

## 富士火山東山麓, 御殿場・馬伏川岩屑なだれ堆積物の<sup>14</sup>C年代

山元 孝広<sup>1,\*</sup>・小林 淳<sup>2</sup>

YAMAMOTO Takahiro and KOBAYASHI Makoto (2023) <sup>14</sup>C ages for the Gotenba and Mabusegawa Debris Avalanche Deposits in the eastern foot of Fuji Volcano, Japan. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 74 (3), p. 107–118, 8 figs, 2 tables.

**Abstract:** We examined <sup>14</sup>C dating and correlation of exotic tephra for newly obtained samples in the eastern foot of Fuji Volcano. Wood samples in the Gotenba Debris Avalanche Deposit (OYM201 and OYM201b) yielded ages of 2,490 ± 20 BP and 2,510 ± 20 BP, respectively, black soil immediately below the S-13 Pyroclastic Deposit (OYM202) were 2,860 ± 30 BP, black soil at the base of the Fuji Black Soil Layer (OYM203) yielded 8,520 ± 30 BP, and a wood chip in Mabusegawa Debris Avalanche Deposit (OYM205) were dated as 16,270 ± 50 BP. Felsic glass shards in the soil layer above the Mabusegawa Debris Avalanche Deposit were correlated with the Tachikawa Upper Glassy Ash. Based on the results, the Gotenba Debris Avalanche occurred around 800 cal BC, and the Mabusegawa Debris Avalanche took place around 18,000 cal BC.

**Keywords:** Fuji Volcano, Gotenba Debris Avalanche, Mabusegawa Debris Avalanche, <sup>14</sup>C dating

### 要 旨

富士火山東山麓で新たに採取された試料の<sup>14</sup>C年代測定と外来テフラの対比を行った。御殿場岩屑なだれ堆積物中の木片(OYM201, OYM201b)からは2,490 ± 20 BPと2,510 ± 20 BP, S-13降下火砕物直下の黒色土壌(OYM202)からは2,860 ± 30 BP, 富士黒土層基底部の黒色土壌(OYM203)からは8,520 ± 30 BP, 馬伏川岩屑なだれ堆積物中の木片(OYM205)からは16,270 ± 50 BPの<sup>14</sup>C年代が得られた。また, 馬伏川岩屑なだれ堆積物の上位の土壌層からは, 立川ローム上部ガラス質火山灰に対比される外来テフラが検出された。得られた結果から, 御殿場岩屑なだれの発生年代は800 cal BC頃, 馬伏川岩屑なだれの発生時期は18,000 cal BC頃と考えられる。

### 1. はじめに

富士火山(第1図)の様な急峻な成層火山体では, 重力的な安定限界に近い構造であるが故に, 山体崩壊のリスクが避けられない(例えばRomero *et al.*, 2021)。実際に富士火山では過去に繰り返し山体崩壊が発生しており, 火山災害評価では無視することができない事象である(山元ほか, 2002; Yamamoto and Nakada, 2015)。2021年3月に改定された富士山ハザードマップでも, 山体崩壊で生じた岩屑なだれ堆積物の分布範囲が示され, その危険

性に注意が促されている(山梨県, 2021)。これまでの野外調査で各岩屑なだれ堆積物のテフラ層序学的な位置や分布はほぼ確立し(町田, 1964; 宮地, 1988; 宮地ほか, 2004; 山元ほか, 2007; 高田ほか, 2016), 複数の<sup>14</sup>C年代測定結果も合わせて各山体崩壊発生時期もおおよそ絞り込まれていた(関東ローム研究グループ, 1964; 山元ほか, 2005; 宮地ほか, 2004)。

本報告では, 東山麓(第2図)に分布する御殿場岩屑なだれ堆積物, 馬伏川岩屑なだれ堆積物及び関連する堆積物のテフラ層序と新たに得られた<sup>14</sup>C年代値について報告する。近年, 東山麓では新東名高速道路の建設工事や国道246号線改修工事に伴い大規模な法面として富士火山噴出物の好露頭が出現した(山元, 2022)。そのなかから, 大御神岩屑なだれ堆積物のように, これまで知られていなかったユニットも見つかっている(山元ほか, 2020a)。本報告の測年試料は概ねこれらの新露頭から採取したものであり, その結果は従来の年代観に対して若干の修正を加えるものとなった。

### 2. 岩屑なだれ堆積物

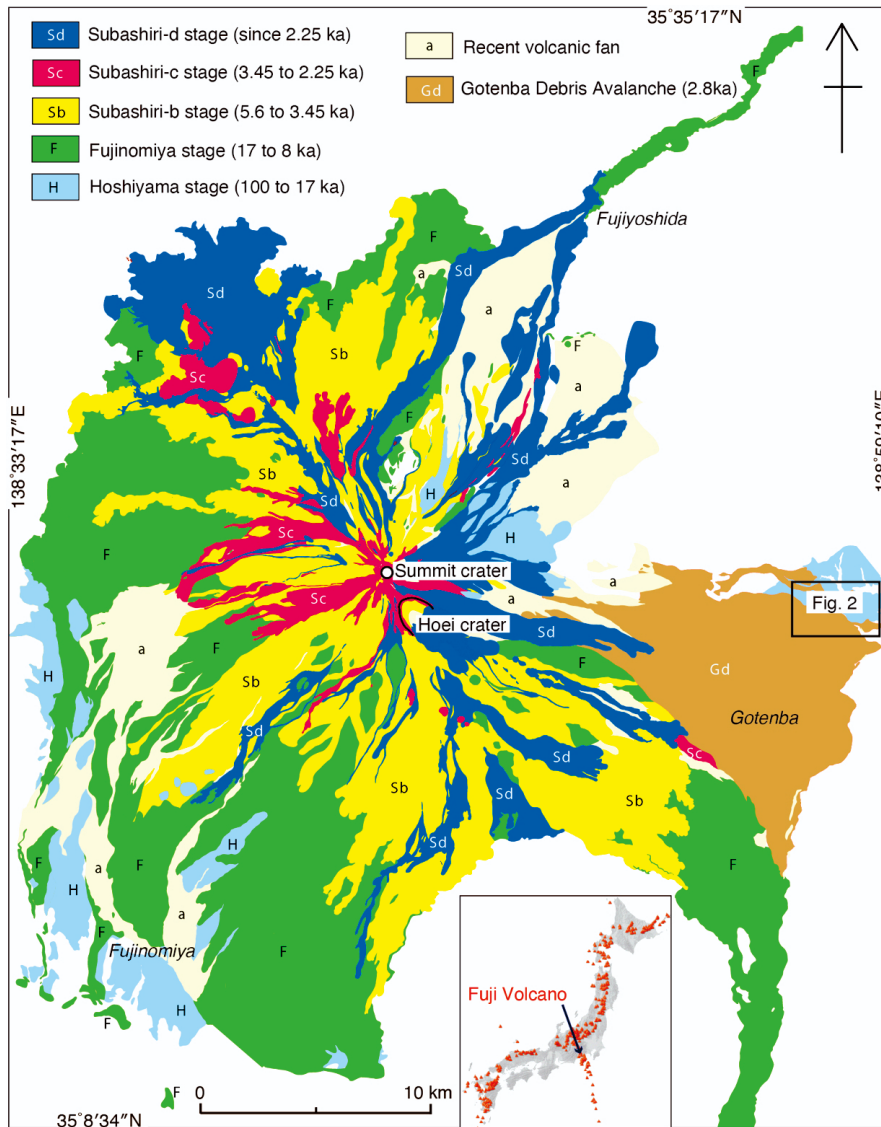
#### 2.1 一般的特徴

岩屑なだれは, 高速の長距離移動地すべりである。岩盤中のすべり面を境に上盤が滑動するだけの地すべりとは異なり, 移動体が流量の極端に大きなgranular flow

<sup>1</sup> 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)

<sup>2</sup> 静岡県富士山世界遺産センター (Mt. Fuji World Heritage Centre, Shizuoka)

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



第1図 富士火山噴出物の分布  
富士火山地質図第2版(高田ほか, 2016)を簡略化した。

Fig. 1 Distribution of products from Fuji Volcano  
Geologic Map of Fuji Volcano, 2nd edition (Takada *et al.*, 2016), simplified.

