

## 都市域の地質地盤図「東京都区部」（説明書）

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\*\*\*\*

\* 産総研地質情報研究部門

\*\* 農研機構農村工学研究部門

\*\*\* 東京都立大学

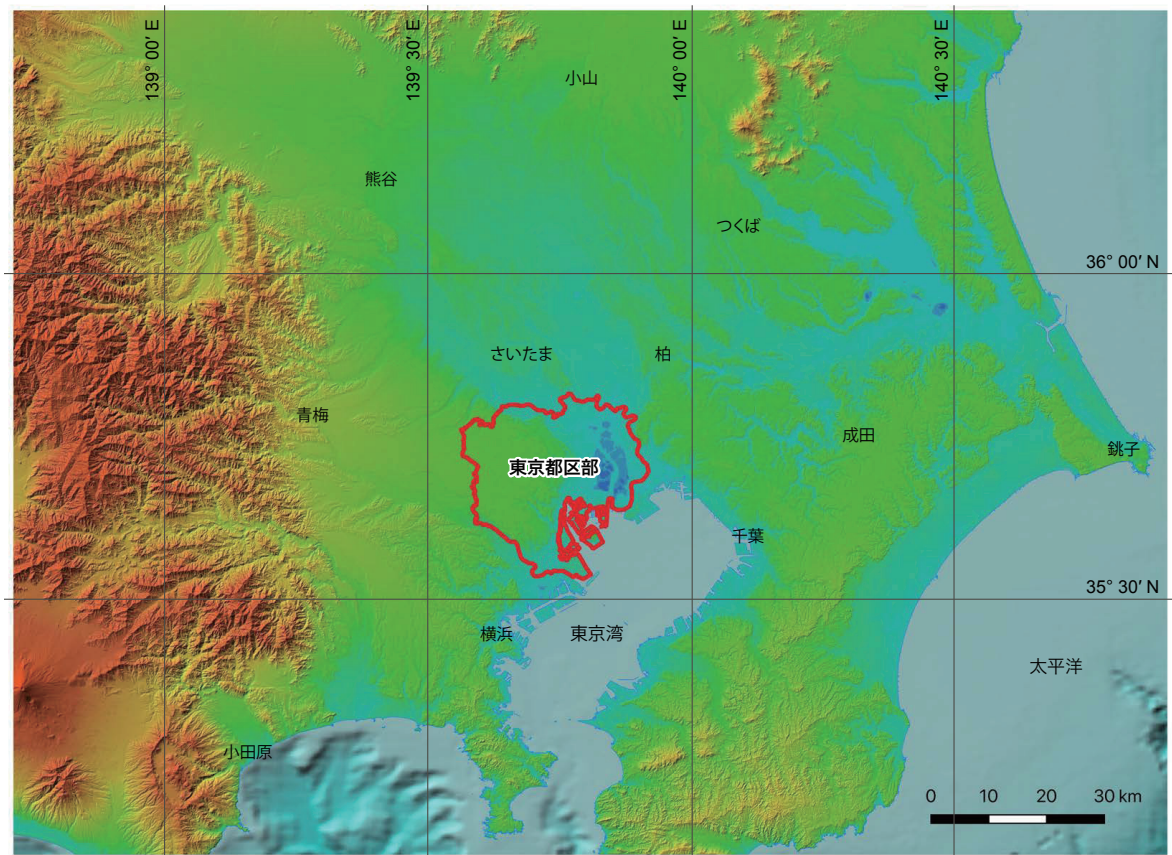
\*\*\*\* 東京都土木技術支援・人材育成センター

都市域の地質地盤図

<https://gbank.gsj.jp/urbangeol/>

令和 3 年

国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
地質調査総合センター



## 位 置 図

本研究での詳細調査範囲を赤実線で示す．この範囲については、ウェブサイト「都市域の地質地盤図」で地質図（平面図）のほか、2.5 km メッシュ立体図及び任意箇所断面図の表示が可能である．

位置図の背景図は地理院地図の色別標高図を使用．



# 都市域の地質地盤図「東京都区部」（説明書）

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\*\*\*\*

東京都区部（23 区）は、世界でも有数の巨大都市である東京の中心部に位置し、首都機能を有する我が国の中心的地域である。面積は約 630 km<sup>2</sup>、人口は 2021 年現在で約 970 万人、人口密度は 1 万 5 千人 /km<sup>2</sup> と全国でもひととき高く、ほぼ全域にわたりオフィス街や商業施設、住宅などが密集して発達している。地下空間の有効利用もすすみ、より深部へと開発が及んでいる。一方で東京湾に面する平野部に位置し、首都直下地震も想定されるなど、災害に見舞われやすい立地にあり、防災・減災のために地質地盤情報の利活用の促進が望まれる地域でもある。

都市域の地質地盤図「東京都区部」は、ボーリングデータに基づいてこの地域の浅層の地層の分布形態を示したものである。コンピュータ処理により作成した 3 次元地質モデルを平面図、断面図、立体図として閲覧できるほか、解析に使用したボーリングデータの閲覧も可能である。

今回、ボーリングデータに基づいて大縮尺の 3 次元地質モデルを作成したのは、地下利用の頻度の高い、地表からおおよそ 10 m の範囲に分布する沖積層から下総層群麓層基底までの地層とした。3 次元地質モデルの作成には、「東京の地盤（GIS 版）」（東京都土木技術支援・人材育成センター、2021）の収録データ等、主に土木建築工事のボーリングデータ約 50,000 地点分を利用するとともに、地質層序を確定するために、東京都の深部地盤調査（東京都土木技術研究所、1996）のボーリングコアの再検討と新規に約 11 地点の層序ボーリング調査（基準ボーリング）を実施し、PS 検層、密度検層、及びコア試料の詳細な解析を行った。また産総研地質調査総合センターの既存の層序ボーリングデータも使用した。

本地質地盤図の調査に際して、東京国立博物館、東京都建設局、大田区、板橋区、練馬区、世田谷区、江東区、港区立高松中学校にはボーリング調査用地の便宜をはかっていただいた。ボーリング工事は、大洋地下調査株式会社、サンコーコンサルタント株式会社、中央開発株式会社、花粉分析は有限会社アルプス調査所によって行われた。また、テフラ粒子の化学分析の多くは株式会社古澤地質によって行われた。コア観察・処理や堆積物の粒度分析、テフラ粒子の屈折率測定は産総研地質情報研究部門の坂田健太郎氏にご協力いただいた。

本地質地盤図の作成は、東京都土木技術支援・人材育成センターとの共同研究として実施したものである。

（令和 3 年稿）

---

## 所 属

\* 産総研地質情報研究部門

\*\* 農研機構農村工学研究部門

\*\*\* 東京都立大学

\*\*\*\* 東京都土木技術支援・人材育成センター

Keywords: urban geological map, 3D geological map, 3D modelling, Pleistocene, Holocene, Kazusa Group, Shimosa Group, post-LGM deposits, Tokyo, Kanto Plain, Japan

## 目 次

第1章 地 形 .....	1
1. 1 台地 .....	1
1. 1. 1 下末吉面 (S 面) .....	2
1. 1. 2 武蔵野 I 面 ( $M_1$ 面) .....	2
1. 1. 3 武蔵野 II 面 ( $M_2$ 面) .....	2
1. 1. 4 武蔵野 III 面 ( $M_3$ 面) .....	2
1. 1. 5 立川面 ( $T_c$ 面) .....	2
1. 2 低地 .....	3
1. 3 干拓地及び埋立地 .....	3
第2章 地質概説 .....	5
2. 1 上総層群 .....	5
2. 2 下総層群 .....	5
2. 3 段丘堆積物及び関東ローム層 .....	6
2. 4 沖積層 .....	7
2. 5 基準ボーリングデータ .....	7
第3章 上総層群 .....	9
3. 1 北多摩層 .....	9
3. 2 東久留米層 .....	11
3. 3 舎人層 .....	12
3. 4 江戸川層 .....	13
第4章 下総層群 .....	15
4. 1 研究史 .....	15
4. 2 地藏堂層 .....	18
4. 3 藪層 .....	20
4. 4 上泉層 .....	27
4. 5 東京層 .....	28
第5章 段丘堆積物及び関東ローム層 .....	39
5. 1 段丘堆積物 .....	39
5. 1. 1 武蔵野 I 段丘堆積物 .....	39
5. 1. 2 武蔵野 II 段丘堆積物 .....	40
5. 1. 3 武蔵野 III 段丘堆積物 .....	41
5. 1. 4 立川段丘堆積物 .....	42
5. 2 関東ローム層 .....	42
5. 2. 1 下末吉ローム層 .....	42
5. 2. 2 武蔵野ローム層・立川ローム層 (新期ローム層) .....	45
第6章 沖積層 .....	47
6. 1 研究史及び概要 .....	47
6. 1. 1 東京低地の沖積層基底分布に関する既存研究 .....	47
6. 1. 2 東京低地の沖積層層序に関する既存研究 .....	47

6. 2	埋没地形	51
6. 2. 1	埋没谷底	51
6. 2. 2	埋没平坦面 1	51
6. 2. 3	埋没平坦面 2	51
6. 2. 4	埋没平坦面 3	51
6. 2. 5	埋没平坦面 4	52
6. 2. 6	小規模な埋没谷	52
6. 3	層序	52
6. 3. 1	層序ボーリングによる沖積層の区分	52
6. 3. 2	断面図で見た沖積層の分布	52
6. 3. 3	小規模な埋没谷を充填する堆積物	59
6. 3. 4	谷底低地の沖積層	60
6. 3. 5	表層の堆積物	61
第 7 章	応用地質	63
7. 1	地盤調査	63
7. 2	地盤沈下と地下水	64
7. 3	地下水	66
7. 3. 1	浅層地下水	66
7. 3. 2	深層地下水	67
7. 3. 3	地下水揚水量	67
7. 4	水溶性天然ガスと温泉	67
7. 4. 1	水溶性天然ガス	67
7. 4. 2	温泉	68
7. 4. 3	水溶性天然ガス爆発事故	68
7. 5	液状化予測と地震動（地表面加速度）分布	69
7. 5. 1	液状化予測	69
7. 5. 2	地震動分布（地表面加速度）	70
第 8 章	3D 地質モデリング	71
8. 1	3D 地質モデルの概要	71
8. 2	地形分類図の作成	71
8. 3	地下サーフェイスモデルの作成	71
8. 3. 1	地質体及び境界面の設定	71
8. 3. 2	イベント列及び地質構造の論理モデルの作成	71
8. 3. 3	地層対比による等式・不等式標高データの作成	72
8. 3. 4	地形区分図を用いた等式標高データの作成	72
8. 3. 5	境界面の形状の推定	73
8. 3. 6	地下サーフェイスモデルの作成	74
8. 4	3D 地質モデルの作成	74
文献		75
Abstract		81

## 図・表目次

第 1. 1 図	東京都区部の地形	1
第 2. 1 図	東京都区部の層序総括	5
第 2. 2 図	地質図（平面図）と基準ボーリング調査地点	6
第 3. 1 図	上総層群基底深度の分布	9
第 3. 2 図	東京都土木技術支援・人材育成センターによる地下地質の層序	10
第 3. 3 図	北多摩層 (Kt), 東久留米層 (Hg), 舎人層 (Tn) 中のテフラ層序	12
第 3. 4 図	城北砂礫層（部層）の基底面高度変化	13
第 4. 1 図	武蔵野台地及び東京低地地下に分布する更新統の層序区分変遷	16
第 4. 2 図	調査地域の下総層群の柱状図	17
第 4. 3 図	蕨層基底の標高分布	21
第 4. 4 図	板橋区 GS-IB-1 コアの下総層群の花粉化石ダイアグラム	24
第 4. 5 図	台東区上野公園 GS-UE-1 コアの下総層群の花粉化石ダイアグラム	25
第 4. 6 図	上泉層基底の標高分布	26
第 4. 7 図	東京層下部基底の標高分布	28
第 4. 8 図	東京層上部基底の標高分布	29
第 4. 9 図	代々木 - 高輪埋没谷及びその周辺の東京層の柱状図	30
第 4. 10 図	世田谷埋没谷及びその周辺の東京層の柱状図	31
第 4. 11 図	世田谷区 GS-SE-1 コアの東京層の花粉化石ダイアグラム	33
第 4. 12 図	代々木公園コアの東京層の花粉化石ダイアグラム	34
第 4. 13 図	港区 GS-MT-1 コアの東京層の花粉化石ダイアグラム	35
第 5. 1 図	段丘堆積物を被覆する関東ローム層の模式層序と離水層準	39
第 5. 2 図	武蔵野 I 段丘堆積物基底の標高分布	40
第 5. 3 図	武蔵野 II 段丘堆積物基底の標高分布	41
第 5. 4 図	武蔵野 III 段丘堆積物基底の標高分布	42
第 5. 5 図	立川段丘堆積物基底の標高分布	43
第 6. 1 図	沖積層の基底分布図	48
第 6. 2 図	東京低地における沖積層の層序の比較	49
第 6. 3 図	埋没平坦面の分布と分類	50
第 6. 4 図	既存の層序コアを通る断面図 (AMG-KNJ 断面)	53
第 6. 5 図	既存の層序コアを通る断面図 (KM 断面)	53
第 6. 6 図	既存の層序コアを通る断面図 (DK 断面)	54
第 6. 7 図	多摩川低地の断面図	54
第 6. 8 図	東京低地の埋没谷底に沿った断面図	60
第 7. 1 図	模式地質断面	63
第 7. 2 図	累計沈下量図	64
第 7. 3 図	昭和 13 (1938) 年～昭和 52 (1977) 年の 40 年間の地盤沈下	65
第 7. 4 図	地下水位変動図 (江東区, 墨田区, 江戸川区)	66
第 7. 5 図	令和元年末の地下水位等高線図	67

第7. 6図	揚水量経年変化図	68
第7. 7図	地表面最大加速度分布図	69
第8. 1図	3D地質モデルの作成範囲	71
第8. 2図	3D地質モデルの表示例	73
第2. 1表	基準ボーリング調査諸元及び文献	8
第3. 1表	東京都区部地下の上総層群で検出されている主なテフラ	10
第4. 1表	地蔵堂層、薮層、上泉層に挟在するテフラの記載岩石学的特徴	19
第4. 2表	地蔵堂層、薮層、上泉層に挟在するテフラに含まれる火山ガラスの主成分化学組成	20
第4. 3表	薮層に挟在するテフラに含まれる普通角閃石の主成分化学組成	22
第4. 4表	東京層に挟在するテフラの記載岩石学的特徴	32
第4. 5表	東京層に挟在するテフラに含まれる火山ガラスの主成分化学組成	32
第5. 1表	ローム層に挟在するテフラの記載岩石学的特徴	44
第5. 2表	ローム層に挟在するテフラに含まれる火山ガラスの主成分化学組成	45
第7. 1表	東京都区部の温泉泉質（温泉施設件数）	69
第8. 1表	地質構造の論理モデル	72
第8. 2表	境界面の推定パラメータと推定誤差	73
Fig. 1	Stratigraphic summary of the central Tokyo region (special wards area)	82





## 第1章 地形

(尾崎正紀)

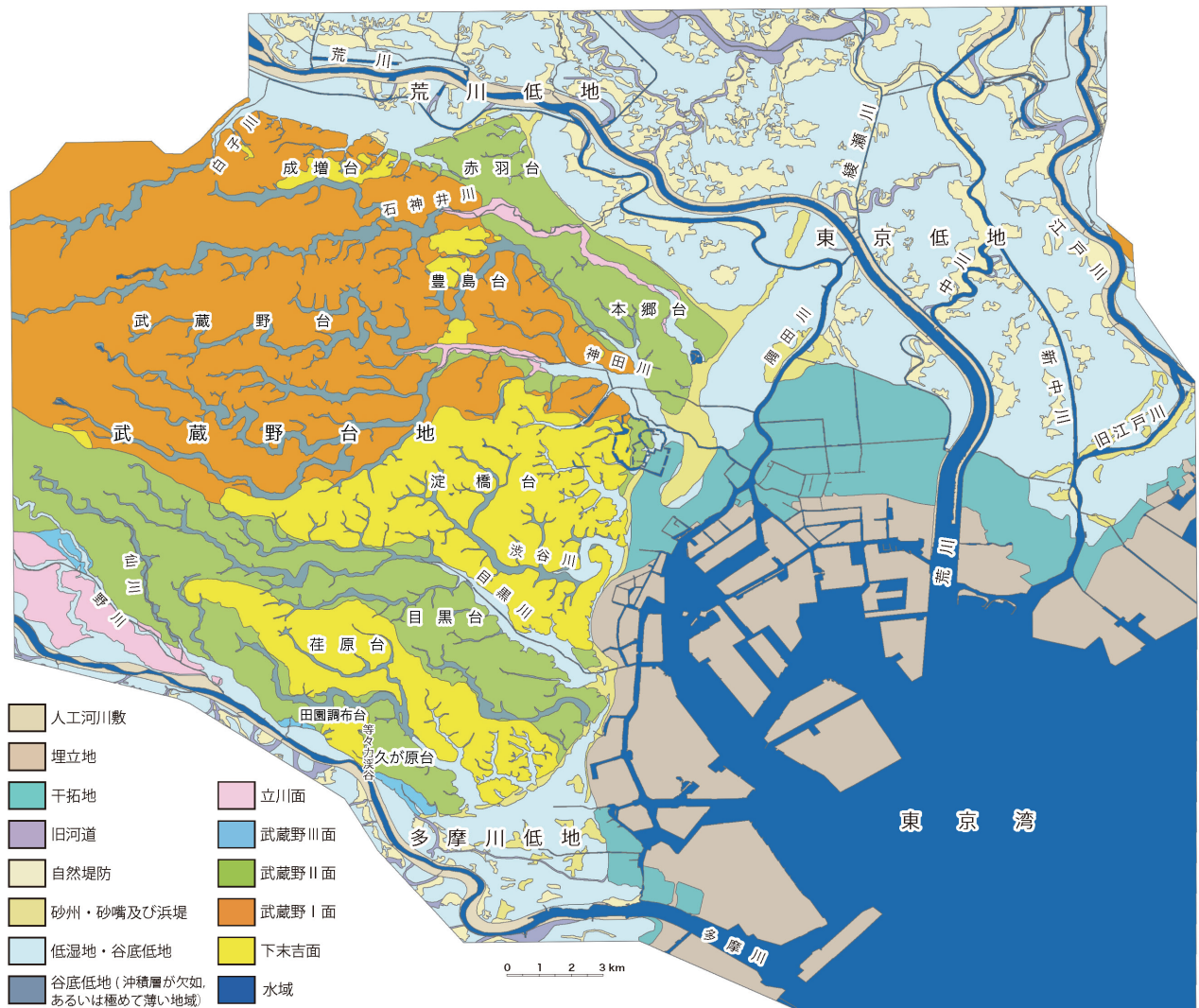
調査地域（第 1.1 図）のうち、西部の大部分は武蔵野台地が占め、その北側に荒川低地、南側に多摩川低地が発達する。また、東部はその北部に東京低地が、南部には東京湾が広がる。

### 1. 1 台 地

武蔵野台地は青梅<sup>おうめ</sup>付近を扇頂部とする北東から東方へ広がる扇状地の形態を示す台地で、本地域はその南東部に位置する。なお、本地域は武蔵野台地の他の地域と比べ極めて勾配が緩く、扇状地は標高 50 m 付近ま

でとされ（貝塚，1957），本地域台地の大半は扇端周辺の自然堤防地帯（Hosono, 1993）や多摩川を挟んで南方に発達する下末吉台地の削り残し（岡ほか，1984 など）などと表現される。また，本地域の台地は，標高が異なる新旧の複合台地からなり，概ね後述の地形面の細分に対応する淀橋台，目黒台，本郷台など「台」と呼称される地域区分が行われている（貝塚，1964 など；第 1.1 図）。

武蔵野台地の地形区分に関しては，東木（1928a, b, c），福田・羽鳥（1952），貝塚・戸谷（1953），貝塚（1957），羽鳥ほか（1962），寿円（1965a, b），Kobayashi *et al.*（1968），



第 1.1 図 東京都区部の地形。

杉原ほか (1972), 町田 (1973), 岡ほか (1984), 久保 (1988), 鈴木 (2000), 羽鳥 (2004), 遠藤ほか (2019) など多くの報告がある。貝塚 (1957) 以降, 武蔵野台地では下末吉面, 武蔵野面, 立川面の区分が行われた。また, 武蔵野面 (福田・羽鳥, 1952) の細分に関しては, 本地域での豊島面と本郷面の区分 (貝塚・戸谷, 1953) が最初で, それらに対比される武蔵野台地の地形面はそれぞれ  $M_1$  面と  $M_2$  面と呼称された (小林ほか, 1968; 関東第四紀研究グループ, 1969)。その後, 多摩川沿いなどの  $M_1$  面は, ほかの地域の  $M_1$  面とは区別され  $M_2$  面に, それまで  $M_2$  面とされた多摩川沿いの中台面 (羽鳥ほか, 1962; 杉原ほか, 1972) は  $M_3$  面に位置づけられ, 武蔵野面は  $M_1$  面～ $M_3$  面に細分されている (吉川ほか, 1973; 貝塚, 1976 など)。

本報告では, 本地域の武蔵野台地の地形面を, 上記の報告及び東京都 (1997, 1998, 1999) に基づき, 下末吉面, 武蔵野 I 面, 武蔵野 II 面, 武蔵野 III 面, 立川面に区分した (第 1.1 図)。それぞれ, ローム層下の地層の離水年代は MIS (酸素同位体ステージ) 5e, 5c～b, 5a, 4, 3～2 頃とされる (第 4 章及び第 5 章参照)。

なお, 本台地内の開析谷 (後述 1.2 の谷底低地 (a)(b) の地域) の谷頭～上流部では, 沖積層は欠如するかあるいは極めて薄いことが多く, 「都市域の地質地盤図」ウェブサイトで示した地質図では, 沖積層は図示せず, 周辺の台地と同様に段丘堆積物の分布域として表現した。

#### 1. 1. 1 下末吉面 (S 面)

下末吉面は, 淀橋台, 荏原台, 田園調布台, 成増台南部, 豊島台北部及び南部などに分布する。本地形面は多摩川を挟んで南側に広く発達する下末吉台地の下末吉層 (本報告の東京層に相当; 第 4 章参照) の離水面 (堆積物頂面) の延長部とされる (岡ほか, 1984)。淀橋台, 荏原台, 田園調布台のローム層上面の標高は約 50～25 m で, 全体として南東ないし東方へ緩やかに傾斜する。下末吉面内に発達する谷は, 武蔵野面上のものと比較的小し, 谷幅が狭く, 密度が大きく, 全方位に延びて発達する特徴がある (鈴木, 2000 など)。

なお, 成増台西部や豊島台北部及び南部においては, 武蔵野 I 面と下末吉面と間に標高の差がほとんどなく, 両地形面の境界設定が地形面のみではできない地域が多いため, ボーリングデータによってローム層下に段丘礫層が確認されず東京層が確認された地域のみ下末吉面として図示した。

#### 1. 1. 2 武蔵野 I 面 ( $M_1$ 面)

武蔵野 I 面は, 本地域台地の北西部 (武蔵野台, 豊島台) に広く発達する。従来の成増礫層に相当する武蔵野 I 段丘堆積物 (5.1.2 参照) の離水面で, 下末吉面を広く削剥している。ローム層上面の標高は約 55～25 m で, 北東から南西へ扇状に緩やかに傾斜する。荒川低地に

接する成増台を除き, 谷は東方へ延びる現在の河川の流量と比較して幅が広い必従谷がよく発達する。また, 谷底低地に河川争奪された武蔵野 I 面よりローム層が薄い蛇行した浅い谷が武蔵野 I 面上に多く認められる (久保, 1988; 羽鳥, 2004 など)。

なお, 武蔵野 I 面は成増面 (Kobayashi *et al.*, 1968) にほぼ相当する。遠藤ほか (2019) は従来の成増面を  $N_s$  面,  $M_1$  面,  $M_2$  面に細分し,  $N_s$  面 (成増面) を成増付近に限定した。しかし, それらを構成する段丘堆積物をボーリングデータから明瞭に区分することは難しいため, ここでは便宜的にこれら地形面を武蔵野 I 面として一括した。

#### 1. 1. 3 武蔵野 II 面 ( $M_2$ 面)

武蔵野 II 面は, 本地域台地の南部と北東部に広く分布するほか, 神田川沿いにも発達する。

南部の武蔵野 II 面は, ローム層上面の標高は約 50～20 m で, 全体として東南東から南東へ緩やかに傾斜する。谷も同方向の幅広の必従谷で特徴づけられる。この地域の東部では下末吉面を分断して目黒台と久が原台に分かれて発達する。

北東部の武蔵野 II 面は赤羽台から, 本郷台, 淀橋台北西端にかけて分布する。ローム層上面の標高は本郷台では約 28～17 m で東方へ, 赤羽台では約 25～20 m で北東方へ緩やかに傾斜する。ただし, 西方の豊島台で東方へ延びる幅広の谷底低地は, 本郷台及び赤羽台に入ると屈曲して南東方に延びる特徴が認められる。なお, 遠藤ほか (2019) は, 本郷台及び赤羽台の地形面を 4 つに細分しているが, それらを構成する段丘堆積物をボーリングデータから明瞭に区分することは難しいため, ここでは細分は行わなかった。武蔵野 I 面と同様, 一部は離水時期の差異に伴うローム層が薄い浅い谷に相当する地形面が発達している可能性もある。

神田川沿いの武蔵野 II 面は, 中流域の南側斜面沿い特徴的に分布する。ローム層上面の標高は約 25～20 m で谷底低地に向かって緩やかに傾斜する。

#### 1. 1. 4 武蔵野 III 面 ( $M_3$ 面)

武蔵野 III 面は, 本地域の武蔵野台地の南縁沿いの等々力溪谷出口付近と久が原駅及び沼部駅付近に多摩川低地の沿って狭小に分布する。ローム層上面の標高はそれぞれ約 27～18 m, 約 20～15 m で, 南東ないし南へ緩やかに傾斜する。中台面 (羽鳥ほか, 1962) と呼ばれ, 武蔵野 III 段丘堆積物 (4.1.3 参照) の離水面にあたる。

#### 1. 1. 5 立川面 ( $T_c$ 面)

立川面は, 本地域台地南西, 多摩川低地北縁沿いの野川と仙川の合流付近に認められる。また, 神田川中流域の谷底低地や, 豊島台北から赤羽台の石神井川流域から不忍池に至る本郷台の谷底低地の一部も立川面

とした。立川段丘堆積物(4.1.4 参照)の離水面にあたる。立川面は  $Tc_1 \sim Tc_3$  に区分される(貝塚, 1976 など)が、久保・小山(2010)は本地域の立川面を最も高位の  $Tc_1$  としている。なお、野川沿いの一部の立川面は沖積面とは比高は認められないが、ボーリグデータにより立川面の分布域とした。

## 1. 2 低 地

多摩川低地と荒川低地は、関東山地に源流を発して武蔵野台地を南北で縁取るように東京湾に注ぐ多摩川と荒川沿いに発達する低地で、本地域は両低地の下流域にあたる。また、東京低地は、西側の武蔵野台地と東側の下総台地に挟まれた、荒川下流域と中川・江戸川など(旧利根川)下流域とが合流した低地である。

これらの低地は、低湿地・谷底低地、砂州・砂嘴及び浜堤、自然堤防、旧河道に細分される。旧河道は、迅速測図以前に離水していた主な旧河道のほか、迅速測図以降に埋め立てられた河道を含めた。砂州・砂嘴及び浜堤は東京湾沿いに、自然堤防や旧河道はその内陸側の低地に多く分布する。なお、これらの区分は沖積低地の微地形を示すもので、沖積層全体の地盤特性を示すものではない(第6章参照)。

武蔵野台地には、現在の河川の水量と比較して幅が広い谷底低地が特徴的に発達する。これらの谷底低地は、(a) 上流部の武蔵野礫層上面に形成されている区間(緩勾配)、(b) 中流部の最終氷期の海水準低下期に谷が下刻された区間(やや急勾配)、(c) 下流部の最終氷期

の海水準低下期に下刻された谷を沖積層が埋積した区間(緩勾配)に区分される(中山・小川, 1977 ; 久保, 1988 ; 羽鳥, 2004 など)。(a)(b) 区間では沖積層は欠如するかあるいは極めて薄く、(c) にあたる神田川、目黒川、渋谷川などの谷底低地の下流域にのみ沖積層が広く分布する。第1.1 図では、沖積層の分布に対応させて、(a)(b) 区間を谷底低地(沖積層が欠如あるいは極めて薄い)、(c) 区間を低湿地・谷底低地に区分して示した。一方、東京湾に接する淀橋台東部及び荏原台東部や荒川低地に接する成増台北部では、沖積層を伴う幅の狭い谷底低地が密に発達する特徴が認められる。

## 1. 3 干拓地及び埋立地

人工改変地として、東京湾沿いには干拓地及び埋立地が広範囲に認められる(久保, 1993, 1994 ; 東京都港湾局, 2001 ; 遠藤, 2004 ; 熊木ほか, 2013)。第1.1 図で示す干拓地は、上記の報告に基づき、明治初期までに造成された干潟や排水の悪い低湿地を農地にした干拓地のほか、江戸時代の居住地確保を目的とした日比谷入り江(江戸城前)やゴミ処理のための小名木川南側付近の埋立地を含めた。一方、埋立地は、明治初期以降から現在まで浅海域に造成された埋立地を示す。ほかに河川沿いに認められる人工河川敷(洪水時に浸水)を示した。なお、ほかにも谷埋め盛土、海岸や河川沿いの防波堤、線路や道路の盛土など多くの人工改変地が認められるが、何れも省略した。





## 第2章 地質概説

(中澤 努・納谷友規・小松原純子・宮地良典・野々垣 進・中里裕臣・鈴木毅彦・中山俊雄)

東京都区部の地下浅部（深度約 100 m 以浅）には、下～中部更新統上総層群、中～上部更新統下総層群、上部更新統の段丘堆積物、上部更新統～完新統の沖積層、及び埋立層が分布する（第 2.1 図）。

## 2. 1 上総層群

東京都区部の地下浅部にみられる上総層群は、下位より北多摩層、東久留米層、舎人層、江戸川層で構成される。北多摩層はシルト層主体、東久留米層は砂層主体、舎人層及び江戸川層はシルト層、砂層、砂礫層の互層からなる。いずれも半固結のいわゆる軟岩の層相を呈する。最近のテフラや古地磁気、石灰質ナンノ化石の研究に基づけば、北多摩層から舎人層の堆積年代は1.8～0.9 Ma頃で、房総半島の上総層群黄和田層、大田代層、梅ヶ瀬層におよそ相当するとされる。最上位の江戸川層の詳細は不明であるが、江戸川層中にブルーン-松山境界(約0.77 Ma)があるとされる。上総層群は、下総層群あるいは段丘堆積物、沖積層に不整合で覆われる。なお本調査で使用した土木建築ボーリングデータでは上総層群の各層を区分するのは難しいため、地質図では上総層群は層区分をせず一括して扱う。

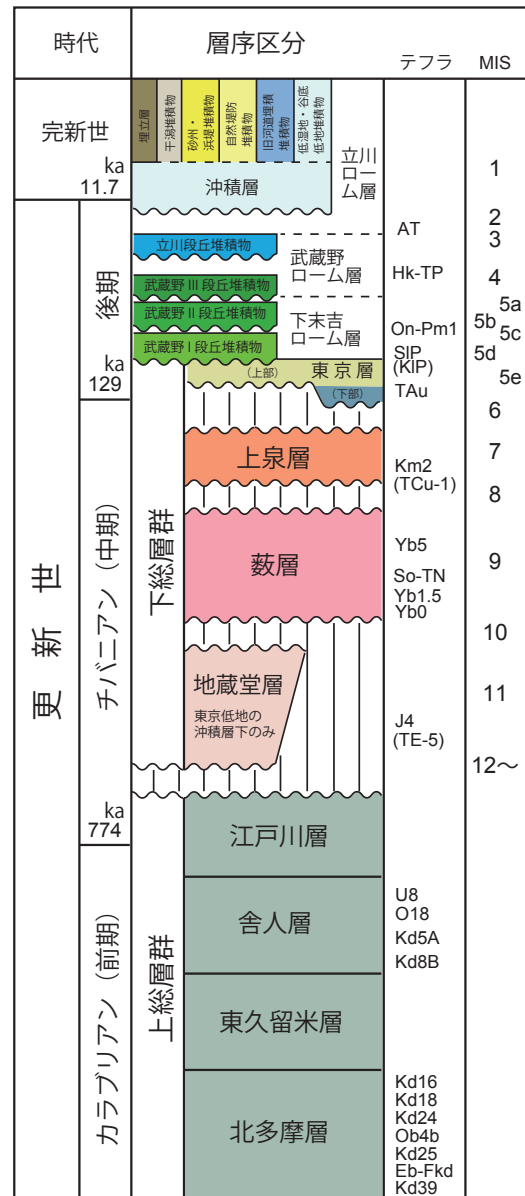
## 2. 2 下総層群

下総層群は、各層それぞれが一回の海水準変動によって形成された陸成層と海成層の堆積サイクルからなることを特徴とする。模式地の千葉県の下総層群は地蔵堂層、菰層、上泉層、清川層、横田層、木下層、常総層に区分される。このうち東京都区部の地下には、地蔵堂層、菰層、上泉層、そして木下層相当層の東京層が分布する。これらは MIS 12 から MIS 5e にかけての 4 回の海進・海退サイクルに相当する。後述する武蔵野 I 段丘堆積物は下総層群常総層相当層であるが、他の段丘堆積物と同様の礫層であることから、ここでは段丘堆積物として記載し、下総層群には含めない。

従来、武蔵野台地で東京層と呼ばれていた地層には、本調査により、下総層群の蕨層、上泉層、木下層に相当する地層が混在していたことが明らかになった。本報告では、このうち木下層に相当する地層のみを東京層と呼び、蕨層や上泉層は東京層から独立させて扱う。各層の関係はそれぞれ不整合であり、各層基底には礫層がみられることが多い。ただし上泉層基底の礫層は、武蔵野台地北東部では明瞭であるのに対し、南東部で

は分布しないかあるいは不明瞭であり、その場合、既存ボーリングデータでは上泉層基底の判別が難しい。そのため、地質図では基底の礫層が明瞭な武蔵野台地北東部のみ上泉層基底面を図示し、南東部では図示していない。

下総層群は、東京都区部では、武蔵野台地東部及び東京低地・荒川低地の地下に、下位の上総層群を不整合で覆い分布する。上位には、武蔵野台地では段丘堆積物に不整合で覆われるか、あるいは下末吉<sup>しもすけ</sup>ローム層



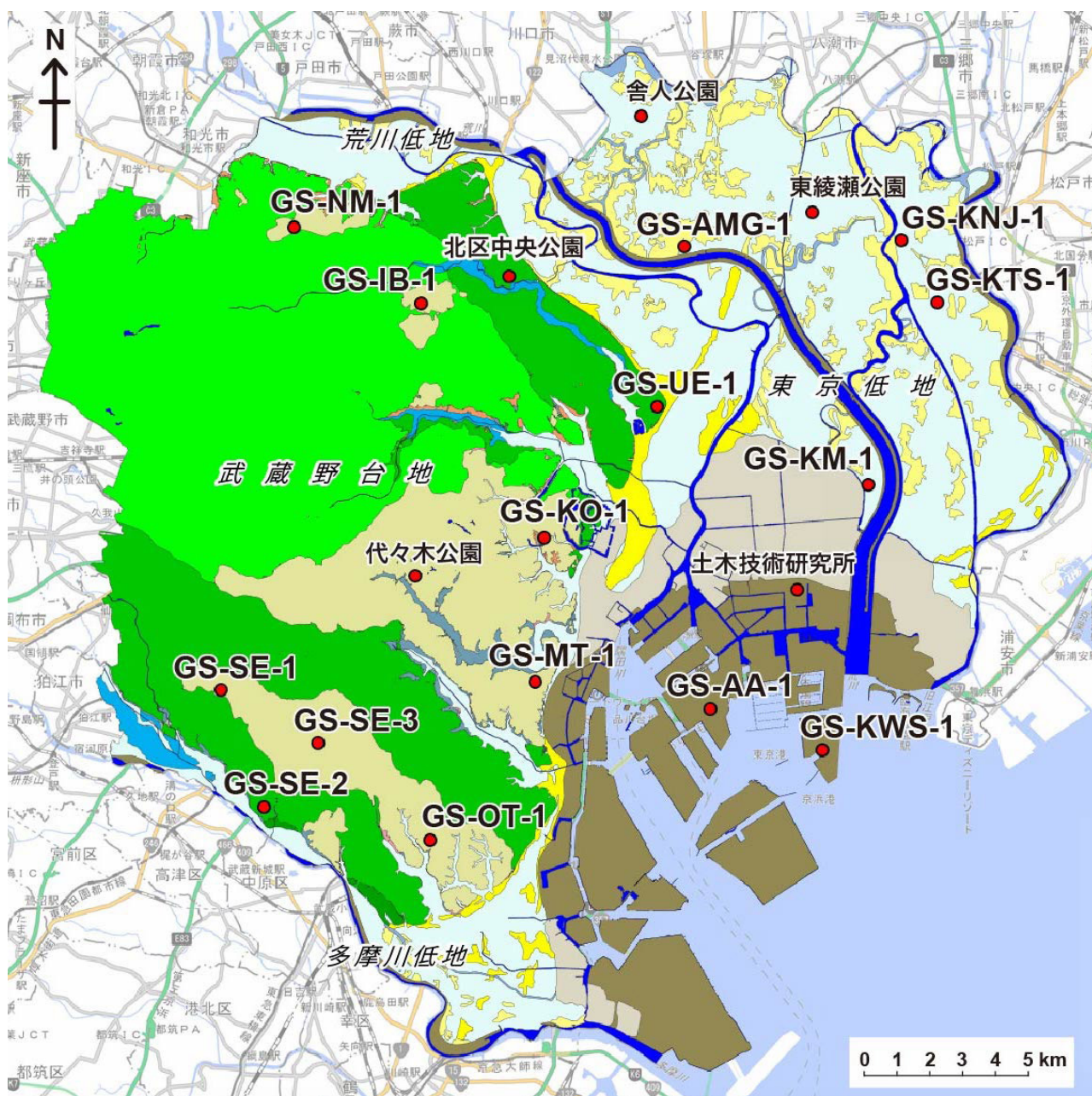
第 2.1 図 東京都区部の層序総括図.

以上の関東ローム層に整合で覆われる。東京低地・荒川低地では、段丘堆積物あるいは沖積層に不整合で覆われる。調査地域の下総層群は、東傾斜で西ほど分布標高が高く、また層厚も小さい。調査地域西部の世田谷区や杉並区、練馬区では、下総層群は分布しないか、あるいは分布しても後述する東京層の谷埋め堆積物以外は、層厚は小さい。分布しない場合、段丘堆積物や沖積層が下位の上総層群を直接不整合で覆う。下総層群の層厚は武蔵野台地東縁部付近で約 40 m である。一方、東京低地・荒川低地の沖積層の下の下総層群については層序・分布ともにほとんど分かっていない。本調査によりボーリング調査を実施した江東区有明 GS-AA-1 コアでは、武蔵野台地には分布しない地蔵堂層が

表層の下位に確認されたが、広域の分布形態については不詳である。有明付近の東京湾岸地域における下総層群全体の層厚はおよそ 60 m 程度である。

### 2. 3 段丘堆積物及び関東ローム層

調査地域の台地の最も浅い部分には、段丘堆積物とその被覆層である関東ローム層が分布する。段丘堆積物は、下総層群の東京層よりも新しい河川成の堆積物からなり、上総層群または下総層群を不整合で覆う。本調査地域の段丘堆積物は、武蔵野Ⅰ段丘堆積物、武蔵野Ⅱ段丘堆積物、武蔵野Ⅲ段丘堆積物、立川段丘堆積物からなる。それぞれの段丘堆積物是对应する地



第 2.2 図 地質図（平面図）と基準ボーリング調査地点。  
地質図の凡例は第 2.1 図の地層区分及び塗色を参照。基準ボーリング調査の各諸元は第 2.1 表参照。背景図は地理院地図を使用。



形面，すなわち武蔵野Ⅰ面，武蔵野Ⅱ面，武蔵野Ⅲ面，立川面の広がりに応じた分布を呈する。

関東ローム層は東京層または段丘堆積物を覆う火山灰土層である。調査地域には下末吉ローム層，武蔵野ローム層，立川ローム層が分布する。関東ローム層は本研究では被覆土壌層として扱い，地質平面図には図示しない。ただし，柱状図の表示により，常総粘土や新期ローム層を含めた垂直方向の層相変化を把握できるようにしている。

## 2. 4 沖積層

沖積層は，最終氷期最盛期（約 2 万年前）以降に海面の上昇に伴って形成された堆積物であり，東京低地，荒川低地，多摩川低地，及び台地を開析する小谷の谷底低地の地下に分布する。

東京低地の沖積層は，下位より順に，網状河川堆積物，蛇行河川堆積物，エスチュアリー堆積物，デルタ堆積物からなる。網状河川堆積物は礫層，蛇行河川堆積物は砂層と一部泥炭質～有機質な泥層との互層，エスチュアリー堆積物は貝殻片を含む砂質泥層と砂層の互層もしくは砂質泥層からなる。デルタ堆積物はさらにプロデルタ堆積物，デルタフロント堆積物，デルタプレーン堆積物に分けられる。このうちプロデルタ堆積物は貝化石を含む塊状の泥層からなる。デルタフロント堆積物は貝化石を含む泥層と砂層の互層からなり，上方に粗粒化することを特徴とする。デルタプレーン堆積物は泥層と砂層の互層からなり，泥層には植物片・植物根を含む。このほか東京低地の葛飾区付近及び江東区新砂～潮見付近には，エスチュアリー堆積物とデ

ルタ堆積物の間に，砂泥互層あるいは砂質泥からなる砂嘴堆積物及び湾口砂州堆積物が発達する。東京低地の埋没谷底は，東京湾岸の最も深いところで標高 -80m に達する。沖積層基底には，最深の埋没谷底のほか，標高の異なる 4 つの埋没平坦面が認められる。

沖積層の最上部（表層部）は，地形を反映して，低湿地・谷底低地堆積物，自然堤防堆積物，砂州・浜堤堆積物，旧河道埋積堆積物，干潟堆積物（干拓地）に区分することができる。このほか主に東京湾岸の埋立地には人工地層である埋立層が分布する。これらの区分は地質図（平面図）にのみ示した。

## 2. 5 基準ボーリングデータ

「都市域の地質地盤図」作成にあたって，既存の土質ボーリング柱状図に記載されている地層の対比基準となる，標準層序を策定するためのボーリング調査（基準ボーリング調査）を，調査地域内の約 11 地点で新たに実施した（第 2.1 表の 2017 ～ 2020 年度掘削分）。そのほか産業技術総合研究所が行った既存のボーリング調査データ 4 地点（2002 ～ 2004 年度掘削分）や東京都土木技術研究所（現東京都土木技術支援・人材育成センター）が掘削したコア（1989 ～ 1992 年度掘削分）の再検討 5 地点を含め，今回 20 地点のボーリングデータを基準ボーリングデータと位置づけて地層の対比基準とした（第 2.2 図，第 2.1 表）。なお，これらの基準ボーリングデータはウェブサイト「都市域の地質地盤図」で閲覧・ダウンロード（PDF ファイル及び XML ファイル）が可能である。

第 2.1 表 基準ボーリング調査諸元及び文献．

ボーリング 番号	掘削地名	東経	北緯	孔口標高 T.P.+m	掘進長 m	掘削年度	文献
GS-SE-1	東京都世田谷区上用賀	139度37分38.8秒	35度38分19.1秒	45.52	50	2017	中澤ほか (2019)
GS-SE-2	東京都世田谷区野毛 玉川野毛町公園内	139度38分31.2秒	35度36分21.9秒	33.91	50	2017	中澤ほか (2019)
GS-SE-3	東京都世田谷区駒沢公園 駒沢オリンピック公園内	139度39分38.7秒	35度37分25.8秒	40.22	25	2018	中澤ほか (2019)
GS-OT-1	東京都大田区上池台 はなみずき児童公園内	139度41分56.4秒	35度35分48.1秒	32.77	40	2019	本報告
GS-MT-1	東京都港区高輪 港区立高松中学校敷地内	139度44分6.0秒	35度38分27.2秒	26.53	50	2020	本報告
GS-KO-1	東京都千代田区紀尾井町	139度44分17.0秒	35度40分51.4秒	30.19	50	2019	本報告
GS-UE-1	東京都台東区上野公園 東京国立博物館敷地内	139度46分36.6秒	35度43分2.7秒	17.52	60	2020	本報告
GS-IB-1	東京都板橋区大山西町	139度41分46.0秒	35度44分46.0秒	34.09	50	2018	本報告
GS-NM-1	東京都練馬区北町 北町みのり公園内	139度39分8.7秒	35度46分3.0秒	34.51	50	2020	本報告
GS-AA-1	東京都江東区有明 東京臨海広域防災公園内	139度47分42.5秒	35度37分59.4秒	6.78	110	2017	納谷ほか (2018)
GS-KWS-1	東京都江東区若洲 江東区立若洲公園内	139度50分1.1秒	35度37分18.4秒	8.55	85	2019	小松原ほか (2020)
GS-KM-1	東京都江戸川区小松川	139度50分57.4秒	35度41分45.1秒	-1.99	67.23	2002	宮地ほか (2004) , 田辺ほか (2006a)
GS-KNJ-1	東京都葛飾区新宿	139度51分38.8秒	35度45分49.3秒	0.40	70	2003	田辺ほか (2006b)
GS-KTS-1	東京都葛飾区高砂	139度52分23.3秒	35度44分47.8秒	1.20	42	2003	田辺ほか (2006b)
GS-AMG-1	東京都足立区本木	139度47分11.0秒	35度45分43.2秒	1.70	58	2004	田辺ほか (2006c)
代々木公園	東京都渋谷区代々木神園町 代々木公園内	139度41分38.5秒	35度40分13.9秒	33.14	100 うち再解析済み30m	1989	東京都土木技術研究所 (1996) , 中澤ほか (2020)
北区中央公園	東京都北区十条台 北区中央公園内	139度43分34.9秒	35度45分13.3秒	21.11	105 うち再解析済み33m	1991	東京都土木技術研究所 (1996) , 納谷ほか (2020)
土木技術研究所	東京都江東区新砂 土木技術研究所敷地内	139度49分30.8秒	35度39分59.1秒	0.08	170 うち再解析済み78m	1992	東京都土木技術研究所 (1996) , 石原ほか (2004)
東綾瀬公園	東京都足立区谷中 東綾瀬公園内	139度49分48.7秒	35度46分17.3秒	-0.03	240 うち再解析済み70m	1992	東京都土木技術研究所 (1996) , 石原ほか (2004)
舎人公園	東京都足立区古千台 舎人公園内	139度46分17.3秒	35度47分54.0秒	2.88	100 うち再解析済み40m	1991	東京都土木技術研究所 (1996) , 石原ほか (2004)

### 第3章 上総層群

(鈴木毅彦)

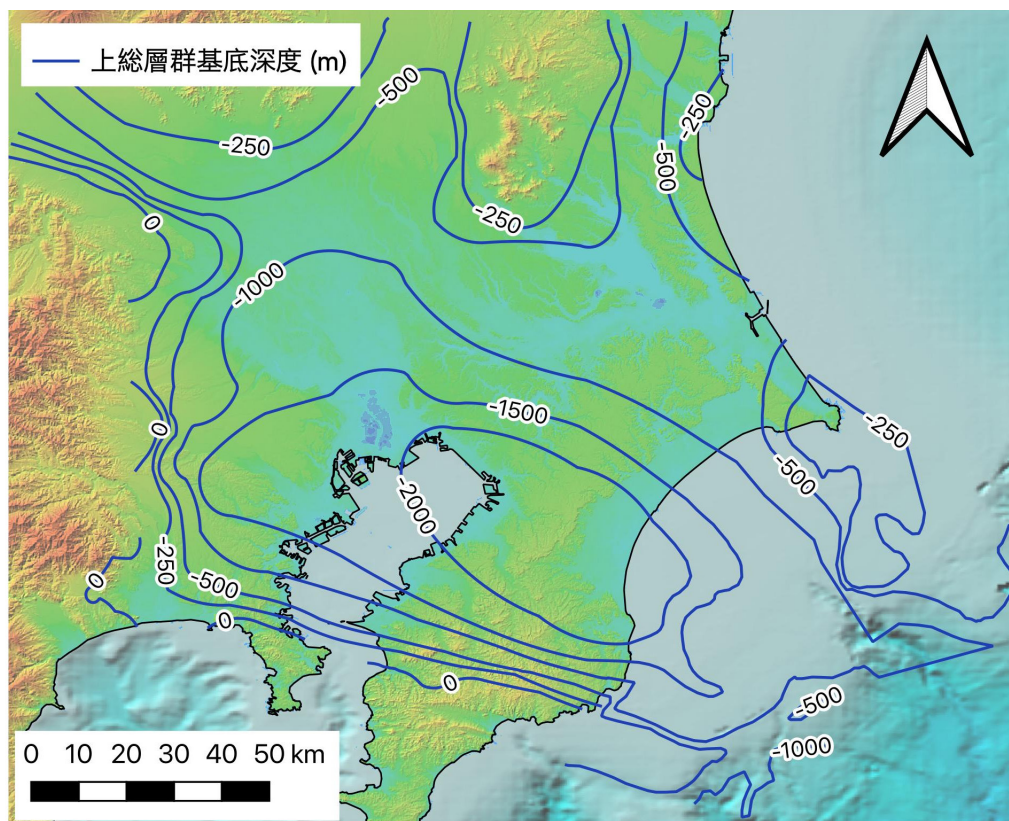
本調査地域の地下には、下部～中部更新統である上総層群が広く分布する。上総層群は、房総半島で徳橋・遠藤（1984）が伊田ほか（1956）をもとに再定義した層群で、房総半島では黒滝不整合を基底とし、上限を笠森層と地藏堂層の境界とする、主に半深海成の海成層からなる（徳橋・渡辺，2008）。形成年代は約3～0.45 Maとされ、房総半島以外の関東平野及びその周辺地域では、浅海成層や陸成層も含めて、これと同時期の地層を広く上総層群と呼ぶことが多い（鈴木ほか，1995）。

調査地域の東京都区部では、上総層群の基底深度は標高-1,500～-2,000 mであり（第3.1図）、新第三系である下位の三浦層群を覆う（鈴木，2002）。層厚は1,000 m以上と厚いものの、地表での露出はきわめて限られており、これまでボーリングデータにより研究が進められてきた。東京都区部地下の上総層群の層序は、主に東京都土木技術支援・人材育成センター（旧

東京都土木技術研究所）により確立され、層序、分布や地質構造が報告されている（第3.2図；遠藤・中村，1991；東京都土木技術研究所，1996など）。また最近、数多くのテフラが検出されてきた（第3.1表；Suzuki *et al.*, 2011など）。以下それらに従い、上総層群相当とされている最下位の北多摩層から江戸川層にかけて記載する。なお地表に露出する上総層群については5万分の1地質図幅「東京西南部」（岡ほか，1984）に記述があり、多摩川を挟んだ対岸である多摩丘陵北東部の上総層群各累層との対比が示されている。

#### 3.1 北多摩層

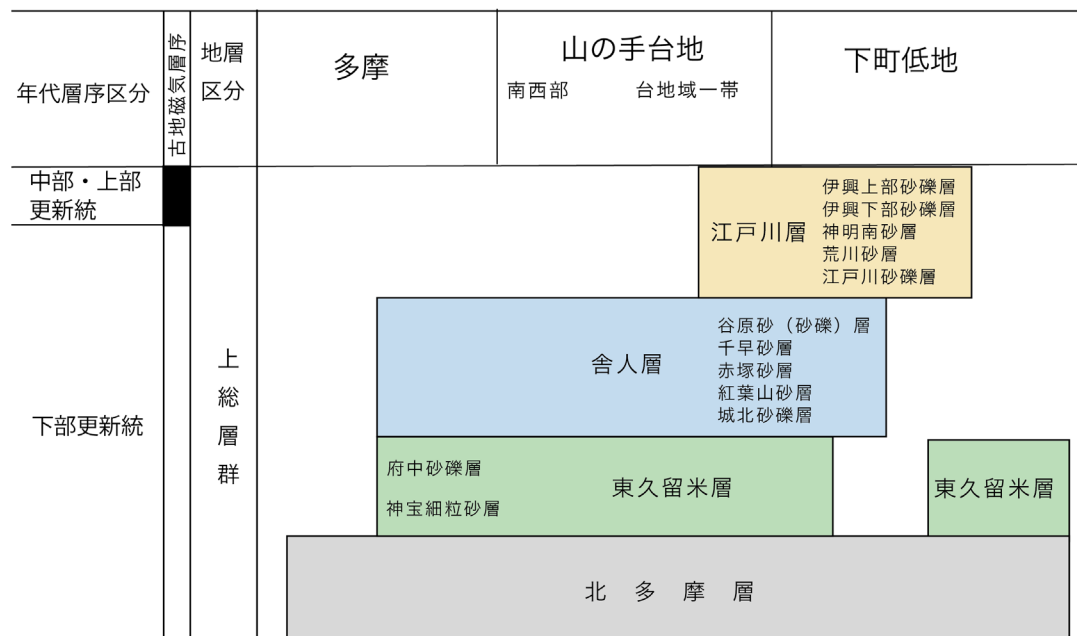
**命名・定義** 本層は本地質地盤図の範囲外となる武蔵野台地中央部の東久留米地盤沈下観測所地下で遠藤（1978）により定義された堆積物である。上位は後述の東久留米層により覆われる。



第3.1図 上総層群基底深度の分布。

鈴木（2002）、千代延ほか（2007）、尾崎ほか（2019）、鈴木（2020）をもとに国土地理院の地理院地図を使用して作成。





第 3.2 図 東京都土木技術支援・人材育成センターによる地下地質の層序。  
遠藤ほか（1981），遠藤・中村（1991），東京都土木技術研究所（1996）に加筆。

第 3.1 表 東京都区部地下の上総層群で検出されている主なテフラ。

テフラ	テフラが検出されたコア掘削地点								東京都土木技術研究所 （1996）による地層区分	年代 （Ma）
	赤塚公園	和田堀公園	砧公園	多摩川台公園	鷯の木	萩中公園	羽田沖	江東深層地殻 活動観測井		
U8（U8）	○								舎人層	0.910-0.922
O18（O18）	○									1.075-1.128
Kd5A（Kd5A）	○									1.219
Kd8B（Kd8B）		○								1.219
久本-Kd16（HM-Kd16）			○	○	○				東久留米層/北多摩層	1.343
西久保（NK）					○					1.392
浅間-Kd18（SG-Kd18）				○	○					1.401
宮田（MT）		○			○					1.406
根方-百合ヶ丘（NG-YR）		○				○				1.422
読売（YM）										1.428
屏風ヶ浦Ob4c-Kd24						○			北多摩層	1.599
屏風ヶ浦Ob4b-6（Ob4b-6）						○				1.617
屏風ヶ浦Ob4b-5（Ob4b-5）						○				1.621
屏風ヶ浦Ob4b-4（Ob4b-4）						○				1.624
屏風ヶ浦Ob4b-1（Ob4b-1）						○				1.630
大峰-SK110（Omn-SK110）						○				1.633
恵比須峠福田（Eb-Fukuda）							○			1.763-1.781
穂高Kd39（Ho-Kd39）							○			1.763-1.781
谷口Tsp（Tng-Tsp）								○		2.2-2.3
丹沢-ざくろ石軽石層（Na-G）								○		2.5

各地点で検出されたテフラを○で示す。Suzuki *et al.* (2011) に加筆。

**模式地** 東京都東久留米市神宝（東久留米地盤沈下観測所内）

**模式地での分布深度・標高** 東久留米コア：深度 460.0 ~ 1,008.4 m, 標高 -419.9 ~ -968.3 m. 基底は明確に示されていない.

**分布形態** 本層は調査地域に広く分布し、その分布深度は武蔵野台地東南部付近である世田谷区付近で浅く、武蔵野台地北部を経て北側の埼玉県側、東京低地を経て北東側の千葉県側に深くなる傾向をもつ（遠藤・中山, 2008）. すなわち武蔵野台地東南部では段丘構成層直下に不整合で覆われ、これに対してその周辺域では上位の東久留米層に被覆される. 北多摩層の頂面高度を示すとされた標高図（遠藤・中山, 2000）によれば世田谷区から大田区にかけて標高 25 m 程度の地域がみられるのに対して、杉並・中野・豊島・文京・台東・江東の各区にかけては標高 -100 ~ -200 m と低下する. さらにその外側の板橋・足立・葛飾・江戸川区にかけては標高 -200 m 以深の地域が広がる.

