

北アルプス南部，焼岳火山の最近約2千年間の噴火史

及川輝樹¹・奥野 充²・中村俊夫³

1 信州大学大学院理学研究科地質学専攻

2 福岡大学理学部地球圏科学教室

3 名古屋大学年代測定資料研究センター

1. はじめに

北アルプスの南部，乗鞍火山列に属する焼岳火山群の焼岳火山は，明治以降，頻繁に水蒸気噴火を行ってきた（加藤，1912；小平，1932；Yamada，1963 など）．しかし，それ以前の噴火については，文化の中心地から離れていたためか信頼できる記録に乏しく，はっきりとした噴火は知られていなかった．そのため，焼岳火山の噴火史における，明治以降の水蒸気噴火の位置づけが明らかでなかった．また，山麓には，日本を代表する山岳観光地「上高地」を控えており，焼岳火山の噴火様式・規模・頻度の情報は，防災対策を立てるうえでも必要不可欠である．

近年，山体近傍にのみ分布する小規模なテフラを認識・記載し，その直下にある埋没土壌の¹⁴C年代とあわせて噴火の規模・頻度を求める試みが多数の火山で行われている（奥野，1995；伊藤・他，1997 など）．テフラ直下の埋没土壌の加速器質量分析（AMS）法による¹⁴C年代がほぼ噴火年代を示していることは，Okuno *et al.* (1997) により議論されている．

今回，筆者らは，これらの方法を用い，焼岳火山における約2000年間の噴火史を明らかにした．本稿では，その結果を報告する．

2. テフラの記載および¹⁴C年代

焼岳周辺の20数カ所で，黒色土壌に挟まれる11枚のテフラを新たに発見した．これらのテフラは，峠沢に沿う地点でもっとも良く観察できることから「焼岳－峠沢テフラ群（Ykd-T）」と命名する．Fig. 1 に代表的な露頭の柱状図を，Fig. 2-1 に露頭の位置図を示す．すべてのテフラは，焼岳山頂に向かって層厚が増すため，焼岳火山起源の降下テフラと判断される．このことは，焼岳山頂付近に明治以降の活動より前の火口地形が数多く存在すること，これらの火口の周囲に成層した粘土質火山灰および変質した火山礫が厚く堆積している（Fig. 3）ことから支持される．これらのほとんどは粘土質火山灰層でガラス質火山灰層も1枚ある．このガラス質火山灰層は，中尾火砕流に伴う降下火山灰層である（後述）．本稿では，その直下の粘土質火山灰層とあわせてYkd-TNkとよぶことにする．このYkd-TNkを境として，上部と下部の2つのサブグループに分け，それぞれ上部，下部峠沢テフラ群と呼ぶこととし，下部峠沢テフラ群のものをYkd-T11，Ykd-T12，上部峠

