ボアホール型火山観測施設整備における調査孔掘削の意義

Significance of Trial Boring at Borehole-Type Volcano Observation Station

齋藤公一滝¹,本多誠一郎²,宮村淳一³,小久保一哉⁴,斎藤誠² Koichiro SAITO¹, Seiichiro HONDA², Jun'ichi MIYAMURA³, Kazuya KOKUBO⁴ and Makoto SAITO²

(Received March 21, 2012: Accepted September 11, 2012)

ABSTRACT: The Japan Meteorological Agency installed 47 borehole-type volcano observation stations with seismometers and tiltmeters on 42 active volcanoes in 2009–2010 for enhancement of volcano monitoring systems. Before drilling of the observation boreholes, trial boring is performed to gain information on the geology and physical properties of the ground. In the trial boring, drilling cores are sampled and logging data (temperature, elastic wave velocity and apparent resistivity) are obtained. Those data are referred to for the determination of the installation depth at each site. The Group for Drilling Core Analysis of the Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruptions, conducted geological analysis of the sample cores, and the results will contribute to the progress of volcanological studies and the advancement of mitigation measures against volcanic hazards.

1 はじめに

気象庁では、火山噴火予知連絡会火山活動評価検 討会が、さらに火山防災対策の充実を図るため中長 期的な噴火の可能性を評価して監視・観測体制の充 実等が必要な全国47火山を選定(火山噴火予知連絡 会火山活動評価検討会、2009)したことを受け、平 成21年度補正予算によりこれらの火山に多項目の 火山観測施設を整備した(気象庁地震火山部火山課、 投稿中). 選定された47火山のうち、地熱や急峻な 地形、地滑り等の影響が大きい5火山の合計5地点 を除く、全国42火山の合計47地点(表1)に標準 深度100mのボアホール型地震計・傾斜計(センサ ー)を設置することとした.

ボアホール型火山観測施設の整備にあたっては, センサーを設置する孔底付近のボーリングコア採取 や物理検層を行い,センサーを設置する深度(以下 「機器設置深度」)の地質や物性を事前に把握してお くことが多く、気象庁においても平成12年度の伊豆 東部火山群大崎観測点等の施工時には、孔底付近の コア採取や全深度にわたる地震波速度検層が実施さ れた.

平成 21 年度補正予算によるボアホール型火山観 測施設の整備では、センサーを設置するための観測 孔の掘削に先立ち、調査孔掘削による全深度のボー リングコア採取及び調査孔を使用した物理検層を実 施した.調査孔掘削により得られたデータは、機器 設置深度を決定するための検討資料として利用した. 併せて、採取したコアは、火山噴火予知連絡会コア 解析グループにより解析され、噴火史をより詳細に 解明する上で重要な知見が報告された.

近年,基礎調査研究で有用性が認められていなが ら,整備が一部の火山に限られていたボアホール型

¹ 地震火山部火山課, Volcanological Division, Seismological and Volcanological Department 現所属:予報部予報課, Forecast Division, Forecast Department

² 地震火山部火山課, Volcanological Division, Seismological and Volcanological Department

現所属:地震火山部管理課, Administration Division, Seismological and Volcanological Department

³ 地震火山部火山課, Volcanological Division, Seismological and Volcanological Department

現所属: 札幌管区気象台地震火山課, Seismological and Volcanological Division, Sapporo District Meteorological Observatory ⁴ 地震火山部火山課, Volcanological Division, Seismological and Volcanological Department

現所属: 気象研究所地震火山研究部, Seismological and Volcanological Research Department, Meteorological Research Institute

表1 ボアホール型地震計・傾斜計を設置した47地点の位置,調査孔掘削の深度及び機器設置深度. 調査孔掘削の深度及び機器設置深度は、地表面からの深度である.機器設置深度は、地震計・傾斜計を格納 した耐圧容器下端の深度を掲載した.

#	観測点名称		A.観測点位置(掘	削地点)		B.調查孔掘削	C.機器設置深度
		(略号)	緯度	経度	標高	の深度	
01	アトサヌプリ跡佐登	Ats	N 43° 37' 06.4"	E 144° 27' 00.6	" 156.4 m	155.3 m × 1	154.0 m
02	雌阿寒岳飽別川上流	Mkn	N 43° 21' 05.9"	E 144° 02' 41.2	" 790.4 m	100.0 m	97.6 m
03	十勝岳望岳台	Tkc-b	N 43° 26' 55.3"	E 142° 39' 00.5	" 919.2 m	101.0 m	97.6 m
04	十勝岳翁温泉	Tkc-o	N 43° 25' 10.5"	E 142° 37' 49.8	" 1001.0 m	100.5 m	97.6 m
05	樽前山南西山麓	Trm	N 42° 40' 15.4"	E 141° 20' 03.8	" 495.7 m	101.0 m	97.6 m
06	俱多楽上登別温泉	Ktr	N 42° 29' 29.9"	E 141° 07' 40.9	" 327.3 m	105.0 m	98.6 m
07	有珠山昭和新山南麓	Usu	N 42° 32' 12.0"	E 140° 52' 17.6	" 49.9 m	101.0 m	97.6 m
08	北海道駒ヶ岳梨の木沢	Hkk	N 42° 06' 33.1"	E 140° 40' 53.3	" 121.8 m	101.0 m	99.6 m
09	恵山柏野	Esn	N 41° 47' 23.8"	E 141° 08' 59.4	" 41.0 m	100.7 m	98.6 m
10	岩木山松代町白沢	Iwk	N 40° 40' 07.0"	E 140° 14' 08.1	" 364.3 m	100.8 m	97.6 m
11	秋田焼山ぶな沢	Aky	N 39° 56' 42.9"	E 140° 43' 10.0	" 737.7 m	100.5 m	100.6 m
12	岩手山馬返し	Iwt	N 39° 49' 56.1"	E 141° 02' 27.0	" 608.2 m	100.4 m	88.0 m
13	秋田駒ケ岳八合目駐車場	Akk	N 39° 46' 04.5"	E 140° 48' 24.5	" 1303.7 m	100.0 m	99.6 m
14	鳥海山観音森	Cki	N 39° 07' 44.7"	E 139° 56' 21.6	" 334.6 m	101.1 m	97.6 m
15	栗駒山沼倉耕英	Krk	N 38° 56' 27.1"	E 140° 49' 05.0	" 839.9 m	100.6 m	97.0 m
16	蔵王山坊平	Zou	N 38° 07' 19.5"	E 140° 23' 41.2	" 1012.2 m	100.5 m	99.8 m
17	吾妻山浄土平	Azm	N 37° 43' 27.4"	E 140° 15' 21.6	" 1583.7 m	100.5 m	97.6 m
18	安達太良山沼尻山甲	Adt	N 37° 37' 17.5"	E 140° 13' 41.0	" 890.3 m	100.5 m	98.6 m
19	磐梯山裏磐梯高原	Bnd	N 37° 38' 00.5"	E 140° 04' 12.1	" 902.1 m	100.6 m	97.6 m
20	那須岳板室沼ツ原	Nsd	N 37° 06' 24.8"	E 139° 55' 53.2	" 1269.5 m	100.7 m	97.6 m
21	日光白根山湯元五色沢	Nks	N 36° 48' 13.2"	E 139° 24' 27.3	" 1642.9 m	100.6 m	70.6 m
22	草津白根山青葉山西	Kts	N 36° 38' 05.0"	E 138° 33' 19.0	" 1776.1 m	100.3 m	95.0 m
23	浅間山塩野山	Asm	N 36° 22' 18.5"	E 138° 30' 19.8	" 1481.4 m	201.0 m * 2	192.5 m
24	新潟焼山大平カラサワ	Ngy	N 36° 57' 21.0"	E 138° 02' 17.3	" 1146.6 m	100.0 m	100.3 m
25	焼岳奥飛騨中尾	Ykd	N 36° 15' 28.2"	E 137° 34' 26.7	" 1150.5 m	150.0 m	73.6 m
26	乗鞍岳安曇野三本滝	Nrk	N 36° 06' 51.2"	E 137° 35' 48.3	" 1804.4 m	101.2 m	100.6 m
27	御嶽山田の原	Ont	N 35° 52' 23.5"	E 137° 30' 12.6	" 2195.6 m	101.1 m	97.6 m
28	富士山太郎坊	Fjs	N 35° 19' 59.2"	E 138° 48' 17.0	" 1284.3 m	100.0 m	61.0 m
29	箱根山二ノ平	Hkn	N 35° 14' 45.7"	E 139° 03' 00.7	" 549.3 m	100.6 m	97.6 m
30	伊豆東部火山群松原猪山	Izt	N 34° 58' 17.0"	E 139° 05' 02.7	" 86.5 m	100.7 m	98.9 m
31	伊豆大島北の山	Izo-k	N 34° 46' 42.7"	E 139° 21' 39.7	" 41.2 m	100.7 m	91.6 m
32	伊豆大島泉津伊東無	Izo-s	N 34° 46' 29.0"	E 139° 24' 38.3	" 231.3 m	100.0 m	61.1 m
33	伊豆大島二子山北西	Izo-f	N 34° 42' 55.5"	E 139° 24' 43.7	" 602.4 m	100.7 m	92.0 m
34	新島瀬戸山南	Nij	N 34° 21' 45.8"	E 139° 14' 55.2	" 41.2 m	101.0 m	97.6 m
35	神津島天上山西	Kuz	N 34° 13' 14.1"	E 139° 08' 54.4	" 372.2 m	100.6 m	96.6 m
36	三宅島雄山南西	Myk	N 34° 04' 22.7"	E 139° 30' 51.8	" 471.6 m	101.2 m	99.5 m
37	八丈島西山南東山麓	Hcj	N 33° 07' 19.4"	E 139° 46' 46.2	" 151.1 m	51.0 m	48.0 m
38	青ヶ島松山ヶ平	Aog	N 32° 28' 01.4"	E 139° 45' 38.6	" 273.0 m	100.4 m	81.5 m
39	九重山星生山北山腹	Kju	N 33° 06' 12.1"	E 131° 13' 47.0	" 1281.9 m	100.1 m	97.6 m
40	阿蘇山古坊中	Aso	N 32° 52' 49.6"	E 131° 04' 23.9	" 1142.6 m	100.0 m	90.0 m
41	雲仙岳国見岳北山腹	Unz	N 32° 46' 18.4"	E 130° 17' 18.8	" <u>8</u> 33.6 m	125.9 m	123.5 m
42	霧島山高千穂河原	Krs	N 31° 53' 11.4"	E 130° 53' 48.9	" 972.2 m	101.0 m	97.6 m
43	桜島黒神瀬戸	Skr-k	N 31° 34' 13.7"	E 130° 42' 27.1	" 50.3 m	100.0 m	97.6 m
44	桜島横山	Skr-y	N 31° 35' 27.9"	E 130° 36' 43.1	" 40.5 m	100.6 m	84.5 m
45	桜島二俣あみだ川	Skr-f	N 31° 36' 16.7"	E 130° 39' 53.8	" 399.5 m	100.6 m	100.6 m
46	口永良部島新岳北東山麓	Kce	N 30° 27' 39.8"	E 130° 13' 53.5	" 232.0 m	100.2 m	97.6 m
47	諏訪之瀬島ナベタオ	Sws	N 29° 37' 31.8"	E 129° 42' 05.8	" 313.2 m	100.0 m	93.6 m

※1 GL-101.0~150.0mは,ボーリングコアを採取していない.
 ※2 GL-100.4~170.0mは,ボーリングコアを採取していない.

観測点(山里,2005)を,全国47地点に展開できた という点において,今般の整備の意義は大きい.な かでも本稿では,機器設置深度の決定及びコア解析 による噴火史の解明に対して重要な役割を果たした 「調査孔掘削」に着目し,その概要及び結果のまと

めを通して,ボアホール型火山観測施設整備におけ る調査孔掘削の意義について述べる.

2 調査孔掘削の概要

調査孔掘削は、ボアホール型地震計・傾斜計を設 置する観測孔の掘削の予察のために実施する掘削で あり、①具体的な機器設置深度を検討・決定するた めに整備地点地下の地質及び物性に関するデータを 得ることを主目的に実施した.また、②採取したボ ーリングコアを火山噴火史のより詳細な解明のため の解析に用いることとした.

47 地点の機器設置深度の当初計画は,標準100m (焼岳では150m,八丈島では50m;理由は4.2節 に記述)であり,計画深度まで「ボーリングコア採 取」と「調査孔を用いた3種類の物理検層」を行った.

調査孔掘削を含むボアホール型火山観測施設の製 作(火山総合観測装置(地中部):図1)は、応用地 質株式会社(以下「応用地質」)が請負った.また、 以下に述べるコア採取及び物理検層の方法等のまと めにあたっては、「火山総合観測装置(地中部)の製 作・観測孔掘削及び埋設等工事報告書」(応用地質,2010) 及び「地盤調査の方法と解説」(地盤工学会編,2004) を参照した.

2.1 ボーリングコア採取

ボーリングコアとは、ボーリング機材を用いた掘 削で採取する円柱形の地質試料である.地下から直 接採取するため、機器設置深度を模索する際の検討 材料となる地質状況や地盤工学的特徴を詳細に把握 できるとともに、地質調査(コア解析)の対象とな る.

コアは,次の考え方に基づき,計画深度まで全深 度にわたって採取することとした(これを「オール コア採取」という).

良好な観測データを得るためには、機器設置深度の周辺は、緻密な溶岩あるいは固結した堆積
 岩が望ましく、未固結の火砕物の層への機器設



図 1 ボアホール型地震計・傾斜計(火山総合観測装置)の施工過程.

灰色塗りの部分は、本稿の報告対象である.図中12"CPは、12インチケーシングパイプを意味する.

置は可能な限り避けたい.しかし,火山地域は 溶岩や火砕物の互層による複雑な地下構造を有 しており,地質図による地表面付近の情報等か ら,地下の地質及び物性の分布を精度よく予想 することが困難である.つまり,深度の少しの 違いで地質や物性の状況が著しく異なる場合が あるため,最適な設置深度を模索するためのコ アの調査は必須である.この観点からは,計画 深度(標準100m)までの中で,より深い部分 のコアほど重要である.

今回、コアは噴火史のより詳細な解明のための
 研究に資する試料との位置付けである.このた



図2スリーブ内蔵二重管サンプラーによるボーリングコアの採取.
 (a)調査孔掘削の模式図.地盤工学会編(2004)をもとに作成.(b)サンプラー先端部の写真.※はサンプラー先端部を分解するための工具.
 (c)コア箱に収納されたボーリングコアの例(写真).(d)コア箱上面の例.

め、地表付近の堆積物も重要な試料となること から、全深度のコア採取が必要である.

コア採取には、主としてロータリー式スリーブ内 蔵二重管サンプラーを用いた(浅間山の深度170m 以深及び三宅島の一部の深度では、ワイヤーライン 工法*によるコア採取がなされた).二重管サンプラ ーは、外管を回転させることにより管の先端のビッ トが地層を削り取り,外管の回転が伝わらない構造 の内管の中にコア試料が収納されていくので(図 2(a)),回転による試料の損傷を防ぐことができる. また,掘削時にはビットの冷却と堀くずの回収のた め水を循環させるが,スリーブ内蔵タイプは,試料 がビニルスリーブ内に収納され(図2(b)),未固結の 試料も循環水に流されることなく回収できるよう工

^{*} ワイヤーライン工法では、サンプラーにはロッドに代わってワイヤーロープが取り付けられており、ワイヤーロープの巻き上げ・下ろし により高速でサンプラーを回収・投下することができる.このため、特に大深度の掘削によるコア採取の際に用いられることが多い.

