

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)

石原与四郎¹・木村克己²・中島 礼²・宮地良典²・田辺 晋²・中山俊雄³・斎藤文紀²

Yoshiro Ishihara, Katsumi Kimura, Rei Nakashima, Yoshinori Miyachi, Susumu Tanabe, Toshio Nakayama, Yoshiki Saito (2004) Sedimentary facies and radiocarbon dates of three cores from Tokyo and Arakawa Lowlands, central Japan: DK- (Shinsuna, Koto-ku), TN- (Toneri-Park, Adachi-ku) and HA-cores (Higashiayase-Park, Adachi-ku). *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 55(7/8), p.221 - 235, 4 figs., 1 table.

Abstract: “Chuseki-so” in the Tokyo and Arakawa Lowlands, incised-valley fills of the uppermost Pleistocene-Holocene sequence, are composed of fluvial to brackish deposits of the Nanagochi Formation and overlying marine to fluvial deposits of the Yurakucho Formation. We clarified successions of sedimentary facies and radiocarbon dates of “Chuseki-so” by analysis of three borehole cores in the Tokyo and Arakawa Lowlands (DK, TN and HA cores). The results are as follows: (1) the sedimentary successions of the cores are composed mainly of gravel beds of fluvial channel fills, upward-fining sand and/or alternation of sand and mud regarded as meandering rivers or natural levee / flood plain deposits, mud rhythmically interbedded by ripple sand as tidal deposits, homogeneous mud with in-situ marine shells as deposits of prodelta to delta front and alternation of sand and mud as delta plain deposits, in ascending order; (2) AMS radiocarbon dates of 42 samples in total have been obtained from these cores (19 points in DK core, eight points in TN core and 15 points in HA core), and show the successive sedimentary accumulation curve during 12,000 to 1,000 yrBP; (3) facies successions of these cores denote that the incised-valley fills are divided into the river system, estuary system and delta system, in ascending order.

Keywords: Tokyo Lowland, Arakawa Lowland, Holocene, incised-valley fill, radiocarbon date, sedimentary facies,

要 旨

東京低地及び荒川低地の埋没谷を充填する更新世末期 - 完新世の沖積層は、下部が河川 - 汽水性の七号地層、上部が海成 - 河川成の有楽町層からなる。これらの低地に掘削された3つのオールコアについて、堆積相、放射性炭素年代について検討した。その結果次のようなことが明らかになった。すなわち、(1) 堆積相は下位から、河川チャネルを充填する礫層、蛇行河川もしくは自然堤防 / 氾濫原堆積物である上方細粒化する砂層及び砂泥互層、プロデルタと考えられる原地性の貝化石を伴う均質な泥層及びデルタフロントと考えられるリップル砂層を含むリズムカルな砂泥細互層、デルタプレーンの砂泥互層と重なる；(2) 3つのコアから得られた42個のAMS年代(DKコア：19層準、TNコア：8層準、HAコア：15層準)はそれぞれ12,000～1,000 yrBPまでの連続的な堆積曲線を描く；(3) 堆積相から、これらの堆積物が下位から河川システム、エスチャ

リーシステム、デルタシステムと累重することがわかった。

1. はじめに

東京都内の沖積層の系統的な調査は、復興局建築部による関東地震後の調査に始まり(復興局建築部, 1929), その層序はその後に行われた主として多くの土質ボーリングに基づき組み立てられてきた(青木・柴崎, 1966; 青木, 1969; 東京都土木技術研究所, 1969; Kuwano *et al.*, 1971; Kaizuka *et al.*, 1977; Endo *et al.*, 1982; 遠藤・高野, 1983; 遠藤ほか, 1995)。更に、いくつかの層序ボーリングから実際の堆積物の物性や堆積構造、その累重様式、堆積年代などが明らかになり、これと対比される多くの土質ボーリング柱状図を用いて層序の再構築がなされるとともに層相の連続性や堆積過程が推定されてきた。遠藤ほか(1995)によれば、東京都内の沖積層は、下部の七号地層と上部の有楽町

¹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)

²地質情報研究部門 (Institute of Geology and Geoinformation, GSJ, AIST Central 7, Higashi 1-1-1, Tsukuba, 305-8567, Japan)

³東京都土木技術研究所 (Institute of Civil Engineering of Tokyo Metropolitan Government, 1-9-15, Shinsuna, Kouto-ku, Tokyo-to, 136-0075 Japan)

層に分けられ、このうち、七号地層は基底をなす河川成の砂礫層(Basal Gravel: BG)と淡水成の砂泥互層からなり、有楽町層は、河川成の基底礫層にあたる Holocene Basal Gravel(HBG)と、汽水から海水成の粘土・砂質シルト・砂層からなるとしている。

近年になって多くの放射性炭素年代値が沖積層から得られ、そして堆積相解析やシーケンス層序学的な解釈が沖積層にも適用されてきたことから、より詳細な沖積層の堆積過程が議論されるようになった(Saito, 1995; 増田ほか, 2000; Masuda *et al.*, 2002; 増田, 2002など)。多くの放射性炭素年代を地層の形成過程に組み入れたこれらの研究では、堆積環境と海水準変動との関係を明示することによって、沖積層の形成過程がより成因論的に明らかにされている。

東京都内の沖積層についても、中山ほか(1999)や中山・中村(2000)によって、1つのボーリングコアから得られた多数の放射性炭素年代値に基づき堆積環境の詳細な変遷が示され、沖積層内のHBGに相当する不整合が存在しないという指摘がされている。中川沿いに発達する東京・中川低地にかけての沖積層は、多くの層序学的研究がなされているものの(Kaizuka *et al.*, 1977; 遠藤・高野, 1983; 遠藤ほか, 1988a, b; 遠藤ほか, 1992)、多数の放射性炭素年代値に基づいて層相の積み重なりを検討した例は、東京都江東区大場と枝川の2箇所(中山ほか, 1999; 中山・中村, 2000)、埼玉県三郷市花和田の1箇所(遠藤ほか, 1992)と少なく、高精度での堆積過程の復元を行うためには更なるデータが必要である。

東京都土木技術研究所では、地盤沈下調査及び深部地盤調査を目的にした層序試錐を実施し(東京都土木技術研究所, 1996)、それらのコアが保管されている。本研究では、これらのコアのうち、埋没谷の中軸の位置にあたる江東区新砂の都土木技術研究所敷地(DKコア)、足立区谷中の東綾瀬公園(HAコア)、及び埋没段丘面上にあたる足立区^{とねり}の舎人公園(TNコア)で掘削された3本のコアについて、層相の詳細な再検討と高密度な放射性炭素年代測定を行った。その結果、各コアはいくつかの層相に区分できること、そしてそれらの時空間分布や形成年代が42点に及ぶ放射性炭素年代値から明らかになった。これらの結果は、東京低地及び中川低地の沖積層の層相を組み合わせることで重要なデータと考えられる。

なお、本研究は、産業技術総合研究所のユニット融合的共同研究「大都市圏の平野地下地質・構造の総合的解析と地震動予測等の応用研究」(平成14年度)及び分野重点課題「大都市圏の地質災害軽減・環境保全を目的とした地質学的総合研究」(平成15年度～)の研究プロジェクトの中で実施した。

2. コア採取位置とその概要

検討した3本のコアは、いずれも沖積層の基底にまで到達している。コアの位置(第1図)、コアの状況を以下に示す。

DKコア: 試錐地点は江東区新砂1丁目9の土木技術研究所敷地内で、平成4年(1992年)に掘削された。同地点は埋没谷中央部(北緯35度39分47.4秒、東経139度49分42.4秒)に位置し(第1図)、孔口標高T.P.+0.081 m、掘削長170 mである(東京都土木技術研究所, 1996; 中山ほか, 1999)。試料採取は孔径86 mmのシンウォールサンプル、デニソンサンプル、コアパックで採取され、一部は土質試験用の供試体として利用されていて欠損するが、ほぼすべての層相を観察できる。このコアでは、年代測定、珪藻分析、花粉分析などが行われている(中山ほか, 1999)。本研究では、深度78 mまでの検討を行った。

TNコア: 足立区古千谷1丁目16の舎人公園内で平成3年(1991年)に掘削された。北緯35度47分42.4秒、東経139度46分29.0秒に位置し、孔口標高T.P.+2.883 m、掘削長100 mである。掘削場所の地下には、草加南部に広がる埋没段丘面(Kaizuka *et al.*, 1977など)が分布する(第1図)。試料採取は孔径86 mm、コアパックもしくはダブルコアチューブで採取されている。本研究では、深度40 mまでの検討を行った。

