

埼玉県三郷市彦成地区の沖積層コア (GS-MHI-1) の 堆積相・珪藻化石群集組成・物性・放射性炭素年代値

中西利典¹・田辺 晋²・木村克己^{2,*}・中島 礼²・内山美恵子³・柴田康行⁴

Toshimichi Nakanishi, Susumu Tanabe, Katsumi Kimura, Rei Nakashima, Mieko Uchiyama, Yasuyuki Shibata (2011) Sedimentary facies, diatom assemblages, physical properties and radiocarbon ages of the latest Pleistocene to Holocene incised valley fills under the southern Nakagawa Lowland, Kanto Plain, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 62 (1/2), p. 3-46, 9 figs, 4 tables, 1 plate, 1 appendix tables.

Abstract: The sedimentary facies, diatom assemblages, physical properties and AMS radiocarbon ages were determined for the core sediment (GS-MHI-1) of the latest Pleistocene to Holocene incised valley filled deposits in the southern Nakagawa Lowland, Kanto Plain, Japan. In the core sediment, we recognized seven sedimentary facies, that is, braided river channel fill, meandering river floodplain sediments, tidal-influenced channel fill, tide-influenced transgressive shallow marine sediments, upward shallowing marine sediments, tide-influenced upward shallowing marine sediments, and modern river channel fill to floodplain sediments, in ascending order. These sedimentary facies and the radiocarbon dates are correlated to the stratigraphy of the other core that was obtained at the western side of the incised valley. These lithologies are also correlated to the existing borehole log columns drilled for engineering purposes. Judging from these correlation, we identified four sedimentary systems to account for the spatio-temporal distribution of the sedimentary facies across the axis of the main incised valley in this area; braided river, meandering river, estuary, and upward-shallowing delta, in ascending order. The meandering river system indicates almost a horizontal attitude across the valley; however the estuary and delta systems have an asymmetric depositional attitude dipping eastward. The thick soft marine mud is included in these systems. This asymmetric distribution of the muddy system should be especially remarked for geological hazards under the activating urbanization area.

Keywords: incised-valley fill, diatom, sedimentary facies, physical properties, AMS radiocarbon ages, late Pleistocene to Holocene, Nakagawa Lowland

要 旨

中川低地南部の開析谷中軸で掘削した沖積層ボーリングコア試料 (GS-MHI-1) を用いて、堆積相、珪藻化石群集組成、物性、AMS放射性炭素年代値について検討した。その結果、下位から、網状河川流路、蛇行河川の氾濫原、潮汐の影響した流路、潮汐の影響した上方深海化する浅海底、上方浅海化する浅海底、河川と潮汐の影響した上方浅海化する浅海底、現世河川流路～氾濫原の合計7つの堆積相を認定した。これらの堆積相を開析谷西縁部での解析結果及び既存土質柱状図と対比することによって、下位から、網状河川、蛇行河川、エスチュア

リー、デルタの合計4つの堆積システムを開析谷の横断方向で認定した。その結果、蛇行河川システムによる地層はほぼ水平に分布するのに対して、エスチュアリーとデルタシステムによるものは非対称に分布することを推定した。この沖積層上部の軟弱な海成泥層は谷の西縁辺から中軸へと徐々に形成されたものであり、この非対称な分布は建造物の構造・工法や大規模地震による強震動、地盤沈下被害などに影響をもたらす可能性がある。

1. はじめに

埼玉県東部に広がる中川低地の地下には、最終氷期

¹韓国地質資源研究院 (Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Gajeong-dong 30, Yuseong-gu, Daejeon, 305-350 Korea)

²地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation)

³都留文科大学 (Tsuru University, 3-8-1 Tahara, Tsuru, 402-8555 Japan)

⁴国立環境研究所 (National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki, 305-8506 Japan)

*Corresponding author: K. KIMURA, Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: k.kimura@aist.go.jp

最寒冷期までに当時の中川が下刻した開析谷がほぼ北-南方向に細長く分布している。その開析谷を埋積する河川成と海成の堆積物からなる沖積層は、三郷市付近においては厚さ50m程度であると推定されている(森川, 1962; Matsuda, 1974; Kaizuka *et al.*, 1977; Endo *et al.*, 1982; 遠藤ほか, 1983, 1988a,b, 1992; 埼玉県, 1995; 中西ほか, 2007)(第1図b)。中川低地南部の沖積層は下流部の東京低地や荒川低地のものと比較して泥がちな地層で構成されているが(Matsuda, 1974), 局所的に砂層が分布しており, 開析谷の横断方向に一樣な岩相ではない(遠藤ほか, 1992; 中西ほか, 2007)(第2図)。泥層は, 砂層よりも低密度, 高含水率, 低N値, 低地震波伝播速度であり, 同じ泥層でも海成泥層は陸成のものよりも低密度で高含水率の性質を有する(実用軟弱地盤対策技術総覧編集委員会, 1993; 地盤工学会, 2000)。このような浅層地盤の不均質性を生じさせる要因について検討することを目的として, 産業技術総合研究所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, 2006)が開析谷のほぼ中軸部で層序ボーリング調査を実施した。採取したGS-MHI-1(以下MHI)コア試料の堆積相, 珪藻化石群集組成, 物性, 放射性炭素年代値を検討して, 堆積環境ごとの特徴を整理する。また, これらの解析結果を, 開析谷西縁部で掘削されたボーリングコア(GS-SK-1:以下SK)試料の解析結果(石原ほか, 2004a)及び周辺で収集した既存土質柱状図(中西ほか, 2007)と対比して, 中川低地南部の地下に伏在する開析谷の横断方向の埋積様式について考察する。

2. 中川低地の地形

関東平野のほぼ中央部の埼玉県東部に位置する中川低地は, 西方の大宮台地及び東方の下総台地に挟まれた開析谷の上に位置しており, 北方は埼玉・栃木県境を介して渡良瀬川沿いの低地に, 北西は加須低地に, 南方は東京低地へとそれぞれ連続する(堀口, 1986)。東西に分布する台地の縁辺部には縄文時代前期以降に形成された貝塚が点在して(東木, 1926; 和島ほか, 1968), 完新世中期の相対的海水準を推定する上でよい指標となっている。中川低地は北北西-南南東方向に伸びる中川水系に沿う南北40km・東西10~15kmの狭長な形状を示す。その標高は, 埼玉県東北端部の北川辺町でT.P.(Tokyo Peil:東京湾中等潮位)+15m, 幸手市でT.P.+10m, 越谷市でT.P.+5m, 八潮市でT.P.+2mと南部ほど低く, 河川勾配は1/3000程度である(第1図a)。中川水系では, 北川辺町から越谷市付近までは河畔砂丘を伴った蛇行流路がよく発達するが, 吉川市付近の中川・大落古利根川・新方川・元荒川の合流部より下流では直線的な流路となっている。一方, 現流路や流路跡付近に認められる自然堤防由来の微高地には古くからの集落が建っているの

に対して, 後背湿地には水田や新興住宅地が分布する(第1図c)。なお, この論文では埼玉県越谷市以南を中川低地南部とする。

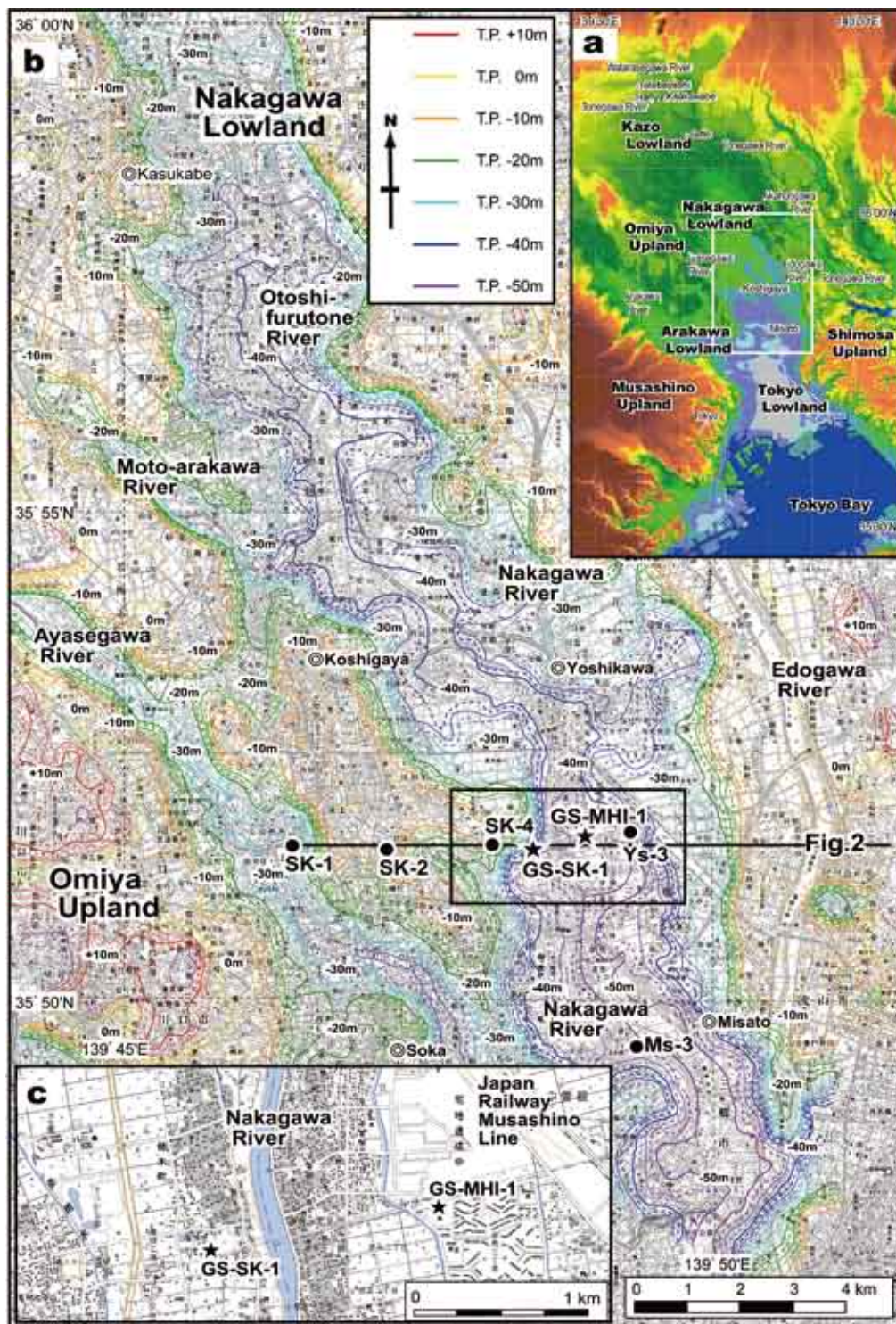
3. 中川低地の地質・地盤

中川低地南部の沖積層の分布と層序は, ボーリング調査資料に記載された岩相と標準貫入試験のN値を解釈すること(森川, 1962; Matsuda, 1974)と, 採取された堆積物を観察・分析すること(遠藤ほか, 1983, 1988a,b, 1992; 石原ほか, 2004a)によって検討されてきた。これらの研究結果と約4,000本分の標準貫入試験によって作成された既存土質柱状図を基にして, 三郷市付近における開析谷中軸部の沖積層基底礫層上面はT.P.-50m程度で, その東西にはT.P.-10~0mと-40~-30mに埋没段丘面が分布すると推定されている(中西ほか, 2007)(第1図b; 第2図)。以下に沖積層の岩相区分についての既存研究を要約する。

森川(1962)は, 官庁やボーリング調査会社などから収集した1,000本以上のボーリング資料を基にして洪積層と沖積層の層序区分を示した。沖積層は下位から, 下部砂層(砂礫), 下部粘土層, 上部砂層, 上部粘土層に区分され, それらの層厚は10m, 30m, 2~3m, 1~2m程度とそれぞれ推定された。

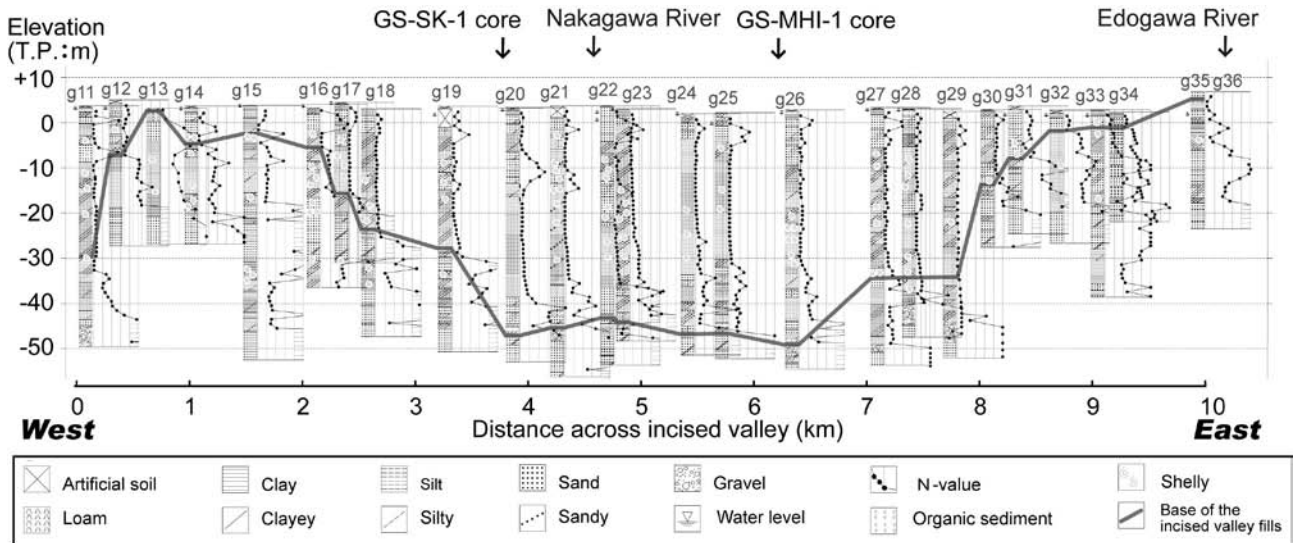
Matsuda(1974)は, JR武蔵野線付近の土質柱状図を基にして地質断面を描き, 深度60mまでの沖積層の層序を下位から, 基底礫層(Basal gravel:BG)(井関, 1956, 1975), N値20~3の下部砂泥層(Lower sand:LS, Lower clay:LC), 中間砂層(Middle sand:MS), N値2~0の上部泥層(Upper clay:UC), N値20~3の上部砂層(Upper sand:US), 最上部陸成層(Uppermost alluvium:UA)に区分した。また, それらの層厚を最大で5m, 15m, 7m, 30m, 10m, 10m程度とそれぞれ推定した。更に, 各低地の模式断面の検討を基に, 中川低地では東京低地・荒川低地と比較してMSとUSが薄く, 反対にUCとUAが良く発達することを指摘した。一方, LCとMSの層序境界は11,000~10,000年前(暦年未校正)の前期有楽町海進と後期有楽町海進との間の一時的な海水準低下によって形成されたと推定した。

Endo *et al.*(1982)や遠藤ほか(1983, 1988a)は中川・荒川低地, 鬼怒川・小貝低地, 桜川低地などで収集した約5万本のボーリング資料の解釈と, 1,000本以上のコア観察及び約100本のコアの有孔虫や花粉の分析結果を基にして, 沖積層の層序と分布を示した。中川低地の沖積層は下位からBGを基底に持つ砂泥互層の七号地層(八潮部層), 砂礫層からなる完新世基底礫層(Holocene basal gravel:HB), 泥質層の有楽町層下部(三郷部層), 砂~泥層の有楽町層上部(吉川部層)に区分された。また, Matsuda(1974)やKaizuka *et al.*(1977)の仮説を発展して,



第1図 関東平野中央部の地形(a)と中川低地南部地域の沖積層基底面分布(b)、GS-MHI-1コア掘削地点(c)。第1図aは国土地理院数値地図50mメッシュ(標高;日本Ⅱ)を使用してカシミール3Dで作成した。第1図bは中西ほか(2007)を引用して、GS-MHI-1コアと既存ボーリング(SK-1, SK-2, SK-4コア: Kosugi, 1988a, Ms-3, Ys-3コア: 遠藤ほか, 1992とGS-SK-1コア: 石原ほか, 2004)の掘削位置を示した。第1図cは国土地理院数値地図1/25,000越谷を使用した。

Fig. 1 Topography maps of central Kanto plain (a) and the incised-valley which were formed until the last glacial maximum under the southern Nakagawa Lowland (b), and locality map of the GS-MHI-1 coring site (c). The topography map (a) is illustrated by Kashmir 3D and digital map of 50 m-mesh elevation from Geographical Survey Institute (GSI). The topographic map of incised-valley (b) is after Nakanishi et al. (2007), and localities of the GS-MHI-1 and existed coring sites (SK-1, SK-2, SK-4 cores: Kosugi, 1988a, Ms-3, Ys-3 cores: Endo et al., 1992, and GS-SK-1: Ishihara et al., 2004) are indicated. The geographic map (c) is after GSI, digital map image 1/25,000, Koshigaya.



第2図 中川低地南部地域の沖積層地質断面図(中西ほか, 2007). 断面位置は第1図に示す.

Fig. 2 Geological cross section of the latest Pleistocene to Holocene incised-valley fills under the southern Nakagawa lowland after Nakanishi *et al.* (2007). See Fig. 1 for location.

七号地海進に伴う海水準上昇によって形成された七号地層は、約1万年前の寒冷化に伴う海水準低下によってその上部が侵食されたと推定した。この侵食時にHBGが形成され、その後の有楽町海進による奥東京湾の拡大によって有楽町層下部が形成されたと推定した(遠藤ほか, 1983)。

遠藤ほか(1988b, 1992)は、埼玉県草加市・三郷市・八潮市・越谷市・吉川市で収集した多数のボーリング資料を基にして、中川低地の沖積層の東西方向の横断面図を作成した。各層の古環境変化はコア観察や微化石分析などによって確認され、特に、開析谷中軸部の三郷市花和田地区ではMs-3コアを用いて層相、貝、放射性炭素年代測定、 $\delta^{13}C$ 比(遠藤ほか, 1992)、珪藻(小杉, 1992)、有孔虫(関本, 1992)、砂粒・礫組成(菱田, 1992)などの検討をしてこの地域における標準層序を構築した。Ms-3コアは下位から下総層群、七号地層、有楽町層に区分された。有楽町層下部において5,300年前(暦年未校正)以降に急激な堆積が検出されたので、この時期に急速なデルタの前進があったと推定された(遠藤ほか, 1992; 遠藤, 1996)。

石原ほか(2004a)は、埼玉県草加市柿木地区で掘削されたSKコアを用いて、堆積相、物性、放射性炭素年代値を議論した。沖積層は下位から、河川流路充填堆積物である礫層(ユニット2)、自然堤防～氾濫原堆積物の砂泥互層(ユニット3)、塩水湿地～泥質干潟で形成された泥層(ユニット4)、砂質干潟～砂州堆積物の砂層(ユニット5)、内湾堆積物の泥層(ユニット6)、河川流路～氾濫原堆積物である砂泥互層(ユニット7)に区分された。また、遠藤ほか(1988b, 1992)が内湾底堆積物

であると解釈した層準が塩水湿地～干潟堆積物(ユニット4)であることや、遠藤ほか(1992)が示したMs-3コアのHBGが河川成のクレバススプレッド堆積物や流路埋積堆積物である可能性が指摘された。

木村ほか(2006)は石原ほか(2004a,b)と宮地ほか(2004)のSKコアと東京低地で得られた3本のコアの解析結果を基にして、最大海氾濫面やラビーンメント面、堆積システムなどを解釈した。それらを根拠として七号地層と有楽町層は不整合関係ではなく、海進期の内湾ラビーンメント面で境されると推定した。

4. MHI コアの掘削と分析方法

4.1 ボーリングコアの掘削地点

MHI コアは、埼玉県三郷市彦成地区の三郷市立彦糸小学校敷地内(世界測地系: 北緯35度51分42.6秒, 東経139度51分05.6秒; T.P. +3.41m)で掘削された(第1図c)。既存土質柱状図を収集して作成されたBG上面深度分布図(第1図b)によると、MHI コア掘削地点は開析谷の中軸部～東部に相当し、沖積層基底礫層上面の標高はT.P.-40～-50m程度と推定される。また、この地点は、埼玉県(1995)では開析谷の東縁部に、遠藤ほか(1992)では谷の中軸部～東部に当たるとそれぞれ解釈されている。なお、掘削地点は昭和40年代後半に盛土によって造成されているが、1:25,000土地条件図「野田」(国土地理院, 1972)によると、自然堤防近傍の後背湿地に区分されている。なお、MHI コア掘削地点は、Ms-3 コア掘削地点(遠藤ほか, 1992)の3km北方で、Ys-3 コア掘削地点(遠藤ほか, 1992)の1km弱西方に位置する(第1.2図)。

4.2 掘削方法と物理検層

MHIコアの掘削とその後の物理検層は、2004年7月に中央開発株式会社により実施された。MHIコアは全長55.3mで回収率は98.1%であった。その掘削方法は、埋設管の有無を確認するために深度1mまでは手掘りをして、深度1～50mでは外径11.6cm・内径9.0cmのスリーブ内蔵単管サンプラーを用いて打撃掘削した。一方、深度50～51mでは内径7.8cmの三重管サンプラーを用い、深度51.0～55.3mでは内径6.8cmのスリーブ内蔵単管サンプラーで掘削した。各コアは、深度1～52mでは1m間隔で採取され、それ以深は地盤が締まっているので0.5m間隔とした。スリーブに詰まったコア試料は半割した硬質塩化ビニル管（VU100とVU75）に入れた状態で、三重管サンプラー試料は硬質塩化ビニル管（VU75）に密閉されて納品された。孔壁の保護には株式会社テルナイト製のイーゾードリルを使用した。

掘削後に、応用地質株式会社製のPSLog170 MODEL-3331とM3302Aを使用して、サスペンション式PS検層を1m間隔で実施した。深度13m以浅ではケーシングを抜管した後に孔壁が崩落したために、約1m離れた地点で再掘削した別孔において、深度0～9mを硬質塩化ビニル管で孔壁保護した状態で測定した。

4.3 MSCLによる γ 線密度と初磁化率の測定

産業技術総合研究所地質情報研究部門のGeotek社製Multi-Sensor Core Logger：MSCL（Gunn and Best, 1998；池原, 2000；Geotek Ltd., 2004）を用いて、 γ 線透過量と初磁化（初期帯磁）率を1cm間隔で自動測定した。 γ 線の線源は370Bqの ^{137}Ce を用いて、塩化ビニル管に入れた状態のコア試料の透過量を測定した。厚さ5.5～1.75cmの8種類のアルミ製標準試料の測定値とコア径を基にして透過量を密度に換算した。一方、初磁化率は直径12.5cmのBartington社製MS2Cループセンサーを用いて測定した。MSCLで測定した初磁化率値はコア径の違いを補正していない。なお、コア両端などで検知された異常値は、掘削時または運搬時にできた亀裂や変形に起因すると考えて、試料の観察結果と照合して測定データから削除した。

4.4 土色測定

ステンレスワイヤを用いてコア試料を半裁した後に、コア長20cm毎で写真を撮影した。その後、コニカミノルタホールディングス社製の土色計SPAD-503を使用して旭化成ホームプロダクツ株式会社製サランラップごしのCIE1976（ L^* , a^* , b^* ：JIS Z 8729）表色系を5cm間隔で測定した。土色計と試料の表面とのわずかな間隔がエラーの原因となりやすいので、1地点で2回以上測定することで再現性を確認して、それらの平均値を求めた。

4.5 観察、軟X線写真撮影、はぎとり標本の作成

半裁面を観察して岩相、岩相境界の特徴、堆積構造、粒度、構成粒子の支持様式、植物と貝化石の有無、及び色調を記載した。植物片と貝殻片の相対的な含有度を1cm単位で5段階：含まないくわずかに含むく含むく多いく密集に区分した。

観察後の試料を用いて有田・中村（1981）と有田（1983）の方法で軟X線写真を撮影した。撮影用試料は、厚さ1cm、長さ25cmまたは20cm、幅6cmのアクリルケースをコア半裁面に並べて押し当てて、それらをステンレスワイヤで根切りをして採取した。このスラブ試料を増感紙と印画紙入りのカセットに載せて、管電圧50kvp、4mAで発生させた軟X線を40秒間照射して写真を撮影した。

軟X線写真撮影用試料を採取した後、はぎとり標本を以下の手順で作成した。整形したコア表面に、東邦化学工業株式会社製のグラウト剤OH-1Aを水で5～10倍に希釈した溶剤を塗布した後、裏打ち布を載せた。1時間程度待って溶剤を浸透させた後に、剥ぎ取った試料の乾燥による収縮を避けるためにプラスチック板に貼り付けた。残った試料はビニルシートで包んで保存した。

4.6 分析試料の採取

もう一方の半割コア試料を簡易的に記載した後に、後述するプラスチックキューブ試料や放射性炭素年代測定のための試料を採取した。その際に、貝形虫化石群集組成解析（中尾ほか, 2008）、間隙水分析、土質試験のための試料も採取した。コア採取時にサンプラーの上下端に当たる部分やコアの外壁付近では、コア採取時に生じたと考えられる攪乱や泥水の浸透などが確認される場合があるので、試料の含有状態に留意した。かさ密度、含水率、初磁化率、粒度の測定及び珪藻化石群集組成分析には、夏原技研製造の容積 $6.86 \pm 0.04\text{cm}^3$ （ $n=20$ ；以下の議論では誤差は標準偏差： $\pm 1\sigma$ で示す）のプラスチックキューブをコア半裁面に押し当てて、約5cm間隔で試料を採取した。残った試料は、10cm間隔で袋詰めにした。なお、砂礫層では均質な体積の確保が困難なためにキューブ試料を採取しなかったため、袋詰め試料を使用して含水量と粒度を測定した。

4.7 キューブによる密度、含水量、初磁化率、粒度の測定

先述したプラスチックキューブ試料を用いて、かさ密度、含水量、初磁化率、粒度を測定した。まず、採取直後の湿潤キューブ試料の重量を測定した後、Bartington社製MS-2Bを用いて湿潤初磁化率を測定した。次に、10cm間隔で選定したキューブ試料を60℃で2日間乾燥させて重量を測定して、乾燥かさ密度、含水率と含水比、重量初磁化率を計算した。更に、20cm間隔で選定した乾燥キューブ試料を目開き63 μm と125 μm の篩と超音波

洗浄機を使用して、泥（粘土とシルト）、極細粒砂、極細粒砂より粗い粒子の3種類に篩い分けた。泥以外の残渣の乾燥重量を測定して、重量含有率をそれぞれ求めた。なお、以下の議論では、かさ密度については湿潤かさ密度、含水量については含水率を使用する。また、2cm以上の深度幅で採取された試料を記載する場合には、その深度の中央値を用いる。