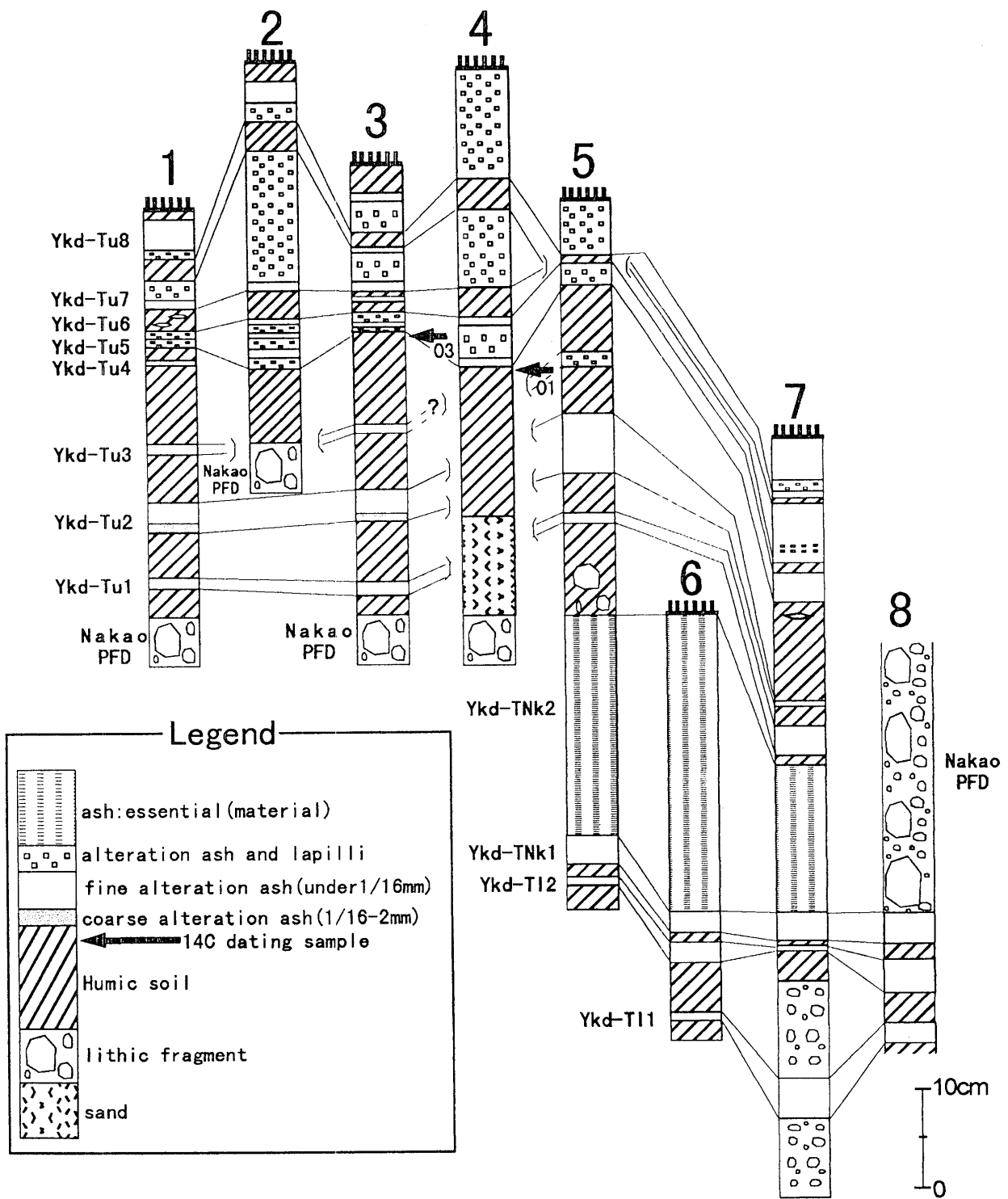


Fig.1 Representative columnar sections of the Tougezawa tephra group. Locations of sections are shown in Fig. 2-1.

