

足柄平野および相模川下流平野におけるボーリング掘削調査 (速報) Preliminary reports on coring survey in Ashigara and Lower Sagami-gawa Plains, central Japan

佐藤善輝^{1*}・水野清秀¹・久保純子²・細矢卓志³・森田祥子³・加賀 匠³
Yoshiki Sato^{1*}, Kiyohide Mizuno¹, Sumiko Kubo², Takashi Hosoya³, Sachiko Morita³ and Takumi Kaga³

Abstract: We carried out a drilling survey in the southern part of Ashigara Plain (GS-ASG-5 core) and Lower Sagami-gawa Plain (GS-SGM-1 and 2 core), central Japan. This shows a preliminary report on stratigraphy, ¹⁴C dating, tephra layers and diatom fossils of these cores. Radiocarbon ages and tephra layers of GS-ASG-5 core show the usefulness for verification of 3 ka event of the Kozu-Matsuda Fault. Mineral composition and chemical component of volcanic glasses of GS-SGM-1 core indicate that lower part of this core is composed by Soda Loam Formation or Tsuchiya Loam Formation. Basal ravel bed of the alluvium deposit was found in the lower part of GS-SGM-2 core. Based on the geological section of the southern part of the Sagami-gawa Plain, incised valley during the last glacial maximum was suggested around the GS-SGM-2 core site.

Keywords: Ashigara Plain, Lower Sagami-gawa Plain, buried Pleistocene terrace, Kozu-Matsuda Fault

要 旨

足柄平野南部で掘削した GS-ASG-5 コアと、相模川下流平野南部で掘削した GS-SGM-1 及び 2 コアについてユニット区分を行い、層相、堆積年代、テフラなどについて記載した。GS-ASG-5 コアは年代測定資料やテフラ層準から、3,000 年前の国府津－松田断層の活動履歴を検討する上で有用であると期待される。相模川下流平野南部では GS-SGM-1 の下部でローム層が認められ、含有されるテフラの特徴から吉沢ローム層よりも古いと推定される。GS-SGM-2 では沖積基底礫層と推定される礫層が認められ、既存ボーリング資料を加えた地下地質断面図から GS-SGM-2 掘削地点周辺に最終氷期の開析谷が位置していた可能性がある。

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」として実施した足柄平野及び相模川下流平野における地下地質資料解析と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。足柄平野と相模川下流平野は相模湾北岸に位置し、大磯丘陵を挟んで隣接する(第1図)。当該地域では、第四系や活構造に関してそれぞれ以下

のような背景と研究課題を指摘できる。

足柄平野は西側を箱根火山、北側を足柄山地、東側を大磯丘陵とそれぞれ接し、平野北縁及び東縁部に国府津－松田断層帯が分布する(第2図)。国府津－松田断層は大磯丘陵周辺のみを隆起させる「大磯型地震(松田, 1985)」の震源断層と考えられている。断層活動履歴については、これまでに多数のボーリング調査やトレンチ調査から検討されてきた(例えば、山崎・鹿島, 1989; 山崎ほか, 1992; 山崎・水野, 1999; 神奈川県, 2003・2004; 丸山・斎藤, 2008; 佐藤ほか, 2015・2016 など)。これらの既存研究の成果を総合すると、最新活動時期は西暦 1,100 ~ 1,350 年頃、活動間隔は 800 ~ 1,300 年程度、1 回当たりの地殻変動量は 3 m 程度と見積もられる(地震調査研究推進本部, 2015)。また、「沿岸域の地質・活断層調査」プロジェクトでも、足柄平野南東部で掘削されたボーリングコア試料の珪藻化石分析結果に基づき、8,000 ~ 6,000 cal BP 頃に計 2 回、断層が活動したことを示した(佐藤ほか, 2015・2016)。

