

九十九里平野北部～中部のボーリング調査

Preliminary results of boring survey of Postglacial deposits in the Kujukuri coastal plain, Chiba Prefecture, central Japan

小松原純子^{1*}・水野清秀¹

Junko Komatsubara^{1*} and Kiyohide Mizuno¹

Abstract: We have collected existing boring logs and conducted boring surveys in order to reveal geologic structures beneath middle to northern part of Kujukuri Plain, Chiba Prefecture, central Japan. Sedimentary facies of Holocene postglacial deposits and tephrostratigraphy of Pleistocene have been confirmed by boring surveys. At least three buried valleys are identified beneath the study area, which are 40 m deep or more.

Keywords: boring survey, boring log, incised valley, buried valley, tephra, Kazusa Group, postglacial deposit, Holocene, Pleistocene, Kujukuri Plain

要旨

九十九里平野の中部から北部にかけての地域で、沿岸域の地質構造を調査するため、既存ボーリング試料収集とボーリング掘削調査を行った。ボーリング掘削調査では沖積層の層相と更新統の火山灰層序が確認された。調査地域の地下には深さ 40 m を越える埋没谷が少なくとも 3 本は分布することがわかった。

1. はじめに

沿岸平野は表層を沖積層におおわれているため、地質図の上では完新統堆積物として一括されることが多いが、地下には活構造や複雑な埋没地形が存在する可能性がある。これまで明らかにされてこなかった沿岸域の地質構造を調査するため、2008 年度から陸域・海域にまたがった沿岸域の地質構造調査が行われており、2014 年度から 2016 年度にかけては千葉県九十九里平野を対象として調査が行われている。本研究では九十九里平野において、既存ボーリングデータおよび新規ボーリング調査に基づき、主に沖積層とその基盤構造の解明を目的として調査を行った。

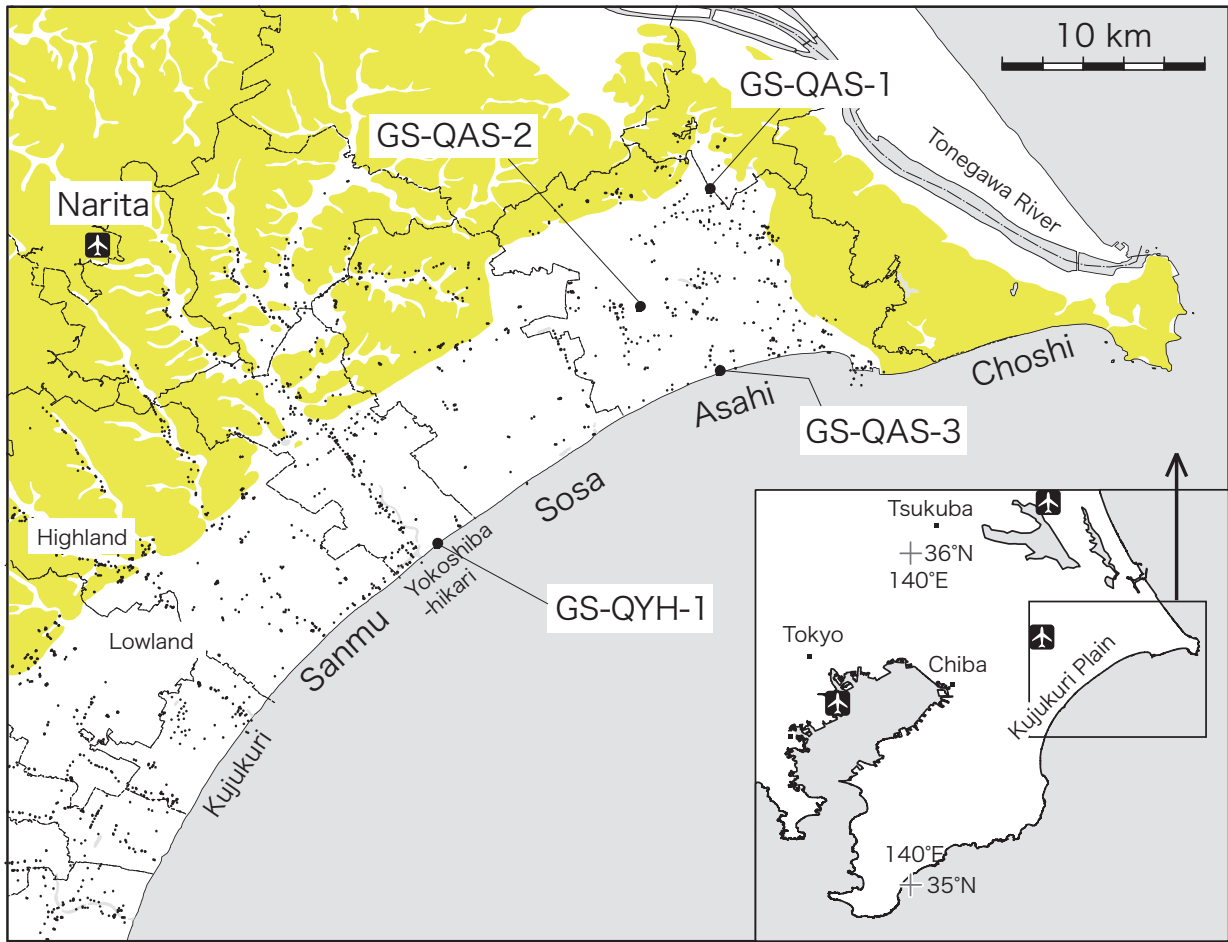
2. 地質概要

九十九里平野は千葉県外房に位置し、北端の旭市から南端の一宮町まで約 60 km の海岸線を持ち、背後の台地までは約 10 km の幅を持つ。調査地域の九十九里平野北部～中部では周辺を下総台地が取り囲む（第 1 図）。下総台地は更新統の下総層群が最終間氷期に浸食された平坦面である（小池・町田, 2001）。平野の表層は縄文海進以降に発達した浜堤列群におおわれており（森脇, 1979；大井ほか, 2014）、地表から深さ 20 m 程度までの地質はこの浜堤堆積物から連続する海浜砂からなる。その下には、最終氷期に形成され、沖積層におおわれた埋没谷地形が存在することが以前から知られていたが（増田ほか, 2001；風岡ほか, 2006）、詳細な分布はわかっていない。一方、九十九里平野沖の海域では音波探査によって沖積層基底深度分布（＝埋没谷地形）が明らかにされている（海上保安庁水路部, 2000）。

本研究では、2014 年度から 2015 年度にかけて既存のボーリングデータを使用して沖積層基底分布を調べ、2015 年の後半にオールコアボーリング掘削調査を行った。

* 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 調査地域の概略と沖積層基底図の作成に使用した既存ボーリングデータの分布 (小さい黒点), およびボーリング掘削地点 (大きい黒点). 海岸沿いの地名は自治体名を示す. 海岸線と自治体境界は国土地理院の国土数値情報, 台地の輪郭は 20 万分の 1 日本シームレス地質図 (産業技術総合研究所地質調査総合センター編, 2009) を使用した.

Fig.1 Distribution of collected borehole logs (small black dots) and boring sites (large black dots). Letters along the coast are town and cities' name. Coastline and boundaries between towns and cities are based on National Land Numerical Information from Geospatial Information Authority of Japan. Outlines of highland are from Seamless Digital Geological Map of Japan (1:200,000), Geological Survey of Japan, AIST.

3. 調査手法

3.1 既存ボーリング資料による埋没谷地形の推定

本地域では沖積層の分布に関する資料はほとんどなく, あっても根拠となるボーリング資料が示されていないため (たとえば関東地方土木地質図編纂委員会, 1996), 既存のボーリング資料を改めて収集した. 使用したボーリング柱状図資料は千葉県インフォメーションバンクなどで公開されている資料および自治体から直接借用した資料などの合計 3,226 本である (第 1 図および第 1 表). 作業には産業技術総合研究所および防災科学技術研究所が作成したボーリングデータ処理システム (木村, 2011), ESRI 社の ArcMap, 国土地理院の地理院地図および国土数値情報を使用した. 旭市および匝瑳市の保管するペネ試料から貝化石

を洗い出し, 計 14 試料について株式会社加速器分析研究所に依頼して放射性炭素年代を測定した.

3.2 ボーリング掘削調査

3.1 で収集したボーリング資料および既存文献に基づいて埋没谷地形を復元し, 谷軸が通ると予想される 4 地点でオールコアボーリング掘削調査を行った (第 1 図). GS-QAS-1 はパイロドリルによる掘削, GS-QAS-2, GS-QAS-2, GS-QYH-1 はロータリー式二重管サンプラーを用いた IFCS 工法 (微細気泡サンプリング) および普通工法で掘削をおこなった. 得られるコアサンプルの直径はいずれも約 6.5 cm である. ボーリング掘削の様子は第 2 表のとおりである. GS-QAS-3 および GS-QYH-1 では掘削作業終了後に掘削孔を用いて PS 検層を実施した. PS 検層は地盤工学会基

第1表 収集したボーリングデータの内訳
Table 1 Details of collected borehole logs.

