

## 葉蠟石—ダイアスポア鉱床中における黄鉄鉱の晶相変化

## I. 長野県米子鉱山の場合

砂 川 一 郎\*

## Résumé

Variation in Crystal Habit of Pyrite in Diaspore-Pyrophyllite Deposit,  
— (1) — Yonago Mine, Nagano Prefecture

by

Ichiro Sunagawa

S. Iwao and others have reported the occurrence of zonal arrangement of mineral assemblages in the shallow seated epithermal replacement deposits such as diaspore, pyrophyllite, kaolin, alunite, silica stone and etc. in Japan, and discussed on their genesis. The writer studied the diaspore-pyrophyllite deposit in Yonago mine at first, on his researches for interpretation how the pyrite crystals change in habits according to zoning. The subject of the present study is to obtain some data for the presumption on the genetical conditions of different habits of pyrite, and to apply the results for prospecting of diaspore in pyrophyllite deposits.

The deposits of the Yonago mine are of pneumatolytic ~ hydrothermal replacement type of pyrophyllite and diaspore embedded in diorite-porphyrite sheet of the Tertiary age. The sequence of zonings of the deposit enumerated toward outside from the center is; diaspore zone → red-pyrophyllite zone → green-pyrophyllite zone → silicified zone → country rock. (Fig. 1 and Table 1) These zones change in amount of impregnated pyrite and in other characters from the upper to the lower as shown in Figs. 1, 2 and Tables 1, 2. Diaspore enriches in the lower part of the red-pyrophyllite zone, and impregnates even in the green-pyrophyllite zone, while it is enclosed only in the red-pyrophyllite zone as small pockets or lenses in the upper part, and never impregnates in the green-pyrophyllite zone.

The present writer observed pyrite crystals impregnated in ores of each zone, under biocular, and made some statistics about variations, horizontally and vertically, in habits and in combination types of faces and also in percentage of surface area of three dominant faces, a (100), o (111), e (210). As a result of the statistics on 77 samples from every zone, the writer found the following relations between habits and occurrences.

(1) Pyrite crystals in the each zone show its characteristic habit as follows;

Diaspore zone — octahedral with e (210)

Red-pyrophyllite zone — octahedral with a (100)

Green-pyrophyllite zone — pentagonal

Silicified zone — pentagonal with a (100)

Country rock zone — cubic

(2) These zones are divided into two groups from the view point of combination types of faces as follows;

Group of diaspore and red-pyrophyllite zones... Remarkable development of o (111) face

Group of green-pyrophyllite zone, silicified zone and country rock — Development of two faces, a (100) and e (210)

(3) So, in each group, the sequence of face development enumerated toward the inner side from the outer, (that is, according to the progress of mineralization,) is a (100) → e (210), if neglect common faces on the development. The similar tendency of the change in development of faces according to the progress of mineralization has been also observed by the present writer in both cases of the Kambe and the Wanibuchi mines.

(4) Crystal habit of pyrite also varies from the upper to the lower in each zone.

\* 地質部

In the upper part of each zone, especially in zones of diaspore and green-pyrophyllite, face of e (210) or pentagonal habit develops, while e (210) decreases and o (111) develops in the lower part.

(5) As already shown above, diaspore is abundant in the lower part where o (111) face of pyrite develops in each zone. Therefore, it seems that there will be an intimate relation between enrichment of diaspore and development of o (111) face of pyrite. This relationship is perhaps to be applicable for the prospecting of diaspore.

The above mentioned relations seem to show that habit change of pyrite corresponds with the change of physicochemical environments on the formation of each zone. Therefore, if one could collect more field data and utilize PT data of synthetic diaspore, pyrophyllite etc., he will be able to presume certain physico-chemical conditions under which different habit of pyrite crystals are formed.

1. 序言

本邦における浅成塊状鉱床では, mineral assemblage について著しい累帯構造が認められることが岩生周一等の多くの報告で明らかにされており, 生成条件の考察も行われている。

著者は各種鉱床中における黄鉄鉱の晶相変化について研究を進めてきたが, その結果からみると浅成塊状鉱床中の各帯での晶相の変化を知ることは, 特に晶相変化の系列を明らかにする上で, 必要であると思われた。そこで主として累帯配列がよくわかっている葉蠟石-ダイアスポア鉱床について, 晶相変化の問題を取扱ってみた。これをとりあげた他の1つの理由は, zoning に応じて晶相に差が認められるとすれば, その関係を探鉱上に利用できるであろうという予測である。

第1着手として, 1鉱体内で明瞭な累帯配列の認められる米子鉱山について調査したところ, 当初の予測のとおり, 各帯において明瞭な晶相の差があることが明らかとなり, かつダイアスポアの富鉱帯と黄鉄鉱の晶相との間にある関係をみいだすことができた。この関係はダイアスポアの探鉱に利用できる可能性があるものである。この報告は米子鉱山の場合の概略の報告であり, 他の鉱山の場合についても近く発表の予定である。

本研究を通じて常に適切な指導を載いた岩生周一前課長に深い謝意をあらわす。また調査に際して種々の便宜にあずかった中外鉱業株式会社三浦課長, および米子鉱業所職員各位に厚く感謝するものである。

2. 米子鉱山蠟石鉱床の地質・鉱床  
および黄鉄鉱の産状

米子鉱山蠟石鉱床は長野県下高井郡仁礼村米子にある。米子川上流の弘法清水の下流約 100m の地点の右岸, 金堀沢に位置する。採掘するおもな鉱床は金堀沢鉱体で, 他に裏の沢鉱体・大場鉱体・山上鉱体等数カ所に露頭および旧試掘跡があるが, この報告で取扱うものは

