

多摩川低地における沖積層ボーリングコア堆積物の岩相と生物化石相, 放射性炭素年代値

Lithofacies, biofacies and radiocarbon dates of the Alluvium in core sediments obtained from the Tamagawa Lowland, central Japan

田辺 晋^{1*}・中島 礼¹
Susumu Tanabe^{1*} and Rei Nakashima¹

Abstract: In five core sediments obtained from the Tamagawa Lowland, the Alluvium, unconformably overlying the Middle to Upper Pleistocene Sagami Group, can be classified into ten sedimentary units. Based on the lithofacies, biofacies and paleo-water depth and -elevation estimated from the depositional age and the sea-level curve in the Tokyo Lowland, sedimentary environments of the ten sedimentary units can be interpreted as follows: in ascending order, unit 1, braided river; unit 2, transgressive fluvial; unit 3, salt marsh; unit 4, tidal channel; unit 5, tidal flat; unit 6, bayhead delta; unit 7, transgressive shallow marine; unit 8, prodelta to deltafront; unit 9, floodplain; and unit 10, fluvial channel.

Keywords: Kawasaki, Holocene, paleo-water depth, paleo-elevation, sedimentary environment, bayhead delta

要旨

多摩川低地において採取した 5 本のボーリングコア堆積物では、沖積層が、中・上部更新統の相模層群に不整合に累重しており、10 のユニットに区分される。岩相と生物化石相、堆積年代から推定される古水深・標高の情報にもとづくと、ユニット 1 は網状河川、ユニット 2 は海進期の河川、ユニット 3 は塩水湿地、ユニット 4 は潮汐チャネル、ユニット 5 は干潟、ユニット 6 は湾頭デルタ、ユニット 7 は海進期の浅海、ユニット 8 はプロデルタ～デルタフロント、ユニット 9 は氾濫原、ユニット 10 は河川チャネルの堆積環境と解釈することができる。

低地における沖積層の岩相と N 値の空間分布を描写した。平成 26 年度は、これと平行して多摩川低地に立地する川崎市において、2 本のボーリングコア堆積物を掘削し、平成 27 年度は、同市において、さらに 3 本のボーリングコア堆積物を掘削した。現時点で、これら 5 本のコア堆積物の岩相と生物化石相、放射性炭素年代値の解析結果が、ほぼ出揃ったので、本報告では、これらのデータを用いた沖積層の堆積環境の解釈を行う。なお、コア堆積物の珪藻化石については、現在解析中であり、本報告における堆積環境の解釈は、岩相と珪藻以外の生物化石相、放射性炭素年代値から推定した古水深・標高の見積りにもとづく予察的なものである。

1. はじめに

沿岸域の地質・活断層調査の「東京湾西部の沖積層アトラス」研究課題では、平成 26 年度に東京湾西部におけるボーリング柱状図資料の収集とデータベースの構築を行い、このデータベースを用いて多摩川

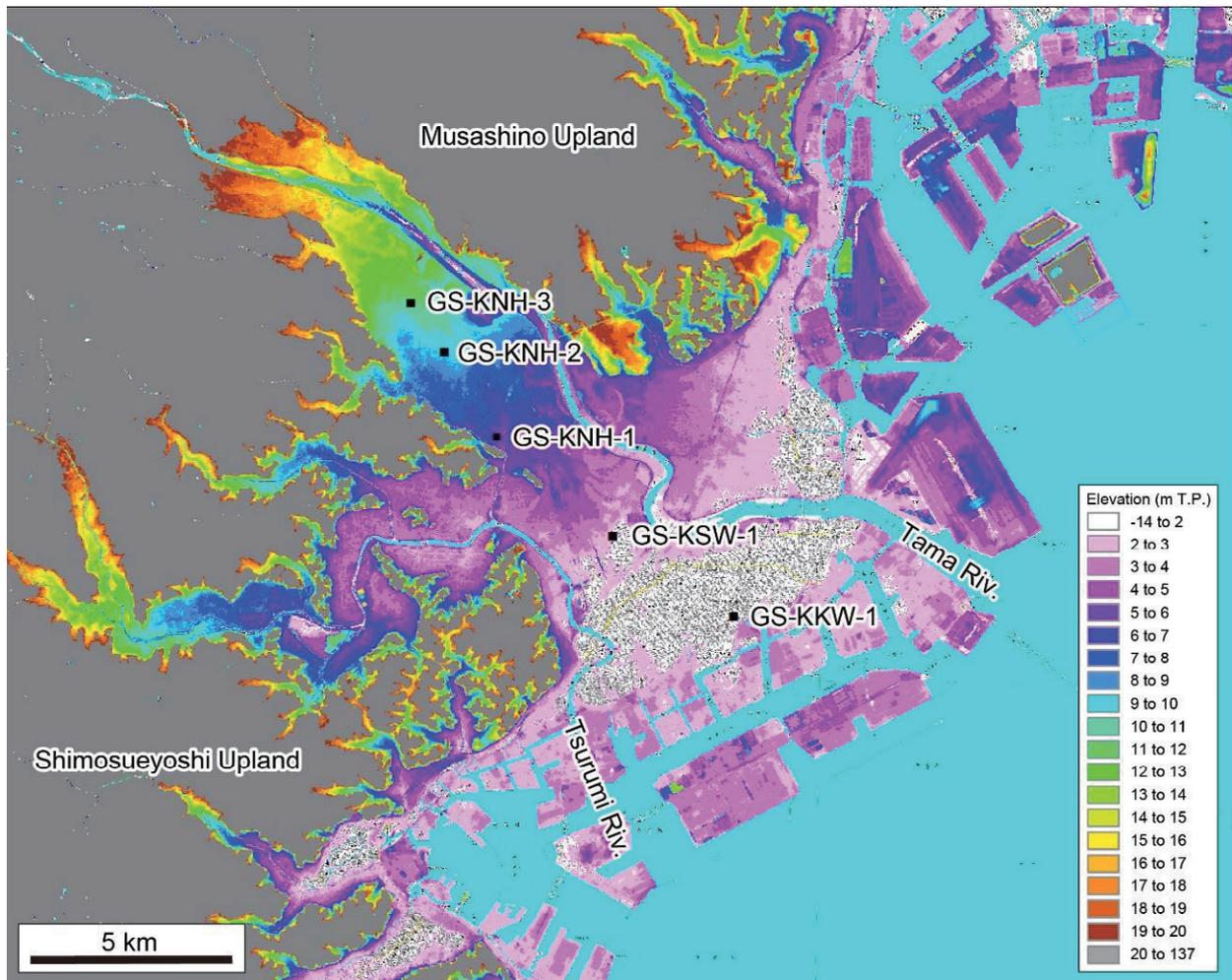
2. コア地点の概要

第 1 図に多摩川低地におけるボーリングコア堆積物の採取位置をしめす。

GS-KKW-1 は、平成 26 年 11 月に川崎市川崎区桜本の桜川公園において掘削した。コア長は 60 m で

* Correspondence

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)



第 1 図 多摩川低地における標高分布とボーリングコア堆積物の採取位置。

Fig. 1 Distribution of elevation in the Tamagawa Lowland and locations of sediment cores used in this study.

