

伊勢湾南西岸, 宮川下流域における沖積層ボーリング調査 (速報) Preliminary report about coring survey of Chuseki-so in the Lower Miyakawa Plain, southwestern coast of the Ise Bay, central Japan

佐藤善輝^{1*}・水野清秀¹・中島 礼¹
Yoshiki Sato^{1*}, Kiyohide Mizuno¹, and Rei Nakashima¹

Abstract: A drilling survey, 60 m-long, was performed in Lower Miyakawa Plain, Ise City, Mie Prefecture, central Japan, for understanding stratigraphy and sedimentary environment of post-MIS 2 incised valley fill (Chuseki-so). We divided “Chuseki-so” roughly into 7 sedimentary units based on grain size, color, diatom fossil assemblages, and molluscan, Unit 1 to 7 in ascending order; Unit 1: gravelly channel deposits (probably older), Unit 2: gravelly channel deposits (probably younger), Unit 3: tidal-influenced river mouth (estuary) deposit, Unit 4: prodelta deposit, Unit 5: wave-influenced delta front deposit, Unit 6: backshore deposit, and Unit 7: artificial soil and buried materials. Unit 2, bottom of the “Chuseki-so”, is distributed only around 3-4 km in southern margin of the plain.

Keywords: Lower Miyakawa Plain, Ise Bay, Ise Plain, Chuseki-so, incised valley, U-Oki

要 旨

伊勢湾南西岸の宮川下流平野において沖積層を貫く掘削深度 60 m のオールコアボーリング調査を実施した。得られたコア試料は、色調や粒度組成に基づき、下位から順にユニット 1～7 に細分できる。ユニット 1 及び 2 は礫質河川堆積物で、色調や含まれる礫種の違いから堆積年代や堆積物供給源が異なる可能性が示唆される。ユニット 2 は沖積基底礫層に対比される。ユニット 3 はエスチュアリー堆積物と推定され、ユニット中には鬱陵隠岐テフラ (10,177-10,255 cal BP) が挟在する。ユニット 4 からユニット 6 にかけてはデルタ構成層であると考えられ、ユニット 4 がプロデルタ堆積物、ユニット 5 が波浪の影響を受けたデルタフロント堆積物、ユニット 6 が波浪卓越型デルタの海浜堆積物であると推定される。ユニット 7 は旧表土及び盛土である。ユニット 2 は沖積層基底礫層と解釈でき、その分布は平野南側の幅 3～4 km に限られる。

1. はじめに

本報告は「沿岸域の地質・活断層調査」プロジェクトのうち、サブテーマ「平野域の地質調査」として実施した「宮川下流平野における沖積層ボーリング掘削調査」についての予察的結果を示すものである。

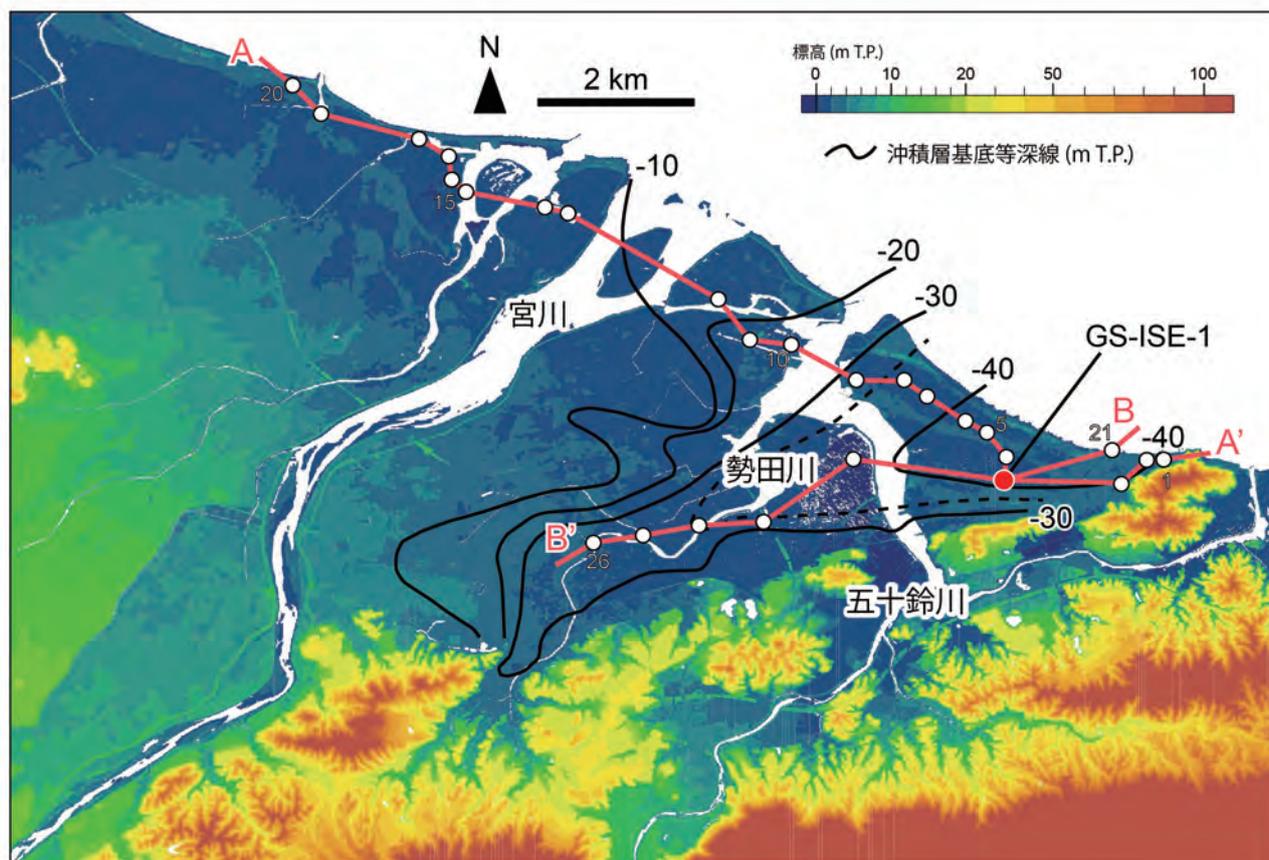
宮川下流平野は伊勢湾西南部に位置する「デルタタイプの沖積平野 (海津, 1994)」である (第 1 図)。平

