

鳥取県多里地方産のクロム鉄鉱に関する研究

北原 順一

(昭和35年11月15日受理)

Jun-ichi KITAHARA : Studies on the Chromites in the Tari District,
Tottori Prefecture

緒 言

鳥取県多里地方のクロム鉄鉱およびそれに関連する二、三の論文を主に日本岩石鉱物鉱床学会誌¹⁾²⁾と島根大学論集³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾に発表してきた。この論文には、更にクロム鉄鉱について主に記載するが、それに附随する岩石類に関しても若干述べることにする。

花崗岩類と超塩基性岩体との関係

当地方における花崗岩類と超塩基性岩類との進入の前後関係は、それらが直接に触れたところが見出されなかつたから判明していなかつた。前報にも記したように出立山(951.8m)の南方約1.250mのところでは花崗斑岩が、超塩基性岩に進入した関係を発見した。花崗斑岩は黒雲母花崗岩の辺縁のもので、熱水を多少伴う低温度の条件下で生じたものと思われる。この花崗斑岩の正長石ないし微斜長石の斑晶は新鮮であるから、花崗斑岩はこれに接した超塩基性岩により変質を蒙つたものでないことが判る。ここに正長石ないし微斜長石の屈折率は $\gamma=1.527$ である。前報の化学分析表に示すように、花崗斑岩により変質作用を蒙つた変質輝石橄欖岩に H_2O_+ の少いのは、輝石橄欖岩の頑火輝石が滑石化作用も著しく蒙つたからで、蛇紋石化作用よりも高温で生じたものであることを示す。

広瀬鉦山34m坑における岩石(坑内図は前報に記した) 輝岩(No. 2107(R)), 輝岩(No. 2108(R)), 蛇紋岩(No. 2108(R)) および蛇紋岩(No. 2121(R))の顕微鏡的と化学的の記載は、前報に述べておいた。

No. 2107(R)とNo. 2108(R)とは近接したものであるが、前者の含水量は後者より多く、前者は後者より変質程度は進んでいる。前者の SiO_2 の含量は、後者のそれより少く、前者の Al_2O_3 の含量は、後者のそれより多い。両者の SiO_2 、 Al_2O_3 の含量にそれぞれかなりの相異のあるのは、頑火輝石も透輝石も Al_2O_3 は SiO_2 を置換して存在することが出来るから、環境が僅か違つても相異した化学組成を示すものを生じたのであろう。

No. 2110(R)もNo. 2112(R)も Fe_2O_3 の含量が FeO のそれより多いのは、蛇紋石化作用が進んでいるからである。

輝岩は蛇紋岩化した橄欖岩より全般的に後生的のものともてよい。

蛇紋岩化した橄欖岩 (No. 2102(Pe)) 後記斑柘岩の影響を殆んど蒙っていないと見られるもので、斑柘岩の影響を蒙っている緑泥石岩 (No. 2102(Ch)) に漸移している。肉眼的に緑黒色で、顕微鏡的に 0.05mm の橄欖石の残晶が認められ一部は蛇紋石化作用を蒙っている。

橄欖石の屈折率は $\gamma=1.682$ であり、蛇紋石は $\beta=1.559$ である。 $\frac{Ol}{Sp}=1$ である。クロム鉄鉱は暗褐色から黒色にわたるもので僅かに存在している。なお淡緑石の緑泥石様の鉱物も稀に見出される。

緑泥石岩 (No. 2102(Ch)) 斑柘岩に接して産するもので、斑柘岩の影響を蒙って生じたものである。顕微鏡的に淡緑色の緑泥石が多く、0.20mm 大のものである。その緑泥石は $\beta=1.568$ である。滑石は 0.10—0.30mm 程度で少量認められる。前記のように鉱物は殆んど緑泥石に変わっているため、原鉱物は判らない。

併し近接した岩石 (No. 2102(Pe)) は蛇紋岩化した橄欖岩であるから、蛇紋岩化した橄欖岩に斑柘岩が進入して緑泥石岩を生じたものとみることが出来よう。この試料の化学分析結果は次の如くである。SiO₂ 30.74, TiO₂ 0.24, Al₂O₃ 11.16, Cr₂O₃ 0.03, Fe₂O₃ 3.98, FeO 2.86, NiO 0.26, MnO 0.07, MgO 36.19, CaO 2.97, Na₂O 0.07, K₂O 0.00, CO₂+H₂O+ 11.36, H₂O- 0.43, Total 100.36%。化学分析結果から判るように、Al₂O₃ 及び (FeO+Fe₂O₃) の一部は、斑柘岩から交代変質的に加はつたものかも知れぬ。

輝岩 (No. 2703) 広瀬鉦山大切坑の超塩基性岩体の一部に灰白色の異様な岩石が見出された。頑火輝石は普通量含まれ、0.10~0.20mm 大である。屈折率は $\gamma=1.670$ である。透輝石の量も普通で、0.04~0.1mm で、 $\gamma=1.698$, $c \wedge Z'=47^\circ$ である。透輝石の一部は緑泥石化している。その岩石は透輝石岩に移化している。前記の透輝石岩を顕微鏡下で見ると、多量の透輝石が斑状的に存し、石基鉱物は緑泥石化している。黒色の 0.02mm 大の含クロム磁鉄鉱を有している。

斑 柘 岩

第2報 (岩鉱誌) に斑柘岩を捕獲岩として記載したが、鉦床が開発されるに従つて母岩ないしクロム鉄鉱体と斑柘岩との関係が明かになつた。閃緑岩と同じように岩脈状の捕獲岩、ないし岩脈とした方が当を得ている。同一岩漿から斑柘岩質岩脈と閃緑岩質岩脈を生じたのである。第2報にいくつかの斑柘岩の記載をしたので、ここでは前記蛇紋岩化した橄欖岩 (No. 2102(Pe)) に変質作用を及ぼした斑柘岩 (No. 2102(Gb)) と自己変質した斑柘岩について簡単に述べることにする。

斑柘岩 (No. 2102(Gb)) 広瀬鉦山 34m 坑から産したもので、附近の超塩基性岩に変質作用を与えたものである。優黒質の硬い岩石である。顕微鏡下に角閃石は多量に見られ、0.5~1.20mm, $X'=$ 緑色, $Z'=$ 黄緑色の多色性がある。 $c \wedge Z'=18.7^\circ$, $\gamma=1.677$, $(-)2V=74^\circ$ である。斜長石は普通量で、半自形から他形まであり、長さ 0.4mm である。劈開は明瞭で、曹長石式双晶をなしている。屈折率は $n_1=1.557$ で、それに相当する成分は An₅₅ である。磁鉄鉱またはチタン鉄鉱が、角閃石中に包有されている。時には曲線状を示す磁鉄鉱類も認められる。磷灰石は稀で、0.05mm 大である。

変質斑柘岩 (No. 2610) 広瀬鉦山の大切坑の蛇紋岩とクロム鉄鉱との境に岩脈状をなして

産したものである。外観は輝緑岩様であるが、顕微鏡下に角閃石は緑泥石化し、長石は陶土化している。このような変質は含まれた岩漿水による自己変質によるものとみてよい。緑泥石は多量で 0.1~0.3mm 程度のものである。緑色緑泥石と黄色緑泥石との比は $\frac{3}{4}$ ~ $\frac{2}{3}$ である。緑色のものは $\beta=1.573$, 黄色のものは $\beta=1.576$ である。磁鉄鉱は 0.05~0.1mm で、割合に多く存在する。赤鉄鉱は稀で 0.02mm 程である。この岩石は、陶土を含んだ緑泥石岩と呼ぶことが出来よう。

粘 土 脈

含水珪酸苦土鉱物の二次的の小脈が、母岩の裂目、母岩とクロム鉄鉱との境、クロム鉄鉱体中に見られることがある。褐色を帯びたものは、化学組成は saponite に近似しているが、物理性質は deweilite の性質を多分に有している。併しながら deweilite の化学組成 $4 \text{MgO} \cdot 3 \text{SiO}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ から稍々ずれている。各粘土脈は二、三の含水珪酸苦土鉱物の混合物かも知れぬ。この粘土脈については別の機会に述べるであろう。

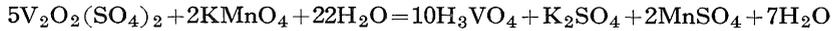
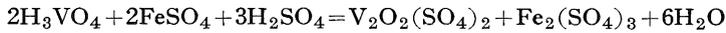
クロム鉄鉱の地化学

クロム鉄鉱床 既報(岩鉱誌, 島根大論集)にクロム鉄鉱床のいくつかの研究について述べた。クロム鉄鉱体は主に橄欖石、時には頑火輝石より成る橄欖岩から変った蛇紋岩体に存在している。クロム鉄鉱体は主にレンズ状ないし扁桃状をなしている。鉱体の長軸の方向は、蛇紋岩体の延長方向にほぼ一致している。鉱体は塊状鉱と斑状鉱(浸染鉱)から成る。クロム鉄鉱の熔融体は含クロム超塩基性岩漿から深所において分裂し、先に固まった超塩基性岩中の裂目に沿って進入したものと見られる。E. Sampson⁷⁾ はクロム鉄鉱のあるものは橄欖岩中の剪裂帯に支配されるという見解を述べていた。これとは別に完全に固結しないうちに進入したと考えられるところもあり、ここでは母岩に漸移している。クロム鉄鉱の熔融体の進入は歪力に伴われ、その歪力はクロム鉄鉱の賦存状態を支配した。先報にも述べたように、進入したクロム鉄鉱は多少珪酸塩鉱物を伴うものである。

次に、現在稼行中の広瀬鉱山の大切坑、34m 坑の鉱体及び若松鉱山 7 号鉱床の 7 号坑、南坑、中切坑等から産出した色々のクロム鉄鉱の化学組成が産出個所(産状)でどのように異なるかを地化学的に述べてみよう。ここにクロム鉄鉱と共生する橄欖石のような珪酸塩鉱物は蛇紋石化作用を蒙る時、塵状の磁鉄鉱を遊離することもあるから、蛇紋石の屈折率からもとの珪酸塩鉱物の鉄の含量の多寡を判定することは出来ない。

クロム鉄鉱の化学分析 クロム鉄鉱と共生している珪酸塩鉱物を除去するには、200メッシュ(0.074mm)の細粒にした試料を重液によつて分離して除いた。この際クロム鉄鉱を重液にて精選しても、珪酸塩鉱物の微細な包有物を除くことは困難であつた。定量は主な成分 Cr_2O_3 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MgO の外、少量にある MnO , CaO , TiO_2 , SiO_2 の 4 成分も量つた。ここに Fe_2O_3 の定量は鉄を全部 Fe_2O_3 として定量したものから、次記のようにして求めた FeO 量を Fe_2O_3 に換算した値を引いて求めた。 FeO の定量は CO_2 を通じながら粉末試料を H_3PO_4 に溶かしたものを $\frac{1}{10}$ N. KMnO_4 標準溶液で滴定するか、 H_2SO_4 (G, 1.84), H_3PO_4 , H_3VO_4 の混酸で溶かしたものを $\frac{1}{10}$ N. KMnO_4 標準液で滴定して定めた。前者は試料により

