

## 山口縣櫻郷鉱山の磁硫鉄鉱鉱床

— 特にその鉱石について —

郷原 範造\*

Résumé

On the Pyrrhotite Deposits in Sakuragō Mine, Yamaguchi Prefecture  
— with special reference to ore minerals —

by

Hanzō Gōhara

The results of investigation of pyrrhotite ores in Sakuragō mine are summarized as follows:

(1) The ore deposits of Sakuragō mine are pyrometasomatic deposits, and are classified into three types on basis of their occurrences.

Type	Country rock	Form	Principle	
			Ore minerals	Gangue minerals
Chakunotani	Limestone Slate	lenticular ; irregular, vein-like	Pyrrhotite Chalcopyrite Sphalerite	Garnet Epidote Diopside
Koguchi	Slate	irregular	Pyrrhotite Chalcopyrite Sphalerite	Diopside Garnet Tourmaline
Sakura	Limestone	veinlike ; irregular	Chalcopyrite Sphalerite Galena	Hedenbergite Diopside Garnet

(2) Ores consist of pyrrhotite, chalcopyrite arsenopyrite, sphalerite, bornite, magnetite, pyrite, native bismuth, bismuthinite, galena, tetrahedrite, cubanite, pyrargyrite, marcasite and secondary copper-ore minerals, with gangue minerals of garnet, hedenbergite, diopside, salite, epidote, wollastonite, lievrite tourmaline, tremolite, actinolite, chlorite, quartz and calcite. Ore shows such textures as massive, banded, veined and impregnated.

(3) Two kinds of pyrrhotite are recognized; the one is coarse-grained and pale bronze-yellow in color, the other being fine-grained and reddish purple in color. The former is accompanied with pyroxene and garnet, while the latter mainly with quartz.

(4) The magnetic sensibility and flotability of pyrrhotite are variable by various factors such as chemical composition, shape of grain, physical and chemical properties of grain surfaces.

(5) Surface alteration of pyrrhotite to secondary pyrite and marcasite is widespread.

(6) Some interesting paragenesis of ore minerals are seen, in them, chalcopyrite-bornite, chalcopyrite-sphalerite, arsenopyrite-tetrahedrite, bornite-cubanite etc.

## 1. 緒言

磁硫鉄鉱は高温鉱床に普通な鉱物で、最近鉄資源とし

\* 鉱床部

て重要視されるに至つた。

筆者は「未利用資源の完全利用を目的とする鉱石の鉱物組成と組織との研究」の1つとして、櫻郷鉱山の磁硫鉄鉱を含む鉱石について主として顕微鏡的観察を行つた

ので、その結果について報告する。

桜郷鉱山についてはさきに上野三義・土井啓司両技官りが概査し、筆者の調査後は岸本文男技官が精査したので、地質・鉱床についての詳細な記載はそれらの報告に譲ることとする。

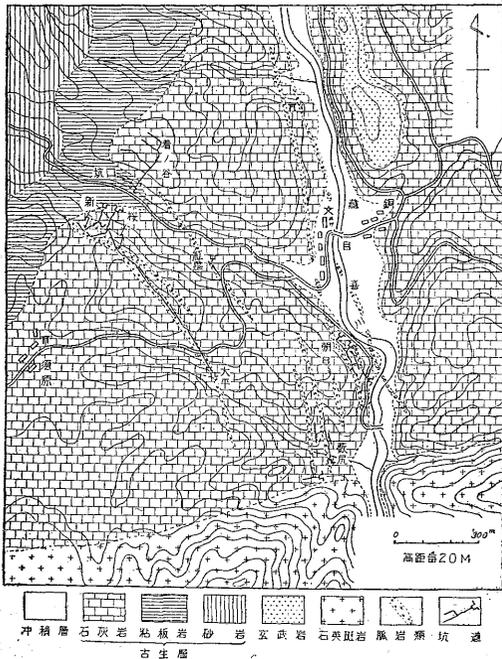
桜郷鉱山は山口県阿武郡生雲村宇<sup>あかがね</sup>銅にあつて、山口線(小郡—石見益田)の三谷駅西方約9.5kmに位置し、立地条件に恵まれている。現在宇部興産株式会社が経営し、硫化鉄鉱(磁硫鉄鉱を主とする)と含銅硫化鉄鉱(磁硫鉄鉱・黄銅鉱からなる)とを採掘・選別し、生産は前者が0.5t/day、後者は5~10t/dayである。なお粗鉱品位は次の通りである。

Cu 0.5~4%, S 22~33%, Fe 50~53%, Zn 8~10%, Pb 4~7%

調査に当つては同鉱山所長信原竜夫氏および竹沢嘉門氏ほか職員諸氏に色々<sup>色々</sup>と便宜を与えられた。こゝに感謝の意を表する。

2. 地質・鉱床概略

鉱山附近を構成する地質は粘板岩・砂岩・チャート・石灰岩等よりなる古生層と、その中に進入する石英斑岩および各種の脈岩とからなり、一部には玄武岩熔岩が古生層を被覆している。古生層はN10°E~N70°Eに走り、25~35°SEに傾斜する単斜構造を示しているが、局部的には波状褶曲をなし、とくに鉱床附近では著しい。



第1図 桜郷鉱山地質鉱床図

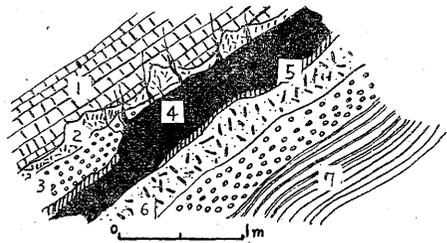
石灰岩は淡灰色の結晶質石灰岩に、粘板岩はホルンフェルスになり、石灰岩中や粘板岩中、あるいは両岩の境界にはスカルンが点在して、そのなかに磁硫鉄鉱・黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱等が濃集して鉱床を形成している。石英斑岩は中国地方に広く発達するものの一部で鉱床の南部に広く発達し、そのルーフとなつた古生層に熱変成を与えている。脈岩類には石英斑岩・閃緑玢岩・輝石玢岩・流紋岩等があり、石灰岩中に進入して鉱床を生成するものと、岩脈として鉱床を貫ぬくものがある。その幅は2~15m程度で比較的連続し、珪化作用・緑泥石化作用をうけている(第1図参照)。

