

## 西三河平野南西部における高浜断層沿いの地下地質（予報） Preliminary reports on subsurface geology along the Takahama Fault in the southwestern part of the Nishimikawa Plain

阿部朋弥<sup>1\*</sup>・中島 礼<sup>1</sup>  
Tomoya Abe<sup>1\*</sup> and Rei Nakashima<sup>1</sup>

**Abstract:** Geological cores were analyzed to understand subsurface stratigraphy and geological structure along the Takahama Fault in the southwestern part of the Nishimikawa Plain. We observed two sediment cores, TK No.1 and TK No.2 which are bored at the east and west sites across the flexure scarp. Based on the sedimentary facies, TK No. 1 core is divided into four units, Unit A of fluvial deposits constituting middle terrace deposits, Unit B, C and D of fluvial to marine deposits in descending order. On the other hand, TK No. 2 core is classified into Unit A' which is compared with the Unit A of TK No. 1 and Unit TG of fluvial/ lacustrine deposits. Based on the inferred sedimentary environments, volcanic ash and depth distribution, the Unit A and B, Unit C and D and Unit TG are upper Pleistocene Hekikai Formation, middle Pleistocene Koromo Formation and Miocene to Pliocene Tokai Group, respectively. Although we could not obtain obvious structural gap due to the fault activity, it needs the drilling survey along the flexure scarp.

**Keywords:** Nishimikawa Plain, Takahama Fault, Pleistocene, Pliocene, Holocene

### 要 旨

西三河平野南西部における高浜断層沿いの地下地質の層相や層序を明らかにすることを目的として、愛知県が掘削した 2 本のオールコア試料 (TK No.1 と No.2) の解析と既存のボーリング柱状図について検討した。高浜断層より東に位置する TK No.1 コアでは、中位段丘堆積物を構成する河成堆積物のユニット A, その下位が河成～海成堆積物のユニット B, C, D に区分された。層相や化石、分布の特徴から、ユニット A と B は上部更新統の碧海層、ユニット C と D は中部更新統の挙母層に相当することがわかった。高浜断層より西に位置する TK No.2 コアでは、河成堆積物であるユニット A' とその下位がユニット TG に区分され、ユニット TG は層相と火山灰の特徴から、陸成層である中新統～鮮新統東海層群に相当することがわかった。今回のボーリングコアの解析からは断層による明瞭な構造運動はわからなかったが、今後、撓曲崖に沿ったボーリングコアの解析が必要と思われる。

### 1. はじめに

産業技術総合研究所地質調査総合センターでは、平成 20 年度から、重点課題「沿岸域の地質・活断層調査」を進めており、そのうちのサブテーマ「平野域の地質

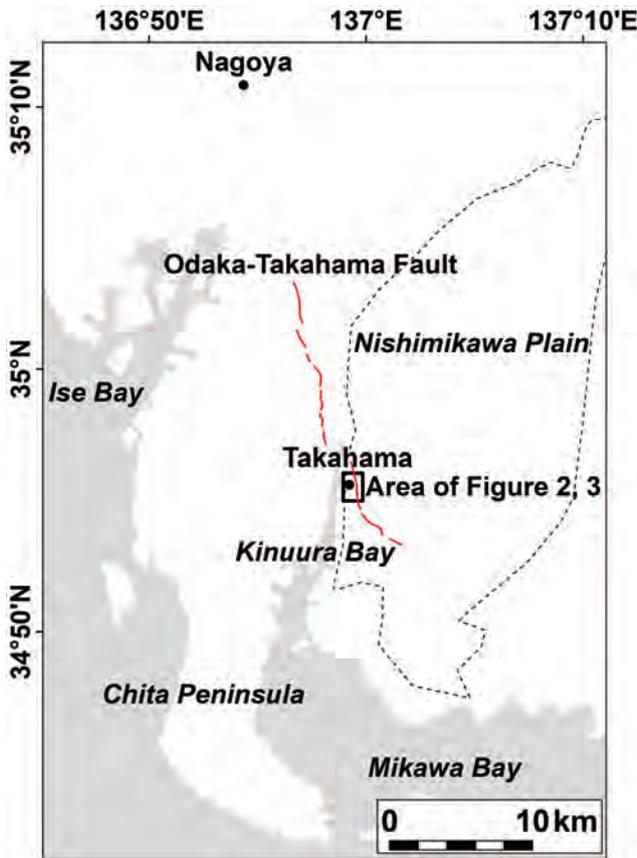
調査」として、平成 29 年度からは伊勢湾・三河湾沿岸域を対象とした既存のボーリング資料の収集・解析やオールコアボーリング、地表地質調査などを実施している。

西三河平野は、東縁が矢作川水系、西縁が境川水系、南側が三河湾に面している、幅約 20 km、長さ約 40 km の北北東-南南西方向に伸びる平野であり (第 1 図)、その地形面は、大局的には北東から南西に向かって徐々に低くなり、高位から、藤岡面、三好面 (最高位段丘)、挙母面 (高位段丘)、碧海面 (中位段丘)、越戸面 (低位段丘)、沖積面 (沖積低地) と呼ばれる (町田ほか, 1962)。これまで、西三河平野の地形発達史や形成過程、地下構造について、地形判読や露頭調査、ボーリング資料の解析、堆積物の分析などから検討されてきた (町田ほか, 1962; 森山, 1994; 牧野内ほか, 2011)。

高浜断層とは、知多丘陵の東縁から西三河平野南西部にかけて分布する大高-高浜断層 (長さ約 21 km) の一区間であり、地表ではほとんど東-北東方向に傾斜する撓曲崖の形態で現れており、地下に伏在する逆断層である (吉田・尾崎, 1986)。かつては、西側の知多丘陵沿いに分布する南北方向の大高-大府断層と、東側の西三河平野南西部に分布する北西-南東方向の高浜断層は別々の断層と考えられていた (愛知県防災会議地震部会, 1981)。しかし、愛知県 (1996) によって、両断層の接合部に位置する衣浦湾内での音波探査や、

\*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 調査対象地域の位置。

破線は西三河平野の大まかな範囲を示す。長方形は第2図と第3図の地図の範囲を示す。赤線は大高一高浜断層の位置を示す。断層の位置は、牧本ほか(2004)及び水野ほか(2009)に基づく。

Fig. 1 Location of study area.

The black dash line approximately shows area of Nishimikawa Plain. The square shows area of Figs. 2 and 3. The red solid line shows Odaka-Takahama Fault. Location of the fault is referred to Makimoto *et al.* (2004) and Mizuno *et al.* (2009).

断層沿いの陸域でのボーリング調査や反射法地震波探査が行なわれ、両断層は連続する可能性が高いことが明らかになった。愛知県(1996)は、ボーリング調査や反射法地震波探査によって得られた更新統碧海層の垂直変位量にもとづき大高一高浜断層と高浜断層の平均的な垂直変位速度はそれぞれ0.1～0.15 m/1,000年、0.13 m/1,000年と推定した。一方で、森山ほか(1997)は、火山灰分析によって碧海層の堆積年代を推定し、高浜断層の上盤側と下盤側における碧海層の分布深度の標高差から、断層の垂直変位速度は平均で0.05～0.056 m/1,000年と推定した。

今年度は、愛知県が科学技術庁(現：文部科学省)の地震調査研究交付金を受けて実施した「加木屋断層、高浜撓曲崖及びその周辺の断層に関する調査」(愛知県、1996)の一環として高浜断層の上盤側と下盤側で深度

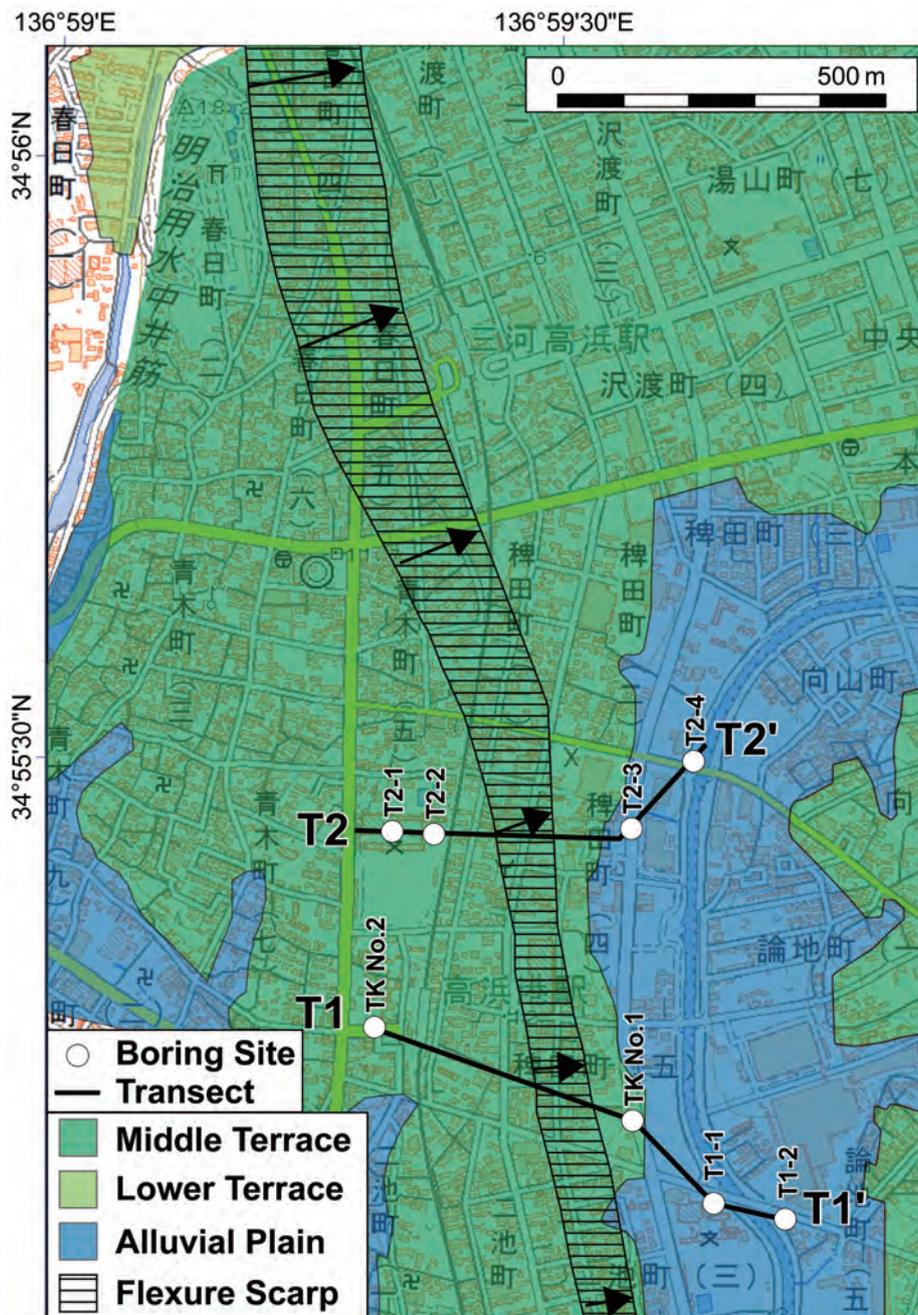
50 mまで掘削された2本のオールコア試料(TK No.1コア, TK No.2コア)の詳細な層相観察を行い、さらに既存のボーリング柱状図を用いて高浜断層沿いの東西方向の地質断面図を作成することで、高浜断層沿いの地下地質について予察的に検討したため、本稿で報告する。

