由布火山北麓に分布する腐植質土壌層の炭素14年代学

奥野　充[1)]・五島直樹[1)]・藤沢康弘[2)]
中村俊夫[3)]・小林哲夫[4)]

1) 福岡大学理学部地球圏科学教室，2) 応用地質
3) 名古屋大学年代測定総合研究センター，4) 鹿児島大学理学部地球環境科学教室

1．はじめに

由布火山は，九州北東部に位置する成層火山である．この火山の噴火活動は，九重第1軽石（Kj-P1：町田，1980）以前まで遡る（小林，1984）．最新の噴火は，池代溶岩と山頂溶岩の流出であり，山麓には block-and ash-flow 型火砕流と降下火山灰が分布している（小林，1984；星住・他，1988；草薙・宇井，1995；藤沢・他，2001）．この火山の周辺では，厚さ約 1 m の腐植質土壌層（腐植土）が発達している．この腐植土には，上記の最新テフラのほかに，九重火山から噴出した段原スコリア（Kj-DS：Kamata and Kobayashi, 1997）と鬼界アカホヤテフラ（K-Ah：町田・新井，1978）が挟在している．本稿では，AMS 法により測定した腐植土の ^{14}C 年代を，テフラとの層位関係を用いて年代学的に議論する．

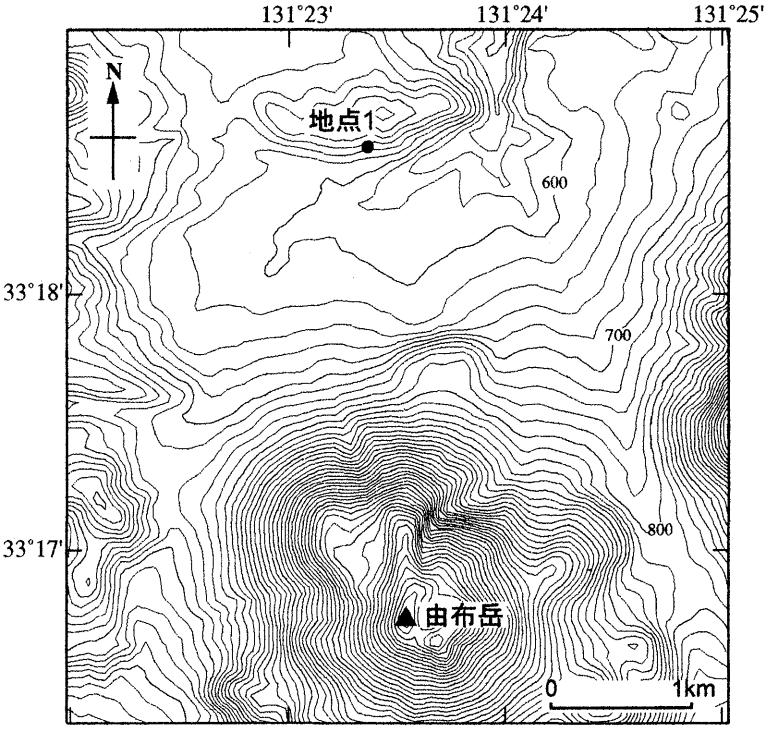

図1　地点1の位置図

2．測定試料および方法

由布岳北麓の地点1（図1：北緯 33° 18′ 44″，東経 131° 23′ 17″）から炭化木片2点と腐植土5点を採取した．地点1での地質層序と ^{14}C 年代を図2に示す．ここでの層序は，地表から腐植土 15 cm，由布北麓火砕流（Yf-N pfl）46 cm，腐植土 19 cm，Kj-DS を挟んで腐植土 15 cm，K-Ah 12 cm，腐植土 43 cm である．Kj-DS の層準は，直径 5 mm のスコリア粒が点在する．測定試料は AAA 処理した後，Kitagawa *et al.*（1993）の水素還元法によりグラファイト・ターゲットを作製し，名古屋大学に設置されている GIC 製の加速器質量分析計（Nakamura *et al.*，1985；中村・中井，1988）を用いて ^{14}C 年代を測定した．試料から得た CO_2 について，気体用質量分析計（Finnigan MAT-252）を用いて $\delta^{13}C$ を測定し，同位体分別効果を補正した．得られた ^{14}C 年代（BP）から Stuiver *et al.*（1998）のデータセットを使用して較正暦年（cal BP）を求めた．

