を述べ、併せて本邦稀産のヱオラ鉱、キューバ鉱、硫鉄ニッケル鉱の産出を記載した。

本研究費の一部に文部省科学研究費を使用した。記して謝意を表する。

大峰鑛山産銅鑛石に於ける離溶共生について*

(岩手県大峰鉱山産銅鉱石の研究 II)

On the Unmixing Intergrowths of the Copper Ores from the Omine Mine

(Studies of the Copper Ores from the Omine Mine, Iwate Prefecture II)

竹 内 常 彦** (Tsunehiko Takeuchi)

荻 木 浅 彦*** (Asahiko Sugaki)

南 部 松 夫** (Matsuo Nam'bu)

Abstract: Nine kinds of ore minerals and eleven kinds of gangue minerals are observed on examining ores from the Omine mine under a microscope as mentioned in the previous report. Of the ore minerals, chalcopyrite contained three, cubanite, four, pyrrhotite and sphalerite, two minerals formed by unmixing, so that at least the following eleven unmixing textures can be distinguished:

- 1) Banded or lattice-shaped cubanite in chalcopyrite.
- 2) Banded lamellar chalcopyrite in cubanite.
- 3) Curving hair-like or vermicular pyrrhotite in chalcopyrite.
- 4) Vein-shaped or lamellar pyrrhotite in cubanite.
- 5) "Sphalerite star" in chalcopyrite.
- 6) Chalcopyrite emulsion in sphalerite.
- 7) Banded or lattice-shaped pentlandite in pyrrhotite.
- 8) Lamellar or lattice-shaped pentlandite in cubanite.
- 9) Lamellar or vein-shaped violarite in pyrrhotite.
- 10) Pyrrhotite emulsion in sphalerite.
- 11) Lamellar or lattice-shaped sphalerite in pyrrhotite.

Of the above, 1), 3), 5), 6), and 7) have been reported from many mines, and have been proven as intergrowths formed by unmixing by means of thermal experiment, 4) and 10) are only assumed to represent unmixing textures but not yet confirmed experimentally. The others have not been noted in the past. They appear, to be unmixing textures under a micro-

* 含キューバ鉱石の研究II, 東北大学選鉱製錬研究所報告第 135 号

** 東北大学選鉱製錬研究所

*** 東北大学理学部岩石礦物礦床学教室

scope, but strictly speaking, their nature must be confirmed by future experiment.

1 ま え が き

大峰鉍山産銅鉍石より 9 種の鉍石鉍物と 11 種の脉石鉍物とを顕微鏡下に識別し得たことは前報に於て述べたところである。鉍石鉍物中、黄銅鉍には 3 種、キューバ鉍には 4 種、磁硫鉄鉍及び閃亜鉛鉍中には夫々 2 種の離溶鉍物を含み、少くとも計 11 種の離溶組織が認められ、本邦で未報告のもの数種、1942 年の G. M. Schwartz¹⁾ のリストに掲載されていないもの 2, 3 種を含んでいる。以下これらについて記載する。

2 黄銅鑛とキューバ鑛の共生

反射顕微鏡下で黄銅鉍とキューバ鉍との共生関係は 5 種に大別する事が出来る。次に各種別毎に説明する。

(1) キューバ鉍が黄銅鉍中に平行縞状、葉片状乃至格子状共生をなすもの：これは黄銅鉍の〔111〕に平行する結晶学的配列をなし、第1, 2図の

第 1 図 黄銅鉍(灰)中の縞キューバ鉍(黒)KCN(20%)で腐蝕×220

第 2 図 黄銅鉍(黒)中の縞状キューバ鉍×65

如く、概ね直線的境界をもつて周囲の黄銅鉍と接し、その尖端は屢々鋸歯状に分派して尖滅する。この産状はこれ迄知られている黄銅鉍キューバ鉍固溶体の離溶によつて生じたキューバ鉍葉片の産状とよく一致する。本キューバ鉍葉片は巾 0.01 ~ 5.0 mm, 普通 0.05 ~ 0.2 mm 内外、長さ 0.05 ~ 10.0 mm 普通数 mm で量的割合は一般に黄銅鉍より遙かに少いが、或る部分ではかなり多量に存在し、逆にキューバ鉍中に黄銅鉍の平行縞状薄葉を含有する場合もある。

1) Schwartz, G.M.: Econ. Geol., 37 (1942), 345—364.

