小笠原諸島, 父島北部の石英含有無人岩 : 無人岩と石英デイサイトのマグマの混合

メタデータ	言語: jpn
	出版者:
	公開日: 2008-01-25
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 渡邊, 綾香, 黒田, 直
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00000365

小笠原諸島，父島北部の石英含有無人岩：無人岩と石英デイサイトのマグマの混合

渡邉綾香[1]・黒田 直[1]

Quartz-bearing boninite from northern Chichi-jima, Bonin Islands: Magma mixing of boninite with quartz dacite

Ayako WATANABE[1] and Naoshi KURODA[1]

Abstract Submarine boninite series volcanic rocks with quartz dacite and subordinate submarine sedimentary rocks, belonging to middle Eocene to late Oligocene in age, are widespread on Chichi-jima. Quartz-bearing boninite is found to occur as the chilled rims of dikes, east of Kiyose and southwest of Tsuri-hama. On Miyano-hama near Kiyose, boninite pillows are intruded by a multiple dike of dacite and boninite. The multiple dike suggests the existence of a density-stratified chamber capped by dacite.

The quartz-bearing boninite includes about 4 mm across corroded quartz up to several modal%, with reversely zoned orthopyroxenes carrying pale brown rounded cores and sieved orthopyroxenes. Based on the textures, these inclusions are xenocrysts, derived from quartz dacite. The chemical composition of the dike rims from Kiyose is nearly constant according to the whole rock analyses. Glasses in the same dike rims, with related ones of the Miyano-hama multiple dike, were analysed by electron probe to compare in genesis the compositions.

In the oxides (*e.g.*, MgO)-SiO_2 relationship for the boninite series volcanic rocks of Chichi-jima, the linear relationship of MgO to SiO_2 is obvious in a quartz-bearing boninite as the dike rims from Kiyose, in a more magnesian boninite as the chilled rim of the Miyano-hama multiple dike and a quartz dacite lava. Inferring from the field and the petrological evidence, quartz-bearing boninite was formed by rapid mixing of boninitic magma and a small amount of quartz dacite magma in a similar chamber to the possible stratified chamber beneath Miyano-hama.

Key words: quartz-bearing boninite, boninite, quartz dacite, xenocrysts, mixing, stratified chamber, Chichi-jima, Bonin Islands

はじめに

石英含有無人岩は1982年にはじめて，父島から報告された（栗原，1982MS）．父島北部の海岸，釣浜南西の道路沿いで，この火山岩は岩脈の急冷縁として見られた．無人岩は本来，石英の結晶を含まないから，石英の由来を知ることは有意義である，と思われた．岩石記載，鉱物の光学解析，全岩化学分析をとおして，石英含有無人岩は無人岩質マグマと石英デイサイト質マグマの混合物である，と見なされた（黒田ほか，1984）．

今回，産状がこれと非常によく似た石英含有無人岩の露出が，先の釣浜南西の地にほど近い清瀬東の小笠原高等学校付近で新たに見つかった．そこで，この新たな石英含有無人岩の成因について報告する．

愛知教育大学の大学院学生，坂元健太郎兄には未公表の全岩化学分析値を提供していただいた．静岡大学の森 英樹技官には，全岩化学分析のための岩石試料の調整に尽力していただいた．合わせて感謝する．

[1]静岡大学理学部地球科学教室，422-8529 静岡市大谷836
[1]Insititute of Geosciences, Shizuoka University, 836 Oya, Shizuoka, 422-8529 Japan
E-mail:r0935022@ipc.shizuoka.ac.jp(A.W.),snkuroda@ipc.shizuoka.ac.jp(N.K.)

地質の概略

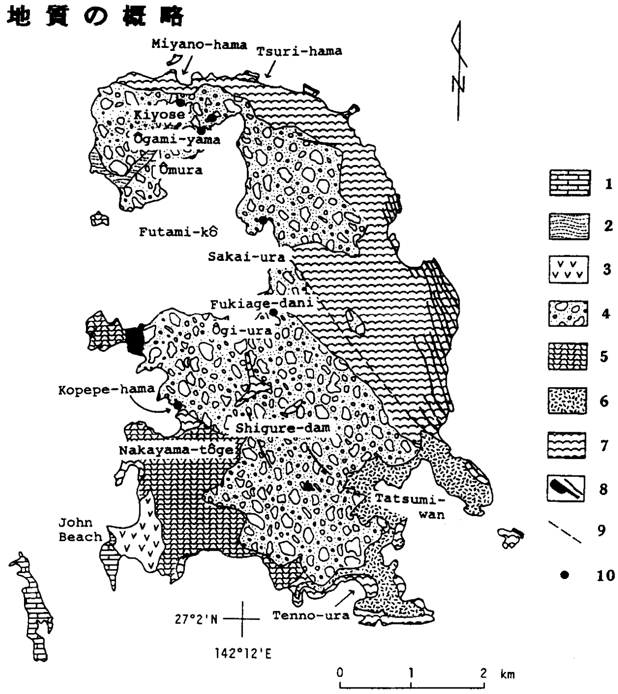


図 1.a 父島の地質図（KURODA *et al.*, 1988). 1：石灰岩．2：凝灰岩，砂岩と泥岩．3：安山岩とデイサイト．4：デイサイト（角礫岩と溶岩層）．5：デイサイト（枕状溶岩と角礫岩）．6：無人岩（ハイアロクラスタイト）．7：無人岩（枕状溶岩と角礫岩）．8：岩脈．9：推定断層．10：鉄ピジョン輝石含有デイサイトの採集地点．

Fig. 1a Geological map of Chichi-jima (KURODA *et al.*,1988). 1 : limestone. 2 : tuff, sandstone and mudstone. 3 : andecite and dacite. 4 : dacite (breccia and lava). 5 : dacite (pillow lava and breccia). 6 : boninite (hyaloclastite). 7 : boninite (pillow lava and breccia). 8 : dike. 9 : suspected fault. 10 : sampling sites of ferropigeonite-dacites.

