

テフラ層序と¹⁴C年代測定による火山噴火史の編年 Chronology of Volcanic Eruptions by AMS ¹⁴C Dating and Tephra-stratigraphy

奥野 充 (Mitsuru OKUNO)

日本学術振興会特別研究員 (名古屋大学), 〒464-8602 名古屋市千種区不老町
JSPS Research Fellow (Nagoya University), Chikusa-ku, Nagoya 464-8602, Japan
Tel +82-52-789-2578, Fax +81-52-789-3095

1. はじめに

火山噴火の規模・頻度の規則性を知ることは、地下のマグマの挙動に対する時間的制約を与えることになる。また、このことは、噴火の中・長期的な予測のための基礎的資料にもなる。筆者らは、テフラ層序と¹⁴C年代を用いて、高分解能な噴火史の編年を試みている (奥野, 1996, 1997b; Okuno *et al.*, 1997)。本稿では、主に埋没土壌の¹⁴C年代から、どこまで噴火年代を知ることができるかについて議論する。

2. 埋没土壌の¹⁴C年代値

土壌中の有機物は、植物や土壌生物などによって供給・消費・攪拌されている。テフラに挟まれた土壌層の閉鎖系の成立は、2通りあると考えられる (Orlova and Panychev, 1993)。1つは、土壌層の累積によって、植物や土壌生物の影響を受ける地表面から徐々に離れることによるものである。もう1つは、テフラによって覆われることによるものである (奥野, 1997a)。テフラはきわめて短時間で堆積し、保存されるためには挟在する土壌層が連続的に累積している必要がある。また、テフラ層序を用いて、得られた¹⁴C年代の妥当性を検証することも可能である。筆者らはテフラ直下の年代がその堆積年代にきわめて近いと考えている (Okuno *et al.*, 1997)。

3. 土壌試料の¹⁴C年代の検証

歴史時代の噴火は、古記録と比較することにより得られた¹⁴C年代値の妥当性を検証できる。筆者らは、南九州の霧島、桜島、開聞岳火山の歴史噴火を対象に検討した (Okuno *et al.*, 1998)。その際、¹⁴C年代値は、コンピューター・プログラム Calib ETH 1.5b (Niklaus *et al.*, 1992) を用いて暦年代に校正し、Stuiver and Pearson (1993) の樹輪校正曲線を用いている。その結果、以下のような結論が得られた。

1. 土壌試料の¹⁴C年代は、テフラ層序とほぼ調和的である。これらの¹⁴C年代は、古記録とテフラのより正確な対応づけに有効な制約条件を提供することができる。
2. 得られた土壌試料の¹⁴C年代を暦年代に校正すると、古記録から知られる暦年代より数百年ほど古くなるものがみられた。
3. 噴火間隙が10年程度の場合、テフラの堆積により下位の土壌層が不安定化するため、古い有機物の contamination が無視できないことがある。

さらに詳しく検討するため、他の火山の歴史噴火についても測定を行っている。例えば、富士山-宝永スコリア (Fj-Ho : AD1707) の直下の土壌については、 200 ± 70 yr BP (NUTA-5781) が得られている。この ^{14}C 年代を暦年代に較正すると、1646-1703 cal AD (probability: 28.7%), 1717-1819 cal AD (54.7%), 1851-1863 cal AD (4.3%), 1917-1942 cal AD (12.2%)となり、ほぼ妥当な値が得られている。

