



Title	朝鮮忠清北海三徳重石・水鉛鑛床に就いて
Author(s)	石橋, 正夫
Citation	Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology and mineralogy, 8(1), 5-30
Issue Date	1948
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/35850
Type	bulletin (article)
File Information	8(1)_5-30.pdf



[Instructions for use](#)

朝鮮忠清北道三徳重石・水鉛鑛床に就いて

石 橋 正 夫

圖 版 14

(昭和 21 年 12 月 23 日 受理)

(北海道帝國大學理學部地質學鑛物學教室業績第 362 號)

目 次

I. 緒 言	VI. 母岩の變化と鑛床生成との關係
II. 地 質 及 鑛 床	a. 堇青石の形成と分解
a. 一 般 地 質	b. 黒 雲 母 化 作 用
b. 鑛 床 の 概 要	c. 絹 雲 母 化 作 用
c. 造 脈 鑛 物 の 産 狀	d. 鑛 液 の 性 狀
III. 母 岩	V. 總 括
a. 母 岩 の 性 質	VI. 參 考 文 獻
b. 母 岩 の 變 化	Résumé

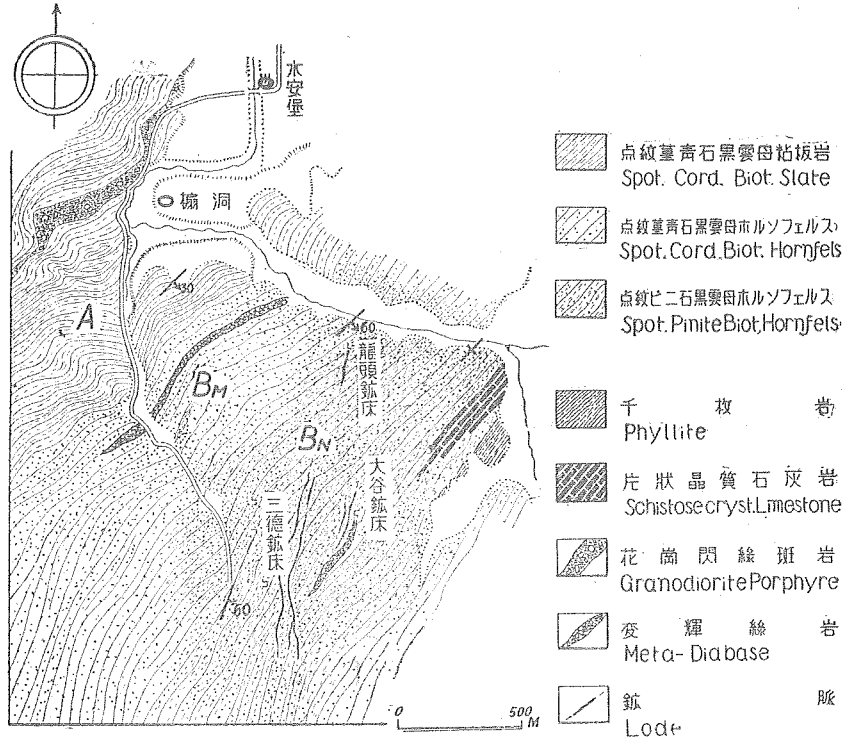
I. 緒 言

三徳鑛山は忠清北道槐山郡上笔面水安堡温泉の附近にあり、忠州線終驛の忠州邑より南方約21軒の地點に位置する。本鑛山は前大戰當時現鑛床の露頭附近より重石鑛を採取したが、その後一時休出した。最近に至り再び操業を開始したが、近年朝鮮鑛業振興會社の經營するところとなり、専ら水鉛鑛の採掘に轉じた鑛山であつた。

筆者は重石鑛床の研究の爲に渡鮮した折、昭和19年4月下旬機會を得て、同鑛床を調査した。調査の目的は重石鑛と水鉛鑛との共生状態を知る點にあつた。然し乍ら、本鑛床はそれ自身の性質は極めて單調であり、且又現在の採掘現場には殆ど水鉛鑛のみを産する個所であつた爲、重石鑛及び水鉛鑛の直接の關係を示す野外事實は寧ろ乏しかつたが、鑛床の母岩の變化には極めて興味ある事實を知り得た。ここにそれらの事實を記し、大方諸賢の御批判を願ふ次第である。

稿を草するに當り、調査に就いて種々の御便宜を賜つた元朝鮮總督府地質調査所立

朝鮮忠清北道槐山郡上毛面木安堡三徳鉱山附近之地質圖
 GEOLOGICAL MAP OF THE SANTOKU MINE TYOSEN



第 1 圖

岩所長，鑛務課特殊鑛物課笠井技師 元朝鮮鑛業振興會社天野・三本杉兩技師並に三徳鑛山所長始め所員各位に對して，尙又終始御指導を賜つた鈴木・原田兩教授に深く感謝の意を表する。尙本調査に要した費用の一部は學術振興會第56小委員會の補助に依るものである。こゝに記して謝意を表する。

II. 地質及鑛床

a. 一般地質

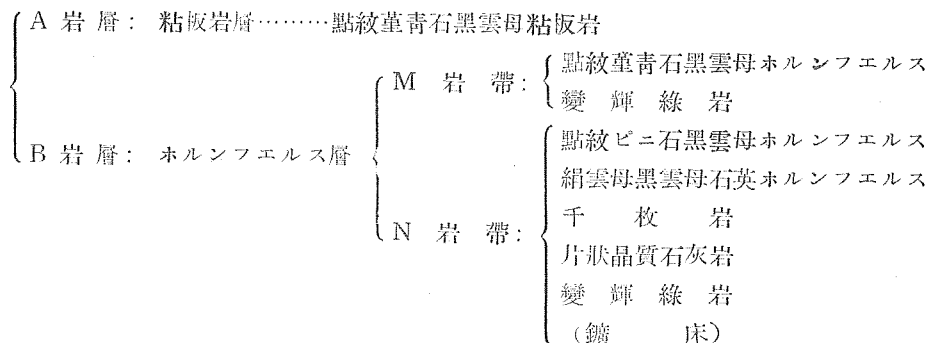
本地域には，第1圖に示す如く 略々北々東—南々西の方向に走る祥原系（或は朝鮮系）の粘板岩，珪岩及び石灰岩等の累層が發達する。地域の東南方にはこれ等の堆積岩層を貫く所謂佛國寺統の花崗岩質火成岩が廣範圍に亘つて露出してゐる。而して本地域の堆積岩層は火成岩の貫入に基く變成作用を受け，種々な程度に變質してゐる。又處々にこの火成活動に伴つて形成せられた諸種の鑛物鑛床が散在し，本鑛床も亦それ等の鑛床の一つである。

本鑛床附近には多少共變質した所謂粘板岩層が主として發達し，火成岩としては花

崗閃綠岩質斑岩脈が鑛床の北西方に小規模に發達して居る。

變質粘板岩層は單斜の構造を成し、一般走向は北々東—南々西で、東側 30° に乃至垂直の傾斜を示して居る。地區の中央に小斷層が東西に横斷し、地域の南半と北半とでは多少走向及び傾斜を異にする。即ち地域の北半部に於て、變質粘板岩層は地域の西側で走向 N30°E、傾斜 30°SE であるが、東側に移るに従つて走向は N50°E、更に N40°E と變化し、傾斜は漸次急斜して、終には略々直立する。地域の南半部の西側では走向 N30°E、傾斜 60°SE であり、東方に移るに従つて N10°~0°E と變化し、傾斜も漸次急斜して殆ど垂直になる。

變質粘板岩層は種々岩質を異にする變質粘板岩を主體とし、小規模な石灰岩及び千枚岩の薄層及び輝綠岩々床を挟む。變質粘板岩層は肉眼的特徴に依つて粘板岩層 (A 岩層)、ホルンフェルス層 (B 岩層) とに區別し得る。ホルンフェルス層は顯微鏡下の特徴から更に 2 岩帯 (M, N 岩帯) に別つことが出来る。變質粘板岩層のこの關係とそれを構成する岩石の種類とを示せば次の如くである。



粘板岩層 (A 岩層) は地域の西北に發達し、本岩層は變成度の極めて低い層理の明瞭な黑色の點紋堇青石黒雲母粘板岩より成る。ホルンフェルス層 (B 岩層) は地域の中央及び東側に發達し、暗紫色、層理比較的不明瞭な點紋堇青石黒雲母ホルンフェルスを主體とし、やゝ砂質乃至珪質粘板岩源の絹雲母黒雲母石英ホルンフェルス、暗灰色片狀晶質石灰岩、黑色千枚岩及び變輝綠岩々床等の薄層を挟む。本ホルンフェルス層 (B 岩層) 中 M 岩帯とせる部分のホルンフェルス中の堇青石は卵形、比較的再結晶度が高いが、西方の點紋堇青石黒雲母粘板岩 (A 岩層) に接する側に近ずくと、その再結晶度が低くなり、卵形堇青石の外形が不明瞭になる。これに對し、N 岩帯とせる部分のホルンフェルスは一帯に絹雲母化せられて居り、堇青石はピニ石—プラシオ⁽²⁵⁾石に變化し、又基質の部分にも絹雲母の量が比較的多量となる。鑛床は本 N 岩帯中に胚胎せられて居る。

火成岩としては、地區の西北部に花崗閃綠岩質斑岩が岩床狀に點紋堇青石黒雲母粘板岩を貫き、これに接觸變成作用を及ぼしてゐる。本岩床は所謂佛國寺統の火成活動の所産とされて居る。又ホルンフェルス中に屢々認められる小規模な輝綠岩岩床は前者よりも古い時代のものであつて、ホルンフェルス化と同じ變成作用を蒙り、構成鑛

物は黒雲母化、陽起石化乃至透角閃石化せられて居る。

b. 鑛床の概要

水安堡温泉の南々西約500米のところに三徳鑛山事務所のある極洞と呼ぶ小部落がある。標洞の南に高距500米（比高300米）程度の一小山稜が南北に走る。事務所の南方1軒この山稜の頂に近い西側斜面上に走向略々南北の水鉛鑛脈があり、これを三徳鑛床と呼ぶ。三徳鑛床の走向延長上、北方約800米を距て、一鑛床があり、これを龍頭鑛床と呼ぶ。又別に該山稜の東斜面中腹に三徳鑛床と平行する大谷鑛床がある。三徳鑛山は調査當時この3鑛床より成つて居た。然し當時大谷及び龍頭2鑛床は探鑛中であつて、探鑛は三徳鑛床に於てのみ行はれて居た。3鑛床は略々同一性質のものであつて絹雲母化せられたホルンフェルス（B岩層N岩帯）中に生成せられたる輝水鉛鑛・石英脈鑛床である。而して3鑛床は次の如き一般的共通性を示して居る。

