

# 武蔵野台地南東部の駒澤大学構内で検出された荏原台を覆うテフラ

— Hk-KIPs と On-Pm 1 の認定 —

鈴木毅彦\*・西澤文勝\*\*

## Re-examination of Tephra Identification on the Ebaradai Uplands in the Campus of the Komazawa University, Central Tokyo: Hk-KIPs and On-Pm 1 Tephras

SUZUKI Takehiko and NISHIZAWA Fumikatsu

武蔵野台地南東部の荏原台表層部において採取された剥ぎ取り地質標本（竹友寮地質標本）は柳田ほか（2012）により記載され、それにもとづき採取地点周辺の地形変化が考察されている。今回、本標本より得たテフラの記載岩石学的特性を明らかにしてその認定について検討した。対象としたテフラは深度8.75～8.90mと深度8.29～8.31mに産するものである。得られた試料に対して構成粒子の観察、火山ガラスの屈折率測定・主成分化学組成分析を実施した。その結果、深度8.75～8.90mのテフラの下部であるCKY-1～3は、約12万年前に噴出した箱根吉沢下部第7テフラ（Hk-KIP 7）ないしは同8テフラ（Hk-KIP 8）であると判断した。一方、CKY-3に接して上位にあるCKY-4には、約9.6万年前に噴出した御岳第1テフラ（On-Pm 1）に由来する軽石が検出され、またその上位の凝灰質砂層を挟んで産出する深度8.29～8.31mの軽石層もOn-Pm 1に由来する軽石を含むと結論づけた。以上から本地点では、最終間氷期最盛期（12～13万年前）に波食棚あるいは海食台において沿岸流の影響を受けて東京層が堆積した後に離水し、後浜か砂丘になった段階でHk-KIP 7ないしはHk-KIP 8が降下堆積したと考えられる。またその後のある時期、その上位に堆積したと考えられる堆積物は削剥され、その侵食面の上にOn-Pm 1起源の軽石が移動してきて、さらに凝灰質砂層や濃集したOn-Pm 1起源の軽石が堆積した。しかしながら削剥現象の発生理由は不明である。

キーワード：駒澤大学、最終間氷期、海成段丘、荏原台、箱根吉沢下部テフラ、On-Pm 1  
Keywords: Komazawa University, Last-interglacial stage, marine terrace, Ebara Upland, tephra, Hakone-Kissawa Lower Tephra, On-Pm 1

### I. はじめに

関東平野西部に広がる武蔵野台地とその周辺域は、それを覆う関東ローム層とともに古くから研究され、日本列島に発達する段丘地形の模式地とされてきた（関東ローム研究グループ 1965, 貝塚 1979, 貝塚ほか 2000など）。このうち同台地の東縁部にはMIS 5.5（最終間氷期最盛期）に形成された下末吉面相当の海成段丘が分布し、淀橋台や荏原台の名称で呼ばれている（図1）。その離水年代は被覆する下末吉ローム層から検討され、同層中に含まれる箱根吉沢下部テフラ群（Hk-KIPs）<sup>きつさわ</sup>に属する複数のテフラや御岳第1テフラ（On-Pm 1）の降下年代から論じられた（町田 1971, 町田・新井 2003）。これらの知見の大半は1960～1970年代に得られたものであり、現在に比較して当時は露頭調査の機会に恵まれ

\*駒澤大学文学部地理学教室（非常勤講師）／東京都立大学都市環境学部地理学教室

\*\*神奈川県立生命の星・地球博物館

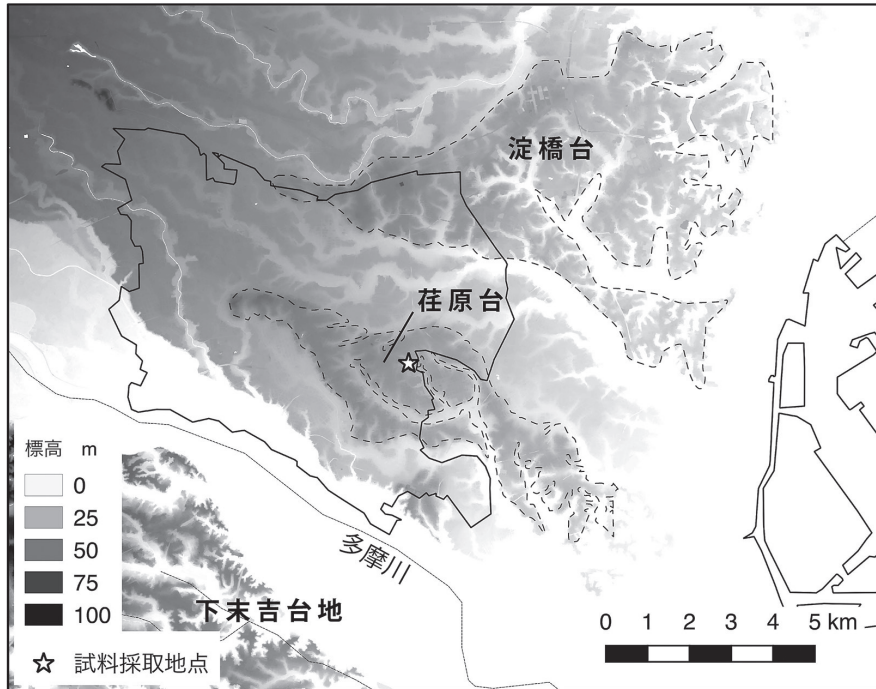


図1 試料採取地点とその周辺の地形

破線で囲まれた部分は最終間氷期最盛期の海成段丘（下末吉面相当）である荏原台，淀橋台の範囲を示す。実線は世田谷区。

ていたと考えられる。しかしその後市街化が進むにつれて露頭は消失し、あらたな露頭の出現も限られる。こうした中、柳田ほか(2012)で報告された武蔵野台地南東部の東京都世田谷区東部に位置する駒澤大学構内(旧駒澤大学竹友寮)で得られた荏原台表層部の地質標本とその記載は貴重な情報をもたらした。今回、同地質標本から採取したテフラに関して新たなデータが得られ、荏原台の離水とそれ以降の地形変化を検討する機会を得たのでここに報告する。なお本研究は当初、柳田ほか(2012)により約6.6万年前に噴出した箱根東京テフラ(Hk-TP)(町田・新井 2003, 青木ほか 2008)とされたテフラについて、その降下軽石堆積物と火砕流堆積物の運搬堆積過程を検討することで開始した。しかしHk-TPとされたテフラがHk-KIPsとして認定でき、本地点における最終間氷期最盛期以降の地形変化を検討する上で重要なデータと判断したことが報告する理由である。