4. 噴火年代をより詳しく知る

さらに詳しく年代を特定するには、層位関係から年代幅を絞ることが有効である。ここでは、南九州の霧島御池軽石 (Kr-M) と桜島高峠2 (Sz-Tk2) について紹介する。Kr-Mの ^{14}C 年代値は、直上の土壌で 3860 ± 100 yr BP (NUTA-5006) , 直下の木炭で 4350 ± 100 yr BP (NUTA-4641) , 直下の土壌で 4030 ± 80 yr BP (NUTA-4480) , 4160 ± 90 yr BP (NUTA-4238) , 4460 ± 90 yr BP (NUTA-5005) が得られている。これらの年代値から、Kr-M の噴出年代は 4.2ka と考えられる。一方、Sz-Tk2 の ^{14}C 年代値は、直下の木炭で 4250 ± 70 yr BP (NUTA-4017) , 直下の土壌で 4190 ± 70 yr BP (NUTA-4124) , 4250 ± 70 yr BP (NUTA-4008) , 4740 ± 90 yr BP (NUTA-4318) が得られている (Okuno *et al.*, 1997) . Okuno *et al.* (1997) は、これらの年代値から、Sz-Tk2の噴出年代を4.5kaと推定した。ただし、年代値のばらつきを考慮すると、両者の年代からその前後関係を議論することは困難であり、Kr-MとSz-Tk2の層位関係を直接観察する必要がある。しかし、2枚のテフラが土壌やローム層中に見られる露頭は知られていない。肝属平野の泥炭地ではテフラがよく保存されており、両者の層位関係を知ることができ、上記の噴火年代は層序と調和することが確認された (永迫ほか, 1998) . このように泥炭地ではテフラの保存がきわめて良いので、層位関係を明らかにできる可能性が高い。その際、テフラの対比を確実にするため、含まれている斑晶鉱物・火山ガラスの化学組成や屈折率などを用いる必要がある。

広域テフラは、多くのテフラとの層位関係があり、その年代は非常に重要である。ここでは、伊豆半島の天城火山を給源とするカワゴ平軽石 (KwP) の年代について紹介する。小林ほか (1997) は、箱根火山の中央火口丘起源の火砕流堆積物の ^{14}C 年代を測定し、KwPの5cm下位の冠ヶ岳火砕流 (Hk-Kn) 中の炭化木片について 2720 ± 70 yr BP (NUTA-4827) を得た。この値は従来のHk-Knの年代値 (2900 ± 100 yr BP : GaK-5255 ; 大木・袴田, 1975) と 2σ の誤差範囲内で一致する。これまでのKwPの年代は、2.8~3.3kaとややばらついているが、Hk-Knの年代を考慮すると、若い年代値 2830 ± 120 yr BP (GaK-523 : Kigoshi and Endo, 1963) が妥当であると判断される。KwPの年代値も直下の土壌で 2940 ± 80 yr BP (NUTA-5780) と 3170 ± 80 yr BP (NUTA-5789) が得られている。これらは 2830 ± 120 yr BPと 2σ の誤差範囲内で一致する。第2世代タンデロン加速器質量分析計の導入により、測定時間は30分程度と大幅に短縮され、測定誤差も $\pm 20 \sim \pm 30$ 年まで小さくできる (中村, 1997) . 埋没樹木や泥炭層を用いて、ウイグル・マッチングを行うことにより、噴火年代をより詳しく知ることができよう。

謝 辞

本稿は、名古屋大学年代測定資料研究センターの1997年度シンポジウム「最新型タン

デトロン加速器質量分析計による高精度・高分解能¹⁴C年代測定の利用分野・方法の開拓 II」(1998年1月28~29日)での講演内容の概略である。この研究を進めるにあたり、中村俊夫(名古屋大学年代測定資料研究センター)、小林哲夫(鹿児島大学理学部)、森脇 広(鹿児島大学法文学部)、筒井正明(砂防・地すべりセンター)、成尾英仁(鹿児島県立博物館)、小林 淳(ダイヤコンサルタント)の各氏のご指導・ご協力を得た。この研究には、文部省科学研究費補助金(特別研究員奨励費、代表者:奥野 充、課題番号:9402051, 9701906)を使用した。記して感謝の意を表します。

引用文献

- Kigoshi, K. and Endo, K. (1963) Gakushuin natural radiocarbon measurements II. *Radiocarbon*, **5**, 109-117.
- 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.
- 小林 淳・奥野 充・中村俊夫(1997)箱根古期外輪山に分布する中央火口丘起源の火砕流堆積物の¹⁴C年代. *火山*, **42**, 355-358.
- 永迫俊郎・奥野 充・森脇 広・新井房夫・中村俊夫(1998)肝属平野の形成史—テフラとAMS¹⁴C年代による—。本報告書。
- 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), 3-14.
- 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.
- Niklaus, T. R., Bonani, G., Simonius, M., Suter, M. and Wolfli, W. (1992) Calib ETH: an interactive computer program for the calibration of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, **34**, 483-492.
- 大木靖衛・袴田和夫(1975)箱根芦ノ湖誕生のなぞをさぐる。国土と教育, **30**, 2-9.
- 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**, 231-235.
- Okuno, M., Nakamura, T., Moriwaki, H. and Kobayashi, T. (1997) AMS radiocarbon dating of the Sakurajima tephra group, southern Kyushu, Japan. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, **B 123**, 470-474.
- 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*, in press.
- Orlova, L. A. and Panychev, V. A. (1993) The reliability of radiocarbon dating buried soils. *Radiocarbon*, **35**, 369-377.
- Stuiver, M. and Pearson G. W. (1993) High-precision bidecadal calibration of the radiocarbon time scale, AD 1950-500 BC and 2500-6000 BC. *Radiocarbon*, **35**, 1-23.

