北海道有珠火山外輪山熔岩中のビジオン輝石斑晶について

On the phenocrystic pigeonite in a somma
lava of Usu volcano, Hokkaido

大 場 与志男 (Yoshio Ōba)*

Abstract: Phenocrysts of pigeonite were found in a pigeonite hypersthene andesite of a somma lava of Usu volcano in the roof mountain part of Showa-Shinzan.

The phenocrystic minerals of this lava are bytownite, hypersthene, pigeonite and a little augite surrounded by pigeonite, while groundmass consists of andesine~labradorite, pigeonite, magnetite, brown glass and apatite.

The occurrence of phenocrystic pigeonite can be divided into the following three types: (1) single crystal, (2) intergrowth with augite (thick rims around augite), (3) inversion from hypersthene. The chemical composition of those pigeonite, inferred from the optical properties, are plotted in Fig. 6.

The mode of occurrence and Fig. 6 show that pigeonite phenocrysts are crystallized only in the latest intratelluric stage.

1. ま え が き

本邦において、斑晶ビジオン輝石を含有する火山岩は、すでに箱根火山¹⁾、栃木県足尾²⁾、福島県南会津³⁾で発見されているが、その産出は比較的稀であるとされていた⁴⁾。

第1図 ビジョン輝石紫蘇輝石安山岩の採集場所(×印)

最近、東北地方の第三紀火山岩⁵⁾⁶⁾や東北脊梁新期火山岩⁷⁾⁸⁾中からも斑晶ビジオン輝石の産出が報告されている。

筆者は、有珠火山の東麓、昭和新山の隆起によって生じた屋根山南部(第1図)に露出する有珠外輪山熔岩の一部に、ビジオン輝石斑晶を見出したので、ここにその概要を報告する。

報告に当り、御指導をいただいた北海道大学理学部地質学鉱物学教室、石川俊夫教授、勝井義雄助教授、大学院学生近堂祐弘学士に厚くお礼申上げる。この研究については、文部省科学研究費の一部を使用した。

* 北海道大学理学部地質学鉱物学教室

2. 岩 石 記 載

有珠外輪山熔岩は、一般に橄欖石含有普通輝石紫蘇輝石安山岩である。しかし詳しく見れば、構成鉱物の組合せ、量比に多少の変化がみられる。斑晶ビジオン輝石を含む岩種は、その一つである。以下昭和南山屋根山南部産の岩石について記載する。この岩石は厚さ 2~3m の薄い一枚の熔岩流をなし、有珠外輪山熔岩の最上部に相当するものと思われる。

肉眼的特徴 岩質は灰色緻密斑状岩で、新鮮である。きわめて斜長石斑晶の多いことが特徴であり、黒色の輝石斑晶は散点的にみられるにすぎない。

顕微鏡的特徴 (斑晶) 斜長石： 容量 36.3% 最大径 5mm、大形のものは、数個の自形結晶の集合体として存在する。塵埃状含有物は散点的で少ない。累帯構造はほとんどなく、わずかに周辺部にのみ An 成分のより低い帯が薄くみられる。中核部の組成は $n_1 = 1.573 \sim 1.575$ より An85~89%, Reinhard 図表による方法で平均 84% を得た。周辺部の組成は An60~65%。

紫蘇輝石： 容量 0.8%, 長さ 1mm 前後の柱状・板状結晶で、ときに 2mm におよぶ柱状結晶がある。例外なく周辺はビジオン輝石粒によつてかこまれている。ときにビジオン輝石の中心部に残晶として存在することもある。光軸角 (-) $2V = 59^\circ \sim 65^\circ$ (平均 62°) 屈折率 $\alpha = 1.694$, $\beta = 1.703$, $\gamma = 1.706$, 組成 $En_{69}Fs_{31}$, 多色性強く, X' = 淡褐色, Z' = 淡緑色。

ごく稀に橄欖石の残晶を中心部に有することがある。

ビジオン輝石： 容量 0.6%, 産状は3つに分類される、しかしそれらの組成の違いはわずかである。

1) 単独結晶： 直径 1~2mm,, 丸味を帯び、数個集合している場合もある。自形性弱く、周辺部は石基部との境界が明瞭でない。光軸角 $2V = 0^\circ$, $c \wedge Z = 40^\circ$, (100) 双晶がみられる場合がある。屈折率測定の場合の2例を示す。

$\alpha = \beta = 1.697$, $\gamma = 1.724$, $Wo_{11}En_{52}Fs_{37}$ (第2・3図A), $\alpha = \beta = 1.699$, $\gamma = 1.725$, $Wo_{11}En_{50}Fs_{39}$ 。