金堀沢鉱体に限る。

金堀沢鉱体は珩岩岩床と御坂層の頁岩との接触部附近の珩岩中に主として賦存する。走向 NS, 傾斜約 60°E, 水平延長 120 m, 最大幅 20 m の規模の変質帯中に一部塊状の脈状鉱体として存在する。露天坑附近では塊状鉱体であり, 下部の一坑・斜坑レベルではこれが脈状の南北の2鉱体に分岐し, 間に烈しく角礫化された中山を挟んでいる。

鉱床はダイアスポア・赤蠟石・青蠟石・珪化岩などの諸帯からなり, 概括的に考えた場合中心部から次の順序の累帯配列が認められる。

ダイアスポア帯→赤蠟石帯→青蠟石帯→珪化帯→母岩  
鉱体の上下においては各帯の発達程度, 存在状態などが変化している。第1図は各坑道ごとに観察される累帯

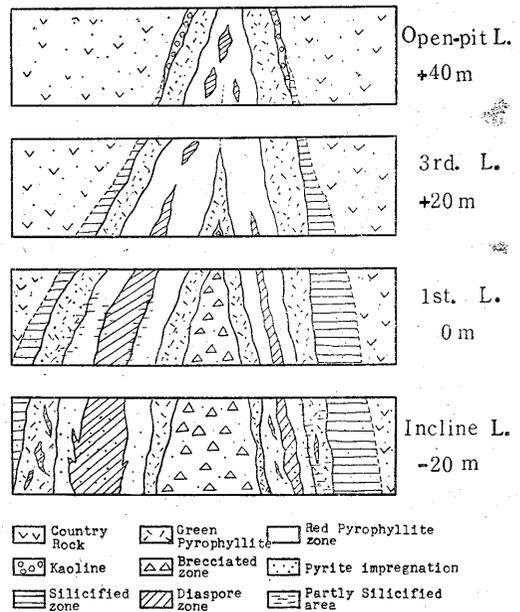


Fig. 1 Schematic diagrams showing the zoning of mineral assemblages at each level of the Yonago diaspore-pyrophyllite deposit.

Table 1. Mineralogical description of ores in each zone at the Yonago diaspore-pyrophyllite deposit (after S. Ohta and the present writer)

Zone	Occurrence	Macroscopic chara.	Microscopic chara.
Diaspore	upper—enclosed only in the red-pyrophyllite zone as small pockets or lenses, lower—vein, mainly embedded in Red-Pyr. zone but often impreg. in green-pyr. zone as lenses.	loose, porous, sometimes powdery and crystalline, grey, sometimes metallic luster, sometimes with small pyrite xsts.	mainly diaspore, pyrophyllite, kaoline, accessories corundum, zunite, behmite and Fe-minerals.
Red-Pyrophyllite	surrounded by green-pyrophyllite zone, sometimes silicified	compact, strong greasy feeling, pale red-violet.	mainly pyrophyllite, sometimes with kaoline, diaspore, rich in minute ilmenite xsts.
Green-pyrophyllite	surrounding R-Pyr., impregnated by diaspore in the lower part.	compact, weak greasy feeling, dark ~ pale green, with many impreg. pyrite, often relic original str.	mainly pyrophyllite, sometimes with kaoline, diaspore, rich in pyrite impreg., ilmenite rarer than R-Pyr.
Silicified zone	1. silicified product of pre-forming R-Pyr., G-Pyr, etc. 2. product of common silicification surround GPyr. zone.	hard compact, pale grey ~ pale green ~ pale red, rare in pyrite impreg.	mainly minute Qtz grains, sometimes with pyrophyllite.
Country Rock	with sharp boundary between G-Pyr. zone in the upper, but gradually change to Si zone in the lower part.	dark green diorite porphyrite, sometimes with small pyrite	chloritization, pyrophyllitization, pyritization, epidotization.

構造を概念的に示したもので、この図からも読みとれるように、各帯の状況は次のごとくである。

**ダイアスポア帯** 露天坑附近では赤蠟石中に限つて玉状ないしポケット状の鉱塊として存在し、少量でかつ連続していない。青蠟石中には全く存在しない。一坑附近ではおもに赤蠟石中に連続したレンズ状あるいは脈状として存在し、一部赤蠟石中に鉱染状に晶出している。青蠟石中には全くみられない。最下部の斜坑地並では赤蠟石中に連続した鉱体として存在する以外、青蠟石中にもレンズ状ないし鉱染状に存在する。すなわちダイアスポア鉱体は一坑と斜坑との中間よりも下部で最も肥大しているものといえる。またダイアスポア中に鉱染する黄鉄鉱は上部では全く認められず、下部の斜坑附近では相当量が晶出している。

**赤蠟石帯** 上部でよく発達し、露天坑附近で最も肥大していた。下部では漸次貧弱化する傾向を示す。多くは青蠟石にとりまかされているが、一部直接珪化帯につづくものおよび赤蠟石自身が珪化されているものもある。一般に黄鉄鉱の晶出はほとんど認められないが、下部斜坑地並においては部分的に少量の黄鉄鉱の晶出がみられるようになる。

**青蠟石帯** 全体を通じて存在するが、上部よりも下部で発達が著しいようである。一坑より上部では青蠟石中

にダイアスポアが存在することはほとんどないが、それより下部ではレンズ状ないし鉱染状に存在する。黄鉄鉱の晶出は5つの帯の中で最も著しいが、その量は上下部で大きな差異は認められない。青蠟石帯は原岩の構造を明瞭に残している部分もあり、一部では粘土状に変化しているところもある。粘土状の部分は葉蠟石とカオリンよりなる。