鉱床は母岩、鉱床の性状および鉱石の性質により3つに分類することができる。すなわち、

- (1) 着ノ谷型鉱床
- (2) 坑口型鉱床
- (3) 桜型鉱床

である。

(1) 着ノ谷型は石灰岩と粘板岩との境界に胚胎するもので、芋状、扁平なレンズ状、あるいは不規則脈状を



第2図

- 1. 石灰岩
- 2. 珪灰石・電気石帯
- 3. 緑簾石帯
- 4. 磁硫鉄鉱鉱体
- 5. 透輝石・陽起石帯
- 6. 柘榴石帯
- 7. 粘板岩

なし、形は上盤に位置する石灰岩の接触面の凹凸に支配されている。母岩と鉱床との変移の状態を示すと第2図の通りで、柘榴石・緑簾石・透輝石等のスカルン帯には果帯的配列がみられる。鉱石は磁硫鉄鉱を主とする。磁硫鉄鉱はスカルンを離れて母岩(とくに上盤の石灰岩)中にみられることも少なくない。磁硫鉄鉱は富鉄(ムク鉄)の場合はわずかにサライト・透輝石・石英等のスカルン鉱物を伴ない、微量の黄銅鉱・閃亜鉛鉱・硫砒鉄鉱等を随伴する。貧鉄(ガリ鉄)の場合はスカルン鉱物中に鉱染状に分布するものでその量は少ない。一般に鉱体が緩傾斜の場合は富鉄が多く、急傾斜をなす部分はスカルンが多く貧鉄である。主要な鉱体は3つ知られており、着ノ谷鉱床の大切坑・下一番坑・下二番坑のものがこれに相当する。現在採掘中である。

(2) 坑口型はホルンフェルス化した粘板岩層を両盤にし、透輝石・柘榴石・電気石等からなる幅広いスカルン帯(幅 5~7m)中に小規模な芋状をなして胚胎する鉱床である。磁硫鉄鉱が主要な鉄石鉱物であるが、スカルン鉱物に比べてその量はきわめて少ない。スカルン鉱物には(1)と同じように異常的配列を示し、ガリ鉱がきわめて多い。一般に酸化鉄物の産出は少ないが、露頭近くでは褐鉄鉱等があり、ガリ鉱の一部には磁鉄鉱をみることもある。本型は着ノ谷鉄床大切坑の坑口近くにあつて、その一部および露頭が採掘されたことがあるが、現在採掘は中止している。

(3) 椀型は石灰岩層中に胚胎するもので、きわめて少量のスカルン鉱物を伴ない、膨縮する脈状、レンズ状あるいは網脈状をなす。鉱床はその位置によつて次のような著しい相違を示す。すなわち、北部のものはレンズ状が多くて急傾斜をなし、電気石・灰鉄輝石・柘榴石等のスカルン鉱物に閃亜鉛鉱・黄銅鉱を主として随伴するが、南部のものは脈状、網脈状が多く、柘榴石等が少なく、石英・方解石・緑泥石中に方鉛鉱・閃亜鉛鉱・黄銅鉱を主として産出する。鉄物の異常的配列も少なく、磁硫鉄鉱はほとんどみられない特徴がある。なお北部には椀鉄床・新鉄床・大平鉄床の一部が、南部には大平鉄床・紅葉鉄床・藪尻鉄床・朝日鉄床その他2,3の鉄床が知られているが、現在採掘は中止されている。

### 3. 鉄石の産状

磁硫鉄鉱を産出するのは着ノ谷型・坑口型の鉄石にほとんど限られ、椀型の鉄石にはきわめて稀にみられるにすぎない。しかし形式ごとに一応記載する。

#### 3.1 着ノ谷型

着ノ谷型の鉄石は柘榴石・緑簾石を主とし、少量の透輝石・サライト・緑閃石・珪灰石・珪灰鉄鉱・電気石・緑泥石・石英等のスカルン中に磁硫鉄鉱・黄銅鉱を主とし、微量の硫砒鉄鉱・閃亜鉛鉱・黄鉄鉱・蒼鉛鉱物および2次的の白鉄鉱・銅鉱物等を含有するもので脈石鉱物のなかでは透輝石・柘榴石・緑泥石・石英が最も多い。鉄石は一般に塊状であるが、縞状、鉄染状を呈するものもある。塊状のものはさらに粗粒、細粒のものに分けられ、前者には透輝石・柘榴石等が、後者には石英が主として随伴する。縞状のものは粗粒と細粒の磁硫鉄鉱が平行して並んでいるものや、磁硫鉄鉱と他の金属鉱物とがその一方を薄いレンズ状に挟有しているもの、あるいは平行脈状に貫ぬいて縞模様を示しているものがある。鉄染状のものはガリ鉄で磁硫鉄鉱のほかには黄鉄鉱・閃亜鉛鉱がみられ、透輝石・サライト・柘榴石を随伴する。

#### 3.2 坑口型

坑口型の鉄石は、透輝石・電気石・珪灰鉄鉱・緑閃石・緑簾石・柘榴石・緑泥石および石英等よりなるスカルン帯中に磁硫鉄鉱を主とし、微量の黄銅鉱・閃亜鉛鉱・磁鉄鉱・黄鉄鉱・硫砒鉄鉱等が存在するもので、金属鉱物は着ノ谷型に似ているが、電気石・珪灰鉄鉱に富み、鉄石は比較的粗粒である。ほとんど塊状をなすが、鉄石鉱物が鉄染状に散在することもある。磁硫鉄鉱は透輝石・石英に随伴する機会が多いが、柘榴石を主とするスカルン中には磁鉄鉱が局部的にみられ、緑泥石に富む部分では黄鉄鉱・閃亜鉛鉱等が肉眼でも多く認められる。鉄石に伴なうスカルン鉱物は本型が最も多い。

#### 3.3 椀型

椀型の鉄石は北部と南部の地域によつて著しい相違がある。すなわち、北部の鉄石は灰鉄輝石・透輝石・緑閃石・柘榴石・電気石・珪灰鉄鉱・緑泥石・石英等のスカルン中に、黄銅鉱・閃亜鉛鉱・黄鉄鉱および少量の磁硫鉄鉱・方鉛鉱・硫砒鉄鉱・磁鉄鉱・四面銅鉱と2次銅鉱物とが認められ、塊状~縞状をなす粗粒鉄石であるが、南部の鉄石はスカルン鉱物が少なく、緑泥石・石英・方解石と少量の柘榴石・透角閃石・緑閃石および閃亜鉛鉱・方鉛鉱・黄銅鉱・斑銅鉱と微量の四面銅鉱・硫砒鉄鉱・キューバ鉄・2次銅鉱物とからなるもので、鉄石鉱物中では閃亜鉛鉱が最も多い。鉄石は塊状、脈状のほかには網脈状、縞状、鉄染状をなし、中粒~細粒である。

### 4. 鉄石の組成鉄物

本鉱山産鉄石のおもなものは、磁硫鉄鉱を主とするもの、磁硫鉄鉱と黄銅鉱からなるもの、黄銅鉱・黄鉄鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱等からなるもの、および閃亜鉛鉱・方鉛鉱からなるものに大別することができる。これらを通じて鏡下で確認された組成鉄物としては、次のものがある。すなわち鉄石鉱物としては、磁鉄鉱・黄鉄鉱・硫砒鉄鉱・磁硫鉄鉱・閃亜鉛鉱・黄銅鉱・キューバ鉄・自然蒼鉛・輝蒼鉛・斑銅鉱・四面銅鉱・方鉛鉱・濃紅銀鉄・白鉄鉱および2次銅鉱物等で、脈石鉱物は方解石・珪灰石・電気石・珪灰鉄鉱・柘榴石・緑簾石・透輝石・灰鉄輝石・サライト・緑閃石・透角閃石・緑泥石・石英等である。そのうち重要なものについて以下記載する。

