

# Distribution of Lavas from Tomuro Volcano, Kanazawa City : Discovery of Tanoshimajo Ato Lava Dome

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/19898">http://hdl.handle.net/2297/19898</a>

## 金沢市の戸室火山における溶岩の分布

### — 田島城跡溶岩ドームの発見 —

酒 寄 淳 史<sup>1</sup>・中 田 朋 子<sup>2</sup>・奥 村 博 之<sup>3</sup>・林 信 太 郎<sup>4</sup>

(2003年9月1日受付, Received September 1, 2003)

(2003年9月11日受理, Accepted September 11, 2003)

## Distribution of Lavas from Tomuro Volcano, Kanazawa City

### — Discovery of Tanoshimajo Ato Lava Dome —

Atsushi SAKAYORI<sup>1</sup>・Tomoko NAKADA<sup>2</sup>・Hiroyuki OKUMURA<sup>3</sup>・Shintaro HAYASHI<sup>4</sup>

#### はじめに

金沢市街地の中心から東南東に約9 kmほど離れた丘陵地に、戸室山(標高548m)とキゴ山(546m)と呼ばれる二つの安山岩質溶岩ドームが互いに隣接して存在する(写真1)。これらの溶岩ドームは中期更新世に形成された火山体であり、これらを総称して戸室火山と呼ぶ(小野ほか, 1981; 守屋, 1996b)。これまで、各溶岩ドームの山麓には岩屑なだれ堆積物などの火砕岩が分布するとされてきたが、近年実施した野外調査によって、それらの溶岩ドームの麓にも溶岩流が広く分布していることが確認された。さらに、岩屑なだれ堆積物および基盤が分布するとされてきた領域に、新たに小型の溶岩ドームが見いだされ、戸室山やキゴ山とあわせて少なくとも三つの噴出中心が存在していたことも明らかになった。本論では、これらの野外調査で得られた結果とともに、溶岩試料の主要元素組成についても報告する。

#### 溶岩類の地質概説

図1に、戸室火山の溶岩類(溶岩が主体で火砕岩も含む)の分布を示す。これまで公表されてきた地質図(今井, 1959; 井上ほか, 1964; 鹿野ほか, 1999)に比べ、この図では戸室火山の溶岩の分布範囲が著しく拡大している。ここでは、戸室火山の溶岩類を噴出中心の違いに基づいて、戸室山溶岩類、キゴ山溶岩類、および田島城跡溶岩類、さらにその他の溶岩類に分類した。各溶岩類ごとの地質は次の通りである。

**戸室山溶岩類**: 戸室火山を構成する主要な火山体の一つである戸室山溶岩ドームを構成する。現在の戸室山山頂直下付近から噴出した溶岩は、その直上に比高約200 mの溶岩ドームを形成するとともに、北-北東方向に約1 kmほど流れ下った。その結果、本火山体の南側部分では溶岩ドーム特有の急傾斜の山体斜面がみられるのに対し、北-北北東側には比較的なだらかな山体斜面が広

<sup>1</sup>金沢大学教育学部地学教室: Department of Earth Science, Faculty of Education, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa 920-1192, Japan

<sup>2</sup>富山市立呉羽小学校: Kureha Elementary School, 6171 kureha-cho, Toyama 930-0138, Japan

<sup>3</sup>株式会社東京システム技研: Tokyo Systems Laboratories, Inc. Meiho Bldg. 3F, 1-21 Nishi-Shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 160-0023, Japan

<sup>4</sup>秋田大学教育文化学部地学教室: Institute of Earth Science, Faculty of Education and Culture, Akita University, 1-1 Tegatagakuen-cho, Akita 010-8502, Japan

がっている(写真2)。なお、溶岩流の層厚は最大で約100mに達するが、露頭に乏しいためその内部構造については不明である。本溶岩類の体積は、約0.2km<sup>3</sup>と見積もられる。現在、戸室山溶岩ドームの西側部分には、約1万8千年前に発生した岩屑なだれ(石渡ほか, 2001)による馬蹄形カルデラが形成されている。岩石は、黒雲母角閃石安山岩一デイサイトである。

