

# 伊勢平野北部・鈴鹿市南部における第四紀堆積物の地形・地質調査（予報） Preliminary report of geomorphological and geological survey on Quaternary sediments in southern part of Suzuka City, Mie Prefecture, central Japan

佐藤善輝<sup>1\*</sup>・水野清秀<sup>1</sup>  
Yoshiki Sato<sup>1</sup> and Kiyohide Mizuno<sup>1</sup>

**Abstract:** We performed geomorphological classification by interpretation of aerial photos, and geological survey on late Pleistocene terraces in southern part of Suzuka City, Mie Prefecture, located in northern part of Ise Plain. Late Pleistocene terraces, middle and lower, are distributed in the study area, which was deformed in their eastern margins by active faults. Late Pleistocene deposits were able to be divided into three units, Unit A to C in ascending order, and the Unit B subdivided into four subunits (B-1 to 4). Unit A is composed of solid sandy and muddy deposits with freshwater diatom species, which suggesting that this unit is a part of Pliocene Tokai Formation. Unit B is composed of alternated layers of muddy and sandy sediments; Subunit B-1: marine muddy sediment, Subunit B-2: sandy sediments, Subunit B-3: freshwater muddy sediments, Subunit B-4: gravelly sediments. Unit C is alluvium deposits. Displacement of bottom of Subunit B-3 and top of Subunit B-1 suggest that vertical slip rates of active faults in the study area after MIS 5e is 0.02 to 0.05 m/kyr.

**Keywords:** Quaternary sediments, terrace deposits, active fault, diatom fossil, tephra, Ise Plain, shallow subsurface geology

## 要 旨

伊勢平野北部の三重県鈴鹿市南部を対象として、空中写真判読に基づく地形面区分と、後期更新世段丘構成層の層序・層相についての調査を実施した。対象地域周辺には後期更新世段丘の中位面・低位面が分布し、地形面の逆傾斜や撓曲変形から段丘東縁部に断層を認定できる。段丘構成層は大きく3つのユニット（下位から順にA～C）に区分され、ユニットBはさらに4つのサブユニットに細分される。ユニットAは固結した陸成層で、東海層群に対比される可能性がある。ユニットBは砂泥互層から成り、サブユニットB-1は海成の泥質堆積物、B-2は淘汰の悪い砂質堆積物、B-3は陸成の泥質堆積物、B-4は礫質堆積物から成る。ユニットCは完新統である。サブユニットB-3基底及びB-1上面からは、断層の上下方向における平均変位速度をおおむね0.02～0.05 m/kyrと見積もることができる。

## 1. はじめに

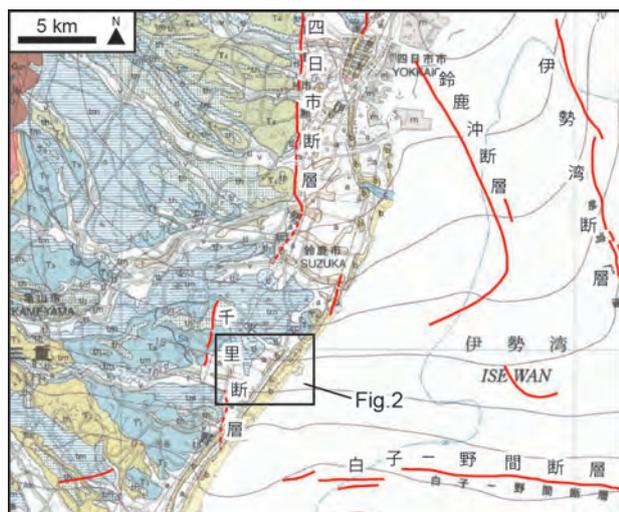
伊勢湾の西岸～南西岸に広がる伊勢平野は、北側を養老山地に、西側を鈴鹿山地と布引山地に、南側を高見山地によって区切られた堆積平野である。平野の大きさは、東西約10～20 km、南北約70 kmで、南北に

細長い形状を示す。このうち、伊勢平野の北部（鈴鹿市以北）には、後期更新世以降に形成された河成・海成段丘が広く発達する（Kimura, 1971・1972・1973, 桑原, 1980; 宮村ほか, 1981; 太田・寒川, 1984; 吉田, 1984・1987; 吉田ほか, 1995; 太田・竹村, 2004; 水野ほか, 2009; 石村, 2013）。これらの段丘の海側には沖積平野が形成されており、海沿いの約2～6 kmの範囲には浜堤列が断続的に分布する（水野ほか, 2009）。また、員弁川や鈴鹿川などの下流域にはデルタが発達する（安田, 1973; 大上・須貝, 2006）。

