

積丹半島豊浜トンネル西口付近の中新世水底火山噴出物

Miocene subaqueous volcanic rocks around the western entrance of
Toyohama Tunnel, Shakotan Peninsula, southwest Hokkaido

北海道大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻

宇井忠英・広瀬亘

Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University,
N10W8, Kita-ku, Sapporo 060, Japan
Tadahide UI and Wataru HIROSE

Abstract

Subaqueous volcaniclastic formations are exposed along the sea-cliff at the western entrance of Toyohama Tunnel, where a large-scale rockfall occurred and crushed the entrance in February 10, 1996. Three depositional units are identified. The massive middle unit is a proximal facies of hyaloclastite including abundant amount of vesiculated juvenile dacite and accessory dense andesitic fragments. The lower and upper stratified and well-sorted units are medial to distal facies of subaqueous volcaniclastic flow deposits.

キーワード：岩盤崩落・ハイアロクラサイト・豊浜トンネル

1 まえがき

北海道南西部の積丹半島北部の豊浜付近には、新第三紀の水底火山噴出物尾根内層が分布しており、海岸部では海食崖が発達する地形となっている(Yamagishi, 1981)。国道229号線はこうした海食崖の下の狭い海岸部を利用し、またトンネルを掘削して積丹半島を一周している。本報告は1996年2月10日に発生した豊浜トンネル古平口における大規模な岩盤崩落箇所の岩石について、火山地質学的な立場から記載して、崩落現象の原因を論ずるための基礎資料とするものである。なお、本報告の内容の一部は既に宇井(1996)に記してある。

2 水底火山噴出物の産状と噴火年代

豊浜トンネル西口付近の中新世水底火山噴出物について、宇井(1996)は崩落岩盤の下半部はマッシブで比較的発泡のよい本質物を含む水冷破碎溶岩、上半部は成層した淘汰のよい二次堆積物であるとした。その後、筆者の一人宇井もメンバーに加わった事故調査委員会の報告書では、崩落岩盤を下位からユニットⅠ、Ⅱ、Ⅲの3層に区分した。そしてユニットⅠとⅢを含角礫成層火碎岩と呼んだ。ユニットⅡは下部、中部、上部に細分して、それぞれ不淘汰火碎角礫岩、無層理粗粒火碎岩、含角礫成層火碎岩と呼んだ。またトンネル西口から約50m西側の海食崖に、ユニットⅡの火碎岩を供給したフィーダーダイクが露出していることを指摘した(豊浜トンネル崩落事故調査委員会、1996 図3-1-3)。宇井(1996)の下半部と上半部はユニットⅡとⅢに相当する。

ユニットⅡは崩落岩盤の主要な部分を構成している。崩落により現れたユニットⅡの新鮮な表面は淡灰色のハイアロクラスタイトが大部分を占める。ユニットⅡの下部は暗灰色の角礫を含み、フィーダーダイクから遠ざかるにつれ急速にその厚さが減少する(Fig.1)。ユニットⅡの中部は堆積面にはほぼ平行に僅かに層理が認められ、部分的に暗灰色の角礫が含まれる。角礫の表面には急冷節理が認められることがある。ユニットⅡの下部と中部の境は明瞭でない。ユニットⅡの上部は明らかに成層構造が認められ、凝灰岩層と細粒の凝灰岩層の互層からなる。フィーダーダイク部分では急速な冷却を示す節理が顕著に認められる(Fig.2)。しかしユニットⅡの下部から上部までを貫いている証拠は認められず、節理の発達したフィーダーダイクからハイアロクラスタイトの岩相に急速に移行するように見える。ユニットⅡとユニットⅢの境はシャープである。フィーダーダイク部分とその近傍は上部が削剥されているものと思われる。

ユニットⅡの産状は、事故調査委員会の報告書でも指摘しているように、水底火山活動の噴出口とその近傍の岩相を示すものである。海底噴火の開始当初は新たに火口を開いたために噴出物中には類質岩片が多く含まれ、火口の近傍に堆積した。ユニットⅡ下部がこの岩相に相当し、暗灰色の急冷構造を持つ岩片が類質岩片である。噴火のクライマックスには急速に本質物質の量比を増し、火碎物と水の混相流として火口周辺部に急速に堆積した。これがユニットⅡの中部である。ユニットⅡの上部は噴火末期の間欠的なフェーズか、堆積物の二次的な再堆積の産物と思われる。

