

富士火山東斜面における最新期火山噴出物の層序

山元孝広^{1,*}・中野 俊¹・高田 亮¹・小林 淳²

Takahiro Yamamoto, Shun Nakano, Akira Takada and Makoto Kobayashi (2011) New stratigraphy of the recent ejecta on the eastern flank of Fuji volcano, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 62(11/12), p.405-424, 12 figs, 5 tables.

Abstract: New tephrostratigraphy, ¹⁴C dating and geochemical analysis have revealed that the most scoria fall deposits and lava flows on the eastern flank of Fuji volcano are younger than 2,000 years ago, although the previous studies regarded them as older deposits. New eruption history is as follows in ascending order. The Futatsutsuka scoria (FTT) erupted from the southeastern flank at ca. BC 50 and made scoria cones. The Ojika lava flow was extruded from the southeastern side of the summit on 3,600 to 3,100 m a.s.l at ca. AD 50. The Subashiriguchi-Umagaeshi 1 scoria (SU-1) erupted from the eastern flank at ca. AD 150. The Subashiriguchi-Umagaeshi 2 scoria (SU-2) erupted from the eastern flank at ca. AD 350? and the Maboroshinotaki lava flow was probably extruded at around this time. The Akatsuka scoria (AKT) erupted from the southeastern flank at ca. AD450 and the Innomarubi lava flow was simultaneously extruded from same vents. Subsequently the Nishifutatsutsuka scoria (NFT) and the Akatsukanishi spatter (AKN) erupted from the southeastern flank from AD 550? to AD 600?. The Subashiriguchi-Umagaeshi 3 scoria (SU-3) erupted from the eastern flank at ca. AD 600? and the Norikawa lava flow was probably extruded at around this time. The Subashiriguchi-Umagaeshi 4 scoria (SU-4) erupted from the eastern flank along the Subashiriguchi trail at ca. AD 700? and the Subashiriguchi 1 lava flow was simultaneously extruded from same vents. The Subashiriguchi-Umagaeshi 5 scoria (SU-5) erupted from the eastern flank along the Subashiriguchi trail at AD 800-802 Enryaku eruption. The Subashiriguchi-Umagaeshi 6 scoria (SU-6) erupted from the eastern flank along the Subashiriguchi trail at ca. AD 900. The Subashiriguchi-Umagaeshi 7 scoria (SU-7) erupted from the eastern flank along the Subashiriguchi trail at ca. AD 1000? and the Subashiriguchi 2 lava flow was simultaneously extruded from same vents.

Keywords: Fuji volcano, Subashiriguchi-Umagaeshi scoria, Akatsukanishi scoria, Subashiriguchi lava, Norikawa lava, Maboroshinotaki lava, Ojika lava.

要 旨

富士山の御殿場口ー須走口登山道間の東斜面に分布する噴出物の層序を見直した結果、同域の噴出物の多くが、従来の見解とは異なり、過去2千年間に噴出したものであることが明らかになった。しかも、この中には明らかに東山腹から平安時代に噴出したものが少なくとも3つ含まれている。

1. はじめに

火山活動の将来予測に必要なものは、詳細な火山の噴火活動履歴であることは言うまでもない。活火山である富士山でも、2,000年秋に起きた地下での低周波地震の群発以降、産総研を中心に地質学的研究が進められ、噴

火履歴に関する知見が飛躍的に増大してきた(山元ほか, 2005; 高田・小林, 2007; 石塚ほか, 2007; 鈴木ほか, 2007; 中野ほか, 2007; Kobayashi *et al.*, 2007; 高田ほか, 2007)。特に富士山では、約2.2千年前の大規模な山頂噴火(S-22スコリア)以降は、主に北西から南東斜面での山腹噴火が卓越したことが明らかにされており(宮地, 1988)、野外調査はまずこの山腹噴火ゾーンから重点的に行われてきた経緯がある。今回報告する東斜面を対象とした調査は、富士山の地質学的研究の最終章にあたるものであるが、その結果は従来の富士火山の噴火層序(例えば津屋, 1968)を大きく見直すものとなった。富士山の東山麓にはS-22スコリアよりも新しい最新期と呼ぶべき降下火砕物が分布することは従来から認識され、細分化が試みられていた(上杉ほか, 1987)。し

¹ 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation)

² (株) ダイヤコンサルタント (Dia Consultants Co., Ltd., Yoshino-cho 2-272-3, Kita-ku, Saitama 331-8638, Japan)

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

かしながら、個々の火砕物の給源位置や山体を構成する溶岩流との層序関係は全く明らかにされておらず、十分な精度の噴火活動履歴が復元されたとは言い難い状況にあった。調査は、東富士演習場及びその周辺に分布する最近期の降下火砕物層序を確立し、これと富士山東斜面上部に分布する溶岩流やスコリア丘・スパター丘堆積物との対比を行うことで東斜面全体の噴火層序を組み立てている。

2. 富士火山東斜面に分布する噴出物層序の概略

御殿場口登山道周辺から須走口登山道周辺にかけての富士山東斜面には、従来の見解とは異なり、最近2千年間に噴出した溶岩や火砕物が広範囲に分布している (Fig. 1)。噴出物対比の鍵となるのは南東山腹から Cal BC170～AD40に噴出したニッ塚スコリア (FTT) で、東山腹ではS-22スコリアの噴出以降、宝永噴火までで最も規模の大きな噴出物である。FTT以降の火砕物は、須走口登山道の須走馬返 (Loc. 11; Fig. 2) と御殿場口登山道の太郎坊 (Loc. 2; Fig. 3) に模式的に露出し、須走口馬返1-7スコリア (SU-1-7: 新称)・赤塚スコリア (AKT)・西ニッ塚スコリア (NFT)・赤塚西スパター (AKN: 新称) が確認できる。いずれの火砕物もよく発泡したスコリアからなる淘汰の良い降下堆積物で岩相はよく似るものの、本質スコリアの斑晶含有量には明瞭な違いがあり野外での対比は困難ではない。SU-2・SU-4・SU-5・SU-7は10%前後の斑晶量を持ち、斜長石斑晶が肉眼でも目立つ。反対にAKTとNFTの斑晶量は5%以下で、無斑晶質な見かけを持つ。斑晶量の測定方法については付録1に記述した。従来の火砕物の名称と本報告の新称との対応関係はTable 1に示している。富士山周辺の土壌中にはAD838に噴出した神津島上山テフラ (Iz-Kt) に対比される低屈折率火山ガラスが含まれることは、既にSugiuchi and Fukuoka (2005) や Kobayashi *et al.* (2007) により明らかにされ、太郎坊 (Loc. 2) ではその降下層準がNFTと宝永火砕物の間にある。今回、新たに須走口馬返 (Loc. 11) でも土壌中火山ガラス片の分析を行い (付録2)、Iz-Ktの降下層準がSU-5とSU-6の間にあることを確認した (Fig. 2)。また、Loc. 11においてS-22由来のラハール堆積物中の炭化物 (FJM426)、Loc. 12においてS-22スコリア降下堆積物中の炭化物 (FJM425) の放射性炭素年代測定を行い、新たに2,190 ± 40 yBP、2,200 ± 40 yBPの補正年代値を得ている (付録3)。

最新期の火砕物と溶岩流との層序関係については、Fig. 4の柱状図に示している。雄鹿溶岩流・幻の滝溶岩流・海苔川溶岩流・須走口1溶岩流・須走口2溶岩流はいずれも新称で、津屋 (1968) の溶岩流との対応関係はTable 2に示した。また、露頭位置はTable A3に掲載している。津屋 (1968) の地質図では、富士山東斜面

は彼の新富士中期と新期の溶岩流で構成される。しかし、今回の調査の結果、津屋の中期溶岩は雄鹿溶岩流・海苔川溶岩流のように最近2千年間に噴出したものと、獅子岩や須走口馬返に分布するもののように津屋の古富士噴出物 [山元ほか (2007) の星山期噴出物] に属するもの (付録4参照) からなり、実際に津屋 (1968) の新富士中期に噴出した溶岩流の分布はわずかである。東斜面に分布する代表的な溶岩流の化学組成は、付録5に掲載している。

3. 各噴出物の特徴

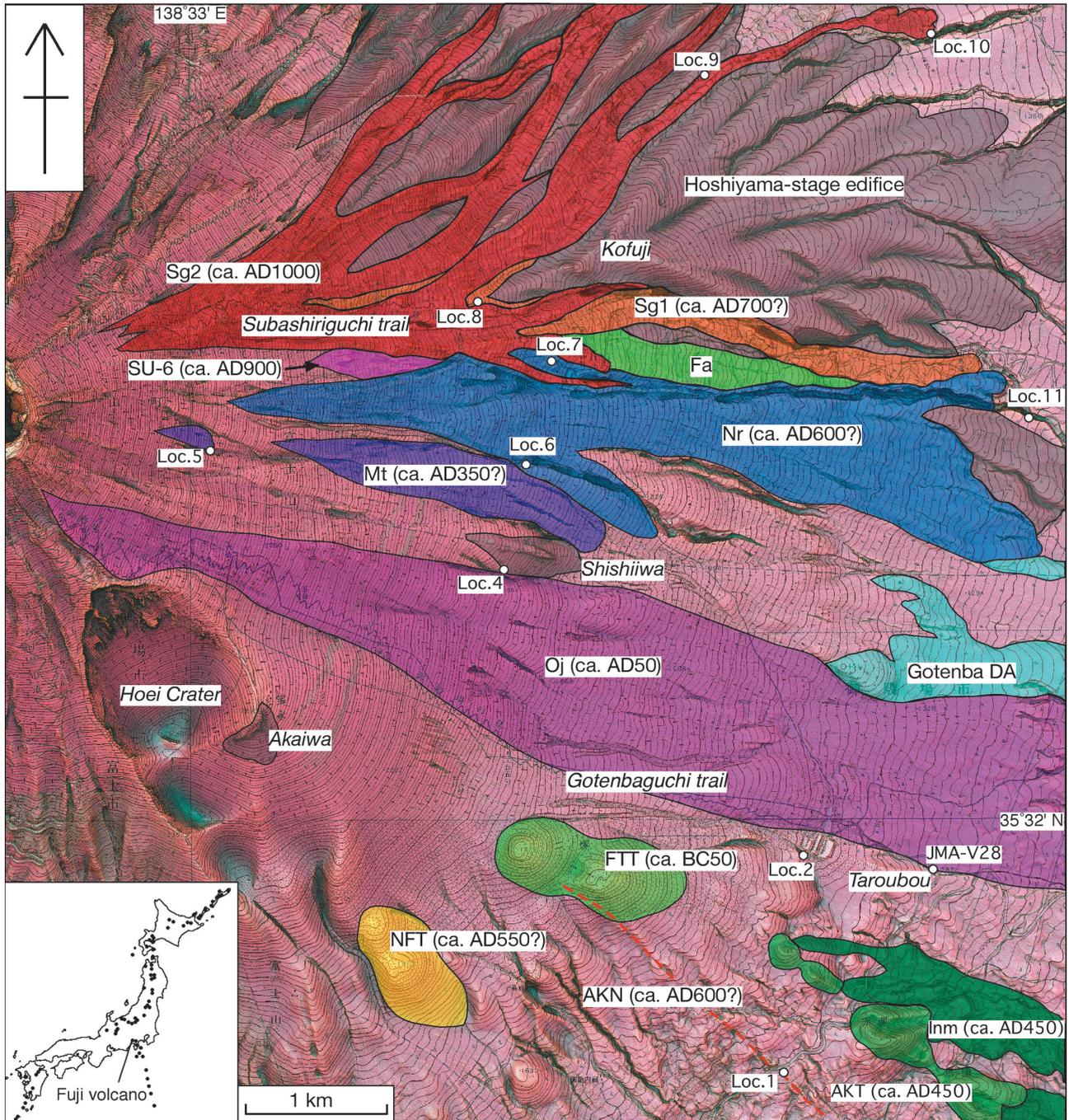
3.1 ニッ塚スコリア (FTT)

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。このニッ塚が給源と考えられている降下スコリア (FTT) は東山麓に広く分布し (宮地, 1988)、堆積物には粒度の違いがつくる成層構造が顕著に認められる。給源に最も近い太郎坊 (Loc. 2) では層厚167 cmで、最大径3 cm前後の粗粒スコリアと細礫サイズのスコリアの単層厚1-3 cmの互層からなる。堆積物は御殿場市の中心部まで追跡でき (Fig. 5)、御殿場ICでは層厚8 cmの粗粒-中粒火山灰の互層からなる。16 cm等層厚線の囲む面積は $8.4 \times 10 \text{ km}^2$ で、Legros (2000) 法による降下堆積物の最小体積は $5 \times 10^{-2} \text{ km}^3$ となる。また、スコリア丘の体積は、その底面積と高さから $2 \times 10^{-2} \text{ km}^3$ 程度と見積もられる。

