

日光火山群東方地域に分布する中・後期更新世テフ ラ:日光火山群の噴火史

メタデータ	言語: jpn
	出版者:
	公開日: 2008-01-25
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 村本, 芳英
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00000302

日光火山群東方地域に分布する中・後期更新世テフラ

村 本 芳 英*

Middle-late Pleistocene pyroclastic air-fall deposits in the eastern region of the Nikko volcano group, northeastern Japan — Eruption history of the Nikko volcano group —

Yoshihide MURAMOTO*

Nikko volcano group is situated between Tochigi and Gunma prefectures, Kanto district, northeastern Japan. Nikko volcano group comprises two stratovolcanoes such as Nyoho-Akanagi and Nantai volcanoes and several lava domes.

This paper presents a catalogue of pyroclastic air-fall deposits in the east of Nikko volcano group and has reconstructed the eruptive history of this volcano group by means of tephrochronology.

The history of Nikko volcano group is summarized as follows: $300 \sim 150$ ka, Explosive activity of Nyoho-Akanagi volcano. Volume of the plinian fall out deposits amounts to 11km³; $150 \sim 100$ ka, Eruptions with small magnitudes of Nyoho-Akanagi volcano; $100 \sim 70$ ka, Explosive activity of Nyohou-Akanagi volcano. Volume of the plinian fall out deposits amounts to 6km³; $70 \sim 20$ ka, Period of dormancy or formation of lava domes; $20 \sim 10$ ka, Explosive activity of Nantai volcano. Volume of fall out deposits amounts to 11m³. Key word: Nikko Volcano group, tephrochronology, Nyoho-Akanagi volcano, Nantai volcano.

要 旨

日光火山群は東北日本,栃木・群馬県境に位置し,女峰・赤薙火山と男体火山の2つの成層火 山と,いくつかの溶岩円頂丘から成る.

本論文では日光火山群東方地域に分布する降下火砕物を明らかにし、テフロクロノロジーを用いて日光火山群の噴火史を組み立てた.

日光火山群の噴火史をまとめると次のようになる:約30万年~15万年前,女峰・赤薙火山の爆発的噴火.この間のプリニー式噴火による降下火砕物の噴出量は約11kmである;約15万年~10万年前:女峰・赤薙火山の小規模な噴火;約10万年~7万年前,女峰・赤薙火山の爆発的噴火.この間のプリニー式噴火による降下火砕物の噴出量は約6kmである;約7万年~2万年前,爆発的噴火の休止期間あるいは溶岩円頂丘の形成;約2万年~1万年前,男体火山の爆発的噴火.この間の降下火砕物の噴出量は約11kmである.

1992年3月24日受理

ローランドエレクトロニクス株式会社. 松本市大字和田4010-5

Roland Electronics Co., Ltd. 4010 - 5, Oaza Wada, Matsumoto City, Nagano, 390, Japan.

I. は じ め に

栃木県北西部から群馬県との県境地域には,男体 山,女峰・赤薙山などの第四紀火山が集まり,日光 火山群を形成している(山崎,1958)(Fig.1).近 年,佐々木(1988,1989,1990)は男体火山および女峰・ 赤薙火山の山体の詳細な層序と噴出物の全岩化学組 成をもとに,これらの火山でソレアイト系列とカル クアルカリ系列のマグマが交互に噴出していること を示した.しかし,有史時代に活動記録のある奥白 根火山を除けば活動時期についての情報は乏しく, 男体火山最後の噴火が約1.2万年前(阿久津,1979) であることが知られているのみである.また,この 地域に分布する日光火山群起源のテフラについての 詳細な記載・報告はなく,テフラ層序および分布は 未だ明らかではない.したがって,この地域に分布 する日光火山群起源のテフラ層序を明らかにし,給 源火山の山体を構成する噴出物との対応をつけるこ とが出来れば,本火山群の活動史に時間軸を与える ことができる.

そこで本研究では、日光火山群の噴火・活動史を 解明することを目的に、日光火山群東方地域の野外 調査を行い、本地域に分布する日光火山群起源のテ フラの層序を明らかにした.



- Fig. 1. Index map of studied area. Solid triangles are Quaternary volcanoes. NS, Nasu volcano; TK, Takahara volcano; HT, Hotaka volcano; AG, Akagi volcano; HR, Haruna volcano; YT, Yaita city; UT, Utsunomiya city. Numbers on the map denote the numbers of volcanoes shown in Table 1.
- 図 1. 調査地域. 黒塗りの三角印は第四紀火山. NS, 那須火山; TK, 高原火山; HT, 武尊火山; AG, 赤城火山; HR, 榛名火山; YT, 矢板市; UT, 宇都宮市. 図中の番号は表1に対応.

Ⅱ. 日光火山群

日光火山群は Table 1 に示す火山からなり,これ らが東西約20km,南北約15kmの範囲に分布している. このうち,女峰・赤薙山と男体山のみが成層火山で あり,他はいずれも溶岩円頂丘である.その活動順 序は山体の被覆関係から女峰・赤薙山→溶岩円頂丘 群一男体山一奥白根山とされている(山崎,1950, 1958).

Table 1. List of volcanoes of the Nikko volcano group.

表 1. 日光火山群の火山.

Volcano	Structure
1. Nyoho-Akanagi volcano	stratovolcano
2.Nantai volcano	stratovolcano
3. Tanzei volcano	lava dome
4. Omanago volcano	lava dome
5. Komanago volcano	lava dome
6. Taro volcano	lava dome
7. Sannoubousi volcano	lava dome
8.Mitudake volcano	lava dome
9. Kaneda volcano	lava dome
10.Okusirane volcano	lava dome
11. Keizuka volcano	shield lava dome
12. Konsei volcano	lava dome

日光火山群の中で最も初期に活動し最大の面積を 占める女峰・赤薙山の噴出物に関する主な研究は, YAMAZAKI (1954)と佐々木(1990)の2つがある. YAMAZAKI (1954)は、その活動を山体を形成した主 期と上原軽石流の噴出と山頂溶岩円頂丘の形成があっ た末期の2つのステージに分けた.一方、佐々木(1990) は活動を前期・中期・後期の3つに分けている.し かし、降下火砕物の層序および分布は明かにされて いない.

男体山の噴出物に関する報告は、山崎(1957), YAMAZAKI (1981),須藤・山崎(1980),佐々木(1988, 1989)がある。山崎(1957)は、山体が形成された主期 と、休止期をおいて2回の火砕流、それに伴った降 下軽石の噴出(今市軽石層・七本桜軽石層)があった 末期に2分した。須藤・山崎(1980)は男体山最末期 に起こった降下軽石、火砕流、溶岩流の流下という 一連の噴火において、火砕流は北方に向けて開いた 火口から、斜め上方に傾いて立ち上がった噴煙柱か ら放出されたものであると論じた.また、佐々木(1988、 1989)は、主期活動の噴出物を7つのユニットに細分 している.

溶岩円頂丘群の噴出物の分布・岩質・活動史など の詳細については、一部(須藤,1976)をのぞいて明か にされていない。

一方、日光火山群東方地域に分布するテフラについても、これまでいくつか報告がある。宇都宮周辺のテフラについては阿久津(1957)、関東ローム研究 グループ(1965)などの研究があり、また那須野が原 周辺のテフラについては岩崎ほか(1984)、小池(1977)、 小池ほか(1985)の報告がある。近年、鈴木(1990)に より日光火山群東方に分布する赤城火山起源のテフ ラが明らかにされ、鈴木(1991)では北関東の諸火山 の爆発的噴火史が組み立てられた。また、町田ほか (1985)、鈴木・早川(1990)によって日光火山群東方 地域に分布する広域テフラが明らかにされている。

Ⅲ. テフラの層序および記載

テフラ層の対比は野外での肉眼的特徴とテフラの 上下の重なりのセットを手がかりとしてそれらを追 跡して行なった.また野外での層位学的対応をつけ ると共に,テフラ中の粘土分を除去した構成鉱物の 種類・量比・組織などの特性を実体顕微鏡で調べた.

その結果得られた日光火山群東方地域の模式柱状 図をFig. 2に示し、模式柱状図作成のもとになって いる各地の露頭位置図と代表的柱状図をFig. 3~5 に示す.また、各テフラ層の諸性質をTable 2に示 す.

