

東京低地北部における沖積層のシーケンス層序と古地理

田辺 晋¹・石原与四郎²・中島 礼¹

Susumu Tanabe, Yoshiro Ishihara and Rei Nakashima (2008) Sequence stratigraphy and paleogeography of the Alluvium under the northern area of the Tokyo Lowland, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 59 (11/12), p. 509-547, 10 figs, 5 tables.

Abstract: The Tokyo Lowland, surrounded by the Shimosa, Omiya and Musashino Uplands, is a coastal lowland mainly formed by the Tonegawa. Latest Pleistocene to Holocene incised-valley fills (the Alluvium) in the northern area of the Tokyo Lowland comprise complicated lithological distribution considerably affected by the basal topography and river shift of the Tonegawa. To clarify this complicated lithological distribution, we constructed a three-dimensional sequence stratigraphy and paleogeography of the northern area of the Tokyo Lowland based on sedimentary facies and radiocarbon dates of eight sediment cores and 2,308 borehole logs.

The Alluvium, which filled the incised valleys of the Nakagawa, Arakawa and Paleo-Tokyogawa, consists of gravelly braided river sediments, meandering river sediments of sand-mud alternation with rootlets, estuary sediments of sand and mud bed with shells, spit sediments of sand with shells and shelly delta sediments, in which the contents of sand and wood fragments increase upward, in ascending order. By applying sequence stratigraphic concepts, a transgressive surface dated >14,100 cal BP and maximum flooding surface dated 8,100-5,900 cal BP can be identified at the braided river-meandering river sediments boundary and estuary-delta sediments boundary, respectively. Spit sediments form a local sediment body in the eastern margin of the Tokyo Lowland's northern area.

The paleogeography of the northern area of the Tokyo lowland changed from a braided river to a meandering river, tidal flat and bay due to the sea-level rise since after the Last Glacial Maximum. Sand bar and delta sediments accumulated in the Arakawa Valley in response to the Tonegawa sediment discharge in the Arakawa Valley during 10,000-5,000 cal BP. On the other hand, a tidal river was distributed in the Nakagawa Valley because of the lack of sediment at that time. The Nakagawa Valley was filled with the Tonegawa sediments since the river shift from the Arakawa Valley to the Nakagawa Valley around 5,000 cal BP. Clastics eroded from Pleistocene terraces formed a spit in the bay mouth portion of the Paleo-Okutokyo Bay during 8,000-4,000 cal BP.

Keywords: Alluvium, incised valley, sedimentary facies, radiocarbon date, Tokyo Lowland, Holocene

要 旨

東京低地は、下総台地、大宮大地、武蔵野台地に囲まれた、主として利根川によって形成された沿岸河口低地であり、東京低地の北部における沖積層は、基盤形状や利根川の流路変遷の影響などによって、複雑な岩相と分布を有することが知られている。本研究では 8 本の沖積層ボーリングコア堆積物の堆積相と放射性炭素年代値、2,308 本のボーリング柱状図資料を整理することにより、東京低地の北部の沖積層の 3 次元的な分布とシーケンス層序、古地理を明らかにした。

最終氷期最盛期以降、中川と荒川、古東京川の開析谷を充填した沖積層は、下位より礫質な網状河川性堆積物、植物根を含む砂泥互層からなる蛇行河川性堆積物、貝化石を含む砂泥層からなるエスチュアリー性堆

積物、貝化石を含む砂層からなる砂嘴性堆積物、貝化石を含み砂と植物片の含有量が上方に増加するデルタ性堆積物から構成される。そしてこれらの沖積層は、シーケンス層序学的な解釈を適応することにより、海進面が網状河川と蛇行河川性堆積物境界、最大海氾濫面がエスチュアリーとデルタ性堆積物境界に認定され、それぞれ >14,100 cal BP と 8,100 ~ 5,900 cal BP の年代値を有することが明らかになった。砂嘴性堆積物は東京低地北部の東縁に局所的な堆積体を構成する。

東京低地の北部では、後氷期の海水準上昇に伴って、網状河川から蛇行河川、干潟、内湾へと古地理が変遷した。荒川開析谷では約 10,000 ~ 5,000 年前に卓越した利根川の土砂供給によって、砂州とデルタによる急速な埋積が進んだ。一方、中川開析谷ではその時期、供給土砂が欠乏し、潮流が卓越した流路が形成された

¹地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation)

²福岡大学理学部地球圏科学科 (Department of Earth System Science, Faculty of Science, Fukuoka University, Jonan-ku, Fukuoka 814-0180, Japan)

と考えられる。潮流が卓越した流路は約5,000年前以降、中川開析谷に流路を変遷した利根川の供給土砂によって内陸から陸化した。中川開析谷の流路口（奥東京湾口）には、埋没段丘から削剥された碎屑物によって、約8,000～4,000年前にかけて砂嘴が形成された。

1. はじめに

東京低地は、下総台地と大宮大地、武蔵野台地に囲まれた、主として利根川によって形成された沿岸河口低地であり、その北部に分布する沖積層は、東京低地南部や中川低地のものと比べ、複雑な岩相と分布を有することが知られている（東京都土木技術研究所、1969, 1977; Matsuda, 1974; 遠藤ほか、1983）。東京低地南部や中川低地では有楽町層や沖積層上部層を構成する均質な内湾泥層が広く分布するのに対し、東京低地北部では内湾泥層にかわって、砂泥層が複雑に分布する。このような砂泥層の一部は奥東京湾口に発達した砂嘴によって形成されたことが、近年明らかになってきた（田辺ほか、2006a）が、その広域的な分布や成因については未だ不明な点が多い。

砂嘴のような堆積体は奥東京湾内の海流によって形成され、そのような海流は沖積層の基盤形状によって規制されたと考えられる（田辺ほか、2006a）。沖積層の基盤形状についてみた場合、東京低地北部では、最終氷期最盛期にかけて形成された中川と荒川の開析谷が古東京川の開析谷となって合流しており、他の地域と比べて複雑な形状を有している（貝塚、1979; 遠藤ほか、1988; 田辺ほか、2008a）。また、沖積層を形成した利根川の土砂供給についてみても、利根川は後氷期に荒川水系から中川水系へと流路を変遷したことが知られている（菊地、1981; 平井、1983; 遠藤ほか、1988）。よって、東京低地北部の沖積層の分布や形成過程は、砂嘴を形成した海流の影響に加えて、より複雑なものになっている可能性が高い。

このような地域の沖積層の分布や形成過程を明らかにするには、沖積層の堆積相と放射性炭素年代値の3次元的な分布を明らかにし、沖積層の基盤形状と海流、土砂供給量の変動などの影響を分離して評価していく必要がある。そのために地質調査総合センターの都市地質研究プロジェクト（木村、2004）では、2003年度から、東京低地北部における8本のボーリングコア堆積物を解析し、沖積層の堆積相と放射性炭素年代値のデータを収集・整備してきた。

本研究では、既報の8本のボーリングコア堆積物の堆積相と放射性炭素年代値（HAとTN：石原ほか、2004a; GS-KNJ-1とGS-KTS-1：田辺ほか、2006a; GS-KM-1：田辺ほか、2006b; GS-AMG-1：田辺ほか、2006c; MZとSZ：田辺ほか、2008b）を整理し、整

理した堆積相と東京低地北部におけるボーリング柱状図資料と対比することで、東京低地北部における沖積層の分布とシーケンス層序的な形成過程、古地理を明らかにする。なお、東京低地から中川低地にいたる沖積層のシーケンス層序については、木村ほか（2006）が4本のボーリングコア堆積物から認定した堆積相と放射性炭素年代値（DKとHA：石原ほか、2004a; GS-SK-1：石原ほか、2004b; GS-KM-1：田辺ほか、2006b）をコンパイルすることで、先行的に報告しているが、本研究とは用いたボーリングコア堆積物が異なることから、異なった結果となっている。これらの相違点については本文中で述べる。

2. 地域概説

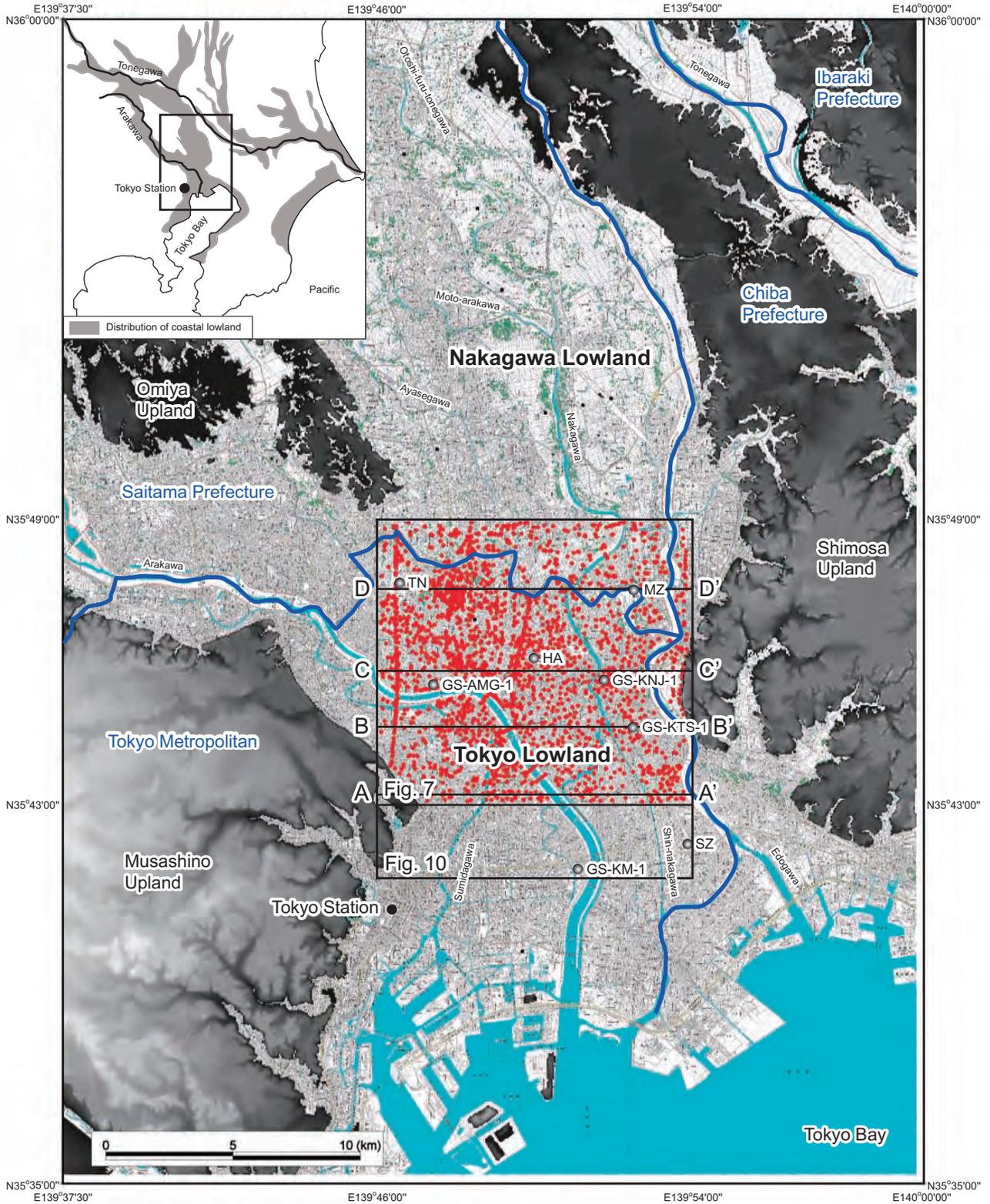
2.1 地形

東京低地は、東に下総台地、西に武蔵野台地、北に大宮台地に接した沿岸河口低地であり、主に中世の東遷以前の利根川によって形成されてきた（貝塚、1979）。現在の東京低地には、東から江戸川、新中川、荒川、隅田川が東京湾にかけて流下しており、約0.1/1000の河床勾配を有する（第1図）。東京低地の地盤高は標高約5m以下で、デルタ低地や後背湿地には、河川沿いの自然堤防と堤間の海岸線とほぼ平行に分布する砂州が、微高地を形成している（久保、1993）。現在の東京湾における平均潮差は2m程度である（宇野木、1993）。本研究では、東京都葛飾区、足立区、墨田区、台東区、荒川区、埼玉県三郷市、八潮市、草加市が含まれる、北緯35°43'00"～35°49'00"、東経139°46'00"～139°54'00"の範囲を東京低地北部とする（第1図）。

2.2 地質

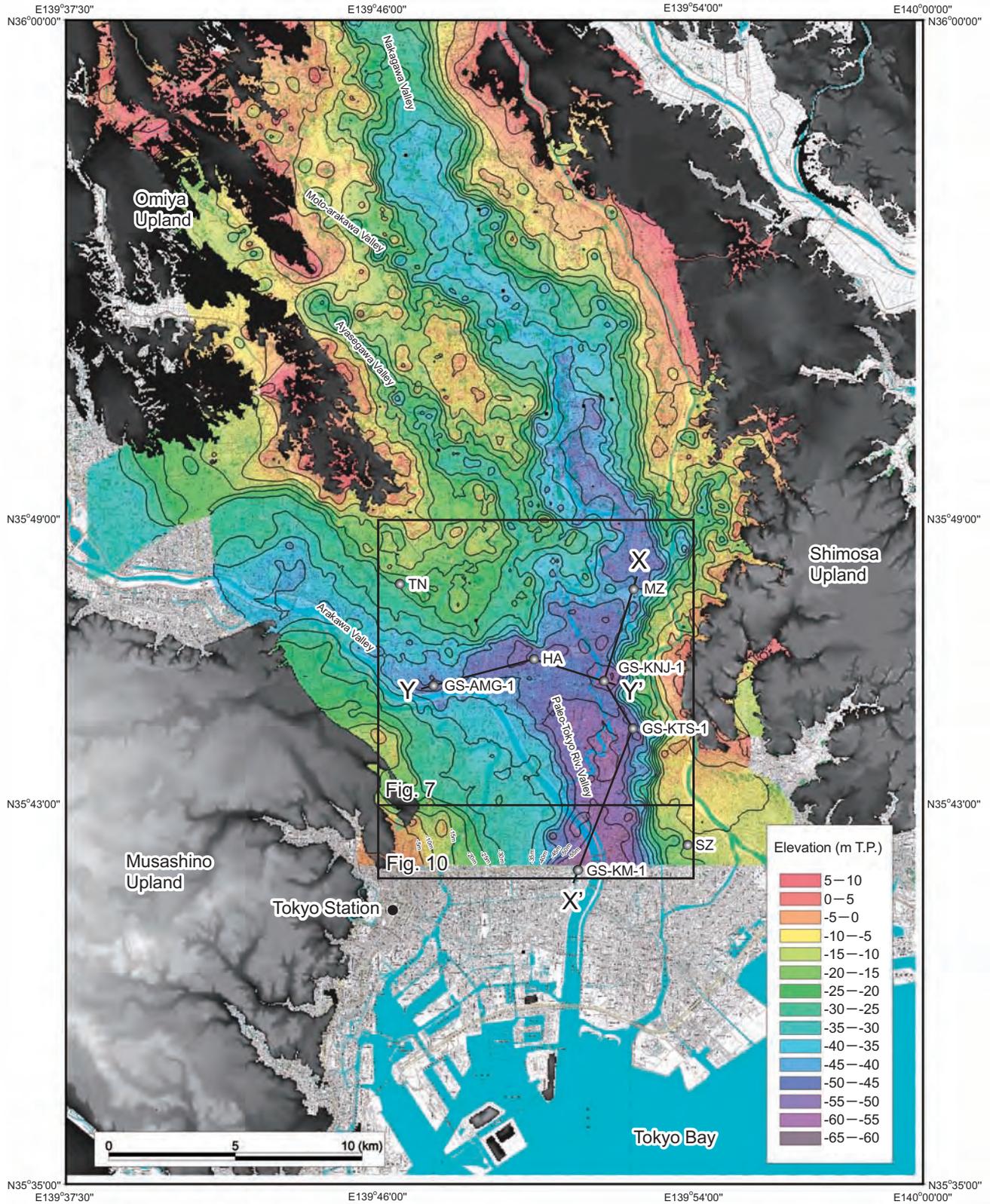
東京低地の地下には、最終氷期最盛期にかけて形成された開析谷が分布しており、その開析谷は、最終氷期最盛期以降の海水準変動と利根川を主とした供給土砂に伴って形成された沖積層によって充填されている。最終氷期最盛期にかけて形成された開析谷底は東京低地北部において標高-65m以浅に分布している（第2図）（田辺ほか、2008a）。中川と荒川沿いの開析谷は、東京都葛飾区において合流し、古東京川の開析谷となって現在の東京湾口にかけて流下していた（貝塚、1979; 遠藤ほか、1988; 田辺ほか、2008a）。東京低地の沖積層は、下部の七号地層と上部の有楽町層（青木、1969; 東京都土木研究所、1969, 1977; 遠藤ほか、1983）、もしくは、下位より基底礫層（Basal Gravel）、下部砂泥層（Lower Sand, Lower Clay）、中間砂層（Middle Sand）、上部泥層（Upper Clay）、上部砂層（Upper Sand）、最上部陸成層（Uppermost Alluvium）（Matsuda, 1974; Kaizuka *et al.*, 1977; 松田、1993）に

東京低地北部における沖積層のシーケンス層序と古地理 (田辺ほか)



第 1 図 本研究の調査地域。
 黒い丸と赤い点は、それぞれ本研究で用いたボーリングコア堆積物の採取位置とボーリング柱状図資料の位置を示す。灰色の範囲は標高 10 m 以上の台地の分布を示す。青い線は県境を示す。緯度経度は外枠の範囲を示す。本研究の東京低地北部は第 7 図の範囲をさす。国土地理院発行の数値地図 25000 (地図画像)「東京」と数値地図 50 m メッシュ (標高)「日本 II」を使用した。

Fig. 1 Location map of this study.
 Black circles and red dots show the location of sediment cores and borehole logs, respectively used in this study. Gray area shows the distribution of uplands elevated >10 m. Blue line indicates the boundary of the prefecture. Latitude and longitude are shown on the borders. The area of Fig. 7 indicates the distribution of the northern area of the Tokyo Lowland. Digital Map 25000 (Map Image), Tokyo and Digital Map 50 m Grid (Elevation), Japan II by Geographical Survey Institute were used to illustrate this map.



第2図 東京低地北部から中川低地にかけての沖積層の基盤形状。開析谷軸部における沖積層の基盤形状は基底礫層の上面深度分布を示す(田辺ほか, 2008a)。黒い丸は本研究で用いたボーリングコア堆積物の採取位置を示す。沖積層の基底面の等深度線間隔は5m。灰色の範囲は標高10m以上の台地の分布を示す。

Fig. 2 Basal topography of the Alluvium in the northern area of the Tokyo Lowland and Nakagawa Lowland. The basal topography of the Alluvium in the incised valleys' axis portion indicates the distribution of the Basal Gravel upper limit (Tanabe *et al.*, 2008a). Black circles show the location of sediment cores used in this study. Intervals of contours are 5 m. Gray area shows the distribution of uplands elevated >10 m.

第1表 GS-KM-1とSZ, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ, TNの位置情報.

Table 1 Locations of GS-KM-1, SZ, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ and TN.

Core	Latitude (N)	Longitude (E)	Elevation (m)	Penetration depth (m)	Reference
GS-KM-1	35°41'45.1"	139°50'57.4"	-1.99	67.23	Miyachi <i>et al.</i> (2004), Tanabe <i>et al.</i> (2006b)
SZ	35°42'17.2"	139°53'50.1"	+0.61	13.00	Tanabe <i>et al.</i> (2008b)
GS-KTS-1	35°44'47.8"	139°52'23.2"	+1.19	42.00	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
GS-KNJ-1	35°45'49.3"	139°51'38.8"	+0.43	70.00	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
GS-AMG-1	35°45'43.2"	139°47'11.0"	+1.67	58.00	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
HA	35°46'17.3"	139°49'48.7"	-0.03	70.00	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
MZ	35°47'47.3"	139°52'24.3"	+1.85	60.00	Tanabe <i>et al.</i> (2008b)
TN	35°47'54.0"	139°46'17.4"	+2.88	40.00	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)

区分される。これら沖積層の示す堆積環境は下位より河成、海成、河成環境へと変化する。完新世中期における海水準高頂期、東京湾は現在の栃木県藤岡町付近にまで広がり、奥東京湾と呼ばれる内湾を形成していた(貝塚, 1979)。完新世中期の海水準高頂期以降、奥東京湾は利根川を主とした供給土砂によって埋積され、現在の沿岸河口低地を形成した。

3. 研究手法

3.1 ボーリングコア堆積物の掘削と解析

本研究では2003～2006年にかけて掘削・解析された東京低地北部における8本のボーリングコア堆積物を用いる。8本のボーリングコア堆積物は、スリーブ内蔵二重管サンプラーもしくは三重管サンプラーを用いて採取された。GS-KM-1は東京都江戸川区小松川地区、SZは江戸川区篠崎公園、GS-KTS-1は葛飾区高砂地区、GS-KNJ-1は葛飾区新宿地区、GS-AMG-1は足立区本木地区、HAは足立区東綾瀬公園、MZは葛飾区水元公園、TNは足立区舎人公園において掘削された。ボーリングコア堆積物の解析手法や結果はGS-KM-1が宮地ほか(2004)と田辺ほか(2006b)、SZとMZが田辺ほか(2008b)、GS-KTS-1とGS-KNJ-1が田辺ほか(2006a)、GS-AMG-1が田辺ほか(2006c)、HAとTNが石原ほか(2004a)によって報告されている。本研究ではこれらの解析結果のうち、堆積相と砂泥含有率、放射性炭素年代値のデータを用いて議論する。なお、GS-KM-1とSZ, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HAは久保(1993)のデルタ低地、MZは自然堤防、TNは後背湿地に位置する。8本のボーリングコア堆積物の採取位置を第1図と第2図に、緯度・経度と標高、掘削長を第1表に示す。

8本のボーリングコア堆積物のうち、GS-KM-1とGS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1については半裁されたのちに、岩相(粒度と粒子の支持様式、岩相境界の特徴、堆積構造)と生物化石相(生痕化石と貝化石の産状と種類、植物根の有無)に着目した記載が行わ

れた。そして半裁面から採取された長さが20 cmと25 cm、幅が6 cm、厚さが1 cmのスラブ試料を用いて軟エックス線写真の撮影が行われた。また、SZとMZ, HA, TNについては半裁された状態で東京都土木技術センターに保管されていたボーリングコア堆積物を用いて岩相と生物化石相の記載が行われた。これらボーリングコア堆積物の砂泥含有率(4φよりも粗い碎屑物の含有率)は、半裁面から20 cm間隔で採取した試料を用いて、63 μmの篩によって測定された。礫と砂の識別は行っていない。ボーリングコア堆積物から採取された150点の貝化石とウニ、木片、植物片、植物根、泥炭質な泥は、名古屋大学にて試料の前処理が行われたのちに、国立環境研究所のタンデム加速器(NIES-TERRA)(Yoneda *et al.*, 2004)を用いるか、Beta Analytic(株)に依頼して、放射性炭素年代値が測定された。貝化石については放射性炭素年代値の測定の前にその種類が同定された。これらの放射性炭素年代値は、Reimer *et al.* (2004)とHughen *et al.* (2004)のデータセットとCALIB ver.5.0(Stuiver and Reimer, 1993)を使用して、暦年代に校正した。貝化石とウニの暦年校正の際、 $\Delta R=0$ 、海洋炭素=100%と仮定した。なお、本研究では“BP”(同位体分別補正年代)と特筆しない限り、“cal BP”(較正年代)を使用する。

3.2 N値と岩相分布データの構築

本研究では、ボーリングコア堆積物から認定した堆積相と堆積システムの空間分布を把握するために、既存のボーリング柱状図資料を用いた検討を行った。ボーリング柱状図資料は、田辺ほか(2008a)に使用されたもののうち、北緯35°43'00"～35°49'00"、東経139°46'00"～139°54'00"の調査範囲に該当する2,308本を使用した。ボーリング柱状図資料の位置は第1図に示す。基礎地盤コンサルタンツ(株)の柱状-BASE形式で数値化された2,308本のボーリング柱状図資料のN値と岩相データは、江藤ほか(2008)の補間方法によって、50 m×50 m×1 mグリッドのデータとした。本論で用いるN値と岩相の断面と平面分布はこのグリッドデータを用いて作成した。

4. 堆積相

GS-KM-1, SZ, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ, TN から認定された 57 の堆積相 (石原ほか, 2004a; 田辺ほか, 2006a, 2006b, 2006c, 2008b) は、岩相と生物化石相、放射性炭素年代値の対比に基づいて、15 の堆積相に整理することができる (第 2 表, 第 3 図)。このうち堆積相 BR, MR, TR, TF, TS, TM, SP, SM, SS, PD - DF, MT, MO, AS は、後述するように中・上部更新統の堆積相 SH, BT に不整合に累重する沖積層と考えられる。堆積相 AS は人工土壌からなる盛土である。本章では、石原ほか (2004a) と田辺ほか (2006a), 田辺ほか (2006b), 田辺ほか (2006c), 田辺ほか (2008b) に基づき、堆積相 SH, BT, BR, MR, TR, TF, TS, TM, SP, SM, SS, PD - DF, MT, MO の記載と解釈を記述する。

4.1 堆積相 SH (下総層群: Shimosa Group)

深度: GS-KM-1, 堆積相 A, 67.2 ~ 65.0 m; SZ, 堆積相 SZ1, 13.0 ~ 10.2 m; GS-KNJ-1, 堆積相 KNJ1, 70.0 ~ 67.7 m; GS-AMG-1, 堆積相 AMG1, 58.0 ~ 57.4 m; HA, 堆積相 HA-Unit 1, 70.0 ~ 60.0 m; MZ, 堆積相 MZ1, 60.0 ~ 58.3 m; TN, 堆積相 TN-Unit 1, 40.0 ~ 36.1 m.