## 2. 地質概説

本研究で用いたオールコア試料(TK No.1コア, TK No.2コア)と既存のボーリング柱状図が位置している愛知県高浜市を含む西三河平野南西部には、広く中位段丘面が分布し、その周囲に低位段丘面と沖積面が分布する(第2図)。本地域の南北方向にわたって東方に傾く撓曲崖が位置し(今泉ほか編, 2018)、この地下に高浜断層が分布するとされている。この撓曲崖によって中位段丘面は、西側の標高10～15 mの面と東側の標高5～10 mの面に区分され、西側は高位段丘面とされる場合もある(町田ほか, 1962)。中位段丘の構成層は碧海層で、地表に露出している場合もあるが、それより下位の挙母層や中新統～鮮新統の東海層群は地下に伏在する。段丘面を刻む小河川沿いには沖積低地があり、その地下には沖積層が分布する(牧野内, 2005)(第2図)。

牧野内ほか(2011)は、西三河平野南西部での碧海層、挙母層、東海層群の層相や層序について次のように整理している。碧海層は上半分が砂層、下半分が海成粘土層からなり、層厚は16～36 mで南西に向かって厚くなる(牧野内ほか, 2011)。挙母層は、碧海層の下位にあり、その層相は砂礫層を挟む砂泥互層からなり、固結度は碧海層より高く、南西端ではその層厚は約70 mで、基底の標高は-100 m付近である(牧野内ほか, 2011)。東海層群は、挙母層の下位にある地層であり、その層相は固結した砂泥互層からなる(牧野内ほか, 2011)。また、桑原(1982)は、高浜市内の温泉ボーリング(掘削深度:約480 m)の地質柱状図を解釈し、深度-110 m付近にある粗い礫層より下位(深度-110～470 m)の砂泥互層が東海層群に相当するとした。

碧海層の地質年代区分は、上部更新統のみとする区分(町田ほか, 1962; 桑原ほか, 1985; 牧野内, 2005; 牧野内ほか, 2011)、及び上部更新統だけではなく中部更新統まで含むという区分(森山, 1994; 森山ほか, 1997)がある(第1表)。しかし、既存研究では碧海層や挙母層の分布や堆積年代が明確ではないため、本研究では暫定的に前者の区分を用いる。西三河平野南西部では、碧海層の下部は古矢作川のデルタの底置層の海成粘土層、上部はデルタの前置層の砂層から構成される(牧野内ほか, 2011)。また、牧野内(2011)は、



第2図 対象地域周辺の地形区分、撓曲崖とボーリングの位置。  
地形区分は、国土地理院発行の数値地図 25,000（土地条件）を簡略化して表示。撓曲崖の位置は今泉ほか編（2018）に基づく。矢印は撓曲崖の傾斜方向を示す。

Fig. 2 Geomorphological classification map, location of flexure scarp and boring sites. Geomorphological classification is based on digital map of land condition (1:25000) published by The Geospatial Information Authority of Japan. Location of flexure scarp is based on Imaizumi *et al.* (2018). Black arrow shows direction of dip of the flexure scarp.

碧海層下部の粘土層について、貝殻片などから海成層の有無を判断し、海成層の分布範囲から南西側から碧海層下部堆積時の海進が始まったと推定した。加えて、碧海層上部の砂層が西側に向かって細粒化することから、碧海層形成時の古矢作川は西向きに流れていたと考えた（牧野内ほか、2011）。碧海層の堆積年代は、愛知県碧南市内のボーリングコアにおいて、鬼界カルデ

ラを噴出源とする約 95 Ka に降下した火山灰である鬼界葛原テフラ（K-Tz）（町田・新井、2003）が碧海層下部の海成粘土の最上位付近に含まれていること（森山ほか、1997）、及び濃尾平野における最終間氷期（酸素同位体ステージ 5e）の堆積物である熱田層の堆積年代を参考にして、120～70 Ka と考えられている（牧野内ほか、2011）。

第1表 調査対象地域の層序. 牧野内ほか (2011) より作成.

Table 1 Stratigraphic summary of the study area. The table is based on Makinouchi *et al.* (2011).

<b>Geological Age</b>		<b>Moriyama (1994)</b> <b>Moriyama <i>et al.</i> (1997)</b> Maximum thickness (m)	<b>Makinouchi (2005)</b> <b>Makinouchi <i>et al.</i> (2011)</b> Maximum thickness (m)
<b>Holocene</b> (0.117 Ma to Present)		<b>Alluvium (30)</b>	<b>Alluvium (30)</b>
<b>Pleistocene</b>	<b>Late Pleistocene</b> (0.126 to 0.117 Ma)		
	<b>Middle Pleistocene</b> (0.781 to 0.126 Ma)	<b>Hekikai Formation</b>	Upper part (36) Middle part (15) Lower part (30) Basal gravel (15)
		<b>Aburagafuchi Formation</b>	Upper part (30) Basal gravel
	<b>Early Pleistocene</b> (2.58 to 0.781 Ma)		
<b>Pliocene</b> (5.333 to 2.58 Ma)		<b>Tokai Group</b>	<b>Tokai Group</b>
<b>Miocene</b> (23.03 to 5.333 Ma)			
<b>Pre-Neogene</b>		<b>Basement rocks</b>	<b>Basement rocks</b>

### 3. 研究方法

今回観察したオールコア試料は、愛知県の活断層調査の一環として1996年に高浜断層の下盤側の高浜市稗田町の1地点 (TK No.1 コア, 孔口標高: 5.0 m) と上盤側の高浜市青木町の1地点 (TK No.2 コア, 孔口標高: 12.0 m) でそれぞれ深度 50 m まで掘削されたコアである。コアの掘削地点は、ともに碧海面上に位置すると考えられるが、TK No.1 コアは段丘崖近くの斜面上であるのに対して、TK No.2 コアは段丘面の平坦面上に位置する (第2図, 第3図)。本研究では、半割されたコアの詳細な層相観察を行い、地質柱状図を作成し、層相の記載と地層区分を行なった。次に、愛知県防災会議地震部会 (1981) 及び、愛知県防災局と高浜市の既存ボーリング柱状図を用いて、高浜断層の撓曲崖 (今泉ほか編, 2018) を横断する東西方向の2測線 (T1, T2) (第3図) の地質断面図を作成し、ボーリングコアの層相観察にもとづく地層区分を既存ボーリング柱状図に当てはめ、標準貫入試験のN値も参考にして、各測線沿いの地層区分と各地点間の地層の対比を行なった。オールコア