岡ほか（1984）により地表で報告され、多摩丘陵の上総層群と対比されている以下の上総層群、すなわち世田谷区成城（生田層）、世田谷区大蔵（飯室層）、世田谷区岡本、同等々力溪谷谷底、大田区田園調布（高津層）は、その高度と位置からみていずれも北多摩層に相当すると思われる.

**層相** 模式地で薄い砂層を含むが全体的に塊状のシルト層とされており、こうした傾向は全域で同様であるが、一部では上部に砂層や砂礫層が発達する（遠藤, 1978 ; 遠藤・中山, 2008）.

**テフラ** 北多摩層に含まれるテフラについては 2000 年代以降幾つかの報告がなされ、房総半島や銚子地域の上総層群中テフラとの対比により、北多摩層に関する周辺域との対比案が示された. 大田区東部萩中公園地下からは下位より、房総半島黄和田層・銚子地域犬吠層群小浜層・多摩丘陵上総層群に含まれるテフラである大峰-SK110 テフラ (Omn-SK110) (=Kd25)、屏風ヶ浦 Ob4b-1 テフラ (Ob4b-1)、屏風ヶ浦 Ob4b-4 テフラ (Ob4b-4)、屏風ヶ浦 Ob4b-5 テフラ (Ob4b-5)、屏風ヶ浦 Ob4b-6 テフラ (Ob4b-6)、Ob4c-Kd24 テフラ (Ob4c-Kd24)、読売テフラ (YM)、根方-百合ヶ丘テフラ (NG-YR) などの多数のテフラが検出された（佐藤ほか, 2004 ; 鈴木・村田, 2011）. また萩中公園から北西の大田区西部から世田谷区にかけて位置するコア群（大田区鶴の木、同区多摩川台公園、世田谷区 砧公園）では、萩中公園地下で検出されたテフラよりも上位のテフラである浅間-Kd18 テフラ (SG-Kd18)、久本-Kd16 テフラ (HM-Kd16) などが検出されている（村田ほか, 2007 ; 鈴木・村田, 2011）. また多摩川河口羽田沖で北多摩層と考えられる堆積物から恵比須峠福田テフラ (Eb-Fukuda) と穂高 Kd39 テフラ (Ho-Kd39) が検出されている（鈴木ほか, 2010）. 第 3.3 図はこれら北多摩層で検出されたテフラの層序と周辺域の上総

層群との関係を示したものであり、テフラの年代はおおよそ 1.8 ~ 1.3 Ma の間にはいる（Suzuki *et al.*, 2011）. なお本図に示されたように北多摩層中で検出されたテフラの一部には、地点により上位の東久留米層中に層位をもつと判断されたものがあるので北多摩層と東久留米層は一部同時異相の関係にあると思われる.

この他、江東区青海の防災科研江東深層地殻活動観測井地下の上総層群中～下部、深度 803.37 m と 1,217.76 m 付近に産出する 2 枚のテフラ (KT803, KT1217) がそれぞれ谷口 Tsp テフラ (Tng-Tsp) (2.3 ~ 2.2 Ma)、丹沢-ざくろ石軽石層 (Na-G) (2.5 Ma) に相当するとされた（田村ほか, 2010）. 同テフラを含む層準は明確に示されていないものの、北多摩層の基底が明確に定義されていないのでここでは同層に該当すると考える.

**堆積環境** 底生・浮遊性の有孔虫化石が産出し、それらから堆積環境は外洋半深海性、大陸棚中部～外部性と考えられている（遠藤, 1978 ; 遠藤・中山, 2008）. 千代延ほか（2007）が検討した石灰質ナンノ化石層序によれば、遠藤ほか（1996）に示された本層の表面高度分布から見て北多摩層相当の層準より、練馬区向山（豊島園温泉井）と文京区後楽（東京ドーム温泉井）において少なくとも基準面 12 (1.73 Ma)、基準面 11 (1.65 Ma)、基準面 10 (1.45 Ma) が認定されている.

### 3. 2 東久留米層

**命名・定義** 東久留米層は、北多摩層同様、本地質地盤図の範囲外となる武蔵野台地中央部の東久留米地盤沈下観測所の地下で遠藤（1978）により定義された堆積物である. 下位は前述の北多摩層を覆う.

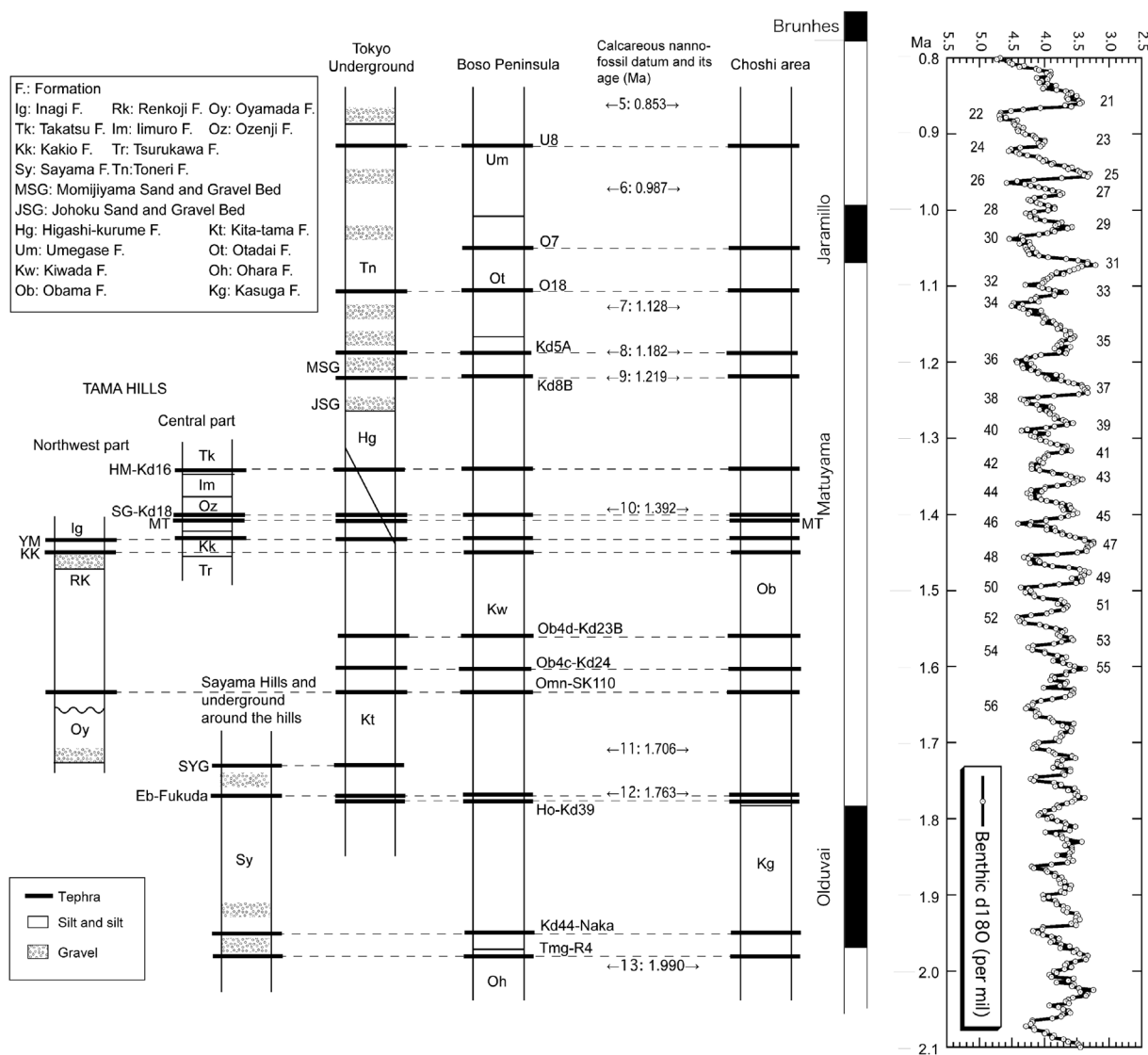
**模式地** 東京都東久留米市神宝（東久留米地盤沈下観測所内）

**模式地での分布深度・標高** 東久留米コア：深度 166.7 ~ 460.0 m, 標高 -126.6 ~ -419.9 m.

**分布形態** 本層は北多摩層を覆うようにして分布し、模式地付近では層厚約 300 m と厚いが東方に向けて薄くなり、杉並区和田堀付近で約 150 m、渋谷区代々木公園付近で約 40 m とされており、さらに武蔵野台地南東部から東京湾沿岸、江東区・江戸川区南部では分布しないとされている（遠藤・中山, 2008）.

**層相** 砂層を主体とするが一部シルト層や砂礫層も含まれ、主に多摩地区であるが東久留米層最下部に神宝細粒砂層、ほぼ真ん中に府中砂礫層が定義されている（第 3.2 図 ; 遠藤, 1978 ; 遠藤ほか, 1981）.

**テフラ** 模式地から板橋・足立区にかけて本層最上部付近に軽石層が挟在され、清瀬軽石層と呼ばれ重鉱物組成が明らかにされている（遠藤, 1978）. しかし周辺域のテフラとの関係は不明である. また杉並区和田堀公園地下でも東久留米層中で検出された 3 枚のテフラの特性が報告されているものの、それらの周辺域への



第 3.3 図 北多摩層 (Kt), 東久留米層 (Hg), 舎人層 (Tn) 中のテフラ層序。  
Suzuki *et al.* (2011) による。

対比はなされていない (村田ほか, 2007)。

**堆積環境** 産出する底生有孔虫化石や砂層の淘汰がよいことから大陸棚の中部～外部性と考えられているが、最上部付近では砂礫層が発達し、淡水生の珪藻化石が産出することから内湾化の傾向があるとされている (遠藤, 1978)。千代延ほか (2007) が練馬区向山 (豊島園温泉井) で検討した石灰質ナノ化石層序は同層にかかると見られ、その一部は基準面 9 (1.27 Ma) と基準面 8 (1.21 Ma) の間に相当するらしい。

### 3. 3 舎人層

**命名・定義** 舎人層は、遠藤 (1978) により東京層群 (新藤, 1969) に所属する最下部の堆積物として定義され、下位の東久留米層 (上総層群) を部分的に不整合で覆い、下総層群に相当するとされた。しかしその後、古地磁

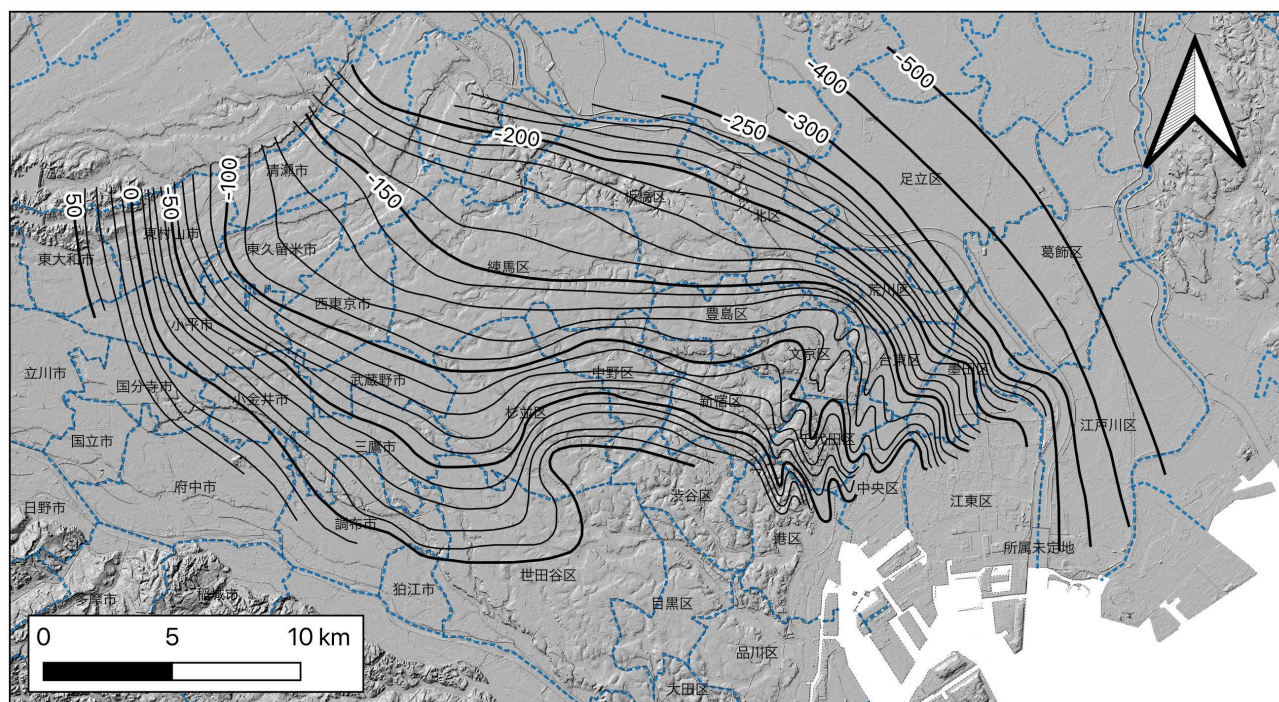
気データから本層は上位の江戸川層とともに上総層群相当層として区分され、東京層群から独立された (遠藤ほか, 1996)。なお遠藤秀典ほか (1991) も古地磁気層序から舎人層は上総層群に対比されるとした。

**模式地** 東京都足立区舎人六丁目 (舎人地盤沈下観測所内)

**模式地での分布深度・標高** 舎人コア：深度 220 ～ 401 m, 標高 -216.5 ～ -397.5 m。

**分布形態** 武蔵野台地南部を除く本地域全域に広く分布する。とくに本層最下部に発達し城北砂礫層 (部層) (遠藤, 1978) と定義された部位は広域に追跡され、東大和・国分寺・府中にかけての地域以西と、世田谷・渋谷・港・大田区を除く武蔵野台地地下から東京低地にまでその基底高度が示されている (第 3.4 図)。それによれば舎人層 (城北砂礫層) 基底は上記に示した南～西縁では標高 50 ～ 0 m であるが北～東方向に向け





第 3.4 図 城北砂礫層（部層）の基底面高度変化。  
 遠藤・中山（2000）をもとに国土地理院の地理院地図を使用して作成。  
 遠藤・中山（2000）に示された等高線は遠藤（1978）に若干の修正  
 がなされている。図中の数字の単位は m。

て低下し、板橋・北区にかけての埼玉県境付近で -200 ~ -250 m、足立・葛飾・江戸川区にかけては -400 ~ -500 m まで下がる。三鷹市八幡の野川沿い崖線下に露出する稲城層相当とされた砂（岩）層（岡ほか，1984）は、その高度と位置からみて舎人層に相当すると思われる。  
**層相** 層厚 0 ~ 200 m のシルト層・砂層・砂礫層の互層からなる。城北砂礫層は武蔵野台地中央部・同北東部では厚さ約 10 m の砂礫層であるが、武蔵野台地東部～東京低地では砂層が卓越し、層厚は 20 ~ 50 m となる（遠藤・中山，2008）。また本層は遠藤・中村（1991）により、シルト層を除く砂層および砂礫層に対して下位から城北砂礫層、紅葉山砂礫層、赤塚砂層、千早砂層、谷原砂礫層に細分されている（第 3.2 図）。

**テフラ** 本層では複数のテフラが検出されており、5 層の軽石層（下位から To-P1 ~ To-P5）と 6 層の火山灰層（下位から To-A1 ~ To-A6）が認められほか、模式地では軽石層を多数含む砂層である舎人軽石質砂部層が定義されている（遠藤，1978）。また一部のテフラは他地域のテフラと対比されており、杉並区和田堀公園では Kd8B テフラ（Kd8B）（村田ほか，2007）、板橋区赤塚公園では舎人層の下部、上部、最上部からそれぞれ、房総半島上総層群中の Kd5A、O18、U8 が検出されている（佐藤ほか，2004；第 3.3 図）。このうち最下位の Kd8B と最上位の U8 はそれぞれ白河芦野 Kd8 テフラ（Sr-Asn-Kd8）、白河勝方 U8 テフラ（Sr-Kc-U8）と定義され、その年代は 1.219 Ma、0.922 ~ 0.910 Ma とされ

た（Suzuki *et al.*, 2017）。このことから舎人層が古地磁気データから上総層群に所属する遠藤ほか（1996）の見解は支持され、舎人層は上総層群の黄和田層の一部、大田代層、梅ヶ瀬層の一部に相当する。

**堆積環境** 堆積環境を示す化石として浮遊性種はほとんど含まないもののわずかな底生種の有孔虫、海生・淡水生の珪藻化石が産出し、大陸棚～中部～外部と考えられている（遠藤，1978）。

なお遠藤ほか（1996）は、城北砂礫層基底深度から新宿区東部から中央区付近にかけてほぼ南北方向に軸をもつ波状構造を認め、千代田・港撓曲帯が存在するとし、下位の北多摩層、東久留米層にも同様な構造が及んでいるとした。また杉並区西部にも波状構造を認めている。

### 3. 4 江戸川層

**命名・定義** 江戸川層は、遠藤（1978）によれば下位の舎人層を整合関係で覆い、上位の東京層群高砂層に整合的に覆われる。下位の舎人層とともに東京層群に所属する堆積物として定義され、下総層群に相当するとされた。しかしその後古地磁気データから本層は上位の舎人層とともに上総層群相当層として区分され、東京層群から独立された（遠藤ほか，1996）。東京低地を中心に分布し、武蔵野台地では北東部でわずかに観察されるのみである。

**模式地** 東京都江戸川区上篠崎の篠崎公園

**模式地での分布深度・標高** 篠崎公園（北）コア：深度 202 ～ 310 m，標高 -200.7 ～ -308.7 m.

**層相** 層厚 0 ～ 110 m のシルト層・砂層・砂礫層の互層からなる。下位から江戸川砂礫層，荒川砂層，神明南砂層，伊興下部砂礫層，伊興上部砂礫層に区分され，江戸川層上部，とくに東京低地で伊興下部砂礫層・伊興上部砂礫層付近にブルン－松山境界（約 770

ka; Suganuma *et al.*, 2015）があるとされている（遠藤ほか，1996）。

**テフラ** 下位より火山灰層が 3 層，軽石層が 1 層含まれるとされ，それらは Ed-A1 ～ Ed-A3，Ed-P1 と呼ばれているがいずれも連続性が悪い（遠藤，1978）。

**堆積環境** 有孔虫・珪藻化石の産出群集などからみて江戸川層の堆積環境は舍人層とほぼ同様，すなわち大陸棚内部から内湾性と考えられている（遠藤，1978）。



## 第4章 下総層群

(納谷友規・中澤 努・野々垣 進・中里裕臣・鈴木毅彦)

下総層群は、徳橋・遠藤（1984）が千葉県姉崎地域の調査に基づき、河井（1961）の下総累層をもとに再定義した層群であり、層群を構成する各層がそれぞれ一回の海水準変動によって形成された陸成層と海成層の堆積サイクルからなることを特徴とする。納谷ほか（2018）は、徳橋・遠藤（1984）に基づき、千葉県北部地域の<sup>しもうさ</sup>下総層群を、<sup>あねさき</sup>下位から順に、<sup>しじょうどう</sup>地蔵堂層、<sup>やぶ</sup>菰層、<sup>かみいずみ</sup>上泉層、<sup>きよかわ</sup>清川層、<sup>よこた</sup>横田層、<sup>きおろし</sup>木下層、<sup>じょうそう</sup>常総層に区分した。東京都区部には、このうち地蔵堂層、菰層、上泉層、そして木下層相当層（後述）の東京層が分布する。これらは MIS（海洋酸素同位体ステージ）12 から MIS 5e にかけての 4 回の海進・海退サイクルに相当する（MIS については第 2.1 図を参照）。後述する武蔵野 I 段丘堆積物は下総層群の常総層相当層であるが、他の段丘堆積物と同様に礫層からなるため、ここでは段丘堆積物として記載し、下総層群には含めない。

### 4. 1 研究史

武蔵野台地の段丘堆積物よりも下位に貝化石を含む海成層が分布することは、Brauns (1881) によって、王子、駿河台、品川において初めて報告された。当初、これらの地層は鮮新統と考えられ、その後出版された 20 万分の 1 地質図幅「東京」（鈴木，1888）や、東大の本郷キャンパスで掘削されたボーリングコアで観察された武蔵野台地地下 10 数 m 以深に分布する貝化石を含む地層についても鮮新世に区分された（山崎，1894）。Tokunaga (1906) は、Brauns (1881) の地点に加え、関口台町、田端などからも海生の貝化石を報告した。さらに、田端ではゾウの臼歯と牙化石の産出を報告し、それに基づき地層の地質時代を更新世と考えた。Yabe (1911) は、当時知られていたこれらの貝化石包有層のうち、王子、田端、品川の露頭を模式として “Tokyo Series”（東京層）と呼ぶことを提唱した（第 4.1 図 A）。東京層に挟まれる貝層には異なるタイプの貝化石群集が存在することから、東京層には複数層準の貝層が挟まれると考えられるようになった（例えば、福田，1950）。1950 年頃までの東京層の研究は、主に台地の縁に露出する露頭の観察に基づいており、調査地点の貝化石含有層に露頭の名前が付けられた。上記の貝層の他には、福田・安藤（1951）によって板橋区徳丸で記載された徳丸貝層などが知られる。貝層同士の対比は、主に貝化石群集に基づいて検討されたが、層序対比に関してまとまった結論は得られなかった（菊地，1980）。

1950 年以降は、土木・建築工事のボーリング調査に基づいて、武蔵野台地や東京低地の地下に分布する更新統の層序や地層分布が検討されるようになり、東京層という名称は、東京の地下に分布する更新統の地層名として広く使われるようになった。東京地盤調査研究会（1959）は、武蔵野台地と東京低地地下の更新統に挟まる複数の礫層のうち最上位の、中高層建築物の支持層として極めて重要な、層厚が 5 ～ 10 m に達する礫層を東京礫層と呼び、それよりも下位と上位をそれぞれ、下部東京累層と上部東京累層と呼んだ（第 4.1 図 A）。一方、建設省計画局（1969）は、東京礫層を基底とする上部東京層と、東京礫層よりも下位の下部東京層に区分した（第 4.1 図 A）。

東京都土木技術研究所（1969）は、東京礫層基底よりも上位を東京層として区分し、東京礫層よりも下位を江戸川層と区分した（第 4.1 図 A）。それ以降、東京層は東京礫層を基底とする地層の名称として呼ばれるようになった（東京都港湾局，1972，1993 など）。

その後、東京礫層の存在の有無や層位については、様々な見解が提案されることになる。遠藤ほか（1975）は、従来考えられていたような、武蔵野台地から低地にわたってほぼ水平で連続した分布形態を持つ礫層（東京礫層）は存在しないと考えた。そして、武蔵野台地及び東京低地地下に分布する、城北砂礫層を基底として、その上位に複数の浅海成層を含む礫層、砂層、泥層が繰り返し累重し、全体として台地から低地側にゆるく傾斜する地層を東京層群と区分した。さらに、遠藤（1978）は東京層群を下位より<sup>とねり</sup>舎人層、江戸川層、<sup>たかさご</sup>高砂層に区分し、舎人層の基底を城北砂礫部層と呼んだ（第 4.1 図 B）。東京層群は房総半島の下総層群に対比され、東京層群よりも下位の砂層を主体とする東久留米層と泥層を主体とする北多摩層は上総層群に対比された。後に、遠藤ほか（1991）や東京都土木技術研究所（1996）は古地磁気極性を検討し、ブルン－松山境界に対比される古地磁気極性の逆転層準が江戸川層の中に位置することを明らかにし、舎人層と江戸川層は上総層群に相当することを示した（第 4.1 図 B）。

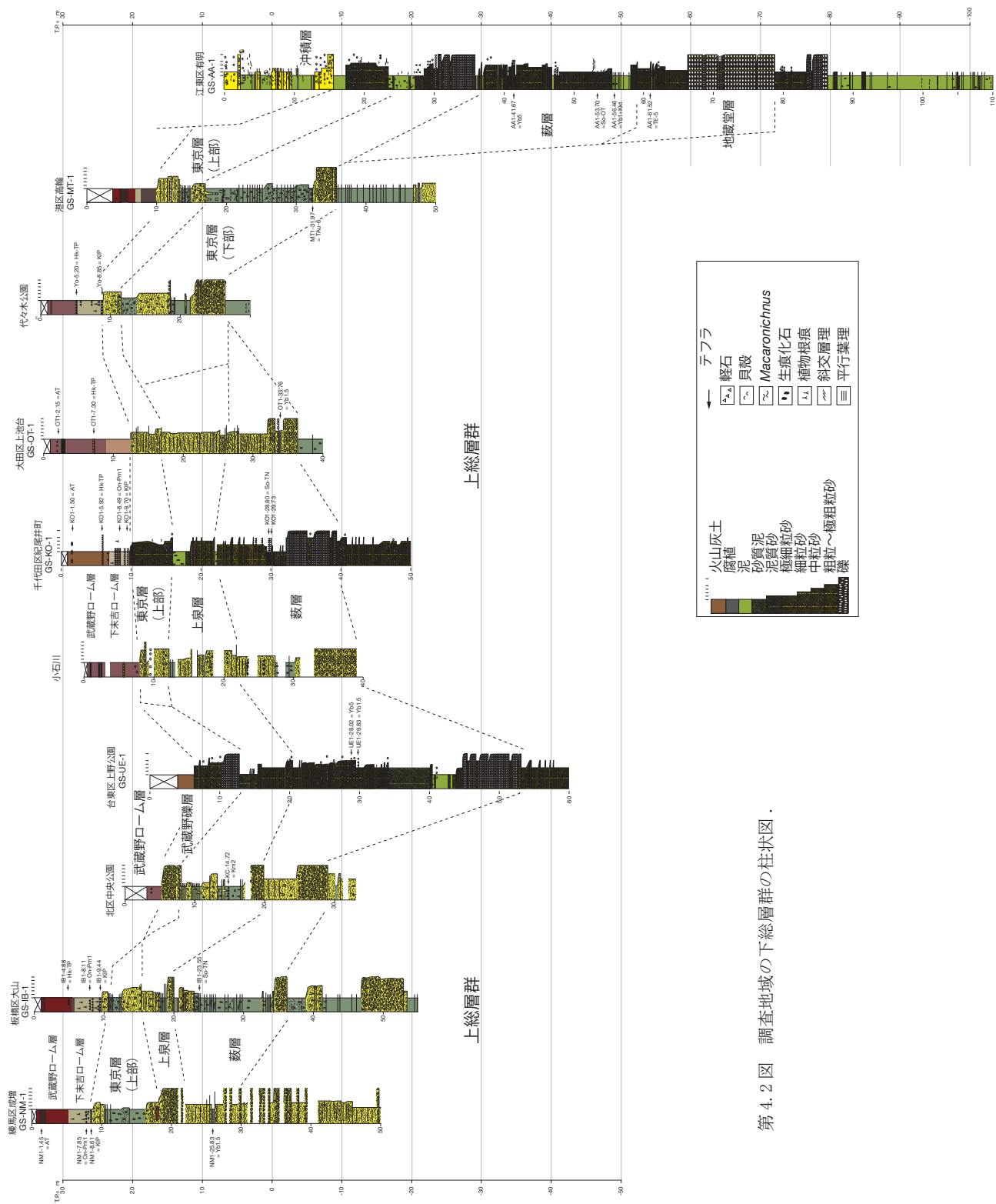
長い間、東京礫層を基底とする地層が東京層と呼ばれてきたが、それまで東京礫層は明確に定義されておらず、東京礫層や東京層をめぐる層序区分の混乱の要因となっていた。東京都土木技術研究所（1996）は、東京層及び東京礫層の模式地を東京都渋谷区の代々木公園で掘削された試錐（以下、代々木公園コアと呼ぶ）に設定して再定義し、その分布形態を東京都区部の武

Yabe (1911)	東京地盤調査研究会 (1959)	建設省計画局 (1969)	東京都土木技術研究所 (1969)
東京層	成田層群	上部東京層	東京層
品川貝層			東京礫層
田端貝層		下部東京層	江戸川層
王子貝層		相模累層	

[illegible]

東京港湾局 (1972)	東京都港湾局 (1993)	東京都港湾局 (2001)	東京港地下地質研究会 (2000)	本報告	
Tsu (東京層上部砂層)	東京層	東京層	東京層		
Tcu (東京層上部粘土層)					上部
Tsm (東京層中部砂層)			中部		中部層
Tcl (東京層下部粘土層)		下部	下部層		(東京礫層)
Tsl (東京層下部砂層)			下部砂層		
Tg (東京礫層)	東京礫層	江戸川層	江戸川層	東雲層	
Eds1 (江戸川砂層)	上部				上部層
Eg0 (砂礫)					中部層
Eg1 (江戸川第1礫層)					下部層
Eds2 (砂)			下部	東雲層	
Eg2 (江戸川第2礫層)					
Eds3 (砂)					
Eg3 (江戸川第3礫層)					
Eds4 (砂)	第三礫層	上総層群	上総層群		
Eg4 (江戸川第4礫層)					

– 16 –



第 4.2 図 調査地域の下総層群の柱状図。

蔵野台地全域へ追跡した。

東京層の年代については詳細が不明だったが、最近、中澤ほか（2020）によって模式地の代々木公園コアが再検討され、堆積相の解析と花粉化石群集などから、MIS 5eを中心とした1回の海進・海退で形成された堆積物であることが示された。また、中澤ほか（2019）は、世田谷区の武蔵野台地地下に谷状に分布する世田谷層も、模式地の東京層と同時期の MIS 5e に形成されたことを示した。

一方、納谷ほか（2020）は、北区中央公園コアを再解析し、この地域で東京層と呼ばれていた地層は下総層群の上泉層に相当し、MIS 7e に形成されたことを、挟在するテフラの対比から明らかにした。また、納谷ほか（2019b）、中里ほか（2019）は、千代田区紀尾井町で掘削された GS-KO-1 コアの解析から、このコアの東京礫層に相当する礫層の直上は、下総層群の礫層に相当する MIS 9 に形成された地層であることを示した。

これらの結果から、武蔵野台地の地下において従来東京層として一括りにされていた地層には、少なくとも、MIS 9（礫層に相当）、MIS 7e（上泉層に相当）、そして MIS 5e（東京層）といった異なる年代に形成された地層が含まれることが明らかになった（第 4.1 図 B）。

低地地下に分布する更新統については、東京港地域では東京礫層よりも上位を東京層、下位を江戸川層と区別されてきた（東京都港湾局、1972、1993、2001）（第 4.1 図 C）。東京港地下地質研究会（2000）は、ボーリングコアの総合的な解析に基づいて、江戸川層の最下部を東雲層として独立させ上総層群の最上部に位置づけ、江戸川層を下総層群の地蔵堂層と礫層に対比し、東京層は下総層群の清川層に対比されるとした（第 4.1 図 C）。納谷ほか（2019a）は江東区有明で掘削されたボーリングコアの堆積相とテフラの解析に基づき、東京港地下地質研究会（2000）によって江戸川層とされた地層は、地蔵堂層と礫層に対比されることを確認した。東京層については年代を決定する積極的な根拠は得られていないが、武蔵野台地の東京層と同様に MIS 5e に形成された可能性が指摘された。

東京都土木技術研究所（1996）は、低地の地下に分布する更新統を、高砂層と晴海層に区分した。現時点で、高砂層と晴海層の層序学的位置づけは不明なため、今後、模式コアの解析等によって確かめる必要がある。このように、低地の地下に分布する更新統の層序については、未だ不明な点が多いことから、本地質地盤図では低地の地下に分布する更新統の対比を行わなかった。

この地質地盤図で示す下総層群の地層分布モデルは、これら最新の層序学的知見に基づいて作成されたものである。以下、基準層序ボーリングの観察結果（第 4.2 図）を中心に本地域地下の下総層群の各地層について記述する。

## 4. 2 地蔵堂層（J）

**命名・定義** 坂倉（1935）に基づき徳橋・遠藤（1984）が再定義。房総半島では、下位の上総層群金剛地層を整合または軽微な不整合で覆い、上位の礫層にも同様に整合または軽微な不整合で覆われる。

**模式地** 木更津市地蔵堂付近（姉崎図幅内）。

**基準ボーリング地点の分布深度・標高**

GS-AA-1：深度 78.83 ～ 59.05 m，標高 -72.06 ～ -52.28 m

**分布形態** 本層は基準ボーリング調査のなかでは江東区有明 GS-AA-1 のみで観察されるので、詳しい分布形態は不明であるが、東京港の地下には分布し、武蔵野台地の地下の大部分には分布しないと考えられる。

**層相** 江東区有明 GS-AA-1 コアにおいて本層は下部と上部に分けられる。下部は粒径 10 cm 以上の円礫層からなる。礫層を構成する礫種には、砂岩、泥岩、チャートに加え、溶岩や火山礫凝灰岩が含まれる。上部は分級の良い砂層からなる。砂層には平行葉理がみられ貝殻片が含まれる。最上部には白斑状生痕化石 *Macaronichnus segregatis* が観察される。

**物性** 江東区有明 GS-AA-1 孔の本層下部の礫層では、S 波速度が 550 ～ 770 m/s，P 波速度が 2,100 ～ 2,700 m/s，密度が 2.2 ～ 2.4 g/cm<sup>3</sup> の範囲であった。上部の砂層では、S 波速度が 410 ～ 480 m/s，P 波速度が 1,700 ～ 1,900 m/s，密度が 1.8 ～ 2.0 g/cm<sup>3</sup> の範囲であった。

**テフラ**

TE-5（J4）テフラ：TE-5 テフラは中部地方を噴出源とする大町 APm テフラ群（鈴木・早川，1990）のうち最下位の A<sub>1</sub>Pm に対比されるテフラで、下総層群地蔵堂層の J4 テフラもこれに対比される（町田・新井，2003）。江東区有明 GS-AA-1 コアの深度 61.5 ～ 62.5 m には、砂層中に火山ガラス、黒雲母、普通角閃石などのテフラ起源粒子が多く含まれる（納谷ほか，2019a）。火山ガラスは中間型を主体とし、扁平型も含まれる。火山ガラスの屈折率は中間型で 1.497 ～ 1.506（1.498）（括弧内はモード）で、扁平型で 1.502 ～ 1.506 であった（第 4.1 表）。火山ガラスの主成分化学組成は、K<sub>2</sub>O が約 5% と高いクラスターと、約 2% と低いクラスターに分かれる（第 4.2 表）ことから 2 つの異なるテフラが混在していると推察される。これらのうち、K<sub>2</sub>O が約 5% と高い火山ガラスの化学組成の特徴は APm テフラ群と類似するため、同じコアの上位の挟まれるテフラとの関係から TE-5a テフラに対比された（納谷ほか，2019a）。火山ガラスの主成分化学組成が 2 つのクラスターに分かれるのは、埼玉県越谷 GS-KS-1 における J4 と同じ傾向であり（中澤ほか，2009）、K<sub>2</sub>O の低いクラスターのガラスは TE-5b の混在と考えられる。

**年代** TE-5 テフラの降灰層準は MIS 11 のピーク付近とされることから（中澤ほか，2009）、地蔵堂層は MIS 11 を中心とした時期に形成されたと考えられている（増田・中里，1988；中里，1997；中里・佐藤，2001）。

第 4.1 表 地蔵堂層，藪層，上泉層に挟するテフラの記載岩石学的特徴．

コア/産地	サンプル名称	深度(m)/(厚さ)	産状	色調	粒径	試料採取深度(m)	重鉱物その他	屈折率	g形状	同定	文献
GS-NM-I	NM1-25.83	25.81-25.83	軽石層	yl-gy	vfs-fs	25.81-25.83	bi > ho	ho (n <sub>2</sub> ): 1.668-1.673 (1.669)	—	Yb1.5	本報告
	IB1-23.55	23.54-23.55	軽石層	gy-wh	fs-ms	23.54-23.55	—	gl (n): 1.496-1.498, 1.502-1.507 (1.506)	Ta, Tb	So-TN	中里ほか (2019)
北区中央公園	KC-14.72	14.60-14.72	軽石層	gy-wh	< 10 mm	14.72	opx, mt > cpx	gl (n): 1.515-1.517 (1.517), 1.524 opx (γ): 1.714-1.720 (1.719)	—	Km2	納谷ほか (2020)
GS-UE-I	UE1-28.02	28.00-28.02	軽石層	yl	cs-ves	28.00-20.02	ho > mt > opx, cum, bi	ho (n <sub>2</sub> ): 1.664-1.671 cum (n <sub>2</sub> ): 1.652, 1.656-1.661 (1.657-1.658), 1.668	—	Yb5	本報告
	UE1-29.83	29.77-29.95	泥質砂層に散在	—	vfs-fs	29.82-29.83	bi > ho, mt	gl (n): 1.496-1.506 (1.501, 1.504) ho (n <sub>2</sub> ): 1.670-1.683 (1.679)	Ca, Cb	Yb1.5	本報告
GS-KO-I	KO1-28.80	28.75-28.80	軽石層	yl-wh	< 10 mm	28.78-28.80	opx, mt > cpx	gl (n): 1.503-1.509 (1.508), 1.512-1.514 ho (n <sub>2</sub> ): 1.722-1.724, 1.728-1.733 (1.731-1.732)	Ca, Cb, Ta, Tb	So-TN	中里ほか (2019) , 本報告
	KO1-29.73	29.68-29.75	軽石層	yl-wh	cs	29.68-29.73	opx, qpx, mt	gl (n): 1.527-1.531 (1.529-1.530) opx (γ): 1.703-1.707 (1.705)	Ca, Ta > Cb, Tb	—	本報告
GS-OT-I	OT1-33.76	33.74-33.79	細粒テフラ	yl-wh	vfs-fs	33.75-33.76	bi > opx, cpx, ho, mt, gl	gl (n): 1.496-1.508 (1.500) opx (γ): 1.698-1.700, 1.704-1.717, 1.722-1.726 ho (n <sub>2</sub> ): 1.669-1.677, 1.691-1.695	Ca >> Ta	Yb1.5	本報告
	AA1-27.42	27.40-27.42	泥層に散在	—	ms-es	27.40-27.42	opx, qpx, ho, mt	opx (γ): 1.695-1.702 (1.699)	—	—	納谷ほか (2019a)
	AA1-28.07	28.05-28.07	泥層に散在	—	ms-es	28.05-28.07	opx, qpx, ho, mt >> bi, cum	opx (γ): 1.696-1.706 ho (n <sub>2</sub> ): 1.668-1.674, 1.678-1.681, 1.685-1.691	—	—	納谷ほか (2019a)
	AA1-41.67	41.66-41.67	軽石層	yl	2 mm	41.66-41.67	ho > mt > cum >> opx	gl (n): 1.502-1.508 (1.502-1.503) ho (n <sub>2</sub> ): 1.662-1.675 (1.666) cum (n <sub>2</sub> ): 1.656-1.661 (1.658)	Ta >> Tb	Yb5	納谷ほか (2019a)
GS-AA-I	AA1-53.70	53.68-53.70	泥質砂中に濃集	—	vfs	53.68-53.70	opx, qpx, ho, mt, bi	gl (n): 1.499-1.506 (1.504)	Ha, Hb, Ca, Cb	So-OT	納谷ほか (2019a) , 本報告
	AA1-56.46	56.44-56.46	火山灰質砂	—	vfs	56.44-56.46	(ho, mt, bi)	gl (n): 1.498-1.502 (1.501-1.502) (扁平型) , 1.498-1.507 (1.498) (中間～多孔質型)	Ha, Hb, Ca, Cb, Ta, Tb	Yb1-Kkt+?	納谷ほか (2019a)
	AA1-61.52	61.50-61.52	砂層中に濃集	—	vfs	61.50-61.52	bi >> ho > (opx, mt)	gl (n): 1.502-1.506 (扁平型) 1.497-1.506 (1.498) (中間型)	Ca, Cb >> Ha, Hb	Tb-5 + ?	納谷ほか (2019a)
	AA1-62.08	62.00-62.08	軽石層	yl-wh	cs-ms	62.06-62.08	opx, bi, mt >> ho, cpx	gl (n): 1.497-1.507 opx (γ): 1.703-1.704, 1.714-1.717 (1.715), 1.725 ho (n <sub>2</sub> ): 1.666-1.682 (1.670)	Ta > Ca, Cb, Tb	—	納谷ほか (2019a)
木更津市宿	Yb1.5	(3-5 cm)	パッチ状	yl-gy	ms-es	—	ho > opx, bi	gl (n): 1.496-1.500, 1.503-1.506 opx (γ): 1.709-1.718 (1.714) ho (n <sub>2</sub> ): 1.666-1.686 (1.671-1.676)	Ta > Ca, Cb	—	佐藤(1993)のYb0
	So-TNb	(80-100 cm)	軽石層	bk-gy	5-20 mm	—	opx > mt	gl (n): 1.506-1.507 (1.507) opx (γ): 1.728-1.733 (1.731-1.732)	Tb, Cb > Ca	—	本報告

vfs: 極細粒砂, fs: 細粒砂, ms: 中粒砂, cs: 粗粒砂, ves: 極粗粒砂, yl: yellow, yl-wh: yellowish white, yl-gy: yellowish gray, gy-wh: grayish white, bk-gy: blackish gray

opx: 直方輝石, cpx: 単斜輝石, ho: 普通角閃石, cum: カミントン閃石, mt, jttekkou, gl: 火山ガラス, 火山ガラスの形態は吉川 (1976) に基づく



第 4.2 表 地蔵堂層、蓼層、上泉層に挟在するテフラに含まれる火山ガラスの主成分化学組成。

サンプル名称	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Total (wt%)	同定	備考
n	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	Raw total		
IB1-23.55	77.27	0.32	11.88	2.36	0.11	0.23	1.79	3.13	2.92	100.01	So-TN	本報告
n=24	0.35	0.08	0.23	0.15	0.07	0.03	0.14	0.08	0.09	94.79		
KC-14.72	72.87	0.53	14.01	3.11	0.20	0.61	2.68	4.60	1.41	100.00	Km2	納谷ほか (2020)
n=16	0.71	0.04	0.57	0.14	0.06	0.05	0.29	0.10	0.07	94.60		
UE1-29.83	77.82	0.25	12.13	1.63	0.12	0.19	1.52	3.53	2.80	99.99	Yb1.5	本報告
n=20	0.72	0.09	0.31	0.43	0.06	0.10	0.48	0.29	0.62	94.52		
KO1-28.80	77.03	0.33	11.80	2.35	0.08	0.25	1.84	3.39	2.93	100.00	So-TN	中里ほか (2019)
n=28	0.44	0.06	0.20	0.11	0.06	0.06	0.16	0.06	0.08	95.55		
KO1-29.73	68.67	0.71	15.20	4.28	0.15	1.23	4.30	4.26	1.21	100.00	—	本報告
n=30	0.33	0.07	0.08	0.17	0.07	0.06	0.14	0.08	0.05	95.61		
OT1-33.76	78.42	0.19	12.17	1.51	0.13	0.19	1.64	3.94	1.81	100.00	Yb1.5	本報告
n=20	0.53	0.06	0.16	0.27	0.08	0.06	0.26	0.23	0.54	94.12		
AA1-41.67	77.89	0.19	13.00	1.04	0.05	0.31	1.63	4.00	1.88	100.00	Yb5	納谷ほか (2019a)
n=20	0.35	0.07	0.18	0.13	0.05	0.04	0.08	0.08	0.08	91.64		
AA1-53.70	77.30	0.28	12.47	1.64	0.09	0.31	1.93	3.43	2.55	100.00	So-OT	納谷ほか (2019a)
n=20	0.30	0.06	0.14	0.35	0.08	0.15	0.11	0.19	0.13	93.13		
AA1-56.46_G1	76.72	0.20	12.78	1.19	0.04	0.11	0.92	3.60	4.45	100.00	Kkt	納谷ほか (2019a)
扁平型 n=5	0.09	0.03	0.07	0.06	0.05	0.01	0.05	0.10	0.11	91.66		
AA1-56.46_G2	77.72	0.14	12.28	0.82	0.07	0.08	0.83	2.77	5.31	100.00	Yb1	納谷ほか (2019a)
中間・多孔質型 n=10	0.19	0.08	0.10	0.08	0.07	0.04	0.07	0.09	0.22	93.88		
AA1-56.46_G3	77.27	0.35	11.99	2.21	0.10	0.30	1.88	3.15	2.75	100.00	—	納谷ほか (2019a)
その他 n=4	0.09	0.07	0.13	0.07	0.02	0.05	0.13	0.09	0.17	92.90		
AA1-61.52_G1	77.95	0.10	12.21	0.82	0.07	0.09	0.89	2.86	5.01	100.00	TE-5a	納谷ほか (2019a)
n=10	0.21	0.08	0.23	0.16	0.07	0.08	0.31	0.48	1.10	92.62		
AA1-61.52_G2	77.85	0.20	12.32	1.60	0.10	0.20	1.70	3.91	2.11	100.00	—	納谷ほか (2019a)
n=10	0.75	0.09	0.40	0.38	0.08	0.10	0.41	0.37	0.56	92.14		
Yb1.5	78.46	0.23	12.07	1.52	0.09	0.21	1.64	3.76	2.02	100.00	—	本報告
n=20	0.67	0.06	0.34	0.42	0.04	0.07	0.24	0.35	0.70	94.56		
So-OT	77.03	0.29	12.37	1.87	0.09	0.29	1.92	3.63	2.52	100.01	—	中里ほか (2019)
n=30	0.21	0.05	0.09	0.11	0.05	0.04	0.06	0.06	0.05	95.30		
So-TNb	77.01	0.33	11.92	2.42	0.10	0.24	1.89	3.17	2.92	100.00	—	中里ほか (2019)
n=30	0.20	0.07	0.10	0.12	0.05	0.04	0.05	0.06	0.07	94.29		

備考に「本報告」とした試料の分析は(株)古澤地質による。それ以外の試料については備考に記載の文献を参照。

**堆積環境** 下部は粗粒な礫質堆積物からなることから、おそらくは河川のチャネルなど河川環境で堆積したと考えられる。上部は、貝殻片を含む淘汰の良い砂層からなるため砂浜環境で堆積したと考えられる。最上部には前浜環境の指標とされる（奈良，1994；Seike, 2009）白斑状生痕化石 *Macaronichnus segregatis* が観察されるため、前浜環境で堆積したと考えられる。

#### 4. 3 蓼層 (Yb)

**命名・定義** 坂倉（1935）に基づき徳橋・遠藤（1984）が再定義。房総半島では、下位の地蔵堂層を整合または軽微な不整合で覆い、上位の上泉層にも同様に整合または軽微な不整合で覆われる。

**模式地** 木更津市蓼及び宿周辺（姉崎図幅内）。

**基準ボーリング地点の分布深度・標高**

GS-NM-1：深度 30.00 ～ 21.7 m，標高 4.51 ～ 12.81 m

GS-IB-1：深度 36.25 ～ 21.39 m，標高 -2.16 ～ 12.70 m

北区中央公園：深度 29.00 ～ 19.80 m，標高 -7.89 ～ 1.31 m

GS-UE-1：深度 53.10 ～ 20.40 m，標高 -35.58 ～ -2.88 m  
小石川：深度 39 ～ 21.8 m，標高 -12 ～ 9.60 m

