

栃木県喜連川丘陵で掘削された風成堆積物のテフラ層序

桑原拓一郎^{1,*}

Takuichiro Kuwabara (2009) Tephrostratigraphy of the eolian deposit drilling at the Kitsuregawa Hills, Tochigi Prefecture, Central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 60 (7/8), p.449-455, 2 figs, 1 table.

Keywords: Quaternary, drill core, tephra, Kitsuregawa Hills, Tochigi, Japan

1. はじめに

栃木県中央部付近に位置する喜連川丘陵（第 1A 図）は、境林礫層と呼ばれる扇状地堆積物と、それを覆いかつ多数のテフラ層を含む層厚約 40m、およそ 65 万年間分の風成堆積物からなる（小池ほか, 1985；鈴木, 2000；Suzuki, 2008）。これら風成堆積物のテフラ層序に対しては、上部の約 20 万年間分については、既に詳細に確立されている（鈴木, 1993；山元, 1999, 2006, 2007；町田・新井, 2003）。しかし、中部と下部との約 45 万年間分については、一部の鍵テフラ層が記載と追跡されるのみで（小池ほか, 1985；鈴木ほか, 1998, 2004；鈴木, 2000；Suzuki, 2008）、各テフラ層の層相記載と岩石記載的特徴付けとくに構成粒子の屈折率測定という基本的なことすら十分に試みられていない。これは、上部と比較して中部と下部を詳細に観察できる露頭が乏しいことが、その原因でもある。

喜連川丘陵において、岩石と地下水試料の採取を目的とした総掘進長約 350m のボーリング掘削にともなって、境林礫層を被覆する延長約 42m の風成堆積物の柱状試料が採取された。そこで今回、本風成堆積物の柱状試料に対して、各テフラ層の層相記載と構成粒子の屈折率測定を含む岩石記載的特徴付けを行った。これらの結果をここに報告し、今後の当地域の風成テフラ層研究の発展のための一資料としたい。

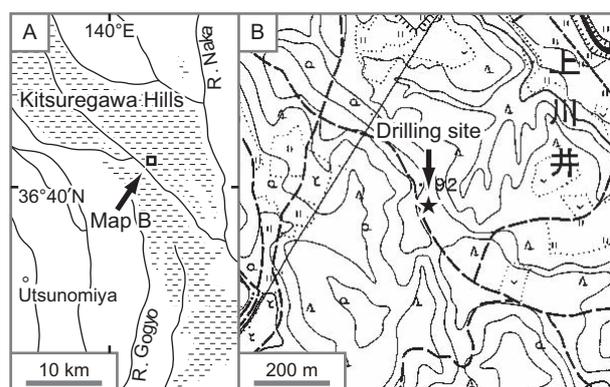
2. 掘削の概要

掘削地点は、栃木県那須烏山市上川井で、南東方向へ流下する那珂川水系の河川（江川、荒川）に挟まれる丘陵地域である（第 1B 図）。本風成堆積物の柱状試料は、丘陵背面を成す尾根からややそれた緩傾斜地において、鉛直方向にボーリング掘削された。喜連川丘陵は、境林礫層直上に貝塩上宝テフラ（KMT, 620-700ka；鈴木, 2000；Suzuki, 2008）を載せる喜連

川丘陵上位面と、同テフラを載せない喜連川丘陵下位面とに二分される（小池ほか, 1985）。本掘削地点は、喜連川丘陵下位面に当たっている。コア径は、全層準にわたり直径 50mm である。全層準において無水掘りで採取された。掘削時に多少の伸縮を受けている可能性がある。

3. 試料処理の概要

層相に基づいて採取したテフラ試料に対して、まずナイロン製使い捨て #255 メッシュシートを用いて流水中で洗浄した。その後、残砂を #125 メッシュシートを用いて水中で篩い分けした。これにより 1/8~1/16mm に粒度調整した試料に対して、更に超音波洗浄機を用いて洗浄して表面に付着した粘土分などを洗い流した。以上のように洗浄・篩い分けを行った乾燥試料に対して、偏光顕微鏡（100 倍）を用いて観察し、磁鉄鉱などの不透明鉱物を除く主要な重鉱物の個数の大小や火山ガラスの形態ごとの有無を記載した。更に主要な重



第 1 図 A, 掘削地点（北緯 36°42'35", 東経 140°3'45", 世界測地系）；B, 掘削地点を含む地形図（国土院数値地図 25,000 白河を使用）。

Fig. 1 A, drilling site (36°42'35"N, 140°3'45"E); B, 10-m interval topographical contour-map (the GSI Digital Map 25,000 Shirakawa) including the drilling site.