提供元	計
千葉県地質環境インフォメーションバンク	3066 ※1
ジオステーション	2 ※2
旭市	100
匝瑳市	12
横芝光町	13
山武市	28
産総研内部資料	5
計	3226

※1 現在は「千葉情報マップ」で公開中 <http://map.pref.chiba.lg.jp/index.asp>

※2 <http://www.geo-stn.bosai.go.jp/jps/index.html> (防災科学技術研究所)

第2表 ボーリング地点諸データ一覧
Table 2 List of boring sites.

Core No.	Area	Longitude	Latitude	Method of boring	Logging	
					temperature	VpVs
GS-QAS-1	Asahi City	35° 46'24.23675"	140° 39'42.97485"	vivro-drilling	○	-
GS-QAS-2	Asahi City	35° 43'17.28943"	140° 37'52.02002"	IFCS (Rotary double-tube sampler)	○	-
GS-QAS-3	Asahi City	35° 41'34.80779"	140° 39'58.91836"	IFCS (Rotary double-tube sampler)	○	○
GS-QYH-1	Yokoshibahikari Town	35° 36'59.57435"	140° 32'29.24025"	IFCS (Rotary double-tube sampler)	○	○

IFCS : Improved Fresh-water Core Sampling

準(案) JGS1122に基づいて測定した。

得られたコア試料は半裁して記載し、半分の試料については写真撮影、はぎ取り標本の作製を行い、大部分はアーカイブとした。残りの半分については軟X線写真撮影用のスラブ試料とプラスチックキューブ試料を採取した。

はぎ取り試料の作成には東邦化学工業株式会社製グラウト剤 OH-1AX を水で 10～20% 程度に希釈したものを使用した。軟X線写真撮影用のスラブ試料採取には内法が厚さ 1 cm、幅 5 cm、長さ 25 cm の株式会社理学製の透明プラスチックケースを用い、X線の条件は電圧 40 kV、電流 1.5 mA、照射時間 5～8 秒、センサーはアールエフ株式会社製デジタル X線センサー NAOMI を用いた。キューブ試料採取には有限会社ヤキルス製のプラスチックキューブ (容積 7 cm³) を用いた。

キューブ試料は半裁したコアから 20 cm おきに採取した。採取直後に重量を測定した後、摂氏 60 度で 48 時間乾燥させて再度重量を測定し、その差から含水率を求めた。コア堆積物に含まれる貝殻片および植物片について、株式会社加速器分析研究所に依頼して放射性炭素年代を測定した。得られた年代値は、Reimer et al. (2013) のデータセット IntCal13 および MARINE13 と、較正ソフトウェア CALIB7.0.4 (Stuiver and Reimer, 1993; Stuiver et al., 2015) を使用して暦年較正を行った。

ボーリングコアから得られた火山灰試料に対して、粒径 1/4～1/16 mm サイズの粒子を選別し、顕微鏡下にて鉱物比や鉱物の特徴を観察するとともに、火山ガラスの屈折率測定 (株式会社古澤地質製 MAIOT 使用) を行った。さらに一部の試料については火山ガラスの純化を行い、メタホウ酸/四ホウ酸リチウムを用



第 2 図 掘削地点の詳細図。地図は地理院地図を使用した。
 Fig.2 Detailed maps of boring sites. Based on GSI Maps from Geospatial Information Authority of Japan.

いて粉末試料を溶融し、ガラス試料を作成した。その後、硝酸にて分解し溶液試料を作成してその化学組成を ICP 分光分析法または ICP 質量分析法によって求めた（分析は住鉱資源開発株式会社に依頼した）。それらの結果を房総半島下総層群・上総層群中の火山灰データ(町田ほか,1980;里口,1995;水野・納谷,2011)と比較して対比を行った。

4. 結果

4.1 ボーリング掘削調査

ボーリング掘削地点の詳細な地図を第 2 図に、掘削地点のデータを第 3 表に示す。得られたボーリングコアの柱状図を第 3 図～第 6 図に、ボーリングコア間の対比を第 7 図に示す。ボーリングコアから採取した植物片および貝化石からの放射性炭素年代を第 4 表に示す。以下、4 本それぞれのボーリングコアについて述べる。火山灰層の名称はボーリングコアの名称と火山灰層の下限の深度を用いた。同定された貝類の生息環境については松島（1984）を参考にした。推定され

る堆積環境は暫定的のものであり、化石群集の解析等により今後変更される可能性がある。

4.1.1 GS-QAS-1

GS-QAS-1 は旭市萬歳の有限会社フジサンファーム敷地内で掘削された（第 2 図）。掘削地点の標高は 4.127 m、掘進長は 43.00 m、沖積層基底は深度 30.46 m（標高 -26.33 m）であった（第 3 図, 第 3 表）。

4.1.1.1 深度 43.00（コア下端）～ 30.46 m 更新統

生痕の発達した塊状の泥質極細粒砂からなり、ごくわずかの貝殻片が点在する。33.71～33.74 m にはパミス層が見られる。不整合を介して上位に陸成層が堆積していることから、沖積層の基盤をなす更新統と考えられる。

4.1.1.2 深度 30.46～1.40 m 沖積層

深度 30.46～30.00 m は黒色の有機質泥からなる。下位の更新統とは不整合で接し、深度 30.46～30.40 m には下位層の偽礫が密集する。最上部には巻貝が含まれる。植物片が多く有機質であることから、

第3表 ボーリングコア諸データ一覧.
Table 3 Results of boring survey.

Core No.	Elevation (TP m)	Depth (TP m)	Base of postglacial deposits (depth in m)	Base of postglacial deposits (TP m)
GS-QAS-1	4.127	43.00	30.46	-26.33
GS-QAS-2	5.213	51.32	51.32 *	-46.11 *
GS-QAS-3	4.274	53.28	48.58	-44.31
GS-QYH-1	2.111	61.00	33.52	-31.41

* : The sampler did not reach the base.

沿岸の湿地堆積物であったと考えられる。深度 30.00 m の植物片から 8960 ± 30 yBP の放射性炭素年代が得られている (第 4 表)。

深度 30.00 ~ 25.50 m は生痕の発達した砂質泥および泥質極細粒砂からなる。植物片や巻貝などの大型の貝化石を含む。

深度 25.50 ~ 19.00 m は生痕の発達した泥質の極細粒砂からなる。細かな貝殻片が散在する。

深度 19.00 ~ 13.00 m は淘汰の良い極細粒砂からなる。生痕が見られるところと、平行～低角斜交層理が見られるところがある。細かな貝殻片が点在する。深度 14.15 m の貝殻片から 8230 ± 30 yBP の放射性年代が得られている。淘汰の良い砂からなり低角斜交層理が見られることから、下部外浜堆積物と考えられる。

深度 13.00 ~ 6.70 m は主に淘汰の良い細粒砂からなり、極細粒砂および中粒砂を含む。低角～高角斜交層理が発達する。貝殻片が散在する。高角斜交層理が

見られ、粒径の変化が激しいことから、上部外浜堆積物と考えられる。

深度 6.70 ~ 1.40 m は下位から上方細粒化した砂質泥からなる。貝殻片を多く含み生痕が発達する。ヒメシラトリ (*Macoma incongrua*(Martens)) など内湾性の貝化石を産することから、内湾堆積物と考えられる。

4.1.1.3 深度 1.40 ~ 0.00 m (地表) 人工改変土および盛土

深度 1.40 ~ 0.60 m は有機質の砂質泥～粗粒砂、深度 0.60 ~ 0.00 m は礫混じりで淘汰の悪い中粒砂からなる。最下部を除き貝殻片を含まない。それぞれ耕作土および盛土と考えられる。