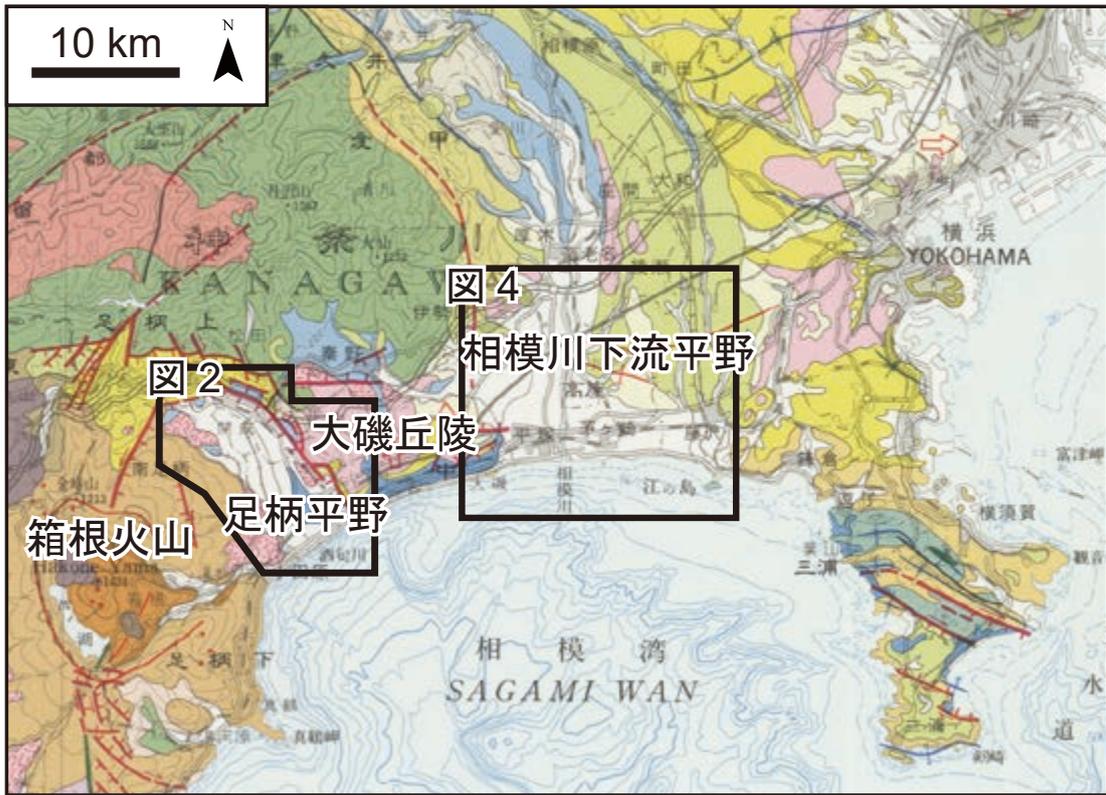
このうち、3,000 年前頃の活動は、足柄平野南部のボーリングコアの解析から推定されているが(山崎・水野, 1999)、その他の既存調査では該当する断層活動を示す積極的な証拠は得られていない。また、山崎・水野(1999)の用いたボーリングコアからは放射性炭素(¹⁴C)年代

*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)

2 早稲田大学教育学部 (Faculty of Education, Waseda University)

3 中央開発株式会社 (Chuo kaihatsu Corporation)



第1図 足柄平野および相模川下流平野周辺の位置図。
杉山ほか (1997) の一部に加筆して作成。

Fig. 1 Index map of Ashigara and Lower Sagami-gawa Plains.
Modified from Sugiyama *et al.* (1997).

