

Online ISSN : 2186-490X
Print ISSN : 1346-4272

地質調査研究報告

BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Vol. 71 No. 6 2020



 **産総研** 地質調査総合センター 

令和2年

論文

関東山地東縁部, 白亜系高岡層の石灰質砂岩から得られた碎屑性ジルコン U-Pb 年代
原 英俊509

新期富士火山降下火砕物の再記載と噴出量の見積もり
山元孝広・中野 俊・石塚吉浩・高田 亮517

概報

九十九里平野における沖積層の粒度組成
小松原純子581

表紙の写真

富士火山, 宝永火口

富士火山は, 日本の最高峰であると共に, 最大級の活火山でもある。南東山腹にあるこの火口は, 1707年の宝永噴火で形成されたもので, この噴火を最後に富士火山は静穏を保っている。火口壁には, 積み重なった火山噴出物と岩脈が露出している。火山噴出物はアグルチネート(溶結した降下火砕物)を主体とし, 薄い溶岩流や降下スコリアを挟んでいる。その層序の詳細は, 本号の山元ほか論文を参照のこと。

(写真・文: 山元孝広)

Cover Photograph

The Hoei crater of Fuji Volcano

Mt. Fuji is not only the highest mountain in Japan, but also one of the largest active volcanoes in Japan. This crater on the southeastern flank was formed during the 1707 Hoei eruption, since when the volcano has been dormant. The crater wall exposes the piles of volcanic ejecta and dikes. The volcanic ejecta mainly consists of agglutinates (welded fall deposits) interspersed with thin lava flows and fallout scoria. See Yamamoto *et al.* in this issue for the details of the stratigraphy.

(Photograph and Caption by YAMAMOTO Takahiro)

関東山地東縁部, 白亜系高岡層の石灰質砂岩から得られた碎屑性ジルコン U-Pb 年代

原 英俊^{1,*}

HARA Hidetoshi (2020) Detrital zircon U-Pb age estimated from calcareous sandstone of the Cretaceous Takaoka Formation in eastern margin of the Kanto Mountains. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 71 (6), p. 509-516, 5 figs, 2 tables.

Abstract: U-Pb dating of detrital zircons were analyzed from a calcareous sandstone of the Lower Cretaceous Takaoka Formation, distributed in the eastern margin of the Kanto Mountains. The youngest single grain age and the youngest cluster age were estimated to be 109.7 ± 0.8 Ma and 110.0 ± 1.0 Ma, respectively. Both ages represent the early Albian, suggesting that the Takaoka Formation deposited after the early Albian. In addition, the calcareous sandstone of the Takaoka Formation is characterized by abundant content of Permian to Triassic zircons (276-240 Ma). Based on detrital zircon U-Pb age and sandstone lithology, the Permian to Triassic granitic rocks and the Chichibu accretionary complex were widely distributed in provenance of the Takaoka Formation. The Takaoka Formation corresponds to the Sanyama Formation in the Sanchu Cretaceous System. However, both formations present different peak spectra of detrital zircon U-Pb ages, and are characterized by different provenances.

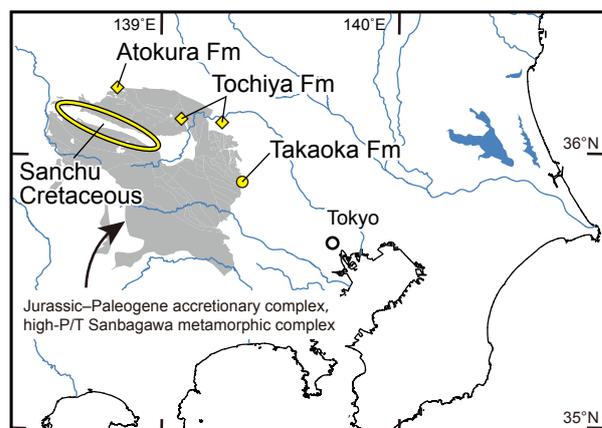
Keywords: detrital zircon, U-Pb dating, calcareous sandstone, Takaoka Formation, Cretaceous, Kanto Mountains

要 旨

関東山地東縁部に分布する下部白亜系高岡層の石灰質砂岩より, 碎屑性ジルコンのU-Pb年代測定を行った. U-Pb年代の最若粒子年代及び最若ピーク年代は, 109.7 ± 0.8 Ma及び 110.0 ± 1.0 Maが得られた. これらはともにアルビアン期前半を示し, 高岡層がアルビアン期前半以降に堆積したことを示唆する. また高岡層の石灰質砂岩は, ペルム紀~三畳紀(276~240 Ma)のジルコンを多く含むことを特徴とする. 碎屑性ジルコン年代及び砂岩の岩相より, 高岡層の後背地には, ペルム紀~三畳紀の花崗岩類と秩父帯付加コンプレックスが分布していたと考えられる. 堆積年代より高岡層は, 山中白亜系の三山層^{さんちゆうさんやま}に対比される. しかし両層は, ジルコンのピーク年代スペクトルの特徴に違いが認められ, 異なる後背地によって特徴づけられる.

1. はじめに

関東山地には山中地溝帯の白亜系(以後, 山中白亜系)を始めとし, 下部白亜系の浅海成~汽水成堆積物が点在して分布する(第1図). 山中白亜系は, その大部分が物部川層群に対比され, 秩父帯付加コンプレックスを不整合で覆い, 下位より白井層・石堂層・瀬林層・三山層



第1図 関東山地における白亜系の分布位置.

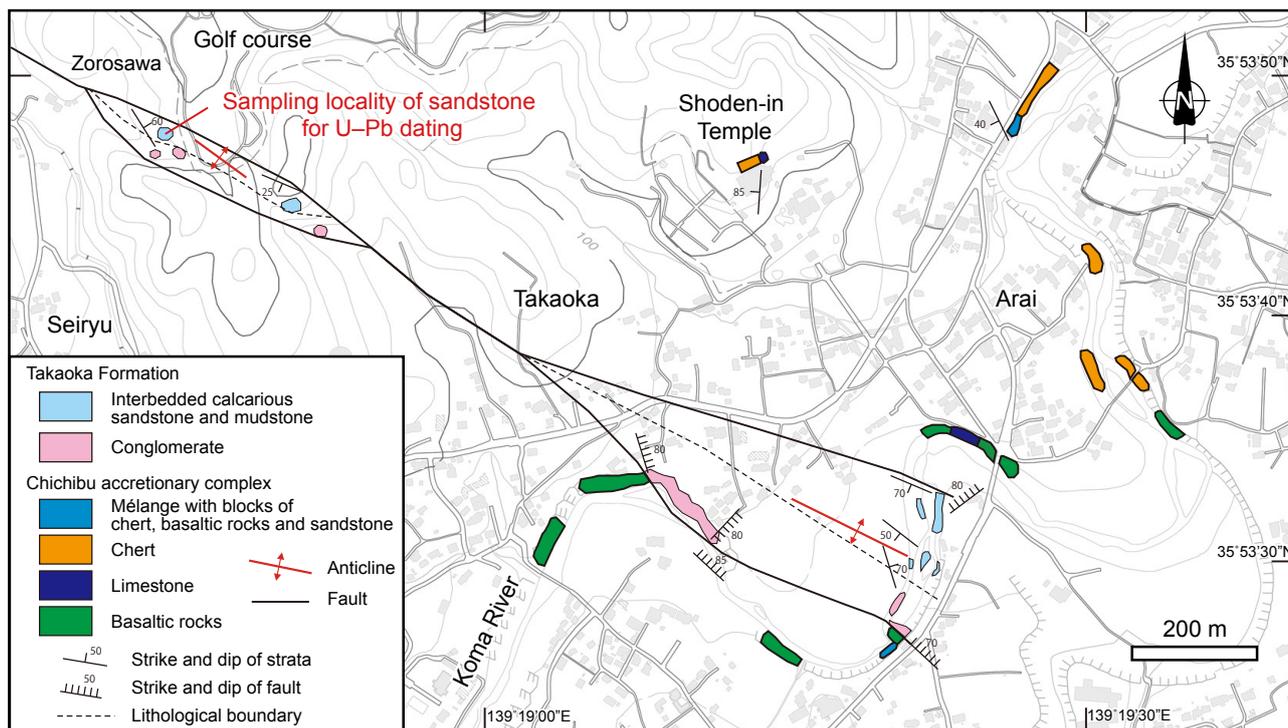
灰色の範囲は, ジュラ紀~古第三紀付加コンプレックス及び低温高压型三波川変成コンプレックスの分布域を示す.

Fig. 1 Location of distribution of the Cretaceous System in the Kanto Mountains.

Grey areas present distribution area of the Jurassic to Paleogene accretionary complex and the high-P/T Sanbagawa metamorphic complex.

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

* Corresponding author: HARA, H., Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: hara-hide@aist.go.jp



第2図 高岡層分布域のルートマップ。

基図は国土地理院地図 (<https://maps.gsi.go.jp/#18/35.893822/139.318952>) を使用した。

Fig. 2 Route map around distributed area of the Takaoka Formation.

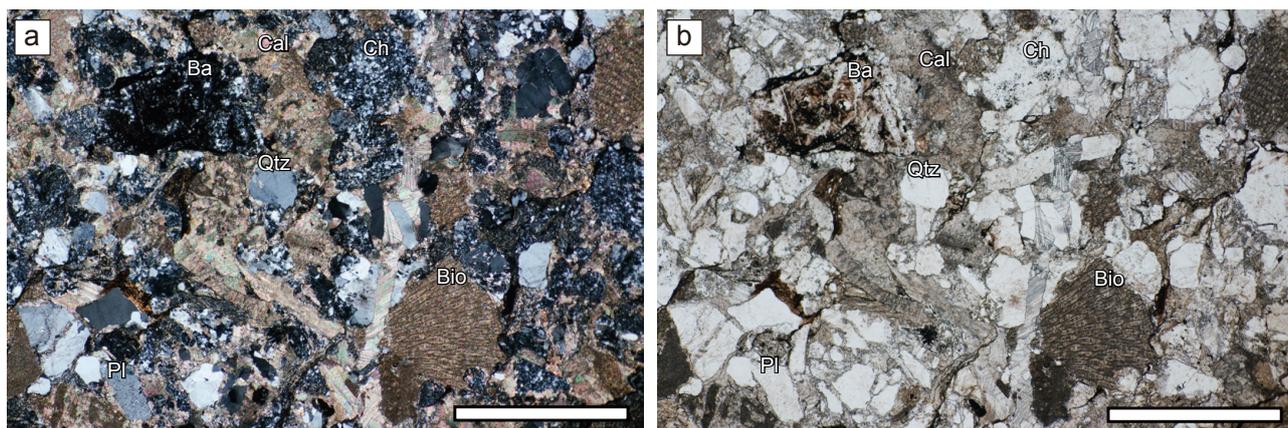
Topographic map is based on the GSI Maps (<https://maps.gsi.go.jp/#18/35.893822/139.318952>).

に区分されている(例えば, Matsukawa, 1983; 松川・富島, 2009). また関東山地の北縁部においては, 三波川変成コンプレックスと秩父帯付加コンプレックスに対してクリッペで重なる跡倉層(例えば, 新井・高木, 1998), 北東縁部には跡倉層に対比される栃谷層(例えば, 小坂, 1979)が知られている. そして近年, 碎屑性ジルコン年代による後背地解析により, 山中白亜系は前弧海盆及び島弧内盆地, 跡倉層・栃谷層は背弧海盆及び島弧内盆地に堆積場をもつ地質体として議論されている(中畑ほか, 2015, 2016). また関東山地東縁部には, 山中白亜系に対比されている高岡層が分布する(石井・田口, 1986). 高岡層は, 石灰藻や有孔虫化石を多産するが, その分布範囲は狭く, 約80 mの層厚をなすのみで, その層序や堆積場などの情報が欠如している. 本報告では, 高岡層の石灰質砂岩を対象に碎屑性ジルコン年代を測定し, 堆積年代の推定を行うとともに, 年代スペクトルより後背地について考察を行う.

2. 高岡層

関東山地東縁部, 埼玉県日高市の高麗川河床における白亜系の存在は, 渋谷・堀口(1967)によって示された. この白亜系は, 岩相や砂岩に含有される石灰藻化石の構成や産状から, 山中白亜系に対比される可能性が指

摘された(渋谷・堀口, 1967). さらに松丸ほか(1976)は, 石灰質砂岩より大型有孔虫のオルビトリナ化石を見出し, 高麗川河床の白亜系の堆積年代は, アプチアン期～アルビアン期を示すことを明らかにした. また松丸ほか(1979)では, この白亜系に対して, 高麗オルビトリナ層の名称を与えた. 一方, 石井・田口(1983, 1986)は, 日高市高岡付近の高麗川流域及び北西の高岡沢・ゾロ沢で, 礫岩と砂岩泥岩互層が分布することを明らかにし, この白亜系を新たに高岡層と命名・定義した. また石井・田口(1988)は, 高岡層の礫岩についてとりまとめ, さらに基盤である秩父帯付加コンプレックスと不整合の関係であることを指摘している. 本報告では, 石井・田口(1986)に従い, 日高市高岡付近に分布する白亜系について高岡層の名称を用いる. 高岡層は, 礫岩から構成される下部層と, これに整合で重なる砂岩泥岩互層からなる上部層に区分される(石井・田口, 1986). 高岡層分布域のルートマップを第2図に示す. 下部の礫岩は, チャート・玄武岩・砂岩・石灰岩の礫から構成され, 一般に礫支持である. 礫種構成比として, チャート(40%)・砂岩(20%)・泥岩(5%)・火山岩(3%)・生物化石片(32%)の報告がある(松岡, 2020). これらの礫の多くは, 垂円～垂角の円摩度を示し, 細礫～大礫の大きさである. 上部の砂岩泥岩互層は, 石灰質砂岩及び石灰質泥岩より構成され礫



第3図 高岡層の石灰質砂岩の顕微鏡写真。

(a) クロスニコル。(b) オープンニコル。Ba：玄武岩岩片，Bio：石灰藻，Cal：方解石，Ch：チャート岩片，Pl：斜長石，Qtz：石英。スケールバーの長さは1 mm。

Fig. 3 Photomicrograph of calcareous sandstone from the Takaoka Formation.

(a) Crossed polarized light. (b) Plane polarized light. Ba: Rock fragment of basalt, Bio: Bioclast of calcareous algae, Cal: Calcite, Ch: Rock fragment of chert, Pl: Plagioclase, Qtz: Quartz. Length of scale bar is 1 mm.

岩を挟在する。石灰質砂岩は、方解石粒子ないし基質や生物片が50%以上の割合を占め、中粒～粗粒な碎屑粒子を伴う砂岩である。碎屑粒子として、チャートの岩片を多く含み、石英、長石、堆積岩の岩片、まれに玄武岩の岩片も認められる。碎屑性ジルコンU-Pb年代測定のために、石灰質砂岩の鏡下観察を基に、方解石及び生物片の含有量が比較的小さいゾロ沢の上流に分布する石灰質砂岩を採取試料の中から選択した(第3図)。

なお高岡層は、秩父帯付加コンプレックスを不整合で覆うとされている(石井・田口, 1986)。一方、高岡層と秩父帯付加コンプレックスの境界において、断層関係を示唆する破碎帯の存在も指摘されている(指田, 1992)。本報告では、これら既存研究と観察された断層を基に、高岡層と秩父帯付加コンプレックスの関係は不整合だけでなく断層で接していると判断した。

3. 碎屑性ジルコンの U-Pb 年代

3.1 測定手法

U-Pb年代測定で用いた結合誘導プラズマ質量分析装置(Inductively coupled plasma - mass spectrometry, ICP-MS)及びレーザーアブレーション(Laser ablation, LA)は、東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設のNu Plasma II (Nu Instruments社製)及びAnalyte Excite (Photon Machines社製)を用いて行った。分析条件は、波長を193 nm、レーザー密度を3.0 J/m²、周波数を4 Hz、照射時間を20秒、クレーター径を20 μmとした。なお分析条件の詳細は、第1表に記した。1次標準試料として、91500ジルコン(Wiedenbeck *et al.*, 1995)を用い、年代測定結果の評価のため、2次標準試料として337.1 ± 0.4 Maの

Plešovice (Sláma *et al.*, 2008)及び33 ± 0.41MaのOD-3 (岩野ほか, 2012, Iwano *et al.*, 2013)の分析を行った。2次標準試料の²³⁸U-²⁰⁶Pb年代の変動幅と加重平均値はそれぞれ348 ~ 333 Ma (339.1 ± 8.2 Ma)及び34 ~ 32 (32.8 ± 0.7 Ma)を示し、文献値から2.5%の誤差範囲以内に収まっている。

3.2 年代測定結果

ジルコン年代測定は、石灰質砂岩から抽出したジルコン60粒子に対して行った。測定で得られたジルコンの同位体比、²³⁸U-²⁰⁶Pb年代、²³⁵U-²⁰⁷Pb年代を第2表に示す。²³⁸U-²⁰⁶Pb年代及び²³⁵U-²⁰⁷Pb年代が2σの誤差範囲で重複する場合をコンコールドなデータとした。なおディスコンコールドなデータは、²³⁵U-²⁰⁷Pb年代が1763 Maを示す1粒子のみであった。本報告では、コンコールドデータを示す59粒子の²³⁸U-²⁰⁶Pb年代を採用し、Isoplot/Ex4.15 (Ludwig, 2012)を用いてデータ解析を行った。そして、コンコルディア図、相対確率分布図及びヒストグラムを第4図に示した。なお年代値の測定誤差は、すべて2σで表した。

高岡層の石灰質砂岩より得られた²³⁸U-²⁰⁶Pb年代は、400 Maより若い年代から構成される。ペルム紀～三畳紀の276 ~ 240 Maを示すジルコンが多く、その割合は全体の73%に達する。その他に、デボン紀～前期石炭紀の388 Ma ~ 334 Ma、最後期三畳紀～中期ジュラ紀の210 ~ 170 Maを示すジルコンが、それぞれ7%と15%含まれる。白亜紀の年代が3粒子から求められ、これらは126.0 ± 0.9, 112.3 ± 2.2, 109.7 ± 0.8 Maを示す。このうち年代値の若い2粒子は、測定誤差1σの範囲で重なり、最若

第1表 LA-ICPMSによるU-Pb年代の測定条件.

Table 1 Operating condition of U-Pb dating by LA-ICPMS.

Parameters	Value/Description
Laser ablation	
Model	Analyte Excite (Photon Machines)
Laser type	Excimer laser
Pulse duration	< 4 ns
Wave length	193 nm
Laser power	39%
Energy density	3 J/cm ²
Spot size	20 μm
Repetition rate	4 Hz
Duration of laser ablation	20 s
Flow rate of carrier gas (He)	0.80 L min ⁻¹
ICP-MS	
Model	Nu Plasma II (Nu Instruments)
ICPMS type	Multi-collector
Forward power	1300 W
Flow rate of carrier gas (Ar)	0.98 L min ⁻¹
ThO ⁺ /Th (oxide ratio)	< 1%
Data acquisition protocol	Time-resolved analysis
Data acquisition	~30 s (~15 s gas blank, ~15 s ablation)
Monitor isotopes	²⁰² Hg, ²⁰⁴ Pb, ²⁰⁶ Pb, ²⁰⁷ Pb, ²⁰⁸ Pb, ²³² Th, ²³⁸ U
Standards	
Primary standard	Nancy 91500 (610.0 ± 0.9 Ma, Wiedenbeck <i>et al.</i> , 1995)
Secondary standard	Plešovice (337.1 ± 0.4 Ma, Sláma <i>et al.</i> , 2008) OD-3 (33.0 ± 0.1 Ma, Iwano <i>et al.</i> , 2012, 2013)

粒子集団とみなすことができ、これら粒子の加重平均値として110.0 ± 1.0 Maを得た。

4. 堆積年代の解釈

高岡層の石灰質砂岩は、石灰藻化石を多産し、有孔虫化石を含み、またサング・ウニ・二枚貝などの生物片を含むことが知られている(渋谷・堀口, 1967; 松丸ほか, 1976; 石井・田口, 1986)。特に、大型有孔虫のオルビトリナ化石の産出年代により、高岡層の堆積年代はアプチアン期~アルビアン期とされた(松丸ほか, 1976)。一方、石井・田口(1986)は、アンモナイト化石による生層序が進んだ東北及び西南日本に分布する下部白亜系との対比を行い、高岡層の堆積年代はアプチアン期後半~アルビアン期前半になるとした。高岡層の石灰質砂岩より得られた碎屑性ジルコンの最若粒子年代は109.7 ± 0.8 Ma、最若ピーク年代は110.0 ± 1.0 Maで、ともにアルビアン期前半を示す。碎屑性ジルコンU-Pb年代は堆積年代の下限についての情報をもたらすため、高岡層の堆積

年代はアルビアン期前半以降と考えられる。この年代は、オルビトリナ化石の産出年代の範囲であり、かつ石井・田口(1986)による白亜系の対比から考察した堆積年代ともほぼ一致する。したがって本報告では、高岡層の堆積年代をアルビアン期前半とする。

5. 山中白亜系との対比

高岡層は、山中白亜系の南東延長部に分布することから、山中白亜系と層序学的関係があることが指摘されていた(松丸ほか, 1976)。渋谷・堀口(1967)は、石灰藻化石の種構成と産状の類似性から、高岡層は宮古統に対比されることを指摘した。さらに松丸ほか(1976)は、オルビトリナ化石の産出も含め山中白亜系の石堂層下部に対比されるとした。一方、石井・田口(1986)によれば、白亜系の対比により、高岡層は山中白亜系の瀬林層上部ないし三山層下部に相当する。ただし瀬林層は淡水~汽水成堆積物であるので、海成堆積物である高岡層は三山層下部のみに対比される。三山層は、産出するアンモナイ

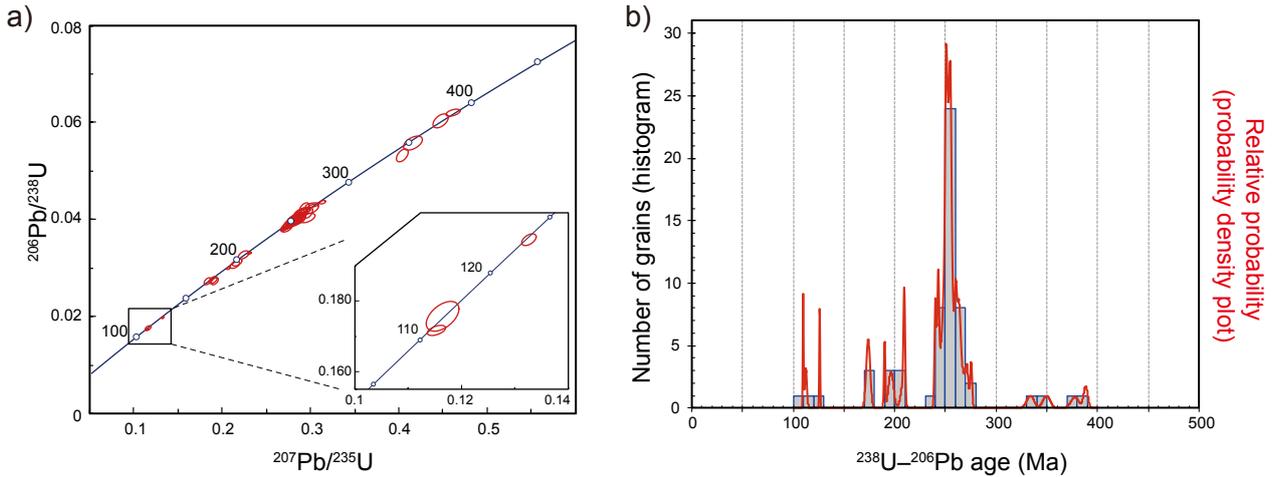
関東山地，高岡層の碎屑性ジルコン年代（原）

第2表 LA-ICPMSによる石灰質砂岩におけるジルコン粒子のU-Pb同位体データ。

Table 2 U-Pb isotope data for zircon crystals of calcareous sandstone determined by LA-ICPMS.

No.	Isotopic ratios			Th/U	Age (Ma)			Remarks	
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		2σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	2σ		
1	0.0510 ± 0.0007		0.0418 ± 0.0004		0.2942 ± 0.0044	0.85	264.1 ± 2.7	261.9 ± 4.4	
2	0.0539 ± 0.0007		0.0621 ± 0.0006		0.4615 ± 0.0066	0.78	388.3 ± 4.0	385.3 ± 6.7	
3	0.0505 ± 0.0007		0.0416 ± 0.0004		0.2899 ± 0.0048	0.47	262.7 ± 2.7	258.5 ± 4.9	
4	0.0509 ± 0.0008		0.0430 ± 0.0004		0.3016 ± 0.0057	0.64	271.2 ± 2.8	267.6 ± 5.8	
5	0.0508 ± 0.0013		0.0399 ± 0.0008		0.2792 ± 0.0046	0.60	252.0 ± 5.3	250.0 ± 4.7	
6	0.0509 ± 0.0013		0.0396 ± 0.0008		0.2780 ± 0.0043	0.63	250.5 ± 5.2	249.1 ± 4.4	
7	0.0523 ± 0.0013		0.0413 ± 0.0008		0.2979 ± 0.0042	0.49	261.0 ± 5.5	264.7 ± 4.2	
8	0.0513 ± 0.0013		0.0403 ± 0.0008		0.2856 ± 0.0039	0.64	254.9 ± 5.3	255.1 ± 4.0	
9	0.0508 ± 0.0013		0.0273 ± 0.0006		0.1915 ± 0.0030	0.59	173.8 ± 3.6	177.9 ± 3.0	
10	0.0508 ± 0.0013		0.0410 ± 0.0008		0.2874 ± 0.0046	0.35	259.2 ± 5.4	256.5 ± 4.7	
11	0.0538 ± 0.0014		0.0603 ± 0.0012		0.4476 ± 0.0068	0.50	377.6 ± 8.0	375.6 ± 6.9	
12	0.0516 ± 0.0013		0.0397 ± 0.0008		0.2822 ± 0.0040	0.44	250.9 ± 5.2	252.4 ± 4.0	
13	0.0514 ± 0.0013		0.0404 ± 0.0008		0.2863 ± 0.0044	0.69	255.4 ± 5.3	255.7 ± 4.5	
14	0.0512 ± 0.0013		0.0391 ± 0.0008		0.2762 ± 0.0039	0.50	247.2 ± 5.2	247.6 ± 4.0	
15	0.0489 ± 0.0013		0.0272 ± 0.0006		0.1837 ± 0.0029	0.33	173.0 ± 3.6	171.2 ± 2.9	
16	0.0512 ± 0.0013		0.0388 ± 0.0008		0.2738 ± 0.0039	0.26	245.4 ± 5.1	245.7 ± 4.0	
17	0.0510 ± 0.0013		0.0399 ± 0.0008		0.2806 ± 0.0040	0.42	252.3 ± 5.3	251.1 ± 4.0	
18	0.0501 ± 0.0013		0.0425 ± 0.0009		0.2936 ± 0.0045	0.27	268.2 ± 5.6	261.4 ± 4.6	
19	0.0515 ± 0.0013		0.0393 ± 0.0008		0.2792 ± 0.0040	0.29	248.6 ± 5.2	250.0 ± 4.1	
20	0.0551 ± 0.0014		0.0531 ± 0.0011		0.4035 ± 0.0055	0.64	333.7 ± 7.0	344.2 ± 5.6	
21	0.0509 ± 0.0013		0.0415 ± 0.0009		0.2910 ± 0.0046	0.40	262.1 ± 5.5	259.4 ± 4.7	
22	0.0514 ± 0.0013		0.0401 ± 0.0008		0.2839 ± 0.0041	0.37	253.2 ± 5.3	253.7 ± 4.2	
23	0.0541 ± 0.0004		0.0558 ± 0.0011		0.4161 ± 0.0086	0.29	349.7 ± 7.0	353.2 ± 8.7	
24	0.0498 ± 0.0005		0.0327 ± 0.0006		0.2249 ± 0.0050	0.97	207.6 ± 4.1	205.9 ± 5.0	
25	0.0481 ± 0.0005		0.0176 ± 0.0003		0.1164 ± 0.0025	0.86	112.3 ± 2.2	111.8 ± 2.5	YC
26	0.0515 ± 0.0004		0.0402 ± 0.0008		0.2851 ± 0.0058	0.80	253.8 ± 5.1	254.7 ± 5.9	
27	0.0515 ± 0.0005		0.0404 ± 0.0008		0.2869 ± 0.0062	0.76	255.2 ± 5.1	256.1 ± 6.3	
28	0.0518 ± 0.0004		0.0422 ± 0.0008		0.3017 ± 0.0061	0.76	266.7 ± 5.3	267.7 ± 6.2	
29	0.1220 ± 0.0009		0.2779 ± 0.0054		4.6762 ± 0.0927	0.20	1580.8 ± 34.9	1763.0 ± 90.1	Disc
30	0.0516 ± 0.0004		0.0384 ± 0.0007		0.2733 ± 0.0055	0.35	242.7 ± 4.8	245.3 ± 5.6	
31	0.0512 ± 0.0005		0.0400 ± 0.0008		0.2825 ± 0.0059	0.77	252.8 ± 5.0	252.7 ± 6.0	
32	0.0531 ± 0.0007		0.0404 ± 0.0008		0.2961 ± 0.0072	0.50	255.3 ± 5.1	263.4 ± 7.3	
33	0.0507 ± 0.0004		0.0307 ± 0.0006		0.2147 ± 0.0044	0.61	195.1 ± 3.9	197.5 ± 4.5	
34	0.0506 ± 0.0005		0.0311 ± 0.0006		0.2172 ± 0.0045	0.33	197.6 ± 3.9	199.6 ± 4.6	
35	0.0512 ± 0.0004		0.0398 ± 0.0008		0.2812 ± 0.0058	0.77	251.7 ± 5.0	251.6 ± 5.9	
36	0.0514 ± 0.0004		0.0400 ± 0.0008		0.2835 ± 0.0058	0.93	252.7 ± 5.0	253.4 ± 5.9	
37	0.0514 ± 0.0004		0.0395 ± 0.0008		0.2802 ± 0.0056	0.34	249.9 ± 5.0	250.8 ± 5.7	
38	0.0508 ± 0.0005		0.0412 ± 0.0008		0.2888 ± 0.0064	0.66	260.3 ± 5.2	257.6 ± 6.5	
39	0.0521 ± 0.0004		0.0401 ± 0.0008		0.2879 ± 0.0058	0.43	253.5 ± 5.1	256.9 ± 5.9	
40	0.0517 ± 0.0005		0.0396 ± 0.0008		0.2825 ± 0.0061	0.43	250.4 ± 5.0	252.7 ± 6.1	
41	0.0501 ± 0.0004		0.0275 ± 0.0005		0.1898 ± 0.0038	0.24	174.6 ± 3.5	176.4 ± 3.9	
42	0.0517 ± 0.0003		0.0396 ± 0.0003		0.2826 ± 0.0021	0.44	250.4 ± 1.7	252.7 ± 2.1	
43	0.0515 ± 0.0004		0.0399 ± 0.0003		0.2833 ± 0.0027	0.55	252.0 ± 1.8	253.3 ± 2.7	
44	0.0513 ± 0.0003		0.0396 ± 0.0003		0.2804 ± 0.0024	0.46	250.4 ± 1.8	251.0 ± 2.4	
45	0.0519 ± 0.0003		0.0403 ± 0.0003		0.2883 ± 0.0024	0.55	254.7 ± 1.8	257.3 ± 2.4	
46	0.0513 ± 0.0003		0.0384 ± 0.0003		0.2718 ± 0.0020	0.19	242.8 ± 1.7	244.1 ± 2.1	
47	0.0517 ± 0.0003		0.0412 ± 0.0003		0.2938 ± 0.0024	0.52	260.2 ± 1.8	261.5 ± 2.4	
48	0.0520 ± 0.0003		0.0397 ± 0.0003		0.2848 ± 0.0022	0.67	250.9 ± 1.7	254.5 ± 2.3	
49	0.0516 ± 0.0003		0.0403 ± 0.0003		0.2871 ± 0.0024	0.50	255.0 ± 1.8	256.3 ± 2.4	
50	0.0513 ± 0.0003		0.0401 ± 0.0003		0.2839 ± 0.0025	0.51	253.7 ± 1.8	253.8 ± 2.5	
51	0.0514 ± 0.0005		0.0404 ± 0.0003		0.2863 ± 0.0036	0.52	255.5 ± 1.8	255.7 ± 3.7	
52	0.0521 ± 0.0003		0.0436 ± 0.0003		0.3136 ± 0.0027	0.46	275.3 ± 1.9	277.0 ± 2.7	
53	0.0487 ± 0.0005		0.0172 ± 0.0001		0.1153 ± 0.0014	0.77	109.7 ± 0.8	110.8 ± 1.4	YC
54	0.0514 ± 0.0002		0.0380 ± 0.0003		0.2694 ± 0.0018	0.35	240.5 ± 1.7	242.2 ± 1.8	
55	0.0501 ± 0.0003		0.0299 ± 0.0002		0.2065 ± 0.0016	0.38	190.0 ± 1.3	190.6 ± 1.6	
56	0.0487 ± 0.0003		0.0197 ± 0.0001		0.1326 ± 0.0011	1.64	126.0 ± 0.9	126.5 ± 1.1	
57	0.0508 ± 0.0002		0.0331 ± 0.0002		0.2316 ± 0.0016	0.26	209.8 ± 1.5	211.5 ± 1.6	
58	0.0518 ± 0.0002		0.0384 ± 0.0003		0.2743 ± 0.0019	0.48	242.9 ± 1.7	246.1 ± 1.9	
59	0.0515 ± 0.0003		0.0379 ± 0.0003		0.2694 ± 0.0020	0.38	239.8 ± 1.7	242.2 ± 2.0	
60	0.0505 ± 0.0002		0.0330 ± 0.0002		0.2296 ± 0.0016	1.11	209.0 ± 1.4	209.9 ± 1.6	

YC indicates the data composed of youngest cluster. Disc shows the discordant data.



第4図 高岡層の石灰質砂岩から求めた碎屑性ジルコンのU-Pb年代。
 (a) ジルコン年代値のコンコルディア図。 (b) ジルコン年代値の相対確率分布曲線及びヒストグラム。
 Fig. 4 U-Pb age of detrital zircon estimated from calcareous sandstone of the Takaoka Formation.
 (a) Concordia diagram of zircons ages. (b) Probability density plot and histogram of zircon age.

ト化石年代及び瀬林層を整合で覆うことから、その堆積年代はアプチアン期後半～チューロニアン期中頃とされる(松川・富島, 2009)。以上のことより、アルビアン期前半の堆積年代を示す高岡層は、三山層と同時期に堆積していた可能性が高い。しかし三山層は、黒色泥岩を主体とする岩相からなり(松川・富島, 2009)、高岡層で認められる石灰質な堆積物や礫岩を含まない。そのため高岡層と三山層は、同時異相の関係、もしくは異なる堆積盆で堆積したことを考慮する必要がある。

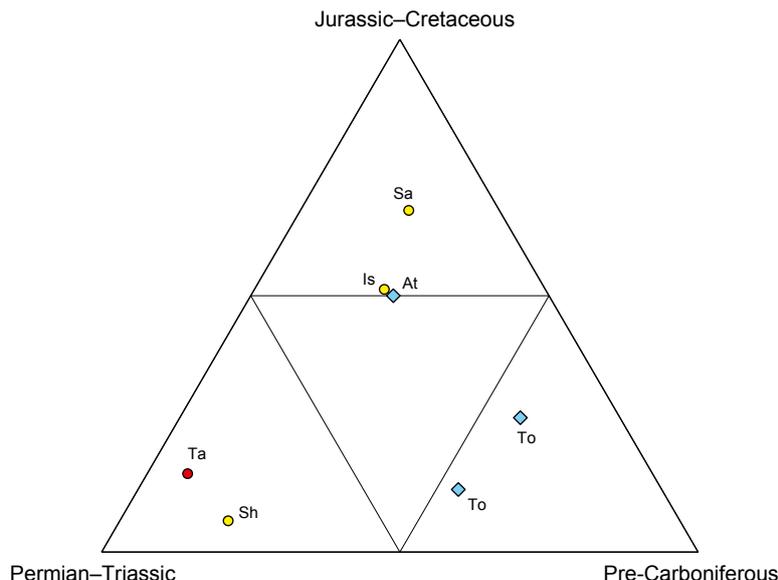
6. 碎屑性ジルコン U-Pb 年代を基にした後背地の推定

高岡層の碎屑性ジルコン年代は、ペルム紀～三畳紀(276～240 Ma)の明瞭なピークを示す。関東山地の北東縁部には、クリップと考えられている内帯ないし古領家帯起源として考えられているペルム紀金勝山石英閃緑岩の分布が知られている(小坂, 1979; 磯崎・板谷, 1990; 高木・柴田, 2000)。Ogasawara *et al.* (2016) は、この石英閃緑岩からジルコンU-Pb年代を求め、17粒子のジルコンより $289 \pm 3 \sim 275 \pm 3$ Ma (加重平均値は 281.5 ± 1.8 Ma) の年代を得た。この他、内帯には飛騨帯及び舞鶴帯のペルム紀～三畳紀の花崗岩からは、260～240 Maのジルコン年代が得られている(Herzig *et al.*, 1997, Takahashi *et al.*, 2010, Zhao *et al.*, 2013, Tsutsumi *et al.*, 2014)。高岡層で認められた年代ピークは、飛騨帯及び舞鶴帯の花崗岩年代に近く、金勝山石英閃緑岩より若い年代を示す。一方、砂岩や礫岩に含まれる碎屑粒子はチャートや堆積岩及び玄武岩からなり、近接する秩父帯付加コンプレックスを由来とすると考えられている(松岡, 2020)。そのため、高岡層の後背地は、近接する秩父帯付加コンプレ

ックスの他に、金勝山石英閃緑岩よりやや若い内帯起源のペルム紀～三畳紀の花崗岩が分布していたことが示唆される。

このようなピーク年代スペクトラムの特徴を様々な地層から見出すことで、後背地の時空間変遷の議論が可能である(例えば, Hara *et al.*, 2017)。本報告では、ピーク年代スペクトラムの変化をみるために、ジュラ紀～白亜紀、ペルム紀～三畳紀、石炭紀以前のジルコン含有率を三角ダイアグラムで表現した(第5図)。また第5図には、高岡層とともに跡倉層・栃谷層(中畑ほか, 2015)及び山中白亜系の白井層・石堂層・三山層(中畑ほか, 2016)のジルコン年代データも合わせてプロットした。

中畑ほか(2015, 2016)によれば、跡倉層・栃谷層は、背弧海盆及び島弧内盆地に堆積されたと考えられ、原生代のジルコンを多く含む特徴を持つ。このうち跡倉層は、ジュラ紀のジルコンの含有率も上がる特徴もある。一方、山中白亜系の白井層・石堂層・三山層は原生代のジルコンが少なく、前弧海盆及び島弧内盆地の堆積物と考えられている。これらのデータと比較すると、高岡層で認められたペルム紀～三畳紀に強いピークを持つ碎屑性ジルコン年代の特徴は、山中白亜系の白井層で確認される。白井層の堆積年代は、オーテリビアン期以前と考えられているため(松川・富島, 2009)、高岡層より古い年代を示す。一方、高岡層に対比される三山層は、ジュラ紀～前期白亜紀(180～100 Ma)のジルコンを多く含み、ペルム紀～三畳紀のジルコンは少ない特徴を持つ(中畑ほか, 2016)。すなわち高岡層と三山層は同時代の堆積物でありながら、全く異なる年代ピークスペクトラムを示す。すなわち両層は、後背地に分布する地質体に相違があり、堆積盆が異なっていた可能性が高い。



第5図 関東山地に分布する白亜系砂岩中の碎屑性ジルコン年代構成を示した三角ダイアグラム。

ジルコン年代は，ジュラ紀～白亜紀，ペルム紀～三畳紀，石炭紀以前の3成分を用い，三角ダイアグラムにプロットした。跡倉層・栃谷層のデータは中畑ほか(2015)，山中地溝帯(山中白亜系)の白井層・石堂層・三山層のデータは中畑ほか(2016)より求めた。白亜系の分布位置については，第1図を参照。Ta：高岡層，Sh：白井層，Is：石堂層，Sa：三山層，At：跡倉層，To：栃谷層。

Fig. 5 Ternary diagram showing detrital zircon age composition of Cretaceous sandstones in the Kanto Mountains.

Zircon ages were plotted on the ternary diagram, using three elements of the Jurassic-Cretaceous, the Permian-Triassic and the Pre-Carboniferous. Data of the Atokura and Tochiya formations are based on Nakahata *et al.* (2015), and data of the Shiroyi, Ishido and Sanyama formations in the Sanchu graben (Sanchu Cretaceous system) are from Nakahata *et al.* (2016). Locations of distribution of the Cretaceous system are referred in Fig. 1. Ta: Takaoka Formation, Sh: Shiroyi Formation, Is: Ishido Formation, Sa: Sanyama Formation, At: Atokura Formation, To: Tochiya Formation.

中畑ほか(2016)は，山中白亜系の白井層(オーテリビアン期)・石堂層(パーレミアン期)・三山層(アプチアン期～アルビアン期)との間で，ジルコン年代のピークがペルム紀～三畳紀からジュラ紀～前期白亜紀に変化したことを後背地に露出した花崗岩の違いにより説明した。そして，オーテリビアン期以降に大規模なペルム紀～三畳紀花崗岩類の削剥が起きたことを指摘し，その要因として東アジア東縁で生じた構造侵食を挙げた。しかしながら高岡層で認められるペルム紀～三畳紀の明瞭なピークは，アルビアン期以降もペルム紀～三畳紀花崗岩類が分布していたことを示唆し，中畑ほか(2016)の見解とは異なる現象である。中畑ほか(2016)が示した前期白亜紀における大規模な構造侵食は，ジルコン年代スペクトラムの相違について時間変遷のみにより説明された。しかしながら山中白亜系では，この相違について，空間変遷についても検討する必要があること意味する。

謝辞：本研究は，産業技術総合研究所地質調査総合センターが発行する5万分の1地質図幅「川越」の研究成果の一部である。株式会社京都フィッション・トラックの檀

原 徹氏及び岩野英樹氏には，ジルコンのU-Pb年代を測定して頂いた。地質情報基盤センター地質標本館室地質試料調製グループの諸氏には薄片を作成して頂いた。宮崎一博博士には，査読を通じて有益なコメントを頂いた。以上の方々に，厚く御礼を申し上げます。

文献

- 新井宏嘉・高木秀雄(1998)関東山地，跡倉ナップの構造発達：押被せ褶曲の復元。地質学雑誌，**104**，861-876。
- Hara, H., Nakamura, Y., Hara, K., Kurihara, T., Mori, H., Iwano, H., Danhara, T., Sakata, S. and Hirata, T. (2017) Detrital zircon multi-chronology, provenance, and low-grade metamorphism of the Cretaceous Shimanto accretionary complex, eastern Shikoku, Southwest Japan: Tectonic evolution in response to igneous activity within a subduction zone. *Island Arc*, **26**, e12218.
- Herzig, C., Kimbrough, D.L. and Hayasaka, Y. (1997) Early Permian zircon uranium-lead ages for plagiogranites in the Yakuno ophiolite, Asago district, Southwest Japan.

- Island Arc*, **6**, 396–403.
- 石井 醇・田口聡史(1983) 関東山地東縁部, 埼玉県日高町の下部白亜系. 東京学芸大学紀要4部門, **35**, 117–131.
- 石井 醇・田口聡史(1986) 関東山地東縁部, 下部白亜系高岡層. 東京学芸大学紀要4部門, **38**, 97–115.
- 石井 醇・田口聡史(1988) 埼玉県日高町, 高麗川北岸の下部白亜系高岡層. 東京学芸大学紀要4部門, **40**, 165–175.
- 磯崎行雄・板谷徹丸(1990) 四国中央部および紀伊半島西部黒瀬川地帯北縁の弱変成岩のK–Ar年代—西南日本における黒瀬川地帯の広がりについて—. 地質学雑誌, **96**, 623–639.
- 岩野英樹・折橋裕二・檀原 徹・平田岳史・小笠原正継(2012) 同一ジルコン結晶を用いたフィッシュン・トラックとU–Pbダブル年代測定法の評価—島根県川本花崗閃緑岩中の均質ジルコンを用いて—. 地質学雑誌, **118**, 365–375.
- Iwano, H., Orihashi, Y., Hirata, T., Ogasawara, M., Danhara, T., Horie, K., Hasebe, N., Sueoka, S., Tamura, A., Hayasaka, Y., Katsube, A., Ito, H., Tani, K., Kimura, J., Chang, Q., Kouchi, Y., Haruta, Y. and Yamamoto, K. (2013) Inter-laboratory evaluation of OD-3 zircon. *Island Arc*, **22**, 382–394.
- 小坂和夫(1979) 関東山地北東縁部付近の白亜紀以降の断層運動史. 地質学雑誌, **85**, 157–176.
- Ludwig, K.R. (2012) User's manual for Isoplot 3.75: A geochronological toolkit for Microsoft Excel. *Berkeley Geochronology Center Special Publication No.5*, 75p.
- Matsukawa, M. (1983) Stratigraphy and sedimentary environments of the Sanchu Cretaceous, Japan. *Memoirs of Ehime University, Natural Science, Series D*, **9**, 1–50.
- 松川正樹・富島耕太郎(2009) 山中白亜系の層序と堆積環境に関する Matsukawa (1983)以後の研究の評価. 東京学芸大学紀要自然科学系, **61**, 119–144.
- 松丸国照・須藤和人・瀬名波 任(1976) 埼玉県入間郡日高町高麗川河床からのオルビトリナ化石の発見. 地質学雑誌, **82**, 661–662.
- 松丸国照・須藤和人・大沢今朝男・大附邦夫(1979) 関東山地東部の地質—Part 1. 正丸・吾野周辺の地質—. 埼玉大学紀要教育学部(数学・自然科学), **28**, 91–95.
- 松岡喜久次(2020) 埼玉県日高市高麗付近の地質—白亜系高岡層の礫岩の礫種構成と秩父帯の泥岩から産出したジュラ紀放射虫化石—. 埼玉県立川の博物館紀要, **20**, 25–32.
- 中畑浩基・磯崎行雄・小坂和夫・坂田周平・平田岳史(2015) 関東山地北縁, 上部白亜系跡倉層・柄谷層の碎屑性ジルコン年代パターン—飛騨帯と中央構造線南縁との弧横断方向の関連—. 地学雑誌, **124**, 633–656.
- 中畑浩基・磯崎行雄・堤 之恭・岩本直哉(2016) 関東南部の浅海成白亜系の碎屑性ジルコン年代スペクトル. 地学雑誌, **125**, 353–380.
- 渋谷 紘・堀口万吉(1967) 関東山地東縁部に白亜紀層の発見. 地質学雑誌, **73**, 575–577.
- Ogasawara, M., Fukuyama, M. and Horie, K. (2016) SHRIMP U–Pb zircon dating of the Kinshozan Quartz Diorite from the Kanto Mountains, Japan: Implications for late Paleozoic granitic activity in Japanese Islands. *Island Arc*, **25**, 28–42.
- 指田勝男(1992) 関東山地東縁部の秩父帯北・中帯. 地学雑誌, **101**, 573–593.
- Sláma, J., Košler, J., Condon, D.J., Crowley, J.L., Gerdes, A., Hanchar, J.M., Horstwood, M.S. A., Morris, G.A., Nasdala, L., Norberg, N., Schaltegger, U., Schoene, B., Tubrett, M.N. and Whitehouse, M.J. (2008) Plešovice zircon — A new natural reference material for U–Pb and Hf isotopic microanalysis. *Chemical Geology*, **249**, 1–35.
- 高木秀雄・柴田 賢(2000) 古領家帯の構成要素と古領家—黒瀬川地帯の復元. 地質学論集, no. 56, 1–12.
- Takahashi, Y., Cho, D.L. and Kee W.S. (2010) Timing of mylonitization in the Funatsu Shear Zone within Hida Belt of southwest Japan: Implications for correlation with the shear zones around the Ogcheon Belt in the Korean Peninsula. *Gondwana Research*, **17**, 102–115.
- Tsutsumi, Y., Yokoyama, K., Kasatkin, S.A. and Golozubov, V. (2014) Zircon U–Pb age of granitoids in the Maizuru Belt, southwest Japan and the southernmost Khanka Massif, Far East Russia. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, **109**, 97–102.
- Wiedenbeck, M., Allé P., Corfu, F., Griffin, W., Meier, M., Oberli, F., Von, Q.A., Roddick, J. and Spiegel, W. (1995) Three natural zircon standards for U–Th–Pb, Lu–Hf, trace element and REE analyses. *Geostandards Newsletter*, **19**, 1–23.
- Zhao, X., Mao, J., Ye, H., Liu, K. and Takahashi, Y. (2013) New SHRIMP U–Pb zircon ages of the granitic rocks in the Hida Belt, Japan: Implications for tectonic correlation with Jiamushi massif. *Island Arc*, **22**, 508–521.

(受付 : 2020年5月15日 ; 受理 : 2020年10月6日)

新期富士火山降下火砕物の再記載と噴出量の見積もり

山元 孝広^{1,*}・中野 俊¹・石塚 吉浩¹・高田 亮²

YAMAMOTO Takahiro, NAKANO Shun, ISHIZUKA Yoshihiro and TAKADA Akira (2020) Quantitative re-description of the younger pyroclastic fall deposits ejected from Fuji Volcano, Japan. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 71 (6), p. 517-580, 54 figs, 1 table.

Abstract: The younger Fuji pyroclastic fall deposits since 1,500 cal BC have been re-described with new geochemical data from representative outcrops. And, we measured minimum magma volumes for the fall deposits using the relationship between the area enclosed within an isopach and its thickness. From 1,500 cal BC to 300 cal BC, sub-Plinian eruptions took place at the summit and flanks, and ejected the S-10, Osawa, Omuroyama, S-13, S-18 and S-22 Pyroclastic Fall Deposits whose minimum volumes were about $1 \times 10^1 \text{ km}^3$ DRE (dense-rock equivalent volume). From 300 cal BC to 1,100 cal AD, all eruptions occurred at the flank, and produced the Gotenbaguchi 1 to 7, Subashiriguchi-Umagaeshi 1 to 7, Yoshidaguchi 1 to 4, Futatsuzuka and S-23 Pyroclastic Fall Deposits, etc., whose minimum volumes were less than $2 \times 10^2 \text{ km}^3$ DRE. Our revised stratigraphy has suggested that the Subashiriguchi-Umagaeshi 6' Pyroclastic Fall Deposit and the Takamarubi Lava Flow are the products of the Jyohei eruption (AD 937).