大局的にみると、伊勢平野北部では活断層が後期更新世段丘と沖積平野との地形境界を成している（太田・寒川, 1984; 活断層研究会, 1991; 池田ほか, 2002; 中田・今泉, 2002; 鈴木ほか, 2010; 今泉ほか, 2018）。断層は南北走向を示し、おおむね北側の養老一四日市断層帯と南側の布引山地東縁断層帯東部（今泉ほか, 2018の「松阪西方断層帯」に相当）とに大別される（第1図; 中田・今泉, 2002; 地震調査研究推進本部, 2005a・b）。池田ほか（2002）はこれらの断層帯と鈴鹿山地東麓の布引山地東縁断層帯西部（今泉ほか, 2018の「一志断層帯」に相当）及び鈴鹿山地東縁断層帯とを一括し、「濃尾一伊勢断層帯」とした。また、海域には鈴鹿沖断層、伊勢湾断層帯、白子一野間断層が分布する（岩淵ほか, 2000; 地震調査研究推進本部, 2005c・d; 岡村ほか,

\*Correspondence

<sup>1</sup> 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 伊勢平野における主な活断層分布と対象地域の位置。20万分の1地質図「名古屋（第3版）」（水野ほか2009）の一部に加筆して作成。

Fig. 1 Major active fault distribution in Ise Plain and location of the study area.

This figure was made by editing 1:200,000 Geological Map, Nagoya (Third edition) (Mizuno *et al.*, 2009).

2013).

本研究は伊勢平野北部の鈴鹿市南部を対象とする（第1図）。当該地域では、布引山東縁断層帯東部と養老一四日市断層帯が近接する（第1図；地震調査研究推進本部，2005a・b）。対象地域北部には養老一四日市断層帯の四日市断層が分布する。四日市断層の平均変位速度は、四日市市上大井出におけるボーリング調査から上下方向でおおよそ3 m/kyrと見積もられている（須具ほか，1998；地震調査研究推進本部，2005a）。四日市断層の南側には千里断層が南北に走っており、海成段丘面を撓曲変形させる（吉田，1987；鈴木ほか，2010；水谷，2017）。千里断層の変位速度は地形面測量から、少なくとも0.05～0.21 m/kyrと推定されている（水谷，2017）。

しかしながら、四日市断層と千里断層の間の活構造や両断層の関係性については、既存研究間で見解に差異があり、はっきりしたことが分かっていない。吉田（1984・1987）及び水野ほか（2009）では、千里断層がやや北西側に延びて鈴鹿市稲生周辺を通るとしている（第1図）。鈴木ほか（2010）はこのトレースに加えて、鈴鹿市白子周辺の段丘面の海側に北東-南西走向のトレースを認定している。また、中田・今泉（2002）、鈴木ほか（2010）及び地震調査研究推進本部（2005b）は千里断層を布引山東縁断層帯東部の北端部と解釈している。一方、今泉ほか（2018）は千里断層を養老一四日市断層帯の南端部と解釈している。

このような対象地域における活構造に関する問題点

を踏まえ、本研究では鈴鹿市南部を対象として、空中写真判読に基づく地形面区分と、珪藻化石分析及び火山灰分析に基づく後期更新世段丘構成層の層序・層相と堆積環境に関する調査を実施した。本稿ではその結果を報告する。

## 2. 調査・分析方法

後期更新世段丘や活断層の分布を捉えることを目的として、空中写真判読による地形面区分を行った。判読には1972年国土地理院撮影20,000分の1空中写真を使用し、人為改変の著しい地域については1947年米軍撮影の空中写真を用いた。

対象地域における地下地質分布を明らかにするため、既存ボーリング資料を収集した。鈴鹿市が所有しweb上で公開している既存ボーリング資料（鈴鹿市，2018）について、計9本を収集し、記載内容に基づいてXML形式データを作成した。また、土木研究所がweb公開している既存ボーリング資料（XMLファイル；土木研究所，2018）に関して、計2本分を使用した。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。

