

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——

遠藤邦彦¹・須貝俊彦²・隅田まり³・石綿しげ子⁴・近藤玲介⁵・杉中佑輔⁶・鈴木正章⁷
中尾有利子⁸・野口真利江⁹・関本勝久¹⁰・中山俊雄¹¹・是枝若奈¹²・竹村貴人¹³

Middle to Late Pleistocene Geology and Paleoenvironment Based on Drilling Cores in the Musashino Upland, Tokyo, Japan: Chifley on the Index Cores

Kunihiko ENDO ¹, Toshihiko SUGAI ², Mari SUMITA ³, Shigeko ISHIWATA ⁴, Reisuke KONDO ⁵, Yusuke SUGINAKA ⁶
Masaaki SUZUKI ⁷, Yuriko NAKAO ⁸, Marie NOGUCHI ⁹, Katsuhisa SEKIMOTO ¹⁰, Toshio NAKAYAMA ¹¹,
Wakana KOREEDA ¹² and Takato TAKEMURA ¹³

(Accepted November 11, 2022)

Middle to late Pleistocene formations were investigated in the Musashino upland areas, Tokyo, based on geological, topographical sequences (new subdivision), and the paleoenvironmental aspects. Three new major drilling cores and in addition a great number of pre-existing drilling core data in the Musashino Upland areas were used. Several tephra layers obtained from the cores, including previously reported tephra layers, were correlated to known major wide-spread tephra layers using petrographic properties and major element chemical analyses of glass shards; for example, Ata-Th (MIS7), TCu-1(Tm-2) (MIS7), Tky-Ng1 (MIS9), Yb5(GoP1) (MIS9), So-OT (MIS9), and probably TE-5a (MIS11). Luminescence dating in this study, yielded almost concordant results to the stratigraphic positions by tephra layers. Foraminifer and diatom analyses gave sedimentary environments of each core. These results show that 4 cycles, probably 5 cycles of transgressions and deposits are distributed in Tokyo; MIS1, MIS5.5, MIS7, MIS9 and probably MIS11,

Keywords : tephra, Musashino Upland, Tokyo, paleoenvironment, Ata-Th, Tky-Ng1, Middle – Late Pleistocene, Luminescence Age

- ¹ 日本大学(名誉教授) NPO法人首都圏地盤解析ネットワーク(研究室) グランデージ戸田公園1004号室, 本町4-2-21, 戸田市, 埼玉県〒335-0023; Nihon University (Prof.emeritus), NPO:Geoanalysis network of Tokyo Capital region, 1004 Gurandehji Toda-Koen,4-2-21,Hon-cho,Toda City,Saitama,335-0023,Japan
- ² 東京大学大学院新領域創成科学研究科 〒277-8563 柏市柏の葉,5-1-5; Graduate school of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 5-1-5, Kashiwanoha, Kashiwa, Chiba, 277-8563, Japan
- ³ GEOMAR ヘルムホルツ海洋科学センター, キール, ドイツ: GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research, Kiel, Wischhofstr. 1-3, 24148 Kiel, Germany
- ⁴ NPO法人首都圏地盤解析ネットワーク; NPO:Geoanalysis network of Tokyo Capital region, 1004 Gurandehji Toda-Koen, 4-2-21, Hon-cho, Toda City, Saitama, 335-0023, Japan
- ⁵ 東京大学大気海洋研究所 〒277-8563 柏市柏の葉,5-1-5; Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 5-1-5, Kashiwanoha, Kashiwa, Chiba, 277-8563, Japan
- ⁶ (株)計算力学研究センター 〒142-0041東京都品川区戸越1-7-1; Research Center of Computational Mechanics, Inc. 1-7-1 Togoshi, Shinagawa, Tokyo, 142-0041, Japan
- ⁷ 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, Tokyo, 4-7-10 Yushima, Bunkyo, Tokyo, 113-0034, Japan
- ⁸ 日本大学文理学部地球科学科 〒156-8550 世田谷区桜上水3-25-40; Department of Earth and Environmental Sciences, College of Humanities and Sciences, Nihon University, 3-25-40, Sakurajousui, Setagayaku, 156-8550, Tokyo, Japan
- ⁹ NPO法人首都圏地盤解析ネットワーク; NPO:Geoanalysis network of Tokyo Capital region. 1004 Gurandehji Toda-Koen, 4-2-21, Hon-cho, Toda City, Saitama Pref., 335-0023, Japan
- ¹⁰ 地質科学リサーチ 〒336-0015さいたま市南区太田窪1284-4-305; Geological Science Research, Daitakubo 1284-4-305, Minamiku, Saitama City, Saitama, Japan
- ¹¹ 東京都土木技術支援・人材育成センター 〒136-0075東京都江東区新砂1-9-15; Civil Engineering Support and Training Center, Tokyo Metropolitan Government, 1-9-15 Shinsuna, Koto, Tokyo, 136-0075, Japan.
- ¹² NPO法人首都圏地盤解析ネットワーク; NPO Geoanalysis network of Tokyo Capital region. 1004 Gurandehji Toda-Koen, 4-2-21, Hon-cho, Toda City, Saitama, 335-0023, Japan
- ¹³ 日本大学文理学部地球科学科 〒156-8550 世田谷区桜上水3-25-40; Department of Earth and Environmental Sciences, College of Humanities and Sciences, Nihon University, 3-25-40, Sakurajousui, Setagayaku, 156-8550, Tokyo, Japan

1. はじめに一研究小史一

近年、武蔵野台地の地形区分や地質層序の検討が盛んに進められている。

日本の地質学黎明期においては、東京の台地部（山の手台地）からは多数の貝化石露頭が発見され記載された。Yabe (1911) は、品川貝層、王子貝層、田端貝層などを“Tokyo Series”（東京層）としたが、この頃の東京層は中・後期更新統をほぼ包括したものだったと考えられる。近年貝化石を中心とする研究史がまとめられた（川辺ほか, 2018）。

関東ローム研究グループ（1965）、貝塚（1958）等は、淀橋台、荏原台、田園調布台など下末吉面に相当するものをS面とし、武蔵野面群をM面、多摩面と立川面を加えて、日本の中期更新世以降の地形・地質の標準として、多摩Ⅰ、多摩Ⅱ、下末吉、武蔵野、立川、の各期に区分した。

横浜～東京の中・後期更新世の地形・地質には主に箱根火山起源のテフラが関わっていたことを背景に、1970年頃から、箱根火山テフラの調査が大磯丘陵～横浜・多摩丘陵を中心に重点的に行われ、下末吉期のみならず、多数に細分された多摩期の多くのテフラが記載された（町田・森山, 1968; 遠藤・上杉, 1972; 町田ほか, 1974; 上杉, 1976; 町田ほか, 1980; 上杉ほか, 2000; 町田・新井, 2003など）。箱根火山を主供給源とする多摩期の膨大な数のテフラは、上杉（1976）等によりすべてに名前が付されたが、それぞれの境界は不整合期（斜交層準）にあたり、下位からTl（雑色, 下庭, 藤沢各ローム層）、Tm（早田, 七国峠各ローム層）、Tu（土屋ローム層）の3期に大区分され、さらに最下部に柄沢ローム層が置かれた。一方、町田ほか（1974）等では、各堆積面を覆うテフラを基準として区分されるTE, TD, TC, TB, TA の5期に区分され、主要テフラに対して屈折率を主とする特性が明らかにされた。また、これらの下位に柄沢ローム層に相当するTFが置かれ、上総層群の最上部に位置するKs5が柄沢ローム層のKr-16テフラ（第1ミガキズナ：上杉, 1976）にあるとされた（町田ほか, 1980）。

両者のテフラ名称は異なる。基本となる考え方が異なるため、本稿では両者の名称を併記した。

一方、千葉県の下総台地を中心に下総層群の研究が精力的に行われた結果、下位より、地蔵堂層、藪層、上泉層、清川層、横田層、木下層、常総層とされた（徳橋・遠藤, 1984）。地形やテフラについても詳細に研究された（杉原ほか, 1978など）。

町田（2008, 2009）は「過去43万年間の地形と地層」を大磯丘陵から横浜を中心にとりまとめた。43万年というのは特別な意味があり、43万年前の寒冷期（MIS12）は特に寒冷で、その後のMIS11の海進は顕著な地蔵堂海進にあたることから、地蔵堂層の基底を43万年前として、グローバルな海面変動（気候変動）の枠組みを設定した。横浜南部では地蔵堂層相当層を覆う港南台ローム層のTE-5テフラと、その下位のユニットにある屏風ヶ浦層のKs5テフラ（上総層群最上部の笠森層に対比）を基準として、テフラを基礎とする関東平野の地形・地質層序と海面変動（気候変動）の枠組を示した。このように、関東地方の地層や地形の変遷は、主にテフラを手段として、酸素同位体比編年（グローバルな海水準変動や気候変動のサイクリックな変動史）に位置付けられた。大磯丘陵から下総層群にわたるその編年表は多くの研究の原点として用いられている。本研究もこれを土台とする。

最近の動向

遠藤ほか（2019）は、最新の国土地理院DEM データと大量のボーリングデータの活用に基づき、武蔵野台地の地形の再区分を行った。

一方、近年、武蔵野台地におけるオールコアボーリングの実施が進められている。もともと1990年前後に東京都土木研究所で100mボーリングが都区部で30本余り実施され、都港湾局により臨海部で10本余のオールコアボーリングが行われたが、当時は分析を含めて詳細な研究はなされなかった。新たなボーリング掘削に加え、過去のコアの再検討も進められている。産業総合技術研究所（以下産総研）では分析の実施されたコアを基準ボーリングとして層序の検討を進めている。

東京層は代々木公園コアにおいて遠藤ほか（1996）で定義されたが、現在は木下層と同様、MIS6の海退期からMIS5.5の海進期までをカバーするものとして再定義された（中澤ほか, 2020）。

地形面からも、貝塚（1976）などに明らかにされた淀橋台、荏原台、田園調布台などの下末吉面（S面）以外に、板橋区大山や徳丸一成増地区などに断片的に分布するS面の存在とその意味（遠藤, 2017）、多摩丘陵の広域的侵食と軟弱な世田谷層（東京層）、等々、台地地下の地質層序が問われている（遠藤・杉中, 2021など）。

産総研からは「都市域の地質地盤図—東京区部—」（納谷ほか, 2021）が公表されるに至り、多くの地質データを共有できる条件が整いつつある。

数10m間隔でボーリングデータがあるほど、大量の

データが集積し、まだその数は十分とは言えないが、テフラの対比がなされ、時間軸を具えたボーリングコア(基準ボーリング)が増加してきた中で、関東平野の中でやや遅れ気味になっている武蔵野台地の地下地質層序を見直し、東京の中・後期更新世の枠組を捉えなおそうとするのが本研究の目的である。

なお、本稿における武蔵野台地とは、青梅市を扇頂とし、東京23区の西半分まで広がる武蔵野扇状地と、その東部の下末吉面相当面(S面)を主体とし、一部武蔵野面からなる山の手台地を包括するものである。つまり武蔵野台地とは、上記全域の台地部をさす。

2. 武蔵野台地の地形および地下地質の解明に向けて：本研究の目的

2019年以後、再び研究が活発化した。特に、産総研によるオールコア試料に基づく研究が進展しつつあり(中澤ほか, 2019, 2020; 納谷ほか, 2020, 2021), また筆者らも、武蔵野台地の地形区分の見直し(遠藤ほか, 2019), オールコア試料やボーリング試料に基づき武蔵野台地における中・上部期更新統について検討を進めてきた(植村ほか, 2020; 遠藤ほか, 2020; 遠藤, 2021a,b; 杉中, 2021; 鈴木・遠藤, 投稿中)。文京区本郷台地では、阿多鳥浜(Ata-Th)テフラ、箱根起源のTCu-1(Tm-2)テフラ、藪層のYb5(GoP1)テフラ、および高山・Ng-1(Tky-Ng1)テフラに対比される可能性のあるテフラが報告された(鈴木ほか, 2020; 鈴木・遠藤, 投稿中)。また、ルミネッセンス年代測定法の進歩により、中・後期更新世にも同年代測定法の適用が可能となってきた。

同時に、東京都は23区を中心に既存ボーリングデータを大量に公開した(東京の地盤デジタル版)。ボーリングデータの詳細な解析によって、浅層の地下地質構造を、主として挟在される礫層によって堆積サイクルを分けることが可能となってきた。ただし、その大きな弱点はテフラなどの年代軸を欠くことにある。

産総研は、関東平野において多くのオールコアボーリングを行い、テフラを検討して基準ボーリングとし、それを基に解析を進めてきた。武蔵野台地においてもテフラで裏付けされた基準ボーリングを増強して、東京23区域の中・後期更新世の地下構造の大枠を示した(納谷ほか, 2021)。そこでは、東京層に関わるSIP(KIP)、上泉層に対応するTCu-1、藪層に対応するYb5(GoP1)、Yb1.5、So-TNを認定して、上泉層相当層や藪層相当層の存在を明らかにした。

筆者らも、新たな地形区分(遠藤ほか, 2019)を基礎

として、武蔵野台地北東部を中心に、C層(赤羽台層)にTCu-1(Tm-2)と共に、ほぼ同層準にAta-Thを認定し、ルミネッセンス年代によりD層(本稿では文京層)を捉えるとともに、D層からはTky-Ng1やYb5(GoP1)などのテフラに基づく藪層との対比を検討した(遠藤ほか, 2021a,b; 鈴木・遠藤, 投稿中)。

このように、既存ボーリングの解析に基づいて区分される堆積ユニットに時間軸を加えていくことが必須になっている。

東京都23区内の既存ボーリングデータは数万本公開されている(東京都「東京の地盤」)。これに独自に収集したデータを合わせた大量のデータを解析するため、基準となるボーリングデータが必要である。関東地方の千葉県、埼玉県、東京都を中心に地盤解析を進めている産総研は多くのオールコアボーリングを実施して、基準ボーリングとして地下地質の判定の基準に用いている。筆者らも同様の考え方で、東京23区内で2本、三鷹市で1本の新規オールコアボーリングを実施した。これらに実施済みのオールコアボーリングのうちテフラ分析結果が公表されたもの(植村ほか, 2020)1本、産総研関係(中澤ほか, 2019; 納谷ほか, 2020; 納谷ほか, 2021)の12本、その他(杉原, 1979; 柳田ほか, 2012; 鈴木ほか, 2021; 鈴木・西澤, 2022; 東京都港湾局が実施したオールコアボーリング)2本、地盤調査用ボーリングコアの内テフラ分析がなされたもの(鈴木・遠藤, 投稿中)7本の計25本を基準ボーリングとした(表1, 図2, 図3)。

以上を踏まえて、本稿は従来、また新たに見出されたテフラの対比を記載岩石学的性質だけでなく、火山ガラスの主成分化学組成の検討を加えて、その対比の確度を高め、上記のテフラ対比を見直すとともに、ルミネッセンス年代も参考に、MIS6-5.5, MIS7, MIS9を中心として武蔵野台地の中・後期更新世の地質層序、古地形面を検討する。

本研究で用いる地層名はテフラを主要な基準とする町田(2009)、上杉(1976ほか)、中里(1999)等の基本層序の枠組を基礎として作成された図1に基づく。東京層(B層)、赤羽台層(C層)、文京層(D層)のB層、C層、D層はボーリングデータ解析において用いられた仮称であるが、便宜上併用する。なお、沖積層(A層)は本研究の主要課題には含まれないが、A, B, C, D, Eは過去43万年間の海進・海退サイクルに対応する。

新称について

赤羽台層：大量のボーリングデータを扱って層序を検討する過程で仮に用いた築地層(C層)は、後述するよ

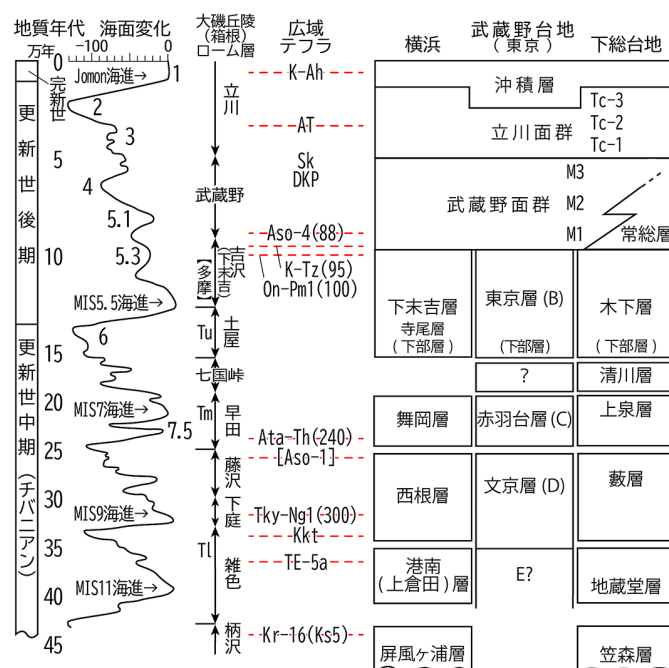


図1 本研究で使用する地質層序名

町田 (2009), 上杉ほか (2000), 中里 (1999) に基づき加筆修正
テフラの後の () の数字は推定年代 (ka)

うに赤羽台コア (図2: No.6) においてAta-Th, TCu-1 (Tm-2) 両テフラを下部に挟む地層単位が明確に認められたため、本稿では築地層を改め、赤羽台層として定義する (C層も併用する)。模式地は北区赤羽台。5.で詳しく述べる。

文京層: ボーリングデータ解析の過程で用いたD層であるが、文京区本郷 (図2: No.8, No.9) で基準となるテフラTky-Ng1が確認されたため、文京層とする。納谷ほか (2021) では、本郷に近い上野公園コア (図2: No.10) の相当層を、藪層の基準テフラのYb5 (GoP1) やYb1.5を認め、藪層とした。5.で詳しく述べる。

以上のように、本研究は産総研によるもの12本を含めて合計25本の基準ボーリング (図2, 図3, 表1) を基礎として、大量に存在する既存ボーリングデータを活用して基準となる断面図を作成することにより、M面やS面に伏在する中期更新世の赤羽台層 (上泉層相当) や文京層 (藪層相当) の識別を図り、それらに基づいて武蔵野台地の発達過程を検討する。その中で、武蔵野台地の地形区分にフィードバックさせて、埋没した古地形面 (礫層の基底面など) を含めた地形発達史を検討する。なお、紙数の関係で、本稿では基準ボーリングの設定までを扱い、断面図に基づく中・後期更新世の地層や地形については、稿を改めて議論する。

3. 研究の方法

3.1 古環境分析

本研究において新たに採取した3本のコアについては、岩相記載 (泥炭層・土壌層, 生痕, 貝化石層などを含む) の後、主に有孔虫, 貝形虫, 珪藻分析, およびテフラ分析, ルミネッセンス年代測定を実施した。