ユニットⅠとⅢは成層構造が発達した火碎岩であることから、ユニットⅡと同様の海底火山活動により生じた噴出物の縁辺部岩相であり、水底を流動して堆積したものかあるいはその二次堆積物である。ユニットⅠ、Ⅲともそれぞれ1回の火山活動の産物とする根拠はなく、複数の噴火に由来する可能性もある。

崩落現場のユニットⅠ、Ⅱ、Ⅲの岩石の放射性年代測定値は得られていない。しかし、現場から500m西北西のセタカムイトンネル西口で採取された安山岩については、 11.22 ± 0.57 Maという年代値が得られている(岩崎、1996)。現地の地質構造からみてユニットⅡの噴火年



Fig.1 画面の中部がユニットⅠとユニットⅡ下部の境界。ユニットⅡの暗灰色の岩片は安山岩質の類質岩片。画面の横幅はおよそ 10m。

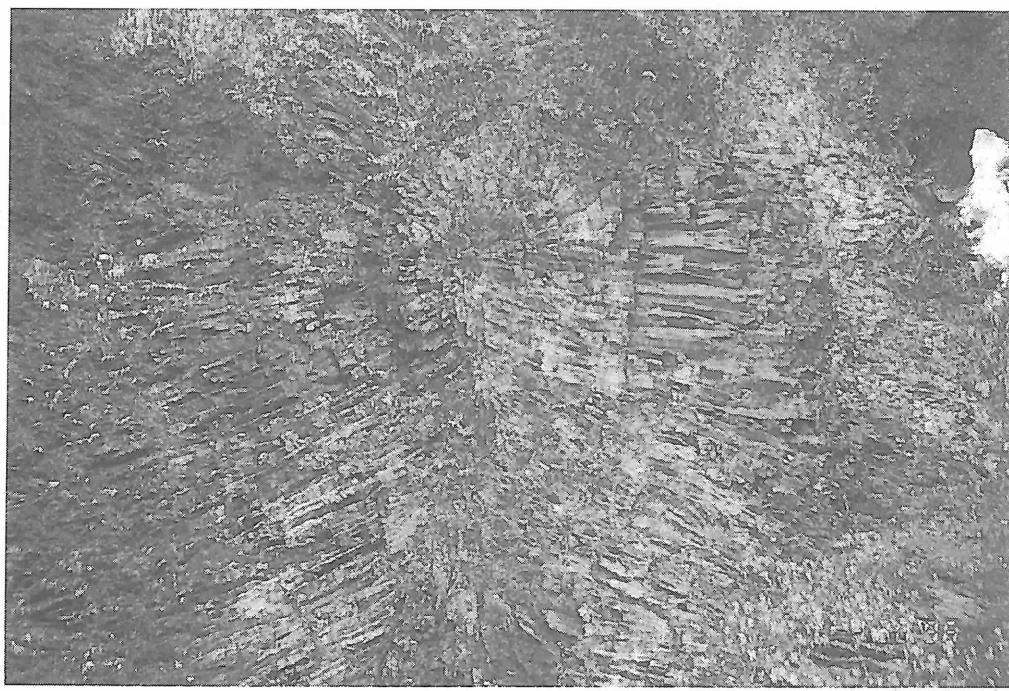


Fig.2 ユニットⅡのフィーダーダイク。放射状の急冷節理が顯著である。

代もこの時期と考えて差し支えない。

3 岩石薄片の記載

崩落現場の露頭から採取した試料及び事故調査のために実施されたボーリングのコア試料を入手して、薄片を作成し検鏡した。Fig.3～7 の写真の横幅の実長は全て 1.2mm である。

3.1 ユニットⅡ下部の岩石

ユニットⅡ下部の淡灰色の部分は本質岩片、類質岩片、そして間を埋める細粒物から構成される。Fig.3 はボーリング孔 B2 の孔口から 16.6m 内部の試料で、本質岩片の典型例である。円形ないしひょうたん形の気泡に富み、石基ガラスにかなり富む斑晶の少ない岩石である。石基鉱物で新鮮なまま残っているのは針状の斜長石のみであり、急冷組織が顕著である。石基の有色鉱物はすべて変質している。気泡の内壁も変質物で覆われている。斑晶鉱物は自形の斜長石と自形ないし他形の斜方輝石、単斜輝石及び不透明鉱物からなる。

