

## 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: MZ コア (葛飾区水元公園), SZ コア (江戸川区篠崎公園)

田辺 晋<sup>1</sup>・石原与四郎<sup>2</sup>・中島 礼<sup>1</sup>・木村克己<sup>1</sup>・中山俊雄<sup>3</sup>

Susumu Tanabe, Yoshiro Ishihara, Rei Nakashima, Katsumi Kimura and Toshio Nakayama (2008) Sedimentary facies and radiocarbon dates of two sediment cores from the eastern margin of the Tokyo Lowland: MZ (Mizumoto Park, Katsushika-ku) and SZ (Shinozaki Park, Edogawa-ku) cores. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 59 (3/4), p. 135-149, 6 figs, 1 table.

**Abstract:** We examined time and spatial distributions of sedimentary facies surrounding the spit sediments in the bay-mouth portion of the Paleo-Okutokyo Bay by using sedimentary facies and radiocarbon dates obtained from two sediment cores (MZ and SZ cores) from the eastern margin of the Tokyo Lowland. Latest Pleistocene to Holocene incised-valley fills (the Chuseki-so) which unconformably overlie Middle to Late Pleistocene deposits (Shimosa Group) consist of braided river, meandering river, estuary, spit and delta sediments in MZ core in ascending order. The Chuseki-so consists of delta sediments in SZ core. MZ and SZ cores yields radiocarbon dates ranging from 13150 to 3160 cal BP and from 3930 to 730 cal BP, respectively. Sand shoal sediments constituting part of the spit sediments in MZ core forms a sand body which elongates northeastward from the spit sediments. And this sand body seems to have deposited in a bay-mouth channel which existed behind the spit between 4500 and 3500 cal BP.

**Keywords:** Chuseki-so, incised valley, sand shoal, sedimentary facies, radiocarbon date, Tokyo Lowland, Holocene

### 要 旨

東京低地の東縁における 2 本のボーリングコア堆積物 (MZ コアと SZ コア) の堆積相と放射性炭素年代値を利用し、奥東京湾口における砂嘴堆積物周辺の堆積相の時空間分布を検討した。中・上部更新統の下総層群に不整合に累重する沖積層は、MZ コアにおいて、下位より網状河川性堆積物、蛇行河川性堆積物、エスチュアリー性堆積物、砂嘴性堆積物、デルタ性堆積物、そして SZ コアにおいて、デルタ性堆積物から構成されている。MZ コアからは 13150 ~ 3160 cal BP, SZ コアからは 3930 ~ 730 cal BP の放射性炭素年代値が得られた。このうち、MZ コアの砂嘴性堆積物の一部を構成するサンドショール堆積物は、奥東京湾口の砂嘴堆積物から北東方向に伸張する細長い砂体を形成している。この砂体は、約 4500 ~ 3500 年前、砂嘴の内陸側に存在した流路において形成されたと考えられる。

### 1. はじめに

東京低地は、東に下総台地、西に武蔵野台地、南に

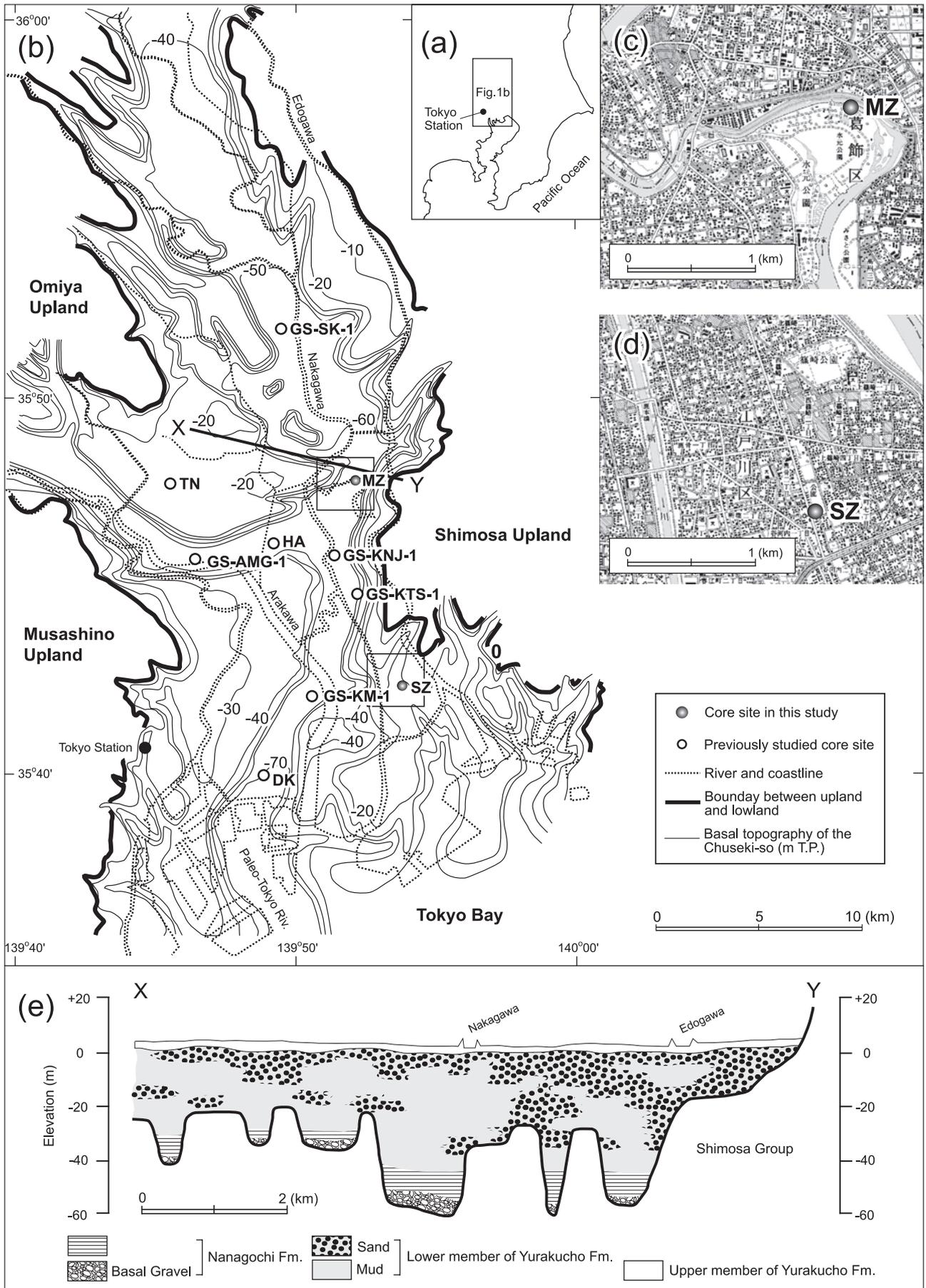
東京湾に面した沿岸河口低地であり、その東縁には層厚が約 60 m に及ぶ沖積層が分布している (Matsuda, 1974; Kaizuka et al., 1977; 遠藤ほか, 1983, 1988)。この地域の沖積層は、標高 -40 m 以浅において N 値 10 以上の砂層が分布することを特徴としており、この砂層は、従来、沖積層の基盤をなす中・上部更新統の下総層群などとして解釈されてきた (Matsuda, 1974; 東京都土木技術研究所, 1977; 遠藤ほか, 1983)。しかし近年、田辺ほか (2006a) は、ボーリングコア堆積物の解析とボーリング柱状図資料の N 値の空間的な分布の解釈に基づいて、この砂層が完新世中期以降の高海水準期に奥東京湾口に発達した砂嘴性堆積物であることを明らかにした。砂嘴性堆積物は下総台地から北西方向に長さ約 5 km にわたって伸長する。

砂嘴性堆積物の内陸 (北) 側に位置する東京都葛飾区水元公園と、外洋 (南東) 側に位置する江戸川区篠崎公園付近の沖積層の層序と分布については、これまで、遠藤ほか (1983) と遠藤ほか (1992) が地質断面図 (第 1 図 (e)) を作成し、沖積層のおおまかな岩相層序区分を行っている。また、東京都土木技術研究所 (現 東京都土木技術センター) は、これら地域の深部

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

<sup>2</sup>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)

<sup>3</sup>東京都土木技術センター (Civil Engineering Center, Tokyo Metropolitan Government, Shinsuna 1-9-15, Koto-ku, Tokyo 136-0075, Japan)



地盤調査を目的として、深度約 100 m にいたるオールコアボーリング堆積物の掘削と解析、物理検層を行っている (東京都土木技術研究所, 1996)。しかし、これら地域の沖積層の詳細な堆積環境の変化や成因分布については、これまであまり検討されていない。

