

## 利根川下流域における液状化層の地質学的総合調査

### Comprehensive investigation of the liquefied layers in the downstream basin of the Tone River

水野 清秀<sup>1\*</sup>, 風岡 修<sup>2</sup>, 田辺 晋<sup>1</sup>, 小松原 純子<sup>1</sup>, 宮地 良典<sup>1</sup>, 小松原 琢<sup>1</sup>, 石原 武志<sup>1</sup>, 中島 善人<sup>1</sup>, 吉田 剛<sup>2</sup>, 石原 与四郎<sup>3</sup>  
Kiyohide Mizuno<sup>1\*</sup>, Osamu Kazaoka<sup>2</sup>, Susumu Tanabe<sup>1</sup>, Junko Komatsubara<sup>1</sup>, Yoshinori MIYACHI<sup>1</sup>, Taku Komatsubara<sup>1</sup>, Takeshi Ishihara<sup>1</sup>, Yoshito Nakashima<sup>1</sup>, Takeshi Yoshida<sup>2</sup>, Yoshiro Ishihara<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所, <sup>2</sup> 千葉県環境研究センター地質環境研究室, <sup>3</sup> 福岡大学理学部

<sup>1</sup>Geological Survey of Japan, AIST, <sup>2</sup>Research Institute of Environmental Geology, Chiba, <sup>3</sup>Faculty of Science, Fukuoka University

産業技術総合研究所では、千葉県環境研究センターと共同で、利根川下流域での液状化しやすい地盤の特性を明らかにする目的で地質調査、物理探査、地下水調査などを行っている。この発表では地形・地質学的な調査内容について概略を報告する。

本研究では、2011年東北地方太平洋沖地震による液状化の分布、既存のボーリング資料の収集、沖積層を対象とした深度60~10mのボーリング調査(15地点、オールコア、貫入試験、検層)とコアの解析、トレンチ調査(3地点)、微地形分類などを実施した。

2011年地震で液状化した地点は既に指摘されているように、河川の流路や湖沼を埋め立てた地域に多い(関東地方整備局・地盤工学会,2011など)が、河川沿いの低地でも液状化している地域がみられる。また台地を開析した小規模な谷底低地を埋めた地点(特に台地を削って低地側に盛り土をしてつなげたところ)にも液状化跡が点在する。台地の基底部からは地下水が浸み出しているところが多く、地下水位が非常に高いことが要因の一つとみられる。ボーリング調査からは、沖積層(調査地域では佐原層と呼ぶ)が層相から下部・中部・上部の3つに大きく区分でき、上部層にあたる深度約10m以浅の1000年前以降に堆積した砂層主体層があるところで液状化がおこっているところが多いことが分かった。佐原や潮来など古くからの集落がのっている微高地をなす砂州上では、2011年地震時には液状化はほとんど見られなかった。この面上には古墳が造られており、佐原地区で行ったトレンチ調査では、小礫混じりの淘汰の良い砂層から構成され、400年前以降の年代を示す厚さ50cm程度の砂混じり黒色土壌に覆われていた。砂層上部は酸化鉄の沈着により著しく固結しており、このような固結度が高くなっていることも液状化が少なかった理由の一つと考えられる。

引用文献：関東地方整備局・地盤工学会(2011)東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実体解明報告書

キーワード: 液状化層, ボーリング調査, トレンチ調査, 沖積層, 微地形分類, 利根川下流域

Keywords: liquefied layer, drilling survey, trenching survey, alluvium, microtopographical classification, downstream basin of Tone River

## 2011年東北地方太平洋沖地震の際液状化 - 流動化した層準: 利根川下流低地神崎町の旧河道周辺 Liquefaction-fluidization horizons in subsurface strata at The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake in Tonega

風岡 修<sup>1\*</sup>, 水野清秀<sup>2</sup>, 吉田 剛<sup>1</sup>, 田辺 晋<sup>2</sup>, 香川 淳<sup>1</sup>, 森崎正昭<sup>1</sup>, 野崎真司<sup>1</sup>, 菅野美穂子<sup>1</sup>, 古野邦雄<sup>1</sup>, 酒井 豊<sup>1</sup>, 木村満男<sup>1</sup>  
Osamu Kazaoka<sup>1\*</sup>, Kiyohide Mizuno<sup>2</sup>, Takeshi Yoshida<sup>1</sup>, Susumu Tanabe<sup>2</sup>, Atsushi Kagawa<sup>1</sup>, Masaaki Morisaki<sup>1</sup>, Shinji Nozaki<sup>1</sup>, Mihoko Kanno<sup>1</sup>, Kunio Furuno<sup>1</sup>, Yutaka Sakai<sup>1</sup>, Michio Kimura<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 千葉県環境研究センター地質環境研究室, <sup>2</sup> 産業技術総合研究所