**キゴ山溶岩類**：戸室山山頂の南東約1kmにあるキゴ山直下を噴出中心とする溶岩類である。比高約150mで、北東-南西方向に伸長した形を呈するキゴ山溶岩ドームを形成する(写真3)。さらに、西麓と北東麓を除く溶岩

ドームの麓には、それぞれ溶岩流の分布が確認できる。このうち南麓に分布する溶岩流は、キゴ山起源と推定される火砕流堆積物を覆って約2.5kmにわたって流下し、その先端付近は自破碎溶岩の様相を示す。この溶岩流は内部の連続体部分だけでも約60mの層厚をもち、さらにその上位には層厚約10mの溶岩流を載せている。このように、キゴ山の場合も、溶岩流を伴う溶岩ドームであることが明らかになった。本溶岩類の体積は、約0.2km<sup>3</sup>と見積もられる。岩石は、含カンラン石黒雲母角閃石安山岩一デイサイトである。

**田島城跡溶岩類**：キゴ山山頂から北東方向へ約1.5kmの

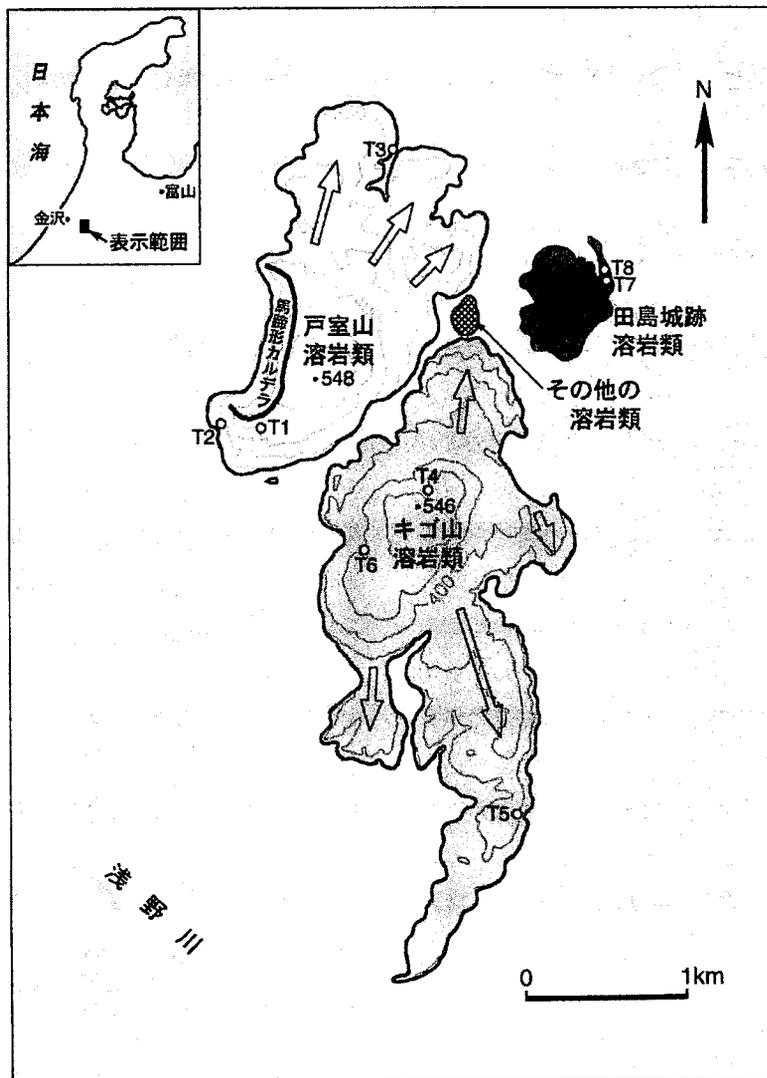


図1 戸室火山における溶岩類の分布図

等高線(50m 間隔)は、国土地理院発行2万5千分の1地形図「金沢」、「福光」、「鶴来」、および「湯涌」に基づいて描いた。溶岩類内に描かれた矢印は、溶岩流の主な流下方向を表す。白丸は、主要元素分析試料(T1-T8)の採取地点を示す。

