

本州中部，乗鞍岳火山の最近1万年間の噴火活動

尾関信幸（ダイヤコンサルタント）・奥野 充（名古屋大・人間情報学）
原田暁之（アイ・エヌ・エー）・伊藤英之（砂防・地すべりセンター）
中村俊夫（名古屋大・年代測定センター）・片山 健（建設省松本砂防工事事務所）

The last 10,000-year eruptive activities of Norikura-dake volcano, central Japan

Nobuyuki OZEKI (Dia Consultants), Mitsuru OKUNO (Nagoya Univ.)
Akiyuki HARADA (INA Co.), Hideyuki ITOH (Sabo Technical Center)
Toshio NAKAMURA (Nagoya Univ.) and
Takeshi KATAYAMA (Ministry of Construction)

1. はじめに

乗鞍岳は長野・岐阜の県境，飛騨山脈の南端に位置する成層火山である（図1）。噴気地帯を有することから気象庁の活火山に認定されているが，噴火の記録は残されていない。乗鞍岳の火山体はほぼ南北方向に連なる小火山からなり，主なものとして北から四ツ岳，烏帽子岳，恵比須岳，摩利支天岳，権現池（剣ヶ峰），高天ヶ原があげられる。これらは，安山岩質・デイサイト質の溶岩を主とする成層火山である（中野ほか，1995）。このうち恵比須岳，摩利支天岳，剣ヶ峰は火口湖を有し，それぞれ，亀ヶ池，不消ヶ池，権現池と呼ばれている。

乗鞍岳の最新期の噴火活動は，守屋（1983），奥野ほか（1994，1995）により報告されている。奥野ほか（1994）は，最新期のテフラ群の中から2枚のマグマ噴火によるテフラ（剣ヶ峰火山砂と位ヶ原テフラ）を認め，給源はいずれも剣ヶ峰とした。その上位に鬼界アカホヤテフラ（K-Ah）がみられる（奥野ほか，1995）。

筆者らは，乗鞍岳の最近1万年間の噴火活動を明らかにするために降下テフラの層序や火山地形を検討し，恵比須岳の噴火などいくつかの新たな知見を得た。本稿では，恵比須岳の噴火の概略および剣ヶ峰火山砂の¹⁴C年代値を報告する。

2. 降下テフラからみた最近1万年間の噴火活動

乗鞍岳を起源とするテフラは，乗鞍岳の東側山麓，剣ヶ峰・恵比須岳などの山頂から約4 km以内にみられる。この地域の代表的なテフラ柱状図を図2に示す。

剣ヶ峰火山砂（以下，Nr-Kn という）は，下部の薄い白色粘土質火山灰層とその上位の青灰色火山砂層よりなる（奥野ほか，1994）。火山砂層はラミナ構造を有し，しばしば植物遺体の印象がみられる。この噴火は，水蒸気噴火にはじまり