Keywords: Fuji Volcano, pyroclastic fall deposit, magma volume, Jyohei eruption

要 旨

1,500 cal BC以降の新期富士降下火砕物の再記載を行い、各堆積物の層厚分布から最小マグマ体積を見積もった。また、代表的露頭から採取した噴出物の全岩化学組成分析を行い、その特徴から降下火砕物の対比を行っている。その露頭は、東山麓を中心にした太郎坊(御殿場口)、大日堂(東富士演習場)、上高塚(東富士演習場)、須走口五合目、幻の滝下、須走口馬返、すぎな沢(須走)、大御神(新東名高速工事現場)、滝沢(北富士演習場)である。1,500 cal BCから300 cal BCにはS-10～S-22降下火砕物が山頂・山腹から噴出したが、このうちS-10、大沢、大室山、S-13、S-18、S-22降下火砕物の規模が大きく、見積もられた最小体積は岩石換算体積で各々 $1 \times 10^1 \text{ km}^3$ 前後である。300 cal BC頃は山腹割れ目噴火が卓越し、宝永噴火を除いて規模が小さく、鍵層として広範囲に分布する降下火砕物は堆積していない。そのため、山元ほか(2011)が東山腹のものに須走口馬返降下火砕物群と定義したように、北東山腹のものには吉田口降下火砕物群、南東山腹のものには御殿場口降下火砕物群として、地域毎に下位から順に数字を付け新称した。

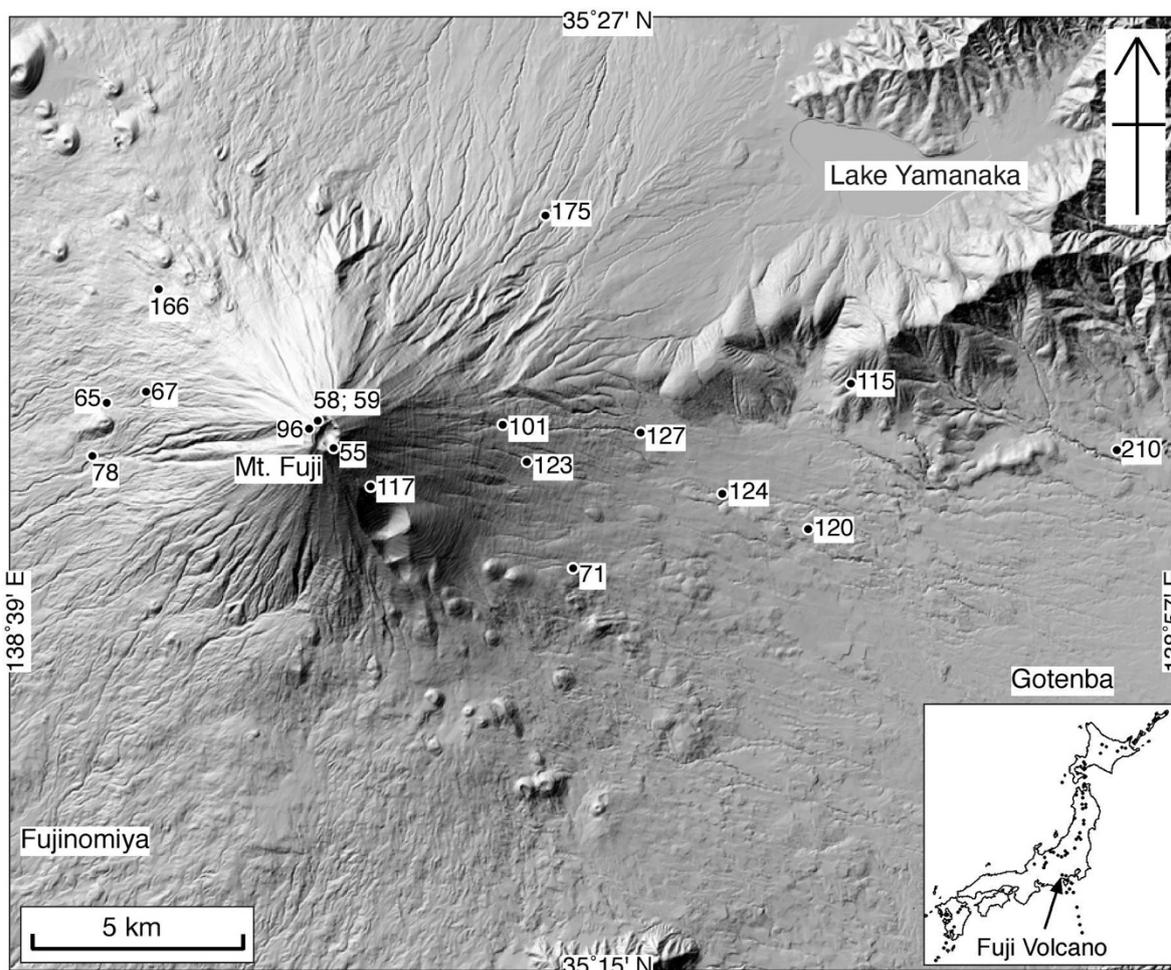
1. はじめに

活火山である富士火山(第1図)は、玄武岩マグマの活動を主体とするものの、比較的爆発的な噴火が多く、膨大な降下火砕物をこれまでに生産してきた。降下火砕物の層序に着目した富士火山の研究は、町田(1964)により着手され、その噴出物が富士黒土層(Black humic ash layer; 第2図)を挟んで下位の古期富士降下火砕層と上位の新期富士降下火砕層に分けられることを明らかにしている。また、町田(1964)は新期富士降下火砕層中の鍵層として、東麓の砂沢ラピリ層、北麓の大室ラピリ層、西麓の大沢ラピリ層を記載した。その後、泉ほか(1977)は、富士山頂から東に15 km離れた静岡県小山町の富士小山ゴルフクラブ北の砂利取り場の露頭を模式地に、新期富士降下火砕物を下位からS-1～S-25に細分し、砂沢ラピリがS-13、宝永降下火砕物がS-25となる層序を公表した。さらに宮地・鈴木(1986)と上杉ほか(1987)はS-23とS-24を細分し、宮地(1988)は富士山全体の降下火砕物層序を明らかにしている。このようにして確立された富士火山降下火砕物の層序は、約50年ぶりに津屋(1968)の地質図を改訂した高田ほか(2016)でも基本的に踏襲されてい

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Earthquake and Volcano Geology)

² 元所属 (Previous affiliation)

* Corresponding author: YAMAMOTO, T., Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: t-yamamoto@aist.go.jp



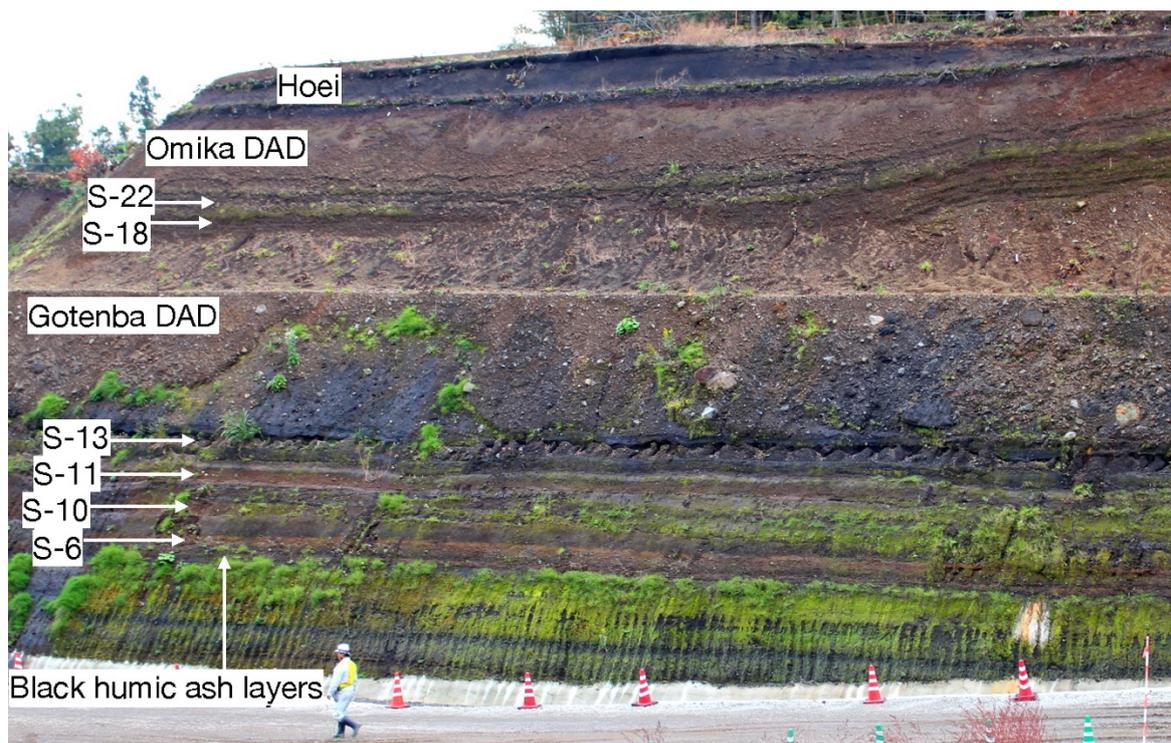
第1図 露頭位置図. 第3～12・14図の露頭位置を示す. それ以外の露頭位置は資料集no. 702 (山元ほか, 2020b)の表1を参照のこと. 陰影図は, 地理院地図からの出力.

Fig. 1 Index map for the outcrop localities in Figs. 3 to 12 and 14. See Table 1 in the GSJ Open-file Report no.702 (Yamamoto *et al.*, 2020b) for other localities. Shaded topographic image was outputted from GSI Maps by the Geospatial Information Authority of Japan.

る. すなわち, 山元ほか(2007)や高田ほか(2016)は, 約1.7万年前頃の溶岩大量流出を境に, それ以前を星山期(100 ka ~ 15,000 cal BC), それ以後を富士宮期(15,000 cal BC ~ 6,000 cal BC)と定義したが, これは町田(1964)の古期富士火山第I期と第II期に対応している. さらに, 町田(1964)の静穏期と新期富士火山を合わせたものを須走期と定義し, 富士黒土層の須走-a期(6,000 cal BC ~ 3,600 cal BC), 須走-b期(3,600 cal BC ~ 1,500 cal BC), 須走-c期(1,500 cal BC ~ 300 cal BC), 須走-d期(300 cal BC以降)に細分している. 降下火砕物との対応では, 須走-a期にS-1 ~ S-4, 須走-b期にS-5 ~ S-9, 須走-c期にS-10 ~ S-22, 須走-d期にS-23 ~ S-25が噴出した. なお, 宮地(1988)は, 南東麓の降下火砕物に対してI-1 ~ I-31(印野のI), 南~西麓のものにA-1 ~ A-13(栗倉のA), 北麓のものにN-1 ~ N-15(鳴沢のN)の名称を用いている. しかし, 各降下火砕物の記載で説明するように宮地(1988)のI降下火

砕物群とN降下火砕物群の層序認定には明らかな問題があること, 著者らの野外調査では両降下火砕物群の一部の存在が確認できないことから, これらの名称を本報告では用いない. A降下火砕物群については, A-1 ~ A-2が富士宮期[A-2は町田(1964), 山元(2014a)の村山スコリア], A-5 ~ A-8が須走-b期[高田・小林(2007)のSb-F1 ~ F3と白塚スコリア丘], A-9 ~ A-13(A9は大沢降下火砕物)が須走-c期に噴出している.

降下火砕物の層序を構築するためには良好な露頭の存在が不可欠であるが, 近年は泉ほか(1977)の観察した小山町の模式露頭も完全に樹木に覆われ, これを観察することは出来ない. 御殿場口にある降下火砕物の代表的な太郎坊の露頭(Loc. 71; 第1図)も年々土砂による埋没が進み, 野外調査の条件は悪くなっている. その一方, 東山麓では2017年から始まった新東名高速道路建設に伴い好露頭が出現しているが(第2図), これも将来は観察



第2図 新東名高速道路工事現場に露出する富士黒土層と新期富士降下火砕物。御殿場(2.9 ka)・大御神(1.1 ka)岩屑なだれ堆積物が、間に挟まれている。静岡県小山町大御神。人物はスケール。

Fig. 2 Outcrop photograph of the younger Fuji pyroclastic falls deposits overlying black humic ash layers at the construction site of the Shin-Tomei Highway (Omika, Oyama Town). The Gotenba (2.9 ka) and Omika (1.1 ka) Debris Avalanche Deposits (DAD) are interbedded within them. Scale is a person.

が不可能となろう。このようなことから、本報告では露頭情報を後世に残す目的で、模式地全てを設定し直してS-10以降の降下火砕物の再記載を行う。S-10で区切る理由は、この火砕噴火から山頂で規模の大きな爆発的噴火が始まったからである。一方、S-9以前の須走-b期は現火山錐形成期であり(高田ほか, 2016), 降下火砕物の給源近傍相は山体内に埋もれているため、山麓の降下火砕物と山体構成物の対比が困難である。また、細分化されたS-24降下火砕物群については、山元ほか(2011)が新称したように、須走口馬返、吉田口、御殿場口と地域毎に固有の地層名を定義することにする。実際、上杉ほか(1987), Kobayashi *et al.* (2007)や田島ほか(2007)が命名したS-24降下火砕物群は、場所毎に異なる堆積物が同じ番号で呼ばれており、層序が混乱している(第1表)。この時期には山腹での割れ目噴火が繰り返され、降下火砕物の分布が局在化しており、広い範囲に追跡できる鍵層がないことが、混乱の原因となっていよう。なお、本報告では、年代値として特に断らない限り、放射性炭素(^{14}C)年代測定による較正暦年代(cal BC, cal AD)を使用し、暦年較正には、IntCal13 (Reimer *et al.*, 2013)を用いている[年代測定結果の一覧は、高田ほか(2016)の付表2に示している]。また、未較正の ^{14}C 年代を示す場合は、単

位としてyBPを付している。さらに、 ^{14}C 年代値が直接得られていない降下火砕物に対しては、上下層の年代値を等分割りして層序学的に決めている。

2. 降下火砕物の体積と全岩化学組成

2.1 等層厚線と体積計測法

今回記載した各降下火砕物のマグマ噴出量については、層厚分布からLegros (2000)の手法を使って見積りを行う。この手法は一つの等層厚線の面積から全体積の最小値を与えるもので、指数関数的に減少する降下火砕物全体の等層厚分布が把握できていない場合にも用いることが可能である。複数の等層厚線が作成できた場合は、各最小値から最も大きな値を採用している。また、真の体積は最小値の数倍以内であることが多い(Legros, 2000)。なお、この手法を宝永降下火砕物に適用するとMiyaji *et al.* (2011)の面積積分法によるマグマ体積 $7 \times 10^{11} \text{ km}^3 \text{ DRE}$ に対して、16 cm等層厚線の最小体積は $4 \times 10^{11} \text{ km}^3 \text{ DRE}$ となる(DRE=岩石換算体積; 堆積物の平均密度は $1,000 \text{ kg/m}^3$; 以下、本報告では岩石換算時にこの値を用いる)。なお、この最小体積は、あくまで降下火砕物マグマ量の目安であるので、その有効数字は1桁と

第1表 本研究と従来のS-24降下火砕物群の対比

Table 1 Correlation between the previous S-24 Pyroclastic Fall Deposits and this study.

This Study	Nakano <i>et al.</i> , 2007	Tajima <i>et al.</i> , 2007	Kobayashi <i>et al.</i> 2007			Koyama, 1998b	
	Kita-Fuji Maneuver Area	Takizawa	Subasiriguchi 5th Station	Yamanaka-rindo1	Yamanaka-rindo2		Dainichido
SU-7			S-24-9		S-24-7	S-24-10	Sb-a
SU-6'			S-24-7	S-24-5-3	S-24-5-3		
SU-6			S-24-7	S-24-5-2		S-24-6	Sb-b
SU-5	S-24-7		S24-6	S-24-5-1			
SU-4			S-24-5				
SU-3						S-24-5-3	
YG-4		S-24-5					
YG-3		S-24-4					
YG-2		S-24-3					
YG-1		S-24-2					
SU-2							
SU-1						S-24-5-2	
S-23	S-24-1	S-24-1					
S-22	S-18?	S-18				S-24-5	

見なして本報告では表記する。計測の元となる等層厚線は、露頭で測られた層厚値を初生的な堆積厚よりも少ない最小値を示すものとして扱い、なるべく凹凸の少ない閉じた曲線となるように作図した。なぜなら、地表に定置した降下火砕物は地層として固定されるまでに当然ながら降雨等による侵食作用を繰り返し受けるものであり、よほど好条件の場所以外は初生的な体積厚のまま残ることは無いからである。また、一部の等層厚線の作図では、宮地(1988)とMiyaji *et al.* (1992)を参考にし、不足する層厚値情報を補っている。さらに、噴火地点が特定出来た降下火砕物に対しては等層厚線を閉塞させ面積を計測したが、特定出来ないものは、分布が確実な範囲で等層厚線を断ち切り面積を計測した(その範囲は、破線の補助線で示している)。従って、このような降下火砕物に対して見積もられた体積は、Legros (2000)の最小値よりも更に小さくなる。降下火砕物の層厚とスコリアの平均最大径を記載した露頭の一覧は、地質調査総合センター研究資料集no. 702(山元ほか, 2020b; 以下, 「資料集no. 702」と省略)の表1に示した。平均最大径は、上位3~5個のスコリアの長径の平均値である。また、各降下火砕物の等層厚線面積と最小体積計測結果は資料集no. 702の表2に示した。

2.2 全岩化学組成測定手法

本報告では、代表的露頭の降下火砕堆積物から採取したスコリアの全岩化学組成の特徴から山麓の火砕物(山元, 2014b)と山頂部の火砕物(山元ほか, 2016)を対比する。スコリアは超音波洗浄した試料を粗砕し、比較的新鮮な内部破片を手選別して10 gを分析対象とした。粗粒なものはなるべくスコリア1粒子を対象としたが、粒径が小さく十分な量が集まらないものは複数粒子

からの破片を寄せ集めている。また、スコリアによっては、内部まで赤褐色に変色しているものもある。そのような試料の灼熱減量は2 wt%を超え、若干の変質の影響があり得るが、そのまま分析結果を対比に用いた。山麓のスコリアを対象としたICP発光分光・質量分析結果一覧は、資料集no. 702の表3に示した。分析は、カナダのActivation Laboratories社に依頼した。また、主に山頂部の火砕物・溶岩を対象とした蛍光X線分析結果一覧は、資料集no. 702の表4に示した。分析には、産総研地質調査総合センターのPhilips社製PW1404を用いた。なお、本文中での全岩化学組成は、灼熱減量分を除いた主要元素の酸化物組成(全鉄はFe₂O₃)の合計を100%で規格化している。含有量の分散が特に大きい元素はK₂O, Y, Zrなどの液相濃集元素で、同じSiO₂量において2倍以上の開きがある(K₂O=0.39~0.84 wt%; Y=15~33 ppm; Zr=41~118 ppm)。降下火砕物の対比では、これらの元素含有量が大きな指標となったので、第3~11図の柱状図に値を示している。

3. 降下火砕物の代表的露頭

スコリアの化学組成分析を行った富士火山降下火砕物の代表的露頭(第1図)は以下の通りである。これらは主に東山麓に位置しており、なるべく多くの降下火砕物が確認でき、層序関係の明確な露頭を選んでいる。

3.1 太郎坊

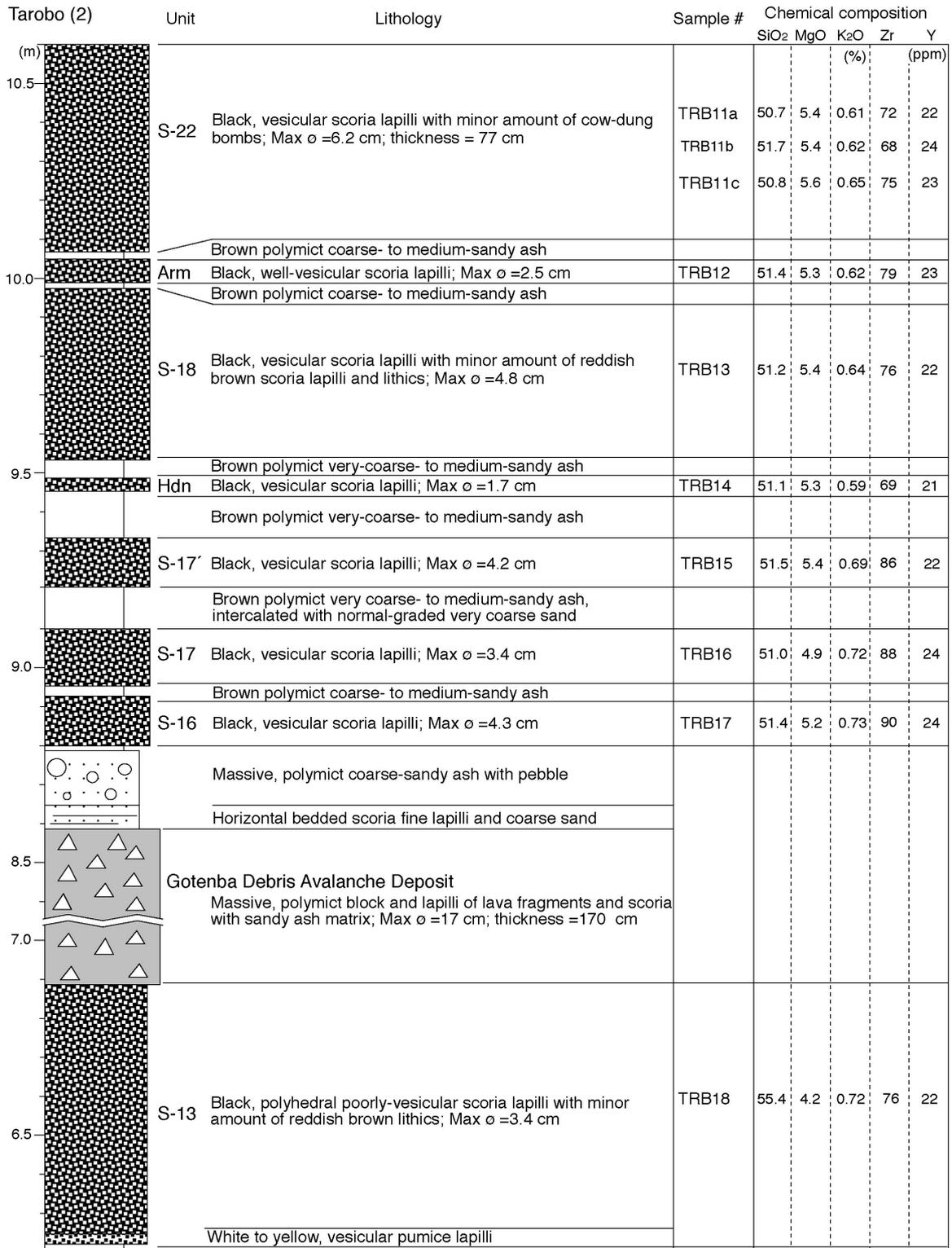
静岡県御殿場市御殿場口新五合目の第一駐車場の南側にある沢沿いの自然露頭である(Loc. 71; 北緯35.33455°, 東経138.79496°; 第1図)。この露頭は、Miyaji *et al.* (1992)のTarou-bou (Stop 2-5)、宮地(1996)の「太郎坊」、上杉(2003)の「太郎坊」や山元ほか(2011)のLoc. 2、金子ほか

新期富士火山降下火砕物の再記載と噴出量の見積もり (山元ほか)

Tarobo (1) (m)	Unit	Lithology	Sample #	Chemical composition				
				SiO ₂	MgO	K ₂ O	Zr	Y
14.5	Hoei	Black to dark gray, polyhedral poorly-vesicular scoria lapilli; Max ϕ =7.0 cm; thickness = 236 cm				(%)		(ppm)
		White, polyhedral, vesicular pumice lapilli; Max ϕ =8.0 cm						
14.5	Nft	Dark brown polymict sandy soil						
		Brown polymict sandy soil, containing Iz-KT ash (AD838)						
14.5	Akt	Black, vesicular scoria lapilli; Max ϕ =4.2 cm	TRB01	49.9	5.4	0.61	82	24
		Brown polymict sandy soil						
14.0	SU-1	Black, spinose well-vesicular scoria lapilli; Max ϕ =2.2 cm	TRB02	50.1	5.7	0.80	100	26
		Brown polymict very coarse- to medium-sandy ash						
14.0	Ftz	Black to reddish brown, vesicular scoria lapilli; Max ϕ =2.5 cm	TRB03	49.7	5.5	0.63	99	27
		Brown polymict very coarse- to medium-sandy ash						
13.5	GG-7	Massive, matrix-supported pebble with coarse-sandy ash; Max ϕ =8.0 cm						
		Horizontal bedded scoria fine-lapilli and very coarse sand						
12.0	GG-6	Stratified, black, vesicular scoria lapilli; Max ϕ =3.1 cm; thickness = 167 cm	TRB04	49.8	6.2	0.40	46	17
			TRB04b	51.0	6.3	0.43	41	15
11.5	GG-5	Brown polymict very coarse- to medium-sandy ash						
		Black to reddish brown, vesicular scoria lapilli; Max ϕ =4.5 cm	TRB05	49.8	5.5	0.57	74	21
11.0	GG-4	Brown polymict very coarse- to medium-sandy ash						
		Black to reddish brown, vesicular scoria lapilli; Max ϕ =3.0 cm	TRB06	51.0	5.5	0.50	59	18
11.0	GG-3	Brown polymict very coarse- to medium-sandy ash						
		Black to reddish brown, vesicular scoria lapilli; Max ϕ =2.8 cm	TRB07	49.5	6.2	0.41	49	15
11.0	GG-2	Brown polymict very coarse- to medium-sandy ash						
		Reverse-graded, black, vesicular scoria lapilli; Max ϕ =2.5 cm	TRB08	49.8	5.8	0.49	58	17
11.0	GG-1	Massive, polymict coarse-sandy ash with pebble; Max ϕ =5.0 cm						
		Black, vesicular scoria lapilli; Max ϕ =2.2 cm	TRB09	50.3	5.6	0.47	50	16
11.0	S-22	Brown polymict coarse- to medium-sandy ash						
		Black, vesicular scoria lapilli; Max ϕ =1.2 cm						
11.0	S-22	Brown polymict very coarse- to medium-sandy ash						
		Black, vesicular scoria lapilli; Max ϕ =1.9 cm	TRB10	50.1	5.4	0.55	69	20
11.0	S-22	Brown polymict coarse- to medium-sandy ash						

第3図 太郎坊 (Loc. 71) の露頭柱状図。Iz-KTはAD 838に噴出した神津島天上山テフラ。FJM303・FJM307の¹⁴C年代値は、山元ほか(2005)による。また、FJ-GSJ-C2の¹⁴C年代値は、山元ほか(2011)による。層序の詳細は、山元(2014b)の地点011130-1を参照のこと。山元ほか(2011)を改変。

Fig. 3 Stratigraphic columns for the Tarobo outcrop (Loc. 71). Iz-KT is the Kozushima-Tenjyosan Tephra erupting at AD 838. The ¹⁴C ages for FJM303 and FJM307 are from Yamamoto *et al.* (2005), and the ¹⁴C age for FJ-GSJ-C2 is from Yamamoto *et al.* (2011). See Loc. 011130-1 in Yamamoto (2014b) for stratigraphic details. Modified from Yamamoto *et al.* (2011).



第3図 続き.

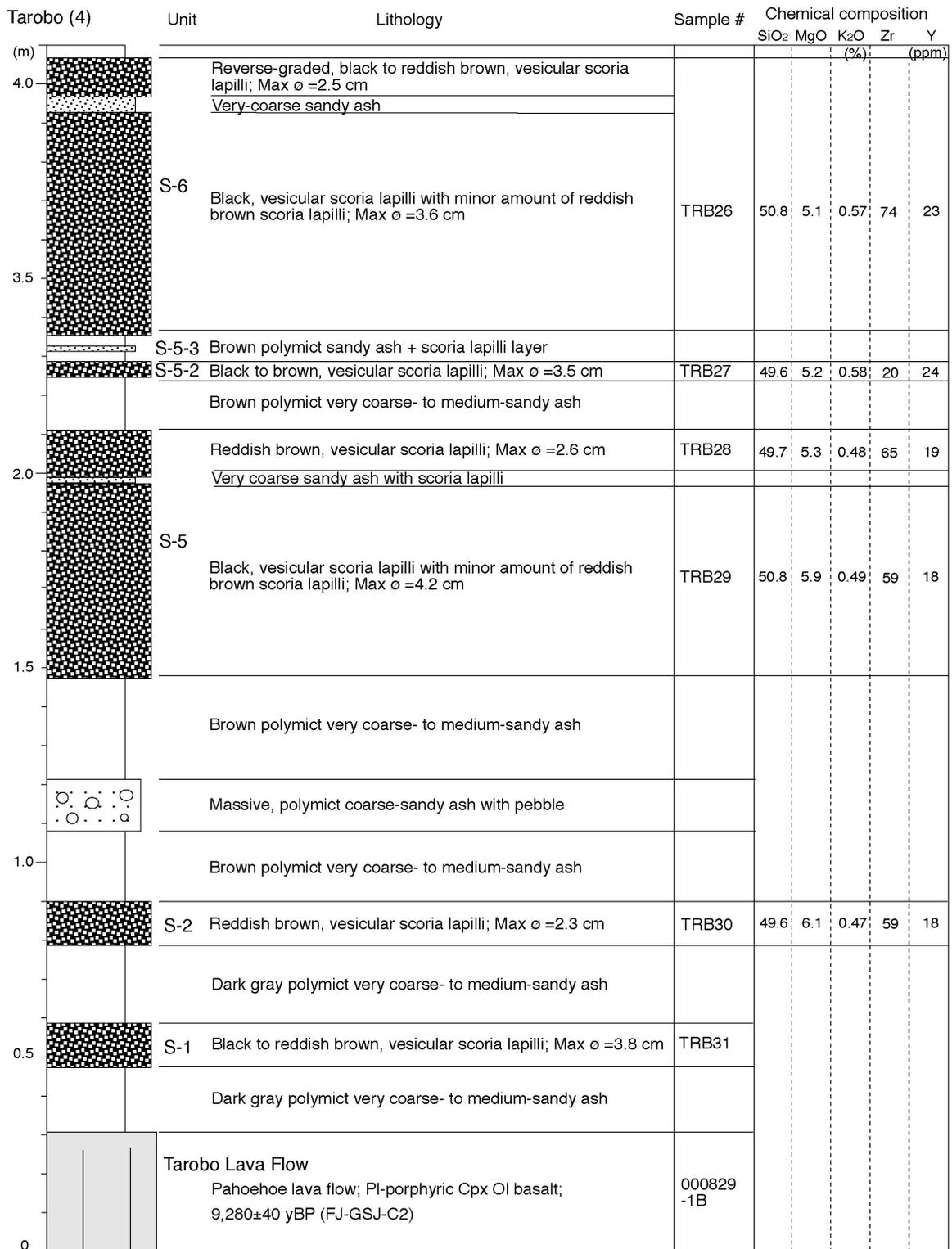
Fig. 3 Continued.

新期富士火山降下火砕物の再記載と噴出量の見積もり (山元ほか)

Tarobo (3) (m)	Unit	Lithology	Sample #	Chemical composition				
				SiO ₂	MgO	K ₂ O	Zr	Y
		Brown polymict very coarse- to medium-sandy ash				(%)		(ppm)
	S-12	Black to reddish brown, vesicular scoria lapilli; Max ϕ =1.8 cm	TRB19	51.3	5.2	0.48	59	19
6.0		Brown polymict very coarse- to medium-sandy ash						
	S-11	Black, vesicular scoria lapilli; Max ϕ =3.3 cm	TRB20	50.0	5.2	0.39	51	16
		Brown polymict very coarse- to medium-sandy ash, containing Kawagodaira Pumice	TRB21					
		Massive, polymict coarse-sandy ash with pebble; Max ϕ =4.5 cm						
5.5		Brown polymict very coarse- to medium-sandy ash						
	S-10	Black, poorly-vesicular scoria lapilli with minor amount of cow-dung bombs and lithics; Max ϕ =3.6 cm	TRB22	53.4	4.3	0.65	70	21
5.0								
		Brown polymict very coarse- to medium-sandy ash						
4.5								
		Consolidated, polymict medium- to fine-sandy ash with scoria lapilli, containing charcoal; 3,900 \pm 50 yBP (FJM303)	TRB23					
5.0								
		Brown polymict very coarse- to medium-sandy ash						
	S-8	Reddish brown, vesicular scoria lapilli; Max ϕ =2.8 cm	TRB24	51.2	4.5	0.60	85	24
		Brown polymict very coarse- to medium-sandy ash						
4.5		Discontinuous bedded, consolidated polymict scoria lapilli and medium sandy ash						
		Black, vesicular scoria lapilli; Max ϕ =1.3 cm						
		Consolidated, polymict scoria lapilli and crystalline ash, containing charcoal; 3,950 \pm 40 yBP (FJM307)	TRB25					
		Brown polymict very coarse- to medium-sandy ash						

第3図 続き.

Fig. 3 Continued.



第3図 続き.

Fig. 3 Continued.

(2014)の「太郎坊」として度々記載されてきた。富士宮期太郎坊溶岩流(高田ほか, 2016)から宝永降下火砕物まで厚さ約17 mの連続露出があり, 以下の代表的な新期富士降下火砕物が観察できた(第3図)。すなわち, 下位からS-1, S-2, S-5, S-5-2, S-5-3, S-6, S-8, S-10, S-11, S-12, S-13, S-16, S-17, S-17', 白山岳西(Hdn), S-18, 荒巻(Arm), S-22, 御殿場口1~7(GG-1~-7), ニッ塚(Ftz), 須走口馬返1(SU-1), 赤塚(Akt), 西ニッ塚(Nft), 宝永降下火砕物である。このうち, 御殿場口1~7降下火砕物は, 本露頭を模式地に本報告で新たに定義するものである。また, S-5・S-6降下火砕物間の2枚の降下火砕物は, Miyaji *et al.* (1992)の柱状図に記載されているものの, 未命名であるので本報告でS-5-2・S-5-3降下火砕物とした。さらに, S-13とS-16の間には御殿場岩屑なだれ堆積物(高田ほか, 2016)があり, S-6とS-7の間, S-7とS-10の間には炭化木片を含む二枚の須走-b期の火砕サージ堆積物(TRB23, TRB25)が挟まれている。外来テフラとしては, S-11直下の土壤にカワゴ平軽石(嶋田, 2000)が存在する。このほか, Kobayashi *et al.* (2007)は, 西ニッ塚・宝永降下火砕物間の土壤から神津島天上山テフラ(Iz-KT; 杉原ほか, 2001)を検出している。露頭の記載は, 2001年11月に実施した。しかし, 露頭のある沢は融雪時に度々発生する洪水や土石流(いわゆる雪代)堆積物により埋め立てられつつあり, 2019年10月時点で露頭面の大半は埋没している。

3.2 大日堂

静岡県御殿場市, 東富士演習場内の大日堂の東に位置する連絡道沿いの露頭である(Loc. 124; 北緯35.34815°, 東経138.83063°; 第1図)。Kobayashi *et al.* (2007)の「大日堂東」, 山元ほか(2011)のLoc. 12として記載されている。ここでは, 御殿場岩屑なだれ堆積物を覆う以下の新期富士降下火砕物が観察できた(第4図)。すなわち, 下位からS-15, S-16, S-17, S-17', 白山岳西(Hdn), S-18, S-19, 荒巻(Arm), S-21, S-22, ニッ塚(Ftz), S-23, 須走口馬返1(SU-1), 須走口馬返3(SU-3), 須走口馬返6(SU-6), 須走口馬返7(SU-7), 宝永降下火砕物である。Kobayashi *et al.* (2007)と山元ほか(2011)の降下火砕物の対比は, 第1表に示している。山元ほか(2011)は, この露頭でKobayashi *et al.* (2007)がS-24-5とした降下火砕物から $2,200 \pm 40$ yBP (FJM425)の ^{14}C 年代値を得ており, 層序関係からも, これがS-22降下火砕物であることは確実である。このほか, Kobayashi *et al.* (2007)は, 須走口馬返3・6降下火砕物間の土壤から神津島天上山テフラ(Iz-KT)を検出している。露頭の記載は, 2003年11月に実施した。2019年10月時点で露頭の状態は不明である。

3.3 上高塚

静岡県御殿場市, 東富士演習場内の上高塚の西に位置

する沢沿いの自然露頭である(Loc. 120; 北緯35.34232°, 東経138.85387°; 第1図)。ここでは, 御殿場岩屑なだれ堆積物を覆う以下の新期富士降下火砕物が観察できた(第5図)。すなわち, 下位からS-15, S-16, S-17, S-17', S-18, S-19, S-21, S-22である。この露頭を報告した文献はない。露頭の記載は, 2003年11月に実施した。2019年10月時点で露頭の状態は不明である。

3.4 須走口五合目

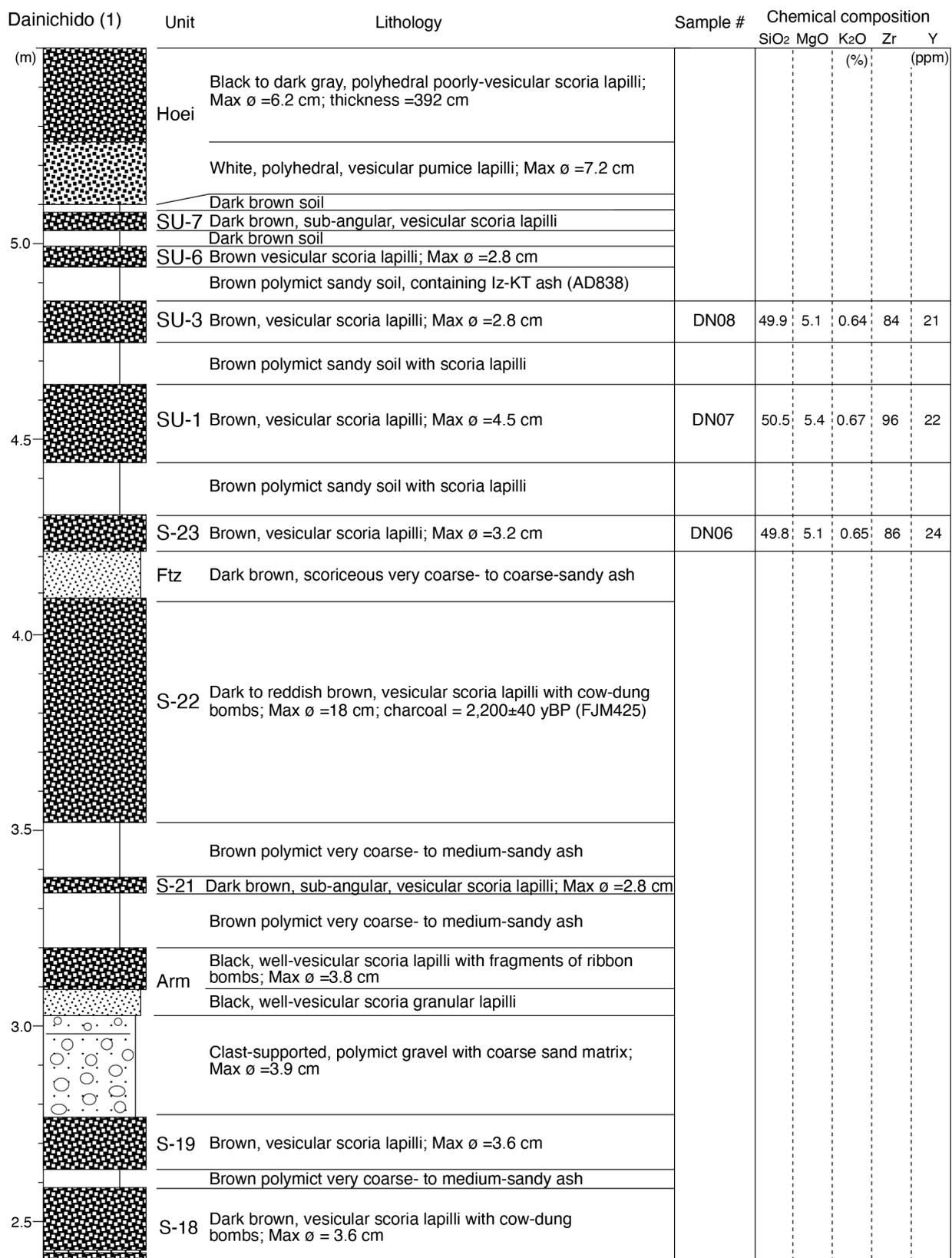
静岡県小山町須走口五合目の駐車場西に位置するブル道沿いの露頭である(Loc. 101; 北緯35.36602°, 東経138.77577°; 第1図)。Kobayashi *et al.* (2007)の「須走五合目」, 山元ほか(2011)のLoc. 7として記載されている。ここでは, 須走-d期の海苔川溶岩流(高田ほか, 2016)を覆う以下の新期富士降下火砕物が観察できた(第6図)。すなわち, 下位から須走口馬返4(SU-4), 須走口馬返5(SU-5), 須走口馬返6(SU-6), 須走口馬返6'(SU-6'), 須走口馬返7(SU-7), 宝永降下火砕物である。山元ほか(2011)では須走口馬返6降下火砕物としていたものを, 本報告では化学組成の違いから須走口馬返6・須走口馬返6'降下火砕物に二分している(詳細は後述)。Kobayashi *et al.* (2007)と山元ほか(2011)の降下火砕物の対比は, 第1表に示している。既に述べたように, 本報告ではKobayashi *et al.* (2007)の細分化されたS-24降下火砕物群の区分を用いない。露頭の記載は, 2002年8月に実施した。2019年10月時点で露頭は, 観察可能であった。

3.5 幻の滝下

静岡県小山町の幻の滝の下流に位置する沢沿いの自然露頭である(Loc. 123; 北緯35.35724°, 東経138.78209°; 第1図)。ここでは, 須走-b期溶岩流(高田ほか, 2016)を覆う以下の新期富士降下火砕物と海苔川溶岩流(山元ほか, 2011; 高田ほか, 2016)が観察できた(第7図)。すなわち, 下位からS-17', 白山岳西(Hdn), 須走口馬返3(SU-3), 須走口馬返6(SU-6), 宝永降下火砕物である。海苔川溶岩流は, 白山岳西・須走口馬返3降下火砕物間に位置している。この露頭を報告した文献はない。露頭の記載は, 2003年10月に実施した。2019年10月時点で露頭は, 観察可能であった。

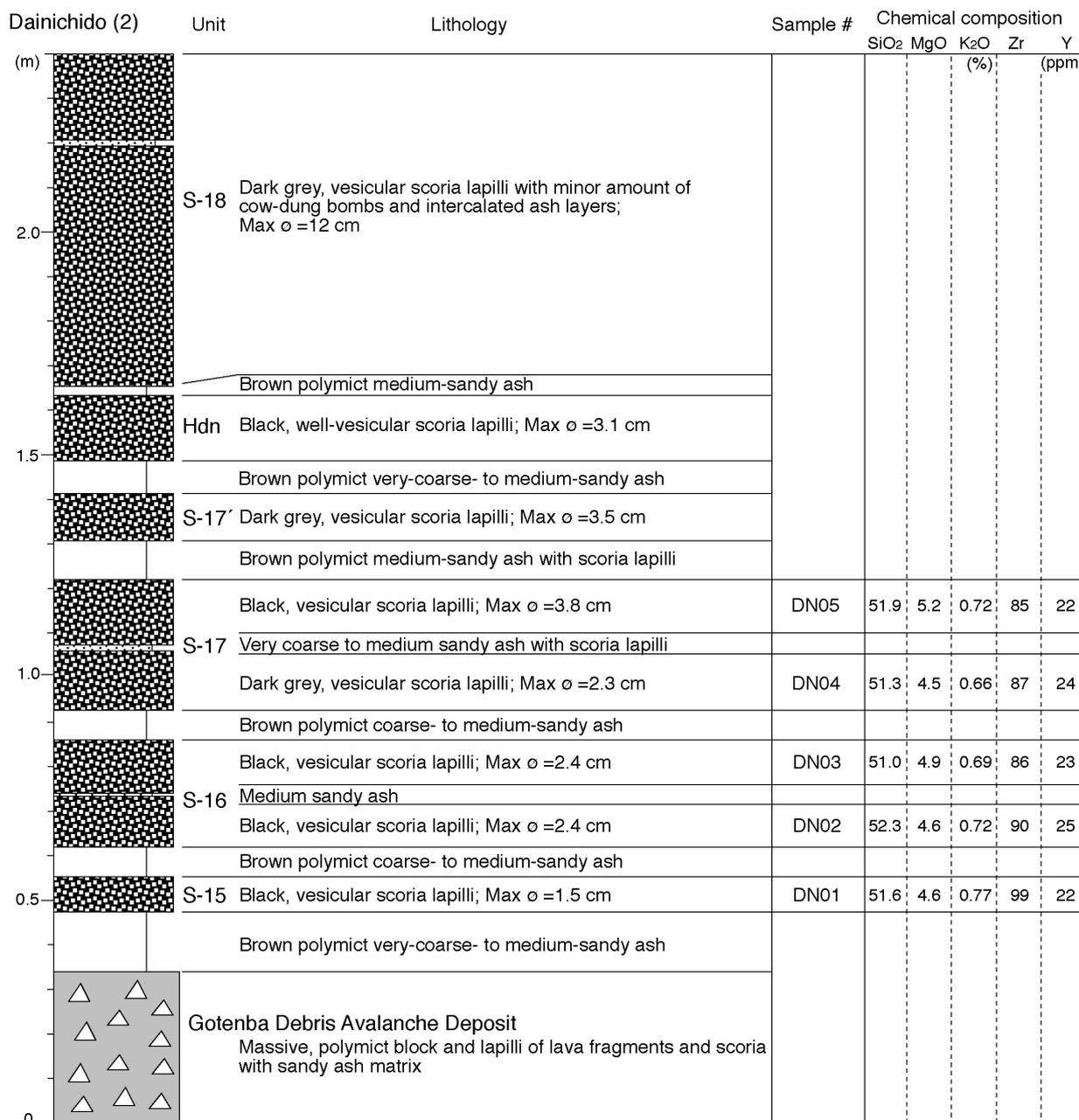
3.6 須走口馬返

静岡県小山町須走口旧馬返の南東に位置する海苔川沿いの自然露頭である(Loc. 127; 北緯35.36218°, 東経138.81326°; 第1図)。山元ほか(2011)のLoc. 11で, 須走口馬返1~7降下火砕物(SU-1~-7)の模式露頭とした(第8図)。須走口馬返5・6降下火砕物間の土壤に, 神津島天上山テフラの降下層準がある(山元ほか, 2011)。沢底には, 星山期の溶岩流(090913-2; 山元ほか, 2011)が露出し, 富士宮期及び須走-a・b期の噴出物が欠落している。



第4図 大日堂 (Loc. 124) の露頭柱状図。Iz-KTはAD 838に噴出した神津島天上山テフラ。FJM425の¹⁴C年代値は、山元ほか (2005) による。層序の詳細は、山元 (2014b) の地点031101-1を参照のこと。

Fig. 4 Stratigraphic columns for the Dainichido outcrop (Loc. 124). Iz-KT is the Kozushima-Tenjyosan Tephra erupting at AD 838. The ¹⁴C age for FJM425 is from Yamamoto *et al.* (2005). See Loc. 031101-1 in Yamamoto (2014b) for stratigraphic details.



第4図 続き.

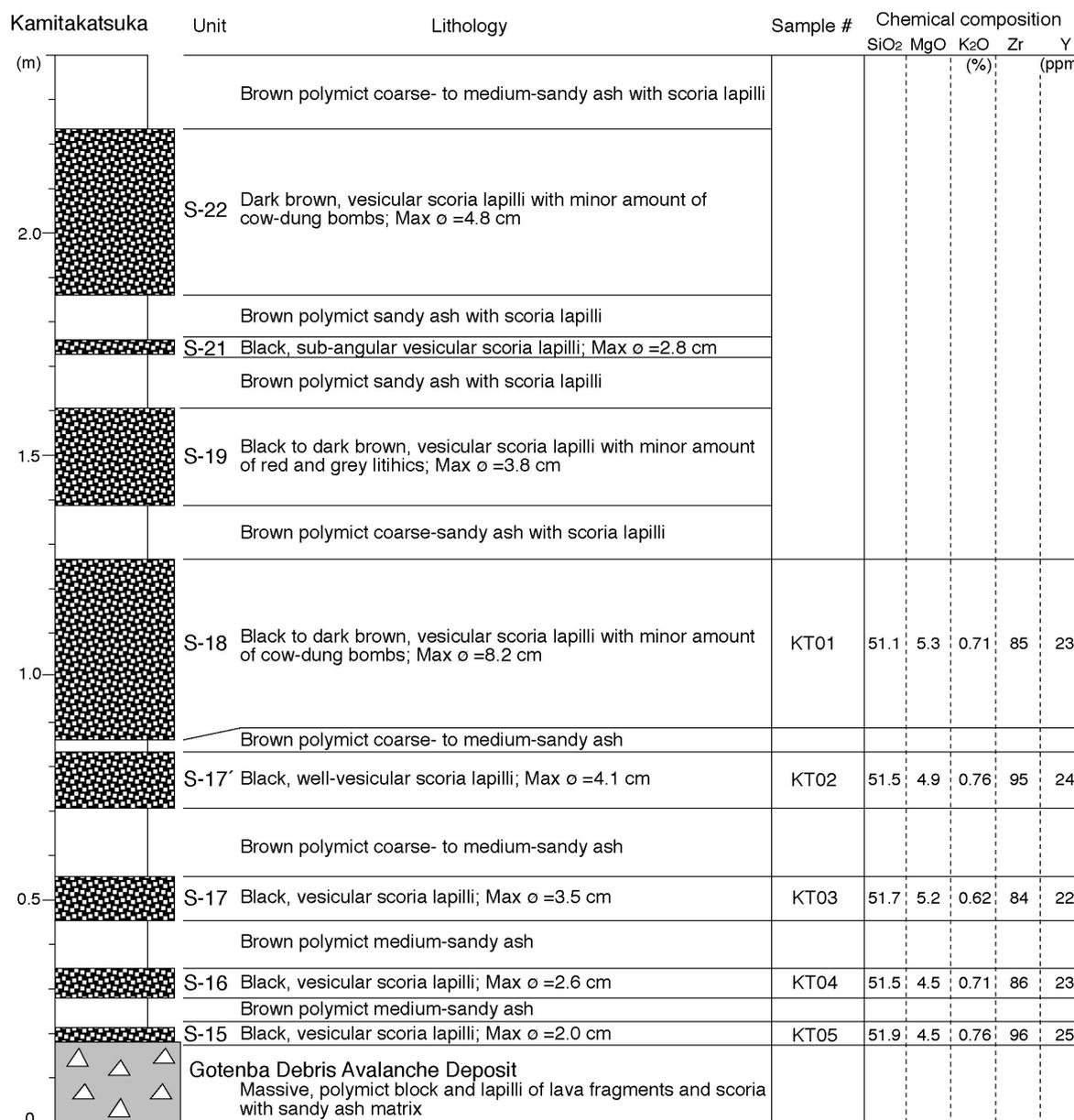
Fig. 4 Continued.

須走口馬返降下火砕物群の下位には、高密度洪水流堆積物を挟んでS-21・S-22降下火砕物が露出する。露頭の記載は、2009年9月に実施した。2019年10月時点で露頭は、観察可能であった。

3.7 すぎな沢

静岡県小山町須走のすぎな沢沿いの人工露頭である (Loc. 115; 北緯35.37375°, 東経138.86666°; 第1図)。宮地(1988)のLoc. 573, 上杉ほか(1996)の「すぎな沢」, 山元ほか(2005)のLoc. 50として記載されている。ここで

は、富士黒土層を覆うS-1～S-23の新期富士降下火砕物群のほとんどが観察できる。本報告では、S-10, S-14, S-16, S-17, S-17', S-18, S-19, S-20, S-21, S-22, S-23降下火砕物のスコリアを採取し、全岩化学組成分析を行った(第9図)。S-13・S-14降下火砕物間には、砂質土壤中に粒径の不揃いなスコリア垂角礫の火山礫(SB09)が多く含まれる層準があり、土壌層と混合した降下火砕物の可能性がある。ただし、東山腹では御殿場岩屑なだれの流下によりS-14降下火砕物を含む上下の堆積物が広範囲にわたり削剥され、現時点でSB09に対比されうる堆積物



第5図 上高塚 (Loc. 120) の露頭柱状図。

Fig. 5 Stratigraphic columns for the Kamitakatsuka outcrop (Loc. 120).