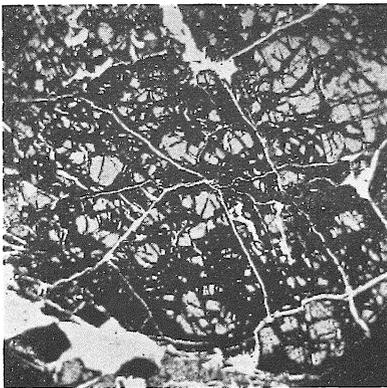
溶け難い場合があり、後者は滴定量を補正する必要がある。後者の反応式は次の如くである。



以下、前記鉱床産47個のクロム鉄鉱について述べよう。

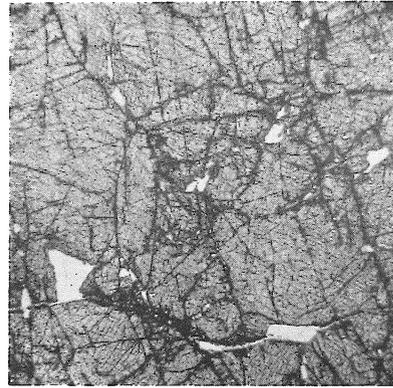
広瀬鉱山大切坑 (745m) 産のクロム鉄鉱 大切坑のクロム鉄鉱体の走向は一般に $\text{N}5^\circ - 20^\circ\text{W}$ で、 $35^\circ - 75^\circ\text{W}$ に傾いている。この鉱体は $\text{N}5^\circ - 10^\circ\text{W}$ 、 $50^\circ - 70^\circ\text{W}$ の節理系に胚胎したものである。但し $\text{N}5^\circ - 10^\circ\text{W}$ 、 40°W の節理に存在しない場合もある。 $\text{N}75^\circ\text{E}$ 、 50°E の著るしい節理があつても、この系統のものには存在せず、粘土脈の見られることがある。鉱体と母岩との境の磐肌が著しく明らかである場合と、両者の境が不明瞭でしかも混在しているようなところもある。前記したように前者は超塩基性岩体が完全に固まつた後に進入したものであり、後者はまだ完全に固まらなかつたところに入り込んだものと考えられる。大切坑の北東部に属する鉱体は、既に採鉱済になつている第1報に記した(岩鉱会誌)広瀬鉱山の広瀬坑(775m+Om)に続くものである。大切坑の南西部の鉱体は、広瀬坑の鉱体とは無関係であるが採鉱をはじめていゝる-67m坑(775m-67m)に続くものと考えられる。その鉱床における顕微鏡的の塊状鉱、密斑状鉱(密浸染鉱)、斑状鉱の存在状態及びクロム鉄鉱の化学分析結果は前報(島大論集)⁶⁾に示した。

試料の産状、性質および尖晶石成分、磁鉄鉱成分の多寡を簡単に第1表に記してみる。No. 5, No. 7の顕微鏡写真を第1図に示す。



a) No.5 クロム鉄鉱×31. 広瀬鉱山大切坑産

第1図



b) No.7 クロム鉄鉱×27. 全鉱山全坑産

No. 1の属する鉱体は、広瀬坑の鉱体より続いた辺縁ないし端に属するもので、No. 1は鉱体の端に近い辺縁のものともみられる。

Nos. 2, 3, 4, 5, 6の属する鉱体は、広瀬坑の鉱体よりその傾斜の方向に続いた辺縁に近い部分の鉱体に相当するもので斑状鉱が圧倒的に多い。No. 2, No. 4, No. 5は蛇紋石化作用が進んでいなくても、クロム鉄鉱の変質は進んでいる。このことから蛇紋石化作用とクロム鉄鉱の変質とは無関係のように考えられる。

No. 7は顕微鏡下に、割れ目に沿つて黒色になつているところもあるが、それとは別に黒色線も認められ、割れ目に沿つて黒色になつたというより寧ろ黒色のところに裂目を生じたと考えられる。変質を余り蒙っていないが、蛇紋石化作用は進んでいる。

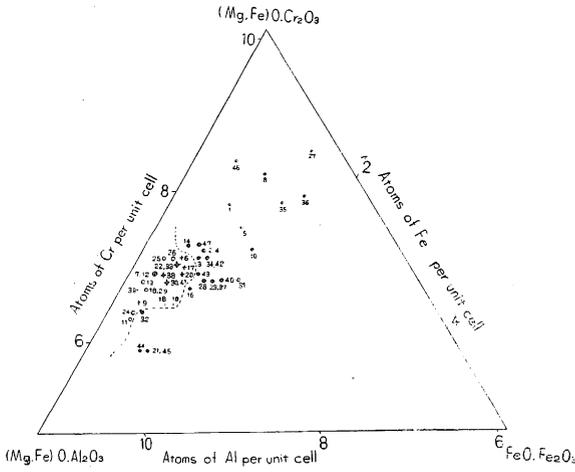
Table 1. Samples from Ōgiri level of Hirose mine

Sample No.	802	804	814	815	817
Description (Diagram) No.	1	2	3	4	5
Occurrence	margin (near edge)	margin	margin	margin	margin
Macroscopic	massive	massive appearance	massive	nearly massive	porphyritic
Microscopic	dense porphyritic or nearly massive	coarse porphyritic	massive	porphyritic	porphyritic, fluidal
Color	yellow, pale reddish brown, black. border : black, reddish brown	yellow part/black part : 3/1 or 1/1	orange, partly red. traversed by black lines	orange 1.0-3.0mm. brown, brownish black and black cross cutting lines. brownish black borders.	pale reddish orange (relics of yellow), sometimes pale reddish brown, mainly brownish black
Alteration	partially altered	high	rather altered	rather altered	altered
Fissure or fracture	somewhat observed	somewhat	few	something	abundant
Associated mineral	serpentine, chlorite (relics of enstatite)	serpentine (relics of olivine) 0.2-2.0 mm, chlorite (pale green)	serpentine	serpentine (olivine relics)	serpentine (olivine relics), chlorite (from enstatite)
Spinel (MgO. Al ₂ O ₃)	comparatively low	comparatively low	intermediate	comparatively low	low
Magnetite (FeO .Fe ₂ O ₃)	comparatively high	comparatively high	comparatively high	comparatively high	high

Sample No.	2602	2605	2607	2608	2609
Description (Diagram) No.	6	7	8	9	10
Occurrence	near edge	edge	margin	edge	margin
Macroscopic	porphyritic	massive	massive	massive	porphyritic
Microscopic	porphyritic	massive, partly porphyritic	dense porphyritic (nearly massive)	massive	line, fluidal, fine spotted and scattered dusty forms
Color	yellowish brown. margin : black or not. black lines	brownish yellow. a few black lines	pale brownish yellow ochre (mainly), brown, blackish brown, brownish black, black	yellow, black lines	almost black, partly brown
Alteration	little altered	not altered	relatively altered	little altered	altered (high)
Fissure or fracture	something	not almost fractured	something	scanty	not observed
Associated mineral	serpentine/greenish chlorite : 4/1	serpentine	serpentine, chlorite (relics of prismatic enstatite), rarely green chlorite	serpentine included	closely mixed with undulatory silicate mineral
Spinel (MgO.Al ₂ O ₃)	higher than five samples as mentioned before	high	low	high	low
Magnetite (FeO.Fe ₂ O ₃)	rather low	low (iron content poor)	high Cr ₂ O ₃ content high in the district	low Cr ₂ O ₃ content comparatively low	highest in the level

No. 8 と No. 9 とは近距離にあるに拘らず、含有分量には逆の対照関係がある。No. 8 は母岩に接した辺縁のもので、蛇紋石と頑火輝石から変つた緑泥石とを伴うものであり、No. 9 は鉍体の端のもので蛇紋石を伴っている。

大切坑の鉍床におけるクロム鉄鉍の産状、性質と化学組成の相互関係を表記した試料の範囲で



第2図 多里地方産クロム鉄鉍のノルム成分三角図

○ 鉍体中央部のもの ○ 31 斑析岩により変成作用を受けたもの ● 鉍体辺縁のもの + 鉍体の端のもの
● 小脈状のもの

検討してみると(第2図)、鉍体の辺縁のものは、鉍体の端のものより Al_2O_3 の量が少く、尖晶石分は少ないものである。これに反して含鉄量 ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$) は多く、磁鉄鉍成分の多いものである。辺縁のものの方が端のものより変質程度は進んでいる。前記したようにクロム鉄鉍の変質は、蛇紋石化作用の強弱とは無関係である。同一鉍体に属する Nos. 2, 3, 4, 5, 6 の Cr_2O_3 の含有量は 37.0~38.5% で、大凡近似しているが、前記したように同一鉍体でしかも近接した Nos. 7, 8, 9 は各成分量に大きな相異がある。 Cr_2O_3

の含有量は、No. 8 に多く No. 9 に少い。このようにクロム鉄鉍の成分量に相異のあるわけは、産状と共生鉍物に帰せられる。当鉍床では Cr_2O_3 の含有量の多い No. 1 (39.29%), No. 8 (42.07%) の試料は何れも鉍体の辺縁のものであり、塊状鉍に近いもの或は密斑状鉍で、頑火輝石ないしその緑泥石化したものを多少なりとも伴っている。化学分析を行つた試料の範囲で、 Cr_2O_3 の含有量は、後記 34m (775m+34m) (広瀬坑 (775m) を Om として) 坑のものに比べて全般的に高い値を示す。当坑の鉍体産のクロム鉄鉍は MgO の分子比率は Cr_2O_3 のそれよりも一般に多いから picotite ($(\text{Mg}_{50-75}\text{Fe}_{50-25})(\text{Al}_{50-75}\text{Cr}_{50-25})_2\text{O}_3$) (Nos. 2, 5, 10) ないし chromspinel ($(\text{Mg}_{75-100}\text{Fe}_{25-0})(\text{Al}_{50-75}\text{Cr}_{50-25})_2\text{O}_3$) (Nos. 3, 4, 6, 7, 9) と呼ぶことが出来る。No. 1, No. 8 は Cr_2O_3 の分子比率の方が Al_2O_3 のそれより大きいから、chrompicotite ($(\text{Mg}_{75-50}\text{Fe}_{25-50})(\text{Cr}_{75-100}\text{Al}_{25-0})_2\text{O}_3$) に属するものである。ここに Fe_2O_3 は Cr_2O_3 および Al_2O_3 より余程少いから、 Cr_2O_3 , Al_2O_3 の含量 (モル比) の多いか少いかで前述のように名付けた。

広瀬鉍山 34m (809m=775m+34m) 坑

34m 坑のクロム鉄鉍体は、 $\text{N}5^\circ-30^\circ\text{W}$ の走向を示し、鉍体の傾斜方向は西方であるが、時には東方に傾くところもある。肉眼的に塊状鉍が多い。鉍石の賦存状体及び化学分析結果は前報(島大論集)に記した。産状、性質などは第2表に示す通りである。Nos. 14, 16, 17, 21の顕微鏡写真を第3図に示す。