学会発表

1. 奥野 充・中村俊夫・小林哲夫 (1997年5月) 加速器¹⁴C年代による噴火史編年－歴史時代について－. 日本大学文理学部自然科学研究所「加速器質量分析シンポジウム」(日本エアロビクスセンター/千葉県).
2. Okuno, M., Nakamura, T. and Kobayashi, T. (1997年6月) AMS ¹⁴C dating of historic eruptions of the Kirishima, Sakurajima and Kaimondake volcanoes, southern Kyushu, Japan. *16th Radiocarbon conference* (Groningen, Netherlands).
3. 奥野 充 (1997年7月) 埋没土壌の¹⁴C年代が示すテフラの噴出年代. 京都大学防災研究所特定研究集会「古地磁気学的手法による火山活動史の復元」(桜島/鹿児島県).
4. 奥野 充・小林哲夫・中村俊夫 (1997年8月) 加速器質量分析(AMS)法による歴史噴火の¹⁴C年代測定. 日本第四紀学会(北海道大学).
5. 奥野 充 (1997年9月) テフラ直下の土壌試料の¹⁴C年代. 日本火山学会(信州大学).
6. 奥野 充・中村俊夫・森脇 広・長岡信治・小林哲夫 (1997年10月) 加速器¹⁴C年代にもとづく始良カルデラの最近3万年間の火山噴火の編年. 日本地質学会(九州大学).
7. Okuno, M., Nakamura, T., Kamata, H. and Kobayashi, T. (1997年11月) A review of chronological study on volcanic eruptions in the last 10,000 years in Japan. *Rekihaku international symposium, Terrestrial environmental changes and natural disasters during the last 10,000 years*. (国立歴史民族博物館).
8. 奥野 充・吉本充宏・荒井健一・中村俊夫・宇井忠英・和田恵治 (1998年3月) 西南北海道, 亀田半島の完新世テフラのAMS¹⁴C年代による編年. 日本地理学会(国土舘大学).
9. 永迫俊郎・奥野 充・森脇 広・新井房夫・中村俊夫 (1998年3月) テフラとAMS¹⁴C年代からみた肝属平野の形成史. 日本地理学会(国土舘大学).

論文発表

1. 奥野 充 (1997) 桜島火山の放射性炭素 (¹⁴C) 年代学. 月刊地球, **19**, 231-235.
2. 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**, 257-262.
3. 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**, 195-202.
4. 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**, 242-246.
5. 成尾英仁・奥野 充・中村俊夫 (1997) 福山町藤兵衛坂段遺跡の米丸テフラ中の炭化木片の加速器¹⁴C年代. 鹿児島県地学会誌, No.75, 26-31.
6. Okuno, M., Nakamura, T., Moriwaki, H. and Kobayashi, T. (1997) AMS radiocarbon dating of the Sakurajima tephra group, southern Kyushu, Japan. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B*, **123**, 470-474.
7. 小林 淳・奥野 充・中村俊夫 (1997) 箱根古期外輪山に分布する中央火口丘起源の火砕流堆積物の¹⁴C年代. 火山, **42**, 355-358.
8. 奥野 充・守屋以智雄・田中耕平・中村俊夫 (1997) 北関東, 高原火山の約6500 cal yr BPの噴火. 火山, **42**, 393-402.
9. 奥野 充・中村俊夫・小林哲夫 (1997) 加速器¹⁴C年代による噴火史編年－歴史時代について－. 日本大学文理学部自然科学研究所「加速器質量分析シンポジウム」報告書, 126-137.
10. 奥野 充 (1997) 埋没土壌の¹⁴C年代が示すテフラの噴出年代. 京都大学防災研究所特定研究集会「古地磁気学的手法による火山活動史の復元」(代表者: 味喜大介), 127-137.