

地層剥ぎ取り手法による箱根火山起源テフラの記載： TCu-1, Km-3, TP, 鴨沢ローム層

Lithologic Description of Tephra from the Hakone Volcano: TCu-1, Km-3, TP and the Kamozaawa Roam, Using Surface Peels of Actual Outcrops

笠間友博¹⁾・山下浩之¹⁾

Tomohiro KASAMA¹⁾ & Hiroyuki YAMASHITA¹⁾

Key words: Hakone Volcano, surface peel, TCu-1, Km-3, TP, Kamozaawa Roam

1. はじめに

神奈川県立生命の星・地球博物館では、重要な露頭の地層を剥ぎ取り手法によって保存し、標本化している（田口ほか, 2007; 松島ほか, 2007 など）。箱根火山起源のテフラについても地層剥ぎ取り標本化を計画的に進めている。本稿では、これまでに収集した外輪山（成層火山群）形成期～後期中央火口丘期（日本地質学会国立公園地質リーフレット編集委員会, 2007）の4件のテフラ露頭剥ぎ取り標本について報告する。

この剥ぎ取りという手法は、露頭に直接接着剤を噴きつけ、ガラス繊維で裏打ちをして固化後に露頭表面を薄く剥離させて地層資料を採集するものである。剥離時に構成粒子の多くが切断されることなく採集されるため、鎌などで削り出された露頭面と比べ、粒径変化などの特徴が明瞭に再現できるという利点がある。

2. 採集テフラの記載

今回報告するテフラ露頭剥ぎ取り標本（標本番号 KPM-NP00000002、KPM-NP00000003、KPM-NP00000005、KPM-NP00000006）の概要を表1に、採集地点を図1に示す。また、各標本のスケッチおよび採集露頭の写真を図2～5に示す。なお、剥ぎ取り標本は実際の露頭に対して、表裏が反転するとともに鏡面对称となる。

以下、各標本に含まれるテフラについて記載する。

(1) 箱根多摩 TCu-1 テフラ露頭剥ぎ取り標本

KPM-NP00000002

町田ほか（1974）の箱根多摩 TCu-1 テフラ（上杉（1976）

の Tm-2 テフラ）は、箱根火山に最初のカルデラを形成させた（カルデラ形成期のはじまり）と考えられるテフラで、貝塚ほか（2000）によると噴出年代は約 25 万年前である。プリニー式噴火の降下軽石と引き続き発生した軽石流の堆積物からなり、両者の間には上杉（1976）によって赤色おしろい状灰流と記載された火山豆石に富む堆積物が存在する。

大磯丘陵内の開発が進む中で、上杉ほか（2000）は多摩中部ローム層の新モード地として、神奈川県の小田原市と大井町の境にある菊川支流の露頭を指定し、詳細な柱状図を提示している。しかし、資料採集は運搬作業の関係上、モード地の南東約 200m の別の沢沿いにある露頭で行った。この露頭（小田原市曾我大沢）の箱根神山山頂からの距離は 17.1km である（図1）。大磯丘陵西部の曾我山の背斜軸（山崎, 1993）西翼にあたる場所で、テフラも西傾斜である。降下軽石層は軽石流あるいは軽石流二次堆積物と考えられる最大粒径約 20cm に達する岩片や軽石を含む火山灰層に直接おおわれる。ここでは、火山豆石に富む赤色おしろい状灰流堆積物は見られない。採集対象とした降下軽石層には、下位より次の4つの fall unit が認められる。

i) 下部スコリア層（層厚約 25cm）

褐色～灰褐色のスコリア層（最大粒径約 25mm）で、最下部には層厚約 4cm の白色軽石層（最大粒径約 20 mm）がある。スコリアには粒径変化による弱い成層構造が認められる。この fall unit は多摩丘陵では風化によって黄土色を呈する火山灰層として認められ、最下部の白色軽石層も保存されているところが多い。上杉ほか（2000）の「下部黒ザブトン帯」に相当する。

ii) 中部黄白色軽石層（層厚約 2m）

降下軽石層の主体をなす fall unit である。基底より約 25cm 上位に岩片帯があり、これを境に2つに

¹⁾ 神奈川県立生命の星・地球博物館
〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 499
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History
499 Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan
笠間友博: kasama@nh.kanagawa-museum.jp