Fig.4 と 5 は共にボーリング孔 B2 の孔口から 17.3m 内部の試料から作った 1 枚の薄片の別の部分の画像である。Fig.4 の部分では発泡した本質物質が破碎して、直径 0.3mm 未満の鋭い外形を持った粒子の集団を作っている。また Fig.5 の部分では画面の中上部に直径 1mm 近い類質岩片があり、その周りには細かな本質物と類質物の混合部がある。

3.2 ユニットⅡに含まれる暗灰色の類質岩片

2 で述べたようにユニットⅡには暗灰色の類質岩片が含まれている。崩落壁面から採取した暗灰色類質岩片の鏡下での特徴は、緻密で気泡を殆ど含まないこと、斜長石の微斑晶が比較的多く含まれ、その外形の角には急冷組織が顕著であることがあげられる (Fig.6)。斑晶は多量に含まれる。斜長石は自形～半自形で微斑晶も多い。有色鉱物の斑晶は単斜輝石、不透明鉱物及び斜方輝石からなる。しばしば集斑状組織が認められる。石基は斜長石、有色鉱物とガラスからなり、有色鉱物はすべて変質している。この岩石はユニットⅡの本質物よりは色指数が高いと推定できる。

3.3 フィーダーダイクの岩石

露頭から採取したフィーダーダイクの岩石は極めて緻密で斑晶が少ない。鏡下では斑晶として自形で大型の斜長石と斜方輝石、不透明鉱物と単斜輝石が認められる (Fig.7)。石基は針状の斜長石、有色鉱物、不透明鉱物そして気泡を部分的に埋めたクリストバライトが確認できる。石基の斜長石の急冷組織は認められない。

3.4 岩石組織の考察

ユニットⅡに含まれる本質岩片とフィーダーダイクとの間の鏡下組織の違いは、本質岩片の方がフィーダーダイクよりも発泡度がよく、石基の斜長石の急冷組織が発達していることであ

