

埋没土壌の¹⁴C年代から知るテフラの噴火年代

－有効性と問題点－

奥野 充

名古屋大学大学院人間情報学研究科（日本学術振興会特別研究員），〒464-01 名古屋市千種区不老町

Tel 052-789-2578, Fax 052-789-3095, e-mail okuno@dmrc.eps.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

火山噴火史の正確な編年は、マグマの発生・上昇・噴出過程の究明を目的とする火山学にとって基礎的かつ重要な課題である。火山噴火ではテフラ（火砕流、火砕サージ、降下テフラ）、溶岩、火山ガスなど様々な状態の物質が噴出する。テフラのうち、火砕流や火砕サージは、地形などに制限されて分布するため噴火堆積物の層序関係を知るのにあまり適していない。一方、降下テフラは、薄く広く分布することから層序学的研究に有用である。放射性炭素（¹⁴C）年代測定法は、最近数万年間の火山噴火の年代を知るうえで有効な方法の1つである。これまでの¹⁴C年代測定法では、炭化木片が最も適した試料とされてきた。炭化木片は、一般に火砕流や火砕サージ中から採取され、降下テフラ中からは稀にしかみられない。しかし、その様な炭化木片は、火砕流などに取り込まれた形で産出するため、得られる年代値と知りたい噴火年代の間には不明確な要素が含まれる。一方、埋没土壌は、ほぼ普遍的に存在しており、比較的容易かつ系統的に試料を得ることができる。土壌中の有機物は垂直方向に移動する可能性があるが、Orlova and Panychev (1993)は、埋没土壌の¹⁴C年代の有効性を検討し、河川性あるいは氾濫原堆積物直下の比較的急速に厚く覆われた土壌については有効な¹⁴C年代が得られることを報告している。テフラに挟まれた埋没土壌にもこれと同じ状況が当てはまる。すなわち、テフラの被覆によって土壌有機物の閉鎖系が成立・維持されるとすれば、テフラ直下の埋没土壌の¹⁴C年代は、被覆したテフラの噴出年代を示すことが期待できる。筆者はこの特長に注目し、南九州のカルデラ火山を主な対象として¹⁴C年代測定を行い、これらの噴火史

を高分解能で編年した（奥野，1995，1996，1997b；奥野ほか，1996；Okuno *et al.*, in press）．本稿では始良カルデラでの結果を概観し（奥野，1997a），火山噴火の年代を知るうえでの埋没土壌の ^{14}C 年代の有効性と問題点を述べる．

2. 埋没土壌の ^{14}C 年代値

2.1. ^{14}C 年代測定の方法

土壌試料は，テフラとの境界面やテフラの重なり具合からその累積性や現地性を確認して採取した．年代測定には，酸とアルカリのどちらに対しても不溶であるフューミンを主に用いた．一部の試料は，他の層準の炭素の汚染を調べるため，酸に不溶でアルカリに溶けるフミン酸についても測定した（奥野ほか，1996；Okuno, 1997）．これらは，次のような手順で得た（奥野，1995）．採取した埋没土壌試料を蒸留水により洗浄・分散した後，開口径 $106\ \mu\text{m}$ のふるいを通したものに用いて，塩酸，水酸化ナトリウム水溶液，塩酸による化学処理を行い，その残渣を蒸留水を用いて洗浄した後，乾燥させてフューミンを得た．また，アルカリ抽出液をガラス濾紙を用いて濾過し，その濾液に塩酸を加えて $\text{pH}<1$ にし，沈殿したフミン酸を回収した．このように処理した試料を酸化銅などと共に真空封管し， 950°C に加熱して発生したガスをガラスライン中で寒剤を用いて精製し，二酸化炭素（ CO_2 ）を得た． CO_2 から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，名古屋大学年代測定資料研究センターのタンデトロン加速器質量分析計（Nakamura *et al.*, 1985；中村・中井，1988）を用いて ^{14}C 年代を測定した．試料の炭素同位体分別効果を補正するため，炭素安定同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$ 値）を CO_2 ガス質量分析計を用いて測定した．得られたフューミンの炭素および窒素含量をCN コーダー（柳本製，MT-700）により測定した．

2.2. 測定結果とその考察

得られた年代値のほとんどは，テフラ層序と調和的である（奥野，1996，1997b；Okuno, 1997）．なお，データの詳細は，Okuno（1997）を参照していただきたい．以下に年代値とその他の測定値とを比較する（奥野，1997a）．