4.1.2 GS-QAS-2

GS-QAS-2 は旭市の旭スポーツの森公園内の調整池兼駐車場で掘削された (第 2 図)。掘削地点の標高

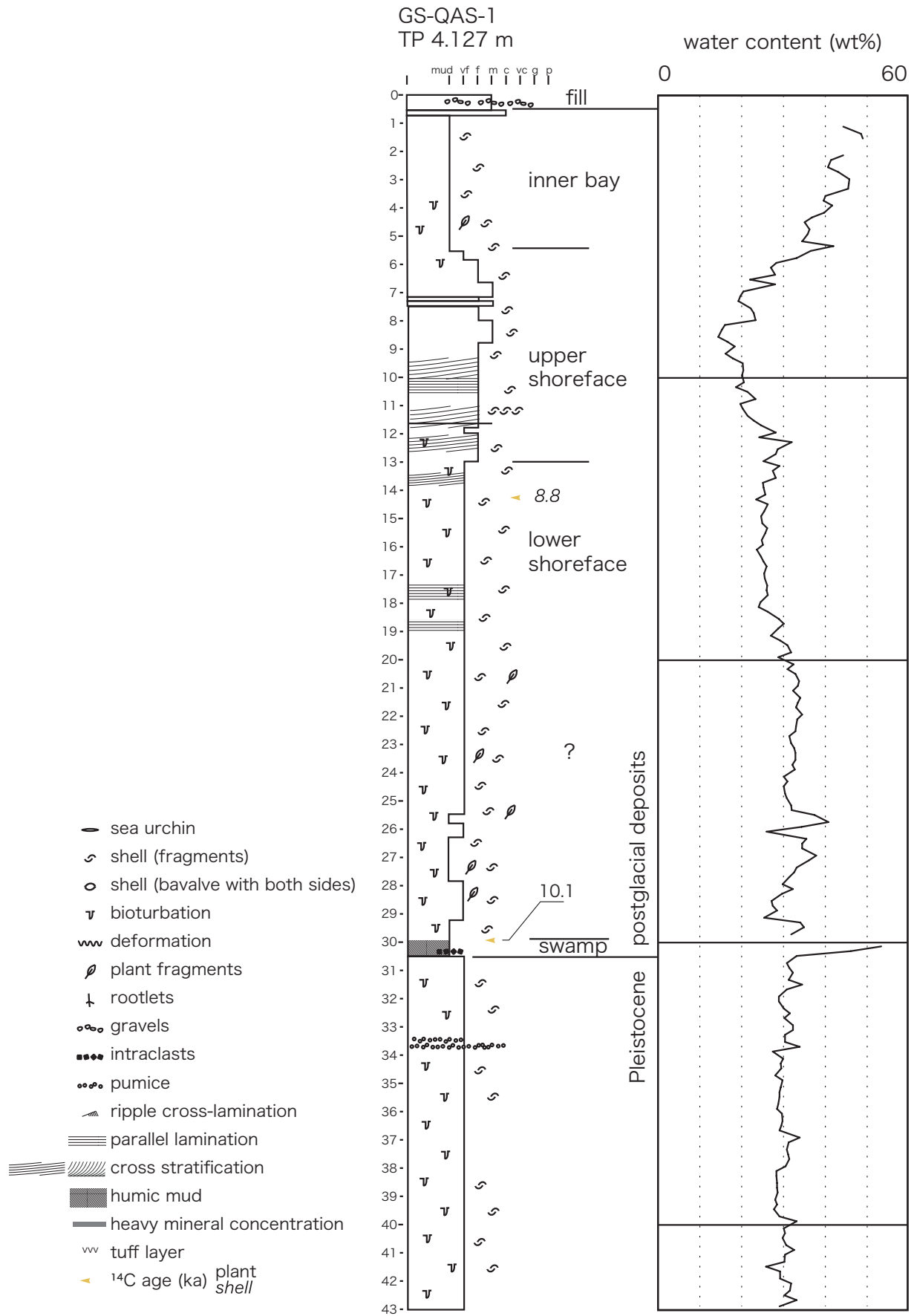
第4表 放射性炭素年代一覧.
Table 4 List of radiocarbon age.

No	Sample Name	Depth (m)	Material	14C age yrBP (1σ)	14C age cal BP (2σ)	mean probability
IAAA-152060	GS-QAS-1_1415	14.15	Shell	8230±30	8610 - 8918	8750
					9926-9998 (0.255)	
IAAA-152061	GS-QAS-1_3000	30.00	Plant	8960±30	10002-10065 (0.175)	10144
					10120-10220 (0.571)	
IAAA-151461	GS-QAS-2_4355	43.55	Plant	9700±40	10878-10933 (0.097)	11150
					11080-11212 (0.903)	
IAAA-151462	GS-QAS-2_4755	47.55	Plant	9570±40	10746-11095	10934
IAAA-151463	GS-QAS-2_5057	50.57	Plant	10340±40	12015-12251 (0.668)	12194
					12259-12387 (0.332)	
IAAA-152062	GS-QAS-3_4854	48.54	Shell (<i>Crassostea gigas</i>)	10200±40	11103-11275	11191

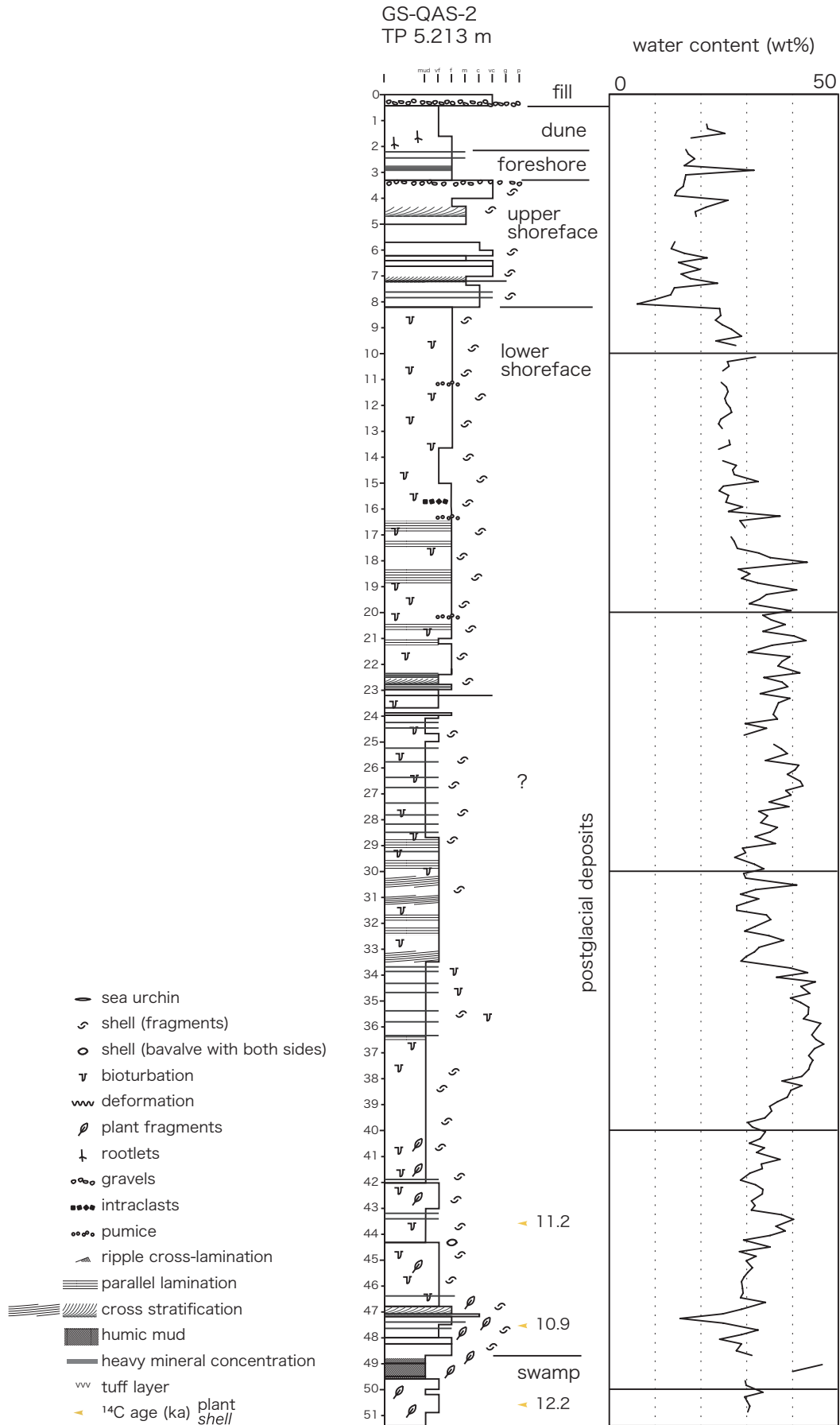
CALIB REV7.1.0

Stuiver, M., and Reimer, P.J., 1993, Radiocarbon, 35, 215-230.