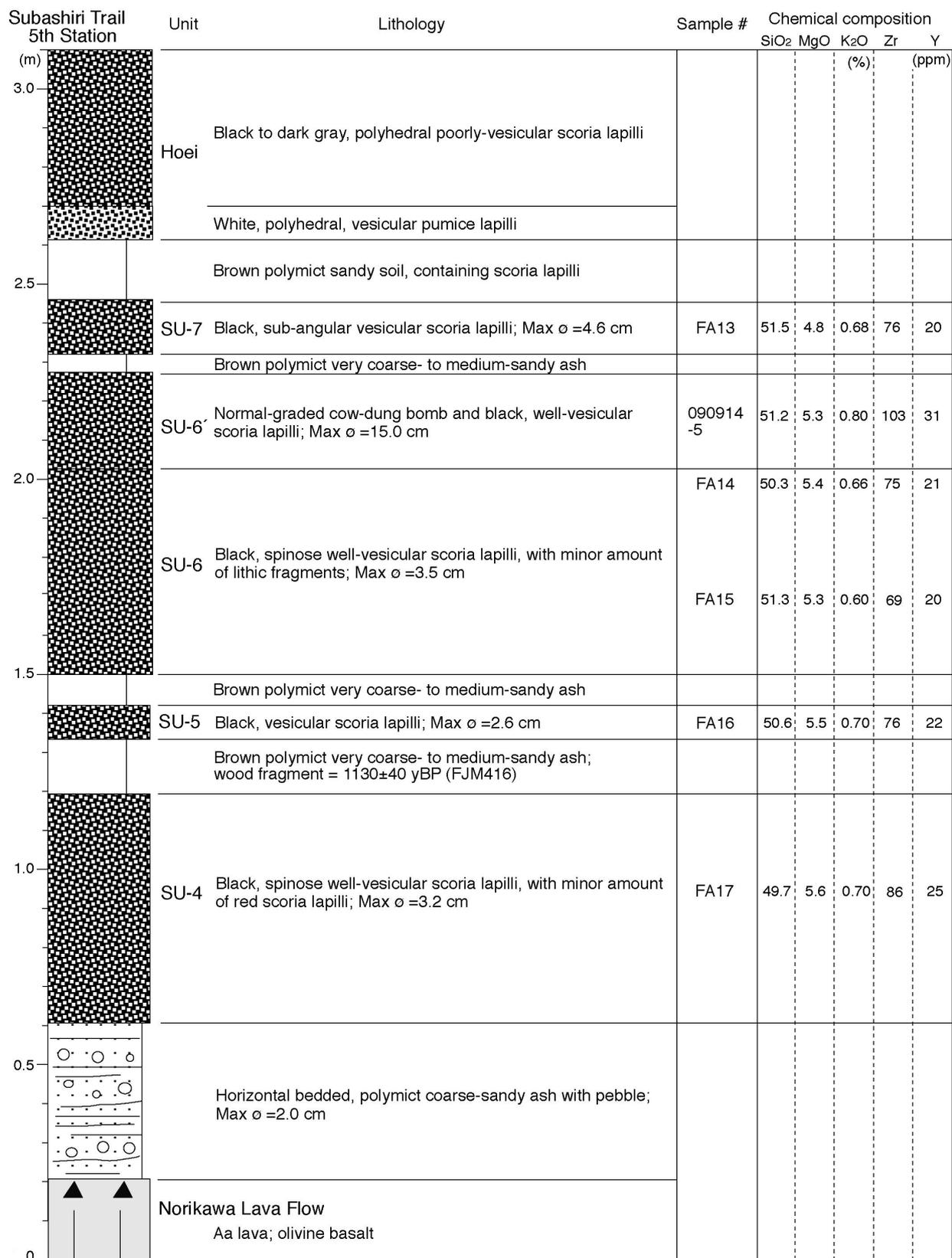
の存在を周辺で確認することが出来ていないので、これがどのような火砕物かは判断できていない。また、宮地 (1988) はこの露頭で厚さ数 10 cm の S-15 降下火砕物を記載しているが、全岩化学組成が S-15 と一致するものを S-14・S-16 降下火砕物間に確認することが出来なかった (詳細は後述)。柱状図から判断すると、宮地 (1988) がこの露頭で記載した S-14・S-15 は、本報告の SB09・S-14 に相当しよう。なお、この露頭の降下火砕物群は斜面上に堆積しており、各火砕物の層厚は周辺よりも薄い傾向がある。上杉ほか (1996) は、本露頭内で多くの不整合面を報告しているほか、山元ほか (2020) は再堆積した火砕物

の存在を記載している。露頭の記載は、2003年2月に実施した。2019年10月時点で露頭の状況は不明である。

3.8 大御神

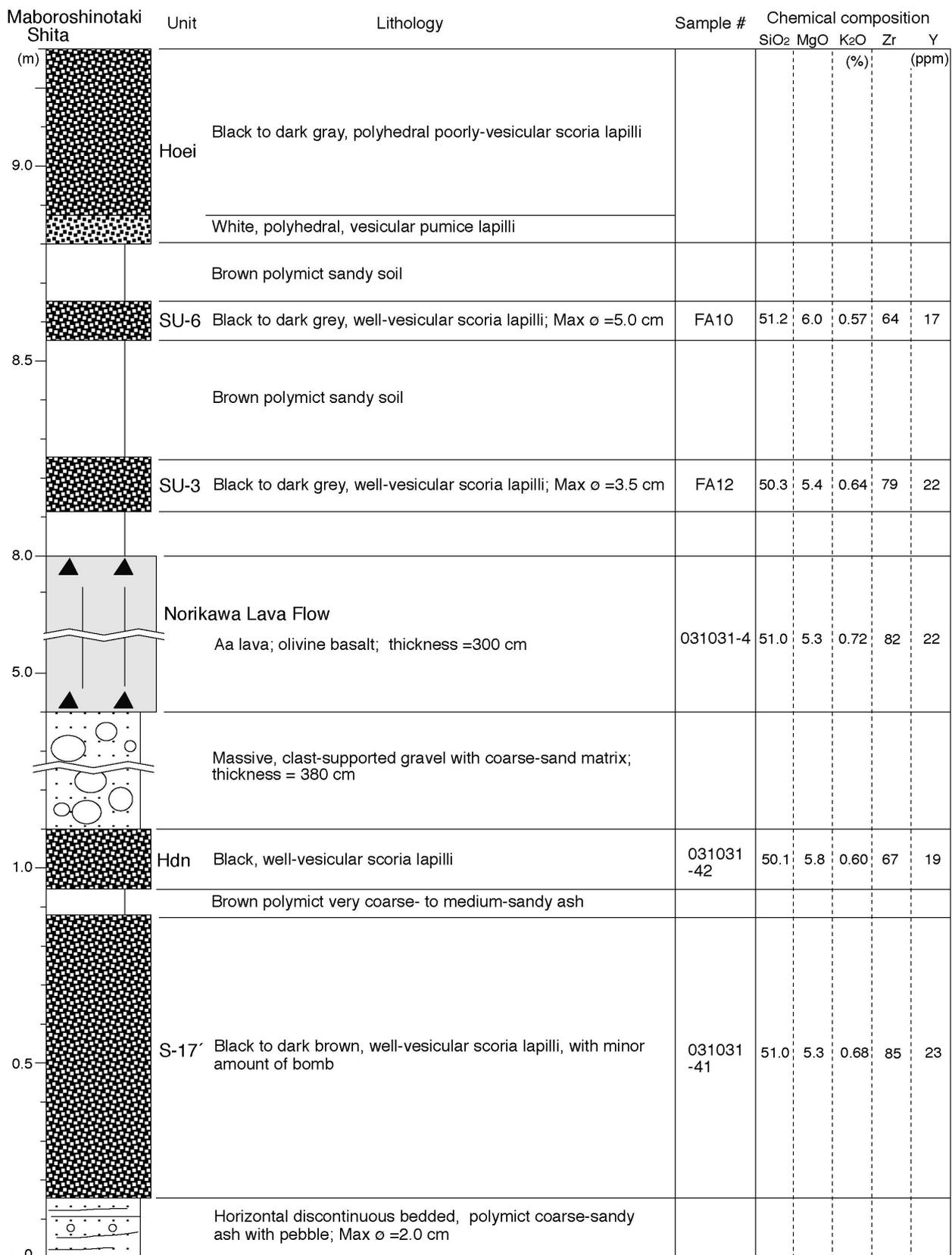
静岡県小山町大御神おおみかの新東名高速道の工事現場露頭である (Loc. 210; 北緯 35.36020° 東経 138.93307°; 第1図)。大御神周辺の工事現場全体では、富士宮期の馬伏川岩屑うまふせがわなだれ堆積物 (高田ほか, 2016) とこれを覆う古期富士降下火砕物群、富士黒土層、新期富士降下火砕物群が連続的に観察できた。また、S-22 降下火砕物と宝永降下火砕物の間には、大御神岩屑なだれ堆積物 (山元ほか,

新期富士火山降下火砕物の再記載と噴出量の見積もり (山元ほか)



第6図 須走口五合目 (Loc. 101) の露頭柱状図。FJM416の¹⁴C年代値は、山元ほか(2005)による。層序の詳細は、山元(2014b)の地点020804-1を参照のこと。

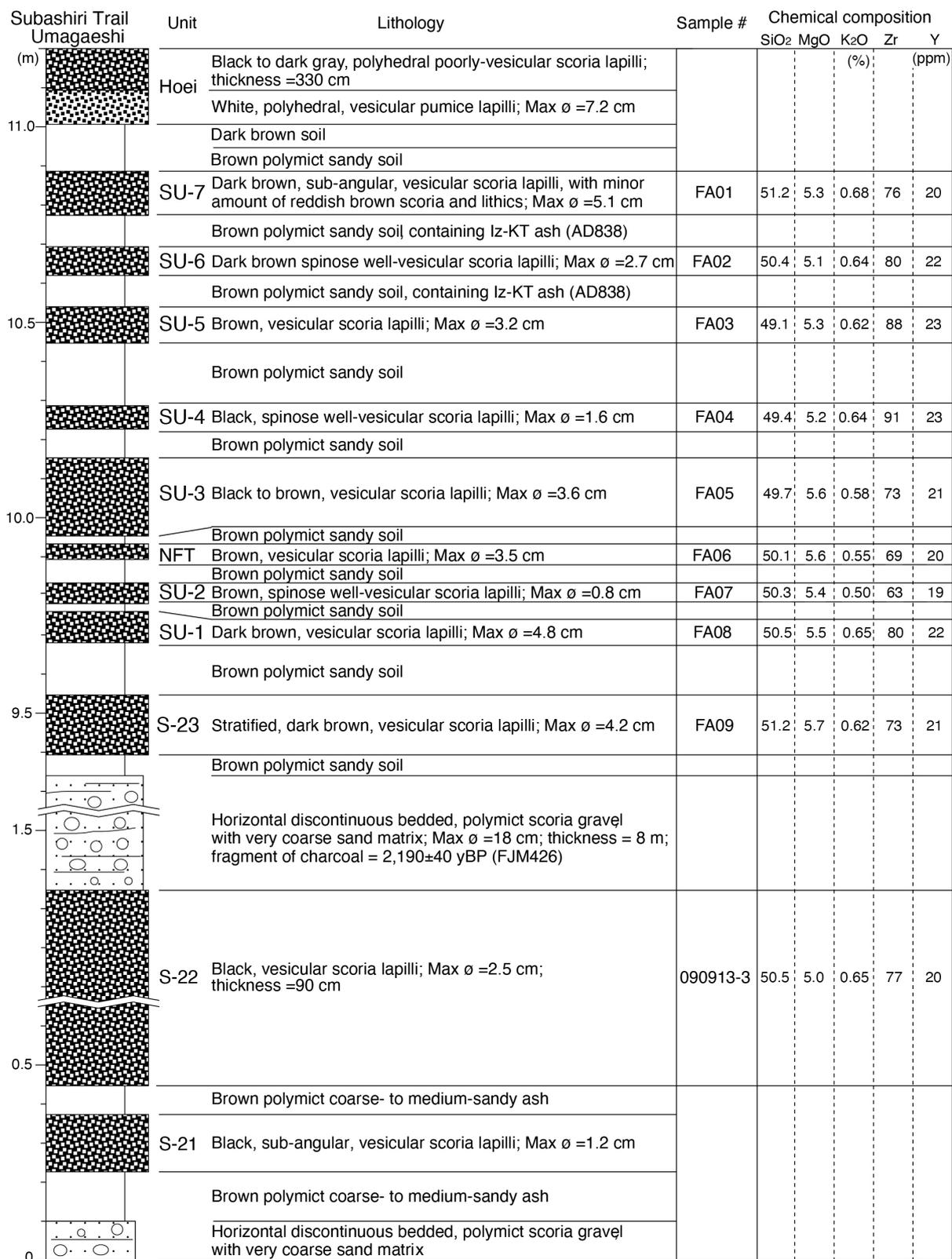
Fig. 6 Stratigraphic columns for the Subashiriguchi 5th Station outcrop (Loc. 101). The ¹⁴C age for FJM416 is from Yamamoto *et al.* (2005). See Loc. 020804-1 in Yamamoto (2014b) for stratigraphic details.



第7図 幻の滝下 (Loc. 123) の露頭柱状図.

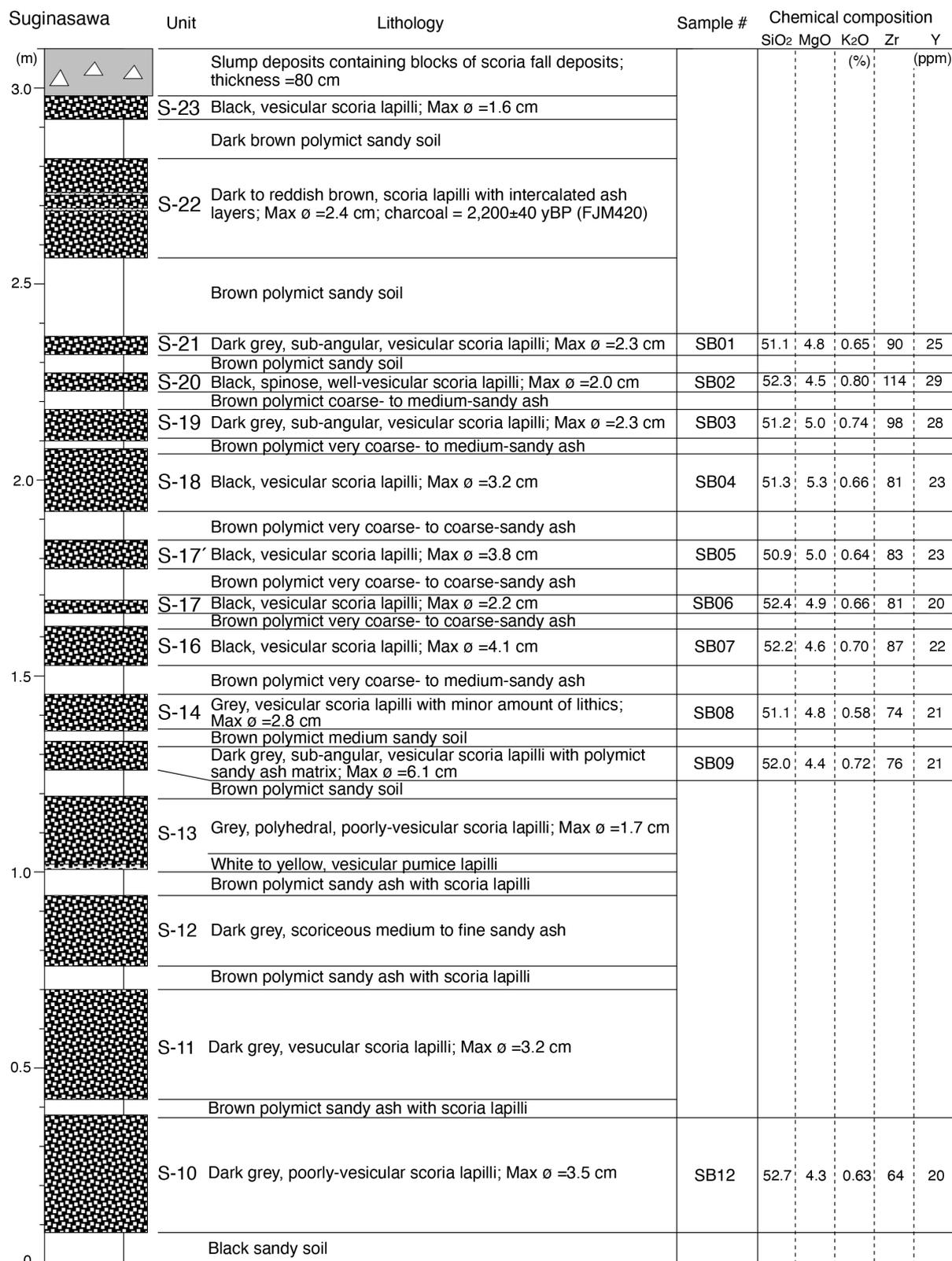
Fig. 7 Stratigraphic columns for the Maboroshinotaki-shita outcrop (Loc. 123).

新期富士火山降下火砕物の再記載と噴出量の見積もり (山元ほか)



第8図 須走口馬返 (Loc. 127) の露頭柱状図。Iz-KTはAD 838に噴出した神津島天上山テフラ。FJM426の¹⁴C年代値は、山元ほか(2011)による。層序の詳細は、山元(2014b)の地点090913-2を参照のこと。山元ほか(2011)を改変。

Fig. 8 Stratigraphic columns for the Subashiriguchi-Umagaeshi outcrop (Loc. 127). Iz-KT is the Kozushima-Tenjyosan Tephra erupting at AD 838. The ¹⁴C age for FJM426 is from Yamamoto *et al.* (2011). See Loc. 090913-2 in Yamamoto (2014b) for stratigraphic details. Modified from Yamamoto *et al.* (2011).



第9図 すぎな沢 (Loc. 115) の露頭柱状図。FJM420の¹⁴C年代値は、山元ほか(2005)による。層序の詳細は、山元(2014b)の地点030227-2を参照のこと。

Fig. 9 Stratigraphic columns for the Suginasawa outcrop (Loc. 115). The ¹⁴C age for FJM420 is from Yamamoto *et al.* (2005). See Loc. 030227-2 in Yamamoto (2014b) for stratigraphic details.

2020a)が挟まれる(第2図). この露頭では, 御殿場岩屑なだれ堆積物の下位にあるS-11, S-12, S-14降下火砕物のスコリアを採取し, 全岩化学組成分析を行った(第10図). S-14降下火砕物は, 上位の御殿場岩屑なだれ堆積物による剝削を受けているため, 工事現場でも局所的にしか残っていない. 露頭の記載は, 2018年11月に実施した. 2019年10月時点で露頭は観察できたが, 工事が終了すれば露頭も失われる.

3.9 滝沢

山梨県富士吉田市, 北富士演習場内の滝沢沿い連絡道, 標高1,360m地点の露頭である[Loc. 175; 北緯35.41081°, 東経138.78834°; 第1図; 高田ほか(2016)の口絵6c]. 田島ほか(2007)のNo.9の近傍にあり, ほぼ同じ堆積物が露出する. 露頭では滝沢A及びB火砕流堆積物(田島ほか, 2007; 2013)を挟む以下の新期富士降下火砕物群が観察できた(第11図). すなわち, 下位から大室山(Om), 大平山^{おおひらやま} 敷敷山(Ohjsj), S-16, 滝沢2(Tak2), S-18, S-19, S-20, S-22, S-23, 吉田口1~4(YG-1~-4)降下火砕物である. このうち, 滝沢2降下火砕物は, 滝沢林道脇の標高1,800 m付近にある小滝橋西火砕丘から噴出したもので, これに伴う滝沢2溶岩流は滝沢沿いに標高1,140m付近まで流下している(高田ほか, 2016). 吉田口1~4降下火砕物は本露頭を模式地に本報告で新たに定義するもので, 田島ほか(2007)と本報告の降下火砕物の対比は, 第1表に示している. 既に述べたように, 本報告では田島ほか(2007)の細分化されたS-24降下火砕物群の区分を用いないため, 地層名を定義し直した. また, スコリアの全岩化学組成から田島ほか(2007)のS-18・S-24-1降下火砕物は, 本報告のS-22・S-23降下火砕物に対比される(詳細は後述). 露頭の記載は, 2005年11月に実施した. 2019年10月時点で露頭の状況は不明である.

4. 須走-c期の降下火砕物

S-10降下火砕物の噴出した1,500 cal BC頃からS-22降下火砕物の噴出した300 cal BC頃までが, 須走-c期である(高田ほか, 2016). この時期には, 山頂及び山腹での爆発的噴火が卓越し, 山麓部に比較的規模の大きな火砕物が堆積した. 現火山錐の山頂部分は, 須走-b期末にはほぼ形成されており, 須走-c期の降下火砕物は山頂に累重するアグルチネート群に対応する(第12図; 山元ほか, 2016). すなわち^{しかのわりいし}釈迦ノ割石(Syk), ^{ぎんめいすい}銀明水(Gnm), ^{みしまだけ}三島岳(Msd), ^{けんがみね}剣ヶ峰(Kng)アグルチネートは, それぞれ大沢, S-17, S-18, S-22降下火砕物に対応し, 山頂火口でのサブプリニー式噴火で形成された. また, 白山岳西(Hkd), 荒巻(Arm)噴出物は山頂火口でのストロンボリ式噴火の産物で, 火山弾に富んでいる. これらの本質降下火砕物の間には, 変質した粗粒類質岩片に富む水蒸気噴火の堆積物が挟まれるが(山元ほか, 2016), 山頂

部以外では確認できない. 現山頂火口は^{だいないん}大内院と呼ばれ, 直径約300 mのピットが形成されている. これとは別に大沢崩れの源頭部(Loc. 96)には, 須走-b期噴出物にアバットする未区分須走-c期噴出物(Sc-ud)が露出しており(第12図), 須走-c期前半に形成された旧山頂火口を埋めたものとみられる. 一方, 宝永火口(Loc. 117)に露出する未区分須走-c期噴出物(Sc-ud)は, 供給岩脈を伴っており, 山腹噴火の産物である. この期の山腹噴火では, この他に浅黄塚や腰切塚火砕丘等も形成されている(高田・小林, 2007; 高田ほか, 2016). ただし, 特定の火砕丘を構成する降下火砕物については, 火山地質図の記載と重複するので, 本報告では取り上げていない. 須走-c期噴出物全体の層序は, 高田ほか(2016)の図9にまとめられている.

4.1 S-10降下火砕物

地層名 泉ほか(1977)や宮地(1988)のS-10による. 湯舟第1スコリアの下半分に相当する(泉ほか, 1977; 宮地, 1988).

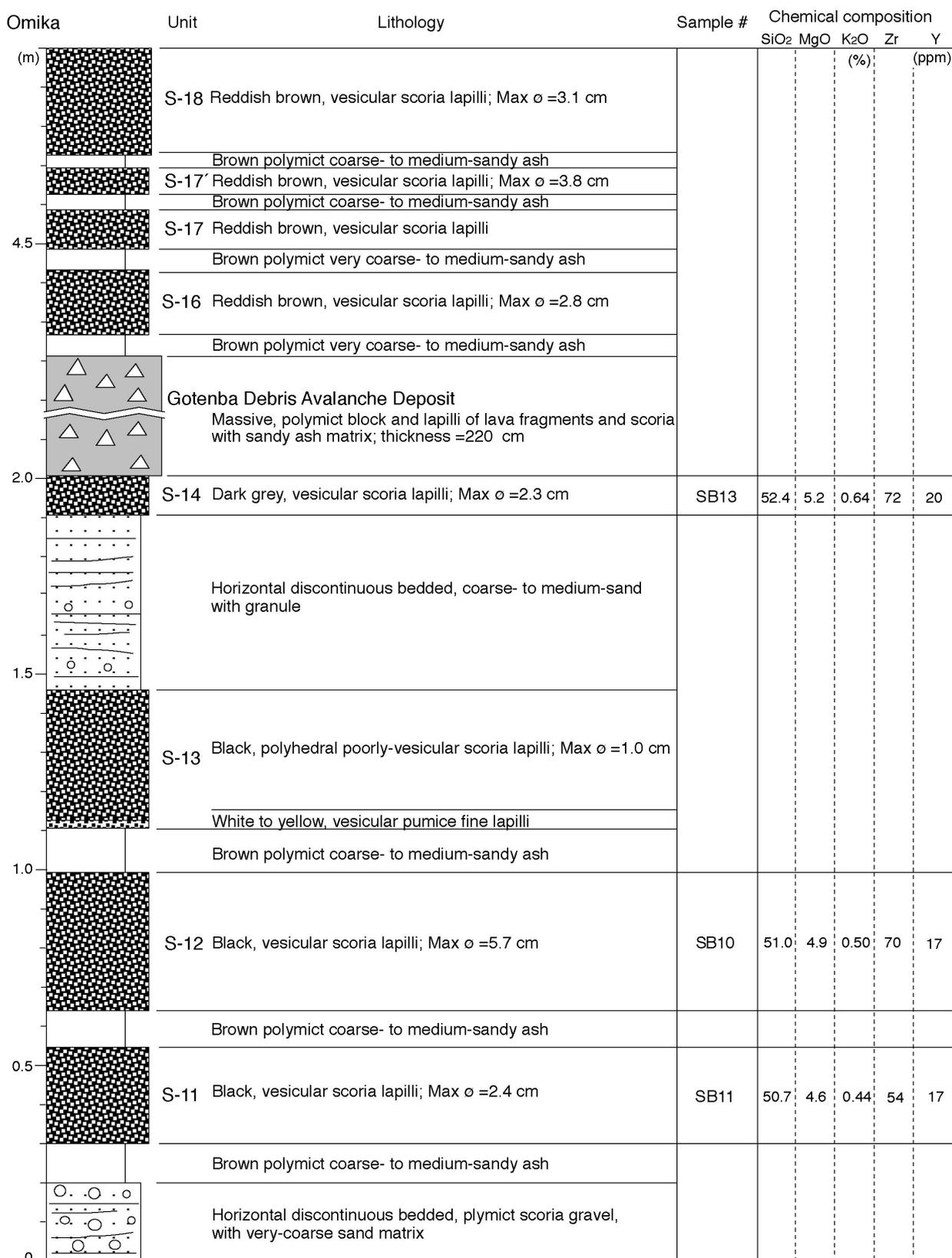
模式地 静岡県御殿場市太郎坊(Loc. 71; 第3図).

層序関係 模式地で, 御殿場岩屑なだれ堆積物の下位約1.4 mの位置にある. また, 本火砕物直上の風成層中にカワゴ平軽石が存在する(第3図).

分布と層厚 富士山の東側に分布し, 静岡県裾野市の大野原から, 神奈川県箱根町の大涌谷周辺を経て, 山梨県の山中湖周辺にまで分布する(第13図). 最も山頂に近い模式地での層厚は87 cm, 遠方の大涌谷(Loc. 213)での層厚は8 cmである. 降下火砕物の分布主軸は山頂からほぼ東に向く.

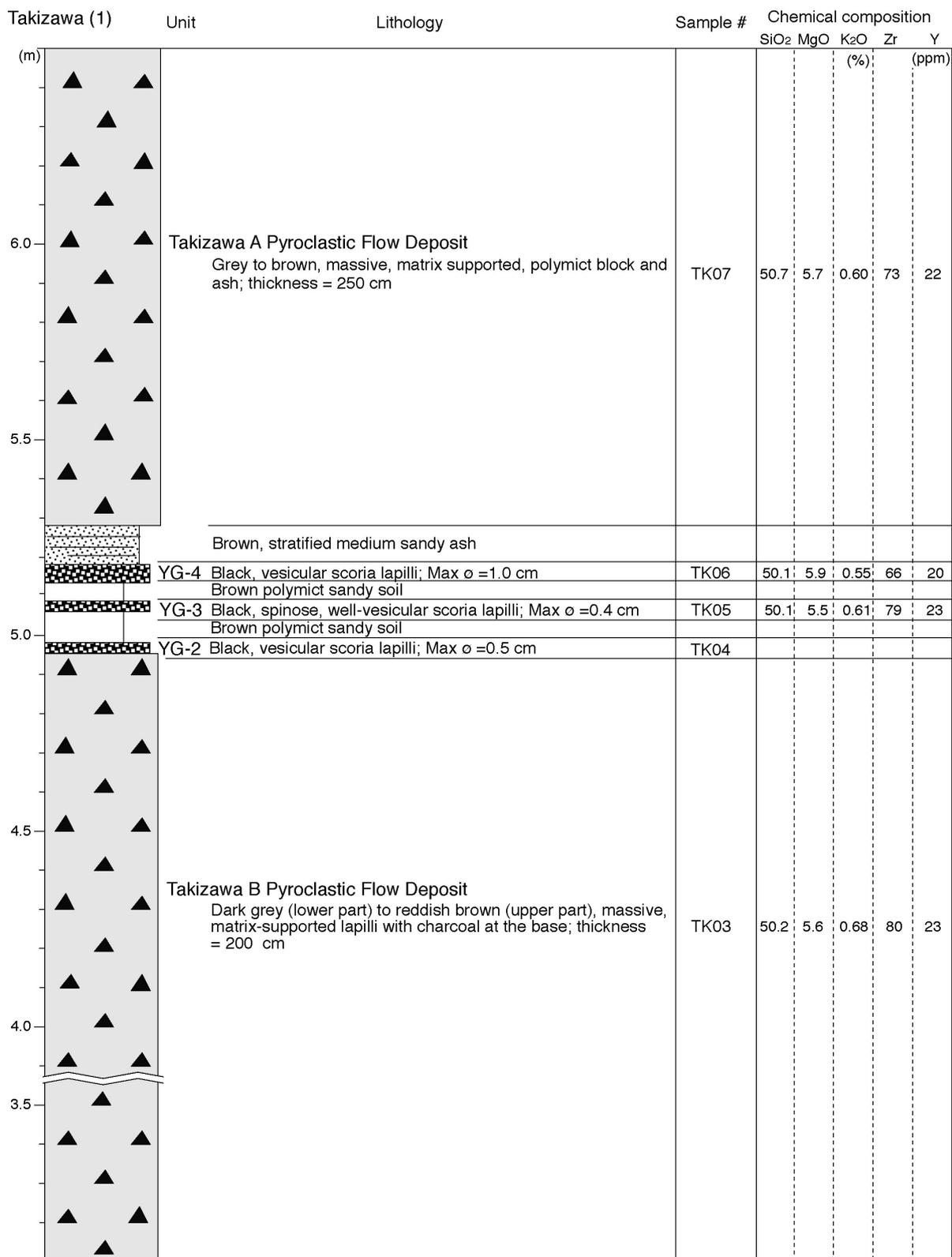
岩相 模式地では, 黒色で発泡の悪いスコリア角礫の火山礫からなる. 淘汰が良く, 基質に火山灰を欠いている. スコリアの平均最大径は3.6 cmである. また, 扁平な牛糞状火山弾(最大径8.5 cm)をまばらに含むほか, 黄色・赤色変質岩片もまばらに含まれている. 発泡の悪い黒色のスコリアからなることは, 遠方の地点でもこの火砕物の特徴となっており, 野外での認定は容易である. スコリアには径2 mm前後の斜長石と, 径1 mm前後のからん石斑晶が含まれる.

年代 南東山麓のS-10降下火砕物直下の土壌(FJM324; Loc. 82)から, 3,090 ± 40 yBPの¹⁴C年代が報告されている(山元ほか, 2005). この値はカワゴ平軽石の直上にある大沢降下火砕物(後述)中の炭化木片(FJM103)の¹⁴C年代, 3,110 ± 50 yBP(山元ほか, 2005)と誤差の範囲で重なり, 嶋田(2000)のカワゴ平軽石の噴出年代3.1 kaとも重複する. FJM103の暦年代は, 1,400 cal BC頃である. 後述するS-10降下火砕物に対比される西山腹のSYP1火砕流中の炭化木片(FJM325; Loc. 78)の¹⁴C年代が3,240 ± 40 yBP(第14図; Yamamoto *et al.*, 2005)であることも考慮すると, FJM324の土壌年代は若めに出ており, そ



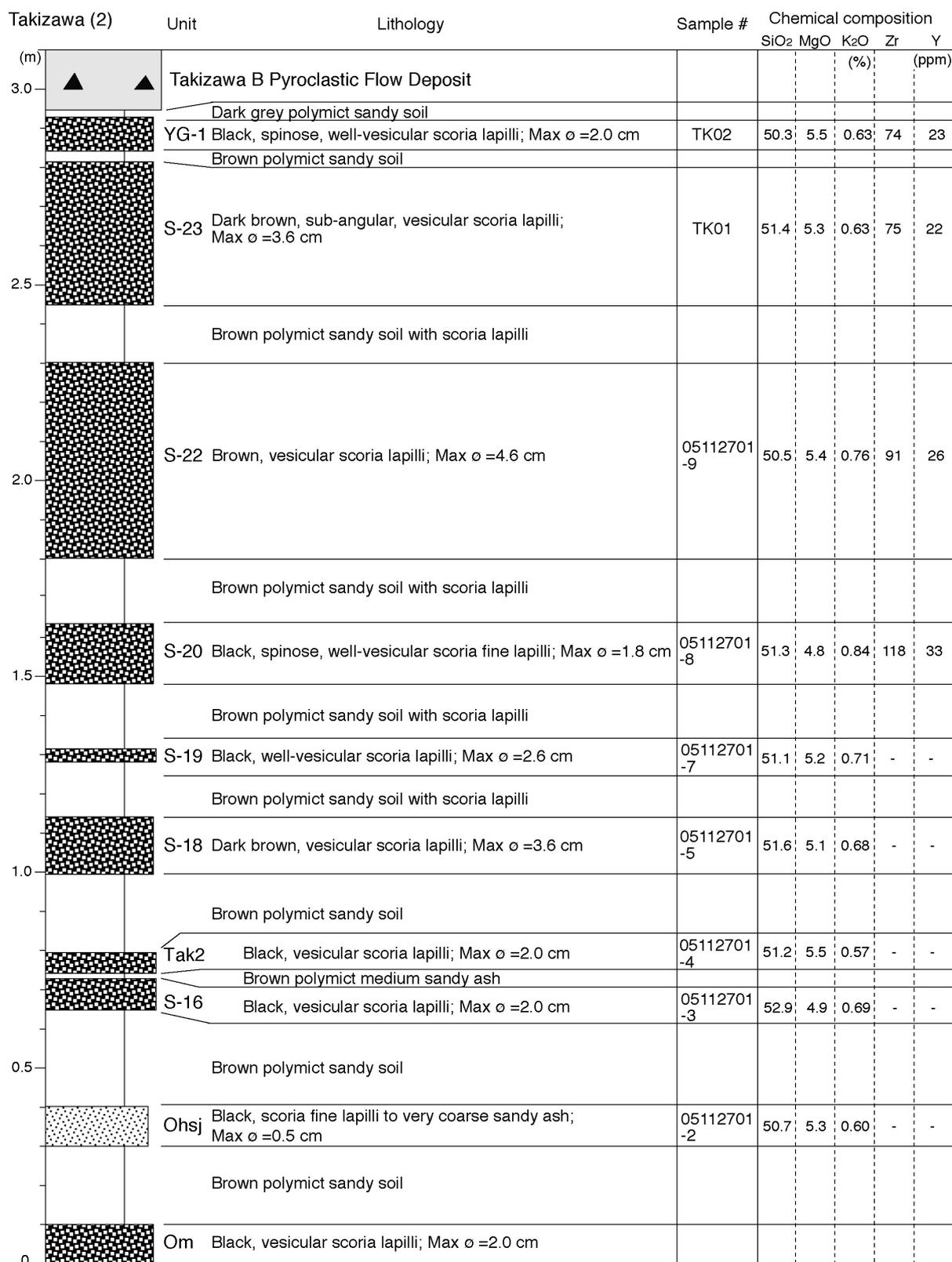
第10図 大御神 (Loc. 210) の露頭柱状図.

Fig. 10 Stratigraphic columns for the Omika outcrop (Loc. 210).



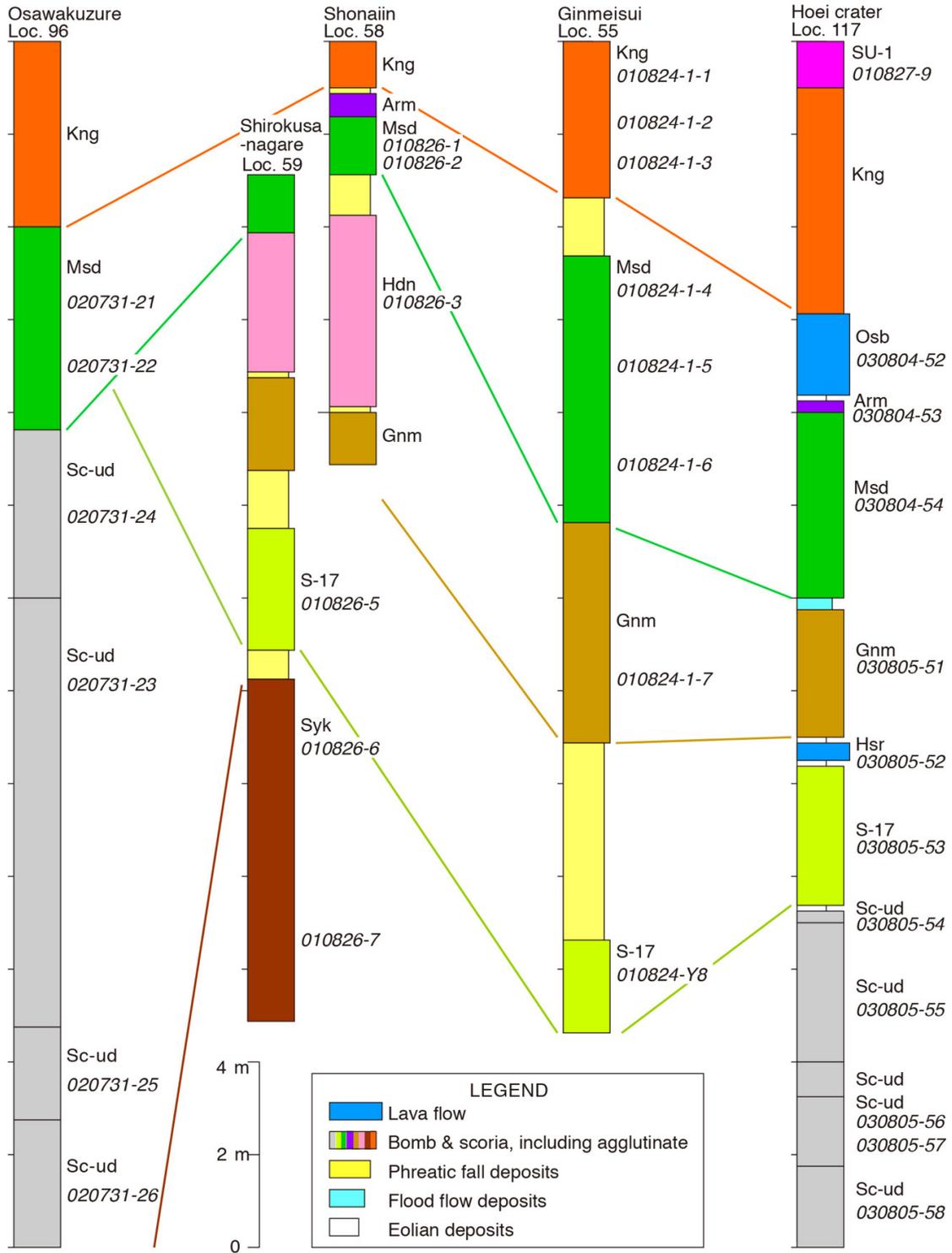
第11図 滝沢 (Loc. 175) の露頭柱状図.

Fig. 11 Stratigraphic columns for the Takizawa outcrop (Loc. 175).



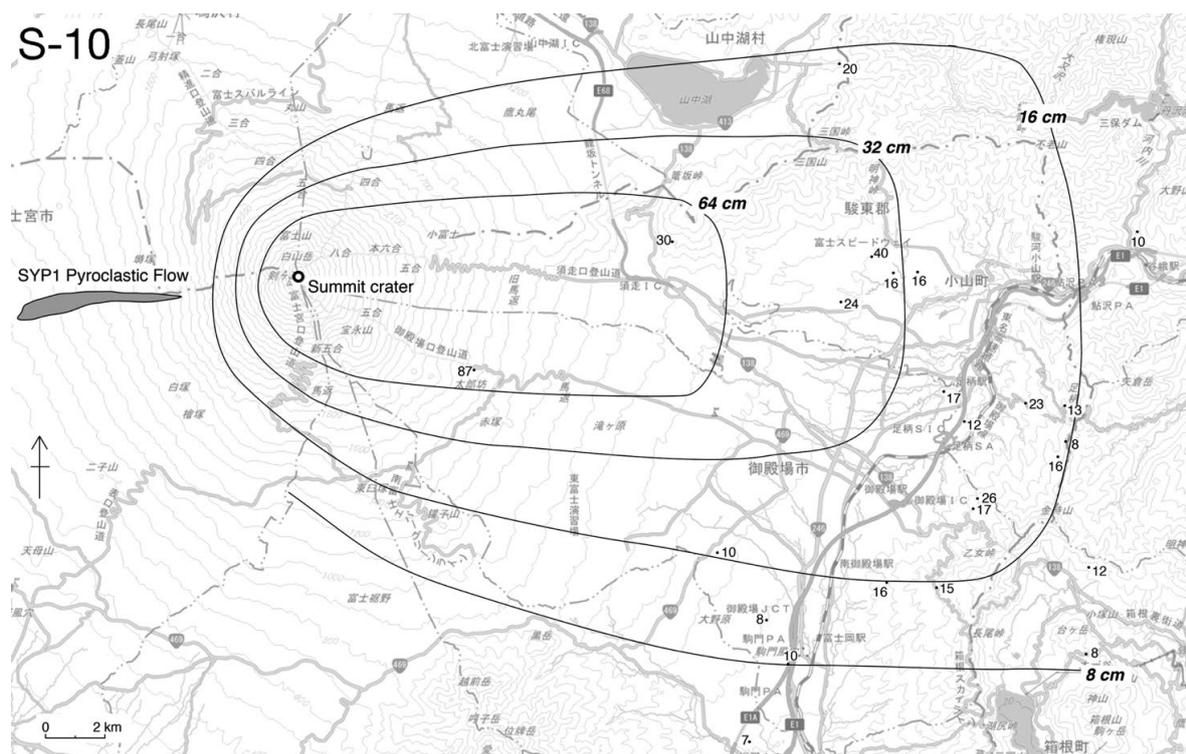
第11図 続き.

Fig. 11 Continued.



第12図 山頂部の露頭柱状図。 Arm = 荒巻降下火砕； Gnm = 銀明水アグルチネート； Hdn = 白山岳西降下火砕物； Hsr = 走り六合溶岩流； Kng = 剣ヶ峰アグルチネート； Msd = 三島岳アグルチネート； Osb = 大砂走り溶岩流； Sc-ud = 未区分須走期噴出物； SU-1 = 須走口馬返1降下火砕物； Syk = 釈迦の割石アグルチネート。 層序の詳細は、山元ほか(2016)を参照のこと。 数字は試料番号。

Fig. 12 Stratigraphic columns for the outcrops at the summit region. Arm = Aramaki Pyroclastic Fall Deposit; Gnm = Ginmeisui Agglutinate; Hdn = Hakusandakenishi Pyroclastic Fall Deposit; Hsr = Hashirirokugo Lava Flow; Kng = Kengamine Agglutinate; Msd = Mishimadake Agglutinate; Osb = Osunabashiri Lava Flow; Sc-ud = Undivided Subashiri-c Stage Products; SU-1 = Subashiriguchi-Umagaeshi 1 Pyroclastic Fall Deposit; Syk = Shakanowariishi Agglutinate. See Yamamoto *et al.* (2016) for stratigraphic details of the outcrops. Numerals are Sample #.



第13図 S-10降下火砕物とSYP1火砕流堆積物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 背景地図は, 地理院地図からの出力. 第16図以下も同様.

Fig. 13 Distribution of the S-10 Pyroclastic Fall Deposit and the SYP1 Pyroclastic Flow Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. The background map was outputted from GSI Maps by the Geospatial Information Authority of Japan. The same applied to Fig. 16 and following figures.

の噴出年代はFJM325の示す1,500 cal BC頃と判断できる。
化学組成と対比 本火砕物スコリア(TRB22, SB12)のSiO₂量は52.7～53.4 wt%, MgO量は4.3 wt%, K₂O量は0.63～0.65 wt%と玄武岩質安山岩組成を示し(資料集no. 702の表3), 金子ほか(2014)が示した太郎坊(Loc. 71)のS-10降下火砕物の組成と良く一致する。また, 西山腹の大沢沿いでは(Loc. 78; 第14図), カワゴ平軽石の直下に須走-c期火砕流の基底のSYP1火砕流があり, その本質岩片(Y011205-2)のSiO₂量は52.9 wt%, MgO量は4.2 wt%, K₂O量は0.64 wt%と(資料集no. 702の表4), TRB22・SB12と良く合う(第15図)。従って, 両者は対比されよう。

噴火地点 S-10降下火砕物に対比される噴出物は山頂部で確認できていない。しかし, 西山腹にSYP1火砕流を同時に発生させるためには, 噴火口は山頂である必要がある。

体積 16, 32 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約3×10¹¹ km³ (岩石換算最小体積は約1×10¹¹ km³ DRE, 最小質量は約3×10¹¹ kg)である。

4.2 大沢降下火砕物(Os)

地層名 町田(1964)の大沢ラピリ層, 宮地(1988)の大沢

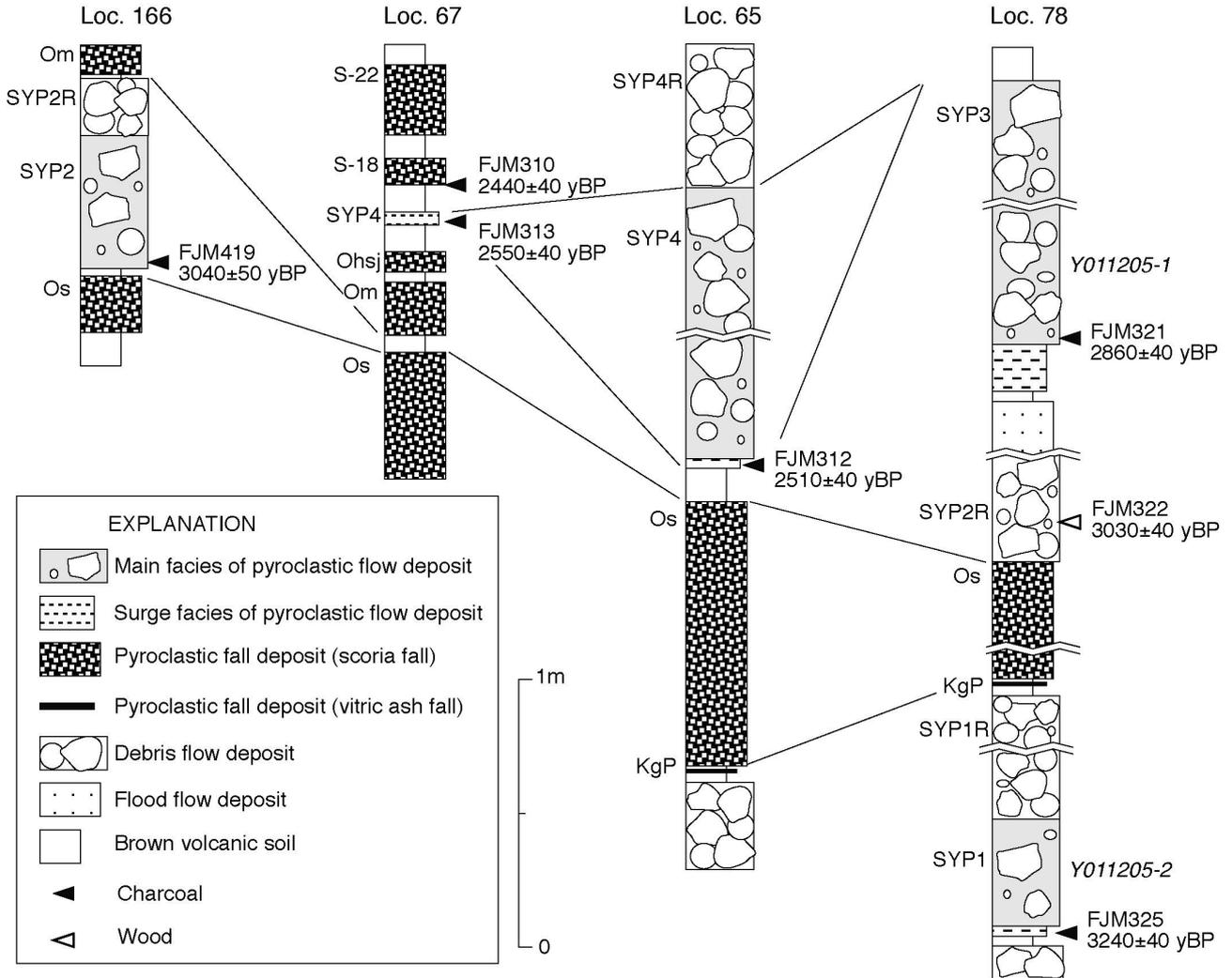
スコリア(Os, A-9)による。

模式地 静岡県富士宮市の大沢右岸標高1,350 m付近(Loc. 78; 第14図)。

層序関係 模式地周辺でカワゴ平軽石を含む風成層を覆い, 須走-c期火砕流のSYP2火砕流に覆われる(Fig. 14; Yamamoto *et al.*, 2005)。

分布と層厚 富士山の南西から西側に分布する(第16図)。模式地での層厚は103 cmで, 大沢の南の大沢林道沿いでは, 層厚140 cmを超える。降下火砕物の分布主軸は山頂から南西に向く。

岩相 模式地周辺の本降下火砕物は, 発泡の悪い黒色～発泡した赤褐色のスコリア角礫～亜角礫の火山礫からなる。堆積物は色調の異なる成層構造を持ち, 7～9ユニットに細分できる。すなわち本堆積物は黒色発泡不良スコリアに暗灰色の石質玄武岩岩片を含む層と, 褐色～赤褐色の発泡したスコリアに黒色発泡不良スコリアと黄色の変質岩片の混じった層の互層から構成される。堆積物の淘汰が良く, 模式地でのスコリアの平均最大粒径は3.8 cmである。特に最上部ユニットが粗粒で, 発泡した赤褐色スコリアに混じって扁平な牛糞状火山礫がまばらに含まれている。一方, 南東山麓の富士宮市芝川沿いでは最大粒径5～8 mmの火山礫からなる。岩質は斑晶量



第14図 西山腹に分布するSYP1～4火砕流堆積物と降下火砕物の露頭柱状図. Yamamoto *et al.* (2005)を改変.
 Fig. 14 Stratigraphic columns for the outcrops including the SYP1 to SYP4 Pyroclastic Flow Deposits at the western flank. Modified from Yamamoto *et al.* (2005).

の乏しい斜方輝石単斜輝石かんらん石玄武岩である。

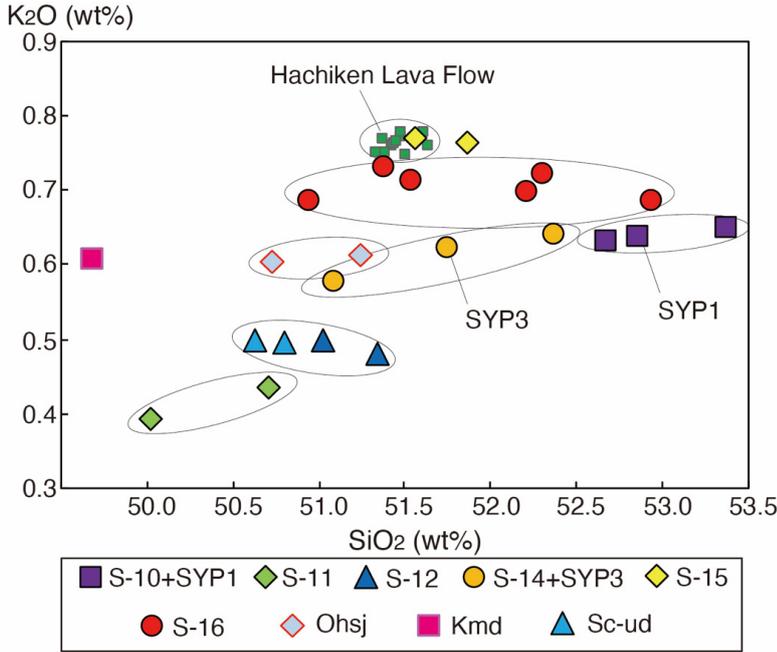
年代 前述のように大沢降下火砕物中の炭化木片 (FJM103; Loc. 6) の¹⁴C年代は3,110±50 yBP (山元ほか, 2005)である。また、これを覆うSYP2火砕流の炭化木片からは3,040±50 yBP (FJM419)と3,030±40 yBP (FJM322)の¹⁴C年代が報告されており(第14図; Yamamoto *et al.*, 2005), 層序と矛盾しない。従って本降下火砕物の噴出年代はFJM103の示す1,400 cal BC頃と判断できる(山元ほか, 2005; 高田ほか, 2016)。

化学組成と対比 大沢降下火砕堆積物は、層序と岩相から山頂部の釈迦ノ割石アグルチネート(第12図)に対比される(高田ほか, 2016)。このアグルチネートは須走-b期の溶岩と後述するS-17降下火砕物相当層の間にあり、玄武岩石質岩塊に富む層を特徴的に複数挟み、本質物が単斜輝石斜方輝石含有かんらん石玄武岩と岩質が共通し

ている。釈迦ノ割石アグルチネート(010826-6, 010826-7, 010826-9, 020729-1)のSiO₂量は50.4～51.2 wt%, MgO量は5.6 wt%, K₂O量は0.62～0.76 wt%である(資料集no. 702の表4)。

噴火地点 山頂火口からの噴出物である。噴出物に石質岩片を大量に含むことから、大型の火口が形成されたものとみられる。現在の大内院火口の西側には釈迦ノ割石アグルチネートよりも上位の未区分須走-c期噴出物が詰まった火口が伏在しており、その西縁が大沢崩れ源頭部の急傾斜の不整合面として確認できる(高田ほか, 2016; 口絵4)。大沢降下火砕物の噴出は、この火口の形成と関係している可能性が大きい。

体積 32, 64 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約2×10¹¹ km³ (岩石換算最小体積は約8×10² km³ DRE, 最小質量は約2×10¹¹ kg)である。



第15図 S-10, S-11, S-12, S-14, S-15, S-16, 大平山棧敷山(Ohsj)及び駒門(Kmd) 降下火砕物と八軒溶岩流のSiO₂-K₂O 含有量図. SYP1とSYP2は西山腹の火砕流堆積物(第14図). Sc-ud(未区分須走-c期噴出物)は大沢崩れ源頭(Loc. 96)の試料020731-23, 020731-24(第12図).

Fig. 15 SiO₂-K₂O variation diagram for the S-10, S-11, S-12, S-14, S-15, S-16, Ohirayama-Sajikiyama (Ohsj) and Komakado (Kmd) Pyroclastic Fall Deposits and the Hachiken Lava Flow. SYP1 and SYP3 are pyroclastic flow deposits in the western flank (Fig. 14). Sc-ud shows 020731-23 and 020731-24 in Osawakuzure (Loc. 96; Fig. 12).