第2図 ビジョン輝石 (写真中央) を含む有珠外輪山熔岩

第3図

- A ビジョン輝石単独斑晶（一部に普通輝石を含有する）。白色部はビジオン輝石，斜線部は普通輝石，数字は光軸角を示す。結晶は第2図中央のもの。
- B 普通輝石の周辺に厚い周辺相としてみられるビジオン輝石。ビジオン輝石と普通輝石の境界は明瞭であるが，ビジオン輝石と紫蘇輝石の境界は不明瞭である。（白色部はビジオン輝石，打点部は紫蘇輝石，斜線部は普通輝石，数字は光軸角）
- C 紫蘇輝石より転移したビジオン輝石。左上の結晶は，紫蘇輝石の仮像をしめすビジオン輝石で，磁鉄鉱粒を含有する。他のビジオン輝石は，紫蘇輝石の残晶を含む。いずれもビジオン輝石は光学方位を異にした結晶の集合体よりなる（白色部はビジオン輝石，打点部は紫蘇輝石，数字は光軸角を示す）。

2) 普通輝石と平行連晶するもの：直径 1.5mm 以下，丸味を帯びる。普通輝石の周辺に，明瞭な境目を持ちビジオン輝石の厚い殻を作っている。中心部の普通輝石が消失すれば 1) の単独結晶の場合と同じ産状を示す。

しばしば普通輝石の集合体をかこみ，紫蘇輝石を伴って産する（第4図B）。この場合伴われる普通輝石とZ軸を共有する。ビジオン輝石の光学性は 1) の単独結晶と同一である。なおビジオン輝石と共生する普通輝石の光軸角は（+） $2V=47^{\circ}\sim 52^{\circ}$ ，屈折率 $\beta=1.699\sim 1.703$ ，平均組成 $Wo_{38} En_{37} Fs_{27}$ ，紫蘇輝石の光軸角（-） $2V=62^{\circ}\sim 68^{\circ}$ ，組成は紫蘇輝石の単独斑晶と同一である。

3) 紫蘇輝石より転移したもの：紫蘇輝石はすべてビジオン輝石の周辺相をもっていることはすでにのべたが，ほとんどビジオン輝石によって置き換ったり，完全にビジオン輝石のみになっている場合がある。このようなビジオン輝石は，紫蘇輝石の仮像を示したビジオン輝石の集合体より成り，しばしば磁鉄鉱粒や塵埃状含有物をもっている。

紫蘇輝石より転移したビジオン輝石は，一般に小型で直径 0.5～0.8mm，丸味を帯びた結晶である。大型の紫蘇輝石斑晶は周辺部のみビジオン輝石によってとりかこまれているが，紫蘇輝石が小型のものほどビジオン輝石への転移が著しいことを示している（第3図C）。光軸角（-） $2V=61^{\circ}\sim 66^{\circ}$ で紫蘇輝石斑晶と大差ない。（微斑晶）ビジオン輝石：容量 1.7%，長さ 1mm に達する柱状～針状結晶で，わずかに累帯構造のみられることもある。（100）の反復双晶を示す。光軸角（+） $2V=0^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 屈折率 $\alpha=1.699$ ， $\beta=1.701_{(max)}$ ， $\gamma=1.726$ ，組成平均 $Wo_{12} En_{48.3} Fs_{58.7}$

石基 玄武岩に近い間粒構造を示す。長さ 0.2mm 程度の短冊状斜長石（An 44～58%，容量 29.1%）および，直径 0.1～0.3mm 粒状～短柱状ビジオン輝石（累帯構造

第4図 ビジョン輝石斑晶の組成

大黒丸 有珠外輪山熔岩, 昭和新山屋根山, 小白丸 fk 船形火山黒鼻山山頂⁸⁾, fw 同山 西麓⁸⁾, fi 泉ヶ岳⁸⁾, mo 仙台市茂庭⁵⁾, w Weiselberg Germany²⁾, k 荷葉岳田沢沢⁷⁾, s 福島県千貫森⁹⁾, h 箱根峠¹⁾ mn Mull Island, Scotland¹⁰⁾ ai 南会津, 大窪山³⁾ as 栃木県足尾¹⁾