夫されている.今回は,径 65~70mm(諏訪之瀬島 ナベタオでは径 150mm)のコアが採取できるサンプ ラーを使用し,コア回収率 100%を目指した.

地下に埋設管路などの存在が予想される一部の 地点では,機械掘削により破損するのを避けるため, 深度 2m までは手掘りとした.この手掘り部分につ いても,地質試料として丁寧にコア箱に収容した.

2.2 物理検層

(1) 温度検層

温度検層では、孔内の温度分布を把握し、センサ ーが正常に動作する温度範囲にあるか否かを確認し た.また、センサーが設置深度の温度条件で最適動 作するよう工場で行われた調整の際にも温度検層結 果を活用した.

温度検層は、孔内の温度(水温)を安定させるため、掘削や他の検層作業が終了してから原則 24 時間 以上経過した後に実施した.測定には、データ収録 装置及び温度検層プローブを使用した(図 3(a)).プ ローブの移動による孔内水撹乱の影響を最小限にす るため、プローブを降下させながら測定し、降下速 度は分速 2m 程度、データサンプリング間隔は 5cm もしくは 10cm とした.

(2) PS 検層

PS 検層は, 観測孔近傍の地層の弾性波(P 波及び S 波)速度分布を把握するための検層である. 各層 での固結の度合いを反映して速度が変化するので, コアと突き合わせて設置深度の模索のための資料と した. 併せて, 地震観測を行う上での基礎資料が得 られた.

PS 検層は、データ収録装置及びボアホールピック を使用し(図3(b))、ダウンホール法により原則深度 2m 毎に測定を実施した.起振方法は、P 波測定では 重錘落下法、S 波測定では板叩き法とし、起振位置 は調査孔から5~10m 程度離れた地表面とした.

得られた波形データから, P 波については初動時 刻を,S 波については同一位相をそれぞれ読み取り, 走時曲線を作成して,速度分布を算出した.

(3) 電気検層

電気検層は, 観測孔近傍の地層(孔壁)の見掛比 抵抗分布を把握するための検層であり, 孔内水が存



図3 物理検層の方法. (a)温度検層, (b) PS 検層, (c) 電気検層.

応用地質(2010)をもとに作成した模式図. 電気検層 を実施できるのは, 孔内水位がある深度のみ. 在する深度でのみ測定が可能である.比抵抗は,岩 石の種類により異なるが,それ以上に地層に含まれ る地下水の影響を強く受けるので,帯水層の概略状 況の把握に用いることができる.特に,傾斜計は地 下水変動の影響を受けやすいため,機器設置深度を 検討する際に帯水層を避けるための参考とした.

電気検層には、データ収録装置及びノルマルプロ ーブを使用した(図3(c)). プローブの電極間隔は、 25cm、50cm、100cmの3種類である. プローブを分 速3m程度で降下/上昇させながら、5cmもしくは 10cmの間隔で測定を行った.降下時のデータはレン ジ等の確認に使用し、上昇時のデータを測定結果と した.

電気検層(ノルマル法)では、ボーリング孔内の 電極Aと地表電極Bの間に電流 I[A]を流した時の、 孔内電極M(Mは電極間隔により $M_1 \sim M_3$ がある) の地表電極Nに対する電位差E[V]を測定し、次式 に従い比抵抗 $\rho_n[\Omega \cdot m]$ を求める.

 $ρ_a = 4πa \frac{E}{I}$ (*a* : 電極間隔[m])

この比抵抗 ρ_aは, 孔内電極周辺(半径 a の球全体) の地層の平均的な比抵抗であり, 電極間隔に依存す るため「見掛比抵抗」という. 電極間隔が大きいほ ど, 平均化される領域(半径 a の球)は外側に広が る. ただし, 見掛比抵抗は, 地層の特性を反映する とともに, 孔内水の影響も受けることに注意を要す る. 電極間隔 a の大きい測定値は, 孔内水の浸透が 少ないより外側の比抵抗に大きく依存するため, 地 層の比抵抗の評価に用いられる. 一方で, 電極間隔 a の小さい測定値は, 孔内水が浸透した範囲(孔壁 近傍)の比抵抗値に大きく依存するため, 地層境界 を分解能良く評価するために用いられる.

調査孔は、一連の物理検層を実施した後、底から セメントを立ち上げて充填した.これは、調査孔を セメントで充填せず調査孔の全部ないしは一部が地 下空洞として残った場合に、その部分が周囲から受 ける応力の変化により非弾性的な変動(押し出しや 割れなど)が生じることが予想され、観測孔に設置 する極めて高感度な傾斜計が影響を受ける可能性が 高く、この影響を避けるための処置である.

3 調査孔掘削の結果

3.1 ボーリングコア

調査孔掘削によるボーリングコア採取は,2009年 8月から2010年10月にかけて全国47地点で順次実施した.掘削作業中の孔内水位,湧水及び逸水,掘 進時間,コア採取状況等については,「作業日報」と して毎日報告を受けた.

計画深度までコアを全て採取すると、応用地質に よるコア観察・記載が行われ、ボーリング柱状図や コア写真を含む「地質調査報告書」が作成された. ボーリング柱状図には、岩種区分(溶岩、凝灰角礫 岩、火山砂等)、色調、5段階表示された硬軟・コア 形状・割れ目の状態・風化・変質に関する情報、そ の他コアの状態に関する記事、コア採取率、最大コ ア長、RQD(Rock Quality Designation; 1m 毎に算出 した、10cm 以上のコアが占める割合[%])及び作業 日報に記載された掘削の進捗状況や孔内水位に関す る情報等が、深度毎にまとめられている. コア写真 には、地点名及び深度を明記するとともに色見本も 添えられた.採取したコア及びコア箱の例を図 2(c)、 (d)に示す.

採取したコアの総延長は、4,793mに達した. コア は、応用地質によるコア観察・記載終了後、2010年 11月までに全て産業技術総合研究所(以下「産総研」) に搬入した.採取したコアの地質柱状図(火山噴火 予知連絡会コア解析グループ(後述)による一次記 載結果)の概要を図4に示す.

3.2 物理検層

調査孔を用いた物理検層は,2009年9月から2010 年10月にかけて実施した.物理検層結果は,温度分 布図(温度検層結果),P波及びS波の速度分布図(PS 検層結果)及び見掛比抵抗分布図(電気検層結果) をまとめた「検層試験成績書」の提出を受けた.各 種検層により得られた物性に関するデータの概要を 図5にまとめた.

機器設置深度の検討用として応用地質から速報 的に提出を受けた資料は,地質調査結果(柱状図及 びコア写真),物理検層結果(各分布図)及び機器設 置深度に関する提案(これらをまとめて,以下「深 度検討資料」)である.

最終的に,地質調査報告書及び検層試験成績書の





図 5 検層結果. (a)温度検層により求めた温度. (b) PS 検層により求めた弾性波速度 (P 波及び S 波). (c)電気 検層により求めた見掛比抵抗 (電極間隔 *a*=0.5m のデータを使用).

内容は,地点毎に作成された「火山総合観測装置(地 中部)の製作・観測孔掘削及び埋設等工事報告書」 としてまとめられた.

4 調査孔データの活用①:機器設置深度の決定4.1 機器設置深度決定のプロセス

機器設置深度の検討は,観測孔掘削を早期に実施 するため,応用地質から深度検討資料を受領すると 速やかに実施した.機器設置深度は、その観測施設 で将来にわたり生産されるデータの質を決定付ける. その検討にあたっては、深度検討資料に加えて、整 備の計画段階で考察したその観測点の位置づけや役 割、及び地点選定時に確認した地形や人為的条件な ど周囲状況の情報も判断材料になる.したがって、 それらを把握し、また当該観測施設のデータを利用 して火山監視を行う地震火山部火山課及び札幌・仙 台・福岡管区気象台の火山監視・情報センター並び に鹿児島地方気象台(以下「火山センター等」)が機 器設置深度検討の主体となった.

ここで、深度検討資料が調査孔ピンポイントの限 定的な情報であること、各資料が多様な特性を示す 場合が多いこと、また、どのような考え方を優先す るかによって応用地質から提案される機器設置深度 の候補が複数となる場合があることから、火山セン ター等は深度検討資料に基づいて原案を検討すると ともに、同じ資料を地震火山部火山課も共有して、 地点毎にテレビ会議システムを用いて考え方を確認 しながら機器設置深度を決定していった.火山セン ター等が原案を検討する際に、火山噴火予知連絡会 火山観測体制等に関する検討会の委員やコア解析グ ループの担当者の助言を得た地点もあった.

深度検討資料と観測施設で生産されるデータの質 を関連付けて最適深度を模索するための考え方は, 概念的には以下のように整理される. 【 】内には, 各項目を検討する上で参考とした資料を示した.

- ・ <u>深い(計画深度に近い)こと</u>:ボアホール型観 測機器の有利な点は、地表の人為あるいは自然 環境起因のノイズ源からセンサーを離して、地 下深部から伝わる観測対象である信号の品質を 改善できることである.したがって、事情の許 す範囲でより深いことが望ましい.
- 地下水の影響が懸念される層から離れていること
 と【電気検層結果,必要に応じて作業日報等】:

地下水流動は地中起源のノイズ源となりうるた め、帯水層から離れていることが望ましい.

 ・ <u>温度が 60℃以下であること【温度検層結果】</u>:
 、
 機器の温度に関する標準仕様が 60℃以下である
 ため. 60℃を超える場合には特別仕様の信号ケ
 ーブルが必要であった。

4.2 機器設置深度(検討結果)

(1) 各地点の機器設置深度

表1のC列に47地点の機器設置深度を示した. ここで「機器設置深度」と称するのは、地震計(速 度計3成分)と傾斜計(加速度計2成分)を収容す る耐圧容器(全長約2.7m)底面の深度である.な お、耐圧容器の底面に対して、約0.1m上位が傾斜 計の底面,約0.85m上位が地震計の底面の深度であ る.また、耐圧容器の底面は、耐圧容器が着座して いる台座上端の深度に相当する.さらに、台座の下 位には、貯泥管などのパーツがあり、耐圧容器の底 面に対して約2.4m下位が孔底となっている(図4).

決定された機器設置深度は、当初の掘削計画深度 (孔底深度)が100mであった45地点のうち35地 点で、当初計画に近い90m~100mへの設置となっ た.当初計画が100mであったが、結果的に70m程 度よりも浅い深度への設置となったのは、日光白根 山、富士山、伊豆大島泉津伊東無の3地点である. 日光白根山は、80m以深は地下水の影響が大きく、 地下水の影響を避けるための止水対策を施しながら 比較的条件のよい深度70.6mへの設置となった.富 士山は、複数の溶岩のうち、最も緻密で条件が良い と考えられる溶岩の最下部である深度61.0mへの設 置となった.伊豆大島泉津伊東無は、複数の溶岩層 のうち最も深く厚い溶岩層の条件の良いと考えられ る深度61.1mへの設置となった.

八丈島は、帯水層の影響を考慮し深度を 50mで計 画し、48.0mで決定した.一方、焼岳は、基盤岩深 度の予想から 150mで計画したが、約 59mで基盤岩 に達したこと、深度 150m付近が高温であったこと から、機器設置深度を温度 60℃以下で条件の良い 73.6mと決定した.

また,アトサヌプリ,浅間山及び雲仙岳では,計 画深度付近の地層が許容限度を超えて軟弱であった ため,掘り増しを行い,それぞれ 154.0m, 192.5m 及び 123.5mへの設置とした. (2) 機器設置深度及び全深度の物性の比較

①焼岳を除く 46 地点では,調査孔の温度は 38℃ 以下で,温度条件による機器設置深度の制約はなか った.焼岳においては,最深部で 98℃という高温が 計測されたため,60℃以下である深度区間内で設置 深度を選択した.結果的に,全ての地点で 60℃以下 という標準仕様を満たした(図 5(a),付表 1).

②硬度については、各整数深度(1m, 2m, …)の硬軟(A~Eの5段階, Aの方が硬い)をA=5, B=4, C=3, D=2, E=1と点数化した.機器設置深度付近までデータを取得できた 45 地点のうち 40 地点では,機器設置深度付近の平均点数は計画深度までの平均点数よりも高い, すなわち, より硬い地質であった(付表 1).

 ③RQD については,深度間隔 1m 毎(原則 0~1m, 1~2m, …)の値を整理した.機器設置深度付近ま でデータを取得できた 45 地点のうち 39 地点では, 機器設置深度 RQD 平均値は計画深度までの RQD 平 均値よりも大きい, すなわち,より破砕の少ない連 続性の良い地質であった(付表 1).

④機器設置深度の弾性波速度は、P 波が 1,200~ 3,400m/s の範囲内、S 波が 250~1,900m/s の範囲内で あった(図 5(b)).機器設置深度の弾性波速度が計画 深度までの平均値よりも大きかったのは、P 波:41 地点、S 波:44 地点であった(機器設置深度付近の データを取得できたのは46 地点;付表 1).

②~④に示したように,機器設置深度の条件が全 深度の平均的な条件に劣る場合があった.これは, 典型的には,これらの項目と見掛比抵抗(図 5(c)) も加えて最適な深度が項目ごとに異なる場合や,そ れぞれ優劣の差が小さい場合等に,複数の設置深度 の候補について検討し,より深いという条件を優先 的に勘案して深度を選択したことに起因する.

ところで、物理検層の結果については、地殻最浅 部の弾性波速度や地下水分布の推定に資する有用な 情報を含むと考えられる.そこで、地震計や傾斜計 データの解釈や解析にあたっての基礎資料として物 理検層の結果を利用していくことが望まれる.

4.3 調査孔掘削と観測孔掘削

(1) 観測孔の予備掘削としての調査孔掘削

観測孔の掘削位置は調査孔掘削とほぼ同じである ため,調査孔掘削時の地質状況(ボーリングコアの 状況)と逸水・湧水情報や掘削時間は,観測孔掘削 の際に参考にされた.ただし,調査孔掘削と観測孔 掘削では掘削方法が異なること,観測孔掘削では掘 削以外の止水対策や孔壁崩壊対策にも多くの時間を 費やした地点があったことから,あくまで参考情報 との位置付けであった.実際のところ,調査孔掘削 の工程の経験に基づいて観測孔掘削の完了時期の予 想を立ててみるが,予想通りとならないことが多か った.

このほか,調査孔掘削のデータは,応用地質による,観測孔のケーシングプログラム(観測孔の3段階のケーシング設置をそれぞれどの深度までの設計とするか)の立案・検討にも使用された.

(2) 観測孔掘削によりコアを採取した地点

今回の整備では、調査孔掘削と観測孔掘削の掘削 位置はほぼ同じであるが、工程としては調査孔掘削 →観測孔掘削の順に行った.調査孔掘削の主目的は 機器設置深度の決定なので、このように段階を踏む のは自然である.そうすることで、調査孔掘削結果 をもとに、観測孔の製作上重要なケーシングプログ ラムを事前に立てることができた.また、全体の工 程を短縮するためには、比較的孔径の小さい調査孔 掘削で孔曲がりを測定せずにコア回収に専念した方 が効率的であり、一方、観測孔は仕様に従って孔曲 がりを抑えながら慎重に掘削した.

しかし例外的に,掘削地点の個々の事情により, 一度の掘削で調査を行いながら同時に観測孔を製作 した地点が2地点あった(三宅島及び諏訪之瀬島).