Table 2. Samples from 34m level of Hirose mine

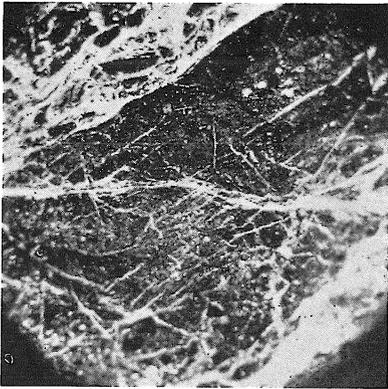
Sample No.	903	905	910	911	2104	2105
Description (Diagram) No.	11	12	13	14	15	16
Occurrence	center	center	center	rather margin	near margin	center
Macroscopic	massive	massive	massive	porphyritic	porphyritic	massive
Microscopic	dense porphyritic	dense porphyritic	nearly massive	porphyritic, fluidal	(massive), porphyritic	massive
Color	golden yellow, orange. black thin margin, black lines	orange. black margin, fine black lines : rare	yellow (most part), reddish brown. black : not observed	blownish black. margin : not black	yellow ochre, black (relics of yellow ochre). brownish black cross cutting lines, black margins	orange, black lines
Alteration	in some part	little altered	not almost altered	somewhat	pretty	not almost altered
Fissure	rather many	rather few	scanty	abundant	something	a few
Associated mineral	serpentine	serpentine (olivine relics) : abundant. enstatite : rare	serpentine : common pale green chlorite	silicate minerals	serpentine or chlorite. relics of enstatite : scarce	serpentine
Spinel (MgO. Al ₂ O ₃)	high	high	high	intermediate	rather high	high
Magnetite (FeO. Fe ₂ O ₃)	comparatively low	low	low	intermediate	high (iron content rich)	comparatively low

Sample No.	2107	2109	2110	2111	2113
Description (Diagram) No.	17	18	19	20	21
Occurrence	edge	edge or near edge	edge or near edge	edge or near edge	margin
Macroscopic	porphyritic in black serpentine	massive	porphyritic	massive	porphyritic
Microscopic	porphyritic	massive, partly porphyritic	porphyritic, fluidal	nearly massive	porphyritic (round)
Color	cadmium yellow. margin: dark brown or dark black. dark brown lines	golden yellow, orange, brownish black. margin: not black	dark brown (relics of yellow part), brownish black	pale brown, brown black	pale brown or brown yellow ochre. black cross cutting lines, black margins
Alteration	somewhat	intermediate	somewhat	in some part	somewhat or pretty
Fissure	many	more or less	scanty	many	somewhat
Associated mineral	fibrous serpentine	serpentine: abundant. chlorite (relics of enstatite)	serpentine or chlorite (relics of olivine). chlorite from enstatite: rare	serpentine or chlorite	serpentine, chlorite
Spinel (MgO, Al ₂ O ₃)	comparatively high	high	comparatively high	comparatively high	high
Magnetite (FeO, Fe ₂ O ₃)	intermediate	intermediate	comparatively high	intermediate	comparatively high

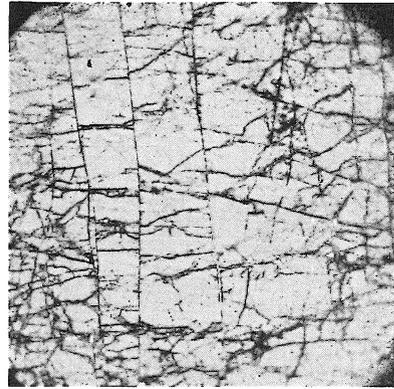
No. 11, No. 16 は同一鉱体の大凡中央部のものである。No. 12 は既に採鉱を済した 37m (775 m + 37m) 坑に続いた鉱体の中央部に属するものである。No. 14 を前報に鉱体の中央部のものとしたが、その鉱体の南部から北部に塊状、密斑状、斑状と移り変つた寧ろ辺縁に近いものである。顕微鏡下の性質は、大切坑の No. 10 のものによく似て珪酸塩鉱物と密に混じて流状を示すが、No. 10 のものほど変質は著しくない。

Nos. 17, 18, 19, 20 は先報に記した充填坑（鉱石も出す）の鉱体から傾斜の方向に続いた端ないし端に近い辺縁部に産し、充填坑の鉱体から続いて 34m 坑にあらわれたものである。

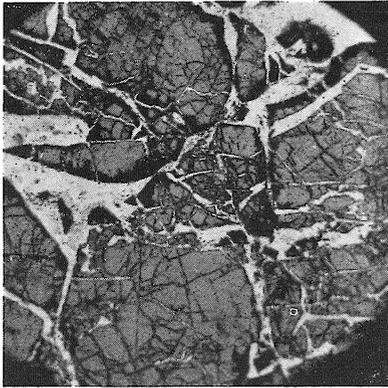
第 3 図



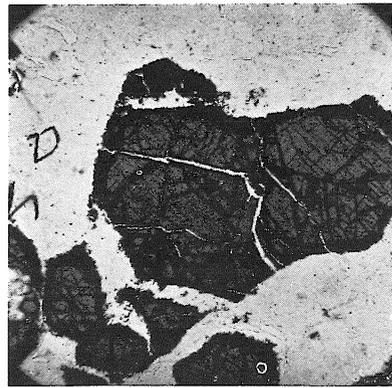
a) No.14 クロム鉄鉱×31. 広瀬鉱山34m坑産



b) No.16 クロム鉄鉱×27. 全鉱山全坑産



c) No.17 クロム鉄鉱×27. 全鉱山全坑産



d) No.21 クロム鉄鉱×27. 全鉱山全坑産

No. 18 は表にも記したように顕微鏡下に黄金色ないし橙色で、褐黒色の部分が割合に多く周縁は黒色でない。変質を受けたというよりも初めから Fe_2O_3 を含んでいたとみられるものである。No. 21 は鏡下に黒色交叉線と黒色縁が認められる。周縁が黒色のものは、蛇紋石化作用よりも前に生じたものとみられる。

クロム鉄鉱に伴う珪酸塩鉱物 No. 19 のクロム鉄鉱と共生する珪酸塩鉱物は白緑色を呈するものである。重液でクロム鉄鉱から分けたものを分析試料に供した。化学分析結果は次のようである。 SiO_2 31.27%, TiO_2 0.02, Al_2O_3 16.01, Fe_2O_3 3.79, FeO 1.35, MnO 0.08, MgO 33.70, CaO tr, Ig.loss 13.73, Total 99.95%。No. 19 のクロム鉄鉱のところでは記したように、橄欖石が蛇紋石ないし緑泥石に変つているのであつて、頑火輝石ないし緑泥石は稀である。ここに注目すべきは、珪酸塩鉱物に Al_2O_3 の含量が多いことであり、しかも共生するクロム鉄鉱も Al_2O_3 が多い。上記のことから No. 19 試料附近の熔融体は、 Al_2O_3 の多いものであつたことが推される。しかし後記する No. 21 に伴う珪酸塩鉱物ほど含鉄量は多くない。No. 21 のクロム鉄鉱に伴う珪酸塩鉱物が割合に多いため、特にこれを分離して化学分析を行つた。この結果は SiO_2 35.14%, TiO_2 0.13, Al_2O_3 4.62, Fe_2O_3 5.99, FeO 3.02, MgO 37.76, CaO 0.07, Ig. loss 13.23, Total 100.03%である。前報に記したように共生した No. 21 のクロム鉄鉱は Cr_2O_3

の含有量少なく、 Al_2O_3 は多く、 $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ も比較的が多いものである。化学分析から判るようにこの珪酸塩鉱物は、 $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ の含量の多いもので、周縁部にはクロム鉄鉱と同様に珪酸塩鉱物にも鉄が集中したことが判る。ここがまだ熔融状態にあつた時、珪酸塩石基から Al_2O_3 がクロム鉄鉱粒にその少量の Cr_2O_3 を補つて入り、余分の Al_2O_3 が頑火輝石の成分になつたものとも考えられる。珪酸塩鉱物の蛇紋石化、緑泥石化作用はクロム鉄鉱が固結後、温度が低くなつてから行われたもので、 Fe_2O_3 の多いのはこの作用の結果生じたものと考えられる。辺縁部の珪酸塩鉱物に含鉄量の少ないものがあるのは、クロム鉄鉱だけに鉄が集中した場合である。複雑な熔融体中における結晶作用であるから、辺縁部のものだけが常に Al_2O_3 が少ないとは限らない。生成する時の色々な環境や条件が、珪酸塩鉱物の種類、化学成分ならびに共生するクロム鉄鉱の化学組成に大きな影響をあたえるものであることが推される。

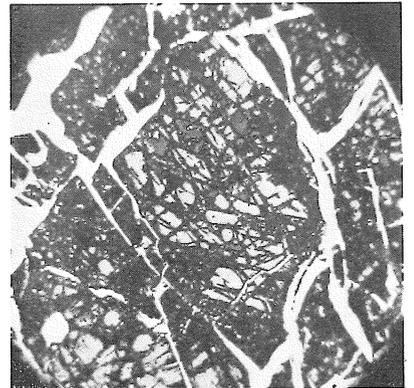
以上を総括すると(第2図)、鉱体の中央部に産出するもの Nos. 11, 12, 13, 16 は、鉄の含有量($\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$) 少く従つて磁鉄鉱成分の少く、尖晶石成分が比較的が多いものである。変質は余り蒙っていない。鉱体の辺縁ないし辺縁に近く産する Nos. 14, 15, 21は鉄量の多いもので、磁鉄鉱成分は割合に多く、変質を蒙つた程度も大きい。辺縁のものは一般に尖晶石成分が少いが、No. 21のみは Cr_2O_3 の含有量が少く、 Al_2O_3 の量が多く、尖晶石成分の多いものである。鉱体の端ないし端に近い辺縁のもの(Nos. 17, 18, 19, 20)は、含鉄量は中央より稍多く、辺縁部より少い。何れの試料も褐黒色に変つた部分が多く、変質程度も中央部より進んでいる。辺縁のものには、生成末期に低温度で水蒸気圧が大きくなるについて中央部より鉄($\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$) が集中したものと考えられる。 TiO_2 の含有量は何れの試料も少量であるが、辺縁部のものの方が中央部より多い傾向がある。

共生するクロム鉄鉱と珪酸塩鉱物との間には化学成分上同じ傾向が見られるが、生成条件の違いで時には逆の関係もあらわれる。

若松鉱山7号鉱床

現在稼行中の7号鉱床の7号坑、南坑、中切坑の各鉱体は連続したものであつて大凡延長200m、幅40m、厚サ20mである。各坑産のクロム鉄鉱の顕微鏡的及び化学的性質が産出個所(産状)の違いでどのように異なるかを第3, 4, 5表に記してみる。

7号坑(791m)産クロム鉄鉱 7号坑の鉱体は、延長70m、幅40mで、一般走向 $\text{N}10^\circ-20^\circ\text{E}$ 、傾斜 $20^\circ-50^\circ\text{W}$ である。7号坑のクロム鉄鉱の賦存状態及びその化学分析値は前報(鳥犬論集)に記した。No. 27の顕微鏡写真を第4図に示す。No. 22, No. 23の両者を比較すると、前者が後者より Cr_2O_3 の含有量が多く、含鉄量($\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$) が少いが、 FeO はやや多い。クロム鉄鉱が生成する時、後者の方に Fe_2O_3 が集り、 FeO , Al_2O_3 の一部は珪酸塩石基に移行したと考えられる。このため石基中に淡緑色の緑泥石を生じたのであろう。後者の方が