2) キューバ鉱が単独に集中して塊状鉱をなし、或は黄銅鉱中に小塊状又は島状をなすもの： キューバ鉱は屢々単独で母岩の局部に集中して数 cm の不規則塊状をなして存在する。この場合一般に少量の黄銅鉱、磁硫鉄鉱を包有し、キューバ鉱単独の化学分析試料としてはやゝ不充分であるが、X線粉末写真試料たり得る²⁾。この種キューバ鉱は黄銅鉱からの離溶生成物とは認め難く、直接鉱液より晶出したものと解すべきである。又黄銅鉱中に種々の大きさで塊状或は島状をなすキューバ鉱が見られる。かゝるものの一部は 1) で述べた葉片が研磨面の方向によつて見掛上塊状となつた場合もあると思われるが、他のあるものは黄銅鉱によつてむしろ交代された様な不規則な産状を呈し、鋸歯状に烈しく出入する輪郭をもつ形状を示すことが稀ではないので、大部分の塊状、島状キューバ鉱は前述のキューバ鉱単独鉱と同様、鉱液より直接晶出したとするのが妥当である。これと同様なキューバ鉱の産状は岩手県赤金鉱山に於て既に筆者等³⁾が記載したところである。

3) 塊状及び縞状キューバ鉱中に黄銅鉱が平行縞状乃至葉片状共生をなすもの： 2) のキューバ鉱単独鉱の一部には黄銅鉱の平行縞状乃至葉片状を示すものがある。かゝる例は塊状キューバ鉱が鉱液より晶出し、固溶されていた黄銅鉱が次に離溶したもので、島状キューバ鉱中の縞状黄銅鉱も同様に解される。他方 1) の縞状キューバ鉱は既述の如く末端に於て一般に鋸歯状をなし、この特別な場合としてキューバ鉱中に黄銅鉱の平行薄葉を残存せしめる。この場合の特徴は鋸歯の延びの方向とキューバ鉱中の黄銅鉱薄葉の延長方向が一致する。ところが縞状キューバ鉱中には第 3 図の如く屢々その延びの方向と或角度をもつて見事に配列する平行縞状乃至薄葉状の黄銅鉱が見られる。この出現はキューバ鉱が黄銅鉱より縞状に離溶する際、多少の黄銅鉱成分を固溶したまゝ離溶し、温度の低下により黄銅鉱薄葉として第 2 段の離溶を行つたものである。

4) 黄銅鉱中にキューバ鉱が不規則縞状をなすもの： 第 4 図の如くキューバ鉱は巾 0.02 ~ 0.15mm,

第 3 図 塊状キューバ鉱(黒)中の葉片状黄銅鉱KCN(20%)で腐蝕×220

2) キューバ鉱のX線的研究は第 5 報として別に報告する。

3) 竹内常彦, 南部松夫, 東北大選研彙, 8 (1952), 7—14.

第4図 黄銅鉱(灰)中の不規則縞状キューバ鉱×65

長さ 0.3 ~ 1.2 mm 内外の不規則な縞状をなして産する場合がある。周囲の黄銅鉱とは前記 1) の薄葉の様に直線ではなく、不規則に彎曲した線をもつて接し、黄銅鉱に交代された様な状態を呈している。前記 2) の一部にもこの様な現象がみられ恐らく既成のキューバ鉱が後に黄銅鉱化作用を受けたものと解される。その産状から離溶性キューバ鉱の薄葉または塊状乃至縞状の初成的キューバ

バ鉱が黄銅鉱化作用を蒙つたものと思われるが、中にはその何れかを定めることの出来ぬ程度に烈しく交代されたものもある。キューバ鉱の黄銅鉱化作用は岩手県矢越鉱山産銅鉱石中にもみられる⁴⁾。

5) 黄銅鉱中に微細なレンズ状乃至葉片状共生をなすもの：黄銅鉱を約 100 倍程度の倍率で観察すれば、部分的に淡黄紅色を帯びる塊状の斑点がみとめられる場合がある。かゝる部分は一見黄銅鉱の研磨面が腐蝕したかの様な外観を呈するが、これを 450 ~ 1,100 倍程度の高倍率に擴大して観察すれば、黄銅鉱と淡紅黄色を呈するキューバ鉱様鉱物の微細なレンズ状或は葉片状の共生がみとめられる。この鉱物は KOH (sat.), KCN (20 %) で徐々に犯され、上記の共生組織を一層明瞭にする。一方この光学的性質は鉱物が微細なため明でないが、反射多色性、異方性共に上記 1) のキューバ鉱葉片より弱い様で、むしろ等方性に近く、斑銅鉱或は磁硫銅鉱 (chalcopyrrhotite) かとも考えられるが、前者より淡黄色で KOH に犯されて褐変する点などキューバ鉱の性質に類似している。またこの共生体は往々共存する磁硫鉄鉱塊の周囲に発達し、これと成因的關係あるが如き産状を呈する。但しこの場合は磁硫鉄鉱との界にこの共生体の全然発達しない帯が存在する。この共生体の成因に関しては未だ明でないが、