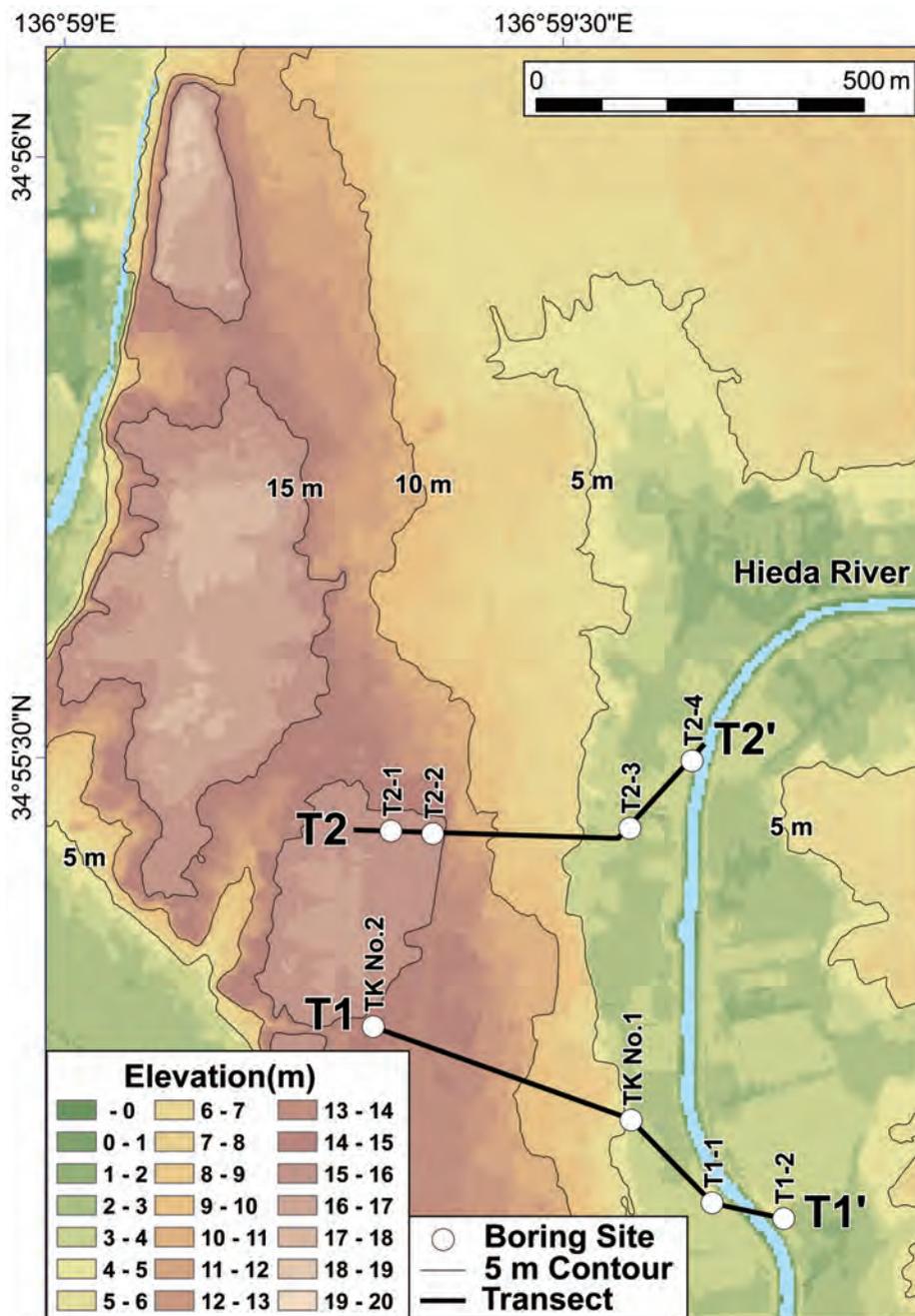
試料については、採取した植物片について、加速器質量分析法 (AMS法) による放射性炭素年代測定を地球科学研究所に依頼した。炭素14年代 (Conventional Radiocarbon Age) は、較正曲線の Intcal13 (Reimer *et al.* 2013) を用いて、暦年較正年代 (Calibrated Age) に暦年較正した。これらのコアでは、愛知県 (1996) によって、放射性炭素年代測定、花粉・珪藻化石の分析も行われている。

### 4. ボーリングコアの記載と地層区分

#### 4.1 ボーリングコアの記載

TK No.1 コア (孔口標高: 5.0 m, 掘削深度: 50 m) と TK No.2 コア (孔口標高: 12.0 m, 掘削深度: 50 m) の2本のボーリングコアについて、上位から詳細な層相の記載を行なった。コアの柱状図は、TK No.1 コアを第4図, TK No.2 コア第6図に示す。なお、TK No.1 コアと TK No.2 コアの掘削時は標準貫入試験が行なわれていない。

ボーリングコアを以下に記載するにあたり、層相の



第3図 調査対象地域の標高分布図とボーリングの位置。

基図には、国土地理院発行の基盤地図情報（数値標高モデル）5 m メッシュを用いた。

Fig. 3 Elevation map of study area and boring sites

Elevation data is based on 5 m grid digital data set published by the Geospatial Information Authority of Japan.

特徴に基づいてTK No.1 コアをユニットA-Dに区分し、TK No. 2 コアをユニットA'とユニットTG（東海層群）に区分した。TK No. 1 コアをユニット区分した基準は、層相の上下が明瞭な侵食面などの境界で区切られ、推定される堆積環境が海域から陸域へと変化する層準をユニットの境界とした。TK No. 2 コアをユニット区分した基準は、固結度の違いに基づき、コア上部の未固結の砂礫層をユニットA'、下部の固結した泥岩・砂岩

層をユニットTGとした。

#### 4.2 TK No. 1 コアの層相記載

##### 4.2.1 人工土：深度0～2.8 m（標高5.0～2.2 m）

層相：最大径5 cmの垂円礫～角礫、陶器片、瓦礫が混じる淘汰の悪いシルト質中粒砂～粗粒砂層である。人工物を含むことから、人工土である。

**4.2.2 ユニット A: 深度 2.8 ~ 11.2 m (標高 2.2 ~ -6.2 m)**

**層相:** 泥層~砂質泥層, 泥質砂層~砂層~礫層, 砂泥互層から構成され, 全体的に砂層が卓越している. 深度 2.8 ~ 4.7 m は中粒砂層, 深度 4.7 ~ 5.3 m は粘土~シルト層, 深度 5.3 ~ 5.5 m は極細粒砂~細粒砂層, 深度 5.5 ~ 5.93 m は中粒砂~粗粒砂層, 深度 5.93 ~ 6.2 m は平行葉理が発達する細粒砂層である. 深度 6.2 ~ 6.3 m はシルト質細粒砂層, 深度 6.3 ~ 6.43 m は粘土層, 深度 6.43 ~ 6.51 m は有機質な粘土層, 深度 6.51 ~ 6.55 m は粘土層, 深度 6.55 ~ 6.67 m はシルト質細粒砂層である. 深度 6.67 ~ 7.07 m は中粒砂~粗粒砂層で, 6.9 ~ 7.0 m は砂層中に斜交葉理が発達する. 深度 7.07 ~ 7.2 m は層厚 1 ~ 2 cm の中粒砂と粘土の砂泥互層である. 深度 7.2 ~ 11.2 m は最大径 1 cm の垂角~垂円礫と最大径 5 cm の偽礫混じりの粗粒砂~極粗粒砂層である.

**層相の解釈:** 堆積物中に貝殻片は含まれなく, 細礫や偽礫がしばしば含まれ, 有機質なシルト層 (第 5 図 (1)) を挟むことなどから, 陸成層や河成層と推定される. 細礫や偽礫を含む粗粒~極粗粒砂層 (第 5 図 (2)) の基底と, 下位の後述するユニット B の海成層と推定される砂泥互層の上面の間に明瞭な境界があり, この面をユニット境界とした.

**4.2.3 ユニット B: 深度 11.2 ~ 19.45 m (標高 -6.2 ~ -14.45 m)**

本ユニットは上部 (深度 11.2 ~ 16.8 m) は泥層~砂質泥層と泥質砂層~砂層, 下部 (深度 16.8 ~ 19.45 m) は泥層と細礫~中礫層から構成される.

**上部 (深度 11.2 ~ 16.8 m) の層相:** 深度 11.2 ~ 12.0 m は層厚数 cm の細粒砂~中粒砂とシルトの砂泥互層であり, 深度 11.83 m に炭化した木片を含む. 深度 12.0 ~ 12.1 m は細粒砂~中粒砂層, 深度 12.1 ~ 12.5 m はシルト質極細粒砂~細粒砂層である. 深度 12.5 ~ 14.4 m は, 下位から上位に向かって, 貝殻片が混じる中粒砂~極粗粒砂層 (深度 13.6 ~ 14.4 m), 重鉱物が混じる淘汰が良い中粒砂層 (深度 13.2 ~ 13.6 m), 極細粒砂~細粒砂層 (深度 12.5 ~ 13.2 m) と上方細粒化する砂層である. 深度 14.4 ~ 14.85 m は貝殻片が混じるシルト質極細粒~細粒砂層で, 深度 14.85 ~ 15.0 m は貝殻片が混じるシルト層で, 深度 14.9 m からは, タイラギ類 (*Atrina* sp.) とチリメンユキガイ (*Meropesta capillacea* (Reeve)) が産出した. 深度 15.0 ~ 15.9 m は貝殻片が混じるシルト質細粒砂~中粒砂層で, 深度 15.4 m からは, ウミナナ (*Batillaria multiformis* (Lischke)), カゴメガイ (*Bedevea birileffi* (Lischke)), ビョウブガイ? (*Trisidos?* sp.), タイラギ類 (*Atrina* sp.), ナミマガシワ (*Anomia chinensis* Philippi), アワジチヒロ (*Volachlamys hirasei* (Bavay)), チリメンユキガイ (*Meropesta capillacea* (Reeve)) が産

出した. 深度 15.9 ~ 16.4 m は貝殻片が混じる中粒砂~極粗粒砂層, 深度 16.4 ~ 16.8 m はシルト質細粒砂~中粒砂層である.

**下部 (深度 16.8 ~ 19.45 m) の層相:** 深度 16.8 ~ 17.5 m はシルト層, 深度 17.5 ~ 17.9 m は木片を含む有機質なシルト層, 深度 17.9 ~ 18.2 m はシルト層である. 深度 18.2 ~ 19.45 m は礫径 0.2 ~ 2 cm の細礫~中礫層で, 垂角~垂円礫が多く, 基底部の 19.35 ~ 19.45 m に礫径 1 ~ 2 cm の中礫が集中している.