父島は，始新世中期から漸新世晩期の無人岩，古銅輝石安山岩，デイサイト，石英デイサイトの枕状溶岩，火山角礫岩，岩脈と少量の海成堆積岩から成る．一般に，無人岩と古銅輝石安山岩はデイサイトと石英デイサイトによって覆われる．これらは西にゆるく傾斜し，無人岩は主に島の東側で露出している．島の北部から東部には，これら無人岩系の火山岩のマグマを供給したと思われる平行岩脈群が存在する（白木ほか，1995).

島の北部，清瀬東の小笠原高等学校付近の道路の崖で露出する，石英を含む無人岩質の岩脈（清瀬岩脈1）は先の平行岩脈群に属する，と見られる．岩脈1は幅約2.6m，走向ほぼEW，傾斜65° Sで，南に30° 傾斜する無人岩の枕状溶岩と角礫岩を貫ぬく（図１・２）．この岩脈の支脈と思われる幅約1.5m，走向EW，傾斜75° Sの岩脈（清瀬岩脈2）が，約25m南に存在する．さらにこの約80m南では，デイサイトの角礫岩が無人岩の枕状溶岩と角礫岩の上にのっている．デイサイトの角礫岩の傾斜は30° Sである．

岩脈1の周縁部では幅約10cm以上の厚いガラス質の暗色急冷部分があるほか，岩脈の内部にもガラス質殻をもつ枕状塊や長さ約1.5mに達し，幅約2～3cmの細かい縞をもつガラス質の岩塊が含まれている（坂元ほか，1999)．岩脈2も幅約5cmのガラス質，暗色急冷縁をもつ．一方，幅約5mの道路を隔てた反対側の露頭では岩脈1の延長は見られない．そこでは，枕状塊や細かいガラス質集合体，さらには岩脈1の内部にあったのと同様の細かい縞が入ったガラス質岩塊が見られた．このような産状から，岩脈1の露頭は岩脈の末端に近い，と考えられる．

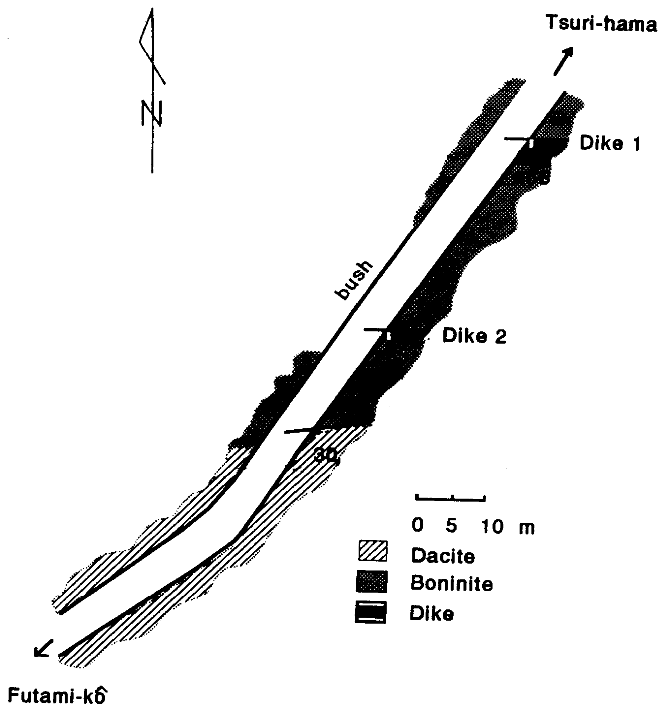


図 1.b 清瀬東，二見港―釣浜道路沿いの地質図．

Fig. 1b Geological sketch map near Kiyose along the road to Tsuri-hama from Futami-kô .

また，近くの釣浜南西で石英含有無人岩が，幅約3mの岩脈の急冷縁として産する．宮の浜では幅5m，走向EW，傾斜80° Sのデイサイト－無人岩重複岩脈（図３）が無人岩枕状溶岩に貫入し，宮の浜の南では石英デイサイトの溶岩が見られる（黒田ほか，1984).

図 2 清瀬東，石英含有無人岩質岩脈（清瀬岩脈1).

Fig. 2 Quartz-bearing boninitic dike (Dike 1, Fig. 1b) about 2.6 m wide, east of Kiyose, intruding into boninite pillows.

図 3　宮の浜西岸，デイサイト(外側)と無人岩(内側)の重複岩脈（KURODA *et al.*, 1988).

Fig. 3　Multiple dike of dacite (outside) and boninite (inside), west coast of Miyano-hama (KURODA *et al.*, 1988).

岩石記載

清瀬岩脈の急冷縁

岩脈１の急冷縁は暗色，ガラス質で，硬く，多孔質である．孔隙はフッ石または変質物で時どき埋められている．

カンラン石斑晶（長さ0.9mm）は丸みをおび，変質物で完全に交代された仮像をつくる．時どきクロム・スピネルを包有し，斜方輝石で縁取られる．斜方輝石斑晶（長さ1.3mm，Wo3En88Fs9）は柱状自形で，多い．時にクロム・スピネルを包有する．骸晶としても見られる．単斜輝石と連晶する．

石基は斜方・単斜輝石と，割れ目が入ったガラスから成る．2つの輝石は時どき，放射状や羽毛状で産する．まれにクロム・スピネルが見られる．石基は不均質で，ガラスに富んで輝石微晶に乏しい部分と，ガラスに乏しく輝石微晶に富む部分が見分けられる．

加えて，丸みと湾入をもつ石英（径4.2mm），丸みを

表 1　父島北部の無人岩とデイサイトの化学組成．清瀬岩脈1 B：右側頂部縁 C：右側縁 D：左側縁 E：右側縁(坂元による未発表XRF試料) Z：内部の急冷縁　清瀬岩脈2 A：左側縁　岩脈1内部の石英含有高MgOデイサイト．F：Dの60cm内側 G：Eの70cm内側(坂元による未発表XRF試料)　T 釣浜南西，石英含有無人岩岩脈の急冷縁．Mb 宮の浜重複岩脈無人岩急冷縁(図3)　Md 同じ重複岩脈のデイサイト急冷縁　Mqd 宮の浜南の石英デイサイト溶岩　これら4つは黒田他(1984)から引用．

Table 1　Chemical compositions of boninites and decites from northern Chichi-jima. Quartz-bearing boninite chilled rims of dikes, east of Kiyose (Figs.1b and 2). Dike 1. B : right-top rim. C : right rim. D : left rim. E : right rim. Unpublished XRF datum by SAKAMOTO. Z : chilled rim of the inside. Dike 2. A: left rim. Quartz-bearing high-MgO dacites of the inside of Dike 1. F : 60 cm inside from D. G : 70 cm inside from E. Unpublished XRF datum by SAKAMOTO. T Quartz-bearing boninite chilled rim of dike, southwest of Tsuri-hama. Mb Boninite chilled rim of the Miyano-hama multiple dike (Fig. 3). Md Dacite chilled rim of the same multiple dike. Mqd Quartz dacite lava, south of Miyano-hama. These 4 analyses were cited from KURODA *et al.* (1984). n.d.: not determined.