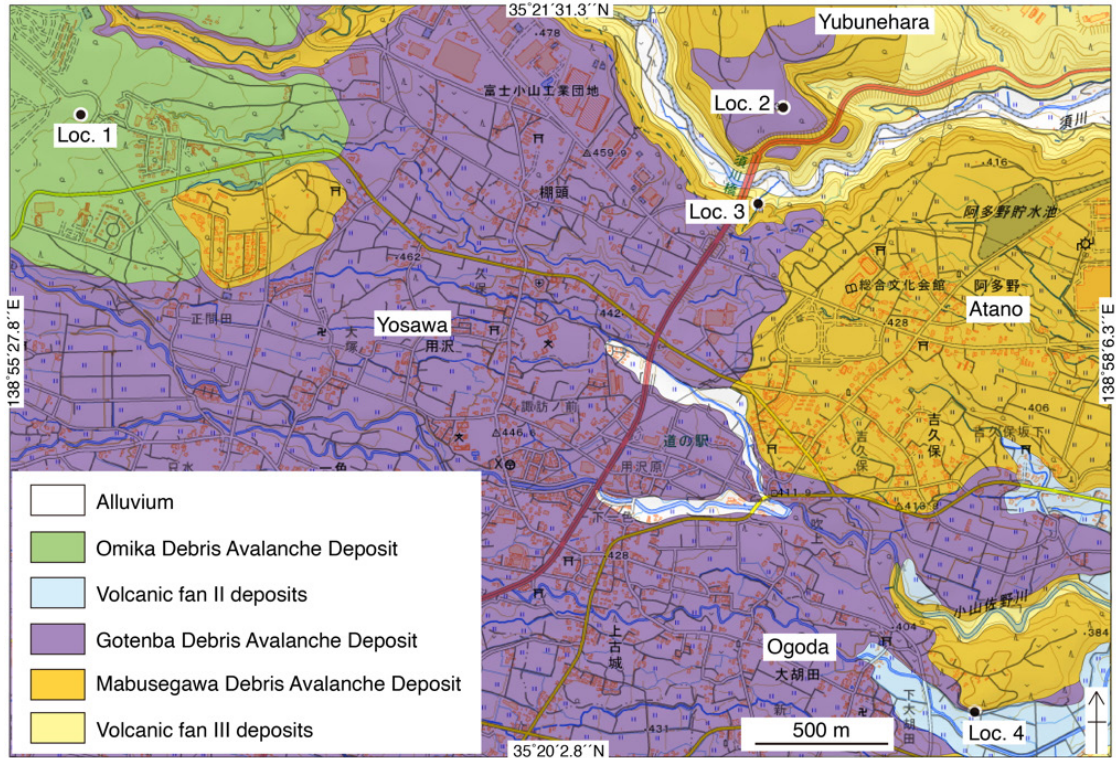
として振る舞うことでその高い流動性がもたらされる (Campbell *et al.*, 1995).

岩屑なだれ堆積物の主要部分は、破碎された山体構造物の塊からなる。すなわち、火山灰から火山岩塊サイズの角礫の集合から構成されていても、隣接した岩片同士が同種の岩石からなり、強い破碎・変形を被りながらも元の地質境界や構造がたどれる産状を示すものが多い。このような部分は岩塊相 (block facies) と呼ばれ (Glicken, 1996)、流れの中に粒子の攪拌の程度が著しく低い部分があったことを意味している。また、堆積物主要部分の表面では、しばしば岩塊相が表面に突出し、顕著な流れ山地形が形成されている。一方、縁辺部では、ほとんど

無淘汰で基質支持、多種の岩片の混じった岩相が見いだされ、基質相 (matrix facies) と呼ばれている (Glicken, 1996)。ただし、基質相も均質ではなく、剪断変形で引き伸ばされた破碎物の薄層がしばしば認められる。また、流走中に取り込まれた土壌の破片や木片も含まれていることが多い。

## 2.2 御殿場岩屑なだれ

東山麓の御殿場周辺に分布する岩屑なだれ堆積物で、S-14とS-15降下火砕物の間に位置している (高田ほか, 2016)。模式地はこれまで設定されていなかったが、自然露頭で、かつ下位の降下火砕物との層序関係が明ら



第2図 測年試料採取地点周辺の地質図

Fig. 2 Geological map of the area around the sampling point for dating.

かな御殿場市和田の鮎沢川枝沢沿い[山元ほか(2020b)のLoc. 133]を指定する。本堆積物は町田(1964)により御殿場泥流堆積物と呼ばれていたもので、町田(1964)はこの堆積物を一種の火砕流及び泥流と考えていた。すなわち、「種々の玄武岩角礫が主体となった乱雑な堆積物で、色は赤～紫～黒と多彩でかなり高温の状態で見られるが、流下距離が増すにつれ、やや角が取れて水流の影響のみられる堆積相を示すようになる」としていた。その後、町田(1977)ではこの堆積物が山体崩壊で形成され可能性が指摘されている。宮地(1988)、宮地ほか(2004)は、町田(1964)の御殿場泥流堆積物のうち、破碎された溶岩や火砕岩の破片を岩塊として含む山体崩壊に直接由来した堆積物を、御殿場岩屑なだれ(岩屑流)堆積物とよび、山体崩壊後に発生した泥流堆積物と区別した。さらに宮地ほか(2004)は、泥流堆積物を、火山灰基質を持ち角～垂角礫を含む破碎岩塊のない泥流相と、細粒物に乏しく砂礫質で層理が発達する河成相に区分している。しかし、宮地ほか(2004)の泥流相であっても、例えば新東名高速道路建設現場のLoc. 1(第2図)や分布南東縁部の模式地では基質に包有されて破碎された岩塊相が確認できるので、その大半は御殿場岩屑なだれ堆積物の碎屑物混合が進んだ縁辺相と判断される。また、宮地ほか(2004)の河成相は、高田ほか(2016)の火山麓扇状地II堆積物に相当するものである。