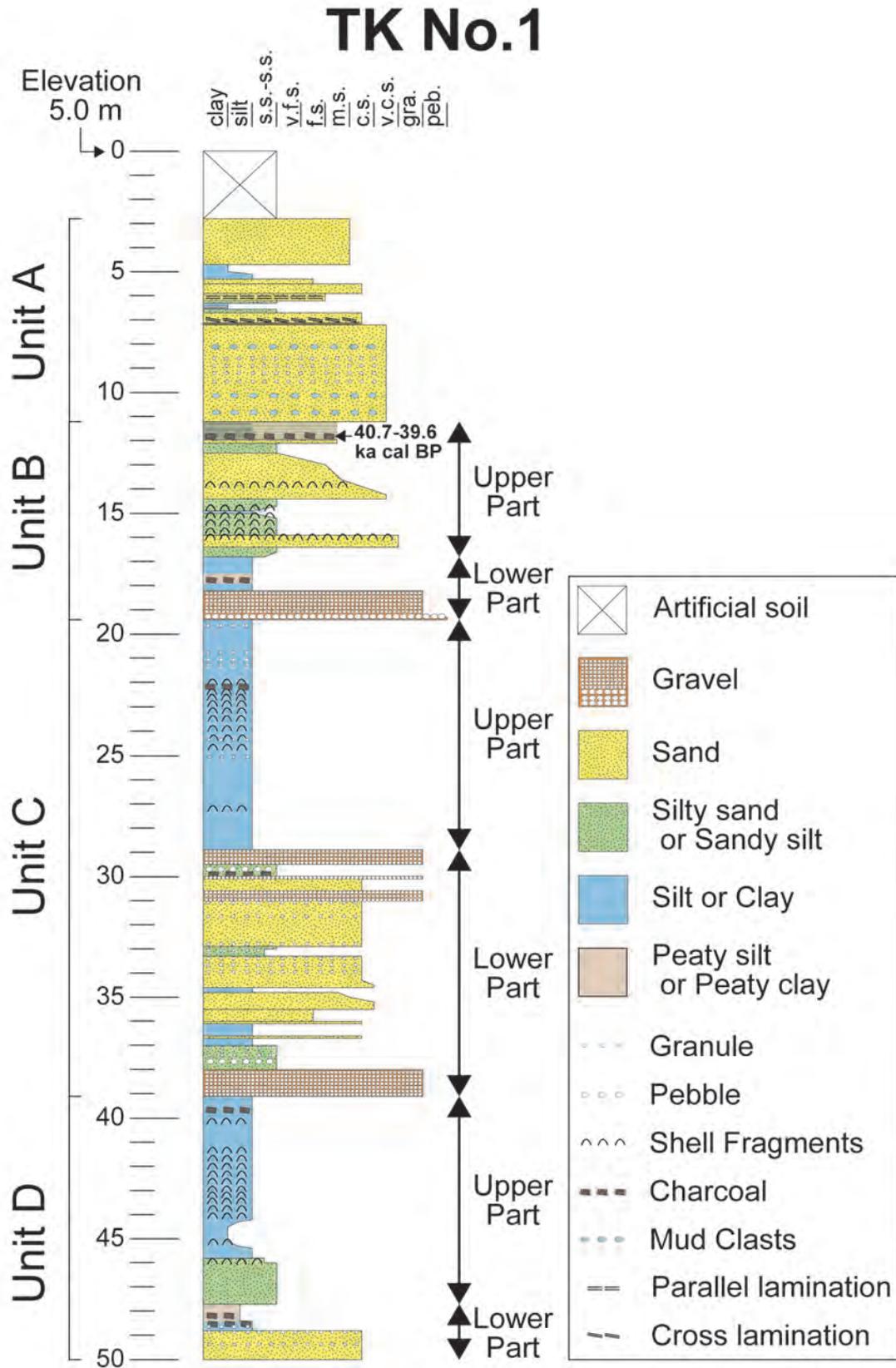
**層相の解釈:** 上部の泥層~砂層中には海生の貝殻片が多く含まれ (第 5 図 (3)), 最上部は砂泥互層が見られ, これらは海成層と推定される. 標高 -14.75 ~ -14.85 m, -16.50 ~ -16.60 m からは内湾を示唆する珪藻化石が産出している (愛知県, 1996). 下部には貝化石など海成の証拠は見られず, 河成層と推定される有機質なシルト層や細礫~中礫層 (第 5 図 (4)) が見られる. この細礫~中礫層の基底と下位のユニット C の貝殻を含む海成泥層の上面の間をユニット境界とした. 深度 11.80 m で採取した植物片の放射性炭素年代測定 (AMS 法) の測定結果は, 炭素 14 年代 (Conventional Radiocarbon Age) は 35,540±260 BP, 暦年較正年代 (Calibrated Age) は 40,720-39,585 cal BP (2σ) であった. 愛知県 (1996) では, 深度 15.80 m の貝殻の放射性炭素年代測定を実施し, 48,990±1,400 cal BP の年代値が出ている.

**4.2.4 ユニット C: 深度 19.45 ~ 39.15 m (標高 -14.45 ~ -34.15 m)**

本ユニットは, 上部 (深度 19.45 ~ 28.88 m) は泥層, 下部 (深度 28.88 ~ 39.15 m) は細礫や炭化物を含む泥層~砂質泥層, 泥質砂層~砂層, 細礫層から構成される.

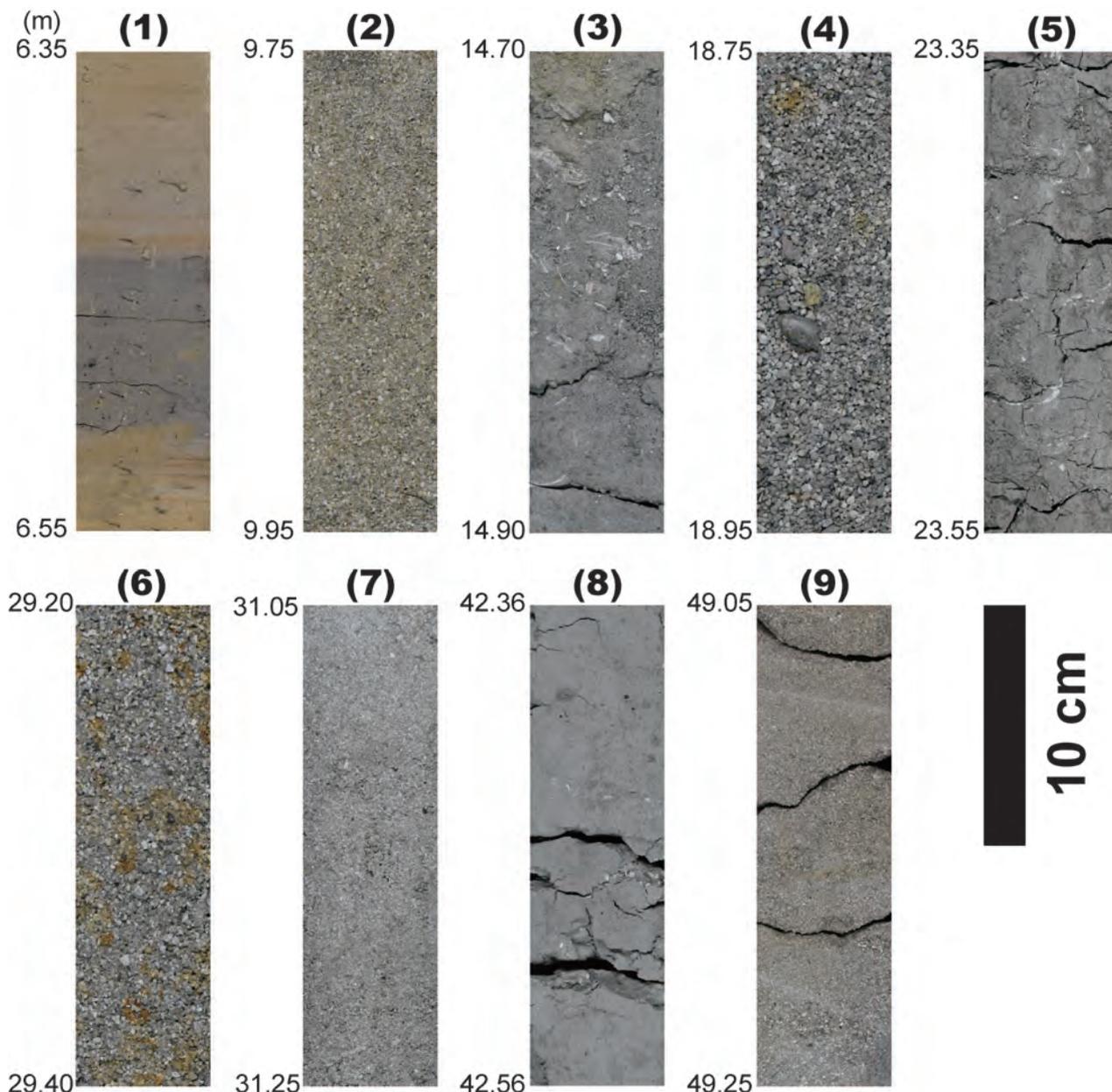
**上部 (深度 19.45 ~ 28.88 m) の層相:** 最大径 1 cm の礫が散り, 全体に貝殻片が混じるシルト層であり, シルト層の深度 22.2 m には炭化した木片が混じる.

**下部 (深度 28.88 ~ 39.15 m) の層相:** 深度 28.88 ~ 29.5 m は細礫層, 深度 29.5 ~ 30.0 m は最大径 3 cm の礫が散るシルト質細粒砂~中粒砂層であり, 深度 29.87 m には木片が混じる. 深度 30.0 ~ 30.7 m は細礫層, 深度 30.7 ~ 30.63 m は細粒砂~中粒砂層, 深度 30.63 ~ 31.0 m は細礫層, 深度 31.0 ~ 32.9 m は最大径 1 cm の礫が混じる中粒砂~粗粒砂層, 深度 32.9 ~ 33.35 m は最大径 5 mm の礫が散る砂質シルト~シルト質中粒砂層, 深度 33.35 ~ 34.6 m は最大径 2 cm の礫が混じる中粒砂~粗粒砂層である. 深度 34.6 ~ 34.84 m はシルト層, 深度 34.84 ~ 35.5 m は細粒砂~粗粒砂層, 深度 35.5 ~ 36.0 m は極細粒砂~細粒砂層, 深度 36.0 ~ 36.1 m は中粒砂~粗粒砂層である. 深度 36.1 ~ 36.6 m はシルト層, 深度 36.6 ~ 36.66 m は中粒砂~粗粒砂層, 深度 36.66 ~ 37.0 m はシルト層, 深度 37.0 ~ 38.0 m は礫径 0.2 ~



第4図 TK No.1 コアの柱状図。

Fig. 4 Geological column of TK No.1 core.