ある。掘削地点の緯度経度は、N 35°31′04.0″, E 139°43′21.6″, 標高は 0.45 m である。掘削地点は多摩川低地の氾濫原に位置し、ほぼ干拓前の海岸線に位置する。GS-KSW-1 は、平成 27 年 9 月に川崎市幸区都町の南河原公園において掘削した。コア長は 36 m である。掘削地点の緯度経度は、N 35°32′10.3″, E 139°41′18.9″, 標高は 2.58 m である。掘削地点は多摩川の旧河道に位置し、干拓前の海岸線から 3.7 km 内陸の地点に位置する。GS-KNH-1 は、平成 26 年 12 月に川崎市中原区木月の木月下町公園において掘削した。コア長は 27 m である。掘削地点の緯度経度は、N 35°33′31.1″, E 139°39′20.6″, 標高は 5.86 m である。掘削地点は多摩川低地の自然堤防に位置し、干拓前の海岸線から 7.5 km 内陸の地点に位置する。GS-KNH-2 は、平成 27 年 9 月に川崎市中原区下小田中の下小田中公園において掘削した。コア長は 24 m である。掘削地点の緯度経度は、N 35°34′41.3″, E

139°38′26.2″, 標高は 9.43 m である。掘削地点は多摩川低地の氾濫原に位置し、干拓前の海岸線から 10.0 km 内陸の地点に位置する。GS-KNH-3 は、平成 27 年 9 月に川崎市中原区上小田中の上小田中西公園において掘削した。コア長は 13 m である。掘削地点の緯度経度は、N 35°35′21.3″, E 139°37′51.3″, 標高は 11.33 m である。掘削地点は多摩川低地の氾濫原に位置し、干拓前の海岸線から 11.5 km 内陸の地点に位置する。

3. 研究手法

5 本のコア堆積物はスリーブ内蔵二重管サンプラーを用いて採取し、その採取率はほぼ 100% である。コア堆積物は半裁し、岩相（粒度、粒子の支持様式、堆積構造、岩相境界の特徴）と生物化石相（貝化石と生痕化石の産状と種類、植物根の有無）に着目した記載

を行った。コア堆積物の4φよりも粗い粒子の含有率(含砂率)は、半断面から20 cm間隔で採取した容積が7 ccのキューブ試料を用いて、63 μmの篩を用いた水洗篩分によって測定した。含水率も含砂率と同じ試料を用いて測定した。5本のコア堆積物から採取した77点の貝化石とウニ化石、植物片は、(株)加速器分析研究所に依頼して、放射性炭素年代値を測定した。放射性炭素年代値は、Reimer et al. (2013)のデータセットとCALIB ver.7.0.4 (Stuiver et al., 2016)を使用して、暦年代に較正した。貝化石とウニ化石の暦年較正の際、 ΔR (汎世界的な海洋放射性炭素年代と地域的な海洋放射性炭素年代の差)(Stuiver and Braziunas, 1993)は0、海洋炭素は100%と仮定した。なお、本報告では“BP”(同位体分別補正年代)と特筆しない限り、“cal BP”(較正年代)を使用する。

4. 岩相と生物化石相

第2図に5本のボーリングコア堆積物の柱状図をしめす。

5本のコア堆積物のうち、沖積層の基盤まで到達しているのは、GS-KKW-1とGS-KNH-3である。GS-KKW-1では、深度45.0～38.9 mに54.0～35.7 kyr BPのスケール・アウトした年代値を含む固結した砂泥層が分布する(第2図)。この砂泥層は、深度45.0～43.8 mにおいて植物根を含む緑色の細粒砂層、深度43.8～42.7 mにおいて茶褐色のローム質シルト層、深度42.7～42.4 mにおいて黒色の泥炭質シルト層、深度42.4～38.9 mにおいて青緑色のシルト層から構成される。特に青緑色のシルト層からは、現地性をしめすヤマトシジミや生痕化石が産出する。仮にこの砂泥層に不整合がなく、一連に堆積したとすると、上方深海化をしめす本層相は、その分布標高と海水準変動曲線との対比にもとづいて、海洋酸素同位体ステージ(MIS)4から3、もしくはMIS3の一時的な海水準上昇に伴って形成されたと考えられる(Siddall et al., 2003)。GS-KNH-3では、深度13.0～12.3 mに基質支持礫層、深度12.3～10.9 mに植物根を含む茶褐色のローム質シルト層が分布する(第2図)。このローム質シルト層の直上の泥炭質シルト層からは8.5 cal kyr BPの年代値が得られており、その形成過程は、東京低地において埋没段丘礫層の直上に分布するローム層と類似すると考えられる(遠藤ほか、

1988)。以上から、GS-KKW-1とGS-KNH-3における沖積層の基盤は、いずれも中・上部更新統の相模層群(町田, 2008)に対比される。

5本のコア堆積物における沖積層は、11.2 cal kyr BP以降の年代値をしめしており、相模層群に不整合に累重すると考えられる(第2図)。沖積層は、岩相と生物化石相にもとづいて、10のユニットに区分される。また、いずれのコア堆積物においても、地表面直下に層厚が2 m以下の人工土壌が分布する。

ユニット1は、GS-KSW-1の深度36.0～35.7 m、GS-KNH-1の深度27.0～26.0 m、GS-KNH-2の深度24.0～22.9 mに分布しており、礫層から構成される(第2図)。礫質支持をしめす礫層は、よく円摩された中礫を主体とし、基質は中粒～粗粒砂から構成される。