## II. テフラの記載

### 1. 層相

今回再検討したテフラは、荏原台上の浅い谷(呑川支流谷頭部)の標高36.5m付近(図1, 東京都世田谷区駒沢1丁目)で得られた深度11.0mまでの堆積物に含まれるものである。現在この堆積物の剥ぎ取り地質標本(以下、竹友寮地質標本と呼ぶ)は駒澤大学構内で保管されており、対象試料はこの標本から得た。竹友寮地質標本の採取過程等を含めた堆積物の詳細は、柳田ほか(2012)に詳述されている。それによれば上位から盛土層(層厚3m), A層(黒色土, 層厚0.8m), B層上部(立川ローム層, 層厚

0.2m), B層下部(再堆積した軽石をところどころ含む砂が卓越する細粒堆積物, 層厚2.0m), C層(おもに砂質シルト~砂層からなり, ところによりテフラを挟在する堆積物, 層厚3.5m), D層(貝殻片を含む砂層~砂礫層, 層厚1.45m) からなる(図2)。

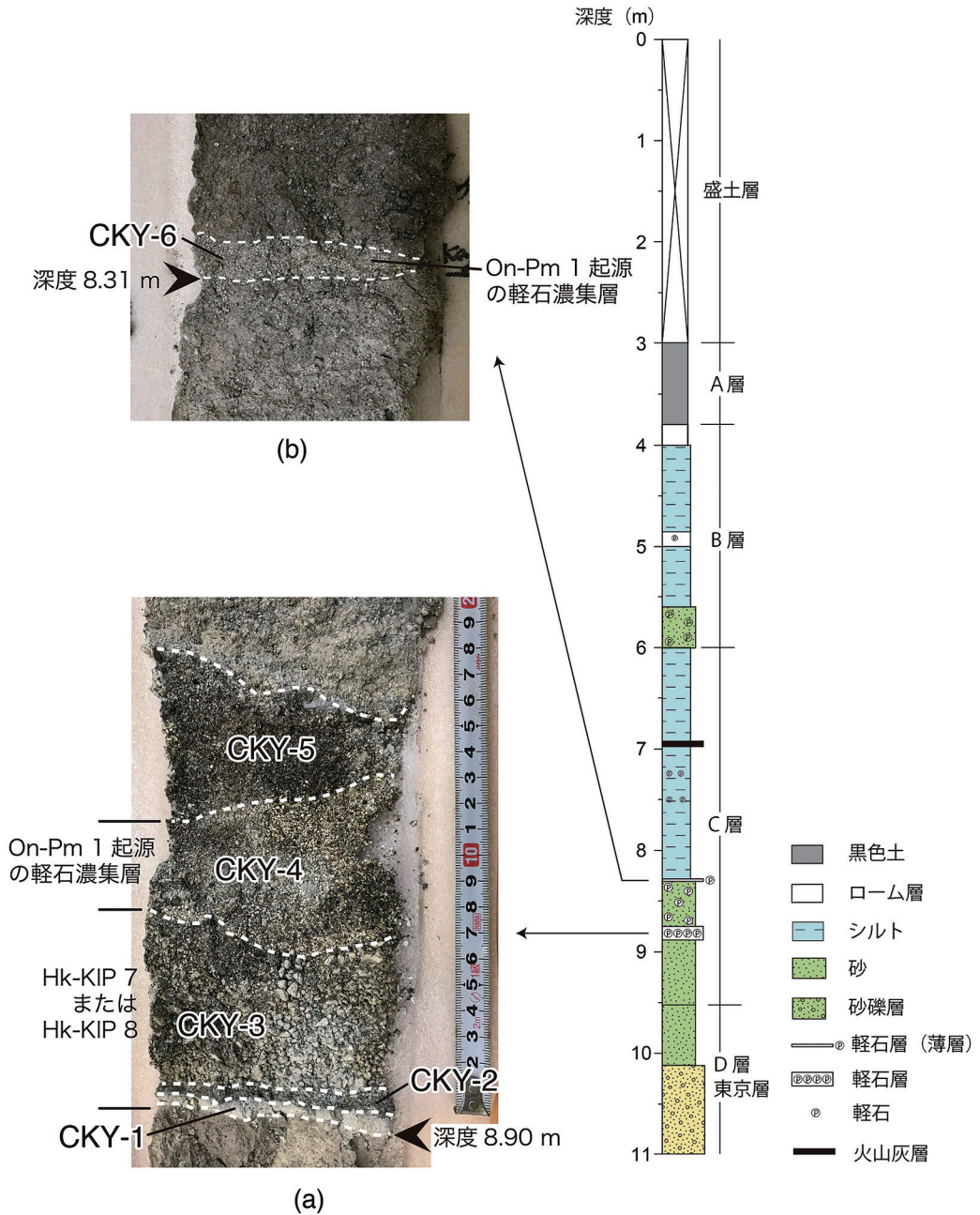


図2 竹友塚地質標本で再検討したテフラの写真と試料採取位置

柱状図は柳田ほか(2012)を簡略化。

柳田ほか (2012) により Hk-TP とされたテフラは C 層下部の深度 8.75～8.90m にあり、下部が層厚 1 cm の火山灰層 (粒径はシルトサイズ) (図 2 (a) の CKY-1) とその上位の層厚 14cm の軽石層からなる (図 2 (a) の CKY-2～5)。また、その上位は 45cm (深度 8.30～8.75m) にわたり「再堆積パミス (TP パミスの再堆積)」とされた。今回の観察でもほぼ同様な結果が得られたが、上位の 14cm の軽石層とされた部分は下位から層厚 0.5cm の火山砂層 (粒径 1mm 程度) (図 2 (a) の CKY-2, 以下同様)、層厚 5cm の白色軽石層 (最大粒径 5mm) (CKY-3)、層厚 6cm の細粒白色軽石層 (粒径 1mm) (CKY-4)、層厚 4cm の粗粒砂サイズの黒色スコリア層 (CKY-5) からなる。今回は CKY-1～4 の 4 層準について詳細な分析を実施した。また、柳田ほか (2012) により「再堆積パミス (TP パミスの再堆積)」とされた層厚 45cm の凝灰質砂層最上部 (深度 8.29～8.31m) には 0.5～1.0mm の細粒な白色軽石からなる層厚 2cm の軽石層 (CKY-6) が検出された (図 2 (b))。これについても分析を実施した。

## 2. 記載岩石学的特性

深度 8.75～8.90m の CKY-1～4 と深度 8.29～8.31m の CKY-6 に対して、実体顕微鏡による構成粒子の観察、火山ガラスの屈折率測定・主成分化学組成分析 (EDS 分析) 実施した (表 1, 2)。屈折率測定は東京都立大学地理学教室所有の京都フィッショントラック社製温度変化型屈折率測定装置 RIMS2000 (Danbara et al. 1992) を用いて実施した。EDS 分析では東京都立大学地理学教室所有の日本電子製走査型電子顕微鏡 JSM-6390 および EDAX 社製エネルギー分散型 X 線分析装置 EDAX-Genesis APEX2 を用いた。測定条件は加速電圧 15kV、試料電流 0.6nA であり、標準試料を用いた ZAF 補正を行い、1 試料につき 16～24 のガラス片を測定した。また、各試料の分析前後には始良 Tn テフラ (AT: 町田・新井 2003) の火山ガラスを標準試料として測定し機器の安定性を確認している。本分析の詳細と信頼性は Suzuki et al. (2014) に示されている。