名称	箱根多摩 TCu-1 テフラ露頭剥ぎ取り標本	箱根神山 Km-3 テフラ露頭剥ぎ取り標本	箱根東京 テフラ露頭剥ぎ取り標本	鴨沢ローム層 テフラ露頭剥ぎ取り標本
標本番号	KPM-NP0000002	KPM-NP0000003	KPM-NP0000005	KPM-NP0000006
採集地	神奈川県小田原市曾我大沢	静岡県裾野市深良	神奈川県伊勢原市高森	神奈川県足柄上郡中井町鴨沢
緯度・経度	N35°19'25", E139°11'21"	N35°13'40", E138°58'11"	N35°24'34", E139°19'30"	N35°19'34", E139°11'57"
標高	126m	725m	26m	84m
露頭面の向き	E-W	E-W	N13°E	N-S
露頭面の傾斜	70°S	80°S	33°W	75°W
露頭の状況	菊川支流の自然露頭 現存	県道沿いの人工露頭 消失	宅地造成地の人工露頭 消失	柄沢沿いの自然露頭 現存
採集日時	2007 年 2 月 2 日	2002 年 11 月 5 日	2005 年 5 月 24 日	2004 年 7 月 7 日
標本の大きさ	縦 3.85m, 横 2.35m	縦 2.00m, 横 5.35m	縦 5.35m, 横 4.30m	縦 3.65m, 横 1.35m
箱根火山形成史上の位置づけ	カルデラ形成期	後期中央火口丘形成期	前期中央火口丘形成期	外輪山（成層火山群）形成期
資料に含まれるテフラ	TCu-1(Tm-2) 箱根起源降下軽石 (多摩丘陵ドローン) 約 250Ka (年代: 貝塚ほか, 2000)	Km-3 箱根神山起源 箱根火砕流堆積物 22,330±170yersBP (年代: 小林ほか, 1999) AT (始良 Tn 火山灰) 南九州始良カルデラ起源 co-ignimbrite 降下火山灰 26 ~ 29ka (年代: 町田・新井, 2003) 古期富士テフラ 降下スコリア	Hk-TP (東京軽石) 箱根起源 降下軽石 軽石流堆積物 60 ~ 65ka (年代: 町田・新井, 2003)	TII-10 箱根起源降下スコリア TE-4(TII-8) 箱根起源降下スコリア TII-7 箱根起源降下スコリア TE-3(TII-6) 箱根起源降下軽石 TII-5 箱根起源降下スコリア TE-5b (TII-9 上部) ハケ岳起源降下軽石 TE-5a (TII-9 下部) 飛騨山脈起源 降下火山灰 (八王子黒雲母軽石) 350Ka 前後 (年代: 町田・新井, 2003)

表 1. 箱根起源テフラ露頭剥ぎ取り標本、箱根火山形成史上の位置づけは日本地質学会国立公園リーフレット編集委員会 (2007) に基づく。

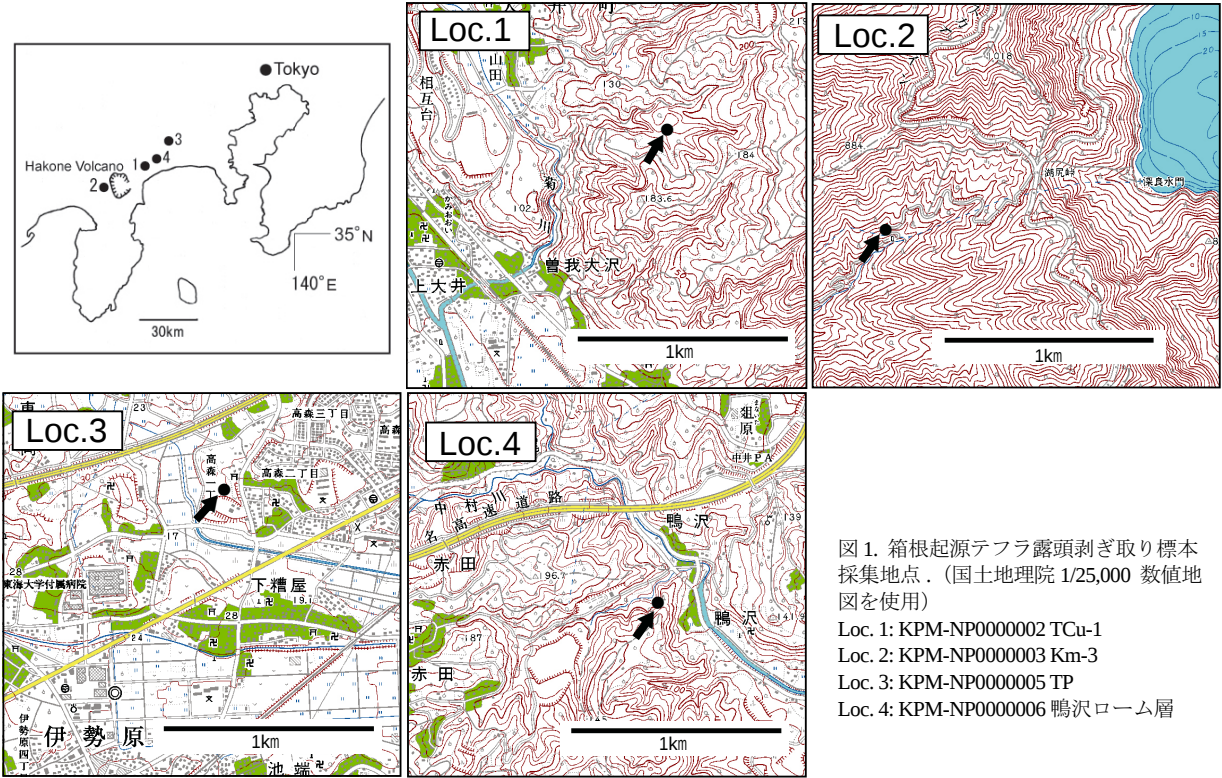


図 1. 箱根起源テフラ露頭剥ぎ取り標本採集地点．(国土地理院 1/25,000 数値地図を使用)
Loc. 1: KPM-NP0000002 TCu-1
Loc. 2: KPM-NP0000003 Km-3
Loc. 3: KPM-NP0000005 TP
Loc. 4: KPM-NP0000006 鴨沢ローム層

細分できる。基底部から岩片帯までは軽石の最大粒径約 8cm で、比較的淘汰がよい。岩片帯より上の部分は最大 18cm に達する粗粒な軽石を含み、淘汰が悪い。この粗粒な軽石は粒子として取り出すことはできなかったため、標本には付着していない。上杉ほか (2000) の「中部軽石帯」に相当する。

iii) 黄灰色火山灰層 (層厚約 3cm)