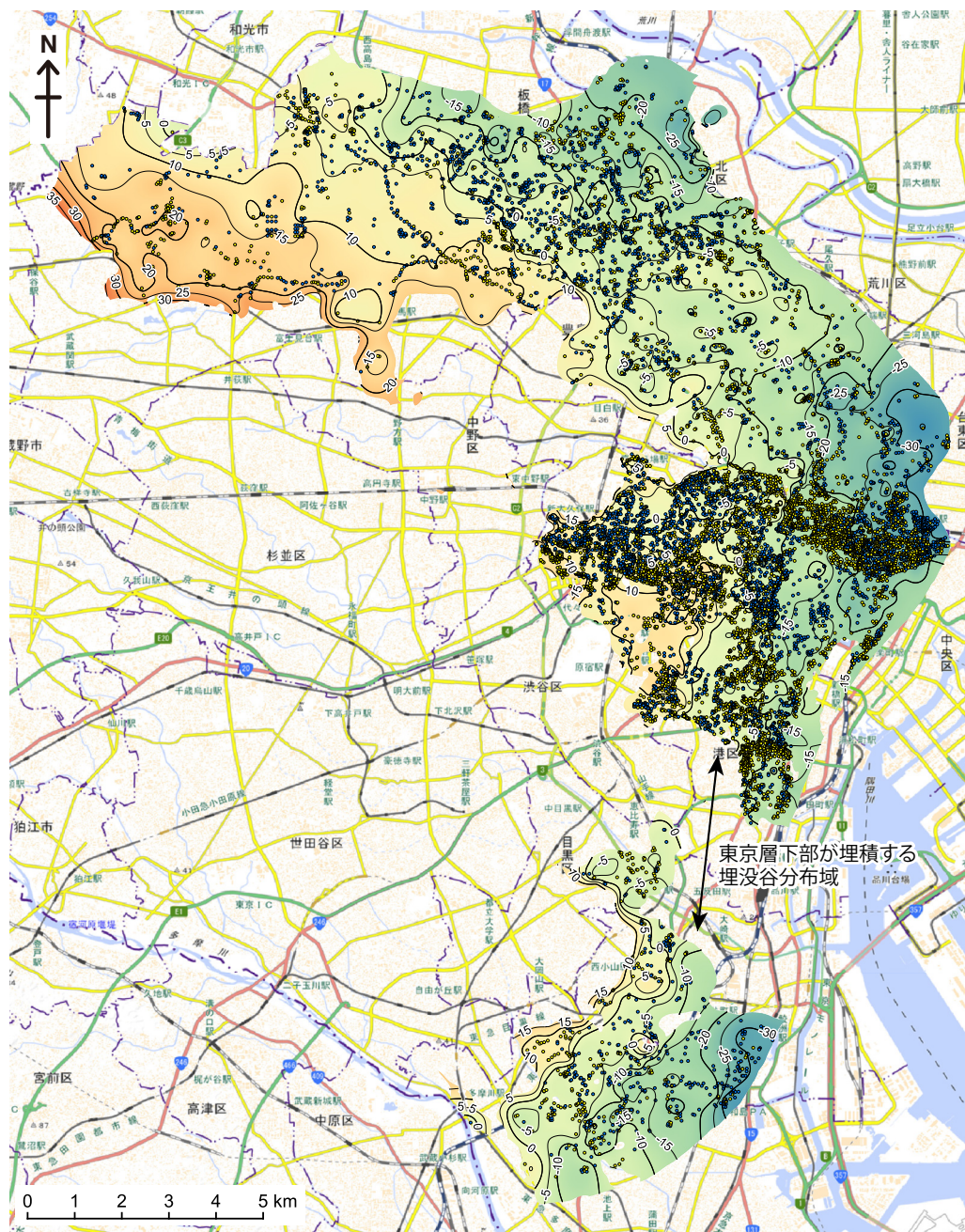
GS-KO-1：深度 39.40 ～ 22.30 m，標高 -9.21 ～ 7.89 m

GS-OT-1：36.41 ～ 26.04 m，標高 -3.65 ～ 6.73 m

GS-AA-1：深度 59.05 ～ 35.90 m，標高 -52.28 ～ -29.13 m

**分布形態** 本層は、東京都区部の地下に広く分布する。練馬区の北部、板橋区、北区、豊島区、台東区、文京区、千代田区、新宿区、渋谷区と港区の北部、目黒区の東部、品川区、大田区に分布する（第 4.3 図）。分布形態は、おおまかには台地地形面の形状と似た傾向を示す。すなわち、練馬区、板橋区、北区、豊島区では北東側に向かって、文京区、台東区、新宿区、千代田区、渋谷区、港区では東側に向かって、品川区と大田区では南東側に向かって徐々に標高を下げるような分布形態である。台東区や板橋区の東側ではやや凹んでいる。この部分は、GS-IB-1 や GS-UE-1 コアに見られるように、本層下部の泥層が厚く分布していることから、本層堆積当時の谷地形などを反映していると思われる。東京層下部が埋積する埋没谷（代々木 - 高輪埋没谷）の分布範囲では、埋没谷に削剥されて本層がほとんど分布しな





第 4.3 図 裁層基底の標高分布。

単位は T.P.+ m. 裁層は等高線を示した範囲に分布する。点印は基底面のモデリングに使用したボーリングデータ地点を示す。黄点は指定標高が基底面に相当するデータ地点、青点は指定標高よりも下に基底面が存在するデータ地点。背景図は地理院地図を使用。

い。武蔵野 I 面や武蔵野 II 面に相当する地域で、本層が欠如する地域があるが、これは、本層より上位の上泉層層基底や段丘堆積物基底に相当する侵食によって本層は削剥されているためである。

**層相** 本層は下部と上部に区分される。下部の基底部は、江東区有明 GS-AA-1 をのぞき層厚 2 ～ 10 m の礫層からなる。礫層の層厚は地点によって異なり、練馬区 GS-NM-1、台東区上野公園 GS-UE-1、千代田区紀尾井町 GS-KO-1 では 8 ～ 10 m と厚く、北区中央公

園、小石川、大田区 GS-OT-1 では約 5 m、板橋区 GS-IB-1 では約 2 m と薄い。この礫層は粒径 5cm 以下の円礫～亜円礫を主体とするが、台東区上野公園 GS-UE-1 では粒径 10 cm 以上の礫も含まれる。礫種は、主に泥岩、砂岩、礫岩、チャート、結晶片岩からなる。北区中央公園、大田区 GS-OT-1 では、この礫層の上位に直接上部の砂層が累重する。それ以外のコアでは、礫層の上位は泥層を主体とする地層が重なる。泥層の層厚は地点によって異なり、練馬区 GS-NM-1 では 1 m 以

第 4.3 表 藪層に挟在するテフラに含まれる普通角閃石の主成分化学組成。

サンプル名称	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Total	Si	Al	Ti	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K	Mg*
n	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	(wt%)	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	同定
NM1-25.83	47.17	1.24	7.38	12.24	0.43	15.26	10.50	1.29	0.15	95.66	6.99	1.29	0.14	1.52	0.05	3.37	1.67	0.37	0.03	68.92
n=20	1.58	0.27	1.27	0.71	0.16	0.83	0.20	0.21	0.05		0.19	0.23	0.03	0.10	0.02	0.16	0.04	0.06	0.01	2.40
OT1-33.76	47.23	1.41	7.38	11.88	0.36	15.30	10.59	1.35	0.17	95.67	6.99	1.29	0.16	1.47	0.05	3.37	1.68	0.39	0.03	69.63
n=20	1.47	0.30	1.16	0.50	0.12	0.70	0.24	0.20	0.04		0.18	0.21	0.03	0.07	0.01	0.14	0.04	0.06	0.01	1.83
Yb1.5a	46.07	1.43	8.31	12.36	0.36	14.80	10.66	1.46	0.14	95.59	6.85	1.46	0.16	1.54	0.05	3.28	1.70	0.42	0.03	68.03
n=10	2.24	0.34	2.08	0.74	0.08	1.04	0.27	0.25	0.05		0.28	0.38	0.04	0.10	0.01	0.21	0.05	0.08	0.01	2.78
Yb1.5b	46.21	1.15	8.64	13.65	0.73	14.16	9.91	1.30	0.06	95.81	6.88	1.52	0.13	1.70	0.09	3.14	1.58	0.37	0.01	64.87
n=10	1.49	0.21	1.25	0.26	0.20	0.67	0.56	0.20	0.03		0.19	0.23	0.02	0.04	0.03	0.13	0.10	0.06	0.01	1.48

分析は(株)古澤地質による。右欄の陽イオン数はO=23として計算。Mg\* = 100\*Mg/(Mg+Fe)

下と薄く、小石川と千代田区紀尾井町 GS-KO-1、江東区有明 GS-AA-1 では約 3 m、板橋区 GS-IB-1、台東区上野公園 GS-UE-1 では約 10 m と厚い。泥層の下部は塊状の泥層からなり千代田区紀尾井町 GS-KO-1 では泥炭層を挟む。千代田区紀尾井町 GS-KO-1 と台東区上野公園 GS-UE-1 の泥層の下部からは、*Aulacoseira* spp., *Pinnularia* spp., *Eunotia* spp. などの淡水生珪藻が産出する。泥層の上部は生物擾乱が発達し、巣穴化石が多く観察される。台東区上野公園 GS-UE-1 では泥層の上部は、生物擾乱が発達した砂質泥や泥質砂からなる。板橋区 GS-IB-1 では、泥層に貝殻片が含まれる。台東区上野公園 GS-UE-1 と板橋区 GS-IB-1 の泥層の上部からは、*Cyclotella mesoleia*, *Thalassiosira* spp. などの海～汽水生の浮遊性珪藻や、*Cocconeis scutellum* などの海水生付着性珪藻が産出する。

上部は砂層からなる。上部の層厚は、練馬区 GS-NM-1、板橋区 GS-IB-1、北区中央公園、小石川、千代田区紀尾井町 GS-KO-1、大田区 GS-OT-1 では約 5 ～ 7 m であり、台東区上野公園 GS-UE-1、江東区有明 GS-AA-1 では 15 ～ 20 m で厚い。上部の砂層は分級の良い細粒～中粒砂を主体とし、平行層理や斜交層理が発達する。巣穴化石がしばしば観察され、貝殻片を含む。板橋区 GS-IB-1、千代田区紀尾井町 GS-KO-1、江東区有明 GS-AA-1 における砂層の上部では、白斑状生痕化石 *Macaronichnus segregatis* が観察された。さらに江東区有明 GS-AA-1 では *Macaronichnus segregatis* が観察された砂層の上位に、泥炭層を伴うやや分級の悪い砂層と泥層の互層が累重する。

**物性** 本層下部の礫層では、概ね S 波速度が 400 ～ 800 m/s、P 波速度が 1,300 ～ 2,100 m/s、密度が 1.7 ～ 2.2 g/cm<sup>3</sup>、下部の泥層では S 波速度が 180 ～ 500 m/s、P 波速度が 1,500 ～ 1,700 m/s、密度が 1.4 ～ 1.7 g/cm<sup>3</sup> の範囲であった。上部の砂層では、概ね S 波速度が 300 ～ 600 m/s、P 波速度が 1,700 ～ 1,900 m/s、密度が 1.6 ～ 2.1 g/cm<sup>3</sup> の範囲であった。

#### テフラ

Yb1 及び Kkt テフラ：Yb1 テフラは下総層群藪層下部に挟在するテフラで、火山ガラスを主体とし重鉱物に

黒雲母を含有する(徳橋・遠藤, 1984)。火山ガラスの K<sub>2</sub>O 含有量が 5% 以上と多いのが特徴であり、中部地方を噴出源とする APm テフラ群(鈴木・早川, 1990)のうちの A<sub>4</sub>Pm に対比されると考えられている(鈴木, 2003; 町田・新井, 2003)。一方、加久藤(Kkt)テフラは、南九州の加久藤カルデラを噴出源とするテフラで、火山ガラスを主体とする(町田・新井, 2003)。

Yb1 と Kkt テフラは、江東区有明 GS-AA-1 において、本層下部の泥層中の火山ガラスや重鉱物の濃集層として検出されている。江東区有明 GS-AA-1 の深度 56.46 ～ 56.44 m に火山ガラスを大量に含む火山灰質砂層が挟まる(納谷ほか, 2019a)。重鉱物はほとんど含まれないが、普通角閃石、黒雲母、磁鉄鉱がわずかに観察された。火山ガラスの屈折率(n)はガラスの形状ごとにやや異なり、扁平型では 1.498 ～ 1.502 (1.501 ～ 1.502)、中間型と多孔質型では 1.498 ～ 1.507 (1.498)を示す(第 4.1 表)。火山ガラスの主成分化学組成からは、火山ガラスが 3 つのグループの混合であることが示された。そのうち、扁平型ガラスのみからなり、SiO<sub>2</sub> が 76.72% とやや低く、K<sub>2</sub>O は 4.45% とやや高いものは Kkt テフラに、中間型と多孔質型ガラスからなり、SiO<sub>2</sub> が 77.72%、K<sub>2</sub>O が 5.31% と高い値を示すものは、Yb1 テフラに対比された(第 4.2 表)(納谷ほか, 2019a)。

Yb1 と Kkt テフラは、千葉県松戸市で掘削された GS-MD-1 コアにおいても、藪層基底付近の有機質泥層中に散在するテフラ中に同層準から検出されており(納谷ほか, 2017)、両テフラの組み合わせは東京都区部と千葉県北部に共通する藪層下部の指標テフラと考えられる。

Yb1.5 テフラ(新称)：Yb1.5 テフラは、佐藤(1993)により千葉県木更津市宿で下総層群藪層下部の内湾層基底にパッチ状に挟在する軽石層を Yb0 テフラとして報告されたものである。重鉱物は普通角閃石、直方輝石、黒雲母を含む。このうち直方輝石の屈折率(γ)は 1.714 モードで Yb0 の特徴と類似するが、Yb0 には普通角閃石や黒雲母は多く含まれない。また徳橋・遠藤(1984)が報告した Yb0 は藪層基底の陸成泥層に挟在されるのに対し、本テフラはより上位の層位を示すと



考えられ Yb2 より下位にあることから、今回、本テフラを新たに Yb1.5 とした。Yb1.5 の火山ガラスの屈折率 (n) は 1.496 ~ 1.500, 1.503 ~ 1.506 (第 4.1 表) であり、主成分化学組成はばらつきがやや大きい、概ね FeO が 1.6%, CaO, Na<sub>2</sub>O がそれぞれ 1.6%, 3.5% を示す (第 4.2 表)。普通角閃石の屈折率 (n<sub>2</sub>) は 1.666 ~ 1.686 (1.671 ~ 1.676) で、主成分化学組成は、MnO が低く (0.36%), K<sub>2</sub>O が高い (0.14%) グループ (Yb1.5a) と、MnO が高く (0.73%), K<sub>2</sub>O が低い (0.06%) グループ (Yb1.5b) に分けられる (第 4.3 表)。Mg 値 (第 4.3 表の Mg\*) は、Yb1.5a が 68.3, Yb1.5b は 64.87 である。

大田区 GS-OT-1 コアの深度 33.79 m には層厚約 5 cm の黄白色細粒テフラ (OT1-33.79 テフラ) が挟在する。また台東区上野公園 GS-UE-1 コアの深度 29.83 ~ 29.82 m (UE1-29.83 テフラ; 後述する Yb5 テフラの約 1.8 m 下位) や練馬区 GS-NM-1 コアの深度 25.83 ~ 25.81 m (NM1-25.83 テフラ) にもこれに似たテフラ粒子が多く含まれる。これらのテフラはいずれも黒雲母を多く含むことを特徴とし、そのほか直方輝石、単斜輝石、普通角閃石、磁鉄鉱を少量伴う。直方輝石や普通角閃石は屈折率のレンジがそれぞれ 1.698 ~ 1.726, 1.669 ~ 1.695 と広いが、化学分析を行った NM1-25.83 テフラや OT1-33.79 テフラの普通角閃石の主成分化学組成をみると MnO は 0.36 ~ 0.43%, K<sub>2</sub>O は 0.15 ~ 0.17%, Mg 値は 68.92 ~ 69.63 であり (第 4.3 表)、前述の Yb1.5a の値と良く似る。一方、NM1-25.83 テフラは風化が進行し火山ガラスは検出できなかったが、OT1-33.79 テフラや UE1-29.83 テフラの火山ガラスは主に中間型 (Ca, Cb) からなり、屈折率 (n) は 1.496 ~ 1.508 (1.500 ~ 1.501, 1.504) を示した (第 4.1 表)。火山ガラスの主成分化学組成はばらつきがやや大きい、概ね FeO が 1.5 ~ 1.6%, CaO, Na<sub>2</sub>O がそれぞれ 1.5 ~ 1.6%, 3.5 ~ 3.9% を示し (第 4.2 表)、Yb1.5 にほぼ一致する。以上のことから、OT1-33.79 テフラ、UE1-29.83 テフラ、及び NM1-25.83 テフラは、下総層群葦層の Yb1.5 に対比されるものと考えられる。

So-TN テフラ: 塩原田野原<sup>たのほら</sup>火砕流堆積物 (以下 So-TN テフラと呼ぶ) は、栃木県矢板市<sup>やいた</sup>に分布する粗粒軽石堆積物で、栃木県の塩原カルデラを噴出源とする火砕流堆積物であると考えられている (山田ほか, 2018)。So-TN テフラは、層相や火山ガラスの主成分化学組成の違いから、下位より a ~ d のユニットに細分される。そのうち、So-TNb は黒色スコリアや岩片からなり、スコリア流堆積物と考えられている (山田ほか, 2018)。So-TNb テフラの火山ガラスの屈折率 (n) は 1.506 ~ 1.507 で、直方輝石の屈折率 (γ) は 1.720 ~ 1.732, 1.729 ~ 1.731 と高いのが特徴である。

千代田区紀尾井町 GS-KO-1 では、本層上部基底付近の深度 28.80 ~ 28.75 m の斜交層理砂層中に、最大粒径 1 cm の白~黄色軽石からなる軽石層が挟まる。火山ガラス中間型と多孔質型からなり、重鉱物は直方輝

石と磁鉄鉱に富み、単斜輝石も含まれる。火山ガラスの屈折率 (n) は 1.503 ~ 1.509 (1.508), 1.512 ~ 1.514, 直方輝石の屈折率 (γ) は 1.722 ~ 1.724, 1.728 ~ 1.733 (1.731 ~ 1.732) であった (第 4.1 表)。火山ガラスの主成分化学組成は、SiO<sub>2</sub> が 77.03%, FeO が 2.35%, K<sub>2</sub>O が 2.93% であった (第 4.2 表)。

板橋区 GS-IB-1 では、本層上部の生物擾乱を受けたシルト質細粒砂に、層厚約 1 cm 程度の細粒砂~中粒砂サイズの灰白色軽石層が挟在する。試料が少量なこともあり重鉱物は検出されなかった。火山ガラスの形態は多孔質型 (Ta, Tb) で、火山ガラスの屈折率 (n) は 1.496~1.498, 1.502 ~ 1.507 (1.506) (第 4.1 表)、主成分化学組成は SiO<sub>2</sub> が 77.27%, FeO が 2.36%, K<sub>2</sub>O が 2.92% を示した (第 4.2 表)。

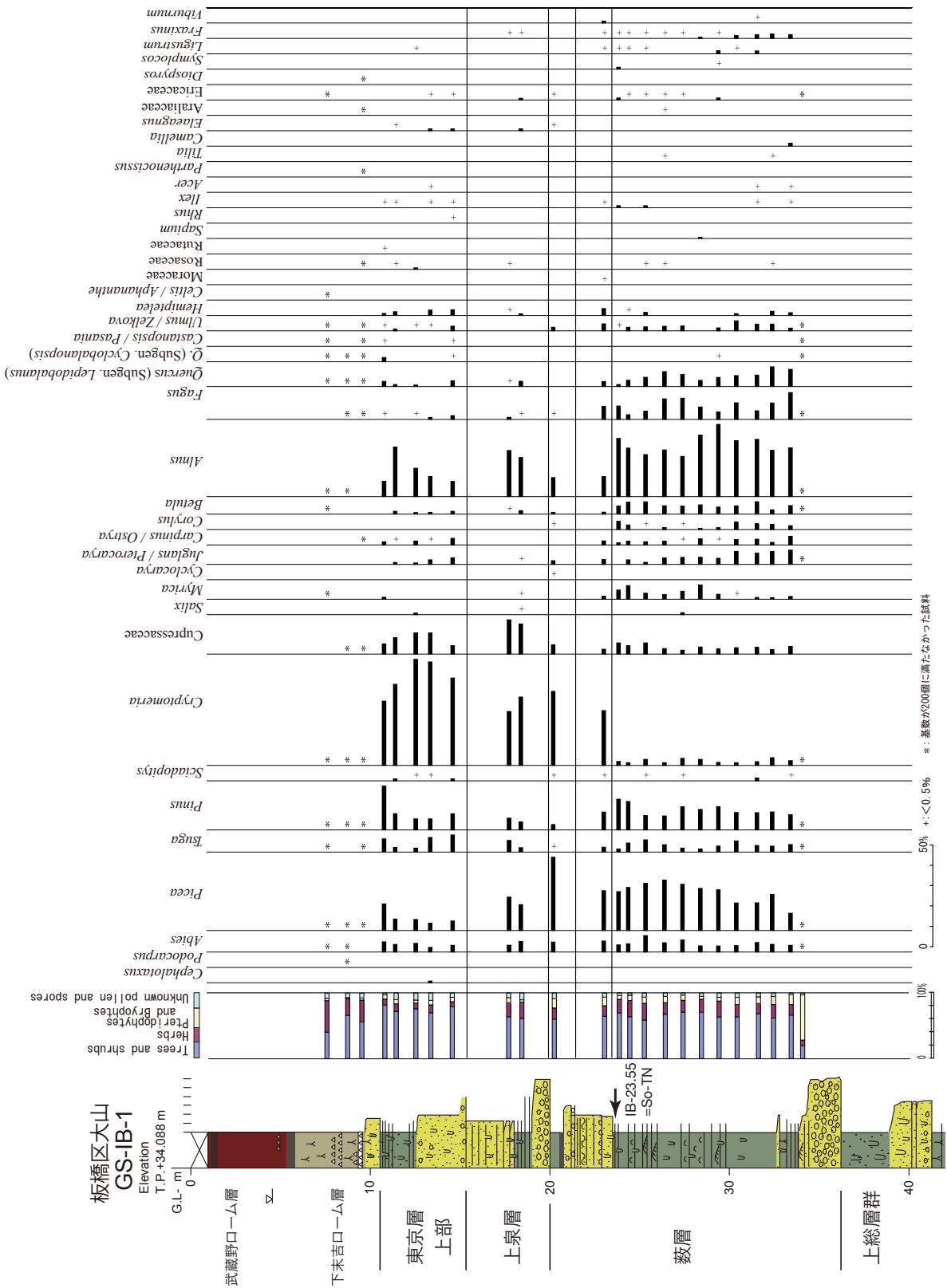
これらのテフラの特徴は、So-TNb テフラと極めて良く一致するため対比される。ただしその産状から少なからず再堆積の可能性があるとされている (中里ほか, 2019)。So-TN テフラの年代は 330 ~ 337 ka と考えられている (山田ほか, 2018)。

So-OT テフラ: 塩原大田原<sup>おおたわら</sup> (So-OT) テフラ (鈴木ほか, 2004) は、栃木県の塩原カルデラが噴出源と考えられている粗粒軽石堆積物で、栃木県北部から福島県南西部にかけて分布している (鈴木ほか, 2004; 山田ほか, 2018)。本テフラは層相や火山ガラスの主成分化学組成の違いによって、下部・中部・上部に区分されるが、最も分厚い中部の火山ガラスの屈折率 (n) は 1.505 ~ 1.506, 直方輝石の屈折率 (γ) は 1.719 ~ 1.720 とされる (山田ほか, 2018)。

江東区有明 GS-AA-1 の本層上部基底付近、深度 53.68 m の泥質砂層中には、極細粒砂サイズの火山ガラスの濃集が認められた (納谷ほか, 2019a)。火山ガラスは扁平型と中間型からなり、屈折率 (n) は 1.499 ~ 1.506 (1.504) であった (第 4.1 表)。火山ガラスの主成分化学組成は、SiO<sub>2</sub> が 77.3%, FeO が 1.64%, K<sub>2</sub>O が 2.55% であった (第 4.2 表)。これらの特徴は、矢板市片俣西<sup>かたまた</sup>で採取された So-OT テフラ (So-OT pfd-m) と良く一致するため、このテフラは So-OT テフラに対比された (中里ほか, 2019)。

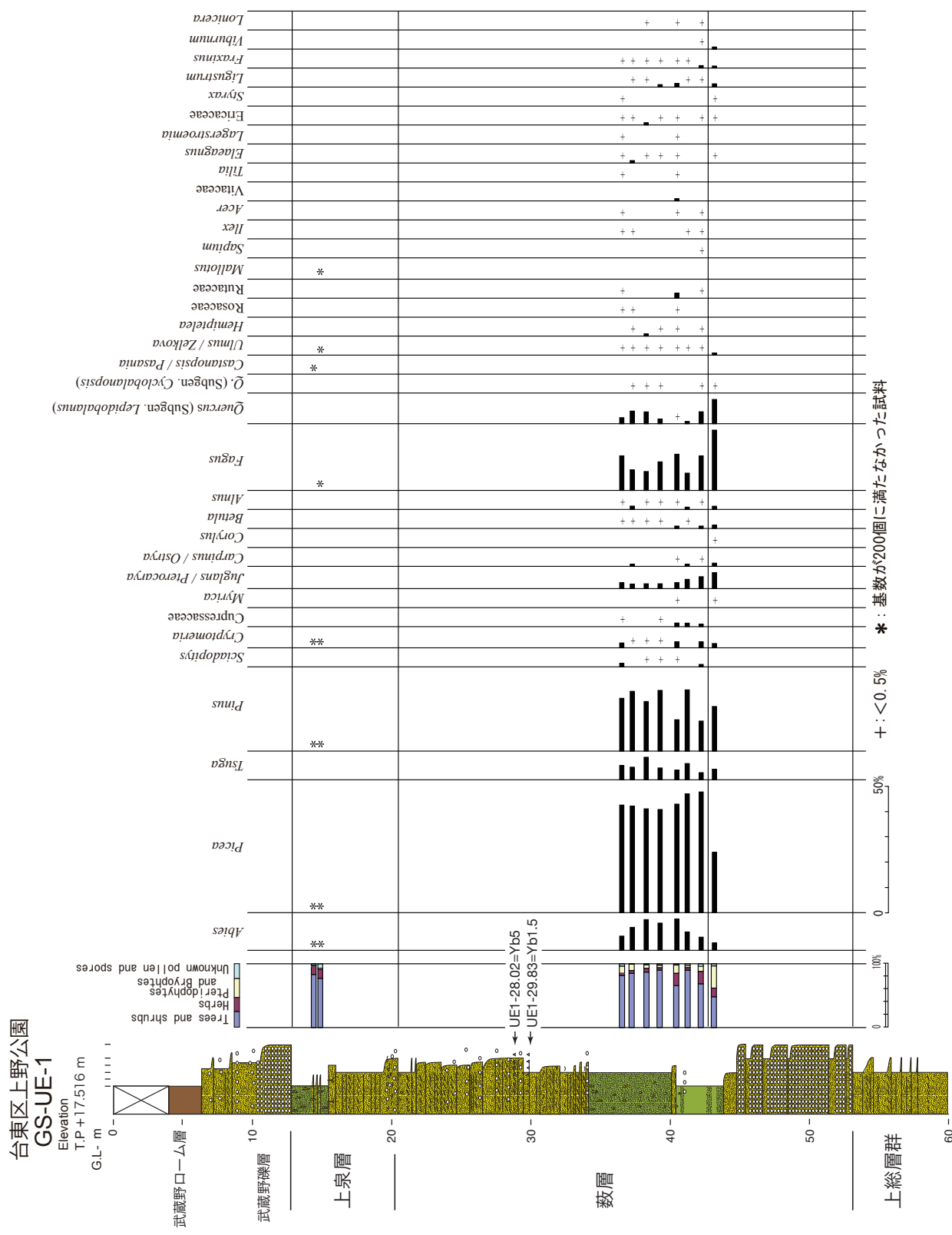
So-OT テフラは直下の So-TN テフラとほぼ同時期に堆積したと考えられており、その年代は 300 ~ 337 ka と推定されている (山田ほか, 2018)。

Yb5 テフラ: Yb5 テフラ (徳橋・遠藤, 1984) は下総層群葦層に挟在し、多摩丘陵における GoP1 テフラに対比される軽石質テフラである (町田ほか, 1974; 杉原ほか, 1978)。Yb5 テフラは普通角閃石を多く含み、さらにカミングトン閃石を含む<sup>せまた</sup>ことが特徴である (杉原ほか, 1978)。千葉県市原市瀬又<sup>せまた</sup>における Yb5 テフラの火山ガラスの屈折率 (n) は 1.502 ~ 1.508 (1.502 ~ 1.503), 1.516 ~ 1.518, 普通角閃石の屈折率 (n<sub>2</sub>) は 1.660 ~ 1.673 (1.669 ~ 1.670), カミングトン閃石の屈折率 (n<sub>2</sub>) は 1.655 ~ 1.661 であった (納谷ほか,

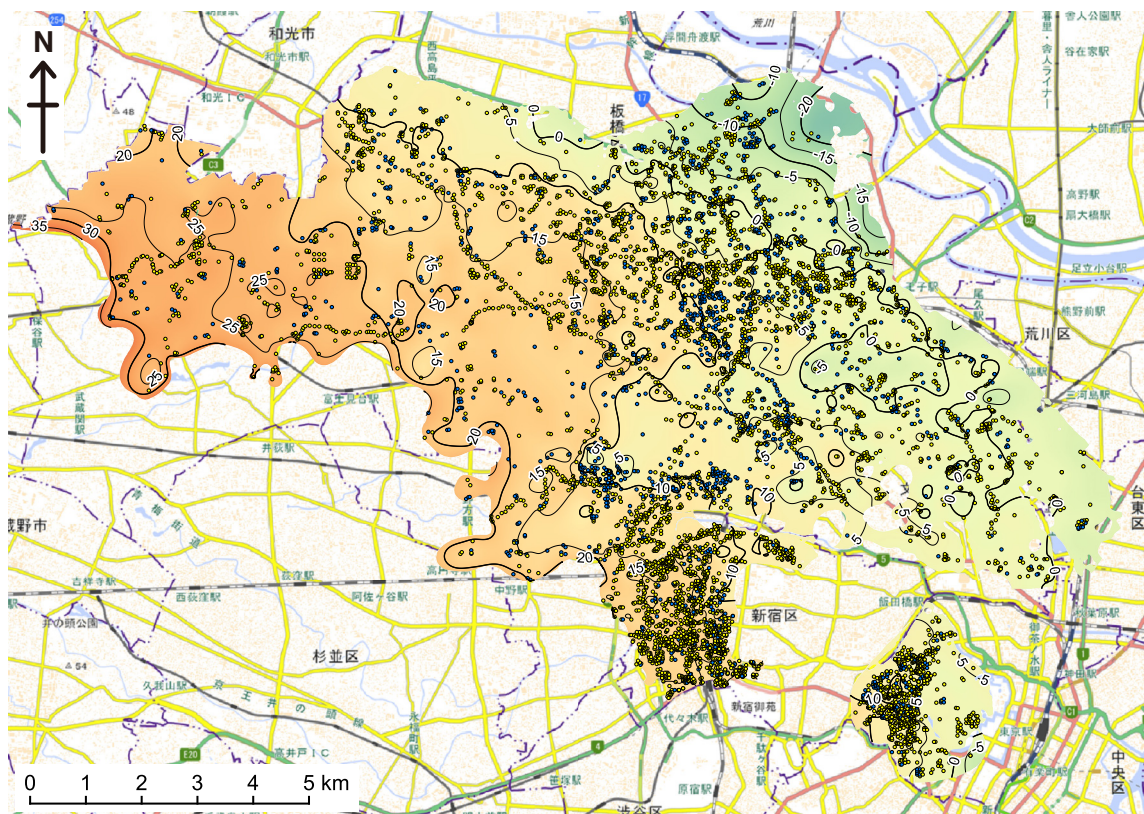


第 4.4 図 板橋区 GS-IB-1 コアの下総層群の花化石ダイアグラム。  
分析は (有) アルプス調査所の本郷美佐緒氏による。





第 4.5 図 台東区上野公園 GS-UE-1 コアの下総層群の花化石ダイアグラム。  
分析は (有) アルプス調査所の本郷美佐緒氏による。



第 4.6 図 上泉層基底の標高分布。  
単位は T.P.+ m. 上泉層基底が明瞭な地域に限定して基底面の標高分布を等高線で示した。  
点印は基底面のモデリングに使用したボーリングデータ地点を示す。黄点は指定標高が  
基底面に相当するデータ地点、青点は指定標高よりも下に基底面が存在するデータ地点。  
背景図は地理院地図を使用。

2019a).

江東区有明 GS-AA-1 コアの深度 41.67 ~ 41.66 m に挟在する粒径 2 mm 程度の黄色軽石層は火山ガラスの屈折率と主成分化学組成、カミングトン閃石を含む重鉍物組成、普通角閃石とカミングトン閃石の屈折率が Yb5 テフラと良く一致するため、Yb5 テフラに対比された(納谷ほか, 2019a)。

台東区上野公園 GS-UE-1 の深度 28.02 ~ 28.00 m にはやや粘土化した粗粒~極粗粒砂サイズの白色軽石層が挟まる。この軽石層には火山ガラスは認められなかったが、重鉱物は普通角閃石が多く含まれ、カミングトン閃石、直方輝石、黒雲母も含まれる。普通角閃石の屈折率 ( $n_2$ ) は 1.664 ~ 1.671、カミングトン閃石の屈折率 ( $n_2$ ) は 1.652 ~ 1.656 (1.657 ~ 1.658) であった (第 4.1 表)。この特徴は Yb5 と良く類似するため、Yb5 に対比される可能性が高い。

花粉化石 板橋区 GS-IB-1 及び台東区上野公園 GS-UE-1 コアの花粉化石分析を実施した (第 4.4, 4.5 図).

下部では温帯針葉樹の *Picea* (トウヒ属), *Pinus* (マツ属), 温帯落葉広葉樹の *Quercus* (Subgen. *Lepidobalanus*) (コナラ属コナラ亜属), *Juglans/Pterocarya* (クルミ/サワグルミ属), *Carpinus/Ostrya* (クマシデ/アサダ属), *Betula* (カバノキ属), 冷温帯

落葉広葉樹の *Fagus* (ブナ属) などが次いで多く産出する。板橋区 GS-IB-1 コアでは温帯落葉広葉樹の *Alnus* (ハンノキ属) も優勢する。温帯針葉樹の *Cryptomeria* (スギ属) は低率であり、暖温帯常緑広葉樹の *Quercus* (Subgen. *Cyclobalanopsis*) (コナラ属アカガシ亜属) 及び *Castanopsis/Pasania* (シイノキ属／マテバシイ属) をわずかに伴う。森林植生は中間温帯林～冷温帯下部落葉広葉樹林であったと考えられる。板橋区 GS-IB-1 の堆積地周辺では *Alnus* を主体とする湿地林や川辺林が存在したと考えられる。

上部の花粉化石群集は板橋区 GS-IB-1 から得られている。温帯針葉樹の *Cryptomeria* (スギ属) 及び *Picea* が優勢で、温帯針葉樹の *Pinus*, 温帯落葉広葉樹の *Alnus*, 冷温帯落葉広葉樹の *Fagus* が次いで多く産出する。森林植生は温帯針葉樹林 (中間温帯林) ~ 冷温帯下部落葉広葉樹林であり、下部よりもやや冷涼で湿潤な気候になったと推測される。

年代 藪層は MIS 9 の期間に堆積したと考えられている (中里・佐藤, 2001).

**堆積環境** 本層最下部は礫層からなりその上位に泥層が重なる。礫層の直上の泥層は生物擾乱が無く泥炭層を挟む場合があること、淡水生珪藻を産出することなどから、淡水の湿地環境で堆積したと考えられる。最

下部の礫層は、直上の湿地環境に移行することを考慮すると河川チャネルで堆積したと解釈できる。生物擾乱が発達した泥層は、貝殻を含むこと、海～汽水生の浮遊性珪藻化石を含むことから、海水の影響のある内湾で堆積したと考えられる。上部の砂層は、淘汰の良い砂層を主体とし、貝化石を含むことがあること、最上部には前浜環境の指標とされる（奈良，1994；Seike, 2009）白斑状生痕化石 *Macaronichnus segregatis* が観察されるため、外浜から前浜環境で堆積したと考えられる。江東区有明 GS-AA-1 において、*Macaronichnus segregatis* が観察される砂層の上位に重なる、泥炭を挟む不淘汰な砂層と泥層は堤間湿地で堆積した可能性がある。

#### 4. 4 上泉層 (Km)

**命名・定義** 三土 (1937) に基づき徳橋・遠藤 (1984) が再定義。房総半島では、下位の蕨層を整合または軽微な不整合で覆い、上位の清川層にも同様に整合または軽微な不整合で覆われる。

**模式地** 市原市上泉及び川原井周辺（姉崎図幅内）。

**基準ボーリング地点の分布深度・標高**

GS-NM-1：深度 21.7 ～ 17.84 m，標高 21.81 ～ 16.67 m  
GS-IB-1：深度 21.39 ～ 15.36 m，標高 12.70 ～ 18.73 m  
北区中央公園：深度 19.80 ～ 7.83 m，標高 1.31 ～ 13.28 m  
GS-UE-1：深度 20.40 ～ 12.80 m，標高 -2.88 ～ 4.72 m  
小石川：深度 21.8 ～ 12.15 m，標高 9.60 ～ 14.85 m  
GS-KO-1：深度 22.30 ～ 16.00 m，標高 7.89 ～ 14.19 m  
GS-OT-1：深度 26.04 ～ 16.02 m，標高 6.73 ～ 16.75 m

**分布形態** 本層の分布は練馬区の北部、板橋区、北区、豊島区、台東区、文京区、中野区の北部、新宿区、千代田区で追跡することができた。分布形態は、おおまかには台地地形面の形状と似た傾向を示し、東側あるいは北東側に向かって徐々に標高を下げるように分布する（第 4.6 図）。本層の層相は変化に富み、基底が礫層ではなく砂層であることが多い。砂層からなる下位層（蕨層）の上位に、砂層からなる本層が累重する場合は、既存のボーリング柱状図の中に蕨層と本層の境界を識別し追跡することが困難であった。新宿区の東部、千代田区の北部、渋谷区・港区より南側でも、上泉層が分布する可能性が高いが、詳しい分布形態は不明である。

**層相** 本層は下部と上部に区分される。基準ボーリングの中では、北区中央公園コアの本層は 10 m 以上と最も層厚が大きく（納谷ほか，2020），下部と上部の層相が詳しく観察できる。北区中央公園では、下部は基底部の礫層とそれを覆う砂層・シルト層からなる。礫層は粒径 2 cm 以下の亜円礫を主体とする。礫層の上位には細粒～中粒砂を挟むシルト層、さらに上位は植物根痕を含むシルト層が重なる。下部の最上部は生痕化石を伴う砂混じりシルトからなる。上部は生物擾乱の発

達した粗粒～細粒砂層と、その上位は層厚 10 ～ 数 10 cm の極細粒～細粒砂層とシルト層からなる互層に覆われる。なお北区中央公園から約 400 m 離れた石神井川の河食崖に見られる露頭では、上部基底の粗粒砂層に相当する層準に Brauns (1881) が王子貝層とした貝化石の密集層が観察された。

北区中央公園コア以外のコアでは、本層の層厚は 5 m 以下と薄い場合が多い。練馬区 GS-NM-1 では層厚 3 m ほどの基底の礫層のみが観察される。板橋区 GS-IB-1 コアでは、層厚 1 m 程度の基底の礫層の上位に、おそらくは上部に相当する泥層と砂層が直接重なる。台東区上野公園 GS-UE-1、小石川、千代田区紀尾井町 GS-KO-1、大田区 GS-OT-1 コアにおける本層は、下部及び基底部の礫層を欠き、上部の砂層及び泥層からなる。特に、GS-OT-1 コアでは上部の砂層のみからなる。台東区・文京区よりも南側の地域では、砂層からなる蕨層の上位に、砂層からなる上泉層上部が直接重なることが多い。このような場合、既存ボーリング柱状図資料から両層の境界を認定するのは困難である。

**物性** 本層下部の礫層では、概ね S 波速度が 450 ～ 550 m/s，P 波速度が 1,600 ～ 1,900 m/s，密度が 1.7 ～ 2.2 g/cm<sup>3</sup>，下部の泥層では S 波速度が 200 ～ 350 m/s，P 波速度が 1,500 ～ 1,600 m/s の範囲であった。上部の砂層では、概ね S 波速度が 300 ～ 600 m/s，P 波速度が 1,400 ～ 1,600 m/s，密度が 1.5 ～ 2.0 g/cm<sup>3</sup>，上部の泥層及び砂泥互層では S 波速度が 200 ～ 350 m/s，P 波速度が 1,200 ～ 1,600 m/s，密度が 1.6 ～ 1.8 g/cm<sup>3</sup> の範囲であった。

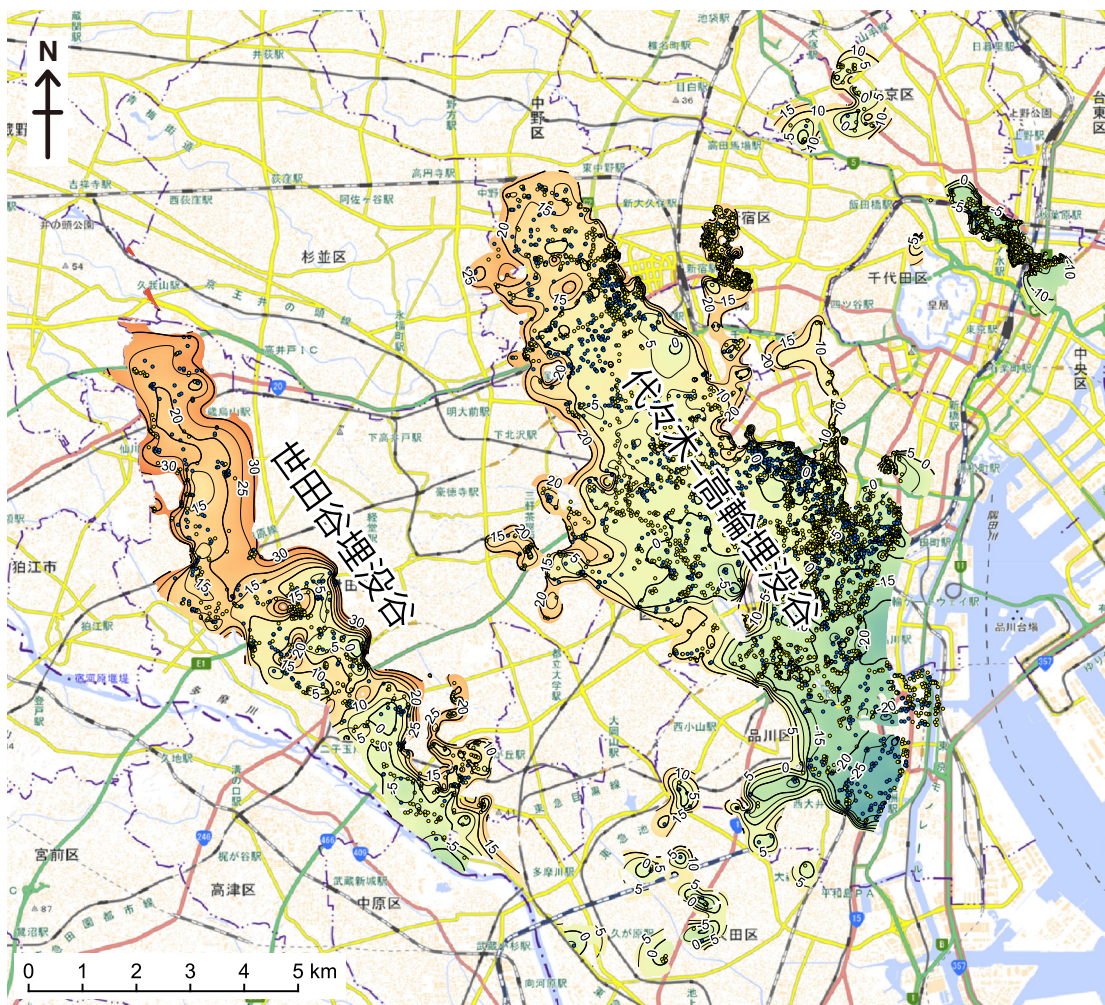
#### テフラ

**Km2 テフラ**：Km2 テフラ（徳橋・遠藤，1984）は下総層群上泉層下部に挟在される軽石質テフラで、大磯丘陵の TCu-1 テフラ（町田ほか，1974）に対比されている（中里・佐藤，1988）。Km2 テフラは、両輝石型の軽石からなり、直方輝石の屈折率（ $\gamma$ ）のモード値は 1.718 と高いのが特徴である（中里・佐藤，1988）。

北区中央公園の深度 14.72 m に挟まるテフラ（KC-14.72 テフラ）は、直方輝石の屈折率、火山ガラスの屈折率と主成分化学組成が、Km2 テフラ及び TCu-1 テフラと良く一致するため、Km2 テフラに対比された（第 4.1，4.2 表）（納谷ほか，2020）。

**花粉化石** 板橋区 GS-IB-1 コアでは、温帯針葉樹の *Cryptomeria*（スギ属）及び温帯落葉広葉樹の *Alnus*（ハシノキ属）が優勢で、温帯針葉樹の Cupressaceae（ヒノキ科）及び *Picea*（トウヒ属）がこれに次いで産出する（第 4.4 図）。また、*Fagus*（ブナ属）などの冷温帯落葉広葉樹や *Quercus* (Subgen. *Cyclobalanopsis*)（コナラ属アカガシ亜属）など暖温帯常緑広葉樹はほとんど産出しない。このような花粉化石群集の特徴から、森林古植生は温帯針葉樹林（中間温帯林）であったと推定され、湿潤ではあるが下位の蕨層上部と比較してやや冷涼になったと推定される。堆積地周辺では *Alnus* を主体と





第 4.7 図 東京層下部基底の標高分布。

単位は T.P.+ m. 東京層下部は等高線を示した範囲に分布する。ただし支谷に相当する小規模な埋没谷の形状把握は難しく、現状では連続性が不十分である。点印は基底面のモデリングに使用したボーリングデータ地点を示す。黄点は指定標高が基底面に相当するデータ地点、青点は指定標高よりも下に基底面が存在するデータ地点、背景図は地理院地図を使用。

する湿地林や川辺林が存在したと考えられる。台東区上野公園 GS-UE-1 では、十分な花粉粒子の量が得られなかったが、温帯針葉樹の *Picea*, *Pinus* (マツ属) 及び *Abies* (モミ属) が、暖温帯常緑広葉樹の *Castanopsis/Pasania* (シイノキ属 / マテバシイ属), 暖温帯落葉広葉樹の *Mallotus* (アカメガシワ属) などを伴って産出する (第 4.5 図)。

**年代** 上泉層は MIS 7e を中心とした期間に堆積したと考えられている (中里・佐藤, 2001)。

**堆積環境** 北区中央公園コアでは、下部の礫層とそれに重なる植物根痕を含むシルト層は河川チャネルから後背湿地の河川環境で堆積したと考えられる (納谷ほか, 2020)。その上部の生物擾乱を受けたシルト層は、汽水～海生珪藻化石が産出することから海水の影響がある塩生湿地や干潟環境で堆積したと考えられる (納谷ほか, 2020)。上部の基底部の砂層は海進に伴って海岸が陸側に移動する際の波浪侵食によって形成された

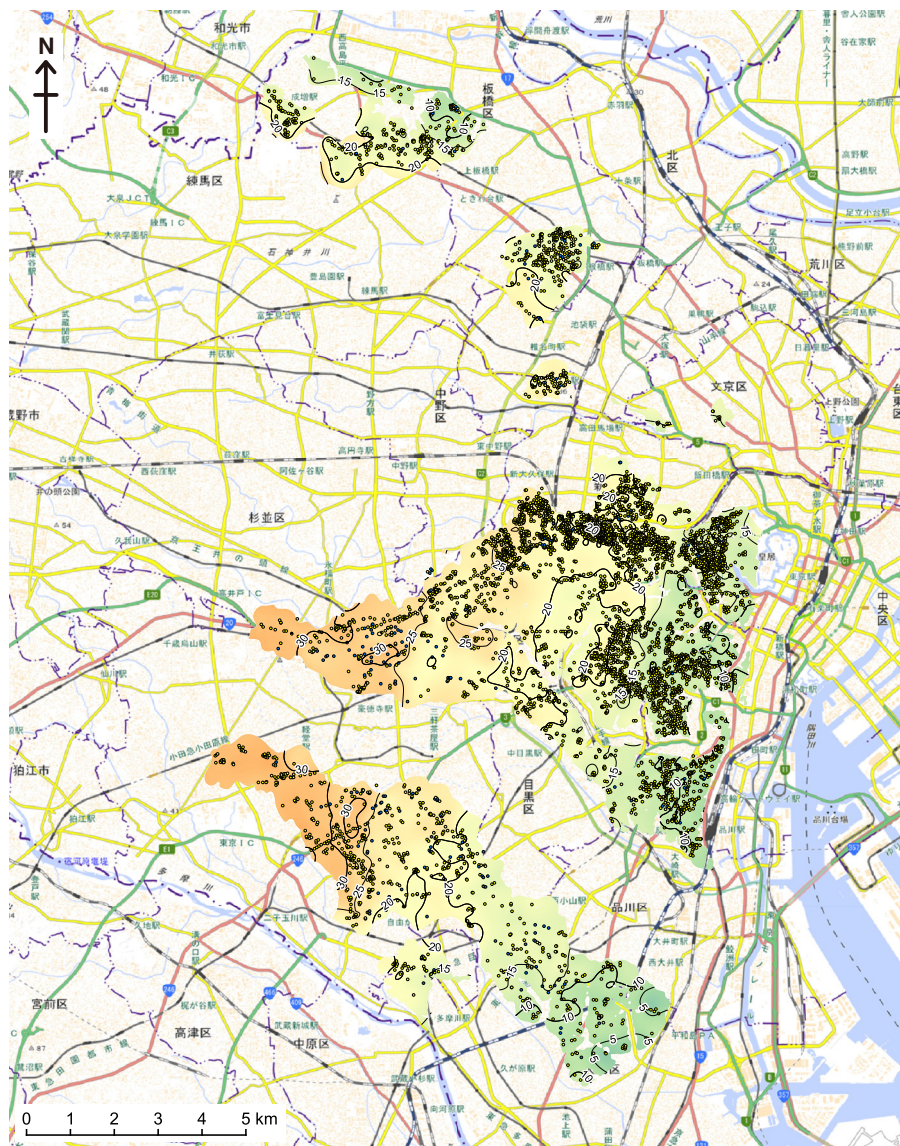
と考えられ、その上位のシルト層と砂層の互層は内湾環境で堆積したと考えられる (納谷ほか, 2020)。

前述したように上泉層の層相は地点によって変化に富むが、下部が河川環境、上部が内湾や外浜環境で堆積したと考えられ、一回の海進・海退によって形成された堆積サイクルであるといえる。

#### 4. 5 東京層 (To)

**命名・定義** Yabe (1911) の Tokyo Series (東京層) をもとに、東京都土木技術研究所 (1996) が再定義。東京都土木技術研究所 (1996) は、代々木公園において実施した層序試錐 (代々木公園コア) を模式として、この層序試錐の深度 26 ～ 9 m にみられる、砂礫層から上位へシルト層、細粒～中粒砂層の順に成層している地層を東京層とした。また東京都土木技術研究所 (1996) は東京都世田谷区に分布する泥層を主体とする谷埋め





