

6. 結 言

以上記述したことを基にして、所謂緑色凝灰岩層の地質全般に関係すると思われる意見を少しく述べて結びとする。

(1) この地域では、火山岩類はそれぞれ同質の凝灰岩等と密接に相隣伴し、互いに累重し合い、地質単位としては殆んど不可分の関係にある熔岩であることが多く、この状態は現世の火山体に見られる熔岩と火山砕屑岩類とが互いに重り合うのと似ている。火山岩類は膨縮の甚だしい分布を示し、且つ浸蝕に耐えて突出する結果、通常高所を占めて厚く露出するように目立ちますが、その周囲の凝灰岩・泥岩等を只被覆しているのではなく、例えば岩体を横切る沢沿い等でも高所と略々同程度に発達しており、又一側では他岩に被覆される関係が認定され、なお岩体の流理、節理の方向からみて周囲の岩層と同様に自体が傾斜するのが推定されることもある。これらの様子は構造の比較的解り易い物見山層に於て特によく観察される。一般に裏日本の斜長石英粗面岩や、変朽安山岩を、周囲の緑色凝灰岩層等から切り離して取扱い、常にこれらを買いたり、簡単に被覆したりしているものと軽く考えてしまつてはならないようである。

(2) 物見山層以下の火山噴出物を主とする累層は、所々に泥岩等を整合に挟んでおり、細粒岩を常に沈積するような環境の海底に、劇しい火山活動から供給されたものが累積した堆積相を示している。火山活動は中性乃至塩基性で、そのある時期には酸性のものも加わり、大体に於て一定時期には略々同様の岩質であつたが、但し広い範囲に同様の岩質のものが分布しているのは小区域ごとに別個の中心をもつて噴出されたものの集りであるようである。

(3) この累層はこれを被覆する所謂含油第三紀層を

含めた全てを通じてこの地域では一連の堆積物であつて、その間どこにも著しい時の間隙を意味するような不整合は存在しない。部分的にはある層準を欠いて不整合状のこともあるが、これは火山源物質の累積に甚だしい厚さの不規則があるのに由るものである。白石沢層には浅海性堆積の片鱗が示されてはいるが、極く局部的且つ一時的のものである。緑色凝灰岩地帯の他の地方ではしばしば不整合、陸成相等が知られているが、この地域では著しいものはなく、岩層区分は火山噴出物類の岩質に頼らねばならない。そもそも緑色凝灰岩地帯が成立するような劇烈な火山活動の場合には、堆積環境或は地殻変動までも場所場所によつて著しく不平等であつたことが考えられ、従つてある場所では不整合であつても他の場所では消滅し、或は別の不整合が生じることがあつてもよく、また火山源物質の供給状態も場所によつて変化に富み、これらのことが地層の対比に往々混乱をもたらすのではなからうか。この地域の物見山層以下の第三紀下部層を、従来秋田県北部の標準層序とされてきた台島層、双六層等に、岩質、堆積相を基にして当てはめるには困難を感じるが、それは上述のことを意味するのではなからうか。

(4) 緑色を呈する凝灰岩等は主に黒石沢層と白石沢層とに変朽安山岩や石英粗面岩に伴つて出現し、主に水成岩から成る所謂含油第三紀層は直接その上位に位置するのではなく、間に火山噴出物ではあるが、あまり変質を受けていない玄武岩乃至塩基性安山岩の著しい火山活動を示す物見山層がある。

(5) 緑色凝灰岩地帯には石英閃緑岩や玢岩が知られている。この地域の石英閃緑岩はこの仲間であろう。これは物見山層以前の種々の熔岩、火山砕屑岩を噴出累積した火山活動よりも新しい。しかもこの地域では褶曲、断層よりも後に貫入していることは、構造地質上注目すべきである。 (昭和26年2月)

549.351.12:548.5 (521.11)

所謂三角式黄銅鉱に就いて

砂 川 一 郎*

Résumé

On the So-called Triangular Chalcopyrite
by

Ichirō Sunagawa

I Introduction

The so-called triangular chalcopyrite is a

very rare and peculiar crystal which has been found from some Tertiary chalcopyrite-quartz veins in North-eastern part of Japan, and never from other parts of the world. Distribution of its localities is shown in Fig. 1. Its morphology has been well studied, but genetical study has not been reported.

* 地質部

The crystal habit is characterized as follows:

1° Remarkable development of $\{110\}$ zone, and decadence of $\{1\bar{1}0\}$ zone.

2° Remarkable development of upper $\{h0l\}$ face, and decadence of lower $\{h0\bar{l}\}$ face.

3° Hemimorphic habit due to 1° and 2°.

Therefore, its external form appears as a triangular wedge, a triangular plate, or a triangular needle. And these have been given a general name of triangular chalcopyrite.

Recently, the writer has received a report of its new occurrence from Funauchi Mine, Akita Pref., Japan. In order to disclose the genetical difference between the triangular chalcopyrite and other normal ones, he has made some mineralogical observations and some laboratory study of them from Funauchi and some other mines. Consequently, the following relations are found, and some inferences are made on the process of the crystallization of the triangular chalcopyrite.

II *Triangular chalcopyrite from Funauchi Mine*

A) General observation

Funauchi Mine consists of Cu-Zn-Pb veins deposited in the so-called Tertiary green tuff. There are two main veins, Ainai and Honko. From his observations at Ainai vein, the interrelation of coexisting minerals of this vein is as follows:

1° Zonal arrangement of ore minerals is chalcopyrite...→zincblende...→galena from the lower level to the upper.

2° Quartz crystal shows two types. One is big prismatic crystals which are crystallized only in the lower side of zincblende and other ore minerals; the other is an aggregation of small crystals which are crystallized only in the upper side of crystals of ore minerals and the former quartz. (Fig. 2)

Therefore, the former type is probably crystallized at almost the same stage at ore minerals; but it is clear that the latter type is of later crystallization than ore minerals and the former type of quartz. So, we may call the former as earlier quartz, and the latter as later quartz.

3° The sequence of crystallization at Ainai vein is shown in Fig. 3.

B) Occurrences of triangular chalcopyrite

Triangular chalcopyrite is found only in a druse (NE 3 m, NW 1 m, 2 m high) of the lower 1st level of the Ainai vein. Its occurrences are summarized as follows:

1° It is found in a druse of chalcopyrite-zincblende vein. (There is hardly any galena.)

2° This druse consists of two separated parts.

(a) Lower part of druse consists of normal chalcopyrite, zincblende, earlier and later quartz, and very few triangular needle chalcopyrite. The ratio of chalcopyrite to zincblende is about 1 : 1.

(b) Upper part of druse is subdivided with a sharp but irregular boundary into two. Outer side consists of mixture of zincblende and chalcopyrite. And chalcopyrite is found as small flow patches in zincblende mass. So the ratio of chalcopyrite to zincblende is smaller than that of part (a).

Inner part consists of only triangular chalcopyrite crystals and later quartz crystals. On later quartz which covers the outer side of (b), small tetrahedral chalcopyrite is crystallized in building blocks with many spaces. And on these tetrahedral crystals, triangular wedge crystals of middle~large size are crystallized. And no associated minerals beside later quartz are in existence.

here. Chalcopyrite crystals of this occurrence are the only triangular wedge. (see Fig. 4.)

3° Triangular needle chalcopyrite is crystallized single on the aggregation of later quartz which covers normal chalcopyrite and zinblende crystals. (Fig. 5) It can be found only in part (a) of (2). But it is very rare. Chalcopyrite crystals of this occurrence are the only triangular needle.

C) Morphology of triangular chalcopyrite

1° Faces recognized by two-circle goniometer are listed in Table 2; and their goniometric data are in Table 3.

2° Frequency, size, and remarks of these faces are shown in Fig. 6.

3° Among these many faces, predominant faces are the following seven.

$p(1\bar{1}\bar{1})$ $p(1\bar{1}1)$ $p(111)$ $m(1\bar{1}0)$
 $e(101)$ $z(201)$ $c(001)$

4° Main types of combination of faces are

Type 1. $p(111)+p(1\bar{1}\bar{1})+z(201)$
tetrahedron

Type 2. $p(1\bar{1}\bar{1})+p(111)$
 $+e(101)+z(201)$

Type 3. $p(1\bar{1}\bar{1})+e(101)$

Type 4. $p(1\bar{1}\bar{1})+m(1\bar{1}0)$
 $+e(101)+p_1(1\bar{1}1)$

Type 5. $p(1\bar{1}\bar{1})+c(001)+m(1\bar{1}0)$
 $+e(101)+p_1(1\bar{1}1)$triangular
 needle

} triangular
wedge

Morphological relation between tetrahedron and triangular wedge is gradual as shown in Fig. 7, but the relation between them and triangular needle is somewhat discontinuous.

D) Natural etching of faces

1° Characteristic natural etched hills are observed on $p(1\bar{1}\bar{1})$ and $m(1\bar{1}0)$ of triangular wedge crystals. Their sketches are shown in Fig. 8. But no etched hills are observed on any faces of triangular needle crystals.

2° The natural etched hills above described are not observed on any faces of triangular chalcopyrite from other localities.

