岩手縣附馬牛産ペグマタイト中の含チタン赤鐵礦¹⁾Titaniferrous hematite from a pegmatite vein
at Tukumousi, Iwate Prefecture

理學博士 渡邊 萬次郎 (M. Watanabè)

緒 言

ペグマタイトの成分として磁鐵礦、赤鐵礦、チタン鐵礦等を産することは、必ずしも珍しいものではない。特に先年 Grout 氏²⁾の記載したミネソタ州北部の花崗岩中を貫ぬくペグマタイト中の或るものでは、その兩側に多量の磁鐵礦と黒雲母とが密集し、その一部分は石英及び長石と共に縞を成して産出する。また有名な南ダコタの Etta リシウム礦山³⁾に於ても、チタン鐵礦は種々のリシウム礦物や、錫石、電氣石、コロンブ石、錫滿重石、モナズ石、輝水鉛礦その他と共に産出する。

近年岡本要八郎氏⁴⁾も福岡縣糸島郡小富士村字御床 (Mitoko) に屬する可也山 (Mt. Kaya) 西山腹の花崗岩を貫ぬくペグマタイト中、石英、長石、電氣石、褐簾石、モナズ石、ベタホ石、綠柱石、ヂルコン等と共に磁鐵礦及びチタン鐵礦の産出を記載せられ、磁鐵礦は條痕黑色、磁石に吸引せられ、チタン鐵礦は黑色板狀、瀧本氏の定性分析に據れば、チタンの反應著るしとせられた。尤もその後櫻井欽一氏の私信によれば、このうちチタン鐵礦として記されたものは、チタンは比較的少量を含み、赤鐵礦の一種に過ぎざる由である。なほこの外に岡本氏に據れば、黑色板狀にして條痕もまた黑色の礦物あり、嘗て中島欽三教授がコロンブ石と稱せるものに該當すると思はるるも、中島氏の判定せるもの明かならず、河合貞吉氏はこれをコロンブ石に非ずとし、岡本氏また中島氏のコロンブ石の少くとも一部は、前記のチタン

- 1) 岩石礦物礦床學第 32 卷第 1 號(昭和 19 年 9 月)。
- 2) F. F. Grout, Econ. Geol. Vol. 18, p. 253~269, 1923.
- 3) F. L. Hess, Min. Res., U. G. Geol. Surv. 1909, 649~653.
- 4) 岡本要八郎“我等の礦物”第 10 卷, 第 1 號, 46 頁, 昭和 16 年。

鐵礦ならむと指摘せられてゐる。

また木野崎吉郎氏¹⁾は咸鏡北道城津郡業億洞産 ペグマタイト中徑 13～15 耗, 厚さ 8.5 耗に達するチタン鐵礦の板狀結晶が, 石英, 天河石, チンワルド雲母と共に産するを記されてゐる。

等者も最近岩手縣上閉伊郡附馬牛村字中の瀧北方に産するペグマタイト中の黒色板狀の礦物を得, その産狀よくコロンブ石, 鐵滿重石等に類するを見, しかも化學的試験の結果は磁鐵礦の細粒を含んだ含チタン赤鐵礦と認めらるゝを知つたが, その産狀及び化學成分上特異の點多いことを知つたので, こゝに紹介することゝする。

産 出 状 態

産地は附馬牛 (Tukumousi) 村役場の所在地上柳 (Jô-yanagi) の北方約 4 耗, 中瀧の北方約 500 米の猿ヶ石川の北岸に在り, 花巻線遠野驛より約 15 耗の上柳まで, 夏は乗合自動車を通ずる。遠野驛より現地まで, 周圍の山地は悉く花崗閃綠岩で, 稀にアブライト, 玢岩等の小岩脈を見るに過ぎず, ペグマタイトは極めて少なく, これら貫ぬく猿ヶ石川兩岸は, 沖積原に廣く被はれ, その兩側は山の麓に沖積扇狀地を連ねる。