- 1) 3鑛床は各2主要鑛脈とこれに平行せる多數の小脈群よりなる。平行脈群は三徳鑛床に於て著しい。
- 2) 2主要脈は夫々分岐し、或は接合する。且又脈中の膨縮は可成り著しい。（脈中は30糎乃至50糎）
- 3) 鑛脈の走向・傾斜は部分的にホルンフェルス層の層理に平行するが、全體的には鑛脈はNSに延長し、従つて走向N30°~60°Eのホルンフェルス層とは斜交して居る。
- 4) 鑛石である輝水鉛鑛は鱗片狀乃至梅花狀を成し、脈肌には或は脈肌近い部分に存し、且つ局部的に濃集して産する傾向が強い。
- 5) 隨伴鑛物の種類及びそれ等の量は少く、鐵マンガン重石の外には、極めて少量の黄鐵鑛、黄銅鑛、白雲母、菱鐵鑛及び綠泥石等が伴はれて産し、顯微鏡的に燐灰石が産する。

c. 造脈鑛物の産狀

鐵マンガン重石を伴ふ輝水鉛鑛石英脈以外にこれと成因的に關聯ある脈として、鐵マンガン重石を伴はない輝水鉛脈、硫化鐵脈、炭酸鹽鑛物及び顯微鏡的な石英微脈、硫化鐵微脈、炭酸鹽鑛物微脈、電氣石微脈等が認められる。次にこれ等の脈の造脈鑛物の性質に就いて述べる。但し顯微鏡的の微脈に就いては母岩の變化の項に於て後に述べる。

- 1) 輝水鉛鑛は現在主要な鑛石であつて、略々前述（4）の如き産狀を示す。主要鑛脈の如く他の鑛物をも伴ふ脈に於ても、輝水鉛鑛は石英以外の鑛物と直接することは極めて稀である。主要脈以外の輝水鉛鑛の細脈では石英以外に共存する鑛物は殆ど無く、更に微脈になるにつれ石英すら肉眼的には認め得なくなる。輝水鉛鑛は富鑛部に於てのみ全く不規則に脈中に集つて居るが、他は一般に脈の兩側或は一方の側に脈肌に接して産し、時に脈肌よりやや離れ脈肌に平行して規則正しく配列して居る。斯様な部分を顯微鏡下に檢すれば、この輝水鉛鑛と肉眼的脈壁との間の石英脈の一部と見

做れる部分は母岩の著しく珪化せられ、石英以外の他の鑛物は溶解し去られ、脈の一部を構成するに至つたものであることが示されて居ることがある。或は又、脈の一方の側の脈肌に點綴する輝水鉛鑛が漸次脈を斜交して反對の側に移ることがある。斯様な部分を檢査すれば、輝水鉛鑛の點列に依つて石英が破碎せられて居るものが認められる。輝水鉛鑛は極めて稀であるが黄鐵鑛或は鐵マンガン重石と共生することがある。斯様な場合輝水鉛鑛は鐵マンガン重石と接する部分に於てこれを僅か乍ら交代して居る。他方黄鐵鑛は輝水鉛鑛に交代せられるか、或は交代して居る。

2) 鐵マンガン重石は三徳鑛床の2主要脈(特に第1脈)中に少量黑色板狀結晶として脈中に點在して産する。嘗つてその脈の露頭部に多量に産したと稱せられては居るが、實際の量の程度は全く不明である。鐵マンガン重石は單獨に石英中に産することもあり、又白雲母、時に硫化鑛を伴つて産することもある。然し輝水鉛鑛と共生する場合は極めて稀である。鐵マンガン重石が石英を破碎して居るものも認めない。輝水鉛鑛と共生する石英は比較的細粒透明であるのに反し、鐵マンガン重石と共生する石英は可成り粗粒で乳白色半透明な感を與へる。

3) 硫化鑛として主なものゝ黄鐵鑛で、少量の黄銅鑛及び輝蒼鉛鑛が共存する。硫化鑛は屢々白雲母と共に鐵マンガン重石と共存する外、輝水鉛鑛を産しない部分にやゝ多量に産することがあり、又單獨の硫化鑛脈を成して石英及び炭酸鹽鑛物と共生して居る。炭酸鹽鑛物の多量と共生する硫化鑛はそれ等を含む石英脈を破碎する不規則な脈狀體であることが時に認められる。

4) 白雲母は處々に集合して脈中に、特に石英が粗粒な部分に多く産するが、脈肌を成して産することは全くない。白雲母は時に硫化鑛と共生し鐵マンガン重石とも共生する。或は稀に燐灰石を伴ふことがある。

5) 炭酸鹽鑛物は主に硫化鑛、輝水鉛鑛、白雲母等と少量産する。脈の晶洞中に稀に菱鐵鑛が認められることがある。

以上の如く本鑛床の造脈鑛物はその種類に乏しく、又石英、輝水鉛鑛以外のものは量も少い。而も各鑛物は石英脈中に單獨に産することが多く、造脈鑛物相互の關係を知る機會は寧ろ少い。今造脈鑛物夫々の間に認められた共生關係から、鑛脈中に於て成因的に直接關聯ある鑛物に就いて組合せを作つて行けば、次の4組が得られる。而して各鑛物組合せ相互に生成の前後即ち鑛化時期の順序が認めらるのである。又鑛物の組合せ各々の中にも可成り一定した鑛物の生成順序が認められ得る。それ等の生成の順序を示せば次の如くである。

1. 石英、鐵マンガン重石、絹雲母、黄鐵鑛、黄銅鑛、燐灰石
2. 石英、黄鐵鑛、輝水鉛鑛
3. 石英、黄鐵鑛、黄銅鑛、輝蒼鉛鑛、絹雲母、炭酸鹽鑛物
4. 石英、黄銅鑛、黄鐵鑛、炭酸鹽鑛物、綠泥石

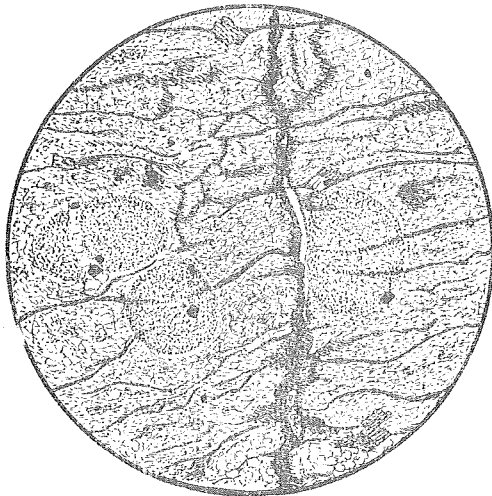
III, 母 岩

a. 母岩の性質

本地區に發達する岩石を上述の如く岩層及岩帶別にしたが、それ等の各々部分に認められる岩石の種類には次の如きものがある。

- A 岩 層 點紋堇青石黒雲母粘板岩
- B 岩層M岩帶 點紋堇青石黒雲母ホルンフェルス, 變輝綠岩
- B 岩層N岩帶 點紋ピニ石黒雲母ホルンフェルス, 黒雲母石英ホルンフェルス, 千枚岩, 晶質石灰岩, 變輝綠岩

i) 點紋堇青石黒雲母粘板岩



第 2 圖

點紋堇青石黒雲母粘板岩 (Spotted cordierite biotite slate) (S. 400) × 15

斑狀變晶は堇青石の斑晶。分泌石英脈に沿ひ黒雲母が形成して居る。葉層面は塵狀物の密集した配列に依つて示される。

本岩は地區の北西部に發達しA岩層を構成する。岩石は葉層面に依り片狀の著しく明瞭な、黑色や、光澤のある岩石である。葉層面は新生せる堇青石の點紋に依り細かく皺波狀を示して居る。顯微鏡下に觀察すれば、本岩は斑狀構造を示し、堇青石黒雲母、石英、絹雲母、綠泥石及び原碎屑礦物である電氣石、ジルコン、チタン鐵鏽及び他の塵狀物よりなる。岩石は全體として未だ充分に變成作用に基く再結晶作用或は新生作用に依る現地生礦物より構成せられず、多量の原碎屑礦物が殘存して居る。特に葉層面を明瞭ならしめるものは不純な塵狀物であつて平行に配列し縞狀構造を成してゐる。この縞狀體は新生せる堇青石の斑晶を取圍みて撓曲し、

或は堇青石中に於て不明瞭となつて消失したりする。斑晶は卵形堇青石の胚晶 (Nascent crystal) で、徑 1.5 耗、結晶形を示さず、不純物を多量に含む。黒雲母は微片として基質中に散在する外、變成作用に依りて本岩中に生じた分泌石英微脈沿ひに生じ、或はチタン鐵鏽粒を取圍んで形成せられて居る。黒雲母の外、石英、絹雲母、綠泥石、電氣石、チタン鐵鏽、ジルコン及び塵狀物の細粒礦物が本岩の基質を構成して居る。本岩はその性質から本地區に於て最低の熱變成度を示す岩石である。

ii) 點紋堇青石黒雲母ホルンフェルス



第 3 圖

點紋堇青石黒雲母ホルンフェルス (Spotted cordierite biotite hornfels) (S. 402) × 15

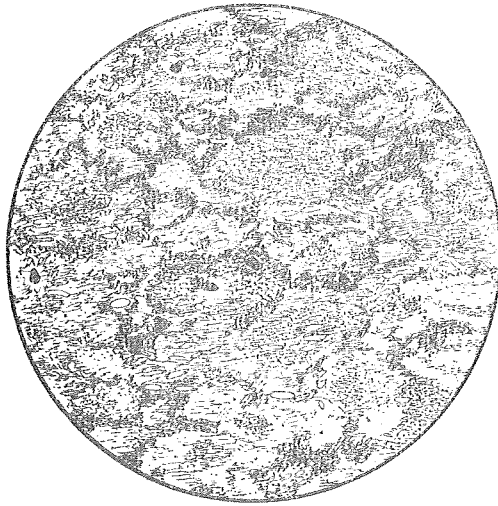
堇青石は斑状をなす卵形の胚晶である。黒雲母は主にチタン鐵鑛及び分泌石英脈に關係して生じて居る