	A		B		C		D		E	Z	
SiO_2	58.71	62.61	60.29	63.15	60.14	63.19	60.16	63.57	63.90	60.23	63.41
TiO_2	0.23	0.25	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	0.16	0.22	0.23
Al_2O_3	11.40	12.16	12.05	12.62	11.99	12.60	11.34	11.98	11.73	11.57	12.18
Fe_2O_3	3.93	4.19	3.66	3.83	3.72	3.91	3.65	3.86	7.87	3.57	3.76
FeO	3.10	3.31	3.35	3.51	3.20	3.36	3.35	3.54	-	3.40	3.58
MnO	0.09	0.10	0.12	0.13	0.09	0.09	0.10	0.11	0.13	0.10	0.11
MgO	7.37	7.86	7.06	7.39	6.92	7.27	7.15	7.55	7.57	7.06	7.43
CaO	6.22	6.63	6.96	7.29	6.26	6.58	6.25	6.60	6.43	6.16	6.49
Na_2O	2.10	2.24	1.28	1.34	1.94	2.04	1.78	1.88	1.67	2.17	2.28
K_2O	0.55	0.59	0.43	0.45	0.63	0.66	0.57	0.60	0.50	0.43	0.45
P_2O_5	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.04	0.07	0.07
H_2O+	4.89	-	3.86	-	4.03	-	4.02	-	-	4.08	-
H_2O-	1.16	-	0.48	-	0.78	-	0.84	-	-	0.64	-
total	99.82	100.01	99.81	99.99	99.98	99.99	99.50	99.99	100.00	99.70	99.99

	F		G	T		Mb		Md		Mqd	
SiO_2	62.25	65.09	67.01	60.46	64.25	58.21	60.79	62.00	65.46	70.52	73.41
TiO_2	0.24	0.25	0.17	0.16	0.17	0.19	0.20	0.19	0.20	0.18	0.19
Al_2O_3	12.45	13.02	12.87	11.75	12.49	12.03	12.56	14.19	14.98	12.92	13.45
Fe_2O_3	5.78	6.04	7.18	2.89	3.07	3.19	3.33	2.43	2.57	2.35	2.45
FeO	1.15	1.20	-	4.24	4.51	4.93	5.15	3.99	4.21	1.44	1.50
MnO	0.06	0.06	0.03	0.13	0.14	0.15	0.16	0.10	0.11	0.12	0.12
MgO	4.76	4.98	4.14	5.96	6.33	8.04	8.40	2.26	2.39	0.85	0.88
CaO	6.06	6.34	5.93	6.06	6.44	6.92	7.23	5.50	5.81	3.45	3.59
Na_2O	2.30	2.41	2.09	1.95	2.07	1.60	1.67	3.10	3.27	3.04	3.16
K_2O	0.51	0.53	0.53	0.50	0.53	0.50	0.52	0.95	1.00	1.13	1.18
P_2O_5	0.07	0.07	0.05	n.d.	-	n.d.	-	n.d.	-	0.06	0.06
H_2O+	1.93	-	-	4.46	-	3.64	-	4.80	-	3.37	-
H_2O-	2.90	-	-	0.92	-	0.58	-	0.36	-	0.88	-
total	100.46	99.99	100.00	99.48	100.00	99.98	100.01	99.87	100.00	100.31	99.99

おびた淡褐色核と自形縁から成る逆累帯斜方輝石，自形縁をもったり，欠いたりする丸みをおびたふるい状斜方輝石が見られる．石英はモードで3%まで含まれる．これらの石英と斜方輝石は，部分溶融・吸収・反応の非平衡組織を示すから，外来結晶と見るのが妥当である(黒田ほか，1984)．

岩脈１の急冷縁とその支脈，岩脈２の，丸み・湾入・ガラス包有物を伴う石英を含む急冷縁は，岩石記載のうえでよく似ている．しかし岩脈２の急冷縁では，まれに単斜輝石（Wo42En49Fs9）の微斑晶が見られる．また，岩脈１の急冷縁で目立った石基の不均質は，それほどはっきりしない．

岩脈１の内部岩石

緑褐色をおびる内部岩石は多孔質で，風化変質していて，いくらか軟らかい．急冷縁から内部の中心に向かうほど，結晶の量は増す．

カンラン石斑晶（長さ0.6mm）は，褐色変質物で完全に交代され，斜方輝石で縁取られる．斜方輝石斑晶(長さ0.6mm）は石基斜方輝石とともに，ほとんど変質している．単斜輝石（Wo35En51Fs14）は，微斑晶としてまれに産し，斜方輝石と連晶する．

石基は単斜・斜方輝石，短冊状斜長石，鉄鉱，ガラスから成る．単斜輝石は新鮮なままで残っている．斜長石は，骸晶としても見られ，十字または放射状構造を示す．斜長石はまた，石英や鉄鉱とともに球粒状集合物をつくる．ガラスは褐色変質物で完全に交代されている．

加えて，丸みと湾入をもち，ガラスを包有する石英(径0.9mm)や鉄に富むピジョン輝石核(Wo5En38Fs57)と普通輝石縁（Wo40En42Fs18）から成る逆累帯石基単斜輝石が見られる．急冷縁の場合と同様に，その組織から，両鉱物は外来結晶と見られる．