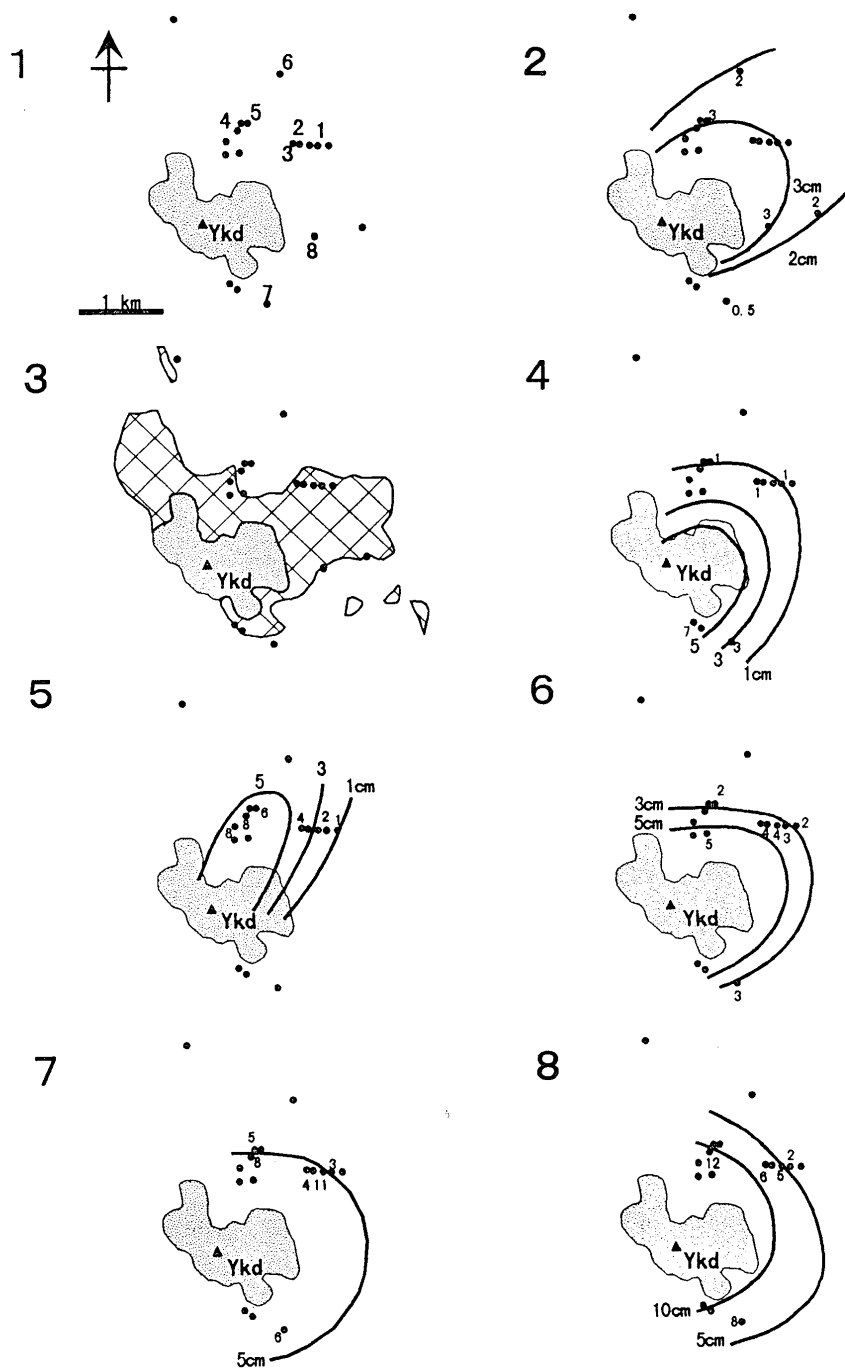


Fig. 2 Locations and distribution maps of selected tephra layers of the Tougezawa tephra group. Dotted area shows the distribution of Yakedake lava dome. Ykd : Mt. Yakedake
 3. Locality of columnar sections (see Fig.1) 2. Ykd-Tnk1 (0.006 km³)
 4. Distribution of Nakao pyroclastic flow deposit 4. Ykd-Tu1 (0.005 km³)
 5. Ykd-Tu2 (0.005 km³) 6. Ykd-Tu5: AD1584 (Tenshou12) eruption, about 530 yr BP (0.009 km³)
 7. Ykd-Tu7 (0.02 km³) 8. Ykd-Tu8 : Meiji-Taisho eruption (0.02 km³)

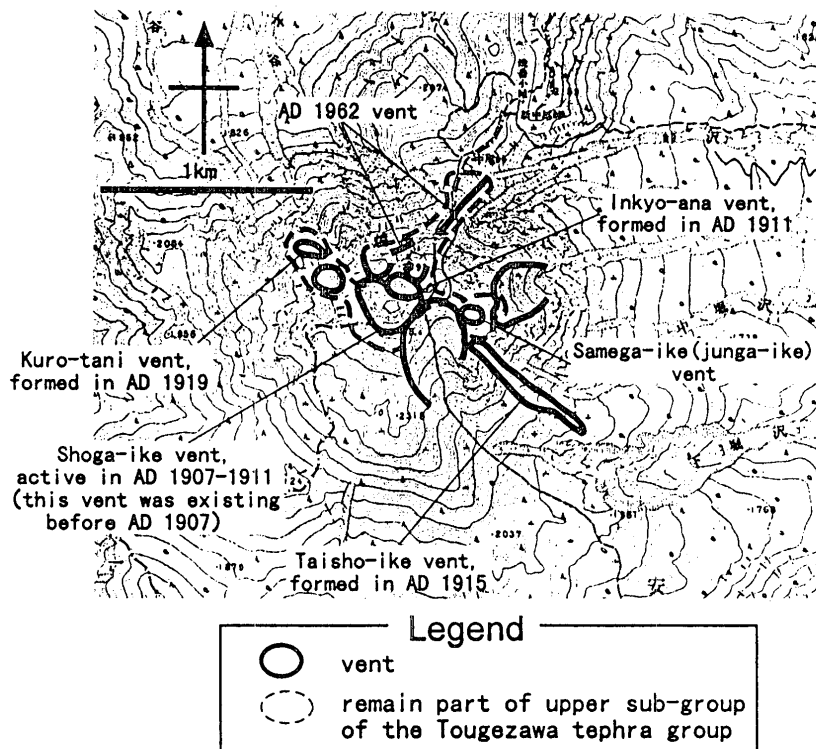


Fig.3 Map showing vent positions of Yakedake volcano. The topographic map is part of 1/25000 scale map sheet "Yakedake" published by Geographical Survey Institute .

沢テフラ群, Ykd-Tu1, Ykd-Tu2, Ykd-Tu3, Ykd-Tu4, Ykd-Tu5, Ykd-Tu6, Ykd-Tu7, Ykd-Tu8と命名する. なお, Ykd-TNkは上部のサブグループに含める.

下部峠沢テフラ群は, 焼岳-中ノ湯登山道沿い標高1980mの地点 (Fig. 1 の地点8) において良く観察できることから, 地点8をこれらの模式地とする. 以下では, 地点8での産状を中心に, 下部峠沢テフラ群を記載する.

Ykd-T11は, 模式地において厚さ4 cmの黄白~白色の粘土質火山灰層である.

