



Title	函館山産熔岩中のゼノリス調査報告(1)
Author(s)	外崎, 与之; TONOSAKI, Yono; 川原, 鳳策 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 15(3), 185-196
Issue Date	1964-11
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/23231">https://hdl.handle.net/2115/23231</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	15(3)_P185-196.pdf



## 函館山産熔岩中のゼノリス調査報告(1)

外崎与之\*・川原鳳策・石井次郎

(北海道大学水産学部海洋化学研究室)

### A Report of Some Xenoliths found in the Andesite Lavas from Hakodate-yama in the Southwestern Hokkaido (1)

Yono TONOSAKI, Hosaku KAWAHARA and Jiro ISHII

#### Abstract

Hakodate-yama is situated at the southwestern part of Hakodate City in Hokkaido. The major rock types in the areas are almost composed of hornblende-hypersthene-andesites, agglomerates and agglomeratic tuffs of Quaternary or early Quaternary. According to the lithic character, Hakodate-yama is considered topographically belongs to the so-called dome-shaped volcano. In this paper, a detailed account of the field occurrences and mineralogy of the various xenoliths are described, and some problems on their genesis are briefly discussed.

The abundant xenoliths are exposed only in the so-called Kōryūjisan lava of the northwestern part (Yamasedomari) of Hakodate-yama. The xenoliths occur as dark ovoidal or lenticular small patches. They are usually 5 cm in length with 3~4 cm in width, sometimes up to 20 cm in length. The remarkable xenoliths in the Kōryūjisan lava are classified under three main rock types with regards to their original rocks. (1) Xenolith derived from basic plutonic rocks. The rock has a very coarse-grained automorphic-granular texture made up of interlocking plagioclase-crystals. It is composed of thick tabular plagioclase, hornblende, hypersthene and ilmenite as essential minerals with a little quantity of magnetite and opacite-minerals. (2) Xenolith derived from sedimentary rocks. The rock occurs as irregular shape, appearing partially as vein-like or film-like streak in the country rocks. The rock shows usually weak foliation related to the alignment of biotite and plagioclase. It is fine-grained, composed of biotite, hypersthene, plagioclase and magnetite as essential minerals, rarely accompanied by anorthoclase and quartz in certain amount. (3) Xenolith derived from basic igneous or porphyritic rocks. They are the most common type of the xenoliths found in the Kōryūjisan lava. The rocks are composed of plagioclase, hornblende and hypersthene as common essential constituents, with a little quantity of magnetite and quartz.

#### 緒 言

函館山(周囲約9km, 主峰御殿山の標高334m)とは函館市市街地の西南端に突出するドーム状地形の小火山体を称している。筆者らは機会あるごとに函館山を巡検し、地域の火山岩を観察してきたのであるが、このたびある特定の熔岩にかぎって、とくに多量のゼノリス(xenoliths)を包有していること

\* 北海道学芸大学鉱物学実験室(函館市八幡町)

を見出した。函館市周縁地方には各種の火山岩類（鈴木醇, 1958; 石川, 1958; 沢・松村, 1961; 長谷川・鈴木守, 1964）が分布していて、これらはそれぞれ特色あるゼノリスを含むことは筆者らもすでに確認しているところである。しかしながら、これらのゼノリスはいままで観察したかぎりでは、その岩質が多かれ少なかれ母岩と類質の場合がきわめて多い。ところがここに報告する函館山産熔岩中のゼノリスは、それらとはいくらか事情を異にし、その岩種がむしろ深成岩的といえるものが少なからず存在している。

火山岩中に深成岩類のゼノリスを含むことは、これまでも、この種の報告からうかがわれるように、そのこと自体は決して稀なことではないであろう。また最近では、北海道南部の火山岩中にも深成岩類のゼノリスを産することが明らかにされており、その成因が注目されている（石川, 1939; 鈴木・石川, 1943; 太田, 1958; 岩永, 1962; 大場, 1964）。火山岩中におけるゼノリスの研究は、地域における基盤岩の推定、並びに熔岩の混成現象及びゼノリスの熱変成などを考察していくうえに有意義であることは、すでに久野久（1954）が述べているところである。本報告（I）では、これまで函館山高竜寺山熔岩から採取したゼノリス類の検鏡作業をほぼ完了することができたから、ここにその調査結果の一部を報告し、上記諸問題を検討する資料にしていきたい。

高竜寺山熔岩、とくにゼノリスの母岩について

本報告で問題にするゼノリスは、その分布が高竜寺山、立待岬・御殿山・千畳敷などの各熔岩中に認められるのであるが、量的には、高竜寺熔岩が他に卓越している。したがって函館山産ゼノリスとしては、この高竜寺山熔岩中のものを、そのタイプと考えて差支えないであろう。各種ゼノリスが比較的多量に見い出される地域は、函館市台町地先山背泊の採石作業場（石黒鉱業経営）付近であって、ゼノリスを含む熔岩は鈴木守・長谷川深（1963）が高竜寺山熔岩と呼称する岩相のほぼ周縁部に相当している。函館山の熔岩には、全般的に見て節理面の規則的な発達（とくに立待岬熔岩ではその性質が顕著である）が見受けられるのであるが、採石場付近の熔岩ではその方向が概して不規則にあらわれている。採石場

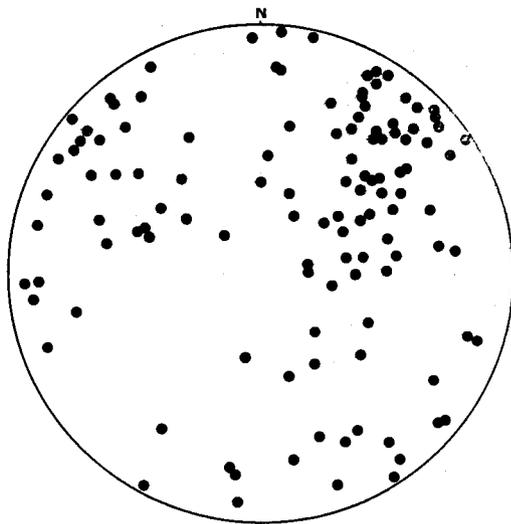


Fig. 1. Stereographic projection showing the orientation of poles of the joint plane in the Kōryūjisan lava from Hakodate-yama (Schmidt net point diagram)

Table 1. Grain-size of plagioclase-crystals and mafic minerals in a hornblende-hypersthene-andesite from the Kōryūjisan lava, Hakodate-yama

Plagioclase		Mafic minerals	
Grain-size	Frequency	Grain-size	Frequency
<3mm	1.0%	<1.5mm	3.7%
3~4	5.6	1.5~2.0	5.1
4~5	6.6	2.0~2.5	25.0
5~6	19.8	2.5~3.0	19.1
6~7	19.8	3.0~3.5	27.2
7~8	15.7	3.5~4.0	8.1
8~9	13.7	4.0~4.5	4.4
9~10	7.6	4.5~5.0	4.4
10~11	3.6	5.0~5.5	1.5
11~12	3.0	5.5~6.0	—
12<	3.6	6.0<	1.5

Table 2. Chemical composition of a hornblende-hypersthene-andesite in the Kōryūjisan lava from Hakodate-yama (Analyst: N. NAKANO)

	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)	(6)
SiO <sub>2</sub>	57.36	(956)	Si	26.77	20.57	Si	55.20	110.40	53.05	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.99	(176)	Ti	0.45	0.19	Ti	0.52	1.04	0.50	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.95	(31)	Al	9.52	7.58	Al	20.32	30.48	19.53	
			Fe <sup>+3</sup>	3.47	1.33	Fe'''	3.58	5.37	3.44	
FeO	5.96	(83)	Fe <sup>+2</sup>	4.64	1.79	Fe''	4.79	4.79	4.60	
MgO	2.66	(67)	Mn	0.25	0.09	Mn	0.23	0.23	0.22	
CaO	6.66	(119)	Mg	1.60	1.44	Mg	3.86	3.86	3.71	
			Ca	4.76	2.56	Ca	6.87	6.87	6.60	
Na <sub>2</sub> O	1.77	(29)	Na	1.31	1.25	Na	3.35	1.68	3.22	
K <sub>2</sub> O	1.01	(11)	K	0.84	0.47	K	1.28	0.64	1.23	
H <sub>2</sub> O	0.31		H	0.04	0.73	OH	(0.98)			(0.94)
TiO <sub>2</sub>	0.75	(9)	P	0.02		Σ	100.00	165.36	96.10	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.04		O	46.33	62.00	O for OH....		-0.98		
MnO	0.32	(4)	Σ	100.00	100.00	O....		164.38		
Ig. loss	0.19					OH....		+1.96		
Total	99.97					Anions pro 100.00 cations....		166.34		