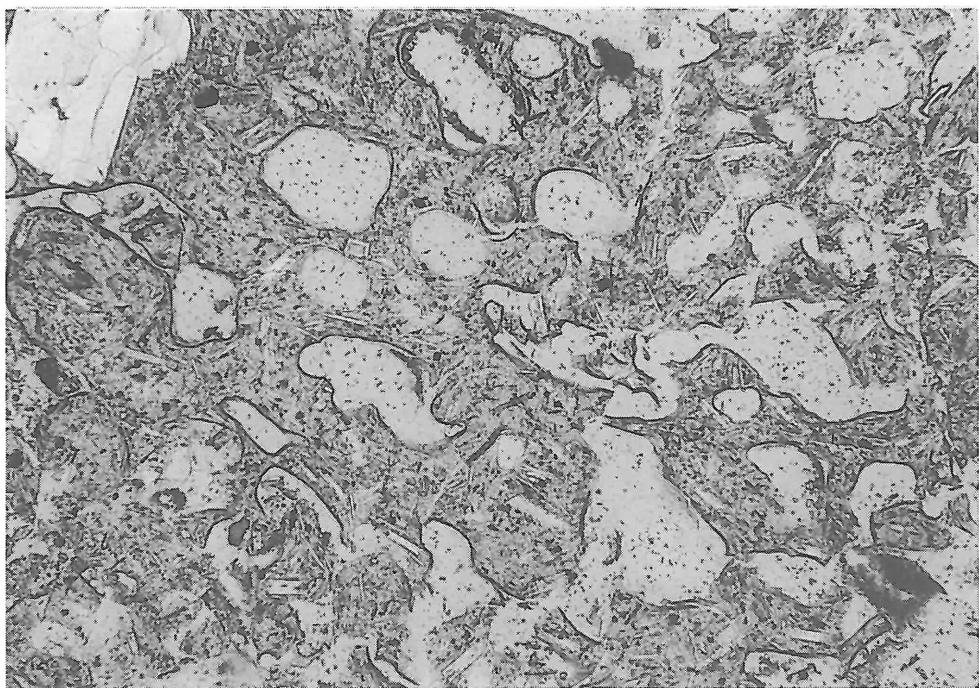


Fig.3 ユニットⅡの本質岩片。円形ないしく述べたひょうたん形の気泡が顕著に含まれる。
石基は急冷ガラスに富む。画面の横幅は 1.2mm。

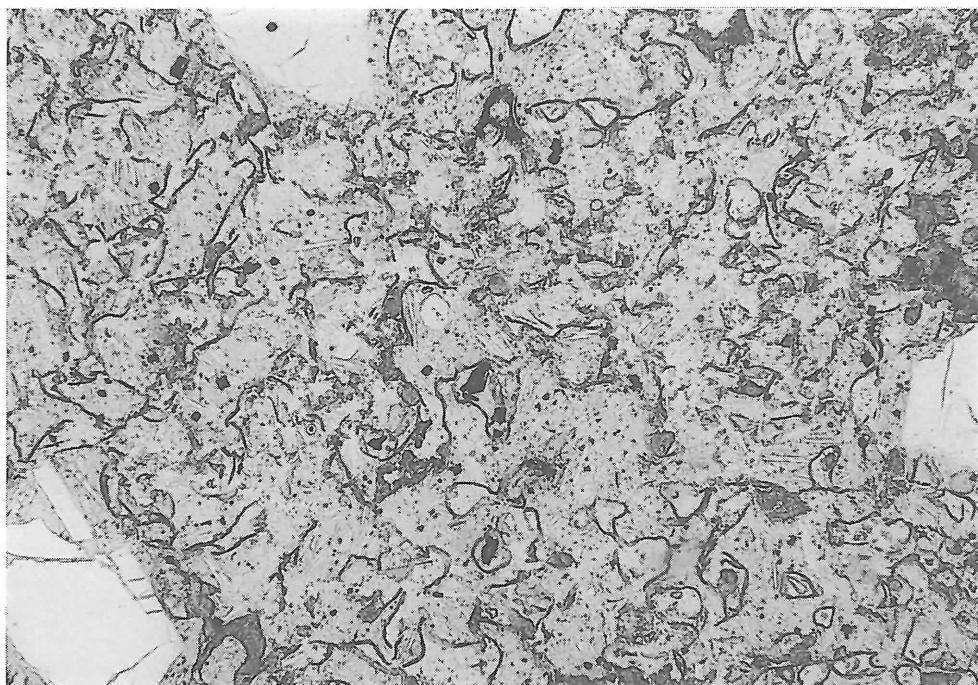


Fig.4 ユニットⅡのマトリックス部分を構成する細かな本質岩片。破碎した不規則な破片が
集まっている。

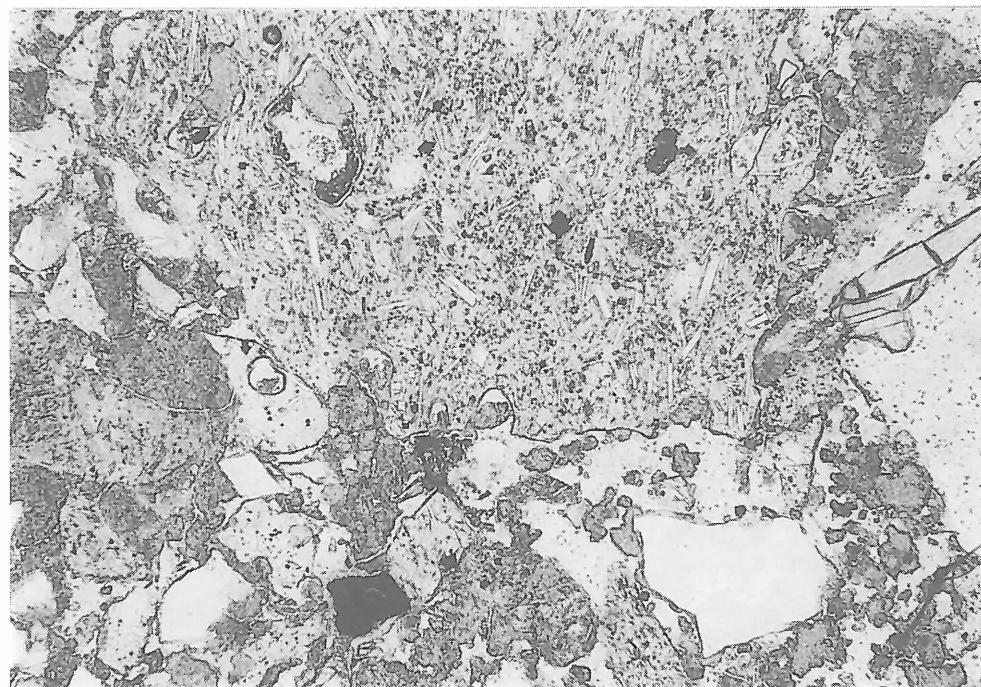


Fig.5 画面の上部にはユニットⅡのマトリックスに含まれる類質岩片が認められる。その周囲の細粒の破片は類質物、発泡した本質物、結晶片が認められる。

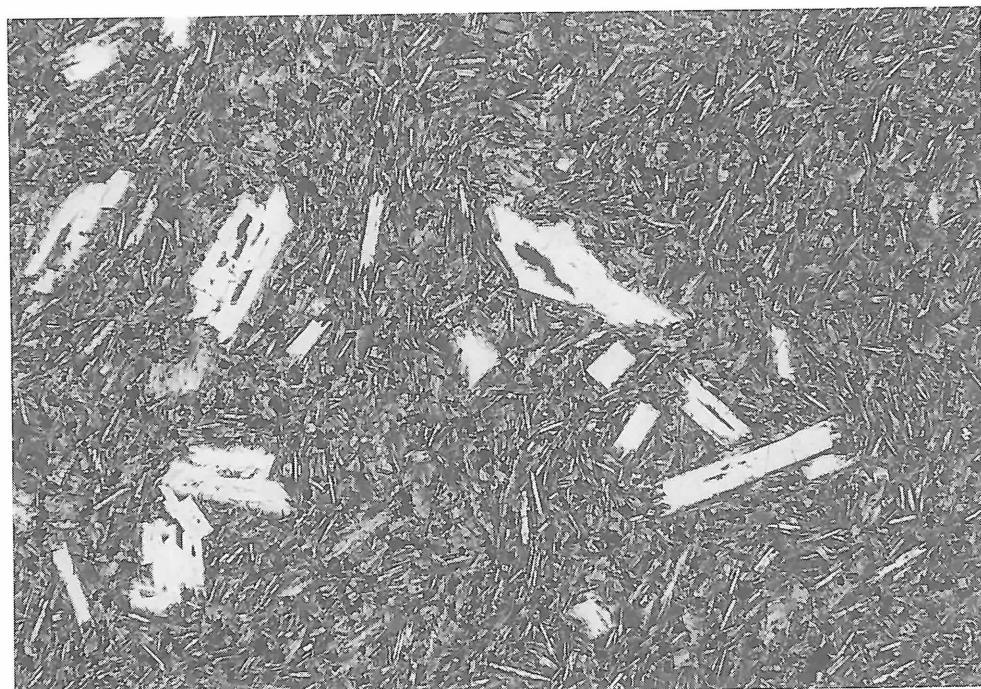


Fig.6 ユニットⅡの中で目立つ急冷構造のある類質岩片の輝石安山岩。分析値はTable 1のカラム1に示した。

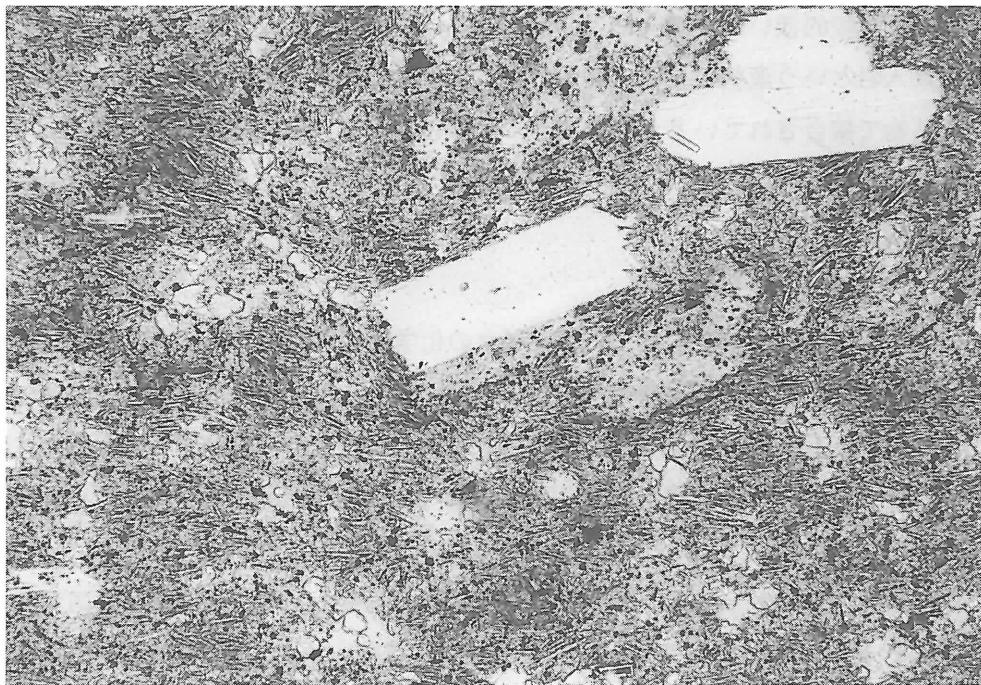


Fig.7 ユニットⅡのフィーダーダイク。ほとんど発泡していない。分析値はTable 1 のカラム2に示した。

	1	2