- a) 黄銅鉱キューバ鉱初成的固溶体の離溶
 - b) 黄銅鉱自身の分解
 - c) 黄銅鉱—磁硫鉄鉱の固体反応によつて生じた 2 次的固溶体の離溶
 - d) 既述キューバ鉱に対する黄銅鉱の交代作用
- の 4 通りを考えることが出来る。そのうち a) 及び d) の現象は既に前

4) 渡辺万次郎：岩礦, 18 (1937), 66.

記 1) 及び 3) に於て述べた処であり, c) の現象については筆者の一人⁵⁾が先に行つた山口県河山鉱山産黄銅鉱—磁硫鉄鉱の加熱実験に於て観察された。即ちこれによれば 350°C , 90 hrs. 加熱附近より黄銅鉱と磁硫鉄鉱は互に反応して、その境界に巾 $0.05\sim 0.1\text{ mm}$ 内外の固溶体、即ちキューバ鉱様の鉱物の膜を反応縁状に生じる。これは温度の上昇と共にその巾を増大し、且つ固溶体の成分も変化し、反応帯の内側はキューバ鉱に近い成分を有する固溶体であるが、外側は黄銅鉱—キューバ鉱固溶体となる。今 500°C , 9~12 hrs. 加熱後、空气中で徐冷高倍率で観察すれば、その反応帯の外縁部に黄銅鉱—キューバ鉱の微細レンズ状共生なる離溶組織の現出がみとめられる。H. Borchert⁶⁾ もまた上記と略々類似の現象を認めている。この場合は 450°C 以上で磁硫鉄鉱と黄銅鉱とが反応して、前者の一部が後者中に擴散し、これをすみやかに冷却すれば暗黄緑色の反応帯を生成するが、これを緩慢に冷却すれば、その外側のみ黄銅鉱の格子状薄葉に貫かれ、内側は依然として暗黄緑色帯が残存する。但し同氏はこの部分の顕微鏡的性質が磁硫銅鉱のそれと一致すると述べている。

以上の様に黄銅鉱—キューバ鉱微共生体は黄銅鉱—磁硫鉄鉱の固体反応によつても生成されるが、果して当鉱山産微共生体が上記の様な反応によつて生成されたかどうかは断言出来ない。

また P. Ramdohr⁷⁾ はキューバ鉱の 2 つの型について述べている。これによればその一つは普通の異方性キューバ鉱 (I) であり、他は等方性キューバ鉱 (II) で、特殊な場合に相当する。これに反し、Borchert⁶⁾ はキューバ鉱の純粹な部分を 250°C , 7hrs. 保てば、その一部にキューバ鉱 (II) の生じることを知り、 300°C では全部これに変化することをたしかめている。しかしこれと同時にキューバ鉱 (II) を高倍率にて観察すれば、これは決して一種の鉱物丈でなく、黄銅鉱と磁硫銅鉱との緻密な共生体であると述べている。

以上の如くキューバ鉱様鉱物については磁硫銅鉱、キューバ鉱 (II) 等の問題があるが、それぞれの化学分析・結晶学的研究、X線解析等を行われていない。最近諸外国に於てもこの問題について種々研究が行われているが⁸⁾、甲論乙駁で未だ結論には程遠い様であり、本共生体についても今後の検討が必要である。

5) 萱木浅彦, 山江徳蔵: 地質, 58 (1952), 248.

6) Borchert, H.: Chem. d. Erde., 9 (1934), 145—172.

7) Ramdohr, P.: Zeits. f. Prakt., Geol. 36 (1928), 169—178.

8) Uytendogaard, W.: Tables for microscopic identification of ore minerals, 1951, 140~141.