下位の中部黄白色軽石層と上位の上部青灰色軽石層の間には、火山砂質の火山灰層が存在し、両軽石層もこの火山灰層に接する部分は細粒である。このため両者の境界は漸移することなく非常にシャープで、このテフラの重要な特徴となっている。

iv) 上部青灰色軽石層 (層厚約 80cm)

特徴的な青灰色の軽石からなる fall unit で、軽石の最大粒径は約 12cm と下位の黄白色軽石層よりやや細かい。内部には特に細分できるような堆積構造は認められない。この部分も特に粗粒な軽石は、風化のため粒子として取り出すことはできず、標本には付着していない。上杉ほか (2000) の「上部青帽子帯」に相当する。

なお、本標本では TCu-1(Tm-2) の下位 20cm に、幅約 15cm にわたって最大粒径約 1.5cm の褐色スコリアが密集する部分がある。特に記載されているテフラではないため、本稿では So-a (曾我大沢 -a) と仮称しておく。

a)

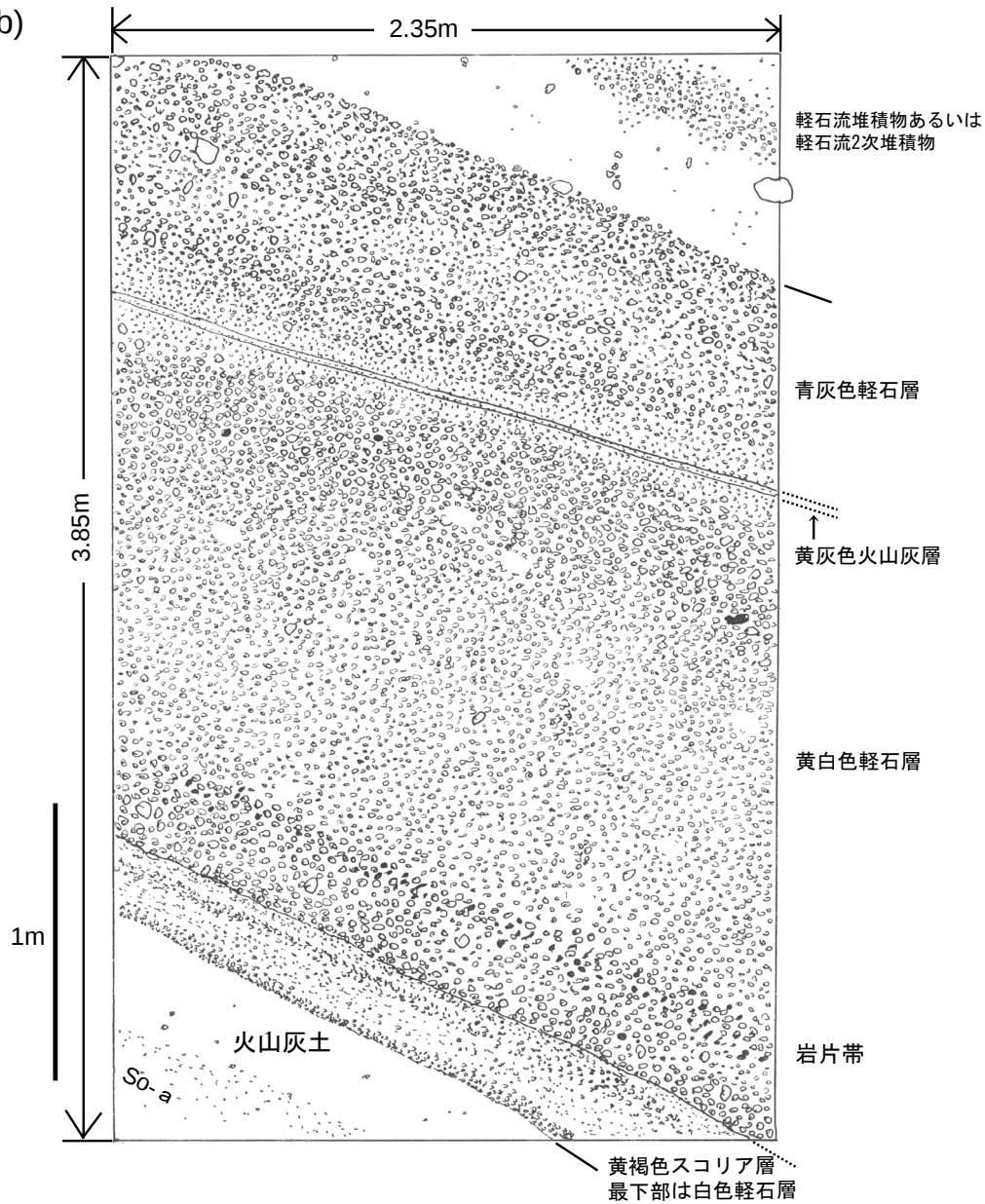


図2. 箱根多摩 TCu-1 テフラ剥ぎ取り標本 (KPM-NP0000002).

a): 露頭写真 (白線内が標本の範囲)

b): 標本スケッチ (標本は分割せずに保管)

b)



a)

