

1/20万「白河」図幅地域の第四紀火山：層序及び放射年代値に関する新知見

山元孝広¹

Takahiro Yamamoto (2006) Quaternary volcanoes in the geological map of Japan 1/200,000, Shirakawa, NE Japan: new evidences on the stratigraphy and radiometric ages. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 57(1/2), p.17 - 28, 7 figs, 3 tables.

Abstract: In this paper, I mention new evidences on stratigraphy and radiometric ages from Quaternary volcanic rocks in the Shirakawa Quadrangle, 1:200, 000. 1) The Aizu-Nunobikiyama volcanic rocks are newly named for dacitic and andesitic volcanoclastic rocks and lava flows beneath the Early Pleistocene Shirakawa pyroclastic flow deposits in the western flank of Mt. Aizu-Nunobiki, Fukushima Prefecture. The fission-track age of zircons (FT age) for these rocks is determined as 1.4 ± 0.2 Ma. 2) The Shirakawa pyroclastic flow deposits consist of the Kumado, Ashino, Nagurasawa, Nishigo and Ten-ei ones, in ascending order. The FT ages for the Ashino pyroclastic flow deposit in the Ashino area, Tochigi Prefecture, and the Sukagawa area, Fukushima Prefecture, are 1.1 ± 0.2 Ma and 0.96 ± 0.21 Ma, respectively. The later age is younger than the stratigraphic age (1.4 to 1.2 Ma) for the deposit. The FT age for the Ten-ei pyroclastic flow deposit in the Kitsuregawa Hills, Tochigi Prefecture, is 0.94 ± 0.20 Ma. 3) The FT age for the Kamafusa pyroclastic flow deposit is determined as 0.41 ± 0.13 Ma. 4) A debris avalanche deposit exposed along the Tosasagawa to Naka River between the Otawara pyroclastic flow deposit and the Kuroiso debris avalanche deposit is newly named as the Yosasagawa debris avalanche deposit. This deposit is intercalated with the fluvial terrace deposits in the MIS 8 stage. 5) The ^{14}C age for the Yahata unit of Nasu-Chausudake volcano is determined as $8,740 \pm 40$ yBP.

Keywords: Shirakawa, 1:200,000, Aizu-Nunobikiyama volcanic rocks, Ashino pyroclastic flow deposit, Ten-ei pyroclastic flow deposit, Kamafusayama pyroclastic flow deposit, Yosasagawa debris avalanche deposit, Nasu-Chausudake volcano

要 旨

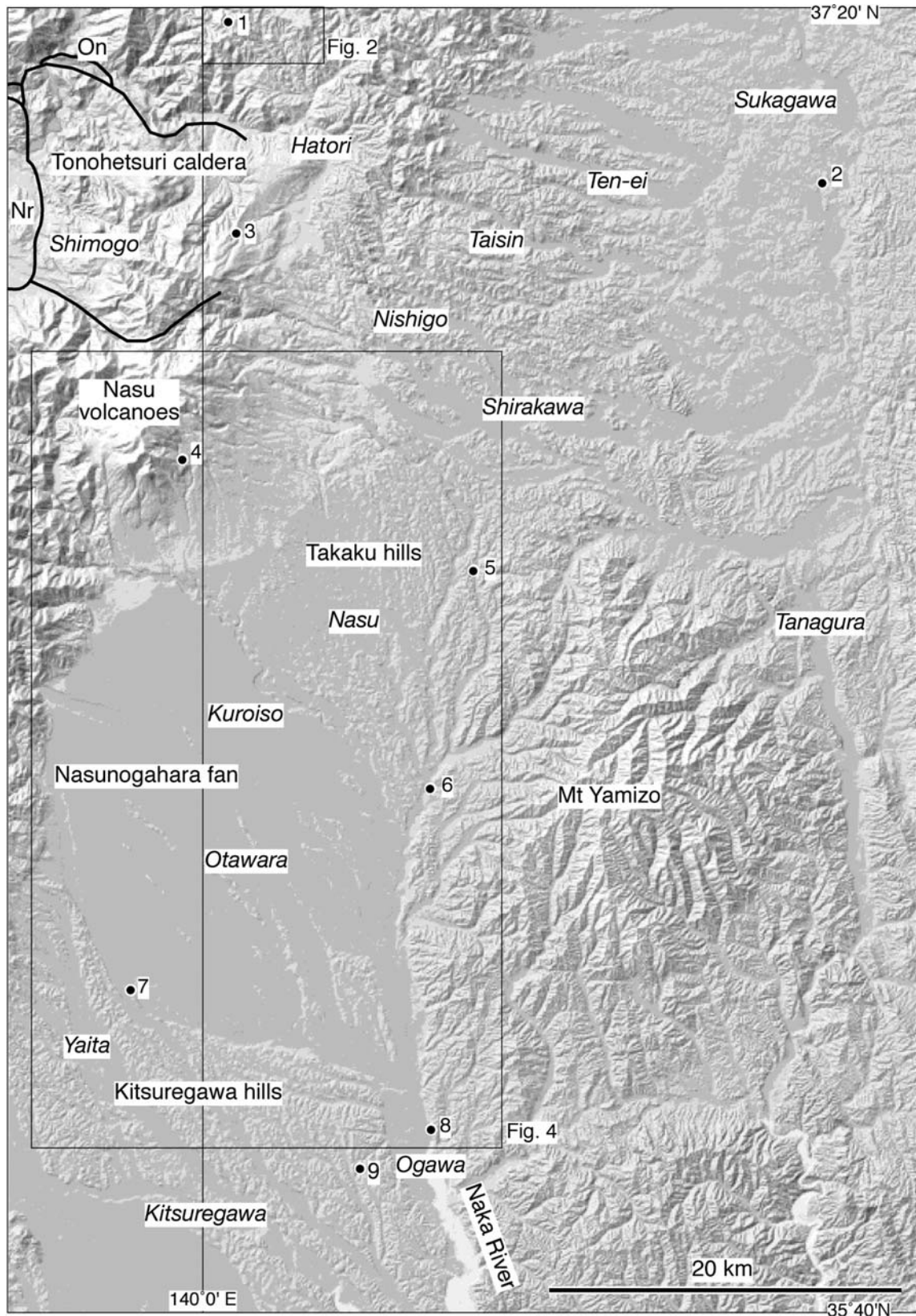
1/20万「白河」図幅地域に分布する第四紀火山の層序と年代に関する新知見を、本報告では記載する。1) 福島県会津布引山の西側に分布し、かつ前期更新世の白河火砕流堆積物群の下位にある安山岩・デイサイトの火砕岩・溶岩流は、これまで未記載の第四紀火山噴出物で、会津布引山火山噴出物と新称する。本火山噴出物からは、 1.4 ± 0.2 Maのジルコン・フィッシュントラック年代が得られた。2) 白川火砕流堆積物群は、下位から隈戸・芦野・南倉沢・西郷・天栄火砕流堆積物で構成される。このうち、模式地の芦野火砕流堆積物から 1.1 ± 0.2 Ma、福島県須賀川地域の同堆積物から 0.96 ± 0.21 Maのジルコン・フィッシュントラック年代を得た。後者の年代値は、層序年代 (1.4 ± 0.2 Ma) よりも若干若い。また、栃木県喜連川丘陵の天栄火砕流堆積物から 0.94 ± 0.20 Maのジルコン・フィッシュントラック年代を得た。3) 鎌房山火砕流堆積物からは 0.41 ± 0.13 Maのジルコン・フィッシュントラック年代を得た。4) 栃木県余笹川から那珂川沿いに分布し、

かつ大田原火砕流堆積物と黒磯岩屑なだれ堆積物の間にある岩屑なだれ堆積物を、新たに余笹川岩屑なだれ堆積物と呼ぶ。この堆積物は海洋酸素同位体ステージ8に対比される段丘河川堆積物に挟まれる。5) 那須・茶臼岳火山噴出物の八幡ユニットから $8,740 \pm 40$ yBPのAMS補正 ^{14}C 年代値を得た。