野は北西～北部を主に更新世段丘に、南側を基盤岩類によって区切られ、宮川の流下する北東方向に伸びる二等辺三角形の形状を示す (西岡ほか, 2010)。平野の規模は、海岸線付近での横断方向の距離が約 10 km、縦断方向の距離が約 11 km である。平野東部の海岸線から約 2 km と約 6 km の付近で南側からそれぞれ勢田川、五十鈴川が北流しており、河口部で宮川の派川と合流する (第 1 図)。平野内には旧河道や自然堤防が発達する。また、海岸から約 1.5 km の範囲には西北西～北西方向に伸びる計 3 列の浜堤列が分布する (西岡ほか, 2010; 川瀬, 2012)。

このように宮川下流平野は典型的なデルタタイプの地形的特徴を示すものの、最終氷期以降における地形発達過程に関してほとんど明らかになっていない。この地域を対象とした先行研究としては、最終氷期に形成された開析谷を充填する「沖積層」を対象として、その層序区分を論じた鈴木・日吉 (1962) 及び川瀬 (2012) に限られる。鈴木・日吉 (1962) は伊勢湾西～南岸を広く対象として、主にボーリング柱状図に基づいて更新世後期以降の地下地質を計 5 層 (下位から順に、古伊勢湾層、平田層、伊勢神戸層、四日市港層、富田浜層) 区分した (第 1 表)。また、川瀬 (2012) はボーリングデータを整理し、下位から順に基底礫層 (一部は埋没段丘礫層を含む)、下部砂層、中部泥層、上部砂層、最上部層に区分した (第 1 表)。これらのうち、基底礫層の一部は平田層に、下部砂層は伊勢神戸層の上部に、中部泥層は四日市港層に、上部砂層は富田浜層にそれ

*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 宮川下流平野の標高分布とボーリングコア掘削地点と地質断面図測線の位置。
標高データは国土地理院5mメッシュDEMデータを使用した。沖積層基底等深線は川瀬(2012)に基づく。

Fig. 1 Distribution of elevation in the Lower Miyakawa Plain and location of GS-ISE-1 core and geological sections.
Elevation data was based on 5 m mesh DEM data published by GSI of Japan. Depth contour of bottom of “Chuseki-so” was based on Kawase (2012).

ぞれ対比されるとしている(第1表;川瀬,2012)。また、川瀬(2012)は基底礫層の深度分布図を作成し、最終氷期の開析谷の形状や深度分布を示した(第1図)。

これら既存の層序区分は堆積物の粒度組成やN値などの物性に基づくものであり、それぞれの地層の堆積年代や堆積環境に関するデータは乏しい。川瀬(2012)は基底礫層直上から数点の放射性炭素年代測定値を報告しているが、それ以外の層準についてはデータが得られていない。このため、後氷期の海進に伴う環境変化や縄文海進高頂期以降のデルタの発達過程が未解明であり、濃尾平野などの研究先進地域との対比も不明確である。

このような問題点を踏まえ、宮川下流平野における沖積層の模式層序構築を目的として、沖積層のオールコアボーリング調査を実施した。掘削調査は2018年1月に実施し、地表から深度60mまでのコア試料(GS-ISE-1コア)が採取された。本稿ではGS-ISE-1コアのおおまかなユニット区分を示すとともに、既存ボーリング資料との対比から各ユニットの分布形態について

報告する。

2. 調査及び分析方法

2.1 ボーリングコアの掘削

宮川下流平野海岸部の1地点(GS-ISE-1)でIFCS(Improved Fresh-water Core Sampling)工法によりボーリングコア掘削調査を行い、深度60mまでのオールコア試料を採取した。掘削地点は三重県伊勢市二見町荘地区(北緯34°30'21.8", 東経136°45'56.2")に位置し、掘削地点周辺は最も陸側の浜堤列の海側斜面上に位置する(第1図)。孔口標高は測量未実施のため正確な値は明らかでないが、国土地理院5mメッシュDEMデータからは約1.7m T.P.と推定される。掘削地点は、川瀬(2012)の示した沖積基底深度分布に基づく開析谷の軸部に相当すると考えられる(第1図)。

コアは産総研において半割した後、コア写真と層相観察を行った。一部試料については軟X線写真の撮影と土色測定も実施した。軟X線写真撮影は、電圧40

第1表 宮川下流平野における中期更新世～完新世の地質層序区分。

Table 1 Middle Pleistocene to Holocene stratigraphy in the Lower Miyakawa Plain.