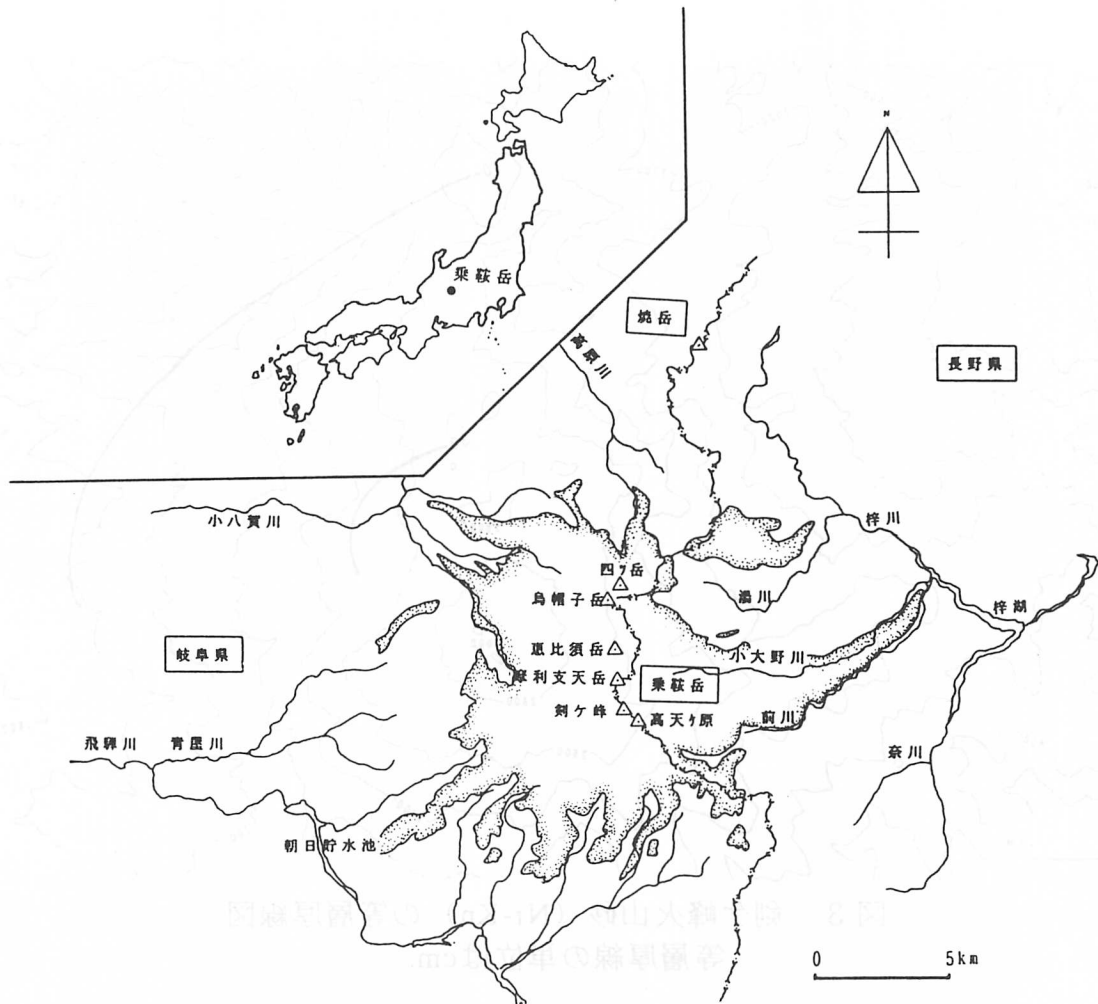


図1 乗鞍岳の位置およびそれを構成する火山体

断続的なブルカノ式噴火に移行したものと考えられる。Nr-Knの等層厚線図を図3に示す。露出が悪く分布の詳細は不明であるが、10cmの等層厚線からHayakawa (1985)の式を用いて計算される体積は、 0.04km^3 である。

位ヶ原テフラ(Nr-Kr)は、下部の粘土質火山灰層(Kr-A)と上部のスコリア層(Kr-S)に分けられる(奥野ほか, 1994, 1995)。剣ヶ峰の火山体では直径数十cmのパン皮状火山弾が地表付近にしばしばみられる。剣ヶ峰近傍の火山体斜面では黒色粗粒のスコリア層よりなり、しばしば転動による成層構造をなしている。Nr-Krは剣ヶ峰を含む権現池火山体の斜面を覆っていることから、剣ヶ峰はこの噴火以前に形成されていたと考えられる。この噴火は権現池火口での水蒸気噴火にはじまりスコリア噴火に移行した。権現池火口の南縁には屏風岩火砕岩(体積 0.004km^3 以下; 中野ほか, 1995)も形成された。この火口から西側に分布する岩井谷溶岩(体積 0.10km^3 ; 中野ほか, 1995)はこの噴火のときに流出したものと考えられている(奥野ほか, 1994)。Nr-Krと