### 2.3 馬伏川岩屑なだれ堆積物

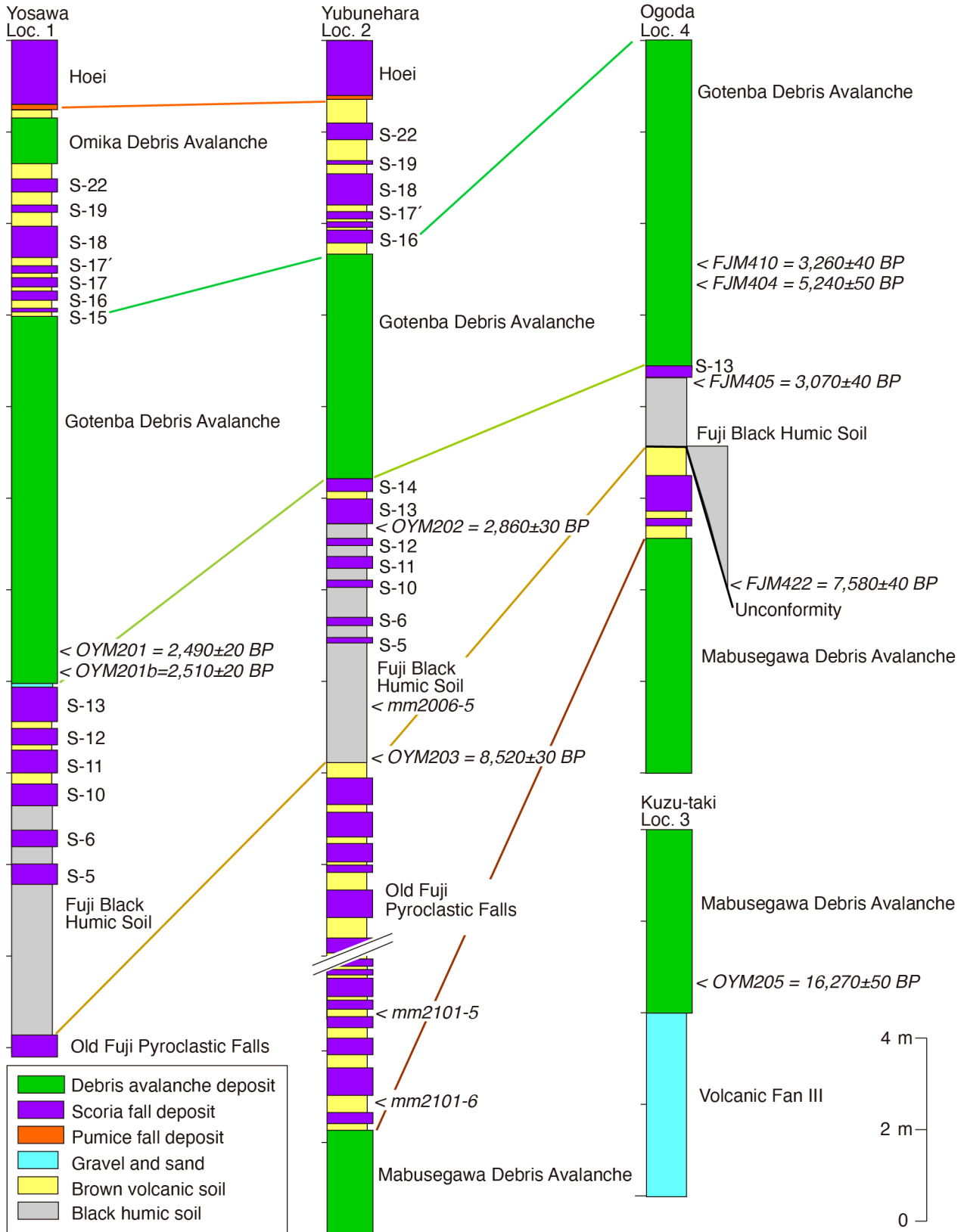
東山麓の小山町阿多野周辺(第2図)の台地や御殿場市深沢周辺の台地を構成する岩屑なだれ堆積物で、町田(1964)の古期富士テフラ層には含まれる(高田ほか, 2016)。町田(1964)のMf.2火山角礫層に相当し、御殿場岩屑なだれ堆積物の堆積面よりも1段標高の高い地形面をなす。山元ほか(2005)は、この堆積物を、馬伏川岩屑なだれ堆積物と命名している(ただし、読みを「うまふせがわ」としたのは間違いである)。模式地は、御殿場市深沢の県道151号下の馬伏川河床である。関東ローマ研究グループ(1964)は、同じ深沢で“御殿場泥流堆積物”直上にある泥炭層中の木片から $16,500 \pm 400$  BP ( $\delta^{13}\text{C}$ 未補正)の<sup>14</sup>C年代値を報告しているが、町田(1964)はこの“堆積物”を御殿場泥流ではなくMf.2火山角礫層に対比し直している。また、町田(1964)は、Mf.2火山角礫層について「種々の角礫や炭化していない木片を含むので、いわゆる泥流堆積物」としていたが、淘汰の悪い基質に破碎された溶岩や火砕岩の破片を岩塊相として含むので、岩屑なだれ堆積物と判断される。

## 3. 測年試料採取地点の露頭記載

### 3.1 Loc. 1

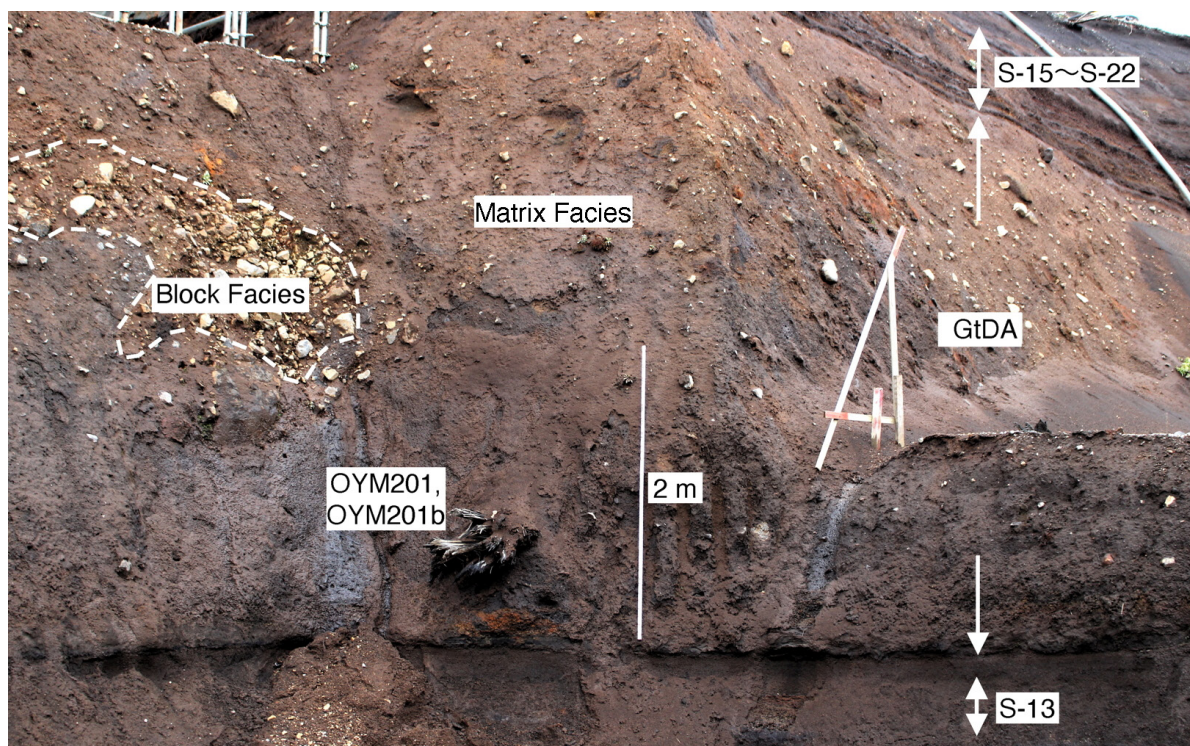
本地点は小山町用沢の新東名高速道路工事現場で、層序の詳細は山元(2022)の地点190329-1に記載している。





第3図 測年試料採取地点の柱状図  
 Loc. 1 ~ 3の柱状図は本研究. Loc. 4の柱状図は山元ほか (2005) による.

Fig. 3 Columnar sections of sampling points for dating.  
 The sections in Locs. 1 to 3 are this study; the section in Loc. 4 is taken from Yamamoto *et al.* (2005).



第4図 Loc.1 (小山町用沢)の御殿場岩屑なだれ堆積物(GtDA).  
OYM201とOYM201bは測年試料.

Fig. 4 The Gotenba Debris Avalanche Deposit (GtDA) in Loc. 1 (Yosawa, Oyama Town).  
OYM201 and OYM201b are dated sample.