		鈴木・日吉 (1962)	川瀬 (2012)	本研究
年代		伊勢地区	伊勢地区	GS-ISE-1
完新世		—	—	ユニット7
		—	最上部層	—
		富田浜層	上部砂層	ユニット6
		四日市港層	中部泥層	ユニット5
		—	—	ユニット4
更新世	末期	伊勢神戸層	下部砂層	ユニット3
			—	—
	後期	平田層	基底礫層	ユニット2
			—	ユニット1?
	中期	(基盤層)	—	—
			ユニット1?	

～45 kV，電流 1.5 A，照射時間 5～20 秒の条件下で行い，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。

2.2 火山灰分析

コア試料中に認められた火山ガラス濃集層について篩を用いて極細粒砂～細粒砂サイズの粒子を選別し，この中に含まれる火山ガラス粒子の屈折率について MAIOT (古澤地質製；古澤，1995) を用いて測定した。測定精度は ± 0.001 である。火山ガラスの主成分化学組成分析は古澤地質に依頼し，エネルギー分散型 X 線マイクロアナライザー (EDX) を用いて行われた。

2.3 珪藻化石分析

コア試料の一部について珪藻化石分析を実施した。コア試料から約 1 mg を分取し，蒸留水を加えて懸濁液を作成した。濃度を適宜調整しながら懸濁液をカバーガラスに滴下し，ホットプレート上で乾燥させた後，光硬化樹脂を用いて封入した。光学顕微鏡を用いて 1,000 倍の倍率で検鏡し，200 殻以上を同定・計数した。種の同定は小林ほか (2006)，渡辺 (2005) などを参考にして行った。珪藻の生息環境は千葉・澤井 (2014) の提示した環境指標種群を参照した。