そこで本研究では、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) の一環として、東京都土木技術センターに保管されている水元公園と篠崎公園のボーリングコア堆積物を再検討し、沖積層の詳細な岩相と生物化石相の記載、放射性炭素年代値の測定を行った。そしてこれらの解析によって認定した堆積相と田辺ほか (2006a) による東京低地東縁の堆積相、ボーリング柱状図資料の N 値・岩相分布を対比し、砂嘴堆積物の内陸側と外洋側における堆積相の時空間分布を検討した。なお、本研究では東京都に分布する沿岸河口低地を東京低地、埼玉県におけるそれを中川低地と呼ぶ。

## 2. コアサイトの概要

東京都葛飾区水元公園におけるボーリングコア堆積物 (MZ コア) は、水元公園 7 番地内 (N35° 47' 47.27", E139° 52' 24.34") の標高 (T.P.) +1.9 m において掘削された (東京都土木技術研究所, 1992a)。コアサイトは中川左岸の自然堤防 (久保, 1993) に位置する (第 1 図)。MZ コア地点における沖積層は、標高 -60 m 以下に分布しており、遠藤ほか (1992) によれば、下位より七号地層、有楽町層下部層、有楽町層上部層に区分される (第 1 図)。有楽町層下部層は標高 -45 ~ 0 m に分布しており、このうち標高 -45 ~ -20 m に泥層、標高 -20 ~ 0 m に貝化石を含む砂層が卓越している。

江戸川区篠崎公園におけるボーリングコア堆積物 (SZ コア) は、篠崎公園 B 地区 (N35° 42' 17.20", E139° 53' 50.10") の標高 (T.P.) +0.6 m において掘削された (東京都土木技術研究所, 1992b)。コアサイトは新中川左岸のデルタ低地 (久保, 1993) に位置する (第 1 図)。SZ コア地点における沖積層は、遠藤ほか (1983) によれば、標高 -20 ~ -10 m において中・上部更新統

の下総層群の砂層の上位に累重し、下位より有楽町層下部層と有楽町層上部層に区分される。同地域における有楽町層上部層は標高約 0 m 以下に分布する。

## 3. 研究手法

本研究に用いたオールコアボーリング堆積物は、半裁後コア箱に収められ、室温で乾燥された状態で、東京都土木技術センターの倉庫に保管されていた。コア堆積物は、半裁面をハケなどを用いてクリーニングしたあとに、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・種類、根茎の有無) に着目して記載を行った。貝化石の種類は、堆積物に含まれる 0.5 mm 以上の個体を同定した。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 の篩によって測定した。コア堆積物から採取した 18 点の貝化石と植物片については、Beta Analytic (株) に依頼して加速器質量分析 (AMS) 法による放射性炭素年代測定を行った。そして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 5.0 (Stuiver and Reimer, 1993) を使用して、暦年代に校正した。貝化石の暦年校正の際、 $\Delta R=0$ 、海洋炭素 = 100% と仮定した。

## 4. 堆積相の結果

MZ コアと SZ コアは岩相と生物化石相、砂泥含有率 (4φ よりも粗い碎屑物の含有率) に基づき、それぞれ 8 つと 4 つの堆積相に区分できる (第 2 図)。本章では、これら 2 本のコア堆積物から認定した堆積相の記載と解釈を記述する。なお、本論文では、堆積相を「単一のエネルギーレベルを示す層相」ではなく、「単一の堆積環境を示す層相」とし、単層解析の結果ではなく、岩相と生物化石相を組み合わせた総合的な層相区分の結果を記載する。

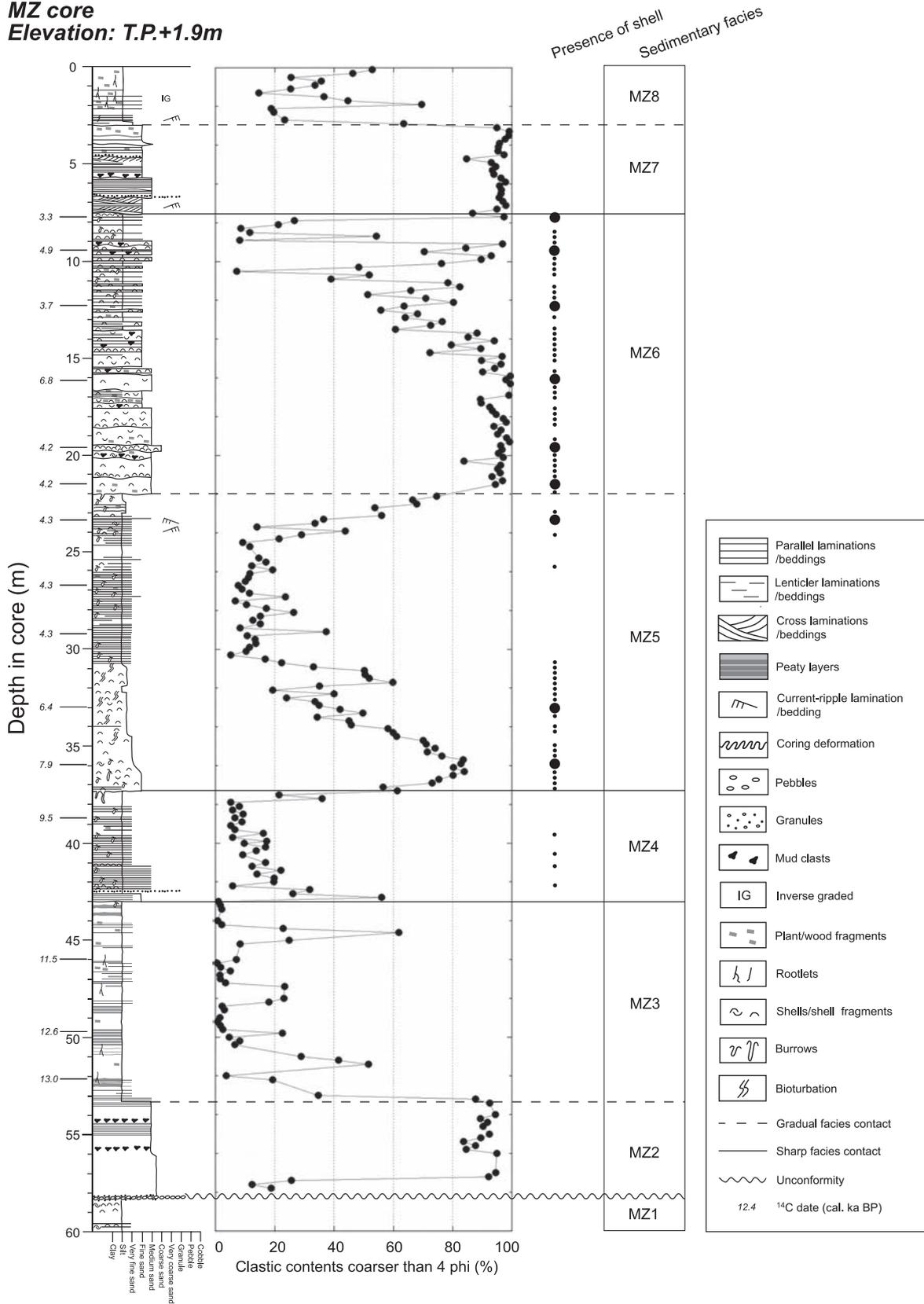
第 1 図 奥東京湾地域の沖積層の分布とコアサイト、東京低地東縁の地質断面。

(a) 関東地方の位置図。(b) 奥東京湾地域における沖積層基底分布。遠藤ほか (1988) を一部改編。図中のコアサイトは、GS-KM-1 が宮地ほか (2004)、GS-SK-1 が石原ほか (2004a)、DK コアと HA コア、TN コアが石原ほか (2004b)、GS-KNJ-1 と GS-KTS-1 が田辺ほか (2006a)、GS-AMG-1 が田辺ほか (2006b) に基づく。(c) と (d) MZ コアと SZ コアのコアサイト。国土地理院発行数値地図 25000 (地図画像)「東京」を使用。(e) 東京低地東縁の沖積層の地質断面。遠藤ほか (1992) に基づく。

Fig. 1 Incised-valley and core-site distributions in the Paleo-Okutokyo Bay area.