有孔虫の試料処理については、以下の手順で実施した (貝形虫についても同様の手順で行ったが有意な結果が得られなかったため、本稿には含めない)。

- ① 試料の乾燥・粉砕
- ② 乾燥試料20gを採取しビーカーに入れ、熱湯を注ぎ約1日放置
- ③十分に試料がくずれない場合は30分~1時間煮沸
- ④煮沸後、3.75φ (74μm) の篩で水洗いを行い、篩上の残渣試料を乾燥
- ⑤有孔虫化石が200個程度得られるように乾燥した残渣を1/2~1/16に分割し、分割試料をシャーレにばらまき、実体顕微鏡20~40倍で、細筆を用いて有孔虫化石を摘出
- ⑥摘出した有孔虫化石を同定し、各種の産出頻度を計算し、古環境の解析を行う

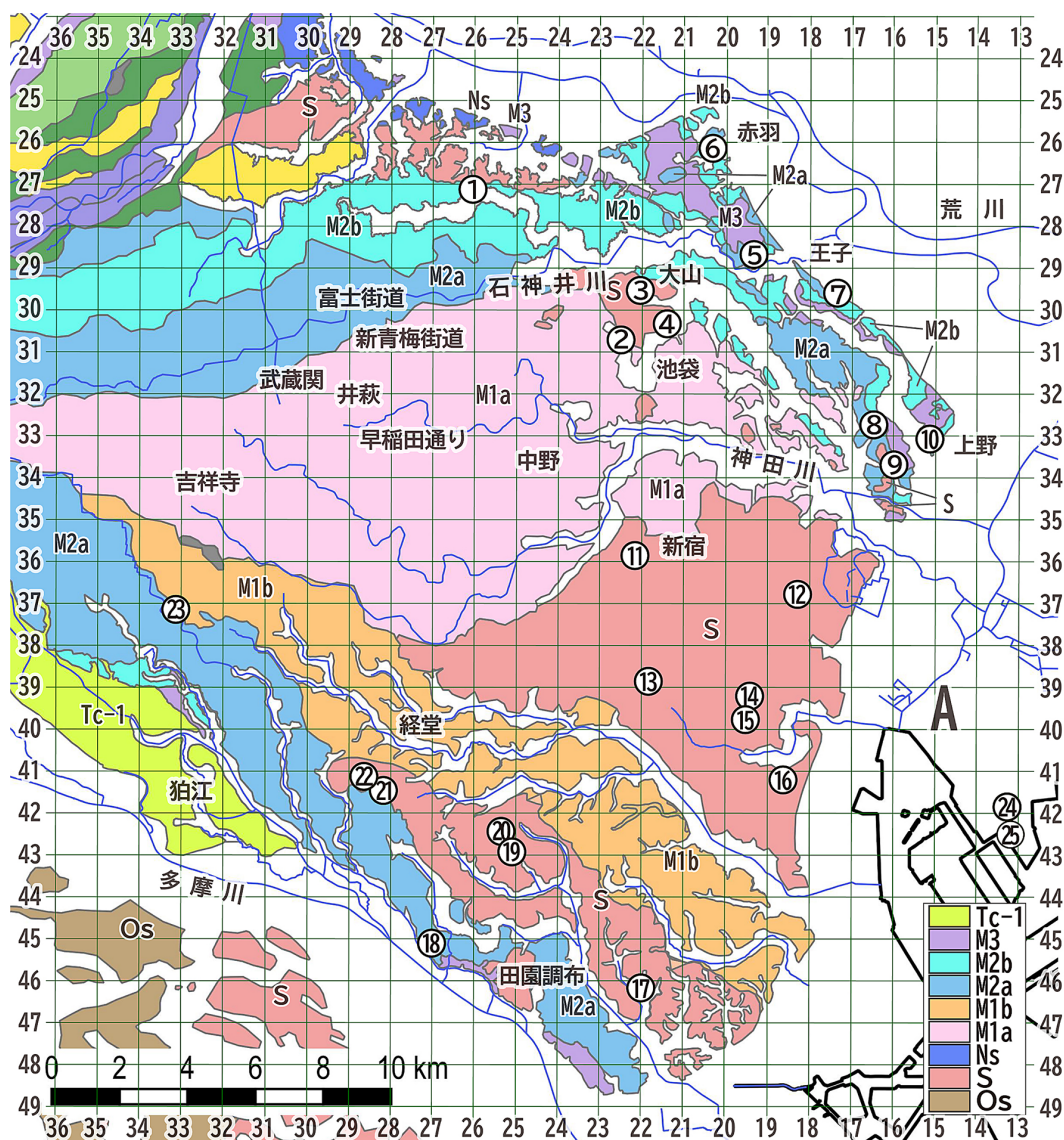


図2 本研究で扱う基準ボーリングの位置

基図は遠藤ほか (2019) の地形区分図 (以下地点番号)

1線馬北町コア (GS-NM-1), 2千早コア (NU-CHY-1), 3大山コア (GS-IB-1), 4板橋区南町コア (IMN-1), 5北区中央公園コア, 6赤羽台コア (NU-AKD-1), 7上中里コア (KNZ1-2), 8本郷6中コア (HG2), 9本郷体育館コア (HG1), 10上野公園コア (GS-UE-1), 11新宿センタービル (SCB), 12紀尾井町コア (GS-KO-1), 13代々木公園コア, 14西麻布コア (NAB), 15有栖川宮記念公園コア, 16高輪コア (GS-MT-1), 17上池台コア (GS-OT-1), 18野毛コア (GS-SE-2), 19駒沢公園コア (GS-SE-3), 20駒沢大学コア, 21上用賀コア (GS-SE-1), 22桜丘コア (NU-SKG-1), 23三鷹新川コア (NU-MTS-1), 24有明コア (GS-AA-1), 25東京港AA10-2コア

地形区分名 Os: オシ沼面, S: 下末吉面および相当面, Ns: 成増面, M: 武蔵野面 (図の範囲では5面に細分), Tc (Tc-1): 立川面

3.2 テフラ分析の方法

3.2.1 テフラの記載岩石学的性質

試料処理の手順は、コア試料の岩相記載を行う過程で、肉眼でわかる火山灰質なものを試料とした。前処理は、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、2~3φ、3~4φ篩残渣を重液で鉱物分離し、顕微鏡下で鉱物組み合わせを確認したのち、それぞれの画分から火山ガラス、

直方輝石 (斜方輝石, opxと表記)、普通角閃石 (hoと表記) を抽出し、屈折率を測定した。そのほかの鉱物として、単斜輝石 (cpx)、カミングトン閃石 (cum)、黒雲母 (bt)、磁鉄鉱 (mt)、石英 (qz)、長石類 (fsp) などが検出される。屈折率測定は3~4φ試料を主対象とし、一部試料について2~3φ試料を用いた。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

表1 武蔵野台地における基準ボーリングの位置

基準 Bor. No.	ボーリング名称	掘削地点名	主要テフラ	東経 北緯	孔口標高 T. P. +m	掘削長 m	掘削 年度	文献
1	産総研(GS-NM-1)	練馬区北町 北町みのり公園内	Yb1.5	139° 39' 8.7" 35° 46' 3.0"	34.51	50	2020	納谷ほか(2021)
2	豊島区千早コア (NU-CHY-1)	豊島区千早	Ata-Th, Tm-2	139° 41' 29.14" 35° 44' 4.97"	32.3	50	2021	
3	産総研大山コア (GS-IB-1)	板橋区大山西町 板橋交通公園	So-TN, Luminescence 年代 by R. Kondo	139° 41' 46.0" 35° 44' 46.0"	34.09	50	2018	納谷ほか(2021)
4	板橋区南町コア (IMN-1)	熊野町交差点南	Ata-Th, Tm-2	139° 42' 12" 35° 44' 19"	28	34	2020	
5	北区中央公園コア (GS-TAK-1)	北区十条台 北区中央公園内	TCu-1	139° 43' 34.9" 35° 45' 13.3"	21.11	105	1991	遠藤ほか(1996), 納谷ほか(2020)
6	北区赤羽台コア (NU-AKD-1)	北区赤羽台	Ata-Th, Tm-2, So-OT?	139° 42' 56.55" 35° 46' 35.49"	21.22	55	2020	
7	上中里コア (KNZ1-2)	北区上中里	Ata-Th, Tm-2	139° 44' 54.24" 35° 44' 44.22"	13.5	23.25	2020	鈴木・遠藤 (投稿中)
8	本郷六中コア (HG2-1)	文京区文京六中	Ata-Th, Tm-2	139° 45' 28.75" 35° 43' 2.38"	21.97	45.36		鈴木・遠藤 (投稿中)
9	本郷体育館コア (HG1-1~3)	文京区本郷体育館	Ata-Th, Tm-2, Tky- Ng1, GoP1?, TE-5a?	139° 45' 47.27~48.48" 35° 42' 28.91~29.84"	22.76~ 23.03	48.27 ~ 49.30	2010	鈴木・遠藤 (投稿中)
10	上野公園コア 産総研(GS-UE-1)	台東区上野公園 東京国立博物館敷地内	Yb5(GoP1), Yb1.5	139° 46' 36.6" 35° 43' 2.7"	17.52	60	2020	納谷ほか(2021)
11	新宿SCBコア	新宿区西新宿 新宿センタービル	SIP, TAm-5, TB-1 (Tm-8)	139° 41' 43.62" 35° 41' 30.12"	35	40		杉原(1979)
12	紀尾井町コア 産総研(GS-K0-1)	千代田区紀尾井町	So-TN	139° 44' 17.0" 35° 40' 51.4"	30.19	50	2019	納谷ほか(2021)
13	代々木公園コア	渋谷区代々木神園町 代々木公園内	東京層模式	139° 41' 38.5" 35° 40' 13.9"	33.14	100	1989	遠藤ほか(1996), 中澤ほか(2020)
14	西麻布コア (NAB-1)	港区西麻布	東京層の下位のテフラ NAZ-20.35mテフラ	139° 43' 37.03" 35° 39' 26.51"	31	32.2	2020	
15	港区南麻布	有栖川宮記念公園	KIP, Tm-Tu?	139° 43' 27.87" 35° 39' 7.82"	29.2123	105	1989	鈴木(2020)
16	高輪コア 産総研(GS-MT-1)	港区高輪 港区立高松中学校敷地内	TAu-6	139° 44' 6.0" 35° 38' 27.2"	26.53	50	2020	納谷ほか(2021)
17	上池台コア 産総研(GS-OT-1)	大田区上池台 はなみずき児童公園内	Yb1.5	139° 41' 56.4" 35° 35' 48.1"	32.77	40	2019	納谷ほか(2021)
18	野毛コア 産総研(GS-SE-2)	世田谷区野毛 玉川野毛町公園内		139° 38' 31.2" 35° 36' 21.9"	33.91	50	2017	中澤ほか(2019)
19	駒沢公園コア 産総研(GS-SE-3)	世田谷区駒沢公園 駒沢オリンピック公園内	東京層 (波食棚堆積物)	139° 39' 38.7" 35° 37' 25.8"	40.22	25	2018	中澤ほか(2019)
20	世田谷区駒沢大学 (旧竹友寮)	東京層 (波食棚)	KIP	139° 39' 29" 35° 37' 44"	41			鈴木・西澤(2022)
21	上用賀コア 産総研(GS-SE-1)	世田谷区上用賀 東京層		139° 37' 38.8" 35° 38' 19.1"	45.52	50	2017	中澤ほか(2019)
22	桜丘コア (NU-SKG-1)	世田谷区桜丘 東京層 力キ礎	Tu-8(TAm-5)	139° 37' 30.5" 35° 38' 19.8"	33	33	2017	植村ほか(2020)
23	三鷹市新川コア (NU-MTS-1)	三鷹市新川	黒岩軽石? (火山ガラスが僅少)	139° 34' 23.36" 35° 40' 31.35"	48.10	23	2019	
24	有明コア 産総研(GS-AA-1)	東京港 江東区有明 東京臨海広域防災公園内	Yb5, So-OT, Yb1+Kkt, TE-5	139° 47' 42.5" 35° 37' 59.4"	6.78	110	2017	納谷ほか(2021) 納谷ほか(2019)
25	江東区有明 東京港(B. AA10-2)コア	東京港 江東区有明		139° 47' 37.8" 35° 37' 46.3"	5.116	110		東京都港湾局

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

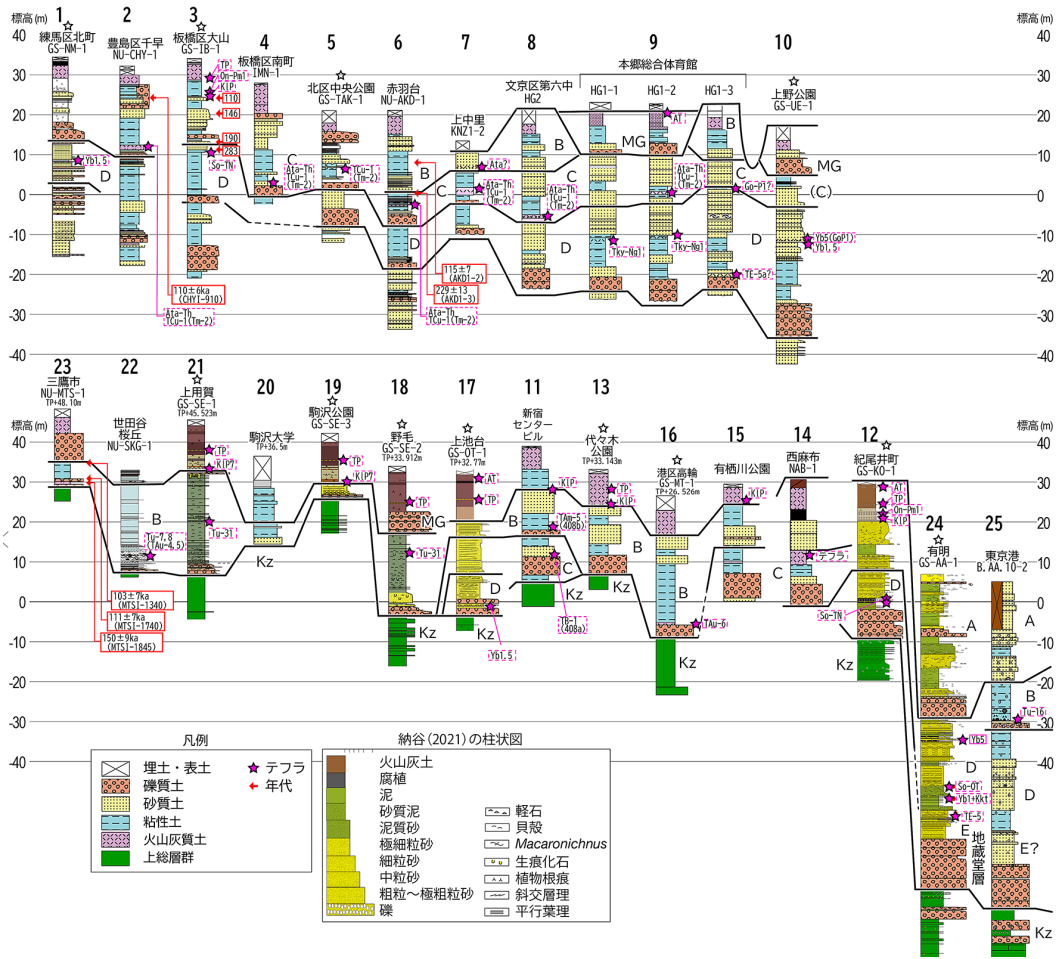


図3 武蔵野台地における基準ボーリングの柱状図

☆は産総研によるもの

大屈折率 (n_2) を求め、そのレンジ (モード) を示す。屈折率の測定は(株)古澤地質調査所製のMAIOT2000を用いて著者が行った。

3.2.2 火山ガラスの主成分元素組成分析

今回採取された3本のコア、および既存のコア中のテフラ、および対比上必要とされる可能性の高い既存収集テフラ試料(模式地のテフラなど)について、ドイツのGEOMAR ヘルムホルツ海洋科学センター所有のEPMA (JEOLのJXA 8200波長分散型(WDS)及びエネルギー分散型X線(EDS)の共有型)で、主に火山ガラスの主成分元素組成について分析を行った。

使用したテフラサンプルは、洗浄し、 1ϕ (0.5mm)～ 4ϕ (0.063mm)で篩い分けをしたものの中から、主に純度の高い細粒分の 4ϕ を用いた。一部、軽石の組成を比較するために、軽石のみを抽出して粉碎し、篩い分けを

行った。これらを12穴のプラスチック樹脂のタブレットに封入し、鏡面研磨を施したものを分析に使用した。

EPMAによる分析条件については、Schmincke *et al* (2018)の補足資料(Electronic supplementary material)に示したものと同一条件で分析した。

3.3 ルミネッセンス法年代測定

本研究でのルミネッセンス年代測定の方法

ルミネッセンス年代測定法は、堆積物中の石英や長石などの鉱物粒子の最終露光年代を算出することが可能である。ルミネッセンス年代測定法では、single aliquot regenerative dose protocol (以下、SAR法; Murray and Wintle, 2000)によって、最終露光後から実験室での測定時までの総被曝線量(等価線量)を算出し、別途推定した1年間に浴びる自然放射線量(年間線量)で除することによって、年代値が算出可能である(式1)。

$$\text{年代値 (ka)} = \text{等価線量 (Gy)} / \text{年間線量 (mGy / yr)} \quad \dots (式1)$$

本研究では、ルミネッセンス年代測定法の中でも最新の手法の一つである elevated temperature post-IR IRSL (以下、pIRIR ; Thomsen *et al.*, 2008; Buylaert *et al.*, 2009) を適用した。pIRIR 法はカリ長石を対象とし、一般化している石英による OSL 年代測定法よりも古い時代まで適用可能である。

試料採取にあたっては、コアや露頭からブロック状に採取し、専用実験暗室で処理をおこなった。砂サイズの粒径の試料処理をおこなう際は、まず湿式篩にて 250~350 μm の粒子を篩い分けた後に、重液分離によってカリ長石を抽出した。細粒な試料の処理にあたっては、沈降法により粒径 4~11 μm の多鉱物微粒子を抽出した。これらの作業の後に、粗粒子・微粒子試料は、塩酸および過酸化水素水によって薬品処理をおこない、測定試料とした。

粗粒子試料の測定に際しては、シリコンスプレーを用いて直径 9.8mm のステンレスディスクに試料を定着させた。微粒子試料の測定に際しては、試料と純水を用いて懸濁液を作成し、ステンレスディスクに滴下・乾燥させて試料を定着させた。pIRIR 測定は、三重大学生物資源学部の Risø 製 TL / OSL 測定装置 DA-15 および DA-20 を用いた。

等価線量の算出にあたっては、近年後期更新世の堆積物の測定に一般的に用いられている条件である、プレヒート温度を 255 $^{\circ}\text{C}$ 、測定温度を 225 $^{\circ}\text{C}$ 、ないしはプレヒート温度を 320 $^{\circ}\text{C}$ 、測定温度を 290 $^{\circ}\text{C}$ とし、各試料 6~12 ディスクの測定結果の平均値から等価線量を算出した (いわゆる pIRIR₂₂₅ ないし pIRIR₂₉₀ による等価線量)。誤差は標準誤差である。年間線量の算出にあたっては、放射化分析により求められた堆積物中のウラン、カリウム、トリウム濃度や、含水比などから Adamiec and Aitken (1998), Rees-Jones (1995) にしたがって推定した。宇宙線量は試料採取地点の標高や緯度経度などから、Prescott and Hutton (1988) にしたがって算出した。