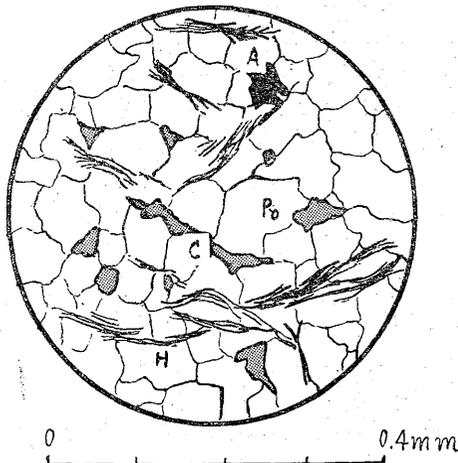
#### 4.1 磁硫鉄鉱

##### 4.1.1 構造

磁硫鉄鉱は細粒で帯赤紫色のものと、粗粒で淡真鍮色のものとに大別され、とくに後者が多量に産し、現在採掘中の高品位鉄は主としてこれに属する。

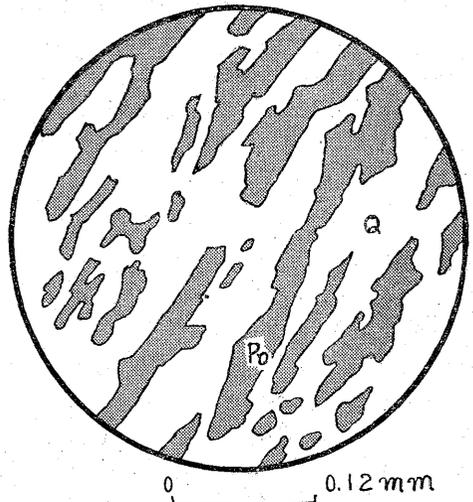
磁硫鉄鉱は構造によつて次の各種に分類しよう。

- (1) 塊状磁硫鉄鉱
- (2) 縞状磁硫鉄鉱



第 3 図

Po: 磁硫鉄鉱      C: 黄銅鉱  
A: 硫砒鉄鉱      H: 透輝石



第 4 図

Po: 磁硫鉄鉱      Q: 石英

- (3) 脈状磁硫鉄鉱
- (4) 鉱染状磁硫鉄鉱
- (1) 塊状磁硫鉄鉱は一般に粗粒(0.1 mm±)のものと、細粒(0.05 mm±)のものがあり、少量の透輝石・石英と黄銅鉱・閃亜鉛鉱・硫砒鉄鉱とを随伴し、結晶粒は多少伸長性を持ち、粒状構造を示している(第3図参照)。
- (2) 縞状磁硫鉄鉱には鏡下で縞の方向に平行な構造をもつものとそれにほぼ直角に細長い結晶が集合するものがある。縞の方向に平行な構造をもつものでは、粗

粒の部分と細粒の部分とが縞模様をなし粗粒の部分は多少伸長性をもつた磁硫鉄鉱よりなり、細粒の部分は石英と多少文象様構造をなす磁硫鉄鉱からなっている(図版1, 第4図参照)。縞の方向に直角に近く結晶が列ぶ磁硫鉄鉱では、細長く伸びた磁硫鉄鉱がその伸長方向を縞の方向にほぼ直角にして透輝石等の結晶粒間を填めている(図版1・2参照)。また縞状磁硫鉄鉱は黄銅鉱・黄鉄鉱・閃亜鉛鉱・硫砒鉄鉱等とともに第5図に示すような明瞭な縞状を形成している。すなわち図中の A, B 間は磁硫

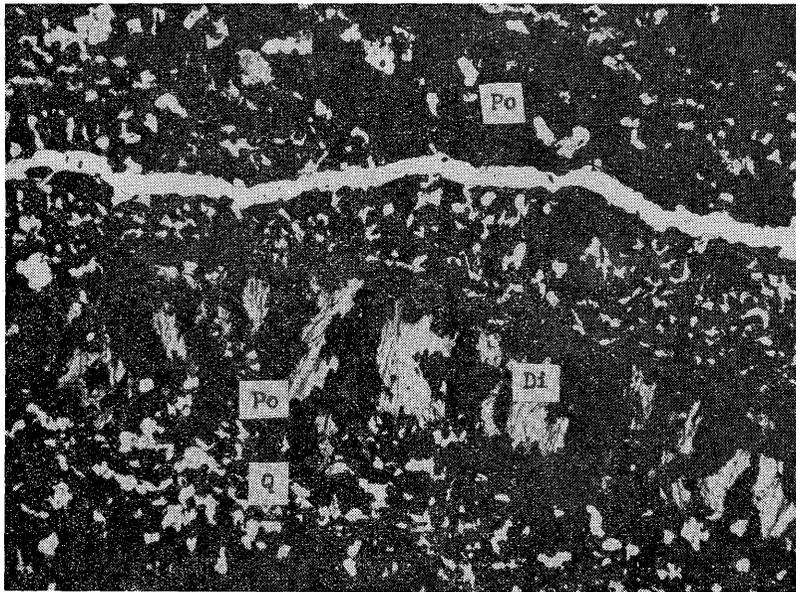
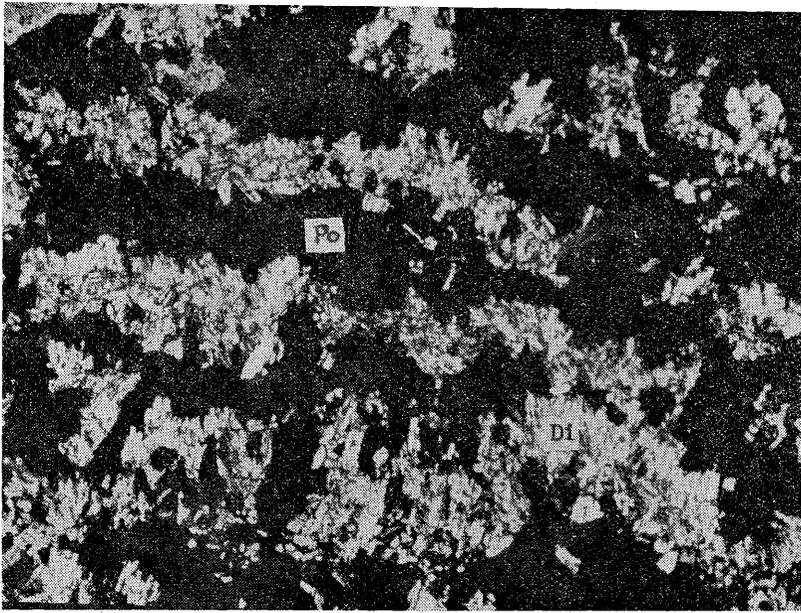