1. はじめに

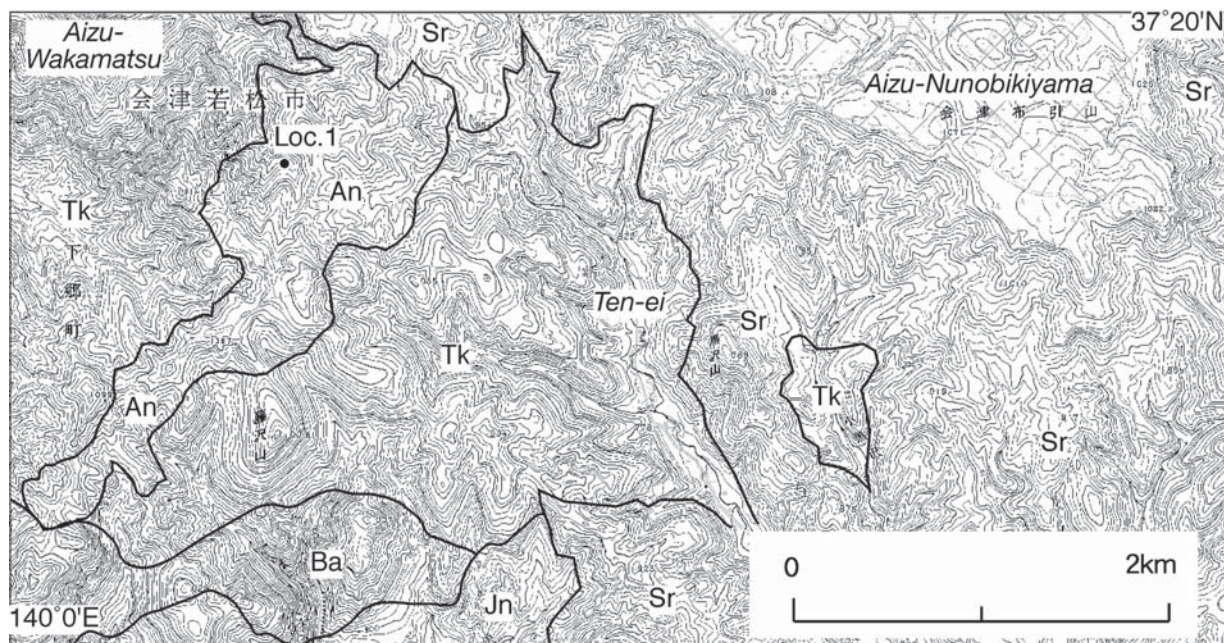
産総研地質調査総合センターの1/20万「白河」図幅作成のための調査研究の過程で明らかになった第四紀火山の層序及び年代に関する新知見を記載することが本報告の目的である。福島県から栃木県にかけての火山フロントから前弧域が属する本地域には、前期更新世の白河火砕流堆積物群と中期更新世・完新世の那須火山群が図幅地域北西部にまとまって分布している (Fig. 1)。しかしながら、本地域の第四紀火山噴出物を対象にした研究は少ない。白河火砕流堆積物群の層序については吉田・高橋 (1991) によって確立されているもののその噴出年代についての知見はまだまだ不足

¹深部地質環境研究センター (Research Center for Deep Geological Environments, GSJ)



第1図 1/20万「白河」図幅西部地域の地形。数字は地点番号。太線は前期更新世カルデラ火山群。Nr＝成岡カルデラ，On＝小野カルデラ。地形イメージは国土地理院50mメッシュ数値地図から作製。

Fig. 1 Topographic image of the western part of the Shirakawa Quadrangle, 1:200,000. Numerals are locality numbers. Solid lines are the margins of the Early Pleistocene calderas. Nr = Narioka caldera, On = Ono caldera. The image has been made using the digital map 50 m grid (elevation), from the Geographical Survey Institute, Japan.



第2図 会津布引山周辺の地形図。An = 会津布引山火山噴出物, Ba = 基盤岩 (ジュラ紀 - 白亜紀), Jn = 城ノ入沢層 (後期中新世), Sr = 白河火砕流堆積物群, Tk = 高川層 (後期中新世)。位置は第1図を参照のこと。国土地理院, 1/25,000「羽鳥湖」の一部を使用。

Fig. 2 Topographic map around Mt. Aizu-Nunobiki. An = the Aizu-Nunobikiyama volcanic rocks, Ba = basement rocks (Jurassic to Cretaceous), Jn = the Jonoirisawa Formation (Late Miocene), Sr = the Shirakawa pyroclastic flow deposits, Tk = the Takagawa Formation (Late Miocene). See Fig. 1 for the location. Part of the topographic map Hatoriko, scale 1:25,000 by the Geographical Survey Institute, Japan.

しており、データの補強を行った。また、白河火砕流堆積物群の下位には未記載の第四紀火山が存在しており、本報告で定義する。那須火山噴出物の層序は伴・高岡 (1995) や山元・伴 (1997) で確立されているものの、山麓に分布する黒礫岩屑なだれ堆積物の層序については未解決の問題が残されていた。本報告ではこれについても新たな記載を行う。

2. 会津布引山火山噴出物

2.1. 層序と岩相

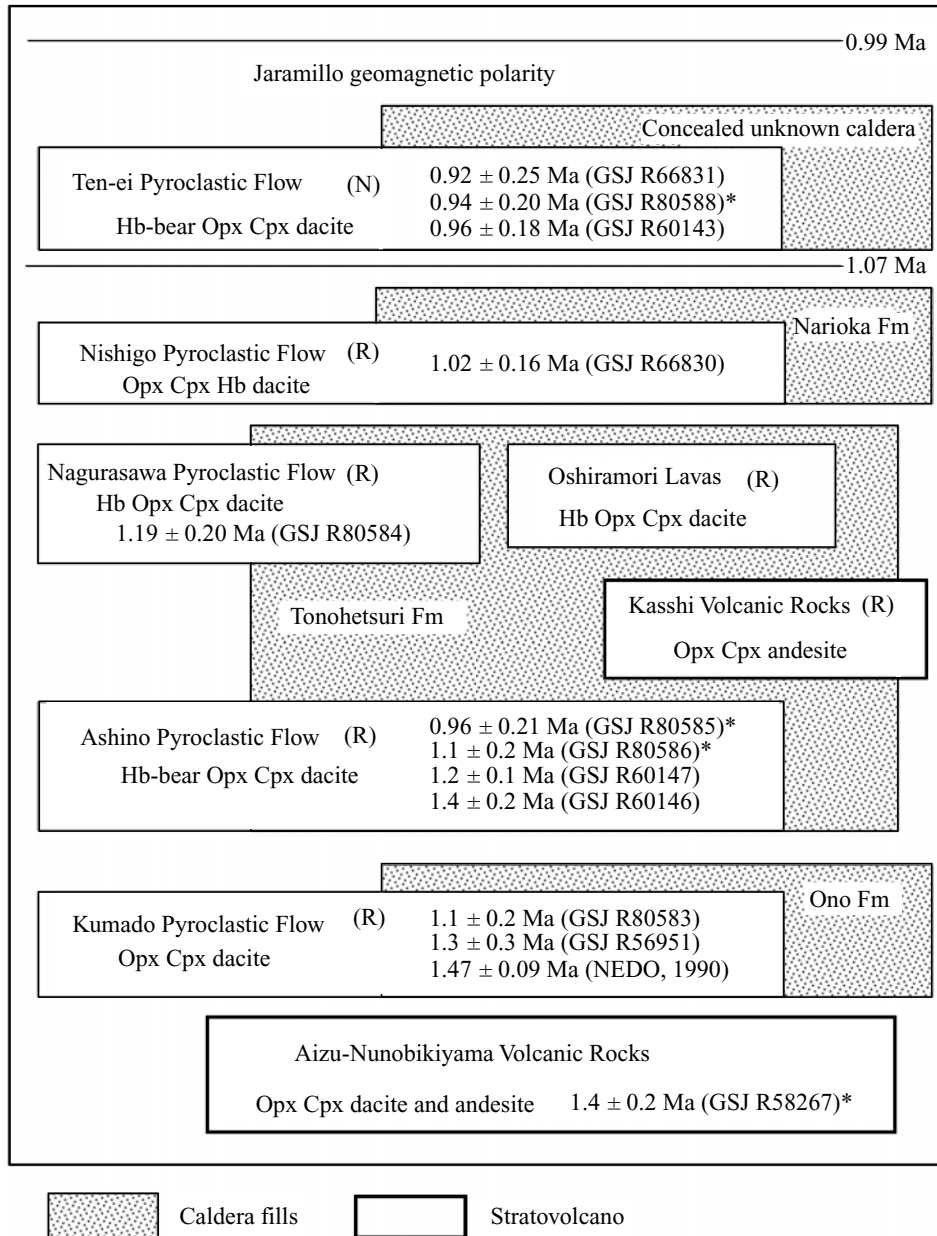
会津布引山火山噴出物 (新称) は、1/5万「長沼」図幅地域の北西部に位置する会津布引山の西に分布する安山岩・デイサイトからなる火山岩である (Fig. 2)。会津布引山山頂部を含む小起伏面は前期更新世の白河火砕流堆積物群 (後述) からなるが、本火山岩はその下位に位置している。本火山岩がつくる山体は完全に開析されており、初生的な火山地形は全く失われている。この火山岩を最初に記載した山元 (1991) や山元・吉岡 (1992) では白河火砕流堆積物群に不整合に覆われる上部中新統高川層最上部の部層と考えていた。しかし、本火山岩から得られた放射年代値が前期更新世を示すことから、本火山岩は白河火砕流堆積物群と高川層の