E) Chemical components and minor elements of normal and triangular chalcopyrite

1° Table 4 indicates the quantitative analysis of triangular and normal habit of chalcopyrite from Arakawa Mine which is analysed by Arakawa Mine analysers, and Table 5 is of those from Funauchi Mine analysed by T. Kushida

2° Minor elements determined by spectrographic analysis are listed in Table 6.

3° There are small differences in chemical components and minor elements between normal and triangular chalcopyrite.

F) Frequency of appearance and size of crystals

Crystals of triangular wedge are very rich and large.

Crystals of triangular needle are rare but large.

Crystals of tetrahedral habit are much but small.

III Arakawa Mine, Akita Pref.,

Ogoya Mine, Ishikawa Pref.

Arakawa Mine is also Cu-Pb-quartz vein deposited in Tertiary green tuff. Formerly, triangular chalcopyrite was found in the -45 m level of the main vein, but now it can not be found. Triangular one from this mine is triangular needle habit which has a developed $m(110)$ face and seems to be triangular plate. No etched hills are observed on this. From my observation of occurrence here, it seems to be the same as that of Funauchi Mine.

It has been reported of its occurrence from Ogoya Mine, but the writer cannot find it.

IV Summary

Summarizing the above observations, and pointing out genetical differences be-

tween normal and triangular chalcopyrite, the following facts are the characteristics of occurrences of triangular chalcopyrite.

1° Triangular chalcopyrite crystallizes only under the condition of full space.

2° Sequence of crystallization in triangular chalcopyrite is tetrahedron.....→triangular wedge.....→triangular needle.

3° In these three, there is a small discontinuity of crystallization stage between triangular needle and others.

4° Triangular chalcopyrite and later quartz were undoubtedly crystallization later than normal chalcopyrite and zinblend etc.. And there is a distinct discontinuity of crystallization stage between them. That is, triangular chalcopyrite crystallized, after the crystallization of main ore minerals were finished.

5° It is unconsiderable that triangular chalcopyrite and later quartz were crystallized from the same solution from which the main ore minerals were crystallized. So we cannot clearly explain the crystallization process of triangular chalcopyrite, if we do not assume a different solution from primary one.

6° So the writer think that as a result of some unsolved action, only chalcopyrite and quartz molecules were segregated from crystallized ore, perhaps, as a gaseous state.

7° Due to the property of quartz molecules themselves, they diffuse into all parts of druse and crystallize on the upper side of crystals of ore minerals and earlier quartz. They crystallized like light snow piled up on pine-branches.

While, chalcopyrite molecules crystallize then and there as tetrahedral and triangular wedge crystals. And when a small amount of them moves to the other part of druse at the latest stage of crystallization,

they crystallize as a single crystal of triangular needle on the upper side of crystals of ore minerals and later quartz.

8° However, it is a question what mechanism segregates them from crystallized ore mass, and why the segregated molecules must crystallize as triangular chalcopyrite in this condition and this only. But if we take a notice of the following fact, we may presume that this characteristic action has happened in the period of deposition of these chalcopyrite-quartz veins. One of the facts is that triangular chalcopyrite can be found only in Tertiary chalcopyrite-quartz vein of the inner part of North-Eastern Japan and never from other parts of the world; the other one is that bisolution-pseudomorph of quartz is also a characteristic of these Tertiary chalcopyrite-quartz veins. And when all of the above described conditions are satisfied, deposition of molecules of chalcopyrite in perpendicular direction to $m(1\bar{1}0)$ and $p(1\bar{1}\bar{1})$ face will be reduced.

April 1949

1. 序 論

黄銅鉱の結晶は数多くの晶相を示すが、これらのうち三角形式、三角針式の兩型は一般に三角式黄銅鉱と総稱されるもので、その特殊な形態によつて、種々の疑問、興味を抱かれて來た本邦特産の晶癖である。この晶癖についての形態的研究は相当行われて來たが、産状及び成因については、殆んど全く研究されていない。

幸に青森県中津軽郡相馬村船打鉱山に新産したので、筆者は主として船打鉱山に於ける觀察、數種の室内実験を行い、更に嘗て産したという秋田県北秋田郡荒川鉱山、石川県能美郡尾小屋鉱山について調査し、所謂三角式黄銅鉱と、偏菱十二面体式などの様な通常の晶癖を示す黄銅鉱との間の産状、晶出過程、相違点について考察した。

この研究に際して船打鉱山に於ける三角式黄銅鉱の発見、報告をされ、又調査に際して種々御便宜を賜つた同鉱山所長渡辺開氏、及び調査に便宜を与えられた荒

川, 尾小屋兩鉱山の関係諸氏に対して深謝したい。

測角は東北大学岩礦教室, 東京大学鉱物学教室の便宜にあずかった。定性分光分析は東京大学化学教室による。何れも深く感謝の意を表する。

2. 三角式黄銅鉱に関する前研究

黄銅鉱は正方晶系に属し, Haidiger によればその軸率は $C=0.98525$ である。結晶を示すことは比較的稀であるが, その晶相の種類は多く, 本邦に産するものでは, 日本鉱物誌第三版¹⁾によると次の8種にわけられる。

- 1) 四面体式 5) 四角板式又は長方板式
- 2) 三四面体式 6) 四角柱式
- 3) 偏菱十二面体式 7) 三角式
- 4) 斜方十二面体式 8) 三角針式

このうち7), 8)は一般に三角銅或いは三角式黄銅鉱と総称されているものであり, その形態の特殊性によって古くから興味を持たれ, 又黄銅鉱が正方晶系でなく, 斜方晶系に属するのではないかという疑問を抱かせる原因となっていたもので, 多くの研究がこれについて行われている。筆者の研究の目的は, この晶癖を示す黄銅鉱結晶の産状の観察と数種の実験を行うことによつて, この晶癖と通常の晶癖の黄銅鉱の間の晶出過程の相違点を明らかにすることにある。

所謂三角式黄銅鉱は明治 25 年に瓜生泰が秋田県荒川鉱山に於て始めて発見し, その後若林彌一郎が多数の標本を採集した。主に若林の採集標本について和田維四郎²⁾福地信世³⁾神保小虎⁴⁾Ford⁵⁾Bechenkamp⁶⁾保科正昭⁷⁾等が初期的な形態的研究を行い, Bechenkamp 等は殆んど確定的に, 黄銅鉱が正方晶系でなくて斜方晶系に属するものであると論断している。その後渡辺新六⁸⁾

が荒川産のものについて形態的研究を行い, 高根勝利⁹⁾はその結晶構造のX線解析を行った。更に最近に至つて須藤俊男¹⁰⁾が豊富な若林標本によつて精密な形態的研究を行い, 多数の断面を記載している。これら最近の精密な研究によつて, 黄銅鉱が正方晶系であることは確定的となつた。¹¹⁾この他に櫻井欽一¹²⁾は尾去沢鉱山産のものについてその形態を記載し, 片山信夫¹³⁾は荒川産のその双晶についての記載を行つている。

以上が所謂三角式黄銅鉱に関する前研究であるが, 三角式黄銅鉱は通常その形態の差によつて2乃至3に分けられており, その呼称も研究者によつてまちまちである。上記研究者の与えた名称を一括表示すると第1表の如くである。

第1表 三角黄銅鉱の従來の呼び方

晶癖 命名者	四面体式 Tetrahedral	三角形式 Triangular shaped	三角針式 Triangular needle.
	若林	Tetrahedral	Triangular wedge
福地	Tetrahedral	Triangular wedge	Needle shaped
神保	Tetrahedral	Triangular plate Triangular cristals	
Becken- kamp	Tetrahedral	Triangular wedge Triangular tables	Triangular needle
保科	Tetrahedral	Triangular wedge shape Triangular plates	Needle shaped
和田	Tetrahedral	三角式結晶	三角針式結晶
伊藤 (本邦鉱物 図誌)	Tetrahedral	三角式結晶	
須藤	四面体式	「三角形」式	「針狀」式
日本鉱物 誌 3 版	四面体式	三角式	三角針式

即ち種々名称の差はあるが, これらを分類すると大体次の3つに大別することが出来る。¹⁴⁾

四面体式, 三角形式, 三角針式

このうち四面体式は形態的に云つて, 所謂, 三角式黄銅鉱への初源的な形と考えられるもので, 通常はこの三角式のうちに含まず, 後二者が三角式黄銅鉱と総称されているものである。

その形態的特徴について和田維四郎は, 三角形式結晶

1) 伊藤貞市, 櫻井欽一: 日本鉱物誌 第3版 上巻 p87,
 2) Wada: Minerals of Japan p. 32. 1904
 3) 福地信世: 日本鉱物誌 第2版 p 61
 4) K. Jimbo: A Complex twin of chalcopyrite from Arakawa, Ugo Province. Beitr. zur Mine. von Japan Nr. 2. p. 70. 1906.
 5) W. E. Ford: Chalcopyrite crystals from arakawa, Japan Am. Jour. of Science vol. 23 p.59 1907.
 6) Beckenkamp: Über chalcopyrite von Arakawa, Provinz Ugo in Japan, und über die Struktur des Chalcopyrits in allgemeinen Z. Kryst vol 43 p.43 1907.
 7) 保科正昭: 東京大學卒業論文 1909
 8) 渡辺新六: 荒川産黄銅鉱の結晶形岩礦誌 vol.10 p.30, vol. 13-2, p. 59
 9) 高根勝利: 荒川産三角黄銅鉱の結晶構造岩礦誌 vol.12 p1, p. 245,
 10) 須藤俊男: 本邦鉱物図誌 第1巻 巻末
 11) 三者の算出した軸率は次の如し。
 渡邊: $C=0.98524$
 高根: $\alpha_0=5.284^\circ$ $C_0=5.224^\circ$
 須藤: $C=0.98529$
 12) 櫻井欽一: 秋田縣尾去沢鉱山産黄銅鉱研究報告 vol.1 No.1 p.11
 13) 片山信夫: 黄銅鉱の双晶について 徳永先生紀念論文集 p.60