4.3 S-11降下火砕物

地層名 泉ほか(1977)や宮地(1988)のS-11による。湯舟第1スコリアの上半分に相当する(泉ほか, 1977; 宮地, 1988)。

模式地 静岡県御殿場市太郎坊(Loc. 71; 第3図)。

層序関係 模式地で、御殿場岩屑なだれ堆積物の下位約85 cm, 砂質の風成層を挟んでS-10降下火砕物の上位30 cmの位置にある(第3図)。また、本火砕物直下の風成層中にカワゴ平軽石が存在する。

分布と層厚 富士山の東側に分布するが、模式地以外ではすぎな沢(Loc. 115), 大御神(Loc. 210)や箱根大涌谷(Loc. 213)など観察できる地点は少ない(第17図)。層厚はすぎな沢で最も厚く、28 cmである。降下火砕物の分布主軸は山頂から東に向く。

岩相 模式地では層厚23 cmで、黒色で発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなる。淘汰が良く、基質に火山灰を欠いている。スコリアの平均最大径は3.3 cm。上部3 cm程度は、細礫サイズのスコリア火山礫からなる。スコリアは径2 mm前後の斜長石と径1 mm以下のかんらん石斑晶を含む。一方、すぎな沢では径数mmのスコリアからなる基質に径3 cmのスコリアが混じった岩相で、場所により粒度組成が若干異なる。

年代 本降下火砕物からは、年代値が報告されていない。カワゴ平軽石の直上にあることから、大沢降下火砕物とほぼ同じ1,400 cal BC頃と推定できる。

化学組成と対比 本火砕物スコリア(TRB20, SB11)のSiO₂量は50.0 ~ 50.7 wt%, MgO量は4.6 ~ 5.2 wt%, K₂O量は0.39 ~ 0.44 wt%である(資料集no. 702の表3)。他の須走-c・須走-d期のスコリアと比べ、K₂O量が少ない特

徴がある(第15図)。また、Zr量は51 ~ 54 ppm, Y量は16 ~ 17 ppmと、これらも他よりも少ない特徴がある(資料集no. 702の表3)。本火砕物スコリアと対比可能な噴出物は、山頂部で確認できていない。

噴火地点 層厚分布から山頂周辺から噴出したものと考えられるものの、具体的な地点は絞り込めない。

体積 16 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約1 × 10¹¹ km³(岩石換算最小体積は約4 × 10¹² km³ DRE, 最小質量は約1 × 10¹¹ kg)である。なお、この値は降下火砕物の分布が確実な範囲で等層厚線を断ち切り(第17図の破線)、面積を計測して得られたものである。

4.4 S-12降下火砕物

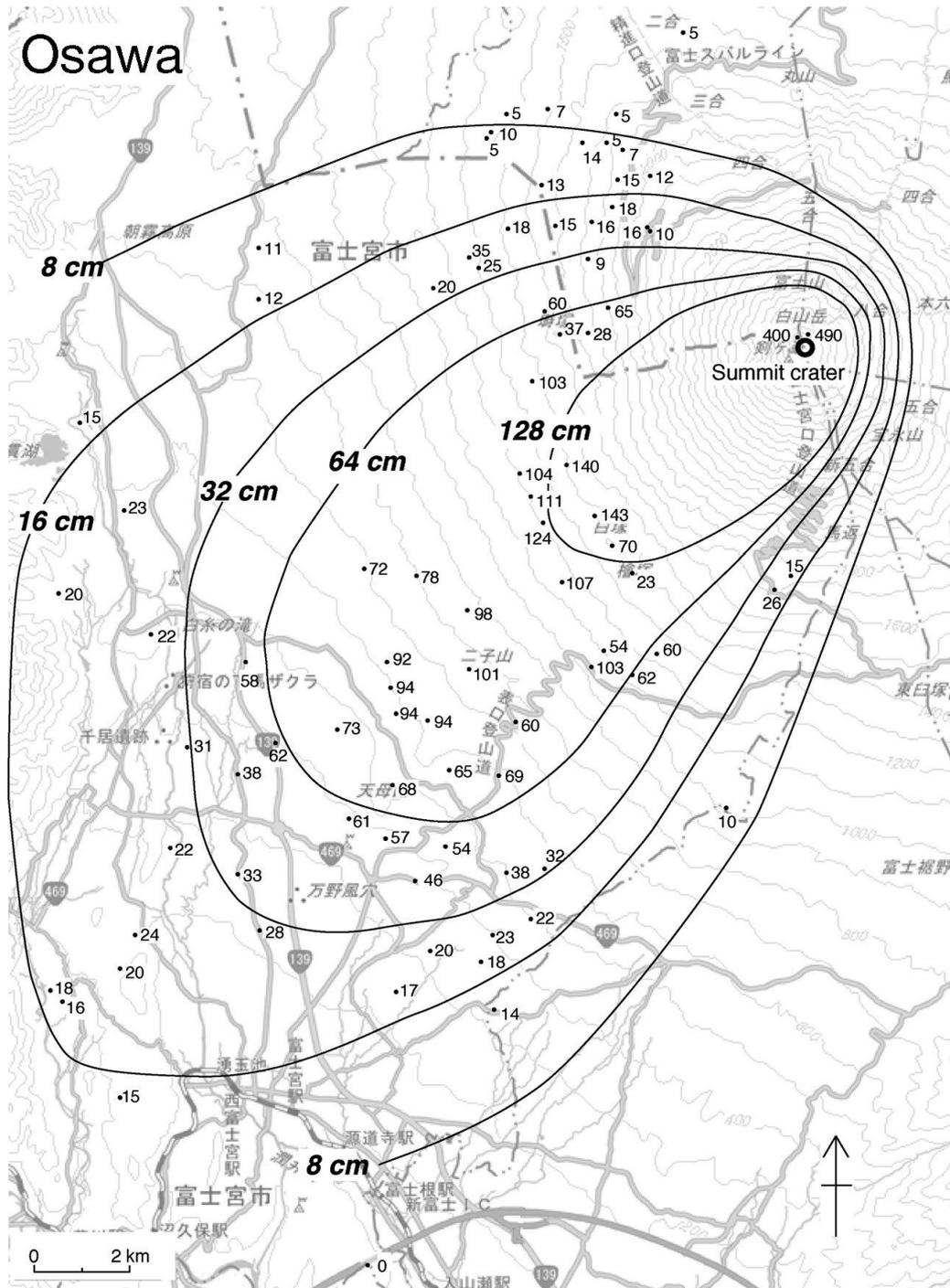
地層名 泉ほか(1977)や宮地(1988)のS-12による。

模式地 静岡県御殿場市太郎坊(Loc. 71; 第3図)。

層序関係 模式地で、御殿場岩屑なだれ堆積物の下位約75 cm, 砂質の風成層を挟んでS-11降下火砕物の上位30 cmの位置にある(第3図)。

分布と層厚 富士山の東側に分布する(第18図)。小山町の富士スピードウェイ(Loc. 76)で最も厚く38 cm, 遠方の大蔵野(Loc. 230)での層厚は11 cmである。降下火砕物の分布主軸は山頂から東北東に向く。なお、宮地(1988)はS-12降下火砕物の分布主軸が山頂から北東に向くとしているが、これは下位にある忍野降下火砕物(中野ほか, 2007)をS-12と誤認しているためである(宮地の地点902柱状図)。

岩相 模式地では層厚7 cmで、黒色、一部赤褐色の発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなる。淘汰が良く、基質に火山灰を欠いている。スコリアの平均最大径は1.8



第16図 大沢降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 山元(2014a)を改変.

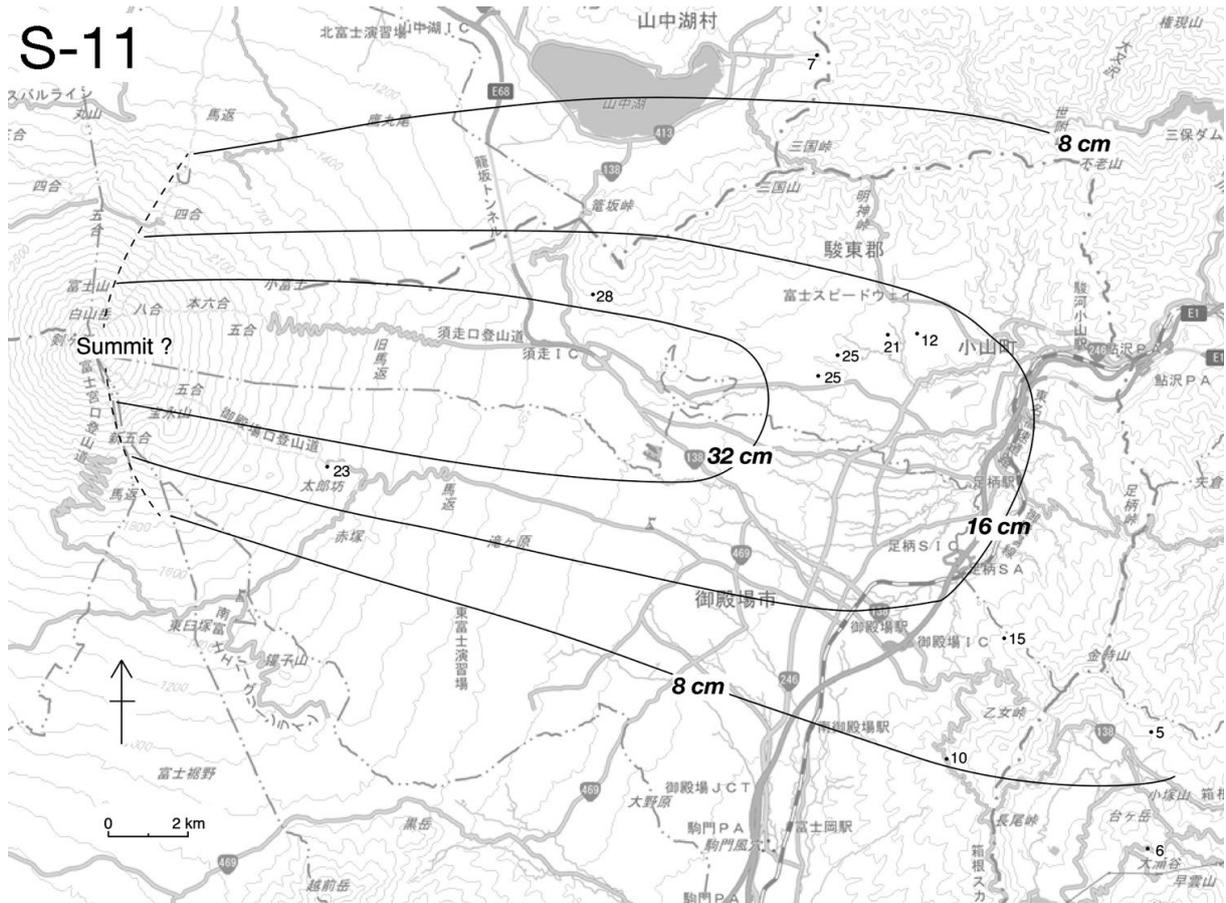
Fig. 16 Distribution of the Osawa Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. Modified from Yamamoto (2014a).

cm. 灰色～赤色の石質岩片がまばらに含まれている. スコリアは径2 mm前後の斜長石と径1 mm以下のかんらん石斑晶を含む. 黒色のスコリアに赤褐色のスコリアが少量混じる特徴は, 模式地以外でも確認でき, 下位のS-11降下火砕物と区別する特徴となっている.

年代 本降下火砕物からは, 年代値が報告されていない.

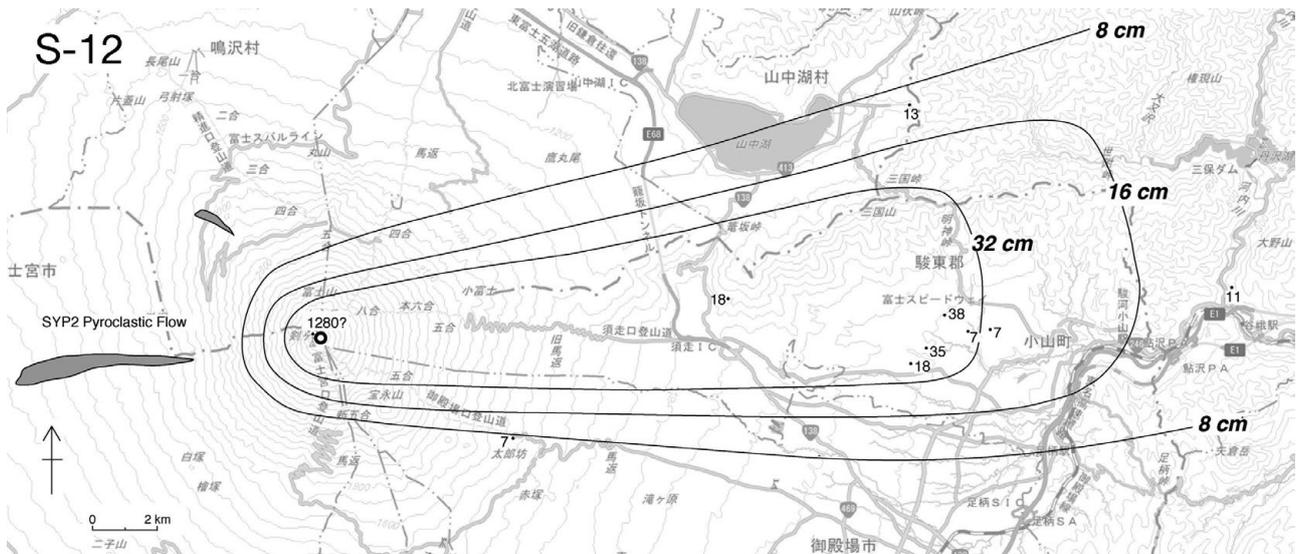
上下のS-11・S13降下火砕物との層序関係から, 大室山降下火砕物とほぼ同じ1,300 cal BC頃と推定できる. この年代は西山腹のSYP2火砕流の¹⁴C年代, 3,040 ± 50 yBP (FJM419) と3,030 ± 40 yBP (FJM322) が示す暦年代1,300 cal BC頃(第14図; Yamamoto *et al.*, 2005)と一致する.

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(TRB19, SB10)



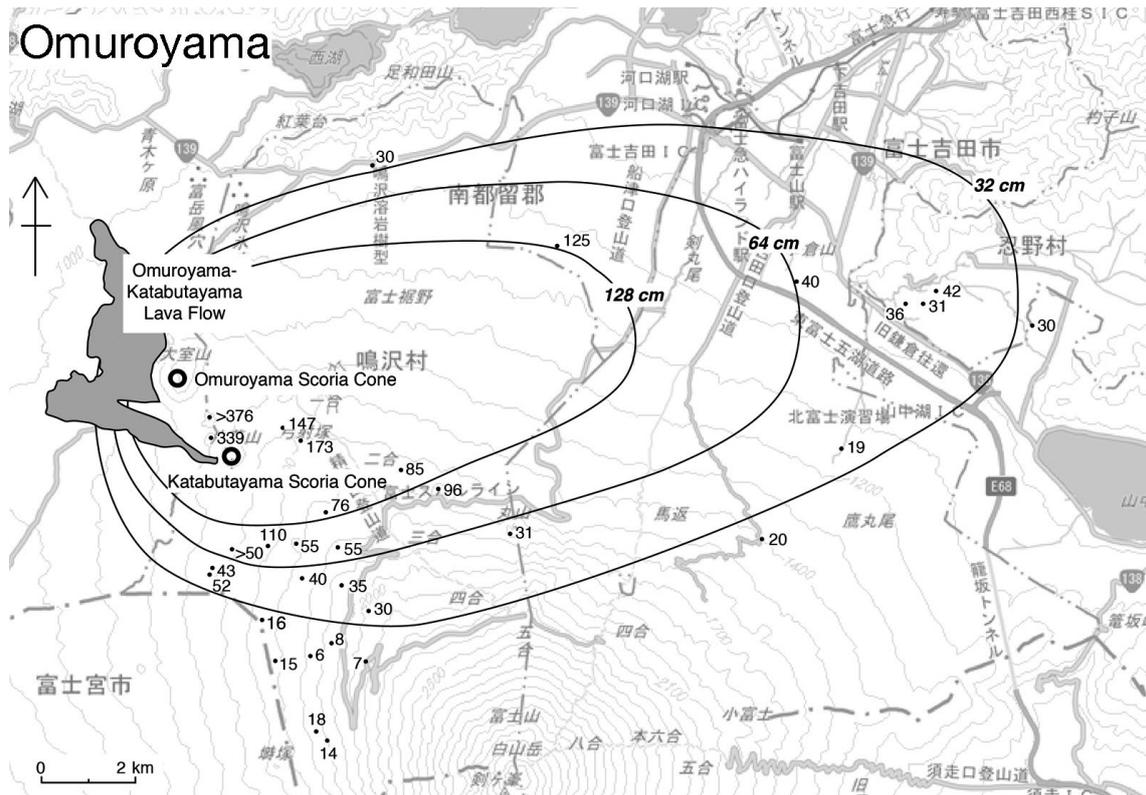
第17図 S-11降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 破線は, 面積を計測した等層厚線領域の給源側境界を示す.

Fig. 17 Distribution of the S-11 Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. Dashed line shows the boundary of the source side of the isopach regions where the area was measured.



第18図 S-12降下火砕物とSYP2火砕流堆積物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線.

Fig. 18 Distribution of the S-12 Pyroclastic Fall Deposit and the SYP2 Pyroclastic Flow Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs.



第19図 大室山降下火砕物と大室山片蓋山溶岩流の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 128・64 cm等層厚線は, 層厚計測地点の不足を補うため, Miyaji *et al.* (1992) を参考にしてしている. 溶岩分布は, 高田ほか(2016)による.
 Fig. 19 Distribution of the Omuroyama Pyroclastic Fall Deposit and the Omuroyama-Katabutayama Lava Flow. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. 128- and 64-cm-lines are based Miyaji *et al.* (1992) to compensate for the shortage of observed points. Distribution of the lava flow was taken from Takada *et al.* (2016).

のSiO₂量は51.0 ~ 51.3 wt%, MgO量は4.9 ~ 5.2 wt%, K₂O量は0.48 ~ 0.50 wt%である. また, Zr量は59 ~ 70 ppm, Y量は17 ~ 19 ppmである(資料集no. 702の表3). これと組成の比較的良好な山頂部の噴出物は, 大沢崩れ源頭部(Loc. 96; 第12図)の未区分須走-c期噴出物(Sc-ud)中にあり, 赤褐色の溶結した火山弾からなるアグルチネート(020731-23, 020731-24; Fig. 12; 山元ほか, 2016)のSiO₂量は50.6 ~ 50.8 wt%, MgO量は5.9 ~ 6.0 wt%, K₂O量は0.50 wt%, Zr量は69 ppm, Y量は22 ppmである(資料集no. 702の表4). MgO量が若干ずれるものの, ハーカー図では同じトレンド上にあり, 対比可能であろう(第15図).

噴火地点 層厚分布から山頂周辺から噴出したものと考えられるものの, 具体的な地点は絞り込めない. Loc. 96の未区分須走-c期噴出物の一部が, 本火砕物に対応するとするなら, 山頂火口が噴火地点となる(第18図).

体積 32 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約1 × 10¹¹ km³ (岩石換算最小体積は約5 × 10¹² km³ DRE, 最小質量は約1 × 10¹¹ kg)である.

4.5 大室山降下火砕物(Om)

地層名 町田(1964)の大室ラピリ層, 宮地(1988)の大室スコリア(Om, N-4)による. 本降下火砕物と大室山片蓋山火砕丘, 大室山片蓋山溶岩流を合わせて, 大室山片蓋山噴出物と呼ぶ(高田ほか, 2016).

模式地 山梨県鳴沢河口湖町くぬぎ平(Loc. 138).

層序関係 模式地で, カワゴ平軽石を含む風成層とS-18降下火砕物の間にある(鈴木ほか, 2007).

分布と層厚 大室山・片蓋山火砕丘の東に広く分布する(第19図). 層厚は, 模式地で125 cm, 山梨県鳴沢村弓射塚のGSJ-FJ-43トレンチ地点(Loc. 138)で173 cm, 東の忍野八海周辺で30 cmを超える. 降下火砕物の分布主軸は, 東に向く. 大室山・片蓋山火砕丘の基部から西側にア溶岩流(大室山片蓋山溶岩流)が流下している. なお, 本降下火砕物の等層厚線は, 層厚計測地点の不足を補うため, Miyaji *et al.* (1992)のFig. 42を参考にしてしている.

岩相 本降下火砕物は, 地点によらず粒度の違いによる成層構造が顕著で, 様々な程度に発泡した黒色のスコリア火砕物からなる. 模式地では, 上部に発泡の悪い黒色のスコリア, 下部には発泡の良い黒色(一部赤褐色)のス

コリアが多い(鈴木ほか, 2007). 岩質は, 単斜輝石含有かんらん石玄武岩である.

年代 本降下火砕物中の炭化木片(011018C-1; Loc. 138)の ^{14}C 年代は $3,010 \pm 40$ yBPである(山元ほか, 2005). この値は下位にある大沢降下火砕物の ^{14}C 年代, $3,110 \pm 50$ yBP (FJM103)と層序的に矛盾しない(山元ほか, 2005). 従って本降下火砕物の噴出年代は011018C-1の示す1,300 cal BC頃と判断できる(高田ほか, 2016).

化学組成と対比 大室山片蓋山噴出物の SiO_2 量は49.9 ~ 50.8 wt%, MgO 量は5.6 ~ 5.9 wt%, K_2O 量は0.65 ~ 0.67 wt%である(石塚ほか, 2007).

噴火地点 本降下火砕物は, 大室山火砕丘だけでなく南南東1.5 kmにある片蓋山火砕丘からの噴出物を同時に含むことが, 片蓋山でのトレンチ掘削で確認されている(鈴木ほか, 2007).

体積 32, 64, 128 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約 $2 \times 10^1 \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約 $1 \times 10^1 \text{ km}^3$ DRE, 最小質量は約 $2 \times 10^{11} \text{ kg}$)である. また, この噴火に伴った大室山片蓋山溶岩流の体積は, その平均層厚を10 mとして約 $6 \times 10^2 \text{ km}^3$ DREと見積もられる.

4.6 大平山・棧敷山降下火砕物(Ohsj)

地層名 宮地(1988)の大平山スコリア(OHR), 棧敷山スコリア(SJK)による. 本降下火砕物と大平山・棧敷山火砕丘, 大平山・棧敷山溶岩流を合わせて, 大平山・棧敷山噴出物と呼ぶ(高田ほか, 2016).

模式地 山梨県鳴沢村戸嶺西(Loc. 156). この地点は宮地(1988)の地点507とほぼ同地点であるが, 柱状図から判断して宮地のN-5・N-6スコリアを合わせたものが, 本降下火砕物に相当する. 宮地(1988)は同じ降下火砕物をN-5・N-6とOHR・SJKに二重命名した可能性がある.

層序関係 模式地で, 本降下堆積物は, 大室山降下火砕物とS-18降下火砕物の間にある. また, 最も給源に近い鳴沢村西剣のGSJ-FJ-44トレンチ地点(Loc. 199)でも, 本降下堆積物は, 大室山降下火砕物とS-22降下火砕物の間にある(石塚ほか, 2007). さらに, 同じ降下火砕物が, 鳴沢林道終点で大室山降下火砕物の上位4 cm, SYP4火砕流の下位11 cmの土壌化した砂質風成層中に位置している(Loc. 67; 第14図). 宮地(1988)では, 大平山や棧敷山からの降下火砕物がS-22降下火砕物よりも上位の層準にあるものと考えられているが, 産総研が実施したトレンチ調査の結果(石塚ほか, 2007)は, これを否定する. 棧敷山からの噴出物が, 大室山降下火砕物に近い層準にあることは, 小山(1998b)も指摘していた.

分布と層厚 富士山北北西山腹の大平山・棧敷山火砕丘の周囲に分布する(第20図). 層厚は, 鳴沢村西剣のGSJ-FJ-44トレンチ地点(Loc. 199)で最も厚く130 cm, 模式地の戸嶺西(Loc. 156)で32 cm, 東の丸山(Loc. 154)で18 cmである. また, 大平山・棧敷山火砕丘からは, そ

れぞれアア溶岩流(大平山・棧敷山溶岩流)が北に流下している.

岩相 給源近傍相に相当するGSJ-FJ-44トレンチ地点では, 茶褐色~暗褐色の発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなり, 淘汰が悪い. スコリアの最大粒径は4.3 cmである. また, 黒色の石質岩片を伴っている. トレンチ壁での観察でも, これを大平山と棧敷山起源に区別することは出来ない. 一方, 遠方相の鳴沢林道終点(Loc. 67)では, 黒色で発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなり, 逆級化している. 淘汰は良い. スコリアは無斑晶状である.

年代 本降下火砕物からは, 年代値が報告されていない. 鳴沢林道終点での大室山降下火砕物の暦年代1,300 cal BC頃(FJM103; 山元ほか, 2005)とSYP4火砕流の暦年代800 cal BC頃(FJM312; FJM313; 第14図; Yamamoto *et al.*, 2005)との層序関係から, 噴出年代は1,200 cal BC頃と推定できる.

化学組成と対比 大平山・棧敷山溶岩流(T011016-4)の SiO_2 量は51.3 wt%, MgO 量は5.4 wt%, K_2O 量は0.61 wt%, Zr 量は73 ppm, Y 量は25 ppmである(資料集no. 702の表4). 滝沢林道(Loc. 175)で大室山降下火砕物の上位にあるスコリア(05112701-2; 第11図)も SiO_2 量は50.7 wt%, MgO 量は5.3 wt%, K_2O 量は0.60 wt%の組成を持ち(資料集no. 702の表4), 本噴出物に対比される(第15図).

噴火地点 大平山・棧敷山火砕丘が噴火口である.

体積 閉じた等層厚線が作成できなかったため(第20図), 本降下火砕物の体積は不明である. 一方, この噴火に伴った大平山・棧敷山溶岩流の体積は, その平均層厚を5 mとして約 $1 \times 10^2 \text{ km}^3$ DREと見積もられる.

4.7 S-13降下火砕物

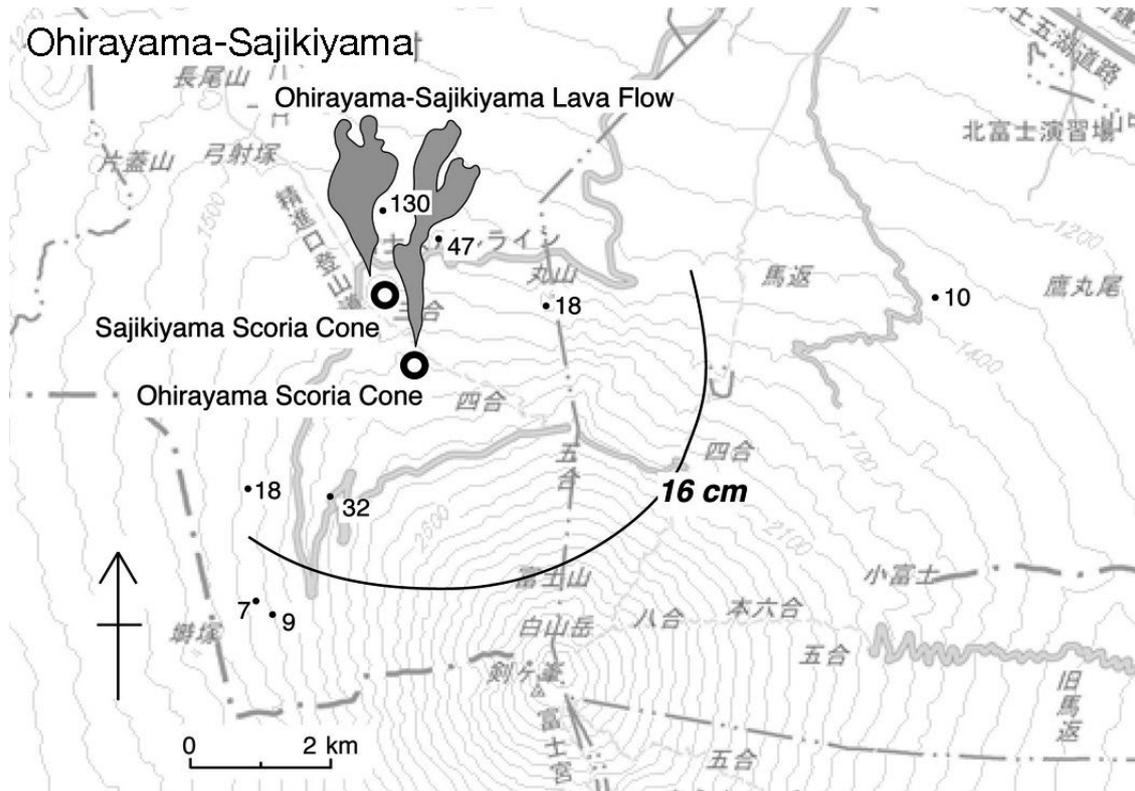
地層名 泉ほか(1977)や宮地(1988)のS-13による. 町田(1964)の砂沢ラピリ層と同じものである(泉ほか, 1977; 宮地, 1988).

模式地 静岡県御殿場市太郎坊(Loc. 71; 第3図).

層序関係 模式地で, 御殿場岩屑なだれ堆積物の直下であり, 間にあるはずの風成層やS-14降下火砕物が欠落している(第3図).

分布と層厚 富士山の東側に分布し, 静岡県裾野市の大野原から, 神奈川県箱根町の大涌谷周辺を経て, 静岡県小山町周辺に分布する(第21図). 模式地での層厚は66 cm以上, 遠方の箱根大涌谷(Loc. 212)での層厚は11 cmである. 模式地では御殿場岩屑なだれによる削剝を受けているため, 堆積時の層厚はもっと大きかったはずである. 降下火砕物の分布範囲の幅は広く, 主軸は大まかに東に向く. なお, 本降下火砕物の等層厚線は, 層厚計測地点の不足を補うため, 宮地(1988)のFig. 5を参考にしている.

岩相 模式地では, 黒色で発泡の悪い多面体型のスコリア角礫の中礫サイズの火山礫からなり, 細礫サイズのスコリア火山礫からなる基質を持つ. スコリアの平均最大



第20図 大平山・大室山降下火砕物及び溶岩流の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 溶岩分布は, 高田ほか(2016)による.

Fig. 20 Distribution of the Ohirayama-Sajikiyama Pyroclastic Fall Deposit and Lava Flow. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. Distribution of the lava flow was taken from Takada *et al.* (2016).

径は3.4 cm. 赤褐色変質岩片をまばらに含む. また, 基底部には黄灰色の軽石火山礫が混じる. スコリア・軽石とも斑晶に乏しい. 発泡の悪いスコリアの形状と基底部の軽石の存在はいずれの地点でも共通しており, 野外での認定は容易である(第22図). スコリアと軽石は, 共に無斑晶状である.

年代 本降下火砕堆積物直下の土壌(FJM405; Loc. 83)の¹⁴C年代は3,070 ± 40 yBPである(山元ほか, 2005). この値は下位にある大室山降下火砕物の¹⁴C年代, 3,010 ± 50 yBP (011018C-1)よりも若干古く, 噴火年代を直接示すものではない可能性が大きい(山元ほか, 2005). 上位のS-14降下火砕物(1,000 cal BC頃; 後述)や御殿場岩屑なだれ堆積物(900 cal BC頃; 宮地ほか, 2004)の年代も考慮すると, S-13降下火砕物の噴出年代は1,200 cal BC頃と推定できる.

化学組成と対比 本火砕物スコリア(TRB18)のSiO₂量は, 55.4 wt%と玄武岩質安山岩組成を示している. また, MgO量は4.2 wt%, K₂O量は0.72 wt%, Zr量は76 ppm, Y量は22 ppmである(資料集no. 702の表3). 本降下火砕物の基底部に含まれる軽石については, 良好な試料が得られなかったため, 分析を行っていない.

噴火地点 宮地(1988)は, 等層厚線の収斂状況から本降下火砕物の火口位置を南東山腹の砂沢源頭部と考えている. 本報告もこれに従っている. おそらく, 西二ツ塚降下火砕物や宝永降下火砕物下に火口は埋没しているであろう.

体積 32 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約3 × 10¹¹ km³ (岩石換算最小体積は約1 × 10¹¹ km³ DRE, 最小質量は約3 × 10¹¹ kg)である.

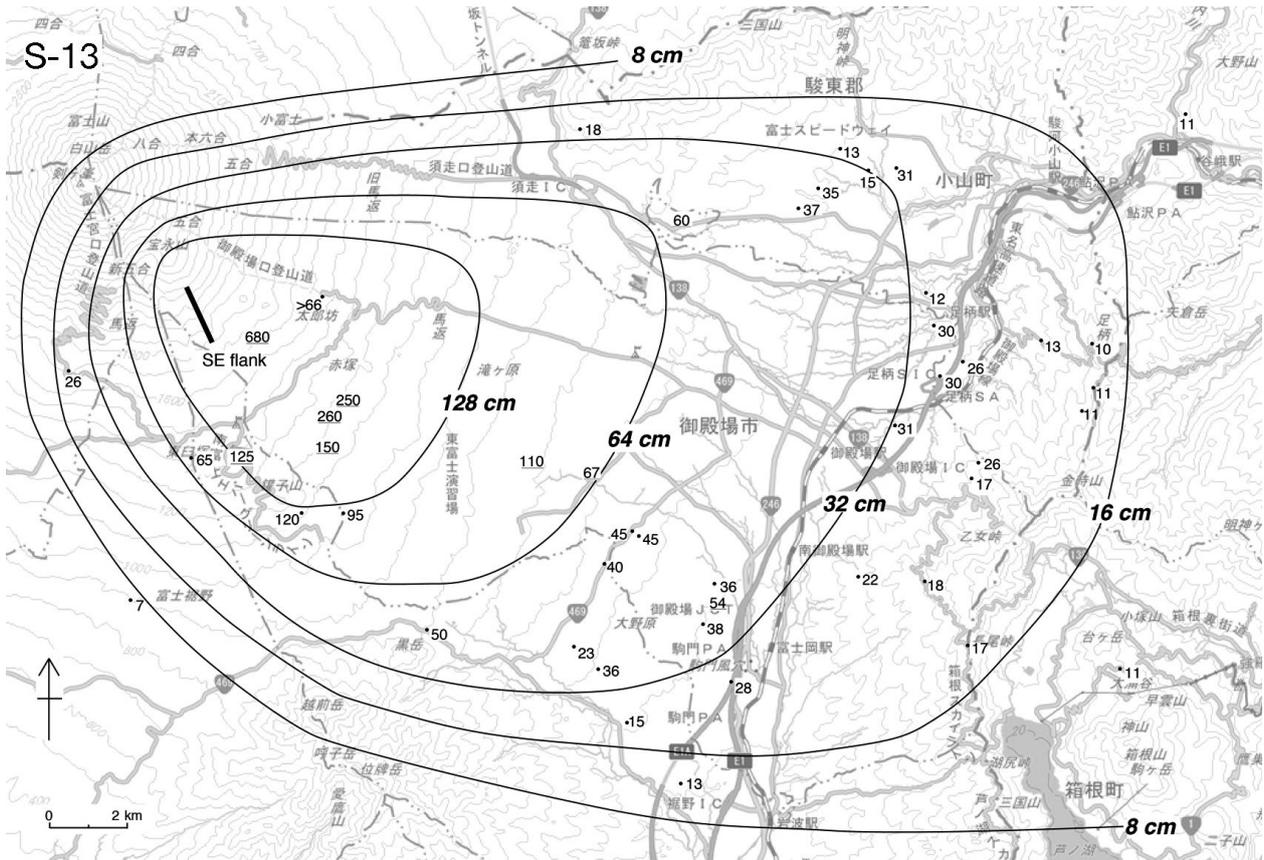
4.8 S-14降下火砕物

地層名 泉ほか(1977)や宮地(1988)のS-14による.

模式地 静岡県御殿場市和田の鮎沢川支流(Loc. 133; 第22図).

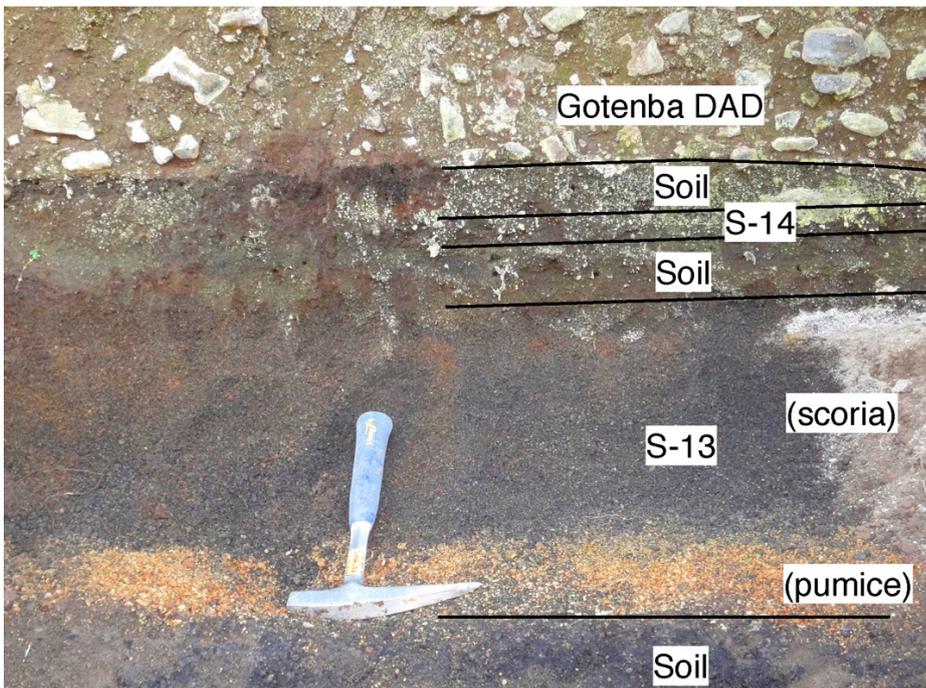
層序関係 模式地で, S-13降下火砕物・御殿場岩屑なだれ堆積物間にある土壌中に挟まれる.

分布と層厚 富士山の東側に分布するが, 確認できる露頭は模式地以外で, すぎな沢(Loc. 115)や小野倉(Loc. 231)など御殿場岩屑なだれ分布域外の僅かな地点である(第23図). これは, 御殿場岩屑なだれにより大部分が削剥されているため, 御殿場岩屑なだれ堆積物が直接S-13降下火砕物を覆う露頭が多い. 御殿場岩屑なだれ堆



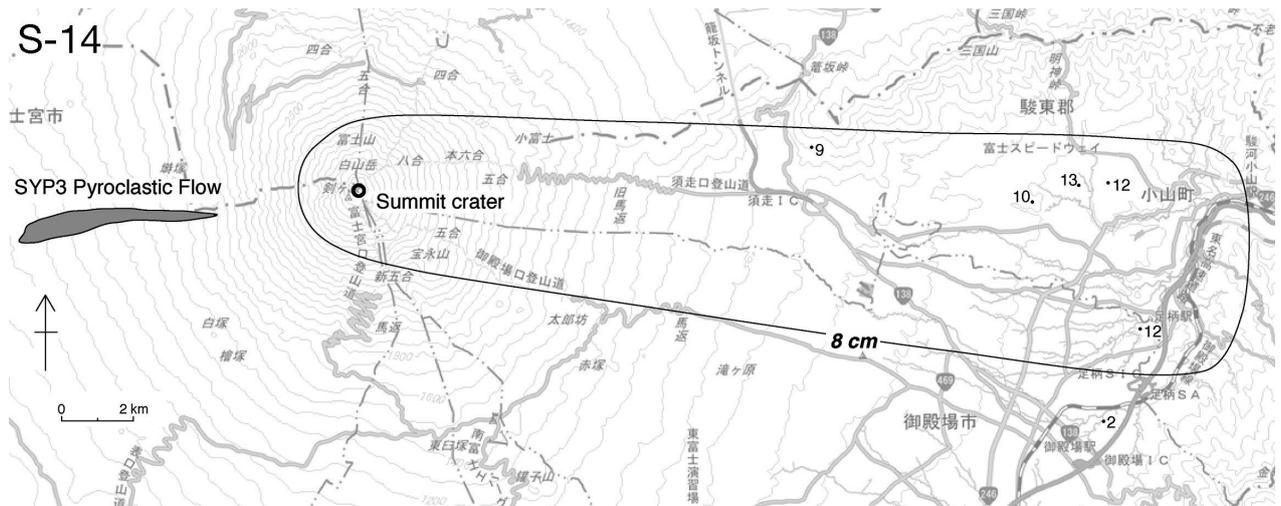
第21図 S-13降下火砕物の分布。数字は堆積物の層厚(単位はcm)。曲線は等層厚線。太線は推定割れ目火口。128・64 cm等層厚線は、層厚計測地点の不足を補うため、宮地(1988)の層厚値(下線付き)を参考にしてている。

Fig. 21 Distribution of the S-13 Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs, and a solid line is an inferred fissure vent. 128- and 64-cm-lines are based thickness values (underlined) in Miyaji (1988) to compensate for the shortage of observed points.



第22図 御殿場岩屑なだれ堆積物(DAD)の下位に露出するS-13及びS-14降下火砕物。静岡県御殿場市和田(Loc. 133)。スケールはハンマー(30 cm)。

Fig. 22 Outcrop photograph of the S-13 and S-14 Pyroclastic Fall Deposits underlying the Gotenba Debris Avalanche Deposit (DAD) at Wada, Gotenba City (Loc. 133). Scale is a hammer (30 cm in length).



第23図 S-14降下火砕物とSYP3火砕流堆積物の分布。数字は堆積物の層厚(単位はcm)。曲線は等層厚線。

Fig. 23 Distribution of the S-14 Pyroclastic Fall Deposit and the SYP3 Pyroclastic Flow Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs.

積物の縁辺部に当たる模式地は、S-14降下火砕物・御殿場岩屑なだれ堆積物間の黒色土壌(厚さ4 cm)も保存されている貴重な自然露頭である(第22図)。模式地での層厚は2 cm、小野倉(Loc. 231)での層厚は12 cmである。

岩相 すぎな沢の本降下火砕物は、表面が灰色～暗灰色の発泡したスコリア垂角礫の火山礫からなる。スコリアの平均最大径は2.8 cmである。玄武岩石質岩片、赤色類質岩片を伴い、基質に少量の細礫サイズのスコリア火山礫を持つ。淘汰は良く、基質に火山灰を欠く。径2 mm前後の斜長石と径1 mm以下のかんらん石斑晶を含む。模式地の本降下火砕物は、最大径4 mmのスコリア火山礫からなる。

年代 本降下火砕物の噴出年代は、宮地(1988)も指摘したように、御殿場岩屑なだれ発生前の100年以内とみられる。従って、1,000 cal BC頃であろう。この年代は、西山腹のSYP3火砕流の¹⁴C年代、2,860 ± 40 yBP (FJM321)と2,880 ± 70 yBP (FJM202)が示す暦年代1,000 cal BC頃(第14図; Yamamoto *et al.*, 2005)と一致する。

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(SB08, SB13)のSiO₂量は51.1 ~ 52.4 wt%, MgO量は4.8 ~ 5.2 wt%, K₂O量は0.58 ~ 0.64 wt%である。また、Zr量は72 ~ 74 ppm, Y量は20 ~ 21 ppmである(資料集no. 702の表3)。SYP3火砕流の本質岩片(Y011205-1)のSiO₂量は51.8 wt%, MgO量は4.9 wt%, K₂O量は0.62 wt%と良く類似しており(資料集no. 702の表4)、両者は対比可能と考えられる(第15図)。

噴火地点 本降下火砕物がSYP3火砕流を伴ったとすると、噴火地点は山頂火口である。山頂部には複数の噴火ユニットからなる未区分須走-c期噴出物があるが、この中に本降下火砕物に対比可能なものがあるのか確認できていない。

体積 8 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約4 × 10² km³(岩石換算最小体積は約2 × 10² km³ DRE, 最小質量は約4 × 10¹⁰ kg)である。

4.9 S-15降下火砕物

地層名 泉ほか(1977)や宮地(1988)のS-15による。

模式地 静岡県御殿場市大日堂(Loc. 124; 第4図)。

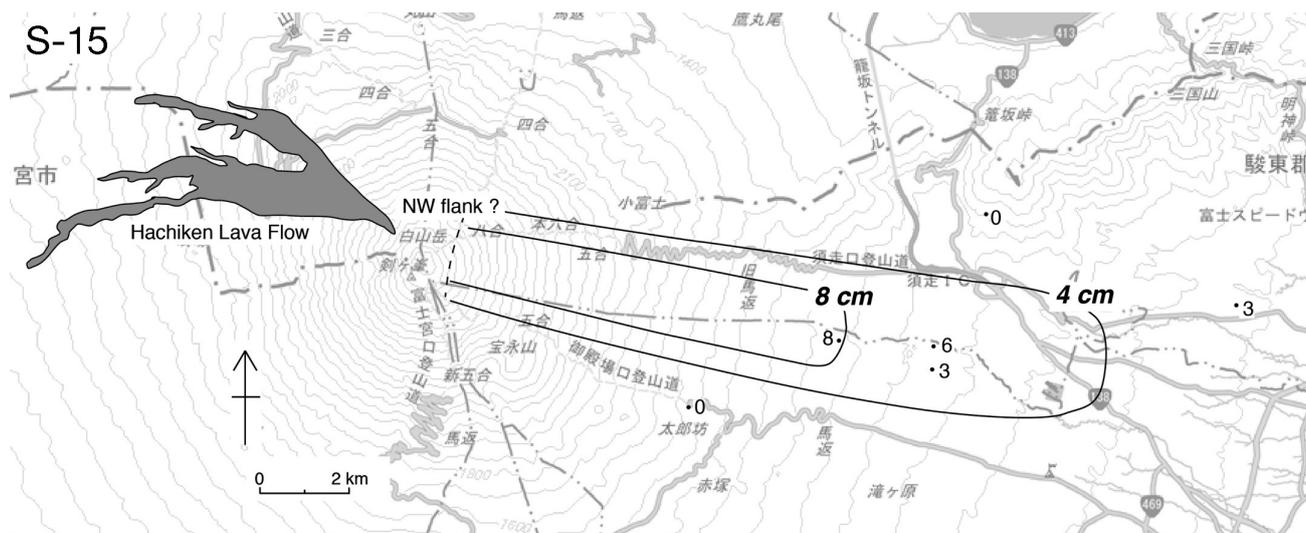
層序関係 模式地で、土壌化した砂質風成層を挟んで御殿場岩屑なだれ堆積物の上位14 cmの位置にある(第4図)。

分布と層厚 富士山の東側に分布するが、確認できる露頭は模式地の他は御殿場市上高塚(Loc. 120)、同市地獄谷(Loc. 125)など分布の幅は狭い(第24図)。模式地での層厚は8 cmである。降下火砕物の分布主軸は山頂付近から東南東に向くものとみられる。宮地(1988)はすぎな沢(Loc. 115; 宮地の地点573)で厚さ数10 cmのS-15降下火砕物を記載しているが、我々の調査では全岩化学組成がS-15と良く類似する降下火砕物を確認できなかった(第9図)。

岩相 模式地では、黒色で発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなる。淘汰が良く、火山灰サイズ以下の基質を欠く。スコリアの最大径は1.5 cmである。

年代 本降下火砕物からは、年代値が報告されていない。御殿場岩屑なだれ堆積物の直上にあることから、800 cal BC頃と推定できる。

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(DN01, KT05)のSiO₂量は51.6 ~ 51.9 wt%, MgO量は4.5 wt%, K₂O量は0.76 ~ 0.77 wt%である。また、Zr量は96 ~ 99 ppm, Y量は22 ~ 25 ppmである(資料集no. 702の表3)。S-15降下火砕物のK₂OやZr量は上下のS-14・S-16降下火砕物よ



第24図 S-15降下火砕物と八軒溶岩流の分布。数字は堆積物の層厚(単位はcm)。曲線は等層厚線。破線は、面積を計測した等層厚線領域の給源側境界を示す。溶岩分布は、高田ほか(2016)による。

Fig. 24 Distribution of the S-15 Pyroclastic Fall Deposit and the Hachiken Lava Flow. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. Dashed line shows the boundary of the source side of the isopach regions where the area was measured. Distribution of the lava flow was taken from Takada *et al.* (2016).

りも多く、識別可能である(第15図)。このような特徴からすぎな沢(Loc. 1115)での、S-15降下火砕物の存在は否定される。一方、山頂の北西斜面からは800 cal BC頃の¹⁴C年代(FJM309; 山元ほか, 2005)を持つ八軒溶岩流が噴出している(石塚ほか, 2007; 高田ほか, 2016)。この溶岩のSiO₂量は51.3 ~ 51.6 wt%, MgO量は4.9 ~ 5.2 wt%, K₂O量は0.74 ~ 0.78 wt%と、S-15降下火砕物スコリアよりも若干MgO量が多いものの、比較的よく似ている(第15図)。従って、年代の近い八軒溶岩流とS-15降下火砕物とは対比できる可能性がある。

噴出地点 八軒溶岩流と同じ噴火の産物とすると、噴火地点は山頂北西斜面となる。

体積 4 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約 $6 \times 10^3 \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約 $2 \times 10^3 \text{ km}^3$ DRE, 最小質量は約 $5 \times 10^9 \text{ kg}$)である。なお、この値は降下火砕物の分布が確実な範囲で等層厚線を断ち切り(第24図の破線)、面積を計測して得られたものである。また、八軒溶岩流の体積は、その平均層厚を5 mとして約 $3 \times 10^2 \text{ km}^3$ DREと見積もられる。

4. 10 駒門降下火砕物(Kmd)

地層名 山元ほか(2005)の駒門降下スコリアによる。

模式地 静岡県御殿場市駒門(Loc. 82)。

層序関係 模式地では、黒色土壌を挟んでS-13降下火砕物の6 cm上位にある(山元ほか, 2014b)。また御殿場市神場(Loc. 107)では、土壌化した砂質風成層を挟んで御殿場岩屑なだれ堆積物直上の高密度洪水流堆積物の6 cm上位に、土壌化した砂質風成層を挟んでS-18降下火砕物

の20 cm下位に位置している。

分布と層厚 模式地周辺から御殿場市舟窪台周辺にのみ分布する(第25図)。層厚は模式地で最も厚く、19 cmである。降下火砕物の分布主軸は南東に向く。

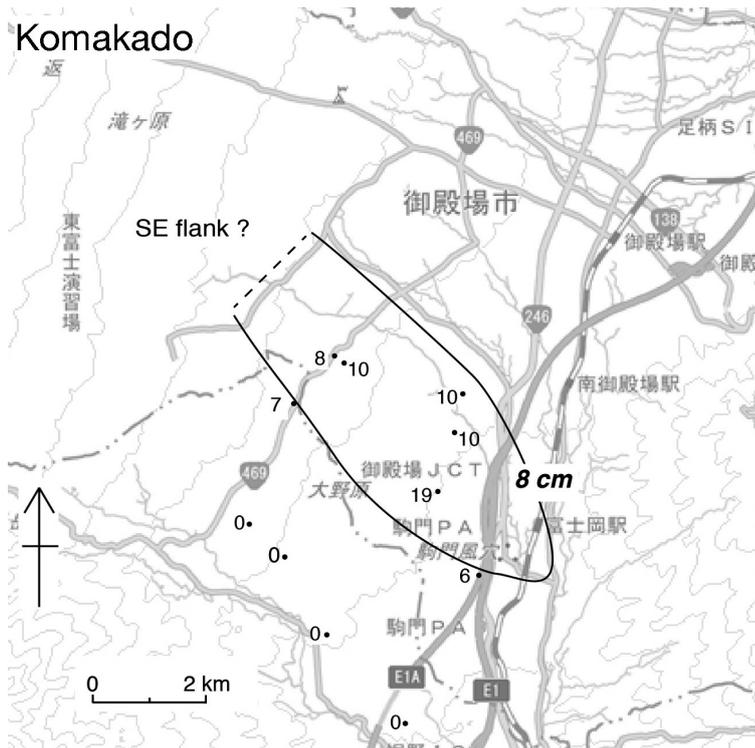
岩相 模式地の本降下火砕物は、赤褐色で発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなり、基質に細礫サイズのスコリアを持つ。粒径は舟窪台(Loc. 215)で最も粗く最大径3.5 cmである。スコリアは無斑晶状である。

年代 本降下火砕物直下の土壌(FJM305; Loc. 82)の¹⁴C年代は $2,620 \pm 40 \text{ yBP}$ である(山元ほか, 2005)。その暦年代は800 cal BC頃で、直下にある御殿場岩屑なだれ堆積物の年代、900 cal BC年頃(宮地ほか, 2004)と矛盾しない。

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(KD01)のSiO₂量は49.7 wt%, MgO量は5.1 wt%, K₂O量は0.60 wt%である。また、Zr量は86 ppm, Y量は23 ppmである(資料集no. 702の表3)。S-15 ~ S-16降下火砕物に近い層準にあるものの、化学組成はこれらとは類似しない(第15図)。

噴火地点 等層厚線から推定される本降下火砕物の給源側は印野丸尾溶岩に覆われ、火口近傍相に相当するものは確認できない。しかし、更に給源側の太郎坊・大日堂では、御殿場岩屑なだれ堆積物・S-18降下火砕物間に対比可能な噴出物は存在しない(第3, 4図)。また、宝永火口壁でS-17降下火砕物の下位にある須走-c期噴出物(第12図; 山元ほか, 2016)にも、対比可能なものはない。おそらく、本降下火砕物は南東山麓の未確認火口から噴出したのであろう。

体積 8 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体



第25図 駒門降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 破線は, 面積を計測した等層厚線領域の給源側境界を示す.

Fig. 25 Distribution of the Komakado Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. Dashed line shows the boundary of the source side of the isopach regions where the area was measured.

積は約 $5 \times 10^3 \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約 $2 \times 10^3 \text{ km}^3$ DRE, 最小質量は約 $5 \times 10^9 \text{ kg}$) である. なお, この値は降下火砕物の分布が確実な範囲で等層厚線を断ち切り(第25図の破線), 面積を計測して得られたものである.

4. 11 S-16降下火砕物

地層名 泉ほか(1977)や宮地(1988)のS-16による.