表 1 溶岩試料の主要元素組成

溶岩類	試料番号	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Total
戸室山	T1	58.64	0.62	18.60	6.15	0.17	2.52	3.68	2.87	1.59	0.25	95.09
	T2	62.04	0.56	17.23	5.54	0.16	1.99	5.49	3.52	1.85	0.24	98.62
	T3	65.26	0.37	16.42	3.88	0.13	1.17	4.27	3.74	2.13	0.18	97.55
キゴ山	T4	60.75	0.59	17.72	5.56	0.16	2.42	4.19	3.17	1.81	0.24	96.61
	T5	61.25	0.60	17.49	5.67	0.16	2.18	3.87	3.19	1.93	0.23	96.57
	T6	62.06	0.53	17.36	5.10	0.15	1.99	3.76	3.20	1.94	0.22	96.31
田島城跡	T7	58.87	0.67	17.67	6.77	0.18	2.33	6.24	3.35	1.56	0.28	97.92
	T8	64.28	0.48	16.86	4.92	0.15	1.49	4.98	3.67	1.94	0.22	98.99

FeO\*は、全鉄を FeO としたときの組成を表す。

田島城跡付近を噴出中心として活動した溶岩類であり、今回の調査で新たに見いだされた。本溶岩類は、比高70m程度の溶岩ドーム、すなわち田島城跡溶岩ドームを形成している(写真4)。またその一部は、溶岩ドーム東麓の狭い谷底を300mほど流下した(写真5)。本溶岩類の体積は約0.01km<sup>3</sup>と見積もられ、戸室山やキゴ山の各溶岩類よりも小型の火山体を形成している。岩石は、黒雲母角閃石安山岩～デイサイトである。本溶岩類を戸室火山噴出物とみなした根拠については、後の章で述べる。

**その他の溶岩類:**以上三つの溶岩類に挟まれた地域に、底面積約0.03km<sup>2</sup>、高さ約50mの小型のドーム状地形を形成する溶岩類が存在する。戸室山またはキゴ山溶岩類に属する溶岩類、あるいは第四の溶岩類などの可能性が考えられるが、現時点では不明である。岩石は、黒雲母角閃石安山岩である。

### 溶岩試料の主要元素組成

戸室火山の溶岩試料は斑状組織を呈し、各溶岩類を通してほぼ同じ斑晶組合せを示す。すなわち、斜長石、角閃石、石英、および黒雲母を斑晶<sup>†</sup>として含む安山岩～デイサイトであり、ときに微量のカンラン石斑晶を伴う。今回、溶岩試料8個について主要元素組成を分析した。分析は、PHILIPS社製PW2404型蛍光X線分析装置を用い、サンプル：融剤(MERCK社製スペクトロメルト)比が1:10の溶融ガラスビード法で行った。分析試料の

内訳は、戸室山溶岩類とキゴ山溶岩類からそれぞれ3試料ずつ、田島城跡溶岩類からの2試料である(試料採取地点は図1を参照)。

表1に分析結果を示す。分析した試料は58～66wt.%のSiO<sub>2</sub>含有量を持ち、安山岩からデイサイトにかけてのほぼ連続した組成多様性を示す。

図2には、SiO<sub>2</sub>含有量に対する各酸化物の含有量を示した。この図では、試料間の違いをより厳密に比較するため、主要元素の合計が100wt.%になるように再計算した値を用いた。TiO<sub>2</sub>、FeO\*、MnO、MgO、K<sub>2</sub>O、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の各成分は、SiO<sub>2</sub>との間に明瞭な相関関係を有する。このうち、K<sub>2</sub>Oのみが正の相関を示し、それ以外の成分は全て負の相関をもつ。これらの成分に比べるとばらつきは大きい、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とNa<sub>2</sub>OもSiO<sub>2</sub>に対してそれぞれ負と正の相関を示す。一方、CaOは組成のばらつきが比較的大きく、SiO<sub>2</sub>との相関は弱い。