間に挟まれるものと考えられる (Fig. 3)。

本火山噴出物は、再堆積したデイサイト・安山岩質火砕岩を主体とし、自破碎の著しい安山岩溶岩流を挟んでいる。福島県会津若松市閤川上流部標高900 m以上の山地に模式的に分布し (Fig. 2)、層厚は現存する限りで200 m程度である。火砕岩の多くの単層は0.3～1.6 mの厚さを持ち、淘汰が悪く、粗砂サイズの基質中に円磨の良い最大径1 m程度のデイサイト・安山岩礫をまばらに含んでいる。デイサイトは大量の斜長石 (<4.6 mm)・石英 (<4.5 mm)・斜方輝石 (<2.0 mm)・単斜輝石 (<1.0 mm)・鉄鉱 (<0.4 mm) からなる。輝石と集斑状組織をつくる斜長石斑晶は清澄なものからなる。一方、単独で存在する斜長石の巨晶は、汚濁帯や蜂の巣構造を持つ。石英は他形で、融食を受けている。斜方輝石の一部はオパサイト化している。石基はインターサタル組織を持つ。安山岩は、斑晶として斜長石 (<2.6 mm)・普通輝石 (<1.2 mm)・紫蘇輝石 (<2.2 mm) を含んでおり、集斑状組織が著しい。一部の斜長石は汚濁帯や蜂の巣構造を持つ。石基はインターサタル組織を持つ。

2.2. 放射年代値

本火山岩のデイサイト礫 (GSJ R58267; 山元・吉岡,



第3図 白河火砕流堆積物群の層序と放射年代値。N = 正帯磁, R = 逆帯磁, Cpx = 単斜輝石, Opx = 斜方輝石, Hb = 普通角閃石, Fm = 累層, * = 本報告。山元ほか (2006) による。

Fig. 3 Stratigraphy and radiometric ages of the Shirakawa pyroclastic flow deposits. N = normal geomagnetic polarity, R = reverse geomagnetic polarity, Cpx = clinopyroxene, Opx = orthopyroxene, Hb = hornblende, Fm = Formation, * = this study. Modified from Yamamoto *et al.* (2006).

1992 ; Loc. 1) から 1.4 ± 0.2 Ma のジルコン・フィッシュントラック年代を新たに得た。(Table 1)。この年代値は、上位の隈戸・芦野火砕流堆積物の年代 (Fig. 3) と誤差の範囲で重なっている。したがって、年代的には本火山岩は白河火砕流堆積物群とかなり近い前期更新世のものであることが明らかになった。

2. 3. 解釈

本火山岩の分布は地理的には芦野火砕流を噴出した塔

のへつりカルデラのカルデラ縁から約 4 km 以上離れた位置にある。火山岩の岩相は、円磨された礫を含む土石流堆積物が卓越することから、火山体の中心から離れた縁辺相にあたることは確実である。噴出中心相の痕跡は残っておらずカルデラ内に陥没しているのかもしれない。位置関係と年代値から本火山岩を白河火砕流堆積物群の先カルデラ火山体の一部とみることも可能であるかもしれないが、両者の成因関係が不明確であるので会津布引火山として別の名称で呼ぶことにした。

第1表 「白河」図幅地域の第四紀火山岩のジルコン・フィッション・トラック年代値

Table 1 Fission track ages for zircons of the Quaternary volcanic rocks in the Shirakawa Quadrangle.

Sample	Loc.	Number of grain	Spontaneous ps	[Ns]	Induced pi	[Ni]	P(c ²) (%)	Dosimeter pd	[Nd]	r	U (ppm)	Age±1σ (Ma)	ζ
Kamafusayama pyroclastic flow deposit													
GSJ R80587	3	30	1.57×10 ⁴	[10]	1.06×10 ⁶	[672]	97	8.018	[4105]	0.757	120	0.41±0.13	372±5
Ten-ei pyroclastic flow deposit													
GSJ R80588	9	29	5.33×10 ⁴	[22]	1.60×10 ⁶	[661]	17	8.136	[4166]	0.087	190	0.94±0.20	350±3
Ashino pyroclastic flow deposit													
GSJ R80585	2	30	6.96×10 ⁴	[22]	2.01×10 ⁶	[635]	92	8.025	[4109]	0.654	240	0.96±0.21	372±5
GSJ R80586	5	30	1.11×10 ⁵	[57]	3.10×10 ⁶	[1592]	38	8.852	[4532]	0.561	290	1.1±0.2	350±3
Aizu-Nunobikiyama volcanic rocks													
GSJ R58267	1	30	1.20×10 ⁵	[103]	2.63×10 ⁶	[2253]	60	8.34	[1285]	0.515	250	1.4±0.2	372±5

Note:

(1) p and N are density and total number of fission tracks counted, respectively.

(2) All analyses by internal detector method using ED2.

(3) P(χ^2) is the upper χ^2 tail probability corresponding to the observed χ^2 -statistics.(4) Age calculated using dosimeter glass SRM612 and $\zeta = 372 \pm 5$ (Danbara et al., 1991) or 350 ± 3 (Danbara et al., 2003)

(5) r is correlation coefficient between ps and pi.

(6) U is uranium content.

(7) the total decay rate for ²³⁸U: $\lambda D = 1.480 \times 10^{-10}$ / yr.