第5図 TK No.1のコア写真。

(1)ユニットA, 深度6.35～6.55 m, (2)ユニットA, 深度9.75～9.95 m, (3)ユニットB, 深度14.70～14.90 m, (4)ユニットB, 深度18.75～18.95 m, (5)ユニットC, 深度23.35～23.55 m, (6)ユニットC, 深度29.20～29.40 m, (7)ユニットC, 深度31.05～31.25 m, (8)ユニットD, 深度42.36～42.56 m, (9)ユニットD, 深度49.05～49.25 m.

Fig. 5 Core photographs of TK No.1

(1) Unit A, depth 6.35-6.55 m, (2) Unit A, depth 9.75-9.95 m, (3) Unit B, depth 14.70-14.90 m, (4) Unit B, depth 18.75-18.95 m, (5) Unit C, depth 23.35-23.55 m, (6) Unit C, depth 29.20-29.40 m, (7) Unit C, depth 31.05-31.25 m, (8) Unit D, depth 42.36-42.56 m, (9) Unit D, depth 49.05-49.25 m.

5 cmの亜円礫混じりのシルト質中粒砂層である。深度38.0～39.15 mは礫径0.4～3 cmの中礫が混じる細礫層であり、礫は全体的に亜円礫が多い。

**層相の解釈：**上部の泥層中には海生の貝殻片が多く含まれ(第5図(5)),海成層と推定される。標高-21.55～-21.65 m, -24.70～-24.80 mからは内湾を示唆する珪藻化石が産出している(愛知県, 1996)。上部の最下

部にあたる標高-28.30～-28.40 mからは、沿岸部の汽水から淡水域を示唆する珪藻化石が報告されている(愛知県, 1996)。一方で、下部は、全体的に砂層が卓越するが(第5図(6)(7)),しばしば泥層～砂質泥層を挟み、最下部には細礫層と多様な堆積物からなる。下部には海成の証拠はなく、上部最下部の珪藻化石の分析結果を考慮すると、河川成の堆積物である可能性が高

い。最下部の河成層と推定される細礫層の基底とその下位のユニット D の貝殻を含む海成泥層の上面の間をユニット境界とした。

#### 4.2.5 ユニット D：深度 39.15 ～ 50.0 m（標高 -34.15 ～ -45.0 m）

本ユニットは上部（深度 39.15 ～ 47.65 m）の泥層～砂質泥層、泥質砂層と、下部（深度 47.65 ～ 50.0 m）の泥層と砂層から構成される。

**上部（深度 39.15 ～ 47.65 m）の層相：**深度 39.15 ～ 45.78 m は、全体に貝殻片が混じる粘土～シルト層であり、深度 39.6 m に木片が混じる。深度 45.78 m ～ 47.65 m は、砂質シルトとシルト質中粒砂～粗粒砂層であり、深度 45.92 m には貝殻片を含む。

**下部（深度 47.65 ～ 50.0 m）の層相：**深度 47.65 ～ 48.5 m は、有機質な粘土～シルト層であり、深度 48.25 m に 5 mm 程度の大きさの炭化物を含む。深度 48.5 ～ 48.75 m は最大径 1 cm の礫が散るシルト層であり、深度 48.6 m に 5 mm 程度の大きさの炭化物を含む。深度 48.75 ～ 50.0 m は最大径 1 cm の礫が混じる中粒砂～粗粒砂層である。

**層相の解釈：**上部の泥層～砂質泥層には、海生の貝殻片が含まれ（第 5 図（8））、これらの泥質堆積物は海成層と推定される。標高 -41.60 ～ -41.70 m、-43.60 ～ -43.70 m からは内湾を示唆する珪藻化石が産出している（愛知県、1996）。一方で、下部には、貝化石など海成の証拠は見られず、河成層と推定される有機質なシルト層や細礫混じりの砂層（第 5 図（9））が認められる。本ユニットの基底は不明である。愛知県（1996）では、深度 43.50 m の貝殻の放射性炭素年代測定を実施し、51,300 年前以前との年代値を出した。ただし、MIS 5e として扱う碧海層がユニット B にあたるため、この年代値はあくまで参考として記載する。

### 4.3 TK No.2 コアの記載

#### 4.3.1 人工土：深度 0 ～ 0.47 m（標高 12.0 ～ 11.53 m）

**層相：**最大径 1 cm の亜円礫～角礫、レンガ片が混じる淘汰が悪い砂質シルトである。人工物を含むことから、人工土である。

#### 4.3.2 ユニット A'：深度 0.47 ～ 14.7 m（標高 11.53 ～ -2.7 m）

本ユニットは上部（深度 0.47 ～ 2.21 m）の土壌層と細礫が散る砂質シルト層、下部（深度 2.21 ～ 14.7 m）の細礫が混じる細粒砂～粗粒砂層、細礫～中礫層から構成される。

**上部（深度 0.47 ～ 2.21 m）の層相：**深度 0.47 ～ 1.64 m は土壌層、深度 1.64 ～ 2.21 m は最大径 1 cm の礫が散

る砂質シルト層である。

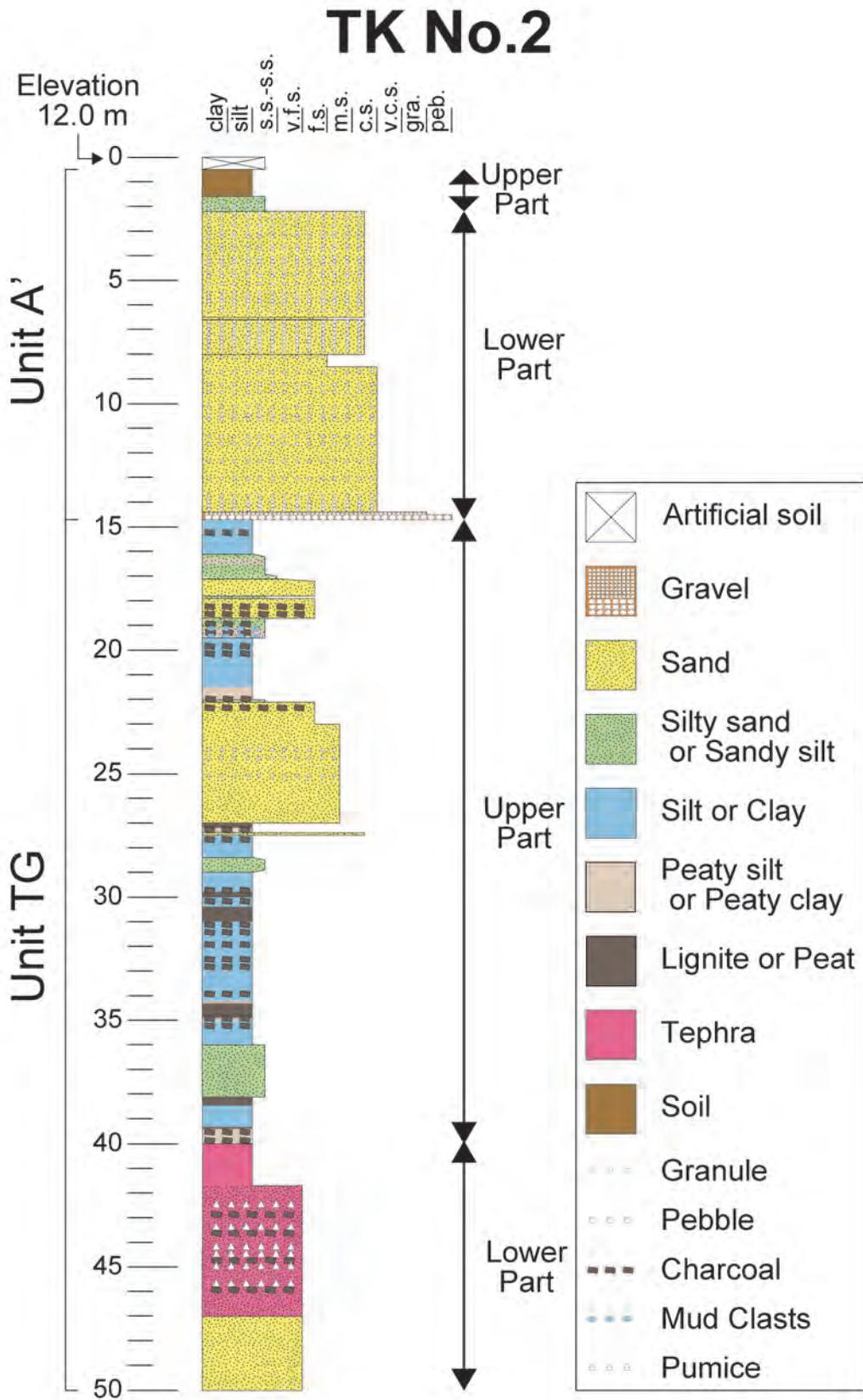
**下部（深度 2.21 ～ 14.7 m）の層相：**深度 2.21 ～ 6.46 m は最大径 2 cm の礫が混じる中粒砂～粗粒砂層、深度 6.46 ～ 6.58 m は淘汰が良い細粒砂層、深度 6.58 ～ 8.0 m は最大径 1 cm の礫が混じる中粒砂～粗粒砂層、深度 8.0 ～ 14.42 m は最大径 1 cm の礫が混じる中粒砂～極粗粒砂層である。深度 14.42 ～ 14.7 m は、礫径 0.2 ～ 7 cm の亜角～亜円礫からなる細礫～中礫層であり、深度 14.6 ～ 14.7 m の基底部に礫径 4 ～ 7 cm の中礫が集中する。