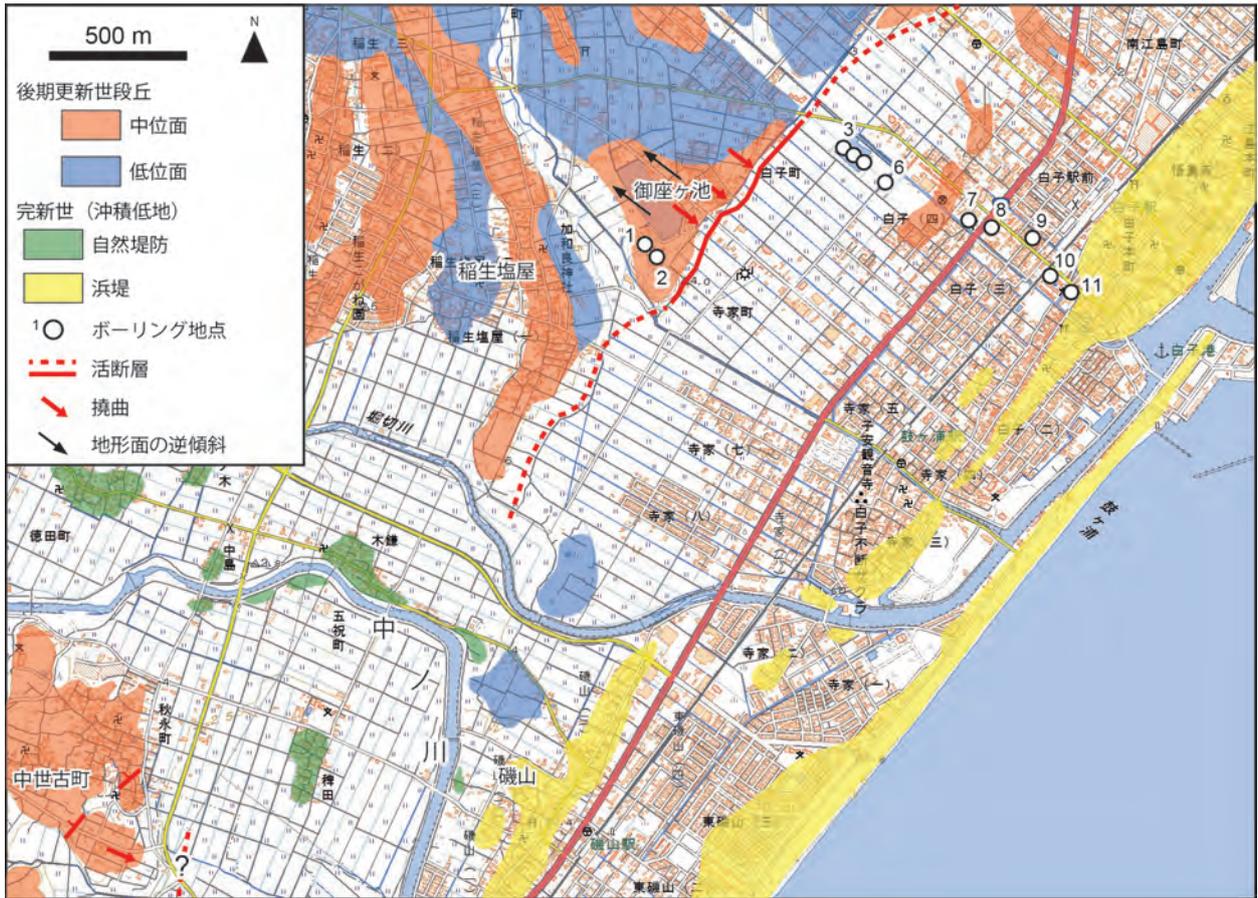
地質断面図作成に使用した既存ボーリング資料のうち計6地点について、鈴鹿市が所有する土質標本から珪藻分析及び火山灰分析用の試料をサンプリングした。珪藻分析用試料については、試料から約1 mgを分取し蒸留水を加えて懸濁液を作成した。濃度を適宜調整しながら懸濁液をカバーガラスに滴下し、ホットプレート上で乾燥させた後、光硬化樹脂を用いて封入した。他方、試料中に含まれていた火山灰ガラス粒子の屈折率についてMAIOT（古澤地質製；古澤，1995）を用いて測定した（測定精度： $\pm 0.001$ ）。また、火山ガラスの主成分化学組成分析及び微量元素組成分析は古澤地質に依頼し、それぞれエネルギー分散型X線マイクロアナライザー（EDX）、レーザーアブレーションICP質量分析装置（LA-ICP-MS；古澤，2017）を用いて行われた。