4.8 貝化石の同定

コア半裁時に確認できた0.5cm径以上の貝化石について群集解析した。試料採取時には化石を壊さないように数10g程度の塊として採取した。生息姿勢を保った貝や合弁の個体は別個に取り扱った。これらを流水及び超音波洗浄器で洗浄した後で、奥谷(2000)と中島ほか(2004, 2006)に基づいて分類して、それらの生態から地層の堆積環境を推定した。

4.9 珪藻化石群集組成解析

深度48.26～3.85mの合計16層準から採取した未乾燥なキューブ試料を、パリノ・サーヴェイ株式会社に依頼して珪藻化石群集を検討した。分析手順はおおむね柳沢(2000)に準拠して、以下の作業をおこなった。まず、湿潤試料0.2～1.5gをピーカーに採取して乾燥させ、その重量を測定した。次に、濃度15%の H_2O_2 と1規定HCl水溶液により有機物を分解、漂白して試料を泥化した後、分散剤を加えた蒸留水中に放置して、水が中性になるまで水を入れ替えた。それらの試料を乾燥させて重量を測定して、100mlの蒸留水を加えて攪拌状態にして0.3ml分をマイクロペットで採取した。それを15×15mmのカバーガラス上に展開して静かに乾燥させ、プレウラックス封入剤でスライドガラスに貼り付けてプレパラートを作成した。油浸600倍または1,000倍で検鏡し、メカニカルステージで200個体以上の珪藻化石を同定・計数した。更に全面を精査して含有珪藻殻数を計数して、堆積物1g中の殻数を計算した。珪藻の同定と種の生態については、Hustedt(1930, 1937-1938, 1961-1966)やKammer and Lange-Bertalot(1985, 1986-1991)などに基づき、海生種、海生-汽水生種、汽水生種、汽水生-淡水生種、淡水生種に区分した。また、淡水生種の中で含有率が高い種は、Hustedt(1937-1938)に基づき流水性種、流水不定性種、止水性種、好気性種に棲息様式毎で細分した。

4.10 AMS放射性炭素年代測定

加速器質量分析(Accelerator mass spectrometry: AMS)法で堆積物に含まれる植物や貝の死滅した放射性炭素年代値を測定して、それらが含まれる地層の形成年代を推定した。同一層準から植物片と貝化石が産出する場合には、試料生成時の大気中と表層海水中の ^{14}C 濃度の差異

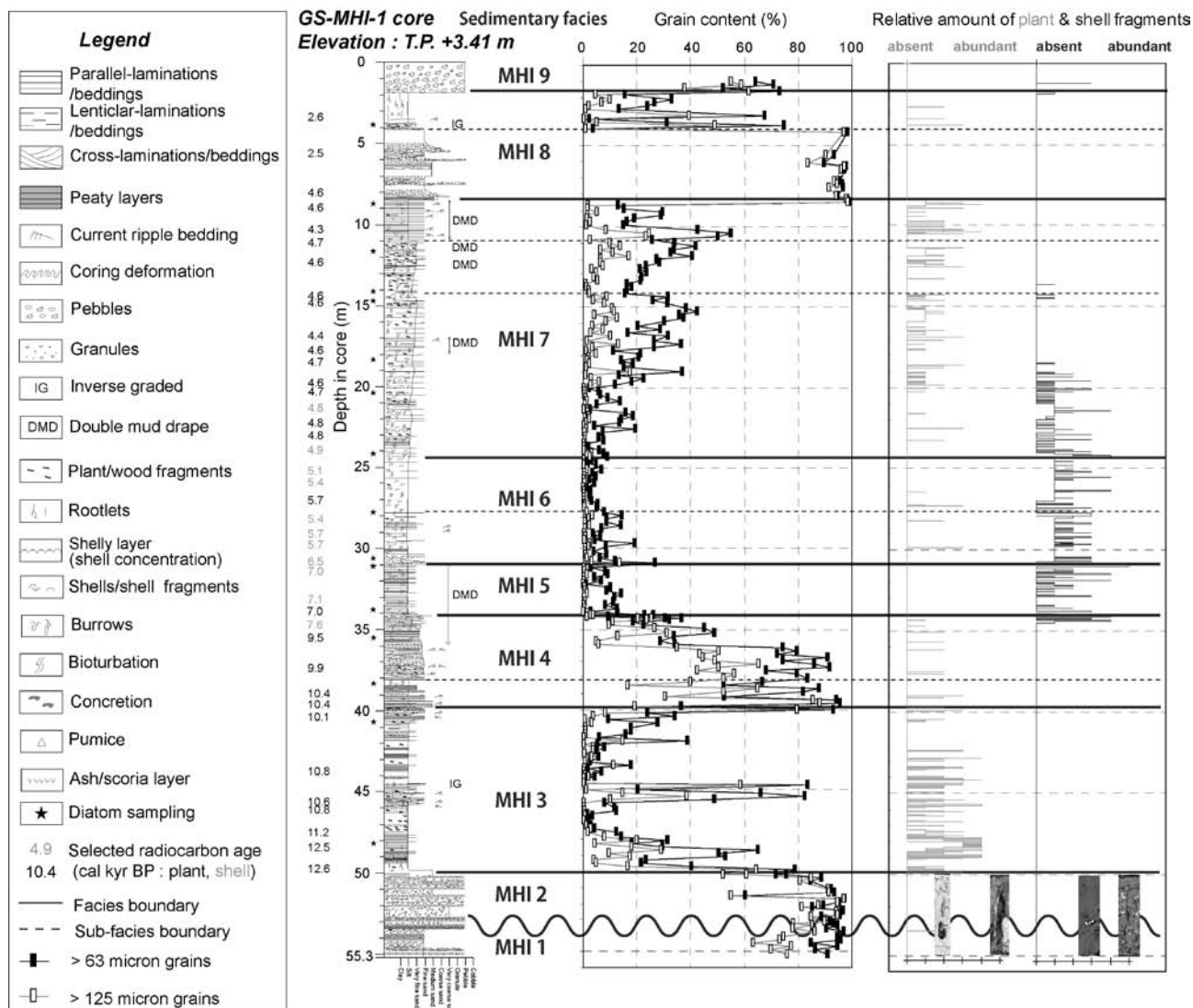
に起因した測定年代差(地域的な放射性炭素リザーバー効果:ボウマン, 1998)を検討するために両方の試料の年代値を求めた。

年代測定用試料は、コア半裁面や軟X線写真の観察の際に人為的影響が確認された層準からは選定しなかった。試料の死滅から堆積までの時間間隔が少ないと考えられる、堆積運搬時に摩耗されやすい葉や草を優先的に選定した。次に、変質や変色が少ない褐色の植物試料を優先した。なお、部位の判別ができない植物試料については単に植物片と記載した。様々な起源の植物試料を多く含んだ氾濫原堆積物では、洗浄時に細根をピンセットで除去して、碎屑性の試料のみを抽出した。上述した試料が含まれていない層準では大型の木片を選定した。一方、貝化石を採取する場合には、藤原・鎌滝(2003)が示したように現地性であると判断される生息姿勢を保った個体や合弁のものを優先した。自生の貝が含まれていない層準では、周囲に多く産出する種のうちで殻の破損や光沢の欠如がない薄い個体を選定した。

年代測定試料は名古屋大学大学院環境学研究科の北川研究室において前処理をおこなった。植物試料は1規定HClとNaOH水溶液で、貝化石は重量10%以上に相当する極微量のHCl水溶液で、それぞれ溶解して二次的な汚染を除去した。次に、化学処理後の植物片と $CaCO_3$ 試料を高真空中でガス化して、ガラスライン中で二酸化炭素以外を除去した後、水素還元法(Kitagawa *et al.*, 1993)でグラファイトを精製した。また、National Institute of Standards and TechnologyのOXII及び ^{14}C を含まないDead試料でも同様な手順でグラファイトを精製した。これらの試料の $^{13}C/^{12}C$ 比と $^{14}C/^{12}C$ 比を国立環境研究所のタンデム加速器(NIES-TERRA: Kume *et al.*, 1997; Yoneda *et al.*, 2004)で測定した。同時期に測定されたOXIIとDead試料の測定値を基にして試料調整の際の同位体分別を除去した。年代値は加速器で測定した $\delta^{13}C$ 値で補正した $^{14}C/^{12}C$ 比を基に計算して、OxCal v3.8(Bronk Ramsey, 2001; Stuiver *et al.*, 1998a, b)で暦年校正した。貝の年代値を暦年校正する際には $\Delta R = 0$ ・海洋効果100%と仮定した。以下では注釈をしない限りAD1950 = 0cal BPとした暦年で議論する。

5. MHI コアの堆積相

GS-MHI-1 コアを、第3図のように下位から順に堆積相MHI 1～9に区分した。表層(深度1.9～0.0m)に分布するMHI 9は角礫混じりの盛土である。堆積柱状図と粒度、植物と貝片の含有度を第3図に、代表的な堆積構造の写真を第4図a-pに、珪藻化石の群集組成を第5図に、それぞれ示す。なお、特徴的な珪藻化石の写真を図版1に、すべての化石の産出表を付録1に、それぞれ示す。以下に各堆積相の記載と解釈を記述する。



第3図 GS-MHI-1 コアの堆積柱状図, 放射性炭素年代値, 珪藻化石の検討層準, 堆積相区分とその解釈, 粒度組成.

Fig. 3 Sedimentary column, calibrated ^{14}C ages, sampling points for examination of diatoms, sedimentary facies and the interpretations, and clastic grain contents from the GS-MHI-1 core.

5.1 堆積相MHI 1 (深度: 55.3 ~ 53.3m)

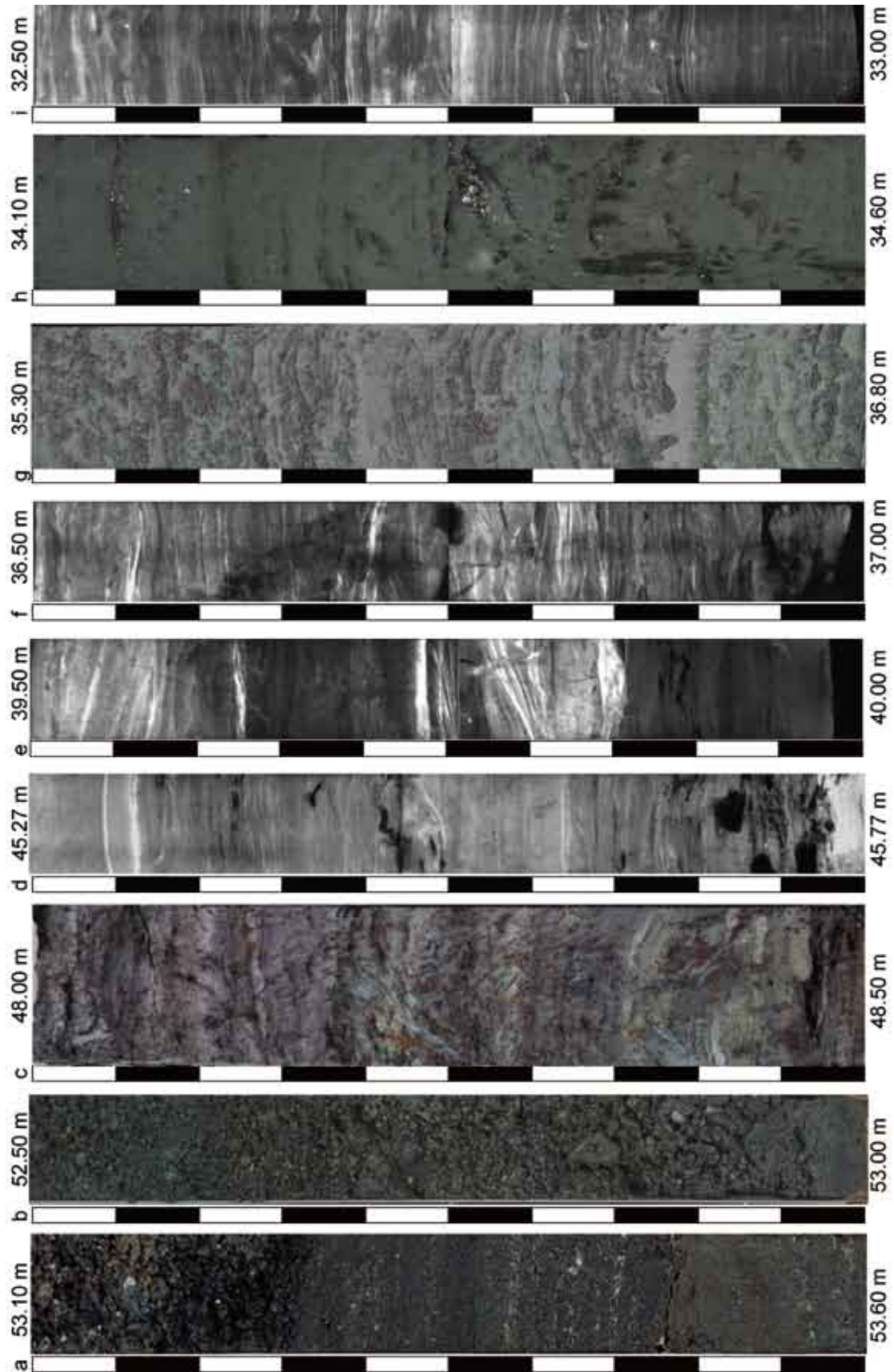
記載: MHI 1は, 軽石混じりの砂層から構成され (第4図a), その泥分含有率の平均値と誤差の1 σ 標準偏差は $8 \pm 4\%$ である (第3図). 淘汰の良い細粒砂から主に構成され, セット高が10cm以下のトラフ型斜交層理, リップル葉理, 10° 以下に傾斜する低角の平板型斜交層理がみられる. 最上部の深度53.6mには, マッドクラストが点在する. 珪藻化石群集の解析に適した泥質な試料がほとんど含まれていないため検討していない. 上位の砂層と比較すると若干固結度が高い.

解釈: MHI 1は, SKコアの基底部分 (T.P. -56.2 ~ -48.1m) に分布するユニット1の砂層 (石原ほか, 2004a) や, Ms-3コアのT.P. -61.1 ~ -58.8mの細粒砂層 (遠藤ほか, 1992) とほぼ同一深度に分布して岩相が類似する. また,

中川低地南部では同様な砂層が広い範囲で連続して分布して, SKコアでみられたように貝化石を含む場合がある (中西ほか, 2007) ので, MHI 1は浅海堆積物であると推定される. なお, SKコアから産出した貝化石の放射性炭素年代値は同層準が中・上部更新統であることを示唆している.

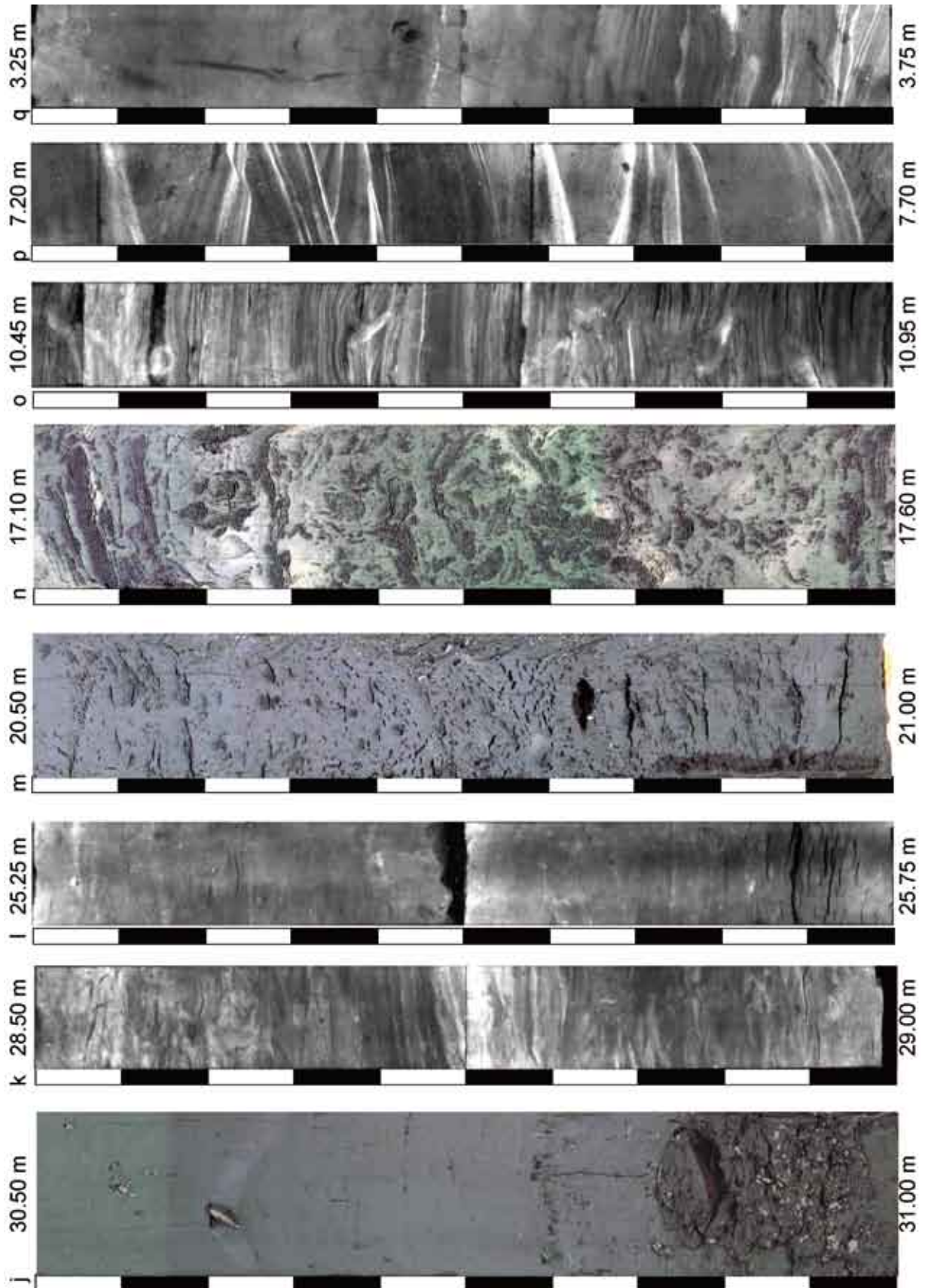
5.2 堆積相MHI 2 (深度: 53.3 ~ 50.0m)

記載: 本堆積相は, 主に層厚が20 ~ 80cmの基質支持礫層と層厚20 ~ 70cmの粒子支持礫層との互層から構成される (第4図b). 礫は直径3cm以下でよく円磨されており, 基質は極粗粒 ~ 中粒砂である. MHI 1との境界面は明瞭である (第4図a). 深度50.7m以浅は層厚が5 ~ 10cmの基質支持礫層と中粒砂を主体とする礫質砂層の



第4図 GS-MHI-1コアの掘削深度55.00～3.25mの写真と軟X線写真。スケールは5cm。(説明は、p.12に掲載.)

Fig. 4 Photographs and radiographs from the GS-MHI-1 core in the depth of 53.50 to 3.25 m. Scale bar is 5 cm. (p.12)



第4図 続き

Fig. 4 Continued.

第4図 GS-MHI-1 コアの掘削深度55.00～3.25mの写真と軟X線写真。スケールは5cm。(p.10, 11)
 (a) MHI 2/MHI 1; 低角斜交層理を持つ細粒砂層 (MHI 1) が侵食面を介して基底礫層 (MHI 2) に覆われる。(b) MHI 2; 礫質支持層と基質支持層の互層。(c) MHI 3; 植物根を含む泥炭質泥層。(d) MHI 3; 有機質シルトからカレントリップルが発達した細粒砂へと逆グレーディングする砂泥互層。(e) MHI 4/ MHI 3; 平行葉理を持つシルト層 (MHI 3) が侵食面を介して高角斜交葉理を持つ砂層 (MHI 4) に覆われる。(f) MHI 4; 二方向流を示すリップルが発達した細粒～中粒砂層。(g) MHI 4; ダブルマッドドレイブと巣穴がみられる砂質シルト層。(h) MHI 5/MHI 4; 生物擾乱痕が多い砂質シルト層 (MHI 4) が侵食面を介して貝化石を含むシルト層 (MHI 5) に覆われる。(i) MHI 5; ダブルマッドドレイブが発達したシルト層。(j) MHI 6; マメウラシマガイなどの貝殻の密集層とシルト層。(k) MHI 6; シルトと極細粒砂の互層。(l) MHI 6; 泥分含有率が高いシルト層。(m) MHI 7; 多孔質なシルト層。(n) MHI 7; 巣穴によって乱されたシルトと極細粒砂の薄層。(o) MHI 7; ダブルマッドドレイブと巣穴がみられる砂まじりシルト層。(p) MHI 8; トラフ型斜交層理が発達した中粒～粗粒砂層。(q) MHI 8; 植物根を持つシルト層からカレントリップルが発達した極細粒砂層へと逆グレーディングする砂泥互層。

Fig. 4 Photographs and radiographs from the GS-MHI-1 core in the depth of 53.50 to 3.25 m. Scale bar is 5 cm. (p.10, 11)
 (a) MHI 2/MHI 1; Low-angle cross bedded fine sand bed (MHI 1) is erosionally overlain by gravel bed (MHI 2). (b) MHI 2; Alternation of gravel- and matrix- supported conglomerate. (c) MHI 3; Peaty mud bed with rootlets. (d) MHI 3; Mud sand alternation, the humic silt inverse grades into fine to medium sand with current-ripples. (e) MHI 4/MHI 3; High-angle cross laminated sand bed (MHI 4) is erosionally overlain by parallel laminated silt bed (MHI 3). (f) MHI 4; Bi-directional current-ripple are recognized in fine to medium sand. (g) MHI 4; Double mud-drapes and burrows are recognized in sandy silt. (h) MHI 5/MHI 4; Bioturbated sandy silt bed (MHI 4) is erosionally overlain by shelly silt bed (MHI 5). (i) MHI 5; Double mud-drapes are recognized in silt bed. (j) MHI 6; Shelly such as *Ringiculina doliaris* bed and silt bed. (k) MHI 6; Alternation of silt and very fine sand layers. (l) MHI 6; High-mud-content silt bed. (m) MHI 7; Porous silt bed. (n) MHI 7; Thinly laminated or bedded mud and very fine sand layers with burrows. (o) MHI 7; Double mud-drapes and burrows are recognized in rhythmically-laminated sandy silt bed. (p) MHI 8; Trough-cross-bedding is recognized in medium to coarse sand bed. (q) MHI8; Mud sand alternation, the rooted silt inverse grades into very fine sand with current-ripples.

互層から構成される。泥分含有率は14%程度であるが(第3図)、循環泥水起源と思われる泥が混入していたので珪藻化石を検討していない。

解釈：MHI 2の基質支持礫層は重力流、粒子支持礫層と礫質砂層はトラクションを主体とする掃流によって、それぞれ形成されたと考えられる。また、基質支持礫層と粒子支持礫層の互層は、網状河川堆積物の主要な構成要素とされている (Miall, 1977, 1992)。したがって、MHI 2は網状河川流路堆積物であると解釈される。

5.3 堆積相MHI 3 (深度：50.0～39.8m)

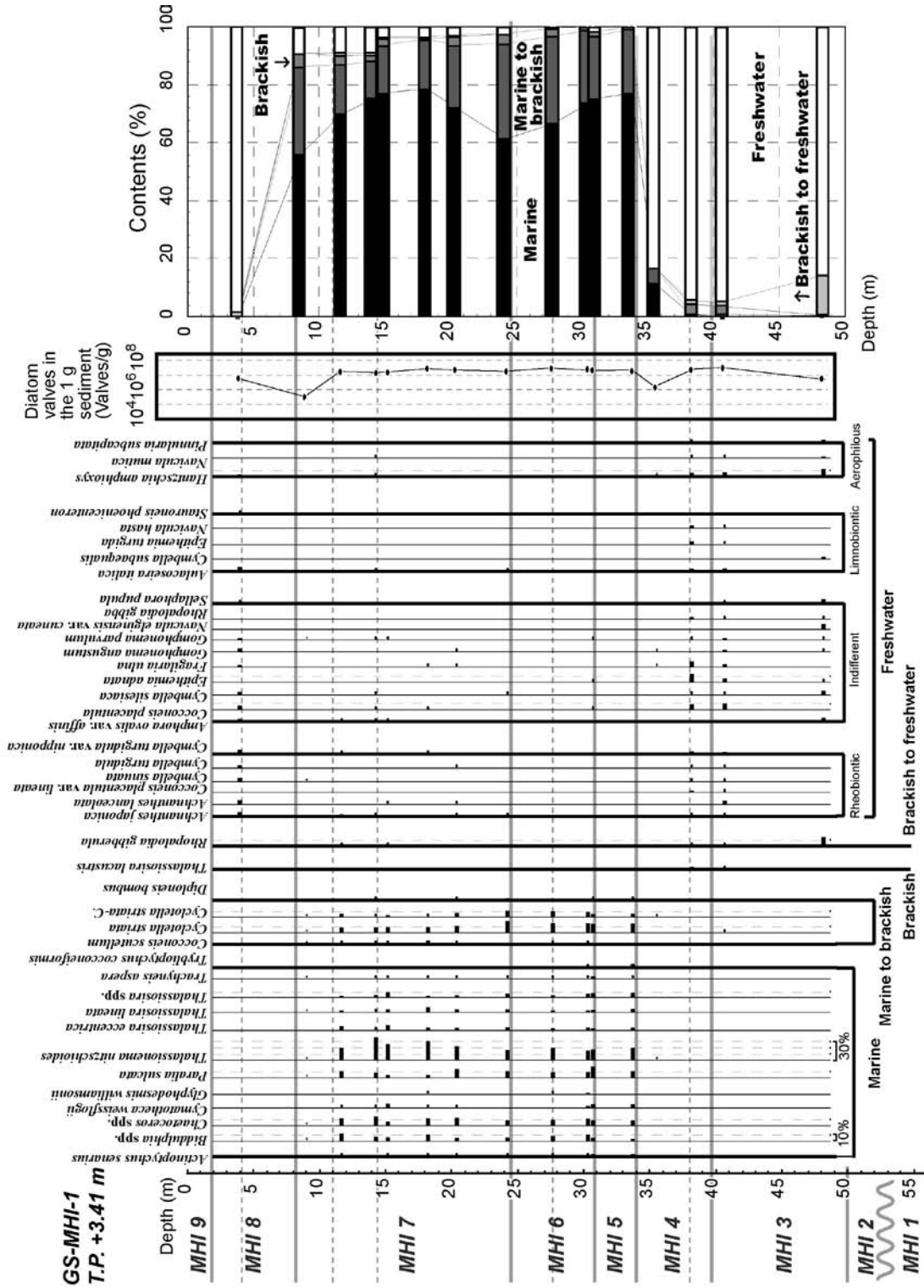
記載：MHI 3は、暗灰色のシルト層から主に構成されており、深度48.9～47.8m, 46.0～44.5m, 42.0～39.8mに極細粒～細粒砂層を挟在する。シルト層は植物根や炭化した植物片の濃集した葉理を多く含み(第4図c)、植物片の含有率は上方に向かって減少する(第3図)。一方、砂層にはセット高が1～5cmのカレントリップル葉理がみられ、第4図dの深度45.75～45.55mのようにシルト層から砂層に逆級化することがある。シルト層と砂層の泥分含有率は、それぞれ80%以上と20～40%が卓越する(第3図)。MHI3では淡水生珪藻化石が卓越する(第5図)。深度48.26mの珪藻化石は表面に溶解した痕跡が認められて半壊した殻が多いので、絶対数量が1g当たり 8.4×10^6 個程度と少ない。一方、それ以外の層準から得た試料では溶解や破壊の影響が少なく、1g当たり 3.5×10^7 個以上の化石が含まれていた(第5図)。優占種は、深度48.26 mで淡水～汽水生種の *Rhopalodia gibberula*、流水不定性種の *Navicula elginensis* var. *cuneata*、*Sellaphora pupula*、好気性種の *Hantzschia amphioxys*、深度40.70mでは流水不定性種の *Cocconeis placentula*、*Epithemia adnata*、

好気性種の *Hantzschia amphioxys* である。

解釈：MHI 3からは植物根と淡水生と陸生の珪藻化石が多く産出するので、陸水の影響が顕著な堆積環境が推定できる。また、逆級化構造は自然堤防～後背湿地における洪水堆積物に特徴的に認められる(増田・伊勢屋, 1985)。蛇行河川などの自然堤防帯では、河道や自然堤防に近いほど粗粒かつ厚層となり、反対に後背湿地側ほど細粒かつ薄層の堆積物から構成される事例が多い(増田・伊勢屋, 1985; Collinson, 1996)。MHI 3の垂直方向の泥分含有率の変化(第3図)は、このような蛇行河川の流路変更と累重を示していると考えられる。一方、深度40.7mで流水不定性種と好気性種の珪藻化石が混在して産出することは河川の影響を受けやすい氾濫原の堆積環境を示唆する。以上から、MHI 3は蛇行河川帯の堆積物であると解釈できる。なお、深度48.26mでは汽水～淡水生の *Ropalodia gibberula* が混在するので、一部は塩水の影響が及ぶ沿岸部において形成された可能性がある。

5.4 堆積相MHI 4 (深度：39.8～34.4m)

記載：MHI 4は、下部(深度39.8～38.2m)の砂泥互層と上部(深度38.2～34.4m)の上方細粒化する砂～シルト層から構成され、全体に生痕がみられる。砂泥互層の基底には第4図eのように高角斜交葉理を持つ中粒砂層がMHI 3の砂質シルト層を明瞭な侵食面を介して累重する。砂泥互層は層厚が20cm以下のシルト質な極細粒～中粒砂層と層厚30cm以下の砂質シルト層の互層から構成されており、中粒～極細粒砂層から砂質シルト層へと上方細粒化していることが多い。砂層にはカレントリップル葉理と生痕がみられる。砂質シルト層は生物擾乱を受けている。下部の砂泥互層の中粒～極細粒砂層と



第5図 GS-MHI-1 コアから産出した主要な珪藻化石群集組成。●は2%未満、+は100個体未満の試料について検出した種類をそれぞれ示す。

Fig. 5 Diatom diagram at GS-MHI-1 core showing sums of environments and only those major species of total diatom valves counted. The species >2% of total diatom valves counted are shown as ●, > 100 counts are shown as +, respectively.