第4図 No.27 クロム鉄鉱×27
若松鉱山7号坑産

Table 3. Chromites from 7th level of Wakamatsu mine

Sample No.	1101(M)	1101(D)	1102	1106(M)	1106(D)
Description (Diagram) No.	22	23	24	25	26
Occurrence	near margin	near margin	center	center	center
Macroscopic	massive	porphyritic (2-3mm)	massive	massive	porphyritic
Microscopic	porphyritic (2-3mm)	porphyritic	porphyritic	porphyritic	porphyritic
Color	yellow, orange, traversed by brown, black lines. black margins	pale bluish orange, bluish black (some part). network of black lines. black margins	yellow, orange, reddish brown, brownish black lines, black margins	orange, yellow, brown, black lines: partly seen	yellow ochre, brownish black, black lines. black margins: partly seen
Alteration	somewhat	pretty	little altered	not very nearly altered	not nearly altered
Fissure	more or less	somewhat	rather few	somewhat	somewhat or a few
Associated mineral	serpentine/enstatite (or chlorite) : 3/1	serpentine/enstatite (chlorite) : 4/1 or 7/3	mainly serpentine, also pale green chlorite	mainly serpentine, also enstatite or chlorite	almost serpentine, also pale green chlorite
Spinel component	rather high	intermediate	high	rather high	rather high
Magnetite component	intermediate	high	low	low	rather low

Sample No.	2201	2207	2204	1105	2203
Description (Diagram) No.	27	28	29	30	31
Occurrence	margin	margin	center	center	center
Macroscopic	porphyritic	massive	massive	porphyritic	porphyritic
Microscopic	porphyritic	dense porphyritic	nearly massive	porphyritic	porphyritic
Color	brownish black or black (relics of orange), brown	orange relics → brown → black	pale brownish orange or orange. brown lines	yellow, pale brown, orange, also partly reddish brown, black. brown, black lines	yellow ochre, yellowish brown, brown. network of black lines, black margins
Alteration	considerably altered	pretty	least altered	somewhat	pretty altered (by gabbro)
Fissure	rather many	more or less	more or less	many	abundant
Associated mineral	serpentine, enstatite or its chlorite	enstatite or its chlorite	serpentine (olivine relics)	chlorite	olivine (recrystallized from serpentine)
Spinel component	low	intermediate	high	rather high	rather low
Magnetite component	high (iron content rich)	pretty high	low	rather high	high

変質程度は進んでいる。

No. 24 を顕微鏡下に見ると、クロム鉄鉱の黒色の周縁は、黒色縁と関係があることが判る。黒色縁が彎曲して内部に黒色線として通じているから、黒色縁の生じたのは、珪酸塩石基により熔融されて生じたものでないと考えられる。

No. 25, No. 26 の両者を比較してみると、No. 25 は No. 26 より Cr_2O_3 の含有量が多く、含鉄量は少い。近接した試料中にも化学組成の違いが認められる。

No. 26 と共生する白色蛇紋石 表記したように、No. 25 と共生する鉱物は橄欖石から蛇紋石化作用を蒙つて生じた蛇紋石が主なもので、それに淡緑色の緑泥石も見られる。この珪酸塩の部分の化学分析結果は次のようである。 SiO_2 41.49, TiO_2 0.06, Al_2O_3 2.51, Fe_2O_3 0.79, FeO 0.55, MnO 0.02, MgO 40.65, CaO 0.10, I.g.loss 14.02, Total 100.19%。この分析結果から知るように、中央部では珪酸塩鉱物もクロム鉄鉱と同様に含鉄量 ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$) が少い。ここに No. 26 は No. 25 より含鉄量多く、 Al_2O_3 と MgO は少いからクロム鉄鉱が固結しつつある時、No. 26 に珪酸塩の石基からいくらかの鉄分が移行し、逆にクロム鉄鉱から幾分かの Al_2O_3 , MgO が石基に移つて緑泥石を生ぜしめたと考えられる。ここに水蒸気圧は、結晶作用の初期にある中央部の方が結晶作用の後期に当る辺縁部より小さいから、鉄分の集中も少く、しかも石基から鉄分がクロム鉄鉱に移行するのも少かつたと推定される。

No. 27 と共生する珪酸塩鉱物 No. 27 と共生する珪酸塩鉱物は表記の通りである。No. 27 は Al_2O_3 の含有量少く、含鉄量 ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$) の多いものである。珪酸塩鉱物の化学分析結果は、 SiO_2 39.25, TiO_2 tr, Al_2O_3 3.86, Fe_2O_3 2.02, Cr_2O_3 0.15, FeO 1.74, MnO 0.05, CaO 0.41, MgO 39.70, I.g.loss 12.80, Total 99.98%である。この化学組成から判るように、含鉄量 ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$) は少い方であるが、前記中央部のもの No. 26 と共生する珪酸塩鉱物より多い。珪酸塩鉱物よりもクロム鉄鉱の方に鉄が集中したか、あるいは珪酸塩石基からクロム鉄鉱に鉄が移行したとも考えられる。両者とも Al_2O_3 が少いから、この辺縁部附近は Al_2O_3 の少い環境であつたと考えられる。

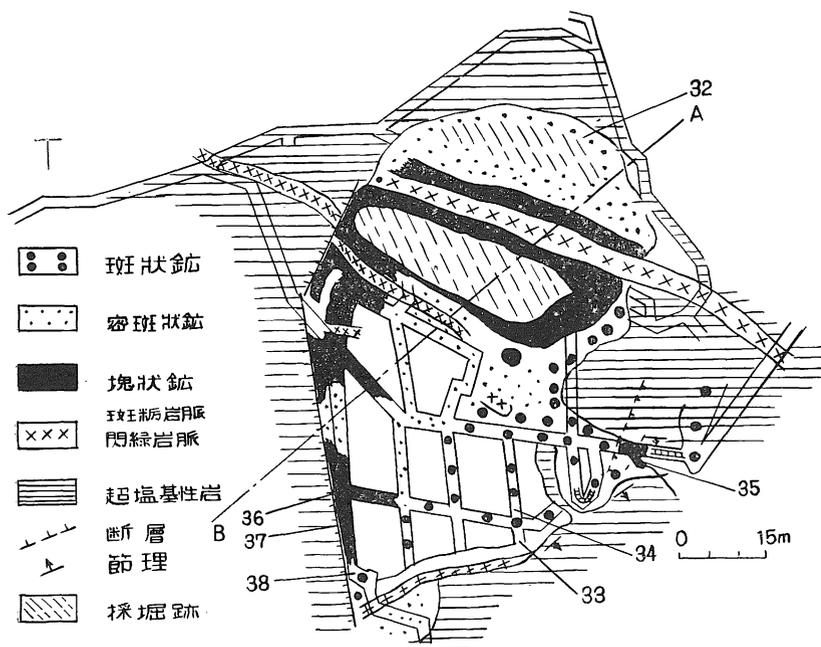
Nos. 29, 30, 31 は接近したいところに産し、何れも鉱体の中央部のものである。No. 30 は斑柘岩からやや離れて存在するものである。No. 29 は斑柘岩の影響を蒙っていないと考えられる。Nos. 29, 30, 31 を比べてみると、 Cr_2O_3 の含量には大きな相異はないが、含鉄量には相異がある。近くに存するもの(広瀬鉱山大切坑 Nos. 8, 9)も、近接したもの(若松鉱山 Nos. 22, 23)でも化学組成に違いのあることは、既に述べたところであり、この3試料も同様と考えられるが、No. 31 は進入斑柘岩に接しているから、酸化鉄が注入されて変成したものかも知れぬ。

上に述べた7号坑産のクロム鉄鉱を総括してみると次のようになる。極めて接近して産する試料であつても、化学組成を異にするものである。近接したクロム鉄鉱では、塊状鉱の方が斑状鉱より Cr_2O_3 の含有量はやや多い傾向があり、含鉄量 ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$) は少ない。 Cr_2O_3 の含量は、鉱体の中央部から辺縁部に規則的に変るようなことはない。鉱体の中央部に産するものは、比較的含鉄量が少く、尖晶石成分が多く、磁鉄鉱成分の少いものであつて、変質を蒙る程度も弱い。辺縁部に産するものは、含鉄量多く、尖晶石成分少く、磁鉄鉱成分の多いもので変質をうける程度は中央部のものより進んでいる。No. 27 は、 Cr_2O_3 の含量が多い方で、 Al_2O_3 の含

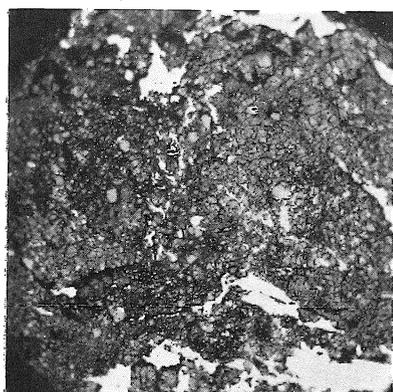
量少くやや異状の成分を示す。共生鉱物も蛇紋石以外に頑火輝石ないしその緑泥石を伴うが、共生鉱物の Al_2O_3 量は余り多くない。中央部の No. 31 は (第2図), 斑柄岩から鉄の注入をうけて変成したと考えられるものである。Nos. 22, 23, 24, 25, 27, 30 は chromspinel であり, Nos. 26, 29 は picotite であり, No. 28 は chromspinel ないし picotite である。No. 31 は黒色部の磁鉄鉱成分を除くと picotite に相当する。

若松鉱山7号鉱床南坑 (785m)

若松鉱山南坑の鉱体は、延長75m、幅45mで、前記7号坑



第5図 若松鉱山7号鉱床南坑



第6図 No. 38 クロム鉄鉱 $\times 27$
若松鉱山南坑産

の鉱体、後記中切坑の鉱体に連る中間にある。クロム鉄鉱の賦存状態は第5図に示す通りである。この鉱体から産した試料の化学分析結果は前報に記した。第6図はNo.38の顕微鏡写真を示す。

No.33は鉱体の辺縁というより母岩中に入り込んだ末端に産したもので、換言すれば蛇紋岩体の上磐と下磐に

接した鉱体の部分のものである。No. 38も鉱体の端に産したもので、No. 33と化学組成がよく似ている。

Nos. 36, 37, 38の各試料は近いところに産したものであるが、顕微鏡的にも化学的にも異つている。No. 36の Cr_2O_3 の含有量の多いわけは、辺縁のものであつて、頑火輝石ないしそれから変つた緑泥石を伴っているからである。頑火輝石は通常 Al_2O_3 を含有するから、生成条件によっては逆にそれに伴うクロム鉄鉱に Al_2O_3 が入り込めず、相対的に Cr_2O_3 を多く含むものになつたと考えられる。

辺縁から離れたところに産するもの No.32は、含鉄量少く変質程度も割合に低い。鉱体の辺縁のもの Nos. 34, 35, 36, 37も、その端に産するもの Nos. 33, 38も含鉄量が多いが、辺縁のものの方が多く、しかも変質程度は進んでいる (第2図)。クロム鉄鉱体が消滅しようとするところと母岩との境は、不規則に方向が変わるものである。