Loc.13のFTT直下の土壌中の炭質物からは、2,050 ± 40 yBPの補正放射性炭素年代 (= Cal BC170-AD40) が得られ、FTTがBC50頃に噴出したことを示している (Table A1; 山元ほか, 2005)。

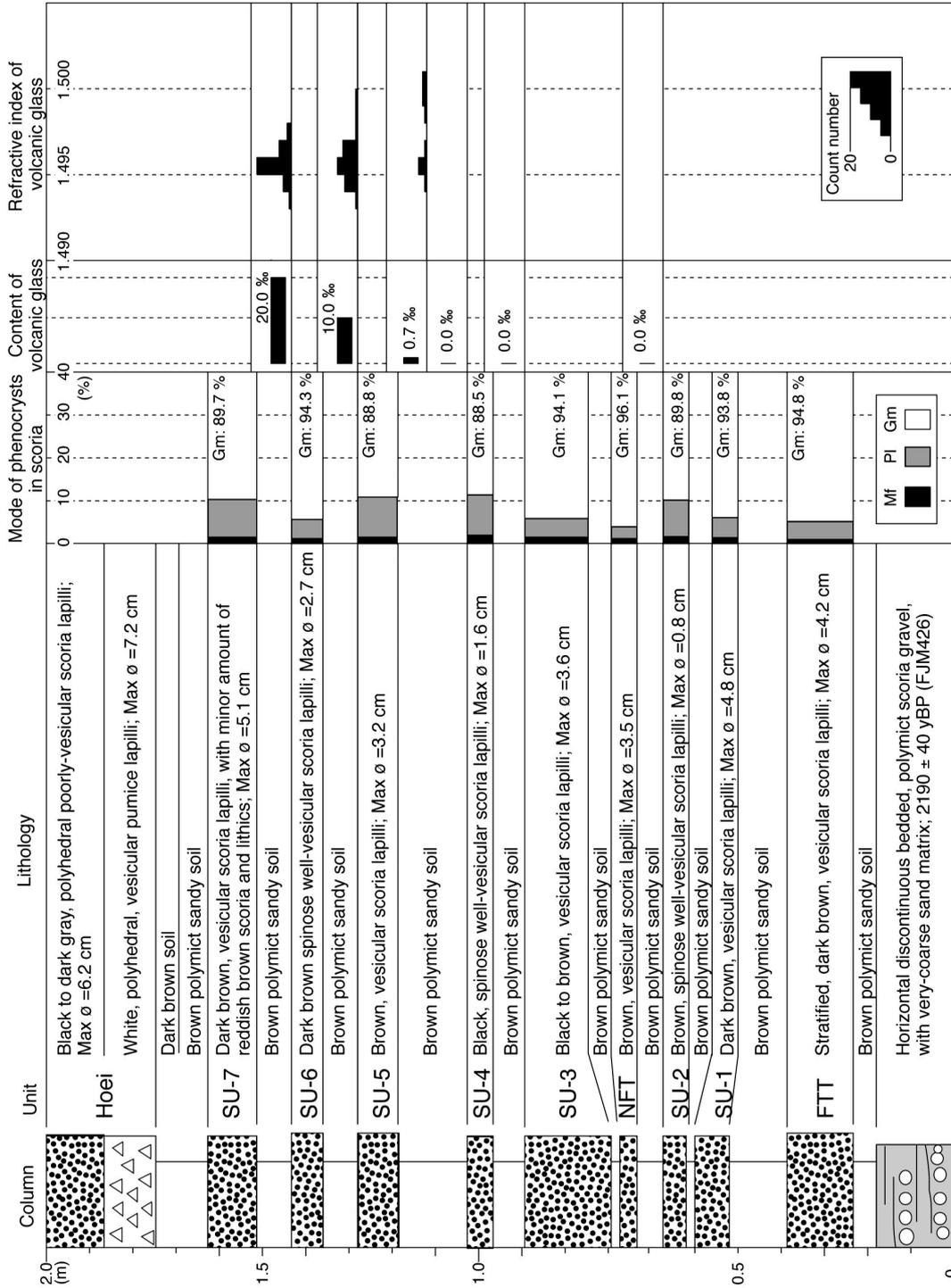
3.2 雄鹿溶岩流 (Oj)

本溶岩流は、標高3,600-3,100 mの御殿場口登山道すぐ北東側の岩稜最上部をつくるスパター丘を給源とし、東山腹の東富士演習場内の標高780 mの土屋台まで流れ下る溶岩流である。スパター丘は3-4 m厚の赤褐色~赤色の牛糞状火山弾とスコリアからなり、中央部が溶結している。このスパター丘は、S-22スコリア降下堆積物 (アグルチネート) を直接覆い、津屋 (1968) の御殿場-富士宮口溶岩流 (Got2) に相当する。スパター丘の東側基部からはア溶岩が流れ下り、溶岩流の上流部は津屋 (1968) の須走-御殿場口溶岩流 (Sub)、下流部は中期溶岩流 (MCV) に相当している (Table 2)。スパター丘の火砕物及びア溶岩は、いずれも長径2-3 mmの斜長石斑晶に富むかんらん石玄武岩で、岩質から区別することは出来ない。太郎坊での2,009年度気象庁火山総合観測井での本溶岩の厚さは約5 m (深度8.05-13.30 m) である (付録6)。また、本溶岩流の分布面



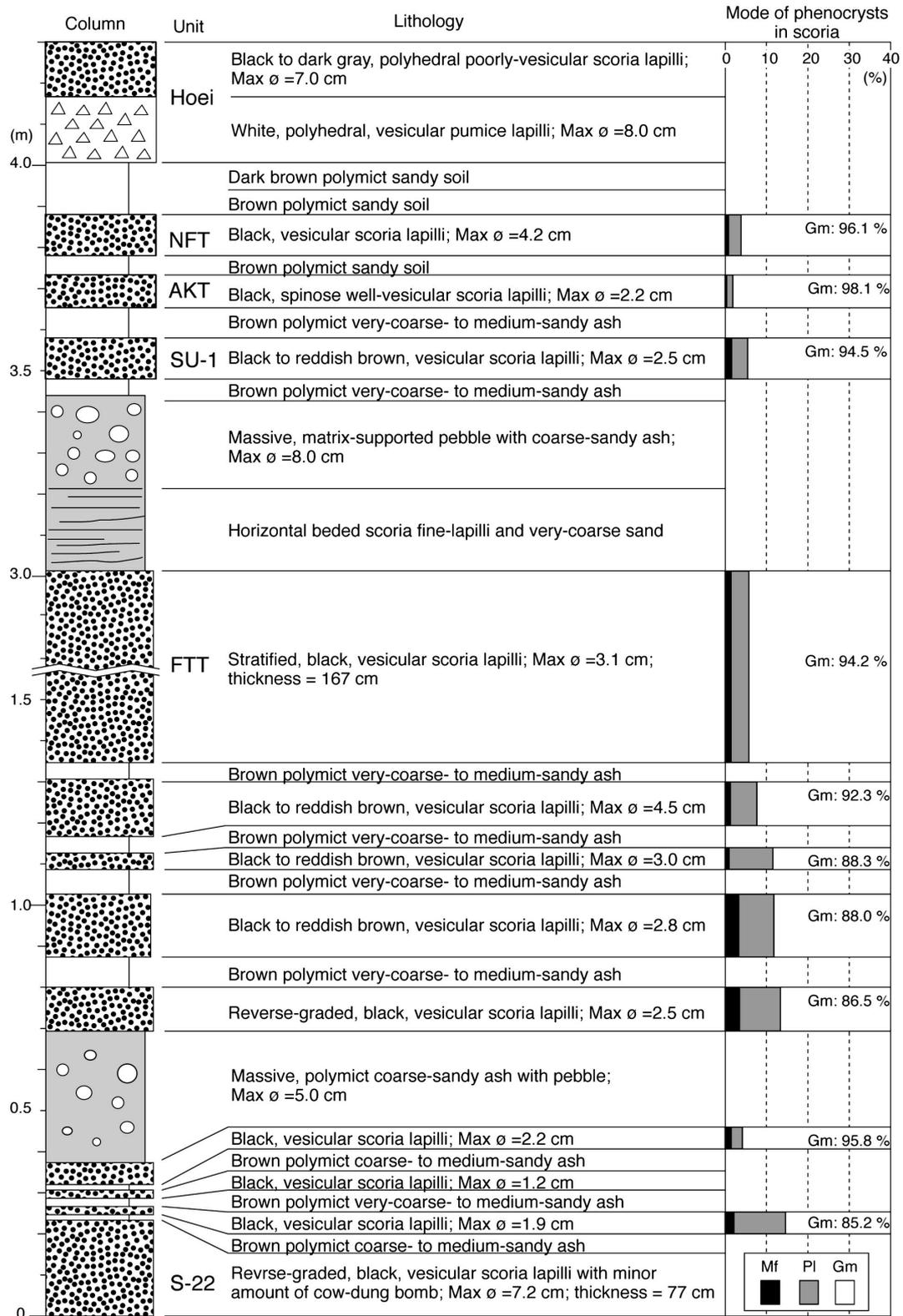
第1図 富士火山東山腹における最新期噴出物の分布。基図は、国土交通省富士砂防事務所の赤色立体地形図。AKN = 赤塚西スパター丘；AKT = 赤塚スコリア丘；DA = 岩屑なだれ堆積物；Fa = ふじあざみライン溶岩流；FTT = ニッ塚スコリア丘；Inm = 印野丸尾溶岩流；Mt = 幻の滝溶岩流；NFT = 西ニッ塚スコリア丘；Nr = 海苔川溶岩流；Oj = 雄鹿溶岩流；Sg1 = 須走口1溶岩流；Sg2 = 須走口2溶岩流；SU-6 = 須走口-馬返6スパター丘。JMA-V28はAppendix 6の太郎坊コア。

Fig.1 Simplified geologic map for the recent products in the eastern flank of Fuji volcano. Basal topographic image is the Red Relief Image Map drawn by the Fuji Sabo Office, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. AKN = Akatsukanishi spatter cones; AKT = Akatsuka scoria cones; DA = debris avalanche deposit; Fa = Fujiazami-Line lava flow; FTT = Futatsutsuka scoria cones; Inm = Innomarubi lava flow; Mt = Maboroshinotaki lava flow; NFT = Nishifutatsutsuka scoria cones; Nr = Norikawa lava flow; Oj = Ojika lava flow; Sg1 = Subashiriguchi 1 lava flow; Sg2 = Subashiriguchi 2 lava flow; SU-6 = Subashiriguchi-Umagaeshi 6 spatter cones. The JMA-V28 is the Taroubou borehole site in Appendix 6.