Yf-N pfl 以下の層準については，体積 7 cm^3（層厚 2.2 cm）のキュービックにより計 32 点を連続採取し，含水率，堆積物密度，炭素・窒素含有量を測定した．採取した試料の湿潤重量を計量した後，定温乾燥器中で 60℃，48 時間以上乾燥させて乾燥重量を測定して含水率と堆積物密度を求めた．乾燥させた試料をメノウ乳鉢で粉砕し，福岡大学理学部の元素分析装置 CN コーダー（ヤナコ分析工業，MT-700）を用いて，炭素含有量（C%）・窒素含有量（N%）を測定した．

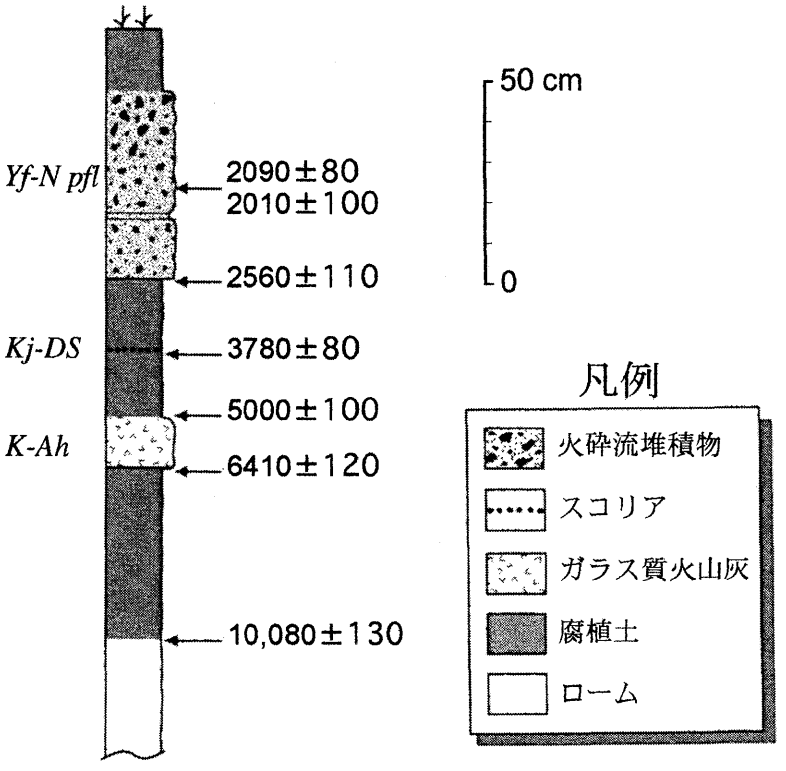

図2　地点1での地質層序と ^{14}C 年代（BP）

3．結果および考察

得られた ^{14}C 年代は，層序とほぼ調和的である（図２）．K-Ah の較正暦年は，直下と直上で約 7.3 cal ka BP と 5.7 cal ka BP である．この 1.6 ky の時間間隙は，前者が K-Ah の堆積，後者が腐植土の累積という閉鎖系成立の違いを示していると考えられる．Kj-DS については，九重火山南東麓において直下で 4300±270 BP，直上で 3570±110 BP の ^{14}C 年代が得られており（Kamata and Kobayashi, 1997），今回得られた ^{14}C 年代は直上のものに近い．このことは，Kj-DS のスコリア粒がこの程度散在的に降下しても閉鎖系が成立しなかったことを強く示唆する．Yf-N pfl から採取した２点の炭化木片の ^{14}C 年代はよく一致するが，直下の腐植土の ^{14}C 年代はそれよりやや古い．これは，腐植土の堆積速度が遅いため，腐植の付加・更新が不十分であったためと考えられる．

深度－較正暦年関係図を図３に示す．得られた ^{14}C 年代を単純に結ぶと階段状になる．これは，２種類の閉鎖系の成立が混在するためと考えられる．３枚のテフラが示す較正暦年と地表から，6.8 cm/ky の集積速度が得られる．腐植土の下限の ^{14}C 年代は，テフラ直上と同様のものであり，これらを結んでもほぼ同じ堆積速度が得られる．これにもとづくと，この地点での腐植土の下限は 13.5 cal ka BP と見積もられ，