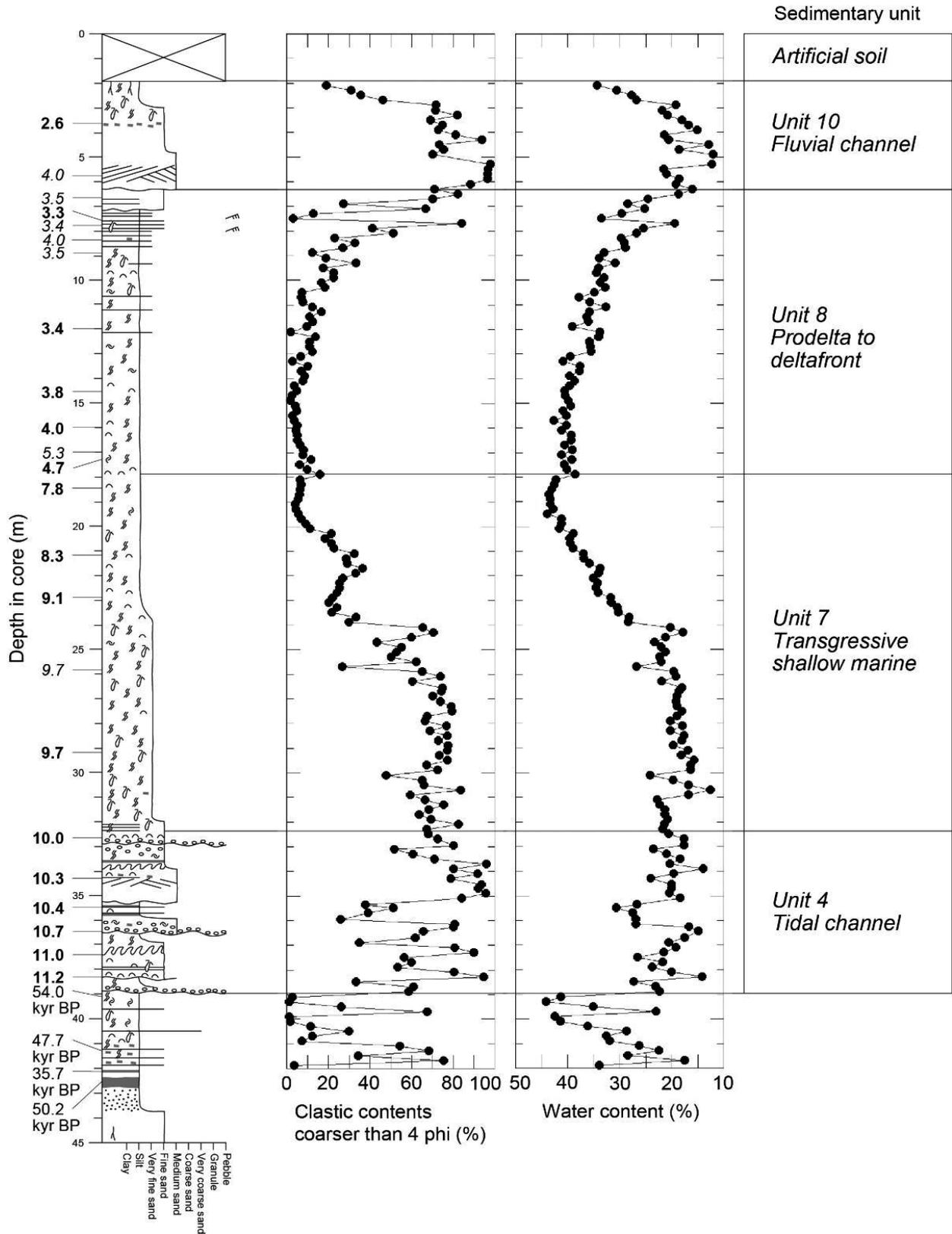
ユニット2は、GS-KSW-1の深度35.7～33.1 m、GS-KNH-2の深度22.9～21.1 mに分布しており、下部において砂層、上部において砂泥互層から構成される(第2図)。砂層は、細粒～中粒砂から構成されており、斜交層理やカレント・リップル層理がみられる。また、GS-KNH-2の深度22.5～22.4 mには中礫混じりの粗粒砂層が挟在する。砂泥互層のシルトは細粒砂にかけて逆グレーディングをしめしており、シルトには植物根がみられる。

ユニット3は、GS-KSW-1の深度33.1～26.0 m、GS-KNH-1の深度26.0～17.7 m、GS-KNH-2の深度21.1～14.7 mに分布しており、シルト層から構成される(第2図)。シルト層には層厚が10～40 cmの極細粒～中粒砂層が挟在し、GS-KNH-1の深度20.6～20.5 mには中礫まじりの中粒砂層が挟在する。これらの挟在する砂層には、グレーディングや逆グレーディングをしめすものがある。本ユニットには、多くの植物根と植物片のほか、生痕化石がみられる。

ユニット4は、GS-KKW-1の深度38.9～32.7 m、GS-KNH-1の深度17.7～8.9 mに分布しており、上方細粒化する砂泥層から構成される(第2図)。砂泥層は、基底に中礫を伴う細粒～中粒砂層からシルト層にかけて上方細粒化しており、砂層には、斜交層理のほか、生痕化石、植物片がみられる。また、GS-KKW-1の砂層からは、合弁のヤマトシジミのほか、マガキ、ウネナシトマヤガイなどの汽水環境をしめす貝化石が多産する。