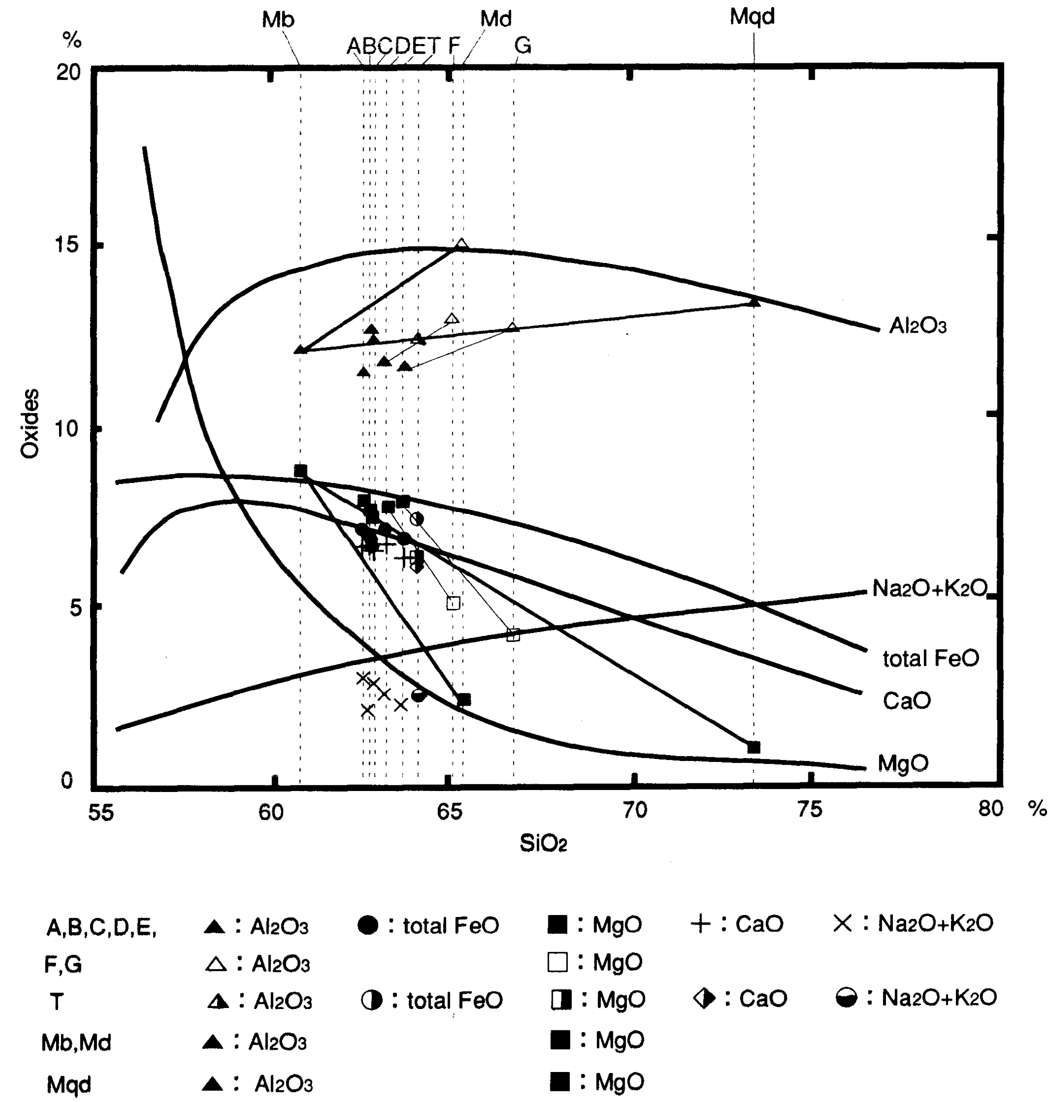


図 4 父島の無人岩系火山岩の酸化物－SiO_2変化図．MgOとAl_2O_3については，KURODA (1989) の図1中の曲線を多少改変した．記号は表１に同じ．

Fig. 4 Oxides－SiO_2 relationship for the boninite series of volcanic rocks from Chichi-jima. The curves of MgO and Al_2O_3 in Fig. 1 of KURODA (1989) have been somewhat improved. The symbols (*e.g.*, Mqd) are the same as Table 1.

全岩化学組成

清瀬岩脈1·2の急冷縁6つと岩脈1の内部岩石2つ，ほかに清瀬近傍，釣浜南西の石英含有無人岩岩脈の急冷縁1つ，宮の浜重複岩脈の急冷縁2つ及び宮の浜南の石英デイサイト溶岩1つの分析値を表1に示す．清瀬岩脈1·2の6つの急冷縁試料は，約3モード%包有される石英外来結晶と，孔隙を時どき埋めるフッ石や変質物を見分けられるかぎり除いて分析された．

岩脈1・2の急冷縁の化学組成は，無水でおよそSiO_2 63-64%，MgO 7-8%，Al_2O_3 12-13%，全Fe2O3 8%，CaO 6-7%，全アルカリ1.8-2.8%である．これらの成分はほぼ一定している．TiO_2，MnO，P_2O_5 は少ない．H_2O+は4-5%で，主に石基ガラスに含まれる．H_2O-は約≦1%で少ない．

岩脈1·2の急冷縁と釣浜南西の石英含有無人岩岩脈の急冷縁Tの化学組成は全体としてよく似ている．TはややMgOに乏しく，SiO_2 に富む．岩脈1の内部岩石は急冷縁に比べて，たとえば SiO_2 と Al_2O_3に富み，MgOと全Fe_2O_3に乏しい．内部岩石の高 Fe_2O_3·H_2O- は，風化変質に由来する．

成　因

清瀬岩脈，全岩の酸化物－SiO_2 関係

父島の無人岩系火山岩の酸化物－SiO_2 変化図で（図4），清瀬岩脈の急冷縁（A～E）の酸化物はそれぞれ，狭い範囲に収まっていて，均質に見える．しかし，無人岩系火山岩の結晶分別作用による平均的な変化曲線から，はずれている．そのはずれはMgOとAl_2O_3 で著しい．急冷縁の各酸化物が占める領域は，釣浜南西の石英含有無人岩岩脈の急冷縁Tの位置に近接している．この釣浜の岩脈は，無人岩質と石英デイサイト質のマグマの混合で生じた，と見なされている（黒田ほか，1984）．したがって清瀬岩脈も同様に，2つのマグマの混合に由来する，と予測される．

