長崎縣蚊焼村に於ける磁鉄鉱化作用 (I)

Magnetitization at Kayaki-mura, Nagasaki Prefecture (I)

牟 田 邦 彦 (Kunihiko Muta)*

前 言

長崎県西彼杵郡地方に露出する蛇紋岩と母岩との接触部附近では、屢々蛇紋岩化作用後の熱水変質作用によつて滑石化、緑泥石化、炭酸塩化及び陽起石化等がみられるが、此等の変質作用に伴つて、緑泥石化された帯には、時に磁鉄鉱化作用をみる事がある。此処に述べる磁鉄鉱も、蛇紋岩と絹雲母・石英・緑泥石・陽起石・曹長石片岩との接触部にそつて生じた緑泥石化帯にみられるもので、緑泥石化作用と此等の磁鉄鉱化作用との間に密接な成因的關係を有する事は否めない。今回は主に西彼杵郡蚊焼村栄上に於ける磁鉄鉱に就いてその産状、共生鉱物との關係及び化学成分を明らかにし、更に其等の成因に就いて若干の考察をこゝろみた。

位 置 及 び 地 質 概 略

主題の磁鉄鉱の産地は長崎市の南方、野母半島のほぼ頸部に位置し、長崎市より蚊焼及び為石部落へ至る県道の分岐点より蚊焼部落へ約 100m 程道路を下つたすぐ南方に位置する。

附近の地質は、綠色片岩及び黑色片岩よりなる結晶片岩類を貫き、又一部は断層關係をもつ蛇紋岩の発達がみられる。この蛇紋岩は野母半島では可なり広い区域に亘つて露出し、野母半島の南東方高浜村及び川原村附近では、野母半島の東海岸よりほぼ中央部を占めて $N20^{\circ}\sim 30^{\circ}E$ 方向に露出し、為石村に至ると $N60^{\circ}\sim 70^{\circ}W$ 方向で野母半島をほぼ東西に横断して発達する。此等岩体の傾斜は一般に 20° 内外の緩傾斜で、傾斜方向、脈巾ともに可なりの変化にとみ、その北部為石村附近では母岩の層理に平行な岩床状で発達する部分が多く、走向は $N40^{\circ}\sim 20^{\circ}W$ 、傾斜は一般に北方へ緩傾斜を示す。この外結晶片岩中には変輝緑岩、変斑岩等の貫入を認むるが、此等火成岩体と磁鉄鉱・緑泥石岩との間には何等直接の關係は見えない。又蛇紋岩体周辺部に限つて片理を欠く、藍閃石・黝簾石・陽起石・曹長石岩を認め、栄上附近でも片岩中にあたかも貫入岩の如き産状で見出される。此等は或は蛇紋岩をもたらしした塩基性岩漿よりの分泌脈とも

* 九州大学工学部採鉱学教室

第1図 野母半島北部地質図

調査者・牟田邦彦 犬島恒彦 (昭和27年9月)

考えられるが、更に検討を要する。

さきに緑色片岩と呼んだ岩石は、外観淡緑色～緑色片理の発達著しい岩石で種々の岩相のものが含まれるが、主に陽起石、角閃石、緑簾石、緑泥石、ゾイサイト等の有色鉱物と共に多量の曹長石の変斑晶又は石英に富む岩石で、特に蛇紋岩体の周辺部では曹長石の変斑晶を増すと共に陽起石、藍閃石（又は直閃石）及び緑泥石をも増加する。時には黄鉄鉱を多量に生ずるものもみられる。

黒色片岩は絹雲母、石墨、石英、曹長石等を主成分鉱物とし、屢々炭酸塩鉱物、緑泥石、陽起石及び黄鉄鉱を生ずるものもある。

表題の磁鉄鉱は上述の蛇紋岩体に捕獲された、黒色片岩及び緑色片岩との互層よりなる結晶片岩類と蛇紋岩との接触部に生じたもので、結晶片岩類は著しく曹長石の斑晶に富み、いずれも絹雲母、陽起石、藍閃石及びゾイサイト等を生じ、たゞ黒色片岩源と思われる部分では特に絹雲母及び石英に富む。