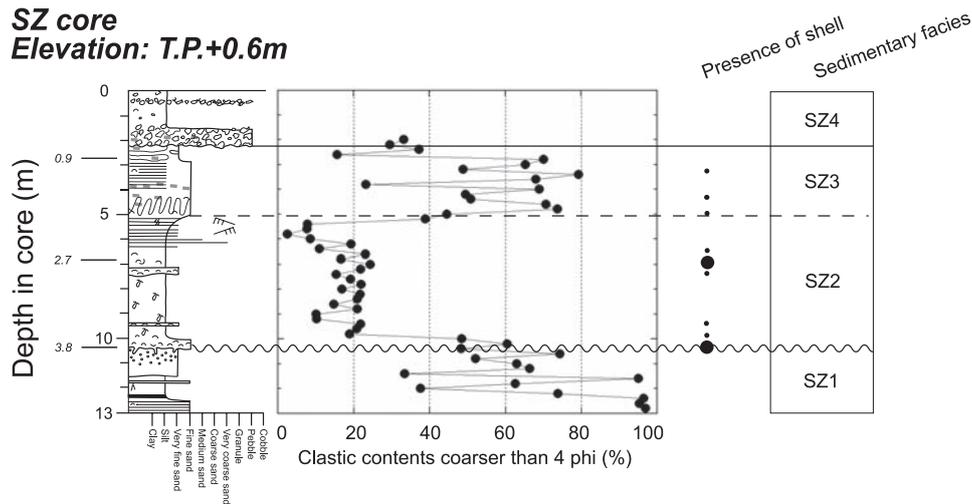
(a) Location map of the Kanto area. (b) Valley topography formed until the Last Glacial Maximum under the Paleo-Okutokyo Bay area. Modified after Endo et al. (1988). Previously studied core sites are based on Miyachi et al. (2004): GS-KM-1, Ishihara et al. (2004a): GS-SK-1, Ishihara et al. (2004b): DK, HA and TN, Tanabe et al. (2006a): GS-KNJ-1 and GS-KTS-1 and Tanabe et al. (2006b): GS-AMG-1. (c) and (d) Inset of (b) showing core site in this study. (c) and (d) are based on topographic maps, Digital Map 25000 (Map Image), Tokyo by Geographical Survey Institute. (e) Geological section across the eastern margin of the Tokyo Lowland. After Endo et al. (1992).

**MZ core**  
Elevation: T.P.+1.9m



第2図 MZコアとSZコアの柱状図と堆積相。貝化石の有無の黒丸と黒点は、それぞれ貝化石と貝化石の破片の産出層準を示す。黒丸の化石試料は第1表に掲載した。

Fig. 2 Sedimentary facies and columns of MZ and SZ cores. Black circles and dots show a presence of shells and shell fragments, respectively. See Table 1 for the species of shells.



第2図 続き.

Fig. 2 Continued.

#### 4.1 MZ コア

MZ コアは下位より堆積相 MZ1 ~ 8 に区分される。遠藤ほか (1992) との対比に基づいて、MZ2 ~ 8 は MZ1 (下総層群) に不整合に累重する沖積層と考えられる。以下に MZ1 ~ 8 の詳細を記す。

##### 4.1.1 MZ1

**深度:** 60.0 ~ 58.3 m (T.P. -58.1 ~ -56.4 m)

**記載:** シルト層から構成され、深度 58.9 ~ 58.6 m において層厚が 1 cm 以下の極細粒砂層の薄層を挟在する。二枚貝の破片が点在する。

**解釈:** 本堆積相は、その分布深度に基づいて、遠藤ほか (1992) の下総層群と対比することができる。MZ コア地点付近では、標高約 -55 m 以深に下総層群が分布する (遠藤ほか, 1992)。

##### 4.1.2 MZ2

**深度:** 58.3 ~ 53.3 m (T.P. -56.4 ~ -51.4 m)

**記載:** 平行葉理の見られる中-粗粒砂層から構成され、その基底部分において直径が 2 cm 以下の円礫が密集する。本堆積相は明瞭な岩相境界を介して MZ1 に累重する。4φ よりも粗い碎屑物の含有率は約 90% である。

**解釈:** 本堆積相は、平行葉理の見られる中-粗粒砂層から構成されることから、掃流が卓越した環境において形成されたと考えられる。また、本堆積相の層相は、河川環境において形成されたと考えられる MZ3 の層相へと漸移変化することから、河川チャネルなどにおいて形成されたと考えられる。MZ コア地点付近では、標高約 -55 ~ -50 m において七号地層の基底礫層が分布する (遠藤ほか, 1992) ことから、本堆積相は、その分布深度に基づいて、七号地層の基底礫層に対比することができる。七号地層の基底礫層は最終氷期最盛期の低海水準期に形成された河成礫層 (沖積層基底礫層) (井関, 1975) に相当する。

##### 4.1.3 MZ3

**深度:** 53.3 ~ 43.0 m (T.P. -51.4 ~ -41.1 m)

**記載:** 植物片や根茎を多く含むシルト層から構成され、層厚が 1 ~ 30 cm の極細粒砂層を挟在する。本堆積相の層相は下位の MZ2 から漸移変化する。4φ よりも粗い碎屑物の含有率は、シルト層において約 0%, 極細粒砂層において約 60% におよぶ。

**解釈:** 本堆積相は、根茎を多く含むシルト層から構成されることから、陸成環境において形成されたと考えられる。また、シルト層と極細粒砂層は、いずれも浮流によって堆積する。陸成環境において浮流による堆積が卓越する堆積場としては、河川による碎屑物供給が卓越する氾濫原のような河川環境が推定できる。砂泥互層は、河川環境の自然堤防帯や氾濫原において特徴的に見られる (Miall, 1992)。

##### 4.1.4 MZ4

**深度:** 43.0 ~ 37.3 m (T.P. -41.1 ~ -35.4 m)

**記載:** 貝化石の破片が点在し、生痕化石を多く含む砂泥細互層から構成される。砂泥細互層は、層厚がそれぞれ 2 cm 以下の極細~中粒砂葉理・層理とシルト葉理・層理の互層から構成され、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。本堆積相は明瞭な岩相境界を介して MZ3 に累重し、その基底部分には層厚が約 30 cm の極細粒砂層が見られる。4φ よりも粗い碎屑物の含有率は、下部から上部に向かって、約 60% から約 5% に減少する。

**解釈:** 本堆積相は、明瞭な岩相境界を介して、MZ3 に累重、MZ5 によって被覆されるものの、MZ3 の河成層から MZ5 の浅海成層へと層相が変化することから、河川から浅海へ漸移する堆積物に相当すると考えられる。また、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る (Reineck and Singh, 1980) ことから、

本堆積相は潮汐の影響する浅海において形成された可能性がある。本堆積相の上方細粒化傾向は、潮汐の影響した河川チャネルの埋積などによる流速の減少を示している可能性がある (Dalrymple, 1992)。

#### 4.1.5 MZ5

深度：37.3～22.0 m (T.P. -35.4～-20.1 m)

記載：本堆積相は下部の砂質シルト-シルト質砂層 (深度 37.3～30.8 m) と上部の砂泥細互層 (深度 30.8～22.0 m) から構成され、下部からはヌマコダキガイ類 (*Potamocorbula* sp.) とバイ (*Babylonia japonica* (Reeve)), 上部からはヒメマスオガイ (*Cryptomya busoensis* Yokoyama) とバカガイ (*Maetra chinensis* Philippi) が産出する。下部の砂質シルト-シルト質砂層は生物攪乱をうけているのに対し、上部ではほとんど認められない。上部の砂泥細互層は層厚が 5 cm 以下のシルト層と層厚が 5 mm 以下の極細粒砂葉理の互層から構成され、生痕化石が見られる。深度 24 m 付近には、コアの半断面において二方向に見えるカレントリップル層理が見られる。本堆積相は明瞭な岩相境界を介して MZ4 に累重し、その基底には生痕化石が見られる。4φ よりも粗い碎屑物の含有率は、下部から上部に向かって、約 80% から約 10% に減少する。

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 (中島ほか, 2006) と潮間帯から潮下帯に生息するバカガイ、潮下帯に生息するバイやヒメマスオガイ (奥谷, 2000) が混在して産出することから、潮間帯-潮下帯において形成されたと考えられる。砂泥細互層や二方向流を示すカレントリップル層理は潮汐の影響を示す (Reineck and Singh, 1980) ことから、本堆積相の上部は潮汐の影響する浅海において形成されたと考えられる。本堆積相の下部の詳細は後述する。

#### 4.1.6 MZ6

深度：22.0～7.5 m (T.P. -20.1～-5.6 m)

記載：本堆積相は下部の砂層 (深度 22.0～13.6 m) と上部の砂泥互層 (深度 13.6～7.5 m) から構成され、マツヤワスレ (*Callista chinensis* (Holten)) やキサゴ (*Umbonium* sp.), ハマグリ (*Meretrix lusoria* (Röding)), アサリ (*Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve)), ヒメカノコアサリ (*Veremolpa micra* (Pilsbry)), バカガイ、ヒメマスオガイなどの海棲貝化石を多く含む。下部の砂層は平行葉理の見られる細-粗粒砂から構成される。上部の砂泥互層は層厚 5～30 cm のシルト層と層厚 5～20 cm の細-中粒砂層の互層から構成される。本堆積相の層相は MZ5 から漸移変化する。4φ よりも粗い碎屑物の含有率は、下部から上部に向かって、約 100% から約 10% に減少する。

解釈：マツヤワスレは潮下帯、マツヤワスレ以外の貝化石は潮間帯から潮下帯に特徴的に生息する (奥谷,

2000) ことから、本堆積相は潮間帯-潮下帯において形成されたと考えられる。一般に、中粒砂は掃流によって運搬される。したがって、本堆積相の下部から上部に向かって認められる、中粒砂層の層厚の減少は、浅海における掃流の影響の減少を意味している可能性がある。

#### 4.1.7 MZ7

深度：7.5～3.0 m (T.P. -5.6～-1.1 m)