模式地 静岡県御殿場市大日堂(Loc. 124; 第4図).

層序関係 模式地で, 土壌化した砂質風成層を挟んでS-15降下火砕物の上位7 cmの位置にある(第4図).

分布と層厚 富士山の東側に分布する(第26図). 模式地での層厚は24 cmであるが, 東方の小山市富士スピードウェイ(Loc. 76)でも23 cm, 遠方の大蔵野(Loc. 230)での層厚は8 cmである. また, 滝沢(Loc. 175)で, 8 cmである. 滝沢周辺の本降下火砕物は, 宮地(1988)ではS-16-3とされている(例えば宮地の地点883柱状図)が, 全岩化学組成や層厚分布からこれをS-16降下火砕物と区別する必要があるとは考えられない. 降下火砕物の分布主軸は, 山頂周辺から東北東に向く.

岩相 模式地では, 黒色で発泡の良いスコリア角礫の火山礫と火山灰の互層からなる. 山元(2014b)では, 成層構造を反映してS-16-1やS-16-2と細分していたが, 遠方の地点では成層構造が明瞭ではなくなり, S-16を細分することが出来なくなる. 場所によっては気泡が長く引き延ばされたものやスパイノーザな形態のスコリアが多く含まれる. また, スコリアは, 斜長石とかんらん石斑晶が目立つ.

年代 本降下火砕物からは, 年代値が報告されていない. 下位の御殿場岩屑なだれ堆積物や上位のS-18・S-22降下火砕堆積物との層序関係から, 750 cal BC頃と推定できる.

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(TRB17, SB07, DN02, DN03, KT04, 05112701-3)のSiO₂量は51.0 ~ 52.9 wt%, MgO量は4.5 ~ 5.2 wt%, K₂O量は0.69 ~ 0.73 wt%, Zr量は86 ~ 90 ppm, Y量は23 ~ 25 ppmである(第15図; 資料集no. 702の表3・4).

噴火地点 層厚分布から山頂周辺から噴出したものと考えられるものの, 具体的な地点は絞り込めない.

体積 8 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約 $1 \times 10^1 \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約 $4 \times 10^2 \text{ km}^3$ DRE, 最小質量は約 $1 \times 10^{11} \text{ kg}$) である. なお, この値は降下火砕物の分布が確実な範囲で等層厚線を断ち切り(第26図の破線), 面積を計測して得られたものである.

4. 12 S-17降下火砕物

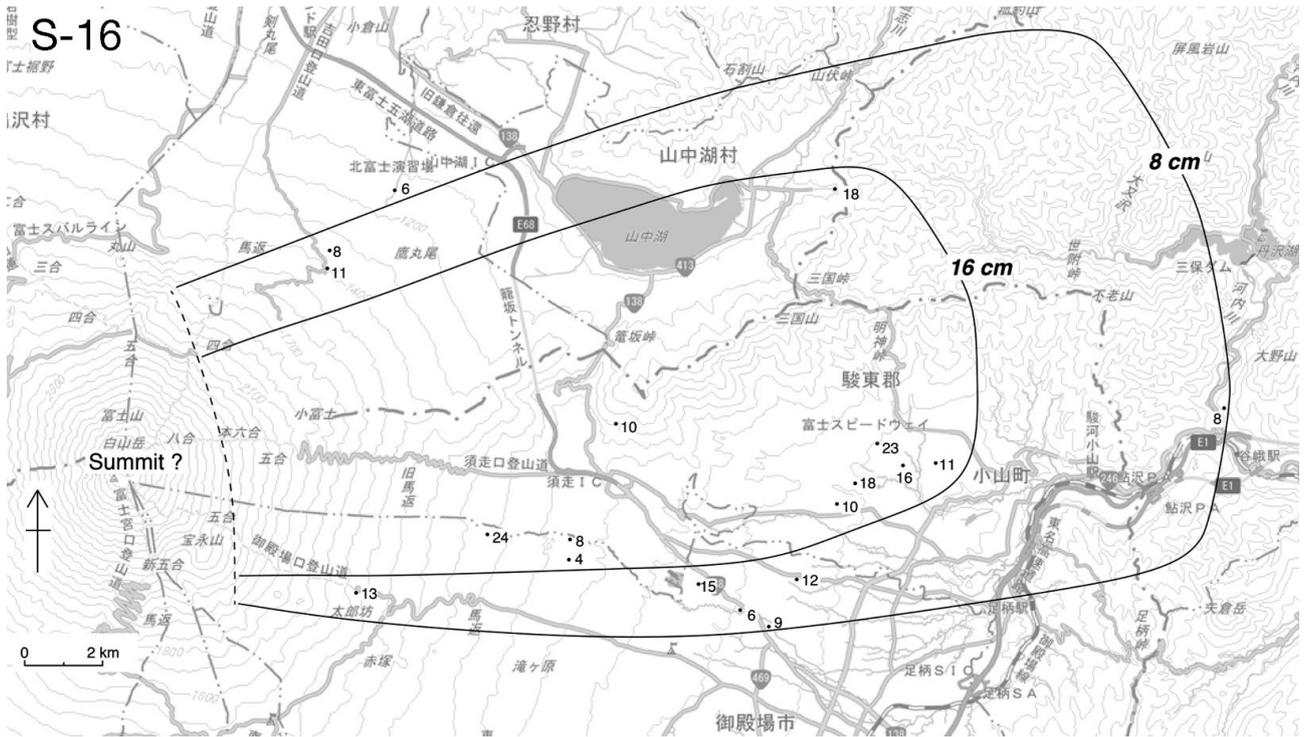
地層名 泉ほか(1977)や宮地(1988)のS-17による.

模式地 静岡県御殿場市大日堂(Loc. 124; 第4図).

層序関係 模式地で, 土壌化した砂質風成層を挟んでS-16降下火砕物の上位7 cmの位置にある(第4図).

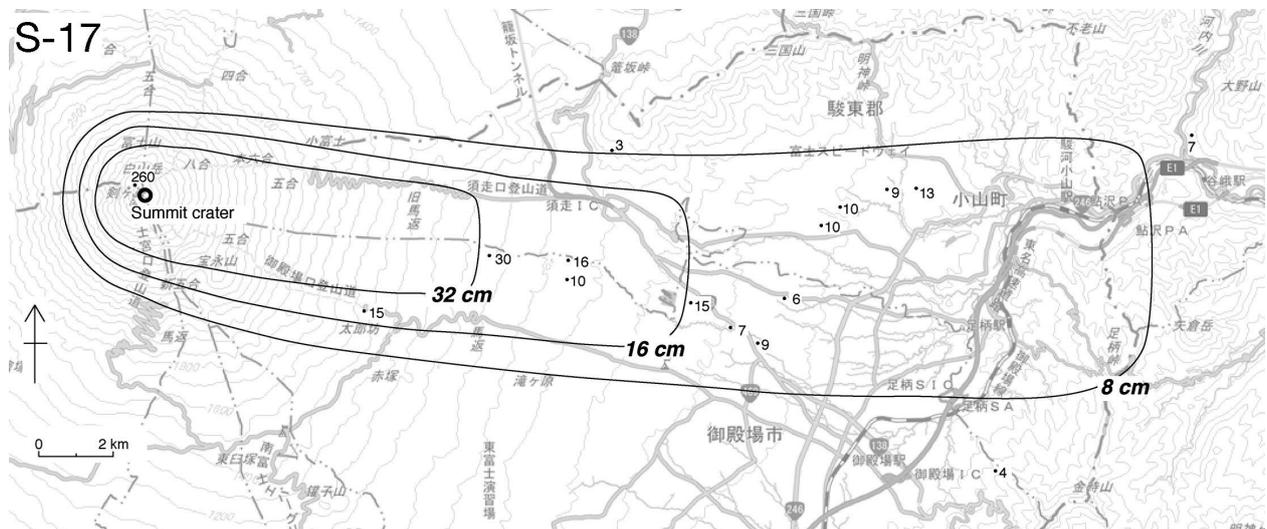
分布と層厚 富士山の東側に分布する(第27図). 模式地での層厚は30 cmで, 遠方の大蔵野(Loc. 230)での層厚は7 cmである. 降下火砕物の分布主軸は, 山頂からほぼ東に向く.

岩相 模式地では, 黒色~暗灰色で発泡の良いスコリア角礫~亜角礫の火山礫・火山灰の互層からなる. 山元



第26図 S-16降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 破線は, 面積を計測した等層厚線領域の給源側境界を示す.

Fig. 26 Distribution of the S-16 Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. Dashed line shows the boundary of the source side of the isopach regions where the area was measured.

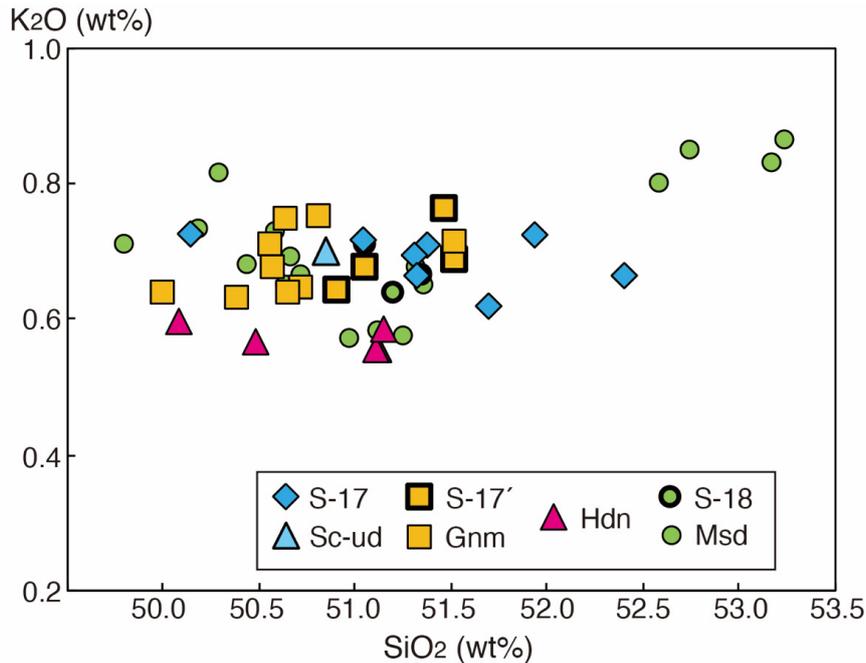


第27図 S-17降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線.

Fig. 27 Distribution of the S-17 Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs.

(2014b)では, 成層構造を反映してS-17-1やS-17-2と細分していたが, 遠方の地点では成層構造が明瞭ではなくなり, S-17を細分することが出来なくなる. スコリアの平均最大径は3.8 cmで, 径2 mm前後の斜長石と径1 mm以下のかんらん石斑晶を含む.

年代 本降下火砕物からは, 年代値が報告されていない. 下位の御殿場岩屑なだれ堆積物や上位のS-18・S-22降下火砕堆積物との層序関係から, 700 cal BC頃と推定できる.
化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(TRB16, SB06, DN04, DN05, KT03)のSiO₂量は51.3 ~ 52.4 wt%, MgO量



第28図 S-17, S-17', 白山岳西(Hdn)及びS-18降下火砕物と銀明水(Gnm)及び三島岳(Msd)アグルチネートのSiO₂-K₂O含有量図. Sc-ud (未区分須走-c期噴出物)は山頂の溶岩010825-3.

Fig. 28 SiO₂-K₂O variation diagram for the S-17, S-17', Hakusandakenishi (Hdn) and S-18 Pyroclastic Fall Deposits and the Ginmeisui (Gnm) and Mishimadake (Msd) Agglutinates. Sc-ud (undivided Subashiri-c stage products) is lava 010825-3 in the summit.

は4.5～5.2 wt%, K₂O量は0.62～0.72 wt%, Zr量は81～87 ppm, Y量は20～24 ppmである(資料集no. 702の表3). 山頂北北西縁の白草流れ源頭部(Loc. 59)では, 後述するS-17'降下火砕物相当の銀明水アグルチネート(高田ほか, 2016)の下位に, 層厚120 cmの水蒸気噴火堆積物を挟んで, 層厚260 cmの弱溶結した茶褐色火山弾及びスコリア火山礫が露出している(第12図; 山元ほか, 2016). この降下火砕物や相当層の火山弾(010824-Y8, 010826-5, 030805-53)は斜長石斑晶の目立つかんらん石玄武岩でSiO₂量は50.1～51.4 wt%, MgO量は4.6～5.8 wt%, K₂O量は0.69～0.73 wt%と(資料集no. 702の表4), S-17降下火砕物スコリアの組成と良く似ており, 両者は対比可能である. また, 山頂部の未区分須走-c期噴出物(Sc-ud)の最上部にあり, 銀明水アグルチネートに覆われる西安河原の厚い溶岩[津屋(1971)の第1火口棚溶岩; 010825-3]のSiO₂量は50.9 wt%, MgO量は5.2 wt%, K₂O量は0.74 wt%で(資料集no. 702の表4), S-17降下火砕物の組成と良く似ている(第28図).

噴出地点 本降下火砕物は, 給源近傍相の存在から, 山頂火口から噴出したと判断される.

体積 8 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約5×10² km³ (岩石換算最小体積は約2×10² km³ DRE, 最小質量は約5×10¹⁰ kg)である.

4.13 S-17'降下火砕物

地層名 宮地(1988)のS-17'による. 本降下火砕物と山頂部の銀明水アグルチネート, これが二次流動した角木沢溶岩流を合わせて, 銀明水噴出物と呼ぶ(高田ほか, 2016).

模式地 静岡県御殿場市太郎坊(Loc. 71; 第3図).

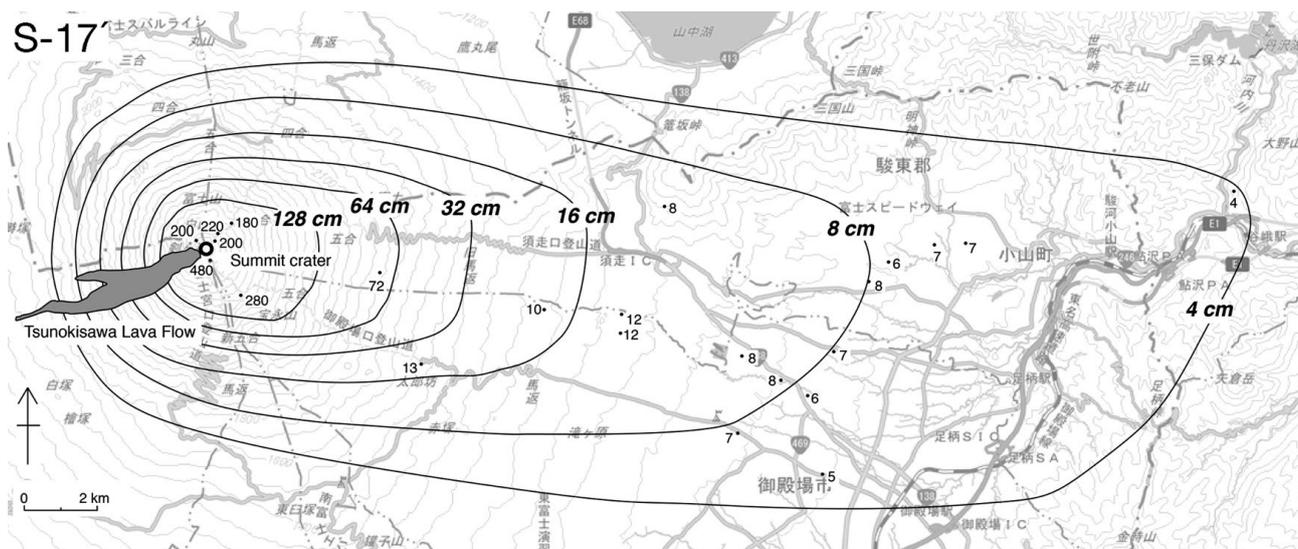
層序関係 模式地で, 砂質風成層を挟んでS-17降下火砕物の上位10 cmの位置にある(Fig. 3-2).

分布と層厚 富士山の東側に分布し, 分布主軸は山頂からほぼ東に向く(第29図). 模式地での層厚は13 cm, 遠方の大蔵野(Loc. 230)での層厚は4 cmである. 一方, 山頂部で強溶結し, 厚さ数 mの銀明水アグルチネートとなる(高田ほか, 2016). さらに, 西山腹ではこのアグルチネートが二次流動して標高1,220 mまで流下している(角木沢溶岩流; 高田ほか, 2016).

岩相 模式地では層厚13 cmで, 黒色で発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなる. 淘汰良く, 基質に火山灰を欠く. スコリアの平均最大径は4.2 cmである. 山頂部の銀明水(Loc. 55)では, 層厚480 cmで, 上半分が強溶結した黒色のアグルチネート, 下半分が弱溶結した赤褐色の牛糞状火山弾とスコリア火山礫からなり, 石質岩片をまばらに含んでいる(第12図; 山元ほか, 2016). 火山弾・スコリアはかんらん石玄武岩で, 径3 mm前後の斜長石斑晶を含んでいる.

年代 本降下火砕物からは, 年代値が報告されていない. 下位の御殿場岩屑なだれ堆積物や上位のS-18・S-22降下火砕堆積物との層序関係から, 650 cal BC頃と推定できる.

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(TRB15, SB05, KT02, 031031-41)のSiO₂量は51.0～51.5 wt%, MgO量は4.9～5.4 wt%, K₂O量は0.64～0.76 wt%, Zr量は74～95 ppm, Y量は19～24 ppmである(資料集no. 702の表3). その組成は銀明水アグルチネート(01824-1-7, 01825-8, 01825-11, 01827-4, 020729-2-2, 020730-23, 020730-30; 資料集no. 702の表4)の組成範囲内にある(第28図).



第29図 S-17降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 角木沢溶岩流は, 山頂部の銀明水アグルチネート(第12図のGnm)起源の根無し溶岩流である. 溶岩分布は, 高田ほか(2016)による.

Fig. 29 Distribution of the S-17 Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. The Tsunokisawa Lava Flow is a rootless flow from the Ginmeisui Agglutinate (Gnm in Fig. 12) at the summit. Distribution of the lava flow was taken from Takada *et al.* (2016).

噴出地点 本降下火砕物は, 給源近傍相の存在から, 山頂火口から噴出したと判断される.

体積 64 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約 $6 \times 10^2 \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約 $2 \times 10^2 \text{ km}^3$ DRE, 最小質量は約 $6 \times 10^{10} \text{ kg}$)である.

4. 14 白山岳西降下火砕物(Hdn)

地層名 高田ほか(2016)の白山岳西噴出物による.

模式地 富士山山頂部の小内院西壁(Loc. 58; 第12図).

層序関係 山頂部の模式地では間に水蒸気噴火堆積物を挟んで, 銀明水アグルチネート(S-17降下火砕物)と三島岳アグルチネート(S-18降下火砕物)の間にある(第12図; 山元ほか, 2016). 東山腹でもS-17降下火砕物とS-18降下火砕物の間の砂質風成層中にあり, その位置はS-18降下火砕物の下位6~2 cmとこれに近い(第3, 4図).

分布と層厚 富士山山頂部の北側で厚く, 模式地での層厚は410 cmである. 分布主軸は山頂からほぼ東に向き, 遠方相は太郎坊(Loc. 71)や大日堂(Loc. 124)で確認できる(第30図). その層厚はそれぞれ4 cm, 14 cmである.

岩相 模式地では, 最大径90 cmの座布団状~紡錘形火山弾からなり, 基質に赤色で発泡の良い径2~3 cmのスコリア火山礫を持つ. 噴出物の特徴から, ストロンボリ式噴火の産物と考えられる. 一方, 東山麓の本降下火砕物は, 黒色~暗灰色で発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなり, 淘汰が良い. 火山弾・スコリアは, 斜長石とかんらん石斑晶が目立つ.

年代 本降下火砕物からは, 年代値が報告されていない.

上位のS-18降下火砕堆積物に近い層準にあることから, 600 cal BC頃と推定できる.

化学組成と対比 本降下火砕物の火山弾(010825-10, 010826-3, 020729-2-3), スコリア(TRB14, 031031-42)のSiO₂量は50.1~51.1 wt%, MgO量は5.3~5.8 wt%, K₂O量は0.55~0.60 wt%, Zr量は67~73 ppm, Y量は19~23 ppmである(資料集no. 702の表3・4). 上下のS-17・S-18降下火砕物と比べると, ややK₂O量が少ない特徴がある(第28図).

噴出地点 本降下火砕物は, 給源近傍相の存在から, 山頂火口から噴出したと判断される.

体積 16, 32 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約 $1 \times 10^2 \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約 $5 \times 10^3 \text{ km}^3$ DRE, 最小質量は約 $1 \times 10^{10} \text{ kg}$)である.

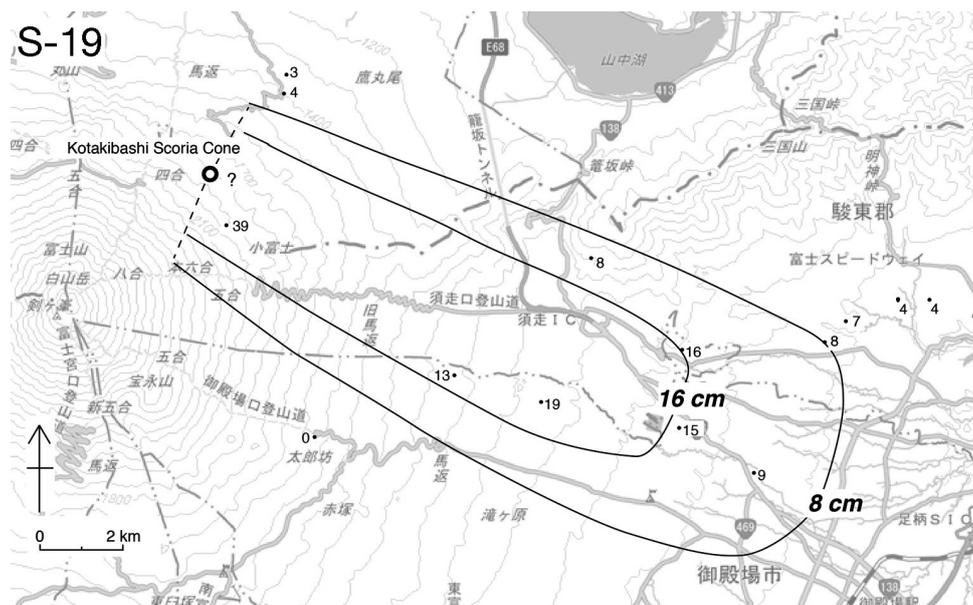
4. 15 S-18降下火砕物

地層名 泉ほか(1977)や宮地(1988)のS-18による. 本降下火砕物と山頂部の三島岳アグルチネート, これが二次流動した主杖流溶岩流を合わせて, 三島岳噴出物と呼ぶ(高田ほか, 2016).

模式地 静岡県御殿場市太郎坊(Loc. 71; 第3図).

層序関係 模式地で, 砂質風成層を挟んで白山岳西降下火砕物の上位6 cmの位置にある(第3図).

分布と層厚 富士山の東側に分布し, 分布主軸は山頂からほぼ東に向く(第31図). 小山町の富士スピードウェイ(Loc. 76)で42 cm, 箱根大涌谷(Loc. 213)でも8 cmの層厚を持つ. 一方, 山頂部で強溶結し, 厚さ3~6 mの三



第32図 S-19降下火砕物の分布. 小滝橋火砕丘は、本降下火砕物の給源である. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 破線は、面積を計測した等層厚線領域の給源側境界を示す.

Fig. 32 Distribution of the S-19 Pyroclastic Fall Deposit. The Kotakibashi Pyroclastic Cone is the source of this fall deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. Dashed line shows the boundary of the source side of the isopach regions where the area was measured.

島岳アグルチネートとなる(第12図; 高田ほか, 2016). さらに、西山腹ではこのアグルチネートが二次流動して標高1,160 mまで流下している(主杖流溶岩流; 高田ほか, 2016).

岩相 模式地では、黒色～赤褐色で発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなり、淘汰が良い。灰色石質岩片をまばらに含み、下部には牛糞状火山弾も多い。スコリアの平均最大径は4.4 cmである。黒色と赤褐色のスコリアの比率や粒度は地点毎にやや異なり、赤褐色のスコリアが特定層準に濃集するほか、逆級化が顕著に表れる。また、層厚82 cmと山麓で最も厚い大日堂(Loc. 124)では、火山灰薄層を挟んで成層している。山頂部の銀明水(Loc. 55)では、層厚580 cmで、全体に弱溶結、中上部で強溶結した黒色～灰色～茶褐色の牛糞状火山弾とスコリア火山礫からなり、石質岩片をまばらに含んでいる(第12図; 山元ほか, 2016)。火山弾・スコリアは直方輝石単斜輝石かんらん石玄武岩～玄武岩質安山岩で、径3 mm前後の斜長石斑晶を含んである。

年代 S-18降下火砕物中の炭化木片(FJM310; Loc. 67)の¹⁴C年代は2,440 ± 40 yBP, S-18降下火砕物起源のラハール堆積物中の木片(FJM204, FJM332)の¹⁴C年代は2,440 ± 40 yBP, 2,370 ± 120 yBPである(山元ほか, 2005)。従って、本降下火砕物の噴出年代はこれらの値からを暦年較正した550 cal BC頃と判断できる(山元ほか, 2005; 高田ほか, 2016)。

化学組成と対比 三島岳アグルチネート本質物には、SiO₂量49.8 ~ 51.4 wt%の玄武岩(010823-4, 010823-5, 010824-1-4, 010824-1-6, 010825-7, 010826-1, 020729-9, 020760-22, 020803-23, 020803-25, 020803-25, 030804-54)とSiO₂量52.6 ~ 53.2 wt%の玄武岩質安山岩(010825-9, 010826-2, 020731-21, 020731-22)があるが、量的には玄武岩の方が多い(資料集no. 702の表4; 第28図)。玄武岩は三島岳アグルチネートの中に満遍なく認められるが、山頂北西部の三島岳アグルチネートでは玄武岩質安山岩も認められ、玄武岩と共存する。一方、S-18降下火砕物スコリア(TRB13, SB04, KT01)のSiO₂量は51.1 ~ 51.3 wt%, MgO量は5.3 ~ 5.4 wt%, K₂O量は0.64 ~ 0.71 wt%, Zr量は76 ~ 85 ppm, Y量は22 ~ 23 ppmで(資料集no. 702の表3)、三島岳アグルチネートの玄武岩組成範囲内にある(第28図)。

噴出地点 本降下火砕物は、給源近傍相の存在から、山頂火口から噴出したと判断される。

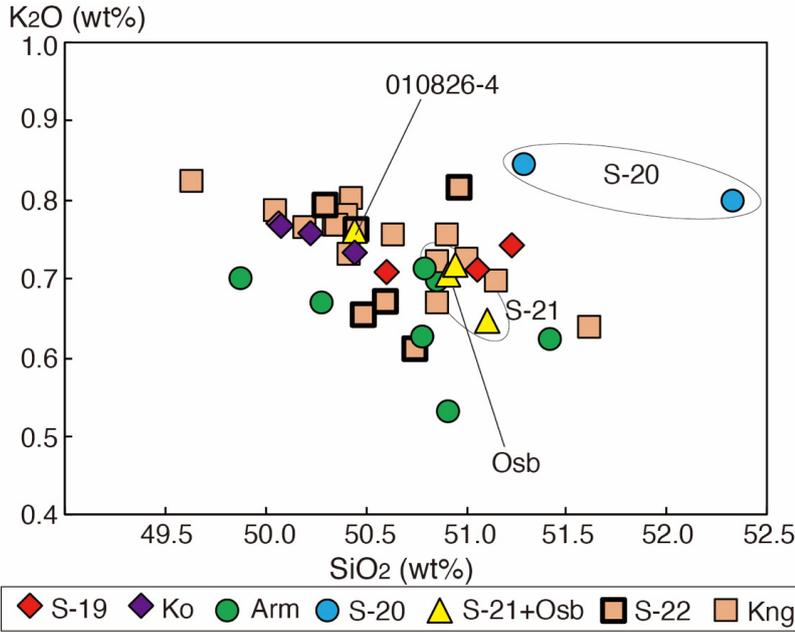
体積 16 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約3 × 10¹¹ km³ (岩石換算最小体積は約1 × 10¹¹ km³ DRE, 最小質量は約3 × 10¹¹ kg)である。

4. 16 S-19降下火砕物

地層名 泉ほか(1977)や宮地(1988)のS-19による。

模式地 静岡県小山町須走すぎな沢(Loc. 115; 第9図)。

層序関係 模式地で、砂質風成層を挟んでS-18降下火砕



第33図 S-19, 小滝橋(Ko), 荒巻(Arm), S-20, S-21及びS-22降下火砕物と剣ヶ峰アグルチネート(Kng)のSiO₂-K₂O含有量図. Osbは大砂走り溶岩流(第12図).

Fig. 33 SiO₂-K₂O variation diagram for the S-19, Kotakibashi (Ko), Aramaki (Arm), S-20, S-21 and S-22 Pyroclastic Fall Deposits and the Kengamine Agglutinate (Kng). Osb is the Osunabashiri Lava Flow (Fig. 12).

物の上位2 cmの位置にある(第9図).

分布と層厚 富士山の東側に分布し, 模式地や大日堂(Loc. 124)で観察できる(第32図). しかし, 太郎坊(Loc. 71)や山頂部で, S-18降下火砕物・三島岳アグルチネートの上位に対応する噴出物は確認できない. 模式地で8 cm, 大日堂(Loc. 124)で, 13 cm, 小富士北西(Loc. 173)で39 cmの層厚を持つ. 分布主軸は東南東を向く.

岩相 模式地では, 暗灰色で発砲の良いスコリア角礫~亜角礫の火山礫からなり, 基底部が細粒な逆級化をなす. 淘汰良く, 基質に火山灰を欠く. スコリアの平均最大径は, 2.3 cmである.

年代 本降下火砕物からは, 年代値が報告されていない. 下位のS-18降下火砕堆積物に近い層準にあることから, 500 cal BC頃と推定できる.

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(SB03, KF09, 05112701-7)のSiO₂量は50.6~51.2 wt%, MgO量は5.0~5.3 wt%, K₂O量は0.71~0.74 wt%, Zr量は72~98 ppm, Y量は23~28 ppmである(資料集no. 702の表3). 等層厚線の収斂する北東山腹にはほぼ同時期の小滝橋火砕丘(Sc-Ko;高田ほか, 2016)があり, そのスコリア(03110401, 03110405, 09082804, 09082805)のSiO₂量は50.1~50.4 wt%, MgO量は5.0~5.1 wt%, K₂O量は0.73~0.77 wt%である(資料集no. 702の表4). SiO₂量はずれるものの他の組成はよく似ており, S-19降下火砕物と対比できる可能性がある(第33図).

噴出地点 本降下火砕物は等層厚線の収斂する北東山腹から噴出したことは確実で, 小滝橋火砕丘が噴出割れ目の一部であった可能性がある.

体積 8 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約3×10⁻² km³(岩石換算最小体積は約1×10⁻² km³

DRE, 最小質量は約3×10¹⁰ kg)である. なお, この値は降下火砕物の分布が確実な範囲で等層厚線を断ち切り(第32図の破線), 面積を計測して得られたものである.

4. 17 S-20降下火砕物

地層名 泉ほか(1977)や宮地(1988)のS-20による.

模式地 静岡県小山町須走すぎな沢(Loc. 115;第9図).

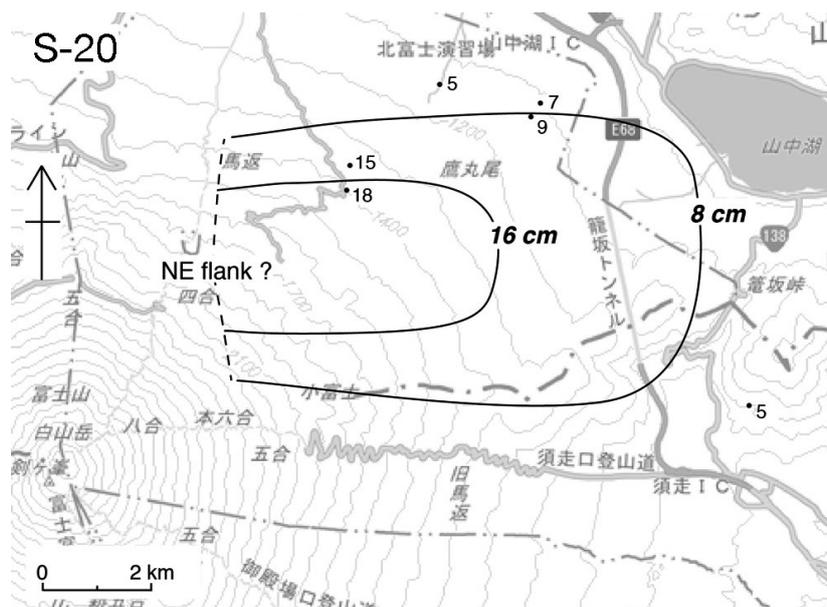
層序関係 模式地で, 砂質風成層を挟んでS-19降下火砕物の上位2 cmの位置にある(第9図).

分布と層厚 富士山の東~北東側に分布し, 模式地や滝沢林道(Loc. 175)で観察できる. しかし, 太郎坊(Loc. 71)や山頂部で, S-18降下火砕物・三島岳アグルチネートとS-22降下火砕物・剣ヶ峰アグルチネートの間に対応する噴出物は確認できない(第3, 12図). 模式地で5 cm, 滝沢林道(Loc. 175)で15 cmの層厚を持つ. 分布主軸は, 東を向く(第34図).

岩相 模式地では, 黒色ガラス質で発砲の極めて良いスコリア角礫の火山礫からなる. スコリアはスパイノーズな形態で, 細長く伸長した気泡を持つものが含まれる. 淘汰良く, 基質に火山灰を欠く. スコリアの平均最大径は, 2.0 cmである. 滝沢林道(Loc. 175)の同降下火砕物も, 同様のスコリア形態を特徴としている.

年代 本降下火砕物からは, 年代値が報告されていない. S-18・S-22降下火砕堆積物の中間の層準にあることから, 450 cal BC頃と推定できる.

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(SB02, 05112701-8)のSiO₂量は51.3~52.3 wt%, MgO量は4.5~4.8 wt%, K₂O量は0.80~0.84 wt%, Zr量は114~118 ppm, Y量は29~33 ppmである(資料集no. 702の表3). この組成は, 他の須走-c・須走-d期のスコリアと比べ, K₂O量やZr量



第34図 S-20降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 破線は, 面積を計測した等層厚線領域の給源側境界を示す.

Fig. 34 Distribution of the S-20 Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. Dashed line shows the boundary of the source side of the isopach regions where the area was measured.

が多い特徴がある(第33図).

噴出地点 層厚分布から, 山頂よりも北側の, おそらく北東山腹から噴出したとみられる. ただし, 対応する火口近傍相は見つかっていない.

体積 8, 16 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約 $1 \times 10^2 \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約 $5 \times 10^3 \text{ km}^3$ DRE, 最小質量は約 $1 \times 10^{10} \text{ kg}$)である. なお, この値は降下火砕物の分布が確実な範囲で等層厚線を断ち切り(第34図の破線), 面積を計測して得られたものである.

4. 18 荒巻降下火砕物(Arm)

地層名 高田ほか(2016)の荒巻噴出物による. この噴出物は, 山頂周辺のストロンボリ式降下火砕物と大内院の溶岩湖[第36図; 津屋(1971)の第2火口棚溶岩]を合わせたものからなる. 山元ほか(2011)は太郎坊(Loc. 71)の本降下火砕物をS-20降下火砕物としていたため, 高田ほか(2016)では荒巻噴出物をS-20降下火砕物に対比した. しかし, 本降下火砕物の化学組成はS-20降下火砕物と明瞭に異なるので, 高田ほか(2016)の対比を修正する.

模式地 富士山山頂部の荒巻(Loc. 62).

層序関係 山頂部の模式地では間に水蒸気噴火堆積物を挟んで, 三島岳アグルチネート(S-18降下火砕物)と剣ヶ峰アグルチネート(S-22降下火砕物)の間にある(第12図; 山元ほか, 2016). 東山麓でもS-18降下火砕物とS-22降下火砕物の間の砂質風成層中に位置している(第3図).

分布と層厚 富士山山頂部で50 ~ 230 cmの層厚を持つ.

分布主軸は山頂からほぼ東に向き, 遠方相が太郎坊(Loc. 71)や大日堂(Loc. 124)で確認できる(第35図). その層厚はそれぞれ7 cm, 11 cmである.

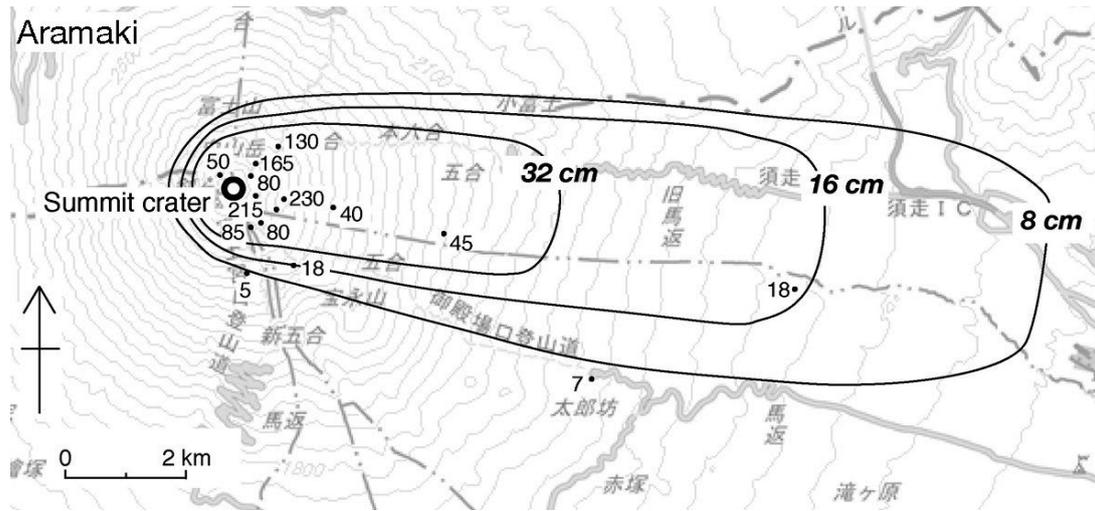
岩相 模式地では, 最大径160 cmの座布団状~牛糞状~紡錘形火山弾からなり, 基質に黒色で発泡の極めて良い径1 ~ 6 cmのスコリア火山礫を持つ. 噴出物の特徴から, ストロンボリ式噴火の産物と考えられる. 一方, 東山麓の本降下火砕物は, 黒色~暗灰色で発泡の極めて良いスコリア角礫の火山礫からなる. 火山弾の破片も含まれている. 火山弾・スコリアは, 径2 mm前後の斜長石と径1 mm以下のかんらん石斑晶を含む.

年代 本降下火砕物からは, 年代値が報告されていない. S-18・S-22降下火砕堆積物の中間の層準にあることから, 400 cal BC頃と推定できる.

化学組成と対比 本降下火砕物の火山弾(010826-8, 010827-3-1, 020729-2-4, 030804-53), スコリア(TRB12), 溶岩(010824-14, 010825-1)の SiO_2 量は49.9 ~ 51.4 wt%, MgO 量は4.6 ~ 5.8 wt%, K_2O 量は0.53 ~ 0.71 wt%, Zr量は79 ~ 92 ppm, Y量は23 ~ 26 ppmである(資料集no. 702の表3・4). 層準がほとんど同じで, 発泡の極めて良いスコリアからなる岩相の良く似たS-20降下火砕物とは, 組成が大きく異なっている(第33図).

噴出地点 本降下火砕物は, 給源近傍相の存在から, 山頂火口から噴出したと判断される.

体積 8・16・32 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約 $1 \times 10^2 \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約6



第35図 荒巻降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線.

Fig. 35 Distribution of the Aramaki Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs.

$\times 10^3 \text{ km}^3$ DRE, 最小質量は約 $1 \times 10^{10} \text{ kg}$ である. また, この噴火に伴った大内院を満たす溶岩流の体積は, その平均層厚を 60 m として約 $8 \times 10^3 \text{ km}^3$ DRE と見積もられる.

4. 19 S-21 降下火砕物

地層名 泉ほか(1977)や宮地(1988)のS-21による. 山頂部の金明水火砕丘(第36図; 高田ほか, 2016)も合わせて, 金明水噴出物と呼ぶ.

模式地 静岡県小山町須走すぎな沢(Loc. 115; 第9図).

層序関係 模式地で, S-20降下火砕物とS-22降下火砕物の間の土壌化した風成層中にある(第9図).

分布と層厚 富士山の東側に分布し, 模式地や, 須走口馬返(Loc. 127), 大日堂(Loc. 124)で観察できる(第37図). しかし, 太郎坊(Loc. 71)や滝沢林道(Loc. 145)で, S-22降下火砕物直下の位置に対応する噴出物は確認できない. 従って, 降下火砕物の分布範囲は狭く, 山頂から東に延びる主軸を持つ. 模式地で5 cm, 須走口馬返(Loc. 127)で14 cmの層厚を持つ. 山頂の小内院東壁には, 剣ヶ峰アグルチネート(S-22降下火砕物)直下に層厚200 cmの金明水火砕丘の断面が露出している(第36図; 山元ほか, 2016). 層厚分布と層序関係から, これが給源近傍相とみられる.

岩相 模式地では, 暗灰色~赤褐色の発泡したスコリア角礫~亜角礫の火山礫からなり, 逆級化する. スコリアの平均最大径は, 2.3 cm である. 山頂の金明水火砕丘は, 暗灰色の強溶結したアグルチネートからなる. アグルチネートは径4 mm 前後の斜長石斑晶の目立つかんらん石玄武岩からなる. 金明水火砕丘から北西に250 m ほど

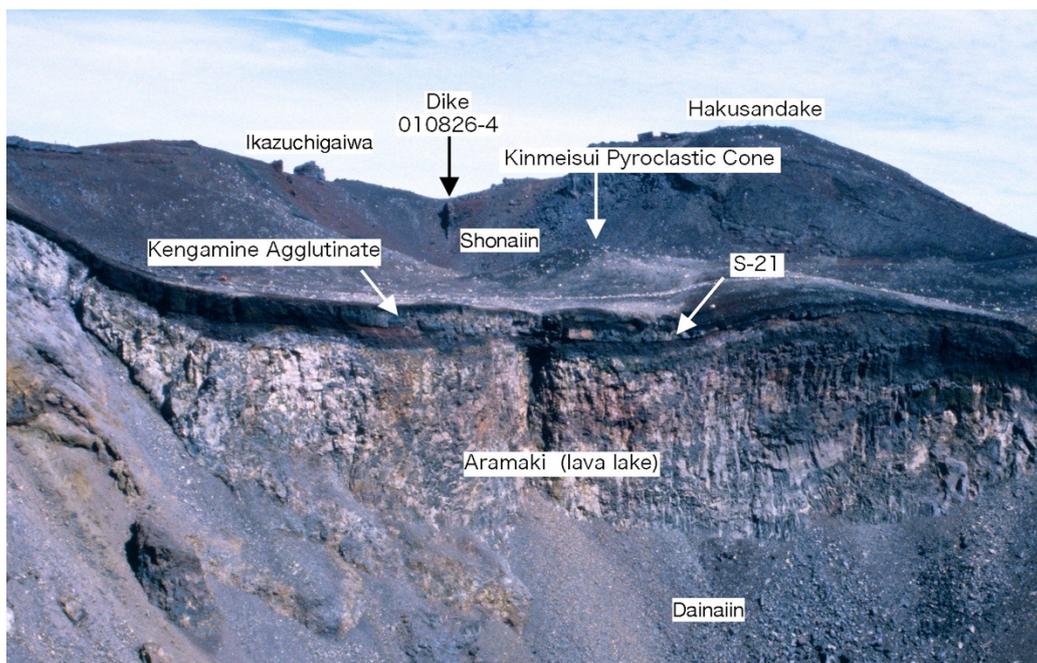
伸び三島岳アグルチネートに貫入する岩脈(第36図)も, 大型斜長石斑晶に富み岩質が良く似ている(高田ほか, 2016). また, 宝永火口壁(Loc. 117)で荒巻降下火砕物と剣ヶ峰アグルチネートに挟まれる厚さ180 cmのアア溶岩, 大砂走り溶岩流(Osb)も大型斜長石斑晶に富み岩質が良く似ている(第12図; 高田ほか, 2016; 山元ほか, 2016).

年代 本降下火砕物からは, 年代値が報告されていない. S-22降下火砕堆積物の直下の層準にあることから, 350 cal BC 頃と推定できる.

化学組成と対比 本降下火砕物スコリアとアグルチネート(SB01, 010825-12)の SiO_2 量は50.9~51.1 wt%, MgO量は5.2~5.3 wt%, K_2O 量は0.71~0.76 wt%, Zr量は90 ppm, Y量は28 ppm である(資料集no. 702の表3・4). 宝永火口の大砂走り溶岩流(030804-52)の SiO_2 量は50.9 wt%, MgO量は4.8 wt%, K_2O 量は0.71 wt%と(資料集no. 702の表4), S-21降下火砕物と良く似ている. 岩脈(010826-4)の SiO_2 量は50.4 wt%, MgO量は5.2 wt%, K_2O 量は0.76 wt%と(資料集no. 702の表4), これも同じ組成トレンドにあるので対比可能であろう(第33図).

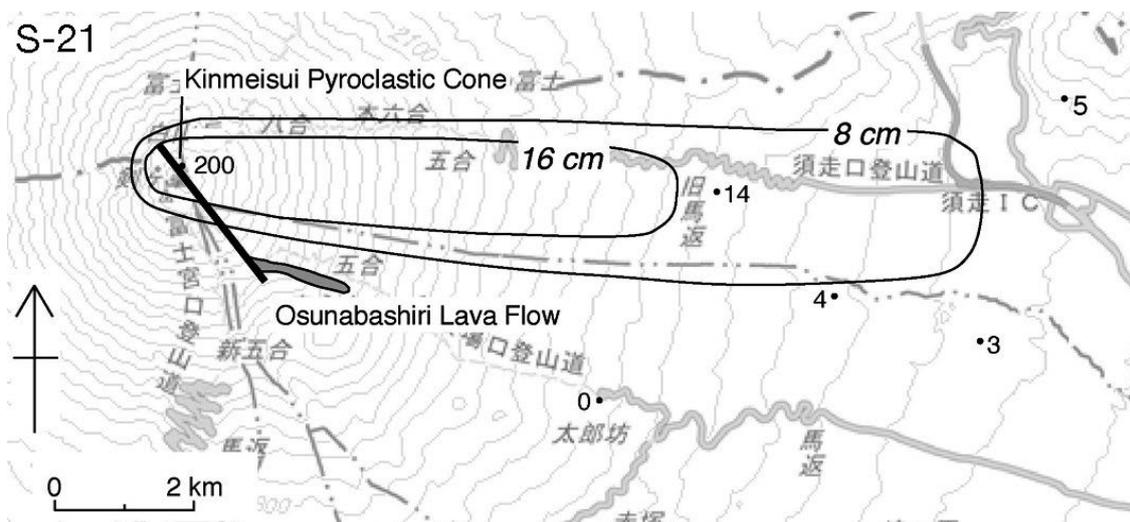
噴出地点 本降下火砕物は, 山頂の金明水火砕丘を横切る北西~南東方向の割れ目噴火口から噴出した可能性が大きい.

体積 8 cm 等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約 $7 \times 10^3 \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約 $3 \times 10^3 \text{ km}^3$ DRE, 最小質量は約 $7 \times 10^9 \text{ kg}$) である. また, この噴火に伴った可能性のある大砂走り溶岩流の体積は, その平均層厚を1 m として約 $2 \times 10^4 \text{ km}^3$ DRE と見積もられる.



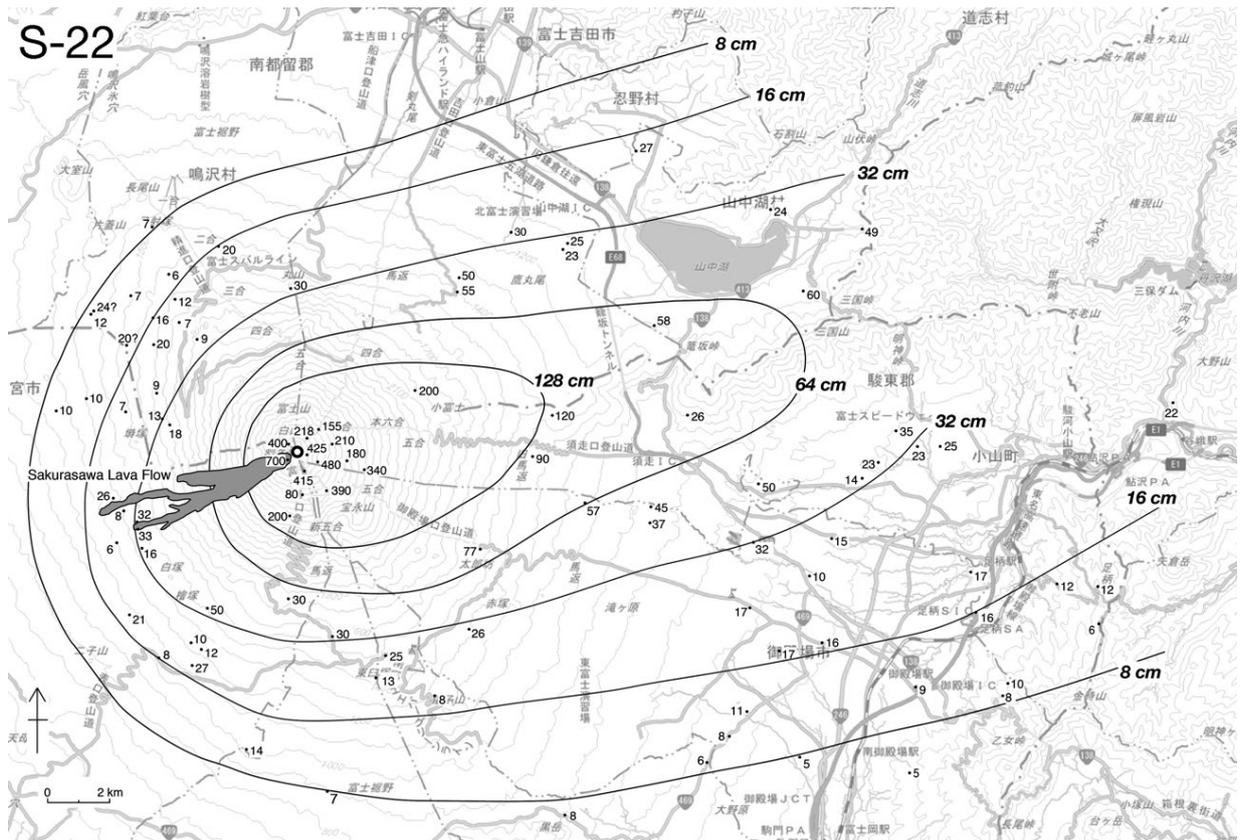
第36図 山頂部北側を構成する須走-c期噴出物。大内院は、山頂の主火口、小内院はその北にある小火口である。大内院北面には、荒巻噴出物の溶岩湖を形成した厚い溶岩が露出する。その上面にある金明水火砕丘は、溶結したS-21降下火砕物(第37図)で形成されている。また、雷ヶ岩は剣ヶ峰アグルチネート(第12図)からなる。

Fig. 36 The Subashiri-c Stage Products forming the northern part of the summit region of Fuji Volcano. Dainaiin is the present main crater at the summit, and Shonaiin is an adjacent small crater. The thick lava flow, forming a lava lake, of the Aramaki Eruption Products is exposed in the northern face of Dainaiin. The Kinmeisui Pyroclastic Cone and the Ikazuchigaiwa are formed by the welded S-21 Pyroclastic Fall Deposit (Fig. 37) and the Kengamine Agglutinate (Fig. 12), respectively.



第37図 S-21降下火砕物と大砂走り溶岩流(第12図のOs)の分布。金明水火砕丘は、本降下火砕物の給源である。数字は堆積物の層厚(単位はcm)。曲線は等層厚線。太線は推定割れ目火口。溶岩分布は、高田ほか(2016)による。

Fig. 37 Distribution of the S-21 Pyroclastic Fall Deposit and the Osunabashiri Lava Flow (Os in Fig. 12). The Kinmeisui Pyroclastic Cone is the source of this fall deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs, and a solid line is an inferred fissure vent. Distribution of the lava flow was taken from Takada *et al.* (2016).



第38図 S-22降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 桜沢溶岩流は, 山頂部の剣ヶ峰アグルチネート(第12図のKng)起源の根無し溶岩流である. 高田ほか(2016)を改変. 溶岩分布は, 高田ほか(2016)による.

Fig. 38 Distribution of the S-22 Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. The Sakurasawa Lava Flow is a rootless flow from the Kengamine Agglutinate (Kng in Fig. 12) at the summit. Modified from Takada *et al.* (2016). Distribution of the lava flow was taken from Takada *et al.* (2016).

4. 20 S-22降下火砕物

地層名 泉ほか(1977)や宮地(1988)のS-22による. 湯舟第2スコリアとも呼ばれている(泉ほか, 1977; 宮地, 1988). また, 本降下火砕物と山頂部の剣ヶ峰アグルチネート, これが二次流動した桜沢溶岩流を合わせて, 剣ヶ峰噴出物と呼ぶ(高田ほか, 2016).

