと考えられる。両帯の対立が北方地域にくらべて南方地域で著しい点は上記のような運動様式に基づくものであろう。

この衝上運動は閃緑岩質珩岩侵入の前後から数次にわたり行なわれたものようで現在みとめられる岩相が形成された後のみ行なわれたとみるわけにはゆかない。衝上以前に2, 3の火成作用や変質作用が行なわれていることは明らかで、これが衝上誘発の遠因をなしたとみることが適当である。もちろん衝上後にも種々の変質作用、鉱化作用が、ひきつづき行なわれている。これら諸作用の関係については第6章において詳論する。

### 4. 磁鉄鉱鉱床の産状

主として桂岡鉄山の第1鉱床についてのべる。第2図に示したように、鉱床の主体は角閃石化岩中にあり、N 20°W・20~30°Eの走向傾斜を示して胚胎し、露出の幅は10~20 m、延長200 mに及び一見脈状を呈する。しかし鉱体は単調な脈としてではなく、適当な間隔をもつて不連続部分を生じており、幾つかの単位鉱体が雁行状に集結しているものとして捉えることができる。1単位

鉱体の大きさはいろいろであるが、延長が50 m前後、幅10 m前後程度のものが多い。旭坑奥では単位鉱体がたがいにかんりの距離をへだてている。したがって本鉱床は地表付近では単位鉱体が密着し、深部ではそれぞれの間隔が大きくなっているとみてよい。

これとは別に不規則な玉状を呈する磁鉄鉱塊(径1 mないしそれ以下)が主鉱体の周辺に伴なわれている。とくに四坑坑内にはこの小規模な鉱塊を多産する。一般に鉱体の下盤には粘土化帯、角閃化帯を伴っている。

以上が現在みられる鉱床の産状であるが、かつて露天掘りを行なっていた時期においては鉱床の主要部は現在の脈状鉱体の西側一帯に「朝顔型」鉱床として賦存していた。第2図中見張所の東方一帯はこの朝顔型鉱床の根部が残存しているのであるが、その産状からみて、小さい単位鉱体が多数密集して、一見朝顔状を呈していたものとみられる。この部分には硫化鉄鉱をほとんど伴わず、きわめて純粋な磁鉄鉱鉱体であった。現在この部分はほりつくされたが、鉱体に附随して角閃石化岩が発達し、鉱脈の鍾先には電気石石英岩(電気石ホルンフェルス)を産する。

以上にのべた部分を一括して第1鉱床と称するが、このほかに本鉱床の南東方に順次第2鉱床、第3鉱床が存在する。第2鉱床はほとんど採掘済みで、現在は鉱床の根部を残すのみである。本鉱床は前記の第1鉱床の朝顔形部分と相似の形態を示したものであるが、深部には続かず、第1鉱床のそれにくらべればはるかに小規模で約1万tの鉱石を出鉱した程度である。

第3鉱床は露頭として知られているが、まだ十分に探鉱が進んでいない。本鉱床は塊状鉱石に乏しく、磁鉄鉱が角閃石化岩中に散点状あるいは縞状にみとめられる。

#### 4.1 第1鉱床

第1鉱床は前述のように、地表部では「朝顔形」となつて拡がり、この部分から約20万tの鉱石を採掘しており、既採掘量の大部分を占めている。しかしその下部は数個の単位鉱体からなるレンズ状鉱体となり、その形態を急変する。単位鉱体は大きいもので延長70 m、厚さ10 m、深部延長30 m前後とみられ、小さいものは延長20 m、幅2~3 mである。これらの単位鉱体は現在の地表部から1坑レベル(高距にして35 m)までは比較的密に集結して存在するが、4坑、旭坑の深部レベルにおいては単位鉱体は分散し、4坑の分岐点付近、旭坑の通気口付近および同坑斜坑の中段などに存在する。鉱体の分布範囲は深部になるにしたがつて、南東方向に拡がり、現在地表にみられる鉱床の直下には鉱床はほとんどみとめられない。

本鉱床は4坑地並において、輝銅鉱を主体とする銅のやや濃集した部分(径5 m前後)を伴なっている。この部分は中心が晶洞となり、銅の上部に磁鉄鉱、さらにその上部に素硫化を生じ、ドーム構造を示している。銅鉱石は量的に少なく、脈石を伴なうため粗鉱としての品位も不十分である。現在は硫酸銅を生じ初成鉱物をほとんどみることができない。

鉱石は深部になるにしたがって黄鉄鉱が多量になる。往時採掘された朝顔形鉱床の分析値にはS成分はきわめて微量である。現在みられる脈状鉱体にはほとんどの場合多少の黄鉄鉱・磁硫鉄鉱がみとめられる。とくに最深部の旭坑の鉱石は30~40%が黄鉄鉱で占められ、磁鉄鉱が蚕食されている。四坑地並では閃亜鉛鉱を多く伴ない、いずれも鉄鉱石としての品位が低下している。

本鉱床には磁鉄鉱を主とするもののほかに強く褐鉄鉱化した部分がある。本鉱石は現在の露天掘の北部に著しいほか、1坑、3坑の坑内にみとめられる。いずれも磁鉄鉱の残晶を保存しており、磁鉄鉱起源のものであろう。また原鉱石に黄鉄鉱が附随している場合には鉱石組織のみをとどめてすべてが褐鉄鉱化しているために、かえって品位を向上させている場合がある。褐鉄鉱化した部分には著しく多量の加水ハロイサイトを生じており、変質量ができている。加水ハロイサイト化した部分には溜り状に柘榴石・緑簾石の残晶をみることがある。

本鉱床の母岩は従来輝緑岩と考えられてきたが、筆者らの調査では輝緑岩源といわれている緑色岩は必ずしも輝緑岩起源のもののみではなく、石灰岩・珪岩とともに強く角閃石化したものであることが判明したので、ここでは鉱床母岩を角閃石化岩としておく。角閃石化岩の主要構成鉱物は透角閃石—陽起石系の針状角閃石であるが、もとより本岩は均質ではない。随所に緑簾石<sup>註4)</sup>、透輝石、柘榴石がみとめられるし、とくに深部では方解石、石英、絹雲母、緑泥石、榎石、鱗灰石などが加わっている。上記諸鉱物は適当な鉱物組合せをもつておのおの安定領域を示している。すなわち緑簾石柘榴石・透輝石柘榴石・緑簾石透輝石柘榴石などの鉱物組合せによつて代表される1つの相<sup>註5)</sup>がある。また絹雲母緑泥石の組合せによつて代表される別の相<sup>註5)</sup>がある。前者は角閃岩相の形成に先行した、より高温相とみとめることができるし、後者は角閃岩相の形成におくれた、より低

温相とみとめられる。

磁鉄鉱は上記の高温相に共存するものは微量で、角閃岩相と共存するものが卓越する。そして柘榴石や透輝石を交代する場合が少なくなく、その挙動は角閃石と共通のものをもっている。

#### 4.2 第2鉱床

第2鉱床は前述のとおりほとんど採掘しつくされ、原地形は改変されるに至り、現在ではわずかに鉱体の根部がみられるのみであるが、3つの単位鉱体の集合からなっていたものである。このうち1つは第2鉱床の主部を構成し、長径約40 m、短径約30 m、厚さ平均数mで、N20°W・20°Eの走向傾斜を示し、落しは南から北へゆるく落ちていたが、その形状は上部で広がる「朝顔形」をなしていたものである。他の2つはごく小規模な偏平な塊状を呈して主鉱体の周辺部に近接して存在していたものである。