3 黄銅鑛と磁硫鐵鑛の共生

黄銅鉍中の磁硫鐵鉍には塊状、島状をなすものと、毛髪状乃至紐状をなすものと2種があり成因的に異つた産状を呈する。

1) 塊状磁硫鐵鉍：0.2～3.0 mm 大の不規則塊状及び島状をなし、反射光で淡褐色、キューバ鉍より淡紅褐色味を帯び、直交ニコル下で明瞭な粒状の内部構造をあらわし、黄白色または灰青色より淡紫褐色に変化する顕著な異方性を呈する。硬度は黄銅鉍及びキューバ鉍より大で、KOH (sat.) によつて犯され、褐色乃至暗褐色に変化する。鉍液から直接晶出したもので、離溶性産物ではない。一般には磁硫鐵鉍の大部分は黄銅鉍よりやゝ遅れて晶出を開始し、やゝ後期まで晶出を継続し、時により黄銅鉍を脈状に貫いている。

2) 毛髪状乃至紐状磁硫鐵鉍：黄銅鉍中には屢々 0.001～0.01 mm、長さ 0.1～3 mm 程度の彎曲した毛髪状 (curving hair-like)、蠕虫状或は葉片状をなす磁硫鐵鉍が存在する。(第 5 図) この薄葉の光学的性質は上記塊状のものと略々同様であるが、異方性及び KOH に対する反応は塊状のそれより弱い様である。また KOH で処理した場合、時に後述するが如き磁硫鐵鉍—硫鉄—ニッケル鉍縞状共生の様な組織がみられる薄葉の方向はキューバ鉍葉片の方向に対して平行状をなすもの、略 45° 内外で斜交するものもの等があり、葉片自身時に直交型の配列をなし、恐らく黄銅鉍の〔111〕或は〔100〕の面に平行に析出した離溶性産物とみとめられる。

第 5 図 黄銅鉍中の毛髪状磁硫鐵鉍×220

Merwin - Rombard⁹⁾ の研究によれば、黄銅鉍と磁硫鐵鉍とは高温に於ける硫黄蒸気圧の下で、或る程度まで互に固溶体をなし、例えば 290°C 硫黄圧 455 mm に於て、黄銅鉍と磁硫鐵鉍はそれぞれ黄銅鉍 76%、磁硫鐵鉍 24% 固溶体、磁硫鐵鉍 96%、黄銅鉍 4% 固溶体を形成する。磁硫鐵鉍固溶体中に含まれる黄銅鉍の量は温度の低下と共に減じ、675°C に於ては凡そ 2% に過ぎなくなる。

これに反して黄銅鉍固溶体中に含まれる磁硫鐵鉍の量は 970°C より 800°C

9) Merwin, H. E., Rombard R. H.: Econ. Geol., 32 (1937), 203—84.

まで温度の低下と共に反つて増加し、黄銅鉱 68% に対し、磁硫鉄鉱 32% となるが、それ以下では次第に減少し、675°C に於ては黄銅鉱 74% に対し、磁硫鉄鉱 26% まで減少する。この様に黄銅鉱—磁硫鉄鉱固溶体は温度の低下と共に溶質成分の量を減じるため、必然的に余分の成分を析出し、上述の様な共生体を形成することになる。1934 年 H. Borchert⁶⁾ もまた黄銅鉱—磁硫鉄鉱の固溶及び離溶の現象を実験的に認めている。これについては既に述べた 1938 年 R. L. Hewitt¹⁰⁾ は Ontario Paray Sound 産の塊状磁硫鉄鉱—黄銅鉱共生体について熱の実験を行い次の様な結果を出している。磁硫鉄鉱を主とする共生体の場合には 600°C 以上の温度で黄銅鉱は磁硫鉄鉱中に溶けて固溶体を形成するが、黄銅鉱を主とする共生体の場合には 300~900°C 間で磁硫鉄鉱が黄銅鉱中に擴散して固溶体を形成し、上記の Merwin-Rombard の実験とほぼ同じ結果を出しているが、この場合は Borchert の実験と同様に、加熱及び徐冷実験中、両鉱物の境界附近に磁硫銅鉱の生成を認めている。既述した如く筆者等⁵⁾ もまた同様な現象を河山鉱山産黄銅鉱—磁硫鉄鉱共生体の加熱実験に於て確めている。これについて後日詳しく述べる。尙黄銅鉱の熱解離に伴う黄銅鉱—磁硫鉄鉱の共生関係は既に筆者等が報告^{11) 12)} したところである。