産地附近はこの種の平地が漸く狹まり, 川は直接山地を貫ぬいて大規模に蛇行し, その彎曲部の外側では, 山脚を削つて斷崖を生じ, その内側には狭い段丘を斷續する。こゝに記載するペグマタイトは, 中瀧北方彎曲部の北岸, 高さ約 10 米の急斜面が, 河流に侵蝕された部分に, 斷崖を成して露出し, 厚さ約 3 米, 左右少くとも 10 米に亘り, 北に緩斜したレンズ狀を成して, 黒雲母花崗閃綠岩を貫ぬくもので, その兩側には特有の文象構造を示す部分あるが, 大部分は長石を主とする部分と, 石英を主とする部分とに分れてほぼ平行の縞を成し, これに多少の白雲母と, こゝに記される黒色板狀の礦物とを伴なふに過ぎない。

このうち長石には二種類あつて, 一は淡紅色を呈し, 往々自形の結晶を成

1) 朝鮮礦物誌 (昭和 16 年) 80 頁。

し、顯微鏡下に細かい格子狀双晶を成し、微斜長石 (microcline) と認められ、他は白色で顯微鏡下に細かく聚片連晶を成し、重屈折率く、灰曹長石 (oligoclase) と認められる。その光學性を大森啓一博士¹⁾を煩はして測定せるに、前者は微粒浸液法で

$$\alpha = 1.522, \gamma = 1.529, \gamma - \alpha = 0.007$$

後者は (o10) 劈開面上

$$\alpha' = 1.537, \gamma' = 1.541$$

で、前者は明かに微斜長石、後者は $\text{Ab}_{83}\text{An}_{17}$ の灰曹長石に相當する。但

第 壹 圖

含チタン赤鐵礦の産狀 (實物の 2/3)

M 微斜長石 P 斜長石 q 石英

黒線は含チタン赤鐵礦の斷面

し前者は通常斜長石のレンズ狀薄葉に貫かれ、ペルト石構造を呈する。

問題の黑色礦物は、厚さ概ね 1 ~ 2 耗、直径數極に達する板狀を成し、その比較的厚い部分は通常數葉に分離して、石英または長石を貫ぬき、産出狀態コロンブ石、鐵滿重石等に類する。その大部分は主として長石を貫ぬくが、一部は石英の中をも貫ぬき、時には板狀礦物の上に、先づ長石を着生し、その間隙を石英で充した部分あり、この礦物が先づ板狀に晶出して、長石の晶出これに次ぎ、最後に石

英の晶出を見た状態を成す場合がある (第壹圖参照)。

化 學 成 分

本結晶の或るものに就て、東北地方鑛山局高倉技師の分析の結果は、第壹

1) この點に關して特に大極敬一博士に謝意を表する。

表 I の通りである。但し其のうち FeO は、同一試料の一部に就て、東北産業科學研究所三浦彦次郎氏の分析による結果である。これに依れば、それらの分子比は第壹表 II の通りであつて、假に TiO_2 が全部 $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ 即ちチタン鐵礦の標準組成で含まれ、残りの FeO が全部 Fe_2O_3 と結んで、 $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 即ち磁鐵礦として存し、残りの Fe_2O_3 が遊離の Fe_2O_3 即ち赤鐵礦として存するとせば、それ等の分子比は

$$\text{チタン鐵礦} ; \text{磁鐵礦} ; \text{赤鐵礦} = 226 : 20 : 363$$

となり、これを重量百分率に換算すれば

$$\text{チタン鐵礦} ; \text{磁鐵礦} ; \text{赤鐵礦} = 35.4 : 4.8 : 59.8$$

となる。但しこの外少量の MnO 及び MgO の存在が知られ、これ等は何

第 壹 表

	I	II	Ilm	Mag	Hcm
TiO_2	18.12	226	226		
Fe_2O_3	61.29	383		20	363
FeO	17.70	246	226	20	
MnO	0.67	9			
MgO	0.16	2			
SiO_2	1.40	23			
合 計	99.37				