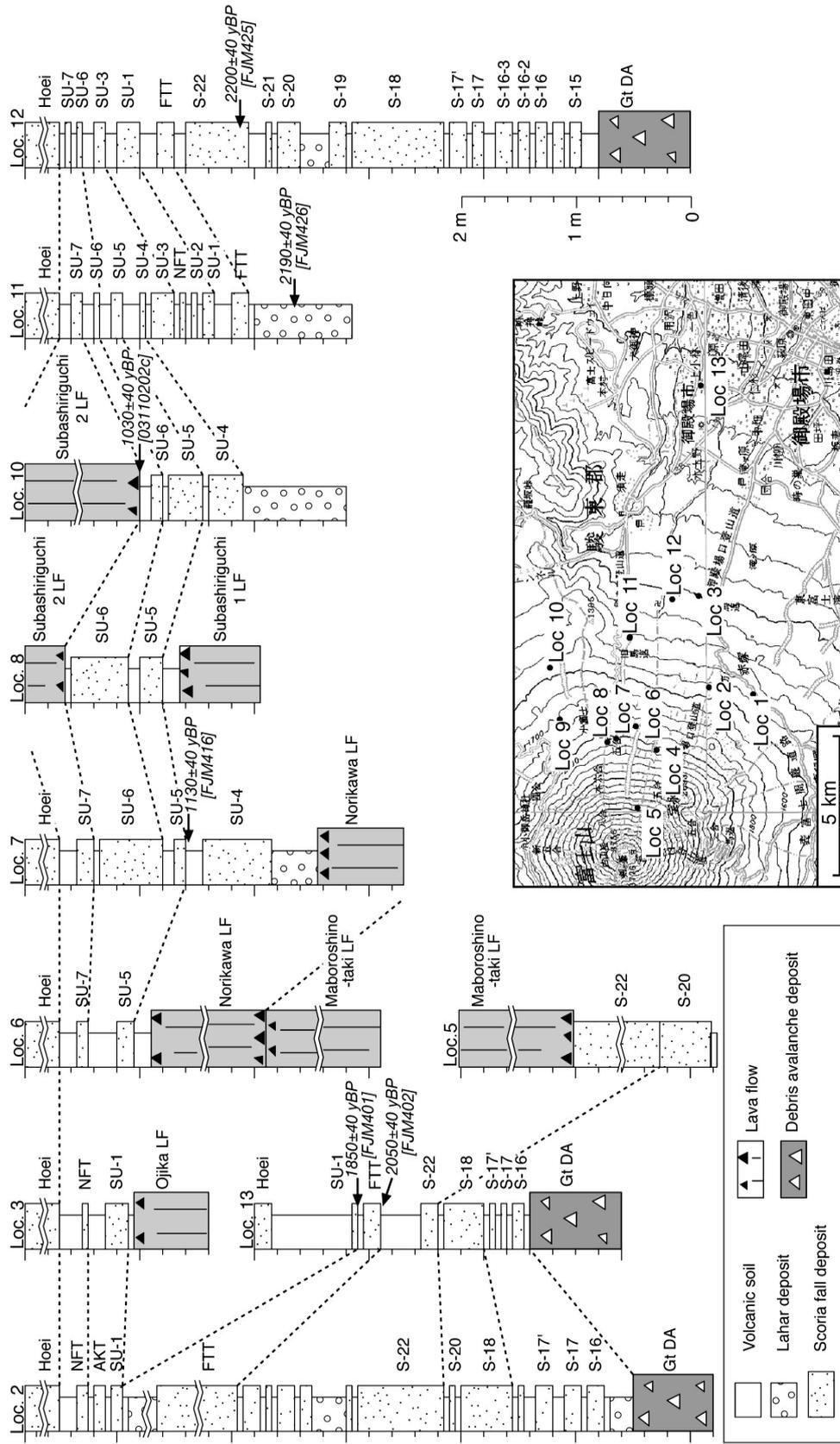
第2図 須走口馬返 (Loc. 11) における最新期テフラの層序と特徴。FTT = ニッ塚スコリア; SU-1 ~ -7 = 須走口 - 馬返 1 ~ 7 スコリア。FJM426 は ^{14}C 測年試料 (Appendix 3)。Mf, Pl 及び Gm は、それぞれ苦鉄質鉱物、斜長石、石基のモード%。火山ガラス含有量とその屈折率は神津島 - 天上山テフラ (AD838) の降下層準が SU-5 と -6 の間にあることを示している。

Fig. 2 Stratigraphic section through the recent tephra units and their characteristics at Subashiriguchi-Umagaeshi (Loc. 11). FTT = Futatsutsuka scoria; NFT = Nishifutatsutsuka scoria; SU-1 to -7 = Subashiriguchi-Umagaeshi 1 to 7 scorias. FJM426 is a ^{14}C dated sample in Appendix 3. Mf, Pl and Gm means modal % of mafic phenocryst, plagioclase phenocryst and groundmass in scoria, respectively. Contents of volcanic glass shards in soil units and their refractive indexes indicate that the fallout horizon of the Kozushima-Tenijosan tephra (AD838) is between SU-5 and -6.



第3図 太郎坊 (Loc. 2) における最新期テフラの層序と特徴. AKT = 赤塚スコリア; FTT = ニッ塚スコリア; NFT = 西ニッ塚スコリア; SU-1 = 須走口-馬返1 スコリア; S-22 = S-22 スコリア. Kobayashi *et al.* (2007) は既に神津島-天上山テフラ (AD838) の降下層準が NFT の直上にあることを明らかにしている.

Fig.3 Stratigraphic section through the recent tephra units and their characteristics at Taroubou (Loc. 2). AKT = Akatsuka scoria; FTT = Futatsutsuka scoria; NFT = Nishifutatsutsuka scoria; SU-1 = Subashiriguchi-Umagaeshi 1 scorias; S-22 = S-22 scoria. Kobayashi *et al.* (2007) have already shown that the fallout horizon of the Kozushima-Tenjyosan tephra (AD838) is immediately above NFT in this outcrop.



第4図 富士火山東山腹の最新期テフラと溶岩流の露頭柱状図. FL = 溶岩流; Gt DA = 御殿場岩層なだれ堆積物. 他の略号は Fig. 2 及び 3 と同じ. 矢印は ^{14}C 測年試料 (Appendix 3) の産出層準を示す.

Fig. 4 Stratigraphic sections through the recent tephra units and lava flows on the eastern flank of Fuji volcano. FL = lava flow; Gt DA = Gotenba debris avalanche deposit. Other abbreviations are same in Figs. 2 and 3. Arrows indicate the horizons of ^{14}C dated sample in Appendix 3.

第1表 既存研究と本研究のテフラ層序の対比.

Table 1 Correlation of tephra units between this study and previous ones.

This study	Koyama (1998b)	Kobayashi <i>et al.</i> (2007)				
		須走五合目	大日堂東	旧馬返北東	山中湖林道2	山中湖林道1
		040604-2	051127-2	051127-1	05118-2	051128-1
SU-7	Sb-a	S-24-9	S-24-10	S-24-7	-	-
SU-6	Sb-b	S-24-7	S-24-6	S-24-6	S-24-7	S-24-5-3
SU-5	-	S-24-6	-	S-24-5-3	S-24-5-3	S-24-5-2
SU-4	-	-	-	S-24-5-2	S-24-5	S-24-5-1
SU-3	-	-	S-24-5-3	-	-	-
SU-1	-	-	S-24-5-2	-	-	-
S-22	-	-	S-24-5	-	-	-

第2表 津屋 (1968) と本研究の溶岩流の対比.

Table 2 Correlation of lava flows between this study and Tsuya (1968).

本報 (This study)	Tsuya (1968)
須走口2溶岩流 Subashiriguchi 2 lava flow	須走-御殿場口溶岩流 Subashiri-Gotemba trail lava-flows (Sub)
須走口馬返6スコリア(スパター丘) SU-6 scoria (spatter cone)	剣ヶ峰最上部溶岩流 Kangamine uppermost lava-flows (Kem)
須走口1溶岩流 Subashiriguchi 1 lava flow	須走-御殿場口溶岩流 Subashiri-Gotemba trail lava-flows (Sub)
海苔川溶岩流 Norikawa lava flow	中期溶岩類一般 Middle-age unclassified lava-flows (MCV)
赤塚西スパター Akatsukanishi spatter	印野丸尾溶岩流 Innomarubi lava-flows
印野丸尾溶岩流 Innomarubi lava flow	
幻の滝溶岩流 Maboroshinotaki lava flow	獅子岩溶岩流 Shishiwa lava-flows (Dai)
雄鹿溶岩流 Ojika lava flow	御殿場-富士宮口溶岩流 Gotemba-Fujimiya trail lava-flows (Got2)
	須走-御殿場口溶岩流 Subashiri-Gotemba trail lava-flows (Sub)
	中期溶岩類一般 Middle-age unclassified lava-flows (MCV)
S-18スコリア(アグルチネート) S-18 scoria (agglutinate)	成就ヶ沢溶岩流 Joigyugasawa lava-flows (Got1)
	主杖流溶岩流 Shujonagare lava-flows (Shi)

積は $1.3 \times 10 \text{ km}^2$ であるので、平均層厚を 5 m とすると、その体積は $6 \times 10^2 \text{ km}^3$ 程度と見積もられる。

雄鹿溶岩流と火砕物との層序関係は、東富士演習場内の雄鹿 (Loc. 3: 標高 980 m) で確認できる (Fig. 4)。雄鹿溶岩流の上位には、SU-1 と NFT が重なるものの、等層厚分布から 40 cm 前後の層厚が期待される FTT (Fig. 5) には本溶岩流は覆われていない。このことから、本報告では雄鹿溶岩流が FTT と SU-1 の間に位置するものと考え、上下の放射年代値から本溶岩流の噴出時期を AD50 頃と考えている。

3.3 須走口馬返1スコリア (SU-1)

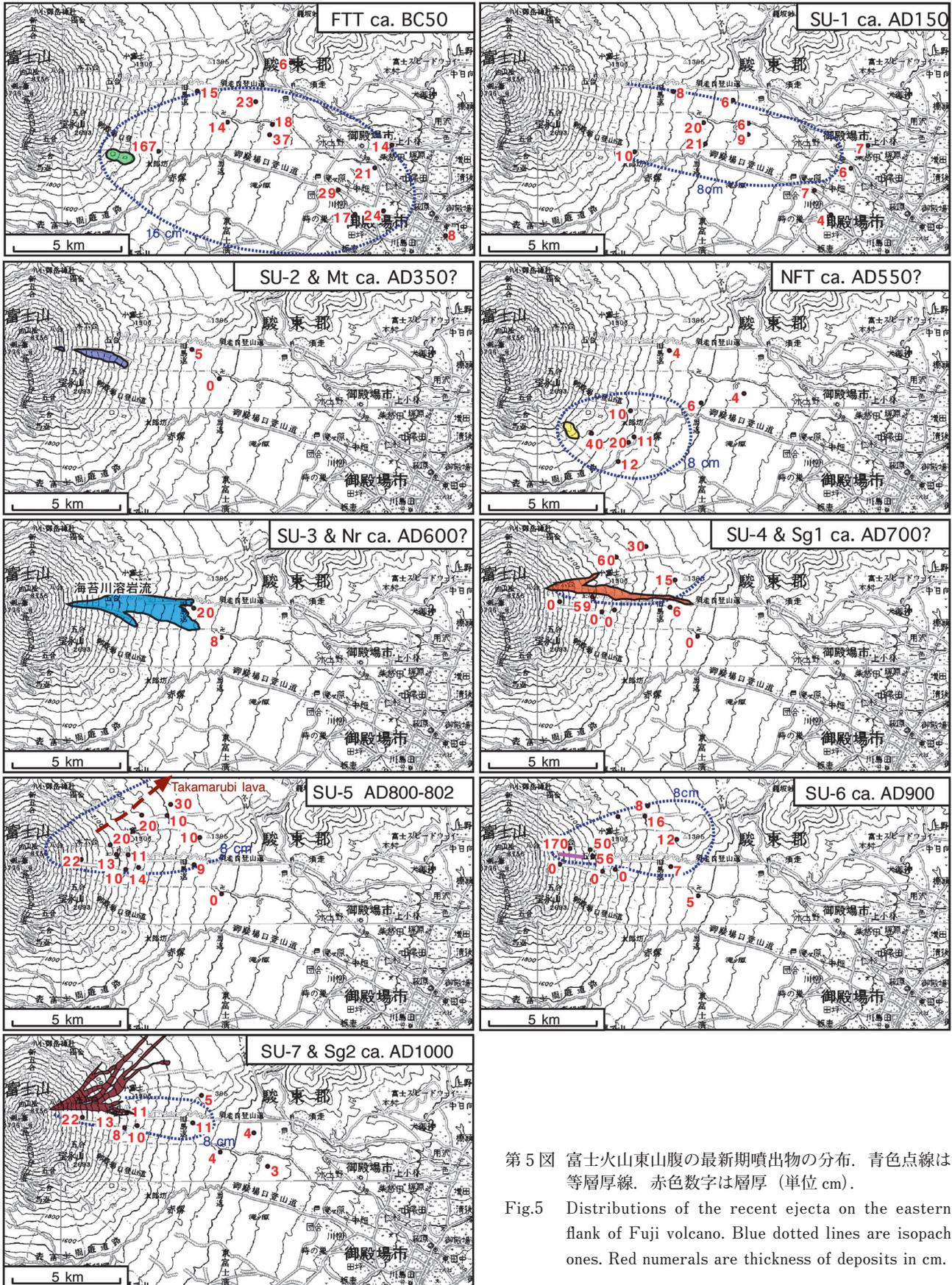
本降下スコリア堆積物は、太郎坊 (Loc. 2)・須走口馬返 (Loc. 11) から山麓の水土野 (Loc. 13) にかけての広い範囲で追跡が可能である (Fig. 5)。層準は FTT の直上で、発泡の良いスコリア火山礫からなり、スコリアの結晶含有率は 5-6 % 程度である (Figs. 2 & 3)。等層厚線が示す分布主軸は山頂から東南東を向き、須走口-御殿場口両登山道間の東斜面に給源があるものと見られるが、幻の滝・海苔川溶岩流の上位には SU-1 の給源近傍相と見られるものは見つからない (後述する幻の滝溶岩流は斜長石斑晶に富み、岩質が一致しない)。したがって、SU-1 の給源はこれらの下に埋没している可能性がある。仮に標高 2,500 m 付近に給源があったものとする と 8 cm 等層厚線の囲む面積は $4 \times 10 \text{ km}^2$ 程度となり、Legros (2000) 法による降下堆積物の最小体積は $1 \times 10^2 \text{ km}^3$ と算出される。

Loc. 13 の SU-1 中の炭質物からは、 $1,850 \pm 40 \text{ yBP}$ の補正放射性炭素年代 (= Cal AD70-AD250) が得られ、SU-1 は AD150 頃に噴火したことを示している (Table A1; 山元ほか, 2005)。

3.4 幻の滝溶岩流 (Mt)

本溶岩流は、東斜面にある獅子岩の北側の沢沿いに標高 3,150 m から 1,850 m にかけて分布する厚さ 2-3 m 前後のアア溶岩からなる。御中道が通る標高 2,900-2,600 m は岩屑に覆われ分布が途切れるが、ほぼ一枚の溶岩流とみられる。津屋 (1968) の獅子岩溶岩流 (Dai) にほぼ相当するものの、獅子岩そのものは時代の異なる全く別の溶岩流からなり (付録 4)、再定義することにした。岩質は、長径 3 mm 前後の斜長石斑晶に富むかんらん玄武岩である。本溶岩流の分布面積は 1.1 km^2 であるので、平均層厚を 2.5 m とすると、その体積は $3 \times 10^3 \text{ km}^3$ 程度と見積もられる。

標高 2,950 m 付近 (Loc. 5) では、本溶岩流の下位に牛糞状火山弾を含む赤褐色の S-22 スコリア降下堆積物



第5図 富士火山東山腹の最新期噴出物の分布。青色点線は等層厚線。赤色数字は層厚(単位cm)。

Fig.5 Distributions of the recent ejecta on the eastern flank of Fuji volcano. Blue dotted lines are isopach ones. Red numerals are thickness of deposits in cm.