砂質シルト層の泥分含有率は、それぞれ10%と50%程度である(第3図)。一方、MHI 4上部の砂~シルト層は、厚さ1cm以下のシルト薄層を挟在する細粒砂層からシルトの卓越した砂泥細互層へと上方細粒化する。砂泥細互層は層厚が1cm以下の細粒砂とマッドドレイプで構成される。MHI 4上部の泥分含有率は、下位より10%から80%へと増加するが、これは砂層に挟在もしくは砂層と互層をなすシルト層の頻度と層厚が上方増加するためである(第3図)。細粒砂層には多方向流を示すカレントリップル葉理(第4図f)がみられ、砂泥細互層にはダブルマッドドレイプや巣穴がみられ(第4図g)、上方に向かってシルト層が徐々に厚くなる。カレントリップルはセット高が3cmから1cmへと上方減少し、シルト薄層により覆われている。本堆積相上部の砂~シルト層は、部分的に生物擾乱を受けており、極粗粒砂大の円磨された軽石、木片、楕円形の生痕化石が点在する。深度38.35mでは淡水生の *Cocconeis placentula*, *Epithemia adnata* などの珪藻化石が卓越して、深度35.55mでは海生の *Thalassionema nitzschioides* がわずかに含まれる(第5図)。深度38.35mでは珪藻化石の絶対数量は1g当たり 3.5×10^7 個で、深度35.55mでは破壊や溶解のために 2.5×10^6 個であった。

解釈: MHI 4は、生痕が全層準で産出すること(Pemberton *et al.*, 1992)、2つの上方細粒化する堆積物サクセションから構成されること、多方向流を示すカレントリップル層理とダブルマッドドレイプがみられることから(Nio and Yang, 1991)、潮流の影響した河川流路などの沿岸河口部で形成されたと考えられる(Reineck and Singh, 1980)。また、深度35.55mからは珪藻化石の産出数が少なく、海生種がわずかに含まれるので(第3図)、小杉(1986)が小櫃川河口で示したような水流の強い沿岸部で形成されたと考えられる。カレントリップル層理のセット高が上方減少する特徴は、流路埋積もしくは水深の増加に伴う潮流の減衰を示唆する。カレントリップル層理を覆うシルト葉理は停潮時に堆積したと考えられ(Dalrymple, 1992)、シルト層が徐々に厚くなるのは大潮から小潮へと潮流の強さが減衰したことを示す可能性がある。後述するようにMHI 4は開析谷中軸部において厚いので、潮流の影響した流路において形成されたと考えられる。上部から海生の珪藻化石がわずかに産出するのは、海水の影響の増加を示している。流路が埋積されるのにも関わらず塩水の影響が増大するのは、堆積場の後退と深海化によると考えられる。

5.5 堆積相MHI 5 (深度: 34.4~31.0m)

記載: MHI 5は主に貝化石混じりの泥砂細互層から構成され、基底には *Crassostrea* sp. (マガキ類)の破片と円磨された中礫が含まれる(第4図h)。この基底の礫質泥層以外では、極細粒砂よりも粗い粒子をほとんど含まず、

極細粒砂からなる砂の葉理は層厚が1cm以下で疎らであるので泥分含有率が約90%である(第3図)。ほぼ全層準で楕円形~巣穴状の生痕とダブルマッドドレイプが観察される(第4図i)。深度32.2m以浅からは *Ringiculina doliaris* (Gould) (マメウラシマガイ)が産出する。深度33.75mの珪藻化石は、破壊や溶解をほとんど受けず保存状態がよく、絶対数量は1g当たり 3.5×10^7 個以上であった(第5図)。海水生種が77%、海水~汽水生種が22%、汽水生種が1%弱、淡水~汽水生種と淡水生種は検出されない。優占種は、海水生種の *Thalassionema nitzschioides*, *Cymatotheca weissflogii*, 海水~汽水生種の *Cyclotella striata* 等である。

解釈: MHI 5は、浮遊性海生珪藻化石を多産して、ダブルマッドドレイプがほぼ全層準でみられるので、潮汐の影響した浅海底で形成されたと考えられる。また、基底部では汽水域で主に棲息するマガキ類の破片が含まれ、上部では潮下帯泥底の指標種であるマメウラシマガイ(奥谷, 2000; 中島ほか, 2006)が多産するので、MHI 5は上方に向かって深海化する潮汐の影響した浅海底で形成されたと考えられる。また、日本近海の沿岸や内湾で普遍的に観察され、冬春季に多量に出現する *Thalassionema nitzschioides* (山路, 1984)が全体の19%程度、内湾指標種群とされている *Cyclotella striata* (小杉, 1988b)が15%程度それぞれ含まれるので、MHI 5が内湾底で形成されたと考えられる。

5.6 堆積相MHI 6 (深度: 31.0~24.3m)

記載: MHI 6は主に貝化石を多産するシルト層からなる。MHI 5との境界はコアの切れ目に相当する。基底部(深度31.0~30.7m)のマメウラシマガイや *Granuliterebra bathyraphe* (E. A. Smith) (イボヒメトクサ)などからなる貝殻密集層(第4図j)と、深度30.7~27.8mの層厚が1cm以下の極細粒砂薄層を頻りに挟在する泥砂細互層(第4図k)と、深度27.8~24.3mの葉理があまりみられないシルト層によって構成される(第4図l)。極細粒砂薄層を挟在する頻度が上方減少するため、泥分含有率が約80%から100%へと増加する(第3図)。MHI 6からはマメウラシマガイが多産し、*Mitrella* (*Indomitrella*) *martensi* Lischke (マルテンスマツムシ)がわずかに含まれる。深度30.95~27.85mの珪藻化石には破壊や溶解の痕跡が少なく、絶対数量は1g当たり $3.9 \sim 5.0 \times 10^7$ 個であった(第5図)。ほとんどが海水生種と海水~汽水生種で占められ、海水生種が65~80%、海水~汽水生種が20~30%、汽水生種が1~3%、淡水~汽水生種と淡水生種はほとんど検出されない。下部ほど海生種の含有率が高く、上方ほど海生~汽水生種が若干多く含まれる。優占種は、海水生種の *Thalassionema nitzschioides*, *Paralia sulcata*, *Chaetoceros* spp., 海水~汽水生種の *Cyclotella striata* 等である。

解釈：MHI 6は、全体として浮遊輸送されるシルトが卓越して（第4図）、下部ほど海生珪藻化石の含有率が多く淡水生種が少ない（第3図）ので、上方に向かって浅海化する浅海底堆積物であると解釈できる。また、潮下帯泥底でよく観察されるマメウラシマガイ（奥谷，2000；中島ほか，2006）が多産し、潮下帯砂底の指標種とされるイボヒメトクサ（奥谷，2000；中島ほか，2006）がわずかに産出するので、MHI 6は潮下帯で深で形成されたと考えられる。内湾指標種群とされている *Paralia sulcata* 及び *Cyclotella striata*（小杉，1988b）がそれぞれ10%程度含まれるので、内湾の堆積環境が推定できる。上方浅海化するにもかかわらず泥分含有率が上方増加するので、内湾底での粒度は海水準変化のみによって規制されていないと考えられる。MHI 6の形成過程の詳細については後述する。

5.7 堆積相 MHI 7（深度：24.3～8.5m）

記載：MHI 7は貝化石混じりのシルト層と極細粒～細粒砂層の細互層から主に構成される（第4図 m,n,o）。MHI 6との境界は細粒砂を含む砂層の有無で定義した。極細粒～細粒砂の薄層や葉理は産出頻度と層厚が上方に増加して、構成粒子が上方粗粒化するのに伴って、泥分含有率は上位に向かって約100%から50%に減少する。この上方粗粒化は、深度14.3m付近を境界にして極細粒砂の含有率が20%程度急減するので、二回に区分できる（第3図）。植物片は上方増加するのに対して、貝片は上方減少する（第3図）。細互層はしばしば生物擾乱を強く受けて、極細粒～細粒砂の点在する砂質シルト層となっている（第4図n）。一方、深度11.2～8.5mでは、層厚が1～20mmのシルト薄層と層厚1～10mmの細粒砂薄層のリズミカルな細互層から構成され、ダブルマッドレイブがみられる（第4図o）。コンクリーションがほぼ全層準で観察される。深度22.8～22.6mと20.9～20.5mでは数mm～1cm長の空隙が特徴的にみられる（第4図m）。下部ではマメウラシマガイが多産して、上部では *Potamocorbula* sp.（ヌマコダキガイ類）が多く含まれている。深度24.15～8.65mの珪藻化石群集組成は、海水生種が50～80%、海水～汽水生種が10～40%、汽水生種が0～5%、淡水～汽水生種が1%弱、淡水生種は2～10%程度である（第5図）。上部ほど汽水や淡水の影響を受けた種が多く混在する。優占種は、海水生種の *Thalassionema nitzschioides*, *Cymatotheca weissflogii*, *Chaetoceros* spp., *Paralia sulcata*, 海水～汽水生種の *Cyclotella striata* 等である。最上部の8.65m以外の層準の珪藻化石は溶解の痕跡が認められず、それらの絶対数量は1g当たり1.2～4.3×10⁷個であった（第5図）。

解釈：MHI 7は、全体として砂の薄層ないし葉理の枚数が増加して上方粗粒化すること（第4図）、上位ほど海生の珪藻化石が減少して淡水生種が増加すること（第

3図）、マメウラシマガイなどの内湾泥底指標種が下部で多く、ヌマコダキガイ類などの潮間帯に特徴的な貝化石（中島ほか，2006）が上部で多産すること、植物片の含有度が上方に向かって増加することから、MHI 7は上方浅海化するデルタ性堆積物と解釈できる（Scruton, 1960）。また、棲息環境の悪化に対する防衛のために殻の形態が変化した休眠胞子である海生の *Chaetoceros* spp.（須藤，2006）の含有率が上部ほど高いことも淡水の影響の増大を支持する。一方、深度14.3m付近を境界にして二回の上方粗粒化が認められるので、この層準を境界として二段階の浅海化があったと考えられる。つまり、河口が前進することによって徐々に埋積が進行して浅海化したという単純な様式をとっていない可能性がある。その詳細は周辺の既存研究の結果などを合わせて後で考察する。

5.8 堆積相 MHI 8（深度：8.5～1.9m）

記載：MHI 8は下部（深度8.5～4.0m）の軽石混じり中粒～細粒砂層と上部（深度4.0～1.9m）のシルト層から構成される。砂層の基底面は非常に明瞭である。トラフ型と平板型の斜交層理が砂層中にみられ（第4図p）、そのセット高は約20cmから10cmへと上方減少する。一方、シルト層は、管状の褐鉄鉱（高師小僧）や植物根を多く含み、深度4.0～3.4mにおいて層厚が10cm以下の逆級化する極細粒砂層を数枚挟在する。逆級化する砂層にはカレントリップルがみられる（第4図q）。下部の砂層と上部のシルト層の泥分含有率は、それぞれ0～10%と70～100%である（第3図）。深度3.85mの珪藻化石は、壊れた殻は認められるが、溶解の痕跡は認められず、その絶対数量は1g当たり9.6×10⁶個程度である（第5図）。淡水生種が卓越して、水生珪藻が95%、陸生珪藻5%と水生珪藻が圧倒的に多い。水生珪藻の流水適応性は、流水性種が全体の約40%、流水不定性種が35%程度、止水性種が15%程度、不明種が5%である。優占種は、流水性種の *Achnanthes japonica*, *Achnanthes lanceolata*, *Cymbella turgidula*, *Cymbella turgidula* var. *nipponica*, *Diatoma hyemale* var. *mesodon* である。

解釈：下部にはセット高の減少するトラフ型斜交層理砂層がみられ、上部には逆級化する砂層を含むので、MHI 8は蛇行河川流路～氾濫原における堆積物であると解釈できる（Visher, 1969；増田・伊勢屋，1985）。この点は河川中～下流部で特徴的に出現する *Achnanthes lanceolata*, *Cymbella turgidula*, *Cymbella turgidula* var. *nipponica* や *Diatoma hyemale* var. *mesodon*（安藤，1990）が含まれることから支持される。

6. MHI コアの堆積物物性

MHI コアの密度、含水、初磁化率、色調（L*, a*,

b*) を検討した。また、掘削孔でP波、S波伝播速度を、付近で収集した地質柱状図からN値をそれぞれ得た(第6図a,b)。これらの鉛直方向の値の変化は、先述した粒度(第3図)の変化とよい相関性が認められる。これらの物性値を堆積環境毎に比較するために、堆積相MHI 1~9毎で平均値と分散を第1表に整理した。主に砂礫層で構成されるMHI 2では、比較的細粒な粒子から構成される深度50.00~50.35mでしかキューブ試料を採取できなかったため、かさ密度を過小評価していると考えられる。

6.1 密度

MHIコアの深度55.20~1.05mにおいて合計913点の湿潤かさ密度値を得た。堆積相毎の湿潤かさ密度値を下位から上位に向かって大まかにみると、MHI 1からMHI 2に向けて増加、MHI 2からMHI 6に向かい減少、MHI 6からMHI 8に向けて増加、その後MHI 9に向かい減少する(第6図a)。また、泥層では1.70g/cm³以下、砂層や砂礫層ではそれ以上を示す場合が多い。更に、同じ泥層でもMHI 6は、MHI 3やMHI 8上部よりも0.2g/cm³程度低い値を示す傾向がある。しかし、MHI 3にみられる有機質泥層ではMHI 6と同程度の低い値を示す。

MSCLで未半裁のコアの深度55.25~1.04mにおいて合計4,554点の γ 線密度値を得た。 γ 線密度値は湿潤かさ密度値と同様な変化がみられ(第6図a)、MHI 1~8では湿潤かさ密度値=0.91 \times γ 線密度値+0.18の相関がR²=0.64で認められる(第7図a)。湿潤かさ密度が γ 線密度よりも若干低い値を示すのは、キューブ試料を採取する際に密度値が低下するためと推定される。また、MHI 7の空隙が多くみられる層準(深度22.9~22.2mと21.0~20.0m)では、 γ 線密度の方が湿潤かさ密度よりも明らかに低い密度値を示す。以上は、 γ 線密度は非破壊測定であるので一次的な物性値をより正確に得ることができる(池原, 2000)ことを示していると考えられる。一方、MHI 9で γ 線密度値が湿潤かさ密度値よりも低いのは、盛土は空隙が多くて、礫質な部分でしかキューブ試料を採取しなかったためと考えられる。

6.2 含水率

キューブ試料を用いて、MHIコアの深度55.15~1.05mにおいて、約10cm間隔で合計484点の含水率を得た。堆積相毎の含水率は密度と負の相関があり(第6図a)、MHI 1~8では含水率=-55.00 \times 湿潤かさ密度値+123.2の関係がR²=0.79で認められ、泥層が卓越するMHI 3~7では含水率=-54.02 \times 湿潤かさ密度値+122.2(R²=0.84)となり相関係数が向上する(第7図b)。また、泥層は含水率が30%以上、砂層や砂礫層ではそれ以下を示す傾向がある。

6.3 初磁化率

キューブ試料を用いて、MHIコアの深度55.15~1.05mから約10cm間隔で合計464点の重量初磁化率値を得た。また、未半裁のコアを用いてMSCLで、深度55.25~1.04mにおいて、約1cm間隔で合計4,554点の単位体積当たりの初磁化率値を得た。両者には、キューブの重量初磁化率(nm³/kg)=0.259 \times MSCLによる体積初磁化率(μ SI)+51(R²=0.51)の相関がみられる。堆積相毎の重量初磁化率は大まかにみると、MHI 1からMHI 3で0~400nm³/kgを示して、MHI 4からMHI 6で1,500~0nm³/kgの範囲で上方に向かって減少して、MHI 6からMHI 8で0~2,300nm³/kgの間で上方増加して、MHI 8からMHI 9へ上方減少する(第6図a)。初磁化率値は砂層では高く、泥層では低い値を示す。

6.4 色調

深度55.20~1.05mから約5cm間隔で合計973点の明度(L*)と色相(緑-赤系:a*・青-黄系:b*)を得た。L*, a*, b*の順で堆積相毎に比較して特徴を記載する。

堆積相毎のL*は大まかにみると、MHI 1からMHI 2にかけて上方に向かって増加(明色化)して、MHI 2からMHI 4に向けて上方減少して、MHI 4からMHI 6下部にかけ上方増加して、MHI 6上部からMHI 7にかけ上方減少して、MHI 8からMHI 9に向かって上方減少する(第6図b)。

堆積相毎のa*は大まかにみると、MHI 1からMHI 3上部にかけて上方に向かって増加(赤色化)して、MHI 3上部からMHI 6下部に向けて上方減少して、MHI 6下部からMHI 7にかけて上方増加して、MHI 8最上部からMHI 9にかけて上方増加する(第6図b)。

堆積相毎のb*は大まかにみると、MHI 1からMHI 3の下部にかけて上方に向かって減少(青色化)して、MHI 3中部から上部ではやや増加して、MHI 4基底で減少した後、MHI 7最上部に向けて上方増加して、MHI 8基底で低い値を示した後、MHI 8上部に向けて増加して、MHI 9ではかなり高い値を示す(第6図b)。

6.5 S波速度とN値

MHIコア試料採取後の掘削孔と別孔とで実施したサスペンション式PS検層の結果と、彦糸中学校建造時の標準貫入試験調査のN値を、深度55.5~1.5mにおいて1m間隔でそれぞれ合計55点ずつを記載する。N値のデータはコア掘削地点の距離100m以内で得られた既存資料の中から、最も層相が類似する柱状図を選定した。しかし、深度7.5mでは岩相が一致しないので、この深度のN値は以下では検討しない。

S波速度は大まかにみると、深部の地層ほど速く浅部ほど遅い場合が多い。しかし、堆積相MHI 1は深部にあるにもかかわらずMHI 2よりも遅い。砂の含有率が高い

層準では大きな値を示し、泥質な層準では小さい傾向がある（第6図b）。

堆積相毎のN値の平均値は、MHI 1からMHI 4及びMHI 8では20以上、MHI 5からMHI 7及びMHI 9で10以下の値を示す（第1表）。MHI 4～5とMHI 8で上方に向かってN値が減少して、反対にMHI 7では増加する。S波速度で認められた深度依存性は明瞭ではない。また、砂層で高く泥層で低い値を示し、同じ泥層でもMHI 3は他の泥層よりも高い傾向がある（第6図b）。一方、MHI 7で浅い泥層のN値は特に柔らかく、4以下を示す。

7. AMS放射性炭素年代測定結果

堆積相MHI 3～8の深度49.875～3.77mから合計56個のAMS放射性炭素年代値を得た（第2表）。MHI 7からは葉や生息姿勢を保った二枚貝が多産したので、特に多くの試料の年代値を測定した。また、MHI 4～6では植物片と貝化石が同層準から産出したので、両者の年代値を測定した。これらの年代値は層序関係を考慮しながら繋いで堆積曲線（Saito, 1995; 増田, 2000）とした（第8図）。以下に堆積相毎に得た年代値を下位から順に記載する。

7.1 堆積相MHI 3

深度49.875～40.435mで $12,550 \pm 400 \sim 10,065 \pm 175$ cal BPの計9個の年代値を得た。深度45.77m以深の植物試料の年代値は、下位の層準のものほど古い年代値を示す。一方、それ以浅では年代値と層位の矛盾が検出される。特に深度44.17mの植物片は、下位の木片試料よりも500年程度古い年代値を示す。

7.2 堆積相MHI 4

深度39.87～35.67mで $10,365 \pm 145 \sim 9,525 \pm 105$ cal BPの計4個の年代値が得られた。深度39.87mと38.97mの年代値は、下位の堆積相MHI 3で得られた年代値と誤差範囲内で一致する。

7.3 堆積相MHI 5

深度34.375～31.50mで $8,460 \pm 110 \sim 7,005 \pm 155$ cal BPの計5個の年代値を得た。深度34.375～34.36mから得た年代値を比較すると、マガキ類と推定される変色した貝殻片（b082604a23）及び貝殻片（b082604a17）は、葉（b083104a20）よりもそれぞれ1,400年、550年程度古い年代値を示す。この層準より上位で得られた貝殻片は、葉の年代値と誤算範囲で一致する値が得られた。

7.4 堆積相MHI 6

深度30.965～25.50mで $6,540 \pm 110 \sim 5,145 \pm 145$ cal BPの計12個の年代値を得た。深度27.29mで採取した植物片と葉（b083104a19）の年代値は、上下の貝試料の年代

値よりも320年程度古い年代値を示す。MHI 6は浅海底堆積物であり、陸源植物は貝化石よりも浅海底から遠いので、この年代差は堆積場からの距離の差異に起因する可能性がある。その他の試料は下位ほど古い年代値を示す。これらの試料の中には棲息姿勢を保った合弁の貝化石（b082604a19, b082604a15, b082604a13）も含まれており、これらの年代値は他の貝化石の年代値と誤差範囲で一致する。

7.5 堆積相MHI 7

深度24.20～8.55mで $4,930 \pm 110 \sim 4,265 \pm 175$ cal BPの計21個の年代値を得た。深度16.925mで得た葉（b083104a10）と深度10.545mの草と植物片（b090404a03）の年代値が、上下の層準から採取した植物試料よりも350～250年若い値を示す。

7.6 堆積相MHI 8

深度5.78mの現世河川流路充填堆積物の木材と深度3.77mの氾濫原堆積物の植物片から $2,535 \pm 185$ cal BPと $2,565 \pm 215$ cal BPの年代値をそれぞれ得た。

8. 考察

8.1 堆積環境と物性値との関係

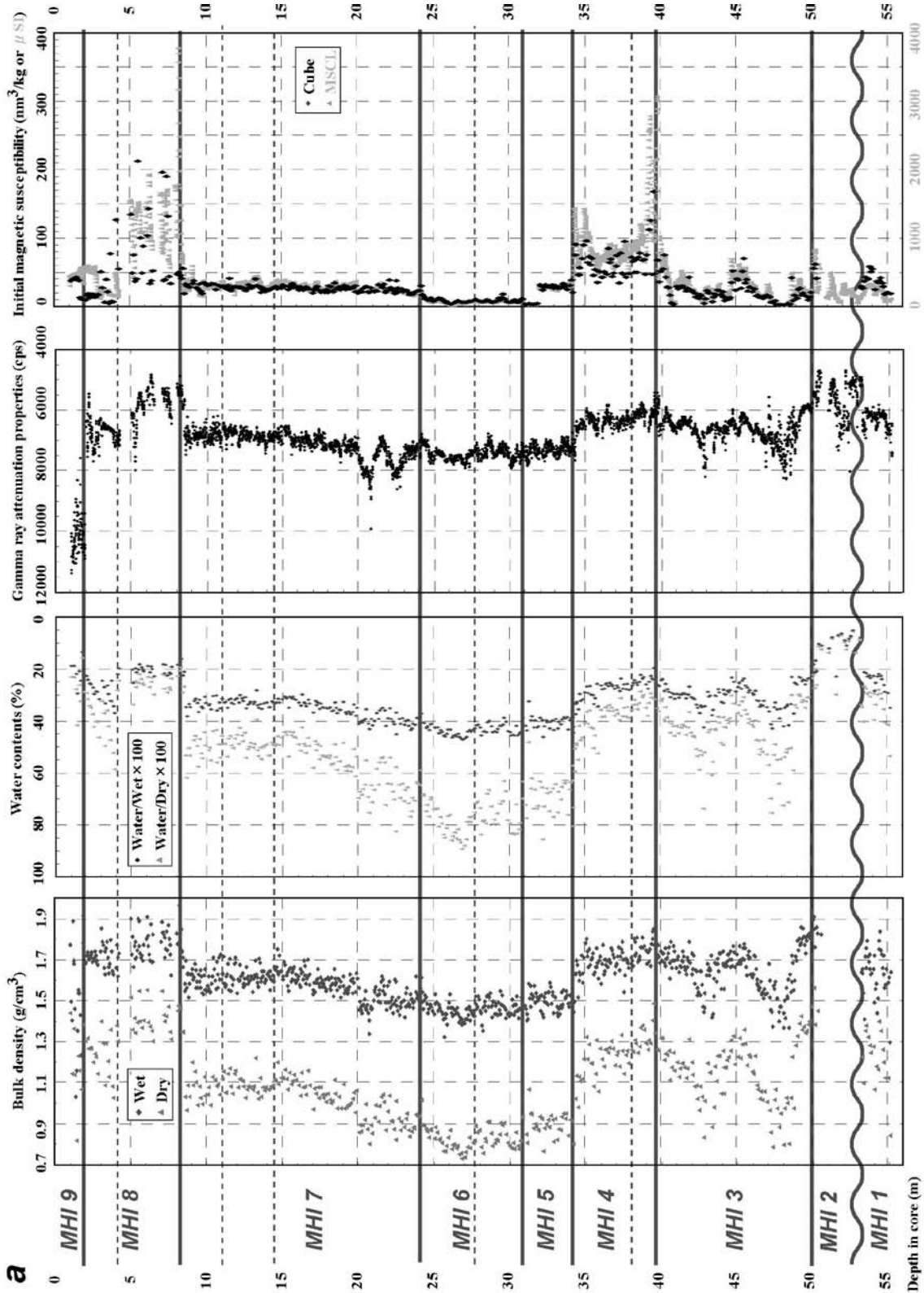
8.1.1 密度と含水率

中川低地南部の泥層は低密度かつ高含水率を示し、その傾向は淡水環境で形成された氾濫原の泥層よりも浅海成泥層で顕著である。つまり、浅海成の堆積相MHI 5～7の湿潤かさ密度は、淡水生のMHI 3及びMHI 8上部の値と比較して $0.20 \sim 0.13$ g/cm³程度低い値を示す場合が多い（第1表；第6図a）。両者の差異は、含水率では15～5%程度に相当する。以上のような淡水と海水環境での密度や含水率の相違は、桑原（1966）が示したコロイド粒子に起因した粘土鉱物の構造や、田中ほか（2006）が示した圧密効果などに起因する泥層の微視的な構造の違いによる可能性がある。