磁鉄鉱・緑泥石岩の分布は、この捕獲岩体の北辺部にそつて約 50m 程の間にみられるもので、厚さは滑石採掘のために掘出された部分で約 1～3 m 程である。

附近の地層の走向は $N10^{\circ}\sim 20^{\circ}W$ 、東方へ約 $10^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 内外の緩傾斜を示し、磁鉄鉱・緑泥石岩にもこの方向の片理の発達がみられ、局部的にはあたかも地層とは整合的に発達する。磁鉄鉱はこの母岩の片理と平行に並んで配列する場合が多く、時には相対する 2 つの 0 面が、特に発達した扁

第 2 図 磁鉄鉱の変斑晶（結晶の粗な部分）

（スケールの数字は cm）

平状の結晶をみる事もある。緑泥石岩中でもその分布は一様でなく、多量に密集して生じた個処では 1~3mm 程で概して小さく、まばらに生じた部分では 1cm にも達する大晶をみる事がある(第2図)。

なほ野母半島では布巻北西方及び川原村木場西方の、蛇紋岩と片岩との接触部にも栄上と全く同様な磁鉄鉱・緑泥石岩の発達を認める(第1図)。かつて島津の鉱物標本として使用された磁鉄鉱も、西彼杵郡大串村に発達する、此等と全く同様な産状の磁鉄鉱・緑泥石岩より得られたものである。

磁鉄鉱の産状

1. 磁鉄鉱緑泥石岩の産状

磁鉄鉱を含む緑泥石岩は第3図に示すが如く、曹長石・石英・緑泥石・陽起石・絹雲母片岩と蛇紋岩との接触部に発達するもので、更に蛇紋岩との間には滑石化蛇紋岩、又曹長石・石英・緑泥石・陽起石・絹雲母片岩との間には緑泥石・曹長石・絹雲母・陽起石・透角閃石岩及び曹長石・緑泥石・絹雲母岩の発達をみる。この様な諸岩石の分布は筆者がさきに報告¹⁾した西彼杵半島に多数発達する滑石鉱床にみられる変質岩の分布と全く同様な関係を示し、恐らく此処でも蛇紋岩と片岩との接触部にそつて上昇し來つた溶液の作用に依つて磁鉄鉱・緑泥石岩を初め滑石化岩その他の諸変

第3図 磁鉄鉱・緑泥石岩の産状(断面図)

1) 牟田邦彦：蛇紋岩に伴ふ2.3の炭酸塩鉱物に就て，岩鉱，35，51，昭26.

質岩を生じた事が考えられる。

(イ) 蛇紋岩…… 緑黒色緻密塊状の岩石で、片岩に近づくに従つて次述の滑石化作用を蒙るため白味を増す。顕微鏡下でも磁鉄鉱・緑泥石岩に近づくに従つて、即ち岩体の縁辺部に近づく程滑石の生成は著しくなる。此等の滑石は明らかに蛇紋石を交代して脈状又は斑点状に生じ、この様な部分では蛇紋石中に包裹される塵埃状の微細な不透明鉱物がほとんどみられない事は注目に値する。又この帯の滑石は何等一定の方向性を示さず、乱雑に生じている点が次述の滑石帯に於ける滑石と異り、更にこの滑石中には明らかな自形をなす炭酸塩鉱物を生ずる事がある。此様な若干の滑石を生じた蛇紋岩の分析値は 第 1 表 (b) に示した。新鮮な蛇紋岩 (a) に比べて、 SiO_2 の増加、 Fe_2O_3 (Total Fe), MgO , Al_2O_3 及び H_2O の減少が認められる。

蛇紋岩は頑火輝石橄欖岩源のもので、橄欖石及び頑火輝石の残存斑晶はほとんどみられず、多量の *crysotile serpentine* よりなる。

なほ蛇紋岩中に於ける鉄鉱石には磁鉄鉱、チタン鉄鉱稀にクローム鉄鉱を認め、蛇紋岩中の total Fe は約 8% Fe_2O_3 である。又鉄鉱石の大きさは多くは 0.01mm 程の塵埃状のものが多く、緑泥石岩中のものに比べてはるかに小さいが、外形も後者程に完全な自形を示さず、半自形乃至粒状不定形をなして蛇紋石中に包裹され、後者とは可なりその産状を異にする。

(ロ) 滑石帯…… 白色～淡緑青色稍々片理の発達をみる岩石で、最も厚い部分で約 3m 内外、多くは 50cm～1m 程の厚さをなし、時には滑石帯をほとんど欠く部分もある。