**層相の解釈：**堆積物中には、貝殻片などの海成層の証拠はなく、上部には土壌層（第 7 図（1））が形成されており、細礫混じりの砂層（第 7 図（2））が卓越することから、陸成層や河成層と推定される。最下部の細礫～中礫層の基底と下位のユニット TG の固結したシルト層の上面の間に明瞭な境界（第 7 図（3））があり、この面をユニット境界とした。TK No. 1 コアのユニット A の砂～砂礫層の層相と類似するため、ユニット A' とした。

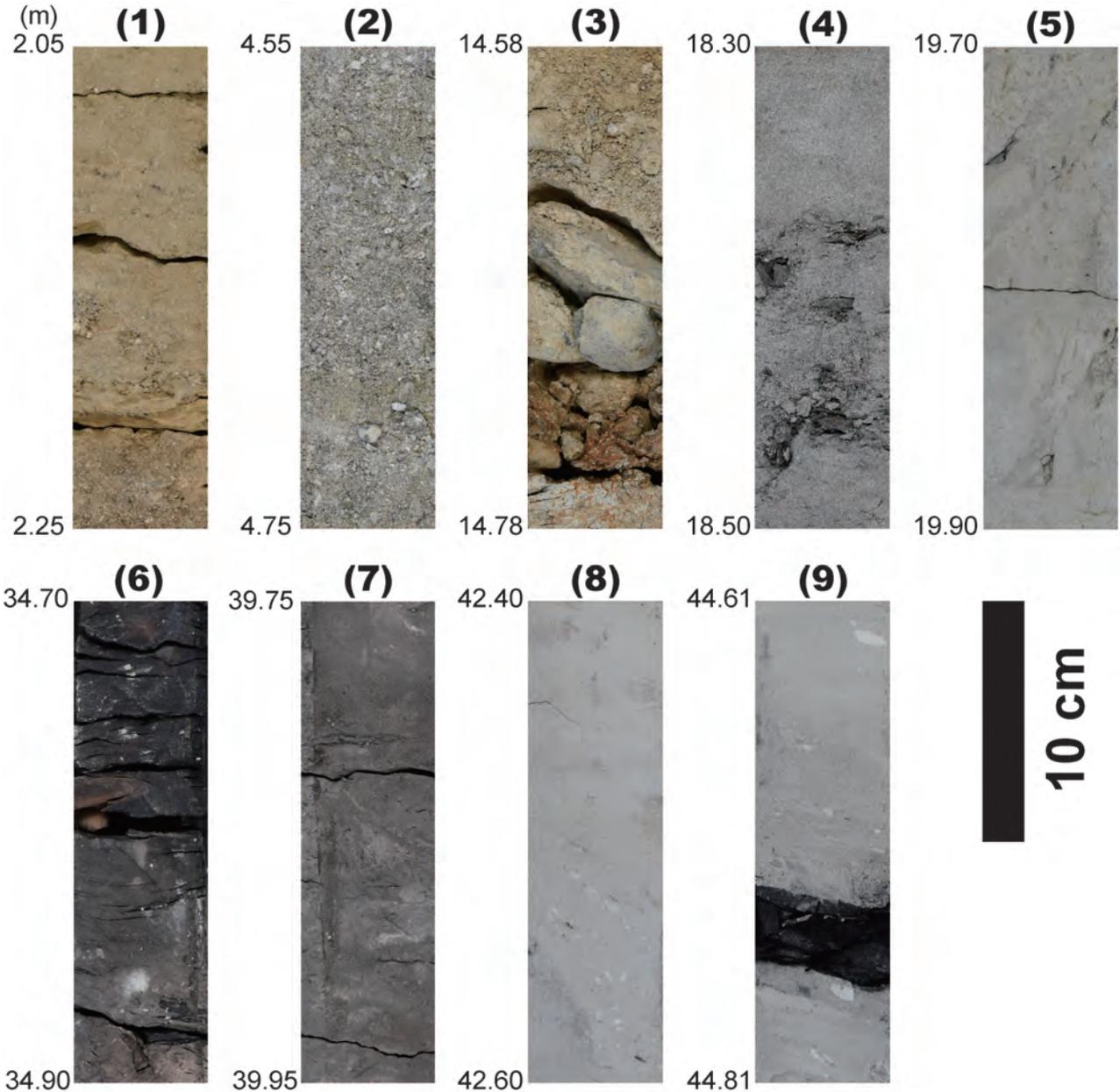
#### 4.3.3 ユニット TG：深度 14.7 ～ 50 m（標高 -2.7 ～ -38.0 m）

本ユニットは、上部（深度 14.7 ～ 40.0 m）の炭化した木材や亜炭層をしばしば含む、シルト層、有機質シルト層、砂質シルト層～シルト質砂層、極細粒砂層～粗粒砂層、下部（深度 40.0 ～ 50.0 m）のシルト～極細粒砂サイズの火山灰層、極細粒砂層から構成される。

**上部（深度 14.7 ～ 40.0 m）の層相：**深度 14.7 ～ 16.1 m は上部（深度 14.7 ～ 15.1 m）が明赤褐色を呈し、破片化が進んでいるシルト層である。深度 16.1 ～ 17.13 m は砂質シルト～シルト質細粒砂～中粒砂層、深度 17.13 ～ 17.85 m は極細粒砂～細粒砂層、深度 17.85 ～ 17.94 m は砂質シルト、深度 17.94 ～ 18.71 m は炭化した木材を含む極細粒砂～細粒砂層である。深度 18.71 ～ 19.55 m は炭化した木材と偽礫が混じる砂質シルト層、深度 19.55 ～ 22.0 m は炭化した木材が混じるシルト層、深度 22.0 ～ 22.1 m は炭化した木材が混じる砂質シルト層、深度 22.1 ～ 27.0 m は炭化した木材混じりで最大径 1 cm が散る極細粒砂～中粒砂層である。深度 27.0 ～ 27.2 m は亜炭層、深度 27.2 ～ 27.4 m は炭化した木材が混じるシルト層、深度 27.4 ～ 27.49 m は中粒砂～粗粒砂層、深度 27.49 ～ 28.41 m は炭化した木材が混じるシルト層、深度 28.41 ～ 29.0 m は砂質シルト層、深度 29.0 ～ 29.81 m は炭化した木材を含むシルト層、深度 29.81 ～ 30.0 m は亜炭層、深度 30.0 ～ 30.4 m は炭化した木材を含むシルト層、深度 30.4 ～ 31.0 m は亜炭層、深度 31.0 ～ 34.32 m は炭化した木材を含むシルト層、深度 34.32 ～ 34.9 m は亜炭層、深度 34.9 ～ 36.0 m は炭化した木



第 6 図 TK No.2 コアの柱状図.  
Fig. 6 Geological column of TK No.2 core.



第7図 TK No.2 のコア写真。

(1) ユニット A', 深度 2.05 ~ 2.25 m, (2) ユニット A', 深度 4.55 ~ 4.75 m, (3) ユニット A' 及びユニット TG, 深度 14.58 ~ 14.78 m, (4) ユニット TG, 深度 18.30 ~ 18.50 m, (5) ユニット TG, 深度 19.70 ~ 19.90 m, (6) ユニット TG, 深度 34.70 ~ 34.90 m, (7) ユニット TG, 深度 39.75 ~ 39.95 m, (8) ユニット TG, 深度 42.20 ~ 42.40 m, (9) ユニット TG, 深度 44.61 ~ 44.81 m.

Fig. 7 Core photographs of TK No.2

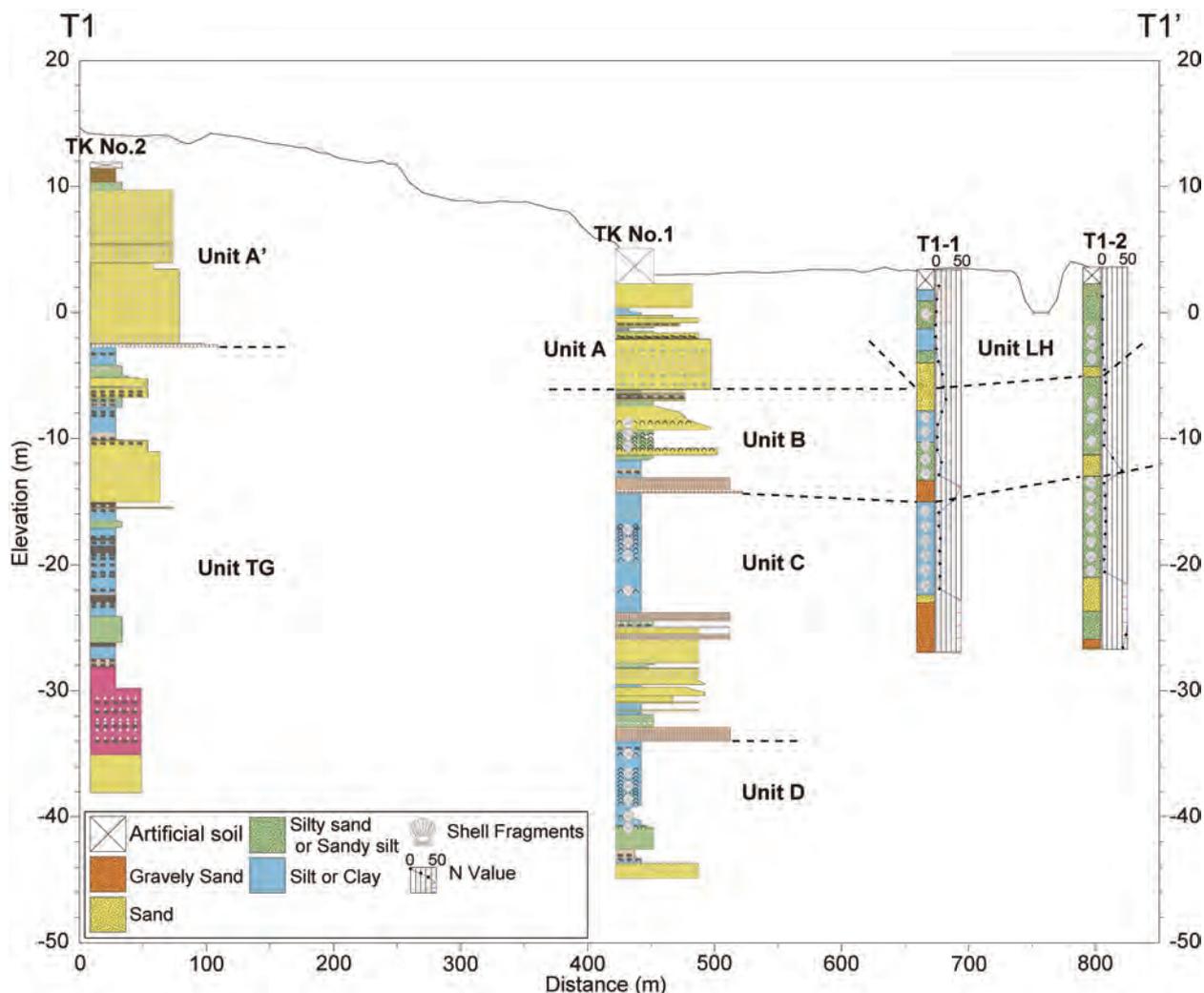
(1) Unit A', depth 2.05-2.25 m, (2) Unit A', depth 4.55-4.75 m, (3) Unit A and TG, depth 14.58-14.78 m, (4) Unit TG, depth 18.30-18.50 m, (5) Unit TG, depth 19.70-19.90 m, (6) Unit TG, depth 34.70-34.90 m, (7) Unit TG, depth 39.75-39.95 m, (8) Unit TG, depth 42.20-42.40 m, (9) Unit TG, depth 44.61-44.81 m.

