

東京都文京区の本郷台地で認められた中期更新世テフラ群

Middle Pleistocene tephras found in the Hongo Upland, Bunkyo
Ward, Tokyo鈴木正章¹・遠藤邦彦²Masaaki Suzuki¹ and Kunihiko Endo²

Abstract

Five Middle to Late Pleistocene tephra layers found from the drilling cores in Hongo Upland and the vicinity, in the Musashino Uplands, Bunkyo Ward, Tokyo.

On the basis of descriptive petrographic properties, those are correlated to wide-spread tephras of Ata-Th(MIS 7) and Tky-Ng1(MIS 9), and TCu-1(Tm-2)(MIS 7) from the Hakone volcano. Moreover, GoP1(MIS 9) and TE-5a(MIS 11) tephras probably identified. These are useful data for understanding the Middle to Late Pleistocene stratigraphy and topography in Musashino Uplands in Tokyo and the surrounding areas.

武蔵野台地の一角を占める東京都文京区の本郷台地および隣接する台地において、中期更新世のテフラがボーリング試料から5層見出された。それらは火山ガラスや鉱物の屈折率を含む記載岩石学的特性に基づいて、広域テフラの阿多鳥浜テフラ(Ata-Th)、高山 Ng1 テフラ(Tky-Ng1)および箱根火山起源の多摩 TCu-1 テフラ(Tm-2)に対比される可能性が強い。さらに、ゴマシオ第一軽石層(GoP1)および TE-5a テフラに対比される可能性があるテフラも見いだされた。以上のうち、Ata-Th と TCu-1(Tm-2)はほぼ同時に降下・堆積したと考えられる。これらのテフラに基づけば、本郷台地および隣接する台地の地下には、MIS 5.5の東京層に加え、MIS 7, MIS 9に相当する海進サイクルを加えて3つの海進サイクルの中・後期更新世の堆積物が存在する可能性が高い。

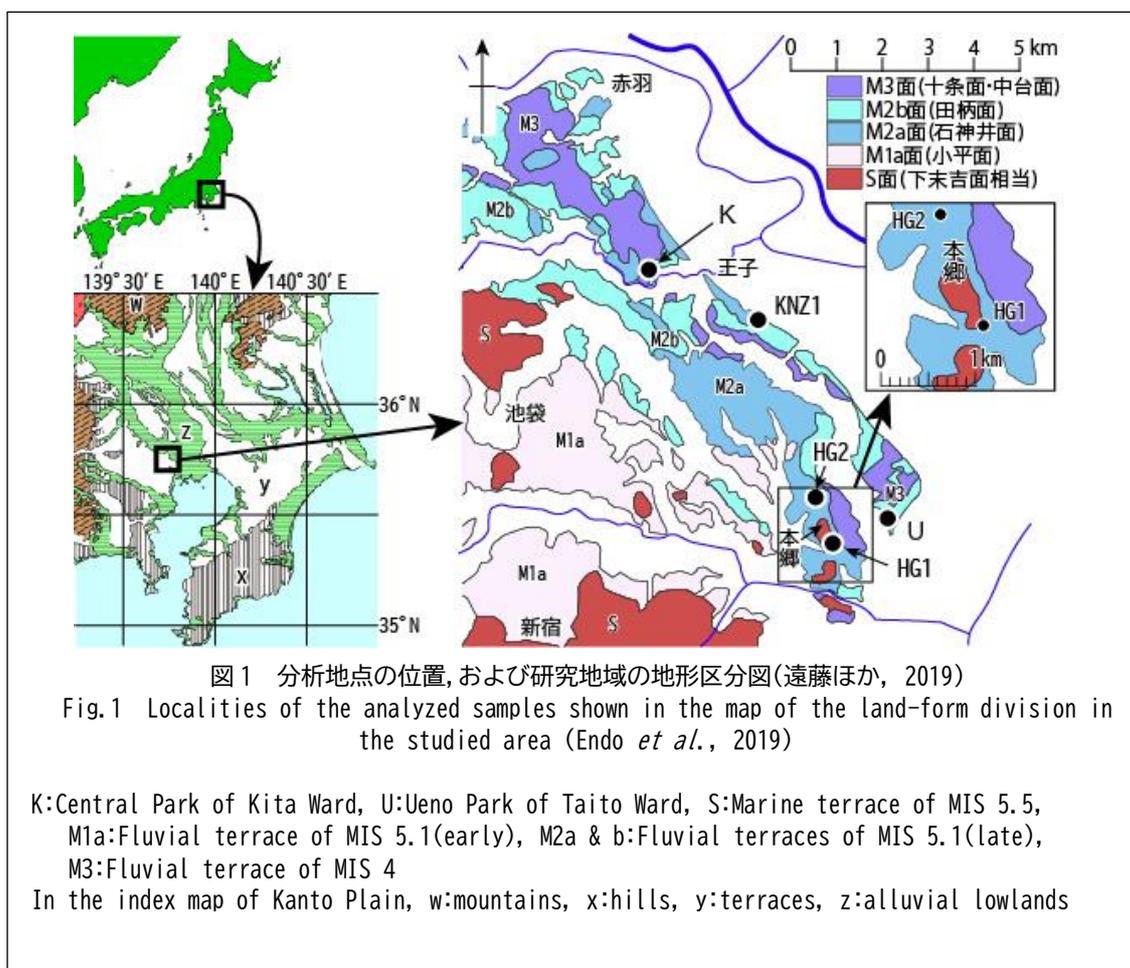
キーワード：本郷台地、武蔵野台地、広域テフラ、阿多鳥浜テフラ、高山 Ng1 テフラ、中期更新世
Keywords: Hongo Upland, Musashino Upland, tephras, Widespread tepra, Ata-Torihaha tephra, Takayama-Ng1 tephra, Middle Pleistocene

