

## 三重県松阪市, 櫛田川下流域における第四系ボーリング調査 (速報) Preliminary report of coring survey of Quaternary sediments in the lower reach of Kushida River, Mie Prefecture, central Japan

佐藤善輝<sup>1\*</sup>  
SATO Yoshiki<sup>1\*</sup>

**Abstract:** To clarify the stratigraphy and ages of the subsurface geology in the lower reach of Kushida River, Matsusaka City, central Japan, a 40 m-long core, GS-KSD-1, was obtained. Core observation, X-ray CT imaging and soft X-ray imaging were performed on the core materials. The GS-KSD-1 core is roughly divided into 3 units, Units A to C in descending order. Unit A is Late Pleistocene to Holocene alluvial deposits, so-called “Chuseki-so”, and is subdivided into three subunits A-1 to A-3: Subunit A-1 is delta front and delta plain deposits, subunit A-2 is prodelta deposits, and subunit A-3 is wave cut terrace or tidal flat deposit. Units B and C are suggested to be gravely fluvial deposits and flood plain deposits, respectively. These units seem to be laterally continuous. The subunit A-2 is distributed about 4 km inland from the present coastline, suggesting that the area overlaps the maximum sea flooding area during the post-glacial transgression. The Unit B seems to be corresponding to the lower terrace deposits in the Tokuwa district, eastern Matsusaka City, but not to the lower terraces located in the central area of Matsusaka City. This suggests that the two terraces were formed at different time. The Unit C can be an incised valley fill before or during the Last interglacial.

**Keywords:** Kushida River, Chuseki-so, Quaternary, Ise Plain, Matsusaka City

### 要 旨

地下地質の堆積年代を明らかにすることを目的として、三重県松阪市の櫛田川下流域においてボーリング調査を実施し、掘削長40mのオールコア試料(GS-KSD-1コア)を採取した。得られたコア試料について、コア観察とX線CT画像撮影、軟X線写真撮影を実施した。コアは大きくユニットA～Cに区分される。ユニットAは沖積層で、さらに3つのサブユニットA-1～3に細分される。サブユニットA-1がデルタフロント堆積物およびデルタプレーン堆積物、サブユニットA-2がプロデルタ堆積物、サブユニットA-3が波蝕棚あるいは干潟堆積物と推定される。また、ユニットBは礫質堆積物、ユニットCは氾濫原堆積物と考えられる。各ユニットは側方に連続的に追跡できる。ユニットA-2は現在の海岸線から約4km内陸側まで分布し、縄文海進によって形成された海域を近似的に示す。ユニットBは松阪市徳和周辺の低位段丘面構成層に連続する一方、松阪市街地の立地する低位段丘面とは連続しないことから、両地形面の形成年代が異なる可能性が示唆される。ユニットCは最終間氷期以前の谷埋め堆積物である可能性がある。