**珪化帯** 下部でよく発達する。灰白色、淡紅色、淡緑色を呈し、緻密な珪化岩よりなり、微量の黄鉄鉱の鉱染がみられる。一坑ではダイアスポア鉱体にすぐ続いて珪化岩が存在する場合があります、斜坑では母岩と青蠟石帯との間に珪化帯が良く発達する。すなわち珪化岩には通常の珪化帯の岩石と一度作られた青蠟石・赤蠟石等が後の作用で珪化されたものとの2種類があり、後者の存在状態はすでに形成された葉蠟石から、後の熱水変質によりダイアスポアが作られたのではないかという疑問を抱かせるものである。

**母岩** 上部と下部の変質状態には特に著しい差異はみられない。黄鉄鉱の晶出程度にも著しい変化は認められない。

以上の諸帯のほかに3坑地並より下部で南北に分岐している2鉱体の間に介在する角礫破碎帯は上下で次のような相違がみられる。

Table 2. Variations in amount and in grain size of pyrite crystals according to the depth and zones

Zone	Depth	
	Upper	Lower
Country Rock	rare, minute xst. →	fairly increase; minute xsts.
silicified zone	not impregnated →	fairly increase; minute xsts.
Green Pyrophyllite	much impregnated, medium grain →	fairly decrease in amount; medium grain
Red Pyrophyllite	not impregnated →	increase in amount; small grain
Diaspore	rarely impregnated →	increase in amount; minute ~ medium grain

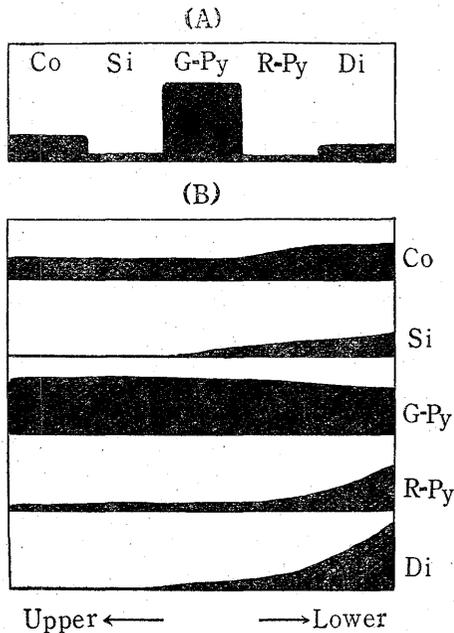


Fig. 2 Schematic diagrams showing the variation in the grade of pyrite impregnation.

(A) horizontal variation, (B) Vertical variation. Co - country rock, Si - silicified zone, G-Py - green-pyrophyllite zone, R-Py - red-pyrophyllite zone, Di - diaspore zone

**角礫破砕帯** 一坑附近では角礫は大形で比較的丸味をもち間を充填する白色粘土・石英等は少量であり、方解石は全くみられない。白色粘土等のうちに晶出する黄鉄鉱の粒は小形である。これに対し下部の斜坑附近では角礫は小形ではなはだしく稜角を持つものであつて、間隙充填物も多い。間隙の晶洞には方解石の晶出がみられ、黄鉄鉱粒も大形となつている。この他に露天坑では母岩と青蠟石との間に僅かにカオリンの存在を認めるが、下部では明瞭でない。また絹雲母様粘土が青蠟石中に玉状に存在することもある。

これら各帯のうち採行対象となつているものはダイア

スポアおよび赤蠟石で、青蠟石は低耐火度 (S. K. 28~31) および硫化鉄の多量の存在のため採掘されていない。各種鉱石の鉱物学的な特徴は太田田司の詳しい研究があり<sup>2)</sup>、その結果と筆者の観察結果とをあわせて要約すると第1表のごとくである。

また各帯中において、黄鉄鉱はおもに鉱染状の形で晶出しており、一部玉状ないしレンズ状に集中晶出し、また joint に沿つて晶出している部分もあるが、脈状に鉱石を切つて発達するものはほとんどない。黄鉄鉱の晶出範囲ははなはだ特徴的で、上述のように zone によつて異なりまた同一帯中でも深さによつて異なつてゐる。主として晶出している zone は青蠟石帯であり、ダイアスポア・赤蠟石帯では下部で僅かに晶出がみられる程度である。母岩中では青蠟石帯ほど著しい晶出はなく、青蠟石帯との間には晶出程度からみて明瞭な不連続が存在する。各帯における黄鉄鉱の晶出状況のおもな関係を表示すると第2表のごとくであり、第2図には黄鉄鉱の晶出量の水平的・垂直的な変化を示してある。

以上の観察からこの鉱床の特徴として次の点があげられる。黄鉄鉱の晶相変化を考えていくに当つてもこれらの点を基準として相関関係を求めるのである。

- 1) はつきりと累帯構造が認められる。各累帯ごとに黄鉄鉱の晶出程度の差がある。
- 2) 深さによつて各累帯の状態が変化する。黄鉄鉱の晶出は深部で著しくなる。
- 3) Diaspore が特に著しく発達する深さの範囲がある。黄鉄鉱の晶出はその範囲においては各帯ともに特に著しくなる。

### 3. 統計方法と結晶形態

試料は黄鉄鉱の晶出しているほとんどすべての箇所から母岩とともに採集したもので、総数77個である。双眼顕微鏡下で黄鉄鉱の晶相を判別する。1試料内で1種類の晶相しか認められない場合もあるが、多くは2ない