縁部は不純物少く透明である。黒雲母は微片として基質中に散在して居るが、多くは常にチタン鐵鑛を取圍んで生じて居る。但し堇青石中のチタン鐵鑛の周圍には斯様な黒雲母の成生が認められない。又黒雲母は變成作用に基く分泌石英微脈に沿ふて生じて居る。尙チタン鐵鑛、電氣石、ジルコン等が原碎屑殘晶として存在し、ジルコンは黒雲母に多色暈を與へて居る。本岩は部分的に堇青石の斑状變晶の少量な部分、或は石英に富む部分等に移化する。本岩は構造、成分鑛物種及びその結晶度から前述の粘板岩と同の源岩より山來せるも、一層熱變成度が高められたものと見做される。

iii) 點紋ピニ石黒雲母ホルンフェルス

本岩石は B 岩層 N 岩帯を代表するものであつて、暗赤紫色、片理や、明瞭な岩石であり、肉眼的に前述の點紋堇青石黒雲母ホルンフェルスと區別し難い。然し直接比較すれば、本岩はや、淡色で、斑状變晶が明瞭⁽²⁵⁾になつて居る。檢鏡すれば本岩は聚斑状變晶構造を呈し、ピニ石及びプラシオル石からなる堇青石後の假晶の鱗片状鑛物の聚合體からなる斑状變晶と、黒雲母、絹雲母、石英、綠泥石とよりなり、他に少量の電氣石、ジルコン、燐灰石、榴榴石、チタン鐵鑛を伴ふ。本岩は前述點紋堇青石ホルンフェルスが絹雲母化作用（特に堇青石斑状變晶の綠泥石絹雲母化作用）を蒙つた岩石である故に構造石理は前述のホルンフェルスと全く同一であるが、成分鑛物の結晶度は比較的高く、又基質の黒雲母の量は多少増加して居る。而してチタン鐵鑛を取圍んで形成せられた黒雲母は常に存在し、且チタン鐵鑛は一部金紅石に變化し、鐵分は

本岩石は B 岩層の主體をなすものである。本岩は暗赤紫色、片理や、明瞭な岩石であつて、片理面は堇青石の點紋に依つて皺波状を呈して居る。本岩は斑状變晶構造を示し、堇青石の斑状變晶の外、細粒ホルンフェルス石理を成す基質には主に黒雲母、絹雲母、石英より成り、處々にチタン鐵鑛、電氣石、ジルコン、榴榴石等が殘存散在して居る。本岩は前述の粘板岩と略々同様な性質であるが、更に再結晶度高く、葉層面を示す塵状物の縞状體は消失し、石英及び黒雲母から成る縞で置換せられて居る。卵形の堇青石の斑状變晶は徑 1.5 程度で、中心部に可成り多量の不純物を含み、周



第 4 圖

ピニ石化せられた點紋葉青石黒雲母ホルンフェルス (Pinitized spotted cordierite biotite hornfels) (S.403) × 15

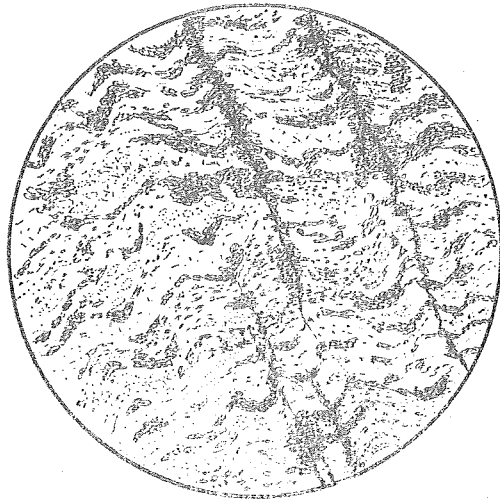
變化した岩石は原岩の構造を残り、葉青石の斑晶及び基質部の大部分は絹雲母化せられて居る。尙變成絹雲母の微片の多くは片理に平行して居る。

に再結晶せる礦物よりなる。成分礦物は黒雲母の微片、石英の細粒を主とし、やゝ多量の絹雲母、石榴石、少量の電氣石及びジルコンの殘晶、絹雲母、燐灰石、チタン鐵礦等を伴ふ。岩石に依つて、石英質のものは一般に塊狀であり、絹雲母質のものでは片狀を呈する (第5圖)。又時に原岩が長石質のものにあつては、再結晶せる曹長石を伴ふ。

第 5 圖

黒雲母石英ホルンフェルス (Biotite quartz hornfels) (S.443) × 15.

絹雲母黒雲母石英ホルンフェルス中で特に雲母質、片狀構造の著しい岩石を示す。

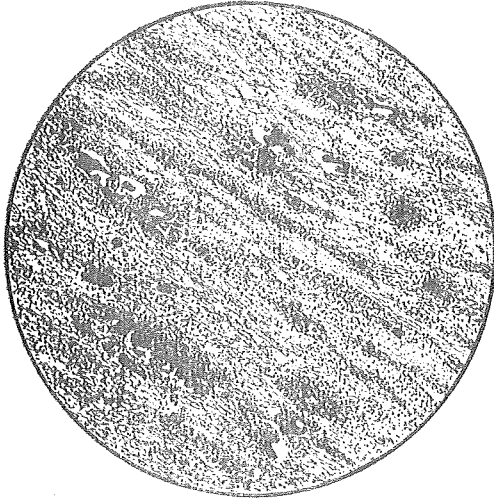


殆んど全く黒雲母に吸收消化せられたことを示すものも少くない。この際鐵分と共に一部チタン分も黒雲母に吸收せられる如くであつて、斯様な黒雲母が更に絹雲母化せる場合には多量の針狀金紅石を分離して居る。尙ピニ石及び基質中の絹雲母の微片の多くは片理に平行する。

本岩中には輝水鉛鑛石英脈の外に、電氣石石英微脈、紅柱石石英微脈、石英微脈、硫化鑛石英微脈、硫化鑛炭酸鹽鑛物微脈等が含まれて居る。

iv) 絹雲母黒雲母石英ホルンフェルス

本岩は前述點紋絹雲母黒雲母ホルンフェルス中に薄層を成して挟在して居る。肉眼的には前述のホルンフェルスと區別し難い。本岩は塊狀或は片狀を呈し、殆ど完全



第 6 圖

千枚岩 (Phyllite) (S.405) × 15.

帯にレンズ状を成して地區の東北部に發達する。岩石は灰色塊状を呈するが、多少共板状に割れ易い性質がある。本岩は殆んど全く再結晶せる方解石より成り、極めて少量の雲母及び石英が伴はれて居る。方解石は長徑 2.0~0.5 耗，短徑 0.5~0.2 耗程度の扁平附圓形を呈し、長軸は平行し、偏壓の下に再結晶せるものであることを示して居る。

vii) 變輝綠岩

B 岩層 M 岩帯中に産する變質鹽基性脈岩は暗綠色及び赤紫色の不規則な斑紋を有し、赤紫色の部分は堆積岩源のホルンフェルスと肉眼的には區別し難い。檢鏡すれば多石基質斑状構造境間石理を殘存し、原岩が輝綠玢岩質であることを

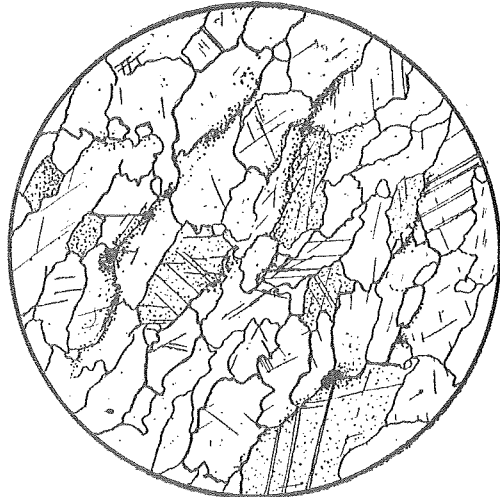
を推定せしめる。暗綠色の部分の原有色鑛物は陽起石様角閃石及び綠泥石に變化し、他方赤紫色の部分では斯様な角閃石及び綠泥石は更に黑雲母に變化して居る(第 8 圖)

v) 千枚岩

本岩は點紋絹雲母黑雲母ホルンフェルス中に薄層を成し、地區の北東部に發達する。本岩は黑色、板状の剝離性を呈する。岩質は微細な石英、絹雲母、綠泥石、硫化鐵鑛、石墨様物質から成る。石英は時に集合して斑状乃至微脈状を示す。絹雲母は岩石中に一樣に散在するも、特に 1~2 揮毎に片理面に配列して岩石に剝理性を與へている。石墨様物質は岩石全體に散在する外に局部的に處々にレンズ状に集合して、所謂“Knoten schiefer”に類する構造を與へて居る。

vi) 晶質石灰岩

本岩は千枚岩と同様 B 岩層 N 岩



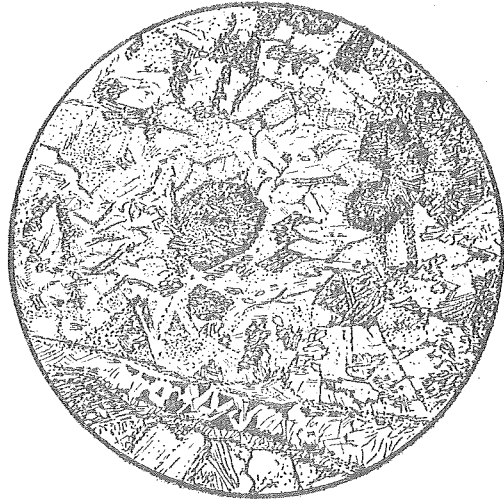
第 7 圖

片状晶質石灰岩 (Schistose crystalline limestone) (S.406) × 15.