<sup>1</sup> Research Institute of Environmental Geology, Chiba, <sup>2</sup> Geological Survey of Japan, AIST

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震 (Mj.9.0) とその余震では、東日本各地に大きな被害をもたらした。柏崎 - 銚子線に沿う利根川下流低地では、1987年千葉県東方沖地震時に液状化 - 流動化した旧河道の埋め立て部分はもちろんのこと、この周囲のかつての湿地部分を造成した部分までも液状化 - 流動化現象が発生し、数十センチを超える大きな地表の沈下や浅層基礎構造物の沈み込みなどの著しい被害がみられた (千葉県環境研究センター地質環境研究室, 2011; 古野他, 2013)。著者らは利根川下流の茨城県潮来市・稲敷市, 千葉県香取市・神崎町において、液状化発生地点およびその周辺において14本のボーリング調査を実施し、この地域周辺の層序と液状化層の分布について検討した (水野ほか, 準備中)。ここでは、神崎町神崎新宿におけるオールコアボーリングにより明らかになった本地区の最終氷期以降の層序と液状化 - 流動化した層準について述べる。

オールコアボーリングコアの観察より明らかになってきた最終氷期以降の層序と液状化 - 流動化が発生した層準は以下のとおりである。

1. 最終氷期以降の地層の厚さは60mを超え、自然地層である佐原層と人工地層から構成される。
  2. 佐原層は、深度5.3~61mに分布し、砂層を主とする下部層、泥層を中心とする中部層、砂層を主とする上部層から構成される。ただし、基底は61m以深である。下部層は深度57~61mにみられ、斜交ラミナが発達する中粒砂層ないし砂礫層より構成され泥層をほとんど挟まない淡水性であることから、河川成の地層と考えられる。中部層は深度10.5~57mにみられ、汽水~淡水成の泥層を主とする。下半の深度37~57mは粘土質シルトから構成され基底付近に泥炭層を挟む。上半の深度12.9~37mはフレーザーラミナないしウェービーラミナが発達する粗粒シルト層と粘土質シルト層の互層である。頂部の10.5~12.9mは生痕交じりの極細粒砂層である。上部層は深度5.3~10.5mにみられ、斜交ラミナが発達する細粒砂層を主とし中粒砂層ないし粗粒砂層を挟み植物片ラミナを含む淡水性であることから河川成の地層と考えられる。頂部40cmは土壌化した泥混じり中粒砂層である。
  3. 人工地層は、地表から深度5.3mにあり、深度1.1m以深はサンドポンプによる埋立層である。中粒砂層を主とし斜交ラミナが発達する。1.1~1.2mは腐植物を多く含む土壌化している。深度0.55~1.1mは水田の耕作土壌層である有機質シルト層である。地表から0.55mは細粒砂層を主とした盛土層である。
  4. 初生的なラミナがぼやけたり消失し液状化 - 流動化したと考えられるのは、人工地層の砂層と佐原層上部の砂層である。
- 佐原層上部層は元禄地震や関東地震時にも液状化 - 流動化している可能性もあり、液状化 - 流動化の対策や予測のためには、液状化 - 流動化による地層の変形の時相を今後明らかにし、今回の地震時の液状化 - 流動化部分を明らかにする必要がある。

千葉県環境研究センター地質環境研究室, 2011, 平成23(2011)年東北地方太平洋沖地震における千葉県内の液状化 - 流動化被害 (第2報)。千葉県環境研究センター, 調査研究報告, G-8, 2-1~2-57。

古野邦雄・楠田隆・風岡修・香川淳酒井豊・吉田剛・野崎真司・菅野美穂子 (2013) 利根川下流低地における液状化 - 流動化現象 - 2011年東北地方太平洋沖地震と1987年千葉県東方沖地震での比較 - 。第22回環境地質学シンポジウム論文集, 143-148。

キーワード: 液状化 - 流動化, 2011 東北地方太平洋沖地震, 利根川下流低地, 人工地層, 沖積層

Keywords: Liquefaction-Fluidization, The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Tonegawa lowland, Man-made Strata, Holocene strata

## 利根川下流低地における液状化層のトレンチ調査 - 2011年東北地方太平洋地震における液状化現象の解明 - Trench survey of the Liquefied soil from Lower basin of the Tone River due to the 2011 Tohoku Earthquake