記載: 本堆積相はシルト層と砂層 (第 4 図 a), 礫層から構成され、GS-AMG-1 の堆積相 AMG1 を除いた全ての層相から貝化石や生痕化石が産出する。特に GS-KNJ-1 の堆積相 KNJ1 からは >45,520 BP の放射性炭素年代値を示すバカガイ (*Mactra chinensis* Philippi) が得られている。また、TN の堆積相 TN-Unit 1 には生痕化石の *Macaronichnus segregatis* (奈良, 1994) が多くみられる。

解釈: 本堆積相からは >45,520 BP の放射性炭素年代値を示すバカガイが得られていること、海浜環境の指標となる *Macaronichnus segregatis* (奈良, 1994) がみられることから、中・上部更新統の浅海成堆積物と考えられる。本堆積相はその分布深度に基づいて、遠藤ほか (1983) の下総層群と対比することができる。

4.2 堆積相 BT (埋没段丘堆積物: Buried terrace deposits)

深度: TN, 堆積相 TN-Unit 2, 36.1 ~ 33.7 m.

記載: 本堆積相は礫質・基質支持礫層から構成される。

解釈: 本堆積相は貝化石や生痕化石を伴わない礫層から構成されることから、河成堆積物であると考えられる。本堆積相の分布深度は、沖積層の基底礫層 (堆積相 BR) (井関, 1975) に比べて浅く、遠藤ほか (1983) の埋没段丘礫層と対比することができる。このような礫層は、通常、関東ローム層によって覆われる (遠藤ほか, 1983) が、本堆積相の場合、沖積層の海成堆積物である堆積相 TM によって覆われていることから、

関東ローム層は削剥されたと考えられる。

4.3 堆積相 BR (網状河川堆積物: Braided river sediments)

深度: GS-KM-1, 堆積相 B, 65.0 ~ 58.0 m; GS-KNJ-1, 堆積相 KNJ2, 67.7 ~ 57.8 m; GS-AMG-1, 堆積相 AMG2, 57.4 ~ 52.1 m; HA, 堆積相 HA-Unit 2, 60.0 ~ 52.0 m; MZ, 堆積相 MZ2, 58.3 ~ 53.3 m.

記載: 本堆積相は礫質・基質支持礫層 (第 4 図 b) と平行葉理や斜交層理のみられる礫質な中粒~粗粒砂層から構成される。MZ の堆積相 MZ2 の中粒砂層中には中礫やマッドクラストが点在する。

解釈: 中粒砂以上の粒径をもつ碎屑物から構成される本堆積相は、貝化石や生痕化石を伴わないことから、掃流の影響した河川環境において堆積したと考えられる。また、礫質支持礫層と基質支持礫層は網状河川堆積物の主要な構成要素とされている (Miall, 1992)。よって、本堆積相は網状河川堆積物と解釈できる。MZ2 はその他のコアと異なり、砂を主体とする層相から構成されるが、後述する堆積相 MR の河川チャネル堆積物とは異なり、礫を混入すること、そして MZ の上流の中川低地における GS-MHI-1 の基底礫層 (中西ほか, 2004) と分布深度が一致することから、網状河川堆積物と解釈される。また、本堆積相は分布深度に基づいて、沖積層の基底礫層 (井関, 1975; 遠藤ほか, 1983) と対比することができる。沖積層の基底礫層は開析谷の軸部において下総層群に不整合に累重する (遠藤ほか, 1983)。

4.4 堆積相 MR (蛇行河川堆積物: Meandering river sediments)

深度: GS-KM-1, 堆積相 C, 58.0 ~ 34.5 m; GS-KNJ-1, 堆積相 KNJ3, 57.8 ~ 44.1 m; GS-AMG-1, 堆積相 AMG3, 52.1 ~ 41.0 m; HA, 堆積相 HA-Unit 3, 52.0 ~ 43.0 m; MZ, 堆積相 MZ3, 53.3 ~ 43.0 m.

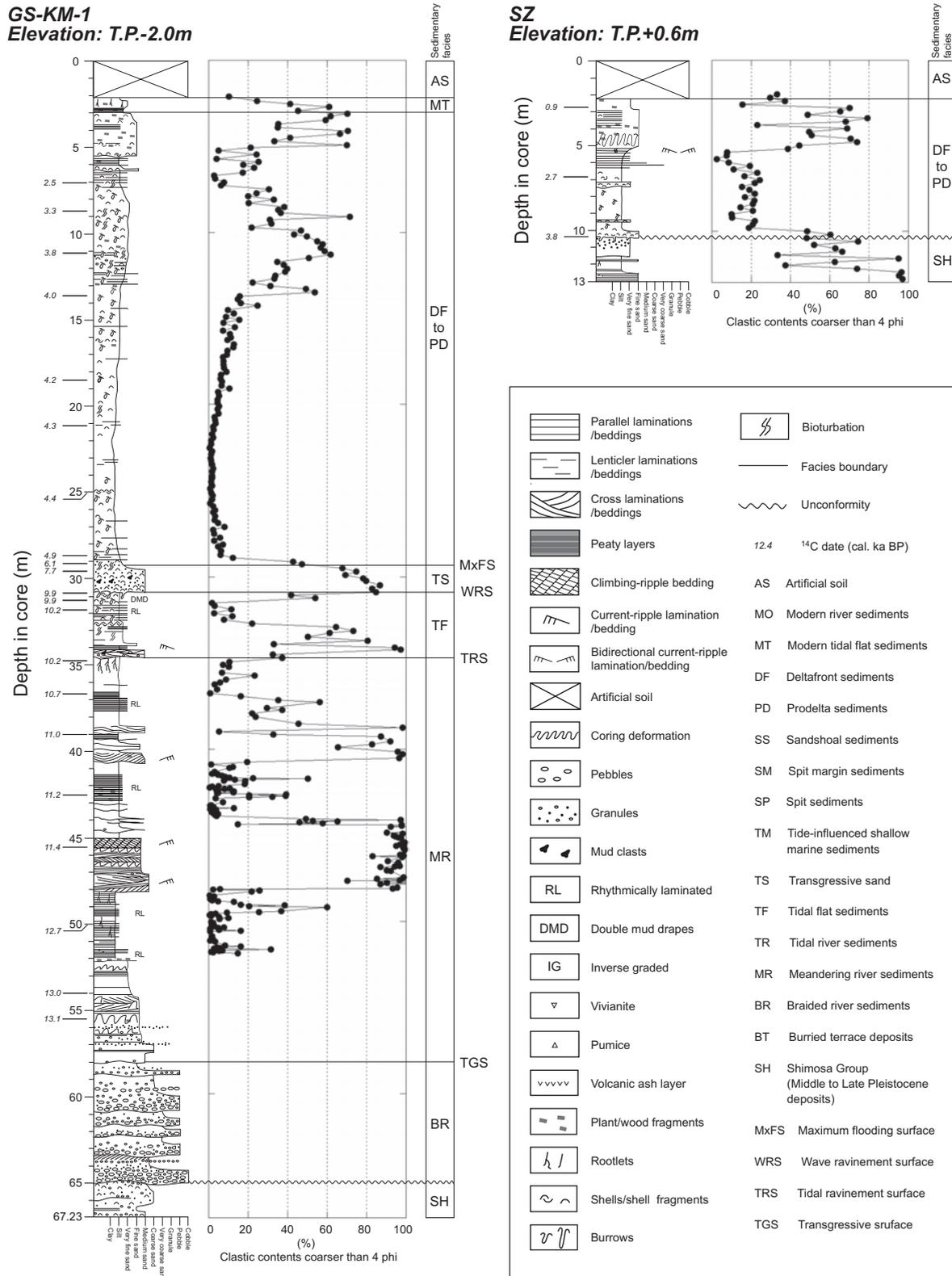
記載: 本堆積相は、木片や植物根の多くみられる、泥炭質もしくは塊状のシルト層 (第 4 図 d) と極細粒~粗粒砂層の互層から構成され、砂層にはトラフ状斜交層理 (第 4 図 c) やカレント・リップル層理、逆グレーディング構造がみられる (第 4 図 e)。GS-KM-1 の堆積相 C の深度 48.0 ~ 45.0 m には、厚層の砂層がみられ、斜交層理のみられる粗粒砂層からクライミング・リップル層理のみられる中粒砂層へと上方細粒化する。

解釈: 貝化石や生痕化石を伴わず、植物根が多くみられることから、本堆積相は河川環境において形成されたことが解釈できる。また、逆グレーディング構造は、自然堤防帯の氾濫原洪水堆積物の示相堆積構造とされている (増田・伊勢屋, 1985)。GS-KM-1 の深度 48.0 ~ 45.0 m の砂層は、中粒砂以上の径をもつ碎屑物から構成され、上方に細粒化することから、掃流の影響の減少に伴い埋積した河川チャネルの堆積物と考えられ

第2表 GS-KM-1とSZ, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ, TN から認定された堆積相。これらの堆積相は既存研究の堆積相コードと対比されている。GS-KM-1の堆積相コードは田辺ほか (2006b), SZとMZは田辺ほか (2008b), GS-KTS-1とGS-KNJ-1は田辺ほか (2006a), GS-AMG-1は田辺ほか (2006c), HAとTNは石原ほか (2004a) に基づく。

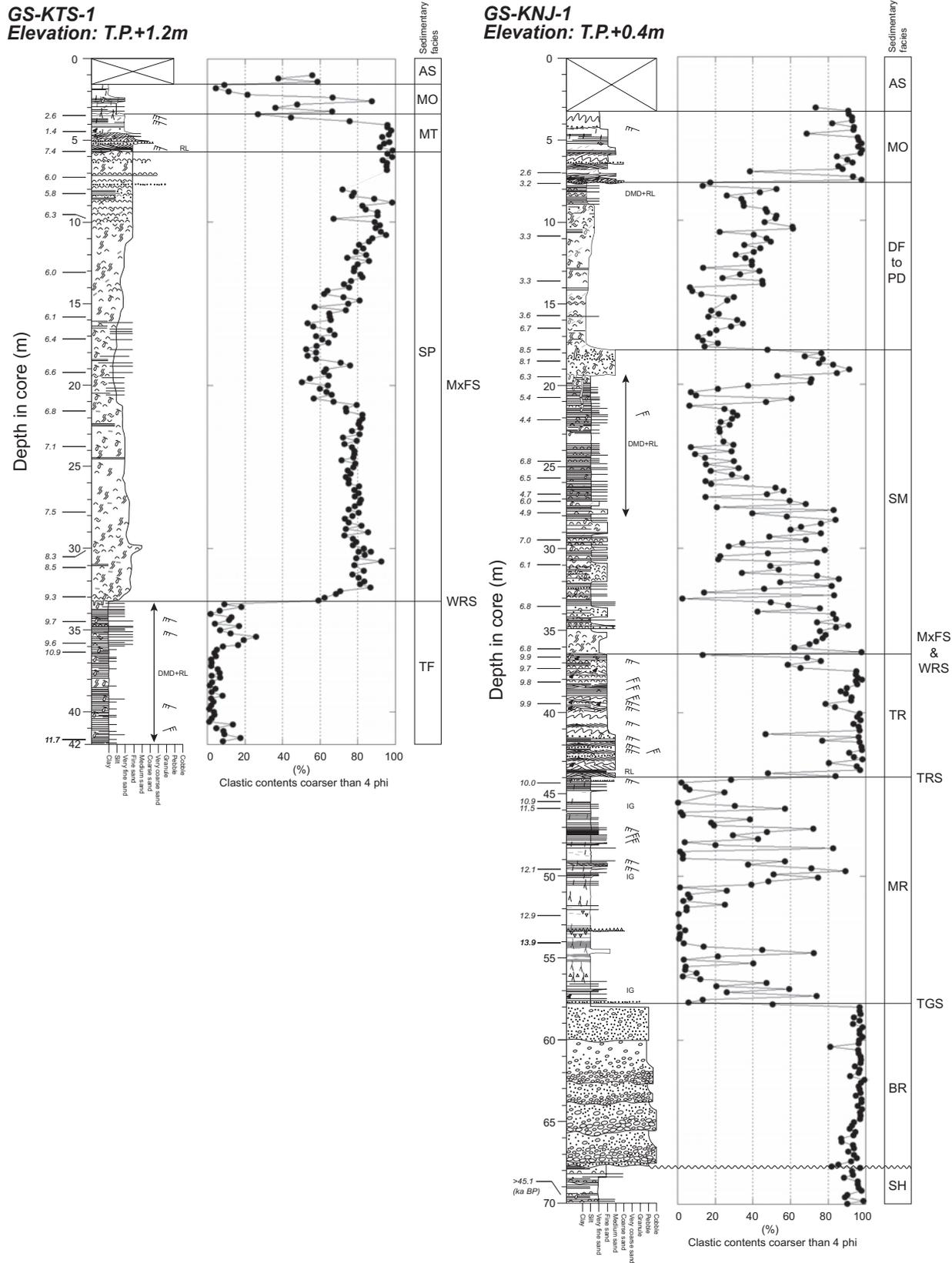
Table 2 Sedimentary facies identified from GS-KM-1, SZ, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ and TN. These sedimentary facies are correlated with the facies code described in previous study. Facies code of GS-KM-1 is after Tanabe *et al.* (2006b), SZ and MZ are after Tanabe *et al.* (2008b), GS-KTS-1 and GS-KNJ-1 are after Tanabe *et al.* (2006a), GS-AMG-1 is after Tanabe *et al.* (2006c), and HA and TN are after Ishihara *et al.* (2004a).

	GS-KM-1	SZ	GS-KTS-1	GS-KNJ-1	GS-AMG-1	HA	MZ	TN
AS (Artificial soil)	Facies I 2.2—0.0 m	SZ4 2.2—0.0 m	KTS6 1.5—0.0 m	KNJ8 3.2—0.0 m	AMG9 1.8—0.0 m	1.4—0.0 m		2.1—0.0 m
MO (Modern river sediments)			KTS5 2.2—1.5 m	KNJ7 7.6—3.2 m	AMG8 2.3—1.8 m		MZ7&8 7.5—0.0 m	
MT (Modern tidal flat sediments)	Facies H 3.0—2.2 m		KTS4 5.7—2.2 m		AMG7 3.6—2.3 m	HA-Unit 8 3.0—1.4 m		TN-Unit 5 4.0—2.1 m
PD-DF (Prodelta to deltafront sediments)	Facies F&G 29.2—3.0 m	SZ2&3 10.2—2.2 m		KNJ6 17.7—7.6 m	AMG6 16.5—3.6 m	HA-Unit 7&8 18.5—3.0 m		TN-Unit 4&5 20.0—4.0 m
SS (Sandshoal sediments)							MZ6 22.0—7.5 m	
SM (Spit margin sediments)				KNJ5 36.3—17.7 m			MZ5 33.9—22.0 m	
SP (Spit sediments)			KTS2&3 33.1—5.7 m					
TM (Tide-influenced shallow marine sediments)					AMG5 26.9—16.5 m	HA-Unit 6 25.0—18.5 m		TN-Unit 3 33.7—20.0 m
TS (Transgressive sand)	Facies E 30.9—29.2 m						MZ5 37.3—33.9 m	
TF (Tidal flat sediments)	Facies D 34.5—30.9 m		KTS1 42.0—33.1 m			HA-Unit 5&6 31.6—25.0 m		
TR (Tidal river sediments)				KNJ4 44.1—36.3 m	AMG4 41.0—26.9 m	HA-Unit 4 43.0—31.6 m	MZ4 43.0—37.3 m	
MR (Meandering river sediments)	Facies C 58.0—34.5 m			KNJ3 57.8—44.1 m	AMG3 52.1—41.0 m	HA-Unit 3 52.0—43.0 m	MZ3 53.3—43.0 m	
BR (Braided river sediments)	Facies B 65.0—58.0 m			KNJ2 67.7—57.8 m	AMG2 57.4—52.1 m	HA-Unit 2 60.0—52.0 m	MZ2 58.3—53.3 m	
BT (Buried terrace deposits)								TN-Unit 2 36.1—33.7 m
SH (Shimosa Group)	Facies A 67.2—65.0 m	SZ1 13.0—10.2 m		KNJ1 70.0—67.7 m	AMG1 58.0—57.4 m	HA-Unit 1 70.0—60.0 m	MZ1 60.0—58.3 m	TN-Unit 1 40.0—36.1 m



第3図 GS-KM-1とSZ, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ, TNのボーリング柱状図。GS-KM-1は田辺ほか(2006b)と宮地ほか(2004), SZとMZは田辺ほか(2008b), GS-KTS-1とGS-KNJ-1は田辺ほか(2006a), GS-AMG-1は田辺ほか(2006c)に基づく。HAとTNは石原ほか(2004a)を改編した。

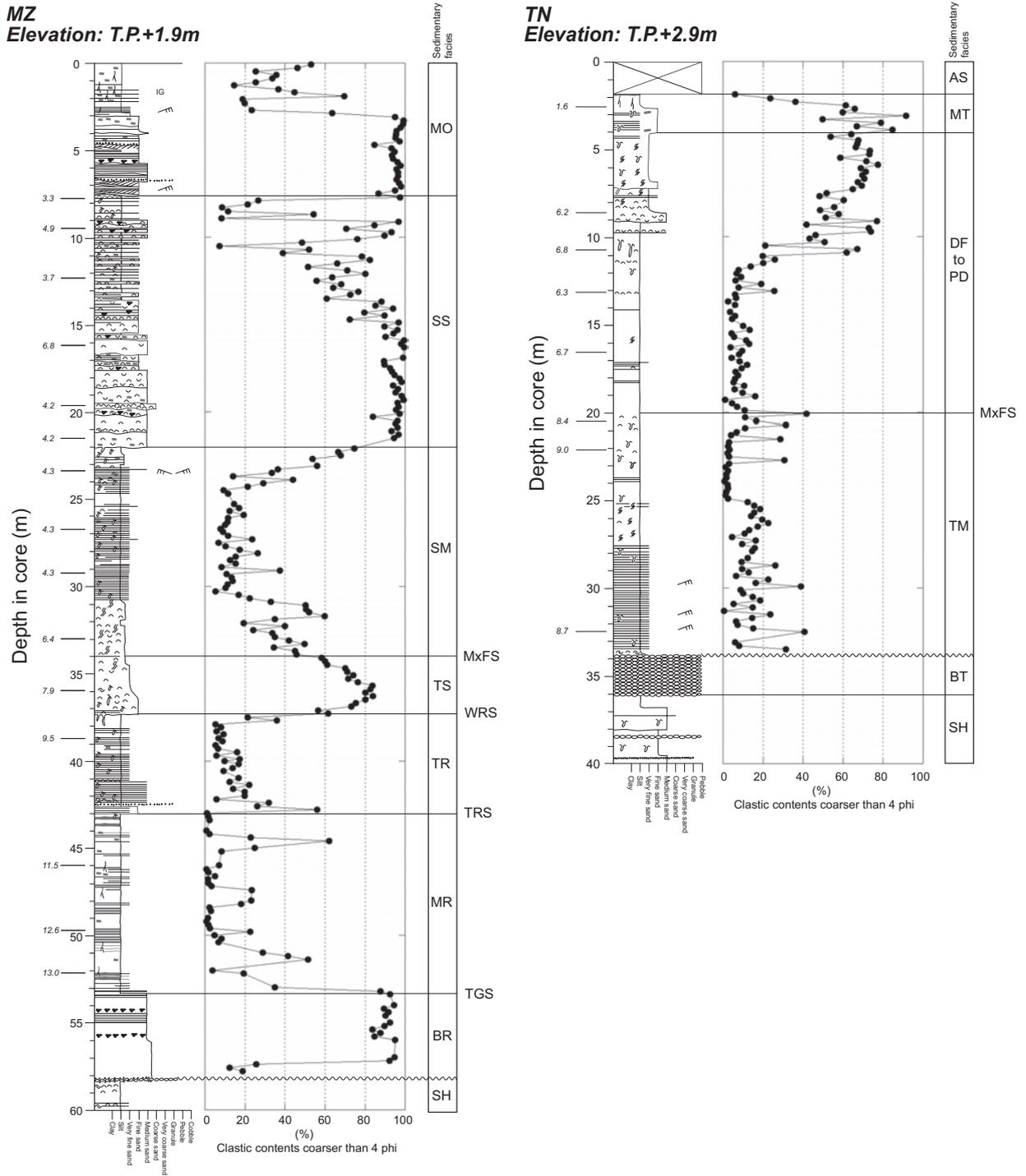
Fig. 3 Sedimentary columns of GS-KM-1, SZ, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ and TN. Sedimentary column of GS-KM-1 is after Tanabe *et al.* (2006b) and Miyachi *et al.* (2004). Columns SZ and MZ are after Tanabe *et al.* (2008b) while GS-KTS-1 and GS-KNJ-1 are after Tanabe *et al.* (2006a). Column GS-AMG-1 is after Tanabe *et al.* (2006c), and HA and TN are modified after Ishihara *et al.* (2004a).



第3図 (つづき).

Fig. 3 (continued).