1. はじめに

東京都文京区に位置する本郷台地は武蔵野2面(M2面)と考えられてきた(貝塚, 1976 年

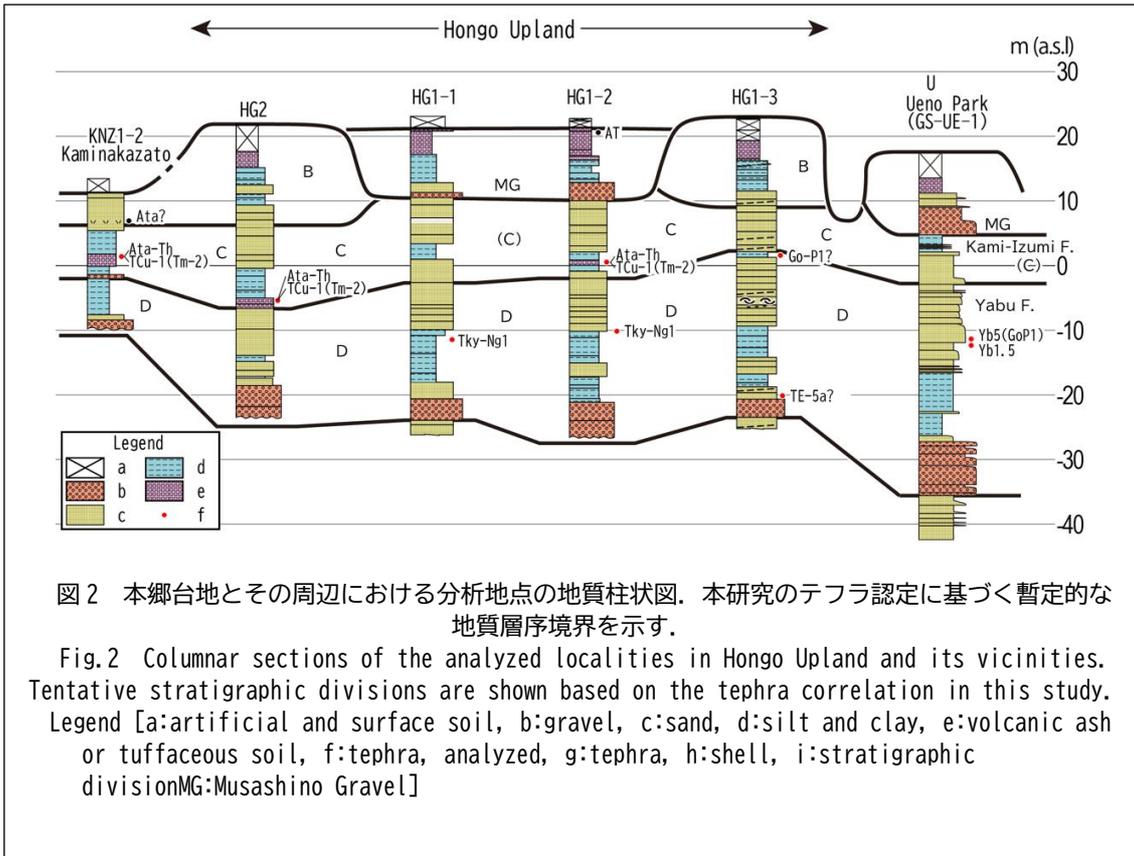
1: 文京区教育センター 〒113-0034 東京都文京区湯島 4-7-10. Bunkyo Educational Center 4-7-10 Yushima, Bunkyo, Tokyo, 113-0034, Japan. E-mail:masa5001@yahoo.co.jp

2: 日本大学(名誉教授), NPO 法人首都圏地盤解析ネットワーク 自宅 〒202-0014 西東京市富士町 6-4-21. Nihon University (Prof. Emeritus). NPO of Geoanalysis Network of Tokyo Capital Region; Higashifushimi office: Room101, Sanhaitsu, 6-6-15 Higashifushimi, Nishitokyo City, Tokyo, 202-0021, Japan. E-mail:knhendo@gmail.com



ど)。最近、この地域を含む武蔵野台地の下末吉面(S面)、武蔵野面(M面)の再検討が進められ(図1:遠藤ほか, 2019)、関連して、地下の地質構造の理解が課題になってきた。また、武蔵野台地の地下地質に関して多くの研究が進められつつあり、特にテフラの認定が重要な鍵になっている(中澤ほか, 2019, 2020; 植村ほか, 2020; 遠藤ほか, 2021, 2023 など; 納谷ほか, 2020, 2021)。2021年には産業技術総合研究所(以下産総研と表記)から「都市域の地質地盤図『東京都区部』」が公開された(納谷ほか, 2021)。

筆者らは東京都文京区の教育施設に保管されていた本郷台地を中心とするボーリング試料の提供を受け、教材として活用するため試料を検討したところ、バブルウォール(bw)型の火山ガラスや軽石層が一定の複数層準において認められた。特に、標高0~-3mの火山ガラスに富む砂質シルト層は軽石も含み、4本のボーリング試料に確認された。従来、この層準は「上部東京層」(東京層に相当)とされていた部分にあたるが(貝塚, 1976)、テフラの有無を含め具体的に検討された例はない。さらに礫層を挟んで下位の層準からも異なるテフラが見出されたため、従来の「上部東京層」とされた層準やその下位の層準をこれらテフラの記載岩石学的特性に基づき明らかにする意義があると考え、その同定・対比を検討した。



2. 本郷台地とその周辺の地形地質概要と分析したボーリング試料の位置

貝塚・戸谷(1953)は、本郷・小石川付近に広がる台地と、上野・赤羽に伸びる台地を合わせて本郷面とし、本郷面を構成する礫層を山の手砂礫層とよび、それぞれ武蔵野面、武蔵野礫層につながるものとした。その後、貝塚(1976)では、本郷面はM2面(武蔵野2面)とされている。最近の遠藤ほか(2019)では、本郷面やM2面とされた台地面にも、M1面、M2a面、M2b面、M3面とS面の残丘が存在するとされるなど単純ではなく(図1)、地形面区分だけでなく、その地下の地質層序についての検討が求められている。本研究ではかつての本郷面を構成する本郷台地を中心に、貝塚・戸谷(1953)の山の手砂礫層、貝塚(1976)の武蔵野礫層より下位にある、中期更新世の層序を挟在されるテフラに基づいて検討する。

一方、遠藤ほか(2020, 2023)は、武蔵野台地東部全体を対象に、沖積層(A層)、東京層(B層; MIS 5.5)の下位に、基底礫層に始まり海成泥層・砂層からなる、少なくとも2回の海進サイクルを認め、C層、D層、一部でE層と仮称している。本稿でも、以上の名称を用いる。

本研究では本郷台地から7本、および隣接する北区上中里で別途得られた1本の計8本のボーリング試料を扱い、本稿ではそのうちの5本を対象とした。すなわち、図1に示すように、HG1(文京区本郷7丁目)のNo.1(HG1-1), No.2(HG1-2), No.3(HG1-3), HG2(文京区向ヶ丘1丁目)

の No. 2(HG2-2), および KNZ1(北区西ヶ原 1 丁目, JR 上中里駅近傍)の No. 2(KNZ1-2)の 5 本について, その検討結果を示す(各柱状図を図 2 に示す). 以上のうち HG1(文京区総合体育館)は S 面の残丘と M2 面の境界に位置する. HG2 は S 面残丘に位置するが, M2a 面中の残丘が小規模のため S 面残丘は図示されていない. また, 産総研によって報告されたボーリングコアのうち, 比較的近い位置にある北区中央公園コア(図 1 の K), および台東区上野公園コア(図 1 の U)(納谷ほか, 2020, 2021)との比較を行った.

本研究で使用したボーリング試料は, 土質調査用のボーリングで 1m ごとに行われる標準貫入試験の試料であるため, 30 cm を基本単位として採取される. また, コア状を呈する場合と乱された場合とがある. したがって, この 30 cm 間以外にもテフラが存在した可能性がある. また例外もあるが, 試料が乱されていた場合, 個々のテフラの厚さは不明なため, その深度を各メートルの 15 cm~45cm の 30 cm 単位で表記した.