¹地質情報研究部門（AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation）

鉱物と火山ガラスを中心に屈折率を測定した。測定には、株式会社古澤地質製造の温度変化型屈折率測定装置(MAIOT)を使用した。本装置の測定精度は±0.0001である(古澤, 1995)。1試料当たりの測定粒子の個数の目安は、火山ガラスで30片、斜方輝石、角閃石、カミングトン閃石で各10片である。ただし、測定値にバラツキのある試料では、適宜に測定粒子を増やして、モードを把握できるまで測定した。

4. テフラ層序

本風成堆積物の柱状試料は、その主体を成すローム層と45枚のテフラ層より主に構成される(第2図, 第1表)。これらテフラ層を、下位より順番に上川井1テフラ(K1), 上川井2テフラ(K2), …上川井45テフラ(K45)と呼ぶこととする。なおK15~K16の深度24m付近を境界として、ローム層は、色調と固結の程度が急変する。より下位と比較して上位では、ローム層が明色で軟質となっており、同境界が不整合を成している可能性がある。また、K37~K38の深度約5.0~5.9mに層厚約90cmの砂礫層が認められる。ただし、この砂礫層の成因については詳しくは分からない。

上川井1テフラ, K1

本層は、境林礫層(喜連川丘陵下位面)の上位約80cmに認められる層厚約7cmの灰色軽石層である。軽石の粒径は0.5~2mmである。不透明鉱物を除いて、重鉱物は検出されなかった。

上川井2テフラ, K2 (佐久山テフラ, Sk)

本層は、K1の上位約64cmに認められる層厚約1cmの白色軽石層である。軽石の粒径は1mmである。不透明鉱物のほかに角閃石($n_2 = 1.670-1.676$)を含む。喜連川丘陵下位面のすぐ上位に層位を持つこと、及び層相の類似性と角閃石を含むことから、本層を佐久山テフラ(Sk; 小池ほか, 1985; 鈴木ほか, 1998)と判断する。

上川井3テフラ, K3

本層は、K2の上位約20cmに認められる層厚約24cmの灰色軽石層である。軽石の粒径は0.5~2mmである。不透明鉱物を除いて、重鉱物は検出されなかった。

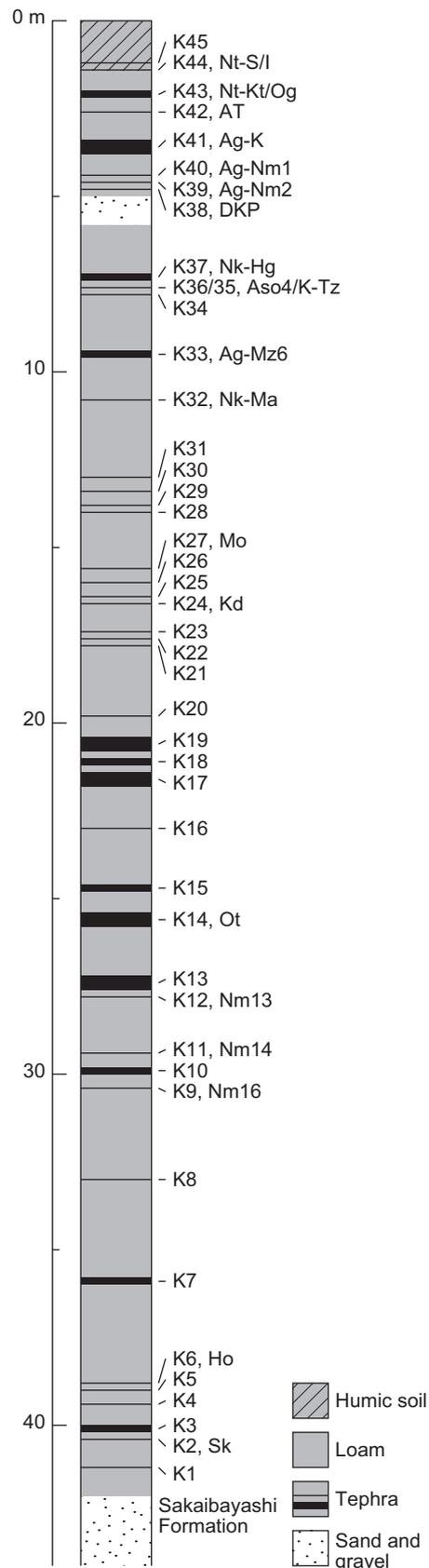
上川井4テフラ, K4

本層は、K3の上位約67cmに認められる層厚約4cmの白、灰、赤茶色軽石層である。軽石の粒径は0.5~2mmである。不透明鉱物を除いて、重鉱物は検出されなかった。