南坑の西側では、鉱体と母岩とは断層で境している。この断層はほぼ南北の走向を有して東方

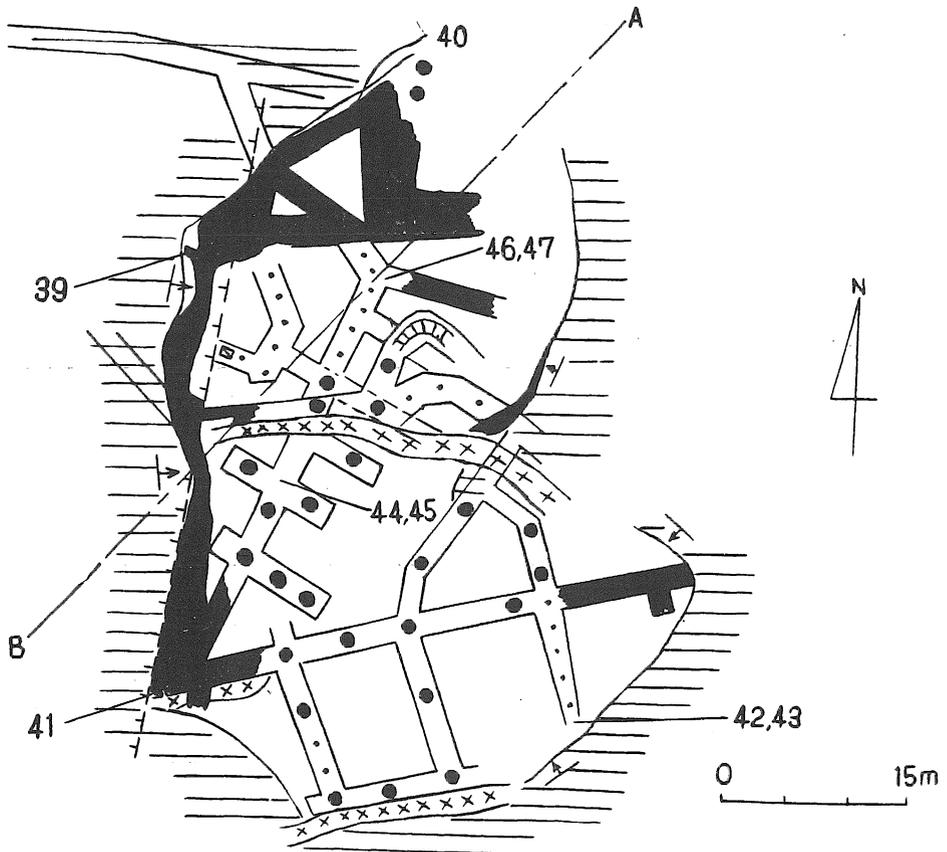
Table 4. Chromites from South level of Wakamatsu mine

Sample No.	1111	1115	1116	1117	2010	2011	2012
Description (Diagram) No.	32	33	34	35	36	37	38
Occurrence	near upper margin	edge rather than margin	near margin	margin(near edge)	margin, near fault	margin, near fault	edge (rather than margin)
Macroscopic	massive	massive	massive	massive	massive, brown	massive, nearly brown ore, brittle	massive, porphyritic, compact
Microscopic	porphyritic (nearly massive)	porphyritic	porphyritic(nearly massive)	massive, fluidal	nearly massive	dense porphyritic	massive, porphyritic
Color	orange, cadmium yellow, black lines, black margins	yellow ochre, pale black brown, dark brown, black lines and black margins: not observed	yellow orange or pale brownish orange, black cross cutting lines, black borders	yellow orange/pale reddish brown : 3/1 or 3/2, network of black lines	pale reddish yellow ochre, brown black, black, network of black lines	brownish yellow ochre, black margin	yellow ochre, dark brown margins
Alteration	more or less	not nearly altered	moderately altered	considerably altered	exceedingly altered	comparatively altered	not nearly altered
Fissure or fracture	few	abundant	somewhat	rather few	rather few	few	somewhat
Associated mineral	serpentine (from olivine)	serpentine/enstatite (or chlorite) : 3/1 or 3/2	serpentine, pale green chlorite: rare	serpentine : abundant, enstatite or its chlorite : not common	enstatite or its chlorite	serpentine	serpentine (mesh texture)
Spinel component	high	comparatively high	intermediate	low	low	intermediate	comparatively high
Magnetite component	comparatively low	comparatively low (iron content relatively rich)	pretty high	high (iron content rich)	high (iron content rich)	considerably high (iron content rich)	relatively low

向に 80° の急傾斜をしている。この断層は後記の中切坑にも続くものであつて、中切坑においても認められる。クロム鉄鉱は、断層の影響をうけて Nos. 36, 37 のように茶色に変つたところもある。この呈色は、クロム鉄鉱が破碎されたために生じたものと見られる。何故ならばクロム鉄鉱の条痕色は褐色であるからである。

No. 32 は、chromspinel であり、Nos. 33, 34, 37, 38 は、picotite であり、No. 35 は、chrompicotite に近いものである。No. 36 は、chromspinel と chrompicotite の中間にあつて picrochromite 成分の多いものである。

若松鉱山 7 号鉱床中切坑 (772m) 若松鉱山中切坑のクロム鉄鉱体は、前記 7 号坑、南坑に続く最も下位のものである。中切坑の鉱床は、全般的に辺縁ないし辺縁に近い方の鉱体で延長約 45m、幅 40m である。その中切坑の鉱体は第 7 図に示す通りである。クロム鉄鉱の化学分析値は



第 7 図 若松鉱山 7 号鉱床中切坑

前報に記した。第 8 図は No. 39 の顕微鏡写真を示す。

No. 40 は表記したように変質を相当に受けているものである。内部から変つたようであつて、クロム鉄鉱が生じた後に、珪酸塩熔融体 (岩漿) と反応して変成作用を蒙つたようにはみえない。黒色の部分は、晶出の後期に Fe_2O_3 が集中し変質的に生じたものと推定される。

No. 42, No. 43 のクロム鉄鉱の産した附近のクロム鉄鉱体と蛇紋岩体との境の劈肌は $N40^\circ-$

Table 5. Chromites from Chūgiri level of Wakamarsu mine

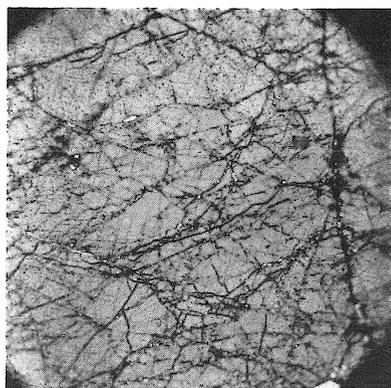
Sample No.	203	205	208	1119(M)	1119(D)
Description (Diagram) No.	39	40	41	42	43
Occurrence	veinlet	margin	edge	margin (lower)	margin (lower)
Macroscopically	massive	massive	massive	massive	coarse porphyritic
Microscopically	massive	massive (mainly), porphyritic	nearly massive	massive	coarse porphyritic
Color	brownish yellow ochre. brownish black or black lines	cadmium yellow. brown, black. network of brownish or black lines	orange, black margins, brownish black or brown lines	orange, brown. black cross cutting lines	yellow ochre, network of brownish black or black lines, brownish black margins
Alteration	least altered	considerably altered	more or less	comparatively altered	comparatively altered
Fissure or fracture	not almost observed	few or rare	somewhat	few	somewhat
Associated mineral	chlorite (from enstate) inclusion	chlorite(relics of enstatite)	serpentine/chlorite (from enstatite : 3/1.4/1	serpentine (olivine relics)	serpentine/chlorite : 3/1
Spinel component	high	rather low	rather high	intermediate	intermediate
Magnetite component	rather low	high	rather low	pretty high	pretty high

	1121(M)	1121(D)	1122(M)	1122(D)
Sample No.				
Description (Diagram) No.	44	45	46	47
Occurrence	near lower margin	near lower margin	near margin	near margin
Macroscopically	massive	porphyritic	massive	porphyritic
Microscopically	dense porphyritic	porphyritic (1-2mm)	massive	porphyritic
Color	orange, black margins, black lines	yellowish orange, brownish black cross cutting lines, black margins	brown or orange brown, network of black lines	yellowish brown or brownish yellow, black margins, black cross cutting lines
Alteration	more or less	moderately altered	comparatively	comparatively
Fissure or fracture	somewhat	somewhat	a few	somewhat
Associated mineral	serpentine : abundant, chlorite (from enstatite) : rare	serpentine/chlorite : 3/1	serpentine : abundant, chlorite : scarce	serpentine/enstatite or chlorite : 1/3-1/2
Spinel component	high	high (less than No. 44)	low	intermediate
Magnetite component	rather high	pretty high	rather high	rather high

60°E, 20°W を示し、表記のように Nos. 42, 43 は下盤側に接した辺縁のものである。塊状鉍と斑状鉍とが同時に存するところであつて、塊状鉍の方が多い。両者は近似した化学組成を示すが、 Cr_2O_3 の含有量は前者の塊状鉍の方が、後者の斑状鉍よりやや多く、含鉄量は前者は後者よりやや少ない。

No. 44, No. 45 は水平的には中央に近い西側寄のものであるが、下方の向斜部に当る辺縁に近く産したものである。この附近から塊状鉍も斑状鉍も産するが、斑状鉍の方が遙に多い。両者と

も大凡近似した化学組成を示すもので、 Cr_2O_3 の含有量は少ない。



第8図 No. 39 クロム鉄鉱 ×27
若松鉱山中切坑産

No. 46, No. 47 は No. 44, No. 45 の試料と同様に、鉱体の下方向斜部の辺縁に近いところのものである。この附近では塊状鉱の方が斑状鉱より多い。No. 46 の塊状鉱と、No. 47 の斑状鉱を比較してみると両者とも大凡近似した化学組成を示している。 Cr_2O_3 の含有量はほぼ等しく、割合に多い。含鉄量は、前者より後の方が少々多い。後者においては、生成する時に Al_2O_3 , MgO の一部は珪酸塩石基に移行し、 Fe_2O_3 の一部は珪酸塩熔融体からクロム鉄鉱に移行し、クロム鉄鉱の初生的変質作用に一つの役割を演じたものと考えられる。一方石基に頑火輝石ないしその緑泥石が割合に多いのは、前記の理由によるのかも知れぬ。

上記の中切坑のクロム鉄鉱の産状と化学組成を総括してみると(第2図)、鉱体の辺縁のもの Nos. 40, 43, 44 は含鉄量も磁鉄鉱成分も多く、変質も進んでいる。辺縁に近いところに産するもの Nos. 44, 45, 46, 47 は、割合に多く鉄を含むが、辺縁のもの程変質は進んでいない。鉱体の端に産する No. 41 は、含鉄量は辺縁のものより少々少く、変質程度も低い。鉱体の端に小脈状を示して産する No. 39 は、含鉄量は少い方で変質を受ける程度も少ない。このものは、表記したように、尖晶石成分が多く、磁鉄鉱成分は少い。頑火輝石ないしその緑泥石を多量に伴う No. 47 は、 Cr_2O_3 を比較的によく含む。辺縁に近くなる程 Cr_2O_3 の含量が、多くなるわけではなく、Nos. 44, 45 の如きは、 Cr_2O_3 の含有量少く、 Al_2O_3 の含量の多いもので蛇紋石を主に伴っている。