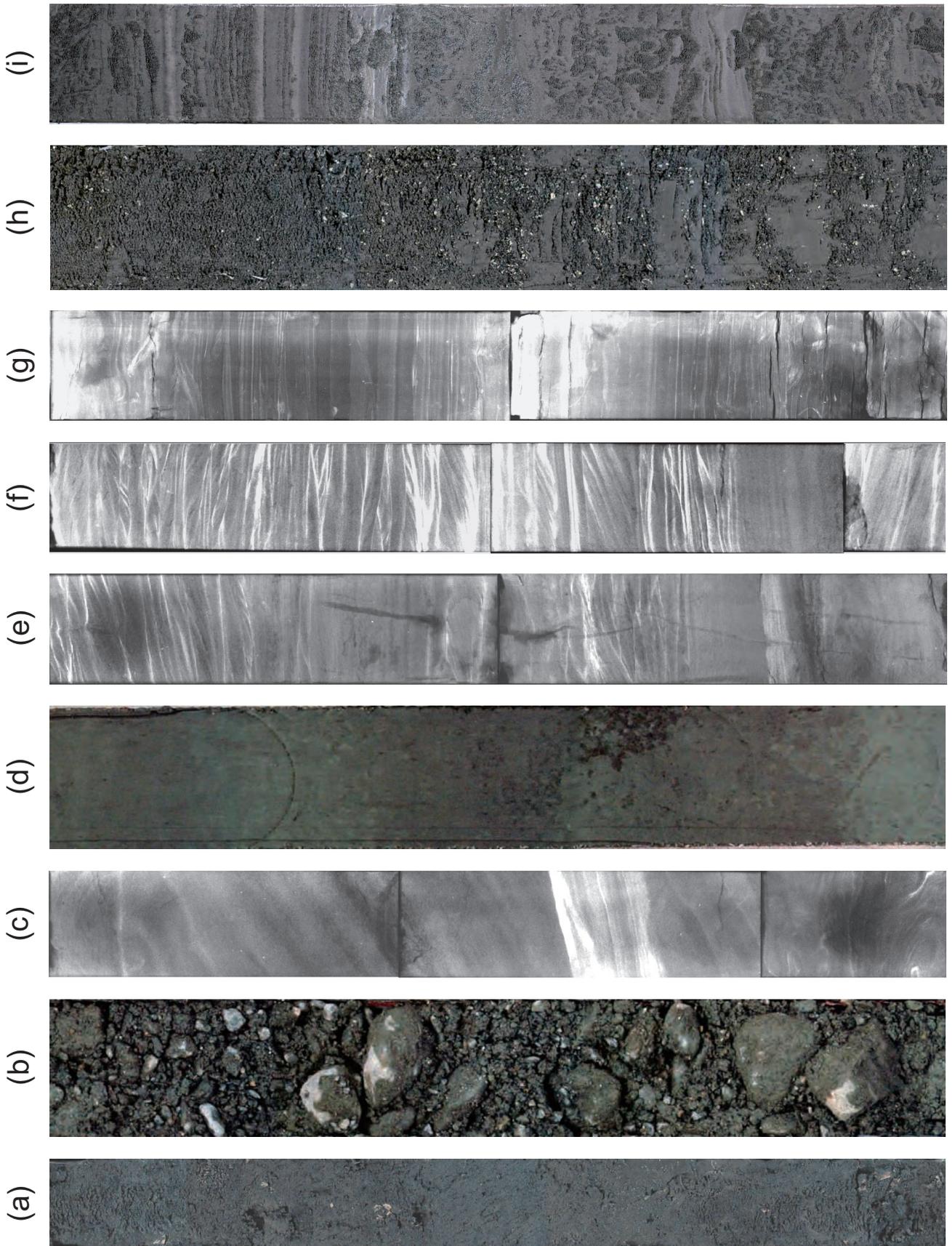
東京低地北部における沖積層のシーケンス層序と古地理 (田辺ほか)



第3図 (つづき).

Fig. 3 (continued).

10cm



10cm



(r)



(q)



(p)



(o)



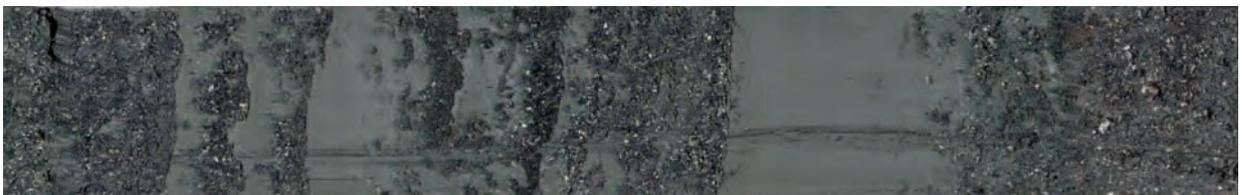
(n)



(m)



(l)



(k)



(j)



第4図 東京低地北部における堆積相の写真。

(a) 下総層群, GS-KM-1, 掘削深度 66.75 ~ 67.25 m, 貝殻混じりの砂層。 (b) 網状河川堆積物, GS-KNJ-1, 掘削深度 67.10 ~ 67.60 m, 礫質・基質支持礫層。 (c) 蛇行河川堆積物, GS-AMG-1, 掘削深度 50.20 ~ 50.70 m, トラフ型斜交層理砂層。軟エックス線写真 (陰画)。 (d) 蛇行河川堆積物, GS-KNJ-1, 掘削深度 55.10 ~ 55.60 m, 泥炭質なシルト層と塊状シルト層の互層。 (e) 蛇行河川堆積物, GS-KNJ-1, 掘削深度 49.40 ~ 49.90 m, 砂泥互層。植物根がみられるシルト層からカレント・リップル層理のみられる砂層に逆級化する。軟エックス線写真 (陰画)。 (f) 潮汐河川堆積物, GS-AMG-1, 掘削深度 34.15 ~ 34.65 m, ヘリンボーン構造を示すカレント・リップル層理砂層。軟エックス線写真 (陰画)。 (g) 干潟堆積物, GS-KTS-1, 掘削深度 36.50 ~ 37.00 m, ダブルマッドドレイブがみられる砂泥細互層。軟エックス線写真 (陰画)。 (h) 干潟堆積物 ~ 海進砂, GS-KM-1, 掘削深度 30.65 ~ 31.15 m, 30.90 m を境として, 砂泥細互層 (干潟堆積物) にシルト質砂層 (海進砂) が累重する。 (i) 潮汐の影響した浅海成堆積物, GS-AMG-1, 掘削深度 24.00 ~ 24.50 m, リズミカルな砂泥細互層。写真の下半分は生物攪乱を受けている。 (j) 砂嘴縁刃堆積物, GS-KTS-1, 掘削深度 28.00 ~ 28.50 m, 生物攪乱を強く受けたシルト質砂層。 (k) 砂嘴堆積物, GS-KM-1, 掘削深度 7.30 ~ 7.80 m, 貝殻混じりの砂層と生痕化石のみられるシルト層の互層。 (m) プロデルタ ~ デルタ層の互層。 (n) プロデルタ ~ デルタ層の互層。 (o) プロデルタ ~ デルタ層の互層。 (p) 現世の干潟堆積物, GS-AMG-1, 掘削深度 2.50 ~ 3.00 m, 泥炭質なシルト層と生物攪乱を受けた砂層の互層。 (q) 現世の河川堆積物, GS-KNJ-1, 掘削深度 5.30 ~ 5.80 m, 塊状砂層。マッドクラストが点在する。 (r) 現世の河川堆積物 ~ 盛土, GS-AMG-1, 掘削深度 2.00 ~ 2.50 m, 泥炭質なシルト層 (氾濫原堆積物) にレンガ混じりの盛土が累重する。

Fig. 4 Selected photographs of sedimentary facies identified in the northern part of Tokyo Lowland.

(a) Shimosa Group, GS-KM-1, 66.75–67.25 m depth, shell scattered sand. (b) Braided river sediments, GS-KNJ-1, 67.10–67.60 m depth, clast- and matrix-supported gravels. (c) Meandering river sediments, GS-AMG-1, 50.20–50.70 m depth, trough cross-stratified sand. Radiograph (negative). (d) Meandering river sediments, GS-KNJ-1, 55.10–55.60 m depth, alternation of peaty silt and massive silt. (e) Meandering river sediments, GS-KNJ-1, 49.40–49.90 m depth, sand-mud alternation. Rooted silt inversely grades into current-ripple cross-stratified sand. Radiograph (negative). (f) Tidal river sediments, GS-AMG-1, 34.15–34.65 m depth, herringbone cross-stratified sand. Radiograph (negative). (g) Tidal flat sediments, GS-KTS-1, 36.50–37.00 m depth, thinly-bedded sand-mud alternation containing double mud drapes. Radiograph (negative). (h) Tidal flat sediments to transgressive sand, GS-KM-1, 30.65–31.15 m depth, silty sand (transgressive sand) overlies thinly-bedded sand-mud alternation (tidal flat sediments) at 30.90 m depth. (i) Tide-influenced shallow marine sediments, GS-AMG-1, 24.00–24.50 m depth, rhythmically laminated sand and mud. Lower half of this picture is bioturbated. (j) Spit sediments, GS-KTS-1, 28.00–28.50 m depth, strongly bioturbated silty sand. (k) Spit sediments, GS-KTS-1, 7.30–7.80 m depth, shell scattered sand. (l) Spit margin sediments, GS-KNJ-1, 34.20–34.70 m depth, alternation of shell scattered sand and bioturbated silt. (m) Prodelta to deltafront sediments, GS-KM-1, 27.65–28.15 m depth, massive silt. (n) Prodelta to deltafront sediments, GS-KNJ-1, 13.40–13.90 m depth, strongly bioturbated sandy silt with *Psilonichnus* isp. Radiograph (negative). (o) Prodelta to deltafront sediments, GS-KM-1, 3.85–4.35 m depth, sand intercalated with silt bed/lamination. (p) Modern tidal flat sediments, GS-AMG-1, 2.50–3.00 m depth, peaty silt and bioturbated sand. (q) Modern river sediments, GS-KNJ-1, 5.30–5.80 m depth, massive sand. Mud clasts are scattered. (r) Modern floodplain sediments to artificial soil, GS-AMG-1, 2.00–2.50 m depth, artificial soil with bricks overlies peaty silt (modern river sediments).

る。本堆積相では、このような氾濫原堆積物と河川チャネル堆積物が互層をなしていることから、河道の側方移動に伴う、河川チャネルから氾濫原への環境変化によって形成されたと考えられる。このような堆積相は蛇行河川において特徴的であり (Miall, 1992)、本堆積相は蛇行河川堆積物と解釈できる。

4.5 堆積相 TR (潮汐河川堆積物 : Tidal river sediments)

深度 : GS-KNJ-1, 堆積相 KNJ4, 44.1 ~ 36.3 m ; GS-AMG-1, 堆積相 AMG4, 41.0 ~ 26.9 m ; HA, 堆積相 HA-Unit 4, 43.0 ~ 31.6 m ; MZ, 堆積相 MZ4, 43.0 ~ 37.3 m.

記載 : 本堆積相は極細粒~粗粒砂層と砂泥細互層から構成され、極細粒~粗粒砂層にはカレント・リップル層理、二方向流を示すカレント・リップル層理、ヘリンボーン斜交層理 (第4図 f) がみられる。GS-KNJ-1 の堆積相 KNJ4 と GS-AMG-1 の堆積相 AMG4 は、極細粒~粗粒砂層から構成され、細粒もしくは粗粒砂層から、それぞれ極細粒砂層、細粒砂層へと上方細粒化する。MZ の堆積相 MZ4 は、層厚が 2 cm 以下の極細粒~中粒砂葉理・層理とシルト葉理・層理の細互層から構成され、砂層の粒度と層厚が減少することにより、上方細粒化する。本堆積相からは離弁のヌマコダキガイ類 (*Potamocorbula* sp.) とヤマトシジミ (*Corbicula japonica* Prime), 生痕化石, 木片が産出する。

解釈 : 本堆積相には、二方向流を示すカレント・リップル層理、ヘリンボーン斜交層理、砂泥細互層がみられることから、潮汐の影響した環境において形成されたことが解釈できる。また、本堆積相に認められる上方細粒化傾向は、潮汐河川の埋積などによる流速の減少をしめしている可能性がある (Dalrymple, 1992)。砂泥細互層は潮汐の影響した環境において広く認められ (Reineck and Singh, 1980)、ヌマコダキガイ類とヤマトシジミは、それぞれ潮間帯の泥質干潟と汽水の影響した河口域に特徴的に生息する (奥谷, 2000 ; 中島ほか, 2006)。以上のことから、本堆積相は潮下帯の潮汐河川堆積物と考えられる。ヌマコダキガイ類は離弁であることから、泥質干潟からもたらせ、再堆積したと考えられる。

4.6 堆積相 TF (干潟堆積物 : Tidal flat sediments)

深度 : GS-KM-1, 堆積相 D, 34.5 ~ 30.9 m ; GS-KTS-1, 堆積相 KTS1, 42.0 ~ 33.1 m ; HA, 堆積相 HA-Unit 5 and 6, 31.6 ~ 25.0 m.

記載 : 本堆積相は、シルト層と極細粒~中粒砂層の互層や層厚が 1 cm 以下のシルトの葉理と極細粒砂の葉理の砂泥細互層、生物攪乱を受けた極細粒砂層から構成され、ダブルマッドドレイプ (第4図 g) やカレント・リップル層理がみられることを特徴とする。本堆積相からは、合弁のヌマコダキガイ類やヤマトシジミが産

出する。GS-KM-1 の堆積相 D の基底には斜交層理のみられる中粒砂層が分布する。GS-KTS-1 の堆積相 KTS1 最上部の砂泥細互層は上方細粒化する。

解釈 : 砂泥細互層やダブルマッドドレイプがみられ、合弁のヌマコダキガイ類が産出することから、本堆積相は干潟堆積物であることが解釈できる。砂泥細互層やダブルマッドドレイプは潮汐の影響した環境において広く認められ (Reineck and Singh, 1980)、ヌマコダキガイ類は潮間帯の泥質干潟に特徴的に生息する (中島ほか, 2006)。GS-KM-1 の基底にみられる砂層は中粒砂から構成されることから、干潟に分布する、掃流が卓越した潮汐チャネル堆積物の可能性がある。GS-KTS-1 の堆積相 KTS1 最上部は上方細粒化することから潮汐チャネル堆積物を含む可能性がある。

4.7 堆積相 TS (海進砂 : Transgressive sand)

深度 : GS-KM-1, 堆積相 E, 30.9 ~ 29.2 m ; MZ, 堆積相 MZ5, 37.3 ~ 33.9 m.

記載 : 本堆積相は離弁の貝化石やマッドクラストが点在するシルト質の細粒~中粒砂層 (第4図 h) から構成されており、堆積相の上部は生物攪乱を受けている。本堆積相からは、ヌマコダキガイ類、バカガイ、バイ (*Babylonia japonica* (Reeve)) が産出する。GS-KM-1 の堆積相 D には、堆積相を通じてよく円磨された中礫とヌマコダキガイ類が点在し、堆積相の上部においてバカガイが点在する。

解釈 : 本堆積相は、GS-KM-1 では堆積相 TF (干潟堆積物) に累重し、後述する堆積相 PD - DF (プロデルタ~デルタフロント堆積物) によって被覆されている。また、MZ では堆積相 TR (潮汐河川堆積物) に累重し、後述する堆積相 SM (砂嘴縁辺堆積物) によって被覆されていることから、潮間帯から潮下帯にかけて水深の増加 (海進) によって形成されたと考えられる。GS-KM-1 から産出する中礫やヌマコダキガイ類は潮間帯から潮下帯にかけて波浪エネルギーの増加に伴って、コアサイトに隣接する埋没段丘面や干潟から再堆積したと考えられる。ヌマコダキガイ類、バカガイ、バイは、それぞれ潮間帯、潮間帯~潮下帯、潮下帯において特徴的に生息する (奥谷, 2000 ; 中島ほか, 2006)。これらの貝化石が GS-KM-1 の上部や MZ の堆積相 MZ5 において混在するという事は、ヌマコダキガイ類が潮間帯から潮下帯にかけて再堆積したことを支持する。このようなことから、本堆積相は海進に伴う再堆積過程で形成された堆積物と解釈される。

4.8 堆積相 TM (潮汐の影響した浅海成堆積物 : Tide-influenced shallow marine sediments)

深度 : GS-AMG-1, 堆積相 AMG5, 26.9 ~ 16.5 m ; HA, 堆積相 HA-Unit 6, 25.0 ~ 18.5 m ; TN, 堆積相 TN-Unit 3, 33.7 ~ 20.0 m.

記載 : 本堆積相は、シルト~細粒砂層から構成され

ており、砂泥細互層（第4図i）がみられることを特徴とする。砂泥細互層は層厚が1 cm以下のシルトの葉理と極細粒～細粒砂の葉理の互層から構成されており、この細互層中にはカレント・リップル層理やダブルマッドドレイプがみられる。砂泥細互層のみられないシルト～細粒砂層中には貝化石や生痕化石がみられ、一部生物攪乱を受けている。GS-AMG-1の堆積相AMG5にはアナジャコ類などによって形成されたと考えられる *Psilonichnus isp.* (奈良・小竹, 1997) がみられる。本堆積相からは、離弁のヌマコダキガイ類やバカガイ、マガキ類 (*Crassostrea sp.*), ウラカガミ (*Dosinella angulosa* (Philippi)) が産出する。

解釈: 本堆積相からは、潮間帯に特徴的に生息するヌマコダキガイ類や潮間～潮下帯に特徴的に生息するバカガイとマガキ類、潮下帯に特徴的に生息するウラカガミが混在して産出する (奥谷, 2000; 中島ほか, 2006) ことから、潮下帯において形成されたと考えられる。潮間帯の貝化石は潮下帯に再堆積したと考えられる。その一方で、砂泥細互層やダブルマッドドレイプは潮汐の影響した堆積構造をしめしており (Reineck and Singh, 1980), 本堆積相が潮汐の影響した浅海において形成されたことを示唆している。なお、石原ほか (2004a) は本堆積相に相当するTNのTN-Unit 3を干潟堆積物として解釈しているが、「放射性炭素年代値」の章において後述するように、この堆積相から得られた放射性炭素年代値と海水準とを比較すると、堆積環境は潮下帯の古水深を示す。また、石原ほか (2004a) のTN-Unit 3の上限には顕著な層相境界が認められないことから、本論ではTN-Unit 3の上限の深度を20.0 mに変える。深度20.0 mは貝殻と生痕混じりのシルト層から塊状シルト層の層相境界として認定され、塊状シルト層は上方粗粒化することから、後述する堆積相PD-DFに相当すると考えられる。

4.9 堆積相 SP (砂嘴堆積物 : Spit sediments)

深度 : GS-KTS-1, 堆積相 KTS2 and 3, 33.1 ~ 5.7 m.

記載: 本堆積相は上方粗粒化する砂質シルト～中粒砂層から構成されており、生物攪乱を強く受けている (第4図j, k)。本堆積相にはマッドクラストや貝化石が含まれる。貝化石は、ヌマコダキガイ類とバカガイ、ウラカガミ、チヨノハナガイ (*Raetellops pulchellus* (Adams et Reeve)), シラトリガイ類 (*Macoma sp.*), クサビザラ (*Cadella delta* (Yokoyama)), モモノハナガイ類 (*Moerella sp.*), ツキガイモドキ (*Lucinoma annulatum* (Reeve)), マテガイ類 (*Solen sp.*), キサゴ類 (*Umbonium sp.*) からなる。

解釈: 本堆積相からは、潮間帯に特徴的に生息するヌマコダキガイ類や潮間～潮下帯に特徴的に生息するバカガイ、シラトリガイ類、モモノハナガイ類、マテガイ類、キサゴ類、潮下帯に特徴的に生息するウラカ

ガミ、チヨノハナガイ、クサビザラ、ツキガイモドキ (奥谷, 2000; 中島ほか, 2006) が混在して産出することから、潮下帯において形成されたと考えられる。本堆積相と対比されるボーリング柱状図資料は、「堆積システム」の章において後述するように、下総台地の縁から伸長する砂体を構成していることから、砂嘴堆積物と解釈することができる。

4.10 堆積相 SM (砂嘴縁辺堆積物 : Spit margin sediments)

深度 : GS-KNJ-1, 堆積相 KNJ5, 36.3 ~ 17.7 m ; MZ, 堆積相 MZ5, 32.0 ~ 22.0 m.

記載: 本堆積相は上方細粒化する砂泥互層 (第4図l) もしくは砂泥細互層から構成されており、これらの層相にはカレント・リップル層理、二方向流を示すカレント・リップル層理、ダブルマッドドレイプがみられる。砂層は極細粒～中粒砂、泥層はシルトの粒径をもつ碎屑物から構成される。本堆積相からは、ヌマコダキガイ類、バカガイ、クサビザラ、マテガイ類、ナミガイ (*Panopea japonica* A. Adams), アサリ (*Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve)), ヒメカノコアサリ (*Veremolpa micra* (Pilsbry)), マメクルミガイ (*Nucula paulula* A. Adams), ヒメマスオガイ (*Cryptomya busoensis* Yokoyama) が産出する。

解釈: 二方向流を示すカレント・リップル層理やダブルマッドドレイプは潮汐の影響を示す (Reineck and Singh, 1980)。また、ヌマコダキガイ類は潮間帯、ナミガイ、アサリ、ヒメカノコアサリ、マメクルミガイ、マテガイ類、ヒメマスオガイ、バカガイは潮間～潮下帯、クサビザラは潮下帯に特徴的に生息する (奥谷, 2000; 中島ほか, 2006) ことから、本堆積相は潮下帯において形成されたと考えられる。潮間帯の貝化石は潮下帯に運ばれたと考えられる。本堆積相は、「堆積システム」の章において後述するように、砂嘴堆積物の縁辺に分布することから、砂嘴縁辺堆積物と解釈することができる。

4.11 堆積相 SS (サンドショール堆積物 : Sand shoal sediments)

深度 : MZ, 堆積相 MZ6, 22.0 ~ 7.5 m.

記載: 本堆積相は上方細粒化する砂層と砂泥細互層から構成され、砂層は細粒～粗粒の粒径をもつ碎屑物から構成されている。本堆積相からはバカガイ、ヒメカノコアサリ、キサゴ類、アサリ、ヒメマスオガイ、マツヤマワスレ (*Callista chinensis* (Holtén)), ハマグリ (*Meretrix lusoria* (Röding)) が産出する。

解釈: 本堆積相からは、潮間～潮下帯に特徴的に生息するバカガイ、ヒメカノコアサリ、キサゴ類、ハマグリ、アサリ、ヒメマスオガイと潮下帯に特徴的に生息するマツヤマワスレ (奥谷, 2000) が混在して産出することから、潮下帯において形成されたと考えられ

る。本堆積相は、「堆積システム」の章において後述するように、砂嘴堆積物から派生した細長い砂体を形成していることから、田辺ほか (2008b) にしたがって、サンドショール堆積物と解釈する。

4.12 堆積相 PD - DF (プロデルタ～デルタフロント堆積物 : Prodelta to deltafront sediments)

深度 : GS-KM-1, 堆積相 F and G, 29.2 ~ 3.0 m ; SZ, 堆積相 SZ2 and 3, 10.2 ~ 2.2 m ; GS-KNJ-1, 堆積相 KNJ6, 17.7 ~ 7.6 m ; GS-AMG-1, 堆積相 AMG6, 16.5 ~ 3.6 m ; HA, 堆積相 HA-Unit 7 and 8, 18.5 ~ 1.4 m ; TN, 堆積相 TN-Unit 4 and 5, 20.0 ~ 2.1 m.

記載 : 本堆積相は、シルト層 (第4図 m) から、砂泥互層 (第4図 o) もしくは細粒～中粒砂層へと上方粗粒化する層相から構成されている。本堆積相には、カレント・リップル層理, 二方向流を示すカレント・リップル層理, 貝化石, 生痕化石, 生物攪乱, 木片がみられる。貝化石はウラカガミ, ヒメマスオガイ, チヨノハナガイ, ヌマコダキガイ類, バカガイ, オオノガイ (*Mya japonica* Jay), バイ (*Babylonia japonica* (Reeve)) から構成されており, 生痕化石はアナジャコ類などによって形成されたと考えられる *Psilonichnus* isp. (第4図 n) を含む。木片の含有量は本堆積相の下部から上部に向かって増加する。

解釈 : 本堆積相は、上方粗粒化し、木片の含有量が下部から上部に向かって増加することから、デルタなどの河口の前進に伴う河川の影響の増加によって形成されたと考えられる (Bhattacharya and Walker, 1992)。ヌマコダキガイ類とオオノガイは潮間帯, ヒメマスオガイとバカガイは潮間～潮下帯, ウラカガミとチヨノハナガイ, バイは潮下帯に特徴的に生息する (奥谷, 2000 ; 中島ほか, 2006) ことから、潮間帯の貝化石は潮下帯に再堆積したと考えられる。このようなことから、本堆積相はプロデルタ～デルタフロントで形成された堆積物と解釈できる。

4.13 堆積相 MT (現世の干潟堆積物 : Modern tidal flat sediments)

深度 : GS-KM-1, 堆積相 H, 3.0 ~ 2.2 m ; GS-KTS-1, 堆積相 KTS4, 5.7 ~ 2.2 m ; GS-AMG-1, 堆積相 AMG7, 3.6 ~ 2.3 m ; HA, 堆積相 HA-Unit 8, 3.0 ~ 1.4 m ; TN, 堆積相 TN-Unit 5, 4.0 ~ 2.1 m.