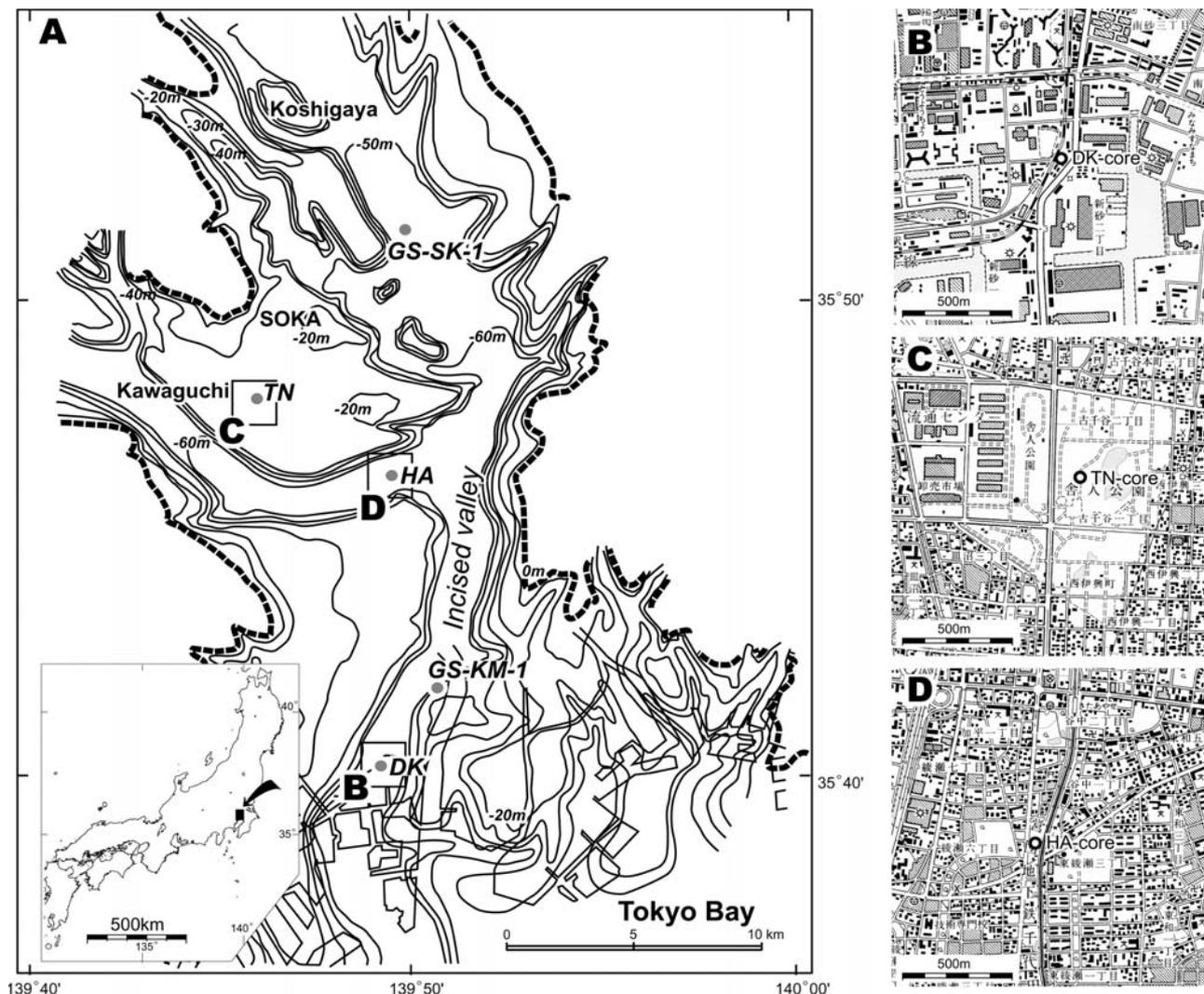
HAコア: 足立区谷中1丁目4の東綾瀬公園内で、平成4年(1992年)に掘削された。北緯35度46分5.7秒、東経139度50分0.3秒に位置し、孔口標高T.P.+0.0 m、掘削長240 mである。試料採取は孔径86 mmのコアパック及びダブルコアチューブサンプラーによって行われた。HAコアの位置は荒川沿いに伸びる埋没谷(遠藤ほか, 1992)のほぼ中央にあたる(第1図)。本研究では、深度70 mまでの検討を行った。

3. 層相の観察及び放射性炭素年代試料の採取

検討したコアは、採取後半裁され、木製のコア箱に収められて保管されていたため、乾燥していた。また、その一部は土質試験用にサンプルが採取されているため欠損していたり、乾燥によって堆積構造が破壊されている場合もあった。

層相の観察は半裁面を良くクリーニングした後、堆積構造、生痕、粒度、色などについて注目し、1/4スケールのスケッチとともに記載を行った。また、5~6 cm³程度の試料を10 cmおきにサンプリングし、これらを63 µmのふるいを用いて流水下で砂礫をふるい分けした後、乾燥・秤量し、泥分含有率(重量%)を求めて層相の記載の参考にした。

放射性炭素年代測定用の試料は、半裁面のクリーニ



第1図 ボーリングコアの掘削地点と東京、荒川、中川低地の地下の埋没谷の分布(遠藤ほか, 1992)。埋没谷の等高線間隔は10m。本研究で検討したコアは、DK (B)、TN (C)、HA (D)である。GS-SK-1とGS-KM-1コアに関する論文は本特集号に掲載されている。

Fig. 1 Borehole sites and distribution of an incised-valley under the Tokyo, Arakawa and Nakagawa Lowlands after Endo *et al.*(1992). Intervals of contour lines are 10 meters. This article reported three cores of DK (B), TN (C), and HA (D). GS-SK-1 and GS-KM-1 cores are reported by other articles in this special issue.

ング及び記載を終えた後、少なくとも3mに一個の年代が入るように採取した。可能な限り、種が明らかで原地性を示す貝化石を採取するようにし、十分な試料が得られない場所では植物根や炭質物を用いた。年代測定はBeta Analytic社に依頼し、すべてAMS法で行われた。

4. 層相・堆積環境・放射性炭素年代の記載

検討を行ったコアについて、層相に基づきユニット区分を行った。以下、各コアについて、各ユニット毎に層相・貝化石相及び放射性炭素年代を記載する。そしてこれらに基づき、堆積環境の解釈を行う。放射性

炭素年代値の情報として、年代値が得られた試料の採取深度、標高、種類、貝化石であればその種名、 $\delta^{13}\text{C}$ 、Radiometric ^{14}C age (yrBP), conventional ^{14}C age (yrBP), calibrated ^{14}C age (cal.yrBP), サンプルコードをそれぞれ第1表に示した。なお、本文中では放射性炭素年代値として既存の研究との対比のため、Radiometric ^{14}C age で表現した。calibrated ^{14}C age は、CALIB 4.3 (Stuiver *et al.*, 1998) により求めた。

4.1 DKコア

DKコア(深度78.0~4.2m)は、下位から貝化石を含む砂層(DK-Unit 1)、砂礫層(DK-Unit 2)、砂層(DK-Unit 3)、砂泥互層(DK-Unit 4)、泥層-砂泥細互層(DK-