第 4.8 図 東京層上部基底の標高分布。

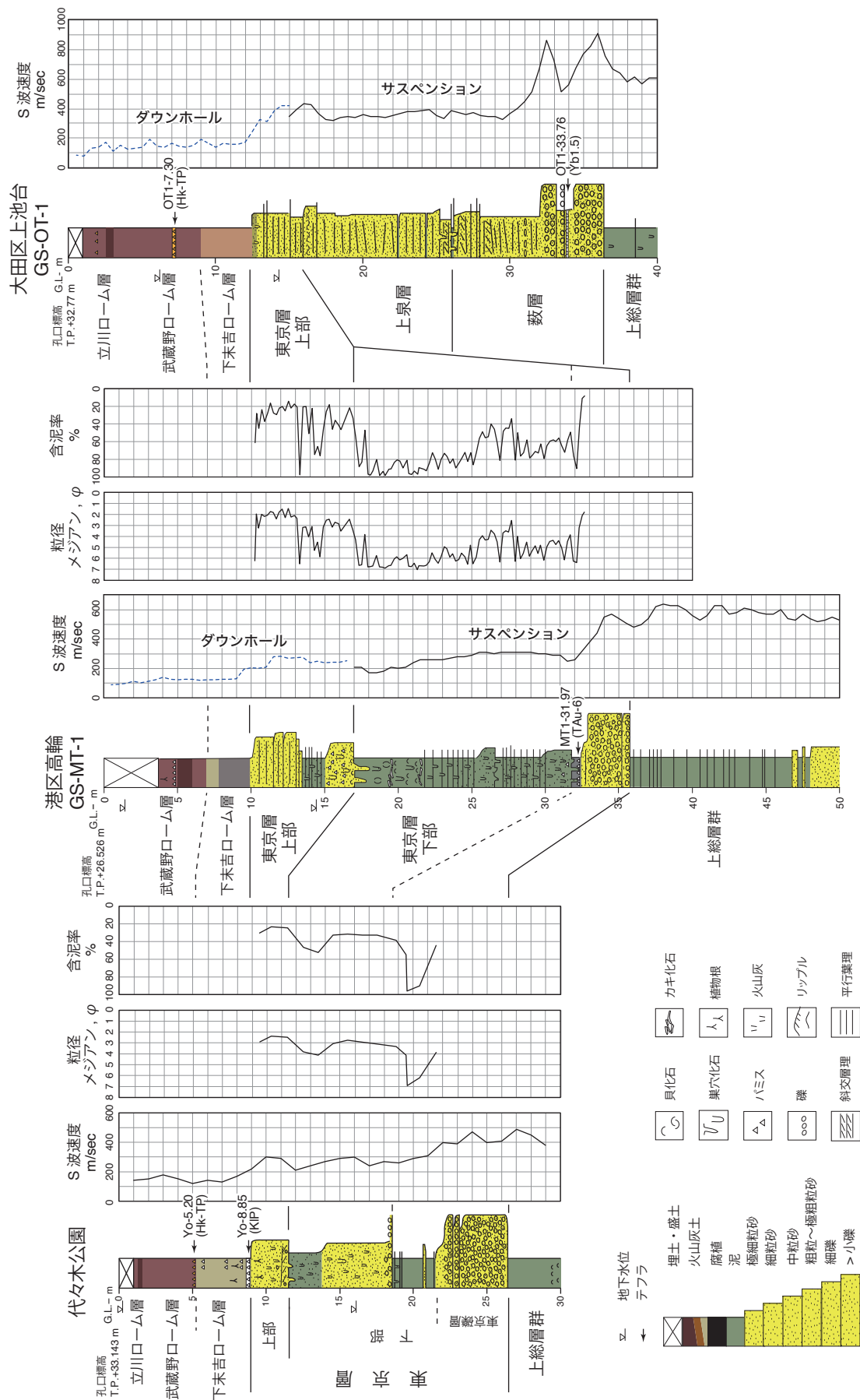
単位は T.P.+ m. 東京層上部は等高線を示した範囲に分布する。点印は基底面のモデリングに使用したボーリングデータ地点を示す。黄点は指定標高が基底面に相当するデータ地点、青点は指定標高よりも下に基底面が存在するデータ地点。背景図は地理院地図を使用。

堆積物を世田谷層と呼んだが、その後、中澤ほか（2019, 2020）により世田谷層は東京層と同時期の地層であることが示されたため、ここでは世田谷層を東京層に含めて記載する。なお東京都土木技術研究所（1996）は東京層基底部の砂礫層を東京礫層と呼んだ。

**模式地** 東京都渋谷区代々木神園町（代々木公園コア）の深度 26 ～ 9 m）

**分布形態** 下部と上部で分布形態が大きく異なる。下部は谷埋め状の分布を示し、主に武蔵野台地南西部の世田谷地域、及び台地南東部の代々木－高輪地域に認められる（第 4.7 図）。このうち世田谷地域の谷（世田谷埋没谷）は、世田谷区の仙川付近から南へ、成城、用賀、等々力へと追跡できる幅 2 ～ 3 km 程度の谷であ

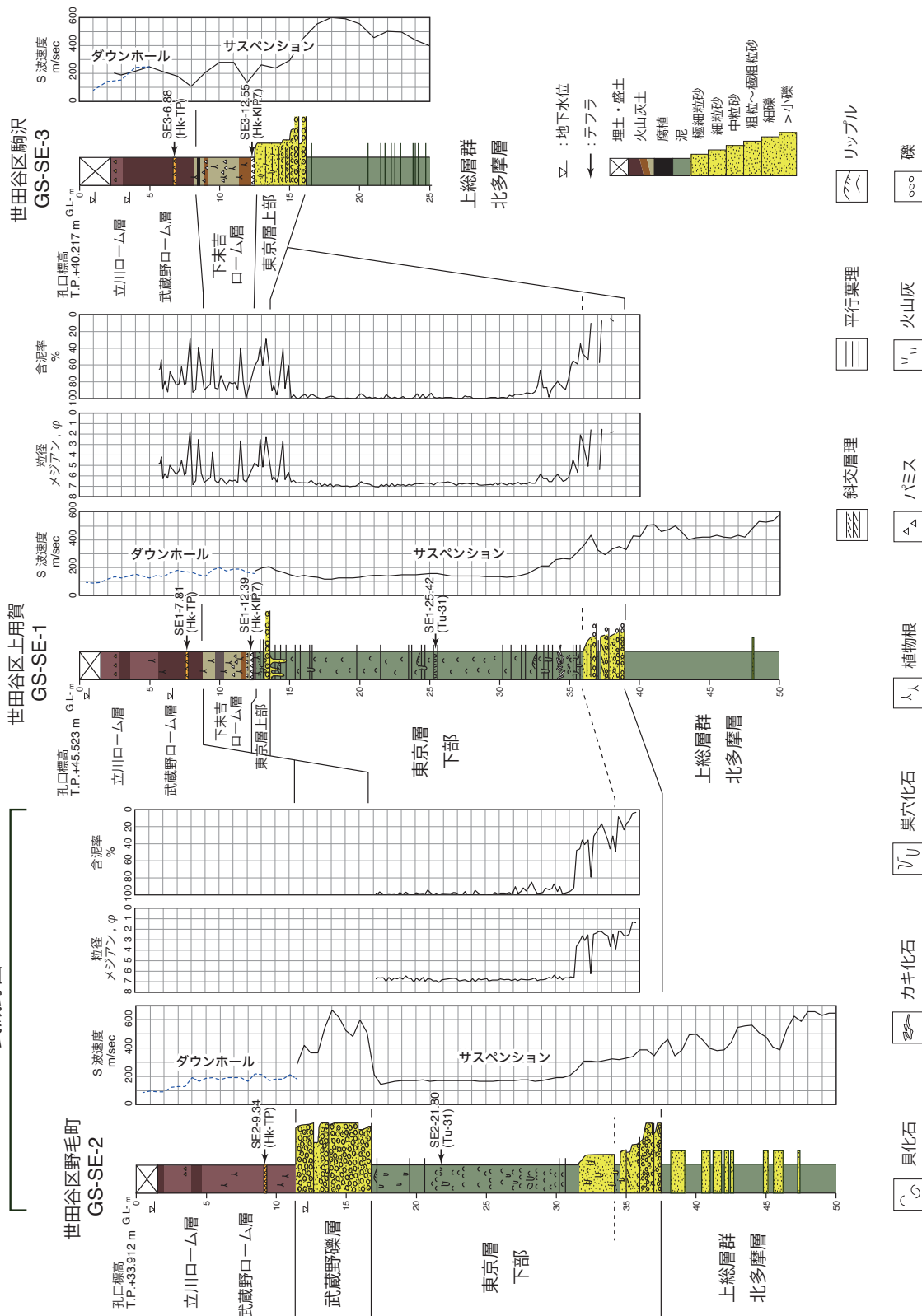
る。東京都土木技術研究所（1996）はこの谷の埋積層を世田谷層と呼んだ。一方、代々木－高輪地域の谷（代々木－高輪埋没谷）は中野区から渋谷区代々木、渋谷、高輪付近にかけて西北西から東南東に延びる幅 3 ～ 5 km 程度の谷である。東京都土木技術研究所（1996）が代々木公園コアを模式として東京層と定義した地層の下部はこの谷の埋積層である。この 2 つの埋没谷は比較的規模の大きい谷であるが、このほかにも支谷と考えられる局所的な分布が各所に認められる。ただし限られたボーリングデータでは小規模な埋没谷地形の分布を正確に把握するのは難しく、全容は明らかになっていない。東京層が埋積する埋没谷は台地からさらに低地の地下へと連続するが追跡は未了である。



第 4.9 図 代々木 - 高輪埋没谷及びその周辺の東京層の柱状図.  
 代々木公園コアの柱状図は中澤ほか (2020) に基づく.

下末吉面 (桂原台)

武蔵野面



第 4.10 図 世田谷埋没谷及びその周辺の東京層の柱状図。  
 中澤ほか (2019) を一部改変。



第 4.4 表 東京層に挟在するテフラの記載岩石学的特徴.

コア番号/産地	テフラ名称	深度/(厚さ)	粒径	色調	試料採取深度	重鉱物組成	火山ガラス の形態	gl (n)	opx (γ)	同定	備考
GS-SE-1	SE1-25.42	25.41-25.42	vf	yl-br	25.41-25.42	opx, cpx, mt	Ca > Cb, Tb	1.526-1.530 (1.529)	1.705-1.712 (1.708-1.710)	Tu-31	中澤ほか (2019)
GS-SE-2	SE2-21.80	21.79-21.80	vf	yl-br	27.79-21.80	opx, cpx > mt	Ca >> Tb, Cb	1.528-1.531 (1.529-1.530)	1.702-1.710 (1.707) 1.721-1.722	Tu-31	中澤ほか (2019)
GS-MT-1	MT1-31.97	31.95-31.99	c-gr	yl-wh	31.96-31.97	opx, cpx, ho, mt	Tb > Ca, Cb	1.501-1.505 (1.503)	—	TAu-6	本報告
神奈川県 大井町高尾	Tu-31	(20 cm)	5-30 mm	gy-yl br-yl	—	opx, cpx, mt	Ca > Cb, Tb	1.520-1.532 (1.527)	1.707-1.715	—	中澤ほか (2019)
	TAu-6	(40-45 cm)	5-10 mm	wh-gy	—	opx, cpx, mt	Ta, Tb	1.503-1.505 (1.504)	1.712-1.723 (1.719)	—	本報告
神奈川県 中井町岩倉東谷	TAu-10	(6-7 cm)	2-5 mm	wh	—	opx, mt > cpx	Ta > Tb	1.501-1.503 (1.502)	1.697-1.717 1.725-1.734 (1.728) 1.739-1.740	—	本報告

vf: 極細粒, f: 細粒, m: 中粒, c: 粗粒, vc: 極粗粒, gr: 細礫サイズ, yl: yellow/yellowish, br: brown/brownish, wh: white/whitish, gy: gray/grayish  
opx: 直方輝石, cpx: 単斜輝石, ho: 普通角閃石, mt: 磁鉄鉱, gl: 火山ガラス, 火山ガラスの形態は吉川 (1976) に基づく

第 4.5 表 東京層に挟在するテフラに含まれる火山ガラスの主成分化学組成.

テフラ名称	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Total (wt%)	同定	備考
n	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	Raw total		
SE1-25.42	70.55	0.77	14.05	4.32	0.17	1.06	3.86	4.15	1.08	100.00	Tu-31	中澤ほか (2019)
n=20	0.32	0.05	0.28	0.24	0.08	0.11	0.17	0.10	0.05	94.24		
SE2-21.80	71.13	0.81	13.87	4.25	0.14	0.95	3.64	4.12	1.10	100.00	Tu-31	中澤ほか (2019)
n=20	0.89	0.07	0.56	0.27	0.05	0.15	0.30	0.10	0.08	93.58		
MT1-31.97	79.00	0.21	11.66	1.67	0.13	0.17	1.39	4.17	1.60	100.00	TAu-6	本報告
n=16	0.18	0.05	0.12	0.16	0.06	0.04	0.09	0.08	0.09	93.95		
Tu-31*	71.28	0.79	13.57	4.33	0.17	0.91	3.68	4.10	1.16	100.00	—	中澤ほか (2019)
n=20	0.29	0.08	0.16	0.15	0.07	0.04	0.13	0.07	0.05	91.86		
TAu-6**	78.65	0.24	11.81	1.75	0.11	0.16	1.34	4.34	1.61	100.00	—	本報告
n=20	0.23	0.06	0.15	0.20	0.07	0.05	0.13	0.08	0.11	94.55		
TAu-10**	78.87	0.24	11.73	1.68	0.10	0.19	1.41	4.28	1.51	100.00	—	本報告
n=20	0.16	0.06	0.11	0.09	0.08	0.03	0.07	0.04	0.04	94.47		

分析は(株)古澤地質による. \*神奈川県大井町高尾で採取, \*\*神奈川県中井町岩倉東谷で採取

上部は下部とは対照的にかなり平坦に広く分布する(第 4.8 図). 荏原台や淀橋台など, 従来から下末吉面(第 1 章及び第 5 章参照)相当とされてきた地域のほか, 最近, 遠藤ほか (2019) によって下末吉面相当とされた大山面など, 板橋区・練馬区周辺にも断片的に分布する. 一方, 武蔵野 I 面や武蔵野 II 面に相当する地域では, 段丘堆積物基底に相当する侵食により東京層上部の多くは削剥され欠如している.

#### 基準ボーリング地点の分布深度・標高

##### 下部

GS-SE-1: 深度 38.90 ~ 13.60 m, 標高 6.62 ~ 31.92 m.  
GS-SE-2: 深度 37.58 ~ 16.85 m, 標高 -3.67 ~ 17.06 m.  
GS-SE-3: 分布しない.  
GS-OT-1: 分布しない.  
GS-MT-1: 深度 35.75 ~ 17.00 m, 標高 -9.22 ~ 9.53 m.  
GS-KO-1: 分布しない.  
GS-IB-1: 分布しない.  
GS-NM-1: 分布しない.  
代々木公園: 深度 26.40 ~ 11.65 m, 標高 6.74 ~ 21.49 m.

##### 上部

GS-SE-1: 深度 13.60 ~ 12.60 m, 標高 31.92 ~ 32.92 m.  
GS-SE-2: 分布しない.  
GS-SE-3: 深度 16.26 ~ 12.55 m, 標高 23.96 ~ 27.67 m.

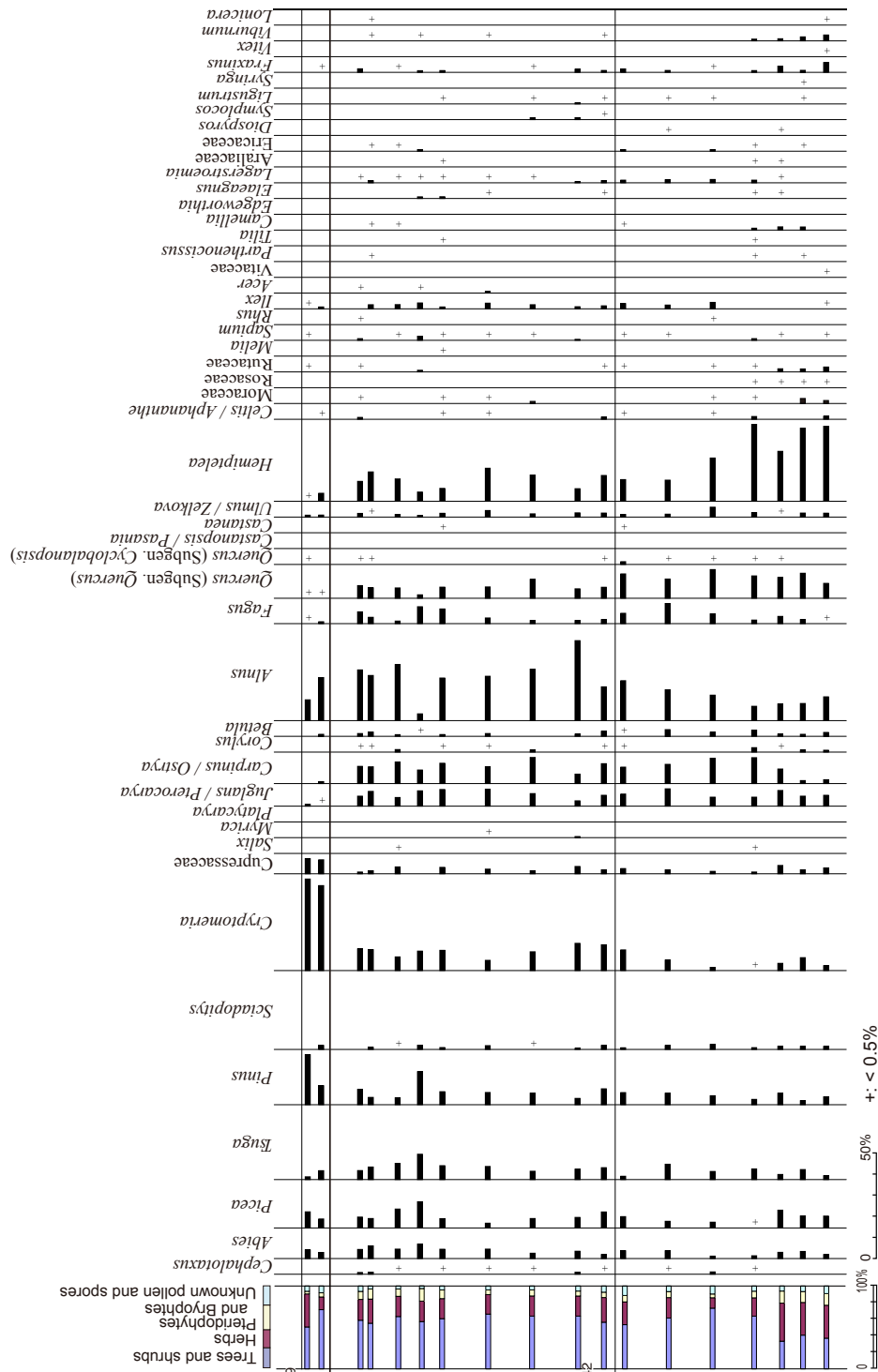
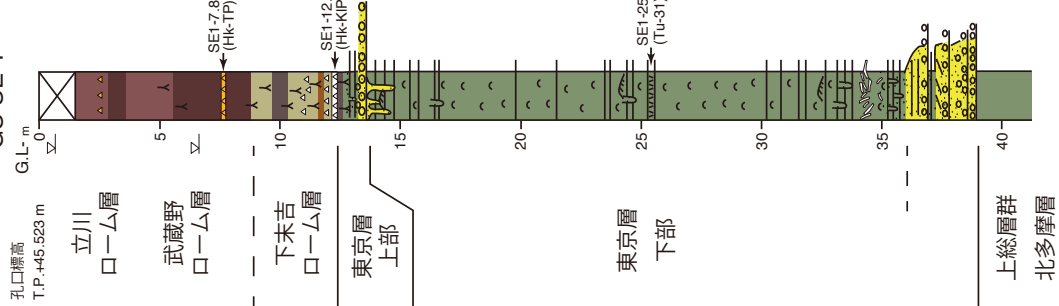
GS-OT-1: 深度 16.02 ~ 12.51 m, 標高 16.75 ~ 20.26 m.  
GS-MT-1: 深度 17.00 ~ 10.20 m, 標高 9.53 ~ 16.33 m.  
GS-KO-1: 深度 16.00 ~ 10.15 m, 標高 14.19 ~ 20.04 m.  
GS-IB-1: 深度 15.36 ~ 9.65 m, 標高 18.73 ~ 24.44 m.  
GS-NM-1: 深度 17.84 ~ 8.75 m, 標高 16.67 ~ 25.76 m.  
代々木公園: 深度 11.65 ~ 9.00 m, 標高 21.49 ~ 24.14 m.  
**層相** 下部と上部に分けられる(第 4.9, 4.10 図). 下部は泥層を主体とし, 前述のように谷埋め状の局所的な分布を示す. 上部は砂層を主体とし, 下末吉面相当地域にほぼ平坦に広く分布する. 東京層全体の層厚は最大約 27 m (世田谷 GS-SE-1 コア) に達する.

下部は最大層厚約 25 m で, 貝化石片が散在する泥層・砂質泥層を主体とし, 基底には上方に細粒化する礫層, 砂層を伴う(第 4.9, 4.10 図). 代々木 - 高輪埋没谷に位置する代々木公園コアや港区 GS-MT-1 コアでは基底の礫層は層厚約 3 ~ 4 m で, 平均径 5 ~ 30 mm, 最大径 60 ~ 70 mm の亜円礫からなる. 礫種は硬質な砂岩, 泥岩やチャートを主体とし, 礫間には分級の悪い中粒 ~ 粗粒砂で埋められている. 一方, 世田谷埋没谷に位置する世田谷 GS-SE-2 コアでは礫層は層厚 2 m で 5 ~ 30 mm 径の亜円礫からなり, 礫種は硬質な泥岩, 砂岩, チャートを主体とする. 礫間には分級の悪いシルト質の中粒 ~ 粗粒砂が埋めている. 礫層の上位は, 中粒砂か

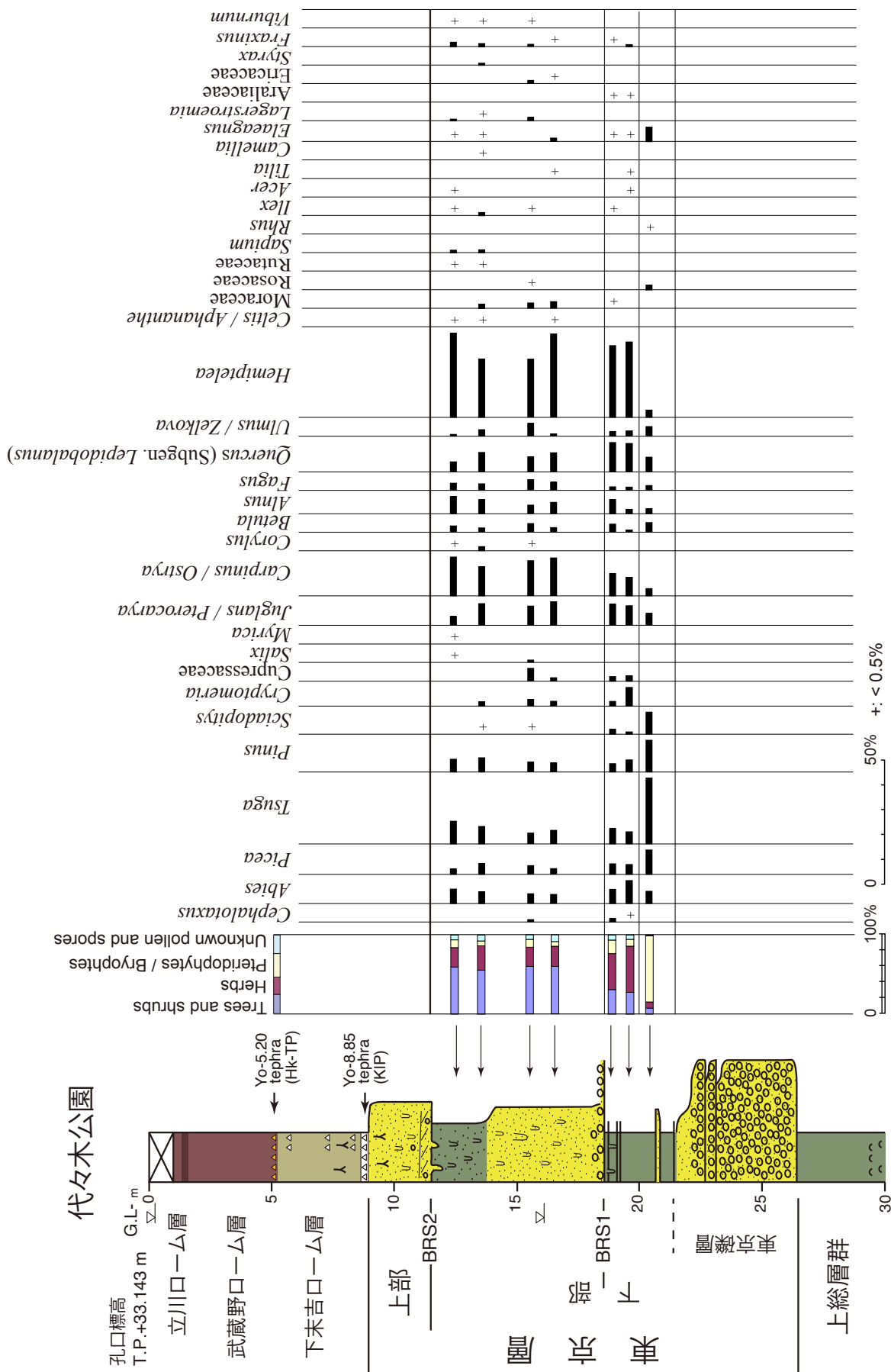


世田谷区上用賀  
GS-SE-1

孔口標高  
T.P.+45.523 m

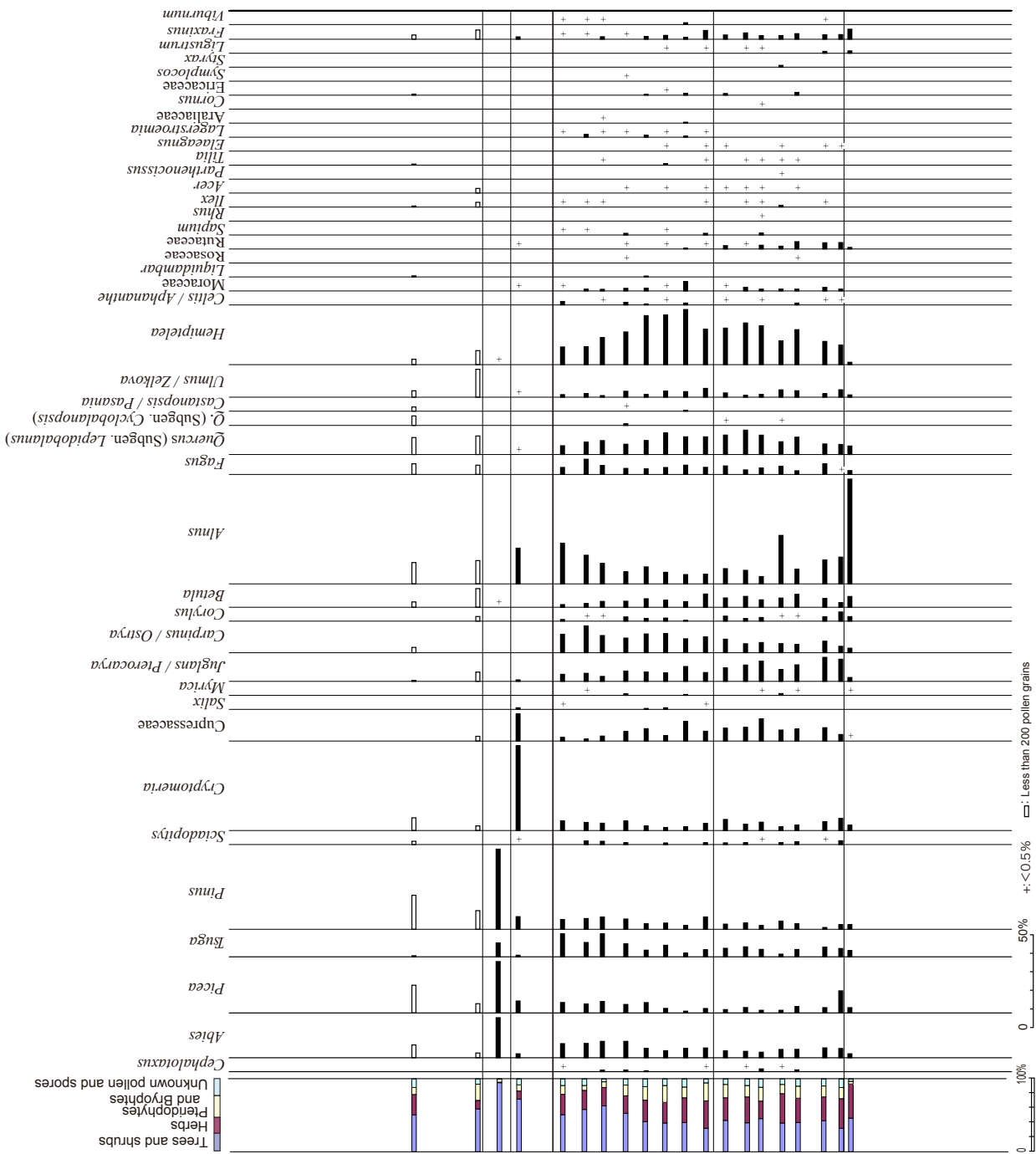
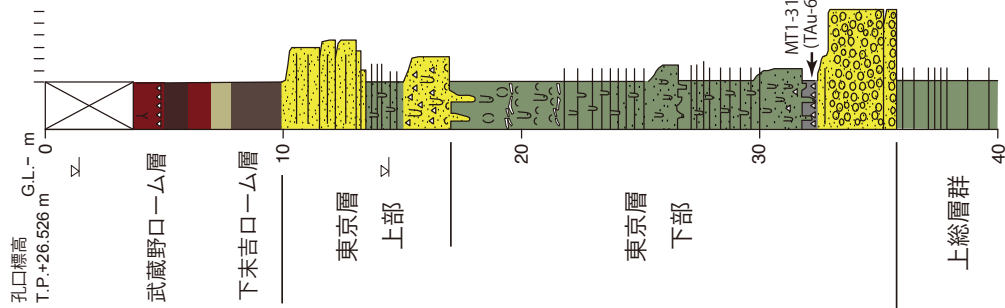


第 4.11 図 世田谷区 GS-SE-1 コアの東京層の花化石ダイアグラム。  
中澤ほか (2019) を一部改変。



第4.12図 代々木公園コアの東京層の花粉化石ダイアグラム。  
中澤ほか（2020）を一部改変。

港区高輪  
GS-MT-1



第 4.13 図 港区 GS-MT-1 コアの東京層の花粉化石ダイアグラム。  
分析は (有) アルプス調査所の本郷美佐緒氏による。

ら極細粒砂へと上方に細粒化する砂層からなり、上位に一部腐植質な泥層に漸移する。さらに上位には軽微な侵食面を介して生物擾乱が著しい砂質泥層または泥質砂層が累重する。この砂質泥層・泥質砂層には一部にリップルを伴う極細粒～細粒砂層と泥層の1～5 cm程度ごとの細互層が観察されるが、多くは生物擾乱によりほぼ塊状を呈する。世田谷埋没谷に位置する世田谷 GS-SE-1 コアでは砂質泥層中に層厚約 30 cm のマガキの密集層がみられた。この砂質泥層・泥質砂層はさらに上方に細粒化し、貝化石片が散在する泥層へと漸移する。含泥率はほぼ 100% である。泥層はまれに層厚 1～3 cm 程度の極細粒砂～細粒砂の薄層を挟むが、生物擾乱により砂層が不明瞭になっていることも多い。薄殻の貝殻片がラミナ状に配列して産出する。世田谷 GS-SE-1 や GS-SE-2 ではこのような泥層が最大約 20 m 連続する（第 4.10 図）。一方、代々木－高輪埋没谷に位置する港区 GS-MT-1 コアでは、下位の生物擾乱を受けた泥質砂層・砂質泥層が約 10 m と世田谷に比べて厚く、含泥率の高い泥層は 5 m 程度みられるにすぎない（第 4.9 図）。他方、代々木公園コアでは一連の埋没谷に位置する港区 GS-MT-1 コアと比べても全体に砂分を多く、生物擾乱を強く受けたやや泥質の砂層から上方に細粒化して、同じく生物擾乱を強く受けた砂質泥層へと変化する（第 4.9 図）。いずれも泥層の上部には上位の本層上部から掘り込まれたと考えられる巣穴化石が多数認められる。

上部は層厚約 1～9 m で、主に泥質砂層または砂質泥層からなる。上部の基底部には礫や貝化石片が多く混じることがある。武蔵野台地南西部の世田谷 GS-SE-1 や GS-SE-3 コアでは基底部に層厚約 0.5～1 m の砂礫層または礫混じり砂層がみられる（第 4.10 図）。礫は最大径 70 mm 程度の亜角礫～亜円礫からなり、礫種は硬質の泥岩やチャートを主体とする。礫は基底部に最も多く含まれ、全体に上方に細粒化し、生物擾乱を強く受けた分級の悪い泥質細粒砂層あるいは砂質泥層へと漸移する。GS-SE-3 ではこの泥質砂層に貝化石片が多く含まれる。一方、武蔵野台地東部～北部では本層上部は基底の礫混じり砂層から上方に一旦細粒化して砂質泥層となり、さらに上方に粗粒化に転じて泥質砂層へと層相が変化する。基底部を中心に貝化石を多く含み、また全体を通じて生物擾乱が著しい。台地南東部の大田区 GS-OT-1 コアや代々木公園コアでは比較的分級のよい細粒砂層からなる（第 4.9 図）。層厚は 3～4 m と薄く、弱く平行葉理が発達するかあるいは生物擾乱を受けて塊状を呈している。基底部に僅かに礫が混じることがあるが、全体に層相変化に乏しい。

本層最上部は下末吉面に相当する荏原台や淀橋台では砂層から下末吉ローム層に漸移する。一方、武蔵野 I 面または武蔵野 II 面に相当する地域では本層を侵食して段丘堆積物が覆っており、本層上部が全て削剥されて欠如することが多い。

**物性** 下部基底の礫層は、S 波速度は 400～500 m/s、密度は 1.9～2.0 g/cm<sup>3</sup> に達することが多い。既存ボーリングデータに基づけば礫層の *N* 値は 50 以上を示す。その上位は、堆積物の上方細粒化に伴い S 波速度が低下し、砂質泥層では 300～200 m/s、密度は 1.7～1.8 g/cm<sup>3</sup>、含泥率が 100% に近い泥層では S 波速度は 120～180 m/s 程度、密度は 1.7 g/cm<sup>3</sup> 以下にまで低下する。既存ボーリングデータに基づけば、砂質泥層の *N* 値は 10 前後、泥層の *N* 値は 1～3 程度である。全般的に代々木－高輪埋没谷よりも世田谷埋没谷のほうが S 波速度、密度、*N* 値ともに低い傾向にある。一方上部は、砂層は S 波速度 220～400 m/s、密度は 1.7～1.9 g/cm<sup>3</sup> 程度で、砂質泥層は S 波速度 150～250 m/s、密度は 1.7～1.8 g/cm<sup>3</sup> 程度のことが多い。既存ボーリングデータに基づけば、砂層の *N* 値は概ね 20～50、砂質泥層の *N* 値は概ね 3～15 である。上部に砂が卓越する武蔵野台地南東部が他に比べて S 波速度、密度、*N* 値ともに高い傾向にある。

#### テフラ

Tu-31 テフラ (SE1-25.42 及び SE2-21.80 テフラ)：世田谷区 GS-SE-1 コアの深度 25.42 m 及び GS-SE-2 コアの深度 21.80 m の泥層中には、いずれも層厚約 1 cm の灰褐色～黄褐色の細粒軽石質テフラ層が挟在する（第 4.10 図）。このテフラ層には直方輝石、単斜輝石、磁鉄鉱が含まれ、このうち直方輝石の屈折率 ( $\gamma$ ) は 1.702～1.712 (1.707～1.710；括弧内数値はモード値、以下同じ) を示す。火山ガラスは軽石型で、屈折率 ( $n$ ) は 1.526～1.531 (1.529～1.530) である（第 4.4 表）。また火山ガラスの化学組成は、FeO が 4% を超える高い値を示すことが大きな特徴である（第 4.5 表）。

中澤ほか (2019) は本テフラを屈折率及び火山ガラスの化学組成から大磯丘陵の Tu-31 (上杉ほか, 1998) に対比した（第 4.4, 4.5 表）。Tu-31 はその直上の Tu-32 とともに町田ほか (1974) の T<sub>Au</sub>-8, T<sub>Au</sub>-9 にそれぞれ対比されていたが (岡ほか, 1979), 中澤ほか (2019) は屈折率等の相違により T<sub>Au</sub>-8 及び T<sub>Au</sub>-9 と Tu-31 及び Tu-32 の対応関係は今後改めて検討する必要があるとしている。なお T<sub>Au</sub>-8, T<sub>Au</sub>-9 テフラは世田谷層と同様の谷埋め泥層からなる千葉県北部地域の木下層からも報告されている (Nakazawa *et al.*, 2017)。

T<sub>Au</sub>-6 テフラ (MT1-31.97 テフラ)：港区 GS-MT-1 コアの深度 31.98～31.95 m の有機質泥層には粗粒砂～細礫サイズの黄白色軽石が多く含まれる（第 4.9 図）。火山ガラスの形態は軽石型で、屈折率 ( $n$ ) は 1.501～1.505 (1.503) である。また火山ガラスの化学組成は FeO が 1.7% 前後、K<sub>2</sub>O が 1.6% 前後とやや低い値を示すのに対し、Na<sub>2</sub>O は 4% を超えるやや高い値を示す（第 4.5 表）。

これによく似たテフラとして、大磯丘陵の T<sub>Au</sub>-6 テフラや T<sub>Au</sub>-10 テフラ (町田ほか, 1974) が挙げられる（第 4.4, 4.5 表）。T<sub>Au</sub>-6 は横浜地域において低海面期の礫



層の直上に挟在することが報告されている（町田・松島，1976；町田，2008）．一方で TAU-10 直下の TAU-8 や TAU-9 の層準は既に *Lagerstroemia*（サルスベリ属）などの暖温帯植物の花粉化石を含む MIS 5e 中期の花粉帯に相当するとされる（Nakazawa *et al.*, 2017；中澤ほか，2019）．MT1-31.97 テフラは木下層下部基底礫層の直上の腐植質泥層に挟在し，後述の花粉化石群集に基づけば *Lagerstroemia* などの暖温帯植物の花粉化石の産出がみられない層準であることから，本テフラは前述の 2 つの対比候補のうち TAU-6 に対比されるものと考えられる．

**花粉化石** 武蔵野台地ではこれまで世田谷 GS-SE-1 コア（第 4.11 図；中澤ほか，2019），代々木公園コア（第 4.12 図；中澤ほか，2020）で東京層の花粉化石群集の検討が行われている．また今回新たに板橋区 GS-IB-1 コア及び港区 GS-MT-1 コアの花粉化石分析を実施した（第 4.4，4.13 図）．

下総台地や大宮台地，筑波台地の木下層の花粉化石群集は，下部と上部で大きく異なることが知られている（中澤ほか，2006；Nakazawa *et al.*, 2017；坂田ほか，2018）．武蔵野台地の東京層においても，世田谷 GS-SE-1 コア，代々木公園コア，板橋区 GS-IB-1 コア，港区 GS-MT-1 コアから下総台地等の木下層と類似の花粉化石群集が見いだされた．以下に武蔵野台地の東京層下部及び上部それぞれの花粉化石群集の概要を述べる．

東京層下部は，温帯落葉広葉樹の *Hemiptelea*（ハリゲヤキ属）や *Alnus*（ハンノキ属）が優勢で，そのほか同じく温帯落葉広葉樹である *Quercus* (Subgen. *Lepidobalanus*)（コナラ属コナラ亜属），*Carpinus/Ostrya*（クマシデ属／アサダ属）が比較的多く産出する（第 4.11，4.12，4.13 図）．また下部の上半部を中心に暖温帯落葉広葉樹の *Lagerstroemia*（サルスベリ属）が低率ながらほぼ連続的に産出するほか，*Melia*（センダン属），*Sapium*（シラキ属），*Mallotus*（アカメガシワ属）など暖温帯落葉広葉樹を随伴することを特徴とする．*Pinus*（マツ属）や *Cryptomeria*（スギ属）などの温帯針葉樹の産出は比較的低率である．下部の下半部を中心に草本植物が高率に産出する．森林古植生は中間温帯林と考えられる．下部の下半部には草本植物が多産することから，付近に氾濫原が存在したと推定される．暖温帯の広葉樹である *Quercus* (Subgen. *Cyclobalanopsis*)（コナラ属アカガシ亜属）や *Lagerstroemia* が低率ながらほぼ連続的に産出し，*Melia*，*Sapium*，*Mallotus* を随伴することから，温暖な気候であったと考えられる．ただし東京層下部のうち代々木公園コアの最下部の泥層から産出した花粉化石群集は，*Tsuga*（ツガ属）が優勢で，*Pinus*（マツ属），*Picea*（トウヒ属）及び *Sciadopitys*（コウヤマキ属）も比較的多く産出したことから，上位よりも幾分冷涼な気候が推測される（第 4.12 図）．

上部は，温帯針葉樹の *Cryptomeria* が最も優勢で，そのほか温帯落葉広葉樹の *Alnus* 及び針葉樹の *Pinus*

が多産する（第 4.11，4.12，4.13 図）．下部で多産した *Quercus* (Subgen. *Lepidobalanus*)，*Carpinus/Ostrya*，*Hemiptelea* などの温帯落葉広葉樹の産出は低率となる．暖温帯常緑広葉樹の *Quercus* (Subgen. *Cyclobalanopsis*) や *Lagerstroemia* はごく僅か産出するかあるいは全く産出しない．森林古植生は，冷温帯下部から暖温帯上部にかけて優占する温帯針葉樹林と考えられる．*Cryptomeria* が下位の帯と比較して著しく増加していることから，降水量は一年を通じて多くなったと考えられる．ただし港区 GS-MT-1 コアでは東京層上部の上半部に *Pinus* や *Picea* が優勢な花粉化石群集がみられ，下位に比べ冷涼で乾燥した気候が推測される．

**年代** 本層下部には多摩ローム層上部の TAU-6 や Tu-31 テフラが挟在する．また本層は後述する KIP テフラ群を含む下末吉ローム層に覆われる．TAU-6 以上の多摩ローム層上部の年代はいわゆる下末吉海進の海面上昇期とされる（町田，2008）．また KIP テフラ群の降灰年代は MIS 5e 後期と考えられている（坂田ほか，2018）．以上のことから，東京層は主に MIS 5e の堆積物からなると考えられる．本層下部が埋積する谷地形及び基底の礫層はそれに先立つ MIS 6 の低海面期に形成された可能性が高い．

本層から産出する花粉化石群集を，底生有孔虫の酸素同位体比分析が行われている鹿島沖海底コア（MD01-2421）の花粉化石群集（五十嵐，2009）と比較すると，下部は *Hemiptelea*，*Carpinus/Ostrya*，*Quercus* (Subgen. *Lepidobalanus*) が多く，*Lagerstroemia* や *Sapium* が連続して産出することから MIS 5e 中期に相当すると考えられる（中澤ほか，2019，2020）．ただし代々木公園コアの最下部は *Tsuga* が優勢なことから MIS 5e 前期の可能性がある（中澤ほか，2020）．一方，上部は下部でみられた花粉の産出が少なくなり，代わって *Cryptomeria* が多産することから MIS 5e 後半に相当する（中澤ほか，2019）．港区 GS-MT-1 コアでは上部の上半部に冷涼な気候を示す花粉化石群集がみられることから，この層準は MIS 5d にかかる可能性がある．

**堆積環境** 下部は開析谷を埋積する開析谷システムで形成されたと考えられる．最下部の礫層は上方に砂層，腐植質の泥層へと上方細粒化することから河川チャネルの堆積物と考えられる．その上位には軽微な侵食面を介して生物擾乱の著しい砂質泥層・泥質砂層が累重し，さらに上位に貝化石混じりの泥層となることから，開析谷に海域が侵入し，内湾環境へと変化したことが推測される．これらは MIS 6 の低海面期から MIS 5e 前期～中期の海水準上昇期に形成された地層と考えられる．同時代の類似の開析谷埋積層は，千葉県北部の下総台地（Nakazawa *et al.*, 2017；納谷ほか，2018），千葉県南部の木更津地域（小松原ほか，2004），埼玉県南東部の大宮台地（中澤・遠藤，2002；中澤ほか，2006），茨城県南部の筑波台地（坂田ほか，2018）にも知られる．なお，武蔵野台地では，世田谷埋没谷に比べ，代々

木－高輪埋没谷のほうが全体に粗粒な堆積物で埋積されていることから、代々木－高輪谷には、より粗粒な堆積物を供給する河川が湾奥に流入していたことがうかがえる。

上部は生物擾乱の著しい砂層あるいは砂質泥層・泥質砂層からなる。下部とは対照的に平坦に広く分布することから、海進により開析谷の間の高まりが削剥され、海域がより大きく広がったことが推測される。武蔵野台地南東部では砂層が主体であるが、北東部などでは砂質泥層や泥質砂層が主体であることから、南東部には砂堆が発達し、北東部はその背後の静穏な内湾であったことが考えられる。関東平野東部にはこの時期に広大なバリアー島システムが形成されたことが明らかになっているが（岡崎・増田，1992；Okazaki and Masuda, 1995），東京地域もこの一連のバリアー島システムの一部であった可能性もある。上部は上方に粗粒化し、ローム層に漸移することから、MIS 5e 後期に海進から海退・浅海化に転じて、最終的に離水したことが推測される。

#### 東京礫層の分布について

武蔵野台地東部の深度 30 ～ 20 m 付近に分布する礫層は以前から東京礫層と呼ばれ（東京地盤調査研究会，1959），都心部の土木建築物の支持基盤として重要視されてきた。東京都土木技術研究所（1996）は、従来の東京礫層が複数の礫層を総称していることから、代々木公園試錐（代々木公園コア）を模式として東京層を

再定義し、その基底部の礫層を東京礫層とした。代々木公園コアの東京層は主に MIS 5e の堆積物からなり、基底部の礫層はそれに先立つ MIS 6 の低海面期の開析谷基底の礫層とされる（中澤ほか，2020）。つまり模式コアセクション（代々木公園コア）で東京礫層とされた礫層は、代々木－高輪埋没谷や世田谷埋没谷など（第 4.9, 4.10 図），埋没谷基底部にのみ分布することを特徴とする。

一方、東京都土木技術研究所（1996）は、東京礫層を武蔵野台地東部に広く分布する礫層として断面図等に図示した。これは模式セクションの東京層基底以外の礫層も含むものと考えられる。この地域で段丘堆積物以外の連続性のよい礫層としては、荻層基底の礫層及び上泉層基底の礫層が挙げられる。このうち上泉層基底の礫層は前述のように武蔵野台地北東部では比較的明瞭であるが、武蔵野台地南東部では不明瞭になるか、または連続しない。他方、荻層基底の礫層は武蔵野台地東部に広く確認することができる。東京層基底の東京礫層は、しばしばこの荻層基底の礫層に近い深度に分布する。そのため本来埋没谷の基底にのみ分布する東京礫層が、見かけ上、側方に荻層基底の礫層へと連続して、広く分布するように誤って捉えられてきたものと考えられる。一部地域では上泉層基底の礫層をも混同して東京礫層としていた可能性もある。いずれにせよ東京都心部の地質構造を正しく理解するためには、異なる時代の礫層を的確に区別して、それぞれの分布を正確に捉える必要がある。

## 第5章 段丘堆積物及び関東ローム層

(中澤 努・納谷友規・尾崎正紀・野々垣 進)

調査地域の武蔵野台地には、段丘堆積物とその被覆層である関東ローム層が分布する（第5.1図）。本報告では関東ローム層を土壌層として扱うことから、地質図（平面図）には関東ローム層は表現しない。立体図には、関東ローム層は下位の東京層あるいは段丘堆積物から連続する一連の堆積物として図示されているが、柱状図の表示により、関東ローム層を含め、垂直方向の層相変化を把握できるようにしている。

### 5. 1 段丘堆積物

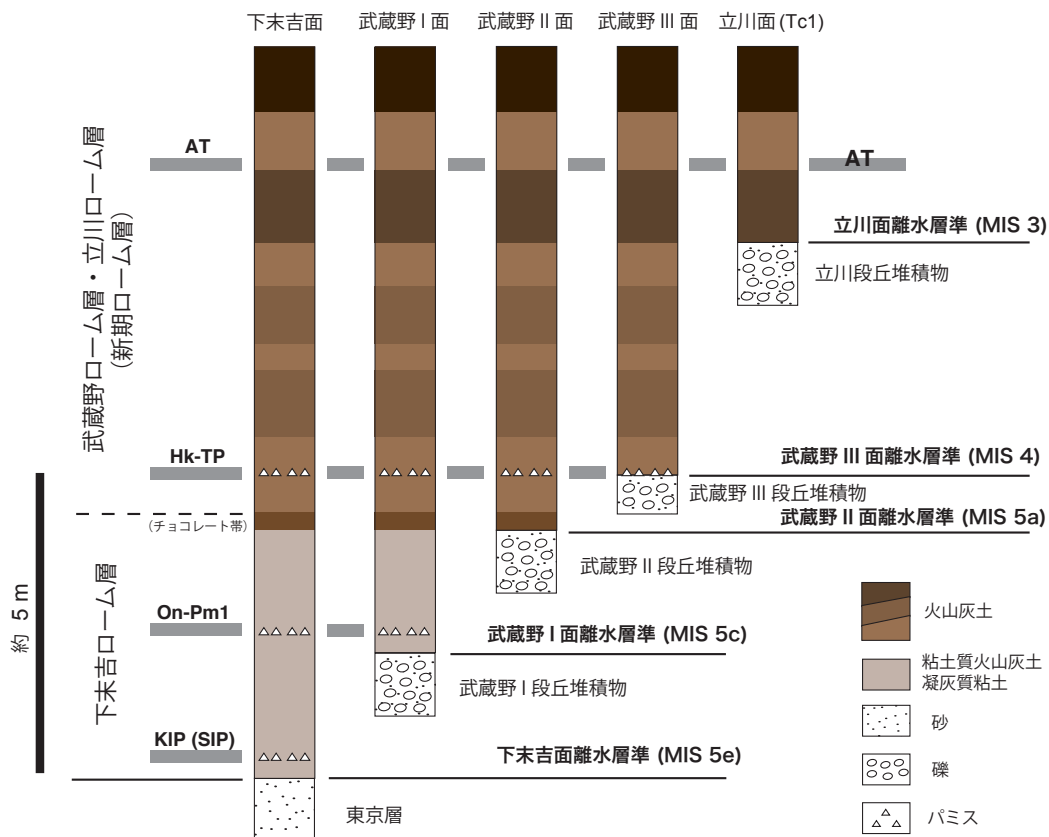
調査地域の武蔵野台地には、段丘堆積物として、武蔵野Ⅰ段丘堆積物、武蔵野Ⅱ段丘堆積物、武蔵野Ⅲ段丘堆積物、立川段丘堆積物が分布する。武蔵野台地東縁部の赤羽台・本郷台や小河川沿いの低い段丘を除き、これらの礫層は多摩川の扇状地成の堆積物と考えられている（遠藤ほか，2019）。

#### 5. 1. 1 武蔵野Ⅰ段丘堆積物（M1）

**命名** Kobayashi *et al.* (1968), 杉原ほか（1972）, 町田（1973）の成増礫層<sup>なります</sup>にほぼ相当するが、ここでは対応する地形面の名称（第1章参照）を用いて武蔵野Ⅰ段丘堆積物と呼ぶ。