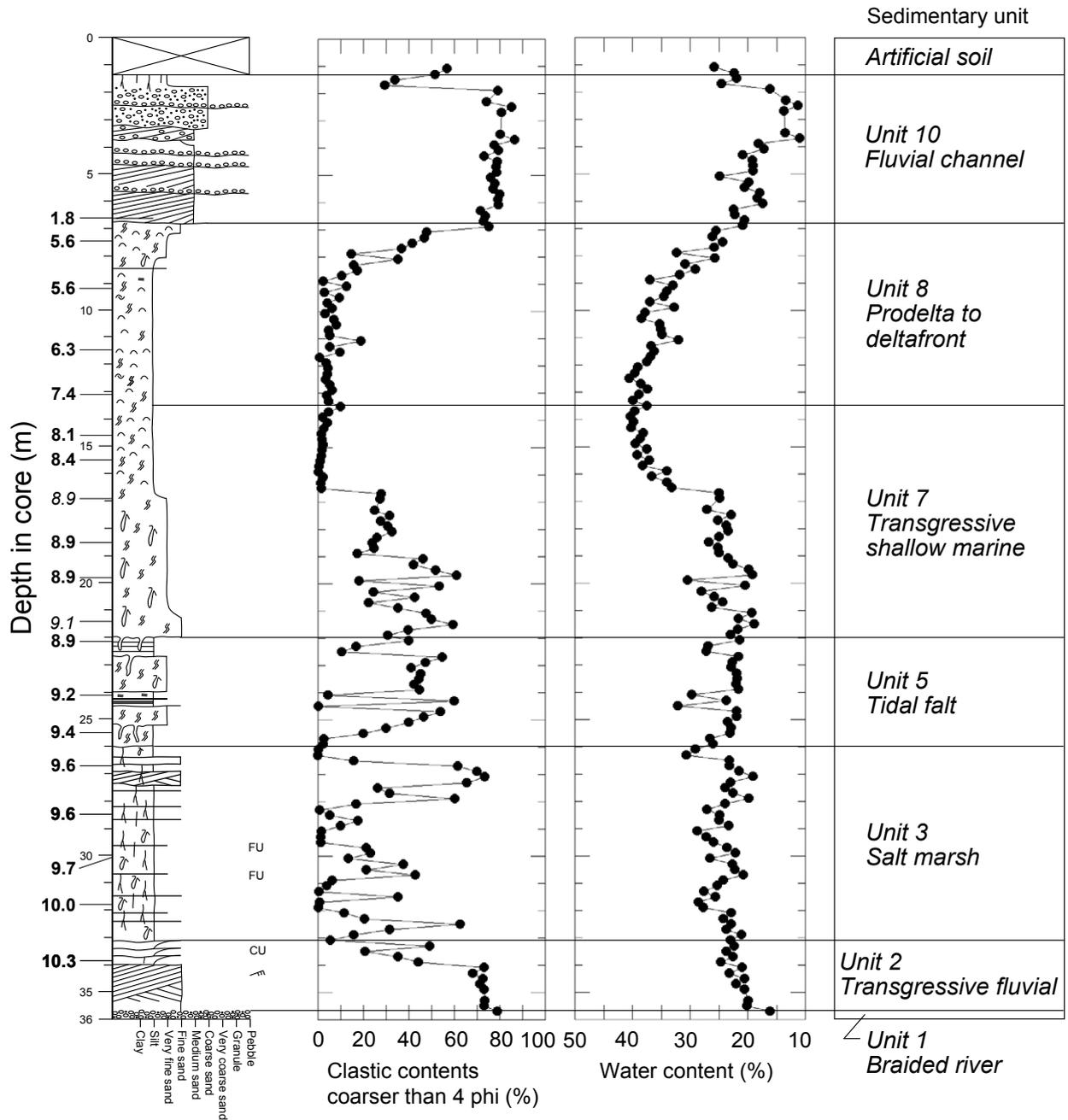
ユニット5は、GS-KSW-1の深度26.0～22.0 m

GS-KKW-1
Elevation: +0.45 m T.P.



第 2 図 ボーリングコア堆積物の柱状図。
 放射性炭素年代値は中央推定値をしめす。
 Fig. 2 Columns of core sediments.
 Radiocarbon dates are presented as median probabilities.

GS-KSW-1
Elevation: +2.58 m T.P.



第2図 続き
 Fig. 2 (continued)

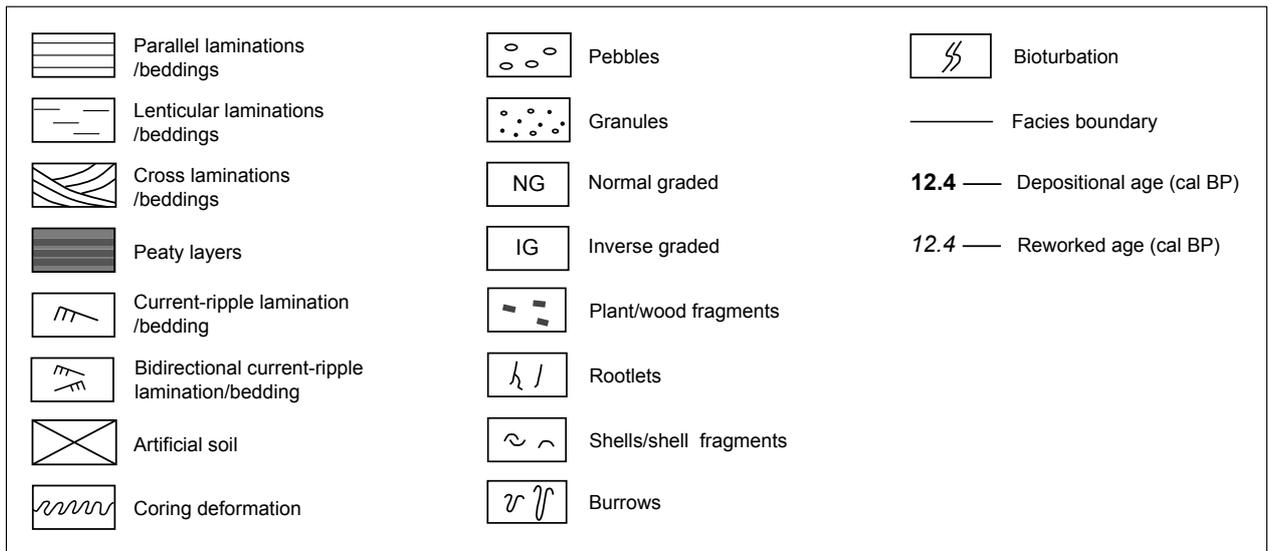
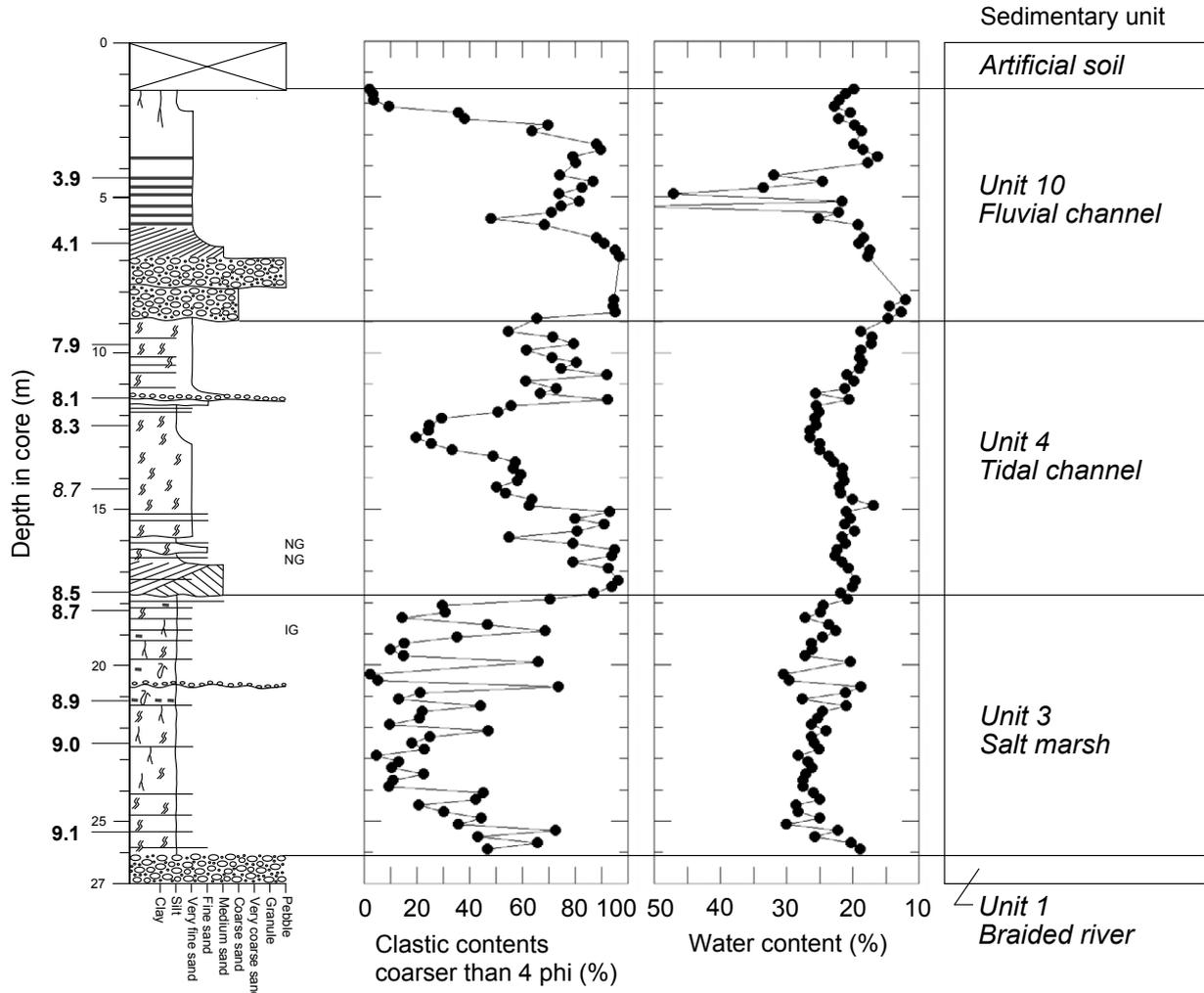
に分布しており, 砂泥互層から構成される (第2図). 砂層は生物攪乱を受けた極細粒砂から構成されており, 泥層は生痕化石のみられるシルト層から構成される. シルト層は植物片を多く含む.