### 1. はじめに

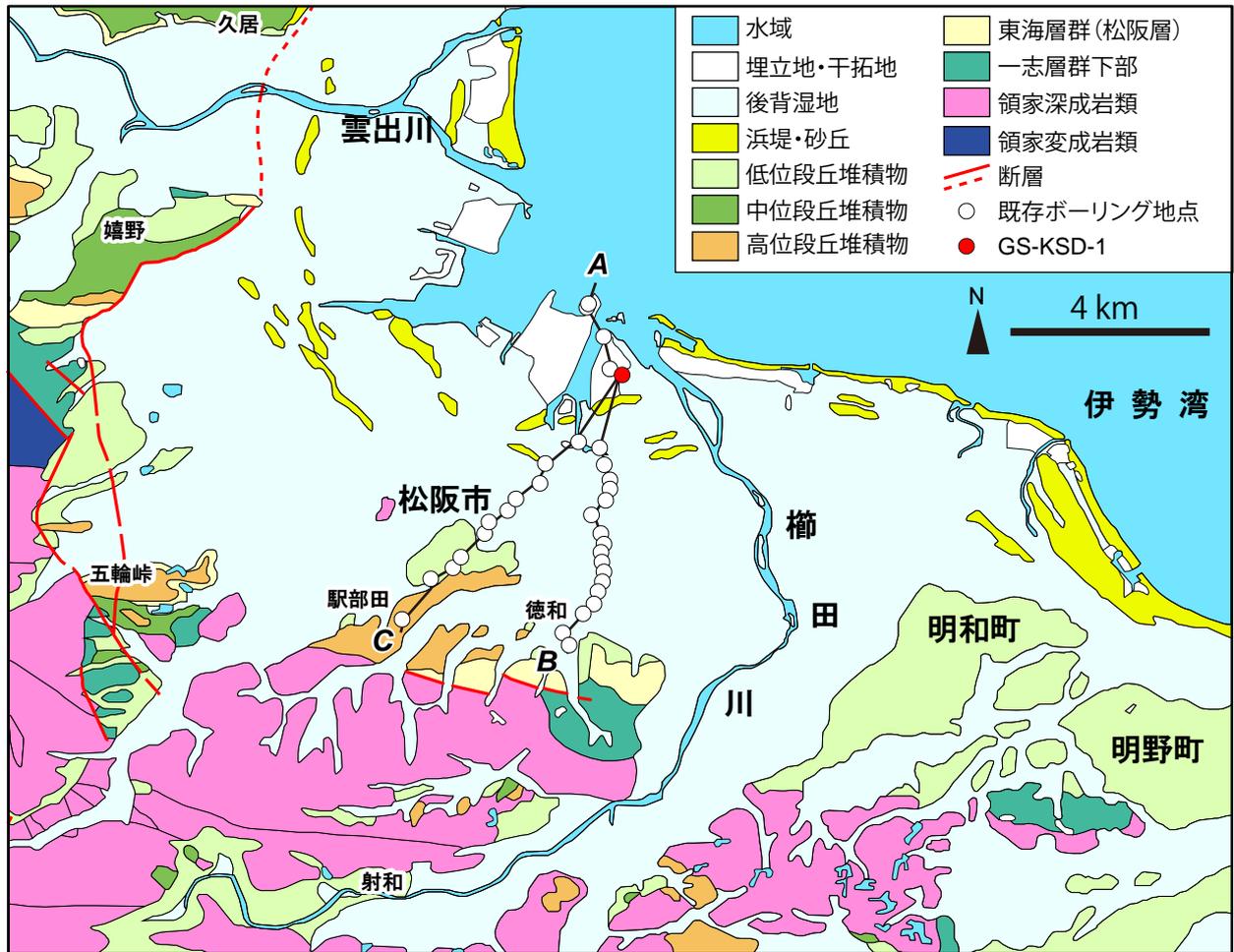
本稿では、「沿岸域の地質・活断層調査」プロジェクトのうちサブテーマ「平野域の地質調査」として実施した三重県松阪市、櫛田川下流域における第四系ボーリング調査の結果について予察的に報告する。

伊勢湾南岸に位置する雲出川から宮川にかけての沿岸部には、海陸方向の幅約3km～8kmの臨海平野が断続的に発達する(第1図;西岡ほか,2010)。この臨海平野は、西縁～南縁を主に領家深成岩類や一志層群下部から構成される山地・丘陵と、東海層群基底部の松阪層(森,1970;吉田1990)からなる丘陵によって区切られ、その海側に更新世段丘面と沖積低地が分布する。沖積低地はさらに氾濫原と浜堤・砂丘列に細分される(西岡ほか,2010)。

対象地域周辺の更新世段丘面は主に河成段丘で、大きく高位、中位、低位段丘面の3面に区分される(荒木ほか,1963;木村・竹原,1965;木村,1968;Kimura,1971,1972;西岡ほか,2010)。高位段丘面は松阪市駅前田町付近から東側に断続的に分布し、標高は20m～25m前後である(第1図;木村,1968;Kimura,1971,1972;西岡ほか,2010)。高位段丘面を構成する

\*Correspondence

1 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)



第1図 対象地域周辺の地質概況と調査地点および地質断面図測線位置。地質分布は20万分の1日本シームレス地質図(産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2015)を簡略化して作成。