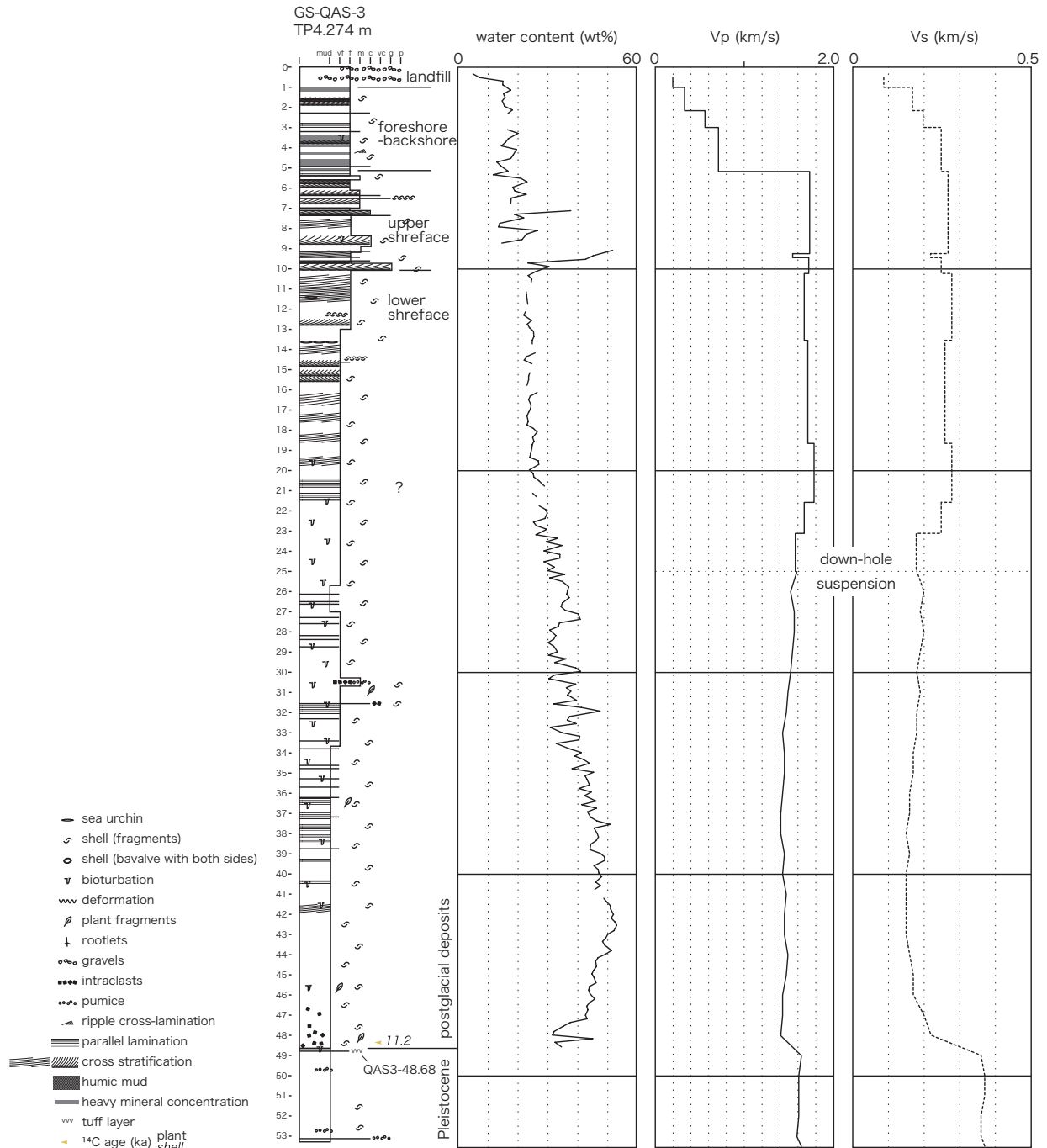
IntCal13 and MARINE13 radiocarbon age calibration curves 0-50000 years calBP



第 3 図 GS-QAS-1 の柱状図と含水率。
Fig.3 Columnar section and water content of GS-QAS-1.



第4図 GS-QAS-2 の柱状図と含水率。
Fig.4 Columnar section and water content of GS-QAS-2.



第 5 図 GS-QAS-3 の柱状図, 含水率および検層結果.
 Fig.5 Columnar section, water content and logging data of GS-QAS-3.

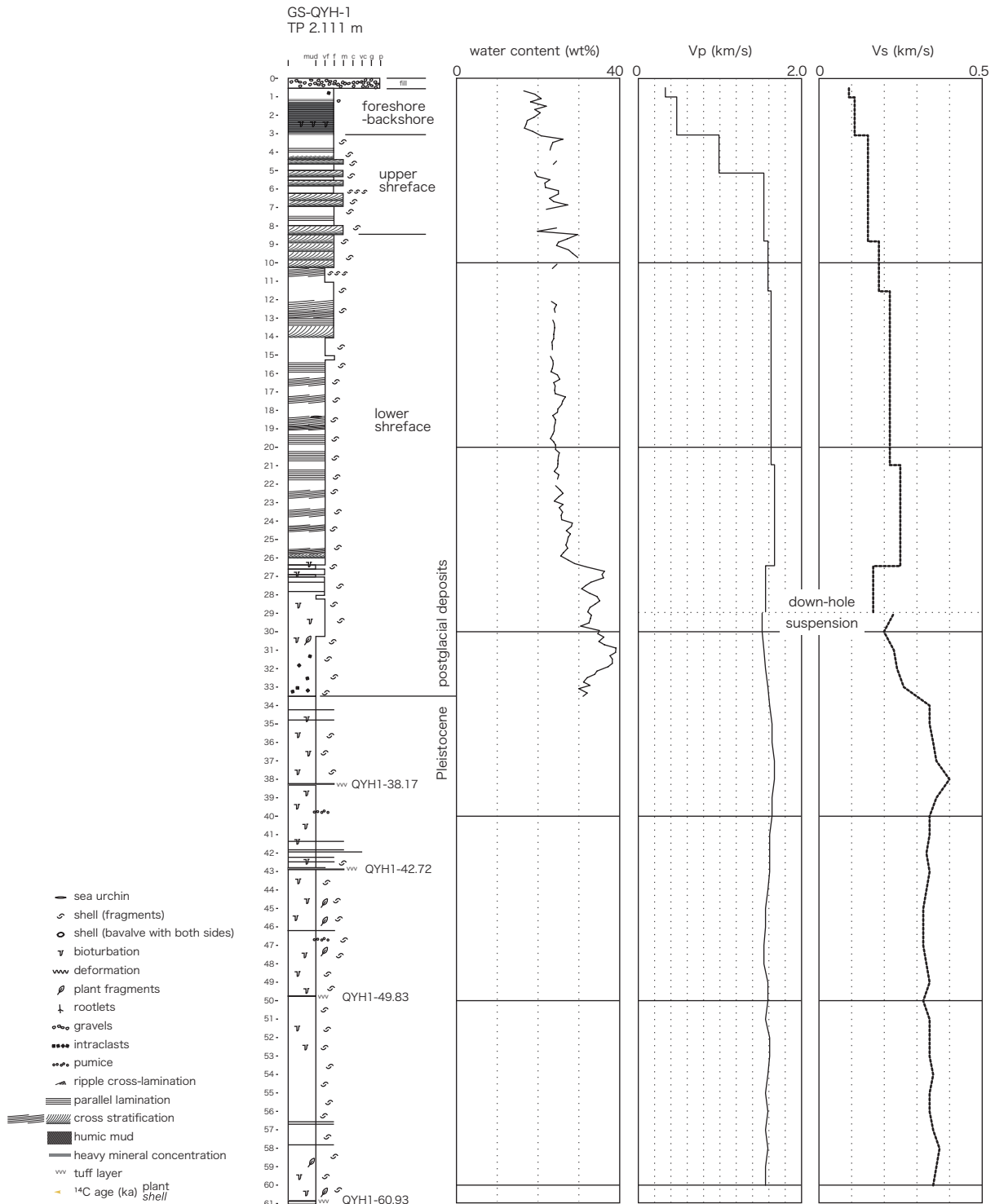
は 5.213 m, 掘進長は 51.32 m であった。ボーリングは沖積層基底には到達しなかったため、沖積層基底は深度 51.32 m (標高 -46.11 m) よりも深いところにあると考えられる (第 4 図, 第 3 表)。

4.1.2.1 深度 51.32 (コア下端) ~ 0.26 m 沖積層

深度 51.32 (コア下端) ~ 48.80 m は主に有機質泥および極細粒砂からなる。植物片を多く含む。深度 49.50 ~ 49.62 m は木片からなる。最上部に貝殻片

を含む。深度 50.57 m の植物片から 10340 ± 40 m の放射性炭素年代が得られている。最上部を除き、貝化石を含まないこと、植物片を多く含むことから、沿岸湿地堆積物と考えられる。

深度 48.80 ~ 40.00 m は細粒砂, 極細粒砂, 砂質泥からなり, 上方細粒化する。植物片, 貝殻片を含み, 大型の生痕が発達する。深度 47.55 m の植物片から $9,570 \pm 40$ yBP, 深度 43.55 m の植物片から 9,700