地表から3 m下位に層厚4 mの御殿場岩屑なだれ堆積物が存在し、直上にS-15降下火砕物、直下にS-13降下火砕物がある(第3図)。御殿場岩屑なだれ堆積物の上面・下面ともほぼ平坦で、S-13降下火砕物上の砂層をほぼ水平に覆っている(第4図)。堆積物の下部厚さ約1.5 mは、砂礫混じりの灰色泥質基質にスコリア降下火砕物の固まりや木片が含まれている。その上部厚さ約2.5 mは、褐色～灰色で色調がまだらな淘汰の悪い粗粒火山灰基質に、破碎された溶岩片からなる岩塊相や火山角礫・火山礫が含まれている。泥流様に見える下部と典型的な岩屑なだれ堆積物である上部の境界はほぼ水平であるものの、境界は漸移している。測年試料OYM201とOYM201bは、下部に含まれる直径30～35 cmの同じ未炭化樹幹の最も外側部分(年輪5～10年部分)から採取した(第4図)。樹幹は、樹皮がはぎ取られた状態で泥質基質に包まれていた。

### 3.2 Loc. 2

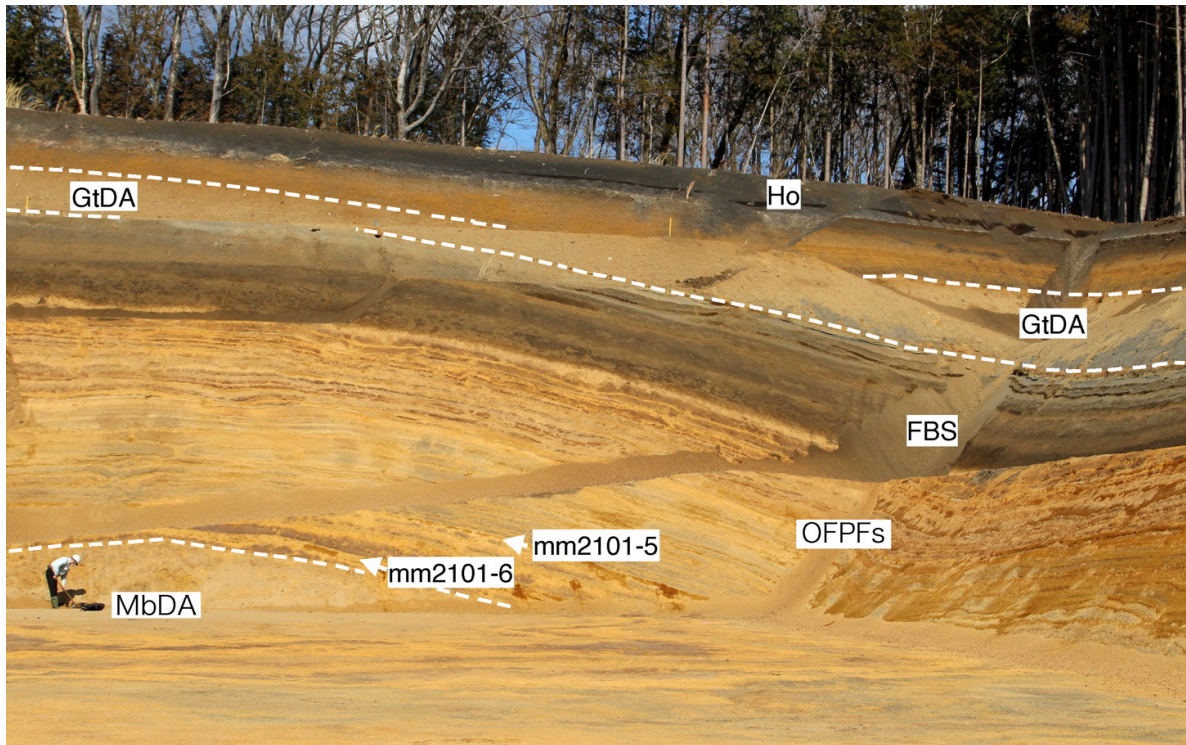
本地点は小山町湯舟原の国道246号線須川橋東拡幅工事現場で、層序の詳細は山元(2022)の地点201005-1に記載している。地表から2.3 m下位に層厚2.4 mの御殿場岩屑なだれ堆積物が存在し、直上にS-16降下火砕物、直下にS-14降下火砕物がある(第3図)。堆積物は塊状で基

質支持の淘汰の悪い火山岩塊混じりの凝灰火山礫岩からなり、溶岩片からなる岩塊相を僅かに含んでいる。また、本堆積物は、下位の降下火砕物を挟んだ風成層がつくる緩い起伏面をほぼ並行にマントル被覆している(第5図)。このような堆積形態は、高速地すべりである岩屑なだれ堆積物に特徴的なものであり、泥流堆積物とは異なっている。

測年試料OYM202は、御殿場岩屑なだれ堆積物の下位にあるS-13降下火砕物直下の厚さ1 cm部分の黒色土壌から採取した(第3図)。また、測年試料OYM203は、更に下位の、富士黒土層最下部厚さ3 cm部分から採取した(第3図)。直下の火山礫混じりの褐色火山灰土との境界は漸移的で、試料は土壌の見かけが明らかに黒い部分から採取している。

富士黒土層の下位には約25層の古期富士テフラを挟んだ風成層があり、更にその下位に最大層厚約4 m(下限不明)の馬伏川岩屑なだれ堆積物がある(第3・6図)。この堆積物は塊状で基質支持の淘汰の悪い火山岩塊混じりの凝灰火山礫岩からなり、木片をまばらに含んでいる。ただし、木片の多くは溶脱しており、基質中の空洞となっている。僅かに残った木材様の物質も酸処理で消失し、測年可能な試料は採取できなかった。





第5図 Loc. 2 (小山町湯舟原)の宝永降下火砕物(Ho), 御殿場岩屑なだれ堆積物(GtDA), 富士黒土層(FBS), 古期富士テフラ(OFPFs), 馬伏川岩屑なだれ堆積物(MbDA). 白矢印mm2101-5と-6は外来テフラを含む土壌試料の採取位置。

Fig. 5 The Hoei Pyroclastic Fall Deposit (Ho), Gotenba Debris Avalanche Deposit (GtDA), Fuji Black Humic Soil (FBS), Old-stage Fuji Pyroclastic Falls (OFPFs) and Mabusegawa Debris Avalanche Deposit (MbDA) in Loc. 2 (Yubunehara, Oyama Town).

White arrows (mm2101-5 and -6) indicate soil sample locations containing exotic tephra.

### 3.3 Loc. 3

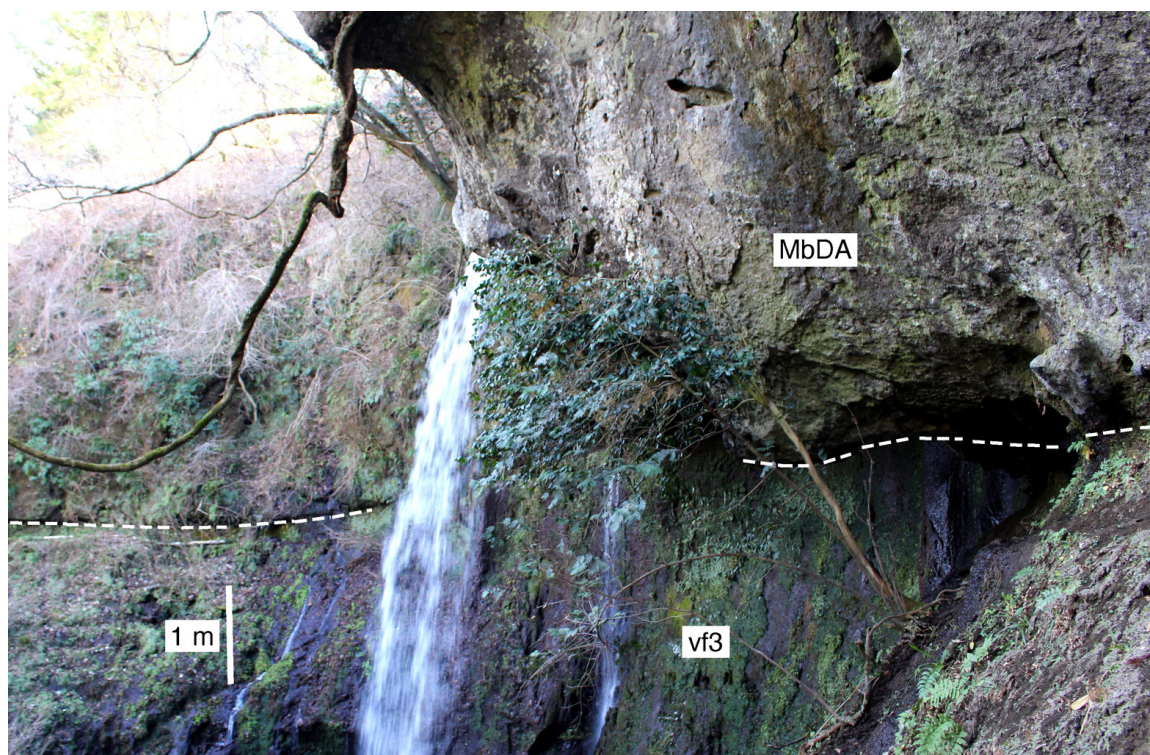
本地点は、小山町棚頭の葛滝で、国道246号線須川橋御殿場側橋脚の東脇に位置している(第2図)。葛滝は阿多野台地上の小川が須川左岸壁を流れ落ちるもので、標高390 m前後にある滝の落ち口に層厚4 m以上(上限不明)の馬伏川岩屑なだれ堆積物が露出している(第6図)。この堆積物は塊状で基質支持の淘汰の悪い火山岩塊混じりの凝灰火山礫岩からなり、須川を挟んで対岸のLoc. 2に露出するものと岩相が類似している。基質には未炭化の木片が含まれ、そのうちの一つを測年試料OYM205として採取した。馬伏川岩屑なだれ堆積物の基底は平坦で、塊状で固結度の低い礫混じりの粗粒砂(火山麓扇状地Ⅲ堆積物)を覆っている。また、葛滝の上流の須川沿い(標高380 m前後)には、町田(1964)のMf.1火山角礫層に相当する湖成堆積物とみられる成層したシルトの未固結礫を多く含む塊状の砂礫が露出している。