図 版 1

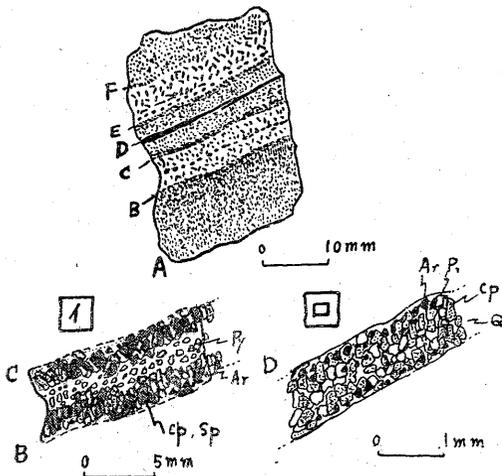
Po: 磁硫鉄鉱      Di: 透輝石(多少サライト質)      Q: 石英



図版 2

Po: 磁硫鉄鉱

Di: 透輝石



第 5 図

Pr: 磁硫鉄鉱  
Py: 黄鉄鉱  
Ar: 硫砒鉄鉱

Cp: 黄銅鉱  
Sp: 閃亜鉛鉱  
Q: 石英

鉄鉱・透輝石・石英等からなり、他の金属鉱物は認められない。しかし B, C 間は第 5 図(I)に図解したように黄銅鉱・閃亜鉛鉱・硫砒鉄鉱からなる部分で、中央に黄鉄鉱の微晶が配列する。D の細脈はさらに第 5 図(D)に示したように両側に硫砒鉄鉱が密集し、磁硫鉄鉱・黄銅鉱がその間を充たしている。EF 間は黄銅鉱が中央に、硫砒鉄鉱・磁硫鉄鉱が両側に配列している。

(3) 脈状磁硫鉄鉱は以上両種の鉱石やスカルンを切

っている。脈の幅は大きいもので数 cm、小さいものは 0.1mm 程度であり、その延長は数 10cm にも達するものがある。脈はほとんど磁硫鉄鉱だけからなるが、一部では硫砒鉄鉱・黄銅鉱を伴ない、磁硫鉄鉱は不規則な形をして相集っている。粒子の大きいものは径 0.1mm にも達するが平均 0.08mm±である。

(4) 鉱染状磁硫鉄鉱はスカルン中に不規則に分布するもので、鏡下ではスカルンの粒間・劈間・割目等にみられ、多少伸長性をもつ粒子の集合で、0.1mm 大のものから 0.01mm のものまでみられる。ほとんど磁硫鉄鉱のみの集合であるが、黄銅鉱・閃亜鉛鉱等を伴うことがある。

#### 4.1.2 光学性

磁硫鉄鉱は反射光ではクリーム白色で、反射多色性は時折認められるが普通明瞭でない。反射能には、高いものと低いものが同一研磨片でもみられるが、これは鉱物粒の方位による差であるのか、いわゆる $\alpha$ -磁硫鉄鉱、 $\beta$ -磁硫鉄鉱の差であるのかは明らかでない。直交ニ科尔下では明らかな異方性を示す。腐蝕試験の結果は KOH (40%), KCN (20%) に対して若干の相違がみられる。

#### 4.1.3 磁性

磁硫鉄鉱は磁鉄鉱について磁性が強く、鉱物成分中の硫黄の過剰量に比例して強くなるといわれている。しかし本鉱山産の磁硫鉄鉱中には黄鉄鉱・白鉄鉱・黄銅鉱・閃亜鉛鉱等の微細な包有物を含み、純粋な磁硫鉄鉱の試料がとれないので、化学成分と磁性との関係を直接調べ

ることはできない。筆者は磁硫鉄鉱の磁性の強弱と鏡下の性質を知るために、不純物(スカルン鉱物および他の金属鉱物)のきわめて少ない磁硫鉄鉱を-100~+150 meshに粉砕し、電磁石を用いて10数回に亘り、磁性の強いものと弱いものに分別し、検鏡した。その結果、磁性の強いものは、透輝石・サライト・石英等のスカルン鉱物および硫砒鉄鉱を常に随伴し、不規則な形に粉砕された粒子に多い。その大きさは比較的粗粒(0.11~0.14 mm)で、わずかに反射多色性を示すものがあり、また明らかな異方性を示す。KOH(40%), KCN(20%)に対しては若干黄色味を増して侵される粒子が多い。一方磁性の弱いものは、黄銅鉱・閃亜鉛鉱等を随伴し、スカルン鉱物は少ない。結晶粒子は比較的粒状で中粒(0.09~0.12mm)である。反射多色性はほとんど認められず、異方性は著しい。また試薬に対しては全く侵されない。以上により磁性の強いものと弱いものとは光学性・腐蝕試験等に若干の差異がみられるが、これが一般的なものか否かは明らかでない。

4.1.4 浮游性

磁硫鉄鉱の浮游性と磁性とは逆の相関関係を示すことが知られている。筆者は浮游性の差による鏡下の性質を知るため、鏡下で不純物(スカルン鉱物および他の金属鉱物)のきわめて少ない粗粒(0.1 mm±)の磁硫鉄鉱を-100~+150 meshに粉砕し、電磁石で磁硫鉄鉱のみ採集し、次に試料として50gを秤量し、次の条件下で<sup>0</sup>10~10分間、11~20分間で連続的に浮選を行い、浮鉱および尾鉱を検鏡した。浮選機はM.S.型(50g用)を使用し、同一条件で浮游するように努め、浮選剤としては高砂化学工業会社製 No. 9の起泡剤のみを少量使用し、自然に近い浮游力が知りうるように努めた。

試料	鉱液濃度	鉱液温度	pH	攪拌時間	起泡剤使用量	室温
1	12% Solid	17.5°C	5.8	10 min	60 g/t	16°C
2	12% Solid	18°C	5.8	20 min	60 g/t	16°C

その結果

(1) 10分間で浮游した磁硫鉄鉱は比較的中粒で、微量の黄銅鉱・黄鉄鉱・閃亜鉛鉱および石英を伴ない、反射多色性はないが異方性は著しく、さらにKOH(40%), KCN(20%)には不変である。

(2) 20分間で浮游した磁硫鉄鉱は微量の硫砒鉄鉱を伴ない、他の硫化物および石英は少ない。比較的細粒で、反射多色性・異方性および腐蝕試験に関しては(1)と変わらない。しかし