記載 : 本堆積相は生痕化石と生物攪乱, 植物根のみられるシルト～粗粒砂層 (第4図 p) から構成され, 砂層中にはカレント・リップル層理がみられる。GS-KTS-1の堆積相 KTS4は粗粒砂から極細粒砂へと上方細粒化する砂層から構成されている。

解釈 : 本堆積相からは生痕化石と植物根が混在して産出することから、塩水湿地のような汽水環境において形成されたと考えられる。GS-KTS-1における上方細粒化砂層は、塩水湿地環境に存在する河川チャネルが

埋積された結果、形成された可能性がある。GS-KM-1とGS-KTS-1, GS-AMG-1, HAにおける、この堆積相の分布深度は、各サイトにおける地盤沈下量を補正した潮間帯の分布深度と一致することから、現世の干潟堆積物と解釈される。

4.14 堆積相 MO (現世の河川堆積物 : Modern river sediments)

深度 : GS-KTS-1, 堆積相 KTS5, 2.2 ~ 1.5 m ; GS-KNJ-1, 堆積相 KNJ7, 7.6 ~ 3.2 m ; GS-AMG-1, 堆積相 AMG8, 2.3 ~ 1.8 m ; MZ, 堆積相 MZ7 and 8, 7.5 ~ 0.0 m.

記載 : 本堆積相は植物根のみられるシルト層 (第4図 r) と粗粒もしくは中粒砂から細粒砂へと上方細粒化する砂層 (第4図 q) から構成され, シルト層中には逆グレーディング構造のみられる砂層, 砂層中にはカレント・リップル層理とマッドクラストがみられる。

解釈 : 本堆積相のシルト層には植物根や逆グレーディング構造がみられ, 盛土の直下の地表面を構成していることから、氾濫原堆積物と考えられる。逆グレーディング構造は、自然堤防帯の氾濫原洪水堆積物の示相堆積構造とされている (増田・伊勢屋, 1985)。また、本堆積相の砂層は上方細粒化し, 氾濫原の泥層へと岩相が漸移変化することから、河川チャネルの埋積に伴う堆積物と考えられる。これらのことから、本堆積相は現世の河川堆積物と解釈される。

5. 放射性炭素年代値

GS-KM-1, SZ, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ, TN から得られた 150 個の貝化石とウニ, 木片, 植物片, 植物根, 泥炭質な泥は, GS-KNJ-1 の標高 -69.02 m から得られたバカガイ (>45,520 BP) を除いて, 最終氷期最盛期以降の放射性炭素年代値 (14,070 ~ 730 cal BP) を有する (第3表)。これらの年代値は, 標高・年代値分布図にプロットし, 堆積曲線を作成した (第5図)。なお, 堆積曲線の作成にあたって, 堆積物の圧密効果は考慮していない。

第5図の堆積曲線は, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ, TN から産出した貝化石と木片の一部が, 再堆積した年代値を有することを示す。再堆積した貝化石や木片のなかには, GS-KNJ-1 の標高 -17.41 m から得られた貝殻片のように, 堆積曲線による見積もりよりも 4500 cal BP 古い年代値を示すものもある。また, 再堆積した貝化石のなかには, GS-AMG-1 の標高 -12.63 m から得られたウラカガミのように, 合弁の貝化石も含まれる。ウニから得られた放射性炭素年代値は堆積年代のよい指標となる。GS-KTS-1 の標高 -40.61 m と -35.11 m から得られた泥炭質の泥は, 堆積年代よりも著しく古い年代値を有すると考えられるこ

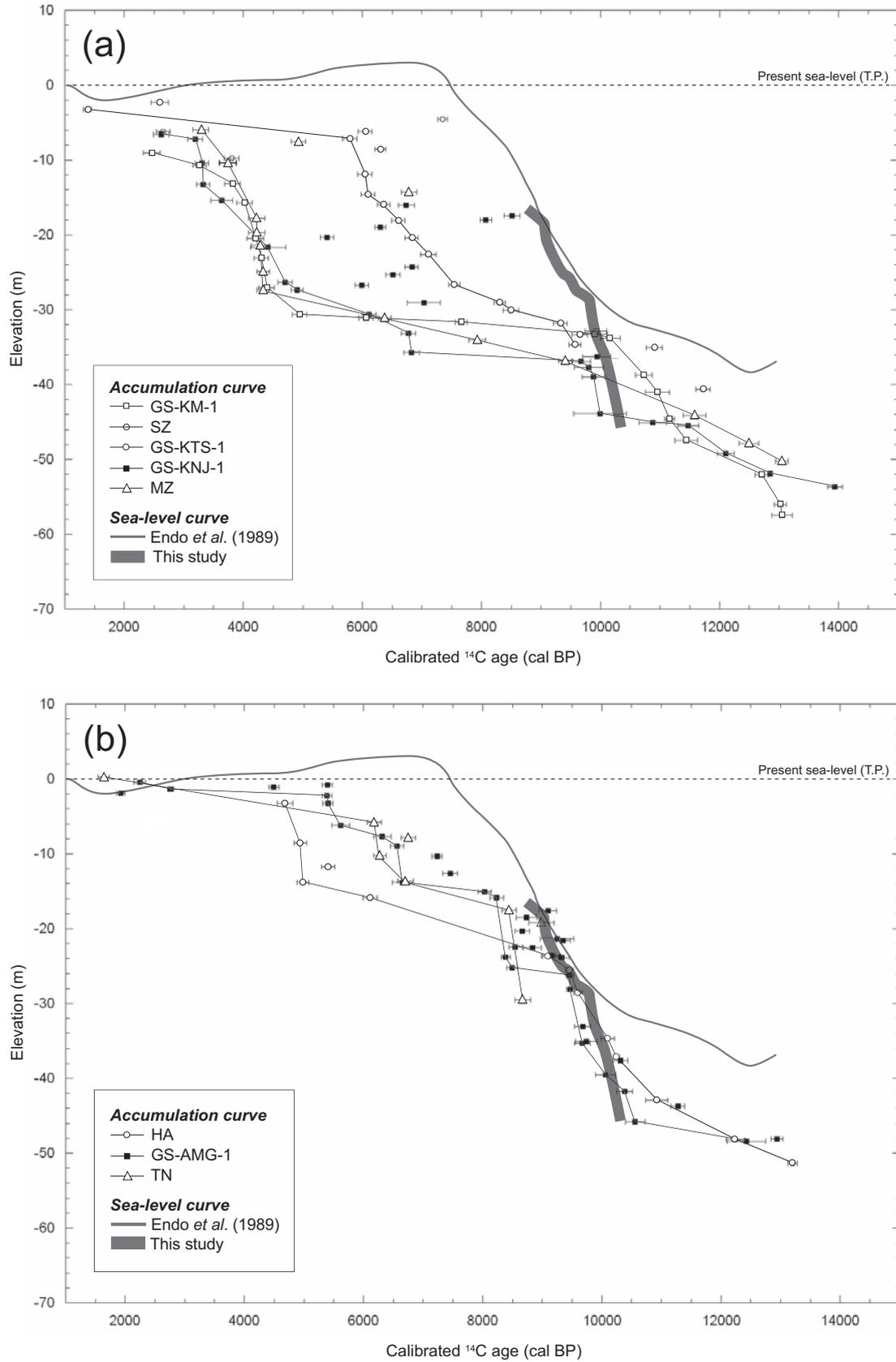
第3表 GS-KM-1 と SZ, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ, TN から得られた放射性炭素年代値. * 第9図の海水準変動曲線の復元に用いたデータ.
 Table 3 Radiocarbon dates obtained from GS-KM-1, SZ, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ and TN. * Data used for the sea-level reconstruction in Fig. 9.

Depth in core (m)	Elevation (m)	Material	Species	Measured ¹⁴ C age (1 range) (BP)		¹³ C (‰)	Conventional ¹⁴ C age (1 range) (BP)		Calibrated ¹⁴ C age (2 range) (cal BP)		Lab #	Reference
				(1 range)	(2 range)		(1 range)	(2 range)				
GS-KM-1												
7.05	-9.04	Shell (jointed)	<i>Raetellops pulchellus</i> (Adams et Reeve)	2350 ± 40	2350 ± 40	-1.8	2730 ± 40	2320—2600	Beta-177895	Miyachi et al. (2004)		
8.74	-10.73	Shell	<i>Dosinella angulosa</i> (Philippi)	2990 ± 40	2990 ± 40	-0.7	3390 ± 40	3150—3370	Beta-177896	Miyachi et al. (2004)		
11.13	-13.12	Shell (jointed)	<i>Cryptomya busuensis</i> Yokoyama	3460 ± 40	3460 ± 40	-0.6	3860 ± 40	3690—3950	Beta-177897	Miyachi et al. (2004)		
13.67	-15.66	Shell	<i>Dosinella angulosa</i> (Philippi)	3620 ± 40	3620 ± 40	-1.1	4010 ± 40	3890—4150	Beta-177898	Miyachi et al. (2004)		
18.44	-20.43	Shell	<i>Dosinella angulosa</i> (Philippi)	3760 ± 40	3760 ± 40	-3.0	4120 ± 40	4060—4340	Beta-177899	Miyachi et al. (2004)		
21.12	-23.11	Echinoderm	—	—	—	-0.9	4220 ± 40	4180—4420	Beta-177900	Miyachi et al. (2004)		
25.05	-27.04	Echinoderm	—	—	—	-1.5	4280 ± 40	4260—4520	Beta-177901	Miyachi et al. (2004)		
28.66	-30.65	Shell fragments	—	—	—	-2.8	4710 ± 40	4820—5060	Beta-183669	Miyachi et al. (2004)		
29.10	-31.09	Shell fragments	—	—	—	0.5	5240 ± 40	5940—6180	Beta-183670	Miyachi et al. (2004)		
29.66	-31.65	Shell fragments	—	—	—	1.7	7180 ± 50	7560—7760	Beta-177902	Miyachi et al. (2004)		
30.88	-32.87	Shell	<i>Potamocorbula</i> sp.	8760 ± 40	8760 ± 40	-1.9	9140 ± 40	9740—10100	Beta-183671	Miyachi et al. (2004)		
* 31.23	-33.22	Shell	<i>Corbicula japonica</i> Prime	8800 ± 50	8800 ± 50	-4.9	9130 ± 50	9690—10110	Beta-177903	Miyachi et al. (2004)		
* 31.85	-33.84	Shell	<i>Potamocorbula</i> sp.	8950 ± 60	8950 ± 60	-1.9	9330 ± 60	9990—10330	Beta-183672	Miyachi et al. (2004)		
34.87	-36.86	Plant fragments	—	—	—	9130 ± 40	9080 ± 40	10180—10300	Beta-183673	Miyachi et al. (2004)		
36.74	-38.73	Wood fragments	—	—	—	9530 ± 50	9490 ± 50	10590—10870	Beta-177905	Miyachi et al. (2004)		
39.05	-41.04	Wood fragments	—	—	—	9600 ± 50	9600 ± 50	10760—11160	Beta-177906	Miyachi et al. (2004)		
42.64	-44.63	Wood fragments	—	—	—	9770 ± 50	9730 ± 50	11080—11240	Beta-177907	Miyachi et al. (2004)		
45.46	-47.45	Wood fragments	—	—	—	10030 ± 50	9980 ± 50	11250—11630	Beta-177908	Miyachi et al. (2004)		
50.06	-52.05	Wood fragments	—	—	—	10720 ± 50	10640 ± 50	12600—12820	Beta-177909	Miyachi et al. (2004)		
54.01	-56.00	Wood fragments	—	—	—	10930 ± 50	11120 ± 50	12920—13120	Beta-177910	Miyachi et al. (2004)		
55.43	-57.42	Wood fragments	—	—	—	11090 ± 105	11140 ± 105	12880—13220	JNC-5569	Miyachi et al. (2004)		
SZ												
2.72	-2.11	Wood fragments	—	—	—	960±70	970±70	730—990	Beta-189146	Tanabe et al. (2008b)		
6.82	-6.21	Shell (jointed)	<i>Dosinella angulosa</i> (Philippi)	2510±40	2510±40	-0.4	2910±40	2540—2770	Beta-189147	Tanabe et al. (2008b)		
10.35	-9.74	Shell	<i>Dosinella angulosa</i> (Philippi)	3430±40	3430±40	0.8	3850±40	3680—3930	Beta-189148	Tanabe et al. (2008b)		
GS-KTS-1												
3.45	-2.26	Plant fragments	—	—	—	2530±40	2500±40	2450—2740	Beta-189819	Tanabe et al. (2006a)		
4.40	-3.21	Root	—	—	—	1470±50	1500±50	1310—1450	NIES-TERRA-b122004a31	Tanabe et al. (2006a)		
5.72	-4.53	Shell	<i>Umbonium</i> sp.	6410±40	6410±40	1.0	6840±40	7270—7430	Beta-189820	Tanabe et al. (2006a)		
7.33	-6.14	Shell	<i>Maetra chinensis</i> Philippi	5240±50	5240±50	-0.1±1.3	5640±40	5930—6160	NIES-TERRA-b013105a07	Tanabe et al. (2006a)		
8.27	-7.08	Shell	<i>Maetra chinensis</i> Philippi	4980±50	4980±50	2.8±1.7	5430±50	5670—5910	NIES-TERRA-b013105a08	Tanabe et al. (2006a)		
9.71	-8.52	Shell	<i>Maetra chinensis</i> Philippi	5470±40	5470±40	0.3	5880±40	6210—6390	Beta-189821	Tanabe et al. (2006a)		
13.10	-11.91	Shell	<i>Solen</i> sp.	5220±50	5220±50	0.3±1.2	5630±40	5920—6160	NIES-TERRA-b013105a10	Tanabe et al. (2006a)		
15.74	-14.55	Shell fragments	—	—	—	5300±40	5690±40	5980—6210	Beta-189822	Tanabe et al. (2006a)		
17.15	-15.96	Shell (jointed)	<i>Dosinella angulosa</i> (Philippi)	5570±50	5570±50	-3.0±1.3	5930±50	6250—6460	NIES-TERRA-b013105a11	Tanabe et al. (2006a)		
19.24	-18.05	Shell	<i>Lucinoma annulatum</i> (Reeve)	5800±40	5800±40	-2.4	6170±40	6490—6720	Beta-189823	Tanabe et al. (2006a)		
21.55	-20.36	Shell	<i>Moerella</i> sp.	5970±40	5970±40	-1.3	6360±40	6720—6940	Beta-189824	Tanabe et al. (2006a)		
23.77	-22.58	Shell	<i>Cadella delta</i> (Yokoyama)	6200±50	6200±50	-0.4±1.1	6590±50	6980—7240	NIES-TERRA-b013105a12	Tanabe et al. (2006a)		
27.80	-26.61	Shell	<i>Macoma</i> sp.	6640±50	6640±50	1.3±1.5	7060±50	7450—7640	NIES-TERRA-b013105a13	Tanabe et al. (2006a)		
30.23	-29.04	Shell (jointed)	<i>Raetellops pulchellus</i> (Adams et Reeve)	7430±40	7430±40	1.1	7860±40	8210—8400	Beta-189825	Tanabe et al. (2006a)		
31.24	-30.05	Shell fragments	—	—	—	7530±50	8030±60	8370—8620	NIES-TERRA-b013105a14	Tanabe et al. (2006a)		
33.01	-31.82	Shell	<i>Potamocorbula</i> sp.	8250±40	8250±40	-0.7	8650±40	9210—9440	Beta-189826	Tanabe et al. (2006a)		
34.47	-33.28	Shell	<i>Potamocorbula</i> sp.	8610±40	8610±40	-2.9	8970±40	9520—9780	Beta-189827	Tanabe et al. (2006a)		
35.83	-34.64	Shell	<i>Potamocorbula</i> sp.	8530±40	8530±40	-2.3	8900±40	9470—9670	Beta-189828	Tanabe et al. (2006a)		
36.30	-35.11	Organic mud	—	—	—	9570±40	9610±40	10770—11040	Beta-189815	Tanabe et al. (2006a)		
41.80	-40.61	Organic mud	—	—	—	10070±40	10110±40	11600—11840	Beta-189816	Tanabe et al. (2006a)		
GS-KNJ-1												
7.02	-6.59	Wood fragments	—	—	—	2610±40	2530±40	2490—2750	Beta-189144	Tanabe et al. (2006a)		
7.65	-7.22	Shell	<i>Potamocorbula</i> sp.	2920±40	2920±40	-0.2	3330±40	3060—3320	Beta-189145	Tanabe et al. (2006a)		
10.80	-10.37	Shell	<i>Potamocorbula</i> sp.	3040±40	3040±40	-1.1	3430±40	3200—3410	Beta-189120	Tanabe et al. (2006a)		
13.65	-13.22	Echinoderm	—	—	—	3060±40	3450±40	3220—3430	Beta-189121	Tanabe et al. (2006a)		

東京低地北部における沖積層のシーケンス層序と古地理 (田辺ほか)

15.77	-15.34	Shell	<i>Potamocorbula</i> sp.	3370±70	-4.2±1.9	3710±70	3450 - 3820	NIES-TERRA-b122504833	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
16.48	-16.05	Shell	Gastropoda gen. et sp. indet.	5830±50	1.7	6270±50	6600 - 6870	Beta-189122	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
17.84	-17.41	Shell fragments	—————	7690±50	-2.7	8060±50	8390 - 8640	Beta-189123	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
18.46	-18.03	Shell	Gastropoda gen. et sp. indet.	7210±40	-0.1	7620±40	7980 - 8170	Beta-189124	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
19.40	-18.97	Shell	Bivalvia gen. et sp. indet.	5480±40	-0.5	5880±40	6210 - 6390	Beta-189125	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
20.73	-20.30	Shell	<i>Veremolpa micra</i> (Pilsbry)	4660±40	-1.5	5050±40	5300 - 5520	Beta-189126	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
22.10	-21.67	Shell	<i>Solen</i> sp.	4070±90	-11.4±2.4	4290±100	4120 - 4710	NIES-TERRA-b122504834	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
24.72	-24.29	Shell	<i>Veremolpa micra</i> (Pilsbry)	5960±40	-0.6	6360±40	6720 - 6940	Beta-189127	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
25.73	-25.30	Shell	<i>Veremolpa micra</i> (Pilsbry)	5770±60	-6.0±1.2	6080±50	6390 - 6640	NIES-TERRA-b122504836	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
26.78	-26.35	Shells	—————	4040±50	3.9±1.3	4510±40	4580 - 4820	NIES-TERRA-b122504837	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
27.16	-26.73	Shell fragments	—————	5160±50	0.7±1.1	5580±40	5880 - 6100	NIES-TERRA-b122504838	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
27.82	-27.39	Shell fragments	—————	4230±40	1.0	4660±40	4800 - 5000	Beta-189128	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
29.45	-29.02	Shell fragments	—————	6100±100	2.9±4.6	6550±120	6760 - 7310	NIES-TERRA-b122504839	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
31.05	-30.62	Shells	<i>Cadella delata</i> (Yokoyama), <i>Potamocorbula</i> sp. (jointed)	5320±40	-1.5	5710±40	5990 - 6230	Beta-189129	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
33.56	-33.13	Shell	<i>Potamocorbula</i> sp.	5890±50	0.6	6310±50	6650 - 6900	Beta-189130	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
36.15	-35.72	Shell	<i>Panopea japonica</i> A. Adams	5940±50	0.4	6360±50	6690 - 6960	Beta-189131	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
36.69	-36.26	Shell	<i>Potamocorbula</i> sp.	8780±80	-0.5±1.7	9180±80	9700 - 10180	NIES-TERRA-b013105804	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
37.30	-36.87	Shell	<i>Potamocorbula</i> sp.	8590±60	-1.3±1.1	8980±60	9520 - 9830	NIES-TERRA-b013105805	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
38.12	-37.69	Shell	<i>Potamocorbula</i> sp.	8600±60	3.6±2.6	9070±60	9560 - 10040	NIES-TERRA-b013105806	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
39.40	-38.97	Shell	<i>Potamocorbula</i> sp.	8730±40	-1.6	9110±40	9690 - 10070	Beta-189132	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
44.30	-43.87	Wood fragments	—————	9130±170	-36.9±3.5	8930±180	9550 - 10430	NIES-TERRA-b011005808	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
45.50	-45.07	Wood fragments	—————	9700±80	-35.3±1.7	9520±70	10650 - 11110	NIES-TERRA-b010505828	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
45.90	-45.47	Wood fragments	—————	10060±40	-28.1	10010±40	11300 - 11650	Beta-189134	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
49.62	-49.19	Root	—————	10350±50	-28.1	10300±50	11960 - 12250	Beta-189135	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
52.30	-51.87	Wood fragments	—————	10900±40	-28.0	10850±40	12810 - 12890	Beta-189136	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
54.10	-53.67	Organic mud	—————	11980±50	-18.1	12090±50	13810 - 14070	Beta-189137	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
69.45	-69.02	Shell	<i>Macra chinensis</i> Philipp	>45090	1.3	>45520	—————	Beta-189139	Tanabe <i>et al.</i> (2006a)
GS-AMG-I									
2.16	-0.49	Wood fragments	—————	2350±50	-32.3±1.2	2230±40	2150 - 2340	NIES-TERRA-b081205803	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
2.42	-0.75	Wood fragments	—————	4830±60	-33.9±1.2	4680±50	5310 - 5480	NIES-TERRA-b081205804	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
2.77	-1.10	Plant fragments	—————	4120±50	-31.0±1.1	4020±40	4410 - 4580	NIES-TERRA-b081205805	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
2.98	-1.31	Plant fragments	—————	2670±50	-27.4±1.3	2630±40	2710 - 2810	NIES-TERRA-b081205806	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
3.60	-1.93	Root	—————	2040±50	-28.9±1.0	1970±40	1860 - 2000	NIES-TERRA-b081205808	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
3.83	-2.16	Wood fragments	—————	4750±50	-31.4±1.0	4650±40	5310 - 5470	NIES-TERRA-b081205809	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
4.90	-3.23	Wood fragments	—————	4780±50	-30.7±1.6	4690±50	5320 - 5490	NIES-TERRA-b081205810	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
7.88	-6.21	Plant fragments	—————	4790±60	-18.1±4.2	4900±80	5470 - 5770	NIES-TERRA-b081205811	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
9.35	-7.68	Shell	<i>Dosinella angulosa</i> (Philipp)	5430±80	3.1±0.9	5890±70	6170 - 6460	NIES-TERRA-b080505803	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
10.63	-8.96	Shell (jointed)	<i>Dosinella angulosa</i> (Philipp)	5640±50	6.2±1.2	6140±40	6450 - 6680	NIES-TERRA-b080505804	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
11.97	-10.30	Shell	<i>Dosinella angulosa</i> (Philipp)	6260±50	2.4±1.2	6700±40	7150 - 7320	NIES-TERRA-b080505805	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
14.30	-12.63	Shell (jointed)	<i>Dosinella angulosa</i> (Philipp)	6410±70	8.9±1.4	6960±70	7330 - 7580	NIES-TERRA-b080505806	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
15.46	-13.79	Shell fragments	—————	5810±80	0.5±1.0	6220±70	6480 - 6840	NIES-TERRA-b080505808	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
16.75	-15.08	Shell fragments	—————	7130±60	1.2±1.4	7550±50	7920 - 8140	NIES-TERRA-b080505809	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
17.50	-15.83	Shell (jointed)	<i>Dosinella angulosa</i> (Philipp)	7370±50	-0.8±1.0	7760±50	8120 - 8350	NIES-TERRA-b080505810	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
19.25	-17.58	Shell fragments	—————	8060±60	-1.0±0.9	8450±60	8960 - 9240	NIES-TERRA-b080505811	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
20.17	-18.50	Shell fragments	—————	7840±50	-3.1±1.9	8200±50	8560 - 8920	NIES-TERRA-b080505813	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
22.00	-20.33	Plant fragments	—————	7880±50	-25.2±1.1	7870±50	8550 - 8790	NIES-TERRA-b08205829	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
23.00	-21.33	Shell	<i>Potamocorbula</i> sp.	8210±130	0.4±1.6	8620±130	8970 - 9530	NIES-TERRA-b080505814	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
23.24	-21.57	Shell fragments	—————	8300±60	-1.2±1.4	8690±50	9240 - 9470	NIES-TERRA-b080505815	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
24.11	-22.44	Plant fragments	—————	7880±60	-3.0±1.3	7800±50	8440 - 8660	NIES-TERRA-b081205813	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
24.17	-22.50	Plant fragments	—————	7980±40	-26.2	7960±40	8680 - 8990	Beta-209334	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
25.31	-23.64	Plant fragments	—————	8240±60	-26.8	8210±60	9010 - 9320	Beta-209335	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
25.44	-23.77	Plant fragments	—————	7570±60	-24.3±1.2	7580±50	8310 - 8460	NIES-TERRA-b081205814	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
25.55	-23.88	Wood fragments	—————	8350±60	-27.6±1.3	8310±50	9200 - 9460	NIES-TERRA-b081205815	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)