14) 三角式黄銅鉱については, 第1表に示した様に, そのよび方はまちまちであるが, 便宜上, 總稱的に用いる時は三角式結晶 Triangular crystal と呼び, その晶癖を2つに区分するときには三角形式結晶 Triangular wedge crystal 三角針式結晶 Triangular needle crystal と呼ぶのを適當と考える。

に対しては『Pの上部2面とe(或いはy又はX)の上部4面とを主体とするもので、大抵pと同位置にあるmの2面を有する三角形の結晶で、時としてcの上面又はその他の面を有することより』、三角針式に対しては「pの下部2面とcの上面との3面発達し、細長き三角柱又は針をなせるものにして、両端はe又はXの上部面を以て尖る」との説明を与えている。伊藤貞市・櫻井欽一も亦ほ同様の説明を与え、片山信夫はこの2形を一括して、それらの一般的特徴として[110]晶帯が著しく発達し[110]晶帯が全く衰退している点をあげている。

結局、三角式黄銅鉱は次の3つによつて特徴づけられると云えよう。

- 1) [110] 晶帯の著しい発達, [110] 晶帯の衰退
- 2) 上部 {hol} 面の著しい発達, 下部 {hol} 面の衰退
- 3) これらによる異極像の晶癖

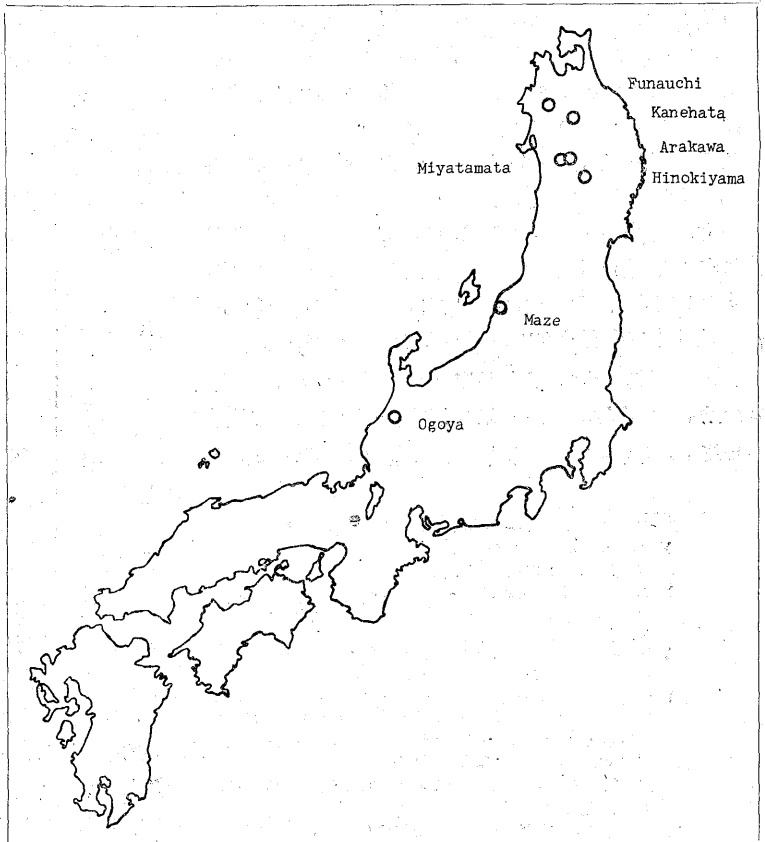
これらの特徴を具えた上で、特に上部(001)面のみが細長く発達して槍状、針状等を示すものを三角針式、c(001)が全く存在しないか或いは発達が小で、結晶全体として三角形を示すものを三角形式と呼ぶのである。時にm(110)面が大きく発達して三角板状の晶癖を示すこともあるが、これもC(001)の発達程度によつて上の2式のうちの何れか入れることが出来る。

然し、三角形式、三角針式との関係は形態学的には既に須藤俊男が指摘している様に、四面体式を出発点として三角形式、三角針式と美しい漸移的な遷移を示し、その間に明瞭な区分を定めることは出来ない。けれども船打鉱山産のものについて筆者の観察したところによると成因的には三角形式と三角針式との間に、僅かの不連続が認められ中間型に相当するものは見られない。又一般には、四面体式結晶を三角式黄銅鉱中に入れていないが、産状から見て、これも三角形式、三角針式と共に三角式黄銅鉱の中に入れて考えるのが便利である。扱、瓜生泰の最初の発見以後、研究の進むにともなつて、その産地も逐次数を増し、現在迄に知られている産地は、その産出量の多寡を考えなければ次の6カ所が数えられる。尤も本邦を除いて、他の諸外国には全くその産出が見られず、その点でも三角式黄銅鉱の特異性がうかがわれる。

- 岩手県和賀郡湯田村檜山鉱山
- 秋田県鹿角郡小坂町金畑鉱山
- 秋田県仙北郡荒川村荒川鉱山
- 秋田県仙北郡荒川村宮田又鉱山
- 新潟県西蒲原郡間瀬村間瀬鉱山
- 石川県能美郡西尾村尾小屋鉱山

これらの産地はいずれも、東北日本内帯に発達する第三紀の石英銅脈型の鉱床で、そこにこの晶癖の成因との間に一つの連関性の存在を感じさせられるものがある。産地の分布は第1図に示した。

唯これらのうち、荒川・宮田又の両鉱山はその産出も極めて豊富であつたが、現在は既に全く見られず、又他の産地に於ては、その産出は極めて稀で僅かに数箇を得たという程度のものに過ぎない。従つて三角式黄銅鉱は既に古典的な存在であるとも云えよう。しかも前研究は殆んど全て形態的研究か、あるいはこれを資料としての結晶



第1図 三角式黄銅礦の産地

Fig.1 Localities of triangular chalcopyrite.

- Funauchi.....Nakatogaru-gun, Aomori Pref.
- Kanehata.....Kosaka-mati, Akita Pref.
- Arakawa.....Senpoku-gun, Akita Pref.
- Miyamatama ..Senpoku-gun AKita Pref.
- Hinokiyama ..Waga-gun, Iwate Pref.
- MazENishikanbara-gun, Niigata Pref.
- OgoyaNomi-gun, Ishikawa Pref.

構造解析に限られ、この様な特殊な晶癖の産状と通常の晶癖の黄銅鉱との間の成因的な相違点に関する研究は殆んど皆無と云つて良い状態であり、僅に櫻井欽一が尾去沢鉱山産の形態記載に際して暗示している程度に留まっている。

しかるに、昭和 23 年 9 月、青森県中津軽郡相馬村船打鉱山藍内坑下一番坑に於て、同鉱山長渡辺開氏が新にこれを発見されたが、そのことを当調査所伊藤昌介技官を通じて知ることが出来た筆者は、これを良い機会として、主として船打鉱山に於けるその産状を精しく観察し、又嘗て産した宮田又鉱山、尾小屋鉱山に於ける観察及び数種の室内実験の結果なども参照して、その産状の特殊性について一応とりまとめてみる事が出来た。以下はその報告である。

3. 船打鑛山産三角黄銅鑛

a) 船打鑛山附近の地質及び鑛床略説

関根良好の調査によると、船打鉱山附近の地質は、古生層を基盤として凝灰質岩類・輝石・角閃石安山岩の熔岩流・頁岩の順に堆積している第三紀層があり、この上にこれを不整合に覆つて輝石安山岩質集塊岩が発達し、これと迭入時機を同じくする輝石安山岩の脈岩からなつている。

第三紀層中、凝灰質岩類は本地域第三紀層の最下部をなし、下部から角礫凝灰岩・粗粒凝灰岩・安山岩質集塊岩・角礫凝灰岩と凝灰岩との薄い互層とよりなり、下部より上帯準に従つて細粒となる傾向を示している。安山岩質集塊岩の下部近くには輝石・角閃石安山岩の熔岩流と考えられるものが 2 枚存在する。これらの凝灰質岩類は所謂綠色凝灰岩と云われるもので、船打鉱山の鉱脈の殆んど全ては、この中に胚胎している。

即ち船打鉱山はこれら綠色凝灰岩及びこの岩層中に存在する安山岩の熔岩流中に胚胎する閃亜鉛鉱・黄銅鉱・方鉛鉱を主とする裂隙充填型鉱床で、明瞭な一本の鉱脈としてあらわれる鉱脈の幅は最大 50 cm を超えず、通常はほぼ平行な数本の細脈をともなうか、あるいは角礫の空隙間を充填して鉱液の沈澱した網状脈を形成し、角礫は珪化した中石としてこれらの網状脈中に残存している。これらほぼ平行な鉱脈群は膨縮分岐が甚しい。