ユニット6は, GS-KNH-2の深度14.7~9.8mに分布しており, 上方粗粒化する砂層から構成される(第2図). 砂層は, 細粒砂から粗粒砂にかけて上方粗粒化しており, 粗粒砂には中礫が点在する. 本ユニット

の最下部には二方向流をしめすカレント・リップル層理がみられる.

ユニット7は, GS-KKW-1の深度32.7~17.8m, GS-KSW-1の深度22.0~13.6mに分布しており, 上方細粒化する砂泥層から構成される(第2図). 砂泥層は, 細粒砂層からシルト層にかけて上方細粒化しており, 生物攪乱を強く受けている. 本ユニットからはウラカガミなどの内湾の生息環境をしめす貝化石が産

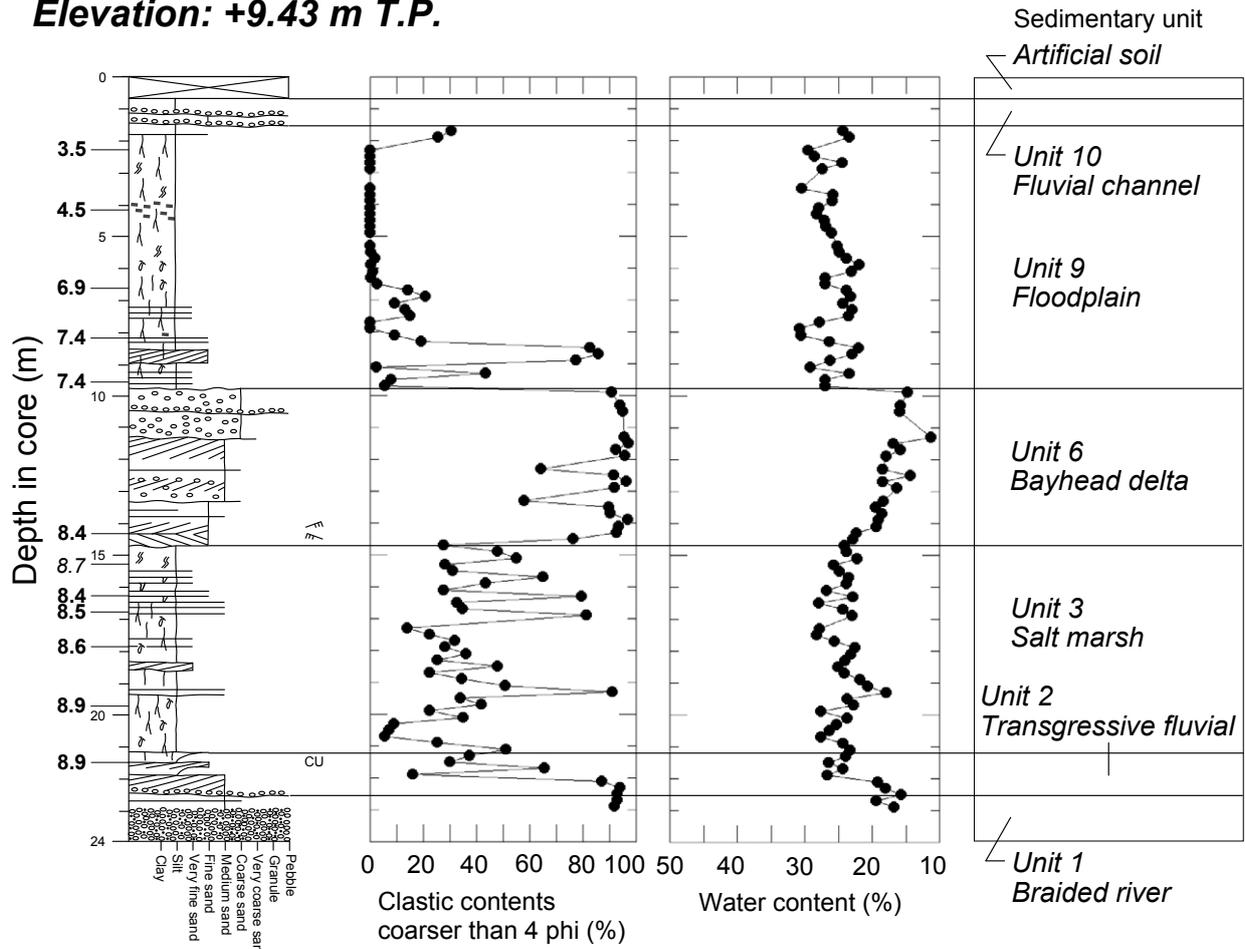
GS-KNH-1
Elevation: + 5.86 m T.P.



第 2 図 続き
 Fig. 2 (continued)