26.92	-25.25	Wood fragments	7750±60	-27.2±1.4	7710±60	8400—8590	NIES-TERRA-b081205a16	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
27.94	-26.27	Wood fragments	8570±60	-32.5±1.6	8450±60	9400—9540	NIES-TERRA-b081205a19	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
29.75	-28.08	Wood fragments	8570±60	-31.8±1.2	8460±50	9410—9540	NIES-TERRA-b082205a30	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
34.75	-33.08	Wood fragments	8730±60	-28.2±1.9	8680±60	9540—9820	NIES-TERRA-b081205a20	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
36.78	-35.11	Wood fragments	8790±60	-26.5±1.4	8770±50	9560—9930	NIES-TERRA-b081205a21	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
36.97	-35.30	Wood fragments	8790±60	-30.4±1.4	8700±50	9540—9800	NIES-TERRA-b081205a22	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
39.32	-37.65	Plant fragments	9290±70	-34.6±1.0	9130±60	10200—10430	NIES-TERRA-b081205a24	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
41.15	-39.48	Plant fragments	9140±70	-37.0±1.2	8940±60	9890—10230	NIES-TERRA-b081205a25	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
43.38	-41.71	Plant fragments	9340±60	-31.9±1.2	9230±60	10250—10520	NIES-TERRA-b081205a26	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
45.40	-43.73	Plant fragments	9920±60	-30.1±1.7	9830±60	11160—11390	NIES-TERRA-b081205a27	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
47.45	-45.78	Wood fragments	9480±60	-32.7±1.3	9350±60	10390—10730	NIES-TERRA-b081205a29	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
49.71	-48.04	Wood fragments	11020±60	-27.5±1.1	10970±60	12840—13040	NIES-TERRA-b081205a30	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
50.07	-48.40	Wood fragments	10710±80	-38.2±2.7	10490±90	12110—12750	NIES-TERRA-b081205a31	Tanabe <i>et al.</i> (2006c)
HA								
3.20	-3.23	Shell	4080±40	-0.3	4490±40	4550—4810	Beta-176647	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
5.75	-5.78	Wood fragments	2490±60	-26.2	2470±60	2360—2720	Beta-176648	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
8.55	-8.58	Shell	4300±40	-0.6	4700±40	4830—5040	Beta-176649	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
11.70	-11.73	Shell	4650±40	-0.6	5050±40	5300—5520	Beta-176650	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
13.80	-13.83	Wood fragments	4500±40	-28.8	4440±40	4880—5080	Beta-176651	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
15.80	-15.83	Shell	5310±40	-0.6	5710±40	5990—6230	Beta-176652	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
23.60	-23.63	Shell	8080±40	-1.5	8470±40	8990—9230	Beta-176654	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
25.49	-25.52	Wood fragments	8460±40	-27.8	8410±40	9400—9520	Beta-176655	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
28.50	-28.53	Wood fragments	8670±40	-27.3	8630±40	9530—9680	Beta-176656	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
34.65	-34.68	Shell	8990±40	-7.2	9280±40	9990—10220	Beta-176657	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
37.05	-37.08	Wood fragments	9110±40	-25.9	9100±40	10190—10300	Beta-176658	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
42.90	-42.93	Wood fragments	9580±40	-24.7	9580±40	10740—11110	Beta-176659	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
48.15	-48.18	Wood fragments	10460±40	-29.0	10390±40	12080—12400	Beta-176661	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
51.30	-51.33	Wood fragments	11340±40	-25.6	11330±40	13120—13280	Beta-176662	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
MZ								
7.80	-5.95	Shell	2990±50	1.1	3420±50	3160—3420	Beta-175720	Tanabe <i>et al.</i> (2008b)
9.40	-7.55	Shell	4290±50	-1.5	4680±50	4800—5050	Beta-175721	Tanabe <i>et al.</i> (2008b)
12.25	-10.40	Shell	3390±50	0.1	3800±50	3600—3880	Beta-175722	Tanabe <i>et al.</i> (2008b)
16.15	-14.30	Shells	5890±50	1.1	6320±50	6650—6910	Beta-175723	Tanabe <i>et al.</i> (2008b)
19.60	-17.75	Shells	3760±40	-1.2	4150±40	4090—4360	Beta-175724	Tanabe <i>et al.</i> (2008b)
21.50	-19.65	Shell	3750±40	-0.9	4150±40	4090—4360	Beta-175725	Tanabe <i>et al.</i> (2008b)
23.30	-21.45	Shells	3800±50	-0.2	4210±50	4140—4430	Beta-175726	Tanabe <i>et al.</i> (2008b)
26.75	-24.90	Wood fragments	3850±40	-21.6	3910±40	4230—4440	Beta-175727	Tanabe <i>et al.</i> (2008b)
29.20	-27.35	Wood fragments	3850±40	-21.7	3900±40	4230—4430	Beta-175728	Tanabe <i>et al.</i> (2008b)
32.95	-31.10	Shell	5560±50	-1.3	5950±50	6270—6480	Beta-175729	Tanabe <i>et al.</i> (2008b)
35.90	-34.05	Shell	7060±60	0.3	7470±60	7790—8070	Beta-175730	Tanabe <i>et al.</i> (2008b)
38.70	-36.85	Wood fragments	8450±60	-27.3	8410±60	9300—9530	Beta-175731	Tanabe <i>et al.</i> (2008b)
46.00	-44.15	Root	10090±40	-27.4	10050±40	11390—11770	Beta-189141	Tanabe <i>et al.</i> (2008b)
49.70	-47.85	Wood fragments	10500±40	-27.0	10470±40	12330—12660	Beta-189142	Tanabe <i>et al.</i> (2008b)
52.10	-50.25	Wood fragments	11180±40	-26.8	11150±40	12940—13150	Beta-189143	Tanabe <i>et al.</i> (2008b)
TN								
2.63	0.25	Plant fragments	1760±40	-26.5	1740±40	1540—1740	Beta-175708	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
8.66	-5.78	Shell	5380±50	-0.4	5780±50	6060—6300	Beta-175710	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
10.7	-7.82	Shells	5890±50	-0.7	6290±50	6630—6880	Beta-175711	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
13.1	-10.22	Shells	5430±50	0.0	5840±50	6170—6380	Beta-175712	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
16.52	-13.64	Shell fragments	5840±50	0.0	6250±50	6570—6840	Beta-175713	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
20.4	-17.52	Shell	7560±60	-0.3	7970±60	8320—8560	Beta-175714	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
22.1	-19.22	Shell	8000±60	-0.8	8400±60	8780—9200	Beta-175715	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)
32.4	-29.52	Plant fragments	7890±60	-26.7	7860±60	8540—8810	Beta-175717	Ishihara <i>et al.</i> (2004a)



第5図 GS-KM-1とSZ, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ, TNの堆積曲線
 (a) 中川流系におけるボーリングコア堆積物の堆積曲線。(b) 荒川流系におけるボーリングコア堆積物の堆積曲線。奥東京湾地域における海水準変動曲線は第9図に基づく。

Fig. 5 Sediment accumulation curves of GS-KM-1, SZ, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ and TN.
 (a) Sediment accumulation curves of the sediment cores along the Nakagawa Valley. (b) Sediment accumulation curves of the sediment cores along the Arakawa Valley. Sea-level curve of the Paleo-Okutokyo Bay is based on Fig. 9.

とから、本研究では取り扱わない。泥炭質な泥は再堆積した陸源性有機物を含むため、堆積年代よりも古い年代値を有することが多い (Coleman *et al.*, 2002)。GS-AMG-1の標高 -1.93 mの植物根は上位の地層から貫入したため、堆積年代よりも若い年代値を示すと考えられる。

これらの事象を考慮した堆積曲線を中川と古東京川沿いのGS-KM-1とSZ, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, MZ (第5図a)と、荒川沿いのGS-AMG-1とHA, TN (第5図b)とに分けて対比すると、堆積速度の速い時期が両河川系において異なることが伺える。荒川沿いではおよそ5,000 cal BPまでに堆積速度の速い時期があるのに対し、中川沿いではおよそ5,000 cal BP以降に堆積速度の速い時期がある。

6. 堆積相境界と侵食面

GS-KM-1, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ, TNの沖積層には、堆積相の累重様式などに基づいて、4つの特徴的な堆積相境界と侵食面を認定することができる。堆積相境界の海進面と最大海汜濫面は、それぞれ堆積相BRとMR境界と、上方深海化と浅海化境界として認定され、侵食面の潮汐ラビーンメント面と波浪ラビーンメント面は、それぞれ河成層に累重する汽水性層もしくは海成層の侵食面、汽水性層もしくは海成層の上方深海化に伴う侵食面として認定することができる。海進面と潮汐ラビーンメント面、波浪ラビーンメント面、最大海汜濫面に関する用語の定義や考察については、「シーケンス層序」の章において後述し、本章では各堆積相境界と侵食面の分布深度と記載と解釈、年代について述べる。これらの概要は第4表に整理した。

6.1 海進面

深度:GS-KM-1, 標高-60.0 m;GS-KNJ-1, 標高-57.4 m; GS-AMG-1, 標高-50.4 m; HA, 標高-52.0 m; MZ, 標高-51.4 m。

記載と解釈:本堆積相境界は、堆積相BRと堆積相MRの境界面として認定され、堆積相BRの礫層もしくは礫質砂層と堆積相MRの砂層とシルト層の境界面として存在する。堆積相BRは礫を含むのに対し、堆積相MRは礫を含まないことから、本堆積相境界は比較的明瞭な境界面として認定することができる。

年代:GS-KM-1, >12,880 cal BP; GS-KNJ-1, 45,520 BP ~ 13,810 cal BP; GS-AMG-1, >12,110 cal BP; HA, >13,120 cal BP; MZ, >12,940 cal BP。

6.2 潮汐ラビーンメント面

深度:GS-KM-1, 標高-36.5 m;GS-KNJ-1, 標高-43.7 m; GS-AMG-1, 標高-39.3 m; HA, 標高-43.0 m; MZ, 標高-41.1 m。

第4表 GS-KM-1とGS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ, TNにおける特徴的な堆積相境界と侵食面の分布深度、記載、年代。
Table 4 Depth, description and age of the typical facies boundary and erosional surface identified in GS-KM-1, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ and TN.

	Transgressive surface	Tidal ravinement surface	Wave ravinement surface	Maximum flooding surface
GS-KM-1	T.P. -60.0 m Facies BR-MR boundary, sharp facies contact >12,880 cal BP	T.P. -36.5 m Facies MR-TF boundary, erosional facies contact 10,300-9,990 cal BP	T.P. -32.9 m Facies TF-TS boundary, erosional facies contact 10,110-7,560 cal BP	T.P. -31.2 m Facies TS-PD&DF boundary, gradual facies contact 7,760-5,940 cal BP
GS-KTS-1	—	—	T.P. -31.9 m Facies TF-SP boundary, erosional facies contact 9,780-9,210 cal BP	ca. T.P. -19 m Inside facies SP, gradual facies contact 6,940-6,490 cal BP
GS-KNJ-1	T.P. -57.4 m Facies BR-MR boundary, sharp facies contact 45,520 BP-13,810 cal BP	T.P. -43.7 m Facies MR-TC boundary, erosional facies contact 10,430-9,690 cal BP	Facies TC-SM boundary, erosional facies contact 10,180-6,690 cal BP	T.P. -35.9 m Facies TC-SM boundary, erosional facies contact 10,180-6,690 cal BP
GS-AMG-1	T.P. -50.4 m Facies BR-MR boundary, sharp facies contact >12,110 cal BP	T.P. -39.3 m Facies MR-TC boundary, erosional facies contact 10,230-9,540 cal BP	T.P. -25.2 m Facies TF-TM boundary, erosional facies contact 9,540-8,400 cal BP	T.P. -14.8 m Facies TM-PD&DF boundary, gradual facies contact 8,140-6,480 cal BP
HA	T.P. -52.0 m Facies BR-MR boundary, sharp facies contact >13,120 cal BP	T.P. -43.0 m Facies MR-TC boundary, erosional facies contact 11,110-10,190 cal BP	T.P. -25.0 m Facies TF-TM boundary, erosional facies contact 9,520-8,990 cal BP	T.P. -18.5 m Facies TM-PD&DF boundary, gradual facies contact 9,230-5,990 cal BP
MZ	T.P. -51.4 m Facies BR-MR boundary, sharp facies contact >12,940 cal BP	T.P. -41.1 m Facies MR-TS boundary, erosional facies contact 11,770-9,300 cal BP	T.P. -35.4 m Facies TF-TS boundary, erosional facies contact 9,530-7,790 cal BP	T.P. -32.0 m Facies TS-SM boundary, gradual facies contact 8,070-6,270 cal BP
TZ	—	—	—	T.P. -17.1 m Facies TM-PD&DF boundary, gradual facies contact 8,560-6,570 cal BP

記載と解釈: 本侵食面は、堆積相 MR と堆積相 TR もしくは堆積相 TF の境界面として認定され、GS-KNJ-1 と GS-AMG-1, HA, MZ における堆積相境界は、堆積相 MR の砂泥細互層から堆積相 TR の砂層への明瞭な層相変化を伴う。堆積相 MR の砂泥細互層は氾濫原堆積物、堆積相 TR の砂層は潮汐河川堆積物と解釈されることから、両相の境界は侵食的であると考えられる。GS-KM-1 における堆積相境界は、堆積相 MR のシルト層から堆積相 TF の基底の砂層への明瞭な層相変化で特徴づけられる。堆積相 MR のシルト層は植物根を伴うことから氾濫原堆積物、堆積相 TF の基底の砂層は中粒砂以上の粒径の碎屑物から構成されることから掃流の影響によって形成された、干潟における小規模な潮汐チャンネル堆積物と考えられ、両相の境界は軽微な侵食面を伴うと考えられる。

年代: GS-KM-1, 10,300 ~ 9,990 cal BP ; GS-KNJ-1, 10,430 ~ 9,690 cal BP ; GS-AMG-1, 10,230 ~ 9,540 cal BP ; HA, 11,110 ~ 10,190 cal BP ; MZ, 11,770 ~ 9,300 cal BP.

6.3 波浪ラビーンメント面

深度: GS-KM-1, 標高 -32.9 m ; GS-KTS-1, 標高 -31.9 m ; GS-KNJ-1, 標高 -35.9 m ; GS-AMG-1, 標高 -25.2 m ; HA, 標高 -25.0 m ; MZ, 標高 -35.4 m.

記載と解釈: 本侵食面は、堆積相 TF もしくは堆積相 TR と堆積相 TS, SP, SM, TM の境界面として認定され、GS-KM-1 と MZ における堆積相境界は堆積相 TF の砂泥細互層から堆積相 TS のシルト質砂層への明瞭な層相変化を伴う。干潟堆積物と解釈される堆積相 TF に累重する堆積相 TS は、干潟や埋没段丘から再堆積したと考えられるヌマコダキガイ類や中礫を含むことから、堆積相 TF の堆積場と比べて碎屑物の運搬エネルギーが大きく、両相の境界は軽微な侵食面を介していたと考えられる。GS-KTS-1 における堆積相境界は堆積相 TF の砂泥細互層から堆積相 SP のシルト質砂層への明瞭な層相変化を伴う。潮下帯の古水深を示す堆積相 SP の基底には貝殻密集層がみられることから、両相の境界は侵食面を伴う可能性がある。GS-KNJ-1 における堆積相境界は堆積相 TR の砂層から堆積相 SM の基底のシルト質砂層への明瞭な層相変化を伴う。堆積相 SM の基底のシルト質砂層には貝殻、中礫、マッドクラストが濃集することから、堆積相 SM の基底における碎屑物の運搬エネルギーは高く、両相の境界は侵食面を伴うと考えられる。GS-AMG-1 と HA における堆積相境界は堆積相 TR もしくは堆積相 TF の砂層から堆積相 TM のシルト質砂層もしくは砂泥細互層への明瞭な層相変化を伴う。堆積相 TM からは干潟から再堆積したと考えられるヌマコダキガイ類が産出することから、両相の境界には軽微な侵食面が存在した可能性がある。

年代: GS-KM-1, 10,110 ~ 7,560 cal BP ; GS-KTS-1, 9,780 ~ 9,210 cal BP ; GS-KNJ-1, 10,180 ~ 6,690 cal BP ; GS-AMG-1, 9,540 ~ 8,400 cal BP ; HA, 9,520 ~ 8,990 cal BP ; MZ, 9,530 ~ 7,790 cal BP.

6.4 最大海氾濫面

深度: GS-KM-1, 標高 -31.2 m ; GS-KTS-1, 標高約 -19 m ; GS-KNJ-1, 標高 -35.9 m ; GS-AMG-1, 標高 -14.8 m ; HA, 標高 -18.5 m ; MZ, 標高 -32.0 m ; TN, 標高 -17.1 m.

記載: 本堆積相境界は上方深海化する堆積相サクセションが上方浅海化に転ずる境界面として認定され、GS-KM-1 では堆積相 TS と PD - DF 境界、GS-KTS-1 では堆積相 SP の上方細粒化と粗粒化境界、GS-KNJ-1 では堆積相 TR と SM 境界、GS-AMG-1 と HA, TN では堆積相 TM と PD - DF 境界、MZ では堆積相 TS と SM 境界に認定される。これら境界面では、波浪ラビーンメント面と同一の境界面を有する GS-KNJ-1 の堆積相 TR と SM 境界を除いて、岩相はいずれも漸移変化し、堆積相境界は明瞭でない。

年代: GS-KM-1, 7,760 ~ 5,940 cal BP ; GS-KTS-1, 6,940 ~ 6,490 cal BP ; GS-KNJ-1, 10,180 ~ 6,690 cal BP ; GS-AMG-1, 8,140 ~ 6,480 cal BP ; HA, 9,230 ~ 5,990 cal BP ; MZ, 8,070 ~ 6,270 cal BP ; TN, 8,560 ~ 6,570 cal BP.

7. 堆積システム

GS-KM-1, SZ, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ, TN から認定した沖積層の堆積相は、その組み合わせをもとに5つの堆積システムに区分され(第5表, 第6図)、ボーリング柱状図資料との対比によって、その空間分布を把握することができる(第7図, 第8図)。沖積層の堆積システムは中・上部更新統の下総層群と埋没段丘堆積物に不整合に累重すると考えられる。本章ではこれら5つの堆積システムの記載と解釈を記述する。

7.1 網状河川システム

深度: 標高 -67.3 ~ -50.4 m.

記載: 本堆積システムは堆積相 BR (網状河川堆積物) の礫層と礫質な砂層から構成されている。本堆積システムは、沖積層の開析谷軸部の GS-KNJ-1 において、> 45,520 BP の放射性炭素年代値を有する堆積相 SH (下総層群) に累重し、14,070 cal BP よりも若い放射性炭素年代値を有する堆積相 MR (蛇行河川堆積物) によって覆われる。本堆積システムは標高 -65 ~ -50 m に分布する N 値 40 以上の砂礫層と対比することができる(第7図)。

解釈: 本堆積システムは、掃流が卓越した網状河川堆積物から構成され、これと対比できる堆積物が開析

第5表 GS-KM-1 と SZ, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ, TN から認定された堆積相と堆積システム.

Table 5 Sedimentary facies and sedimentary systems identified from GS-KM-1, SZ, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ and TN.

Sedimentary system	Sedimentary facies	Cores
Delta system	AS: Artificial soil	GS-KM-1, SZ, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, TN
	MO: Modern river sediments	GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, MZ
	MT: Modern tidal flat sediments	GS-KM-1, GS-KTS-1, GS-AMG-1, HA, TN
	PD-DF: Prodelta to deltafront sediments	GS-KM-1, SZ, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, TN
Spit system	SS: Snadshoal sediments	MZ
	SM: Spit margin sediments	GS-KNJ-1, MZ
	SP: Spit sediments	GS-KTS-1
Estuary system	TM: Tide-influenced shallow marine sediments	GS-AMG-1, HA, TN
	TS: Transgressive sand	GS-KM-1, MZ
	TF: Tidal flat sediments	GS-KM-1, GS-KTS-1, HA
	TR: Tidal river sediments	GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ
Meandering river system	MR: Meandering river sediments	GS-KM-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ
Braided river system	BR: Braided river sediments	GS-KM-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ
Burried terrace deposits	BT: Burried terrace deposits	TN
Shimosa Group	SH: Shimosa Group	GS-KM-1, SZ, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZ, TN

谷底に広く分布することから、網状河川システムと解釈することができる。本堆積システムの堆積年代は>45,520 BP ~ 14,070 cal BP をしめし、井関 (1975) や遠藤ほか (1983) の沖積層の基底礫層と対比できることから、下総層群に不整合に累重すると考えられる。

7.2 蛇行河川システム

深度：標高 -60.0 ~ -36.5 m.

記載：本堆積システムは、堆積相 MR (蛇行河川堆積物) の植物根と逆グレーディング構造のみられる砂泥互層と上方細粒化する砂層の互層から構成されている。そして、これらの層相は、標高 -60 ~ -35 m に分布する N 値 20 以上の砂層と N 値 10 以上の泥層に対比することができる (第7図)。砂層は泥層中にレンズ状に分布すると考えられる。レンズ状の砂層の層厚は約 5 m 以下、幅は約 2 km 以下である。

解釈：本堆積システムは、氾濫原において形成された砂泥互層と河川チャネルにおいて形成された砂層の互層から構成されており、このような堆積相サクセションは、河道の側方移動によって形成されたと考えられる。よって、本堆積システムは蛇行河川システムにおいて形成されたと考えられる。第7図の砂層と泥層の分布は、蛇行河川システムにおいて氾濫原が卓越して分布していたことを示す。

7.3 エスチュアリーシステム

深度：標高 -43.7 ~ -14.8 m.

記載：本堆積システムは、下位より堆積相 TR (潮汐河川堆積物) の上方細粒化する砂層と砂泥細互層、堆積相 TF (干潟堆積物) の砂泥細互層と砂層、堆積相 TM (潮汐の影響した浅海成堆積物) の砂泥細互層とシルト層、堆積相 TS (海進砂) の上方細粒化するシルト質砂層、から構成されており、二方向流を示すカレント・リップル層理やダブルマッドドレイプ、貝化石、生痕化石がみられることを特徴とする。これらの堆積相の

組み合わせは、標高 -45 ~ -15 m に分布する N 値 4 以上の砂泥層に対比することができる (第7図)。

解釈：本堆積システムを構成する堆積相は、複数のボーリングコア堆積物において、潮間~潮下帯において形成された堆積相 TR と TF から、潮下帯において形成された堆積相 TM と TS へと、上方深海化を示すことから、海進に伴いリトログラデーショナルするエスチュアリーシステム (Boyd, 1992; 斎藤, 2001) であることが解釈できる。TN では本堆積相の基底付近から 8,540 ~ 8,810 cal BP の放射性炭素年代値が得られていることから、下位の堆積相 BT (埋没段丘堆積物) に不整合に累重すると考えられる。

7.4 砂嘴システム

深度：標高 -35.9 ~ -5.6 m.

記載：本堆積システムは、堆積相 SP (砂嘴堆積物) の砂層とシルト層、堆積相 SM (砂嘴縁辺堆積物) の上方細粒化する砂泥互層、堆積相 SS (サンドショール堆積物) の上方細粒化する砂層と砂泥互層、から構成され、堆積相 SM には二方向流を示すカレント・リップル層理やダブルマッドドレイプがみられる。また、貝化石や生痕化石は本堆積システムを通じて産出する。これらの堆積相の組み合わせのうち、堆積相 SP は下総台地の西縁から北西方向に伸長する N 値 10 ~ 30 の砂層、堆積相 SM は堆積相 SP の周辺に分布する N 値 4 ~ 10 の砂泥層、堆積相 SS は堆積相 SP から北に伸長する N 値 10 ~ 20 の砂層に対比することができる。これらの堆積相は標高 -35 ~ -5 m に分布する (第7図, 第8図)。

解釈：本堆積システムを構成する堆積相は、「堆積相」の章において述べたように、産出する貝化石によって、いずれも潮下帯の水深において形成されたことが分かる。堆積相 SP と対比できる砂層は、ボーリング柱状図資料の N 値と岩相分布との対比をもとに、下総台地か

ら北西に伸長する砂嘴を構成していたと考えられる(第7図, 第8図)。堆積相SMについてはこのような砂嘴の周辺に分布し, 潮汐の影響した堆積構造がみられることから, 潮汐の影響した砂嘴縁辺堆積物と呼ぶことができる(第7図, 第8図)。堆積相SSは, その岩相と分布が堆積相SPや堆積相SMとは異なり, 独立した砂体を構成していることから, サンドショール堆積物と呼ぶ(第8図)。サンドショール堆積物は砂嘴の背後に分布した潮流路において浅い瀬を形成していたと考えられている(田辺ほか, 2008b)。本研究では, デルタシステムと比べて砂質なこれら堆積物を砂嘴システムと呼ぶ。

7.5 デルタシステム

深度: -31.2 ~ 0.0 m.