滑石化の著しい部分は、顕微鏡下でもほとんど無色～淡緑色の滑石のみよりなり、僅かに交代をまねがれた蛇紋石の外に微量の磁鉄鉱、チタン鉄鉱、チタナイト及び炭酸塩鉱物と共に時に陽起石及び緑泥石を生ずるのみで、蛇紋岩に比べて鉄鉱石の量は著しく乏しい。此等の滑石は光学性(+), 大き約 0.1～0.3mm 程の鱗片状集合体よりなるが、緑泥石帯近くでは淡緑色稍々粗粒な滑石を認むる事がある。

(ハ) 緑泥石岩…… 緑黒色多少片理を有する光沢ある岩石で、常に磁鉄鉱の変斑晶を有するが、その量は一定しない。ほとんど緑泥石よりなる岩石で、磁鉄鉱の外は時に黄鉄鉱の変斑晶を認むるも、他の帯で屢々みられるが如き曹長石の変斑晶は全くみられない。

緑泥石は長さ 0.05～0.1mm 程の鱗片状をなし、この外チタナイト、ソイサイト時に少量の曹長石及び磷灰石を生ずる。又不透明鉱物には磁鉄鉱

の外に少量の黄鉄鉱、黄銅鉱及び輝銅鉱を認むる。この帯については更に後述する。

(ニ) 曹長石・緑泥石・陽起石・透角閃石岩帯……この帯は次の曹長石・陽起石・緑泥石・絹雲母岩帯との間に約 1~2m 程の厚さで発達する。この帯の岩石に多量の針状結晶をなす透角閃石及び陽起石よりなり、この外少量の緑泥石、絹雲母及び曹長石を認むる。此等の鉱物はいずれも母岩の片理にそつて並び、時に磁鉄鉱の変斑晶を生ずる場合には、明らかに此等の片理を切つている。

透角閃石は径 0.001~0.002mm 程の細い針状のものが多く、顕微鏡下ではほとんど無色、 $c\wedge z$ 約 20° 。

陽起石は淡黄~淡青緑色を示す多色性を有し、 $c\wedge z$ $2^\circ\sim 12^\circ$ 、消光角の小さなものは藍青色の多色性を示し、可なり曹達質と思われるものもある。此帯は次の緑泥石・曹長石・陽起石・絹雲母岩に近づくに従つて透角閃石及び陽起石を減じ、且つ絹雲母を増す。又時に此帯と接して曹長石の変斑晶が著しく多い藍閃石・陽起石・緑泥石・曹長石・絹雲母岩をみる事もある。此場合絹雲母の増加は余り著しくなく、この様な差違は絹雲母にとむものは黒色片岩源であり、曹長石に富むものは緑色片岩源のものと考えられ、その源岩を異にするために起因するものと思われる。

(ホ) 透角閃石・陽起石・石英・曹長石・絹雲母岩

前者を次述の黒色片岩との間に特に絹雲母に富む岩石が発達する。厚さは 1m 以下で 20cm~50cm 程の部分が多い。この帯ではほとんど磁鉄鉱の変斑晶はみられぬ。又透角閃石及び陽起石の現出も著しく減ずる。

(ヘ) 曹長石・石英・陽起石・緑泥石・絹雲母片岩

前者とは漸移的に移化し、前者に近い部分では特に片理の発達が著しい。外観帯黒白色~淡緑白色の片理に富む岩石で、1mm~5mm 程の曹長石の変斑晶を生ずる。此曹長石と共に屢々 0.1mm~1mm 程の針状の陽起石を認め、又此等の結晶を切つて黄鉄鉱の自形結晶を生ずる事がある。

石英は波動消光著しく、1mm 以下の小さいモザイク状結晶集合体をなし、時に球状の包裹物を認むる。而して此等構成鉱物の間を充し、片理の方向に竝んだ羽毛状の絹雲母が多数みられる。

然し前述の如く黒色片岩と緑色片岩とは互層をなすため、部分的に可成り著しい共生鉱物の変化があり、緑色片岩源の部分では石英を欠き、曹長石の変斑晶、陽起石及び緑泥石を増加する。なほ副成分鉱物には鉄鉱石・磷灰石・金紅石・クリノゾイサイト・柘榴石等を認むる。