- 三宅島:火山ガスの影響による作業時間の制約 を考慮し,径 63mmのコアを採取しては孔径を 拡大する作業を繰り返す方が効率的という判断 になった.しかし、スリーブ内蔵二重管サンプ ラーに対して掘削機械が大型だったため困難な 調整を要したほか、一部の深度で用いたワイヤ ーライン工法によるコア採取では火山灰など細 粒地盤の回収率が悪くなった.
- ・ 諏訪之瀬島:掘削による地下水への影響を極力 避けるため,観測孔と同じ径 150mmの掘削を行 いながらコアを採取し,観測孔として整えた.
 そのため,新たな掘削部品(ビット・コアチュ ーブ)の製作が必要となるなど,特殊な工法・
 条件となった.また,採取した後の運搬や保管

にも労を要した.

5 調査孔データの活用②:ボーリングコア解析に よる噴火史の解明への寄与

5.1 コア解析の目的

適時適切な噴火警報等の発表や噴火警戒レベル導 入のための参考資料として活用する「噴火シナリオ」 の構築には,過去の噴火履歴に関する情報が不可欠 である.そして,過去の噴火履歴を明らかにするた めには、地質学的手法を用いた調査が欠かせない. しかし,活火山は山体の侵食がそれほど進んでいな いため、度重なる噴火で地下に埋没した古い時代の 噴出物を地表で観察することが困難な場合が多い. そこで、活火山の地質学的な調査には、地表調査に 加えて浅部ボーリングやトレンチ調査が有効とされ, これまでも大学や研究機関により学術ボーリングや トレンチ調査が実施されてきた(科学技術・学術審 議会,2007).また,防災科学技術研究所(以下「防 災科研」)や京都大学防災研究所(以下「京大防災研」) 等では、ボアホール型観測施設を整備する際にボー リングコアを採取し、コアの解析成果が噴火史の解 明に役立てられた(宇都・他, 1999; 宮地・他, 2001 など).

これまでの取り組みも踏まえて,47地点の調査孔 掘削で採取したボーリングコアを解析し,その成果 を噴火シナリオやハザードマップの改善に活用する など,火山噴火予知研究や火山防災対策に役立てる こととした.

5.2 コア解析グループの設置

コア解析グループ(主査:中田節也 東京大学地震 研究所教授)は、火山噴火予知連絡会の中に設置さ れたワーキンググループである(2009 年 6 月 16 日 の第 113 回火山噴火予知連絡会で設置承認).

今回の整備で採取したボーリングコアの解析によ

り各火山の噴火履歴やマグマ発達史を解読し,解析 成果を火山噴火予知研究や火山防災対策に役立てる ことがグループの目的であり,各火山の噴火史に詳 しい各大学及び産総研等の研究機関所属の研究者を 中心としたメンバー構成となった.

コア解析グループでは、①良好なコアを採取する ための支援、②採取したコアの一次記載、③コアを 利用した研究の実施及び研究成果の公表にあたって のルール作成を行った.個々のコアの一次記載につ いては、火山毎の担当者(以下「個別火山担当者」) が分担した.これらグループの活動は、運営要領(火 山噴火予知連絡会コア解析グループ、2011の資料 2) に基づいて進められた.

5.3 コア解析の方法

(1) 一次記載

一次記載とは、ボーリングコアの観察を通して、 その形状、岩種、成因、色調、岩相、構成物等の基本的な特徴を速報的に記述する作業である.これら の特徴をもとに、各深度の試料がいつの時代のどの ような火山噴出物・堆積物に対応するかの特定(「対 比」)を試みる.

ここで、一次記載はコアの外観的特徴を中心に行われるため、その後に実施する年代や化学組成等に 関する詳細な分析の結果を受け、噴出物の対比や成因に関する解釈が修正される可能性があることに留意する必要がある.

(2) 詳細な分析

各深度の試料の特徴をより詳細に理解するため, 一次記載でコアを観察する際に分析用試料を採取し て,年代測定や化学組成分析等**が行われた.

5.4 コア解析の結果

コア解析グループの個別火山担当者によるボーリ

[※] 地質試料から年代を求める方法のひとつに、放射性元素の壊変を利用して"数値年代(放射年代)"を求める「放射年代測定」がある.活火山など地質学的に若い試料の場合、放射性炭素法(¹⁴C法、概ね5~6万年前よりも新しい試料を対象とする)やカリウムアルゴン法(K-Ar法、概ね1万年前よりも古い試料を対象とする)を用いることが多い.¹⁴C法は、試料の¹⁴C濃度が時間とともに減少することを利用した年代測定法であり、炭化木や土壌、貝殻など炭素を含む物質を測定対象とする.K-Ar法は、試料の⁴⁰Kが⁴⁰Arに放射性壊変することを利用した年代測定法であり、岩石そのもの(一般に分析に十分なKを含む)を測定対象とすることができる.

ボーリングコアから放射性年代測定用に試料が得られなかったとしても、これまでの研究により年代が明らかにされている火山噴出物等 が確認されれば、上下関係から"相対年代"が明らかとなる.ボーリングコアからこれまでの研究で記載された火山噴出物等が確認される ことは、ボーリングコアに時間目盛を入れるという意味においても重要である.(次ページへ続く)

ングコアの一次記載作業は,産総研のコア観察スペ ースにおいて2010年1月~11月に順次実施された. 一次記載のためのコア観察の機会には,その後の詳 細な分析のため,全47地点のコアから火山岩等の試 料が採取された.

一次記載結果は、平成 22 年度に開催された第 116 回~第 118 回火山噴火予知連絡会において、主査か ら報告された.その後、2011 年 3 月には、コアの解 析成果をまとめた報告書(以下「コア解析報告書」) が刊行された(火山噴火予知連絡会コア解析グルー プ、2011).

さらに, 岩手山(伊藤・土井, 2010), 磐梯山(山 元, 2011), 箱根山(萬年・他, 2011), 伊豆大島(山 元・川邊, 2010), 神津島(伊藤・他, 2011), 桜島 (大島・井口, 2011)については, 解析結果に関す る論文の執筆もしくは学会発表が行われた(2011年 11月時点).

上記の文献及びコア解析報告書をもとに,コアの 解析成果を以下にまとめる.これらは,各火山の噴 火史をより詳細に解明する上で重要な情報である.

(1) 既知の火山噴出物との対比

コアの一次記載により,全47地点で,これまでの 研究により明らかにされた各火山の噴出物との対比 がなされた(付表2).従来報告された噴出物と対応 関係をつけることは,コアを解釈する上で重要な過 程である.

一次記載で対比を行う場合には,個々の噴出物の 外観的特徴や含有鉱物等の情報,噴出物の上下関係 に関する情報が重要であるため,全深度の噴出物を 連続的に採取するオールコアのメリットは大きい.

また,今回の調査孔掘削で各火山の基盤岩(各火山の活動前の地質)が確認された地点は,全47地点のうち8地点であった.これらのうち,掘削深度の半分以上が基盤岩であったのは5地点のみであった.

すなわち,残りの42地点では大半が火山噴出物及び その二次的な堆積物であった(図4).今回整備した ボアホール型火山観測施設は,観測対象火山の主要 な火口等から概ね 5km 以内の位置への設置を目指 しており,各火山の噴出物を効率よく採取できたと いえる.

(2) 新たに確認された火山噴出物

従来の研究では報告されていない(もしくは,報告されていない可能性が指摘された)火山噴出物が, 全国 47 地点のうち 14 地点から確認された(図 4, 表 2(a)).これらを運搬・堆積様式により分類すると, 溶岩:2 地点,降下火砕物(火砕丘堆積物):1 地点, 火砕流堆積物:5 地点,マグマ水蒸気噴火ないし水 蒸気噴火による堆積物:5 地点,岩屑なだれ等の崩 壊堆積物:4 地点,古い山体:1 地点であった.なお, 1 地点から複数が確認された地点もあった.

これらのうち,①火砕丘堆積物,②火砕流堆積物 及び③岩屑なだれ等の崩壊堆積物について以下に述 べる.

①火砕丘堆積物が見出された1地点は,吾妻山である.現在地表に露出している吾妻小富士の火山噴出物に覆われていた火砕丘の発見となった.この火砕丘の上位には,風化火山灰と土石流堆積物を介して,吾妻小富士起源の噴出物(およそ 6,800~5,400年前:山元,2005;工藤・星住,2006-)が堆積している.この火砕丘堆積物の形成年代の詳細は,現在のところ判明していない.

②火砕流堆積物が見出された5地点は,北海道駒 ヶ岳,岩木山,岩手山,伊豆東部火山群及び九重山 である(ただし,北海道駒ヶ岳のものは,従来の調 査で未確認である可能性が指摘された段階にある). 高温かつ流走速度の大きな火砕流は,一度発生する と大きな被害をもたらすことがあり,過去の発生履 歴を押さえておくことは防災上重要である.なお,

* (前ページより続く)

このほか,ボーリングコアに含まれる「化石(植物片や花粉,貝殻等)の分析」を行うことで、年代や気候・環境等について考察することもある.

また,ボーリングコア中の溶岩や火砕物を対象とした「岩石学的・地球化学的な分析」も行われる.具体的には,岩石薄片観察による含 有鉱物等の記載,岩石に含まれる鉱物や火山ガラスの化学組成分析,岩石そのものの化学組成分析(全岩化学組成分析)を行うことが多い. 溶岩や火砕物は,地下のマグマ溜まりの情報を有しているため,こうした岩石学的な分析結果をもとに,マグマ溜まりやマグマの起源に関 する考察を行うことが可能となる.また,溶岩や火砕物の岩石学的特徴を対比の根拠として活用することもある.対比を目的として,火山 灰等に含まれる火山ガラスや鉱物の「屈折率測定」を行う場合もある.

表2 コア解析グループの一次記載及びその後の分析により得られた知見.

a price	
地点	新たに確認された火山噴出物
01 Ats	深度1.76~1.83mの水蒸気爆発堆積物.アトサヌプリ起源と考えられる.白頭山苫小牧テフラ(B-Tm, A.D.10世紀)と摩周b
	テフラ (Ma-b, 約1,000年前) の間の層準にあたる.
03 Tkc-b	深度62.4m以深の岩屑なだれ堆積物.分布と層序から、美瑛岳山頂部にみられる馬蹄形火口形成期の堆積物、ないしはそれ
	より古い古期十勝岳火山群形成期の堆積物と推定される.
08 Hkk	深度22.00~23.50m, 24.95~32.58m, 33.81~47.00m及び54.40~60.83mの火砕流堆積物(これまで未確認の堆積物も含まれている
	可能性がある). Ko-h(約17,000年前)とKo-g(約6,000年前)の間の層準にあたる.
10 Iwk	深度24.32~25.00m, 46.6~48.7mの火砕流堆積物. 岩木山では火砕流の発生履歴は不明な点が多く, 今後の災害予測等におい
	て貴重なデータとなった.
11 Akk	深度7.6~7.9m, 13.15~13.54m及び17.6~17.8mの水蒸気爆発による降下火山灰層.水蒸気噴火は最近の秋田焼山の主たる噴火
	様式だが、この地点まで到達している火山灰は確認されていない。玉川温泉付近での蒸気爆発による火山灰の可能性が考
	えられる.
12 Iwt	深度28~49m付近の小規模な成層火山表層崩壊堆積物及び深度72m付近の火砕流堆積物.
14 Cki	深度75.15m以深の玄武岩質溶岩.地表では周辺に分布が見られず,西麓の標高の低い地域に算出している玄武岩質溶岩がこ
	の地点まで連続している可能性がある.
17 Azm	深度14.20~79.90mの粗粒降下火砕物. 地表には露出しておらず, 吾妻小富士火山噴出物の下に別の火砕丘が伏在するものと
	みられる.
19 Bnd	深度20.3~72.8mの成層火山錐構成層(4枚の厚い溶岩流を主体とする).本噴出物に対応する噴出物は地表に露出しておら
	ず, 磐梯山形成時の最初期の噴出物と解釈される.
20 Nsd	深度46.50~91.00mの岩屑なだれ堆積物. 地表では確認されていない. 山体形成過程で小規模な崩壊と山体復元の過程が存在
	したことを意味する.
30 Izt	深度16.2~38.9mの火砕流堆積物と判断される火山礫凝灰岩.付近の地表で似た岩相のものは見つかっていない.なお,この
	深度は、伊豆東部火山群の基盤の火山岩類に相当するものと判断された.
32 Izo-s	深度36.77~69.15mの溶岩、掘削地点の地下に約1万年前の厚い玄武岩溶岩流が伏在することは掘削前には確認されていな
	い. 溶岩は,湿地のような凹地に流れ込み,これを埋め立てたものと解釈される.
38 Aog	深度36.65~46.25mのマグマ水蒸気爆発による噴火堆積物を挟む水中堆積物. 地表では十分に観察できなかった主成層火山主
	部と無斑晶玄武岩との間の堆積物.この堆積物は、斜長石の多い斑晶質溶岩を噴出した主成層火山主部の成長の時期か
	ら、山腹での無斑晶溶岩の噴出の時期に移行したドラスティックな火山活動の変化の情報を保有している可能性がある.
39 Kjs	深度1.85~6.03mの岩屑なだれ堆積物と考えられる堆積物及び深度6.17-7.00mの火砕流堆積物と考えられる堆積物.デイサイ
	ト溶岩(星生北溶岩)の上位に、岩層なだれ堆積物や火砕流堆積物はこれまで報告されていない

(a) 新たに確認された火山噴出物

(b) 広域テフラ.

テフラ名称		給源火山	噴火年代	地点	深度	記載
白頭山苫小牧	B-Tm	白頭山 (中国/北朝鮮国境)	1cal ka	01 Ats	$1.83\!\sim\!2.00m$	ガラス質の細粒白色火山灰.
鬼界アカホヤ	K-Ah	鬼界カルデラ	7.3cal ka	23 Asm	$0.73 \sim 1.00 m$	泡壁型の火山ガラス片が少量含まれる.
				40 Aso	28.14~28.45m	橙色~暗褐色の降下火山灰層.
				42 Krs	67.70~67.95m	淡褐色のガラス質降下火山灰層.
				46 Kce	$1.40 \sim 3.30 \text{m}$	K-Ahと同時異相の火砕流堆積物(鬼界幸屋火砕流;K-Ky).
十和田八戸	To-H	十和田	15cal ka	12 Iwt	7.20~7.31m	白色軽石が散在. (今後検討が必要)
姶良Tn	AT	姶良カルデラ	29~26cal ka	35 Kuz	62.53~63.1m	泡壁型の火山ガラス片が散在. 【屈折率測定により同定】
十和田大不動	To-Of	十和田	\geq 32cal ka	12 Iwt	9.09m	白色軽石散在.
阿蘇4	Aso-4	阿蘇	90~85cal ka	12 Iwt	18.00~18.20m	淡黄色の細粒火山灰. 【屈折率測定により同定】

(c) 隣接火山の噴出物.