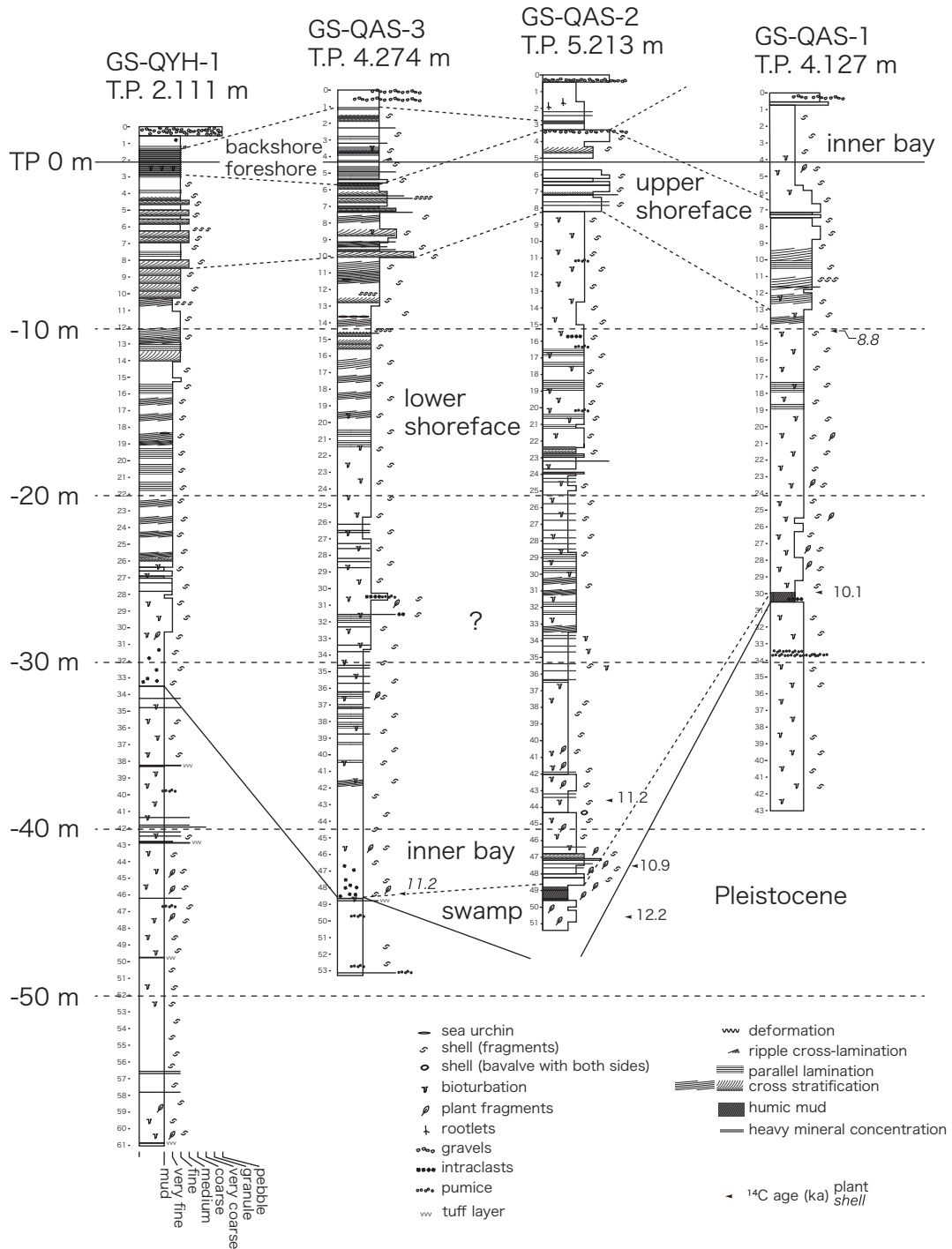


第6図 GS-QYH-1の柱状図，含水率および検層結果。
Fig.6 Columnar section, water content and logging data of GS-QYH-1.

± 40 yBP の放射性炭素年代が得られている。深度 46.36 m から潮間帯に棲息するカワアイ (*Cerithideopsis djadjariensis* (Martin)) を産する。植物片を多く含むこと，下部から潮間帯の貝化石を産すること，植物片が多いこと，上位へ細粒化し植物片や貝化石が少なくなっていくことから，干潟から内湾へ移り変わる

堆積環境であったと考えられる。

深度 40.00 ~ 22.85 m は極細粒砂と砂質泥の互層からなり，全体に生痕が発達する。29 m 以深では貝殻片はわずかに含まれるのみだが，上部へ向かって多くなる。極細粒砂の一部には低角～平行葉理が見られる。



第 7 図 ボーリング柱状図の対比および堆積環境。

Fig.7 Correlation between sections and sedimentary environments.

深度 22.85 ~ 8.18 m 極細粒砂および細粒砂からなり、全体に生痕が発達する。貝殻片が散在し、ところにより低角~平行葉理が発達する。砂質で一部低角~平行葉理が発達することから、下部外浜堆積物と考えられる。

深度 8.18 ~ 2.96 m は斜交層理の発達した淘汰の良い細粒砂~極粗粒砂からなる。貝殻片を大量に含み、ところにより碎屑物粒子よりも貝殻片のほうが多い。

直径最大 5cm の礫を含む。粗粒で斜交層理が発達することから上部外浜堆積物と考えられる。

深度 2.96 ~ 1.65 m は主に細粒砂からなり中粒砂~粗粒砂を伴う。重鉱物が濃集した黒い平行葉理が発達する。重鉱物が濃集した平行葉理が見られることから前浜~後浜堆積物と考えられる。

深度 1.65 ~ 0.26 m は極細粒砂からなり植物片が点在する。植物根化石が見られる。これらの特徴から

離水して風成砂で被われた環境が推定され、浜堤堆積物と考えられる。

4.1.2.2 深度 0.26 ～ 0.00 m (地表) 人工改変土および盛土

深度 0.26 ～ 0.00 m は極粗粒砂～礫からなり、淘汰が悪い。礫は直径最大 3cm の角礫からなる。駐車場を整備した際の人工改変によって攪乱された堆積物および盛土と考えられる。

4.1.3 GS-QAS-3

GS-QAS-3 は旭市の矢指ヶ浦海水浴場の市営駐車場で掘削された(第 2 図)。掘削地点の標高は 4.274 m、掘進長は 53.28 m、沖積層基底は深度 48.58 m (標高 -44.31 m) であった(第 5 図、第 3 表)。

4.1.3.1 深度 53.28 (コア下端) ～ 48.58 m 更新統

深度 53.28 ～ 48.58 m は砂質泥からなる。固結しておりワイヤーで半割することができない。パミス、貝殻片、生痕が点在する。深度 48.65 ～ 48.68 m に黄白色の火山灰層(QAS3-48.68)を挟む。

4.1.3.2 深度 48.58 ～ 0.57 m 沖積層

深度 48.58 ～ 46.00 m は砂質泥からなり、下位の更新統とは不規則な不整合面で接する。不整合面の直上に汽水域に棲息するマガキを含む二枚貝化石を産する。全体に貝殻片、植物片、下位層の偽礫を含む。生痕が発達する。上位層との境界は不明瞭である。不整合直上の深度 48.54m のマガキから 10200 ± 40 yBP の放射性炭素年代が得られている。汽水成の貝化石を産すること、砂質で生痕が発達することから、内湾堆積物と考えられる。

深度 46.00 ～ 25.60 m は泥～泥質極細粒砂からなる。細かい貝殻片が点在し、生痕が発達する。上位層との境界は不明瞭である。上位ほど砂がちになり、含まれる貝殻片が多くなる。

深度 25.60 ～ 10.00 m は泥質～淘汰の良い極細粒砂および淘汰の良い細粒砂からなる。下部(深度 20 m より下位)は生痕が発達する。上部(深度 20 m より上位)は平行～低角斜交葉理が卓越する。貝殻片が散在し、巻貝など大型の貝化石やウニ化石が密集するところがある。主に淘汰の良い砂層からなること、生痕が見られるところと平行～低角斜交葉理が見られるところがあることから、下部外浜堆積物と考えられる。

深度 10.00 ～ 5.19 m は主に淘汰の良い細粒砂～粗

粒砂からなり、斜交層理が発達する。貝殻片が散在し、granule サイズかそれ以上の大きさの貝殻片およびパミスを含むところがある。淘汰の良い粗粒堆積物からなり斜交層理が発達することから、上部外浜堆積物と考えられる。

深度 5.19 ～ 0.57 m は主に淘汰の良い細粒砂からなる。重鉱物が濃集した平行ラミナ、低角斜交層理、リップル斜交層理が見られる。貝殻片や直径 4 cm 以下の礫を含む。重鉱物が濃集したラミナが見られることから、前浜～後浜堆積物と考えられる。

4.1.3.3 深度 0.57 ～ 0.00 m (地表) 人工改変土および盛土

深度 0.57 ～ 0.00 m は碎石や貝殻片からなる。基質は重鉱物に富む淘汰の良い細粒砂である。駐車場を整備した際の人工改変によって攪乱された堆積物および盛土と考えられる。

4.1.4 GS-QYH-1

GS-QYH-1 は山武郡横芝光町の木戸浜海水浴場の市営駐車場で掘削された(第 2 図)。掘削地点の標高は 2.111 m、掘進長は 60.00 m、沖積層基底は深度 33.52 m (標高 -31.41 m) であった(第 6 図、第 3 表)。

4.1.4.1 深度 60.00 (コア下端) ～ 33.52 m 更新統

砂質泥からなる。固結しておりワイヤーで半割することができない。貝殻片が点在する。ところどころ極細粒砂～中粒砂の薄層を挟むが、全体に発達する生痕化石のため不連続になっている。まれに植物片が含まれる。火山灰層が 4 層存在し、それぞれの深度は 60.90 ～ 60.93 m (QYH1-60.93), 49.80 ～ 49.83 m (QYH1-49.83), 42.70 ～ 42.73 m (QYH1-42.73), 38.12 ～ 38.18 m (QYH1-38.18) である。

4.1.4.2 深度 33.52 ～ 0.52m 沖積層

深度 33.52 ～ 26.12 m は、下部(深度 30 m より下位)は偽礫を多く含む砂質泥からなり、上部(深度 30 m より上位)は主に泥質極細粒砂からなる。下位とは明瞭な浸食面で接する。生痕が発達し、貝殻片が散在する。

深度 26.12 ～ 8.40 m は主に淘汰の良い細粒砂からなる。貝殻片を含み、平行葉理～低角斜交層理が発達する。淘汰の良い砂層からなり、平行葉理～低角斜交層理が発達することから、下部外浜堆積物と考えられる。

第 5 表 火山灰分析値一覧。
Table 5 Results of volcanic ash analysis.