2.4 貝化石

コア試料から採取した計 14 点の試料について貝化石の同定を行った。各貝化石の生息環境は奥谷 (2000) を参考にした。

3. ユニット区分

コアは粒度や色調，生物相，固結度の違いなどから，

以下の 6 ユニットに区分できる (第 2 図)。各ユニットの特徴と解釈される堆積環境について，下位から順に示す。

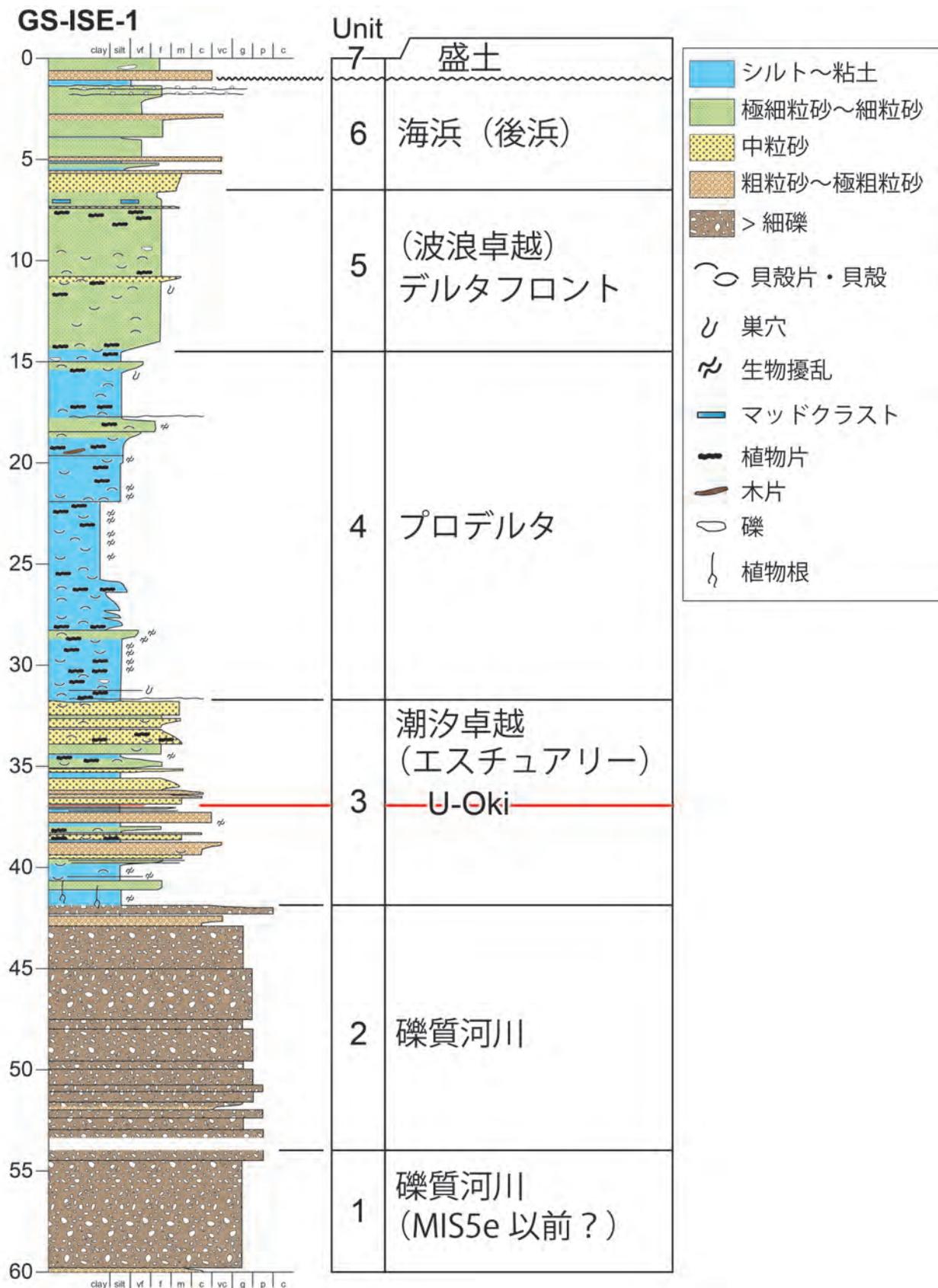
3.1 ユニット 1

記載：黄褐色を呈する礫層で，径 2～3 cm 程度の亜角～亜円の小礫から中礫を主体とする (第 2 図)。マトリックスは細粒砂～粗粒砂混じりシルトで，深度 56 m 以浅は砂分が卓越しやや粗粒である。礫は結晶片岩，チャート，砂岩を主体とする。後述する上位のユニット 2 に比べて結晶片岩が多く認められ，チャートが少ない。砂岩には強風化したものが混じる。本ユニットの最下部は上位に比べて細粒で，中粒砂～粗粒砂から成る。上位のユニット 2 との境界は試料の乱れにより特定できておらず，地層境界の状況や詳細な深度は不明である。

解釈：礫質堆積物を主体とし，亜円礫を含むことから，礫質河川堆積物であると推定される。本ユニットは風化した砂岩を含むことや褐色を帯びることから，上位のユニット 2 に比べて堆積年代が古い可能性が高い。結晶片岩やチャート礫を多く含む特徴は，宮川流域を堆積物の供給源とすることを示唆する。本ユニットは鈴木・日吉 (1962) の平田層あるいは更新世中期以前の基盤層，川瀬 (2012) の基底礫層に相当する可能性がある (第 1 表)。

3.2 ユニット 2

記載：暗オリーブ色あるいは灰色を呈する礫層で，小礫～中礫から成る。亜円～亜角礫を主体とする (第 2 図)。深度 45.5 m 付近は粗粒で，コア径大の礫を複数含む。全体として淘汰が悪い。チャート，砂岩及び泥岩を主体とし，稀に結晶片岩が混じる。マトリックスは



第2図 GS-ISE-1 コアの柱状図.
Fig. 2 Column of GS-ISE-1 core.

第2表 GS-ISE-1 コアから得られた火山ガラス及び既知テフラ試料の屈折率及び主成分化学組成。分析値は主成分の合計を100%とした。FeO* は総 Fe 値を FeO として計算した値。
Table 2 Refractive index and major element compositional data of glass shards taken from GS-ISE-1 core and known tephra samples.
Values are expressed so that total is 100%. FeO* means total Fe as FeO.

テフラ	地点名	試料番号	屈折率 ガラス(n)	火山ガラスの主成分組成 (%)										文献
				SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	合計	
U-OkI	宮川下流平野	GS-ISE-1 36.96m	1.521-1.523	61.50	0.48	19.38	2.97	0.17	0.25	1.54	6.39	7.31	100	本研究
	-	-	1.518-1.524	61.60	0.44	20.10	2.90	0.20	0.30	1.50	6.70	6.30	100	町田・新井(2003)
	水月湖	SG06-1288(U-OkI)	-	61.05	0.50	19.61	3.17	0.14	0.30	1.61	6.53	7.09	100	Smith et al.(2013)
	日本海	-	-	60.70	0.42	19.69	3.88	0.17	0.26	1.43	6.76	6.67	100	Park et al.(2007)
	足柄平野	GS-ASG-4 39.17m	1.521-1.522	61.73	0.37	19.39	2.92	0.21	0.21	1.50	6.74	6.92	100	水野(私信)
B-Tm	-	-	1.511-1.522	73.30	0.29	11.90	4.30	0.08	0.07	0.50	5.00	4.50	100	町田・新井(2003)
K-An	-	-	1.508-1.516	75.00	0.53	13.00	2.50	0.07	0.50	2.00	3.60	2.80	100	町田・新井(2003)
AT	-	-	1.498-1.501	78.40	0.13	12.20	1.20	0.04	0.14	1.10	3.30	3.40	100	町田・新井(2003)

細粒砂～粗粒砂で，一部はシルト質となる。

解釈：ユニット1と同様に礫質堆積物を主体とし，匝田礫を含むことから，礫質河川堆積物であると推定される。ユニット1に比べてチャート礫をやや多く含むことから，相対的に五十鈴川流域から堆積物が多く供給された可能性が考えられる。本ユニットは鈴木・日吉(1962)の平田層，川瀬(2012)の基底礫層に相当する可能性が高い(第1表)。

3.3 ユニット3

記載：砂泥互層から成り，深度39.4 m以深は泥質堆積物が，深度39.4 m以浅は砂質～礫質堆積物が卓越する(第2図)。下位のユニット2とは明瞭な境界で接する。深度39.42 m以深はオリーブ黒色あるいは暗オリーブ灰色を呈する腐植質シルトを主体とし，ところどころに層厚1～2 cm程度のシルト質細粒砂の薄層が挟在する。また，腐植物を多く含み，全体に植物根痕が認められる。深度40.5 m以浅では破損した貝殻片が混じる。他方，深度30.42 m以浅はシルト質極細粒砂～極粗粒砂からなり，粒度変化が激しい。全体として上方細粒化する傾向を示す。また，貝殻片や植物片が多く混じり，密に生物擾乱が発達する。

