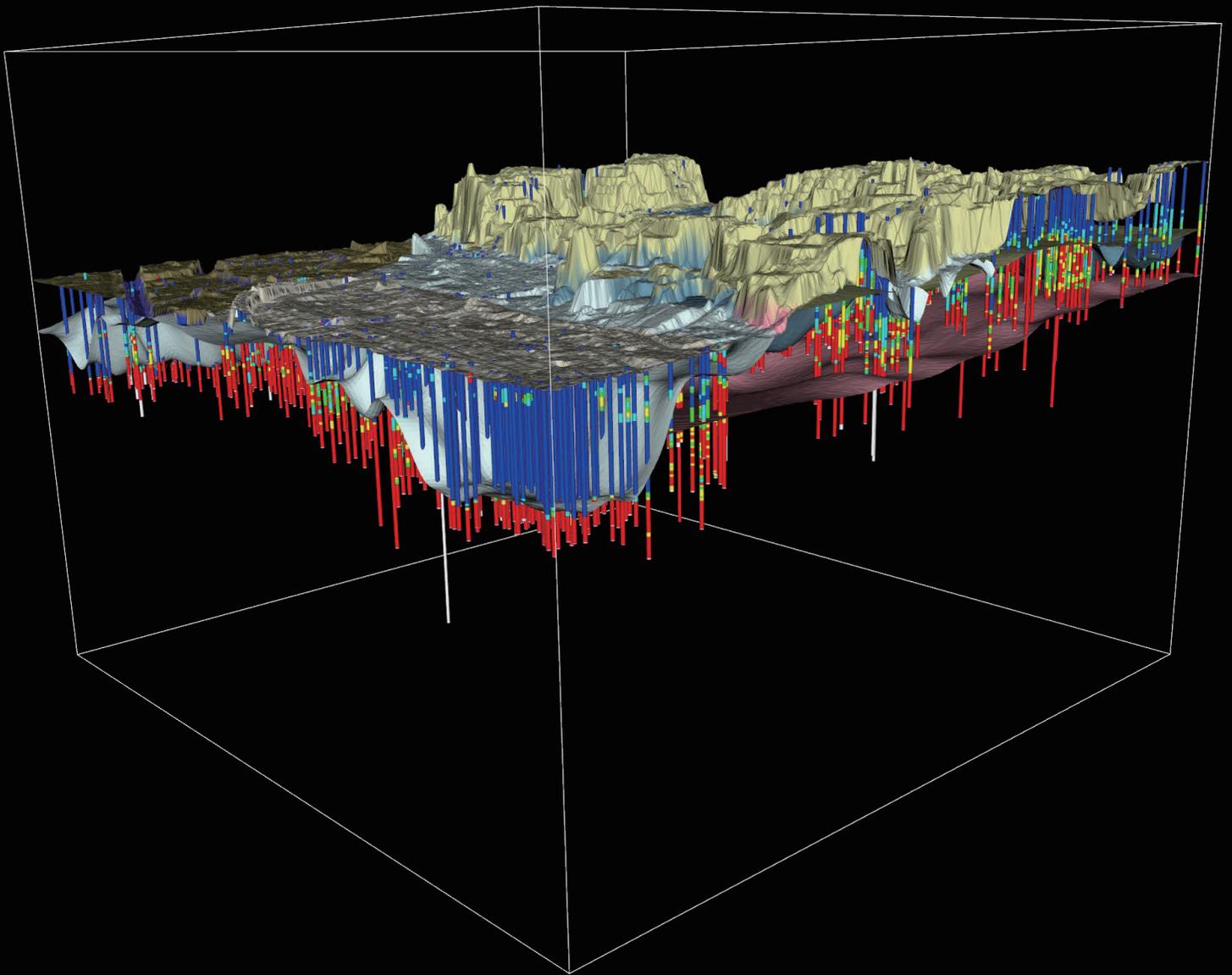


# GSJ 地球をよく知り、地球と共生する 地質ニュース

2021

7

Vol.10 No.7



特集

## 東京23区の3次元地質地盤図



# 7月号

## 特 集

### 東京 23 区の 3 次元地質地盤図

- 141 巻頭言：特集号「東京 23 区の 3 次元地質地盤図」  
中澤 努・野々垣 進・小松原純子・納谷友規
- 143 東京都区部の地質地盤図  
—3 次元地質モデル作成方法と公開ウェブサイト—  
野々垣 進・中澤 努・納谷友規・小松原純子・宮地良典・尾崎正紀
- 148 東京低地の沖積層  
小松原純子
- 153 東京都区部の台地を構成する地層の層序  
—東京層と下総層群—  
納谷友規・中澤 努
- 159 自治体からの 3 次元地質地盤図への期待  
中山俊雄
- 162 海陸シームレス地質情報集「相模湾沿岸域」  
中島 礼
- 
- 168 新刊紹介 「歴史のなかの地震・噴火  
過去がしめす未来」
- 170 新人紹介 横山由香・齋藤直輝・児玉匡史・齋藤健志

# 巻頭言：特集号「東京 23 区の 3 次元地質地盤図」

中澤 努<sup>1)</sup>・野々垣 進<sup>1)</sup>・小松原 純子<sup>1)</sup>・納谷 友規<sup>1)</sup>

地質情報研究部門では、このたび東京 23 区の 3 次元地質地盤図(都市域の地質地盤図「東京都区部」)をウェブ公開し(産総研地質調査総合センター・東京都土木技術支援・人材育成センター, 2021), 2021 年 5 月 21 日にプレス発表しました(産業技術総合研究所, 2021). この 3 次元地質地盤図では、東京 23 区の地下の地質構造をウェブブラウザ画面上で地質立体図として閲覧できるほか、任意の測線の地質断面図を作成し閲覧することができます. このような 3 次元地質地盤図の公開は、千葉県北部地域(産総研地質調査総合センター・千葉県環境研究センター, 2018)に続き 2 例目となります. 本特集号では、この東京 23 区の 3 次元地質地盤図の特色、そして 3 次元地質地盤図作成を通じて明らかになった東京 23 区の地質について平易に解説させていただきます.

3 次元地質地盤図の整備は、経済産業省の第 2 期知的基盤整備計画の重点化項目「ボーリングデータの一元化による詳細な地質情報の整備」によって実施されたものです. そのきっかけはやはり 2011 年東北地方太平洋沖地震です. この地震では、首都圏でも湾岸地域を中心に液状化被害が多数発生し、地震の揺れによる建物被害も広く確認されたことから、地震被害に大きく影響を及ぼす地下浅部の地質地盤特性に高い関心が集まりました. また都市インフラ整備を効率的にすすめるうえでも地質地盤情報は極めて重要です. そこで土木・建築工事等のボーリングデータを利用して、都市平野部の地質図整備を推進しようというのがこの重点化項目の趣旨です.

これまでも産総研では全国の地質図の整備を実施してきました. しかし従来スタイルの平面図を軸とした 2 次元の地質図では、地形が平坦な都市平野部の地下の地質を的確に表現することが困難でした. そこで従来のような紙での出版は行わず、ウェブでの公開に割り切ることで、3 次元の地質図を作成してはどうかと考えました. また、このような 3 次元の地質図の整備は各国の地質調査所で進められています(MacCormack *et al.*, eds., 2019), 国内では初めての試みであったことから、まずはモデル地域を設定して試行することにしました. モデル地域は関東平野を形成する地層が典型的に分布する千葉県北部地域に設定し、その成果は 2018 年 3 月に都市域の地質地盤図「千葉県北部

地域」(産総研地質調査総合センター・千葉県環境研究センター, 2018)として既に公開されています. この「千葉県北部地域」で培ったノウハウを活かして、東京 23 区(東京都区部)の 3 次元地質地盤図に取り組み、4 年間の調査・解析を経て、このたびようやく完成に至りました.

東京 23 区の 3 次元地質地盤図作成にあたっては、東京都土木技術支援・人材育成センターのご協力を得て、数万地点に及ぶ土木・建築工事のボーリングデータをご提供いただき、解析に使用しました. また東京 23 区の地質層序を明らかにするために、東京都の既存ボーリングコア試料の再解析のほか、新たに 11 地点で層序ボーリング調査を行いました. これらのボーリング調査によって、これまで不明な点が多かった「東京層」と呼ばれる地層の層序や湾岸地域の沖積層の層序を明らかにすることができました. そして、この層序ボーリングデータを軸に、数万地点分の土木・建築工事のボーリングデータに地層の対比を行いました. ボーリングデータの地層対比作業は、実際にボーリングコアを観察し層序の構築に携わった 4 名の研究者で分担して、手作業で行いました. このような緻密な作業により東京都心部の地下地質が解析されるのは初めてのことです. 次にこの対比データをもとに 3 次元地質モデリングが実施されました. ここで作成されたのは地層境界面(基底面)を積み重ねたモデルです. 地層境界面の形状の推定には独自開発の手法(野々垣ほか, 2008)を用いています. また地層境界面の積み重ねにあたっては、地層の「切った切られた」の関係を論理モデルとして適用しています. これら一連の解析により、東京低地の地下の沖積層基底に相当する埋没谷地形が極めて詳細に描き出されたほか、武蔵野台地の地下にも沖積層に似た軟らかい堆積物が谷埋め状に分布していることが明らかになりました.

このような東京の地質及び 3 次元地質モデリングについては地質地盤図の説明書(納谷ほか, 2021)で詳細を解説していますが、本特集号は、それらをより平易に解説・紹介することを目的としています. 本特集号は 4 編の記事で構成されます. まず最初の「東京都区部の地質地盤図 — 3 次元地質モデル作成方法と公開ウェブサイト—」(野々垣ほか, 2021)では 3 次元地質モデリングとウェブサイトの閲覧方法について、そして「東京低地の沖積層」(小松原,

1) 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門

キーワード：地質地盤図, 3 次元地質モデル, 沖積層, 更新統, 東京都区部, 東京低地, 武蔵野台地

2021)及び「東京都区部の台地を構成する地層の層序—東京層と下総層群—」(納谷・中澤, 2021)ではそれぞれ沖積層及び東京層の層序構築や埋没谷の詳細形状などについて解説しています。また東京都土木技術支援・人材育成センターの中山俊雄氏からは「自治体からの3次元地質地盤図への期待」(中山, 2021)と題した記事を寄稿していただきました。中山氏の記事では東京都区部の地質・地盤の研究史を通じて産総研への励ましのお言葉も頂きました。東京都区部の地質・地盤の研究史については、地質地盤図説明書(納谷ほか, 2021)にも中山氏による詳しい解説がありますので、是非そちらもご覧になってください。

今後、都市域の地質地盤図プロジェクトでは、埼玉県南東部や千葉県中央部、神奈川県東部などで順次、地下の地質構造の解析をすすめ、首都圏主要部をカバーする3次元地下地質情報を整備する予定です。分かりやすく利用しやすい地質情報を提供することで、都市の地震防災やインフラ整備に貢献していく所存です。

## 文 献

- 小松原純子(2021)東京低地の沖積層. GSJ地質ニュース, 10, 148-152.
- MacCormack, K. E., Berg, R. C., Kessler, H., Russell, H. A. J. and Thorleifson, L. H., eds. (2019) *2019 Synopsis of Current Three-Dimensional Geological Mapping and Modelling in Geological Survey Organizations*. AER/AGS Special Report 112, Alberta Energy Regulator/Alberta Geological Survey, Edmonton, 307p.
- 中山俊雄(2021)自治体からの3次元地質地盤図への期待. GSJ地質ニュース, 10, 159-161.
- 納谷友規・中澤 努(2021)東京都区部の台地を構成する地層の層序—東京層と下総層群—. GSJ地質ニュース, 10, 153-158.
- 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.
- 野々垣 進・塩野清治・升本眞二(2008)3次元B-スプラインを用いた地層境界面の推定. 情報地質, 19, 61-77.
- 野々垣 進・中澤 努・納谷友規・小松原純子・宮地良典・尾崎正紀(2021)東京都区部の地質地盤図—3次元地質モデル作成方法と公開ウェブサイト—. GSJ地質ニュース, 10, 143-147.
- 産業技術総合研究所(2021)ついに完成!東京都心部の3次元地質地盤図. [https://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2021/pr20210521/pr20210521.html](https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2021/pr20210521/pr20210521.html) (閲覧日:2021年5月31日).
- 産総研地質調査総合センター・千葉県環境研究センター(2018)都市域の地質地盤図「千葉県北部地域」. <https://gbank.gsj.jp/urbangeol/ja/map/index.html> (閲覧日:2021年5月31日).
- 産総研地質調査総合センター・東京都土木技術支援・人材育成センター(2021)都市域の地質地盤図「東京都区部」. [https://gbank.gsj.jp/urbangeol/ja/map\\_tokyo/index.html](https://gbank.gsj.jp/urbangeol/ja/map_tokyo/index.html) (閲覧日:2021年5月31日).

---

NAKAZAWA Tsutomu, NONOGAKI Susumu, KOMATSUBARA Junko and NAYA Tomonori (2021) Preface to the special issue on "3D Geological Map of Central Tokyo".

(受付:2021年6月2日)

# 東京都区部の地質地盤図

## — 3次元地質モデル作成方法と公開ウェブサイト —

野々垣 進<sup>1)</sup>・中澤 努<sup>1)</sup>・納谷 友規<sup>1)</sup>・小松原 純子<sup>1)</sup>・宮地 良典<sup>1)</sup>・尾崎 正紀<sup>1)</sup>

### 1. はじめに

情報技術の発展にともない、建造物をはじめとする多様な3次元データが、社会生活の様々な場面で利用されるようになってきました(例：国土交通省，2021a)。国土交通省が推進するi-Construction(国土交通省，2021b)では、建設分野の公共事業にBIM/CIM(Building Information Modeling/Construction Information Modeling, Management)(国土交通省，2020)が導入され、地下地質に関する3次元データの整備や解析技術に対する需要も高まっています。国土スケールの地下地質に関するデータ整備は、どの国においても国の地質調査機関が中心となっていくことが一般的です(MacCormack *et al.*, eds., 2019)。我が国では、産業技術総合研究所地質調査総合センター(GSJ)が「地質の調査」の実施機関であり、近年、GSJでも都市平野部を対象として地下地質の3次元データ整備に取り組んでいます。

建造物や道路によってそのほとんどを覆われる都市平野部では、山地部のような露頭観察が難しい反面、公共工事の際の地質・地盤調査などで得られたボーリングデータ(既存ボーリングデータ)が自治体によって大量に管理されています。GSJでは、自治体の協力を得ながら、このような既存ボーリングデータを活用して、都市平野部における地層の広がりや3次元で示す地質図(3次元地質地盤図)の整備を進めています。3次元地質地盤図は、地下における地層の広がりを示す数値モデル(地質モデル)と、地表における地層の広がりを間接的に示す地形分類図とを組み合わせた地質図です。地質モデルは数万本におよぶボーリングデータの解析結果を基に、地形分類図は地表面の数値標高モデルや空中写真など高精度な地形情報を基に作成しており、3次元地質地盤図ではこれらを合わせることで、地下数十mから地表にかけての地層の広がりを詳細に示します。

2021年5月、千葉県北部地域(産業技術総合研究所，2018)に続き、東京都区部の3次元地質地盤図の整備が完了しました(産業技術総合研究所，2021)。本稿では、この

東京都区部の3次元地質地盤図に関して、地質モデルの作成方法と公開ウェブサイトの概要を記したいと思います。

### 2. 地質モデルの作成方法

東京都区部の地下浅部(深度約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、上部更新統の段丘堆積物、上部更新統～完新統の沖積層、及び埋立層が分布します(納谷ほか，2021)。3次元地質地盤図に用いる地質モデルは、これらの地層の基底面を組み合わせた3次元形状モデルで、その作成にあたっては大きく分けて(1)標準層序の設定、(2)地層の対比、(3)地層基底面の推定、(4)地層基底面の結合という4つの処理を行いました。