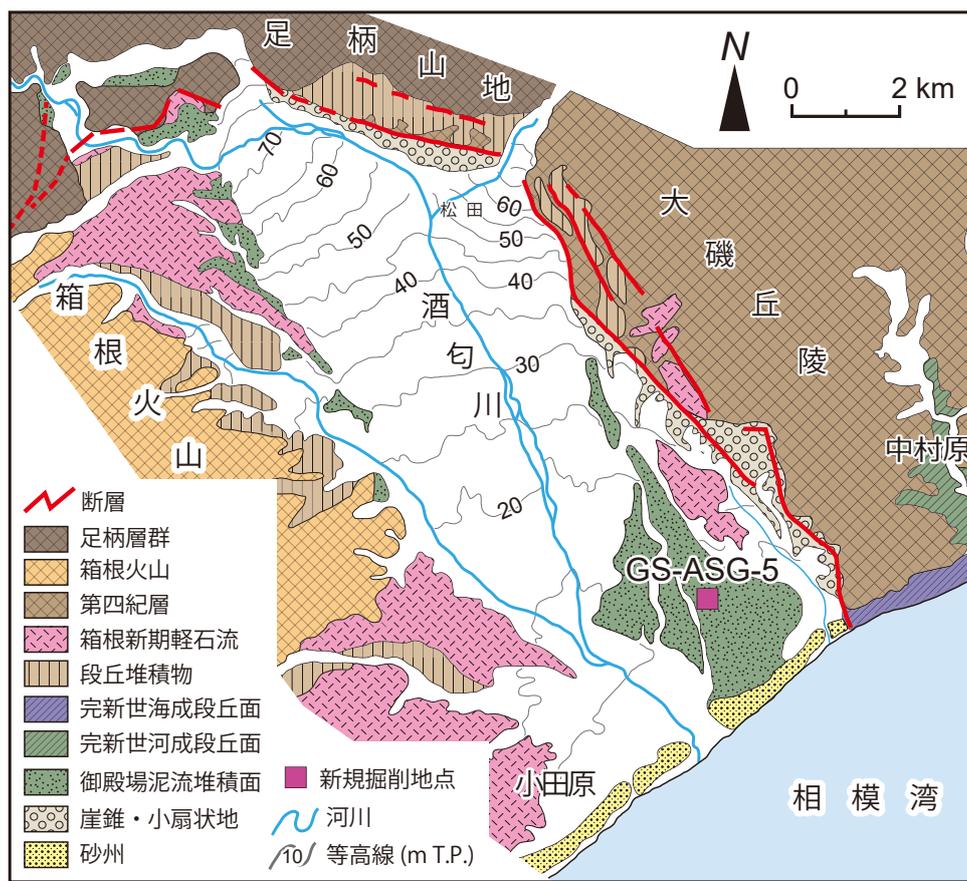
測定値などの堆積年代に関するデータが得られておらず、テフラについても対比の根拠となる屈折率や化学分析などのデータが示されていないなどの問題がある。汽水生珪藻の増加が断層活動に伴う地盤沈降の証拠とされているが、淡水生種が多く混じるなどの問題がある。従って、3,000年前の断層活動に関しては、堆積年代と古環境復元のデータを精査し、あらためて検討する必要があると考えられる。

相模川下流平野は大磯丘陵の東側に位置し、海洋酸素同位体ステージ (以下、MIS と表記する) 5e 以降の海水準変動に対応して形成された複数の段丘面が発達する (第3図, 貝塚ほか, 2000)。これらの段丘面は高位から順に高座台地, 相模原面群 (S1 ~ 5面), 中津原面 (N面), 田名原面群 (T面), 陽原面群 (M面) に区分される (第3図, 貝塚・森山, 1969; 岡ほか, 1979; 久保, 1997)。これらのうち, 低海面期に形成された段丘面 (S3 ~ 5面, N面, T-1面及びM面) は平野南部の厚木市以南で沖積層下へと埋没する。また, 大磯丘陵東部には, MIS5e 以前の高海水準期に堆積した海成~陸成層とそれを覆うローム層が分布する。MIS7 ~ 6には早田層から土屋層 (遠藤・上杉, 1972; 町田 2008) が堆積し, それぞれ早田ロームと土屋ロー

ムに覆われる。MIS 5eには吉沢層^{きつさわ} (町田・森山, 1968) が堆積し, これを吉沢ローム層が覆う。

相模川下流平野南部では上述した後期更新世の地層が沖積層下に分布しており, その分布についてはこれまでに貝塚・森山 (1969), 久保 (1997) や平塚市博物館 (2007) により概略が示されている。例えば, 久保 (1997) では各段丘面の河床縦断面の勾配とローム層の層厚の違いに着目し, S-1面よりも後に形成された埋没段丘面群を識別した。ローム層の層厚は, N面が約10m, T-1面が約5m, M面が約2mとされる (久保, 1997)。しかしながら, 相模川よりも西側についてはデータが不足しており, 埋没段丘面の分布は明らかになっていない。平塚市博物館 (2007) では, 既存ボーリングデータから相模川下流平野南西部 (平塚市周辺) の沖積層基底の深度分布図を示しているものの, 沖積層に覆われる堆積物の年代は分かっていない。これは当該平野の地下地質の堆積年代について, 奥村・見上 (1976) を除き, ほとんどデータが得られていないことに起因する。従って, ¹⁴C年代測定値の測定やテフラ分析などを実施し, 年代資料に基づいて埋没段丘面や地層の対比を検討する必要がある。