第 8 圖

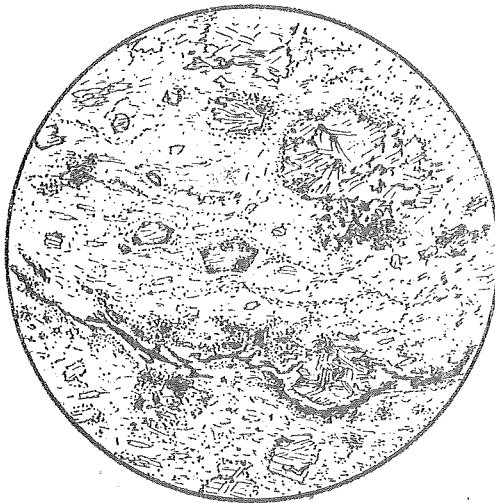
黒雲母化せる輝綠岩 (Biotitized diabase) (S.401B) × 20

黒雲母化作用に依り原岩の鐵苦土礦物は殆ど黒雲母に變化してゐる。本岩の一部には硫化鐵絹雲母脈が貫ぬいて居るのが認められる。



斜長石はダムル石化するも、略々中性長石級の如くである。尙副成分礦物として少量の石英、白チクン礦及び鐵礦等を含有する。

B 岩層 N 岩帯中の變輝綠岩は帶褐綠色を呈し、やゝ片理を示す岩石である。肉眼的には黒雲母ホルンフェルスと區別し難いが、尙多少其破面に於て光澤が強く、又脂感を與える。本岩は殘斑狀構造殘オ



第 9 圖

絹雲母化及綠泥石化せられた輝綠岩 (Sericitized and chloritized diabase) (S.401A) × 20.

輝綠岩の原鐵苦土礦物は殆ど全部綠泥石、綠簾石及び絹雲母等に變化し、且又岩石はや片狀を呈する。岩石の一部に硫化鐵石英脈が認められる。

フイテック石理を示し、綠泥石、角閃石、絹雲母、曹長石、黝簾石、綠簾石及び石英より成り、鐵礦粒及び塵狀物を伴ふ。角閃石は陽起石質にして、多く石基中に短柱狀結晶として産するも、時に聚斑狀變晶を成すことがある。殘斑晶としての斜長石はダムル石化し、曹長石、黝簾石、絹雲母等の集合體となつてゐる。石基は殆んど再結晶せる角閃石、曹長石、黝簾石、綠簾石、綠泥石及び鐵礦等よりなり、原構造は部分的に失はれつつある。而も局部的に斑狀變晶及び基質の礦物も一定方向に流狀に配列せしめられる傾向がある (第 9 圖参照)。本岩は一部殘存せる斑狀構造オフテック石理より輝綠玢岩源であることが推察される。

b. 母岩の變化

i) 花崗閃綠斑岩に依る點紋堇青石黑雲母粘板岩の變化

A岩層中の點紋堇青石黑雲母粘板岩を貫く花崗閃綠斑岩の岩質は完晶質多石基質斑狀構造を呈し、斑晶は自形乃至半自形の角閃石、正長石、斜長石及び石英（多く融蝕形）より成る。石基は粒狀石理を示し、角閃石、長石及び石英の細粒集合體より成る。本岩が粘板岩を貫いた接觸部は兩岩石共に破碎し、且その巾は5輦程度である。この部分より粘板岩側では、堇青石が外形を残して全く絹雲母に變化して居る以外には殆んど變化がない。この接觸面より花崗閃綠斑岩側では、角閃石の綠泥石化が認められる。又何れの側に於ても相對する他の岩石の小破片を取り込んで居る。要するに岩脈に依る直接の變化は破碎的な構造上の變化と、絹雲母化及び綠泥石化の如き變化以外には著しい直接の變化は認められない。

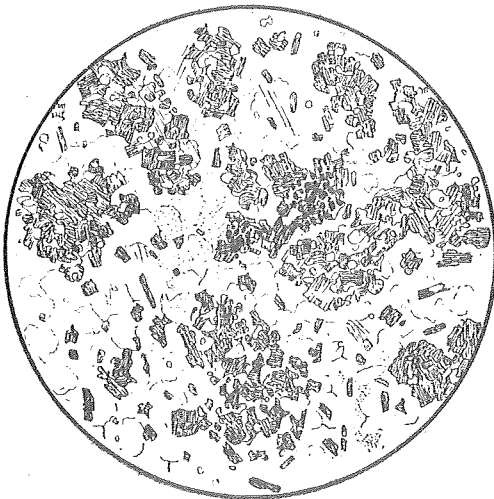
ii) 鑛物脈に依る母岩の變化

輝水鉛鑛石英脈に依る母岩の變化は極めて著しいが、他の鑛物脈に依る變化は顯微鏡的程度のものであつて、前者程著しくはないが、脈に依る母岩の變化の相互關係を知る上には重要な現象である。

輝水鉛鑛石英脈に接する母岩の部分は他より一層暗色を呈して居る。この變化せる部分の中は原母岩の性質に關係し、珪質のホルンフェルスは比較的珪質ならざるものより變化帯の中が狭い。又往々輝水鉛鑛石英脈の中と變化帯の中とは逆比例して居る。即ち通常の輝水鉛鑛石英脈では、この暗色變化帯の中は1~2輦程であるものに

反し、石英の認め難い輝水鉛鑛のみの薄脈では、この變化帯の中が屢々5輦に及ぶことがある。

斯様な脈と接する變化帯の岩石は次の如き性質を示して居る、先ず點紋堇青石黑雲母ホルンフェルスから變化したピニ石黑雲母ホルンフェルスの場合には、第10圖に示す如く、點紋の絹雲母・綠泥石の聚合體は全く石英黑雲母の聚合體に變化し、基質の石英は再結晶して粒度を増大し、又基質中の雲母は殆んど黑雲母のみとなる。若し母岩が珪質なる時は、即ち黑雲母ホルンフェルスなる時は、同様に黑雲母化作用が營まれ、絹雲母は全く消失すると共に、珪化作用も比較的著しく營まれて石英は量と粒度とを増大して居る。母岩



第 10 圖

黑雲母化せる點紋ピニ石ホルンフェルス (Biotitized spotted pinite hornfels) (S.418) × 20. 岩石は黑雲母化及び珪化せられて居るが、原處狀構造を残存せしめて居る。



第 11 圖

絹雲母化せる點紋ピニ石ホルンフェルス
(Sericitized spotted pinitic hornfels) (S.418)×20

して居る。原岩の基質には著しく絹雲母の量が増し、且黒雲母化せられた部分(上述)に接する附近ではその粒度が一層大となる。これと共に石英の量は減少する。又チタン鐵鑛粒を取圍む黒雲母集合體はその形を残して絹雲母化し、同時に針狀の金紅石を析出して居ることがある。

母岩のホルンフェルスが珪質である時は、石英脈に接する部分が珪化せられ、脈の一部となつたことを示す場合がある。即ち斯様な部分では、母岩の石英粒より大形であるが、脈の石英よりは細粒である石英が、少量の黒雲母、石榴石等と共生する。斯様な部分では輝水鉛鑛が一般の傾向の如く脈肌に接して産せず、肉眼的には、脈肌にやゝ離れて存在する如き外觀を示して居る。然し顯微鏡的にはこの肉眼的に脈肌と輝水鉛鑛の間の脈の周縁の如き部分は元來上述した石英脈に依つて同化乃至石英化せられた母岩の一部であることは注目すべきことである。

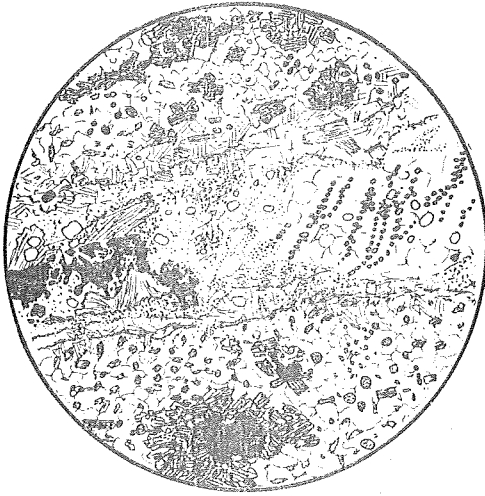
輝水鉛鑛石英脈は部分的に鐵マンガン重石を伴つて居り、又鐵マンガン重石は絹雲母と共生することは前述したところであるが、斯様な白雲母質の部分が母岩に直接したり、或は母岩の一部を捕獲した場合には、母岩は絹雲母化せられて居るに過ぎない。同様な變化は硫化鑛絹雲母よりなる部分に於ても認められる。

輝水鉛鑛石英脈以外の鑛物脈と母岩との接觸部には絹雲母化作用のみ營まれて居る。但し變成作用時の分泌石英脈に依つては黒雲母化が認められて居る(前掲第2圖及び第14圖参照)。

鑛物脈として硫化鑛を伴ふ石英脈、硫化鑛を伴ふ磷灰石電氣石石英脈(第12圖)電氣石紅柱石脈(第13圖)及び硫化鑛—炭酸鹽鑛物脈(第14圖)がある。

が變輝綠岩(陽起石・綠泥石岩)である場合には、角閃石及び綠泥石の黒雲母化と斜長石の曹長石化が營まれて居る。

更にこの黒雲母化せられた變化帶の外側には屢々絹雲母化作用が認められる。この變化は點紋ピニ石黒雲母ホルンフェルスに著しいが、本岩以外の珪質ホルンフェルスや變輝綠岩に於ては比較的著しくない。母岩が點紋ピニ石黒雲母ホルンフェルスである場合、第11圖に示す如く、原岩のピニ石・プラシオライトの聚合體であつた部分は黒雲母及び絹雲母の聚合體となる。而して赤褐色の黒雲母は一部變化して、帶綠褐色を帯び、又一部は更に脱色せられ絹雲母に變化

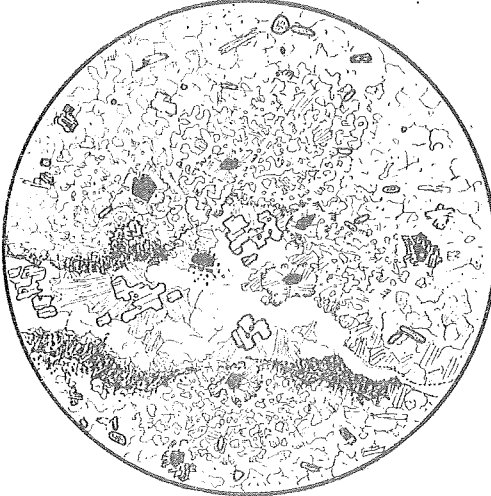


第 12 圖

電氣石燐灰石硫化鑛石英脈に依る絹雲母の形成 (S.427)×30

(Sericitization by the tourmaline apatite sulphide quartz vein)

ホルンフェルスは電氣石燐灰石硫化鑛石英脈に依つて貫ぬかれた場合、脈中にも又脈の附近の母岩中にも絹雲母が生成して居る。

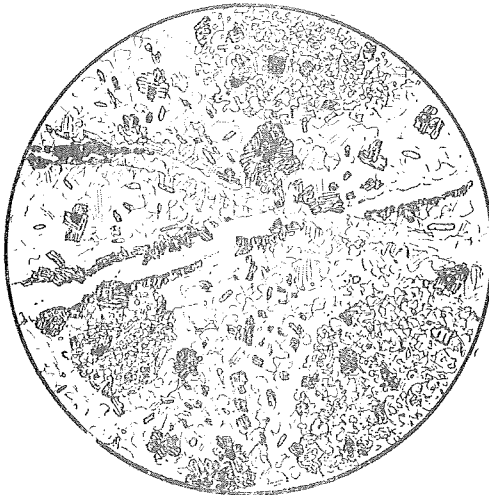


第 13 圖

紅柱石・絹雲母石英脈に依る絹雲母の形成 (S.437)×20.