材を含むシルト層である。深度 36.0 ~ 38.05 m は砂質シルト層, 深度 38.05 ~ 38.45 m は亜炭層, 深度 38.45 ~ 39.36 m はシルト層, 深度 39.36 ~ 39.40 m は亜炭層, 深度 39.40 ~ 40.0 m は炭化した木材を含むシルト層である。

下部（深度 40.0 ~ 50.0 m）の層相：深度 40.0 ~ 41.7 m はシルト混じりの火山灰層, 深度 41.7 ~ 46.0 m は炭

化した木材や粒径 1 ~ 3 cm の乳白色～白色の軽石が混じるシルト～極細粒砂サイズの火山灰層であり, 深度 46.0 ~ 47.0 m は極細粒砂混じりの火山灰層である。深度 47.0 ~ 50.0 m は極細粒砂層である。

層相の解釈：最上部（深度 14.7 ~ 15.1 m）は明赤褐色を呈し, 固結したシルト層で破片化した層相（第7図(3)）であり, このシルト層はかつて地表に露出してい



第 8 図 T1 測線の地質断面図.

測線の位置は第 2, 3 図に示す. 黒の実線は測線沿いの地形断面である.

Fig. 8 Geological section of T1.

Location of T1 is shown in Figs. 2 and 3. Black solid line shows topography along transect.

たと推定される. そのため, 上位のユニット A' の基底礫層の堆積年代とこのシルト層の堆積年代との間には, 時間間隙があったと考えられる, それより下位 (深度 15.1 ~ 50.0 m) の地層は, 全体的には炭化した植物片が多く混じる固結した細粒~中粒砂層 (第 7 図 (4)) やシルト層~砂質シルト層 (第 7 図 (5)) が卓越し, 亜炭層 (第 7 図 (6)) や有機質なシルト層 (第 7 図 (7)) を挟む. これらの層相は, 西三河平野南西部の西側に位置する知多半島北部で観察された陸水域の東海層群の層相 (吉田・尾崎, 1986) と類似しており, 本ユニットは東海層群に相当すると解釈される. また, 深度 40 ~ 47 m の粒径 1 ~ 3 cm の軽石が混じるシルト~極細粒砂サイズの火山灰層 (第 7 図 (8)) は, 愛知県 (1996) によって, 重鉍物の組成や火山ガラスの屈折率が測定され, Znp-Ohta テフラ (4.0±0.2 Ma) と同定されており, 本ユニットは, 東海層群下部 (牧野内, 2001) に相当

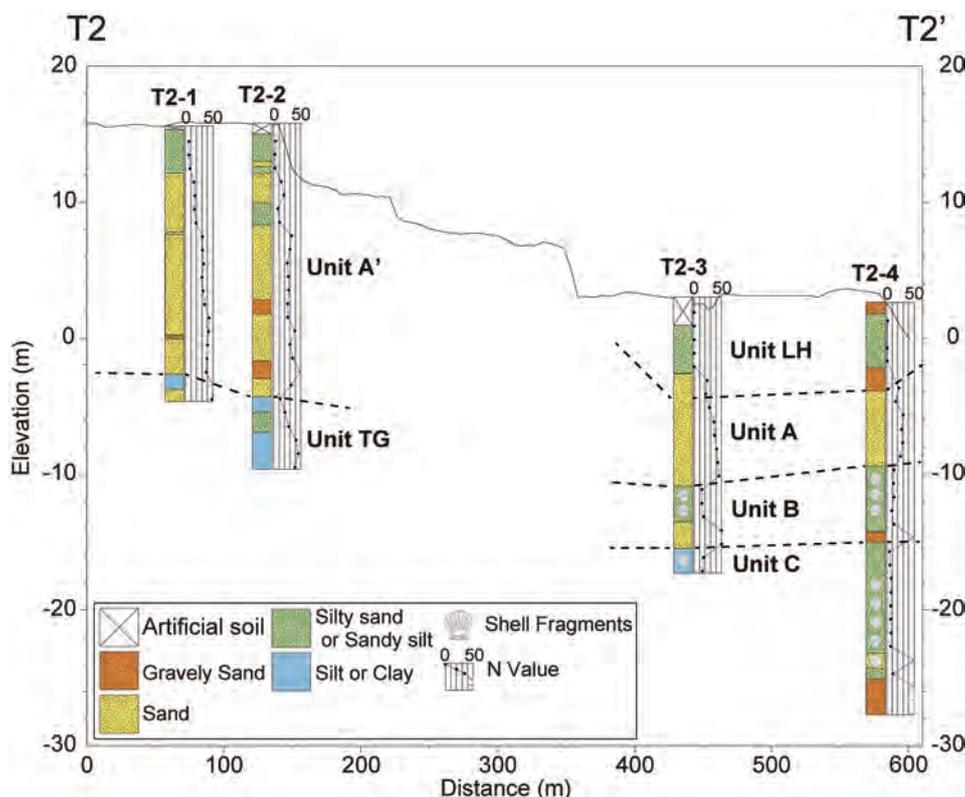
すると考えられる. また, 火山灰層中には, 黒色の木炭 (第 7 図 (9)) が含まれ, 火山灰層の一部は, 火砕流堆積物の二次堆積である可能性がある.

## 5. 地質断面図の地層区分

高浜断層のトレースを横断する東西方向の 2 測線 (T1, T2) の地質断面図を作成し, TK No.1 と No.2 ボーリングコアの層相観察にもとづくユニット区分を既存ボーリング柱状図と比較し, 標準貫入試験の N 値も参考にして, 各測線沿いの地層のユニット対比を行なった.

### 5.1 T1 測線 (第 8 図)

TK No. 1 と No. 2 コアはどちらも中位段丘面上に位置する. TK No. 1 と No. 2 コアを側方に対比してみると, TK No. 1 のユニット A と TK No. 2 のユニット A' の基



第9図 T2 測線の地質断面図。  
測線の位置は第2図に示す。黒の実線は測線沿いの地形断面である。  
Fig. 9 Geological section of T2.  
Location of T2 is shown in Figs. 2 and 3. Black solid line shows topography along transect.

底が標高 -4.00 m 前後で近いので、砂礫層が主であるという層相の類似性もあり、ユニット A とユニット A' は対比される可能性が高い。それらよりも下位の層準では、TK No. 2 では東海層群に相当するユニット TG、TK No. 1 では海成層となっており、これらのコアの間で大きな地質構造が想定される。ユニット A の基底を両コアで比較すると、TK No.1 が標高 -6.20 m、TK No.2 が標高 -2.70 m であり、東側が約 3.50 m 低下していることが予想される。

T1-1 と T1-2 コアはどちらも沖積面上に位置する。T1-1 コアの標高 1.80 ~ -4.00 m の泥層～泥質砂層、標高 -7.80 ~ -13.35 m の泥層～砂質泥層、標高 -15.05 ~ -22.40 m の泥層には貝化石が含まれており、それぞれが海成層と推定される。また、中位と下位の貝化石を含む泥層及び砂質泥層の下位にはそれぞれ N 値が 50 に達する砂礫層がみられる。この重なり方から、中位の海成層は TK No.1 のユニット B、下位の海成層はユニット C にそれぞれ対比される。一方で上位の貝化石を含む砂質泥層は TK No. 1 には相当する地層がなく、このコアが沖積低地に位置し、N 値が 20 以下と低いことから、標高 -6.00 m より上位は沖積層と考えられる。T1 測線と T2 測線で認識される沖積層については、ユニット LH と標記した。T1-2 コアについても貝化石を

含む地層の層位と N 値の分布が T1-1 コアに類似しており、標高 -5.10 m から上位をユニット LH、標高 -5.10 ~ -13.00 m をユニット B、標高 -13.00 ~ -21.00 m をユニット C に対比した。TK No.1 から T1-1、T1-2 までの側方の連続性をみると、ほぼ同じ標高でユニット B とユニット C が分布しており、この間隔には地質構造の違いはないことが推定される。