Ykd-T12は, Ykd-T11の上位に厚さ10 cmの角礫混じりの褐色土壌と厚さ3cmの黒色土壌を挟んである. Ykd-T12は, 厚さ0.5 cmの白色の粘土質火山灰層である.

Ykd-T12の上位に厚さ0.5 cmの黒色土壌を挟んで, Ykd-TNk1が覆っている. 地点8では, Ykd-TNk1の直上に中尾火砕流堆積物がある.

焼岳小屋~割谷山登山道沿い焼岳小屋すぐ北の標高2095mの地点 (Fig. 1 の地点5) は, Ykd-TNkがもっとも良く観察できることからここを模式地とする. Ykd-TNkは, 厚さ3cmの灰白~白色の粘土質火山灰層であるYkd-TNk1と, 厚さ22cmのガラス質火山灰層であるYkd-Tnk2で構成される. Ykd-TNkは, 模式地で淘汰の良い極細粒~細粒砂の新鮮な火山ガラスからなる厚さ22cmの火山灰層で, 黒雲母および角閃石の結晶片を含む. 火山ガラス

の形態は、スポンジ状の軽石型（町田・新井，1992）である。模式地では，数ミリ間隔の平行からわずかに斜交するラミナが見られる。地点5の他では，地点6，7および中尾～中尾峠登山道沿いの標高1420 mの地点でも見られる。この火山灰層は，以下の証拠からマグマ噴火の産物であり，中尾火砕流に伴う降下火山灰であると判断される。①新鮮なマグマの破片で構成されている。②中尾火砕流堆積物の分布域の周囲に分布する。③この火山灰層を覆う土壌の厚さが，中尾火砕流堆積物を覆う土壌のそれとほぼ等しい。④展望台付近から登山道沿いに，中尾火砕流堆積物とその上位のYkd-Tu1を追跡すると中尾火砕流堆積物の分布域外では，Ykd-Tu1の下位の，中尾火砕流堆積物とほぼ同じ層位にYkd-TNk2がみられる。

この火山灰層は，地点5でゆるい斜交層理が見られることから，サージとして運搬・堆積したものと考えられる。また，Ykd-TNk2の上位に数十～数cmの角礫混じりの褐色～黒色土壌がある。このうち長径25 cmの発泡してない角礫がYkd-TNk2にサグ構造をつくっている。

Ykd-Tu1より上位の上部峠沢テフラ群は，上高地～焼岳登山道沿い標高1770 m地点（Fig. 1の地点3）で，ほとんどのテフラが観察できることから，地点3を模式地とする。以下に，地点3での産状を中心に記載する。

中尾火砕流堆積物の最上面をつくる礫層の上位に4 cmの黒色土壌を挟んで，厚さ1 cmの黄灰色粘土質火山灰層のYkd-Tu1がある。

Ykd-Tu1の上位に，厚さ2 cmの褐色土壌があり，さらに厚さ6.5 cmの黒色土壌がある。これらを覆って，厚さ3 cmの黄灰～白色の粘土質火山灰層であるYkd-Tu2がある。

Ykd-Tu2の直上5 cmは白色溶脱した土壌であり，その上位に厚さ1 cmの黒色土壌を挟んで，Ykd-Tu3がある。Ykd-Tu3は，厚さ1 cmの白色の粘土質火山灰層でレンズ状に産する。

Ykd-Tu3の上位に，10 cmの一部白色溶脱した褐色～黒色土壌を挟んで，Ykd-Tu5がある。Ykd-Tu5は，厚さ4 cmの礫混じり黄灰～灰色の粘土質火山灰層である。このテフラは，礫の含有量の違いから3つのユニットに細分できる。それぞれの層厚は，下位より1.5，1，1.5 cmであり，中位のユニットの礫の含有量が少ない。含まれる礫は，角～亜角礫で程度の差はあるが変質している。礫の最大粒径（ML）は，0.5 cmである。

なお，Ykd-Tu4は地点3では認められないが，地点5（Fig. 1）で観察できる。この地点では，Ykd-Tu5の下位に厚さ1 cmの黒色土壌を挟んで，厚さ0.3 cmの灰白色の粘土質火山灰層であるYkd-Tu4がある。

Ykd-Tu5の上位に，1 cmの褐色土壌を挟んで，Ykd-Tu6がある。Ykd-Tu6は，厚さ0.5 cmの灰白色の粘土質火山灰層である。

Ykd-Tu6の上位に，0.5 cmの褐色土壌を挟んで，Ykd-Tu7がある。

Ykd-Tu7は，厚さ4.5 cmの灰白色の粘土質火山灰層と粗粒火山灰混じりの黄灰色の粘土質火山灰層の互層で，少なくとも9層認められる。最下位は，厚さ1 cmの灰白色の粘土質火山灰層で，最上位も灰白色の粘土質火山灰層である。MLは0.4 cmである。