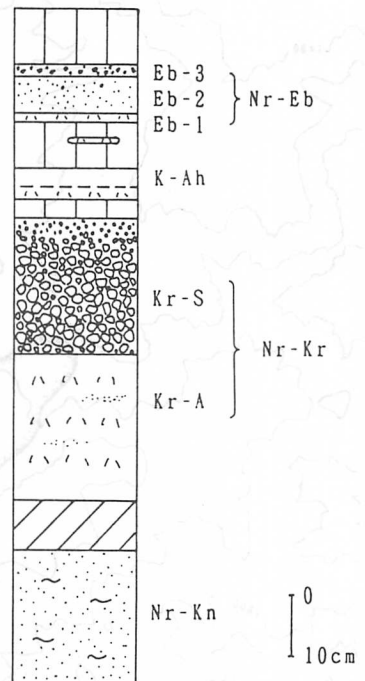


図2 乗鞍岳のテフラ群の柱状図

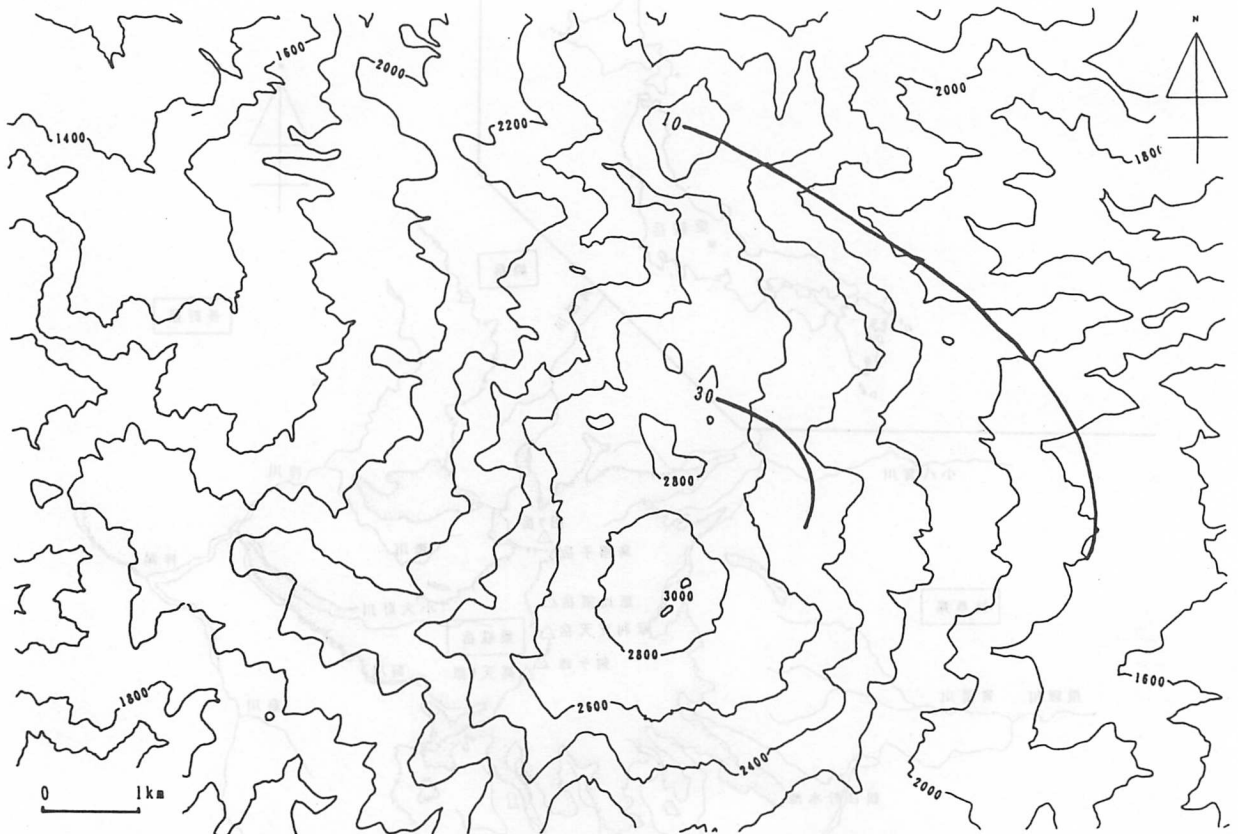


図3 剣ヶ峰火山砂 (Nr-Kn) の等層厚線図
等層厚線の単位はcm.