本邦に於ける上記の共生体は岩手県矢越鉱山⁴⁾ 日立鉱山神峯鉱床¹³⁾ 栃木県足尾鉱山¹⁴⁾ 岩手県赤金¹⁵⁾ 釜石¹⁶⁾ 野田玉川¹⁶⁾ 各鉱山、福島県八釜¹⁶⁾ 高倉¹⁶⁾ の両鉱山等から見出されている。

4 キューバ鉱と磁硫鐵礦の共生

塊状キューバ鉱中に殆ど例外なく、巾 0.01~2.0 mm 内外、長さ 1~8 mm 程度の脉状乃至葉片状 磁硫鉄鉱が見られる (第 6 図)。又黄銅鉱キューバ鉱縞状共生に於て、キューバ鉱葉片中には第 7 図の様な格子状及び葉片状の磁硫鉄鉱が見られる。

葉片の巾 0.02~0.03 mm、長さ 0.5~1 mm 程度で、稍淡紅褐色味を帯び、暗褐色より淡灰青色に変化する異方性を有し、キューバ鉱より硬度は大で、KOH で徐々に犯されて褐色から暗褐色、長時間放置すれば暗

10) Hewitt, R. L.: Econ. Geol., **22** (1929), 288—299.

11) 竹内常彦, 南部松夫: 選研彙, **4** (1948), 74—88.

12) 竹内常彦, 南部松夫: 選研彙, **6** (1950), 47—54.

13) 中野長俊, 岩礦, **13** (1935), 267—276.

14) 中村 威, 地質, **54** (1948), 177—178.

15) 竹内常彦, 南部松夫: 選研彙, **8** (1952), 7—14.

16) 竹内常彦, 南部松夫: 未発表

第 6 図 キューバ鉱(暗灰)中の葉片状乃至脈状磁硫鉄鉱 ×220

第 7 図 黄銅鉱中の稿状キューバ鉱(黒)中に発達する格子状乃至葉片状磁硫鉄鉱 KCN(20%)で腐蝕×220

青色乃至黒色に変化するが、KCN (20%) では犯されない。この性質は磁硫鉄鉱のそれと一致するが、そのうち異方性及び KOH に対する反応は共存する塊状磁硫鉄鉱のそれより弱い様である。これら薄葉は屢々キューバ鉱中の稿状黄銅鉱を貫く。かゝる共生体については、W.H.Newhouse¹⁷⁾が Sudbury の Frood 鉱山産銅鉱石中黄銅鉱—キューバ鉱—磁硫鉄鉱の 2 重の組織を見出し鏡下の性質より離溶共生と推定しているが、未だ実験的に証明されていない。本邦に於ては矢越⁴⁾、赤金¹⁵⁾ の 2 鉱山より報告されている。

5 キューバ鉱と硫鉄ニッケル鉱の共生

硫鉄ニッケル鉱の鏡下の性質は既に述べたが、今試みに、磁硫鉄鉱及び硫鉄ニッケル鉱の両者の薄葉をかなり含有している黄銅鉱キューバ鉱共生体の一片をとつて、これを HNO_3 に溶解し、 NH_4OH にて塩基性にすれば、1) 赤褐色の第 2 水酸化鉄 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ の沈澱を生じ、(鉄の検出)、2) その濾液は青色を呈する(銅及びニッケルの検出)。次にこの濾液にデメチルグリオキシム溶液を加えれば、少量の鮮明な桃紅色沈澱ニッケルデメチルグリオキシムを生じ、明かにニッケルが検出される。又一方最初の HNO_3 溶液の一部を採つてこれを稀釋し、 BaCl_2 溶液を加えれば、 BaSO_4 の白濁を生じる(硫黄の検出)。硫鉄ニッケル鉱薄葉の産状は、キューバ鉱中に規則的な平行稿状乃至格子状をなして存し(巾 0.001 mm 内外)、黄銅鉱の $[111]$ 、即ちキューバ鉱葉片とその周囲の黄銅鉱との境界に対し、略平行のものもあるが、多くは $30 \sim 40^\circ$ またはそれより小さい角度で斜