ヒューミンの炭素含量は、0.17~18.19%の範囲にあり、古くなるにしたがい高いものがなくなる。ヒューミンのC/N比が10に近いものに、その層位と比較して若い年代値を示すものがある。C/N比は土壌有機物の起源を知る指標の一つであり、これらの値から有機物が土壌生物に由来するものと考えられる。この傾向は、鬼界カルデラなどの他の火山でも認められているが、C/N比が10に近いものすべてが若返っているわけではない（奥野，1995，1996）。また、複数の試料を測定したものにやや古い年代を示すものがあり、これらは下位の層準からの混入によるものと考えられる。

フミン酸も含めた土壌試料の $\delta^{13}\text{C}$ 値は、-28.2~-15.2‰の範囲にある。そのピークは-21‰であり、C3植物のそれよりも数パーミル重い。

同一の試料から得たヒューミンとフミン酸の年代値を比較すると誤差範囲（ 1σ ）以上の差が見られたが、その差に一定の傾向は認められない（Okuno, 1997）。このことは、フミン酸にある程度の異地性炭素の混入があることを示す。

2.3. 埋没土壌の ^{14}C 年代の地質学的解釈

テフラの直上と直下の土壌の ^{14}C 年代値には有意な差が認められ、テフラが土壌有機物の上下移動を妨げる役割を果たしているとは判断される。得られた年代値が層序と調和的であることともあわせると、テフラの被覆によってその直下の土壌有機物の閉鎖系が成立・維持されていたと考えることができる。すなわち、テフラ直下の土壌の年代値は、その被覆したテフラの噴出年代を示しているものと考えられる。

3. まとめと問題点

埋没土壌は、 ^{14}C 年代測定による高精度噴火史の編年にとってきわめて有用な試料である。その特長は、① きわめて容易かつ系統的試料を得ることができるので、個々のテフラに対して年代値を与えることができること、② テフラとの堆積関係から現地性のものと確認でき、テフラの重なり具合から土壌層の累積性を推定できるので、得られる年代値と知りたい噴火年代と間の不確実性が小さいことである。その際、テフラは、土壌攪乱の検出に役立ち、土壌有機物の垂直移動を妨げる役割も果たしている。テフラ直下の年代値は、そのテフラの噴出年代を示すと判断される。C/N比

は、年代値の信頼度を評価する要素の一つとなる。

第2世代タンデトロン加速器質量分析計の導入によって、測定誤差は±20～±30年まで小さくでき、測定時間も30分程度と大幅に短縮される（中村，1997）。土壌中の有機物は、樹木年輪のそれとは異なって、その固定にはいくらかの時間幅があり、測定誤差が小さくなくても、本当の噴火年代に近づくことにはならないであろう。それよりもむしろ測定時間が短縮されることによって、多数の年代値を得られるようになることに意義があると筆者は考える。これまでは露頭での観察により測定に最も適した試料を採取することで、同一層準の試料についてほぼ一致した年代値が得られた。しかし、現段階では完新世におこった噴火でもその年代を百年単位で決めることは難しい。同一層準の試料について多数の年代値が得られると、テフラ層序に加えて年代値のばらつきも考慮することもできるので、噴出年代をより高い精度と信頼度（完新世において百年単位）で知ることができると期待される。

謝 辞

本稿は、名古屋大学年代測定資料研究センターの1996年度シンポジウム「第2世代タンデトロン加速器質量分析計（加速器年代測定システム）による高精度・高分解能¹⁴C年代測定の利用分野・方法の開拓」（1997年3月10日）における講演内容に加筆・修正したものである。この研究の一部には、文部省科学研究費補助金（特別研究員奨励費，2051）を使用した。記して感謝の意を表します。

引用文献

- Kitagawa, H., Masuzawa, T., Nakamura, T. and Matsumoto, E. (1993) A batch preparation method for graphite targets with low background for AMS ¹⁴C measurements. *Radiocarbon*, **35**, 295-300.
- 中村俊夫 (1997) 名古屋大学タンデトロン2号機の性能と運用. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 (VIII), 5-16.
- 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, **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.

- 奥野 充 (1995) 古土壌の加速器¹⁴C年代による噴火年代の推定. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 (VI), 43-53.
- 奥野 充 (1996) 南九州の第四紀末テフラの加速器¹⁴C年代 (予報). 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 (VII), 89-108.
- 奥野 充 (1997a) 埋没土壌の加速器¹⁴C年代から知る噴火年代. 金沢大学文学部地理学報告, No.8, 17-24.
- 奥野 充 (1997b) 桜島火山の放射性炭素 (¹⁴C) 年代学. 月刊地球, **19**, 印刷中.
- Okuno, M. (1997) Accelerator Mass Spectrometric Radiocarbon Chronology during the Last 30,000 Years of the Aira Caldera, Southern Kyushu, Japan. *Sum. Res. AMS, Nagoya Univ.*, **VIII**, 183-221.
- 奥野 充・中村俊夫・横田修一郎 (1996) 鹿児島沖積平野におけるボーリング・コア試料の加速器¹⁴C年代. 地球科学, **50**, 70-74.
- Okuno, M., Nakamura, T., Moriwaki, H. and Kobayashi, T. (in press) AMS radiocarbon dating of the Sakurajima tephra group, southern Kyushu, Japan. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*.
- Orlova, L. A. and Panychev, V. A. (1993) The reliability of radiocarbon dating buried soils. *Radiocarbon*, **35**, 369-377.