#### 2.1 標準層序の設定

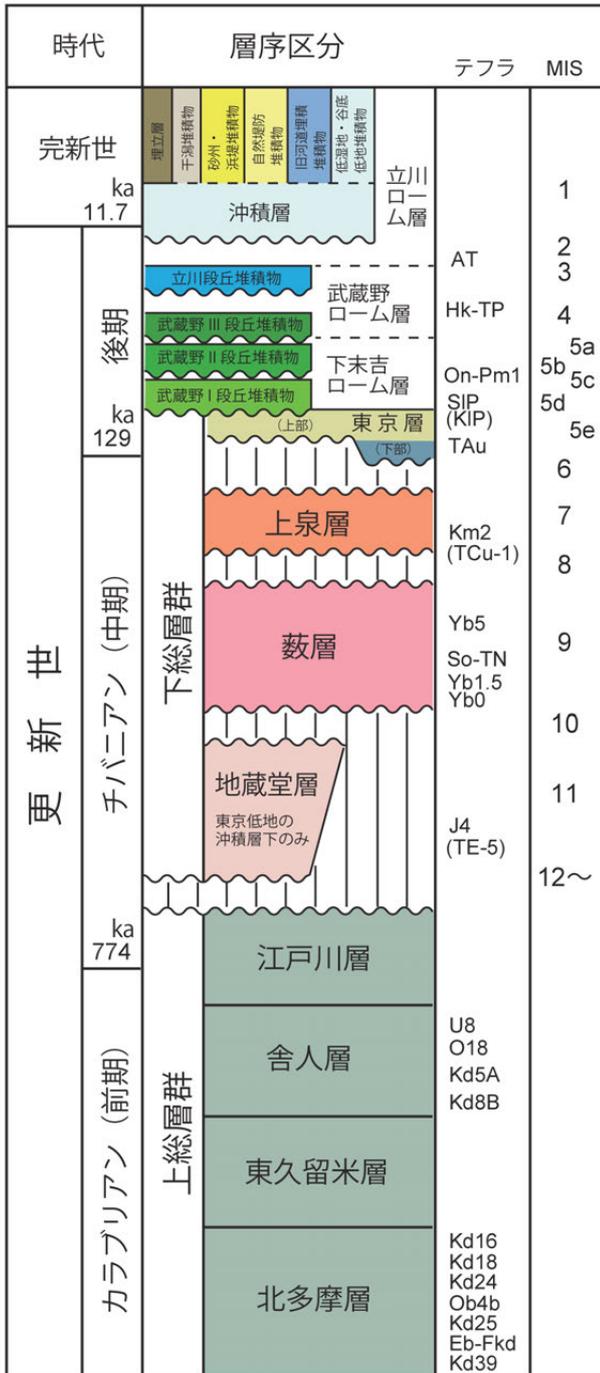
地質モデルをどのような地層の基底面で構成するのかわかるにあたり、対象地域における標準層序が必要となります。そこで、モデル作成地域の標準層序を定めるためにGSJが要所でボーリング調査を行い、層序学的・堆積学的に有用な地質情報をもつボーリングデータ(基準ボーリングデータ)を整備しました。基準ボーリングデータには、コア観察に基づく詳細な岩相記載のほか、花粉、放射性炭素年代、密度、P波・S波速度、地層境界の深度等の情報が含まれます。今回の3次元地質地盤図整備では、計20地点の基準ボーリングデータを利用して対象地域の標準層序を定めました(納谷ほか，2021)(第1図)。また、この標準層序を基に、地質モデルで表現する地層として、形成年代が古いものから順に上総層群、葦層、上泉層、東京層下部、東京層上部、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、沖積層という10層を設定しました。

#### 2.2 地層の対比

次に自治体から提供を受けた既存ボーリングデータについて地層の対比処理を行い、上総層群を除く各地層の基底

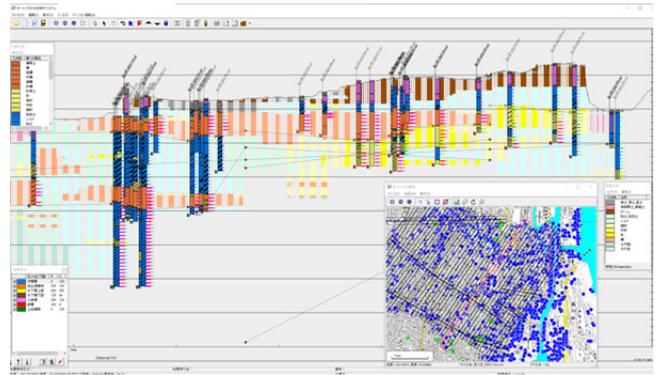
1) 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門

キーワード：東京都、地質地盤図、3次元地質モデル、ボーリングデータ



第1図 東京都区部の層序総括図(納谷ほか, 2021).

面の深度に関するデータセット(以下、基底面深度データ)を作成しました。既存ボーリングデータは、地質・土質調査の電子納品に利用されるボーリング交換用データ(XML形式)となっています。このため、地層の対比には、ボーリング交換用データの読み込み機能や、任意の断面測線上へのボーリング柱状図の投影表示機能、地質境界位置の指定・保存機能などをもつソフトウェアのひとつである、ボーリング柱状図解析システム(AIST-Borehole Log Analysis



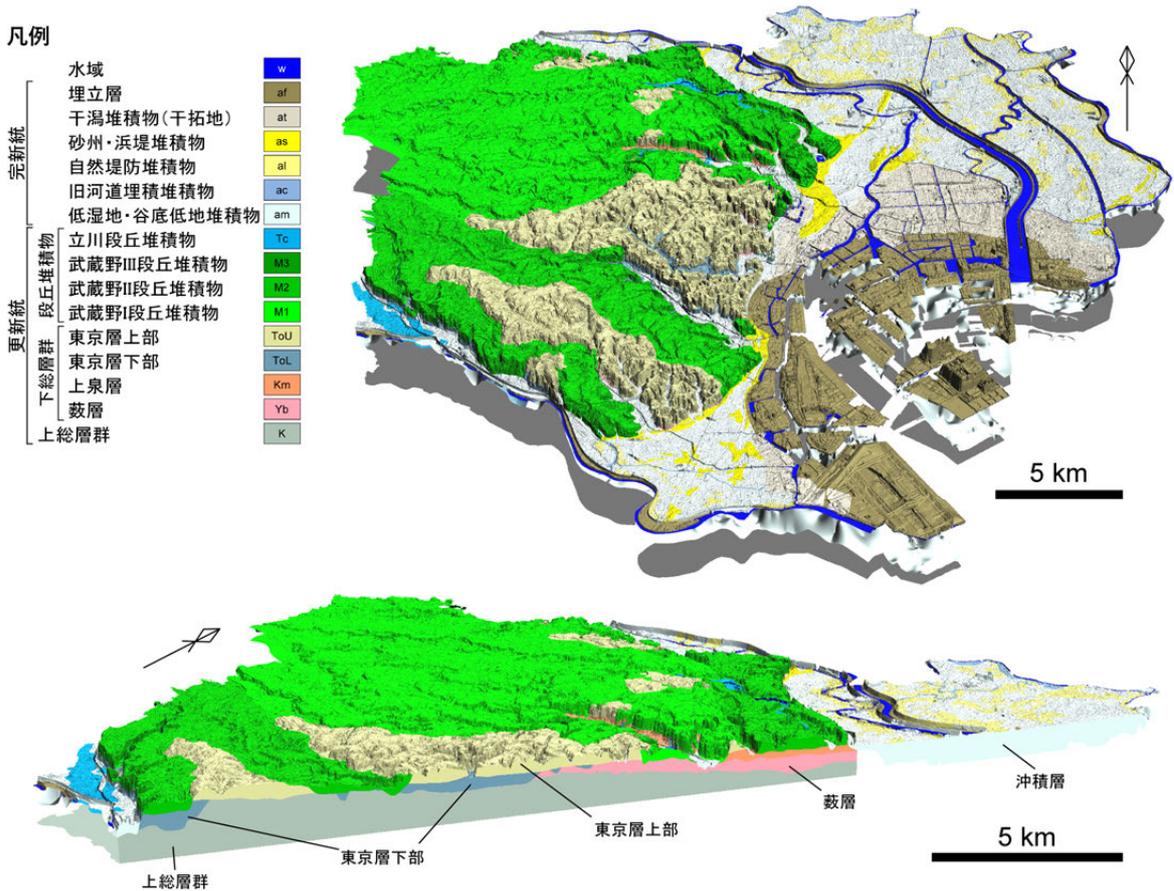
第2図 地層の対比処理の操作画面の例。

ver. 2.2)(産業技術総合研究所, 2015)を利用しました(第2図)。

既存ボーリングデータは基準ボーリングデータと比べると圧倒的に数が多く、ほとんどの場合、土や岩石の種類の情報とともに、それらの固さの指標となる標準貫入試験の情報(N値)をもちます。その一方、土木・建築工事のために作成されたデータが多いため、基準ボーリングデータのような層序学的・堆積学的に有用な情報は少なく、既存ボーリングデータだけから地層の対比を行うことは困難です。そこで、基準ボーリングデータを軸として、それらの周辺にある既存ボーリングデータから順に地層の対比を進めていくことで、モデル作成範囲全域における基底面深度データを作成しました。この際、孔口標高、岩相記載の内容などが周辺のデータと著しく異なるような、品質が低いと判断できる既存ボーリングデータについては、地層の対比を行う対象から除外しました。最終的に、今回の3次元地質地盤図の整備では、数万本の既存ボーリングデータについて地層の対比を行いました。

### 2.3 基底面の推定

続いて、基底面深度データから各地層の基底面の具体的な形状を推定し、基底面の標高値を東西方向・南北方向それぞれについて等間隔に並べた数値標高モデルを作成しました。地層の対比の際に品質の低い既存ボーリングデータを除外しているものの、基底面深度データには、ごく近距離で隣接するようなボーリングデータであっても同じ基底面の深度が数十cmから数mオーダーで食い違うようなケースが多々あります。このような食い違いの原因のひとつとしては、既存ボーリングデータの深度情報の精度が低いことが考えられますが、実際に基底面の形状が大きく変化している場合も多くあるため、一概に間違った深度データとも言えません。そこで、野々垣ほか(2008)による地層境



第3図 東京都区部全域の3次元地質地盤図の可視化例(納谷ほか, 2021).

界推定法を用いて、推定する面の滑らかさとデータの充足度とのバランスを調節しながら、基底面深度データを“ほどよく”満足する面を求めました。具体的には、基底面深度データが示す深度と、基底面深度データのデータ地点における推定面の深度とのズレの平均値がおおよそ1 mとなるような推定処理を行いました。

## 2.4 基底面の結合

最後に、地層の形成史から得られる基底面同士の切った・切られたの関係性を考慮しながら、各基底面を結合しました。これにより地質モデルの完成です。この地質モデルを地形分類図と統合したものが3次元地質地盤図です。第3図は、今回作成した東京都区部の3次元地質地盤図の可視化例です。南西-北東方向の地質断面図からは、台地の地下に軟弱な泥層からなる東京層下部(納谷ほか, 2021)が分布していることがわかります。なお、第3図に示すような東京都区部全域を表す立体図は、データ容量が非常に大きく、ウェブ上での配信には適しません。このため、後述のウェブサイトでは、この3次元地質地盤図を一定の区画単位に分割した形で配信しています。

## 3. 公開ウェブサイトの概要

東京都区部の3次元地質地盤図は、2018年3月に公開した千葉県北部の3次元地質地盤図とともに、ウェブサイト「都市域の地質地盤図」(URL: <https://gbank.gsj.jp/urbangeol/> 閲覧日: 2021年6月1日)で公開中です(第4図)。ウェブサイトは、大きく分けて左側の設定パネルと右側の地図パネルから構成されます。設定パネルには「平面図」、「柱状図」、「立体図」、「断面図」という4つのタブがあり、これらを切り替えながら各種情報を閲覧することになります。以下では、各タブの役割を、操作方法や閲覧できる情報などを含めながら簡単に説明したいと思います。

### 3.1 平面図タブ

平面図タブでは、地図パネルに表示する平面図の切り替えや不透明度の調節を行います。現時点で表示できる平面図は、地質図のほか、上述の地質モデルを構成する基底面の等高線図であり、設定パネルのプルダウンメニューから切り替えることが可能です。また、表示した平面図をクリックすることで、地層名や標高値など平面図



のもつ属性値を取得できます(第4図(a)).

### 3.2 柱状図タブ

柱状図タブでは、地図パネルにプロットするボーリングデータを選択します。ただし、現時点でプロットできるのは、GSJが整備した基準ボーリングデータに限られます。地図パネルにプロットされたマーカーをクリックすると、基準ボーリングデータのメタ情報を閲覧できます。また、ボーリング交換用データや層序学・堆積学分野で用いられる堆積柱状図として、実際のデータの閲覧・ダウンロードも可能です(第4図(b)).

### 3.3 立体図タブ

立体図タブを選択すると、地図パネルにオレンジ色の格子状のセルが表示されます。これらのセル1つ1つは立体地質図の範囲を表しており、それぞれ2.5 km四方の大きさとなっています。セルをクリックすると、ボーリングデータの場合と同様に、立体地質図のメタ情報を確認でき、そこに示されるリンクから立体地質図の閲覧・ダウンロードを行えます。立体地質図では、地層の基底面の形状と合わせて、岩相やN値の違いで色分けしたボーリング柱状図を見ることができます(第4図(c)). ただし、立体地質図の表示には、3Dグラフィックス用のプラグインやソフトウェアが必要となります。

### 3.4 断面図タブ

断面図タブでは、地図パネルで指定した任意の2地点間を結ぶ測線に沿った地質断面図の作成を行います。タブを選択すると、地図パネルに断面図の測線を示す赤線が表示されます。赤線の両端のマーカーを、断面図を作成する位置に移動し、設定パネルで断面図での高さの強調(縦横比)などを設定後、作成ボタンをクリックすると、地図パネルで指定した位置における断面図を得られます(第4図(d)).

## 4. おわりに

3次元地質地盤図の特徴は、地質構造の立体表示や断面図作成が可能のため、従来型の紙による都市平野部の地質図と比べて、地質学に馴染みのない人にとっても地層の広がりや理解しやすい点にあります。しかし、現状、立体地質図の表示にプラグインが必要な点やその操作方法が複雑な点など、ユーザビリティに課題が残されています。今後は、3次元地質地盤図の整備範囲を拡大するとともに、公開ウェブサイトのユーザビリティを向上させていくことで、より多くの方々に手軽に地質情報に触れ合っていた

ける環境を提供していければと思います。

**謝辞:** 東京都土木技術支援・人材育成センターの中山俊雄氏には、東京都区部のボーリングデータをご提供いただきました。記して感謝の意を表します。

## 文 献

- 国土交通省 (2020) BIM/CIM 活用ガイドライン (案) 共通編. 国土交通省, 125p.
- 国土交通省 (2021a) PLATEAU by MLIT. <https://www.mlit.go.jp/plateau/> (閲覧日: 2021年7月30日)
- 国土交通省 (2021b) i-Construction. <https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/index.html> (閲覧日: 2021年7月30日)
- MacCormack, K. E., Berg, R., Kessler, H., Russell, H. A. J. and Thorleifson, L. H., eds. (2019) *2019 Synopsis of Three-dimensional Geological Mapping and Modelling at Geological Survey Organizations*. AER/AGS Special Report 112, Alberta Energy Regulator/Alberta Geological Survey, Edmonton, 307p.
- 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.
- 野々垣 進・塩野清治・升本真二 (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, 61-77.
- 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 利用者マニュアル. 産業技術総合研究所, 132p.
- 産業技術総合研究所 (2018) 千葉県北部地域の地下の地質構造を3次元で可視化. [https://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2018/pr20180329/pr20180329.html](https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2018/pr20180329/pr20180329.html) (閲覧日: 2021年6月1日)
- 産業技術総合研究所 (2021) ついに完成! 東京都心部の3次元地質地盤図. [https://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2021/pr20210521/pr20210521.html](https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2021/pr20210521/pr20210521.html) (閲覧日: 2021年6月1日)

NONOGAKI Susumu, NAKAZAWA Tsutomu, NAYA Tomonori, KOMATSUBARA Junko, MIYACHI Yoshinori and OZAKI Masanori (2021) Urban Geological Map of Central Tokyo — Three-dimensional Geological Modeling Method and Website for Disclosure —.

(受付: 2021年6月1日)

# 東京低地の沖積層

小松原 純子<sup>1)</sup>

## 1. 東京低地の沖積層

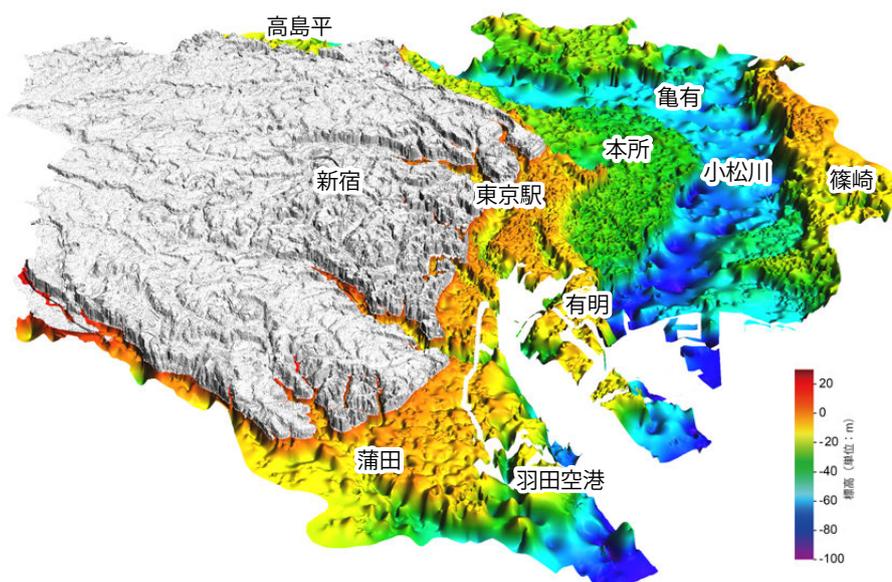
沖積層とは最終氷期以降に海面上昇に伴って堆積した一連の地層のことです(海津, 2019)。最終氷期最盛期(約2万年前)には関東では海面が現在よりも約120 m下にあり(Okuno *et al.*, 2014), 東京湾は陸地になって谷が刻まれていました。氷期が終わって海面が上昇していくと、この谷の中が入り江になり、荒川と利根川から大量の土砂が流れ込んで谷を埋め立てました。そうやってできた、地質時代で最も新しい地層が沖積層と呼ばれます。沖積層で覆われた、標高が低い平坦な土地が沖積低地です。

東京23区では主に山手線よりも東に沖積低地が広がっており、東京低地と呼ばれます。東京低地の地下には沖積層が最大80 mくらい堆積しています。1923年の大正関東地震では西側の台地に比べ低地で家屋倒壊率が明らかに高くなりました。そこで、この地域の地下に地震動を増幅させるものがあるという観点から地盤調査が行われ、日本で初めて詳細な地盤図が作られました(復興局建築部, 1929)。建築物の支持層としてはもちろん、地震動の増幅や地盤沈下の要因としても、首都圏の沖積層は注目されてきました(詳細は本号の中山(2021)を参照)。