3. 白河火砕流堆積物群

3.1. 層序と岩相

本火砕流堆積物群は、下位から隈戸・芦野・南倉沢・西郷・天栄火砕流堆積物からなる (Fig. 3; 吉田・高橋, 1991; 山元・吉岡, 1992; 山元, 1999a)。これらの火砕流堆積物は1/20万「白河」図幅地域の北西縁山地内にある前期更新世カルデラ群 (Fig. 1) を給源としており、隈戸火砕流堆積物は1.4 Ma前後、芦野火砕流堆積物は1.4 ~ 1.2 Ma、南倉沢火砕流堆積物は1.2 ~ 1.0 Ma、西郷火砕流堆積物は1.0 Ma前後、天栄火砕流堆積物は1.0 ~ 0.9 Maに噴出したものである (山元, 1999a; 山元ほか, 2006)。また、天栄火砕流堆積物が正帯磁であるほかは、いずれの堆積物も逆帯磁している。

隈戸火砕流堆積物は、斜方輝石単斜輝石デイサイト質の溶結した軽石凝灰角礫岩・火山礫凝灰岩からなる。最大層厚は150 m以上で、福島県天栄村の羽鳥湖周辺で特に厚い。模式地の福島県大信村隈戸林道沿いでは、本火砕流堆積物の下位に厚さ1.4 mの降下火砕物を敷いている。本火砕流堆積物の給源は、1/5万「田島」図幅地域 (1/20万「日光」図幅地域の北東縁) の小野カルデラ (On; Fig. 1) である (山元, 1999a)。

芦野火砕流堆積物は、角閃石斜方輝石単斜輝石デイサイト質の軽石凝灰角礫岩・火山礫凝灰岩からなり、「田島」・「長沼」図幅地域にある給源の塔のへつりカルデラ内で1,000 m以上 (山元, 1999a)、カルデラ外で

最大100 mの層厚を持つ。1/20万「白河」図幅地域内ではカルデラ外流出相が広がり、溶結した部分が多い。模式地の栃木県那須町寄居周辺では石材の「芦野石」として採掘されている。白河火砕流堆積物群の中では石英斑晶の量が最も少ない。

南倉沢火砕流堆積物は、角閃石斜方輝石単斜輝石デイサイト質の非溶結の軽石火山礫凝灰岩からなる。本火砕流堆積物も塔のへつりカルデラ起源で、模式地の福島県下郷町南倉沢では約200 mの層厚を持ち塔のへつり層のカルデラ湖堆積物を整合に覆っている。カルデラ外流出相は会津盆地西縁丘陵 (1/20万「新潟」図幅地域内) や本図幅地域内の那須火山群周辺から栃木県那須町寄居周辺に分布するが、福島県白河市から須賀川市にかけての丘陵地には分布しない。

西郷火砕流堆積物は、斜方輝石単斜輝石角閃石流紋岩質の溶結 (基底部は非溶結) した軽石凝灰角礫岩・軽石火山礫凝灰岩からなる。最大層厚は200 m前後で、模式地の福島県西郷村羽太周辺では、南倉沢火砕流堆積物を欠いて、芦野火砕流堆積物を直接覆っている。本火砕流堆積物の給源は、「田島」図幅地域内の成岡カルデラ (Nr; Fig. 1) である (山元, 1999a)。

天栄火砕流堆積物は、角閃石含有斜方輝石単斜輝石デイサイト質の非溶結の軽石凝灰角礫岩・軽石火山礫凝灰岩からなる。福島県大信村の大信牧場周辺に模式的に分布し、その層厚は50 m前後で溶結している。本火砕流に対比される堆積物は、栃木県中央部喜連川丘

第2表 「白河」図幅地域のテフラ層の特徴. *Ap* = アパタイト; *Cpx* = 斜方輝石; *Hb* = 普通角閃石; *Opx* = 斜方輝石; *Qz* = 石英; [] = 微量成分. *Sb-OT* = 塩原・大田原火砕流堆積物, *Km PFD* = 鎌房山火砕流堆積物, *Tn PFD* = 天栄火砕流堆積物, * = 再堆積物. ¹⁾ = 山元ほか (2006).

Table 2 Characteristics of tephra layers in the Shirakawa Quadrangle. *Ap* = apatite; *Cpx* = clinopyroxene; *Hb* = hornblende; *Opx* = orthopyroxene; *Qz* = quartz; [] = minor component. *Sb-OT* = Shiobara-Otawara pyroclastic flow deposit, *Km PFD* = Kamafusayama pyroclastic flow deposit, *Tn PFD* = Ten-ei pyroclastic flow deposit, * = rework deposits. ¹⁾ = Yamamoto *et al.* (2006).

Unit	Sample	Loc.	Mineral composition	Refractive index mode		
				Glass (n)	Opx (γ)	Hb (n2)
Sb-OT	KT103	7	Opx > Ap, Cpx, [Hb]	1.500-1.507 (100%)	1.715-1.722 (90%)	
Sb-OT*	IO-101	6	Opx > Cpx, [Ap]	1.502-1.507 (100%)	1.715-1.717 (90%)	
Km PFD	GSJ R80587	3	Opx > Cpx	1.535-1.553 (100%)	1.710-1.712 (70%)	
Tn PFD	GSJ R60143 ¹⁾		Hb > Opx, Cpx; Qz	1.504-1.505 (100%)	1.710-1.715 (80%)	1.673-1.675 (60%)
Tn PFD	GSJ R80588	9	Hb, Cpx, Opx; Qz		1.709-1.713 (90 %)	1.673-1.680 (80%)

陵の礫質河川堆積物が卓越する境林層（小池ほか, 1985）の最上部にも挟在されている。栃木県小川町三輪（Loc. 9; Fig. 1）では基底部に火山豆石を含む層厚15 cmの降下粗粒火山灰を覆って、層厚2.6 mの非溶結軽石火山礫凝灰岩からなる。本火砕流堆積物の給源は未発見であるが、羽鳥湖西側の中期更新世鎌房山火砕流堆積物分布域の下に埋没している可能性が強い。

3. 2. 年代値

模式地（Loc. 5）の芦野火砕流堆積物（GSJ R80586）から 1.1 ± 0.2 Ma, 須賀川市乙字ヶ滝（Loc. 2）の同堆積物（GSJ R80585）から 0.96 ± 0.21 Maのジルコン・フィッシュントラック年代を得た（Table 1）。携帯型磁化方位計による計測では両堆積物は逆帯磁している。また、喜連川丘陵（Loc. 9）の天栄火砕流相当堆積物（GSJ 80588）からは 0.94 ± 0.20 Maのジルコン・フィッシュントラック年代を新たに得た（Table 1）。携帯型磁化方位計による計測ではこの堆積物は正帯磁している。

3. 3. 解釈

今回の年代測定結果は芦野火砕流堆積物の2つのうちGSJ R80585が若干若めに出ているものの、両年代値は従来値と誤差の範囲で重なっている。上位の天栄火砕流堆積物はJaramillo subchronに噴出したと考えられるので（山元, 1999a; 山元ほか, 2006）、従来通り芦野火砕流堆積物の実際の噴火は1.4～1.2 Maとみられる。鈴木ほか（1998）は、芦野火砕流堆積物の下位にある隈戸火砕流堆積物に対して模式地で採取された試料から 1.4 ± 0.2 Ma, 芦野・天栄火砕流堆積物間にある西郷火砕流堆積物に対して模式地で採取された試料から 0.79 ± 0.16 Maのジルコン・フィッシュントラック年代を報告している。この隈戸火砕流堆積物の年代値は山元ほか（2006）の年代論と良く一致するが、西郷