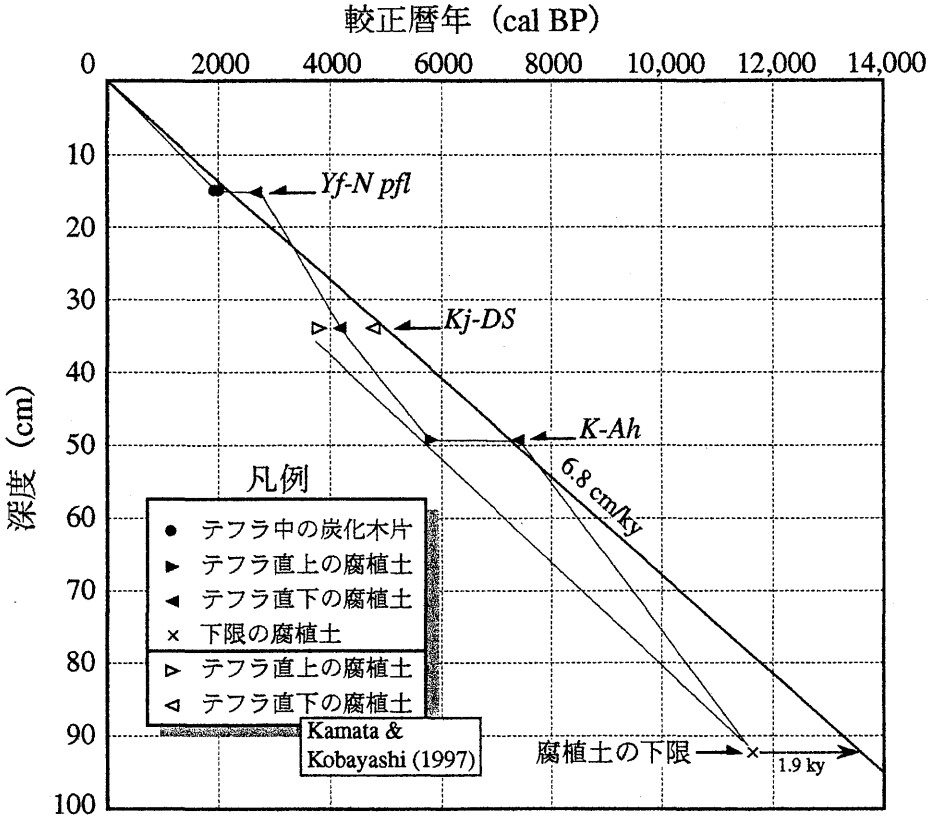

図３　深度－較正暦年関係図

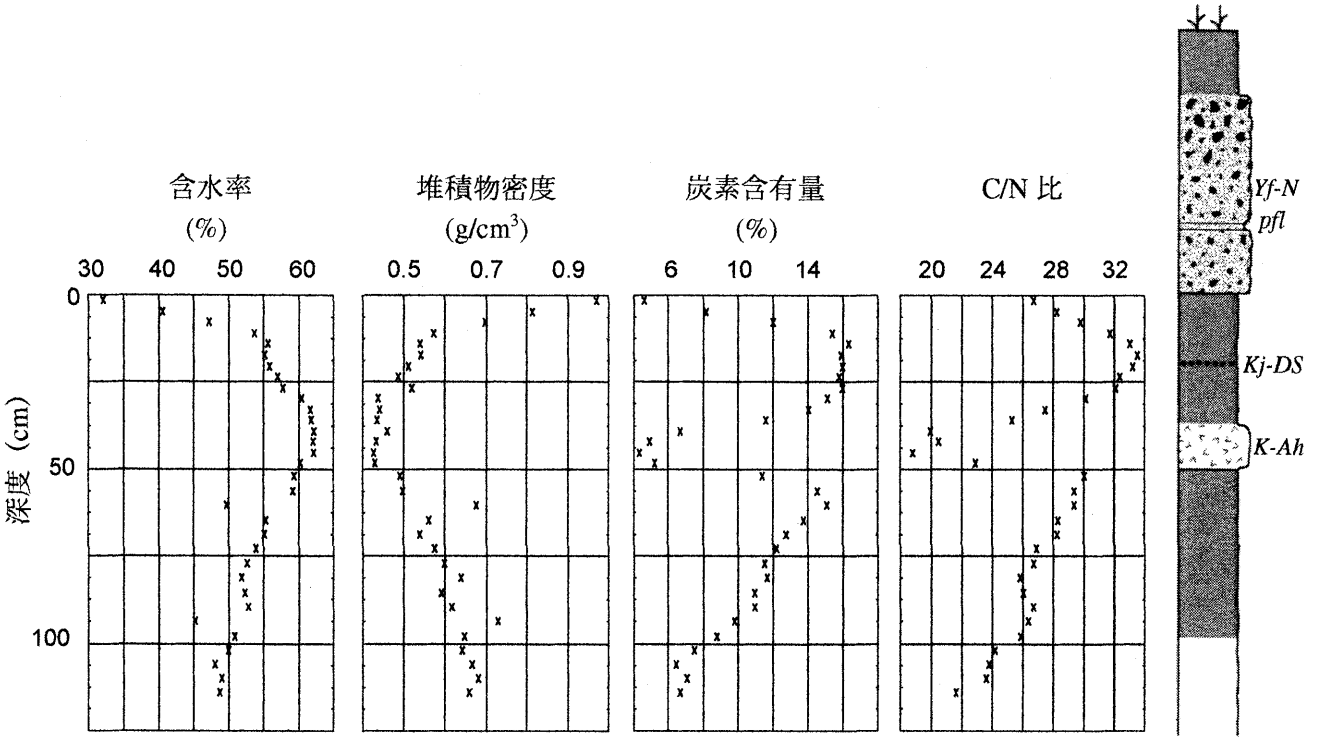

図 4　地点 1 でのYf-N pfl の下位の含水率，堆積物密度，炭素含有量，C/N比
柱状図の凡例は，図 1 と同じ．

^{14}C 年代が示す 11.6 cal ka BP と 1.9 ky の年代差がある．これは，腐植土の形成開始と閉鎖系の成立の時間差を示しているものと解釈することができる．正確な見積もりには，堆積速度の変化や圧密の効果などを補正する必要がある．

堆積物密度，C%および C/N 比を図 4 に示す．炭素含有量や密度の変動は，Yf-N pfl や K-Ah に由来する火山灰の混入による影響を受けている．すなわち，テフラ直下の約 10 cm までは，当時の植物根などが貫入していたことを示す．厚さ 10 cm は，今回得られた集積速度を用いると，約 1.5 ky の時間に相当する．この結果は，図 3 で示された腐植土の形成開始と閉鎖系の成立の時間差（1.9 ky）とも大きく矛盾しない．

謝辞

本稿の一部は，著者のひとりである五島直樹が 2004 年 1 月に福岡大学に提出した卒業論文によるものである．その際，同大学理学部の鮎沢　潤，柚原雅樹の両博士には多くの助言をいただいた．本稿の内容は，名古屋大学年代測定総合研究センターの 2003 年度シンポジウムで発表した．内容のこの研究の一部に，日本学術振興会科学研究費補助金（奨励研究 (A)，代表者：奥野　充，課題番号：11780077；基盤研究 (A) (1)，代表者：奥村晃史，課題番号：11308002，基盤研究 (B) (2) 課題番号：13480020，代表者：中村俊夫）を使用した．記して感謝の意を表します．

引用文献

藤沢康弘・上野宏共・小林哲夫(2001)火砕堆積物の堆積温度からみた由布火山の2.2ka噴火．火山，**46**，187-203.

星住英夫・小野晃司・三村弘二・野田哲郎（1988）別府地域の地質．地域地質研究報告（５万分の１地質図幅），地質調査所，131p.

Kamata, H. and Kobayashi, T.（1997）The eruptive rate and history of Kuju volcano in Japan during the past 15,000 years. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **76**, 163-171.

Kitagawa, H., Masuzawa, T., Nakamura, T. and Matsumoto, E.（1993）A batch preparation method for graphite targets with low background for AMS ^{14}C measurements. *Radiocarbon*, **35**, 295-300.