上川井5テフラ, K5

本層は、K4の上位約26cmに認められる層厚約3cmの白色軽石層である。軽石の粒径は0.5~2mmである。不透明鉱物のほかに角閃石を含む。

上川井6テフラ, K6 (星の宮テフラ, Ho)



第2図 柱状図.
Fig 2 Borehole log.

栃木県喜連川丘陵で掘削された風成堆積物のテフラ層序 (桑原)

 第1表 テフラ層序.
 Table 1 Tephrostratigraphy.

Tephra	Material	Color	Thick- ness (cm)	Grain size (mm)	Heavy- mineral composition	Gl Type	n	Opx γ	Hb, Cum n_2	Corre- lation
K 45	pumice	whitish yellow	1	2-3	Opx	Pm>Bw	1.503-1.507			
44	scoria	orange	9	0.5-8	Opx>Cpx>>Hb	Pm	1.500-1.504	1.707-1.716	1.675-1.682	Nt-S/I*
43	scoria	yellowish gray	15	<2	n.d.					Nt-Kt/Og*
42	contaminated					Bw	1.498-1.502			AT*
41	pumice	yellowish white	41	2-8	>>Opx, Hb	Pm	1.503-1.506	1.705-1.714	1.668-1.683	Ag-K*
40	pumice	brown	15	n.d.	Opx, Hb>Cpx			1.701-1.712	1.679-1.683	Ag-Nm1*
39	pumice	brown	5	n.d.	Opx>Cpx, Hb					Ag-Nm2*
38	contaminated				Opx>Hb>Cpx			1.702-1.709	1.679-1.683	DKP*
37	scoria	yellowish brown	24	1-2	Opx>Cpx, Hb			1.699-1.723		Nk-Hg**
36	contaminated					Bw	1.506-1.511			Aso4*
35	contaminated					Bw	1.496-1.502			K-Tz*
34	scoria	yellowish brown	5	1-8	Opx>Hb>Cpx			1.704-1.717	1.673-1.687	
33	scoria	orange	18	1-7	Opx>Cpx, Hb			1.701-1.715		Ag-Mz6*
32	scoria	orange	6	3	Opx>Hb					Nk-Ma*
31	pumice	yellowish brown	8	1-2	Hb					
30	pumice	yellowish brown	4	0.5-2	Hb					
29	pumice	white	3	1-2	Hb					
28	pumice	yellowish brown	7	1-2	Hb					
27	pumice	white	6	1-2	Hb>>Opx, Cum			1.706-1.713	1.678-1.687 Cum 1.659-1.668	Mo**
26	pumice	white	4	0.5	Hb					
25	pumice	white	1	n.d.	Hb					
24	pumice	white	7	2-3	Hb>>Opx			1.710-1.718	1.669-1.681	Kd**
23	pumice	white	3	5-7	Hb					
22	scoria	orange	7	<0.5	Hb					
21	scoria	orange	4	<0.5	Hb					
20	scoria	orange	4	3-5						
19	pumice	white	37	0.5-1	Hb, Opx			1.708-1.723		
18	pumice	white	30	<2	Hb>Opx					
17	pumice	white	35	0.5-2	Hb>Opx, Cum			1.707-1.720	1.668-1.688 Cum 1.657-1.667	
16	pumice	whitish yellow, yellowish brown	6	<2	Opx, Hb			1.707-1.722		
15	scoria	reddish brown	12	3-5	Cum					
14	pumice	yellowish white, whitish yellow	41	<20	Hb>Opx>Cum	Pm>Bw	1.501-1.510	1.705-1.724	1.667-1.684 Cum 1.663-1.668	Ot***
13	pumice	yellowish white, whitish yellow	42	<2	Hb>>Opx			1.707-1.718	1.670-1.689	
12	contaminated				Hb, Bt				1.668-1.687 1.691-1.696	Nm13***
11	contaminated				Bt					Nm14***
10	scoria	brown	25	3-7						
9	contaminated				Bt>>Hb				1.680-1.683 1.687-1.698	Nm16***
8	pumice	yellowish white	16	1-3	Hb>>Cum				1.667-1.672 Cum 1.657-1.665	
7	pumice	white	12	0.5-2	Hb>Bt>>Cum				1.668-1.680 Cum 1.658-1.662	
6	pumice	white	6	1-3	Hb>>Opx			1.711-1.717	1.670-1.679	Ho***
5	pumice	white	3	0.5-2	Hb					
4	pumice	white, gray, reddish brown	4	0.5-2						
3	pumice	gray	24	0.5-2						
2	pumice	white	1	1	Hb				1.670-1.676	Sk***
1	pumice	gray	7	0.5-2						