Ykd-Tu7の上位に，厚さ2.5 cmの黒色土壌を挟んで，Ykd-Tu8がある。Ykd-Tu8は，厚さ4

cmの黄灰色の粗粒火山灰混じりの粘土質火山灰層で、下部の4 cmが粗粒であり、直径2~3 mm程度の角~亜角礫を多く含む。礫は程度の差はあるが変質している。Ykd-Tu8の上位には、厚さ3 cmの土壌が覆っている。

すべての火山灰層に含まれる礫は、焼岳火山群に特徴的に見られる粗粒斑晶の多い角閃石安山岩であった。Ykd-Tu5より上位のテフラは、粒径数mmの礫を比較的多く含んでおり、いくつものユニットに細分できることから、良い鍵層となり広く追跡することができた。

1962年噴火 (Murai, 1962 ; Yamada, 1963) で、中尾峠の南に出現した割れ目火口の周囲には、地表面に厚さ20cmにおよぶ礫混じりの粘土質火山灰層が分布する。この火山灰層は、割れ目火口から離れるにしたがい急激に厚さを減じ、割れ目火口の末端から北に300mほど離れた焼岳小屋付近では、ほとんど認められない。1962年噴火の際、放出された降下テフラの体積をMurai (1962) , Yamada (1963) によって報告された焼岳-上高地周辺での降下テフラの層厚からHayakawa (1985) の経験式で体積を求めると、おおよそ0.001km³であった。このことは、この程度の水蒸気噴火では、堆積物から認識できないことを示唆する。

地点3と地点4で、Ykd-Tu5直下の黒色土壌の¹⁴C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加速器質量分析計 (Nakamura *et al.*, 1985 ; 中村・中井, 1988) を用いて測定したところ、Table 1のような結果が得られた。これらの¹⁴C年代は、Okuno *et al.* (1997) にしたがって試料の調整・分析を行ない、試料の $\delta^{13}\text{C}$ 値による同位体分別効果も補正した。これらの¹⁴C年代は、誤差範囲内で互いに一致しており、Ykd-Tu5の噴火年代を示すものと判断できる。

Table 1. AMS¹⁴C dates for the Ykd-Tu5 tephra

Locality *	Material	$\delta^{13}\text{C}$	¹⁴ C date	Lab code
3	Soil	-27.5‰	520 ± 90 yr BP	NUTA-5641
4	Soil	-27.8‰	530 ± 80 yr BP	NUTA-5620

*See Fig. 2-1

3. 噴火様式、規模および古記録との対比

3-1. 噴火様式

峠沢テフラ群は、11枚の粘土質火山灰層 (Ykd-T11, Ykd-T12, Ykd-TNk1, Ykd-Tu1, Ykd-Tu2, Ykd-Tu3) と1枚の新鮮なガラス質火山灰層 (Ykd-TNk2) からなり、Ykd-Tnk2が中尾火砕流堆積物に伴う降下火山灰層であることはすでに述べた。11枚の粘土質火山灰層は、含まれる礫に程度の差はあるが変質していること、新鮮な火山ガラスが確認できないことから、すべて水蒸気噴火の産物であると判断される。

Ykd-TNk1を除く、10枚の水蒸気噴火による降下テフラは、直上または直下に、新鮮な火山ガラスが確認できないことから、焼岳火山で明治～昭和初期に頻発した水蒸気噴火のみに終止した噴火であると判断される。Ykd-TNk1からYkd-TNk2にいたる噴火活動は、両者の間に非噴火堆積物が認められないことから、水蒸気噴火→マグマ噴火へと移行した一連の噴火の産物であると考えられる。このようなマグマ噴火に先行した水蒸気噴火は、世界各地で数多く記録されている (Barberi *et al.*, 1992)。山元 (1995) は、那須茶臼岳火山での検討からマグマ噴火に先行する水蒸気噴火による降下テフラの体積が、マグマ噴火を伴わないものに比べて、一桁大きいことを示した。しかし、焼岳火山では、そのような傾向は見られない。したがって、焼岳火山では、水蒸気噴火の規模からマグマ噴火に移行するか否かを判断することはできない。テフラから判断される、水蒸気噴火→溶岩ドームの出現→block-and-ash-flowの発生という焼岳溶岩ドーム・中尾火砕流堆積物の噴火の推移は、雲仙普賢岳1990～1995年噴火 (三宅・一柳, 1994; Nakada and Fujii, 1993; Nakada *et al.*, 1995) やスープリエールヒルズ1992～ (中田・清水, 1997) と酷似している。このような他の火山での事例との類似性からも、上記の推定は妥当なものと判断される。

焼岳溶岩ドーム・中尾火砕流堆積物の活動以前と以後に、マグマの噴火を伴わない水蒸気噴火降下テフラが存在することから、マグマ噴火とマグマ噴火の間に、水蒸気噴火のみの噴火活動があったと判断される。