(Sericitization by the andalusite sericite quartz vein)

紅柱石は原葉青石の位置に形成する。チタン鐵鑛の周圍の雲母は絹雲母化せられる。脈に沿ふ部分は絹雲母化せられ、或は綠泥石綠簾石絹雲母金紅石等の集合体に變化して居る。



第 14 圖

分泌石英脈に依る黒雲母の形成及びこれを切る硫化瀝炭酸塩鑛物脈に依る絹雲母綠泥石の形成 (S.429)×25

(Biotitization by the segregative quartz vein and sericitization and chloritization by the sulphide carbonate vein)

これ等の脈に依つて黒雲母、堇青石、角閃石等は絹雲母し、且又斯様な脈それ自身中にも多量の絹雲母が伴はれて居る。燐灰石電氣石石英脈及び電氣石紅柱石石英脈は輝水鉛鑛石英脈の下盤に認められたものである。電氣石紅柱石石英脈は他の脈に比較すると脈としての形態はやゝ明瞭でない。然し不規則乍ら脈の形態を取るものであつてこの脈が堇青石後のピニ石・プラシオル石を切る部分に限つてその位置に紅柱石が生じて居る。又更に脈としては一層不明瞭になつた部分に珪線石が少量認められる。

以上ホルンフェルス及びその變化の主役である雲母に就いて、夫々の屈折率(n)を測定した結果、ホルンフェルス中の黒雲母は $n=1.650$ であり、その脈に依り變化した部分の黒雲母は $n=1.630$ である。他方絹雲母はホルンフェルス、變化した部分及び鑛脈中の何れもが $n=1.597\sim 1.595$ の値を示した。

VI 母岩の變化と鑛床の生成との關係

a 堇青石の形成と分解

本地區には種々岩質を異にする地層が分布して居るが、特にこれ等の中で泥質岩が最も普遍的に發達して居る。而もこの泥質岩起原の岩石が種々の岩相を示して居ることは本岩に及ぼした變質作用の種々異なることに起因する如くである。

泥質岩即ち粘板岩が變質して堇青石を含む黒雲母粘板岩乃至ホルンフェルスに變化せる主な原因は、本岩が本地區の南方に廣域に露出して居る花崗岩質火成岩の接觸變成領域内にあることよりして、熱變成作用に歸せられ得る。

この熱變成作用とこれに低度の廣域變成作用も加はつて、泥質堆積岩の碎屑鑛物は再組織された。而して本地區に於ては、堇青石、黒雲母、石英等は先づ再結晶し、その變成度と鑛物種とに依つて、A、B2 岩層が大別せられることは前述したところである。然し兩岩層は、斑狀變晶である堇青石の胚晶に依つて示される如く、決して高級な變成岩ではなく、寧ろ低度の變成岩にすぎない爲、A・B2 岩層の差は必ずしも蒙つた變成度の差のみではなく、源岩の性質にも恐らく支配されるところ少なくないものと思惟せられる。

B 岩層中の堇青石ホルンフェルスは鑛床附近に於て、更に全體的に變成度が高まつて居ることは成分鑛物の結晶度に依つて明らかであるが、堇青石は却つて後退的變化を示し、分解して所謂ピニ石・プラシオル石化せられて居る。

堇青石のみに就いてのピニ石・プラシオル石化は比較的容易に起り得るものであり特に本地區産の如き不純物に富む胚晶では一層變化し易いものである。然し乍ら斯様な後退的變化が未だ變化しない變成岩よりも他の成分鑛物の性質から多少共進進したことが明かな變成岩中に産する原因は何に依るものであろうか？

點紋絹雲母黒雲母ホルンフェルス、即ちピニ石・プラシオル石化せる點紋堇青石黒雲母ホルンフェルスが一つの岩帯をなし、且その岩帯中に鑛床を胚胎して居る。斯様な事實から堇青石の分解が鑛床生成と關係あることは疑い得ない。即ち堇青石の分解は鑛床生成に伴はれた熱水作用に基ずくものであると先づ第一に思惟せられる。然し

乍ら鑛床自身の直接の影響は斯様に分解せられた堇青石の上にも及んで居る（黒雲母化する）ことからして、鑛床形成の以前に行われなければならない。勿論本鑛床の一つの特徴として輝水鉛鑛薄脈の産状に依つて示される如く、變化帶全般に熱水溶液が作用したともせられるが、鑛床それ自身の規模に比し、變化帶（B岩層 N岩帶）の規模が大である。しかし本地區の例の如き、この程度の規模は決して考察し難いものではない。且又本岩中には顯微鏡的石英脈に比較的富むものであることよりしても、恐らく堇青石の分解には鑛床形成の直接作用ではないが、その前驅的作用一主として熱水作用一に基因するものと見做される。

他方、鑛床を胚胎して居ることは却つて斯様な變化が化學的作用のみではなく、寧ろ物理的作用、即ち破碎作用を蒙つた領域に起るとせられる。即ち花崗岩質岩漿の貫入と共に地域全體の溫度條件が漸次高まり、粘板岩は堇青石を生じ、更にホルンフェルス化せられた。然し、其の後本地區の一部にやゝ著しい歪力が作用し、堇青石の胚晶は歪力状態に安定なピニ石・プラシオル石へ變化した。この歪力の原因は花崗岩質岩漿の貫入に求め得る。而して結果としてその後に鑛液が上昇し易い一種の破碎帶或は弱線帶を形成したものであるとせられ得る。斯様な動力作用の影響は本岩中の變成絹雲母が多く片理に平行し、岩石はやゝ片狀構造を呈すること及び本岩帶中に片狀晶質石灰岩、千枚岩、片狀黒雲母石英ホルンフェルスの如きやゝ著しい片理を示す岩石が挟在することに依つて明らかなるところである。

b. 黒雲母化作用

黒雲母が風化せられると、水と炭酸ガスとの共同作用に依り、多くの場合綠泥石或は蛇紋石に變化する。即ち黒雲母からは綠泥石（或は蛇紋石）と共に褐鐵鑛、水礬土石、炭酸加里等が生ずる。成分上では黒雲母から礬土及びアルカリが除去せられ、第一鐵は大部分第二鐵に變じ、相對的に珪酸、加里等が減少し、石灰、苦土が増加する。而して變化に際して、礬土、鐵、アルカリ及び水が重要な役割を演ずることが想定の化學反應式⁽⁷⁾或は兩種鑛物夫々の分析値の比較に依つて明らかである。

天然に於て斯様な變化は屢々目撃せられて居るが、炭酸加里は可溶性である爲に實際は變化生成鑛物と共存しない。同様な考察から黒雲母が絹雲母に變化する際には礬土の供給、苦土の除去及び酸化第一鐵の除去或は酸化が起る。若し風化に逆行する地質作用が營れたとせば、綠泥石からは利用し得べき加里の存在の下に、又絹雲母からは必要量の鐵及び苦土の共存の下に黒雲母が生じ得る。本地區の岩石中の黒雲母の形成が絹雲母及び綠泥石を消費して形成して居り、又特にホルンフェルスに於て鐵分を要した事實はチタン鐵鑛を取圍んでの黒雲母の生成に依つて示される。更に比較的變成度の高いものと思惟せられる部分では同様な關係にあるチタン鐵鑛の鐵分は、殆んど全くそれを取圍む黒雲母の形成に際して吸収せられチタン鐵鑛が金紅石に變化して居るのが觀察せられる。

次に黒雲母の人工合成實驗⁽⁸⁾の結果では、黒雲母は粘土、玄武岩質玻璃、或は黒雲母の組成に相當する成分からなる混合物に珪酸、加里、時に必要に應じて鐵、苦土、礬

土等の弗化物或は燐酸鹽の如き補助劑を加へ加熱して合成せられる。この實驗に見る如く黒雲母の生成にはハロゲンのなす役割が重要である。

一般の變成岩に於て黒雲母は極めて普通な變成鑛物である。例へば泥質堆積岩が廣域變成作用を蒙つた際、黒雲母は綠泥石を消費して生じ、黒雲母粘板岩、黒雲母片岩等となる。その場合の地質状態は綠泥石帯に續く黒雲母帯として知られて居る。而して變成度の進捗と共に黒雲母の鐵に對する苦土の比 ($\text{FeO}:\text{MgO}$) は 0.56 より 1.32 へと移る。若し酸化第一鐵と苦土との比量のみが光學性に影響あるとせば、屈折率 γ は 1.62 より 1.65 へと移る。^(9,10,25) 本地區のホルンフェルス中の黒雲母は $\gamma=1.63$ であつて、低級の變成岩であることを示して居る。又同様の作用に依り中性乃至鹽基性火成岩の鐵苦土鑛物は黒雲母化し、黒雲母角閃石或は黒雲母斜長石片岩乃至片麻岩が上述の堆積岩の場合に比較すればやゝ高度の變成状態に於て生じ得るのである。