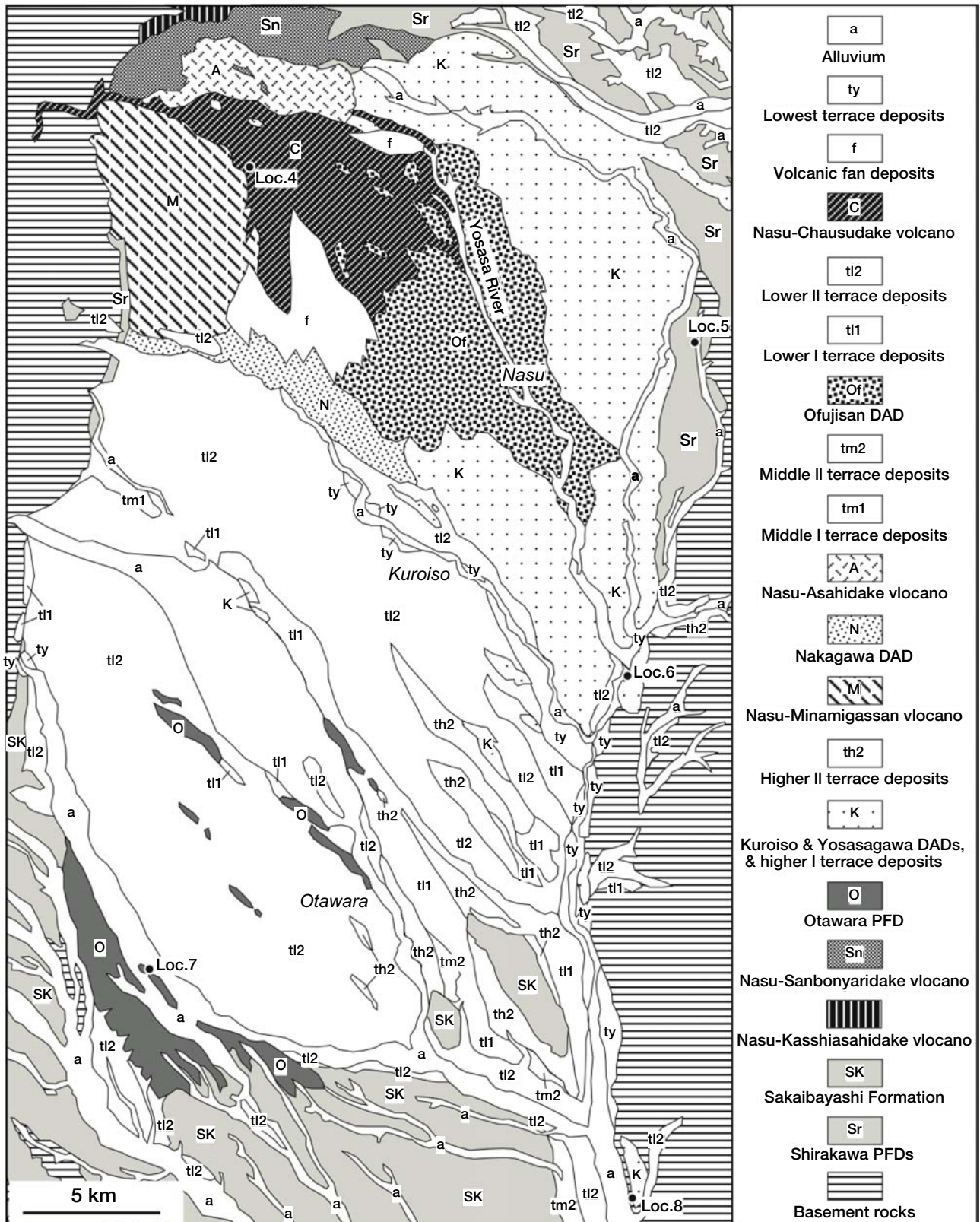
火砕流堆積物の年代値は誤差を越えてJaramillo subchronよりも若くなっており層序とは合わない。ただし、その理由は明らかではない。喜連川丘陵から得られた天栄火砕流相当堆積物の年代値（Table 1）・鉱物組成（Table 2）・磁化方位は、この対比が問題ないことを示している。

4. 鎌房山火砕流堆積物

4. 1. 層序と岩相

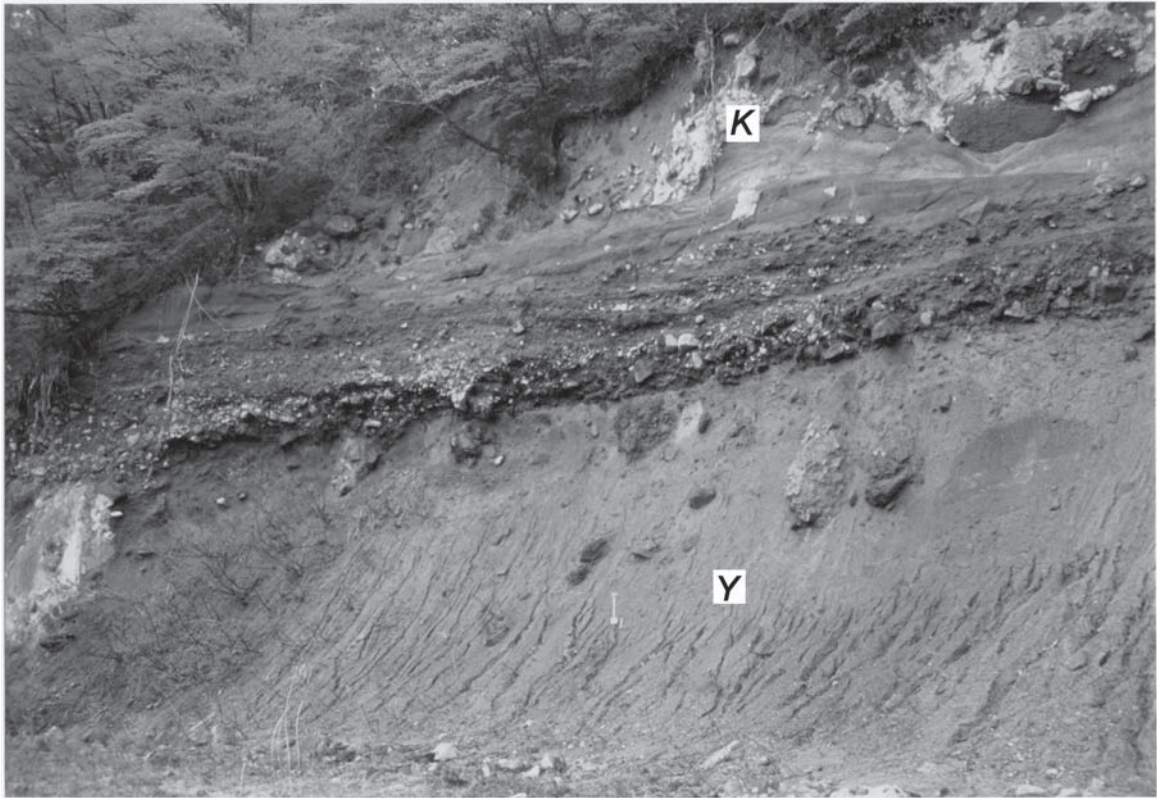
那須火山群は、古い順に甲子旭岳火山・三本槍火山・朝日岳火山・南月山火山・茶臼岳火山で構成され、それぞれが独立した噴出中心を持っている（Fig. 4; 伴・高岡, 1995; 山元・伴, 1997）。甲子旭岳火山は0.50 Ma頃から活動した玄武岩・安山岩の成層火山体で、那須火山群の北端に位置している。鎌房山火砕流堆積物（吉田・高橋, 1991）はその活動末期に噴出したとされるもので、福島県西郷村西部の鎌房山東方の甲子林道沿いを模式地に羽鳥湖の周辺に分布し、 0.43 ± 0.03 MaのK-Ar年代値が報告されている（伴・高岡, 1995）。

本火砕流堆積物は、溶結した塊状の安山岩・デイサイト凝灰角礫岩からなる。露頭では強溶結部と弱溶結部が交互に現れ、堆積物の上位ほど強溶結部の占める割合が大きくなる。また、福島県天栄村の羽鳥湖スキー場付近（Loc. 3）では、火砕流堆積物の下位に軽石降下堆積物があり、その直上1 m厚の火砕流堆積物基部は非溶結となっている。本堆積物中には赤褐色や灰色の石質火山礫が普遍的に含まれるがその量は乏しく、強溶結部は塊状の安山岩溶岩のような見かけをしている。弱溶結部や非溶結部では、粗粒砂サイズの火山灰からなる基質中に最大径1.2 mの本質火山岩塊・火山弾を多く含んでいる。携帯型磁力計による測定では、本堆積物は正帯磁を示した。



第4図 那須火山群及び那須野が原扇状地周辺の第四紀層地質図。DAD＝岩屑なだれ堆積物、PFD＝火砕流堆積物。位置は第1図を参照のこと。

Fig. 4 Simplified geologic map of the Quaternary deposits around Nasu volcanoes and Nasunogahara fan. DAD = debris avalanche deposit, PFD = pyroclastic flow deposit. See Fig. 1 for the location.