(1) Weight per cent of chemical compositions, (2) Weight per cent of Elements, (3) Atomic per cent of Elements, (4) Value of Cations, (5) Number of Oxygen, (6) Number of Cations in standard cell

付近における熔岩の節理面を計測した資料をシュミット氏網に投影した結果を第1図に掲示した。

ゼノリスを含む熔岩はその色調が青灰色、ときに赤褐色を帯びる中粒質もしくは粗粒質の岩石から構成される。そしてこれらの岩石には弱い流理構造を有し、また岩石中には比較的自形度が高い plagioclase · pyroxene などの特徴的な大型透晶が含まれるので、その組織は典型的な火山岩構造を示している (Plate I の Fig. 1 及び Fig. 2 を参照)<sup>(1)</sup>。参考までに節理面 (露出面積 2.0m × 1.5 m) 上に見られる plagioclase-crystals と mafic minerals との結晶粒度を計測した結果をあげると第1表のようになる (粒度には鉱物の長径を記載してある)。つぎにゼノリスを含む高竜寺山熔岩のなかで代表的な試料と思われるもの (青

(1) 本邦産安山岩・玄武岩に産する灰長石大晶の成因に関しては石川俊夫 (1950, 1951) の重要な研究がある。高竜寺山熔岩中に含まれる porphyritic plagioclase も、石川が述べたように、混成作用の観点から検討する必要がある。

Table 3. C.I.P.W. norm and Niggli's value calculated from the chemical composition (Table 2) of a hornblende-hypersthene-andesite in the Kōryūjisan lava Hakodate-yama

C.I.P.W. norm			Niggli's value	
Q	21.84	{ Q	28.7	
C	1.73	{ Or	8.0	Si 174
or	6.12	{ Ab+An	63.3	q (+)45
ab	15.20	{ Or	11.3	
an	33.08	{ Ab	27.9	al 31.9
hy	12.90	{ An	60.8	fm 39.2
(en	6.70	An % of Pla-		c 21.6
(fs	6.20	gioclase	68.5	alk 7.3
mt	7.19	{ Wo	—	Σ 100.0
il	1.87	{ En	52.0	
Σ salic	77.97	{ Fs	48.0	mg 0.31
Σ femic	21.46	{ Q	22.4	k 0.28
H <sub>2</sub> O	0.31	{ M	22.0	c/fm 0.55
Total	99.74	{ F	55.6	

灰色を帯びる粗粒斑晶質岩石)の化学分析を行なった。第2表には分析結果と、その化学分析値から計算した各元素の重量百分率・原子百分率・カチオン値などの資料を併記して掲げた。おなじく化学分析値から、ノルム値・ニグリ値を算出し、その結果は第3表に示した。

本邦火山岩の平均化学成分(種子田, 1952)は、世界火山岩(Daly, R. A., 1914, 1933)のそれにくらべて、一般的には  $\text{CaO} \cdot \text{FeO}$  に富み  $\text{alkali}$  に乏しい傾向がある。ここに示してある函館山産熔岩の化学分析値は本邦火山岩の平均化学成分にはほぼ類似しているが、そのなかでも、さらに  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  の増加、 $\text{alkali}$ 、とくに  $\text{Na}_2\text{O}$  の減少によって特徴づけられている。

高竜寺山熔岩を検鏡するに、本岩は Plate I, Fig. 2 の顕微鏡写真に示してあるように、典型的な porphyritic texture をあらわしている。斑晶鉱物としては plagioclase  $\gg$  hypersthene  $>$  brown hornblende などからなり、他に magnetite  $>$  quartz  $>$  biotite などが認められる。したがって、本岩は紫蘇輝石質岩系に属する hornblende-hypersthene-andesite ないしは quartz-bearing hornblende-hypersthene-andesite に相当する岩種となろう。以下に各斑晶鉱物の光学的性質について述べる<sup>(2)</sup>。

**Plagioclase:** 結晶個体は Plate I の Fig. 1 及び Fig. 2 に見られるように、長径 1 cm に達する大型斑晶がほぼ無方向的に散在していて、試料の火山岩構造を一層明瞭にしている。結晶は概して白色から乳白色を帯びる不透明質なものが多いが、なかには灰白色を帯び、個体はいくらか透明質になるものも少なからず存在する。全般的に顕著なへき開が発達しているから、その面上の反射光による輝きが著しい。鏡下では自形もしくは半自形を示し、結晶軸  $c$  伸長の柱状結晶として産する。個体によっては sericitization・saussuritization に基づく分解作用を認め得るものもあり、それらの影響は比較的(010)・(001)のへき開にとくによくあらわれている。また個体の中央部もしくはその周縁部には clinzoisite 類似の結晶が poikilitic 状に配列し、これらの包有物がある程度は plagioclase の成長に規制された形跡をとどめている。結晶には双晶構造が発達するが、この型式には Carlsbad-albite, albite, pericline, 極く稀に Baveno twinning などが認められる。なお結晶体には顕著な累帯構造があらわれているから、これらの型式を消光角法によって推定したところ、その頻度は概して normal type が多くなっている (Plate I の Fig. 2 参照)。Retardation<sub>(Max.)</sub>  $\approx 304 \text{ m}\mu$ <sup>(3)</sup>, 消光角  $X' \wedge \text{trace of } 010 \text{ on } 001 = (-)12^\circ$ ,  $X' \wedge \text{trace of } 001 \text{ on } 010 = (-)27^\circ$ ,  $X' \wedge \text{trace of } 010_{(\text{Max.})} \text{ in zone } \perp 010 \text{ in albite law} = (+)30^\circ$ , 屈折率  $n_1 D = 1.561$  on  $010$ <sup>(4)</sup>, 光軸角  $(+)2V = 82^\circ$ ,  $(-)2V = 86^\circ \sim 80^\circ$ , 光学的性質から推定される組成は basic labradorite (labratownite) に属する種と思われる。つぎに plagioclase における各光学的弾性軸  $X \cdot Y \cdot Z$  と (010) 面の極との角距離を測定し、その値を光軸面 ( $\perp Y$ ) の (010) 移動曲線図表(字留野, 1958)に投影して見た。その結果は、低温型領域 ( $X \wedge 010 = 75^\circ$ ,  $Y \wedge 010 = 70^\circ$ ,  $Z \wedge 010 = 25^\circ$ ) に落ちることもあるが、概して高温型 ( $X \wedge 010 = 72^\circ \sim 74^\circ$ ,  $Y \wedge 010 = 56^\circ \sim 59^\circ$ ,  $Z \wedge 010 = 40^\circ \sim 36^\circ$ ) の曲線上に乗るものの頻度が高くなっている。

**Quartz:** 熔岩中にはときに数個体の quartz-crystals が径 5 mm 程度の晶洞中に密集して産することがある。鏡下でも稀に斑晶(径 0.5 mm 大)状にあらわれる。個体はその外形が融蝕状を呈し、結

(2) 高竜寺山熔岩中には、さきによれたように、青灰色もしくは赤褐色を帯び、色調の差異に基づく二種類の岩石が存在する。検鏡の結果、それぞれの試料では鉱物の容量比に若干の差異があり、とくに赤褐色岩石では概して brown hornblende (ときに biotite が加わる)の含量が増加することが特徴の一つになっている。しかし、両者はその組成鉱物・組織などの性質に共通性が見られるから、本報告では両者を一括して述べる。なお高竜寺山熔岩の化学成分、鉱物、組織などについては別に報告の予定である。

(3) Retardation の測定はいずれも Berek Compensator による。

(4) 造岩鉱物における屈折率の測定はすべて浸液法による(実験室温度  $26^\circ\text{C}$  前後)。なお plagioclase のへき開面上の屈折率  $n_1 \cdot n_2$  に基づく化学組成の推定には坪井誠太郎(1959)の成分図表を使用した。

晶内部には不規則状の裂開が認められる。一軸性正,  $\text{Retardation}_{(\text{Max.})} \approx 237\text{m}\mu$ .