以上の問題点を考慮し, 本年度は足柄平野と相模川



第2図 足柄平野における地形および地質概略と GS-ASG-5 コアの調査位置。
地形・地質区分および断層位置は山崎（1994）と地震調査研究推進本部（2015）に基づく。

Fig. 2 Geomorphological classification and location map of coring survey site (GS-ASG-5 core) in Ashigara Plain. Geomorphological classification is based on Yamazaki (1994). Location of the Kan'nawa Kozu-Matsuda Fault zone is based on Yamazaki (1994) and Headquarters for Earthquake Research Promotion (2015).

下流平野においてそれぞれ1地点、2地点でボーリング調査を実施してオールコア試料を採取するとともに、堆積物試料の年代測定、テフラ分析及び予察的な微化石分析を実施した。また、相模川下流平野では本報告ではそれらの結果を記載する。

2. 方法

2.1 ボーリング掘削

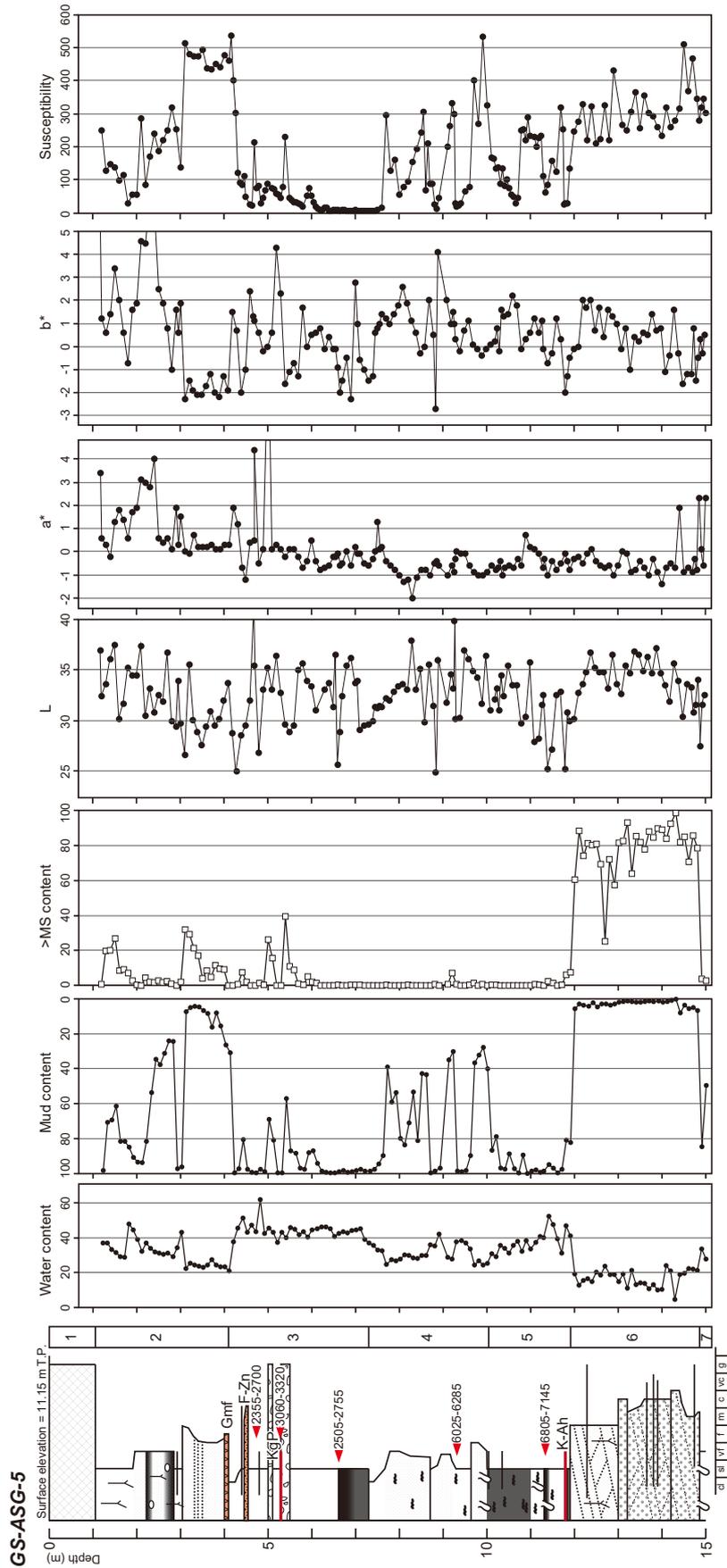
足柄平野の1地点（GS-ASG-5）、相模川下流平野の計2地点（GS-SGM-1, 2）においてIFCS（Improved Fresh-water Core Sampling）工法によりボーリングコア掘削調査を行い、オールコア試料を採取した。各掘削地点の位置情報と標高は仮想基準点方式（VRS：Virtual Reference Station）-GPSを用いた測量によって求めた。