れも FeO の代りとして、磁鐵礦にもチタン鐵礦にも往々見出さるゝ成分であり、本礦物中の MnO 及び MgO がそれ等何れの形に於て含まれるかに依つて、それだけ磁鐵礦又はチタン鐵礦が多少増加し、赤鐵礦が減少するを免れない。何れにしても化學分析の結果から見れば、本礦物は主として約 60% の赤鐵礦と、35% のチタン鐵礦とより成り、これに約 5% 内外の磁鐵礦を伴ふものである。但しこれ等の割合は、部分に依て相違すること次に記される反射顯微鏡的觀察に依つて明かであり、これを以て本礦物の總てを論ずるは不合理である。

特殊成分の含有

次に本礦の一部に於て、化學教室富永教授の好意により、Hilgar A. I に

よるスペクトル分析を試みた結果は、主として第貳圖に示された通りであつて、輝線の著るしいものゝみを吟味しても、鐵及びチタンの外、マンガン、クローム、コバルト、タングステン、モリブデン、バナヂウム等の存在が明か

第 貳 圖

附馬牛産赤鐵礦の
スペクトル模式圖

にせられ、その鮮明を缺くものを含めば銀、水銀、ニッケル、鉛、亜鉛、カドミウムが検出せられてゐる。

しかしこれ等の金屬を含んだ礦物は、肉眼的にも顯微鏡的にも、未だ全然本ペグマタイト中には發見せられず、何等かの形で前記の板狀礦物中に含まるゝものと認めねばならぬ。このうちマンガンはチタン鐵礦及び赤鐵礦に、クローム及びバナヂウムは磁鐵礦中に屢々含まるゝ金屬であるが、タングステン及びモリブデンがこれ等の礦物に含まれることは極めて稀で、而もそれ等はペグマタイトの成分としては、極めて普通な元素であり、通常鐵滿重石、灰重石、輝水鉛礦として見出される。然るに本ペグマタイトに於ては、これ等の礦物が未だ全然見出されず、却つて板狀鐵礦中に、微量ながらもこれらの元素の見出されることは、極めて興味ある事實である。

反射顯微鏡的性質

本礦物の底面に平行な研磨面を造り、反射顯微鏡下に觀察するに次の三つの部分からなる(第參圖)。

I. 他の部分よりも明かに灰褐色を帶び、濃鹽酸に依つて次第に褐色に變ずる部分、これ即ち磁鐵礦でその量少ないが、比較的粗粒で屢々其の邊緣部から白色光輝ある薄葉によつて格子狀に貫ぬかれる。この格子は赤鐵礦で、屢々其の交錯部で膨大し、磁鐵礦の邊緣部にのみ見られる場合

が多い。

2. 前者より多少明るいが、次に述べる赤鉄礦よりは明かに暗く、青味を帯びた灰色を呈し、明かに2種の産状を有する。その一は、底面に平行な研磨面では常に細滴状を呈し、赤鉄礦中に散在し、往々連珠狀に配列し、これに直角な断面では、往々連續した層狀をなす、他の一は極めて微

第 參 圖

- m 赤鉄礦の細脈に貫ぬかれた磁鐵礦
- h チタン鐵礦の微細格子に貫ぬかれた赤鉄礦
- i チタン鐵礦の液滴狀微粒

細な薄葉をなし、前者の間の赤鉄礦中を細かく三角格子狀に貫ぬく。鹽酸に犯されず、これに亞鉛を加へても變化がない。これ即ちチタン鐵礦である。

3. 全體の地をなす白色光輝ある部分で、鹽酸に依つては犯されないが、亞鉛を加へれば容易に犯され、褐色に變化する。その全體が、チタン鐵礦の三角格子に貫ぬかれる。これ即ち赤鉄礦で、その一部分は磁鐵礦の邊緣部をも格子狀に貫ぬくことは前に記した通りである。