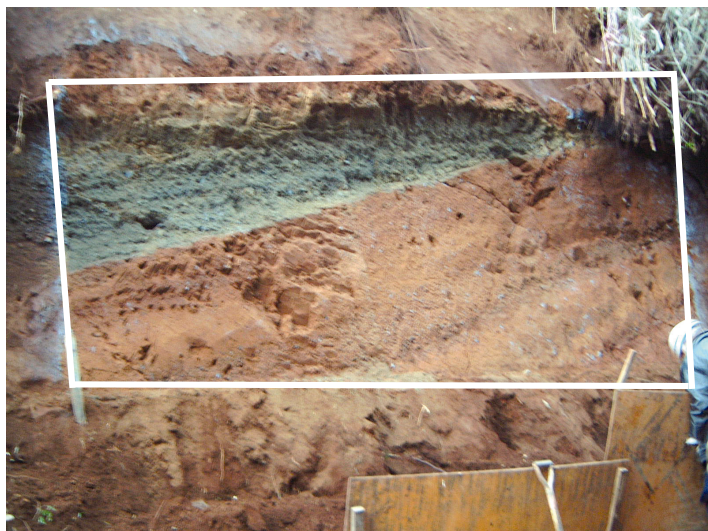
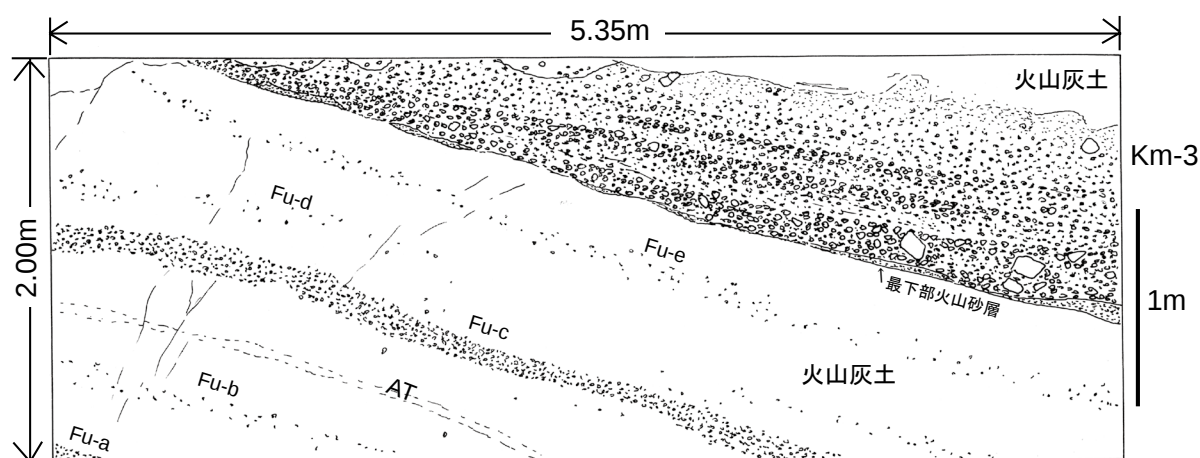


図 3. 箱根神山 Km-3 テフラ剥ぎ取り標本 (KPM-NP0000003).

a): 露頭写真 (白線内が標本の範囲)

b): 標本スケッチ (標本は縦に 3 分割して保管)

b)



(2) 箱根神山 Km-3 テフラ露頭剥ぎ取り標本

KPM-NP0000003

箱根中央火口丘神山起源の block-and-ash flow 堆積物について、小林 (1999) は Km-1 ~ Km-5 の 5 回の活動に分け、そのうち 3 回 (Km-1、3、5) がカルデラ壁を越えた外輪山西側斜面に存在することを示した。本資料はカルデラ壁を越えた Km-3 堆積物である。

資料採集露頭 (図 1) は箱根湖尻峠西方、静岡県裾野市深良、深良用水記念碑付近の県道沿いに出現した工事法面で、神山山頂からの距離は約 4.4km である。

本標本には、他に古期富士テフラ、AT (始良 Tn テフラ) が含まれる。以下各テフラを記載する。

i) Km-3 (層厚最大約 1m)

粗粒砂~極粗粒砂サイズの火山灰基質中に発泡の悪い安山岩質火山岩片 (最大粒径約 20cm) を含む block-and-ash flow 堆積物で、谷埋め型の堆積をしている。基底部には最大層厚 10cm の火山砂層が断続的に存在する。その直上には層厚 20 ~ 30cm の特に粗粒な岩片を含む部分がある。その上位にも層厚 20 ~ 30cm の粗粒な部分が 2 ~ 3 層挟在するが、これらの粗粒部には逆級化構造がみられる。最上部には火砕流 2 次堆積起源と考えられる円摩されたレキが散在する。