石英外来結晶を包有する清瀬岩脈の急冷縁は，無水で SiO_2 63-64%とMgO>7%を示すから（表1），石英含有無人岩である．岩脈1の，石英外来結晶を包有する内部岩石（F·G）は急冷縁（D·E）より低MgO，高SiO_2·Al_2O_3である（図4）．SiO_2 含有量の割りには，MgO含有量がかなり高い．内部岩石は，急冷縁の石英含有無人岩からMgOに富む斜方輝石の分別結晶作用で生成した分化物，石英含有高MgOデイサイトである．

清瀬岩脈，急冷縁石基ガラスのMgO-SiO_2関係

岩石記載で述べた，輝石微晶に乏しい部分のガラスと，富む部分のガラスがマイクロプローブで分析された（渡邉，1999MS）．そのガラスの酸化物－SiO_2関係は図5と付図1のとおりである．岩脈1では，点のばらつきが著しいアルカリ-SiO_2関係を除いて，変化の傾向をたどることができる．岩脈2では，どの関係でも変化は見られない．

岩脈1の MgO-SiO_2 関係では（図5a），点は負の相関を示して散在する．輝石微晶に乏しい部分のガラスはより高MgO·低SiO_2で，輝石微晶に富む部分のガラスはより低MgO·高SiO_2である．このガラスの不均質は，輝石微晶の晶出の程度に調和した，残液の連続的な組成変化を示すように見える（付図1の，低SiO_2側での全FeOの挙動も調和している）．父島産無人岩の石基ガラスでも，>70%の SiO_2 を含むものがある（黒田ほか，1992）．

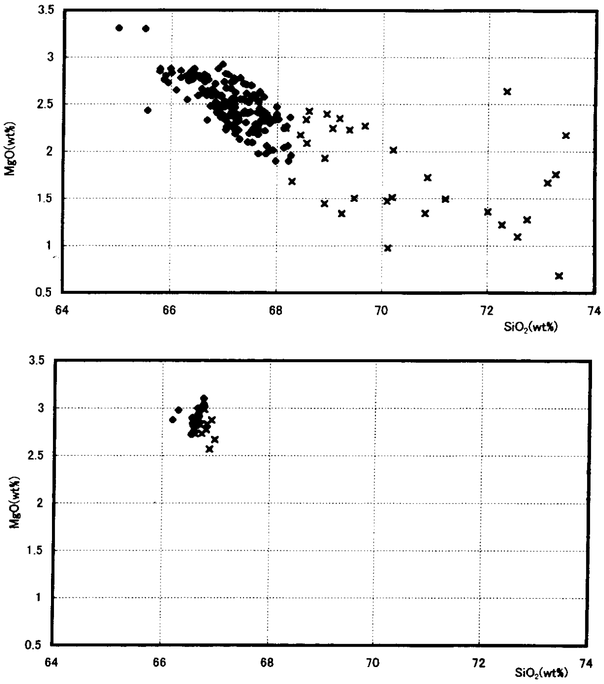


図5　清瀬岩脈1(a)と2(b)の急冷縁石基ガラスのMgO－SiO_2関係．　◆：輝石微晶に乏しい部分　×：輝石微晶に富む部分

Fig. 5　MgO－SiO_2 relationship for the matrix glasses, analysed by electron probe, in chilled rims of Dike 1(a) and Dike 2(b), east of Kiyose.　◆ : pyroxene microlite-poor portion.　× : pyroxene microlite-rich portion.

一方，岩脈1の支脈で，小さな岩脈2では，組織の相違がそれほどはっきりしない両部分のガラス間の組成差はほとんどない（図5b）．岩脈2急冷縁の残液は，化学組成が均質で，岩脈1急冷縁の残液の，かなり高MgOで低 SiO_2 の狭い領域に収まる．岩脈2の急冷縁は清瀬岩脈を形成した混合マグマを代表する（図4のA），と考えてよいかもしれない．

MgO-SiO_2関係から見た，清瀬岩脈と宮の浜重複岩脈の急冷縁

宮の浜重複岩脈の無人岩とデイサイトの急冷縁（表1と図4のMbとMd）の石基ガラスの，マイクロプローブ分析による酸化物－SiO_2関係は図6と付図2のとおりである（渡邉，1999MS）．2つのガラスの化学組成の相違は一目瞭然である．すなわち無人岩急冷縁のガラスは高MgO·低SiO_2を，デイサイト急冷縁のガラスは低MgO·高SiO_2を示す．

ここで，図6に図5bを重ねると，清瀬岩脈2の急冷縁の均質なガラスは，2つのガラスの間に入る（しかし，付図2によると全FeOとCaOは，いく分はずれる）．3つのガラスはほぼ直線関係にあるから，岩脈2の急冷縁ガラスは，両端にあるガラスの混合物のように見える．

次に，図5a・5b・6を重ねる．清瀬岩脈1の急冷縁ガラスの一部は，岩脈2の均質な急冷縁ガラスより高MgO·低SiO_2を示す．そして岩脈1のこの高MgOガラスは，宮の浜重複岩脈の無人岩急冷縁Mbのガラスにほ

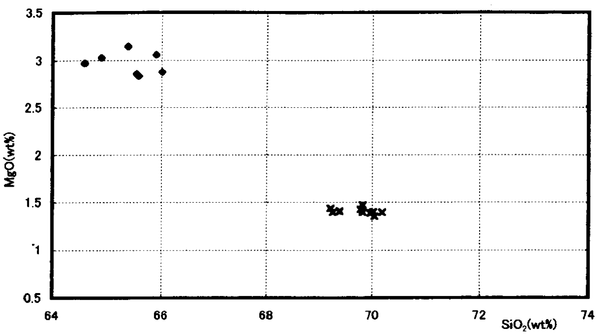


図 6　宮の浜重複岩脈の無人岩とデイサイトの急冷縁(Mb,Md)石基ガラスのMgO-SiO_2関係．◆：無人岩　×：デイサイト
Fig. 6　MgO-SiO_2 relationship for the matrix glasses, analysed by electron probe, in chilled rims of boninite (Mb) and dacite (Md) of the Miyano-hama multiple dike (Fig. 3 and 4, Table1).　◆ : boninite. × : dacite.