MHI 6からMHI 7下部では、湿潤かさ密度 1.50 g/cm³以下で含水率40%以下を示すものが多い。特に、深度27～26mでは湿潤かさ密度 1.47 ± 0.04 g/cm³・含水率 $45.7 \pm 1.1\%$ と特に低密度・高含水率な性質を示す。このような湿潤かさ密度 1.50 g/cm³以下かつ含水率40%以上の泥層は、東京低地ではほとんど報告されていない（宮地ほか, 2004；田辺ほか, 2006a,b）。一方、MHIコア掘削地点の1.5km西方で得られたSKコアでは、低密度かつ高含水率な泥層は深度20～25mのMHI 6とほぼ同じ標高で認められている（石原ほか, 2004a）。

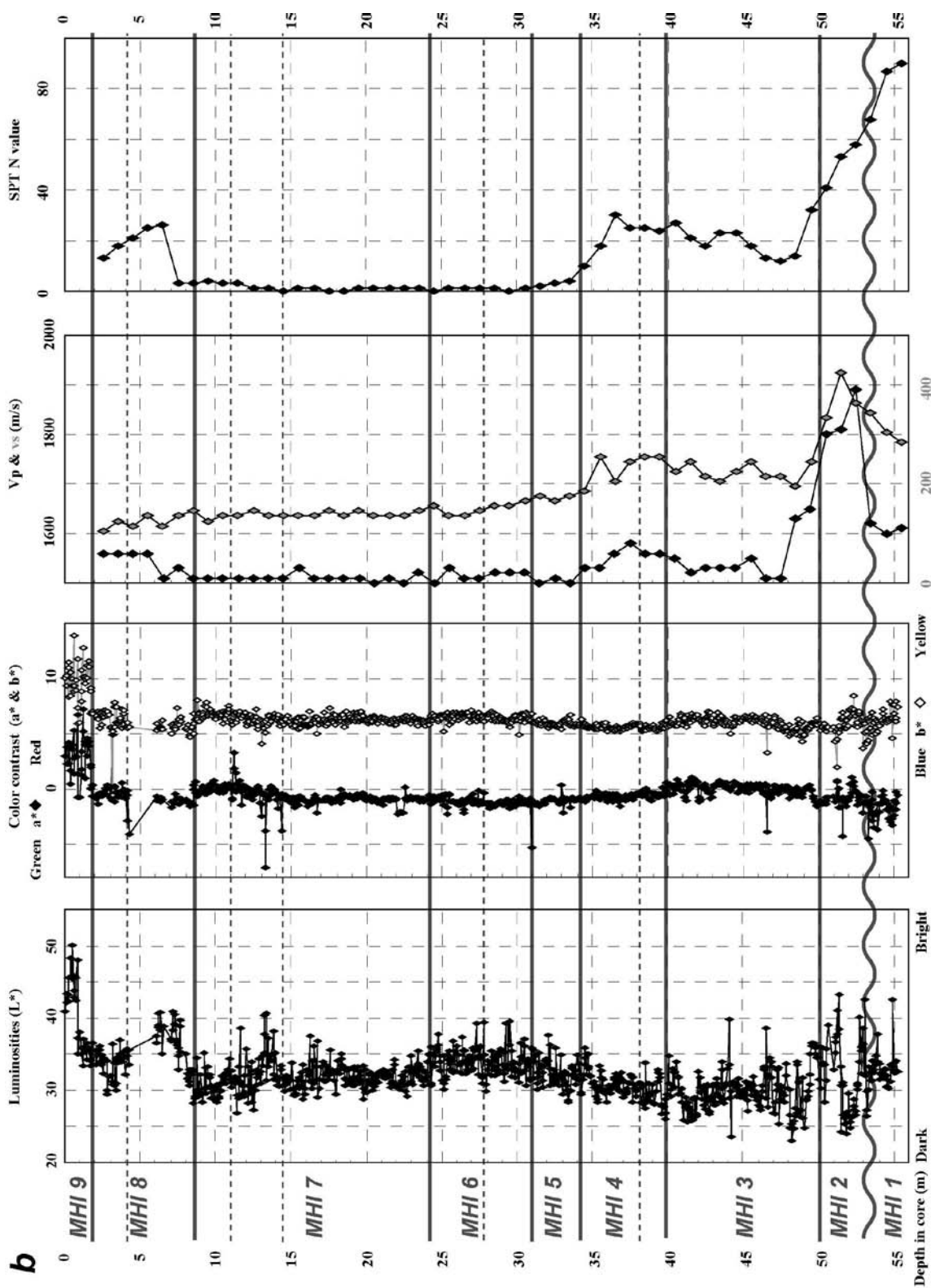
8.1.2 粒度

泥分含有率が増えるほど、密度は減少して、含水率は



第6図 GS-MHI-1コアの堆積相、密度、初磁化率、含水比・含水率、植物片と貝片の相対含有度、明度 (L*) と色相 (a*・b*)、縦波と横波伝播速度、標準貫入試験N値。

Fig.6 Sedimentary facies, gamma-ray and bulk density, initial magnetic susceptibility, wet and dry water contents, and relative amount of plant and shell fragments, luminosities and chromaticities, P wave velocity (vp) and S wave velocity (vs), and Standard Penetration Test (SPT) N value of the GS-MHI-1 core.



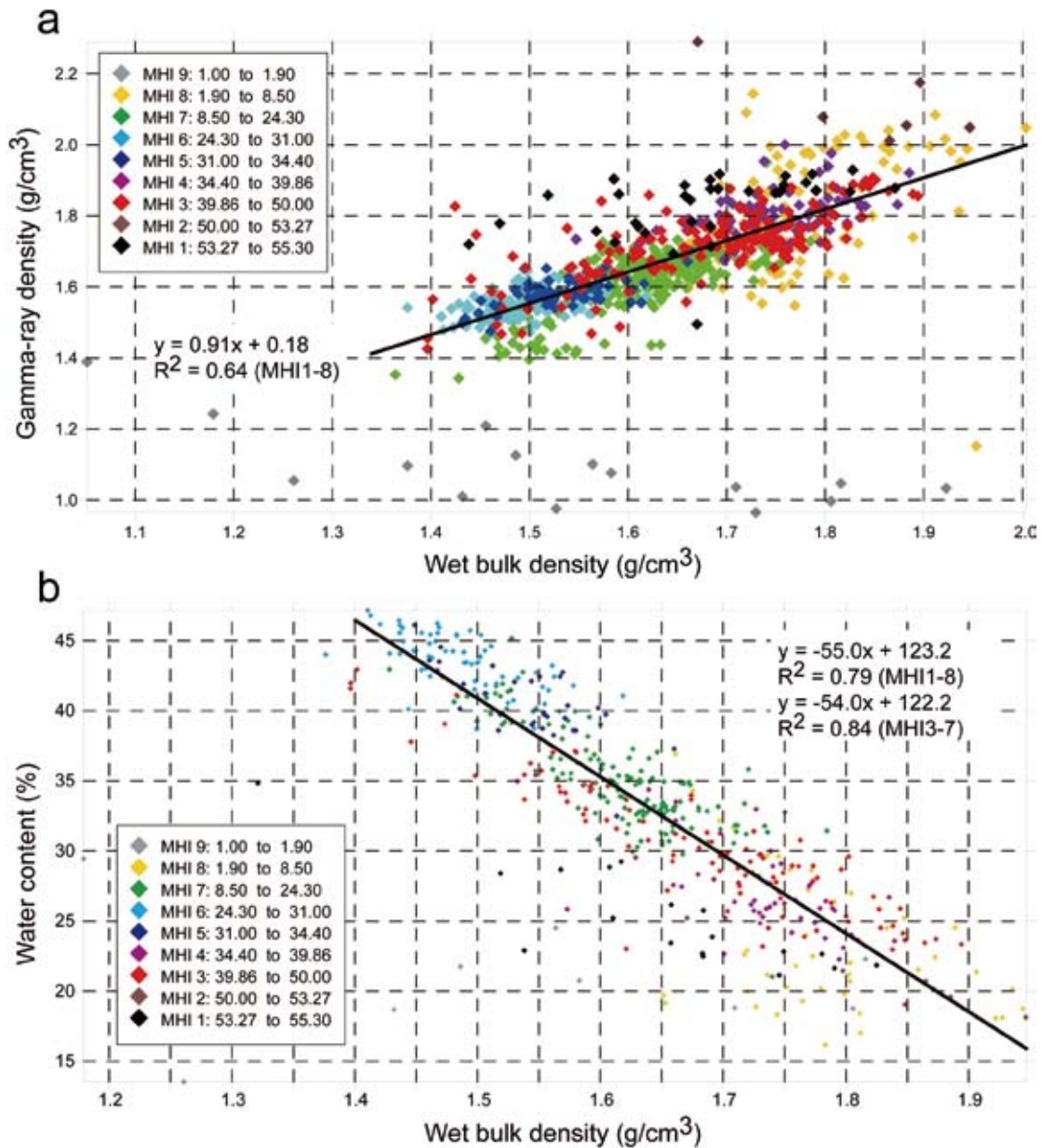
第6図 続き

Fig.6 Continued.

第1表 GS-MHI-1 コアから得た堆積物物性値 (γ線密度, 初磁化率, 湿润かさ密度・乾燥かさ密度, 含水率・含水比, 粒度, 色, P波・S波伝搬速度, 標準貫入試験N値), 堆積相毎の平均値, 標準偏差, 誤差のパーセントを示す。cps は秒毎の計数を, v.f.s. は極細粒砂を, SPT は標準貫入試験を表す。

Table 1 Physical properties (gamma-ray density, initial magnetic susceptibility, wet and dry density, water content, grain size, color, vs and vp, and SPT-N value) obtained from the GS-MHI-1 core. Average, the standard deviation, the error percentage are indicated, in descending order, each sedimentary facies. Abbreviations are cpt = counts per seconds; v.f.s. = very fine sand; SPT = standard penetration test.

Facies	Depth (m)	Gamma-ray density (g/cm ³)		Volume initial magnetic susceptibility (μSI)		Mass initial magnetic susceptibility (mm ³ /kg)		Wet bulk density (g/cm ³)		Dry bulk density (g/cm ³)		Water /wet sample (%)		Water /dry sample (%)		Mud content (%)		V.f.s. content (%)		<v.f.s. content (%)		Luminosity L*		Red/green contrast a*		Yellow/blue contrast b*		Vp (m/s)		Vs (m/s)		SPT N value	
		MSCL	±	MSCL	±	Cube	±	Cube	±	Cube	±	Cube	±	Cube	±	Cube	±	Cube	±	Cube	±	Cube	±	Core	±	Core	±	Core	±	Hole	±	Hole	±
MHI 9	1.90-0.00	1.11		466		183		1.55	±0.25	1.22	±0.19	21.0	±4.4	26.9	±7.3	44.8	±23.6	11.7	±1.9	11.7	±1.9	39.4	±5.0	2.78	±1.93	9.10	±3.60	1530	±150	150	±4	4	
MHI 8	8.50-1.90	1.81		847		330		1.78	±0.08	1.36	±0.12	23.5	±5.0	31.2	±9.1	33.3	±37.4	8.5	±10.3	8.5	±10.3	35.1	±2.8	-0.59	±1.11	1.92	±1.69	1547	±117	117	±17.7	17.7	
MHI 7	24.30-8.50	1.62		286		119		1.61	±0.07	1.05	±0.09	35.2	±3.4	54.7	±8.5	78.7	±12.2	16.6	±8.0	16.6	±8.0	32.1	±2.1	-0.66	±0.83	2.63	±0.85	1511	±133	133	±1.4	1.4	
MHI 6	31.00-24.30	1.55		62		33.3		1.49	±0.04	0.84	±0.05	43.5	±2.0	77.3	±6.2	93.1	±5.5	5.5	±3.6	5.5	±3.6	34.3	±2.0	-1.06	±0.58	2.93	±0.63	1515	±11	144	±0.5	0.5	
MHI 5	34.40-31.00	1.59		239		94.8		1.53	±0.05	0.92	±0.06	40.6	±2.6	68.6	±7.1	89.7	±7.5	8.5	±4.7	8.5	±4.7	32.5	±2.0	-1.07	±0.40	1.84	±0.53	1503	±6	167	±6	3	
MHI 4	39.86-34.40	1.80		973		347		1.74	±0.06	1.17	±0.09	27.0	±3.2	37.3	±6.1	36.0	±24.5	24.5	±10.0	24.5	±10.0	30.8	±1.7	-0.63	±0.38	1.23	±0.45	1558	±22	238	±22	24.4	
MHI 3	50.00-39.86	1.72		267		104		1.68	±0.06	1.17	±0.09	30.3	±4.9	44.3	±10.5	76.4	±25.2	13.9	±13.1	13.9	±13.1	30.3	±2.7	-0.04	±0.69	1.91	±0.96	1551	±18	218	±18	20.1	
MHI 2	53.27-50.00	1.84		212		181		1.67	±0.11	1.24	±0.15	25.2	±6.2	16.4	±16.0	13.8	±33.0	5.4	±17.3	5.4	±17.3	32.9	±2.7	-0.87	±0.57	1.53	±0.96	1833	±49	370	±46	50.7	
MHI 1	55.30-53.27	1.84		212		181		1.67	±0.11	1.24	±0.15	25.2	±6.2	16.4	±16.0	13.8	±33.0	5.4	±17.3	5.4	±17.3	32.9	±2.7	-0.87	±0.57	1.53	±0.96	1833	±49	370	±46	50.7	

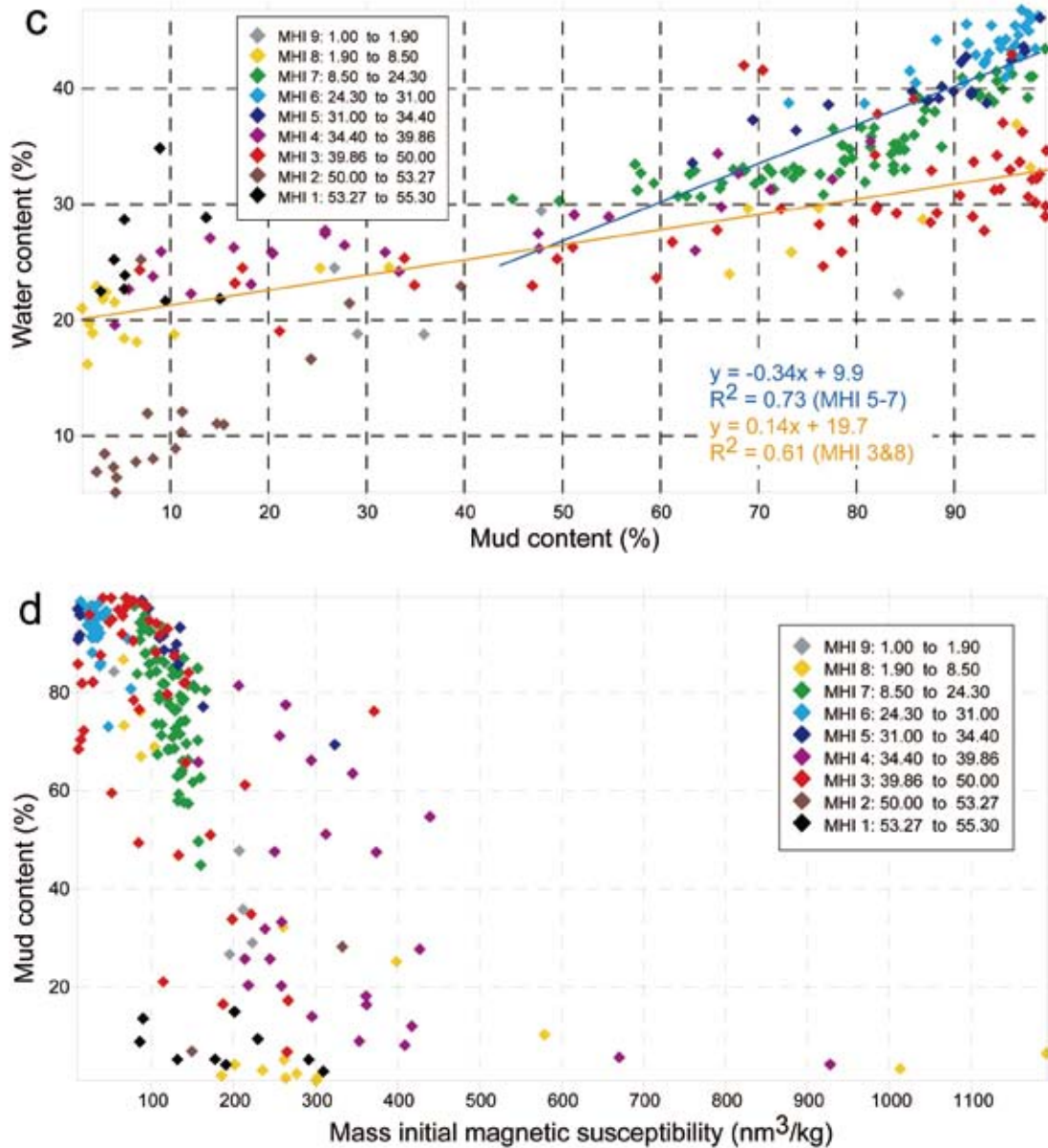


第7図 GS-MHI-1 コアから得た湿潤かさ密度と γ 線密度(a), 湿潤かさ密度と含水率(b), 泥分含有率と含水率(c), 湿潤重量初磁化率と含水率(d), 色相 a^* と b^* (e), N値と横波伝搬速度(f)の対比。

Fig. 7 Correlations of the gamma-ray density to wet bulk density (a), the wet bulk density to water content (b), the mud content to water content (c) and the wet mass initial magnetic susceptibility to water content (d), the color contrasts a^* to b^* (e) and the N-value to vs obtained from the GS-MHI-1 core.

増加する傾向がある。これらの相関は、淡水で形成された泥層と海水環境で形成されたものでは関係式が異なり、海成の堆積相MHI 5～7は、淡水成のものよりも5～10%高い含水率を示す(第7図c)。この相関は湿潤かさ密度でも認められ、海成泥層は淡水成泥層よりも $0.2\text{g}/\text{cm}^3$ 程度低い値を示す。なお、泥分含有率が70～20%の層準では測定数が少ないので、上記のような傾向は明瞭ではない。これらの相関は、東京港湾地域でも清水(1972, 1990)が有楽町層と七号地層との含砂率80～40%の堆

積物の物性値の相違として報告している。また、東京低地東北部では田辺ほか(2006a)が氾濫原-自然堤防堆積物と砂嘴縁辺堆積物及びプロデルタ-デルタフロント堆積物との間で同様の相違を指摘して、その原因は上載圧の相違が影響するとした。しかし今回、沖積層最上部に位置して上載圧の小さなMHI 8上部においても上載圧が大きいMHI 3と同様に低含水率かつ高密度な特徴を持つことが判明した。したがって、これらの泥質堆積物の物性値の差異は、田辺ほか(2006a)が指摘した上載圧の



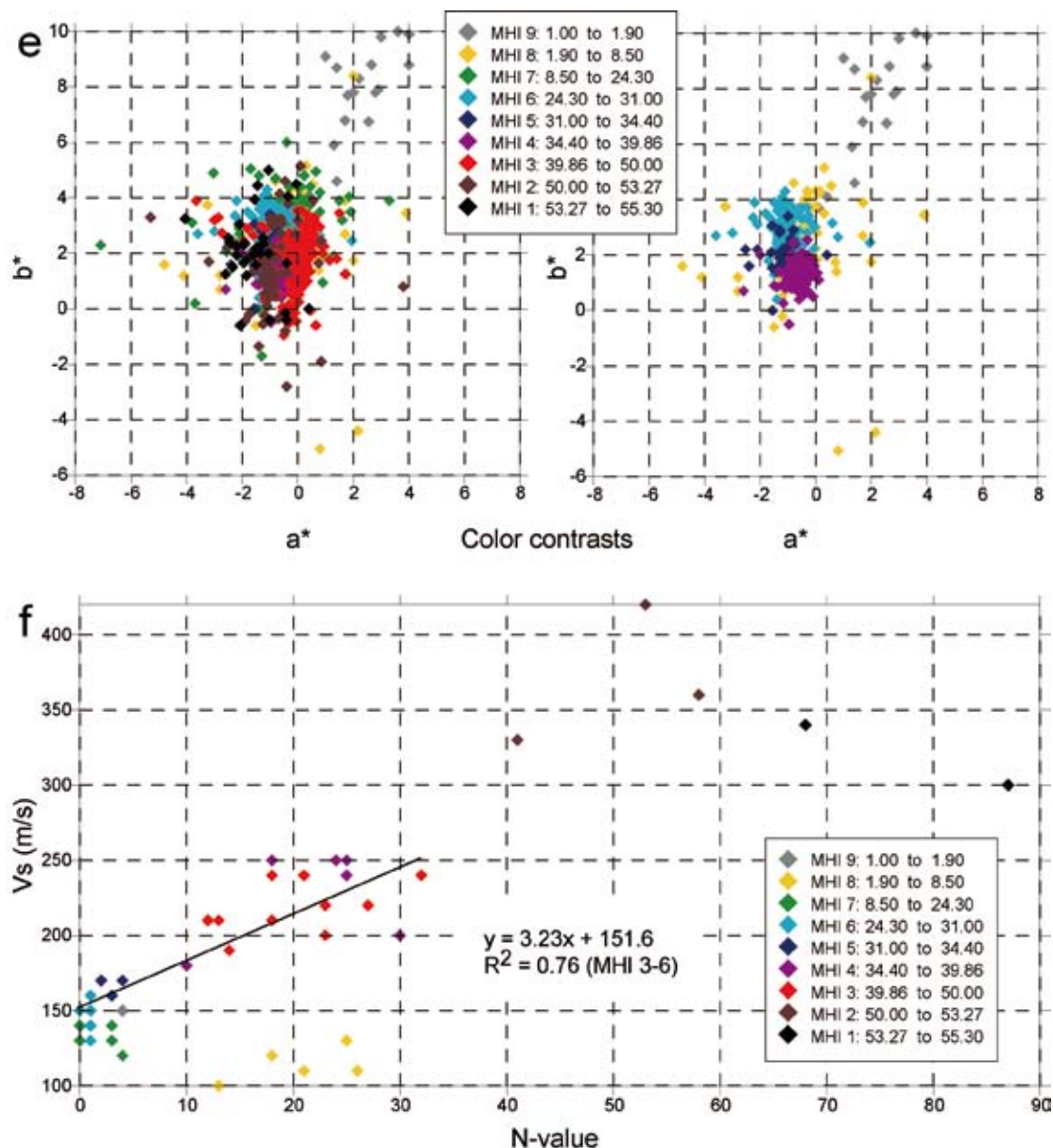
第7図 続き

Fig. 7 Continued.

相違ではなく、淡水と海水との堆積環境の相違に起因する可能性を支持する。すなわち、海水と淡水中のイオン濃度の相違が泥層の密度と含水率に大きく影響していると考えられる。一方、中川低地の泥分含有率90%以上の海成泥層は、田辺ほか(2006a)が示した東京低地東北部のものよりも5%程度含水率が高い。これらの相違は、淡水の影響を受けやすい奥内湾底では、海水の影響が大きな場所よりも軟弱な泥層が形成されやすいことを示唆している可能性がある。

共に20%未満の泥分含有率を示すMHI 1とMHI 8の下部とでは、MHI 1の方が高い含水率を示す(第7図c)。上載圧がより大きいMHI 1の砂層の方が低い密度値を示

すので、これらが自然状態の密度値であるのかが疑わしい。MHI 8は径が大きく、MHI 1は小さなサンプラーを用いて採取したという採取法の違いを反映している可能性があるが、分析に用いた砂層にはコアの半表面や軟X線写真において葉理が観察される部分が多いので堆積時の構造は攪乱されていないと推定される。このような砂層の物性値については掘削法を熟慮した上で検討すべき課題であると考えられる。なお、砂礫層からなるMHI 2はコア採取の際に間隙水を保持できないので、今回測定した含水率は地中にある状態よりも低い値を示している可能性が高い。



第7図 続き

Fig. 7 Continued.