Nos. 40, 42, 43, 47 は、chromspinel であり、No. 41 は chromspinel ないし picotite である。Nos. 39, 44, 45 は picotite であり、No. 46 は chrompicotite に近いものである。

クロム鉄鉱の屈折率

クロム鉄鉱の屈折率は高いので、造岩鉱物の屈折率測定に使われる浸液では測れない。それでクロム鉄鉱測定用の浸液として AsBr_3 , As_2S_2 , S^{30} を一定の割合に混ぜたものに $\text{C}_2\text{H}_5\text{I}$ を色々の割合に加えたものを用いた。それらの混合液の屈折率は、それらの混合の割合に応じて直線的に変わる。

クロム鉄鉱を粉末にした試料を顕微鏡下で浸液法で測定する場合、黒色の部分は測れないが、黄色、橙色、黄土色などを示す粉末の端の薄い部分は、半透明ないし透明に近くなるので屈折率を測定することが出来る。したがって黒色部分を含む試料では測定された屈折率はそのクロム鉄鉱の屈折率を代表するものでないが、ただ黒色の部分を殆ど含まない均質な色合をしている試料のものでは、その屈折率は、その試料の屈折率を代表しているとみて差支えない。測定した屈折率は、第6表の通りである。比較的に変質(生成時の初生自変質的のものと考えられる)を伴っていないもの、換言すれば黒色の磁鉄鉱成分を含むことの少ない試料の屈折率は、ほぼ前記のよう

Table 6. Chromites from Ōgiri level of Hirose mine

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n	(1.886)	(1.882)	(1.874)	(1.878)	(1.886)	(1.877)	1.869	(1.890)	1.860	n.d
34m. level										
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1.861	1.874	1.871	n.d	(1.865)	(1.872)	1.862	(1.866)	(1.868)	(1.875±)	(1.870±)
7th level of Wakamatsu mine										
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
(1.873)	(1.870±)	1.864	1.877	(1.879)	n.d	(1.867)	1.878+	(1.868)	(1.865±)	(1.884)
South level						Chūgiri level				
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
(1.862)	(1.884)	(1.884)	(1.888)	(1.885)	(1.878)	(1.863)	1.875	(1.868)	(1.871)	(1.878)
43	44	45	46	47						
(1.869)	(1.864)	(1.867)	(1.892)	(1.878)						

の試料を代表するものである。(このような試料は括弧で示してない)。表から変質を殆んど蒙っていない試料は少ないことが判る。

Winchellの鉍物光学⁹⁾に記載されている尖晶石族のうちの主な四端成分、尖晶石($MgO \cdot Al_2O_3$), 苦土クロム鉄鉍($MgO \cdot Cr_2O_3$), クロム鉄鉍($FeO \cdot Cr_2O_3$), 磁鉄鉍($FeO \cdot Fe_2O_3$)成分の屈折率は、それぞれ1.715, 2.054 (2.00 calc), 2.12, 2.42である。

試料の薄片の色が異つても、換言すれば成分が相異しても屈折率の等しいものがある。このことは尖晶石類を上記四端成分から成る固溶体とすれば、当然あり得べきことである。端成分が2つからなる固溶体では、屈折率と化学組成との間には直線関係があり、化学組成の漸移的变化に応じて屈折率も順次直線的に変わる。

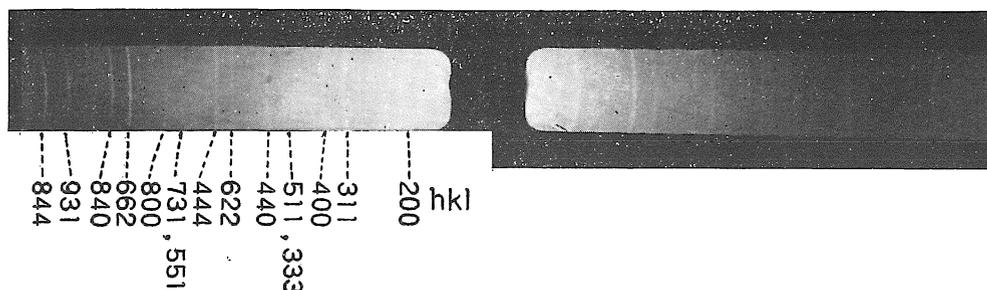
クロム鉄鉍の薄片の色と屈折率との関係を総括的に示すと次の通りになつた。黄色1.860, 黄山吹色, 山吹色1.862, 黄土色1.863~1.865, 黄橙色1.864, 金黄色, 橙色1.861~1.867, 黄色, 黄土色1.868~1.871, 山吹色(褐色になりかけたもの)1.868, 褐黄色, 橙色(殆んど)1.869, 淡褐橙色, 淡褐色, 淡褐黄土色1.870±, 橙色(高次)1.872~1.874, 淡褐色, 淡褐黄土色, 黄色(高次), 淡褐橙色, 黄褐色, 褐黄色, 橙褐色, 黄土色1.875±~1.878, 淡赤褐色, 淡赤橙色, 褐色, 橙褐色, 淡赤黄土色1.882~1.892。ここに薄片の色が同色でも屈折率が異なるのは、同色にも色の程度に少々違いがあるからである。上に記したところから屈折率の低いものは黄色を帯びているが、屈折率が高くなると橙色を経て褐色味ないし淡赤色を帯びてくるのが判つた。磁鉄鉍成分を含む黒色の部分を除いた半透明なものの屈折率は、1.860~1.892である。

クロム鉄鉍の格子定数

当地産の若干のクロム鉄鉍についてX線粉末廻折写真を撮影した。対陰極には銅を用いた。撮

影用のカメラ半径は、45.02mm（私が純銅から得た廻折線から算出）である。管球に加えた電圧は35kV、電流は15mAで、露出には約1時間を要した。粉末写真の廻折線間の距離を *Comparater* で測定した。廻折線間の距離から廻折角 θ の値を求め、 2θ に相当する網面間隔 *d* を算出した。

ここにはまず広瀬鉱山 34m 坑産 No.16 のものの粉末写真（第9図）から各 *d* に相当する網面



第9図 クロム鉄鉱 (No.16) の X 線粉末写真 (北原撮影)

指数 *hkl* を第7表に記してみる。最も誤差の小さい格子定数は $a_0 = 8.207 \text{ \AA}$ である。ここに No.16 は第2表と顕微鏡写真（第3図b）に示したように鉱体の中央部から産し、殆んど変質を受けていない。他の試料の X 線粉末写真には 200 より寧ろ 220 が認められる。

Table 7. X-ray powder data for chromite (No. 16)

<i>d</i> Å	I.	<i>hkl</i>	<i>d</i> Å	I.	<i>hkl</i>
3.649	w	{200}	1.068	vw	{444}
2.398	s	{311}	1.060	w	{(711, 551)}
2.006	m	{(222)}			731, 553
1.551	m	400	1.035	vvw	800
1.427	s	511, 333	0.943	vw	662
1.234	vw	{440}	0.916	vw	840
		{(531)}	0.860	w	931
		622	0.837	m	844

広瀬鉱山大切坑及び 34m 坑産クロム鉄鉱 広瀬鉱山大切坑と 34m 坑産の化学分析を行つた試料のうち、格子定数を測定したものは第7表に示す通りである。

Table 7.

No.	Ōgiri level								34m level					
	1	2	3	6	7	8	9	11	16	17	19	20	21	
a_0 Å	8.207	8.212	8.195	8.207	8.197	8.224	8.194	8.195	8.207	8.200	8.195	8.203	8.188	

当地方産のものの中では、大切坑産の No. 8 は Cr_2O_3 の含有量も含鉄量 ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$) も多く、格子定数はこれらの試料のうちでは最も大きい。No. 9 は大切坑産の試料のうちでは、 Cr_2O_3 も $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ も最も少ないもので、格子定数も最も小さい。全般的に格子定数は Cr_2O_3 と $\text{FeO} + (\text{Fe}_2\text{O}_3)$ が増加すると増大し、 MgO と Al_2O_3 が多いものは小さい傾向がある。格子定数が大きくなると、屈折率も高くなる傾向があるが、その傾向に一致しないものがあるのは、格子定数の大小と屈折率の高低とは理論的に必ずしも一致しないからである。

34m 坑産のクロム鉄鉱は、前記大切坑産のものより Cr_2O_3 の含量が少なく、格子定数も小さい傾向がある。格子定数の大小関係は大切坑産のものと同様に Cr_2O_3 と $\text{FeO}+(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ の含有量による。No. 21 は Cr_2O_3 を少量含み、格子定数も本鉱床中最も小さい。

大切坑産の No. 7, No. 9 は鉱体の端のものであり、34m 坑産の No. 11, No. 16 は鉱体の中央部のものであつて何れも変質を殆んど受けていなくほぼ均質であるから、廻折線を生ぜしめた試料は屈折率を測定した部分と、ほぼ同一成分のものとみてよい。

若松鉱山 7 号鉱床産のクロム鉄鉱 若松鉱山 7 号坑, 南坑, 中切坑の化学分析を行つた試料中格子定数を測定したものは、第 8 表の通りである。

Table 8.

No.	7th level				South level		Chūgiri level					
	24	25	26	27	36	37	39	40	41	42	45	46
a_0 Å	8.188	8.203	8.200	8.197	8.207	8.209	8.201	8.206	8.203	8.207	8.197	8.207

7 号坑産の No. 24 は Cr_2O_3 も $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ も他のものに比べ少く、格子定数も他の 3 試料に比べて小さい。 Cr_2O_3 と $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ との含量の多寡が上記同様に格子定数の大小関係に影響するものと考えられる。

南坑産の No. 36 は Cr_2O_3 の含有量が多いが、 FeO の含有量は少ない。当地方産のものとしては、 Cr_2O_3 の含有量が多いに拘らず、格子定数がそれほど大きくないのは、 FeO の含量が少ないからとみられる。格子定数は No. 37 の方が No. 36 より寧ろ大きいのは、No. 37 の方が $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ の含量が多く MgO 含量が少ないことに基づく。クロム鉄鉱の不均質な磁鉄鉱成分を作る Fe_2O_3 の量は、格子定数に余り影響しないのではないかと推される。ここに顕微鏡下に黒色にみえるところの成分が均質であるとわ考えられぬ。

中切坑産のもの格子定数を化学組成(前報)と比べて検討してみても、格子定数は主に Cr_2O_3 と FeO ないし MgO の含有量よることが判る。ここに一試料中の MgO 含量と FeO 含量とは逆の関係にあるから、格子定数は MgO の量を考に入れなくて、単に Cr_2O_3 と $\text{FeO}+(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ の含量によるものとしてよい。No. 46 では、 Cr_2O_3 の量は多くても、 FeO の含量が少ないから、それほど格子定数は大きくない。No. 45 のように Cr_2O_3 の含量が少くても、 $\text{FeO}+(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ のそれが割合に多いと、格子定数はそれほど小さくない。ここに FeO の方が Fe_2O_3 より格子定数に大きな影響を与えるものと推定される。