## 3. 結果

### 3.1 地形面分布

空中写真判読を行い、後期更新世段丘面、自然堤防及び浜堤の分布を明らかにした。作成した地形面区分図を第2図に示す。

後期更新世段丘面の中位面は、中ノ川よりも北側で標高5～15m、南側で標高10～15mに分布する。地形面は比較的連続的に認められるが、低位面に比べると地表面がやや開析される。中ノ川よりも北側では全体としておおむね南東～南南東に傾斜する傾向を示し、



第2図 鈴鹿市南部における地形面区分図。  
基図は国土地理院 25,000 分の 1 地形図「白子」, 「津東部」を使用。  
Fig. 2 Geomorphological classification map in southern part of Suzuka City.  
Base map is 1:25,000 Scale Topographic Maps, Shiroko, and Tsu Tobu, by GSI.

鈴鹿市稲生塩屋周辺で沖積面下に埋没する。御座ヶ池周辺の中位面は東縁部が南東側に撓曲変形し、その基部に断層が存在すると推定される。中ノ川よりも南側の中位面は東側に傾斜する。東縁部には北北東-南南西走向のリニアメントが認められ、地形面の傾斜方向に直交しかつ下流側が隆起することから、断層崖であると推定される。そのさらに東側では東南東方向に撓曲変形が認められ、段丘崖の基部に断層（千里断層）が通ると考えられる。本研究の中位面は Kimura (1971・1972・1973) の中位面（郡山面）、吉田 (1987) の旧期中位段丘 (tm1)、吉田 (1984) の神戸段丘 (tmk) に相当する。

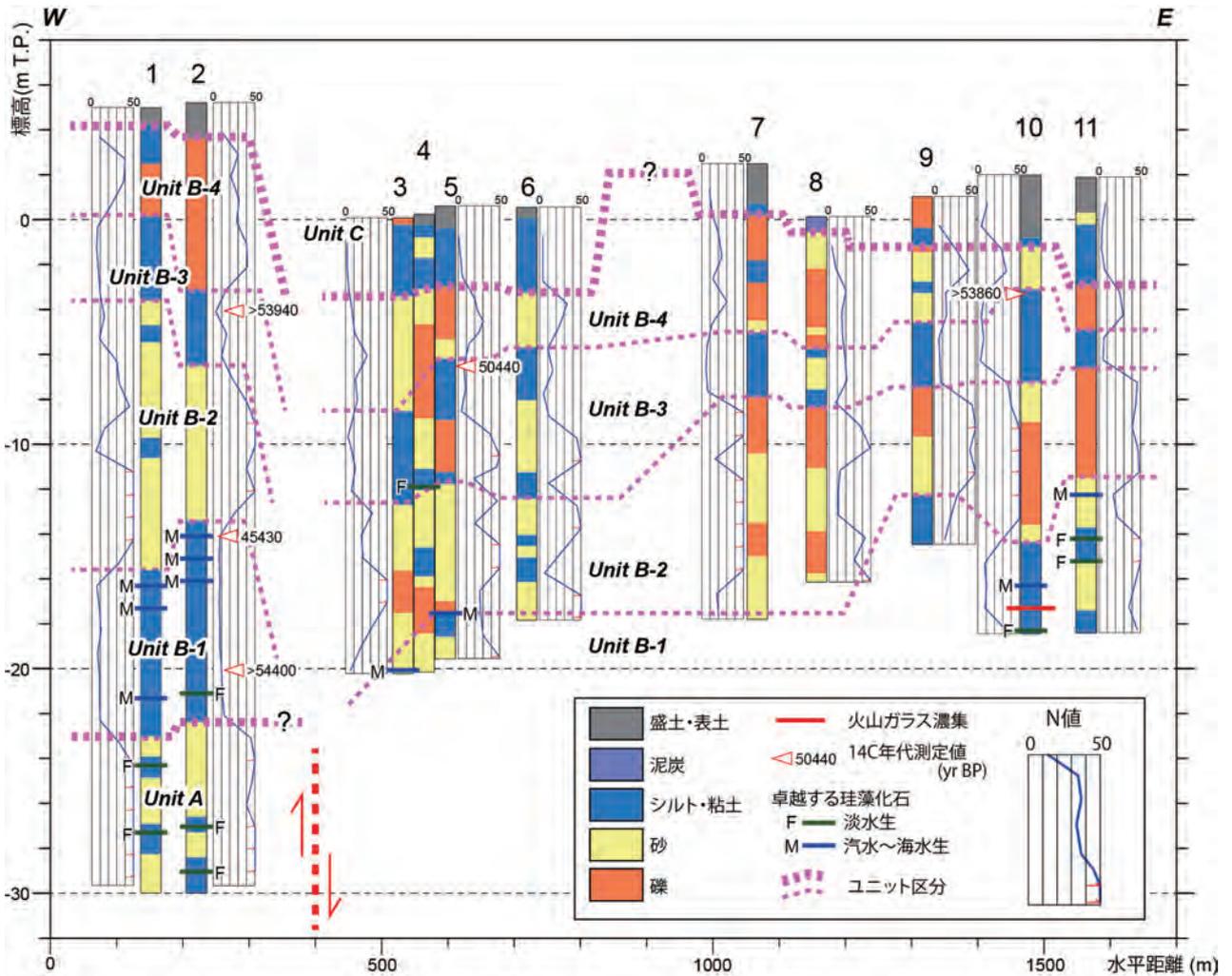
後期更新世段丘面の低位面は標高 5 ~ 10 m に認められ、地表面の開析度が小さく連続的に分布する。中位面を開析して分布しており、中位面との比高は 1 ~ 2 m 程度である。鈴鹿市礪山周辺では標高 2 m 程度に認められ、自然堤防とは地表面がやや開析されることで識別される。低位面は、吉田 (1984) の tlm 面に相当する。