**Hypersthene:** 本熔岩の mafic minerals のなかでは最も多く、斑晶の主要鉱物をなしている。肉眼では結晶の色調が黒緑色を帯び鈍い光沢を有する。検鏡すると、そのほとんどの個体が柱状結晶として単独に産するが、まれに数個体の結晶が不規則状に相寄り聚斑晶を呈するものもある。鉱物の結晶粒度は、前述のように、その長径 5 mm 以上に及ぶ個体もあるが、なかには、径 0.1 mm 以下の微斑晶をなすものもあるから、その結晶粒度はかなり不均質といえよう。特記すべき点は、一薄片中においても brown hornblende の含量が増加すると hypersthene はいくらか減少の傾向があり、両鉱物のあいだにはその消長を逆にする関係がうかがわれることである。Hypersthene-crystals は直消光,  $\text{Retardation}_{(\text{Max.})} \approx 525\text{m}\mu$ , 延長性正 (Z'), 光軸面 // (010), 多色性  $X = \text{brownish yellow}$ ,  $Y = \text{light yellow}$ ,  $Z = \text{pale green} \sim \text{bluish green}$ , 光軸角  $(-)\ 2V = 70^\circ \sim 64^\circ$ , 推定され得る化学組成は  $\text{En}_{55}\text{Fs}_{32} \sim \text{En}_{61}\text{Fs}_{39}$  (Winchell, N. H., and Winchell, A. N., 1927 の成分図表による) の範囲に属する種と思われる。

**Brown hornblende:** 本鉱物は概して赤褐色を帯びる岩石試料に於て明瞭に観察される。ところが岩石が青灰色を帯びるときには、hornblende の結晶粒度が小さくなり、また結晶個体数においても、その含量が極端に減少するか、ときには、それをほとんど欠くことも少なくない。鉱物は変質が著しく、なかには、その個体の中央部までも黒色不透明質鉱物もしくは鉄鉱物に置換交代されている。また佐々木芳郎 (1954) もすでに述べているごとく、hornblende-crystal の周縁には hypersthene が反応縁状にそれを包囲していることがしばしば観察される。しかし両鉱物は、この型式とは逆に、hypersthene が hornblende の個体中央部に残晶状に認められることもあるから、それらの晶出時における関係は簡単ではないようである。Hornblende-crystals は概して半自形から他形、単斜晶系の短柱状結晶として産する。へき開面間の交角  $110 \wedge 110 = 124^\circ$ , 伸長方向の光学性正 (Z'), 光学的方向  $b = Y$ ,  $c \wedge Z_{(\text{Max.})} = 20^\circ$  on 010, 光軸面 // (010), 多色性顕著  $X = \text{yellowish brown}$ ,  $Y = \text{dark brown}$ ,  $Z = \text{dark reddish brown}$ , 光軸角  $(-)\ 2V = 76^\circ$ , Fe 成分に富む種 (Winchell, N. H., and Winchell, A. N., 1927, Parker, R. B., 1961 の成分図表による) と思われる。

**Biotite:** 赤褐色を帯びる岩石中に稀に認められる。観察し得た個体では 1.2 mm に達する板状結晶として産する。この biotite-crystal の周縁には、微粒な magnetite や光学方向を異にする数個体の hypersthene (径 0.1 mm 前後,  $2V\alpha = 72^\circ$ ) などが、それを押し包むかたちで密集して付着する。また同じ biotite の個体中央部にも hypersthene-grain ( $2V\alpha = 66^\circ$ ) が包有されているが、この種の hypersthene は、relict mineral なのか、あるいは、biotite 自身の包有物に相当するものかは、現在のところ明らかでない。他に biotite 中には magnetite · plagioclase ( $2V\alpha = 83^\circ$ ) などの微粒状結晶が包有されている。Biotite-crystal は底面へき開顕著,  $X' = \text{yellowish brown}$ ,  $Z' = \text{dark reddish brown}$  の多色性を有する。

#### 高竜寺山熔岩産ゼノリスとその鉱物

函館山産ゼノリスは、先にふれたように、その種類、量とも高竜寺山熔岩中のものが最も著しいから、本報告 (I) では、主としてその採石場付近に観察されるものの一部について記載することにした。ゼノリスは概してその外形が円形状ないしは卵形状を示し、母岩とはその境界が明確になっている (Plate I, Fig. 3~Fig. 6 を参照)。またゼノリスの大きさは、径 10 cm 以内のものが多くなっているが、このなかでも、5 cm × 4 cm 大程度のものが高頻度を占めている。ゼノリスの大きさを計測した結果を第 2 図に掲げた。

ゼノリスはこれまで検鏡した範囲から、その組成鉱物、組織及び粒度などの特徴に基づいて区分すると、ほぼ 6 種類のものが認められるようである。これらを岩質的に産出頻度が高いものの順にあげると次のようになった。微閃緑岩 > 玄武岩 > 安山岩 > 斑輝玢岩 > 斑輝岩 > ホルンフェルス。以下ゼノリスを

各岩種別にその調査結果を述べる。

### 1. 紫蘇輝石-黒雲母ホルンフェルス (Hypersthene-biotite-hornfels)

産出が極めて稀であって、見出された岩石は、母岩中に streak 状に残存する黒色の細粒岩からなる。本岩を檢鏡するに、その構成鉱物は plagioclase > biotite > magnetite > hypersthene などからなり、これらは granoblastic 状に組みあつて hornfels 状構造を示している (Plate II の Fig. 1 参照)。しかし、biotite の数個体が葉片状に相倚つて特定の伸長配列を示すこともあり、その部分ではとくに弱い平行組織 (parallel texture) を認め得る。副成分鉱物として少量の quartz・anorthoclase などがある。

**Plagioclase:** 通常は径 0.1 mm 前後の粒状他形結晶からなるが、parallel texture を示す biotite に伴われるものでは、結晶はしばしば大型個体 (0.8 mm × 0.6 mm, An 33) に生長するものがある。そしてこの種の plagioclase 中には鱗片状の biotite が包有されているが、ときに、この鱗片状結晶は poikilitic 状に配列している。Plagioclase は双晶構造を示しているが、この型式には albite・pericline 式の polysynthetic twinning が多く、次いで若干の Carlsbad-albite 式が認められる。なお個体には軽微な累帯構造を示すものもあり、そのほとんどが normal type に属している。消光角  $X \wedge \text{trace of } 010_{(\text{Max.})}$  in zone  $\perp 010$  in albite law = (+)11°, 光学的弾性軸  $X \cdot Y \cdot Z$  と (010) 面の極との角距離  $X \wedge 010 = 88^\circ$ ,  $Y \wedge 010 = 78^\circ$ ,  $Z \wedge 010 = 12^\circ$ , へき開 (010) 面上の屈折率  $n_1 D = 1.542$ , 光軸角 (-)2V = 78° ~ 82°, 低温型式の basic oligoclase に属する種と推定することができる。

**Anorthoclase:** 含量少なく、見出される個体は plagioclase に随伴して産する。粒状他形、へき開やや明瞭、光軸角 (-)2V = 46°, Or 分子 25 前後 (Tuttle, O. F., 1952 の成分図表による) の化学組成を有するものと推定できる。