8.1.3 初磁化率

初磁化率値は砂層と泥層ではオーダーの違った値を示すので、別個に記述する。また、最後に砂礫層の初磁化率の変化についても予察的に考察する。

主に砂層からなる堆積相MHI 4やMHI 8下部において、砂鉄の濃集層で $1000\text{nm}^3/\text{kg}$ 以上の初磁化率値が検出された。また、MHI 4では基底と最上部で明瞭な初磁化率値のピークを持ち、その中部では顕著なピークはみられないのに対して、MHI 8下部では複数のピークが連続して検出された。これらの変化パターンは、中井 (2004) が現世の利根川水系において示しているように、河川の流速変化の頻度や大きさ、供給源の相違を、強磁性鉱物の

濃集度や粒径分布の違いとして記録していると考えられる。つまり、MHI 4が潮汐の影響した流路堆積物であり、蛇行河川流路の堆積物であるMHI 8と比較して流速や供給源の変化が少ないことを反映している可能性がある。

浅海成泥層であるMHI 5~7では、極細粒砂の含有率が高い層準で初磁化率も高くなる傾向があるので (第7図d)、この粒径の強磁性鉱物の含有量や種類、粒径を反映している可能性がある。一方、MHI 5~6では同程度の泥分含有率を有するにもかかわらず低い重量初磁化率を示す試料も認められる (第7図d)。MHI 5の深度-32m付近を挟んで下位の $100\text{nm}^3/\text{kg}$ 程度からその上位の $10\text{nm}^3/\text{kg}$ 程度への急激な減少や、浅海成堆積物の細か

第2表 GS-MHI-1コアから得られた放射性炭素年代値。試料重量は化学処理後の値を示す。

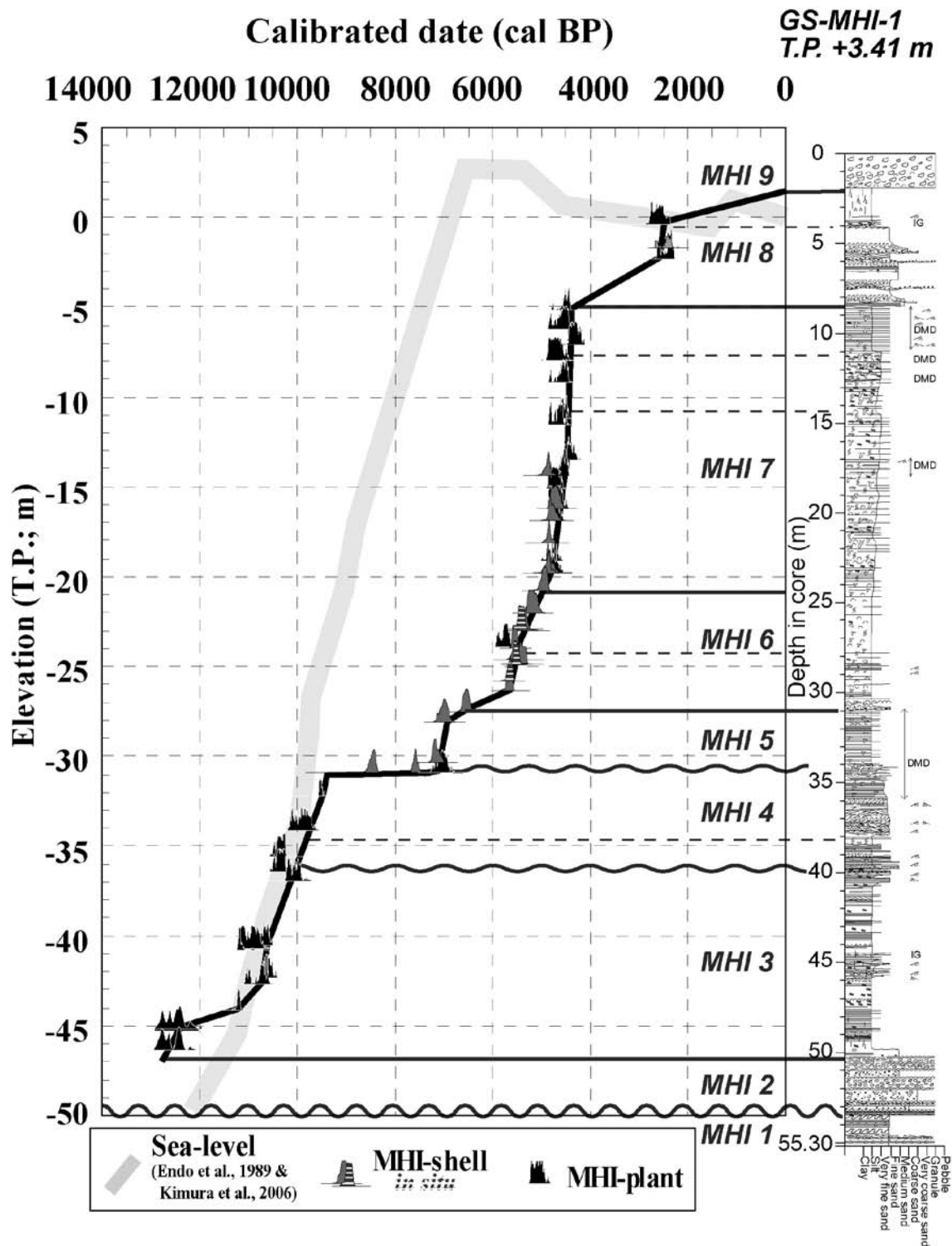
Table 2 Summary of radiocarbon dates obtained from the GS-MHI-1 core. The weights are after chemical dissolution.

Depth in the GS-MHI-1 core		Elevation	Material	Weight (mg)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Measured ^{14}C age (yr BP) and the 68.3% probability (+/- yr)		Conventional ^{14}C age (yr BP) and the 68.3% probability (+/- yr)		Calibrated ^{14}C age (cal BP) and the 95.4% probability (+/- yr)				Laboratory code
Medium (m)	Top (m)					Bottom (m)	Medium (m)	Mean	Error	Mean	Error	Oldest	Youngest	
3.77	-	-0.36	Plant fragment	2.90	-27.0	2580	70	2550	40	2780	2350	2565	215	b083104a03
5.78	-	-2.37	Wood	2.00	-33.0	2570	60	2440	50	2350	2710	2530	180	b122004a29
8.55	8.54	-5.14	Leaves & plant fragments	2.71	-23.6	4030	50	4050	40	4810	4410	4610	200	b083104a04
9.675	9.57	-6.27	Leaves & wood fragments	2.59	-26.4	4060	90	4040	80	4850	4250	4550	300	b083104a05
10.545	10.54	-7.14	Grass & plant fragments	2.49	-24.8	3860	50	3870	60	4440	4090	4265	175	b090404a03
11.385	11.38	-7.98	Plant fragment	2.51	-28.2	4200	90	4150	90	4860	4440	4650	210	b083104a06
12.54	-	-9.13	Plant fragment	2.8	-28.0	4100	50	4050	50	4820	4410	4615	205	b083104a07
14.645	14.64	-11.24	Wood	2.36	-24.3	4050	50	4060	50	4810	4410	4610	200	b090404a04
14.935	14.9	-11.53	Plant fragment	2.91	-25.6	4110	50	4100	40	4830	4440	4635	195	b083104a09
16.925	16.92	-13.52	Leaves	2.63	-31.1	4050	50	3950	50	4530	4240	4385	145	b083104a10
17.78	-	-14.37	Plant fragment	1.96	-29.6	4130	50	4050	50	4810	4410	4610	200	b083104a11
17.78	-	-14.37	Shell fragments	8.90	0.2	4210	50	4630	50	4970	4700	4835	135	b082604a03
18.60	-	-15.19	Bark ?	2.60	-22.3	4130	50	4170	60	4840	4530	4685	155	b083104a12
19.575	19.57	-16.17	Plant fragments	2.62	-33.6	4280	50	4140	70	4840	4440	4640	200	b083104a13
19.575	19.57	-16.17	<i>Potamoecorbula</i> sp.	8.92	-4.9	4170	50	4500	50	4810	4540	4675	135	b082604a04
20.32	-	-16.91	Plant fragment	0.55	-38.2	4410	60	4190	60	4850	4540	4695	155	b082604a35
20.32	-	-16.91	<i>Potamoecorbula</i> sp.	9.13	-4.1	4220	50	4560	50	4860	4600	4730	130	b082604a05
21.53	21.52	-18.12	<i>Potamoecorbula</i> sp.	9.01	-3.6	4260	50	4610	50	4940	4690	4815	125	b082604a07
22.525	22.52	-19.12	Leaves & plant fragments	2.96	-34.2	4390	50	4240	70	4970	4570	4770	200	b083104a17
23.20	-	-19.79	<i>Potamoecorbula</i> sp.	8.36	-5.2	4250	50	4580	40	4860	4640	4750	110	b082604a08
23.24	-	-19.83	Bark	3.07	-33.8	4380	60	4230	70	4970	4530	4750	220	b083104a18
23.24	-	-19.83	Shell fragments	8.64	4.1	4150	50	4620	60	4990	4680	4835	155	b082604a27
24.20	-	-20.79	Shell fragments	8.53	-8.5	4430	50	4700	40	5040	4820	4930	110	b082604a09
25.50	-	-22.09	<i>Ringiculina dollaris</i> (Gould)	8.32	-1.3	4470	50	4860	50	5290	5000	5145	145	b082604a10
26.345	26.33	-22.94	<i>Macoma</i> cf. <i>tokyoensis</i> Makiyama (joined; <i>in situ</i>)	8.54	-10.1	4800	50	5040	50	5520	5280	5400	120	b082604a13
26.42	-	-23.01	<i>Ringiculina dollaris</i> (Gould)	9.12	1.8	4520	50	4960	50	5450	5130	5290	160	b082604a14
27.29	-	-23.88	Plant fragment & leaves	3.25	-22.7	4940	50	4980	70	5900	5590	5745	155	b083104a19
27.42	-	-24.01	Shell fragments	8.75	0.5	4740	50	5150	50	5610	5420	5515	95	b082604a28

埼玉県三郷市彦糸地区のコア解析結果 (中西ほか)

第2表 続き
Table 2 Continued.

28.22	-	-	-24.81	<i>Ringiculina doliaris</i> (Gould)	8.20	6.0	4660	70	5160	70	5650	5330	5490	160	b082604a29
28.25	-	-	-24.84	<i>Ringiculina doliaris</i> (Gould)	9.70	5.2	4670	50	5160	40	5600	5440	5520	80	b082604a30
28.345	28.33	28.36	-24.94	<i>Macoma</i> cf. <i>tokyoensis</i> Makiyama (jointed; <i>in situ</i>)	8.53	-1.4	4760	50	5140	50	5600	5390	5495	105	b082604a15
28.345	28.33	28.36	-24.94	<i>Ringiculina doliaris</i> (Gould)	9.48	-1.9	4690	50	5070	50	5540	5300	5420	120	b082604a18
29.225	29.21	29.24	-25.82	<i>Macoma</i> cf. <i>tokyoensis</i> Makiyama (jointed; <i>in situ</i>)	9.04	-2.8	4940	50	5300	50	5740	5570	5655	85	b082604a19
29.82	-	-	-26.41	<i>Ringiculina doliaris</i> (Gould)	9.54	6.9	4790	50	5310	50	5780	5570	5675	105	b082604a31
30.965	30.95	30.98	-27.56	<i>Ringiculina doliaris</i> (Gould)	9.95	-1.0	5730	50	6120	50	6650	6430	6540	110	b082604a20
31.50	31.49	31.51	-28.09	<i>Ringiculina doliaris</i> (Gould), fragments of <i>Theora</i> cf. <i>fragilis</i> (A. Adams)	8.48	1.3	6070	50	6500	50	7160	6850	7005	155	b082604a34
33.79	33.78	33.80	-30.38	Shell fragments	9.48	-4.5	6300	60	6630	50	7260	7020	7140	120	b082604a22
34.36	-	-	-30.95	Leaves	2.93	-37.4	6340	50	6140	60	7230	6800	7015	215	b083104a20
34.375	34.35	34.40	-30.97	Shell fragments	7.21	-2.6	6740	60	7100	50	7660	7480	7570	90	b082604a17
34.375	34.35	34.40	-30.97	<i>Crassostrea</i> sp. ?	11.7	0.5	7580	60	7990	50	8570	8350	8460	110	b082604a23
35.67	-	-	-32.26	Chard wood	2.67	-32.1	8650	60	8530	60	9630	9420	9525	105	b083104a23
37.645	37.64	37.65	-34.24	Wood	3.05	-33.8	8970	60	8830	60	10200	9600	9900	300	b083104a24
38.97	-	-	-35.56	Grass	3.00	-30.4	9270	60	9180	60	10510	10210	10360	150	b083104a25
39.87	-	-	-36.46	Wood	3.50	-14.5	8850	60	9200	60	10510	10220	10365	145	b083104a26
40.435	40.40	40.47	-37.03	Fine plant fragments	3.20	-29.1	9020	70	8950	70	10240	9890	10065	175	b082604a37
43.96	-	-	-40.55	Grass & leaf	3.06	-22.4	9380	60	9430	50	11100	10400	10750	350	b090404a05
44.08	-	-	-40.67	Grass & wood	3.01	-24.8	9630	80	9640	80	11200	10690	10945	255	b083104a31
44.17	-	-	-40.76	Plant fragment	3.20	-23.8	9730	60	9750	50	11240	10870	11055	185	b083104a32
45.77	-	-	-42.36	Wood fragments	2.90	-19.4	9290	60	9380	50	10750	10400	10575	175	b090404a06
46.16	-	-	-42.75	Seeds & grass	3.36	-27.4	9520	60	9480	60	11100	10550	10825	275	b083104a34
47.61	47.60	47.62	-44.20	Leaves	2.96	-25.1	9800	60	9800	60	11340	11110	11225	115	b083104a35
48.60	-	-	-45.19	Plant fragment	3.04	-21.9	10470	60	10520	60	12900	12050	12475	425	b083104a36
49.875	-	-	-46.47	Plant fragment	2.97	-23.3	10550	60	10580	60	12950	12150	12550	400	b083104a37



第8図 GS-MHI-1コアの堆積曲線と堆積柱状図。0 cal BPはAD 1950年を示す。海水準変動曲線は遠藤ほか(1989)や木村ほか(2006)による。放射性炭素年代測定値の暦年較正はOxCal,v3.9(Bronk Ramsey, 1995, 2001; Stuiver *et al.*, 1998a,b)を用いた。試料の再堆積と地域的な放射性炭素リザーバー効果を考慮していない。

Fig. 8 Accumulation curves based on elevations and calibrated (cal) radiocarbon dates of shells or woods from the GS-MHI-1 core. BP means before present, 0 cal BP = AD 1950. Relative sea-level curve is based on Endo *et al.* (1989) and Kimura *et al.* (2006). Any reworking and regional radiocarbon reservoir effects are not taken into account.

な値の変化（第6図a）は、肉眼観察では判別が困難な泥層の相違を明示している。これらの相違は、星・亀井（2003）による更新統のラグーンないし内湾堆積物での岩石磁気学的検討によると、低温酸化されたマグネタイトや常磁性鉱物の含有率が起因していると推定されている。また、これらの相違は堆積物中の強磁性鉱物の供給源の差異や、運搬堆積時の運搬堆積過程、堆積後のパイライト化作用（Berner, 1984；兵頭, 2000）に起因しているかもしれない。また、氾濫原の泥層（MHI 3やMHI 8上部）は浅海成泥層（MHI 5～7）よりも低い含水率にもかかわらず同程度の初磁化率を有する（第6図a）。両者の相違は初磁化率と泥分含有率とでみた場合（第7図d）には顕著ではないので、この相違は土壌化に伴う走磁性細菌（鳥居・福間, 1998；鳥居, 2005）の活動の大きさを示唆する可能性がある。

網状河川流路で形成されたと考えられるMHI 2の砂礫層では、深度51.50m付近を境界にして初磁化率値が異なる。すなわち、この境界よりも上位では500～1000 μ SI程度のピークがみられるが、下位では250 μ SI程度でほぼ一定している（第6図）。なお、SKコア（石原ほか, 2004a）や東京低地東北部のGS-KNJ-1コア（田辺ほか, 2006a）、東京低地北西部のGS-AMG-1コア（田辺ほか, 2006b）の砂礫層でも同様の傾向が認められる。

8.1.4 色調

第6図や第2表で示したように堆積相毎に色調（L*, a*, b*）値が集中する領域が異なる。盛土（堆積相MHI 9）以外ではa*とb*は、それぞれ-8～4と-6～9で、値の変化は微弱であるが、第7図eのように表示すると測定値が集中する領域が堆積相毎で顕著に異なる。このような傾向は以下に記載するように、地層の酸化・還元状態を反映していると推定される。

L*値は、盛土やMHI 8などの酸化されている層準で明色を示し、逆にMHI 3の有機質泥層では暗色を示す（第6図b）。MHI 4～5の上方明色化とMHI 7の上方暗色化は、上方深海化と上方浅海化に伴う有機物の含有度の増減を反映している可能性がある。一方、MHI 2では深度51.5m付近を挟んでL*が10以上も上方増加する。この層準は基質支持であるので上下と較べて細粒で、先述したように初磁化率にも変化がみられる。なお、同様の变化は、東京都東北部で掘削されたGS-KNJ-1コアでも得られている（田辺ほか, 2006a）。これらの特徴を基にしてMHI 2の砂礫層を二分できる可能性がある。

a*値は、盛土や、MHI 3上部の褐色帯びた酸化が目立つ層準、MHI 8上部（深度2.0～3.0m）の高師小僧が多い層準、MHI 7のコンクリーションが多い層準（深度14.0～8.5m）で赤色を帯びる。逆に、MHI 6やMHI 5の浅海成泥層や、MHI 1の更新統の砂層で緑色を帯びる（第6図b）。

b*値は、盛土やMHI 6～7やMHI 1の更新統砂層で高い黄色度を示す。逆に、MHI 4の潮汐が影響した流路堆積物や、MHI 2の網状河川流路堆積物で青色度が高い（第6図b）。

8.1.5 S波速度とN値

堆積相MHI 3～6では、S波伝播速度とN値は下位ほど高い値を示し、S波速度（m/s）=3.227×N値+151.55（ $R^2=0.76$ ）の相関が認められる（第7図f）。一方、MHI 6～7のほとんどの層準ではS波速度は130～160m/sでN値が0～1を示す（第6図b）。これらの泥層ではS波速度の方がN値よりも測定感度が有意に高い。こうした軟弱な泥層の物性変化を評価するためにはN値は変化が乏しいので、簡易貫入試験やスウェーデン式貫入試験などの感度がより高い別な試験法を用いて検討するべきである。

MHI 7～8の泥層では、S波速度が140m/s以下、N値が4以下の共に低い値を示す（第6図b；第1表）。そのため、これらの層準では圧密が十分に進行していないと推定される。この推定は、極細粒砂～細粒砂の薄層を多く挟在するMHI 7の方が、砂の薄層が少なく低密度で高含水率なMHI 6よりもS波速度やN値が低いことから支持される。

現世河川充填砂層のMHI 8下部では、S波速度は低いのに対して、N値は有意に高い値を示す。

8.2 層序とAMS炭素14年代値

地層に含まれている試料の生成された年代値を高密度に測定することによって、地層が形成された時期を検討する（第8図）。一方、ボーリングコアから年代測定用試料を丁寧に選定したにもかかわらず、層序関係と矛盾にした年代値が得られた。その原因として再堆積と地域的な放射性炭素リザーバー効果の影響が考えられるので順に検討する。

8.2.1 再堆積

蛇行河川の氾濫原で主に形成されたと考えられる堆積相MHI 3では、炭化や変質の軽微なものを優先的に選定したにもかかわらず、深度48m以浅で上下の層位関係でみて最大500年程度の年代値の矛盾が検出された。これらは当時の氾濫原における植物試料の再堆積に起因すると推定される。したがって、当時の中川程度の河川規模を持つ蛇行河川の氾濫原堆積物では、500年よりも少ない誤差範囲で堆積年代を議論するためには、複数の試料を用いて丁寧に検討すべきであると考えられる。また、地層の形成後に成長した植物根の年代値を合わせて測定すれば、堆積年代を更に詳しく拘束できる可能性がある。

一方、上方浅海化する浅海底堆積物（MHI 6）の深度27.29mで採取した植物片と葉の年代値は、上下の層準から産出した貝試料の年代値よりも320年程度古い年代

値を示す。この差異は年代値の誤差範囲よりも若干大きいので、再堆積に起因する可能性がある。この層準の古水深は、堆積曲線と当時の海水準によると、海面下約26mに相当する。当時の地表で植物片や葉が生成してから、この水深に堆積するまでに320年程度かかったと推定される。MHI 6のその他の試料は下位ほど古い年代値を示す。これらの試料の中には棲息姿勢を保った合弁の貝化石 (b082604a19, b082604a15, b082604a13) も含まれており、これらの年代値は他の碎屑性の貝化石の年代値と誤差範囲で一致するので、再堆積の影響は軽微であったと推定される。

潮汐の影響した上方浅海化する浅海底堆積物 (MHI 7) では、泥砂細互層の砂質部に植物試料と貝化石が綿状に多く含まれていた (第6図a)。これらを丁寧に選定した結果、誤差範囲内ではほぼ一致する年代値を得ることができた。したがって、この層準の堆積曲線は、再堆積の影響が少ないことを示していると考えられる。

8.2.2 地域的な放射性炭素リザーバー効果

植物は大気から炭素を直接吸収しているのに対して、貝は水や有機物に吸収された炭素を間接的に取り込んでいる。一方、海洋深層水を起源とする海水は大気よりも400年程度古い放射性炭素年代値を示すが (Stuiver and Braziunas, 1993)、沿岸域では陸水や外洋水の混合が活発であるので地域的に変化に富んだ放射性炭素リザーバー効果を考慮する必要がある。こうした効果は、奥東京湾地域のような陸水の影響が大きな環境では、海水準変化に伴う地形変化の影響を強く受けていると推定される。そこで浅海底で形成された堆積相MHI 5とMHI 7の中において近接する層準で産出した植物化石と貝化石の放射性炭素年代値の差異について下位から順に検討する。なお、これらの層準では、先述したように植物化石は貝よりも運搬距離が長いので、試料生成から堆積するまでの時間が長い可能性がある。しかし、この影響については植物化石の産出数が少ないので今回は検討できない。

MHI 5基底付近で採取した葉は、同層準の貝殻片よりも550年程度若い年代値を示す。両者の試料が生成して堆積するまでの期間が同じか植物の方が長いと仮定すると、当時の奥東京湾の海水は大気よりも放射性炭素濃度が低かったと解釈できる。したがって、これらよりも上位の海生の貝化石から得た年代値は、植物試料で得たものよりも系統的に550年程度古い年代値を示す不確定性を持っている可能性がある。

一方、MHI 7の深度23.24m, 20.32m, 19.575m, 17.78mで植物片と貝殻片の年代値を比較すると、植物試料の方が85～35年若い値を示すが、大半は誤差範囲内で一致する。これらの試料は摩耗や変色などの影響が少なく、再堆積の影響は軽微であると推定されるので、この層準に相当する4,800～4,600cal BP頃の奥東京湾の海水中と

大気中との放射性炭素濃度の差異は軽微であった可能性がある。

以上の検討のみでは、奥東京湾における放射性炭素リザーバー効果を十分に把握できていない。得られた年代値を正しく評価して堆積年代を推定するためには、干潟のような再堆積の影響が軽微である堆積環境で形成された地層において、検討すべきと考えられる。

8.3 堆積相と堆積速度

AMS放射性炭素年代値を基にして堆積相ごとの堆積速度について考察する (第8図; 第3表)。また、堆積速度の変化を基にして、海水準上昇時に海岸線が陸側へと移動する際に形成された侵食面 (ラビーンメント面: Ravinement surface: Nummedal and Swift, 1987) を推定する。また、遠藤ほか (1989) と木村ほか (2006) が中川低地南部～東京低地で推定した相対的海水準変動曲線とMHIコアから得られた堆積曲線とを比較して、各堆積相が形成された当時の古水深や標高を検討する (第8図)。なお、海水準変動曲線や堆積曲線を推定するにあたって、地殻変動、地盤沈下、圧密効果は考慮されていない。以下に堆積相MHI 3～7の堆積曲線について順に考察する。

8.3.1 堆積相MHI 3

蛇行河川の氾濫原堆積物であると考えられるMHI 3下部の深度48.60～47.61mは有機質シルト層からなり、植物片や根が多く含まれている (第4図c; 第6図)。この間の平均堆積速度は0.1cm/yrであり、MHI 3の他の層準の0.6 cm/yrと比べて小さい。この層準の堆積年代は12,950～11,110cal BPであり、水月湖で得られた寒冷期 (12,300～11,250水月湖年縞BP: Nakagawa *et al.*, 2003) とほぼ一致する。また、Ms-3及びYs-3コア (遠藤ほか, 1992) や周辺地域で収集した既存土質柱状図 (中西ほか, 2007) にもほぼ同一深度に暗褐色の腐植土や泥炭層が記載されている。これらの有機質層の分布については地質断面図を示して後述する。加えて、吉川 (1992) はYs-3コアのMHI 3下部に相当する層準において、冷温帯～亜寒帯針葉樹のツガ属やマツ属単維管束亜属などの花粉が、落葉広葉樹のコナラ亜属のものと合わせて産出することを示している。したがって、MHI 3下部に相当する層準では、新ドリラス期の寒冷化によって、降水量の減少による土砂供給量の減少、もしくは海水準上昇速度の低下により、当時の中川の氾濫原での堆積作用が停滞して沼沢地化していたと考えられる。

MHI 3は氾濫原堆積物であるにもかかわらず、その上部では木村ほか (2006) が東京低地～中川低地で得た4本のコアの蛇行河川堆積物の放射性炭素年代値から推定した相対的海水準変動曲線よりも低い標高 (海面下) で堆積したことを示す (第8図)。したがって、三郷地域

第3表 GS-MHI-1 コアの堆積曲線に基づく各堆積相の堆積年代と堆積速度。地殻変動、地盤沈下、圧密効果は考慮していない。

Table 3 Depositional age and depositional rate of each sedimentary facies of the GS-MHI-1 core, based on the accumulation curve. Any regional tectonic movements, land subsidence due to groundwater withdrawal, and sediment compaction effects are not taken into account.