3-2. 規模

Fig. 2 に示した等層厚線が囲む面積を計測して Hayakawa (1985) の経験式から降下テフラの体積を求めた。各テフラの体積は、Fig. 2 に示している。体積が求められたテフラのうち、最大のものは、Ykd-Tu7 およびYkd-Tu8 の 0.02 km^3 であり、その他は、すべて 0.001 km^3 オーダーである。奥野 (1995) は、主に地層中に残された水蒸気噴火テフラの体積を検討し 0.001 km^3 オーダーの水蒸気噴火が最も多く 0.0001 km^3 以下の規模の噴火はテフラとして認識できないことを指摘した。今回の結果は、 0.001 km^3 オーダーの噴火が最も多いことから、これとよく調和している。1962年噴火の降下テフラは、火口から 300 m 離れると地層中にテフラとして認識できず、その量は、およそ 0.001 km^3 である。このことから過去の堆積物のから求めた体積は、実際に噴火の際、放出したものよりかなり小さいと考えられる。

3-3. 噴火の頻度

中尾火砕流堆積物は、 ^{14}C 年代 (藤井ほか, 1974; 藤井ほか, 1991など) からおよそ 2000 yr BPの活動と考えられる。この中尾火砕流堆積物の上位に、8枚の水蒸気噴火による降下テフラが見出されることから、およそ250年に1回は堆積物に残る、すなわち 0.001 km^3 以上の水蒸気噴火がおこったと考えられる。

Ykd-Tu5 の直下の土壌の ^{14}C 年代は、それぞれ $530 \pm 80 \text{ yr BP}$ (NUTA-5620) , $520 \pm 90 \text{ yr BP}$ (NUTA-5641) である (Table 1) 。Ykd-Tu5 の上位に、4枚の水蒸気噴火による降

下テフラが見られることから、最近約500年間の水蒸気噴火の頻度は、8回/千年である。Ykd-Tu5より下位の4枚のテフラは、およそ2000~500 yr BPに噴火したことになる。したがって、その頻度は、2.7回/千年と求められる。このように、約500 yr BPを境として、水蒸気噴火の頻度が2倍以上も異なる理由は、現在のところ明らかでない。山麓の降下テフラを保存している地層が、欠落している可能性があり、さらに多くの層準で¹⁴C年代を測定して、検討する必要がある。しかし、少なくとも、これらの結果から、数百年に1回の割合で水蒸気噴火がおきたことがわかる。また、最近2000年間でマグマ噴火は1回のみであり、水蒸気噴火の頻度は、マグマ噴火のそれよりも1桁大きいことが予想される。

以下では、同じ乗鞍火山列に属する立山火山、乗鞍火山、新期御岳火山の噴火頻度を比べてみる。

立山火山では、最近1万年間に堆積物に残るような噴火は4回あり、いずれも水蒸気噴火の産物と判断されている（地獄谷類質テフラ：小林，1980，1983，1990）。小林（1990）によると、地獄谷類質テフラは4層とも約1万年前から形成されてきた泥炭層に挟まれていること、K-Ah火山灰（約6300 yr BP：町田・新井，1992）、十和田一中礫軽石層（To-Cu）、などとの層位関係や¹⁴C年代から、K-Ahより下位の2枚は10,000~6300 yr BPに；上位2枚は、それぞれ5000~2950 yr BP，2950~2450 yr BPに噴出したと推定した。よって、立山火山では、最近1万年間におよそ0.4回/千年の割合で、水蒸気噴火がおこっている。なお、立山火山の最後のマグマ噴火は、およそ4万年前とされている（中野ほか，1998）。

乗鞍火山では、守屋（1983）、奥野・他（1994，1995）、尾関・他（1997）によって、最近約1万年間の噴火史が報告されている。それらの研究によると、乗鞍火山は、¹⁴C年代から約8600 yr BPに剣ヶ峰火山灰砂（奥野・他，1994；尾関・他，1997）を約8200 yr BPに位ヶ原テフラ（奥野・他，1994）を噴出した。これらは、権現池を中心とする最も新しいマグマ噴火の産物である。その後、恵比寿岳を中心とするマグマ噴火があり、恵比寿岳テフラ（尾関・他，1997）を噴出した。このテフラは、尾関・他（1997）によって層序的におよそ2000年前の産物と判断されている。尾関・他（1997）は、恵比寿岳テフラの上位に水蒸気噴火による降下テフラが存在するか否かを記していないが、その下位の位ヶ原テフラとの間に、K-Ah火山灰を挟んで、4枚の水蒸気噴火による降下テフラを記載している。このことから0.7回/千年の頻度で、水蒸気噴火がおこったと判断できる。しかし、守屋（1983）は、最近1万年間の乗鞍火山の水蒸気噴火の頻度を1.4回/千年とした。両者の推定には、2倍程度の差が見られるが、噴火頻度は1回/千年程度とみて問題は無いと判断される。