顕微鏡下でクロム鉄鉱を見ると、一般に部分によつて成分を異にするが、X線粉末写真の廻折線は一種類のものが配列している。このような廻折線は、不均質な成分のうち最も多いところのものであるか、それとも各部分の平均したものの反映像であるか明らかでない。屈折率(測定出来る部分)の高低と、格子定数の大小関係は相対応しないのは明であるが、格子定数は、ほぼその不均質なクロム鉄鉱を一つのものに平均したものの反映とみてよいであろう。一方試料の大部分をしめる均質なところが廻折線を生ずるのに大きな役割をなすのは当然考えられるところである。変質作用を蒙らぬものみの格子定数が、その試料の屈折率と相対応するものとしてよいであろう。

クロム鉄鉱の化学組成は $(\text{Fe}, \text{Mg})\text{O} \cdot (\text{Cr}, \text{Al}, \text{Fe})_2\text{O}_3$ であるから、その格子定数は、化学成分

の含有量により色々変るものである。前記したように Cr_2O_3 と FeO が多くなると、格子定数は大きくなるが、 Fe_2O_3 量は FeO 程大きな影響はないようにみられる。 FeO が多いと相対的に MgO が少くなり、従つて MgO の多いものは格子定数が小さい。

多里附近のクロム鉄鉱の成因説

1937年に加藤武夫¹⁰⁾は、多里附近のクロム鉄鉱は、橄欖岩漿から早期に晶出したもので、これが所々に凝集して鉱床を形作つたと記載している。

1940年に石川俊夫¹¹⁾は、多里附近のクロム鉄鉱の一部のものは岩漿性のものであり、一部は熱水性起源のものであるとした。

1946年に E. Sampson は、多里地方のクロム鉄鉱は熱水溶液から生じたものであると説明したという。

1952年に番場猛夫¹²⁾は、蛇紋岩中に分散しているクロム鉄鉱は初生的のものであるとし、塊状鉱および浸染鉱は初期のクロム鉄鉱、橄欖石、輝石が凝固して後に、分化して生じたものとした。

1952年に岩生周一、山田正春¹³⁾等は、多里のクロム鉄床は蛇紋岩体の伸長方向に略々平行に配列点綴し、蛇紋岩の進入機構と鉱床の位置の規定との間に相関々係を示していると述べているが、クロム鉄鉱の生成機構については目下研究中であるとし、何もそのことについては触れていない。

1954年に滝本清、松永綽夫¹⁴⁾は、多里附近のクロム鉄床は正岩漿のものでなくて、クロム鉄鉱が母岩の中に後生的に入り込んだ後生鉱床 (epigenetic deposit) であるとし、不規則に塊状、レンズ状、脈状などの形をなしたものとした。

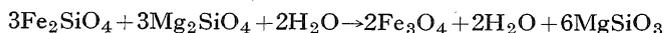
1958年に北原順一¹⁴⁾は、含クロム超塩基性岩漿は温度の降下する時、不混和なクロム鉄鉱の熔融体と粥状の超塩基性岩とに分裂し、超塩基性岩が固結して生じた割目にも固まらないところにもクロム鉄鉱の流動体が進入したものとした。

クロム鉄鉱生成の機構

塩基性岩漿は、酸性岩漿よりも岩漿分裂をなし易いものとされている。当地方のクロム鉄鉱体は、含クロム超塩基性岩漿が、クロム鉄鉱の熔融体を主とするものと、超塩基性岩成分を主体とする岩漿に分裂し、超塩基性岩漿の部分が固結して生じた収縮裂罅と、ところによつては完全に固らなかつたところの部分にクロム鉄鉱の方の分漿が、交替的に進入して生じた後期の岩漿鉱床である。Sampson¹⁵⁾はクロム鉄鉱のあるものは、強い蛇紋石化作用に先んじて生じるか、或は同時に生じるから熱水溶液から生じると論述した。当地方の鉱床においては、クロム鉄鉱の後期の熔融体が水を含んでいたから、蛇紋石化作用や緑泥石化作用を母岩に及ぼしたもので、前述のように後期岩漿的のものと考えられる。ここにクロム鉄鉱の酸化鉱物は、含まれた鉱化剤と多少伴つている珪酸塩の溶剤で、熔融状態にあつたわけである。このような考え方は Bateman¹⁶⁾ が論述したこともある。クロム鉄鉱と超塩基性岩は完全にそれだけのものに分裂することが出来ず、超塩基性岩の方には、クロム鉄鉱粒が副成分をなして存在し、またクロム鉄鉱体の方には前記のように多少とも珪酸塩鉱物を伴い、斑状鉱 (浸染鉱) の如きは火成岩の構造によく似ているもの

になる。換言すれば、初生的の超塩基性岩体と後生的のクロム鉄鉱体は同じ鉱物から成っているが、両者における珪酸塩鉱物とクロム鉄鉱の量は逆の関係にある。上記のような記述は前報(岩鉱誌)にも書いておいた。

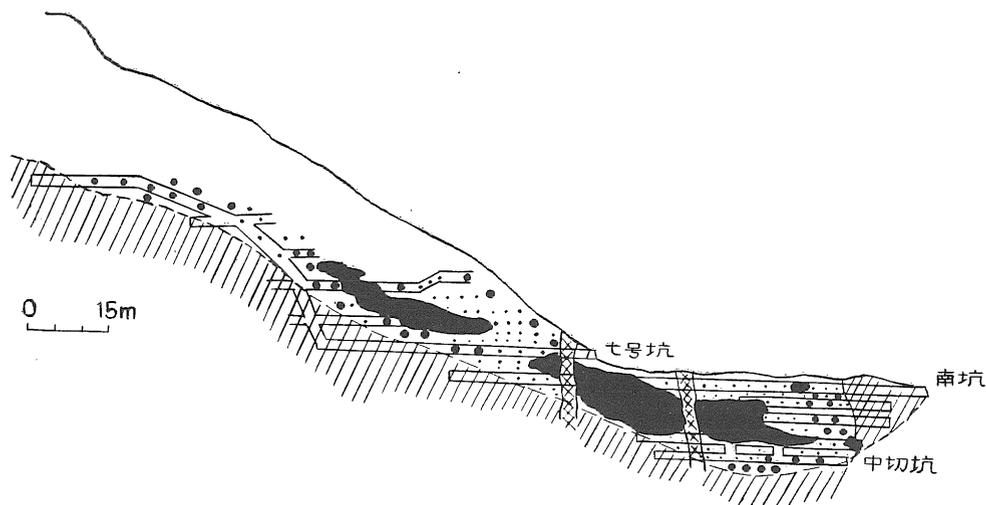
前記したように超塩基性岩体にクロム鉄鉱体が進入すると、中央部のクロム鉄鉱は周辺部のものより先成的に生じたものと推される。既述した化学分析結果からも判るように、鉱体の中央部のものは主に **chromspinel** ないし **picotite** からなり、周辺部のものはクロム鉄鉱粒の周縁やクロム鉄鉱を交叉状に貫く黒色物質のため磁鉄鉱成分の多い **chromspinel** ないし **picotite** である。クロム鉄鉱が進入体の中央部に集中し熔融点の高い **chromspinel** ないし **picotite** が中央部から凝固しはじめると、水蒸気のような岩漿放散物の量は多くなり、水蒸気圧は段々大きくなるから、放散物は周辺部に集り、周辺部のものの熔融点を低下せしめる。このようなことは Yoder¹⁷⁾ の研究により明らかである。その結果中央部から周辺部に結晶作用が進むことになるわけである。周辺部のクロム鉄鉱は、結晶作用の末期に黒色の磁鉄鉱成分の多いものを網状交叉状に、また周縁にも初生自變質的に生じたから、クロム鉄鉱の成分は全般的に磁鉄鉱成分の多い **chromspinel** ないし **picotite** になつたのである。この初生自變質的の機構は次のように説明することが出来る。クロム鉄鉱の結晶作用の末期に集中した水蒸気や炭酸ガスのような岩漿放散物、又はその熱気作用で **FeO** の一部は **Fe₃O₄** に変化し、そのうえ **Fe₂O₃** も集中し余分の **FeO** と結びついて **Fe₃O₄** に変つたものとも考えられる。鉄の酸化状態は、熔体中の水蒸気や炭酸ガスの集中と結晶作用の間存在する水蒸気圧に支配¹⁸⁾ されるものであるから、揮発性物質が酸化作用のもとになるわけである。**chromspinel** ないし **picotite** 成分が核心にだけ残存することもあるが、時には黒色の磁鉄鉱成分で置換され、消滅してしまうものもある。**Fe²⁺** のイオンが **Mg** のそれよりもイオン半径が大きいから、**Fe²⁺** の化合物の方がそれに対応する **Mg** の化合物よりも熔融点は低くなるものとされている。従つて温度が下降した残溶融体(残漿中)には $\frac{\text{FeO}}{\text{MgO}}$ の割合が多くなつてくるわけであるが、**Fe₂O₃** も集中してくる。ここに溶融体中には **Fe₂O₃** の生成を邪魔するに十分な **Fe²⁺**、**Mg** が存在しているとみてよい。徐々に冷却すると分化作用がよく進むものであり、また冷却中における物理的条件が鉱物の性質に非常に影響を与えるものであることはよく知られているところである。種々のクロム鉄鉱の生じるのは、熔融状態における複雑な反応によるものであるから、単一の機構、反応で **Fe₃O₄** 成分をもつクロム鉄鉱を生じたわけのものでないと推定される。石基的役割をなす珪酸塩溶融体(流動体)から固りつつあるクロム鉄鉱に物質(主に **Fe₂O₃**)の移行、クロム鉄鉱から珪酸塩の溶融体に物質(主に **Al₂O₃**)の脱出も考えられる。この考え方は、吉木文平¹⁹⁾ の研究からヒントを得た。従つてクロム鉄鉱の化学組成も珪酸塩石基の化学成分もそれらの生成の過程に於て変化したものと推される。橄欖石は高熱の水により次のような化学反応で **Fe₃O₄**²⁰⁾ を生じるものとされている。



この場合、頑火輝石ないし斜頑火輝石も生じる。ここに生じた **Fe₃O₄** は、残存した水蒸気でクロム鉄鉱に移行したようなこともあるかもしれぬ。鉱体の周縁部のものが磁鉄鉱成分に富み、頑火輝石の伴うことのあるのは、このような機構も一原因をなしているものとも考えられる。

全般的にクロム鉄鉱体の中央部の方に珪酸塩鉱物の共生が少い塊状鉱が多く、周辺部に珪酸塩

鉱物と共生する斑状組織の発達している斑状鉱（浸染鉱）が多い。時には鉱体の中央部に斑状鉱が存し、周辺部に塊状鉱の見られることもある。例えば若松鉱床の一透視図(第10図)には、塊状