貝化石：汽水生のヤマトシジミ *Corbicula japonica Prime* を多く含む。

珪藻：ユニット中部の深度40.3 m及び深度37.0 mから採取した試料について珪藻化石分析を行った。いずれの試料も淡水底生種の *Cocconeis placentula* が10～11%程度と多産する。また，汽水生種の *Cocconeis neodiminuta*, *Thalassiosira lacustris* が5～10%程度産出する。中～下流性河川指標種の *Melosira variens* や *Planolithidium lanceolatum* を伴う。深度37.0 mでは汽水～海水生種の *Diploneis interrupta* や *Diploneis pseudovalis* が7～8%程度伴う。

テフラ：深度37.0 m付近に層厚約2 cmの火山灰層が認められた。同層準から得られた火山ガラスは軽石型ガラスを主体とし，その屈折率は1.521～1.523を示す(第2表)。また，火山ガラスの主成分化学組成は，K₂Oが7.31%，Na₂Oが6.39%と著しく高く，SiO₂は61.50%である(第2表)。これらの特徴が町田・新井(2003)の記載や水月湖湖底堆積物(Smith et al., 2013)，韓国東方沖の海底堆積物(Park et al., 2007)などと一致することから，このテフラ層準は鬱陵隠岐テフラ(U-OkI; 10,177～10,255 cal BP, Smith et al., 2013)に対比される。

解釈：汽水生の貝化石や珪藻化石を多産することから，汽水域堆積物であると考えられる。また，淡水生，汽水生，汽水～海水生の珪藻化石が混合して産出することや中～下流性河川指標種が多産することから，河川河口部などの淡水と海水が混合する環境が示唆され

る。これらの特徴から、本ユニットは潮汐の卓越するエスチュアリー堆積物 (Dalrymple, 1992) であると考えられる。層相や分布深度から、本ユニットは鈴木・日吉 (1962) の伊勢神戸層、川瀬 (2012) の下部砂層に相当すると考えられる。鈴木・日吉 (1962) とそれを踏襲した川瀬 (2012) では本ユニットに対比される地層は更新統最上部とされているが、上述したように U-Okii テフラが挟在することから、本ユニットの上部は完新統に含まれる (第1表)。なお、鈴木・日吉 (1962) が宮川下流域で古伊勢湾層に比定した標高 -37 m 付近の貝殻腐植物混じりの砂混じり粘土層は、本ユニット下部の泥質堆積物に対比される可能性が高い。

3.4 ユニット4

記載：オリーブ黒色を呈する塊状の粘土～シルトから成る (第2図)。深度 21.93～25.85 m は細粒で、粘土分が卓越する。全体に腐植物や貝殻片を多く含み、生物擾乱が顕著に発達する。深度 25.85～28.28 m は上方細粒化、深度 14.50～21.93 m は上方粗粒化傾向を示す。また、ユニット上部では細粒砂から成る層厚数～数 10 cm の薄層が挟在する。深度 15 m 付近よりも浅部では腐植物が増加する。

貝化石：内湾性のヤカドツノガイ *Dentalium (Paradentalium) octangulatum* Donovan, ムシロガイ *Niotha livescens* (Philippi), 十脚類 *Decapod* sp., 内湾性のイヨスダレ *Paphia undulata* (Born), 潮間帯に生息するイボウミニナ *Batillaria zonalis* (Bruguère) やウミニナ *Batillaria multififormis* (Lischke) が認められた。イヨスダレ *Paphia undulata* (Born) の一部は合弁の産状を示す。

解釈：本ユニットは泥質堆積物を主体とし、内湾性のイヨスダレ *Paphia undulata* (Born) が合弁の状態で産出することから、内湾堆積物であると推定される。本ユニットは後述するデルタフロント堆積物と推定されるユニット5に直接覆われること、上方に向けて腐植物が増加することから、デルタ性堆積物のサクセションを構成すると考えられる。本ユニットは、泥質なプロデルタ堆積物 (Bhattacharya and Walker, 1992) であると解釈できる。本ユニットは鈴木・日吉 (1962) の四日市港層、川瀬 (2012) の中部泥層に相当すると考えられる (第1表)。

3.5 ユニット5

記載：オリーブ黒～暗オリーブ灰色を呈する細粒砂から成り、全体に淘汰が良い (第2図)。下位のユニット4との境界は遷移的で不明瞭である。深度 11 m 以深には著しく破碎された細かいな貝殻片を含む。また、全体に腐植物が混じる。稀に径 5 mm～1 cm 程度の円～亜円礫が混入する。深度 7 m 付近には径 1 cm 程度の

マッドクラストが混入する。

解釈：本ユニットはプロデルタ堆積物を覆う砂質堆積物であることから、デルタフロント堆積物であると考えられる。淘汰が良いことやマッドクラストが混入することから、本ユニットは波浪の影響を受けて堆積したことが示唆される (Bhattacharya and Walker, 1992)。本ユニットには水深変化に対応した細かい粒径変化や堆積構造の差異が記録されている可能性がある (Bhattacharya and Walker, 1992) が、コア試料の乱れによってこれらの点については検討できていない。本ユニットは、鈴木・日吉 (1962) の富田浜層及び川瀬 (2012) の上部砂層の下部に相当すると考えられる (第1表)。