Eruption Age Inferred from AMS Radiocarbon Dates of Buried Soil

Mitsuru OKUNO

Graduate Student (JSPS Research Fellow)

Graduate School of Human Informatics, Nagoya University

Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464-01, Japan

Tel +82-52-789-2578, Fax +81-52-789-3095

e-mail okuno@dmrc.eps.nagoya-u.ac.jp

口頭発表

- 1) Okuno, M., Nakamura, T., Moriwaki, H. and Kobayashi, T. (1996年5月) AMS radiocarbon dating of Sakurajima tephra group, southern Kyushu, Japan. *7th International conference on Accelerator Mass Spectrometry, Post-conference workshop, Geological Application of AMS.*
- 2) 奥野 充・中村俊夫・筒井正明・小林哲夫 (1996年8月) 霧島火山, 御池および御鉢テフラ群の加速器¹⁴C年代. 日本第四紀学会.
- 3) 奥野 充・中村俊夫 (1996年10月) 埋没土壌の¹⁴C年代から知るテフラの噴出年代. 日本地理学会.
- 4) 小林 淳・奥野 充・中村俊夫 (1996年11月) 箱根火山中央火口丘期の噴火活動史. 日本火山学会.
- 5) 尾関信幸・奥野 充・原田暁之・片山 健・伊藤英之 (1996年11月) 乗鞍岳の最近1万年間の噴火活動. 日本火山学会.
- 6) 奥野 充・中村俊夫・鎌田浩毅・小野晃司・星住英夫 (1996年11月) 九重火山の飯田火砕流堆積物に関する試料の加速器¹⁴C年代. 日本火山学会.
- 7) 奥野 充・中村俊夫・長岡信治・森脇 広・小林哲夫 (1997年2月) 始良カルデラの最近3万年間の噴火史の加速器¹⁴C年代による編年. 日本地質学会西日本支部第134回例会.
- 8) 奥野 充 (1997年3月) 埋没土壌の¹⁴C年代から知るテフラの噴出年代—有効性と問題点—. 名古屋大学タンデム加速器質量分析計シンポジウム.
- 9) 奥野 充・中村俊夫 (1997年3月) 加速器質量分析法による古土壌の¹⁴C年代測定による噴火史の編年. 地球惑星科学関連学会合同大会.
- 10) 奥野 充・中村俊夫・長岡信治・森脇 広・小林哲夫 (1997年3月) 加速器¹⁴C年代にもとづく始良カルデラの最近3万年間の噴火史. 日本地理学会.

論文発表など

- 1) 奥野 充・中村俊夫 (1996) 埋没土壌の加速器¹⁴C年代から推定する噴火年代. 第8回タンデム加速器とその周辺技術の研究会報告集, 62-65.
- 2) 奥野 充 (1996) 大隅半島南部, 大根占町付近に分布する後期更新世テフラ層. 日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会編「第四紀露頭集—日本のテフラ」, 313.
- 3) 奥野 充・成尾英仁・中村俊夫・小林哲夫 (1996) 南九州, 池田湖テフラ層に関連する試料の加速器¹⁴C年代. 名古屋大学古川総合研究資料館報告, **12**, 49-55.
- 4) Okuno, M., Nakamura, T., Moriwaki, H. and Kobayashi, T. (1996) AMS radiocarbon dating of the Sakurajima tephra group, southern Kyushu, Japan. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, (in press).
- 5) 奥野 充 (1997) 埋没土壌の加速器¹⁴C年代から知る噴火年代. 金沢大学文学部地理学報告, **8**, 17-24.
- 6) 奥野 充 (1997) 桜島火山の放射性炭素 (¹⁴C) 年代学. 月刊地球, **19**, 印刷中.
- 7) 横田修一郎・奥野 充 (1997) ポーリングコア試料の¹⁴C年代値に基づく鹿児島沖積平野の形成. 月刊地球, **19**, 印刷中.
- 8) 長岡信治・奥野 充・鳥井真之 (1997) 2万5千年前以前の始良カルデラの噴火史. 月刊地球, **19**, 印刷中.
- 9) 中村俊夫・奥野 充・成尾英仁 (1997) 火山噴火の年代測定法—特に加速器質量分析 (AMS) 法による¹⁴C年代測定について—. 月刊地球, **19**, 印刷中.