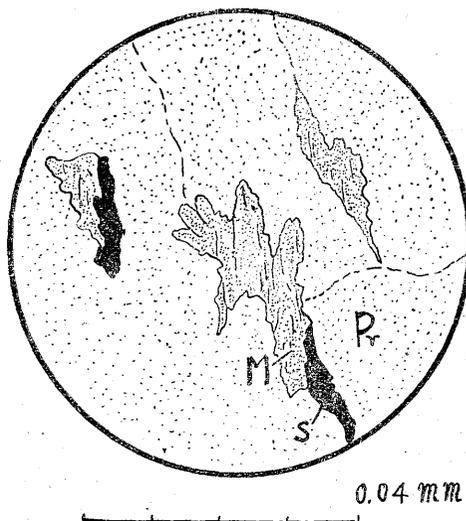
(3) 尾鉱は比較的粗粒粒状が多く、石英以外の随伴物はきわめて少ない。反射多色性は時折見られるが、異

方性はきわめて著しく、腐蝕試験に対しては一部の粒子は侵される。

なお浮選で得た浮鉱(1)・浮鉱(2)・尾鉱の量比は約1:14:16であり、これらについて浮游性と磁性との関係を調べると、浮游し易いものの中にも磁性の強いものがあり、両者の間には従来いわれているような関係は明らかでない。たゞ浮游し難い磁硫鉄鉱でも1,400ガウスの磁力で約80%が採收され、浮選前に磁選を行えば良好な選鉱が行えると思われる。

4.1.5 包有物

磁硫鉄鉱中には各種の鉱物が包有され、そのなかにはスカルン鉱物・硫砒鉄鉱・黄銅鉱・閃亜鉛鉱・黄鉄鉱・白鉄鉱等がある。スカルン鉱物・硫砒鉄鉱・黄鉄鉱等の一部のものは自形~半自形を示して一部交代され、磁硫鉄鉱より早期の鉱物であることを示し、他は後期の鉱物であることを示している。しかし黄鉄鉱の一部のものや白鉄鉱は、磁硫鉄鉱中において2次的に生成したもので磁硫鉄鉱中に球状または楕円体状をなすもの(いわゆる鳥ノ目構造)、あるいは結晶粒の境に沿うもの(第6図参照)等がこれに当る。かように磁硫鉄鉱はほとんど常に



第6図  
Pr: 磁硫鉄鉱 S: 空 隙  
M: 白鉄鉱

不純物を包有し、単体を取り出すことはきわめて困難である。

4.1.6 随伴鉱物との関係

磁硫鉄鉱と他の鉱物との関係は次の通りである。黄銅鉱とは一般に相互境界を示しているが、一部では粒間を黄銅鉱が填めている。

閃亜鉛鉱とも一般に相互境界を示しているが、閃亜鉛

鉦が粒間を充填するほか、閃亜鉛鉦中に島状の交代残晶をなす場合や、脈状に切られる場合がある。

磁鉄鉦とは磁硫鉄鉦が一般に粒間を填めるが、両者が随伴することは少ない。

透輝石・サライト・珪灰鉄鉦等のスカルン鉦物とは、磁硫鉄鉦が粒間を填める場合と、脈状に貫ぬく場合とがある。

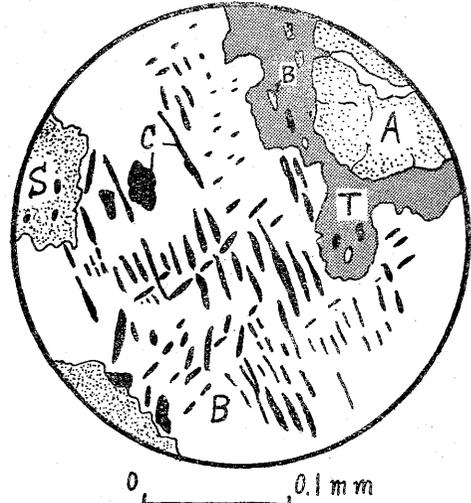
#### 4.2 黄銅鉦

黄銅鉦は一般に鉦体下部でその含有量を増す傾向があり、鉦体の周辺で単独の小鉦体をなすこともある。鉦体上部ではパッチ状に磁硫鉄鉦中に介在して金・銀の品位を高めている。なお一部の鉦体では全く規則性はみいだし得ない。その大きさは肉眼で認められるものから、顕微鏡的のものまでである。

鏡下の構造から次の各種に分類しうる。

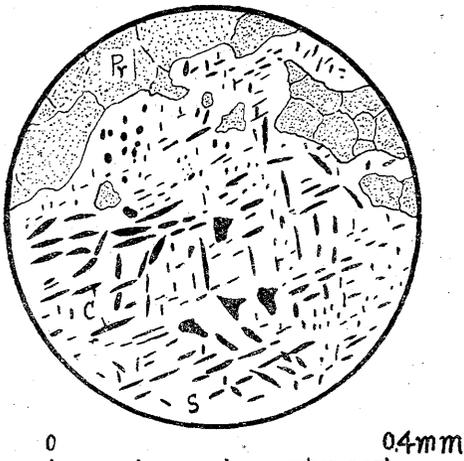
- (1) 塊状ないし斑点状黄銅鉦
- (2) 懸滴状ないし格子状黄銅鉦
- (3) 紐状黄銅鉦

黄銅鉦は反射多色性は不明瞭であるが、明らかな異方



第 8 図

A: 磁硫鉄鉦      B: 斑銅鉦  
T: 四面銅鉦      S: 閃亜鉛鉦  
C: 黄銅鉦



第 7 図

Pr: 磁硫鉄鉦      S: 閃亜鉛鉦  
C: 黄銅鉦

性を示す。各粒の大きさは、(1) 塊状黄銅鉦の場合是一般に径 0.4 mm 士で粒状構造を示し、斑点状の場合は磁硫鉄鉦・閃亜鉛鉦等のなかにあつて、径 0.02 mm 士の結晶粒からなり、連続して脈状をなすこともある。(2) 懸滴状ないし格子状黄銅鉦は、斑銅鉦あるいは閃亜鉛鉦中に比較的規則正しく配列するもので、懸滴状黄銅鉦はとくに閃亜鉛鉦に多く認められ、きわめて細粒(0.01 mm 士)である(第 7 図参照)。格子状黄銅鉦は細長い紡錘形(長さ 0.05 mm 士)で斑銅鉦・閃亜鉛鉦中に認められる(第 7・8 図参照)。(3) 紐状黄銅鉦は斑銅鉦