17) Newhouse, W. H.: Am. Min., 16 (1931), 334—337

交する方向を有する。

6 磁硫鉄鉱と硫鉄ニッケル鉱の共生

キューバ鉱中の薄葉が時に第8図の如き磁硫鉄鉱—硫鉄ニッケル鉱の縞状組織を呈する場合がある。これは充分研磨した面を450～1100倍程度の高倍率で観察してはじめて認める程度であるが、KOH (sat.) でやゝ永く腐蝕すれば、磁硫鉄鉱の部分は犯されて暗褐色乃至暗青色を呈するに反し硫鉄ニッケル鉱の部分は変化なく、その結果として明暗の縞を生じ、比較的明瞭にその共生組織をみとめ得る。

第8図 黄銅鉱(Cp)中の縞状キューバ鉱(b)に含まれる磁硫鉄鉱(Pr) 硫鉄ニッケル鉱(Pt)及び磁硫鉄鉱—硫鉄ニッケル鉱の共生体×110

上記の様に本鉱山産黄銅鉱は

1) 黄銅鉱中の縞状乃至格子状

キューバ鉱

2) 上記キューバ鉱葉片中の薄

葉状磁硫鉄鉱及び硫鉄ニッケル鉱

3) キューバ鉱中の薄葉に於ける

磁硫鉄鉱—硫鉄ニッケル鉱縞状共生の複合よりなる2重乃至3重の共生が見られ、珍しい鉱石組織を呈する。その成因は共生状態から、総て離溶産物と解釋される。即ち最初黄銅鉱を主とする固溶体からキューバ

鉱固溶体を離溶し、降温につれて後者の固溶体が再び分裂してその内部に磁硫鉄鉱、硫鉄ニッケル鉱及びその両者の固溶体を析出し、更にその後、後者の磁硫鉄鉱—硫鉄ニッケル鉱固溶体が離溶してその両者よりなる縞状共生を生成したものと考えられる。しかしその順序はさらに加熱実験によって確める必要がある。

磁硫鉄鉱—硫鉄ニッケル鉱共生体についても既に2, 3の実験的研究が行われている。1912年 W. H. Newhouse¹⁸⁾ は磁硫鉄鉱—硫鉄ニッケル鉱の状態図に関する実験を試み、磁硫鉄鉱が40%の硫鉄ニッケル鉱を固溶体として含み得ることを確め、且つこれが低温に於て後者の一部を離溶して磁硫鉄鉱—硫鉄ニッケル鉱の結晶学的共生を形成する現象を認めている。また1938年 R. L. Hewitt¹⁹⁾ は Sudbury 産の本共生体を加熱し、425～450℃の間で後者が前者中に擴散固溶する現象を観察し、更にこ

18) Newhouse, W. H.: Econ. Geol., **22** (1929), 288—299.

19) Hewitt, R. L.: Econ. Geol., **33** (1938), 305—448.

の固溶体を 800°C より 60 hrs. かゝつて常温まで徐冷し、再び固溶体より硫鉄ニッケル鉱が析出することを確かめている。尙最近 Hawley, Colgrove, Zurbigg²⁰⁾ の三氏は Fe—Ni—S の 3 成分系の研究を行つている。

尙本邦に於ける複合離溶性共生は 1938 年 渡辺万次郎⁴⁾ によつて記載された山形県大張鉱山産斑銅鉱中の黄銅鉱及び硫蒼鉛銅鉱の二重格子があり、また 1949 年 中村威²¹⁾ によつて報告された山口県河山鉱山産閃亜鉛鉱中の懸滴状黄銅鉱と共生するキューバ鉱葉片、筆者等³⁾ が報告した赤金鉱山産の銅鉱中の縞状キューバ鉱に分布する磁硫鉄鉱薄葉等が知られている。大張鉱山産のものについては、筆者の一人²²⁾ の熱的研究があり、また二段離溶現象については、筆者の他の二人²³⁾ によつて、実験的に確かめられている。

7 黄銅鑛と閃亜鉛鑛の共生

閃亜鉛鉱は黄銅鉱との関係に於て成因的に主要なものは三種ある。

1) 脉状、島状及び塊状閃亜鉛鉱：閃亜鉛鉱は黄銅鉱の割目及び黄銅鉱と他鉱物との境界を充して脉状をなし、他方 $0.1 \sim 5 \text{ mm}$ 程度の島状乃至塊状をなして黄銅鉱中に不規則に分布する。これらは黄銅鉱と略同時又は多少遅れて鉱液から直接晶出したもので、離溶によるものでない。

2) 黄銅鉱中の細点状乃至星形閃亜鉛鉱：閃亜鉛鉱は $0.001 \sim 0.003 \text{ mm}$ 内外の細点として、黄銅鉱中に疎らに散点するが、時に局部的に集

第 9 図 黄銅鉱中の星形閃亜鉛鉱
×220

第 10 図 黄銅鉱(灰)中の塊状閃亜鉛鉱(黒)中の細点状黄銅鉱

20) Hawley, J. E. G. L., Colgrove, H. F., Zurbigg: *Econ. Geol.*, **38** (1943) 335—388.