テフラ層の命名は、これまでの研究によりすでに 命名され、今回対比出来たものについてはその名称 を用い、その他の今回新たに記載したものについて は、そのテフラの主な分布地の地名を冠し、上位か ら番号を付け命名した.また、給源火山不明の細粒 軽石層にはアルファベットのPを冠した.それぞれ のテフラの名称と略称は次の通りである:霧降スコ リア層(KR)、所野スコリア層(TK)、弓張スコリ ア層(YM)、西那須野スコリア層(NS)、細粒軽石



- Fig. 2. Idealized columnar section of tephra deposits in the east of Nikko volcano group. SP, Shichihonzakura pumice; IP, Imaichi pumice; KS, Kataoka scoria; KR-1~9, Kirifuri scoria; TK, Tokorono scoria; OS, Ogawa scoria; KP, Kanuma pumice; Nm-1, 2, Namekawa pumice; Dkp, Daisen-Kurayoshi pumice; Mzp-1, 2, 5, 6, 8, 10, Mizunuma pumice; NK-1~3, Nikko scoria; On-Pm I, Ontake pumice 1; Mas, Mamiana scoria; SY-1~3, Shioya scoria; Sap, Saotome pumice; YM-1~7, Yumihari scoria; NS-1~7, Nishinasuno scoria; Tkp, Takaku scoria; Kdp, Kurodahara scoria.
- 図 2. 日光火山群東方地域のテフラの模式柱状図. SP, 七本桜軽石層; IP, 今市軽石層; KS, 片岡 スコリア層; KR-1~19, 霧降スコリア層; TK-1~3, 所野スコリア層; OS, 小川スコリア層; KP, 鹿沼軽石層; Nm-1, 2, 行川軽石層; DKP, 大山倉吉軽石層; Mzp-1, 2, 5, 6, 8, 10, 水沼軽石層; NK-1~3, 日光スコリア層; On-Pm I, 御岳第1軽石層; Mas, 満美穴スコリア層; SY-1~3, 塩 谷スコリア層; Sap, 早乙女軽石層; YM-1~7, 弓張スコリア層; NS-1~7, 西那須野スコリア層; Tkp, 高久軽石層; Kdp, 黒田原軽石層.



Fig. 3. Localities of columnar sections show in Figs. 4 and 5. NA, Nyoho-Akanagi volcano; NT, Nantai volcano, TK; Takahara volcano; OT, Otawara city; YT, Yaita city; NK, Nikko city; II, Imaichi city; KN, Kanuma city; UT, Ustunomiya city.
図 3. 露頭位置図. NA, 女峰・赤薙火山; NT, 男体火山; TK, 高原火山; OT, 大田原市; YT, 矢板市; NK, 日光市; II, 今市市; KN, 鹿沼市; UT, 宇都宮市.

層(P).

以下,上位のテフラ層から順に述べる.

◆七本桜軽石層 (SP; 阿久津, 1957)

日光周辺から喜連川丘陵にかけて分布する黄褐色 軽石層.美濃ヶの森森林公園(Loc.111)で層厚75cm の軽石層で,軽石の平均最大粒径(3個の最大軽石 の平均粒径)は7cmである.含まれる岩片の平均最 大粒径は3cmである.軽石は良く発泡している.給 源火山は男体山である.

◆今市軽石層 (IP; 阿久津, 1957)

七本桜軽石層とほぼ同じ範囲に分布する,赤褐色 軽石層.美濃ヶの森森林公園(Loc.111)で,層厚 70cmの軽石層で,軽石の平均最大粒径は19cmである. 軽石は非常に良く発泡している. 岩片の平均最大粒 径は6cmである. 給源火山は男体山である.

◆片岡スコリア層(KS;関東ローム研究グループ) 日光周辺から喜連川丘陵にかけて分布する,赤褐 色スコリア層.所野(Loc. 42)で,層厚30cmの淘汰の 良いスコリア層である.本層直上には層厚数cmの青 灰色火山灰を伴うこともある.給源火山は男体山で ある.

霧降スコリア層(KR;新称)・所野スコリア層(TK; 新称).

霧降・所野スコリア層は,女峰・赤薙山山麓の霧 降周辺に分布する.それらは,赤褐色~オレンジ色 スコリアと黄褐色火山灰,青灰色火山灰の互層から





sections denote the numbers of localities shown in Fig.3.

図 4. 日光火山群東方地域のテフラの柱状図. 柱状図の番号は図3の番号に対応.



Columnar sections of tephra deposits in Kirifuri area. Numbers on the columns denote the numbers of localities shown in Fig. 3. Fig. 5.

図5.霧降周辺のテフラの柱状図、柱状図の番号は図3の番号に対応

Table 2. Characteristics of tephra deposits in the east of the Nikko volcano group. Column 3: Pm, Pumice; Sc, Scoria; Lt, Lithic fragment. Column 4: yl, yellow; wh, white; or, orange; br, brown; rd, red; gr, gray; pk, pink; bl, blue. column 7: VW, very well; W, well; M, Medium; P, Poor. Column 8: A, abundant; M, medium; R, rare. Column 9: opx, orthopyroxene; cpx, clinopyroxene; ho, hornblende; mt, magnetite; qt, quartz; bi, biotite; gl, glass; gl (bw), bubble-walled glass; gl (pm), pumiceous glass. Column 10: NT, Nantai; NA, Nyoho-Akanagi; AK, Akagi; TK, Takahara; NS, Nasu; ON, Ontake; DS, Daisen; MM, Momizawadake.

表 2.	日光火山群東方地域のテフラの諸性質.
------	--------------------

1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
Tephra	Loc	Type	Color	Thick-	Maximum	Sort-	crystal	mineral compo	sition	source
		PnScL	ų	ness	grain-	ing	content	heavy mineral	other	
				(cmu)	size(mm)				remarks	
SP	111		y l	75	70	M	М	opx>cpx>mt, ho		NT
IP	111		br-rd	70	190	M	М	opx>cpx>mt		NT
KS	19		br-rd	70	25	VW	R	орх>срх		NT
KR-1	69		br-rd	6	27	W	R	opx, cpx>mt	gl(bw)	NT
KR-2 a	101		br-rd	15	2	W	R	opx,cpx>mt		ΝT
b	101		or	8	10	W	R	opx,cpx>mt		NT
KR-3 a	101		or	4	8	w	R	opx>>cpx>mt		NT
b b	101		or	2	8	W	М	opx>>cpx>mt		ΝT
KR-4 a	42		br-rd	7	25	W	А	opx>cpx>mt		ΝT
b	42		br-rd	3	15	W	Α	opx>cpx>mt		ΝT
TK-1	42		br-rd	20	32	W	М	opx>>cpx>mt		ΝT
KR-5	101		or	4	12	М	Α	opx>>cpx>mt		NT
KR-6	115		yl-br	25	25	W	R	opx, cpx>mt		ΝT
KR-7	101		yl-br	1	3	W	Α	opx, cpx>mt		ΝT
KR-8	115		yl-gr	13	10	Р	R	opx>cpx>mt		ΝT
KR-9	115		br-rd	14	15	М	М	opx>cpx>mt		ΝT
KR-10	115		yl-br	2	4	М	М	opx>cpx>mt		ΝT
KR-11	115		yl-br	5	6	М	М	opx, cpx>mt		ΝT
KR-12	115		yl-br	16	16	М	М	opx>cpx>mt		ΝT
KR-13	115		yl-br	7	13	w	Α	opx>cpx>mt		ΝT
KR-14	115		yl	3	7	Р	Α	opx>cpx>mt		ΝT
KR-15	115		yl-br	3	4	Р	۸	opx>>cpx>mt	gl(bw)	ΝT
KR-16 a	115		yl-br	17	16	М	A	opx, cpx>mt		NT
b	115		yl-br	2	10	М	A	opx, cpx>mt		NT
KR-17	115		yl-br	2	18	Р	A	opx, cpx>mt		NT
KR-18	115		yl-br	2	9	Р	A	opx, cpx>mt		NT
KR-19 a	115		yl-br	3	8	М	Α	opx, cpx>mt	gl(pm)	NT
b	115		yl-br	3	8	М	Α	opx, cpx>mt	gl(pm)	NT
TK-2	115		pk-gr	8	30	Р	A	cpx, opx>mt		NT
TK-3	115		y1	7	30	w	A	cpx>opx>mt	gl(bw)	NT
0S	42		bl-gr	45	35	М	_			NT

1	2	Ι	3		4	5	6	7	8	9		10
Tcphra	Loc	Туре		Color	Thick-	Maximum	Sort-	crystal	mineral composition		source	
		P	n So	μı		ness	grain-	ing	content	hcavy mineral	other	
						(cma)	sizc(mmu)				remarks	
KP	63				yl	120	30	W	R	ho>opx, cpx, mt		AK
Nm-1	77				yl	6	5	М	Α	opx>ho,cpx,mt		A K
Nm-2	77				yl	12	7	М	Α	opx>cpx, mt>>ho		АК
DKP	40	-		-	yl	3	_		М	opx, ho, mt	bi	DS
¥zp−1	77				wh	6	5	М	A	opx, cpx, mt>>ho		AK
¥zp-2	77				wh	5	4	М	Α	opx, cpx>ho, mt		АК
Mzp-5	40				yl	5	6	М	Α	opx>cpx, mt>>ho		AK
NK-1	40				or	20	25	М	М	opx>cpx>ho>mt		ΝA
NK-2	40				or	13	26	M	М	opx, cpx>mt		ΝA
NK-3	40				br-rd	33	30	м	М	opx>cpx>mt		ΝA
¥zp−6	77				yl	50	14	м	М	opx>ho, mt>>cpx		АК
On-Pm l	84	-		-		3			Α	ho, mt	bi,gl	O N
Nas a	77				br-rd	30	14	Р	-			N A
b	77				or	50	24	М	R	opx>cpx>mt		ΝA
¥zp−8	88				wh	7	6	М	М	opx>cpx, mt>>ho		AK
¥zp-10	88				yl	17	15	м	М	opx>cpx, at>>ho		AK
Nop					or	60	15	W	М	ho>opx>mt		A K