4. 赤羽台コア、三鷹コア、千早コアに基づく古環境の推定

2019, 2020, 2021年の各年度に東京都三鷹市、北区、豊島区でオールコアボーリングを実施した。三鷹市新川 (Loc.23) において NU-MTS-1 コア (掘進長: 45m)、北区赤羽台 (Loc.6) において NU-AKD-1 コア (掘進長: 55m)、豊島区千早 (Loc.2) において、NU-CHY-1 コア

(掘進長: 50m) の 3 コアである。その位置を図 2, 表 1 に示す。

目的として、既存の大量ボーリングデータの活用のため、年代の基準となるテフラを検出することが第 1 に挙げられるが、同時に、大量のボーリングデータからは礫層の追跡を基準とする複数の埋没谷の存在が確認されることから、谷地形を埋積するタイプの砂泥層が海・汽水成か淡水かなどの古環境の推定が課題になってくるからである。

三鷹コア (NU-MTS-1) は特に、中澤ほか (2019)、植村ほか (2020) で明らかになった世田谷区の谷埋め状の東京層 (軟弱な海成層) が内陸側にどこまで追えるかをチェックすることに置かれた。

赤羽台コア、千早コアはそれぞれ礫層を覆う谷埋め状の砂泥層が海成か否かを確認することが目的の 1 つとされた。

4.1 赤羽台コア (NU-AKD-1, 図 2 Loc.6) の層序概要

独立行政法人都市再生機構 (UR) の赤羽台団地 (第 IV 期) 建替事業に伴う埋蔵文化財発掘調査事業地内の地点 A で、2020年 6月末~にオールコアボーリングを実施した。掘進長は 55.0m、地表標高は、TP + 21.22m、地形面は遠藤ほか (2019) による武蔵野面 (M2b面) に相当する。図 4 に柱状図を示す。地表から深度 8m 付近までは発掘調査に伴う深堀トレンチ壁面 (図 4 の右上の柱状図) で観察と試料採取を行った。この部分は新时期ローム層 (立川ローム層と武蔵野ローム層) とこれに整合な砂層・泥層からなり、従来赤羽砂層と呼ばれてきた部分にほぼ相当する (最上部層: 図 4 の M)。この部分からルミネッセンス年代測定用試料を 4 点採取した。

深度 9m~55m の間には、礫層や泥層、砂層の繰り返しがあり、礫層 (礫混じり砂層) を区切りとして、深度 9.00m~19.85m を B 層、19.85m~29.30m までを C 層、29.30m~40.00m までを D 層、40.00m~48.1m を E 層、48.1m~55.0m を F 層と仮称した。E, F 層からは時間軸の手掛かりは得られていない。以下主にその層序を検討した B 層以深の堆積物の概要を示す。

B 層は下部から礫混じり中-粗粒砂層を基底とし、薄い泥層を挟む中~細粒砂層 (19.85m~16.40m)、その上位のシルト層~シルト質粘土層 (16.40m~10.18m)、さらに上位の生痕や貝化石を含む中粒砂層 (10.18m~9.00m) の 3 部層からなる。B 層の上位の最上部層 (M) との間に明瞭な境界は存在しない。ルミネッセンス年代測定用試料を 13.00m で採取した。

C 層は基底の厚さ 3.26m の礫層 (29.30m~26.08m) に

武蔵野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

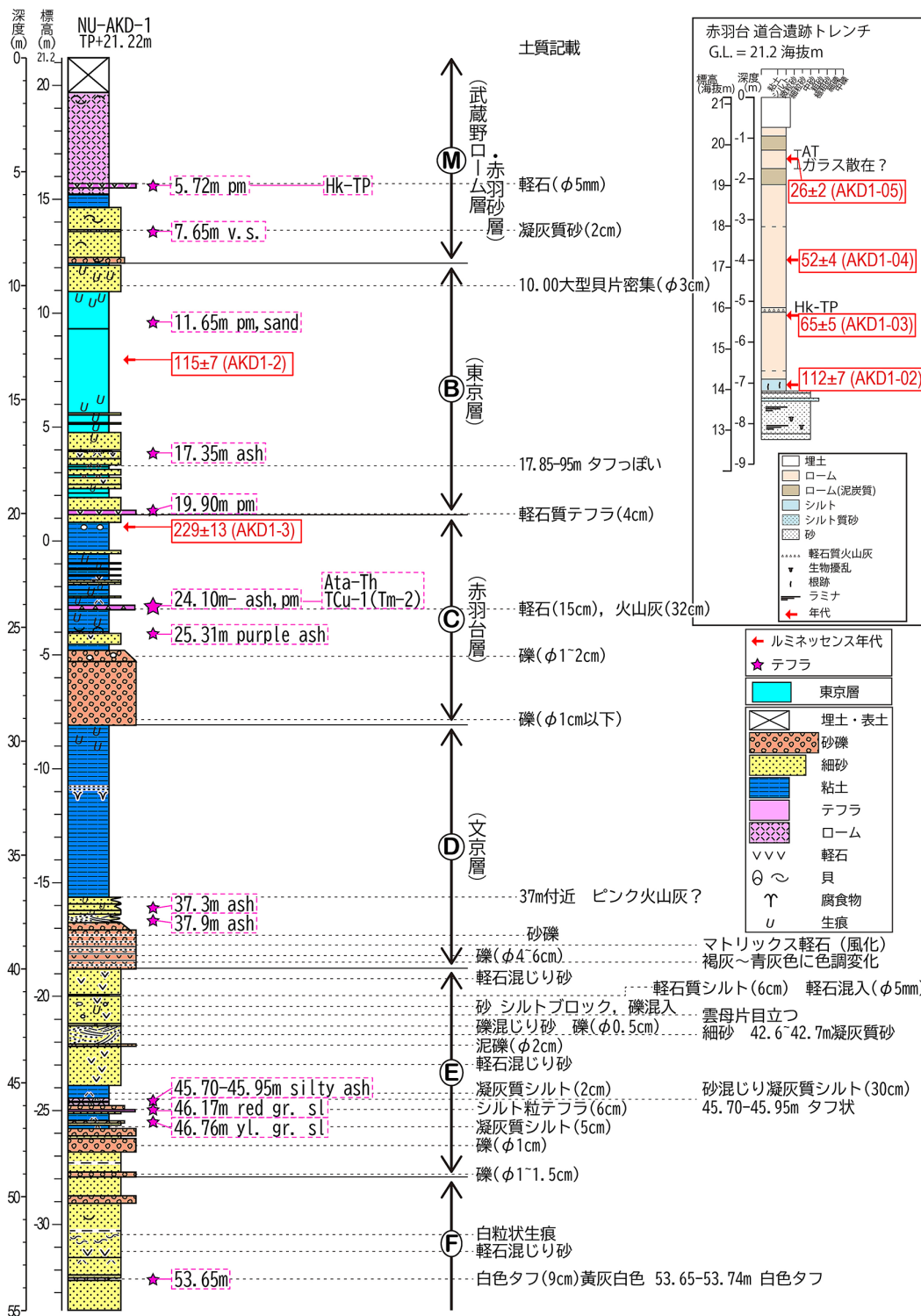


図4 赤羽台 (NU-AKD-1, Loc.6) コアおよびトレンチ (右上) の柱状図

始まり, 砂層やテフラ層を挟む砂質シルト層 (26.08m~20.24m) の2部層からなる。ルミネッセンス年代測定用試料を20.60mで採取した。テフラは5.において述べる。

D層は基底に厚さ2mの砂礫層 (40.00~37.98m; 最大礫径は60mm) に始まり, 一部凝灰質な中・細粒砂層 (37.98m~36.91m) を挟んで, シルト質粘土層 (36.91m

～29.30m)の3部層からなる。

E層は48.05m～47.10mの礫層に始まり、テフラを含む凝灰質なシルト層(47.10m～45.15m)を挟んで、軽石混じり一部礫混じり砂層(45.15m～40.00m)の3部層に分けられる。F層は基底は不明であるがテフラや薄い礫層を挟むよく締まった砂層である(55.00m～48.05m)。

以上の内、比較的厚い泥質層を持つB層、C層、D層について、特に堆積環境の推移を検討した。

4.2 赤羽台(NU-AKD-1, 図2 Loc.6)コアの古環境の推移

本研究においては、代表的な微化石である有孔虫、貝形虫、珪藻を用いて、堆積環境の推移を検討した。貝形虫は有意な産出が見られなかったため、ここでは有孔虫化石と珪藻化石について述べる。

主に底生有孔虫を用いて赤羽台コアの古環境の推定を試みた。有孔虫分析の前処理は3章に述べた。

有孔虫化石の産出を表2に示す。また、主要産出有孔虫を図版1に示す。

有孔虫化石が産出したのは、深度9.88m, 20.00mの2試料であるが、20.00mは産出個体数が少ない。

C層(赤羽台層)から産出した有孔虫

C層の20.00mからは、数は少ないが特徴的な有孔虫化石が産出した。*Buccella frigida*, *Buccella makiyamae*(=*Porosorotalia makiyamae*)がやや多く産出する。この2種以外の産出種は*Ammonia beccarii*, *Ammonia ja-*

ponica, *Elphidium advenum*, *Pseudonion japonicum*, *Rosalina vilardevoana*, *Valvulineria hamanaoensis*である。

以上の*Ammonia beccarii*, *Ammonia japonica*, *Buccella frigida*, *Pseudonion japonicum*等は、北里(1980, 1986)によるタイプDの砂泥底の堆積物中に物を付着せずに動き回っている種類であり、内湾の湾央～湾奥部の砂泥底環境を示唆する。

また、*Buccella makiyamae*(=*Porosorotalia makiyamae*)は井上(1980a, b)によれば、『オホーツク海表層水フォナーの構成種であり、オホーツク海、日本海、親潮水域の水深0.9～503mに報告があり、オホーツク海には豊富に産出し、分布、水深幅も広い。内湾域にもよく分布する。オホーツク海表層水フォナーと親潮系表層水フォナーの主要構成種である。』とされている。*Buccella frigida*, *Elphidium* cf. *clavatum*もオホーツク海表層水フォナーの主要構成種である。

Buccella makiyamae(=*Porosorotalia makiyamae*)を特徴的に産する群集は金子ほか(2018)の大宮台地地下(浦和コア)の下総層群・上泉層I帯上部に見られ、*Ammonia beccarii*等の内湾生種は減少する。このような群集は内湾環境が寒流の影響を強く受けていたことを示唆するとしている。従って、赤羽台でも当時の湾(C層の時代の湾)が親潮の影響を受けるような内湾環境下にあったことが推定される。

本試料はこのコアでのC層のトップであるが、その上位は礫層で切られているので、C層下部である可能性が

表2 赤羽台(NU-AKD-1, Loc.6)コアから産出した底生有孔虫

番号	試料名 種名	試料深度(m)											
		9.88	12.0	12.9	15	16.00	18.10	20.00	23.00	25.80	29.43	31.00	32.00
		9.88～ 10.00	12.00～ 12.10	12.90～ 13.00	15.00～ 15.10	16.00～ 16.10	18.10～ 18.20	20.00～ 20.10	23.00～ 23.10	25.80～ 25.90	29.43～ 29.53	31.00～ 31.10	32.00～ 32.10
1	<i>Ammonia beccarii</i> (Linné)	2					1						
2	<i>A. japonica</i> (Hada)	7					1						
3	<i>Buccella frigida</i> (Cushman)						3						
4	<i>Buccella makiyamae</i> Chiji						4						
5	<i>Elphidium advenum</i> (Cushman)	2					1						
6	<i>E. cf. advenum depressulum</i> Cushman	1											
7	<i>E. cf. clavatum</i> Cushman	6											
8	<i>E. crispum</i> (Linné)	2											
9	<i>E. jenseni</i> (Cushman)	2											
10	<i>E. pacificum</i> (Ujiié)	1											
11	<i>E. somaense</i> Takayanagi	1											
12	<i>E. cf. subgranulosum</i> Asano	1											
13	<i>E. spp.</i>	3					1						
14	<i>Pseudonion japonicum</i> Asano	2					2						
15	<i>Rosalina australis</i> (Parr)	2											
16	<i>Rosalina vilardevoana</i> d'Orbigny						1						
17	<i>Valvulineria hamanaoensis</i> (Ishiwada)	3					1						
18	<i>Valvulineria sp.</i>						1						
	合計	35	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	

ある。

C層では基底礫層直上の25.80mでチェックしたが有孔虫は認められなかった。

B層（東京層）から産出した有孔虫

表5, 図5に示すように, B層トップの9.88mから, *Ammonia japonica*, *Elphidium* cf. *clavatum*が優占し, *Ammonia beccarii*, *Elphidium advenum*, *Elphidium crispum*, *Elphidium jenseni*, *Pseudononion japonicum*, *Rosalina australis*, *Valuvulineria hamanaoensis*等を伴う群集が得られた。いずれの種も内湾域の中央部～湾奥部の砂泥底に生息する種である。Matoba (1970)は松島湾の現生有孔虫の研究から *Ammonia japonica*, *Elphidium* cf.

advenum, *Elphidium somaense*, *Elphidium jenseni*等を湾中央部に特徴的な種 (middle bay facies)としてしている。

また, 産出個体数は少ないが, *Elphidium crispum*, *Elphidium jenseni*, *Rosalina australis*等が産出する。これらは底生有孔虫の飼育実験・観察を行い, その生活様式をA～Dの4タイプに区分した北里 (1981, 1986)によれば, *Elphidium crispum*, *Rosalina vilardevoana*, *Rosalina australis*等はタイプAの密生する海藻の根元あるいは石に付着して生息する種類のグループに区分されており, 内湾の湾中央部～湾奥部環境でも泥底環境とはやや異なった海藻類が生育するような環境であった可能性がある。

次に珪藻化石の産出状況を見ながら, 上記有孔虫化石から得られる知見等を総合して, 古環境の推移を検討す

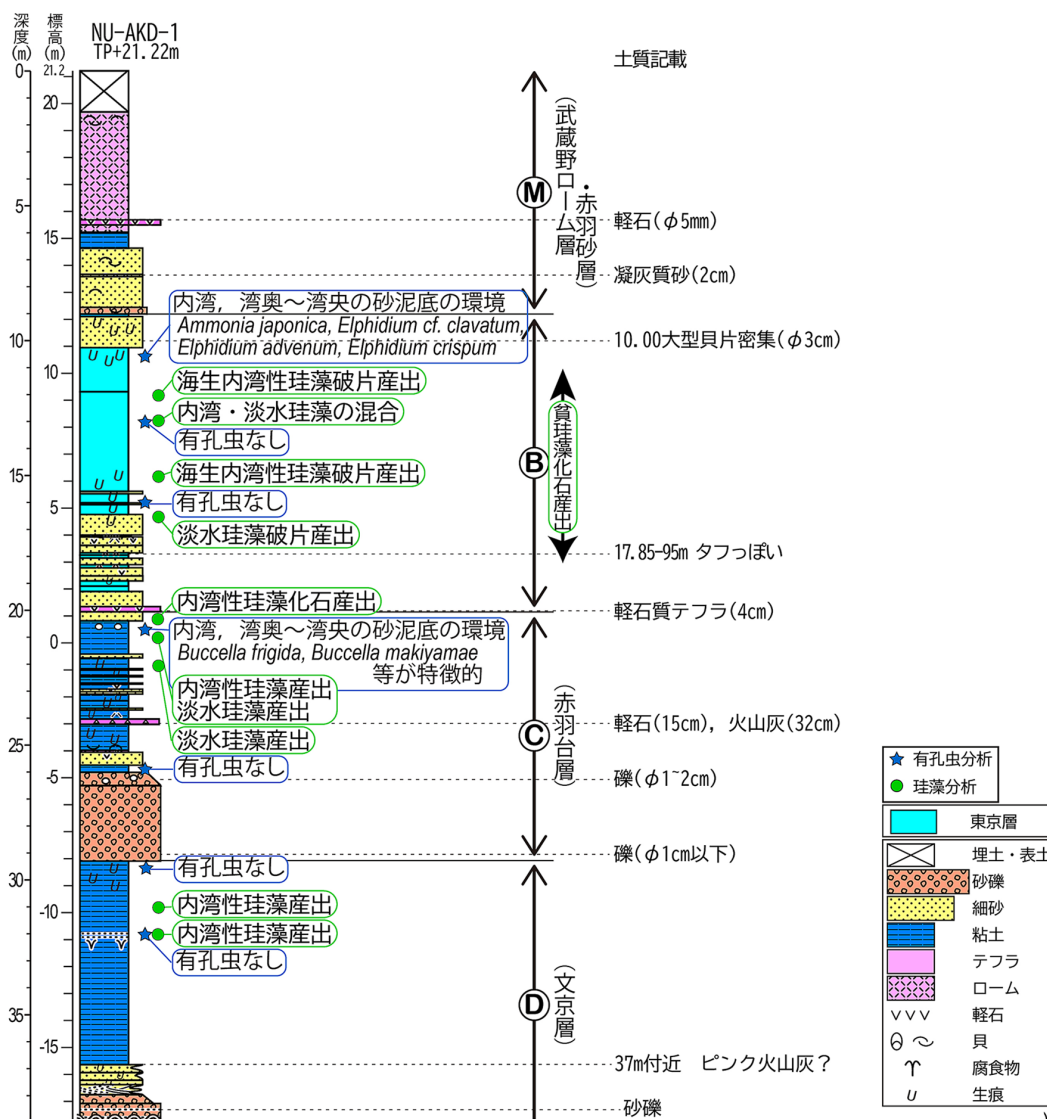


図2 赤羽台 (NU-AKD-1, Loc.6) コアの古環境

表3 赤羽台 (NU-AKD-1, Loc.6) コアの珪藻化石産出状況

番号	試料名 種名	区分	試料深度(m)																			
			9.88	11.0	12.0	12.9	13.0	14	15	16.00	16.60	18.10	19.10	20.00	21.00	22.00	23.00	25.80	29.43	31.00	32.00	
			9.88 ~ 10.00	11.00 ~ 11.09	12.00 ~ 12.10	12.90 ~ 13.00	13.90 ~ 14.00	14.00 ~ 14.10	15.00 ~ 15.10	16.00 ~ 16.10	16.60 ~ 16.70	18.10 ~ 18.20	19.00 ~ 19.10	20.00 ~ 20.10	21.00 ~ 21.10	22.00 ~ 22.10	23.00 ~ 23.10	25.80 ~ 25.90	29.43 ~ 29.53	31.00 ~ 31.10	32.00 ~ 32.10	
1	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2	<i>Cyclotella striata</i>	B	-	-	-	+	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3	<i>Paralia sulcata</i>	B	-	-	x	-	-	-	x	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-		
4	<i>Thaassiosira</i> spp.	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+		
5	<i>Cocconeis scutellum</i>	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+		
6	<i>Actinopteryx senarius</i>	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-		
7	<i>Diploneis</i> spp.	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+		
8	<i>Aulacoseira</i> spp.	f	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-		
9	<i>Cymbella turgidula</i>	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-		
10	<i>Cymbella</i> spp.	f	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-		
11	<i>Diploneis</i> spp.	f	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-		
12	<i>Eunotia</i> spp.	f	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-		
13	<i>Fragilaria</i> spp.	f	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-		
14	<i>Gomphonema</i> spp.	f	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
15	<i>Pinnularia</i> spp.	f	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