**Biotite:** Plagioclase と同じく長径 0.1 mm 前後の柱状結晶、あるいは鱗片状結晶 (0.05 mm) からなる。これらの結晶は概して plagioclase の晶出とはほとんど関係なく、plagioclase の mosaic aggregate 中に不規則に散在している。しかし既述のごとく、parallel texture を示す部分に見られる biotite は全般に結晶の發育が良好であるから、個体は自形柱状 (0.2 mm × 0.1 mm) となり、それらの一部は、随伴する plagioclase-crystal を押し包むように晶出している。Biotite は新鮮にして包有物を欠く。へき開、多色性、吸収率とも極めて顕著、軸色  $X = \text{yellowish brown}$ ,  $Y = Z = \text{dark brown} \sim \text{chocolate brown}$ , (001) 面上の屈折率  $\beta = \gamma = 1.6585$ ; 比較的 Fe 成分に富む種 (Winchell, N. H., and Winchell, A. N., 1927 の成分図表による) と思われる。なお biotite 中には、その形態、多色性などの状況から推し、hypersthene からの変質と思われるものがある<sup>(5)</sup>。

(5) 多色性が  $X'$  方向では通常のものと同じく黄褐色 (まれに帯緑黄色) を示すのであるが、 $Z'$  方向では、それが暗緑色を帯びている。

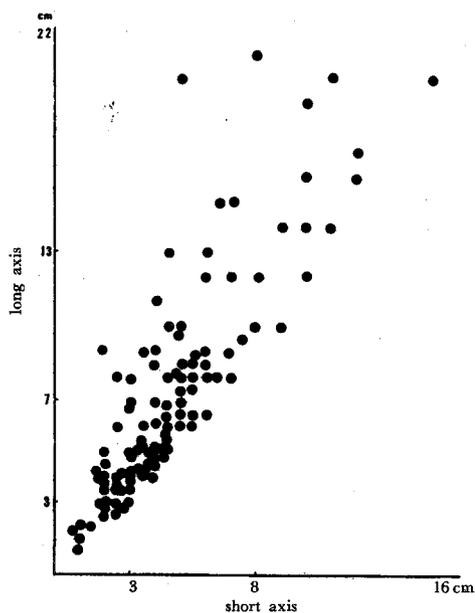


Fig. 2. Size-distribution of the various xenoliths found in the Kōryūjisan lava from Hakodate-yama (in centimeter)

**Hypersthene:** 0.1 mm 以下の他形粒状結晶として産する。Hypersthene には, biotite に密接に随伴<sup>(6)</sup>するものと, biotite には直接に関係がなく, それが単独に晶出するものがある。前者の結晶では多色性強く,  $X'$ =reddish yellow~light brown,  $Z'$ =clear green~bluish green の特徴ある軸色をあらわすが, 後者のものでは, その度合がいくらか弱くなっている。そして後者の極端な場合には, 結晶はその屈折率・複屈折率ともかなり低下するから, それは淡色化(多色性は認めがたい)するようになるが, この際個体には, 周縁部に微粒の magnetite が付着していることが多い<sup>(7)</sup>。Hypersthene は概して直消光, Retardation<sub>(Max.)</sub>≒382 m $\mu$ , 伸長方向の光学性正( $Z'$ ), 光軸角(-)2V=70°; En<sub>88</sub> Fs<sub>12</sub> 付近の化学組成を有するものと思われる。

**Magnetite:** 本鉱物は biotite・hypersthene に随伴したり, あるいは, これらの鉱物類を置換交代したような形で産出する。しかし 0.05 mm 前後の微粒結晶では, 本鉱物は hypersthene とともに粒状集合体をなすが, その結晶粒度が 0.1 mm~0.2 mm 前後になると, これらは単晶として産し, その外形がしばしば四角形を表示するようになる。

## 2. 含角閃石-輝石-斑輝玢岩 (Hornblende-bearing pyroxene-gabbro-porphyrite)

前述の hypersthene-biotite-hornfels にくらべてやや多量に認められ, また, そのゼノリスの大きさも径 30 cm 以上に及ぶものがある。岩石は茶褐色を帯び, その色調が母岩の褐色岩と類似しているものの, ゼノリスには porphyritic plagioclase を欠くことから, 両者の岩質的な差異を識別することができる。試料には斑状組織が見られず, 全体として均質なホルンフェルス質塊状岩ともいえる岩石からなる (Plate I の Fig. 5 を参照)。検鏡するに本岩の組成鉱物は plagioclase>opacite>pyroxene>brown hornblende>magnetite などから構成されている。これらの鉱物のうち, plagioclase は再結晶による mosaic aggregate を示し, その基地中に mafic minerals が不規則状に散在する xenomorphic-granular texture を示している (Plate II の Fig. 2 を参照)。しかし部分的には ophitic texture をも認め得る。

**Plagioclase:** 通常 0.2 mm×0.1 mm 前後の粒状結晶が granoblastic 状に組み合わせるが, なかに再結晶をまぬがれた blastoporphyritic crystal ともいえるやや自形的な大型個体 (0.6 mm×0.2 mm) がある。Plagioclase は全般的に双晶構造に富み, とくに Carlsbad-albite 式的双晶型式が多く, 牛来正夫 (1951) がいう, C-双晶の頻度が高くなっている<sup>(8)</sup>。双晶型式別にその頻度をあらわすと次のようになる。単晶 (U), 47%, A-双晶 (A), 17%, C-双晶 (C), 36% [単式 C 双晶 (C<sub>1</sub>), 8%, 複雑式 C-双晶 (C<sub>2</sub>), 27%, 透入式 C-双晶 (C<sub>3</sub>), 1%]。累帯構造を示す個体は比較的少なく, たとえ, その構造を示すものでも組織そのものの累帯配列の度合が単純であり, かつ累帯間の成分差も僅少になっている。なお blastoporphyritic plagioclase 中には, magma による融蝕作用を受けた形跡があらわれている。すなわち, この種の plagioclase の個体周縁は小凸凹に富むため結晶外形が不規則状になり, 加えて, An 分子が若干低下 (An%, 36, 2V $\alpha$ =88°) し複屈折性が弱まる傾向がある。また双晶構造をかすかに認め得る程度に不鮮明になるものもあり, 個体中には蠕虫状の組織, もしくは, 不規則外形の斑点結晶 (光学方向が主晶と異なる) が生じている。Blastoporphyritic plagioclase; 結晶軸  $e$  伸長, へき開面

(6) Hypersthene の柱面・軸面と biotite の底面とが接触しているが, この場合, 両鉱物は光学的弾性軸  $Z$  を共有する一種の連晶的な関係にある。

(7) Hypersthene の個体内部, もしくはその周縁付近に magnetite 含量が増加するに伴い, hypersthene は結晶個体の淡色化と屈折率の度合が低下されているように思われる。

(8) Blastoporphyritic plagioclase に相当する大型個体は, そのほとんどが Carlsbad-albite 式 (複雑式 C 双晶) の構造を示している。再結晶による小型な plagioclase grain もかなりの個体数が C-双晶を示すが, この型式には単式 C-双晶 (C<sub>1</sub>) に富む傾向がある。

上の消光角  $X' \wedge \text{trace of } 010 \text{ on } 001 = (-)14^\circ$ ,  $X' \wedge \text{trace of } 001 \text{ on } 010 = (-)28^\circ$ , 光学的弾性軸  $X \cdot Y \cdot Z$  と (010) 面の極との角距離  $X \wedge 010 = 70^\circ$ ,  $Y \wedge 010 = 58^\circ$ ,  $Z \wedge 010 = 38^\circ$ , 光軸角  $(+)2V = 88^\circ \sim 81^\circ$ . Recrystallized plagioclase;  $X' \wedge \text{trace of } 010_{(\text{Max.})}$  in zone  $\perp 010$  in albite law  $= (+)37^\circ$ ,  $X' \wedge \text{trace of } 010 \text{ on } 001 = (-)12^\circ$ ,  $X' \wedge \text{trace of } 001 \text{ on } 010 = (-)27^\circ$ ,  $X \wedge 010 = 74^\circ$ ,  $Y \wedge 010 = 60^\circ$ ,  $Z \wedge 010 = 34^\circ$ ,  $(+)2V = 84^\circ \sim 80^\circ$ ,  $n_1 D = 1.562$  on 010. 結晶体はいずれも低温型式の labratownite に属する種と思われる。