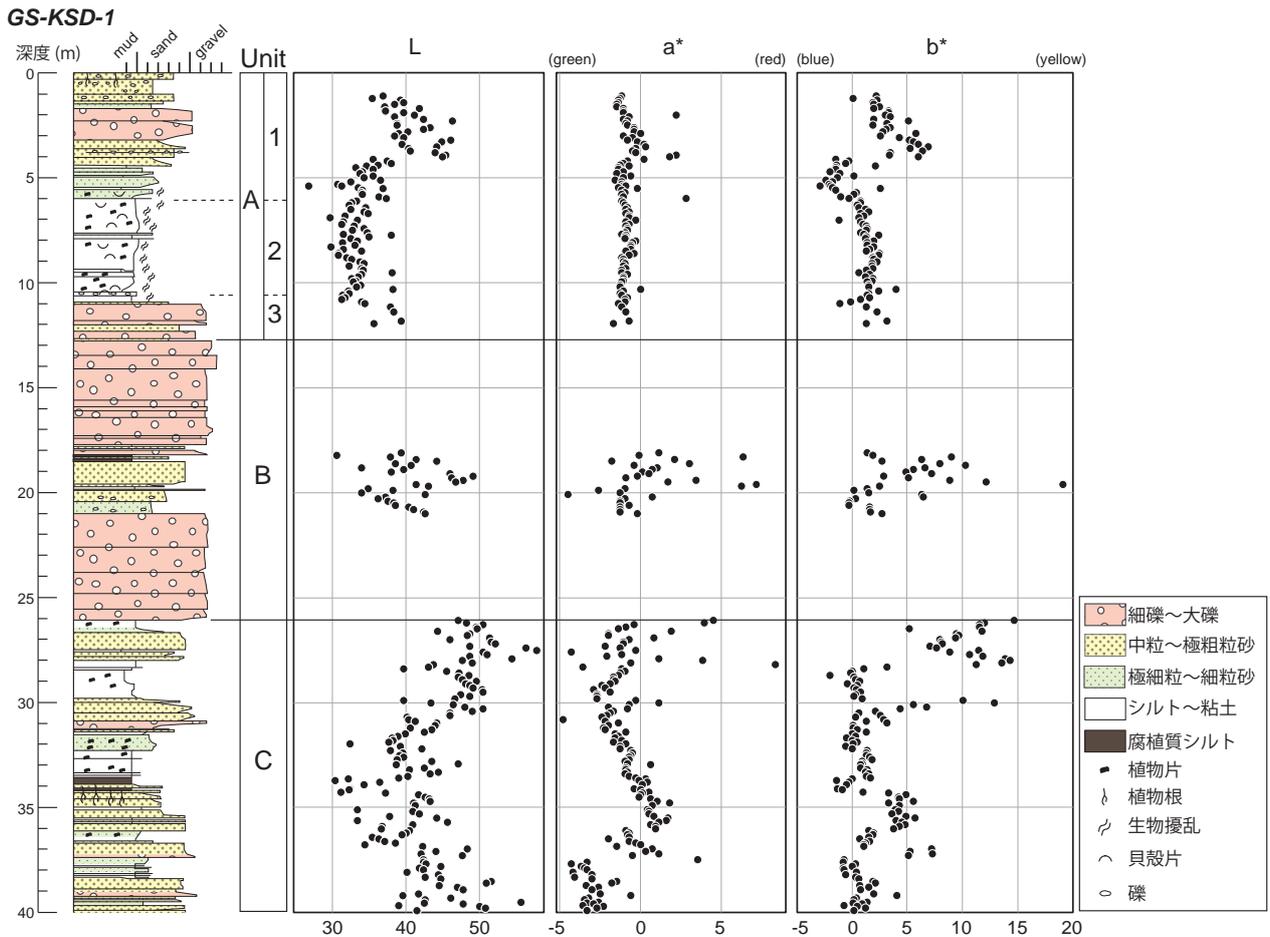
Fig. 1 Geological map around the study area and location of GS-KSD-1 and geological section. Geological map is modified from GSJ, AIST (2015).

地層は駅部田礫層(木村, 1968)と呼ばれ, 松阪層を不整合に覆う砂礫層で, 風化した花崗岩や片麻岩の垂円礫を多く含む。これらは五輪峠付近の高位段丘面を構成する地層(五輪峠礫層; 山田, 1953)よりも新期と推定されているが(木村・竹原, 1965; 木村, 1968), 詳しい堆積年代は明らかにされていない。

中位段丘面と低位段丘面については, 地形面対比に統一的な見解が得られておらず, 詳しい形成時期も不明である。中位段丘面は津市久居付近から嬉野付近に海成段丘面が広く分布するが, これよりも南側では分布が不明瞭となる。木村・竹原(1965), 木村(1968)およびKimura(1971, 1972)は明和町~明野町付近に分布する段丘面(明野原面)を中位段丘面と解釈したが, 西岡ほか(2010)はこれらを低位段丘面と解釈している。明野原面は北側に傾斜して沖積低地との比高を減じ, 沿岸部で沖積低地下に埋没する。榑田川沿いの松阪市射和付近に広く分布する段丘面はいずれの研究で