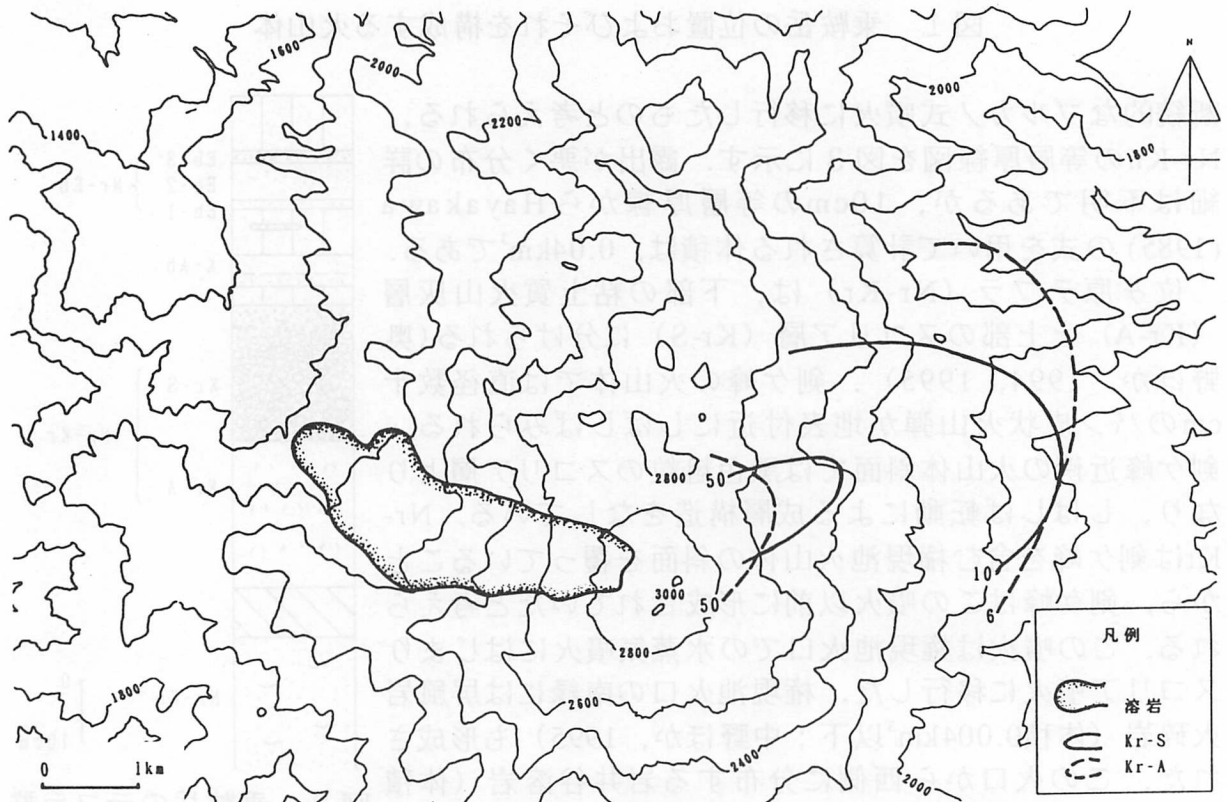


図4 位ヶ原テフラ (Nr-Kr) の等層厚線図および岩井谷溶岩の分布
等層厚線の単位はcm.

岩井谷溶岩の分布を図4に示す。Nr-Krの体積は、それぞれKr-Aが 0.02km^3 、Kr-Sが 0.04km^3 である（奥野ほか，1994）。

Nr-Krの上位の黒色土層中には、粘土質火山灰層が数枚みられ、K-Ahもこの土層中に見出される（奥野ほか，1995）。これらのなかには、同質の火山灰層が腐植土を薄く挟んで数枚みられることが多く、ひとつの露頭でも側方に追跡すると分岐、合流がしばしば観察される。この地域では、冬季に厚い積雪があるため春から夏にかけて融雪洪水などによって、降下した火山灰がしばしば再移動するものと考えられる（奥野，1995）。したがって、これらの噴火の回数を推定するには、K-Ahとの層位関係や層相の違いなどを十分考慮して数えなくてはならない。このようにして黒色土層中の火山灰層の枚数を数えると、少なくとも4回の噴火を見積もることができる。