(n.d.) not determined, (Gl) volcanic glass, (Bw) bubble-wall type, (Pm) pumice type, (Opx) orthopyroxene, (Cpx) clinopyroxene, (Hb) hornblende, (Cum) cumingtonite, and (Bt) biotite. Heavy-mineral composition of each tephra bed is with the exception of opaque minerals. * Machida and Arai, 2003. ** Suzuki, 1993; Yamamoto, 1999, 2006, 2007. *** Koike *et al.*, 1985; Suzuki *et al.*, 1998, 2004.

本層は、K5の上位約25cmに認められる層厚約6cmの白色軽石層である。軽石の粒径は1~3mmである。不透明鉱物のほかに角閃石 ($n_2 = 1.670-1.679$) を含む。微量ながら、斜方輝石 ($\gamma = 1.711-1.717$) も認められる。下位にあるSkと層位が近接すること、及び層相の類似性と、角閃石と斜方輝石を含むことから、本層を星の宮テフラ (Ho; 小池ほか, 1985; 鈴木ほか, 1998) と判断する。

上川井7テフラ, K7

本層は、K6の上位約275cmに認められる層厚約12cmの白色軽石層である。軽石の粒径は0.5~2mmである。不透明鉱物のほかに角閃石 ($n_2 = 1.668-1.680$) と黒雲母を含む。微量ながら、カミングトン閃石 ($n_2 = 1.658-1.662$) も認められる。

上川井8テフラ, K8

本層は、K7の上位約287cmに認められる層厚約16cmの黄白色軽石層である。軽石の粒径は1~3mmである。不透明鉱物のほかに角閃石 ($n_2 = 1.667-1.672$) を含む。微量ながら、カミングトン閃石 ($n_2 = 1.657-1.665$) も認められる。

上川井9テフラ, K9 (根本16テフラ, Nm16)

本層は、K8の上位約241~262cmに認められる黒雲母濃集帯である。不透明鉱物のほかに、微量ながら、角閃石 ($n_2 = 1.680-1.683, 1.687-1.698$) が認められる。層位の類似性と黒雲母を多産することから、本層を根本16テフラ (Nm16, 220-360ka; 小池ほか, 1985; 鈴木ほか, 1998, 2004) と判断する。

上川井10テフラ, K10

本層は、K9の上位約21cmに認められる層厚約25cmの茶色スコリア層である。スコリアの粒径は3~7mmである。不透明鉱物を除いて、重鉱物は検出されなかった。

上川井11テフラ, K11 (根本14テフラ, Nm14)

本層は、K10の上位約12~25cmに認められる黒雲母濃集帯である。Nm16のすぐ上位に層位を持つこと、及び黒雲母を多産することから、本層を根本14テフラ (Nm14, 260-320ka; 小池ほか, 1985; 鈴木ほか, 1998, 2004) と判断する。

上川井12テフラ, K12 (根本13テフラ, Nm13)

本層は、K11の上位約165~174cmに認められる黒雲母濃集帯である。不透明鉱物のほかに角閃石 ($n_2 = 1.668-1.687, 1.691-1.696$) も含む。Nm14のすぐ上に層位を持つこと、及び黒雲母を多産することに加えて高屈折率の角閃石を含むことから、本層を根本13テフラ (Nm13, 230-350ka; 小池ほか, 1985; 鈴木ほか, 1998, 2004) と判断する。

上川井13テフラ, K13

本層は、K12の上位約17cmに認められる層厚約42cmの黄白、白黄色軽石層である。軽石の粒径は最

大で2mmである。不透明鉱物のほかに角閃石 ($n_2 = 1.670-1.689$) を含む。微量ながら、斜方輝石 ($\gamma = 1.707-1.718$) も認められる。なお、同層準付近については喜連川丘陵では同様のテフラ層の報告はこれまでに無く (小池ほか, 1985; 鈴木ほか, 1998, 2004), 本層は掘削や斜面堆積などにもなう擾乱層である可能性がある。