1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
Tephra	Loc	Туре	Color	Thick-	Maximun	Sort-	crystal	mineral compo	sition	source
		PascLt		ncss	grain-	ing	content	heavy mineral	other	
				(cna)	size(mm)				remarks	
Mas a	123		br-rd	50	28	Р	_			NA
b	123		or	30	23	М	R	opx>cpx>mt		ΝA
SY-1	123	••	br-rd	25	20	W	R	opx>cpx>mt		N A
SY-2	94		or	9	12	М	R	opx>cpx>mt		ΝA
SY-3	94		or	7	15	М	R.	opx>cpx>mt		ΝA
Sap a	94		br-rd	22	22	W	-	•		NA
b b	94		or	25	15	М	R	opx>cpx>mt		N A
YM-1	94		br-rd	20	10	М				?
Y₩-2	94		br-rd	35	15	w				ΝA
Y₩-3	94		or	25	15	М	М	opx,cpx>mt		NA
Y₩-4	- 94		bl-gr	20	10	М	—			NA
YM-5	94		or	20	26	М	M	opx>cpx>mt		NA
YN-6	94		br-rd	5	6	М				NA
YM-7 a	. 94		bl-gr	77	9	W				NA
b b	94		rd	15	12	М	R	opx>cpx>mt		NA
P-1	94		wh	4	-	w	Α	ho, opx, mt		?
NS-1	94		or	10	18	P	М	opx, ho>cpx>mt		(TK)
NS-2	.94		or	. 6	8	М	М	ho, opx, mt	bi	NS
NS-3	94		gr	10	8	м	-			NS
P-2	94		wh		1	w	М	ho>>mt,opx		?
NS-4	94		or	15	- 8	М	М	opx>cpx>>ho>mt		NA
NS-5	94		br-rd	14	10	М	M			ΝA
NS-6	84		br-rd	15	10	М	R	cpx>opx, ho>mt		(NA)
NS-7	84		or	6	9	P	M	opx>ho>cpx>mt		(NA)
Apma	128		yl-or	3	-	-	M	ho, n t	qt	MM
Tkp	84		yl-wh	16	8	W	A	opx>>cpx, mt		(ТК)
Kdp	84		yl-wh	15	6	М	A	ho>opx, mt	qt	ТК

なり,全層厚は3~4mである.東方へ離れるにつ れてスコリア層は減少し,その間の火山灰層は風化 して火山灰土となる.霧降スコリア層(KR-19~1) は,おそらく多輪廻噴火(中村ほか,1963)によるもの であると考えられる.

以下に、それぞれのスコリア層について述べる.

◆霧降第1スコリア層(KR-1) 模式地:所野(Loc.42)

模式地で層厚が6cmの淘汰の良い赤色スコリア層. スコリアの平均最大粒径は1.8cmで,今市周辺ではレ ンズ状として産出する.

◆霧降第2スコリア層(KR -2) 模式地:美濃ヶの森森林公園(Loc. 101)

模式地では上部の赤〜黒色スコリア層と下部のオ レンジ色スコリア層とその間にはさまれる青灰色火 山灰層からなり、全体の層厚は21cmである.上部層 (a)は比較的発泡の良い粒径2~3cmのスコリアか らなり、スコリアの淘汰は良くスコリア同士が互い に接していてマトリックスを持たない.下部層(b) は全体的に細粒スコリアからなり、模式地でのスコ リアの平均最大粒径は1cmである.遠方では上部層の みとなり下部層は識別できなくなる.

◆霧降第3スコリア層(KR-3) 模式地:美濃ヶの森森林公園(Loc. 101)

模式地では2層のオレンジ色スコリア層とその間 にはさまれる青灰色火山灰からなり,全体の層厚は 14cmである.上部層(a)は淘汰の良い粒径1~2cm のスコリアからなる.下部層(b)は分級の良い粒径 5cm以内のスコリアからなり,全体的に細粒かつ鮮 明なオレンジ色を呈するため野外で目立つ.

◆霧降第4スコリア層(KR-4) 模式地:所野(Loc.42)

模式地では上部に赤色スコリア層,下部に赤〜オ レンジ色スコリア層があり,その間にはスコリア同 士が癒着して輪郭が識別出来なくなった層をはさむ. 全体の層厚は12cmである.上部層(a)は淘汰の良い 粒径1~2cmの赤色スコリアからなる.下部層(b) は淘汰の良い粒径1~2cmのオレンジ色スコリアからなる.本層下部には比較的厚い(10cm~15cm)青灰 色火山灰~黒色火山砂を伴い,野外での同定に有効 である.今市周辺においても,上・下部層および青 灰色火山灰が共に識別できる.

◆所野第1スコリア層(TK-1) 模式地:所野(Loc.42)

模式地で層厚20cmの淘汰の良い粗粒スコリア層で, 野外で比較的目立つ.発泡の悪い粒径2~3cmの赤~ 黒色スコリアと,比較的発泡の良い粒径2~3cmの 赤~黒色スコリアが混在する.スコリアと岩片の平 均最大粒径はそれぞれ3.2cm,3cmである.スコリア の淘汰は良いが,本層の上限は不明瞭で最上部では 黄褐色火山灰土中にスコリアが散るようになる.

◆霧降第5スコリア層 (KR-5) 模式地:美濃ヶ の森森林公園 (Loc. 101)

模式地で層厚4cmのオレンジ色スコリア層.スコリ アの平均最大粒径は1.2cmである.

◆霧降第6スコリア層(KR-6) 模式地:美濃ヶの森森林公園(Loc. 115)

模式地で層厚20cmの淘汰の良い, 黄褐色~赤色ス コリア層.スコリアの平均最大粒径は2.5cmである. 本層直下には層厚2cmの黄色細粒スコリア層を伴う.

◆霧降第7スコリア層(KR-7) 模式地:美濃ヶの森森林公園(Loc. 115)

模式地で層厚約1cmの黄褐色〜黄色細粒スコリア層. 上部には粒径1〜2mmの黒色スコリア〜火山砂を伴う.

◆霧第8スコリア層(KR-8) 模式地:美濃ヶの
 森森林公園(Loc. 115)

模式地では層厚13cmで粒径1~2cmの黒色~黄褐 色スコリアおよび青灰色岩片が混在する特徴的なテ フラ層で露頭で識別しやすい.スコリアの淘汰はあ まり良くなく、マトリックスとして細粒スコリア及 び火山砂をもつ.

◆霧降第9スコリア層(KR-9) 模式地:美濃ヶ

の森森林公園 (Loc. 115)

模式地で層厚14cmの全体として赤褐色を呈するス コリア層.本層はいくつかのユニットからなり、下 から上へ青灰色火山砂・赤色スコリア・オレンジス コリア・黒色スコリア・オレンジスコリアと変化し、 それに伴って粒径も変化する.このうち赤色スコリ アが最も粗粒で平均最大粒径1.5cmである.黒色スコ リアはスコリアがくっつき合い輪郭ははっきりしな い.青灰色火山砂およびオレンジスコリアは共に細 粒で淘汰がよく、平均最大粒径は6mmである.

◆霧降第10スコリア層(KR -10) 模式地:美濃ヶの森森林公園(Loc. 115)

模式地で層厚約2cm, 粒径5mm内外の黄黒色スコリ アからなる. 黄色スコリアの他に, 黒色スコリアお よび火山砂を含む.

◆霧降第11スコリア層(KR -11) 模式地:美濃ヶの森森林公園(Loc. 115)

模式地で層厚約5cm,粒径1cm内外の黄褐色スコリ アからなる.下部には青灰色火山灰を伴う.

◆霧降第12スコリア層(KR -12) 模式地:美濃ヶの森森林公園(Loc. 115)

模式地で層厚16cmの黄褐色~赤褐色スコリア層. 粒径1cm内外のスコリアからなり,スコリアの発泡は 比較的良い.スコリアの平均最大粒径は1.6cm.

◆霧降第13スコリア層(KR-13) 模式地:美濃ヶの森森林公園(Loc. 115)

模式地で層厚7cmの黄褐色スコリア層.スコリアの 粒径は平均約1cmで淘汰が良い.上部には黄~青灰色 をした細粒スコリアを伴い,下部には層厚3cmの青灰 色火山灰を伴う.

◆霧降第14スコリア層(KR-14) 模式地:美濃ヶの森森林公園(Loc.115)

最大粒径7mmの黄褐色スコリアが厚さ2cmにわたり 散っている.