この上位に青灰色の砂質火山灰を主とするテフラが確認される。このテフラは後述するように給源が恵比須岳と判断されることから恵比須岳テフラ（Nr-Eb）と呼ぶ。Nr-Ebはその層相により3つに細分することができ、下位からEb-1、Eb-2、Eb-3とよぶ（図2）。Eb-1~3の等層厚線図を図5に示す。10cmの等層厚線からHayakawa（1985）の式を用いて計算される体積は、 0.03km^3 である。Eb-1は薄い白色粘土質火山灰層からなり、噴火初期の水蒸気噴火によるものと判断される。Eb-2は青灰色の細粒な火山砂層を主とし、少量の礫を含む。赤色に高温酸化した砂を含むことから、赤熱した溶岩が火口底に現れた時期があったものと考えられる。恵比須岳火口周辺でみられるEb-2は礫を含むものの、砂サイズの粒子を主体とすることから、比較的静穏に火山灰を放出する活動であったものと判断される。Eb-3は青灰色の火山礫よりなる。層厚はNr-Ebの中で最も薄く、明確な層として認識できない露頭も多い。恵比須岳東近傍の大黒岳では地表付近に直径

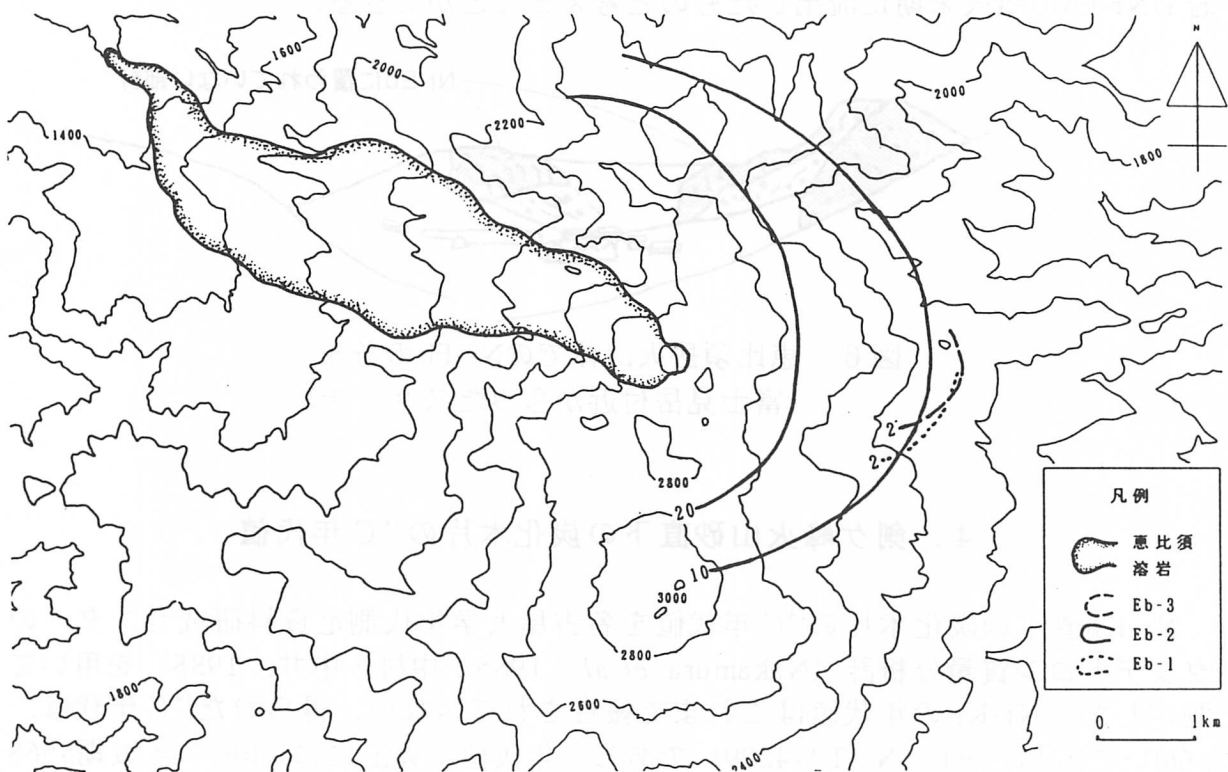


図5 恵比須岳テフラ（Nr-Eb）の等層厚線図および恵比須溶岩の分布

1 m以上の巨礫を含むパン皮状火山弾，火山礫が分布しており，噴出量は少ないが激しいブルカノ式噴火を行ったものと考えられる．Nr-Ebは等層厚線の形状，およびEb-2とEb-3が恵比須岳近傍で粒径が増大することから，給源は恵比須岳と判断される．噴出年代は，下位のK-Ahとの層位関係から約2000年前と推定される．