上川井14テフラ, K14 (大田原テフラ, Ot)

本層は、K13の上位約142cmに認められる層厚約41cmの黄白、白黄色軽石層である。軽石の粒径は最大で20mmである。軽石の淘汰が不良であり、火砕流堆積物である可能性がある。不透明鉱物のほかに、角閃石 ($n_2 = 1.667-1.684$), 斜方輝石 ($\gamma = 1.705-1.724$), そしてカミングトン閃石 ($n_2 = 1.663-1.668$) を含む。軽石型とバブル・ウォール型の火山ガラス ($n = 1.501-1.510$) も認められる。主に層位と層相の類似性から、本層を大田原テフラ (Ot; 小池ほか, 1985; 鈴木ほか, 1998, 2004) と判断する。

上川井15テフラ, K15

本層は、K14の上位約51cmに認められる層厚約12cmの赤茶色スコリア層である。スコリアの粒径は3~5mmである。不透明鉱物のほかにカミングトン閃石を含む。

上川井16テフラ, K16

本層は、K15の上位約172cmに認められる層厚約6cmの白黄、黄茶色軽石層である。軽石の粒径は最大で2mmである。不透明鉱物のほかに、斜方輝石 ($\gamma = 1.707-1.722$) と角閃石を含む。

上川井17テフラ, K17

本層は、K16の上位約121cmに認められる層厚約35cmの白色軽石層である。軽石の粒径は0.5~2mmである。不透明鉱物のほかに、角閃石 ($n_2 = 1.668-1.688$), 斜方輝石 ($\gamma = 1.707-1.720$), そしてカミングトン閃石 ($n_2 = 1.657-1.667$) を含む。

上川井18テフラ, K18

本層は、K17の上位約9cmに認められる層厚約30cmの白色軽石層である。軽石の粒径は最大で2mmである。不透明鉱物のほかに、角閃石と斜方輝石を含む。

上川井19テフラ, K19

本層は、K18の上位約19cmに認められる層厚約37cmの白色軽石層である。軽石の粒径は0.5~1mmである。不透明鉱物のほかに、角閃石と斜方輝石 ($\gamma = 1.708-1.723$) を含む。

上川井20テフラ, K20

本層は、K19の上位約63cmに認められる層厚約4cmのオレンジ色スコリア層である。スコリアの粒径は3~5mmである。不透明鉱物を除いて、重鉱物は検出されなかった。

上川井21テフラ, K21

本層は、K20の上位約207cmに認められる層厚約4cmのオレンジ色スコリア層である。スコリアの粒径は最大で0.5mmである。不透明鉱物のほかに角閃石を含む。

上川井 22 テフラ, K22

本層は、K21の上位約21cmに認められる層厚約7cmのオレンジ色スコリア層である。スコリアの粒径は最大で0.5mmである。不透明鉱物のほかに角閃石を含む。

上川井 23 テフラ, K23

本層は、K22の上位約18cmに認められる層厚約3cmの白色軽石層である。軽石の粒径は5~7mmである。不透明鉱物のほかに角閃石を含む。

上川井 24 テフラ, K24 (黒田原テフラ, Kd)

本層は、K23の上位約72cmに認められる層厚約7cmの白色軽石層である。軽石の粒径は2~3mmである。不透明鉱物のほかに角閃石 ($n_2 = 1.669-1.681$) を含む。微量ながら、斜方輝石 ($\gamma = 1.710-1.718$) が認められる。層位、層相、及び含有鉱物とそれらの屈折率の類似性から、本層を黒田原テフラ (Kd, 170-230 ka; 鈴木, 1993; 山元, 1999, 2006, 2007) と判断する。

上川井 25 テフラ, K25

本層は、K24の上位約10cmに認められる層厚約1cmの白色軽石層である。軽石の粒径は、風化のために粘土状であり、不明である。不透明鉱物のほかに角閃石を含む。なお、同層準付近については喜連川丘陵では同様のテフラ層の報告はこれまでに無く (鈴木, 1993; 山元, 1999, 2006, 2007), 本層は掘削などにともなう擾乱層である可能性がある。