宮地 良典<sup>1\*</sup>, 風岡 修<sup>2</sup>, 水野 清秀<sup>1</sup>, 小松原 琢<sup>1</sup>, 卜部 厚志<sup>3</sup>

Yoshinori MIYACHI<sup>1\*</sup>, Osamu Kazaoka<sup>2</sup>, Kiyohide Mizuno<sup>1</sup>, Taku Komatsubara<sup>1</sup>, Atsushi Urabe<sup>3</sup>

<sup>1</sup>産業技術総合研究所, <sup>2</sup>千葉県環境研究センター地質環境研究室, <sup>3</sup>新潟大学災害・復興科学研究所

<sup>1</sup>Geological Survey of Japan, AIST, <sup>2</sup>Research Institute of Environmental Geology, Chiba, <sup>3</sup>Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震(Mj.9.0)は、東日本各地に大きな被害をもたらした。利根川下流地域にも津波や液状化・流動化の被害が発生した。著者らは利根川下流の茨城県潮来市・稲敷市、千葉県香取市・神崎町において、液状化発生地点およびその周辺において14本のボーリング調査を実施し、この地域周辺の層序と液状化層の分布について検討した(水野ほか, 準備中)。

利根川下流低地では、旧河道や湖沼など過去の水域を浚渫などで埋め立てたところで液状化・流動化被害が顕著である。しかし、埋立地においても液状化被害の程度が異なることがあり、これは、埋立層・沖積層の厚さ、構成する地層の種類などに起因すると考えられる(古野ほか, 2013)。

今回液状化が特に顕著な地域で2カ所のトレンチ調査を実施した。同地点は昭和の時代に湖沼や旧河道を浚渫して埋め立てた場所で、2011年東北地方太平洋地震に於いて噴砂など液状化痕跡の見られた地点にあたる。本発表では、これらの場所で掘削されたトレンチにおける浚渫砂の堆積時以降の変形構造、液状化痕跡について講演する。液状化は浚渫砂の最下部付近で発生している。ここから発生する砂脈は浚渫砂の堆積構造により屈曲・防縮をするが、地表まで連続する。砂脈は大きく2回に分けられる。

トレンチの観察の結果以下のことがわかった。

1. この地域の地層は、1987年千葉県東方沖地震時と、2011年東北地方太平洋地震の時に液状化している。
2. 液状化は浚渫砂の最下部付近で発生し、上位の浚渫砂の堆積構造に伴って変形し、これらを買いて地表に噴出したと考えられる。

古野邦雄楠田隆・風岡修・香川淳酒井豊・吉田剛・野崎真司・菅野美穂子(2013)利根川下流低地における液状化・流動化現象 - 2011年東北地方太平洋地震と1987年千葉県東方沖地震での比較 - . 第22回環境地質学シンポジウム論文集, 143-148.

キーワード: 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震, 液状化現象, トレンチ調査, 砂脈, 利根川下流地域

Keywords: The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Liquefaction, Sand dike, Lower basin of the Tone-Gawa River

## 茨城県潮来市日の出地区における液状化被害要因の検討

### Factors of liquefaction damage in the Hinode district, Itako, Ibaraki Prefecture, central Japan

ト部 厚志<sup>1\*</sup>

Atsushi Urabe<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> ト部厚志

<sup>1</sup> URABE, Atsushi

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震によって、関東地方南部では埋立地などの人工地盤を中心に多くの地域で液状化が発生した。関東地方内陸部の埼玉県や茨城県内においても、限定された地域で液状化による被害が発生している。このため、本研究では、潮来市日の出地区の液状化被害に着目して、立地地盤と液状化被害の発生要因について検討を行った。

日の出地区は、内浪逆浦と呼ばれた水域を干拓しその後、浚渫砂によって盛土造成した住宅地である。液状化による被害は、建物の傾き、建物の沈下、道路の変形、側方流動など液状化による典型的な被害が広範囲で発生した。3丁目、4丁目、5丁目、6丁目、8丁目において被害が集中し、地域の南部や北部の旧水域の縁辺部では被害が少なかった。全体としては、日の出地区の住宅のほとんどが被害を受けている。建物被害が比較的軽微な地域では、道路や宅地の変形が少なく、また、日の出地区周辺の自然地盤の低地（田んぼ）や宅地では一部で噴砂が認められるものの建物被害はあまり発生しておらず、浚渫盛土された宅地で甚大な液状化被害が発生している。一方で、浚渫盛土による造成地のすべてにおいて液状化被害が発生したわけではない。このため、ボーリング調査による表層地盤の検討と砂層の粒度分析を行い、液状化による建物被害の集中との関係を検討した。