記載: 本堆積システムは, 下位より堆積相PD - DF (プロデルタ~デルタフロント堆積物) の上方粗粒化するシルト層と砂層, 堆積相MT (現世の干潟堆積物) の生痕化石と植物根のみられる砂層とシルト層, 堆積相MO (現世の河川堆積物) の植物根のみられるシルト層と上方細粒化する砂層, 盛土から構成されており, 堆積相PD - DFには貝化石と生痕化石がみられる。堆積相PD - DFはN値0 ~ 10の泥層と砂泥層, 堆積相MTとMOはN値2 ~ 20の砂層と泥層に対比することができる(第7図)。これらの堆積相は標高-30 mから地表面にかけて分布する。

解釈: 本堆積システムの堆積相サクセションは, 複数のボーリングコア堆積物において, 潮下帯の水深を示す堆積相PD - DFから陸成の堆積相MOと盛土にかけて上方浅海化することから, 海退に伴いプログラデーションするデルタシステム(Boyd, 1992; 斎藤, 2001)であることが解釈できる。SZにおける本堆積システムは, 堆積相SH(下総層群)に累重し, その基底から3,680 ~ 3,930 cal BPの放射性炭素年代値が得られていることから, 下総層群に不整合に累重すると考えられる。

8. 海水準変動曲線と古水深の計算

奥東京湾地域における海水準変動曲線は, 沖積層の潮間帯と河川性堆積物における放射性炭素年代試料の年代と標高分布をもとに復元することができる。第9図は, GS-KM-1とHA(第4表), そしてGS-SK-1とDK(田辺ほか, 2006b)の干潟堆積物とGS-KM-1とGS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZの河川性堆積物から採取した放射性炭素年代値をもとに復元した海水準変動曲線を示す。河川性堆積物は陸上に分布するため, その当時の海水準は河川性堆積物の放射性炭素年代値の分布標高よりも低い標高に位置するはずである。この海水準変動曲線によると, 奥東京湾地域における海水準は, 10,500 ~ 9,800 cal BPにおいて標高-46 mか

ら標高-29 mまで24 mm/yrの速度で上昇し, 9,800 ~ 8,800 cal BPにおいて標高-29 mから標高-17 mまで8 mm/yrの速度で上昇したことが分かる。遠藤ほか(1989)の海水準変動曲線によると, 8,800 cal BP以降の海水準は, 8,800 ~ 7,000 cal BPにおいて標高-17 mから標高+3 mまで11 mm/yrの速度で上昇し, 7,000年前以降は, 標高+3 mから現在にかけて, 海水準は相対的に緩やかに低下したと考えられる。

第9図の海水準変動曲線と第5図の堆積曲線のある年代における標高差は, その年代のコアサイトにおける古水深となる。例えば, 石原ほか(2004a)は本研究の堆積相TMに相当するTN-Unit 3を潮間帯の干潟堆積物として解釈しているが, 放射性炭素年代値を用いた古水深の計算によると, その層相は潮下帯の古水深を示すことが分かる。TNの標高-29.52 mと標高-17.52 mから得られた8,540 ~ 8,810 cal BPと8,320 ~ 8,560 cal BPの放射性炭素年代値は, それぞれ約17 mと8 mの古水深をしめし, それぞれ海水準上昇期の潮下帯において堆積した(第5図)。

9. シーケンス層序

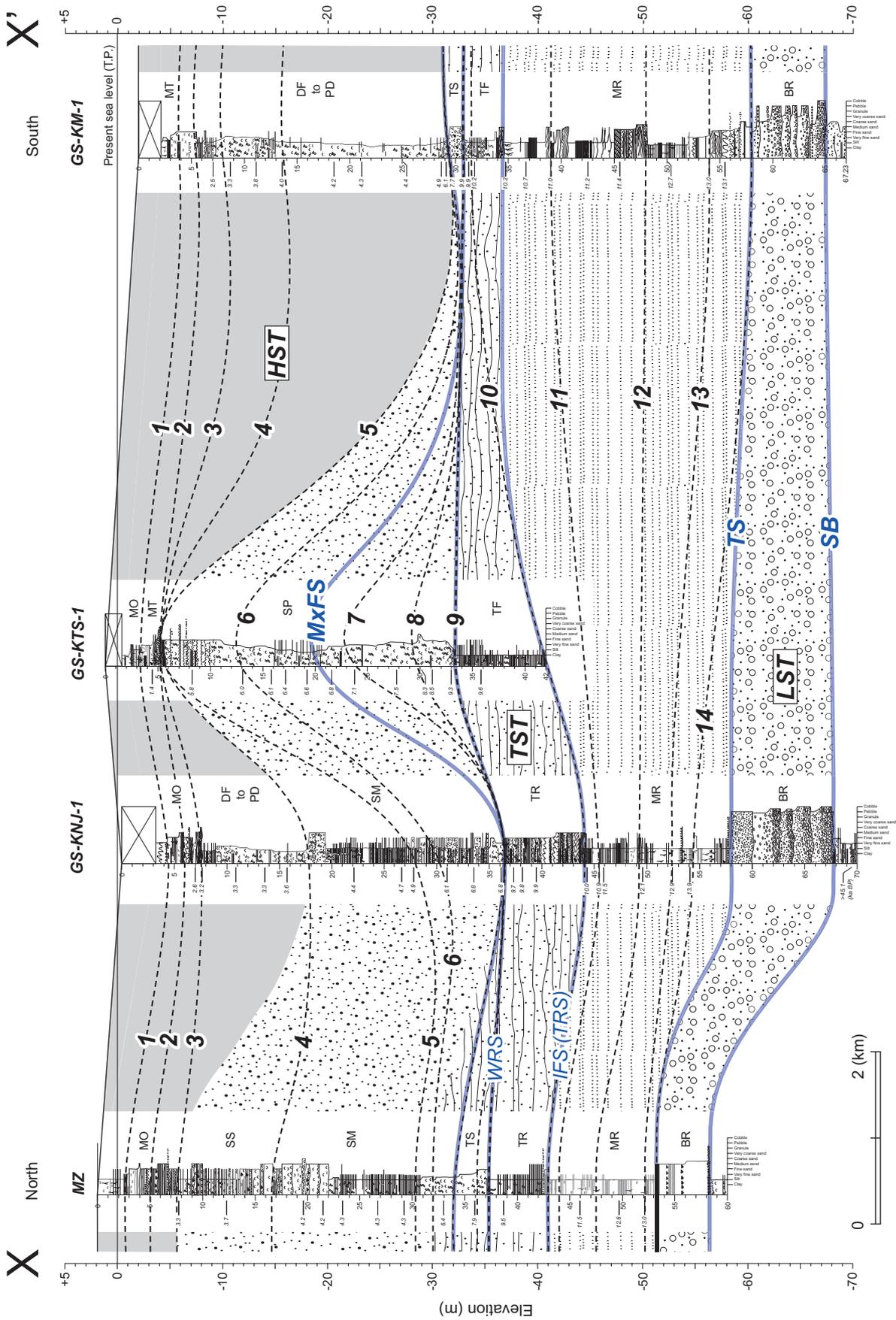
東京低地北部における沖積層は, ボーリングコア堆積物の岩相, 堆積相の解釈, 同時期線, 奥東京湾地域における最終氷期最盛期以降の海水準変動と関連した沖積層の堆積システムの累重様式に基づき, シーケンス層序学的に解釈することができる。本章では, 第6図に基づき, 中川と荒川の開析谷軸部における地層のシーケンス層序学的な解釈を記述する。

9.1 シーケンス境界

中川と荒川の開析谷軸部におけるシーケンス境界は, 中・上部更新統の下総層群と最終氷期最盛期以降の放射性炭素年代値を有する網状河川システムの境界の不整合面に認定することができる。網状河川システムからは直接放射性炭素年代値が得られていないものの, GS-KNJ-1では網状河川システムの下位の下総層群から>45,520 BP, その上位の蛇行河川システムの基底付近から13,810 ~ 14,070 cal BPの放射性炭素年代値が得られている。したがって, シーケンス境界は海洋酸素同位体ステージ3から最終氷期最盛期にかけた海水準の低下によって形成されたと考えられる。中川と荒川の下刻作用によって形成された開析谷はGS-KNJ-1付近において合流し, 古東京川となって現在の東京湾口にかけて流下していた(第2図)。

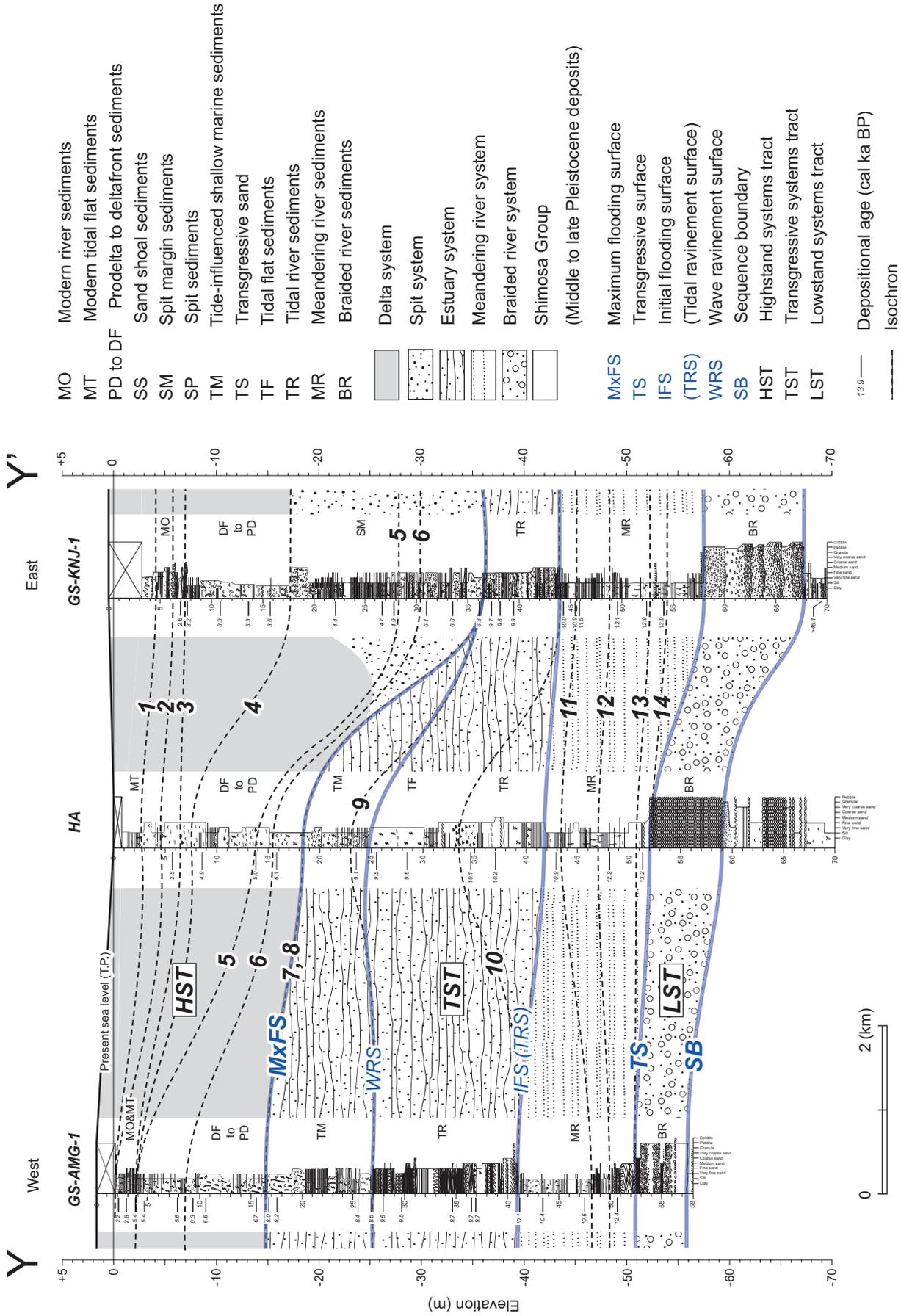
シーケンス境界に累重する沖積層の網状河川システムと蛇行河川システム, エスチュアリーシステム, 砂嘴システム, デルタシステムは, 1回の海進・海退サイクル(シーケンス)を形成している。

9.2 海進面



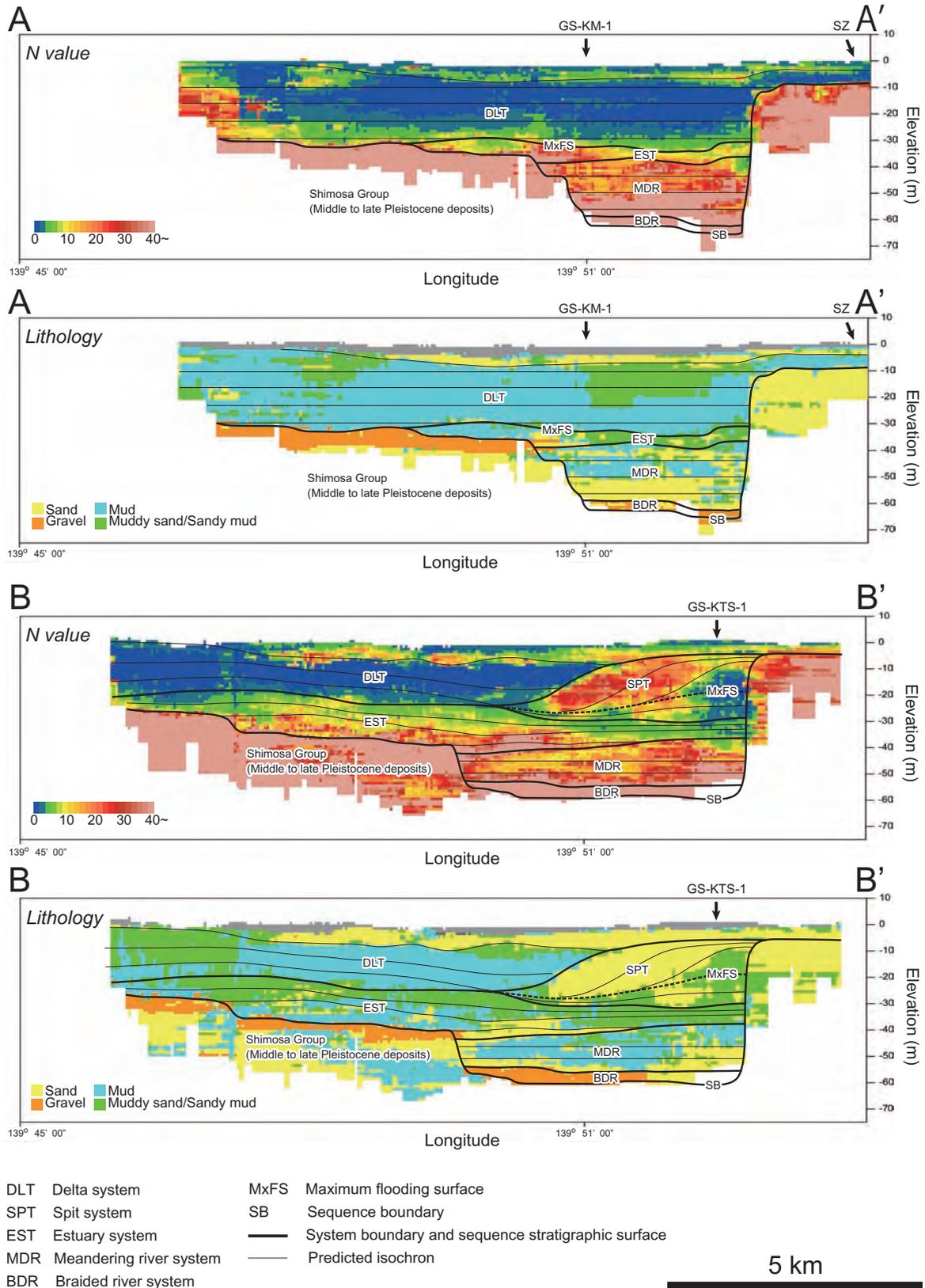
第6図 東京低地北部の開析谷軸部における同時期地質断面図。
 AB断面は中川開析谷, CD断面は荒川開析谷の同時期地質断面を示す。断面図の位置は第2図に示す。
 Fig. 6 Isochron in the incised valleys' axis portion in the northern part of the Tokyo Lowland.
 AB and CD sections are along the Nakagawa and Arakawa Valleys, respectively. See Fig. 2 for location.

東京低地北部における沖積層のシーケンス層序と古地理 (田辺ほか)



第6図 (つづき).

Fig. 6 (continued).

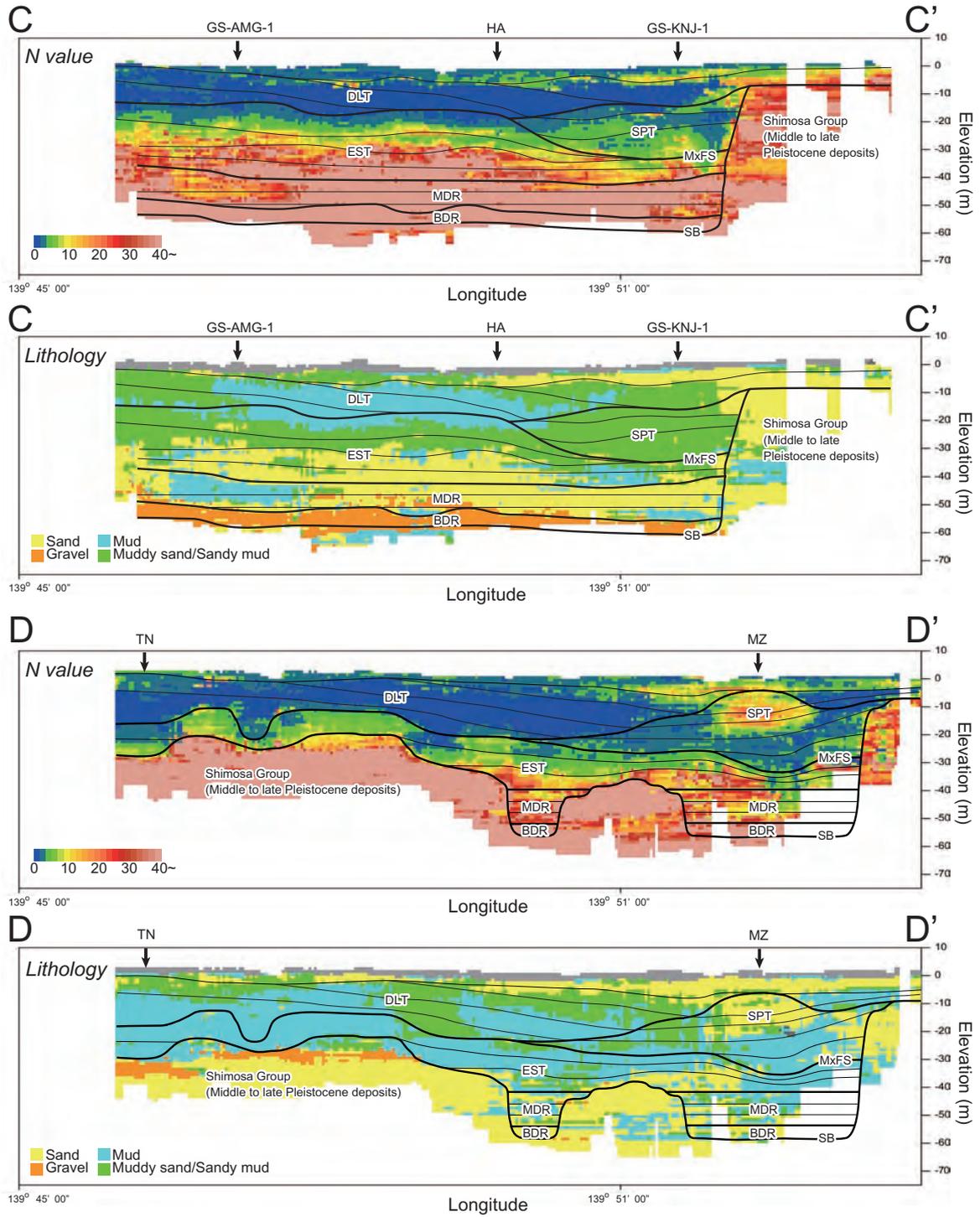


第7図 東京低地北部のN値と岩相断面図。

AA'断面は北緯 35°43'05", BB'断面は北緯 35°44'46", CC'断面は北緯 35°45'36", DD'断面は北緯 35°47'49" における東西断面。田辺ほか (2008a) のボーリング柱状図資料を用いて、江藤ほか (2008) の補間方法によって作成した。断面図の位置は第1図に示す。

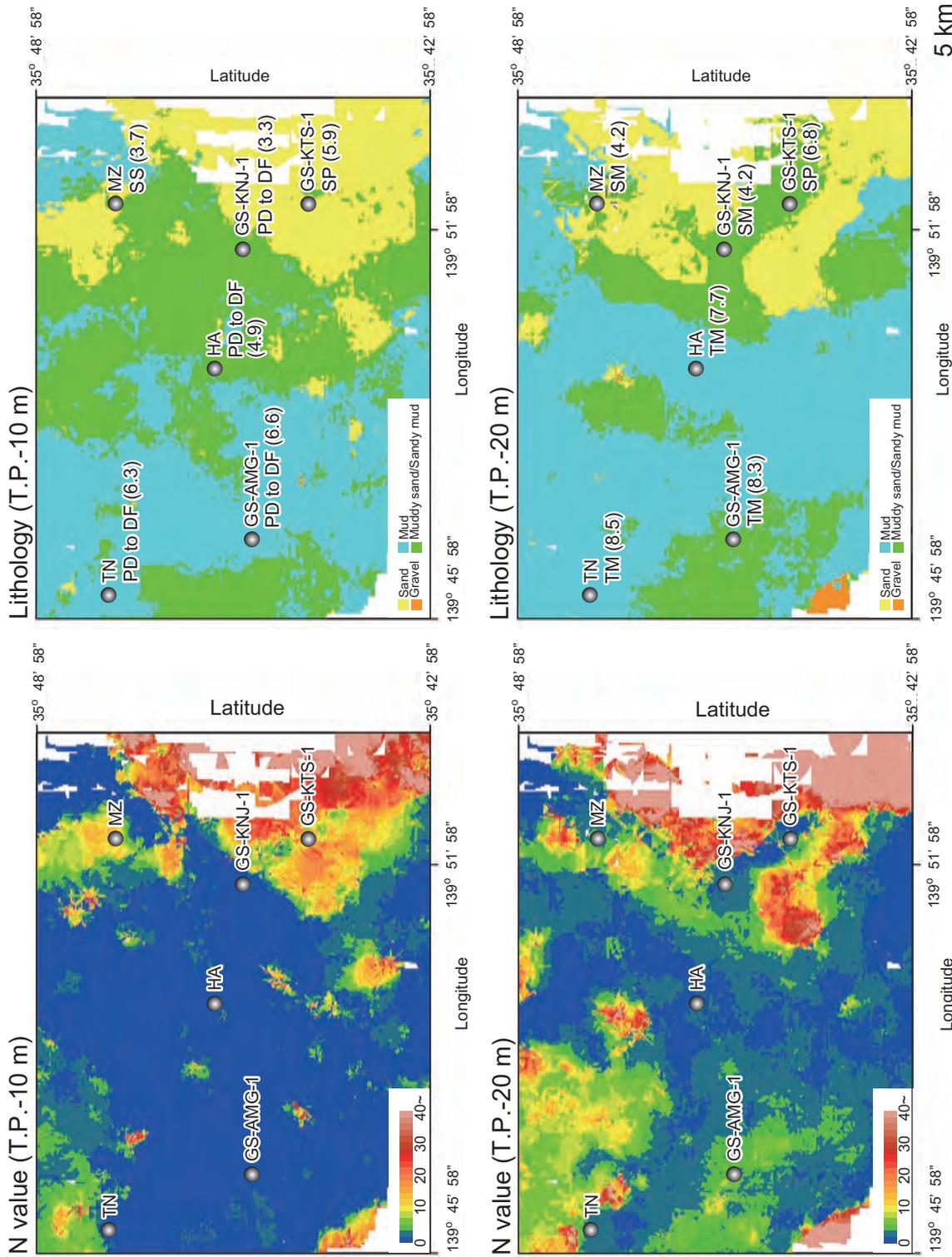
Fig. 7 N value and lithological cross sections in the northern area of the Tokyo Lowland. AA', BB', CC' and DD' sections are east-west sections of N35°43'05", N35°44'46", N35°45'36" and N35°47'49", respectively. These figures are illustrated using the borehole logs of Tanabe *et al.* (2008a) and interpolation method by Eto *et al.* (2008). See Fig.1 for location.