## 2. 沖積層の基底標高分布

今回の3次元地質地盤図では既存ボーリングデータ約36000本を使って地表からどの深さまで沖積層が分布しているかを調べました。沖積層の基底の標高分布を表現したのが第1図です。平たい面(埋没平坦面)が何段もあり、それらは埋没波食台、埋没段丘、最終氷期最盛期の谷底面の3種類に分類されます。一番低い平坦面は標高-50~-80 mの最終氷期最盛期の谷底面です。沖積層が堆積する直前の最終氷期最盛期には、この谷の中を利根川が流れていました。ちなみに利根川は氷河期からずっと東京湾に注いでおり、現在のように銚子から太平洋に注ぐようになったのは江戸時代に人工的に付け替えられたためです(大熊, 1983)。東京低地の沖積層はこの谷底面直上で最も厚く、層序は下位から礫層(基底礫層)、砂泥互層、厚い泥層、砂泥互層と積み重なり、地表付近は埋立層や盛土層で覆われます(第2図)。この地層の積み重なりは氷河期の終わりから現在にかけて、堆積環境が網状河川~蛇行河川~エスチュアリー(河口)~デルタと変化していったことを示しています。

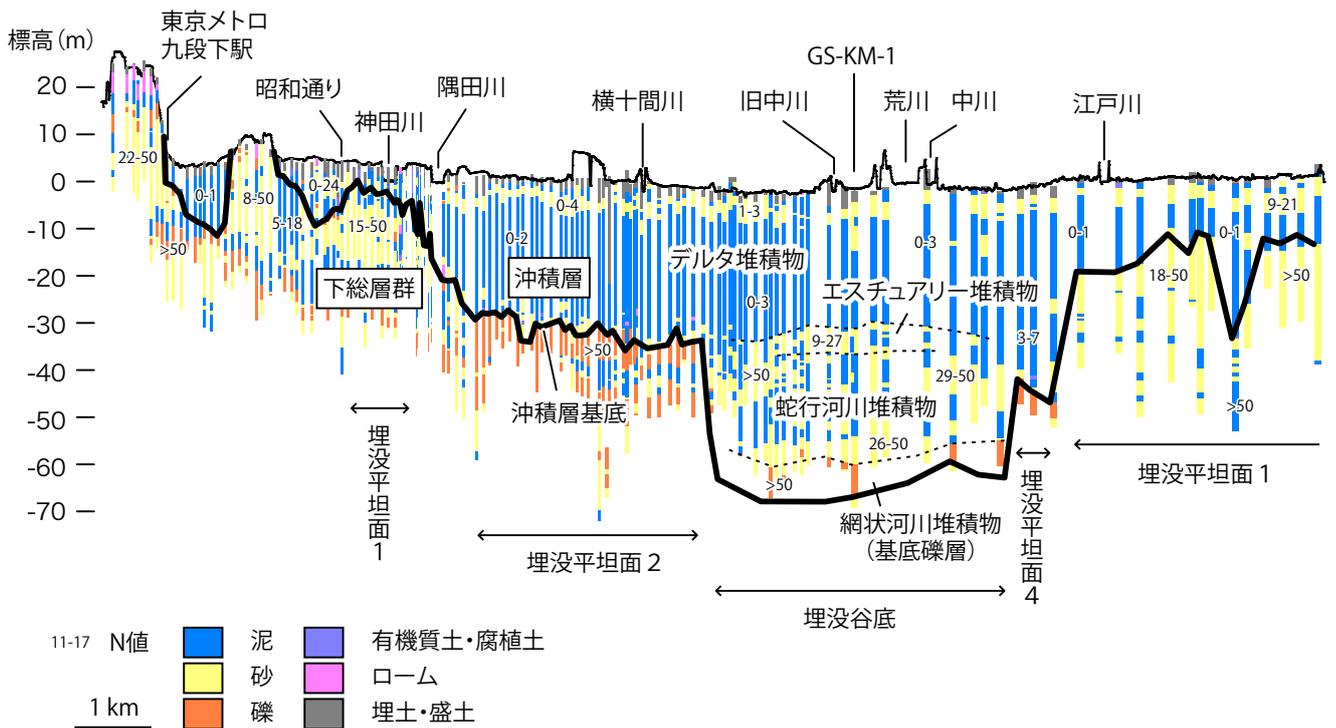
既存のボーリングデータの多くは構造物の支持基盤を調



第1図 東京都区部の沖積層の基底分布図。都市域の地質地盤図「東京都区部」(<https://gbank.gsj.jp/urbangeol/>, 閲覧日: 2021年5月21日)に加筆。

1) 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門

キーワード: 地質地盤図, 東京低地, 沖積層, 有楽町層, 七号地層, 基底礫層, 軟弱地盤



第2図 東京低地の地下地質断面図。小松原ほか (2021) に基づく。断面図の位置は第3図を参照。図中の名称等詳細は小松原ほか (2021) を参照。

べることが目的のため、基底礫層に達したところでボーリングをやめているものがほとんどです。このため、便宜的に基底礫層の上面を使って描かれている沖積層の基底標高分布図もあります(田辺・石原, 2020 など)。今回は既存ボーリングデータを大量に扱うことができ、その中には基底礫層を貫いているボーリングデータが十分な本数あったので、基底礫層の下面を沖積層の基底として基底標高分布図を作成しました。基底礫層の厚さは東京低地の範囲内では数m~10m程度であり変化がないので、礫層の上面を使っても分布図としての印象はあまり変わりません。

東京低地では沖積層の基底に基底礫層があるのは埋没谷底だけです。基底礫層がないところでは、地層の固さが急変するところや、埋没段丘礫層の分布などを手がかりに沖積層の基底を識別します。

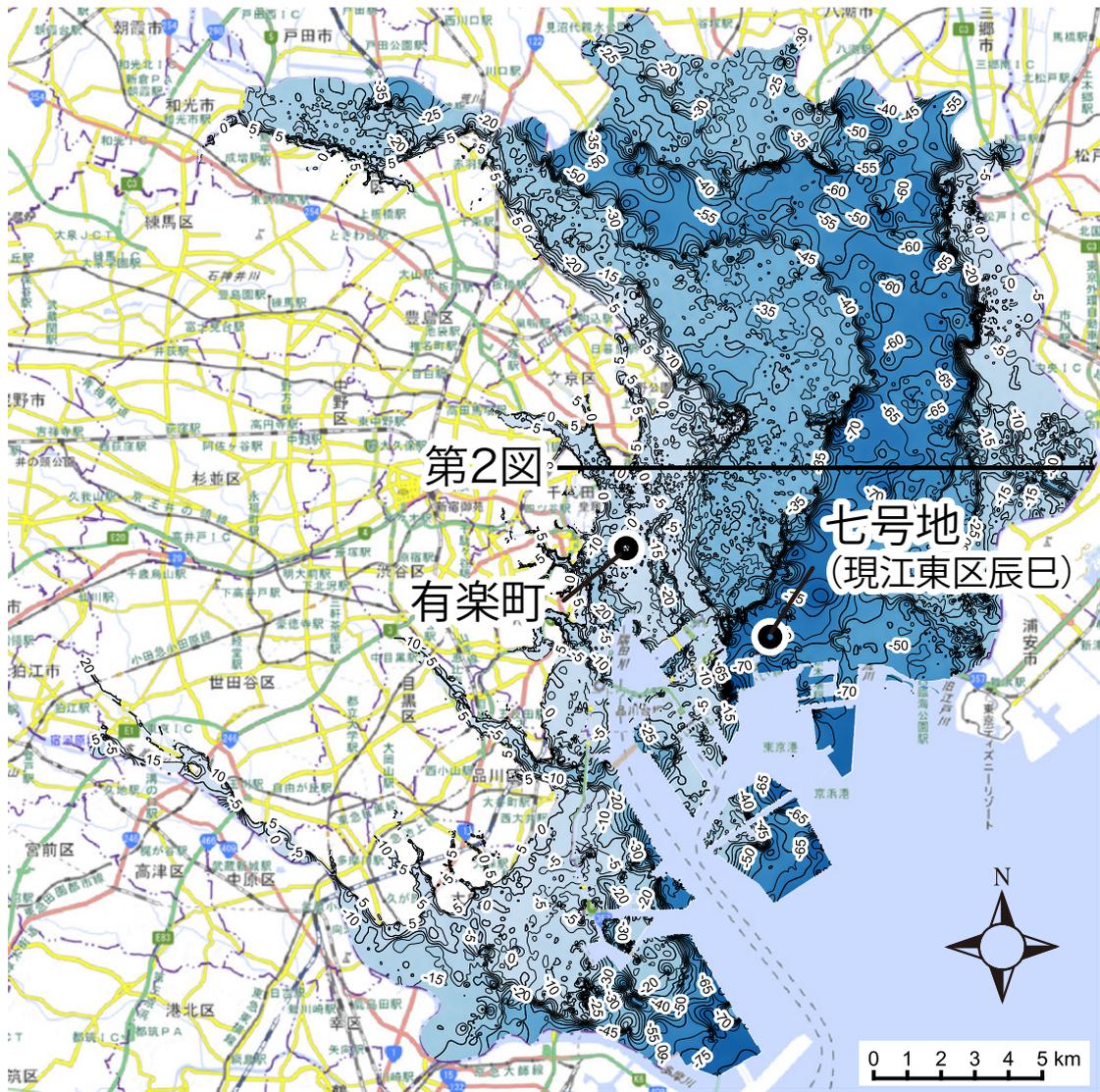
### 3. 有楽町層と七号地層

首都圏の沖積層は地層の特徴から上下2つに分けることができ、上部が有楽町層、下部が七号地層と呼ばれています。有楽町層は主に軟らかい海成の泥から構成され最上部に砂泥互層を伴う地層で、沖積低地の全域に広がっています。七号地層は有楽町層に比べるとやや固く、基底礫層とその上の砂泥互層からなる陸成層を主体とした地層で、埋

没谷の中だけを埋めています(第2図)。

有楽町層の名前の由来は現在の千代田区にある有楽町という地名です(第3図)。明治時代に東京麹町区丸の内有楽町(当時)で「沖積期」(現在の完新世にあたる)の砂質泥土から海生~淡水生の貝化石が報告されたのが、文献で確認できる「有楽町」という名称の初出になります(山川, 1909)。ただこの論文では貝化石の出る地層には名前がついていません。1931年に出版された岩波講座「第四紀」(大塚, 1931)では東京付近の「沖積統」(完新世の地層のこと)の地層として「有楽町貝層」を挙げています。これが沖積層に「有楽町」の名前が付けられた最初になりますが、この本の中では同じ地層を指すものとして「有楽町貝層」「有楽町層」「有楽町」が使われており、あまり統一されていなかったようです。その後「有楽町層」という名称が広く使われるようになり(福田, 1950; 伊田, 1956)、1959年の東京地盤図(東京地盤調査研究会, 1959)で初めて地盤図にも有楽町層の名称が使われるようになります。

一方、七号地層の名称に使われている「七号地」という地名は、東京都江東区辰巳付近の昔の地名です(第3図)。東京都の湾岸の埋立地には、おおむね埋め立ての順に1から15までの番号が振られており、その7番目に当たります(東京都港湾局, 2001)。1966年に従来の有楽町層を地層の特徴から上下に分けることが提案され(青木・柴崎,



第3図 有楽町と七号地の位置，第2図の断面図位置，および東京都区部の沖積層の基底分布．図中の数字は標高 (m) を示し，標高が低いほど青色が濃くなるよう塗色されている．基底分布は小松原ほか(2021)に基づく．背景は地理院地図を使用．

1966), 上の方を有楽町層, 下の方を七号地層と呼ぶようになりました(青木, 1969; 東京都土木技術研究所, 1969). 新たに定義された七号地層の分布は東京都地盤地質図(東京都土木技術研究所, 1969)に示され, 地盤地質図を作成した東京都土木技術研究所の青木滋氏が有楽町層と七号地層の特徴についてシンポジウムの配付資料で説明しています(青木, 1969).

有楽町層と七号地層の境界をどの層準におくかについては, 沖積層の形成過程に基づいた複数の定義があります(Endo *et al.*, 1982; 田辺ほか, 2010). 既存のボーリングデータには地層に関する詳細な情報は含まれていないことが多く, 厳密な境界定義ができないため, 今回の地盤図では沖積層に対しこれらの名称を使いませんでした. ただ, 海成層を主体とする軟らかい有楽町層と, 陸成層を主体と

する少し固い七号地層というように, 大局的に把握する際には便利な名称ではありません.

#### 4. これまでに作られてきた東京都区部の沖積基底図との違い

沖積低地に位置することの多い日本の大都市では, 既存ボーリングデータに基づいて沖積層基底図が作られてきました(山口ほか, 2006; KG-NET・関西圏地盤研究会, 2007; 広瀬ほか, 2012; 宮地ほか, 2011). その中でも東京低地は前述のように他地域に先駆けて地盤図の作成が始まり, これまでに様々な沖積層基底図が作られています. 本号の中山(2021)で述べられているように, 東京都建設局と港湾局は時代ごとの要請に応じて更新された地盤図を出版して

います(東京都土木技術研究所, 1969, 1987, 1996; 東京都港湾局, 1972, 1993, 2001). ほかに論文や書籍として出版されているものがいくつもあります(Matsuda, 1974; 遠藤ほか, 1983; 田辺・石原, 2020 など). これらは沖積層の基底の標高が2次元の地図に等高線や段彩図で表現されているものです. これに対し, 今回の地質地盤図は3次元で立体的に表現されているため, 基底の分布を地形として具体的にイメージできるようになり, また任意の測線で断面を作るなど, いろいろな表現も可能になりました. 地理院地図と重ね合わせて具体的な地点の地下がどうなっているかを見ることもでき, より身近に地下構造を感じることができるのではないかと思います. スカイツリーやビッグサイトの地下がどうなっているか, ぜひ見てみてください.

## 5. 沖積層=軟弱地盤とも限らない

最初に述べたように沖積層は軟弱な地層として認識されていますが, 沖積層がすべて軟弱なわけではありません. 前述の通り首都圏の沖積層でも, 下部の七号地層は上部の有楽町層に比べて比較的固いというように, 沖積層の中でも固さの違いがあります.

地層の固さを定量的に表す指標の1つとして $N$ 値があります. 建物などを作るときにボーリング調査の一環として標準貫入試験が行われますが, その際に得られる値が $N$ 値です. 標準貫入試験は重さ $63.5 \pm 0.5$  kgの重りを $76 \pm 1$  cmの高さからくり返し落下させ, その衝撃でボーリングロッド先端のサンプラーを地層にめり込ませる試験で, サンプラーが地層に30 cmめり込むまでに何回落としたかという回数が $N$ 値になります. サンプラーを置いただけで30 cmめり込んでしまう軟らかい地層の $N$ 値は0となり, 重りを50回落としても30 cmに満たない場合は $N$ 値を $>50$ としてそこで終わりにします( $N$ 値の話編集委員会, 2004).

有楽町層の主体をなす海成泥層は $N$ 値が0~3とゆるゆるですが, 七号地層の砂泥互層は6~50とかなりばらついて下位ほど高くなり, 基底礫層では $>50$ です. 沖積層の基盤をなす下総層群の $N$ 値は泥層や砂層で15~ $>50$ , 礫層で $>50$ なので,  $N$ 値だけ見ると下総層群と七号地層の固いところは区別がつかないことがあります. このように, 七号地層が分布するところ(埋没谷の軸部)では, 沖積層の基底付近はかなり固く, 沖積層の厚さ=軟弱な地層の厚さとはならないことになります.

では, 例えば地震の時に地震動を増幅させるような「軟

弱な」地層を想定したときに, その地層は沖積層のどこまでを指すのか?という疑問が出てきます. 首都圏の沖積層が調査され始めたきっかけとして地震動への影響が想定されていたことは最初に述べましたが, 地震動から見て沖積層のどこまでが「軟弱」なのかについては今後の課題です.

## 文 献

- 青木 滋 (1969) 東京低地の第四紀層について. シンポジウム「海岸平野」世話人会編, 海岸平野, 日本地質学会, 15-20.
- 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.
- 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*, no. 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, no. 21, 26-43.
- $N$ 値の話編集委員会 (2004) 改訂  $N$ 値の話. 理工図書, 東京, 231p.
- 復興局建築部 (1929) 東京及横浜地質調査報告. 復興局建築部, 144p.
- 福田 理 (1950) 有楽町層の微小古生物學的研究. 地質学雑誌, 56, 275.
- 伊田一善 (1956) 有楽町層の化石貝群集の解析. 地質調査所月報, 7, 489-498.
- 廣瀬 亘・川上源太郎・大津 直・木村克己 (2012) 石狩低地の沖積層基底面深度分布図. 地質調査研究報告, 63, 表紙.
- 風岡 修・小松原純子・宮地良典・塩崎翔一・香川 淳・吉田 剛・加藤晶子・中澤 努 (2018) 第5章 沖積層及び人工地層. 都市域の地質地盤図「千葉県北部地域」(説明書), 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 25-34.
- KG-NET・関西圏地盤研究会 (2007) 新関西地盤 - 大阪平野から大阪湾 -. KG-NET・関西圏地盤研究会, 296p+66P.
- 小松原純子 (2019) 九十九里平野における沖積層の堆積環境変遷と沖積層基底の分布. 海陸シームレス地質図集 S-6, 産総研地質調査総合センター.