し3種類の晶相がみつめられる。これらの晶相は全く別種類のもの(例えば単純な八面体と単純な五角十二面体のごとき)が共存することは少なく、普通ある晶相を中心としてそれに伴う2次的優位面の発達異なるものを伴っている場合が多い(例えば単純な八面体を中心として、これに a(100) を伴ったものがみられるといった程度)。そこで、その試料となつている晶相と、それに伴う晶相との分布を半定量的に決め、これからその試料の晶相の傾向を決定することができる。これは大まかな形で面の表面積比として数量的にも表現できる。この表面積比と八面体・六面体等に大別した晶相の種類と種々の環境の差との比較を行つて相関関係を求めたのである。晶相の判別可能な範囲は良好な結晶状態のもので径 0.05 mm 以上のものであつた。最大結晶は 1.5 cm に達する。結晶状態は多くの場合非常に良好であつたが、一部に丸味をおび corrode されているものおよび偏倚結晶などがみられた。

晶相には a(100), o(111), e(210) の3要素の組合せのほとんどすべてが認められる(第3図)。この他に p

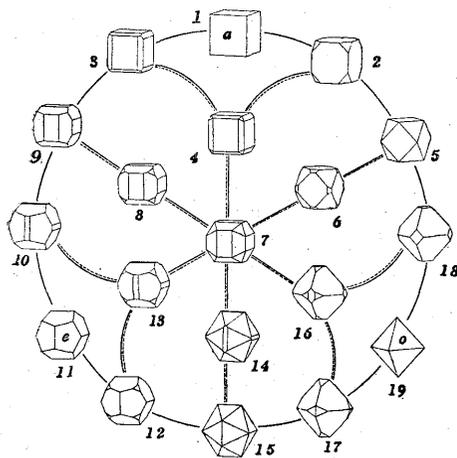


Fig. 3 Combination types of three dominant faces a(100), o(111), e(210)

(221), n(211) があらわれているものもあり、一部には n(211) を主とし o(111) その他を伴う偏菱二十四面体晶相のものすらある。pyritehedral face は多くの場合 2 ないし 3 種の面で構成されている。これは熱水性交代鉱床中の黄鉄鉱の特徴的な様式である。

#### 4. 統計結果

各試料について観察した結果を次の3項にわけて産状と晶相変化との相関関係を求めた結果を以下に記す。

##### 1. 晶相(cube, octahedral, pentagonal および中間

型)。

2. 面の組合わせ様式。a(100)と o(111), a と e(210), e と o, および a, o, e 3面の組合わせのような組合わせ要素の違い。

##### 3. 構成面の表面積比

この3点を総合的に考えて初めて晶相の状態を完全に表現できるのであり、単独では表現が偏つたものとなるおそれがある。

#### 4.1 晶相

第4図は各累帯における各晶相の頻度を示すもので、これらの図から次の傾向がよみとれる。

- 1) 母岩中のもものでは cube のみのみがみられる。
- 2) 青蠟石中のもものでは pentagonal が圧倒的に多い
- 3) 赤蠟石帯およびダイアスポア帯中のもものは octahedral を主としているのが特徴であるが、赤蠟石中で cube が多く pentagonal は全くみられず、ダイアスポア帯中ではこの逆傾向がみられるという特徴がある。
- 4) 珪化岩中のもものでは特別な傾向がみられない。これは通常の珪化帯のもとは、赤蠟石が2次的に珪化された珪化岩と両方を含んだ試料であるからであろう。

これらの傾向からわかるように、各帯ごとに特徴的な晶相が認められる。

次に各 zone ごとに深さによる変化を頻度であらわすと第5図が得られ、産状にかかわらず全試料についてこの関係を求めると第6図が得られる。これらの図から次の関係が明らかとなる。

- 5) 母岩・珪石・赤蠟石帯では深さによる著しい変化はみられない。
- 6) 青蠟石中のもものは下部で octahedral が著しくなり、上部で pentagonal の頻度が高い。
- 7) ダイアスポア中のもも下部で octahedral が著しくなり、上部で pentagonal が多少強くなつている。
- 8) 全試料について統計した第6図から、全体的にみても下部で octahedral が増加し、pentagonal が減少し、cube は僅かに増加する傾向が認められる。

すなわち、鉱体の深さによつて晶相の頻度が変わり、一般には下部で octahedral が増加する傾向がある。そして octahedral の増加するところは同時に diaspore の著しく発達している深さでもある。