◆霧降第15スコリア層(KR-15) 模式地:美濃ヶ

の森森林公園(Loc. 115)

最大粒径5mmの粘土化した黄褐色スコリア層.層厚約3cm.

◆霧降第16スコリア層(KR-16) 模式地:美濃ヶの森森林公園(Loc.115)

模式地では2層の黄褐色スコリア層とその間には さまれる青灰色火山灰からなる.上部層(a)は層厚 16cmでスコリアの平均最大粒径は1.6cm.スコリアの 発泡は中程度である.下部層(b)は層厚2cmでスコ リアの平均最大粒径1cm.スコリア間を埋めるマト リックスとして細粒黒色火山砂が埋めている.

◆霧降第17スコリア層(KR -17) 模式地:美濃ヶ の森森林公園 (Loc. 115)

模式地で層厚2.5cm,粒径1~2cmの黄褐色スコリ アからなる.スコリア間を埋めるマトリックスは細 粒黒色火山砂が埋めている.

◆霧降第18スコリア層(KR -18) 模式地:美濃ヶの森森林公園(Loc. 115)

模式地で層厚3cm, 粒径1cm内外の黄褐色スコリア からなる.スコリア間を埋めるマトリックスは細粒 黒色火山砂からなる.マトリックスの占める割合は KR~16・17よりもより多くなっている.

◆霧降第19スコリア層(KR -19) 模式地:美濃ヶ の森森林公園(Loc. 115)

模式地では2層の黄褐色スコリア層とその間には さまれる青灰色火山灰からなり,全層厚は6cmであ る.上・下部,2層ともに平均最大粒径8mmの黄褐 色スコリアからなる.

◆所野第2スコリア層(TK-2) 模式地:所野(Loc.42)

模式地で層厚15cmの桃灰色粗粒スコリア層. 黒色 火山砂中にスコリアが散在する特徴的なテフラ層で ある. スコリアの発泡はあまり良くなく,最大粒径 4cmの岩片も存在する.本層は,江ノ久保 (Loc. 40) においても層厚10cmのスコリア層として産出し,ス コリアの平均最大粒径は2.5cmである. ◆所野第3スコリア層(TK -3) 模式地:所野(Loc.42)

模式地で層厚7cmの黄褐色〜黄白色スコリア層.ス コリアの平均最大粒径は1.5cmである.スコリアの発 泡は中程度で淘汰は良い.含まれる岩片の平均最大 粒径は約6mm.上部,下部には青灰色火山灰を伴う. 和泉(Loc.76)では層厚10cmの黄褐色スコリア層で, スコリアの平均最大粒径は1cmである.

◆小川スコリア層 (OS; 関東ローム研究グループ, 1965)

日光周辺から喜連川丘陵,高原火山山麓に分布する青灰色安山岩質火山礫層.日光南部(Loc.117) では,層厚35cmで岩片の平均最大粒径は3cmである. 最下部15cmはより細粒岩片からなり花崗岩質岩片を 多く含む.

また,霧降周辺および高原山山麓では本層直上に 非常に淘汰の良い細粒黄褐色軽石を伴う.給源火山 は男体山である.

◆鹿沼軽石層 (KP; 阿久津, 1957)

鹿沼,宇都宮周辺から喜連川丘陵にかけての本地 域中部~南部に分布する良く発泡した黄白色軽石層. 下小代(Loc.63)では層厚120cmで軽石の平均最大 粒径は3cmである.また,直上には層厚30cmの青灰 色火山灰が見られる.給源火山は赤城山である.

◆Nm -1 (鈴木, 1990)

明神(Loc. 77)で層厚約6cmの黄白色軽石層.給 源火山は赤城山である(鈴木, 1990).

◆Nm-2(鈴木, 1990)

明神(Loc. 77)で層厚15cmの黄白色軽石層. 軽石 の平均最大粒径は7mmである.高原山山麓(Loc. 99) でも,層厚約30cmの軽石層としてみられ,最下部7 cmは細粒の岩片の割合が多く青灰色を増す. 給源火 山は赤城山である.

◆大山倉吉軽石層(DKP;町田・新井, 1979)
 岩崎ほか(1984),鈴木(1990)で本地域に分布する
 DKPの層位が明らかにされている. 江の久保(Loc.

40)では Nm - 2 の下位 2 cmに DKP 特有の(100) 面の 発達した斜方輝石のほかに角閃石,黒雲母を含むレ ンズ状火山灰層を確認した.

◆ Mzp -1 (鈴木, 1990)

明神(Loc. 77)で層厚6cmの乳白色軽石層. 軽石の 平均最大粒径は約5mmである. 給源火山は赤城山で ある.

◆ Mzp -2 (鈴木, 1990)

明神(Loc. 77)で層厚約5cmの乳白色軽石層.軽石 の平均最大粒径は約4mmである。給源火山は赤城山 である。

◆ Mzp -5 (鈴木, 1990)

江の久保(Loc. 40)で層厚約10cmの黄白色軽石層. 斑晶量が多いのが特徴である. 給源火山は赤城山で ある.

日光スコリア層(NK;新称)

日光スコリア層は江の久保(Loc. 40)で3層のス コリア層からなるが,東方へ離れると1層のみ(NK-3)となる。

以下にそれぞれについて述べる.

◆日光第1スコリア層(NK -1) 模式地:江の久保(Loc. 40)

模式地で層厚20cmのオレンジ色スコリア層.スコ リアの平均最大粒径は2.5cmで,石質岩片の平均最大 粒径は1.6cmである.スコリアはあまり発泡していな い.本層の上限および下限は不明瞭で,褐色火山灰 土中にスコリアが散るようになる.

◆日光第2スコリア層(NK-2) 模式地:江の久保(Loc. 40)

模式地で層厚13cmのオレンジ色スコリア層.スコ リアの平均最大粒径は2.6cmである.スコリアはあま り発泡していない.本層も上限・下限は不明瞭であ る.

◆日光第3スコリア層(NK -3) 模式地:江の久

保(Loc. 40)

模式地で層厚33cmのオレンジ色スコリア層.スコ リアの平均最大粒径は3cm.本層の最下部5~6cm はより粗粒スコリアからなる.本層の下限は明瞭で あるが、上限は不明瞭である.

◆Mzp-6(鈴木, 1990)

明神(Loc. 77)で層厚約50cmの黄白色軽石層.軽石 の平均最大粒径は1.4cmである.本層は阿久津(1957) によって明神軽石層(MyP)と呼ばれているものであ る. 給源火山は赤城山である.

 ◆御岳第 I 軽石層(On - Pm I;小林ほか,1967) 小池ほか(1985),鈴木(1990)で本地域に分布する
 On - Pm I の層位が明らかにされている.西那須野 (Loc. 84)では満美穴スコリア層の直上に多量の繊 維状をした火山ガラスのほかに,黒雲母と角閃石を 含む火山灰層を確認した.

◆満美穴スコリア層(Mas; 阿久津, 1957)

満美穴スコリア層は宇都宮周辺から那須野が原周 辺の広い範囲に分布するスコリア・軽石層である. 明神(Loc.77)では、上部の赤色を呈するスコリア 層(30cm)と、下部のオレンジ色を呈する軽石層(50cm) からなる.上部層は発泡の悪い赤色スコリアと岩片 を多く含む.スコリアと岩片の平均最大粒径はそれ ぞれ2.4cm、3.2cmである.下部層は粘土化したオレ ンジ色軽石からなり岩片はあまり含まれない.スコ リアと岩片の平均最大粒径はそれぞれ2cm,0.8cmで ある.上・下部層間には風化間隙を示すものは認め られない.江ノ久保(Loc.40)では本層の直上に青 灰色細粒火山砂が成層した層が約70cmにわたりみら れ、堅く固結している.他の露頭においても本層の 直上数10cmにわたりスコリアを含み堅く固結した層 が見られる.給源火山は女峰・赤薙山である.

塩谷スコリア層(SY;新称)

塩谷スコリア層は,船生(Loc.123)で満美穴スコ リア層と早乙女スコリア層の間に見らる3枚のスコ リア層で,それぞれが一噴火輪廻の噴出物である. 以下にそれぞれについて述べる. ◆塩谷第1スコリア層(SY -1) 模式地:船生(Loc.123)

模式地で層厚26cmの赤褐色スコリア層. 淘汰の良 い赤褐色スコリアからなり,スコリアの平均最大粒 径は3cmで発泡は中程度である.高原牧場(Loc.83) では層厚25cmで,平均最大粒2.6cmのスコリアからな る.

◆塩谷第2スコリア層(SY -2) 模式地:船生(Loc.123)

粘土化した赤~オレンジ色スコリアからなり,模 式地で SY-1の46cm下に層厚約9cmで産出する.スコ リアの平均最大粒径は1.2cmである.

◆塩谷第3スコリア層(SY-3) 模式地:船生(Loc.123)

粘土化したオレンジ色スコリアからなり,模式地 でSY-2の約2m下に層厚7cmで産出する.スコリア の平均最大粒径は1.5cmである.