自然堤防は主に中ノ川沿いに形成されている。また、

海岸沿いには北東-南西走向に 2 ~ 3 列の浜堤列が分布する。白子付近（既存ボーリング地点 6 と 7 の間）の浜堤列と後期更新世段丘の間には、複数の微高地が認められる。吉田 (1984・1987) はこれらを浜堤の一部と解釈しているが、本研究では地表面の開析度が浜堤よりも大きいこと、分布形態が浜堤列と異なり北西-南東走向を示すことから、中位面の一部であると解釈した。

### 3.2 地質断面

作成した地質断面図を第 3 図に示す。用いた既存ボーリング資料のうち、地点 1 及び 2 が中位面上、地点 3 ~ 11 は沖積低地上に位置する。各地点の浅層地下地質は層序・層相や固結度 (N 値)、珪藻化石群集の特徴から、大きく 3 つのユニット（下位から順に A ~ C）に区分され、さらにユニット B は 4 つのサブユニットに細分される。



第3図 鈴鹿市南部における地質断面図。  
Fig. 3 Geological section of the study area.

### ユニット A

砂泥互層から成る。固結度が高く、泥質部でも  $N$  値は 50 以上となる (第3図)。泥質部からは珪藻化石が多産し、特に、淡水生付着性種の *Pinnularia* 属, *Cymbella* 属, *Eunotia* 属が多産する。ユニット B 以浅に比べて固結度が明らかに高いこと、珪藻化石群集から陸生層であると推定されること、中位面 (郡山面) 構成層が東海層群を覆って堆積することが示されていること (吉田, 1987) などの理由から、本ユニットは鮮新統の東海層群の一部である可能性が考えられる。

### ユニット B

#### サブユニット B-1

泥質堆積物から成り、 $N$  値 10 ~ 40 を示す。地点 2 のサブユニット下部 (標高 -19.94 ~ -20.24 m) の有機物試料からは 54,400 yrBP の年代測定値が得られた (第1表)。また、サブユニット上部からは貝殻片 (種名不明) が産出し、地点 2 の標高 -13.94 ~ -14.24 m の貝殻片試

料から 45,430±430 yrBP の年代測定値が得られた (第1表)。本サブユニットからは、汽水～海水生の珪藻化石が多産し、海水泥質干潟指標種 (千葉・澤井, 2014) の *Tryblionella granulata* や, *Paralia sulcata*, *Cyclotella striata*, *Grammatophora oceanica* などが多く産出する。こうした珪藻化石群集の特徴から本サブユニットは海成層であると考えられ、濃尾平野周辺における熱田層 (MIS5e; 松沢・嘉藤, 1954; 水野ほか, 2009) に相当する可能性が高いと考えられる。

地点 10 の標高 -19.94 ~ -20.24 m では、本サブユニット中に火山ガラス濃集層が認められた (第3図)。この層準から採取した火山ガラスの屈折率は 1.495 ~ 1.500 であった (第2表)。また、主成分化学組成は、 $TiO_2$  が 0.08% と極めて低く、 $CaO$  が 0.74%,  $MgO$  が 0.05% と低い値を示し、 $K_2O$  が 4.62% とやや高い (第2表)。微量元素組成では、 $Ba/La$  比が 22.4,  $La/Y$  比が 1.73 であった (第2表)。町田・新井 (2003) 及び杉戸ほか (2004) により示された第四系の主要な広域テフラと対比した

第1表  $^{14}\text{C}$ 年代測定結果.