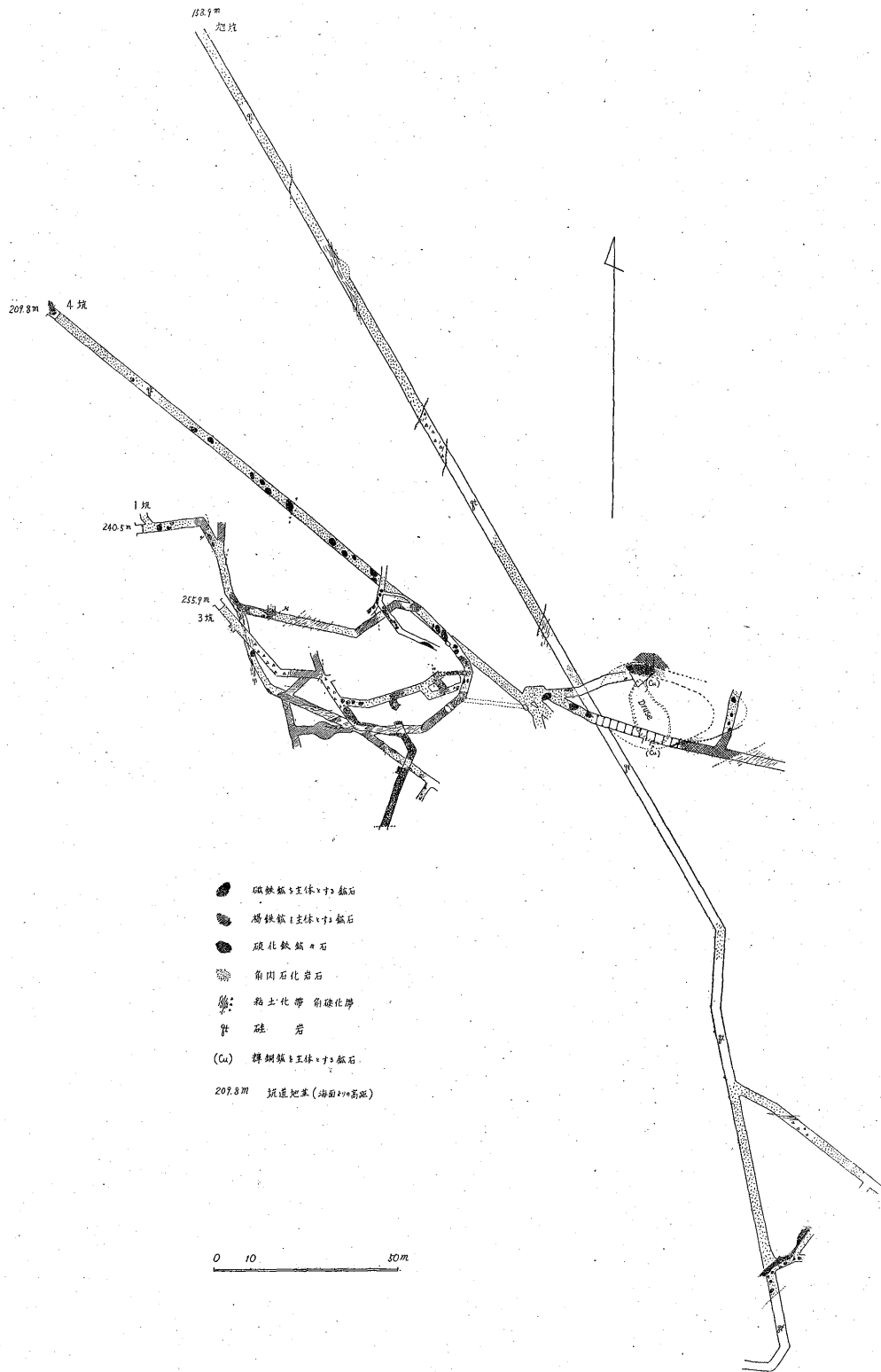
本鉱床は磁鉄鉱を主体とし、一部褐鉄鉱化した部分があつた模様であるが、現在みられる鉱体の根部では粉状化して土状を呈する磁鉄鉱、ならびに黄鉄鉱の介在する塊状の磁鉄鉱である。土状を呈する部分はほとんどすべて粒状他形の磁鉄鉱のみからなっているが、塊状をなす部分は磁鉄鉱中に比較的粗粒な早期の黄鉄鉱が斑状に伴なわれているものである。またこれらの磁鉄鉱の一部は赤鉄鉱化してマルタイトになつているところもみとめられる。

第2鉱床は母岩の性質、構造、鉱石などすべての点で前述の第1鉱床と類似しているが、ここで特徴的なことは、第1鉱床では角閃状珪岩が鉱体の下盤に分布するのに反し、第2鉱床では上盤側にみられる点、ならびに鉱石の脈石が一樣に透角閃石のみからなり、先駆的現象としての透輝石柘榴石岩のみとめられない点である。

本鉱床の露天掘りあとに特殊な転石がみいだされる。これは微晶粒状の方解石を主とし少量の緑泥石が短冊状に発達し、さらに1~2 mmの磁鉄鉱の“clot”を有するもので、本磁鉄鉱は鏡下で繊維状のものが集合し、その一部に赤鉄鉱を伴ない、かつ少量の黄銅鉱を附随している。この種の磁鉄鉱は主鉱体にはみとめられず、鉱物の組合せ、結晶形態からみて、はるかに晩期の熱水性のものとみることが適当である。というのは久遠鉱山、その他の熱水性銅鉛亜鉛脈中にみとめられる磁鉄鉱とその

註4) アンダーラインをほどこした諸鉱物はスカン化における比較的早期の形成物である。また2本のアンダーラインをほどこしたものはスカン化作用後またはスカン化の末期の形成物である。点線をほどこしたのものには残晶、新生鉱物の両者がある。

註5) スカンにおける鉱物組合せは、低温相と高温相とがしばしば共存するので、一般には鉱物相原理(mineral facies principle)によつて説明することが行なわれない。



第4図 桂岡鉄山の坑内地質図

産状が同じであり、すでに成田英吉<sup>6)</sup>(1957)が大平鉱山の硫化鉄鉱鉱脈にわずかながらこの種の磁鉄鉱の存在することをみとめている。

以上のデータは磁鉄鉱鉱床と硫化鉄鉱鉱床とが血縁関係を有することの証査であり、本地域の鉱化作用の性質を吟味するうえで重要なことがらと思われる。

#### 4.3 第3鉱床

本鉱床は前述の第2鉱床のすぐ南方下部の沢壁に露頭として存在するもので、独立した鉱床とみるよりもむしろ第2鉱床の南方延長部で、その深部相を示すものとしてみた方が適当である。

露頭では角閃石化岩中にレンズ状または縞状をなして磁鉄鉱がやや濃集したもので、塊状のものに乏しい。この磁鉄鉱は細粒(0.02 mm)のものもあればやや粗粒(0.2 mm)のものもある。粗粒結晶中には赤鉄鉱の残存しているものがある。磁鉄鉱はほとんど角閃石と共存する。塊状鉱石中には硫化鉄鉱が附随している。この硫化鉄鉱は磁硫鉄鉱起源とみられる白鉄鉱と、それよりややおくれた自形黄鉄鉱とから構成されている。このような点から第2鉱床と本鉱床を一体として考えるならば、第1鉱床との相似性が強調できるのである。

#### 4.4 小森鉱山の鉱床

桂岡鉄山の支山で、以前は竜王鉱山と称し、約80tの硫化鉄鉱鉱石を出した実績がある。

本鉱床は第3図に示したように、珪岩とホルンフェルスと接する付近に2、3の小露頭として存在するが、ここには石灰岩レンズ、輝緑岩などがあり、小規模ながら地質構成は桂岡鉄山の場合と同一とみてよい。

鉱床周辺の各岩石はいずれも高温性の変質作用を蒙っている。すなわちホルンフェルスは斜長石・石英・角閃石・燐灰石からなる溜りを生じ、珪岩は粒状化した石英・燐灰石を多く含有し、一部に緑泥石を伴っている。石灰岩は透輝石・柘榴石・緑簾石スカルンをその一部に生じている。

磁鉄鉱鉱床は緑色岩中にいくつかの玉状をなして産するが、この緑色岩は周辺が透角閃石を主体とし、中心が透輝石柘榴石岩となつている。磁鉄鉱は角閃石と共存するものに乏しく、ここではむしろ透輝石柘榴石と共存するが多い。しかも良質の塊状鉱は大抵透輝石柘榴石と共存し、ここでのおもな鉱化作用は角閃岩相よりはむしろ高温型の輝石ホルンフェルス相において行なわれたとみることができる。

鉱石はきわめて微粒(0.01 mm)の磁鉄鉱の粒状結晶からなり、しばしば磁硫鉄鉱が伴われる。この磁硫鉄

鉱はいわゆる鳥ノ目構造を示すものでやや粗粒(1 mm)である。これは後次的に黄鉄鉱に交代され、特殊な縞状構造を示している。

#### 4.5 その他の2、3の兆候

上記4鉱床のほか筆者らは地域内に2、3の兆候をみとめているので、それについて記述する。

いずれも桂岡・大平鉱山地域における黄鉄鉱帯の閃緑岩質珪岩体の周辺に発見された。1つは桂岡鉄山の2の沢で通気坑坑口の西方50 mで、閃緑岩質珪岩体の内側である。他は厚志内川沿いの林道の切取面で前記閃緑岩質珪岩体の北西約200 mの地点で交代性ホルンフェルス中である。

前者は閃緑岩質珪岩の周縁相とみられる位置で閃緑岩質珪岩中に幅2~3 mm、長さ2~3 cmの規模で磁鉄鉱が濃集し、やや縞状を呈している。この部分は鏡下で斜長石の斑状構造のみをとどめて他は再結晶がすすみ、細粒の石英・絹雲母・緑泥石から構成されている。磁鉄鉱はとくに緑泥石と共存し、やや粗粒で0.5~1.0 mmであるが、緑泥石とミルメカイト構造をなして産する。このほか石基中には針状結晶をなす磁鉄鉱がかなり伴われる。

後者はいわゆる交代性ホルンフェルス中で、やや粗粒の黒雲母・石英・燐灰石から構成されるルーズな岩石を母岩とし、そこに細脈状または網状(網目の幅は1~2 mm)に磁鉄鉱の微脈が発達するもので、磁鉄鉱の周辺にはしばしば緑色角閃石を伴っている。また磁鉄鉱に富む部分にはやや多量の燐灰石を生じており、少量ながら赤鉄鉱・黄銅鉱・黄鉄鉱を附随している。以上のようにこの露頭は桂岡鉄山の磁鉄鉱鉱床の本体とその性質に共通なものをもっている。