**Pyroxene:** Plagioclase と同じく、本鉱物も再結晶作用によって、個体がいづらか粒状化するものと、その影響が概して少なく、ほぼ原形をとどめるものがある。後者では、その部分が opacite に変質している。新鮮な結晶は少しく丸味を帯びる粒状ないしは結晶軸  $c$  に短柱状を呈し、普通 0.5 mm 以下、ときに 1 mm に達するものがある。これらの結晶体は、ときに数個体が密集して聚斑晶を示すことがある。また結晶体の周縁部に沿い、或は、そのへき開面に平行に brown hornblende (色調がいづらかうすれている)を生ずることがある。この場合に、pyroxene と hornblende とは、連晶的な関係にある。単ニコル下では結晶は淡青緑色を帯び多色性は認めがたい。しかし opacite 中に残晶的に見られる微粒な pyroxene では、 $X' = \text{pale green}$ ,  $Z' = \text{yellowish green}$  の弱い多色性をあらわすものがある。結晶体には pyroxene 特有の砂時計構造、双晶構造及び裂開などを欠く。単斜晶系、(110) のへき開頭著、Retardation<sub>(Max.)</sub> = 805 m $\mu$ , 延長性正 ( $Z'$ ), 光学的方位  $b = Y$ ,  $c \wedge Z'_{(\text{Max.})} = 38^\circ \sim 36^\circ$  on 110,  $c \wedge Z_{(\text{Max.})} = 42^\circ \sim 39^\circ$  on 010, 光軸面 // (010), 主屈折率  $\alpha_{(\text{Min.})} = 1.684$ ,  $\beta_{(\text{Mean})} = 1.692$ ,  $\gamma_{(\text{Max.})} = 1.712$ , 複屈折率  $\gamma - \alpha = 0.028$ , 推定光軸角  $(+)2V = 64^\circ 44'$  (calculated), 測定光軸角  $(+)2V = 68^\circ, 66^\circ, 60^\circ, 56^\circ$  (measured); 光学的性質から Di 分子 (70% ~ 80%) に富む common augite の一種と見ることができる (Winchell, N. H., and Winchell, A. N., 1927 の成分図表による)。

**Brown hornblende:** 本鉱物は含量少なく、結晶体のほとんどが opacite (0.5 mm 前後、ときに 2 mm) 中に包かされて産する。Opacite は pyroxene の変質に基づくものであるから、その結晶体内には apatite · chlorite · magnetite · carbonaceous matter などの微粒結晶が不規則に集合している。この opacite 中の pyroxene は残晶として観察されることもあるが、そのほとんどが chlorite に変質している。Hornblende-crystals はこの種の relict pyroxene に随伴的に産し、通常はその個体の周縁部やへき開面に生じている。結晶体は多色性頭著  $X = \text{clear brown}$ ,  $Y = \text{reddish brown}$ ,  $Z = \text{red brown} \sim \text{deep red}$ , Retardation<sub>(Max.)</sub> = 935 m $\mu$ , 延長性正 ( $Z'$ ), 光学的方位  $b = Y$ ,  $c \wedge Z_{(\text{Max.})} = 14^\circ$  on 110,  $c \wedge Z'_{(\text{Max.})} = 18^\circ$  on 010, common hornblende の一種と推定することができる。

### 3. 斑礫岩類 (Gabbros)

本岩類はいずれも紫蘇輝石-角閃石-斑礫岩 (hypersthene-hornblende-gabbro) から構成されている。しかしこれらは、その産状や岩石粒度などに差異が見い出されるので、記載の便宜上、つぎの (1) 粗粒斑礫岩と (2) 細粒斑礫岩とに区分して記載をすすめる。

#### (1) 粗粒斑礫岩

本岩はゼノリス中に稀に産出するものようで、これまで発見された個体は一ヶ所の露頭に過ぎない。ゼノリスは 25 cm  $\times$  15 cm 大の短形断面を有し、母岩とゼノリスとの境界は明瞭になっている。このゼノリスは粗粒塊状質岩石なので、母岩とは容易に識別することができ、一見して、それが深成岩ゼノリスに相当することがわかる。岩石は黒灰色を呈し、とくに黒色を帯びる hornblende の自形結晶が不規則に散在している。薄片を鏡検すると、その組織は深成岩特有の automorphic-granular texture を示している (Plate III の Fig. 1 と Fig. 2 とを参照)。組成鉱物は plagioclase · hornblende · hypersthene · ilmenite などからなり、これらの鉱物量比を第 4 表に掲げる。

**Plagioclase:** 本岩の plagioclase は Plate III の Fig. 1, と Fig. 2 に見られるように, そのほとんどが自形的な結晶からなり, これらは無方向的に織り合って深成岩組織を形成している。結晶個体は粒度が 1.0mm×0.6mm 大の結晶からなるが, なかには 3mm×2mm に達する柱状結晶もあり, また 0.4mm 以下のものもある。これらの小結晶は部分的には密集しており, また大型結晶のなかでも, 一部粒状化の形跡が認められるから, 本岩は圧砕作用に基づき再結晶作用が行なわれたものと思われる。結晶個体によっては塵埃状の不透明物質や白色斑点状などの微粒包有物(光学向は主晶と異なる)が認められたり, また, その結晶体周縁をふちどり(幅 0.1 mm), 或は個体を脈状につらぬく alkali-feldspar (幅 0.2mm~0.4mm) が生じている<sup>(9)</sup>。そしてこの種の plagioclase では An 分子がいくらか低下する傾向にあり, この極端な場合には, plagioclase は albite ( $2V\gamma=80^{\circ}\sim 78^{\circ}$ ) となる。上記の事実は本岩が magma の混成作用に基づき plagioclase の融蝕作用の影響による現象と見ることができよう。結晶体はいずれも特徴ある双晶構造を示しているが, この型式には albite・pericline 及び Carlsbad-albite が多くあらわれている。牛来(1951)による双晶法によって, これらの型式を測定したところ, 単晶(U), 10.4%, A-双晶(A), 31.2%, C-双晶(C), 58.4%<sup>(10)</sup>の結果を得た。したがって双晶型式の頻度からは, 牛来が述べる典型的な火成岩型の範囲に入ることになる。なお, これらの双晶個体のなかでとくに注意をひく点は, この双晶構造が形成された時期にそれぞれ若干の差があらわれていることである。たとえば, albite 式双晶について見ると, 同一結晶面上には形成時期がそれぞれ異なる二種類もしくは三種類の双晶構造が認められ<sup>(11)</sup>(Plate III の Fig. 3, Fig. 4 を参照), 双晶縞には, その条線伸長にはほぼ直角方向(まれに斜交することもある)に crack 状の割れ目<sup>(12)</sup>が生じている(Plate III の Fig. 5 を参照)。個体には累帯構造が認められるが, かかる個体の頻度は低く, また, 構造そのものについても gabbro-porphyrite 中の plagioclase と同様にその累帯間の成分差の度合が微弱になっている。累帯構造には normal type が多く, 次いで若干の alternating type も観察することができる。結晶個体は結晶軸 c 伸長, (001)・(010) のへき開顕著, 両へき開が表示される (001) 面上では弱い波動状の特異な消光現象が認められる。Retardation<sub>(max.)</sub>=304 mμ, 消光角  $X'\wedge\text{trace of } 010_{(max.)}$  in zone  $\perp 010$  in albite law = (+)50°,  $X'\wedge\text{trace of } 010$  on 001 = (-)22°,  $X'\wedge\text{trace of } 001$  on 010 = (-)33°, 光学的弾性軸 X・Y・Z と (010) 面の極との角距離  $X\wedge 010=64^{\circ}$ ,  $Y\wedge 010=58^{\circ}$ ,  $Z\wedge 010=40^{\circ}$ , (010) へき開面上の屈折率  $n_D=1.572$ , 光軸角 (-)2V=83° (大型結晶), (-)2V=80°~78° (中粒結晶), (-)2V=84° (小型結晶); 光学的性質から, それぞれの plagioclase は, ほぼ低温型式に