戸室山や田島城跡溶岩類では、同じ溶岩類の中でも試料のSiO<sub>2</sub>含有量に変化幅5wt.%程度の組成多様性が認められる。溶岩類どうして比較した場合にSiO<sub>2</sub>の組成範囲は互いに重複しており、溶岩類の間でSiO<sub>2</sub>の組成差は見られない。また図2において、ある溶岩類が他の溶岩類と全く異なる独自の組成領域を占めることもない。つまり、溶岩試料の主要元素組成において、各溶岩類は互いに類似しているといえる。

<sup>†</sup>ここでは長径が0.5mm以上のものを斑晶とした。戸室火山の溶岩試料には、ここに挙げた斑晶のほか、多数の斜方輝石からなる斑晶サイズの集合体がしばしば含まれる。斜方輝石は互いにほぼ同じ結晶軸の方向に配列しており、それらの集合体の外形などから角閃石の分解生成物である可能性が考えられる。

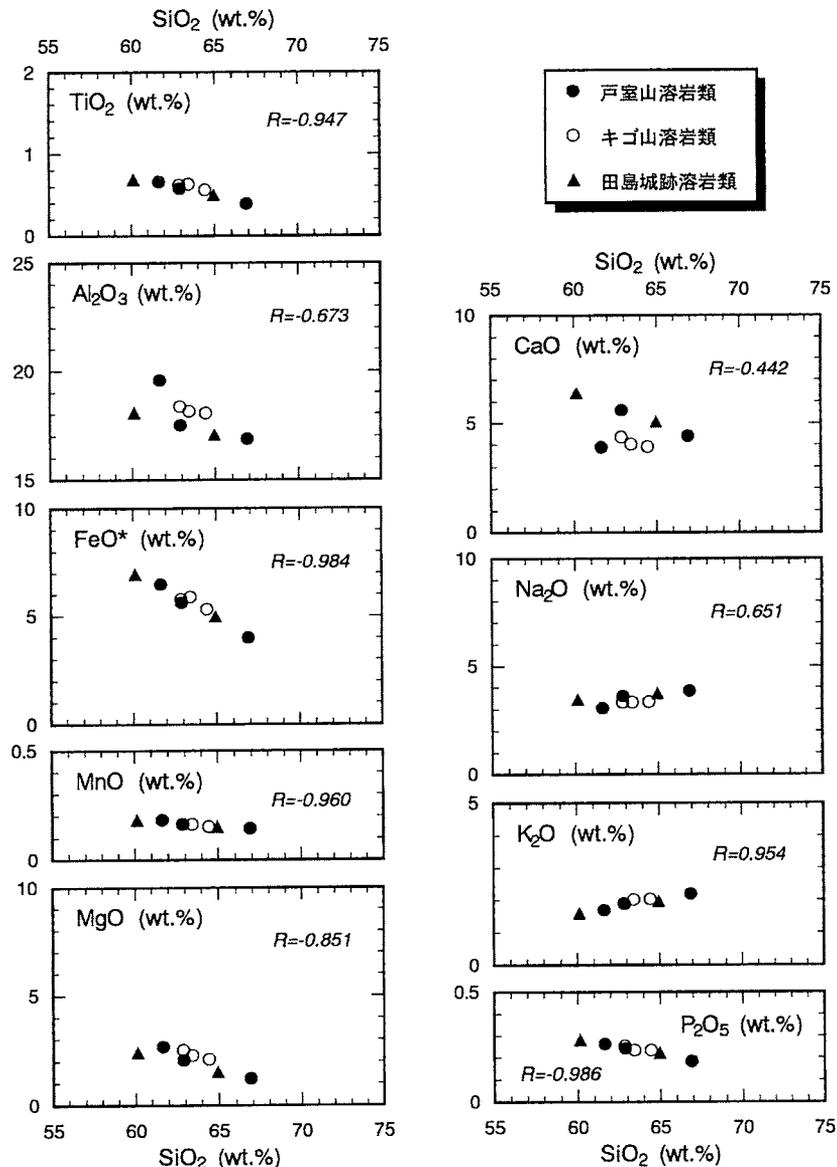


図2 溶岩類の主要元素組成変化図

FeO\*は、全鉄を FeO したときの組成を表す。R の値は、SiO<sub>2</sub>含有量と各酸化物含有量との相関係数である。本図では、主要元素の合計が100wt.%になるように再計算した値を用いた。

### 田島城跡溶岩類を戸室火山噴出物とする根拠

今回新たに確認された田島城跡溶岩類が戸室火山噴出物であることは、構成岩石の岩石学的データや噴出年代によって支持される。前章で述べたように、田島城跡溶岩類の構成岩石は、戸室山やキゴ山溶岩類の岩石と同じ斑晶組合せを示し、かつ主要元素組成においても他の溶岩類のものときわめて類似している。たとえば図2が示すように、本溶岩類からの試料は、戸室山やキゴ山溶岩類の試料の組成範囲内あるいはその延長上にプロットさ

れ、戸室火山噴出物としての性質を有している。

田島城跡溶岩類の噴出年代については、溶岩試料の石基を使った K-Ar 法により、約42万年前の年代が報告されている(酒寄ほか, 2002)。一方、戸室山溶岩類とキゴ山溶岩類の各溶岩試料の K-Ar 年代に関しては、清水ほか(1988)による全岩年代と酒寄ほか(2002)による石基年代がある(表2)。清水ほか(1988)による測定結果は、戸室山溶岩類: 50~62万年前、キゴ山溶岩類: 43~48万年前であるのに対し、酒寄ほか(2002)による結果は、戸室山溶岩類: 37万年前、キゴ山溶岩類: 31~