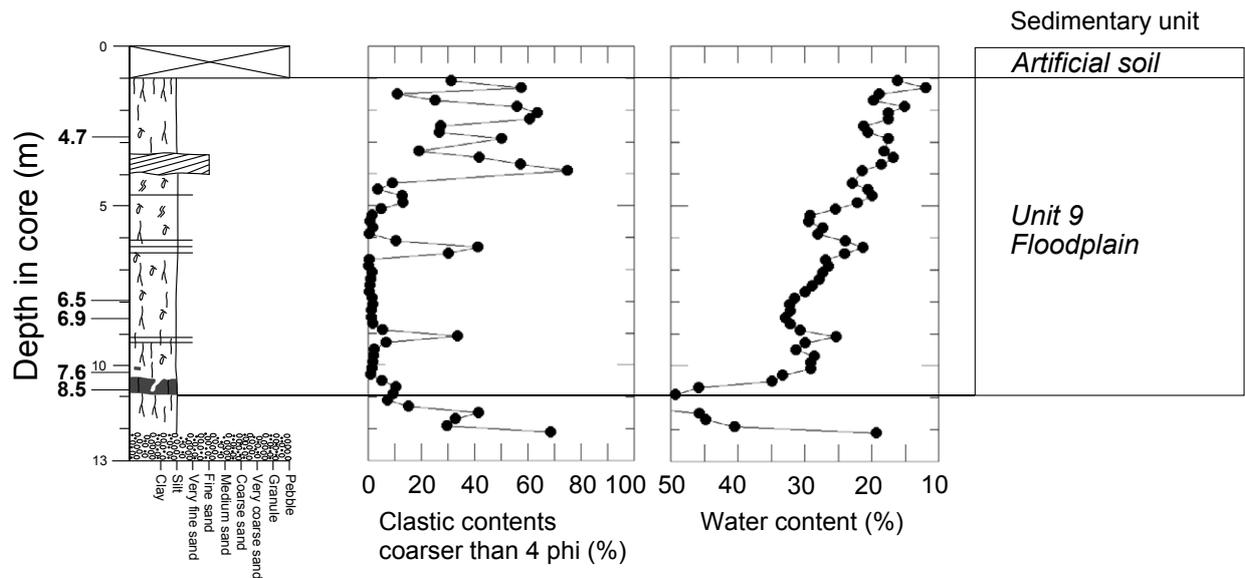
GS-KNH-2

Elevation: +9.43 m T.P.



GS-KNH-3

Elevation: +11.33 m T.P.



第2図 続き
Fig. 2 (continued)

出する。

ユニット 8 は、GS-KKW-1 の深度 17.8 ~ 6.2 m, GS-KSW-1 の深度 13.6 ~ 6.8 m に分布しており、上方粗粒化する砂泥層から構成される (第 2 図)。砂泥層は、シルト層から細粒砂層にかけて上方粗粒化しており、GS-KKW-1 の深度 8.6 ~ 7.2 m には、マッド・ドレイプやカレント・リップル層理がみられる。生物攪乱を受けた本ユニットからは、ウニのほか、マキモノガイやヒメカノコアサリ、ゴイサギガイ、イヨスダレなどの内湾の生息環境をしめす貝化石が多産する。

ユニット 9 は、GS-KNH-2 の深度 9.8 ~ 1.5 m, GS-KNH-3 の深度 10.9 ~ 1.0 m に分布しており、シルト層から構成される (第 2 図)。シルト層には、層厚が 10 ~ 60 cm の極細粒砂もしくは細粒砂層が挟在しており、細粒砂層には斜交層理がみられる。シルト層には、多くの植物根と植物片のほか、部分的に生痕化石がみられる。本ユニットは、GS-KNH-3 の基底 (深度 10.9 ~ 10.4 m) において、泥炭質シルト層から構成されており、この泥炭質シルト層には、多数の植物根のほか、中粒砂の粒径をもつスコリアが含まれる。

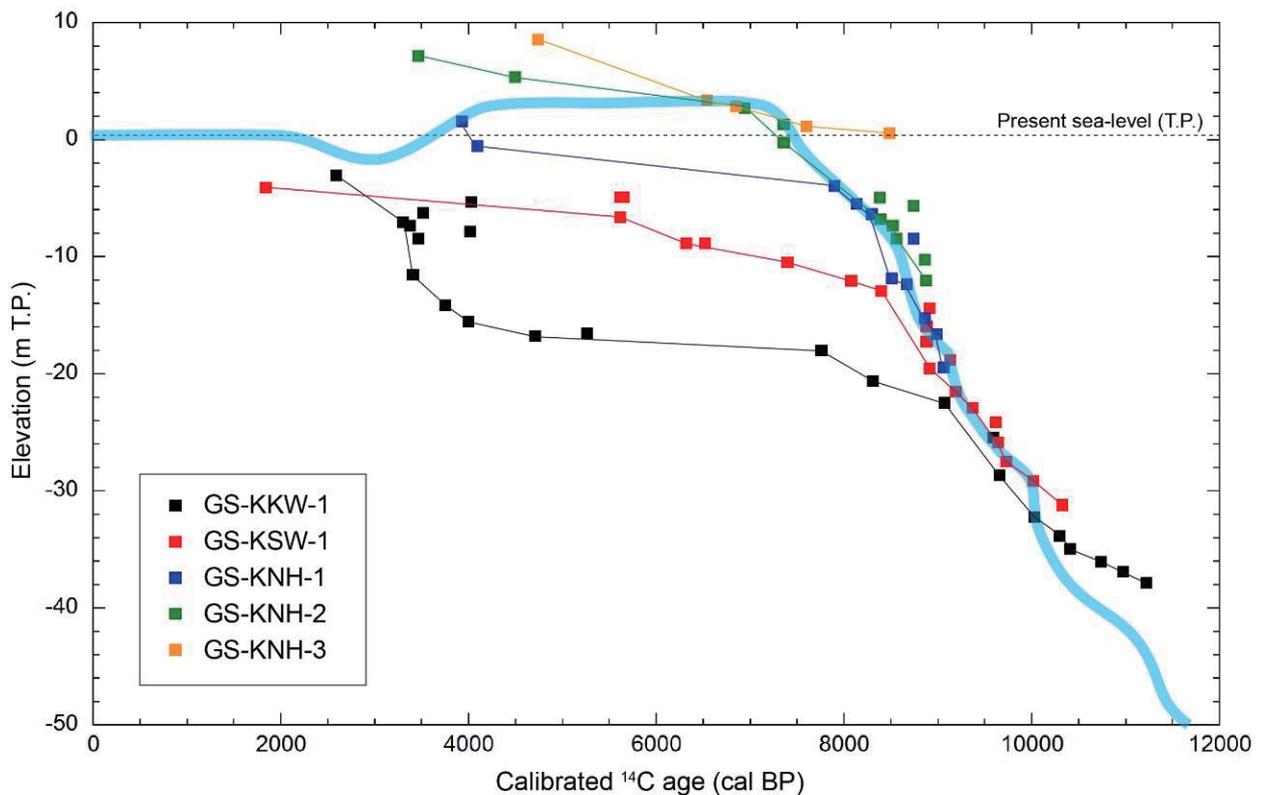
ユニット 10 は、GS-KKW-1 の深度 6.2 ~ 1.9 m,

GS-KSW-1 の深度 6.8 ~ 1.4 m, GS-KNH-1 の深度 8.9 ~ 1.5 m, GS-KNH-2 の深度 1.5 ~ 0.7 m に分布しており、砂層とシルト層もしくは礫層とシルト層から構成される (第 2 図)。本ユニットは、GS-KKW-1 と GS-KNH-1 において上方細粒化をしめし、GS-KKW-1 では中粒砂からシルト、GS-KNH-1 では中礫からシルトにかけて上方細粒化する。砂層には、斜交層理のほか、GS-KNH-1 において層厚が 5 cm 以下の植物片密集層がみられる。礫層は、基質支持をしめし、中粒 ~ 極粗粒砂に中礫が点在する。本ユニットの最上部には植物根がみられるが、GS-KKW-1 では植物根に加え、生痕化石もみられる。

5. 放射性炭素年代値と古水深・標高

第 3 図に、スケール・アウトしたものを除く、73 点の放射性炭素年代値の年代・深度分布をしめす。このうち、堆積年代をしめす放射性炭素年代値の年代・深度分布を直線でむすんだものが堆積曲線となる。

5 本のコア堆積物の沖積層は、11.2 ~ 1.8 cal kyr BP の放射性炭素年代値を含む。このうち、20 点 (27%)



第 3 図 堆積曲線と海水準変動曲線。

青い太線は東京低地における海水準変動曲線 (Tanabe et al., 2015) をしめす。

Fig. 3 Sediment accumulation and sea-level curves.