大白丸 有珠外輪山ビジョン輝石斑晶を含む安山岩の微斑晶ビジョン輝石,

白二重丸 同じく 石基ビジョン輝石,

黒三角 同じく 斑晶ビジョン輝石と共生する普通輝石,

黒十字 有珠外輪山普通輝石紫蘇輝石安山岩 (柳原産) 中の普通輝石

白四角 有珠外輪山熔岩のノルム輝石

第1表 昭和新山屋根山東部外輪山
熔岩分析値⁹⁾, 分析者八木,

	Wt. %		Norm %
SiO ₂	53.46	Q	9.00
TiO ₂	1.06	Or	2.78
Al ₂ O ₃	18.99	Ab	20.96
Fe ₂ O ₃	2.75	An	39.20
FeO	6.74	Wo	3.25
MnO	0.22	Di {	En 1.70
MgO	3.82	{	Fs 1.45
CaO	9.79	Hy {	En 7.90
Na ₂ O	2.47	{	Fs 7.13
K ₂ O	0.48	Ol	—
H ₂ O(+)	0.33	Mt	4.18
H ₂ O(-)	0.20	Il	1.98
P ₂ O ₅	0.32	Ap	0.67
Total	100.63		Mol. %
		Py {	Wo 15.0
		{	En 49.7
		{	Fs 35.3

を示し, 光軸角 (+) 2V=0°~15°, 屈折率 $\alpha=1.699$, $\alpha \approx \beta=1.702$, $\gamma=1.728$, 組成平均 Wo₁₄ En₄₇ Fs₃₉ 容量 23.1%) が主で, これに磁鉄 鈹粒 (容量 2.5%), 褐色ガラスおよび潜晶質部 (容量 5.9%), 燐灰石 (微量) より成る。

以上のべたビジョン輝石, 普通輝石, 紫蘇輝石の組成を第4図に示す。参考のため, 有珠火山の他の外輪山熔岩に含まれる普通輝石斑晶, 他地域の火山岩より産出した斑晶ビジョン輝石, 八木⁹⁾による昭和新山屋根山東部の外輪山熔岩の化学分析値 (第1表) より算出したノルム輝石組成を同一ダイアグラムに示した。

3. 考 察

第6図に示したように, 有珠外輪山熔岩中の斑晶ビジョン輝石斑晶は, 箱根火山, 栃木県足尾, 福島県南会津, Weiselberg²⁾, Mull¹⁰⁾ 産のビジョン輝石斑晶に比べて Fs

成分に乏しく、また東北脊梁那須火山帯早期玄武岩（船形火山黒鼻山、泉ヶ岳などの玄武岩）中のビジオン輝石斑晶に比べて Fs 成分に富む。そして東北地方第三紀火山岩（仙台市茂庭・福島県千貫森）中のビジオン輝石と、ほぼ同じ組成をもっている。

有珠火山の場合、外輪山熔岩全体を通覧すると、まず橄欖石と普通輝石の斑晶が晶出しやがて橄欖石は残液と反応して、より Fe/Mg に富む紫蘇輝石に変化する。この間、普通輝石の組成はほとんど変化しない。一方、斜長石は初期に 1~3cm の巨大斑晶として橄欖石と同時に晶出し、次いで通常の大きさの斜長石斑晶が普通輝石と同時に晶出を行っている。

有珠外輪山熔岩の大部分は、以後、石基形成期に入っているが、この報文であつかつた熔岩のみ、やゝ後期まで斑晶形成期が続いている。この間に問題のビジオン輝石斑晶が、普通輝石と反応関係で、また紫蘇輝石とは転移関係で晶出している。従つてこの時期はビジオン輝石斑晶のみが輝石として晶出している。けれども、このビジオン輝石の晶出する斑晶形成期は、その産状から判断して短く、ビジオン輝石の斑晶としての充分な成長を待たず、石基形成期になつたものとみられる。つづく、石基形成期においても、晶出する輝石はビジオン輝石 1 相である。

従来、ビジオン輝石斑晶は、久野⁴⁾によれば、ビジオン輝石質岩系の晩期を代表する Vc 型、Xc 型、IVb 型の諸岩石型にのみ見出され、またこれらの岩石の石基輝石はすべてビジオン輝石または鉄ビジオン輝石であると説明されていた。

一方、青木⁸⁾は、東北脊梁那須火山帯新期火山岩において、晶出分化の早期玄武岩中にもビジオン輝石斑晶の産することを示した。この場合、石基輝石にビジオン輝石と、鉄に富む普通輝石の晶出がみられる。また、生出⁵⁾、八島⁶⁾もビジオン輝石斑晶を有する岩石の石基輝石にビジオン輝石と普通輝石の晶出を認めている。

ビジオン輝石斑晶を含む有珠外輪山熔岩は、既述の記載および八木による化学組成から判断して、ソレアイト質の苦鉄質安山岩である。また、鉱物組成からみると、仙台市茂庭、福島県千貫森のビジオン輝石斑晶を含む岩石も同じソレアイト質の苦鉄質安山岩と思われる。

上にのべたように、同じソレアイト質の苦鉄質岩石においても、その石基輝石の現われ方は異っている。ビジオン輝石斑晶を含むソレアイト質の玄武岩~苦鉄質安山岩だけについてみると、これら岩石の斜長石斑晶の容量が、石基の輝石晶出に関係しているように思われる。斜長石斑晶の容量を示すと（容量%）