第 A1 表 ¹⁴C 測年結果.

¹⁾ 本研究; ²⁾ 山元ほか (2005); ³⁾ 高田ほか (2007).

Table A1 Results of ¹⁴C dating.

¹⁾ This study; ²⁾ Yamamoto *et al.* (2005); ³⁾ Takada *et al.* (2007).

Unit [Old name]	Sample No [Beta Lab No]	Loc.	Method	Material	¹⁴ C age (y BP)	δ ¹³ C (permil)	Calibrated ¹⁴ C age (y BP)	Calendar age		Intercept age
Subashiri 2 lava flow ³⁾ [Subashiri-gotenbaguchi lava]	051128c-1 [21184]	9	AMS	a	1010±40	-25.4	1000±40	2σ(95%)	AD980-1060	AD1020
								1σ(68%)	AD1080-1150	
Subashiri 2 lava flow ³⁾ [Subashiri-gotenbaguchi lava]	03110202c [185893]	10	AMS	a	1030±40	-25.1	1030±40	2σ(95%)	AD960-1040	AD1010
								1σ(68%)	AD990-1020	
SU-5 scoria fall ²⁾ [S-24-6 scoria fall]	FJM416 [169925]	7	AMS	b	1110±40	-23.9	1130±40	2σ(95%)	AD790-1000	AD900
								1σ(68%)	AD880-980	
SU-1 scoria fall ²⁾ [S-24-1 scoria fall]	FJM401 [167659]	13	AMS	a	1690±40	-15.1	1850±40	2σ(95%)	AD70-250	AD140
								1σ(68%)	AD110-230	
Futatsutsuka scoria ²⁾	FJM402 [155449]	13	AMS	c	1910±40	-16.7	2050±40	2σ(95%)	BC170-AD40	BC50
								1σ(68%)	BC100-10	
Lahar from S-22 ¹⁾	FJM426 [185826]	11	AMS	a	2190±40	-25.3	2190±40	2σ(95%)	BC380-160	BC340, BC320, BC210
								1σ(68%)	BC360-280 BC240-190	
S-22 scoria fall ¹⁾	FJM425 [185825]	12	AMS	a	2220±40	-26.0	2200±40	2σ(95%)	BC380-160	BC350, BC310, BC210
								1σ(68%)	BC360-190	
Fujinomiya-stage lava flow in JMA-V28 core ¹⁾	Fj-GSJ-C2 [281045]	-	AMS	c	9280±40	NA	NA	NA	NA	

と、リボン状火山弾を含む黒光りする金属光沢を持った発泡極良スコリアからなる S-20 スコリア降下堆積物が確認できる (Fig. 4)。また、幻の滝 (Loc. 6) では、本溶岩流の下位に S-18 アグルチネートの二次流動溶岩 [津屋 (1968) の主杖流溶岩流], 上位に後述する海苔川溶岩流が重なっている。直接の関係からは、本溶岩流の層準は S-22 と海苔川溶岩流の間となる。更に、積極的な証拠ではないものの、前述のように SU-1 との間接的な関係も考慮すると、SU-1 以降の噴出物である可能性がある。

3.5 須走口馬返 2 スコリア (SU-2)

本降下スコリア堆積物は、須走口馬返 (Loc. 11) でのみ、SU-1 と NFT の間に確認された噴出物である (Figs. 2&5)。Loc. 11 では層厚 5 cm で細礫サイズの発泡極良スコリア火山礫からなる淘汰の良い降下堆積物からなるスコリアの斑晶含有率は 10 % を超え、斜長石斑晶が肉眼でも目立つ特徴がある。太郎坊 (Loc. 2) で NFT の下位に確認できないことは、少なくとも SU-2 は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。恐らく須走口登山道周辺の東山腹の噴火産物と見られ、層序的には幻の滝溶岩流に近いものとみられるが、詳細は不明である。

3.6 赤塚スコリア (AKT)・印野丸尾溶岩流 (Inm)

赤塚スコリア (AKT; 宮地, 1988) は、南東斜面の標高 1,470 m から 1,130 m に並ぶスコリア丘群、山側から、上の赤塚 (頂部標高 1,477 m)、赤塚 (頂部標高 1,271

m)、馬の頭 (頂部標高 1,221 m) から噴出した発泡の極めて良いスコリア降下堆積物である。これらのスコリア丘はいずれも東～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。スコリア・溶岩とも無斑晶質な玄武岩で、斑晶含有量は 2 % 前後である。太郎坊 (Loc. 2) では、SU-1 と NFT の間に位置している。印野丸尾溶岩流の分布面積は 7.0 km² であるので、平均層厚を 5 m とすると、その体積は 3.5 × 10² km³ 程度と見積もられる。また、スコリア丘の体積は、その底面積と高さから 1 × 10² km³ 程度と見積もられる。

津屋 (1971) によると印野胎内の溶岩樹型中の炭化木から 1,230 ± 90 yBP と 690 ± 90 yBP の未補正放射性炭素年代が測定されている。ただし、AKT は Iz-Kt 降下層準よりも下位にあるので (Kobayashi *et al.*, 2007)、後者の年代は無視できよう。前者の 1.2 千年前の年代値も、このテフラとの相対的な層序関係から推定して多少若めの値のようにもみえる。高田ほか (2007) は、同じ印野丸尾溶岩流から 1,600 ± 40 yBP の補正放射性炭素年代 (= Cal AD390-AD550) を得ており、こちらの年代の方がより全体の層序との整合性がよい。したがって、AKT は AD450 頃に噴出したものと考えられる。

3.7 西ニツ塚スコリア (NFT)

本降下スコリア堆積物 (NFT: 宮地, 1988) は、南東斜面を中心に間に 5-8 cm の褐色土壌を挟んで AKT の直上に分布するもので、AKT と岩質のよく似た無斑晶質玄武岩の発泡の良いスコリアからなる。給源は、宝

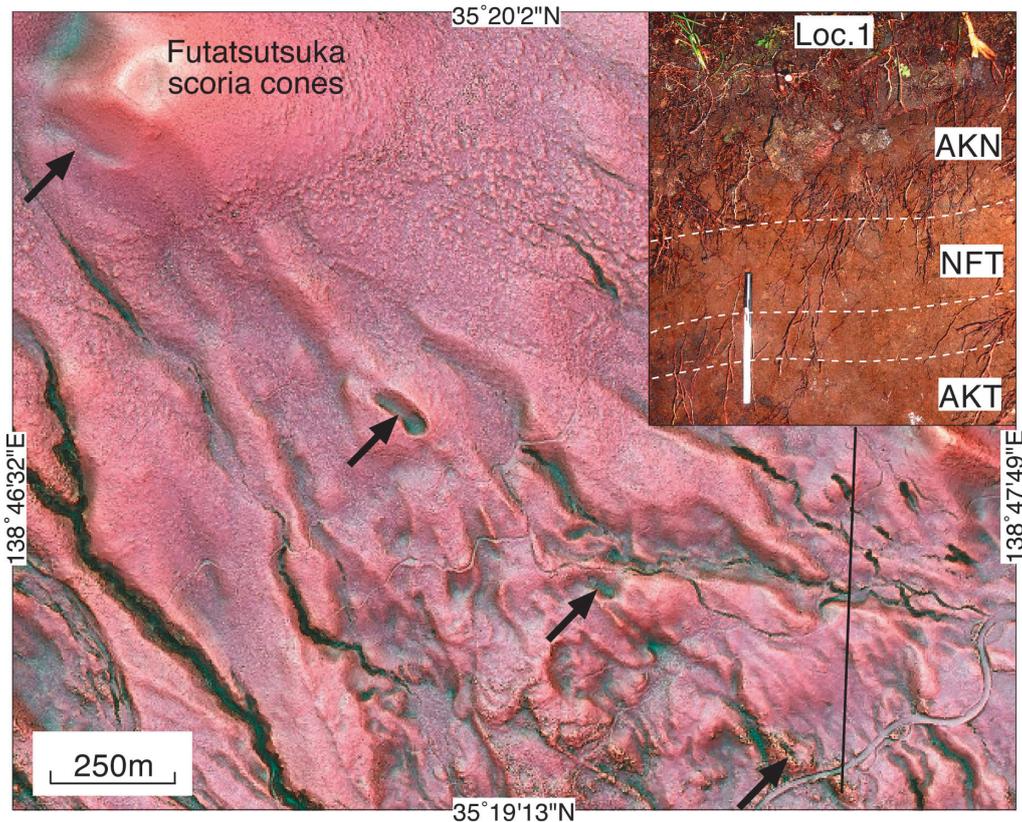
永山の南東 1.5 km にある宝永噴出物に覆われた無名の火砕丘と考えられている (宮地, 1988 ; Fig. 1). 8 cm 等層厚線の囲む面積は $1.9 \times 10 \text{ km}^2$ で, Legros (2000) 法による降下堆積物の最小体積は $6 \times 10^3 \text{ km}^3$ となる. また, スコリア丘の体積は, その底面積と高さから $1 \times 10^2 \text{ km}^3$ 程度と見積もられる.

NFT は, 須走口馬返 (Loc. 11) において SU-2 と SU-3 の間に厚さ 4 cm の無斑晶質玄武岩スコリアとして確認される (結晶含有量は約 4 % ; Fig. 2). また, Kobayashi *et al.* (2007) は, 太郎坊 (Loc. 2) において, NFT が Iz-Kt 降下層準よりも下位にあることを確認している. 更に NFT は南東山腹の三角神社付近でも Iz-Kt を含む土壌を挟んで須山胎内溶岩流 (Syt) に覆われることが確認されている (高田・小林, 2007).

3.8 赤塚西スパター (AKN)

二ツ塚の麓側スコリア丘の南斜面 (標高 1,790 m 地点) から, 赤塚の西南西 700 m (標高 1,340 m 地点) に南東に伸びる割れ目火口地形が存在することは, 平成 20 年度のアジア航測による富士山航空レーザー測量結果で初めて示された (Fig. 6). その下半分については, 津

屋 (1968) の印野丸尾溶岩流の一部 (南に分かれた短い支流) に相当するものとみられる. しかしながら, この噴出物は, 少なくとも表富士周遊道路沿いでは斑晶量の少ないかんらん石玄武岩の溶結したスパターである. ただし, 本報告の印野丸尾溶岩ほど無斑晶ではない. 末端部の Loc. 1 では, 層厚 30 cm 前後の扁平な火山弾からなる降下堆積物となり, その直下には間に土壌を挟まず NFT があり, 更にその下位に AKT が確認できる (Fig. 6). したがって, 本スパターは, 津屋 (1968) の層序とは異なり, 印野丸尾溶岩よりも上位の層準にあることが確実であるので, 赤塚西スパター (AKN) と新称することにする. 表富士周遊道路よりも山頂側の割れ目火口については, 完全に宝永噴出物に被覆されており, 火口周辺の現地踏査でも堆積物を確認することが出来なかったが, 地形の新旧から FTT よりも新しいことは確実である. 周辺の噴出物層序からは他に候補となりえるものが指摘できないので, これらの火口地形も AKN と一連の噴火で形成されたものと考ええる. AKN と Iz-Kt 降下層準との層序関係については, AKN の上下から適切な土壌サンプルが採取できなかったため, 現段階では判定することが出来ていない. 今のところ, NFT を直接覆



第 6 図 富士火山南東山腹の赤色立体地形図 (富士砂防事務所) と Loc. 1 の露頭写真. 矢印は赤塚西スパター丘の火口を示す. AKN = 赤塚西スパター ; AKT = 赤塚スコリア ; NFT = 西二ツ塚スコリア.