以上のうち、赤鉄礦中のチタン鐵礦の微細な格子は、全體に亘つて一様に

分布し、各薄葉はその交錯部で却つて尖滅する點に於て、固溶體の冷却に依る分裂の產物、即ち謂はゆる Widmanstätten 構造に一致するが、磁鐵礦中の赤鐵礦の格子は、磁鐵礦の邊緣部のみを主とし、且つその形體の複雑なる點で、寧ろ酸化の產物と認められる。また赤鐵礦中のチタン鐵礦の細粒は、赤鐵礦の内部殆んど一様に分布し、謂はゆる液滴構造(emulsoid structure)を呈するが、往々連珠狀に連なり、底面に直角な研磨面では、これに平行な縞をなすこと既述の通である。

本 礦 物 の 成 因

以上三種の礦物が、高溫に於て互に或る程度の固溶體をなし、特にチタン鐵礦と赤鐵礦とは共に六方晶系菱形半面像に屬し、高溫に於てはあらゆる割合に於て固溶體をなし、溫度の低下に伴なつて互に分離することは既に知られたところである¹⁾。これに反して磁鐵礦と、チタン鐵礦とは高溫に於ても或る割合以上の固溶體をなさず、特にチタン鐵礦中に含まれ得る磁鐵礦の割合は極めて限られ、磁鐵礦中のチタン鐵礦も、1400 度内外の高溫に於て²⁾、既に分裂を開始する。また磁鐵礦と赤鐵礦は水蒸氣等による酸素の分壓に應じて互に轉移し、高溫に於ては磁鐵礦に、低溫に於ては赤鐵礦に變ずる傾向大なること³⁾、よく知られたところである。

本ペグマタイトに於て、これ等三種の礦物が、常に薄板狀の共生體としてのみ産し、獨立の結晶をなさざる事實は、それ等が個々獨立に晶出したものとしては説明が困難である。思ふに先づ赤鐵礦及びチタン鐵礦を主とし、これに多少の磁鐵礦を含む固溶體が板狀の結晶をなし、それが溫度の低下に依つて先づ磁鐵礦を粒狀に分離し、その後更に或る溫度に至つて、チタン鐵礦の一部が液滴狀をなして残りの固溶體中より分離し、更に溫度の低

1) Warren, C. H; Am. Jour. Sci., Vol. 25 (1918), p. 12; Econ. Geol., Vol. 13 (1918), p. 419.

2) 神山昌毅; 地質學雜誌, 第 36 卷, 12~29 頁, (昭和 4 年)。

3) Sosman, R. B., Hostetter, J. C.; Jour. Am. Chem. Soc., Vol. 38 (1916), p. 807.

下した後、チタン鐵礦の他の一部分が格子狀をなして分離し、赤鐵礦を貫ぬく一方に、前に分離した磁鐵礦の邊緣部は、其の結晶學的方向に沿つて酸化し、赤鐵礦に貫ぬかれるに至つたものと認められる。初めに生じたものが、磁鐵礦でなく、赤鐵礦を主とする固溶體であり、しかもそれから最初に分離したものが磁鐵礦である事實は、溫度と酸素壓との關係によること勿論であるが、初めは全部チタン鐵礦と固溶體をなしたことも、その一因と認められる。また固溶體から分離するものが、必ずしも格子狀薄葉をなさず、高温に於て、特に冷却の徐々なる場合は、液滴狀乃至粒狀をなすことは、Schwartz¹⁾ 氏の實驗したところである。

本 礦 物 の 名 稱

以上詳述した通り、本礦物は赤鐵礦の結晶中をチタン鐵礦の極めて微細な薄葉を以て格子狀に貫ぬき、且つその無數の液滴狀微粒と、磁鐵礦の若干粒を包裹したもので、外觀上單一の結晶も、その實前記 3 種の共生體である。これその化學成分に於ても、赤鐵礦とチタン鐵礦の中間に位し、且つ若干の磁性を有する所以である。