中にみられるもので、長いものは 0.2 mm 士にも達し、多少波状を呈する。研磨面では中央がやゝふくらみ、他の鉦物に接する部分では常に尖滅する。

黄銅鉦と他の鉦物との関係は次の通りである。すなわち斑銅鉦との関係は複雑で、塊状黄銅鉦は常に周辺から不規則に斑銅鉦に交代される傾向が多い。この斑銅鉦は 2 次生成のもので、格子状黄銅鉦を有する斑銅鉦は塊状黄銅鉦とは相互境界であるのが特徴で、初生的のものと思われる。紐状黄銅鉦も初生的のものなかにみられ塊状黄銅鉦と斑銅鉦、あるいは斑銅鉦と他の鉦物との接触部近くに普通みられる。閃亜鉛鉦とは一般に相互境界で現出しているが、一部では閃亜鉛鉦を脈状に切つたり蚕食する場合があります、とくに閃亜鉛鉦の周辺を黄銅鉦が取り囲み、その閃亜鉛鉦に累帯の色調の変化がみられることがある。一方閃亜鉛鉦の一部には豊富な懸滴状、格子状の黄銅鉦を有している。硫硫鉄鉦は黄銅鉦中では半自形もしくは不規則な形をなして産する。黄銅鉦中に含まれる場合は、磁硫鉄鉦・閃亜鉛鉦中の場合よりも交代著しく、割目あるいは周辺部から蚕食され、一部には残晶の小片がみられるだけのこともある。黄銅鉦と硫硫鉄鉦の境界には四面銅鉦が認められることがある。

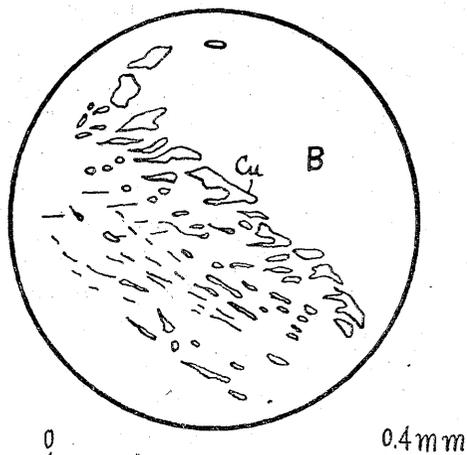
#### 4.3 四面銅鉦

四面銅鉦は藪尻鉦床の鉦石にかなり認められ、黄銅鉦と硫硫鉄鉦との境界によく発達し、硫硫鉄鉦と斑銅鉦、閃亜鉛鉦と方鉛鉦等の境界に現われるものより幅広く発達している。四面銅鉦のなかには黄銅鉦・硫硫鉄鉦の残晶が認められ、両者の境界に沿つて四面銅鉦が生成され

たことを示している。しかし硫砒鉄鉱の粒子周辺に同心円状に取り囲む場合や、球状ないし楕円体状を示す四面銅鉱のはど中央に細かい硫砒鉄鉱の粒子が若干残り、他の部分には黄銅鉱・硫砒鉄鉱の残晶を認めない場合があつて、硫砒鉄鉱と黄銅鉱との反応生成物とも考えられる。なお四面銅鉱は等方性で、すべての試薬に大体侵されれないが、KCN (20%) では若干黒味を帯び、四面銅砒鉄に近い性質を示している。

#### 4.4 斑銅鉱

斑銅鉱の分布は稜型鉱床とくに南部区域の鉱体に多く、朝日鉱床・葦尻鉱床等の鉱石を特徴づけるものである。斑銅鉱には初生的のものと、2次的のものとがある。一般に紫褐色で反射多色性はないが、初生的のものは直交ニコル下で弱異方性を示し、H. Schneiderhöhn-P. Ramdohr<sup>2)</sup>がのべているような聚連双晶を示す。この性質は同質異像仮像とも考えられている。前述のように斑銅鉱は黄銅鉱を随伴し、キューバ鉱・閃亜鉛鉱・硫砒鉄

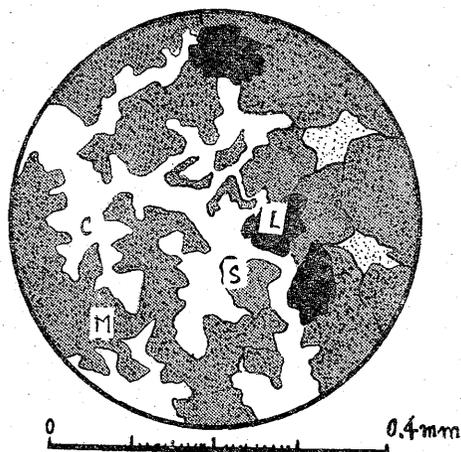


第 9 図  
B: 斑銅鉱 Cu: キューバ鉱

鉱を交代している。斑銅鉱とキューバ鉱との関係をみると、斑銅鉱中に紡錘状、懸滴状をなしてキューバ鉱がみられる場合と、斑銅鉱とキューバ鉱が文象様組織を示す場合、および斑銅鉱が交代する場合がある。第9図は紡錘状、懸滴状のものである。2次的の斑銅鉱は黄銅鉱を交代するもので、常に不規則形をなし、さらにその一部は輝銅鉱・銅藍等に交代される。なお初成の斑銅鉱に随伴するキューバ鉱はクリーム黄色で、反射多色性は不明瞭であるが、異方性は著しく、腐蝕試験によれば、HNO<sub>3</sub> (1:1)、KCN (20%) にわずかに侵され、HCl (1:1)、FeCl<sub>3</sub> (20%)、KOH (40%) には不変である。

#### 4.5 磁鉄鉱

磁鉄鉱は主として母岩に近いスカルン中に多い傾向が



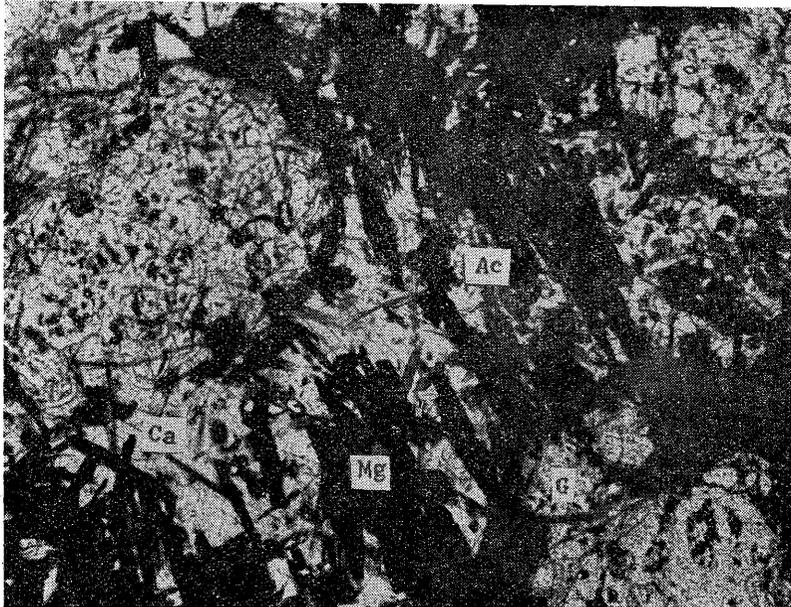
第 10 図

M: 磁鉄鉱 C: 黄銅鉱  
S: 閃亜鉛鉱 L: 珪灰鉄鉱

あり、一部には小塊状の鉱体をなすこともある。構造から、(1) 粒状集合体をなすものと、(2) 葉片状をなすものとに分けられる。(1) は第10図に示すような径0.2mm以下の粒状構造を示すもので、粒間は黄銅鉱・閃亜鉛鉱・石英等で埋められ、一部は交代されている。所により珪灰鉄鉱が多く随伴し、相互境界を示す場合と磁鉄鉱が珪灰鉄鉱を交代する場合とがある。(2) はきわめて稀にみられるもので、緑閃石を交代した仮像である。図版3に示すように、柘榴石の粒間に緑閃石・方解石を随伴し、柘榴石の周辺では粒状をなし、緑閃石とは完全に交代する場合と、交代中途の場合とがある。一般にこの磁鉄鉱は粗粒である。