Fig.6 The Red Relief Image Map of the southeastern flank of Fuji volcano (the Fuji Sabo Office) and outcrop photograph in Loc. 1. Arrows indicate the craters of the Akatsukanishi spatter. AKN = Akatsukanishi spatter; AKT = Akatsuka scoria; NFT = Nishifutatsutsuka scoria.

うことのみから、NFT噴火直後に噴出したものとしておく。

3.9 須走口馬返3スコリア (SU-3)

本降下スコリア堆積物は、須走口馬返 (Loc. 11) で、厚さ2 cmの砂質土壌を挟んでNFTの直上にある、厚さ20 cmの発泡の良いスコリア火山礫からなる淘汰の良い降下堆積物である (Fig. 2)。スコリアの斑晶含有率は6%前後で、斜長石斑晶が肉眼でも確認できる。太郎坊 (Loc. 2) でNFTの上位に確認できないことは、少なくともSU-3は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。恐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。

3.10 海苔川溶岩流 (Nr)

ふじあざみラインの南側の沢 (海苔川源流部) と幻の滝の間の標高2,950 mから1,250 mにかけて分布する厚さ2–4 mのアア溶岩を海苔川溶岩流と新称する。津屋 (1968) では新富士中期溶岩 (MCV) とされているが、幻の滝付近 (Loc. 6) で幻の滝溶岩流を覆い、最新期の噴出物であることは確実である。岩質は長径2 mm前後の斜長石斑晶が目立つかんらん石玄武岩である。露頭では緻密な明灰色の見かけを持ち、沢沿いではスラブ帯となっている。一方、標高2,400 mよりも上流域では、溶結構造が顕著に表れ二次流動したアグルチネートとなり、直下のS-18アグルチネートの二次流動溶岩 [津屋 (1968) の主杖流溶岩流] の凹凸をマントル被覆するようになる。したがって、顕著な火口地形や火砕丘は認められないものの、溶岩流上流部そのものが本溶岩の給源と判断される。本溶岩流の分布面積は4.8 km²であるので、平均層厚を3 mとすると、その体積は1 × 10² km³程度と見積もられる。須走5合目駐車場裏 (Loc. 7) では本溶岩流はSU-4以降の降下堆積物に覆われ、その層準はSU-3に近接するものと見られる (Fig. 4)。

3.11 須走口馬返4スコリア (SU-4)

本降下スコリア堆積物は、極めて発泡の良い黒光りする金属光沢を持ったスコリアからなり、須走口馬返 (Loc. 11) では6 cmの層厚を持ち、SU-3とSU-5の間に挟まれている。斑晶含有率は10%を超え、斜長石斑晶に富んでいる (Fig. 2)。須走口5合目駐車場裏 (Loc. 7) では層厚59 cmと厚く、海苔川溶岩流の直ぐ上位に位置している。ただし、本スコリアは更に斜面上部の標高2,750 m付近の須走口ブル道沿いでは海苔川溶岩流とSU-5の間には存在せず、七合目よりも下の須走口登山道の北側に偏って分布している (Fig. 5)。その領域は、SU-4とほぼ同じ層準にある須走口1溶岩流と重複しており、スコリアと溶岩の岩質もよく類似している。

3.12 須走口1溶岩流 (Sg1)

津屋 (1968) の須走—御殿場口溶岩流 (Sub) が層準の異なる複数の溶岩流の複合体であることは、宮地 (1988) の層序総括表や上杉 (1992) の地質図で示されていた。しかし、どちらにも溶岩流自体の具体的な記載がなく、その区分の根拠は明らかではない。ふじあざみラインの道路沿いに限ってみれば、上杉 (1992) の須走口溶岩Iは本報告の須走口1溶岩流、須走口溶岩IIは本報告の須走口2溶岩流、須走口溶岩IIIは本報告の海苔川溶岩流に対応している。ただし、残りの場所では、上杉 (1992) の須走口溶岩Iが本報告の須走口2溶岩流であったり、須走口溶岩IIが本報告のSU-7スパター丘であるなど、その区分は混乱している。

SU-5の下位にある須走口1溶岩流は、標高2,650 m付近の須走口登山道六合目から、ふじあざみライン道路沿いの1,150 mにかけて分布する層厚2–4 mのアア溶岩である。岩質は長径3 mm前後の斜長石斑晶に富むかんらん石玄武岩である。須走口登山道五合目より上では、極めて岩質のよく似た須走口2溶岩流に覆われ、その下にわずかに頭を出す程度にしか露出しない。しかし、両溶岩流の間にはSU-5とSU-6のスコリア降下堆積物が挟まれ、野外での識別は困難ではない。本溶岩流の分布面積は2.2 km²であるので、平均層厚を3 mとすると、その体積は7 × 10³ km³程度と見積もられる。

3.13 須走口馬返5スコリア (SU-5)

本降下スコリア堆積物は、須走口馬返 (Loc. 11) で、SU-4とSU-6の間にある、厚さ9 cmの発泡の良いスコリア火山礫からなる降下堆積物である (Fig. 2)。基質には火山灰が認められ、堆積物の淘汰は若干悪い。斑晶含有率は10%を超え、斜長石斑晶に富むほか (Fig. 2)、微量の単斜輝石斑晶も確認できる。須走口登山道沿いでは山頂側ほど層厚が大きくなり、標高2,750 m付近でも確認できることからスコリアの給源は更に斜面の上部にあることは確実である (Fig. 5)。8 cm等層厚線の囲む面積は、北側の層厚分布が不確定であるものの、少なくとも4 × 10 km²程度はあるので、Legros (2000) 法による降下堆積物の最小体積は1 × 10² km³となる。

須走口5合目駐車場裏 (Loc. 7) の本スコリア直下の土壌中の植物片からは、1,130 ± 40 yBPの補正放射性炭素年代 (暦年代はCal AD790–1,000) が得られていること (Table A1; 山元ほか, 2005)、本スコリア直上の土壌に神津島天上山テフラ (AD838) の降下層準があることから (付録2)、本スコリアを延暦十九~二十一年 (AD800–802) の噴火 (小山, 1998b) の産物と考えることが可能である。小山 (1998b) 自体は、AD800–802年の噴出物を別の堆積物 (Sub-a) と見なしたが、これは小山の柱状図から見る限り本報告のSU-7と対比可能で、SU-7はIz-Kt層準よりも上にあり、延暦の噴火産

物ではありえない。一方、高田ほか(2007)は、放射性炭素年代値と I_z-Kt との関係から北東山麓の鷹丸尾溶岩流と檜丸尾第2溶岩流を AD800 年頃の噴出物と考えている。

3.14 須走口馬返6スコリア (SU-6)

本降下スコリア堆積物は、須走口馬返 (Loc. 11) で、SU-5 と SU-7 の間にある、厚さ 7 cm の発泡の極めて良いスコリア火山礫からなる降下堆積物である (Fig. 2)。斑晶量はやや少なく、長径 1 mm 以下の斜長石斑晶が僅かに含まれる。本スコリアは須走口 5 合目から上で 50 cm 以上の層厚を持ち、火山弾が含まれるようになる。須走口のブル道沿いの標高 2,650–2,300 m ではスパターから構成され、一部は溶岩流として二次流動している。海苔川溶岩流以下の溶岩の凹凸をマントル被覆し、かつ須走口 2 溶岩流に覆われるため、スパター丘としての地形は明瞭ではないものの、分布から判断してほぼこのブル道沿いに給源の割れ目火口があったものと考えられる (Fig. 5)。8 cm 等層厚線の囲む面積は $1.9 \times 10^4 \text{ m}^2$ で、Legros (2000) 法による降下堆積物の最小体積は $6 \times 10^3 \text{ km}^3$ となる。

本スコリアは I_z-Kt 降下層準の上であり、かつ後述する須走口 2 溶岩流の下にあることから AD900 前後の噴火の産物であることは確実である。古文書にある富士山噴火の記述を詳細に検討した小山 (1998a) は、9 世紀以降、少なくとも AD800–802, 864–866, 937, 999, 1,033, 1,083, 1,435–1,436, 1,511, 1,707 に噴火があったと考えている。このうち AD800–802 は前述の SU-5 の噴火、AD864–866 (貞観六～七年) は青木ヶ原及び氷穴溶岩流 (津屋, 1968) の噴火、AD1,707 は宝永の噴火である。また、小山 (1998a) は、AD937 について北麓の剣丸尾第 1 溶岩流の噴火、AD1,033 には剣丸尾第 2 溶岩流の噴火の可能性を指摘している。しかしながら調査が進むにつれ、9 世紀以降に噴火したと見られる噴

出物 (須山胎内・三角山神社・日沢・不動沢溶岩流など) が相次いで見つかり (高田ほか, 2007), 小山 (1998a) の示す歴史噴火記録よりも実際の噴火堆積物の数の方が多くなってきた。このことは、実際に起きた噴火が全て古文書に記録されているわけではないことを意味している。しかも、古文書の記述は断片的であり、古文書との対比から個々の噴出物の厳密な噴火年代を特定することは極めて難しい。SU-6 についても同様で、層序関係から決まる AD900 頃以上の噴火年代の絞り込みは出来そうにない。

3.15 須走口馬返7スコリア (SU-7)・須走口2溶岩流 (Sg2)

本降下スコリア堆積物は、須走口馬返 (Loc. 11) で、SU-6 と宝永噴出物の間にある、厚さ 11 cm の発泡の良いスコリア火山礫からなる降下堆積物である (Fig. 2)。大型のスコリアにはやや発泡の悪い皮殻を持つものがあるが、その内部は良く発泡している。岩質は斜長石斑晶に富むかんらん石玄武岩で、斑晶量は 10 % を超える。降下堆積物の分布主軸はほぼ須走口登山道に沿っており、山頂側ほど層厚が大きくなる。しかも本スコリアは標高 2,750 m 付近でも確認できることから、その給源は更に斜面の上部にあることは確実である (Fig. 5)。8 cm 等層厚線の囲む面積は 9.8 km^2 で、Legros (2000) 法による降下堆積物の最小体積は $3 \times 10^3 \text{ km}^3$ となる。須走口八合目の南斜面では、本スコリアと同質の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している。前述のように、須走口 2 溶岩流は、須走口 1 溶岩流と岩質のよく似た長径 3 mm 前後の斜長石斑晶に富むかんらん石玄武岩のアア溶岩で、須走口八合目の標高 3,350 m 付近から多数の支流に分かれ、東のふじあざみライン沿いでは標高 1,760 m まで、北東の北富士演習場内では標高 1,360 m まで流下している。東に流れた溶岩流は層厚 1–2 m と薄いですが、北東の北富士演習場内の溶岩流は 3–



第7図 須走口2溶岩流のマウンド状微地形。この高まりは厚さ 40 cm 以下の薄い玄武岩溶岩流の重なりからなる。須走口登山道沿いの標高 2840 m 地点。

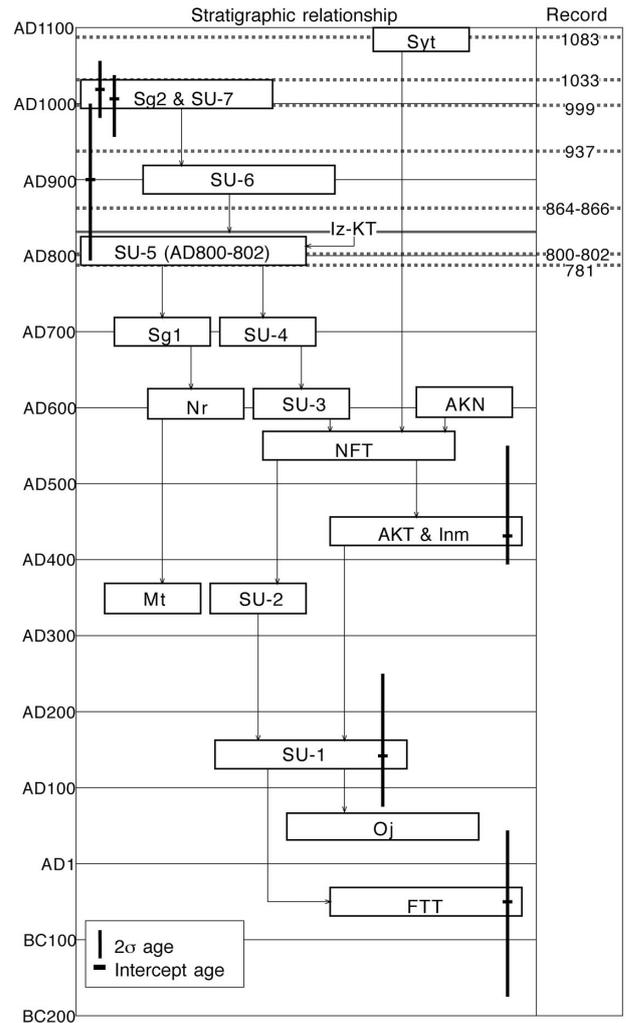
Fig.7 Basalt lava mounds of the Subashiriguchi 2 lava flow, consisting thin (<40cm in thickness) lava layers along the Subashiriguchi trail at 2840 m a.s.l.