テフラ名称		給源火山	噴火年代	地点	深度	記載
摩周b	Ma-b	摩周	1ka	01 Ats	0.27~1.74m	降下軽石及び火山灰.
摩周k	Ma-k	"	10ka		25.59~25.60m	降下火山灰.
濁川	Ng	濁川カルデラ	15cal ka	08 Hkk	20.40~21.18m	角閃石斑晶を有する軽石と火山灰の互層.
川口軽石	Kw	十和田	80cal ka	12 Iwt	17.00~17.40m	粒径0.2cmの風化の著しい軽石.
堀切軽石	HP	秋田駒ケ岳	$8\sim$ 7ka	12 Iwt	5.76m付近	黄褐色軽石が散在.
柳沢軽石	YP	11	11ka		6.18~6.25m	黄褐色軽石が散在.
小岩井軽石	KP	11	13~12ka		6.40~6.50m	黄褐色軽石が散在.
行川1	Nml	赤城山	50ka	20 Nsd	5.20m	軽石火山灰.
神津島天上山	Iz-Kt	神津島	AD838年	31 Izo-k	3.09m	白色ガラス質火山灰. (対比は付表2を参照)
11		11		32 Izo-s	3.51m	白色ガラス質火山灰、(対比は付表2を参照)

(d) 化学組成分析結果.

分析結果と考察
深度20.30mから孔底までの溶岩・火砕流本質物の全岩化学組成は、地表に露出する磐梯山古期山体とはSiO2-K2O図などで明
らかにトレンドが異なっている。本噴出物に対応する噴出物は地表に露出しておらず, 磐梯山形成時の最初期の噴出物と解 知される。
13個の全岩化学組成分析の結果と既存の値との比較から、雄山期・新澤期の相対的に未分化な岩石に近いことがわかった。
この解釈が正しければ、この掘削地点の深度100m以浅は、約2,300年~2,500年前以降に堆積したものと考えられる.
今回のコア試料の測定値は、TiO2、FeO*MgO比が高いことが特徴で、西山火山起源の、2,000年~2,500年前頃に噴出した火砕
岩及び地表溶岩試料の化学組成に近い.
深度50.60m~69.34m(火砕流堆積物)の軽石の化学組成(SiO2=65.2~65.9wt%)は北岳溶岩の組成範囲内にあり、北岳形成
初期の火山噴出物とみられる.
深度70.23m以深の堆積物中の軽石は、いずれも桜島火山の溶岩・軽石の組成範囲から外れており、基盤の火砕岩とみられ
る. 例えば, 深度73.22m~81.33mの火砕流堆積物 (PF03とよぶ) 中の軽石の組成 (SiO2=67.8~68.1wt%) は, 桜島火山の溶
岩・軽石の組成とは異なり、特にMgO, TiO2濃度が低い.また、深度81.33m~孔底の火砕流堆積物(PF04とよぶ)中の軽石
は、色調はPF03の軽石とは異なるが、化学組成(SiO2=68.2~69.2wt.%)は主成分では連続し、微量成分では一致する.この
ことから、PF04とPF03は一連の噴火の産物で、本質物の組成変化を示している可能性が大きい。





これら5地点のうち,九重山で確認された火砕流堆 積物とみられる噴出物は,約1~1.5万年前の溶岩よ り新しいため(鎌田,1997),最近1万年間の噴出物 の可能性がある.なお,伊豆東部火山群のものは, 伊豆東部火山群の形成以前の,約100~50万年前の 火山活動によるものと考えられている(高木・小山, 1992).

③岩屑なだれ等の崩壊堆積物が見出された4地点 は、十勝岳望岳台、岩手山、那須岳、九重山である. 山体崩壊が発生すると山麓の広範囲に被害が及ぶ可 能性があり、防災上押さえておくべき重要な情報で ある.これら4地点のうち、九重山で確認された岩 屑なだれ堆積物は、約1~1.5万年前の溶岩より新し いため(鎌田、1997)、最近1万年間の噴出物の可能 性がある.

新たに確認された火山噴出物は、「地表には露出していない」「〇〇の下に伏在していた」「地表では十分に観察できなかった」というものが多い.こうした地下に埋没している火山噴出物も含めて噴火史を網羅するためには、ボーリング調査が必須であることを改めて確認する結果となった.

(3) 遠方火山や隣接火山起源の噴出物

遠方火山や隣接火山が起源と考えられる噴出物が 認められた地点は,47地点のうち10地点であった.

遠方火山の噴出物のうち、「広域テフラ」(町田・ 新井,2003)は、阿蘇4テフラ、十和田大不動テフ ラ、姶良 Tn テフラ、十和田八戸テフラ、鬼界アカ ホヤテフラ、白頭山苫小牧テフラの6枚である(表 2(b)).これらのうち、九州南方沖の鬼界カルデラの 約7,300年前の噴火で噴出した鬼界アカホヤテフラ は、合計4地点(口永良部島,霧島山、阿蘇山,浅 間山)から確認された.

このほか, 隣接火山の噴出物が確認された地点は 6 地点である (表 2(c)).

遠方火山や隣接火山の噴出物は,「特徴的な火山ガ ラスが含まれる」,「含有鉱物の組合せが対象火山と は異なる」など,地層の対比に役立つ特徴的な地層

(「鍵層」といわれる)であるため地質学的に重要で ある.また,これらの噴出物は広範囲に分布するた めに年代学的研究が充実している場合が多く,コア の中で明瞭な時間目盛りとなる.

(4) 放射年代測定

放射年代測定が計画された地点は,12地点である. これらのうち,富士山(山元,準備中),伊豆大島2 地点(山元・川邊,2010),新島(伊藤,未公表:た だしコア解析報告書に速報的に掲載),及び八丈島 (津久井・中野,未公表:ただしコア解析報告書に 速報的に掲載)の5地点については,¹⁴C年代測定 結果が判明している.

(5) 深度毎の年代の分布

放射年代測定結果,噴火年代が報告されている広 域テフラや各火山の噴出物の年代データをもとに, 47地点のコアにおける各深度の年代を図 6(a)にまと めた.なお,噴出物の個々の噴火年代の根拠資料に ついては,付表2に掲載した.

また,図 6(b)は、深度 20m, 50m, 100mにおけ る年代を示したものである.最近1万年間の噴出物 は、深度 20mでは19地点(年代が判明したのは 35 地点)、深度 50mでは9地点(年代判明は 20地点)、 深度 100mでは3地点(年代判明は 31地点)である. このことは、仮に深度 20m~50m程度の比較的浅い 調査孔掘削であっても、最近1万年間前後の噴出物 を採取できる可能性が高く、それらの解析により噴 火史に関する重要な知見が得られる可能性があるこ とを示している.一方で、10万年前よりも古い噴出 物や堆積物は、深度 100mでは少なくとも 19地点で 確認された.

(6) 全岩化学組成分析から得られた知見

全岩化学組成分析が計画された地点は,35地点で ある.これらのうち6地点については分析済みであ り,結果・考察の一部を表2(d)にまとめた.

山元(2011)は、磐梯山裏磐梯高原コアを4つのユ ニットに区分し、岩相と化学分析結果をもとに磐梯 山のマグマ組成の時間変化を考察した.今回行われ た詳細な化学分析により、深度20.3m~72.8mの岩 石は、地表に露出する古期山体とは明らかに化学組 成のトレンドが異なっており、その層序から古期山 体よりも古い「磐梯山形成時の最初期の噴出物」と 解釈された.また、微量成分や同位体の測定も行わ れ、磐梯山の各噴出期のマグマの起源物質の相関関 係等に関する考察がなされた.

このように、全岩化学組成データは、①化学組成

による噴出物(噴出期や噴出源を含む)の対比や, ②マグマ供給系やマグマ起源に関する考察に利用さ れることが多い.

なお、今回の掘削地点(気象庁の裏磐梯高原観測 点)の西南西約 200mの位置では、防災科研による 深度 100mの科学掘削に関する報告があり(BD-1: 田中・他、1995)、BD-1 コアでは、気象庁裏磐梯高 原コアの4 つのユニットのうち、上から3 つ目のユ ニットが孔底まで続いている(山元、2011).

(7) 物理検層結果からの考察例

物理検層データをもとにした考察は、1 地点(桜 島)で行われた.

大島・井口(2011)は、桜島の気象庁黒神瀬戸観測 点とその北北西約 2km に位置する京大防災研黒神 観測点の物理検層データや作業日報をもとに、この 地域の浅部水環境について考察した.それによると、 気象庁黒神瀬戸観測点では、「孔内水位は約 50mと 海水準よりも高く、地下水の貯留した浸透層」が想 定され、「深度 54m~58mを中心に地下水が山側か ら海に向かって流下」していると推定された.また、 「気象庁黒神瀬戸観測点と京大黒神観測点では孔内

地質は類似するものの,京大黒神観測点では深度約 100mの温度が100℃であり熱水が分布している」こ とがわかった.

さて、(6)の磐梯山や(7)の桜島の例は、近接する掘 削地点のボーリングデータを組合せることで、より 詳細な考察が可能となり火山学的知見が深まった事 例である. 今回1火山あたり3地点にボアホール型 火山観測施設を整備した伊豆大島及び桜島でも、3 本のコアについて相互に火山噴出物の対比がなされ ている(図6(a)の柱状図31~33及び43~45).

今回のコア解析結果については、コア解析報告書 として刊行したが、近接した複数地点のボーリング データを組合せて火山学的知見を深めるためにも、 コアの一次記載結果や詳細な分析結果を積極的に公 表することが重要である.

5.5 コア試料及び解析成果の活用

(1) コアの試料登録と活用

ー次記載終了後のボーリングコアは,原則として 産総研地質調査総合センターのコアライブラリー (コアライブラリー運営委員会,2004)に試料登録 された.ただし,噴火史解明に有用でない等の理由 から個別火山担当者が試料登録の必要がないと判断 された一部のコアは,コア解析グループ内での所定 の手続きを経て廃棄されることとなった.なお,産 総研コアライブラリーに試料登録されたコアの今後 の活用については,産総研の利用規程等に従って進 められる.

また,2011 年 8 月には,日本地球掘削科学コンソ ーシアム (J-DESC) 主催の,主に大学生を対象とし たコアスクール「岩石コア記載技術コース」が産総 研において開催された(佐藤・他,2011).ここでは, コアライブラリーに登録された気象庁コアが実習の 教材として使用された.実習の目的は,火山岩の岩 相記載法,岩相解析による山体形成・噴火メカニズ ムの復元等に関する技術の習得であり,地球掘削科 学を支える若手研究者および技術者の育成・底辺の 拡大につなげる取り組み(日本地球掘削科学コンソ ーシアム,2011) に,47 地点の調査孔掘削で採取し たコアが活用されたことになる.

(2) コア解析成果の活用

先に述べたとおり,今回コア解析を実施したのは, 解析成果を火山噴火予知研究や火山防災対策に役立 てようとしたためである.こうした観点から,コア 解析報告書は,火山噴火予知連絡会の関係機関や大 学・研究所に加えて,ボアホール型火山観測施設の 設置に協力いただいた地元自治体や各省庁の地方支 分部局等へ送付し,また,同内容を気象庁ホームペ ージにも掲載した.

火山噴火予知研究に関しては、コア解析グループ の個別火山担当者による詳細な分析が行われ、一次 記載結果等も含めて学会発表や論文の公表が計画・ 実施されている.

このような各火山の噴火履歴やマグマ発達史に関 する研究の蓄積をもとに、噴火シナリオや火山防災 マップの改定などの作業が進められる可能性があり、 火山防災対策の充実が図られることが期待される. 気象庁の火山業務においても、今後噴火シナリオを 高度化する際などに、これらの成果を活用できる可 能性がある.

6 おわりに

平成21年度補正予算による全国47地点へのボア ホール型火山観測施設整備にあたっては、観測孔の 本掘削に先立ち、調査孔掘削を実施した.

調査孔掘削で取得した地質及び物性に関する全深 度データは、①ボアホール型地震計・傾斜計の設置 深度を決定するために使用するとともに、②ボーリ ングコアの解析により噴火史の詳細な理解につなが る結果が得られた.すなわち、ボアホール型火山観 測施設とその整備を通して得られた調査孔データの 活用は、震動・傾斜観測(地球物理学的手法)と噴 火史調査(地質学的手法)双方から火山活動への理 解を深めようとする取り組みと捉えることができる.

調査孔掘削は、見方によっては観測孔を製作する にあたっての予備的な掘削にすぎない.しかし今回, より高品位な震動・傾斜データを取得するため、機 器設置深度の検討材料として調査孔データを活用し たことに加えて、気象庁がオールコアを採取し、火 山噴火予知連絡会の協力のもと詳細な噴火史の解明 のために利用したという点において、調査孔掘削は 価値ある取り組みであったと考える.さらに、物理 検層結果は地震計・傾斜計データを解釈する際に役 立つ可能性があり、また、コア解析により判明した 詳細な噴火史情報は噴火シナリオの高度化にあたり 活用されることが期待される.

浅間山 2004 年及び 2009 年噴火や霧島山新燃岳 2011 年噴火では,ボアホール型火山観測施設が噴火 開始前からの火山活動の推移を詳細に捉えた(舟 崎・他,2006;加藤・他,2011 など).火山活動を 監視するツールとしてボアホール型火山観測施設の 重要度が高まるなか,火山観測に関する行政事業レ ビュー公開プロセスを経て,気象庁では平成22 年度 以降5ヶ年計画で火山観測・監視体制の再編・強化 を実施することとなった(気象庁地震火山部火山課, 投稿中).本稿で報告した調査孔掘削の有効性を踏ま え,今後,ボアホール型火山観測施設の新設・更新 が計画される場合には,可能な限り調査孔掘削を行 い,基礎的なデータの蓄積を図る取り組みを進めて いく必要がある.

謝辞

北海道大学の大島弘光准教授には,掘削技術や検 層資料の活用方法に関してご教示いただいた.また, 火山噴火予知連絡会火山観測体制等に関する検討会 委員の方々には,機器設置深度の検討等にあたり貴 重なご助言をいただいた.応用地質株式会社の大隅 清司氏,土田庸夫氏,伊藤義行氏には,ボーリング コア採取や検層の方法,掘削技術等について解説い ただいた.

産業技術総合研究所には、ボーリングコアの一次 記載場所の提供,記載後のコアライブラリーへの登 録等に関して協力いただいた.コア解析グループの 方々には、一次記載作業を分担いただいたほか、機 器設置深度の検討にあたってのご助言、各地点の地 質や火山噴火史に関するご教示をいただいた.特に、 火山噴火予知連絡会会長の藤井敏嗣東京大学名誉教 授、コア解析グループ主査を務められた東京大学の 中田節也教授、産業技術総合研究所の山元孝広氏、 伊藤順一氏には、グループの運営面も含めお世話に なった.

査読された秋田地方気象台の関根一男氏,地震火 山部火山課の舟崎淳氏,荒谷博氏,晴山智氏,管理 課の五十嵐洋輔氏,験震時報編集委員会の内藤宏人 氏,坂井孝行氏からいただいた丁寧なコメントによ り,本稿を大きく改善することができた.

ここに記して,以上の方々に心より御礼申し上げ ます.

文献

- 荒井健一・吉本充宏・奥野 充・宇井忠英・和田恵治
 (1998): 恵山火山の最近1年間の噴火, 1998年地球惑
 星科学関連学会合同大会予稿集, 419.
- 石塚吉浩・中川光弘・藤原伸也 (2010): 十勝岳火山地質 図, 産総研地質調査総合センター, 火山地質図 16.
- 伊藤順一・土井宣夫 (2005): 岩手火山地質図, 産総研地 質調査総合センター, 火山地質図 13.
- 伊藤順一・土井宣夫 (2010): 気象庁火山観測孔コア試料 に基づく岩手火山東部山麓の火山層序=東岩手火山 の山体構成物と層序=, 日本火山学会 2010 年度秋季 大会講演予稿集, 72.
- 伊藤順一・山元孝広・中川光弘・長谷川健・岸本博志 (2007): 北海道東部, 屈斜路・摩周カルデラ噴出物の 放射性炭素年代値, 日本地球惑星科学連合 2007 年度 連合大会予稿, V157-P030.
- 伊藤順一・中田節也・齋藤公一滝 (2011): 気象庁火山観 測孔試錐調査による神津島中央部の火山層序,日本

地球惑星科学連合 2011 年度連合大会予稿, SVC048-P07.