も低位段丘面と解釈されているが, これよりも榑田川の下流側では分布が局所的である。木村(1968)や西岡ほか(2010)は松阪市徳和付近や松阪市市街地付近に分布する段丘面を低位段丘面と解釈したが, いずれも形成年代に関する資料は得られていない。

当該地域の地下地質については鈴木・日吉(1962)や赤嶺・日吉(1962)の研究がある。鈴木・日吉(1962)は多数のボーリングデータを整理し, 更新統を海成層である古伊勢湾層(赤嶺・日吉(1962)の下部粘土層)と陸成層の平田層および伊勢神戸層(赤嶺・日吉(1962)の下部砂礫層)に区分した。伊勢神戸層は平田層よりも新期の堆積物で, 基底に砂層を伴うとされている。松阪市付近では古伊勢湾層を欠いており, 基盤岩類(東海層群)を平田層が直接覆うと考えられている。平田層および伊勢神戸層は中位あるいは低位段丘面の構成層と考えられるが, 鈴木・日吉(1962)や赤嶺・日吉(1962)ではそれぞれの具体的な堆積年代を示す資料は示され



第2図 GS-KSD-1 コアの地質柱状図。  
Fig. 2 Geological columnar of GS-KSD-1 core.

ておらず，地形面との関係性は明らかになっていない。  
本研究では，上述した地形面やその構成層の編年に関する問題点を踏まえ，沖積平野下に分布する堆積物の堆積年代を明らかにすることを目的として，榎田川下流域で沖積層とその下位の細粒層を貫くオールコア試料を採取した。本稿では，得られたコア試料の粒度や堆積構造，色調などについて概況を報告する。

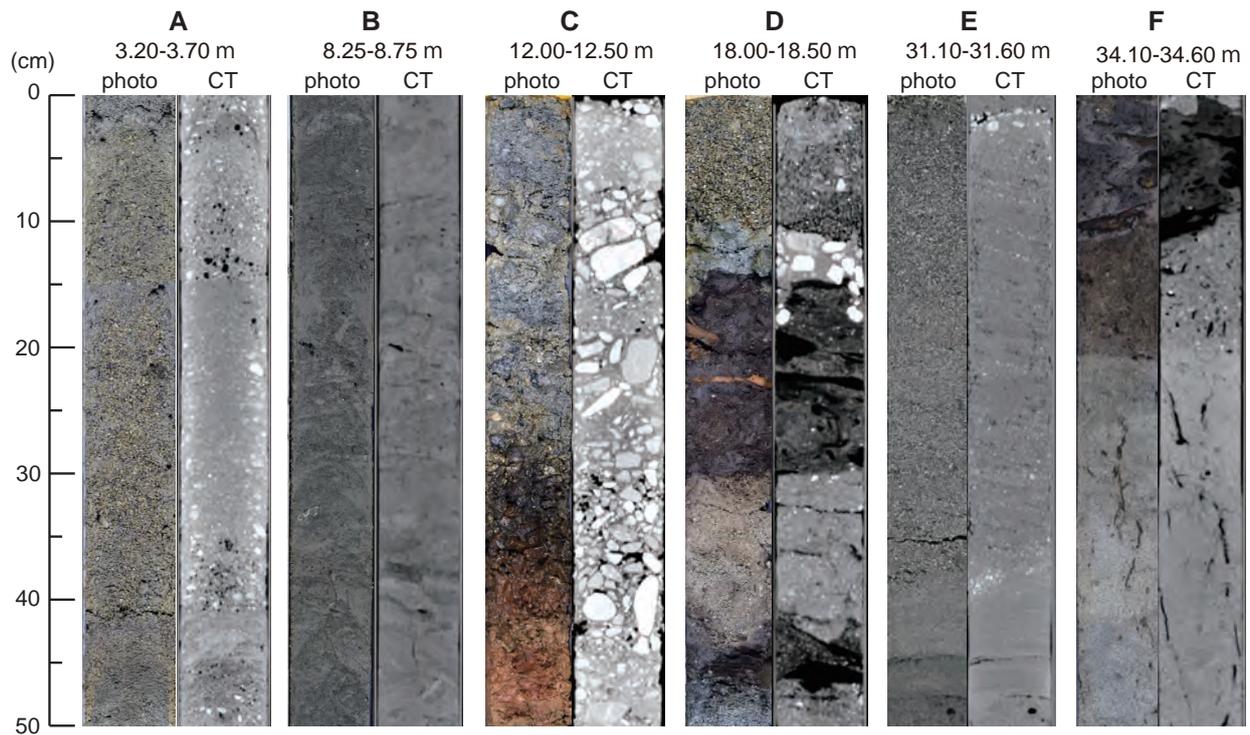
## 2. 調査方法

三重県松阪市の高須町多目的公園敷地内において，孔径 86 mm，掘削深度 40 m のオールコアボーリングを行った（第1図）。掘削はロータリー式油圧型試錐機を用いて実施した。また，GPS 測量によりボーリング孔の孔口標高と位置座標を測定した。孔口の位置は北緯 34°35'56.82"，東経 136°34'06.81" で，孔口標高は 0.63 m である。