### 3.4 Loc. 4

本地点は小山町大胡田の圃場整備現場で、山元ほか(2005)のLoc. 46-47と同じ地点である。富士黒土層を挟

んで御殿場岩屑なだれ堆積物と馬伏川岩屑なだれ堆積物が連続して露出していたが(第3図)、現在は全て植生で被覆されている。御殿場岩屑なだれ堆積物の層厚は5 m以上(上限不明)で、淘汰の悪い塊状の火砕物基質に、灰色や赤色の玄武岩角礫からなる岩塊相が包有されている。山元ほか(2005)は、この堆積物の基質に含まれる黒色土壌片(FJM404, FJM410)から $5,240 \pm 50$  BP,  $3,260 \pm 40$  BPの $^{14}\text{C}$ 年代値を報告しているが、これはS-13降下火砕物直下の黒色土壌(FJM405)の $^{14}\text{C}$ 年代値( $3,070 \pm 40$  BP)よりも古く、下位から取り込まれたものと解釈されている(第3図)。また、馬伏川岩屑なだれ堆積物の層厚は3.5 m以上(下限不明)で、淘汰の悪い塊状の火砕物基質に、灰色の玄武岩角礫や成層した降下火砕物の塊からなる岩塊相が包有されている。山元ほか(2005)は、同地点の馬伏川岩屑なだれ堆積物中の黒色土壌ブロックとした試料(FJM422)から $7,580 \pm 40$  BPの $^{14}\text{C}$ 年代値を報告したが、その年代は本堆積物の層序学的位置とは一致せず、測年試料は本堆積物を著しい傾斜不整合で覆っていた富士黒土層に由来したとみられる。





第6図 Loc. 3 (小山町葛滝)に露出する馬伏川岩屑なだれ堆積物(MbDA)と火山麓扇状地3堆積物(vf3)。

Fig. 6 The Mabusegawa Debris Avalanche Deposit (MbDA) and volcanic fan 3 deposits (vf3) in Loc. 3 (Kuzu-taki, Oyama Town).

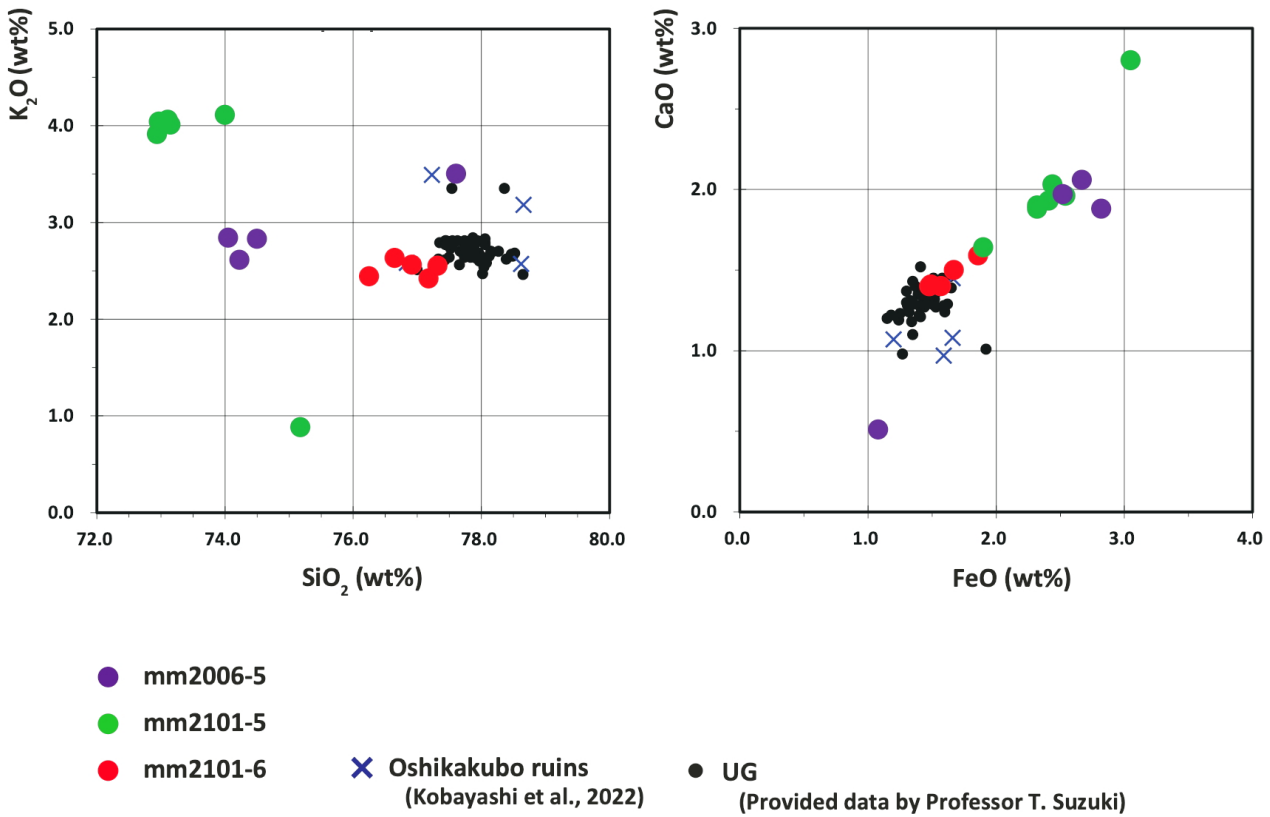
#### 4. 土壌化風成層中の外来火山ガラスの 主成分化学分析結果

Loc. 2において，富士黒土層の下限から70cm付近でやや光沢を有する土壌試料，並びに，古期富士テフラの間に挟まる褐色火山灰土層から比較的明るい色調を呈する土壌試料を採取した。これらに対して，1)超音波洗浄機を用いた粘土成分除去，2)残渣の自然乾燥と篩分け(250 μm, 125 μm, 63 μm)，3)実体顕微鏡及び偏光顕微鏡を用いて火山ガラスの有無，形態などの観察を行った。これらの結果，3層準(mm2006-5, mm2101-5, mm2101-6)から外来テフラとみられる火山ガラスを確認でき，これらを対象にして主成分化学分析を実施した(第3図)。