- 岩野英樹・広岡公夫・中島正志 (1989): 岐阜県北部に分 布する白亜紀~古第三紀火成岩類の FT 年代, 日本地 質学会学術大会講演要旨, 96, 511.
- 宇都浩三 (1983): 草津白根火山の K-Ar 年代,火山, 28, 416-417.
- 宇都浩三・味喜大介・内海茂・石原和弘 (1999): 桜島火 山ボーリングコアの K-Ar 年代と古地磁気測定一火山 活動史解明への複合的取り組みー,京都大学防災研 究所年報. 42(B), 27-34.
- 及川輝樹・奥野充・中村俊夫 (2002): 北アルプス南部, 焼岳火山の最近約 3000 年間の噴火史, 地質学雑誌, **108**, 88-102.
- 応用地質株式会社 (2010):火山総合観測装置(地中部) の製作・観測孔掘削及び埋設等工事報告書.
- 大島弘光・井口正人 (2011): 桜島の浅部水環境,日本火 山学会 2011 年度秋季大会講演予稿集,91.
- 大場司 (1990): 秋田焼山火山の火山活動史, 日本火山 学会 1990 年秋季大会予稿集, 103.
- 大場司 (1991): 秋田焼山火山の地質学的・岩石学的研究 -1.山体形成史, 岩鉱, 86, 305-322.
- 科学技術・学術審議会 (2007): 地震及び火山噴火予知の ための観測研究計画の推進について(建議),69p.
- 火山噴火予知連絡会火山活動評価検討会 (2009): 中長 期的な噴火の可能性の評価について-監視・観測体制 の充実等の必要な火山の選定-,16p.+参考資料.
- 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.
- 勝井義雄・鈴木建夫・曽屋龍典・吉久康樹 (1989): 北海 道駒ヶ岳火山地質図, 地質調査所, 火山地質図 5.
- 加藤幸司・藤原善明・片岡義久・小木曽仁・山里平・藤 田英輔・上田英樹・小園誠史・鵜川元雄 (2011):新燃 岳噴火に前駆する傾斜変動について(2),日本火山学 会 2011 年度秋季大会講演予稿集,118.
- 加藤茂弘・山縣耕太郎・奥村晃史 (1995): 支笏・クッタ ラ両火山起源のテフラに関する加速器質量分析 (AMS)法による¹⁴C 年代, 第四紀研究, **34**, 309-313.
- 鎌田浩毅 (1991): テフラの¹⁴C年代により明らかにされ た九重火山の噴火史,日本火山学会 1991 年秋季大会 予稿集,71.
- 鎌田浩毅 (1997): 宮原地域の地質, 地域地質研究報告

(5万分の1地質図幅),地質調査所,127p.

- 川邊禎久 (1998): 伊豆大島火山地質図, 地質調査所, 火山地質図 10.
- 岸本博志・長谷川健・中川光弘・和田恵治 (2009): 最近 約1万4千年間の摩周火山のテフラ層序と噴火様式, 火山, **54**, 15-36.
- 気象庁地震火山部火山課:全国 47 火山への火山観測施 設の整備, 験震時報, 投稿中.
- 木村純一 (1993): 後期更新世の御岳火山:火山層序学を 用いた火山活動史の再検討,地球科学、47,301-321.
- 工藤崇・星住英夫 (2006-): 活火山データベース-1万年 噴火イベントデータ集, 産総研地質調査総合センタ 一,
 - http://riodb02.ibase.aist.go.jp/db099/eruption/index.html (2011 年 12 月 28 日閲覧).
- 下司信夫・小林哲夫 (2006): 鹿児島県口永良部島火山最 近約3万年間の噴火活動,火山,**51**,1-20.
- コアライブラリー運営委員会 (2004): 地質調査総合セ ンター (GSJ) コアライブラリー, 地質ニュース, 598, 30-32.
- 小林淳 (2008): 箱根火山中央火口丘群の噴火史とカル デラ内の地形発達史-噴火活動と密接な関連を有す る地形-,神奈川県立博物館調査研究報告(自然科 学),13,43-60.
- 小林哲夫 (1982): 桜島火山の地質:これまでの研究の成 果と今後の課題,火山,27,277-292.
- 小林哲夫 (1986): 桜島火山の形成史と火砕流, 文部省 科学研究費自然災害特別研究, 計画研究「火山噴火に 伴う乾燥粉体流(火砕流等)の特徴と災害」(代表者 荒 牧重雄)報告書, 137-163.
- 小林哲夫・溜池俊彦 (2002): 桜島火山の噴火史と火山災 害の歴史, 第四紀研究, **41**, 269-278.
- 小山真人・早川由紀夫 (1996): 伊豆大島火山カルデラ形 成以降の噴火史, 地学雑誌, 105, 133-162.
- 酒寄淳史 (1992): 蔵王火山の地質と岩石, 岩鉱, 87, 433-444.
- 佐々木実・小川洋・斎藤憲二・梅田浩司 (1996): 岩木 火山の形成史, 日本火山学会 1996 年秋季大会予稿集, 165.
- 佐藤大介・山元孝広・伊藤順一・松島喜雄・角井朝昭 (2011): J-DESC コアスクール: 岩石記載技術コース実 施報告, GSJ ニュースレター, **85**, 4-5.
- 地盤工学会編 (2004): 地盤調査の方法と解説, 地盤工

学会,889p.

- 震災予防調査会編 (1918): 日本噴火志, 上編, 震災予防 調査会報告, **86**, 236p.
- 菅香世子・宮崎裕子・千木良雅弘・遠藤邦彦・村上寛史 (2003):神津島高処山火山の形成時期,火山,48, 499-505.
- 杉原重夫 (1984): 丹那断層名賀地区トレンチにおける 指標テフラの岩石記載的特徴と噴出年代, 月刊地球, 6, 171-177.
- 鈴木毅彦 (1990): テフロクロノロジーからみた赤城火 山最近 20 万年間の噴火史,地学雑誌, 99, 60-75.
- 須藤茂 (1992): 仙岩地域中心部地熱地質図, 地質調査所,5万分の1特殊地質図 21-5.74p.
- 曽屋龍典・勝井義雄・新井田清信・堺幾久子・東宮昭彦 (2007): 有珠火山地質図(第2版), 産総研地質調査 総合センター, 火山地質図2.
- 高岡宣雄・今野幸一・大場与志男・今田正 (1989): 蔵王 火山溶岩の K-Ar 年代測定, 地質学雑誌, 95, 157-170.
- 高木圭介・小山真人 (1992): 伊豆半島の第四紀火山の層 序と年代,日本火山学会 1992 年秋季大会予稿集.160.
- 高島勲・山崎哲良・中田英二・湯川公靖 (1992): 北海道 洞爺湖周辺の第四紀火砕岩及び火山岩の TL 年代, 岩

鉱, **87**, 197-206.

- 高田亮・石塚吉浩・中野俊・山元孝広・小林淳・鈴木雄 介 (2007):割れ目噴火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 (1998): 浅間火山, 高橋正樹・小林哲夫編, 関 東・甲信越の火山 1, フィールドガイド日本の火山 1, 築地書館, 166p, 93-118.
- 田中耕平・三村弘二・遠藤秀典・井口隆 (1995): 1888 年磐梯山山体崩壊源のボーリング掘削とすべり面, 磐梯火山,科学技術庁科学技術振興調整費「火山地域 における土砂災害発生予測手法の開発に関する国際 共同研究」「岩屑流発生場に関する研究」分科会研究 成果,69-78.
- 玉田純一・中川光弘 (2009): 北海道東部, 雄阿寒火山の 形成史, 火山, **54**, 147-162.
- 地学団体研究会編 (1996):新版地学事典,平凡社, 374p. 付図付表・索引付.
- 津久井雅志・斎藤公一滝・林幸一郎 (2006): 伊豆諸島に おける 9 世紀の活発な噴火活動について-テフラと 歴史史料による層序の改訂-,火山,**51**,327-338.

- 土井宣夫 (2000): 岩手山の地質-火山灰が語る噴火史 -, 岩手県滝沢村教育委員会, 滝沢村文化財調査報告 書, 32, 234p.
- 土志田潔・嶋野岳人・橘川貴史 (2004): 諏訪之瀬島火山 古期・中期ステージ溶岩の K-Ar 年代, 日本火山学会 2004 年秋季大会予稿集, 177.
- 中川光弘・北川淳一・若佐寛子 (2010):南西北海道,支 笏火山の 60ka から 40ka のマグマ系の進化:先カルデ ラ期(社台火砕流)とカルデラ形成期噴出物の岩石学 的研究,日本火山学会 2010 年度秋季大会講演予稿集, 62.
- 中野俊 (1998): 乗鞍火山, 日本地質学会第 105 年学術 大会見学旅行案内書, 89-103.
- 中村俊夫・岡重文・坂本亨 (1992):東京軽石流堆積物中 の炭化木片の加速器質量分析計による放射性炭素年 代,地質学雑誌,98,905-908.
- 日本地球掘削科学コンソーシアム (2011): 岩石コア記 載技術コース,

http://www.j-desc.org/modules/tinyd0/rewrite/coreschool/ ganseki.html (2011 年 12 月 28 日閲覧).

- 長谷川健・岸本博志・中川光弘・伊藤順一・山元孝広 (2009):北海道東部,根釧原野および斜里平野におけ る約3万5千~1万2千年前のテフラ層序と後屈斜路 カルデラ火山の噴火史,地質学雑誌,115,369-390.
- 林信太郎 (1984): 鳥海山の地質, 岩鉱, 79, 249-265.
- 早津賢二 (1994):新潟焼山火山の活動と年代-歴史時 代のマグマ噴火を中心として-,地学雑誌,103, 149-165.
- 早津賢二 (2008): 妙高火山群-多世代火山のライフヒ ストリーー, 実業広報社, 424p.
- 伴雅雄・高岡宣雄 (1995): 東北日本弧, 那須火山群の形 成史, 岩鉱, **90**, 195-214.
- (伴雅雄・林信太郎・高岡宣雄 (2001):東北日本弧,鳥海 火山の K-Ar 年代-連続的に活動した3個の成層火山 -,火山,46,317-333.
- 平山次郎・上村不二雄 (1985): 鰺ヶ沢地域の地質.地域 地質研究報告(5万分の1地質図幅),地質調査所,86p.
- 藤縄明彦 (1980): 安達太良火山の地質と岩石, 岩鉱, 75, 385-395.
- 藤縄明彦・鴨志田毅 (1999): 吾妻火山. 高橋正樹・小林 哲夫編, 東北の火山, フィールドガイド日本の火山 4, 築地出版, 169p, 89-104.
- 藤縄明彦・巖嵜正幸・本田恭子・長尾明美・和知 剛・

林信太郎 (2004):秋田駒ヶ岳火山,後カルデラ活動 期における噴火史―火山体構成噴出物と降下テフラ 層の対比,火山,49,333-354.

- 藤縄明彦・林信太郎・梅田浩司 (1997): 安達太良火山の 形成史—K-Ar 年代値からの再検討,日本火山学会 1997 年秋季大会予稿集,55.
- 藤縄明彦・林信太郎・梅田浩司 (2001): 安達太良火山の K-Ar 年代一安達太良火山形成史の再検討,火山, 46, 95-106.
- 藤縄明彦・藤田浩司・高橋美保子・梅田浩司・林信太郎 (2001): 栗駒火山の形成史,火山,46,269-284.
- 藤原伸也・中川光弘・長谷川摂夫・小松大祐 (2007): 北 海道中央部,十勝岳火山の最近 3,300 年間の噴火史, 火山, **52**, 253-271.
- 舟崎淳・内藤宏人・菅野智之・宮下誠・近澤心・上田義 浩・飯島聖 (2006): 2004 年の浅間山噴火前の地震活動 と噴火前に観測された傾斜変化,火山, **51**, 125-133.
- 北海道防災会議編 (1975): 駒ケ岳, 北海道における火 山に関する研究報告書―火山地質・噴火史・活動の現 況および防災対策, 4, 194p.
- 北海道防災会議編 (1986): アトサヌプリ・摩周 (カムイ ヌプリ) 一火山地質・噴火史・活動の現況および防災 対策, 北海道における火山に関する研究報告書, 10, 104p.
- 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.337p.
- 萬年一剛・安藤 伸・伊藤順一 (2011): 気象庁箱根観測 孔コアから見た強羅付近の後カルデラ地史,日本火 山学会 2011 年度秋季大会講演予稿集,159.
- 味喜大介 (1999): 古地磁気方位・強度測定による桜島の 溶岩流の年代推定, 火山, 44, 111-122.
- 宮地直道・遠藤邦彦・富樫茂子・田島靖久・小森次郎・ 橘川貴史・千葉達朗・鵜川元雄 (2001): 富士山広見観 測孔のボーリングコアの層序と岩石化学的特徴,防 災科学技術研究所研究報告, 61, 31-47.
- 宮縁育夫・渡辺一徳 (1997): 埋没黒ボク土層の¹⁴C 年代 からみた完新世阿蘇火山テフラの噴出年代,火山,42, 403-408.
- 山里平 (2005): 近代火山観測の歴史-気象庁の監視観 測を中心に-,火山, **50** 特別号, S7-S18.
- 山田忍 (1958):火山噴出物の堆積状態から見た洪積世 における北海道火山の火山活動に関する研究,地団 研専報,8,40p.

- 山田直利・小林武彦 (1988): 御嶽山地域の地質, 地域地 質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 136p.
- 山元孝広 (2005): 福島県, 吾妻火山の最近7千年間の噴 火史:吾妻-浄土平火山噴出物の層序とマグマ供給系, 地質学雑誌, **111**, 94-110.
- 山元孝広 (2006): 伊豆大島火山, カルデラ形成期の火 砕物密度流堆積物―差木地層 S₂部層の層序・岩相・ 年代の再検討, 火山, **51**, 257-271.
- 山元孝広 (2011): 磐梯火山最初期噴出物におけるマグ マ組成の時間変化―裏磐梯高原コアの化学分析結果, 火山, 56, 189-200.
- 山元孝広・川邊禎久 (2010): 伊豆大島火山, 北の山・伊 東無コアの放射性炭素年代, 火山, **55**, 215-218.
- 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.
- 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・中野俊・高田亮・小林淳 (2010): 富士火山東 斜面で新たに確認された平安時代の割れ目火口群, 日本地球惑星科学連合 2010 年大会予稿集, SVC063-P33.
- 吉田浩 (1992): 新島火山の噴火史, 日本火山学会 1992 年秋季大会予稿集, 63.
- 吉本充宏・宮坂瑞穂・高橋 良・中川光弘・吉田邦夫 (2008):北海道駒ヶ岳火山,先歴史時代噴火活動史の 再検討,地質学雑誌,114,336-347.
- 和田恵治・稲葉千秋・根本靖彦 (1997): 雌阿寒岳の最近 12000 年の噴火史, 日本火山学会 1997 年度秋季大会 講演予稿集, 100.
- 和知剛・土井宣夫・越谷信 (1997): 秋田駒ヶ岳のテフラ 層序と噴火活動,火山,42,17-34.
- Hoshizumi, H., Uto, K. and Watanabe, K. (1999): Geology and eruptive history of Unzen volcano, Shimabara Peninsula, Kyushu, SW Japan, J. Volcanol. Geothrem. *Res.*, 89, 81-94.
- Itaya, T., Nagao, K., Nishido, H. and Ogata, K. (1984): K-Ar age determination of late Pleistocene volcanic rocks, J. Geol. Soc. Japan, 90, 899-909.
- Katsui, Y., Ando, S. and Inaba, K. (1975): Formation and magmatic evolution of Mashu Volcano, East Hokkaido,

Japan, J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., 16, 533-552.