ボーリングは、液状化被害が顕著な4丁目、5丁目、6丁目、8丁目の公園内と、建物被害が比較的軽微な2丁目と7丁目の公園内で、深度5~6mまでの表層地盤の掘削をおこない、層相の観察を行った。この結果、液状化による建物被害が顕著な4丁目、5丁目、6丁目、8丁目の表層地盤は、深度3~4m程度まで浚渫による粗粒な砂層で構成され、2丁目と7丁目では深度3m程度まで浚渫による砂層で構成されていることがわかった。また、コア試料の層相から、液状化の顕著な層位の記録を行った。

コアの層相、粒度組成、コアでの液状化が顕著な層位の検討から、液状化の顕著な層位は平均粒径で2.5~2ファイを示すことが多い。また、建物被害が比較的軽微な2丁目と7丁目のコアでは、平均粒径2.5ファイ程度の層位が液状化しているものの、浚渫砂層全体で平均粒径のバラつきがあるため、浚渫砂層全体に液状化が及んでいないものと推定できる。一方で、被害が顕著な地域のコアでは、全体に平均粒径が2ファイ程度の均質な粒度分布を示しており、ほぼ浚渫砂層の全体が液状化している。このように、浚渫砂層の層厚だけでなく、粒度構成の相違が建物の液状化被害の発生と関係している可能性がある。

キーワード: 東北地方太平洋沖地震, 液状化, 浚渫砂層, 潮来

Keywords: The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Liquefaction, Dredging sand layer, Itako

## 水域埋立地の人工地層層序と液流動化現象 Liquefaction Fluidization and Geo-stratigraphic units in reclaimed land

楡井 久<sup>1\*</sup>, 風岡 修<sup>2</sup>, 水野 清秀<sup>3</sup>, 檜山 知代<sup>4</sup>, 上砂 正一<sup>5</sup>  
hisashi nirei<sup>1\*</sup>, Osamu Kazaoka<sup>2</sup>, Kiyohide Mizuno<sup>3</sup>, Tomoyo Hiyama<sup>4</sup>, Shoichi Uesuna<sup>5</sup>

<sup>1</sup>NPO 法人日本地質汚染審査機構, <sup>2</sup>千葉県環境研究センター地質環境研究室, <sup>3</sup>産総研 地質情報研究部門平野地質研究グループ, <sup>4</sup>関東建設(株), <sup>5</sup>環境地質コンサルタント

<sup>1</sup>Geopollution Control Agency, Japan, <sup>2</sup>Research Institute of environmental Geology, Chiba, <sup>3</sup>Quaternary Basin Research Group, Institute of Geology and Geoinformation, AIST, <sup>4</sup>Kantoh Construction Co., <sup>5</sup>Environmental Geology Consultant

堆積場の人工地層は、時間的同一地層単位と物性的同一地層単位からなる。一般的に、物性的同一地層単位は、時間的同一地層単位の集合体である。

水域埋立地の人工地層も自然地層とは人自不整合を挟んで上位の層序関係にある。

一般的に水底からの浚渫土砂で形成される場合に、サンドポンプ噴出口付近が上流にあたり、粗粒な物性的地層単位からなる。礫・貝殻などからなり上流堆積層と呼ばれている。

そして、中流堆積層、下流堆積層からなる。中流堆積層は中流砂から極細粒砂からなり、下流堆積層は泥層である。ほとんどの液流動化現象は、中流堆積層で発生している。

キーワード: 時間的同一地層単位, 物性的同一地層単位, 上流堆積層, 中流堆積層, 下流堆積層, 液流動化現象

Keywords: Liquefaction-Fluidization, man-made strata (MMS), upper stream deposits, middle stream deposits, dawn stream deposits, reclaimed land

## 稠密粒度分析による基本統計量解析と液状化層の同定

### Dense grain size analysis for acquiring basic statistics and its utilization for the identification of liquefied horizon