東北脊梁那須火山帯早期玄武岩：7.8~21.9%

仙台市茂庭産安山岩：26.6%

福島県飯野町千貫森産玄武岩質安山岩：少量

これらに比べて有珠外輪山安山岩の場合、斜長石斑晶は 36.3% におよぶ。このことから、斜長石斑晶（一般に An 成分に富む）が多量で、ビジオン輝石斑晶を含む岩石は、その結晶作用の早期に斜長石晶出に伴つてマグマ中の Ca がより多く消費され、石基形成期に至つて Ca 分の不足を来とし、輝石は Ca 分の乏しい単斜輝石、すなわちビジオン輝石 1 相になつたと思われる。この例が有珠外輪山熔岩である。

ビジオン輝石斑晶の結晶作用は、未だ資料が少ないため充分明らかにされていないが、

有珠外輪山の場合、ビジオン輝石斑晶を含む熔岩の分布が外輪山のごく一部に限られ、かつ外輪山熔岩活動の末期であること、さらにビジオン輝石斑晶の晶出する時期が短いと思われることなどから次のように考える。

有珠外輪山熔岩をもたらしソレアイト質マグマが、マグマ溜りで比較的ゆつくりと晶出分化し、橄欖石、斜長石を晶出して Fe の濃集が行われるマグマの冷却速度曲線は、単斜輝石—斜方輝石転移曲線よりゆるい勾配をもっているから¹¹⁾、マグマの温度が充分高いと、2つの曲線は交叉して斜方輝石は晶出を中止しビジオン輝石にとつて換わる。玄武岩質マグマの場合、輝石組成がほぼ $\text{En}_{70}\text{Fs}_{30}$ に至つてこの転移は起る¹²⁾¹³⁾。

有珠外輪山のビジオン輝石斑晶を含む安山岩中の紫蘇輝石斑晶の組成は $\text{En}_{69}\text{Fs}_{31}\text{Fe}$ であつて、その一部は、ビジオン輝石の転移が行われている。ビジオン輝石斑晶を含む安山岩を形成したマグマは、この時期、すなわち Fe 分の濃集した晶出分化の末期に至つて、急冷することなく、可成り暖められたマグマ溜りないし火道の中で、結晶作用が進み、より disorder なビジオン輝石が形成されたと思われる。一方、この時期に、すでに晶出を中止した普通輝石は、ビジオン輝石と反応関係にはあるが、ビジオン輝石の斑晶形成期が短いため、普通輝石が消失しないうちに石基形成期に入っている。石基を形成した残液の輝石組成は斑晶形成期の斜長石の多量の晶出により、Ca 分が乏しくなり、晶出する輝石はビジオン輝石のみに限られた。

引 用 文 献

- 1) Kuno, H., Petrological notes on some pyroxene-andesites from Hakone volcano, with special reference to some types with pigeonite phenocrysts, Jap. Jour. Geol. Geogr., **13**, 108~140, 1936.
- 2) Kuno, H., Petrology of Hakone volcano and adjacent areas, Japan, Bull. Geol. Soc. Am., **61**, 957~1020, 1950.
- 3) 久野久, 福島県南会津郡産ビジオン輝石安山岩に就いて (予報), 地質, **47**, 180~182, 1940.
- 4) 久野 久, 火山および火山岩, 岩波全書, 1954.
- 5) 生出慶司, 仙合市茂原産安山岩中のビジオン輝石, 地質, **65**, 343~348, 1959.
- 6) 八島隆一, 福島県飯野町千貫森産のビジオン輝石, 岩鉱, **45**, 9~13, 1961.
- 7) 河野義礼, 青木謙一郎, 八幡平およびその周辺火山群の岩石, 火山, **4**, 61~76, 1959.
- 8) 青木謙一郎, 那須火山帯の早期玄武岩類, 岩鉱, **45**, 54~65, 1961.
- 9) 八木健三, 有珠火山昭和新山の岩石学的研究, 岩鉱, **33**, 3~17, 1949.
- 10) Hallimond, A. F., Optically uniaxial augite from Mull, Min. Mag., **27**, 97~99, 1914.
- 11) Hess, H. H., Pyroxenes of common mafic magmas, Am. Miner., **26**, 515~535, 573~594, 1941.
- 12) Poldervaart, A. and Hess, H. H., "Pyroxenes" in the crystallization of basaltic magma, Jour. Geol., **59**, 472~489, 1951.
- 13) Kuno, H. and Nagashima, K., Chemical compositions of hypersthene and pigeonite in equilibrium in magma, Am. Miner., **37**, 1000~1006, 1952.