模式地 静岡県御殿場市太郎坊(Loc. 71; 第3図).

層序関係 模式地で, 砂質風成層を挟んで荒巻降下火砕物の上位1 cmの位置にある(第3図).

分布と層厚 富士山の東側に分布し, 分布主軸は山頂から東北東に向く(第38図). 模式地で77 cm, 山中湖東(Loc. 75)で49 cm, 遠方の大蔵野(Loc. 230)でも22 cmの層厚を持つ. 一方, 山頂部で強溶結し, 厚さ2~7 mの剣ヶ峰アグルチネートとなる(第12図; 高田ほか, 2016). さらに, このアグルチネートが二次流動した桜沢溶岩流は, 西南西山腹表層を構成しながら複数の支流に分かれ, 標高1,070 mまで流れ下っている(高田ほか, 2016).

岩相 模式地では, 黒色の発泡の良いスコリア角礫~亜

角礫の火山礫からなり, 逆級化した3つのユニットに分けられ, 中央が最も厚く, 最大径8 cmの牛糞状火山弾をまばらに含んでいる. スコリアの色調は場所によって異なり, 分布主軸に近い大日堂では, 赤褐色スコリアの占める割合が多くなる. また, 須走すぎな沢(Loc. 115)では層厚26 cmと薄い, 火砕物が斜面上に堆積したため, 上部が失われているとみられる. 山頂部の銀明水(Loc. 55)では, 層厚340 cmで, 強~弱溶結した黒色~赤褐色の牛糞状火山弾とスコリア火山礫からなり, 石質岩片をまばらに含んでいる(第12図). 火山弾・スコリアはかんらん石玄武岩で, 径3 mm前後の斜長石斑晶を含んでいる.

年代 S-22降下火砕物中の炭化木片(FJM420; Loc. 115・FJM425; Loc.125)の¹⁴C年代は両方が2,200 ± 40 yBP, S-22降下火砕物起源のラハール堆積物中の木片(FJM426; Loc. 127)の¹⁴C年代は2,190 ± 40 yBPである(山元ほか, 2005; 2011). 従って, 本降下火砕物の噴出年代はこれらの値からを暦年較正した300 cal BC頃と判断できる(山

元ほか, 2005; 高田ほか, 2016).

化学組成と対比 S-22降下火砕物スコリア (TRB11, KF03, KF08, 04032702-4, 05112701-9, 090913-3) のSiO₂量は50.5 ~ 50.7 wt%, MgO量は5.0 ~ 5.4 wt%, K₂O量は0.61 ~ 0.76 wt%, Zr量は69 ~ 91 ppm, Y量は20 ~ 26 ppmで, K₂O量の幅が大きい(資料集no. 702の表3・4). それでも剣ヶ峰アグルチネートの組成範囲内にあり, 大きく矛盾はしない(第33図).

噴出地点 本降下火砕物は, 給源近傍相の存在から, 山頂火口から噴出したと判断される.

体積 64 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約 $3 \times 10^{-1} \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約 $1 \times 10^{-1} \text{ km}^3$ DRE, 最小質量は約 $3 \times 10^{11} \text{ kg}$)である.

5. 須走-d期の降下火砕物

山頂火口からS-22降下火砕物より後の300 cal BC頃以降が, 須走-d期である(高田ほか, 2016). この時期には山腹での割れ目噴火が卓越したこと, 宝永噴火を除いて噴出物の小規模が小さかったことにより, 降下火砕物の分布は局在し, 鍵層として山麓の広範囲に分布するものは存在しない. そのため, 例えば上杉ほか(1987), 上杉(1990)が北東~東山麓の降下火砕物にたいして命名したS-24-1, S-24-2などの名称を, この期の降下堆積物全体に当てはめることは困難である. 実際, Table 1に示したように, 従来の研究では細分化されたS-24降下火砕物群の対比は統一されておらず, かなり混乱している. その代わりに山元ほか(2011)が東山腹のものに須走口馬返降下火砕物群としたように, 北東山腹のものには吉田口降下火砕物群, 南東山腹のものには御殿場口降下火砕物群として, 地域毎に下位から順に数字を付けている. また, 宮地(1988)は南東山腹で最初にS-22降下火砕物を覆う降下火砕物をI-19とし, 幕岩[宮地(1988)の地点216; Miyaji *et al.* (1992)のStop 2-4]で, これを覆う土壤中の木片から $1,600 \pm 250 \text{ yBP}$ の未補正¹⁴C年代を報告していた. しかし, 同一地点のI-19中の炭化木片(1128C-4)から $3,720 \pm 40 \text{ yBP}$, I-19を覆う高田ほか(2016)の幕岩噴出物溶岩流[宮地(1988)・Miyaji *et al.* (1992)のMKL-III]直下の炭化木片(1128C-3)から $3,860 \pm 40 \text{ yBP}$ の須走-b期を示す¹⁴C年代が得られた(山元ほか, 2005). これらの年代値と幕岩に近い位置関係から判断すると, 宮地(1988)のI-19は, 太郎坊(Loc. 71)のS-8降下火砕物(第3図)と対比可能であろう. また, 宮地(1988)・Miyaji *et al.* (1992)のMKL-IIは高田ほか(2016)の二ッ塚溶岩流であるので, 幕岩においてI-27・I-29を挟んでMKL-IIの下位にあるI-21を二ッ塚降下火砕物とする宮地(1988)の対比は間違いである. このような理由から, 本報告では南東山腹の噴出物に対してI降下火砕物群の名称は用いない. なお, 石塚ほか(2007), 鈴木ほか(2007), 高田・小林(2007), 高田ほか(2016)で既に記載したかんすやま鐘子山火砕丘や焼野火砕丘

等, 特定の火砕丘を構成する降下火砕物については, 火山地質図との重複を避けるため本報告では取り上げていない. 須走-d期の各火砕丘群の層序は, 高田ほか(2016)の図12にまとめられている.

5.1 御殿場口1降下火砕物(GG-1)

地層名 新称.

模式地 静岡県御殿場市太郎坊(Loc. 71; 第3図).

層序関係 模式地で, 砂質風成層を挟んでS-22降下火砕物の上位1 cmの位置にある(第3図).

分布と層厚 模式地でのみ確認でき, 層厚は2 cmである.

岩相 模式地では, 黒色で発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなる. 淘汰が良く, 基質に火山灰を欠く. スコリアの平均最大径は1.9 cmである. また, スコリアには斜長石斑晶が多く含まれる.

年代 下位のS-22降下火砕物の暦年代300 cal BC頃と上位の二ッ塚降下火砕物の暦年代70 cal BC頃間を御殿場口1~7降下火砕物で等間隔割りして, 本降下火砕物は270 cal BC頃と推定できる.

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(TRB10)のSiO₂量は50.1 wt%, MgO量は5.4 wt%, K₂O量は0.52 wt%, Zr量は69 ppm, Y量は20 ppmである(資料集no. 702の表3). K₂O量は下位のS-22降下火砕物よりも顕著に低く, 組成が異なっている. また, 本降下火砕物に対比される噴出物は確認できていない.

噴出地点 南東~南南東山腹からの噴出物とみられるが, 詳細は不明である. 火口は, 上位の二ッ塚・西二ッ塚・宝永降下火砕物等の下に埋没している可能性が大きい.

体積 等層厚線が作成できず, 本降下火砕物の体積は不明である.

5.2 御殿場口2降下火砕物(GG-2)

地層名 新称.

模式地 静岡県御殿場市太郎坊(Loc. 71; 第3図).

層序関係 模式地で, 砂質風成層を挟んで御殿場口2降下火砕物の上位2 cmの位置にある(第3図).

分布と層厚 模式地でのみ確認でき, 層厚は2 cmである.

岩相 模式地では, 黒色で発泡の良いスコリア角礫の火山礫で, 基質に径1~3 mmの細礫サイズの火山礫・火山灰を持つ. スコリアの平均最大径は1.2 cmである.

年代 下位のS-22降下火砕物の暦年代300 cal BC頃と上位の二ッ塚降下火砕物の暦年代70 cal BC頃間を御殿場口1~7降下火砕物で等間隔割りして, 本降下火砕物は240 cal BC頃と推定できる.

化学組成と対比 本降下火砕物スコリアの全岩化学組成分析は, 十分な試料が採取できなかったため, 未実施である.

噴出地点 南東~南南東山腹からの噴出物とみられるが, 詳細は不明である. 火口は, 上位の二ッ塚・西二ッ塚・

宝永降下火砕物等の下に埋没している可能性が大きい。

体積 等層厚線が作成できず、本降下火砕物の体積は不明である。

5.3 御殿場口3降下火砕物(GG-3)

地層名 新称。

模式地 静岡県御殿場市太郎坊(Loc. 71; 第3図)。

層序関係 模式地で、砂質風成層を挟んで御殿場口2降下火砕物の上位1 cmの位置にある(第3図)。

分布と層厚 模式地でのみ確認でき、層厚は2 cmである。

岩相 模式地では、黒色で発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなり、正級化する。淘汰が良く、基質に火山灰を欠く。スコリアの平均最大径は2.2 cmである。また、スコリアは斑晶に乏しい。

年代 下位のS-22降下火砕物の暦年代300 cal BC頃と上位の二ッ塚降下火砕物の暦年代70 cal BC頃間を御殿場口1～7降下火砕物で等間隔割りして、本降下火砕物は210 cal BC頃と推定できる。

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(TRB09)のSiO₂量は50.3 wt%, MgO量は5.6 wt%, K₂O量は0.47 wt%, Zr量は50 ppm, Y量は16 ppmである(資料集no. 702の表3)。本降下火砕物に対比される噴出物は、確認できていない。

噴出地点 南東～南南東山腹からの噴出物とみられるが、詳細は不明である。火口は、上位の二ッ塚・西二ッ塚・宝永降下火砕物等の下に埋没している可能性が大きい。

体積 等層厚線が作成できず、本降下火砕物の体積は不明である。

5.4 御殿場口4降下火砕物(GG-4)

地層名 新称。

模式地 静岡県御殿場市太郎坊(Loc. 71; 第3図)。

層序関係 模式地で、高密度洪水流堆積物を挟んで御殿場口3降下火砕物の上位43 cmの位置にある(第3図)。

分布と層厚 模式地でのみ確認でき、層厚は11 cmである。

岩相 模式地では、黒色で発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなり、逆級化する。淘汰が良く、基質に火山灰を欠く。スコリアの平均最大径は2.5 cmである。また、スコリアは径1 mm前後の斜長石斑晶を含む。

年代 下位のS-22降下火砕物の暦年代300 cal BC頃と上位の二ッ塚降下火砕物の暦年代70 cal BC頃間を御殿場口1～7降下火砕物で等間隔割りして、本降下火砕物は180 cal BC頃と推定できる。南南東山腹から噴出した小天狗溶岩流(高田ほか, 2016)の炭化木片(021114C-2)の¹⁴C年代は2,120 ± 40 yBPで、その暦年代は160 cal BC頃(山元ほか, 2005)と本降下火砕物もしくは次の御殿場口5降下火砕物に近い。ただし、以下のように化学組成は大きく異なる。

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(TRB08)のSiO₂量は49.8 wt%, MgO量は5.8 wt%, K₂O量は0.49 wt%, Zr

量は58 ppm, Y量は17 ppmである(資料集no. 702の表3)。本降下火砕物に対比される噴出物は、確認できていない。層準の近い小天狗溶岩流のSiO₂量は51.1～51.2 wt%, MgO量は4.3～4.3 wt%, K₂O量は0.82～0.87 wt%, Zr量は113 ppm, Y量は26 ppm [高橋ほか(2003)の試料9-96・9-98]で、MgO・K₂O・Zr量が全く一致しない。

噴出地点 南東～南南東山腹からの噴出物とみられるが、詳細は不明である。火口は、上位の二ッ塚・西二ッ塚・宝永降下火砕物等の下に埋没している可能性が大きい。

体積 等層厚線が作成できず、本降下火砕物の体積は不明である。

5.5 御殿場口5降下火砕物(GG-5)

地層名 新称。

模式地 静岡県御殿場市太郎坊(Loc. 71; 第3図)。

層序関係 模式地で、砂質の風成層を挟んで御殿場口4降下火砕物の上位7 cmの位置にある(第3図)。

分布と層厚 模式地でのみ確認でき、層厚は13 cmである。

岩相 模式地では、黒色(一部赤褐色)で発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなり、淘汰が良く、基質に火山灰を欠く。スコリアの平均最大径は2.8 cmである。また、スコリアは径2 mm前後の斜長石斑晶を含む。

年代 下位のS-22降下火砕物の暦年代300 cal BC頃と上位の二ッ塚降下火砕物の暦年代70 cal BC頃間を御殿場口1～7降下火砕物で等間隔割りして、本降下火砕物は150 cal BC頃と推定できる。

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(TRB07)のSiO₂量は49.5 wt%, MgO量は6.1 wt%, K₂O量は0.41 wt%, Zr量は49 ppm, Y量は15 ppmである(資料集no. 702の表3)。本降下火砕物に対比される噴出物は、確認できていない。本降下火砕物も、前述の小天狗溶岩流の全岩化学組成(高橋ほか, 2003)とは大きく異なる。

噴出地点 南東～南南東山腹からの噴出物とみられるが、詳細は不明である。火口は、上位の二ッ塚・西二ッ塚・宝永降下火砕物等の下に埋没している可能性が大きい。

体積 等層厚線が作成できず、本降下火砕物の体積は不明である。

5.6 御殿場口6降下火砕物(GG-6)

地層名 新称。

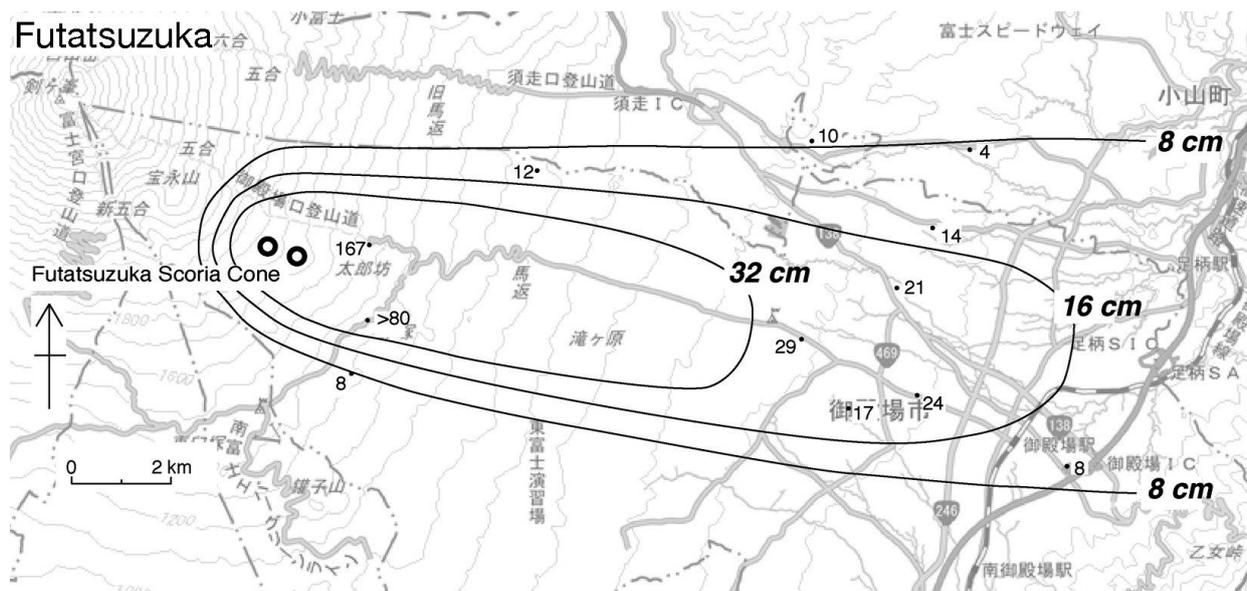
模式地 静岡県御殿場市太郎坊(Loc. 71; 第3図)。

層序関係 模式地で、砂質の風成層を挟んで御殿場口5降下火砕物の上位6 cmの位置にある(第3図)。

分布と層厚 模式地でのみ確認でき、層厚は4 cmである。

岩相 模式地では、黒色(一部赤褐色)で発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなり、淘汰が良く、基質に火山灰を欠く。スコリアの平均最大径は3.0 cmである。また、スコリアは径2 mm前後の斜長石斑晶を含む。

年代 下位のS-22降下火砕物の暦年代300 cal BC頃と上



第39図 ニッ塚降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 山元ほか(2011)を改変.

Fig. 39 Distribution of the Futatsuzuka Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. Modified from Yamamoto *et al.* (2011).

位のニッ塚降下火砕物の暦年代70 cal BC頃間を御殿場口1～7降下火砕物で等間隔割りして、本降下火砕物は120 cal BC頃と推定できる。

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(TRB06)のSiO₂量は51.0 wt%, MgO量は5.5 wt%, K₂O量は0.50 wt%, Zr量は59 ppm, Y量は18 ppmである(資料集no. 702の表3)。本降下火砕物に対比される噴出物は、確認できていない。
噴出地点 南東～南南東山腹からの噴出物とみられるが、詳細は不明である。火口は、上位のニッ塚・西ニッ塚・宝永降下火砕物等の下に埋没している可能性が大きい。
体積 等層厚線が作成できず、本降下火砕物の体積は不明である。

5.7 御殿場口7降下火砕物(GG-7)

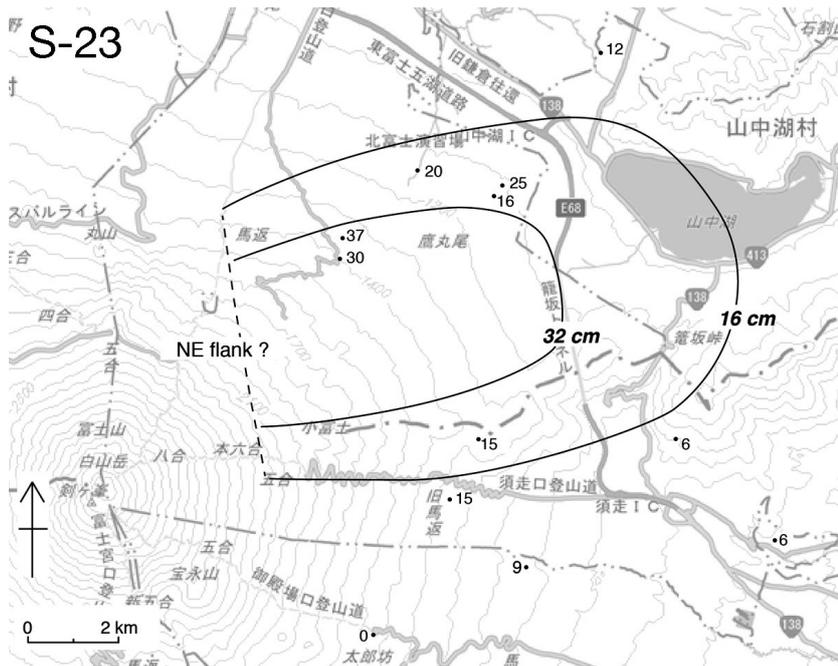
地層名 新称。
模式地 静岡県御殿場市太郎坊(Loc. 71; 第3図)。
層序関係 模式地で、砂質の風成層を挟んで御殿場口6降下火砕物の上位4 cmの位置にある(第3図)。
分布と層厚 模式地でのみ確認でき、層厚は14 cmである。
岩相 模式地では、黒色(一部赤褐色)で発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなり、淘汰が良く、基質に火山灰を欠く。スコリアの平均最大径は4.5 cmである。また、スコリアは径2 mm前後の斜長石斑晶を含む。

年代 下位のS-22降下火砕物の暦年代300 cal BC頃と上位のニッ塚降下火砕物の暦年代70 cal BC頃間を御殿場口1～7降下火砕物で等間隔割りして、本降下火砕物は100 cal BC頃と推定できる。

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(TRB05)のSiO₂量は49.8 wt%, MgO量は5.5 wt%, K₂O量は0.57 wt%, Zr量は74 ppm, Y量は21 ppmである(資料集no. 702の表3)。本降下火砕物に対比される噴出物は、確認できていない。
噴出地点 南東～南南東山腹からの噴出物とみられるが、詳細は不明である。火口は、上位のニッ塚・西ニッ塚・宝永降下火砕物等の下に埋没している可能性が大きい。
体積 等層厚線が作成できず、本降下火砕物の体積は不明である。

5.8 ニッ塚降下火砕物(Ftz)

地層名 宮地(1988)のニッ塚スコリアによる。本降下火砕物とニッ塚火砕丘、ニッ塚溶岩流を合わせて、ニッ塚噴出物と呼ぶ(高田ほか, 2016)。
模式地 静岡県御殿場市太郎坊(Loc. 71; 第3図)。
層序関係 模式地で、砂質の風成層を挟んで御殿場口7降下火砕物の上位6 cmの位置にある(第3図)。
分布と層厚 ニッ塚は南東斜面に並んだ2つのスコリア丘からなり、山側のものの頂部が標高1,926 m(比高76 m)、麓側のものの頂部が標高1,802 m(比高92 m)である。本降下火砕物は、ニッ塚から東山麓に広く分布し、模式地では167 cmの層厚を持つ(第39図)。分主軸は、ほぼ東を向く。
岩相 模式地では、黒色で発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなり粒径の異なる成層構造が顕著である。淘汰が良く、基質に火山灰を欠く。スコリアの平均最大粒径は3.1 cmである。石質岩片をほとんど含んでいない。ス



第40図 S-23降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 破線は, 面積を計測した等層厚線領域の給源側境界を示す.

Fig. 40 Distribution of the S-23 Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. Dashed line shows the boundary of the source side of the isopach regions where the area was measured.

コリアは, 径1 mm前後の斜長石斑晶を含むが量は少ない. 成層構造は遠方相でも確認でき, 御殿場インターチェンジ(Loc. 136)では層厚8 cmの粗粒~中粒砂サイズの火山灰互層からなる.

年代 本降下火砕物直下の土壌中の炭質物(FJM402; Loc. 84)の¹⁴C年代は2,050 ± 40 yBPで, 70 cal BC頃に噴出した(山元ほか, 2005; 高田ほか, 2016).

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(TRB04, TRB04b)のSiO₂量は49.8 ~ 51.0 wt%, MgO量は6.2 ~ 6.3 wt%, K₂O量は0.40 ~ 0.43 wt%, Zr量は41 ~ 46 ppm, Y量は15 ~ 17 ppmである(第41図; 資料集no. 702の表3).

噴出地点 南東山腹, ニッ塚からの噴出物である.

体積 16 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約4 × 10⁻² km³ (岩石換算最小体積は約2 × 10⁻² km³ DRE, 最小質量は約4 × 10¹⁰ kg)である.

5.9 S-23降下火砕物

地層名 泉ほか(1977)のS-23による. 滝沢(Loc. 175)周辺の柱状図から判断して, 田島ほか(2007)のS-24-1に相当する.

模式地 静岡県小山町須走すぎな沢(Loc. 115; 第9図).

層序関係 模式地で, スコリア火山礫混じりの土壌化風成層を挟んでS-22降下火砕物の上位10 cmの位置にある(第9図). ニッ塚降下火砕物とほぼ同じ層準にあり, 山元ほか(2011)では模式地や須走口馬返(Loc. 127)の降下火砕物も, ニッ塚降下火砕物に含めていた. しかし, 今回の化学組成分析で本降下火砕物はニッ塚降下火砕物とK₂O量が大きく異なることが明らかになり, むしろその組成は北東山腹でS-22降下火砕物直上にあるスコリ

ア[田島ほか(2007)のS-24-1]と一致する. 大日堂(Loc. 124)では粗粒砂サイズのスコリア火山灰を, 土壌等を挟まずスコリア火山礫が覆うが, 下位をニッ塚降下火砕物, 上位を本降下火砕物に対比し直した.

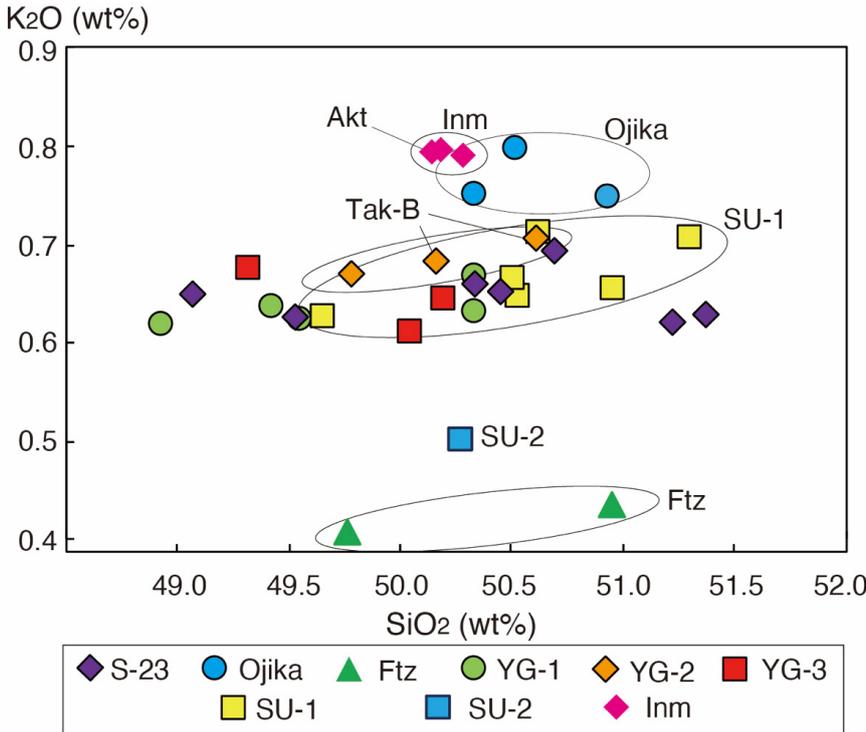
分布と層厚 富士山の北東~東側に分布し, 模式地や, 須走口馬返(Loc. 127), 滝沢林道(Loc. 175), 北富士演習場(Loc. 170)で確認できる. その層厚は, それぞれ6 cm, 15 cm, 37 cm, 25 cmと北東山腹でより厚い. 分布主軸は, 東北東を向く(第40図).

岩相 模式地では, 黒色の良く発泡したスコリア角礫の火山礫からなり, 淘汰が良く, 基質に火山灰を欠く. スコリアの平均最大径は1.6 cmである. 須走口馬返(Loc. 127)では暗褐色(一部は赤褐色)の良く発泡したスコリア角礫~亜角礫の火山礫からなり, 粒度に違いによって成層する. スコリアの平均最大径は4.2 cmである. 滝沢林道(Loc. 175)でも, 暗褐色の良く発泡したスコリア角礫~亜角礫の火山礫からなり, 淘汰が良い. スコリアの平均最大径は3.6 cmである.

年代 本降下火砕物からは, 年代値が報告されていない. ニッ塚降下火砕堆積物の直上にあることから, 50 cal BC頃と推定できる.

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(FA09, DN06, 0511201-10, KF02, KF06)のSiO₂量は49.1 ~ 51.4 wt%, MgO量は5.1 ~ 5.7 wt%, K₂O量は0.62 ~ 0.66 wt%, Zr量は73 ~ 86 ppm, Y量は21 ~ 24 ppmである(資料集no. 702の表3). ほぼ同じ層準にあるニッ塚降下火砕物とは, K₂O・Zr量が大きく異なる(第41図).

噴火地点 山頂部のS-22降下火砕物の上位に対応する火口近傍相がないこと, 北東山腹ほど層厚が大きいことか



第41図 S-23, ニッ塚(Ftz), 須走口馬返1 (SU-1), 須走口馬返2 (SU-2), 吉田口1 (YG-1), 吉田口2 (YG-2)及び吉田口3 (YG-3) 降下火砕物と雄鹿溶岩流及び赤塚印野丸尾噴出物(Inm)のSiO₂-K₂O含有量図. Aktは赤塚降下火砕物.

Fig. 41 SiO₂-K₂O variation diagram for the S-23, Futatsuzuka (Ftz), Subashiriguchi-Umagaeshi 1 (SU-1), Subashiriguchi-Umagaeshi 2 (SU-2), Yoshidaguchi 1 (YG-1), Yoshidaguchi 2 (YG-2) and Yoshidaguchi 3 (YG-3) Pyroclastic Fall Deposits, the Ojika Lava Flow and the Akatsuka-Innomarubi Eruption Products (Inm). Akt is the Akatsuka Pyroclastic Fall Deposit.

ら、北側山腹のどこから噴出したとみられる。しかし、詳細は不明である。

体積 16 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約 $4 \times 10^2 \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約 $2 \times 10^2 \text{ km}^3$ DRE, 最小質量は約 $4 \times 10^{10} \text{ kg}$)である。なお、この値は降下火砕物の分布が確実な範囲で等層厚線を断ち切り(第40図の破線)、面積を計測して得られたものである。

5. 10 須走口馬返1降下火砕物(SU-1)

地層名 山元ほか(2011)の須走口馬返1降下火砕物による。

模式地 静岡県小山町須走口馬返(Loc. 127; 第8図)。

層序関係 模式地で、砂質の風成層を挟んでS-23降下火砕物の上位13 cmの位置にある(第8図)。また、太郎坊(Loc. 71)では、ニッ塚降下火砕物と赤塚降下火砕物の間にある。

分布と層厚 本降下火砕物は、模式地や太郎坊(Loc. 71)・大日堂(Loc. 124)から山麓の御殿場市水土野(Loc. 84)にかけての広い範囲で追跡が可能である(第42図)。模式地で8 cm、大日堂で20 cmの層厚を持つ。分布主軸は東を向く。

岩相 模式地では、褐色～暗褐色の発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなる。淘汰が良く、基質に火山灰は欠く。スコリアの平均最大径は4.8 cmである。また、径1 mm前後の斜長石斑晶をまばらに含む。

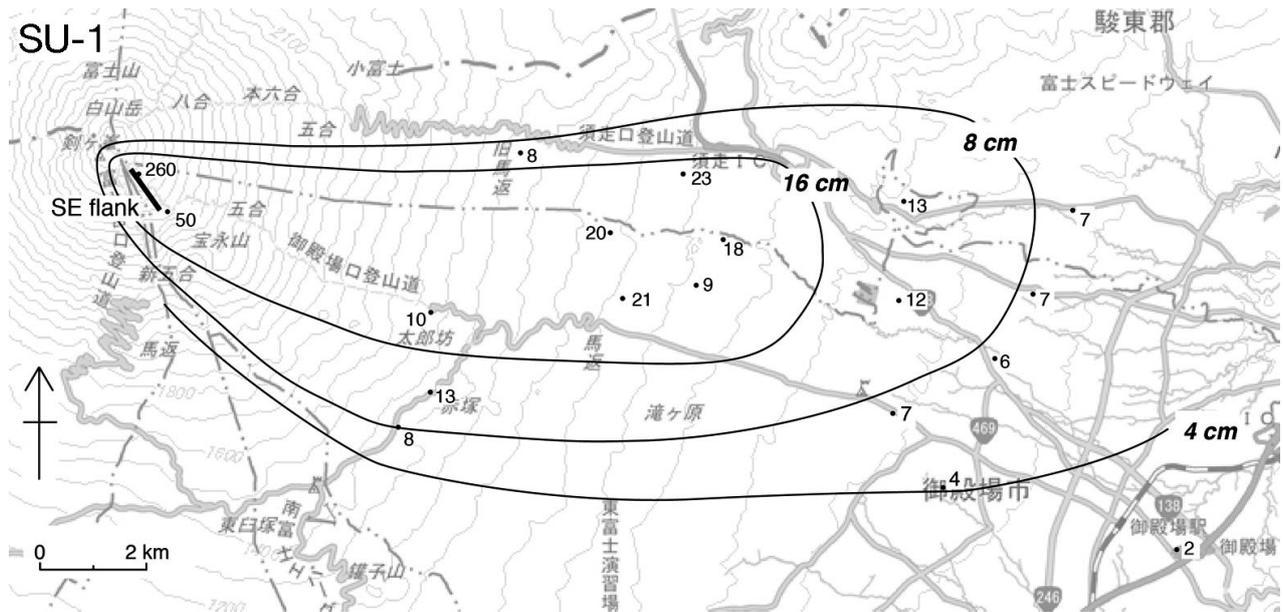
年代 本降下火砕物中の炭質物(FJM401; Loc. 84)の¹⁴C年代は $1,850 \pm 40 \text{ yBP}$ で、170 cal AD頃に噴出した(山元

ほか, 2005; 高田ほか, 2016)。

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(TRB03, FA08, DN07)のSiO₂量は49.7～50.5 wt%, MgO量は5.4～5.5 wt%, K₂O量は0.63～0.67 wt%, Zr量は80～99 ppm, Y量は22～27 ppmである(資料集no. 702の表3)。この組成は、宝永火口北(Fig. 12)の火砕丘中の火山弾(010827-7, 010827-8, 010827-9)の組成(SiO₂量は50.4～50.7 wt%, MgO量は4.7～5.7 wt%, K₂O量は0.65～0.71 wt%; 資料集no. 702の表4)と一致する。山元ほか(2011)では、この火砕丘を岩質(かんらん石玄武岩)が良く似ることから宝永火口の北側から流下した本降下火砕物直下にある雄鹿溶岩流(Ojk; 高田ほか, 2016)と同時に形成されたと考えていた。しかし、この溶岩(Y011201-1, 031030-3, 031030-5)のSiO₂量は50.3～50.9 wt%, MgO量は5.1～5.5 wt%, K₂O量は0.75～0.80 wt%, Zr量は87～91 ppm, Y量は25 ppmと明らかに火砕丘よりもK₂O量が多いので(資料集no. 702の表3・4; 第41図)、火砕丘と雄鹿溶岩流は対比できない。

噴出地点 御殿場口登山道標高3,600 m～3,100 m範囲のすぐ北東側の岩稜最上部をつくる細長く延びた火砕丘を給源とする。この火砕丘は北西-南東方向の割れ目噴火口沿いに形成されたもので、その南端は宝永火口に断ち切られている。また、この火砕丘はS-22降下火砕物を直接覆う層厚3～4 mの赤褐色～赤色の牛糞状火山弾とスコリア火山礫からなり、中央部が溶結している。

体積 8 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約 $3 \times 10^2 \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約 $1 \times 10^2 \text{ km}^3$



第42図 須走口馬返1 (SU-1)降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 太線は割れ目火口. 山元ほか(2011)を改変.

Fig. 42 Distribution of the Subashiriguchi-Umagaeshi 1 (SU-1) Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs, and a solid line is a fissure vent. Modified from Yamamoto *et al.* (2011).

DRE, 最小質量は約 3×10^{10} kg)である.

5. 11 須走口馬返2降下火砕物(SU-2)

地層名 山元ほか(2011)の須走口馬返2降下火砕物による.

模式地 静岡県小山町須走口馬返(Loc. 127; 第8図).

層序関係 模式地で, 砂質の風成層を挟んで須走馬返1降下火砕物の上位2 cmの位置にある(第8図). また, 砂質の風成層を挟んで西二ツ塚火砕物の下位にある.

分布と層厚 本降下火砕物は, 模式地でのみ確認できた. その層厚は5 cmである.

岩相 模式地では, 発泡の極めて良いスパイノーズな形態を持つスコリアの火山礫からなる. 淘汰が良く, 基質に火山灰を欠く. スコリアの平均最大径は8 mmである. また, スコリアには斜長石斑晶が多く含まれる.

年代 本降下火砕物からは, 年代値が報告されていない. 須走口馬返1降下火砕堆積物の上位にあることから, 200 cal AD頃と推定する.

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(FA07)のSiO₂量は50.3 wt%, MgO量は5.4 wt%, K₂O量は0.50 wt%, Zr量は63 ppm, Y量は19 ppmである(第41図, 資料集no. 702の表3).

噴出地点 太郎坊(Loc. 71)で須走口馬返1・西二ツ塚降下火砕物間に確認できないことは, 少なくとも本降下火砕物が南東斜面の山腹噴火の産物ではないことを意味している. おそらく須走口登山道周辺の東山腹の噴火産物

と見られるが, 詳細は不明である(山元ほか, 2011).

体積 等層厚線が作成できず, 本降下火砕物の体積は不明である.

5. 12 吉田口1降下火砕物(YG-1)

地層名 新称. 滝沢(Loc. 175)周辺の柱状図から判断して, 田島ほか(2007)のS-24-2に相当する.

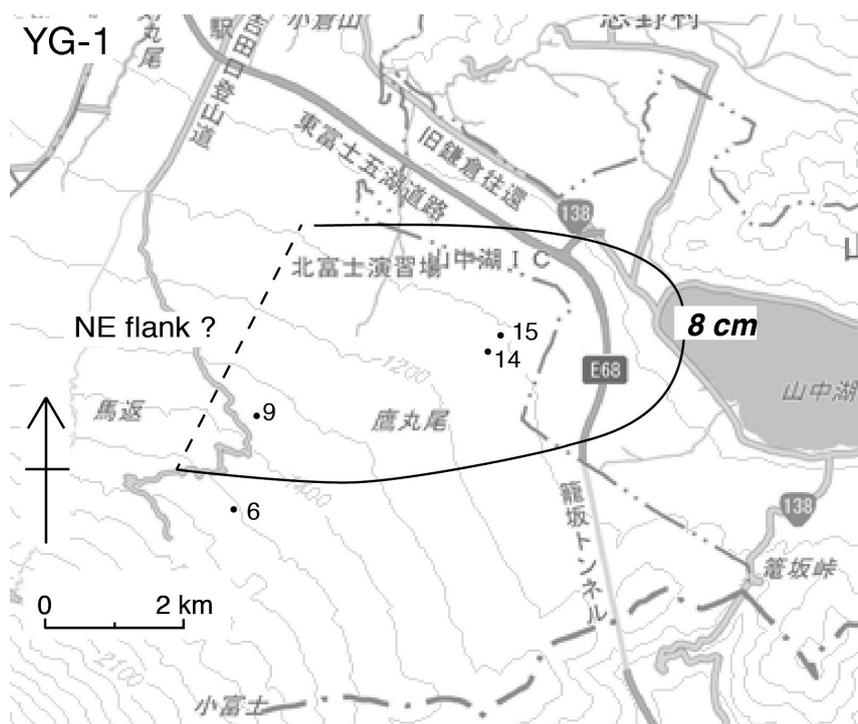
模式地 山梨県富士吉田市の滝沢沿い標高1,360 m (Loc. 175; 第11図).

層序関係 模式地で, 砂質の風成層を挟んでS-23降下火砕物の上位2 cmの位置にある(第11図).

分布と層厚 本降下火砕物は, 模式地から北東山麓の北富士演習場(Loc. 170・Loc. 171)にかけての範囲に分布する(第43図). 模式地で9 cm, 北富士演習場で14~15 cmの層厚を持つ. 分布主軸は東を向くものと推定できる.

岩相 模式地では, 発泡の極めて良いスパイノーズな形態を持つスコリアの火山礫からなる. 淘汰が良く, 基質に火山灰を欠く. スコリアの径は1~2 cmである.

年代 本降下火砕物直下の炭質物(05112701C; Loc. 175)の¹⁴C年代は1,830 ± 40 yBPで, 180 cal AD頃に噴火した(高田ほか, 2016). この年代は, 本降下火砕物が50 cal AD頃のS-23降下火砕堆積物と300 cal AD頃の滝沢B火砕流堆積物(FJM413, 031011-6, 03110304C-2, 05112407C; 山元ほか, 2015; 高田ほか, 2016)の間にあることと良く一致する.



第43図 吉田口1 (YG-1) 降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 破線は, 面積を計測した等層厚線領域の給源側境界を示す.

Fig. 43 Distribution of the Yoshidaguchi 1 (YG-1) Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. Dashed line shows the boundary of the source side of the isopach regions where the area was measured.

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア (TK02, KF05, KF15) のSiO₂量は48.9 ~ 50.3 wt%, MgO量は5.3 ~ 5.6 wt%, K₂O量は0.62 ~ 0.64 wt%, Zr量は72 ~ 78 ppm, Y量は22 ~ 24 ppmである(資料集no. 702の表3). 層準がかなり近く, スコリアの外観も似る須走口馬返2降下火砕物よりも, K₂O量が多く, 両者は対比できない(第41図).

噴出地点 層厚分布(第43図)から北東山腹のどこから噴出したとみられるが, 詳細は不明である.

体積 8 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約6 × 10³ km³ (岩石換算最小体積は約3 × 10³ km³ DRE, 最小質量は約6 × 10⁹ kg)である. なお, この値は降下火砕物の分布が確実な範囲で等層厚線を断ち切り(第43図の破線), 面積を計測して得られたものである.

5.13 吉田口2降下火砕物(YG-2)

地層名 新称. 滝沢(Loc. 175)周辺の柱状図から判断して, 田島ほか(2007)のS-24-3に相当する. 本降下火砕物と滝沢B火砕流堆積物(Tak-B)を合わせて, 吉田口2噴出物と呼ぶ.

模式地 山梨県富士吉田市の滝沢沿い標高1,360 m (Loc. 175; 第11図).

層序関係 模式地で, 風成層を挟まず滝沢B火砕流堆積

物を覆う(第11図). また, 資材林道(Loc. 174)では, 吉田口1・3降下火砕物間に位置している.

分布と層厚 北東山腹に局所的に分布する. 層厚は模式地で1.5 cm, 資材林道(Loc. 174)で6 cmである.

岩相 模式地では, 平均最大径1.5 cmのスコリア火山礫からなる. 資材林道(Loc. 174)では, 発泡の悪い亜角礫スコリア火山礫からなり, その平均最大径1.5 cmは2.7 cmである.

年代 本降下火砕物からは, 年代値が報告されていない. 300 cal AD頃の滝沢B火砕流堆積物(FJM413, 031011-6, 03110304C-2, 05112407C; 山元ほか, 2005; 高田ほか, 2016)の直上層準にあることから, 300 cal AD頃と推定した.

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(KF14)のSiO₂量は49.8 wt%, MgO量は5.7 wt%, K₂O量は0.67 wt%, Zr量は81 ppm, Y量は26 ppmである(資料集no. 702の表3). この組成は直下の滝沢B火砕流堆積物の本質岩塊(TK03)の組成(SiO₂量は50.2 wt%, MgO量は5.6 wt%, K₂O量は0.68 wt%, Zr量は80 ppm, Y量は23 ppm; 資料集no. 702の表3)と良く一致する(第41図). おそらく, 両者は同じ噴火の産物であろう.

噴出地点 北東山腹からの噴出物とみられるが, 詳細は不明である. 滝沢B火砕流火砕流の分布は北東斜面の標

高2,200 m付近まで確認できるが(高田ほか, 2016), その上部斜面に明瞭な火口地形はない。

体積 等層厚線が作成できず, 本降下火砕物の体積は不明である。

5. 14 吉田口3降下火砕物(YG-3)

地層名 新称. 滝沢(Loc. 175)周辺の柱状図から判断して, 田島ほか(2007)のS-24-4に相当する。

模式地 山梨県富士吉田市の滝沢沿い標高1,360 m地点(Loc. 175; 第11図)。

層序関係 模式地で, 滝沢A・B火砕流堆積物間にあり, 砂質の風成層を挟んで富士吉田口2降下火砕物の上位8 cmの位置にある(第11図)。資材林道(Loc. 174)では, 550 cal AD頃の檜丸尾1溶岩流(高田ほか, 2016)に覆われる。

分布と層厚 北東山腹に局所的に分布する。層厚は模式地で2 cm, 資材林道(Loc. 174)で13 cmである。

岩相 模式地では, スパイノーズな形態を持つスコリア火山礫からなる。スコリアの最大径は約4 mmである。

年代 本降下火砕物からは, 年代値が報告されていない。300 cal AD頃の滝沢B火砕流堆積物(FJM413, 031011-6, 03110304C-2, 05112407C; 山元ほか, 2005; 高田ほか, 2016)と500 cal AD頃の滝沢A火砕流堆積物(04032802-1, 04032802-5; 中野ほか, 2007)の間にあることから, 400 cal AD頃と推定した。

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(TK05, KF14)のSiO₂量は49.3 ~ 50.1 wt%, MgO量は5.5 ~ 5.6 wt%, K₂O量は0.61 ~ 0.67 wt%, Zr量は79 ~ 83 ppm, Y量は23 ~ 27 ppmである(第41図; 資料集no. 702の表3)。

噴出地点 北東山腹からの噴出物とみられるが, 詳細は不明である。

体積 等層厚線が作成できず, 本降下火砕物の体積は不明である。

5. 15 吉田口4降下火砕物(YG-4)

地層名 新称. 滝沢(Loc. 175)周辺の柱状図から判断して, 田島ほか(2007)のS-24-5に相当する。

模式地 山梨県富士吉田市の滝沢沿い標高1360 m地点(Loc. 175; 第11図)。

層序関係 模式地で, 滝沢A・B火砕流堆積物間にあり, 砂質の風成層を挟んで富士吉田口3降下火砕物の上位2 cmの位置にある(第11図)。

分布と層厚 本降下火砕物は, 模式地でのみ確認できた。その層厚は4 cmである。

岩相 模式地では, スコリア火山礫からなる。淘汰が良く, 基質に火山灰を欠く。スコリアの最大径は約1 cmである。

年代 本降下火砕物からは, 年代値が報告されていない。300 cal AD頃の滝沢B火砕流堆積物(FJM413, 031011-6,

03110304C-2, 05112407C; 山元ほか, 2005; 高田ほか, 2016)と500 cal AD頃の滝沢A火砕流堆積物(04032802-1, 04032802-5; 中野ほか, 2007)の間にあることから, 400 cal AD頃と推定した。

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(TK06)のSiO₂量は50.2 wt%, MgO量は5.9 wt%, K₂O量は0.55 wt%, Zr量は66 ppm, Y量は20 ppmである(資料集no. 702の表3)。

噴出地点 北東山腹からの噴出物とみられるが, 詳細は不明である。

体積 等層厚線が作成できず, 本降下火砕物の体積は不明である。

5. 16 高鉢駐車場降下火砕物(Tkc)

地層名 高田ほか(2016)の高鉢駐車場降下スコリア堆積物による。宮地(1988)の大淵スコリア(OBC)に相当するが, 津屋(1968, 1971)の大淵溶岩流と地層名が重複するので, 高田ほか(2016)で再定義した。なお, 山元ほか(2005)で¹⁴C年代(021108-04-5c, 021108-04-6c)を報告した大淵スコリアは, 本降下火砕物ではなく大淵丸尾火砕丘(高田ほか, 2016)の降下スコリアである。

模式地 静岡県富士宮市の富士山スカイライン高鉢駐車場(北高鉢山GSJ-FJ-4' トレンチ; Loc. 179)。

層序関係 S-22降下火砕物の上位にあり, 神津島天上山テフラ降下層準の下位にある(Kobayashi *et al.*, 2007)。

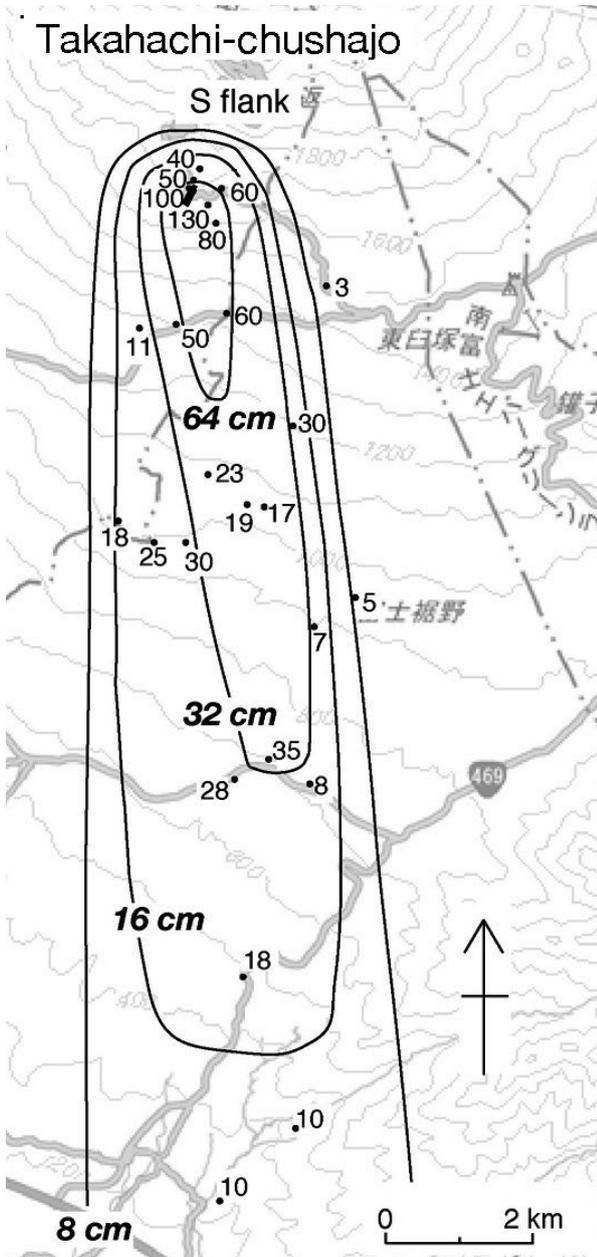
分布と層厚 模式地から南山麓に向かって分布が伸びる(第44図; 宮地, 1988; 高田ほか, 2007)。模式周辺で層厚が100 cmを超える。

岩相 模式地の本降下火砕物は, 地表の直ぐ下にある赤褐色の発泡の極めて良いスコリア角礫の火山礫からなり, 地表面に平行に下位層をマントル被覆している。スコリアの平均最大径は2.5 cmである。また, 模式地の周辺では径20 ~ 30 cmの火山弾も含まれる。

年代 神津島天上山テフラとの層序関係から, AD 838以前の噴出物である(高田・小林, 2007)。小松原ほか(2007)は, 静岡県富士市の浮が原低地帯の群列ボーリングで本降下火砕物を確認し, 上下層の¹⁴C年代から噴火年代を400 ~ 440 cal ADに絞り込んだ。

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(T021108-01)のSiO₂量は50.0 wt%, MgO量は5.8 wt%, K₂O量は0.61 wt%, Zr量は82 ppm, Y量は28 ppmである(資料集no. 702の表4)。

噴火地点 宮地(1988)は本降下火砕物の噴出源を南山腹の標高1,649 mの高鉢山に想定したが, 高鉢山山頂部ではS-22降下火砕物より下位のスコリア群が堆積していることがトレンチ調査により確認された(高田・小林, 2007)。噴出火口は, 高鉢山の北方, 高鉢駐車場付近で富士山スカイラインを挟むように南北に並ぶ, 直径100 mの2つの火口状凹地付近と考えられる(高田・小林, 2007)。この付近では, 層厚・粒径が最も大きく, 火山弾も多く見られる。本降下火砕物は溶岩流を伴わず, ま



第44図 高鉢駐車場降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 太線は割れ目火口. 高田・小林(2007)を改変.

Fig. 44 Distribution of the Takahachi-chushajo Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs, and a solid line is a fissure vent. Modified from Takada and Kobayashi (2007).

た, 噴出源に大型の火砕丘を形成していない.

体積 16 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約 $2 \times 10^2 \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約 $8 \times 10^3 \text{ km}^3$ DRE, 最小質量は約 $2 \times 10^{10} \text{ kg}$)である.

5. 17 赤塚降下火砕物(Akt)

地層名 宮地(1988)の赤塚スコリアによる. 本降下火砕物と赤塚火砕丘, 印野丸尾溶岩流を合わせて, 赤塚印野丸尾噴出物と呼ぶ(Inm; 高田ほか, 2016).

模式地 静岡県御殿場市太郎坊(Loc. 71; 第3図).

層序関係 模式地で, 砂質の風成層を挟んで御殿場口7降下火砕物の上位7 cmの位置にある(第3図).

分布と層厚 本降下火砕物は, 南東斜面の標高1470 mから1,130 mに並ぶ火砕丘群, 山側から, 上ノ赤塚(頂部標高1,477 m), 赤塚(頂部標高1,271 m), 馬ノ頭(頂部標高1,221 m)の周辺に分布する(第45図). これらの火砕丘はいずれも東~南東に開いた非対称な火口を持ち, ここからアア溶岩である印野丸尾溶岩流が標高600 m付近まで流下している.

岩相 模式地では, 黒色~赤褐色で発泡の極めて良いスコリア角礫の火山礫からなる. スコリアの平均最大径は2.2 cmで, 無斑晶状である.

年代 印野丸尾溶岩流中の炭化木片(041127C-1)の ^{14}C 年代は $1,600 \pm 40 \text{ yBP}$ で, 470 cal AD頃に噴火した(高田ほか, 2007; 2016).

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(TRB02)の SiO_2 量は50.1 wt%, MgO 量は5.7 wt%, K_2O 量は0.80 wt%, Zr量は100 ppm, Y量は26 ppmである(資料集no. 702の表3). 一方, 印野丸尾溶岩流(030226-1, T04112602)の SiO_2 量は50.2 ~ 50.3 wt%, MgO 量は5.4 ~ 5.7 wt%, K_2O 量は0.79 ~ 0.80 wt%, Zr量は94 ppm, Y量は26 ppmで(資料集no. 702の表3・4), TRB02と組成が一致する(第41図).