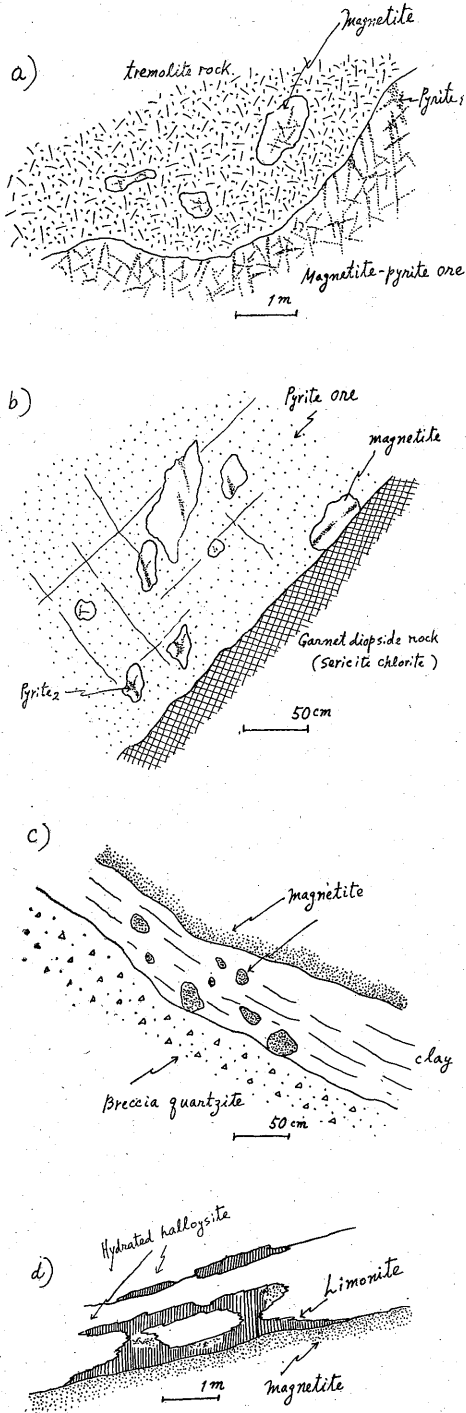
この地点に対して簡易試錐を行なった結果では深度10 mまでは変化がなく、磁鉄鉱としての含有率は6~30%である。

こういうわけでいずれも鉱床の規模には到底達しないが、これらが黄鉄鉱帯の中にみだされた点は注目すべきである。

## 5. 鉱石

### 5.1 鉱石の一般的性状

鉱石は鉱石鉱物の組合せに基づいて、(1)磁鉄鉱を主とするもの、(2)磁鉄鉱・赤鉄鉱を主とするもの、(3)磁鉄鉱・黄銅鉱・閃亜鉛鉱・黄鉄鉱からなるもの、(4)磁鉄鉱・磁硫鉄鉱・閃亜鉛鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱からなるもの、(5)褐鉄鉱・磁鉄鉱からなるものおよび(6)褐鉄鉱のみからな



第5図 鉱石の産状4例

るものなどに類別することができる。

(1)(2)(5)(6)がもつとも重要な鉱石であることは論をまたない。(1)(2)は黒色細粒緻密な鉱石で、まれに粉状化している場合がある。

(3)(4)はやや多量の黄鉄鉱を伴ない、肉眼的には立方体の粗粒(2~3mm)の黄鉄鉱が磁鉄鉱中に格子状に伴なわれている場合がある。これは主として脈状鉱体の中心富鉄部を構成する。その他の硫化鉱物は少量で肉眼ではみとめることができない。しかし閃亜鉛鉱がやや多量である場合には餡色を呈し透明感がある。

(5)(6)は褐色を呈し、一見褐鉄鉱とみられるが、注意すれば多くの場合磁鉄鉱の残晶をみとめることができる。残晶の多量のものを(5)とし、残晶に乏しいものを(6)とした。

このほかに素硫化鉄があるが、これは前述のように、磁鉄鉱と共存する硫化鉄鉱とは異なり、一部に5角12面体の結晶を伴なっており、反射異方性がない。また比較的粗粒のものからなっている。以上のように両者は産状からみても、鉱物学的にみても、血縁関係を有するものではあるが、生成機構の別であることを思わしめる。

## 5.2 鉱石の品位

磁鉄鉱鉱床の各部分から採取した鉱石の分析結果は第1表のとおりである。

表示してあるように深部になるにしたがって、Feが減少し、Sの増大することが明らかである。深部の鉱石に対しては磁選を行ない、Fe 60~63%、S 2~3%の精鉱(月産1,500t)をえている。また磁硫鉄鉱に対しては浮選でこれを除去している。

## 5.3 鉱石鉱物

主要鉱石鉱物として、磁鉄鉱・赤鉄鉱・黄鉄鉱があり副成分鉱物として黄銅鉱・磁硫鉄鉱・閃亜鉛鉱がある。このうち赤鉄鉱・磁鉄鉱および黄鉄鉱はそれぞれ生成時期によって2種類に類別することができる。

### 5.3.1 磁鉄鉱

きわめて細粒不定形で0.01~0.1mmで、粒状のものが多く、灰白色の反射色を示し、強い磁性を有する。再結晶質の針状角閃石とinterstitialの関係を示すものと柘榴石を交代したものとがある。

磁鉄鉱と共存する角閃石は透角閃石—陽起石系に属するものである。柘榴石を交代したものは柘榴石の累帯構造をそのまま残晶として残している。

### 5.3.2 赤鉄鉱

小森鉱床・桂岡第3鉱床・ホルンフェルス中の微脈などに伴なわれるものは磁鉄鉱の核となっており、高温型鉱化作用で形成されたものとみられる。このほかは磁鉄

第1表 桂岡鉱山・小森鉱山鉄鉱石分析結果

試料番号	Fe	S	P	As	Mn	TiO <sub>2</sub>	Cu	Pb	Zn	F	備 考
露天産 鉄石	K 21	58.42	0.15	0.069	0.068	0.075	0.54			0.29	朝顔形鉄床の根部(細脈)
	K 26	56.19	0.54								同 褐鉄鉄鉱化部
	K 37	36.75	9.91								主脈の下盤際
	K 39	55.52	2.00	0.011	0.055	0.320	0.36			0.25	主脈単位鉄体の末端部
	K 40	51.27	23.96								主脈の上盤際
	K 49	47.36	20.77	0.013	0.045	0.210	0.30			0.74	主脈の上盤の玉状鉄石
三坑産 鉄石	K 124	57.41	4.37								東部引立付近
	K 125	55.51	0.99	0.129	0.056	0.100	0.34			0.28	同 褐鉄鉄鉱化部
	K 127	45.46	2.17								南部の硫化物強い部分
	K 129	64.34	0.00							0.25	南部引立磁鉄鉱のみの部分
一坑産 鉄石	K 102	45.01	2.29								北部中段玉状鉄石
	K 107	56.41	3.82								坑口付近着鉄部
	K 108	51.49	9.89								同 南方延長部
	K 110	53.62	0.01								南部の褐鉄鉄鉱化部
	K 119	61.44	0.03								同 磁鉄鉄残晶
四坑産 鉄石	K 53	39.77	19.91								坑口付近玉状鉄石
	K 55	44.12	29.79								さらに奥の玉状鉄石
	K 57	43.12	15.04								同
	K 58	38.42	2.72								同
	K 68	31.50	19.07								同
旭坑産 鉄石	K 88	47.14	4.92								緑泥石・黄鉄鉄を主とする鉄石
	K 90	48.81	21.27								通気坑付近の脈状鉄石
	K 92	22.68	14.78								同 上盤の玉状鉄石
四坑産 鉄石	K 154	42.78	17.09	0.009	0.030	0.34	0.32	tr.	tr.	10.25	東向1階地並、閃亜鉛鉄を伴なう
	K 155	55.18	12.18								同 磁鉄鉄の多い部分
	K 157	42.56	10.61					0.018	tr.	6.71	同 2階地並銅鉄石の下部
	K 158 (a)	16.64	36.75					3.15	tr.	43.34	同 銅鉄石
	K 158 (b)	44.34	53.21					tr.	tr.	0.85	同 素硫化鉄
小森 鉄石		48.14	0.84								

分析: 粕 武

鉄起源とみられるものが多く、磁鉄鉄の一部、とくにその結晶周縁が赤鉄鉄化している場合が多い。赤鉄鉄化の幅は0.5 mm 程度の場合があり、しばしば複合双晶を示す。赤鉄鉄が単独に存在することはない。本鉄物は黄鉄鉄(Ⅱ期)の多い鉄石に多産する傾向があり、赤鉄鉄化は晩期の硫化鉄形成期に生じた可能性が大きい。

また第2鉄床には磁鉄鉄と格子状をなして産する赤鉄

鉄があるが、この場合は反射異方性が弱い。

### 5.3.3 黄鉄鉄

少なくとも前後2期のものが区別される。早期のものは磁鉄鉄と肉眼的に一見 interstitial の関係にあり、比較的細粒(0.1~1.0mm)で、形態は不規則である。晩期(Ⅱ期)のものは磁鉄鉄を蚕食し、粗粒自形結晶(1~10mm)として産する。早期黄鉄鉄が晩期黄鉄鉄にと

りまかれている場合、前者はしばしば白鉄鉱化し、やや顕著な異方性を示している。晩期黄鉄鉱にはしばしば少量の黄銅鉱・閃亜鉛鉱が附随している。

5.3.4 黄銅鉱・玖瑪鉱・磁硫鉄鉱・閃亜鉛鉱・ウルト鉱

しばしば互いに共生して産するので、一括してのべる。とくに黄銅鉱と閃亜鉛鉱とは密接な関係にあり、閃亜鉛鉱中に黄銅鉱が点滴状に多量伴なわれる場合、黄銅鉱中に微細な星状閃亜鉛鉱 (zinc star) となつて伴なわれる場合がある。後者は主として斜坑の鉱体中に多産し前者は旭坑奥の深部鉱体に産する。本鉱石の黄銅鉱中にこれと共生し線状の構造をなして微量ながら玖瑪鉱がみとめられる。