火山灰層 Volcanic Ash Layer	重鉱物組成 ²⁾ Heavy Mineral Composition	屈折率 Refractive Index ガラスGlass (n)	ガラス主成分 ³⁾ Major Element of Glass (wt%)											ガラス微量成分 ³⁾ Trace Element of Glass (ppm)					
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ T	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Ba	La	Sc	Sr	V	Y	
QYH1-38.17 Ks18 ¹⁾	Am>Opx	1.499-1.501	73.82	0.19	11.45	1.21	0.05	0.19	1.11	3.49	3.32	0.02	547	22	4	85	8	20	
	Am>Opx,Cpx	1.499-1.502		0.21	12.14	1.25	0.06	0.15	1.27	3.67	3.31	0.04	546	23	4	92	6	22	
QYH1-42.72 Ks22 ¹⁾	Bi>>Am,Opx	1.499-1.501																	
	Bi>>Am,Opx,Cpx	1.498-1.499																	
QYH1-49.83 Ch2 ¹⁾	Bi,Am>Opx,Cpx	1.500-1.502	73.06	0.16	12.08	1.05	0.08	0.19	0.98	3.70	3.96	0.02	785	28	2	145	8	17	
	Bi>Am>Opx,Cpx	1.500-1.501		0.18	12.95	1.18	0.09	0.15	1.22	3.41	3.16	0.04	750	30	2	176	4	17	
QYH1-60.93	Opx,Cpx,Am	1.499-1.502																	
QAS3-48.68 Ku1 ¹⁾	Opx,Cpx	1.501-1.503	74.02	0.20	11.13	1.48	0.06	0.20	1.31	3.96	2.21	0.02	542	15	9	81	<5	49	
	Opx,Cpx>>Am	1.501-1.503		0.23	12.69	1.80	0.07	0.20	1.71	3.84	2.25	0.06	546	15	9	95	5	54	

¹⁾ 上総層群テフラの分析データは主に水野・納谷(2011)に基づく。Tephra data of the Kazusa Group are mainly based on Mizuno and Naya (2011).

²⁾ Am : 角閃石(Amphibole), Opx : 斜方輝石(Orthopyroxene), Cpx : 単斜輝石(Clinopyroxene), Bi : 黒雲母(Biotite).

³⁾ ICP分光分析法またはICP質量分析法による。上総層群テフラ以外の分析者：住鉱資源開発株式会社。Method : Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry except for La, and ICP Mass Spectrometry for La, analysed by Sumiko Resources Exploration & Development Co.Ltd, except the Kazusa Group's tephtras. Fe₂O₃Tは総Fe量をFe₂O₃として計算したものの。Fe₂O₃T means total Fe calculated as Fe₂O₃.

深度 8.40 ~ 3.00 m は貝殻片を多く含む細粒砂～中粒砂からなる。ところにより貝殻片の密集層が見られる。斜交層理が発達する。貝殻片を多く含む粗粒堆積物からなり、斜交層理が発達することから、上部外浜堆積物と考えられる。

深度 3.00 ~ 0.52 m は淘汰の良い細粒砂からなり、重鉱物が濃集した平行葉理～低角斜交層理が発達する。深度 3.00 ~ 2.40 m には生痕化石 *Macaronicus segregates* が見られる。重鉱物の濃集が見られること、外浜～後浜の海浜堆積物に特徴的な生痕化石が見られることから、前浜から後浜にかけての堆積物と考えられる。

4.1.4.3 深度 0.52 ~ 0.00 m (地表) 盛土

直径最大 4 cm の碎石を主体とし、基質は泥質細粒砂である。盛土と考えられる。

4.1.5 火山灰分析

4本のボーリングコアのうち、GS-QAS-3 および GS-QYH-1 には火山灰層が見られた。このうちの5層について広域テフラとの対比を行った。火山灰の分析データの一覧を第5表に、火山灰層を含むコア写真を第8図に示す。以下それぞれの火山灰層の特徴と既知の火山灰層との対比について述べる。

QAS3-48.68 は層厚約 3 cm で黄白色極細粒砂サイズの火山灰からなり、バブル型の火山ガラスを主体とし、細かい高温型石英を少量含む。重鉱物は斜方輝石、単斜輝石を主体とする。火山ガラスの化学組成は K₂O

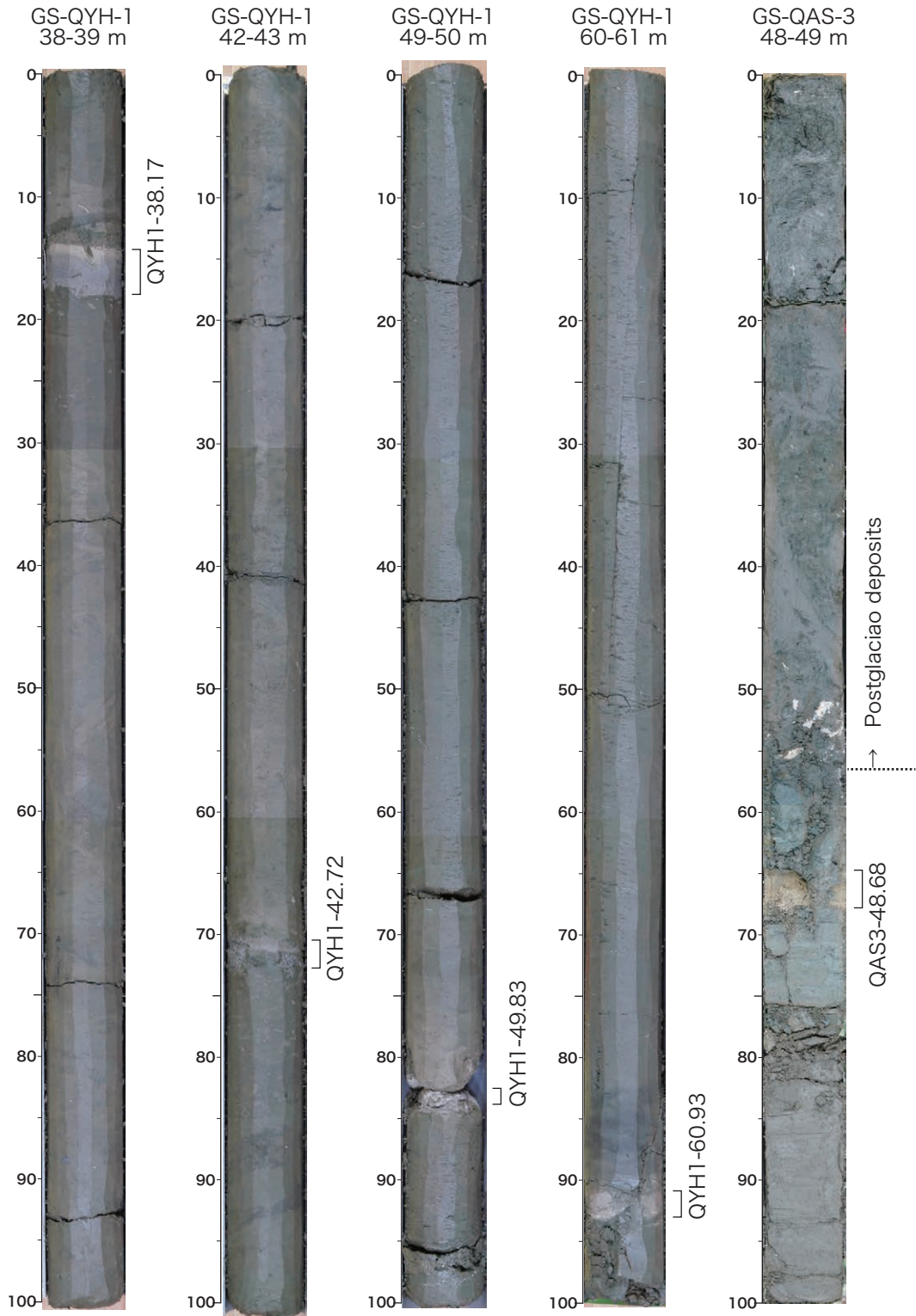
がやや少なく、屈折率と併せた特徴は上総層群国本層中の Ku1 テフラに類似し、対比される。