Sediment core	Depth in core (m)	Elevation (m)	Material	Species	$\delta^{13}\text{C}$ permille	^{14}C age		Calibrated ^{14}C age intercepts (cal. yr BP)	One sigma range	Sample code (Beta-#)	
						Radiometric ^{14}C age (yr BP)	Conventional ^{14}C age (yr BP)				
DK	5.03	-4.95	shell	<i>Corbicula japonica</i> Prime	-7.4	900±40	1190±40	721	760-678	171036	
	7.5	-7.42	shell	<i>Corbicula japonica</i> Prime	-6.2	780±40	1090±40	649	668-630	171037	
	9.7	-9.62	shell		-0.7	1860±40	2260±40	1864	1905-1818	171038	
	14.58	-14.50	shell	<i>Dosinella angulosa</i> (Philipp)	-1.5	2220±40	2610±40	2303	2328-2280	171039	
	15.34	-15.26	shell	<i>Dosinella angulosa</i> (Philipp)	-0.6	2890±40	3290±40	3135	3195-3066	171040	
	19.8	-19.72	shell	<i>Dosinella angulosa</i> (Philipp)	-0.4	4190±40	4590±40	4814	4833-4793	171041	
	23.15	-23.07	shell	<i>Dosinella angulosa</i> (Philipp)	-1.2	5440±40	5830±40	6261	6280-6198	171042	
	26.6	-26.52	shell	<i>Maetra cf. chinensis</i> (Philipp)	-5.2	5970±40	6290±40	6729	6779-6679	171043	
	27.3	-27.22	shell	<i>Dosinella angulosa</i> (Philipp)	0	6290±40	6700±40	7235	7260-7201	171044	
	31.02	-30.94	shell	<i>Dosinella angulosa</i> (Philipp)	-0.6	2570±40	2970±40	2739	2761-2717	171045	
	35.25	-35.17	shell	<i>Potamocorbula</i> sp.	0	8070±40	8480±40	8950	8995-8903	171046	
	36.1	-36.02	shell		-1.6	8900±40	9280±40	9847	10262-9811	171047	
	41.5	-41.42	plant material		-26.5	9430±40	9410±40	10668, 10659, 10639, 10610, 10597, 10585, 10584	10689-10562	171048	
	44.2	-44.12	plant material		-24.9	9890±40	9890±40	11232	11295-11225	171049	
	47.25	-47.17	wood		-27.9	10030±40	9980±40	11337, 11317, 11302	11549-11258	171050	
	49.38	-49.30	wood		-12.2	9600±50	9810±50	11199	11229-1179	171051	
	50.09	-50.01	wood		-30.3	10490±50	10490±50	12337	12623-11984	171052	
53.55	-53.47	wood		-26.6	10310±50	10280±50	12095, 12011, 11971	12327-11776	171053		
57.2	-57.12	plant material		-16.1	10700±50	10700±50	12880	12947-12653	171054		
TN	2.63	+0.25	plant material		-26.5	1760±40	1740±40	1690, 1669, 1659, 1653, 1628	1708-1570	175708	
	8.66	-5.78	shell	<i>Cryptomya busoensis</i> Yokoyama	-0.4	5380±50	5780±50	6193	6262-6162	175710	
	10.7	-7.82	shell	<i>Cryptomya busoensis</i> Yokoyama	-0.7	5890±50	6290±50	6729	6786-6669	175711	
	13.1	-10.22	shell	<i>Maetra cf. chinensis</i> Philippi / <i>Teremolpa micra</i> (Pilsbry) / <i>Babylonia cf. japonica</i> (Reeve)	0	5430±50	5840±50	6265	6290-6198	175712	
	16.52	-13.64	shell		0	5840±50	6250±50	6699, 6698, 6685	6741-6639	175713	
	20.4	-17.52	shell	<i>Crassostrea</i> sp.	-0.3	7970±60	8401	8401	8459-8362	175714	
	22.1	-19.22	shell		-0.8	8000±60	8400±60	8908	8961-8843	175715	
	32.4	-29.52	plant material		-26.7	7890±60	7860±60	8628, 8620, 8606	8748-8590	175717	
	HA	3.2	-0.96	shell	<i>Mya japonica</i> Jay	-0.3	4080±40	4490±40	4685	4782-4604	176647
		5.75	-3.51	wood		-26.2	2490±60	2470±60	2706, 2644, 2490	2715-2359	176648
8.55		-6.31	shell	<i>Dosinella angulosa</i> (Philipp)	-0.6	4300±40	4700±40	4889	4967-4849	176649	
11.7		-9.46	shell	<i>Dosinella angulosa</i> (Philipp)	-0.6	4650±40	5050±40	5431	5455-5318	176650	
13.8		-11.56	wood		-28.8	4500±40	4440±40	5039, 5006, 4993	5254-4969	176651	
15.8		-13.56	shell	<i>Dosinella angulosa</i> (Philipp)	-0.6	5310±40	5710±40	6153	6173-6080	176652	
19.55		-17.31	shell		?	3070±40	3480±40	3354	3389-3324	176653	
23.6		-21.36	shell	<i>Maetra cf. chinensis</i> Philippi	-1.5	8080±40	8470±40	8945	8990-8897	176654	
25.49		-23.25	wood		-27.8	8460±40	8410±40	9469, 9446, 9437	9488-9331	176655	
28.5		-26.26	wood		-27.3	8670±40	8630±40	9550	9598-9542	176656	
34.65		-32.41	shell	<i>Maetra cf. japonica</i> Prime	-7.2	8990±40	9280±40	9847	10262-9811	176657	
37.05		-34.81	wood		-25.9	9100±40	9100±40	10235	10241-10217	176658	
42.9		-40.66	wood		-24.7	9580±40	9580±40	11065, 10941, 10851, 10827, 10805, 10802, 10790	11091-10750	176659	
48.15		-45.91	wood		-29	10460±40	10390±40	12332	12609-11977	176661	
51.3		-49.06	wood		-25.6	11340±40	11330±40	13306, 13267, 13190	13430-13158	176662	

Calibrated ^{14}C ages were calculated using CALIB 4.3 (Stuiver et al., 1998).
Delta R and marine carbon were respectively regarded as 0 and 100‰ for the calibration of shells.

第1表 DK, TN, HA コアから得られた放射性炭素年代。
Table 1 Radiocarbon dates obtained from DK, TN and HA cores.

Unit 5), 泥質砂層(DK-Unit 6), 泥層(DK-Unit 7), 砂泥互層(DK-Unit 8)から構成され, 全体的に上方細粒化を経て上方粗粒化する層相サクセッションを示す(第2図). 礫層を除く層準から得た19個の放射性炭素年代試料は, 10,700~900 yrBPを示す. 深度4.2 m以下は人工埋積物からなるため, 検討を行っていない.

含貝化石砂層(DK-Unit 1)

深度: 78.0~74.0 m

記載: 塊状~弱い平行もしくは斜交層理を持つ極細粒-細粒砂から構成され, 深度75 m付近に海棲の貝化石が密集する. サンプルング・乾燥等によるコアの破壊が著しい.

解釈: コアの破壊のため, 堆積環境の復元は難しい.

砂礫層(DK-Unit 2)

深度: 74.0~61.0 m

記載: 全体的に, 淘汰の良い礫層から, 礫質砂層へと上方細粒化する. また, このユニット中には層厚1~7 mで, 直径数cmの礫から細礫へと上方細粒化するサクセッションが不明瞭ながら4回確認できる.

深度74.0~67.0 m付近は, 比較的淘汰の良い5~20 mm程度の垂円・垂角礫からなる. まれに直径数cmに及ぶ円礫や貝化石片を含む. 深度67.0~65.5 mは, 最下部に直径数cmの円礫を含む礫から, 最上部の直径2 cm程度の礫を含む細粒砂に上方細粒化する. 数層準に直径数cmの円礫を含む. 深度65.5~64.5 mは, 下部が直径3~5 cmの礫, 上部が直径0.5~1 cmの円・垂円礫を含む礫からなる. 深度64.5~61.0 mは, 下部が直径3 cm程度の円礫で, 基質が粗粒砂-細粒砂からなり, 直径1~2 cmの礫を含み斜交層理が発達する砂層へと上方細粒化する.

解釈: 最下部に削剥面を持つ礫支持の礫層から始まり, 礫質砂へと上方細粒化すること, そして上位のDK-Unit 3の河川堆積物とDK-Unit 4の氾濫原堆積物へと漸的に変化することから, DK-Unit 2は, 河川チャンネルを埋積する堆積物と考えられる.

砂層(DK-Unit 3)

深度: 61.0~50.8 m

記載: 最下部に削剥面を持ち, 粗粒砂もしくは礫質砂から中粒もしくは細粒砂へと上方細粒化するサクセッションが7回ないし8回繰り返して重なる. また, 全体的に上方へ細粒化する傾向がある.

各サクセッション内は最下部が削剥面で, 木片やシルトのリップアップクラストや0.5~1 cmの礫などを含む粗粒砂から上方に細粒化する. 全体的に淘汰の良い砂層からなり, 塊状であるか, トラフ型-平板型斜交

層理が発達する.

この層準では, 深度57.20 m及び53.55 mから植物片や木片が得られ, それぞれ10,700±50 yrBP, 10,310±50 yrBPの放射性炭素年代を示す.

解釈: 最下部に削剥面を持つ砂礫層を伴う, トラフ型斜交層理もしくは平板型斜交層理を持つ砂層が複数回重なり, これらが全体的には上方細粒化するという特徴から, 蛇行河川チャンネルを埋積するポイント・バーの堆積物(Miall, 1992)であることが示唆される.

砂泥互層(DK-Unit 4)

深度: 50.8~41.5 m

記載: 層厚5~50 cm程度の正級化もしくは逆級化する極細粒砂-粗粒砂層と, 層厚0.05~1 m程度でしばしば炭質物を含む中粒シルト-粘土からなる泥層の互層で構成される.

砂層は, 全体に塊状か平行葉理またはリップル葉理を伴うもの, 及び下位を弱い削剥面で削り, その上にリップル葉理, 不淘汰で塊状の泥質砂層の順で重なるものの2種類が認められる. いずれの砂層中にも炭質物片や木片などが含まれることがある.

泥層は炭質物を多く含む塊状の中粒シルト-粘土からなるが, 層準によっては特に炭質物の多い厚さ1 m以下の層を含むところがある.