21) 中村 威, 地質, **55** (1949), 159.

22) 荻木浅彦, 岩礦, **33** (1949), 85-91, 109-118.

23) 竹内常彦, 南部弘夫, 岩礦, **36** (1952), 33-42.

中することがある。又他方第9図に示した如き所謂“zincblend-star”として、0.01～0.05 mm 程度の星形をなした閃亜鉛鉱が黄銅鉱中に稀に見られる。かゝる例はすでに、神岡鉱山²⁴⁾ 及び朝鮮遂安²⁵⁾ 等から知られ、離溶性産物とされている。中野長俊²⁶⁾ は神岡鉱山のものについて加熱実験を行い、離溶共生であることを確め、固溶体形成温度として 470～480°C を与えている。又上述の黄銅鉱中の閃亜鉛鉱細点の少くとも一部は離溶によると思われるが、1) と漸移する如く観察される場合もあり、両者の区別は容易でない。

3) 閃亜鉛鉱中の懸滴状黄銅鉱：第10図に示したが如く、前記1)の黄銅鉱中の島状乃至塊状閃亜鉛鉱中には屢々 0.001～0.05 mm 内外の細点が多数集中して懸滴状をなしている。かゝる閃亜鉛鉱黄銅鉱の共生は他鉱山でも最も普通に見られる組織であり。本邦の産地も河山、明延、足尾、尾小屋、秩父の各鉱山等枚挙に遑がない。一般に離溶による産物とされ、顕微鏡的、熱的研究も尠くない。N. W. Buerger²⁷⁾ による本共生体の熱的研究では離溶温度 350～400°C が求められ、最近行われた苮木、山江²⁸⁾ の結果も略同様である。

8 閃亜鉛鉱と磁硫鉄鉱の共生

両者の関係は下記の如く 3 種に大別することが出来る。

1) 磁硫鉄鉱中の脉状、島状閃亜鉛鉱：この種の一部の閃亜鉛鉱は磁硫鉄鉱と同時に晶出であるが、大部分のものは磁硫鉄鉱晶出後の交代産物である。

2) 閃亜鉛鉱中の懸滴状磁硫鉄鉱：磁硫鉄鉱及び黄銅鉱中に包有される島状閃亜鉛鉱中には稀に 0.01 mm 以下の微細点をなした磁硫鉄鉱が見られる。かくの如き離溶生成物と推定される閃亜鉛鉱中の磁硫鉄鉱細点は、既に P. Ramdohr²⁹⁾ によつて報告せられ、又閃亜鉛鉱中の薄葉磁硫鉄鉱は G. M. Schwartz³⁰⁾ によつて観察されている。併しこの種共生体の例は未だ多く知られず、また好試料に恵まれない模様で何れも実験的に確め

24) 渡辺万次郎、井関貞和：岩礦，7 (1932)，274-276.

25) Watanabe, T. : Journ. Facul. Sci. Hokkaido Univ. Ser. IV, 6 (1943), 205-303.

26) 中野長俊：岩礦，18(1937)，137-150.

27) Buerger, N. W. : Am. Min., 19 (1934), 525-530

28) Sugaki, A, Yamae N. : Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser. III, Vol. 4, No. 2 (1952), 103-110.

29) Ramdohr, P.: Zeit. Prakt. Geol., 39 (1932), 65-73, 89-91.

30) Schwartz, G. M. : Econ. Geol., 37 (1942) 345-364.