閃亜鉛鉱は磁鉄鉱中に単独に産する場合もあるが、これには他の硫化鉱物を伴わないことが普通である。

磁硫鉄鉱は磁鉄鉱中に少量微晶として産するほか、黄銅鉱中に同様の産状を示すことがある。反射色は帯黄紅色である。とくに磁鉄鉱と本鉱物とが共生するのはかなり多量の針状角閃石が磁鉄鉱と interstitial の関係を示す場合である。

このほか磁硫鉄鉱から二次的に変わった黄鉄鉱 (白鉄鉱) がある。これはとくに小森鉱山および桂岡鉄山斜坑 (旭坑奥) に産する鉱石に認められ、磁硫鉄鉱を一部に残存している。本鉱物は同心円状または墨流し状に汚染部を生じており、一種の鳥ノ目構造を示す。

上記のように高温型とみられる硫化鉱物およびそれらの示す離溶組織は斜坑、旭坑奥などいずれも深部において顕著であり、柘榴石角閃石岩に附随するものが多い。また二次変質作用で黄銅鉱・方鉛鉱・閃亜鉛鉱の破砕部、周辺部を交代して銅藍が生じていることがある。

5.4 脈石鉱物

鉱石中の脈石についてのべると、これは比較的単調な鉱物組合せを示し、桂岡鉄山では地表部で、石英・透角閃石・(緑簾石)、1坑・3坑では緑泥石・透角閃石・方解石・石英、4坑では絹雲母・緑泥石・透角閃石・緑簾石、旭坑では緑簾石・透輝石・柘榴石・石英・透角閃石・絹雲母・緑泥石・方解石、斜坑では絹雲母・緑泥石、第2鉱床においては透角閃石のみ、以上がそれぞれ主要脈石鉱物となつている。しかし多くの場合少量ながら燐灰石・榍石を伴なっている。小森鉱床においては脈石は透輝石・柘榴石・燐灰石からなつている部分が多く、周辺の貧鉱部は透角閃石で占められている。

以上のように桂岡鉄山においては深部に高温性の諸鉱物を多く伴うようになるが、ここには同時に低温性の

諸鉱物も伴なっている。これは磁鉄鉱鉱床形成の先駆となつた鉱物形成と、後期の硫化鉄鉱脈形成時の鉱物形成とが重複した結果なのである。

このほかに二次変質作用の産物とみられる白色粘土が褐鉄鉱化部にみられるが、これはX線解析の結果、加水ハロイサイトに属することが明らかにされた。

6. 地質構造と火成作用・変質作用ならびに鉱化作用との関係

さきに磁鉄鉱帯と黄鉄鉱帯とがたがいに平行に発達して一つの鉱化帯を形成していることをのべた。すなわち前者には磁鉄鉱鉱床が賦存し、その周囲に角閃石化岩として一括したスカルンが局所的に生じていること、後者には黄鉄鉱脈が伴われ、また全面的に強度の絹雲母化・珪化・黄鉄鉱染のみとめられること、そして黄鉄鉱帯には閃緑岩質珩岩の侵入、珪岩の粒状化など磁鉄鉱帯とはかなり異質な岩石をもたらしていることなどについてすでにのべた。

一方両帯には2、3の共通点もみとめられる。すなわち輝緑岩質珩岩の発達すること、電気石含有岩石のみとめられることなどである。

ここでは上記諸作用の位置づけをする意味で、両帯の生成過程を造構造運動、火成作用、変成 (交代) 作用、鉱化作用などの諸点から考察する。これらの諸作用の関係は第6図 (I—IV) に図示してみた。これを解説すればつぎのように要約される。

すなわち

I期: 閃緑岩質珩岩の東側で衝上運動

閃緑岩質珩岩およびその周辺の諸岩石の西側への衝上。上記大構造の影響による二次的剪断裂か系の形成。とくに西側の地塊には衝上方向にそつて圧碎帯の形成

II期: 後火成作用として高熱交代作用

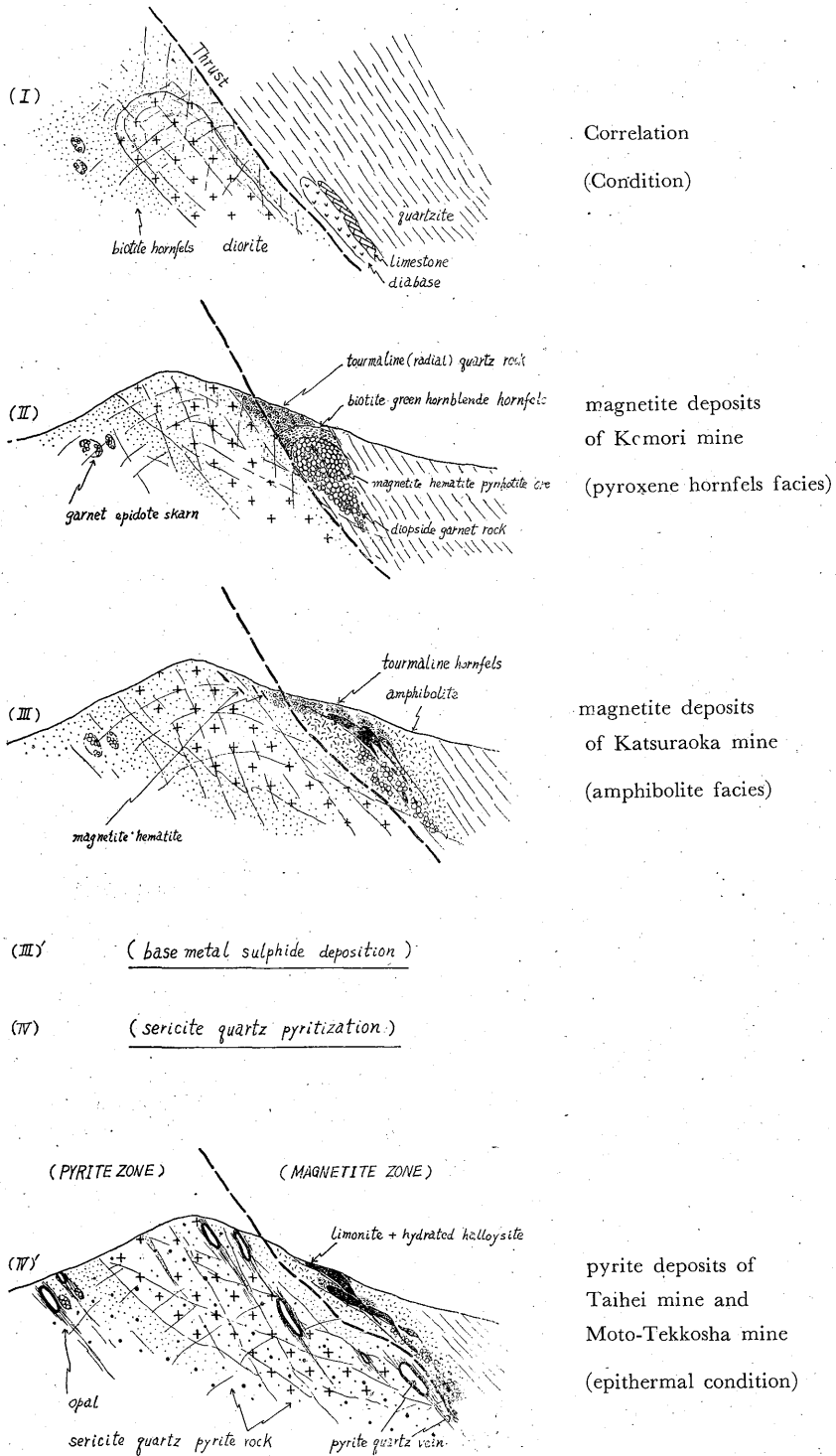
粘板岩・閃緑岩質珩岩に対して黒雲母ホルンフェルス化、石灰岩・輝緑岩質珩岩中に透輝石・柘榴石・緑簾石・燐灰石・(磁鉄鉱I)・(磁硫鉄鉱I)・(黄鉄鉱I)・(赤鉄鉱I)の形成その前縁に電気石石英岩Iの形成

III期: (磁鉄鉱) 鉱化作用の主期

磁鉄鉱II・黄鉄鉱II・磁硫鉄鉱II・透角閃石の形成  
透輝石・柘榴石・緑簾石の後退  
鉱石鉱物は脈状鉱床を形成し、その前縁に電気石石英岩IIの形成



桂岡鉄山地域の磁鉄鉱鉱床の特性 (番場猛夫・斉藤正雄・渡辺 卓)



第 6 図 桂岡鉄山地域における造構造運動、鉱化作用、変質作用の変遷

- III'期: (硫化諸鉱物) 続鉱化作用  
 黄銅鉱・方鉛鉱・閃亜鉛鉱・輝銅鉱・黄鉄鉱III  
 緑泥石の形成  
 磁鉄鉱IIの一部は赤鉄鉱IIに, 黄鉄鉱I-IIおよび磁硫鉄鉱IIの一部は白鉄鉱に改変される。
- IV期: 浅熱水性鉱化作用の先駆活動  
 黄鉄鉱帯における二次剪断構造にそつて絹雲母・石英の形成と黄鉄鉱の鉱染, 電気石Iの消滅, 黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱の形成 (針状磁鉄鉱の形成)
- IV'期: 硫化鉄鉱脈形成の主期  
 素硫化鉄鉱脈の形成, 脈際変質として蛋白石化  
 磁鉄鉱鉱床の黄鉄鉱による蚕食
- V期: 酸化期 (この期以降の作用は図示していない)  
 磁鉄鉱帯のくりかえし衝上, 鉱化作用を伴わない角礫化・粘土化  
 鉱石鉱物の褐鉄鉱化  
 珪酸塩諸鉱物の加水ハロイサイト化  
 酸化マンガン鉱の形成
- VI期: 表成二次変質作用  
 地表における褐鉄鉱化  
 破碎部における銅藍, ウルツ鉱の形成, 藍鉄鉱の形成