炭質物及び植物片から, 下位より10,490±50 yrBP, 9,600±50 yrBP, 10,030±40 yrBP, 9,430±40 yrBPの放射性炭素年代値が得られている(第2図及び第4図). 解釈: 逆級化する砂層は洪水氾濫堆積物であることが示唆され(伊勢屋, 1982, 増田・伊勢屋, 1985; 伊勢屋・増田, 1985), 下部に削剥面をもち, リップル葉理を経て正級化する砂層はクレバス・スプレー堆積物の可能性が考えられる(Galloway, 1981; Reading and Collinson, 1996). 炭質物を多く含む泥層にこれらが挟まれる場合は, 氾濫原の環境であると考えられる. すなわち, DK-Unit 4は自然堤防から氾濫原堆積物であると考えられる.

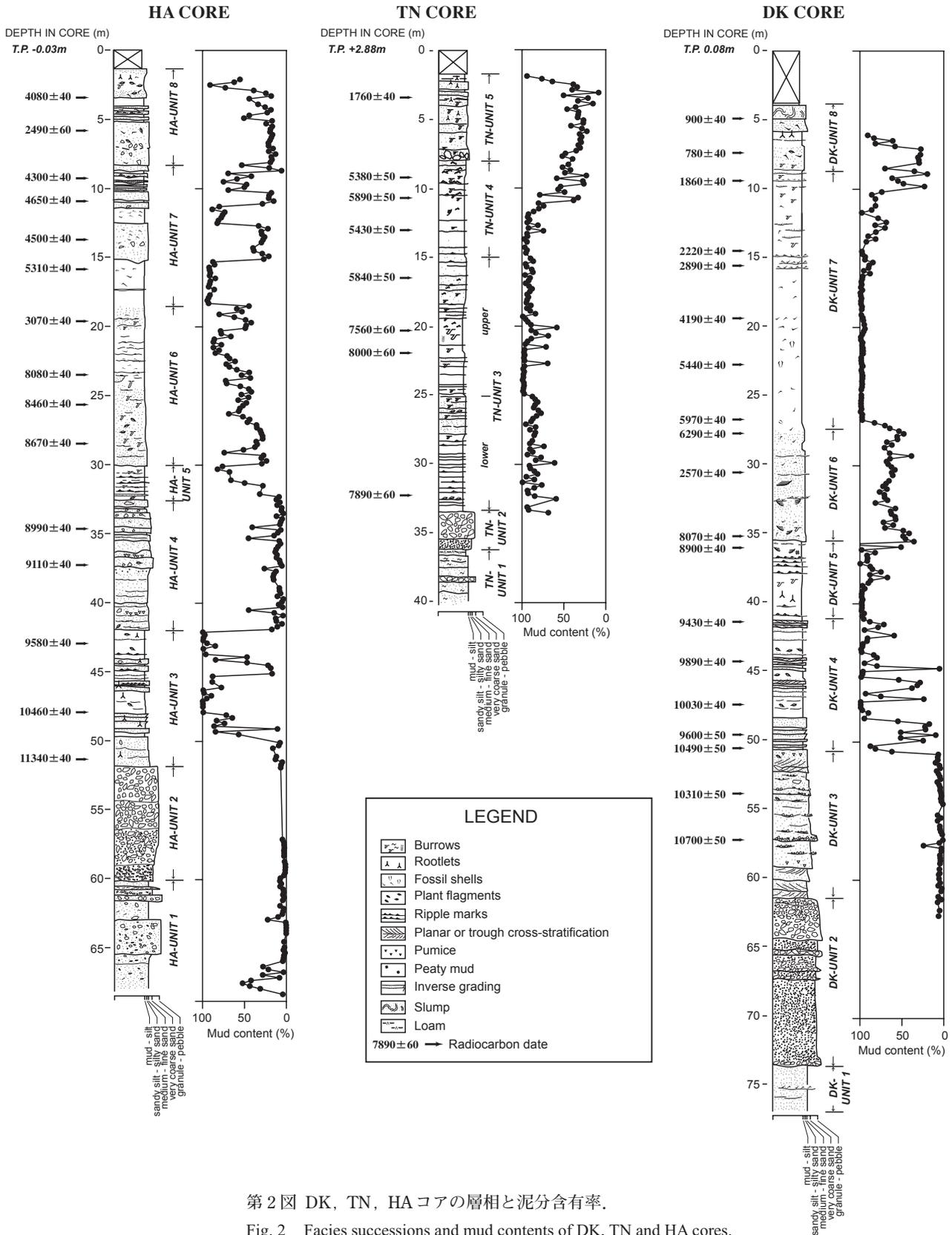
泥層-砂泥細互層(DK-Unit 5)

深度: 41.5~35.6 m

記載: 泥炭質で細粒シルトもしくは粘土からなる泥層(下部: 41.5~38.8 m)から, リップル葉理やチューブ状の形態を持つ生痕(以下チューブ状生痕)を含むようになり, 砂層と泥層が厚さ2~3 cm程度で細かく繰り返す互層(砂泥細互層)(上部: 38.8~35.6 m)へと上方粗粒化する.

下部の泥層は, 塊状で炭質物や植物根などを含むか, 泥炭質の細粒シルトもしくは粘土からなる.

上部の砂泥細互層は下位ほど泥層が卓越し, 上位になるにしたがってチューブ状生痕が多くなるとともに,



第2図 DK, TN, HA コアの層相と泥分含有率。

Fig. 2 Facies successions and mud contents of DK, TN and HA cores.

リップル葉理を含む薄い砂層を多く挟在する、リズムカルな互層である。更に上位になるほど砂層への貝化石の混在が多くなっていく。リップル葉理を含む砂層は層厚1~2 cmで、深度38~37 mに特によく卓越する。生痕は直径1~2 cm程度のチューブ状で内部に塊状の砂を充填しているものと、径2~3 cmで充填する砂に縞状の葉理が認められるものがある。前者はリップル葉理の卓越する区間より下位、後者は同区間より上位で良く認められる。

チューブ状生痕に落ち込んだ貝化石の放射性炭素年代は、8,900 ± 40 yrBPを示す。

解釈：下部の炭質物や植物根を含む泥層は、氾濫原-塩水湿地の環境が推測されるが、上位は海成層に直接覆われるため、氾濫原よりは塩水湿地の可能性が高い。上部の砂層と泥層のリズムカルな互層は潮汐の影響で形成された干潟(泥質干潟-砂泥質干潟)環境を示していると考えられる(Reineck and Singh, 1980)。

泥質砂層 (DK-Unit 6)

深度：35.6 ~ 27.5 m

記載：下位のDK-Unit 5をやや削剥して累重する。全体的に貝化石片、生痕を多く含む淘汰の悪い泥質砂層-砂質泥層からなる。泥質分は50%程度で、パッチ状に極細粒-細粒砂層を挟む。

泥質砂層は生物擾乱を強く受けていて塊状を呈する。直径1~2 cmほどのチューブ状の生痕及び、DK-Unit 5で見られた径2~3 cmの生痕が認められる。泥質砂層中には、多くの貝化石片を含むが、いずれも小さな破片のため同定できた個体は少ない。

深度30.94 mに認められたウラカガミガイ(*Dosinia angulosa*)から、2,570 ± 40 yrBPの放射性炭素年代が得られているが、コアの最上部に不自然に挟まれるという産出状態であること、上下の年代値と比較しても若すぎる値であるため、上位の坑壁から落下したものの可能性が高い。

解釈：分布域及び連続性が明らかでないため正確な議論はできないが、多くの生痕を含む淘汰の悪い砂質泥層で下位の干潟堆積物(DK-Unit 5)を整合的に覆うことから、地形的に沖側に分布する潮下帯の堆積物と考えられる。

泥層 (DK-Unit 7)

深度：27.5 ~ 8.5 m

記載：中粒シルト-粘土サイズの塊状の泥層から極細粒砂を挟みチューブ状生痕を含む砂層へと上方粗粒化する。

塊状の泥層の泥質分は60~100%で、特に下部(深度27.5~15.0 m)はほとんど砂質分を含まない。泥層は合弁・生息姿勢の貝化石を含み、上部になると厚さ1 cm

程度の極細粒砂層、貝化石片、チューブ状生痕が認められるようになる。合弁の貝化石は主としてウラカガミガイ(*Dosinella angulosa*)であるが、破片となったものの種類は不明である。チューブ状生痕は直径1~2 cmで、内部に細粒砂を充填するものが多い。

ウラカガミガイもしくはバカガイ(*Macra* cf. *chinensis*)から放射性炭素年代が得られ、下位から6,290 ± 40 yrBP, 5,970 ± 40 yrBP, 5,440 ± 40 yrBP, 4,190 ± 40 yrBP, 2,890 ± 40 yrBP, 2,220 ± 40 yrBP, 1,860 ± 40 yrBPを示す。

解釈：均質な泥層から上方粗粒化する傾向は、プロデルタ-デルタフロント堆積物で典型的に見られる(Scruton, 1960; Coleman, 1981; Reading and Collinson, 1996)。また、内湾泥底群集(松島, 1984)とされるウラカガミが自生的に産出することも、本ユニットがプロデルタ-デルタフロント堆積物であることを支持する。