記載：平板型斜交層理の見られる細-中粒砂層から構成される。中粒砂層の層厚は下部から上部に向かって減少する。本堆積相は明瞭な岩相境界を介して MZ6 の上位に累重し、その基底にはカレントリップル層理が見られる。4φ よりも粗い碎屑物の含有率は約 100% である。

解釈：本堆積相の層相は、氾濫原において形成されたと考えられる MZ8 の層相へと漸移変化する。ことから、河川環境において形成されたと考えられる。一般に、中粒砂は掃流によって運搬されるため、本堆積相における中粒砂層の層厚の上方への減少は、河川チャネルの埋積などともなう掃流の影響の減少を示している可能性がある (Miall, 1992)。

#### 4.1.8 MZ8

深度：3.0～0.0 m (T.P. -1.1～+1.9 m)

記載：根茎を多く含むシルト層から構成され、層厚が 3 cm 以下の極細-細粒砂葉理・層理を挟在する。深度 1 m 付近には逆級化する砂層が見られる。本堆積相の層相は MZ7 から漸移変化する。4φ よりも粗い碎屑物の含有率は約 20～60% である。

解釈：本堆積相は、根茎を多く含むシルト層から構成され、逆級化する砂層を含むことから、氾濫原などの河川環境において形成されたと考えられる。逆級化構造は自然堤防帯における氾濫原洪水堆積物に特徴的に見られる (増田・伊勢屋, 1985)。現在の地表面を構成することから、現世の氾濫原堆積物と考えられる。

## 4.2 SZ コア

SZ コアは下位より堆積相 SZ1～4 に区分される。遠藤ほか (1983) との対比に基づいて、SZ2～4 は SZ1 (下総層群) に不整合に累重する沖積層と考えられる。SZ4 (掘削深度 2.2～0.0 m) は角礫やシルトからなる盛土である。以下に SZ1～3 の詳細を記す。

### 4.2.1 SZ1

深度：13.0～10.2 m (T.P. -12.4～-9.6 m)

記載：極細～細粒砂層とシルト層の互層から構成される。SZ2 との境界付近 (本堆積相の最上部) は緑灰色を呈する。4φ よりも粗い碎屑物の含有率は約 40～100% である。

解釈：本堆積相は、その分布深度に基づいて、遠藤ほか (1983) の下総層群に対比できる。SZ コア地点で

は、標高 -10 m 以深に下総層群が分布する (遠藤ほか, 1983).

#### 4.2.2 SZ2

深度: 10.2 ~ 5.0 m (T.P. -9.6 ~ -4.4 m)

記載: 貝化石や生痕化石の見られるシルト層から構成され、層厚が 1 ~ 20 cm の極細~極粗粒砂層を挟在する。本堆積相は明瞭な岩相境界を介して SZ1 に累重し、その基底部にはウラカガミ (*Dosinella angulosa* (Philippi)) などの海棲貝化石が密集する。深度 6 m 付近には、コアの半断面において二方向に見えるカレントリップル層理が見られる。4φ よりも粗い碎屑物の含有率は約 20% である。

解釈: 潮下帯に特徴的に生息するウラカガミ (奥谷, 2000) が産出すること、植物片を多く含む SZ3 にかけて上方粗粒化することから、本堆積相は奥東京湾を埋積するプロデルタ堆積物と考えられる (Bhattacharya and Walker, 1992)。SZ3 にかけた植物片の含有量の増加と上方粗粒化は、それぞれ河川の影響とエネルギーレベルの増加を示しており、デルタの前進を示唆する。なお、本稿では、Bhattacharya and Walker (1992) に基づき、泥質なデルタ性堆積物をプロデルタ堆積物と呼ぶ。二方向流を示すカレントリップル層理は潮汐の影響を示している可能性がある (Reineck and Singh, 1980)。

#### 4.2.3 SZ3

深度: 5.0 ~ 2.2 m (T.P. -4.4 ~ -1.6 m)

記載: 層厚が 1 cm 未満のシルトの葉理を挟在する細粒砂層から構成される。貝化石の破片が点在する。本堆積相は下位の SZ2 と比べて多くの植物片を含む。本堆積相の層相は SZ2 から漸移変化する。4φ よりも粗い碎屑物の含有率は約 20 ~ 80% である。

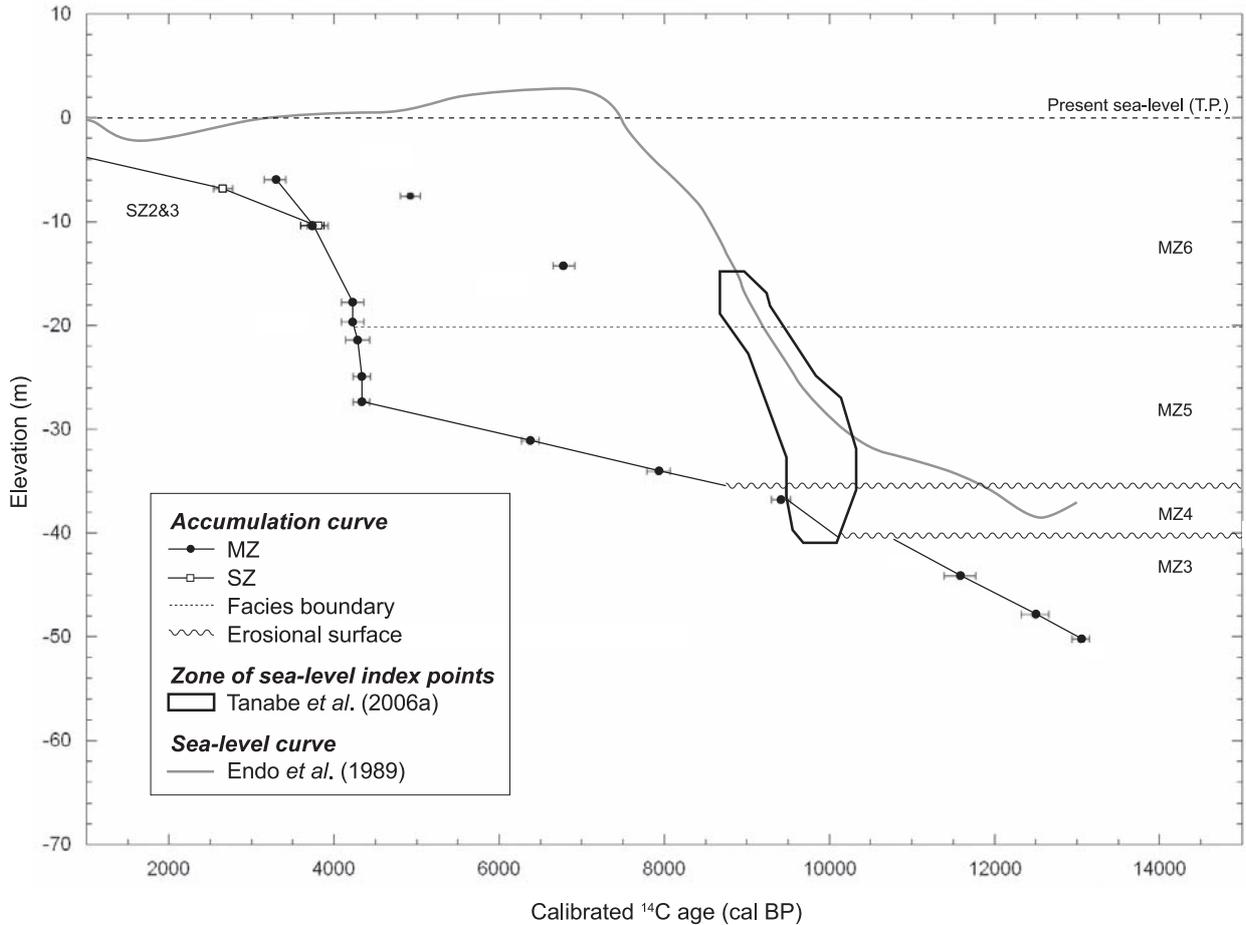
解釈: 植物片と 4φ よりも粗い碎屑物の含有率が SZ2 と比べて増加すること、砂層から構成されることから、本堆積相はプロデルタに累重するデルタフロント堆積物と考えられる (Bhattacharya and Walker, 1992)。本稿では、Bhattacharya and Walker (1992) に基づき、プロデルタ堆積物に累重する砂質なデルタ性堆積物デルタフロント堆積物と呼ぶ。なお、本堆積相の堆積時期と現在の東京湾における潮差 (2 m) (宇野木, 1993) が同じであったと仮定すると、本堆積相は潮下帯に位置する。よって、本ボーリングコア堆積物におけるデルタプレーンに相当する層準は、人為的に削剥され、SZ4 (盛土) によって埋め立てられたと考えられる。

### 5. 放射性炭素年代値の測定結果

MZ コアと SZ コアから得られた貝化石と植物片は、それぞれ 13150 ~ 3160 cal BP と 3930 ~ 730 cal BP の放射性炭素年代値を有する (第 1 表)。これら年代値に

第 1 表 MZ コアと SZ コアから得られた放射性炭素年代値。  
Table 1 Radiocarbon dates obtained from MZ and SZ cores.