稲崎 富士<sup>1\*</sup>

Tomio INAZAKI<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 土木研

<sup>1</sup>Public Works Research Institute

地盤工学分野においては JIS A 1204 に定められている土の粒度分析法が標準となっており、液状化層の粒度特性の把握や河川堆積物の分析等に多用されている。しかし同法には、分析間隔が粗い、細粒分の粒径間隔を一定に保つことができない、通常は分析試料を洗い流してしまうためトレーサビリティが確保されない等の重大な欠陥があった。一方堆積学分野では、数 mm 間隔で分析試料を採取し、粗粒分は画像解析法で、細粒分に対してはレーザー回折・散乱分析装置等を用いて分析する方法が一般的になっている。我々は以下の手順を採用している。秤量炉乾後にまず 125  $\mu$ m ふるいで裏ごしし、細粒分と粗粒分に分別する。通過試料は遠沈処理後スピッツ管に 1g 程度分取し、過酸化水素水を投入して有機物を分解除去した後に分散剤を滴化し、ポルテックスミキサーで攪拌分散させた後に土木研究所が保有するレーザー回折・散乱粒度分析装置 (SALD-3100) を用いて分析した。この分析にあたっては、少量の試料を装置に投入し、循環方式で測定した後に非循環方式に切り替えて再測定し、この手順を 3 ないし 5 回程度繰り返した。得られた分析データのなかから異常データを除外し、3 データ以上の平均をとって細粒分の測定データとした。なお同装置では 14  $\sim$  0 程度までを、1/4 区分で分級データを提供することができる。つぎに 3 以上の粗粒分は再度炉乾後重量を測定し、3  $\sim$  0 間を 1/4 間隔で、-3 までは必要に応じて 1/2 ふるい目間隔でふるい振とう分析した。従来の土質試料の粒度分析では粗粒分は 1/2 $\sim$ 1 程度の疎な区分で、細粒分は沈降法により測定されてきた。このような粒度分析では区分数が 10 $\sim$ 15 程度しかなく、しかも間隔が一様ではないため、基本的な統計解析が適用できず、粒径加積曲線描画による相対的評価にとどまってきた。これに対し上述の手順で粒度分析を行えば詳細かつ等間隔の分布データが得られることから、頻度分布での表示、平均粒径や淘汰度、尖度などの基本統計量を簡単に求めることができる。この稠密粒度分析法を用いて液状化層の特性を検討した。その結果、液状化砂層内部も粒度特性は均一ではなく、また基本統計量を示標に液状化層を識別できることがわかった。また河川堆積物への適用では、洪水による数 cm 程度のイベント堆積物を識別することも明らかになった。

キーワード: 粒度分析, ふるい, レーザー回折散乱法, 基本統計量

Keywords: Grain size analysis, Sieving, Laser diffraction and scattering, Basis statistics

古環境指標としての浜堤地形と海浜堆積物：レビュー  
Beach ridges and prograded beach deposits as palaeoenvironment records: a review

田村 亨<sup>1\*</sup>  
Toru Tamura<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所地質調査総合センター  
<sup>1</sup> Geological Survey of Japan, AIST

Beach ridges are ubiquitous landforms developed on prograded coastal plains with beach shorelines. They are formed within or adjacent to the beach by a range of processes, and are subsequently isolated from active nearshore process as further beach progradation occurs, at which point they are preserved as relict elongate mounds parallel to subparallel to the shoreline. Beach ridges and their subsurface deposits thus record past coastal processes, and are indicators of past shoreline position and shape, and sea level. A sequence of beach ridges and intervening swales provides a relative chronological palaeoenvironmental record, which is analogous to tree rings and stratigraphic succession. Methodological advances in field surveying and chronology applicable to beach ridges especially over the last two decades have led to detailed palaeoenvironmental reconstructions to be derived from such sequences. Reviewing various applications of beach ridges and their deposits for palaeoenvironmental reconstruction, certain basic aspects of beach ridges are often interpreted inconsistently, which resulted in various degrees of reliability of such palaeoenvironment reconstruction. This presentation reconsiders the basic aspects of beach ridges and deposits, which need to be properly understood for their comprehensive interpretation in a palaeo-environmental context. It also reviews case studies in which beach-ridge sequences have been used to unveil past sea-level history, catastrophic events, and climate changes.

## 木曾川デルタの前進と堆積土砂量・蓄積炭素量の変動

### Delta progradation and variation in sediment and carbon storage of the Kiso River delta, central Japan

羽佐田 紘大<sup>1\*</sup>, 堀 和明<sup>1</sup>  
Kodai Hasada<sup>1\*</sup>, Kazuaki Hori<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学大学院環境学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