表2 これまでに報告されている溶岩試料のK-Ar年代

	戸室山溶岩類	キゴ山溶岩類	田島城跡溶岩類
石基のK-Ar年代 (Ma) (酒寄ほか,2002)	0.37±0.04	0.41±0.02 0.40±0.03 0.31±0.04	0.42±0.02
全岩のK-Ar年代 (Ma) (清水ほか,1988)	0.62±0.12 0.61±0.04 0.50±0.04	0.48±0.04 0.43±0.05	

Maは10<sup>6</sup>年前を表す。全岩の年代データは清水ほか(1988)から、石基の年代データは酒寄ほか(2002)からそれぞれ引用した。

41万年前と、清水ほか(1988)による年代より十数万年以上および数万年以上の若い値を示している。このような測定結果の違いをもたらした原因について、明確な結論を出すことは現時点では難しい。ここでは、次の二つの理由から、石基年代を戸室山溶岩類とキゴ山溶岩類の年代とし、田島城跡溶岩類の年代と比較することにする:①100万年より若い島弧火山岩のK-Ar年代測定では、斑晶に含まれる過剰<sup>40</sup>Arの影響を取り除いた石基年代の方が全岩年代よりも信頼性が高い(板谷・長尾, 1988), ②田島城跡溶岩類の年代は石基を使って求めた年代であり、それと比較するならば石基年代を用いるのがより適切である。

石基年代どうしの比較において、田島城跡溶岩類の年代(42万年前)は、戸室山溶岩類の年代(37万年前)より5万年古く、またキゴ山溶岩類の年代(31~41万年前)よりも少なくとも1万年ほど古い値を示す。しかしながら、年代データの誤差を考慮すると、田島城跡溶岩類の年代と戸室山やキゴ山溶岩類の年代は互いに重複しており(表2)、それらの溶岩類の間に有意な年代の違いは認められない。よって、K-Ar法による噴出年代からみても、田島城跡溶岩類は戸室火山に属する噴出物と判断できる。