小林哲夫（1984）由布・鶴見火山の地質と最新の噴火活動．地質学論集，no. 24, 93-107.

草薙　恵・宇井忠英（1995）大分県中部・由布岳周辺の小規模火砕流堆積物．地球惑星科学関連学会1995年合同大会予稿集，78.

町田　洋（1980）岩戸遺跡のテフラ（火山灰）．坂田邦洋著「大分県岩戸遺跡－大分県清川村岩戸における後期旧石器文化の研究－」，広雅堂書店，443-453.

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.

中村俊夫・中井信之（1988）放射性炭素年代測定法の基礎－加速器質量分析法に重点をおいて－．地質学論集，no. 29, 83-106.

Nakamura, T., Nakai, N., Sakase, T., Kimura, M., Ohishi, S. Taniguchi, M. and Yoshioka, S.（1985）Direct detection of radiocarbon using accelerator techniques and its application to age measurements. *Jpn. J. Appl. Phys.*, **24**, 1716-1723.

Stuiver, M., Reimer, P. J., Bard, E., Beck, J. W., Burr, G. S., Hughen, K. A., Kromer, B., McCormac, G., van der Plicht, J. and Spurk, M. (1998) INTCAL98 radiocarbon age calibration, 24,000-0 cal BP. *Radiocarbon*, **40**, 1041-1083.

^{14}C chronology of humic soil on the northern foot of Yufu volcano, SW Japan

Mitsuru OKUNO[1], Naoki GOSHIMA[2], Yasuhiro FUJISAWA[3]
Toshio NAKAMURA[4] and Tetsuo KOBAYASHI[5]

1) Faculty of Science, Fukuoka University, 2) OYO Corporation
3) Center for Chronological Research, Nagoya University, 4) Faculty of Science, Kagoshima University

Abstract

Yufu volcano is a stratovolcano located in northeastern Kyushu, Japan. The last eruption is the effusion of Ikeshiro and Summit lavas, block-and ash-flows (Yf-N, Yf-S pfl) and related volcanic ash (Yf-1). To evaluate radiocarbon dates of soil samples based on a stratigraphic relation with tephra layers, we collected and dated two charcoal fragments and five soil samples from an outcrop at the northern foot of the volcano. The stratigraphy at this site is black soil (thickness=15 cm), Yf-N pfl (46 cm), black soil (19 cm), Kuju-Danbaru scoria (Kj-DS) (scattered), black soil (15 cm), Kikai-Akahoya tephra (K-Ah) (12 cm), and black soil (43 cm) in descending order. After AAA treatment, graphite targets were produced. We measured radiocarbon dates using the GIC accelerator mass spectrometer at Nagoya University, and they were corrected for carbon isotopic fractionation, and calibrated to calendar year. Obtained dates are almost consistent with stratigraphy. The calibrated dates of soils just below and above the K-Ah are about 7.3 cal ka BP and 5.7 cal ka BP, respectively. The time gap of 1600 years indicates the difference of closing time of each carbon cycle of layers; the former indicates the deposition age of the K-Ah, and the latter, the accumulation age of soil above the K-Ah. Our new data on soil sample just below the Kj-DS is 3780±80 BP. On the other hand, Kamata and Kobayashi (1997) reported radiocarbon dates of soils just below and above the Kj-DS at the southeast foot of Kuju volcano, to be 4300±270 BP and 3570±110 BP, respectively. This suggests that a system for carbon cycle did not close by the fallout of the Kj-DS. Two radiocarbon dates of charcoal fragments (2090±80 BP and 2010±100 BP) from the Yf-N pfl show a good agreement, a date of soil sample just below the Yf-N pfl (2560±110 BP) is older than them by 500 ^{14}C yr. The accumulation rate of black soil is estimates to be 6.8 cm/ky based on the surface and calibrated dates of three tephras. This slow accumulation rate suggests that the addition and renewal of soil organic matter were inadequate. Using this accumulation rate, the age of basal part of black soil at this site is estimated to be 13.5 cal ka BP. It is 1900 years older than its calibrated date (11.6 cal ka BP). This time lag can be interpreted as the difference of closing system.