Depth in core (m)	Elevation (m)	Material	Species	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Measured $^{14}\text{C}$ age (BP)	Conventional $^{14}\text{C}$ age (BP)	Calibrated $^{14}\text{C}$ age (2 $\sigma$ range) (cal BP)	Lab #
MZ	7.80	-5.90	Shell					
	9.40	-7.50	Shell	1.1	2990±50	3420±50	3160—3420	Beta-175720
	12.25	-10.35	Shell	-1.5	4290±50	4680±50	4800—5050	Beta-175721
	16.15	-14.25	Shells	0.1	3390±50	3800±50	3600—3880	Beta-175722
	19.60	-17.70	Shells	1.1	5890±50	6320±50	6650—6910	Beta-175723
	21.50	-19.60	Shell	-1.2	3760±40	4150±40	4090—4360	Beta-175724
	23.30	-21.40	Shells	-0.9	3750±40	4150±40	4090—4360	Beta-175725
	26.75	-24.85	Wood fragments	-0.2	3800±50	4210±50	4140—4430	Beta-175726
	29.20	-27.30	Wood fragments	-21.6	3850±40	3910±40	4230—4440	Beta-175727
	32.95	-31.05	Shell	-21.7	3850±40	3900±40	4230—4430	Beta-175728
	35.90	-34.00	Shell	-1.3	5560±50	5950±50	6270—6480	Beta-175729
	38.70	-36.80	Wood fragments	0.3	7060±60	7470±60	7790—8070	Beta-175730
	46.00	-44.10	Root	-27.3	8450±60	8410±60	9300—9530	Beta-175731
	49.70	-47.80	Wood fragments	-27.4	10090±40	10050±40	11390—11770	Beta-189141
	52.10	-50.20	Wood fragments	-27.0	10500±40	10470±40	12330—12660	Beta-189142
				-26.8	11180±40	11150±40	12940—13150	Beta-189143
SZ	2.72	-2.12	Wood fragments		960±70	970±70	730—990	Beta-189146
	6.82	-6.22	Shell (jointed)	-24.6	2510±40	2910±40	2540—2770	Beta-189147
	10.35	-9.75	Shell	-0.4	3430±40	3850±40	3680—3930	Beta-189148
				0.8				



第3図 MZコアとSZコアの堆積曲線。

約13000～1000 cal BPの海水準変動曲線と約10500～8500 cal BPの海水準指標範囲は、それぞれ遠藤ほか(1989)と田辺ほか(2006a)による。遠藤ほか(1989)の海水準変動曲線は、Reimer et al. (2004)とHughen et al. (2004)のデータセット、そしてCALIB 5.0 (Stuiver and Reimer, 1993)を使用して、暦年代に較正した。

Fig. 3 Sediment accumulation curves of MZ and SZ cores.

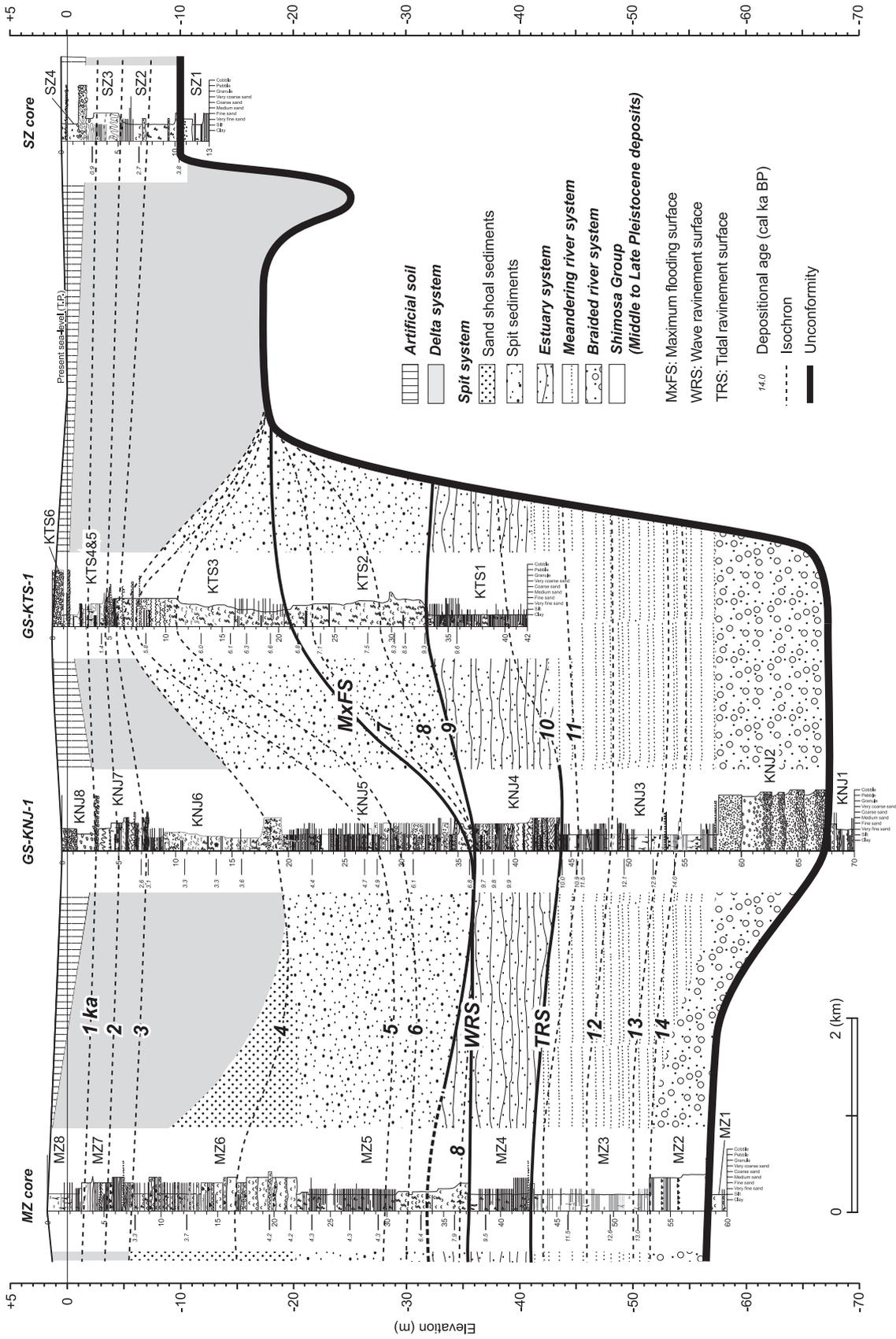
Sea-level curve between 13000 and 1000 cal BP and the zone of sea-level index points between 10500 and 8500 cal BP are, respectively, after Endo et al. (1989) and Tanabe et al. (2006a). The data used for the sea-level curve of Endo et al. (1989) are calibrated using the dataset of Reimer et al. (2004) and Hughen et al. (2004) and CALIB 5.0 (Stuiver and Reimer, 1993).

については、標高・年代分布図にプロットし、堆積曲線を作成した(第3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。本論で用いる堆積速度は、堆積物の圧密効果を補正しなくても、有意な変化を示すと考えられる。例えば、MZコアの堆積速度は、標高-36.8 mと標高-27.3 m、標高-17.7 mを境として、おおよそ0.37 cm/yrから0.19 cm/yr、9.14 cm/yr、1.26 cm/yrへと変化するが、堆積物の圧密効果を考慮した場合、深度の大きな層ほど堆積速度が大きくなるので、これらの値は有意な変化を示していると考えられる。

上記堆積速度のうち、標高-36.8 mを境とした変化は堆積相MZ4(潮汐の影響した河川チャンネル堆積物)から堆積相MZ5(潮汐の影響した浅海成堆積物)の変化と対応している。また、標高-27.3 mの変化はMZ5の下部から上部、そして標高-17.7 mの変化はMZ5か

らMZ6(掃流の影響した浅海成堆積物)にかけての変化とおおよそ対応している。特に標高-27.3 mにおける変化は、MZ5の下部から上部にかけての生物攪乱の頻度の違いとも対応している。MZ6の標高-14.3 mから得られたキサゴとバカガイ、ハマグリ、アサリ、そして標高-7.5 mから得られたバカガイは、堆積曲線による見積もりよりも約1500～3000 cal BP古い年代値を示し、これらの貝化石は、より浅い標高に分布した古い地層から再堆積したと考えられる。これらの貝化石は、MZ6の堆積相が示すように、浅海における掃流の影響によって再堆積した可能性がある。SZコアの堆積速度は0.26 cm/yrである。

MZコアとSZコアの堆積相と放射性炭素年代 (田辺ほか)



第4図 MZコアからSZコアにかけて的地質断面。  
GS-KNJ-1とGS-KTS-1の堆積相・堆積システム区分は田辺ほか(2006a)に基づく。

Fig. 4 Geological cross-section across MZ and SZ cores.  
Sedimentary facies and sedimentary systems of GS-KNJ-1 and GS-KTS-1 are after Tanabe *et al.* (2006a).