SiO ₂	60.28	66.68
TiO ₂	1.06	0.68
Al ₂ O ₃	15.64	15.28
Fe ₂ O ₃	7.68	4.46
MnO	0.17	0.05
MgO	2.06	0.61
CaO	5.71	3.67
Na ₂ O	3.45	4.07
K ₂ O	1.83	2.33
P ₂ O ₅	0.31	0.20
total	98.19	98.03
ig. loss	1.12%	0.59%

Table 1 豊浜トンネル付近の水底火山噴出物の主成分組成の新分析値。

1:ユニットⅡに多く含まれる暗灰色で緻密な類質岩片。

2:ユニットⅡのフィーダーダイク

る。この違いは比較的浅い海底噴火により水冷破碎作用を受けた本質岩片と、水冷作用が顕著でない火道貫入岩という産状の違いで説明できる。ユニットⅡの火碎物粒子は互いに一部が二次的な変質鉱物で接合されているだけであり、空隙の多い脆い岩石である(Figs. 4,5)。

4 化学組成

ユニットⅡの海底火山活動をもたらしたマグマの化学組成の特徴を論ずるために、検鏡に用いたフィーダーダイクの岩石(Fig.7)と暗灰色の類質岩片(Fig.6)を蛍光X線分析装置により分析した(Table 1)。Fig.8及びFig.9は分析値の10成分の和を100%に補正して示した代表的なハーカー図と $\text{SiO}_2\text{-FeO}^*/\text{MgO}$ 図である。図上にはTable 1に示した新データと共に、比較のため岩崎(1996)による豊浜近隣の古平、忍路、余市地域の化学組成データを示している。

代表的なハーカー図上からは豊浜トンネルの2試料は古平、忍路、余市地域と同じ組成変化トレンド上にあることが明らかである。但し、古平、忍路、余市地域の岩石が $\text{SiO}_2=52\text{-}65\%$ の範囲に、最も近隣の古平地域のデータだけでは $\text{SiO}_2=57\text{-}65\%$ の範囲に収まるのに対して、フィーダーダイクの岩石は $\text{SiO}_2=68\%$ 台の値を持つ。Fig.9の $\text{SiO}_2\text{-FeO}^*/\text{MgO}$ 図では古平、忍路、余市地域の組成差が現れているが、豊浜の2試料のデータは古平のトレンドかその延長上にあるように見える。ユニットⅡの本質岩片は分析可能な大きさの試料が得られず化学組成が求められていないが、検鏡結果からはフィーダーダイクと同一物と判断できる。