区分：外洋指標種群 (A)，内湾指標種群 (B)，海水藻場指標種群 (C1)，海水不定・不明種 (m)，中～下流性河川指標種群 (K)，淡水不定・不明種 (f)
凡例：- (未検出)，+ (殻が50%以上残存している珪藻殻を確認)，x (殻が50%以下の珪藻殻を確認)

る(図5, 表3)。

D層からは32m試料のみであったが有孔虫は産出しなかった。珪藻化石を見ると、個体数が少なく、破片を除き定量的な古環境の解析は困難に思えたので、スミアースライドを多数作成して破片を含めて観察した。深度31m～34mにおいて、*Paralia sulcata*, *Cyclotella striata*, *Diploneis*属, *Cocconeis scutellum*, *Thalassionema nitzschioides*等の内湾性種を含む珪藻が産出し、その下位では藻場を示唆する種も見られたので、D層では藻場を伴う内湾環境が存在した可能性がある。

C層では、深度25m, 23mからは珪藻化石は認められなかったが、20m～22.5mから内湾性の珪藻が認められた。ともに産出数は多くないが、下位から、*Diploneis*属, *Eunotia*属, *Aulacoseira*属, ついでやや多く、*Paralia sulcata*, *Cymbella*属 (F), ほか、*Fragilaria*属, *Diploneis*属, *Cyclotella*属 (F), *Cymbella turgidula*が産出し、湾奥～湾央の砂泥底環境を主に淡水が混じるような環境であったと推定される。その上位の深度20.00m～20.10mでは上記のように有孔虫化石が産出し、貝化石片も認められたが、少量ながら、*Paralia sulcata*, *Actinopteryx senarius*が見られ、全体に内湾性の環境が存在したことは確かである。したがって、C層では初期には珪藻化石が産出しないが、淡水の混じる内湾環境から内湾の湾奥～湾央の環境に至ったものと思われる。

B層については、B層最下部の深度17m～20mからは珪藻化石や有孔虫化石は認められない。粒径も砂ではあるが中粒砂が主体となり褐色味を増す(一部は赤褐

色)。深度18m付近は凝灰質で最下部には軽石混じりのテフラもある。化石は産出しないが環境はC層の内湾から急変したと思われるため、C層・B層の境界を深度20.00mに置く。

深度17m付近から岩相は砂質シルトからシルト層に変化する。深度16.7mから*Gomphonema*属, *Diploneis*属, *Pinnularia*属, *Eunotia*属の淡水珪藻が産出。深度16m～15mにはウミナヤマガキの貝片が含まれ、珪藻化石は*Cyclotella striata*の破片や*Paralia sulcata*の内湾珪藻が産するため、内湾環境に変化したと考えられる。深度12.9mでは、一部淡水の流入があるような環境となったものと思われる。深度9.80m～10.20mの砂層からは珪藻化石は産出しないが、底生有孔虫化石やマガキなどの貝化石片が認められた。したがって、深度17m～9.8mの層準は、内湾と淡水環境が繰り返されていた可能性が示唆される。

以上のように、赤羽台 (NU-AKD-1) コアにおいて、D層, C層, B層の3層において海が浸入した可能性が高い。D層, C層においては海の浸入に先立って礫層, 砂礫層によって示される河川環境が存在したことが示唆される。東京層に相当するB層については、本研究の該当域を通してみると、谷埋めを示す砂泥層の基底に礫層を伴う地点は旧埋没谷分布域に限定され、その他の地点では境界に礫層を伴わず、侵食面となる地域が広いことが知られている。侵食面の性格としては、ベイラビンメント面, 波食面などがあると考えられる。

4.3 三鷹市新川 (NU-MTS-1, 図2 Loc.23) コアにおける有孔虫化石

4.3.1 コアの岩相的特徴と層序

三鷹 (NU-MTS-1, No.23) コアは、三鷹市新川の仙川に沿う武蔵野面 (M2b面) の斜面 (標高48.10m) で採取された。掘進長は23.0mである。

盛土の下に旧地表を示すクロボクがあり、以下ローム層、礫層、泥層、礫層、固結した泥層 (上総層群とした) からなる。(図6柱状図参照)

旧地表以下の堆積物の概要は以下のとおりである。

深度1.95m~5.90m 暗黄褐色ローム層で、2.27m~2.57mに火山ガラスが含まれ、黒色スコリアに富む。2.89m~3.06m、4.80m~5.00mに暗色帯が挟まれる。ローム層最下部の5.80mからルミネッセンス年代試料を得、測定した。

深度6.00m~13.00m 厚さ7mの礫層・砂礫層で、上部・下部に分けられる。上部は6m~11mで、トップの1mは礫混じり砂層、以下は暗灰色砂礫層で、礫径は30

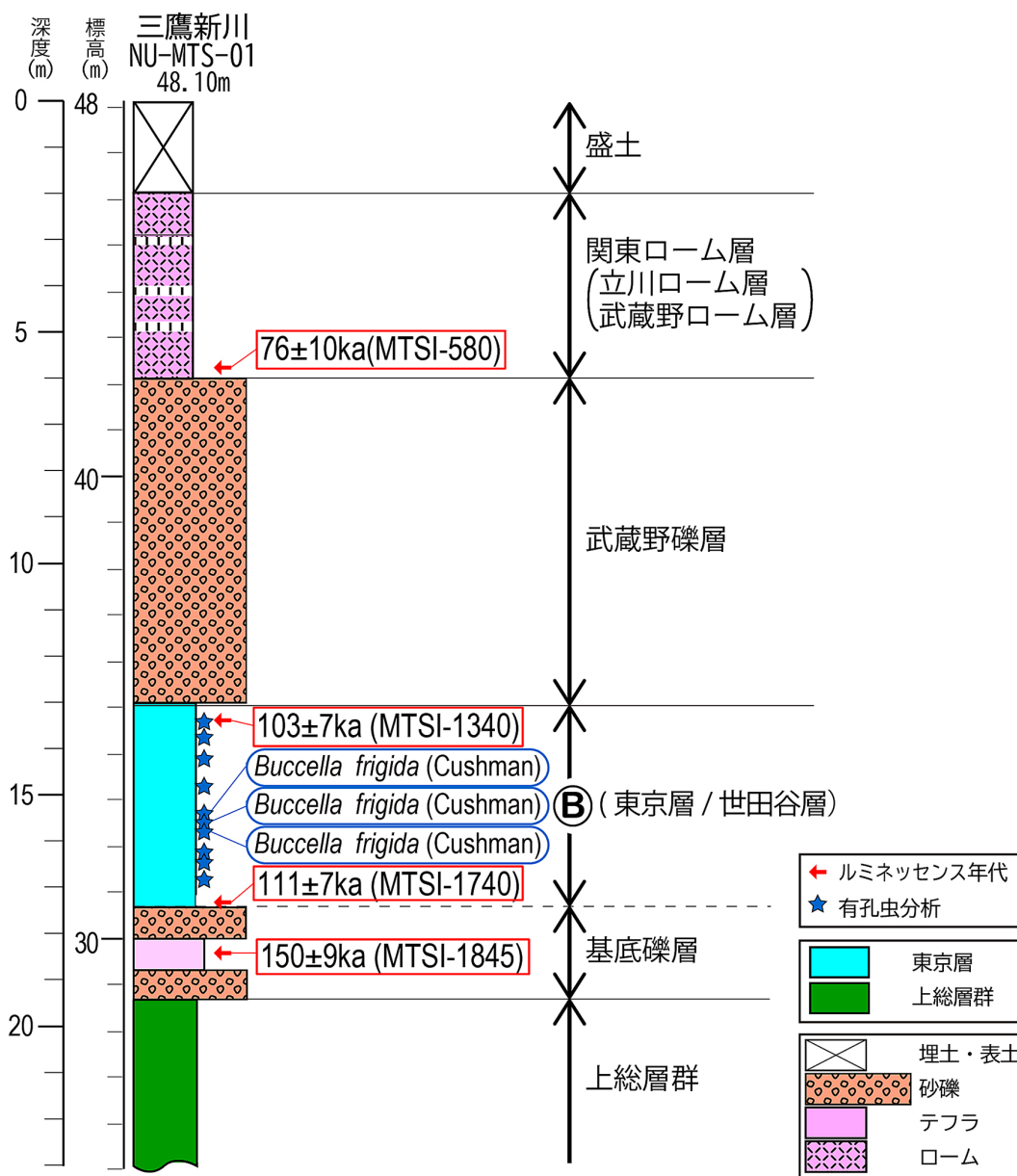


図6 三鷹 (NU-MTS-1, Loc.23) コアの柱状図 赤矢印と数値はルミネッセンス年代
ルミネッセンス年代の詳細は6章に述べる

～55mm, 最大礫は80mmと粗粒である。下部は厚さ約2m, 砂泥質のマトリックスが多く, 礫径は10～30mmとやや細粒で, 軽石を含むところがある。

深度13.0m～17.45mは緑灰褐色～暗青灰色のシルト質粘土層で, 一部生痕, ウミニナ, マガキなどの貝化石片を混じえる。13.4mおよび17.4mでルミネッセンス年代を測定した(詳細は後述)。

深度17.45m～19.38mは, 礫層～礫混じり砂層で, 上部の礫層は礫径30～50mmの垂円礫, 下部の砂礫層の礫径は10～20mmで, 垂円礫～垂角礫。礫層の間には火山灰質の砂質シルト(MTS1-1845mテフラ)を挟む。18.45mの火山灰質砂質シルトについてルミネッセンス年代を測定した。

4.3.2 分析試料について

有孔虫化石の分析に供した試料は, 三鷹市で掘削されたNU-MTS-01コア(Loc.23)の海成層(東京層)と判断される層準の10試料である。

海成層と判断された分析用試料は細かく見ると, 貝殻破片を混入する青灰色～暗灰色の砂混じりシルト, 砂質シルト, シルト質細砂, シルト混じり細砂で, 下部では細礫を混入する。

4.3.3 有孔虫化石群集と古環境

有孔虫化石の産出表を表4, 主要産出有孔虫化石の層

位的変遷を図5に示す。

また, 主要産出有孔虫を図版2(末尾)に示す。

有孔虫化石が産出したのは, 深度15.35m, 15.55m, 15.8mの3試料である。表4, 図版-2に示すように, いずれの試料も*Buccella frigida*を優占種とし, *Ammonia beccarii*, *Elphidium advenum*, *Elphidium cf. clavatum*, *Elphidium cf. kusiroense*, *Elphidium somaense*, *Elphidium subgranulosum*, *Valvulineria hamanakoensis*等を伴う群集である。いずれの種も内湾域の中央部～湾奥部の砂泥底に生息する種である。また, *Buccella frigida*, *Elphidium cf. clavatum*, *Elphidium cf. kusiroense*等は寒流系の底生種とされており, 当時の古東京湾が親潮の影響を受けるような環境下にあったことが推定される。東京低地の縄文海進期の有孔虫群集では*Buccella frigida*を優占種とする様な群集は見られない(関本ほか, 2006, 2008)が, 金子ほか(2005), 金子ほか(2018)によって大宮台地のボーリングコアの分析から*Buccella frigida*を優占種とする群集が, 木下層の上部(V帯)・下部や上泉層, 藪層などから報告されている。

4.4.1 豊島区千早コア(Loc.2)

豊島区千早コア(NU-CHY-1)は, 2021年4月上旬に豊島区西部区民事務所 敷地内【所在地 東京都豊島区千早2-39-16】において採取された。掘進長は50.0mである。S面の末端に位置する緩斜面部にあたり, 標高は

表4 三鷹(NU-MTS-1)コアの底生有孔虫化石産出表

種名\深度(m)	13.4	13.8	14.2	14.8	15.4	15.6	15.8	16.2	16.4	16.8
<i>Ammonia beccarii</i> (Linné)					6	47	15			
<i>Buccella frigida</i> (Cushman)					23	74	29			
<i>Buccella cf. Makiyamae</i> Chiji					0	0	2			
<i>Buliminella elegantissima</i> (d'Orbigny)					0	11	2			
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman)					6	26	6			
<i>Elphidium cf. clavatum</i> Cushman					7	19	8			
<i>Elphidium excavatum</i> (Terquem)					1	4	0			
<i>Elphidium cf. kusiroense</i> Asano					0	31	5			
<i>Elphidium reticulosum</i> Cushman					0	1	0			
<i>Elphidium somaense</i> Takayanagi					0	49	5			
<i>Elphidium subgranulosum</i> Asano					5	38	9			
<i>Elphidium subincertum</i> Asano					0	3	0			
<i>Elphidium</i> spp.					2	4	2			
<i>Valvulineria hamanakoensis</i> (Ishiwada)					0	26	6			
合計	0	0	0	0	50	333	89	0	0	0

32.3mである。

4.4.2 岩相と層序

深度0m~2.3mは盛土および表土である。

深度2.3m~8.43mは凝灰質シルト層（黄褐色ローム層）で、5.00m~5.04mに黄白色軽石層、7.55m~に軽石混じり火山砂を挟む。

深度8.43m~9.47mはシルト質細砂で、東京層の本体に相当する。8.54m~に乳灰色軽石層、その上位に雲母を含有する。9.10mでルミネッセンス年代を測定：110±7ka

深度9.47m~10.75mは礫混じり粗砂・砂礫層で、礫径25-30mm、ここままでB層。

深度10.75m~14.35mは砂シルト互層状で、C層の上部。

10.79m~10.80mに火山灰層、12.10~12.13mに軽石混じり砂層挟在。

深度14.35m~19.85mは暗灰色シルト~砂質シルト層。

深度19.85m~22.20mは軽石混じり火山灰層で、21.50~21.80mは特に軽石が目立つ（軽石径5-10mm）、21.88~22.18mにも軽石が集中。

深度22.20m~22.78mは礫混じり中~粗砂で、ここままでをC層とした。

深度22.78m~36.6mはシルト~砂質シルト層で下部はよく締まっている。D層にあたる可能性もあるが、特別に時期を限定できる材料はない。33.60m~33.69mに白色タフを挟む。

深度41.95m~44.42m 砂礫層

深度44.42m~50.00m 固結砂質シルト

テフラ分析については5.で述べる。

ルミネッセンス年代測定は1試料について行った。

深度9.10mの年代値は想定される層序と矛盾がない。一方、C層の下限は、後述の深度20m付近の軽石質火山灰層がAta-Thテフラ（240ka）に相当する可能性が強いため、深度22.20~22.78mの礫混じり中~粗砂層に置いた。

4.4.3 千早（NU-CHY-1, Loc.2）コアから得られる古環境

千早コアについても9試料について有孔虫分析を試みたが、有孔虫の産出は認められなかった。このため、珪藻分析を行ったが、珪藻化石も少なく統計的な解析には程遠い状況であったため、スミアースライドを作成して、珪藻化石の破片を含めて古環境の傾向を検討した

（図7）。上位から傾向をまとめると、B層と判断した9.43m~9.47mは淡水湿地、C層と目される15.80mは破片のみだが内湾~湿地環境、18.50mは淡水湿地~陸生珪藻、内湾浮遊性、海水干潟珪藻が認められた。

D層と考えられる25.25m~25.30mは淡水湿地（好流水、好清水性）、28.35m~28.40mは淡水河川？（好流水、好清水性）、28.80m~28.85mは淡水湖沼~湿地、32.70m~32.75mは汽水~淡水湿地となる。

5. 武蔵野台地におけるテフラの分析結果とその対比

3.で述べた赤羽台などのオールコア、既存ボーリングから得たテフラ試料、および対比のために必要な比較データを得るためのテフラ試料についてテフラ分析を行い、対比を検討した。対象コアは、赤羽台（図2のLoc.6）、千早（Loc.2）、三鷹（Loc.23）に、既存コアの本郷1（Loc.9）、本郷2（Loc.8）、上中里（Loc.7）、南町（Loc.4）、西麻布（Loc.14）を加え、8地点10本である（図2）。その結果を、産総研による北区中央公園（Loc.5）、上野公園（Loc.10）、練馬区北町（Loc.1）、板橋区大山（Loc.3）、紀尾井町（Loc.12）、上池台（Loc.17）、代々木公園（13）、高輪（16）などで報告されたテフラと比較する。また、東京層については、世田谷区桜丘（Loc.22, NU-SKG-1）、同上用賀（Loc.21）、野毛（Loc.18）、駒沢公園（Loc.21）などを参考にした。

なお、対比を検討する際、模式地やそれに準ずる試料を同時に測定するのが最も望まれる。本研究では箱根系のテフラ、阿多鳥浜火砕流堆積物などで、TCu-1（Tm-2）等の箱根火山の主要テフラは大磯丘陵高尾橋近傍露頭で採取したほか、土屋ローム層、早田ローム層の多くのテフラは日大に採取・保管していた大磯丘陵標準テフラ試料から用いた。阿多鳥浜火砕流堆積物は宮崎県南九州市御領矢越海岸において採取し、マトリックスの火山ガラスを分析に用いた。それ以外のテフラを含め、文献値と比較した。

【AKD-1-24m テフラの起源】

赤羽台（NU-AKD-1）コアの中でテフラ層準として最も目立つのは、深度24m~25m付近の、軽石が多数散在する火山灰層（AKD-1-24mテフラ）である。火山灰層の細粒部はバブルウォール型の火山ガラスで、sponge型の火山ガラスも伴う。含まれる軽石は白色で、粒径は2mm~5mmである。軽石は24.13m~24.35mに多く、上下にやや拡散している。重鉱物は、火山灰サイズではopx, cpx, ho, mtであるが、軽石にはopx, cpx, mtで、hoは含まれない。火山ガラスの屈折率（n）を形態