3.6 ユニット6

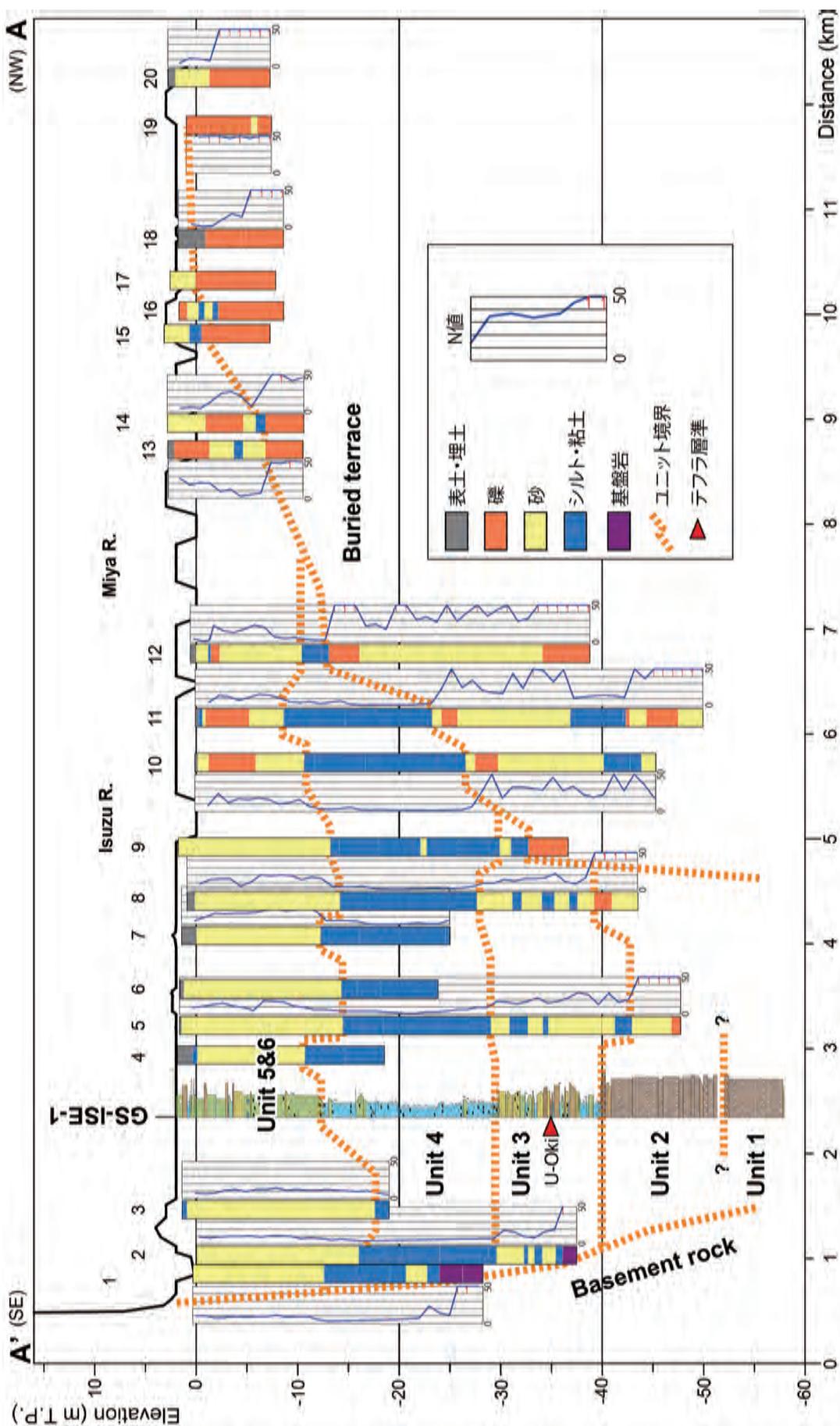
記載：淘汰の悪い細粒砂～中粒砂から成り、全体として上方細粒化する傾向を示す (第2図)。下位のユニット5との境界はコア試料の乱れによって不明瞭である。ところどころに極粗粒砂や細礫を主体とし逆級化を示す薄層を挟む。また、本ユニット下部の深度 5.2 m 付近と深度 6.5 m 付近には暗褐色を呈する有機質シルトの薄層が認められた。下位のユニット3とは明瞭な地層境界で接する。

解釈：掘削地点が浜堤列の海側斜面上に位置していることを考慮すると、本ユニットは波浪卓越型デルタの海岸線付近に形成される海浜堆積物であると推定される。特に、淘汰不良であること、極粗粒砂以上の粗粒堆積物を含むこと、一部に有機質な堆積物を含むことなどの特徴から、本ユニットは後浜堆積物 (西村ほか, 1995) である可能性が高いと推定される。上方細粒化する傾向は海側に浜堤列が付加・発達することによって粗粒堆積物の供給量が減少したことを反映している可能性がある。本ユニットは、鈴木・日吉 (1962) の富田浜層及び川瀬 (2012) の上部砂層の上部に相当すると考えられる (第1表)。