砂泥互層 (DK-Unit 8)

深度：8.5 ~ 4.2 m

記載：中粒シルトからなる泥層と厚さ1~50 cm程度の砂層が互層する。

泥層は塊状で上位になるほど、植物片及び植物根などを含むことが多い。生物擾乱が認められるところでは、砂層と混じりあい、砂質泥層となる。

砂層は中粒-細粒砂で、ヤマトシジミ(*Corbicula japonica*)、カキ片、シルトのリップアップクラストなどを含むもの、層厚1 cm以下で細粒砂からなるもの、淘汰が悪くシルト分が混じるものなどがある。これらの砂層は、上位ほど植物片を含む割合が多い。最上部は葉理が乱れたスランプ様の砂質シルト-シルト質砂層となっていて、詳細は不明である。

砂層中に含まれるヤマトシジミからは、780 ± 40 yrBP, 900 ± 40 yrBPの放射性炭素年代が得られている。解釈：チューブ状生痕が認められる泥層から、植物根を含む泥層へと移り変わるこのユニットは、下位からの浅海化が続き、更に陸化したことが示唆される。含まれる貝化石も汽水棲種である。これらの特徴からは、デルタフロント-デルタプレーンの堆積環境(Coleman, 1981)が示唆される。

4.2 TNコア

TN コアは(深度40~1.7 m)、下位から砂層/ローム層(TN-Unit 1)、礫層(TN-Unit 2)、砂泥細互層/泥層(TN-Unit 3)、泥層/砂質シルト層(TN-Unit 4)、砂層/砂泥互層(TN-Unit 5)と重なる(第2図)。深度35 m付近に存在する礫層から上位は多くが泥層-砂泥細互層であり、最上部に砂層を伴う。この礫層より上位では8層準から8,400~1,740 yrBPの放射性炭素年代が得られた。深度1.7 m以浅は人工埋積物からなるため、

検討を行っていない。

砂層 / ローム層 (TN-Unit 1)

深度：40.0～36.05 m

記載：生痕化石を多く含む下部の粗粒・細粒砂層(深度40.0～36.8 m)と上部のローム層(深度36.8～36.05 m)からなる。

下部の砂層は、基本的に塊状で上方細粒化する傾向があり、生痕化石 *Macaronichnus segregatis* (Clifton and Thompson, 1978; 奈良, 1994) が多く認められる。また、ところどころ粗粒砂・極粗粒砂や軽石片が混じり、深度38.4 mには直径3～5 cmの円礫を挟在する。深度37 mから上位は褐色のローム層、深度36.8 mから上位は茶褐色・黄色で弱く層をなすローム層からなる。解釈：*Macaronichnus segregatis* は海浜環境の指標である(奈良, 1994)。砂層はローム層に覆われていることから、ローム層以深のこれらの地層は更新統下総層群と考えられる。

礫層 (TN-Unit 2)

深度：36.05～33.7 m

記載：径0.5～1 cmの円礫にときおり3～4 cmの円礫が混じる下部(深度36.05～34.5 m)と、主として3～4 cmの亜円礫とその間を充填する1～2 cmの円礫からなる上部(深度34.5～33.7 m)とに分けられる。

解釈：この礫層はローム層を覆っており、通常この地域で認められる段丘礫層の上にローム層が重なるといった層序(遠藤・高野, 1983など)とは異なる。コア自体の保存状態がそれほど良くないため、有効な堆積環境の指標となる情報は得られていないが、後述するように本ユニット上面にカキが付着すること及び干潟堆積物(TN-Unit 3)に直接覆われることを考えると、本ユニットは上位が削剥された河川成の埋没段丘堆積物である可能性が高い。

砂泥細互層 / 泥層 (TN-Unit 3)

深度：33.7～15.0 m

記載：泥層または砂泥細互層から砂質泥層へと上方粗粒化する堆積物サクセッションが2回繰り返しており、大きく下部(深度33.7～25.5 m)、上部(深度25.5～15.0 m)に区分できる。

下部は細粒・中粒シルトからなる厚さ1 cm程度の泥層と、厚さ1 cm以下の極細粒砂からなる砂層が細かく互層する。砂層にはしばしばリップル葉理や植物片が認められる。上位になるにしたがって生物擾乱が著しくなり、全体的に粗粒化する。礫層との境界には、カキが認められる。

上部は塊状で細粒シルト・粘土からなる泥層に層厚1～2 cm程度の細粒砂層を挟在する互層からなる。上

位になるにしたがって砂層の挟まれる割合が増えるとともに、泥の粒度が砂質シルトへと上方粗粒化する。また、上位ほど生物擾乱が著しい。全体に直径2 cm程度のチューブ状生痕が多く、この生痕を充填する細粒砂及び挟在される砂層中には貝化石片が含まれる。

植物片及び貝化石片から得られた放射性炭素年代は、7,890 ± 60, 8,000 ± 60, 7,560 ± 60, 5,840 ± 50 yrBPを示す。

解釈：本ユニットは全体的にリップル葉理を伴う薄い砂層と泥層との砂泥互層からなることや、植物片を産し、チューブ状生痕などによる生物擾乱が認められることなどから、汀線近くの干潟環境であると考えられる。2回の上方粗粒化シーケンスは、泥質干潟と砂質干潟が相互に繰り返したことを示唆する。

泥層 / 砂質シルト層 (TN-Unit 4)

深度：15.0～7.8 m

記載：直径1 cm以上のチューブ状生痕が多く発達する、塊状の細粒・中粒シルトの泥層から、砂質シルト層へと上方粗粒化する。上部の砂質シルト層は生物擾乱によって乱されており、細かい堆積構造は不明である。チューブ状生痕を充填する砂及びこの砂質シルト層には、多くの貝化石片が含まれ、潮間帯から内湾環境の泥底に生息するヒメマスオガイ(*Cryptomya busoensis*)が産する。

ヒメマスオガイ、バカガイからは、5,430 ± 50, 5,890 ± 50, 5,380 ± 50 yrBPの年代値が得られている。

解釈：潮間帯・内湾環境の指標となるヒメマスオガイが産し、細粒で塊状の泥層から上方粗粒化するという特徴からは、内湾環境の泥底から砂質底への変化が考えられ、プロデルタからデルタフロントへの浅海化が示唆される(Scruton, 1960; Coleman, 1981; Reading and Collinson, 1996)。

砂層 / 砂泥互層 (TN-Unit 5)

深度：7.8～2.1 m

記載：TN-Unit 4を軽微な浸食面を介して覆い、下部のシルトのリップアップクラストを含むシルト質砂から、生物擾乱の著しい砂泥互層を経て、植物根を多く含む砂泥互層へと上方細粒化する。

最下部のシルト質砂には直径5～10 cm程度のシルトのリップアップクラストを含み、基質にはチューブ状生痕や貝化石片が多く認められる。堆積構造は生物擾乱により不明瞭になっている。上位になるにしたがって泥層の挟在が多くなり、植物根などが多く含まれるようになるが、深度3 mまでは生痕が多く認められる。一方、最上部になると中粒・細粒砂層中に、中粒・細粒シルトからなる厚さ10 cm以下の泥層の挟在する頻度が多くなる。泥層・砂層を問わず、植物片及

び植物根を多く含む。

深度 2.6 m に認められる植物根から得られた放射性炭素年代は、1,760 ± 40 yrBP を示す。

解釈：下位のデルタフロント堆積物を覆い、シルトのリップアップクラストや貝化石破片を含む砂層は、潮汐チャンネルを充填する堆積物であると考えられる。そして上位に向かってシルト質砂と泥層の互層となるが、これは砂質-砂泥干潟堆積物の環境を示唆する。一方、最上部の砂泥互層は生痕が少なくなり、植物根を多く産することから塩水湿地・氾濫原の堆積環境が推定できる。

4.3 HAコア

HA コア(深度 70.0 ~ 1.35 m)は、下位から砂層 / 砂礫層 (HA-Unit 1)、礫層(HA-Unit 2)、砂泥互層(HA-Unit 3)、砂層(HA-Unit 4)、砂泥細互層(HA-Unit 5)、泥質砂層(HA-Unit 6)、泥層 / 砂層(HA-Unit 7)、砂泥互層(HA-Unit 8)と重なる。全体的には上方細粒化が2回ほど繰り返す堆積物サクセッションである(第2図)。深度 1.35 m 以浅は人工埋積物からなるため、検討を行っていない。

砂層 / 砂礫層 (HA-Unit 1)

深度：70.0 ~ 60.0 m

記載：下位から、砂層(深度 70.0 ~ 65.6 m)、砂礫層(深度 65.6 ~ 63.0 m)、砂層(深度 63.0 ~ 60.0 m)と重なる。

最下部の砂層は主として塊状の細粒 - 粗粒砂からなり、貝化石片、軽石粒、細礫 - 中礫(最大礫径 2 cm)、チューブ状生痕を散点的に含む。下部ほどシルト質の傾向がある。コアの状態は悪く、堆積構造ははっきりしない。