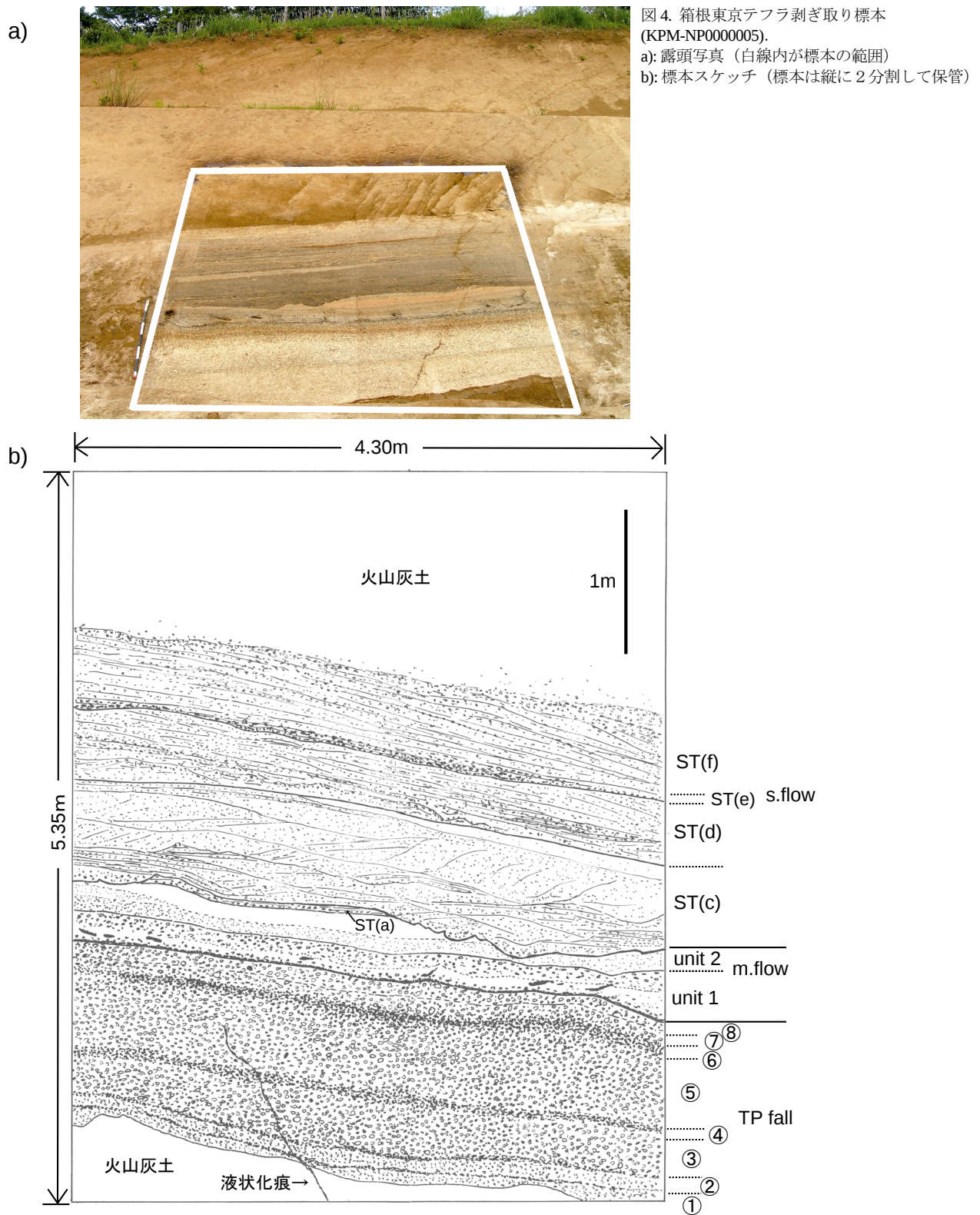
ii) AT

Km-3 の下位 1.2m 付近に AT が認められた。剥ぎ取り標本でこの層準は上下に比べ明るい色を呈する帯状の火山灰土層となっている。

iii) 古期富士テフラ

剥ぎ取り標本には 5 枚の古期富士テフラと考えられる降下スコリア層が見られる。AT の上位のものが顕著で、層厚約 15cm、スコリアの最大粒径は約 5cm である。小林 (1999) は AT を直接覆う古期富士テフラとして Fk (深良) -1 を記載しているが、剥ぎ取り標本では AT とスコリア層の間に 25cm 程度の火山灰土層があるので、Fk-1 とは別のテフラと考えられる。そこで本稿では、標本中の降下スコリア層を Fu-a ~ Fu-e (深良 -a ~ 深良 -e) と仮称する。AT の上位にある顕著なスコリア層は Fu-c である。Fu-a は最大粒径約 1cm、層厚約 15cm。Fu-b、Fu-d、Fu-e はともに最大粒径 2cm 程度のスコリアが帯状に散在するような産状を示す。

なお、カルデラ壁は神山山頂より約 3.7km の距離にある。火砕流の発生高度 (H) と流走距離 (L) の比は block-and-ash flow でも $H:L = 1:10$ 近くになること (Freundt et al., 2000) を考慮すると、標高 1000m 程度のカルデラ壁は、現状の神山の標高 (1438m) でも、山頂部で溶岩の崩壊が生じた場合は乗り越える可能性がある ($H:L=438:3700 \approx 1:8.5$)。



(3) 箱根東京テフラ露頭剥ぎ取り標本
KPM-NP0000005

箱根東京テフラはプリニー式噴火の降下軽石 (Hk-TP: 東京軽石) とその活動に引き続いて生じた軽石流堆積物 (Hk-T(pfl)) からなり、約 6 ～ 6.5 万年前の噴出物と考えられている (町田・新井, 2003)。箱根火山の新期軽石流期 (町田, 1971) の噴火中最大のものである。最近、箱根火山形成史の再検討を行った日本地質学会国立公園地質リーフレット編集委員会 (2007) は、前期中央火口丘

期の活動に区分し、海域含めた軽石流の推定到達範囲を示した。

資料採集露頭 (図 1) は、神奈川県伊勢原市高森の造成地内にあったが、現状では完全に消失している。この露頭は、笠間・山下 (2005) によって神奈川県東部における Hk-T(pfl) の模式地として記載されたものである。ここでは、笠間・山下 (2005) に基づき記載する。

a)