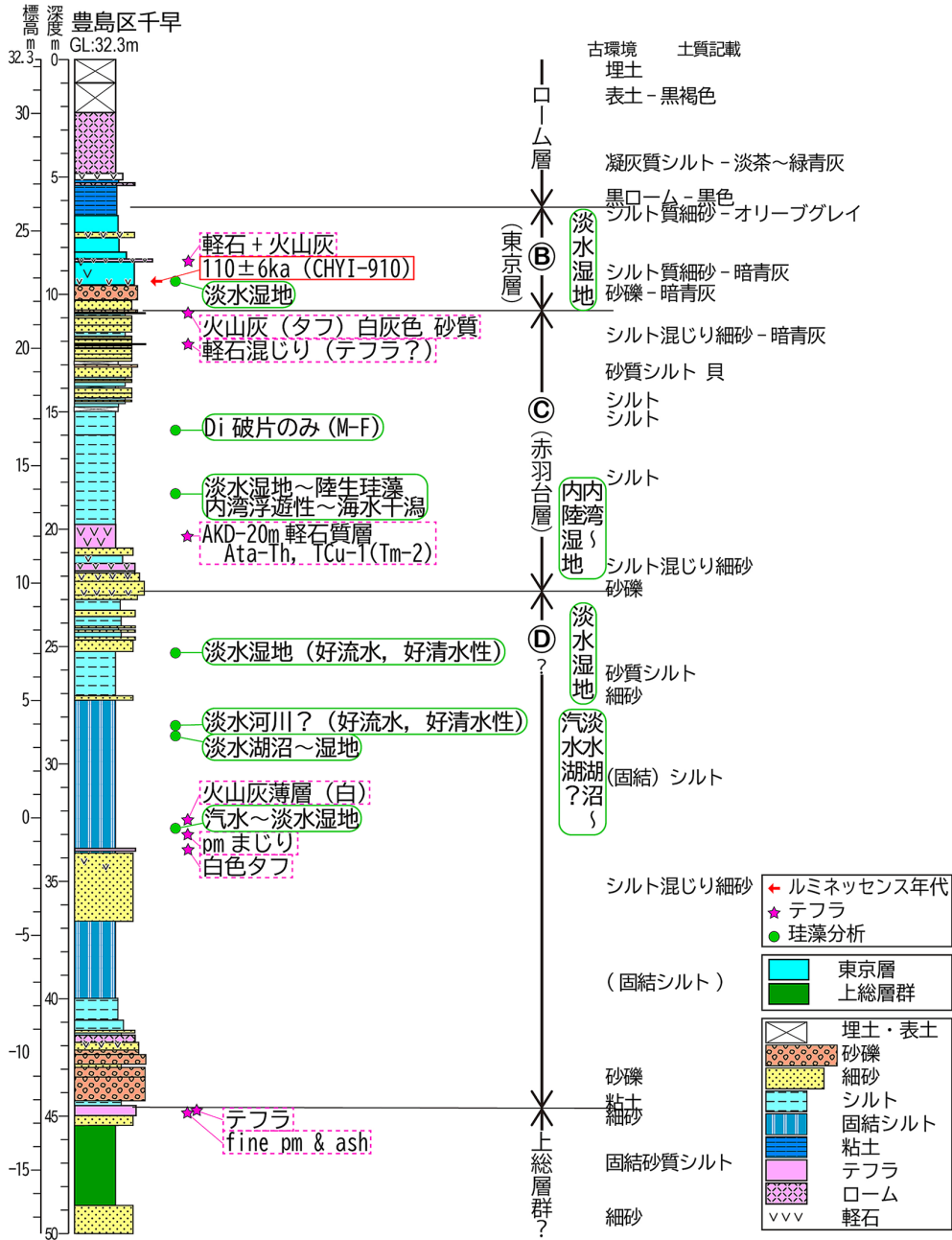


図7 千早 (NU-CHY-01, Loc.2) コア柱状図

別に測定すると、bw型では1.500-1.503, sponge型では1.516-1.520 (軽石を粉碎して測定すると sponge型と同じ結果となる)。鉱物の屈折率では、opx (γ) は1.714-1.718, ho (n_2) は1.670-1.675。以上の結果から、AKD-1-24mテフラは、2種のテフラが混合したものと考えられる。その対比候補として、bw型火山ガラスが主体をなすAta-Thテフラ、および軽石と sponge型火山ガラスが主体をなす箱根火山起源のTCu-1 (Tm-2) テフラが有力

である (表6)。

鈴木・遠藤 (投稿中) は本郷一帯の台地のボーリング試料から類似するテフラを見出し、記載岩石学的性質に基づき、阿多鳥浜 (Ata-Th) テフラ、多摩TCu-1 (Tm-2) テフラが混合した可能性が高いと考えた。本研究では鈴木・遠藤 (投稿中) で扱われた本郷台地一帯の5本のコアからのテフラ試料を含めて、主成分元素組成を測定して比較した。今回の分析には、千早コアおよび板橋区南

町コアの岩相的に類似するテフラも加えて行った。分析結果を、宮崎県の阿多鳥浜火砕流堆積物のマトリックス、大磯丘陵の多摩TCu-1 (Tm-2) テフラ、Matsu'ura *et al.* (2021), Tsuji *et al.* (2018), 長橋ほか(2004)のAta-Th テフラ、北区中央公園コアで多摩TCu-1とされた軽石層(納谷ほか, 2020)と比較し(図8a, b), それぞれよく対応することが確認された(表5)。

阿多鳥浜(Ata-Th) テフラは、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(ページユタフと呼ばれる)までの範囲で発見されてきた(町田・新井, 2003; 鈴木・早津, 1991など)。240kaの年代が測定されている(檀原, 1995)。MIS7.5に相当。ページユタフの層準は上杉ほか(2000)に詳しい。

多摩TCu-1 (Tm-2) テフラは、箱根火山の古期テフラを代表する大規模噴火に由来する厚い降下軽石層と火砕流堆積物からなり(町田ほか, 1974; 上杉, 1976), 古くから“ドーラン”の名称で知られてきた。下総層群の上泉層のKm-2テフラと対比された(中里・佐藤, 1988)。

図8に火山ガラスのSiO₂-K₂O図を、代表的な広域テフラおよび、宮崎県における阿多鳥浜火砕流堆積物のマトリックスの火山ガラスの組成を示した。また、箱根火山起源テフラの中で、火山ガラス・鋳物の屈折率から対比される可能性のある大磯丘陵内で採取されたTCu-1 (Tm-2), Tu-7, Tu-8を中心に代表的なテフラの組成も比較した。これらに対して、武蔵野台地で得られた赤羽台AKD-1-24mテフラ(火山灰と軽石), 本郷のHG2-22mテフラ(火山灰と軽石), 上中里のKNZ-12mテフラ, KNZ-13mテフラ(火山灰と軽石), 板橋区南町のIMN-25mテフラ(火山灰と軽石), 豊島区千早のCHY-1-20.8mテフラについても比較を試みた。その結果、赤羽台, 本郷, 上中里, 板橋区南町, 豊島区千早の火山灰はいずれも阿多鳥浜火砕流の領域に良くまとまってプロットされた。図8-bでは、これらは重なり識別できないため、赤羽台, 千早, 上中里, 本郷2の火山ガラスと軽石(粉碎)のみを示した。これらの詳細は別途報告の予定である。

AKD-1-24mテフラに含まれる軽石についても、箱根起源の代表的軽石の中でもTCu-1 (Tm-2)は有意なトレンドを示すので、対応することが確認できる。なお、トレンド上にあって大磯丘陵で採取されたデータとは外れるものがあるが、おそらく比較したサンプルが大磯丘陵の単一の主要ユニットから採取したものであることに起

因すると考えられる,

AKD-1-24mテフラの火山ガラスの分析結果は、図8-bに示すように、主要な組成グループはAta-Thの分析結果と一致した。そのほか、長野・群馬県境付近の四阿火山からの四阿菅平2 (Azy-SgP2) テフラ(鈴木・早川, 1990命名)と一致する組成グループ(化学組成: 山元, 2013)も認められた。このように、AKD-1-24mテフラは、Ata-Th, TCu-1 (Tm-2)に加え、Azy-SgP2も混合したものであることが明らかになった。

なお、火山ガラスの主成分元素組成分析の詳細については、稿を改めて述べる予定である。

【武蔵野台地におけるMIS3の高山Ng1 (Tky-Ng1) テフラの発見】

高山Ng1 (Tky-Ng1) テフラは本郷台地の複数のコアで記載岩石学的性質に基づき認められ(鈴木・遠藤, 投稿中), 本研究の火山ガラスの主成分元素組成分析によって明確に対比された(図8a)。

該当するHG1-1-33.15mテフラおよびHG-1-2-33.15mテフラは、後述するYb5 (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(bi)を伴う重鋳物組成や、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, hoの屈折率(n_h): 1.684-1.691 (1.687), opxの屈折率(γ): 1.720-1.728 (1.724)である。大磯丘陵では下庭タフと呼ばれる細粒火山灰に相当する(TII-57.5付近: 上杉陽氏談話)。

更新世中期の指標テフラである高山Ng-1テフラ(Tky-Ng1)は、静岡市清水区根古屋層を模式地とし、水野・吉川(1991), 吉川ほか(1991)によって詳しく記載された。fsp, qz, bt, ho, opxを含む細粒火山灰である。ho, opxの高屈折率を特徴とする(表5), 近畿, 東海, 関東, 四国に分布する。さらに飛騨の高山軽石と対比され、給源は飛騨山地と推定されることなどが明らかになっている(水野・吉川, 1991; 田村・鈴木, 2001)。町田・新井(2003)はこのテフラを高山Ng1 (Tky-Ng1) テフラと命名し、その年代を290-300ka (MIS9.3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の屈折率等の記載岩石学的特性の全般においてよく類似する(鈴木・遠藤, 投稿中)。本研究の主成分元素組成分析においても、大磯丘陵の下庭タフ, Tsuji *et al.* (2018), およびMatsu'ura *et al.* (2021)のTky-Ng1とよく一致する結果が得られた

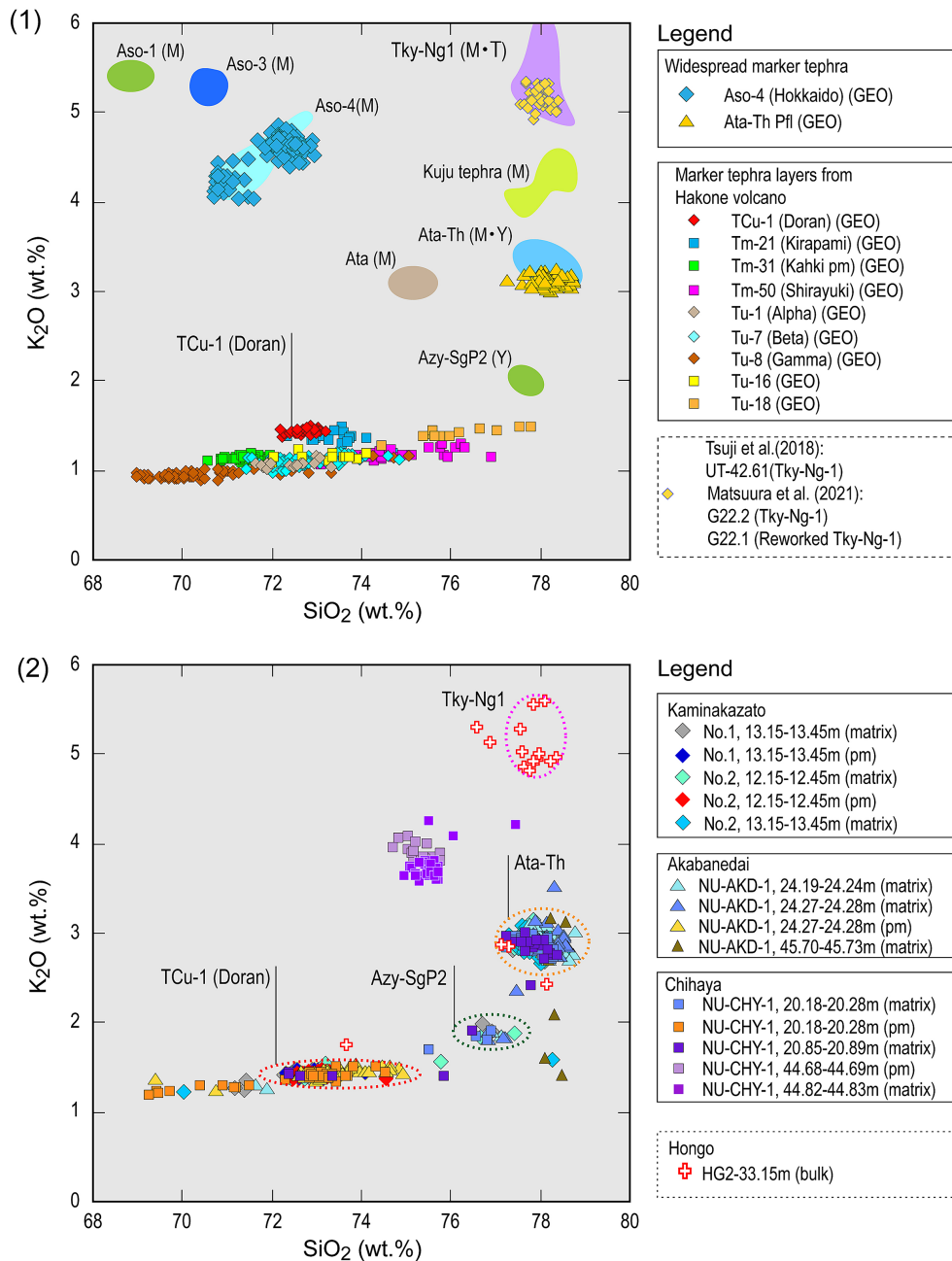


図8 火山ガラスのEPMAによる主成分元素組成分析の結果

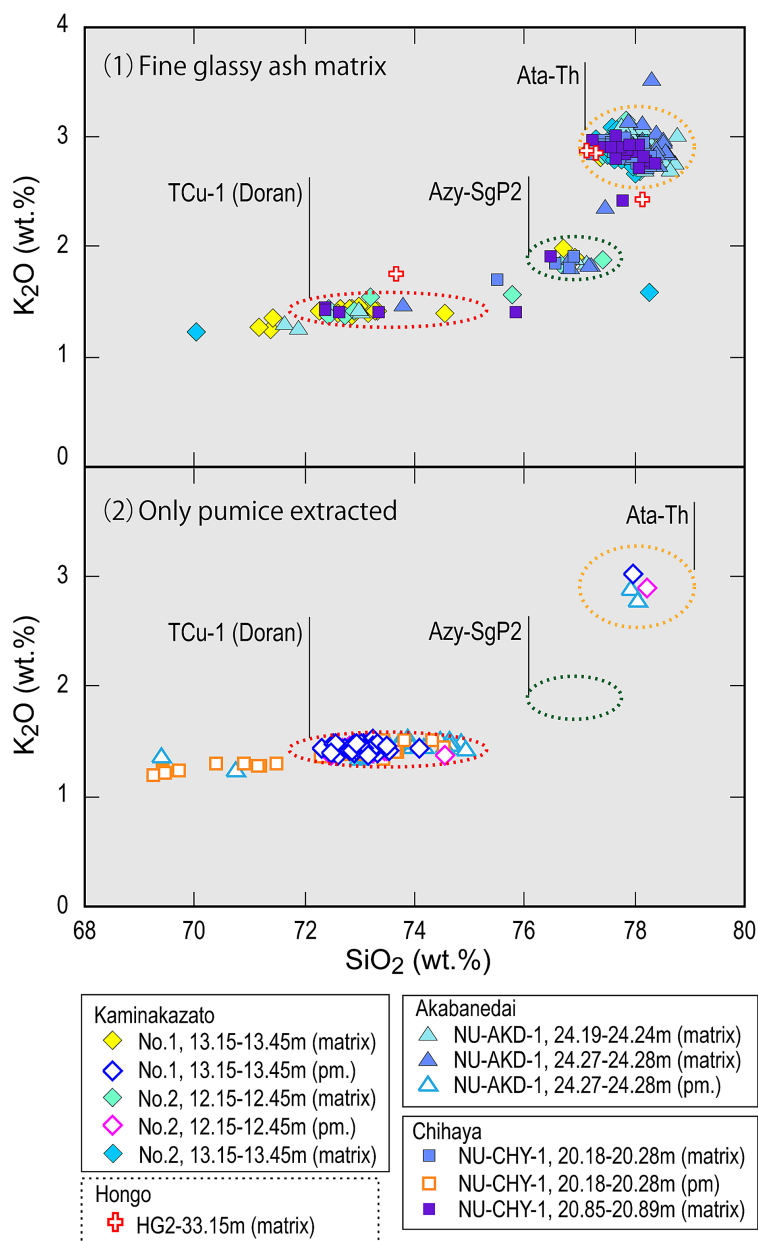
8a 赤羽台コア (NU-AKD-1), 千早コア (NU-CHY-1), 上中里コア (KNZ) のテフラと既知の標準テフラ試料および文献データとの比較
 8a-(1) SiO_2 (wt.%) - K_2O (wt.%) 図 (広域テフラ, 箱根起源の主要テフラおよび文献データ). GEO は GEOMAR での分析の略で, 本研究における分析結果である
 8a-(2) 本研究で分析した赤羽台コア (NU-AKD-1), 千早コア (NU-CHY-1), 上中里コア (KNZ) および本郷コアの SiO_2 (wt.%) - K_2O (wt.%) 図. マトリックス (matrix) の4φ相当の細粒火山ガラス部分と抽出した軽石 (pumice) を粉碎してそれぞれ別個に測定し比較した

(図8, 表5, 表6)。

【箱根火山起源のテフラ: TB-1 (Tm-8), TAM-5 (Tu-8), Tu-16 (TAu-2) など】

これらは層序の検討に重要な意味を持つテフラである。

TB-1 (Tm-8) は杉原 (1979) により西新宿の新宿センタービル工事現場 (Loc.11) で確認された (表6)。新宿センタービル408aは $\text{opx}(\gamma)$: 1.698-1.702と非常に低屈折率でTB-1 (Tm-8) と一致する。礫層を挟んでその上位にある408bは $\text{opx}(\gamma)$ 1.698-1.711, n_D 1.682-1.687



8b 8aのTCu-1とAta-Th, Azy-SgP2に対応する本研究のコアサンプル分析結果の拡大図
8b-(1)マトリックスの細粒火山灰部分の結果 8b-(2)抽出した軽石を分析した結果

で、opxの高いモードはTAm-5 (Tu-8) に一致した。opxの低いモードやhoは他のテフラからの混入と考えられた (杉原, 1979)。層序などの詳細は後述する。TB-1 (Tm-8) については横浜・多摩で広く認められ、バヤリースと呼ばれた。opxの特有の低屈折率からその確度は高いと考えられる。

TAm-5 (Tu-8) については、植村ほか (2020) において世田谷層 (東京層) の基底礫層中に挟まれる細粒軽石が、火山ガラス (n) と opx (γ) および主成分元素分析によ

り、TAm-5 (Tu-8), あるいはTAm-4 (Tu-7) に対比された (Loc.22)。

Tu-16テフラはかつて“ニセトウキョウ”と呼ばれたことがあるように、一見Hk-TP (東京軽石層) に類似する顕著なテフラで、軽石層とスコリア層で構成されるが、下半をなすスコリア層は非常に厚く、黒色岩片~微細気孔スコリア片で構成され、上半部は赤味がある軽石質火山灰と赤味が強い粗粒軽石粒の繰り返しからなるという稀な岩相的特徴を有する (上杉, 1976)。東京港の