GS-ASG-5 コアは産総研で、GS-SGM-1 及び2 コアは掘削現場に設置した倉庫内で半割し、記載などのコア作業を行った。GS-ASG-5 コアについては、半割後に、コア写真及び軟X線写真の撮影、帯磁率測定、土色測

定、層相観察を行い、プラスチックキューブによる含水率、含泥率及び微化石分析用試料の採取を行った。軟X線写真撮影は、電圧40 kV、電流1.5 A、照射時間5～10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。採取したキューブ試料は、採取直後に重量を計測した後、乾燥機で60℃の恒温条件下で48時間乾燥させて重量を再度測定し、両者の差から含水率を算定した。また、63 μm及び250 μmの篩でふるい、含泥率（シルト以下の粒径サイズの占める割合、乾燥重量）と中粒砂サイズ以上占める割合を算定した。コア試料中に認められた貝化石については、中島 礼博士に同定を依頼した。

2.2 ¹⁴C年代測定

GS-ASG-5 コア及びGS-SGM-1 コアから採取した植物片や貝化石など計9点について、加速器質量分析（AMS）法による放射性炭素年代を加速器分析研究所に依頼して測定した。年代測定結果はCALIB 7.1（Stuiver *et al.*, 2016）を用いて暦年較正した。較正のためのデー



第3図 GS-ASG-5 コアの柱状図。
ボーリングコアの掘削位置は図2に示す。
Fig. 3 Geographical column of GS-ASG-5 core.
Location of the GS-ASG-5 core is shown in Fig. 2.

第1表 放射性炭素年代測定結果.

Table 1 List of radiocarbon ages.

Site	Depth (m)	Material	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	conventional ^{14}C age (yr BP)	Calibrated age (2 σ) cal BP	Median Probability cal BP	Lab. No. / Reference
GS-ASG-5	4.73-4.74	plant fragment	-26.71 ± 0.24	2440 ± 30	2355 - 2540 64.5	2486	IAAA-161021
					2560 - 2575 1.6		
					2585 - 2615 9.3		
					2630 - 2700 24.6		
5.31	charred material	-11.02 ± 0.26	2980 ± 30	3060 - 3245 98.8	3153	IAAA-161022	
				3310 - 3320 1.2			
6.61-6.67	plant fragment	-25.89 ± 0.25	2560 ± 30	2505 - 2590 22.4	2722	IAAA-161023	
				2615 - 2635 7.5			
				2695 - 2755 70.1			
9.32	charred material	-26.97 ± 0.24	5390 ± 30	6025 - 6045 2.2	6217	IAAA-161024	
				6070 - 6075 0.9			
				6115 - 6150 9.3			
				6175 - 6285 87.6			
11.32	charred material	-21.56 ± 0.27	6080 ± 30	6805 - 6810 0.8	6941	IAAA-161025	
				6855 - 7015 96.9			
				7130 - 7145 2.3			
GS-SGM-1	4.11	plant fragment	-28.65 0.46	1910 ± 20	1820 1895 100.0	1857	IAAA-162092
					3900 4085 100.0		
	6.38	plant fragment	-28.54 0.48	3660 ± 30	7005 7130 68.9	7097	IAAA-162094
					7140 7180 19.8		
	9.32	wood fragment	-25.69 0.28	6210 ± 30	7190 7240 11.3		
11.47	shell <i>Jupiteria (Saccella) confusa</i>	1.78 0.35	6250 ± 30	6615 6785 100.0	6699	IAAA-162095	

第2表 地下地質資料の借用機関とデータ地点数.
Table 2 Data sources and the number of borehole logs.