第5図 余笹川沿いに分布する余笹川岩屑なだれ堆積物 (Y) と黒磯岩屑なだれ堆積物 (K). 栃木県那須町余笹 (Loc. 6). 2つの岩屑なだれ堆積物の間には河成礫層が挟まれる。

Fig. 5 Outcrop of the Yosasagawa (Y) and Kuroiso (K) debris avalanche deposits along the Yosasa River, Yosasa, Nasu Town, Tochigi Prefecture (Loc. 6). There is a fluvial gravel and sand layer between two avalanche deposits.

4. 2. 年代値

羽鳥湖スキー場付近 (Loc. 3) の非溶結火砕流堆積物に含まれるデイサイト火山弾 (GSJ R850587) から 0.41 ± 0.13 Ma のジルコン・フィッシュトラック年代が得られた (Table 1) .

4. 3. 解釈

今回の測定値は従来値と良く一致しており、これまでの対比 (伴・高岡, 1995 ; 山元, 1999a) を変更する必要はない。

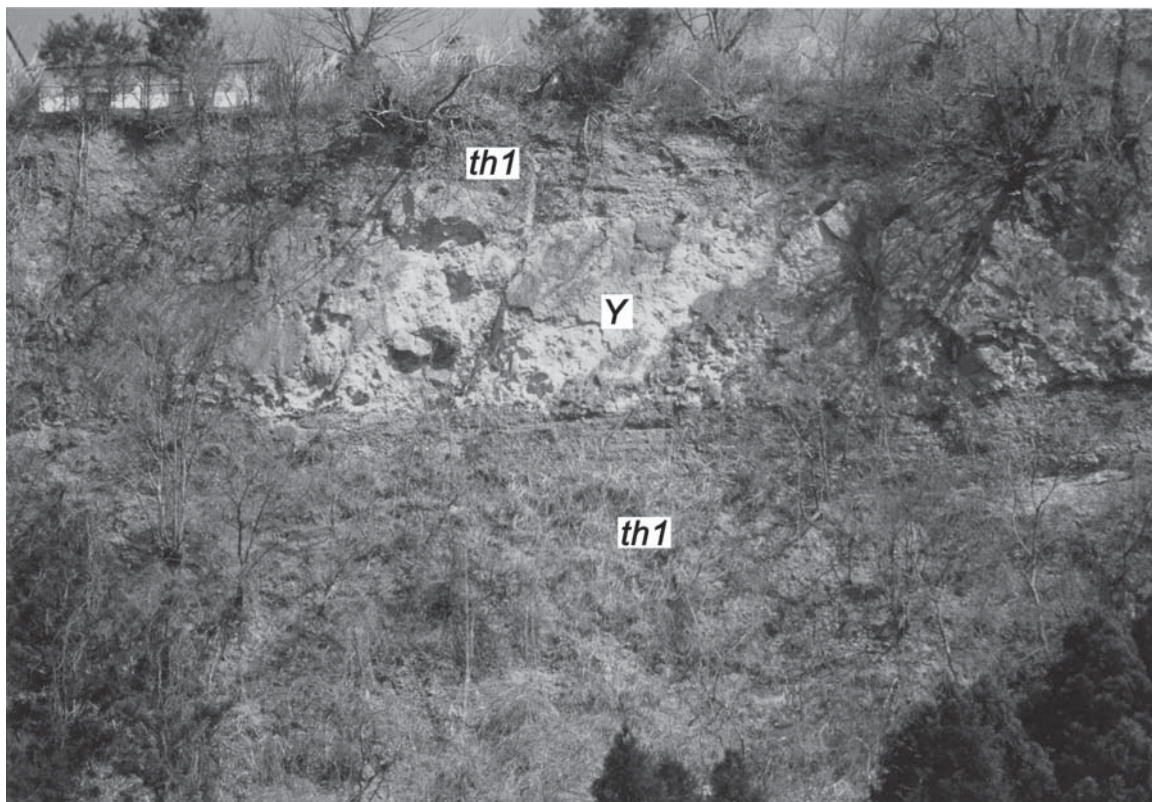
5. 那須-余笹川及び-黒磯岩屑なだれ堆積物

5. 1. 層序と岩相

甲子旭岳火山のすぐ南に位置する三本槍火山は、0.30 Ma 頃に活動した成層火山で、玄武岩安山岩質の溶岩・火砕岩からなる前期噴出物と安山岩・デイサイトの厚い溶岩からなる後期噴出物に区分される。また、三本槍火山はこれよりも新しい噴出物 (朝日岳火山噴出物) に顕著な不整合で覆われており、新期噴出物を除去すると三本槍火山には南東向きに開いた馬蹄形の火口地形が復元できる (山元・伴, 1997)。一方、那須火山群の東山麓から那珂川沿いの高久丘陵には、火山

灰層序から少なくとも20万年よりも古いとみられる岩屑なだれ堆積物が広く分布しており (Fig. 4), この岩屑なだれ堆積物が三本槍山体の崩壊物であると考えている。これは渡部ほか (1960) の黒磯火山泥流に相当するが、この彼らの泥流堆積物は鍋掛礫層を挟んで上下に2分され、上部のみを黒磯岩屑なだれ堆積物と山元・伴 (1997)・山元 (1999b) は呼んでいる。下位の岩屑なだれ堆積物には固有名が定義されていなかったため、これを本報告で余笹川岩屑なだれ堆積物として新たに定義することにした。

余笹川・黒磯岩屑なだれ堆積物の層序関係は、栃木県那須町余笹 (Loc. 6) の余笹川左岸で模式的に観察できる (Fig. 5)。下位の余笹川岩屑なだれ堆積物は、層厚3.5 m前後の塊状で基質支持の凝灰角礫岩からなる。基質は結晶片・白色軽石火山礫・木片を含んだ灰色の淘汰不良安山岩質火山灰からなり、破碎して角礫岩化した安山岩の岩塊や未破碎の軽石火山凝灰岩の岩塊を包有している。堆積物の下面は平らで下位の河川堆積物を削り込むことなく整合的に覆っている。この下位の河川堆積物にも良く円磨された白色軽石礫 (IO-101) が大量に含まれており、その斑晶組み合わせ・屈折率は大田原火砕流堆積物 (渡部ほか, 1960 ; 尾上,



第6図 那珂川沿いで河成段丘堆積物 (th1) に挟まれる余笹川岩屑なだれ堆積物 (Y). 栃木県馬頭町 (Loc. 8). 余笹川岩屑なだれ堆積物の層厚は7 m.

Fig. 6 Outcrop of the Yosasagawa debris avalanche deposit (Y) within fluvial terrace deposits (th1) along the Naka River, Batou Town, Tochigi Prefecture (Loc. 8). The thickness of the Yosasagawa debris avalanche is 7 m.

1989) のもの (KT103) と良く一致する (Table 2). 余笹川岩屑なだれ堆積物の上面は, 礫質の河川堆積物 (層厚3~4 m) により削り込まれ凹凸がある. この河川堆積物は黒礫岩屑なだれ堆積物に直接覆われるが, 両者の境界も平らで整合的である.