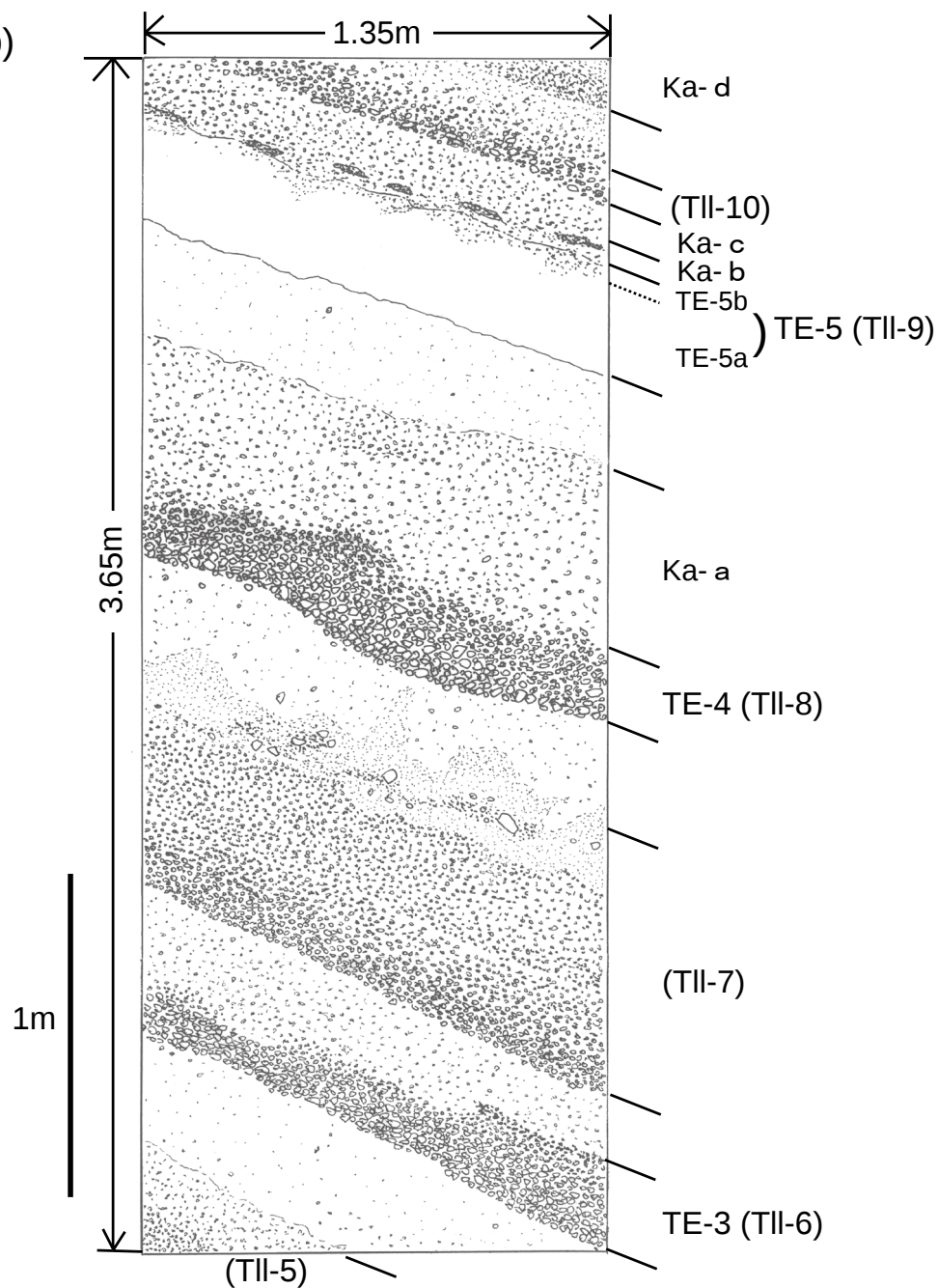


図5. 鴨沢ローム層剥ぎ取り標本
(KPM-NP0000005).

a): 露頭写真 (白線内が標本の範囲)

b): 標本スケッチ (標本は分割せずに保管)

b)



i) Hk-TP (層厚約 70cm)

Hk-TP は細かい fall unit に分けられるのが特徴で、これまでに多くの研究がなされている。笠間・山下 (2005) は、下位から上位に向かって unit ①～unit ⑧の 8つの fall unit に区分した。

①、②は細粒な fall unit で岩片・鉱物に富んだ暗色帯で区分される。軽石の最大粒径は①が約 1cm、②が約 3cm である。①のさらに下位にある褐色火山灰層は、大磯丘陵南部や相模野台地南部では顕著であるが、ここでははっきりと認められない。これに対して⑥の褐色火山灰層は、①に比べ分布軸がやや北寄りになると考えられ、標本でも顕著な褐色の帯として認められる。

③と⑤は粗粒な部分である。④は両者の間の岩片・鉱物に富む暗色帯で、中央部に軽石が層状に挟まれる場合もあるが、標本ではそのような堆積構造は見られない。軽石の最大粒径は③が約 5cm、④が約 1cm、⑤が約 4cm である。

⑦は風化して灰色を呈する軽石、⑧は風化して橙色を呈する軽石からなり、ともに岩片が多く軽石の淘汰は下位より悪い。軽石の最大粒径は⑦、⑧ともに約 3cm である。風化がある程度進行しないと⑦、⑧の区別は困難である。なお⑧の単斜輝石は TP～T(pf) まで含めた堆積物全体の中でもやや特異な化学組成を示す。これについては別途報告する予定である。

ii) Hk-T(pf) 塊状軽石流堆積物 (層厚約 60cm)