提供機関名	地点数
電子化済みのもの	12306
国交省横浜国道事務所	511
神奈川県都市整備技術センター	10519
茅ヶ崎市	123
寒川町	143
新湘南バイパス	114
平塚市博物館	454
厚木市	80
海老名市	117
伊勢原市	142
中日本高速道路	103
電子化していないもの	919
厚木市	558
海老名市	361

タセットには IntCal13.14c (Reimer *et al.*, 2013) または Marine13.14c (Reimer *et al.*, 2013) を用いた. 年代測定結果の一覧を第1表に示す.

2.3 火山灰分析

得られたコア試料から概ね 10 cm 間隔で試料を採取し, 火山ガラスの含有量を調べた. 火山ガラスの多産する層準については, 株式会社古澤地質製 MAIOT を使用し屈折率を測定した. また, 火山ガラスの化学分析は, エネルギー分散型 X 線マイクロアナライザー (EDX) による測定を株式会社古澤地質に依頼した.

2.4 地下地質資料の収集

相模川下流平野周辺の自治体が所有する計 896 地点分の既存ボーリングデータ (平塚市博物館 454 地点, 厚木市 80 地点, 海老名市 117 地点, 伊勢原市 142 地点, 中日本高速道路 103 地点) の提供を受けた (第1表). これらの紙媒体資料を XML 形式のデータとして整備した. 2015 年度までに XML ファイル化したデータ (11,410 地点; 佐藤・久保, 2016) と合わせた全 12,306 地点分の地下地質資料に基づき, ボーリング柱状図解析システム (木村, 2011) を用いて相模川下流低地南部における東西方向の地質断面図を作成した. 断面図には測線から 200 m 幅の中に位置するものを投影して作成した. なお, データが密な区域について掘削深度などに基づいてデータを選別してデータ密度を調整した.

3. 調査結果

3.1 GS-ASG-5

GS-ASG-5 コアは小田原市下府中公園 (北緯 35°16' 41.50", 東経 139°11' 18.36") で掘削された (第2図). 孔口標高は 11.15 m で, 深度 15 m までのオールコア試料が得られた. コアは粒度や色調, 固結度の違いから, 以下の 7 ユニットに区分できる (第3図).

ユニット 1 (深度 0.00 ~ 1.15 m): 径 3 ~ 5 cm の亜角 ~ 亜円礫の多く混じる淘汰の悪い極粗粒砂あるいは砂礫から成る. ユニット 2 とは明瞭な境界で接する. 表土及び盛土と推定される.

ユニット 2 (深度 1.15 ~ 4.12 m): 極細粒砂 ~ 細粒砂から成り, 全体に植物片や草根が混じる. 全体に上方細

第3表 テフラ分析結果.

1) 屈折率は、株式会社古澤地質製 MAIOT を使用し、著者が測定した。2) 化学分析は、エネルギー分散型 X 線マイクロアナライザー (EDX) による。測定は株式会社古澤地質に依頼した。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。上段は 15 粒子の平均値、下段は標準偏差。3) 鬼界アカホヤテフラに対比される BT3 火山灰のガラスの屈折率は、吉川・井内 (1991)、化学組成は長橋ほか (2004) による。

Table 3 List of refractive index of glass shards and chemical composition of glass of drilling cores.