#### 4.2 面の組合わせ様式の差

面の組合わせ様式を次の4型に分類して統計した。

- (a) a面と e面のみの組合わせ
- (b) a面と o面のみの組合せ
- (c) e面と o面のみの組合わせ
- (d) a, o, e 3面の組合わせ

第7図は zone 別に各型の頻度を統計した結果であ

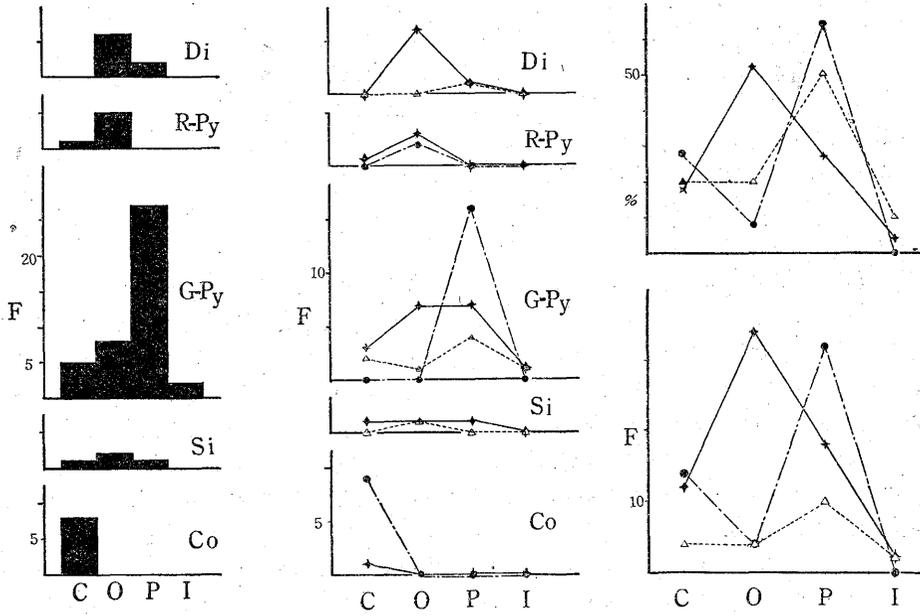


Fig. 4, 5, 6 Differences of habit in each zone (Fig. 4), in different depths of each zone (Fig. 5) and in different depths of deposit (Fig. 6). The above of Fig. 6 showing the variation in percentage of appearance, and the below showing the variation in frequency. Vertical axis represents frequency, and horizontal axis represents habit, C—cubic, O—octahedral, P—pentagonal and I—intermediate habit. Di—diaspore zone, R-Py—red-pyrophyllite zone, G-Py—green pyrophyllite zone, Si—silicified zone, Co—country rock

● - - - upper,      △ ..... middle,      ◆ ——— lower

る。この図から次の関係がわかる。

1) 母岩・珪石中のものはほぼ同じ傾向をもち (a) 型式を主とし母岩中には他の型式がなく珪石中では (c) 型式がみられる。

2) 青蠟石中のもは型式 (a) と (d) が多く、型式 (b) は全く存在しない。

3) 赤蠟石・ダイアスポア中のもはほぼ同じ傾向をもち、型式 (b) が多く (d) も多い。相対的にはダイアスポア中で (c) 型式が多く赤蠟石中で (a) 型式が多い。

4) 青蠟石・珪石・母岩中のもは赤蠟石・ダイアスポア中のものに比して (a) 型式が多く (b) 型式が全くない。

従つて面の組合わせ様式の差からみると各帯に対応して大きくは2様式の異なつた傾向がみられ、母岩から青蠟石までと、赤蠟石～ダイアスポアとにわけられる。さらにくわしくは晶相の場合と同じように各 zone はそれぞれ異なつた傾向をもっている。

次に産状別に深度による変化の関係を示すと第8図が得られ、この図から次のことがわかる。

5) 母岩・珪石中では深度による差はみとめられない。

6) 青蠟石中のもは深部で (a) 型式が著しく減少し

(d) 型式が増加する。

7) 赤蠟石中のもものでは著しい変化はみられないが、型式 (a), (d) が下部で増加している。

8) ダイアスポア中のもは型式 (b), (d) が深部で増加の傾向を示している。

次に産状に関係なく全試料について統計した結果を、頻度および頻度率であらわすと第9図が得られ、この図から次の傾向がみとめられる。

9) (a) 型式は深部で減少する。

10) 型式 (b) は一定の変化を示さない。

11) 型式 (c), (d) は深部で増加。特に (d) 型式の増加は著しい。

したがつてこれらの観察から深度によつて面の組合わせ様式が変化することがわかる。すなわち型式 (d) はいずれの zone でも深部において増加している。型式 (a) は逆に減少する。殊に青蠟石中で著しい。したがつて、全体的にみると深部で o 面を組合わせの要素とする型式が増加していることがわかる。

#### 4.3 構成面の表面積比

各試料ごとに観察された晶相からその試料としての a, o, e 3面の表面積比を算出し、zone 別に三角図上に投影すると第10A図から第10E図までが得られ

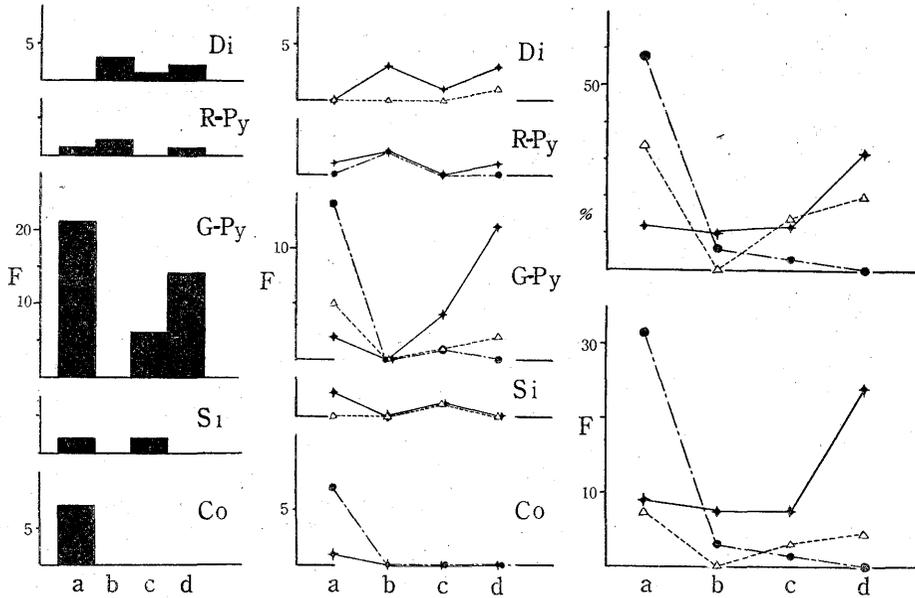


Fig. 7, 8, 9 Variations in combination types of three dominant faces according to the different zones (Fig. 7), according to the different depth in each zone (Fig. 8), and according to the depth in all samples (Fig. 9)

Vertical axis represents frequency of appearance, and horizontal axis represents types of combination.