I期からVI期までにわたる諸作用が全地域に均等にみとめられるわけではない。地域内の各鉱床によつて, それぞれ特徴ある作用が卓越している。

すなわちI期の衝上断層は南部の桂岡・大平鉱山地域において, より顕著である。

II期の作用は小森鉱山において, III期の作用は桂岡鉄山において, III'期の作用は桂岡鉄山, 元鉄興社鉱山西部鉱床において, IV期の作用は黄鉄鉱帯のほぼ全域に, IV'期の作用は大平鉱山, 桂岡鉄山の深部, 元鉄興社鉱山の東西両鉱床に, V, VI両期の作用は桂岡鉄山においてそれぞれ卓越している。

ところでI期からIII'期までの諸作用は気成条件の反映されている点からみて高熱交代期に属せしめることが適当であり, IV期からV期までの諸作用はいわゆる熱水期に属せしめることが適当と思われる。しかしながらIII'期における銅鉛亜鉛の沈殿はIV期に入つてもなお連続的に行なわれたものと考えられるので, 高熱交代期から熱水期への移行は連続的なものとみるべきである。

黄鉄鉱帯の性格が判然とし, 磁鉄鉱帯と区別されるようになるのはIV期の作用に基づくものとよい。

以上のように, 本地域の鉱化作用は気成期から熱水期にわたるきわめて“range”の長いもので, その初期と, 終末とは全く異質の鉱床を形成するに至っている。

成田英吉<sup>6)</sup>(1957)はこの関係をつぎのように表示している。表に示されている限りでは, 成田の考えは筆者らのそれと変るところがない。

古くは単に接触交代鉱床とされ, あるいは単に熱水性鉱床と考えられていたもののうちに, 接触気成-熱水性移行型鉱床として考えることが, より適当とするものが

第2表 各地域の鉱化作用 (成田 1957)

	高 熱 交 代 期		熱 水 期		浅成二次作用
元鉄興社西部	黒雲母・透角閃石・黒雲母 →輝石・黒雲母	→ジェスプ石・透輝石 磁硫鉄鉱  (黄銅鉱・閃亜鉛鉱・ 黄鉄鉱)	→絹雲母・石英 (電気石) 黄鉄鉱・閃亜鉛鉱 方鉛鉱・黄銅鉱・ (四面銅鉱・磁硫鉄鉱)		白鉄鉱  褐鉄鉱
竜王鉱山	角閃石・黒雲母	→石榴石・単斜輝石 磁鉄鉱(Mt <sub>2</sub> ) (黄銅鉱・磁硫鉄鉱)	→陽起石・緑簾石	→絹雲母・石英 黄銅鉱 (黄銅鉱・磁硫鉄鉱)	赤鉄鉱 マルタイト  褐鉄鉱
桂岡鉄山		→石榴石→単斜輝石・斜長石(柘榴石) 磁鉄鉱(Mt <sub>2</sub> ) (黄銅鉱・磁硫鉄鉱)	→陽起石・緑簾石・石英 黄鉄鉱(Py <sub>2</sub> ) 磁鉄鉱(Mt <sub>3</sub> ) (黄銅鉱・磁硫鉄鉱・赤鉄鉱)	→黄鉄鉱(Py <sub>4</sub> )(細脈) (黄銅鉱・磁硫鉄鉱)	赤鉄鉱 マルタイト  褐鉄鉱
大元平鉄興社東部		→単斜輝石・斜長石(柘榴石)	→陽起石・緑簾石・石英 黄鉄鉱(Py <sub>2</sub> ) (黄銅鉱・磁硫鉄鉱・磁鉄鉱・赤鉄鉱)	→絹雲母・石英 黄鉄鉱(Py <sub>3</sub> ) (黄銅鉱・磁硫鉄鉱)	褐鉄鉱 銅藍・ 藍鉄鉱

近時ふえてきたようである。わが国においても釜石鉱山、秩父鉱山・神岡鉱山をはじめ、かなり多数の鉱床がこのような観点から考察されるようになった。桂岡の鉱床もその1例とみることができる。

## 7. 桂岡鉄山地域の磁鉄鉱床の特性

桂岡鉄山ならびにその周辺には約40万tにのぼる磁鉄鉱床(うち20万tは採掘済み)とその量に匹敵ないしはこれを上回る量の硫化鉄鉱床がある。これらは同一鉱化帯中にあり、同一の鉱化体系として説明することが適当な性質を有している。

鉱化作用はその前半に磁鉄鉱床を、その後半に硫化鉄鉱床を形成し、2つの主期のあつたことを示している。しかし両主期の中間には軽微ではあるがCu-Pb-Zn硫化諸鉱物を主とする鉱化作用があり、2つの主期は連絡されている。磁鉄鉱床群は地域の東側(磁鉄鉱帯)にあり硫化鉄鉱床はその西側(黄鉄鉱帯)にあつて、たがいに平行した帯状配列を示し、Cu-Pb-Zn諸鉱物は両鉱床に微量ながら附随している。

この鉱化作用は、透輝石・柘榴石・緑簾石・スカルンの形成に端を発するが、上記スカルンの形成されている部分は古生層珪岩中にレンズ状に発達している石灰岩と輝緑岩とで、いずれも石灰質岩である。付近に閃緑岩質珪岩が発達するが、本岩は少なくとも地表付近では上記石灰質岩と直接に接しているわけではなく、両者は200mをへだてており、その間には絹雲母石英岩が介在している。閃緑岩質珪岩がスカルン化に関与したものと考えられるが、本岩がスカルン化に果たした役割は直接的なものではなく、それから分泌物によるものと思われる。かく述べる根拠は閃緑岩質珪岩がその周辺母岩とともに黒雲母ホルンフェルス化している点でも明らかのように本岩進入後の後火成作用が強力であつたことを示しているからである。

閃緑岩質珪岩の進入後その東側で衝上運動が行なわれ東側は衝上し、西側の地塊はこれに伴う二次剪断帯となつた。そのために閃緑岩質珪岩からの分泌物は衝上面にそつて、あるいはこれから派生した剪断帯中の裂か上に上昇し、とくに石灰質岩の部分が高熱交代作用の場を提供したものとみられる。

高熱交代作用を鉱物相の観点からみた場合には、輝石ホルンフェルス相(Pyroxene hornfels facies)をへて角閃岩相(Amphibolite facies)に達し、この条件の下で磁鉄鉱—(磁硫鉄鉱)—(黄鉄鉱)鉱床を形成している。この時期の交代作用はそれぞれのphaseにその前縁に電気石石英岩を形成しており、一般にみとめられている

“接触気成”条件を示すものとみとめられる。これが本地域における最初の主要な鉱化期である。

つぎにCu-Pb-Zn phaseが出現するが、これは緑泥石・緑色角閃石・石英をおもな脈石としており、黄銅鉱中に星状閃亜鉛鉱・玖瑪鉱・磁硫鉄鉱を産し、比較的高温の生成条件を示している。上記の鉱石は桂岡鉄山においては4坑地並にもつとも優勢にあらわれる。鉱石の産出状態はいろいろで、石灰岩を交代している場合、磁鉄鉱石あるいは透輝石柘榴石岩を交代している場合のほか、黄銅鉱-緑泥石の組合せを示している場合もある。またまつた規模のものは認められないが、Cu-Pb-Znの鉱化作用は各所にみとめられ、磁鉄鉱帯にも黄鉄鉱帯にも知られている。したがつてこの期の鉱化作用は高熱交代期の末期から熱水期初期にわたるもので、軽微ではあるがrangeの長いものである。以上が第2期の鉱化作用である。

第3期の鉱化作用は黄鉄鉱を主とする浅熱水性裂か充填型鉱脈で、量的にはもつとも卓越するものの1つである。脈は各所に晶洞を生じており、そこにはみごとな5角12面体の黄鉄鉱の自形結晶を産する。脈石は石英・蛋白石を主としている。本脈は黄鉄鉱帯にのみ産出し、脈は二次剪断系の支配をうけ、N30°EあるいはN70°W方向をとり、衝上断層の方向あるいは磁鉄鉱床の胚胎方向とは判然と区別される。しかしながら脈を構成する黄鉄鉱中にはわずかではあるが閃亜鉛鉱や磁鉄鉱の包囊物(inclusion)がみとめられ、これに先行したCu-Pb-Zn phaseの鉱化作用と血縁関係のあることを思わせる。黄鉄鉱脈がこれに先行した磁鉄鉱床と共存する場合には、後者は多重変成的となり、そこには二次的の褐鉄鉱・白鉄鉱・赤鉄鉱・加水ハロイサイトなどを生じ複雑な様相を呈する。

以上で本地域の主要な鉱化作用は終了しているが、その後にもなお前記の衝上面にそつて地塊運動の行なわれたことがうかがわれる。すなわち東側の磁鉄鉱帯の衝上と、その周辺にみられる角礫化である。二次鉱物としてマルタイト・藍銅鉱・銅藍・褐鉄鉱・赤鉄鉱などをみることがある。