5 まとめ

豊浜トンネル西口の大規模な岩盤崩落を起こした岩体は、3ユニットからなる水底火山噴出物である。特に崩落岩盤の主要部分をなすユニットⅡは火道からその近傍へと噴出物への岩相変化がみられるデイサイト質のハイアロクラスタイトであり、安山岩質の類質岩片を含む。

謝辞

この研究に用いた試料の一部は渡辺暉夫教授により採取された。また、ボーリングコア試料は北海道開発局の事故調査委員会の現地調査の際に、北海道開発局の許可を得て採取したものである。積丹半島の地質に関しては北海道立地下資源調査所の山岸宏光部長の教えを受けた。岩石薄片は桑島俊昭、野村秀彦技官に作成して頂いた。蛍光X線分析に際しては寺田省一技官から技術的な援助を得た。以上の方々に感謝する。

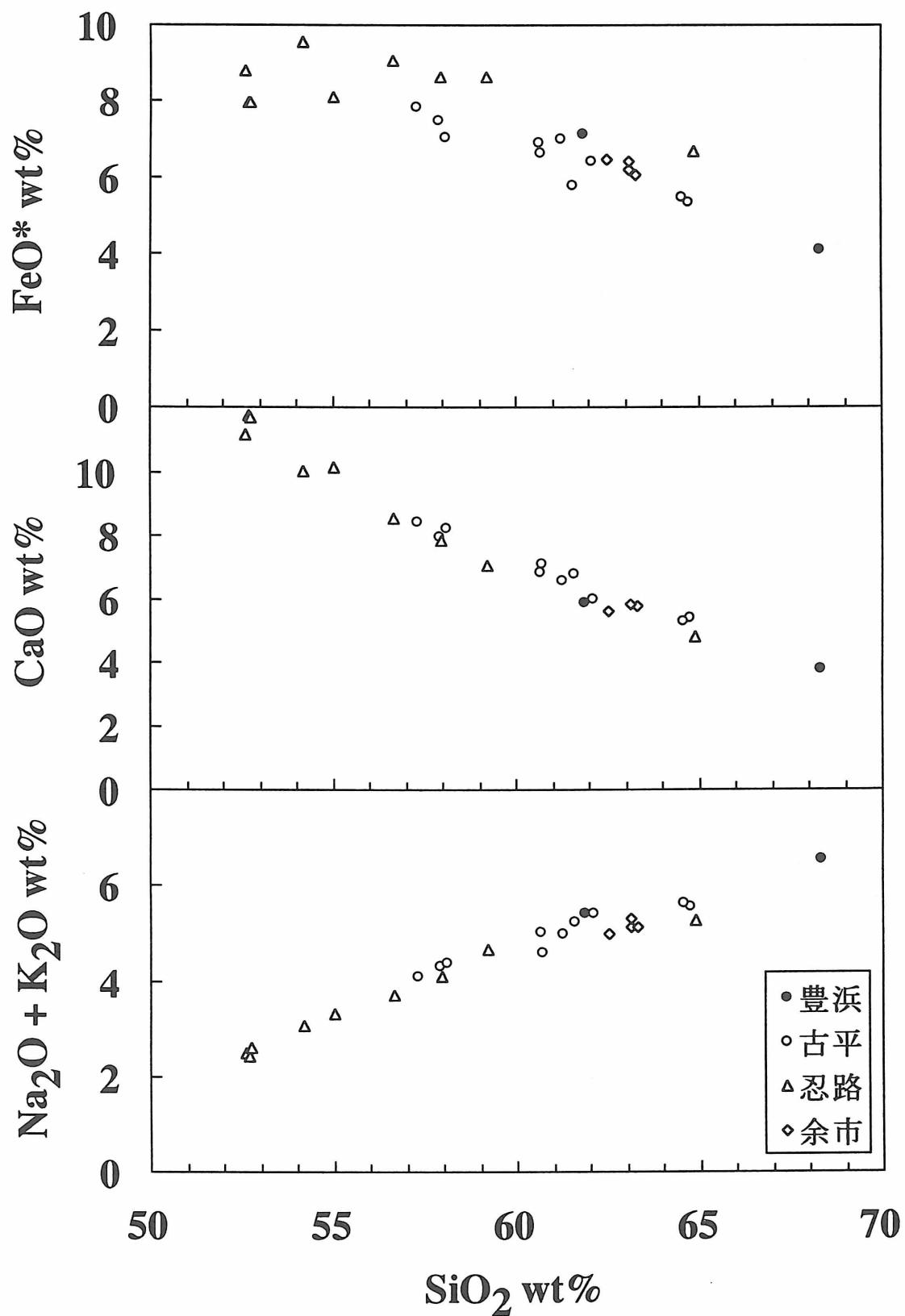


Fig.8 ハーカー図。黒丸は Table 1 の分析値、その他は岩崎 (1996) による。

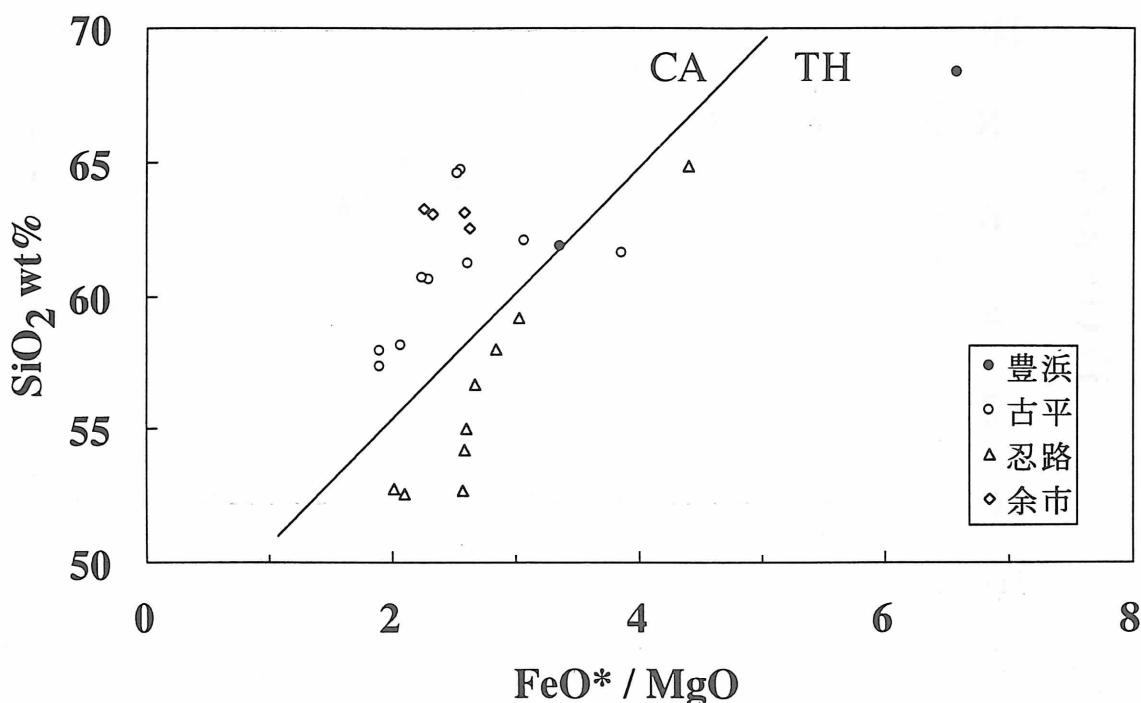


Fig.9 SiO₂-FeO*/MgO 組成図。黒丸は Table 1 の分析値、その他は岩崎 (1996) による。ソレ
アイト岩系とカルクアルカリ岩系の境界は Miyashiro (1974) による。

文 献

- 岩崎深雪, 1996 : 西南北海道, 後期中新世～第四紀火山岩の時空変化とテクトニクス。
北海道大学大学院理学研究科修士論文, 39p.
- Miyashiro, A., 1974 : Volcanic rock series in island arcs and active continental margins.
Amer.Jour.Sci., 274, 321-355.
- 豊浜トンネル崩落事故調査委員会, 1996 : 豊浜トンネル崩落事故調査報告書。
- 宇井忠英, 1996 : 豊浜トンネル岩盤崩落事故現場の水冷火碎岩の岩石記載的特徴。北海
道地区自然災害科学資料センター報告, 11, 25-30.
- Yamagishi, H., 1981 : Geology of the Shakotan Peninsula, Hokkaido, Japan. Rept. Geol. Surv.
Hokkaido. 52, 1-29.