Table 1 List of radiocarbon ages taken from core samples.

地点	深度 (m)	標高 (m T.P.)	試料形態	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	pMC %	Libby Age yrBP	測定番号 (IAAA-)
2	9.15~9.45	-3.94 ~ -4.24	木片	-25.85 ± 0.42	<0.13	>53,940	172784
2	19.15~19.45	-13.94 ~ -14.24	貝殻	-0.93 ± 0.24	0.35 ± 0.02	45430 ± 430	172785
2	25.15~25.45	-19.94 ~ -20.24	有機物	-26.61 ± 0.26	<0.13	>54,400	172786
5	7.00~7.30	-6.38 ~ -6.68	植物片	-27.16 ± 0.32	0.19 ± 0.02	50440 ± 760	172782
10	6.15~6.45	-4.15 ~ -4.45	木片	-26.46 ± 0.33	<0.13	>53,860	172783

ところ、これらの特徴にすべて合致するテフラは見つからなかった（第2表）。他方、東海層群中の寺川テフラ（吉川・吉田，1989；約2.7Ma）とは屈折率、化学組成ともに類似する特徴を示すことから（第2表；水野，私信），この火山灰試料は東海層群からの再堆積である可能性も考えられる。

#### サブユニット B-2

淘汰の悪い砂層から成り、細粒～中粒砂を主体とし、シルトや礫が混じる。海側では礫が主体となる。N値は20～40程度で、粗粒部では50以上となる。層厚は5～10mである。

#### サブユニット B-3

泥質堆積物から成り、N値は10前後を示す。稀に礫を伴う。層厚は2～5m。地点4における本サブユニット下部では淡水生珪藻の *Pinnularia* 属、*Neidium* 属が多産し、淡水環境で堆積したことが示唆された。地点2の標高 -3.94～-4.24 m から採取した木片は53,940 yrBP以上の年代測定値を示した（第1表）。また、地点5の標高 -6.38～-6.68 m から得られた植物片は50,440±760 yrBPの年代測定値を示した（第1表）。これらの年代測定値は、このサブユニットが更新統であることを示唆する。

#### サブユニット B-4

砂礫を主体とし、N値は20～50程度となる。層厚は5m前後である。地点7では地表付近まで本サブユニットが分布しており、地点6・7間の中位面（第2図）に連続する可能性が考えられる。

#### ユニット C

地点3～11に分布し、N値0～5程度の軟弱な泥質堆積物から成り、完新統であると考えられる。このユニットの層厚は5m程度である。このことは吉田(1987)の示した沖積層基底深度分布と整合的である。

#### 4. 推定される断層変位速度と今後の課題

地形面の変形からは地点1・2と地点3～11との間に断層が通ると推定される（第2図）。仮に前章で述べ

たユニット区分がこれらの地点間で共通していると仮定すると、この断層の上下方向における平均変位速度は堆積物の分布形態から以下のように見積もることができる。まず、サブユニット B-3 の基底分布に基づく、地点1・2では標高 -4～-6 m に、地点3～6では標高 -12.5 m 付近にそれぞれ位置しており、これらの地層が MIS5e (125 ka) よりも後に堆積したと推定されることから、上下方向の平均変位速度は少なくとも 0.05 m/kyr と見積もることができる。また、サブユニット B-1 上面の標高分布に基づく、地点1・2では標高 -13.5～-15.5 m に、地点3～6では標高 -17.5 m 以深に分布しており、これらの地層が MIS5e 頃に堆積したと考えられることから、平均変位速度は少なくとも 0.02 m/kyr と見積もることができる。これらの推定値は地表面の変形から推定された千里断層の平均変位速度 (0.05～0.21 m/kyr；水谷，2017) とおおむね調和的である。

しかしながら、地点1・2と地点3～11とは約600m離れており（第2図）、地層間の対比については疑問が残されている。今後、花粉分析に基づく古気候学的検証や、追加のボーリング調査に基づく層序の検討、より広域での地層分布形態の調査を実施し、地層間対比の精度を向上させていく必要がある。

謝辞：土質標本のサンプリングについては鈴鹿市環境部開発整備課、上下水道局、土木部河川雨水対策課、白子小学校の方々に便宜を図って頂いた。珪藻分析用スライドの作成については地質情報研究部門の國本節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。

第2表 土質標本から採取した火山灰試料と主要な既知テフラ試料の屈折率, 主成分化学組成及び微量元素組成.  
主成分化学組成は合計を100%とした. FeO\* は総Fe値をFeOとして計算した値を示す. 既知テフラの分析値は町田・新井(2003)及び杉戸ほか(2004)に基づく. ただし, 水野(私信)の未公表データはICP発光分析(三菱マテリアルテクノ株式会社)により, FeはFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*値(総Fe量をFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>として計算した値)を表示.