3. 分析方法

試料処理の手順は, 肉眼的に火山灰質と思われる試料をとりわけ, 十分にほぐした後, 約 20 分間超音波洗浄を行い, 70°C で乾燥後, 乾式篩により篩い分けし, テフラ試料を選別した. 2~3φ, 3~4φ 篩残渣を重液で鉱物分離し, 鉱物組成を求めたのち, それぞれの画分から火山ガラス, 直方輝石(斜方輝石, 以下 opx と表記), 普通角閃石(以下 ho と表記)を抽出し, 屈折率を測定した. 測定は 3~4φ 画分を主対象とし, 一部試料について 2~3φ 画分を用いた. 屈折率測定粒子数は 30 粒を基準とした.

火山ガラスの屈折率(n), および opx の劈開片の最大屈折率(γ), ho の劈開片の最大屈折率(n_2)を測定し, そのレンジ(モード)を求めた.

屈折率の測定は温度変化型屈折率測定装置(MAIOT 2000; (株)古澤地質製)(古澤, 1995)を用いて著者の鈴木が行った.

4. 分析結果と考察

分析結果を表 1 と図 3 にまとめて示した.

1. HG1-2-22.15m テフラ, HG2-2-28.15m テフラ, KNZ1-2-12.15m テフラ —阿多鳥浜テフラと多摩 TCu-1 テフラ(Tm-2)との比較—

本郷台地や上中里で見出された HG1-2-22.15m テフラ, HG2-2-28.15m テフラ, KNZ1-2-12.15m テフラの 3 テフラは, 共通して, bw 型火山ガラスと, 径 3~4mm, 灰白色~淡褐灰色の軽石からなる軽石混じり火山灰質細砂層で, マトリックスには opx, 単斜輝石(cpx)と ho が含まれる. 一方, 軽石中には opx, cpx が含まれ, ho は含まれない.

表1 本郷台地およびその周辺における分析テフラの記載岩石学的性質
Table 1 Petrographic properties of the tephra from the Hongo Upland and its vicinity

Tephra	Depth(m)	Lithology of tephra or sediments including tephra, heavy minerals, type of volcanic glass	Refractive indices		correlation
			volcanic glass(n)	opx(γ) and ho(n ₀)	
1. Hongo Upland 1 (Hongo 7, Bunkyo Ward, Bunkyo Gymnasium: No.1-No.3)					
HG1-1-33.15m	33.15-33.47	Yellow white very fine volcanic ash ho>>opx>cpx, (bi) v.glass: bw-type (mainly Y-shaped), fb-type	gl: 1.497-1.503(1.499)	opx: 1.720-1.728(1.725)c30 4φ ho: 1.688-1.695(1.691)c20 4φ	Tky-Ng1
HG1-2-1.65m	1.65-1.95	Tachikawa Loam formation v.gv.glass: bw-type	gl: 1.499-1.500(1.500)		AT
HG1-2-22.15m	22.15-22.51	v.ash including pumice opx>>ho>cpx v.ash: bw-type	gl: 1.498-1.500(1.499)c30 4φ	ho: 1.670-1.675(1.672)c30 opx: 1.714-1.718(1.716)c30	Ata-Th
		v.glass: spg-type	gl: 1.514-1.516(1.515)		TCu-1
HG1-2-33.15m	33.15-33.45	yellow white very fine v.ash ho>opx>cpx, (bi) v.glass: bw-type(Y-shaped), fib-type>spg-type	gl: 1.497-1.503(1.499)c30	ho: 1.684-1.691(1.687)c30 opx: 1.720-1.728(1.724)c22	Tky-Ng1
HG1-3-21.15m	21.15-21.45	gray white very fine v.ash ho, cum, (bi):qt		ho: 1.664-1.670(1.667)	GoP1 ?
HG1-3-43.15m	43.15-43.42	gray white very fine v.ash ho, opx, cpx, (bi) v.glass: bw-type, spg-type	gl: 1.499-1.502(1.500)	ho: 1.690-1.696(1.692)c30 4φ opx: 1.704-1.707(1.706)c30 4φ	TC-5a ?
2. HG2 Hongo Upland 2 (Mukogaoka 1, Bunkyo Ward, Bunkyo 6th Junior-high school: No.2)					
HG2-1-28.15m	28.15-28.45	fine sand including pumice and v.ash v.glass: bw-type, spg-type	gl: bimodal(1.497-1.506, 1.515-1.522)	ho: 1.669-1.679(1.674) opx: 1.714-1.718(1.716)	Ata-Th TCu-1
		pumice(crushed) spg-type	gl: 1.514-1.516(1.515)		TCu-1
3. KNZ1 Kaminakazato(slope of M2 terrace) (Nishigahara 1, near Kaminakazato JR station: No.2)					
KNZ1-2-6.15m	6.15-6.45	v.ash rich in v.glass opx>cpox>ho v.glass: bw-type	gl: 1.506-1.511(1.508)c22 4φ gl: 1.506-1.510(1.508)c30 4φ	opx: 1.708-1.714(1.711)c31 4φ ho: 1.680-1.686(1.683)c31 4φ	similar to Ata
KNZ1-2-12.15m	12.15-12.45	v.ash rich in pumice opx>ho>cpox v.glass: bw-type, spg-type	gl: 1.498-1.500(1.499)c30 4φ	opx: 1.714-1.719(1.716)c30 3φ ho: 1.669-1.676(1.672)c30 4φ	Ata-Th
		pumice(original size): 3-5mm opx>cpox (crushed pumice) v.glass: spg-type	gl: 1.515-1.516(1.515)c30 4φ	opx: 1.714-1.718(1.716)c30 3φ	TCu-1

bw: bubble-wall type v. glass, fib: fibrous type v. glass, spg: sponge type v. glass, c30: number of measurement, 3φ: 2~3φ, 4φ: 3~4φ
opx: orthopyroxene, cpx: clinopyroxene, ho: hornblende, cum: cumingtonite, bi: biotite, mt:magnetite, qt:quartz

これらを阿多鳥浜テフラ(Ata-Th: 町田・新井, 2003)と多摩 TCu-1 テフラ(Tm-2)(町田ほか, 1974; 上杉, 1976)の記載岩石学的特性と比較する(表 2)。

Ata-Th は, 阿多カルデラの噴火によってもたらされた鳥浜火砕流(Ui, 1971; Nagaoka, 1988)からの co-ignimbrite ash として, ほぼ日本列島を覆ったもので, 従来, 九州から中部地方~関東地方南部の大磯丘陵までの範囲で発見されてきた(町田・新井, 2003)。大磯丘陵ではベージュタフと呼ばれる(森ほか, 1982; 鈴木・早津, 1991; 上杉ほか, 2000; 水野ほか, 2021)。年代としては, 240±40ka(檀原, 1995)が測定されている。また, 長橋(2004)は堆積速度に基づいて 238ka としている。

TCu-1(Tm-2)は, 箱根火山の直ぐ東に位置する大磯丘陵においてその層序が明らかにされたもので(町田ほか, 1974 では TCu-1; 上杉, 1976 では Tm-2), 箱根火山の中・古期テフラを代表するテフラであり, 古くから神奈川県北部一帯に降下したこの軽石層は“ドーラン”の名称で知られてきた。