- 小松原純子・宮地良典・野々垣 進 (2021) 第6章 沖積層. 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, 47-61.
- 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.
- 宮地良典・卜部厚志・田辺 晋・安井 賢・稲崎富士・鴨井幸彦・中西利典 (2011) 越後平野海岸部の沖積層の地質構造. 海陸シームレス地質情報集 S-2, 産総研地質調査総合センター.
- 中山俊雄 (2021) 自治体からの3次元地質地盤図への期待. *GSJ地質ニュース*, **10**, 159-161.
- 大熊 孝 (1983) 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*, no. 19, 18-31.
- Okuno, J., Nakada, M., Ishii, M. and Miura, H. (2014) Vertical tectonic crustal movements along the Japanese coastlines inferred from late Quaternary and recent relative sea-level changes. *Quaternary Science Reviews*, **91**, 42-61.
- 大塚彌之助 (1931) 第四紀 岩波講座 地質学及び古生物学 礦物学及び岩石学. 岩波書店, 107p.
- 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・石原与四郎・中西利典 (2010) 東京低地から中川低地にかけての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.
- 東京地盤調査研究会 (1959) 東京地盤図. 技報堂, 東京, 23p.
- 東京都土木技術研究所 (1969) 東京都地質地盤図 (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 (1987) 東京低地の液状化予測. 東京都土木技術研究所, 189p.
- 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 66p.
- 東京都港湾局 (1972) 東京湾地盤図 (1) 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. 東京都港湾局, 175p.
- 東京都港湾局 (2001) 新版東京港地盤図. 東京都港湾局, 89p.
- 海津正倫 (2019) 沖積低地 土地条件と自然災害リスク. 古今書院, 東京, 152p.
- 山口正秋・須貝俊彦・大上隆史・藤原 治・大森博雄 (2006) 高密度ボーリングデータ解析にもとづく濃尾平野沖積層の3次元構造. *地学雑誌*, **115**, 41-50.
- 山川戈登 (1909) 有楽町産沖積期介殻. *地質学雑誌*, **16**, 166-168.
- 
- KOMATSUBARA Junko (2021) Post-LGM deposits beneath the Tokyo Lowland.
- 
- (受付: 2021年6月1日)

# 東京都区部の台地を構成する地層の層序 —東京層と下総層群—

納谷 友規<sup>1)</sup>・中澤 努<sup>1)</sup>

東京都区部の3次元地質地盤図が公開されました(産総研地質調査総合センター・東京都土木技術支援・人材育成センター, 2021)。この新しい地質地盤図では、台地を構成する地層の層序区分が従来に比べて大幅に更新されました。本稿では、従来「東京層」と呼ばれていた、東京の台地を構成する地層の層序区分について、その概要を紹介しします。

## 1. 台地を構成する地層の層序区分と「東京層」

層序とは地質学の基本的な考え方の一つで、地「層」が重なっている順「序」のことを言います。層序区分というのは、どのような種類の地層がどのような順番で重なっている、それらの地層がいつ形成されたかを明らかにし、同じ種類や年代の地層ごとに名前を付けて整理したものです。なぜ、層序区分が必要なのでしょう。

地層の特徴と年代に基づく層序区分があれば、それを基準にして同じ地層のつながりを追跡でき、地層の分布を把握することができます。特に地層名は大変便利で、地層の分布を直感的に把握できると同時に、名前があることでその情報を広く共有することができます。仮に、ある地域には下からA層とB層という順番で地層が重なっているとします。各層にはそれぞれ特徴があって、A層は固い、B層は軟らかいとします。構造物を建設する際には強固な地盤が必要ですから、B層ではなくA層の中に基礎を到達させることが重要になります。従って、A層という名前は、地層の名前であると同時に地盤の名前としても通用するようになります。

東京の台地の地下に分布する地層は、これまで広く「東京層」と呼ばれていました。東京層という名前が初めて使われたのは、今から110年前の1911年です(Yabe, 1911)。この当初は、台地の縁の崖に露出していた、貝化石を含む地層が「東京層」と呼ばれていました。その後、ボーリング調査によって地下の地層分布が把握されるようになり、東京の地下、地表から数10mの深度には、中高層建築物を建設する際の支持層となる、よく締まった(N値が大きい:

N値については本号の小松原(2021)を参照)分厚い(層厚5~10m)礫層が分布していることが分かってきました。さらに、この礫層は側方への連続性が良く、広く追跡できると考えられるようになり、「東京礫層」と呼ばれるようになりました(例えば、東京地盤調査研究会, 1959)。それ以降、「東京礫層」を基底とする地層が「東京層」と呼ばれるようになり(例えば、東京都土木技術研究所, 1969)、地盤工学的な観点からも重要視されるようになりました。最近では、東京礫層および東京層は、代々木公園で掘削されたボーリングコアを模式として定義されています(東京都土木技術研究所, 1996)。

## 2. 層序区分の鍵は堆積サイクル

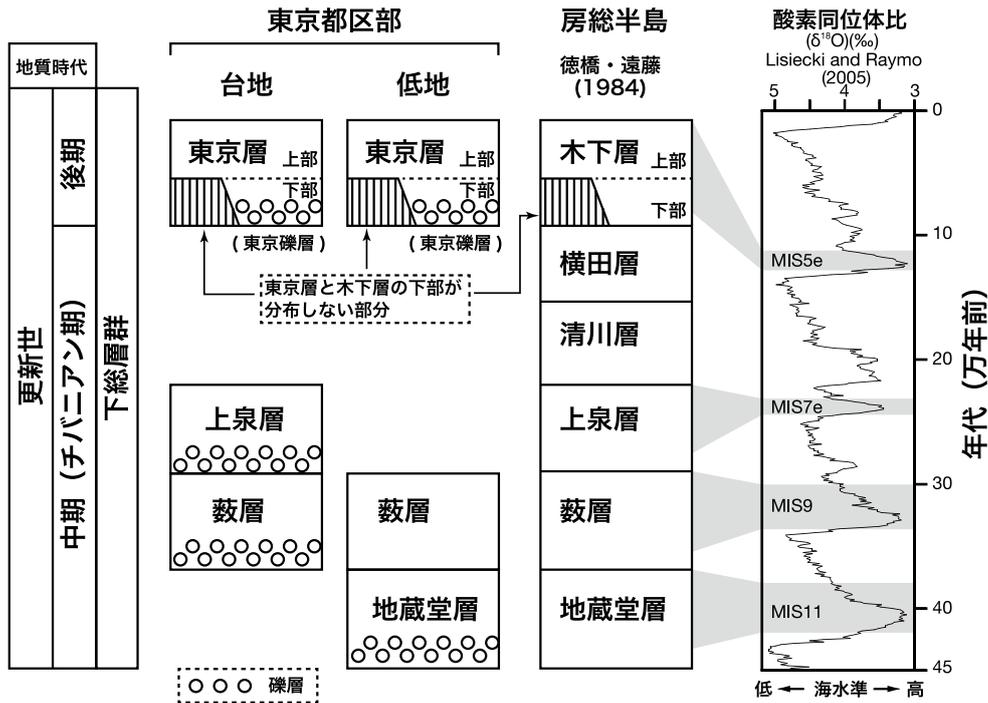
東京を含む、関東平野の台地をつくる地層はどのようにして区分されてきたのでしょうか。

関東平野の台地は、約42万年前~10万年前(中期更新世後半~後期更新世)に、河川や浅海域で形成された地層を土台として、その上に重なる火山灰質土(関東ローム層)から構成されます。地質学では更新世という地質時代にできた地層のことを更新統と呼ぶので、台地の地層は更新統と呼ばれることが多く、かつては洪積世・洪積統とも呼ばれていました。

中期更新世以降の地質時代(およそ77万年前~現在)は、汎世界的に約10万年ごとに寒い氷期と暖かい間氷期が周期的に繰り返す気候変動によって特徴づけられます(第1図)。氷期には氷床が拡大することによって海水準が下がりました。中期更新世以降の氷期の海水準は現在よりも100m以上低下していたようです。この時期、河口は現在よりもはるか沖合に移動したため、台地では河川によって谷が深く刻まれたと考えられます。一方、間氷期には氷床が融けて縮小することにより海水準が上昇します。それまで、陸地だった部分の多くが海面下に沈み、現在の海岸線よりも陸側まで海域が広がりました。このような周期的な海水準の変動の結果、海岸平野部では海水準が低い時期から上昇する時期に形成された河川成層と、海水準が上昇

1) 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門

キーワード: 地質地盤図, 武蔵野台地, 更新統, 東京層, 東京礫層, 下総層群, 層序区分



第1図 房総半島と東京都区部の層序区分の比較. 酸素同位体比の曲線は、周期的な汎世界的気候変動を表している. 海洋酸素同位体ステージ (MIS: Marine Isotope Stage) は異なる年代の氷期と間氷期を識別するために、間氷期が奇数、氷期が偶数になるように割り振られた番号である. 地藏堂層、藪層、上泉層、木下層はそれぞれ、MIS11、MIS9、MIS7e、MIS5eの期間に形成されたと考えられている.

した時期に形成された浅海成層が交互に繰り返し堆積しました. このような堆積物の繰り返しは氷河性海水準変動によって生じる堆積サイクル (以後、堆積サイクル) と呼ばれます.

千葉県房総半島に分布する下総層群では、約42万年前以降の周期的な海水準変動に対応して形成された堆積サイクルを観察することができます. これらは下位より地藏堂層 (約40万年前)、藪層 (約30万年前)、上泉層、清川層、横田層 (約24～19万年前)、木下層 (約13～12万年前) と呼ばれています (徳橋・遠藤, 1984) (第1図). 下総層群の層序区分は関東平野の台地を構成する地層の模式的な層序区分となっており、各堆積サイクルは千葉県だけではなく、埼玉県や茨城県の台地を構成する地層にも広範囲に追跡されています. 特に、最上部の木下層の分布は詳しく調べられており、氷期に形成された谷が海水準の上昇過程で溺れ谷となることで形成された軟らかい内湾泥層 (下部) と、さらに海水準が上昇して海域が広範囲に広がることによって形成された海成砂層 (上部) からなることが知られています. 木下層下部の分布は谷の範囲に限定されており、上部は谷よりもはるかに広い範囲に分布するのが特徴です. 千葉県北部における下総層群の層序とその分布については、2018年に公開された都市域の地質地盤図「千葉県北部地域」(産総研地質調査総合センター・千葉県環境

研究センター, 2018) で詳しく見ることができます.

### 3. ボーリング調査に基づく東京層の層序解明

東京の重要な地盤として認識されている東京層と東京礫層ですが、その形成年代については不明な点が多く、関東平野の模式である下総層群の各層との対応関係もよく分かっていませんでした. そこで、私たちは東京都区部の地質地盤図の作成にあたり、ボーリングコアを使った詳細な地質調査を行いその層序を明らかにしました.

調査に使用したボーリングコアは、掘削されたすべての深度の地層を連続的に直径10 cm 弱の棒状にくり抜いたもので、オールコアとも呼ばれるものです. オールコアを使うことで層相 (地層を構成する粒子の大きさや見た目の特徴) を詳しく観察することが可能になります. さらに、火山灰層の分析、花粉化石や珪藻化石など微化石の分析を行うことで、地層の対比に必要な情報を集めます. また、掘削された孔を使って、地層の物理的特性を測定する試験 (物理検層) を行います. このようにして得られた情報を総合的に解析することで、地層の特徴を明らかにしていきます. 私たちは、これら一連の調査を行ったボーリングを、「基準ボーリング」と呼び、層序構築の基準と位置づけています (第2図).



第2図 地質地盤図の作成に利用した基準ボーリング地点。中澤ほか(2021)に、第3図で示した柱状図の位置を加筆した。赤丸と黄星印の横に記された番号と地名はコア名を示す。

### 東京層

東京層を定義づける上で最も重要なのは模式セクションにおける層序です。先に述べたように、東京層の模式セクションは代々木公園で掘削されたボーリングコアなので、まずこのコアの再検討を行いました。

コアの観察の結果、模式地における東京層は最下部の礫層(東京礫層)の上に、湿地成の泥層と内湾成の砂層と泥層、その上に内湾成の砂層が重なり最上部は関東ローム層へと漸移することが分かりました。この特徴から、模式地における東京層は、1回の海進・海退で形成された地層であることが分かりました(第3図)。さらに、模式地周辺の既存ボーリング柱状図資料から得られた地層の分布形態から、模式地における東京層は、礫層からなる最下部、埋没谷を埋積し谷埋め状に分布する泥層を主体とした下部、及び埋没谷よりも広範囲に分布する、主に砂層からなる上部に区分されます(中澤ほか, 2020)(第1, 3図)。

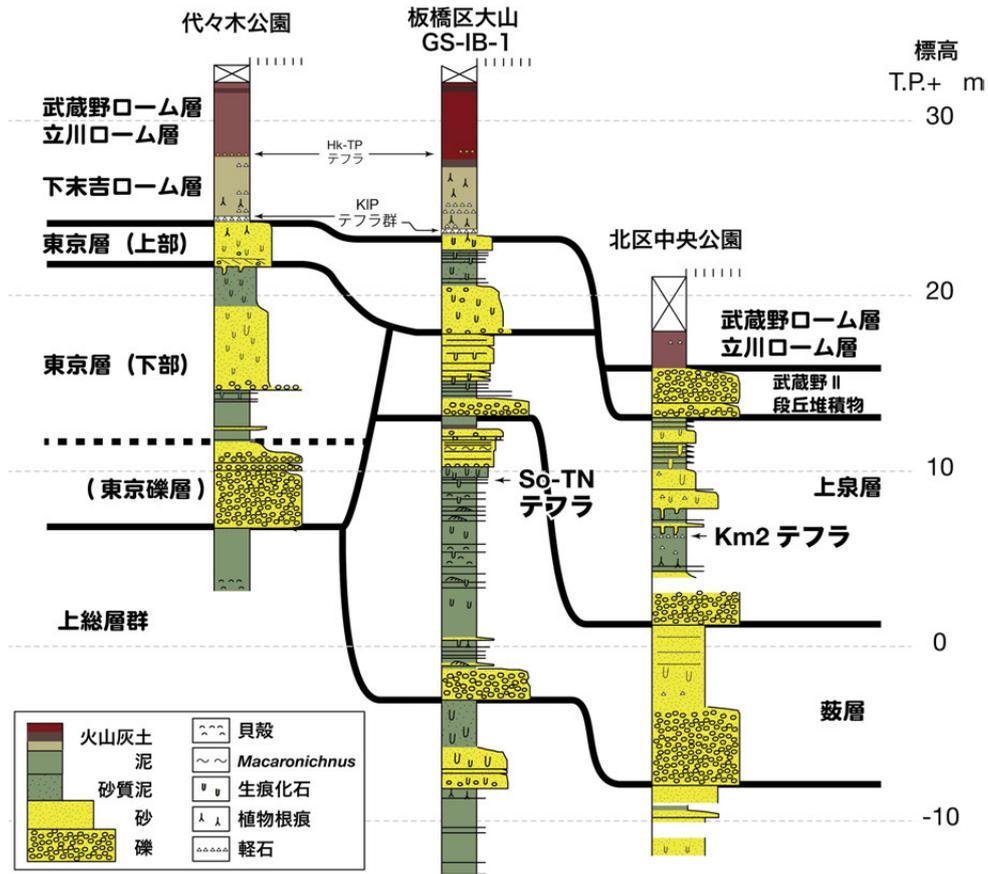
代々木公園のボーリングコアから得られた東京層の花粉化石群集の特徴は、下総層群の木下層から報告されている特徴と一致することが確かめられました(中澤ほか, 2020)。さらに、港区高輪で掘削されたボーリングコア

(GS-MT-1)にも谷埋め状の地層が連続しており、花粉群集やテフラ層の対比から、やはり木下層に対比されることが分かりました。このようにして、模式地の東京層は下総層群の木下層に対比され、約13～12万年前の海進・海退に伴って形成された地層であることが判明したのです。

谷埋め状に分布する泥層は世田谷区付近にも分布しており、世田谷層として知られていました(東京都土木技術研究所, 1996)。今回の調査では、花粉群集やテフラ層の対比から、世田谷層も下総層群の木下層に対比されることが明らかになったため(中澤ほか, 2019)、代々木公園と同様に東京層に含めました。地質地盤図では、代々木から高輪に分布する埋没谷を代々木-高輪埋没谷、世田谷区を中心に分布する埋没谷を世田谷埋没谷とそれぞれ呼んでいます(第4図)。東京層の基底に分布する礫層を東京礫層とすると、東京層はこれらの埋没谷の底の範囲に限定して分布することになります。

### 東京層の埋没谷よりも外側の「東京礫層」の堆積年代

東京礫層は東京層の埋没谷の底に限定して分布し、下総層群の木下層最下部の礫層に対比されることが分かりまし



第3図 基準ボーリングにみられる東京都区部台地の地下に分布する更新統の層相と層序区分。納谷ほか (2021) の基準ボーリングの柱状図から、代々木公園、板橋区大山 (GS-IB-1)、北区中央公園の柱状図を抜粋して作成した。