Thick blue line shows sea-level curve in the Tokyo Lowland (Tanabe et al., 2015).

の放射性炭素年代値が下位のものよりも古いもしくは同じ年代値をしめしており, 再堆積をしめす。なかでも, GS-KKW-1 のユニット 8 から得られた植物片 (標高 -7.8 m, 4.0 cal kyr BP) は, 堆積曲線による見積りよりも, 約 7 百年古い年代値をしめす (第 3 図)。

第 3 図には, 東京低地における過去 1 万 2 千年間の海水準変動曲線もしめす。これとコア堆積物の堆積年代の, ある年代における標高差をとったものが, 堆積面における古水深もしくは古標高をしめす。MIS5e の海成層の分布高度にもとづくと, 多摩川低地は東京低地と比べて若干隆起傾向にあると考えられる (小池・町田編, 2001)。その一方で, 両低地におけるハイドロアイススタシーの影響は大差ない (Okuno et al., 2014)。したがって, 本報告における古水深・標高の見積りは, おおよその目安をしめすが, 後述するように, 多摩川低地における沖積層の堆積環境の解釈は, 東京低地における海水準変動曲線との対比にもとづいても, 大きくは矛盾しない。

第 1 表に, 5 本のコア堆積物の堆積年代と対応する古水深・標高をしめす。ユニット 1 と 6 からは, 堆積年代が得られていないので, これらの古水深・標高は不明である。しかし, 第 1 表にもとづくと, 1 と 6 以外のユニットにおける古水深・標高の変遷が以下のように読み取れる。

ユニット 2 は, GS-KSW-1 と GS-KNH-2 において, 4 ~ 6 m の古標高をしめす。ユニット 3 は, GS-KSW-1 と GS-KNH-1, GS-KNH-2 において, ほぼ 0 m の古水深をしめす。ユニット 4 は, GS-KKW-1 と GS-KNH-1 において, 0 ~ 6 m の古標高をしめす。しかし, ユニット 4 からは現地性の潮間帯の貝化石が産出するため, 岩相と生物化石相にもとづくと, その古水深はほぼ 0 m と考えられる。東京低地における海水準変動曲線との標高差は, テクトニックな影響によって, 多摩川低地のほうが, 10 cal kyr BP までに相対的に隆起した可能性をしめしている (第 3 図)。ユニット 5 は, GS-KSW-1 において, ほぼ 0 m の古水深をしめす。ユニット 7 は, GS-KKW-1 と GS-KSW-1 において, 水深 2 m から 16 m へと上方深海化をしめす。ユニット 8 は, GS-KKW-1 と GS-KSW-1 において, 水深 20 m から 6 m へと上方浅海化をしめす。ユニット 9 は, GS-KNH-2 と GS-KNH-3 において, 水深 2 m から標高 8 m の範囲で, それぞれ上方浅海化もしくは上方深海化したのちに上方浅海化する。ユニット 9 は, 標高 2.7

~ 3.4 m (6.9 ~ 6.5 cal kyr BP) において, ほぼ 0 m の古水深をしめす。ユニット 10 は, GS-KKW-1 と GS-KSW-1, GS-KNH-1 において, 4 m 以下の水深をしめしており, GS-KNH-1 では水深 3 m から 0 m にかけて上方浅海化する。

6. 堆積環境の解釈

5 本のコア堆積物における沖積層の 10 ユニットの堆積環境は, 岩相と生物化石相, 堆積年代から推定される古水深・標高によって, 以下のように解釈することができる (第 2 図)。

ユニット 1 は, 基質支持の礫層から構成され, 沖積層の基底にみられる, いわゆる沖積層基底礫層 (井関, 1975) に対比される。このような礫層は一般に網状河川において堆積したと考えられる (Tanabe et al., 2015)。

ユニット 2 は, 中粒砂以上の粒径をもつ砂層, そして逆グレーディングのみられる砂泥互層から構成される。中粒砂以上の粒径をもつ碎屑物は, 一般に掃流によって河川チャネルなどで堆積し, 逆グレーディングは氾濫原の示相となる堆積構造である (伊勢屋, 1982)。また, 本ユニットからは, いずれも後氷期の海水準上昇期の堆積年代が得られており, これらの堆積年代は 4 ~ 6 m の古標高をしめす。したがって, 本ユニットは, 海進期の河川環境と解釈することができる。

ユニット 3 は, 植物根と生痕化石のみられるシルト層から構成され, 堆積年代は, ほぼ 0 m の古水深をしめす。一般的に植物根は中等潮位よりも上位に分布し, 生痕化石は沿岸河口域では海水もしくは汽水の影響をしめす (La Croix et al., 2015)。したがって, 本ユニットは, 塩水湿地のような堆積環境と解釈することができる。

ユニット 4 は, 上方細粒化する砂礫層から構成され, 砂層は中粒砂以上の粒径をもつ碎屑物を主体とする。また, 本ユニットからは, 現地性の潮間帯の貝化石が産出する。このような層相の堆積環境としては, 掃流の影響した河川チャネルの埋積によって上方細粒化し, 潮間帯に位置する, 潮汐チャネルのような環境と解釈することができる (Miall, 1992)。

ユニット 5 は, 生痕化石のみられる砂泥互層から構成され, 堆積年代は, 3 ~ 0 m の古水深をしめす。

第 1 表 堆積年代と対応する古水深・標高.

Table 1 Depositional ages and their corresponding paleo-water depths and -elevations.