中部の砂礫層は、直径 3 ~ 5 cm の円礫もしくは垂円礫が細礫 - 粗粒砂サイズの基質に混じる。コアの変形が著しく、初生的な構造はわからない。

最上部の砂礫層は、基質が中粒 - 細粒砂でところにより直径 4 ~ 5 cm の円礫もしくは垂円礫、細礫 - 粗粒砂、または多くの貝化石片を混在する。コアは変形されている部分が多く、詳細な堆積構造はわからない。

解釈：コアは乱されているため、詳細な堆積環境は不明であるが、上位にBGと考えられる礫層がみられること、この砂層及び砂礫層中に海成の貝化石片を含むことから、下総層群相当層だと考えられる。

礫層 (HA-Unit 2)

深度：60.0 ~ 52.0 m

記載：直径 1 ~ 2 cm の大きさの垂円礫 - 垂角礫に直径 3 ~ 4 cm の円礫が混じる礫層である。コアの多くの部分は破壊されているため、堆積構造等の詳細はわからない。

解釈：コアは乱されているため、詳細な堆積環境は不明であるが、下位の礫層とは貝化石片や軽石粒の混入がないことが明瞭に異なる。上位の砂泥互層と比較的色調に近いことから、BGに相当すると考えられる。

砂泥互層 (HA-Unit 3)

深度：52.0 ~ 43.0 m

記載：下位の HA-Unit 2 に整合的に重なり、砂泥互層からなる。粒度や堆積構造からは、砂層(深度 52.0 ~ 50.0 m)、砂泥互層(深度 50.0 ~ 48.0 m)、泥層(深度 48.0 ~ 46.3 m)、砂泥互層(深度 46.3 ~ 43.0 m)と大きく 4 つのセクションに区分できる。

最下部の砂層は、塊状で植物根やシルトのリップアップクラストを含む細粒 - 粗粒砂からなる。コアの攪乱が著しく、詳細な堆積構造はわからない。

その上位の砂泥互層は、厚さ 10 ~ 20 cm の逆級化する細粒砂 - 中粒砂と中粒シルト - 粗粒シルトとの互層からなる。10層以上の砂層を含むが一部の砂層は塊状だったり、下部に弱い削剥面をもち、正級化している場合もある。植物片や植物根がしばしば認められる。

深度 48.0 ~ 46.3 m に認められる泥層は全体的に有機質・塊状で植物根が多く混じる中粒シルトからなる。

最上部の砂泥互層は、クライミングリップル葉理やリップル葉理の伴う中粒 - 細粒砂と植物根を含む中粒 - 細粒シルトの互層からなる。砂層の多くは 10 cm 以下と薄く、全体的に正級化していることが多い。

砂層及び泥層に含まれる木片からは、11,340 ± 40 yrBP、10,460 ± 40 yrBP、9,580 ± 40 yrBP の放射性炭素年代値が得られている。

解釈：逆級化する砂層は洪水氾濫堆積物の特徴である(伊勢屋・増田, 1985; 増田・伊勢屋, 1985)。また、下部に削剥面をもち正級化する砂層はクレバス・スプレー堆積物の可能性がある(Galloway, 1981; Reading and Collinson, 1996)。これらの砂層が有機質の泥層に挟在されるという特徴は自然堤防とその周辺の堆積物であることが示唆される。すなわち、本ユニットは蛇行河川の自然堤防から氾濫原環境で形成されたと考えられ、最下部の砂層は流路内堆積物の可能性が大きい。

砂層 (HA-Unit 4)

深度：43.0 ~ 31.6 m

記載：多くの部分は塊状であるが、軽石片が多く混じった斜交層理がしばしば認められる。細粒 - 中粒砂からなる下部(深度 43.0 ~ 37.6 m)と、貝殻片、植物片、シルトのリップアップクラスト等を多く含む細粒 - 粗粒砂からなり上方細粒化する上部(深度 37.6 ~ 31.6 m)とに分けられる。

下部は層厚 10 ~ 50 cm 程度の砂層のユニットがしばしば下位を削り込みながら積み重なる。上部に比べる

と全体的に塊状で細粒であるが、弱いトラフ型斜交層理が認められる場合もある。

上部は、その最下部が直径1～5 cmのシルトのリップアップクラストやヤマトシジミ(*Corbicula cf. japonica*)と推定される貝化石片を多く含む粗粒-中粒砂からなるが、上位に行くにしたがって細粒-極細粒砂に変わり、リップ葉理や皿状構造などが認められるようになる。

砂層に含まれる木片、ヤマトシジミと推定される貝化石片からは、9,110 ± 40 yrBP, 8,990 ± 40 yrBPの放射性炭素年代が得られている。

解釈：河川環境であるHA-Unit 3の上位に重なり、上方細粒化すること、汽水環境を示す貝化石を産し斜交層理などの堆積構造が多く認められることから、河口や潮汐チャネルなどの流路内堆積物と考えられるが、その分布が明らかではないためより詳細な堆積環境を特定することは難しい。

砂泥細互層 (HA-Unit 5)

深度：31.6～30.05 m

記載：下位のUnit 4に整合的に重なる。層厚1～3 cmの細粒-極細粒砂と層厚3 cm程度の中粒-細粒シルトの互層からなる。

砂層中にはしばしばリップ葉理や炭質物が認められ、直径1～2 cmの断面を持つチューブ状生痕も多数含まれる。含まれるリップ葉理は2方向の流向を示す場合もある。

解釈：生痕が顕著であること、2方向の古流向を示すリップ葉理が認められること、砂と泥の細かい互層が発達することは、潮汐の影響を強く受けた泥質干潟堆積物の特徴である (Boggs, 2001)。

泥質砂層 (HA-Unit 6)

深度：30.05～18.5 m

記載：下位のHA-Unit 5をやや削剥して覆い、下位から上方細粒化する淘汰の悪い泥質砂層(深度30.05～24.5 m)、中粒-粗粒シルトと細粒砂-極細粒砂との細互層(深度24.5～20.5 m)、貝化石片を多く含む、淘汰の悪い砂質シルト(深度20.5～18.5 m)と重なる。

泥質砂層は生物擾乱を受けており、ときおり炭質物の混じる淘汰の悪い泥質砂が混じる。上位ほど砂質分を減じ、上方細粒化する。生物擾乱のため明瞭な堆積構造は少ないが、もともとの堆積構造である平行葉理などがしばしばパッチ状に残されている。直径1～2 cmの断面を持つチューブ状生痕が多く認められる。

中粒-粗粒シルトと細粒砂-極細粒砂との細互層は、リズムカルで砂層中には多くの貝化石片を含む。生物擾乱が著しいが、ところどころに弱い葉理が認められる。

貝化石片を多く含む砂質シルトは生物擾乱が良く発

達し、明瞭な堆積構造は認められない。貝化石片の多くは二枚貝であるが種までは特定できない。

この層準に含まれる木片、貝化石片からは、8,670 ± 40 yrBP, 8,460 ± 40 yrBP, 8,080 ± 40 yrBP, 3,070 ± 40 yrBPの放射性炭素年代値が得られている。

解釈：生物擾乱が良く発達し、下位の干潟環境を覆う淘汰の悪い砂質泥層は、砂泥質干潟から潮下帯、リズムカルな砂泥細互層は潮汐の影響で形成された堆積物にあたりと推定される (Reineck and Singh, 1980)。下位の泥質干潟相と本ユニットの貝を産する砂質干潟相との境界は比較的明瞭であることから、陸側の泥質干潟から海側の砂質干潟への変化に伴う侵食面(内湾ラヴィーンメント)である可能性が大きい (Saito, 1995)。また、上方細粒化は砂質干潟から潮下帯の環境への上方深海化と考えられる。

泥層 (HA-Unit 7)