◆早乙女軽石層(Sap;小池,1977) 早乙女軽石層 は喜連川丘陵およびその周辺でよくみられ、上部の 赤褐色~青灰色を呈するスコリア層と、下部のオレ ンジ色を呈する軽石層からなる。上部層に比べ下部 層のほうが厚く,高原牧場(Loc. 83)では上部層18cm, 下部層40cmで,上部層は平均最大粒径2.4cmの発泡の 悪い角張った粗粒スコリア・火山礫からなり、淘汰 が非常によくマトリックスを持たない、一方、下部 層は平均最大粒径1.5cmの鮮明なオレンジ色軽石から なり、発泡は中程度でやや粘土化しているが軽石の 輪郭ははっきりと認める事ができる、また、下部層 の上部数cmは石質岩片を多く含むようになり、青灰 色を呈する場合もある.上・下部層間には風化間隙 を示すものは認められない. また, 上部層の直上5 cmにわたり細粒スコリアと細粒火山砂・岩片が成層 していて、それらが堅く固結している.

弓張スコリア層 (YM; 新称)

弓張スコリア層は弓張 (Loc.94) で満美穴スコリ ア層の下位にみられ,それぞれが一噴火輪廻の噴出 物である. 以下にそれぞれについてのべる.

◆弓張第1スコリア層(YM-1) 模式地:弓張(Loc.94)

模式地で Sap の下位約30cmに見られるオレンジ~ 赤色スコリア層.層厚は7cm~16cmと一定でない.ス コリアの平均最大粒径は約1cmである.上限は不明瞭 で褐色火山灰土中にスコリアが散在する.

◆弓張第2スコリア層(YM -2) 模式地:高原牧場(Loc. 83)

YM-3と共に喜連川丘陵一帯でよく見られる淘汰 の良い赤褐色スコリア層.模式地では層厚35cmでス コリアの平均最大粒径は1.5cmである.スコリアの発 泡は良くなく,層内で数回級化成層をくりかえして いるのが認められる.

◆弓張第3スコリア層(YM-3) 模式地:高原牧場(Loc. 83)

YM-2と共に喜連川丘陵一帯でよく見られる粘土 化したオレンジ色スコリア層.模式地では層厚25cm でスコリアの平均最大粒径は1.4cmである.平均最大 粒径1.5cmの粘土化した石質岩片も含み,上部の方ほ どその量は多くなる.上限,下限は不明瞭で褐色火 山灰土中にスコリアが散っている.

◆弓張第4スコリア層(YM-4) 模式地:弓張(Loc.
94) 模式地で層厚約20cmの赤褐色~青灰色スコリ ア層.発泡の悪いスコリアからなり、平均最大粒径 は1cmである.また、数回級化成層をくりかえしてい るのが認められ、上限は不明瞭となっている.

◆弓張第5,6スコリア層(YM-5,6) 模式地:
 弓張(Loc.94)

YM-5は模式地で層厚20cmのオレンジ色スコリア 層.スコリアの発泡は悪く,平均最大粒径は2.6cmで ある.

YM-6は模式地でYM-5の13cm下位に産出し,層 厚は約15cmである.西那須野(Loc.84)でもYM-5の 約20cm下に産出し,層厚約5cmでオレンジ〜青灰色ス コリアからなる. ◆弓張第7スコリア層(YM -7) 模式地:弓張(Loc.
 94)

模式地では上部の青灰色スコリア層(77cm)と下部 のオレンジ~赤色スコリア層(15cm)の2層からなる. 上部層は淘汰のよい細粒スコリア・火山礫からなり, その平均最大粒径は9mmである.上部層では数回級 化成層をくりかえしているのが認められる.上部層 の最上部15cmはより細粒のスコリアからなり,その 平均最大粒径は4mmである.下部層は上部層に比べ て薄く,粘土化した発泡の悪い赤色スコリアからな り,最下部数cmはオレンジ色を呈する.スコリアの 平均最大粒径は1.2cmである.上・下部層間には風化 間隙を示すものは認められない.西那須野(Loc.84) では上部層のみが層厚17cmで産出する.

◆ P-1 模式地:弓張(Loc. 94)

弓張(Loc.94)でYM-7の35cm下に層厚4cmで産 出する乳白色軽石層である.軽石の分級は良く,斑 晶量が多く斑晶鉱物として角閃石を多く含む特徴が ある.

西那須野スコリア層(NS;新称)

西那須野スコリア層はP-1の下位に見られ、それ ぞれが多輪廻噴火によるものである.

以下にそれぞれについて述べる.

◆西那須野第1スコリア層(NS-1) 模式地:西那 須野(Loc. 84)

模式地で層厚30cmのオレンジ色スコリア層.スコ リアの平均最大粒径は約2cmである.スコリアの淘汰 はあまり良くない.

◆西那須野第2スコリア層(NS-2) 模式地:弓張(Loc.94)

模式地で NS-1の下位40cmに見られる層厚約6cmの オレンジ色スコリア層.スコリアの平均最大粒径は 約8mmである.

◆西那須野第3スコリア層(NS-3) 模式地:弓張 (Loc.94)

模式地で層厚約10cmの青灰色スコリア層.スコリ

アの平均最大粒径は約8mmである.西那須野(Loc. 84)では層厚15cmでスコリアの平均最大粒径は1.2cm である.

◆ P-2 模式地:弓張 (Loc. 94)

模式地でNS-3の直下に4cmにわたり細粒白色軽石 が散在している.軽石の粒径は1mm以下である.斑晶 鉱物として主に角閃石を含み,斜方輝石も見られる.

◆西那須野第4スコリア層(NS-4) 模式地:西那 須野 (Loc.84)

模式地で層厚24cmのオレンジ色軽石層、軽石の平 均最大粒径は約4mmである.弓張(Loc.94)では層 厚15cmの粘土化したオレンジ色スコリア層.スコリ アの平均最大粒径は8mmである.同じ露頭でも所に より最上部数cmの部分に分級の良い,赤色~青灰色 スコリアがみられるところもある.

◆西那須野第5スコリア層(NS-5) 模式地:西那須野(Loc. 84)

模式地で層厚18cmの粘土化した赤褐色スコリア層. 最下部5cmは平均最大粒径1.3cmのオレンジ色軽石か らなる.弓張(Loc.94)でNS-4の60cm下に層厚14cm で産出するオレンジ色~赤色スコリア層.スコリア の発泡は悪く,平均最大粒径は1cmである.

◆西那須野第6スコリア層(NS-6) 模式地:西那須野(Loc. 84)

西那須野(Loc. 84)で層厚約15cmのオレンジ色ス コリア層で,全体的に堅く固結している.

◆西那須野第7スコリア層(NS-7) 模式地:西那須野(Loc. 84)

西那須野(Loc. 84)で層厚約6 cmのオレンジ色ス コリア〜軽石層.スコリアの平均最大粒径は約1 cm で淘汰は悪い.

◆ APm (中谷, 1972)

鈴木・早川(1990)で本地域に分布する APm の層位 が明らかにされている.西那須野(Loc. 84)で NS - 7の直下に層厚1 cm以下の黄褐色細粒火山灰層として 産出し,鍋掛(Loc. 128)では層厚約3 cmの黄褐色細 粒火山灰層として産出し,角閃石および黒雲母を含 む.

◆高久軽石層(Tkp; 岩崎ほか, 1984) 西那須野(Loc. 84)で層厚16cmの淘汰の良い黄白 色軽石層.軽石の平均最大粒径は8mmである。

◆黒田原軽石層 (Kdp; 岩崎ほか, 1984)

早乙女(Loc. 127)で層厚15cmの黄色軽石層で,角 閃石と共に石英を多く含む.給源火山は高原火山と されている.

◆真岡軽石層(Mop; 阿久津, 1957)

鹿沼から宇都宮周辺でよく見られる黄色軽石層. 上欠(Loc.79)では層厚110cmで,平均最大粒径約2 cmの軽石からなる.また最下部5cmはより細粒(平 均最大粒径1.2cm)の軽石からなる.本層は満美穴ス コリア層の約7m下位に見られるが,YM・NSと の層位関係は確認できなかった.給源火山は赤城山 である(鈴木,1990).

以上の主なテフラ層の等層厚線図と等粒径線図を それぞれ Fig. 6, Fig. 7 に示す.