熱變成作用に依つては黒雲母は最低の變成度に於て最初に生ずる變成鑛物であつて更に連續して變成度の高まる粘板岩源の變成岩 (ホルンフェルス) に於て常に存在しその晶相は最初無定形のものより、漸次鱗片状となり、更に斑状變晶状を呈するに至る。この際黒雲母は源岩中の綠泥石、絹雲母、鐵鑛等を消費して居る。變成度の低い岩石中の黒雲母の正確な組成は不明であるが、フェンヂャイトの組成の絹雲母か、礬土に乏しい綠泥石様のものとせられ、⁽¹⁰⁾ 鐵・苦土の比は 1.54 ($\gamma=1.66$) で上述のものに比較すると可成り鐵分に富むものである。同様な熱變成作用で火成岩の角閃石、輝石、橄欖石等からも黒雲母が生ずる。

以上の變成作用に於ては、黒雲母の形成に要する成分は原岩中に殆んど存在して居るのである。勿論その様な變成作用であつても變化に際して多少の物質の移動、成分の供給或は除去が行はれて居る。本地區の變成岩中黒雲母は斯様な廣域的熱變成作用に依り形成せられたものであると認められる。

若し物質の出入が行はれる場合には、泥質岩は岩漿性のアルカリ化作用或は長石化作用と共に黒雲母が生じ、鹽基性岩から熱水作用に依つて黒雲母が生じ得る。^(12,16) 更に前述の作用では全く黒雲母が生じ得なかつた石灰質岩より黒雲母の生ずることは Bancroft⁽¹⁾ 地方の角閃岩や Vesuvius 火山の捕獲岩中に認められて居る。特に火山岩の捕獲岩の例では電氣石の共存することから黒雲母の生成には蒸氣とハロゲンの共同作用が考慮せられて居る。これと同時に黒雲母が中性乃至酸性深成岩の晩期晶出鑛物であるにも拘らず、同質火山岩には寧ろ僅少な産出を見せることは、蒸氣及び易揮發性成分の共存は勿論更に變化時の溫度及び壓力の状態に對しても考慮せられねばならぬことである。

斯様に變成岩に於て極めて普遍的に認められる黒雲母化作用が、鑛脈に依る變化として報告せられて居る例は寧ろ少い。この理由は母岩の黒雲母化が稀であること、或は又斯様な母岩の變化には餘り注目しなかつたところにある如くである。

例へば、印度 Mysore の Kolar Gold Field⁽¹⁵⁾ に於て深熱水性電氣石含金石英脈に依り、角閃石片岩の角閃石の黒雲母化、カナダ Rossland に於て深熱水性含金銅石英脈に依り、花崗閃綠岩の角閃石及び長石の變化、同様にカリホルニア Meadow Lake に於て

深熱水性電氣石銅石英脈に依りモンゾニ岩の角閃石及び長石の變化, アイダホ Bunker Hill⁽¹⁴⁾に於て⁽¹⁴⁾ 中熱水性方鉛鑛菱鐵鑛石英脈に依りモンゾニ岩の角閃石及び長石の變化, アラスカ Junea Gold Field⁽²¹⁾に於て⁽²¹⁾ 深熱水性含金石英脈に依る斑縞岩閃綠岩の有色鑛物の黒雲母化及び炭酸鹽化, アラスカ Eagle River⁽¹⁸⁾に於ける⁽¹⁸⁾ 角閃岩の電氣石含金磁硫鐵鑛磁鐵鑛石英脈に依る角閃石の黒雲母化等が報告せられて居る。これ等の例及びその他の例等を通覽すれば, 變化せる原鑛物は角閃石であること及び變化を及ぼした鑛脈は深熱水性電氣石石英脈である點が共通な要素である。重石鑛床に於て, 母岩角閃石の黒雲母化はその例が少くない如くであり, 筆者は既に本地區に近い月岳鑛山に於て角閃岩の黒雲母化, 著名な上東鑛山に於ける類似の變化を認めて居り, 又北上地方の含金灰重石鑛床の母岩の鹽基性岩の角閃石の黒雲母化が報告せられて居る。⁽²⁸⁾ これ等の深熱水性重石鑛床の例では電氣石の代りに屢々螢石或は磷灰石の如き含ハロゲン鑛物が共存して居る。

以上の例で知る如く, 角閃石の黒雲母への變化は火成岩の正規反應系にも相當し, 供給せられる成分は礬土, アルカリ及び水乃至弗素であり, 除去せられる成分は主として石灰である。而してその反應が比較的高溫狀態で行なはれたことは何れの鑛床も深熱水性と稱せられて居ることである。且又斯様な鑛床と關係して生ずる黒雲母の生成溫度は $500^{\circ}\sim 400^{\circ}\text{C}$ とせられて居る。⁽¹⁷⁾

本鑛床の輝水鉛鑛石英脈が母岩に直接した部分は黒雲母化作用と珪化作用とが營まれて居る。この變化に際して先ず變化帶の溫度の上昇が考慮せられる。この物理的條件の變化は上昇熱水溶液の有する溫度が岩石内の熱傳導, 變化帶中に浸入し來つた熱水溶液からの放出物及び變化に依つて起る反應熱等に基くものである。更に母岩の變化は變化帶中の組成成分の上にも起り, 珪酸の可成り著しい富化, 僅少な鐵, 苦土の増大, 酸化第二鐵の酸化第一鐵への還元, 礬土と少量のアルカリの減少が起つた。これ等の諸作用は變化帶の構成鑛物の性質と相互の量的關係から直接思惟せられる本地區の母岩は元來黒雲母の形成に必要な成分を有するものであるから, 上昇熱水溶液に由來する物質の變化帶への供給はこの場合多少の珪酸添加で充分であり, 他の成分は殆んどその必要が認められない。又變化帶内に於ける成分の再編成反應は上昇熱水溶液より放出された熱水の媒介に依つて助長されたことは疑い得ない。勿論この場合上昇熱水溶液が相當量の鐵及び苦土更にアルカリ及び礬土を添加し得る能力を否定するものでなく, たゞこの場合母岩にその必要が認められなかつたに過ぎない。然し黒雲母の形成に要する大體の成分が集積されたとしても, それ丈で黒雲母が生ずべきことは規定されない。

上述の如く, 上昇熱水溶液の通過に依つて, その接觸部沿いに鐵苦土, アルカリの固定と礬土の除去が熱水を媒介とし, 母岩全體及び接觸變化帶の溫度壓力條件の上昇に依つて黒雲母が形成せられる爲に向考慮せらるべきことがあり得る。之は上昇熱水溶液の濃度或は酸度の外に, この場合に或る特殊な成分の存在狀態である。例へば, 溶液乃至變化帶中のハロゲンの狀態である。本例に於て, 鑛脈それ自身中に電氣石は存在しないが, これと成因的に密接な關係ある微脈中に電氣石が存在すること(但し

含電氣石微脈の直接の作用と見做されるのは絹雲母化である), 或は未變化母岩中に存在して居た原碎屑物としての電氣石の變化帶中に於いて消失せること等に依つて示されるハロゲンの間接的影響である。それと共に, 本例に於て變化に際し殆んど無關係の如く見えるが, 他の重石鑛床の研究から得られつつある結果を参照すれば, 石灰の存在状態も見のがし得ないところである。即ち本例に於て上昇熱水溶液と平衡を保つ接觸變化帶中に少量乍ら存在し得る石灰が變化作用に際してハロゲン或は熱水と作用し, 螢石或は燐灰石を生ずべき状態となるか, 或は可溶性となつてこの反應系外へ移動するか, 或は反應系内に於て不活性となるか何れかが考慮され得る。これに關係して鐵, 苦土も水の存在の下に利用し得るアルカリ (特に加里) と結合して黒雲母を生ずる機會を得たことが思惟せられる。更に溶液及び變化帶中に於ける石灰の状態は炭酸ガスに依つて著しく左右せられることも同時に考慮すべきである。

c. 絹雲母化作用

絹雲母は黒雲母と異り一般に風化分解せられ難い比較的安定な鑛物である。人工的には加熱した礬土珪酸鹽鑛物に弗化加里を作用せしめると絹雲母が得られる⁽⁸⁾。或は黒雲母を鹽酸で分解して, 絹雲母様鑛物を得て居る⁽⁶⁾。他方白雲母の理論値に等しく礬土, 加里, 珪酸を混じた弱アルカリ性水溶液を 250°—500° に熱し絹雲母を合成して居る⁽¹⁸⁾。

天然に於て, 絹雲母 (白雲母) は珪質火成岩及びその分化脈岩に普通な鑛物である。又礬土質珪酸鹽鑛物の分解に依つて生じた所謂絹雲母は砂泥質堆積岩を構成し, 斯様な岩石が變成作用を蒙ると既に低度に於て再結晶し絹雲母片岩, 千枚岩として黒雲母帯より低い綠泥石帯に綠泥石片岩と共存して居る。絹雲母は火成岩, 變成岩等の加里礬土珪酸鹽鑛物から動力變成作用に依りミロナイト及びフィロナイトの如き後退變成岩の最初の分解生成鑛物である。變化が物質の出入と共に起る場合にも絹雲母は生じ易く, 高温に於ける加里長石化作用に對應する熱水性の變化であり, 加里の添加と水と炭酸ガスの共同作用に依り, アルカリ礬土珪酸鹽鑛物よりは勿論, 鐵苦土鑛物からも生ずる。更に黒雲母からも變化することは著者に依り上東重石鑛床及びその他に於ても認められて居る。脈に依る母岩の絹雲母化は普遍的なものであつて, V.Gnoddeck (1882) に依つて注意せられて以來多くの研究がある, 就中 Lindgren⁽¹⁴⁾ はこの變化を詳細に論じ, 一般に絹雲母化作用は中乃至淺熱水鑛床の母岩の變化として標式的であり, 且その作用はアルカリ性造鑛溶液に依るとされた。又所謂鑛床の二次富化帯には絹雲母が乏しくなることは, 絹雲母の生成にアルカリの共同作用を考察する上に一つの支持を與えている。尙絹雲母化作用は陶土化作用へ移る中間の段階をも代表する。然し陶土化作用と共に加里は却つて除去されて行く。

他方絹雲母の生成は電氣石脈, 或は螢石脈の接觸部に認められる。斯様な場合, 人工實驗に於て示された結果を考慮に入れると, 絹雲母化作用にハロゲンの共同作用が考慮せられ得るのであつて, Paige-Steiger⁽²⁰⁾ は絹雲母化せる母岩を分析し弗素を定量し且又その結果から斯様な絹雲母中に 0.2% の弗素の存在を算出した。