主な鉱脈は作沢川左岸の本坑と右岸の藍内坑の 2 本で、本坑鉱脈の主なものは既に探掘しつくされ、藍内坑は目下盛に稼行中で、その最下部に相当する下一番坑中段に三角式黄銅鉱が産する。

本坑鉱脈は藍内坑に比べて網状構造の度が強く、従つて中石を多く含み、概して黄鉄鉱分に富んでいる。これに対して藍内坑は網状構造著しくなく、比較的明瞭な裂隙充填型鉱床で分枝脈に乏しいが、一般の裂隙充填型鉱床に

較べると網状構造の度が強く、屢々鉱石がポケット状に存在することもある。以下は専ら藍内坑に於ける観察のうち三角式黄銅鉱の成因考察に関係ある事実についてのみ記載する。

b) 藍内坑に於ける観察

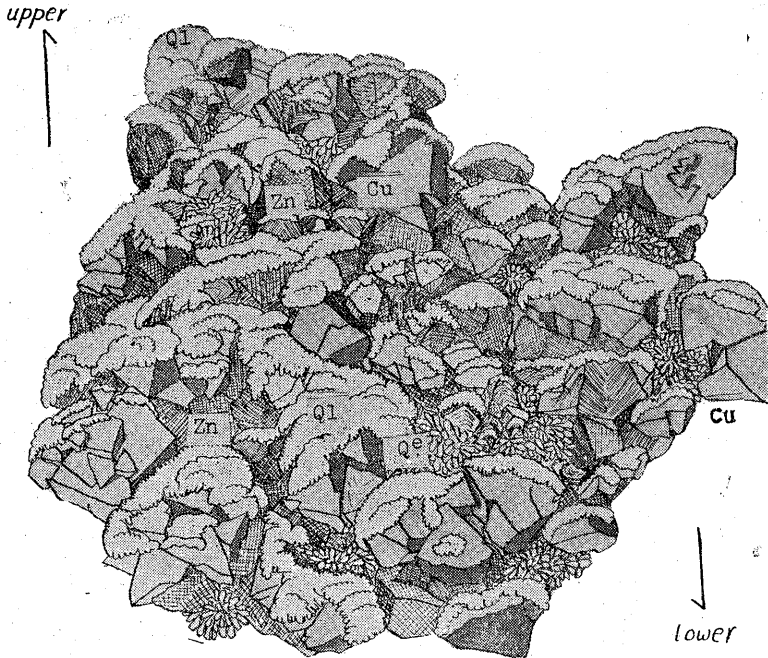
藍内坑の鉱脈は、主として閃亜鉛鉱・方鉛鉱・黄銅鉱よりなり、少量の黄鉄鉱・水晶をともなっている。母岩は僅かに珪化され時にその殆んど見られないこともある。むしろ甚だしく粘土化されている場合が多く、かゝる場所では鉱脈は網状構造を呈し、又屢々ポケット状を呈することもある。

鉱脈を構成する金属鉱物の割合は鉱脈の深さによつて異なり、一般に最下部に黄銅鉱に富み、相当量の閃亜鉛鉱をともない、中段になると閃亜鉛鉱を最も主とし、屢々閃亜鉛鉱のみからなり、最上部では方鉛鉱が最も多く、相当量の閃亜鉛鉱をともなうが、黄銅鉱は殆んど全くこれをともなわない。筆者の観察した範囲に於ては下一番坑中段（—45 m 坑）の鉱脈は、黄銅鉱を主とし閃亜鉛鉱の相当量をともない、地並坑（0 m 坑）及び地並十五号中段（+10.8 m 坑）に於ては閃亜鉛鉱を最も主とし、少量の黄銅鉱をともない、地並十四号中段（+20 m 坑）、上一番坑（+26.6 m 坑）に於ては殆んど閃亜鉛鉱のみからなり、上部に於て僅かに方鉛鉱をともなうのみである。最上部坑道（+50 m 坑）に於ては方鉛鉱を主とし、相当量の閃亜鉛鉱をともなう鉱脈に変化している。即ち、下部より上部に向つて黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱の順に帯状分布を示している。

又鉱脈の構成鉱物の排列状態も、鉱脈の深さによつて、異なり、上記の中、下部より中部にかけては、僅かに珪化した母岩に連続して、黄銅鉱のみの薄い帯があり、これに続いて閃亜鉛鉱・黄銅鉱の密雜した帯が存在する。その割合は鉱脈の深さによつて上記の様に变化している。これが上部に至ると一般に珪化の割合は低く、又屢々全く珪化部を見ずに直接、閃亜鉛鉱のみの帯があり、脈の中心部は、殆んど方鉛鉱だけで充填されている。この部には、黄銅鉱は殆んど見られない。

鉱脈中に晶洞が存在する場合には、そこに上記の鉱物が美しい結晶をなして晶出しており、それら鉱物の組み合わせの順序から推定した晶出順序は後述の如くである。晶洞中には黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱等の美しい結晶と共に石英が晶出している。この石英には二種あり、それぞれ定方向性を持つて晶出している。即ち、比較的太い無色透明柱状の、金属鉱床に特有な石英は、晶洞中の黄銅鉱閃亜鉛鉱などの結晶の下側に限つて結晶し、その根はこれらの結晶中に入り込んでいる。これに対して白色半透明の微細な石英の集合結晶は全て晶洞中の黄銅鉱

・閃亜鉛鋅等の結晶を被覆して、これらの上側のみ附着結晶しており、あたかも連続した多数のひざし、あるいは雪をかぶつた松の枝の様な景観を示している。こゝで上側・下側とは、鋳脈の落しに対しての方向であり、上記の関係は第2図に図示した通りである。



第2図 前期、後期石英の関係
 Fig. 2 Relation between the earlier and later quartz.
 Cu normal crystals of chalcopirite 黄銅鋳 Zn zincblende 閃亜鉛鋳
 Qe earlier quartz 前期石英, Q1 later quartz 後期石英

この産状を見ると、前者は、黄銅鋳・閃亜鉛鋳等と殆んど同時か、僅かに後期の晶出と考えられるのに反して、後者は明らかにこれらの鋳物よりも後期の晶出によるものと考えられる。従つて、その形態・産状から前者は前期の晶出、後者は後期の晶出によるものと云えよう。又この兩者の石英の黄銅鋳・閃亜鉛鋳に対する位置から見て、前者はこれらの鋳物と共に初源的な鋳液から晶出したものと考えられ、後者は晶洞中に黄銅鋳・閃亜鉛鋳、前記石英等が結晶した後に、いくらかの時期的な不連続をへだてて、おそらくは降下した残溜の鋳液から晶出したものではないかとの予想を抱かせる。この点については、後に三角式黄銅鋳の成因を考察する際に、より詳しく論じられるであろう。唯こゝで注目すべき事実は、後期石英が三角式黄銅鋳と共に本坑には全く見られず、藍内坑に限つて産し、而も藍内坑鋳脈の上帯準には殆んど見られず、黄銅鋳の発達する下帯準、就中三角式黄銅鋳の産する附近に最もよく見られる点である。この点は後期石英と三角式黄銅鋳との間に成因的近親関係の存在する事を暗示しているのではないかと考えさせられる。

既述の、鋳脈に於ける構成鋳物の排列状態及び鋳物の

帯状分布から見ると、先ず黄銅鋳だけが沈澱し、続いて黄銅鋳、閃亜鉛鋳が同時に沈澱し最後に方鉛鋳の沈澱が行われたと考えられる。更に又晶洞中に結晶したこれらの鋳物の産状を眺めると、黄銅鋳・閃亜鉛鋳・前期石英は、互にかみ合つて晶出しており、これらの上の方鉛鋳の六

面体の小結晶が晶出し、更にこれらの全てを被覆して前述の後期石英の晶出が見られる。黄銅鋳は母岩中にも、晶洞中に前期石英と共に晶出して完全な六面体式結晶を示しているからこれは黄銅鋳・閃亜鉛鋳・前期石英・方鉛鋳の晶出した全ての期間に涉つて晶出したものと考えられる。三角式黄銅鋳については後に詳述するが、その産状から見て明らかにこれら全ての鋳物より晩期の晶出によるものと考えられ、唯後期石英とは、ほゞその期を一にするかあるいはこれと同時期からやゝ後期にかけての晶出と考えられる。殊に、三角式黄銅鋳中、三角形式のものは、後期石英とは、同時的かあるいは僅かに早い晶出である