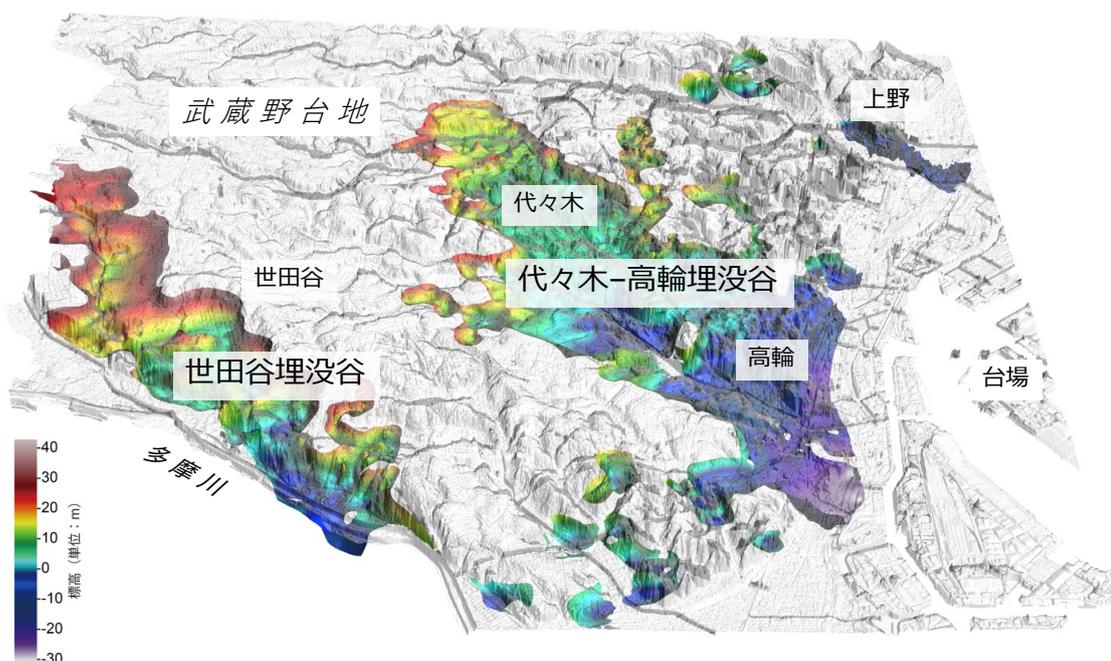
た。しかし、従来東京礫層は東京の台地の地下に広範囲に分布するとされてきました。埋没谷の外側に分布している、「東京礫層」とされていた地層はどのような地層なのでしょう。板橋区大山で掘削されたボーリングコア (GS-IB-1) を解析したところ、意外な結果が得られました。東京礫層と思われた礫層を基底とし、その上部に内湾の泥層と砂層が重なる海進・海退で形成された堆積サイクルが3つ、認められたのです (第3図)。

最も下位の堆積サイクルは、厚い礫層の上に厚い内湾成の泥層が重なり、東京層の谷埋め堆積物と似ていましたが、花粉化石群集の特徴は代々木公園の東京層とは大きく異なるものでした。最も下位の堆積サイクルに挟まるテフラが重要な手掛かりになりました。栃木県の塩原カルデラを形成した火山から約33万年前に噴出した軽石層に対比される So-TN テフラが見つかったのです (第3図)。約33万年という年代から、この堆積サイクルは下総層群の荻層に相当することになります。

この軽石層は、千代田区紀尾井町で掘削されたボーリングコア (GS-KO-1) からも見つかりました。紀尾井町でも3つの堆積サイクルが識別され、最上部は東京層の上部に対

比されます。残り2つの堆積サイクルのうち、礫層を伴う最下部の堆積サイクルからその軽石は見つかっています。さらに、台東区上野公園で掘削されたボーリングコア (GS-UE-1) からは、厚い礫層の上位に、下総層群荻層のテフラが挟まることが分かりました。これらの事実から、東京層の埋没谷が分布しない地域において、東京礫層と考えられていた礫層の多くが、荻層の基底 (第1, 3, 5図) に相当することが分かりました。これは、模式地の東京礫層より約20万年も古い時代に形成された、東京礫層とは別の礫層であることを示しています。

最後に、東京層と荻層に挟まれる堆積サイクルは、下総層群のどこに相当するかが問題になります。その答えは、北区中央公園で掘削されたボーリングコアにありました。北区中央公園は武蔵野段丘に位置しており、最上部の東京層上部が分布せずに段丘礫層が分布している点が板橋区大山や千代田区紀尾井町と異なりますが、その下に礫層を基底とする2つの堆積サイクルが認められました。上位の堆積サイクルには軽石層が挟まり、これが箱根火山を噴出源とする軽石層で、下総層群の上泉層の Km2 (TCu-1) テフラに対比されることが分かりました (第3図) (納谷ほか,



第4図 武蔵野台地南東部の地下の埋没谷（東京層下部基底）の形状（立体図）。約14万年前の氷期に形成された谷地形と考えられ、谷の基底の礫層が東京礫層に相当する。約13～12万年前の間氷期に海進により内湾環境となり、谷は内湾環境で形成された軟らかい泥層で埋積された。

2020)。つまり、残りの堆積サイクルは上泉層に相当することになります。

#### 層序区分のまとめ

東京都区部の台地を構成する地層には海進・海退で形成された3つの堆積サイクルが認められました。これらの堆積サイクルは、下位より下総層群の敷層、上泉層、木下層にそれぞれ相当します。従来は、異なる堆積サイクルで形成された地層もまとめて「東京層」と呼ばれていました。地質地盤図では、基準ボーリングの解析結果に基づき、東京層の範囲を木下層に相当する地層に限定しました。東京層基底の礫層という意味での東京礫層の分布は、東京層下部が分布する埋没谷の範囲に限定されます。埋没谷の外側に分布する礫層の多くは敷層の基底に相当し、一部は上泉層の基底の礫層に相当します。東京層よりも下位の地層の名称については、これまで適切な地層名が無かったため、下総層群の地層名である敷層と上泉層を使いました。このようにして、東京の層序区分が大幅に改訂されました(第1図)。

東京層を含む下総層群は低地の地下にも分布します。しかし、低地の地下に分布する下総層群の層序や分布については、厚く分布する沖積層よりもさらに下に分布することもあり、まだ十分な情報が得られていません。第1図に示した低地の層序区分は江東区有明で掘削されたボーリン

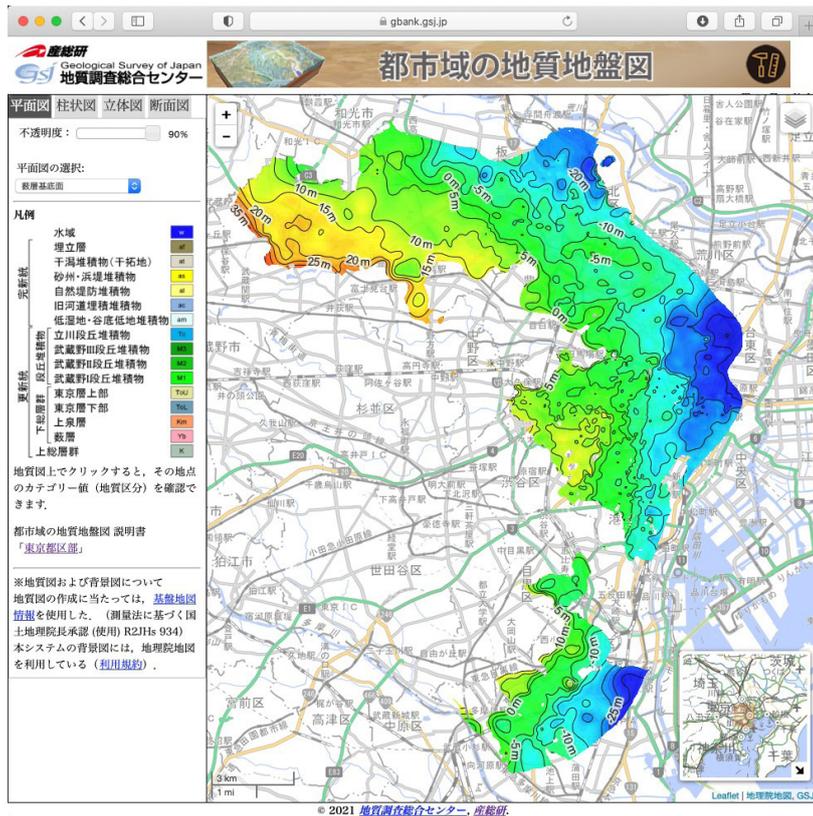
グコア(GS-AA-1)に基づくものですが、この層序区分が低地の全域に適用できるかどうかはまだ確かめられていません。低地地下の下総層群の層序は、今後検討しなければならない課題と言えます。

#### 4. おわりに

東京層や東京礫層は、土木建築物の支持層として、また地質構造を把握するための鍵層として重要な役割を果たしてきました。今回の調査により、東京層や東京礫層の範囲が従来と大きく変わりました。これは、従来「東京礫層」と呼ばれていた礫層の形成された年代が大きく異なることが明らかになったからです。この結果は、東京の地下の地層の形成過程や地質構造が、従来考えられていたものより、かなり複雑であったことを示しています。今後、東京都心部の地盤構造・地下構造を正確に知るためには、異なる時代に形成された礫層の分布を正確に把握することが重要になります。地質地盤図がその理解に貢献できることを期待したいと思います。

#### 文献

小松原純子(2021)東京低地の沖積層。GSJ地質ニュース、10、148-152。



第5図 下総層群数層基底の標高分布図(都市域の地質地盤図ウェブサイト画面)。  
 数層の基底には礫層が分布することが多く、従来「東京礫層」と呼ばれた礫層には、この数層基底の礫層も含むと考えられる。都市域の地質地盤図ウェブサイトでは、数層ほか各層基底の標高分布図を閲覧することができる。

Lisiecki, L. E. and Raymo, M. E. (2005) A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic  $\delta^{18}\text{O}$  records. *Paleoceanography*, **20**, PA1003, doi:10.1029/2004PA001071.

中澤 努・長 郁夫・坂田健太郎・中里裕臣・本郷美佐緒・納谷友規・野々垣 進・中山俊雄 (2019) 東京都世田谷区、武蔵野台地の地下に分布する世田谷層及び東京層の層序、分布形態と地盤震動特性. *地質学雑誌*, **125**, 367-385.

中澤 努・納谷友規・坂田健太郎・本郷美佐緒・鈴木毅彦・中山俊雄 (2020) 東京層の模式コアセクション(代々木公園コア)における層序の再検討. *地質調査研究報告*, **71**, 19-32.

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 (2021) 第2章 地質概説. 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, 5-8.

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・中澤 努・野々垣 進・中里裕臣・鈴木毅彦 (2021) 第4章 下総層群. 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,

15-38.

産総研地質調査総合センター・千葉県環境研究センター (2018) 都市域の地質地盤図「千葉県北部地域」. <https://gbank.gsj.jp/urbangeol/ja/map/index.html> (閲覧日: 2021年6月2日)

産総研地質調査総合センター・東京都土木技術支援・人材育成センター (2021) 都市域の地質地盤図「東京都区部」. [https://gbank.gsj.jp/urbangeol/ja/map\\_tokyo/index.html](https://gbank.gsj.jp/urbangeol/ja/map_tokyo/index.html) (閲覧日: 2021年6月2日)

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地質図幅), 地質調査所, 136p.

東京地盤調査研究会 (1959) 東京地盤図. 技報堂, 東京, 114p.

東京都土木技術研究所 (1969) 東京都地盤地質図 (23区) —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 (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.

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.

NAYA Tomonori and NAKAZAWA Tsutomu (2021) Overview of Pleistocene stratigraphy underlying an upland of central Tokyo: the Tokyo Formation and the Shimosa Group. (受付: 2021年6月8日)

# 自治体からの3次元地質地盤図への期待

中山 俊雄<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

産総研で進められている「都市域の地質地盤図(3次元地質地盤図)の作成」は、都市平野部にあるボーリングデータ等をもとに、地下に分布する地層の3次元の分布形態を平面図、断面図、立体図で表示するというもので、すでに千葉県北部地域は完成し、令和3年には東京都区部地域が完成しました。

筆者は、東京都土木技術研究所在籍中、東京の地盤問題と地盤図作成に携わってきましたが、東京の地下地質についてはいまだ未解明部分が多く、気にかかりつつ退職しました。今回、産総研の研究者らにより作成された東京都区部の3次元地質地盤図は、筆者が気にかかっていた、いわゆる東京層群や沖積層の層相変化等について、新たな知見をあたえてくれるものとなりました。これを機に、これまで、東京での地盤図が作成されてきた経緯を振り返り、今後、3次元地質地盤図に対する期待を述べてみたいと思います。

## 2. 東京での地盤図の歴史

筆者が東京都の土木技術研究所に入所した時、上司であった故青木 茂氏(新潟大学名誉教授)が、地質学にはピュージオロジーとアプライドジオロジーがあり、前者は後者から生まれたこと、英国地質学の父と呼ばれているウィリアム・スミスの「英国地質図」(UK Onshore Geophysical Library, 2021 参照)も、また日本の地質の日設定の由来となったライマンらによる「日本蝦夷地質要略之図」(Lyman, 1876)も、これら地質図が、石炭・鉱物資源探査を目的に作成されたこと然りであると語られたことを今も記憶に残っています。

東京の地形・地質の調査研究は、1875(明治8)年来日したナウマンにより、古地図等を利用し江戸の地形形成史をまとめた「江戸平野について」(ナウマン・山下訳, 1996)が始まりとされています。ナウマンの後任として1879(明治12)年来日したドイツの地質学者ブラウンスは、台地から産出する貝化石をもとに東京・横浜付近の新生界区分

を行い、「東京近傍地質編」(ブラウンス・西沢, 1882)をまとめます。さらに、ブラウンスの弟子であった鈴木 敏(のちの地質調査所第3代目所長)は、このブラウンスの新生界区分に基づき1888(明治21)年に「20万分の1地質図幅「東京」および同説明書」(鈴木, 1888)を刊行しています。

一方、1869(明治2)年に京都御所を発った帝(天皇)が下向、江戸城(皇城)に入ります。東京遷都の年です。この年から東京のまちづくりが始まったとも言えます。当時の江戸城は幕末の1863(文久3)年の火災で本丸、二の丸、西の丸を焼失、さらに1867年(慶応3年:大政奉還)にも再び二の丸を焼失しています。そこで、皇居建設の計画が始まります。宮内省御用係であった榎本武揚はこの計画をお雇い外国人ジョサイヤ・コンドルに依頼します。コンドルは英国の建築家で、1877(明治10)年来日、工部大学校(現 東京大学工学部)造家学(建築科)教授および工部省営繕局顧問でした。コンドルは、建築に先立ち江戸城吹上で地盤調査、地耐力試験を試みています。これは1881(明治14)年の「皇居(明治宮殿)吹上地質実験縮図」(木子, 1881)という図に残されています。建築家であるコンドルが、わが国の地盤調査の先駆者ともいえます。

この東京の地質と地盤に関する2つの流れが合流する契機となったのが1923(大正12)年の関東地震です。帝都復興院建築局長の佐野利器は、この機会を逃しては統一的な地質調査は出来ないとし、調査計画を内務大臣兼帝都復興院総裁であった後藤新平に建議、調査は地質調査所長の井上禧之助に委嘱されました。調査は復興局技師の清野信雄ほか10数名の地質屋が担当します。東京・横浜市内で約800本の鑿井さくせいが行われ、1929(昭和4)年に「東京及横浜地質調査報告」(復興局建築部, 1929)としてまとめられます。これにより、東京市地域(おおよそ山の手台地と下町低地の西半分の地域)の地盤は、台地は洪積層と第三紀層(上・中・下部層)からなり、低地は沖積層(上・中・下部層)と第三紀層からなり、低地の第三紀層には溪谷があることなどが明らかされます。さらに、帯水層、地質と地耐力についてもまとめられており、わが国の地盤図の第一号といえるべきものです。

1) 東京都土木技術支援・人材育成センター

〒136-0075 東京都江東区新砂一丁目9番15号

キーワード: 3次元地質地盤図, 東京都区部, 地盤図, 地盤災害, 研究史

「東京及横浜地質調査報告」はその内容から見て、当然東京の都市計画・建設計画等に利活用されるべきものでしたが、実際は、その利用は限定的であったように思われます。時は、第二次世界大戦前夜、建築の世界では、足元の地盤より空からの防空対策に向かって行ったようでした。しかし、この地盤図の成果は、戦後に継続され発展することになります。

戦後の昭和 25 年頃からは都心部に高層建築が建設されるようになります。1950(昭和 25)年に建築基準法が制定されています。建築に伴い実施された地盤調査ボーリングを収集し、1959(昭和 34)年に東京地盤調査研究会により「東京地盤図」(東京地盤調査研究会, 1959)が刊行されます。ここでは、3,241 本のボーリング記録や地層の土質特性などがまとめられており、その後出版される地盤図の見本となりました。また、関東地震被害調査により、地震動と地盤には関係があることが示唆されたため、1955(昭和 30)年には、東大地震研究所・建設省建築研究所によって、弾性波探査、常時微動、地震、起震機試験などにより都内地盤の振動特性をまとめた「東京都地盤調査報告」(地震研究所地盤研究会, 1955)も出されています。

昭和 40 年代に入ると、さらに地盤調査資料が蓄積されてきたという背景のもと、大阪地盤図(日本建築学会近畿支部・土質工学会関西支部, 1966)や名古屋地盤図(日本建築学会東海支部・土質工学会中部支部・名古屋地盤調査研究会, 1969)など各地で地盤図作成が取り組まれるようになります。東京でも、1969(昭和 44)年に東京都土木技術研究所による「東京都地盤地質図(23 区内)」(東京都土木技術研究所, 1969), 1972(昭和 47)年に港湾局による「東京港地盤図」(東京都港湾局, 1972), 1969(昭和 44)年に建設省による「東京湾周辺地帯の地盤」(建設省計画局, 1969)が刊行されています。その後も「東京都総合地盤図(Ⅰ)」(東京都土木技術研究所, 1977), 「東京都総合地盤図(Ⅱ)」(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), 「東京港地盤図」(東京都港湾局, 2001)が刊行されています。