2. 共生鉱物

磁鉄鉱はほとんど緑泥石化岩中に産する。従つて磁鉄鉱と最も密接な共生鉱物は緑泥石である。この外磁鉄鉱の多い部分には必ずチタナイトがみられる。又クリノゾイサイト及び曹長石をも伴うが、此等は前二者に比べてはるかに少く、且つ余り密接な関係はみられぬ様である。

更に不透明鉱物には黄鉄鉱、黄銅鉱及び輝銅鉱を認むる事が出来る。

(イ) 緑泥石……肉眼的には淡綠色鱗片状集合体よりなり、顕微鏡下では、個々の鱗片の延長方向がほぼ片理に平行なものが多い。又磁鉄鉱結晶周辺部では屢々第4図にみるが如き pressure shadow を生じ、羽毛状の緑泥石が磁鉄鉱片を中心にある方向性と巾をもつて生長して居り、第4図では上下の方向にあたかも磁鉄鉱が移動して生じた空隙を緑泥石が充した様な産状を示している。この様な羽毛状の緑泥石の成因は Mügge¹⁾ や Pabst²⁾ 等によつて説明が加えられているが、此場合も変質作用の途上で

第4図 緑泥石による pressure shadow.

P—緑泥石化による
pressure shadow.

M—磁鉄鉱 (約 5mm)

U—石基をなす緑泥石 (不規則な方向に結晶は発達する)

絶えず外力が加わる様な状態のもとで、両鉱物が生長した時、磁鉄鉱面上に沈澱しつゝあつた緑泥石が、磁鉄鉱の移動に伴つて多少引張られ、又は圧縮されながら生長したため、かゝる構造を生じたものであろう。

この様な構造はチタナイトや黄鉄鉱等との間にも屢々みられるが、然し

- 1) Mügge, O. : Über die Entstehung faseriger Minerale und ihrer Aggregationsformen, Neu. Jah., Bei. 58A, 368-348.
- 2) Pabst, A. : "Pressure-shadows" and the measurement of the orientation of minerals in rocks. Am. Min., 16, 55, 1931.

一方では此等の鉍物中に常に緑泥石の包裹物を認め、又時には緑泥石の鱗片が明らかに磁鉄鉍の結晶によつて切断される事があり、恐らく緑泥石の晶出時期は可なり長く、磁鉄鉍の晶出より早く且つ遅い時期迄続いたものと思われる。

顕微鏡下では $X=Y$ 淡緑、 Z 淡黄緑色の可なり著しい多色性をなし、 $2V=0$ 又は非常に小さい。光学性 (+), 屈折率は $\alpha=1.592$, $\beta=\gamma=1.595$ の値を示す。

第 3 表に示すが如き化学成分を有し、化学成分を一見すると鉄の多い clinochlore もしくは pennine に近い。然し

$$\frac{\text{FeO}}{\text{FeO}+\text{MgO}} \quad \text{と} \quad \frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3}$$

との図表¹⁾ にプロットすると Rip-Dia-Aph area に近い Pen-Leo-Gro area に位置する事が知られる。

第 2 表

$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3} \times 100$	$\frac{\text{FeO}}{\text{FeO}+\text{MgO}}$
90.6	12.53

又分析値より化学式を計算すると約 $4\text{SiO}_2 \cdot 2(\text{Al} \cdot \text{Fe}^{\cdots})_2\text{O}_3 \cdot 4(\text{Fe}^{\cdots}, \text{Mg})\text{O} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ となり、pennine や clinochlore (純料なもの) よりも可なり鉄に富み、むしろ鉄緑泥石と苦土緑泥石の中間に位置する種類に近い事が知られる。

更に X 線粉末写真及び熱分析曲線を求めたが、いずれもこれ迄に発表された緑泥石群の鉍物のうち、鉄の少々多い苦土緑泥石族の鉍物のデータに近い。

熱分析曲線は第 5 図の如く $556^\circ \sim 350^\circ\text{C}$ で吸熱反応 (Mg-OH group の分解), 820°C 附近で強い吸熱 (Al-OH group の分解), $830^\circ \sim 870^\circ\text{C}$ 附近で強い発熱による (forsterite の生成?) ピークがそれぞれみられる。この様な熱分析曲線は同図に列示した日立鉍山産及び諏訪鉍山附近の緑泥片岩中²⁾ のものゝ曲線にはほぼ一致する。なほ各ピークの温度には多少のづれはあるが、Ureka (Utah) の clinochlore の熱分析曲線に近似し、

1) 須藤俊男・関根良弘 新潟県葡萄鉍山附近の所謂変朽安山岩中の緑泥石、岩鉍、**35**, 123, 1951.