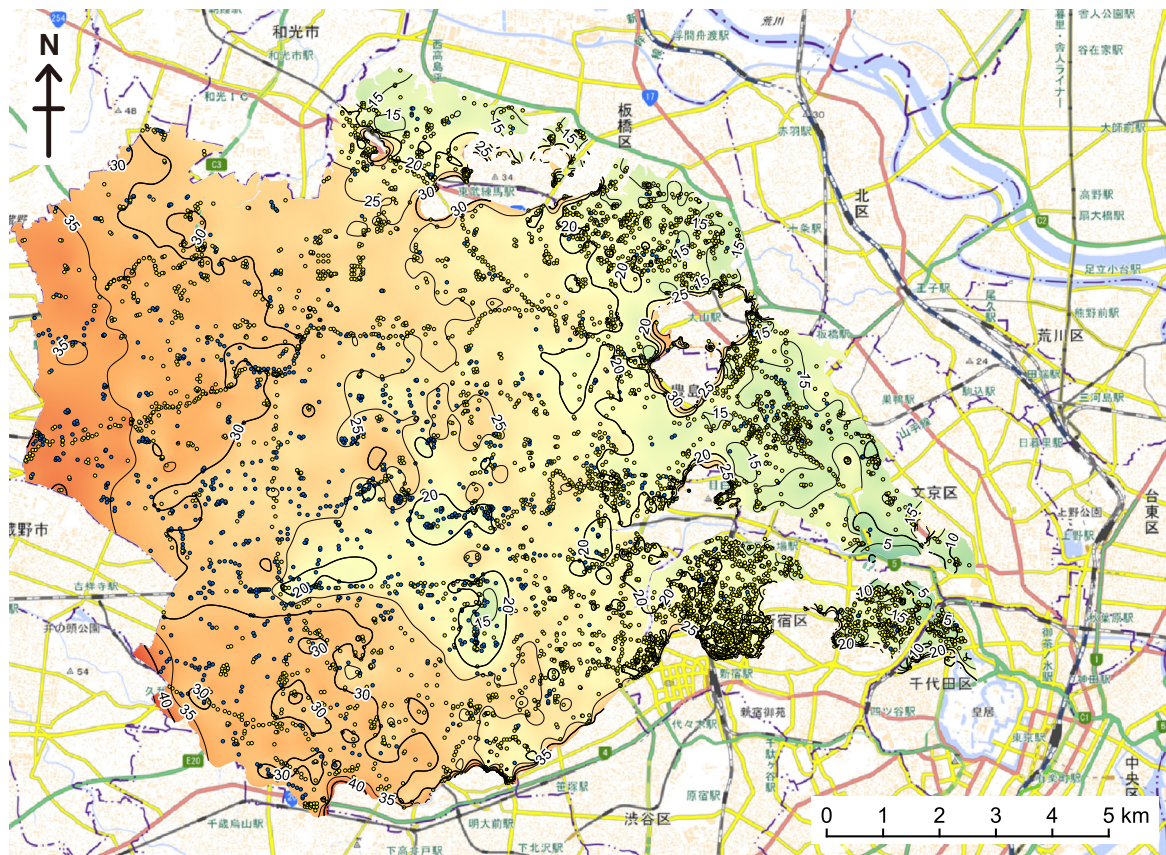
**分布・層序関係** 練馬区、杉並区、中野区、板橋区、豊島区を中心とする武蔵野Ⅰ面に相当する地域において、下位の<sup>しもすえよし</sup>下総層群や<sup>おんたけ</sup>上総層群を不整合に覆い分布する（第5.2図）。またおよそ御岳第1テフラ（On-Pm1；Kobayashi *et al.*, 1968）の層準から上位の関東ローム層（<sup>しもすえよし</sup>下末吉ローム層・武蔵野ローム層・立川ローム層）に覆われる（第5.1図；Kobayashi *et al.*, 1968；杉原ほか，1972；町田，1973；板橋区教育委員会，1980；杉原，2008）。ただし一部はより新しいローム層に覆われるとの報告もある（遠藤ほか，2019）。

**層相** 基準ボーリング調査で本段丘堆積物の掘削はしていないことから詳細は不明だが、既存のボーリング



第5.1図 段丘堆積物を被覆する関東ローム層の模式層序と離水層準。





第 5.2 図 武蔵野 I 段丘堆積物基底の標高分布。

単位は T.P.+ m。武蔵野 I 段丘堆積物は等高線を示した範囲に分布する。点印は基底面のモデリングに使用したボーリングデータ地点を示す。黄点は指定標高が基底面に相当するデータ地点、青点は指定標高よりも下に基底面が存在するデータ地点。背景図は地理院地図を使用。

データによれば、礫層及び砂層を主体とする。板橋区教育委員会（1980）による板橋区赤塚で観察された露頭（成増露頭）の記載では、層厚は約 4 m、基底部の 90 cm がチャート、砂岩、粘板岩を主体とする最大礫径 15 cm の亜円礫層からなり、その上位は砂とシルトの互層からなるとされる。

**物性** 既存ボーリングデータに基づけば、 $N$  値は概ね 50 以上を示すことが多いが、10～30 程度のこともある。  
**年代・対比** およそ On-Pm1 テフラ層準より上位の関東ローム層に覆われることから、本段丘堆積物の形成は On-Pm1 テフラの降灰年代である約 96 ka あるいその少し前の MIS（海洋酸素同位体ステージ；第 2.1 図を参照）5c と考えられる。ただし遠藤ほか（2019）が指摘しているように、より新しい年代の堆積物が混在している可能性がある。

### 5. 1. 2 武蔵野 II 段丘堆積物 (M2)

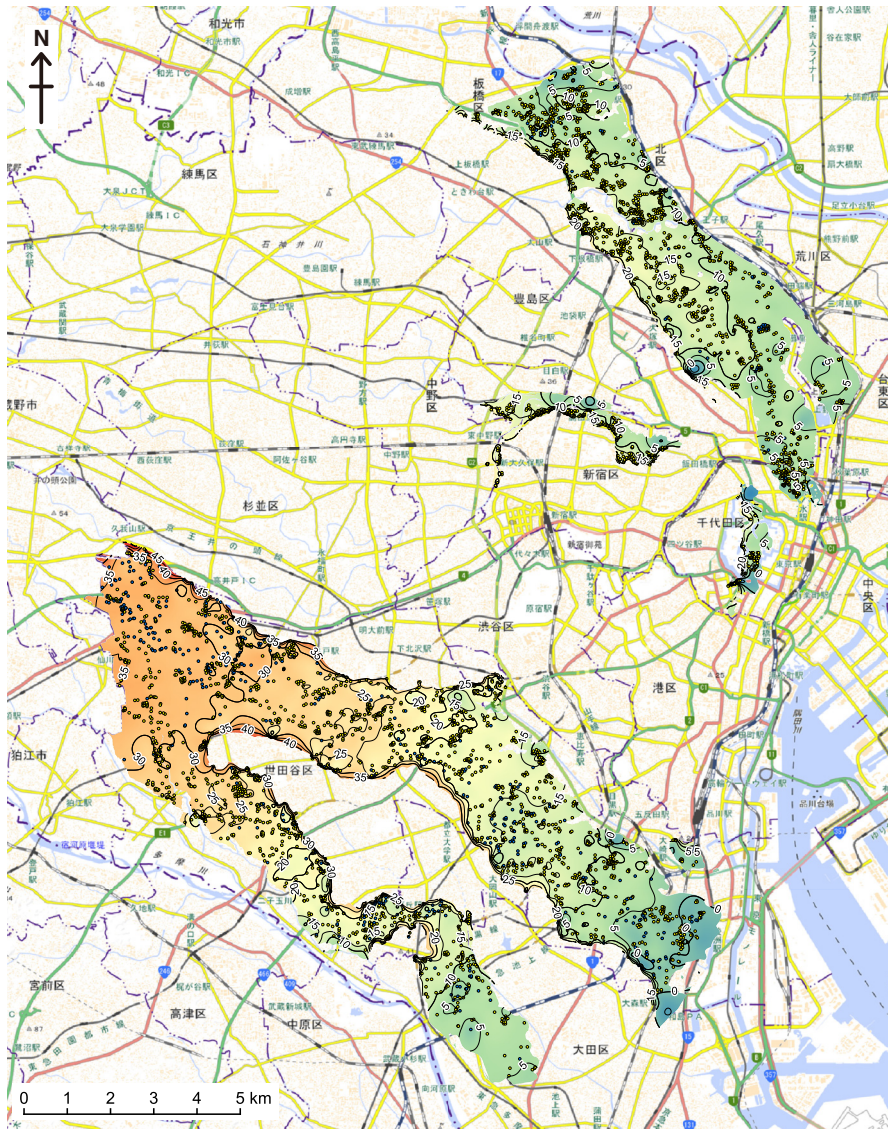
**命名** 福田・羽鳥（1952）の武蔵野礫層にほぼ相当するが、ここでは対応する地形面の名称（第 1 章参照）を用いて武蔵野 II 段丘堆積物と呼ぶ。

**分布・層序関係** 世田谷区から大田区、目黒区、品川

区にかけての地域、及び北区から台東区を中心とする武蔵野 II 面に相当する地域において、下位の下総層群や上総層群を不整合に覆い分布する（第 5.3 図）。また箱根東京テフラ（Hk-TP；原田，1943，町田・新井，2003）を下部に挟在する関東ローム層（武蔵野ローム層・立川ローム層）に覆われる（第 5.1 図；貝塚・戸谷，1953；関東ローム研究グループ，1956；杉原ほか，1972；岡ほか，1984）。植木・酒井（2007）や遠藤ほか（2019）は武蔵野 II 面に相当する地形面をさらに細分したが、本報告では従来どおり武蔵野 II 面として一括し、その段丘構成層も同様に武蔵野 II 段丘堆積物として一括した。また北区から台東区にかけての地域に分布する赤羽砂層（杉原ほか，1972）も形成年代がほぼ同じであることからこれに一括した。

**層相** 武蔵野面を構成する本層は層厚 1～6 m 程度の礫層からなる。世田谷区野毛町 GS-SE-2 コア（第 4.10 図）にみられる本層は層厚約 5.5 m で、礫はチャートや硬質の泥岩、砂岩を主体とする 4～50 mm 径の亜円～亜角礫からなる。礫間には分級の悪い中粒～粗粒砂が埋めている。礫層の上部には層厚 5～40 cm の中粒～粗粒砂層を挟むことがある。赤羽台・本郷台では、層厚





第 5.3 図 武蔵野Ⅱ段丘堆積物基底の標高分布。

単位は T.P.+ m. 武蔵野Ⅱ段丘堆積物は等高線を示した範囲に分布する。点印は基底面のモデリングに使用したボーリングデータ地点を示す。黄点は指定標高が基底面に相当するデータ地点、青点は指定標高よりも下に基底面が存在するデータ地点。背景図は地理院地図を使用。

2～5 m 程度の礫層及び砂層からなる。台東区上野公園 GS-UE-1（第 4.2 図）に見られる本層は、層厚層厚 6.4 m で、下部は礫層、上部は礫が混じる粗粒～細粒砂層を主体とする。礫はチャート、砂岩、泥岩を主体とし安山岩と思われる火山岩も混ざる最大径約 50 mm の亜円～亜角礫から構成される。北区中央公園コア（第 4.2 図）では、層厚約 2.5 m で最大粒径 2 cm 程度の亜円礫を主体とする礫層からなり、中粒砂からなる砂層を挟む。既存ボーリングデータでは砂層を主体とする地域が広く認められる。

**物性** 世田谷 GS-SE-2 孔の本層は、S 波速度は 360～670 m/s、密度は 1.7～2.1 g/cm<sup>3</sup> で、砂層を挟む上部ほどやや低い傾向がある。既存ボーリングデータに基づけば、N 値は概ね 50 以上を示すことが多いが、10～

30 程度のこともある。

**年代・対比** Hk-TP テフラを下部に挟在する武蔵野ローム層に覆われることから、本段丘堆積物の形成は Hk-TP テフラの降灰年代である約 66 ka よりも少し前の MIS 5a と考えられる。

### 5. 1. 3 武蔵野Ⅲ段丘堆積物 (M3)

**命名** 羽鳥ほか (1962) の中台段丘をもとに寿円 (1966) が命名した中台段丘礫層に相当するが、ここでは対応する地形面の名称（第 1 章参照）を用いて武蔵野Ⅲ段丘堆積物と呼ぶ。

**分布・層序関係** 世田谷区等々力付<sup>とどろき</sup>近及び大田区田園調布本町<sup>みなみくがほら</sup>から南久が原付<sup>みなみくがほら</sup>近の多摩川沿いの中台面に相当する地域において、下位の下総層群や上総層群を不



第 5.4 図 武蔵野 III 段丘堆積物基底の標高分布。  
単位は T.P.+ m. 武蔵野 III 段丘堆積物は等高線を示した範囲に分布する。点印は基底面のモデリングに使用したボーリングデータ地点を示す。黄点は指定標高が基底面に相当するデータ地点、青点は指定標高よりも下に基底面が存在するデータ地点。背景図は地理院地図を使用。

整合に覆い分布する（第 5.4 図）。またおよそ箱根東京テフラ（Hk-TP）の層準より上位の関東ローム層（武蔵野ローム層・立川ローム層）に覆われる（第 5.1 図；寿円，1966）。

**層相** 詳細は不明であるが，世田谷区等々力付近の既存ボーリングデータによれば，層厚約 1～3 m の礫層とその上位に累重する最大 3～4 m の礫質砂あるいは礫質粘土からなる。寿円（1966）は等々力付近の本層は砂と小礫からなる砂礫層としている。

**物性** 既存のボーリングデータに基づけば，*N* 値は概ね 50 以上を示すが，データが少ないため詳細は不明である。

**年代・対比** 寿円（1966）によれば，本段丘堆積物の直上に Hk-TP が挟在するとされることから，本段丘堆積物の形成は Hk-TP テフラの降灰年代である約 66 ka あるいはその少し前の MIS 4 と考えられる。

#### 5. 1. 4 立川段丘堆積物（Tc）

**命名** 福田・羽鳥（1952）の立川礫層にほぼ相当するが，ここでは他の段丘堆積物と呼称を統一させるため立川段丘堆積物と呼ぶ。

**分布・層序関係** 多摩川沿いや石神井川及び神田川など小川沿いの立川面相当地域で，下位の下総層群や上総層群を不整合に覆い分布する（第 5.5 図）。調査地域である世田谷区内の多摩川沿いの本堆積物は，およそ始良 Tn テフラ（AT；町田・新井，1976，2003）の層準より上位の関東ローム層（立川ローム層）に覆われる（第 5.1 図；山崎，1978；久保・小山，2010）。ただし，この地域は立川面のなかでも最も高位の Tc1 面に相当することから（久保・小山，2010），他の地域の本堆積物ではこれよりも新しい時代のローム層に覆われる可能性がある。

**層相** 詳細は不明であるが，世田谷区喜多見付近の既存ボーリングデータによれば，層厚 2～5 m 程度の礫層または砂礫層からなる。

**物性** 既存ボーリングデータに基づけば，*N* 値は概ね

50 以上を示すことが多いが，10～30 程度のこともある。  
**年代・対比** 世田谷区が多摩川沿いの本堆積物は，およそ AT テフラより上位の関東ローム層（立川ローム層）に覆われることから，形成年代は AT テフラの降灰年代である約 290 ka より少し前の MIS 3 と考えられるが，他は地域ではそれよりも新しい可能性があり，本堆積物は全体としてはおよそ MIS 3～2 頃に形成されたと考えられる。

## 5. 2 関東ローム層

### 5. 2. 1 下末吉ローム層

**命名** 関東ローム研究グループ（1956）。なお淀橋台や荏原台にみられる粘土質の下末吉ローム層は渋谷粘土層（鈴木・北崎，1953），成増面にみられる粘土質の下末吉ローム層上半部は板橋粘土（福田，1950）と呼ばれた。

**分布・層序関係** 荏原台及び淀橋台など下末吉面に相当する地域及び武蔵野 I 面に相当する地域にみられる。下位の東京層及び武蔵野 I 段丘堆積物を整合で覆う。

**層相** 褐灰色またはオリーブ灰色の粘土質火山灰土あるいは凝灰質粘土からなる。一部は腐植質となることもある。リモナイト質の被膜を伴う植物根痕が頻繁にみられるが，掘削直後の新鮮なコア試料の場合，それらは緑灰色を呈することもある。下部に KIP テフラ群（町田，1971），中部に御岳第 1 テフラ（Kobayashi *et al.*, 1968）が挟在する（第 5.1 図）。

**物性** S 波速度は概ね 130～210 m/s，密度は 1.6～1.8 g/cm<sup>3</sup> を示す。既存ボーリングデータに基づけば *N* 値は 1～10 を示す。

**年代・対比** 段丘面により形成開始年代が異なるが，荏原台や淀橋台など下末吉面に相当する地域に分布する下末吉ローム層は，基底付近に MIS 5e 後期以降に降灰したとされる（坂田ほか，2018）大磯丘陵の KIP テフラ群（町田，1971）がみられ，また中部には約 96 ka に降灰したとされる（青木ほか，2008）On-Pm1 テフラ（Kobayashi *et al.*, 1968；町田・新井，2003）が挟在する（杉原ほか，1972）。一方，上位には下部に Hk-TP テフラ（約 66 ka に降灰；青木ほか，2008）を挟在する武蔵野ローム層（後述）に覆われる。MIS 5e 後期から MIS 5a 頃と考えられる。

### KIP テフラ群

武蔵野台地の下末吉ローム層の下部には層厚 1～30 cm 程度の灰白色～黄白色の軽石層が複数層挟まれる。これらの一部は三色アイス軽石層（Kobayashi *et al.*, 1968）と呼ばれたテフラに相当するものと思われる。風化により全体に粘土化がすすみ，新鮮な火山ガラスは残存しないことが多いが，重鉱物は直方輝石，単斜輝石，磁鉄鉱を含み，このうち直方輝石の屈折率は，レンジは概ね 1.706～1.712，最頻値は 1.708～1.709





第 5.5 図 立川段丘堆積物基底の標高分布.

単位は T.P.+ m. 立川段丘堆積物は等高線を示した範囲に分布する. 点印は基底面のモデリングに使用したボーリングデータ地点を示す. 黄点は指定標高が基底面に相当するデータ地点, 青点は指定標高よりも下に基底面が存在するデータ地点. 背景図は地理院地図を使用.

付近を示す（第 5.1 表）．これらは大磯丘陵<sup>きっさわ</sup>の吉沢ローム層下部の KIP テフラ群（町田，1971；新井，1972；新井ほか，1977；町田・新井，2003）にみられる一般的な特徴と一致する．

世田谷 GS-SE-1 コアの末末吉ローム層最下部に挟  
 する SE1-12.39 テフラは、灰オリーブ色軽石からなる  
 層厚 31 cm のテフラで、本研究で扱った KIP テフラ試  
 料のなかで唯一風化がすすんでおらず、新鮮な火山ガ  
 ラスが得られたテフラである。火山ガラスの形態は主  
 に多孔質型 (Ta, Tb) で、火山ガラスの化学組成は、  
 $\text{SiO}_2$  が 72%,  $\text{FeO}$  が 3.3%,  $\text{MgO}$  が 0.8%,  $\text{CaO}$  が 3.4%  
 程度を示す (第 5.2 表)。中澤ほか (2019) は、火山ガ  
 ラスの化学組成の類似性からこのテフラを Hk-KIP7 に  
 対比した。武蔵野台地にみられる KIP テフラ群は 1 ~  
 2 cm 程度の層厚のものが多くなかで (例えば、板橋区  
 GS-IB-1 コア、代々木公園コア、千代田区紀尾井町 GS-  
 KO-1 コア)、世田谷 GS-SE-1 コアの SE1-12.39 テフラ  
 に類似の層厚 20 ~ 30 cm に達する灰オリーブ色 ~ 灰  
 白色軽石層は、世田谷 GS-SE-3 コア、練馬 GS-NM-1

コアの下末吉ローム層最下部にも認められ（それぞれ SE3-12.55 テフラ, NM1-8.61 テフラ），風化により火山ガラスの検討はできないものの，おそらく同一のテフラと考えられる．なお武蔵野台地北部の三色アイス軽石層は従来から KIP テフラ群のなかでも Hk-KIP7, Hk-KIP13 からなるとされてきた（町田洋，1971；町田瑞男，1973）．

KIP テフラ群の降灰は横浜地域では海退期とされ(町田, 1971; 当間, 1974), また挟在層の花粉化石群集に基づき, MIS 5e 後期と考えられている(坂田ほか, 2018).

## 御岳第1テフラ (On-Pm1)

下末吉ローム層の中部に挟在する灰黄色～灰白色の軽石質テフラ。層厚は数 cm 以下のことが多いが、板橋 GS-IB-1 では層厚 50 cm 以上にわたり凝灰質粘土層に軽石が散在して産出する。風化により粘土化がすすんでいることが多いが、新鮮な火山ガラスが得られた練馬 GS-NM-1 コアの NM1-7.85 テフラ、世田谷 GS-SE-3

第5.1表 ローム層に挟在するデフラの記載岩石学的特徴.

コア番号	テフラ名称	濃度	粒径	色調	試料採取深度	重鉱物組成	火山ガラス の形態	gl (n)	opx (γ)	ho (n <sub>2</sub> )	cum (n <sub>2</sub> )	同定	備考
GS-NM-1	NM1-1.45	1.45	—	cryptic	1.45	—	Ha, Hb	1.498-1.501 (1.500)	—	—	—	AT	
	NM1-7.85	7.84-7.85	v-f	gy-wh	7.84-7.85	mt > (ho, bi)	Ca, Cb	1.501-1.503 (1.501)	—	—	—	On-Pm1	
	NM1-7.93	7.90-7.93	粘土化	gy-wh	7.90-7.91	ho, mt, bi	—	—	—	1.680-1.692	—	—	本報告
	NM1-8.61	8.40-8.61	c-gr	gy-wh	8.48-8.50 8.58-8.60	opx, mt opx, mt	—	—	1.706-1.712	—	—	KIP	
GS-IB-1	IB1-4.88	4.78-4.88	c-gr	yl-wh, gy-wh	4.83-4.84	opx, cpx, mt > ol	—	—	1.710-1.715 (1.711-1.713)	—	—	Hk-TP	
	IB1-8.11	7.91-8.11	m-c	lt-yl-br	7.98-7.99	ho > opx > mt	—	—	1.698-1.715 (1.709)	1.678-1.685 (1.680)	—	On-Pm1	
	IB1-8.47	8.11-8.47	粘土化	gy-yl	8.13-8.14 8.39-8.40	ho, mt > (opx) opx, ho, mt > cum	—	—	—	1.673-1.690 1.675-1.683 (1.678-1.679)	1.660-1.666 (1.662-1.663)	?On-Pm1	本報告
		IB1-9.38	9.37-9.38	c, 粘土化	lt-yl	9.37-9.38	opx, cpx, mt	—	—	1.708-1.712 (1.709)	—	—	KIP
代々木公園	IB1-9.44	9.43-9.44	c, 粘土化	lt-yl	9.43-9.44	opx, cpx, mt	—	—	1.706-1.713 (1.710)	—	—	KIP	
	Yo-5.20	4.95-5.20	c-vc	wh, gy	4.95-5.00 5.16	opx, cpx, mt opx, cpx, mt	—	—	1.704-1.711 (1.704) 1.702-1.712 (1.705)	—	—	Hk-TP	中澤ほか (2020)
	Yo-7.10	7.08-7.10	vc	yl-wh, gy	7.08-7.10	mt > opx > cpx, ho	—	—	1.696-1.710	—	—	—	本報告
	Yo-8.85	8.75-8.85	c-vc	yl-wh, gy	8.78	opx, mt > opx	—	—	1.708-1.712 (1.709-1.710)	—	—	KIP	中澤ほか (2020)
GS-SE-1	SE1-7.81	7.69-7.81	m-gr	lt-yl	7.76-7.77 7.80-7.81	opx, cpx, mt opx, cpx, mt	—	—	1.708-1.714 (1.711) 1.704-1.714	—	—	Hk-TP	
	SE1-11.14	11.07-11.14	c-gr	ol-gy	11.09-11.11	opx > cpx, mt >> ho	—	—	1.708-1.712 (1.709)	—	—	KIP	本報告
	SE1-11.665	11.65-11.665	m-c	gy	11.65-11.665	opx, cpx, mt	—	—	1.708-1.714 (1.708-1.709)	—	—	—	
	SE1-11.98	11.94-11.98	c-gr	gy-ol	11.96-11.98	opx, cpx, mt	—	—	1.707-1.712 (1.709)	—	—	KIP	
GS-SE-2	SE1-12.39	12.08-12.39	c-10mm	gy-ol	12.18-12.20 12.30-12.33	opx, cpx, mt opx, cpx, mt	Ta >> Cb Ta, Tb	1.507-1.508 1.513-1.520 (1.517-1.519)	1.701-1.711	—	—	Hk-KIP7	中澤ほか (2019)
	SE2-9.34	9.17-9.26	c-vc	lt-yl	9.20-9.21 9.23-9.24	opx, cpx, mt opx, cpx, mt, ol	—	—	1.706-1.714 (1.711) 1.703-1.704, 1.708-1.713 (1.710)	—	—	—	—
		9.26-9.34	c-gr	lt-yl	9.28-9.29 9.32-9.33	opx, cpx, mt opx, cpx, mt	—	—	1.707-1.714 (1.711) 1.707-1.712 (1.711)	—	—	Hk-TP	本報告
	GS-SE-3	SE3-6.88	6.68-6.88	m-c	yl-br	6.71-6.73 6.77-6.78	opx, cpx, mt opx, cpx, mt	—	—	1.707-1.715 (1.711) 1.708-1.715 (1.709)	—	—	Hk-TP
SE3-9.13		8.75-9.13	m-vc	br-gy	9.04-9.05	opx > cpx, mt >> ho	—	—	1.702-1.708 (1.707-1.708)	—	—	—	
SE3-10.58		10.55-10.58	—	—	10.55-10.58	opx, cpx >>> ho, bi	Ta, Tb	1.499-1.503 (1.502)	1.705-1.712 (1.709), 1.716	—	—	On-Pm1	
SE3-12.55		12.25-12.55	c-gr	gy-wh	12.49-12.50	opx, cpx, mt	—	—	1.707-1.712 (1.709)	—	—	Hk-KIP7	中澤ほか (2019)
GS-KO-1	KO1-1.50	1.40-1.50	vfs	yl-br	1.46-1.48	—	Ha, Hb >> Ca	1.498-1.501 (1.500)	—	—	—	AT	
	KO1-5.92	5.81-5.92	c-gr	re-br	5.88-5.90	opx, cpx, mt	—	—	1.704-1.713	—	—	Hk-TP	本報告
	KO1-8.49	8.46-8.49	m	ol	8.47-8.48	ho, mt, bi	Ca, Cb	1.500-1.502 (1.501)	—	1.682-1.694	—	On-Pm1	
	KO1-9.70	9.62-9.70	c-vc	pa-yl	9.67-9.69	opx, cpx, mt	—	—	1.705-1.711 (1.708)	—	—	KIP	本報告
GS-OT-1	OT1-2.15	2.15	—	cryptic	2.15	—	Ha, Hb	1.498-1.501 (1.500)	—	—	—	AT	
	OT1-7.30	7.04-7.30	c-vc m-c	or yl-wh	7.09-7.10 7.28-7.29	opx, cpx, mt opx, cpx, mt	—	—	1.701-1.711 1.704-1.713 (1.709)	—	—	Hk-TP	本報告

vf: 極細粒, f: 細粒, m: 中粒, c: 粗粒, vc: 極粗粒, gr: 細礫サイズ, yl: yellow/yellowish, br: brown/brownish, wh: white/whitish, gy: gray/grayish, or: orange, ol: olive, pa: pale, re: reddish, lt: light



第 5.2 表 ローム層に挟在するテフラに含まれる火山ガラスの主成分化学組成.

テフラ名称	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Total (wt%)	同定	備考
n	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	Raw total		
NM1-7.85	75.99	0.16	13.79	0.98	0.12	0.24	1.59	3.59	3.54	100.00	On-Pm1	本報告
n=20	0.21	0.07	0.10	0.09	0.07	0.03	0.06	0.06	0.07	95.08		
KO1-8.48	76.00	0.16	13.80	0.98	0.10	0.21	1.60	3.55	3.60	100.00	On-Pm1	本報告
n=20	0.16	0.04	0.12	0.06	0.07	0.04	0.07	0.07	0.07	95.21		
SE3-10.58	75.85	0.14	13.84	0.97	0.10	0.24	1.56	3.61	3.68	100.00	On-Pm1	本報告
n=30	0.21	0.06	0.12	0.10	0.07	0.05	0.08	0.08	0.17	92.83		
SE1-12.39; 深度12.18–12.20 m	72.20	0.60	14.25	3.23	0.17	0.82	3.34	4.40	0.99	100.00	Hk-KIP7	中澤ほか (2019)
n=18	0.33	0.08	0.13	0.16	0.08	0.05	0.10	0.18	0.04	94.17		
SE1-12.39; 深度12.30–12.33 m	71.69	0.64	14.37	3.39	0.17	0.91	3.49	4.40	0.96	100.00		
n=20	0.52	0.07	0.20	0.16	0.08	0.09	0.17	0.12	0.04	92.67		
Hk-KIP7*	71.84	0.62	14.26	3.31	0.17	0.83	3.43	4.56	0.97	100.00	—	中澤ほか (2019)
n=20	0.24	0.07	0.11	0.15	0.07	0.05	0.09	0.08	0.04	93.27		

分析は(株)古澤地質による. \*神奈川県平塚市栗久保で採取

コアの SE3-10.58 テフラ, 千代田区紀尾井町 GS-KO-1 コアの KO1-8.48 テフラでは, 火山ガラスの形態は多孔質型 (Ta, Tb) または中間型 (Ca, Cb) で, 屈折率は 1.501 ~ 1.503 を示した (第 5.1 表). また火山ガラスの化学組成は TiO<sub>2</sub> が 0.14 ~ 0.16%, FeO が 0.97 ~ 0.98% とやや低く, Na<sub>2</sub>O と K<sub>2</sub>O はそれぞれ 3.55 ~ 3.61%, 3.54 ~ 3.68% とほぼ等量含む (第 5.2 表). 重鉱物は普通角閃石, 直方輝石, 黒雲母を含むことを特徴とする. このうち普通角閃石の屈折率 (n<sub>2</sub>) は概ね 1.680 ~ 1.692, 直方輝石の屈折率 (γ) は 1.705 ~ 1.712 (1.709) を示す (第 5.1 表). これらは御岳第 1 テフラ (On-Pm1; Kobayashi *et al.*, 1968; 町田・新井, 2003) の特徴と一致する. なお御岳第 1 テフラの降灰年代は 95.7 ± 6.3 ka とされる (青木ほか, 2008)

## 5. 2. 2 武蔵野ローム層・立川ローム層 (新期ローム層)

**命名** 関東ローム研究グループ (1956)

**分布・層序関係** 下末吉ローム層や武蔵野 II 段丘堆積物, 武蔵野 III 段丘堆積物, 立川礫層など新期段丘堆積物を整合に覆う. 台地縁辺斜面では下位層を不整合に覆う.

**層相** 褐色の火山灰土からなる. 下部はやや明るい褐色の火山灰土を主体とし, 2 層程度の暗色帯を挟む. 上部は暗褐色の火山灰土とその上位の褐色の火山灰土からなり, 最上部は軟質の黒色土壌となる. 下部には箱根東京テフラ (Hk-TP) が挟在し, また上部の褐色の火山灰土には肉眼では認識は難しいが水洗により泥分を除去すると始良 Tn テフラ (AT) が検出される (第 5.1 図).

**物性** S 波速度は 90 ~ 200 m/s, 密度は 1.4 ~ 1.7 g/cm<sup>3</sup> を示す. 既存ボーリングデータに基づけば N 値は概ね 2 ~ 7 を示す.

**年代・対比** ローム層の下部には Hk-TP テフラが挟在することから, 下部は武蔵野ローム層 (関東ローム研究グループ, 1956) に相当すると考えられる. また上

部の褐色ローム層からは AT テフラが見いだせることから, 上部は立川ローム層 (関東ローム研究グループ, 1956) に相当する. 下部に Hk-TP テフラが挟まれることから, 新期ローム層の形成は MIS 5a ~ 4 頃以降と考えられる.

## 箱根東京テフラ (Hk-TP)

武蔵野ローム層下部に挟在する橙色~黄褐色あるいは黄白色の中粒砂~細礫サイズの軽石層. 中粒~粗粒砂サイズのスコリアが混じる. 層厚は 10 ~ 26 cm. 粒径の多少異なるいくつかの降下ユニットに分けられることもある. 風化により全体に粘土化がすすみ, 検討したいずれの試料においても新鮮な火山ガラスを得ることはできなかった. 重鉱物は直方輝石, 単斜輝石, 磁鉄鉱と少量のかんらん石を含む. 直方輝石の屈折率 (γ) のレンジは概ね 1.705 ~ 1.715 を示し, 降下ユニットによらず最頻値は 1.709 ~ 1.711 付近にみられることが多い (第 5.1 表).

これらの特徴から本テフラは箱根東京テフラ (Hk-TP; 原田, 1943; 町田・森山, 1968; 町田・新井, 2003; 笠間・山下, 2008) に対比される. 箱根東京テフラは降下ユニットにより屈折率が変化することが知られ (新井, 1972; 新井ほか, 1977), このうち本研究でよくみられた 1.709 ~ 1.711 付近の最頻値は下部または中部に見られることが多い. 箱根東京テフラの降灰年代は 66.0 ± 5.5 ka とされる (青木ほか, 2008).

## 始良 Tn テフラ (AT)

立川ローム層に相当する褐色のローム層中にバブルウォール型の薄い火山ガラスの濃集帯として認められる. 多くの場合, 肉眼では確認できないが, 採取した試料から水洗により泥分を除去することで確認できる. 火山ガラスの屈折率 (n) は 1.498 ~ 1.501 で (第 5.1 表), ガラスの形態及び屈折率ともに始良 Tn テフラ (AT; 町田・新井, 1976, 2003) に一致する. AT テフラの降灰年代は 30 ~ 29 ka とされている (Smith *et al.*, 2013).



## 第6章 沖積層

(小松原純子・宮地良典・野々垣 進)

沖積層とは最終氷期最盛期以降に海面上昇に伴って堆積した沿岸部の地層を指す(井関, 1983). 東京都区部東部の東京低地(第1章参照)の地下には最終氷期に刻まれた埋没谷があり, 沖積層はその谷を埋めるように分布している(第6.1図). 湾岸地域の埋没谷のもっとも深いところで沖積層の基底は標高-80 m付近にある. 東京都区部に分布する沖積層は水域を除くほぼ全域で人工地層に覆われている. 人工地層は埋立層と盛土層からなる. 東京湾岸部は江戸時代から埋め立てがおこなわれており, 場所や年代によって瓦礫, 浚渫砂などからなる厚い埋立層が分布している(清水, 1983). 埋立層が浚渫砂からなる場合, その下の自然地層からなる沖積層と区別がつかないことがある(小松原ほか, 2017). このため, 本報告では埋立層とその下位の沖積層との区別はしていない. 盛土層は沖積層や埋立層の上に人為的に持ち込まれた地層である. 一般に沖積層や埋立層に比べて非常に薄く, 埋立層とは厳密な区別は難しい場合が多い. このため, 本報告では盛土層については表現していない.

ここで使用したボーリングデータは約 36,000 地点である. これらは既存ボーリングデータと層序ボーリングによるデータの2種類に分けられる. 既存ボーリングデータとは, これまでに建物や道路などの構造物を作る際に事前調査としておこなわれたボーリングのデータのことで, 東京都土木技術支援・人材育成センターが公開しているものを利用している. 層序ボーリングとは, 産総研等の研究機関が地層の調査研究を目的としておこなったボーリングのことを指し, 既存ボーリングデータに比べ本数は少ないが, オールコア試料が採取されているため, 堆積相や堆積年代などの詳細な層序データが得られている(第2.2図, 第2.1表).

### 6. 1 研究史及び概要

東京都区部の沖積低地の大部分は東京低地からなり, 一部は北区北部から板橋区にかけての荒川低地, 及び多摩川沿いの多摩川低地に分類される(第1章参照). 沖積層はこれら沖積低地の地下に連続的に分布している. 東京低地では古くから沖積層の研究がおこなわれており, 多くの研究例がある(第6.2図). 以下に東京低地の沖積層の基盤地形及び層序区分に関する既存研究を紹介する.

#### 6. 1. 1 東京低地の沖積層基底分布に関する既存研究

1923年の大正関東地震で建物の倒壊率が地盤によって大きく違ったことから, 軟らかい泥層を主体とする沖積層の分布に注目が集まり, 1929年に東京から横浜にかけての地下を表した, いわゆる地盤図が初めて作られた(復興局建築部, 1929).

沖積層の分布する沖積低地は, 最終氷期に存在していた谷地形が海水準の上昇に伴い堆積物によって充填されてできた低地のため, 海に近い東京都区部内ではほぼ標高0 mである. このため, 沖積層の厚さは概ね沖積層基底の深さと同じと考えて良い. 沖積層の厚さは地下水くみ上げによる地盤沈下にも関係しているため, 1960年代に地盤沈下が問題となって以降, 地盤沈下への対応という観点から沖積層の分布(=基盤地形)を明らかにする研究が多くおこなわれてきた. また, 1964年の新潟地震以降, 地盤の液状化被害予測という観点からも地盤調査が進められた. これらの観点から東京都によって地盤図が継続的に発行されてきた(東京都土木技術研究所, 1963, 1969, 1977, 1987, 1996; 東京都港湾局, 1972, 1993, 2001).

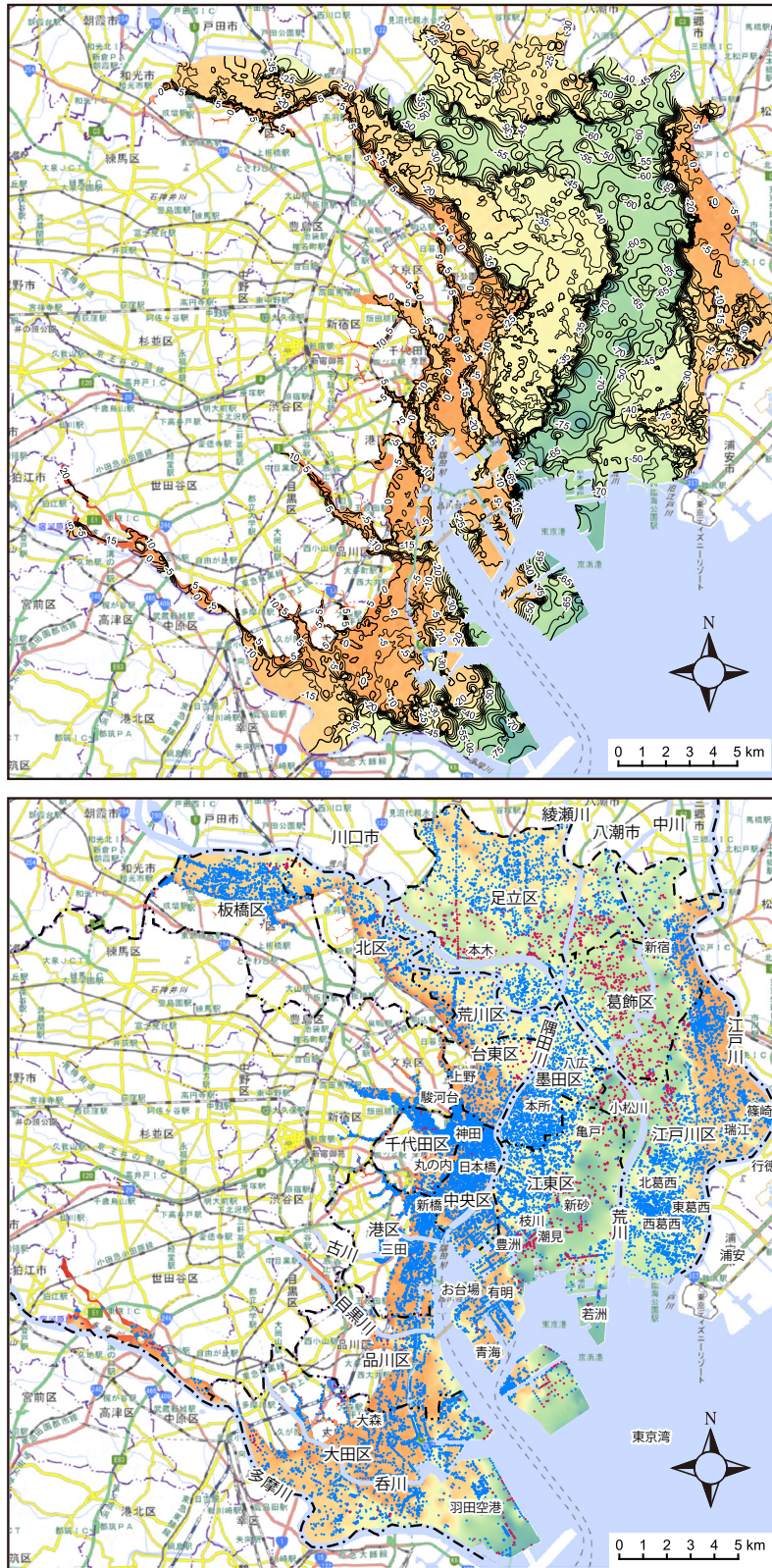
これ以外にも既存のボーリングデータを用いた沖積層の基盤地形の研究は数多く行われてきた. 1960年代に羽鳥ほか(1962), 中野ほか(1968)によって進められ, 1970年代以降になると, Matsuda (1974), Kaizuka *et al.* (1977), 遠藤ほか(1983)など, 東京から埼玉県にかけての広い範囲で沖積層基底図が描かれるようになった. これらの地盤図は大量の既存ボーリングデータと, それらの対比と解釈をおこなうための層序ボーリングの組み合わせで沖積層の基底図が描かれていることが多い. 東京都区部周辺は建築物が多いため既存ボーリングデータが大量にある. 2000年以降は, これらのデータを電子化し, プログラムによる面補間をおこなった, より詳細な沖積基底面モデルが作成されるようになった(田辺ほか, 2008b; 木村ほか, 2013; 小松原, 2014; 田辺・石原, 2020).

#### 6. 1. 2 東京低地の沖積層層序に関する既存研究

復興局建築部(1929)は東京低地の沖積層を下部層, 中部層, 上部層の3つに区分した(第6.2図). このうち下部層は砂礫層, 中部層は粘土層, 上部層は介殻粘土質砂層, 粘土砂礫互層, 泥炭層からなるとした.

東京地盤調査研究会(1959)は沖積層を沖積層群と呼び, 下町累層下部と下町累層上部の2つに区分した. この頃はいわゆる沖積基底礫層は下総層群相当層の東





第 6.1 図 沖積層の基底分布図。

上：沖積層基底の等高線図，下：基底面のモデリングに使用したボーリングデータ地点。  
青点は指定標高が基底面に相当するデータ地点，赤点は指定標高よりも下に基底面が存在するデータ地点。背景図は地理院地図を使用。



復興局建築部 (1929)	東京地盤調査研究会 (1959)		羽鳥ほか (1962)		貝塚 (1964)	青木・柴崎 (1966)	中野ほか (1968)	
上部層	下町累層上部	上部有楽町層 / 墨田砂層	沖積層上部	上部砂層	有楽町層	Ⅰ層	上部粘土層	
				泥層			上部砂層	
				下部砂層				
中部層	下町累層下部	下部有楽町層 / 墨田泥層	沖積層下部	中部泥層 (中部砂層含む)			下部粘土層	
下部層		丸の内礫層					Ⅱ層	Ⅲ層
					下部層	Ⅲ層	下部砂層	

東京都土木技術研究所 (1969)	Shibasaki et al. (1971)	Matsuda (1974)	Kaizuka et al. (1977)	Endo et al. (1982)	松田 (1993)
有楽町層	有楽町層	Uppermost Alluvium (UA)	Upper Alluvial deposits (UA)	Yurakucho Formation	最上部陸成層 (UA)
		Upper Sand (US)	Upper Sand (US)		上部砂層 (US)
		Upper Mud (UC)	Upper Mud (UC)		上部泥層 (UC)
		Middle Sand (MS)	Middle Sand (MS)	HBG	中間砂層 (MS)
七号地層	七号地層	Lower Mud and Sand (LC)	Lower Clay (LC) / Lower Sand (LS)	Nanagochi Formation	下部砂泥層 (LC, LS)
		Basal Gravel (BG)	Basal Gravel (BG)	BG	基底礫層 (BG)

東京都港湾局 (1993)	東京都土木技術研究所 (1996)	石原ほか (2004)	宮地ほか (2004)	田辺ほか (2006b)	田辺ほか (2010)	本研究
最上部沖積層	有楽町層	デルタフロント～デルタプレーン堆積物	デルタプレーン堆積物	デルタプレーン堆積物	有楽町層	デルタ堆積物
有楽町層 上部層		プロデルタ～デルタフロント堆積物	デルタフロント堆積物	デルタフロント堆積物		
有楽町層 下部層		潮下帯堆積物	砂質干潟 / 砂州堆積物	海進砂		
七号地層	七号地層	塩性湿地～干潟堆積物	泥質干潟堆積物	干潟堆積物	エスチュアリーシステム	エスチュアリー堆積物
		自然堤防～氾濫原堆積物	潮汐の影響した蛇行河川チャネル～氾濫原堆積物	蛇行河川チャネル～氾濫原	七号地層	蛇行河川システム
		蛇行河川チャネル堆積物	蛇行河川チャネル堆積物	蛇行河川チャネル堆積物		蛇行河川堆積物
	足立礫層	河川チャネル充填堆積物	河川チャネル充填堆積物	網状河川チャネル充填堆積物		網状河川システム
						網状河川堆積物

不整合

第 6.2 図 東京低地における沖積層の層序の比較。

京礫層に対比され、沖積層に含まれないとされていた。隅田川の東では、下町累層下部は下位から丸の内礫層、墨田泥層からなり、下町累層上部は墨田砂層からなる。隅田川の西では、下町累層下部は下位から丸の内礫層、下部有楽町層（泥層）、下町累層上部は上部有楽町層に相当すると定義された。

羽鳥ほか（1962）は沖積層を沖積層下部と沖積層上部の 2 つに分けた。沖積層上部はさらに下位から下部砂層、泥層、上部砂層に分けられ、上部砂層は東京地盤調査研究会（1959）の下町累層上部を含む。

貝塚（1964）は復興局建築部（1929）にならって沖積層を下部層、中部泥層、上部砂層の 3 つに分けた。中部泥層の -30 ～ -20 m に中部砂層があり、それより下位は比較的固結しているとした。下部層は砂礫からなり、段丘礫や古東京川谷（6.3.1 参照）の河床堆積物（年代未詳）のものも含まれている。

青木・柴崎（1966）は江東区南部の沖積層を下位から、腐植質粘土からなり下位に礫層を伴う III 層、貝化石が少なく腐植物の多い II 層、貝化石の多い I 層に区分し、I 層と II 層の間には侵食面があるとした。

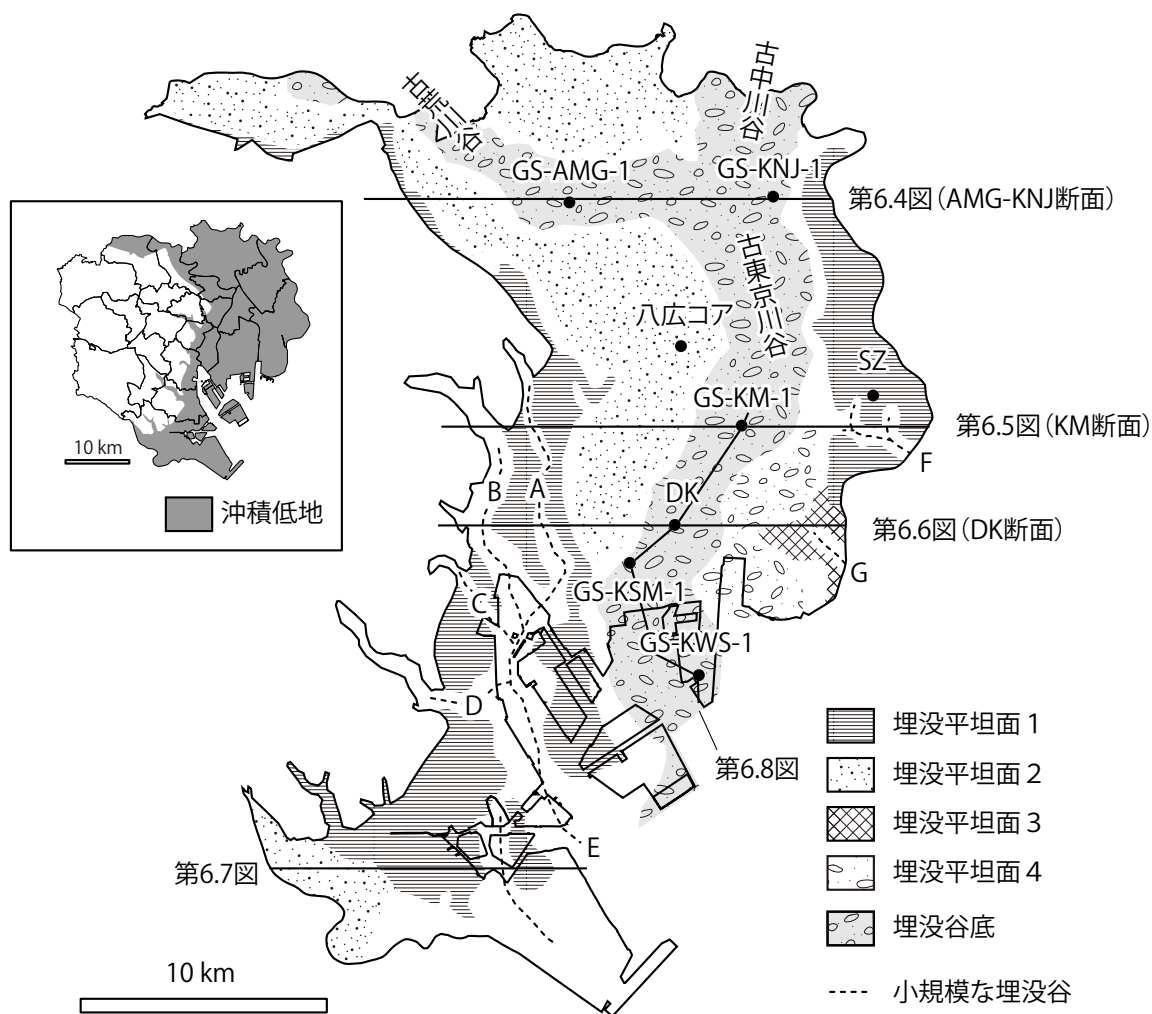
中野ほか（1968）は沖積層を下位から下部砂層、下部粘土層、上部砂層、上部粘土層の 4 つに分けた。さ

らに下部粘土層を下位から砂質で  $N$  値が 6 ～ 15 の III 層、砂質で  $N$  値が 2 ～ 7 の II 層、砂を含まない  $N$  値が 0 ～ 1 の I 層に分けた。上部砂層はデルタの前置層、上部粘土層は陸成堆積物と推定された。

東京都土木技術研究所（1969）は、沖積層を比較的締まった砂と粘土の互層からなる下部の七号地層と軟弱な粘土からなる上部の有楽町層に区分した。Shibasaki *et al.* (1971) は七号地層と有楽町層の境界は不整合であるとした。

Matsuda (1974) は七号地層を下位から順に Basal Gravel (BG), Lower Clay (LC, 文中では Lower Mud and Sand) に、有楽町層を下位から順に Middle Sand (MS), Upper Mud (UC), Upper Sand (US), Uppermost Alluvium (UA) に区分した。MS の基底は不整合とした。沖積層の基底は BG の基底に置いた。Kaizuka *et al.* (1977) は Matsuda (1974) を踏襲し、LC を lower clay (LC) 及び lower sand (LS) に分けた。

Endo *et al.* (1982) は利根川沿いの低地下に分布する沖積層が 11,000 ～ 9,000 年前の堆積年代を持つ砂礫層によって上下に二分されることに着目し、この砂礫層を河川成堆積物からなる完新統の基底礫層であると考え、HBG と命名した。さらに HBG は東京低地の沖



第 6.3 図 埋没平坦面の分布と分類.

小規模な埋没谷の名称は A: 昭通通り谷, B: 丸の内谷, C: 古古川谷, D: 古目黒川谷, E: 古神田川谷, F: 行徳谷, G: 浦安谷.

積層にも存在し、砂質礫～砂質シルトからなるとした (Endo *et al.*, 1982). 松田 (1993) は HBG は Holocene Basal Gravel の略称であるとし、MS (Matsuda, 1974; Kaizuka *et al.*, 1977) の基底付近に分布するとして、MS には中間砂層という日本語を充てた.

東京都港湾局 (1993) は沖積層を下位から七号地層、有楽町層 (下部層, 上部層), 最上部沖積層に分け、七号地層には基底礫層を含むとした. 東京都土木技術研究所 (1996) は沖積層の基底礫層を足立礫層と呼び、分布を地図上に示した.

中山・中村 (2001) は江東区枝川地区で掘削したコアの観察と  $^{14}\text{C}$  年代から、七号地層から有楽町層にかけての地層は一連の海進堆積物であり、両者は不整合関係ではないとした.

石原ほか (2004) は江東区新砂の東京都土木技術研究所 (当時) で掘削した DK コアの観察から、沖積層の堆積環境を下位から河川チャネル充填堆積物、蛇行河川チャネル堆積物、自然堤防～氾濫原堆積物、塩性

湿地～干潟堆積物、潮下帯堆積物、プロデルタ～デルタフロント堆積物、デルタフロント～デルタプレーン堆積物に区分した. 年代と堆積環境は連続的で不整合は見られないとした.