採取したコア試料を産総研に運搬し，X線CT画像の撮影，コア観察を実施した。X線CT画像撮影は，Supria Grande（日立製作所製）を用いて，撮影時の電

圧 80 kV，電流 120 mA の条件で実施し，スライス厚は 0.625 mm とした。得られた X 線 CT データは画像解析ソフトウェア OsiriX（Pixmeo SARL 社製）を用いて処理し，試料の鉛直断面画像を作成した。X線CT画像撮影後，コア試料を縦方向に半分に切断し，コア切断面の写真撮影と粒度，色調，含有物などの観察，各種分析用試料の採取を行った。また，土色計（コニカミノルタ製 SPAD-503）を用いて，コア表面の色調（明度  $L^*$ ， $a^*$ ， $b^*$ ）を計測した。一部の試料については軟 X 線写真撮影を実施した。撮影は電圧 40～45 kV，電流 1.5 A，照射時間 5～20 秒の条件下で行い，センサーはアールエフ株式会社製デジタル X 線センサー NAOMI を用いた。

また，公的機関や地元自治体が所有する雲出川～宮川流域の既存ボーリングデータを収集し，ボーリング柱状図解析システム（木村，2011）を用いて解析を行った。提供元の内訳は，三重県が 255 本，松阪市が 122 本，防災科学技術研究所が 302 本である。本稿ではこのうち，松阪市街地周辺の 32 本分のデータを用いた。



第3図 GS-KSD-1 コアのコア写真およびX線CT画像  
Fig. 3 Core photo and X-ray CT images of GS-KSD-1 core.

### 3. コアの記載と解釈

GS-KSD-1 コアは、層序・層相に基づき上位から順に大きくユニットA～Cの3つに区分される(第2図)。ユニットAはさらにA-1～3の3つのサブユニットに細分される。

#### 1. ユニットA(深度0.00 m～12.29 m)

##### 1) A-1(深度0.00 m～5.97 m)

本サブユニットは未固結で灰色～オリーブ灰色を呈するシルト質極細粒砂～中礫からなり、上方粗粒化する(第3図A)。下位のサブユニットA-2との地層境界は不明瞭である。深度4.00 m以深はやや腐植質で、明度が40未満でやや暗く、植物片や貝殻片が混じる。また、一部、平行葉理や生物擾乱が認められる。深度2.31 m以浅は細礫～中礫混じりの粗粒～極粗粒砂を主体とし、淘汰が悪い。深度0.75 m以浅は褐色を呈し、角礫や植物片が混じる。

このサブユニットは掘削地点が沖積低地に位置することから、人工改変土を含む沖積層最上部を構成すると考えられる。下位のサブユニットA-2に比べて粗粒で、上方粗粒化すること、基底部は貝化石を含み海域で堆積したことが示唆されることから、デルタフロント堆積物(深度2.31 m以深)とそれを覆うデルタプレーン堆積物に対比される可能性が高い。深度0.75 m以浅

は人工改変土と推定される。

##### 2) A-2(深度5.97 m～10.65 m)

本サブユニットは、未固結でオリーブ灰色～オリーブ黒色を呈する極細粒砂混じりシルトからなり、植物片や貝殻片を多く含む。また、全体に生物擾乱が認められる(第3図B)。色調はサブユニットA-1に比べて明度が小さく、 $b^*$ が大きい。本サブユニット基底(深度10.45 m～10.65 m)にはオリーブ黒色を呈する淘汰不良の粗粒砂～中礫混じり粘土がみられ、貝殻片を多く含む。下位のサブユニットA-3との地層境界は明瞭である。

このサブユニットは、未固結で貝化石を多く含むことから、後氷期の海進によって形成された海域の堆積物と推定され、細粒堆積物が卓越することからプロデルタ堆積物であると考えられる。サブユニット最下部の深度10.45 m～10.65 mは、海進ラグ堆積物の可能性がある。