### 深度 8.75～8.90m のテフラ

本テフラのうち、CKY-1～3 の火山ガラスの屈折率として 1.514～1.527 となる高い値が得られたが、これに対して CKY-4 では 1.501～1.503 という低い値が得られた (表 1)。また CKY-4 は繊維状およびスポンジ状に発泡した無色透明の軽石型火山ガラスに富む特徴をもつ (写真 1(a))。

火山ガラスの主成分化学組成値の分布は図 3 のハーカー図に示したとおりであり、CKY-1～3 は類似するが CKY-4 はそれらと異なる組成を示す。最初に CKY-1～3 について詳細を記述する。SiO<sub>2</sub> の値で見ると CKY-1 と CKY-2 で数点程度それぞれの傾向から外れるものがあり、これらを除く各元素の平均値と標準偏差を表 2 に示した。それによれば CKY-1～3 は SiO<sub>2</sub> の平均重量% が 70.39～70.87 wt.%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> のそれが 14.43～14.57 wt.%, K<sub>2</sub>O で 0.84～0.86 wt.% の範囲にありいずれも極めて類似する。これに対して CKY-4 では 20 測定値のうち 12 測定値が狭い領域でクラスターを形成し、それ以外は広範囲にばらつき一部 CKY-1～3 の領域に重なるものが存在する (図 3)。12 測定値でクラスターを形成するものは、重量% が SiO<sub>2</sub> で 75.57 wt.%, CaO で 1.50 wt.%, K<sub>2</sub>O で 3.38 wt.% の範囲にあり、明らかに CKY-1～3 と異なる組成を示す。

### 深度 8.29～8.31m のテフラ

深度 8.29～8.31m の CKY-6 は実体顕微鏡下での観察により繊維状およびスポンジ状に発泡した無色透明の軽石型火山ガラスに富むことが確かめられ、ガラス片に包含される斑晶鉱物はほとんど確認できな



表 1 竹友寮地質標本で再検討したテフラの火山ガラスの屈折率

テフラ	採取地点	火山ガラス 屈折率(n)	備考
CKY-6	東京都世田谷区駒沢1丁目, 駒澤大学 旧竹友寮	1.501~1.505	
CKY-4	同上	1.501~1.503	
CKY-3	同上	1.524~1.527	
CKY-2	同上	1.514~1.519	
CKY-1	同上	1.521~1.524	
Hk-TP pfa (U)	神奈川県大井町山田, 太陽光発電所 きらめきの丘おおい	1.511~1.515	
Hk-TP pfa (M)	同上	1.512~1.516	
Hk-TP pfa (L)	同上	1.511~1.515	
Hk-KIP 8	神奈川県平塚市粟久保	1.520~1.522	
Hk-KIP 7	平塚市土屋, 妙円寺西	1.521~1.524	鈴木 (1989)
Hk-KIP 6	神奈川県平塚市粟久保	1.511~1.513 (25) 1.523~1.525 (5)	
On-Pm 1	静岡県小山町生土西沢奥	1.501~1.503	



(a)



(b)

写真 1 竹友寮地質標本で検出された On-Pm 1 に由来する火山ガラスの顕微鏡写真

(a) CKY-4, (b) CKY-6

かった (写真 1)。火山ガラスの屈折率は 1.501~1.505 である (表 1)。またその主成分の平均重量%は  $\text{SiO}_2$  で 75.68 wt.%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  で 14.09 wt.%,  $\text{K}_2\text{O}$  で 3.35 wt.% である (図 2, 表 2)。