上川井 26 テフラ, K26

本層は、K25の上位約23cmに認められる層厚約4cmの白色軽石層である。軽石の粒径は0.5mmである。不透明鉱物のほかに角閃石を含む。なお、同層準付近については喜連川丘陵では同様のテフラ層の報告はこれまでに無く (鈴木, 1993; 山元, 1999, 2006, 2007), 本層は掘削などにともなう擾乱層である可能性がある。

上川井 27 テフラ, K27 (真岡テフラ, Mo)

本層は、K26の上位約48cmに認められる層厚約6cmの白色軽石層である。軽石の粒径は1~2mmである。不透明鉱物のほかに角閃石 ($n_2 = 1.678-1.687$) を含む。微量ながら、斜方輝石 ($\gamma = 1.706-1.713$) とカミングトン閃石 ($n_2 = 1.659-1.668$) が認められる。層位、層相、及び含有鉱物とそれらの屈折率の類似性から、本層を真岡テフラ (Mo, 140-280 ka; 鈴木, 1993; 山元, 1999, 2006, 2007) と判断する。

上川井 28 テフラ, K28

本層は、K27の上位約146cmに認められる層厚約7cmの黄茶色軽石層である。軽石の粒径は1~2mmで

ある。不透明鉱物のほかに角閃石を含む。なお、同層準付近については、下位より高久テフラ (Tk), 那須野テフラ (Ns), 日光矢板テフラ (Nk-Yt), 日光行川テフラ (Nk-Nm), そして日光早乙女テフラ (Nk-So) の5層が喜連川丘陵で報告されている (鈴木, 1993; 山元, 1999, 2006, 2007)。これらテフラ層は、本層とは、層相が類似するものの一般に角閃石の含有が卓越していないなど含有鉱物の点で調和していない。したがって現段階では、これらテフラ層のいずれかと本層とは対比できない。

上川井 29 テフラ, K29

本層は、K28の上位約14cmに認められる層厚約3cmの白色軽石層である。軽石の粒径は1~2mmである。不透明鉱物のほかに角閃石を含む。なお、同層準付近についてはTk~Nk-Soの5層が喜連川丘陵で報告されている (鈴木, 1993; 山元, 1999, 2006, 2007)。これらテフラ層は、本層とは、層相が類似するものの含有鉱物の点で調和していない。したがって現段階では、これらテフラ層のいずれかと本層とは対比できない。

上川井 30 テフラ, K30

本層は、K29の上位約46cmに認められる層厚約4cmの黄茶色軽石層である。軽石の粒径は0.5~2mmである。不透明鉱物のほかに角閃石を含む。なお、同層準付近についてはTk~Nk-Soの5層が喜連川丘陵で報告されている (鈴木, 1993; 山元, 1999, 2006, 2007)。これらテフラ層は、本層とは、層相が類似するものの含有鉱物の点で調和していない。したがって現段階では、これらテフラ層のいずれかと本層とは対比できない。

上川井 31 テフラ, K31

本層は、K30の上位約34cmに認められる層厚約8cmの黄茶色軽石層である。軽石の粒径は1~2mmである。不透明鉱物のほかに角閃石を含む。なお、同層準付近についてはTk~Nk-Soの5層が喜連川丘陵で報告されている (鈴木, 1993; 山元, 1999, 2006, 2007)。これらテフラ層は、本層とは、層相が類似するものの含有鉱物の点で調和していない。したがって現段階では、これらテフラ層のいずれかと本層とは対比できない。

上川井 32 テフラ, K32 (日光満美穴テフラ, Nk-Ma)

本層は、K31の上位約222cmに認められる層厚約6cmのオレンジ色スコリア層である。スコリアの粒径は3mmである。不透明鉱物のほかに、斜方輝石と角閃石を含む。層位、層相、及び含有鉱物の類似性より、本層を日光満美穴テフラ (Nk-Ma; 町田・新井, 2003) と判断する。

上川井 33 テフラ, K33 (赤城水沼6テフラ, Ag-Mz6)

本層は、K32の上位約106cmに認められる層厚約

18cmのオレンジ色スコリア層である。スコリアの粒径は1~7mmである。不透明鉱物のほかに、斜方輝石($\gamma = 1.701-1.715$)、単斜輝石、そして角閃石を含む。Nk-Maのすぐ上に層位を持つこと、層相、及び含有鉱物とそれらの屈折率の類似性から、本層を赤城水沼6テフラ(Ag-Mz6; 町田・新井, 2003)と判断する。