##### 3) A-3(深度10.65 m～12.29 m)

本サブユニットは、未固結で、オリーブ灰色を呈する淘汰の悪いシルト～粘土混じり砂礫からなる。礫は径0.5 cm～2 cm(最大で径4 cm)の亜円～円礫が多く、砂岩、花崗岩類を主体とする。まれに細かい貝殻片が混入することがある。後述する下位のユニットBとは

色調の違いによって明瞭に区別でき、還元的な色調を示す（第3図C）。サブユニット最上部の深度11.0 m以浅はやや細粒で、オリーブ黒色のシルト混じり中粒～粗粒砂とそれを覆う黒色の腐植質な極細粒砂混じりシルトからなる。

本サブユニットは未固結で緩い砂礫層からなることから沖積層であると考えられる。貝化石を含有することは、本サブユニットが陸域の礫質河川堆積物（＝沖積層基底礫層）ではなく、潮汐や波浪など、海水の影響下で堆積した可能性を示唆する。詳細な堆積環境の解釈は微化石分析などを実施して検討する必要があるが、波蝕棚あるいは干潟などの環境が考えられる。下位のユニットBが砂礫質であることを考慮すると、本サブユニットを構成する砂礫は下位からの再堆積である可能性がある。

## 2. ユニットB（深度12.29 m～26.11 m）

本ユニットは、黄褐色～暗オリーブ灰色を呈する細礫～大礫を主体とする。礫は径1 cm～5 cmの垂円～円礫が多く、ところどころ径10 cm以上の玉石を含む。また、基質支持礫層と礫質支持礫層の互層を示す。最上部の深度12.29 m～12.70 mは褐色～黒色を帯びる（第3図C）。深度17.67 m～21.00 mは細粒で、シルトと中粒～極粗粒砂の互層からなる。土色計による色調測定結果は、この層準が上位のユニットAに比べてやや明るく、赤・黄色の成分が強いことを示している。深度18.13 m～18.30 mおよび深度18.40 m～18.47 mには腐植質で明度が小さく、木片や植物片などが多く混じる（第3図D）。下位のユニットCとの地層境界は明瞭である。

ユニットBは砂礫質で、基質支持礫層と礫質支持礫層の互層を示すことから礫質河川堆積物と推定できる。ユニット中に挟在するやや細粒な層準は、腐植質な層相を示すことから、流路から外れた湿地で堆積した可能性が高い。

## 3. ユニットC（深度26.11 m～40.00 m）

本ユニットは、オリーブ灰色あるいは灰オリーブ色を呈し、粘土～極細粒砂混じりシルトからなる泥層と主に細粒砂～粗粒砂からなる砂層との互層から構成される。砂層ではところどころ平行葉理あるいは低角斜交葉理が認められる（第3図E）。砂層は層厚10 cm～数10 cmの上方粗粒化あるいは上方細粒化を示す砂層の累積によって構成されている。また、まれに径0.5 cm前後の垂角礫の細礫が混じる。泥層はしばしば植物片を含んでおり、深度33.61 m～34.20 mは特に植物片や木片が多く、灰色を呈する腐植質シルトからなる。その下位の砂層中には、上位から混入したと推定され

る植物根痕が多数認められる（第3図F）。色調は全体にユニットA・Bと比べてばらつきが大きく、深度30 m付近を境として下位では上方に明度および $a^*$ が減少する傾向を示す。深度30 m付近より上位では、明度が45以上、 $b^*$ が5以上を示す層準が増加する。