## 6. 考察

### 6.1 MZ コアとSZ コア地点における古水深変化

MZ コアの沖積層は、下位よりMZ2 (河川チャネル堆積物)、MZ3 (氾濫原堆積物)、MZ4 (潮汐の影響した河川チャネル堆積物)、MZ5 (潮汐の影響した浅海成堆積物)、MZ6 (掃流の影響した浅海成堆積物)、MZ7 (現世の河川チャネル堆積物)、MZ8 (現世の氾濫原堆積物) から構成される (第2図)。そして、堆積相が示す古水深は、MZ2 からMZ5 もしくはMZ6 にかけて深海化したあとに、MZ5 もしくはMZ6 からMZ8 にかけて浅海化する。これらの堆積相のうち、海成堆積物であるMZ4～6については、MZ コアの堆積曲線と奥東京湾地域における海水準変動曲線との比較により、その堆積年代におけるより詳細な古水深変化や、古水深変化に基づく堆積相境界の形成機構を考察することができる。

第3図において、MZ4 の堆積曲線と田辺ほか (2006a) による海水準指標範囲のある年代における標高差 (古水深) は、おおよそ0 m となり、MZ コア地点は少なくとも約10000～9500 cal BP において潮間帯付近にあったことが分かる。また、MZ3－4境界は、根茎の見られる泥層から貝化石と生痕化石の見られる砂泥細互層への明瞭な岩相変化によって特徴づけられることから、氾濫原から潮間帯への環境変化に伴う、潮汐の影響した河川チャネルの削剥によって形成されたことが推定できる。よって、MZ3－4境界には潮汐の影響した河川チャネルの削剥に伴う軽微な侵食面が存在したと考えられる (第3図)。同境界は最終氷期最盛期以降の海水準上昇に伴って形成された潮汐ラビーンメント面 (Allen and Posamentier, 1993) とみなせる。

MZ5 とMZ6 の堆積年代における古水深は、MZ4－5境界 (9500～9000 cal BP) の水深0～20 m からMZ5 の標高-32 m 付近 (約7000 cal BP) の水深35 m にかけて深海化したあとに、MZ6 の標高-6 m (3500 cal BP) の水深6 m にかけて浅海化する (第3図)。このうち、MZ4－5境界については、おおよそ潮間帯から潮下帯にかけた古水深変化を示すと考えられ、海水準上昇に伴って形成された波浪ラビーンメント面 (増田, 2007) とみなすことができる。MZ4－5境界は、貝化石と生痕化石の見られる砂泥細互層から貝化石の見られるシルト質砂層への明瞭な岩相変化で特徴づけられ、その境界には生痕化石を介する。これと同様の境界は東京低地において掘削されたGS-KM-1 やGS-KNJ-1, GS-KTS-1, GS-AMG-1 においても見られ、いずれも奥東京湾内の波浪 (静振) によって形成された軽微なラビーンメント面と考えられている (田辺ほか, 2006a, 2006b, 2006c)。よって、MZ4－5境界には軽微な侵食面が存在したと考えられる (第3図)。MZ4

－5境界の直上の層相は、堆積速度が0.19 cm/yr と極めて遅いシルト質砂層から構成される。また、その境界面付近 (標高-34.1 m) から得られたヌマコダキガイ類は、潮間帯の指標種である (中島ほか, 2006) にもかかわらず、約30 m の古水深を示す (第3図)。このような、堆積速度が極めて遅く、その基底面の直上から潮間帯から落下した貝殻を含む層相の特徴は、GS-KM-1 の海進砂 (田辺ほか, 2006c) と類似する。約7000 cal BP から3500 cal BP にかけての浅海化は、高海水準期に奥東京湾が埋積された結果と考えられる。

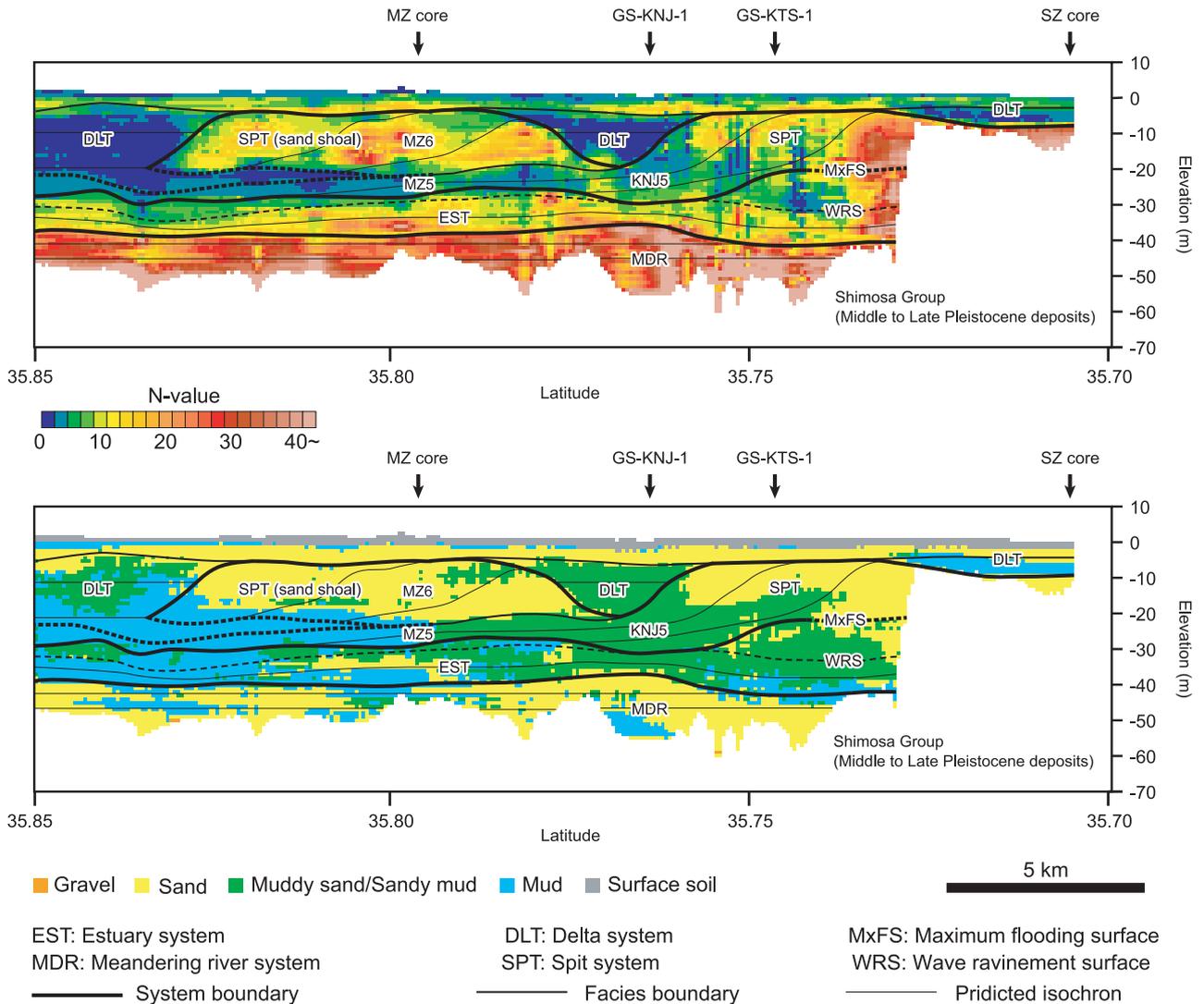
SZ コアの沖積層は、下位よりSZ2 (プロデルタ堆積物)、SZ3 (デルタフロント堆積物)、SZ4 (盛土) から構成される (第2図)。そして、堆積相が示す古水深はSZ2 からSZ4 にかけて浅海化する。SZ2 とSZ3 の堆積年代における古水深は、SZ2 の標高-10 m (約4000 cal BP) の水深10 m からSZ3 の標高-2 m (約1000 cal BP) の水深2 m へと変化する (第3図)。

### 6.2 東京低地東縁の堆積システム

東京低地の東縁における沖積層は、中・上部更新統の下総層群に不整合に累重し、下位より網状河川システム、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、デルタシステムに区分される (田辺ほか, 2006a) (第4図)。そして、網状河川システムは網状河川チャネル堆積物 (KNJ2)、蛇行河川システムは蛇行河川チャネル～氾濫原堆積物 (KNJ3)、エスチュアリーシステムは干潟堆積物 (KTS1) と潮汐の影響した河川チャネル堆積物 (KNJ4)、砂嘴システムは砂嘴堆積物 (KTS2, KTS3) と潮汐の影響した砂嘴縁辺堆積物 (KNJ5)、デルタシステムはプロデルタ～デルタフロント堆積物 (KNJ6) と現世の河川チャネル堆積物 (KNJ7, KTS4)、現世の氾濫原堆積物 (KTS5)、から構成されている。