が、三角針式のものとは後期石英上に結晶し、決してこれに被覆されていないから、明らかにこれよりも晩期の晶出によるものと云える。

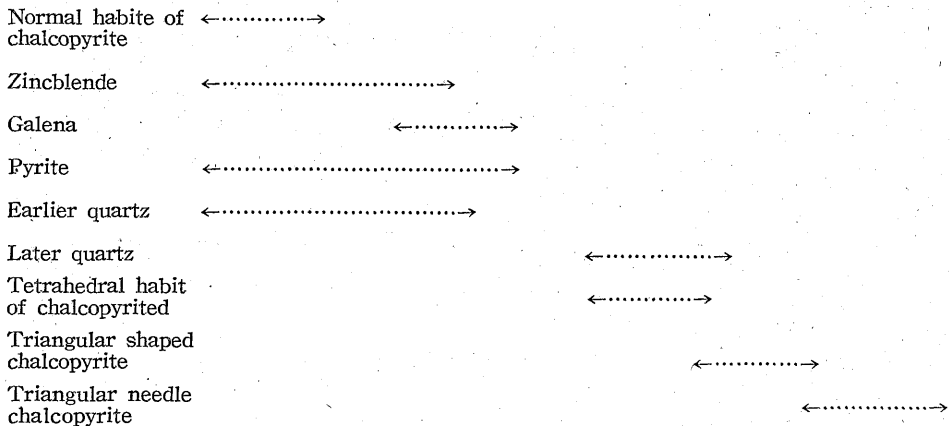
以上に観察した事実より船打鋳山藍内坑に於ける鋳物晶出の順序を考察すると大略第3図の如くなる。

c) 三角式黄銅鋳の産状

三角式黄銅鋳は船打鋳山のうち藍内坑下一番坑中段の階段下に存在するNE方向3m, NW方向1m, 高さ2mの当鋳山としては最大の晶洞中の一部に産する。この晶洞は黄銅鋳を主とし相当量の閃亜鉛鋳をともなつた数本の分枝脈があつまつて膨張した部分に相当している。

晶洞は連続しているが、性質を異にする2つの部分よりなつている。晶洞の下部は、ほゞ等量の閃亜鉛鋳と通常の晶癖の黄銅鋳の結晶、及び前期、後期の石英が晶洞壁より内部に向つて結晶しており、内部は大きな空間が残されている。この部は晶洞の大部分を占めている。その二は、晶洞上部NE方向に稍々入り込んだ部分で、晶洞壁は多量の閃亜鉛鋳と少量の黄銅鋳との塊状集合で形成され、これを被つて後期石英が集合結晶し、晶洞内部は後期石英と四面体式、三角形式結晶の黄銅鋳が、多数の

所謂三角式黄銅鉱に就いて (砂川一郎)



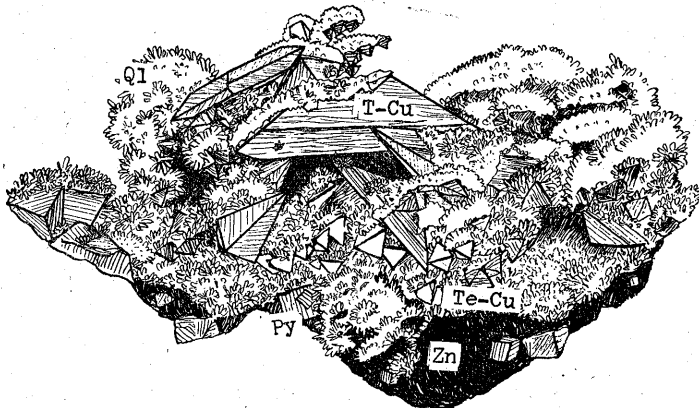
第 3 図 藍内坑に於ける主要鉱物の晶出順序
Fig. 3 Sequence of crystallization in Aina vein.

小空間を残して充填している。三角針式結晶はこの部に近い第一の晶洞部に散点的に存在している。

今三角式黄銅鉱の産状を要約してみると以下の如くなる。まず三角形式結晶についてみれば

- 1) 三角形式結晶は上述の晶洞中第 2 の部分に限つてみられる。
- 2) この部の盤隙は黒色の閃亜鉛鉱を主とし、塊状の黄銅鉱及び黄銅鉱結晶の密雑した部があり、これを後期石英が被覆している。これより晶洞内部に向つて、四面体式黄銅鉱結晶が積木状に集合して発達し、これに支えられる様な状態で三角式黄銅鉱が結晶している。こゝで四面体式結晶は常に小であるのに反して、三角形式結晶は中より大迄の範囲に変化し、概略的には大である。且つ、かゝる産状の三角式黄銅鉱には、三角針式結晶は全く認められない。第 4 図には三角形式黄銅鉱の産状のスケッチを示してある。

- 3) 四面体式、三角式黄銅鉱結晶上には後期石英の小晶が集合結晶し、前期石英はこの部には全く見られない。これに反し盤隙部には前期石英が晶出している。
- 4) 三角形式結晶の産する部の盤隙部に存在する鉱石は、晶洞内の 1 の部分に比して著しく黒色の閃亜鉛鉱が豊富となつているに反し、黄銅鉱は甚だ少くなつている。
- 5) この盤隙部の塊状の閃亜鉛鉱中には多数の不規則な小孔が存在し、且つこの中に含まれる黄銅鉱は小斑点として存在する。
- 6) 閃亜鉛鉱・黄銅鉱等よりなる盤隙部と、四面体式及び三角形式黄銅鉱後期石英よりなる晶洞内部とは、明確に分離されており、その間は漸移的ではない。
- 7) 従つて三角式黄銅鉱を産するこの晶洞第 2 の部は、盤隙部を閃亜鉛鉱・黄銅鉱等によつて形成され、更にその内部の晶洞は四面体式及び三角形式黄銅鉱結晶及び後期の石英によつて多数の空隙を残しつつ充填されているものと云える。



第 4 図 三角形式結晶の産状
Fig. 4 Occurrence of triangular wedge crystals
T-cu triangular wedge crystal of chalcopyrite
Te-Cu tetrahedral crystal of chalcopyrite
Q1 later quartz
zn zinblend and chalcopyrite mass
Py Pyrite

三角針式結晶はこれとやゝ産状を異にしている。即ちこの型の黄銅鉱結晶は、三角形式及び四面体式結晶が集合して産するに反し、常に単独晶として産出する。前二者と同一晶洞内の第一の部分のうち、三角形式結晶を産する第二の部分のすぐ下方のこれに近い所に限つて産し、晶洞内に晶出している閃亜鉛鉱、通常の晶癖の黄銅鉱等の結晶を定方向性を以つて被覆している後期石英の上に、個々別々に、且つまばらに単晶として附着結晶しており、

通常三角針式結晶は後期石英によつて被覆されていない。且つかゝる産状の黄銅鉱結晶は全て三角針式結晶に限られている。

d) 三角式黄銅鑛の結晶形態

採集した多数の標本のうち測角に適する結晶 20 個について、主として [110] 晶帯基準による複円測角を行った結果認められた面は第 2 表の如くである。主要面の実測値、計算値は第 3 表に示す。¹⁵⁾

第2表 船打鉾山産三角式黄銅鑛に認められた面

Table 2. Recognized faces of triangular chalcopyrite from Funauchi Mine

1st order.....	p(111̄) e(101) m(110̄)
2nd order.....	z(201) p(111̄)
3rd order.....	p(111) D(115) C(001) Z(201̄)
4th order.....	(225) (805) (414) (212)(116̄)
	(449) (229) (441) (112) (553)
	(3.3.10) m(110) (558)

第 3 表 船打鉾山産三角式黄銅鑛の主要面の測角表

Table 3. Goniometric data of triangular chalcopyrite from Funauchi Mine

Form	No. Xls.	Weighted Mean		Calculated Values	
		meas. ρ	meas. φ	calc. ρ	calc. φ
P(111̄)	14	90°03'	54°21'	90°00'	54°20'
E(101)	12	60°19'	34°49'	60°15'	34°51'
M(110̄)	12	90°02'	89°46'	90°00'	90°00'
Z(201)	7	51°07'	53°57'	50°55'	54°19'
P(111)	8	90°07'	54°13'	90°00'	54°13'
P(111)	7	35°45'	1°02'	35°30'	0°00'
D(115)	5	73°59'	0°05'	74°26'	0°00'
C(001)	4	90°00'	0°17'	90°00'	0°00'
Z(201̄)	3	51°05'	54°17'	50°55'	54°19'
(805)	1	53°24'	47°57'	53°22'	48°10'
M(110)	1	0°04'	0°00'

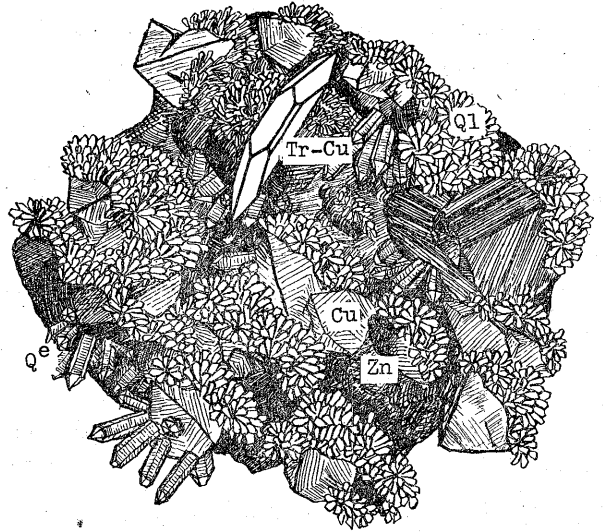
The other 11 faces are omitted. {110} zone only.