上川井 34 テフラ, K34

本層は、K33の上位約172cmに認められる層厚約5cmの黄茶色スコリア層である。スコリアの粒径は1~8mmである。不透明鉱物のほかに、斜方輝石($\gamma = 1.704-1.717$)、角閃石($n_2 = 1.673-1.687$)、そして単斜輝石を含む。

上川井 35 テフラ, K35 (鬼界葛原テフラ, K-Tz)

本層は、K34の上位約14~18cmに認められる火山ガラスの含有帯である。バブル・ウォール型の火山ガラス($n = 1.496-1.502$)を産出する。層位と火山ガラスの形態と屈折率の類似性から、本層を鬼界葛原テフラ(K-Tz, 95ka; 町田・新井, 2003)と判断する。

上川井 36 テフラ, K36 (阿蘇4テフラ, Aso4)

本層は、K35と同層準に認められる火山ガラスの含有帯である。バブル・ウォール型の火山ガラス($n = 1.506-1.511$)を産出する。層位と火山ガラスの形態と屈折率の類似性から、本層を阿蘇4テフラ(Aso4, 85-90ka; 町田・新井, 2003)と判断する。

上川井 37 テフラ, K37 (日光東赤田テフラ, Nk-Hg)

本層は、K36の上位約2cmに認められる層厚約24cmの黄茶色スコリア層である。スコリアの粒径は1~2mmである。不透明鉱物のほかに、斜方輝石($\gamma = 1.699-1.723$)、単斜輝石、そして角閃石を含む。Aso4の直上に層位を持つこと、及び層相の類似性から、本層を日光東赤田テフラ(Nk-Hg; 鈴木, 1993; 山元, 1999, 2006, 2007)と判断する。

上川井 38 テフラ, K38 (大山倉吉テフラ, DKP)

本層は、K37の上位約258~262cmに認められる重鉱物の含有帯である。不透明鉱物のほかに、斜方輝石($\gamma = 1.702-1.709$)、角閃石($n_2 = 1.679-1.683$)、そして単斜輝石を含む。層位と含有鉱物の屈折率の類似性などから、本層を大山倉吉テフラ(DKP, ≥ 55 ka; 町田・新井, 2003)と判断する。

上川井 39 テフラ, K39 (赤城行川2テフラ, Ag-Nm2)

本層は、K38の上位約3cmに認められる層厚約5cmの茶色軽石層である。軽石の粒径は、風化のために粘土状であり、不明である。不透明鉱物のほかに、斜方輝石、単斜輝石、そして角閃石を含む。DKPの直上に層位を持つこと、及び層相と含有鉱物の類似性から、本層を赤城行川2テフラ(Ag-Nm2; 町田・新井, 2003)と判断する。

上川井 40 テフラ, K40 (赤城行川1テフラ, Ag-Nm1)

本層は、K39の上位約3cmに認められる層厚約

15cmの茶色軽石層である。軽石の粒径は、風化のために粘土状であり、不明である。不透明鉱物のほかに、斜方輝石($\gamma = 1.701-1.712$)、角閃石($n_2 = 1.679-1.683$)、そして単斜輝石を含む。Ag-Nm2の直上に層位を持つこと、及び層相と含有鉱物の組み合わせと屈折率の類似性などから、本層を赤城行川1テフラ(Ag-Nm1; 町田・新井, 2003)と判断する。

上川井 41 テフラ, K41 (赤城鹿沼テフラ, Ag-K)

本層は、K40の上位約58cmに認められる層厚約41cmの黄白色軽石層である。軽石の粒径は2~8mmである。軽石型の火山ガラス($n = 1.503-1.506$)を含む。不透明鉱物のほかに、微量ながら、斜方輝石($\gamma = 1.705-1.714$)と角閃石($n_2 = 1.668-1.683$)が認められる。層位、層相、及び含有鉱物とそれらの屈折率の類似性から、本層を赤城鹿沼テフラ(Ag-K, ≥ 45 ka; 町田・新井, 2003)と判断する。

上川井 42 テフラ, K42 (始良丹沢テフラ, AT)

本層は、K41の上位約76~97cmに認められる火山ガラスの含有帯である。バブル・ウォール型の火山ガラス($n = 1.498-1.502$)を産出する。層位と火山ガラスの形態と屈折率の類似性から、本層を始良丹沢テフラ(AT, 26-29ka; 町田・新井, 2003)と判断する。

上川井 43 テフラ, K43 (男体片岡/小川テフラ; Nt-Kt/Og)