QYH1-60.93 は層厚約 3 cm の極細粒砂～シルトサイズの火山灰からなり、黄白色でブロック状に分かれた不連続な産状を呈する。火山ガラスは厚手のバブル型や多孔質型などからなり、褐色を帯びた塊状ガラスも少量含まれている。重鉱物は斜方輝石、単斜輝石、角閃石を含む。少量のため、化学分析を行っておらず、対比は不明である。

QYH1-49.83 は層厚約 3 cm の灰白色極細粒砂サイズの火山灰からなり、その上位に生痕が発達した層厚約 13 cm の火山灰質泥層を伴う。厚手のバブル型、多孔質型の火山ガラスが主体である。重鉱物は、黒雲母、角閃石が多く、斜方輝石や単斜輝石も含まれる。火山ガラスの化学組成では、Ba の含有量が相対的に高く、屈折率などの特徴を併せて、上総層群長南層中の Ch2 テフラに対比される。

QYH1-42.72 は層厚約 1 cm の極細粒砂サイズの火山灰からなる上部と、層厚約 3 cm の細粒～中粒砂サイズの火山灰からなる下部に分けられ、下部の火山灰層はブロック状の不連続な分布である。下部の火山灰層は、厚手の多孔質型を主体とする火山ガラスと長石、石英などの結晶粒が同量程度を占め、また重鉱物は黒雲母が圧倒的に多いという特徴を持つ。これらの特徴と下位のテフラの対比から、上総層群笠森層中の Ks22 テフラに対比される。

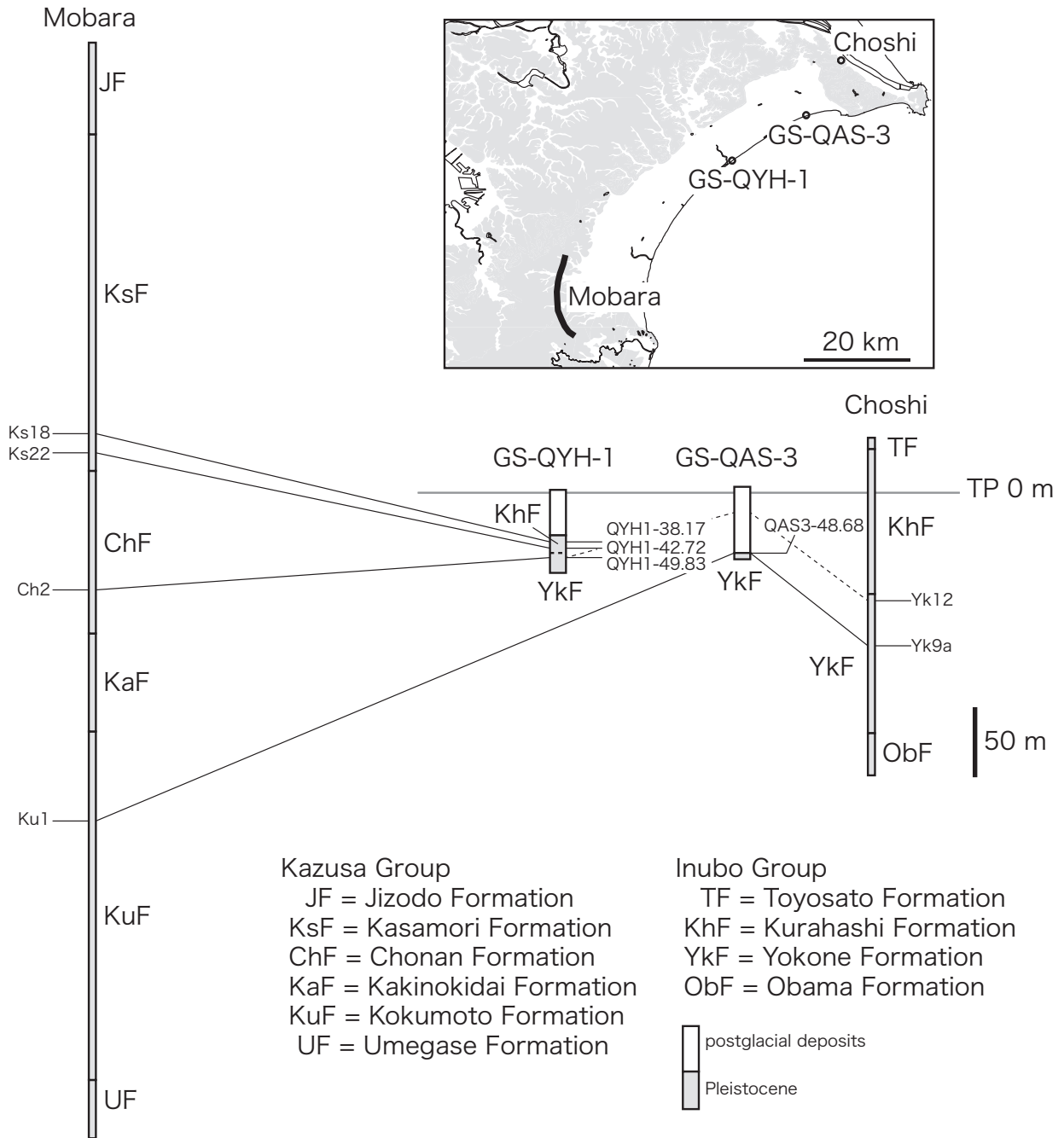
QYH1-38.17 は厚さ約 1 cm の細粒砂サイズの白色



第8図 火山灰層を含むコア写真。
Fig. 8 Photographs of cores including volcanic ash layers.

の火山灰からなる上部と、厚さ1～3 cmの泥サイズの灰白色火山灰からなる下部に分けられる。上部境界、下部境界ともに生痕でかく乱されている。下部の灰白色火山灰について分析を行った。バブル型を主体とする火山ガラスが優勢である。重鉱物としては角閃石が

多く含まれ、少量の斜方輝石もみられる。火山ガラスの化学組成や屈折率の類似性、さらに下位テフラの対比結果を含めると、上総層群笠森層のKs18テフラに対比される。



第9図 近隣地域とのテフラ対比.

Fig. 9 Correlations of Pleistocene volcanic layers around the study area.

4.1.6 更新統の層序

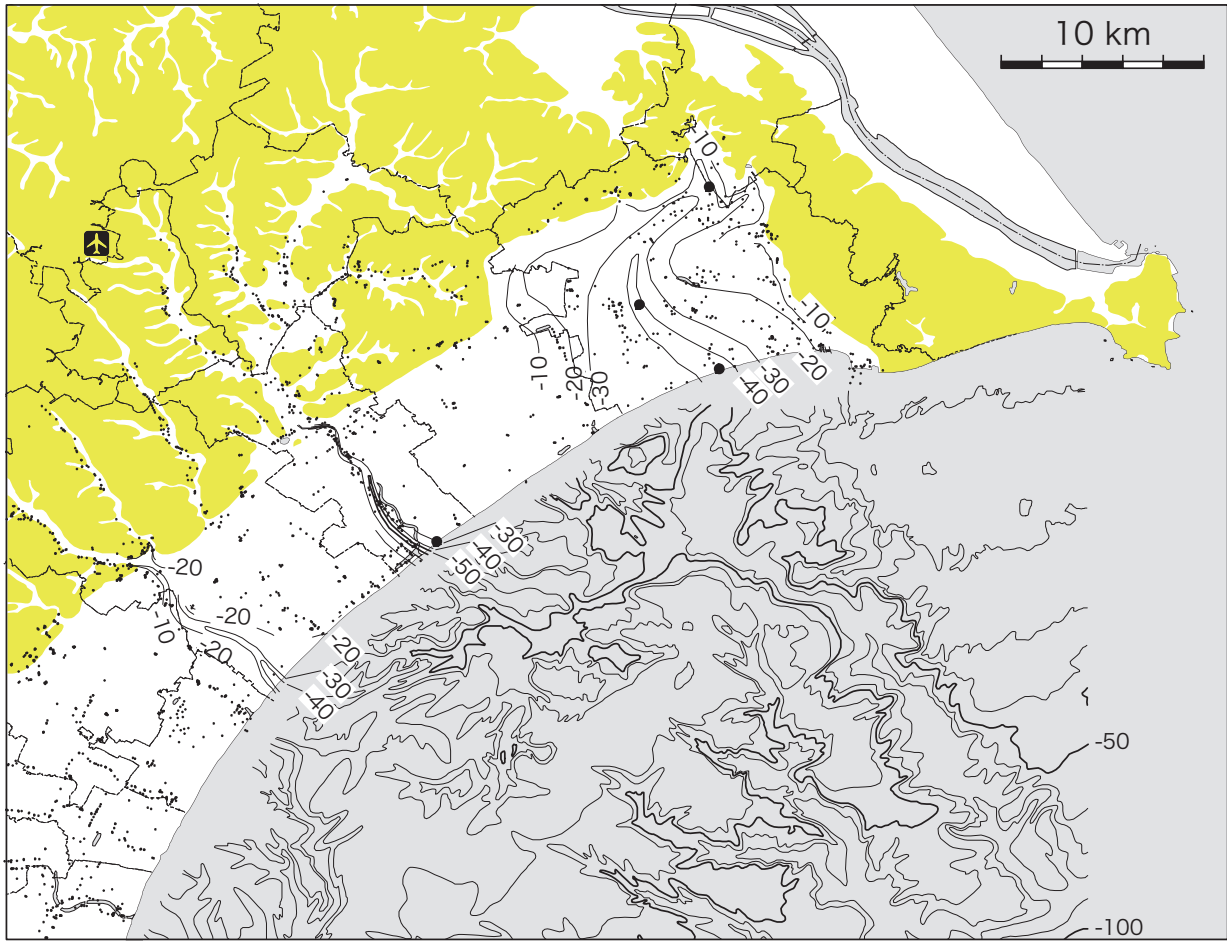
GS-QAS-1 の沖積層の基盤をなす更新統は、近隣の台地を構成する更新統の層序区分(酒井, 1990)から推定すると犬吠層群の豊里層に相当すると考えられる。豊里層はテフラの対比に基づき下総層群地蔵堂層に対比されている(中里・佐藤, 1998; 齊藤, 2000)。