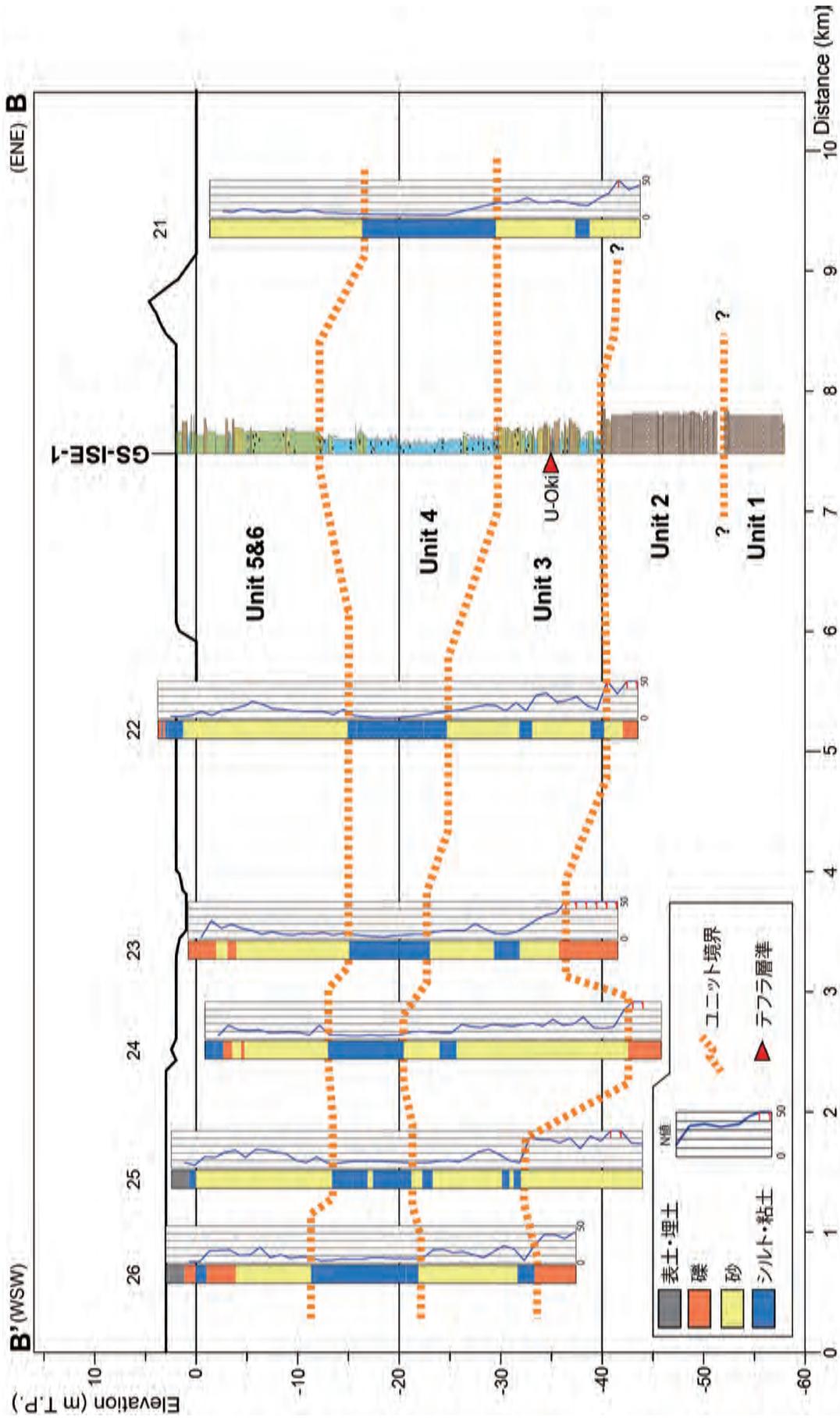
3.7 ユニット7

記載：このユニットの上部約 1 m は淘汰不良の粗粒砂～極粗粒砂から成り、径 2～3 mm 程度、最大径 10 mm の角～亜角礫が混じる (第2図)。ところどころに植物根が認められる。その下位の堆積物は、黒色を呈する極細粒砂混じり有機質シルトから成る。下位のユニット6とは明瞭な地層境界で接する。

解釈：掘削地点は空中写真から 1980 年代頃まで水田として利用されていたと推定されるが、現在は埋積され空地となっている。こうした土地利用状況の変化も考慮すると、このユニットは旧耕作土とそれを覆う埋土であると解釈できる。



第3図 宮川下流平野における地質断面図。
 A : A-A' 断面, B : B-B' 断面. 測線位置は図1に示す。
 Fig. 3 Geological sections in the Lower Miyakawa Plain.
 A : A-A' section, B : B-B' section. Location of sections were shown in Fig. 1.



第3図 続き .
Fig. 3 Continued.

4. 各堆積ユニットの分布について

既存ボーリング資料に基づき，GS-ISE-1 コアの掘削地点を交点とする宮川下流平野の横断面（A-A' 断面；第1図）・縦断面方向（B-B' 断面；第1図）の地質断面図を作成した。用いた既存ボーリング資料は計26本で，三重県建設技術センターから提供された計17地点，伊勢市から提供された計7地点に加えて，国土情報検索サイト「KuniJiban」（土木研究所，2018）で公開されている計2点分を使用した。三重県建設技術センター及び伊勢市の資料については，記載内容に基づいてXML形式データを作成した。これらのデータを用いて，ボーリング柱状図解析システム（木村，2011）を使用して地質断面図を作成した。作成した地質断面図を第3図に示す。

ユニット1と2とは，ボーリング資料から明確に区別するのが困難である。GS-ISE-1 コアでユニット2の層厚が約13mであることや，ユニット1が標高-53m以深に分布することを考慮すると，既存ボーリング資料はユニット1まで到達していない可能性が高い。