ぼ調和している．Mbは清瀬岩脈の形成に寄与している，と見てよさそうである．しかし，図４のMgO-SiO_2関係で，清瀬岩脈の急冷縁（A～E）は，宮の浜重複岩脈の急冷縁MbとMdを結んだ線から，大きくはずれる（これはAl_2O_3-SiO_2関係でも同様である）．そのうえMdは石英の結晶を含まない．Mdは清瀬岩脈の形成に関わっていない，と言える．

同じMgO-SiO_2関係で，Mbも変化曲線から，はずれている．無人岩Mbは，化学組成が相違する無人岩質マグマどうしの混合物，と考えられる．UMINO (1986)は父島産の無人岩について，無人岩質の，分化したマグマと未分化マグマの，同じマグマ溜りでの混合に注目している．

マグマの混合

清瀬岩脈の形成に関わったように見える，宮の浜重複岩脈の無人岩質のマグマと混合したもう１つのマグマは，どんなものなのだろうか？　図４のMgO-SiO_2関係で，宮の浜の無人岩Mbと清瀬岩脈急冷縁を直線で結んで延長する．線は73％を越えるSiO_2の辺りで，MgOの変化曲線と交わる（これはAl_2O_3-SiO_2関係でも変わらない）．交点は，無人岩Mbと混合した高SiO_2デイサイト と予測される．この高SiO_2デイサイトは，石英と鉄ピジョン輝石の斑晶を含む，宮の浜南の石英デイサイト溶岩Mqd（表１）に化学組成のうえでよく似ている．

したがって清瀬東の石英含有無人岩質岩脈は，宮の浜重複岩脈の無人岩Mbに似たマグマと宮の浜南の石英デイサイト溶岩Mqdを生成したようなマグマの混合で形成された，と考えられる．無人岩質と石英デイサイト質マグマの混合の割合は，精ぜい４対１と見積もられる（図４）．

宮の浜重複岩脈は（図３），BLAKE & IVEY (1986)が説いたような成層マグマ溜りの存在につながる．マグマ溜りは，デイサイト質マグマが上位に，無人岩質マグマが下位にあって成層していた．中心部の無人岩と外側のデイサイトから成る重複岩脈はおそらく，２つのマグマがたがいに混合しない上昇速度で形成された．

一方，清瀬岩脈の場合，鉄に富んだピジョン輝石を含む石英デイサイト質マグマと無人岩質マグマが上下に成層するマグマ溜りが存在していた．やがて２つのマグマは急速に混合し，上昇して，岩脈を形成した．岩脈１の露頭で見られるガラス質殻をもつ枕状塊は，かなりの温度差をもつ２つのマグマがマグマ溜りの上部で混合したことを示す，と考えられる．輝石温度計による見積もりでは，父島でのマグマの温度は無人岩で＞1200℃，デイサイトで1050℃，石英デイサイトで900℃である（KURODA *et al.*, 1988)．El CapitanのNorth America Wallでは，玄武岩質の枕が珪長質岩石の中に存在する（REID *et al.*, 1983)．

ところで，父島産のデイサイトと石英デイサイトは常に，斜長石の斑晶を含む．宮の浜南の石英デイサイトMqdの，斜長石斑晶(長さ＞0.6mm)の量は約４モード％である（全斑晶量約7.7モード％）(黒田ほか，1984)．しかし，Mqdに似たマグマが混合したはずの清瀬岩脈の急冷縁では，斜長石は包有されていない．清瀬岩脈の場合，混合したと見られる無人岩質と石英デイサイト質のマグマはどちらも，含水量に富む（表１のMbとMqd)．さらに前者は，後者より高温で，多量である．両者が混合したとき，少量の石英デイサイト質マグマは多量の無人岩質マグマによってあたためられて，斜長石は溶融したもの，と考えられる．VENEZKY & RUTHERFORD (1997) も，含水量に変化がなければ，高温マグマと低温マグマの混合で同様のことが起こる，と述べている．

引用文献

BLAKE S. & IVEY G.N. (1986), Magma-mixing and the dynamics of withdrawal from stratified reservoirs. *Journal of Volcanological and Geothermal Research*, **27**, 153-178.

栗原弘明 (1982MS)，父島産無人岩と関連の安山岩及びデイサイト．静岡大学卒業論文，**44**.

黒田　直 (1989)，父島の無人岩系安山岩．白木敬一編，日本の高マグネシア安山岩，山口大学理学部地質学鉱物科学教室，27-32.

黒田　直 (1992)，小笠原諸島，父島のデイサイト類．松本徰夫教授記念論文集，321-326.

黒田　直・白木敬一・浦野隼臣 (1984)，マグマの混合と父島・兄島の石英含有無人岩．地質学論集，**24**，157-163.

KURODA N., SHIRAKI K. & URANO H. (1988), Ferropigeonite quartz dacites from Chichi-jima, Bonin Islands: Latest differetiates from boninite-forming magma. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **100**, 129-138.

REID J.B., EVANS O.C. & FATES D.G. (1983), Magma mixing in granitic rocks of the central Sierra Nevada, California. *Earth and Planetary Science Letters*, **66**, 243-261.