Delta formation began in many places mainly between 8500 and 6500 yr BP when the Holocene sea-level rise has decelerated. However, the timing of delta initiation and the rate of delta progradation are controlled by not only the rate of sea-level change but also sediment supply. Deltas are important sinks of sediments and carbon in coastal and fluvial systems. We calculated sediment and carbon storage of the Kiso River delta (Nobi Plain) for successive 1000-year time slices by analyzing existing borehole columns and radiocarbon ages, reconstructing the three-dimensional stratigraphic architecture and measuring organic carbon content of borehole core sediments. The deltaic deposits were divided into three layers: middle mud (MM), upper sand (US), and top mud (TM) in ascending order. Total sediment and carbon storage in the delta area of only 822.8 km<sup>2</sup> was estimated at 22892 Tg and 190 Tg, respectively. The mass ratio of each layer to the total mass was calculated to be 36.5% for MM, 48.0% for US and 15.5% for TM. The stored carbon ratio of each layer to the total stored carbon was calculated to be 40.5%, 42.9% and 16.7%, respectively. The progradation rates of the delta during the last 6000 years were estimated at 5 m/yr (6000-5000 cal BP), 8 m/yr (5000-4000 cal BP), 4 m/yr (4000-3000 cal BP), 7 m/yr (3000-2000 cal BP), 6 m/yr (2000-1000 cal BP) and 9 m/yr (after 1000 cal BP). The rate of sediment and carbon storage during the last 6000 years has increased especially after 1000 cal BP. Additionally, the increase was found notably at TM. This is probably due to increase in sediment supply to the delta caused by human impact on the catchment area and expansion of delta plain accompanied with delta progradation.

キーワード: 堆積土砂量, 蓄積炭素量, プログラデーション, 質量, GIS, 濃尾平野  
Keywords: sediment storage, carbon storage, progradation, mass, GIS, Nobi Plain



## 立川断層帯ボーリング調査で検出された前期更新世テフラとその対比に基づく周辺地域の地下構造

### Geological structure interpreted from tephras in boring core and vicinity of the Tachikawa Fault Zone, Tokyo, NE Japan

鈴木 毅彦<sup>1\*</sup>, 斎藤 はるか<sup>2</sup>, 村田 昌則<sup>1</sup>

Takehiko Suzuki<sup>1\*</sup>, Haruka Saito<sup>2</sup>, Masanori Murata<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 首都大学東京, <sup>2</sup> 首都大学東京・院

<sup>1</sup>Tokyo Metropolitan Univ., <sup>2</sup>Graduate Student, Tokyo Metropolitan Univ.

立川断層帯は、関東平野西部を北西-南東方向に延びる北東側隆起の活断層であり、首都圏直下地震を発生させる可能性があることで注目されている。断層帯の正確な位置、活動履歴、平均変位速度の解明のためには第四紀地質学、とくに高精度火山灰編年に基づく調査が有効である。断層帯中央部の武蔵村山市三ツ木付近において1.7 Maのテフラが約130 mの垂直変位を受け、2.0-1.7 Maに断層帯が活動していなかったことが明らかにされている(鈴木ほか, 2008)。今回、断層帯中央部の武蔵村山市榎で掘削された榎トレンチの底面(地表から深さ約10 m, 断層から約100 m南西側低下側)において、深度95 mのオールコアボーリングを実施した。本講演では、榎トレンチコアから検出されたテフラと対比されたテフラの高度変化から推定される周辺地域の地下構造を報告する。

トレンチ底面から深度28.70 mまでは扇状地性の礫層からなる。これはトレンチ壁面に露出する層厚数mの立川ローム層に覆われた立川2面構成層に続く一連の礫層であるが、礫層は細分できると考えられる。深度28.70-95.00 mは砂礫層、砂層、シルト層の互層からなり、上総層群相当層である。深度58.12-64.61 mのシルト-砂層中には軽石濃集帯の緑り返しが認められる。多くの部分は円磨した軽石からなるので再堆積層と考えられるが、61.82-61.85 mと62.42-62.89 mの軽石層は岩相から一次堆積の降下軽石堆積物と判断できる。

上位の軽石層は最大粒径3 mmのスポンジ状軽石型火山ガラスとホルンブレンドを多く含むことに特徴づけられ、それぞれの屈折率は1.509-1.511, 1.667-1.685である。また、火山ガラスの主成分化学組成(平均値)は、SiO<sub>2</sub>: 75.6 wt.%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 13.8 wt.%, FeO: 1.8 wt.%, CaO: 2.4 wt.%, K<sub>2</sub>O: 2.5 wt.%である。下位の軽石層は、ホルンブレンド、チタン磁鉄鉱、斜方輝石、カミングトン閃石を含む特徴があり、屈折率は斜方輝石(ガンマ)が1.703-1.708, ホルンブレンドが1.668-1.676, カミングトン閃石が1.658-1.661である。火山ガラスは風化のため消失している。こうした特徴と層位関係を持つ2枚組のテフラとして、千葉県東端屏風ヶ浦の犬吠層群小浜層中に産出するOb4b-4とOb4b-1をあげることができ、Ob4b-4直上のOb4b-5は1.62 Ma, Ob4b-1は1.63 Maと降下年代がそれぞれ推定されており、また下位のOb4b-1は多摩丘陵に分布する上総層群小山田層中の第1堀之内テフラに対比されている(鈴木・村田, 2011)。