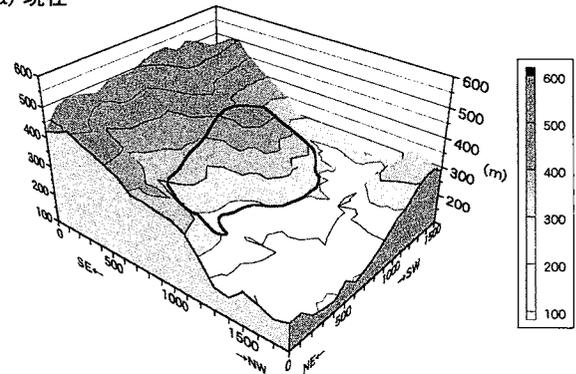
### 田島城跡溶岩ドームと火砕流

田島城跡溶岩類は、他の溶岩類から孤立した分布を示し、小型の田島城跡溶岩ドームを形成している(図3a)。現在の地形や地質のデータをもとに、本溶岩類が噴出する前の田島城跡周辺の地形を復元したのが図3bである。この図が示すように、田島城跡溶岩類は北西側に傾

いた基盤斜面の海拔高度350m(現在と同じ海水準を仮定したときの値)付近を噴出中心として活動した。

斜面上に出現した田島城跡溶岩ドームは、重力的に不安定な状況下で成長したと考えられる。すなわち、雲仙普賢岳1991-95年の噴火と同様に、溶岩ドームの成長に伴ってその一部が崩落し、小規模な火砕流(ブロックア

(a) 現在



(b) 噴火前

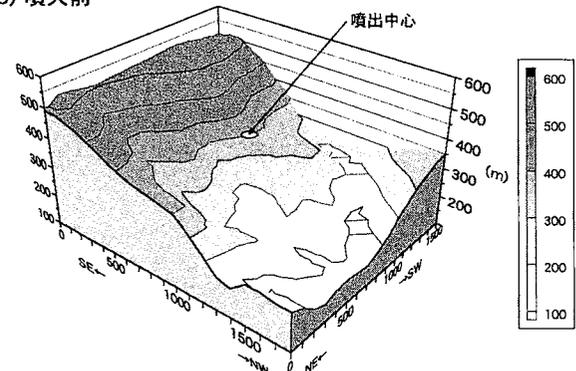


図3 田島城跡付近の地形の変遷(北側上空より臨む)

(a)は現在の地形を、(b)は溶岩噴出以前(約40万年前)の基盤地形をそれぞれ表す。(a)において、太線で囲んだ部分が田島城跡溶岩類の分布範囲である。なお、(b)における高さの値は、現在と同じ海水準を仮定している。

ンドアッシュフロー)が発生していたと推定される。実際、本溶岩ドームの北東-北麓において、緻密な溶岩の破片と火山灰からなる火砕流堆積物が確認され(写真6)、このことを裏付けている。溶岩ドームからさらに離れた地点では、火砕流堆積物の基質部分に泥や砂などの外来粒子が含まれるようになり、下流域では火砕流堆積物から火山泥流堆積物に岩相が変化していったと推定できる。なお、ブロックアンドアッシュフロー型の火砕流堆積物は、戸室山やキゴ山の麓でも見いだされ、すでに守屋(1996a, b)が指摘しているように、戸室山やキゴ山の溶岩ドーム形成過程においても同じタイプの火砕流が発生していたことを示唆している。