第 2 表中面の配列は出現頻度の順に従った。ここで興味あることは、これらの面は出現頻度の近いもの毎に、数個の面づつに群分けすることが出来、各群の間には出現頻度にかんがりのへだたりが見られることである。即ち第一次の頻度を示す p(111̄), e(101), m(110̄) と第 2 次の Z(201), p, (111) との間では前者は後者の約 2 倍の出現頻度を示し、第 2 次と第 3 次の P(111), D(115) C(001), z(201̄), との間について見ても、前者は約 2 倍の出現頻度をもっている。第 4 次の諸面は全て 1 乃至 2 度しか認められなかつた面である。

15) (110) 晶帯基準であるから、測角値は正規の ρ, φ, ではなく、ρ', φ' としてあらわされる。従つて指数の計算式も

$$\frac{h'}{k'} = \frac{\tan \phi'}{\sqrt{2c}}, \quad l' = \sqrt{\frac{h'^2 c^2 + k^2}{\tan^2 \phi' c}}$$

となる。これで算出した (h'k'l') を指数の轉換によつて正規の面指数 (hkl) に換算すればよい。計算値は C=0.98525 として計算した。



第 5 図 三角針式結晶の直状

Fig. 5 Occurrence of triangular needle crystal
Tr-Cu Triangular needle crystal of chalcopyrite
Qe earlier quartz
Ql later quartz
Zn Zinblend
Cu Normal habit of chalcopyrite crystal

各面の出現頻度、面の大きさ、反射の良否の関係は一括して第 6 図の三角図表中に示してある。

これら諸面中、最も屢々あらわれ、晶癖の主要素となっている結晶面は、P(111̄), P, (111), P(111), m(110̄), e(101), Z(201), c(001), でこれら主要面の主たる組み合わせは次の如くである。

第 1 型 p(111) + p(111̄) + Z(201)

第 2 型 p(111̄) + p(111) + e(101) + Z(201)

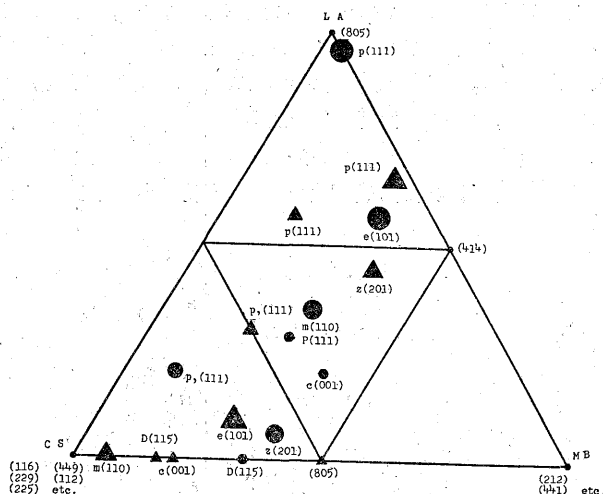
第 3 型 p(111̄) + e(101)

第 4 型 p(111̄) + m(110̄) + e(101) + p, (111)

第 5 型 p(111̄) + c(001) + m(110̄) + e(101) + p, (111)

ここで、第 1 型は四面体式、第 2 型から第 4 型迄は三角形式、第 5 型は三角針式に相当し、これらは第 1 型より第 5 型迄、美しい漸移的な関係を示している。この関係は第 7 図の晶癖図に明らかに示されている。

双晶は三角針式結晶には全く認められないが、三角形式及び四面体式結晶には相当数見られる。これらの双晶の殆んど全てが P(111) を双晶面とする接触双晶で、1) 兩個体が同じ三角形式晶癖を呈するもの、2) 一方が三角形式で一方が四面体式に近い晶癖のものがあるが、何れの場合でも、兩個体とも等大に発達している場合は少なく、多くは一方が大一方が小である。又この兩個体それぞれを中心として 2 個の小結晶が三連晶をなして耳の形についている場合も多い。又屢々四面体式の結晶を中心体として、兩側に三角形式結晶のついてる三連晶のものも認められる。



第 6 図 各面の大きさ, 反射の程度をあらわす三角図表 丸…大きさ, 三角…反射程度

Fig. 6 Triangle diagram showing size, remarks of faces
circle.....Size, triangle.....Remarks
L.....large, M.....medium, S.....small
A.....very good, B.....good, C.....bad

e) 面の性質及び天然蝕丘

$p(1\bar{1}\bar{1})$, p , $(1\bar{1}1)$, $m(1\bar{1}0)$, $c(001)$ は何れも平滑な面で, $m(1\bar{1}0)$ 面に相当する部分に $p(1\bar{1}\bar{1})$ と $m(1\bar{1}0)$ とのくりかえし階段状発達による條線が認められる以外に, 條線は殆んど見られない。この点及び後述の天然蝕丘の点は, 船打鉱山産のものとは他産地, 主として荒川鉱山産のものとの相違する点である。

三角形式結晶に於て, $p(1\bar{1}\bar{1})$, $m(1\bar{1}0)$ 面上には, それぞれ特有な延長方向をもつた天然蝕丘が, 規則的に排列している。この蝕丘は比較的簡単な指数の面によつて形成されている。例えば $p(1\bar{1}\bar{1})$ 面上の蝕丘は $m(1\bar{1}0)$, $p(1\bar{1}\bar{1})$, $e(101)$, $Z(201)$ によつて構成され, 又, $m(1\bar{1}0)$ 面上の蝕丘は, $e(101)$, $p(111)$, $d(115)$ 等によつて構成されている。これらの蝕丘は, それらの存在する結晶面によつて, その

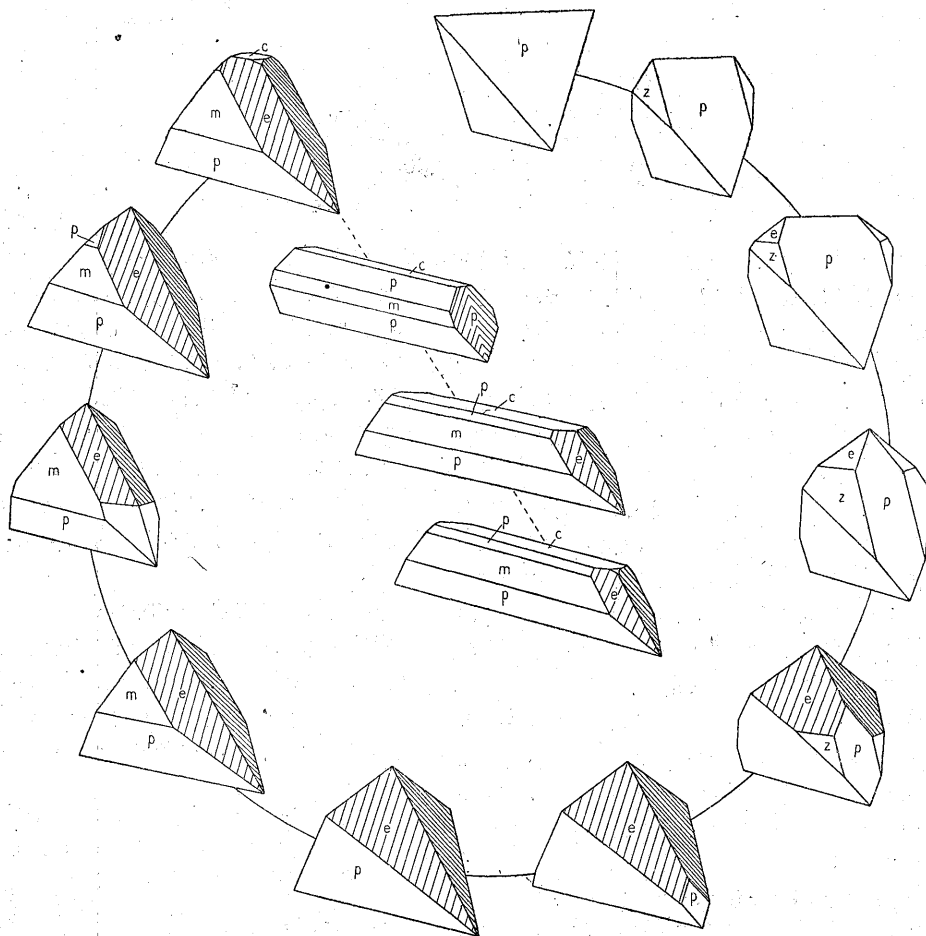


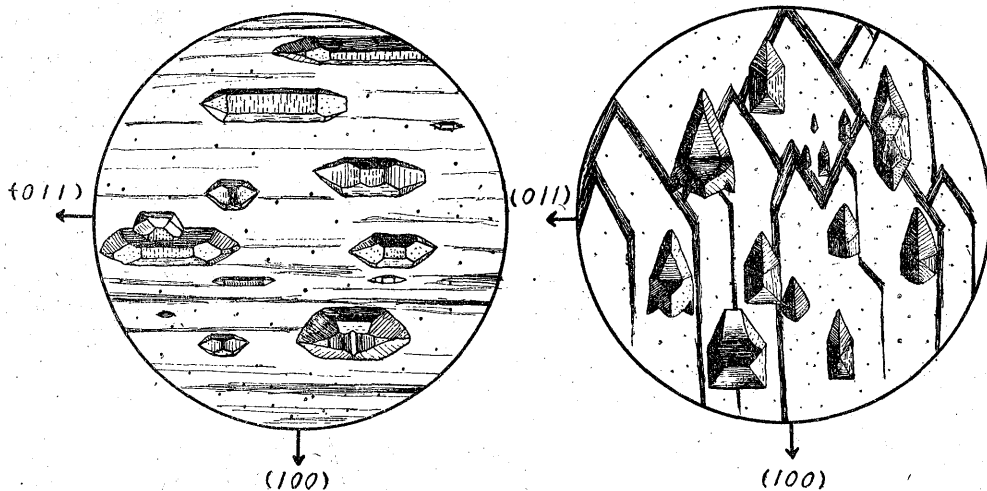
Fig. 7 Triangular habit of chalcopyrite from Funauti mine, Aomori Pref.