噴出地点 南東山腹の赤塚周辺の火砕丘群からの噴出物である.

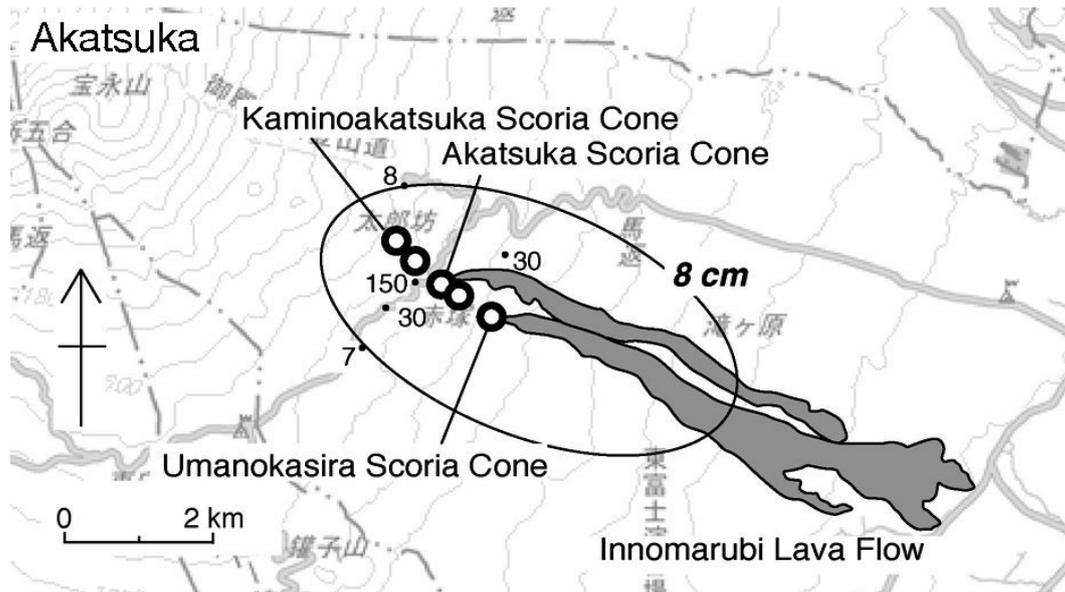
体積 8 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約 $4 \times 10^3 \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約 $2 \times 10^3 \text{ km}^3$ DRE, 最小質量は約 $4 \times 10^9 \text{ kg}$)である. また, この噴火に伴った印野丸尾溶岩流の体積は, その平均層厚を5 mとして約 $2 \times 10^2 \text{ km}^3$ DREと見積もられる.

5. 18 西二ツ塚降下火砕物(Nft)

地層名 宮地(1988)の西二ツ塚スコリア(I-29)による.

模式地 静岡県御殿場市太郎坊(Loc. 71; 第3図).

層序関係 模式地で, 砂質の風成層を挟んで赤塚降下火砕物の上位5 cmの位置にある(第3図). 南東山腹の幕岩の上流[宮地(1988)の地点218]では, 砂質の風成層を挟んで二ツ塚溶岩流[宮地(1988)のMKL-II]を覆う. さらに同地点で本降下火砕物を覆う宮地(1988)のI-30は, 山元ほか(2011)の赤塚西スパター丘, 高田ほか(2016)の赤



第45図 赤塚降下火砕物と印野丸尾溶岩流の分布。数字は堆積物の層厚(単位はcm)。曲線は等層厚線。溶岩分布は、高田ほか(2016)による。

Fig. 45 Distribution of the Akatsuka Pyroclastic Fall Deposit and the Innomarubi Lava Flow. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. Distribution of the lava flow was taken from Takada *et al.* (2016).

塚西火砕丘に対比可能である。また、須走口馬返(Loc. 127)では、須走口馬返2・3降下火砕物の間にある(第8図)。Kobayashi *et al.* (2007)は太郎坊(Loc. 71)において、本降下火砕物が神津島天上山テフラ降下層準よりも下位にあることを確認している。

分布と層厚 本降下火砕物は、東～南東山腹に分布する(第46図)。模式地での層厚は10 cmである。給源に近い幕岩の上流では、層厚40 cmである。

岩相 模式地では、黒色(一部赤褐色)で発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなる。淘汰が良く、基質に火山灰を欠く。スコリアの平均最大径は4.2 cmで、斑晶量は少ない。

年代 本降下火砕物からは、年代値が報告されていない。赤塚降下火砕物の上位にあることから、550 cal AD頃と推定する(山元ほか, 2005; 高田ほか, 2016)。

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(TRB01, FA06)のSiO₂量は49.9～50.1 wt%, MgO量は5.4～5.6 wt%, K₂O量は0.55～0.61 wt%, Zr量は69～82 ppm, Y量は20～24 ppmである(資料集no. 702の表3)。

噴出地点 宝永山の南東1.5 kmにある宝永噴出物に覆われた無名の火砕丘が給源と考えられている(宮地, 1988)。

体積 4 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約1×10² km³ (岩石換算最小体積は約4×10³ km³ DRE, 最小質量は約1×10¹⁰ kg)である。

5. 19 須走口馬返3降下火砕物(SU-3)

地層名 山元ほか(2011)の須走口馬返3降下火砕物による。

模式地 静岡県小山町須走口馬返(Loc. 127; 第8図)。

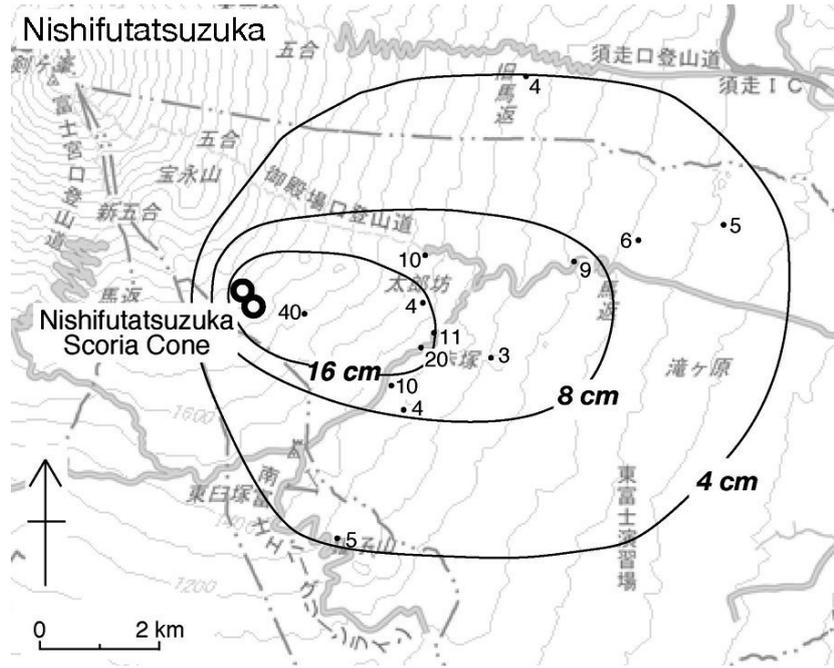
層序関係 模式地で、砂質の風成層を挟んで西二ツ塚降下火砕物の上位2 cmの位置にある(第8図)。また、東山腹の海苔川溶岩流の直上にある(愛7図)。

分布と層厚 本降下火砕物は、東山腹の模式地と大日堂(Loc. 124)で確認できる。模式地では20 cm, 大日堂では8 cmの層厚を持つ。分布軸は東～東南東を向く(第47図)。

岩相 模式地では、黒色～褐色の発泡の良いスコリア角礫の火山礫からなる。淘汰が良く、基質に火山灰を欠く。スコリアの平均最大径は3.6 cmで、径2 mm前後の斜長石斑晶を含む。

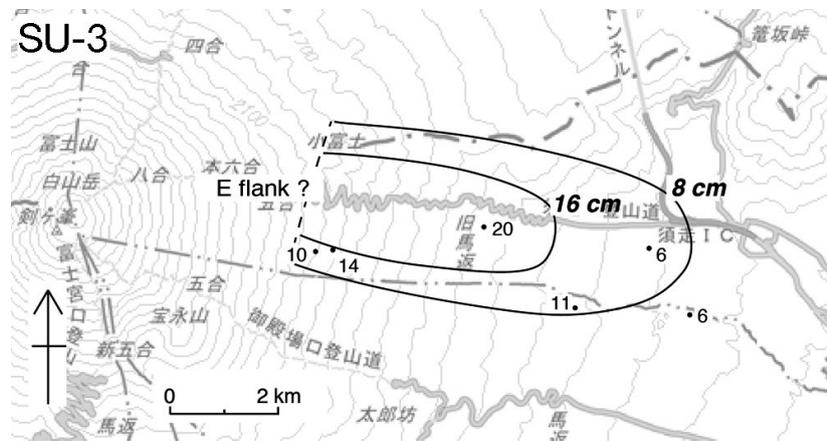
年代 本降下火砕物からは、年代値が報告されていない。上下層との層序関係、特に西二ツ塚降下火砕物の直上にあることから、600 cal AD頃と推定する(山元ほか, 2011)。

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(FA05, DN08, FA12)のSiO₂量は49.7～50.3 wt%, MgO量は5.1～5.6 wt%, K₂O量は0.58～0.64 wt%, Zr量は73～84 ppm, Y量は21～22 ppmである(資料集no. 702の表3)。一方、ほぼ同じ層準にある海苔川溶岩流(Nrk; 020801-1-2, 031031-1, 031031-4, 031102-1)のSiO₂量は50.4～51.0 wt%, MgO量は4.8～5.7 wt%, K₂O量は0.70～0.72 wt%, Zr量は80～87 ppm, Y量は22～25 ppmである(山元ほか, 2011; 資料集no. 702の表3)。明らかにK₂O量が両者で異



第46図 西二ッ塚降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 山元ほか(2011)を改変.

Fig. 46 Distribution of the Nishifutatsuzuka Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. Modified from Yamamoto *et al.* (2011).



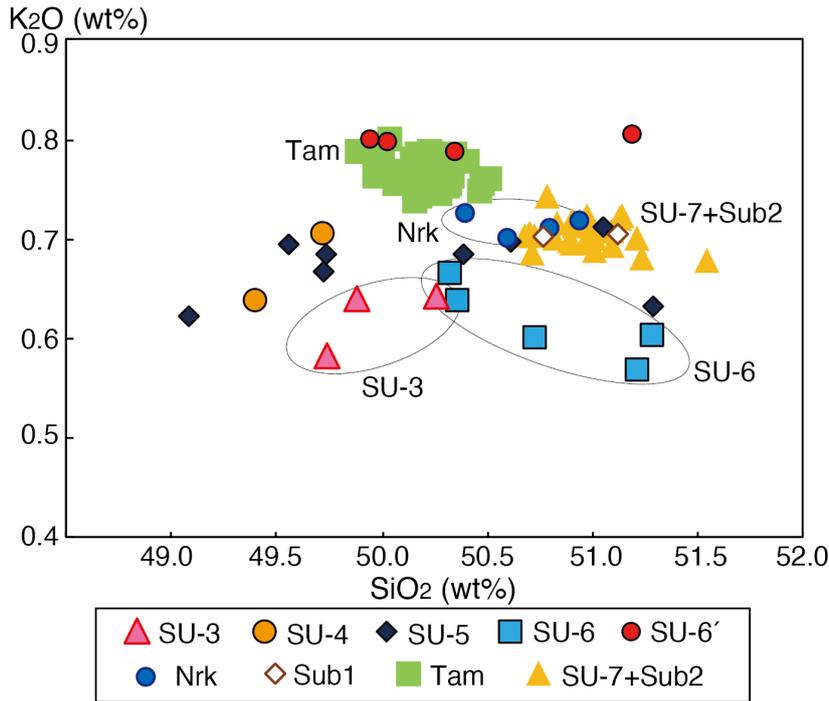
第47図 須走口馬返3 (SU-3)降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 破線は, 面積を計測した等層厚線領域の給源側境界を示す.

Fig. 47 Distribution of the Subashiriguchi-Umagaeshi 3 (SU-3) Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. Dashed line shows the boundary of the source side of the isopach regions where the area was measured.

なる(第48図).

噴出地点 太郎坊(Loc. 71)で西二ッ塚降下火砕物の上位に確認できないことは, 少なくとも本降下火砕物が南東斜面の山腹噴火の産物ではないことを意味している. おそらく須走口登山道周辺の東山腹の噴火産物と見られるが, 詳細は不明である(山元ほか, 2011).

体積 8 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約 $6 \times 10^3 \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約 $2 \times 10^3 \text{ km}^3$ DRE, 最小質量は約 $6 \times 10^9 \text{ kg}$)である. なお, この値は降下火砕物の分布が確実な範囲で等層厚線を断ち切り(第47図の破線), 面積を計測して得られたものである.



第48図 須走口馬返3 (SU-3), 須走口馬返4 (SU-4), 須走口馬返5 (SU-5), 須走口馬返6 (SU-6), 須走口馬返6' (SU-6')及び須走口馬返7 (SU-7)降下火砕物と海苔川 (Nrk), 須走口1 (Sub1), 鷹丸尾 (Tam) 及び須走口2 (Sub2) 溶岩流のSiO₂-K₂O含有量図.

Fig. 48 SiO₂-K₂O variation diagram for the Subashiriguchi-Umagaeshi 3 (SU-3), Subashiriguchi-Umagaeshi 4 (SU-4), Subashiriguchi-Umagaeshi 5 (SU-5), Subashiriguchi-Umagaeshi 6 (SU-6), Subashiriguchi-Umagaeshi 6' (SU-6') and Subashiriguchi-Umagaeshi 7 (SU-7) Pyroclastic Fall Deposits and the Norikawa (Nrk), Subashiriguchi 1 (Sub1), Takamarubi (Tam) and Subashiriguchi 2 (Sub2) Lava Flows.

5. 20 須走口馬返4降下火砕物 (SU-4)

地層名 山元ほか (2011) の須走口馬返4降下火砕物による。Kobayashi *et al.* (2007) が, 須走五合目 (Loc. 101) で S-24-5としたものは, 本降下火砕物である (第1表)。

模式地 静岡県小山町須走口馬返 (Loc. 127; 第8図)。

層序関係 模式地で, 砂質の風成層を挟んで須走口馬返3降下火砕物の上位7 cmの位置にある (第8図)。東山腹の海苔川溶岩流を, 風成層を挟んで覆っている (第6図; 山元ほか, 2011)。また, 本降下火砕物と東山腹の須走口1溶岩流は, 風成層を挟んで須走口馬返5降下火砕物に覆われることから, 両者は近い層準にあるものとみられる (山元ほか, 2011)。

分布と層厚 本降下火砕物は, 東山腹の模式地や須走口五合目 (Loc. 101) で確認できる (第49図)。模式地では6 cm, 須走口五合目では59 cmの層厚を持つ。分布主軸は東を向く。

岩相 模式地では, 黒色で発泡の極めて良いスパイノーズ形態を持つスコリアの火山礫からなり, 最上部に粗粒なスコリア火山礫が濃集する。淘汰が良く, 基質に火山灰を欠く。スコリアの平均最大径は1.6 cmで, 径2 mm前後の斜長石斑晶を含み, かんらん石斑晶も多い。

年代 本降下火砕物を覆う砂質風成層中の植物片 (FJM614; Loc. 101) の¹⁴C年代は1,130 ± 40 yBPで, その暦年代は780 cal AD ~ 990 cal ADである (山元ほか, 2005)。ただし, 本降下火砕物堆積物は神津島天上山テフラ降下層準よりも下位にあるのでAD 838よりも若くなることはなく, 噴火年代は700 cal AD頃とされている (山

元ほか, 2011)。

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア (FA04, FA17) のSiO₂量は49.4 ~ 49.7 wt%, MgO量は5.2 ~ 5.6 wt%, K₂O量は0.64 ~ 0.70 wt%, Zr量は88 ~ 91 ppm, Y量は23 ~ 25 ppmである (資料集no. 702の表3)。層準に近い須走口1溶岩流 (Sub1; 090914-2, 090915-2) のSiO₂量は50.8 ~ 51.1 wt%, MgO量は4.7 wt%, K₂O量は0.70 wt%, Zr量は74 ~ 77 ppm, Y量は23 ppmで (山元ほか, 2011; 資料集no. 702の表3), SiO₂やMgO, Zr量が異なる (第48図)。

噴出地点 等層厚線の収斂状況から, 須走口登山道の五 ~ 八合目を中心とした範囲から噴出したとみられる (山元ほか, 2011)。ただし, その範囲は須走口1・2溶岩流下に埋没しており, 火口地形は確認できない。

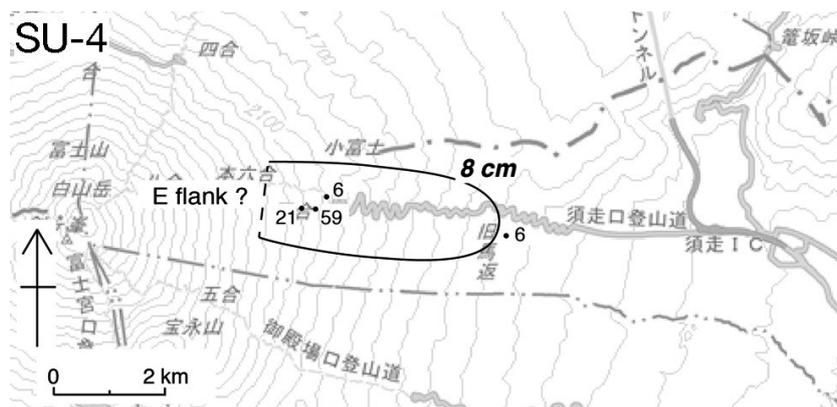
体積 8 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約2 × 10³ km³ (岩石換算最小体積は約8 × 10⁴ km³ DRE, 最小質量は約2 × 10⁹ kg)である。なお, この値は降下火砕物の分布が確実な範囲で等層厚線を断ち切り (第49図の破線), 面積を計測して得られたものである。

5. 21 須走口馬返5降下火砕物 (SU-5)

地層名 山元ほか (2011) の須走口馬返5降下火砕物による。延暦噴火の産物である (山元ほか, 2011)。Kobayashi *et al.* (2007) が, 山中林道 (Loc. 148) でS-24-5-1, 須走五合目 (Loc. 101) でS-24-6としたものも, 本降下火砕物である (第1表)。

模式地 静岡県小山町須走口馬返 (Loc. 127; 第8図)。

層序関係 模式地で, 砂質の風成層を挟んで須走口馬返4



第49図 須走口馬返4 (SU-4) 降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 破線は, 面積を計測した等層厚線領域の給源側境界を示す. 山元ほか(2011)を改変.

Fig. 49 Distribution of the Subashiriguchi-Umagaeshi 4 (SU-4) Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. Dashed line shows the boundary of the source side of the isopach regions where the area was measured. Modified from Yamamoto *et al.* (2011).

降下火砕物の上位16 cmの位置にある(第8図). 本降下火砕堆積物の直上に神津島天上山テフラの降下層準が確認されている(山元ほか, 2011). また, 東山腹の須走口1溶岩流を間に風成層を挟んで覆っている(山元ほか, 2011). 北東山麓(Loc. 169, Loc. 207)で鷹丸尾溶岩流(高田ほか, 2016)の直下にあるS-24-7とされた降下火砕物(中野ほか, 2007)も, 本降下火砕物に対比される. さらに, 滝沢林道の標高1,920 m付近(Loc. 172)では, 鷹丸尾林道溶岩流(高田ほか, 2016)に直接覆われる.

分布と層厚 本降下火砕物は, 東山腹の模式地や須走口登山道沿いで確認できる(第50図). 模式地では9 cm, 須走口五合目(Loc. 101)では20 cmの層厚を持つ. 北東山腹のLoc. 172で3 mの層厚を持ち, 確認できたうちでは最も厚い. 分布主軸は東北東を向き, 山中湖西岸でも10 cmの層厚を持つ.

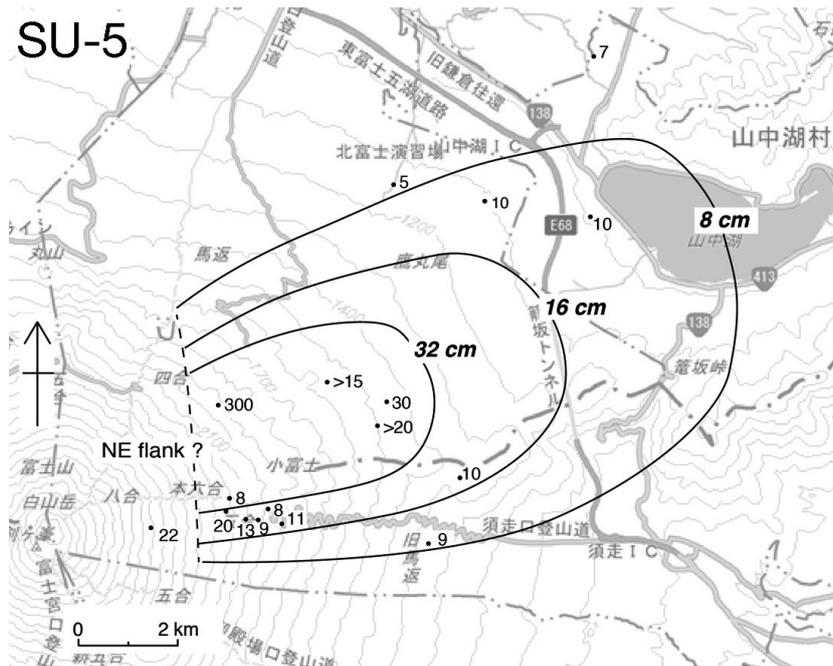
岩相 模式地では, 褐色で発泡の良いスコリア角礫~垂角礫の火山礫からなる. 基質には土壌混じり, やや淘汰の悪い見かけを持つ. スコリアの平均最大径は3.2 cmで, 径2 mm前後の斜長石斑晶が多い. また, スコリアの発泡は良いものの下位の須走口4降下火砕物や上位の須走口馬返6降下火砕物ほどには発泡しない. また, 垂角礫の形態を持つものが特徴的に含まれ, 上下層とは見かけが異なっている

年代 本降下火砕物直下の砂質風成層中の植物片(FJM416; Loc. 101)の ^{14}C 年代は $1,130 \pm 40$ yBPで, その暦年代は780 cal AD ~ 990 cal ADである(山元ほか, 2005). また, 対比される忍野GSJ-FJ-55トレンチ(Loc. 207)のS-24-7スコリア直下の土壌(FJ-55-2)の ^{14}C 年代は $1,260 \pm 40$ yBPで, その暦年代は670 cal AD ~ 870 cal ADである(中野ほか, 2007). さらに, 本降下火砕堆積物

直上には神津島天上山テフラの降下層準があることから, 噴火年代はAD 838よりも若くなることはなく, AD 800~802の延暦噴火の産物と考えられている(山元ほか, 2011).

延暦噴火は「日本記略」に記録されたもので, 砂礫が霰のように降り, 相模国の足柄路に影響を及ぼしたとされる(小山, 1998b). 従って, この噴火は東山腹で発生したもので, 東北東山麓に広がる本降下火砕物の分布と良く一致する. 小山(1998b)は, 鷹丸尾溶岩流を覆う土壌層から神津島天上山テフラに対比できる火山ガラス片が見つかったこと, 檜丸尾第2溶岩流(津屋, 1968)直下から8世紀の土器が出土したことから(上杉ほか, 1995), 須走口登山道沿いから流下した鷹丸尾・檜丸尾第2溶岩流を延暦噴火の産物として, 延暦噴火の災害史を論じた. 小山(1998b)の古文書に対する文献史的考察に異論はないが, 神津島天上山テフラの産状については5.23節で述べるように再考の必要があり, 本報告では鷹丸尾溶岩流を別の噴火の産物と考えている. 後述するように, 上杉(2003)も溶岩流下からの出土品を理由に, 鷹丸尾溶岩流を延暦噴火とする考え(上杉ほか, 1995)を自ら修正している. なお, 小山(1998b)は北山麓で貞観噴出物の直下にある天神山伊賀殿山噴出物(高田ほか, 2016)についても延暦噴火の可能性を指摘していた. しかし, この噴出物の下位から神津島天上山テフラが見つかり, 延暦噴火とは別のAD 838 ~ AD 864に噴火したことが明らかになっている(Kobayashi *et al.*, 2007).

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(FA03, FA16a, Fa16b, KF01, KF04, KF07)の SiO_2 量は49.1 ~ 51.3 wt%, MgO量は5.3 ~ 5.7 wt%, K_2O 量は0.62 ~ 0.71 wt%, Zr量は69 ~ 93 ppm, Y量は20 ~ 25 ppmである(資料集no.



第50図 須走口馬返5 (SU-5)降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 破線は, 面積を計測した等層厚線領域の給源側境界を示す.

Fig. 50 Distribution of the Subashiriguchi-Umagaeshi 5 (SU-5) Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. Dashed line shows the boundary of the source side of the isopach regions where the area was measured.

702の表3). 本スコリアの K_2O 量やZr量は後述する鷹丸尾溶岩流のそれらよりも有意に少ない(第48図). むしろ, 鷹丸尾溶岩流の組成は更に上位の須走口6降下火砕物と一致する.

噴出地点 北東山腹から噴出したとみられる(山元ほか, 2011). ただし, その範囲は須走口2溶岩流下に埋没しており, 火口地形は確認できない.

体積 8・16・32 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約 $2 \times 10^2 \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約 $8 \times 10^3 \text{ km}^3$ DRE, 最小質量は約 $2 \times 10^{10} \text{ kg}$)である. なお, この値は降下火砕物の分布が確実な範囲で等層厚線を断ち切り(第50図の破線), 面積を計測して得られたものである.

5.22 須走口馬返6降下火砕物(SU-6)

地層名 山元ほか(2011)の須走口馬返6降下火砕物による. Kobayashi *et al.* (2007)が, 山中林道(Loc. 148)でS-24-5-2, 須走五合目(Loc. 101)でS-24-7, 大日堂(Loc. 124)でS-24-6としたものは, 全て本堆積物である(第1表). また, 小山(1998b)の須走口スコリアb (Sb-b)も本降下火砕物と同じものである.

模式地 静岡県小山町須走口馬返(Loc. 127; 第8図).

層序関係 模式地で, 砂質の風成層を挟んで須走口馬返5降下火砕物の上位8 cmの位置にある(第8図). また, 本

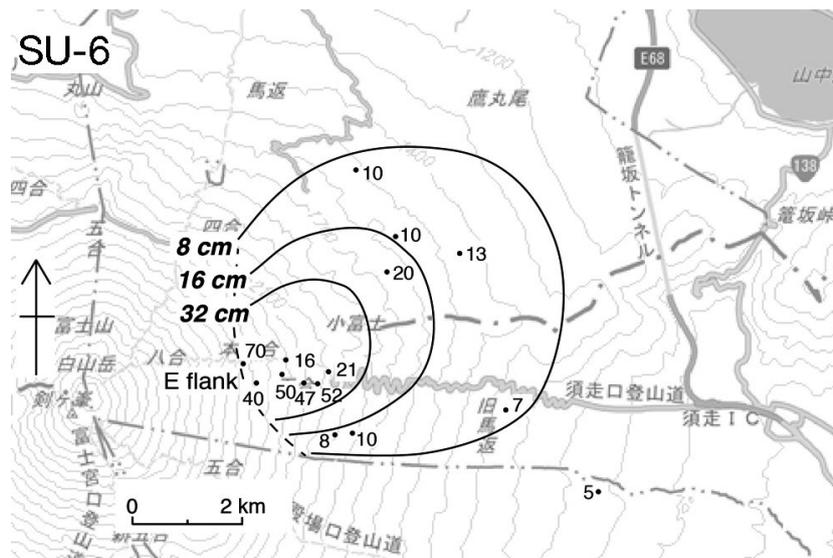
降下火砕堆積物直下の風成層からは, 神津島天上山テフラが検出されている(山元ほか, 2011). 須走口五合目より山側では, 火山弾を伴うようになりスパター丘をつくるとしてはいたが(山元ほか, 2011), この上部を構成する火山弾は模式地の須走口馬返6降下火砕物スコリアと組成が大きく異なることが明らかになったので須走口馬返6降下火砕物として分離する.

分布と層厚 本降下火砕物は, 東山腹の模式地や須走口登山道沿いで確認できる(第51図). 模式地では7 cm, 須走口本五合目(Loc. 97)では70 cmの層厚を持つ. 分布主軸は北東を向く.

岩相 模式地では, 暗褐色~赤褐色の発泡の極めて良いスコリア角礫の火山礫からなり, スコリアはスパイノーザな形態を持つ. 淘汰が良く, 基質に火山灰を欠く. スコリアの平均最大径は2.7 cmで, 斑晶量は少ない.

年代 本降下火砕物は神津島天上山テフラ降下層準の上位にあること, かつ後述する1,000 cal AD頃の須走口2溶岩流の下位にあることから900 cal AD頃の噴火の産物である(山元ほか, 2011).

化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(FA02, FA10, FA11, FA14, FA15)の SiO_2 量は50.3 ~ 51.2 wt%, MgO 量は5.1 ~ 6.0 wt%, K_2O 量は0.57 ~ 0.66 wt%, Zr量は64 ~ 80 ppm, Y量は17 ~ 22 ppmで, 須走口6降下火砕物よりもの K_2O 量やZr量が有意に少ない(資料集no. 702の表3; 第48図).



第51図 須走口馬返6 (SU-6)降下火砕物の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 破線は, 面積を計測した等層厚線領域の給源側境界を示す.

Fig. 51 Distribution of the Subashiriguchi-Umagaeshi 6 (SU-6) Pyroclastic Fall Deposit. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. Dashed line shows the boundary of the source side of the isopach regions where the area was measured.

噴出地点 須走口登山道の五～八合目を中心とした範囲から噴出したとみられる(山元ほか, 2011). ただし, その範囲は須走口2溶岩流下に埋没しており, 火口地形は確認できない.

体積 8 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約 $8 \times 10^3 \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約 $3 \times 10^3 \text{ km}^3$ DRE, 最小質量は約 $8 \times 10^9 \text{ kg}$)である. なお, この値は降下火砕物の分布が確実な範囲で等層厚線を断ち切り(第51図の破線), 面積を計測して得られたものである.

5.23 須走口馬返6降下火砕物(SU-6)

地層名 新称. 前述のように山元ほか(2011)では本降下火砕物を須走口馬返6降下火砕物に含めていたが, 火山弾に富む上部ユニットは, 化学組成が大きく異なることから須走口馬返6降下火砕物として分離する. 本降下火砕物と鷹丸尾溶岩流(Tam)を合わせて, 承平噴出物と呼ぶ.

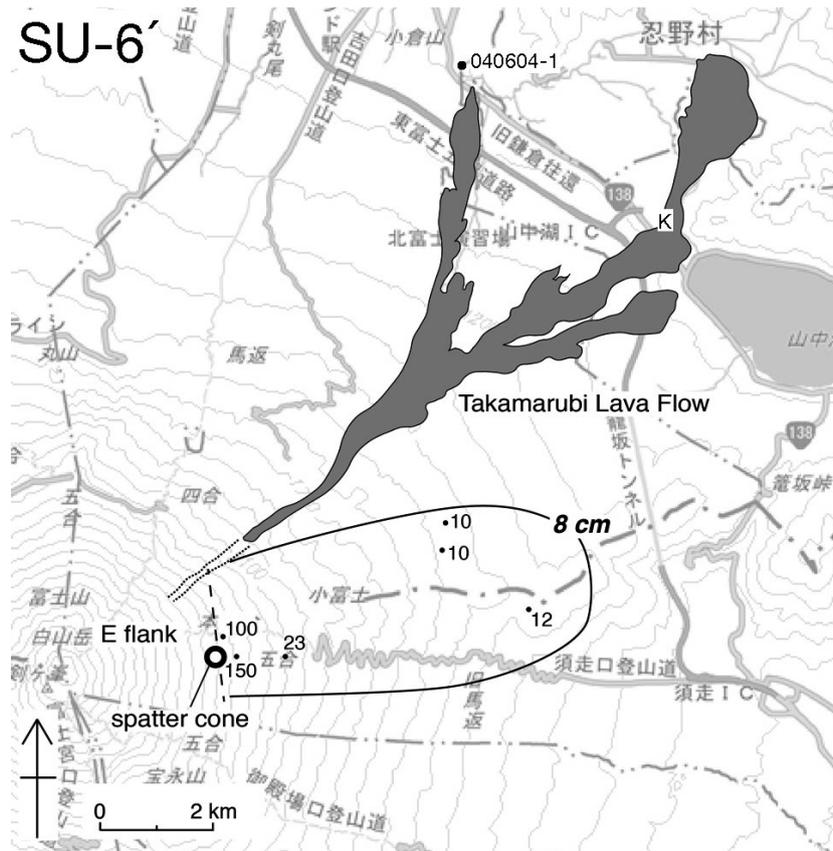
模式地 静岡県小山町須走口本五合(Loc. 97).

層序関係 模式地で, 風成層を挟まず須走口馬返6降下火砕物を直接覆う. また, 砂質の風成層を挟んで須走口7降下火砕物・須走口2溶岩流に覆われる. 下位の須走口馬返6降下火砕物との境界は, 粒度の違いとして明瞭である.

分布と層厚 本降下火砕物は, 東山腹や須走口ブル道沿いで確認できる. 模式地では100 cmの層厚を持つ. 分布主軸は東北東を向く(第52図).

岩相 模式地では, 黒色～赤褐色の牛糞状火山弾からなり, 基質に発泡の良い径6～8 mmのスコリア火山礫を持つ. 火山弾の最大径は28 cmで, 良く発泡し内部が中空になっている. 須走口ブル道の標高2,300～2,650 mでは, スパターからなり, 一部は溶岩流として二次流動している. この部分は, 高田ほか(2016)の地質図で須走口馬返6火砕丘としたものに相当する. 岩質は, 単斜輝石含有かんらん石玄武岩である.

年代 後述するように, 本降下火砕物は化学組成から北東山腹～山麓に分布する鷹丸尾溶岩流に対比される. この溶岩流は, 山中湖湖岸や忍野では地表直下にあり降下火砕物に覆われない(中野ほか, 2007). かつ, 忍野GSJ-FJ-55トレンチ(Loc. 207)で延暦噴火の須走口馬返5降下火砕物を覆うので, この溶岩流はAD 800～802以降の噴火産物となる. さらに, 上杉(2003)によると, 山中湖村北畠遺跡の和鏡(松鶴鏡; 櫛原, 1995; 第52図のK地点)は本溶岩流の下位から出土したものである. 上杉(2003)はこの文様の和鏡が平安時代後期に多いことから, 鷹丸尾溶岩流を12世紀以降のものであると主張した. この考えは一般的な和鏡の変遷に従うもので, 例えば内川(2003)によると, 唐式鏡から和様化していく過程で9世紀前半には瑞花双鳥文様をもつ鏡が成立し, 12世紀には松鶴鏡などの和鏡が普遍的なものとなったとされている. また, 鏡そのものは見つからないが, 鶴の意匠をもつ鏡を詠んだ9世紀末から10世紀前半の和歌が存在しており, この種の和鏡はもっと早い時期から制作されていた



第52図 須走口馬返6' (SU-6')降下火砕物と鷹丸尾溶岩流の分布. 数字は堆積物の層厚(単位はcm). 曲線は等層厚線. 破線は, 面積を計測した等層厚線領域の給源側境界を示す. 溶岩分布は, 高田ほか(2016)を改変. Kは北畠遺跡. 地点040604-1は, Kobayashi *et al.* (2007)が檜丸尾第2溶岩流(津屋, 1968)の上位から神津島天上山テフラを検出した露頭.

Fig. 52 Distribution of the Subashiriguchi-Umagaesashi 6' (SU-6') Pyroclastic Fall Deposit and the Takamarubi Lava Flow. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs. Dashed line shows the boundary of the source side of the isopach regions where the area was measured. Distribution of the lava flow was modified from Takada *et al.* (2016). K is the Kitahata Ruin. Loc. 040604-1 is the outcrop where Kobayashi *et al.* (2007) found the Kozushima-Tenjyosan Tephra on the Hinokimarubi 2nd Lava Flow (Tsuya, 1968).

ことは確実である(青木, 2005). それでも, 唐伝来の文化が全盛であった延暦年間に和鏡が制作されたとは考えられないので, 上杉(2003)が指摘したように鷹丸尾溶岩流を延暦噴火とする対比は出土品からも否定されよう.

「日本記略」ではAD 937の承平噴火について, 甲斐国で神火埋水海としており, 小山(1998a)は溶岩流が湖沼に入ったと解釈している. 鷹丸尾溶岩流は, その先端が湧水池の多い忍野に達しており, 承平噴火の記述とは矛盾しない. 小山(1998a)もこの地理条件に合致する承平噴火の候補として鷹丸尾溶岩流と剣丸尾第1溶岩流を挙げているが, 小山は前者を延暦噴火とみなし, 後者が承平噴火の産物としていた. しかし, 層序関係から須走口馬返6'降下火砕物と鷹丸尾溶岩流は900 cal AD ~ 1,000 cal ADであり, 延暦噴火ではなく, 承平噴火の産物と考えられる. また, 剣丸尾第1溶岩流と同時期と考えられ

る不動沢溶岩流の¹⁴C年代は1,000 cal AD頃で, 剣丸尾第1溶岩流はAD 937よりも若いと考えられている(高田ほか, 2007). 小山(1988a)によるとAD 999, AD 1033, AD 1083に信頼性の高い噴火記録あるものの, いずれも噴火地点は確定していない. 剣丸尾第1溶岩流は, これら歴史噴火の産物の一つである可能性は大きい.

一方, 鷹丸尾溶岩流と同時期とされる檜丸尾第2溶岩流(津屋, 1968)を覆う土壌からは, 神津島天上山テフラが検出されている(第52図の地点040604-1; Kobayashi *et al.*, 2007). ただし, そのテフラは1/8 ~ 1/16 mmに揃えられた粒子中に約2%含まれる軽石質火山灰として存在し(残りの大半はスコリア質火山灰や結晶片), 一次的に堆積した降下堆積物層として産出するわけではない. この様な本テフラの産状は, 富士山周辺では普通である(山元ほか, 2020a). そのため, Kobayashi *et al.* (2007)や山

元ほか(2011)が他地点で示したように、神津島天上山テフラはしばしば再堆積して複数層準の土壤から出現するので、その降下層準を確定させるためには、溶岩流を挟んだ上下の連続露頭から試料を採取する必要がある。さらに、問題はKobayashi *et al.* (2007)の地点040604-1の溶岩流が鷹丸尾溶岩流に対比されるのか否かで、国土交通省中部地方整備局富士砂防事務所作成の赤色立体地図(例えば千葉ほか, 2007など)では、鷹丸尾溶岩流の範囲外にあるように判読できる(第52図)。以上のことから須走口馬返6降下火砕物と鷹丸尾溶岩流は900 cal AD～1,000 cal ADであり、延暦噴火ではなく、承平噴火の産物と考えられる。

化学組成と対比 本降下火砕物火山弾・スパター(020802-23, 090914-5, 090917-3, KF11)のSiO₂量は49.9～51.2 wt%, MgO量は5.3～5.6 wt%, K₂O量は0.79～0.80 wt%, Zr量は101～103 ppm, Y量は29～31 ppmである(資料集no. 702の表3・4)。須走口6降下火砕物スコリアよりも同じSiO₂量でK₂O量やZr量が明らかに多く、異なるマグマに由来する。このような組成の特徴は須走馬返降下火砕物群で唯一である。本降下火砕物は、須走口馬返5降下火砕物—須走口2溶岩流間の層序的に同じ位置にある鷹丸尾溶岩流の組成と良く類似しており(第48図)、両者は対比可能である。

噴出地点 須走口ブル道沿いのスパター丘は、噴出地点の1つである(第52図)。また、対比される鷹丸尾溶岩流は須走口登山道沿いの六合目よりも上部の斜面斜面から流下しているので、複数の火口が存在したことは確かである。

体積 8 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約 $5 \times 10^3 \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約 $2 \times 10^3 \text{ km}^3$ DRE, 最小質量は約 $5 \times 10^9 \text{ kg}$)である。なお、この値は降下火砕物の分布が確実な範囲で等層厚線を断ち切り(第52図の破線)、面積を計測して得られたものである。また、鷹丸尾溶岩流の体積は、その平均層厚を5 mとして約 $5 \times 10^2 \text{ km}^3$ DREと見積もられる。

5.24 須走口馬返7降下火砕物(SU-7)

地層名 山元ほか(2011)の須走口馬返7降下火砕物による。本降下火砕物と須走口2溶岩流を合わせて、須走口2噴出物(Sub2)と呼ばれている(高田ほか, 2016)。Kobayashi *et al.* (2007)が、山中林道(Loc. 149)でS-24-7、須走五合目(Loc. 101)でS-24-9、大日堂(Loc. 124)でS-24-10としたものは、全て本堆積物である(第1表)。また、小山(1998b)の須走口スコリアa (Sb-a)も本降下火砕物と同じものである。

模式地 静岡県小山町須走口馬返(Loc. 127; 第8図)。

層序関係 模式地で、砂質の風成層を挟んで須走口馬返6降下火砕物の上位8 cmの位置にある(第8図)。また、暗黒色の土壤を挟んで宝永降下火砕物の下位12 cmの位置

にある。須走口八合目の南斜面では、本降下火砕物スパターが二次流動して下流の須走口2溶岩流へと側方変化する(山元ほか, 2011)。

分布と層厚 本降下火砕物は、東山腹の模式地や須走口登山道沿いで確認できる。模式地では11 cm、須走口本五合目(Loc. 104)では21 cmの層厚を持つ。分布主軸は東北東を向く(第53図)。

岩相 模式地では、暗褐色で発泡したスコリア亜角礫の火山礫からなり、赤褐色スコリア・石質岩片をまばらに含む。淘汰が良く、基質に火山灰を欠く。スコリアの平均最大径は5.1 cmで、径2 mm前後の斜長石斑晶が目立つ。大型のスコリアにはやや発泡の悪い皮殻を持つものもあるが、その内部は良く発泡している。

年代 本降下火砕物と同じ層準にある須走口2溶岩流の炭化木片(03110202c, 051128c-1)の¹⁴C年代は1,030 ± 40 yBPと1,000 ± 40 yBPで、その暦年代は1,000 cal AD頃である(高田ほか, 2007)。

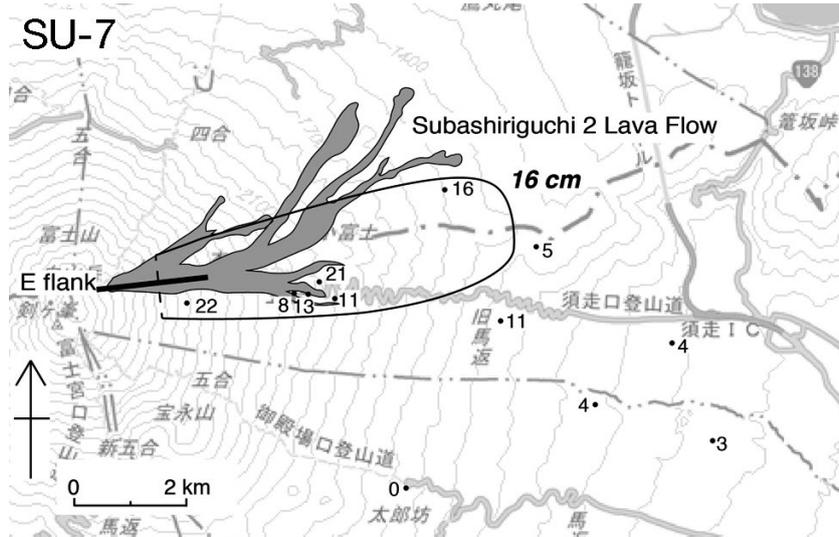
化学組成と対比 本降下火砕物スコリア(FA01, FA13)のSiO₂量は51.2～51.5 wt%, MgO量は4.8～5.3 wt%, K₂O量は0.68 wt%, Zr量は76 ppm, Y量は20 ppmである(資料集no. 702の表3)。また、須走口2溶岩流(020801-1-3, 020802-24, 020803-21)のSiO₂量は50.7～50.8 wt%, MgO量は4.7～4.9 wt%, K₂O量は0.68～0.74 wt%, Zr量は78～80 ppm, Y量は21～23 ppmで(資料集no. 702の表3・4)、良く類似する(第48図)。

噴出地点 須走口登山道の六～八合目から噴出したとみられる(第53図; 山元ほか, 2011)。登山道沿いには薄いフローユニットが重なったマウンド状の溶岩微地形が連なっており、その下に噴出源が伏在しているものとみられる。

体積 16 cm等層厚線を用いた降下火砕堆積物の最小体積は約 $7 \times 10^3 \text{ km}^3$ (岩石換算最小体積は約 $3 \times 10^3 \text{ km}^3$ DRE, 最小質量は約 $7 \times 10^9 \text{ kg}$)である。なお、この値は降下火砕物の分布が確実な範囲で等層厚線を断ち切り(第53図の破線)、面積を計測して得られたものである。また、須走口2溶岩流の体積は、その平均層厚を3 mとして約 $1 \times 10^2 \text{ km}^3$ DREと見積もられている(山元ほか, 2011)。

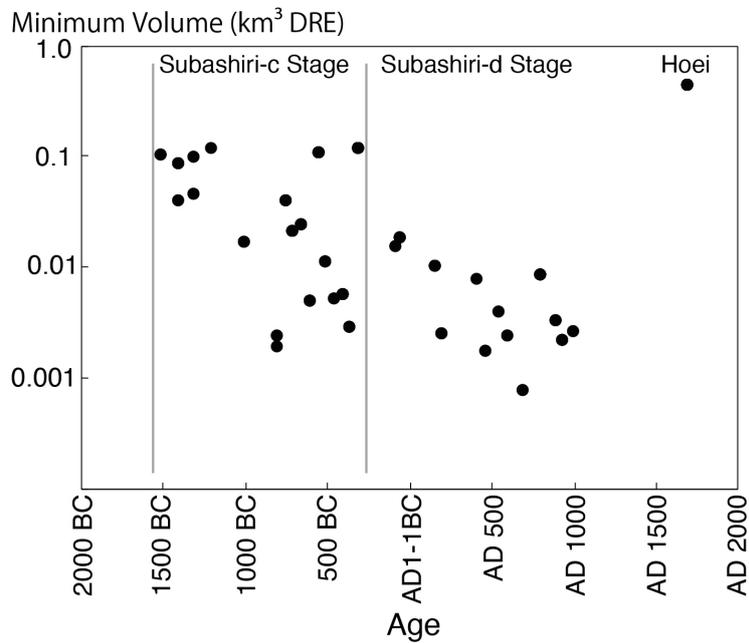
6. 降下火砕物体積の時間変化

今回明らかにした1,500 cal BC以降の降下火砕物マグマ体積の時間変化を見ると、須走-c期と須走-d期で大きな違いが認められる(第54図)。すなわち、須走-c期には最小体積が $1 \times 10^1 \text{ km}^3$ DRE前後の火砕噴火が頻発したのに対して、宝永噴火を除く須走-d期では最小体積が $2 \times 10^2 \text{ km}^3$ DRE前後の火砕噴火が最大と、両期の火砕噴火規模が桁で異なっている。これは、須走-c期を山頂及び山腹での爆発的噴火が卓越した時期、須走-d期を山腹での溶岩流出が卓越した時期とした高田ほか(2016)の時



第53図 須走口馬返7 (SU-7) 降下火砕物と須走口2溶岩流の分布。数字は堆積物の層厚(単位はcm)。曲線は等層厚線。太線は割れ目火口。破線は、面積を計測した等層厚線領域の給源側境界を示す。山元ほか(2011)を改変。

Fig. 53 Distribution of the Subashiriguchi-Umagaeshi 7 (SU-7) Pyroclastic Fall Deposit and the Subashiriguchi 2 Lava Flow. Numerals are measured thickness of the deposit in centimeters. Curved lines are isopachs, and a solid line is a fissure vent. Dashed line shows the boundary of the source side of the isopach regions where the area was measured. Modified from Yamamoto *et al.* (2011).



第54図 新期富士火山降下火砕物の最小体積時間変化。最小体積はLegros (2000)の手法による。詳細は資料集no. 702の表2を参照のこと。

Fig. 54 Temporal variation of minimum volumes for the younger Fuji pyroclastic falls deposits. The minimum volumes are measured by the method of Legros (2000). See Table 2 in the GSJ Open-file Report, no.702 for details.