本層は、K42の上位約25cmに認められる層厚約15cmの黄灰色スコリア層である。スコリアの粒径は最大で2mmである。ATの直上に層位を持つことと層相の類似性から、本層を男体片岡/小川テフラ(Nt-Kt/Og; 町田・新井, 2003)と判断する。

上川井 44 テフラ, K44 (男体七本桜/今市テフラ; Nt-S/I)

本層は、K43の上位約62cmに認められる層厚約9cmのオレンジ色スコリア層である。スコリアの粒径は0.5~8mmである。不透明鉱物のほかに、斜方輝石($\gamma = 1.707-1.716$)と単斜輝石を含む。微量ながら、角閃石($n_2 = 1.675-1.682$)が認められる。軽石型の火山ガラス($n = 1.500-1.504$)も認められる。Nt-Kt/Ogのすぐ上に層位を持つこと、及び層相と角閃石を除く含有鉱物の屈折率の類似性などから、本層を男体七本桜/今市テフラ(Nt-S/I, 14-15ka; 町田・新井, 2003)と判断する。

上川井 45 テフラ, K45

本層は、K44の上位約12cmに認められる層厚約1cmの白黄色軽石層である。軽石の粒径は2~3mmである。不透明鉱物のほかに斜方輝石を含む。軽石型とバブル・ウォール型の火山ガラス($n = 1.503-1.507$)が認められる。本層の上位約117cmをもって、地表面となる。

5. まとめ

栃木県喜連川丘陵で掘削された延長約 42m の風成堆積物の柱状試料から、45 枚のテフラ層を認定した。下部には、本掘削地点が喜連川丘陵下位面に当たるために時間指標テフラ層 KMT は同定できなかったものの、Sk と Ho という 2 枚の指標テフラ層を同定した。中部に、Nm16, Nm14, Nm13, Ot, Kd, そして Mo という 6 枚の指標テフラ層を同定した。上部に、Nk-Ma, Ag-Mz6, K-Tz, Aso4, Nk-Hg, DKP, Ag-Nm2, Ag-Nm1, Ag-K, AT, Nt-Kt/Og, そして Nt-S/I という 12 枚の指標テフラ層を同定した。

謝辞: 本研究は、山元孝広氏 (独立行政法人原子力安全基盤機構) と竹野直人氏 (地圏資源環境研究部門) の勧めで実施した。試料処理では、古澤 明氏 (株式会社古澤地質) の協力を得た。著者の学生時には、鈴木毅彦氏 (首都大学東京地理学教室) から、喜連川丘陵とその周辺地域のテフラ層序に関して、複数回の野外実習を通じて解説して頂いた。以上の方々に、深く、感謝します。

試料処理は、独立行政法人原子力安全基盤機構「平成 19 年度地層処分に係る地質情報データの整備」として実施した。

文 献

古澤 明 (1995) 火山ガラスの屈折率測定および形態分類とその統計的な解析に基づくテフラの識別。地質雑, **101**, 123-133.

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。駒澤地理, no.21, 39-67.

町田 洋・新井房夫 (2003) 新編火山灰アトラス [日本列島とその周辺]。東京大学出版会, 336p.

鈴木毅彦 (1993) 北関東那須野原周辺に分布する指標テフラ層。地学雑, **102**, 73-90.

鈴木毅彦 (2000) 飛騨山脈貝塩給源火道起源の貝塩上宝テフラを用いた中期更新世前半の地形面編年。地理評, **73A**, 1-25.

Suzuki, T., (2008) Analysis of titanomagnetite within weathered middle Pleistocene KMT tephra and its application for fluvial terrace chronology, Kanto Plain, central Japan. *Quatern. Interna.*, **178**, 119-127.

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.

鈴木毅彦・藤原 治・檀原 徹 (2004) 東北南部, 会津地域周辺における中期更新世テフラの層序と編年。地学雑, **113**, 38-61.

山元孝広 (1999) 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。地調月報, **50**, 743-767.

山元孝広 (2006) 宇都宮市宝積寺段丘で掘削された UT05 コアの層序記載と鬼怒川の堆積侵食履歴。地調研報, **57**, 217-228.

山元孝広 (2007) テフラ層序からみた新潟県中期更新世飯土火山の形成史: 関東北部での飯土真岡テフラと MIS7 海面変動の関係。地調研報, **58**, 117-132.

(受付: 2008 年 5 月 26 日; 受理: 2009 年 2 月 6 日)