Table 2. Refractive index, major and minor element compositional data of glass shards taken from core samples and known tephra samples. Values are expressed so that total is 100%. FeO\* means total Fe as FeO. Values of all known tephra are based on Machida and Arai (2003) and Sugito *et al.* (2004). Result of EDX analysis of Terakawa tephra (Mizuno, private communication) was conducted by ICP Emission Spectrometry (Mitsubishi Materials Techno Co. Ltd.), and Fe value means Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\* value.

地点ID 19.15-19.45m	Refractive index 1.495-1.500	EDX														LA-ICP-MS						
		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	文献	Ba/La	La/Y	Ba	La	Y	Sr	Sc	V			
寺川	1.497-1.499	—	0.07	12.27	1.15(*)	0.04	0.08	0.73	3.41	4.62	水野(私信)	22.4	1.63	693	31	19	77	2	<1			
K-Ah	1.508-1.516	75.00	0.53	13.00	2.50	0.07	0.50	2.00	3.60	2.80	町田・新井(2003)	平均	17.80	1.73	703.51	39.52	22.85	73.49	3.15	0.30		
U-OkI	1.518-1.524	61.60	0.44	20.10	2.90	0.20	0.30	1.50	6.70	6.30	町田・新井(2003)	標準偏差			29.41	1.89	1.41	5.70	0.58	0.11		
AT	1.498-1.501	78.40	0.13	12.20	1.20	0.04	0.14	1.10	3.30	3.40	町田・新井(2003)	平均	17.80	1.73	703.51	39.52	22.85	73.49	3.15	0.30		
DKP	1.508-1.514											標準偏差										
Aso-4	1.506-1.510	72.70	0.43	14.90	1.60	0.10	0.40	1.20	4.60	4.20	町田・新井(2003)	平均	17.80	1.73	703.51	39.52	22.85	73.49	3.15	0.30		
K-Tz	1.496-1.500	79.30	0.22	11.90	1.10	0.05	0.20	1.10	3.00	3.20	町田・新井(2003)	標準偏差										
On-Pm1	1.500-1.503	76.30	0.15	13.90	1.00	0.09	0.26	1.60	3.60	3.00	町田・新井(2003)	平均	17.80	1.73	703.51	39.52	22.85	73.49	3.15	0.30		
SK	1.494-1.498	77.36	0.03	13.65	0.48	0.07	0.14	0.67	3.63	3.68	杉戸ほか(2004)	標準偏差										
Ata-Th	1.498-1.500	78.40	0.10	12.40	1.00	0.10	0.20	1.20	3.40	3.30	町田・新井(2003)	平均	17.80	1.73	703.51	39.52	22.85	73.49	3.15	0.30		