火山ガラスの主成分化学組成分析には，東京都立大学都市環境学部地理環境学科所有のエネルギー分散型X線分析装置(アメテック製：EDAX-Genesis APEX2: EDS)及び走査型電子顕微鏡(日本電子製：JSM-6390)を用い，分析条件はSuzuki *et al.* (2014)に従い，63 μm～125 μmサイズの火山ガラスを対象とした。測定前後にワーキングスタンダードとなる始良Tnテフラ(AT；町田・新井，2003)の火山ガラスを分析し，系統誤差がないことを確認した。なお，本報告で示した主成分化学組成は，無水で100%換算した値である。

mm2006-5に含まれる火山ガラスは，バブルウォール型の形状を有し，SiO<sub>2</sub>含有量が74.1～74.5wt%，K<sub>2</sub>O含有量が2.6～2.8wt%を示す。これらの特徴から，鬼界アカホヤテフラ(町田・新井，2003)起源の火山ガラスに対比される。mm2101-5に含まれる火山ガラスは，主に軽石型の形状を有し，SiO<sub>2</sub>含有量が少ない(72.9～73.2 wt%)のに対して，K<sub>2</sub>O含有量が特に多い(K<sub>2</sub>O：3.9～4.1 wt%)ことで特徴付けられる。しかし，現時点对比可能な広域テフラを富士山周辺では確認できていない。mm2101-6に含まれる火山ガラスは，主に軽石型の形状を有し，SiO<sub>2</sub>含有量が76.3～77.3 wt%，K<sub>2</sub>O含有量が2.4～2.6 wt%，FeO\*含有量が1.5～1.9 wt%を有することで特徴付けられる。

mm2101-6で検出された火山ガラスの起源について，群馬県高崎市中室田町荒神(北緯36.3957°，東経138.8558°)で採取した浅間板鼻黄色テフラ(As-YP；新井，1962)の軽石層を直接覆う火山灰層中の火山ガラスと比較した。分析試料は東京都立大学都市環境学部の鈴木毅彦教授が採取したものである。主成分化学分析の結果，化学組成のばらつき範囲内でmm2101-6と重なることから(第7図)，関東地方南部に分布し，この火山灰層に対比される立川ローム上部ガラス質火山灰(UG；山崎，1978)と考えられる。この根拠として，本論文と同じ富



第7図 火山ガラスのSiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O図とFeO-CaO図  
UGは立川ローム上部ガラス質火山灰

Fig. 7 Diagrams of SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O and FeO-CaO for the volcanic glass shards.  
UG is the Tachikawa Upper Glassy Ash

士山麓に位置する大鹿窪遺跡(静岡県富士宮市)の発掘調査においても、同様に、富士黒土層下位の古期富士テフラが挟在する火山灰土から、Loc.2で検出された火山ガラスに類似し、UGに対比される火山ガラスが検出されていることがあげられる(小林ほか, 2022)。

### 5. 放射性炭素年代測定結果

御殿場岩屑なだれ堆積物中の木片(OYM201, OYM201b), S-13降下火砕物直下の黒色土壌(OYM202), 富士黒土層基底部の黒色土壌(OYM203), 馬伏川岩屑なだれ堆積物中の木片(OYM205)を対象に放射性炭素年代測定を実施した。木片は蒸留水で洗浄後、乾燥したものを測年試料としている。土壌試料は乾燥・粉碎後、スコリア粒子をなるべく含まない有機物を含む土を手選別し、測年試料とした。年代測定は、(株)加速器分析研究所に依頼した。依頼先では、木片試料に対して酸-アルカリ-酸処理(AAA: Acid Alkali Acid; Table 1)を行ったのち、超純水で中性になるまで希釈され、乾燥された。土壌試料に対しては、試料をすりつぶした後、酸処理(HCl; 第1表)を行ったのち、超純水で中性になるまで希釈され、乾燥された。前処理

された試料はどちらも燃焼され、発生した二酸化炭素からグラファイトが生成され、これが分析された。年代測定では、加速器をベースとした<sup>14</sup>C-AMS専用装置(NEC社製)が使用されている。また、測定では米国国立標準局(NIST)から提供されたシュウ酸(HOx II)を標準試料に用いており、この標準試料とバックグラウンド試料の測定も同時に実施されている。

OYM201からは2,490 ± 20 BP, OYM201bからは2,510 ± 20 BP, OYM202からは2,860 ± 30 BP, OYM203からは8,520 ± 30 BP, OYM205からは16,270 ± 50 BPの<sup>14</sup>C年代が得られた(第1表)。測定結果を暦年代に較正するとOYM201は772 cal BC ~ 539 cal BC (2σ), OYM201bは779 ~ 726 cal BC, 701 ~ 662 cal BC, 651 ~ 544 cal BC (2σ), OYM202は1,113 cal BC ~ 931 cal BC (2σ), OYM203は7,593 cal BC ~ 7,531 cal BC (2σ), OYM205は17,889 cal BC ~ 17,559 cal BC (2σ)となる(第2表)。なお、暦年較正年代の計算には、IntCal13データベース(Reimer *et al.*, 2013)を用い、OxCalv4.2較正プログラム(Bronk Ramsey, 2009)が使用されている。

OYM201とOYM201bは同じ樹幹の外側部分であり、両者のほぼ同じ<sup>14</sup>C年代は測年結果の妥当性を示してい



第1表 <sup>14</sup>C年代測定の結果

IAAA IDは(株)加速器研究所での測定番号。pMCは、標準現代炭素に対する<sup>14</sup>C濃度の割合。

Table 1 Results of <sup>14</sup>C dating. IAAA ID = Measurement number for the Institute of Accelerator Analysis Ltd.; pMC = percentage of <sup>14</sup>C for the standard modern carbon.

Sample	IAAA ID	Loc.	Material	Chemical pretreatment	δ <sup>13</sup> C (permil)	Converted <sup>14</sup> C age (BP)	Converted pMC (%)
OYM201	200783	1	Wood	AAA	-27.21 ± 0.21	2,490 ± 20	73.35 ± 0.22
OYM201b	211871	1	Wood	AAA	-29.25 ± 0.26	2,510 ± 20	73.45 ± 0.22
OYM202	200784	2	Soil	HCl	-14.52 ± 0.22	2,860 ± 30	70.07 ± 0.22
OYM203	200785	2	Soil	HCl	-15.56 ± 0.22	8,520 ± 30	34.61 ± 0.14
OYM205	211872	3	Wood	AAA	-27.54 ± 0.22	16,270 ± 50	13.19 ± 0.09

IAAA ID = Measurement number for the Institute of Accelerator Analysis Ltd.

AAA = Acid Alkali Acid pretreatment; HCl = Acid pretreatment; pMC = percent Modern Carbon

第2表 <sup>14</sup>C年代値の暦年較正結果

較正にはIntCal13 (Reimer *et al.*, 2013) とOxCalv4.2 プログラム (Bronk Ramsey, 2009) が用いられた。

Table 2 Calendar ages for the <sup>14</sup>C dating. The ages are calibrated by IntCal13 database (Reimer *et al.*, 2013) and OxCalv4.2 program (Bronk Ramsey, 2009).