表5 武蔵野台地で従来検討されたテフラ, および比較対象となったテフラの記載岩石学的性質

テフラ	重鉱物組成	火山ガラスの型	屈折率		
			火山ガラス(n)	opx(y)	ho(n ₂)
阿多島浜テフラ(Ata-Th)					
町田・新井(2003) 大根占町 鈴木・早津(1991) 大磯丘陵ベージュ	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
Lw.O.P. 大井ほか(2016)川上村金山	opx, oxho		1.497-1.499	1.700-1.707(1.710)	
箱根 TCu-1(Tm-2) 町田ほか(1974), 上杉(1976)	mt>opx, cpx	spg			
植村ほか(2020) 大磯丘陵中村川 納谷ほか(2020) 大磯丘陵高尾	mt>opx, cpx mt>opx, cpx	spg spg	1.519-1.521(1.520) 1.515-1.517(1.516)	1.714-1.721(1.719) 1.714-1.721(1.716-1.719)	
GoP1 (皆川・町田,1971), ゴマシオ第1軽石 (町田ほか,1974)					
町田・新井(2003) ハヶ岳 BBP 杉原ほか(1978) 市原市瀬又	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
Aso-1					
町田・新井(2003) 竹田市竹田高校	opx, cpx	spg	1.511-1.521	1.703-1.715	
高山-Ng1 テフラ(Tky-Ng1)					
水野・吉川(1991) 田村・鈴木(2001) Tky 大岡村樺平 Ng-1 清水市根古屋	ho>opx; bi, qt ho>opx; bi, qt	spg spg spg	1.497-1.499 1.498-1.500 1.499-1.500	1.717-1.727 1.722-1.727 1.722-1.727	1.685-1.700 1.686-1.694 1.685-1.694
加久藤テフラ(Kkt)					
町田・新井(2003) 国分市萩の元 町田・新井(2003) ハヶ岳, 南牧村川平 (ヌカ1)	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	
TE-5					
町田・新井(2003) 大磯丘陵鴨沢 鈴木・早津(1991) 大磯丘陵鴨沢	TE-5b (上部) TE-5 (中部) TE-5a (下部) 上部 下部	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
A ₂ Pm 鈴木・早川(1990)	上部 下部	ho>opx, mt, bi, qt opx>cpx, ho, mt, bi, qt		1.731-1.736 1.703-1.707	1.685-1.694 1.681-1.690
A ₃ Pm 田村・鈴木(2001) 大岡村		ho>>opx; bi, qt		1.726-1.733	1.689-1.695
A ₄ Pm 田村・鈴木(2001) 大岡村		ho>opx; bi, qt		1.728-1.734	1.690-1.698
A ₅ Pm 田村・鈴木(2001) 大岡村		ho>>opx; bi, qt		1.730-1.734	1.688-1.697
A ₂ Pm 田村・鈴木(2001) 大岡村		ho>>opx; qt, bi		1.732-1.735	1.691-1.698
A ₁ Pm 田村・鈴木(2001) 大岡村		ho; bi, qt			1.687-1.696

bw: バブルウォール型火山ガラス(Y字型を含む), spg: スポンジ型火山ガラス
opx: 斜方輝石, cpx: 単斜輝石, ho: 普通角閃石, oxho: 酸化角閃石, cum: カミングトン閃石, bi: 黒雲母, mt: 磁鉄鉱, qt: 石英

Loc.25コア (江東区有明) で確認されている (東京都港湾局による)。

西麻布コア (Loc.14) のNAZ-20.35mテフラも顕著な軽石質テフラであるが, opx (y) 1.701-1.706と低屈折率を示し, TB-1 (Tm-8) の可能性があるが (表6), ho (n₂): 1.681-1.688を伴うことから, TB-1 (Tm-8) の上下に複数ある角閃石を含有するテフラの混入等を考える必要がある。火山ガラスは風化している。現状では可能性の指摘にとどまる。

三鷹コア (Loc.23) のMTS-1-18.45mテフラ (東京層基底礫層に挟在) については, 150±kaの年代が得られたが, 未風化の火山ガラスが十分に得られなかった。

【産総研により対比・同定されたテフラ】

Yb5 (GoP1に対比), Yb1.5は共に藪層の指標テフラであり, 納谷ほか (2021) で記述された。

So-OT, 塩原カルデラ起源の火砕流堆積物に由来 (山

田ほか, 2018) するもので, 納谷ほか (2021) に報告された。

この中で, 本郷のHG1-3-21.15mテフラはho, cum, bi, qtに富み, 上野公園コア (Loc.10) (納谷ほか, 2021) で認められたYb5 (GoP1) の可能性がある (鈴木・遠藤, 投稿中)。ただし, 火山ガラスは風化しているため, その対比の確度は高くない。

そのほか, 産総研のコアでは, 以下のテフラが検討されている。

大田区上池台コア (17), 練馬区北町コア (1) では, 新たにYb1.5テフラが記載された (納谷ほか, 2021)。

前者のOTI-33.79のYb1.5は厚層5cmの黄白色細粒テフラで, 上野公園コアの29.83-81テフラ, 練馬区北町コアのNM1-25.83テフラとも共通で黒雲母を多く含む (bi, opx, cpx, ho, mt)。opx (y): 1.698-1.726, ho (n₂): 1.669-1.695。hoの化学分析で類似の傾向を示す。NM1を除き火山ガラス (n): 1.496-1.508 (1.500-1.501, 1.504)

武蔵野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

表6 本研究で分析・検討された武蔵野地のテフラの記載岩石学的性質

サンプル名	深度 m	堆積物の性質, 重鉱物組成	火山ガラスの屈折率(n)	鉱物の屈折率 上: opx(γ), 下: ho(n ₂)	火山ガラス化学分析	対比
①本郷台地 1 HG1 (文京区本郷7 文京区総合体育館 No.1-No.3)						
HG1-1-33.15m	33.15 -33.47	黄白色極細粒火山灰 ho>>opx>cpx, (bi) bw 型 (Y字型含む) 火山ガラス	1.499 (1.497-1.503)	1.725(1.720-1.728) c30 4φ 1.691(1.688-1.695) c20 4φ	EPMA, GEOMAR	Tky-Ng1
HG1-2-1.65m	1.65 -1.95	立川ローム層 bw 型火山ガラス	1.500(1.499-1.500)			AT
HG1-2-22.15m	22.15 -22.51	軽石混じり火山灰 opx>>ho>cpx bw 型火山ガラス	1.499(1.498-1.500) c30 4φ	1.716(1.714-1.718) c30 1.672(1.670-1.675) c30-	EPMA, GEOMAR	Ata-Th
		軽石型火山ガラス	1.515(1.514-1.516)		EPMA, GEOMAR	TCu-1
HG1-2-33.15m	33.15 -33.45	黄白色極細粒火山灰 (bw(Y), fibr>spon) ho>opx>cpx, (bi)	1.499(1.497-1.503) c30	1.724(1.720-1.728) c22 1.687(1.684-1.691) c30	EPMA, GEOMAR	Tky-Ng1
HG1-3-21.15m	21.15 -21.45	白色細粒火山灰 (コア状, 純層) ho, cum, (bi)		— 1.667(1.664-1.670)		GoP1
HG1-3-43.15m	43.15 -43.42	灰白色極細粒火山灰 ho, opx, cpx, (bi) Y字型 bw 型, spg 型火山ガラス	1.500(1.499-1.502)	1.706(1.704-1.707) c30 4φ 1.692(1.690-1.696) c30 4φ		TE-5a?
②本郷台地 2 HG2-1 (文京区向丘1 文京区第6中学校 No.2)						
HG2-1-28.15m	28.15-28.45	軽石混じり火山灰質細砂 bw 型, 軽石型火山ガラス	bimodal(1.497-1.506, 1.515-1.522)	1.716(1.714-1.718) 1.674(1.669-1.679)		Ata-Th TCu-1
		軽石	1.515(1.514-1.516)			TCu-1
③上中里 KNZ-1 (M2面切土 北区西ヶ原1 上中里駅近傍)						
KNZ1-2-6.15m	6.15-6.45	テフラ opx>cpx>=ho 火山ガラス	1.508(1.506-1.511) c22 4φ 1.508(1.506-1.510) c30 4φ	1.711(1.708-1.714) c31 4φ 1.683(1.680-1.686) c31 4φ	gl: EPMA, GEOMAR	Ataに類似
KNZ1-2-12.15m	12.15-12.45	軽石混じり火山灰 opx>ho>=cpx bw 型火山ガラス, 軽石型火山ガラス	1.499(1.498-1.500) c30 4φ	1.716(1.714-1.719) c30 3φ 1.672(1.669-1.676) c30 4φ	gl: EPMA, GEOMAR	Ata-Th
		軽石粉碎 -12.15m ~ ほとんど軽石(径 3-5 mm)	1.515(1.515-1.516) c30 4φ	1.716(1.714-1.718) c30 3φ —	pm: EPMA, GEOMAR	TCu-1
KNZ1-2-13.15m	13.15-13.45				bulk: EPMA, GEOMAR gl: EPMA, GEOMAR	Ata-Th
④赤羽台 NU-AKD-1 (北区赤羽台団地)						
AKD-1-24m	24-25m	火山灰質軽石層 opx ho cpx			gl: EPMA, GEOMAR	Ata-Th
	24-25m lw	bw 型火山灰	1.501(1.500-1.503) c30		gl: EPMA, GEOMAR	Ata-Th
		軽石 火山ガラス	1.519(1.516-1.520) c30		pm: EPMA, GEOMAR	TCu-1
	24-25m md	bw 型火山ガラス	1.500(1.499-1.504) c30			
	25m up	bw 型火山ガラス	1.500(1.499-1.501) c30			
AKD-1-53.65m	53.65-53.70	白色タフ				
⑤板橋区南町 IMN-1						
IMN-1-25.15m	25.15	軽石混じり火山灰質砂層 opx>ho, cpx 軽石 φ2-3mm bw 型火山ガラス	bimodal(1.498-1500, 1.515-1.519)			Ata-Th
		軽石	1.517(1.516-1.519)			TCu-1
⑥大山西南部 NU-CHY-1 (豊島区千早 千早コア)						
CHY-1-20.8m	20.80	軽石混じり火山灰層 bw 型火山ガラス	1.500(1.499-1.500)	— 1.673(1.671-1.675)	bulk: EPMA, GEOMAR	Ata-Th
		軽石 粉碎火山ガラス	1.517(1.515-1.520)	1.715(1.712-1.717)	軽石: EPMA, GEOMAR	TCu-1
	20.85-20.90	火山ガラス 軽石	1.499(1.498-1.500) c30	1.715(1.711-1.718) c30 1.673(1.670-1.676) c30	EPMA, GEOMAR	Ata-Th TCu-1
CHY-1-33.7m	33.7	白色タフ状 opx, cox, ho Y字型ガラス	1.505(1.504-1.507)		未	
CHY-1-44m	44.80-44.85	テフラ 細粒軽石アワオコシ状	1.503(1.501-1.505)	— 1.687(1.683-1.689)	EPMA, GEOMAR	不明
⑦西麻布						
NAZ-19.00m		軽石, 火山ガラス 風化		1.708(1.705-1.711) 未風化 gl わずか		
NAZ-20.35m		軽石, 火山ガラス 風化 opx, ho>cpx		1.703(1.701-1.706) (1.681-1.688)		TB-8の下半か

大磯のテフラ 早田ローム層中テフラなど多数

bw: パブルウォール型火山ガラス(Y字型を含む), fib: 繊維束状火山ガラス, spg: スポンジ型火山ガラス c30などは測定数を示す

で、納谷ほか(2021)で新称された。

紀尾井町コア(Loc.11)では、KO1-28.80テフラがSo-TN(山田ほか, 2018)に対応すると報告された(納谷ほか, 2021)。So-TNテフラは山田ほか(2018)によって、下位よりa-dのユニットが区分されたが、そのSo-TNbは黒色スコリアや岩片からなり、 $n: 1.506-1.507$, $opx(\gamma): 1.720-1.732, 1.729-1.731$ と高い。火山ガラスは中間型と多孔質型があり、 $n: 1.503-1.509(1.508), 1.512-1.514$ とされ、So-TNbと極めてよく一致する。

【さらに検討を要するテフラ】

東京港のコア(Loc.24)では地蔵堂層の基準テフラ、J4(TE-5a)が唯一対比されてきたが(納谷ほか, 2021)、武蔵野台地側では発見されていない。

本郷台地コアのHG1-3-43.15mテフラ(鈴木・遠藤, 投稿中)は、bw型火山ガラス(n): 1.499-1.503, $opx(\gamma): 1.704-1.707$, $ho(n_2): 1.690-1.696$ の屈折率データからは、町田・新井(2003)のTE-5aとよく類似し、対比に矛盾はない。しかし、比較的近い位置にある上野公園コアでは認められず、類似した層準はYb5, Yb1.5を含む藪層とされ、地蔵堂層ではない。また、TE-5に関してはその上位に別のテフラを伴うことから、模式地の大磯丘陵鴨沢露頭で、このテフラはTE-5a, -5bに分けられた経緯がある(町田・新井, 2003)。さらにTE-5aは、類似のテフラが多数あり、議論が多い(鈴木・早川, 1990; 鈴木・早津, 1991; 斎藤, 2000; 鈴木, 2003; など)。風化が進んでいるなどで対比の根拠となるべきデータが十分にそろわないため、対比には難しさが伴う。さらなる検討が必要である。

上総層群最上部のKs-5に対比される大磯丘陵、柄沢ローム層の第1ミガキズナ(Kr-16, 上杉, 1976)は下総層群を検討する上でも重要な意味を持つため、本研究では主成分化学組成分析において検討した。現在のところ武蔵野台地地下には該当するものがない。

6. ルミネッセンス法に基づく年代について

産業技術総合研究所によって板橋区大山面上にてオールコアボーリング(GS-IB-1)がなされ、その岩相記載や花粉分析結果などが明らかにされた(納谷ほか, 2021)。筆者らはこのコアについてルミネッセンス法による年代測定を実施した。また、赤羽台(NU-AKD-1)コア、千早(NU-CHY-1)コア、三鷹(NU-MTS-1)コアについてもルミネッセンス法年代測定を試みた。

その結果は表7に示すが、すでに図4の赤羽台コアおよびトレンチ柱状図、図6の三鷹コア柱状図、図7の千

早コア柱状図にも示している。

板橋区(GS-IB-1)大山(Oy-1)コア(図2の3)

図9、表7-1に大山コアの柱状図、ルミネッセンス年代測定層準および測定結果を示す。

納谷ほか(2021)によると、板橋区大山コア(GS-IB-1)では、GL-4.9mにHK-TP、GL-9.44mにKIPが、GL-23.55mにSo-TNテフラが確認されているが、ほぼ同層準の24.13-24.23mでルミネッセンス年代を測定し、283kaの結果を得た(図9)。板橋区大山コア(GS-IB-1)付近には、Ata-Thテフラが確認される板橋区南町コアや豊島区千早コアが近くにあつて、C層の確認は比較的確かである。その結果、B層とD層の間にごく薄くC層が挟まれることが分かった。層序関係については断面図について解説する別稿で詳しく述べる。

So-TNテフラの年代は300-337kaと推定されており、上記のルミネッセンス年代、283kaと矛盾しない。

赤羽台(NU-AKD-1, Loc.6)コアと道合遺跡トレンチ

赤羽台の道合遺跡トレンチ(ボーリング地点の脇: 柱状図を図4の右上に示す)。4.ではトレンチの説明を省いたので補足すると、赤羽砂層のほぼ全容が露出するいい露頭であり、NU-AKD-1コアとよく合っている。ATと思われる火山ガラス濃集部やHK-TPに対比される軽石層が確認された。HK-TP(東京軽石層)の年代は妥当なものと思われる。

赤羽台コアについては、深度9.88m~10.00mに認められた貝殻破片が濃集する砂層を東京層のトップと考えたが、そのやや下位の深度13.00m(NU-AKD-1)で 115 ± 7 kaの年代が得られた(標高はTP+11.2m)。一方、道合遺跡トレンチでは赤羽砂層最下部(AKD-02)で 112 ± 7 kaの年代が得られ、東京層と赤羽砂層の間には時間間隙はなく、不整合的な境界は見られず、整合とみてよいという検討結果と矛盾がない。

三鷹(NU-MTS-1, Loc.23)コア

三鷹コアでは、東京層(=世田谷層)と判断した均質な泥層から得た、深度13.40m試料(標高TP+34.70m)が 103 ± 7 ka、深度17.40mが 111 ± 7 ka、下部の礫層にはさまれる砂層(淡水環境)にあたる深度18.45mが 150 ± 9 kaの年代を示した。

千早(NU-CHY-01, Loc.2)コア

千早コアでは、東京層の淡水環境の可能性の強い深度9.10mで 110 ± 8 kaの年代が得られた。

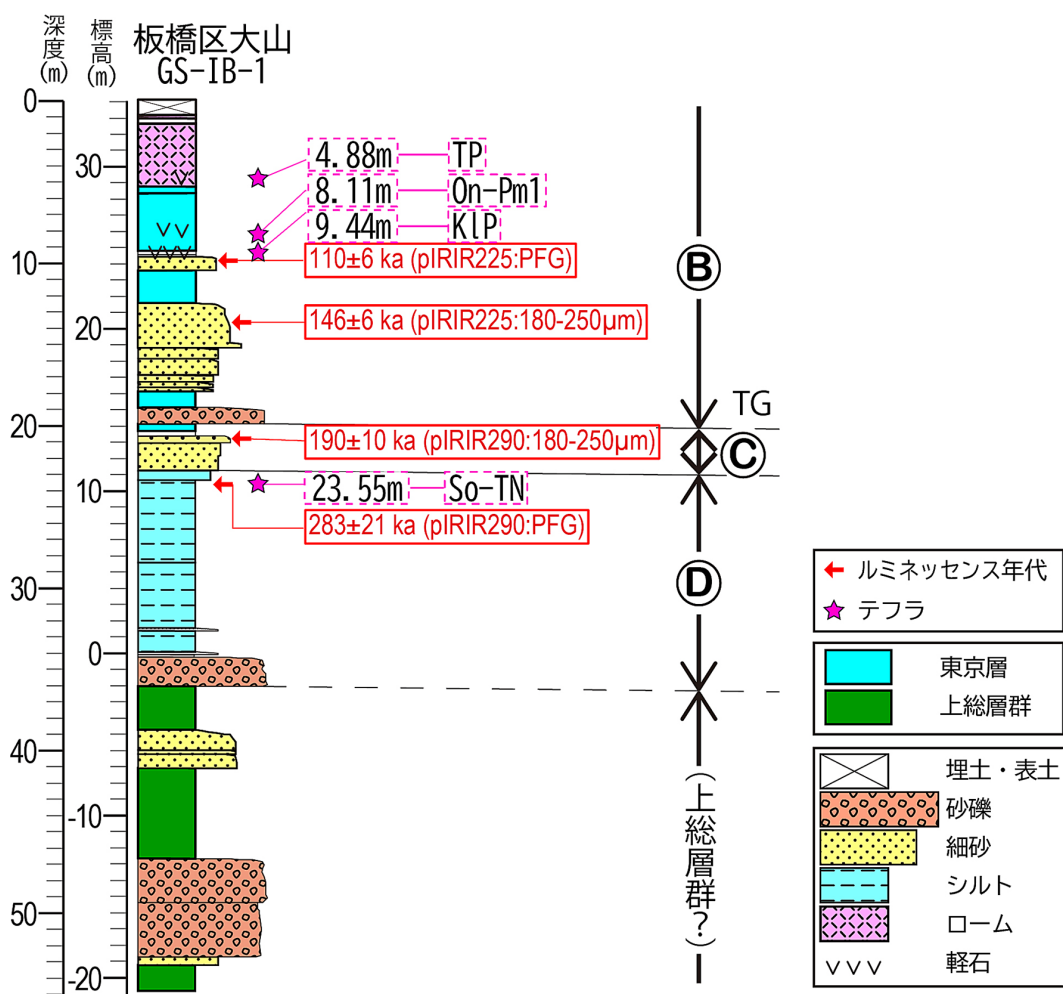


図9 板橋区大山コア (GS-IB-1Loc.3) とルミネッセンス年代

柱状図の横に年代速報値を示した。数値は、堆積物中のカリ長石粒子の最終露光年代
誤差は標準誤差。PFGはポリミネラルファイングレイン。

柱状図は産総研に基づく。283±21kaとほぼ同じ位置で、So-TNテフラが確認された(納谷ほか, 2021)