本郷台地 HG1-2-22.15m テフラ(軽石混じり火山灰層)では, マトリックスをなす火山灰の火山ガラス屈折率(n)を求めた。火山ガラスの形態によって屈折率が異なることから, バブルウォール型(以下 bw 型と表記)とスポンジ型(以下 spg 型と表記)に分けて測定した。その結果は bw 型では(n):1.499-1.500, spg 型では(n):1.514-1.516 となった。opx は(γ):1.714-1.718, ho

は(n₂):1.670-1.675 となり、火山ガラスの bw 型の屈折率と共に Ata-Th の値と一致した(比較した文献値を表 2 に示す)。opx に関しては、Ata-Th と TCu-1(Tm-2)はほぼ同様の値を示すため、識別できないが、矛盾がないと言える。

HG2-2-28.15m テフラについては、火山ガラスの形態の区別をせずに測定した。その結果は bimodal で、広いレンジを示した(図 3)。さらに、火山灰中に含まれる軽石粒子を数個粉碎して得た spg 型火山ガラスの屈折率は、(n):1.514-1.516 となり、マトリックスの火山灰中の spg 型火山ガラスの値と一致した(図 3 にピンク色に着色して示す)。HG2-2-28.15m テフラは測定方法の違い(上述の通り、HG1-2-22.15m テフラでは火山ガラスの形態別に測定した)もあるが、火山ガラスの屈折率のレンジが、若干高い屈折率に及ぶ点で、HG1-2-22.15m テフラとは若干の差異を示す。すなわち、本郷台地の HG2-2-28.15m テフラの火山ガラス屈折率をみると(表 1, 図 3)、(n):1.497-1500 の主たる集団と(n):1.502-1.506 の小さな集団の bimodal な分布を示す。この若干高い屈折率の火山ガラスが含まれる点について検討しておきたい。

Ata-Th の年代に近いテフラとして、広域火山灰の Aso-1 テフラが火山ガラスの高屈折率(n):1.511-1.521 を示すものとして知られているが(町田・新井, 2003; 表 2)、そのほかにも大石(2009)などが四阿山、菅平の周辺で Ata-Th テフラと近い層準にある火砕流堆積物などを見出し、検討している。その中には高屈折率を示す火山ガラスを含む層準がある。このように、Ata-Th, TCu-1(Tm-2)と噴出年代の近い、起源を異にするテフラが混入した可能性を否定できない(火山ガラスの化学分析による検討結果は遠藤ほか(2023)を参照いただきたい)。

また、HG2-2-28.15m テフラの場合、表 2 に示すように、比較した TCu-1(Tm-2)の給源地域の測定結果が、植村ほか(2020)、納谷ほか(2020)で若干異なる(植村ほか(2020)では高屈折率の火山ガラスが含まれる)。これは給源近くでは層厚を増し降下単位も増加するため、結果的に降下単位により性質が変化する場合に異なる降下単位から試料を採取した可能性がある。

いずれの可能性も排除できないが、図 3、表 1 に示す通り、HG2-2-28.15m テフラの火山ガラスの主な集団、opx(γ), ho(n₂:レンジがやや広い)ともほぼ重なっているため、HG1-2-22.15m テフラ、KNZ-1-2-12.15m テフラと同様 Ata-Th と TCu-1(Tm-2)が混合したものである可能性が高い。

HG2-2-28.15m テフラの場合、opx の屈折率(γ)(表 1)が Aso-1(表 2)とは異なることに加え、軽石粒子を粉碎した火山ガラスの屈折率(n)が高いモードにほぼ対応し(表 1)、TCu-1(Tm-2)の火山ガラス屈折率(n)と対応すること(表 2)、また opx の屈折率も良く対応することから、HG1-2-22.15m テフラと同様 Ata-Th と TCu-1(Tm-2)に対比される可能性が高い。ただし、ごく少量のやや高い屈折率火山ガラスが混入した可能性は否定できない。

上中里コアの KNZ1-2-12.15m テフラは軽石を含む火山灰で構成され、火山灰と軽石を取り分けてそれぞれに含まれる火山ガラス、opx や ho を対象に屈折率の測定を行なった。なお、軽石

については粒子数個を粉碎して、火山ガラス(spg 型)の屈折率を測定した。その結果を表 1, 表 2, 図 3 に示す。

火山灰に含まれる bw 型火山ガラスの屈折率は(n) : 1.498-1.500(1.499), opx は(γ) : 1.714-1.719(1.716), ho は(n₂) : 1.699-1.676(1.672)の値を示し, Ata-Th の既往値と一致した。一方, 粉碎した軽石に含まれる spg 型火山ガラスの屈折率は(n) : 1.515-1.516(1.515), opx では(γ) : 1.714-1.719(1.716)の値を示し, TCu-1 の火山ガラスと opx の屈折率と一致した。TCu-1 の火山ガラスの屈折率, opx の屈折率と一致した。しかし, 火山ガラスのレンジは重なるがモードは若干ずれる。この原因は図 3, 表 1 に示すように軽石粒子の個数が不十分なためかもしれない。なお, spg 型軽石の火山ガラス測定値は図 3 においてピンク色に着色したものである。

このように, HG1-2-21.15m テフラ, HG2-2-28.15m テフラ, KNZ1-2-12.15m テフラはいずれも, Ata-Th と対応する bw 型火山ガラスとともに, TCu-1(Tm-2)と対応する軽石に由来する spg 型火山ガラス粒子を主に含んでいると考えることができる。言い換えると, このような傾向と産状から, 以上の 3 テフラは, bw 型火山ガラスと ho, opx からなる Ata-Th, および opx, cpx を含む TCu-1(Tm-2)の 2 種のテフラが混在した可能性が示唆される。

このように異なる 2 種のテフラの混在がありうるのかを以下に検討する。

大磯丘陵において, 上杉(1976)によって主として箱根火山および富士火山起源の全テフラを網羅する総合柱状図が示されたが, そこで Tm-4 とされたテフラがバージェタフに相当することは, 上杉ほか(2000)の多摩中部ローム層柱状図に詳細に記載された。ここでは Tm-4 テフラは 3 層に細分され, Tm-4-1 下半部にバージェタフ I, Tm-4-3 がバージェタフ II と 2 層あり, ともに ho に富み, 下位のバージェタフ I が Ata-Th に相当するとされる。バージェタフ I は Tm-3 の軽石層を挟んで TCu-1(Tm-2)の直ぐ上位にあるため(上杉ほか, 2000; 水野ほか 2021), 箱根火山起源のテフラの層厚が減る遠隔地域では, Ata-Th と Tm-2(TCu-1)の両テフラが混在することは十分にありうる(遠藤ほか, 2021)。

北区中央公園コアとの比較

納谷ほか(2020)は北区中央公園コア(図 1 の K)において, KC-14.72 テフラを屈折率や火山ガラスの主成分化学組成に基づいて上泉層の Km-2(徳橋・遠藤, 1984), および大磯丘陵の TCu-1 テフラに対比した。ただし, Ata-Th については言及されていない。本研究で TCu-1(Tm-2)とされた軽石の屈折率に関しては, 火山ガラス(n):1.515-1.517, opx(γ):1.714-1.721 とする納谷ほか(2020)と一致する(表 2)。