A-A' 断面におけるユニット2上面の標高は側方への連続性がよく，標高-43～-40m付近に認められる。また，B-B' 断面では上流に向かって浅くなる傾向を示し，標高-40～-34m付近に認められる。ユニット2は沖積基底礫層に対比されると考えられることから，その分布範囲は最終氷期における宮川の開析谷の位置を示すと解釈できる（川瀬，2012）。A-A' 断面では地点1・2でユニット3あるいは4の下位に軟岩・風化岩から成る基盤が分布する。また，地点8・9間では礫層上面に約8mの高度差が認められ，地点10において標高-40m付近に分布する泥層の一部がN値50以上を示す。これらから，地点9よりも北西側の地点には埋没段丘面が存在している可能性が高いと考えられる。従って，A-A' 断面では地点3から地点8の間に開析谷が位置していた可能性が高く，開析谷の幅は3～4km程度と見積もられる。埋没段丘面の上面は北東側に浅くなる傾向を示し，地点12では標高-12m，地点13～20では標高-8m以浅に位置する。こうした埋没段丘面の分布形態は川瀬（2012）の推論（第1図）を支持する。

ユニット3はA-A' 断面では地点2～9間に分布し，ユニット上面の標高は-30m前後である。また，B-B' 断面では全地点で確認でき，上面の標高は-22mから-30mで陸側に向かって浅くなる傾向を示す。N値は10～20程度で，20以上となることは稀である。ユニット3の分布範囲は概ね開析谷の分布範囲と一致する。

ユニット4はA-A' 断面及びB-B' 断面ともに側方に連続性よく認められ，その上面は標高-14～-12mである。また，B-B' 断面ではユニット上面の高度が陸側に向け

て層厚を減ずる特徴が認められる。N値は2～5程度で軟弱である。本ユニットの分布範囲は地点12よりも南側に限られる。

ユニット5及び6は，ボーリング資料から明確に区別するのが困難である。地点10～13及び地点23～26では地表付近に礫質堆積物が認められ，宮川などのチャネル堆積物が分布している可能性が考えられる。

謝辞：ボーリング調査にあたっては，伊勢市生活福祉課に多大な便宜を図って頂いた。ボーリング作業は中央開発株式会社により実施された。コア観察作業では地質情報研究部門の國本節子氏と藤田千枝子氏にご協力頂いた。既存ボーリング資料のXMLファイル作成にあたっては，地質情報研究部門の和田明美氏と成島孝子氏にご協力頂いた。以上の方々に深く感謝申し上げます。

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*. Geological Association of Canada, 157-177.
- 千葉 崇・澤井祐紀 (2014) 環境指標種群の再検討と更新. *Diatom* (珪藻学会誌), **30**, 別冊, 17-30.
- 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, 195-218.
- 土木研究所 (2018) 国土情報検索サイト「KuniJiban」<http://www.kunijiban.pwri.go.jp/jp/> (参照日：2018年4月20日)。
- 古澤 明 (1995) 火山ガラスの屈折率測定および形態分類とその統計的な解析に基づくテフラの識別. *地質学雑誌*, **101**, 123-133.
- 川瀬久美子 (2012) 伊勢平野南部，宮川下流域における沖積層の層序と埋没地形. *愛媛大学教育学部紀要*, **59**, 179-186.
- 木村克己 (2011) ボーリングデータ処理システムの公開. *産総研 TODAY*, **11**, no.1, 19.
- 小林 弘・出井雅彦・真山茂樹・南雲 保・長田敬五 (2006) 小林弘珪藻図鑑第1巻. 内田老鶴圃, 531p.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) 新編火山灰アトラス [日本列島とその周辺]. 東海大学出版会, 336p.
- 西村瑞恵・渡辺大輔・保柳康一 (1995) 波浪卓越沿岸の堆積相—北部フォッサマグナ中期中心世の礫質堆積物から—. *信州大学理学部紀要*, **29**, 71-77.
- 西岡芳晴・中江 訓・竹内圭史・坂野靖行・水野清秀・

- 尾崎正紀・中島 礼・実松健造・名和一成・駒澤正夫 (2010) 20 万分の 1 地質図「伊勢」. 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 奥谷喬司 (2000) 日本近海産貝類図鑑. 東海大学出版会, 1173p.
- Park, M.H., Kim, J.H. and Kil, Y.W. (2007) Identification of the late Quaternary tephra layers in the Ulleung Basin of the East Sea using geochemical and statistical methods. *Marine Geology*, **244**, 196-208.
- Smith, V.C., Staff, R.A., Blockley, S.P.E., Ramsey, C.B., Nakagawa, T., Mark, D.F., Takemura, K., Danhara, T., Suigetsu 2006 Project Members (2013) Identification and correlation of visible tephra in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: chronostratigraphic markers for synchronizing of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150 ka. *Quaternary Science Reviews*, **67**, 121-137.
- 鈴木好一・日吉 直 (1962) 第 2 章 伊勢湾南部臨海地帯の地質構造. 建設省計画局・三重県編「伊勢湾南部臨海地帯の地盤 都市地盤調査報告書第 2 巻」, 4-12.
- 海津正倫 (1994) 沖積低地の古環境学. 古今書院, 270p.
- 渡辺仁治編 (2005) 淡水珪藻生態図鑑 群集解析に基づく汚濁指数 DA_{lpo}, pH 耐性能. 内田老鶴圃, 666p.