このうち、「東京都(23 区)地盤地質図」(東京都土木技術研究所, 1969)は他の地盤図と趣が異なるので、少し触れておきたいと思います。作成の背景には、1964(昭和 39)年の新潟地震があります。東京都はこの地震を契機に、地域防災計画の中に「震災編」の策定を始めます。区部の地震被害想定が検討され、区部を 1 km メッシュごとに被害想定を行うことになりました。このため 1 km メッシュごとの地盤構成が求められました。そこで、区部を南北 1 km 間隔で、東西地質断面図(26 断面)が作成されたのが上記地

盤地質図です。疑似パネルダイヤグラムというものです。

また、昭和 40 年代から大型計算機からパーソナル計算機への普及・進展とともに、ボーリングデータのデータベース化が進み、現在みられるようなボーリングデータの一般公開に至っています。

このように地盤図が作成されてきた歴史を振り返ると、当初は構造物の支持層確認を目的として土木・建築分野での利用のために、次に、被害想定などの防災行政での利活用のために、そして、現在は、市民誰もが、地下のデータを見ることができるようになりました。地盤図はその都度、社会的要請に基づき作成されてきたといえます。

### 3. 東京(区部)での地盤災害対策

地盤災害には、工事等による人為的要因と豪雨・地震など自然的要因によるものがあります。人為的要因の事例としてマスコミにとりあげられた近年の都市地盤災害としては、1) 2015(平成 27)年横浜マンションの不等沈下, 2) 2016(平成 28)年博多駅前道路陥没, 3) 2020(令和 2)年横浜地下鉄トンネル道路陥没, 4) 2020(令和 2)年調布市東京外環トンネル道路陥没があります。

いずれも、都市での高層建物の建築や地下利用化が進む中で起きた事故です。それぞれの事故原因は、事故調査委員会により次のようにまとめられています。1)は基礎杭のいくつかが支持層に達していなかったこと、2)は想定した地盤(地質断面図)が間違っていたこと、3)と 4)は想定外の地盤(?)に遭遇したことが原因の一つとされています。東京都区部においては上記のような事故は起きてはいませんが、今後も起こらないとは言えない問題です。これら事故の背景に、複数のボーリングデータから作成された(2次元)地質断面では、地下の複雑な地質構造は正しく反映されていなかったことを物語っています。

次に、東京都区部での地盤に係る災害とその対策ですが、水害対策、地震対策、急傾斜対策が取り組まれています。それぞれの対策は、過去の災害事例をもとに、中小河川では河川改修や調節池などの対策、ゼロメートル地帯を含む低地部では、高潮護岸、防潮堤の設置とその耐震化、急傾斜危険箇所では擁壁設置などのハード対策が行われています。ソフト対策としては、浸水予測図、地震時における地域危険度予測図(地震の揺れやすさを含む)、液状化予測図、急傾斜地危険箇所分布図などがあります。問題は、これらソフト対策が市民(都民)にどれだけ伝わっているかにあります。

浸水予測図は地形標高を反映しているので、一般には

理解しやすい内容ではあると思えるのですが、2015(平成27)年の常総水害や2018(平成30)年の岡山県倉敷市真備町水害では、浸水予測図は準備されていたにもかかわらず、多くの住民はこの図には無関心であったといわれています。

このことを考えると、地域危険度や液状化予測図など、地下の地質・地盤を反映しているこれら図について、市民にどれだけ伝わっているのでしょうか？上記の工事事故例でもわかるように、地盤に関わる技術者ですら間違うのですから、一般市民(都民)にとって、地盤を理解し、地震時の地域危険度や液状化予測図の意味する内容を理解することははなはだ難しいと言わざるを得ません。

#### 4. 3次元地質地盤図への期待

地質図からその地域の地質構造を読み解けるのは、地質学の知識と野外調査訓練を受けた地質屋だけでしょう。土木・建築などの他分野の技術者にとっては難しいことだと思います。まして、市民にとって、地域危険分布図や液状化予測図などのハザードマップがどのような地盤背景にあるかを理解することは極めて難しいことです。

地盤図は社会的ニーズに対応していることが必要です。その意味で、地質学的な基礎知識は前提となりますが、平野地下の地質を誰にもわかりやすい方法として、3次元地質地盤図の果たす役割は大きいと言えますし、今後の市民の利活用に大いに期待したいと思います。

近年、建設業界では、BIM(Building Information Modeling)、CIM(Construction Information Modeling)の取り組みが始まっています。調査・計画・設計段階から、対象とする構造物等の形状の3次元モデルと属性情報(部材(部品)の情報等)を、その後の施工、維持管理の各段階においても活用するというものです。これに合わせて、地盤調査業界でも3次元地盤モデル作成の取り組みが進んでいます。この意味でも、今回の3次元地質地盤図の果たす役割は大きいと思います。

更に、位置に関する情報を持ったデータ(空間データ)を総合的に管理・加工する地理情報システム(GIS: Geographic Information System)の取り組みが、自治体でも始まっています。3次元地質地盤図がこのような流れに加わることで、自治体での防災事業を始め、その利用価値は一層高まることと思います。

最後に、今回の3次元地質地盤図で明らかにされた、山の手台地の地下に埋積谷が分布することや沖積層にみられる層相変化などは、第四紀地質学や堆積学など、ピュアジオロジーへの貢献も大きいのではと思います。

#### 文 献

- ブラウンス, D., 西 松二郎訳(1882)東京近傍地質編。理科会粹, 第四帙, 東京大学, 東京, 205p.
- 復興局建築部(1929)東京及横浜地質調査報告。復興局建築部, 144p.
- 地震研究所地盤研究会(1955)東京都地盤調査報告。東京大学地震研究所彙報, 33, 471-545.
- 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.
- 木子清敬(1881)皇居(明治宮殿)吹上地質実験図—西丸造家師シオンヤ, コンドル 吹上地質実験縮図—。木子文庫, 東京, 1枚。https://archive.library.metro.tokyo.lg.jp/da/detail?tilcod=0000000016-00056008(閲覧日:2021年5月31日)
- Lyman, B. S. (1876) *A Geological Sketch Map of the Island of Yesso, Japan* (日本蝦夷地質要略之図)。Geological Survey of Hokkaido, 開拓使。
- ナウマン, E., 山下 昇訳(1996)江戸平野について—地理学的-地質学的研究—。日本地質の探究—ナウマン論文集—, 東京大学出版会, 東京, 91-111.
- 日本建築学会近畿支部・土質工学会関西支部(1966)大阪地盤図。コロナ社, 東京, 330p.
- 日本建築学会東海支部・土質工学会中部支部・名古屋地盤調査研究会(1969)名古屋地盤図。コロナ社, 東京。
- 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.
- 東京地盤調査研究会(1959)東京地盤図。技報堂, 東京, 23p.
- 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。
- 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(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(2001)新版 東京港地盤図。東京都, 89p.
- UK Onshore Geophysical Library(2021)William Smiths Maps。https://ukog.org.uk/william-smith/(閲覧日:2021年5月31日)

NAKAYAMA Toshio (2021) Expectations from a local government to the 3D geological map.

(受付:2021年6月2日)

# 海陸シームレス地質情報集「相模湾沿岸域」

中島 礼<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

産総研地質調査総合センターでは、平成19年に発生した能登半島地震と中越沖地震の震源が浅海の沿岸域に位置していたことを重視し、浅海から平野にわたる沿岸域における地質情報の整備を目的とした「沿岸域の地質・活断層調査(沿岸域プロジェクト)」を平成20年より開始した。国内の沿岸域は、地震や活断層、津波などによる地質災害の影響が大きい地域であるとともに、私たちの生活や産業においても重要な場所である。そこで地質調査総合センターでは、沿岸域に分布する活断層や軟弱地盤などによる地質災害リスクの軽減や私たちの生活や産業の基盤となる地盤情報の整備、そして地質調査の技術開発を目的とし、沿岸域に特化した調査・研究を開始した。令和3年5月には経済産業省による「第3期知的基盤整備計画」が策定され(経済産業省, 2021)、その中の重点分野である「地質情報」の

「防災・セキュリティ」の課題に沿岸域プロジェクトは組み込まれている。地質調査総合センターでは、国土の持続可能な利用と強靱な社会の実現に向け、知的基盤整備としての本プロジェクトを進めているところである。

沿岸域の地質・活断層調査では、陸域での野外地質調査やボーリング調査、反射法地震探査、海域での音波探査や堆積物調査、海陸にわたっての重力異常や空中磁気の物理探査など、多様な手法を用いることで、海域から陸域へのシームレスな地質情報を整備している。これまでに、平成22年度には能登半島北部沿岸域(岡村ほか, 2010)、平成23年度には新潟沿岸域(岡村ほか, 2011)、平成25年度には福岡沿岸域(岡村ほか, 2013)、平成26年度には石狩低地帯南部沿岸域(岡村ほか, 2014)、平成28年度には駿河湾北部沿岸域(産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2016)の海陸シームレス地質情報集を整備してきた(第1図)。その後、新たに大都市圏沿岸域における地質・地盤情



第1図 沿岸域の地質・活断層調査のこれまでの調査地域。

1) 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門

キーワード：海陸シームレス地質情報集、相模湾沿岸域、足柄平野、相模平野、大磯丘陵、三浦半島、沿岸域の地質・活断層調査、知的基盤整備

報の整備を行うため、平成26年度から28年度にかけて、房総半島東部と相模湾を調査域とした関東平野南部沿岸域の調査・研究を実施した。令和元年度には海陸シームレス地質情報集「房総半島東部沿岸域」(産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2018)を公開した。そして今回、海陸シームレス地質情報集「相模湾沿岸域」(産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2021)を整備したので、ここに概要を解説する。今後、これらの調査成果は活断層評価、地震動予測をはじめ、地質災害の軽減や環境評価、産業立地などに活用されることを期待する。

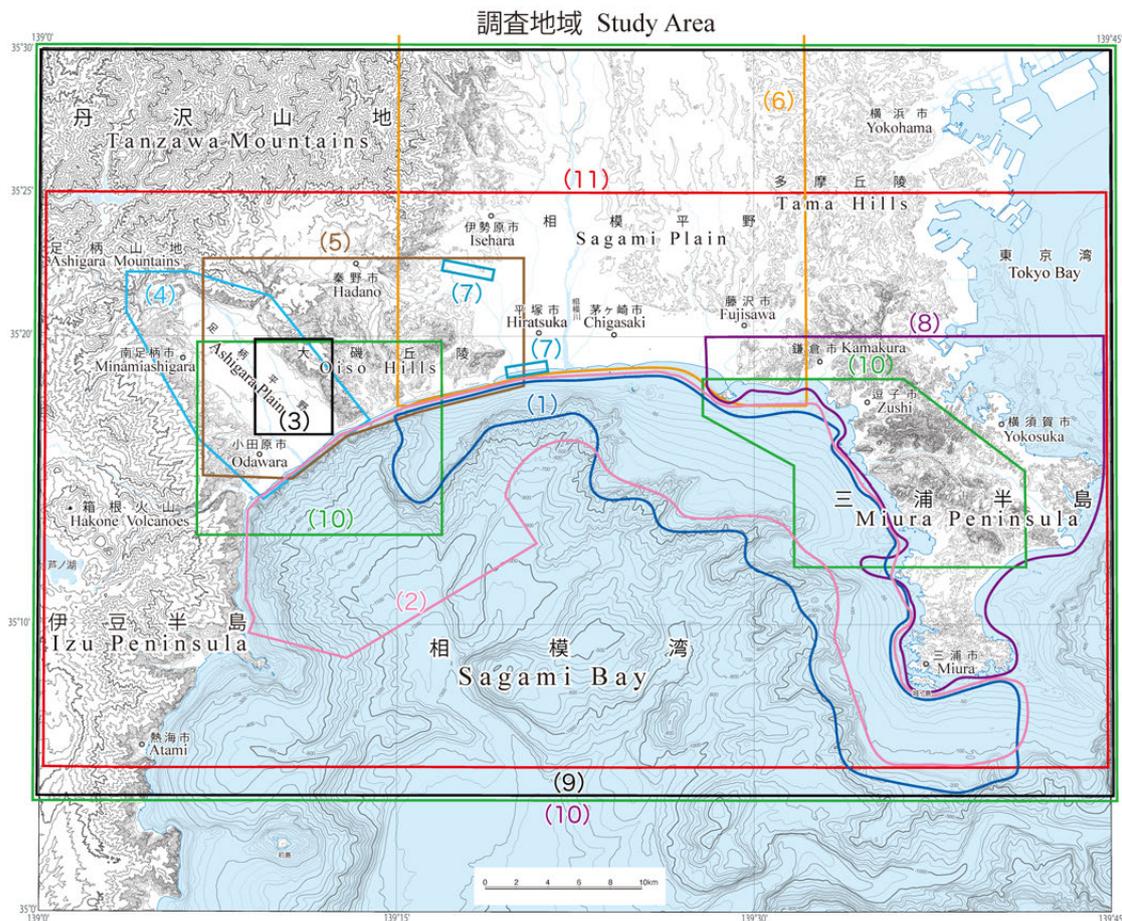
## 2. 相模湾沿岸域プロジェクト

相模湾にはフィリピン海プレートが沈み込む相模舟状海盆(相模トラフ)があり、そのプレート境界が分岐したものが国府津-松田断層帯であり、ほかにも伊勢原断層や三浦半島断層群などの活断層が知られる。また、1923年の関東地震の震源もこの地域に分布しており、海岸には隆起地形が見られるなど、相模湾沿岸域は地殻変動が活発な地域で

ある。この地域には神奈川県の中核都市である平塚市が位置する相模平野や小田原市が位置する足柄平野が広がり、どちらの平野も海岸に面していることから地質災害の軽減や産業立地のための地質情報の整備が急務とされている。

相模湾沿岸域プロジェクトの調査・研究成果となる海陸シームレス地質情報集「相模湾沿岸域」には、調査データと解析結果を論文としてとりまとめ、それらに加え既存研究を編纂し、4枚の地質図と2枚の地球物理図を含む11編の調査・研究成果が納められている(第2図)。また、相模湾沿岸域プロジェクトの年次調査報告は、平成26年度から平成29年度の沿岸域の地質・活断層調査研究報告にも15編の報告が掲載されている(田中編, 2015, 2016, 2017; 荒井編, 2018)。

陸域での調査成果として、足柄平野においては、沖積層ボーリングなどの解析に基づき、地下地質構造を解析した(佐藤ほか, 2021a)。また、足柄平野でこれまでに実施された反射法地震波探査のデータを再解析した(横倉ほか, 2021)。相模平野では層序ボーリング掘削と既存ボーリングデータ収集に基づき、地下地質構造を解析し、沖積層の



第2図 相模湾沿岸域プロジェクトの調査地域。数字は本文中の論文番号に一致する。

基底深度を明らかにした(佐藤ほか, 2021b)。また, 反射法地震波探査によって, 相模平野に分布する伊勢原断層や海岸における地下構造を解析した(木下ほか, 2021)。大磯丘陵と三浦半島においては, テフラ分析や地質構造の調査に加え, 既存研究を編集して地質図を作成した(水野ほか, 2021; 尾崎, 2021)。海域においては, 活断層の海域延長の可能性を考慮した高分解能音波探査を実施した(佐藤, 2021)。また, 相模湾内で広く表層堆積物調査を実施し, 酒匂川河口沖では音響測深探査による地形解析を行った(味岡ほか, 2021)。さらに, 重力データ(ブーゲー異常)と空中磁気データを収集・解析して, 本地域の活断層や地質構造との関係を考察した(大熊ほか, 2021a, 2021b)。以上の調査成果をとりまとめ, 海陸における 10 万分の 1 地質図を作成した(尾崎ほか, 2021)。以下に 11 編の要旨を簡略化して示す。

### (1) 相模湾沿岸域 10 万分の 1 海底地質図説明書 (佐藤, 2021)

本地質図は, 大陸棚と斜面上部で実施された反射法音波探査に基づいて作成された。本海域の層序は, 三浦沖ユニット, 江の島沖ユニット, 葉山沖ユニットと完新統に区分でき, 三浦沖ユニットは葉山層群から三浦層群・安房層群に相当し中新統～鮮新統, 江の島沖ユニットは上総層群から相模層群に相当し上部鮮新統～更新統, 葉山沖ユニットは相模層群に相当し更新統と考えられる。江の島沖および三浦半島沖に東西性の逆断層・褶曲が発達するが, 南北方向と北西-南東方向の圧縮による構造であり, 3 Ma に変化したとされるフィリピン海プレートの運動方向変化と整合的である。従ってこの地域の構造運動はプレートの沈み込みによると考えられる。

### (2) 相模湾の底質分布と酒匂川沖ファンデルタ周辺域における地形学的特徴と堆積構造 (味岡ほか, 2021)

本報告は相模湾を対象としたグラブ採泥器による表層堆積物採取調査, 及び酒匂川河口沖ファンデルタを対象としたマルチビーム音響測深調査の調査の結果である。採泥調査では陸棚上 29 地点, 大磯海底谷上 4 地点, 酒匂川河口沖ファンデルタ上 15 地点で表層堆積物を採取し, 粒度, 砂粒組成, 全有機炭素・全有機窒素濃度等の分析を行った。その結果, 相模湾の陸棚域は, 貝殻片を多く含む細粒砂-極粗粒砂からなる南東域, 比較的均質な極細粒砂-細粒砂からなる北東域, 黒雲母を含む淘汰の良い細粒砂からなる北域, 陸からの寄与が比較的大きいと考えられる極細粒砂