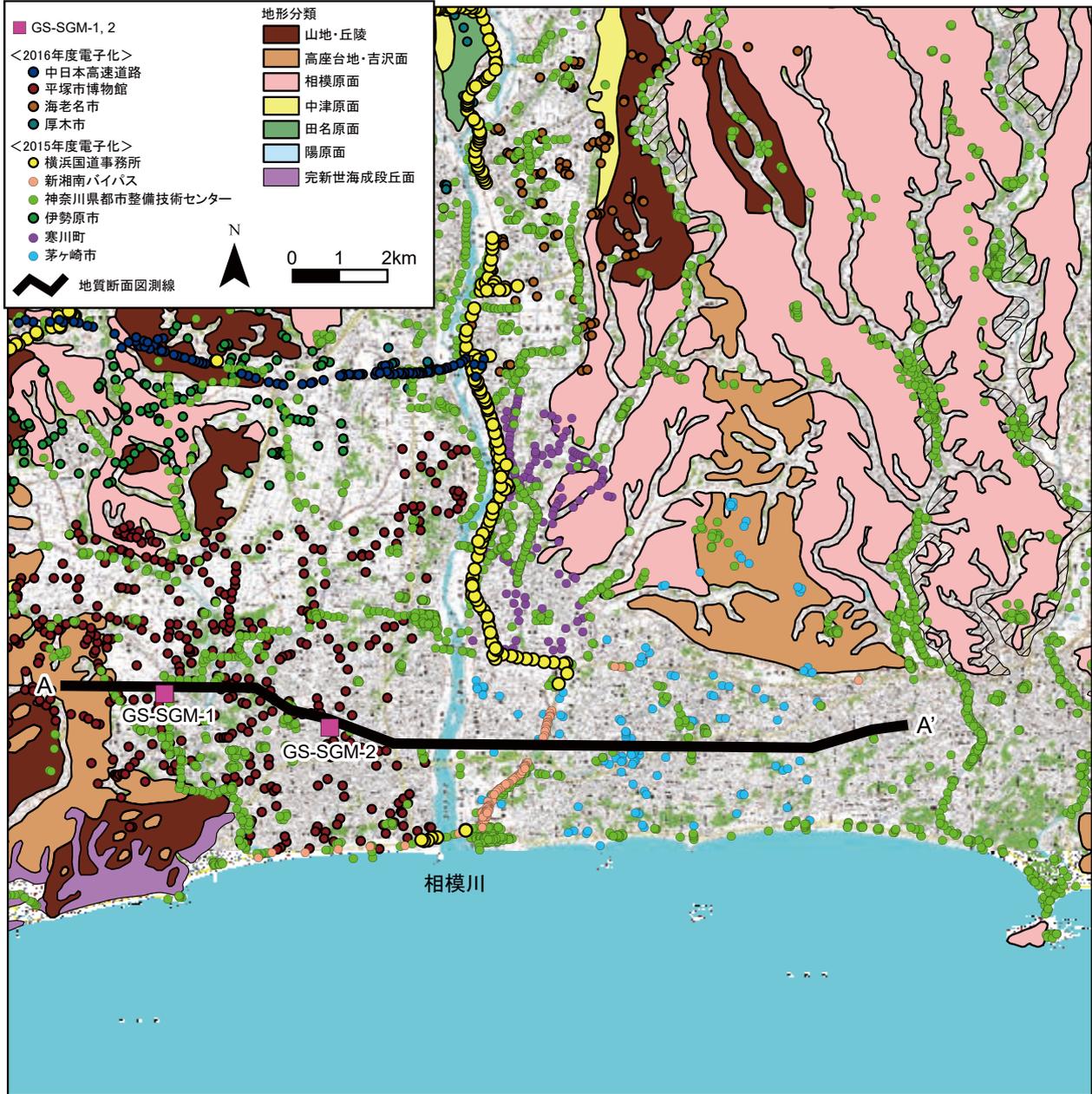
1) Refractive index was measured by authors using MAIOT (FURUSAWA Geological Survey Co. Ltd.). 2) Chemical composition analyses were measured by the FURUSAWA Geological Survey Co. Ltd. using energy dispersive X-ray spectrometry [EDX]. Values are expressed so that total is 100 %. FeO* means total Fe as FeO. Upper row of EDX shows average of 15 grains and lower one shows standard deviation. 3) Refractive index and composition of main components of BT3 tephra, corresponding to K-Ah, are based Yoshikawa and Inouchi (1991) and Nagahashi *et al.* (2004) respectively.