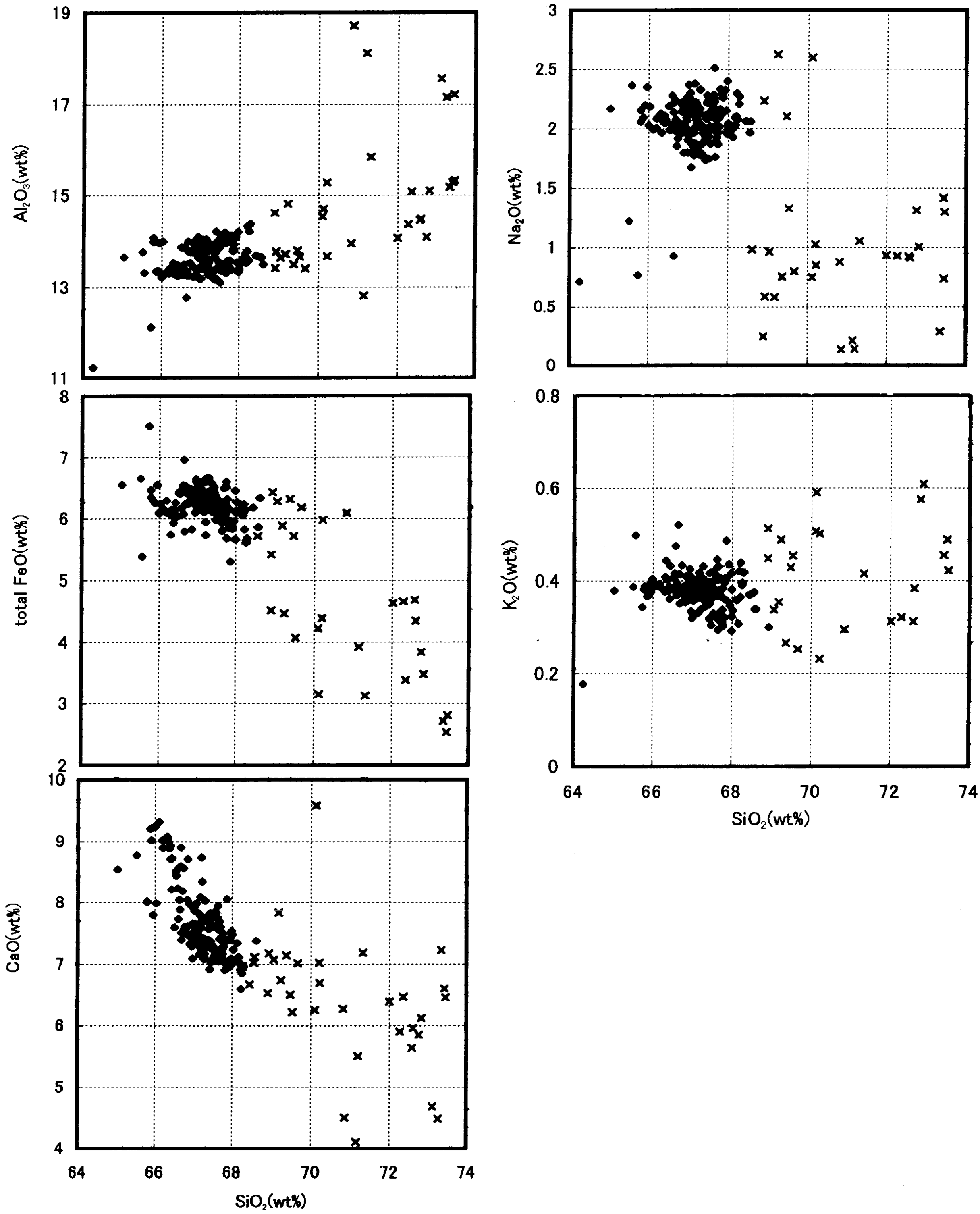
坂元健太郎・浦野隼臣・黒田　直・渡邉綾香・白木敬一(1999)，小笠原諸島父島の無人岩質岩脈におけるマグマの混合と元素の挙動．日本地質学会第106年学術大会講演要旨集，258.

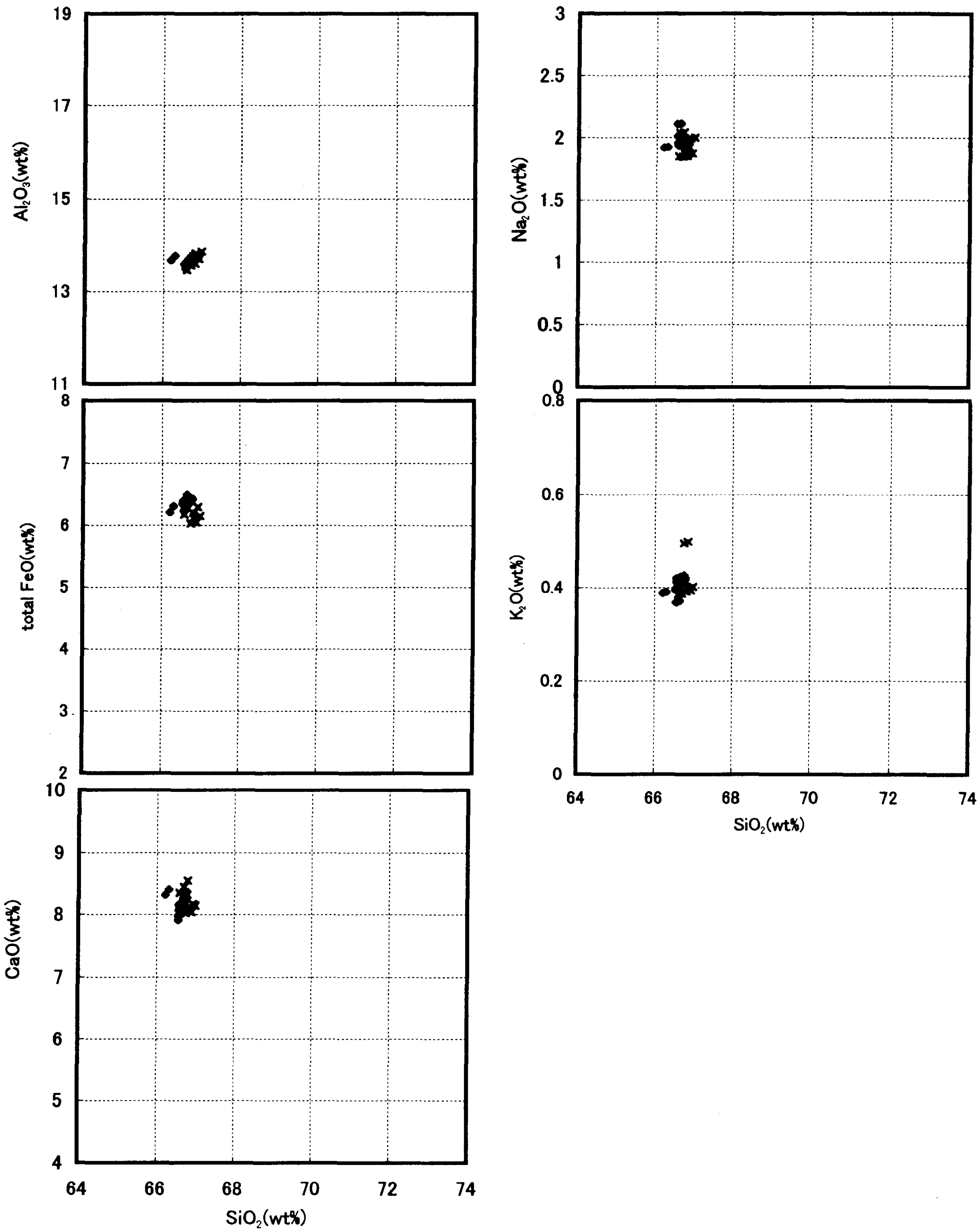
白木敬一・柴田論男・黒田　直・浦野隼臣 (1995)，小笠原諸島父島東岸の無人岩平行岩脈群．地質学雑誌，**104**，599-603.