上述のように桂岡鉄山地域の鉱床は接触気成鉱床の形成にはじまり、浅熱水性鉱床を形成するに至るまで、一連の鉱化作用の生成物であり、しかも2つのphaseに重要な鉱床をもたらしている。その特性に基づいて筆者らは本脈床を「気成(高熱交代)——熱水移行型鉱床」に属するものと考察した。

## 8. 結 言

桂岡鉄山地域の地質と鉱床とについて概説し、本脈床

を気成(高熱交代)——熱水移化型鉱床に属すると考察したが、この観点に立つて将来の鉱床探査に関する眼目をのべておきたい。

磁鉄鉱床の主要部がこの鉱化帯のうちでとくに磁鉄鉱帯に存在することは決して偶然ではない。したがって磁鉄鉱床を目的とする場合には磁鉄鉱帯という限られた範囲に探査の重点をおく必要がある。とくに石灰岩・輝緑岩のような石灰質岩石に対しては、スカルン体自身はもちろん、その前縁に生じている電気石石英岩の発見に努めなければならない。たとえ転鉱石が認められなくとも、上にのべたような兆候をみとめた場合にはその地点から垂直ないし東へ急傾した試錐を行なつたらよい。現在のところその候補地として大平山山頂から西方地域一帯がある。ここは桂岡鉄山と小森鉱山との中間の位置であり、石灰岩と輝緑岩とが相接している部分である。

つぎに鉱床学的な問題で著者らが心ならずもとりこぼしている点を明らかにしておきたい。

著者らは移化型鉱床の終末に形成される浅熱水性鉱脈には、何らかの点で一般の浅熱水性鉱脈と異なる点がありはしないかと考えている。鉱脈を形成している鉱物の性質、脈際の変質その他いろいろの点でこれを検討してみたが、黄鉄鉱に対する腐蝕試験など2, 3の実験を行なつてはみたが、この点に関しては成功を取めるまでに至っていない。将来の研究によつてこの問題が解明されれば、単に学術的な興味ばかりでなく、鉱床探査の面においても貢献できるのではないかと考えている次第である。

つぎに本鉱床の生成時期の問題がある。鉱化作用に關与したと考えられる閃緑岩質珩岩の侵入時期は不明である。本地域に発達する新第三系中新統の堆積岩類には火成作用あるいは鉱化作用の影響をうけたという形跡がない。したがって本鉱化作用は新第三紀中新世以前に完了していたとみることができ。しかしこの点に関しては別の見方もある。すなわち閃緑岩質珩岩の岩質が、北海道西南部でグリーンタフを貫く「第三紀花崗岩質岩」ときわめて類似する点を重視する見方である。

鉱床区の観点から、本鉱床の占める位置は上記の点と

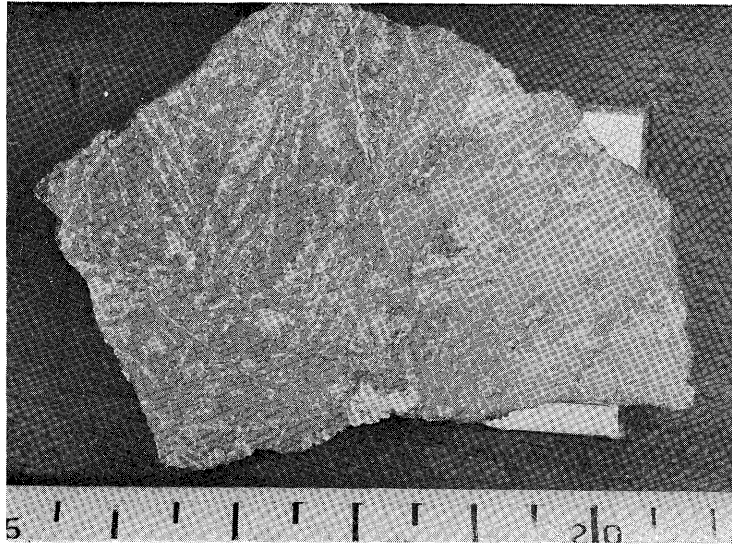
あわせて将来の問題である。

現在の段階では本鉱床の生成時期は“古生代後期——第三紀初期”とすることが適当であり、本鉱床の属する鉱床区は東北地方におけるグリーンタフ堆積以前の鉱床区の北方延長とみることが妥当であると提案しておきたい。

(昭和34年11月, 35年6月調査)

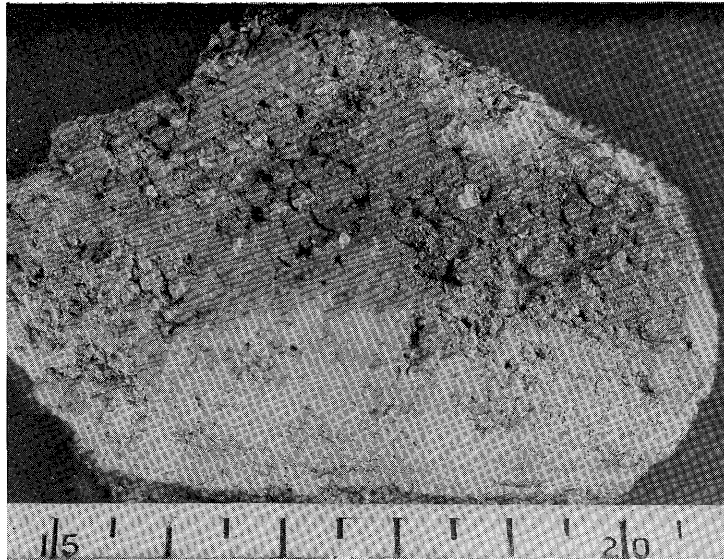
## 文 献

- 1) 番場猛夫・渡辺 卓・斎藤正雄：桂岡地区、未利用鉄資源、第7輯、p.52~61, 1959
- 2) 秤 信男：山口県藤ヶ谷鉱山の地質鉱床、鉱山地質、Vol.10, No.40, 1960
- 3) 松村 明：後志国島取村地内の銅・鉛・亜鉛・マンガン鉱床調査報告 (I. オープンセサミ鉱山の銅・鉛・亜鉛鉱床)、北海道地下資源調査資料、No.32, 1957
- 4) 宮沢俊弥：本邦の主な接触交代鉱床の特異性について、鉱山地質、Vol.6, No.19, 1956
- 5) 宮久三千年・毛利元躬：福岡県吉原鉱山の接触交代銅硫化鉄鉱床、鉱山地質、Vol.9, No.37, 1937
- 6) 成田英吉：松山郡上ノ国村桂岡付近の地質と鉱床、鉱山地質、Vol.7, No.26, 1957
- 7) 成田英吉：神岡鉱山栃洞坑における白地鉱床、鉱山地質、Vol.9, No.35, 1959
- 8) 斎藤正雄：北海道渡島国上ノ国村硫化鉄鉱床調査報告、地質調査所月報、Vol.3, No.1, 1952
- 9) 斎藤正雄・渡辺芳次：渡島国桂岡鉄山の磁鉄鉱床調査報告、北海道地下資源調査資料、No.14, 1954
- 10) 梅本悟・渡辺芳次：北海道渡島国桂岡鉄山北方地域地質鉱床調査報告、地質調査所月報、Vol.8, No.4, 1957
- 11) 渡辺武男・宮沢俊弥：接触交代鉱床、鉱床学の進歩、p.60~93, 1956
- 12) 渡辺武男：日本の接触交代帯の金属鉱床の特徴、鈴木醇教授 還暦記念論文集、p.169~191, 1958
- 13) 山岡一雄：宮崎県土呂久鉱山の地質ならびに鉱化作用について、鉱山地質、Vol.9, No.34, 1959