Facies	Interpretation	Depth; bottom (m)	Depth; top (m)	Age;bottom (cal BP)	Age; top (cal BP)	Depositional rate (cm/yr)
MHI 9	Artificial Soil	1.9	0	-	-	-
MHI 8	Modern river channel fill to floodplain sediments	8.5	1.9	4,200	0	0.2
MHI 7	Tide-influenced upward-shallowing marine sediments	24.3	8.5	5,000	4,200	2.0
MHI 6	Upward-shallowing marine sediments	31.0	24.3	6,500	5,000	0.4
MHI 5	Tide-influenced transgressive shallow marine sediments	34.4	31.0	7,300	6,500	0.4
MHI 4	Tide-influenced channel fill	39.9	34.4	10,000	7,300	0.5
MHI 3	Meandering river floodplain sediments	50.0	39.9	12,600	10,000	0.4
MHI 2	Braided river channel fill	53.27	50.0	-	-	-
MHI 1	Middle to late Pleistocene shallow marine sediments	55.3	53.3	-	-	-

は東京低地と比較して地殻変動もしくは地盤沈下の影響が大きくて相対的に数m沈降している可能性がある。もしくは、木村ほか（2006b）が基にした蛇行河川堆積物の堆積曲線は、先述したような再堆積した植物片の年代値を基にして作成されたのかもしれない。

8.3.2 堆積相 MHI 4

潮汐の影響した流路堆積物である MHI 4 の深度 39.87～35.67m の平均堆積速度は 0.5cm/yr であり、下位の氾濫原堆積物である MHI 3 よりも堆積速度が若干大きい。堆積曲線と相対的の海水準変動曲線の差異に基づく、MHI 4 の古水深は約 1～26m まで深海化したと考えられる（第8図）。以上のように MHI 4 の基底の砂層／泥層の明瞭な境界面において掘削地点付近に海水の影響が及んだと考えられる。したがって、この境界面は海水準が上昇することによって潮汐の影響する流路の基底で形成された潮汐ラビーンメント面（Tidal ravinement surface：TRS：Allen and Posamentier, 1993）であると解釈される。TRS の形成年代は約 10,000cal BP であり、この侵食面を挟んだ時間間隙は長くても数百年程度であったと推定される。なお、この TRS の形成年代は東京低地東北部で得られた値（田辺ほか、2006a,b）とほぼ一致する。

8.3.3 堆積相 MHI 5

潮汐の影響した浅海堆積物の MHI 5 は 7,300～6,500cal BP 頃に 0.4cm/yr の平均堆積速度で形成されたと考えられる。一方、MHI 5 の基底（第4図 g：T.P.-31.0m）には、断片化したマガキ類や円磨された中礫が含まれており、この境界面を挟んで極細粒砂よりも粗い粒子の含有率が 20% 程度上方減少するので、侵食作用を受けていると推定される。また、この侵食面を挟んで、巣穴やは

い回り痕などの生物擾乱痕が上位減少して、反対に葉理がよく保存されるようになる。更に、海生の珪藻化石群集の含有率が 50% 以上増加するので、堆積環境が急激に変化したと考えられる。この侵食面は海水準が上昇する際の水深の増大に伴って形成された波浪ラビーンメント面（Wave ravinement surface：WRS：Nummedal and Swift, 1987；増田，2007）であると解釈される。WRS を挟んだ深度 35.67～34.38m の堆積年代は 9,500～7,300cal BP に相当する。また、WRS の直上には堆積年代よりも 1,400 年古い値を示す変色したカキ片が含まれていた。

8.3.4 堆積相 MHI 6

上方浅海化する浅海底堆積物の MHI 6 全体の平均堆積速度は 0.4cm/yr である。深度 30m よりも上部では堆積速度が約 1cm/yr であるのに対して、それよりも下部では 0.08cm/yr 程度と極めて遅い。相対的の海水準変動曲線に示されているように、MHI 6 下部は海水準が最も高い時期に相当している。したがって、6,500cal BP 頃の三郷市付近が陸域から距離が遠くなったために堆積速度が低下して、その後、5,500cal BP 頃から堆積速度が増加したと推定される（第8図）。なお、開析谷の縦断方向での地層の累重様式の変化については後述する。

8.3.5 堆積相 MHI 7

潮汐の影響した上方浅海化する浅海底堆積物の MHI 7 全体の平均堆積速度は 2.0cm/yr であるが、上方へ向かって徐々に堆積速度が増加する。第3図の上方粗粒化サクセッションの境界に相当する深度 14.30m 付近より下部の平均堆積速度は 1.3cm/yr なのに対して、上部では 5.3cm/yr となる。この堆積速度の変化は 4,500cal BP 頃に起こっているため、菊地（1979，1981）や平井（1983）

が指摘している現在の荒川水系から利根川水系への主要河川の流路変化に対応している可能性がある。

8.3.6 堆積相MHI 8

現世河川流路充填堆積物に含まれる木材と氾濫原堆積物中の植物片から2,500cal BP頃の年代値がそれぞれ得られた。これらと盛土 (MHI 9) 基底深度から計算した平均堆積速度は0.2cm/yrである。江口・村田 (1999) の検討によると、加須低地では2,000年前頃に台地上での氾濫原堆積物の形成が開始して、1,500年前頃には堆積物供給が増加したと考えられている。これらの加須低地で検知された堆積速度の変化は中川低地南部では認められず、4,000~2,500cal BP頃に流路と氾濫原が形成されたと考えられる。

8.4 MHIコアとSKコアとの対比

MHIコアで認定した堆積相と堆積年代を、SKコアの解析結果 (石原ほか, 2004a) と対比する。ここではMHIコアで認定した堆積相と区分するためにSKコアの層相ユニットをSK1~7と表記する。対比の根拠となった層相と年代値を下位から順に以下に記載する。なお、一般的な層序体系での位置づけについては、既存土質柱状図との対比を加味した上で、次節で考察する。

8.4.1 堆積相MHI 1 (T.P. -51.9~-49.9m)

淘汰の良い細粒砂から構成されるので、T.P. -56.2~-48.1mの層相SK 1の上部の砂層に対比される (第9図)。SKコアのT.P. -63.47~53.62mにはキララガイなどの浅海生の貝化石が含まれ (中島ほか, 2004)、T.P. -54.99mから産出した木材は48,350 BP (暦年校正不能) 以前の年代値を示す。

8.4.2 堆積相MHI 2 (T.P. -49.9~-46.6m)

上下方向で支持様式が変化する砂礫から構成されるので、T.P. -48.1~-45.2mの層相SK 2に対比される (第9図)。MHI 2の方がSK 2よりも分布深度が1~2m低いのは、開析谷の中央部が最終氷期最寒冷期の寒冷化に伴ってより深く下刻されたことを示唆している (第2図)。したがって、砂礫層自体の形成年代はSK 2の方が古いと推定されるが、この層準からは年代測定が可能な分量の植物片や貝化石が得られていないので検証できていない。

8.4.3 堆積相MHI 3 (T.P. -46.6~-36.5m)

有機質な泥層と逆級化する砂層との互層から構成されるので、T.P. -45.2~-35.9mの層相SK 3に対比される (第9図)。MHI 3の下部には火山灰や軽石を挟在する有機質シルト層がみられるが、SK 3では確認されていない。SK 3のT.P. -39.42mからは11,000±800cal BPの年代値が得られている。この年代値はMHI 3の同深度において

再堆積したと考えられる試料の値と調和的である。

8.4.4 堆積相MHI 4 (T.P. -36.5~-31.0m)

MHI 4のような上方細粒化する厚さ4mの細粒砂層はSKコアでは認められない。一方、MHI 4の堆積年代は約10,000~8,500cal BPを示すので、T.P. -35.9~-15.6mの泥層 (層相SK 4) に対比される (第9図)。MHI 4には貝化石は含まれず、淡水生の珪藻化石が全体の80%以上を占める (第5図)。一方、SK 4からはヤマトシジミやヌマコダキガイ類が産出するので塩水湿地から干潟で形成されたと考えられている (中島ほか, 2006)。両堆積相の層厚や堆積環境の相違は、海水準上昇に伴う開析谷の中軸部と縁辺部の埋積様式の相違に起因すると推定される。この詳細については、周辺で収集した既存土質柱状図の解釈を含めて後で考察する。

8.4.5 堆積相MHI 5 (T.P. -31.0~-27.6m)

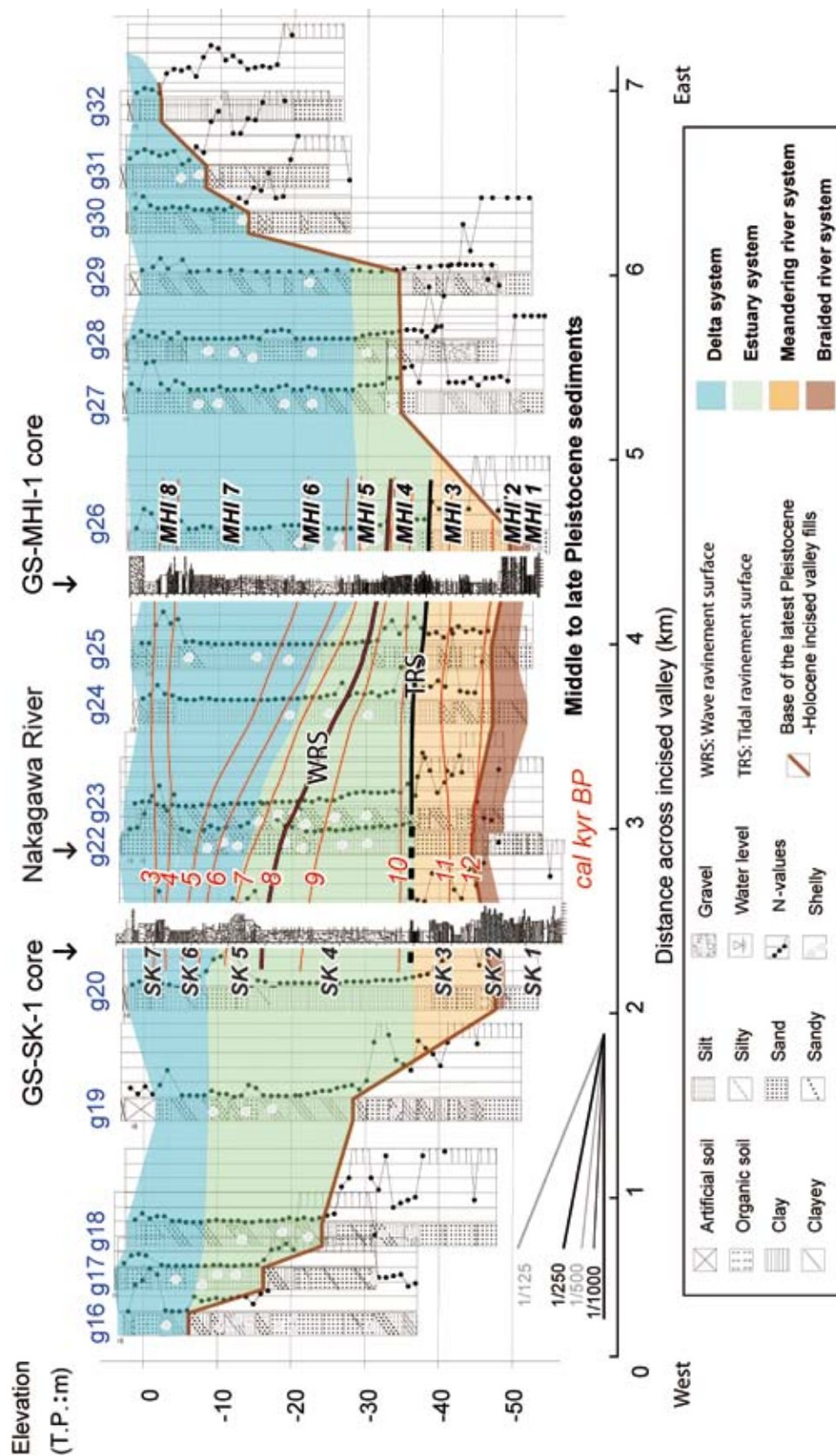
MHI 5に相当するラミナが発達した貝混じりシルト層はSKコアでは認められない。一方、MHI 5の堆積年代は層相SK 5 (T.P. -15.6~-8.3m) の貝殻混じりの砂層~砂質シルト層から得られた約8,000~6,000cal BPに相当する (第9図)。MHI 5では最下部で汽水生のマガキ類と上部では海生のマメウラシマガイを含み、海生~海生-汽水生珪藻化石が全体の90%以上を占めるのに対して、SK 5からは汽水生のマガキと海域砂底種の*Cadella delta* (Yokoyama) (クサビザラ)、*Finella purpureoapicata* (Peston) (シマモツボ)、海域砂底種の*Veremolpa micra* (Pilsbry) (ヒメカノコアサリ)、*Maetra chinensis Philippi* (バカガイ)、*Varicorbula yokoyamai* Habe (マメクチベニ)、*Ruditapes philippinarum* (Philippi) (アサリ) などの生息環境が異なる貝化石が混合して多産する (中島ほか, 2006)。両生物化石相の差異を生じさせた要因についても、周辺の既存土質柱状図の解釈を含めて後述する。

8.4.6 堆積相MHI 6 (T.P. -27.6~-20.9m)

上方に向けて極細粒砂の含有率が減少する貝混じりシルト層で構成されるので、層相SK 6 (T.P. -8.3~-2.6m) の下部に対比される (第9図)。SKコアのT.P. -6.5mからは7,100cal BP頃を示す*Dosinella angulosa* (Philippi) (ウラカガミ) が得られているが、MHI 6の堆積年代と比較すると1,000年程度古いので、SKコアの試料は再堆積の影響を受けている可能性がある。

8.4.7 堆積相MHI 7 (T.P. -20.9~-5.1m)

上方に向けて極細粒砂の含有度が増加する貝混じりシルト層で構成されるので、層相SK 6 (T.P. -8.3~-2.6m) の上部に対比される (第9図)。SKコアのT.P. -4.6~-3.2mでは4,800~4,600cal BPを示す貝化石が得られており、MHI 7の下部の年代値と調和的である。上部でコ



第9図 中川低地南部地域における開析谷中軸～西方の沖積層の堆積層の堆積システムの既存土質柱状図は中西ほか (2007) による。位置は第1図に示す。

Fig. 9 Sedimentary systems of the middle to late Pleistocene to Holocene incised-valley fills under the southern Nakagawa lowland. The boring logs are after Nakanishi *et al.* (2007). See Fig. 1 for location.

ンクレーションやダブルマッドドレイプが多く、泥分含有率が上方に向けて減少する特徴も両コアで一致する。

8.4.8 堆積相MHI 8 (T.P. -5.1~+1.5 m)

斜交層理が発達する中粒~細粒砂層から有機質シルト層へと上方に向かって細粒化するので、層相SK 7 (T.P. -2.6~+1.3m) に対比される。SK 7から得られた植物根は約1,200cal BPを示す。MHI 8の方が2.7mも厚く、SK 7では軽石の濃集層が確認されていない。一方、上部のシルト層で高師小僧を含む特徴は両コアで一致するので、SK 7はMHI 8の中部~上部に相当すると考えられる。

8.5 中川低地南部の開析谷の堆積システム

MHI コアの沖積層は、下位から上位に向かって、網状河川堆積物 (MHI 2)、蛇行河川の氾濫原堆積物 (MHI 3)、潮流の影響した流路堆積物 (MHI 4)、上方に向かって深海化する潮汐の影響した浅海底堆積物 (MHI 5)、上方に向かって浅海化する浅海底堆積物 (MHI 6)、上方に向かって浅海化する潮汐の影響した浅海底堆積物 (MHI 7)、現世河川の流路~氾濫原堆積物 (MHI 8) から構成される。これらのうち、MHI 2からMHI 5にかけては上方に向かって内陸部から浅海底へと海水準の上昇に伴って形成されているのに対して、MHI 6からMHI 8にかけては浅海底から沖積平野へと陸化する過程で形成されている。すなわち、これらの地層は1回の海進~海退によって形成されたことを示す。

このような堆積相の累重様式は、東京低地から中川低地南部にかけて開析谷の沖積層を検討した石原ほか (2004a,b)、田辺ほか (2006a,b,c)、木村ほか (2006) などでも報告され、単数もしくは複数の堆積相の組み合わせから構成される堆積システムが認定されている。それらと今回認定した堆積相の標高と堆積年代を対比した結果、中川低地南部の沖積層を下位から網状河川、蛇行河川、エスチュアリー、デルタの合計4つの堆積システムに区分した。なお、海水準の上昇などに起因して海岸線が陸側へ移動する際に沿岸河口部で形成されたものをエスチュアリーシステムとして、逆に、海岸線が海側へと移動するように形成されたものをデルタシステムとする (Boyd *et al.*, 1992; 斎藤, 2006)。また、Dalrymple *et al.* (1992) 及び Zaitlin *et al.* (1994) の開析谷の埋積モデルを参考にした。

先述したように中川低地南部において開析谷中軸部と西縁部で得られたコアを対比すると、堆積相MHI 4~5と層相SK 4~5で地層の分布深度と堆積環境にかなりの相違が認められるものの、それ以外の層準では同年代に同環境で形成された類似した層相がほぼ同じ標高に認定できる。これらの層準ボーリングコアの対比結果を踏まえて、周辺地域で収集した既存土質柱状図g14~g34 (中西ほか, 2007) の層相、N値、色、植物と貝化石の有無

に着目して堆積システムを認定した (第4表; 第9図)。下位から順に、各堆積システムを認定した根拠となった土質柱状図の特徴を整理する。

8.5.1 網状河川システム

網状河川システムは、堆積相MHI 2と層相SK 2及び既存土質柱状図g20~26のようなN値50以上の砂礫層で構成され、T.P.-55~-40mに1/1,000程度の凹凸を持って連続して分布する (第9図)。層厚は5m以下で、礫径2~3cmの垂円礫と粗粒~極粗粒砂から構成される。既存土質柱状図には、MHI 2とSK 2で確認されたような細~中礫と粗粒~極粗粒砂質との混合度の変化は記載されていないことが多いが、柱状図g22のように礫混じり中砂と粗砂及び中砂の互層やg26のように砂礫と礫混じり砂との互層と標記されている場合がある。

この砂礫層は沖積層の基底に分布しており、Matsuda (1974) や Endo *et al.* (1982)、遠藤ほか (1983, 1988a, 1992) のBGに相当する。この砂礫層は植物や貝をほとんど含まないので詳細な形成年代は不明である。MHI コアでの検討によるとBG上面の年代は12.5 cal kyr BP以前であり、東京低地では13 cal kyr BP以前であると推定されている (石原ほか, 2004b; 木村ほか, 2006)。一方、BGの基底面は牧野内ほか (2006) によるとLGM以前に開析谷を下刻しながら形成されたと推定されている。このように網状河川堆積物は低海水準期前後の複数の時期に形成されたと推定される。開析谷西縁辺部のSK コア掘削地点から500m以内の範囲において、Inazaki (2005) がS波ランドストリーマー探査で高解像度に可視化した西方もしくは北方ほど浅い砂礫層上面の反射面は、前述したような段丘地形を反映している可能性がある。

また、BGの基底面以深には、黄褐色や緑色を帯びる場合がある暗褐色の下総層群相当層の海成層 (MHI 1やSK 1, Ms-3 コアの下総層群; 遠藤ほか, 1992) が分布するので、BGの基底面はシーケンス境界に相当する不整合面と解釈される。

8.5.2 蛇行河川システム

蛇行河川システムは、植物片を多く含んだシルト層と細粒砂層の互層 (堆積相MHI 3と層相SK 3) からなり、BGの上位のT.P.-50~-35mにほぼ水平に分布する (第9図)。柱状図g20~26でも同標高においてN値15~5程度の泥層とN値50~10程度の砂層の互層が認定できる。これらの砂層は水平方向への連続性が悪く、そうした砂層は蛇行河川流路の側方移動や流路変更の際に残存しやすいと考えられている (Miall, 1977, 1992)。また、柱状図g22のT.P.-42~-38mの中粒砂層はT.P.-42~-40mに細~中礫を含み、N値が上方に向けて減少する。前者は蛇行河川流路の基底礫を、後者は流路の側方移動に伴う上方細粒化をそれぞれ示している可能性がある。一方、

第4表 中川低地南部における沖積層の堆積システムごとの岩相、植物片と貝片の含有度、N値及び標高の対応表。

Table 4 Comparison between sedimentary systems and lithofacies, abundance of plant and shell fragments, N-value and elevation of the latest Pleistocene to Holocene incised-valley fills under the southern part of the Nakagawa Lowland.

Depositional system	Sedimentary facies	Lithofacies	Plant	Shell	N value minimum	N value maximum	T.P. (m) minimum	T.P. (m) maximum
Delta	Modern river floodplain	Mud	Abundant	Absent	0	5	+5	-30
	Modern river channel	Sand	Few	Absent	5	30		
	Tidal influenced shallow marine	Mud&sand	Common	Common	0	5		
	Shallow marine	Mud	Few	Abundant	0	5		
Estuary	Tidal influenced shallow marine	Mud	Few	Abundant	0	5	-10	-40
	Tide-influenced channel	Sand	Few	Few	10	50		
Meandering river	Meandering river floodplain	Mud	Abundant	Absent	5	15	-35	-50
	Meandering river channel	Sand	Few	Absent	10	50		
Braided river	Braided river channel	Gravel	Absent	Absent	50	?	-40	-55
?	Shallow marine	Sand&mud	Absent	Common	10	50	-45	?

これらの砂泥互層の基底付近にはMHIコアや柱状図g25やg26などのように有機質泥層が分布する場合がある。MHIコアの堆積曲線によると、12.5～10cal kyr BPに平均0.5cm/yrの速度で形成されたと考えられる。

以上の砂泥互層は、分布標高と岩相、N値を基にして、森川（1962）の下部砂層や、Matsuda（1974）のLC・LS、遠藤ほか（1983, 1988a, 1992）の七号地層（八潮部層）と対比される。また、田辺ほか（2006a）や木村ほか（2006）が示している東京低地の蛇行河川堆積物は、MHI 3のものよりも500年以上も早くより深部で形成が開始しているので、海水準の上昇に伴って堆積域が陸側へ徐々に広がる過程で残されたと解釈できる。

8.5.3 エスチュアリーシステム

エスチュアリーシステムは、上方深海化を示す貝化石や珪藻化石の群集組成がみられるT.P.-40～-10mのシルト層～砂層（堆積相MHI 4～5と層相SK 4～5）で認定できる。それらの層厚は開析谷中軸部で約10mであるのに対して開析谷西部で約30mと大きく異なるので、その上面の勾配は1/100程度である（第9図）。開析谷中軸部の柱状図g24とg25は、MHI 4のようにN値20以下のシルト質細粒砂層からMHI 5のようなN値5以下のシルト層へと上方に向けて軟弱で細粒になる。一方、開析谷西部の柱状図g19～24は、SK 4のようなN値5以下のシルト層とそれに累重するSK 5のようなN値20以下の貝混じり極粗粒砂層から構成される（第9図）。これらは分布標高と岩相、N値を基にして、森川（1962）の下部粘土層、Matsuda（1974）のMS・UCや、遠藤ほか（1983, 1988a,b, 1992）の有楽町層下部（HBGと三郷部層の一部）に対比できる。以下では、開析谷中軸部と西縁部に分けて、下位から順に上述した解釈の根拠と分布様式について考察する。

開析谷中軸部に位置するMHI 6基底のT.P.-27.6～-27.3mでは、海水の影響が顕著な泥底に主に棲息するマメウラ

シマガイが大量に認められ、この層準から上下方向に離れるほどその含有量は減少する。一方、海生種の珪藻化石はT.P.-30.34mと-14.79mで含有率が高い（第5図）。このように海水の影響が顕著な層準の解釈が一致しない原因として、化石の保存率の揺らぎの影響が考えられる。小杉（1988b）は小櫃川河口域で珪藻化石相にバラツキが見られる原因として、異地性珪藻遺骸の混入や、下位の地層からの再堆積・堆積後の流失や融解作用を推定している。MHI 5～7のように浮遊性海生珪藻が主体の化石相（第5図；付録1）は、潮汐などによって発生する湾内の流れによる流失作用が大きかったことを反映していると推定される。したがって、微小な珪藻化石よりも再堆積や融解の影響を受けにくいマメウラシマガイが多産するT.P.-27.6m付近がMHIコア掘削地点におけるエスチュアリーシステムとデルタシステムの境界であると考えられる。この解釈はMHIコアのT.P.-27.4～-24.0mで最も深い水深を示す貝形虫化石群集が得られていること（中尾ほか、2008）と調和的である。このように種類の異なる生物化石相を総合的に解釈することによって堆積環境の解釈がより洗練される。一方、柱状図g23～28ではT.P.-15～28m以深においてMHI 5とMHI 6の境界面付近でみられたようにN値が上位よりも若干増加する。これらを根拠として土質柱状図からエスチュアリー堆積物を認定した。

一方、開析谷西部では、SK 4の塩性湿地～干潟堆積物及びSK 5の砂州堆積物において上方に向けて汽水生～海水生へと塩水の影響の増加を示す貝化石群集（中島ほか、2006）が含まれており、これらの堆積年代を基にして海水準上昇に伴って潮間帯付近の堆積面を維持しながら開析谷の西壁に付加した堆積物であると考えられている（石原ほか、2004a；木村ほか2006）。柱状図g19～22のT.P.-23～-8mには、SK 5に相当する貝殻混じり砂層が連続して分布する（第9図）。このような分布形状から、上記の砂層は、埋積段丘構成層が侵食されて、潮

流や沿岸流によって運搬された沿岸漂砂であると考えられる。これはSK 5に含まれる貝化石が断片化して摩耗されているものが多い(中島ほか, 2006) ことと整合する。なお, SK 5に相当する砂層は, 遠藤ほか(1992)の地質断面図に描いているように開析谷中軸部まで連続せず, 現在の中川付近よりも西方にしか分布しない(第9図)。以上のように開析谷西縁部でSK 4~5が厚く形成された要因として, 谷の西壁における西側へ凹んだ形状(第1図)が寄与していたと考えられる。

MHIコアとSKコアで得た堆積曲線によると, エスチュアリーシステムは10~7-6.5 cal kyr BPに相当する。この基底面の堆積年代は東京低地の値(田辺ほか, 2006a; 木村ほか, 2006)とほぼ同じであるにもかかわらず, その分布標高は数m浅い。一方, 海水準が最も高い時期に相当する同層上面の堆積年代は, 東京低地北部の値(田辺ほか, 2006a,b)と調和的である。

8.5.4 デルタシステム

デルタシステムは, 内湾~汽水生の貝化石と珪藻を含むN値が0~5の海成シルト層(堆積相MHI 6~7と層相SK 6)と, 淡水生珪藻を含む上方細粒化するN値30~5の河川成の粗粒砂~シルト層(MHI 8とSK 7)で構成される(第9図)。これらはエスチュアリー堆積物上面の急勾配を覆うようにT.P.-30~+5mに分布するので, 開析谷西部と中軸部では層厚が最大で20m程度異なる(第9図)。デルタ堆積物は分布標高と岩相, N値から, 森川(1962)の下部粘土層・上部砂層・上部粘土層, Matsuda(1974)のUC・US・UAや, 遠藤ほか(1983, 1988a,b, 1992)の有楽町層下部・上部(三郷部層・吉川部層)に相当すると考えられる。このように解釈した根拠を, 開析谷中軸部の海成層, 西縁部の海成層, それらに累重する河川層の順に記述する。

開析谷中軸部の海成層は, MHI 6のようなT.P.-20m以深のシルト層の上に, MHI 7のようなT.P.-20m以浅の砂質シルト層が累重する。これらのシルト層は柱状図g24~26が示すように上方もしくは東方ほど粗くN値が高くなる(第9図)。この上方粗粒化は, MHI 6~7の珪藻や貝化石が上方に向かって淡水生種が増加することや, 植物片の含有度が上方増加して, 反対に貝片の含有度が上方減少するので, 浅海化に伴って内湾の幅や陸からの距離が減少したことを反映していると考えられる。東方へ向かっての変化については次章で考察する。一方, 海水準上昇期に埋積が進行した開析谷西部では, SK 7のようなN値の低い貝殻混じりのシルト層が, 柱状図g20~23のT.P.-15~-3mのように東方ほど厚く分布して, それらの上部では貝殻混じりの細粒砂層となる(第9図)。

同図のように浅海堆積物の形成年代は7-6.5~4.3cal kyr BPである。東京低地のデルタ堆積物は形成年代が比較的若く, より深部に分布しているので, 陸側から海側

へと堆積作用が徐々に進行したことを示唆する。

上記の海成層に累重する砂~シルト層は, MHI 8とSK 8のように貝殻を含まず, 上方に向かって細粒化する。これらの特徴は柱状図g16~32のT.P.-5m以浅でもみられ, 砂層は開析谷の中軸部で厚く縁部ほど薄い。このような分布形態は当時の流路が開析谷の中軸部の付近によく固定されていたことを反映している。また, この砂層が東京低地北部のもの(田辺ほか, 2006b)よりも数m厚いことは, 当時の利根川と荒川が大宮台地を超えて現在の中川低地側を主に流下していたことを反映している可能性がある。MHI 8の堆積年代は4.3cal kyr BPから現在である(第9図)。