熱水性絹雲母化作用は單獨にも行われるが、屢々グライゼン化、珪化、綠泥石化又は炭酸鹽化等の諸作用を伴い、或は伴はれて居る。而して絹雲母化に伴ふ變化及び鑛床の性質から絹雲母化作用は造鑛溶液が酸性とせられる場合は母岩の加里は不變であるか或は除去せられ、アルカリ性とせられる場合には加里が供給せられて居る。⁽²⁰⁾

本鑛床に於て、絹雲母は前述の如く電氣石微脈、硫化鑛微脈に沿ひ、又輝水鉛鑛鑛脈にあつてはその一部の重石或は硫化鑛が絹雲母も共存して居る部分に接した母岩の一部に夫々生じて居る。何れの場合に於ても、脈中にも絹雲母が存在することは注意すべきである。本地區の母岩は元來絹雲母質である故に、鑛物脈或は割目を通過した造脈溶液に依りこれに接した母岩の絹雲母化が行はれたが、この際脈の周圍に於ける物理的條件の上昇に依つて、母岩中の成分が脈の附近に移動し、再結晶したものであるとせられ得るのであつて、この場合著しい物質の出入作用、特に加里、水等の添加を考慮する必要はない。而して所謂絹雲母に就いての鑛物學的な詳細な點造調査せられてないが、何れの絹雲母も略々同一性質（光學的）であつて、略々同一條件の下に形成せられたものである。尙又この場合造脈溶液の酸度を示す直接的證據を與えるものも存在しない如くである。

d. 造脈溶液の性狀

本鑛床の輝水鉛鑛石英脈に直接した部分は黒雲母化せられて居るが、尙その外側（母岩側）が絹雲母化せられて居ることは前述したところであつた。この變化は輝水鉛鑛石英脈の生成並にその造脈溶液の性狀に關係するが、この場合絹雲母化と黒雲母化が同時に起つたか、或は絹雲母化が起り更にその上に重復して黒雲母化が起つたか。この變化の順序に2通りの場合が可能である。然し乍らこの變化帯の鑛物の種類共生狀態及び構造から、假に前驅的に絹雲母化作用が行はれたとしても、その結果はそのまゝ残存せず、現在の相互關係からは兩變化が同時に起つたものとせられ得る様子を示すに至るであらう。

本鑛床の如き火成岩の貫入に依る接觸變質領域内にある深所生成の鑛床の母岩は上昇し來る造脈溶液に對して反應し易い状態に置かれて居る。母岩の性質から特に母岩に比較的乏しい成分である珪酸及び水は容易に上昇溶液から母岩中へ浸滲し得る。勿論他の成分もこれを媒介として母岩中に浸入し、又母岩中の成分はこれ等と反應し、移動し一部は上昇溶液に依つて除去せられるであらう。本例に於ては斯様な作用に依り、脈に接した附近より主として礬土が除去され、鐵、苦土及びチタンは殘存して黒雲母の形成の原料となり、同時に上昇溶液からの珪酸は一部石英として晶出して珪化作用をもたらした。他方黒雲母化帯から除去せられた礬土（及びアルカリの一部）はその外側に固定し絹雲母の形成に利用せられ、絹雲母化作用に依り不要になつた苦土鐵の如き成分は礬土及びアルカリと交換して黒雲母化帯へ移動せる如く見做され得るのである。この場合上昇溶液の接觸作用は主に珪酸及び水の添加に基いて起る脈壁の母岩組成の相互間に營まれた一種の選擇的分別作用を行はしめた作用である。

本例に於て鑛脈に接した部分は黒雲母化せられ、その外側は絹雲母化せられて居る

が、而も何故にその反対の場合が起り得なかつたであらうか？

一般に珪化作用に伴つて、最初礬土は増加し、苦土、石灰及びアルカリが減少する次で鐵及び礬土が減少する傾向がある。これは脈に接して絹雲母化が起り得ることを暗示して居る。比較的低温に於て、珪化作用はアルカリ性熱水溶液に關係し、礬土の除去は寧ろ酸性熱水溶液の影響が認められる。然るに常態に於て鐵、苦土の酸化物乃至水酸化物は酸性溶液に可溶性であり、礬土は兩性を示して居る。又礬土は比較的高温に於て水溶液中の可溶性珪酸と結合し可溶性化合物を作ることがある。従つて上昇溶液がアルカリ性とすれば脈に接した部分に於て、變成状態の下にある礬土の移動が容易に起ることが了解せられるのである。

水溶液の酸度は水素イオン濃度に依つて決められるが、熱水溶液の如き場合は溶液中の成分の總計に依つて示さるべきである。然し黒雲母が形成せられる温度から、斯様な状態の熱水溶液に常態に於ける性質をそのまま利用せられない⁽¹¹⁾。従つて本例の如き場合には上昇溶液の酸度（又はアルカリ度）は酸性を示す成分例えばハロゲンがアルカリ性を示す成分と比較して、溶液からの礦物の晶出、或は母岩との反應に於て、より活動的にあつたか否かを意味するものと思惟せられる。

本例に於て、例えば電氣石脈は絹雲母化を伴ふも、直接黒雲母化せる部分の脈中に存在しない。これは一見前述した多くの例と矛盾する。然し電氣石がその位置に共存するか否か丈で弗素の作用の有無は決定されない。即ち元來上昇溶液中に存在せる弗素、或は母岩中に源碎屑物として殘存して居る電氣石の上昇溶液に依る消化に依つて溶液中に加入した弗素に依つて、黒雲母化作用が助長せられ、他方脈中に電氣石として固定せらるることに依つて同一溶液は最早斯様な作用をなし得なかつたものであると思惟せられ得る。

脈壁より母岩の方向に遠ざかるに従ひ、温度の降下があり、そのより高い部分に於て、鐵、苦土が固定され、より低い部分に於て礬土が固定せられた。この假定は黒雲母化が殆んど深熱水鑛床に限られ、且又絹雲母化は中乃至淺熱水鑛床の特徴とせられる事實に反しない。然し本例に於ては變化帯の規模が斯様な差を生ずる程大でないが勿論黒雲母化が絹雲母化よりもより高温度を要することは否定出來ない。

火成岩の貫入を蒙つた岩石は漸次温度條件が高まるが、一つの最高點を通り再び降下する。若し黒雲母及び絹雲母の形成が僅の温度差に依つて區別され得るならば、本例の場合は母岩の温度の推移の最高點附近に於て起つたものとせられる。即ち黒雲母化作用は最高温度に於て營れ、絹雲母化作用はそれに前後するや、低温に於て起つたものとせられる。

母岩の變化は直接した脈の成分に依るものではなく、母岩中を通過した上昇溶液との作用に依るものである。溶液と母岩との間に平衡が保たれれば成分の差異は漸次減少し、或る場合には兩者の成分が極めて類似すると云うことが可能である。即ち例へば、絹雲母が脈中にも、脈に接する母岩にも存在するところの細脈の接觸部分、或は鑛脈中の一部で重石或は硫化鑛が絹雲母を伴ふ部分は母岩中にも絹雲母が形成せられて居ること、或は鑛脈の一部が著しい母岩の珪化作用を伴つて居ること等が斯様な考

察に依つて解決せられ得る。

又造脉鑛物の共生關係は鐵マンガン重石、黄鐵鑛—輝水鉛鑛、黄鐵鑛—黄銅鑛の晶出順序を示し、絹雲母化は最初と最後の造脉鑛物組合せに伴ひ、黒雲母化が中間の時期の組合せに伴はれていることは母岩全體の温度の變化と母岩と鑛液の性質の變化、及び兩者間の平衡状態の推移との間に一定の關係があるものとせられ得る。

V 總 括

本地域は佛國寺統の花崗岩質岩漿の迸入に依り全域的にその熱作用を蒙り、祥原系の堆積岩には造進的變成作用が營まれた。その結果泥質岩は黒雲母粘板岩或は黒雲母ホルンフェルスへと變成した、變成黒雲母は原碎屑物質である綠泥石、絹雲母、鐵鑛及び塵狀物を消費して、基質部に或は分泌石英微脉の生成に伴つて生じた。この變成黒雲母はその色調及び屈折率よりして鐵分に富む種類のものである。尙これ等の變成岩は堇青石の胚晶を含むことが特徴の一つである。

更にこれ等の變成岩は岩脉の貫入を受けたが、その接觸作用は接觸部の極めて小規模な破碎作用に過ぎない。

迸入岩漿の凝固に伴ひ残漿の蒸氣壓は上昇し、その影響は母岩に裂罅を生ぜしめた。この作用及びこれに伴ふ作用は地帶的に變成岩の變成度を高め、黒雲母ホルンフェルスの再結晶度は著しくなり、或は片狀晶質石灰岩及び千枚岩の如き片狀岩も本地帯中に形成した。然し堇青石は却つて分解してピ=石—プラシオル石に變化した。この變化は單に機械的作用のみならず、化學的作用の影響をも蒙つて居る。この化學的作用は熱水作用に基くものであつて、鑛床形成の前驅の影響と見做される。従つて鑛床はピ=石化せられた地帯に賦存することが期待される。

次で造脉熱水溶液がこの破碎帯中に侵入した。熱水溶液は温度、壓力及びそれ等の時間的變化と母岩との反應に應じて性質を變化しつつ、鐵マンガン重石輝水鉛鑛石英脉とそれに伴ふ數種の鑛物脉を形成した。

主として鑛脉に於ける造脉鑛物の共生關係から、主要鑛物の全體的生成順序は石英鐵マンガン重石、黄鐵鑛、輝水鉛鑛、絹雲母、炭酸鹽鑛物、黄銅鑛及び綠泥石の順序が認められる。然し乍ら鑛化作用には4つの大きな順序があり、且又夫々に就いての鑛物の生成順序がある。即ち、(1) 石英・鐵マンガン重石・絹雲母・黄鐵鑛・黄銅鑛・燐灰石 (2) 石英・黄鐵鑛・輝水鉛鑛 (3) 石英・黄鐵鑛・黄銅鑛・輝蒼鉛鑛・絹雲母・炭酸鹽鑛物 (4) 石英・黄銅鑛・黄鐵鑛・炭酸鹽鑛物・綠泥石の組合せ及び順序である。而して各組合せと母岩の變化との間に略々一定の關係が認められる。即ち (1) 絹雲母化作用 (2) 黒雲母化作用+絹雲母化作用 (3) 絹雲母化作用 (4) 炭酸鹽化作用+綠泥石化作用。但し(1)、(2)及び(3)には珪化作用を伴ふ。