東京低地北部における沖積層のシーケンス層序と古地理 (田辺ほか)



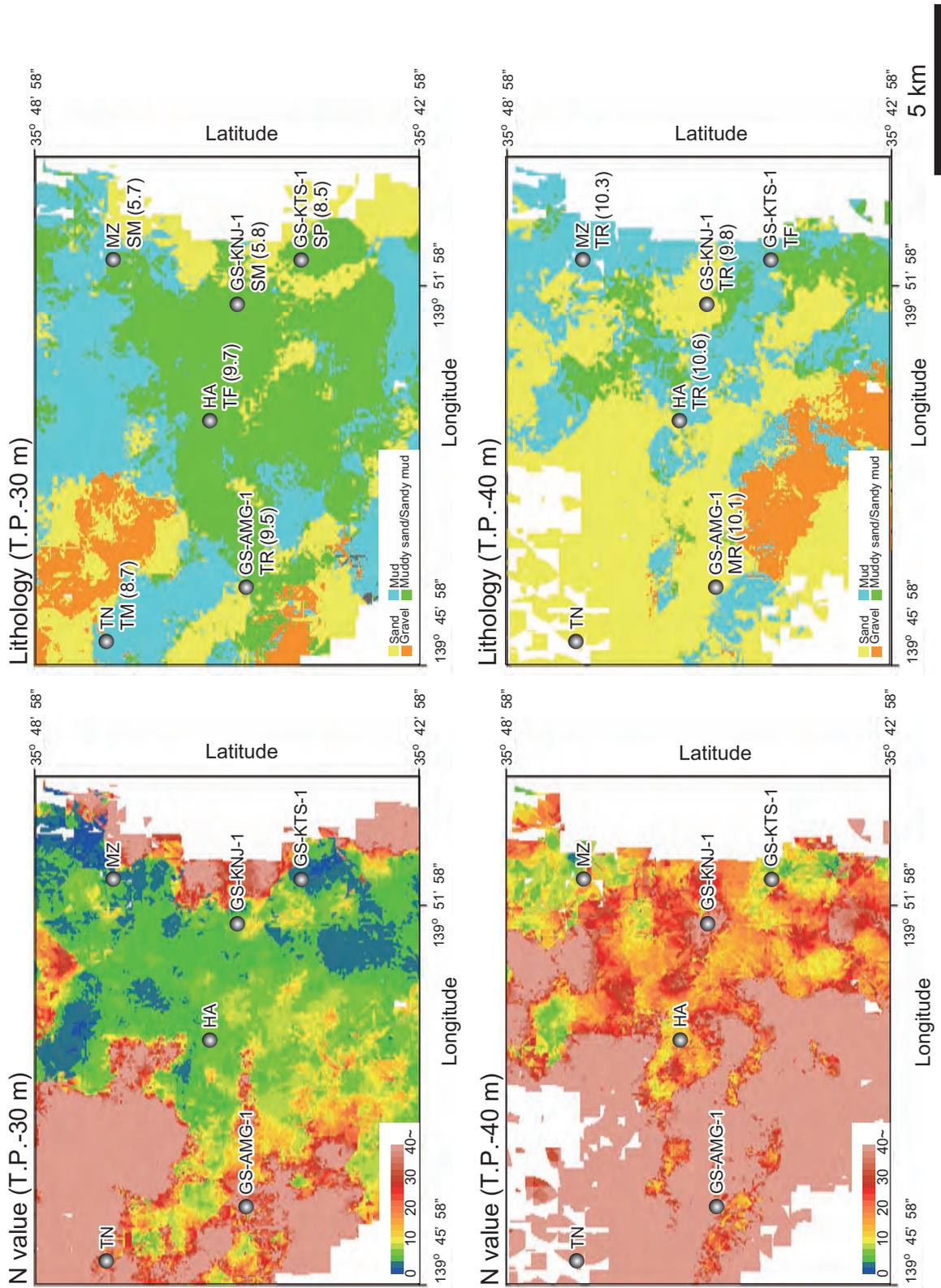
5 km

第7図 (つづき).
Fig. 7 (continued).



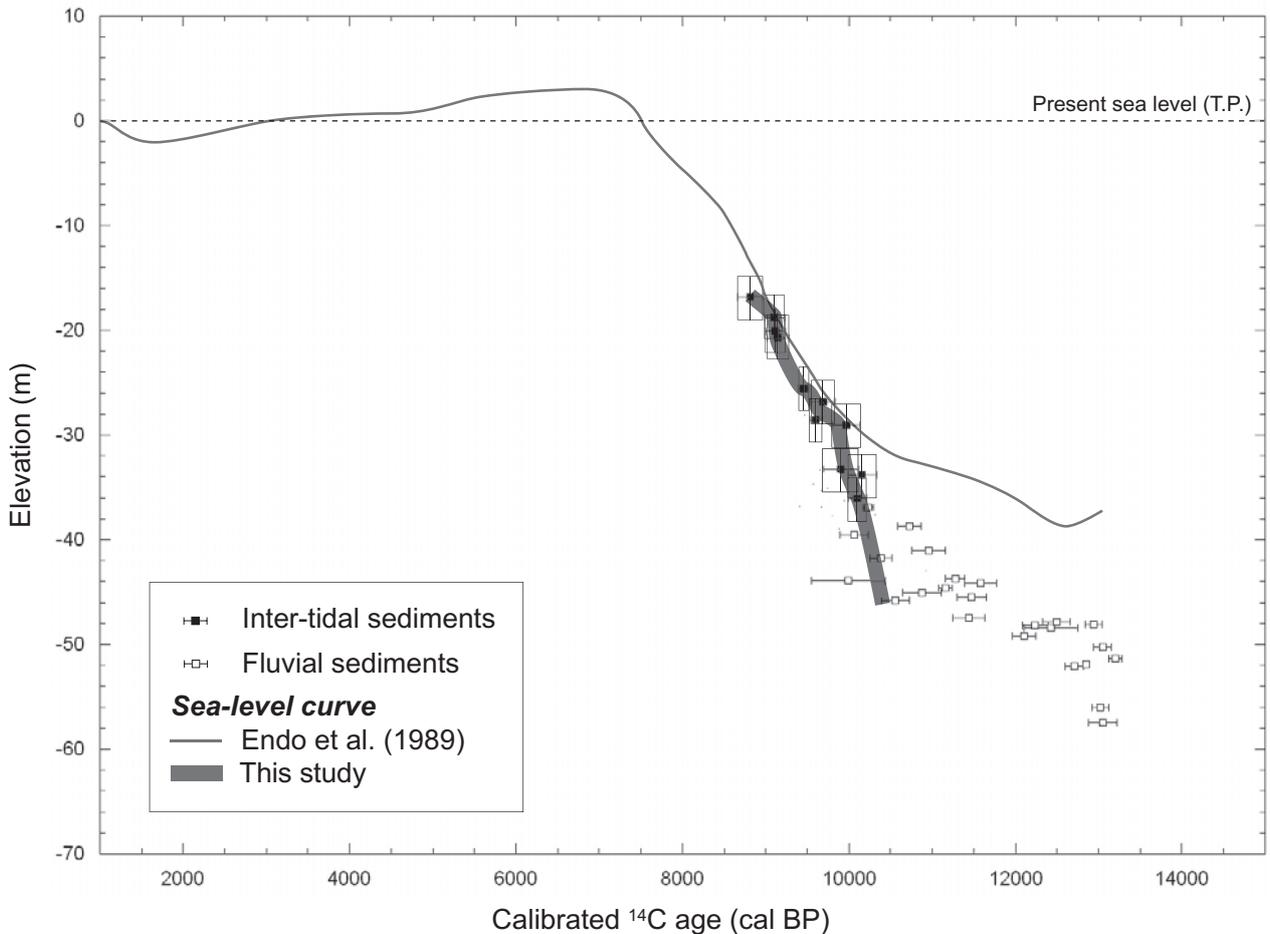
第 8 図 東京低地北部の N 値と岩相平面図。
田辺ほか (2008a) のボーリング柱状図資料を用いて、江藤ほか (2008) の補間方法によって作成した。平面図の位置は第 1 図と第 2 図に示す。コアサイトの英数字はボーリングコア堆積物における平面図の標高の堆積年代 (括弧内, cal ka BP) の分布を示す。堆積相コードについては第 3 図と本文中に記載。

Fig. 8 N value and lithological distribution in the northern area of the Tokyo Lowland.
These figures are based on the borehole logs of Tanabe *et al.* (2008a) and interpolation method by Eito *et al.* (2008). See Figs. 1 and 2 for location. Characters and numbers (inside parentheses) indicate facies distribution and depositional age (cal ka BP) of the core site, respectively. See Fig. 3 for facies code.



第8図 (つづき).

Fig. 8 (continued).



第9図 奥東京湾地域における海水準変動曲線。
 黒い四角の点と白い四角の点は、それぞれ潮間帯の堆積物と河川性堆積物から産出した試料の年代・深度分布を示す。
 本研究における海水準変動曲線は奥東京湾における潮差を2mと仮定して描いた。

Fig. 9 Sea level curves of the Paleo-Okutokyo Bay area.
 Solid and open squares indicate age-depth plots of samples obtained from intertidal sediments and fluvial sediments, respectively.
 The tidal range in the Paleo-Okutokyo Bay is assumed as 2 m for the sea-level curve in this study.

海進面はプログラデーショナルまたはアグラデーショナルする低海水準期堆積体とリトログラデーショナルする海進期堆積体を分離する氾濫面として定義されている (Van Wagoner *et al.*, 1988). 本論では, Hori *et al.* (2002) や Tanabe *et al.* (2006d) に基づき, 海進面を礫質な河川堆積物とアグラデーショナルする河川堆積物の境界に設定する。

中川と荒川の開析谷では, 海進面は礫質な網状河川システムと砂泥互層からなる蛇行河川システムの境界に分布する。礫層と礫質な砂層から構成される網状河川システムは, GS-KNJ-1 の蛇行河川システムの基底から得られた放射性炭素年代値の 13,810 ~ 14,070 cal BP より前に形成された。その一方で, 河川チャネルの砂層と氾濫原の泥層から構成される蛇行河川システムは 13,810 ~ 14,070 cal BP 以降に形成された。網状河川システムと蛇行河川システムの境界の年代については, 蛇行河川システムからの放射性炭素年代値が得られな

いと詳細な議論はできないものの, 13,810 ~ 14,070 cal BP の直前に形成されたと考えられる。この時期はほぼ融氷パルス 1A の時期と一致し, 海進面が融氷パルス 1A と関連して形成されたことを示唆する。融氷パルス 1A では約 500 年間に海水準が 30 m 以上も上昇した (Fairbanks, 1989)。したがって, この上昇に伴って海岸線が内陸に大きく後退し, 直接海の影響のない内陸部においても, 低海水準期の癒着する礫質網状河川システムから海進期のアグラデーショナルする蛇行河川システムへと, 堆積システムが変化した可能性がある。

9.3 海進による侵食面

中川と荒川流系の開析谷軸部では, 蛇行河川とエスチュアリーシステム境界やエスチュアリーシステムの内部において, 最終氷期最盛期以降の海水準上昇に伴う侵食面がいくつか確認することができる。

なかでも蛇行河川とエスチュアリーシステム境界は

初期氾濫面として認定することができる。「初期氾濫面」は、Zaitlin *et al.* (1994) の“initial flooding surface”を和訳したものであり、河成層に累重する汽水性層や海成層の始まりを意味する面として使用する。この境界は、GS-KM-1では干潟堆積物の基底に認められる潮汐チャネル堆積物の基底の小規模な潮汐ラビーンメント面 (Allen and Posamentier, 1993), GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZでは潮汐河川堆積物の基底に認められる潮汐ラビーンメント面に相当する (田辺ほか, 2006a, 2006b, 2006c, 2008b)。潮汐ラビーンメント面は、GS-KM-1のような海側の地域では、GS-KM-1の干潟堆積物の基底に分布する潮汐チャネル砂層の層厚が約50 cmしかないことから、その削剥量は小さく、小規模な広がりであったと考えられる。潮汐チャネルが分布しない地域では蛇行河川堆積物から干潟堆積物に侵食面を伴わずに層相が変化していた可能性がある (田辺ほか, 2006b)。その一方で、GS-KNJ-1, GS-AMG-1, HA, MZのような内陸の地域では、海水準の上昇量を差し引いても、潮汐河川堆積物の層厚が約4 m以上あることから、通常の蛇行河川による削剥と同規模の広がりを有していたと考えられる。

初期氾濫面の形成年代は、11,800～9,300 cal BP (第4表)、10,500～9,800 cal BP 年前の海水準上昇速度の増加時期 (第9図) とほぼ一致する。よって、初期氾濫面は、海水準の上昇速度の増加に伴い、アグラデーショナルな蛇行河川システムからリトログラデーションするエスチュアリーシステムへと堆積システムが急激に変化したことによって形成されたと考えられる。

GS-KM-1とMZにおける干潟堆積物もしくは潮汐河川堆積物と海進砂の境界、GS-KTS-1とGS-KNJ-1におけるエスチュアリーと砂嘴システム境界、GS-AMG-1とHAにおける潮汐河川堆積物もしくは干潟堆積物と潮汐の影響した浅海成堆積物の境界は、波浪ラビーンメント面 (Catuneanu, 2006; 増田, 2007) として認定することができる。波浪ラビーンメント面は、潮間帯から潮下帯にかけた古水深変化に伴って波浪などによって形成された侵食面と考えられている (田辺ほか, 2006a, 2006b, 2006c, 2008b)。特にGS-KM-1, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, GS-AMG-1, MZの波浪ラビーンメント面の上位からは潮間帯から再堆積したと考えられるヌマコダキガイ類やヤマトシジミが産出し、GS-KM-1やGS-KNJ-1からは近隣の標高-30 m付近に分布する埋没段丘 (第2図) から再堆積したと考えられる礫が産出する。

波浪ラビーンメント面の形成年代は、10,200～6,700 cal BP (第4表)、9,800 cal BP 以降の海水準の上昇速度が低下した時期 (第9図) とほぼ一致する。通常、海水準の上昇速度が低下すると、土砂供給の影響が相対的に増加し、ある場所の古水深は小さくなるが、こ

の場合、海水準の上昇速度が低下しても、全てのコアサイトの古水深は急速に深くなる。コアサイトの古水深の急速な深化は、開析谷が埋積され、堆積空間が標高-40～-30 mの埋没段丘面上 (第2図) に広がったことによると考えられる。なお、海進による侵食面の形成以前、中川開析谷のGS-KM-1, GS-KTS-1, GS-KNJ-1, MZでは海水準の上昇に伴って潮汐河川堆積物や干潟堆積物が4～8 mにわたってアグラデーションしたが、荒川開析谷のGS-AMG-1では潮汐河川堆積物が24 mにわたってアグラデーションした (第6図)。これは荒川開析谷が中川開析谷と比べ、土砂供給が卓越した堆積場であったためと考えられる。

9.4 最大海氾濫面

最大海氾濫面は、リトログラデーションする海進期堆積体とプログラデーションする高海水準期堆積体を分離する氾濫面として定義されており (Van Wagoner *et al.*, 1988)、東京低地北部ではエスチュアリーと砂嘴システム、もしくはエスチュアリーとデルタシステムの境界や砂嘴システムのなかに認定することができる。最大海氾濫面は、中川開析谷のエスチュアリーとデルタシステムの境界において7,760～5,940 cal BP、荒川開析谷のエスチュアリーとデルタシステムの境界において8,140～6,570 cal BP、下総台地の西縁の砂嘴システムにおいて6,940～6,490 cal BPに形成された。中川開析谷と荒川開析谷、砂嘴システムでは、後述するように、それぞれ異なる土砂供給源を有していたと考えられることから、最大海氾濫面の年代は異なると考えられる。最大海氾濫面の下位では堆積相は上方深海化のサクセションをしめし、同面の上位では堆積相は上方浅海化のサクセションを示す。最大海氾濫面における堆積相境界は漸移的变化を示すことが多い。

中川開析谷のGS-KM-1では、最大海氾濫面は標高-31.2 mの堆積相TSとPD-DF境界に分布し、その年代は7,760～5,940 cal BPである。堆積相TSから堆積相PD-DFにかけた上方細粒化サクセションはプロデルタにおけるシルトの供給が卓越したために生じたと考えられる (第4表, 第3図)。

荒川開析谷のGS-AMG-1とHA, TZにおける最大海氾濫面は、それぞれ標高-14.8 mと標高-18.5 m, 標高-17.1 mの堆積相TMとPD-DF境界に分布し、その年代は、それぞれ8,140～6,480 cal BPと9,230～5,990 cal BP, 8,560～6,570 cal BPである。堆積相PD-DFにおける上方粗粒化サクセションはデルタの前進による浅海化をしめしていると考えられる (第4表, 第3図)。

砂嘴システムのGS-KTS-1における最大海氾濫面は堆積相SPの標高約-19 mに分布し、その年代は6,940～6,490 cal BPの幅をもつ。標高-19 m以浅の上方粗粒化サクセションは砂嘴の前進による浅海化をしめしていると考えられる (第4表, 第3図)。GS-KNJ-1に

おける最大海氾濫面は標高 -35.9 m の堆積相 TR と SM 境界に分布し、その年代は 10,180 ~ 6,690 cal BP である。この境界は波浪ラビーンメント面と同じ境界に分布し、明瞭な岩相境界を有する (第 4 表, 第 3 図)。MZ における最大海氾濫面は、標高 -32.0 m の堆積相 TS と SM 境界に分布し、その年代は 8,070 ~ 6,270 cal BP である。堆積相 TS から堆積相 SM にかけて上方細粒化サクセションは、砂嘴縁辺堆積物によるシルトの供給が卓越したために生じたと考えられる (第 4 表, 第 3 図)。

木村ほか (2006) は、GS-KM-1 と HA、東京低地南部における DK、中川低地における GS-SK-1 の堆積曲線と遠藤ほか (1989) による奥東京湾の海水準変動曲線を対比し、各ボーリングコア地点における最大古水深を計算することによって、東京低地から中川低地における最大海氾濫面の年代を 7,400 cal BP としている。しかし、木村ほか (2006) は、土砂供給源の異なる中川開析谷の GS-KM-1 と DK、GS-SK-1、荒川開析谷の HA を同一のシーケンスとして捉えている点、そして、最大海氾濫面をボーリングコア堆積物の堆積相サクセションではなく、最大古水深の計算に基づいて認定している点に問題がある。これまで、ある堆積シーケンスにおける最大海氾濫面と最大古水深は同年代を示すとされてきた (Posamentier *et al.*, 1988) が、近年、両者が一致しない例 (Hori *et al.*, 2002; Tanabe *et al.*, 2006d) が報告されており、最大海氾濫面は堆積相サクセションに基づいて認定する必要がある。最大海氾濫面は、DK において 7,260 ~ 6,680 cal BP、GS-SK-1 において 7,950 ~ 7,080 cal BP において形成された (木村ほか, 2006)。これらの年代値を考慮すると、東京低地から中川低地における、中川開析谷の最大氾濫面の形成年代はおおよそ 7,200 cal BP (7,260 ~ 7,080 cal BP) となる。

9.5 低海水準期堆積体、海進期堆積体、高海水準期堆積体

低海水準期堆積体は、東京低地北部において癒着した網状河川システムから構成され、14,000 cal BP よりも若い年代値を有する。この時期は、最終氷期最盛期以降、海水準が最も低かった、もしくは緩やかに上昇する時期にあたる (Lambeck and Chappell, 2001)。14,700 ~ 14,100 cal BP におきた融氷パルス 1A (Fairbanks, 1989) は、癒着した網状河川システムからアグラデーショナルな蛇行河川システムへの遷移時期と一致する。

海進期堆積体は、アグラデーショナルな蛇行河川システムとリトログラデーショナルなエスチュアリーシステム、アグラデーショナルにリトログラデーショナルする砂嘴システムから構成され、14,000 ~ 5,900 cal BP の年代値を有する。エスチュアリーシステムは、中

川沿いでは潮汐河川堆積物と干潟堆積物、海進砂から構成されるのに対し、荒川沿いでは厚層の潮汐河川堆積物と潮汐の影響した浅海成堆積物から構成される。アグラデーショナルにリトログラデーショナルする砂嘴システムは、GS-KTS-1 にのみ分布し、下総台地の西縁に局所的な堆積体を形成する。

高海水準期堆積体は、プログラデーショナルなデルタシステムと砂嘴システムから構成され、8,100 ~ 0 cal BP の年代値を有する。この時期は、完新世の海水準高頂期以降の海水準が緩やかに低下する時期とほぼ一致する。プログラデーショナルする砂嘴システムは、GS-KTS-1、GS-KNJ-1、MZ などの下総台地の西縁においてのみ認められる。

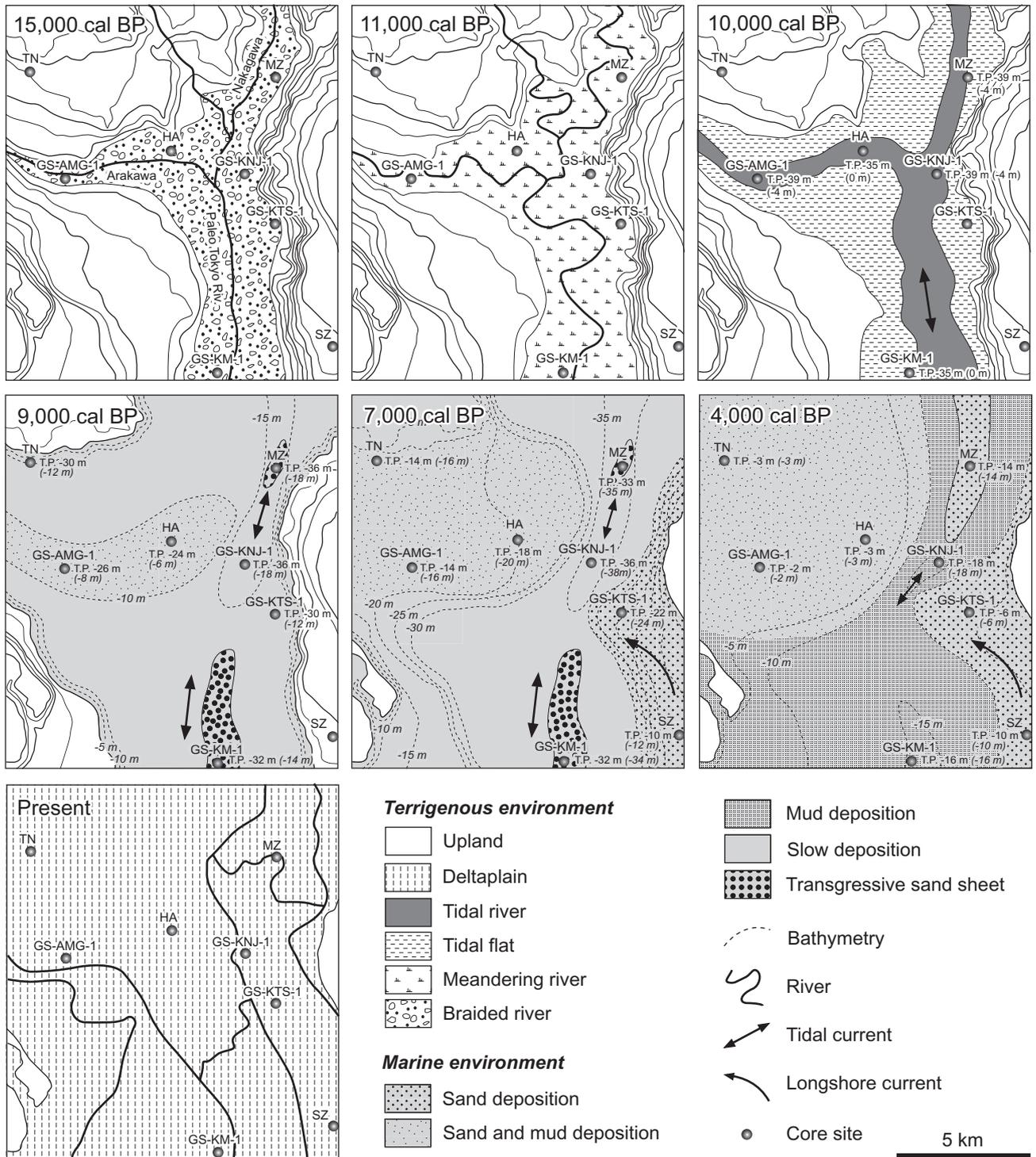
10. 古地理

東京低地北部における古地理は、GS-KM-1、SZ、GS-KTS-1、GS-KNJ-1、GS-AMG-1、HA、MZ、TN から認定した堆積相とその放射性炭素年代値が示す古水深によって復元することができる。第 10 図はこれらの情報から復元した過去 15,000 年間の古地理を示す。