TCu-1(Tm-2)以外に可能性はないのか

箱根火山起源テフラの中には, 同一テフラに opx と ho を含むものが稀にあるので, その例

として、中澤ほか(2003)によって検討された大磯丘陵の早田ローム層中の TB-8(町田ほか, 1974; 上杉, 1976 の Tm-19)に触れておく。TB-8 は上部ユニットが opx を主に含むのに対し、下部ユニットには ho が多いという特徴がある。中澤ほか(2003)は TB-8 と清川層の Ky3 テフラ(徳橋・遠藤, 1984)の対比を詳しく検討した。ただし、TB-8 の opx の屈折率は、 γ : 1.700 付近と γ : 1.730 付近にモードを示すという非常に特異なものであり、ho の屈折率も一致しないため、本研究の該当テフラは TB-8, あるいは Ky3 ではない。

2. HG1-3-21. 15m テフラ—GoP1(ゴマシオ第1軽石層; 皆川・町田, 1971; 町田ほか, 1974)との比較—

HG1-3-21. 15m テフラは、均質な灰白色細粒火山灰として、厚さ 6 cm 以上のコア状をなす。重鉱物は ho, カミングトン閃石(cum)に富み、黒雲母(bi)を伴う。対比候補として検討するゴマシオ第1軽石層(GoP1)(皆川・町田, 1971)は、新井(1972)の多摩丘陵 Go1 テフラに相当する。町田ほか(1974)は、GoP1 は藪層の Yb5 や八ヶ岳起源の BBP(八ヶ岳団体研究グループ, 1977)と同じ性質を持つと認めた。GoP1 は徳橋・遠藤(1984)によって Yb5 に対比されている。カミングトン閃石を特徴的に含む(町田ほか, 1974)。

HG1-3-21. 15m テフラでは、火山ガラスは風化しているため、屈折率は測定できなかった。ho の屈折率は n_2 : 1.664-1.670(1.667)を示す。カミングトン閃石は無色～淡緑褐色を呈し、同一の斑晶の中で角閃石からカミングトン閃石に移行するものがあるなど、町田ほか(1974)が示した特徴を具えている。

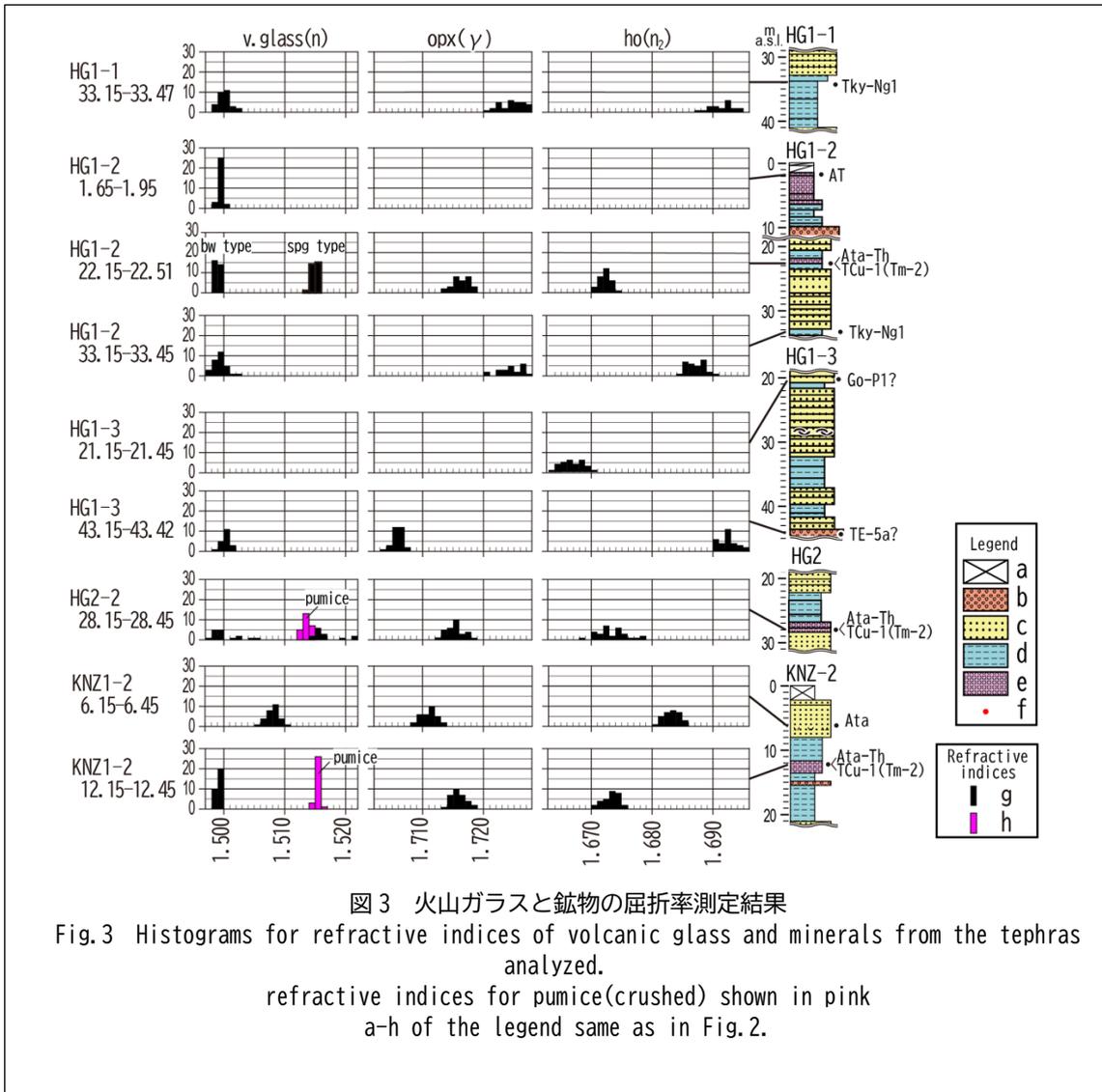
本郷台地に隣接する位置にある産総研の台東区上野公園コア(Fig.1 の U)において、藪層の鍵層である Yb5 が認められたが(納谷ほか, 2021), Yb5 は GoP1 に対比されている(町田ほか, 1974; 杉原ほか, 1978; 徳橋・遠藤, 1978)。この上野公園コアにおける藪層の岩相的特徴や分布深度は、本研究の本郷台地の D 層と類似する。

こうした特徴とテフラの産状から、GoP1 の可能性があるので、本稿では GoP1? と表記する。

しかし、八ヶ岳東麓の BBP と南関東の GoP1 の層位関係(対比)には Aso-1 を挟んで解決すべき課題がのこされている(町田・新井, 2003)。

3. HG1-1-33. 15m テフラ, および HG1-2-33. 15m テフラ—高山 Ng-1 テフラとの比較—

HG1-1-33. 15m テフラおよび HG1-2-33. 15m テフラは、前項の GoP1? の層準の約 10m 下位の泥層中に認められた黄白色極細粒火山灰質テフラで、ho が圧倒的に多く、黒雲母を伴う重鉱物組成や、繊維束状、スポンジ状と Y 字状の目立つ bw 型火山ガラスの形態によって特徴づけられる。屈折率は、火山ガラスの屈折率(n): 1.497-1.503, opx の屈折率(γ): 1.720-