3. 恵比須岳テフラと恵比須岳火山体の関係

恵比須溶岩 (0.49km^3 ; 中野ほか, 1995) は，恵比須岳から主に西側に流出した溶岩である．この溶岩流の表面には，溶岩堤防や溶岩じわが顕著にみられる．また，分布域に隣接する土樋池，大丹生池はこの溶岩によるせき止め湖である．これらの火山地形は，乗鞍火山地域内でも特に新鮮な状態で保たれている．

中野ほか (1995) は，恵比須岳火山体の全てが恵比須溶岩によって構成されているとしている．しかし，恵比須岳火山体はNr-Ebを含む表土に覆われた箇所と覆われていない箇所がみられる．図6にNr-Ebに覆われている箇所と覆われていない箇所を示す．Nr-Ebに覆われていない箇所では，新鮮な恵比須溶岩が直接露出しており，流下方向である西側は大部分が恵比須溶岩より構成されるが，東側の分布は一部である．

Nr-Ebと恵比須溶岩のこのような分布状況は，恵比須溶岩はNr-Ebの噴出後主に西側に流出し，東側のものは噴火時に火口を満たした溶岩が火口壁に張り付くように少量が残存している状況を示す．Nr-Ebの上位に顕著なテフラがみられないことを考えると，Nr-Ebは乗鞍岳における最新のマグマ噴火であり，恵比須溶岩もNr-Ebの噴火末期に流出したものと考えられることができる．

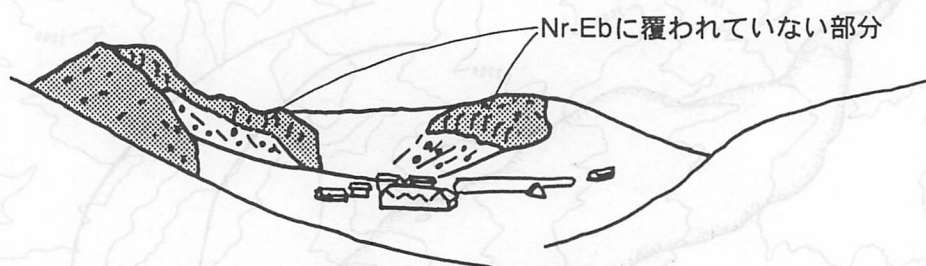


図6 恵比須岳火山体でのNr-Ebの分布
(富士見岳付近からみたスケッチ)

4. 剣ヶ峰火山砂直下の炭化木片の ^{14}C 年代値

Nr-Kn直下の炭化木片の ^{14}C 年代値を名古屋大学年代測定資料研究センターのタンデトロン質量分析計 (Nakamura *et al.*, 1985; 中村・中井, 1988) を用いて測定した．Nr-Knの年代値はこれまで報告されていない．得られた ^{14}C 年代は， 8660 ± 230 yr BP (NUTA-4229) である．年代値の算出にはLibbyの半減期5568年を用い，測定誤差は ^{14}C の計数誤差にもとづいて1標準偏差 (1σ) で示して

いる。試料が少量で $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 値が未測定なため、同位体分別効果は補正していない。Kromer and Becker (1993) の樹輪較正曲線を用いたコンピューターソフト *CalibETH* (Niklaus, 1991; Niklaus *et al.*, 1992) によって ^{14}C 年代値から暦年代に較正すると、9888 - 9410 cal yr BP (probability: 100%) になる。