約 15,000 年前、中川、荒川、古東京川の開析谷には、最終氷期最盛期以降の緩やかな海水準の上昇に伴って形成された礫質網状河川が分布していた。網状河川の河床勾配は、網状河川堆積物の分布標高に基づいて、中川開析谷において 0.6/1000 以下、荒川開析谷において 0.8/1000 以下であったことが分かる。網状河川堆積物の層厚は GS-AMG-1 や MZ において 5 m 以下であることから、最終氷期最盛期以降の網状河川堆積物は癒着して分布していたと考えられる。

約 11,000 年前、中川、荒川、古東京川の開析谷には蛇行河川と氾濫原が分布していた。この時期は新ドリラス期 (12,900 ~ 11,700 cal BP) (Rasmussen *et al.*, 2006) に停滞した海水準が再度上昇する (Lambeck and Chappell, 2001) 時期にあたる。蛇行河川堆積物は、その大部分が泥質氾濫原堆積物から構成されることから、蛇行河川チャンネルの分布は氾濫原において限られていたと考えられる。蛇行河川チャンネル堆積物の層厚は、GS-KM-1 において 3 m しかないことから、現世の河川と比べてその下刻作用は小さく、海水準の上昇に伴った河川の氾濫が卓越していたと考えられる。蛇行河川の河床勾配は中川、荒川開析谷においてほぼ平坦であった。

約 10,000 年前、中川、荒川、古東京川の開析谷には潮汐河川と干潟が分布していた。この時期は 10,500 ~ 9,800 年前の海水準上昇速度が速い時期にあたり、堆積環境は約 11,000 年前の蛇行河川から急激に変化したと考えられる。奥東京湾に面した海岸線は第 10 図の範囲より海側に分布していた。GS-KM-1 の干潟堆積物に



第10図 東京低地北部における過去15,000年間の古地理。
 コアサイトの数字は各年代における堆積面の標高と古水深(括弧内)を示す。古水深はボーリングコア堆積物の堆積曲線と奥東京湾の海水準変動曲線(第5図)から計算した。10,000 cal BPにおける海水準はT.P. -35 m, 9,000 cal BPにおける海水準はT.P. -18 m, 7,000 cal BPにおける海水準はT.P. +2 m, 4,000 cal BPにおける海水準はT.P. 0 mとして計算した。古地理図の位置は第1図と第2図に示す。

Fig. 10 Paleogeography in the northern area of the Tokyo Lowland during the past 15,000 years.
 Elevations of the depositional surface and paleo water depth (inside parentheses) are described with the core site. Paleo water depths are calculated on the basis of sediment accumulation curves of sediment cores and Holocene sea-level curve of the Paleo-Okutokyo Bay (Fig. 5). Sea levels during 10,000 cal BP, 9,000 cal BP, 7,000 cal BP and 4,000 cal BP are assumed as T.P. -35 m, T.P. -18 m, T.P. +2 m and T.P. 0 m, respectively. See Figs. 1 and 2 for location.

は潮汐チャネル堆積物が分布することから、干潟には滯筋が分布していたと考えられる。

約9,000年前、引き続き海水準上昇と海域の拡大に伴って、SZを除いた全てのコアサイトは潮汐の影響した浅海になった。特に中川開析谷の海域では潮流の影響が強く、GS-KM-1やMZには海進砂の高まり、GS-KNJ-1には潮流の影響によって削剥された海釜のような窪みが分布していたと考えられる。GS-KM-1やMZでは、埋没段丘や沈水した干潟堆積物から削剥された碎屑物が、潮流の影響によって、南北方向に伸張する海進砂の高まりを形成していたと考えられる。荒川開析谷ではGS-AMG-1とHAにおける古水深が8m、TNにおける古水深が14mを示すことから、約10,000～9,000年前にかけてアグラデーショナルに堆積した潮汐河川堆積物が、浅海下に砂州のような高まりを形成していたと考えられる(江藤ほか, 2008)。このようなアグラデーショナルする潮汐河川堆積物や砂州は、荒川開析谷においてのみ認められることから、利根川はおおよそ10,000年前から荒川開析谷に卓越して土砂を供給していた可能性がある。なお、この時期の潮間帯から潮下帯にかけて古水深変化に伴って形成された波浪ラビーンメント面は、小規模な削剥面や無堆積面として、TNとSZを除いた全てのコアサイトにおいて形成された。

約7,000年前、引き続き海水準の上昇によって奥東京湾の海水準は高頂に達し、東京低地北部における全てのコアサイトは浅海になった。東京低地西縁のGS-KTS-1には、海域の拡大によって沿岸流が発生し、埋没段丘を構成する下総層群から削剥された砂質碎屑物によって砂嘴が発達したと考えられる。GS-AMG-1, HA, TNには荒川開析谷を流れた利根川からの供給土砂によって泥質な潮汐の影響した浅海成堆積物が砂州を構成した。その一方で、砂嘴と砂州に挟まれた、中川開析谷の海域には潮流の影響によって狭い流路が形成されていたと考えられる。荒川開析谷の砂州や砂嘴と、潮汐の影響した流路の水深差は15～20mあった。潮汐の影響した流路では、約9,000年前より無堆積に近い状況が続いており、GS-KM-1とMZには海進砂の高まりが残存していたと考えられる。

約4,000年前、東京低地北部は引き続き浅海下にあったが、東京低地西縁や荒川開析谷は、それぞれ下総台地や利根川からの土砂供給によって、水深6m以浅にまで浅海化した。約7,000年前の海水準高頂期以降、海水準は現在にかけて緩やかに低下したので、これらの浅海化は効率的に行われたと考えられる。その一方で、中川開析谷の海域は、水深がまだ14～19mあり、依然として潮流が影響していたと考えられる。GS-KNJ-1とMZには潮流の影響によって砂嘴から派生した砂嘴縁辺堆積物とサンドショール堆積物が堆積した

(田辺ほか, 2006a; 田辺ほか, 2008b)。荒川開析谷では約5,000年前以降、ほとんど堆積が進行していないので、約5,000年前を境として利根川は荒川開析谷から中川開析谷へと流路を変遷したと考えられる(第5図)。約4,000年前以降、中川開析谷に残存していた海域は、利根川からの供給土砂によって、内陸から陸化していった。

11. まとめ

東京低地北部における既報の8本の沖積層ボーリングコア堆積物の堆積相と放射性炭素年代値をコンパイルし、ボーリングコア堆積物から認定した堆積相を2,308本のボーリング柱状図資料と対比した結果、次のことが明らかとなった。

(1) 下総層群や埋没段丘堆積物に不整合に累重する沖積層は、下位より堆積相BR(網状河川堆積物)、堆積相MR(蛇行河川堆積物)、堆積相TR(潮汐河川堆積物)、堆積相TF(干潟堆積物)、堆積相TS(海進砂)、堆積相TM(潮汐の影響した浅海成堆積物)、堆積相SP(砂嘴堆積物)、堆積相SM(砂嘴縁辺堆積物)、堆積相SS(サンドショール堆積物)、堆積相PD-DF(プロデルタ～デルタフロント堆積物)、堆積相MT(現世の干潟堆積物)、堆積相MO(現世の河川堆積物)、堆積相AS(盛土)に整理することができる。

(2) 堆積相BRは網状河川システム、堆積相MRは蛇行河川システム、堆積相TR, TF, TS, TMの組み合わせはエスチュアリーシステム、堆積相SP, SM, SSの組み合わせは砂嘴システム、堆積相PD-DF, MT, MO, ASの組み合わせはデルタシステムを構成する。エスチュアリーシステムは上方深海化する内陸に後退する堆積システムを構成するのに対し、デルタシステムは上方浅海化する沖合に前進する堆積システムを構成する。砂嘴システムは東京低地北部の東縁において局所的な堆積体を形成する。

(3) 中川開析谷と荒川開析谷を充填する東京低地北部における沖積層は、下位より低海水準期堆積体、海進期堆積体、高海水準期堆積体に区分され、シーケンス境界は下総層群と沖積層の境界の不整合面に認定することができる。海進面は網状河川と蛇行河川システム境界に分布し、14,100 cal BPより若い年代を示す。蛇行河川とエスチュアリーシステム境界は初期氾濫面として認定され、11,800～9,300 cal BPの年代を示す。最大海氾濫面はエスチュアリーとデルタシステム境界に分布し、8,100～5,900 cal BPの年代値を示す。低海水準期堆積体は癒着する網状河川システム、海進期堆積体はアグラデーショナルする蛇行河川システムとリトログラデーショナルするエスチュアリーシステム、高海水準期堆積体はプログラデーショナルするデルタシステ

ムから構成される。砂嘴システムではその中部に最大海氾濫面が認定される。

(4) 東京低地北部における古地理は、最終氷期最盛期～約7,000年前にかけた海水準の上昇に伴って、網状河川から蛇行河川、干潟、内湾へと遷移した。約10,000～5,000年前は利根川の荒川開析谷における土砂供給が卓越し、荒川開析谷では砂州とデルタによって浅海化が進んだ。それとは逆に中川開析谷では供給土砂が欠乏し、潮流が卓越した流路が形成されたと考えられる。潮流が卓越した流路は約4,000年前まで残存し、約5,000年前以降は中川開析谷に卓越して土砂を供給した利根川によって、内陸から陸化していった。中川開析谷の流路口として存在した奥東京湾口には、埋没段丘から削剥された碎屑物によって、約8,000～4,000年前にかけて砂嘴が形成された。

謝辞：地質情報研究部門の斎藤文紀博士には査読を通じて適切など指摘を頂きました。記して謝意を表します。

文 献

- Allen, G.P. and Posamentier, H.W. (1993) Sequence stratigraphy and facies model of an incised valley fill: the Gironde estuary, France. *J. Sediment. Petrol.*, **63**, 378-391.
- 青木 滋 (1969) 東京低地の第四紀層について. 日本地質学会第76年学術大会シンポジウム「海岸平野」資料集, 15-20.
- Bhattacharya, J.P. and Walker, R.G. (1992) Deltas. In Walker, R.G. and James, N.P. eds., *Facies Models: response to sea level change*. Geol. Assoc. Canada, 157-177.
- Boyd, R., Dalrymple, R. and Zaitlin, B.A. (1992) Classification of clastic coastal depositional environments. *Sediment. Geol.*, **80**, 139-150.
- Catuneanu, O. (2006) *Principles of Sequence Stratigraphy*. Elsevier, 375p.
- Coleman, S.M., Baucom, P.C., Bratton, J.F., Cronin, T.M., McGeehin, J.P., Willard, D., Zimmerman, A.R. and Vogt, P.R. (2002) Radiocarbon dating, chronologic framework, and changes in accumulation rates of Holocene estuarine sediments from Chesapeake Bay. *Quaternary Res.*, **57**, 58-70.
- Dalrymple, R.W. (1992) Tidal Depositional Systems. In Walker, R.G. and James, N.P. eds., *Facies Models: response to sea level change*. Geol. Assoc. Canada, 195-218.
- 遠藤邦彦・関本勝久・高野 司・鈴木正章・平井幸弘 (1983) 関東平野の沖積層. *アーバンクボタ*, no. 21, 26-43.
- 遠藤邦彦・小杉正人・菱田 量 (1988) 関東平野の沖積層とその基底地形. 日本大学文学部自然科学研究所研究紀要, no. 23, 37-48.
- 遠藤邦彦・小杉正人・松下まり子・宮地直道・菱田 量・高野 司 (1989) 千葉県古流山湾周辺域における完新世の環境変遷史とその意義. *第四紀研究*, **28**, 61-77.
- 江藤雅佳子・石原与四郎・田辺 晋・木村克己・中山俊雄 (2008) ボーリング柱状図資料を用いたN値と岩相の3次元分布モデル—東京低地北部における沖積層の例—. *地質雑*, **114**, 187-199.
- Fairbanks, R.G. (1989) A 17,000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation. *Nature*, **342**, 637-642.
- 平井幸弘 (1983) 関東平野中央部における沖積低地の地形発達. *地理評*, **56**, 679-694.
- Hori, K., Saito, Y., Zhao, Q. and Wang, P. (2002) Evolution of the coastal depositional systems of the Changjiang (Yangtze) River in response to late Pleistocene-Holocene sea-level changes. *J. Sediment. Res.*, **72**, 884-897.
- Hughen, K.A., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Bertrand, C.J.H., Blackwell, P.G., Buck, C.E., Burr, G.S., Cutler, K.B., Damon, P.E., Edwards, R.L., Fairbanks, R.G., Friedrich, M., Guilderson, T.P., Kromer, B., McCormac, F.G., Manning, S.W., Bronk Ramsey, C., Reimer, P.J., Reimer, R.W., Remmele, S., Southon, J.R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F.W., van der Plicht, J. and Weyhenmeyer, C.E. (2004) Marine04 Marine radiocarbon age calibration, 26-0 ka BP. *Radiocarbon*, **46**, 1059-1086.
- 井関弘太郎 (1975) 沖積層基底礫層について. *地学雑*, **84**, 1-18.
- 石原与四郎・木村克己・中島 礼・宮地良典・田辺 晋・中山俊雄・斎藤文紀 (2004a) 東京低地と荒川低地から得られた3本のボーリングコアの堆積相と放射性炭素年代:DK コア (江東区新砂), TN コア (足立区舎人公園), HA コア (東綾瀬公園). *地調研報*, **55**, 221-235.
- 石原与四郎・木村克己・田辺 晋・中島 礼・宮地良典・堀 和明・稲崎富士・八戸昭一 (2004b) 埼玉県草加市柿木地区で掘削された沖積層ボーリングコア (GS-SK-1) の堆積相・堆積物特性と放射性炭素年代. *地調研報*, **55**, 183-200.
- 貝塚爽平 (1979) 東京の自然史 (増補第二版). 紀伊国屋書店, 239p.
- Kaizuka S., Naruse Y. and Matsuda I. (1977) Recent

- formations and their basal topography in and around Tokyo Bay, Central Japan. *Quaternary Res.*, **8**, 32-50.
- 菊地隆男 (1981) 先史時代の利根川水系とその変遷. アーバンクボタ, no. 19, 2-5.
- 木村克己 (2004) 巻頭言: 都市地質研究の展開. 地調研報, **55**, 181-182.
- 木村克己・石原与四郎・宮地良典・中島 礼・中西利典・中山俊雄・八戸昭一 (2006) 東京低地から中川低地に分布する沖積層のシーケンス層序と層序の再検討. 井内美郎・稲崎富士・卜部厚志・岡 孝雄・木村克己・斎藤文紀・高安克己・立石雅昭・中山俊雄・長谷義隆・三田村宗樹 (編), 沖積層研究の新展開, 地質学論集, no. 59, 1-18.
- 久保純子 (1993) 東京低地水域環境地形分類図. 文部省科学研究費重点領域研究「近代化による環境変化の地理情報システム」成果.
- Lambeck, K. and Chappell, J. (2001) Sea level change through the last glacial cycle. *Science*, **292**, 679-686.
- 増田富士雄 (2007) 相対的な海面変動が支配する地層の累重と地形の形成: わが国の沖積層の解析から. 地形, **28**, 365-379.
- 増田富士雄・伊勢屋ふじこ (1985) “逆グレーディング構造”: 自然堤防帯における氾濫原洪水堆積物の示相堆積構造. 堆積学研究会報, no. 22/23, 108-116.
- Matsuda, I. (1974) Distribution of the Recent Deposits and Buried Landforms in the Kanto Lowland, Central Japan. *Geogr. Rep. Tokyo Metropolitan Univ.*, no. 9, 1-36.
- 松田磐余 (1993) 東京湾と周辺の沖積層. 貝塚爽平 (編), 東京湾の地形・地質と水, 築地書館, 67-109.
- Miall, A.D. (1992) Alluvial Deposits. In Walker, R.G. and James, N.P. eds., *Facies Models: response to sea level change*. Geol. Assoc. Canada, 119-142.
- 宮地良典・木村克己・石原与四郎・田辺 晋・中島 礼・堀 和明・中山俊雄・斎藤文紀, (2004) 東京都江戸川区小松川地区で掘削された沖積層ボーリングコア (GS-KM-1) の堆積相とその堆積物物性・放射性炭素年代. 地調研報, **55**, 201-220.
- 中西利典・田辺 晋・内山美恵子・中島 礼・宮地良典・木村克己・細矢卓志・橋本智雄 (2004) 埼玉県三郷市彦成地区で掘削された沖積層ボーリング試料 (GS-MHI-1) の高精度解析. 日本地質学会第111年学術大会講演要旨, 164.
- 中島 礼・田辺 晋・宮地良典・石原与四郎・木村克己 (2006) 沖積層ボーリングコアにみられる貝化石群集変遷—埼玉県草加市柿木と東京都江戸川区小松川の例—. 井内美郎・稲崎富士・卜部厚志・岡 孝雄・木村克己・斎藤文紀・高安克己・立石雅昭・中山俊雄・長谷義隆・三田村宗樹 (編), 沖積層研究の新展開, 地質学論集, no. 59, 19-33.
- 奈良正和 (1994) “ヒメスナホリムシの生痕化石”の形成者は何か?—生痕化石 *Macaronichnus segregatis* の形成メカニズム. 化石, no. 56, 9-20.
- 奈良正和・小竹信宏 (1997) 中—上部更新統下総層群に産する“アナジャコ巣穴化石” *Psilonichnus*. 地質雑, **103**, 971-981.
- 奥谷喬司 (2000) 日本近海産貝類図鑑. 東海大学出版会, 1173p.
- Posamentier, H.W., Jervey, M.T. and Vail, P.R. (1988) Eustatic controls on clastic deposition I—conceptual framework. In: Wilgus, C.K., Hastings, B.S., Kendall, C.G.St.C., Posamentier, H.W., Ross, C.A. and Van Wagoner, J.C., eds., *Sea-Level Changes: An Integrated Approach*. *SEPM Spec. Publ.*, no. 42, 109-124.
- Rasmussen, S.O., Andersen, K.K., Svensson, A.M., Steffensen, J.P., Vinther, B.M., Clausen, H.B., Siggaard-Andersen, M.-L., Johnsen, S.J., Larsen, L.B., Dahl-Jensen, D., Bigler, M., Röthlisberger, R., Fischer, H., Goto-Azuma, K., Hansson, M.E. and Ruth, U. (2006) A new Greenland ice core chronology for the last glacial termination. *Journal of geophysical research*, **111**, D06102. doi: 10.1029/2005JD006079.
- Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Bertrand, C.J.H., Blackwell, P.G., Buck, C.E., Burr, G.S., Cutler, K.B., Damon, P.E., Edwards, R.L., Fairbanks, R.G., Friedrich, M., Guilderson, T.P., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, F.G., Manning, S.W., Ramsey, C.B., Reimer, R.W., Remmele, S., Southon, J.R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F.W., van der Plicht, J. and Weyhenmeyer, C.E. (2004) IntCal04 Terrestrial radiocarbon age calibration, 26-0 ka BP. *Radiocarbon*, **46**, 1029-1058.
- Reineck, H.E. and Singh, I.B. (1980) *Depositional Sedimentary Environments*. Springer-Verlag, 551p.
- 斎藤文紀 (2001) 堆積構造, 堆積相, 堆積システム. 加藤碩一・脇田浩二 (編), 地質学ハンドブック. 朝倉書店, 65-77.
- Stuiver, M. and Reimer, P.J. (1993) Extended ¹⁴C database and revised CALIB radiocarbon calibration program. *Radiocarbon*, **35**, 215-230.
- 田辺 晋・中島 礼・中西利典・石原与四郎・宮地良典・木村克己・中山俊雄・柴田康行 (2006a) 東京都葛飾区における沖積層の堆積相と堆積物物性: 奥東京湾口の砂嘴の時空間分布. 地調研報, **57**, 261-288.
- 田辺 晋・石原園子・中島 礼・宮地良典・木村克己 (2006b) 東京低地中央部における沖積層の中間砂層の形成機構. 井内美郎・稲崎富士・卜部厚志・

- 岡 孝雄・木村克己・斎藤文紀・高安克己・立石雅昭・中山俊雄・長谷義隆・三田村宗樹 (編), 沖積層研究の新展開, 地質学論集, no. 59, 35-52.
- 田辺 晋・中島 礼・中西利典・木村克己・柴田康行 (2006c) 東京都足立区本木地区から採取した沖積層ボーリングコア堆積物 (GS-AMG-1) の堆積相と放射性炭素年代, 物性. 地調研報, **57**, 289-307.
- Tanabe, S., Saito, Y., Vu, Q.L., Hanebuth, T.J.J., Ngo, Q.L. and Kitamura, A. (2006d) Holocene evolution of the Song Hong (Red River) delta system, northern Vietnam. *Sediment. Geol.*, **187**, 29-61.
- 田辺 晋・中西利典・木村克己・八戸昭一・中山俊雄 (2008a) 東京低地北部から中川低地にかけての沖積層の基盤地形. 地調研報, **59**, xxx-xxx.
- 田辺 晋・石原与四郎・中島 礼・木村克己・中山俊雄 (2008b) 東京低地東縁における 2 本のボーリングコア堆積物の堆積相と放射性炭素年代値: MZ コア (葛飾区水元公園), SZ コア (江戸川区篠崎公園). 地調研報, **59**, 135-149.
- 東京都土木技術研究所 (1969) 東京都地盤地質図 (23 区内) 都土木技術資料, 43-5.
- 東京都土木技術研究所 (1977) 東京都総合地盤図 I — 東京都地質図集 3 —. 技報堂.
- 宇野木早苗 (1993) 東京湾の水と流れ. 貝塚爽平 (編), 東京湾の地形・地質と水, 築地書館, 135-186.
- Van Wagoner, J.C., Posamentier, H.W., Mitchum, R.M., Vail, P.R., Sarg, J.F., Louit, T.S. and Hardenbol, J. (1988) An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions. *In: Wilgus, C.K., Hastings, B.S., Kendall, C.G.St.C., Posamentier, H.W., Ross, C.A. and Van Wagoner, J.C., eds., Sea-Level Changes: An Integrated Approach. SEPM Spec. Publ.*, no. 42, 39-45.
- Yoneda, M., Shibata, Y., Tanaka, A., Uehiro, T., Morita, M., Uchida, M., Kobayashi, T., Kobayashi, C., Suzuki, R., Miyamoto, K., Hancock, B., Dibden, C. and Edmonds, J.S. (2004) AMS ^{14}C measurements and preparative techniques at NIES-TERRA. *Nucl. Instr. and Meth. B*, **223-224**, 116-123.
- Zaitlin, B.A., Dalrymple, R.W. and Boyd, R. (1994) The stratigraphic organization of incised-valley systems: origin and sedimentary sequences. *In: Dalrymple, R.W., Boyd, R., Zaitlin, B.A., eds., Incised-valley Systems: Origin and Sedimentary Sequences. SEPM Spec. Publ.* no. 51, 45-60.

(受付: 2008 年 7 月 14 日; 受理: 2008 年 11 月 26 日)