6 m と厚くなる。須走口六合目から八合目の登山道沿いでは薄いフローユニットが重なったマウンド状の溶岩地形がしばしば認められ (Fig. 7), この付近に溶岩の供給源が伏在しているものと見られる。津屋 (1971) は、須走八合目付近で不浄流溶岩流 (Fuz) が須走一御殿場口溶岩流 (Sub) を覆うとしている。しかしながら、津屋の Fuz は岩質や全岩化学組成で須走口 2 溶岩流と区別することができず、本報告では後者に含めている。須走口 2 溶岩流の分布面積は 3.7 km² であるので、平均層厚を 3 m とすると、その体積は 1 × 10² km³ 程度と見積もられる。

高田ほか (2007) により、須走口 2 溶岩流から 1,030 ± 40yBP (= Cal AD960–1,040) と 1,000 ± 40yBP (= Cal AD980–1,060) の年代値が報告されている。SU-7 と須走口 2 溶岩流は, Iz-Kt 降下層準の上であり、これらの年代値は層序関係と矛盾しない。小山 (1998a) は、AD1,033 の噴火記録について溶岩の流出と解釈可能なことから、これが剣丸尾第 1 溶岩流の噴火である可能性を述べている。しかし、溶岩の存在だけから AD1,033 の噴火記録を剣丸尾第 1 溶岩流に関連付けることは無理があり、この記録を須走口 2 溶岩流とみることも可能であろう。いずれにせよ、古文書との対比から個々の噴出物の厳密な噴火年代を特定することは極めて難しい現状では、SU-7・須走口 2 溶岩流については AD1,000 頃の噴火の産物としておく。

4. まとめ

御殿場口登山道周辺から須走口登山道周辺にかけての富士火山東斜面には、従来の見解とは異なり、最近 2 千年間に噴出した溶岩や火砕物が広範囲に分布していることを明らかにした。これまでに得られた放射年代値と層序関係からは以下のような噴火史が考えられる (Fig. 8)。ただし、噴火年代は ± 40–50 年の誤差を含み、かつ年代が相対的で精度が低いものには ? を付けている。まず、BC50 年頃には南東山腹から二ッ塚スコリア (FTT) が噴出し、スコリア丘を形成した。AD50 年頃には御殿場口登山道沿いの標高 3,600–3,100 m で割れ目噴火が起き、東山腹に雄鹿溶岩流を流下させた。AD150 頃には東山腹から須走口馬返 1 スコリア (SU-1) が噴出した。AD350? 頃には須走口馬返 2 スコリア (SU-2) が噴出し、恐らく同じ頃、東山腹から幻の滝溶岩流が流出した。AD450 頃には南東山腹で割れ目噴火が起き、ここから印野丸尾溶岩流が流出した。AD550–600? 頃には南東山腹で再び割れ目噴火が起き、西二ッ塚スコリア (NFT) と赤塚西スパター (AKN) が相次いで噴出した。AD600? 頃には須走口馬返 3 スコリア (SU-3) が噴出し、恐らく同じ頃、東山腹から海苔川溶岩流が流出した。AD700? 頃には須走口登山道沿いの東山腹から須走口馬返 4 スコリア (SU-4) が噴出し、



第 8 図 富士火山東山腹の最新期噴出物の層序関係と暦年代の関係。略号は Fig. 1, 2 及び 3 と同じ。矢印は野外で観察された上下関係を示す。歴史噴火記録は、小山 (1998a) による。

Fig.8 Stratigraphic relationship among the recent products on eastern flank of Fuji volcano and distribution of the calendar ages. Abbreviations are same in Figs. 1, 2 and 3. Arrows mean observed relationships in outcrops. Historical records for the eruption are based on Koyama (1998a).

恐らくこの火口から東山腹へ須走口 1 溶岩流が流出した。AD800–802 の延層噴火で須走口登山道沿いの東山腹から須走口馬返 5 スコリア (SU-5) が噴出した。AD900 頃には須走口ブル道沿いの標高 2,650–2,300 m 付近で割れ目噴火が起き、須走口馬返 6 スコリア (SU-6) が噴出した。AD1,000 頃には須走口八合目から六合目の東山腹で再び割れ目噴火が起き、須走口馬返 7 スコリア (SU-7) を噴出、東山腹と北東山腹に須走口 2 溶岩流を流出した。

謝辞：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。富士火山の赤色立体地図は、国土交通省富士砂防事務所の平成20年度富士山航空レーザー測量の成果を利用させて頂いた。また、太郎坊ボーリングコアは気象庁から提供されたものであり、火山噴火予知連絡会コア解析グループ事務局の方々、産総研のコアライブラリー担当者には便宜を図って頂いた。以上の方々に感謝いたします。

付録1 スコリアの斑晶含有率

各スコリア降下堆積物の対比のため、各スコリアの斑晶モードを測定した。スコリアの斑晶量（特に斜長石斑晶量）は各堆積物で異なるため、そのモード組成は対比の良い指標となる。前処理として各堆積物から採取した複数のスコリア粒子をステンレス乳鉢で粉碎し、粒度1/4-1/8 mmに篩い分けした。この粒度は、斑晶鉱物が確実に収まるサイズであること、石基の斜長石微晶が単体で混じらず斑晶として計測されないことを条件に設定している。粒度調整した試料は洗浄後、実体顕微鏡下で約1,000粒子を計測し、100粒子中の個数に換算した(Figs. 2&3)。

付録2 火山ガラス分析

富士山周辺の土壌中には神津島天上山テフラ (Iz-Kt) に対比される低屈折率火山ガラスが含まれることは、既に Sugiuchi and Fukuoka (2005) や Kobayashi *et al.* (2007) により明らかにされている。本報告でも、須走口馬返テフラ群の模式地である Loc. 11 において Iz-Kt の降下層準を確認するため6層準の土壌中の火山ガラス分析を行った (Fig. 2)。その手順は以下の通りで、基本的に Kobayashi *et al.* (2007) を踏襲している。

前処理：土壌試料を水中で、洗浄しながら粒度1/8-1/16 mmに篩い分けした。粒度調整した試料は、屈折率1.545の光硬化樹脂で封入してプレパラートを作成した。

火山ガラス含有率測定：含有率測定には、ニコン製の微分干渉装置を用いている。測定では火山ガラスの形態ごとに分別して粒子数を数え、1,000粒子中の個数に換算して示している。火山ガラスの形態区分については、基本的に、町田・新井 (1978) による区分「バブルウォール型」と「軽石型」にしたがっている。ただし、今回の分析では全ての火山ガラスが「軽石型」に分類されるので、結果は火山ガラスとして一括されている。

屈折率測定：温度変化型屈折率測定装置“MAIOT”を用いて測定した。測定精度は火山ガラスで±0.0001程度である (古澤, 1995)。

分析結果：分析した6層準の土壌試料のうち、火山ガラスが検出されたのは上位の3試料であった。火山ガラスは全て軽石型で、含有率は上位の試料から20.0%、10.0%、0.7%と低下する。火山ガラスの屈折率

は、最上位のものが1.493-1.498 (平均1.496)、次の試料が1.493-1.500 (平均1.496) と、Iz-Kt とよく一致する頻度分布が得られた。一方、上から3番目の試料には1.494-1.496と1.498-1.501のバイモーダルな分布が得られ、複数のテフラが混合していることが明らかである。Iz-Kt に対比可能な低屈折率火山ガラスの最初の顕著な出現位置を降下層準とすると、その位置はSU-5とSU-6の間になろう。

付録3 放射性炭素年代測定

測年試料 FJM425 の記載：静岡県駿東郡小山町大日堂の南東400 mの抜川沿い (Loc. 12) において、層厚57 cmで発泡の良い暗褐色～赤褐色のスコリア火山礫からなるS-22降下堆積物の基底部に含まれる炭化木片 (1.4 g) を採取し、乾燥後、測年試料とした。

測年試料 FJM426 の記載：静岡県駿東郡小山町ふじあざみラインの旧馬返 (須走口馬返) の南東600 mの海苔川右岸 (Loc. 11) において、層厚約8 mのラハール堆積物の上面から80 cmにある粗く成層した極粗粒～中粒砂層に含まれる炭化木片 (0.27g) を採取し、乾燥後、測年試料とした。このラハール堆積物はふじあざみラインの南に広がる広い扇状地面を作っており、周辺の火砕物との層序関係からS-22噴火の直後に発生したものとみられる。

測年試料 Fj-GSJ-C2 の記載：静岡県御殿場市太郎坊で掘削されたコア JMA-V28 の深度80.05 mの褐色粗粒火山灰質土壌に含まれる炭化物 (0.4 mg) を採取し、乾燥後、測年試料とした。直上の深度72.65-80.0 mの間は、斜長石巨斑晶が多く含まれるかんらん石玄武岩からなる溶岩流がある (付録6)。

分析手法：分析は、BETA ANALYTIC 社に依頼した。炭化物は全て酸/アルカリ/酸洗浄の前処理が施されて、AMS法で分析されている。年代値はRCYBP (AD1,950を0年とする) 表記され、 $\delta^{13}\text{C}$ 補正が行われている。暦年校正には Stuiver *et al.* (1998) のデータベースが用いられた。暦年代の算出には Talma and Vogel (1993) の手法が用いられた。

分析結果：FJM425 から $2,200 \pm 40$ yBP、FJM426 から $2,190 \pm 40$ yBP の補正放射炭素年代値を得た (Table A1)。両年代値は誤差の範囲で一致し、その暦年代はどちらも Cal BC380-BC160 である。これらは、山元ほか (2005) が複数のS-22層準から得た Cal BC300 頃の噴火年代と完全に一致しており、FJM425 と FJM426 をS-22層準とする対比と全く矛盾しない。Fj-GSJ-C2 については炭素量不足のため $\delta^{13}\text{C}$ が測定できず未補正の放射年代値 $9,280 \pm 40$ yBP のみを得られた (Table A1)。この年代値は富士宮期溶岩流の最上位の年代 (山元ほか, 2005) とほぼ一致する。



第 A1 図 獅子岩周辺の露頭写真. 1) 獅子岩は塊状の玄武岩溶岩流で、東山腹から飛び出したリッジとなっている. 2) 岩片支持で砂質の基質を持つ多源の礫からなる土石流堆積物 (Loc. 4). このユニットの走向は N16 to 19°W, 傾斜は 20 to 22°E で、現斜面の走向 N10°E とは斜交している.

Fig.A1 Outcrops around Shishi-iwa. 1) Shishi-iwa consists of a massive basalt lava flow and makes a projecting ridge within the eastern debris slope. 2) Debris flow deposit made up of polymict, clast-supported gravel with sandy matrix (Loc. 4). This unit strikes N16 to 19°W and dips 20 to 22°E, although the present slope strikes N10°E.