シルトサイズ以下の細粒火山灰に富む塊状の堆積物で 2つの flow unit、すなわち unit 1、unit 2 に区分した。

下位の unit 1 は、基底部に岩片・鉱物に富んだ黒色の火山砂層がある。これは火砕流先端部付近で濃集した岩片・鉱物がつくる ground layer (Walker et al., 1981) に相当する部分と考えられる。その上の軽石流堆積物本体部は軽石、炭化木に富み、基質の火山灰は風化して灰色を呈する。軽石の最大粒径は約 20cm に達するが、標本では数 cm 程度のものが採集されている。

一方、unit 2 は軽石に乏しく、むしろ岩片が目立つ。基質の火山灰は風化して淡褐色を示し、基質下部は岩片・鉱物に富み火山砂質である。軽石の最大粒径は約 8cm である。以上のような塊状軽石流堆積物の層序および特徴は、平塚市万田、海老名市市分南でも共通して見られる (笠間・山下, 2008)。

iii) Hk-T(pf) 成層軽石流堆積物 (層厚約 140cm)

笠間・山下 (2005) は、県東部において Hk-T(pf) の塊状軽石流堆積物を覆う堆積物を下位より layer-ST(a)～ST(f) に細分した。これらは mantle bedding で塊状軽石流堆積物を覆う ST(a) および ST(b) と、谷内部で層厚を増す ST(c)～ST(f) に分けられ、両者の間にはしばしば侵食面が存在する。ST(a) は上記 unit 2 の流走中～堆積時に降下した軽石、ST(b) は b1～b3 に細分されるが、噴煙柱起源の降下火山灰あるいは co-ignimbrite ash、ST(c)～ST(f) は低密度の

軽石流からの堆積物 (成層軽石流堆積物) で、ST(e) は特徴的なスコリア質の flow unit、侵食は軽石流の活動によるもの、とそれぞれ解釈した。標本でも ST(c) 基底面の侵食は顕著で、ST(b) は完全に欠落している。ST(a) も一部が失われているが、最大粒径約 2cm の灰色、橙色軽石からなり成層構造が見られる。

成層軽石流堆積物は、全体的にシルトサイズ以下の細粒火山灰に枯渇し、岩片・鉱物が細かく成層する ST(c)、岩片・鉱物と軽石が細かく成層する ST(d)、褐色スコリアが細かく成層する ST(e)、岩片・鉱物と軽石が細かく成層する ST(f) の各 flow unit 群からなる。これらの中には数 mm～1cm 程度の炭化木破片が含まれる。軽石の最大粒径は ST(d) で約 1.5cm、ST(f) で約 2cm、ST(e) はスコリアで最大粒径約 5mm である。ラミナの形状から推定される流向は北西から南東方向、標本では向かって右から左の方向である。

(4) 鴨沢ローム層剥ぎ取り標本

KPM-NP0000006

標本採集露頭 (図 1) は、町田ほか (1974) の鴨沢ローム層 (記号: TE) 模式地である神奈川県足柄上郡中井町鴨沢、柄沢の谷沿いの自然露頭である。鴨沢ローム層は上杉 (1976)、関東第四紀研究会 (1987) の雑色ローム層下部 (記号: TII) に相当する降下スコリアテフラを中心とする箱根外輪山 (成層火山群) 形成期の噴出物である。テフラ表記は町田ほか (1974) に従ったが、記載のないものは上杉 (1976) に従い、さらに未記載のテフラは Ka-a～Ka-d (鴨沢 -a～鴨沢 -d) と仮称した。なお、本剥ぎ取り標本中に含まれる広域テフラ TE-5 (TII-9) の噴出年代は、気候層序から約 35 万年前と推定されている (町田・新井, 2003)。本標本に含まれるテフラは、以下のとおりである。

i) (TII-10) (層厚約 20cm)

灰黒色の降下スコリア層 (スコリア最大粒径約 4cm) である。上下にもそれぞれ別の降下スコリア層があり、上位のものは層厚約 8cm、最大粒径約 5mm の灰黒色スコリア層 (Ka-d)、下位には TE-5 の直上付近に粒径 2mm 程度の黒色スコリアがレンズ状に途切れながら連なる (Ka-c)。この黒色スコリアと TII-10 の間にも最大粒径約 1cm の灰黒色スコリアが密集する部分がある (Ka-b)。

ii) TE-5 (TII-9) (層厚約 25cm)

灰白色の降下火山灰層 (TE-5a、TII-9 下部) と上部に散在する白色降下軽石 (TE-5b、TII-9 上部、最大粒径約 5mm) からなる。同様の層相は神奈川県東部の多摩丘陵でもみられる。町田・新井 (2003) は前者を飛騨山脈にあった火山起源、後者は八ヶ岳起源とし、中部～関東地方にかけて分布するとしている。

iii) TE-4 (TII-8) (層厚約 20cm)

黄色の降下軽石層 (軽石最大粒径約 5cm) である。スコリア質テフラが多い中で、TE-5 (TII-9) ととも

によく目立つ特徴的なテフラである。このテフラの上位は約 50cm の幅で最大粒径約 2cm のスコリアが密集する火山灰土となっている。この部分は、TE-4 (TII-8) とは別の降下スコリアの活動と考え ka-a とした。

iv) (TII-7) (層厚約 80cm)

下部の褐色降下スコリア層、中部の青灰色降下スコリア層、上部の黒色降下火山灰層からなる。この組み合わせは神奈川県東部の多摩丘陵でも同じである。鴨沢では上部の黒色火山灰層中には最大粒径約 4cm の黒色スコリアを含み、この部分がもっとも粗粒である。

v) TE-3 (TII-6) (層厚 25cm)