- Kioka, H., Furuyama, K., Miyake, Y., Sakai, J., Nagao, K., Ikemoto, M., Noiri, H. and Oda, K. (1998): K-Ar chronology of the Middle Pleistocene lavas at Ontake volcano, central Japan, Earth Science, **52**, 464-474.
- Miura, K., Ban., M. and Yagi, H. (2008): The Tephra Layers Distributed around the Eastern Foot of the Zao Volcano -Ages and Volumes of the Za-To 1 to 4 Tephras, Bull. Volcanol. Soc. Japan, 53, 151-157.
- Nakamura, K. (1964): Volcano-stratigraphic study of Oshima Volcano, Izu, Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, 42, 649-728.
- Okuno, M., Nakamura, T. and Kobayashi, T. (1998): AMS ¹⁴C Dating of Historic Eruptions of the Kirishima, Sakurajima and Kaimondake Volcanoes, Southern Kyushu, Japan, Radiocarbon, Proceedings of the 16th International Radiocarbon Conference: **40**, 825-832.
- Takada, A, Oshima, O., Aramaki, S., Ono, K., Yoshida, T. and Kajima, K. (1992): Geology of Aogashima Volcano, Izu Islands, Japan, Bull. Volcanol. Soc. Japan, 37, 233-250.

(編集担当 坂井孝行)

付表1機器設置深度及び全深度における物性の比較.

①温度:温度検層結果をもとに、機器設置深度の温度が60℃以下に「〇」を付した.②硬度、③RQD、④P波・S波速度:地質調査結果及び PS 検層結果をもとに、機器設置深度の条件が全深度の平均的な条件以上の場合に「〇」を、未満の場合に「×」を、データを取得できなかった場合に「−」を付した.

②硬度については、地質調査報告書をもとに、A=5、B=4、C=3、D=2、E=1 (Aの方が硬い)と点数化 した.「機器設置深度」の列には耐圧容器を含む3mの平均点数を、「全深度平均」の列にはデータを取得できた全深度 の平均点数を掲載した. ③RQD については、地質調査報告書をもとに、「機器設置深度」の列には耐圧容器を含む3m のRQDの平均値を、「全深度平均」の列にはデータを取得できた全深度のRQDの平均値を掲載した.

#			2			3			(4)	a stastada
		温度	便度	爆哭診署	全深度	RQL	機思設置	全深度	P波速度	S波速度
				深度	平均		深度	平均		
01	Ats	0	-	-	-	1	-	-	×	0
02	Mkn	0	0	4.0	2.7	0	93.7	88.0	0	0
03	Tkc-b	0	×	3.0	3.5	0	95.3	83.1	×	0
04	Tkc-o	0	0	4.0	3.3	0	88.0	86.1	0	0
05	Trm	0	0	3.0	2.7	0	100.0	89.8	0	0
06	Ktr	0	×	2.0	2.3	0	95.7	77.3	0	0
07	Usu	0	0	3.0	2.8	0	98.7	78.6	0	0
08	Hkk	0	0	3.0	2.3	0	94.3	73.3	0	0
09	Esn	0	0	3.0	2.6	0	91.3	74.3	0	0
10	Iwk	0	0	3.0	2.5	0	99.0	63.8	0	0
11	Aky	0	0	3.0	2.0	0	79.0	43.1	0	0
12	Iwt	0	0	4.0	2.2	0	75.3	35.2	0	0
13	Akk	0	0	4.0	2.8	0	90.3	48.6	0	0
14	Cki	0	0	4.0	3.1	0	85.0	58.9	-	-
15	Krk	0	0	3.0	2.5	0	78.7	62.8	0	0
16	Zou	0	0	4.0	3.3	0	85.3	73.1	0	0
17	Azm	0	0	4.0	3.1	0	82.0	64.2	0	0
18	Adt	0	0	4.0	3.5	0	97.0	94.4	0	0
19	Bnd	0	0	3.0	2.9	0	95.7	60.0	0	0
20	Nsd	0	0	2.7	2.5	0	61.7	40.0	0	0
21	Nks	0	×	2.0	2.5	×	5.0	22.1	0	0
22	Kts	0	0	4.0	3.9	0	87.0	67.6	0	0
23	Asm	0	0	2.0	1.2	0	78.0	30.2	0	0
24	Ngy	0	0	3.0	2.2	0	46.0	16.6	0	0
25	Ykd	0	0	5.0	2.5	×	14.3	14.4	\times	0
26	Nrk	0	0	5.0	3.4	0	74.3	55.5	×	×
27	Ont	0	×	2.7	3.1	0	80.3	75.4	0	0
28	Fjs	0	0	5.0	2.1	0	76.3	22.0	0	0
29	Hkn	0	0	3.0	2.7	×	51.3	52.5	0	0
30	Izt	0	0	4.0	3.1	0	40.0	38.3	0	0
31	Izo-k	0	×	2.0	2.8	×	14.7	28.6	0	0
32	Izo-s	0	0	4.0	2.8	0	97.7	54.6	0	0
33	Izo-f	0	0	4.0	3.3	0	61.3	44.9	0	0
34	Nij	0	0	4.0	2.2	0	84.7	23.7	0	0
35	Kuz	0	0	4.0	2.1	0	59.3	13.7	0	0
36	Myk	0	0	4.0	2.7	0	70.0	43.1	0	0
37	Hej	0	0	4.0	2.9	0	68.3	38.6	0	0
38	Aog	0	0	4.0	3.5	0	81.0	43.2	×	×
39	Kju	0	0	4.0	3.9	0	92.0	84.4	0	0
40	Aso	0	0	4.0	3.2	0	100.0	53.8	0	0
41	Unz	0	-	-	3.0	-	-	45.4	0	0
42	Krs	0	0	4.0	2.6	0	94.3	48.6	0	0
43	Skr-k	0	0	4.0	3.8	×	25.0	25.4	0	0
44	Skr-y	0	0	3.0	2.4	0	89.3	30.2	0	0
45	Skr-f	0	0	4.0	3.2	0	98.0	53.2	0	0
46	Kce	0	0	4.0	3.2	0	90.0	53.0	0	0
47	Sws	0	0	4.0	3.7	\times	85.0	90.7	0	0
デー	ータあり	47	45			45			46	46
O(t)	记冬(仕)	47	40			30			41	44

本表には、一次記載結果にもとづき、対比がなされた火山噴出物や堆積物を全て掲載した.また、これまでの研究結果を参照し、各噴出物・堆積物の年代をまとめた.*:再堆積物を含む、AD:西暦(紀元後)、BC:紀元前、c:世紀、ka:1,000年前、Ma:100万年前、cal:暦年(calendar year)、cal ka:暦年で1,000年前。*斜字*の年代値は、暦年換算していない.()を付しているものは、年代既知の噴出物の上下関係をもとにした数値である.

地点	休及 GL-[m]	これた噴出物	年11、	谷頃山初07年1、67依拠員科
01 Ats	0.27~1.74	摩周降下火砕堆積物b (Ma-b)	1.0ka	Ma-b直上の腐食から980±100yBPという ¹⁴ C年代が得られており(Katsui et al., 1975), Ma-bの 噴火年代は約1.0kaとされた(玉田・中川, 2009).
	$1.87 \sim 1.92$	白頭山-苫小牧テフラ (P Tm)	1ka	町田・新井(2003)に従い,約1,000年前(1ka)を掲載.
	4.2~25.54	(B-fill) 摩周軽石流堆積物f (Ma-f1及びf3)	7.6~7.4cal ka	Ma-fから6,510±70yBP及び6,730±60yBPという ¹⁴ C年代が得られ(伊藤・他, 2007), Ma-fの噴火 年代は約7.6~7.4cal kaとされた(岸本・他, 2009).
	25.59~25.60	摩周降下火山灰層k (Ma-k)	12cal ka	Ma-kから10,130±60yBPという ¹⁴ C年代が得られ(伊藤・他, 2007), Ma-kの噴火年代は約12cal kaとされた(岸本・他, 2009).
	151~156	アトサヌプリ火砕流堆積 物	20ka	アトサヌプリ大砕流堆積物は、北海道防災会議編(1986)の古期アトサヌプリ火山のアトサヌプリ カルデラ形成時の噴出物で、一次記載では約20,000年前とされた、長谷川・他(2009)による と、根釧原野で記載されたCh-cはアトサヌプリカルデラ形成に関与したアトサヌプリ最大規模 の噴出物であり、約20kaとしている。
02 Mkn	$0.38 \sim 0.41$	ポンマチネシリ旧火口	0.7ka	和田・他(1997)は、ポンマチネシリ旧火口の形成を約700年前としている.
	0.68~1.05	Me-b	2.0ka	Me-b中の炭化木片から2,070±80yBPという ¹⁴ C年代が得られ(勝井・他, 1976), Me-bの噴火年 代は約2.0kaとされた(玉田・中川, 2009).
	1.4~1.9	中マチネシリ火砕流	13ka	中マチネシリ火砕流堆積物中の炭化木片から13,520±240yBPという ¹⁴ C年代が得られ(勝井・ 他, 1976), 噴火年代は約13kaとされた(玉田・中川, 2009).
	1.9~	(基盤岩)	23,300 ~1,640ka	一次記載では、新第三紀の基盤岩とされた.ここでは、地学団体研究会編(1996)をもとに、新 第三紀の年代である23.3~1.64Ma(23,300~1,640ka)を掲載.
03 Tkc-b	0.15~2.8	グラウンド火口上部火砕 堆積物	3.3cal ka	グラウンド火口上部堆積物中の炭化木片(5試料)から2,990±60yBP~3,170±80yBPという ¹⁴ C年 代が得られ,噴火年代は3,300cal yBPとされた(藤原・他, 2007).
	2.8~23.7	望岳橋溶岩	8ka	望岳橋溶岩は、石塚・他(2010)の十勝岳火山群新期2最初期の溶岩であり、一次記載では約 8,000年前とされた.
	32.9~54.6	①鋸岳溶岩ないし②平ヶ 岳溶岩?	· ①36ka ∕ ②246 ~168ka	① 鰯岳溶岩類から36±9kaというK-Ar年代、②平ヶ岳火山から246±6ka~168±6kaという4個のK-Ar年代(石塚・他, 2010).現在のところ①②のいずれにあたるのか結論が出ていないため、 両論併記する.
	64.2~100	 美瑛岳山頂馬蹄形火 ロ形成時ないし②古期 十勝岳火山群 	①(<100ka)/ ②(>500ka)	①美瑛岳火山の溶岩から100±6kaというK-Ar年代が得られており(石塚・他, 2010),山頂部の 馬蹄形火口形成はそれよりも新しいことから、<100kaと考えられる。②古期十勝岳火山の活動 期は約100~50万年前とされる(石塚・他, 2010)ことから、>500kaと考えられる。現在のところ① ののいずわにまたるのかま絵が出ていない。ため、声絵体記する
04 Tkc-o	3.6~65.5	ヌッカクシ富良野川岩屑 なだれ堆積物	50~60ka	マッカクショ良野川岩層なだれは、石塚・他(2010)の十勝岳火山群新期1にあたり、一次記載 では約5~6万年前とされた。
	65.5~95.6	三段山火山噴出物	(70~60ka)	三段山火山は、三峰山火山(70±20ka)と上ホロカメットク溶岩類(60±9ka)の間の層準である (石塚・他, 2010,年代はいずれもK-Ar年代)ことから、三段山火山噴出物の年代は70~60ka の間のいずれかの時期と考えられる
	96.5~100.5	富良野岳火山噴出物	150ka	□ こう いっかいかい (10.230kaというK-Ar年代が報告されている(石塚・他, 2010).一次 記載では15万年前と報告されたため, 150kaを掲載.
05 Trm	$2.6 \sim 3.4,$ $4.25 \sim 18.15,$ $19.90 \sim 101.00$	社台火砕流	60cal ka	社台火砕流堆積物中の炭化樹幹から49,800±3,100yBPという ¹⁴ C年代の報告があり(加藤・他, 1995), 噴出年代は約6万年前と考えられている(中川・他, 2010).
06 Ktr	1.60~63.60	Kt-1	40ka	加藤・他(1995)では、Kt-l直下の層準から採取された樹幹から39,290±970yBPという ^は C年代を もとに、Kt-lの噴出年代を約4万年前としている。
	63.8~105.0	Kt-2	(45~40ka)	Kt-2は,Kt-Tk(クッタラ-竹浦スコリア層群;炭化木片の ¹⁴ C年代45,500±2,000yBP:加藤・他, 1995)とKt-1(40ka)の間の層準であり、噴火年代は45~40kaの間のいずれかの時期となる。
07 Usu	$1.60 \sim 3.00$	嘉永噴火堆積物	AD1853	震災予防調査会編(1918)の嘉永六年(AD1853年)の噴火記録に相当.
	15.40~35.00	上長和層	780 ~130ka	曽屋・他(2007)によると、上長和層は中期更新世.ここでは、地学団体研究会編(1996)による 中期更新世の年代0.78~0.13Ma(780~130ka)を掲載.
	48.45~101.00	壮暫火砕流堆積物	1,590ka	壮瞥火砕流堆積物中の石英粒子から1.59±0.33Maという熱ルミネッセンス年代が報告されており(高島・他, 1992), 1.59Ma(1,590ka)を掲載.
08 Hkk	2.05~3.35	Ko-d	AD1640	山田(1958)は、Ko-d(K.d)をAD1640年噴火の噴出物に対比した. 北海道防災会議編(1975)も この考え方を支持している.
	4.00~17.00	P1ないしP2火砕流堆積 物	6.5~6.3cal ka	P1大砕流堆積物中の炭化木片の ¹⁴ C年代は5,740±130yBP及び5,640±70yBP, P2火砕流堆積 物中の炭化木片の ¹⁴ C年代は5,440±70yBP及び5,470±110yBPであり, 暦年代に換算すると約 65~63~2011年の時出物である(古本・他 2009)
	17.32~19.76	Ko-g降下軽石堆積物	6.8cal ka	 6.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 6.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 6.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 6.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 6.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 6.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 6.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 6.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 6.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 6.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 6.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 6.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 6.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 6.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 6.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 6.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 6.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 6.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 7.5 - 0.5 clar ka)> (1 + 7 clar ka) 7.5 - 0.5 cl
	20.40~21.18	濁川カルデラ形成時の 降下水砕物	15cal ka	0.5cat kar) 近い夏天とない日本、他, 2005. 町田・新井(2003)に従い, 15cal kaを掲載.
	61.20~86.35	Ko-h火砕流堆積物	20cal ka	Ko-h1火砕流堆積物中の炭化木片から17,030±270yBPという ¹⁴ C年代が報告されており(勝井・ 他, 1989), 歴年代は20cal kaとされている(吉本・他, 2008).
09 Esn	9.00~46.75	元村火砕流堆積物	8ka	元村火砕流堆積物直下の土壌及び炭化木片の ¹⁴ C年代測定結果は約8ka(荒井・他, 1998). 一次記載では ¹⁴ C年代測定結果であろ7.840-80xBP及び8.030+80xBPが掲示された
10 Iwk	0~30	第3期噴出物?	<100ka	第3期噴出物からは、0.01±0.24MaのK-Ar年代が得られ、約0.1Ma?~現在の活動であったと 考えられている(佐々木・他、1996).
	46付近	第2期噴出物?	200~100ka	第2期噴出物からは、0.23±0.04Ma~0.10±0.05MaのK-Ar年代が得られ、約0.2~0.1Maの活動 であったと考えられている(佐々木・他、1996).
	54.55~	鳴沢層あるいは舞戸層	3,400~780ka	舞戸層は中期鮮新世~後期鮮新世,鳴沢層は後期鮮新世~更新鮮初頭の堆積岩であり (平山・上村, 1985),地学団体研究会編(1996)による中期鮮新世~更新世初頭の年代である 3.4~0.78Ma(3.400~780ka)を掲載。