宮地ほか (2004) は江戸川区小松川の KM コアの観察から、沖積層の堆積環境を下位から順に河川チャネル充填堆積物、蛇行河川チャネル堆積物、潮汐の影響のある蛇行河川チャネル～氾濫原堆積物、泥質干潟堆積物、砂質干潟 / 砂州堆積物、プロデルタ堆積物、デルタフロント堆積物、デルタプレーン堆積物に区分した. 年代と堆積環境は連続的で不整合は見られないとした.

田辺ほか (2006b) は葛飾区で掘削した 2 本のコアの観察から、沖積層の堆積環境を下位から順に網状河川システム、蛇行河川システム、エスチュアリーシステム、砂嘴システム、デルタシステムに区分した. また、中間砂層 (MS) とされてきた砂層は砂嘴堆積物であるとした.

田辺ほか (2006a) は宮地ほか (2004) の GS-KM-1 コアを再検討し, Matsuda (1974), Kaizuka *et al.* (1977), 松田 (1983) の MS (中間砂層) は海進砂であるとした。

田辺ほか (2010) は地質学的, 土質工学的に汎用性のある区分として, 有楽町層と七号地層の境界を堆積環境が淡水 (蛇行河川) から汽水 (エスチュアリー) に移り変わる潮汐ラビンメント面にするべきとした。

## 6. 2 埋没地形

既存のボーリングデータを使用し, 沖積層の基底面である埋没地形を復元した。東京低地の沖積層の基底は, 幅 3 ~ 4 km の埋没谷底とその両側に分布する複数の埋没平坦面, それら埋没平坦面を刻む小規模な埋没谷から構成される (第 6.3 図)。一般に埋没谷底には礫層が堆積していることが多いが, 本報告では基底礫層の分布域では基底礫層の下面を沖積層の基底とした。

使用したボーリングデータには詳細な記載が無い<sup>1)</sup>ため, ローム層と泥層の区別がつかないことが多い。例えば後述の本所埋没段丘面 (6. 2. 3 参照) 分布域では標高 -30 m 付近に上面を持つ段丘礫層の直上に  $N$  値が 10 ~ 20 のやや固い泥層が累重することがある。上位は砂層に覆われる有楽町層の軟弱な ( $N = 0 \sim 2$ ) 泥層に漸移する。この泥層は「赤粘土」と呼ばれ (青木・柴崎, 1966), 粘土層, ローム層, 黒ボク土相当層からなる (遠藤ほか, 1988)。沖積層の基底は本来ならこの泥層の上面に相当するが, 既存ボーリングデータでは上位の有楽町層に向かって  $N$  値が緩やかに変化し, 境界を厳密に決められないことが多い。そこで礫層を伴う埋没平坦面の分布域では, 便宜的に礫層の上面を沖積層の基底とみなし, 対比に用いた。

### 6. 2. 1 埋没谷底

埋没谷底は荒川沿いに川口市から足立区にかけて分布する古荒川谷と, 中川沿いに八潮市から葛飾区と足立区の境界付近を南下する古中川谷<sup>2)</sup>が合流し, 葛飾区, 江戸川区, 江東区を<sup>3)</sup>通って若洲の西から東京湾へ抜けている (第 6.3 図)。古荒川谷と古中川谷の合流点よりも下流は古東京川 (中条, 1962) もしくは古東京谷 (東京都港湾局, 1993) と呼ばれているが, ここではほかの埋没谷と名称をそろえて古東京川谷と呼ぶ。谷底の標高は -90 ~ -50 m 程度で下流ほど低くなる。谷底は 2 ~ 10 m 程度の厚さの礫層に覆われている。

### 6. 2. 2 埋没平坦面 1

武蔵野台地及び下総台地 (第 1 章参照) の縁辺を取り巻くように標高 -10 ~ 0 m の平坦面が分布し, 南ほど標高を下げて -20 m 付近まで連続する。この平坦面は明瞭な礫層を伴わない。この平坦面が特徴的に見られるところでは, 地名に基づいて浅草台地 (多田, 1961), 日本橋台地 (貝塚, 1964), 小岩台地 (中野ほか,

1968) などと呼ばれている。この平坦面は多摩川低地 (第 1 章参照) にも連続し, 大田区に広く分布する。この平坦面は礫やロームを伴わないことから波食台とされてきた (羽鳥ほか, 1962; Matsuda, 1974; Kaizuka *et al.* 1977; 貝塚, 1979; 嶋田ほか, 1996; 角田 2014)。

一方, 有明から青海にかけては残丘状に礫層が見られ, それを覆うローム層中に箱根東京テフラ (Hk-TP) を含むことから, この部分は MIS (海洋海洋酸素同位体ステージ: 第 2.1 図を参照) 5a の武蔵野段丘に対比されている (東京港地下地質研究会, 2000)。また江戸川区篠崎から南の部分はローム層に覆われるため, 波食台ではなく河川成の段丘とされている (遠藤ほか, 1983) が, 江戸川区篠崎のボーリングコア (SZ) では沖積層の海成泥層が下総層群の砂層の上に直接累重しており, ローム層は確認されない (田辺ほか, 2008a)。

埋没平坦面 1 は田辺・石原 (2020) の T1 面に相当するが, 田辺・石原 (2020) は下総台地縁辺に分布する T1 面は中川低地に連続する河川成の段丘面であると<sup>4)</sup>し, MIS 5a の武蔵野段丘に対比している。

### 6. 2. 3 埋没平坦面 2

埋没平坦面 1 を取り巻くように礫層を伴う平坦面が板橋区, 北区, 荒川区, 墨田区, 台東区, 江東区にかけて分布する。平坦面の標高は板橋区で -22 ~ -18 m, 墨田区から江東区にかけて -36 ~ -25 m と下流に向けて標高を下げる。

墨田区本所<sup>5)</sup>付近では -36 ~ -30 m の平坦面が特徴的に広がっており, 本所台地 (多田, 1961) もしくは本所埋没段丘 (遠藤ほか, 1988) と呼ばれている。本所埋没段丘面上の墨田区八広<sup>6)</sup>でおこなわれたボーリング調査では  $^{14}\text{C}$  年代とテフラ (AT 及び S1S) が確認され, 立川 II 面 (MIS 3) に対比された (遠藤ほか, 1988)。

Matsuda (1974) は, 板橋区から北区にかけての本埋没平坦面を標高分布に基づいて他よりも一段高い面として区分している。嶋田ほか (1996) は, 北区王子付近で段丘構成層を覆う泥炭から  $>37,590 \text{ yBP}$  の  $^{14}\text{C}$  年代が得られたことから, この面を王子埋没段丘と命名し, 本所埋没段丘と区別した。しかし, ボーリングデータからは明瞭な段丘崖がとらえられないため, 本報告では同じ区分とした。

多摩川の左岸側には標高 -20 ~ 0 m に礫層を伴う平坦面が分布し, 立川段丘に対比される (羽鳥ほか, 1962; 池田, 1964)。標高から立川 I 面と立川 II 面に相当するものに区分した研究もあるが (松田, 1973), こちらもボーリングデータからは明瞭な段丘崖がとらえられないため, 本報告では同じ区分とした。

### 6. 2. 4 埋没平坦面 3

江戸川区東葛西から西葛西にかけて標高 -25 ~ -21 m に礫層を伴わない小規模な平坦面が見られる。中野ほか (1968) はこの平坦面を葛西台地と呼んだ。

Matsuda (1974), Kaizuka *et al.* (1977), 貝塚 (1979) はこの面を波食台としているが、遠藤ほか (1983) はこの平坦面上にもローム層が見られるとしている。

#### 6. 2. 5 埋没平坦面 4

埋没平坦面 3 に隣接して礫層で覆われた一段低い平坦面が分布する。標高は江戸川区北葛西付近で -45 ~ -40 m, 荒川河口付近では -54 ~ -45 m である。Kaizuka *et al.* (1977), 貝塚 (1979) はこの面を立川段丘に対比しているが、田辺・石原 (2020) は本所埋没段丘よりも低く、沖積層の埋没谷底よりも高いところに分布することから、MIS 3 以降の最終氷期の間に形成されたとしている。

#### 6. 2. 6 小規模な埋没谷

これらの埋没平坦面はいくつかの小規模な谷によって刻まれている (第 6.3 図)。千代田区神田から中央区日本橋を通っている谷は、昭和通りの地下を通っていることから昭和通り谷と呼ばれ (東京地盤調査研究会, 1959), 千代田区丸の内から港区新橋を通る丸の内谷 (東京地盤調査研究会, 1959) と江東区の豊洲西方の海域で合流して古神田川谷となり (東京湾地下地質研究会, 2000), 羽田空港の東を通して東京湾で古東京川谷と合流する。

これ以外にも、北から順に<sup>こふるかわたに</sup>古古川谷、古目黒川谷等、現在の河川の前身が刻んだと思われる埋没谷がある (清水, 1990)。これらの谷は更新世末期の低海面期に形成されたものであり、完新世の高海面期に波食を受けて谷の深い部分だけが残ったものと考えられる。

埋没<sup>きようとく</sup>谷底の左岸側では、埋没平坦面 1 が江戸川区瑞江付近で行徳谷に、埋没平坦面 3 が浦安谷によって刻まれている (杉原, 2000)。どちらの谷も千葉県側へ流下している。

羽田空港の南側には埋没谷があり古多摩川谷と古東京川谷の合流部に近いと思われるが、水域のためボーリングデータが少なく詳細は不明である。

### 6. 3 層序

沖積層の層序について、まず東京低地の代表的な層序ボーリングに基づきそれぞれの層序区分の層相と物理特性を述べ、次に層序ボーリングを通る東西断面でそれらの層序区分の分布について述べる。

先に述べたように東京低地の沖積層は主に陸成層からなる比較的固結した下部と主に海成層からなる軟弱な上部に分けられ、それぞれ七号地層、有楽町層と呼ばれることが多い (第 6.2 図)。Matsuda (1974), Kaizuka *et al.* (1977), Endo *et al.* (1982) は両層の境界は一時的な海面低下による不整合面であるとし、境界付近に分布する砂層の基底を有楽町層の基底とした。砂層は中間砂層 (Matsuda, 1974; 松田, 1993) もしくは HBG (Endo *et al.*, 1982; 遠藤ほか, 1983) と呼ばれ、堆

積年代は約 1 万年前とされた (Shibasaki *et al.*, 1971; Matsuda, 1974)。

その後、中山・中村 (2001) や石原ほか (2004) によって七号地層と有楽町層は一連の海進堆積物であり、不整合は存在しないことが明らかになった。田辺ほか (2006a) は中間砂層もしくは HBG と呼ばれる砂層を海進砂と呼び、堆積年代は 10,000 ~ 6,000 年前で、基底の侵食面は海進に伴うラビンメント面であるとした。田辺ほか (2010) は七号地層と有楽町層の境界を淡水環境から汽水環境へ変わる層準とし、海進砂よりはやや下位の、蛇行河川堆積物とエスチュアリー堆積物の境界に設定した。

オールコアボーリング試料が利用可能であれば、堆積相や化石に基づいて蛇行河川堆積物とエスチュアリー堆積物を識別し、田辺ほか (2010) の定義に従ってその境界に七号地層と有楽町層の境界を認定することは可能である。しかし、本報告で主に用いた既存ボーリングデータは層相と *N* 値の記載のみのものがほとんどであり、蛇行河川堆積物とエスチュアリー堆積物の識別をすることは難しい。このため本報告の以降の説明では七号地層・有楽町層の区分は使用しない。

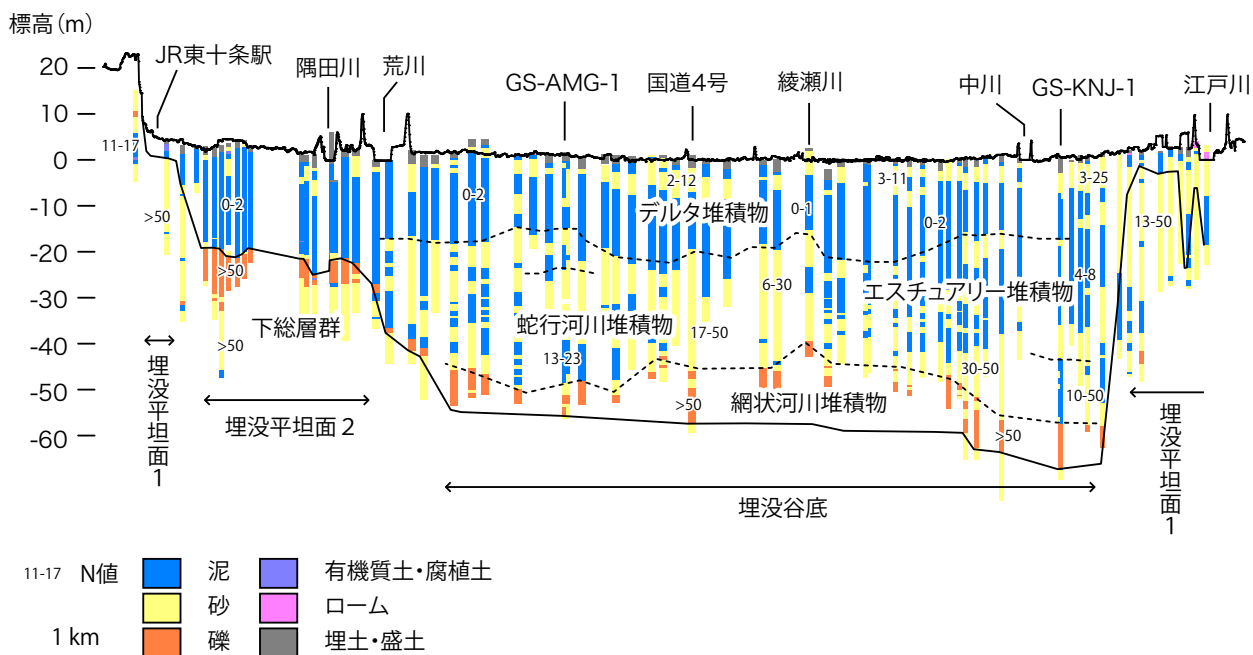
既存ボーリングデータからは、礫が特徴的な網状河川堆積物と砂泥互層が特徴的な蛇行河川堆積物の境界、砂質な堆積物が特徴的なエスチュアリー堆積物と軟弱な泥が特徴的なプロデルタ堆積物の境界を識別することが可能であるが、蛇行河川堆積物とエスチュアリー堆積物を識別することは難しい。また、プロデルタ堆積物とデルタフロント堆積物、デルタフロント堆積物とデルタプレーン堆積物の境界も明瞭な層相境界を伴わないため既存ボーリングデータのみからでは識別が難しい。このため第 6.4 ~ 6.7 図では層序ボーリングの近傍のみ堆積環境による区分を示し、さらにプロデルタ堆積物、デルタフロント堆積物、デルタプレーン堆積物は一括してデルタ堆積物と表現している。

#### 6. 3. 1 層序ボーリングによる沖積層の区分

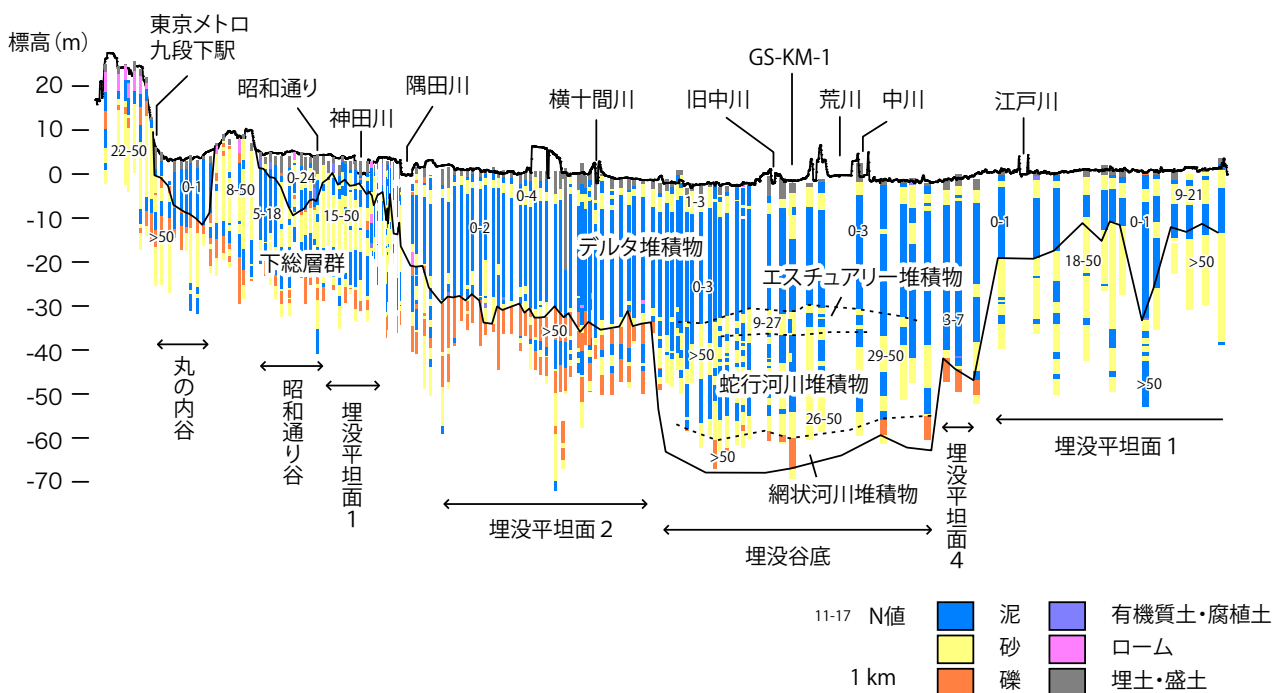
東京低地の沖積層は古東京川谷の埋没谷底分布域で最も厚く (第 6.1 図)、最終氷期以降の海進に伴って形成される典型的な層序を示していると考えられる。このため、標準層序の確立を目的として、古東京川谷の埋没谷底分布域では過去に層序ボーリングが行われ、オールコア試料が検討されている (第 6.3 図)。以下はこれらの層序ボーリングのうち、足立区<sup>もとぎ</sup>本木の GS-AMG-1 コア (田辺ほか, 2006c)、葛飾区新宿の GS-KNJ-1 コア (田辺ほか, 2006b)、江戸川区小松川の GS-KM-1 コア (宮地ほか, 2004; 田辺ほか, 2006a)、江東区新砂の DK コア (石原ほか, 2004)、江東区潮見の GS-KSM-1 コア (田辺ほか, 2012)、江東区若洲の GS-KWS-1 コア (小松原ほか, 2020) に基づいて述べる (第 2.1 表)。

埋没谷底分布域の沖積層は下位から網状河川堆積物、





第 6.4 図 既存の層序コアを通る断面図 (AMG-KNJ 断面)。

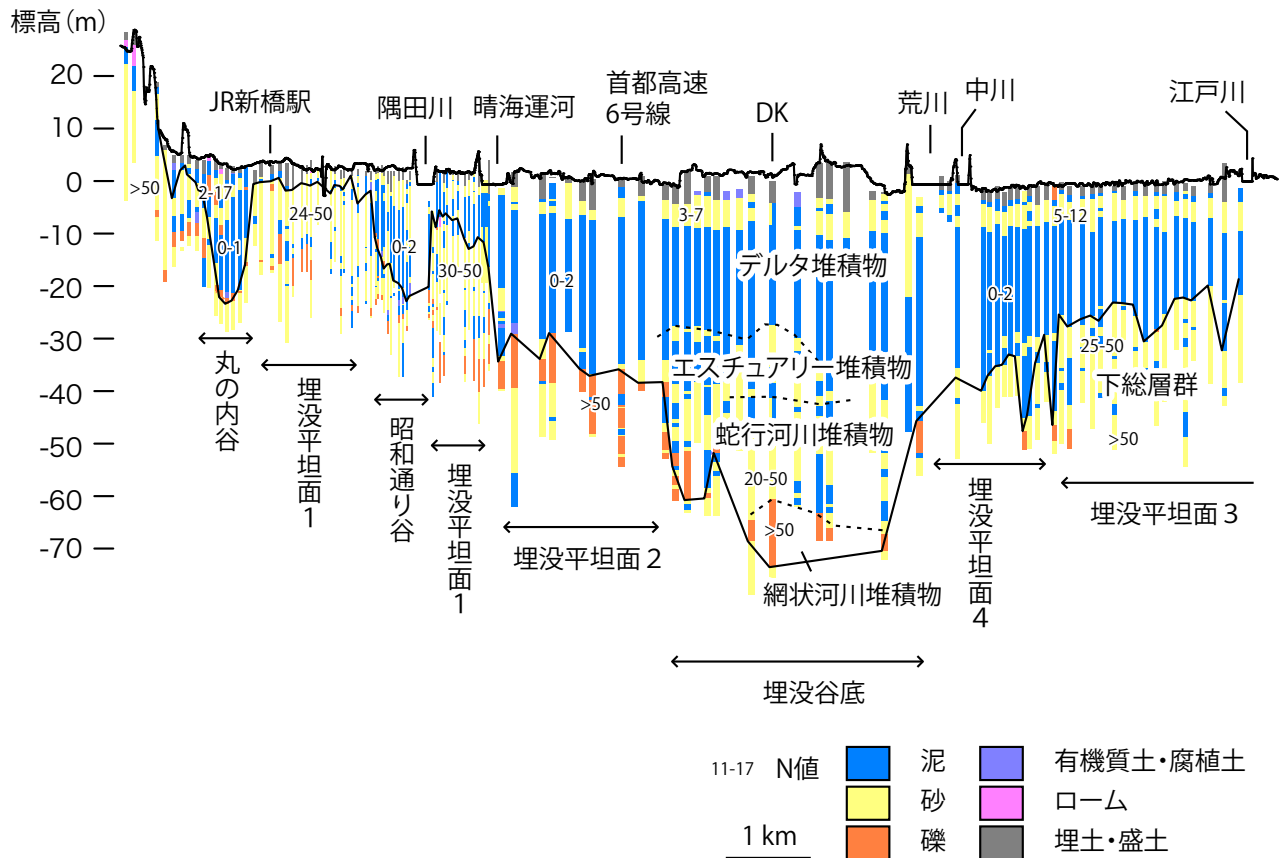


第 6.5 図 既存の層序コアを通る断面図 (KM 断面)。

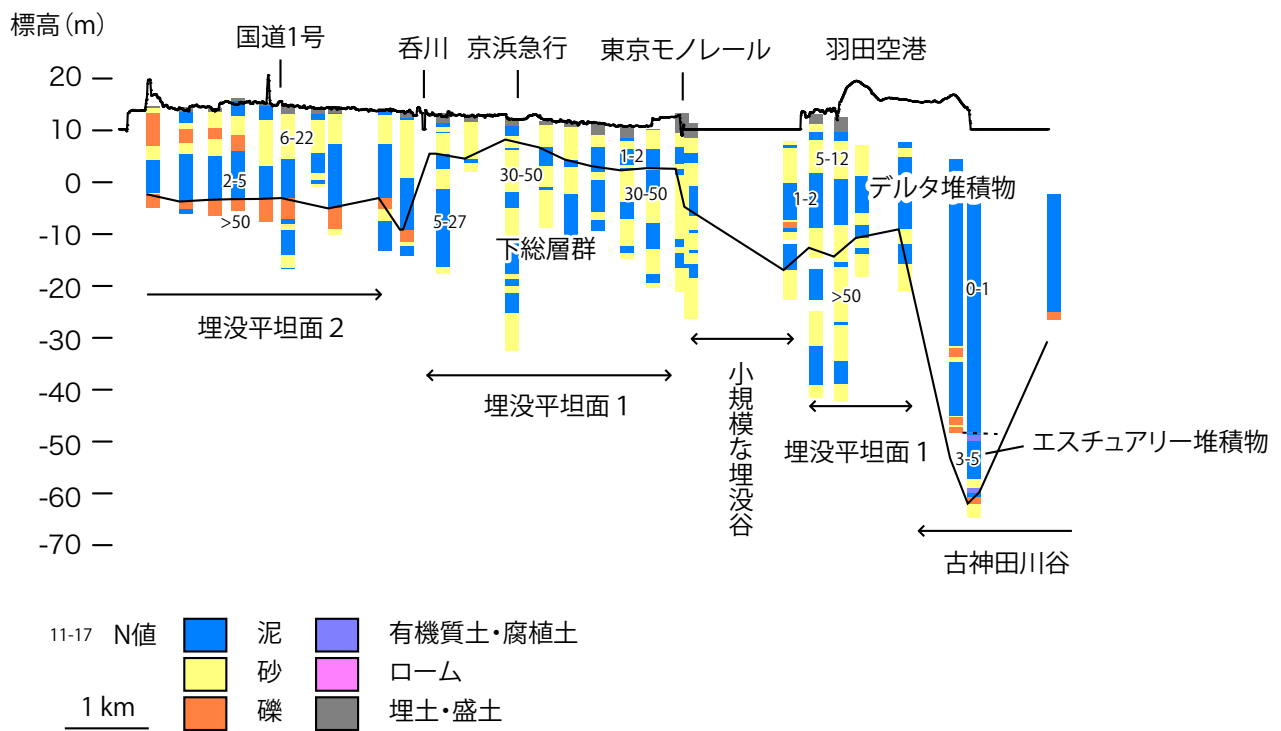
蛇行河川堆積物, エスチュアリー堆積物 (潮汐河川堆積物, 干潟堆積物, 砂嘴堆積物など), 一連のデルタ堆積物 (プロデルタ~デルタフロント~デルタプレーン堆積物) からなる (田辺ほか, 2006a, b, c; 石原ほか, 2004; 小松原ほか, 2020)。場所によっては, もともとが海域のためデルタプレーン堆積物が存在しない場合もある (GS-KSM-1, 田辺ほか, 2012; GS-KWS-1, 小松原ほか, 2020) が, 全体の層序関係は対比可能である。ここでは層序ボーリングコア間で対比可能な堆積物ユ

ニットについて特徴を述べる。

海進に伴いエスチュアリー堆積物が再堆積して形成された薄い砂層 (海進砂; 田辺ほか, 2006a, 海進期ラグ堆積物; 小松原ほか, 2020) は便宜的にエスチュアリー堆積物の中に含めた。デルタプレーン堆積物には現世の河川堆積物及び干潟堆積物が含まれる。石原ほか (2004) は DK コアを DK-Unit 1~8 の 8 つのユニットに分け, DK-Unit 7 をプロデルタ~デルタフロント堆積物, DK-Unit 8 をデルタフロント~デルタプレーン



第 6.6 図 既存の層序コアを通る断面図 (DK 断面)。



第 6.7 図 多摩川低地の断面図。

堆積物としているが、ここでは堆積物の特徴から DK-Unit 7, 8 を 3 つのユニットに分け、プロデルタ堆積物、デルタフロント堆積物、デルタプレーン堆積物に再区分した。

堆積年代は宮地ほか (2004)、石原ほか (2004)、田辺ほか (2006b, c, 2012)、小松原ほか (2020) に基づく。密度検層結果及び S 波速度は小松原ほか (2020) に基づく。

#### 網状河川堆積物

**分布** 埋没谷底に沿って標高 -75.5 ~ -50.4 m に分布し、谷の下流側ほど分布標高が低くなる。層厚は 2.3 ~ 13 m と場所によって大きく異なる。

##### 基準ボーリング地点の分布深度・標高

GS-AMG-1 : 深度 57.4 ~ 52.1 m, 標高 -55.7 ~ -50.4 m

GS-KNJ-1 : 深度 67.7 ~ 57.8 m, 標高 -67.3 ~ -57.4 m

GS-KM-1 : 深度 65.0 ~ 58.0 m, 標高 -67.0 ~ -60.0 m

DK : 深度 74.0 ~ 61.0 m, 標高 -73.9 ~ -60.9 m

GS-KSM-1 : 深度 79.8 ~ 71.8 m, 標高 -71.8 ~ -63.8 m

GS-KWS-1 : 深度 84.0 ~ 81.8 m, 標高 -75.5 ~ -73.2 m

**層相** 主に礫支持で円礫~垂角礫の礫層からなる。礫は直径数 cm 以下で、砂岩、頁岩、チャートなどからなる。GS-AMG-1 コアでは砂質礫層と中粒~粗粒砂層の互層からなり、砂層には平行葉理が見られる。

**地層物性** 密度検層結果は 1.62 ~ 1.97 g/cm<sup>3</sup>, S 波速度は測定データがなく不明である。

**堆積年代** <sup>14</sup>C 年代測定が適用できる試料がこの層準からは得られておらず、堆積年代は不明である。

**堆積環境** 貝化石や生痕化石を伴わないこと、礫支持の礫層を主体とし、蛇行河川に特徴的な細粒の氾濫原堆積物を伴わないことから、網状河川堆積物と考えられる (田辺ほか, 2006a, b, c, 2012; 宮地ほか, 2004; 石原ほか, 2004; 小松原ほか, 2020)。

#### 蛇行河川堆積物

**分布** 埋没谷底に沿って標高 -73.3 ~ -36.5 m に分布する。上位のエスチュアリー堆積物との境界の標高は -45.4 ~ -36.5 m で上流~下流方向にあまり変化がないが、下位の網状河川堆積物との境界の標高は -73.3 ~ -50.4 m と下流ほど低くなる。層厚は 11.1 ~ 33.6 m で下流ほど厚くなる。

##### 基準ボーリング地点の分布深度・標高

GS-AMG-1 : 深度 52.1 ~ 41.0 m, 標高 -50.4 ~ -39.3 m

GS-KNJ-1 : 深度 57.8 ~ 44.1 m, 標高 -57.4 ~ -43.7 m

GS-KM-1 : 深度 58.0 ~ 34.5 m, 標高 -60.0 ~ -36.5 m

DK : 深度 61.0 ~ 41.5 m, 標高 -60.9 ~ -41.4 m

GS-KSM-1 : 深度 71.8 ~ 53.4 m, 標高 -63.8 ~ -45.4 m

GS-KWS-1 : 深度 81.8 ~ 48.2 m, 標高 -73.3 ~ -39.6 m

**層相** 泥層と極細粒砂~粗粒砂層との互層からなる。泥層は植物片、植物根を含む。GS-AMG-1 コア, GS-KNJ-1 コア, DK コア, GS-KSM-1 コアでは泥炭質~有機質の泥層を挟在する。GS-AMG-1 コア, GS-KNJ-1 コアでは泥層に藍鉄鉱の結晶が、GS-KWS-1 コアではコンクリーションが見られる。砂層は塊状もしくは平行葉理、カレントリップル、トラフ型斜交層理を伴い、GS-AMG-1 コア, DK コアでは砂層は上方細粒化する。GS-KNJ-1 コア, GS-KSM-1 コアでは逆級化する砂層が見られる。DK コアでは砂層の基底に泥礫が見られる。

**地層物性** 密度検層結果は 1.80 ~ 1.99 g/cm<sup>3</sup>, S 波速度は 190 ~ 210 m/s である。

**堆積年代** 植物片の <sup>14</sup>C 年代 (暦年校正後) として 14.6 ~ 10.0 ka の値が得られている。下流ほど古い年代となる傾向にある。

**堆積環境** 植物片、植物根が見られる泥層は氾濫原堆積物、泥礫を伴い斜交層理の見られる砂層は河川の流路堆積物と考えられ、全体として砂質の蛇行河川堆積物と考えられる (田辺ほか, 2006a, b, c, 2012; 宮地ほか, 2004; 石原ほか, 2004; 小松原ほか, 2020)。

#### エスチュアリー堆積物

**分布** 埋没谷底に沿って、標高 -45.4 ~ -25.2 m に分布する。層厚は 0.7 ~ 24.5 m と場所によって大きく異なるが、下流ほど薄くなる傾向にある。

##### 基準ボーリング地点の分布深度・標高

GS-AMG-1 : 深度 41.0 ~ 26.9 m, 標高 -39.3 ~ -25.2 m

GS-KNJ-1 : 深度 44.1 ~ 17.7 m, 標高 -43.7 ~ -17.3 m

GS-KM-1 : 深度 34.5 ~ 29.2 m, 標高 -36.5 ~ -31.2 m

DK : 深度 241.5 ~ 7.5 m, 標高 -41.4 ~ -27.4 m

GS-KSM-1 : 深度 53.4 ~ 28.0 m, 標高 -45.4 ~ -20.0 m

GS-KWS-1 : 深度 48.2 ~ 47.5 m, 標高 -39.6 ~ -39.0 m

**層相** 砂質泥層、砂泥互層、もしくは極細粒砂~中粒砂層からなり、生痕化石や貝殻片が見られ、斜交層理が見られることもある。層相はコアごとに大きく異なるため、以下にそれぞれのコアにおける層相を示す。

GS-AMG-1 コアでは上下のユニットからなり、下部のユニットは極細粒~中粒砂、上部のユニットは極細粒~中粒砂層と泥の細互層と泥質砂の互層からなる。下部のユニットにはトラフ型斜交層理、低角の平板状斜交層理、カレントリップル、ヘリンボーン斜交層理が見られ、一部に泥礫を伴い、上方細粒化が 3 回見られる。砂泥互層にはカレントリップルやダブルマッドドレイプ、生痕化石が見られる。極細粒~中粒砂層はトラフ型斜交層理、平板状斜交層理、カレントリップル、ヘリンボーン型斜交層理などが見られ、全体として上方細粒化する。上部のユニットにはカレントリップル、ダブルマッドドレイ

プ、生痕化石が見られ、ヌマコダキガイ、ウラカガミなどの貝化石を含む。

GS-KNJ-1 コアでは上下のユニットに分けられ、下部のユニットは下位から中粒砂層、極細粒砂と泥の互層、細粒～中粒砂層からなり、上部のユニットは下位から極細粒～中粒砂と泥層の互層、極細粒～細粒砂層と泥層の細互層、シルト質砂層からなる。下部のユニットの中粒砂には双方向の流れを示すカレントリップルや生痕化石が見られ、細粒～中粒砂には双方向の流れを示すカレントリップル、トラフ型斜交層理、泥礫が見られる。上部のユニットは全体に生痕化石が卓越し、ダブルマッドドレイプやカレントリップルが見られ、合弁のナミガイ、ヒメカノコアサリなどの貝化石を含む。

GS-KM-1 コアでは上下のユニットに分けられ、下部のユニットは中粒砂層とその上に重なる極細粒砂と泥の細互層、上部のユニットは泥質中粒砂層からなる。下部のユニットの中粒砂には斜交層理が見られ、貝殻、泥礫、中礫を含む。極細粒砂と泥の細互層にはダブルマッドドレイプが見られ、ヌマコダキガイやヤマトシジミ、生痕化石を含む。上部のユニットには貝殻片、中礫、泥礫を含み、基底および最上部に生痕化石を伴う。

DK コアでは上下2つのユニットに分けられ、下部のユニットは泥層から砂泥細互層へと上方粗粒化し、上部のユニットは泥質砂～砂質泥層からなる。下部のユニットの泥層は塊状で植物根を含み、一部泥炭質である。砂泥細互層はリズムカルな互層で生痕化石や貝殻片を伴い、リップル葉理が見られる。上部のユニットの泥質砂層には生痕化石が見られ、泥質砂層は細かい貝殻片を含む。

GS-KSM-1 コアでは上中下の3つのユニットに分けられ、下部のユニットは砂質泥層、中部のユニットは泥層、上部のユニットは砂質泥層からなる。下部のユニットは上方細粒化し、生痕、淡水生の貝化石、汽水～海水生の珪藻化石を含む。中部のユニットは極細粒砂の平行葉理が見られ、上方粗粒化し、生痕化石、ヌマコダキガイ、シジミなどの貝化石、内湾～外洋の珪藻化石を含む。上部のユニットは上方細粒化し、生痕化石が卓越し、ヌマコダキガイ、ニオガイなどの貝化石を含む。

GS-KWS-1 コアでは淘汰の悪い泥質な細粒砂からなり、ヌマコダキガイなどの貝殻片を多く含む。下位ユニットとの境界は明瞭である。

**地層物性** 密度検層結果は  $1.85 \sim 1.92 \text{ g/cm}^3$ 、S 波速度は  $190 \text{ m/s}$  である。

**堆積年代** 植物片及び貝殻片の  $^{14}\text{C}$  年代（暦年較正後）として  $10.9 \sim 4.4 \text{ ka}$  の値が得られている。

**堆積環境** 汽水生のヌマコダキガイやヤマトシジミが含まれることから、汽水の影響下で堆積したと考えられる。ダブルマッドドレイプやヘリンボーン

構造が見られる場合があること、蛇行河川堆積物とプロデルタ堆積物に挟まれた層準に位置することから、河川環境から内湾環境へ移り変わる途上で形成されたと考えられる（田辺ほか、2006a, b, c, 2012; 宮地ほか、2004; 石原ほか、2004; 小松原ほか、2020）。

GS-AMG-1 コアの下部のユニットは上方細粒化し斜交層理を伴うことから河川流路と考えられ、ヘリンボーン斜交層理を伴うことから潮流の影響した河川チャネル堆積物と考えられる。上部のユニットは泥質干潟や潮下帯に生息する貝化石を含むこと、ダブルマッドドレイプやヘリンボーン斜交層理が見られることから潮汐の影響した上方深海化する浅海性堆積物と解釈される（田辺ほか、2006c）。

GS-KNJ-1 コアの下部のユニットは双方向の流れを示すカレントリップルなどの潮汐の影響を示す堆積構造を伴うことや、潮間帯や泥質干潟に特徴的な貝化石を含むことから、潮間帯付近で形成された河川チャネルと考えられる。上部のユニットはダブルマッドドレイプが見られることや潮下帯に生息する貝化石を含むこと、また近隣のボーリングコアで砂嘴堆積物が確認されている（田辺ほか、2006a）ことから、潮汐の卓越した砂嘴縁辺堆積物と考えられる（田辺ほか、2006b）。

GS-KM-1 コアの下部のユニットはダブルマッドドレイプを伴い、汽水域に生息する貝化石を含むことから、中粒砂は潮汐チャネル堆積物、極細粒砂と泥の細互層は干潟堆積物と考えられる。上部のユニットは貝殻片や泥礫を含むことから下位を削剥しながら堆積したと考えられ、潮間帯から潮下帯で海進に伴い形成されたと考えられる（宮地ほか、2004; 田辺ほか、2012）。

DK コアの下部のユニットの炭質物や植物根を含む泥層は塩水湿地、そこから漸移するリズムカルな砂泥細互層は潮汐の影響で形成されたと考えられ、干潟堆積物と考えられる。上部のユニットは干潟より沖側に分布する潮下帯の堆積物と考えられる（石原ほか、2004）。この堆積物は田辺ほか（2012）では空間的な分布に基づき湾口砂州堆積物と再解釈されている。

GS-KSM-1 コアの下部のユニットは淡水～海水生の化石を含むこと、上方細粒化することから潮汐河川堆積物と考えられる。中部のユニットは貝化石及び珪藻化石から潮下帯の堆積物と考えられ、海面上昇期の堆積年代が得られていることから、海進期浅海性堆積物と考えられる。上部のユニットは潮下帯の貝化石を含むことと空間的な広がりに基づき湾口砂州堆積物と考えられる（田辺ほか、2012）。

GS-KWS-1 コアの泥質砂層は河川堆積物に明瞭な侵食面を伴って堆積し、上位の内湾泥層へ漸移することから、海進期に形成された海進期ラグ堆積物か、



もしくは潮流侵食によるラグ堆積物と考えられる（小松原ほか，2020）。

#### プロデルタ堆積物

**分布** 標高 -39.0 ～ -7.8 m に分布し，下流ほど標高が下がる傾向にある。層厚は 4.5 ～ 23.3 m と大きく変化し，下流ほど厚くなる傾向がある。

##### 基準ボーリング地点の分布深度・標高

GS-AMG-1：深度 16.5 ～ 9.5 m，標高 -14.8 ～ -7.8 m

GS-KNJ-1：深度 17.7 ～ 8.9 m，標高 -17.3 ～ -8.5 m

GS-KM-1：深度 29.2 ～ 12.8 m，標高 -31.2 ～ -14.8 m

DK：深度 27.5 ～ 15.0 m，標高 -27.4 ～ -14.9 m

GS-KSM-1：深度 28.0 ～ 20.0 m，標高 -20.0 ～ -12.0 m

GS-KWS-1：深度 47.5 ～ 24.3 m，標高 -39.0 ～ -15.7 m

**層相** 塊状の泥層を主体とし，生痕化石が全体に見られ，海生のウラカガミなどの貝化石を含む。上方粗粒化し，上位のデルタフロント堆積物へ漸移する。GS-KM-1 コア，DK コア，GS-KWS-1 コアでは合弁の二枚貝化石が見られた。GS-KM-1 コア，GS-KSM-1 コアでは植物片の含有量が上位ほど増加する。

**地層物性** 密度検層結果は 1.64 ～ 1.80 g/cm<sup>3</sup>，S 波速度は 140 ～ 190 m/s である。

**堆積年代** 貝殻片の <sup>14</sup>C 年代（暦年較正後）として 8.2 ～ 0.8 ka の値が得られている。下流ほど新しい年代を示す傾向が明瞭に見られる。これはデルタが約 8 千年前から前進していたことを示している（Tanabe *et al.*, 2015）。

**堆積環境** 塊状の泥層からなり，生痕化石や合弁の二枚貝を含むこと，潮下帯の貝化石を含むことから，波浪や潮流の影響を受けない水深の内湾底と考えられる。上方粗粒化し，デルタフロント堆積物へ漸移することから，プロデルタ堆積物と考えられる（田辺ほか，2006a, b, c, 2012；宮地ほか，2004；石原ほか，2004；小松原ほか，2020）。

#### デルタフロント堆積物

**分布** 標高 -15.7 ～ -1.9 m に分布し，下流ほど標高が下がる傾向にある。層厚は 1.3 ～ 9.7 m と場所によって大きく変化するが，概ね下流ほど厚くなる。

##### 基準ボーリング地点の分布深度・標高

GS-AMG-1：深度 9.5 ～ 3.6 m，標高 -7.8 ～ -1.9 m

GS-KNJ-1：深度 8.9 ～ 7.6 m，標高 -8.5 ～ -7.2 m

GS-KM-1：深度 12.8 ～ 3.0 m，標高 -14.8 ～ -5.0 m

DK：深度 15.0 ～ 8.5 m，標高 -14.9 ～ -8.4 m

GS-KSM-1：深度 20.0 ～ 14.5 m，標高 -12.0 ～ -6.5 m

GS-KWS-1：深度 24.3 ～ 14.6 m，標高 -15.7 ～ -6.1 m

**層相** 下位のプロデルタ堆積物から漸移する。泥層と極細粒砂～中粒砂の互層，もしくは泥質細砂からなり，上方粗粒化する。生痕化石が見られ，植物片や汽水生のヌマコダキガイやカキ，海生のウラカ

ガミやヒメカノコサリなどの貝化石を含む。GS-AMG-1 コアでは上位ほど植物片の含有量が増加する。GS-KNJ-1 コアではダブルマッドドレイプが見られる。GS-KWS-1 コアでは砂層に斜交層理が見られる。

**地層物性** 密度検層結果は 1.68 ～ 19.1 g/cm<sup>3</sup>，S 波速度は 130 ～ 220 m/s である。

**堆積年代** 植物片及び貝殻片の <sup>14</sup>C 年代（暦年較正後）として 6.6 ～ 0.2 ka の値が得られている。下流ほど新しく，プロデルタ堆積物と同様デルタの前進を反映していると考えられる。

**堆積環境** 潮下帯～汽水生の貝化石を含み，斜交層理やダブルマッドドレイプが見られることから，浅海で堆積したと考えられる。プロデルタ堆積物から漸移し上方粗粒化すること，上位ほど植物片が多いことから，河川からの堆積物供給で浅海化していくデルタフロント堆積物と考えられる（田辺ほか，2006a, b, c, 2012；宮地ほか，2004；石原ほか，2004；小松原ほか，2020）。

#### デルタプレーン堆積物

**分布** 盛土の直下から標高 -5.0 m に分布する。GS-KM-1 よりも下流のコア（DK，GS-KSM-1，GS-KWS-1）の掘削地点は自然状態では海底のため，海面付近から陸上で形成されるデルタプレーン堆積物はこれらのコアには存在しない。層厚は 0.8 ～ 4.4 m である。

##### 基準ボーリング地点の分布深度・標高

GS-AMG-1：深度 3.6 ～ 1.8 m，標高 -1.9 ～ -0.1 m

GS-KNJ-1：深度 7.6 ～ 3.2 m，標高 -7.2 ～ -2.8 m

GS-KM-1：深度 3.0 ～ 2.2 m，標高 -5.0 ～ -4.2 m

DK：深度 8.5 ～ 4.2 m，標高 -8.4 ～ -4.1 m

GS-KSM-1：分布しない

GS-KWS-1：分布しない

**層相** 泥層～中粒砂層からなり，植物片や植物根を含む。汽水生の貝化石を産することがある。層相はコアごとに大きくことなるため，以下にそれぞれのコアにおける層相を示す。GS-AMG-1 コアでは上下 2 つのユニットに分けられ，下部のユニットは極細粒～細粒砂層と泥層の互層からなり生痕化石を伴い，上部のユニットは泥層からなる。下部のユニットの泥層には植物片を含み，極細粒～細粒砂層には斜交層理が見られ，植物根を伴う。上部のユニットの泥層は泥炭質である。GS-KNJ-1 コアでは極細粒～細粒砂層からなり，上方細粒化する。砂層にはトラフ型斜交層理や平行葉理が見られ，泥礫や植物片を伴う。GS-KM-1 コアでは淘汰の良い細粒砂からなり，マガキやヤマトシジミなどの汽水生の貝化石を伴い，植物根が見られる。DK コアでは泥層と細粒～中粒砂の互層からなり，泥層には生痕化石，植物片，植物根が見られる。砂層にはヤマトシジミ，マ

ガキなどの貝化石、泥礫を含む。

**地層物性** 密度検層結果、S波速度のデータは得られていない。

**堆積年代** 植物片の $^{14}\text{C}$ 年代（暦年校正後）として2.8～2.2 kaの値が得られている。

**堆積環境** 植物片や植物根を含むこと、汽水生の貝化石を産する場合があることから、汽水生～陸成の環境であると考えられる（田辺ほか，2006a, b, c, 2012；宮地ほか，2004；石原ほか，2004；小松原ほか，2020）。GS-AMG-1 コアの下部のユニットはデルタフロント堆積物の上位、現世の蛇行河川氾濫原堆積物の下位に位置することから干潟堆積物と考えられる。上部のユニットは貝化石や生痕化石を含まないことから現世の蛇行河川氾濫原堆積物と考えられる（田辺ほか，2006c）。GS-KNJ-1 コアの極細粒～細粒砂層は貝化石が含まれず、上方細粒化することから現世の蛇行河川流路堆積物と考えられる（田辺ほか，2006b）。GS-KM-1 コアの細粒砂およびDK コアの泥層と細粒～中粒砂の互層は汽水生貝化石や植物根を含むことから砂質干潟堆積物と考えられる（宮地ほか，2004；石原ほか，2004；田辺ほか，2012）。

### 6. 3. 2 断面図で見た沖積層の分布

代表的な層序ボーリング地点を通る東京低地の東西断面を第6.4～6.6図に示す。いずれも埋没谷の谷底及び両側の埋没平坦面を横切る断面図である。第6.7図には多摩川低地の多摩川に沿った東西断面を、第6.8図には東京低地の埋没谷底に沿った層序ボーリングの対比に基づいた断面図を示した。

#### AMG-KNJ 断面

この断面は層序ボーリングであるGS-AMG-1（田辺ほか，2006c）、GS-KNJ-1（田辺ほか，2006b）を通る（第6.4図）。JR 東十条駅付近には標高0 m前後の狭い埋没平坦面1が分布する。そこから東へ荒川付近まで標高-20 m程度の埋没平坦面2が分布し、表層は礫層で覆われている。荒川よりも東には埋没谷の谷底が続く、江戸川付近で標高-3 m程度の浅い埋没平坦面1を横切る。

GS-AMG-1 コアの沖積層は下位から網状河川堆積物、蛇行河川堆積物、エスチュアリー堆積物（潮汐の影響した河川チャネル堆積物及び上方深海化する浅海堆積物）、プロデルタ～デルタフロント堆積物、デルタプレーン堆積物（干潟堆積物及び氾濫原堆積物）からなる（田辺ほか，2006c）。GS-KNJ-1 コアの沖積層はGS-AMG-1と概ね同じだが、エスチュアリー堆積物中に層厚17.1 mの砂嘴堆積物を含む（田辺ほか，2006b）。

最下部の網状河川堆積物はN値50以上の沖積層の基底礫層として埋没谷底全体に追跡できる。綾瀬川の西側では基底礫層の上位の概ね標高-20 m前後までN値10～50の砂層とN値8～30の泥層の互層からなる。

これはGS-AMG-1及びGS-KNJ-1の蛇行河川堆積物及びエスチュアリー堆積物に相当する。それより浅いところではプロデルタ堆積物に相当するN値0～5の泥層が低地全体に広がる。泥層の上部から上位の砂層がデルタフロント堆積物に相当すると考えられる。標高-5 m前後から地表までは、GS-AMG-1の干潟堆積物～現世河川堆積物及びGS-KNJ-1のデルタプレーン堆積物に相当するN値0～17の砂層とN値0～1の泥層が分布する。

#### KM 断面

この断面は層序ボーリングであるGS-KM-1（宮地ほか，2004；田辺ほか，2006a）を通る（第6.5図）。断面の西端には埋没谷の丸の内容と、駿河台を挟んで東側に昭和通り谷がある。いずれも谷底の標高は-10 m前後である。昭和通りから隅田川までは標高-5～-2 mの埋没平坦面1を横切る。隅田川から亀戸付<sup>かめいど</sup>近までの間は埋没平坦面2（本所埋没段丘）が分布する。段丘面の標高は-35～-28 mで東へ向かってゆるく傾斜し、N値50以上の礫層に覆われている。礫層の厚さは5 mから10 m以上まで幅があるが、これは下位の下総層群中の礫層と連続して区別がつかなくなっている場合があると考えられる。亀戸から中川付近には標高-60 mよりも深い埋没谷底があり、中川と江戸川の間には標高-45 m前後の埋没平坦面4の北端が分布する。江戸川付近から東は標高-20～-10 mの埋没平坦面1とそれを刻む行徳谷が見られる。

GS-KM-1 コアの沖積層は下位から網状河川堆積物、蛇行河川堆積物、エスチュアリー堆積物、プロデルタ堆積物、デルタフロント堆積物、デルタプレーン堆積物からなる（宮地ほか，2004；田辺ほか，2006a）。

最下部の網状河川堆積物は沖積層の基底礫層として埋没谷底全体に追跡できる。この礫層の上位の蛇行河川堆積物及びエスチュアリー堆積物は砂泥互層からなり、埋没谷内で概ね追跡できる。エスチュアリー堆積物の最上部の砂層（海進砂）の上端は標高-30 m付近であるが、側方への連続性は良くない。プロデルタ堆積物は標高-30 m付近より上位に分布するN値0～8の泥層に対応する。N値は上位ほど小さくなり、-20 m以浅では0～2である。この泥層は埋没平坦面2（本所埋没段丘面）と左岸の埋没平坦面1の分布域にも及ぶ。

デルタフロント堆積物とデルタプレーン堆積物はどちらも砂を主体とするため層相とN値のみのボーリングデータからは区別できないが、標高-8 m付近以浅を覆っているN値0～3の砂泥互層として、埋没本所段丘、埋没谷底、左岸の埋没平坦面1分布域に広く追跡できる。断面図西端に見られる丸の内容はN値0～1の泥層で埋積されており、これはプロデルタ堆積物に対比される。一方、昭和通り谷の沖積層はN値0～3の泥層とN値2～10の砂層の互層からなり、比較的砂質

である。

#### DK 断面

この断面は層序ボーリングである DK（石原ほか、2004）を通る（第 6.6 図）。JR 新橋駅から晴海運河にかけて標高 0 m 付近に埋没平坦面 1 が分布し、西から比高 20 m 程度の丸の内容谷、昭和通り谷が平坦面を刻んでいる。晴海運河から首都高速 6 号線にかけては標高 -40 ～ -30 m の埋没平坦面 2（本所埋没段丘）の南の端を通り、その東では標高 -70 m 以深の埋没谷底が続く。荒川付近から東には標高 -40 ～ -20 m にかけて埋没平坦面 4 と埋没平坦面 3 が分布する。埋没平坦面 3 を行徳谷の支流が刻んでいる。