黄白色と灰色の軽石 (最大粒径約 3cm) からなる降下テフラで、上部は細粒化し、最上部に黒色スコリア層がある。このテフラも TII-7 の直下にある白色軽石層として多摩丘陵で確認できる。

vi) (TII-5) (層厚約 20cm)

灰色降下スコリア層 (最大粒径約 1cm)。標本では最下部に一部が採集されている。

4. おわりに

未固結の風成陸上堆積テフラ層は崩れやすいため、サンプリングは単なる砂状資料の採集になってしまい、fall unit などテフラ内部の堆積構造の記録は、写真やスケッチといった別の手段に頼らざるを得ない。特に風化の進んだテフラでは使用できる資料は洗い出された鉱物など、さらに限られてしまう。これに対して地層剥ぎ取りによる方法は、堆積構造を保ったまま採集することができ、サンプルの風化の影響もあまり受けないという利点があり、非常に有効である。ただし、風成陸上堆積テフラ層は地層の濡れ具合や照らされる光によって発色が微妙に異なり、テフラが識別しにくくなる場合があるので、採集した資料の後処理には注意を要する。

5. 謝辞

各剥ぎ取り標本の採集・運搬作業に関しては、考古造形研究所の森山哲和氏をはじめ、以下の方々にご協力をいただいた。記してお礼申し上げる。

KPM-NP000002: 小田原市曾我大沢地区自治会、神奈川県温泉地学研究所小田原 啓氏、神奈川県西部漁港事務所田代 治氏、神奈川県立生命の星・地球博物館ボランティア金子早智子氏、島田悦也氏、庄司文子氏、田村恵補氏、富田道恵氏、中村千恵氏、中村 良氏、萩原隆平氏、長谷川洋子氏、匹田百合子氏、丸岡禮治氏、同博物館門田真人外来研究員、石浜佐栄子学芸員、新井田秀一学芸員。

KPM-NP000003: 神奈川県温泉地学研究所萬年一剛氏、神奈川県立生命の星・地球博物館新井田秀一学芸員、県道改修工事業者の方々。

KPM-NP000005: (独) 都市再生機構神奈川地域支社、神奈川県温泉地学研究所小田原 啓氏、松沢親悟氏、萬年一剛氏、神奈川県立生命の星・地球博物館ボランティア永井たまき氏、同博物館石浜佐栄子学芸員、平田大二学芸員。

KPM-NP000006: (神奈川県温泉地学研究所萬年一剛氏、神奈川県立生命の星・地球博物館田口公則学芸員、平田大二学芸員

以上順不同。

文献

- Freundt, A., G. P. L. Walker & S. N. Carey, 2000. Ignimbrites and block-and-ash flow deposits. In Sigurdsson, H.(ed), Encyclopedia of Volcanoes, pp681-599. Academic Press, San Diego, California.
- 貝塚爽平・小池一之・山崎春雄・鈴木毅彦編, 2000. 日本の地形 4 関東・伊豆小笠原. 349pp. 東京大学出版会, 東京.
- 笠間友博・山下浩之, 2005. 高森丘陵南西部で出現した特徴的な箱根新期軽石流堆積物 [Hk-T(pf)] について～高森丘陵と多摩丘陵で発見されたスコリアを含む成層堆積物の共通層序～. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), (34): 1-16.
- 笠間友博・山下浩之, 2008. 平塚市万田で出現した箱根東京テフラに伴う軽石流堆積物 [Hk-T(Pf)]. 神奈川自然誌資料, (29): 1-6.
- 関東第四紀研究会, 1987. 大磯丘陵の層序と構造. 関東の四紀, (13): 8-46.
- 小林 淳, 1999. 箱根火山の最近5万年間のテフラ層序と噴火史. 第四紀研究, 38: 327-343.
- 町田 洋, 1971. 南関東のテフロクロノジー I ー下末吉期以降のテフラの起源及び層序年代について. 第四紀研究, 10: 1-20.
- 町田 洋・新井房夫・村田明美・袴田和夫, 1974. 南関東における第四紀中期のテフラの対比とそれに基づく編年. 地学雑誌, 83(5): 22-58.
- 町田 洋・新井房夫, 2003. 火山灰アトラス. 336pp. 東京大学出版会, 東京.
- 松島義章・田口公則・樽 創, 2007. 神奈川県小田原市小船における完新統下原層の露頭剥ぎ取り資料および産出した貝化石. 神奈川自然誌資料, (28): 17-20.
- 日本地質学会国立公園地質リーフレット編集委員会, 2007. 1. 箱根火山. 日本地質学会, 東京.
- 田口公則・石浜佐栄子・平田大二, 2007. 横浜市金沢区柴町に露出する上総層群小柴層模式地の地層剥ぎ取り標本について. 神奈川自然誌資料, (28): 13-16.
- 上杉 陽, 1976. 大磯丘陵のテフラ, 関東の四紀, (3):28-37.
- 上杉 陽・畠山桐子・川上直樹・森本正子・由井将雄・立山美津子・水谷有子・小林ひろみ・関東第四紀研究会, 2000. 多摩中部ローム層標準柱状図. 関東の四紀, (22): 3-38.
- Walker, G. P. L., S. Self & P. C. Froggatt, 1981. The ground layer of the Taupo Ignimbrite: a striking example of sedimentation from a pyroclastic flow. J. Volcanol. Geotherm. Res. 10: 1-11.

(受付 2007 年 12 月 21 日 ; 受理 2008 年 1 月 10 日)