———— tetrahedral crystal and triangular shaped crystal

.....triangular needle crystal.

延びの方向及び形状を異にし、 $m(1\bar{1}0)$ 面上では $[110]$ 晶帯に平行な方向に延びた長い船底形を呈し、 $p(1\bar{1}\bar{1})$ 面上の蝕丘はC軸方向にやゝ長い異極像的外形を示している。又これら以外に p 、 m 何れの面にも極めて小さい無数の小突起が存在する。これら各面に於ける天然蝕丘のスケッチは第8図の如くである。

形式のうち $m(1\bar{1}0)$ の発達不良なものと、良好で三角板状に近いものとを比べれば、前者の方が多く後者は少ない。結晶の大きさについて云えば、四面体式は常に小で、三角形式結晶は比較的小なるものより最大のもの迄連続的であるが、相対的には3者のうち最も大である。三角針式結晶は特別大なるものも特別小なるものもなく、



第8図 三角式黄銅礦の面上に存在する天然蝕丘
左… $p(1\bar{1}\bar{1})$ 右… $m(1\bar{1}0)$

Fig. 8 Sketches showing natural etched hills on the faces of triangular shaped chalcopyrite crystals
left.....on $p(1\bar{1}\bar{1})$ face right on $m(1\bar{1}0)$ face

$C(001)$ 面は表面平滑で、一般には條線及び天然蝕丘は認められず、又上述の蝕丘も三角形式の結晶には殆んど常に見られるのに反し、三角針式のものでは殆んど全く見られず、且つ $m(1\bar{1}0)$ 、 $p(1\bar{1}\bar{1})$ の繰り返えし階段状発達による條線は三角形式のものでは比較的那の発達が僅であるに反し、三角針式のものではよく発達している。

$p(111)$ 面は三角形式及び三角針式結晶に於ては、小であるかあるいは全く認められない。通常は $e(101)$ との階段状発達として存在し、独立した面として存在する場合でも、多くは $e(101)$ とのくりかえしによる二方向の條線が深く、且つこの條線の方向に規則的に排列した小突起(天然蝕丘)が認められる。

$e(101)$ 面は常に $p(111)$ とのくりかえしによる深い條線が存在し、又 $p(1\bar{1}\bar{1})$ との稜の方向に平行な浅い條線も存在する。 $z(201)$ は $p(111)$ との稜の方向に平行な條線が走り、これは $p(111)$ との階段状繰り返えし発達によるものである。

f) 晶癖別による出現率、大きさの関係

個体数的にみれば四面体式結晶が最も多く、三角形式結晶がこれに次ぎ、三角針式結晶は極端に少ない。三角

大体中位の大きさを示している。

四面体式・三角形式・三角針式と云う形態的な漸移関係、同様な順序での晶出時期の僅かづつのへだたり、個体数的な出現率の同様な順序での減少、結晶の大きさの変化の関係等の事実を併せて考察すると、これらの間に一連の興味深い一致が存在することが解る。

これら3者のうち、種々の点で最も明らかな不連続の存在するのは三角針式と他の2者との間で、四面体式と三角形式との間には、この様な明らかな不連続は見られない。

g) 三角形式黄銅礦の化学成分

荒川鉦山に於て、嘗て同鉦山産の四面体式と三角式の黄銅礦とを分析した結果は第4表の如くである。

第4表 荒川鉦山産黄銅鉦分析結果

Table 4. Agarysisof chalcopyrite from Arakawa mine.

Normal habit	Triangular habit	
33.96%	33.12%	Cu
31.99%	31.57%	Fe
33.48%	34.45%	S
30.75%	1.05%	SiO ₂
100.18%	100.19%	Total

by Arakawa mine analysen

船打鉱山監内坑の同一個所に産する通常の晶癖の黄銅鉱結晶と、三角形式結晶とのそれぞれ十数カ所を破碎し、双眼顕微鏡下で可及的純粹な黄銅鉱分のみを撰別した試料を用い、地質調査所串田たまの行つた定量分析の結果は第5表の如くである。

第5表 船打鉱山産黄銅鉱分析結果

Table 5 Analysis of chalcopyrite from Funauchi mine.

Normal habit	triangular habit	
34.22%	35.21%	Cu
31.22%	30.42%	Fe
34.94%	33.57%	S
100.38%	199.00	Total

by T. Kushida

同一試料について、東京大学化学教室に依頼して定性分光分析を行つた結果、第6表の如き諸元素を認めた。

兩者を比較すると、三角形式結晶には、Zn, Bi, Geが見られない

第6表 船打産山産黄銅鉱中に分光分析によつて検出された元素

Table 6. Elements determined by spectrographic analysis

1. Normal habit of chalcopyrite crystals.....
Cu, Fe, S, Si, Mg, Bi, Pb, Ca, Al, Zn, Ag, Ge, Na,
2. Triangular chalcopyrite
Cu, Fe, S, Si, Mg, Pb, Ca, Al, Ag, K, Na,

4. 宮田又鑛山産三角式黄銅鉱

秋田県北秋田郡荒川村帝國興産荒川鉱山(旧宮田又鉱山)の鉱床は、大平鉱業荒川鉱山(現在休業中)の隣接鉱区に存在する黄鉄鉱・黄銅鉱・石英脈で稀に閃亜鉛鉱・方鉛鉱をともなう。鉱床は綠色凝灰岩中及び綠色凝灰岩と硬質頁岩との境界部に産出している。

本鉱山に於ては、嘗て-45 m 坑本 鑛西押懸に三角式黄銅鉱を産したとのことであるが、現在ではこの鑛は全く採掘し盡され、三角式黄銅鉱を採集することが出来なかつた。但しこの鑛は石英の小結晶が多く空隙を残して積木状に産出、船打鉱山に観察した事実と類似した状態を示している。

櫻井敏一氏所蔵の標本及び鉱山より惠与された標本について [110] 晶帯基準による複円測角を行つた結果認められた面は次の如くである。

$c(001)$, $p(1\bar{1}1)$, $m(1\bar{1}0)$, $p(1\bar{1}\bar{1})p(III)$, $(10.10.9)$, $e(101)$

本鉱山産三角式黄銅鉱の標本6個についてみると、三角針式結晶に属し、 $m(1\bar{1}0)$ の産出が大で三角板状に近い晶癖を示している。又 $p(1\bar{1}1)$ と $p(1\bar{1}\bar{1})$ とが船打鉱山の場合と異り、ほぼ等大に産出、 $m(1\bar{1}0)$ には深い條線が走っている。又船打鉱山のものに認められた様な天然蝕丘は殆んど全く存在しない。

[附]尾小屋鑛山

石川県能美郡西尾村尾小屋鉱山にも三角式黄銅鉱の産出が知られているが、¹⁷⁾ 筆者の調査した範囲内ではこれを認めることが出来なかつた。¹⁸⁾ 又鉱山の人が三角式黄銅鉱と称しているものは正確には四面体式結晶であり、筆者は尾小屋鉱山に於ける産出を疑問視している。

5. 三角式黄銅鑛の産状とその晶出過程の総括

以上に観察した事実及び実験結果をもととして、三角式黄銅鉱の産状を総括し、これと通常の晶癖の黄銅鉱との間の晶出過程の差異について要約して考察すると次の如くなる。

- 1) 三角形式結晶と四面体式結晶との産状の相互関係及びこれら二者と三角針式結晶のそれぞれが後期石英に対する関係から考えて、これら3者の晶出順序は四面体式→三角形式→三角針式の順と考えられる。即ち三角形式が四面体式に支えられて産することから、この2型のうち前者の方がやゝ晩期と考えられ、又この2型が後期石英とほぼ同時の晶出であるのに反して、三角針式結晶は後期石英上に晶出していることから三角針式が最も晩期の晶出と考えられる。
- 2) この三者のうち四面体式と三角形式との間は晶出時期的に漸移的な関係にあり、この間に明らかな不連続は考えられないが、これら兩者と三角針式結晶の間には僅かながら時期的のずれが認められる。
- 3) 三角式黄銅鉱の何れもが、主な鉱脈構成鉱物である閃亜鉛鉱、通常の晶癖の黄銅鉱等よりも明らかに晩期の晶出である。このことは、三角式黄銅鉱に属する全ての晶癖の結晶が主な鉱脈構成鉱物の結晶を被覆して産出している後期石英と同時に、あるいはその上に晶出して明らかに晩期晶出であることを示している点から理解される。更にこの事実は、これら鉱物と三角式黄銅鉱の晶出との間に、晶出時期的に明らかな不連続の存在していることを示している。換言すれば、三角