## ま と め

1. 戸室山とキゴ山の各溶岩ドームの麓には、比較的広範囲にわたって溶岩流が分布しており、溶岩ドームとともに比較的流動性をもった溶岩流も噴出していた。
2. 戸室山とキゴ山をそれぞれ噴出中心とする溶岩類とは別に、田島城跡付近を噴出中心とする田島城跡溶岩類が存在する。
3. 各溶岩類を構成する岩石は、黒雲母角閃石安山岩-デイサイトまたは含カンラン石黒雲母角閃石安山岩-デイサイトであり、互いに類似した主要元素組成を示す。
4. 岩石学的データや放射年代データは、今回新たに見いだされた田島城跡溶岩類が戸室火山の噴出物であることを示している。
5. 田島城跡溶岩類は、基盤の斜面上に噴出して溶岩ドーム(田島城跡溶岩ドーム)を形成したため、その活動期には溶岩ドームの部分崩落による火砕流が発生したと推定できる。

## 謝 辞

本論は、著者である中田と奥村がそれぞれ金沢大学教育学部地学教室で行った卒業研究の成果に、その後のデータを加えてまとめたものである。匿名の査読者には、原稿を丁寧に読んでいただき、多くのコメントを頂いた。それらのコメントは、論文を改善する上で大変に有益であった。ここに記して感謝の意を表する次第である。

## 引用文献

- 今井 功(1959)5万分の1地質図幅「金沢」および同説明書。地質調査所。
- 井上正昭・水野篤行・野沢 保(1964)5万分の1地質図幅「城端」および同説明書。地質調査所。
- 石渡 明・田崎和江・田崎耕市(2001)金沢市の戸室火山岩屑流堆積物の特徴とその中の木片の14C年代。日本地質学会第108年学術大会(金沢)講演要旨, 140。
- 板谷徹丸・長尾敬介(1988)100万年より若い火山岩の K-Ar 年代測定。地質学論集, 29, 143-161。
- 鹿野和彦・原山 智・山本博文・竹内 誠・宇都浩三・駒澤正夫・広島俊男・須藤定久(1999)20万分の1地質図幅「金沢」, 地質調査所。
- 守屋以智雄(1996a)金沢で噴火は起こるか。金沢大学「健康と安全」, 3, 5-6。
- 守屋以智雄(1996b)戸室火山。地学団体研究会新版地学事典編集委員会(編), 新版地学事典, 平凡社, 926。
- 小野晃司・曾屋龍典・三村弘二(1981)日本の火山(第2版), 地質調査所。
- 酒寄淳史・林 信太郎・梅田浩司(2002)石川県, 戸室火山の K-Ar 年代。日本火山学会講演予稿集, 2002年度秋季大会, 43。
- 清水 智・山崎正男・板谷徹丸(1988)両白-飛騨地域に分布する鮮新-更新世火山岩の K-Ar 年代。岡山理科大学蒜山研究所研究報告, 14, 1-36。

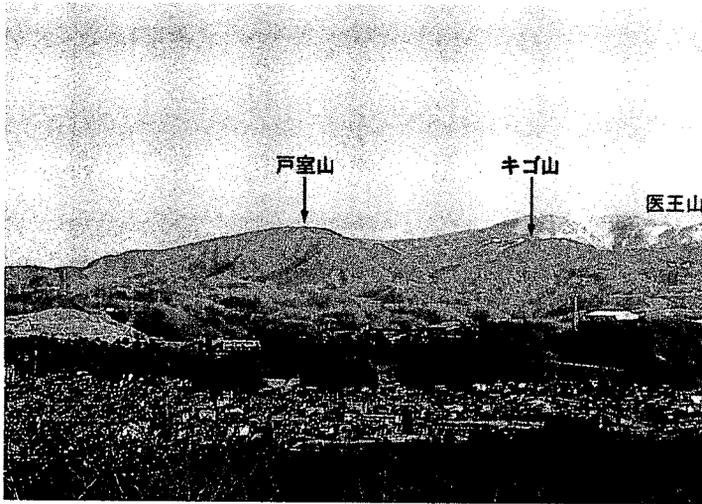


写真1 南西方向よりみた戸室火山

医王山の西側丘陵地に位置する戸室山とキゴ山は、ともに戸室火山の主要部を構成する溶岩ドームである。戸室山溶岩ドームの西側部分が大きくえぐられているのは、約1万8千年前に発生した岩屑なだれによる。