Table 4. Modal composition of the essential minerals of a hypersthene-hornblende-gabbro (coarse-grained xenolith) in the Kōryūjisan lava, Hakodate-yama

Specimen No.	(001)	(002)
Plagioclase	56.7	63.7
Hornblende	15.6	12.3
Hypersthene	12.0	7.7
Opacite	2.5	1.1
Ilmenite	13.2	15.2
Total	100.0	100.0

(9) 上述の現象は Plate III の Fig. 2 (写真の左方黒色に見える部分) に認められる。微粒包有物は概して結晶個体周縁, ないしは alkali-feldspar に随伴されることが多い。

(10) C-双晶群の内容は単式 C-双晶 (C<sub>2</sub>), 5.2%, 複雑式 C-双晶 (C<sub>3</sub>), 49.5%, 透入式 C-双晶 (C<sub>4</sub>), 3.7% となっている。

(11) 同一結晶面上に見られる二種類の albite 式双晶の条線間交角は約 30° 前後, ときに 56° になっている。因みに本岩中の plagioclase における albite 式双晶と pericline 式双晶との双晶条線間の角度は約 90° になっているから, 上述の albite 式双晶とは容易に識別することができる。(Plate III の Fig. 1 参照。写中央部の plagioclase にそれらの関係を示す双晶個体が見られる)。

(12) 幅 0.01mm~0.02mm の crack は, chlorite (hornblende の変質生成物) や鉄鉱物などによってみたまされている。

属する basic bytownite (bytownorthite) に相当することになる。

**Hornblende:** 粒径 1mm 前後の個体からなるが、大型なものでは 4mm×2mm に達するものがある。結晶個体の周縁部には、幅 0.1mm 程度のうすい opacite rim が付着している。個体には、plagioclase に見られたように粒状化の形跡は認めがたく、わずかに (110) へき開や裂開 (001) に不規則状の割れ目が生じている。結晶個体は概して自形～半自形、褐色種、単斜晶系の柱状結晶として産出する。へき開面間の交角約 124°, Retardation<sub>(Max.)</sub> = 870 mμ, 延長性正 (Z'), 光学的方位  $b=Y, c \wedge Z'_{(Max.)} = 18^\circ$  on 110,  $c \wedge Z'_{(Max.)} = 23^\circ$  on 010, 光軸面 // (010), 多色性顕著, (010) 面上では  $X = \text{greenish yellow}, Y = \text{greenish brown}, Z = \text{dark greenish brown} \sim \text{deep brown}$ , 主屈折率  $\alpha_{(Min.)} = 1.663, \beta_{(Mean)} = 1.675, \gamma_{(Max.)} = 1.683$ , 複屈折率  $\gamma - \alpha = 0.020$ , 光軸角  $(- ) 2V = 74^\circ \sim 68^\circ$ <sup>(13)</sup>。光学的性質から推し Mg-rich (60%~70%) の common hornblende の一種と見ることができる。

岩石試料中から hornblende-crystals を分離し、300 mesh 以下の粉末にし Geigerflex X線回折計 (理学電機) を用い、 $2\theta: 1^\circ \sim 70^\circ$  範囲内の回折像を求めた。X線は CuK $\alpha$  (Ni-filter) を使用した。Geigerflex X線回折計の使用条件はつぎの通りである。電圧・電流 35 KV, 10 mA, Scale factor 16, multiplier 1, time constant 1 sec., divergence slit 1°, scattering slit 1°, receiving slit 0.4 mm, scanning speed 2°/min. 結晶の間隔距離  $d(\text{\AA})$  と比較強度 (I) とを求めた結果を第 5 表に示す。

**Hypersthene:** 一般に hornblende に随伴して産する。Hypersthene と hornblende との関係は、それぞれの結晶軸  $c$ , 光軸面がほぼ平行することから、両鉱物には一種の平行連晶と見なし得るものが少なからず存在する。結晶は概して新鮮にして (100)・(010) 面が発達する半自形～他形の粒状結晶 (粒径 0.5mm 前後) からなる (Plate III の Fig. 6 参照)。結晶体はへき開顕著、直消光、伸長方向の光学性正 (Z'), Retardation<sub>(Max.)</sub>  $\approx 382 \text{ m}\mu$ , 多色性  $X = \text{brownish yellow} \sim \text{light brown}, Y = \text{pale yellow}, Z = \text{grass green}$ , 光軸角  $(- ) 2V = 64^\circ \sim 66^\circ$ ; Mg に富み、ほぼ  $\text{En}_{40} \text{Fs}_{40} \sim \text{En}_{54} \text{Fs}_{36}$  付近の化学組成を有するものと推定できる。

**Ilmenite:** hypersthene もしくは hornblende の結晶体を交替的に随伴して産する。鉱物はその外形が葉片状～片状を呈し鈍い金属光沢を有する。

あとがき 函館山産高竜寺山熔岩中に見られる各種ゼノリスの 1 部について、その顕微鏡観察、とくに組成鉱物の光学的性質について簡単に記述した。その結果、これらのゼノリス中には典型的な塩基性深成岩を含むこと、並びに各種ゼノリスの起源には同源と異源のものが明らかになった。興味をひく点は、熔岩中に hypoxenoliths と epixenoliths とが含まれていることであり、このことは、magma ならびにゼノリスにおける混成現象及び同化作用などの見地から検討を要する問題の一つと思われる。高竜寺山・立待岬・千疊敷・御殿山各熔岩中の特徴的なゼノリスについては、本報告 (II) として記載する予定である。なお、これらのゼノリスの原岩や混成作用に基づきゼノリスの変成現象などに関しては

Table 5. X-ray powder diffraction pattern for a hornblende-crystal of a hypersthene-hornblende-gabbro (coarse-grained xenolith) in the Kōryūjisan lava, Hakodate-yama

$2\theta$	$d(\text{\AA})$	I
10.5	8.41	100
14.0	6.32	8
17.6	5.03	8
18.1	4.89	9
19.6	4.52	10
21.2	4.18	15
26.3	3.38	12
27.3	3.26	30
28.0	3.18	26
28.7	3.10	70
30.5	2.92	16
31.0	2.88	8
32.0	2.79	40
33.1	2.70	18
34.5	2.597	9
44.2	2.047	16
45.4	1.995	9
47.6	1.908	8
50.5	1.805	9
55.8	1.646	9
56.9	1.616	10
60.5	1.528	10
65.1	1.431	8