余笹川岩屑なだれ堆積物の上流への分布は, Loc. 6 から余笹川沿いに約2 kmの範囲で追跡出来るが, これよりも給源側では黒礫岩屑なだれ堆積物に完全に被覆され, 地表で確認することが出来なくなる. 反対に下流への分布は余笹川・那珂川合流点を経て那珂川沿いに栃木県馬頭町の新那珂橋左岸 (Loc. 8) まで確認することができる. この地点の余笹川岩屑なだれ堆積物の層厚は4~7 mで, 礫質河川堆積物が卓越した厚さ22~25 mの段丘堆積物にはさまれている (Fig. 6). 塊状で基質支持の凝灰角礫岩からなる岩相はLoc. 6と変わらないものの山体を構成していた安山岩の破碎岩塊は確認することができなくなる. また, Loc. 6と同様に河川堆積物の最上位には黒礫岩屑なだれ堆積物が整合的に重なっている.

5. 2. 解釈

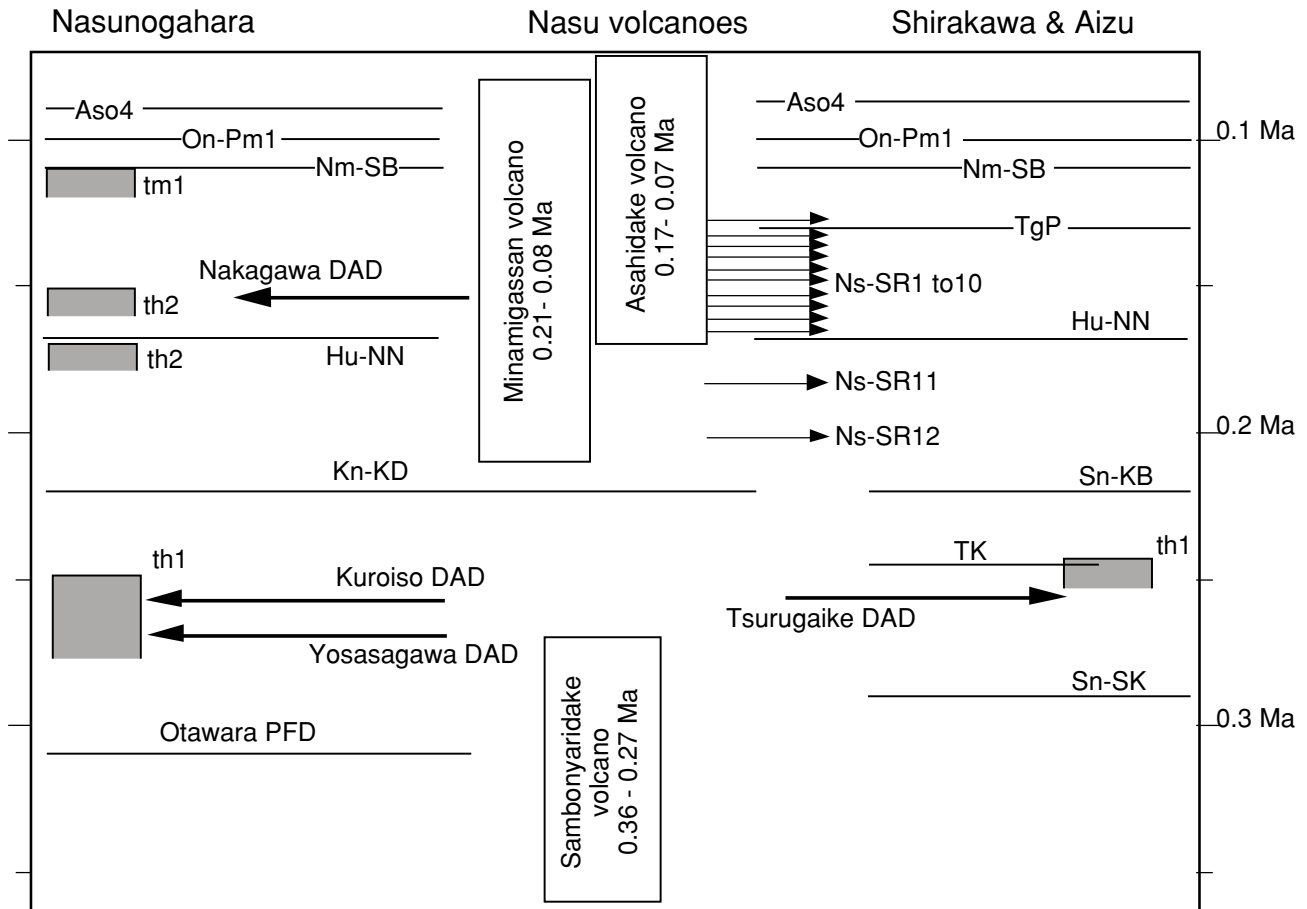
余笹川岩屑なだれ堆積物の層序学的な位置は, 大田

原火砕流堆積物と黒礫岩屑なだれ堆積物の間である (Fig. 7). 大田原火砕流堆積物については上下の堆積物のフィッシュントラック年代値 (鈴木ほか, 1998) から約0.30 Maと考えられている (鈴木, 2000), また, 黒礫岩屑なだれ堆積物については給源の三本槍岳火山とこれを不整合に覆う南月山・朝日岳火山のK-Ar年代値 (伴・高岡, 1995) から0.27~0.21 Maと考えられている (山元, 1999b). 更に, 余笹川・黒礫岩屑なだれ堆積物の両方が上方累重する河川段丘堆積物 (th1) と指交することは, 両岩屑なだれの発生時期が比較的接近していたことを示唆している. 河川段丘堆積物 (th1) の堆積年代については, 以上の年代論から海洋酸素同位体ステージ8に対比されよう. また, 両岩屑なだれが現在の余笹川から那珂川沿いに至る同じ流路を下ったことから, 余笹川岩屑なだれも三本槍岳火山を給源としていた可能性が強い.

6. 那須-茶臼岳火山噴出物

6. 1. 層序

那須火山群で最も新しい茶臼岳火山は1.6 kaから活動を開始し, 溶岩・火砕物を大部分は東山麓に, 一部



第7図 那須火山群，岩屑なだれ堆積物及び指標テフラ層の層序関係。Aso4 = Aso4 テフラ，Hu-NN = 燧ヶ岳・七入テフラ，Kn-KD = 鬼怒沼・黒田原テフラ，Nm-SB = 沼沢・芝原テフラ，Ns-SR1 to 12 = 那須・白河1～12 テフラ群，On-Pm1 = 御岳・Pm1 テフラ，Sn-KB = 砂子原・久保田テフラ，Sn-SK = 砂子原・佐賀瀬川テフラ，TgP = 田頭テフラ，TK = 高杖テフラ，DAD = 岩屑なだれ堆積物，PFD = 火砕流堆積物，th1 = 高位I段丘堆積物，th2 = 高位II段丘堆積物，tm1 = 中位I段丘堆積物。山元 (1999b) を一部改変。

Fig. 7 Stratigraphic relationship among Nasu volcanoes, debris avalanche deposits and key tephra layers. Aso4 = Aso4 tephra, Hu-NN = Hiuchigatake-Nanairi tephra, Kn-KD = Kinunuma-Kurodahara tephra, Nm-SB = Numazawa-Shibahara tephra, Ns-SR1 to 12 = Nasu-Shirakawa 1 to 12 tephra, On-Pm1 = Ontake-Pm1 tephra, Sn-KB = Sunagohara-Kubota tephra, Sn-SK = Sunagohara-Sakasegawa tephra, TgP = Tagashira tephra, TK = Takatsue tephra. DAD = debris avalanche deposit, PFD = pyroclastic flow deposit, th1 = higher I terrace deposits, th2 = higher II terrace deposits, tm1 = middle I terrace deposits. Modified from Yamamoto (1999b).