が分布する西域の 4 つに区分された。後方散乱強度画像からは, 森戸川, 山王川, 早川から伸びる鮮明なチャンネルが確認された。各河川沖に延びるチャンネル堆積物には少なくとも 1-2 回のイベント堆積物が認められた。

### (3) 足柄平野及び大磯丘陵西部における浅部地下地質及び後期更新世テフラの分布 (佐藤ほか, 2021a)

本稿では足柄平野周辺に分布する第四紀堆積物を対象として, 沖積層ボーリングコアの堆積相解析, 新規・既存ボーリング資料に基づく地下地質分布に関する解析, ボーリングコア及び露頭で得られたテフラ試料の分析を実施した。平野南東部では箱根東京軽石層や箱根東京火砕流堆積物を含む層厚 20 m 以上の厚いローム層からなる高まり(埋没丘陵)が認められ, 千代台地が沖積平野下で南北方向に分布を伸ばすことが示唆された。平野広域に層厚 5 ~ 15 m のローム層と砂礫層の組合せからなる平坦面(埋没段丘面 I)が分布する。また, 平野南東部では埋没段丘面 I よりも急傾斜の埋没段丘面(埋没段丘面 II)が分布する。埋没段丘面 I・II の形成年代は層序や砂礫層頂部の高度分布から酸素同位体ステージ 3 (60 ~ 30 ka) であると考えられる。

### (4) 反射法地震探査データによる国府津-松田断層帯の地下構造 (横倉ほか, 2021)

足柄平野における千代台地西方から曾我別所に到る千代-曾我別所測線(測線 C-S, 測線長 2.3 km)において, P 波反射法探査を実施した。併せて地質調査所が 1995 年に実施した, 測線 S-1 (測線長 830 m), S-2 (同 1,485 m), S-3 (同 1,725 m) と名付けられた既存 3 測線の P 波反射法探査データの再処理を実施し, 以下のことが明らかとなった。(1) 国府津-松田断層本体はおおむね 40 ~ 60° 程度の東向き傾斜を示すが, 曾我岸, 曾我別所付近の分岐断層は非常に低角 (10 ~ 20° 程度) である。(2) 平野部浅部のもっとも顕著な反射面は, 箱根新期軽石流堆積物, 箱根東京軽石層, 及びローム層などに覆われた砂礫層の上面に相当する。(3) この砂礫層は, 三崎面 (M2 面: 酸素同位体ステージ 5a) 構成砂礫層に相当する。(4) 平野部の反射面は深くなるほど東方への傾斜を増しており, これは国府津-松田断層帯の活動による累積的な東方への傾動を示している可能性がある。(5) この M2 面は千代台地西縁付近で連続しており, 千代台地西縁付近に活断層は存在しないと考えられる。(6) M2 面は足柄平野下の一對の背斜・向斜に支配されたような標高パターンを示す。また M2 面を含む表層は局所的な変形を受けている。

### (5) 5万分の1大磯丘陵及び周辺地域第四系地質図説明書 (水野ほか, 2021)

大磯丘陵及びその周辺地域の5万分の1第四系地質編集図を作成した。新第三紀から前期更新世の基盤岩類は、丹沢層群、高麗山層群(主として中期中新世)、松田山層、篠窪層、剣沢層、谷戸層、鷹取山層、大磯層(主として後期中新世～鮮新世)、足柄層群(前期更新世)に分けられる。第四紀堆積物は、下位より前川層(前期更新世後期)、羽根尾層、釜野層、曾我山層、明沢層及び土屋層下部、土屋層中・上部(中期更新世)、吉沢層、中位段丘1,2堆積物、低位段丘堆積物(後期更新世)、完新世海岸段丘堆積物(中村原、前川及び押切段丘)及びそのほかの完新世堆積物に区分した。活断層は、北北西-南南東方向の国府津-松田断層(大磯丘陵西縁)、松田北断層(国府津-松田断層の北西延長部)、東西方向の渋沢断層(大磯丘陵北縁)、南北方向の公所推定断層及び下吉沢断層(大磯丘陵東縁)、伊勢原断層(公所断層の北方延長部)、東西方向の小向断層などが分布する。

### (6) 相模川下流平野における第四紀地下地質と埋没段丘面分布(佐藤ほか, 2021b)

相模川下流地域の沖積低地における第四系地下地質分布を明らかにすることを目的として、新規に掘削した2本のオールコア・ボーリング試料(GS-SGM-1, 2コア)の層相記載、テフラ分析、<sup>14</sup>C年代測定、既存ボーリング資料の解析を行った。その結果、各コアの堆積年代および堆積環境、段丘面とローム層厚との関係性、沖積低地下に埋没した後期更新世段丘面および最終氷期の開析谷の分布を明らかにした。ボーリング資料で認められた各段丘面を覆うローム層の層厚について統計解析を行いGISを用いた空間補完を行うことで、沖積層基底深度分布図を作成した。

### (7) 反射法地震探査による相模平野南西部の浅部地下構造(木下ほか, 2021)

神奈川県平塚市において、浅部反射法地震探査を内陸測線、海岸測線の2測線で実施した。内陸測線では往復走時120～200ms(標高-70m～-140m)に測線全体にわたってほぼ連続した振幅の大きい反射面が見られ、東側が約50ms(約45m)隆起している地点を認識できた。この隆起は、伊勢原断層の変位によるものと解釈された。海岸測線では、往復走時20～60ms(標高-5m～-30m)に、測線全体にわたってほぼ連続した、沖積層の特定の層準を示す反射面が見られた。花水川河口より西側では、大磯層や北大磯層新第三系に相当する基盤と、花水川河口より東

側では沖積層基底面に相当する反射面が見られた。

### (8) 三浦半島における新第三系～第四系の層序及び地質構造研究についてのレビュー(尾崎, 2021)

産総研地質調査総合センター(旧工業技術院地質調査所)では、これまで2万5千分の1日本油田・ガス田図「三浦半島」、5万分の1地質図幅「三崎」及び「横須賀」を作成し地質情報の整備を行ってきた。また、自治体でも地質図の作成や研究が進められている。そこで、本地域のこれまでの研究の知見と最新の知見を参考に、三浦半島の層序や地質構造、活断層分布などの地質情報を整理し、地質図の編集を行った。

### (9) 10万分の1相模湾沿岸域重力図(ブーゲー異常)説明書(大熊ほか, 2021a)

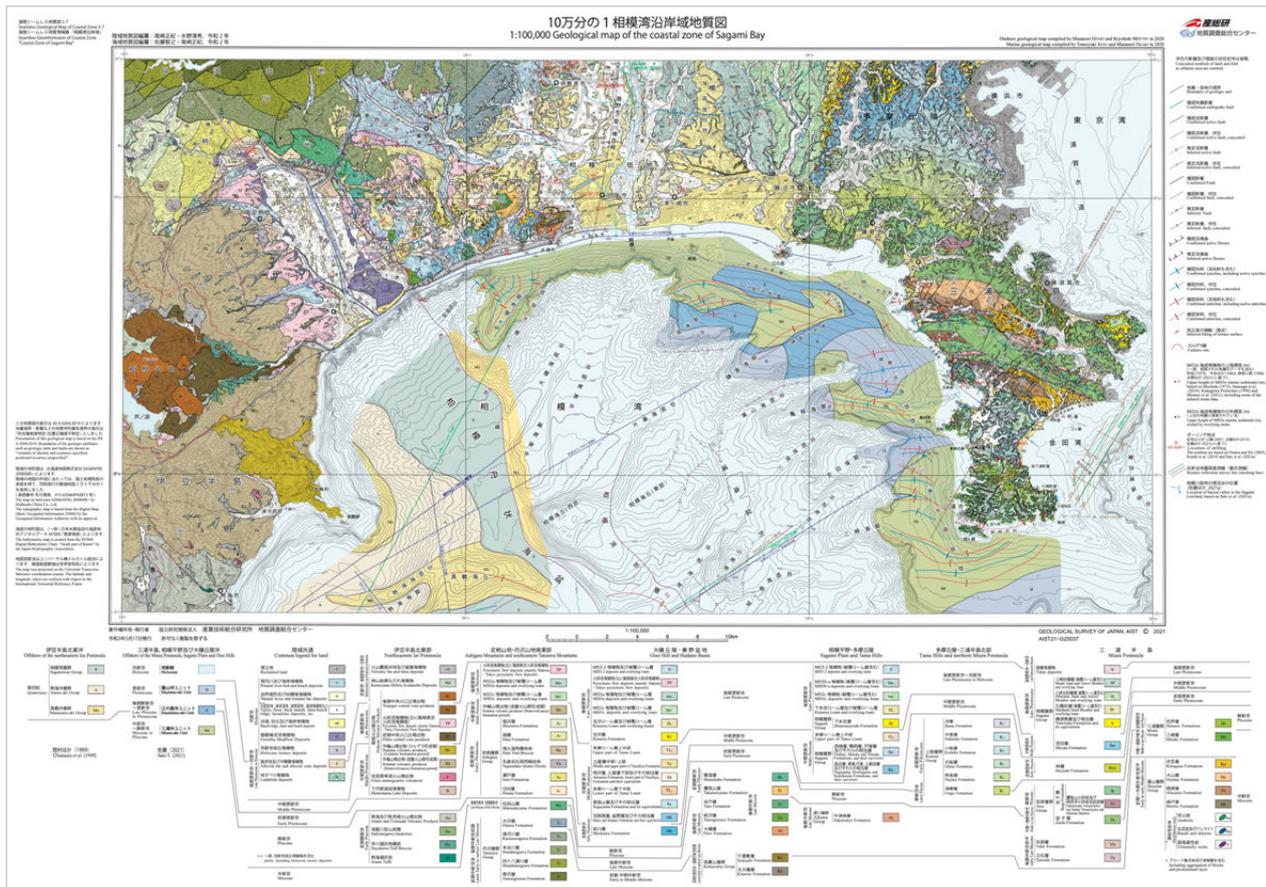
相模湾沿岸域における陸上重力データと船上重力データのほか、相模湾沿岸域のデータの空白域における海底重力データを合わせ、計9,070点の重力データを編集し、相模湾沿岸域重力図(ブーゲー異常)を作成した。大構造として伊豆半島から丹沢山塊にかけての地域では高重力異常が分布し、高密度の火山岩からなる伊豆-小笠原弧の衝突帯や中新世の丹沢層群や丹沢複合深成岩体に対応する。三浦半島北部ではWNW-ESE方向に高重力異常帯が分布し始新世～中新世の付加体である葉山隆起帯に対応する。高重力異常帯は葉山付近から海域に延長し江の島を経て相模川河口付近まで至ることから、葉山隆起帯および衣笠断層の西方海域への延長が推定される。

### (10) 10万分の1相模湾沿岸域空中磁気図(全磁力異常)説明書(大熊ほか, 2021b)

相模湾沿岸域における全磁力異常を空中磁気異常データベースから抽出し、高解像度の空中磁気調査も実施することで、本地域の空中磁気異常図(全磁力異常)を作成した。磁気異常パターンは、調査地域の地質の違いが反映されている。相模湾北部の沿岸地域では、大磯丘陵の西端とその南東沖に沿って高磁気異常が続き、国府津-松田断層の沖合の延長を示している。一方、相模湾東部の沿岸地域では、三浦半島から西方沖合にかけて3つの磁気境界が存在し、これは衣笠断層と武山断層が江の島に延びていることを示している。

### (11) 相模湾沿岸域の10万分の1地質図及び説明書(尾崎ほか, 2021)

相模湾沿岸域プロジェクトの研究成果と既存の研究成果



第3図 相模湾沿岸域の10万分の1地質図(尾崎ほか, 2021)。

に基づき、この地域の海陸における地質情報を10万分の1地質図としてまとめた(第3図)。

文 献

3. 今後の沿岸域プロジェクトについて

平成28年度に相模湾沿岸域プロジェクトの調査が完了した後、平成29年度から令和元年度までの3年間は伊勢湾・三河湾沿岸域の調査を実施した。この沿岸域の陸域と海域には活断層などの地質構造が多く、ボーリング掘削や物理探査によって新発見が得られている。この地域の調査・研究成果は現在とりまとめているところである。そして、令和2年度からは紀伊水道沿岸域の調査を開始した。この沿岸域は徳島県、兵庫県、和歌山県にわたり、中央構造線の発達に伴う活構造や堆積盆が形成されており、現在、ボーリング掘削、海底重力探査、海域での高分解能音波探査を計画・実施しているところである。今後も地質災害軽減や産業立地などに役立つ地質情報の整備を行い、調査地域の自治体や市民に調査成果を還元できるようなかたちで沿岸域プロジェクトを進める予定である。

味岡 拓, 杉崎彩子, 片山 肇, 宇都宮正志, 池原 研 (2021) 相模湾の底質分布と酒匂川沖ファンデルタ周辺域における地形学的特徴と堆積構造。海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター。

荒井晃作編 (2018) 平成29年度沿岸域の地質・活断層調査調査研究報告。地質調査総合センター速報, no. 76, 80p.

経済産業省 (2021) 知的基盤整備計画。https://www.meti.go.jp/press/2021/05/20210531004/20210531004-2.pdf (閲覧日: 2021年6月8日)

木下佐和子・伊藤 忍・山口和雄・横倉隆伸 (2021) 反射法地震探査による相模平野南西部の浅部地下構造。海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター。

水野清秀・尾崎正紀・佐藤善輝 (2021) 5万分の1大磯丘陵及び周辺地域第四系地質図説明書。海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター。

岡村行信・井上卓彦・尾崎正紀・池原 研・駒澤正夫・

- 大熊茂雄・加野直巳・伊藤 忍・横田俊之・山口和雄 (2010) 海陸シームレス地質情報集, 「能登半島北部沿岸域」, 数値地質図 S-1, 産総研地質調査総合センター.
- 岡村行信・宮地良典・井上卓彦・天野敦子・楮原京子・船引彩子・ト部厚志・内田洋平・稲崎富士・駒澤正夫・大熊茂雄・堀川晴央・小松原 琢・竹内圭史 (2011) 海陸シームレス地質情報集, 「新潟沿岸域」, 数値地質図 S-2, 産総研地質調査総合センター.
- 岡村行信・尾崎正紀・松本 弾・西田尚央・松島紘子・木村克己・中村洋介・加野直巳・駒澤正夫・大熊茂雄・花島裕樹・水野清秀・康 義英・池原 研・石原与四郎・山口和雄・上嶋正人・中塚 正・金谷 弘 (2013) 海陸シームレス地質情報集, 「福岡沿岸域」, 数値地質図 S-3, 産総研地質調査総合センター.
- 岡村行信・佐藤智之・小松原 琢・横倉隆伸・尾崎正紀・木村克己・大熊茂雄・駒澤正夫・山口和雄・片山 肇・岡田真介・内田康人・興水健一・康 義英・西田尚央・花島裕樹・小松原純子・中島 礼・田辺 晋・池原研・中塚 正・上嶋正人・阿部 進・本郷美佐緒・植木岳雪・石原武志 (2014) 海陸シームレス地質情報集, 「石狩低地帯南部沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-4, 産総研地質調査総合センター.
- 大熊茂雄・駒澤正夫・宮川歩夢・伊藤 忍・住田達哉・江戸将寿 (2021a) 10 万分の 1 相模湾沿岸域重力図(ブーゲー異常) 説明書. 海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター.
- 大熊茂雄・中塚 正・宮川歩夢・木下佐和子・上田 匠・岩田光義 (2021b) 10 万分の 1 相模湾沿岸域空中磁気図 (全磁力異常) 説明書. 海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター.
- 尾崎正紀 (2021) 三浦半島における新第三系～第四系の層序及び地質構造研究についてのレビュー. 海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター.
- 尾崎正紀・佐藤智之・水野清秀 (2021) 相模湾沿岸域の 10 万分の 1 地質図及び説明書. 海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2016) 海陸シームレス地質情報集, 「駿河湾北部沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-5, 産総研地質調査総合センター.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2018) 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.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2021) 海陸シームレス地質情報集, 「相模湾沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-7, 産総研地質調査総合センター.
- 佐藤智之 (2021) 相模湾沿岸域 10 万分の 1 海底地質図説明書. 海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター.
- 佐藤善輝・水野清秀・中島 礼 (2021a) 足柄平野及び大磯丘陵西部における浅部地下地質及び後期更新世テフラの分布. 海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター.
- 佐藤善輝・水野清秀・久保純子・中島 礼 (2021b) 相模川下流平野における第四紀地下地質と埋没段丘面分布. 海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター.
- 田中裕一郎編 (2015) 平成 26 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, no. 68, 123p.
- 田中裕一郎編 (2016) 平成 27 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, no. 71, 184p.
- 田中裕一郎編 (2017) 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, no. 74, 110p.
- 横倉隆伸・山口和雄・伊藤 忍・水野清秀 (2021) 反射法地震探査データによる国府津-松田断層帯の地下構造. 海陸シームレス地質情報集 S-7, 産総研地質調査総合センター.

---

NAKASHIMA Rei (2021) Seamless Geoinformation of Coastal Zone, "Coastal Zone of Sagami Bay".