2) 須藤俊男・村岡 誠：粘土鉍物の性質表, 1950.

第 5 図 緑 泥 石 の 熱 分 析 曲 線

1. 蚊焼栄上産 緑泥石
2. 日立鉾山産 "
3. 諏訪鉾山緑泥片岩中の緑泥石

prochlorite 及び Grim¹⁾ 等が示した chlorite (pennine?) とは可なり異った傾向を示す。

X 線粉末写真を第 1 表 (a) 及び (b) に示す。用いた対陰極は鉄で、電圧、40kV、電流 5mA で 4 時間行つた。各線はいずれも明瞭な細い線で占められる。

第 1 表 (a) X 線 粉 末 写 真

d.	I.	d.	I.	d.	I.
1.13	3	2.03	5	3.99	2
1.22(5)	4	2.28	2	4.10	1
1.39	6	2.45	2	4.75	7
1.42	2	2.57	2	5.00	4
1.53	4	2.60(5)	1	5.45	3
1.57	5	2.87	7	7.15	7
1.67	1	2.93	1	7.80	6
1.82	2	3.38	10		
1.95	2	3.72	4		

第 1 表 (b) X 線 粉 末 写 真

1) U. S. Geol. Sur. Ureka, Utah, 1945 ; Grim, R. E., Rowland, R. A., Am. Min., 27, 801~818, 1942.

(ロ) 黄鉄鉱……緑泥石中に完全な自形結晶としてみられる。磁鉄鉱の多い部分には一般に少い。然し磁鉄鉱・緑泥石岩の下盤をなす岩石中には屢々認められ、特に黄鉄鉱に富む部分では点々と結晶が竝んであたかも帯状又は脈状で発達する事がある。

磁鉄鉱と共生するものでは、磁鉄鉱を交代したり、又は切断したり、更には磁鉄鉱・緑泥石岩のある部分に特に多いという様な特別な共生関係はみられない。即ち磁鉄鉱の生成よりも早期又は晩期の生成物と思われる証拠は何等みられぬ。却つて緑泥石の結晶による pressure shadow 構造も磁鉄鉱と同様な関係でみられ、他の共生鉱物との関係よりしても、むしろ磁鉄鉱とほぼ同時期に晶出した事が考えられる。恐らく前者との相違点は還元剤特に H_2S の存在するか否かに依るものではなからうか。

(ハ) 黄銅鉱及び輝銅鉱……多くは磁鉄鉱・緑泥石岩の片理の方向に細く延びた不規則な小レンズ状 (巾 $0.1\sim 0.5m$, 長さ $1m\sim 1cm$ 程のものが多く)、時には片理を切つて発達するものもあり、更には磁鉄鉱結晶を取囲んだり極めて稀には不明瞭に結晶を切つて発達するものもある。然し一般には磁鉄鉱と密に共生する場合でも、明らかに磁鉄鉱を交代したり、又は脈状で切断して黄銅鉱が発達する場合はほとんどなく、磁鉄鉱の結晶面上にそつて単に黄銅鉱の沈澱が、これを取囲んでみられぬに過ぎぬ。(7 図-(1)の b) 又この場合黄銅鉱は決して隣接する磁鉄鉱結晶中に包裹される事なく、ほぼ片理にそつて点々と不規則なレンズ状の小鉱塊が、可なり連続して散在する。(この項続く)

第 7 図 (1-a)

片理にそつてほぼ平行に並ぶ
チタナイトと磁鉄鉱との関係

M—磁鉄鉱 (結晶の大きさ約 2mm)
T—チタナイト I—イルメナイト
S—矢印は母岩の片理の方向を示す

(1-b)

磁鉄鉱の結晶のまわりに
生じた黄鉄鉱

M—磁鉄鉱 (結晶の大きさ約 1.5mm)
C—黄銅鉱