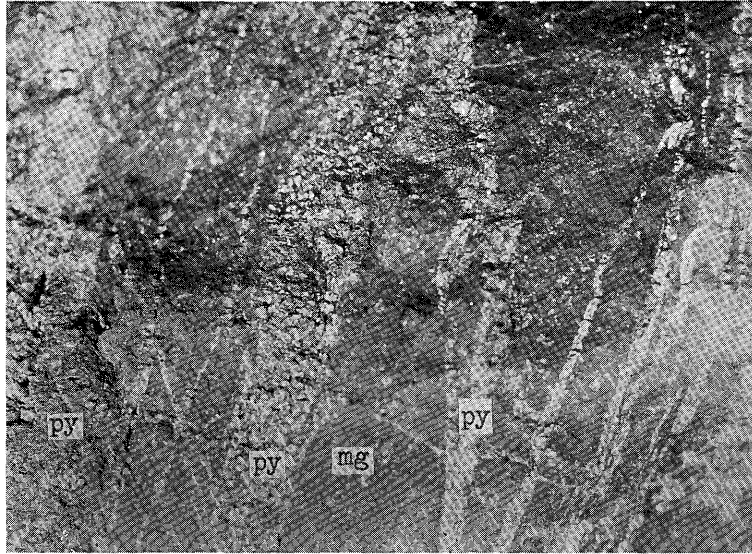
図版 1 a 桂岡鉄山産鉄鉱石 ×1.5

暗色部分は磁鉄鉱、白色針状の部分は黄鉄鉱。  
富鉄部はこの種の鉱石から構成されている。



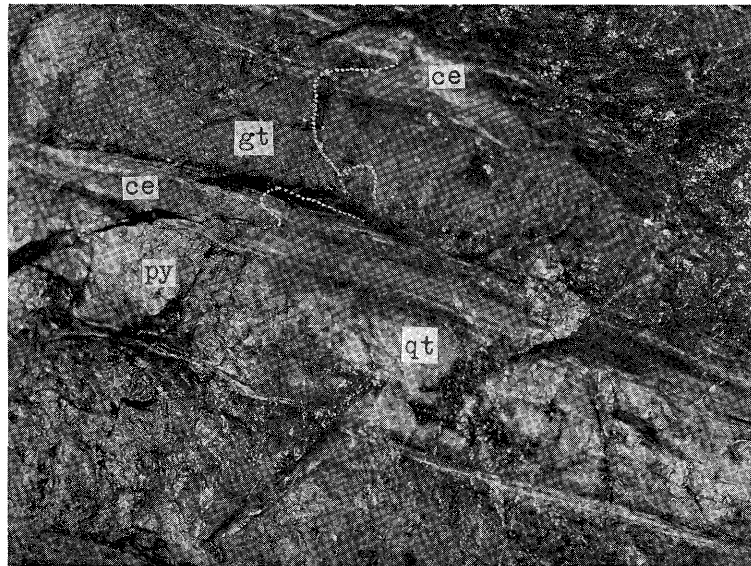
図版 1 b 大平鉱山産硫化鉄鉱石 ×1.5

鉄脈中の晶洞部を形成する部分で、五角12面体の黄鉄鉱の  
自形結晶の集合からなっている。脈石は大平が蛋白石・石  
英である。



図版 2 a 磁鉄鉱鉱床と硫化鉄鉱脈とが共存している部分の鉱石 × 1.25

mg: 磁鉄鉱 (この中に少量の黄鉄鉱を伴なっている)  
 Py: 黄鉄鉱桂岡鉄山旭坑産



図版 2 b 柘榴石透輝石緑簾石岩 × 1.25

gt: 柘榴石  
 py: 黄鉄鉱  
 ce: 緑泥石緑簾石を主とする部分  
 qt: 石英を主とする部分  
 本岩石は珪岩起源のスカルンで原岩の層理が保存されている。  
 桂岡鉄山旭坑産



図版 3 a 輝緑岩質玢岩 ×約17, 十字ニコル

pl : 斜長石  
 px : 普通輝石  
 桂岡鉄山露天付近産



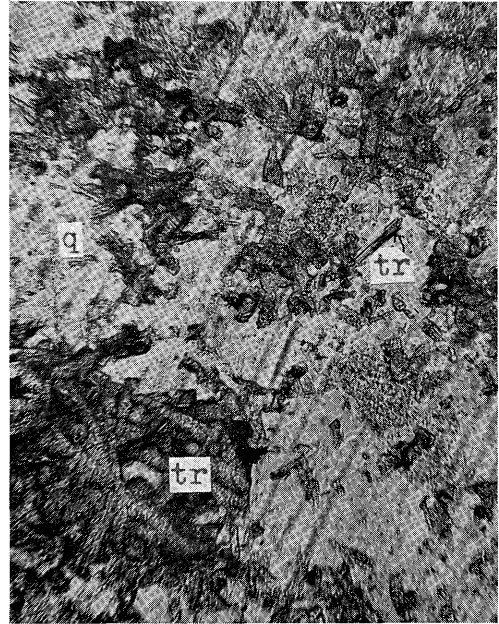
図版 3 b 閃緑岩質玢岩 ×約17, 十字ニコル

pl : 斜長石  
 q : 石英  
 hr : 角閃石  
 小森鉄山付近産



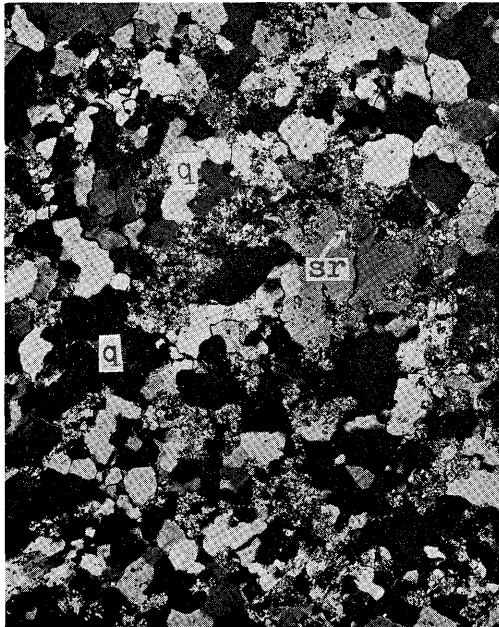
図版 4 a 放射状電気石・石英岩 × 50, 平行ニコル

tr : 電気石  
chr : 緑泥石  
q : 石英  
桂岡鉄山第1鉱床南方産



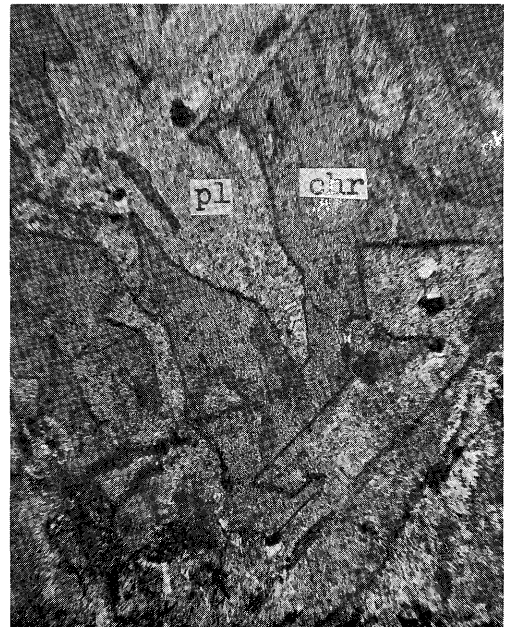
図版 4 b 電気石ホルンフェルス岩 × 50, 平行ニコル

tr : 電気石  
q : 石英  
桂岡鉄山第1鉱床露天産



図版 4 c 絹雲母石英岩 × 50, 十字ニコル

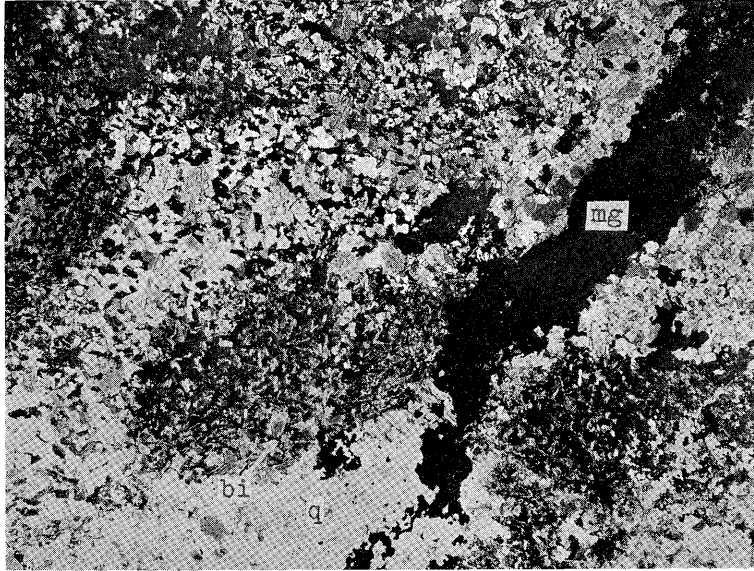
q : 石英  
sr : 絹雲母  
桂岡鉄山西方の閃緑岩質珩岩付近産



図版 4 d 緑泥石化した輝緑岩質珩岩 × 50, 平行ニコル

chr : 緑泥石  
pl : ソーシユル石化した斜長石  
桂岡鉄山第1鉱床東部産





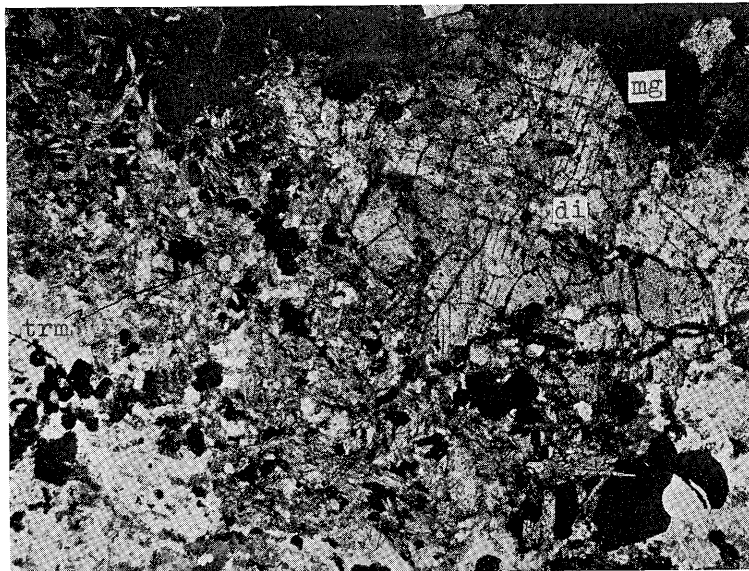
図版 5 a 交代性黒雲母ホルンフェルスと磁鉄鉱微脈 × 約17, 十字ニコル

mg : 磁鉄鉱 (一部赤鉄鉱)