The above of Fig. 9 showing the variation in percentage of appearance, and the below showing the variation in frequency.

type (a) — combination of a (100) and e (210)

type (b) — " a (100) and o (111)

type (c) — " e (210) and o (111)

type (d) — " e (210), a (100) and o (111)

●— upper, Δ— middle, +— lower

る。これらの図から次の傾向がよみとれる。

1) 母岩中に晶出するものは a (100) の要素がはなはだ強い。いずれも a—e の系列で o の要素はみられない。僅かの差ではあるが上部露天坑で産したもののほど a よりである (第 10 A 図)。

2) 珪化岩中のものは、鉱体の最外帯に存在する珪化岩中のものと、赤蠟石・青蠟石が珪化されたものの中に晶出する試料とを含んでいるため、特別きまつた傾向がみられない。しかし o 寄りに位置する 2 試料は赤蠟石の珪化されたものである (第 10 B 図)。

3) 青蠟石中のものは最も試料が多く分布も広い。全体としてみると c 要素寄りのものが多く a 要素寄りのものが少ないこと、a—e, e—o 系列が多くて a—o 系列がみられないことが特徴である。概して下部のものが o 要素が多くなっているが、この関係は試料を南鉱床と北鉱床とに分類するとさらにはつきりする。すなわち規模の大きい北鉱床のものは e—o 系列で下部で o 要素が強くなる。規模の小さい南鉱床のものは a—e 系列で下部で a, o 要素が強くなっている。したがってここで斜坑地帯で o 面が強くなること、北鉱床と南鉱床とで系列が違

うことがはつきりする (第 10 E 図)。

4) 赤蠟石中のものは o 要素がはなはだ強い。露天坑で特に o が強くなっている。ダイアスポア zone のものに比べて e 要素はあまり強くなくむしろ a—o 系列上のものが多 (第 10 D 図)。

したがってこの場合も累帯ごとに面の表面積比が異なっていることがわかり、さらに深さによる変化を検討するために産状に関係なく全試料を浅部 (露天坑・3 坑・2 坑)、中部 (1 坑)、深部 (斜坑) にわけて三角図上に投影すると第 11 図が得られる。この図から多少の例外を除けば深部で o 要素が強くなり、浅部で e, a 要素が強くなることわかる。

#### 4.4 p(221), n(211) 面について

以上は a, o, e 3 要素についての検討であり、p(221) n(211) があらわれている場合はこれを o(111) として計算したので、p, n についての傾向は消却されている。p, n 等の諸面は a, o, e 3 面ほどよくあらわれる面ではないが、しばしば特別の産状のところにあられる傾向があるので、こゝでも 2, 3 の統計を行つてみた。第 12 図の上図は深さとの関係を示すもので、出現試料数

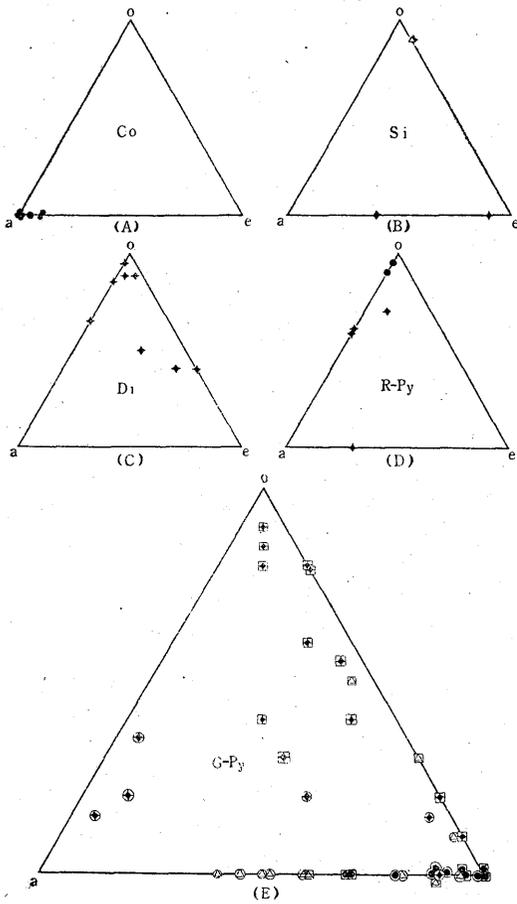


Fig. 10 Triangular diagrams showing the differences of the ratio of surface area of three dominant faces a, o, e in different zones and depth in each zone.

- (A) Country rock - a (100) face dominant
  - (B) Silicified zone - Two kinds of silicified rocks are plotted. The one is a common silicified rock (a (100), e (210) face dominant), and the other is a silicified product of pre-forming red-pyrophyllite or diaspore (o(111) face dominant).
  - (C) Diaspore zone - o(111) face dominant with developed e (210) face
  - (D) Red-pyrophyllite zone - o (111) face dominant with a (100) face
  - (E) Green-pyrophyllite zone - e(210) face dominant with o(111) and a(100). The ratio changes from upper to lower in the sequence of e(210)→o(111) in the N deposit and changes in the sequence of e(210)→a(100), o(111) in the S deposit.
- upper,    △ middle,    ◆ lower  
 □ N deposit    ● S deposit

とその頻度率とを示している。この図より明らかにダイアスポアの最もよく発達している斜坑で頻度が高いことがわかる。露天坑でみとめられるものは赤蠟石中のものであり、斜坑地並のものでは p, n 面が主体面となつて