付録 4 獅子岩周辺の溶岩・火砕岩の構造

富士山東斜面の獅子岩は東斜面の成就沢南、標高 2,130 -1,940 m に飛び出した塊状のかんらん石玄武岩溶岩から

なる露岩である (Fig. A1-1). 津屋 (1968) では、この岩体は新富士中期溶岩として扱われていた. また、獅子岩の南斜面、獅子岩の溶岩流の下位に位置する標高

2,050–2,040 mには (Loc. 4), 厚さ1 mで下限不明の無斑晶質玄武岩の赤色アグランチネートとこれを覆う6 m厚の土石流堆積物が露出している。土石流堆積物は、単層厚80–10 cmで成層した基質支持凝灰角礫岩からなり、中～粗粒砂の基質と多種の溶岩・スコリア礫で構成されている (Fig. A1-2)。成層した土石流堆積物の走向はN19°–16°Wで東に20–22°傾斜しているものの、この構造は獅子岩における斜面の走向 (N10°E) と明らかに斜交している。土石流堆積物の走向傾斜が示す斜面の頂部の方向は、富士山頂ではなく、むしろ星山期 (山元ほか, 2007) の古い山体 [津屋 (1968) の古富士山体] が露出する宝永火口方向を指している。したがって、これらの堆積物は今の富士火山体表層部構成物とは考えにくく、周辺の噴出物との間に何らかの傾斜不整合が存在するものとみられる。また、獅子岩周辺の溶岩・火砕岩の化学組成の特徴は、須走口一合目 (馬返) 付近の海苔川沿いに分布する溶岩 (Loc.11) とともに、典型的な星山期の噴出物の特徴を示している (付録5)。

付録5 化学組成

富士火山東斜面の主な噴出物の全岩化学組成分析を行った。分析はActivation Laboratories社に依頼し、主要元素及びSc, V, Ba, Sr, Y, ZrについてはThermo Jarrell-Ash ENVIRO II ICP, これら以外の微量成分についてはPerkin Elmer SCIEX ELAN 6000 ICP-MSで測定された。分析結果をTable A2に示す。また、各試料の採取位置はTable A3に示している。

今回の分析結果で最も顕著なことは、獅子岩周辺の溶岩・火砕岩と須走口一合目 (馬返) の溶岩が、他の須走期の噴出物と大きく異なる組成を持つことである。主成分では、MgOとK₂Oに顕著な違いがあり、前者はMgOに富み、後者はK₂Oに富んで互いに独立した領域にプロットされる (Fig. A2)。また、微量成分でも前者は後者に比べRb, Y, Zrに乏しい特著が顕著である (Fig. A3)。このような富士火山噴出物における液相濃集元素の系統的な違いは、星山期 [古富士] と富士宮・須走期 [新富士] の噴出物の違いとして従来から指摘されてきた (例えば富樫・高橋, 2007)。例えば、かんらん石や斜長石はRb, Y, Zrを含まないので、分別によりマグマ中の濃度は高くなるが、Rb/Y比やZr/Y比は変化しないものと一般には考えられている。しかしながら今回の分析結果では、前者と後者でRb/Yが0.4前後を境に明瞭に区別されている。この境界は従来から示されている星山期と富士宮・須走期の噴出物の違いと基本的に一致しており、現富士山体と不整合な獅子岩周辺の溶岩・火砕岩が星山期の噴出物であることを明瞭に示している。

付録6 太郎坊ボーリングコアの層序

富士火山南東山腹の太郎坊 (北緯35°19'59.2", 東経

138°48'17.0", 標高1,284.3 m) では気象庁による平成21年度のボアホール型火山観測施設の整備に伴い深度100 mのコア (JMA-V28; Fig. A4) が採取された。コアの記載は、火山噴火予知連絡会に設置されたコア解析グループのもとで実施され、詳細な岩相記載や検層結果については、火山噴火予知連絡会コア解析グループ (2011) に記載されている。コアは産総研のコアライブラリーに保管されており、記載も産総研のコア作業スペースで実施した。ここでは、層序の概略を記述する。

地表面から深度8.05 mまでは、スコリアからなる砂礫である。特に、0.5–5.65 mの区間は、1,707年宝永噴火の降下堆積物の2次堆積物である。8.05–13.3 mの区間は、かんらん石玄武岩からなるアア溶岩流で、本報告の雄鹿溶岩流に相当する。また、この溶岩流直下には、厚さ2 cm程度の降下火山灰がみられる。13.5–14.9 mの区間は土石流堆積物である。14.9–16.9 mの区間は、斑晶量の少ないかんらん石玄武岩からなる溶岩流で、津屋 (1968) の二ツ塚溶岩流に対比できると考えられる。16.9–39.1 mの区間は、スコリアの降下堆積物をはさむ土石流堆積物である。39.1–62.9 mの区間は、かんらん石玄武岩ないし単斜輝石かんらん石玄武岩からなるアア溶岩流が見られる。津屋 (1968) の新富士中期、山元ほか (2007) の須走-b期に相当する。62.9–66.7 mの区間は、4枚のスコリア降下堆積物をはさむ土石流堆積物である。65.7–71.15 mの区間は、単斜輝石かんらん石玄武岩からなるアア溶岩流が見られる。津屋 (1968) の新富士中期、山元ほか (2007) の須走-b期に相当する。71.15–71.65 mの区間は、2枚のスコリア降下堆積物をはさむ赤褐色の風化火山灰である。71.55–72.65 mの区間には、炭化物が濃集している。72.65–80.0 mの区間は、斜長石巨斑晶が多く含まれるかんらん石玄武岩からなる溶岩流が見られる。津屋 (1968) の新富士旧期、山元ほか (2007) の富士宮期に相当する。80.0–80.5 mの区間は、3枚のスコリア降下堆積物をはさむ赤褐色の風化火山灰である。炭化物が濃集している部分を含む。測年試料Fj-GSJ-C2はここから採取された (付録3)。80.5–100.0 mの区間は、1枚のスコリア降下堆積物をはさむ土石流堆積物である。

文 献

- 古澤 明 (1995) 火山ガラスの屈折率測定・形態分類とその統計的な解析。地質学雑誌, **101**, 123-133。
 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一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。
 火山噴火予知連絡会コア解析グループ (2011) 気象庁火山観測点ボーリングコアの解析～成果報告書～。気象庁, 403p。

富士火山東斜面における最新期火山噴出物の層序 (山元ほか)

第 A2 表 全岩化学分析結果, AKN = 赤塚西スパター; Hy = 星山ステージ; Imm = 印野丸尾溶岩流; Mt = 幻の滝溶岩流; Nr = 海苔川溶岩流; Oj = 雄鹿溶岩流; Sb-b = 須走-b ステージ; Sg1 = 須走口1 溶岩流; Sg2 = 須走口2 溶岩流; SgI = Sunashiri-b stage; SgII = Subashiriguchi 1 lava flow; Sg2 = Subashiriguchi 2 lava flow; SU-6 = 須走-6 スコアリア (スパター). 主成分及び微量成分は XRF と ICP-MS により測定された. LOI は灼熱減量.

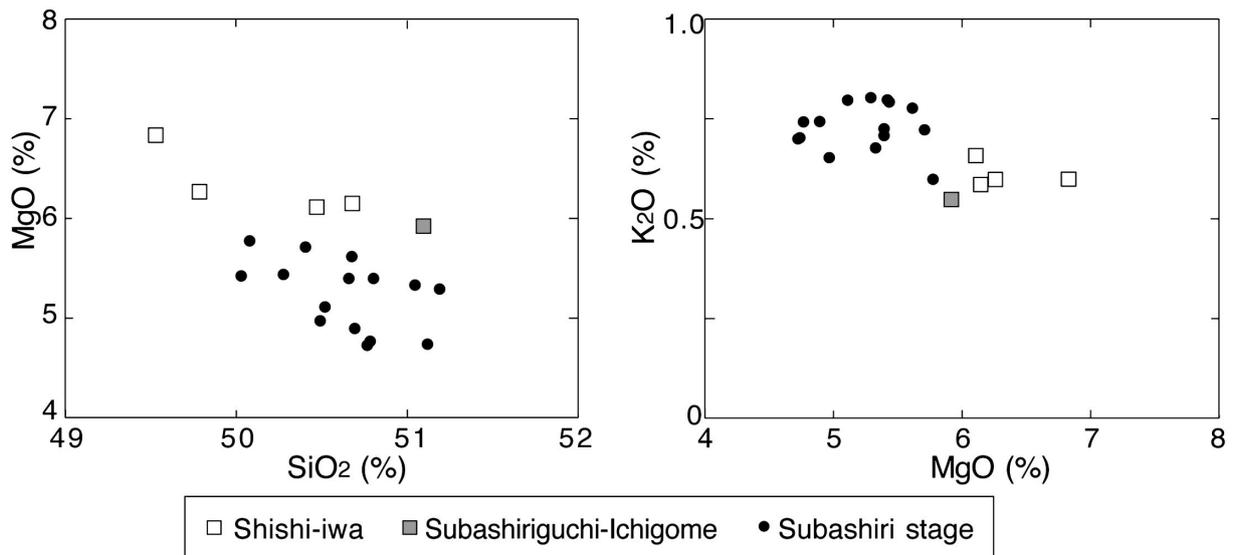
Table A2 Whole rock chemical compositions. AKN = Akatsukanishi spatter; Hy = Hoshiyama stage; Imm = Innomarubi lava flow; Mt = Maboroshinotaki lava flow; Nr = Norikawa lava flow; Oj = Ojika lava flow; Sb-b = Sunashiri-b stage; SgI = Subashiriguchi 1 lava flow; Sg2 = Subashiriguchi 2 lava flow; SU-6 = Subashiriguchi-Umagaeshi 6 scoria (spatter). Major- and trace-elements are measured by XRF and ICP-MS. LOI is loss of ignition.