深度：18.5～8.3 m

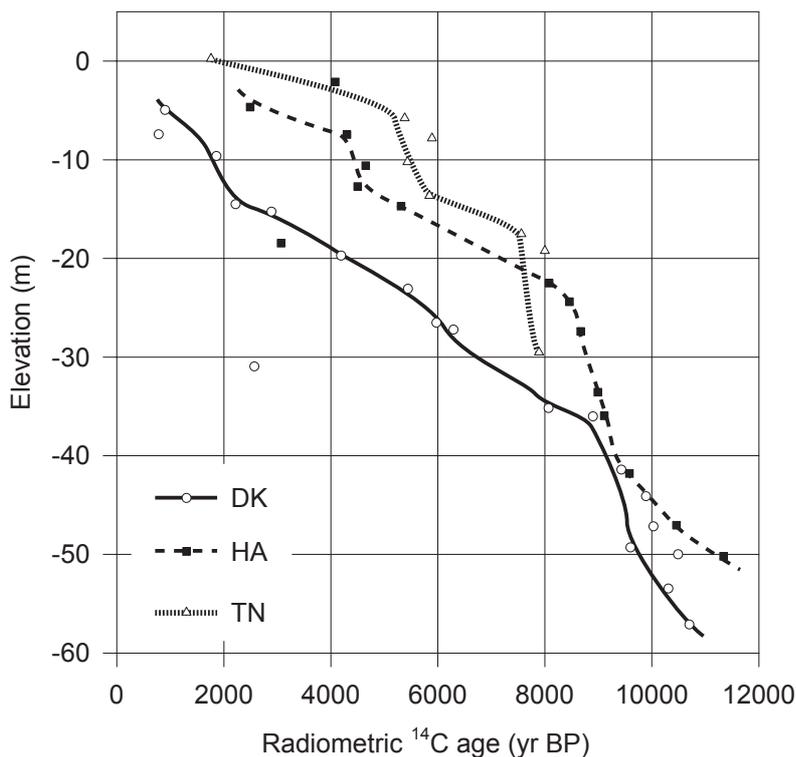
記載：Unit 6から漸移的に移り変わり、塊状で貝化石を多く含む泥層(深度18.5～11.2 m)に、シルト質砂層を2層準(深度15.1～12.5 m; 11.2～10.25 m)に挟在する下部と、砂泥細互層(深度10.25～8.3 m)からなる上部に分けられる。

下部(深度18.5～11.2 m)の塊状の泥層は中粒-細粒シルトからなり、多くの貝化石を含む。貝化石はしばしば合弁で自生の産状を示す。泥層に挟在するシルト質砂層(深度15.1～12.5 m)は下位の塊状泥層をやや削りながら覆い、シルトのリップアップクラスト、貝化石片、木片を多く含む。砂分は細粒-中粒で、塊状をなす。また、深度11.2～10.25 mに認められるシルト質砂層も下位のシルト質砂層と同様にシルトのリップアップクラストを含むが、貝化石片は認められない。一部、葉理が変形したスランプ状の構造も認められる。

上部(深度10.25～8.3 m)の砂泥細互層は、層厚10 cm以下でリップ葉理を含む細粒-極細粒砂と層厚10 cm以下の中粒シルトの繰り返しからなる。植物片及び巣穴状生痕を含む。

バカガイなどの貝化石片及び木片からは、5,310 ± 40 yrBP, 4,500 ± 40 yrBP, 4,650 ± 40 yrBP, 4,300 ± 40 yrBPの放射性炭素年代値が得られている。

解釈：最下部の泥層及び深度12.5～11.2 mに認められる泥層は、細粒・塊状で、原地性の貝化石を含むことから、静穏な堆積環境が考えられ、内湾(プロデルタ)の堆積物である可能性が高い。また、最上部の砂泥細互層はプロデルタ堆積物から上方粗粒化することを考えると、デルタフロント堆積物と推定できる。一方、深度15.1～12.5 m及び深度11.2～10.25 mに認められる砂層は上記のプロデルタ-デルタフロント堆積物中にイベント的に挟在され、やや淘汰が悪く塊状でシルトのリップ



第3図 DK, TN, HA コアの堆積曲線。層序と合わない年代値は曲線を描くのに用いられていない。

Fig. 3 Sediment accumulation curves of DK, TN and HA cores. Radiocarbon dates showing stratigraphic inversion are neglected from the curves.

アップクラストを含んでいたり、スランプ状に乱れた葉理が認められることから、重力流堆積物の可能性が高い。

砂泥互層 (HA-Unit 8)

深度：8.3～1.35 m

記載：デルタフロント堆積物である砂泥細互層をやや削りながら覆う。下位からシルト質砂層(深度8.3～5.0 m)、砂泥互層(深度5.0～1.35 m)と重なる。

下部のシルト質砂層は、シルト混じりの中粒 - 細粒砂にシルトのリップアップクラスト、貝化石片、土壌片、植物片を含む。塊状で明瞭な堆積構造は認められない。

上部の砂泥互層は、層厚5～40 cm程度の砂層と層厚5～50 cm程度の細粒 - 中粒シルトの互層からなる。砂層は極細粒 - 中粒砂からなり、貝化石片、植物片、シルト分を含むことが多い。深度4.5～5.0 mには、リップル葉理を持ち、逆級化する砂層を含む。シルトはカキなどの貝化石片や植物片、植物根を多く含む。

貝化石片、木片から 2,490 ± 40 yrBP, 4,080 ± 40 yrBP の放射性炭素年代値が得られている。

解釈：下位のデルタフロント堆積物を覆い、下部で卓越する貝化石片やシルトのリップアップクラストを多く含む砂層は、塊状でシルト分を多く含むことから、急速な堆積をした重力流堆積物、もしくは潮汐チャネルを充填した堆積物であると考えられる。一方、上部の砂泥互層は貝化石片や植物根を含み逆級化した砂層

を挟在することから、河口近くの氾濫原環境で堆積したと考えられる。

5. 堆積曲線

各コアの堆積曲線(増田, 2000; 埋積曲線: Saito, 1995; 斎藤, 1995)を採取試料の放射性炭素年代値と標高に基づいて描いた(第3図)。なお、放射性炭素年代値を得た貝化石試料が原地性ではないものを除いて曲線を引いた。これら各コアの堆積曲線は、下位からおおよそ深度35 mまではコア間でばらつきが少なく、9,000 yrBP以前の値を示す。これらの区間には河川 - 干潟までの層相が認められる。一方、深度35 m以浅では各コアで様々な堆積曲線を描く。しかしながら、全体におおよそ陸(TN コア)から沖側(DK コア)に向かって徐々に堆積年代が若くなるという傾向を示す。

6. 堆積環境の変遷

本研究で取り扱ったコアの沖積層は、いずれも基本的には下位から上位に向かって上方細粒化し、再び上方粗粒化する一連の堆積物からなり、おおよそ6つの主な層相に区分できると考えられる。また、放射性炭素年代値はこれらの堆積物が12,000 yrBP～1,000 yrBPまでの間に連続して形成されたことを示しており(第3図)、これらの地層は1回の海進・海退で形成された一連の堆積物であると考えられる。一方で、埋没谷

を充填する堆積物でも、谷の中心部と想定される場合(DKコア)、支流であると考えられる場合(HAコア)、埋没段丘上である場合(TNコア)でそれぞれ異なった堆積物サクセションを示すことから、地形の影響も大きいといえる。

検討したコアに認められた6つの層相は次のようなものである。すなわち、河川チャネルを充填した礫層(DK-Unit 2, HA-Unit 2)、蛇行河川流路を埋積する堆積物及び自然堤防/氾濫原堆積物である砂層及び砂泥互層(DK-Unit 3, DK-Unit 4, HA-Unit 3)、塩水湿地・干潟堆積物である泥層及び砂泥細互層(DK-Unit 5, DK-Unit 6, TN-Unit 3, HA-Unit 5, HA-Unit 6)、内湾(プロデルタ・デルタフロント)堆積物である塊状の泥層(DK-Unit 7, TN-Unit 4, HA-Unit 7)、潮汐チャネル・氾濫原の堆積物である砂泥互層(DK-Unit 8, TN-Unit 5, HA-Unit 8)であり、場所によっては現段階で堆積環境の推定の難しい厚い砂層を含む場合(HA-Unit 4)も認められる。地形の影響から、コアによっては特定の層相を含まなかったりすることがわかる。

このような層相の積み重なりは、同じ東京湾内の埋没谷充填堆積物を検討したSaito(1995)でも認められている。Saito(1995)は、小櫃川における埋没谷堆積物を検討し、主として蛇行河川システム、後退デルタシステム(エスチャリーシステム)、前進デルタシステムの3つのシステムが卓越するというを示した。すなわち、蛇行河川システムでは、約5mの厚さのチャネル充填堆積物の上に逆級化を示す砂層を含む自然堤防/氾濫原堆積物が重なり、エスチャリーシステムでは、氾濫原堆積物から塩水湿地堆積物、河口堆積物、泥質干潟堆積物、砂質干潟堆積物、内湾堆積物が重なる。一方、前進デルタシステムではプロデルタ、デルタフロント、デルタプレーン堆積物と重なる。これは本研究で検討を行ったコアの堆積物サクセションとほぼ同一であり、同様な沿岸堆積システムでの形成が推測される。一方、HAコアに挟在されるHA-Unit 4のような砂層は必ずしもコアの保存状況が良くなく、その空間的な連続性も明らかでないため、詳細な堆積環境は不明である。