榎トレンチ北西2.7 km付近の武蔵村山市三ツ木付近のMTB1コア(断層低下側)において検出された、基底標高67.93 mの軽石層、および武蔵村山コア(断層帯ほぼ直上)において検出された基底標高88.01 mの軽石層はいずれもホルンブレンド、斜方輝石、カミングトン閃石、微量の黒雲母を含み、屈折率の特徴から、狭山丘陵表層部に産出する軽石層であるSGO(田浦・正田, 2004)と対比の可能性が示唆されている(鈴木ほか, 2008)。これら軽石層に含まれる斑晶鉱物の屈折率特性は、Ob4b-1(第1堀之内テフラ)やトレンチ底面62.42-62.89 mの軽石層のそれらとほぼ一致し、互いに対比可能と考えられる。

上記対比およびこれまで知られているOb4b-1相当の軽石層の基底の標高を示すと、狭山丘陵三方入: 128 m, 武蔵村山コア: 88.01 m, MTB1コア: 67.93 m, 榎トレンチコア: 37.78 m, 立川試錐(立川市富士見町3丁目): 59 m, 多摩川河床: 70 m, 多摩丘陵長沼公園: 150 mとなる。これまで知られている東京西部の上総層群の構造は、東-北東方向の緩やかな傾斜であるが、立川断層帯による北東側相対的隆起によりOb4b-1の産出高度が北東側に高くなる。また南東側では上総層群の構造を反映し、断層帯に近づく程産出高度が低くなる傾向が認められる。一方でともに断層帯近傍であるにもかかわらず榎トレンチコアでは三ツ木地区のMTB1コアに比べ産出高度が30.15 mも低い。これは上総層群の広域的な構造で説明できる可能性もあるが、MTB1コアの掘削地点が断層トレースから約400-500 m離れているのに対し、榎トレンチコアのそれは断層から約100 m程度しか離れていないので、断層帯近傍における上総層群の北西側への撓みで説明できる可能性もある。後者の場合、これまで考えられていた上総層群に対する累積変位量(約130 m)はさらに大きくなる可能性がある。

なお、本ボーリング調査は、文科省重点調査「立川断層帯の重点的調査観測」による。

引用文献: 鈴木ほか(2008)第四紀研究, 47, 103-119. 鈴木・村田(2011)地質学雑誌, 117, 379-397. 田浦・正田(2004)地函研総会講演要旨集, 114.

キーワード: 立川断層帯, 地下構造, 前期更新世テフラ, ボーリングコア, 第1堀之内テフラ, 屏風ヶ浦 Ob4b-4 テフラ

Keywords: Tachikawa Fault Zone, Underground geology, Early Pleistocene, Boring core, 1st Horinouchi tephra, Byobugaura Ob4b-4 tephra

## ボーリングデータベースを用いた地層の連続性の評価と3次元地質モデルの構築 3D geological model based on the parameters of the lateral continuity of sedimentary bodies using a borehole database

石原 与四郎<sup>1\*</sup>, 古賀 千裕<sup>1</sup>, 田辺 晋<sup>2</sup>, 小松原 純子<sup>2</sup>

Yoshiro Ishihara<sup>1\*</sup>, Chihiro Koga<sup>1</sup>, Susumu Tanabe<sup>2</sup>, Junko Komatsubara<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 福岡大学理学部, <sup>2</sup> 産業技術総合研究所

<sup>1</sup>Department of Earth System Science, Fukuoka University, <sup>2</sup>AIST / GSJ

都市圏の平野で構築されたボーリングデータベースを用いて作成される3次元地質モデルは、浅層地下地質構造やその形成過程を明らかにする上で重要である。このような地質モデルを作成する手法には、研究者が個々のボーリングに認められる何らかの境界、たとえば地質境界を認定し、それらを面的につなぎ合わせる手法や、モデルを作成する空間をグリッドに区切り、各グリッドの値を何らかの方法で見積もる手法がある。前者がしばしば研究者の主観に依存することや著しく時間がかかるのに対し、後者はグリッドの値は空間平均や統計的特徴から推定されるのでほぼ自動化され、短時間で済む。前者によって構築されるサーフェイスモデルは、ボーリングデータが少ない際には極めて有効であるが、ボーリングデータが増えるとともに作業量は増える。一方、後者は多くのボーリングを使ってモデルを作ることができるので、ボーリングデータベースの整備された今日では非常に有効な手法といえる。しかしながら、後者の手法においても、ボーリングデータベースに含まれる情報が限られた土質情報であること、ボーリングを実施したオペレータによって記載精度や方法が異なることが問題となる。本研究では、ボーリングデータベースを用いて含まれる岩相データから、地層の連続性、異方性、その方位、層序的变化等を用いて堆積体の統計的な情報を整理した。そしてそれらの情報に基づいた3次元地質モデルの構築を試みた。