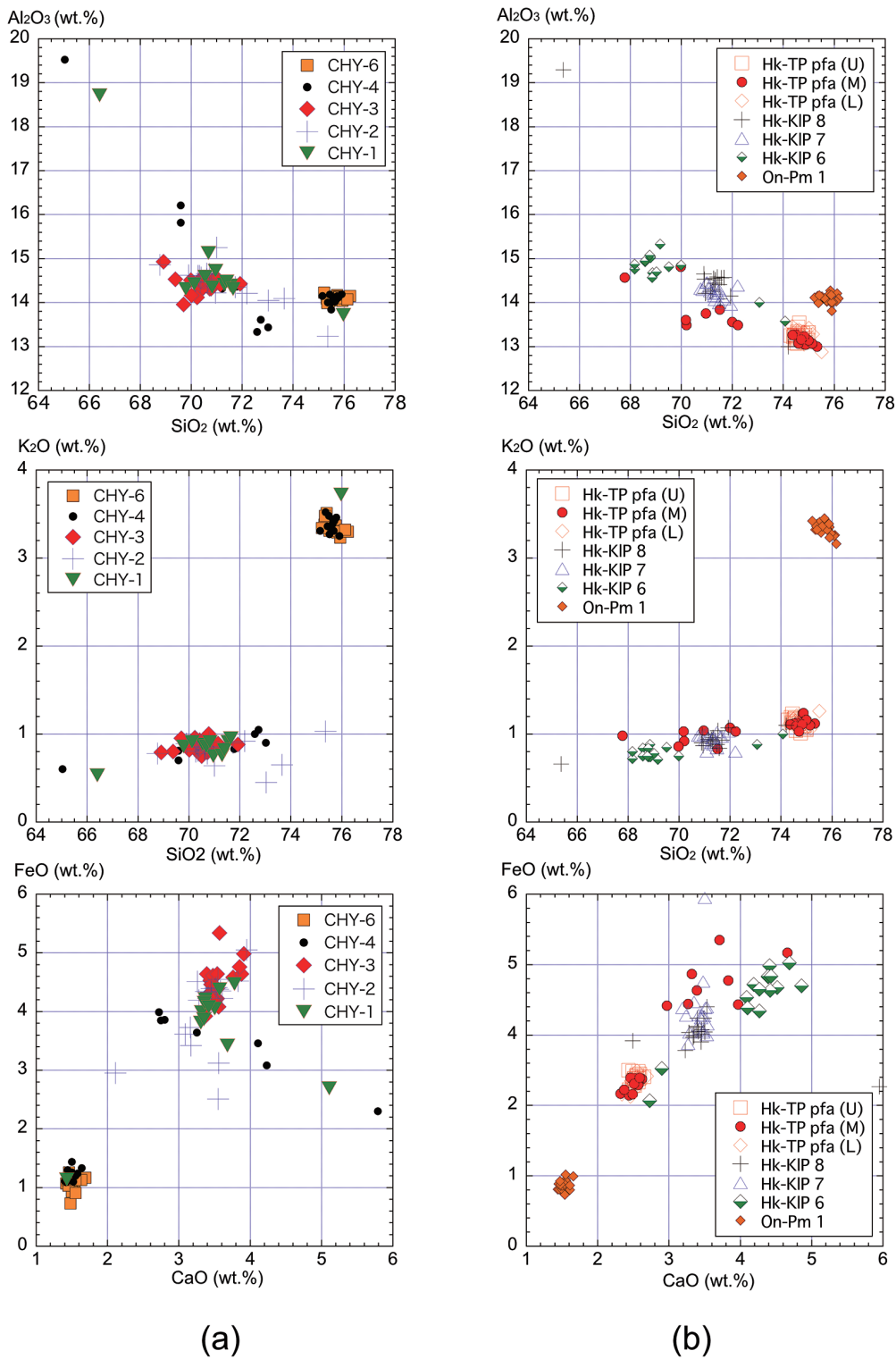


図3 竹友塚地質標本で再検討したテフラに含まれる火山ガラスの主成分化学組成ハーカー図

表 2 竹友寮地質標本で再検討したテフラの火山ガラスの主成分化学組成

テフラ試料	火山ガラスの主成分化学組成 (wt.%)										Analytical total	n
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Total		
CKY-6	75.68	0.13	14.09	1.05	0.11	0.33	1.52	3.35	3.74	100.00	93.62	16
	0.30	0.08	0.06	0.13	0.06	0.04	0.07	0.07	0.06	0.00	0.40	
CKY-4	75.57	0.15	14.07	1.22	0.13	0.32	1.50	3.38	3.67	100.00	93.64	12
	0.20	0.08	0.10	0.11	0.08	0.04	0.07	0.09	0.10	0.00	5.51	
CKY-3	70.39	0.73	14.43	4.44	0.21	1.06	3.55	0.86	4.35	100.00	92.42	24
	0.58	0.09	0.19	0.31	0.09	0.07	0.15	0.06	0.29	0.00	4.75	
CKY-2	70.61	0.73	14.57	4.25	0.22	0.98	3.48	0.84	4.31	100.00	98.16	17
	0.73	0.05	0.24	0.43	0.05	0.23	0.22	0.07	0.24	0.00	1.24	
CKY-1	70.87	0.67	14.51	4.04	0.18	1.01	3.47	0.86	4.38	100.00	96.27	10
	0.61	0.11	0.25	0.30	0.11	0.15	0.16	0.07	0.16	0.00	2.41	
Hk-TP pfa (U)	74.63	0.53	13.24	2.86	0.20	0.65	2.53	1.13	4.24	100.00	95.53	20
	0.21	0.08	0.12	0.08	0.08	0.05	0.06	0.06	0.11	0.00	1.15	
Hk-TP pfa (M) クラスター1	74.78	0.50	13.13	2.75	0.19	0.65	2.50	1.13	4.37	100.00	96.42	12
	0.28	0.03	0.09	0.11	0.04	0.06	0.09	0.06	0.09	0.00	0.79	
Hk-TP pfa (M) クラスター2	70.60	0.83	13.89	4.51	0.20	1.14	3.64	0.97	4.22	100.00	96.06	8
	1.43	0.11	0.51	0.42	0.06	0.27	0.53	0.09	0.23	0.00	3.35	
Hk-TP pfa (L)	74.75	0.52	13.24	2.79	0.19	0.64	2.52	1.12	4.23	100.00	95.69	21
	0.25	0.05	0.14	0.11	0.05	0.05	0.07	0.05	0.11	0.00	0.85	
Hk-KIP 8	70.93	0.66	14.74	3.62	0.22	0.97	3.58	0.92	4.38	100.00	95.27	15
	1.57	0.11	1.27	0.31	0.10	0.10	0.66	0.09	0.15	0.00	1.39	
Hk-KIP 7	71.33	0.64	14.24	3.98	0.23	0.93	3.43	0.94	4.30	100.00	92.79	20
	0.36	0.10	0.15	0.52	0.07	0.07	0.10	0.07	0.61	0.00	6.10	
Hk-KIP 6	68.86	0.74	14.89	4.44	0.25	1.42	4.39	0.78	4.24	100.00	95.66	13