写真2 東方よりみた戸室山溶岩ドーム

最も高い部分が戸室山の山頂（標高548m）である。溶岩が流下した北一北北東側（右側）の山体斜面は、比較的なだらかな傾斜を示す。点線で示した高まりは、キゴ山溶岩類による地形である。

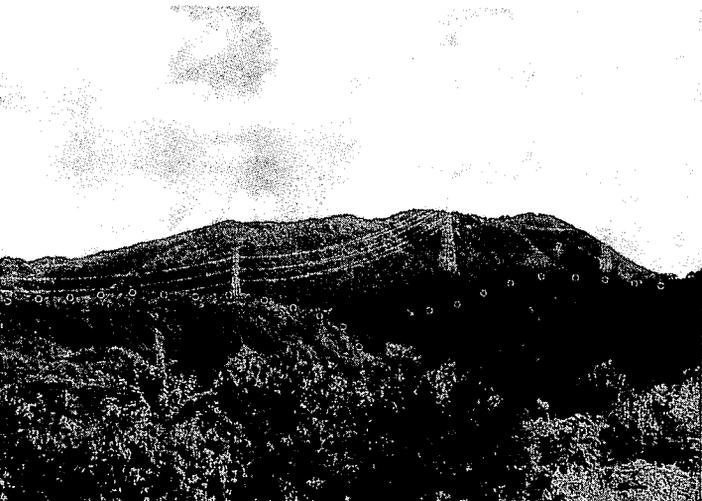


写真3 南方よりみたキゴ山溶岩ドーム

キゴ山溶岩ドームは、北東-南西方向に伸長した形態を示す。点線で示した比較的平坦な地形は、麓に流れ出た溶岩流によって形成された。



写真4 南南西方向よりみた田島城跡溶岩ドーム

図中の記号bは基盤の凝灰岩, dはドーム溶岩, tは崖錐性堆積物(溶岩ドーム形成後の堆積物)をそれぞれ表し, 破線はそれらの境界を示す。



写真5 田島城跡溶岩類の溶岩流

溶岩ドーム東麓にあった小さな谷を埋めた溶岩流である。溶岩の層厚は約10mで, 節理面が垂直に近い傾斜をもつ板状節理が発達している。矢印は岩石ハンマー(長さ約30cm)の位置を示す。

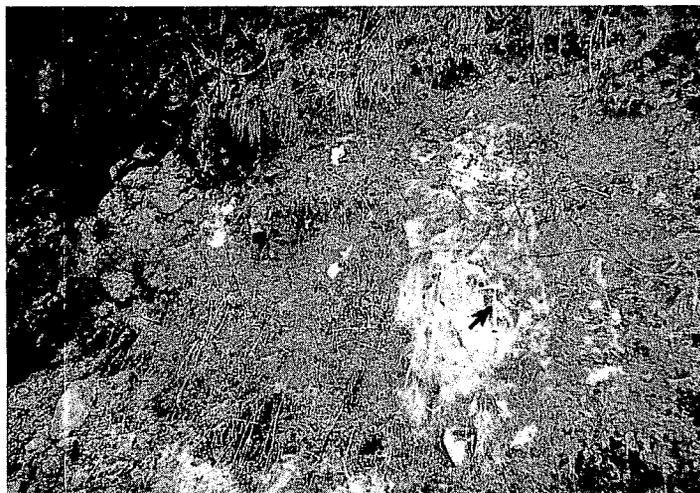


写真6 田島城跡溶岩ドーム起源の火砕流堆積物

田島城跡溶岩ドームの北東麓(36°32'2"N, 136°46'12"E)で見られる。火山灰からなる基質の中に, 単一の岩質からなる火山岩塊や火山礫が散在する。矢印は岩石ハンマー(長さ約30cm)の位置を示す。