DK コアの沖積層は下位から網状河川堆積物、蛇行河川堆積物、エスチュアリー堆積物（塩水湿地～氾濫原、泥質干潟、潮下帯）、プロデルタ～デルタフロント堆積物、デルタフロント～デルタプレーン堆積物からなる（石原ほか、2004）。

埋没谷底分布域では、最下部の網状河川堆積物は  $N$  値 50 以上の沖積層の基底礫層として追跡できる。その上の  $N$  値 10 ～ 50 の砂と  $N$  値 8 ～ 20 の泥層からなる砂泥互層は蛇行河川堆積物とエスチュアリー堆積物と考えられる。その上位の  $N$  値 0 ～ 5 の泥層は丸の内容谷から埋没谷左岸側の埋没平坦面 3 分布域まで広く分布し、プロデルタ～デルタフロント堆積物に対比される。最上部は  $N$  値 10 以下の砂泥互層で覆われる。砂泥互層の下端は概ね標高 -10 ～ -5 m 付近である。この砂泥互層はデルタフロント～デルタプレーン堆積物に相当する。

#### 多摩川低地の断面

多摩川から呑川<sup>のみかわ</sup>にかけて、礫を伴う標高 -15 ～ -13 m の埋没平坦面 2 が分布する（第 6.7 図）。呑川からモノレールの間には礫を伴わない標高 -5 ～ -2 m の埋没平坦面 1 が分布し、小規模な埋没谷を挟んで東側には標高 -23 ～ -19 m の埋没平坦面 1 が分布する。羽田空港の東側には谷底の標高が -70 m 以深となる古神田川谷が分布する。

古神田川谷の谷底付近には腐植土が見られ、沖積層の最下部はエスチュアリー堆積物と考えられる。その上には  $N$  値 0 ～ 4 の泥が厚く分布しており、これはプロデルタ堆積物に相当する。この泥は空港付近の埋没段丘面 1 や多摩川左岸の埋没段丘面 2 の上にも連続する。この泥の上は地表まで  $N$  値 0 ～ 32 の砂層と  $N$  値 0 ～ 5 の泥層が互層する。この砂泥互層はデルタフロント～デルタプレーン堆積物と考えられる。多摩川低地のデルタは多摩川によって形成された（田辺、2017）。デルタフロント～デルタプレーン堆積物の砂泥互層の基底は空港付近で標高 -10 m 程度、多摩川の左岸で標高 -5 m 程度である。多摩川に近いところでは標高 0 m 付近に礫層が分布する。

#### 東京低地の埋没谷底に沿った縦断面

東京低地の埋没谷底に沿って上流～下流方向の堆積物の分布を見ると（第 6.8 図）、埋没谷内の沖積層は概ね下位から礫層、砂泥互層、泥層、砂泥互層となっており、これらはそれぞれ松田（1983）の BG、LC/LS 及び MS、UC、US 及び UA に相当するが、層序ボーリングの堆積相の解釈に基づく第 6.8 図 a のように区分される。谷の下流側ほど蛇行河川堆積物が厚く、デルタ堆積物のうち、自然状態で陸地であった GS-KM-1、DK の地点にのみデルタプレーン堆積物が分布している。層序ボーリングから得られている年代値に基づいて同時期面を対比したものが第 6.8 図 b である。利根川は自然状態では東京湾に注いでいたことが知られているが（大熊、1983）、4 千年前頃から利根川によるデルタが前進して陸域を広げ、東京低地を形成していったことがわかる。また、蛇行河川堆積物は下流側ほど古いこともわかる。

#### 6. 3. 3 小規模な埋没谷を充填する堆積物

6. 2. 6 に記したように東京低地の東西には埋没平坦面 1 を下刻するいくつかの小規模な埋没谷があり、これを沖積層が埋めている。低地西縁には、昭和通り谷、丸の内容谷、古古川谷、古目黒川谷があり、これらがお台場周辺で合流し、古神田川谷となる。低地東縁の江戸川区には行徳谷、浦安谷がある（第 6.3 図）。

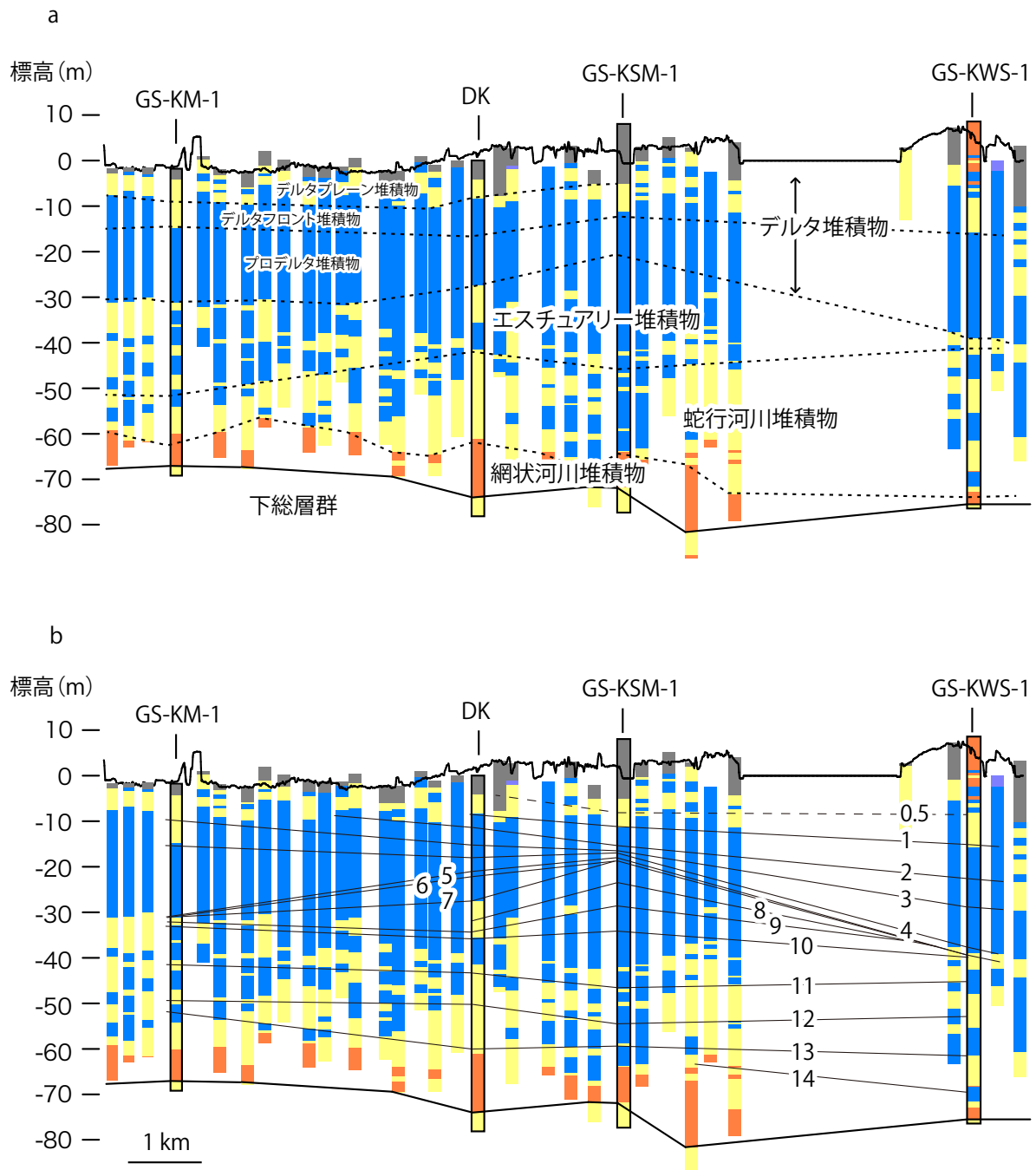
昭和通り谷は、上野から千代田区東部、中央区を通る深さ -20 ～ -5 m の埋没谷である。KM 測線では比較的砂質な砂泥互層、DK 測線では、下部は泥質層、上部は砂質な砂泥互層となり、南部ほど泥層が卓越する。北部のこの砂泥互層はデルタフロント～デルタプレーン堆積物に相当する。

丸の内容谷は飯田橋から港区東部を通る深さ -20 ～ -10 m の埋没谷である。日比谷以南では基底部に礫層が存在する。全体に泥質であり礫層を除き埋没谷底分布域のプロデルタ堆積物に対比される。

古古川谷は、港区三田周辺から芝公園を経て丸の内容谷と合流する深さ -10 ～ 0 m の埋没谷である。三田周辺では大きく屈曲し谷幅が広がっている。全体に泥質である。三田からお台場にかけては基底部に礫層が見られる。古目黒川谷は目黒区目黒から品川を経て古神田川谷に合流する深さ -10 ～ 0 m の埋没谷で、主に泥質層よりなる。その他、溜池山王から東南東に伸びる谷で、新橋で丸の内容谷と合流する深さ -7 m 程度の泥質な堆積物で埋積された小谷も見られる。

古神田川谷は、これらの埋没谷が江東区豊洲西方海域のお台場周辺で合流したもので、羽田空港の沖でさらに古東京川谷と合流する、深さ -70 ～ -20 m の埋没谷である。基底部には 2 m 程度の礫層が見られ、泥質層を中心とし、最上部（標高 -2 ～ +2 m）に砂層が見られる。この泥質砂層はエスチュアリー堆積物に、砂





第 6.8 図 東京低地の埋没谷底に沿った断面図。  
 a 層序ボーリングの解釈に基づく沖積層の区分。  
 b 層序ボーリングの放射性炭素年代に基づいた年代対比。対比線上の数字は年代 (ka) を表す。

泥	有機質土・腐植土
砂	ローム
礫	埋土・盛土

層はデルタフロント～デルタプレーン堆積物に相当する。

#### 6. 3. 4 谷底低地の沖積層

第 1 章でも述べたように、武蔵野台地内の開析谷の谷底低地は、(a) 上流部の段丘礫層上面に形成されている区間（緩勾配）、(b) 中流部の最終氷期の海水準低下期に谷が下刻された区間（やや急勾配）、(c) 下流部の最終氷期の海水準低下期に下刻された谷を沖積層が

埋積した区間（緩勾配）に区分される（中山・小川，1977；久保，1988）。このうち (a)(b) 区間では沖積層は極めて薄いあるいは欠如するため、地質図には沖積層を図示していない。一方で、神田川や目黒川、古川の谷など、やや規模の大きい開析谷の場合、(c) に相当する下流域には沖積層が比較的厚く分布する。このような開析谷下流部の沖積層は、既存ボーリングデータ

に基づけば、概ね  $N$  値 0 を示す軟弱な泥層を主体とし、一部は腐植質泥層からなる。神田川や古川の谷では武蔵野台地東縁の谷の出口付近で層厚 10 m 以上、同じく目黒川の谷では層厚 20 m に達する。谷底低地の縁辺部では台地を被覆するローム層が再堆積したと考えられるローム質の堆積物が認められることがある。また谷底低地の沖積層の基底には礫層は分布しないかあるいは分布しても極めて薄いことが多い。

### 6. 3. 5 表層の堆積物

沖積層の最上部（表層部）の堆積物は、低湿地・谷底低地堆積物、自然堤防堆積物、砂州・浜堤堆積物、旧河道埋積堆積物、干潟堆積物（干拓地）に区分することができる。このほか人工地層である埋立層も分布する。これらの区分は「都市域の地質地盤図」ウェブサイトの地質図（平面図；第 2.2 図参照）にのみ示した。

#### 低湿地・谷底低地堆積物（am）

本堆積物は、河川流域の氾濫原や浜堤の背後の低地、または台地を開析する小谷の谷底低地に分布する。主に泥質堆積物からなる。

#### 自然堤防堆積物（al）

荒川、隅田川、中川、江戸川、多摩川など、比較的大きな河川の現・旧河道沿いに分布する。主に砂質堆

積物からなる。

#### 砂州・浜堤堆積物（as）

本堆積物は、大田区大森付近や中央区銀座から台東区入谷付近にかけての地域など、旧海岸線に沿って分布が認められる。主に砂質堆積物からなる。

#### 旧河道埋積堆積物（ac）

河道変遷や人工的な河川改修により使用されなくなった流路（旧河道）を埋積する堆積物で、自然堆積物である砂泥のほか人工堆積物を含むさまざまな堆積物からなる。

#### 干潟堆積物（干拓地）（at）

東京湾岸の明治初期頃までに干拓された地域（第 1 章参照）を地質図（平面図）では干潟堆積物の分布域として図示した。主に砂質堆積物からなる。

#### 埋立層（af）

自然の堆積物ではなく人工地層であるが、便宜的に本章に記載する。主に東京湾岸に分布する埋立地の埋立土がこれに相当し、家庭ゴミや産業廃棄物、あるいは残土や浚渫土砂など、さまざまなものから構成される（東京都港湾局，2001；遠藤，2004）。なお現在の河川敷も人工的なものとして地質図では埋立層とした。





## 第7章 応用地質

(中山俊雄)

都市の発展とともに応用地質学的課題も変化してきた。土土地質分野では構造物の支持層調査から、軟弱地盤問題、さらには大深度地下地盤へと対象が広がっている。資源地質分野では、工業用水としての地下水利用から、水溶性天然ガス利用、温泉開発へ移行した。災害地質分野では、地盤沈下問題から、地震時における地盤の揺れ（地震動）予測や液状化予測、急傾斜地対策などへと課題が変化した。

ここでは、地盤調査、地盤沈下と地下水、水溶性天然ガスと温泉、地盤の液状化と地震動について歴史を遡って取り上げる。

### 7. 1 地盤調査

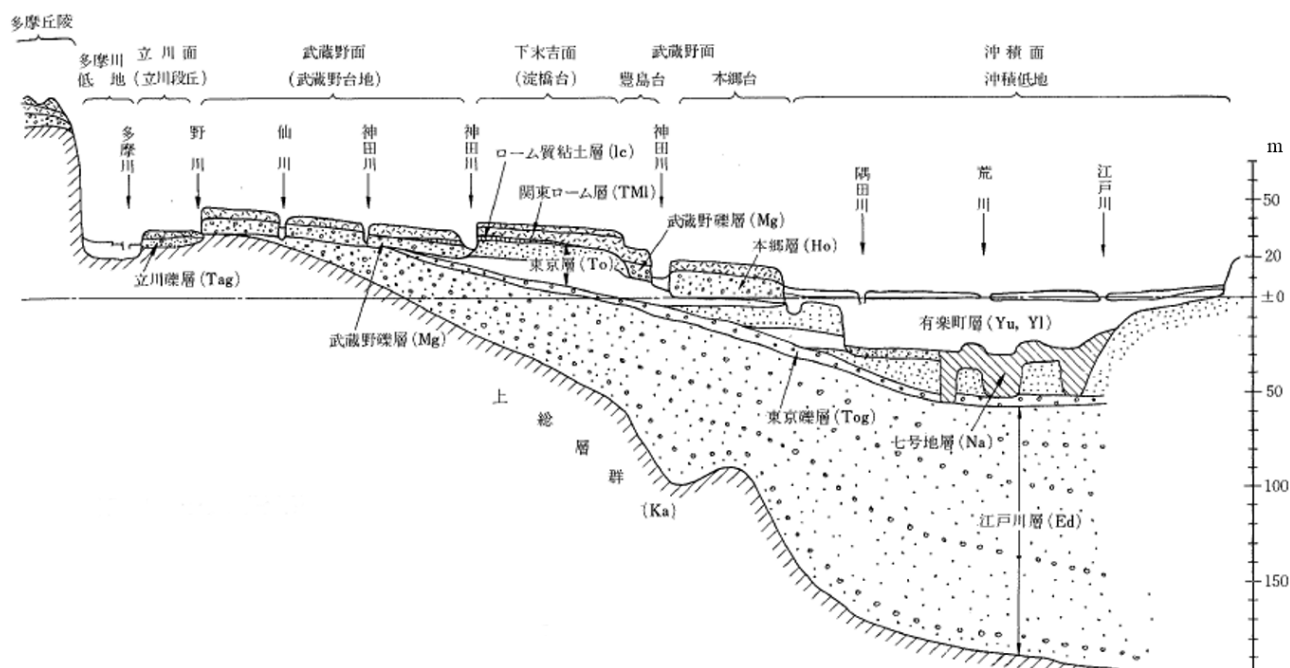
ふきあげ

皇居（明治宮殿）吹上地質実験図（明治14年12月27日）という「地質」の名が入った地図が都立中央図書館に保管されている。慶応4（1868）年の明治天皇の東京行幸に伴い江戸城が皇居となるが、明治6（1873）年に御座所とされていた江戸城西の丸御殿が焼失し、そこで明治12（1879）年に新宮殿を造営が決まり、明治21（1888）年に明治宮殿が完成する。この新宮殿建設に、明治10（1877）年に来日し工部大学校造家学教授であったジョサイヤコンドルが地耐力調査を行って

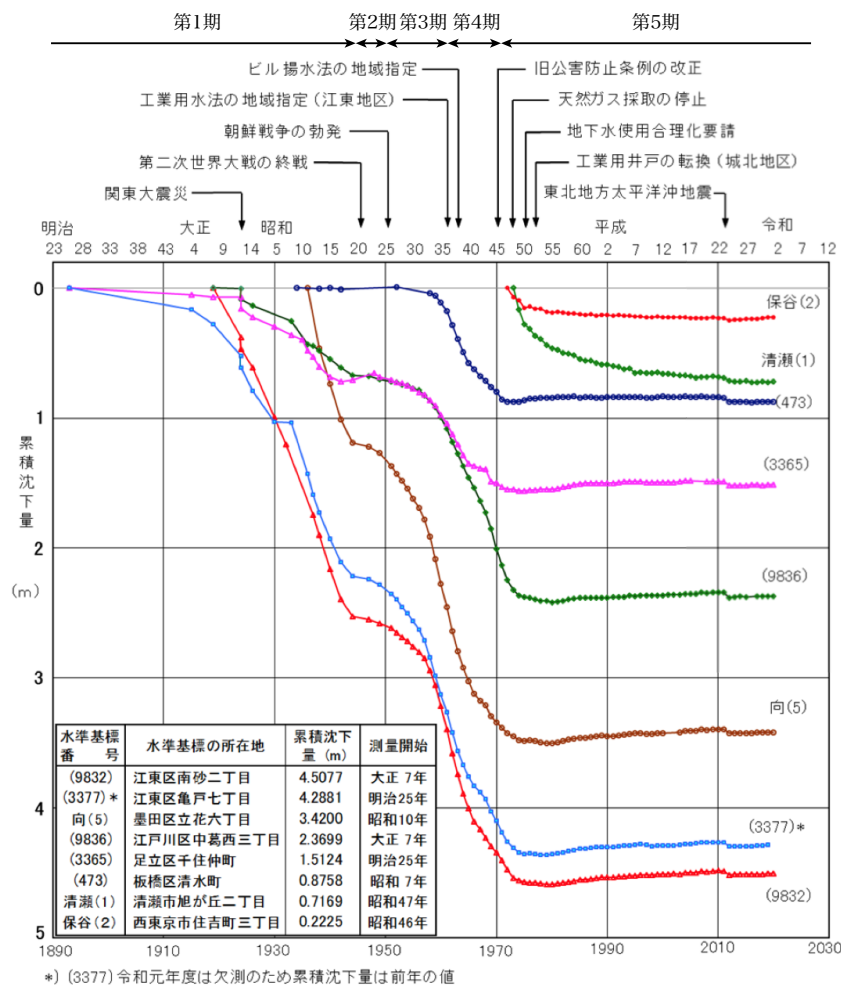
いる。この時の調査図が「地質実験図」である。今日の都市地質図、地盤図の先駆けの図とも言える。近代都市への街づくりとして、その後、鹿鳴館（明治16年：1883）、三菱1号館（明治27年：1894）、東京駅舎（大正3年：1914）などが次々建設されるが、同時に東京の地盤への関心が、特に建築家（造家）の中で高まっていった。

明治 21 (1888) 年，農商務省地質局の鈴木 敏により地質学の視点から「東京地質図説明書」(鈴木，1888) が作成されるが，この中に「都下の地質を査定し，もって，地下に包蔵せられる応用物料の適否を弁じ，その地質と水脈，衛生，地震等との関係を説くにあり」と書かれているように応用地質への活用に触れている．3 章の応用地質編には，①応用物料（道路修築用砂利，煉，煉瓦および土器用粘土について），②地質と水脈との関係（高台の水脈，低地の水脈，雨雪の量および地水の増減について），③地質と衛生の関係，④地質と地震の関係（沖積層もしくは埋立地に属する平行卑湿の地に震動強きこと，洪積層および第三プリオセン系層より成れる台地に震動弱きこと，沖積層と洪積層と間，もしくは高台の端崖に接近する所に震動強きこと）などと，応用地質の課題が触れられている．

関東大震災後の昭和4（1929）年、復興局建築部か



第 7.1 図 模式地質断面（東京都土木技術研究所，1977）.



第 7.2 図 累計沈下量図。  
大澤ほか（2020）を一部改変。

ら「東京及び横濱の地質」（復興局建築部，1929）が刊行される。序文に「復興にあたり，多くは耐震耐火の永久構造物となるべきをもって，地盤の深所にして透徹した地質の状態を知悉すること，今において調査する機会はない」とあり，地質の記載と共に帯水層や地耐力などの課題を取り上げている。また，ここには大正 14（1925）年に日比谷公園内での東京市政調査会館建設時に起きた地盤変状（ヒービング）についても触れられている。

この地盤調査の流れは昭和 34（1959）年に刊行された「東京地盤図」（東京地盤調査研究会，1959）に引き継がれる。ここでは，戦後，戦災復興とともに実施された数多くの地質調査資料，3,421 本のボーリング柱状図をもとに，地質図・地盤断面図・礫層分布図などの付図類，地盤の地質・土質力学特性・構造物の基礎としての地層の解説から構成されている。この地盤図の構成は，その後全国各地の都市の地盤図として引き継がれる。東京では，建設省から「東京港周辺地帯の地盤」（建設省計画局，1969），東京都土木技術研究所から「東京 23 区地盤地質図」（東京都土木技術研究所，1969），「東

京都総合地盤図（1）」（東京都土木技術研究所，1977），「東京都総合地盤図（2）」（東京都土木技術研究所，1990），「東京都（区部）大深度地下地盤図」（東京都土木技術研究所，1996），東京都港湾局から「港湾地盤図」（東京都港湾局，1972，2001）が刊行されている。

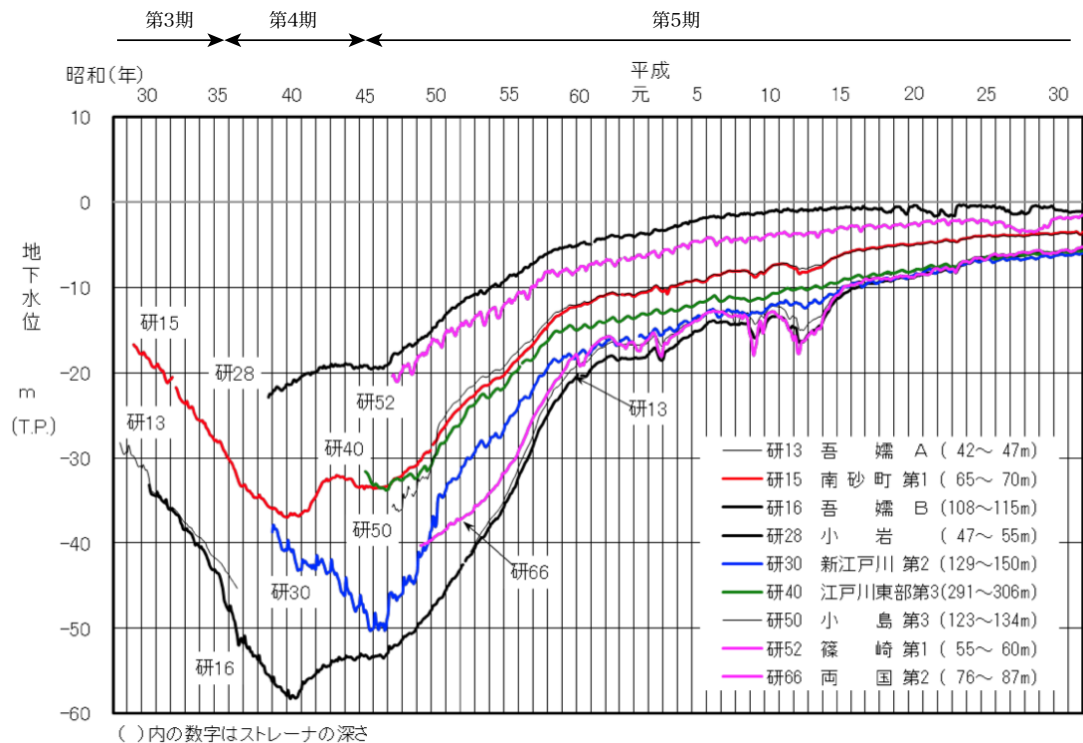
これらの地盤図により東京の地盤の概要が明らかになり，台地では，武蔵野面と下末吉面での地盤構成，低地の地下には埋没波食台，埋没段丘，埋没谷の存在，地層の土質特性などが明らかにされた。（第 7.1 図）

## 7. 2 地盤沈下と地下水

東京の地盤沈下は，後述するように明治末から昭和 40 年代までの最も大きな地盤問題であった。

区部での地盤沈下は，昭和 40 年代後半からの地下水揚水規制等により，地下水位の回復と共に地盤沈下量は減少し，令和 2（2020）年現在，ほぼ終息状態にある（第 7.2 図）。現在，都内 42 地点（区部 24 地点）に地盤沈下観測所が設置されており，毎年，都内 439 点の基準点で水準測量が行われている（大澤ほか，2020）。令





第 7.4 図 地下水位変動図 (江東区, 墨田区, 江戸川区).  
大澤ほか (2020) を一部改変.

にあることが明らかになった.

**第 3 期** (昭和 23 (1948) 年から昭和 35 (1960) 年) 地盤沈下の再発

昭和 25 (1950) 年に始まる朝鮮戦争を契機として生産活動の急速な発展, これに伴い工場揚水を始めとする地下水需要が急増し, 地盤沈下が再発するようになる. 昭和 26 (1951) 年には年間最大沈下量 74 mm, 昭和 30 (1955) 年には年間最大沈下量は 110 mm に達する. 沈下域も下町低地から, 隣接する埼玉, 千葉へと拡大していった.

**第 4 期** (昭和 36 (1961) 年から昭和 45 (1970) 年) 地盤沈下の激化と地下水揚水規制

下町低地を中心とする地盤沈下は年を追って激しさを増す. 昭和 36 (1961) 年に年間 100 mm を越す地域が 74 km<sup>2</sup> に及ぶ. そこで, 昭和 36 (1961) 年に江東区・墨田区を対象に, 昭和 38 (1963) 年には城北地区を対象に, 工業用水法に基づき地下水揚水規制の区域指定が行われる. 昭和 37 (1962) 年には建築物地下水採取規制に関する法律が制定され, 昭和 41 (1966) 年から建築物の揚水規制も行われる. これら規制により, 江東地区では昭和 41 年頃から一時的に地下水位が回復し, 沈下量も減少するようになるが, 昭和 42 年後半からは地下水位回復が遅くなり再び沈下が起こる. 特に荒川河口では, 依然と大きな沈下量を示しており, 水溶性天然ガスの採取が影響していることが考えられた. また, 調査範囲が広がるにつれ, 台地部でも地盤沈下が起きていることが明らかになり, 板橋区成増から練

馬区西大泉にかけて年間 100 mm 以上の沈下が観測されるようになる.

**第 5 期** (昭和 46 (1971) 年以降)

昭和 46 (1971) 年 6 月「工業用水法及び建築物用地下水の採取規制に関する法律」が制定され, また, 東京都による天然ガス鉱区買取により昭和 47 (1972) 年 12 月 31 日付で荒川河口付近の水溶性天然ガス採取が停止となり, ようやく区部の地盤沈下は減少傾向を示すようになる.

各地の観測井戸の地下水位は, 昭和 46 年前後から昭和 50 年後半にかけて急速な水位回復を示し, 以後, 緩やかな水位回復が現在まで継続している (第 7.4 図). 地盤沈下も地下水規制とともに停止し, 昭和 49 (1974) 年には年間 100 mm 以上の沈下域は無くなり, 地盤沈下の激しかった荒川河口付近でも年間最大沈下量 74.6 mm, 足立区・葛飾区北部で 41.8 mm まで減少した. また, 昭和 48 年頃からは揚水量の減少した地域では地盤が隆起する現象が見られるようになった (第 7.2 図).

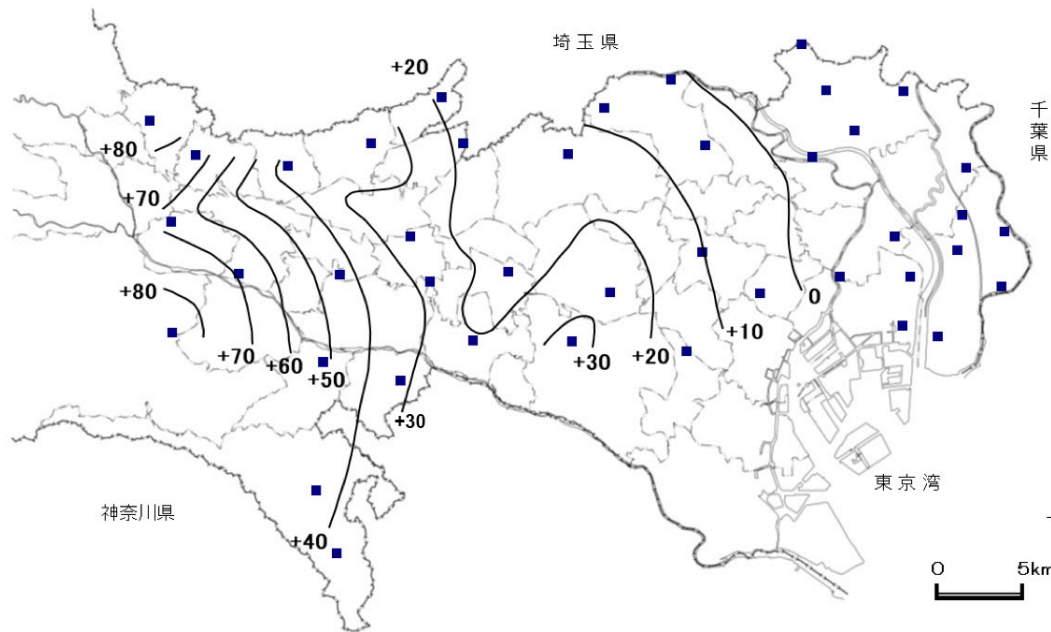
## 7. 3 地下水

都内の地下水位は, 帯水層深度から, 浅層地下水と深層地下水に区分される. 浅層地下水は不圧地下水, 深層地下水は被圧地下水に対応する.

### 7.3.1 浅層地下水

浅層地下水は, 台地部ではローム層中の宙水と武蔵





第 7.5 図 令和元年末の地下水位等高線図（大澤ほか，2020）．単位は T.P.+ m.

野礫層（段丘堆積物）を帯水層とする地下水であり，低地では，沖積層上部の有楽町層の上部砂層を帯水層とする地下水である．深度的には，宙水は地表下 2 ～ 4 m 付近に，武蔵野礫層の地下水位は地表下 6 m 前後，低地の地下水位は，地表下 2 m 前後にある．これら浅層地下水の水位は，いずれも降雨量に対応した変動を示している．

### 7.3.2 深層地下水

区部の深層地下水は，地下水規制や天然ガス採取停止により，昭和 50 年代末までに急速な水位回復が進み，以後も緩やかな水位回復が続いている（第 7.4 図）．板橋区戸田橋観測井戸では，自噴が見られるまで回復している．各観測井戸での帯水層別の水位を単純平均し求めた水位（頭）の地下水面図をみると，区部では南西から北東に向かった地下水の流れが想定される．世田谷区での水位は標高 30 m であるが，足立区北東部では 0 m である．（第 7.5 図）．

### 7.3.3 地下水揚水量

地盤沈下が始まった明治末期頃の深層地下揚水量を知る資料はないが，昭和 20 年代に行われた工業用水井戸調査では，80 ヶ所前後のさく井水の揚水量が日量 123.2 万  $\text{m}^3$  と報告されている．揚水量調査が始まる昭和 25 年頃には，江東・城北地区での揚水量は日量約 25 万  $\text{m}^3$  といわれている．区部全域の揚水量が測定されるようになった昭和 39（1964）年には日量 96.7 万  $\text{m}^3$  に達している．地下水用水量の規制に伴い，これ以後減少傾向となり，昭和 50（1975）年には 20 万  $\text{m}^3$  までに減少し，これ以降は揚水量の減少傾向は低下し，日 10 万  $\text{m}^3$  台に落ち着いている．平成 13（2001）年以降，

従来の揚水量推定方法が，東京都環境確保条例に基づく測定に変更されたことにより，その値が小さく変更され，これによると，現在は日量約 5 万  $\text{m}^3$  の揚水が行われている（第 7.6 図）．

## 7. 4 水溶性天然ガスと温泉

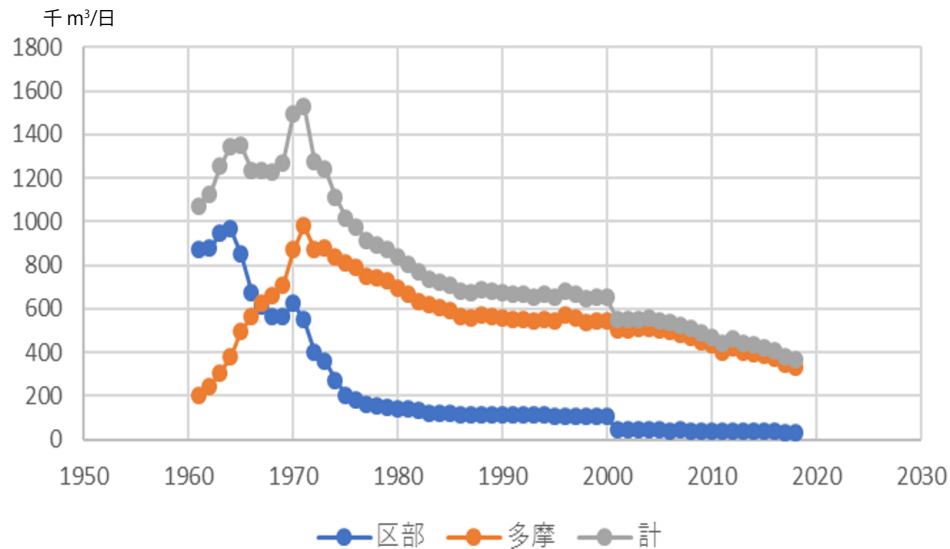
### 7.4.1 水溶性天然ガス

東京の水溶性天然ガスは，千葉県を中心とした南関東一帯に分布する日本最大の水溶性天然ガス田（南関東ガス田）の一面を担っており，特に，江東区・江戸川両区は江東ガス田と呼ばれていた．

下町低地では，古くからガス兆候が知られており，戦後の燃料不足を背景に昭和 26（1951）年初めて江東区に水溶性天然ガス井（深度 600 m：ストレーナ深度 404 ～ 590 m）が掘削され鉋床開発が始まる．最盛時の昭和 45（1970）年，昭和 46（1971）年には 40 を超える井戸があり，ストレーナ深度は 400 m から 1,700 m に達していた．ガスにして日量 7 万  $\text{m}^3$  が採取され，都市ガスとして利用されていた．ガスに伴うかん水揚水量は日量 3 万  $\text{m}^3$  に達していた．

水溶性天然ガスは沖積層から新第三紀層までの地層中に胚胎している．ガス量の多い層は，深度 400 m から 700 m 付近に分布する江東砂層（上総層群）と呼ばれる地層である．

水溶性天然ガスは，激しい地盤沈下を伴ったことから，東京都はその鉋業権を買い取り，昭和 47（1972）年 12 月 31 日から採取を中止している（石井ほか，1973）．



第 7.6 図 揚水量経年変化図。  
東京都土木技術支援・人材育成センター（2020）に基づく。

#### 7.4.2 温泉

23 区の温泉に関する記述は、明治 44（1911）年衛生試験彙報第 12 号に大田区の穴守鉱泉、森ヶ崎鉱泉の名が見られる。大田区南部では、淡褐色や黒褐色の「黒湯」と呼ばれる古くからの銭湯が知られている。昭和に入ると江東区・江戸川区・品川区・大田区では、工業用水のための井戸が多く掘られるようになり、その中には工業用水に不適な着色水や塩分濃度の高い水が知られるようになる。昭和 23（1948）年の温泉法の施行とともに、これら工業用水に不適な地下水の一部は温泉としての認定を受けることになる。昭和 29（1954）年の温泉施設は区内で 19 か所登録されている。平成に入り、井戸深度 1,000 m を超える大型温泉レジャー施設が区内各地で建設され、平成 7（1995）年調査では 31 の施設が、令和 2（2020）年には 70 を超える温泉施設がある。

平成 14 年の調査（東京都土木技術研究所，2003）では、温泉施設は 19 区に 68 施設がある。区別にみると大田区が 24 施設（約 35%）、次いで世田谷区の 8 施設（12%）、品川区の 5 施設と、区部南部に集中している。このうち井戸深度のわかる 50 井について、その掘削深度を見ると 28 m から 2,000 m まであり、1,000 m 以上の深度の井戸が全体の 25% を占めている。また、区部南部の太田・世田谷・品川区では、100 m 以浅の井戸が多いことがわかる（第 7.1 表）。

地温勾配は、大田区、目黒区の井戸深度 1,000 m を超える温泉での測定例では、100 m 当たり、2.25 度、2.3 度であり、全国な非火山地帯での平均 3 度に比較すると、やや小さい値を示している。

68 施設での温泉泉質をみると、NaCl 型（ナトリウム－塩化物強塩泉）、NaHCO<sub>3</sub> 型（ナトリウム－炭酸水素泉）、Ca (Mg) HCO<sub>3</sub> 型（カルシウム（マグネシウム）－炭酸水素泉）が多い（第 7.1 表；東京都土木技術支援・

人材育成センター，2020）。

NaCl 型は区部南部に多く、HCO<sub>3</sub> 型は内陸部に多い傾向が見られ。特に、井戸の深度が 1,000 m を超える 11 の井戸泉質は大部分が NaCl 型（ナトリウム－塩化物強塩泉）、いわゆる化石水と考えられている。NaCl 型は、海水または化石水が関係していると思われ、SO<sub>4</sub> が少ないことから還元性の環境に長年月閉じ込められて SO<sub>4</sub> が失われたと考えられ、NaHCO<sub>3</sub> 型では、Cl 含有量が少ないものが多いことから、海水起源とは考えにくく、腐植質で着色していること、SO<sub>4</sub> が著しく少ないことから、地層中に閉じ込められた有機物の分解により発生した二酸化炭素が地層中からアルカリ及びアルカリ土類分を溶出し、かつ長年月貯留されることで、Ca、Mg をイオン交換で失い NaHCO<sub>3</sub> 型になったと考えられている（東京都衛生局，1995）。

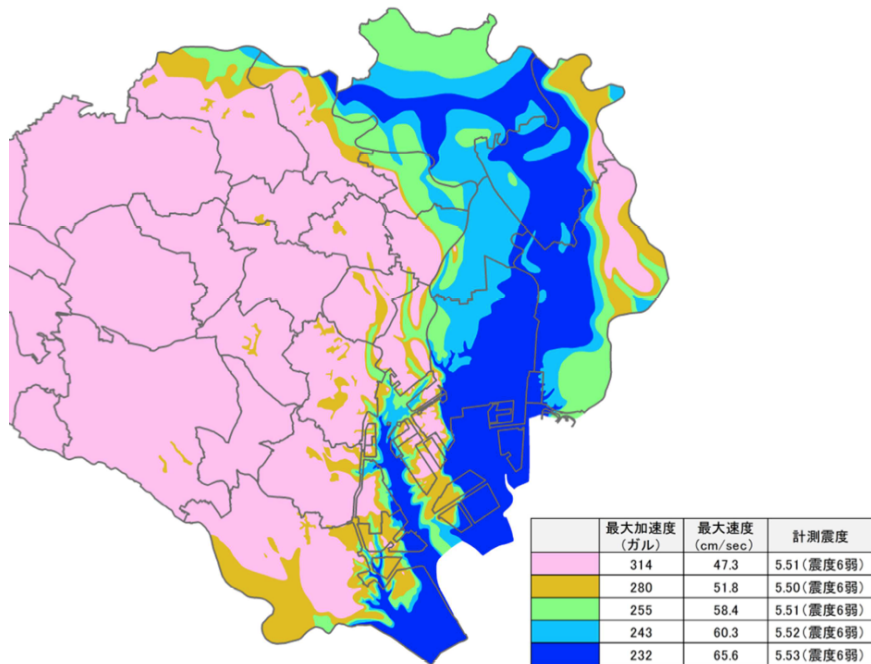
着色水は、区部南部から江東区・江戸川区にかけて分布している。分布深度は大田区で -40 m から -50 m 以深、品川区・港区で -70 m から -80 m 以深、江東区・江戸川区で -80 m から -100 m 以深、荒川区・葛飾区で -300 m 以深である（川島ほか，1996）。

#### 7.4.3 水溶性天然ガス爆発事故

東京の深層地下には、水溶性天然ガスを含むことから、メタンガス爆発事故がしばしば起きている。古くは、昭和 6 年（1931）、江東区の豆腐屋の井戸（深さ 45 ～ 50 m）でガス爆発が起きている。地下水揚水量の増加に伴い地下水位が急激に低下していた昭和 36 年頃から昭和 50 年にかけて、台東区・墨田区・江東区を中心にメタンガス噴出事故が多発している。その後、地下水位の回復とともに、噴出事故は減少するが、特に江東区や港区の臨海部での建築工事や地盤調査ではメタンガス噴出が起きている。平成 5（1993）年には、江東区越中島シールドトンネルでガス爆発事故が発生し、

第 7.1 表 東京都区部の温泉泉質（温泉施設件数）（東京都土木技術研究所，2003）。

新泉質名	ナトリウム－ 炭酸水素泉	ナトリウム－ 塩化物 強塩泉	ナトリウム－ 塩化物泉	ナトリウム－ 炭酸水素塩・ 塩化物	ナトリウム・ カルシウム （・マグネシ ウム）－塩化 物・炭酸水素 塩泉	単純硫化水素 泉	単純鉄（Ⅱ） （炭酸水素塩 型）	カルシウム （・マグネシ ウム）－炭酸 水素塩泉	単純泉	フェロまたは フェリイオン	不明
旧名称	重曹泉	強食塩泉	弱食塩泉	含食塩重曹 泉	含土類弱食 塩泉	単純硫化水 素泉	単純炭酸鉄 線	重炭酸土類 泉	単純泉		
全体	11	10	6	4	1	1	3	24	3	1	4
大田区	8	3	2	2	1	0	0	6	2	0	0
世田谷	0	1	2	0	0	0	1	3	0	1	0
品川区	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0
江戸川区	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0
板橋区	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0
墨田区	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
台東区	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0



第 7.7 図 地表面最大加速度分布図（東京都建設局・港湾局，2013）。

死者 4 人が出ている。また，平成 17（2005）年には北区浮間温泉ボーリング掘削中爆発事故，平成 19（2007）年には渋谷温泉施設で大規模ガス爆発（死者 3 名）が起きている。

北区浮間や渋谷区での事故は，深部の上総層群中のガス胚胎層からの噴出であるが，江東区越中島事故では，メタンガス胚胎層は沖積層基底礫層と考えられている。また，この時のメタンガスの年代は約 2 万年前の値が得られている。江東区・墨田区での噴出事故時に採取されたメタンガス年代も多くは 16,900 年前から 24,000 年前より古い値が得られている（東京都土木技術研究所，1993）。古い生成年代のメタンガスが深部か

ら上昇し，空気との混合による若返りだけでなく，沖積層基底や段丘礫層等の地層でメタンガスが生成され胚胎層になっている可能性があることも考慮しておくことが必要である。

## 7. 5 液状化予測と地震動（地表面加速度）分布

### 7.5.1 液状化予測

1964 年新潟地震では，地盤の液状化により建物倒壊，昭和橋落橋など大きな被害が生じた。この地震を契機に，わが国の液状化研究が始まる。1970 年代後半には，ボーリングデータを用いた液状化簡易判定法が提案さ

れるようになる。

東京都の液状化予測の検討は、1983 年日本海中部地震を契機に始まる。東京の地盤特性（地質構造、浅層地下水位、液状化履歴、土地条件図、都独自の液状化判定式）を考慮した「東京低地の液状化予測」（東京都土木技術研究所、1987）が作成された。その後、1995 年兵庫県南部地震での液状化被害や 2011 年東北地方太平洋沖地震では関東地方沿岸部にも液状化被害が広範囲に生じたことと、新たなボーリングデータの蓄積量が増加したことを背景に、東京都全域での液状化予測の見直しが行われ、2013 年に改訂版（東京都建設局・港湾局, 2013）が出されている。東京都の液状化予測図は、東京都土木技術支援・人材育成センターの HP（東京都土木技術支援・人材育成センター、2013）で見ることができる。

#### 7.5.2 地震動分布（地表面加速度）

2013 年に改訂された液状化予測図は、1923 年関東地震での東京都心部の揺れを想定して作成されている。関東地震では文京区本郷の東京帝国大学地震学教室にあった地震観測記録は地震計の損傷により完全な地震波形は残されていないが、部分的に欠損した地震記録をもとに地震波形が再現されている（山原ほか、1974；森岡、1980）。この再現された波形から本郷での工学的基盤面（東京礫層）の地震波形を求め、この工学的基盤面での地震波形を、都内 300 地点での工学基盤面の地震波形とし、地表面最大加速度が求められている。これによると、関東地震規模の地震では、軟弱層厚（盛土＋沖積層）が厚くなるにつれ、地表面最大加速度が小さくなるという傾向が示されている（第 7.7 図）。



## 第8章 3D地質モデリング手法

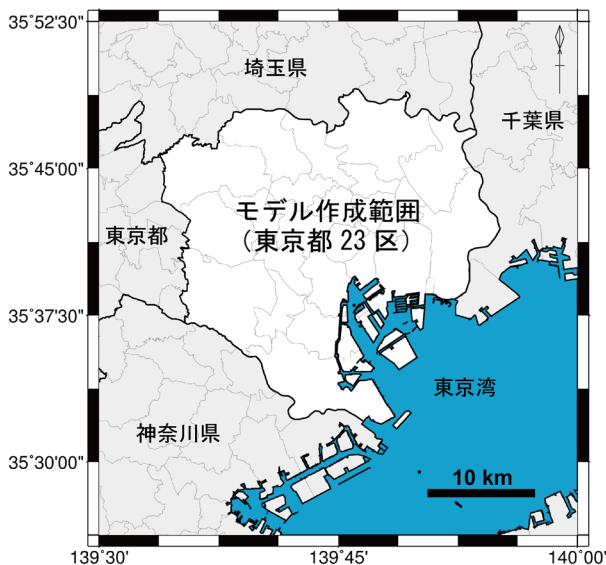
(野々垣 進・中澤 努・納谷友規・小松原純子・宮地良典・尾崎正紀)

### 8.1 3D地質モデルの概要

ここでの3D地質モデルは、地表の地形情報と地下の地質情報とを統合したモデルである。地表の地形情報には各種空間情報から作成した地形区分図(第1章参照)を用いた。地下の地質情報には、地形区分図とボーリングデータを用いた地層の対比結果とから作成した地下サーフェイスモデル(後述)を用いた。モデルの作成範囲は東京都23区である(第8.1図)。

### 8.2 地形区分図の作成

地形図、数値標高モデル、空中写真、ボーリングデータ等の各種空間情報を参考に地形判読を行い、対象範囲の地形区分を表すベクトルデータを作成した(第1.1図)。数値標高モデルには、主として基盤地図情報数値標高モデル5mメッシュ(標高)(以下、5mメッシュDEM)を用いたが、5mメッシュDEMが存在しない範囲では同10mメッシュ(標高)を用いた。本地形区分では、台地部を下末吉面、武蔵野I面、武蔵野II面、武蔵野III面、立川面の4個の категорияに、低地部を低湿地・谷底低地、砂州・砂嘴及び浜堤、自然堤防、旧河道、干拓地、埋立地、人工河川の7個の категорияに区分した(第1章参照)。



第8.1図 3D地質モデルの作成範囲。  
行政区界線には「国土数値情報(行政区界データ)」(国土交通省, 2020)を利用。

### 8.3 地下サーフェイスモデルの作成

地下サーフェイスモデルは、本プロジェクトで整備した基準ボーリングデータ(第2章～第6章参照)と公共工事の際に作成されたボーリングデータ(以下、既存ボーリングデータ)とを用いて作成した。既存ボーリングデータの利用にあたっては、東京都土木技術支援・人材育成センターの協力を得た。モデル作成では、岩村ほか(2012)を参考に、(1)地質体及び境界面の設定、(2)イベント列及び地質構造の論理モデルの作成、(3)地層対比による等式・不等式標高データの作成、(4)地形区分図を用いた等式標高データの作成、(5)境界面の形状の推定、(6)サーフェイスモデルの作成という6つの処理を順に行った。以下に、各処理について記す。

#### 8.3.1 地質体及び境界面の設定

モデリング範囲の地下約100m以浅には、下～中部更新統上総層群、中～上部更新統下総層群、段丘堆積物及び関東ローム層、上部更新統～完新統の沖積層が分布する(第2章参照)。これを踏まえ、モデリング範囲の地下を形成時期の古いものから順に、 $b_1$ (上総層群)、 $b_2$ (荻層)、 $b_3$ (上泉層)、 $b_4$ (東京層下部)、 $b_5$ (東京層上部)、 $b_6$ (武蔵野I段丘堆積物)、 $b_7$ (武蔵野II段丘堆積物)、 $b_8$ (武蔵野III段丘堆積物)、 $b_9$ (立川段丘堆積物)、 $b_{10}$ (沖積層)という10個の地質体に区分した。関東ローム層については、東京層または段丘堆積物から連続する一連の堆積物として扱い、地質体 $b_k$ ( $k=5, 6, \dots, 9$ )の一部として扱った。また、各地質体を境する10個の境界面 $S_i$ ( $i=1, 2, \dots, 10$ )を設定した。境界面 $S_i$ ( $i=1, 2, \dots, 9$ )はそれぞれ地質体 $b_k$ ( $k=2, 3, \dots, 10$ )の基底面を表す。境界面 $S_{10}$ は地表面を表し、地下の地質体空間と地上の空気や水などの空間(上部空間: $\alpha$ )とを境する面である。実際の地質体間の接触関係には、いずれも不整合と整合の両者が認められるが、ここではモデリング処理の都合上、全ての地質体間の接触関係を不整合として扱った。

#### 8.3.2 イベント列及び地質構造の論理モデルの作成

地質体間の接触関係をもとに、モデリング範囲の地質構造の変遷(地史)を表すイベント列(塩野ほか, 1998)を作成した。ここでは、モデリング範囲には断層、地すべり、貫入などによる地質構造の変化はなく、堆積・侵食作用のみが働いたと考えた上で、イベント列

第 8.1 表 地質構造の論理モデル.

		$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_7$	$S_8$	$S_9$	$S_{10}$
$\alpha$	上部空間										+
$b_{10}$	沖積層									+	-
$b_9$	立川段丘堆積物								+	-	-
$b_8$	武蔵野Ⅲ段丘堆積物							+	-	-	-
$b_7$	武蔵野Ⅱ段丘堆積物						+	-	-	-	-
$b_6$	武蔵野Ⅰ段丘堆積物					+	-	-	-	-	-
$b_5$	東京層上部				+	-	-	-	-	-	-
$b_4$	東京層下部			+	-	-	-	-	-	-	-
$b_3$	上泉層		+	-	-	-	-	-	-	-	-
$b_2$	荻層	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$b_1$	上総層群	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

$b_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 10$ ) は地質体を表し,  $S_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 10$ ) は境界面を表す.  $\alpha$  は地上の空気や水などの空間を表す. 地質体の行と境界面の列との交差セルにおける記号 (+, -, 空白) が, 地質体と境界面との論理的関係を表す. + は地質体が境界面よりも上位であることを, - は地質体が境界面よりも下位であることを, 空白は地質体と境界面とが無関係であることを表す.