地点	深度 GL-[m]	一次記載により対比	年代	各噴出物の年代の根拠資料
11 Akk	21.4~22.1	主成層火山体形成期の	?	<詳細不明>大場(1991)の新期噴出物に相当する可能性がある。
	34.3~84.64	フルカノ式噴火火山灰 主成層火山体形成期の 嗜出物	>25ka	大場(1990,1991)によると,成層火山体を構成する中期噴出物は25,000~30,000年前までに噴出した。本屬準の年代として、25%を提起する。
	84.64~92.62	先焼山湖沼堆積物	5,200 ~1,640ka	鮮新世の湖沼堆積物(須藤,1992).ここでは、地学団体研究会編(1996)をもとに、鮮新世の 年代であた5.2~1.40Me(5.200~1.60Me)を掲載
	92.62~100.5	又口小屋層	5,200 ~1,640ka	+((この35.2)-1.0+War(5.200-1.0+0&a/2:汚載、 鮮新世の酸性凝灰岩(渡藤, 1992). ここでは、地学団体研究会編(1996)をもとに、鮮新世の たけできたるションにいた(2.200-1.0+0)と思想
12 Iwt	3.65~3.80	W6	4.0ka	平下でである5.2~1.64Ma (5,200~1.640&a)を汚載。 年代既知の噴出物との層位関係から、約4.0kaと推定されている(土井, 2000). なお, W6~加 智内スコリアの年代については、統一的に十井(2000)が報告した年代を掲載する。
	4.48~4.53	巣子スコリア	4.8ka	単子スコリア直下の黒色土の ¹⁴ C年代(4,970±140yBP~4,030±120yBP)をもとに、約4.8kaと推 定されている(土井, 2000).
	5.67	堀切軽石(秋田駒ケ岳起 源)	$8 \sim 7ka$	堀切軽石直下の黒色土等の ¹⁴ C年代(12,890±170yBP~6,880±120yBP)をもとに、8~7kaと推 定されている(土井, 2000)、
	6.18~6.25	柳沢軽石(秋田駒ケ岳起 源)	11ka	柳沢軽石直下の風化火山灰の ¹⁴ C年代(11,650±270yBP)をもとに、約11kaと推定されている (土井、2000).
	6.40~6.50	小岩井軽石?(秋田駒ケ 岳起源)	13~12ka	年代既知の噴出物との層位関係から、13~12kaと推定されている(土井, 2000).
	7.20~7.31	八戸軽石?(十和田起 源)	13ka	十和田八戸火砕流堆積物中の炭化木片等の ¹⁴ C年代をとりまとめ、約13kaと推定されている (土井、2000).なお、町田・新井(2003)には、暦年換算した15cal kaが掲載されている。
	7.53~7.68	W15	?	<データなし>
	9.09	大不動軽石?(十和田起 源)	27 ~25ka	十和田大不動火砕流堆積物中の炭化木片等の ¹⁴ C年代をコンパイルし、27~25kaと推定されている(土井、2000).なお、町田・新井(2003)には、暦年換算した≧32cal kaが掲載されている。
	9.58~9.64	滝沢第2スコリア	30~27ka	年代既知の噴出物との層位関係から、30~27kaと推定されている(土井, 2000).
	13~14.88	生出黑色火山灰層	50~30ka	年代既知の噴出物との層位関係から、約50~30ka(下面が約50ka,上面が35~30ka)と推定さ れている(土井, 2000)、そこで、50~30kaを掲載。
	15.38~16.05	加賀内第1,2,3スコリア	60~50ka	年代既知の噴出物との層位関係から,60~50kaと推定されている(土井,2000).
	$17.00 \sim 17.40$	川口軽石	80cal ka	町田・新井(2003)に従い, 80cal ka?を掲載.
	18.00~18.20	阿蘇4火山灰	90~85cal ka	町田・新井(2003)に従い, 90~85cal kaを掲載.
	$22.15 \sim 28.71,$ $49.40 \sim 68.72$	鬼又火山噴出物	120~90ka	伊藤・土井(2005)によると、東岩手-鬼又ステージの鬼又火山の噴火期間は約12万年前~9万 年前である。
	72.20~89.55, 97.25~100.45	西岩手主火山体	>100ka	伊藤・土井(2005)によると、西岩手・鬼ヶ城ステージの西岩手主山体は、10万年前よりも古い、
13 Akk	4.3~7	北部第4火砕丘?	(3ka)	岩石学的特徴が類似していることから、北部第4火砕丘とAK-3.5テフラは同一噴火の噴出物 とされる(藤縄・他, 2004).北部第4火砕丘(AK-3.5)は、AK-4及びAK-5噴出(3,990±180yBP
				~3,120±70yBPという腐食土及び木片の ¹⁴ C年代から、4~3.1ka:和知・他, 1997)の後ほどなく 形成された(藤縄・他, 2004)ことから、ここでは約3kaを掲載。
	7~16.1	片倉沢溶岩	7.2~7.1ka	岩石学的特徴が類似していることから,北部第2火砕丘,片倉沢溶岩及びAK-6テフラは同一 噴火による噴出物と考えられている(藤縄・他, 2004)、AK-6直下の腐食土から7,160±
	~			140yBP, 7,150±140yBPという ¹⁴ C年代が得られており(和知・他, 1997), 噴出年代として7.2- 7.1ka(和知・他, 1997; 藤縄・他, 2004)を掲載.
	16.1~33.5	北部第2火砕丘?		
	51.8~65.1	男女岳溶岩流及び火砕 丘	8.4 ~ 7.5ka	藤純・他(2004)では、男女岳溶岩流及び火砕丘の年代を8,400~7,500年前としている。これ は、男女岳溶岩流及び火砕丘がAK-8テフラとAK-6テフラの間の層準にあることから、AK-7テ フラの層準に相当し、さらに、和知・他(1997)によるAK-7テフラ直下の腐食土の ¹⁴ C年代(8,380
		Per off the life has the life to the		±220yBP及び7,530±180yBP)から、8.4~7.5kaとの年代が相当と考えられるためである。
	94.3~100	男伝溶岩初期ないしは より古い成層火山形成時 の溶岩流	74ka	一次記載では、本層準が、成層火山形成期の試料(0.074±0.015MaというK-Ar年代値: Itaya et al., 1984)に対比される可能性が示された.ここでは、本層準の代表的な年代として 0.07(Mt (14a)と参考地域
14 Cki	0.63~44.15	観音森溶岩	100~90ka	観音森溶岩は、林(1984)のステージIIbの噴出物に相当し、伴・他(2001)によるK-Ar年代測定 結果をもとにステージIIbは約0.10~0.09?Maとされている.ここでは、観音森溶岩の年代として
	75.15- 100	田传正田絵画	140 - 1201	ステージIIbの0.10~0.09Ma(100~90ka)を掲載。 せいのいてレストー目作まし、第一次に応用他にお来し、目的意思を対応する(目的)
	75.15~100	川裂小川裕宕	140 ~120ka	林(1964)によると、川泉小川溶着はステーンIIa型山物に相当し、川泉溶着を被獲りる(川泉 小川溶岩の方が新しい)、伴・他(2001)のK-Ar年代測定により、ステージIIaは約0.16~0.12Ma であり、そのうち川袋溶岩は0.14±0.01Maである、以上より、川袋小川溶岩の年代として約0.14 ~0.12Ma(140~150~)を思想
15 Krk	3.00~14.90	樹海ライン溶岩あるいは 新湯口溶岩	110ka	・0.12Ma(140 - 120ka)を見敏に 樹海ライン溶岩から0.11±0.04MaというK-Ar年代(藤縄・他, 2001)。樹海ライン溶岩は新湯口 溶岩を被覆する(新湯口溶岩の方が古い)、ここでは、樹海ライン溶岩及び新湯口溶岩の年 代献として約0.11Ma(10ka)を堪動
	29.52~37.35	樹海ライン溶岩あるいは 新潟ロ溶岩	,	Care Contrata (Toka) Contra
16 Zou	1.47~1.58	蔵王-川崎スコリア (Za- Kw; Za-To2)	30.7cal ka	蔵王・川崎スコリア直下の古土境から25,440±120yBP(暦年代は30,781-30,561cal BP)という ¹⁴ C 年代が得られ、噴火年代は約30.7cal kaとされている(Miura <i>et al.</i> , 2008).
	19.73~100.00	一枚石沢溶岩	230~190ka	酒寄(1992)の一枚石沢溶岩類は,高岡・他(1989)の熊野上部溶岩に相当する.高岡・他 (1989)によると,熊野上部溶岩のK-Ar年代は0.19Ma, 0.23Maである.以上より,一枚石沢溶 岩類の年代として0.23~0.19Ma (23~190ka)を掲載.
17 Azm	1.50~11.40	吾妻小富士火山噴出物	6.8∼5.4cal ka	工藤・星住(2006-)によるコンパイルでは、山元(2005)による ^H C年代値(5,930±40~4,780± 60vBPvBP)をもとに、噴火年代を6.8~5.4cal kaとしている。
	81.07~100.55	古期火山噴出物	>400ka	藤縄・鶴志田(1999)の古一切経山に相当するものとして、約40万年前よりも古い(>400ka)との 噴出年代を掲載。
18 Adt	2.90~100.50	沼尻火砕流堆積物	(>550ka)	沼尻火砕流堆積物は安達太良火山本体第一期の活動に先行した噴出物であり、安達太良火山を噴出源とする鬼面山溶岩(約55万年前;第一期)よりも明らかに古い(藤縄,1980;藤 縄・他,1997).

tile det	WE DE CT T 1	メッシュキショー トックトロ・	he lls	
地尽	休皮 GL-[m]	一次記載により対比 された噴出物	++ 1\	11月山初の干11の採売員村
19 Bnd	3.50~20.30	1888年岩屑なだれ堆積 物	AD1888	震災予防調査会編(1918)の明治二十一年(AD1888年)の噴火記録に相当.
	20.30~72.8	磐梯火山最初期噴出物 (山元, 2011)	(>250ka)	山元(2011)によると、磐梯山赤埴-櫛ヶ峰山体(25万年前以前:山元・須藤, 1996)よりも古い. ここでは、本層準の年代として>25万年前(>250ka)を掲載.
	72.8~100.60	猫魔火山起源の扇状地 (山元, 2011)	500ka	山元(2011)によると、この層準の岩石の化学組成は、猫魔火山の東部を構成する50万年前前 後のトレンド上にある、ここでは、本層準の年代として約50万年前(500ka)を掲載
20 Nsd	5.2	赤城山起源の軽石(行 川1:山元,私信)	50ka	行川1は, DKP (大山倉吉テフラ:約5.5万年前以前;町田・新井, 2003)の上位であり(鈴木, 1000) 約50k-2と考えられていズ(山戸 私信)
	5.20~13.85, 23.93~33.80	日の出平溶岩類(南月 山火山前期噴出物)	180ka	日の出平溶岩類から0.18±0.07Ma, 0.21±0.09MaというK-Ar年代(伴・高岡, 1995)が報告されている.ここでは、次に述べる南月山溶岩類との層序関係も考慮し、約0.18Ma(180ka)を掲
	92.20~100.76	南月山溶岩類に相当 (南月山火山前期噴出 物)	180ka	戦. 南月山溶岩類から0.10±0.05Ma, 0.18±0.03Ma, 0.18±0.02MaというK-Ar年代(伴・高岡, 1995) が報告されている.なお,南月山溶岩類は,層序関係から日の出平溶岩類よりも古い.ここで は、南月山溶岩類の年代として約0.18Ma(180ka)を掲載.
21 Nks	87.95~100.60	鬼怒川流紋岩	10,400 ~5,200ka	一次記載によると、鬼怒川流紋岩は後期中新世の噴出物である.ここでは、地学団体研究会編(1996)をもとに、後期中新世の年代である10.4~5.2Ma(10.400~5.200ka)を掲載。
22 Kts	6.45~	青葉溶岩	300ka	青葉溶岩から0.30±0.06MaというK-Ar年代(宇都, 1983), 0.3Ma(300ka)を掲載。
23 Asm	0.73~1.00 (散在)	アカホヤ火山灰	7.3cal ka	町田・新井(2003)に従い、7.3cal kaを掲載.
	1.22~5.05	仏岩火山岩類	20~11ka	仏岩火山の活動は、約2万年前に開始し、約1.1万年前にはほぼ終了していたと考えられてい ス(三統 1098) ここでは 20~10kを根載
	5.05~	黒斑火山岩類	>21ka	る(両領,1996).ここでは、20~11Aaと何報。 黒斑火山の活動は、約9万年前にはすでに開始していたと推定され、約2.1万年前にはぼほ 約21、つよしまざりのついてにため、2000、2000は、2011、2011、4月前
24 Ngy	3.0~6.4	大谷火砕流堆積物Ⅱ	AD1773	※1していたと考えられている(高橋, 1998). ここでは、>21kaを掲載. 大谷火砕流堆積物Ⅱ中の炭化木4試料の ¹⁴ C年代の平均値である270yBPから、AD1773年の
	65~12.8	十公业动法推结物I	AD1261	噴火記録に対応する可能性が高いと考えられている(早津, 1994, 2008).
	0.5 - 12.8	八石 八甲 初心 正 1頁 1/2 1	AD1501	大谷火碎泥車積初1中の灰化木4試料の。C年代の平均値650yB7から、中世甲頃(14~15 世紀)の噴出物と考えられ、AD1361年の噴火記録に対応する可能性が最も高いと考えられて いる(早津, 1994, 2008).
	18.8~100.0	前山溶岩流	1.0ka	前山溶岩流とほぼ同時に噴出した早川火砕流堆積物中の炭化木片の ¹⁴ C年代の平均値は 965yBPであり、約1,000年前(平安時代)の噴出物と推定されている(早津, 1994).なお、 AD887年もしくはAD989年の古記録に対応する可能性が指摘されている(早津, 2008).
25 Ykd	0.8~48.1	中尾火砕流堆積物	2.3cal ka	中尾火砕流の直前に噴出した水蒸気堆積物直下の腐食土から2,390±90yBPという ⁴ C年代が 得られ、噴出年代は約2,300cal yBPの可能性が高いと考えられている(及川・他, 2002).
	58.70~150	笠ヶ岳流紋岩類中尾層 中尾凝灰岩類	57,300ka	中尾層の溶結凝灰岩中のジルコンから57.3±5.2Maというフィッショントラック年代が報告されて いろ(岩野・仙 1089) ここでは 中尾層の代表的な年代として57.3Ma(57.300a)を掲載
26 Nrk	7.3~57.7	番所溶岩(新期乗鞍火 山権現池・高天ヶ原火山 体)	<100ka	中野(1998)によると、権現池・高天ヶ原火山体が形成されたのは10万年前以降とされる. ここでは、<0.1Ma(<100ka)を掲載.
	63.0~101.1	前川溶岩あるいは烏帽 子溶岩(新期乗鞍火山 烏帽子火山体)	320 ~120ka	中野(1998)によると、烏帽子火山体は32万年前から12万年前にかけて成長したとされる.ここでは、0.32~0.12Ma(320~120ka)を掲載.
27 Ont	8.8~25.45	新期御岳火山摩利支天 火山群金剛堂火山噴出 物,王滝累層中部層奥/ 院溶岩類	(60 ∼50ka)	摩利支天火山群の活動時期は広域火山灰との層序関係から6~5万年前から約3万年前(山田・小林, 1988)とされ、王滝累層中部層は約5万年前のDKP以下であるため約6~5万年前(木村, 1993)と考えられているため、本層準の年代として60~50kaを掲載する.
	32.05~34.55	新期御岳火山摩利支天 火山群金剛堂火山噴出 物,王滝累層中部層奥ノ 院溶岩類ないし百間滝 スコリア流堆積物	(60 ~50ka)	(同上)
	34.8~47.05	 ①新期御岳火山継母火 山ないし王滝累層下部 (2)魔利支天火山群ない し王滝累層中部の千本 松軽石の可能性もある) 	①80 ~60ka (2)60 ~50ka)	①維母火山群の活動時期は、広域火山灰との層序関係から約8~6万年前(山田・小林、 1988)とされる.(②摩利支天火山群の活動時期のうち本層準の年代として、上記のとおり、60 ~50kaと考えられる.)
	48.9~101.1	三笠山溶岩層(古期御 岳火山)	400ka	三笠山溶岩層から0.393±0.006MaというK-Ar年代(Kioka et al., 1998)が報告されており,三 笠山溶岩層の年代として約0.4Ma (400ka)を掲載する.
28 Fjs	8.05~13.3	雄鹿溶岩流	(1.9cal ka)	山元・他(2010)によると、雄鹿溶岩流は、ニッ塚スコリア(2,050±40yBP:山元・他、2005による ¹⁴ C年代値)と須走馬返1スコリア(1,850±40yBP:山元・他、2005, 2010による ¹⁴ C年代値)に挟ま れる、ここでは、雄鹿溶岩流の年代として、約1.9calkaを掲載。
	14.9~16.9	二ツ塚溶岩流	2.1cal ka	ニッ塚噴火では、降下スコリアと溶岩流の噴出があったとされる(高田・他,2007による総括). また、ニッ塚降下スコリア堆積物直下の黒色土壌から2,050±40yBPの ¹⁴ C年代が得られた(山 元・他,2005).以上より、ニッ塚溶岩流の年代として約2.1cal kaを掲載。
	39.1~62.9, 65.7~71.65	新富士中期, 須走-b期	5.6~3.7cal ka	¹⁴ C年代測定により,新富士旧中期の噴火活動はBC3,600~BC1,700年頃(暦年代)に噴出したことが明らかになった(山元・他,2005).ここでは,新富士中期(須走-b期:山元・他,2007)の年代として、5.6~3.7calkaを掲載する。
	71.65~72.0	新富士旧期, 富士宮期	17~8cal ka	¹⁴ C年代測定により,新富士旧期溶岩流はBC15,000~BC6,000年頃(暦年代)に噴出したこと が明らかになった(山元・他,2005).ここでは,新富士旧期(富士宮期:山元・他,2007)の年 代として、17~8cel kaを掲載する.
29 Hkn	58.0~67.1	早川泥流堆積物	41cal ka	箱根東京軽石やAT等との層位関係から,早川泥流堆積物は41cal kaと推定されている(小 なりの8)
	67.1~83.5	後期中央火口丘形成期 初期のプリニー式噴火が 卓越した時期	52~45cal ka	小林(2008)の箱根三色旗デフラ、箱根中央火口丘テフラ1~4に対応すると考えられる.これらのテフラは、箱根東京軽石やAT等との層位関係から、約52~45calkaと推定されている(小林、2008).
	81~91.5	箱根東京軽石*?	60cal ka	軽石流堆積物中の炭化木片から52,310±310yBP(中村・他, 1992)という ¹⁴ C年代等をもとに, 暦 年代60~65calka(町田・新井, 2003)を用いることが多いとして小林(2008)が採用している約 60calkaを掲載。