年代の実質的な誤差を考えなければならないが、赤羽台と共に MIS5.5 海進のピークにあたる可能性の強い貴重な数値年代である。

7. まとめと課題

7.1 テフラおよびルミネッセンス年代を含む基準ボーリングと基準断面図

大量のボーリングデータが集積した武蔵野台地では、地形、地質の検討が古くから進められてきたが、武蔵野面や下末吉層相当面の地下に広く分布する中・後期更新世の下総層群は、東京層(下部を含む)を含めて十分に解明されていなかった。本研究では、新たに3本のオールコアボーリングを実施したほか、既存コアの活用などから、近年産総研が明らかにしたものを加えると、図3

に示すように25本の基準ボーリングを設定することができた。その基礎には多数のテフラが同定され、最新のルミネッセンス法による年代が測定されたことがある。以上に基づき、図10に各地層単位におけるテフラが確認された位置を示した。

本研究で扱った中・後期更新世のテフラとして重要なものは次のとおりである。

これらを含むボーリングコアを基準ボーリングとし、基準ボーリングを含む(測線からやや離れているものも含む)断面図を基準断面図として武蔵野台地の地下構造の解明に大量のボーリングデータを活用する基礎とする。なお、¹⁴C年代値を有する沖積層の基準ボーリングは多数あるが、今回は含めていない。

表7 武蔵野台地におけるルミネッセンス法年代測定の結果

表7-1 板橋区(GS-IT-01(Oy-1))大山コアにおけるルミネッセンス法年代測定結果

Sample ID	Depth(m)	Grain size (μm)	Number of Aliquot	pIR Temp (°C)	Recycling Ratio	Recuparation (%)	De(Gy)	Dose Rate (mGy/yr)	pIR Age (ka)	g value
IB1L-2	Oy-1:24.13~24.23	4-11	8	290	1.00±0.00	2.12±0.13	515±25	1.82±0.10	283±21	0.85±0.12
IB1L-3	Oy-1:20.32~20.38	180-250	10	290	1.01±0.00	1.37±0.21	512±15	2.69±0.12	190±10	1.43±0.36
IB1L-4	Oy-1:13.14~13.16	180-250	10	225	1.02±0.00	1.42±0.20	347±7	2.38±0.10	146±6	1.26±0.19
IB1L-5	Oy-1:11.17~11.23	4-11	12	225	1.02±0.01	1.68±0.28	356±8	3.24±0.16	110±6	0.93±0.20

表7-2 武蔵野台地3地点におけるルミネッセンス法年代測定結果

地点・コア名	試料名	コア深度など	測定粒径(μm)	測定温度(°C)	測定数	Dose Rate (mGy/yr)		De (Gy)		Age (ka)		Dose Recovery Test	
赤羽台 トレンチ壁面	AKD-02	海成層を覆うシルト	4-11	225	7	1.24 ±	0.08	139 ±	3	112 ±	7	0.93 ±	0.02
赤羽台 トレンチ壁面	AKD-03	Hk-TP直下のローム	4-11	225	6	1.15 ±	0.08	75 ±	2	65 ±	5	1.04 ±	0.01
赤羽台 トレンチ壁面	AKD-04	Hk-TP上方のローム	4-11	225	7	0.86 ±	0.06	45 ±	1	52 ±	4	0.84 ±	0.02
赤羽台 トレンチ壁面	AKD-05	ガラス散在ローム	4-11	225	7	0.90 ±	0.06	23 ±	1	26 ±	2	0.8 ±	0.01
NU-AKD-1 コア	AKD 1-2	深度-1300cm付近	4-11	225	8	1.78 ±	0.10	204 ±	4	115 ±	7	0.94 ±	0.02
NU-AKD-1 コア	AKD 1-3	深度-2060cm付近	4-11	290	7	2.51 ±	0.13	575 ±	16	229 ±	13	1.19 ±	0.03
NU-CHY-1 コア	CHY1-910	深度-910cm付近	4-11	225	7	2.87 ±	0.13	315 ±	8	110 ±	6	1.01 ±	0.04
NU-CHY-1 コア	CHY1-1710	深度-1710cm付近	4-11	290	7	1.94 ±	0.10	569 ±	26	279 ±	20	1.15 ±	0.01
NU-MTS-1 コア	MTS1-580	深度-580cm付近	250-350	225	7	2.90 ±	0.21	221 ±	24	76 ±	10	0.93 ±	0.01
NU-MTS-2 コア	MTS2-1340	深度-1340cm付近	4-11	225	7	1.60 ±	0.09	165 ±	5	103 ±	7	0.85 ±	0.01
NU-MTS-2 コア	MTS2-1740	深度-1740cm付近	4-12	225	7	1.37 ±	0.08	152 ±	2	111 ±	7	0.98 ±	0.01
NU-MTS-2 コア	MTS2-1845	深度-1845cm付近	4-13	225	7	1.31 ±	0.08	196 ±	4	150 ±	9	0.85 ±	0.01

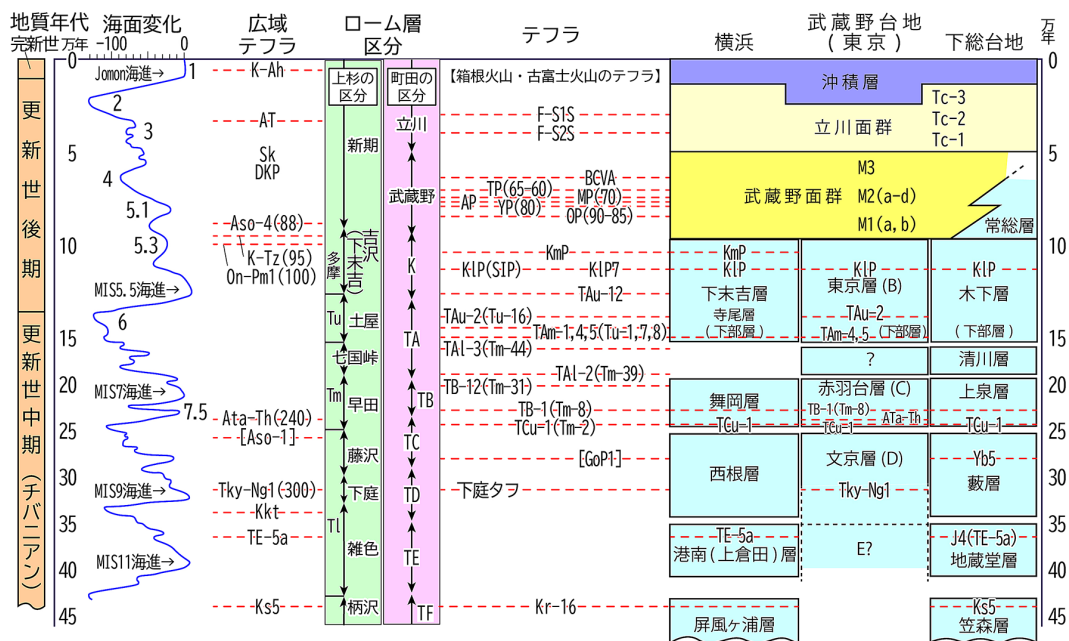


図10 中・後期更新世以降の地形・地質編年の枠組

町田 (2009) などを基に, 上杉 (1976), 町田ほか (1980), 上杉ほか (2000), 中里 (1999) などを参考に編集。
下総台地については本研究で対象としたテフラのみを示す。
() 内の数字は年代 (ka) を示す。

主な中・後期更新世のテフラ

- 阿多鳥浜 (Ata-Th) テフラ：今回新たに武蔵野台地の多数地点で同定された。
- 多摩 TCu-1 (Tm-2) テフラ：箱根火山の古期テフラを代表する大規模噴火, ドーランの名称で知られ, 降下軽石層と火砕流堆積物からなる。武蔵野台地では納谷ほか (2020) で同定されている。
- 高山・Ng-1 (Tky-Ng1) テフラ：今回新たに武蔵野台地において同定された。
- 箱根古期テフラ TB-1 (Tu-8), 箱根 T Am-5 (Tu-8) : 杉原 (1979) による。
- 箱根古期テフラ TAm-4,-5 (Tu-7,-8) : 植村ほか (2020) による。
- 産総研が示したテフラ群
塩原カルデラ起源のテフラ (山田ほか (2018) の So-OT, So-TN など) : 納谷ほか (2021) による。
Yb5 (GoP1) : 上野コア (図2の10) および有明の24で同定された (納谷ほか, 2021)。
Yb1.5 : 上野コア (10), 北町 (1), 上池台 (17) で同定された (納谷ほか, 2021)。
- なお検討を要するテフラ TE-5a ? : 本郷1-3コア (図2の9)
上記のテフラの内, TCu-1, So-OT, Yb5 (GoP1),

Yb1.5は産総研の基準ボーリングにおいて用いられている。

本研究では, 5.で述べたように, AKD1-24mテフラは, Ata-Th, TCu-1 (Tm-2), Azy-SgP2が混合したものであることが明らかになった。

ほぼ同じ時期に別のテフラが降下して混じることは十分に考えられるので, 主要な組成グループから外れたデータも検討することで対比の精度の向上に結び付くものと考えられる。

同時に, 箱根火山テフラに見られるように, 同じトレンドにあるがSiO₂%の幅が広く, 給源の比較試料とは外れるものがある。給源では多数のユニットがあるので, 主ユニットから試料を採取しているため, 今後ユニットごとの検討例を増やす必要がある。

以上の基準ボーリングおよび基準断面図を活用した, 武蔵野台地における中・後期更新世の地質層序や古地理の検討を進めているが (遠藤ほか, 2021a, b ; など), 紙数の関係で別論文で扱う。

7.2 古環境と古地理

本研究では, 有孔虫化石群集や珪藻化石群集に基づき, 基底礫層を挟んで複数回の海進があったことが明らか

かになった。さらに、テフラの同定やルミネッセンス法による年代測定によって、基準ボーリングに時間軸を付与することができた。その結果、武蔵野台地の地下に、MIS9, MIS7, MIS5.5の3回の海進堆積物が分布することが分かった(図10)。

武蔵野台地の中・後期更新世および以降の地形・地質層序が、どのようにグローバルな気候変動・海水準変動の枠組みに位置付けられるかは、図10に示す通りである。

C層の鍵となるAta-Thテフラや、D層のTky-Ng1テフラが武蔵野台地地下で同定されたことは重要と思われる。図10では、本研究で確認できたテフラについてのみ、図示している。下総層群中に本図に示していないテフラが存在することに注意されたい。

【赤羽台、三鷹、千早の3本のコアから分かる古環境の推移】

4.1~4.3に述べたように、赤羽台コア(Loc.6)のB層、C層には有孔虫化石に基づき海の浸入が認められ、D層も珪藻化石を参考にすると内湾環境が存在した可能性が高い。三鷹コア(Loc.23)ではB層に海が浸入したことが有孔虫化石から明らかである。千早コア(Loc.2)では有孔虫化石は検出できなかったが、B,C層とも珪藻化石を参考にすると淡水環境が主であったが、C層の初期には内湾の環境が存在した可能性があることが分かった。B層に関しては、千早(図2のLoc.2)には淡水域があり、当時の海岸線はLoc.2より東側、Loc.6との間に存在した可能性がある。

・親潮系の寒冷な有孔虫群集の存在については、より広域的な視点が必要である。

大宮台地(浦和コアGS-UR-1)における木下層の有孔虫群集の特徴(金子ほか, 2018など)を踏まえると、赤羽台コアの東京層最上部から得られた有孔虫群集は、有孔虫化石が産出しない木下層V帯上位の層準に対応する可能性があり、三鷹コアのそれは*Buccella frigida*, *Elphidium* cf. *kusiroense*など親潮系の影響を示す木下層上部(V帯など)の群集に対応、赤羽台コアのC層は親潮系の影響の強い大宮台地の泉層の群集に対応する可能性がある。したがって、奥東京湾と古鬼怒湾とに分断される前の古東京湾は、縄文海進時の海域(奥東京湾)とは異なり、寒流系の群集が優占種となるような海況であったと考えられる。

東京でも、世田谷区の上用賀(21)および駒沢公園(19)コアの東京層の有孔虫化石群集が検討された(金子ほか, 2022)。上用賀では、*Ammonia beccarii* forma 1の

優占するI帯(海進の初期の湾中央部環境)を経て、層準によっては*Elphidium clavatum*, *Ammonia tepida*, *Elphidium subarcticum*などが入れ替わり優占するが、全体として*Buccella frigida*を優占種とする群集のII~V帯に移行する。(V帯で一時的に海退に転じる)→V帯上部、VI帯ではV帯下部まで優占した*Buccella frigida*は減少し、*Elphidium somaense*, Miliolinidを主要種とする湾口部を示唆する環境となる。海進の最盛期にあたりと考えられる駒沢公園では、VII・VIII帯と*Buccella frigida*は減少し*Pararotalia nipponica*, *Elphidium crispum*, *Glabratella* spp.等を主体とする開放的湾の湾口部付近を示唆するという古環境の変遷を示した。

因みに東京低地をはじめとする関東地方の縄文海進期の堆積物について、これまでに有孔虫分析を試みた例には、寒流系の*Buccella frigida*を優占種とする群集は認められていない(Sekimoto and Endo, 1980; 関本・遠藤, 1989; 関本ほか, 2006; 関本ほか, 2008)。

ただし、羽田(関本ほか, 2008)や川崎(北里, 1987)の有楽町層相当層の有孔虫群集では寒流系種の*Elphidium subarcticum*が海進最盛期頃まで産出し、その後消滅することが報告されている。またUjiie(1962, 1963)も*Elphidium* aff. *magellanicum*(=*Elphidium subarcticum*)を報告している。

千早コアでは全般に淡水の影響が強く、有孔虫を産しないのは、より陸に近い淡水環境の影響が強いものと考えられる。

なお、金子ほか(2018)の研究では、前処理過程で125μm篩が使用されたが、サイズの小さな有孔虫も見られるため、通常は74μm篩を使用する点に注意が必要である。

以上の有孔虫群集からの議論以外に、貝類群集からも群集組成変化についての議論がなされており、さらに親潮の影響がどのように古東京湾にもたらされたのか、バリアーの形成過程、東京湾湾口部の状況など様々な側面からの議論を必要とするので、稿を改めて議論したい。

7.3 残された課題

武蔵野台地に1kmのグリッドを設定し、1kmごとにE-W, N-S断面図、主要路線断面図を作成し、要所については0.5kmや0.2kmの断面図を作成して武蔵野台地の地下地質の検討を進めているが、要は3次元での各地層単位の複雑な切り合い関係を解くことである。以上については基準ボーリング、基準断面図の設定に続けて述べるべきと思われるが、紙数の関係で稿を改めて議論する。

D層(文京層)の下位については、TE-5aやKs5が最も重要で、その有無が問題になる。

大磯丘陵、柄沢口ーム層のKr-16は第一ミガキズナと呼ばれたもので、横浜の屏風ヶ浦層や上総層群笠森層のKs5に対比されている(上杉, 1976; 町田ほか, 1980)。赤羽台コアや千早コアの下部には未同定のテフラが少なくないため、武蔵野台地における地蔵堂相当層の有無、地蔵堂層の鍵層であるTE-5aのさらなる検討を含めて今後の研究の継続が必要である。

 共著者間の分担: テフラ分析(主成分化学組成): 隅田まり, (記載岩石学的性質): 鈴木正章, 古環境分析: 関本勝久, 野口真利江, 中尾有利子, ボーリングコアの採取・保管・管理・記載: 杉中佑輔・石綿しげ子・須貝俊彦・鈴木正章・近藤玲介・遠藤邦彦・竹村貴人, ボーリングデータの解析: 杉中佑輔・石綿しげ子・中山俊雄, ルミネッセンス年代

測定: 近藤玲介, 図面作成: 是枝若奈・石綿しげ子・杉中佑輔, 研究の総括と執筆: 遠藤邦彦・須貝俊彦

謝辞

本研究を進めるにあたり、三鷹市生涯学習課下原裕司氏、東京都埋蔵文化財センター鈴木伸哉氏、豊島区教育委員会、豊島区西部市民事務所に尽力いただいた。また、産総研中澤 努氏には大山コアについてルミネッセンス年代測定の機会を与えていただいた。ルミネッセンス測定にあたっては、三重大学大学院生物資源学研究所の坂本竜彦氏に便宜を図っていただいた。テフラの比較試料、関連情報については、上野龍之氏、植村杏太氏、上杉 陽氏、米沢 宏氏から、関連情報については、藤根 久氏、大里重人氏、竹村恵二氏、堀伸三郎氏から提供いただいた。コアの処理・記載にあたり宮本 樹氏にはご協力いただいた。査読者の意見により本稿は非常に改善された。以上の皆さんに心から御礼を申し上げます。

本研究は、文部科学省科学研究費補助金(2019-2021年度基盤研究B: Big data)に基づく首都東京の地形・地質の解析: 研究代表者遠藤邦彦)に基づいて実施された。