本ユニットは、貝化石を含まず、腐植質な層準が認められること、上方粗粒化する砂層が多数認められることなどから、氾濫原堆積物と推定される。

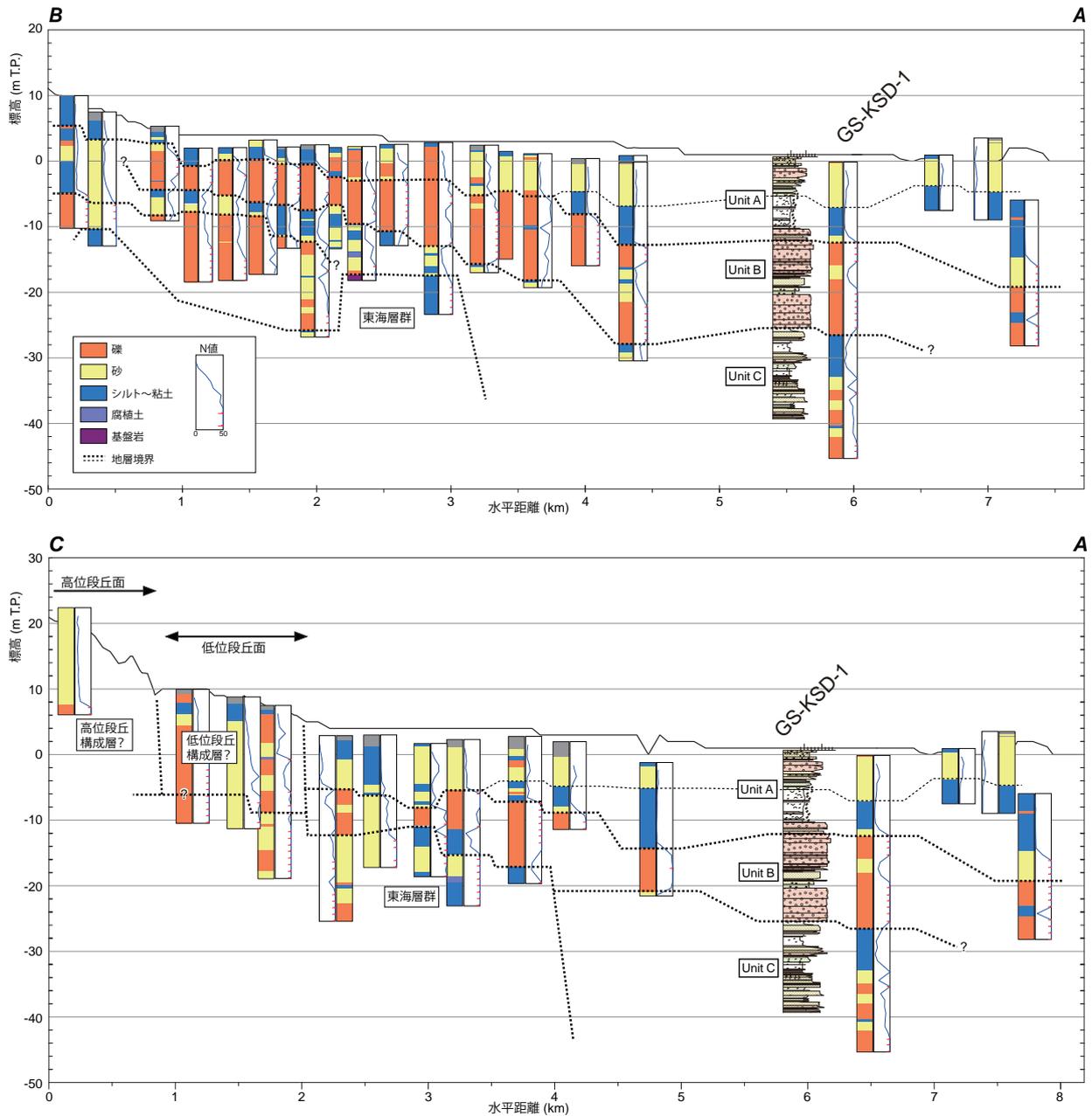
## 4. 地下地質分布

既存ボーリングデータとGS-KSD-1コアの観察結果に基づき作成した測線A-Bおよび測線A-Cにおける地質断面図を第4図に示す。各測線の位置は第1図に示す。

GS-KSD-1コアでみられたユニットA（沖積層）とユニットBの境界は、いずれの測線においても連続的に追跡することができる。ユニットAは大局的にみると、内陸側に向かって薄層化する傾向を示す。また、サブユニットA-2はGS-KSD-1コアよりも約2.5 km内陸側（現在の海岸線から約4 km内陸側）まで分布しており、縄文海進時に形成された内湾域を近似的に示すと推定される。

次に、ユニットBの頂部に着目すると、両測線において若干の差異が認められる。測線A-Bでは、ユニットB頂部はほぼ連続的に断面図南端まで連続しており、すぐ上流側に低位段丘面が分布すること（第1図）を考慮すると、低位段丘面構成層に対比する可能性が高いと考えられる。層相や分布高度が類似することから、ユニットBは鈴木・日吉(1962)の平田層および伊勢神戸層に対比されると考えられる。GS-KSD-1コアを含む下流側では礫層中に薄い砂層あるいは泥層を挟在することから、これよりも上位が伊勢神戸層に対比される可能性がある。また、ユニットBの一部には沖積層基底礫層が含まれる可能性もある。一方、測線A-CではユニットB頂部を上流側にそのまま連続して追跡することはできず、西岡ほか(2010)が低位段丘面とした地形面と沖積低地との間で礫層頂面の高度に約10 mの不連続がある。西岡ほか(2010)の低位段丘面では、既存ボーリングデータからユニットBよりも明度の大きい黄褐色～茶褐色を呈する砂礫層を主体とし、半固結する砂層を含む。従って、この「低位段丘面」構成層はユニットBよりも古い可能性があり、ユニットBはこれらの地層を浸食して堆積している可能性が示唆される。この場合、松阪市街地の立地する低位段丘面と松阪市徳和付近の低位段丘面とは異なる時代の地形面と考えなくてはならない。