	0.50	0.09	0.20	0.25	0.08	0.07	0.22	0.06	0.16	0.00	1.89	
On-Pm 1	75.72	0.14	14.08	1.04	0.12	0.33	1.52	3.33	3.71	100.00	92.97	20
	0.27	0.08	0.10	0.08	0.08	0.04	0.06	0.07	0.06	0.00	1.18	

試料採取地点 Hk-TP：神奈川県大井町山田，On-Pm 1：静岡県小山町中島，Hk-KIP 7 (M)，同(L)：神奈川県平塚市土屋，Hk-KIP 6，Hk-KIP 8：神奈川県平塚市粟久保，測定値は水を除いて100%になるよう再計算したものであり，平均値と標準偏差をしめした。分析の詳細はSuzuki et al. (2014)に示した。n：測定数。

### 3. 対比候補となるテフラの記載岩石学的特性

深度8.75～8.90mのCKY-1～4と深度8.29～8.31mのCKY-6のテフラ認定を行うため，対比候補テフラとしてHk-TP，下末吉ローム層中に含まれる御岳第1テフラ(On-Pm 1；町田・新井 2003)および箱根吉沢下部第6，同7，同8テフラ(Hk-KIP 6, 7, 8；町田 1971)の記載岩石学的特性を今回新たに取得して比較・検討した。Hk-KIP 6, 7, 8を対比候補とした理由はHk-TPとともに武蔵野台地の下末吉面相当の地形面(荏原台・淀橋面)を覆う顕著な降下軽石堆積物(貝塚 1979などでは三色アイス軽石層SIPと呼ばれる)であり，同様な層厚・粒径をもつテフラはHk-KIP 6, 7, 8とHk-TPに限られるためである。すなわち深度8.75～8.90mのテフラは最大粒径5mmの白色軽石からなる層厚約15cmの顕著な降下軽石層でありHk-TPかHk-KIP 6, 7, 8のいずれかである可能性が高い。なお，Hk-KIP 6, 7, 8は多摩川南岸の下末吉台地でよく識別されており，とくに武蔵野台地西部の所沢台ではHk-KIP 7とHk-KIP 13のみが認められること(町田 1971)，さらには箱根火山と荏原台の直線延長上にあたる茨城県つくば市，下妻市，水戸市でHk-KIP 7の分布が知られている(鈴木 1989)。またOn-Pm 1については，深度8.29～8.31mのCKY-6の火山ガラスの形態および屈折率がOn-Pm 1のそれら(町田・新井 2003)に類似するからである。これらテフラの主成分化学組成分析を同条件の下で実施した。

比較試料として，Hk-TPは神奈川県大井町山田の太陽光発電所きらめきの丘おおい(北緯35.32917度，東経139.17665度)(笠間 2014)，Hk-KIP 6とHk-KIP 8は神奈川県平塚市粟久保(北緯35.351319度，東経139.269897度)，Hk-KIP 7は神奈川県平塚市土屋の妙圓(円)寺西(北緯35.34837度，東経139.26251度)，On-Pm 1は静岡県小山町生土西沢奥(北緯35.377830度，東経138.998082度)(町田 1996)においてそれぞれ採取した。

大井町山田に産するHk-TPは、層厚約1.2mの降下軽石堆積物とそれを直接覆う層厚5m以上の軽石流堆積物からなる。分析試料は降下軽石堆積物の部位からほぼ等間隔に3層準採取し、試料名は下位からそれぞれHk-TP pfa (L), Hk-TP pfa (M), Hk-TP pfa (U)とした。平塚市粟久保のHk-KIP 6とHk-KIP 8はそれぞれ層厚30cm, 70cmの軽石を中心とした降下テフラであり、試料名をそれぞれHk-KIP 6とHk-KIP 8とした。平塚市土屋に産するHk-KIP 7は、降下軽石堆積物を主体とした全層厚105cmの降下テフラであり、ところどころ層厚13cm以下の降下火山灰堆積物を挟む。分析試料は下部に厚く発達する降下軽石堆積物の部分から採取し試料名をHk-KIP 7とした。On-Pm 1は層厚約50cmの降下軽石堆積物である。これらの分析結果を図3, 表1, 2に示す。