Sample	IAAA ID	Radiocarbon determination	Calendar age (1σ)	Calendar age (2σ)
OYM201	200783	2,489 ± 24 BP	757 cal BC—736 cal BC (9.9 %) 695 cal BC—679 cal BC (7.5 %) 671 cal BC—664 cal BC (3.3 %) 649 cal BC—604 cal BC (21.9 %) 598 cal BC—547 cal BC (25.6 %)	772 cal BC—539 cal BC (95.4 %)
OYM201b	211871	2,512 ± 24 BP	771 cal BC—749 cal BC (14.3 %) 686 cal BC—666 cal BC (13.1 %) 640 cal BC—570 cal BC (40.9 %)	779 cal BC—726 cal BC (22.0 %) 701 cal BC—662 cal BC (18.4 %) 651 cal BC—544 cal BC (55.0 %)
OYM202	200784	2,856 ± 25 BP	1,055 cal BC—978 cal BC (60.8 %) 951 cal BC—939 cal BC (7.4 %)	1,113 cal BC—931 cal BC (95.4 %)
OYM203	200785	8,522 ± 32 BP	7,588 cal BC—7,574 cal BC (28.8 %) 7,563 cal BC—7,542 cal BC (39.4 %)	7,593 cal BC—7,531 cal BC (95.4 %)
OYM205	211872	16,271 ± 52 BP	1,7853 cal BC—1,7770 cal BC (24.8 %) 1,7984 cal BC—1,7583 cal BC (43.5 %)	1,7889 cal BC—1,7559 cal BC (95.4 %)

る。また、今回の5つの<sup>14</sup>C年代は、いずれも第3図の層序関係と矛盾していない。東山麓の富士黒土層基底部からはこれまでに8,600～8,780 BPの<sup>14</sup>C年代(FJM330, FJM431; 山元ほか, 2005)を得ており、今回のOYM203測年結果と概ね重なっている。また、この基底部の年代は、その上位から鬼界アカホヤテフラ(mm2006-5)が検出されたこととも矛盾しない。

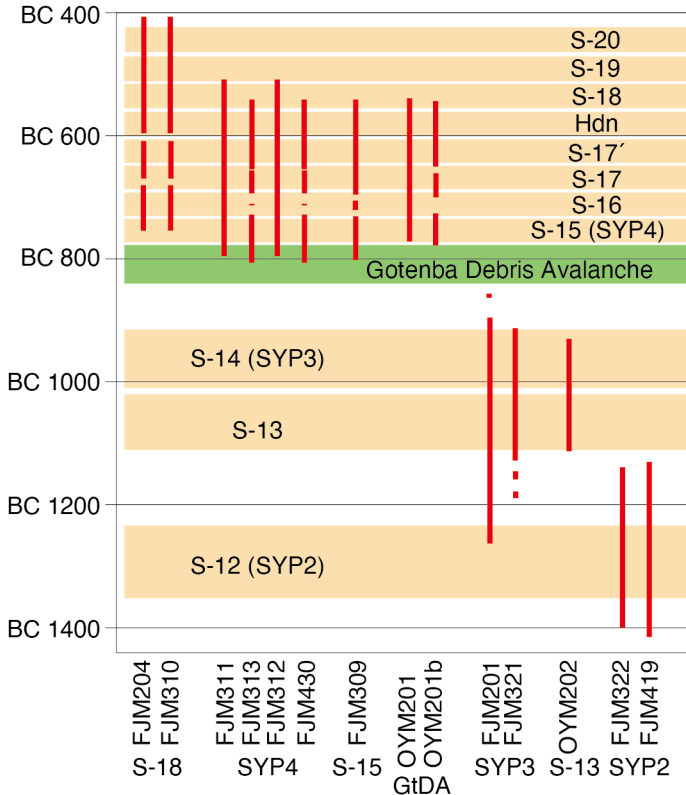
## 6. 考察

### 6.1 御殿場岩屑なだれの発生年代

宮地ほか(2004)は、Loc. 1近くの御殿場岩屑なだれ堆積物中の未炭化木片から2,775 ± 45 BPの<sup>14</sup>C年代を報告し、その暦年較正結果から堆積物の形成年代を900 cal BC頃と結論付けていた。また、Loc. 2とほぼ同じ国道246号線沿いの本堆積物を泥流堆積物と考え、含まれる未炭化木片の<sup>14</sup>C年代として2,580 ± 65 BP (δ<sup>13</sup>C未補正)を示し、岩屑なだれと泥流の発生に200～300年の時間

差があるものとした。しかし、第4図に示したようにLoc. 1で泥流的な岩相と典型的な岩屑なだれ堆積物は漸移することから、時期の異なる2つのイベントがあったとは考えがたい。Loc. 2の本堆積物も、堆積形態から泥流ではなく、岩屑なだれと判断される。山元ほか(2005)が第4図で示したように、岩屑なだれ堆積物は地表にあった土壌等の様々な物質を流走途中で取り込んでいる。宮地ほか(2004)の2,775 ± 45 BPは、御殿場岩屑なだれ堆積物のOYM201a・OYM201bの2,500 BP頃の<sup>14</sup>C年代よりも有意に古く、下位層からの取り込み物の年代を示している可能性が強い。

山元ほか(2020b)は、スコリアの化学組成からS-14降下火砕物を西山腹のSYP3火砕流堆積物(Yamamoto *et al.*, 2005)、S-15降下火砕物を北西山腹の八軒溶岩流(高田ほか, 2016)に対比している。SYP3火砕流堆積物からは2,860 ± 40 BP (FJM321)と2,880 ± 70 BP (FJM202)、八軒溶岩流からは2,540 ± 40 BP (FJM309)、八軒溶岩流



第8図 富士火山噴出物<sup>14</sup>C年代値の暦年分布  
赤太線は測定値の2σ暦年範囲を示す。OYM試料は本報告、FJM試料は山元ほか(2005)、高田ほか(2016)。ページ色の横棒は富士火山火砕物の相対的な年代層序的位置を示している。横棒の幅は目安であり、特に意味はない。御殿場岩屑なだれ(緑色横棒)とS-18降下火砕物の暦年代は重複範囲が大きい、両者の間には5層の独立した火砕物が確認されている(山元ほか, 2020b)。

Fig. 8 Distribution of the calendar ages for the <sup>14</sup>C dating from the products of Fuji Volcano.  
Red solid lines show the range of 2σ ages for the dated samples. OYM samples = this study, FJM samples = Yamamoto *et al.* (2005); Takada *et al.* (2016). The beige horizontal bars indicate the relative chronostratigraphic position of the pyroclastic deposits of Fuji Volcano. The width of the horizontal bar is for reference only and has no particular meaning. The Gotenba Debris Avalanche (the green bar) and S-18 Pyroclastic Fall Deposit have a large overlap in chronology, but five independent pyroclastic units have been identified between them (Yamamoto *et al.*, 2020b).

とほぼ同じ層準のSYP4火砕流堆積物からは $2,510 \pm 40$  BP (FJM311)・ $2,510 \pm 40$  BP (FJM312)・ $2,550 \pm 40$  BP (FJM313)・ $2,550 \pm 40$  BP (FJM430)の<sup>14</sup>C年代が得られており (Fig. 8; 山元ほか, 2005), これらが御殿場岩屑なだれの発生時期を拘束しよう。下位にあるS-14火砕物は、上記の<sup>14</sup>C年代の暦年較正值からほぼ1,000 cal BCとされていたが(山元ほか, 2020b), 本報のS-13火砕物直下の土壌OYM202の年代測定結果もこれと矛盾しない(第8図)。一方で、暦年較正で注意しなければならないのは2,500 BP頃を示す<sup>14</sup>C年代で、この時期は暦年較正グラフの傾きが水平に近くなり、較正された暦年範囲が800～500 cal BCとかなり広がる(Reimer *et al.*, 2013)。しかしながら、宮地(1988)は、相対的な層序関係から、御殿場岩屑なだれ発生は「S-14の噴出後、短時間(恐らく100年以内)」としており、その発生暦年が800 cal BCよりも大きく若くなることはないであろう。また、上位にあるS-18降下火砕物はFJM204, FJM310, FJM332の<sup>14</sup>C年代暦年較正值や層序関係から550 cal BCと判断されている(山元ほか, 2005; 高田ほか, 2016)。御殿場岩屑なだれ堆積物との間には下位からS-15・S-16・S-17・S-17'・白山岳西(Hdn)降下火砕物があり、各火砕物は休止を示す明瞭な土壌層で隔てられている(山元ほか, 2020b)。御殿場岩屑なだれ堆積物の暦年をOYM201a・OYM201b下限一杯の800 cal BC頃としてほぼ等間隔で割り振ると、各降下火砕物の相対的な層序年代はそれぞれ760, 720, 680,