を  $V_{10} = (v_1, c^*, c^*, c^*, c^*, c^*, c^*, c^*, c^*, c^*)$  とした. ここで,  $v_1$  及び  $c^*$  はそれぞれ塩野ほか (1998) で示された初期状態及び堆積・侵食イベントを表す. このイベント列を用いて, 地質体の分布域と境界面との論理的関係を表す地質構造の論理モデル (塩野ほか, 1998) を作成した (第 8.1 表). イベント列から地質構造の論理モデルを作成するにあたっては米澤ほか (2004) の漸化式を利用した.

### 8. 3. 3 地層対比による等式・不等式標高データの作成

基準ボーリングデータと既存ボーリングデータを利用して, 境界面を推定するための等式・不等式標高データを作成した. 等式標高データとは「面は指定した標高を通過する」という制約条件を与える標高データであり, 不等式標高データとは「面は指定した標高よりも上側を通過する」または「面は指定した標高よりも下側を通過する」という制約条件を与える標高データである.

ここでは, 基準ボーリングデータにおける地層の対比結果を軸として, 既存ボーリングデータについて地層の対比を行うことで, 境界面  $S_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 9$ ) についての等式・不等式標高データを作成した. ボーリングデータの対比作業には, ボーリング柱状図解析システム (AIST-Borehole Log Analysis ver. 2.2) (産業技術総合研究所, 2015) を使用した. データ作成では, 対比時に地質体間の境界位置を特定できる場合には等式標高データを作成した. 境界位置を特定できないが, 上位または下位の地質体を確認できる場合には, 地質構造の論理モデルから導かれる地質体と境界面との論理的関係を利用して, 不等式標高データを作成した. たとえば, 孔底部において荻層は確認できるが上総層群との境界は確認できない場合には, 「荻層基底面は孔底

標高よりも下側を通過する」という制約条件を与える不等式標高データを作成した.

また, 各地質体の分布域を正確に表現する 3D 地質モデルを作成するために, いくつかの境界面について, 地層の対比結果を拡張した不等式標高データを追加した. 境界面  $S_i$  ( $i = 1, 3, 4$ ) (荻層基底面, 東京層下部基底面, 東京層上部基底面) については, 地質構造の論理モデルから導かれる地質体と境界面との論理的関係をもとに, 地質体  $b_{i+2}$  以降に形成された地質体いずれかの直下に, 地質体  $b_i$  以前に形成された地質体を確認でき, かつ, 境界面  $S_{i+1}$  以降に形成された面のいずれかに等式標高データがある地点に限定して不等式標高データを追加した. たとえば, 境界面  $S_3$  (東京層下部基底面) の場合, 地質体  $b_5$  (東京層上部) 以降に形成された地質体いずれかの直下に, 地質体  $b_3$  (上泉層) 以前に形成された地質体を確認でき, かつ境界面  $S_4$  (東京層上部基底面) 以降に形成された面のいずれかに等式標高データ (標高値を  $h$  とする) がある地点について, 「標高  $h$  よりも上側を通過する」という制約条件を与える不等式標高データを追加した. 境界面  $S_2$  (上泉層基底面) については, その分布域を上泉層の基底礫層を識別できた既存ボーリングデータの分布域周辺にとどめるための不等式標高データを追加した. 具体的には, 武蔵野Ⅰ面域に存在し, かつ上泉層の基底礫層を識別できなかった一部のボーリングデータ地点で「境界面  $S_5$  (武蔵野Ⅰ段丘堆積物基底面) よりも上側を通過する」という制約条件を与える不等式標高データを追加した. 境界面  $S_5$  (武蔵野Ⅰ段丘堆積物基底面) については, その分布形態が境界面  $S_6$  (武蔵野Ⅱ段丘堆積物基底面) と漸移的であることから, 境界面  $S_6$  (武蔵野Ⅱ段丘堆積物基底面) の等式標高データを「ここよりも上側を通過する」という不等式標高データに置き換えて追加した. 各等式・不等式標高データの座標は, 世界測地系 (JGD2011) 平面直角座標系第 IX 系に合わせた.

### 8. 3. 4 地形区分図を用いた等式標高データの作成

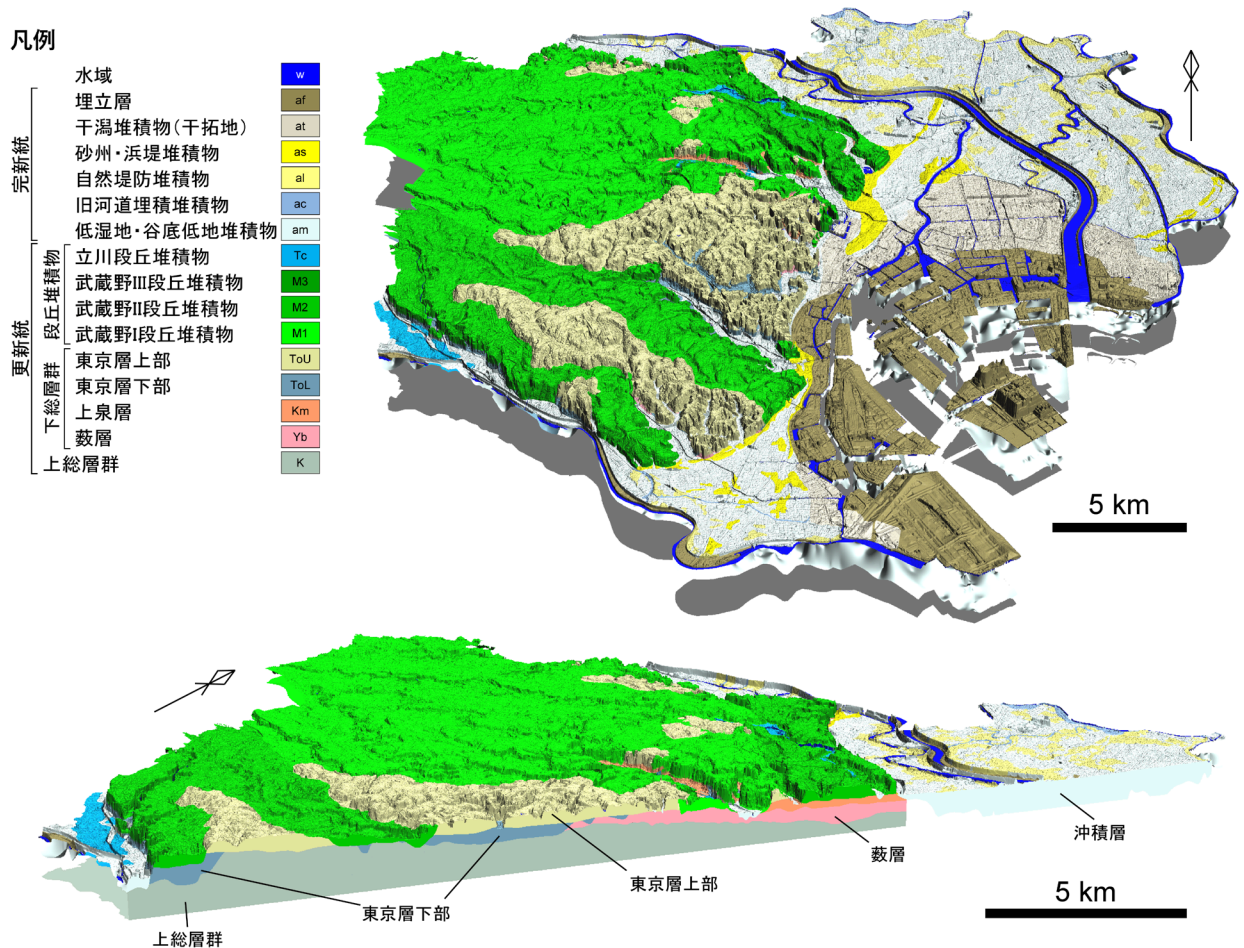
地下サーフェイスモデルにおける段丘堆積物及び沖積層の分布域を地形区分図に示したものと矛盾しないようにするために, 地形区分図の界線情報を利用して, 境界面  $S_i$  ( $i = 5, 6, \dots, 9$ ) (武蔵野Ⅰ段丘堆積物基底面, 武蔵野Ⅱ段丘堆積物基底面, 武蔵野Ⅲ段丘堆積物基底面, 立川段丘堆積物基底面及び沖積層基底面) に関する等式標高データを作成した.

データ作成では, 地形区分図から各地形面の界線の構成点を抽出した後, 構成点における地表面の標高を求め, その標高値を各地形面下に存在する境界面の等式標高データとした. ただし, 抽出する界線の構成点は, より古い地形面と接するもののみとした. たとえば, 境界面  $S_6$  (武蔵野Ⅱ段丘堆積物基底面) の等式標高データを作成する際には, 武蔵野Ⅰ面や下末吉面との界線情報は用いたが, 武蔵野Ⅲ面, 立川面及び沖積面との

第 8.2 表 境界面の推定パラメータと推定誤差.

面	地層対比による 標高データ数(個)	対比結果の拡張による 標高データ数(個)	地形界線による 標高データ数(個)	合計データ数(個)	$M_x$	$M_y$	$\alpha_{\min}$	$\alpha_{\max}$	$N_{\text{ITR}}$	$m_1$	$m_2$	$ID_{\text{OPT}}$	$RMSE$ (m)
$S_1$ 藪層基底面	11,795	7,272	0	19,067	800	800	1	500	10	0.5	0.5	6	0.876
$S_2$ 上泉層基底面	6,843	866	0	7,709	800	800	1	500	10	0.5	0.5	5	0.492
$S_3$ 東京層下部基底面	5,197	16,214	0	21,411	800	800	1	500	10	0.5	0.5	9	0.909
$S_4$ 東京層上部基底面	5,988	14,880	0	20,868	800	800	1	500	10	0.5	0.5	5	0.632
$S_5$ 武蔵野I段丘堆積物基底面	6,169	3,631	2,685	12,485	800	800	1	500	10	0.9	0.1	5	0.980
$S_6$ 武蔵野II段丘堆積物基底面	4,128	0	1,884	6,012	800	800	1	500	10	0.9	0.1	5	0.865
$S_7$ 武蔵野III段丘堆積物基底面	20	0	211	231	800	800	1	500	10	0.9	0.1	4	0.255
$S_8$ 立川段丘堆積物基底面	140	0	1,532	1,672	800	800	1	500	10	0.9	0.1	4	0.644
$S_9$ 沖積層基底面	28,843	0	10,408	39,251	800	800	1	500	10	0.9	0.1	9	0.780

$M_x$  と  $M_y$  はそれぞれ、双 3 次 B-スプラインを定義する際の東西方向と南北方向の推定領域の分割数である。 $\alpha_{\min}$  と  $\alpha_{\max}$  はそれぞれ、拡大目的関数におけるペナルティ  $\alpha$  の初期値と終了値である。 $N_{\text{ITR}}$  は反復計算回数である。 $m_1$  と  $m_2$  はそれぞれ、面の水平性と平面性の重みパラメータである。 $ID_{\text{OPT}}$  は反復計算過程で得た境界面のうち、何回目の計算で得た結果を最適面としたかを表す。 $RMSE$  は制約条件を満たさなかった標高データと境界面との残差の自乗平均であり、平均推定誤差に相当する。



第 8.2 図 3D 地質モデルの表示例。  
高さの強調は 20 倍。

界線情報は用いなかった。地表面の標高は 5 m メッシュ DEM を利用して求めた。等式標高データの座標は、世界測地系 (JGD2011) 平面直角座標系第 IX 系に合わせた。

### 8. 3. 5 境界面の形状の推定

地層対比及び地形区分図から得た等式・不等式標高データを利用して、設定した境界面  $S_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 9$ ) の形状を推定した。各境界面は世界測地系 (JGD2011) 平面直角座標系第 IX 系における東西  $[-24,500 \text{ m}, 7,900 \text{ m}] \times$



南北  $[-53,200 \text{ m}, -20,200 \text{ m}]$ （おおよそ北緯  $35^{\circ} 31' 13.6'' \sim 35^{\circ} 49' 04.4''$ ，東経  $139^{\circ} 33' 43.9'' \sim 139^{\circ} 55' 14.7''$ ）の矩形領域において，東西 6,480 点  $\times$  南北 6,600 点の標高値をもつ DEM である．境界面の推定処理には，野々垣ほか（2008）の BS-Horizon を用いた．推定処理における計算パラメータ及び平均推定誤差を第 8.2 表に示す．計算パラメータの詳細は野々垣ほか（2008）を参照されたい．推定計算では，実際には境界面が存在しない領域においても，周辺の等式・不等式標高データから補間された何かしらの標高値が出力される．このため，推定後に当該領域の標高値をデータ無しとするマスク処理を境界面ごとに施した．境界面  $S_{10}$ （地表面）については，推定処理を行わず 5 m メッシュ DEM を利用した．ただし，5 m メッシュ DEM は世界測地系（JGD2011）地理座標系による座標情報をもつため，GDAL を用いて平面直角座標系第 IX 系による座標情報へ変換して利用した．

### 8. 3. 6 地下サーフェイスモデルの作成

Masumoto *et al.* (2004) のアルゴリズムにもとづいて，地質構造の論理モデルと境界面の DEM とから地下サーフェイスモデルを作成した．ただし，地下サーフェイスモデルの作成は東京都 23 区内に限り，同区外についてはデータ無しとするマスク処理を施した．サーフェイスモデルを構成する各境界面の形状の詳細については，第 4 章～第 6 章を参照されたい．

### 8. 4 3D 地質モデルの作成

地形区分図のもつカテゴリー値と地下サーフェイスモデルのもつカテゴリー値を統合・再分類することで，3D 地質モデルを作成した（第 8.2 図）．本モデルは，地上では地形区分図の情報を，地下では地下サーフェイスモデルの情報をもつ．



## 文 献

- 青木かおり・入野智久・大場忠道 (2008) 鹿島沖海底コア MD01-2421 の後期更新世テフラ層序. 第四紀研究, **47**, 391-407.
- 青木 滋・柴崎達雄 (1966) 海成“沖積層”の層相と細分問題について. 第四紀研究, **5**, 113-120.
- 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. 第四紀研究, **11**, 254-269.
- 新井房夫・町田 洋・杉原重夫 (1977) 南関東における後期更新世の示標テフラ層. 第四紀研究, **16**, 19-40.
- Brauns, D. (1881) Geology of the environs of Tokio. *Memoires of the Science Department, Tokio Daigaku (University of Tokio)*, **4**, 1-82.
- 千代延俊・佐藤時幸・石川憲一・山崎 誠 (2007) 東京都中央部に掘削された温泉井の最上部新生界石灰質ナンノ化石層序. 地質学雑誌, **113**, 223-232.
- 遠藤秀典・相原輝雄・宇野沢 昭・松本英二・富樫茂子 (1988) 東京低地の本所埋没段丘及びその埋積堆積物の形成年代. 第四紀研究, **26**, 401-405.
- 遠藤秀典・上嶋正人・山崎俊嗣・高山俊昭 (1991) 東京都江戸川区 GS-ED-1 ボーリングコアの古地磁気・石灰質ナンノ化石層序. 地質学雑誌, **97**, 419-430.
- 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.
- Endo, K., Sekimoto, K. and Takano, T. (1982) Holocene stratigraphy and paleoenvironments in the Kanto Plain, in relation to the Jomon Transgression. *Proceedings of the Institute of Natural Science, Collage of Humanities and Sciences, Nihon University, Earth Sciences*, **17**, 1-16.
- 遠藤邦彦・関本勝久・高野 司・鈴木正章・平井幸広 (1983) 関東平野の＜沖積層＞. アーバンクボタ, **21**, 26-43.
- 遠藤 毅 (1978) 東京都付近の地下に分布する第四系の層序と地質構造. 地質学雑誌, **84**, 505-520.
- 遠藤 毅 (2004) 東京都臨海域における埋立地造成の歴史. 地学雑誌, **113**, 785-801.
- 遠藤 毅・川島真一・川合将文 (1981) 北多摩地区南部の水文地質構造と地盤沈下. 昭和 56 年度東京都土木技術研究所年報, 165-180.
- 遠藤 毅・川島真一・川合将文 (2001) 東京低地における“ゼロメートル地帯”展開と鎮静化の歴史. 応用地質, **42**, 74-87.
- 遠藤 毅・中村正明 (1991) 武蔵野台地北東部の地盤地質—深部地盤の研究—. 平 3 東京都土木技術研究所年報, 231-239.
- 遠藤 毅・中山俊雄 (2000) 日本の地盤. 連載 (30) 東京都の地盤. 地質と調査, **83**, 34-49.
- 遠藤 毅・中山俊雄 (2008) 東京平野部の地下地質. 日本地質学会編, 日本地方地質誌 3, 関東地方, 朝倉書店, 336-342.
- 遠藤 毅・川島真一・川合将文 (1975) 東京の第四系. 昭和 49 年度東京都土木技術研究所年報, 101-137.
- 遠藤 毅・中山俊雄・川島真一・笹岡弘治・川合将文・小川 好・宝田 淳・岡本 順・石村賢二 (1996) 東京都都区部の大深度地下地盤. 平 8 東京都土木技術研究所年報, 193-216.
- 復興局建築部 (1929) 東京及横浜地質調査報告. 144p.
- 福田 理 (1950) 東京都内の地質 I 山の手台北東部. 自然科学と博物館, **17** (5), 14-27.
- 福田 理・安藤保二 (1951) 東京都内の地質 III. 徳丸貝層について. 自然科学と博物館, **18**, 179-194.
- 福田 理・羽鳥謙三 (1952) 武蔵野台地の地形と地質, 東京都内の地質 IV. 自然科学と博物館, **19**, 171-191.
- 原田正夫 (1943) 関東ロームの生成に就いて. 東京帝大土壤肥科学教室報告, **3**, 1-138.
- 羽鳥謙三 (2004) 武蔵野台地の地形発達—地形・地質と水理・遺跡環境—. 地団研ブックレットシリーズ 11, 45p.
- 羽鳥謙三・井口正男・貝塚爽平・成瀬 洋・杉村 新・戸谷 洋 (1962) 東京湾周辺における第四紀末期の諸問題. 第四紀研究, **2**, 69-90.
- Hosono, Y. (1993) The water table in the Tokyo District. *Environmental Geology*, **21**, 22-36.
- 伊田一善・三梨 昂・景山邦夫 (1956) 関東南部の地層の大区分について. 地質調査所月報, **7**, 435-436.
- 五十嵐八枝子 (2009) 北西太平洋・鹿島沖コア MD01-2421 の MIS 6 以降の花粉記録: 陸域資料との対比. 地質学雑誌, **115**, 357-366.
- 池田俊雄 (1964) 東海道における沖積層の研究. 東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告, **60**, 1-85.
- 井関弘太郎 (1983) 沖積平野. 東京大学出版会, 145p.
- 石原与四郎・木村克己・中島 礼・宮地良典・田辺 晋・中山俊雄・斎藤文紀 (2004) 東京低地と荒川低地から得られた 3 本のボーリングコアの堆積相と放射性炭素年代: DK コア (江東区新砂), TN コア (足立区舎人公園), HA コア (東綾瀬公園). 地質調査研究報告, **55**, 221-235.
- 石井 求・山岸和朗・遠藤 毅・川島真一・小笠原弘信・斉藤 量 (1973) 荒川河口付近の地盤沈下について—天然ガス採取に関連して—. 昭 48. 東京都土木技術研究所年報, 101-115.

- 板橋区教育委員会（1980）成増露頭地質調査報告書．文化財シリーズ第32集，郷土資料集，板橋区教育委員会，116p.
- 岩村里美・升本眞二・塩野清治（2012）野外調査データにもとづいて地質構造の論理モデルを決定するアルゴリズム—地層の接触面の性質—. 情報地質，**23** (1)，3–16.
- 寿円晋吾（1965a）多摩川流域における武蔵野台地の段丘地形の研究—段丘傾動量算定の一例—（その一）. 地理学評論，**38**，557–571.
- 寿円晋吾（1965b）多摩川流域における武蔵野台地の段丘地形の研究—段丘傾動量算定の一例—（その二）. 地理学評論，**38**，591–612.
- 寿円晋吾（1966）多摩川流域における武蔵野台地南部の地質（2）. 地学雑誌，**75**，266–281.
- 貝塚爽平（1957）武蔵野台地の地形変位とその関東造盆地運動における意義．第四紀研究，**1**，22–30.
- 貝塚爽平（1964）東京の自然史．紀伊國屋書店，186p.
- 貝塚爽平（1976）東京の自然史 第二版．紀伊國屋書店，228p.
- 貝塚爽平（1979）東京の自然史 増補第二版．紀伊國屋書店，239p.
- Kaizuka, S., Naruse, Y. and Matsuda, I. (1977) Recent formations and their basal topography in and around Tokyo Bay, Central Japan. *The Quaternary Research*, **8**, 32–50.
- 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.
- 関東第四紀研究グループ（1969）南関東の第四系と海水準変動．地団研専報，**15**，173–20.
- 関東ローム研究グループ（1956）関東ロームの諸問題．地質学雑誌，**62**，302–316.
- 笠間友博・山下浩之（2008）いわゆる「東京軽石層」について．神奈川博調査研報（自然），**13**，91–110.
- 河井興三（1961）南関東ガス田地帯についての鉱床地質学的研究．石油技術協会誌，**26**，212–266.
- 川島真一・川合将文・寶田 淳（1996）東京区部における被圧地下水の特徴．平 8. 東京都土木技術研究所年報，217–232.
- 建設省計画局（1969）東京湾周辺地帯の地盤 解説編・付図．都市地盤調査報告書 第17巻，大蔵省印刷局，138p.
- 菊地隆男（1980）成増貝層の貝化石群集について．成増露頭地質調査報告書，板橋区教育委員会，79–90.
- 木村克己・花島裕樹・石原与四郎・西山昭一（2013）埋没地形面の形成過程を考慮したボーリングデータ補間による沖積層基底面モデルの三次元解析：東京低地北部から中川低地南部の沖積層の例．地質学雑誌，**119**，537–553.
- 小林国夫・清水英樹・北沢和男・皆川紘一・町田瑞男（1968）南関東の Pm-1 の産状とその意義（演旨）．第四紀研究，**7**，62.
- Kobayashi, K., Minagawa, K., Machida, M., Shimizu, H. and Kitazawa, K. (1968) The Ontake pumice-fall deposit Pm-I as a Late Pleistocene time-marker in central Japan. *Journal of Faculty of Science, Shinshu University*, **3** (2), 171–198.
- 国土交通省（2020）国土数値情報（行政区界データ）. 国土交通省国土数値情報ダウンロードサイト ([https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-v2\\_4.html](https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-v2_4.html)). (2020 年 11 月 30 日取得)
- 小松原純子（2014）荒川低地・中川低地・東京低地北部における沖積層の基盤地形．木村克己・水野清秀・小松原純子・尾崎正紀編，関東平野中央部の地下地質情報とその応用，特殊地質図 40，産総研地質調査総合センター，51–55.
- 小松原純子・中山俊雄・中澤 努（2020）東京都江東区若洲における沖積層層序：GS-KWS-1 コアの堆積相と堆積年代．堆積学研究，**79**，1–12.
- 小松原純子・宮地良典・中澤 努・中島 礼・風岡 修・吉田 剛（2017）千葉県東京湾岸部で掘削した沖積層基準ボーリング試料の対比と層序．平成 28 年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告\_地質調査総合センター速報，**74**，31–37.
- 小松原 琢・中澤 努・兼子尚知（2004）木更津地域の地質．地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図幅），産総研地質調査総合センター，64p.
- 久保純子（1988）相模野台地・武蔵野台地を刻む谷の地形－風成テフラを供給された名残川の谷地形－. 地理学評論，Ser. A，**61**，25–48.
- 久保純子（1993）東京低地水域環境地形分類図（1：50,000）. 平成 4（1992）年度文部省科学研究費重点領域研究「近代化による環境変化の地理情報システム」研究成果.
- 久保純子（1994）東京低地の水域・地形変遷と人間活動．大矢雅彦編，防災と環境保全のための応用地理学，古今書店，141–158.
- 久保純子・小山善雅（2010）多摩川左岸における立川段丘面区分の再検討．早稲田大学教育学部学術研究（地理学・歴史学・社会科学編），**58**，23–41.
- 熊木洋太・小荒井 衛・中埜貴元（2013）東京とその周辺の地形改変．地学雑誌，**122**，992–1009.
- 町田 洋（1971）南関東のテフロクロノロジー（I）—下末吉期以降のテフラの起源および層序と年代について—. 第四紀研究，**10**，1–20.
- 町田 洋（2008）大磯丘陵から下総台地までの第四系．日本地質学会編，日本地方地質誌 3，関東地方，朝倉書店，299–315.
- 町田 洋・新井房夫（1976）広域に分布する火山灰—始良 Tn 火山灰の発見とその意義．科学，**46**，339–347.
- 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.
- 町田 洋・松島義章（1976）下末吉海進初期の古環境に関する

- る若干の資料. 第四紀研究, **15**, 136–140.
- 町田 洋・森山昭雄 (1968) 大磯丘陵の tephrochronology とそれにもとづく富士および箱根火山の活動史. 地理学評論, **41**, 241–257.
- 町田瑞男 (1973) 武蔵野台地北部およびその周辺地域における火山灰層位学的研究. 地質学雑誌, **79**, 167–180.
- 増田富士雄・中里裕臣 (1988) 堆積相からみた鹿島–房総隆起帯の運動像. 月刊地球, **10**, 616–623.
- Masumoto, S., Raghavan, V., Yonezawa, G., Nemoto, T., and Shiono, K. (2004) Construction and visualization of a three dimensional geologic model using GRASS GIS. *Transaction in GIS*, **8** (2), 211–223.
- 松田磐余 (1973) 多摩川低地の沖積層と埋没地形. 地理学評論, **46**, 339–356.
- Matsuda, I. (1974) Distribution of the recent deposits and buried landforms in the Kanto Lowland, Central Japan. *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University*, **9**, 1–36.
- 松田磐余 (1993) 東京湾と周辺の沖積層. 貝塚史平篇, 東京湾の地形・地質と水, 築地書館, 67–109.
- 三土知芳 (1937) 7 万 5 千分の 1 地質図幅「茂原」. 地質調査所. 宮地良典・木村克己・石原与四郎・田辺 晋・中島 礼・堀和明・中山俊雄・齋藤文紀 (2004) 東京都江戸川区小松川地区で掘削された沖積層ボーリングコア (GS-KM-1) の堆積相・堆積物物性と放射性炭素年代. 地質調査研究報告, **55**, 201–219.
- 森岡桂樹 (1980) 1923 年関東地震の地動. 日本建築学会論文報告集, **289**, 89–91.
- 村田昌則・鈴木毅彦・中山俊雄・川島眞一・川合将文 (2007) 武蔵野台地南東部地下における上総層群のテフロクロロジー. 地学雑誌, **116**, 243–259.
- 中条純輔 (1962) 古東京川について — 音波探査による —. 地球科学, **59**, 30–39.
- 中野尊正・門村 浩・松田磐余 (1968) 東京低地の埋没地形と地盤沈下. 地理学評論, **41**, 427–449.
- 中山俊雄・小川 好 (1977) 石神井川河谷底の地盤について — 東京の河谷底地盤の研究 (その 1) —. 東京都土木技術研究所年報 (昭和 51 年度), 141–150.
- 中山俊雄・中村正明 (2001) 江東区枝川地区における沖積層の層相と土質特性. 平成 12 年度東京都土木技術研究所年報, 191–202.
- 中里裕臣・佐藤弘幸 (1988) 下総層群上泉層中の Km2 テフラ. 地質学雑誌, **94**, 793–796.
- 中里裕臣 (1997) 下総層群の年代. 坂上澄夫教授退官記念論文集, 127–141.
- 中里裕臣・佐藤弘幸 (2001) 下総層群の年代と“鹿島”隆起帯の運動. 第四紀研究, **40**, 251–257.
- 中里裕臣・中澤 努・納谷友規・坂田健太郎 (2019) 関東平野における塩原カルデラ起源テフラの層位. 日本地質学会第 126 年学術大会講演要旨, 72.
- 中澤 努・遠藤秀典 (2002) 大宮地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 41p.
- 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・中島 礼・植木岳雪・田辺 晋・大嶋秀明・堀内誠示 (2006) 大宮台地の地下に分布する更新統下総層群木下層のシーケンス層序学的研究. 地質学雑誌, **112**, 349–368.
- 中澤 努・中里裕臣・大嶋秀明・堀内誠示 (2009) 関東平野中央部における上総–下総層群境界: 越谷 GS-KS-1 コアでの MIS12 層準の特定. 地質学雑誌, **115**, 49–63.
- 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.
- Nakazawa, T., Sakata, K., Hongo, M. and Nakazato, H. (2017) Transition from incised valley to barrier island systems during MIS 5e in the northern Chiba area, Kanto Plain, central Japan. *Quaternary International*, **456**, 85–101.
- 奈良正和 (1994) “ヒメスナホリムシの生痕化石”の形成者は何か?: 生痕化石 *Macaronichnus segregatis* の形成メカニズム. 化石, **56**, 9–20.
- 納谷友規・小松原純子・坂田健太郎・中山俊雄・中澤 努 (2019a) 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, **79**, 107–117.
- 納谷友規・坂田健太郎・中澤 努 (2017) 松戸市の地下に分布する下総層群の層序: GS-MD-1 コアの調査概要. 地質調査総合センター速報, **74**, 39–46.
- 納谷友規・坂田健太郎・中澤 努・中里裕臣・中山俊雄 (2019b) 東京都千代田区紀尾井町地下の更新統東京層に認められる堆積サイクルとテフラ層序. 日本地質学会第 126 年学術大会講演要旨, 72.
- 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・野々垣 進・小松原純子・宮地良典・中澤 努・風岡 修・潮崎翔一・香川 淳・吉田 剛・加藤晶子・八武崎寿史・荻津 達・中里裕臣 (2018) 都市域の地質地盤図「千葉県北部地域」(説明書). 産総研地質調査総合センター, 55p.
- 野々垣 進・升本眞二・塩野清治 (2008) 3 次 B- スプラインを用いた地層境界面の推定. 情報地質, **19** (2), 61–77.
- 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.
- 岡 重文・島津光夫・宇野沢 昭・桂島 茂・垣見俊弘 (1979)

- 藤沢地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 111p.
- 岡崎浩子・増田富士雄 (1992) 古東京湾の堆積システム. 地質学雑誌, **98**, 235–258.
- Okazaki, H. and Masuda, F. (1995) Sequence stratigraphy of the Late Pleistocene Palaeo-Tokyo Bay: Barrier islands and associated tidal delta and inlet. In Flemming, B.W. and Bartholomä, A. eds, *Tidal Signatures in Modern and Ancient Sediments*, The International Association of Sedimentologists, vol. 24, Special Publication, 275–288.
- 大熊 孝 (1981) 近世初頭の河川改修と浅間山噴火の影響. アーバンクボタ, **19**, 18–31.
- 大澤健二・上之原一有・国文邦紀・小川 好 (2020) 令和元年の地盤沈下. 令 2. 東京都土木技術支援・人材育成センター一年報, 31–48.
- 尾崎正紀・古山精史朗・佐藤智之・荒井晃作 (2019) 房総半島東部沿岸域の 20 万分の 1 海陸地質図及び説明書 (特に第四紀地殻変動について). 海陸シームレス地質情報集, 房総半島東部沿岸域, 海陸シームレス地質図 S-6, 産総研地質調査総合センター.
- 坂倉勝彦 (1935) 千葉県小櫃川流域の層序 (その 2). 地質学雑誌, **42**, 753–784.
- 坂田健太郎・納谷友規・本郷美佐緒・中里裕臣・中澤 努 (2018) 茨城県筑波台地に分布する中 - 上部更新統下総層群の層序の再検討. 地質学雑誌, **124**, 331–346.
- 産業技術総合研究所 (2015) 「ボーリング柱状図解析システム」ver.2.2 の利用者マニュアル. 産業技術総合研究所, 132p.
- 佐藤弘幸 (1993) 下総層群中・下部の堆積相と古流系. 堆積学研究会 1993 年秋季研究集会講演要旨, 35–38.
- 佐藤万理・鈴木毅彦・中山俊雄 (2004) 東京都板橋区および大田区地下に産出する前期更新世テフラの層序と対比. 地学雑誌, **113**, 816–834.
- Seike, K. (2009) Influence of beach morphodynamics on the distributions of the opheliid polychaete *Euzonus* sp. and its feeding burrows on a sandy beach: paleoecological and paleoenvironmental implications for the trace fossil *Macaronichnus segregatis*. *Palaos*, **24**, 799–808.
- Shibasaki, T., Aoki, S. and Kuwano, Y. (1971) Significance of buried valleys and other topographies in elucidating the Late Quaternary geohistory of Japanese coastal plains. *Quaternaria*, **14**, 217–236.
- 嶋田 繁・増渕和夫・中野守久・叶内敦子・杉原重夫 (1996) 東京低地, 王子付近の埋没立川段丘の地質層序と形成年代. 第四紀研究, **35**, 325–332.
- 清水恵助 (1983) 東京港における埋立地について — 埋立地の地質学的考察 —. 地質学論集, **23**, 141–154.
- 清水恵助 (1990) “沖積層”の形成史からみた湖沼 — 東京港地区を例として —. 地質学論集, **36**, 119–128.
- 新藤静夫 (1969) 武蔵野台地の地下地質. 地学雑誌, **78**, 449–470.
- 塩野清治・升本眞二・坂本正徳 (1998) 地層の 3 次元分布の特性と地質図作成アルゴリズム — 地質構造の論理モデル —. 情報地質, **9** (3), 121–134.
- Smith, V. C., Staff, R. A., Blockley, S. P. E., Bronk Ramsey, C., Nakagawa, T., Mark, D. F., Takemura, K., Danhara, T. and Suigetsu 2006 Project Members (2013) Identification and correlation of visible tephra in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: Chronostratigraphic markers for synchronizing of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150 ka. *Quaternary Science Reviews*, **67**, 121–137.
- Suganuma, Y., Okada, M., Horie, K., Kaiden, H., Takehara, M., Sendai, R., Kimura, J., Kawamura, K., Haneda, Y., Kazaoka, O. and Head, M. J. (2015) Age of Matsuyama–Brunhes boundary constrained by U–Pb zircon dating of a widespread tephra. *Geology*, **43**, 491–494.
- 杉原重夫 (2000) 5–5 関東平野南東部. 貝塚爽平・小池一之・遠藤邦彦・山崎晴雄・鈴木毅彦編, 日本の地形 4 関東・伊豆小笠原, 東京大学出版会, 214–232.
- 杉原重夫 (2008) 武蔵野台地. 日本地質学会編, 日本地方地質誌 3, 関東地方, 朝倉書店, 331–336.
- 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.
- 杉原重夫・高原勇夫・細野 衛 (1972) 武蔵野台地における関東ローム層と地形面区分についての諸問題. 第四紀研究, **11**, 29–39.
- 角田清美 (2014) 東京都心・「日比谷の入江」の埋没地形と有楽町層. 駒澤地理, **50**, 113–120.
- 鈴木宏芳 (2002) 関東平野の地下地質構造. 防災科学技術研究所報告, **63**, 1–19.
- 鈴木好一・北崎梅香 (1953) 東京山の手台地の洪積層中の粘土について. 資源研彙報, **32**, 102–112.
- 鈴木毅彦 (2000) 5-6 関東平野西部 (1) 多摩川・荒川間の丘陵. 台地・低地 — 武蔵野台地を中心に. 貝塚爽平・小池一之・遠藤邦彦・山崎晴雄・鈴木毅彦編, 日本の地形 4 関東・伊豆小笠原, 東京大学出版会, 232–238.
- 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) 第 2 章 多摩川中・上流域の上総層群. 多摩川中上流域上総層群調査研究プロジェクト報告書, 多摩川中上流域上総層群調査研究プロジェクト実行委員会, 55–104.
- 鈴木毅彦・藤原 治・檀原 徹 (2004) 東南北部, 会津地域周辺における中期更新世テフラの層序と編年. 地学雑誌, **113**, 38–61.
- 鈴木毅彦・早川由起夫 (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・村田昌則 (2011) 上総層群黄和田層とその相当層に介在するテフラの層序と対比. 地質学雑誌, **117**, 379–397.
- 鈴木毅彦・野口孝俊・金澤直人・細矢卓志・遠藤邦彦・大里重人・田中政典 (2010) 東京国際 (羽田) 空港 D 滑走路地域地下から検出された前期更新世に噴出したと恵比須峠 - 福田テフラと穂高-Kd39 テフラとその意義. 日本地球惑星科学 2010 年大会予稿集, HQR010-P16.
- Suzuki, T., Obara, M., Aoki, T., Murata, M., Kawashima, S., Kawai, M., Nakayama, T., and Tokizane, K. (2011) Identification of Lower Pleistocene tephras under Tokyo and reconstruction of Quaternary crustal movements, Kanto Tectonic Basin, central Japan. *Quaternary International*, **246**, 247–259.
- Suzuki, T., Murata, M., Mizuno, K. and Ishihara, T. (2017) Sequence of Early Pleistocene Shirakawa ignimbrites and their identifications in distal areas in Northeast Japan. *Quaternary International*, **456**, 195–209.
- 鈴木 敏 (1888) 20 万分の 1 地質図幅「東京」および同説明書. 農商務省地質局, 78p.
- 鈴木尉元・小玉喜三郎・三梨 昂・岡 重文・ト部厚志・遠藤 毅・堀口万吉・江藤哲人・菊地隆男・山内靖喜・中嶋輝允・徳橋秀一・楡井 久・原 雄・中山俊雄・奈須紀幸・加賀美英雄・木村政昭・本座栄一 (1995) 東京湾とその周辺地域の地質 (第 2 版) 説明書. 特殊地質図 20, 地質調査所, 109p.
- 多田文男 (1961) 第四紀の環境変遷. 坂本峻雄編, 生命の歴史, 261–290.
- 田村糸子・高木秀雄・山崎晴雄 (2010) 南関東に分布する 2.5 Ma の広域テフラ: 丹沢 - ざくろ石軽石層. 地質学雑誌, **116**, 360–373.
- 田辺 晋 (2017) 多摩川低地における沖積層の累重様式. 平成 28 年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告, 地質調査総合センター速報, **74**, 47–54.
- 田辺 晋・石原与四郎 (2020) 東京低地南部における沖積層の基盤地形. 地質調査研究報告, **71**, 201–213.
- 田辺 晋・石原園子・中島 礼・宮地良典・木村克己 (2006a) 東京低地中央部における沖積層の中間砂層の形成機構. 井内美郎・稲崎富士・ト部厚志・岡 孝雄・木村克己・斎藤文紀・高安克己・立石雅昭・中山俊雄・長谷義隆・三田村宗樹編, 沖積層研究の新展開, 地質学論集, **59**, 35–52.
- 田辺 晋・中島 礼・中西利典・石原与四郎・宮地良典・木村克己・中山俊雄・柴田康行 (2006b) 東京都葛飾区における沖積層の堆積相と堆積物物性: 奥東京湾口の砂嘴堆積物の時空間分布. 地質調査研究報告, **57**, 261–288.
- 田辺 晋・中島 礼・中西利典・木村克己・柴田康行 (2006c) 東京都足立区本木地区から採取した沖積層ボーリングコア堆積物 (GS-AMG-1) の堆積相, 放射性炭素年代と物性. 地質調査研究報告, **57**, 289–307.
- 田辺 晋・石原与四郎・中島 礼・木村克己・中山俊雄 (2008a) 東京低地東縁における 2 本のボーリングコア堆積物の堆積相と放射性炭素年代: MZ コア (葛飾区水元公園), SZ コア (江戸川区篠崎公園). 地質調査研究報告, **59**, 135–149.
- 田辺 晋・中西利典・木村克己・八戸昭一・中山俊雄 (2008b) 東京低地北部から中川低地にかけた沖積層の基盤地形. 地質調査研究報告, **59**, 497–508.
- 田辺 晋・石原与四郎・中西利典 (2010) 東京低地から中川低地にかけた沖積層の層序と物性: 沖積層の 2 部層区分について. 地質学雑誌, **116**, 85–98.
- 田辺 晋・中島 礼・内田昌男・柴田康行 (2012) 東京低地臨海部の沖積層に見られる湾口砂州の形成過程. 地質学雑誌, **118**, 1–19.
- Tanabe, S., Nakanishi, T., Ishihara, Y. and Nakashima, R. (2015) Millennial-scale stratigraphy of a tide-dominated incised valley during the last 14 kyr: Spatial and quantitative reconstruction in the Tokyo Lowland, central Japan. *Sedimentology*, **62**, 1837–1872.
- 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, 136p.
- 徳橋秀一・渡辺真人 (2008) 房総地域の上総層群. 日本地質学会編, 日本地方地質誌 3, 関東地方, 朝倉書店, 281–292.
- Tokunaga, S. (1906) Fossils from the environs of Tokyo. *Journal of the College of Science, Imperial University, Tokyo, Japan*, **21**, art. 2, 1–96.
- 東京地盤調査研究会 (1959) 東京地盤図. 技報堂, 23p.
- 東京港地下地質研究会 (2000) 東京港地域の地下地質層序. 地団研専報, **47**, 10–22.
- 東京都 (1997) 東京西南部 (5 万分の 1) 地形分類図・表層地質図. 土地分類基本調査, 105p.
- 東京都 (1998) 東京西北部 (5 万分の 1) 地形分類図・表層地質図. 土地分類基本調査, 111p.
- 東京都 (1999) 東京東北部・東南部 (5 万分の 1) 地形分類図・表層地質図. 土地分類基本調査, 113p.
- 東京都土木技術研究所 (1963) 東京都地質図集 1. 都土木技研資料 37–5, 91p.
- 東京都土木技術研究所 (1969) 東京都地盤地質図 (23 区内) — 東京都地質図集 2 —. 東京都土木技術研究所.
- 東京都土木技術研究所 (1977) 東京都総合地盤図 1 東京都地質図集 3. 技報堂.
- 東京都土木技術研究所 (1987) 東京低地の液化化予測. 東京都土木技術研究所, 189p.
- 東京都土木技術研究所 (1990) 東京都総合地盤図 (II) 山の手・北多摩地区 — 東京都地質図集 4 —. 東京都土木技術研究所.
- 東京都土木技術研究所 (1993) 東京島町低地における可燃性ガスの噴出について. 42p.

- 東京都土木技術研究所（1996）東京都（区部）大深度地下地盤図 — 東京都地質図集 6 —. 東京都土木技術研究所.
- 東京都土木技術研究所（2003）温泉ボーリング収集報告書. 31p.
- 東京都土木技術支援・人材育成センター（2013）東京の液化予測図 平成 24 年度改訂版. <https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/jigyo/tech/start/03-jyouhou/ekijyouka/index.html>, 2021 年 4 月 5 日閲覧.
- 東京都土木技術支援・人材育成センター（2020）令和元年地盤沈下調査報告書, 33p.
- 東京都土木技術支援・人材育成センター（2021）東京の地盤（GIS 版）. <https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/jigyo/tech/start/03-jyouhou/geo-web/00-index.html>, 2021 年 4 月 5 日閲覧.
- 東京都衛生局（1995）東京都特別区及び多摩地域温泉基礎調査報告. 103p.
- 東京都建設局・港湾局（2013）東京の液化予測（平成 24 年度改訂版）報告書, 126p.
- 東京都港湾局（1972）東京港地盤図（I）地質地盤図篇. 東京都港湾局.
- 東京都港湾局（1993）東京臨海副都心区域付近の地下地質. 東京都, 175p.
- 東京都港湾局（2001）新版 東京港地盤図. 東京都, 89p.
- 東木龍七（1928a）東京下町地域並びに其附近に於ける洪積世以後の地形發達史の研究（一）. 地理学評論, **4**, 367–387.
- 東木龍七（1928b）東京下町地域並びに其附近に於ける洪積世以後の地形發達史の研究（二）. 地理学評論, **4**, 482–497.
- 東木龍七（1928c）東京下町地域並びに其附近に於ける洪積世以後の地形發達史の研究（三）. 地理学評論, **4**, 562–580.
- 当間唯弘（1974）横浜付近の下末吉面の陸化過程. 第四紀研究, **13**, 199–215.
- 植木岳雪・酒井 彰（2007）青梅地域の地質. 地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図幅）, 産総研地質調査総合センター, 189p.
- 上杉 陽・青木さと子・落合暁子・長崎 正・岡 重文・原田昌一・関東第四紀研究会（1998）吉沢ローム層最下部～下部標準柱状図. 関東の四紀, **21**, 3–18.
- 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.
- 山田眞嵩・河合貴之・西澤文勝・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.
- 山原 浩・伊藤哲次・広瀬道孝（1974）1923 年関東地震記録の検討. 清水建設研究所報, **22**, 47–55.
- 山崎晴雄（1978）立川断層とその第四紀後期の運動. 第四紀研究, **16**, 231–24.
- 山崎直方（1894）深井地質第一回報告. 震災豫防調査會報告, **2**, 147–155.
- 米澤 剛・升本眞二・根本達也・坂本正徳・塩野清治（2004）拡張地質関数を用いた地質境界線の表示. 情報地質, **15** (4), 193–206.
- 吉川周作（1976）大阪層群の火山灰層について. 地質学雑誌, **82**, 497–515.
- 吉川虎雄・杉村 新・貝塚爽平・太田陽子・阪口 豊（1973）新編日本地形論. 東京大学出版会, 415p.

# Explanatory Text of the Urban Geological Map of Central Tokyo (Special Wards Area)

By

NAYA Tomonori\*, KOMATSUBARA Junko\*, NONOGAKI Susumu\*, OZAKI Masanori\*,  
MIYACHI Yoshinori\*, NAKAZAWA Tsutomu\*,  
NAKAZATO Hiroomi\*\*, SUZUKI Takehiko\*\*\* and NAKAYAMA Toshio\*\*\*\*

(Written in 2021)

\* Research Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, AIST

\*\* Institute for Rural Engineering, NARO

\*\*\* Tokyo Metropolitan University

\*\*\*\* Civil Engineering Support and Training Center, Bureau of Construction, Tokyo Metropolitan Government

## (ABSTRACT)

Tokyo is one of the largest cities in the world. The population density of central Tokyo (i.e., the special wards) is approximately 15,000 persons/km<sup>2</sup>, which is the highest in Japan. The region is characterized by numerous commercial and residential buildings, and the utilization of underground space is well established. However, central Tokyo is situated on a coastal plain that faces Tokyo Bay, and the region has repeatedly experienced earthquake disasters to date. It is therefore expected that detailed geoinformation resources will be required for earthquake disaster mitigation in the future.

Topographically, central Tokyo comprises both upland and lowland areas. The western part of central Tokyo overlaps part of the Musashino Upland, which was formed as an alluvial fan of the Tama River. The lowlands are distributed along rivers and coastal areas of Tokyo Bay, mainly in the eastern part of central Tokyo, such as the Arakawa and Tokyo lowlands. Narrow valley-floor lowlands also developed along smaller rivers in the Musashino Upland.

Geologically, central Tokyo is situated in the center of the Kanto Sedimentary Basin, which comprise thick Cenozoic sedimentary successions, including the Lower to Middle Pleistocene Kazusa Group, Middle to Upper Pleistocene Shimosa Group, Upper Pleistocene terrace deposits and loam beds (volcanic ash soil), Alluvium (post-Last Glacial Maximum (LGM) deposits), and reclaimed areas (i.e., man-made strata) (Fig. 1).

The Lower to Middle Pleistocene Kazusa Group beneath central Tokyo comprises the Kitatama, Higashikurume, Toneri, and Edogawa formations. These formations are composed mostly of marine sediments, but the Toneri and Edogawa formations also include non-marine sediments. The Kitatama, Higashikurume, and Toneri formations are considered to have formed 1.8–0.9 Ma based on tephro-, paleomagneto-, and calcareous nannofossil biostratigraphic analyses. The Matuyama–Brunhes Boundary (*ca.* 0.77 Ma), which closely corresponds with the boundary between the Lower and Middle Pleistocene, is recognized in the Edogawa Formation.

The Middle to Upper Pleistocene Shimosa Group, which unconformably overlies the Kazusa Group in central Tokyo, comprises four formations: the Jizodo, Yabu, Kamiizumi, and Tokyo formations. Of these, the Jizodo Formation is located beneath the Tokyo lowland areas, but not beneath the Musashino Upland. Each of the formations in the Shimosa Group is composed of a depositional cycle of fluvial and marine sediment layers deposited under the influence of sea-level fluctuations during MIS 12–5e.

Terrace deposits younger than the Shimosa Group widely cover the Musashino Upland. They comprise gravelly sediments that formed as an alluvial fan of the Tama River at MIS 5c or later. These terrace deposits and the Tokyo Formation of the Shimosa Group are overlain by the Kanto Loam Beds, which are generally composed of volcanic ash soil.

The Alluvium, referred to as “Chuseki-so” in Japanese, is composed mainly of post-LGM deposits that are distributed beneath the lowlands along the rivers and coastal areas of Tokyo Bay. It consists mainly of incised-valley fills composed of soft sand and mud that formed in fluvial and inner-bay environments. The Tokyo Bay shoreline was mostly reclaimed for industrial and residential estates using industrial and domestic waste, and/or sand and muddy sediments that were dredged offshore.

Age	Stratigraphic division		Tephra	MIS
Holocene	ka 11.7	Reclamation Tidal flat dep. Sand bar and beach ridge dep. Natural levee dep. Abandoned channel fills Marsh and valley floor dep.		
		Alluvium "Chuseki-so"	Tachikawa Loam Bed	1
Pleistocene	Late	Tachikawa TD	AT	2
		Musashino III TD	Hk-TP	3
		Musashino II TD		4
		Musashino I TD	On-Pm1	5a
			SJP (KIP)	5b
	ka 129	(upper) Tokyo Fm	TAu	5c
		(lower)		5d
	Chibanian (Middle)	Kamiizumi Fm	Km2 (TCu-1)	5e
		Yabu Fm		6
		Jizodo Fm		7
			Yb5	8
			So-TN	9
	Calabrian (Early)		Yb1.5	10
			Yb0	11
			J4 (TE-5)	12~
		Edogawa Fm		
	Kazusa Gr	Toneri Fm	U8	
		Higashikurume Fm	O18	
			Kd5A	
		Kitatama Fm	Kd8B	

Gr: Group, Fm: Formation, TD: Terrace Deposits  
dep.: deposits

Fig. 1 Stratigraphic summary of the central Tokyo region (special wards area).



## 執筆分担

第1章 地形	尾崎正紀
第2章 地質概説	中澤 努・納谷友規・小松原純子・野々垣 進・宮地良典・中里裕臣・鈴木毅彦・中山俊雄
第3章 上総層群	鈴木毅彦
第4章 下総層群	納谷友規・中澤 努・野々垣 進・中里裕臣・鈴木毅彦
第5章 段丘堆積物及び関東ローム層	中澤 努・納谷友規・野々垣 進
第6章 沖積層	小松原純子・宮地良典・野々垣 進
第7章 応用地質	中山俊雄
第8章 3D地質モデリング	野々垣 進・中澤 努・納谷友規・小松原純子・宮地良典・尾崎正紀

## 文献引用例

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.

## 章単位での引用例

尾崎正紀 (2021) 第1章 地形. 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, p.1-3.

## Bibliographic reference

Naya, T., Komatsubara, J., Nonogaki, S., Ozaki, M., Miyachi, Y., Nakazawa, T., Nakazato, H., Suzuki, T. and Nakayama, T. (2021) Explanatory Text of the Urban Geological Map of Central Tokyo (Special Wards Area). Geological Survey of Japan, AIST, 82p.

## Bibliographic reference of each chapter

Ozaki, M. (2021) 1. Topography. Explanatory Text of the Urban Geological Map of Central Tokyo (Special Wards Area). Geological Survey of Japan, AIST, p. 1-3.

---

都市域の地質地盤図「東京都区部」(説明書)  
令和3年5月21日発行  
国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
地質調査総合センター  
〒305-8567 茨城県つくば市東1-1-1 中央第7

---

Explanatory Text of the Urban Geological Map of Central Tokyo (Special Wards Area)  
Published on May 21, 2021  
**Geological Survey of Japan, AIST**  
AIST Tsukuba Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba 305-8567, Japan