新期御岳火山は、K-Ah火山灰の上位に、水蒸気噴火の産物と判断される5枚の“類質テフラ”（小林，1985；山田・小林，1988）が見られる。そして、その上位にさらに1979年噴火の降下テフラがある。よって、御嶽火山の噴火頻度は、およそ0.9回/千年となる。なお、御嶽火山の最後のマグマ噴火は、およそ2万年前の三ノ池火山噴出物である（Matsumoto and Kobayashi，1995）。

このように、乗鞍火山列の他の火山は、少なくとも最近数千年間は、1回／千年程度の頻度で水蒸気噴火がおきている。焼岳火山は、これらの火山よりもやや高い頻度（8～2.7回／千年）で水蒸気噴火がおきている。また、最近1万年間でのマグマ噴火は、立山火山（中野・他，1998），御岳火山（Matsumoto and Kobayashi, 1995）がなし、乗鞍火山が3回（奥野・他，1994，1995；尾関・他，1997），焼岳火山が少なくとも5回（及川・紀岡，1998）となる。よって、焼岳火山は、乗鞍火山列で現在もっとも活発な火山であるといえる。

3-4. 古記録との対比

今回得られた¹⁴C年代のうち、520±80 yr BP (NUTA-5620) をStuiver and Pearson (1993) の年輪年代-¹⁴C年代データと*CalibETH*を用いてキャリブレーション（2σ）したところ、1293-1518 cal AD (probability: 97.0%)，1578-1624 cal AD (3.0%) となった。焼岳火山の明治以前の噴火記録としては、1584年（天正12年）に噴火があったという口碑が伝えられている（加藤，1912）。しかし、この噴火は、その翌年1585年（天正13年）に飛騨地方をおそった天正大地震の被害記録の誤伝である可能性があるとして指摘されてきた（大森，1920；村山，1979）。今回得られた暦年代は、天正年間の噴火の年代とほぼ等しく、その直上にあるYkd-Tu5が、天正噴火によるテフラである可能性が高い。すなわち、天正噴火は、実際にあった噴火である可能性が出てきた。

4. まとめ

焼岳火山周辺の小規模テフラの層序学的研究より、焼岳火山では数百年に1回の割合（8～2.6回／千年）の頻度でテフラとして認識できる水蒸気噴火がおこっていたことがわかった。ほとんどの水蒸気噴火はマグマ噴火に移行せずに、そのみで終わる活動であった。このテフラとして認識できる水蒸気噴火は、1962年噴火の降灰量の検討から、噴火の際、実際に放出されたテフラ量で0.001km³以上である可能性が高い。また、乗鞍火山列の他の火山よりも高い頻度で噴火していることから、同火山列において、最近数千年間では最も活発な火山であることもわかった。峠沢5テフラ（Ykd-Tu5）の直下の黒色土壌について、約530 yr BPの年代が得られた。この年代値のキャリブレーションによる暦年代（1293～1518 cal AD, 1578～1624 cal AD）から、このテフラは加藤（1912）の1584年（天正12年）噴火に対応したテフラである可能性がある。

謝辞：信州大学の三宅康幸教授には、本稿を読んでいただき適切な助言をいただいた。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，代表者：奥野 充，受付番号：1906）を使用した。記して謝意を表します。