GS-QAS-3 の更新統に含まれる QAS3-48.68 は、4.1.5 で述べたとおり上総層群国本層中の Ku1 に対比され、Ku1 は犬吠層群横根層の Yk9a に対比されることから

(佐藤, 2002), GS-QAS-3 掘削地点の沖積層の基盤は更新統の犬吠層群横根層と考えられる。

GS-QYH-1 の更新統に含まれる QYH1-49.83, QYH1-42.72, QYH1-38.17 は 4.1.5 で述べたとおりそれぞれ上総層群長南層の Ch2, 同笠森層の Ks22, Ks18 に対比される。Ch2 は犬吠層群横根層の Yk12(久光・岡田, 1997), 笠森層は犬吠層群の倉橋層下部に対比されることから(佐藤, 2002), GS-QYH-1 掘削地点の沖積層の基盤は犬吠層群倉橋層と考えられる。

茂原地域の上総層群、銚子地域の犬吠層群とのテ



第 10 図 沖積層基底標高分布図.

Fig.10 Elevation map of the basal boundary of Postglacial deposits.

フラを用いた対比を第 9 図に示した。茂原地域のテフラ層序は町田ほか (1980), 銚子地域のテフラ層序は Kameo et al (2006) による。茂原地域では Ks18 と Ch2 の間の地層の厚さは 117 m あるのに対し, GS-QYH-1 では 11.66 m とほぼ 1/10 の厚さになっている。

4.2 埋没谷地形

既存ボーリング資料および新規のボーリング掘削調査によって得られた沖積層の基底標高をもとに埋没谷地形を推定したものが第 10 図である。調査地域の沖積層基底はおおむね標高 -10 ~ -30 m にあるが, 海岸線直下で標高 -40 m よりも深い基底を持つ埋没谷が, 少なくとも旭市, 横芝光町および山武市に存在すると考えられる。旭市の埋没谷は標高 -30 m の等深度線の間隔が 8 km 以上と想定されるが, 横芝光町および山武市の埋没谷は幅が狭く 3 km 以下である。この地域差の原因は何か, 現時点では不明である。これらの埋没谷の分布は海域の沖積層基底分布図 (海上保

安庁水路部, 2000) に示されている埋没谷の延長におおむね一致している。既存ボーリング資料の数が少なく詳細は不明だが, 海域の沖積層基底分布図からは同様の埋没谷が匝瑳市および山武市の地下にも存在すると予想される。

5. まとめ

九十九里平野の沖積層とその基盤構造を明らかにするため, 既存ボーリングデータ収集および新規ボーリング掘削調査を行った。4 本のオールコア試料の記載および放射性炭素年代測定の結果, 沖積層の堆積相や基底深度が明らかになった。更新統に含まれる火山灰層は重鉍物などの分析の結果, 既存の広域火山灰に対比された。ボーリング掘削調査で得られた沖積層の基底深度と既存ボーリングデータから九十九里平野中部～北部の沖積層基底標高分布を明らかにした。

今後はさらに貝化石群集の解析を行い, 放射性炭素年代測定により詳細な堆積年代を推定し, 沖積層の堆

積史を明らかにする予定である。また、埋没谷の正確な深さや形状の手がかりを得るために、ボーリング掘削地点を通る測線での反射法地震探査を予定している。

謝辞

本調査の実施に際して、千葉県環境研究センター、旭市役所（都市整備課、環境課、総務課、商工観光課、教育委員会生涯学習課・庶務課、農業委員会）、匝瑳市役所（学校施設課、総務課）、横芝光町役場（産業振興課、都市建設課）、山武市役所（財政課）、および地権者の方には便宜を図っていただいた。千葉科学大学の植木岳雪教授にはボーリング用地選定に際してご協力いただいた。ボーリング掘削調査の現地作業は中央開発株式会社が実施した。地質情報研究部門の中島礼主任研究員には貝化石の同定をしていただいた。以上の方々に感謝いたします。

文献

久光敏夫・岡田 誠 (1997) 房総半島上総層群に記録された堆積残留磁化の伏角浅化現象。地球惑星科学関連学会 1997 年合同大会予稿集, 854.

海上保安庁, (2000) 5 万分の 1 沿岸の海の基本図 九十九里浜。48.

関東地方土地地質図編纂委員会 (1996) 関東地方土地地質図・解説書。768.

Kameo, K., Okada, M., El-Masry, M., Hisamitsu, T., Saito, S., Nakazato, H., Ohkouchi, N., Ikehara, M., Yasuda, H., Kitazato, H. and Taira, A. (2006) Age model, physical properties and paleoceanographic implications of the middle Pleistocene core sediments in the Choshi area, central Japan. *Island Arc*, 15, 366-377.

風岡 修・風戸孝之・笠原 豊・楠田 隆 (2006) 九十九里地域における上ガスの分布携帯 - 九十九里町・東金市・大網白里町における最近の研究から -。環境地質シンポジウム論文集, 16, 169-174.

木村克己 (2011) ボーリングデータ処理システムの公開 - 国土基盤情報としてのボーリングデータの活用を目指して -。産業技術総合研究所 TODAY,

11-2 19.

小池一之・町田 洋, (2001) 日本の海成段丘アトラス。東京大学出版会, 105p.

町田 洋・新井房夫・杉原重夫 (1980) 南関東と近畿の中部更新統の対比と編年 - テフラによる一つの試み -。第四紀研究, 19, 233-261.

増田富士雄・藤原 治・酒井哲弥・荒谷 忠・田村 亨・鎌滝孝信 (2001) 千葉県九十九里浜平野の完新統の発達過程。第四紀研究, 40, 223-233.

松島義章 (1984) 日本列島における後氷期の浅海性貝類群集。神奈川県立博物館研究報告(自然科学), 15, 37-109.

水野清秀・納谷友規 (2011) 広域テフラ対比と海成層層準の認定に基づく関東平野中央部のボーリングコアの対比。産業技術総合研究所地質調査総合センター速報, no.56, 121-132.

森脇 広 (1979) 九十九里浜平野の地形発達史。第四紀研究, 18, 1-16.

大井信三・七山 太・中島 礼 (2014) 航空レーザー DEM による九十九里平野の浜堤列群の発達過程。日本地球惑星連合大会 2014 年, HGM22-P02.

Reimer, P.J., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, M.P., Guilderson, T.P., Haflidason, H., Hajdas, I., Hatte, C., Heaton, T.J., Hoffman, D.L., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaise, 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.

酒井豊三郎 (1990) 千葉県銚子地域の上部新生界 - 岩相・古地磁気・放散虫化石層序 -。宇都宮大学教養学部研究報告第 2 部, 23, 第 2 部, 1-34.

里口保文 (1995) 上総層群中・下部の火山灰層序。地質学雑誌, 101, 767-782.

Stuiver, M. and Reimer, P.J. (1993) Extended C-14 data-base and revised Calib 3.0 C-14 age calibration program. *Radiocarbon*, 35, 215-230.

Stuiver, M., Reimer, P.J. and Reimer, P.J. (2015) CALIB Radiocarbon Calibration. <http://calib.qub.ac.uk/calib/>, 2016/02/24.

中里裕臣・佐藤弘幸 (1998) O-11 銚子半島犬吠層群
における大町 APm テフラ群の層位．日本第四紀
学会講演要旨，28, 62-63.

齊藤尚人 (2000) ハケ岳東麓と関東平野の中期更新世
テフラの対比とその編年．第四紀研究，39, 15-
23.

佐藤弘幸 (2002) テフラの屈折率による犬吠層群上部
と上総層群の対比．日本第四紀学会講演要旨集，
32, 116-117.

産業技術総合研究所地質調査総合センター (2009) 20
万分の1日本シームレス地質図 (DVD 版)．数値
地質図 G-16.