UMINO S. (1986), Magma mixing in boninite sequence of Chichijima, Bonin Islands. *Journal of Volcanological and Geothermal Research*, **29**, 125-157

VENEZKY D. Y. & RUTHERFORD M. J. (1997), Preeruption conditions and timing of dacite-andesite magma mixing in the 2.2 ka eruption at Mount Rainier. *Journal of Geophysical Research*,

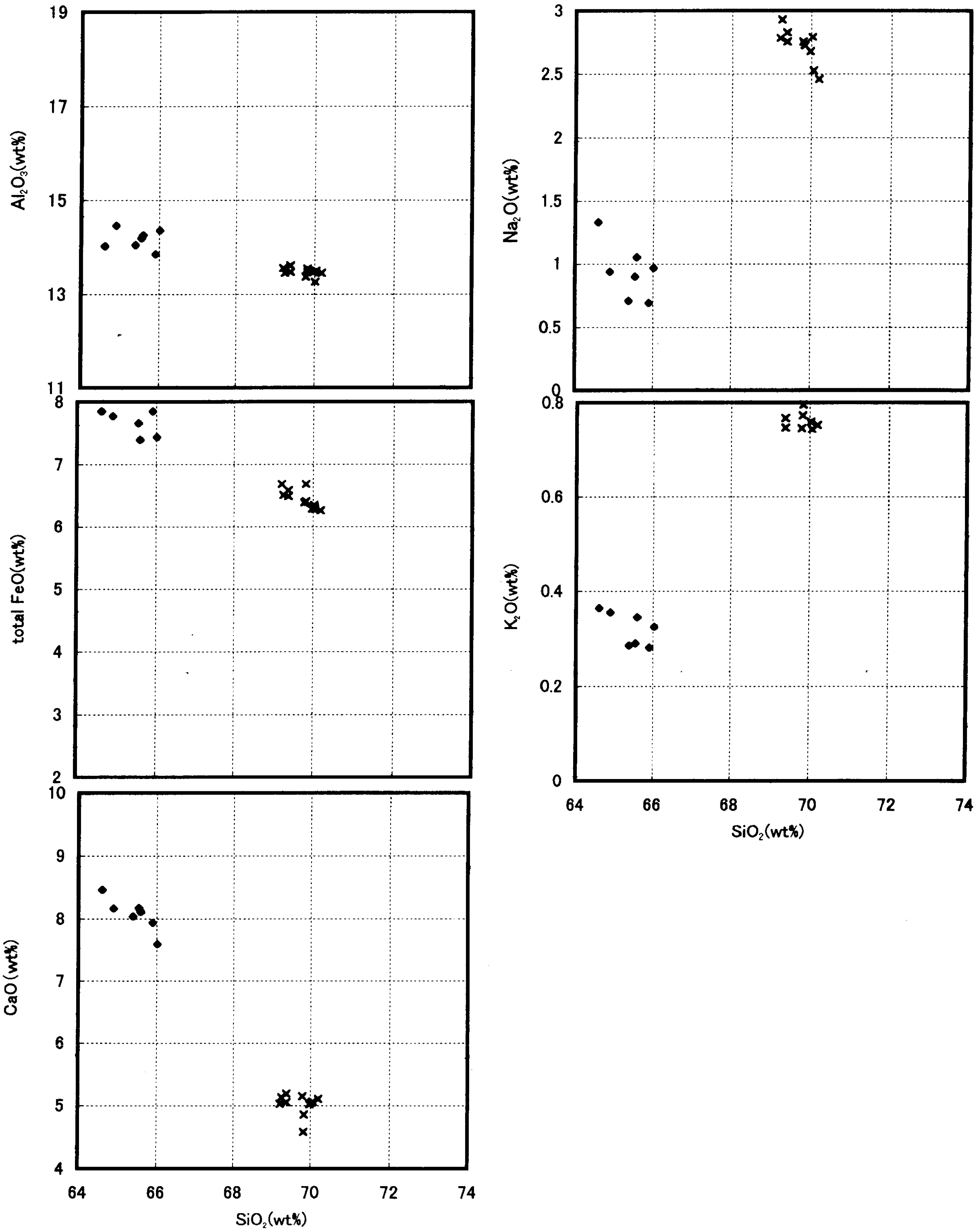
102, 9, 20, 069-20, 086.
渡邉綾香 (1999MS), 小笠原諸島父島北部の石英を含む分化したボニナイト質岩石. 静岡大学卒業論文, 490.





付図 1 清瀬岩脈 1(a) と 2(b) の急冷縁石基ガラスの酸化物－SiO_2関係（図 5 参照）.
◆：輝石微晶に乏しい部分　×：輝石微晶に富む部分

Appendix fig. 1 Oxides－SiO_2 relationship for the matrix glasses, analysed by electron probe, in chilled rims of Dike 1 (a) and Dike 2 (b), east of Kiyose (See fig. 5).
◆ : pyroxene microlite-poor portion. × : pyroxene microlite-rich portion.



付図 2　宮の浜重複岩脈の無人岩とデイサイトの急冷縁（Mb,Md）石基ガラスの酸化物－SiO_2関係（図 6 参照）.
◆：無人岩　×：デイサイト

Appendix fig. 2　Oxides－SiO_2 relationship for the matrix glasses, analysed by electron probe, in chilled rims of boninite and dacite of the Miyano-hama multiple dike (See fig. 6).
◆ : boninite.　× : dacite.