Ⅳ. テフラの給源

1. 日光火山群起源のテフラ

今回記載した KR, TK を含む OS より上位のテ
 フラは霧降周辺で開析された女峰・赤薙山の山体を
 覆っていることと、その岩質から男体山が給源と考
 えられる.また、NK、Mas、SY、Sap、YM
 (YM -1を除く)、NS -4、5は層厚、粒径変化および
 岩質から日光火山群起源と考えて矛盾しない、

2. その他のテフラ

NS-6,7は,西那須野(Loc. 84)でしか見られず, その層厚,粒径変化は不明であるが日光火山群起源 の可能性もある.また,次に挙げるテフラは日光火 山群以外の給源火山が考えられる.それは,YM-1,







Fig. 6. Isopach maps of main tephra deposits. Th, thickness (in cm). (a) Shichihonzakura pumice; (b) Imaichi pumice; (c) Kataoka scoria; (d, e, f) Tokorono scoria; (g, h) Mamiana scoria; (i) Saotome pumice. Symbols are the same as those in Fig. 3. Th,厚さ(cm).(a)七本桜軽石層;(b) 今市軽石層;(c) 片 岡スコリア層; (d, e, f) 所野スコリア層; (g, h) 満美穴スコリア層; (i) 早乙女軽石層 図 6. 主なテフラの等層厚線図. 記号は図3に同じ.



(c)



(a)



Fig. 7. Isopleth maps of main tephra deposits. MP, Maximum pumice size (in mm);
MS, Maximum scoria size(in mm). (a) Shicihonzakura pumice; (b) Imaichi pumice;
(c) Kataoka scoria; (d, e, f) Tokorono scoria; (g, h) Mamiana scoria; (i) Saotome pumice. Symbols are the same as those in Fig. 3.

図 7. 主なテフラの等粒径線図. MP, 軽石の最大粒径(mm); MS, スコリアの最大粒径(mm). (a) 七本桜軽石層;(b)今市軽石層;(c)片岡スコリア層;(d, e, f)所野スコリア層;

(g, h) 満美穴スコリア層;(i)早乙女軽石層. 記号は図3に同じ.

Ð

 (\mathbf{h})

g

P-1, NS-1, NS-2, NS-3の5層である.以下に, その理由を述べる.

♦ YM -1

弓張(Loc. 94)で層厚6~17cm, 粒径1cmのスコリ アからなるのに対して, 西那須野(Loc. 84)で層厚約 20cm, 粒径1.6cmである. このことから, 日光火山群 起源というよりは, 高原山または那須火山起源と考 えられる.

♦ P -1

弓張(Loc. 94)で層厚約4cm, 粒径1mm以下の淘汰 の良い結晶質細粒軽石層で,弓張の北東約15kmに位 置する西那須野(Loc. 84)においてもほとんど層厚, 粒径が変化しない.また,軽石の斑晶量が他の日光 火山群起源のテフラと比べ著しく多いという特徴も ある.以上のことから,本層の給源火山は日光火山 群以外の,より遠方のものと考えられる.

♦ NS -1

弓張(Loc. 94)で層厚10~18cmであるのに対し,西 那須野(Loc. 94)では約30cmである.また,スコリア の平均最大粒径もそれぞれの地点で1.6cm, 2.0cmで ある.これらのことから本層は高原山起源の可能性 がある.

♦ NS -2, 3

本層も弓張(Loc. 94)に比べ西那須野(Loc. 84) の方が層厚,粒径ともに大きい.また,この2層は 那須火山に向って層厚,粒径が増すことから本層は 那須火山起源である.

V. テフラの噴出年代

1. 示標・広域テフラによる年代推定

本地域には年代の知られたいくつかの示標・広域 テフラが分布する.それらの年代をTable 3に示す. このうち本地域に分布する姶良 Tn 火山灰 (AT) は OS の下位に挟まれる(小池, 1977ほか). IP の噴 出年代は1万2千~1万3千年前である(金井ほか, 1988).また, SP に伴って噴出した荒沢軽石流の年 代は約1万2千年前という値が含まれる炭化木片の ¹⁴C年代が得られている(阿久津,1979). このことか ら, OS, KL, KS, IP, SPの噴出は,約2万 年前~1万年前の間に起きたと考えられる.

2. 火山灰土の厚さによる年代推定

それぞれのテフラ層間には褐色火山灰土が存在し ている.火山灰土は地表に露出した軽石や火山灰が 風化のため細粒化し,風によって再堆積したもので, 火山の小噴火によって降下したテフラが火山灰土の 累積に貢献する割合は小さいと考えられている(早川・ 由井, 1989; 鈴木・早川, 1990). そこで今回, 直接 年代が得られないテフラについては、挟まれる火山 灰土が等速で堆積したと仮定し、その厚さをもとに 各テフラ層の噴出年代を推定した.実際にはテフラ が不整合なく整然と堆積している西那須野(Loc. 84) において、すでに年代の知られている2つのテフラ, On — Pm I, APm の間に挟まれるテフラ層の厚さ を差し引いた火山灰土の厚さより、火山灰土の堆積 速度を求め、それからそれぞれのテフラの噴出年代 を推定した. その結果, 西那須野における火山灰土 の堆積速度は平均0.03mm/ v.となった.この値は早川・ 由井(1989), 鈴木・早川(1990)で報告されている,

Table 3. Ages of marker widespread tephras. 表 3. 広域テフラの年代.

Tephra	Age	Reference
АТ	21,660±1,190	MACHIDA & ARAI(1976)
	22,000 ± 1,140	,
КР	32,000±4,000	SUZUKI(1976)
	31, 000 ± 8, 000	*
DKP	43,000±8,000	OMURA et al.(1988)
	ca. 48, 000	TAKEMOTO et al.(1987)
MzP-1	56,000±11,000	SUZUKI(1976)
	59,000+ 9,000	*
On-Pn 1	73,000±4,000	MACHIDA & SUZUKI(1971)
	77,000± 8,000	я
	78,000±10,000	ø
	82,000±10,000	, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,
	95,000±5,000	#
	82,000±5,000	, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,
A P m	300,000~	SUZUKI & HAYAKAWA(1990)
	400,000	

全国各地の火山灰土の堆積速度(0.021~0.15mm/y.) の範囲内に入る.この値から求めたテフラの噴出年 代は,NK,Masが約7万~8万年前,SY,Sapが 約9万~15万年前,YMが約15万~25万年前,NS が約25万~30万年前という結果となった.これらの 結果と鈴木(1990)による噴出年代を比較したもの がFig.8である.これを見ると,最終間氷期最盛期 に噴出した赤城山起源のMzp-8,10(鈴木,1990)と の層位関係も調和的である.

Ⅵ. テフラの噴出量と噴出率

テフラの噴出量の見積には、それぞれのテフラの 等層厚線図をもとに HAYAKAWA (1985)の方法により 算出した.テフラの分布が限られ十分な等層厚線図 が得られなかったものについては、推定した等厚線

Age y104y B P	Akagi volcano	Nikko volcano group	Other volcanos	Videspread tenhras
<u>- 1</u>				
		SP/IP		
		K R T K		
- 2		0 S		A T
-	КР			
	Nm-1 -2			
- 5	14 m 1, <i>L</i>			D K P
	Mzp-1, -2			
	toř S D −2	N K -1 •2 • 3		0- D- 1
10		Mas		···· VI~P∎ 1
		S Y -1 S Y -2		
	M z p-8			
	M z p -10			
	Mzp-9/10	S Y -3		
		Sap	(YM-1)	
		Y M-2		
		Y M-3		
- 20		Y M-4		
		Y M-5		
		Y M-6		
		Y M-7	P-1	
			N S -1 N S -2	
		N S -4	N S -3, P -2	
		-		
		N S-5	(NS-6.7)	
- 30			Τκρ	…Арт
			Kdp	

Fig. 8. Ages of tephras in the east of Nikko volcano group.図 8. 日光火山群東方地域に分布するテフラの年代.

図から最小限の噴出量を算出した.日光火山群起源 と考えられるテフラについて求めたそれぞれの噴出 量の積算図をFig.9に示す.テフラの総噴出量は女 峰・赤薙山,男体山がそれぞれ18km,10kmとなった. また,それらテフラの総噴出量と、山体を構成する 噴出物量を比較したものをTable 4に示す.その際、



- Fig. 9. Cumulative volume plotted against time for erupted tephras from Nikko volcano group. Mas, Mamiana scoria; Sap, Saotome pumice; YM, Yumihari scoria.
- 図 9. 日光火山群起源のテフラの体積積算図. Mas, 満美穴スコリア層; Sap, 早乙女軽石層; YM, 弓張 スコリア層.

山体の体積を噴出物(溶岩)の量とし,溶岩の密度を 2.4g/cm³,テフラの密度を0.7g/cm²とした.その結果, 女峰・赤薙山の総噴出量は33km²となり,そのうちの 約5kmをテフラがしめる.また,男体山の総噴出量 は17km²であり,そのうちの3km³がテフラである.

Table 4には比較のために,噴出量が知られてい る赤城山(守屋, 1983),新富士火山(宮地, 1988)に ついての値も示した.これを見ると,全噴出物量に 占めるテフラの割合はどの火山についても約10%~ 20%となっている.

Ⅶ.考 察

1. 噴火様式

テフラを噴出させた噴火様式について考察する. NS, YM, Sap, SY, Mas そして NK-3のテ フラ層は山体から20km以上離れた地点においても認 められることから, プリニアンからサブプリアン噴 火によるものと考えられる.