大井町山田に産するHk-TPの3層準であるHk-TP pfa (L), Hk-TP pfa (M), Hk-TP pfa (U)の火山ガラスの屈折率は1.511~1.516の範囲におさまる(表1)。Hk-TP pfa (L)とHk-TP pfa (U)に含まれる火山ガラスはSiO<sub>2</sub>の平均重量%は74.75~74.63wt.%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のそれが13.24wt.%, K<sub>2</sub>Oで1.12~1.13wt.%の狭い範囲にあり、Hk-TP pfa (M)の場合でも60%の測定値(クラスター1としたもの)のそれら重量%はその範囲に近い。以上のようにHk-TPの降下軽石堆積物の3層準から得られた試料間で火山ガラスの主成分化学組成値は一部を除き、比較的狭い範囲に収まる。Hk-KIP 6, 7, 8についてはHk-KIP 7とHk-KIP 8のガラスの屈折率はいずれも1.520~1.524の範囲にあり類似するが、Hk-KIP 6では屈折率からは2グループにわかれ、そのうち主要なグループの屈折率は1.511~1.513でありHk-KIP 7とHk-KIP 8とは明確に異なる。同様な傾向は火山ガラスの主成分化学組成からもいえ、数点の外れ値を除くHk-KIP 7とHk-KIP 8のSiO<sub>2</sub>の平均重量%は標準偏差内で一致するが、Hk-KIP 6は2wt.%程度低く、有意に異なる。

On-Pm 1については、ガラスの屈折率が1.501~1.503と求められ、主成分化学組成の平均重量%はSiO<sub>2</sub>で75.72wt.%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>で14.08wt.%, K<sub>2</sub>Oで3.33wt.%である(図3, 表2)。

#### 4. 駒澤大学構内で検出されたテフラの認定

Hk-KIP 7, Hk-KIP 8の認定

Hk-TP, Hk-KIP 6, 7, 8では、Hk-KIP 7とHk-KIP 8の識別は火山ガラスの主成分化学組成と屈折率の双方を用いても難しいがそれを除けば明確に識別できる。Hk-TP pfa (L)とHk-TP pfa (U)に含まれている火山ガラスの化学組成は、SiO<sub>2</sub>の平均重量%が74.63~74.75 wt.%, 標準偏差が0.21~0.25 wt.%と狭い範囲に分析値が集中し、Hk-TP pfa (M)においても20測定値中の12測定値で上記の範囲に集中し、残りの8測定値は67.7~72.3 wt.%の広い範囲に分散する(図3)。これに対してHk-KIP 7とHk-KIP 8は外れ値を除くとSiO<sub>2</sub>の平均重量%は70.93~71.33wt.%の範囲にある。すなわちSiO<sub>2</sub>の含有量についてHk-KIP 7とHk-KIP 8はHk-TPに比較して有意に低い。Hk-KIP 6の平均重量%はさらに低く68.86 wt.%を示す。他の元素の含有率に着目するとHk-KIP 7とHk-KIP 8はHk-TPよりもAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeOの含有率が有意に高く、Hk-KIP 6ではこれらよりもさらに高い傾向が認められる(図3)。

深度8.75~8.90mのテフラと上記テフラの分析結果を比較すると、CKY-1~3の数点を除く測定値が示すSiO<sub>2</sub>の平均重量%70.39~70.87wt.%は、Hk-TPのそれとは合致せず、Hk-KIP 7とHk-KIP 8で得られた70.93~71.33wt.%に類似する。このような傾向はSiO<sub>2</sub>の含有率のみならず、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, FeO, CaOの場合でも認められる(図3)。またCKY-1~3で得られた火山ガラスの屈折率1.514~1.527は、Hk-KIP 7の屈折率1.521~1.524(鈴木 1989), Hk-KIP 8の屈折率1.520~1.522(表1)と比べて広いものの、Hk-TPの屈折率1.511~1.516よりも類似する。以上から深度8.90~8.75mのテフラのうち少なくともCKY-1~3はHk-TPとは認定できず、Hk-KIP 7かHk-KIP 8である判断できる。

ところでCKY-1~3は最下部のAがシルトサイズの火山灰層、Bが砂サイズの火山灰層、Cは最大粒



径5mmの白色軽石層である。このような岩相上の特徴からHk-KIP 7かHk-KIP 8であるかの識別を検討したが、Hk-KIP 7とHk-KIP 8の試料を得た模式地(平塚市)では両テフラとも最下部に火山灰層からなる降下ユニットが認められ、識別には至らなかった。

CKY-3直上のCKY-4では20測定値のうち12測定値でクラスターを形成する火山ガラスはHk-KIP 7に認定されたCKY-1～3ならびにHk-TPとは異なる性質を示し、次に述べるOn-Pm 1に認定できる深度8.29～8.31mのCKY-6によく合致する。

#### On-Pm 1の認定

深度8.29～8.31mのCKY-6は、Hk-KIP 7ないしはHk-KIP 8に比較して細粒な白色軽石(粒径0.5～1.0mm)からなり、火山ガラスの屈折率が1.501～1.505という特徴をもつ。こうした特徴と本テフラがHk-KIP 7ないしはHk-KIP 8の44cm上に位置することから本層がOn-Pm 1に対比できる可能性がある。CKY-6に含まれている火山ガラスの平均重量%はSiO<sub>2</sub>で75.68wt.%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>で14.09wt.%, K<sub>2</sub>Oで3.35wt.%であり、この組成値は今回の模式試料とした静岡県小山町で採取されたOn-Pm 1のそれらと極めてよく類似する(図3, 表2)。このことから深度8.29～8.31mのCKY-6はOn-Pm 1に由来する細粒な軽石層と判断できる。