1.728(1.724), ho の屈折率(n₂):1.684-1.691(1.687)となる(表1, 図3)。

対比候補となる高山 Ng-1 テフラ(Tky-Ng1)は, 以下のような経緯で更新世中期の指標テフラとして用いられる。

Tky-Ng1 は静岡市清水区根古屋層を模式地とし, 水野・吉川(1991)によって詳しく記載された。同テフラは, 火山ガラス, 長石, 石英(qt), bi, ho, opx よりなる細粒火山灰で, 屈折率は, 火山ガラス(n):1.497-1.499, opx(γ):1.717-1.727, ho(n₂):1.685-1.700 と ho, opx の高屈折率を特徴とする。近畿, 東海, 関東, 四国各地方に分布し, さらに高山盆地の高山軽石と対比され, 給源は飛騨山脈南西部と推定される(原山, 1987; 水野・吉川, 1991; 田村・鈴木, 2001)。町田・新井(2003)はこのテフラを高山 Ng-1 テフラ(Tky-Ng1)と命名し, その年代を 290-300ka(MIS 9.3 の後)と推定した。

本研究の, HG1-1-33.15m テフラおよび HG1-2-33.15m テフラは, 火山ガラスや, ho, opx の

表2 比較に用いたテフラの記載岩石学的性質
Table 2 Petrographic properties of the tephra from the published researches for comparison

Tephra	phenocrysts	v. s. type	Refractive indices			literature
			volcanic glass(n)	opx(γ)	ho(n ₂)	
Ata-Torihama(Ata-Th) tephra Oh-nejime, Kagoshima Pref. Beige, Oiso Hills	ho, opx, (bi);qt ho:bi	bw, spg bw	1.498-1.500 1.499-1.501	1.714-1.718	1.670-1.674(1.672) 1.666-1.675	Machida & Arai(2003) Suzuki & Hayatsu(1991)
Lw, O. P. Kanayama, Kawakami, Nagano Pref.	opx, oxho		1.497-1.499	1.700-1.707(1.710)		Ohi <i>et al.</i> (2016)
Tama TCu-1(Tm-2) Nakamura R., Oiso Hills Takao, Oiso Hills	mt>opx, cpx mt>opx, cpx	spg spg	1.519-1.521(1.520) 1.515-1517(1.516)	1.714-1.721(1.719) 1.714-1.721(1716-1.719)		Machida <i>et al.</i> (1974), Uesugi(1976) Umura <i>et al.</i> (2020) Nava <i>et al.</i> (2020)
Gp1 BBP, Yatsugatake Gp1(Yb5) Semata, Ichihara, Chiba Pref.	ho, cum:bi, qt ho, cum:bi, qt	spg spg	1.500-1.503 1.502-1.508		1.664-1.669 1.666-1.670 cum: 1.655-1.661	Minagawa & Machida(1971), Machida <i>et al.</i> (1974) Machida & Arai(2003) Sugihara <i>et al.</i> (1978)
Aso-1 Takeda, Oita Pref.	opx, cpx	spg	1.511-1.521	1.703-1.715		Machida & Arai(2003)
Takayama-Ng1(Tky-Ng1) tephra		spg	1.497-1.499	1.717-1.727	1.685-1.700	Mizuno & Kikkawa(1991), Tamura & Suzuki(2001)
Tky Oooka, Nagano Pref.	ho>opx:bi, qt	spg	1.498-1.500	1.722-1.727	1.686-1.694	
Ng-1 Negoya, Shimizu, Shizuoka Pref.	ho>opx:bi, qt	spg	1.499-1.500	1.722-1.727	1.685-1.694	
Kakuto(Kkt) tephra Haginomoto, Kokubu, Kagoshima Pref. Nukai(Yatsugatake), Minamimaki, Nagano Pref.	opx, cpx, (ho) opx, cpx, (ho)	bw, spg bw	1.500-1.501 1.500-1.502	1.718-1.723 1.720-1.723		Machida & Arai(2003) Machida & Arai(2003)
TE-5 Kamozawa, Oiso Hills TE-5b(upper) TE-5 (middle) TE-5a(lower) Kamozawa, Oiso Hills upper lower	ho>opx, (bi) bi, ho, (opx):qt bi, ho, (opx):qt ho>mt, opx:bi, qt ho>mt:bi		1.506-1.512 1.498-1.500 1.498-1.500	1.703-1.708 1.705-1.707 1.704-1.708	1.667-1.672 1.667-1.693 1.690-1.695 1.666-1.673 1.690-1.696	Machida & Arai(2003) Suzuki & Hayatsu(1991)
A₁Pm upper lower	ho>opx, mt:bi, qt opx>cpx, ho, mt:bi, qt			1.731-1.736 1.723-1.707	1.685-1.694 1.681-1.690	Suzuki & Hayakawa(1990)
A₂Pm Oooka, Nagano Pref.	ho>opx:bi, qt			1.726-1.733	1.689-1.695	Tamura & Suzuki(2001)
A₃Pm Oooka, Nagano Pref.	ho>opx:bi, qt			1.728-1.734	1.690-1.698	Tamura & Suzuki(2001)
A₄Pm Oooka, Nagano Pref.	ho>opx:bi, qt			1.730-1.734	1.688-1.697	Tamura & Suzuki(2001)
A₅Pm Oooka, Nagano Pref.	ho>opx:qt, bi			1.732-1.735	1.691-1.698	Tamura & Suzuki(2001)
A₆Pm Oooka, Nagano Pref.	ho:bi, qt				1.687-1.696	Tamura & Suzuki(2001)

bw: bubble-wall type v. glass, fib: fibrous type v. glass, spg: sponge type v. glass, c30: number of measurement, 3φ: 2~3φ, 4φ: 3~4φ
opx: orthopyroxene, cpx: clinopyroxene, ho: hornblende, oxho: oxyhornblende, cum: cummingtonite, bi: biotite, mt:magnetite, qt:quartz

屈折率をはじめ、記載岩石学的特性の全般において Tky-Ng1 にきわめて類似する(表1, 表2)ので、Tky-Ng1 に対比される可能性が高い。

4. HG1-3-43. 15m テフラ —TE-5 との比較—

HG1-3-43. 15m テフラについては、黒雲母に富み、ho, opx, cpx などの特徴的に含み、火山ガラスの屈折率が(n):1.499-1.502, opx の屈折率が(γ):1.704-1.707, ho の屈折率は(n₂):1.690-1.696 と(表1), 火山ガラスと鉱物の屈折率がほぼ一致する(表1, 表2, 図3)ことから、MIS 11(地蔵堂層)の指標テフラである TE-5(町田・新井, 2003)との対比を検討する。