8.6 中川低地南部における奥東京湾の埋積

MHIコア掘削地点付近の開析谷は, 西縁部は海水準上昇期に急激に埋積されて, 海水準安定期には谷の中軸~東部には水深25mに及ぶ堆積空間が残された(第9図)。また, 約8km下流の東京低地東北部の葛飾区周辺では, 7~4cal kyr BPに湾口砂嘴が発達していたと考えられる(田辺ほか, 2006a)。このように開析谷縁部と湾口部が埋積された結果, その間に残された内湾は海水と淡水が混合する環境になったと推定される。MHIコアの解析結果を基にして, 中川低地南部の奥東京湾の堆積機構について考察する。

湾内の砂州や湾口砂嘴が未発達で海水準が十分に高い時期には, 内湾と外海との海水の交換が活発で, 潮汐の影響が顕著であったと考えられる。例えば, 完新世中期の海水準高潮期には狭長に伸びた奥東京湾の地形効果を反映して, 当時の湾奥部の潮差は, 現在の東京湾奥部の潮差(例えば晴海では2.05m)よりも増幅されて, 7m以上に増幅していたと推定されている(藤本, 1990; 上原, 1999)。以上の層準は内湾泥層にも関わらず泥砂細互層がみられる7.0~5.5cal kyr BPのMHI 6下部層に相当すると考えられる。

その後, 埋没段丘付近が埋積されて湾内の地形的な凹凸が減少して, 湾口砂嘴が成長すると, 内湾と外海との海水交換が緩慢になって, 一次的に静穏な内湾が形成される。このような変化は, MHI 6で極細粒砂礫層が上方に向かって減少することにより, 泥分含有率が上方増加する傾向に反映されている可能性がある。一方, 淡水生珪藻化石が次第に増加することや, 河口域に多く棲息する*Cyclotella striata*(小杉, 1988)がT.P.-20.74mで高含有率なことは淡水の影響が増大したことを反映していると考えられる(第5図)。更に, 中尾ほか(2008)の貝形虫化石群集組成の検討によると, 内湾中央部の指標種である*Bicornucythere bisanensis*の含有率がT.P.-24.0~-21.6mにかけて上方減少する反面, 湾奥に主に生息する*Cytheromorpha acupunctata*の含有率が上方増加することも同様の塩分濃度の変化を支持している。上述した塩分

濃度の減少のために、コロイド粒子の構造や凝結（桑原、1966）に作用して、T.P.-23.59～-22.59mにみられるような軟弱泥層（第6図a,b）が形成された可能性がある。以上の陸水の影響が顕著になる層準は5.5～5.0cal kyr BPのMHI 6上部に相当する。

その後、内湾奥部が徐々に埋め立てられて河口に近づくと、淡水の影響が増加すると考えられる。MHI 7で汽水生のヌマコダキガイ類の上方減少と植物片の上方増加すること、T.P.-14.79m以浅で海生珪藻が上方へ向かって減少して反対に淡水生種が増加すること（第1表；第3図）は、河川水の流入の増加による塩分濃度の減少を反映している。更に、T.P.-14.9m以浅で *Ishizakiella miurensis* などの後浜の指標種の貝形虫化石の含有率が上方増加すること（中尾ほか、2008）も淡水の影響の増大を支持する。これらのT.P.-20.9～-5.1mでみられるリズムミカルな葉理は潮汐の影響を強く示唆している。なお、その過程でT.P.-10.9m付近を境界にして極細粒砂の含有率が約10%減少する（第3図）。これより下位は上位と比較して、堆積速度が少なく、生物擾乱痕が多い。この境界は4.5cal kyr BP頃に相当しており、この時期に東京低地東北部のT.P.-20～-5mではサンドショール堆積物が形成されはじめると推定されている（田辺ほか、2008）。このように外洋側の流路が充填されることによって、湾央部では堆積速度が大きくなり、下部の上方粗粒化する地層を形成した可能性がある。一方、T.P.-10.9mよりも上位には、淡水生の珪藻化石が20%程度まで上方増加しており、河口に近づいたことを示唆している。このことは現在の荒川水系を主に流下していた古利根川が、現在の中川水系へ本格的に流入しはじめたこと（菊地、1979、1981；平井、1983；遠藤ほか、1988a；久保、1989；江口・村田、1999）と関連する可能性がある。この因果関係を詳しく議論するためには、荒川新扇状地や中川低地上流部、加須低地において流入の年代を高精度に検討する必要がある。

MHI 6～7の平均堆積速度は0.9cm/yrであり、上方に向けて増大する。特にT.P.-13.51～-7.13mでは5.3cm/yrと最も急激である。その原因について遠藤ほか（1992）は以下の3つの可能性：海水準変動、気候変動、上流の流路変化を挙げている。しかし、5.5～4.3cal kyr BPの奥東京湾の埋積堆積物の形成には、先述したような内湾の横断方向での堆積作用や、東京低地東北部で成長した湾口砂嘴やサンドショール堆積物による開析谷下流部での埋積作用も影響していると考えられる。

最後に、淡水の影響した内湾の堆積物は、低密度、高含水率、低横波伝播速度、低N値の性質を有する場合があるので、中川低地南部の建造物の設計や地震動の地域的な増幅を予測する際に特に留意すべきである。このような軟弱泥層では、丁寧に試料を採取して工学的な性質を慎重に検討する必要がある。

9. まとめ

埼玉県三郷市の開析谷中軸部で掘削したボーリング試料を用いて、堆積相・珪藻化石群集組成・物性・堆積年代を検討した。これらを開析谷西縁部で掘削されたコアの解析結果と対比した。また、その対比結果を周辺の既存土質柱状図に適用して開析谷の埋積様式及び海水準安定期の奥東京湾の埋積機構について考察した。要点は以下の8点である。

- 1) 中川低地南部の開析谷中軸部の沖積層は、下位から、網状河川流路堆積物・蛇行河川の氾濫原堆積物・潮汐の影響した流路埋積堆積物・潮汐の影響した上方深海化する浅海底堆積物・上方浅海化する浅海底堆積物・潮汐の影響した上方浅海化する浅海底堆積物・現世河川流路～氾濫原堆積物で構成される。
- 2) 上記の堆積物毎に密度・初磁化率・含水率・粒度・色調・P波とS波速度・N値を整理して、物性値の相関を検討した。その結果、T.P.-28～-20mの内湾成泥層は、特に低密度で高含水率な性質を持つことを示した。
- 3) 高密度なAMS炭素14年代測定値に基づいて堆積年代を推定した。その結果、ラビーンメント面や最大海氾濫面の形成期の堆積速度の減退や、4.3cal kyr BP頃のデルタの急速な埋積を定量的に評価した。
- 4) 開析谷のT.P.-47～-35mには泥層を主体とする蛇行河川成堆積物が分布している。その大半は11～10cal kyr BPに平均約1.0cm/yrの速度で形成されているが、その基底部の有機質泥層は新ドリラス期の堆積速度の停滞を示す。その原因は、碎屑物の減少もしくは海水準上昇速度の低下によると推定される。
- 5) 氾濫原堆積物と潮汐河川堆積物との境界にあたるT.P.-37m付近に潮汐ラビーンメント面が、潮汐河川堆積物と浅海底堆積物との境界のT.P.-31m付近には水深5m以深で形成された波浪ラビーンメント面がそれぞれ分布する。
- 6) T.P.-28～-5m以浅には奥東京湾を充填した潮汐の影響が強い浅海底堆積物が分布する。その埋積には内湾縁辺部の埋積や湾口砂嘴の形成が関与している可能性が高く、珪藻化石群集組成や極細粒砂の上方増加パターンに着目すると2回に細分される可能性がある。なお、4.5～4.3cal kyr BPの河川の影響が増加する層準の堆積速度は5.3cm/yrとかなり急速である。
- 7) 上記の堆積物の累重様式を開析谷西縁部で掘削されたコアの解析結果や周辺地域の既存土質柱状図と対比して、下位から順に網状河川システム・蛇行河川システム・エスチュアリーシステム・デルタシステムを認定して特徴を整理した。
- 8) 開析谷中軸部では海水準安定期において堆積速度が大きいものに対して、谷西縁辺部では海水準上昇期に

堆積作用が顕著である。このような西から東への非対称な埋積は地質構造を不均質にするので地震動の増幅や地下水流動に影響する可能性がある。

謝辞：三郷市立彦糸中学校と同市教育委員会の皆様には、ボーリング調査を実施させていただき、同中学校建造時の標準貫入試験データを提供していただきました。AMS放射性炭素年代測定用試料の作成に当たって名古屋大学環境学研究科の北川浩之先生に大変お世話になりました。また、国立環境研究所での測定実験の際には、現東京大学大学院新領域創成科学研究科の米田 穰博士と環境研究センターの鈴木 亮氏、株式会社伯東の小林利行氏にお世話になりました。コア試料の解析の際には、産業技術総合研究所地質情報研究部門の宮地良典氏と池原 研博士にお世話になりました。中央開発株式会社の細矢卓志・橋本智雄・関田 昇・関田 実の各氏にはボーリングコア試料の採取の際に多くの便宜を図っていただきました。パリノ・サーヴェイ株式会社の堀内誠示氏には珪藻化石が稀産する層準においても詳細な分析をしていただき、産業技術総合研究所地質情報研究部門の納谷友規博士には珪藻化石群集の記載について助言をしていただきました。匿名の査読者には丁寧な指摘をしていただきました。以上の方々に篤く御礼申し上げます。なお、この研究に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軽減・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.
- 安藤一男 (1990) 淡水産珪藻による環境指標種群の設定と古環境復元への応用. *東北地理*, **42**, 73-88.
- 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**(3-4), 113-120.
- 有田正史 (1983) 堆積物の軟X線写真撮影法—その2—. *地質ニュース*, **350**, 46-56.
- 有田正史・中村康夫 (1981) 堆積物の軟X線写真撮影法—その1—. *地質ニュース*, **320**, 29-33.
- Berner, R. (1984) Sedimentary pyrite formation: an update. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **48**, 605-615.
- シェリダン ボウマン著・北川浩之訳 (1998) 年代測定. 大英博物館双書 古代を解き明かす3, 学芸書林, 120p.
- Boyd, R., Dalrymple, R.W. and Zaitlin, B.A. (1992) Classification of clastic coastal depositional environments. *Sediment. Geol.*, **80**, 139-150.
- Bronk Ramsey, C. (2001) Development of the radiocarbon program OxCal. *Radiocarbon* **43** (2A), 355-363.
- Collinson, J.D. (1996) Alluvial sediments. In Reading, H.G. eds., *Sedimentary environments: Processes, facies, and stratigraph* 3rd ed., Blackwell Sci. Publ., Oxford, 37-82.
- Colman, S.M., King, J.W., Jones, G.A., Reynolds, R.L. and Bothner, M.H. (2000) Holocene and recent sediment accumulation rates in southern Lake Michigan. *Quaternary Res.*, **19**, 1563-1580.
- Dalrymple, R.W. (1992) Tidal depositional systems. In Walker R.G. and James, N.P. eds., *Facies models: Response to sea level change*, Geological Association of Canada, Waterloo, Ontario, 195-218.
- 江口誠一・村田泰輔 (1999) 関東平野中央部加須低地における完新世の環境変遷史. *地理学評論*, **72**(4), 253-266.
- 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 (1996) 沖積層をめぐる諸問題. *関東平野*, **4**, 85-94.
- 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 (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, 23-69.
- 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**(2), 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*, no. 8 (別編自然編), 三郷, 35-111.
- 藤本 潔 (1990) 日本列島における後期完新世海水準変動の再検討. *日本地理学会予稿集*, **38**, 140-141.
- 藤原 治・鎌滝孝信 (2003) ¹⁴C年代測定による堆積年代の推定における堆積学的時間平均化の重要性. *第四紀研究*, **42**(1), 27-40.
- 国土地理院 (1972) 野田. 1:25,000土地条件図.
- Geotek Ltd. (2004) GEOTEK multi sensor core logger systems (MSCL) general product overview. <http://www.geotek.co.uk/ftp/MSCLOverview.pdf>, 12p.
- Gunn, D.E. and Best, A.I. (1998) A new automated nondestructive system for high resolution multi-sensor core logging of open sediment cores. *Geo-Mar. Lett.*, **18**, 70-77.
- Hachinohe, S., Kimura, K., Nakanishi, T., Ishihara, Y. and Tanabe, S. (2006) Geological/geotechnical information system: an example of a boring database for Saitama Prefecture, Japan, and its application. *Trans. Jpn. Geomorph. Union*, **27**(3),

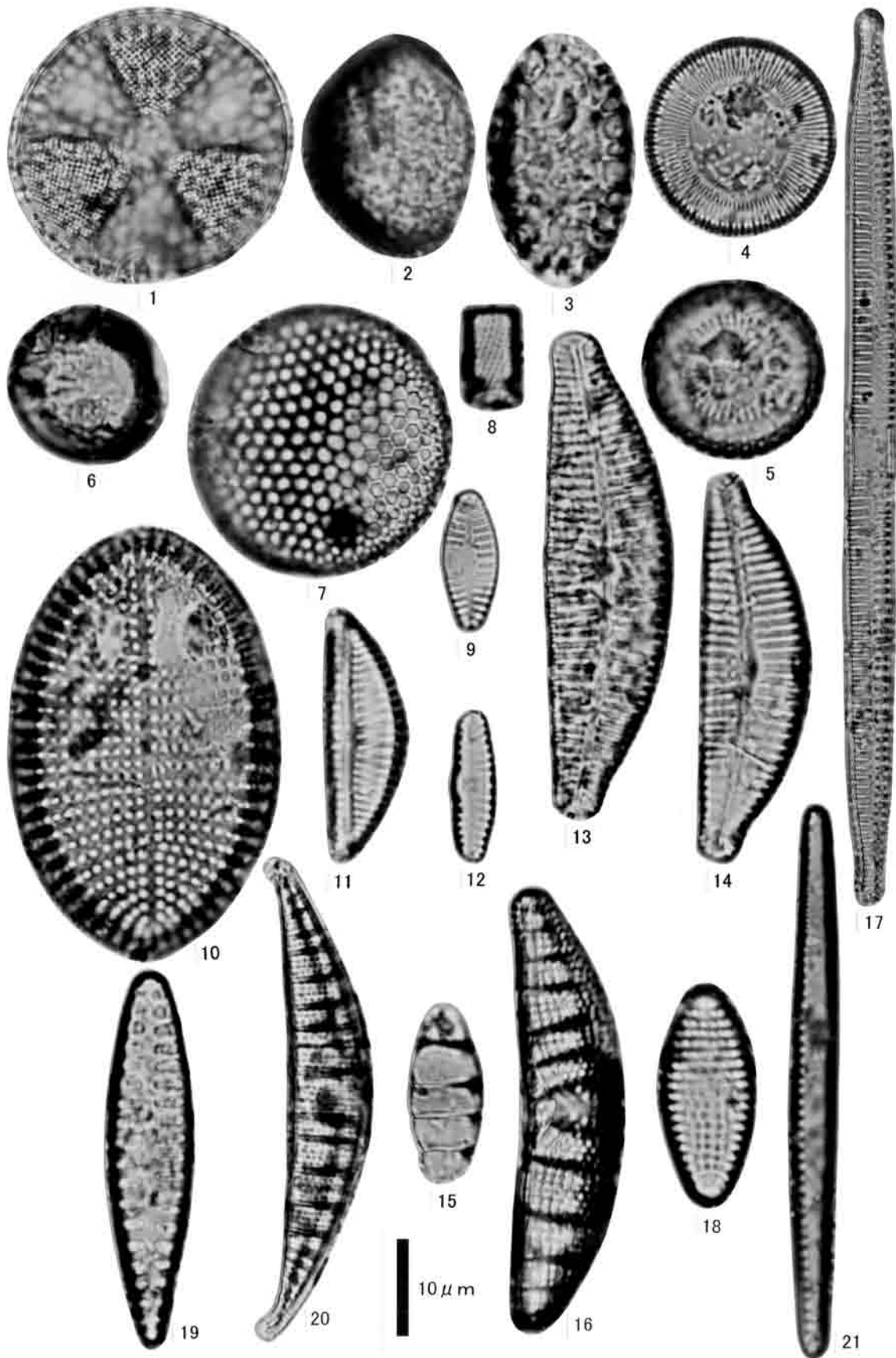
- 349-366.
- 羽鳥謙三・井口正男・貝塚爽平・成瀬 洋・杉村 新・戸谷 洋 (1962) 東京湾周辺における第四紀末の諸問題. 第四紀研究, **2**(2-3), 69-90.
- 平井幸弘 (1983) 関東平野中央部における沖積低地の地形発達史. 地理学評論, **56**(10), 679-694.
- 菱田 量 (1992) 砂礫からみた三郷市周辺の古環境. 三郷市史, no. 8 (別編自然編), 三郷, 365-385.
- 星 博幸・亀井春美 (2003) 陸上に露出する無層理堆積物の初磁化率 (帯磁率) による対比: 静岡県, 更新統佐浜泥部層の例. 地質学雑誌, **109**(12), 697-709.
- 堀口万吉 (1986) 埼玉県の地形と地質. 新編埼玉県史別編3 自然, 埼玉県, 5-74.
- Hutchinson, I., James, T.S., Reimer, P.J., Bornhold, B.D., Clague, J.J. (2004) Marine and limnic radiocarbon reservoir corrections for studies of late- and postglacial environments in Georgia Basin and Puget Lowland, British Columbia, Canada and Washington, USA. *Quaternary Res.*, **61**, 193-203.
- Hustedt, F. (1930) Bacillariophyta (Diatomeae). In Pascher, A. eds., *Die Süßwasser-flora Mitteleuropas*, 10, Gustav Fischer, Jena, 466p.
- Hustedt, F. (1937-38) Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeen-Flora von Java, Bali und Sumatra 1-3. *Archiv für Hydrobiologie*, **15**: 131-809 and **16**: 1-155, 274-394.
- Hustedt, F. (1961-1966), Die Kieselalgen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz. In Rabenhorst, L. eds., *Kryptogamen Flora von Deutschland, Oesterreichs und der Schweiz*, 7, Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, 816p.
- 兵頭政幸 (2000) 内湾堆積物の磁性と環境. 月刊地球, **22**(3), 166-171.
- 池原 研 (2000) 深海堆積物に記録された地球環境変動—環境変動解析における試料の一次記載と非破壊連続分析の重要性—. 月刊地球, **22**(3), 206-211.
- Inazaki, T. (2005) High-resolution seismic reflection survey using Land Streamer in large urban area. Proceedings of the 18th Annual Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems (SAGEEP2005), CD-ROM, 959-970.
- 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. 地質調査研究報告, **55**(7/8), 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 (舎人公園), HAコア (東綾瀬公園), 地質調査研究報告, **55**(7/8), 221-235.
- 石渡良志・山本正伸共編 (2004) *有機地球化学*. 地球化学講座4, 培風館, 290p.
- 井関弘太郎 (1956) 日本周辺の陸棚と沖積統基底面との関係について. 名古屋大学文学部研究論集 (史学), no. 14, 85-102.
- 井関弘太郎 (1975) 沖積基底礫層について. 地学雑誌, **84**(5), 1-18.
- 地盤工学会 (2000) *土質試験の方法と解説 (第1回改訂版)*. 地盤工学会, 東京, 902 pp.
- 実用軟弱地盤対策技術総覧編集委員会編 (1993) *実用軟弱地盤対策技術総覧*. 産業技術サービスセンター, 東京, 1281pp.
- 貝塚爽平・松田磐余 (1982) *首都圏の活構造・地形区分と関東地震の被害分布*. 内外地図, 東京.
- Kaizuka, S., Naruse, Y. and Matsuda, I. (1977) Recent formations and their basal topography in and around Tokyo Bay, central Japan. *Quaternary Res.*, **8**(1), 32-50.
- 菊地隆男 (1979) 関東平野中央部における後期更新世以降の古地理の変遷. 第四紀研究, **17**(4), 215-221.
- 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. 地質調査研究報告, **55**(7/8), 181-182.
- 木村克己 (2006) 巻頭言: 都市地質研究の展開 (その2). 地質調査研究報告, **57**(9/10), 259-260.
- 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. 地質学論集, no. 59, 1-18.
- Kitagawa, H., Masuzawa, T., Nakamura, T. and Matsumoto, E. (1993) A batch preparation method for graphite targets with low background for AMS ^{14}C measurements. *Radiocarbon*, **35**(2), 295-300.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1985) *Naviculaceae*. *Bibliotheca Diatomologica*, **9**, Cramer, Berlin, 230p.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1986-1991) Bacillariophyceae 1-4, In Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. eds, *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, 2(1-4), Gustav Fischer Verlag, Stuttgart and New York.
- 久保純子 (1989) 東京低地における縄文海進以降の地形の変遷. 早稲田大学教養部学術研究 (地理・歴史学・社会科学編), **38**, 75-92.
- Kume, H., Shibata, Y., Tanaka, A., Yoneda, M., Kumamoto, Y., Uehiro, T. and Morita, M. (1997) The AMS facility at the National Institute for Environmental Studies (NIES), Japan. *Nucl. Instr. and Meth. B*, **123**, 31-33.
- 小杉正人 (1986) 現世干潟における珪藻遺骸の堆積・運

- 搬パターン. 地理学評論, 59(1), 37-50.
- 小杉正人 (1988a) 珪藻化石からみた草加市及びその周辺の古環境. 草加市史編纂委員会編, *草加市史*, 自然・考古編, 草加, 71-102.
- 小杉正人 (1988b) 珪藻の環境指標種群の設定と古環境復原への応用. 第四紀研究, 27(1), 1-20.
- 小杉正人 (1992) 珪藻化石からみた最終氷期以降の東京湾の変遷史. *三郷市史*, no. 8 (別編自然編), 三郷, 112-193.
- 桑原 徹 (1966) 沖積層の土質光学的性質とその意義. 第四紀研究, 5(3-4), 121-138.
- 牧野内猛・森 忍・檀原 徹・竹村恵二 (2006) 濃尾平野における第一礫層 (BG) の層位と形成年代. 地質学論集, no. 59, 129-140.
- 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(3), 191-196.
- 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(4), 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. 堆積学研究會報特集号, 108-116.
- Matsuda, I. (1974) Distributions 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, 東京, 67-109.
- Miall, A.D. (1977) A review of the braided-river depositional environment. *Earth Sci. Rev.*, 13, 1-62.
- Miall, A.D. (1985) Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. *Earth Sci. Rev.*, 22, 261-308.
- 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.
- 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・堆積物物性と放射性炭素年代. 地質調査研究報告, 55(7/8), 201-219.
- 森川六郎 (1962) 埼玉県南平野の地盤地質. 応用地質, 3(3,4), 11-19.
- Nakagawa, T., Kitagawa, H., Yasuda, Y., Tarasov, E.P., Nishida, K., Gotanda, K., Sawai, Y. and Yangtze river civilization program members (2003) Asynchronous climate changes in the north Atrantic and Japan during the last termination. *Science*, 299, 688-691.
- 中井睦美 (2004) ジオロジストのための岩石磁気学 帯磁率・古地磁気からAMSまで. 地学団体研究会, 東京, 地学双書, no. 34, 178pp.
- 中西利典・石原与四郎・田辺 晋・木村克己・八戸昭一・稲崎富士 (2007) ボーリング柱状図資料の解釈による中川低地南部の沖積層基底図, 地質調査総合センター研究資料集, no. 454, 36pp.
- 中尾有利子・中西利典・木村克己 (2008) 中川低地南部の沖積層から産出した貝形虫化石, 日本大学文学部自然科学研究所研究紀要, no. 43, 277-286.
- 中島 礼・木村克己・宮地良典・石原与四郎・田辺 晋 (2004) 東京都江戸川区小松川と埼玉県草加市柿木において掘削した沖積層ボーリングコアから産出した貝化石群集, 地質調査研究報告, 55(7/8), 237-269.
- 中島 礼・田辺 晋・宮地良典・石原与四郎・木村克己 (2006) 沖積層の貝化石群集変遷—埼玉県草加市と東京都江戸川区の例—. 地質学論集, no. 59, 19-33.
- Nio, S.D. and Yang, C.S. (1991) Diagnostic attributes of clastic tidal deposits. In Smith, D.G., Reinson, B.A. and Rahmani, R.A. eds., *Clastic tidal sedimentology*, *Canad. Soc. of Petrol. Geologists Mem.*, no. 16, 3-27.
- Nummedal, D. and Swift, D.J.P. (1987) Transgressive stratigraphy at sequence-bounding unconformities: some principles derived from Holocene and Cretaceous examples. In Nummedal, D., Pilkey, O.H. and Howard, J.D. eds., *Sea-level fluctuation and coastal evolution*, *SEPM Spec. Publ.*, no. 41, 241-260.
- 奥谷喬司 (2000) *日本近海産貝類図鑑*. 東海大学出版会, 秦野, 1173pp.
- Orton, G.J. and Reading, H.G. (1993) Variability of deltaic processes in terms of sediment supply, which particular emphasis on grain size. *Sedimentology*, 40, 475-512.
- Pemberton, S.G., MacEachern, J.A. and Frey, R.W. (1992) Trace fossil facies models: environmental and allostratigraphic significance. In Walker, R.G. and James, N.P. eds., *Facies models: Response to sea level change*, Geol. Assoc. Canada, 47-72.
- Reading, H.G. and Collinson, J.D. (1996) Clastic coasts. In Reading, H.G. eds., *Sedimentary environments: Process, facies and stratigraphy*, 3rd ed. Blackwell Science, Oxford, 154-231.
- Reineck, H.E. and Singh, I.B. (1980) *Depositional Sedimentary Environments*. Springer-Verlag, 551p.
- 埼玉県 (1995) *埼玉県表層地質図*. 埼玉県県政情報センター, さいたま.
- 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*, 45, 76-100.
- 斎藤文紀 (2006) 沖積層研究の魅力と残された課題. 地