## 5.2 T2 測線（第9図）

中位段丘面上に位置する T2-1 及び T2-2 には、標高 -4.00 m 前後より下位に N 値の高い泥層がみられ、T1 測線の TK No. 2 コアと比較すると、この標高の層準はユニット TG の東海層群に相当すると考えられる。

沖積低地に位置する T2-4 には貝化石を含む層準が標高 -9.4 ~ -13.4 m と標高 -18.0 ~ -24.3 m にみられ、砂礫層が標高約 -4.0 m、約 -15.0 m、約 -26.0 m に位置する。TK No. 1 と比較すると貝化石と砂礫の層準が類似するため、標高 -3.9 ~ -9.4 m がユニット A、標高 -9.4 m ~ -15.0 m がユニット B、それより下位がユニット C に相当すると考えられる。ユニット A より上位は、沖積低地に位置し、N 値が低いことから沖積層であるユニット LH と考えられる。T2-3 には砂礫層がないため、明瞭なユニット境界が認識できないが、貝化石を含む層

準の位置と高い  $N$  値を示す層準から、T2-4 と同様のユニットの重なりである標高 -15.45 m 以深がユニット C、標高 -10.90 ~ -15.45 m がユニット B、標高 -10.90 m より上位がユニット A とユニット LH が推定される。ただし、ユニット A とユニット LH については、 $N$  値と層相変化からは明瞭な境界が認識できない。

中位段丘面上の T2-1, 2-2 と沖積面上の T2-3, 2-4 については、ユニットの連続性がみられないため、T2-2 と T2-3 の間の段丘面下に地質構造の違いがあると推定される。ユニット A の基底を T2-2 と T2-3 で比較すると、T2-2 が標高 -4.35 m、T2-3 が標高 -10.90 m であり、東側が約 6.5 m 低下していることが予想される。

## 6. まとめ

本研究では、2本のオールコア試料 (TK No.1 コア, TK No.2 コア) の層相観察に基づくユニット区分を既存のボーリング柱状図に当てはめ、地質断面のユニット区分を行うことで、高浜断層沿いの地下地質について検討した。その結果、撓曲崖より東側の標高 -45 m までの地下に、4回の海進・海退サイクルが認められた。最上位はユニット LH で沖積層に相当する。その下位はユニット B とユニット A の組み合わせ、その下位には順にユニット C、ユニット D がそれぞれ1回ずつのサイクルに相当する。ユニット A は中位段丘堆積物を構成しているため、ユニット B とユニット A の海進・海退サイクルは最終間氷期に相当すると考えられる。牧野内ほか (2011) では、隣接する安城市において、標高 -20 ~ -30 m に位置する海成粘土を含む地層を最終間氷期の堆積物である碧海層としており、ユニット B とユニット A を合わせた堆積物の層位はそれに調和的である。また、今回ユニット B から産した亜熱帯性を示す特徴的な貝化石であるチリメンユキガイやそのほかの貝類についても、糸魚川・中山 (1968) によって報告された碧海層の貝化石群集に類似している。T1 測線の東端の約 500 m 南側の沖積低地で掘削された既存のボーリングコアでは、ユニット B に対比される地層の最上部付近で約 95 Ka に降下した火山灰である鬼界葛原テフラ (K-Tz) (町田・新井, 2003) が認められている (森山ほか, 1997)。以上より、ユニット B とユニット A は碧海層に対比される可能性がある。一方で、ユニット B から得られた約 4 万年前という放射性炭素年代については、中位段丘堆積物としてはやや新しく、今後の層序の検討が必要である。

ユニット B より下位のユニット C とユニット D については、碧海層より下位の地層として挙母層が挙げられる (牧野内ほか, 2011)。牧野内ほか (2011) は、T4 測線の東端から南東方向に約 2 km の地点 (標高 1.5 m)

の油ヶ渚低地で掘削された深度 100 m のボーリングコアでは、碧海層の基底面 (標高約 -30 m) から東海層群の上面 (標高約 -98 m) までの間に位置する挙母層に、標高約 -30 ~ -50 m には 2 枚の泥層、標高約 -50 ~ -80 m には 3 枚の泥層があることを指摘している。前述の 2 枚の泥層がそれぞれユニット C とユニット D に相当すると考えられる。

本研究では、T1 及び T2 測線の撓曲崖を挟んだ東西において、河成層であるユニット A (あるいは A') の基底がおよそ 3.5 ~ 6.5 m 東側に低下していることが認められた (第 8 図, 第 9 図)。これは高浜断層を挟んで東側が下盤、西側が上盤にあたることと調和的である。しかし、河成層の基底は一般に、河川チャネルの存在などにより地形に凹凸があり、必ずしも平面的に分布するわけではない。したがって、今回みられたユニット A 及び A' の層位変化から直接的に構造運動の存在が示唆されるわけではない。今後は撓曲崖に沿ったボーリング調査や多くの既存ボーリング柱状図の収集などにより、断層によるより詳細な地質構造の変化について検討する必要がある。

これまで、高浜断層の活動履歴については、中位段丘の構成層である碧海層の垂直変位量から、断層の平均変位速度が推定されており (愛知県, 1996; 森山ほか, 1997)、碧海層堆積以前の活動履歴については明らかにされていない。しかし、掘削深度 100 m 以上の既存の地盤沈下観測井ボーリングや温泉ボーリングなどの地質柱状図の検討から、挙母層の基底礫層の分布深度は、高浜断層の西側 (上盤側) と比べて断層の東側 (下盤側) で最大 50 ~ 60 m 以上低くなると推定されており (桑原, 1982; 牧野内, 2005; 牧野内ほか, 2011)、高浜断層は第四紀において長期的に活動してきたことが示唆される。しかし、これまで、西三河平野南西部の挙母層については、ボーリングコア試料を用いた詳細な層相観察や堆積物の分析は行なわれておらず、その層序や堆積年代、堆積環境については十分に検討されていない。今後、第四紀における高浜断層の長期的な活動履歴を明らかにするためには、特に挙母層について、ボーリングコア試料の火山灰や微化石などを分析することで、挙母層の堆積環境や堆積年代を推定し、本地域の地下地質の層序を確立していくことが必要となるだろう。

**謝辞:** 愛知県防災局防災危機管理課と愛知県高浜市都市政策部都市整備グループの職員の方には、既存ボーリング柱状図の提供に関してお世話になった。名城大学の牧野内 猛名誉教授にはボーリングコアの提供に関してお世話になった。また、地質情報研究部門の和田明美氏にはボーリング柱状図の電子化作業をして頂いた。以上の方々に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 愛知県（1996）加木屋断層，高浜撓曲崖及びその周辺の断層に関する調査．平成7年度地震調査研究交付金成果報告書，311p.
- 愛知県防災会議地震部会（1981）愛知県の地質・地盤（資料編その2）－三河部．655p.
- 今泉俊文・宮内崇裕・堤 浩之・中田 高（2018）活断層詳細デジタルマップ 新編．東京大学出版会，154p.
- 糸魚川淳二・中山 清（1968）愛知県高浜町碧海層産の第四紀貝化石群．*Venus*, **27**, 62-75.
- 桑原 徹（1982）西三河地区（矢作古川流域）の地下地質と地盤沈下．地盤沈下の実態とその対策に関する調査研究報告書，第8報，95-136.
- 桑原 徹・吉野道彦・森 忍（1985）西三河地区（碧海盆地）の地下水盆構成について，一色・碧南観測井の微化石分析結果による再検討．地盤沈下の実態とその対策に関する調査研究報告書，第10報，29-56.
- 町田 洋・新井房夫（2003）新編 火山灰アトラスー日本列島とその周辺．東海大学出版会，336p.
- 町田 貞・太田陽子・田中真吾・白井哲之（1962）矢作川下流域の地形発達史．*地理学評論*，**35**，505-524.
- 牧本 博・山田直利・水野清秀・高田 亮・駒澤正夫・須藤定久（2004）20万分の1地質図幅「豊橋及び伊良湖岬」．産業技術総合研究所地質調査総合センター．
- 牧野内 猛（2001）東海層群の層序と東海湖堆積盆地の時代的変遷．豊橋市自然史博物館研究報告，**11**，33-39.
- 牧野内 猛（2005）第1章 地形と地質．新編安城市史11 資料編 自然，2-92.
- 牧野内 猛・加藤麻衣・大石康雄・塚本将康・武邑圭司・大島 武・杉浦 武（2011）愛知県安城市の地下地質．*地質学雑誌*，**117**，79-94.
- 水野清秀・小松原 琢・脇田浩二・竹内圭史・西岡芳晴・渡辺 寧・駒澤正夫（2009）20万分の1地質図幅「名古屋」．産業技術総合研究所地質調査総合センター．
- 森山昭雄（1994）西三河平野，碧海層の堆積構造と海水準変動．*地理学評論*，**67A**，723-744.
- 森山昭雄・橋爪 厚・石原 秀（1997）化石ケイソウ群集による碧海層の堆積環境の変遷と油ヶ淵断層による変位．愛知教育大学研究報告（自然科学編），**46**，61-69.
- Reimer, P. J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Ramsey, C. B., Buck, C. E., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Haffidison, H., Hajdas, I., Hatté, C., Heaton, T., Hoffmann, D. L., Hogg, A., Hughen, K. A., Kaiser, K., Kromer, B., Manning, S. W., Niu, M., Reimer, R., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J. R., Staff, R. A., Turney, C. and Plicht, J. (2013) INTCAL13 and MARINE13 radiocarbon age calibration curves 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, **55**, 1869-1887.
- 吉田史郎・尾崎正紀（1986）半田地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所，98p.