このうち、MZ2 (河川チャネル堆積物) については網状河川システム、MZ3 (氾濫原堆積物) については蛇行河川システム、MZ4 (潮汐の影響した河川チャネル堆積物) についてはエスチュアリーシステムを構成する堆積相に相当すると考えられる。これらの堆積相は、岩相と分布深度、堆積年代に基づいて、堆積システムと対比することができる。また、MZ5 (潮汐の影響した浅海成堆積物) の波浪ラビーンメント面の直上から標高-32 m 付近にかけた層相は、前述したように海進砂と考えられ、上方深海化を示すことから、海水準の上昇に伴い内陸にリトロградーションするエスチュアリーシステムに相当すると考えられる。MZ5 の標高-32 m 付近における上方深海化・浅海化境界はGS-KNJ-1 やGS-KTS-1 における最大海氾濫面 (Van Wagoner et al., 1988) と対比することができる。MZ5 の最大海氾濫面よりも上位に分布する層相とMZ6 (掃

MZコアとSZコアの堆積相と放射性炭素年代 (田辺ほか)



第5図 MZコアからSZコアにかけてのN値と岩相の断面図。

MZコアとSZコア、GS-KNJ-1、GS-KTS-1から認定した堆積相を基に堆積システムに区分した。砂嘴とデルタシステムはMZコアの北において指交関係にあると考えられる。沖積層の基盤は、田辺ほか(2005)の沖積層基底深度情報に基づき、白抜きとして表示した。田辺ほか(2005)のボーリング柱状図データベースを用いて、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6図に示す。

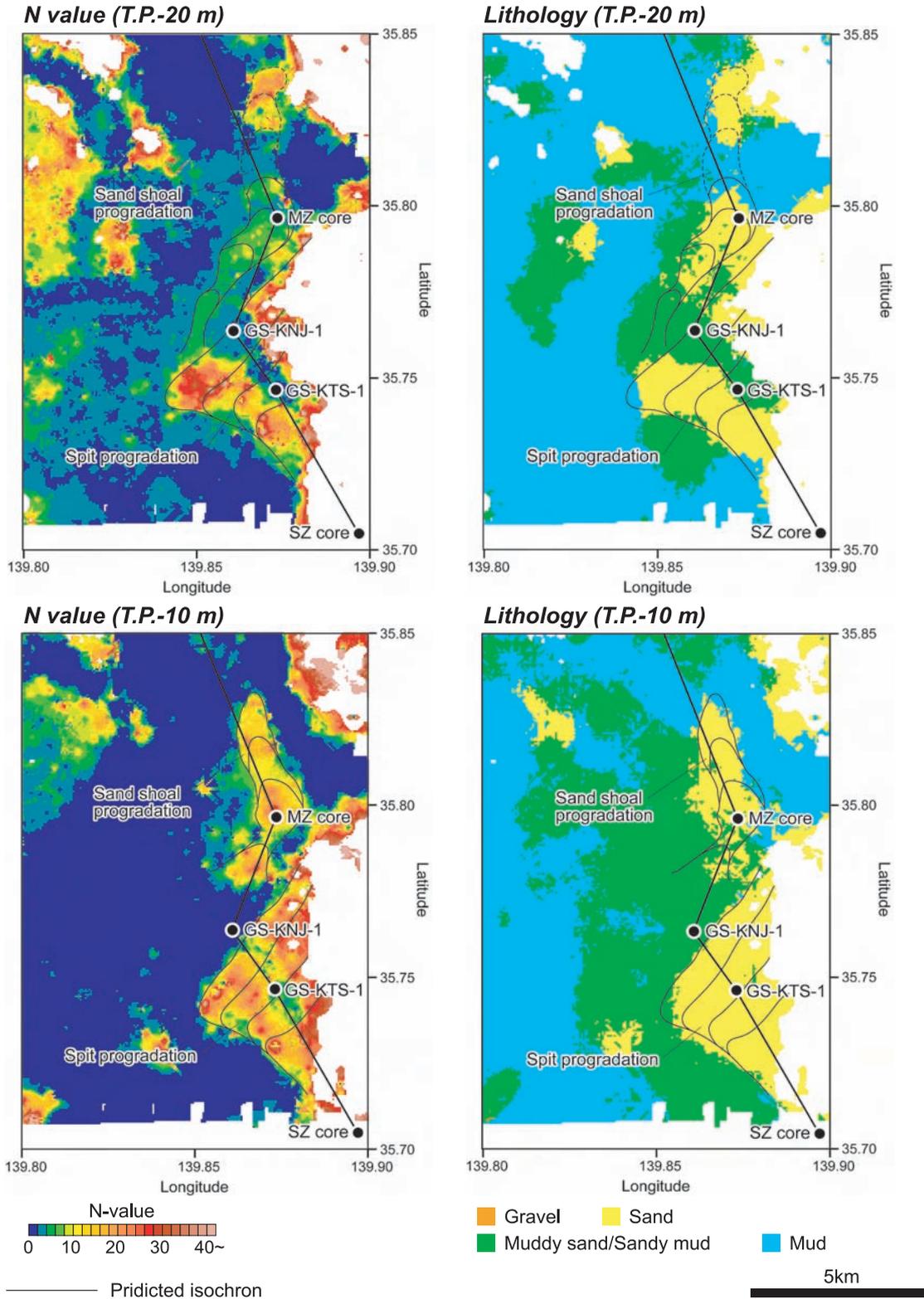
Fig. 5 N-value and lithological cross-sections across MZ and SZ cores.

N-value and lithological cross-sections are divided into sedimentary systems based on the sedimentary facies identified from MZ and SZ cores, GS-KNJ-1 and GS-KTS-1. A delta system interfingers with a spit system at the north of MZ core. Basal topography of the Chuseki-so which is shown as white background is based on Tanabe *et al.* (2005). These cross sections are illustrated using the borehole-log database of Tanabe *et al.* (2005) and interpolation methods by Eto *et al.* (2008). See Fig. 6 for location.

流の影響した浅海成堆積物)については、上方浅海化することなどから、奥東京湾の湾口を埋積した砂嘴システムを構成すると考えられるが、その詳細については後述する。MZ7(現世の河川チャネル堆積物)とMZ8(現世の氾濫原堆積物)、SZ2(プロデルタ堆積物)、SZ3(デルタフロント堆積物)は、その岩相と分布深度、堆積年代に基づいて、高海水準期に沖合にプログラデーションするデルタシステムに対比できる。なお、第4図のGS-KTS-1における最大海氾濫面は、開析谷壁に向けてアグラデーショナルにリトログラデーションす

る砂嘴堆積物(KTS2)と開析谷壁から開析谷軸部に向けてアグラデーショナルにプログラデーションする砂嘴堆積物(KTS3)の境界に存在すると考えられている(田辺ほか, 2006a)。

MZコアとSZコアにおけるこのような堆積システムは、その岩相と分布深度に基づいて、遠藤ほか(1983)と遠藤ほか(1992)による沖積層の層序と対比することができる。すなわち、MZコアの網状河川システムは七号地層の基底礫層、MZコアの蛇行河川システムのうち標高-45m以深に分布する層相は七号地層、MZ



第6図 東京低地東縁におけるN値と岩相の平面分布図。砂嘴やサンドショール堆積物の周囲には、湾奥から前進したデルタシステムの泥質堆積物が分布すると考えられる。図中右側の白抜きは下総台地の分布を示す。田辺ほか(2005)のボーリング柱状図データベースを用いて、江藤ほか(2008)の補間方法によって作成した。

Fig. 6 N-value and lithological distributions in the eastern margin of the Tokyo Lowland. Deltaic muddy sediments, which prograded from the inner Paleo-Okutokyo Bay, surround spit and sand shoal sediments. White background in the right side of this figure shows the distribution of the Shimosa Upland. These figures are illustrated using the borehole-log database of Tanabe *et al.* (2005) and interpolation methods by Eto *et al.* (2008).