---

(受付: 2021 年 6 月 9 日)

## 歴史のなかの地震・噴火 過去がしめす未来

加納靖之・杉森玲子・榎原雅治・佐竹健治 [著]

東京大学出版会  
発売日：2021年3月19日  
定価：本体2,600円＋税  
ISBN:978-4-13-063716-9  
25.7 cm x 18.3 cm x 1.0 cm  
並製  
260ページ

コロナ禍の現在でも、日本列島を含めた地球上の様々な場所で、地震、津波、火山噴火、台風や洪水による大規模な自然災害が容赦なく発生している。我々人類が地球上で生活し続けていく限り、今後も自然災害の洗礼を被ることは必然と言えよう。その中でも地震や火山噴火による災害は、年オーダーで起こりうる台風や洪水水害などに比べて発生頻度が数百年から数千年程度に一度と低いため、現実回避されがちになる。但し、一度この種の災害が起これば、その物的被害の規模や被害者の数は後者を凌駕する規模となることも、歴史が物語っている。

地震学は固体地球科学系の分野にあり、地震の発生機構、及びそれに伴う諸事象を解明する学問である。地震学が用いる基礎データとして、地震(断層破壊)の起きた場所の特定とそのメカニズム(震源)、地震によって推測される地面の揺れの大きさ(震度)等がある。一方、歴史学は人文学の研究分野にあり、基本的には史資料を収集し、正確に解読することが唯一のアプローチである。この解読作業において、事象の発生した当時の日時(暦)を、現代の暦に変換する作業も、たいへん重要と言える。さらに、この中から“ある事象”に関する情報を抽出するのである。この時注意すべきことは、史料そのものの信頼性の正しい評価にあると言える。史料には国家の正史から個人の日記まで多種多用のものが現存し、この場合筆者の役職(立場)や人間性を考慮したうえで、その史料が書かれた状況について、様々な角度からの検証が必要となる。もし入手可能であれば、その事象について書かれた複数の史料を比較検討することにより、より真実を明確にする作業を行う。



過去の地震について調べる研究分野として歴史地震学があり、この分野では歴史地震以外にも歴史時代の火山噴火等の自然災害も広くとり扱われている。特に日本では「日本書紀」に記録された「允恭天皇五年」(416年)の地震記録にはじまり、世界で最も長大かつ膨大な史料が存在する恵まれた国であることは、よく知られている。歴史地震学では、過去の地震のようすを知るために、当時の人々が書き残した地震の揺れの程度を推定して震源や震度を推定する。さらに北海道のような史料が残っていない地域、ならびに史料よりも古い時代の地震については、地質学、地形学および考古学等の手法を用いて、地震に関わる痕跡を集めることになる。このような研究分野は「古地震学」と呼ばれ、歴史地震学もこの範疇に含まれる。即ち歴史地震学は、地震学と歴史学が交わる分野であり、過去の地震災害をより正確に、より詳しく理解するため、地震学と歴史学が連携して行う新しい文理融合の研究分野と言える。

この度私がGSJ地質ニュースの読者のみなさまにご紹介する書籍は、2019年度から東京大学駒場キャンパスにおいて開催されている学術フロンティア講義「歴史史料と地震・火山噴火」が、もとになっているとされる。この講義は、東京大学の学内に設立された地震火山史料連携研究機構が提供しているものであり、文理融合の研究や教育を目的として、同機構に所属する四名の歴史学と地震学の研究者、加納靖之氏(地震学;東京大学地震研究所)、杉森玲子氏(歴史学;東京大学史料編纂所)、榎原雅治氏(歴史学;東京大学史料編纂所)ならびに佐竹健治氏(地震学;東京大学地震研究所、元産業技術総合研究所)が、ひとつの講義



を担当することが特長と言える。即ちこの講義では、同じ地震・噴火について、歴史学と地震学の両方の視点から解説することが試みられ、双方の情報を組み合わせることによって、より詳しく、より精度を高めて、過去の地震や火山噴火を理解できることが実証されている。本書は、彼らの行っている歴史地震研究の取り組みを広く周知することを目的として企画されたものである。但し、本書を編纂するにあたって著者らは、講義で行ったような時代(年代)別ではなく、地震の発生する地域ごとに章立ての整理を行った。また、各章ではその導入として、冒頭に各地域において比較的近い時期に発生した地震災害について述べたのちに、その地域で過去に起こった歴史地震や火山噴火について論じる展開として統一されている。本書は5章から構成される。

1章では、東北の地震を論じている。この章のはじめには、2011年東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)の地震メカニズムや災害について詳しく述べている。その後に、千年前に発生していた同規模の巨大地震と推測されている貞観地震(869年)による津波、その直後に起こった十和田火山の大規模噴火について、解説を行っている。最後に、明治三陸津波(1896年)や昭和三陸津波(1933年)等、過去に三陸海岸地域を襲った大津波を発生させた地震について、解説を行っている。

2章では、南海トラフ巨大地震について取り上げ、史資料や津波堆積物研究から、その歴史的な繰り返しについて解説を行っている。その中で、最も地震の規模が大きかったと推測されている江戸時代の宝永地震(1707年)、ならびにその49日後に起こった富士火山の宝永噴火について、次に、同じく江戸時代に起こった安政地震(1855年)について解説している。最後にこの章のまとめとして、これら歴史地震情報に基づいて編纂された南海トラフ地震の将来の発生に関する長期予測と被害予測について解説を行っている。

3章では、活断層で発生する内陸地震を取り上げている。この章のはじめには、近年に起こった2016年熊本地震や1995年兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)の直下型地震とその災害を解説し、その後、類似した直下型の歴史地震として、天正地震(1586年)、文禄畿内地震(慶長伏見地震)(1596年)および文禄豊後地震(1596年)を例に挙げて個々に解説を加えている。

4章では、首都圏に大きな被害をもたらす関東地震について論じている。この章のはじめには、関東地方に発生する地震のタイプと大正関東地震(関東大震災)(1923年)の

事例を紹介し、その後、鎌倉大地震(1293年)など中世に相模トラフで起こったとされる歴史地震、江戸時代に起こった元禄関東地震(1703年)、安政江戸地震(1855年)について個々に論じている。最後にこの章のまとめとして、関東地震の繰り返しと長期評価について解説を行っている。

5章では、歴史地震研究そのものの歴史と今後の展望について、著者らの意見を述べている。

この他、本文中には19件のコラムが挿入されており、本文の内容を補足するやや専門的なテーマについて、個々に解説が行われている。巻頭には6ページ分のカラーグラビアが挿入されており、本文の理解を補助している。但し、本文中の絵図や図表は全てモノトーン表示のため、やや読み取りにくいのが唯一の難点と思われる。

歴史時代に発生した地震や火山噴火の情報は、我々の将来の災害への備えにあたって、貴重な情報であることは確かである。しかし、これらの情報を防災や減災などに利用する場合も、必要な情報がどこにあるのか?どのようにアクセスすればよいのか?等については歴史学の専門家以外は解らないのが現状である。その意味において、地震火山史料連携研究機構が行っているような整理された地震史料データベースを編纂し、また国際基準に準じた形で史料や研究成果をデジタルデータとして整理公開していく試みは、今後の社会の礎になるはずである。筆者等の示す“過去の災害を読み解き、未来に備える。”という姿勢は大変素晴らしいと思う。

先にも述べたとおり、本書は東京大学の学生を対象とした講義内容を書籍化したものであり、基礎知識の無い人たちが読むと、内容的にはやや難しく感じられるかと想像する。但し、多少時間をかけてでも本書を読破することにより、最近の地震学もしくは歴史地震研究の進展を知ることが可能であると私は思う。ちなみに、私自身は地震学者ではなく、“土砂がどのようにして溜まり、地層になるのか?”というセディメントロジーの基礎研究を行ってきた研究者であるが、先駆者である箕浦幸治東北大名誉教授を見習って、その知識を用いて古地震研究にも貢献してきた過去がある。本書は実務者であった私が読んでも“内容は素晴らしく、今なお学ぶべきことが多い。”と感じた次第である。これから我が国に起こりうる自然災害にそなえるためにも、多くの皆さまに本書をご購読いただければと思った次第である。

(産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門 七山 太)



## 横山 由香 (よこやま ゆか)

地質情報研究部門 資源テクトニクス研究グループ

2021年4月より産総研特別研究員として地質情報研究部門資源テクトニクス研究グループに配属となりました。横山由香と申します。周囲を山に囲まれた群馬県桐生市出身です。海が近くにないせいか、海に興味を持ち、東海大学海洋学部に進学し、修士までは海洋学を専攻しました。その後、2011年東北地方太平洋沖地震を機に、大学にて研究員として地震津波後の東北海域の地形・地質に関する調査・研究に携わり、博士号を取得いたしました。

これまでの研究では、海底におけるイベントに伴う碎屑物粒子の移動と堆積過程に興味を持ち、主に東北地方の浅海底で津波堆積物を対象として、調査・研究を行ってきました。また、津波堆積物は、津波再来周期や浸水域の推定などに重要な情報を有し、防災・減災へ活用が期待されています。そのため、陸域では多くの研究成果が挙げられていますが、海域ではほとんど解明されていません。海域からも情報を得ることで、陸上の未確認地域などを補完し、様々な地域の防災・減災への活用ができればという観点からも取り組んできました。

産総研では、海洋鉱物資源に関する調査に参加し、地球物理データの観測・マッピングおよび地質試料との対比から、海底地質記録の詳細な把握・解明などに取り組む予定です。フィールドでの観測から研究室での解析、物理探査手法と地質試料の両者を組み合わせて、点から面へ海底地質記録の詳細解明を目指したいと思います。また、産総研には多様な分野の研究者の方が在籍されているので、多くの方と議論させていただき、視野を広げながら、研究を進めていきたいと考えています。ご指導ご鞭撻の程、よろしくお願いたします。



## 齋藤 直輝 (さいとう なおき)

地質情報研究部門 海洋環境地質研究グループ

地質情報研究部門の海洋環境地質研究グループに配属されました。齋藤直輝です。今年3月に九州大学で修士号を取得し、4月より修士型研究員として勤務しております。学生時代は、八代海を対象に流動モデルや生態系モデルの開発・運用に取り組んでいました。具体的には、海草などの植生が固定する炭素、いわゆる「ブルーカーボン」で注目される沿岸域において、採水などの船上調査や、3次元流動に伴う海水中CO<sub>2</sub>分圧の変動を再現可能な数値モデルの開発を行いました。GSJでは、流況解析や流動モデルの手法を用い、海底鉱物資源開発(コバルトリッチクラストなど)に関する環境影響評価に取り組みます。深海底における底質の堆積速度は数mm/1000年とたいへん遅いことから、掘削で発生する懸濁物の再堆積が生態系へ及ぼす影響が懸念されています。懸濁物は水の移動とともに運搬されるため、流動を理解することは開発の影響範囲を評価する上で極めて重要です。しかし、深海底は観測が困難という問題もあり、コバルトリッチクラストが分布する海山近傍や、マンガン団塊が分布する深海底の流動は未解明な部分が多いというのが現状です。流況観測や流動モデルの活用を通じて、資源開発による環境影響を明らかにしたいと考えています。海洋物理だけでなく海洋地質や海洋生物などの知見も吸収し、

分野横断型の研究者を目指します。これからどうぞよろしくお願いいたします。





## 児玉 匡史 (こだま まさし)

## 地圏資源環境研究部門 物理探査研究グループ

昨年度東京大学大学院の修士課程を修了し、本年度より地圏資源環境研究部門の物理探査研究グループに修士型研究員として採用になりました、児玉匡史と申します。

自分自身まだまだ未熟なので、専門を問わず知識や考え方等を学び、自らの視野を広げていき、多角的に考えて課題を発見し解決できる研究者となるよう努めたいです。

私は数値計算を利用してミュオグラフィと他の物理探査とのジョイントインバージョンに関して手法の開発および分解能評価の研究を行なっています。

これからどうぞよろしくお願ひ致します。

ミュオグラフィは宇宙線に含まれる素粒子ミュオンを利用して物体内部の密度を推定する物理探査手法です。物理探査手法の中でも比較的新しいこの技術は近年様々な物体の密度推定に利用されるようになりました。具体的には火山や遺跡、炭鉱さらに東日本大震災の際に被害を受けた原子炉内部の調査にも利用されました。



密度推定を行う探査手法は他にも重力探査、弾性波探査などがあり、ミュオグラフィはこれらの既存の探査手法と統合的に利用することで、今まで以上に高分解能で探査を行える可能性があります。私は今後それらの技術をどのように統合利用することで、どの程度分解能や精度が向上するかに関して数値計算を利用して定量的に評価していきたいと思ひます。

またこれまで数値計算がメインでしたが、実際に実験室やフィールドでの実験にも積極的に取り組み、両面からのアプローチを通じて新たな課題の発見につなげたいと思ひます。

## 斎藤 健志 (さいとう たけし)

## 地圏資源環境研究部門 地圏環境リスク研究グループ

本年4月より、地圏資源環境研究部門の地圏環境リスク研究グループに、主任研究員として配属された斎藤健志と申します。2011年3月に、筑波大学の水文科学分野で博士の学位を取得後、埼玉大学の土木工学系で3年間の産学官連携研究員、7年間の助教を経て、10年ぶりにつくばに戻って参りました。

ベースにした特に土壌・地下水汚染周辺分野における技術開発に精力的に取り組んでいきたいと考えております。広く他分野への興味関心も強くありますので、文理融合的・学際的な視点からの幅広い研究を目指しながら、日々、研究活動に取り組んでいければと考えております。一刻も早く、お役に立てるよう精進して参りますので、どうぞご指導ご鞭撻のほど、よろしくお願ひいたします。

これまで、水圏と地圏における汚染物質を含めた化学物質の動態を中心に研究を進め、降雨や地下水、河川水、土壌や堆積物、岩石など、様々な研究試料を扱ってきました。近年では、地下の温度変化が地下水質などの地下環境に及ぼす影響について、原位置試験や室内試験、数値解析などから評価を進めています。また、廃棄物などに由来するリサイクル資材の活用に資する研究として、例えば、有害な重金属類による汚染水や汚染土壌などの浄化・修復、そして、坑廃水など酸性廃水の中和処理などにおいて、リサイクル資材が有効活用できないか、研究に取り組んでいます。

今後は、インパクトのある基礎研究の推進と、それを



地質標本館 特別展

# 南極

の過去と現在、そして未来

研究最前線からのレポート

2021年

8月3日(火)

~11月7日

大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構

協力：国立極地研究所

文部科学省 科学研究費助成事業

新学術領域研究「熱-水-物質の巨大リザーバ：  
全球環境変動を駆動する南大洋・南極氷床」

開催場所：地質標本館 1階ホール

開館時間：9時30分～16時30分

休館日：毎週月曜日(休日の場合は翌平日)

10月30日(臨時休館)

入場  
無料

※ご見学には事前予約が必要です

地球上で最も寒い南極は人類が最後に到達した大陸であり、未だその素顔は十分に明らかにされていません。近年、南極氷床の融解により、世界の海面が予想以上のスピードで上昇することが懸念されています。今、南極で何が起きているのか。今後どうなっていくのか。最新の研究から明らかにされつつある南極大陸とそれを取り囲む海の謎に迫ってみましょう。

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



GEOLOGICAL MUSEUM

地質標本館



〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1

TEL : 029-861-3750, 3754 <https://www.gsj.jp/Muse/>

GSC20210720



#### GSJ 地質ニュース編集委員会

委員長 宮地良典  
副委員長 小松原純子  
委員 杉田創  
児玉信介  
戸崎裕貴  
森田雅明  
宇都宮正志  
伏島祐一郎  
森尻理恵

事務局

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  
地質情報基盤センター 出版室  
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

---

GSJ 地質ニュース 第10巻 第7号  
令和3年7月15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

印刷所

#### GSJ Chishitsu News Editorial Board

Chief Editor : MIYACHI Yoshinori  
Deputy Chief Editor : KOMATSUBARA Junko  
Editors : SUGITA Hajime  
KODAMA Shinsuke  
TOSAKI Yuki  
MORITA Masaaki  
UTSUNOMIYA Masayuki  
FUSEJIMA Yuichiro  
MORIJI Rie

Secretariat Office

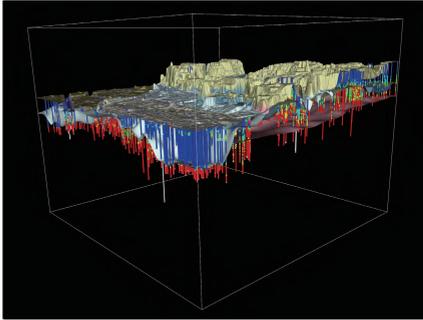
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology  
Geological Survey of Japan  
Geoinformation Service Center Publication Office  
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

---

GSJ Chishitsu News Vol. 10 No. 7  
July 15, 2021

**Geological Survey of Japan, AIST**

AIST Tsukuba Central 7, 1-1-1, Higashi, Tsukuba,  
Ibaraki 305-8567, Japan



2021年5月にウェブ公開した都市域の地質地盤図「東京都区部」では、東京23区域の地下数十mまでの地質を立体図(2.5 km × 2.5 km, 高さの強調10倍)として閲覧することができる。画像は東京都港区三田付近の立体図(北東からの鳥瞰)で、地下のボーリング柱状図の色分けはN値を示している。港区三田付近は東京低地と武蔵野台地の境界に位置し、低地の地下には谷を埋めるように軟らかい(柱状図で青色の表示)沖積層が、また台地の地下にはやや固い(柱状図で黄色や赤色の表示)更新世の地層が分布することが立体図から見て取れる。

(画像・文:中澤 努・野々垣 進 産総研地質調査総合センター 地質情報研究部門)

3D view of geology around Mita, Minato-ku, Tokyo. Graphic and Caption by NAKAZAWA Tsutomu and NONOGAKI Susumu