この TE-5 については、大町 Apm テフラ群(A1Pm~A5Pm)との関係や、TE-5 は上位の軽石層と下位の火山灰層の2層のテフラからなるとの指摘がなされてきた(吉川ほか, 1991; 鈴木・早川, 1990; 鈴木・早津, 1991; 斎藤, 2000; 鈴木, 2003; ほか)。町田・新井(2003)は模式地とされる大磯丘陵中井町鴨沢で、TE-5 を下位から TE-5a, TE-5b の2層に分け、5a の ho は(n₂):1.690-1.695 と高屈折率を示す一方、5b では(n₂):1.667-1.672 と低屈折率を示すとした。これは先行研究の鈴木・早津(1991)と同様の傾向である。opx についてみると、下部で(γ):1.704-1.708, 上部で(γ):1.703-1.708 といずれも低屈折率である。全体には HG1-3-43. 15m テフラは TE-5a として大きな矛盾はないように見える。

しかし、鈴木・早川(1990)は、5層ある APms の中で、A2Pm の下部に関しては、opx が(γ):

1.703-1.707 と低屈折率を示すが、他はいずれも opx, ho とも高屈折率であるとした。したがって、TE-5a と共に、A2Pm の可能性も考慮しなければならない。A2Pm は関東地方では確認されていないので、本稿では TE-5a? と表記し、可能性を示すにとどめる。今後、後述する Yb1 の詳細な検討および TE-5a や A2Pm に類似するテフラの事例を増やすと共に、上位のユニットの有無、化学分析によるチェックなど、さらに詳細な検討が必要である。

なお、HG1-3-43.15m テフラについては、もう 1 点検討すべき問題があるが、それは次節で述べる。

5. 本郷台地付近の地下地質に関する考察

本郷台や上中里で得られたテフラ層序を基に、この地域の暫定的な地下地質層序区分を図 2 に示す。

本地域には B, C, D の 3 層の地層単位を認めることができる。

D 層：本研究で扱った本郷台地の HG1-1~3 の 3 本のコアは近接した位置にあり、岩相の変化も類似する。したがって HG1-1, HG1-2 の Tky-Ng1 を泥層最上部に挟む D 層は、HG1-3 の D 層と対応する可能性が高い。

藪層 Yb-1 テフラはあるのか

上野公園 GS-Ue-1 柱状図(図 2 の U 地点)は納谷ほか(2021)に基づくが、納谷ほか(2021)が Yb5(GoP1)などによって藪層と対比した層準は、本研究の D 層に相当すると思われる。すなわち、HG1-1, HG1-2, HG1-3 においては、GoP1? や Tky-Ng1 が確認される D 層は U 地点の藪層と岩相が類似し、分布高度も似る。D 層の泥層最下部で、礫層直上に位置する TE-5? テフラの層準は U 地点と同様藪層相当と考えるのが自然である。したがって、該当テフラの対比候補として藪層最下部に位置する Yb1 テフラ(徳橋・遠藤, 1984)の可能性も考慮する必要がある。中里・佐藤(2008)は Yb1 テフラについて火山ガラス, ho の屈折率と火山ガラスの主成分元素組成を示している。この場合、Yb1 の opx は高屈折率を示す(中里, 1999)ので、何らかの理由による低屈折率の opx の混入などを考えなければならない。

なお、HG1-3 においては、D 層基底の礫層直上のテフラは TE-5a(地蔵堂層の J4(徳橋・遠藤, 1984))に対比される可能性も残るので、テフラ対比の検討はさらに進める必要がある。仮に TE-5a? の対比が確定された場合、D 層は藪層と地蔵堂層の両層を含むことになる。すなわち、本郷台地の D 層基底の厚い礫層は地蔵堂層に属する可能性が出てくる。この問題については HG1-3-43.15m テフラおよびその前後の層準の検討をさらに進めた段階で改めて議論したい。

C 層：本郷台地における C 層は、その基底付近に Ata-Th と TCu-1(Tm-2)が位置するのでかな

り明瞭にD層と分けることができる。ただし、その境界(基底)には明瞭な礫層はなく、砂層あるいは礫混じり砂層が境界に位置し、2つのテフラはその直上の有機質なシルト層に挟まれる。

本報告では、C層、D層に挟在されるテフラを対象としているので、C層を覆うB層(東京層)や武蔵野期の堆積物とテフラについては稿を改めて述べたい。

6. まとめ

本研究では文京区～北区に位置する本郷台地で掘削されたボーリング試料から、複数のテフラを検出し、火山ガラスと鉱物の屈折率測定結果を主とする記載岩石学的特性に基づき、テフラの対比を検討した。その結果、Ata-Th, TCu-1(Tm-2), Tky-Ng1が本地域に分布する可能性が高いことが明らかになった。また、GoP1, TE-5aが存在する可能性があるが、異なる見解もあり、さらなる検討が必要である。こうした中・後期更新世のテフラの検出、対比は武蔵野台地の地形発達や地質層序を理解する上で欠かせないものと考えられる。

本稿は、鈴木ほか(2020)日本第四紀学会 2020 年度大会講演の一部を論文化したものである。

補足

なお、本研究において火山ガラスや鉱物の記載岩石学的特性に基づいて認定されたテフラについてはその一部を除き、火山ガラスの主成分元素組成分析によって、その対比や粒子単位での火山ガラスの混合の有無の検討を進めているため(遠藤ほか, 2021, 2023 など)、その結果については別途公表する予定である。その一部は遠藤ほか(2023, 2024)を参照いただきたい。

上述のように本研究で使用したボーリング試料は、土質調査用のボーリングで、標準貫入試験用に1mごとに30cmを基本として採取されるため、この30cm区間以外には情報が得られない。また一般的には個々のテフラの厚さは分からない、テフラの産状は乱されて分からない場合が多い等の弱点がある。従来、標準貫入試験用のボーリング試料はあまり活用されていないが、こうした弱点を踏まえた上で系統的に処理すれば有効な場合があると思われる。

謝辞

本稿の内容の改善にあたり、須貝俊彦東京大学大学院教授を始め多くの方々のご支援を得た。ここに心から御礼を申し上げる。また本研究を進める上でご協力いただいた小倉 章氏、および本研究で用いた図表の作成にご協力いただいた是枝若奈氏に感謝を申し上げます。