鑛脉に關係ある種々の鑛物脉中には電氣石、燐灰石、柘榴石、紅柱石、珪線石等の如き高温性鑛物の生成が認められる。且又それ等の鑛物—就中紅柱石及び珪線石—の

脈中に於ける分布状態は局部的に異質である母岩の成分と一定の關係を保つて生成して居る産狀、又は輝水鉛鍍石英細脈では石英が全く母岩中に吸収せられ、輝水鉛鍍は恰も瀧し残されたかの如く裂罅面に貼布せる産狀等に依つて、鍍床は高温に於て形成せられた深熱水鍍床であり、且又造脈熱水溶液と母岩との反應が良好に行はれた。

母岩の變化は裂罅を上昇する熱水溶液に依つて起る。この場合温度の上昇と熱水溶液からの珪酸及び水を媒介として接觸帶中の成分が再編成せられる。例へば輝水鉛鍍石英脈の接觸部では脈に接して黒雲母化が、脈より離れて絹雲母化が起つた。斯様な變化は上昇熱水溶液より初め鐵及び苦土、更にアルカリ及び礬土等が供給せられて起り得るが、この場合は寧ろ變化帶中の原存成分の選擇分別作用に基くものであつて、その作用の原因は種々考察せられるが、原因の一つとして温度條件に相關聯して變化帶中のハロゲン或は炭酸ガスの活動性に關係あるものである。而して斯様な成分は本例では元來母岩中にも存在するが、大部分は上昇熱水溶液からの放出物でもある。然し乍ら斯様な成分が熱水溶液中に存在することに依つて直にその溶液の酸性度を決定する理由にはならない。

又一方上昇熱水溶液の温度降下と造脈鍍物の晶出に依り、溶液は流動性を漸次失ふ。これと共に溶液と平衡を保つ母岩の溶液との接觸部は漸次その成分が造脈溶液の性質に近似して行く。従つて平衡状態の良好に保持せられた部分には脈中にも、母岩中にも同一鍍物が生じ易くなる。斯様な状態は微脈に於てより著しい。例へば電氣石その他の鍍物微脈に於ては脈中にも、母岩中にも絹雲母が生じ、炭酸鹽鍍物及び綠泥石を含む硫化鍍物微脈の接觸部には炭酸鹽化乃至綠泥石化が認められて居る。

鍍脈及びそれに伴ふ數種の鍍物脈の造脈鍍物の共生状態、それらの生成順序、鍍化作用の順序等と母岩の變化状態とから、本鍍床の形成は母岩全體としての温度變化の最高點附近に於て行なはれたものであることが思惟せられる。即ち鍍脈に於て第一に鐵マンガン重石が晶出し、それよりやゝ高い状態で黄鐵鍍—輝水鉛鍍が、黒雲母化を伴い、次でやゝ低い状態で黄鐵鍍—黄銅鍍が、絹雲母化を伴い、最後に硫化鍍—炭酸鹽鍍物が、絹雲母化乃至綠泥石化を伴ふて晶出した。

Ⅶ. 参 考 文 献

1. Adams, F. D. et Barlow, A. E. (1910) Geology of the Haliburton and Baneroft area, province of Ontario.
Canada Dept. Mines. Mem. 6.
2. Barrell, J. (1907) Geology of the Marysville mining district, Montana.
U. S. G. S. PP. 57.
3. Barth, T. F. W., Correns, C. W. et Eskola, P. (1939) Die Entstehung der Gesteine.
4. Beenson, J. J. (1913) The disseminated copper area of Bingham, Utah.
Tr. A. I. M. E. 54, 356-400.

5. Behrend, F. U., et Berg, G. (1927) *Chemische Geologie*.
6. Brammall, A. et Harwood, H. F. (1923) The occurrence of rutile, boockite, and anatase on Dartmoor.
Min. Mag. 20, 20-25.
7. Butler, B. S. et al. (1920) The ore deposits of Utah. U.S.G.S. PP. 111.
8. Doelter, C. (1917) *Handbuch der mineralchemie*. II (2).
9. Hall, A. J. (1941) The relation between colour and chemical composition in biotites. The relation between chemical composition and refractive index in biotites.
Amer. Min. 26, 29-33, 34-41.
10. Harker, A. (1932) *Metamorphism*.
11. Ingerson, E. et Morey, G. W. (1940) Natur of ore-forming fluid. *Econ. Geol.* 35, 772-785.
12. 石橋正夫 (1939) 日高國三石蓬萊山附近の岩石に就いて,
北海道地質調査會報, 10, 7-34.
13. Knopf, A. (1912) The Eagle river region, southeast Alaska.
U.S.G.S. Bull., 502, 1-60.
14. Lindgren, W. (1901) Metasomatic processes in fissure veins.
Tr. A.I.M.E. 30, 578-692.
15. ————— (1933) *Mineral deposits*.
16. MacDonald, G. A. (1941) Progressive metasomatism of serpentine in the Sierra Nevada of California.
Amer. Min. 26, 276-287.
17. Niggli, P. (1920) *Die Leichtflüchtigen Bestandteile im Magma*.
18. Noll, W. (1936) Ueber die Bildungsbedingungen von Kaolin, Montmorillonit, Sericit, Pyrophyllit und Analoium.
Min. Petr. Mitt. 48, 419-436.
19. Reber, L. E. (1916) The mineralization at Clifton-Morence, Arizona.
Econ. Geol. 11, 528-573, 785-817.
20. Schmedeman, C. C. (1939) Notes on chemistry of ore solutions.
Econ. Geol. 33, 785-817.

21. Schneiderhöhn, H. (1934) Time temperature curve in relation mineral associations in cooling intrusives. *Econ. Geol.* 29, 471-480.
22. Schwarz, A. C. (1939) Hydrothermal Alteration of igneous rock. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 50, 181-238.
23. Spencer, A. C. (1906) Juneau gold belt, Alaska. *U.S.G.S. Bull.* 287, 1-161.
24. 渡邊萬次郎, 黄春江 (1942) 岩手縣江刺郡伊手附近の地質礦床. *岩礦* 28 (3, 4), 117-133, 184-204.
25. Winchell, A. N. (1933) Elements of optical mineralogy. II.
26. 吉本文平 (1934) 本邦産雲母族瞥見. *岩礦* 11 (1), 34-40.
27. Van Hise, C. R. (1904) Treatise on metamorphism *U.S.G.S. Mon.* 47.

**Wolframite Molybdenite Deposit of the Santoku
Mine, Chûseihokudô, Korea.**

By

Masao Ishibashi

Résumé

The Santoku mine is about 20 kilometers south of the city of Chûshû, and immediately south of Suiampo hot spring.

The rock of the mine area consists of slate, limestone, phyllite and metadiabase of the Shôgen system (pre-Cambrian). These older rocks are intruded by the Bukkokuji granitic intrusives and dikes of late Mesozoic age which are exposed over the major areas south of the district.

There are three main deposits of almost the same nature, each of which consists of two mineable veins parallel to each other; many papery-thin veins rich in molybdenite run parallel to them. Judging from the occurrence, shape, texture, paragenesis and wall rock alteration, all veins are simple hypothermal wolframite molybdenite quartz veins which filled fractures in the slate in a sheared zone. Especially it is noticed that there are some close relations of mineral

composition between wall rock and vein, amongst which the mode of occurrence and alteration of the nascent crystals of cordierite are the most characteristic.

The older rocks in the contact aureoles of the granitic intrusives have been subjected to thermal metamorphism, and in this mining area the spotted cordierite biotite slate and hornfels were formed. The increase of vapour pressure in the residual solution of consolidating granitic intrusives may have caused the shear fractures at some parts of surrounding rocks. The cordierite biotite rocks and allied rocks in this sheared zone had been reconstructed and recrystallized again and produced more crystalline and schistose rocks. But the porphyroblasts of cordierite have become unstable and have altered to pinitite. These mineralogical changes in the country rocks seem to be not only by mechanical but also by chemical action, and that would be a preceding influence of the ascending ore solution. The ore deposits therefore may be expected only in the pinitized zone.

The ore solution ascended into these sheared zones and formed the wolframite molybdenite quartz veins with a small number of sulfide and carbonate minerals, and at the same time formed quartz veinlets with tourmaline, andalusite, apatite or common sulfides.

The general sequence of vein mineral deposition seems apparently to be: (1) quartz, (2) wolframite, (3) pyrite, (4) molybdenite, (5) sericite, (6) carbonate mineral and chalcopyrite, (7) chlorite.

But the paragenetic relations and mineral assemblages among the vein minerals may be considered in four stages of mineralization and deposition. Each stage has a definite mineral sequence and it also relates with the alteration of wall rock respectively.

The sequence of mineralization is as follows:

- (1): quartz, wolframite, sericite, pyrite, chalcopyrite, apatite.
- (2): quartz, pyrite, molybdenite.
- (3): quartz, pyrite, chalcopyrite, bismuthinite, sericite, carbonate.
- (4): quartz, chalcopyrite, pyrite, carbonate, chlorite.

The alterations of wall rocks are biotitization, sericitization, silicification, and chloritization. Among these alterations the biotitization is the most characteristic one. The altered band of biotite which is formed along the vein has the sericite rim close to the unaltered wall rock. Although the biotitization has been accompanied with some silicification, there are no conspicuous evidences to indicate that any intense addition or subtraction of materials between the wall rock and ore solution has occurred. It would be chiefly a rearrangement of the original constituents in the wall rock resulting

from the catalytic actions of some volatile components—mainly water, halogenes, or carbondioxide—which might be emanated from the ore solution passing through the fissures.

It would be possible to consider that the mineralization took place about at a maximum point of the time-temperature curve of condition which is caused by the progressive cooling of an intrusive mass and its contact rock. That is to say, the first stage of mineralization and deposition from wolframite to apatite, with the sericitization and silicification of wall rock began under the rising thermal condition. It was followed by the second stage of pyrite-molybdenite deposition with the biotitization, silicification, and sericitization almost at the maximum point. Then it was succeeded by the third stage of pyrite to carbonate deposition with sericitization and somewhat of silicification under decreasing temperature condition. The whole sequence was closed by the following fourth stage of mineralization with sericitization and chloritization.