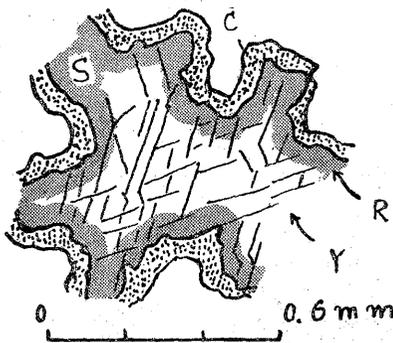
#### 4.6 閃亜鉛鉱

閃亜鉛鉱は研磨片によつて著しい差異を示す。すなわち、着ノ谷・坑口型の鉱石では量が少なく細粒 (0.025mm±) で、磁硫鉄鉱・黄銅鉱に随伴するものであるが、稜型の鉱石では量が多く、著しく粗粒で単独の鉱石もみられ、結晶は10mmに達するものがある。閃亜鉛鉱は特有の暗灰色を示し、直交ニコル下では暗黒となるが、特徴的な赤褐色の内部反射を示すものがある。薄片では磁硫鉄鉱・黄銅鉱に伴なうものと、方鉛鉱・斑銅鉱に随伴するものとは色調に著しい相違がある。前者は暗紅色～褐色～飴色を示し中央部ほど淡色である。とくに黄銅鉱に取り囲まれた場合は、第11図に示すように果帯的な色調の変化を示している。しかし後者は飴色～黄白色で個体内の色調の変化はきわめて少ない。閃亜鉛鉱は磁鉄鉱・磁硫鉄鉱・スカルン中に不規則形で存在し、黄銅鉱・方鉛鉱・四面銅鉱等に交代されるが、黄銅鉱の微晶を懸滴状に有するものは磁硫鉄鉱や黄銅鉱とは相互境界を示している。閃亜鉛鉱はしばしば濃紅銀鉱を随伴する



図版 3

Mg: 磁鉄鉱 Ac: 綠閃石 G: 柘榴石 Ca: 方解石



第 11 図

C: 黄銅鉱 R: 赤褐色部分  
S: 閃亜鉛鉱 Y: 鉛色部分

ことがある。濃紅銀鉛は閃亜鉛鉛中、あるいは粒間にみられ、微晶(0.02mm±)である。

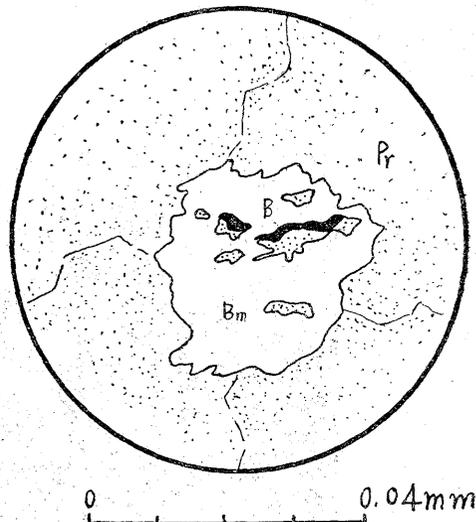
#### 4.7 蒼鉛鉱物類

以上の諸鉛物に伴なつて銀白~鉛白の1,2の微細な鉛物がみられる。取り出すことができず、鏡下でその性質を知り得たにすぎないが、ヨードカリによる鏡検分析で蒼鉛を認めた。

蒼鉛鉱物として自然蒼鉛と輝蒼鉛とがある。

自然蒼鉛は一般に不規則な形を示し、比較的大きい(0.2mm±)ものから微細な(0.01mm±)ものまでみられ、結晶はしばしば伸長することもある。輝蒼鉛とともに磁硫鉄鉛、あるいは黄銅鉛中に包有され、また磁鉄鉛中に包有され黄銅鉛中に含まれることもある。鏡下で

はクリーム白色ないし鉛白色を示し、反射多色性が認められ、異方性も若干みられる。なお腐蝕試験の結果は第1表の通りである。



第 12 図

Pr: 磁硫鉄鉛 Bm: 輝蒼鉛  
B: 自然蒼鉛

輝蒼鉛は半自形ないし他形を示し、黄銅鉛・自然蒼鉛および斑銅鉛様褐色の鉛物を包有し、磁硫鉄鉛・黄銅鉛等に交代される(第12図参照)。鋼鉄針で傷つき、反射多色性が認められ、異方性は著しい。なお腐蝕試験の結果は第1表に示す通りでHNO<sub>3</sub>、HClにより2方向

第 1 表

	自然蒼鉛		輝蒼鉛鋳	
	桜郷産	遂安産 <sup>3)</sup>	桜郷産	遂安産 <sup>3)</sup>
HNO <sub>3</sub> (1:1)	eff	eff	+	+ eff
HCl (1:1)	+	+	+	+
KCN (20%)	-	-	-	-
FeCl <sub>3</sub> (20%)	(+)	(+)	-	-
KOH (40%)	-	-	-	-
HgCl <sub>2</sub> (5%)	(+)	(+)	(+)	(+)