7. 層相の連続性と同時間面

各コアに認められた層相は、塩水湿地・干潟環境の例を除き、標高との連続性が見られる(第4図)。すなわち、標高-60~-80m付近には河川チャネル充填堆積物が、-65~-45mには蛇行河川流路・自然堤防/氾濫原堆積物が、-30~-10mには内湾性堆積物が、そして-10~0mでは潮汐チャネル・氾濫原堆積物が卓越する。なお、第4図は必ずしも上流から下流に向かって対比したものではないので注意が必要である。

下部の河川チャネル充填堆積物、蛇行河川流路・自然堤防/氾濫原堆積物及び塩水湿地・干潟堆積物までのサクセションは、海進期の河川からエスチャリーシステムで次第に海の影響が強くなってきたことを示す。一方、上部では、プロデルタ・デルタフロント・デルタプレーンへと上方に移りかわり、同時間軸と堆積相との斜交関係からは、上部がプログラデーションするデルタシステムであると考えられる。下部と上部の境界は、約6,000~5,500 yrBPで、より内陸側で若くなっているように見える。

東京低地や荒川低地を埋積する沖積層の堆積過程及び堆積システムについて、多くの放射性炭素年代に基づいて上流から下流側へと層相を対比して考察した例はほとんどない。本研究の結果は、この地域の沖積層の形成モデルを考える上で重要な役割を果たすと考えられる。

8. まとめ

東京都内において実施された3つのオールコアボーリング(DKコア, TNコア, HAコア)に認められた沖積層の層相及び放射性炭素年代を検討した結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 検討したコアの沖積層は主として、河川チャネル充填堆積物、蛇行河川流路・自然堤防/氾濫原堆積物、塩水湿地・干潟堆積物、内湾堆積物、潮汐チャネル/氾濫原堆積物、未区分の砂層の6つの堆積相に分けられる。
- (2) 3つのコアから、12,000~1,000 yrBP(未補正)の値を示す計42個の年代値が得られた。
- (3) 各コアでの放射性炭素年代値及び層相の積み重なりは、これらが一連の海進・海退を示す堆積物であることを示す。
- (4) 放射性炭素年代値に基づく同時間地質断面と堆積相の累重様式から、調査地域の沖積層は約6,000~5,500 yrBP(未補正)付近を境に下部・上部に分けられ、下部が海進期の河川システムからエスチャリーシステム、上部がプログラデーションするデルタシステムであることを示す。

これらの結果は、東京低地・荒川低地地下に広がる沖積層の層序の構築及びその堆積過程の復元に大きく寄与すると考えられる。

謝辞: 本研究を行うにあたり、地質情報研究部門(当時は活断層研究センター)の七山 太博士には、コア処理室利用の便宜を図っていただいた。原 未来也氏には、泥分含有率の測定に関してお世話になった。以上の方々には心よりお礼を申し上げる。

文 献

- 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.
- 青木 滋・柴崎達雄 (1966) 海成”沖積層”の層相と細分問題について. 第四紀研究, **5**, 113-120.
- Boggs, S. (2001) *Principles of sedimentology and stratigraphy, 3rd edition*. Prentice-Hall, New Jersey, 726p.
- Clifton, H.E. and Thompson, J.K. (1978) *Macaronichnus segregatis*: a feeding structure of shallow marine polychaetes. *J. Sediment. Petrol.*, **48**, 1293-1302.
- Coleman, J.M. (1981) *Deltas: Processes and Models of Deposition for Exploration*. Burgess, CEPCO Division, Minneapolis, 124p.
- Endo, K., Sekimoto, K. and Takano, T. (1982) Holocene stratigraphy and paleoenvironments in the Kanto Plain, in relation to the Jomon Transgression. *Proceedings of the Inst. Nat. Sci., Nihon Univ.* no. 17, 1-16.
- 遠藤邦彦・高野 司 (1983) 草加市の沖積層. 草加市研究, no. 3, 31-46.
- 遠藤邦彦・小杉正人・菱田 量 (1988a) 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・高野 司 (1988b) 草加市の地質. 草加市史, 自然・考古編, 草加市, 23-69.
- 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, 35-111.
- 遠藤邦彦・牧野内猛・坪田邦治・岩尾雄四郎 (1995) 沖積層の形成過程. 土と基礎, **43**, 8-12.
- 復興局建築部 (1929) 東京及横浜地質調査報告, 129p., 付図.
- Galloway, W.E. (1981) Depositional architecture of Cenozoic gulf coastal plain fluvial systems. In Cant, D.J. and Hein, F.J., *Approaches to Interpretation of Sedimentary Environments*, SEPM Special Publication, no.31, 127-155.
- Hori, K., Saito, Y., Zhao, Q. and Wang, P. (2002) Architecture and evolution of the tide-dominated Changjiang (Yangtze) River delta, China. *Sedimentary Geology*, **146**, 249-264.
- 伊勢屋ふじこ (1982) 茨城県, 桜川における逆グレーディングをした洪水堆積物の成因. 地理学評論, **55**, 597-613.
- 伊勢屋ふじこ・増田富士雄 (1985) “逆グレーディング構造”: 洪水堆積物認定の指標. 筑波の環境研究, no. 9, 63-69.
- Kaizuka, S., Naruse, Y. and Matsuda, I. (1977) Recent formations and their basal topography in and around Tokyo Bay, central Japan. *Quaternary Research*, **8**, 32-50.
- Kuwano, Y. Sibasaki, T., and Aoki, S. (1971) Significance of buried valleys and other topographies in elucidating the Late Quaternary geohistory of Japanese coastal plains. *Quaternaria*, **14**, 217-236.
- Miall, A.D. (1992) Alluvial deposits. In Walker R.G. and James, N.P., eds., *Facies Models: Response to Sea Level Change* (Geological Association of Canada, Waterloo, Ontario), 119-139.
- 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, 108-116.
- 増田富士雄 (2000) 堆積曲線から求める堆積年代と累重速度. 月刊地球, **22**, 191-196.
- 増田富士雄, 宮原伐折羅, 広津淳志・入月俊明・岩淵 洋・吉川周作 (2000) 神戸沖海底コアから推定した完新世の大阪湾の海況変動. 地質雑, **106**, 482-488.
- 増田富士雄 (2002) 掘削コアから推定した大阪湾の海況変動. コア精密対比研究会・日本応用地質学会関西支部編, コア精密対比による京阪神地域の地下地質・地下構造の高精度解説, 117-127.
- Masuda, F., Irizuki, T., Fujiwara, O., Miyahara, B. and Yoshikawa, S. (2002) A Holocene sea-level curve constructed from a single core at Osaka, Japan (A preliminary note). *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., Ser. Geol. & Mineral.*, **59**, 1-8.
- 松島義章 (1984) 日本列島における後氷期の浅海性貝類群集—特に環境変遷に伴うその時間・空間的変遷—. 神奈川県博研報, no. 15, 37-109.
- 中山俊雄・中村正明・松延隆志 (1999) 江東地区における沖積層の層相と速度層構造. 平成11年度東京都土木技術研究所年報, 179-189.
- 中山俊雄・中村正明 (2000) 江東区枝川における沖積層の層相と土質特性. 平成12年度東京都土木技術研究所年報, 191-202.
- 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.
- Reading, H.G. and Collinson, J.D. (1996) Clastic coasts. In Reading, H.G. ed., *Sedimentary Environments: Process, Facies and Stratigraphy, third edition* (Blackwell Science, Oxford), 154-231.
- Reineck, H.E. and Singh, I.B. (1980) *Depositional Sedimentary Environments* Springer, Berlin,

551p.

Saito, Y. (1995) High-resolution sequence stratigraphy of an incised-valley fill in a wave- and fluvial dominated setting: latest Pleistocene-Holocene examples from the Kanto Plain, central Japan. *Mem Geol. Soc. Japan*, no. 45, 76-100.

斎藤文紀 (1995) 河口デルタの埋積システム—小櫃川三角州の形成機構—。大沢雅彦・大原 隆編, 生物-地球環境の科学—南関東の自然誌—, 朝倉書店, 29-40.

Scruton, P.C. (1960) Delta building and deltaic sequence. In Shepard, F.P., Phleger, F.B. and van Andel, T.H. eds., *Recent Sediments, Northwest Gulf of Mexico* (American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, OK), 82-102.

Stuiver, M., Reimer, P.J., Bard, E., Beck, J.W., Burr, G.S., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, F.G., v. d. Plicht, J., and Spurk, M. (1998) INTCAL98 Radiocarbon age calibration 24,000 - 0 cal BP. *Radiocarbon*, **40**, 1041-1083.

徳橋秀一・遠藤秀典 (1984) 姉崎地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅)。地質調査所, 136p.

東京都土木研究所 (1969) 東京都地盤地質図(23区内) —東京都地質図集 2—。東京都土木研究所。

東京都土木研究所 (1996) 東京都(区部)大深度地下地盤図—東京都地質図集 6—。東京都土木研究所。

(受付：2004 年 6 月 1 日；受理：2004 年 10 月 21 日)