(13) 同一個体内においても部分的には光軸角 (2V) 値に若干の差異があらわれている。

別に稿を改めて報告していきたい。

#### 文 献

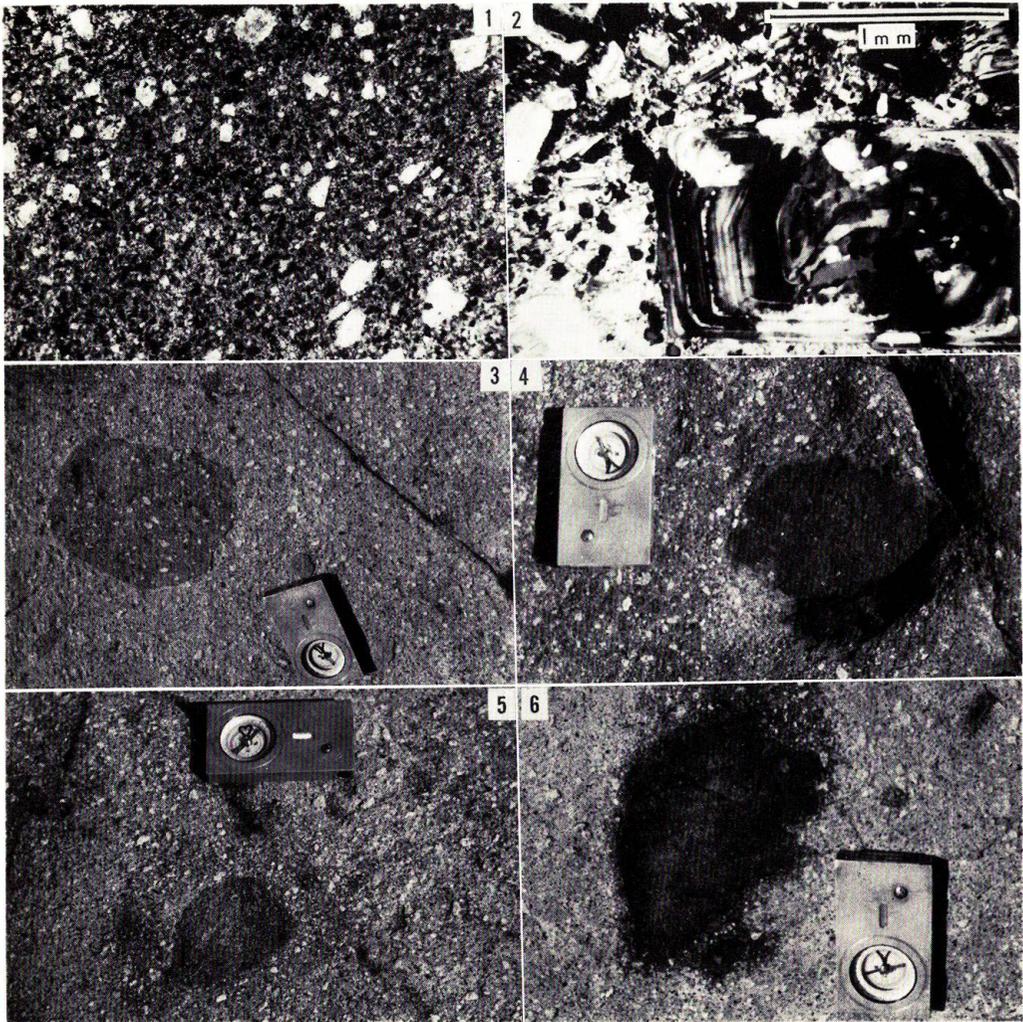
- 1) Daly, R. A., (1914). *Igneous rocks and their origin*. 563p. McGraw-Hill Book Co. Inc. New York.
- 2) Daly, R. A., (1933). *Igneous rocks and the depths of the Earth*. 598 p. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York.
- 3) Gorai, M., (1951). Petrological studies on plagioclase twins. *Amer. Miner.*, 36, 884-901.
- 4) 長谷川潔・鈴木 守 (1964). 5 万分の 1 地質図幅「五稜郭」(函館-第 86 号) 及び同地質説明書, 北海道立地下資源調査所, 1-23.
- 5) 石川俊夫 (1939). 樽前火山熔岩中の捕虜岩に就きて, 火山, 4, 109-140.
- 6) 石川俊夫 (1950). 輝石安山岩中の灰長石大晶, 地質雑, 56, 272-273.
- 7) Ishikawa, T., (1951). Petrological significance of large anorthite crystals included in some pyroxene andesites and basalts in Japan. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. 4, Vol. 7,* 339-354.
- 8) 石川俊夫 (1958). 20 万分の 1 北海道地質図 (1-6), 同地質説明書 (火山岩, pp. 27-36), 北海道立地下資源調査所, 1-58.
- 9) 岩永将暉 (1962). 北海道駒ヶ岳火山産板状捕虜岩, 岩鉱, 47, 144-154.
- 10) 久野 久 (1954). 火山及び火山岩 (岩波全書 196), 255 p. 岩波書店.
- 11) 大場与志男 (1964). 有珠火山の岩石学的研究 (I) (II), 一とくに外輪山熔岩について一, 岩鉱 51, 53-66, 88-97.
- 12) 太田良平 (1958). 輝石安山岩に見られる混成作用 (I) (II), 岩鉱, 42, 104-114, 191-202.
- 13) 小川琢治・春本篤夫 (1931). 経緯鏡台に依る長石の識別法 (岩波講座, 礦物学及び岩石学) 75p. 岩波書店.
- 14) 沢 俊明・松村 明 (1961). 亀田半島南東部の銅・鉛・亜鉛・硫化鉄・アンチモニー鉱床調査報告, 北海道地下資源調査資料, No. 62, 1-70.
- 15) 佐々木芳郎 (1954). 函館山の地質, 北大理学部卒業論文 (北大地誌, 保存手記).
- 16) 鈴木 醇・石川俊夫 (1943). 樽前火山及び支笏湖 (北海道地質見学案内書第 1 輯), 北大理学部地誌教室, 1-24.
- 17) 鈴木 醇 (1958). 北海道の地質に関する諸問題 (特別講演), 地質雑, 64, 663-674.
- 18) 鈴木 守・長谷川潔 (1963). 函館市の地質 (pp. 1-35), 北海道立地下資源調査所, 1-47.
- 19) 鈴木 守 (1963). 函館山, 一そのおいたちと変遷一, 北海道立地下資源調査所, 1-16.
- 20) Parker, R. B., (1961). Rapid determination of the approximate composition of amphiboles and pyroxenes. *Amer. Miner.*, 46, 892-900.
- 21) Rogers, A. F., and P. F. Kerr, (1942). *Optical mineralogy*. 390p. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York.
- 22) Taneda, S., (1952). New average chemical compositions of Japanese effusive rocks. *Jour. Geol. Soc. Japan*. 58, 517-521.
- 23) Tuttle, O. F., (1952). Optical studies on alkali feldspars. *Amer. Jour. Sci., Bowen Volume, Part 2,* 553-567.
- 24) 坪井誠太郎 (1959). 偏光顕微鏡, 一透明固態物質の光学的検鏡法一 293p. 岩波書店.

- 25) 浦島幸世・太田垣享 (1951). 函館山の地質, 北海道地質要報, No. 16, 17-20.
- 26) 字留野勝敏 (1958). 東稻アダメロ岩体の斜長石に見られる種々の温度光学性, 岩鉱, 42, 70-82.
- 27) Winchell, N. H., and A. N. Winchell, (1927). *Elements of optical mineralogy,—An introduction to microscopic petrography—*, Part II, 551 p. John Wiley and Sons, Inc., New York.

## **Explanation of Plates**

## PLATE I

- Fig. 1. Specimen of a hornblende-hypersthene-andesite in the Kōryūjisan lava at quarry of Hakodate-yama. Most of the large white minerals are plagioclase. Dark spots are composed essentially of hypersthene and hornblende.
- Fig. 2. Photomicrograph of a hornblende-hypersthene-andesite containing phenocrysts of the large plagioclase. Note the euhedral plagioclase showing zonal structure. Crossed nicols.
- Fig. 3. Xenolith of andesite in the Kōryūjisan lava from Hakodate-yama.
- Fig. 4. Xenolith of dolerite in the Kōryūjisan lava from Hakodate-yama.
- Fig. 5. Xenolith of gabbro-porphyrite in the Kōryūjisan lava from Hakodate-yama.
- Fig. 6. Xenolith of microdiorite in the Kōryūjisan lava from Hakodate-yama.