- 質学論集, no. 59, 205-212.
- Scruton, P.C. (1960) Delta building and the deltaic sequence. In Shepard, F.P., Phleger, F.B. and van Andel, T.H. eds., *Recent sediments: northwest Gulf of Mexico*. AAPG, 82-102.
- 関本勝久 (1992) 有孔虫化石群集からみた三郷市およびその周辺地域の古環境. *三郷市史*, no. 8 (別編自然編), 三郷, 329-364.
- 清水恵助 (1972) “沖積層”の土質工学的性質—とくに東京港地区を例として—. *地質学論集*, no. 7, 251-266.
- 清水恵助 (1990) “沖積層”の形成史からみた湖沼—東京港地区を例として—. *地質学論集*, no. 36, 119-128.
- Stuiver, M. and Braziunas, T.F. (1993) Modeling atmospheric ^{14}C influences and ^{14}C ages of marine samples to 10000 BC. *Radiocarbon* **35**, 137-189.
- Stuiver, M., Reimer, P.J., Bard, E., Beck, J.W., Burr, G.S., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, F.G., van der Plicht, J. and Spurk, M. (1998a) INTCAL98 Radiocarbon age calibration 24,000 - 0 cal BP. *Radiocarbon*, **40**, 1041-1083.
- Stuiver, M., Reimer, P.J. and Braziunas, T.F. (1998b) High-precision radiocarbon age calibration for terrestrial and marine samples. *Radiocarbon* **40**, 1127-1151.
- 須藤 斎 (2006) 始新世/漸新世境界 (約3,370万年前)の渦鞭毛藻類から珪藻類への一次生産者交代事変の可能性. *藻類*, **54**, 95-97.
- 武村雅之・諸井孝文 (2002) 地質調査所データに基づく1923年関東地震の詳細震度分布 その2. 埼玉県. *日本地震工学会論文集*, **2**(2), 55-73.
- Tanabe, S., Hori, K., Saito, Y., Haruyama, S., Vu, V.P. and Kitamura, A. (2003) Song Hong (Red River) delta evolution related to millennium-scale Holocene sea-level changes. *Quaternary Sci. Rev.*, **22**, 2345-2361.
- 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: 奥東京湾口の砂嘴堆積物の時空間分布. *地質調査研究報告*, **57**(9/10), 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. *地質調査研究報告*, **57**(9/10), 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. *地質学論集*, no. 59, 35-52.
- 田辺 晋・石原与四郎・中島 礼・木村克己・中山俊雄 (2008) 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). *地質調査研究報告*, **59**(3/4), 135-149.
- 田中勝法・竹村貴人・木村克己 (2006) 堆積環境の変遷から見た沖積層の圧密特性. *地質学論集*, no. 59, 191-204.
- 東木龍七 (1926) 地形と貝塚分布により見たる關東低地の舊海岸線. *地理学評論*, **2**, 597-607, 659-678, 746-773.
- 東京都土木技術研究所 (1970) 東京都23区内の地下地質と地盤の区分について. *東京都土木技術研究所年報*, **45**, 51-62.
- 鳥居雅之・福岡浩司 (1998) 黄土層の初磁化率: レヴィュー. *第四紀研究*, **37**(1), 33-45.
- 鳥居雅之 (2005) 環境磁気学: レヴィュー. *地学雑誌*, **114**(2), 284-295.
- 上原克人 (1999) 数値モデルによる完新世中期の東京湾の古潮汐推定. *日本第四紀学会講演要旨集*, **29**, 112-113.
- 海津正倫 (1994) *沖積低地の古環境学*. 古今書院, 東京, 270p.
- Rust, B.R. and Koster, E.H. (1984) Coarse alluvial deposits. In Walker, R.G. eds., *Facies models 2nd ed.*, Geoscience Canada Reprint series 1, 53-69.
- Visher, G.S. (1965) Use of vertical profile in environmental reconstruction. *AAPG Bull.*, **49**, 41-61.
- 和島誠一・松井 健・長谷川康雄・岡本 勇・塚田 光・田中義昭・中村嘉男・小宮恒雄・黒部 隆・高橋健一・佐藤 孜 (1968) 関東平野における縄文海進の最高海水準について. *資源科学研究所彙報*, **70**, 108-129.
- 山路 勇 (1984) *日本海洋プランクトン図鑑 第3版*. 保育社, 大阪, 537pp.
- 柳沢幸夫 (2000) 珪藻類. 化石研究会(編), *化石の研究法*, 共立出版, 東京, 45-50.
- 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 measurement and preparative techniques at NIES-TERRA. *Nucl. Instr. and Meth.B*, **223-224**, 116-123.
- Yokoyama, Y., Lambeck, K., de Deckker, P., Johnston, P. and Fifield, L.K. (2000) Timing of the Last Glacial Maximum from observed sea-level minima. *Nature*, **406**(17), 713-716.
- 吉川昌伸 (1992) 花粉化石からみた三郷の環境変遷. *三郷市史*, no. 8 (別編自然編), 三郷, 194-295.
- Zaitin, B.A., Dalrymple, R.W. and Boyd, R. (1994) The stratigraphic organization of incised-valley systems associated with relative sea-level change. In Dalrymple, R.W., Boyd, R. and Zaitin, B.A. eds., *Incised-valley systems: Origin and sedimentary sequences*. *SEPM Spec. Publ.*, no. 51, 45-60.

(受付: 2010年7月14日; 受理: 2010年12月27日)

- 図版1 GS-MHI-1 コアから得た珪藻化石
- 第1図 *Actinoptychus senarius* (Ehr.) Ehrenberg (深度 : 20.40 m)
- 第2図 *Chaetoceros* sp. (深度 : 20.40 m)
- 第3図 *Chaetoceros* sp. (深度 : 30.59 m)
- 第4図 *Cyclotella striata* (Kuetz.) Grunow in Cleve & Grunow (深度 : 20.40 m)
- 第5図 *Paralia sulcata* (Ehr.) Cleve (深度 : 20.40 m)
- 第6図 *Pseudopodosira kosugii* Tanimura et Sato (深度 : 20.40 m)
- 第7図 *Thalassiosira eccentrica* (Ehr.) Cleve (深度 : 20.40 m)
- 第8図 *Aulacoseira italica* (Ehr.) Simonsen (深度 : 3.85 m)
- 第9図 *Achnanthes lanceolata* (Breb.) Grunow (深度 : 3.85 m)
- 第10図 *Cocconeis scutellum* Ehrenberg (深度 : 20.40 m)
- 第11図 *Cymbella silesiaca* Bleisch (深度 : 3.85 m)
- 第12図 *Cymbella sinuata* Gregory (深度 : 3.85 m)
- 第13図 *Cymbella turgidula* Grunow (深度 : 3.85 m)
- 第14図 *Cymbella turgidula* var. *nipponica* Skvortzow (深度 : 3.85 m)
- 第15図 *Diatoma hyemale* var. *mesodon* (Ehr.) Grunow (深度 : 3.85 m)
- 第16図 *Epithemia adnata* (Kuetz.) Brebisson (深度 : 38.35 m)
- 第17図 *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot (深度 : 3.85 m)
- 第18図 *Glyphodesmis williamsonii* (W.Smith) Grunow in Van Heurck (深度 : 30.59 m)
- 第19図 *Opephora martyi* Heribaud (深度 : 30.59 m)
- 第20図 *Rhopalodia musculus* (Kuetz.) O.Muller (深度 : 48.26 m)
- 第21図 *Thalassionema nitzschioides* (Grun.) Grunow (深度 : 20.40 m)
-
- Plate 1 Representative diatom fossils from GS-MHI-1 core.
- Fig. 1 *Actinoptychus senarius* (Ehr.) Ehrenberg (Depth : 20.40 m)
- Fig. 2 *Chaetoceros* sp. (Depth : 20.40 m)
- Fig. 3 *Chaetoceros* sp. (Depth : 30.59 m)
- Fig. 4 *Cyclotella striata* (Kuetz.) Grunow in Cleve & Grunow (Depth : 20.40 m)
- Fig. 5 *Paralia sulcata* (Ehr.) Cleve (Depth : 20.40 m)
- Fig. 6 *Pseudopodosira kosugii* Tanimura et Sato (Depth : 20.40 m)
- Fig. 7 *Thalassiosira eccentrica* (Ehr.) Cleve (Depth : 20.40 m)
- Fig. 8 *Aulacoseira italica* (Ehr.) Simonsen (Depth : 3.85 m)
- Fig. 9 *Achnanthes lanceolata* (Breb.) Grunow (Depth : 3.85 m)
- Fig. 10 *Cocconeis scutellum* Ehrenberg (Depth : 20.40 m)
- Fig. 11 *Cymbella silesiaca* Bleisch (Depth : 3.85 m)
- Fig. 12 *Cymbella sinuata* Gregory (Depth : 3.85 m)
- Fig. 13 *Cymbella turgidula* Grunow (Depth : 3.85 m)
- Fig. 14 *Cymbella turgidula* var. *nipponica* Skvortzow (Depth : 3.85 m)
- Fig. 15 *Diatoma hyemale* var. *mesodon* (Ehr.) Grunow (Depth : 3.85 m)
- Fig. 16 *Epithemia adnata* (Kuetz.) Brebisson (Depth : 38.35 m)
- Fig. 17 *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot (Depth : 3.85 m)
- Fig. 18 *Glyphodesmis williamsonii* (W.Smith) Grunow in Van Heurck (Depth : 30.59 m)
- Fig. 19 *Opephora martyi* Heribaud (Depth : 30.59 m)
- Fig. 20 *Rhopalodia musculus* (Kuetz.) O.Muller (Depth : 48.26 m)
- Fig. 21 *Thalassionema nitzschioides* (Grun.) Grunow (Depth : 20.40 m)



付録1 GS-MHI-1コアから産出した珪藻化石リスト. Mar.を海生種・Bra.を汽水生種・Fre.を淡水生種と解釈した.

Appendix 1 List of diatom fossils in the GS-MHI-1 core in the Nakagawa Lowland. Abbreviations of indexes are Mar. = Marine diatom(s); Bra. = Brackish diatom(s); Fre. = freshwater diatom(s).

Diatoms in GS-MHI-1 core	Depth (m)																
		3.85	8.65	11.70	14.05	14.745	18.20	20.40	24.15	27.85	30.59	30.95	33.75	35.55	38.35	40.70	48.26
Species	Salinity																
<i>Actinocyclus ehrenbergii</i> Ralfs	Mar.	-	-	-	1	-	-	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-
<i>Actinocyclus ehrenbergii</i> var. <i>tenella</i> (Breb.) Hustedt	Mar.	-	-	-	-	-	1	-	1	6	4	4	3	-	-	-	-
<i>Actinocyclus</i> spp.	Mar.	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Actinocyclus senarius</i> (Ehr.) Ehrenberg	Mar.	-	-	1	-	2	1	1	2	4	3	7	9	-	-	-	-
<i>Asteromphalus</i> spp.	Mar.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Auliscus caelatus</i> Bailly	Mar.	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aspeitia nodulifer</i> (A.Schmidt) Fryxell et Sims in Fryxell et al	Mar.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-
<i>Aspeitia</i> spp.	Mar.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Bacteriastrium varians</i> Lauder	Mar.	-	-	-	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Biddulphia</i> sp.-A	Mar.	-	-	1	-	1	1	1	-	-	2	1	-	-	-	-	-
<i>Biddulphia</i> spp.	Mar.	-	5	26	13	12	20	10	11	17	19	9	8	-	-	-	-
<i>Campylodiscus cymbelliformis</i> (A.Schmidt) Grunow ex Van Heurck	Mar.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros</i> spp.	Mar.	-	7	25	29	13	23	25	17	19	21	18	19	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Jouse	Mar.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg	Mar.	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus</i> spp.	Mar.	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymatocera weissflogii</i> (Grun. in Van Heurck) Hendeby	Mar.	-	-	1	3	13	4	4	-	-	6	12	15	-	-	-	-
<i>Dimerogramma fulvum</i> (Greg.) Ralfs in Pritchard	Mar.	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dimerogramma hyalinum</i> Hustedt	Mar.	-	-	1	-	-	1	2	1	1	3	-	-	-	-	-	-
<i>Dimerogramma minor</i> (Greg.) Ralfs in Pritchard	Mar.	-	-	-	-	-	1	-	-	1	2	-	1	-	-	-	-
<i>Diploneis suborbicularis</i> (Greg.) Cleve	Mar.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotogramma laeve</i> Grunow in Van Heurck	Mar.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Glyphodesmis williamsonii</i> (W. Smith) Grunow in Van Heurck	Mar.	-	-	-	-	-	1	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-
<i>Grammatophora macientia</i> W. Smith	Mar.	-	-	1	-	3	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Grammatophora oceanica</i> (Ehr.) Grunow	Mar.	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Grammatophora</i> spp.	Mar.	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula directa</i> (W. Smith) Ralfs in Pritchard	Mar.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula granulata</i> Bailey	Mar.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Navicula pseudony</i> Hustedt	Mar.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula</i> spp.	Mar.	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia lanceola</i> Grunow	Mar.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ophephora marina</i> (Greg.) Petit	Mar.	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-
<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cleve	Mar.	-	2	21	15	9	8	28	22	17	17	38	25	-	-	-	-
<i>Plagiogramma appendiculatum</i> Giffen	Mar.	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Plagiogramma</i> spp.	Mar.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Planktoniella sol</i> (Wall.) Schutt	Mar.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Pleurosigma angulatum</i> (Quekett) W. Smith	Mar.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pleurosigma</i> spp.	Mar.	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell	Mar.	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	Mar.	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Surirella fastuosa</i> (Ehr.) Kuetzing	Mar.	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	1	-	-	-	-
<i>Thalassionema nitzschoides</i> (Grun.) Grunow	Mar.	-	19	40	73	52	61	46	33	41	30	36	47	2	-	-	-
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehr.) Cleve	Mar.	-	-	12	1	16	8	7	10	5	8	5	10	-	-	-	-
<i>Thalassiosira lineata</i> Jouse	Mar.	-	1	5	2	8	16	9	9	5	4	8	12	-	-	-	-
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i> Cleve	Mar.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiosira pacifica</i> Gran et Angst	Mar.	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-
<i>Thalassiosira subtilis</i> (Osten.) Gran	Mar.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Thalassiosira symbolophora</i> Schrader	Mar.	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-

埼玉県三郷市彦糸地区のコア解析結果 (中西ほか)

付録1 続き

Appendix 1 Continued.

<i>Thalassiosira</i> spp.	Mar.	-	-	5	7	18	5	6	11	6	11	13	17	-	-	-	-
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> Grunow	Mar.	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve & Grunow	Mar.	-	-	1	-	2	1	1	-	3	2	1	3	-	-	-	-
<i>Trachyneis aspera</i> (Ehr.) Cleve	Mar.	-	1	-	1	1	2	1	1	2	3	7	1	-	-	-	-
<i>Tryblioptychus cocconeiformis</i> (Cl.) Hendey	Mar.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	14	-	-	-	-
<i>Amphora arenicola</i> var. <i>oculata</i> Cleve	Mar.-Bra.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amphora wisei</i> (Salah) Simonsen	Mar.-Bra.	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amphora</i> spp.	Mar.-Bra.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg	Mar.-Bra.	-	1	4	3	3	11	3	-	2	1	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella caspia</i> Grunow	Mar.-Bra.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella striata</i> (Kuetz.) Grunow in Cleve & Grunow	Mar.-Bra.	-	10	16	15	19	18	22	38	32	29	29	36	-	-	1	-
<i>Cyclotella striata</i> var. <i>subsalina</i> Grunow	Mar.-Bra.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-
<i>Cyclotella striata</i> -C. <i>stylorum</i>	Mar.-Bra.	-	4	10	2	6	2	13	21	20	17	10	12	1	-	-	-
<i>Cyclotella stylorum</i> Brightwell	Mar.-Bra.	-	-	-	1	-	1	-	2	2	2	1	-	-	-	-	-
<i>Delphineis angustata</i> (Paufoeseck) Andrews	Mar.-Bra.	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Delphineis surirella</i> (Ehr.) Andrews	Mar.-Bra.	-	-	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Delphineis surirella</i> var. <i>australis</i> (Ehr.) Andrews	Mar.-Bra.	-	2	-	1	-	-	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-
<i>Diploneis bombus</i> (Ehr.) Ehrenb ex Cleve	Mar.-Bra.	-	-	-	1	-	-	2	5	-	-	4	4	-	-	-	-
<i>Diploneis interrupta</i> (Kuetz.) Cleve	Mar.-Bra.	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diploneis smithii</i> (Breb ex W.Smith) Cleve	Mar.-Bra.	-	-	1	-	-	1	1	1	2	-	1	-	-	-	-	-
<i>Hantzschia marina</i> (Donk.) Grunow	Mar.-Bra.	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula alpha</i> Cleve	Mar.-Bra.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula formenterae</i> Cleve	Mar.-Bra.	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula marina</i> Ralfs	Mar.-Bra.	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula</i> spp.	Mar.-Bra.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia apiculata</i> (Greg.) Grunow	Mar.-Bra.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia coarctata</i> Grunow in Cleve & Grunow	Mar.-Bra.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia scalaris</i> (Ehr.e.p.) W.Smith	Mar.-Bra.	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia</i> spp.	Mar.-Bra.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh	Bra.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Achnanthes delicatula</i> (Kuetzing) Grunow in Cleve & Grunow	Bra.	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Achnanthes haukiana</i> Grunow in Cleve & Grunow	Bra.	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
<i>Amphora delphinea</i> var. <i>minor</i> Cleve	Bra.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amphora</i> spp.	Bra.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caloneis rhombica</i> H.Kobayashi	Bra.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diploneis pseudovalis</i> Hustedt	Bra.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria subsalina</i> (Grun.) Lange-Bertalot	Bra.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria</i> spp.	Bra.	-	-	-	-	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema exignum</i> Kuetzing	Bra.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema</i> spp.	Bra.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mastogloia</i> spp.	Bra.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melosira nummuloides</i> (Dillw.) C.A.Agardh	Bra.	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia cocconeiformis</i> Grunow in Cleve & Grunow	Bra.	-	-	-	1	-	1	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-
<i>Nitzschia granulata</i> Grunow	Bra.	-	-	1	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia littoralis</i> Grunow	Bra.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Nitzschia lorenziana</i> var. <i>subtilis</i> Grunow	Bra.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Nitzschia</i> spp.	Bra.	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ophephora marysi</i> Heribaud	Bra.	-	1	-	-	-	-	1	1	2	2	3	1	-	-	1	-
<i>Pseudopodosira kosugii</i> Tanimura et Sato	Bra.	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhopalodia musculus</i> (Kuetz.) O.Muller	Bra.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

付録1 続き

Appendix 1 Continued.

<i>Thalassiosira lacustris</i> (Grun.) Hasle	Bra.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1	-
<i>Fragilaria construens</i> fo. <i>subsalina</i> (Hust.) Hustedt	Bra.-Fre.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula capitata</i> Ehrenberg	Bra.-Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula cincta</i> (Ehr.) Ralfs	Bra.-Fre.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula veneta</i> Kuetzing	Bra.-Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kuetz.) Grunow	Bra.-Fre.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia levidensis</i> var. <i>victoriae</i> (Grun.) Cholnoky	Bra.-Fre.	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehr.) O.Muller	Bra.-Fre.	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	28
<i>Achnanthes clevei</i> Grunow	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Achnanthes convergens</i> H.Kobayasi	Fre.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Achnanthes crenulata</i> Grunow	Fre.	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Achnanthes inflata</i> (Kuetz.) Grunow	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Achnanthes japonica</i> H.Kobayasi	Fre.	12	-	6	2	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Breb.) Grunow	Fre.	12	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
<i>Achnanthes minutissima</i> Kuetzing	Fre.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Achnanthes tropica</i> Hustedt	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Amphora ovalis</i> var. <i>affinis</i> (Kuetz.) Van Heurck	Fre.	9	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	11
<i>Amphora pediculus</i> (Kuetz.) Grunow	Fre.	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grun.) Simonsen	Fre.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehr.) Simonsen	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehr.) Simonsen	Fre.	15	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	5	6	-
<i>Aulacoseira italica</i> var. <i>tenissima</i> (Grun.) Simonsen	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aulacoseira italica</i> var. <i>valida</i> (Grun.) Simonsen	Fre.	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caloneis bacillum</i> (Grun.) Cleve	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Caloneis leptosoma</i> Krammer & Lange-Bertalot	Fre.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Caloneis</i> spp.	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
<i>Ceratoneis arcus</i> Kuetzing	Fre.	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratoneis arcus</i> var. <i>hattoriana</i> Meister	Fre.	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratoneis arcus</i> var. <i>recta</i> (Cl.) Krasske	Fre.	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis placentula</i> (Ehr.) Cleve	Fre.	13	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	12	13	-
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>egyptia</i> (Ehr.) Cleve	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehr.) Cleve	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-
<i>Cyclotella comta</i> (Ehr.) Kuetzing	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella affinis</i> Kuetzing	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella amphioxys</i> (Kuetz.) Cleve	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella aspera</i> (Ehr.) Cleve	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Cymbella leptoceros</i> (Ehr.) Kuetzing	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cymbella minuta</i> Hilse ex Rabh.	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Cymbella naviculiformis</i> Auerswald	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
<i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch	Fre.	10	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	2	13
<i>Cymbella sinuata</i> Gregory	Fre.	12	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-
<i>Cymbella subaequalis</i> Grunow	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Cymbella tumida</i> (Breb. ex Kuetz.) Ven Heurck	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cymbella turgidula</i> Grunow	Fre.	8	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-
<i>Cymbella turgidula</i> var. <i>nipponica</i> Skvortzow	Fre.	14	-	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4	-
<i>Cymbella</i> spp.	Fre.	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	4
<i>Diatoma hyemale</i> var. <i>mesodon</i> (Ehr.) Grunow	Fre.	6	3	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-

埼玉県三郷市彦糸地区のコア解析結果 (中西ほか)

付録1 続き

Appendix 1 Continued.

<i>Diploneis parva</i> Cleve	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Diploneis yatakaensis</i> Horikawa et Okuno	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Diploneis</i> spp.	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Epithemia adnata</i> (Kuetz.) Brebisson	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	19	8	1
<i>Epithemia turgida</i> (Ehr.) Kuetzing	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1	-
<i>Epithemia turgida</i> var. <i>westermanni</i> (Ehr.) Grunow	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	-
<i>Epithemia</i> spp.	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	1	-	-
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehr.) Mills	Fre.	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
<i>Eunotia formica</i> Ehrenberg	Fre.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia incisa</i> W.Smith ex Gregory	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Eunotia pectinalis</i> (Dillwyn) Rabenhorst	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>minor</i> (Kuetz.) Rabenhorst	Fre.	2	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>undulata</i> (Ralfs) Rabenhorst	Fre.	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Eunotia praerupta</i> Ehrenberg	Fre.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Eunotia praerupta</i> var. <i>bidens</i> (Ehrebeg) Grunow	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Eunotia</i> spp.	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	3
<i>Fragilaria bicapitata</i> A.Mayer	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Fragilaria construens</i> (Ehr.) Grunow	Fre.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Fragilaria construens</i> fo. <i>binodis</i> (Ehr.) Hustedt	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria construens</i> fo. <i>venter</i> (Ehr.) Hustedt	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria construens</i> var. <i>triundulata</i> Reichelt	Fre.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Fragilaria intermedia</i> Grunow	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Fragilaria parasitica</i> (W.Smith) Grunow	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Fragilaria pinnata</i> var. <i>lanceolata</i> (Schum.) Hustedt	Fre.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot	Fre.	5	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	5	12	6	-
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kuetz.) Petersen	Fre.	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-
<i>Fragilaria virescens</i> Ralfs	Fre.	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Fragilaria virescens</i> var. <i>capitata</i> Oestrup	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria</i> spp.	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwait.) De Toni	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kuetz.) Rabenhorst	Fre.	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema angustum</i> Agardh	Fre.	10	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	4	1
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Gomphonema clevei</i> Fricke	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kuetzing) Kuetzing	Fre.	5	1	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	3	4
<i>Gomphonema quadripunctatum</i> (Oestrup.) Wislouch	Fre.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
<i>Gomphonema sumatrense</i> Fricke	Fre.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Gomphonema</i> spp.	Fre.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
<i>Gyrosigma scalproides</i> (Rabh.) Cleve	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Gyrosigma spencerii</i> (W.Smith) Cleve	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
<i>Gyrosigma</i> spp.	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grunow	Fre.	6	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	8	8	23
<i>Hantzschia amphioxys</i> var. <i>capitata</i> O.Muller	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hantzschia vivax</i> (W.Smith) M.Preagallo	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Melosira varians</i> Agardh	Fre.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Meridion circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) Van Heurck	Fre.	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Navicula contenta</i> Grunow	Fre.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-

付録1 続き

Appendix 1 Continued.

<i>Navicula contenta</i> fo. <i>biceps</i> (Amott) Hustedt	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	
<i>Navicula decussis</i> Oestrup	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
<i>Navicula elginensis</i> (Greg.) Ralfs	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	
<i>Navicula elginensis</i> var. <i>cuneata</i> H.Kobayasi	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	
<i>Navicula elginensis</i> var. <i>neglecta</i> (Krass.) Patrick	Fre.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Navicula hasta</i> Pantocsek	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1	-	
<i>Navicula mutica</i> Kuetzing	Fre.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	5	
<i>Navicula plausibilis</i> Hustedt	Fre.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Navicula radiosa</i> Kuetzing	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
<i>Navicula reinhardtii</i> Grunow	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kuetzing	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
<i>Navicula seminulum</i> Grunow	Fre.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Navicula viridula</i> (Kutz.) Kuetzing	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Navicula viridula</i> var. <i>rostellata</i> (Kuetz.) Cleve	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	
<i>Navicula</i> spp.	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2
<i>Neidium ampliatum</i> (Ehr.) Krammer	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	
<i>Nitzschia brevissima</i> Grunow	Fre.	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
<i>Orthoseira rooseana</i> (Rabenhorst.) O'Meara	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
<i>Pinnularia acrosphaeria</i> W.Smith	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
<i>Pinnularia borealis</i> var. <i>rectangularis</i> Carlson	Fre.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
<i>Pinnularia brevicostata</i> var. <i>sumatrana</i> Hustedt	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehr.) Cleve	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
<i>Pinnularia obscura</i> Krasske	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
<i>Pinnularia rupestris</i> Hantzsch	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
<i>Pinnularia schroederii</i> (Hust.) Krammer	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
<i>Pinnularia stomatophora</i> (Grun.) Cleve	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
<i>Pinnularia subcapitata</i> Gregory	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	8	
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitz.) Ehrenberg	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	
<i>Pinnularia</i> spp.	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	7	
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Ag.) Lang-Bertalot	Fre.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O.Muller	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	2	
<i>Rhopalodia quismirgiana</i> Skvortzow	Fre.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sellaphora americana</i> (Ehr.) Mann	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
<i>Sellaphora laevissima</i> (Kutz.) Mann	Fre.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sellaphora pupula</i> (Kutz.) Mereschkowsky	Fre.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	14	
<i>Stauroneis lauenburgiana</i> fo. <i>angulata</i> Hustedt	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
<i>Stauroneis obtusa</i> Lagerst	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitz.) Ehrenberg	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
<i>Stauroneis smithii</i> Grunow	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Surirella</i> spp.	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kuetzing	Fre.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	2	
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kuetzing	Fre.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Marine diatoms	Mar.	0	37	147	153	159	161	150	127	143	145	163	192	2	1	0	1		
Marine-brackish diatoms	Mar.-Bra.	0	20	36	26	34	35	45	68	64	49	47	55	1	0	1	0		
Brackish diatoms	Bra.	0	3	7	4	5	1	6	7	6	2	4	2	0	5	4	0		
Brackish-freshwater diatoms	Bra.-Fre.	3	0	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	28		
Freshwater diatoms	Fre.	205	6	19	18	7	7	6	5	1	0	3	0	15	136	131	175		
Amounts of all species		208	66	211	203	206	205	208	207	214	196	217	249	18	144	138	204		