Unit	090917-3		090914-2		090915-2		0311031-1		031102-1		031102-2		031030-5		090916-2		090916-3		090916-4		090916-6		090916-7	
	Sg2	SU-6	Sg1	Sg1	Sg1	Nr	Nr	AKN	Imm	Mt	Oj	Sb-b	Sb-b	Oj	Sb-b	Sb-b	Hy	Hy	Hy	Hy	Hy	Hy	Hy	Hy
Loc	R01	R02	Loc. 8	R03	R04	R05	Loc. 1	R06	R07	R08	R09	R10	Loc. 11	R11	R12	Loc. 4	Loc. 4	Loc. 4	Loc. 4	Loc. 4	Loc. 4	Loc. 4	Loc. 4	Loc. 4
(%)	50.61	49.57	50.93	50.07	50.28	50.23	50.71	50.14	51.18	50.11	50.33	50.26	51.51	50.73	49.21	49.66	50.30	[0.01]						
SiO ₂	18.08	16.26	18.05	18.18	16.77	16.82	16.64	16.49	17.79	16.77	16.94	16.29	17.69	16.93	17.03	16.51	16.74	[0.01]						
Al ₂ O ₃	10.93	12.93	11.05	11.02	11.60	12.28	12.68	12.69	11.86	12.17	11.76	12.22	10.94	11.64	11.51	12.06	11.28	[0.01]						
Fe ₂ O ₃ (T)	0.166	0.200	0.165	0.163	0.182	0.205	0.205	0.197	0.177	0.189	0.184	0.194	0.172	0.185	0.183	0.190	0.175	[0.001]						
MnO	4.75	5.37	4.72	4.66	5.34	5.69	5.44	5.42	4.94	5.07	5.36	5.57	5.96	6.14	6.19	6.85	6.10	[0.01]						
MgO	10.02	9.70	9.67	9.60	10.02	9.50	9.46	9.70	9.90	9.70	9.89	9.73	10.17	10.14	10.17	10.67	10.05	[0.01]						
CaO	2.80	2.41	2.83	2.75	2.50	2.55	2.47	2.45	2.72	2.56	2.55	2.46	2.59	2.60	2.50	2.30	2.60	[0.01]						
Na ₂ O	0.74	0.79	0.70	0.69	0.70	0.72	0.74	0.79	0.75	0.79	0.72	0.77	0.55	0.66	0.59	0.60	0.58	[0.01]						
K ₂ O	1.310	1.555	1.272	1.263	1.332	1.442	1.58	1.549	1.391	1.507	1.359	1.416	1.055	1.265	1.244	1.238	1.226	[0.001]						
TiO ₂	0.25	0.29	0.24	0.23	0.25	0.24	0.32	0.30	0.25	0.32	0.26	0.27	0.17	0.22	0.21	0.18	0.20	[0.01]						
P ₂ O ₅	-0.33	-0.69	-0.32	-0.07	-0.53	-0.19	0.18	-0.54	-0.36	-0.36	-0.29	-0.36	-0.35	-0.38	-0.25	-0.29	-0.21	[0.01]						
LOI	99.32	98.38	99.31	98.55	98.46	99.48	100.4	99.19	100.60	98.81	99.07	98.82	100.50	100.10	98.60	99.97	99.04	[0.01]						
Total																								
(ppm)	31	36	30	30	34	35	37	36	34	33	34	36	35	35	34	40	32	[1]						
Sc	374	456	390	378	388	452	419	434	414	410	389	411	357	392	377	408	363	[5]						
V	216	241	223	221	217	233	240	240	234	240	218	233	178	208	198	181	179	[3]						
Ba	433	350	427	427	387	387	357	359	396	403	394	368	380	386	385	323	403	[2]						
Sr	21	26	23	23	22	25	27	26	22	25	22	25	17	21	20	20	18	[2]						
Y	78	92	77	74	80	87	100	94	85	91	79	84	60	70	63	62	63	[4]						
Zr	70	120	60	50	50	70	50	60	50	30	40	40	140	110	90	180	90	[20]						
Cr	32	36	32	31	34	37	34	37	33	37	34	36	33	36	36	39	36	[1]						
Co	40	40	30	30	40	50	40	40	30	40	40	40	40	50	50	50	50	[20]						
Ni	180	220	140	170	180	200	200	200	190	230	200	220	160	200	170	180	160	[10]						
Cu	110	130	110	110	110	120	270	130	110	130	120	130	100	110	110	110	110	[30]						
Zn	18	18	18	18	18	18	16	18	18	18	18	18	17	17	17	17	18	[1]						
Ga	10	14	10	10	10	12	13	13	11	13	11	12	7	8	7	7	7	[2]						
Rb	3	2	2	2	2	2	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	[1]						
Nb	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	8	3	2	2	[1]						
Sn	0.7	1	0.7	0.8	<0.5	0.9	1.2	1	0.8	1	0.8	0.9	<0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	[0.5]						
Cs	7.9	9.8	8.7	8.1	8.8	9.3	10.8	9.7	9	10	8.6	9.5	6	7.5	7.1	6.2	7	[0.1]						
La	18.7	23.6	20.7	19.4	21.1	22.3	26.9	22.9	21.5	23.9	20.5	22.9	14.4	18.1	17.3	15.1	16.7	[0.1]						
Ce	2.69	3.41	2.91	2.83	3.04	3.19	3.68	3.34	3.1	3.47	2.98	3.27	2.07	2.72	2.51	2.21	2.4	[0.05]						
Pr	13.2	17.1	14.4	14.1	15.4	16.3	18.1	16.7	15.7	17.6	14.8	16.4	10.4	13.3	12.8	11.3	12.1	[0.1]						
Nd	3.6	4.7	3.9	3.9	4.2	4.5	4.8	4.5	4.3	4.7	4.1	4.1	3	3.8	3.7	3.2	3.3	[0.1]						
Sm	1.11	1.36	1.17	1.14	1.22	1.29	1.47	1.31	1.3	1.37	1.21	1.29	0.96	1.17	1.11	1.03	1.07	[0.05]						
Eu	3.9	5	4.1	4	4.5	4.7	5.1	4.8	4.5	5	4.4	4.7	3.4	4.1	3.8	3.6	3.5	[0.1]						
Gd	0.6	0.8	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.5	0.7	0.6	0.6	0.6	[0.1]						
Tb	3.8	5	4	4	4.4	4.6	5.1	5	4.5	5	4.3	4.5	3.3	4.1	3.9	3.8	3.5	[0.1]						
Dy	0.8	1	0.8	0.8	0.9	0.9	1	1	0.9	1	0.9	0.9	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	[0.1]						
Ho	2.1	2.8	2.2	2.2	2.5	2.6	2.9	2.8	2.5	2.8	2.5	2.6	1.9	2.4	2.2	2.2	1.9	[0.1]						
Er	0.32	0.44	0.33	0.33	0.38	0.39	0.43	0.44	0.39	0.42	0.38	0.39	0.28	0.35	0.35	0.33	0.3	[0.05]						
Tm	2	2.7	2.2	2.2	2.4	2.5	2.9	2.7	2.5	2.7	2.5	2.7	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	[0.1]						
Yb	0.3	0.43	0.32	0.31	0.37	0.38	0.47	0.42	0.39	0.36	0.36	0.38	0.28	0.34	0.33	0.33	0.27	[0.04]						
Lu	2	2.7	2.2	2.2	2.5	2.5	2.7	2.8	2.5	2.8	2.4	2.6	1.7	2.1	1.9	1.9	1.9	[0.2]						
Hf	0.1	0.1	0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1	[0.1]						
Ta	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.9	0.2	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	[0.1]						
Th																								

第A3表 露頭一覧.

Table A3 List of outcrops.

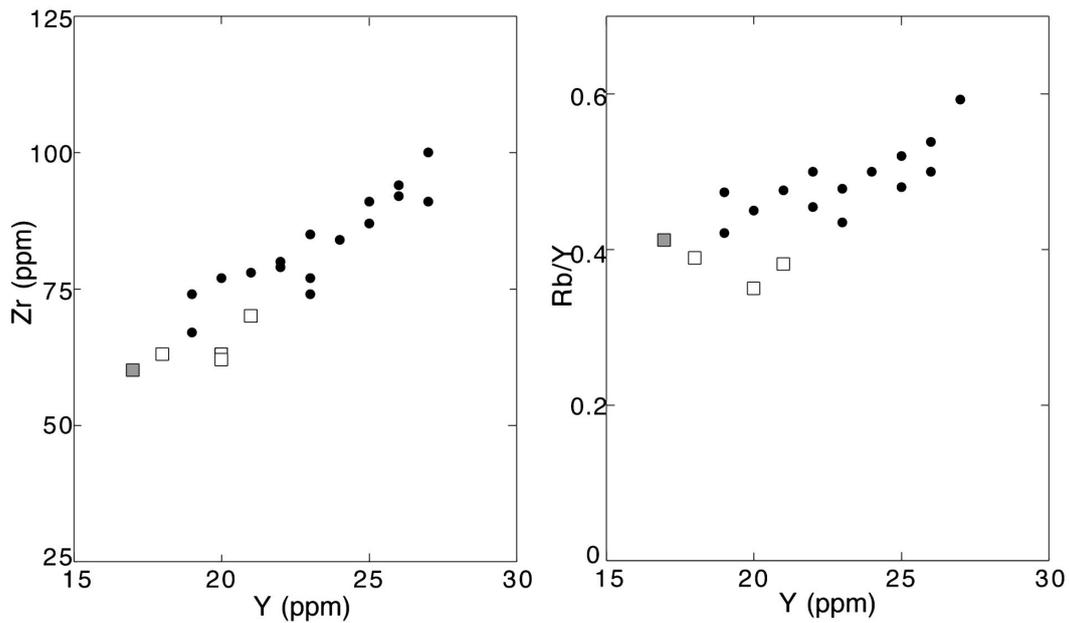
Loc	place name	Latitude (DD.MMSS N)	Longitude (DD.MMSS E)
1	赤塚西 Akatsuka-nishi	35.1915	138.4732
2	太郎坊 Taroubou	35.2004	138.4742
3	雄鹿 Ojika	35.2015	138.4958
4	獅子岩 Shishi-iwa	35.2110	138.4617
5	成就沢 Jyojyusawa	35.2137	138.4457
6	幻の滝 Maboroshinotaki	35.2134	138.4624
7	須走口五合目 Subasiriguchi-gogoume	35.2159	138.4633
8	須走口登山道 Subashiriguchi trail	35.2212	138.4611
9	山中湖林道 Yamanakako Forest Road	35.2304	138.4712
10	山中湖林道 Yamanakako Forest Road	35.2313	138.4818
11	須走口馬返 Subashiriguchi-umagaeshi	35.2145	138.4844
12	大日堂 Dainichido	35.2053	138.4950
13	上小林 Kamikobayashi	35.2018	138.5502
R01	須走口六合目 Subasiriguchi-rokugoume	35.2206	138.4531
R02	須走口ブル道 Subasiriguchi-burumichi	35.2157	138.4554
R03	須走口五合目 Subasiriguchi-gogoume	35.2206	138.4649
R04	幻の滝 Maboroshinotaki	35.2129	138.4644
R05	幻の滝 Maboroshinotaki	35.2145	138.4612
R06	印野 Inno	35.1812	138.5223
R07	幻の滝 Maboroshinotaki	35.2133	138.4608
R08	土屋台 Tsuchiyadai	35.2004	138.5039
R09	幻の滝 Maboroshinotaki	35.2126	138.4654
R10	獅子岩 Shishi-iwa	35.2122	138.4613
R11	獅子岩 Shishi-iwa	35.2116	138.4614
R12	獅子岩 Shishi-iwa	35.2114	138.4622



第A2図 SiO₂-MgO 及び MgO-K₂O 図.

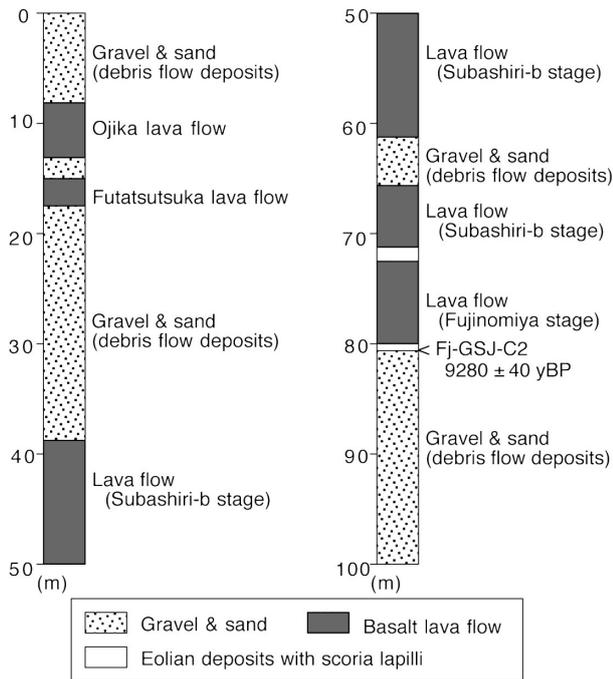
Fig.A2 SiO₂-MgO and MgO-K₂O diagrams.

富士火山東斜面における最新期火山噴出物の層序 (山元ほか)



第 A3 図 Y-Zr 及び Y-Rb/Y 図. シンボルは Fig. A2 と同じ.

Fig.A3 Y-Zr and Y-Rb/Y diagrams. Symbols are same in Fig. A2.



第 A4 図 太郎坊で採取された JMA-V28 コアの岩相. ¹⁴C 年代の詳細は, Table A1 を参照のこと.

Fig.A4 Lithofacies for the JMA-V28 core at Taroubou. See Table A1 for the detail of a ¹⁴C age.

Kobayashi, M., Takada, A. and Nakano, S. (2007) Eruption history of Fuji Volcano from AD 700 to AD 1,000 using stratigraphic correlation of the Kozushima-Tenjosan Tephra. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **57**, 409-430.

小山真人 (1998a) 歴史時代の富士山噴火史の再検討. *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.

Legros, F. (2000) Minimum volume of tephra fallout deposit estimated from a single isopach. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, **96**, 25-32.

町田 洋・新井房夫 (1978) 南九州鬼界カルデラから噴出した広域テフラ-アカホヤ火山灰. 第四紀研究, **17**, 143-163.

宮地直道 (1988) 新富士火山の活動史. *地質雑*, **94**, 433-452.

中野 俊・高田 亮・石塚吉浩・鈴木雄介・千葉達郎・新井健一・小林 淳・田島靖久 (2007) 富士火山, 北東麓の新时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.

Stuiver, M., Reimer, P.J., Bard, E., *et al.* (1998) INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration, 24,000-0 cal BP. *Radiocarbon*, **40**, 1041-1083.

Sugiuchi, Y. and Fukuoka, T. (2005) Tephrochronology

- of recent (~ 1200YBP) Mt. Fuji eruption history using rhyolitic tephra derived from outside Mt. Fuji Volcano. *International Field Conference and Workshop on Tephrochronology and Volcanism: "Tephra Rush 2005"*, INQUA Sub-Commission for Tephrochronology and Volcanism (SCOTAV).
- 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.
- 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・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 編集, 富士火山. 山梨県環境科学研究所, 183-202.
- Talma, A.S. and Vogel, J.C. (1993) A simplified approach to calibrating ^{14}C dates. *Radiocarbon*, **35**, 317-322.
- 富樫茂子・高橋正樹 (2007) 富士火山のマグマの化学組成と岩石学的特徴: マグマの実態への制約条件. 荒牧重雄・藤井敏嗣・中田節也・宮地直道 編集, 富士火山. 山梨県環境科学研究所, 219-231.
- 津屋弘達 (1968) 富士火山地質図 (5万分の1), 富士火山の地質 (英文概略). 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, 富士急行株式会社, 1-149.
- 上杉 陽 (1992) 富士吉田市周辺地域第四紀地質図. 富士吉田市史編さん事務局.
- 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, no.26, 59-68.
- 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 編集, 富士火山. 山梨県環境科学研究所, 97-118.
- 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.

(受付: 2011年4月22日; 受理: 2011年12月27日)