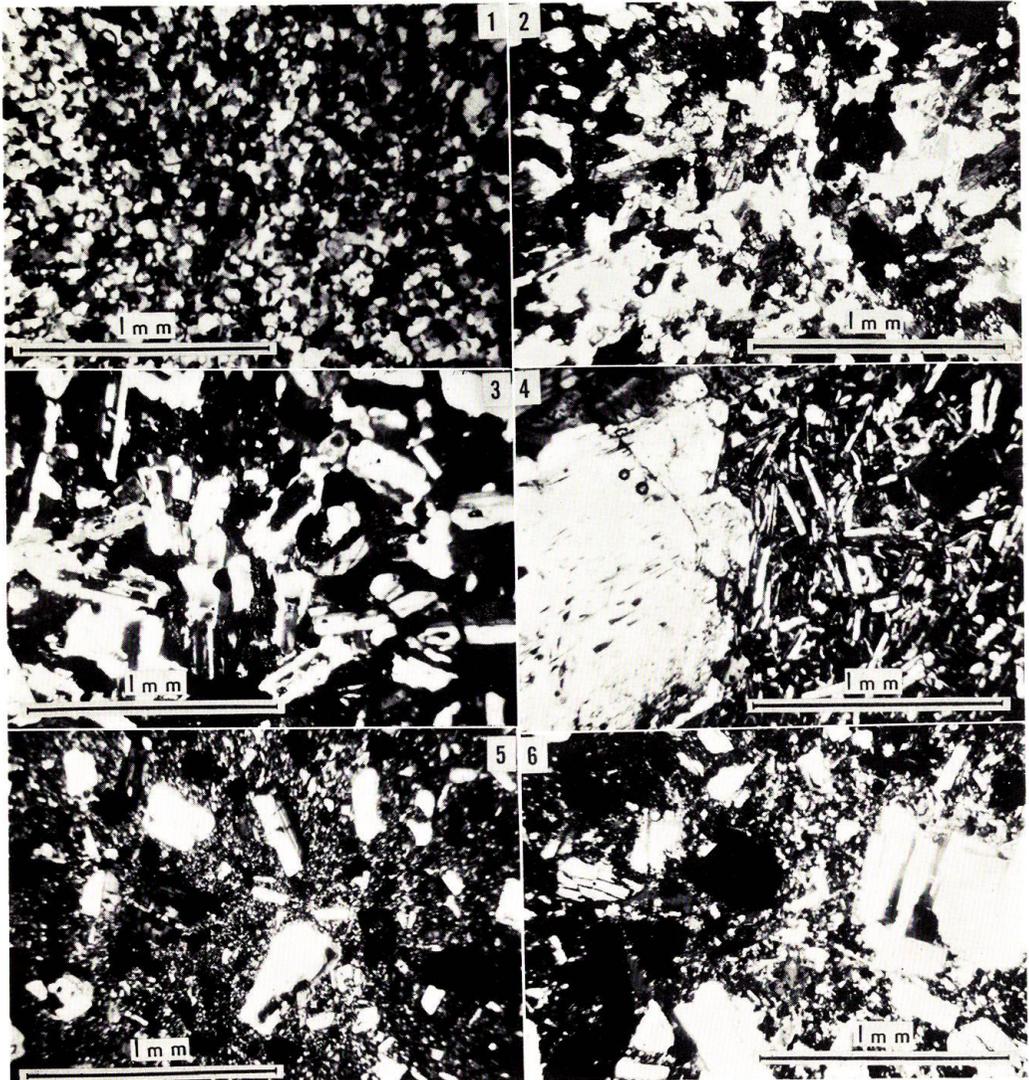


Tonosaki *et al*: Report of some xenoliths found in the andesite lavas

## PLATE II

Photomicrographs of the various xenoliths found in the Kōryūjisan lava from Hakodate-yama.

- Fig. 1. Hypersthene-biotite-hornfels. The rock exhibits typical xenomorphic-granular texture consisting of fine-granular plagioclase (white in photo.) and biotite (black in photo.) with accompanied by some quantities of hypersthene. Crossed nicols.
- Fig. 2. Gabbro-porphyrite. The rock shows a medium-grained and xenomorphic-granular, in places, moderately ophitic texture. The constituent minerals are plagioclase, pyroxene and hornblende associated with a small amount of magnetite. Crossed nicols.
- Fig. 3. Microdiorite. Composed essentially of hornblende, pyroxene and plagioclase with accessory magnetite. Crossed nicols.
- Fig. 4. Dolerite containing xenocryst of plagioclase. The rock is mainly composed of plagioclase, pyroxene, hornblende and iron ores. Crossed nicols.
- Figs. 5-6. Andesite showing porphyritic texture. Composed of plagioclase, hornblende and pyroxene in phenocrysts. Crossed nicols.

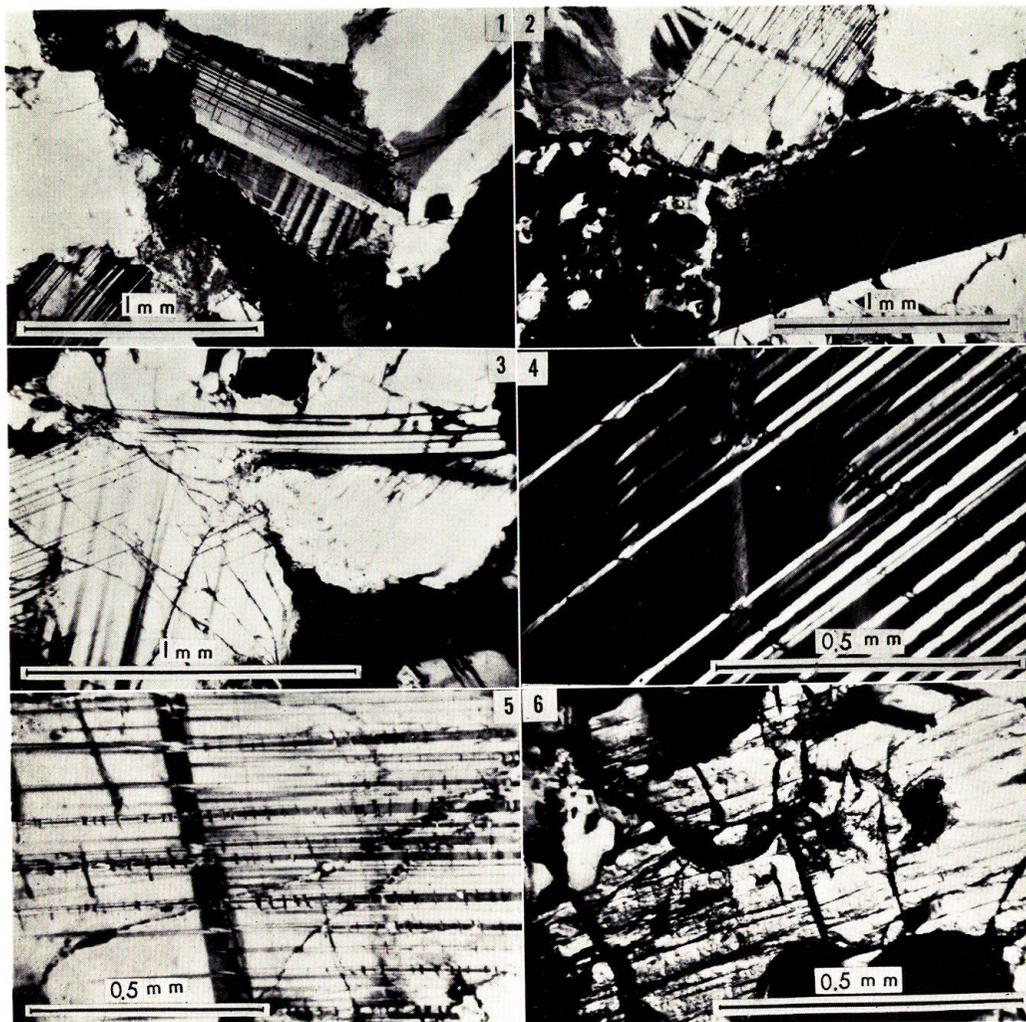


Tonosaki *et al*: Report of some xenoliths found in the andesite lavas

### PLATE III

Microphotographs of a hypersthene-hornblende-gabbro (coarse-grained xenolith) found in the Kōryūjisan lava from Hakodate-yama.

- Figs. 1 · 2. Hypersthene-hornblende-gabbro (euhedral aggregate of plagioclase). The rock shows typical automorphic-granular texture consisting of coarse-grained plagioclase, hornblende, hypersthene and ilmenite. Crossed nicols.
- Fig. 3~5. Plagioclase showing polysynthetic twinning. Note twin lamellae of albite twinning plagioclase. Gray streaks are indistinct twin lamellae (010). Crossed nicols.
- Fig. 6. Subhedral crystal of a hypersthene, with characteristic outline and cleavages. Crossed nicols.



Tonosaki *et al*: Report of some xenoliths found in the andesite lavas