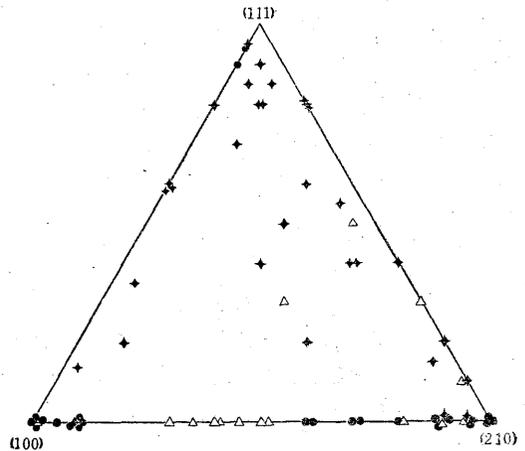


Fig. 11 Triangular diagram showing the differences of the ratio of surface area of faces according to the depth. o(111) face develops in the lower part, while e(210) and a(100) faces develop in the upper.  
 ● upper,    △ middle,    ◆ lower

いるものすらある。同様に第12図の下図は zone 別についての統計であり、これから p, n 面の出現がダイアスポア、赤蠟石および角礫帯の間隙を埋める白色粘土中に高く、青蠟石中では低いことがわかる。これらの2関係のうちで最も明瞭に差異がみとめられるものは、深さによる変化で、これから p, n 面はダイアスポアの発達するところによく発達する傾向があるといえよう。

#### 4.5 粒度による変化および変成度による変化

4.1 から4.4までは多数の標本の間から種々の関係を求めた結果であるが、1標本内で結晶の粒度とか変成度などによる晶相変化を観察できる例がいくつかある。その諸例についての観察を次に記す。

##### 4.5.1 粒度による晶相変化

浅成塊状熱水性交代鉱床中の黄鉄鉱の晶相が、粒度によつて一定の傾向をもつた変化を示す事実は、すでに筆者のいくつかの報告のうちで明らかにしている<sup>2)</sup>。米子鉱山の場合も厳密に粒度分析をして微細結晶まで観察すれば、すべての試料でこの関係が観察できるであろう。ここでは晶相について定性的な観察しかなされなかつたので、その範囲で粒度による変化が明瞭に認められる諸例をえらび出して表示すると、第3表のごとくである。この表から明らかなように粒度が大きくなるにしたがつて a→e, a→o, o→e 等の変化を示しており、従来の観察結果と矛盾する傾向は認められない。

##### 4.5.2 変質程度による晶相変化

変質程度によつて晶相が変化する現象は、神戸・鶴淵等の場合ですでに明らかにしたことであり<sup>3)</sup>、また米子鉱山の場合でも各 zone における変化は、これと同性質

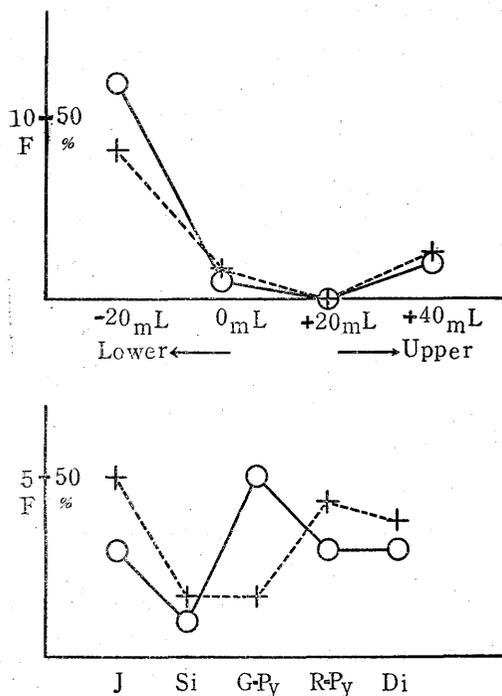


Fig. 12 Frequency and percentage curves of appearance of p(221), n(211), faces. Above—according to the different depth, below— in different zones.

○ — frequency, + ..... percentage of appearance  
 J—Joint in brecciated zone  
 Si—silicified zone  
 G-Py—Green-pyrophyllite zone  
 R-Py—Red-pyrophyllite zone  
 Di—Diaspore zone

のものであるといえる。第4表に表示した諸例は1試料内に変質程度の異なる部分があり、それぞれのうちで晶出している黄鉄鉱の晶相を比較して、変質程度による変化を観察した結果である。変質程度の相違とは、例えば青蠟石中で、原岩の構造を残す部分と、全く残さない部分との間の相違等である。

第4表で明らかのように変質度が進むに従ってe面が発達し、また場合によってはo面が発達している。これ

らの関係はもちろん既述の各累帯における変化の関係と矛盾するものではなく、また従来の筆者の観察結果ともよく一致している。

### 5. 結果の検討および結論

4.1 から 4.3 までの統計結果に示されているように、いずれの方面から検討してみても (a) 各 zone 毎に特徴的な晶相を示し、(b) 晶相はまた深さによつてほぼ一定の傾向をもつて変り、下部において o(111) 要素が著しくなり、(c) o(111) の著しく発達する深さは diaspore の発達する深さと対応していることが明らかとなつてきた。

すなわち既述の観察結果を zone ごとおよび深さについてまとめると次のような傾向が指摘できる。

1) 米子鉱山の蠟石鉱床には中心部からダイアスポア→赤蠟石→青蠟石→珪化岩→母岩の順序で明瞭な zoning が存在し、その zoning に応じて黄鉄鉱の晶出程度が異なり、かつその晶相も変化する。すなわち晶相についていえば

(a) この zoning は面の組み合わせ様式の点からみて、大きくダイアスポア・赤蠟石および青蠟石・珪化岩・母岩の2つに分類でき、前者はo面を主とし、後者はe面とa面の組み合わせで特徴づけられる。

(b) さらに詳しく面の表面積比・晶相の種類から見ると、各 zone ごとに特徴的な様相を示し、母岩は cube、青蠟石は pentagonal、赤蠟石は a 面をともなつた octahedral、ダイアスポアは e 面の比較的発達した octahedral で特徴づけられる。

(c) したがつて2大別して水平的に眺めた場合、ダイアスポア・赤蠟石群では外部から内部に向つて(変成度が進むに従つて)2次の優位面がa面→e面と変り、青蠟石・珪化岩・母岩群でも外部から内部に向つて同じ順序の変化を示している。この関係は変成度による晶相の変化を示すものと考えられる。同様の傾向は 4.5.2 で示したように個々の試料のなかでも認められる。

Table 3. Variation in habit of pyrite crystals according to the change of grain size.