られてない、従つて離溶温度も求つていない。本邦に於ても最近中村威¹⁴⁾によつて、足尾鉍山産鉄閃亜鉛鉍の粒間に散点する磁硫鉄鉍の存在が指摘されたが成因は不明とされている。

3) 磁硫鉄鉍中の葉片乃至格子状閃亜鉛鉍：黄銅鉍中に包有される 0.1 ~ 0.05 mm 程度の磁硫鉄鉍中には屢々縞状、葉片状乃至格子状をなして閃亜鉛鉍が見られる。薄葉の巾は 0.001 mm 内外である。鏡下の産状より離溶性産物と推定することが出来よう。

9 キューバ鉍とヴィオラ鉍の共生

第 11 図 キューバ鉍(暗灰)中の脈状乃至縞状ヴィオラ鉍、上部の淡灰部は黄銅鉍×220

ヴィオラ鉍は磁硫鉄鉍中に粒状、短冊状をなすものと、第 11 図の如く塊状キューバ鉍中に脈状乃至縞状をなしているものとがある。後者の巾は 0.01 ~ 0.03 mm 内外、長さ 0.1 ~ 0.5 mm 程度である。脈状乃至縞状ヴィオラ鉍が黄銅鉍中の島状キューバ鉍中に存在する場合、黄銅鉍との接触面で急激に断絶し、黄銅鉍を貫くことはない。かかる組織はヴィオラ鉍成分を固溶するキューバ鉍固溶体から分裂したとするのが妥

当の様に思われる。これ等縞状ヴィオラ鉍はキューバ鉍中の他の総ての離溶性産物を貫いているので、キューバ鉍固溶体の最末期の離溶によるものであることは明かである。

10 總 括

大峯鉍山産銅鉍石中に下記の如き興味ある共生が存在する。

- 1) 黄銅鉍中の縞状乃至格子状キューバ鉍
- 2) キューバ鉍中の葉片状乃至縞状黄銅鉍
- 3) 黄銅鉍中の毛髪状又は蠕蟲状磁硫鉄鉍
- 4) キューバ鉍中の脈状乃至縞状、葉片状磁硫鉄鉍
- 5) 黄銅鉍中の星形閃亜鉛鉍
- 6) 閃亜鉛鉍中の懸滴状黄銅鉍
- 7) 磁硫鉄鉍中の縞状乃至格子状硫鉄ニッケル鉍
- 8) キューバ鉍中の葉片乃至格子状硫鉄ニッケル鉍

9) キーバ鉱中の葉片状乃至脈状ヴィオラ鉱

10) 閃亜鉛鉱中の懸滴状磁硫鉄鉱

11) 磁硫鉄鉱中の葉片乃至格子状閃亜鉛鉱

なお以上の他に少量の磁鉄鉱，黄鉄鉱，四面安銅鉱が小粒状をなして他鉱物中に包有され，特に黄銅鉱中の四面安銅鉱細粒は離溶性産物と推定されるが明瞭を欠くのでここでは保留して置く。以上の中 1), 3), 5), 6) 及び 7) は従来各地から記載され，熱的研究から離溶による共生であることが確められている。4) 及び 10) は産状より離溶によるものと推定されているが，未だ実験的に証明されていない。他のものはこれまで殆ど注目されなかつたものである。筆者等は反射顕微鏡下の性質より離溶組織と推定したが，厳密には熱的研究が必要である。

本研究費の一部は文部省科学研究費によるもので，明記して謝意を表する。

福島縣伊達郡飯坂村水晶山ペグマタイト産 イツトリア石と阿武隈石

Yttrialite and abukumalite from a pegmatite of
Suisho-yama, Iizaka Village, Fukushima Prefecture.

大 森 啓 一 (Keiichi Omori)

長谷川 修 三 (Shuzo Hasegawa)

Abstract : Yttrialite and abukumalite were collected from pegmatite in Iizaka Village, Fukushima Prefecture. Yttrialite has $G 4.560$ and $n 1.7604$. The result of chemical analysis is given in Table I (No. 2). Powder photograph gives a cubic unit cell $a 10.532\text{\AA}$, its crystal structure like that of pyrochlore; koppite and atopite. The cubic yttrialite may be a metamict state. Abukumalite has $G 4.567$. Its bulk analysis is given in Table IV (No. 2). Powder photograph of abukumalite shows close agreement with that of apatite from Drango, Mexico and their data yield $a 9.58\text{\AA}$, $c 6.81\text{\AA}$ for abukumalite, compared with $a 9.51\text{\AA}$, $c 6.77\text{\AA}$ for apatite.

序 言

Winchell の名著，Elements of optical mineralogy 第 2 卷 (1951 年版) の索引を繙くと，アルフ・ベット順に配列された鉱物名の最初に阿武隈石の名が見出される。この鉱物は昭和 13 年に，福島県伊達郡飯坂村水晶山のペグマタイトから見出され，Y と Ca を含む磷酸塩鉱物として，