ところで深度8.29～8.31mがOn-Pm 1の厳密な降灰層準であるかは疑わしい。以下にその理由を示す。先に述べたように深度8.75～8.90mのテフラのうち、CKY-1～3はHk-KIP 7ないしはHk-KIP 8と認定したが、CKY-4は明らかにそれらと異なる組成を示す。CKY-4に含まれる軽石の火山ガラスの一部の組成はCKY-1～3の領域に重なるが、20測定値のうち12測定値が狭い領域でクラスターを形成し、Hk-KIP 7・Hk-KIP 8と異なる組成を示す。そしてその組成値はOn-Pm 1のそれとほぼ一致している(図3, 表2)。これまでOn-Pm 1と同様な火山ガラスの組成値をもつテフラはHk-KIPs付近に知られていない。CKY-4に含まれる軽石の火山ガラスの組成がOn-Pm 1のそれと極めて類似するので、いまのところCKY-4の細粒軽石もOn-Pm 1に由来するものと判断した。この点は先に述べたCKY-4に含まれる軽石の火山ガラスの屈折率からも支持される。

図2のように、深度8.75～8.90mではCKY-1～5にかけては一連のテフラ層のように見える。しかし詳細を見るとCKY-1～3にかけてのユニット境界は平坦であるのに対してCKY-3/CKY-4間にはやや凹凸があり、またここを境に軽石の粒径が不連続的に急激に小さくなる。また柳田ほか(2012)はCKY-5とCKY-6の間の凝灰質砂層を「再堆積パミス」と記載した。このことから一旦Hk-KIP 7ないしはHk-KIP 8の降下堆積でCKY-1～3が堆積した後、これを削剥する現象が発生してほぼ同時にOn-Pm 1由来の軽石を大量に含むCKY-4が堆積したと考えられる。その後「再堆積パミス」が堆積した後もOn-Pm 1由来の軽石が再堆積してCKY-6となったと解釈できる。しかしCKY-1～3を削剥した現象とOn-Pm 1降下との因果関係や、削剥の発生した時代と、CKY-1～3の降下堆積またはOn-Pm 1降下堆積との時間差は不明である。

#### 5. テフラの認定に基づく地形形成過程

深度8.75～8.90mのテフラがHk-KIP 7ないしはHk-KIP 8に対比されたことに基づき、柳田ほか(2012)により示された地形形成過程を再検討した。同テフラの直下には層厚65cmの砂層(C層最下部)があり、さらにその下位には貝殻片を含む砂層～砂礫層からなるD層(層厚1.45m)がある。D層はこれまで浅海性の砂礫層で東京層、すなわち最終間氷期最盛期(下末吉海進当時)の12～13万年前に波食棚あるいは海食台において沿岸流の影響を受けて堆積した地層と考えられていた(柳田ほか 2012)。D

層は65cmの砂層を挟んでHk-KIP 7ないしはHk-KIP 8(約12万年前, 町田 2009)に被覆されることからその年代解釈に問題は無い。

Hk-KIP 7ないしはHk-KIP 8を下部に含むC層は, 柳田ほか(2012)により, D層を不整合に覆って堆積した河成の砂・シルト層と解釈されていた。C層/D層間に不整合の存在を認めていた理由はC層下部にHk-TP(約6.6万年前, 青木ほか, 2008)が存在すると解釈していたためと考えられる。しかし今回同テフラをHk-KIP 7ないしはHk-KIP 8と認定したことによりC層/D層間に不整合の存在を考える必要はなく, 少なくともC層最下部は最終間氷期最盛期の海成面である荏原台の離水後に東京層を整合に覆った砂層と解釈できる。ところでCKY-1は細粒な火山灰層でありながらそれを覆うCKY-2とともにこれらの堆積構造がよく残されている。このことからCKY-1堆積時には本地点は波浪の営力がおよぶ前浜や沖浜ではなく, その陸側の後浜か砂丘であった可能性がある。

CKY-1~3堆積後のある時期, 本来CKY-1~3の上位に堆積したと考えられる堆積物は削剥され, その侵食面の上に約9.6万年前(青木ほか 2008)に噴出したOn-Pm 1起源の軽石が移動してきて, さらに凝灰質砂層や濃集したOn-Pm 1起源の軽石が堆積した。削剥現象の発生理由等は不明である。その後引き続き堆積したC層上部には腐植質シルトからなる部分や腐植質植物片を混じえることから離水後の低湿地の堆積環境が示唆される。これに対応するC層の大半がシルトからなる堆積物であることは, 下末吉ローム層の一般的な層相である「灰白色, 灰黄色, 青灰色を呈する厚さ5m前後の火山灰質粘土層」(杉原 2008)とある程度共通するので, 本層が下末吉ローム層相当の可能性も考えられる。この点を明らかにするにはC層の上部の堆積年代や武蔵野ローム層下部に含まれるHk-TPを検出する必要がある。

ところで本地点周辺は呑川支流上流部の谷底であり, 柳田ほか(2012)により, かつて水田として利用されていたこと, 一方で完新世に入ると比較的乾燥した低地が存在していたことが述べられている。そしてこの谷地形の形成過程として, 荏原台離水直後(12万年前頃)に小河川が生じ, Hk-TP降下直前の7万年前頃までに谷を掘り, その後下刻を停止し堆積に転じ, 最終氷期(MIS 4~2)の間, 湿地や砂地の河原の状態が継続し, B層まで連続的に6万間で厚さ5mほどの地層を堆積させてゆくシナリオを想定した。筆者らは東京層堆積終了後間もなくHk-KIP 7またはHk-KIP 8が降下し, 引き続き下末吉ローム層に相当する可能性をもつ細粒層が堆積し, 引き続き連続的にB層までが堆積したと考えており, とくに下刻期を設ける必要が無いと考えている。しかしこの考えでは呑川支流上流部の谷底地形の形成過程を説明していない。一仮説として, 荏原台離水期にすでに若干周囲より低い場所であり, 久保(1988)が武蔵野台地の開析谷の形成過程を議論したように, 段丘化直後から間欠的に降下するテフラを水流で除去することにより, 周囲より低い谷地形が形成されてきたかもしれない。そしてこの周辺より低い場所, すなわち谷の原形は先程述べた削剥現象と関係があるのかもしれない。すなわち何らかの原因で発生した削剥現象により周囲より低い場所が形成され, 呑川支流上流部の谷底地形の原形になったという考え方である。これを実証するには本地域とその周辺における東京層の堆積面の精緻な高度分布やHk-KIPs, On-Pm 1などの産出高度を把握することである。また降下テフラを水流で除去するとしながらも4~5mのB・C層を堆積させてきたことも事実であり, それらの堆積年代を詳細に明らかにする必要がある。