Sp. No.	Level	Occurrence	habit No.*		become larger
			grain size		
			large	small	
13	0 mL	green pyrophyllite	11, 12	→12, 15	e(210) develop
21	-20 mL	Diaspore	7, 12, 14, 16	→16, 17, 5	e "
46	"	Silicified zone	5 rich	→2, 1 dominant	o(111) "
74	+40 mL	green pyrophyllite	10 rich	→3 rich	e "
"	"	low grade "	3 rich	→1 rich	e "

\* see Fig. 3

Table 4. Variation in habit of pyrite crystals according to the progress of mineralization.

Sp. No.	Level	Occurrence	habit No.		face	
			mineralization grade		high	low
			high grade	low grade		
14	0 mL	weak green pyrophyllite	11, 10	→10, 9, 3	e(210)	→ a(100)
17	"	"	11, 10	→3-9* rich, sometimes 9, 10	e	→ a
39	-20 mL	clayey green pyrophyllite	19	→11, 12	o	→ e
45	"	country rock	3, 1	→1	e	→ a
51	+20 mL	clayey green pyrophyllite	15, 12	→11	o	→ e
53	"	clayey pyrophyllite	10	→3 rich, sometimes 9	e	→ a
73	+40 mL	low grade pyrophyllite	9 rich with 10, 3	} →1, 3	e	→ a

\* 3-9 represents intermediate habit of habit no. 3 and 9.

2) 各 zone は深さによつてその状態が変り、黄鉄鉱の晶出程度は一般に下部で増加している。同様にその晶相も次のように変つている。

(a) 母岩・珪石 zone では上下で著しい変化はみられない。

(b) 青蠟石 zone 中のものは上部では単純な pentagonal であるが、下部ほど o (111) 面が発達しさらに octahedral habit の頻度が高くなる傾向がある。

(c) 赤蠟石 zone では上部で黄鉄鉱の晶出が非常に少ないため特に明らかな傾向はみいだせない。

(d) ダイアスポア zone 中のものも概して下部ほど o 面の発達著しく単純な octahedral を示すが、上部では e 面の発達が多少増加する。

(e) 一般に p (221), n(211) 面は下部で発達する傾向がみえる。

3) ダイアスポアは下部で発達が著しく、かつこの増加に並行して黄鉄鉱の晶出も著しくなり、その晶相も上述のように変り、下部で o 面の発達が各 zone ともに著しくなる。すなわちダイアスポアの富鉄帯では各 zone の黄鉄鉱で o 面が発達してくる。

3) の関係はこれを葉蠟石-ダイアスポア 鉱床中でのダイアスポアの探鉱の指示者の1つとして利用できるものと考えられる。

1) (a) は従来筆者が神戸鉱山・鰐淵鉱山等の観察で明らかにした“黄鉄鉱の晶相変化の程度は周囲の変質の程度によつて影響される”という関係を裏書きするものである。

1) および 2) で示される各 zone および深さによつて黄鉄鉱の晶相が変る原因は、zoning が形成される物理・化学的原因に対応するものと思われる。したがつ

て岩生周一の考察<sup>1)</sup>とか、diaspore<sup>5)</sup>, pyrophyllite<sup>6)</sup>などの人工合成の実験結果などを利用することによつて、温度・圧力・酸性度などの条件と晶相の変化とをむすびつけ、各晶相の生成条件を推定することが可能となるであろう。米子鉱山で観察された諸事実はこれを推定するための1つの資料となり、今後他の鉱床の観察とも総合して各晶相の生成条件を明らかにしたいと考えている。

(昭和29年6月稿)

文 献

- 1) 岩生周一：日本の明礬石鉱床調査報告，地質調査所報告，No. 130, 1949  
岩生周一他：長野県下高井郡金倉鉱山蠟石鉱床調査報告，地質調査所月報，Vol. 2, No. 7, p. 11, 1951  
岩生周一他：長崎県五島福江島のダイアスポアおよび蠟石鉱床調査報告，地質調査所月報，Vol. 4, No. 2, p. 7, 1953
- 2) 太田荘司：中外鉱業社内報告書(未発表)
- 3) 砂川一郎：島根県鰐淵鉱山別所坑石膏鉄体中に於ける黄鉄鉱の晶相変化に関する研究，地質調査所月報，Vol. 2, No. 3, p. 1, 1951  
砂川一郎：神戸鉱山における黄鉄鉱の晶相変化について，地質調査所月報，Vol. 3, No. 2, p. 21, 1952
- 4) 岩生周一：日本の熱水性粘土鉱床に関する2,3の地質的問題，鉱山地質Vol. 2, No. 5, p. 20, 1952
- 5) G. Friedel: Bull. Soc. Min. France, Vol. 14, No. 7, 1891 その他
- 6) Noll, W.: Über die Bildungsbedingungen von Kaolin, Montmorillonite, Sericit, Pyrophyllit, und Analcim, Min. Pet. Mitt., Vol. 48, No. 227, 1936 その他