コアの蛇行河川システムのうち標高 -45 m 以浅に分布する層相とエスチュアリーシステム、砂嘴システム、MZ コアと SZ コアのデルタシステムは、有楽町層下部層と有楽町層上部層に、それぞれ対比することができる。MZ6 は、遠藤ほか (1992) の地質断面の標高 -20 ~ 0 m に分布する、貝化石を含む砂層に相当すると考えられる (第 1 図)。

### 6.3 サンドショール堆積物の発達過程

MZ5 (潮汐の影響した浅海成堆積物) のうち最大海汜濫面より上位に分布する層相と MZ6 (掃流の影響した浅海成堆積物) は東京低地東縁における砂嘴システムに対比される。しかし、MZ5 については、上方細粒化する砂泥細互層から構成され、潮汐の影響した堆積構造が見られるなど、KNJ5 (潮汐の影響した砂嘴縁辺堆積物) と共通した特徴が見られるのに対し、MZ6 については、粗粒な堆積物から構成されるうえ、分布深度が浅いなど、KNJ5 とは異なる特徴が見られる (田辺ほか, 2006a)。これは MZ5 が KNJ5 の砂嘴縁辺堆積物と対比されるのに対し、MZ6 が砂嘴縁辺堆積物とは異なる堆積体を構成していたことを意味する。

第 5 図は東京低地東縁の MZ コアから SZ コアにかけてのボーリング柱状図資料の N 値と岩相の断面図を示す。この断面図において MZ5 や KNJ5 の砂嘴縁辺堆積物は、標高 -30 ~ -20 m において、GS-KTS-1 の砂嘴堆積物から北に伸張した N 値 2 ~ 10 の砂泥層を構成しているのに対し、MZ6 の掃流の影響した浅海成堆積物は、標高 -20 m 以浅において、MZ コアと GS-KNJ-1 の中間地点から北に伸張した N 値 4 ~ 30 の砂層を構成している。また、MZ6 に相当する砂層の N 値 20 以上の層相分布に着目すると、砂体が南から北へと移動している様子が分かる。

MZ6 を構成するこの砂層は、第 6 図の標高 -20 m の N 値と岩相の平面分布図に示すように、砂嘴の北西端から北東方向に幅 1 ~ 2 km、長さ 5 km 以上にわたって分布している。また、この砂層は、標高 -20 m では砂嘴のすぐ北側に北東・南西方向に分布しているのに対し、標高 -10 m では砂嘴の北側に南北方向に分布している。一見、これら砂体は分離しているように見えるが、第 5 図の岩相断面図では連続しており、砂体の分布深度が砂嘴から北に離れるにしたがって、浅くなっていることが分かる。第 6 図の GS-KNJ-1 地点における標高 -10 m に分布する砂泥は、第 4 図に見られるように、砂嘴や MZ6 の砂体が発達したあとに、湾奥から前進したプロデルタ・デルタフロント堆積物である。砂嘴や MZ6 の砂体が発達した時期、GS-KNJ-1 地点の標高 -10 m では、まだ堆積が進行しておらず、浅海下にあった。

MZ6 を構成するこの砂体は約 4500 ~ 3500 年前に

堆積した。そしてその当時、東京低地からその北の中川低地には奥東京湾の狭長な内湾が分布していた (小杉, 1989; 石原, 2004a)。したがって、MZ コア地点は、その当時、奥東京湾口の砂嘴の内陸側に分布した細長い流路に位置したと考えられ、MZ6 はこのような流路を埋積した砂体である可能性が高い。また、南から北へと移動し、砂嘴から離れるほど分布深度が浅くなる砂体の形態は、流路における外洋から内陸方向への流れ、すなわち上げ潮のような流れが卓越していた可能性を示唆する。なお、砂体の分布深度が砂嘴から離れるにしたがって浅くなるのは、潮流の影響によって、砂嘴の近くのみチャンネル状の凹みが発達していたためと考えられる。

MZ6 を構成する砂体は砂嘴から派生することから砂嘴システムとして区分できるが、砂嘴のように下総台地の先端から細長く突き出る形態は有していないので、本論では、砂嘴システムを構成するサンドショール (sand shoal) 堆積物と呼ぶ。砂州は高潮時に沈水する潮間帯から潮下帯の高まりのことをさす (Jackson, 1997, ed.; 斎藤, 2003) ので本稿では使用しない。

これらの結果と第 4 図の同時期地質断面から、東京低地東縁における高海水準期の沖積層の発達過程は次のように復元できる。約 7000 ~ 4500 年前にかけて、砂嘴堆積物が奥東京湾口の下総台地から北西方向に伸長するように発達した。約 4500 ~ 3500 年前、この砂嘴の内湾側の流路を埋積するように、砂嘴の先端から北東方向にサンドショール堆積物が発達した。そして、これら堆積物はのちに湾奥から前進したデルタ性堆積物によって埋積されたと考えられる。GS-KNJ-1 地点と SZ コア地点には、約 3500 年前以降にプロデルタ・デルタフロント堆積物が堆積した。その後、MZ コアと GS-KNJ-1、GS-KTS-1 地点において現世の河川堆積物が堆積した。

## 7. まとめ

東京都葛飾区水元公園におけるボーリングコア堆積物 (MZ コア) と江戸川区篠崎公園におけるボーリングコア堆積物 (SZ コア) のうち、各コアの沖積層にあたる層相の岩相・生物化石相の記載と放射性炭素年代測定を行った。その結果、MZ コアの沖積層は、下位より堆積相 MZ2 (河川チャンネル堆積物)、MZ3 (氾濫原堆積物)、MZ4 (潮汐の影響した河川チャンネル堆積物)、MZ5 (潮汐の影響した浅海成堆積物)、MZ6 (掃流の影響した浅海成堆積物)、MZ7 (現世の河川チャンネル堆積物)、MZ8 (現世の氾濫原堆積物)、SZ コアの沖積層は、下位より堆積相 SZ2 (プロデルタ堆積物)、SZ3 (デルタフロント堆積物)、SZ4 (盛土)、に区分され、MZ コアは 13150 ~ 3160 cal BP、SZ コアは 3930 ~ 730 cal

BPの放射性炭素年代値を有することが明らかになった。このうち、MZ2は東京低地東縁における網状河川システム、MZ3は蛇行河川システム、MZ4とMZ5の基底はエスチュアリーシステム、MZ5とMZ6は砂嘴システム、MZ7とMZ8、SZ2、SZ3、SZ4はデルタシステムに、それぞれ対比できる。特にMZ6は、ボーリング柱状図資料においてN値4～30の砂層として表現されており、この砂層は奥東京湾口の砂嘴堆積物の西端から北東方向に、幅1～2km、長さ5km以上にわたって伸張する堆積体を形成している。サンドショール堆積物と解釈されるこの堆積体は、約4500～3500年前、砂嘴の内陸側に分布した流路を埋積するように堆積したと考えられる。砂嘴やサンドショール堆積物は湾奥から前進したデルタシステムの泥質堆積物によって覆われている。サンドショール堆積物は、砂嘴堆積物と同じように、デルタシステムの泥質堆積物と比べて、粗粒で高いN値の堆積物から構成される。よって、その分布は地震動予測や都市計画を行ううえでも重要になると考えられる。

**謝辞：**福岡大学の江藤稚佳子氏にはN値と岩相の断面図と平面図を作成して頂きました。地質調査情報センターの中澤 努博士には査読を通じて適切なお指摘を頂きました。記して謝意を表します。本研究は産業技術総合研究所の運営費交付金「大都市圏の地質災害・環境保全を目的とした地質学的総合研究」(平成15～17年度)を使用して行った。

## 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.
- 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.
- 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. *日本大学文理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.
- 遠藤邦彦・印牧もところ・中井信之・森 育子・藤沢みどり・是枝若奈・小杉正人 (1992) 中川低地と三郷の地質. *三郷市史別編自然編*, 36-111.
- 江藤稚佳子・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.
- 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・田辺 晋・中島 礼・宮地良典・堀 和明・稲崎富士・八戸昭一 (2004a) 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.
- 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 (2004b) 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.
- Jackson, J.A. (1997, ed.) *Glossary of Geology*. 4th ed., American Geological Institute, 769p.
- 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.
- 木村克己 (2004) 巻頭言: 都市地質研究の展開. *地調研報*, **55**, 181-182.
- 小杉正人 (1989) 完新世における東京湾の海岸線の変遷. *地理評*, **62**, 359-374.
- 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.
- 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.
- 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見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.
- 奥谷喬司 (2000) 日本近海産貝類図鑑. 東海大学出版会, 1173p.
- 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 (2003) シーケンス層序による沖積層の捉え方. 地質と調査, **98**, 24-30.
- Stuiver, M. and Reimer, P.J. (1993) Extended <sup>14</sup>C database and revised CALIB radiocarbon calibration program. *Radiocarbon*, **35**, 215-230.
- 田辺 晋・石原与四郎・江藤稚佳子・中西利典・木村克己・中山俊雄・八戸昭一 (2005) 東京低地から中川低地における沖積層の3次元堆積モデル. 日本地質学会第112年学術大会講演要旨, 197.
- 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・中島 礼・中西利典・木村克己・柴田康行 (2006b) 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.
- 田辺 晋・石原園子・中島 礼・宮地良典・木村克己 (2006c) 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.
- 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—1. 技報堂.
- 東京都土木技術研究所 (1992a) 深部地盤調査委託 (その8) 報告書. 208p.
- 東京都土木技術研究所 (1992b) 深部地盤調査委託 (その9) 報告書. 152p.
- 東京都土木技術研究所 (1996) 東京都 (区部) 大深度地下地盤図—東京都地質図集 6—1. 東京都土木研究所.
- 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.

(受付: 2008年2月27日; 受理: 2008年4月23日)