引用文献

- Barberi, B., Bertagnini, A., Landi, P. and Principe, C. (1992) A review on phreatic eruptions and their precursors. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 52, 231-246.
- 藤井昭二・沢田豊明・武沢 正 (1974) 焼岳火山の中尾火砕流堆積物とそれらの放射性年代. 第四紀研究, 13, 1-5.
- 藤井昭二・沢田豊明・中村俊夫・畚野 匡・酒井英男 (1993) 焼岳火山群火砕流堆積物中の炭化木片の¹⁴C年代. 富山県地学地理学研究集, 10, 27-32.
- Hayakawa, Y. (1985) Pyroclastic geology of Towada volcano. *Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. Tokyo*, 60, 507-592.
- 伊藤順一・星住英夫・川辺禎久・鎌田浩毅 (1997) 過去5000年間に九重火山で発生した小規模噴火. 日本火山学会1997年度秋季大会講演予稿集, 106.
- 加藤鉄之助 (1912) 硫黄岳 (焼岳) 火山噴火事項調査報告. 震災予防調査会報告, 75, 1-26.
- 小林武彦 (1980) 立山火山最末期の水蒸気爆発 (演旨). 火山, 25, 297.
- 小林武彦 (1983) 立山火山最末期の水蒸気爆発. 文部省科研費報告書「中部日本の休火山に関する活動予知のための基礎研究」, 3-11.
- 小林武彦 (1985) 御岳火山の活動史と長野県西部地震による崩壊地の地質. 日本地形連合シンポジウム資料集「火山体の解体及びそれに伴う土砂移動」48-58.
- 小林武彦 (1990) 立山火山とその周辺の第四系. 日本地質学会第97年学術大会見学旅行案内書, 111-142.
- 小平孝雄 (1932) 焼岳の最近の活動. 火山, 第1集, 4, 52-64
- 町田 洋・新井房夫 (1992) 火山灰アトラス. 東京大学出版会, 東京, 276 p.
- Matumoto, A. and Kobayashi, T. (1995) K-Ar age determination of late Quaternary Volcanic rocks using the “mass fractionation correction procedure” : application to the Younger Ontake Volcano, central Japan. *Chemical Geology (Isotope Geoscience section)*, 125, 123-135.
- 三宅康幸・一柳知之 (1994) 焼岳と雲仙普賢岳の円頂丘溶岩の類似性について. 日本火山学会1994年度秋季大会講演予稿集, 84.
- 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. 文部省科研費報告書「中部日本の休火山に関する活動予知のための基礎研究」, 53-68.
- Murai, I. (1962) A Brief Note on the Eruption of the Yake-dake Volcano of June 17, 1962. *Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. Tokyo*, 40, 805-814.
- 村山 磐 (1979) 日本の火山 (II). 大明堂, 276p.
- Nakada, S. and Fujii, T. (1993) Preliminary report on the activity at Unzen Volcano (Japan): November 1990-November 1991 : Dacite lava domes and pyroclastic flows. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 54, 319-333.

- Nakada, S., Miyake, Y., Sato, H., Oshima, O. and Fujinawa, A. (1995) Endogenous growth of dacite dome at Unzen volcano (Japan), 1993-1994. *Geology*, 23, 157-160.
- 中田節也・清水 洋 (1997) スープリエールヒルズ火山 (カリブ海モンセラート島) の溶岩ドーム噴火. 地球惑星科学関連学会1997年合同大会予稿集, 804.
- 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.
- 中野 俊・宇都浩三・内海 茂 (1998) 北アルプス, 立山火山のK-Ar年代. 日本地質学会第105年学術大会講演要旨, 351.
- 奥野 充 (1995) 降下テフラからみた水蒸気噴火の規模・頻度. 金沢大文学部地理学報告, no. 7, 1-23.
- 奥野 充・中村俊夫・守屋以智雄・早川由紀夫 (1994) 乗鞍火山, 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, no. 10, 71-77.
- 奥野 充・中村俊夫・新井房夫・守屋以智雄 (1995) 乗鞍火山, 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, no. 11, 109-112.
- 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*, B123, 470-474.
- 及川輝樹・紀岡秀征 (1998) 焼岳火山群のK-Ar年代. 日本地質学会第105年学術大会講演要旨, 160.
- 大森房吉 (1920) 本邦大地震概表. 震災予防調査会報告, 88 (2)
- 尾関信幸・奥野 充・原田暁之・伊藤英之・中村俊夫・片山 健 (1997) 本州中部, 乗鞍火山の最近1万年間の噴火活動. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 (VIII), 165-171.
- Stuiver, M. and Pearson, G. (1993) High-precision bidecadal calibration of the radiocarbon time scale, AD1950-500 BC and 2500-6000 BC. *Radiocarbon*, 35, 1-23.
- Yamada, T. (1963) Report of the 1962 activity of Yakedake Volcano. *J. Fac. Liberal Arts and Sci. Shinshu Univ.*, no.12, 47-68.
- 山元孝広 (1997) テフラ層序からみた那須茶臼岳火山の噴火史. 地質雑, 103, 676-691.

The eruptive history of Yakedake volcano in Northern Japan Alps during the past 2000 years.

Teruki OIKAWA¹, Mitsuru OKUNO², and Toshio NAKAMURA³

1 Division of Geology, Graduate School of Science, Shinshu University

2 Department of Earth System Science, Faculty of Science, Fukuoka University

3 Dating and Materials Research Center, Nagoya University

Abstract

The eruptive history of Yakedake volcano during the past 2000 years has been determined by tephrochronology as well as AMS radiocarbon dating. We identified one magmatic and eight phreatic eruptions of the Yakedake volcano in this period. The eruptive frequency of the volcano is estimated as 4 times / ky. The volcano is the most active one in the Norikura volcanic chain (central Japan) during the past 10,000 years. On the basis of calibrated year ranges as well as documentary record, we consider that Ykd-Tu5 tephra was erupted in AD 1584.

Key words ; Yakedake volcano, eruptive history, tephrochronology, AMS radiocarbon dating, phreatic eruption