ボーリングデータベースに基づく岩相分布のうち、地層の連続性は、ボーリングの岩相の存在確率が側方に変化してゆく割合で表現できる。異方性は、連続性の方角による偏りとその割合であり、堆積体の形態を意味する。また、層序方向への岩相の変化は、その堆積体の堆積相や累積パターンを示唆する。岩相のグリッドモデルを構築する上では、このような情報から堆積体や堆積相の推定を行うことは、そのグリッドの値を推測する上での良い拘束条件となる。

キーワード: 沖積層, 3次元地質モデル, 判別分析, 堆積相, 埋積谷充填堆積物

Keywords: Chuseki-so, 3D geological model, discriminant analysis, sedimentary facies, incised-valley fills

## 福岡平野の地下地質構造と警固断層のテクトニクス Subsurface geologic structures of the Fukuoka Plain

木村 克己<sup>1\*</sup>, 康 義英<sup>1</sup>, 花島 裕樹<sup>2</sup>, 岸本 清行<sup>1</sup>, 堀 伸三郎<sup>3</sup>

Katsumi Kimura<sup>1\*</sup>, Kou Yoshihide<sup>1</sup>, Yuki Hanashima<sup>2</sup>, Kiyoyuki Kisimoto<sup>1</sup>, Hori Shinzaburo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所, 地質情報研究部門, <sup>2</sup> 筑波大学生命環境科学研究科, <sup>3</sup> 防災技術株式会社

<sup>1</sup> AIST, Geological Survey of Japan, <sup>2</sup> Univ. of Tsukuba, Graduate school of Life and Environment Science, <sup>3</sup> Disaster Prevention Technology Co.Ltd.

ボーリングデータの解析に基づいて、警固断層とそれに伴う沈降運動に関するテクトニクスの解明に資するように、福岡平野の地下地質構造図を作成し、警固断層の形状と運動像、第四系の地質構造について考察した。解析に利用したボーリングデータは、2,438本であり、作成した地質構造図は、基盤面などの地層境界面のサーフェスマデル、層厚の等値線モデル、地質断面図、および、警固断層沿いの詳細図などである。第四系の層序は、下山(1989)に基づき、下位から上位へ、仲原礫層、須崎層、阿蘇-4火砕流堆積物、大坪砂礫層、沖積層に区分した。須崎層については、上方細粒化の堆積サイクルに基づいて、下部層と上部層とに細分した。

以上の地下地質構造の解析の結果、つぎのような新知見が得られた。

警固断層は北西-南東方向の1本の直線状の断層ではなく、その北端の赤坂以北では、従来の断層トレースに相当する北西-南東方向のKf1断層(1.8km長)と新規に定めた南北方向のKf2断層(1.7km長以上)とに分岐する。そして、従来断層位置が不明とされていた那珂川低地付近では、警固断層は、北東側の基盤面の凹地構造の分布域の南縁を画して、左ステップに雁行状の配列をなすと考えられる。

基盤面の警固断層の北東側に随伴する天神沈降盆(福岡地盤図作成グループ(1981)の天神凹地)については、その東縁が南北方向の住吉遷急線画され、その北端がおおよそ赤坂-天神-呉服を結ぶラインより北において基盤面が浅くなり、沈降域が塞がれるという基盤面の形状を明確に示すことができた。

同ラインを境にして、警固断層および沈降運動の地域的・時代的な違いが認められる。すなわち、南側の天神沈降盆内では、警固断層の断層活動を反映して、同断層沿いに須崎層~沖積層までの第四系からなる、西傾斜で最大深度55mの非対称な凹地構造が発達している。一方、北側では、沈降域は地域的に、時代的にも分化・分散しており、須崎層ではKf2断層沿い、大坪砂礫層・沖積層ではKf1断層と御笠川河口沿いにトレースされる呉服遷急線沿いにそれぞれ変位の小さい沈降域を形成している。

### 文献

福岡地盤図作成グループ(1981) 福岡地盤図。九州地質調査業協会, 174p.

下山正一(1989) 九大理研報(地質), 16, 37-58.

キーワード: 地下地質構造, 福岡平野, 警固断層, ボーリングデータ

Keywords: subsurface structure, Fukuoka Plain, Kego Fault, borehole data