ユニットCは測線A-BにおいてユニットBの下位に連続的に追跡することができる。測線上流側ではユニッ



第4図 測線 A-B および A-C における地質断面図。  
 Fig. 4 Geological sections along the A-B and A-C lines.

ト C の下に  $N$  値 50 未満の砂礫層が分布し、 $N$  値 50 以上の固結した泥層を含む基盤岩（東海層群）を覆う。ユニット C も上位の地層と同様に上流側に向かって薄層化する。ユニット C は氾濫原堆積物と考えられ、海成層の古伊勢湾層（鈴木・日吉, 1962）には対比されない。このことは鈴木・日吉 (1962) や赤嶺・日吉 (1962) の示した古伊勢湾層の分布と調和的である。一方、ユニット C に対比される砂泥層は既存研究では報告されておらず、 $N$  値 10 以下の軟弱な泥層を含むことを考慮すると（第 4 図）、当該地域の地下地質分布は再検討さ

れる必要があるだろう。ユニット C は層序・層相から最終間氷期以前の谷埋め堆積物に対比される可能性がある。

今後、放射性炭素年代測定、花粉化石分析、珪藻化石分析などを実施し、堆積年代や堆積環境を明らかにしていく予定である。

謝辞：ボーリング調査にあたっては、松阪市上下水道部に便宜を図って頂いた。ボーリング作業は阪神コンサルタント株式会社により実施された。コア観察作業

では地質情報研究部門の國本節子氏と諏訪有彩氏にご協力頂いた。X線CT画像撮影では地質情報研究部門の横井久美氏にご協力頂いた。既存ボーリングデータのXMLファイル作成にあたっては、地質情報研究部門の和田明美氏にご協力頂いた。以上の方々に深く感謝申し上げます。

## 文 献

- 赤嶺秀雄・日吉 直（1962）第3章 伊勢湾南部臨海地帯の地盤地質。建設省計画局・三重県編「伊勢湾南部臨海地帯の地盤（都市地盤調査報告書第2巻）」大蔵省印刷局。8-11.
- 荒木慶雄・山田 純・木村一朗（1963）三重県の第四系。日本地質学会関西支部報，51，21-22.
- 木村克己（2011）ボーリングデータ処理システムの公開。産業技術総合研究所 TODAY，11，no.1，19.
- 木村一朗（1968）三重県松阪市周辺の新生界の地質と地形。愛知教育大学研究報告（自然科学編），17，81-91.
- Kimura, I. (1971) Pleistocene Sediments and Geomorphic Development in the West Coast Area of Ise Bay, Japan Part 1. *The Bulletin of Aichi University of Education (Natural Science)*, **20**, 165-181.
- Kimura, I. (1972) Pleistocene Sediments and Geomorphic Development in the West Coast Area of Ise Bay, Japan Part 2. *The Bulletin of Aichi University of Education (Natural Science)*, **21**, 125-150.
- 木村一朗・竹原平一（1965）伊勢湾南部沿岸の段丘。第四紀研究，4，69-81.
- 西岡芳晴・中江 訓・竹内圭史・坂野靖行・水野清秀・尾崎正紀・中島 礼・実松健造・名和一成・駒澤正夫（2010）20万分の1地質図「伊勢」。産業技術総合研究所地質調査総合センター。
- 森 一郎（1970）奄芸層群基底礫層（とくに供給経路）。名古屋地学，no. 26-27，49-60.
- 鈴木好一・日吉 直（1962）第2章 伊勢湾南部臨海地帯の地質構造。建設省計画局・三重県編「伊勢湾南部臨海地帯の地盤（都市地盤調査報告書第2巻）」大蔵省印刷局。4-7.
- 山田 純（1953）南勢の新生界。三重大学学芸学部研究紀要，10，69-71.
- 吉田史郎（1990）東海層群の層序と東海湖盆の古地理変遷。地質調査所月報，41，303-340.