630, 590 cal BC頃となる(第8図)。これらの年代観は、山元ほか(2020b)が宮地ほか(2004)に従い御殿場岩屑なだれ堆積物を900 cal BC頃として示したものよりも若干若くなる。

## 6.2 馬伏川岩屑なだれの発生年代

本堆積物の木片から得られたOYM205の $16,270 \pm 50$  BPは、関東ローム研究グループ(1964)が直上にある泥炭層中の木片から得た $16,500 \pm 400$  BP ( $\delta^{13}\text{C}$ 未補正)の<sup>14</sup>C年代と良く一致している。また、その暦年較正年代は、ほぼ18,000 cal BCで(第2表)、これが馬伏川岩屑なだれの発生時期を示すと考えられる。一方、本堆積物を覆う火山灰土中から検出したUGについては、約12 kaの年代観が考えられていた(山崎, 1978)。ただし、これはUGの下位にあるATの年代を21.5 kaと仮定して層序学的に求められたものであり、当然ながら見直しが必要である。水月湖コア中のATの降下年代は、ほぼ30 kaである(Smith *et al.*, 2013)。栃木県から茨城県で厚さ数cmの土壌化風成層を挟んでUGに対比されるAs-YP上位の日光今市テフラ(Nt-I; 阿久津, 1995; 山元, 2013; 2021)直下の泥炭からは $14,935 \sim 14,770$  cal BCの14C暦年較正年代が報告されており(中村ほか, 2011), UGの噴火年代は山崎の年代観よりも古く、馬伏川岩屑なだれの発生時期に近いものと判断されよう。

山元ほか(2007)、高田ほか(2016)は、15,000 cal BC頃



から始まる山麓部の大規模な溶岩流出を境に下位を星山期，上位を富士宮期と定義している。今回のOYM205の年代測定結果は，馬伏川岩屑なだれが星山期の末期に発生したとする高田ほか(2016)の層序を，再確認するものとなった。また，OYM205の年代は，南西山麓の田貫湖岩屑なだれの発生時期(18,000 cal BC頃)にかなり近い。この年代は直下の土流堆積物中の木片から推定されているもので，東と南西に離れた両岩屑なだれの時期関係を決めるためには，田貫湖岩屑なだれ堆積物そのものから測年試料を今後発見する必要がある。

## 7. まとめ

富士火山東山麓で新たに採取された試料の<sup>14</sup>C年代測定結果や外来テフラの対比結果から，御殿場岩屑なだれの発生年代は800 cal BC頃，馬伏川岩屑なだれの発生時期は18,000 cal BC頃となった。

**謝辞：**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。国道246号線改修工事現場の調査時には，国土交通省中部地方整備局沼津河川国道事務所御殿場国道維持出張所の，丸山保昭出張所長，高岡紗恵管理第二係長に便宜を図って頂いた。火山ガラスの主成分分析は，東京都立大学火山島嶼火山・都市災害研究センター(当時)の村田昌則博士が行った。厚く御礼申し上げます。

## 文 献

阿久津 純(1955)宇都宮周辺の関東火山灰層と河岸段丘。宇都宮大学学芸学部研究論集，no.4，33-46。  
 新井房夫(1962)関東盆地北西部地域の第四紀編年。群馬大学紀要自然科学編，no.10，1-79。  
 Bronk Ramsey, C. (2009) Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, **51**, 337-360。  
 Campbell, C.S., Cleary, P.W. and Hopkins, M. (1995) Large-scale landslide simulations: global deformation, velocities and basal friction. *Journal of Geophysical Research B: Solid Earth*, **100** (B5), 8267-8283. doi:10.1029/94jb00937  
 Glicken, H. (1996) Rockslide-debris avalanche of May 18, 1980, Mount St. Helens Volcano, Washinton. *USGS Open-file Report 96-677*, 90p。  
 関東ローマ研究グループ(1964)御殿場市蓮花寺付近の泥流および礫層の絶対年代—日本の第四紀層の<sup>14</sup>C年代 V—。地球科学，no.71，36-37。  
 小林 淳・村田昌則・鈴木毅彦(2022)第6節 大鹿窪遺跡で確認した富士火山起源のスコリア層と広域テフラ層序，第4章 自然科学的分析。史跡大鹿窪遺跡報告書—史跡整備事業に伴う再発掘調査—，富士宮市，83-88。  
 町田 洋(1964) Tephrochronologyによる富士火山とそ

の周辺地域の発達史：第四紀末期について(その1)。地学雑誌，**73**，293-308，337-350。  
 町田 洋(1977)火山灰は語る。蒼樹書房，東京，342p。  
 町田 洋・新井房夫(2003)新編火山灰アトラス—日本列島とその周辺。東京大学出版会，336p。  
 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・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。  
 中村洋一・松居誠一郎・布川嘉英(2011)男体今市(Nt-I)および男体七本桜(Nt-S)の噴出年代。日本火山学会講演予稿集2011年秋季大会，73-73。  
 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., Haffidason, 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. W., 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。  
 Romero, J. E., Polacci, M., Watt, S., Kitamura, S., Tormey, D., Sielfeld, G., Arzilli, F., La Spina, G., Franco, L., Burton, M. and Polanco, E. (2021) Volcanic lateral collapse processes in mafic arc edifices: a review of their driving processes, types and consequences. *Frontiers in Earth Science*, **9**. doi:10.3389/feart.2021.639825  
 Smith, V.C., Staff, R.A., Blockley, S.P.E., Bronk Ramsey, C., Nakagawa, T., Mark, D.F., Takemura, K. and Danhara, T. (2013) Identification and correlation of visible tephra in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: chronostratigraphic markers for synchronising of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150 ka. *Quaternary Science Review*, **67**, 121-137。  
 Suzuki, T., Kasahara, A., Nishizawa, F. and Saito, H. (2014) Chemical characterization of volcanic glass shards by energy dispersive X-Ray spectrometry with EDAX Genesis APEX2 and JEOL JSM-6390. *Geographical Report, Tokyo Metropolitan University*, **49**, 1-12。  
 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。  
 山元孝広(2013)栃木-茨城地域における過去約30万年間のテフラの再記載と定量化。地質調査研究報告，**64**，251-304。  
 山元孝広(2021)那須火山群・高原火山・日光火山群周辺の中期～後期更新世テフラ層序と火山ガラスの主成分化学組成。地質調査総合センター研究資料集，no.712。産総研地質調査総合センター。

- 山元孝広(2022)富士火山の完新世テフラ層序.地質調査総合センター研究資料集, no.732. 産総研地質調査総合センター.
- 山元孝広・高田 亮・下川浩一(2002)富士火山の岩屑なだれ. 月刊地球, **24**, 640–644.
- 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. *Bulletin of Volcanology*, **67**, 622–633. doi:10.1007/s00445-004-0398-y
- 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.
- Yamamoto, T. and Nakada, S. (2015) Extreme Volcanic Risks 2: Mount Fuji. In P. Papale (Ed.), *Volcanic Hazards, Risks, and Disasters*. Elsevier, Amsterdam, 355–376. doi:10.1016/B978-0-12-396453-3.00014-9
- 山元孝広・石塚吉浩・下司信夫(2020a)富士山東方で1.1ka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・中野 俊・石塚吉浩・高田 亮(2020b)新期富士火山降下火砕物の再記載と噴出量の見積もり. 地質調査研究報告, **71**, 517–580.
- 山梨県[防災局危機管理課](2021)富士山ハザードマップ. <https://www.pref.yamanashi.jp/kazan/hazardmap.html> (閲覧日：2022年12月12日)
- 山崎晴雄(1978)立川断層とその第四紀後期の運動. 第四紀研究, **16**, 231–246.
- ( 受 付：2022年5月10日； 受 理：2023年4月18日 )