OS, KS, SP, IP についても同じ理由から, プリニアンからサブプリニアン噴火によるものであ ると考えられる. TK は霧降付近での層厚は薄いが, スコリアの粒径は比較的粗粒である. このことから TK はサブプリニアン噴火に近いものと考えられる. KR は山体から10km以上離れるとほとんど認められな くなる事から TK よりも更に規模の小さい噴火によ るものであると考えられる.

また, Mas, Sap, YM-7などの比較的規模の 大きいテフラは噴出物が発泡した軽石一発泡の悪い

Table 4. Volumes of volcanic ejecta from Nantai and Nyoho-Akanagi volcanoes. 表 4. 男体火山および女峰・赤薙火山の噴出物の体積と噴出率.

Volcano	DRE Volume(km ³)		Total	Tephra	Total eruption	
	Lava	Tephra	Volume(km³)	Total Volume	rate (km³/10³y.)	
Nantai	14	3	17	0.18	1.7	
Nyohou-Akanagi	>28	>5	>33	0.16	>0.17	
Akagi	130+	17++	147	0.12	(0.43)	
Fuji(Younger)***	42. 9	4.6	47.5	0.097	0.8~13.1	

+WORIYA(1983), ++SUZUKI(1990), +++WIYAJI(1988)

スコリア→火山砂・岩片と変化している. これは噴 火の進行に伴ってマグマ中の揮発性成分が減少した ためと考えることができ,江の久保(Loc. 40)で Mas の直上に見られる層厚70cmの固結した青灰色火山灰 などは,大規模な軽石・スコリア噴出の末期の継続 的な小規模な噴火によるものだと思われる.

2. 日光火山群の噴火史

これまで述べてきたテフラに基づいて、日光火山 群の中・後期更新世の火山活動について考察する(Fig. 10,11).

日光火山群の活動開始の絶対年代は不明であるが、 50万年から30万年前にはプリニアン噴火はなかった とされる(鈴木, 1991). したがって,爆発的噴火は 約30万年前から起きたと考えられる.

約30~15万年前

日光火山群(女峰・赤薙火山)は約30万年前から 爆発的なプリニアン噴火を始め、約15万年前までは 平均1.5万年に1回(0.07回/103 y.)の割合でプリニ アン噴火を起こし、軽石と発泡の悪いスコリア、岩 片を繰り返し少なくとも10回噴出している。噴出量 はいずれも3km以下である。約20万年~24万年前には 山体崩壊を起こし、稲荷川流域から女峰・赤薙山南 東麓の行川に沿って行川岩屑流(大沢、1992 MS) を堆積させた。



Fig. 10. History of volcanic activity of the Nikko volcano group on the basis of tephra deposits.
図10. テフラによる日光火山群の噴火史.

Age	ΝΛΝΤΛΙ	1	<u> </u>	ΑΝΛGΙ		idespread
×10 ⁴ y. B. P.	Phase Volcano Tephra	Phase	Volcano	Tephra	Other tephras	tephras
- 1	Osawa lava Ryuzunotaki P.F. Arasawa P.F. Scoria flow IP Formation of KR stratovolcano OS					
- 2	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1				ΛΤ
ļ						
- 5		Younger	Uchara P.F.	N K - 1 • 2 • 3 M a s S Y - 1 S Y - 2		0n-P∎ I
		Middle		SY-3 Sар YM-2	(YM-1)	
				Y M-3		
-20			Namekawa D.A.	Y M-4		
				Y M-5		
		-	Ý	Y M ~6		
				Y M-7	P - 1 N S - 1	
		er		N S -4	N S -2 N S -3, P -2	
1		olde		N S -5		
-30					(NS-6.7)	Δpm
					T k p K d p	

P.F.; Pumice flow D.A.; Debris avalanche

Fig.11. Generalized stratigraphic correlations between eruption phases and pyroclastic flow and fall deposits of Nantai and NyohoAkanagi volcanoes.

図11. 男体, 女峰・赤薙火山の層序とテフラとの関係.

行川岩屑流は女峰・赤薙山活動中期の最初のもの と考えられ,明神(Loc. 4)では YM -3の下位に,ま た今市南(Loc. 60)では YM -4に対応すると思われる 火山礫層の下位にそれぞれ見られる.行川岩屑流上 部の砂礫層は岩屑流流出後,小規模な火山麓扇状地 を形成していたものと考えられる.活動前期と中期 の噴出物の間には侵食で示される時間間隙がある(佐々 木,1990)ことと,山麓での火山灰土の厚さから,行 川岩屑流は YM-4と YM-5の間,あるいは YM-7と NS-1の間に挟まれることが考えられる.いずれにし ても,女峰・赤薙火山活動中期は約25万年~20万年 前に始まったと考えられる.また,下位のテフラ(NS- 4, NS-5など)は,角閃石が含まれることから佐々木 (1990)の山体形成初期の噴出物であると考えられる.

約15万年~10万年前

約15万年~10万年前までの間は大規模な噴火は減 少し、小規模な火山砂・岩片の噴出が数回起こって いる.

約10万年~7万年前

約10万年~7万年前までは平均1万年に1回の割 合でプリニアン噴火を4回起こしている(SY-1, Mas, NK). このうち満美穴スコリア層が最も大規 模であり,噴出量は約5kmである. 女峰・赤薙山最後 のテフラ, NK-1は角閃石を含むことから,山頂溶 岩円頂丘形成期(新期)の活動と考えられる.

約7万年~2万年前

約7万年から2万年までの約5万年間は爆発的な 噴火を起こした形跡はない.この期間に大真名子・ 小真名子などの溶岩円頂丘が形成されたのかも知れ ない.

約2万年前以降

その後,約2万年前から男体山で爆発的噴火が始 まっている.活動主期ではほぼ連続的にテフラを噴 出しており,それに伴って何回も溶岩を流出しなが ら山体を形成したと思われる. KR に何層も挟まれ る青灰色火山灰層が,火山体の成長に関連したもの であると考えられる(小林, 1986).

そして,短い時間間隙をおいて末期活動が始まり, 相次いで比較的規模の大きい IP と SP の噴出が起こっ ている.噴出量はそれぞれ3.7km,2.4kmである.こ の2回の降下軽石の噴出にともなって2回の火砕流 噴出があったことが知られている(山崎,1957;須藤・ 山崎,1980).

男体山はテフラと山体を構成する噴出物が対応し ている(佐々木, 1990)ことから,男体山の活動は約 2万年まえから始まったと考えられ,比較的規模の 大きな噴火を4回(OS, KS, IP, SP)起こしな がら,約1万年間で山体を形成した.

3. 他の火山との比較

女峰・赤薙山と男体山について概算した噴出量・ 噴出率と他の火山との比較を試みた.

いくつかの火山の活動期間(活動開始から終了まで) と総噴出量との関係をみたものが Fig.12である.対 象とされているのは,過去1万年間活動のない火山 である.これと比較すると,女峰・赤薙山の噴出量 は隣接する赤城山の半分以下であり,男体山は妙高 火山群の黒姫山とほぼ同じであることが分る.また, 寿命の長い火山ほど総噴出量が多いという正の相関 (金子ほか,1989;東宮,1991)は日光火山群でも成 立する

一方,現在活動中の火山の年令(活動開始から現 在まで)と噴出率との関係をみたものが Fig.13であ る.これと比較すると,女峰・赤薙山は現在の高千 穂山,岩手山,鳥海山の噴出率とほぼ同じであり, 男体山は伊豆大島を上回る噴出率となる.噴出率と 火山の年令とは指数関数的な関係があることが東宮 (1991)によって示されているが,男体山および女峰・ 赤薙山もこの関係を満たしている.

東宮(1991)は島弧火山に寿命があるようにみえる ことから、個々の火山がマントルダイピールに対応





村 本 芳 英

し、ダイアピールが冷却固結するまでの時間が火山 の寿命であると考えた.1350℃で部分溶融したマン トルダイアピールが1200℃で固結するまでの時間と, ダイアピールの大きさの関係を計算すると、島弧火 山の典型的な寿命(20~60万年)に対応するダイアピー ルの大きさはおよそ1000~5000kmと見積もられる. この考えによれば、女峰・赤薙山についてはおよそ 1000kmのダイアピール,そして男体山については約 1万年前にその寿命が尽きたと考えれば数10kmのダ イアピールの存在が期待される.しかし、数10kmの ダイアピールから生成するメルトの量は高々数㎞程 度であるから、仮にその全てが地上に噴出したとし ても男体山の噴出量(17km)は説明し難い.よって 女峰・赤薙山、男体山それぞれに一個のダイアピー ルが対応するというよりは、日光火山群は複数の活 動期間をもった一つの火山であり、その活動期間は 地殻内に形成された個々のマグマ溜りの冷却時間に 対応すると考えるのが妥当のように思われる. ある



- Fig. 13. Ages and eruption rates of Quaternary volcanoes in northeastern and central Japan. Modified after Tomiya (1991).
- 図13. 第四紀火山の年代と噴出量.東宮(1991)に加 筆修正.