代区分を定量化したものに他ならない。ただし、溶岩の噴出量も入れると、1,500 cal BC以降で最大規模の貞観噴火(AD 864-866; $1.3 \pm 0.2 \text{ km}^3$ DRE; 荒井ほか, 2003; 千葉ほか, 2007)を含む須走-d期の方が須走-c期よりも噴出マグマ体積の総量が大きくなる。また、現火山錐を形成した3,600 cal BC ~ 1,500 cal BCの須走-b期の方が、須走-c期よりも溶岩流を含めた平均マグマ噴出率が高かった(宮地, 2007)。

爆発的噴火が卓越した須走-c期ではあったものの、個々の噴火(S-10, 大沢, 大室山, S-13, S-18, S-22降下火砕物)の規模は、最小体積で比較して宝永噴火の1/4程度でしかない。宝永噴火による降下火砕物の規模は、過去8千年間の須走期において最大であり、それまでの富士山の活動履歴の中では突出している。しかも、宝永噴火はAD 1,200以降の噴火頻度が極端に下がった時期に唐突に発生し、その後も300年以上、噴火活動を停止している。高田ほか(2016)が示したように、須走期の富士火山は千から数千年間継続する活動期が設定でき、活動期内においては類似した噴火活動が繰り返されている。その一方で、活動期が変わると卓越する噴火様式も変化し、しかも、その変化に特定の傾向は認め難い。宝永噴火はその前の須走-d期の活動としては特異なものであり、活動様式の変遷を踏まえると、富士火山の活動期は既に新たなステージへと移行している可能性が高く、次の噴火の様式を想定することは非常に困難な時期にあると言える。噴火履歴の詳細化が、かえって噴火様式予測の不確実性を炙り出す結果となっているが、この点を理解した上での対応が、今後の富士山の防災計画にも求められる。

7. まとめ

本報告では、1,500 cal BC以降の新期富士降下火砕物の再記載を行い、各堆積物の層厚分布から最小マグマ体積を見積もった。また、代表的露頭から採取した噴出物の全岩化学組成分析を行い、その特徴から降下火砕物の対比を行っている。1,500 cal BCから300 cal BCには、従来から存在が知られていたS-10 ~ S-22降下火砕物が山頂・山腹から噴出した。このうち、S-10, 大沢, 大室山, S-13, S-18, S-22降下火砕物の規模が大きく、見積もられた最小体積は $1 \times 10^1 \text{ km}^3$ DRE前後である。300 cal BC頃は山腹割れ目噴火が卓越し、宝永降下火砕物を除いて、山麓で広範囲に連続する大規模な降下火砕物は堆積していない。そのため、山元ほか(2011)が東山腹のものに須走口馬返降下火砕物群と定義したように、北東山腹のものには吉田口降下火砕物群、南東山腹のものには御殿場口降下火砕物群として、地域毎に下位から順に数字を付け新称した。このうち、高田ほか(2016)の噴出物層序から大きく修正したものは、須走口馬返6降下火砕物で、全岩化学組成の特徴と層序関係からこれを鷹丸尾溶岩流に対比し、両者をAD 937の承平噴火の産物と考えた。

謝辞：故宮地直道博士には、太郎坊の降下火砕物対比について御確認頂いた。また、東富士演習場及び北富士演習場内の野外調査では、防衛省関連部署から様々な便宜を図って頂いた。新東名高速道路工事現場の調査時には、中日本高速道路株式会社沼津工事事務所の丸山大輔工事長に便宜を図って頂いた。富士火山全体の赤色立体地図は、国土交通省中部地方整備局富士砂防事務所のご好意で閲覧させて頂いた。匿名査読者と編集担当からの指摘は、原稿改善に有益であった。以上、厚く御礼申し上げます。

文献

- 青木 豊(2005)和鏡の成立. 季刊考古学, no. 93, 55-59.
- 荒井健一・鈴木雄介・松田昌之・千葉達朗・二木重博・小山真人・宮地直道・吉本充宏・富田陽子・小泉市朗・中島幸信(2003)古代湖「せのうみ」ポーリング調査による富士山貞観噴火の推移と噴出量の再検討. 地球惑星関連学会2003合同大会講演要旨.
- 千葉達朗・富田陽子・鈴木雄介・荒井健一・藤井紀綱・宮地直道・小泉市朗・中島幸信(2007)航空レーザ計測にもとづく青木ヶ原溶岩の微地形解析. 荒牧重雄・藤井敏嗣・中田節也・宮地直道編, 富士火山. 山梨県環境科学研究所, 349-363.
- 石塚吉浩・高田 亮・鈴木雄介・小林 淳・中野 俊(2007)トレンチ調査から見た富士火山北-西山腹におけるスコリア丘の噴火年代と全岩化学組成. 地質調査研究報告, 57, 357-376.
- 泉 浩二・木越邦彦・上杉 陽・遠藤邦彦・原田昌一・小島泰江・菊原和子(1977)富士山東山麓の沖積世ローム層. 第四紀研究, 16, 87-90.
- 金子隆之・安田 敦・嶋野岳人・吉本充宏・藤井敏嗣(2014)富士火山, 太郎坊に露出する新期スコリア層の全岩化学組成—富士黒土層形成期付近を境とするマグマ供給系の変化. 火山, 59, 41-54.
- Kobayashi, M., Takada, A. and Nakano, S. (2007) Eruptive history of Fuji Volcano from AD 700 to AD 1,000 using stratigraphic correlation of the Kozushima-Tenjosan Tephra. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, 57, 409-430.
- 小松原純子・穴倉正展・岡村行信(2007)静岡県浮島ヶ原低地の水位上昇履歴と富士川河口断層帯の活動. 活断層・古地震研究報告, no. 7, 119-128.
- 小山真人(1998a)歴史時代の富士山噴火史の検討. 火山, 43, 323-347.
- 小山真人(1998b)噴火堆積物と古記録から見た延暦十九~二十一年(800~802)富士山噴火—古代東海道は富士山の北麓を通過していたか?—. 火山, 43, 349-371.
- 榊原功一(1995)山中湖村北畠遺跡出土の「松鶴鏡・ガラ

- ス玉]. 富士吉田市史研究, no. 10, 90–94.
- Legros, F. (2000) Minimum volume of tephra fallout deposit estimated from a single isopach. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **96**, 25–32.
- 町田 洋(1964) Tephrochronologyによる富士火山とその周辺地域の発達史. 地学雑誌, **73**, 293–308, 337–350.
- 宮地直道(1988)新富士火山の活動史. 地質学雑誌, **94**, 433–452.
- 宮地直道(1996)富士山東斜面に分布する新富士火山のテフラと溶岩. 日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会(編), 第四紀露頭集—日本のテフラ. 第四紀学会, 242–242.
- 宮地直道(2007)過去1万1000年間の富士火山の噴火史と噴出率, 噴火規模の推移. 荒牧重雄・藤井敏嗣・中田節也・宮地直道編, 富士火山. 山梨県環境科学研究所, 79–95.
- 宮地直道・鈴木 茂(1986)富士山東麓, 大沼藍沢湖成層のテフラ層序と花粉分析. 第四紀研究, **25**, 225–233.
- 宮地直道・富樫茂子・千葉達朗(2004)富士火山東斜面で2900年前に発生した山体崩壊. 火山, **49**, 237–248.
- Miyaji, N., Endo, K., Togashi, S. and Uesugi, Y. (1992) Tephrochronological History of Mt Fuji In: *29th IGC Field Trip Guide Book: Volcanoes and geothermal fields of Japan*, 75–109.
- Miyaji, N., Kan'no, A., Kanamaru, T. and Mannen, K. (2011). High-resolution reconstruction of the Hoei eruption (AD 1707) of Fuji volcano, Japan. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **207**, 113–129.
- 中野 俊・高田 亮・石塚吉浩・鈴木雄介・千葉達朗・荒井健一・小林 淳・田島靖久. (2007) 富士火山, 北東麓の新期溶岩流及び旧期火砕丘の噴火年代. 地質調査研究報告, **57**, 387–407.
- Reimer, P. J., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P. G., Ramsey, C. B., Buck, C. E., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Haflidason, H., Hajdas, I., Hatté, C., Heaton, T. J., Hoffmann, D. L., Hogg, A. G., Hughen, K., A., Kaiser, K. F., Kromer, B., Manning, S. W., Niu, M., Reimer, R. X., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J.R., Staff, R.A., Turney, C.S.M. and van der Plicht, J. (2013) IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves, 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, **55**, 1869–1887.
- 嶋田 繁(2000)伊豆半島, 天城カワゴ平火山の噴火と縄文時代後～晩期の古環境. 第四紀研究, **39**, 151–164.
- 杉原重夫・福岡孝昭・大川原竜一(2001)伊豆諸島, 神津島天上山と新島向山の噴火活動. 地学雑誌, **110**, 94–105.
- 鈴木雄介・高田 亮・石塚吉浩・小林 淳(2007)富士火山北西山麓に分布するスコリア丘の噴火史の再検討. 地質調査研究報告, **57**, 377–385.
- 田島靖久・宮地直道・吉本充宏・阿部徳和・千葉達朗(2007)富士火山北東斜面で発生した最近2,000年間の火砕丘崩壊に伴う火砕流. 荒牧重雄・藤井敏嗣・中田節也・宮地直道編, 富士火山. 山梨県環境科学研究所, 255–267.
- 田島靖久・吉本充宏・黒田信子・瀧 尚子・千葉達朗・宮地直道・遠藤邦彦(2013)富士火山北東斜面の滝沢B火砕流堆積物の発生・堆積機構. 火山, **58**, 499–517.
- 高田 亮・小林 淳(2007)富士火山南山腹のスコリア丘トレンチ調査による山腹噴火履歴. 地質調査研究報告, **57**, 329–356.
- 高田 亮・山元孝広・石塚吉浩・中野 俊(2016)富士火山地質図(第2版). 産総研地質調査総合センター, 56p.
- 高田 亮・石塚吉浩・中野 俊・山元孝広・小林 淳・鈴木雄介(2007)噴火割れ目が語る富士火山の特徴と進化. 荒牧重雄・藤井敏嗣・中田節也・宮地直道編, 富士火山. 山梨県環境科学研究所, 183–202.
- 高橋正樹・小見波正修・根本靖彦・長谷川有希絵・永井匡・田中英正・西 直人・安井真也(2003)富士火山噴出物の全岩化学組成—分析データ847個の総括—. 日本大学文学部自然科学研究所研究紀要, no. 38, 117–166.
- 津屋弘達(1968)富士山地質図(5万分の1), 富士山の地質, 地質調査所, 24p.
- 津屋弘達(1971)富士山の地形・地質. 富士山:富士山総合学術調査報告書. 富士急行, 127p.
- 上杉 陽(1990)富士火山東方地域のテフラ標準柱状図—その1:S-25～Y-114. 関東の四紀, no. 16, 3–28.
- 上杉 陽(2003)地学見学案内書 富士山. 日本地質学会 関東支部, 117p.
- 上杉 陽・堀内 真・宮地直道・古屋隆夫(1987)新富士火山最新期のテフラ: その細分と年代. 第四紀研究, **26**, 59–68.
- 上杉 陽・土肥由美子・佐藤仁美・伊藤ひろみ・宮地直道(1996)富士山東麓すぎな沢の更新世最末期～完新世テフラ群. 日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会(編), 第四紀露頭集—日本のテフラ. 第四紀学会, 241–241.
- 上杉 陽・池田京子・須田明子・柳沢唯佳・岡本真砂夫・鈴木 聡(1995)富士火山北東麓の鷹丸尾溶岩類. 関東の四紀, no. 19, 3–21.
- 内川隆志(2003)和鏡の形式と変遷. 月刊考古学ジャーナル, no. 507, 6–10.
- 山元孝広(2014a)富士火山南西部の地質, 地質調査総合セ

- ンター研究資料集, no. 606, 1-27.
- 山元孝広(2014b)富士火山東山麓におけるテフラ層序記載. 地質調査総合センター研究資料集, no. 601.
- 山元孝広・石塚吉浩・下司信夫(2020a)富士山東方で1.1 kaに発生した大規模火山性斜面崩壊. 地質学雑誌, **126**, 127-136.
- 山元孝広・石塚吉浩・高田 亮(2007)富士火山南西山麓の地表及び地下地質: 噴出物の新層序と化学組成変化. 荒牧重雄・藤井敏嗣・中田節也・宮地直道編, 富士火山. 山梨県環境科学研究所, 97-118.
- 山元孝広・石塚吉浩・高田 亮・中野 俊(2016)富士火山山頂部におけるテフラ層序記載. 地質調査総合センター研究資料集, no. 626.
- 山元孝広・中野 俊・石塚吉浩・高田 亮(2020b)新期富士火山降下火砕物の層厚, 平均最大粒径, 最小体積及び化学組成. 地質調査総合センター研究資料集, no. 702.
- 山元孝広・中野 俊・高田 亮・小林 淳(2011)富士火山東斜面における最新期火山噴出物の層序. 地質調査研究報告, **62**, 405-424.
- 山元孝広・高田 亮・石塚吉浩・中野 俊(2005)放射性炭素年代測定による富士火山噴出物の再編年. 火山, **50**, 53-70.
- Yamamoto, T., Takada, A., Ishizuka, Y., Miyaji, N. and Tajima, Y. (2005) Basaltic pyroclastic flows of Fuji volcano, Japan: characteristics of the deposits and their origin. *Bulletine of Volcanology*, **67**, 622-633.

(受付: 2020年4月22日; 受理: 2020年10月9日)

九十九里平野における沖積層の粒度組成

小松原 純子^{1,*}

KOMATSUBARA Junko (2020) Grain-size distribution of the postglacial deposits in the Kujukuri Plain, Chiba Prefecture, central Japan. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 71 (6), p. 581-586, 3 figs.

Abstract: Postglacial deposits in four boring cores obtained from the Kujukuri Plain, central Japan, in 2015 were studied with grain size analysis. The results are discussed in terms of sedimentary facies. The majority of transgressive incised-valley deposits consists of mud and coarsens upward to lower shoreface deposits of very fine to fine, well-sorted sand. The proportion of medium, coarse and very coarse sand increases in upper shoreface deposits. The foreshore, backshore and dune deposits consist mainly of very fine and fine sand. The predominance of well-sorted sandy deposits is attributed to the supply of sand reworked from sandy and semi-consolidated Pleistocene nearby.

Keywords: boring core, incised valley fill, postglacial deposit, latest Pleistocene to Holocene, Kujukuri Plain

要 旨

九十九里平野で2015年度に行われたボーリング調査で得られた4本のコアについて、沖積層の粒度分析を行い、堆積環境との対応を検討した。陸棚おぼれ谷堆積物は細粒の泥層からなる。下部外浜堆積物へ上方粗粒化する。下部外浜堆積物の上部は淘汰の良い極細粒砂～細粒砂からなる。上部外浜堆積物では中粒砂以上の割合が増加する。前浜～後浜および砂丘堆積物は極細粒砂から細粒砂を主体とする。淘汰の良い砂質堆積物が卓越するのは周辺の更新統が再堆積したからと考えられる。

1. はじめに

産総研では2014年度から2016年度にかけて駿河湾から房総半島にかけての地域で沿岸域の地質構造調査を行った。その一部として九十九里平野地下の沖積層の分布を明らかにすることを目的に、平野中部～北部の4地点でボーリング調査を行った。その結果は小松原・水野(2016)、小松原(2019)で報告されている。本報告ではこれら4本のコアの沖積層部分について粒度分析を行い、堆積相ごとの特徴を述べる。

2. 地質概略

2.1 九十九里平野

九十九里平野は千葉県太平洋側に位置し、海岸線に

沿って北東-南西方向に約60 kmの長さ、海岸線から約10 kmの幅を持つ(第1図)。平野は更新統の上総層群および下総層群からなる台地および丘陵に囲まれている(宇野沢ほか, 1983)。平野の表層は縄文海進以降に発達した浜堤群に覆われている(森脇, 1979; 七山ほか, 2016)。浜堤群の地下には海岸線の前進に伴い形成された前浜～外浜の砂層が深さ20 m程度まで連続しており、その下位には上総層群および下総層群からなる平坦面とそこに刻まれた最終氷期の埋没谷が分布する(増田ほか, 2001; Tamura *et al.*, 2003)。埋没谷の谷底の標高は海域の音波探査(海上保安庁, 2000)や陸上の既存ボーリングデータなどから海岸線付近で標高-40～-50 m付近にあると考えられる(小松原, 2019)。埋没谷は最終氷期以降の堆積物で充填されている。その堆積物は下位から湿地、潮汐低地～内湾、陸棚おぼれ谷の堆積物からなる。

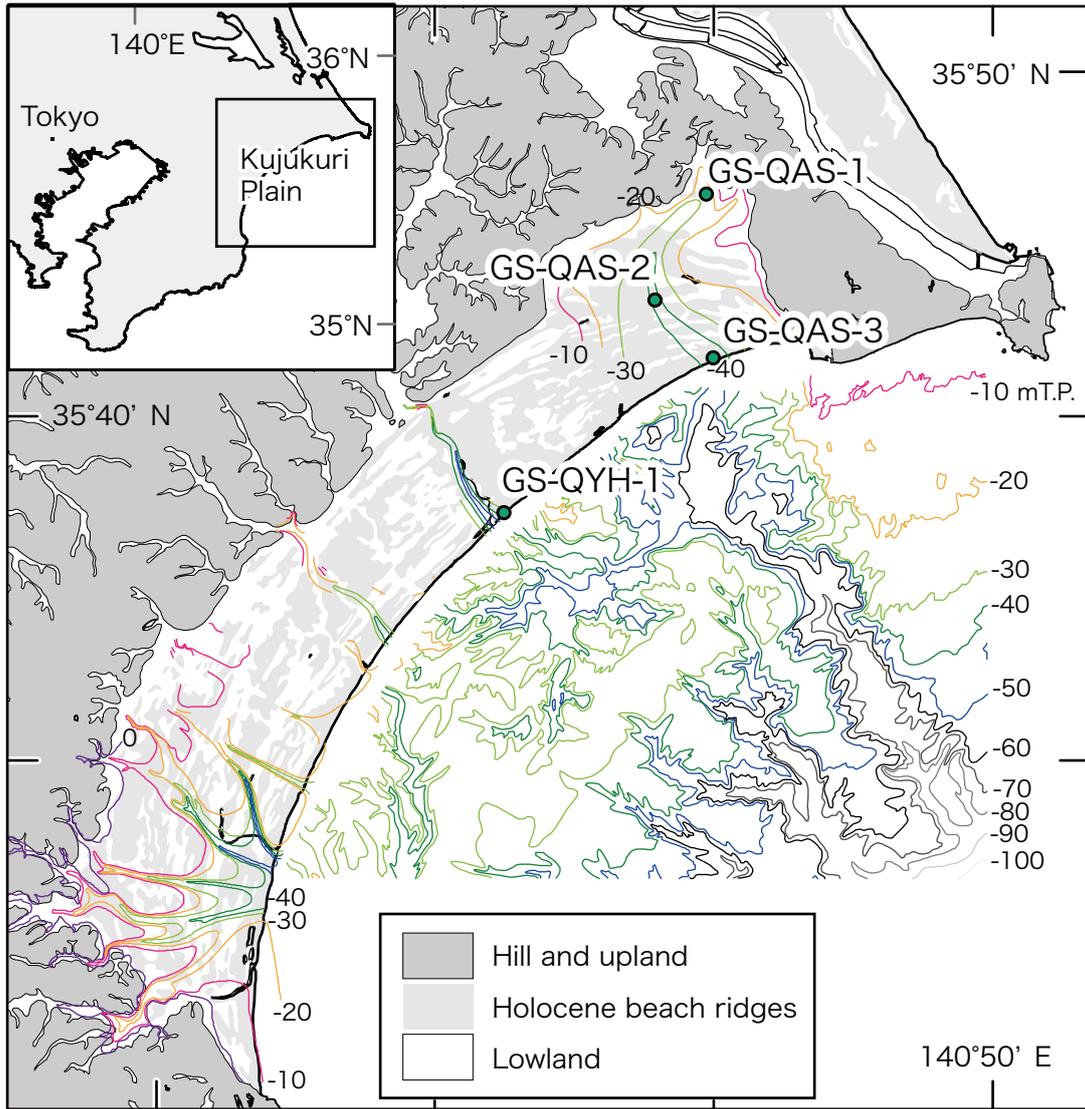
現在九十九里平野に流れ込む河川はいずれも集水域が小さく、堆積物供給量も少ない。九十九里平野の沖積層は、平野の基盤である更新統が波浪によって再堆積したものである(貝塚ほか, 1979; 森脇, 1979; 星上ほか, 2006)。

2.2 ボーリングコアの層相

本研究で使用した4本のボーリングコアGS-QAS-1, GS-QAS-2, GS-QAS-3, GS-QYH-1は2015年度に九十九里平野の中部～北部で上記の埋没谷を貫通するように採

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research institute of Geology and Geoinformation)

* Corresponding author: KOMATSUBARA, J., Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: j.komatsubara@aist.go.jp



第1図 九十九里平野および海域の沖積層基底分布図とボーリングコアの採取位置. 陸域の沖積層基底分布とボーリングコアの採取位置は小松原 (2019), 海域の沖積層基底分布は海上保安庁 (2000) による. 台地の輪郭と浜堤の分布は20万分の1日本シームレス地質図 (産業技術総合研究所地質調査総合センター編, 2009) を使用した. T.P.はTokyo Peil (東京湾中等潮位) の略.

Fig. 1 Basal topography of valley fills and locations of drill sites. Contours on land and locations of drill sites are modified from Komatsubara (2019). Contours in sea area are modified from Japan Coast Guard (2000). Distribution of upland and beach ridges are based on Geological Survey of Japan (2009). Abbreviation: m.T.P., meters relative to Tokyo Peil (the mean sea level in Tokyo Bay).

取された (第1図, 小松原・水野, 2016; 小松原, 2019). コアはいずれも埋没谷を充填する堆積物とそれを覆う海浜砂から構成されており, その特徴は下記の通りである. 以下, 小松原 (2019) に基づいて述べる. 同時面は堆積環境区分に斜交するため, それぞれの堆積物の堆積年代はオーバーラップしている.

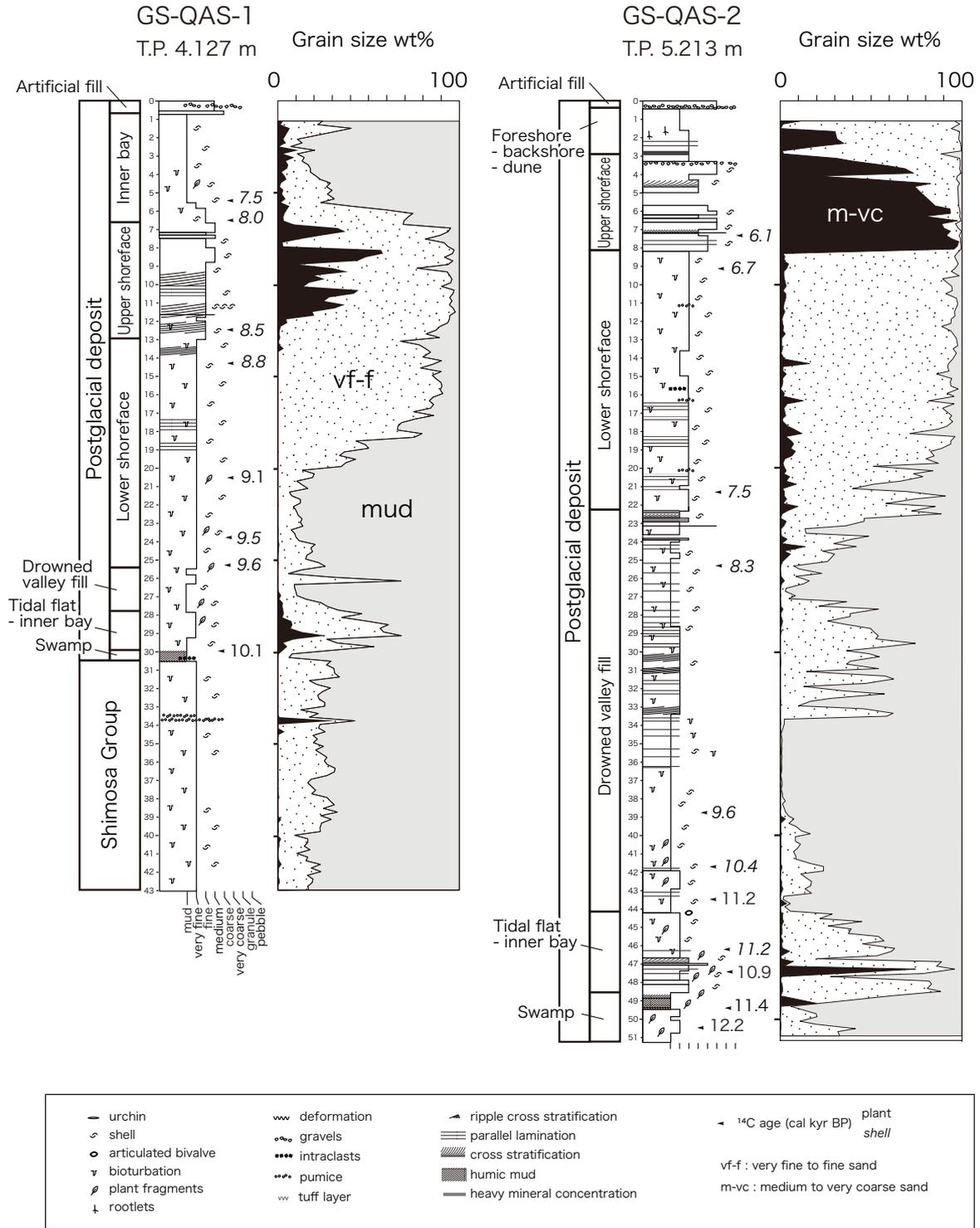
湿地堆積物 GS-QAS-1, GS-QAS-2 コアに見られる. 黒色の有機質泥および極細粒砂からなり, 植物片を多く含む. 堆積年代は12.2 ~ 10.1 cal kyr BPである.

潮汐低地~内湾堆積物 GS-QAS-1, GS-QAS-2 コアに

見られる. 生痕の発達した砂質泥~泥質細粒砂からなり, 植物片, 潮間帯の貝化石を含む. 堆積年代は10.9 ~ 11.2 cal kyr BPである.

陸棚おぼれ谷堆積物 泥と泥質極細粒砂の互層からなり, 生痕が発達し, 細かい破片状の貝化石が散在する. 堆積年代は11.2 ~ 7.5 cal kyr BPである.

下部外浜堆積物 主に泥質極細粒砂~淘汰の良い細粒砂からなり, 生痕が発達し, 破片状の貝化石が散在する. 上位ほど淘汰が良く粗粒化する傾向にあり, 平行葉理~斜交層理が見られる. 堆積年代は9.6 ~ 1.2 cal kyr BPである.



第2図 GS-QAS-1, GS-QAS-2の柱状図と粒度分布. 柱状図と放射性炭素年代の値は小松原(2019)による. 年代値は較正年代のmedian probabilityを示している. 柱状図の左側の数字は地表からの深度(m)を示す. T.P.はTokyo Peil(東京湾中等潮位)の略. GS-QAS-1の沖積層基盤は背後の台地の層序(酒井, 1990)から犬吠層群豊里層と推定され(小松原, 2019), 豊里層はテフラの対比により下総層群地藏堂層に対比されている(中里・佐藤, 2016) ..

Fig. 2 Columnar sections and grain-size distribution of GS-QAS-1 and GS-QAS-2. Columnar sections and radiocarbon ages from Komatsubara (2019). Figures on the left side of a columnar section indicate depth (m) from the ground surface. Abbreviation: m T.P., meters relative to Tokyo Peil (the mean sea level in Tokyo Bay). Basement of postglacial deposits in GS-QAS-1 corresponds to the Toyosato Formation of the Inubo Group (Komatsubara, 2019) inferred from stratigraphy of surrounding upland (Sakai, 1990), which is correlated with the Jizodo Formation of the Shimosa Group based on tephrostratigraphy (Nakazato and Sato, 2016).

上部外浜堆積物 淘汰の良い極細粒砂～粗粒砂からなり、貝殻片を多く含む。斜交層理が発達する。堆積年代は6.1～0.3 cal kyr BPである。

前浜～後浜および砂丘堆積物 GS-QAS-2, GS-QAS-3, GS-QYH-1 コアに見られる。前浜～後浜堆積物は主に淘汰の良い細粒砂からなる。重鉱物が濃集した黒い平行葉理～低角斜交層理が発達する。砂丘堆積物は極細粒砂からなり植物根化石が見られる。

内湾堆積物 GS-QAS-1 コアに見られる。砂質泥からなり、生痕が発達する。内湾生の貝化石を産する。堆積年代は8.0～7.5 cal kyr BPである。

3. 手法

GS-QAS-1, GS-QAS-2, GS-QAS-3, GS-QYH-1の4本のボーリングコアについて、半割したコアから20 cmおきにプラスチックキューブで一辺が約1.9 cmの立方体の試料を採取し、ふるい分けにより粒度分析を行った。酸処理は行っていない。粒度の区分は泥、極細粒～細粒砂、中粒砂～極粗粒砂の3種類である。礫サイズの粒子(直径2 mmを越えるもの)は採取した試料に含まれていなかった。GS-QAS-3, GS-QYH-1 コアの沖積層基底より下位の層準(上総層群および下総層群)については粒度分析は行っていない。

4. 結果および考察

4本のボーリングコアから得られた粒度分布を第2図および第3図に示す。

湿地堆積物および潮汐低地～内湾堆積物は泥～細粒砂を主体とし、中粒砂以上も含まれる。一方、陸棚おぼれ谷堆積物では最下部をのぞいて中粒砂以上は含まれず、泥～細粒砂のみからなり、特に谷の中央部で得られたコアGS-QAS-2, GS-QAS-3では砂を含まず完全に泥からなる層準が見られる。これら2地点では上方に極細粒砂～細粒砂の割合が増加する。陸棚おぼれ谷堆積物とその上位の下部外浜堆積物への境界はいずれのコアでも粒度組成は明瞭な境界を伴わずに泥質から砂質へと漸移している。

下部外浜堆積物は上方粗粒化し、その上部では極細粒砂から細粒砂が80%から90%を越えるようになる。泥や中粒砂以上の粒子の含まれる割合はどちらもおおむね10%以下と非常に低い。これは波浪により淘汰の良い砂が堆積したことを反映していると考えられる。

九十九里平野の下部外浜堆積物については、基底部分に再堆積による堆積粒子を含み、上部外浜よりも粗粒な粒度分布を示すという報告があるが(Tamura, 2004)、本研究ではそのような傾向は見られなかった。本研究の粒度分析がフルイによる簡便なものであることに加え、コアの採取地点がいずれも陸棚おぼれ谷地形の軸部にあたり、海進期の侵食や再堆積の影響を受けにくかったこと

によるものと考えられる。

上部外浜堆積物は中粒砂以上の粒子を多く含むことが特徴で、その割合が90%を越える層準も見られた。これは下部外浜に比べて波浪による攪乱作用が強く働き、細粒砂以下の細かな粒子が取り去られることを示していると思われる。中粒砂以上の砂粒の多くは貝殻片からなり、一部にパミス粒子を含んでいた。貝殻片からなる粒子が砕屑物の粒子よりも割合が高い層準も見られた。

前浜～後浜および砂丘堆積物では中粒砂以上の粒子は40%以下となり、極細粒砂から細粒砂が大半を占める。前浜～後浜では粒子を運ぶ流れの水深がごく浅く、大きな粒子は運搬されにくいこと、砂丘では風により極細粒から細粒砂のみが運ばれることによると考えられる。いずれの環境も泥は堆積しないため、その結果として淘汰は非常に良い。内湾堆積物は泥が70～90%を占め、淘汰が悪い。これは、砂州に閉塞され波浪の影響をほとんど受けない環境を反映していると考えられる。

5. まとめ

九十九里平野で2015年度に採取された4本のコアについてふるいによる粒度分析を行い、堆積環境との対応を検討した。最終氷期に形成された谷を充填している陸棚おぼれ谷堆積物の軸部では砂を含まない非常に細粒な泥層が形成されていた。陸棚おぼれ谷堆積物から下部外浜堆積物へは極細粒砂から細粒砂の割合が増加することで上方粗粒化して漸移する。下部外浜堆積物の上部の層準は淘汰の良い極細粒砂～細粒砂からなる。上部外浜堆積物では中粒砂以上の割合が増加する。前浜～後浜および砂丘堆積物では極細粒砂～細粒砂からなり、非常に淘汰が良い。

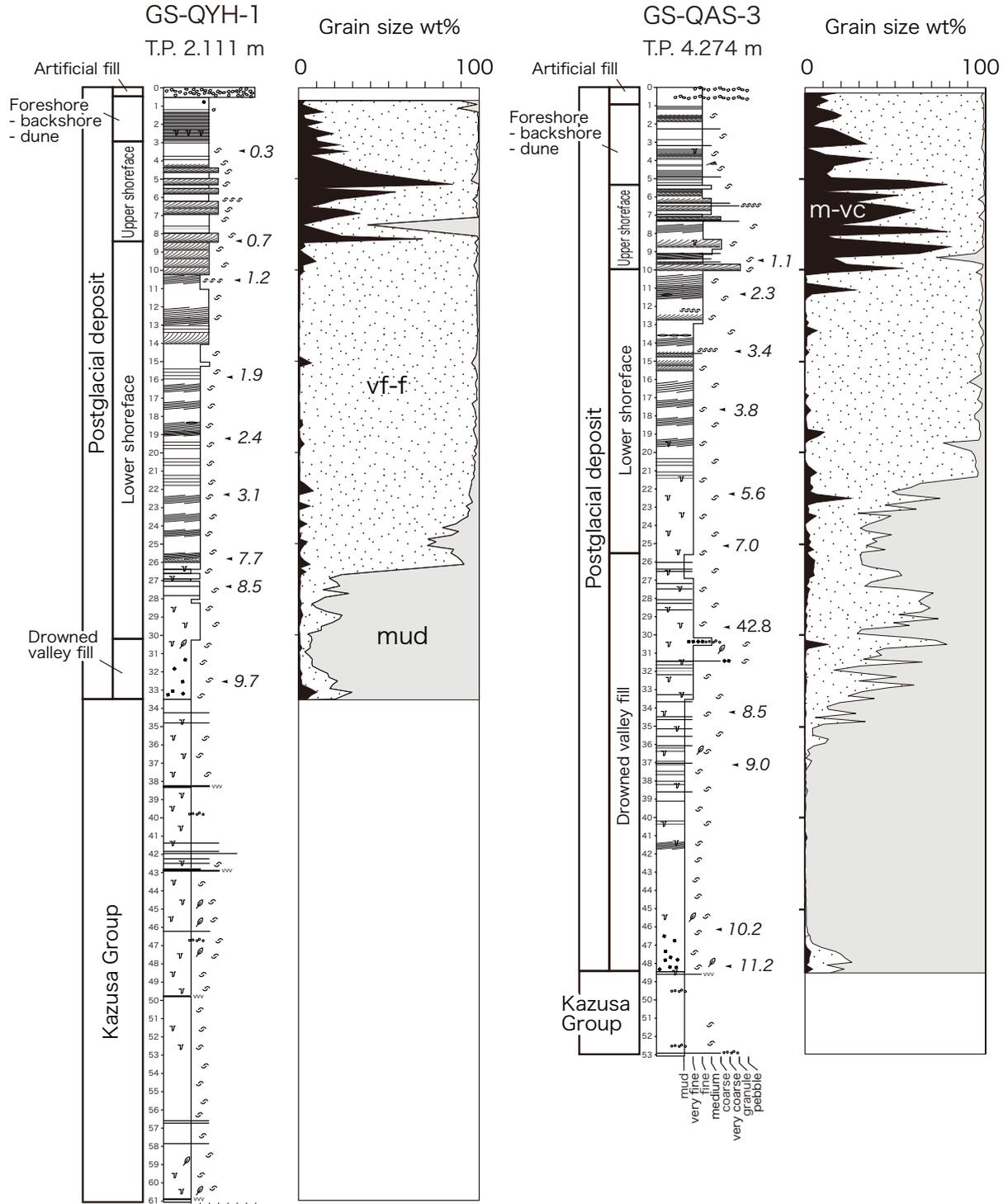
九十九里平野に流れ込む河川は少なく、その河川の集

(p. 585 →)

第3図 GS-QAS-3, GS-QYH-1の柱状図と粒度分布。柱状図と放射性炭素年代の値は小松原(2019)による。年代値は較正年代のmedian probabilityを示している。柱状図の左側の数字は地表からの深度(m)を示す。T.P.はTokyo Peil(東京湾中等潮位)の略。GS-QAS-3, GS-QYH-1の沖積基盤はテフラの対比によりそれぞれ上総層群国本層、笠森層と推定される(小松原・水野, 2016)

Fig. 3 Columnar sections and grain-size distribution of GS-QAS-3 and GS-QYH-1. Columnar sections and radiocarbon ages from Komatsubara (2019). Figures on the left side of a columnar section indicate depth (m) from the ground surface. Abbreviation: m T.P., meters relative to Tokyo Peil (the mean sea level in Tokyo Bay). Basement of postglacial deposits in GS-QAS-3 and GA-QYH-1 are correlated with the Kokumoto and Kasamori formations of the Kazusa Group based on tephrostratigraphy, respectively (Komatsubara and Mizuno, 2016).

九十九里平野における沖積層の粒度組成 (小松原)



— urchin	⋯ deformation	▲ ripple cross stratification	◀ ¹⁴ C age (cal kyr BP)	plant shell
○ shell	● gravels	▨ parallel lamination		
○ articulated bivalve	●●● intraclasts	▨ cross stratification		
v bioturbation	●●● pumice	▨ humic mud		vf-f : very fine to fine sand
♂ plant fragments	vw tuff layer	▨ heavy mineral concentration		m-vc : medium to very coarse sand
† rootlets				

水域も関東の他の河川に比べれば非常に小さい。九十九里平野の沖積層に非常に淘汰の良い砂質堆積物が卓越するのは、九十九里平野の沖積層が周辺の更新統の再堆積したものからなるという背景があると考えられる。

謝辞: コアからの試料採取および分析作業では地質情報研究部門の國本節子氏にご協力いただいた。

文 献

- 星上幸良・宇多高明・野志保仁・小澤宏樹(2006)九十九里浜の形成に関わる土砂供給源に関する一考察. 海洋開発論文集, **22**, 403–408.
- 貝塚爽平・阿久津純・杉原重夫・森脇 広(1979)千葉県
の低地と海岸に於ける完新世の地形変化. 第四紀研究, **17**, 189–205.
- 小松原純子(2019)九十九里平野における沖積層の堆積環境変遷と沖積層基底の分布. 海陸シームレス地質図集, 房総半島東部沿岸域, 海陸シームレス地質図S-6, 産総研地質調査総合センター.
- 小松原純子・水野清秀(2016)九十九里平野北部～中部のボーリング調査. 平成27年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告, 地質調査総合センター速報, no. 71, 25–41.
- 海上保安庁(2000) 5万分の1沿岸の海の基本図 九十九里浜. 48p.
- 増田富士雄・藤原 治・酒井哲弥・荒谷 忠・田村 亨・鎌滝孝信(2001)千葉県九十九里浜平野の完新統の発達過程. 第四紀研究, **40**, 223–233.
- 森脇 広(1979)九十九里浜平野の地形発達史. 第四紀研究, **18**, 1–16.
- 中里裕臣・佐藤弘幸(2016)千葉県北部地域の下総層群の層序. 平成27年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告, 地質調査総合センター速報, no. 71, 55–78.
- 七山 太・中里裕臣・大井信三・中島 礼(2016)茂原地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 101p.
- 酒井豊三郎(1990)千葉県銚子地域の上部新生界—岩相・古地磁気・放散虫化石層序—. 宇都宮大学教養学部研究報告第2部, no. 23, 1–34.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2009) 20万分の1日本シームレス地質図(DVD版). 数値地質図G-16.
- Tamura, T. (2004) Preservation and grain-size trends of Holocene wave-dominated facies successions in eastern Japan: implications for high-resolution sequence stratigraphic analysis. *Journal of Sedimentary Research*, **74**, 718–729.
- Tamura, T., Masuda, F., Sakai, T. and Fujiwara, O. (2003) Temporal development of prograding beach-shoreface deposits: the Holocene of Kujukuri coastal plain, eastern Japan. *Marine Geology*, **198**, 191–207.
- 宇野沢 昭・岡 重文・坂本 亨(1983) 20万分の1地質図幅「千葉」. 地質調査所.

(受 付 : 2020年7月30日 ; 受 理 : 2020年10月20日)

地質調査研究報告 第71巻 (第1号—第6号)

第1号

[論文]

トレンチ調査に基づく日光白根火山 1400 年間の噴火履歴
草野有紀・石塚吉浩1-18

[論文]

東京層の模式コアセクション (代々木公園コア) における層序の再検討
中澤 努・納谷友規・坂田健太郎・本郷美佐緒・鈴木毅彦・中山俊雄19-32

[概報]

LA-ICP-MS zircon U-Pb ages of felsic tuffaceous beds in the Takikubo and Horita formations, Izumi Group, Ikeda district, eastern Shikoku, southwestern Japan
NODA Atsushi, DANHARA Tohru, IWANO Hideki and HIRATA Takafumi33-48

[資料・解説]

クリティカルテイパーモデル - 土質力学の基礎からの導入
高下裕章・野田 篤49-61

第2号

[論文]

石垣島西部名蔵川流域の重力測定
宮川歩夢・名和一成・山谷祐介・大滝壽樹・杉原光彦・奥田 隆・住田達哉63-76

[概報]

三重県志摩半島, 御荷鉾緑色岩類のドレライト質岩から見出されたアルカリ角閃石
内野隆之・山崎 徹77-83

第3号

[論文]

茨城県北茨城・高萩地域の第三系多賀層群と日立層群: 岩相層序と珪藻化石層序から復元した陸棚及び陸棚斜面堆積物・海底谷埋積物・海底地すべり痕埋積物の複合体
柳沢幸夫・安藤寿男85-199

[論文]

東京低地南部における沖積層の基盤地形
田辺 晋・石原与四郎201-213

[概報]

青森県七戸町坪川セクションにおける上部中新統~鮮新統の年代層序
工藤 崇・柳沢幸夫215-233

第4号 Special Issue: Scientific results from InterRad XV in Niigata 2017 (Proceedings)

[巻頭言]

GSJ Bulletin Special Issue: Scientific results from InterRad XV in Niigata 2017 (Proceedings)
NAKAE Satoshi and UCHINO Takayuki235-237

[口絵]

Radiolarian-inspired art design: Simplification and identification
ITO Tsuyoshi, MORIA, YOKOYAMA Hayato, ISHIWATA Sayaka and MATSUOKA Atsushi239-242

Radiolarian biochronological study:

[論文]

Early Oxfordian radiolarians from the ammonite-bearing Fludergraben section (Northern Calcareous Alps, Austria)
SUZUKI Hisashi and GAWLICK Hans-Jürgen243-280

[論文]	Middle Jurassic radiolarians from the ammonite bearing Toyora Group, Yamaguchi Prefecture, Southwest Japan NISHIZONO Yukihiisa and YONEMITSU Isao	281–296
[概報]	Radiolarian age of Triassic striped chert within the Jurassic accretionary complex of the Ashio terrane in the Ashikaga area, Tochigi Prefecture, central Japan ITO Tsuyoshi	297–312
Radiolarian fauna related to Jurassic accretionary tectonics in Japan:		
[論文]	Late Jurassic radiolarians from mudstone near the U–Pb-dated sandstone of the North Kitakami Belt in the northeastern Shimokita Peninsula, Tohoku, Japan UCHINO Takayuki and SUZUKI Noritoshi	313–330
Isotopic analyses for paleoceanic environmental study:		
[論文]	SIMS analysis of Si isotope for radiolarian test in Mesozoic bedded chert, Inuyama, central Japan Maximilien BÔLE, IKEDA Masayuki, Peter O. BAUMGARTNER, HORI S. Rie and Anne-Sophie BOUVIER.....	331–353
[論文]	Oxygen isotope analysis of Mesozoic radiolarites using SIMS Maximilien BÔLE, IKEDA Masayuki, Peter O. BAUMGARTNER, HORI S. Rie, Anne-Sophie BOUVIER and Duje KUKOČ	355–393
Bibliographic lists related to radiolarian studies by GSJ:		
[資料・解説]	Radiolarian research by the Geological Survey of Japan, AIST, with bibliographic lists from 1950 to 2019 ITO Tsuyoshi, NAKAE Satoshi and ITAKI Takuya	395–437
第 5 号		
[論文]	下北半島東部に分布する下部～中部中新統の年代層序 工藤 崇・堀内誠示・柳沢幸夫	439–462
[概報]	日高観測井の珪藻化石群集に基づく埼玉県日高台地地下における海成更新統の認定と層序対比 納谷友規・長井雅史・小村健太郎	463–472
[概報]	高知県東部，奈半利低地における沖積層ボーリングコアの記載と編年 植木岳雪	473–479
[資料・解説]	20 万分の 1 「野辺地」地域に分布する中新統のジルコン U–Pb 及びフィッシュントラック年代 工藤 崇	481–507
第 6 号		
[論文]	関東山地東縁部，白亜系高岡層の石灰質砂岩から得られた碎屑性ジルコン U–Pb 年代 原 英俊	509–516
[論文]	新期富士火山降下火砕物の再記載と噴出量の見積もり 山元孝広・中野 俊・石塚吉浩・高田 亮	517–580
[概報]	九十九里平野における沖積層の粒度組成 小松原純子	581–586

CONTENTS OF VOLUME 71

No. 1

[Article]

- Eruptive history in the last 1400 years of Nikko-Shirane Volcano based on trench surveys
KUSANO Yuki and ISHIZUKA Yoshihiro1-18

[Article]

- Re-examination of the stratigraphy of the Tokyo Formation at the type core section in the Yoyogi Park, Tokyo, central Japan
NAKAZAWA Tsutomu, NAYA Tomonori, SAKATA Kentaro, HONGO Misao, SUZUKI Takehiko and NAKAYAMA Toshio
.....19-32

[Report]

- LA-ICP-MS zircon U-Pb ages of felsic tuffaceous beds in the Takikubo and Horita formations, Izumi Group, Ikeda district, eastern Shikoku, southwestern Japan
NODA Atsushi, DANHARA Tooru, IWANO Hideki and HIRATA Takafumi33-48

[Note and Comment]

- Critical taper model - Introduction from soil mechanics
KOGE Hiroaki and NODA Atsushi 49-61

No. 2

[Article]

- Gravity Measurement of Nagura River Basin, in the Western part of Ishigakijima Island, Japan
MIYAKAWA Ayumu, NAWA Kazunari, YAMAYA Yusuke, OHTAKI Toshiki, SUGIHARA Mituhiko, OKUDA Takashi and SUMITA Tatsuya63-76

[Report]

- Alkali amphibole from doleritic rock in the Mikabu Greenstones, Shima Peninsula, Mie Prefecture
UCHINO Takayuki and YAMASAKI Toru77-83

No. 3

[Article]

- Neogene Taga and Hitachi groups in the Kitaibaraki-Takahagi area, Ibaraki Prefecture, Japan: sedimentary complexes of shelf to slope deposits, submarine channel fills and submarine slide scar fills, reconstructed from lithostratigraphy and diatom biostratigraphy
YANAGISAWA Yukio and ANDO Hisao85-199

[Article]

- Incised-valley topography formed into the Last Glacial Maximum beneath the southern area of the Tokyo Lowland, central Japan
TANABE Susumu and ISHIHARA Yoshiro201-213

[Report]

- Chronostratigraphy of the Upper Miocene to Pliocene succession of the Tsubokawa Section in Shichinohe Town, Aomori Prefecture, Northeast Japan
KUDO Takashi and YANAGISAWA Yukio215-233

No. 4 Special Issue: Scientific results from InterRad XV in Niigata 2017 (Proceedings)

[Preface]

- GSJ Bulletin Special Issue: Scientific results from InterRad XV in Niigata 2017 (Proceedings)
NAKAE Satoshi and UCHINO Takayuki235-237

[Frontispiece]

- Radiolarian-inspired art design: Simplification and identification
ITO Tsuyoshi, MORIA, YOKOYAMA Hayato, ISHIWATA Sayaka and MATSUOKA Atsushi239-242

Radiolarian biochronological study:

[Article]

- Early Oxfordian radiolarians from the ammonite-bearing Fludergraben section (Northern Calcareous Alps, Austria)
SUZUKI Hisashi and GAWLICK Hans-Jürgen243–280

[Article]

- Middle Jurassic radiolarians from the ammonite bearing Toyora Group, Yamaguchi Prefecture, Southwest Japan
NISHIZONO Yukihiisa and YONEMITSU Isao281–296

[Report]

- Radiolarian age of Triassic striped chert within the Jurassic accretionary complex of the Ashio terrane in the Ashikaga area,
Tochigi Prefecture, central Japan
ITO Tsuyoshi297–312

Radiolarian fauna related to Jurassic accretionary tectonics in Japan:

[Article]

- Late Jurassic radiolarians from mudstone near the U–Pb-dated sandstone of the North Kitakami Belt in the northeastern
Shimokita Peninsula, Tohoku, Japan
UCHINO Takayuki and SUZUKI Noritoshi313–330

Isotopic analyses for paleoceanic environmental study:

[Article]

- SIMS analysis of Si isotope for radiolarian test in Mesozoic bedded chert, Inuyama, central Japan
Maximilien BÔLE, IKEDA Masayuki, Peter O. BAUMGARTNER, HORI S. Rie and Anne-Sophie BOUVIER331–353

[Article]

- Oxygen isotope analysis of Mesozoic radiolarites using SIMS
Maximilien BÔLE, IKEDA Masayuki, Peter O. BAUMGARTNER, HORI S. Rie, Anne-Sophie BOUVIER and Duje
KUKOČ355–393

Bibliographic lists related to radiolarian studies by GSJ:

[Note and Comment]

- Radiolarian research by the Geological Survey of Japan, AIST, with bibliographic lists from 1950 to 2019
ITO Tsuyoshi, NAKAE Satoshi and ITAKI Takuya395–437

No. 5

[Article]

- Chronostratigraphy of the Lower to Middle Miocene in the eastern part of Shimokita Peninsula, Northeast Japan
KUDO Takashi, HORIUCHI Seiji and YANAGISAWA Yukio.....439–462

[Report]

- Recognition and stratigraphic correlation of marine Pleistocene deposits beneath the Hidaka Upland based on diatom
assemblages in the Hidaka Observation Well, Saitama Prefecture, Japan
NAYA Tomonori, NAGAI Masashi and OMURA Kentaro463–472

[Report]

- A sediment core of Holocene incised valley fills in the Nahari Lowland, east Kochi Prefecture, southwest Japan
UEKI Takeyuki473–479

[Note and Comment]

- Zircon U–Pb and fission-track ages of the Miocene in the 1:200,000 Noheji Quadrangle, Northeast Japan
KUDO Takashi481–507

No. 6

[Article]

- Detrital zircon U–Pb age estimated from calcareous sandstone of the Cretaceous Takaoka Formation in eastern margin of the
Kanto Mountains
HARA Hidetoshi509–516

[Article]

Quantitative re-description of the younger pyroclastic fall deposits ejected from Fuji Volcano, Japan
YAMAMOTO Takahiro, NAKANO Shun, ISHIZUKA Yoshihiro and TAKADA Akira517–580

[Report]

Grain-size distribution of the postglacial deposits in the Kujukuri Plain, Chiba Prefecture, central Japan
KOMATSUBARA Junko581–586

本年掲載論文の査読を下記及び匿名の方々にお願ひしました。厚くお礼申し上げます。

池田昌之（東京大）・石田直人（鳥取大）・石原武志・内野隆之・遠藤俊祐（島根大）・大坪 誠・
岡崎裕典（九州大学）・鎌田祥仁（筑波大学）・小松原 琢・鈴木寿志（大谷大学）・田村 亨・
辻野 匠・野田 篤・星住英夫・牧野雅彦・渡辺真人（敬称略）

地質調査総合センター研究資料集

- | | | |
|-----|--|--|
| 696 | 深部調査井 WD-1 のコア試料写真 | 佐々木 宗建・佐脇 貴幸・阪口 圭一 |
| 697 | 火山灰カタログ2：
2-1. 草津白根山（本白根山）2018年噴火噴出物
2-2. 御嶽山2014年噴火噴出物
2-3. 雲仙岳（普賢岳）1990年～1995年噴火噴出物
2-4. 三宅島2000年噴火噴出物 | 松本 恵子・下司 信夫・島村 哲也・
岩橋 くるみ |
| 698 | 瀬戸地区の窯業地下資源調査試錐柱状図集 | 須藤 定久・高木 哲一 |
| 699 | 支笏・洞爺・濁川・大山火山の大規模噴火の前駆活動と噴火推移 | 金田 泰明・後藤 義瑛・西野 佑紀・
宝田 晋治・下司 信夫 |
| 700 | 大規模火砕噴火推移時系列データ集 その1 | 下司 信夫・池上 郁彦・西原 歩 |
| 701 | ベントナイトなどのメチレンブルー吸着量の測定方法のJIS規格（JIS Z 2451）の解説書の補足 | 三好 陽子・鈴木 正哉・森本 和也・
渡邊 保貴・宮腰 久美子・高木 哲一 |
| 702 | 新規富士火山降下火砕物の層序、平均最大粒径、最小体積及び化学組成 | 山元 孝広・中野 俊・石塚 吉浩・
高田 亮 |
| 703 | 火山灰カタログ3：阿蘇山（中岳）2014年～2016年噴火噴出物 | 松本 恵子・大槻 静香・下司 信夫 |
| 704 | 産総研地下水等総合観測点の孔井における孔壁画像資料 | 木口 努・松本 則夫・北川 有一・
重松 紀生・板場 智史・塚本 齊・
佐藤 努 |
| 705 | Modified GOTIC2：地下での観測における海洋潮汐荷重効果を推定するソフトウェア | 上垣内 修・松本 則夫・弘瀬 冬樹 |
| 706 | 霧島火山新燃岳2008年噴火噴出物の分布 | 下司 信夫・宝田 晋治 |
| 708 | 関東地方の坑井文献リスト：主として掘削深度200m以上のもの | 佐脇 貴幸 |

地質調査総合センターの最新出版物

5 万分の 1 地質図幅	明智・角館・馬路
20 万分の 1 地質図幅	高知 (第 2 版)・輪島 (第 2 版)・広尾 (第 2 版)
200 万分の 1 地質編集図	No. 4 日本地質図 (第 5 版) No. 11 日本の火山 (第 3 版)
特殊地質図	No. 12 富士火山地質図 (第 2 版) No. 33 日本周辺海域鉱物資源分布図 (第 2 版) No. 41 栃木県シームレス地質図
海洋地質図	No. 90 沖縄島南部周辺海域海洋地質図 (1:20 万)
火山地質図	No. 20 八丈島火山地質図 (1:2.5 万)
水文環境図	No. 6 山形盆地 (第 2 版) No. 10 勇払平野 No. 11 大阪平野
空中磁気図	No. 47 富士火山地域高分解能空中磁気異常図 No. 48 仙台平野南部沿岸地域高分解能空中磁気異常図
重力図	No. 33 金沢地域重力図 (ブーゲー異常) S3 甲府地域重力構造図 (ブーゲー異常)
海外地球科学図	アジア鉱物資源図 (1:500 万) 東アジア地域地震火山災害情報図 (1:1000 万)
海陸シームレス地質図	S-6 海陸シームレス地質情報集「房総半島東部沿岸域」
燃料資源図	FR-3 燃料資源地質図「関東地方」
土壌評価図	E-7 表層土壌評価基本図「高知県地域」
数値地質図	G-16 20 万分の 1 日本シームレス地質図 DVD 版 G-17 九州地質ガイド V-3 口永良部島火山地質データベース G20-1 20 万分の 1 数値地質図幅集「北海道北部」第 2 版 G20-2 20 万分の 1 数値地質図幅集「北海道南部」第 2 版
その他	中部地方の地球化学図 海と陸の地球化学図 関東の地球化学図 日本列島及びその周辺の熱データベース

地質調査研究報告編集委員会

委員長 鈴木 淳
副委員長 佐々木 宗建
委員 石塚 治
松本 弾
宮越 昭暢
高木 哲一
川辺 能成
大谷 竜明
長森 英規
納谷 友崇
工藤 拓也
板木 拓也
森尻 理恵

Bulletin of the Geological Survey of Japan Editorial Board

Chief Editor: SUZUKI Atsushi
Deputy Chief Editor: SASAKI Munetake
Editors: ISHIZUKA Osamu
MATSUMOTO Dan
MIYAKOSHI Akinobu
TAKAGI Tetsuichi
KAWABE Yoshishige
OHTANI Ryu
NAGAMORI Hideaki
NAYA Tomonori
KUDO Takashi
ITAKI Takuya
MORIJIRI Rie

事務局

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター
地質情報基盤センター 出版室
<https://www.gsj.jp/inquiries.html>

Secretariat Office

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
Geological Survey of Japan
Geoinformation Service Center Publication Office
<https://www.gsj.jp/en/>

地質調査研究報告 第71巻 第6号
令和2年12月16日 発行

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター

〒305-8567
茨城県つくば市東1-1-1 中央第7

Bulletin of the Geological Survey of Japan
Vol. 71 No. 6 Issue December 16, 2020

Geological Survey of Japan, AIST

AIST Tsukuba Central 7, 1-1-1, Higashi,
Tsukuba, Ibaraki 305-8567 Japan

BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Vol. 71 No. 6 2020

CONTENTS

- Detrital zircon U–Pb age estimated from calcareous sandstone of the Cretaceous Takaoka Formation in eastern margin of the Kanto Mountains
HARA Hidetoshi 509
- Quantitative re-description of the younger pyroclastic fall deposits ejected from Fuji Volcano, Japan
YAMAMOTO Takahiro, NAKANO Shun, ISHIZUKA Yoshihiro and TAKADA Akira 517
- Grain-size distribution of the postglacial deposits in the Kujukuri Plain, Chiba Prefecture, central Japan
KOMATSUBARA Junko 581