17) 尾小屋鑛山：尾小屋鑛山の鉱床について(予報)。この報文には三角式黄銅鉱は鑛化の最晩期の晶出にかゝるもので、空隙に洞晶をなして集合して産するとしてある。

18) 三角式結晶を認めることは出来なかつたが、櫛形結晶及び匣器型の特殊な外形を呈する黄銅鑛の双晶を得た。これについては何れ報告する予定である。

式黄銅鉱は主たる鉄脈構成鉱物の形成後に晶出したものと考えられる。

- 4) 三角式黄銅鉱が全て充分な空間の存在のもとに晶出したものであることは、結晶の完全さ、多数の空隙の存在等よりして明らかである。殊に三角針式結晶は、四面体式・三角形式に比してはるかに充分な空間の下に晶出したものであると考えられる。
- 5) 三角形式結晶は後期石英を除いては、同時に晶出した他の鉄物を殆んどともなつていず、三角針式結晶は後期石英より明らかに晩期晶出である。これに反して、通常の晶癖の黄銅鉱は閃亜鉛鉱・黄鉄鉱等の共生鉄物をもつている。且つ晶出順序から見て、三角式黄銅鉱と後期石英とは、最も晩期の晶出であり、上記の如く主たる鉄脈構成鉱物の晶出と、これらとの間には晶出時期的にある不連続が存在する。従つて共生鉄物の種類及び晶出時期的な不連続から考へて、通常の晶癖の黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱・黄鉄鉱等の鉄脈構成鉱物を沈澱させたと同性質の鉄液がそのままの形で晩期に至つて三角式黄銅鉱と後期石英とを晶出せしめたものであるとは、到底考へ難く、その間に鉄液の性質等の何らかの質的な転換を考へねば充分に説明し難い。
- 6) 船打鉄山に於て、通常の鉄脈構成鉱物よりなつている晶洞第一の部分に較べて、三角式黄銅鉱を産する晶洞第二の部分の盤際部の閃亜鉛鉱が、その量著しく豊富となり、黄銅鉱は著しく減少し、且つ閃亜鉛鉱の塊中には多数の小穴が存在し、又黄銅鉱は結晶を殆んど示さずに、流状の小斑点として存在する。更にこうした盤際部と、三角式結晶と後期石英のみよりなる晶洞内部との間は非常に明瞭且つ不連続に分離されている。
- 7) 5) 及び 6) の事実は、三角式黄銅鉱及び後期石英の晶出が、元來の鉄液そのままの形からの晶出によるものであるとは到底考へられないことを示している。むしろ残留鉄液に何らかの形の、著しい晶出分化作用が行われたか、あるいは既に形成された鉄脈に、後から加えられたある作用により、そこから黄銅鉱分及び石英分のみ分離結晶作用を受け、それらの結果として、後期石英・三角形式結晶・四面体式結晶の晶出が行われたものと解釈する方が適當であろう。三角針式結晶は、こうして分化した鉄液の一部が、最末期に至るに従つて移動し、すぐ近くで遮ぎるものない極めて充分な空間中で、単独に晶出したとき形成されたものと考えられる。従つて三角針式結晶の晶出には、三角形式、四面体式に比して、はるかに充分な空間を必要とする。
- 8) 以上の考察から、晶出分化あるいは分結作用の結果つくり出された鉄液（あるいは、ガスの形であるかもしれない）は、殆んど黄銅鉱及び石英分のみよりなり、

他のものを含んでいないと考えられる。そしてそれが結晶を晶出させてゆく経路は次の如くであると考えられる。

即ち黄銅鉱分は、おそらくはその原子の性質によるものであろうが、移動半径が狭く、主としてその場で、空間を充す様な傾向を以て晶出を続け、早期から晩期にかけて四面体式→三角形式の順序で結晶をつくつてゆく。一方石英分はその性質上、その場では勿論、更に広く晶洞中の各所に拡散・降下し、既に形成されている鉄脈構成鉱物の結晶の上側のみ沈澱・晶出し、あたかも数多くのひさしを連ねた如き、或は松の枝に泡雪がつもつた様な景観をつくつて晶出を終る。後期石英、及びその場での四面体式・三角形式結晶の黄銅鉱の晶出が殆んど終る頃、晶洞中の他の部分に移動した少量の黄銅鉱分の鉄液は（移動の距離は小で、移動量もその場での晶出にくらべるとはるかに少ない。このことは前述の如く、おそらくその原子或いは分子の性質によるものであろう）、鉄脈構成鉱物の結晶を被覆している後期を被覆して晶出している後期石英上に、単独晶として散点的に結晶をつくりあげる。こうして出来た黄銅鉱の結晶は三角針式結晶である。従つて三角針式結晶を晶出させる要件は、三角形式より晩期晶出であると共に、より充分なる空間の存在を必要とする。この様に三角式黄銅鉱を晶出させる鉄液のたどる経路は四面体式→三角形式→三角針式という一定の経路であると考えられる。

以上の考察により、筆者は三角式黄銅鉱の晶出する過程を要約して次の様に考へている。

鉄脈形式の最も後期に至り、閃亜鉛鉱・方鉛鉱・通常の晶癖の黄銅鉱等の主要鉄脈構成鉱物の晶出が、殆んど終つてしまつた後に、残留鉄液に著しい晶出分化作用が行われるか、あるいは何らかの作用により、既に形成されている鉄石より、黄銅鉱及び石英分のみが分結作用を行つて分離結晶する。こうして分離された黄銅鉱分は、その性質上主としてその場に於て、その場の空間を充す様な傾向で晶出を続け早期から晩期にかけて四面体式→三角形式という系列をもつて結晶する。一方石英分は、黄銅鉱分に比して、はるかに充分に移動しその場では勿論、晶洞中の他の部分にまで広く拡散・降下・沈澱し、後期石英として、既に形成された鉄脈構成鉱物の結晶の上側のみ附着晶出する。これらの晶出が末期に近ずき、且つ黄銅鉱分の極く一部が、わづかに移動し、極めて充分な空間の下に単独晶として晶出する場合に三角針式結晶をつくりあげ、これは既に形成されている鉄脈構成鉱物の結晶を被覆結晶している、後期石英の集合晶上に、単独晶として存在する。

以上が三角式黄銅鉱及び後期石英の晶出の過程である。

が、こゝに晶出分化あるいは分結作用が、如何なる原因で如何なる形で行われたかは、將來にゆだねられた問題である。しかし、三角式黄銅鉾が、東北日本内帯の第三紀の石英-銅鉾脈に限つて産すること及びこの種の鉾脈の他の一つの特徴として石英の假像(おそらくは後期石英によつてつくられているものであろう)が存在すること等を併せて考えると、この種鉾床を形成する時代に特殊な作用が起つたのではないかと予想することが出来、それが上記の分化作用あるいは分結作用であらわされるものではないかと考えられる。従つてこれら作用の原因は未解決な問題ではあるが、三角式黄銅鉾と云う極めて特徴的な結晶をつくりあげるのに欠くべからざる存在であつたと云えよう。

以上の観察・実験・考察によつて三角式黄銅鉾の晶出する過程をたどつてみたのであるが、それならこうした晶出過程をたどつて結晶した黄銅鉾が何故三角式結晶として晶出するか、あるいは晶出しなければならぬかという根本的な成因については、筆者のこれだけの観察をもつてしては断定を下し得ない問題である。しかしこれだけの貧しい観察から推論を許して貰えたとすれば、漠然と乍ら筆者は黄銅鉾鉾液が上の全ての条件を充すとき $p(1\bar{1}\bar{1})$ 及び $e(101)$ 面の発達に特に促進され、その結果三角式黄銅鉾として晶出するのであろうと考えている。そして、そうした特定方向への構造の発達と環境との間の直接的な関係の、物理的・化学的説明は、將來にゆだねられている問題であらう。 以上

553.91:550.8 (521.42) :622.19

富山縣千野谷鉾山黒鉛鉾床調査報告

岩 生 周 一*

Résumé

Graphite Deposit of the Senno-tani Mine,
Toyama Prefecture.

dy

Shūichi Iwao

Sennotani Mine, situated along a tributary of the Kumano river, is the largest active graphite mine in Japan, which produces fine grained crystalline graphite.

Geologic survey and an electric prospecting in the area were carried out around the area in April and June, 1925, and a desirable accordance was observed between them by the researches.

The feature of deposits as related to the geology, ore reserves, dressing methods and future outlook are described in this paper.

A few remarks on the ore genesis is also stated.

要 約

1. 鉾床探査審議会(MIMEAC)の要望により、本所事業の一つとして富山県上新川郡千野谷鉾山黒鉛鉾床の調査を行つた。調査の方法としては全般に亘る地表及び坑内の地質鉾床調査を行つたが、未探鉾区域は電気探鉾結果を用いた。

調査期間は昭和25年5月18日から6月9日迄である。

2. この鉾山は終戦後急速に開発されたもので細粒鱗状黒鉛を産し、先に安齋技官調査の折は諸設備未完、坑道総延長300mに過ぎず、探鉾も殆んど行われていなかったが、今回調査の折は浮選設備略々完成、坑道総延長約900m、電探も既に2回に亘つて行われ、その効果の著しいことが判明していた。

3. 調査の結果は結論の項に述べる如く、地質構造と鉾床との関係、鉾床の成因に関して幾つかの点について明かにし得た。

4. 鉾量の算定し得る部分は余り多くないが、希望鉾量は10万tの桁に達し非常に多い。即ち別表の通りであるが、可採率はまだ明かにし得ない。

5. しかし、この予想区域から鉾床の大きさと密度とが稼行に十分に値する箇所を発見するには、試掘坑道に

* 鉾床部非金屬課長