q : 石英

bi : 黒雲母

桂岡鉄山第1鉱床西方産



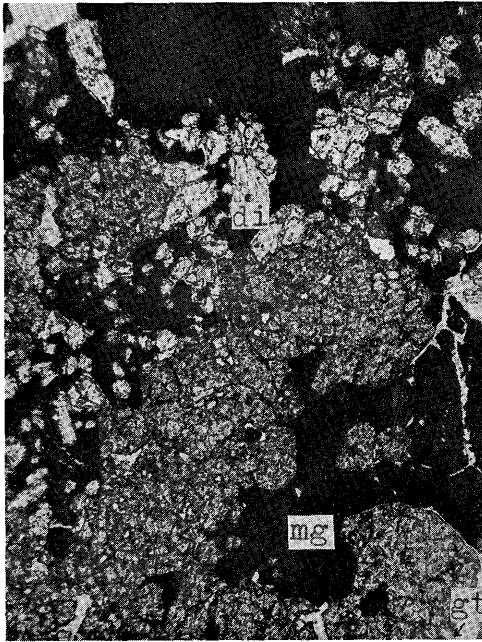
図版 5 b 透輝石石榴石岩をさらに交代する角閃石

mg : 磁鉄鉱

di : 透輝石

trm : 陽起石

桂岡鉄山旭坑産



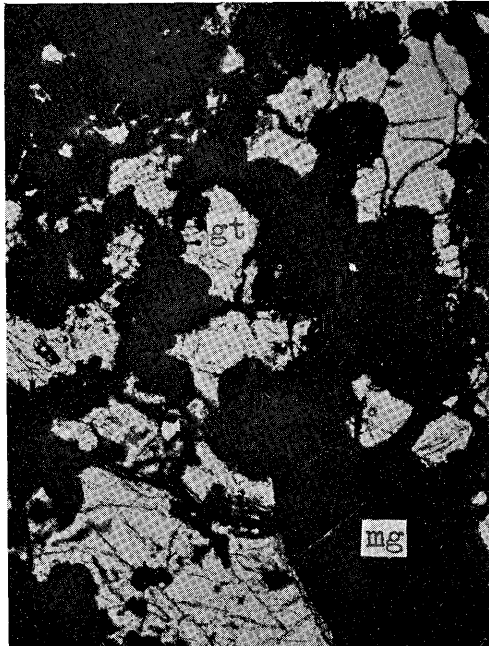
図版 6 a 透輝石柘榴石磁鉄鈷(準鈷石) × 50, 平行=コル

mg : 磁鉄鈷  
 di : 透輝石  
 gt : 柘榴石  
 小森鈷山産



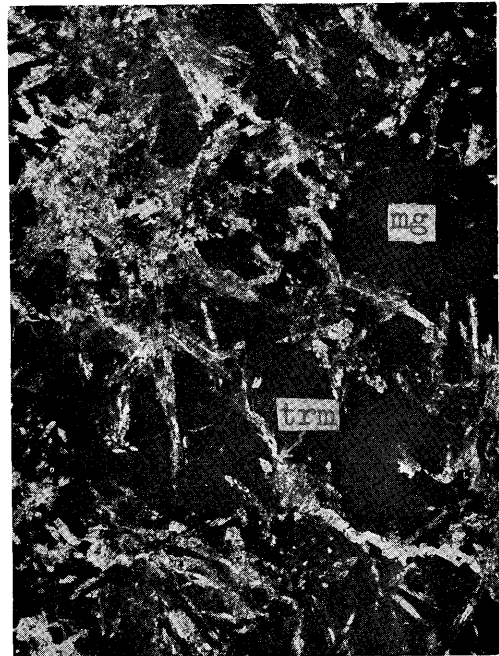
図版 6 b 陽起石磁鈷鈷(準鈷石) × 50, 平行=コル

trm : 陽起石  
 mg : 磁鉄鈷  
 桂岡鉄山第1鈷床



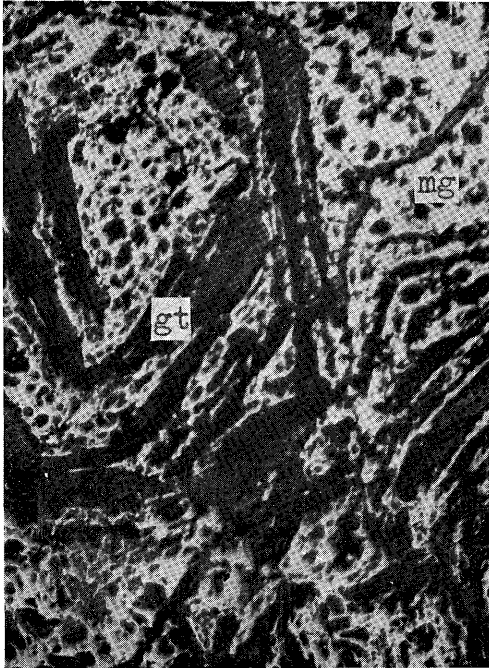
図版 6 c 柘榴石磁鉄鈷(鉄鈷石) × 50, 平行=コル

mg : 磁鉄鈷  
 gt : 柘榴石  
 小森鈷山産



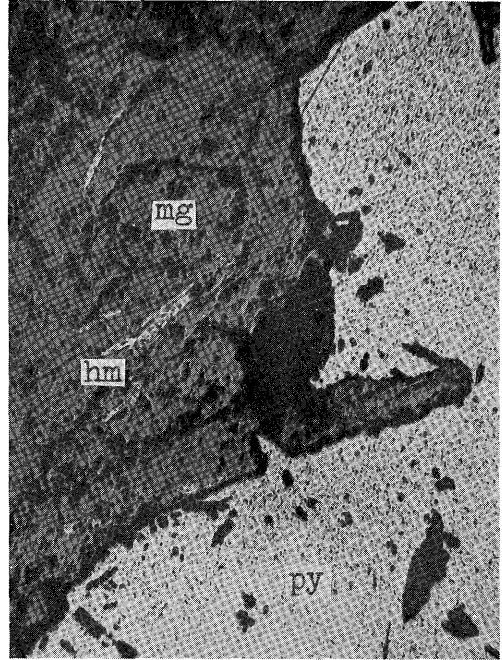
図版 6 d 陽起石磁鉄鈷(鉄鈷石) × 50, 平行=コル

trm : 陽起石  
 mg : 磁鉄鈷  
 桂岡鉄山露天産



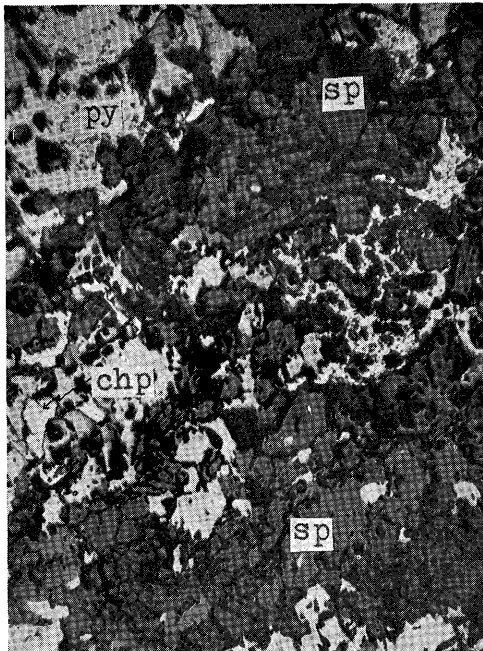
図版 7 a 柘榴石を交代した磁鉄鉱鉱石 反射 ×50, 平行ニコル

mg : 磁鉄鉱  
gt : 柘榴石  
桂岡鉄山産



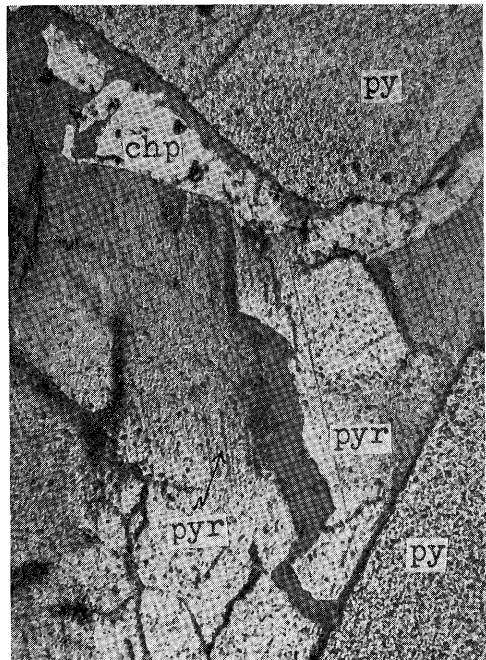
図版 7 b 磁鉄鉱(赤鉄鉱)黄鉄鉱(低品位鉱石) 反射,

× 50, 平行ニコル  
mg : 磁鉄鉱  
hm : 赤鉄鉱  
py : 黄鉄鉱  
本図版-1aの顕微鏡写真である。



図版 7 c Pb-Cu-Zn硫化鉱物に交代された磁鉄鉱鉱石, 反射

× 50, 平行ニコル  
chp : 黄銅鉱  
py : 黄鉄鉱  
sp : 閃亜鉛鉱  
桂岡鉄山西坑産



図版 7 d 磁硫鉄鉱黄銅鉱を交代する新期黄鉄鉱, 反射

× 50, 平行ニコル  
pyr : 磁硫鉄鉱  
chp : 黄銅鉱  
py : 黄鉄鉱  
桂岡鉄山旭坑産