は西側の那珂川上流部に堆積させている (Fig. 4)。茶臼岳火山の噴出物はマグマの噴出を伴った6つのマグマ噴火ユニットと、マグマの噴出を伴わない12以上の水蒸気噴火ユニットからなる (山元, 1997)。マグマ噴火ユニットには、マグマ噴火に先行する水蒸気爆発で始まり、ブルカニアン噴火による降下火砕物の堆積と火砕流の発生を経て、溶岩流の流出で終了する活動パターンが明瞭に認められる。個々の噴火ユニットでは水蒸気爆発や火砕流などの発生が認められない場合もあるが、活動順序が逆転するような例はない。マグマ噴火は大沢ユニット (16 ka)、湯本ユニット、八幡ユニット、大丸ユニット (6 ka)、峰の茶屋ユニット (2.6 ka) と1,408～1,410年ユニットの順で発生した。

6. 2. 年代値

栃木県那須町の高雄温泉 (Loc. 4) の茶臼岳・八幡ユニットのブルカニアン降下堆積物は、層厚14 cmで、安山岩質火山礫を含む成層した粗粒火山灰からなる。その直下の黒色土壌から、新たに8,740±40 yBPのAMS補正¹⁴C年代値を得た (Table 3)。

6. 3. 解釈

放射年代値の得られていなかった湯本・八幡ユニットについては、上下層の年代と層間の火山灰土の層厚から内挿して、それぞれ11 kaと8 kaの推定年代を与えていた (山元, 1997)。今回得られた¹⁴C年代値はこの推定値と大きく離れておらず、層序関係と矛盾しない。したがって、八幡ユニットの放射年代は、従来値より

第3表 那須-茶臼岳火山、八幡ユニット (Nas-CH3) のAMS放射性炭素年代測定結果

Table 3 Result of AMS ^{14}C dating for the Yahata unit of Nasu-Chausudake volcano (Nas-CH3).

Unit	Sample	Loc.	Method	Material	^{14}C age (y BP)	$\delta^{13}\text{C}$ (permil)	Calibrated ^{14}C age (y BP)	Calendar age	Intercept age
Nas-CH3	Nas12	4	AMS	soil	8710 $\pm$ 40	-23.4	8740 $\pm$ 40	2 σ (95%) BC7950 - 7610 1 σ (68%) BC7810 - 7720	BC7760

も若干古い9 kaと改める(暦年代はCal BC7800頃)。大沢・八幡ユニットの年代から内挿される湯本ユニットの年代については、従来値の11 kaのままでよい。

7. まとめ

1/20万「白河」図幅作成のための調査研究のうち、第四紀火山の層序及び年代に関して次の事を明らかにした。

- 1) 福島県の会津布引山の西側に分布する安山岩・デイサイトからなる火山岩は、これまで未記載の第四紀火山噴出物で、会津布引山火山噴出物と新称する。本火山噴出物は前期更新世の白河火砕流堆積物群の下位にあり、 1.4 ± 0.2 Maのジルコン・フィッシュントラック年代が得られた。
- 2) 白河火砕流堆積物群のうち、模式地(栃木県那須町寄居)の芦野火砕流堆積物から 1.1 ± 0.2 Ma、福島県須賀川市乙字ヶ滝の同堆積物から 0.96 ± 0.21 Maのジルコン・フィッシュントラック年代を得た。後者の年代値は、層序関係よりも若干若い。また、栃木県喜連川丘陵の境林層最上部に挟まれる天栄火砕流堆積物から 0.94 ± 0.20 Maのジルコン・フィッシュントラック年代を得た。この堆積物は正帯磁しており、斑晶組み合わせ・斑晶屈折率も福島県下の同堆積物と良く一致する。
- 3) 福島県羽鳥湖スキー場の鎌房山火砕流堆積物からは 0.41 ± 0.13 Maのジルコン・フィッシュントラック年代を得た。この年代値は、これまでに同堆積物から報告されたK-Ar年代値と良く一致する。
- 4) 栃木県余笹川から那珂川沿いに分布する那須火山群起源の岩屑なだれ堆積物に対して余笹川岩屑なだれ堆積物の名称を新たに定義した。この堆積物は大田原火砕流堆積物の上位、黒磯岩屑なだれ堆積物の下位にあり、海洋酸素同位体ステージ8に対比される段丘河川堆積物に挟まれる。
- 5) 那須-茶臼岳火山噴出物のうち、これまで年代値が得られていなかった八幡ユニットから $8,740 \pm 40$ yBPのAMS補正 ^{14}C 年代値を得た。層序関係から推定されていた同ユニットの年代は8 kaであったが、今回の年代値はこれと大きく矛盾しない。

謝辞：1/20万「白河」図幅の調査研究のための予算執行では、産総研地質情報研究部門の久保和也、尾崎正紀、竹内圭史さんのお世話になった。査読者の古川竜太さんのご意見は原稿修正に役立った。以上の方々に感謝致します。

文 献

- 伴 雅雄・高岡宣雄 (1995) 東北日本弧、那須火山群の形成史。岩鉱, **90**, 195-214.
- 小池一之・岩崎孝明・檀原 徹・百瀬 貢 (1985) 下野火山灰下部層のフィッシュン・トラック年代とその地史的意義。駒沢地理, **21**, 39-67.
- 尾上 亨 (1989) 栃木県塩原産更新世植物群による古環境解析。地調報告, no.269, 207p.
- 鈴木毅彦 (2000) 宇都宮丘陵、大志白遺跡周辺の地形、大志白遺跡群発掘調査報告書：アンビックス緑が丘ニュータウン造成に伴う発掘調査(旧石器時代編)。河内町埋蔵文化財調査報告書第3集、栃木県河内町教育委員会, 164-191.
- 鈴木毅彦・藤原 治・檀原 徹 (1998) 関東北部から東北南部に分布する第四紀テフラのフィッシュン・トラック年代。第四紀研究, **37**, 95-106.
- 山元孝広 (1991) カルデラ陥没に伴う大規模斜面崩壊：会津若松南方の後期中新世高川カルデラの内部構造。火山, **36**, 1-10.
- 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。地質学雑誌, **103**, 676-691.
- 山元孝広 (1999a) 田島地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)。地質調査所, 85p.
- 山元孝広 (1999b) 福島-栃木地域に分布する30-10万年前のプリニー式降下火砕物：沼沢・燧ヶ岳・鬼怒沼・砂子原火山を給源とするテフラ群の層序。地質調査所月報, **50**, 743-767.
- 山元孝広・伴 雅雄 (1997) 那須火山地質図。火山地質図9, 地質調査所, 8p.
- 山元孝広・吉岡敏和 (1992) 若松地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)。地質調査所, 73p.
- 山元孝広・吉岡敏和・牧野雅彦・住田達哉 (2006) 喜多方地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)。産総研地質調査総合センター, 63p.

吉田英人・高橋正樹(1991) 白河火砕流東部地域の地質. 地質学雑誌, **97**, 231-249.

渡部景隆・提橋 昇・新藤静夫(1960) 那須野が原の地質構造, 特に那珂川旧河道の変遷について. 地質学雑誌, **66**, 113-122.

付録

露頭位置 (世界測地系)

Loc. 1. 東経 140°1'46", 北緯 37°19'45"

Loc. 2. 東経 140°23'28", 北緯 37°14'51"

Loc. 3. 東経 140°1'3", 北緯 37°13'15"

Loc. 4. 東経 139°59'16", 北緯 37°6'22"

Loc. 5. 東経 140°10'11", 北緯 37°3'1"

Loc. 6. 東経 140°8'33", 北緯 36°56'16"

Loc. 7. 東経 139°56'41", 北緯 36°50'15"

Loc. 8. 東経 140°8'41", 北緯 37°45'18"

Loc. 9. 東経 140°5'47", 北緯 37°44'34"

(受付: 2006年1月11日; 受理: 2006年3月2日)