いは、男体山の寿命は尽きているのではなく、より 大きなダイアピールが存在するとしてもよいが、過 去1万年間全く噴火活動が見られないことを考慮す れば、前者の解釈の方が妥当であろう.

このような考えを検証するためには、今後の岩石 学的研究が必要であろう.

謝辞:本研究を進めるにあたり,終始ご指導いただ いた静岡大学地球科学教室の海野 進博士に深く感 謝いたします.同教育学部地学教室の小山真人博士 には原稿を読んで貴重な御意見をいただいた.また, 東京都立大学の鈴木毅彦博士ならびに千葉大学の津 久井雅志博士には現地で御討論頂き,大変有益な御 助言を賜った.以上の方々に心から感謝いたします.

引用文献

- 阿久津 純(1957),宇都宮付近の関東ローム(火山灰) 層.地球科学,33,1-11.
 - ——— (1979), 日光市史, 上巻. 日光市, 2-29.
- HAYAKAWA, Y., (1985), Pyroclastic geology of Towada volcano. Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. Tokyo, 60, 507-592.
- 早川由紀夫・由井将雄(1989), 草津白根火山の噴火史. 第四紀研究, 28, 1-17.
- 岩崎孝明・小池一之・百瀬 貢・中村拓道(1984),那須 火山周辺に分布する火山灰.日本地理学会予稿集,25, 60-61.
- 金井 豊・坂本 亨・安藤 厚(1988),関東平野北西部 における第四紀後期テフラの主成分及び微量成分組成. 地調月報, **39**, 783-797.
- 金子隆之・清水 智・板谷徹丸(1989), K Ar 年代から 見た信越高原地域の火山活動. 岩鉱, 84, 211-225.
- 関東ローム研究グループ (1965), 関東ローム その起 源と性状- . 築地書館, 378 p.
- 小林国夫・清水英樹・北沢和夫・小林武彦 (1967),御岳 火山第 I 浮石層一御岳火山第 I 浮石層の研究その1-. 73, 291-308.
- 小林哲夫(1986), 桜島火山の断続噴火によって形成され た火山灰層. 鹿大南科研資料センター報告特別号, 1, 1-12.
- 小池一之(1977),栃木県,喜連川丘陵に分布するテフラ について.日本地理学会予稿集,13,176-177.
- 一一一・岩崎孝明・壇原 徹・百瀬 貢(1985),下野
 火山灰下部層のフィッション・トラック年代とその地史
 的意義. 駒沢地理, 21, 39-67.
- 町田 洋・鈴木正男 (1971),火山灰の絶対年代と第四紀 後期の編年-フィッション・トラック法による試み-.

科学, 41, 263-270.

- ・新井房夫 (1976),広域に分布する火山灰一姶
 良 Tn 火山灰の発見とその意義一. 科学, 46, 339-347.
- ーーーー・ーーー (1979),大山倉吉軽石一分布の広域 性と第四紀編年上の意義一.地学雑,**88**,33-50.
- ・ 一 ・ 百瀬 貢 (1985),阿蘇4火山灰一 分布の広域性と後期更新世示標層としての意義一.火山, 第2集,30,40-70.
- 宮地直道 (1988), 新富士火山の活動史. 地質雑, **94**, 433-452.
- 守屋以智雄(1983),日本の火山地形.東京大学出版会, 135 pp.
- 中村一明・荒牧重雄・村井 勇 (1963),火山の噴出と堆 積物の性質.第四紀研究, **3**, 13-30.
- 中谷 進(1972),大町テフラ層とテフロクロノロジー. 第四紀研究, 11, 305-317.
- 大村明雄・河合貞行・玉生志郎(1988),²³⁸ U-²³⁰ Th 放射 非平衡系による火山噴出物の年代測定.地調月報,**39**, 559-572.
- 大沢 哲 (1992 MS), 女峰赤薙・赤薙火山南部地域の地 質.静大理学部卒論.
- 佐々木 実(1988),日光火山群男体山の主期活動-その 1.山体形成史と全岩化学組成変化-.火山,第2集,
- 33, 332. ------ (1989),日光火山群男体山の主期活動一その2.

組成変化のメカニズムー.火山,第2集,**34**,155. ------(1990),女峰赤薙火山の地質と岩石.日本火山

学会講演予稿集, 1990, No. 2, 106.

須藤 茂 (1976),大真名子火山の地質と岩石.火山,第 2集,**21**,65-72.

- 一一・山崎正男(1980),男体火山活動末期における
 斜め噴火と異種のマグマの連続噴出.火山,第2集,
 25,75-87.
- 鈴木正男 (1976), 過去をさぐる科学. 講談社, 243 p.
- 鈴木毅彦 (1990), テフロクロノロジーからみた赤城火山 最近20万年間の噴火史.地学雑, 99, 60-75.
- ーー・早川由紀夫 (1990),中期更新世に噴出した大町 APm テフラ群の層位と年代.第四紀研究,29,105-120.
- (1991),那須,日光,赤城火山における過去数
 十万年間の爆発的噴火の歴史とその比較.日本火山学会
 講演予稿集,1991, No.2,82.
- 竹本弘幸・百瀬 貢・平林 潔・小林武彦 (1987),新期 御岳テフラ層の層序と時代一中部日本における編年上の 意義一.第四紀研究, 25, 337-352.
- 東宮明彦 (1991), 島弧火山の寿命に対応するマントルダ イアピールの大きさ.火山, 第2集, 36, 211-221.
- 山崎正男(1950),日光火山群の諸火山の形成順序に就いて(短報).地学雑,56,38.
- YAMAZAKI, M. (1954), On the chemical compositions of lavas of Nyohou-Akanagi volcano, Nikko. J. Fac. Sci. Univ. Tokyo, sect. II, 9, Part II, 345-354.
- 山崎正男(1957),男体山末期の活動.火山,第2集,**2**, 63-76.
- ——— (1958), 日光火山群. 地球科学, **36**, 28-35.
- YAMAZAKI, M. (1981), Nantai and adjacent volcanoes in the Nikko region. Fuji, Asama, Kusatu-Shirane and Nantai volcanoes. Volcanol. Soc. Japan, 65-75.

- Plate 1. Nikko volcanoes and an outcrop of air-fall deposits in the east of the Nikko volcano group. (A) Nikko volcano group viewed from southeast. NA, Nyoho-Akanagi volcano; NT, Nantai volcano; OM, Omanago volcano; CM, Comanago volcano. (B) Outcrop of air-fall deposits at Myojin (Loc. 77). SP, Shichihonzakura pumice; IP, Imaichi pumice; OS, Ogawa scoria; KP, Kanuma pumice; Nm, Namekawa pumice. Scale bar on the lower left is 1 m long.
- 図版 1. 日光火山群の遠景と東方山麓でのテフラの露頭写真.(A)日光火山群.NA,女峰・ 赤薙火山;NT,男体火山;OM,大真名子火山;CM,小真名子火山.(B)明神での露 頭写真(Loc.77).SP,七本桜軽石層;IP,今市軽石層;OS,小川スコリア層;KP, 鹿沼軽石層;Nm,行川軽石層.写真左のスケールの長さは1m.





- Plate 2. Outcrops of air-fall deposits in the east of the Nikko volcano group. (A) Air-fall deposits at Ogurayama (Loc. 71). SP, Shichihonzakura pumice; IP, Imaichi pumice; KS, Kataoka scoria; KR, Kirifuri scoria; TK, Tokorono scoria. Scale in the center is 1 m long. (B) Air-fall deposits at Minoganomori-shinrinkoen (Loc. 115). KR, Kirifuri scoria; TK, Tokorono scoria. Scale in the center is 1 m long.
- 図版 2. 日光火山群東方地域のテフラの露頭写真.(A)小倉山(Loc.71)における露頭.SP, 七本桜軽石層; IP,今市軽石層; KS,片岡スコリア層; KR,霧降スコリア層; TK,所野 スコリア.スケールの長さは1 m.(B)美濃ヶの森森林公園(Loc.115)内の露頭.KR, 霧降スコリア層; TK,所野スコリア層.スケールの長さは1 m.





- Plate 3. Air-fall deposits in the east of the Nikko volcano group. (A) Air-fall deposits at Yumihari (Loc. 94). Sap, Saotome pumice; YM, Yumihari scoria. (B) Air-fall deposits at Nishinasuno (Loc. 84). Mas, Mamiana scoria; NS, Nishinasuno scoria; Tkp, Takaku pumice. Scale bar in the circle on the lower center of the photograph is 25 cm long.
- 図版 3. 日光火山群東方地域のテフラの露頭写真.(A)弓張における露頭(Loc.94). Sap, 早乙女軽石層;YM,弓張スコリア層.(B)西那須野の露頭(Loc.84). Mas,満美穴ス コリア層;NS,西那須野スコリア層;Tkp,高久軽石層.スケール(写真中央円内)の長 さは25cm.