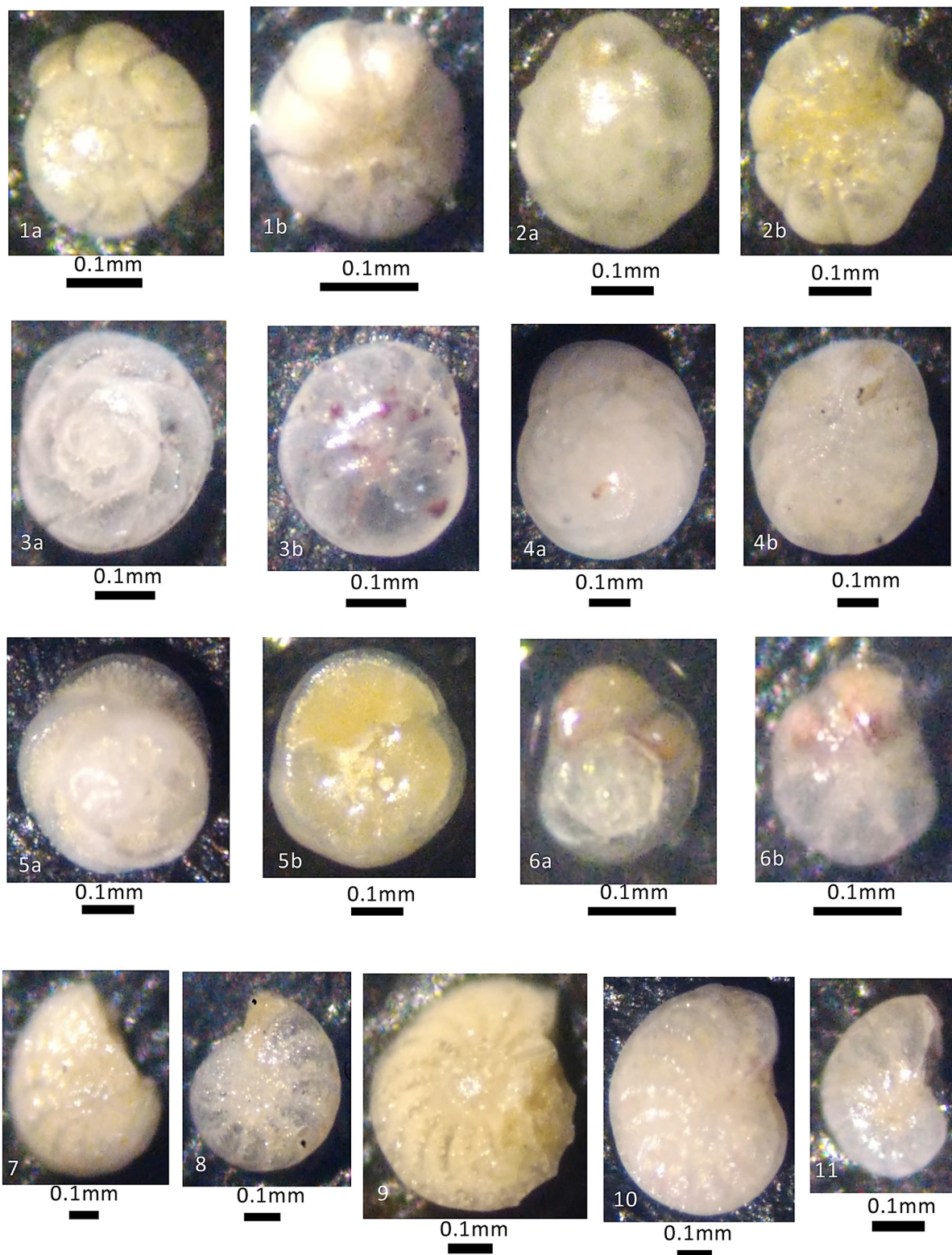
引用文献

- Adamiec, G. and Aitken, M. J. (1998) Dose-rate conversion factors: update. *Ancient TL*, 16, 37-50.
- Buylaert, J. P., Murray, A. S., Thomsen, K. J. and Jain, M. (2009) Testing the potential of an elevated temperature IRSL signal from K-feldspar. *Radiation Measurements*, 44, 560-565.
- 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 (2017) 日本の沖積層—未来と過去を結ぶ最新の地層—改訂版。富山房インターナショナル, 425p.
- 遠藤邦彦 (2021a) 首都圏の地形と台地地下の古地形を見直す。科学, 91, 841-843.
- 遠藤邦彦 (2021b) かつて多摩丘陵の北縁は三鷹市付近にあった。武蔵野の地盤—多摩川による多摩丘陵の大規模侵食—後編, 武蔵野樹林, Vol.6, 64-68.
- 遠藤邦彦・上杉 陽 (1972) 大磯丘陵の古期テフラ。第四紀研究, 11, 15-28.
- 遠藤邦彦・杉中佑輔 (2021) 武蔵野台地の新たな地形区分から何が分かるか? 多摩のあゆみ, 184号, 92-99.
- 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巻, 6号, 353-375, doi:10.4116/jaqua.58.353.
- 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 (2021a) 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大会講演要旨。
- 遠藤邦彦・須貝俊彦・石綿しげ子・鈴木正章・杉中佑輔・近藤玲介・隅田まり・藤根 久・植村杏太・中尾有利子・野口真利江・関本勝久・大里重人・堀伸三郎・中山俊雄・竹村貴人 (2021b) 武蔵野台地北東部で発見された中・後期更新世テフラ群とその意義。日本第四紀学会2021年度大会, 講演要旨。
- 遠藤 毅・中山俊雄・川島真一・笹岡弘治・川合将文・小川 好・寶田 淳・岡本 順・大岡 浩・石村賢二 (1996) 東京都区部の大深度地下地盤。東京都土木技術年報, 平成8年度, 193-216.
- 井上洋子 (1980a) 日本周辺海域の現生有孔虫の生態学的研究。石油資源開発技研特報, No.41-1, p.1-111.
- 井上洋子 (1980b) 日本周辺海域の現生有孔虫の生態学的研究。その2, 日本近海における有孔虫種の深度並びに地理的分布。石油資源開発技研特報, No.41-2, p.1-307.
- 貝塚爽平 (1958) 関東平野の地形発達史。地理学評論, 31, 59-85.
- 貝塚爽平 (1976) 東京の自然史 改訂版。紀伊国屋書店, 228p.
- 金子 稔・石川博行・中澤 努・野村正弘・山岸良江・矢島祐介 (2005) 大宮台地に分布する中—上部更新統下総層群木下層の有孔虫化石群集と堆積環境。第四紀研究, 44, 339-351.
- 金子 稔・石川博行・野村正弘・中澤 努 (2018) 埼玉県さいたま市で掘削された浦和GS-UR-1コアの更新統下総層群産有孔虫化石群集。地質調査研究報告, 69, 211-232.
- 金子 稔・石川博行・原島 舞・野村正弘・中澤 努 (2022) 東京都世田谷区で掘削された上用質GS-SE-1及び駒沢GS-SE-3コアの更新統東京層の有孔虫・貝形虫群集。地質調査研究報告, 73, No.2, 49-65.
- 川辺文久・中島 礼・加瀬友喜・田口公則・佐々木猛智・守屋和佳 (2018) 東京都区部産のトウキョウウホタテの産出記録および標本保管。地質ニュース, 7, 3, 67-79.
- 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, 378p.
- 関東第四紀研究会 (1970) 下末吉台地およびその周辺地域の地質学的諸問題。地球科学, 24, 151-166.
- 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, 18, 228-234.
- 北里 洋 (1981) 底生有孔虫の行動と生活様式の観察。静岡大学地球科学研究報告, No.6, 61-71.

- 北里 洋 (1986) 岩礁地底生有孔虫の研究. 的場保望・加藤道雄編「新生代底生有孔虫の研究」, p.1-12.
- 北里 洋 (1987) 有孔虫化石調査—川崎の沖積層から産する有孔虫化石—. P.39-49; 松島義章編・川崎市都市地質研究会「川崎市内沖積層の総合研究」, 149p. 川崎市博物館資料収集委員会.
- 町田 洋・森山昭雄 (1968) 大磯丘陵の Tephrochronology とそれに基づく富士および箱根火山の活動史. 地理評, 41, 241-257.
- 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.
- 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 (2008) 大磯丘陵から下総台地までの第四系. 日本地方地質誌. 関東地方 (日本地質学会編), 299-315.
- 町田 洋 (2009) 南関東の43万年前以降の地形・地質: 概説. デジタルブック最新第四紀学.
- 町田 洋・新井房夫・杉原重夫 (1980) 南関東と近畿の中部更新統の対比と編年—テフラによる一つの試み—. 第四紀研究, 19, 233-261.
- Matoba, Y. (1970) Distribution of Recent Shallow Water Foraminifera of Matsushima Bay, Miyagi Prefecture, North-east Japan. Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.), 42, 1-85.
- Matsuura, T., Ikehara, M. and Ueno, T. (2021) Late Quaternary tephrostratigraphy and cryptotephrostratigraphy of core MD012422: Improving tephrostratigraphy of the NW Pacific. Quaternary Science Reviews, 257, <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2021.106808>.
- Murray, A. S. and Wintle, A. G. (2000) Luminescence dating of quartz using an improved single aliquot regenerative-dose protocol. Radiation Measurements, 32, p57-73.
- 皆川統一・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.
- Nagaoka, S. (1988) The late Quaternary tephra layers from the caldera volcanoes in and around Kagoshima Bay, southern Kyushu, Japan. Geogra. Rep. Tokyo Metropolitan Univ., 23, 49-122.
- 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.
- 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. 千葉中央博自然誌研究報告, 5 (2): 73-83.
- 中里裕臣・佐藤弘幸 (1988) 下総層群上泉層中の Km 2 テフラ. 地質学雑誌, 94, 793-796.
- 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 (5), 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, (1), 19-32.
- 納谷友規・小松原純子・坂田健太郎・中山俊雄・中澤 努 (2019) 東京都江東区有明における地下110mの層序: GS-AA-1コアの調査概要. 地質調査総合センター速報 No.79, 平成30年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告, 107-117.
- 納谷友規・中山俊雄・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・尾崎正紀樹・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「東京区部」(説明書). 産総研地質調査総合センター. 82p.
- 岡 重文・菊地隆男・桂島 茂 (1984) 東京西南部地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の1 地質図幅). 地質調査所, 148p.
- 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.
- Prescott, J.R. and Hutton, J.T. (1988) Cosmic ray and gamma ray dosimetry for TL and ESR. Nuclear Tracks and Radiation Measurements, 14, 223-227.
- Rees-Jones, J. (1995) Optical dating of fine-grain quartz. Ancient TL, 13, p9-14.
- 齊藤尚人 (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.
- Sekimoto K. and Endo K. (1980) Foraminiferal Assemblages and Paleoenvironments of the Holocene Shimobara Formation along the Lower Peaches of the River Nakamura Kanagawa Prefecture, Japan. Proc. Inst. Nat. Sci. Coll., Nihon Univ., Earth Sci., 15, 19-39.
- 関本勝久・遠藤邦彦 (1989) 千葉県夷隅川下流域における完新統底生有孔虫群集に基づく古環境. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」, 24, 65-79.
- 関本勝久・吉川昌伸・遠藤邦彦・清水恵助 (2006) 微化石群集に基づく東京港ボーリングコアから見た更新世末期以降の古環境の変遷. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」, 41, 209-219.
- 関本勝久・遠藤邦彦・清水恵助 (2008) 東京湾北西部域, 東京国際空港 (羽田) 付近の沖積層と古環境. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」, 43, 337-345.
- Schmincke, H-U., Sumita, M. and Cukur, D. (2018) Large-volume basaltic hyaloclastite eruption along a propagating land/lake lithosphere fracture at Lake Van (Eastern Anatolia): impact of volcanism on the evolution of Lake Van V. Bull. Volcanol, 80, 82. <https://doi.org/10.1007/s00445-018-1257-6>
- 杉原重夫 (1979) 下総層群成田層の層序と基底地形. 明治大学人文科学研究所紀要, 18: 2-1, 1-41.
- 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.
- 杉中佑輔 (2021) 武蔵野台地研究のアップデート. 武蔵野樹林, Vol6, 58-63.
- 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.
- 鈴木正章・遠藤邦彦 (投稿中) 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. 第四紀研究.
- 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 (2020) 港区の地形と地質. 「港区史」自然編 (電子版), 港区.

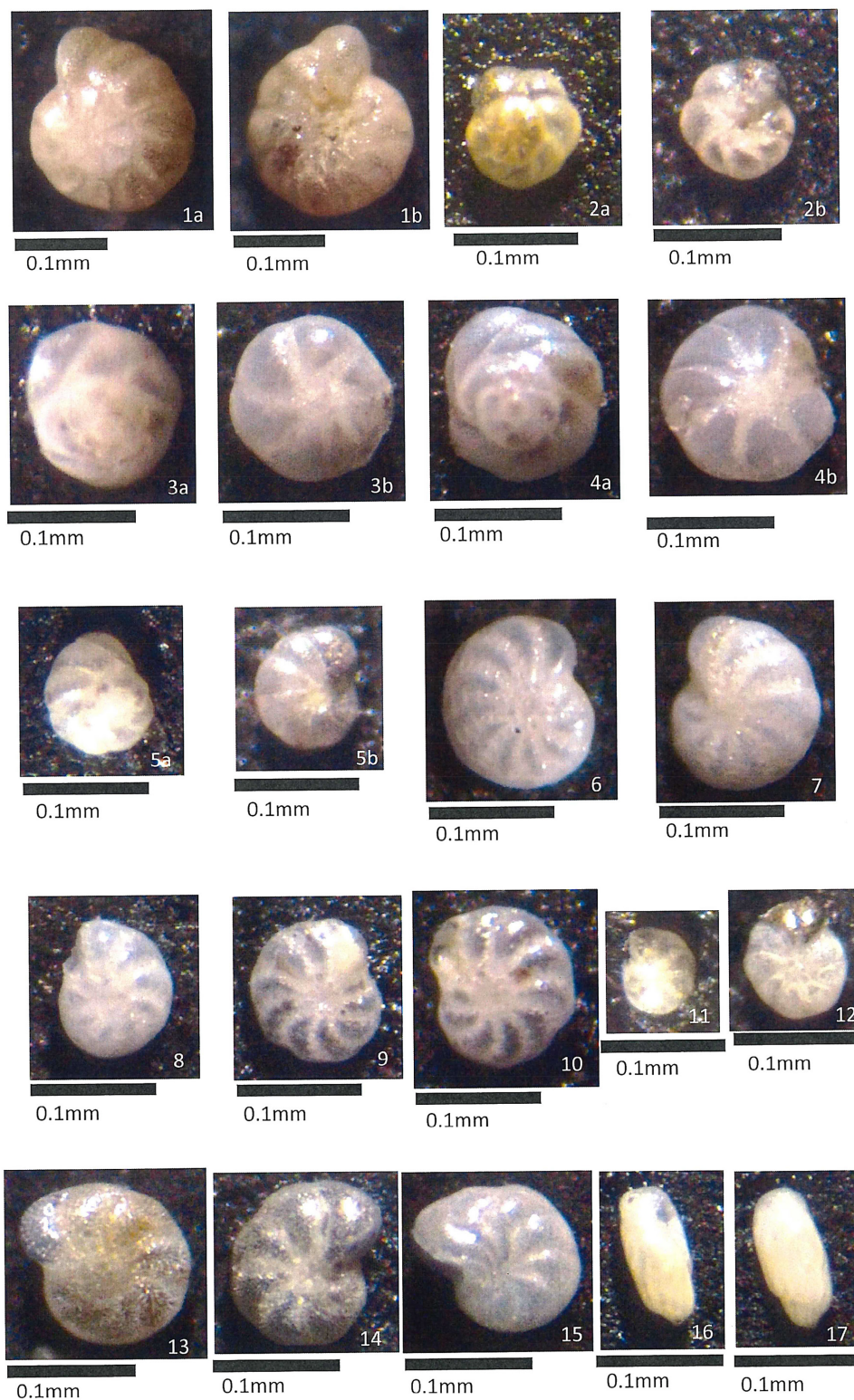
- 鈴木毅彦・早川由紀夫 (1990) 中期更新世に噴出した大町 APm テフラ群の層位と年代. 第四紀研究, 29, 105-120.
- 鈴木毅彦・早津賢二 (1991) 関東—中部地方の第四紀テフラ研究—とくに中期更新世テフラの重要性—. 第四紀研究, 30, 361-368.
- 鈴木毅彦・西澤文勝 (2022) 武蔵野台地南東部の駒澤大学構内で検出された荏原台を覆うテフラ— Hk-KIPs と On-Pm 1 の認定—. 駒沢地理, 58, 63-74.
- 田村糸子・鈴木毅彦 (2001) 中期更新世テフラ Ng-1 と飛騨地域に分布する高山軽石層との対比. 第四紀研究, 40, 295-305.
- Thomsen, K. J., Murray, A. S., Jain, M., Botter-Jensen, L. (2008) Laboratory fading rates of various luminescence signals from feldspar-rich sediment extracts. Radiation Measurements, 43, p1474-1486.
- 東京都港湾局 (2001) 新版東京港地盤図. 東京都, 107pp.
- 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.
- Tsuji, T., Ikeda, Michiharu, Frusawa, A., Nakamura, C., Ichikawa, K., Yanagida, M., Nishizaka, N., Ohnishi, K., Ohno, Y. (2018) High resolution record of Quaternary explosive volcanism recorded in fluvio-lacustrine sediments of the Uwa basin, southwest Japan. Quaternary International 471: 278-297. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.10.016>
- 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.
- 上杉 陽 (1976) 大磯丘陵のテフラ. 関東の四紀, No.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.
- Ui, T. (1971) Genesis of magma and structure of magma chamber of several pyroclastic flows in Japan. J.Fac.Sci.Univ.Tokyo, Ser.II, 18, 53-127.
- Ujiié, H. (1962) Introduction to statistical foraminiferal zonation. Jour. Geol. Soc. Japan. Vol.68, 431-450.
- Ujiié, H. (1963) Foraminifera from the Yurakucho Formation (Holocene). Tokyo City. Sci.Rep., Tokyo Kyoiku Daigaku, Sec.C., vol.8, No.79, 229-244.
- 山元孝広 (2013) 栃木—茨城地域における過去約 30 万年間のテフラの再記載と定量化. 地質調査研究報告, 64 巻, 9/10 号, 251-304.
- Yabe, H. (1911) A new Pleistocene fauna from Tokyo, with a general statement on the Pleistocene deposits of Tokyo, Japan. Geological Magazine, 8, 210-217.
- 山田真嵩・河合貴之・西沢文勝・鈴木毅彦 (2018) 栃木県北部, 福島県南部に分布する中期更新世火砕流堆積物群の層序. 地質学雑誌, 124, 837-855.
- 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. 駒沢地理, 48, 77-91.

図版1 赤羽台 (NU-AKD-1) コアから産出した主な有孔虫化石



1a,b: *Ammonia beccarii* (a:spiral, b:ventral, 深度9.88m) 2a,b: *Ammonia japonica* (a:spiral, b:ventral, 深度9.88m) 3a,b: *Buccella frigida* (a:spiral, b:ventral, 深度20.0m) 4a,b: *Buccella makiyamae* (a:spiral, b:ventral, 深度20.0m) 5a,b: *Rosalina australis* (a:spiral, b:ventral, 深度20.0m) 6a,b: *Valvulineria hamanakoensis* (a:spiral, b:ventral, 深度9.88m) 7: *Elphidium advenum* (深度9.88m) 8: *Elphidium cf. clavatum* (深度9.88m) 9: *Elphidium crispum* (深度9.88m) 10: *Elphidium jenseni* (深度9.88m) 11: *Pseudonion japonicum* (深度9.88m)

図版2 三鷹 (NU-MTS-1) コアから産出した主な有孔虫化石



1a,b: *Ammonia beccarii* (深度 15.35~15.40m) 2a,b: *Ammonia beccarii* (深度 15.55~15.60m) 3a,b: *Buccella frigida* (深度 15.35~15.40m) 4a,b: *Buccella frigida* (深度 15.55~15.60m) 5a,b: *Valvulineria hamanakoensis* (深度 15.80~15.85m) 6,7: *Elphidium advenum* (深度 15.55~15.60m) 8: *Elphidium cf. clavatum* (深度 15.80~15.85m) 9,10: *Elphidium cf. kusiroense* (深度 15.55~15.60m) 11,12: *Elphidium somaense* (深度 15.80~15.85m) 13: *Elphidium cf. subgranulosum* (深度 15.55~15.60m) 14: *Elphidium subgranulosum* (深度 15.55~15.60m) 15: *Elphidium subincertum* (深度 15.55~15.60m) 16,17: *Buliminella elegantissima* (深度 15.55~15.60m)