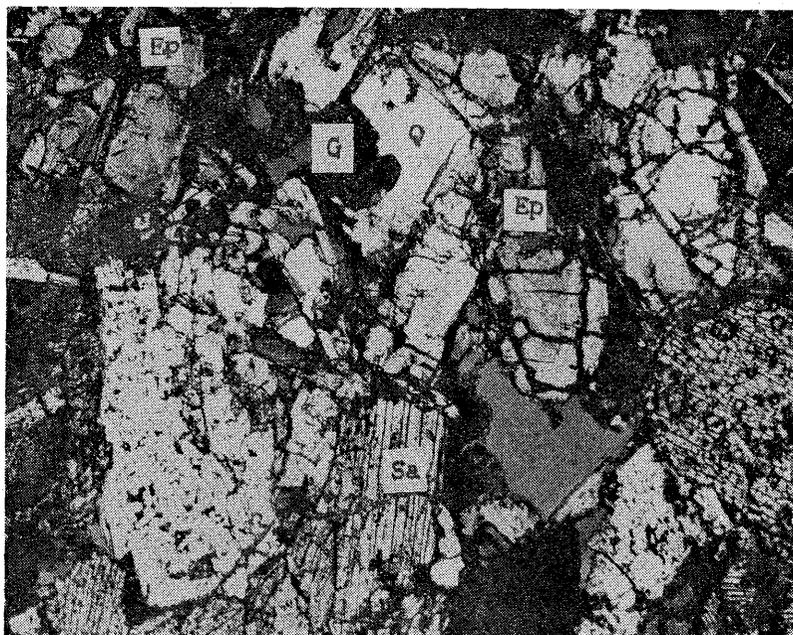
の条線が現われる。

4.8 2.3 のスカルン鉱物

柘榴石は赤褐色の灰鉄柘榴石を主とし、黄緑色の灰礬柘榴石は少ない。鏡下では自形ないし半自形で等方性を示すが、光学異常を示すものがあり、累帯構造が著しいものでは累帯構造に平行に黄銅鉱・閃亜鉛鉱が交代し、また方解石の微脈によって縦横に貫ぬかれることがある。

灰鉄輝石はしばしば束状、放射状に集合し、鏡下では多くは半自形で多色性は弱い。透輝石質のものも珍しくなく、透輝石質のものは自形ないし半自形で、(+) $2V=56\sim 59^\circ$ ,  $C\wedge Z=40^\circ$ , 多色性はないが、一部のものは  $C\wedge Z=44^\circ\pm 1^\circ$  で多色性の弱いものがみられ、サライトに当るものも少なくない。緑簾石は自形ないし半自

形で、多色性や明らかで一部では累帯構造を示す(図版4)。珪灰石はしばしば放射状に集合し、鏡下では自形ないし半自形を呈し、結晶粒間は緑簾石・緑泥石・石英等によつて埋められ、また閃亜鉛鉱・黄銅鉱・方鉛鉱・輝銅鉱の集合よりなる平行脈に貫ぬかれ、見掛け上縞状構造を示すものもある。電気石は柱状ないし繊維状で、長さ 10 mm 大のものから顕微鏡的のものまでみられ、鏡下では著しい多色性を示し、割目または結晶粒間は黄銅鉱その他の鉱物によつて埋められる。しかし一部では透輝石・サライトの劈開に沿い電気石が交代するものもある。珪灰鉄鉱は自形ないし他形を呈し、鏡下では暗紅色~黒色の多色性を示し、研磨面では暗灰色~青色の反射多色性および著しい異方性を示し、結晶粒間は磁硫鉄鉱・磁鉄鉱に埋められる。透角閃石はやゝ緑閃石質で淡



図版 4

Ep: 綠簾石 Sa: サライト G: 柘榴石 Q: 石英

第 2 表

	早期	晚期	2 次的
方解石	—		
珪灰石	—		
柘榴石	—		
灰輝石	—		
透輝石	—		
透角閃石	—		
電氣石	—		
珪灰鉄鉍	—		
緑簾石	—		
緑泥石	—		
磁鉄鉍	—		
黄鉄鉍	—		
硫砒鉄鉍	—		
磁硫鉄鉍	—		
閃亜鉛鉍	—		
自然蒼鉛鉍	—		
輝蒼鉛鉍	—		
黄銅鉍	—		
キューバ鉍	—		
斑銅鉍	—		
四面銅鉍	—		
方鉛鉍	—		
濃紅銀鉍	—		
白鉄鉍	—		
2次銅鉍物			—
褐鉄鉍			—

緑褐色を呈し、弱い多色性があるものから、緑黄色で明らかな多色性を示すものまでみられる。

5. 鉍物の生成順序

上記の鉍床の諸性状、共生鉍物の性質等より、本鉍床が接触交代作用によることは明らかである。鉍化作用は岩石の境界面や裂隙を通じて行われるスカルン化作用を先駆とし、スカルンは主として電氣石・珪灰鉄鉍・柘榴石・透輝石・灰鉄輝石等で特徴づけられる。金属鉍物は主として熱水作用によつて生成し、両者の間はほとんど連続的と考えられる。金属鉍物の晶出は大体において鉄酸化物・鉄硫化物・銅-亜鉛硫化物の順で、磁硫鉄鉍は粗粒～細粒のものが連続的に比較的高温の時期に晶出したと考えられる。諸鉍物の晶出順序を表示すれば、第2表のようになる。

6. 結 語

桜郷鉱山の磁硫鉄鉍鉍石について知り得たことを要約すると、次の通りである。

(1) 鉍床は接触交代鉍床で、その産状によつて3形式に分類される。

(2) 鉍石は磁硫鉄鉍・黄銅鉍・硫砒鉄鉍・閃亜鉛鉍・斑銅鉍・磁鉄鉍・黄鉄鉍・自然蒼鉛・輝蒼鉛鉍・方鉛鉍・四面銅鉍・キューバ鉍・濃紅銀鉍・白鉄鉍および2次銅-鉄鉍物等の金属鉍物と、柘榴石・灰鉄輝石・サライト・透輝石・緑簾石・珪灰石・珪灰鉄鉍・電氣石・緑閃石・透角閃石・緑泥石・石英および方解石等の脈石鉍物とよりなり、塊状、縞状、脈状、網脈状、鉍染状等をなす。

(3) 磁硫鉄鉍は粗粒で淡真鍮色のものと、細粒で帯赤紫色のものとがあり、前者には柘榴石・輝石類、後者には石英がおもに随伴する。鏡下の構造では、塊状、縞

状、脈状、鉱染状のものに分類しうる。

(4) 磁硫鉄鉱には磁性の強いものと弱いものがあり浮游性についても、浮き易いものと浮き難いものがある。

(5) 磁硫鉄鉱の一部は2次的の黄銅鉱・白鉄鉱に変っている。

(6) 磁硫鉄鉱以外の鉱物で重要な共生を行うものがある。すなわち、黄銅鉱-斑銅鉱・黄銅鉱-閃亜鉛鉱・黄銅鉱-硫砒鉄鉱-四面銅鉱・斑銅鉱-キューパ鉱等である。

(昭和28年8月調査)

#### 参考文献

- 1) 上野三義, 土井啓司: 山口県桜郷鉱山および三隅鉱山の含銅磁硫鉄鉱々床および銅・鉛・亜鉛鉱床調査報告, 地調月報, Vol. 4, No. 9, 1953
- 2) Schneiderhöhn, H. und Ramdohr, P.: Lehrbuch der Erzmikroskopie, 11. Band, 1931
- 3) 渡辺武男: 朝鮮遂安金山笏洞鉱床新鉱体の金銅蒼鉛鉱について (1), 地質雑, Vol. 40, No. 473, p. 70-85, 1928