地点	深度 GL-[m]	一次記載により対比 された噴出物	年代	各噴出物の年代の根拠資料
30 Izt	4.85~	字佐美火山噴出物など (基盤岩)	1,000~500ka	字佐美火山の主要な活動期間は、1~0.5Ma(1,000~500ka)の間と考えられている(高木・小山 1997)
31 Izo-k	3.09	白色ガラス質火山灰	AD838	に,19927. この白色ガラス質火山灰は,神津島天上山起源と考えられる(杉原,1984;小山・早川,1996, 津久井・他,2006).神津島天上山噴火は,震災子防調査会編(1918)の承和五年(AD838年) の噴水記録に相当する。
	4.18~4.20	82	AD4c	S2部層中の未炭化樹幹及び木片から1,720±40yBP及び1,730±60yBPという ¹⁴ C年代(暦年代にしてAD340年頃)が得られ、S2の噴出年代は4世紀とされている(山元, 2006)、
	4.20~4.83	古期大島層群最上部	?	<詳細不明>
	58.7	(未炭化の木片)	2.0cal ka	一次記載時に採取した未炭化の木片から2,040±40yBPという ¹⁴ C年代が得られ, 暦年換算する とおよそBC40年となる(山元・川邊, 2010).このことから,本層準を約2.0cal kaとして掲載す ス
	88.80~	先カルデラ火山古期山 体(泉津層群)	>20ka	川邊(1998)によると、先カルデラ火山古期山体の活動は約3~4万年前に、先カルデラ新期山 体の活動は約2万年前に始まった、このことから、本噴出物は約2万年前よりも古いものとして >20kaを掲載。
32 Izo-s	3.51	白色ガラス質火山灰	AD838	(Izo-kと同じ)
	4.39~5.40	S2	AD4c	(Izo-kと同じ)
	5.40~9.57	古期大島層群最上部	?	<詳細不明>
	69.35	(炭化物)	11.3cal ka	一次記載時に採取した未炭化の木片から9,660±70yBPという ⁴ C年代が得られ、暦年換算する とおよそBC9,180年となる(山元・川邊, 2010).このことから、本層準を約11.3cal kaとして掲載 する。
	89.54	先カルデラ火山古期山 体(泉津層群)	>20ka	(Izo-kと同じ)
33 Izo-f	0~4.05	N4	AD8c	小山・早川(1996)や川邊(1998)では, N4をAD8世紀の噴出物としている.
	4.05~6.00	S2	AD4c	(Izo-kと同じ)
	6.00~12.30	古期大島層群上部	?	<詳細不明>
	$16.70 \sim 82.90$	二子山火砕丘	10ka	Nakamura(1964)は,二子山を約1万年前の噴出物とした.
34 Nij	$\frac{5.23 \sim 58.9}{63.6}$	问山火山噴出物 (貝化石)	AD886 1.4cal ka	廣災予防調査会羅(1918)の仁和二年(AD886年)の噴火記録に相当. 一次記載時に採取した日化石水にAD527~624年しいら展年代(¹⁴ Cは)が温たわた(伊藤 ま)
		(MER)		一次記載時に味取した真に右からAD527~03年という眉中代(CEF)か得られた(伊藤,木 公表:火山噴火予知連絡会コア解析グループ,2011には掲載)、ここでは、約1.4cal kaとして 掲載する.
	58.9~101.0	瀬戸山火山噴出物	>50ka	吉田(1992)は、テフラの層序関係をもとに、瀬戸山火山噴出物を50kaよりも古い噴出物とした。
35 Kuz	0~37.0	天上山火山噴出物	AD838	震災予防調査会編(1918)の水和五年(AD838年)の噴火記録に相当.
	38.0~62.53	秩父田火砕サージ堆積 物A	26~22cal ka	官・他(2003)のまとめによると、秩父山火砕ザーシ堆積物Aに含まれる反化木から、 21,860+660/-610yBP~19,140±200yBP(4試料)という ⁴ C年代が得られており、暦年代は26~ 22cal kaとなる。
	62.53~63.1 ()数在)	始良Tn大山灰(AT)	29~26cal ka	町田・新井(2003)に従い、29~26cal kaを掲載.
36 Myk	0~101.2	維山期初期?	2.5~2.3ka	一次記載及び岩石の全岩化学組成分析結果から、2.5~2.3kaの噴出物に対比される可能性 が示された、ここでは、2.5~2.3kaを掲載する。
37 Hej	34.95	(炭質物)	0.7cal ka	一次記載時に採取した土壌中の炭質物から850±40yBPという ¹⁴ C年代(暦年換算すると AD1210年)が得られた(津久井・中野,未公表:火山噴火予知連絡会コア解析グループ, 2011には掲載).ここでは,約0.7calkaを掲載.
38 Aog	0~0.8	天明噴火のスコリア	AD1780	震災予防調査会編(1918)の安永九年(AD1780年)からの噴火記録に相当.
		休戸郷降下堆積物	2.4ka	休戸郷降下堆積物中の炭化木片から2,380±210yBPという ¹⁴ C年代(Takada et al., 1992). ここでは約2.4kaを掲載.
	0.8~1.5	尾白池サージ堆積物	2.9ka	尾白池サージ堆積物下部の植物茎から2,920±430yBPという ¹⁴ C年代(Takada et al., 1992).ここでは約2.9kaを掲載.
	1.5~36.65	無斑晶玄武岩類	?	<データなし>
	36.65~	主成層火山主部	?	<データなし>
39 Kjs	0.3	段原スコリア	4.0ka	段原スコリア(腐植土壌)に関して4,610±120yBPという ⁴³ C年代が得られ,約4,000年前の噴出物 としている(鎌田, 1991, 1997). ここでは約4,0kaを掲載.
	7.00~100.00	星生北溶岩	(15~10ka)	星生北溶岩は、九重火山ステージ2の溶岩であり、上下の噴出物から15,000~10,000yBPの噴 出物とされる(鎌田, 1997).
40 Aso	4.46~9.00	杵島岳スコリア	4cal ka	杵島岳スコリア(N6期)の噴火年代は、3,650±70yBP(N7期最上部)と3,220±60yBP(N6期最上部)という ⁴ C年代より、約3,400yBPと考えられている(宮緑・渡辺、1997).一次記載によると、
	9.00~23.72	由斥新期山休漆墨	9	喧牛(()(x約4Ca) Ka.
	28.14~28.45	鬼界アカホヤ火山灰 (K- Ah)	7.3cal ka	町田・新井(2003)に従い、7.3cal kaを掲載。
41 Unz	0~125.9	新期雲仙火山噴出物	<100ka	新期雲仙火山は,約100kaよりも新しい時代に形成したとされる(Hoshizumi et al., 1999).新 期雲仙火山のどの層準にあたるのか未詳のため, <100kaを掲載する.
42 Krs	$\frac{4.80 \sim 7.50}{15.05 \sim 18.10}$	新燃岳享保軽石 御鉢高原スコリア	AD1716 AD1235	震災予防調査会編(1918)の享保元年(AD1716年)からの噴火記録に相当、 高原スコリア中の炭化木片から970±70yBP~750±70yBPという ⁴ C年代(4試料)が得られ、暦 年代はAD1235年噴火の古記録に対応すると考えられている(Okuno et al. 1998)
	18.50~19.10	御鉢片添スコリア	AD788	片添スコリア直下の土壌から1,150±70yBP, 1,330±90yBPという ¹⁴ C年代が得られ、暦年代は AD788年噴火の古記録に対応すると考えられている(Okuno et al., 1998).
	67.15~67.70	牛のすね火山砂層上部	2	<データなし>
	67.70~67.95	鬼界アカホヤ火山灰 (K- Ah)	7.3cal ka	町田・新井(2003)に従い、7.3cal kaを掲載。
	67.95~69.40	牛のすね火山砂層下部	?	〈データなし〉
43 Skr-k	2.80~5.15	大止溶岩	AD1914	慶災す防調査会編(1918)の大正三年(AD1914年)の噴火記録に相当.
	5.15~8.02	<u> 大正陣下曜日</u> 安永陰下嶋石	AD1779	電災予防調査会編(1918)の安永八年(AD1779年)からの時止空線に超来
	8.32~100	長崎鼻溶岩	AD764	(1973年1月23日(1719)23ホハモ(1011/17)1/1727年八年31年(1113) 小林(1982)、小林・溜池(2002)によると、長崎鼻溶岩は天平宝字噴火の噴出物でおり、天平宝 空噴水けムD764年の噴水と翌完された(Okung et al. 1998: 中国、1990)

地点	i.	深度 GL-[m]	一次記載により対比	年代	各噴出物の年代の根拠資料
44	Skr-y	59.60~69.34	北岳形成初期の火山噴 出物	(23ka)	古期北岳の活動は23ka~21kaであった(小林・溜池, 2002による総括). ここでは, 北岳形成 初期の年代として, 約23kaを掲載する.
		70.23~	基盤岩	?	<対比不明>
45	Skr-f	$1.05 \sim 1.50$	大正降下軽石	AD1914	震災予防調査会編(1918)の大正三年(AD1914年)の噴火記録に相当.
		1.65~18.56	文明噴出物	AD1471	震災予防調査会編(1918)の文明三年(AD1471年)からの噴火記録に相当.
		18.89~23.62	南岳火山砂層(南岳形 成初期)に相当	(3.5ka)	新期北岳の活動は約4~3.5kaに停止し、その後は南岳の活動へと変化した(小林・溜池, 2002による総括).ここでは、南岳形成初期の年代として約3.5kaを掲載する.
		23.62~28.27	武火砕流堆積物	4.9ka	小林(1986)の北岳の山頂噴火による火砕流堆積物(約4,900年前のP5の層準)に相当すると考えられる、ここでは、4.9kaを掲載。
46 Kce	0.7~1.4	古岳及び新岳の降下火 砕物*	?	<詳細不明>	
		1.40~3.30	鬼界-幸屋火砕流堆積物	7.3cal ka	町田・新井(2003)に従い、7.3cal kaを掲載.
		4.00~6.00	4.00~6.00 古岳メガ崎降下スコリア 層	12.5~11.5cal ka	降下スコリアの基底部の炭化木片から9.950±60vBPという ¹⁴ C年代(暦年代は11.630~11.230cal
					yBP)が得られ、上下の ¹⁴ C年代値も加味して、噴出年代を約12,500~11,500年前としている (下司・小林、2006).
		6.20~38.40	野池寝待火砕流堆積物	15~14cal ka	火砕流堆積物中の炭化木から12,440±60yBPという ¹⁴ C年代(暦年代は14,900~14,150cal yBP) が得られ、噴出年代を約15,000~14,000年前としている(下司・小林、2006).
		6.20~	野池火山	?	<データなし>
47 5	Sws	1.50~9.00	文化噴火噴出物	AD1813	震災予防調査会編(1918)の文化十年(AD1813年)の噴火記録に相当.
11 5113	11.80~100.0	ナベタオ火山	(<0.15Ma)	ナベタオ火山基底の溶岩から0.15±0.03MaというK-Ah年代(土志田・他, 2004). 掘削位置から、この溶岩よりも新しい噴出物と推定する。	