## 6. おわりに

本研究では武蔵野台地南東部の荏原台において採取されたテフラの記載岩石学的特性を明らかにし, その認定について検討した。その結果, 約12万年前に噴出したHk-KIP 7ないしはHk-KIP 8, また約

9.6万年前に噴出したOn-Pm 1に由来する軽石を検出した。この結果は本地点が最終間氷期最盛期に形成された海成段丘である荏原台に位置することと整合し、市街化が進み新たな露頭の出現が期待できない地域においての貴重なデータになると位置づけることができる。今回得たデータは荏原台、すなわち最終間氷期最盛期に形成された海成段丘を構成する東京層とそれを被覆する関東ローム層（主には下末吉ローム層）中のテフラとの関係について従来から知られている知見を補強するものである。

一方でHk-KIP 7ないしはHk-KIP 8が降下堆積した後のある時期、それらの上位に堆積したと考えられる堆積物が削剥され、その侵食面の上にOn-Pm 1起源の軽石が移動してきて、さらに凝灰質砂層や濃集したOn-Pm 1起源の軽石が堆積したことが判明した。最終間氷期最盛期に形成された海成段丘である荏原台や淀橋台における下末吉ローム層中のテフラについてはこれまでも多数の文献（関東ローム研究グループ 1965, 貝塚 1979, 貝塚ほか 2000など）で報告されている。最近でも淀橋台に位置する港区有栖川宮記念公園（南麻布5丁目）でOn-Pm 1は粘土化の進んだ下末吉ローム層中でHk-KIPsの上位80cmに検出されていることが報告されている（鈴木 2020）。しかしながら本研究で結論とした、削剥面を挟みHk-KIP 7などの箱根吉沢下部テフラ群に接してOn-Pm 1が接することは知られていない。この点は荏原台や淀橋台の形成後の地形変化を復元する上で留意すべき点と考えられる。2021年2月現在、近隣の駒澤大学構内で図書館の改装工事にあたり関連する地下地質データが得られつつある。これらを合わせて周辺域の地形形成過程を復元することが期待される。

## 謝辞

本研究を進めるきっかけを遠藤邦彦日本大学文理学部名誉教授より頂き、様々なアドバイスを受けました。町田洋東京都立大学名誉教授には箱根東京テフラの試料と露頭情報をご提供頂きました。神奈川県立生命の星・地球博物館の笠間友博主任研究員（当時）には箱根東京テフラの露頭情報をご提供頂きました。また駒澤大学文学部地理学教室の鈴木秀和准教授には剥ぎ取り地層標本の観察に際して便宜をはかって頂き何度もお手数かけました。屈折率測定やEDS分析に際して首都大学東京大学院の院生（当時）の伊藤美和子さん、加藤佑一さん、東京都立大学の院生・学生（当時）の松風潤さん、寺山怜さん、佐藤潤一さんにお世話になりました。以上の方々に深く感謝いたします。

## 文 献

- 青木かおり・入野智久・大場忠道 2008. 鹿島沖海底コアMD01-2421の後期更新世テフラ層序. 第四紀研究: 47(6), 391-407.
- 貝塚爽平 1979. 『東京の自然史 増補第二版』, 紀伊国屋書店.
- 貝塚爽平・小池一之・遠藤邦彦・山崎晴雄・鈴木毅彦 2000. 『日本の地形4 関東・伊豆小笠原』, 東京大学出版会.
- 関東ローム研究グループ 1965. 『関東ローム: その起原と性状』, 築地書館.
- 笠間友博 2014. 箱根火山最大級の噴火の痕跡. 自然科学のとびら: 20(3), 17.
- 久保純子 1988. 相模野台地・武蔵野台地を刻む谷の地形. 地理学評論: 61(1), 25-48.
- 町田 洋 1996. 富士山麓における御岳第1テフラ. 日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会編『第四紀露頭集—日本のテフラ』日本第四紀学会, 44.
- 町田 洋 1971. 南関東のテフロクロノロジー (I) —下末吉期以降のテフラの起源および層序と年代について. 第四紀研究: 10(1), 1-20.
- 町田 洋 2009. 南関東の43万年前以降の地形・地質: 概説. 日本第四紀学会50周年電子出版編集委員会編『デジタルブック最新第四紀学, CD-Rおよび概説集』, 日本第四紀学会, 7-29-7-67.
- 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.

- 杉原重夫 2008. 武蔵野台地. 日本地質学会編『日本地方地質誌3 関東地方』, 朝倉書店, 331-336.
- 鈴木毅彦 1989. 常磐海岸南部における後期更新世の段丘と埋没谷の形成. 地理学評論: 62A(7), 475-494.
- 鈴木毅彦 2020. 第1章 港区の地形と地質 2 地下構造と地質, 3 地形の変遷 i 日本列島と関東平野の成立, ii プレート運動と上総トラフの陸化. 港区総務部総務課編『港区史 自然編』, 港区, 20-30.
- 柳田 誠・市川清士・米山有美 2012. 駒澤大学構内にある下末吉面を刻む谷の歴史. 駒澤地理: 48, 77-91.
- Danhara, T., Yamashita, T., Iwano, H., Kasuya, M., 1992. An improved system for measuring refractive index using thermal immersion method. *Quaternary International*: 13/14, 89-91.
- Suzuki, T., Kasahara, A., Nishizawa, F. and Saito, H. 2014. Chemical characterization of volcanic glass shards by energy dispersive X-Ray spectrometry with EDAX Genesis APEX2 and JEOL JSM-6390. *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University*: 49, 1-12.