文 献

- 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.
- 土木研究所（2018）国土地盤情報検索サイト「Kuni Jiban」<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.
- 古澤 明（2017）レーザーアブレーション ICP 質量分析装置を用いた火山ガラスの分析による十和田カルデラ起源大不動テフラと八戸テフラの識別. *地質学雑誌*，**123**，765-776.
- 池田安隆・今泉俊文・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志（2002）第四紀逆断層アトラス. 東京大学出版会，260p.
- 今泉俊文・宮内崇裕・堤 浩之・中田 高（2018）活断層詳細デジタルマップ（新編）. 東京大学出版会，141p・USB メモリ.
- 石村大輔（2013）第四紀後期の伊勢湾西岸地域の段丘形成過程と地殻変動. *地学雑誌*，**122**，448-471.
- 岩淵 洋・西川 公・野田直樹・川尻智敏・中川正則・青砥澄夫・加藤 勲・安間 恵・長田 智・角谷昌洋（2000）伊勢湾における活断層調査. *水路部研究報告*，**36**，73-96.
- 地震調査研究推進本部（2005a）養老―桑名―四日市断層帯の評価. 27p.
- 地震調査研究推進本部（2005b）布引山地東縁断層帯の長期評価. 28p.
- 地震調査研究推進本部（2005c）伊勢湾断層帯の評価. 26p.
- 地震調査研究推進本部（2005d）鈴鹿東縁断層帯の長期評価（一部改訂）. 11p.
- 活断層研究会（1991）新編日本の活断層―分布図と資料. 東京大学出版会. 437p.
- Kimura, I. (1971) Pleistocene sediments and geomorphic development in the west coast area of Ise Bay, Japan Part 1. *Bull. Aichi Univ. Education*, **20**, 165-181.
- Kimura, I. (1972) Pleistocene sediments and geomorphic development in the west coast area of Ise Bay, Japan Part 2. *Bull. Aichi Univ. Education*, **21**, 125-155.
- Kimura, I. (1973) Pleistocene sediments and geomorphic development in the west coast area of Ise Bay, Japan Part 3. *Bull. Aichi Univ. Education*, **22**, 109-131.
- 木村克己（2011）ポーリングデータ処理システムの公開. *産総研 TODAY*，**11**，no.1，19.
- 桑原 徹（1980）伊勢湾周辺の中部更新統 その分布と断層地塊運動. *第四紀研究*，**19**，149-162.
- 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.
- 松沢 勲・嘉藤良次郎（1954）名古屋付近の地質，同地質図. 愛知県建設部.
- 宮村 学・吉田史郎・山田直利・佐藤岱生・寒川 旭（1981）亀山地域の地質. *地域地質研究報告*（5万分の1地質図幅），地質調査所，128p.
- 水野清秀・小松原 琢・脇田浩二・竹内圭史・西岡芳晴・渡辺 寧・駒澤正夫（2009）20万分の1地質図幅「名古屋」（第3版）. 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 水谷光太郎（2017）三重県中部布引山地東縁断層帯東部区間千里断層の活動性. *日本地理学会発表要旨集 2017年度日本地理学会秋季大会*.
- 中田 高・今泉俊文（2002）活断層詳細デジタルマップ. 東京大学出版会，DVD-ROM 2枚・付図1葉・60p.
- 大上隆史・須貝俊彦（2006）後期更新世以降における四日市断層の活動性評価. *第四紀研究*，**45**，131-139.
- 岡村行信・坂本 泉・滝野義幸・横山由香・西田尚央・池原 研（2013）伊勢湾に分布する布引山地東縁断層帯東部海域部の位置・形状と過去の活動. *活断層・古地震研究報告*，**13**，187-232.
- 太田陽子・寒川 旭（1984）鈴鹿山脈東麓地域の変位地形と第四紀地殻変動. *地理学評論*，**57**，237-262.
- 太田陽子・竹村恵二（2004）伊勢平野―地形発達と南北生の逆断層との関係. 太田陽子・成瀬敏郎・田中眞吾・岡田篤正編，*日本の地形6 近畿・中国・四国*. 東京大学出版会，45-55.
- 須貝俊彦・栗田泰夫・下川浩一（1998）桑名断層・四日市断層の活動履歴調査. *地質調査所速報*，no. EQ/98/1，75-90.
- 杉戸信彦・水野清秀・堤 浩之・吾妻 崇・下川浩一・吉岡敏和（2004）邑知潟断層帯・石動山断層の活動履歴調査（その1／水白地区）. *活断層・古地震研究報告*，**4**，85-101.
- 鈴鹿市（2018）鈴鹿市シティガイド 地理情報. <http://www.city.suzuka.lg.jp/city/chiri/index.html>（参照日：2018年4月25日）.
- 鈴木康弘・岡田篤正・中田 高（2010）1:25,000都市圏活断層図 伊勢平野の活断層「四日市 第2版」「亀山」「津 第2版」「松阪」解説書. *国土地理院技術資料 D・1 - No.540*.
- 安田喜憲（1973）三重県上箕田遺跡における弥生時代の自然環境の変遷と人類. *人文地理*，**25**，139-162.
- 吉田史郎（1984）四日市地域の地質. *地域地質研究報告*（5

万分の1地質図幅). 地質調査所. 81p.

吉田史郎 (1987) 津東部地域の地質. 地域地質研究報告 (5  
万分の1地質図幅). 地質調査所. 72p.

吉田史郎・高橋裕平・西岡芳晴 (1995) 津西部地域の地質.  
地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅). 地質調査所.  
136p.

吉川周作・吉田史郎 (1989) 三重県亀山地域の東海層群火  
山灰層. 地質調査所月報, **40**, 285-298.