抑もチタン鐵礦は、 FeTiO_3 、または $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ なる化學成分 ($\text{Fe} = 36.8$, $\text{Ti} = 31.6$, $\text{O} = 31.6$ または $\text{FeO} = 47.3$, $\text{TiO}_2 = 52.7\%$) を有し、六方晶系菱形四半面像に屬するものとせられるが、この式に近い組成のものは極めて稀で、常に若干の Fe_2O_3 を含み、 $\text{Fe}:\text{Ti}$ の原子比は、種々の程度に變化多く、Dana's System of Mineralogy (1928) の如きはそれらの如何によつて ilmenite を次の變種に分つてゐる。

1. Kibdelophane, Ti 約 30%, 板狀乃至塊狀
2. Crichtonite, 略同上 鋭い菱面體
3. Ilmenite, Ti 30~26%, Fe_2O_3 若干 (8~15%) を含む。
4. Menaccanite, Ti 約 25%, Fe_2O_3 一層多い (20~30%)
5. Hystatite, Washingtonite, Ti 20~15%, Fe_2O_3 60% 近い
6. Uddevallite, Ti 約 10%, Fe_2O_3 70%
7. Basanomelan Ti 8~6%, Fe_2O_3 75~83%

1) G. M. Schwartz; Econ. Geol., 26, (1931), 186.

8. Kragero hematite Ti 3%, Fe_2O_3 94%

これ従來の謂はゆるチタン鐵礦が外觀均質でありながら、常に若干の赤鐵礦(Fe_2O_3)と固溶體を成し、或はその分裂によつて生じた顯微鏡的薄葉を包裹し、しかもそれらが外觀單一の結晶で、チタンを含有する限り、チタン鐵礦の變種として取扱はれた結果である。若しこの見解に従へば、附馬牛產黑色板狀の結晶も、Dana の謂はゆる hystatite に近いチタン鐵礦の一變種と認むべく、先に紹介せられた福岡縣御床產礦物もまたチタン鐵礦の變種と認めて差支ない。

しかしながら、附馬牛產礦物の最も主なる成分が Fe_2O_3 であり、顯微鏡的にもそれが全體の地を成して、チタン鐵礦はそのうちに包裹せられた格子狀の薄葉及び液滴狀の細粒を主とする。磁鐵礦また粒狀の包裹物に過ぎぬ。本礦物をチタン鐵礦及び磁鐵礦含有赤鐵礦(ilmenite and magnetite-bearing hematite)と稱するを妥當とすべく、若し少量の磁鐵礦を度外視し、且つ名稱を簡單にせば、含チタン赤鐵礦(titaniferous hematite)の一種と稱しても可であらう。

摘 要

岩手縣上閉伊郡附馬牛產ペグマタイト中の黑色板狀の礦物は、赤鐵礦中に磁鐵礦及びチタン鐵礦の細粒と、チタン鐵礦の格子狀薄葉とを包裹したもので、これらは本ペグマタイト凝結の初期に先づ固溶體として板狀の晶出し、次でその間隙を長石及び石英で充たす一方、溫度の低下に伴なつて右の板狀結晶内部に、先づ磁鐵礦、次に液滴狀チタン鐵礦、最後に格子狀チタン鐵礦を析出したものと認められる。

本礦物は鐵及チタンの外、微量のタングステン、モリブデン、マンガン、コバルト、バナヂウム等を含む點で、ペグマタイト成分として注目を要する。

本研究で實地調査に要した費用の一部分は、軍需省地下資源緊急調査開發委員會の經費に屬し、また調査中當時の仙臺鐵山監督局蜂屋技手は種々の助力を與へられ、附馬牛村字犬淵の伊藤吉右工門氏は本礦物の產出を前記委員會東北支部に速報せられ自ら現場を案内せられた。こゝに謹んでそれらの各位に謝意を表する。