Nr-Kn の上位にある Nr-Kr については、 8270 ± 60 yr BP の ^{14}C 年代が得られている (奥野ほか, 1995)。この ^{14}C 年代を同様の方法で暦年代に較正すると、9369 - 9340 cal yr BP (18.3%)、9330 - 9327 cal yr BP (2.4%)、9240 - 9213 cal yr BP (18.0%)、9200 - 9165 cal yr BP (24.2%)、9152 - 9134 cal yr BP (11.7%)、9131 - 9095 cal yr BP (25.3%) となり、両者の時間間隔は数百年程度であると見積もられる。最近 1 万年間に 3 回しか確認されていないマグマ噴火がこのようなわずかの間隔で発生していることから、この時期は剣ヶ峰が活動期であったと考えることができる。

5. まとめ

Nr-Kn の ^{14}C 年代値は 8660 ± 230 yr BP (NUTA-4229) であり、較正した暦年代は 9888 - 9410 cal yr BP であった。その上位の Nr-Kr との間の休止期間は、数百年と非常に短い。

従来、乗鞍岳の最近の活動は、平均 700 年の間隔で小規模な水蒸気噴火を繰り返しているものと考えられていた (守屋, 1983)。しかし、K-Ah より新しい時期に恵比須岳でマグマ噴火が発生しており、その時の噴出物が Nr-Eb と恵比須溶岩であると考えられた。K-Ah より若い時期にもマグマ噴火が発生していたことが明らかとなった。今後は Nr-Eb の噴出年代を特定する必要があるだろう。

謝辞：この研究の一部に文部省科研費 (特別研究員奨励費：2051) を使用した。

引用文献

- Hayakawa, Y. (1985) Pyroclastic geology of Towada volcano. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **60**, 507-592.
- Kromer, B. and Becker, B. (1993) German oaks and pine ^{14}C calibration, 7200-9439 BC. *Radiocarbon*, **35**, 125-135.
- 守屋以智雄 (1983) 乗鞍・草津白根・白山火山の完新世テフラ層の噴火予知に関する研究. 科研費報告書「中部日本の休火山に関する噴火予知のための基礎的研究」, 53-68.
- 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. *Japan Jour. Appl. Phys.*, **24**, 1716-1723.
- Niklaus, T. R. (1991) CalibETH 1.5b, Program for calibration of radiocarbon dates

- (Institute of Intermediate Energy Physics, ETH, Zürich, Switzerland).
- Niklaus, T. R., Bonani, G., Simonius, M. Suter, M. and Wölfli, W. (1992) CalibETH: an interactive computer program for the calibration of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, **34**, 483-492.
- 中野 俊・宇都浩三 (1995) K-Ar 年代に基づく乗鞍火山の形成史 (演旨). 日本火山学会講演予稿集, **1995-2**, 91.
- 中野 俊・大塚 勉・足立 守・原山 智・吉岡敏和 (1995) 乗鞍岳地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所.
- 奥野 充 (1995) 降下テフラからみた水蒸気噴火の規模・頻度. 金沢大学文学部地理学報告, **7**, 1-23.
- 奥野 充・中村俊夫・守屋以智雄・早川由紀夫 (1994) 乗鞍岳火山, 位ヶ原テフラ層直下の炭化木片の加速器¹⁴C年代. 名古屋大学古川総合研究資料館報告, **10**, 71-77.
- 奥野 充・中村俊夫・新井房夫・守屋以智雄 (1995) 乗鞍岳火山, 位ヶ原テフラ層の¹⁴C年代. 名古屋大学古川総合研究資料館報告, **11**, 109-112.

参考文献

- Hayakawa, Y. (1985) Proclastic geology of Towa volcano. Bull. Earth. Res. Inst., **60**, 207-292.
- Kromer, B. and Becker, B. (1993) German oaks and pine. C calibration. *Radiocarbon*, **35**, 125-132.
- 守屋以智雄 (1983) 乗鞍・草津白根・白山火山の完新世テフラ層の噴水子細に関する研究 - 科研要報告書「中部日本の林火山に関する噴火予知のための基礎的研究」, 23-68.
- Nakamura, T., Nakai, N., Sakase, T., Kimura, M., Ohizhi, S., Taniguchi, M. and Yasuda, S. (1985) Direct detection of radiocarbon using accelerator techniques and its application to age measurements. *Japan Jour. Appl. Phys.*, **24**, 1716-1723.
- Niklaus, T. R. (1991) CalibETH 1.5b. Program for calibration of radiocarbon dates.