第10図 若松鉱山若松7号鉱床のAB方向透視図

鉱と斑状鉱との存在状態がよく判る。珪酸塩を主体とする岩漿と酸化物を主体とする岩漿に分裂した場合、珪酸塩岩体の方は橄欖岩ないしその蛇紋岩を主体とするもので、それに頑火輝石ないしその緑泥石を伴う。一方酸化物として Cr_2O_3 が存する場合 $\text{MgO}, \text{Al}_2\text{O}_3$ が十分にあるならば、前記したように先ず中央部に高温で結晶したクロム鉄鉱は、含鉄量の少い spinel ($\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) 成分の多いもので、chromspinel ないし picotite ($(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O} \cdot (\text{Al}, \text{Cr})_2\text{O}_3$) である。chromspinel ないし picotite は成分の僅かの違いで顕微鏡的に黄色、橙色、黄土色等の色を呈する。これらのものに伴う蛇紋石化した橄欖石は一般に MgO が多く、 FeO の少いものである。ここに $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ の方が $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ より熔融点が高く、早期に晶出し易いと考えられるからである。温度が下降した残漿には前述のように $\text{FeO}, \text{Fe}_2\text{O}_3$ が集中する傾向があるから、周辺部では含鉄量の多い chromspinel ないし picotite を生じ、spinel 成分は一般に中央部のものより少ない傾向がある。ここに磁鉄鉱成分はクロム鉄鉱粒の周縁にも、また網状に貫いても存するものである。珪酸塩鉱物にもクロム鉄鉱と同様に FeO が MgO に比して中央部から辺縁部に段々に富んでくる傾向があるから、共生する珪酸塩鉱物は、中央部のものより含鉄量の多い蛇紋石化した橄欖石である。時には残漿に SiO_2 が多くなり、それとクロム鉄鉱に入り込めなかつた一部の Al_2O_3 とが含 Al_2O_3 の頑火輝石ないしそれから変つた緑泥石を生じて、クロム鉄鉱と伴うこともある。熔融体が流動している場合は、クロム鉄鉱と珪酸塩石基とは互に物質の移行脱出があるものとみられるから、クロム鉄鉱が生成する時、珪酸塩石基に Al_2O_3 が移行して頑火輝石を生じるようなこともあると考えられる。周縁部のクロム鉄鉱には、時には顕微鏡的に流状構造の認められるものがあり、粗い斑状鉱もみられるが、このような構造は熔融体が固る時の条件によるものと見られる。

クロム鉄鉱の周縁が黒色であるのは、珪酸塩石基により熔蝕されて生じたのであるとか、蛇紋石化作用の時に鉄が加つて生じたものであるという論説²¹⁾がいままで支配的であつた。周縁部

の黒色部と網状または交叉状に貫いている黒色線とは相連るものもあり、相関々係のあるものである。珪酸塩の岩漿が直接作用出来ないようなクロム鉄鉱の内部が黒色に変つているような試料もあるから、珪酸塩石基の作用により生じたものとみられぬ。蛇紋石化作用は 500°C 以下で行われるものとされているから、そのような低温度で珪酸塩石基からクロム鉄鉱に鉄が移行してクロム鉄鉱に黒色の周縁や黒色交叉線が生じたものとは考えられない。蛇紋石化作用とクロム鉄鉱の変質とは伴わないことでも判る。橄欖石が蛇紋石化作用をうけると、容積が増えるから、これに隣接したクロム鉄鉱に裂目を生ぜしめ、この割目に沿つて蛇紋石質が注入したように見えるものもある。しかもクロム鉄鉱の周縁の黒色部を珪酸塩鉱物が切ることもある。このようこともクロム鉄鉱に黒色の変質部を生じたのは、珪酸塩熔融体による直接の作用からのものでないことが理解される。クロム鉄鉱の黒色の変質は、前記のように水蒸気を媒介としてクロム鉄鉱が生じる後期に初生自変質的に生じたものである。固結したのは、クロム鉄鉱の方が珪酸塩鉱物よりも全般的に先成的である。但しクロム鉄鉱に珪酸塩鉱物の包有物もあるから、珪酸塩鉱物が結晶している間にクロム鉄鉱は結晶作用を終えたものである。 $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ は連続固溶体系列をなすが、 $(\text{Mg,Fe})\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ は限られた量²²⁾だけしかその系に入ることが出来ない。従つて、均一なクロム鉄鉱を生ずることが出来ず、結晶作用の後期に鉄が集中して、水蒸気とその圧力により初生自変質的に磁鉄鉱成分の多い黒色部を生じたものとも推定される。一試料で尖晶石成分に富むところも、磁鉄鉱成分に富むところもそれぞれ固溶体をなしているのであつて、均一なクロム鉄鉱を生じ難いものと見られる。

前記したように、全般的に尖晶石成分は中央部が周辺部より多いが、磁鉄鉱成分は少ない傾向がある。しかしこのような成分の違いは、どのクロム鉄鉱にもあてはまるわけでない。尖晶石成分が周辺部のものに多いような例もあるが、このようなものは周辺部であつても Cr_2O_3 の量が少いものである。但し磁鉄鉱成分は中央部のものに少く、周辺部のものに多くなる傾向のあるのは、中央部で斑岩により変成作用をうけたものを除くと、いずれの試料にも当てはまる。 Cr_2O_3 の含有量の多いクロム鉄鉱は辺縁部に見られる。このようなものは、頑火輝石ないしその緑泥石を伴っているのは注目すべきである。Camerson と Emerson²³⁾ は輝岩中のクロム鉄鉱の Cr_2O_3 の多いわけは判らないと述べている。クロム鉄鉱に Cr_2O_3 の含有量が多いと、 Al_2O_3 の含量は相対的に少いものとなる。 Al_2O_3 の少いクロム鉄鉱に含 Al_2O_3 の珪酸塩鉱物（頑火輝石ないしその緑泥石）が伴うことになるから、クロム鉄鉱の余分の Al_2O_3 は珪酸塩石基に移行したと考えられる。ここに Cr_2O_3 の多いクロム鉄鉱には頑火輝石ないしその緑泥石を伴うが、逆に頑火輝石に伴うクロム鉄鉱の Cr_2O_3 の含有量は、必ずしも多いとは限らない。

鉱体の端におけるクロム鉄鉱、および端にて母岩を貫く小脈状のクロム鉄鉱は、岩漿の流動体そのものから生じたものとみられるもので、変質作用を蒙る程度は少い。このようなところでは水蒸気と、その水蒸気圧の影響をあまりうけなかつたものと推定される。

要するにクロム鉄鉱の化学組成は、共生する鉱物と関係を有するだけでなく、産出する環境にもよるものである。クロム鉄鉱の組成の上に産出するところが共生鉱物より大きな役割をなすこともあれば、共生鉱物が産出個所より重大な影響をおよぼすこともある。

Summary

In the present paper, the writer mainly described the results of the mineralogical studies on the chromites of the chromite bodies of the Ōgiri and 34 m. levels of Hirose mine, and the bodies of the 7th, South and Chōgiri levels of Wakamatsu mine, for these bodies have been worked.

Serpentinite was intruded into Palaeozoic formation and invaded by granitic rock in the region. It seems that gabbroic rocks are differential dykes from an ultra-basic magma rather than xenoliths by his detailed survies the occurrence of the rocks.

Chromites splitted at early stage in deep zone from an ultra-basic magma are assumed to had been intruded metasomatically in pre-solidified ultra-basic rocks.

Chromites at the central parts of the chromite bodies of the above mentioned levels are not almost altered or very nearly altered, and are low in magnetite and high in spinel components. Chromites at the marginal portions of the chromite bodies are considerably altered, and generally high in magnetite component. It is considered that the black margins and cross cutting lines of the chromites were formed from deuteric concentration of iron oxide generated by high pressure of such magmatic emanation as water vapour existing during crystallization. Sometimes, these increase suddenly towards the surface of the chromite bodies until the mineral is almost replaced. Chromites on the edges or as veins of the bodies are not nearly altered, and comparatively low in magnetite component. It seems that the chromites in the said region, were not altered by late hydrothermal water that altered olivine or enstatite to serpentine or chlorite.

The refractive indices of the chromites that were not altered, represent the indices of the chromites, but the indices of altered chromites express the traslucent parts of the ones, as the indices of the black opaque parts can not determined by the immersion method.

The atomic planes of the chromites determined by X-ray powder method are 220, 311, 400, 511 or 333, 440, 622, 444, 731 or 553, 800, 662, 840, 931, 844. The lattice parameters range from 8.188 to 8.244 Å for 25 chromite samples in the region. The lattice parameters are principally controlled by Cr_2O_3 and $\text{FeO} + (\text{Fe}_2\text{O}_3)$ contents, the large parameters being due to increase of Cr_2O_3 and $\text{FeO} + (\text{Fe}_2\text{O}_3)$ contents in the chromites.

謝辞 拙論を一応終るに当り、鳥根大学前学長山根新次先生ならびに学長早坂一郎先生に謹んで敬意を申し上げる。御配意を戴いた東北大学大森啓一教授に感謝の意を申し上げたい。広瀬鉱業株式会社多里鉱業所戸田芳貞所長、戸田邦男部長はじめ各位、日本クロム工業株式会社若松鉱山野坂常雄所長、太田代清部長はじめ各位、日鉄鉱業株式会社井倉鉱業所樋田義久所長、滝川一博技師（当時日野上鉱山勤務）はじめ日野上鉱山の各位に、色々御援助賜ったことに対し謝意を申し上げたい。日本地科学社代表者清水照夫氏の御厚意にも御礼を申し上げたい。研究費の一部は文部省科学研究費によつたことを明記して謝意を表する。

文 献

- 1) 北原順一：日本岩石鉱物鉱床学会誌，42，1～9，40～50，114～128，1958.
- 2) 北原順一：日本岩石鉱物鉱床学会誌，43，42～54，1959.
- 3) 北原順一：鳥根大学論集，7，77～90，1957. (英文)

- 4) 北原順一：島根大学論集, 8, 46~58, 1958. (英文)
- 5) 北原順一：島根大学論集, 9, 44~54, 1959. (英文)
- 6) 北原順一：島根大学論集, (開学十周年記念論文集) 10, 71~97, 1960. (英文)
- 7) Sampson, E. : *Econ. Geol.*, 24, 632~641, 1929.
- 8) Meyrowitz, R. : *Am. Min.*, 37, 853~856, 1952.
- 9) Winchell, A. N. : *Elements of Optical Mineralogy*, Vol. II, 1951.
- 10) 加藤武夫：新編鉍床地質学, 1937
- 11) 石川俊夫：地質, 47, 275~289, 1940.
- 12) Banba, T. : *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Uni, Geol. and Min.*, 8, 65~73, 1952.
- 13) 山田正春, 種村光郎, 竹田栄蔵, 岩生周一：耐火工業, 12, 9~14, 1952.
- 14) 滝本清, 松永綽夫：水曜会誌, 12, 319~322, 1954.
- 15) Sampson, E. : *Econ. Geol.*, 26, 833~839, 1931.
- 16) Bateman, A. M. : *Econ. Geol.*, 46, 404~426, 1951.
- 17) Yoder, H. S., Jr., : *Am. Jour. Sci.*, Bowen Volume, 569~627, 1952.
- 18) Gielsvik, T. : *Econ. Geol.*, 52, 482~498, 1957.
- 19) 吉木文平：旭硝子研究報告, 11, 11~24, 1952.
- 20) Ruckmick, J. C. and Noble, J. A. : *Bull. Geol. Soc. Am.*, 70, 981~1018, 1959.
- 21) Maxwell, J. : *Econ. Geol.*, 44, 525~543, 1949.
- 22) Philips, F. C. : *Geol. Soc. London Quart. Jour.*, 83, 622~652, 1927.
- 23) Cameron, E. N. and Emerson, M. E. : *Econ. Geol.*, 54, 1151~1213, 1959.