引用文献

新井房夫(1972)斜方輝石・角閃石の屈折率によるテフラの同定-テフロクロロジーの基礎的研究。第四

- 紀研究, 11, 254-269.
- 檀原 徹(1995)第四紀テフラの高精度フィッショントラック(FT)年代測定—ジルコンとガラスを用いた測定法の確立に向けて—第四紀研究, 34, 221-237.
- 遠藤邦彦・千葉達朗・杉中佑輔・須貝俊彦・鈴木毅彦・上杉 陽・石綿しげ子・中山俊雄・舟津太郎・大里重人・鈴木正章・野口真利江・佐藤明夫・近藤玲介・堀 伸三郎(2019)武蔵野台地の新たな地形区分. 第四紀研究, 58, 353-375.
- 遠藤邦彦・石綿しげ子・須貝俊彦・杉中佑輔・中尾有利子・野口真理江・隅田まり・近藤玲介・中山俊雄・竹村貴人(2020)武蔵野台地東部の更新世中期の古地形と地質層序. 日本第四紀学会講演要旨集, 50, 19.
- 遠藤邦彦・隅田まり・須貝俊彦・藤根 久・鈴木正章・植村杏太・杉中佑輔・野口真利江・石綿しげ子・近藤玲介・竹村貴人(2021)東京で発見された Ata-Th テフラとその意義. 日本地球惑星科学連合 2021 年大会講演要旨, HQR 0-13.
- 遠藤邦彦・須貝俊彦・隅田まり・石綿しげ子・近藤玲介・杉中佑輔・鈴木正章・中尾有利子・野口真利江・関本勝久・中山俊雄(2023)武蔵野台地におけるボーリング試料に基づく中・後期更新世の地質層序と古環境—基準ボーリングコアの設定を中心に—. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」, 58, 153-183.
- 遠藤邦彦・須貝俊彦・杉中佑輔・石綿しげ子・隅田まり・野口真利江・関本勝久・鈴木正章・大里重人・近藤玲介・中尾有利子・中山俊雄・是枝若奈・堀 伸三郎・竹村貴人(2024)武蔵野台地における中・後期更新世の地形・地質と古地理変遷—主としてボーリングデータに基づく—. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」, 59, 1-34(仮).
- 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. 地質学雑誌, 101, 123-133.
- 原山 智(1987)中部日本中期更新世における co-ignimbrite air fall tephra と給源火道の対比. 火山, 32, 370.
- 貝塚爽平(1976)東京の自然史, 改訂版. 紀伊国屋書店, 228pp.
- 貝塚爽平・戸谷 洋(1953)武蔵野台地東部の地形・地質と周辺諸台地の Tephrochronology. 地学雑誌, 62, 59-68.
- 吉川清志・水野清秀・杉山雄一(1991)関東～九州における前～中期更新世テフラの広域対比. 月刊地球, 13, 228-234.
- 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.
- 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, 302-338.
- 皆川紘一・町田瑞男(1971)南関東の多摩ローム層層序. 地球科学, 25, 164-176.

- 水野清秀・吉川清志(1991)中期更新世テフラ, Ng-1 火山灰の広域性の検討. 第四紀研究, 30, 435-438.
- 水野清秀・尾崎正紀・佐藤善輝(2021)5 万分 1 大磯丘陵及び周辺地域第四系地質図説明書. 海陸シームレス地質情報集, 相模湾沿岸域, 海陸シームレス地 S-7, 産総研地質調査総合センター. 37p.
- 森 慎一・米澤 宏・関東第四紀研究会(1982)国府津—松田断層地域の第四系(その 1)—大磯丘陵西部団研 1981 年度の成果と課題—. 関東の四紀, 9, 1-9.
- 長橋良隆・吉川周作・宮川ちひろ・内山 高・井内美郎(2004)近畿地方および八ヶ岳山麓における過去 43 万年間の広域テフラの層序と編年—EDS 分析による火山ガラス片の主要成分化学組成—. 第四紀研究, 43, 15-35.
- Nagaoka, S. (1988) The late Quaternary tephra layers from the caldera volcanoes in and around Kagoshima Bay, southern Kyushu, Japan. Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University, 23, 49-122.
- 中里裕臣(1999)EPMA 分析及び岩石記載的性質に基づく房総半島中部更新統テフラの対比. 千葉県中央博自然誌研究報告, 5, 73-83.
- 中里裕臣・佐藤弘幸(2008)千葉県北東部における下総層群指標テフラ Yb1. 日本地質学会第 115 年学術大会講演要旨, 0-89.
- 中澤 努・中里裕臣・小松原 琢・塚本 斉(2003)関東地方に分布する中期更新世指標テフラ TB-8 と Ky3 の対比の再検討. 地質調査研究報告, 54, 341-350.
- 中澤 努・長 郁夫・坂田健太郎・中里裕臣・本郷美佐緒・納谷友規・野々垣 進・中山俊雄(2019)東京都世田谷区, 武蔵野台地の地下に分布する世田谷層及び東京層の層序, 分布形態と地盤震動特性. 地質学雑誌, 125, 367-385.
- 中澤 努・納谷友規・坂田健太郎・本郷美佐緒・鈴木毅彦・中山俊雄(2020)東京層の模式コアセクション(代々木公園コア)における層序の再検討. 地質調査研究報告, 71, 19-32.
- 納谷友規・中山敏雄・鈴木毅彦・坂田健太郎・中澤 努(2020)東京都北区中央公園ボーリングコアにみられる更新統東京層の層序. 地質学雑誌, 126, 575-587.
- 納谷友規・小松原純子・野々垣 進・尾崎正紀・宮地良典・中澤 努・中里裕臣・鈴木毅彦・中山俊雄(2021)都市域の地質地盤図「東京都区部」(説明書). 産総研地質調査総合センター, 82p.
- 大石雅之(2009)四阿火山を起源とする噴出物の岩石記載的特徴とテフラ分布. 地学雑誌, 118, 1237-1246.
- 大井信三・西連地信男・横山芳春・安藤寿男(2016)常陸台地中部における第四系更新統下総層群の層序と堆積相: 行方市平須賀と周辺の露頭での再検討. 茨城県自然博物館研究報告. 19, 7-26.
- 斉藤尚人(2000)八ヶ岳東麓と関東平野の中期更新世テフラの対比とその編年. 第四紀研究, 39, 15-23.
- 杉原重夫・新井房夫・町田 洋(1978)房総半島北部の中・上部更新統のテフロクロノロジー. 地質学雑誌, 84, 583-600.

鈴木正章・藤根 久・須貝俊彦・隅田まり・杉中佑輔・遠藤邦彦(2020)東京で見出された更新世中期のテフラについて. 第四紀学会 2020 年度大会, P-11.

鈴木毅彦(2003)テフラ研究からみた中部山岳域周辺における中・後期更新世編年の諸問題. 第四紀研究, 42, 157-163.

鈴木毅彦・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.

鈴木毅彦・早津賢二(1991)関東—中部地方の第四紀テフラ研究—とくに中期更新世テフラの重要性—. 第四紀研究, 30, 361-368.

田村糸子・鈴木毅彦(2001)中期更新世テフラ Ng-1 と飛騨地域に分布する高山軽石層との対比. 第四紀研究, 40, 295-305.

徳橋秀一・遠藤秀典(1984)姉崎地域の地質. 地域地質研究報告(5 万分の 1 図幅), 地質調査所, 136pp.

内山 高(1998)南八ヶ岳山麓の上／中部更新統風成火山灰層序とガラス質火山灰の広域対比. 地球科学, 52, 26-37.

上杉 陽(1976)大磯丘陵のテフラ. 関東の四紀, 3, 28-38.

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.

植村杏太・遠藤邦彦・藤根 久・近藤玲介・内藤尚輝・竹村貴人(2020)東京都世田谷区桜丘の NU-SKG-1 コアにおける東京層(世田谷層)のテフラと地質層序. 日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要(55), 155-164.

Ui, T. (1971) Genesis of magma and structure of magma chamber of several pyro-clastic flows in Japan. J. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Ser. II, 18, 53-127.

八ヶ岳団体研究グループ(1977)八ヶ岳火山東麓の中部洪積統. 地質学論集, 14, 103-125.

本研究における共著者間の分担については、テフラの処理を含むテフラ分析を鈴木が、その結果を既存研究と比較し対比を検討する過程を遠藤・鈴木が分担した。