Sedimentary unit	Elevation (m T.P.)	Age (cal kyr BP)	Paleo-water depth and -elevation (m)
<i>GS-KKW-1</i>			
10	-3.1	2.6	-2
8	-7.1	3.3	-6
8	-11.5	3.4	-10
8	-14.2	3.8	-15
8	-15.5	4.0	-18
8	-16.8	4.7	-20
7	-18.0	7.8	-16
7	-20.6	8.3	-14
7	-22.5	9.1	-5
7	-28.7	9.7	-2
4	-32.2	10.0	0
4	-33.9	10.3	3
4	-35.0	10.4	3
4	-36.1	10.7	4
4	-36.9	11.0	4
4	-37.9	11.2	6
<i>GS-KSW-1</i>			
10	-4.1	1.8	-4
8	-6.6	5.6	-10
8	-8.9	6.3	-12
8	-10.5	7.4	-11
7	-12.1	8.1	-8
7	-12.9	8.4	-6
5	-19.6	8.9	-3
5	-21.5	9.2	0
5	-22.9	9.4	0
3	-25.9	9.6	0
3	-27.5	9.7	0
3	-29.1	10.0	0
2	-31.2	10.3	6
<i>GS-KNH-1</i>			
10	1.6	3.9	0
10	-0.5	4.1	-3
4	-4.0	7.9	0
4	-5.5	8.1	0
4	-6.4	8.3	0
4	-11.8	8.5	-4
3	-12.3	8.7	0
3	-15.2	8.9	0
3	-16.6	9.0	0
3	-19.5	9.1	0
<i>GS-KNH-2</i>			
9	7.2	3.5	8
9	5.3	4.5	2
9	2.7	6.9	0
9	-0.2	7.4	-2
3	-6.8	8.4	0
3	-7.3	8.5	0
3	-8.5	8.6	0
2	-12.0	8.9	4
<i>GS-KNH-3</i>			
9	8.5	4.7	6
9	3.4	6.5	0
9	2.8	6.9	0
9	1.1	7.6	3
9	0.5	8.5	9

本ユニットでは, 明瞭な上方細粒化傾向がみられないことから, 潮汐チャネルではなく, 干潟のような環境によって堆積したと考えられる。

ユニット6は, 上方粗粒化する砂礫層から構成される。本ユニットのみられるGS-KNH-2では, 下位のユニットから本ユニットにかけて, 上方深海化をしめしており, GS-KNH-2は現在の海岸線よりも10 km 内陸のデルタの発生地点付近に位置する(海津, 1977; 松島編, 1987)。したがって, 本ユニットは, 海進期の湾頭デルタのような堆積環境と解釈することができる。

ユニット7は, 上方細粒化する砂泥層から構成されており, 内湾の貝化石が産出する。また, 本ユニットの堆積年代から推定される古水深は, 2 m から16 m にかけて上方深海化をしめす。したがって, 本ユニットは海進期の浅海環境において堆積したと考えられる。

ユニット8は, 上方粗粒化する砂泥層から構成されており, 内湾の貝化石が多産する。また, 本ユニットの堆積年代の古水深は, 20 m から6 m にかけて上方浅海化をしめす。このような層相の堆積環境としては, デルタのような海岸線の前進によって浅海化する環境を推定することができる。一般に, プロデルタは泥層, デルタフロントは砂層を指すため(Bhattacharya, 1992), 砂泥層から構成される本ユニットの堆積環境は, プロデルタ~デルタフロントと解釈できる。

ユニット9は, 植物根と生痕化石のみられるシルト層から構成されており, 堆積年代は水深2 m から標高8 m をしめす。したがって, 本ユニットでは, 塩水湿地のような海岸に近い環境と陸上の氾濫原の環境が混在していた可能性が高い。珪藻化石の群集解析によって, 本ユニットはさらに細分できる可能性がある。

ユニット10は, 上方細粒化する砂礫層から構成されており, 砂層は中粒砂以上の粒径をもつ碎屑物を主体とする。また, 堆積年代のしめす古水深は, 3 m から0 m にかけて上方浅海化をしめす。このような層相は, 掃流の影響した河川チャネルの埋積によって形成される(Miall, 1992)。なお, GS-KKW-1の本ユニット最上部の生痕化石は, 海水もしくは汽水の影響をしめし(La Croix et al., 2015), その下位の砂層は, 汽水の影響した分流河道のような環境において堆積した可能性がある。

謝辞

GS-KKW-1 とGS-KNH-1 の掘削の際には(株)ダイヤコンサルタントの藤永 優氏, GS-KSW-1 とGS-KNH-2, GS-KNH-3 の掘削の際には大洋地下調査(株)の渡部孝之氏にお世話になりました。記して謝意を表します。

文献

- Bhattacharya, J.P. and Walker, R.G. (1992) Deltas. In Walker, R.G. and James, N.P. eds., *Facies Models: response to sea level change*. Geol. Assoc. Canada, 157-177.
- 遠藤秀典・相原輝雄・宇野沢 昭・松本英二・富樫茂子(1988) 東京低地の本所埋没段丘及びその埋積堆積物の形成年代. 第四紀研究, 26, 401-405.
- 井関弘太郎(1975) 沖積層基底礫層について. 地学雑, 84, 1-18.
- 伊勢屋ふじこ(1982) 茨城県, 桜川における逆グレーディングをした洪水堆積物の成因. 地理学評論, 55, 597-613.
- 小池一之・町田 洋編(2001) 日本の海成段丘アトラス. 東京大学出版会, 122 p.
- La Croix, A.D., Dashtgard, S.E., Gingras, M.K., Hauck, T.E. and MacEachern, J.A. (2015) Bioturbation trends across the freshwater to brackish-water transition in rivers. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 440, 66-77.
- 町田 洋(2008) 大磯丘陵から下総台地までの第四系. 日本地質学会(編), 日本地方地質誌3 関東地方, 朝倉書店, 299-314.
- 松島義章編(1987) 川崎市内沖積層の総合研究. 川崎市博物館資料収集委員会, 145 p.
- Miall, A.D. (1992) Alluvial Deposits. In Walker, R.G. and James, N.P. eds., *Facies Models: response to sea level change*. Geol. Assoc. Canada, 119-142.
- Okuno, J., Nakada, M., Ishii, M. and Miura, H. (2014) Vertical tectonic crustal movements along the Japanese coastlines inferred from late Quaternary and recent relative sea-level changes. *Quatern. Sci. Rev.*, 91, 42-61.

- Reimer, P.J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hafliðason, H., Hajdas, I., Hatté, C., Heaton, T.J., Hoffmann, D.L., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., Manning, S.W., Niu, M., Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Staff, R.A., Turney, C.S.M. and van der Plicht, J. (2013) IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 55, 1869–1887.
- Siddall, M., Rohling, E.J., Almogi-Labin, A., Hemleben, Ch., Meischner, D., Schmelzer, I. and Smeed, D.A. (2003) Sea-level fluctuations during the last glacial cycle. *Nature*, 423, 853–858.
- Stuiver, M. and Braziunas, T.F. (1993) Modeling atmospheric ^{14}C influences and ^{14}C ages of marine samples back to 10,000 BC. *Radiocarbon*, 35, 137–189.
- Stuiver, M., Reimer, P.J. and Reimer, R.W. (2016) CAL-IB 7.0.4 <http://calib.qub.ac.uk/calib/>. 2016 年 1 月 1 日引用.
- Tanabe, S., Nakanishi, T., Ishihara, Y. and Nakashima, R. (2015) Millennial-scale stratigraphy of a tide-dominated incised valley during the last 14 kyr: Spatial and quantitative reconstruction in the Tokyo Lowland, central Japan. *Sedimentology*, 62, 1837–1872.
- 海津正倫 (1977) メッシュマップを用いた多摩川下流域の古地理の復原. *地理学評論*, 52, 596–606.