コアの深度または テフラ名と採取地点	ガラスの屈折率 ¹⁾ (n)	ガラスの化学組成(wt%) ²⁾									
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	
GS-ASG-5 5.3m	1.498-1.502	77.79 0.49	0.24 0.08	12.47 0.22	1.15 0.15	0.07 0.06	0.27 0.06	1.52 0.17	3.51 0.07	2.97 0.11	
参照:天城カワゴ平テフラ (静岡県伊豆市姫之湯)	1.491-1.497	77.72 0.23	0.27 0.05	12.51 0.13	1.14 0.09	0.07 0.05	0.29 0.04	1.57 0.08	3.55 0.05	2.88 0.07	
GS-ASG-5 11.8m	1.510-1.513	74.76 0.16	0.55 0.06	12.96 0.08	2.39 0.11	0.09 0.06	0.47 0.04	2.00 0.04	3.82 0.04	2.97 0.05	
参照:鬼界アカホヤテフラ (BT3火山灰, 琵琶湖底) ³⁾	1.508-1.515	73.86 0.23	0.54 0.11	13.44 0.13	2.52 0.17	0.12 0.09	0.52 0.11	2.19 0.08	3.79 0.14	3.01 0.09	
GS-SGM-1 32.28-32.43m	1.528-1.530+	65.83 1.38	0.81 0.07	15.30 0.21	5.89 0.62	0.24 0.09	1.84 0.31	5.31 0.55	3.83 0.17	0.95 0.09	
GS-SGM-1 40.35-40.55m	1.509-1.511	74.31 0.65	0.25 0.10	14.68 0.66	1.73 0.47	0.21 0.06	0.49 0.12	2.57 0.27	4.28 0.14	1.46 0.11	
参照:TAI-1テフラ (神奈川県平塚市土屋)	1.508-1.514	74.79 0.33	0.25 0.08	14.56 0.24	1.64 0.15	0.17 0.07	0.58 0.05	2.57 0.13	4.24 0.08	1.20 0.05	
参照:TB-9テフラ (神奈川県大井町山田)	1.510-1.514	74.29 0.35	0.25 0.06	14.52 0.19	1.80 0.13	0.13 0.08	0.60 0.06	2.65 0.16	4.26 0.10	1.50 0.04	
参照:TB-5テフラ (神奈川県大井町山田)	1.510-1.514	74.19 0.50	0.20 0.08	14.93 0.28	1.58 0.08	0.14 0.08	0.55 0.03	2.75 0.17	4.23 0.08	1.43 0.06	
参照:TCu-4テフラ (神奈川県大井町山田)	1.507-1.510	74.26 0.13	0.22 0.05	15.08 0.17	1.49 0.08	0.17 0.05	0.51 0.06	2.65 0.03	4.22 0.09	1.42 0.08	

粒化する傾向を示し、深度 1.93 m 以浅はシルトが卓越する。含水率は 20 ~ 40 % である。深度 3.1 ~ 3.4 m は平行葉理が認められる。深度 4.00 ~ 4.12 m は黒色を呈する極細粒~細粒砂で、下位のユニット 3 上端部と明瞭な境界で接する。深度 3.65 ~ 4.00 m にはこの黒色部に由来すると推定される偽礫が認められる。深度 4.12 m 以浅で帯磁率が急激に増加することや、後述するユニット 3 中の深度 4.73 ~ 4.74 m から得られた年代測定値 (植物片, 2,355-2,700 cal BP, 第 1 表) を考慮すると、深度 4.00 ~ 4.12 m は 2,500 年前頃に富士山の山体崩壊によって足柄平野を流下した御殿場泥流 (Gmf; 町田, 1964) の堆積物であると推定される。

ユニット 3 (深度 4.12 ~ 7.30 m): このユニットは均

質なシルトまたは粘土から成り、含泥率は極めて高い。含水率は 40 ~ 50 % で、ユニット 2・4 に比べて高い。色調は主に暗灰色あるいは暗紫色であるが、層厚 20 ~ 30 cm 程度の灰色を呈する層準を挟む。深度 5.5 m 以浅では層厚 5 ~ 15 cm 程度の中粒~砂礫の薄層が複数層挟在し、一部はスコリアから成る。スコリア層は、御殿場泥流堆積物のほか、深度 4.42 ~ 4.44 m, 同 4.48 ~ 4.52 m, 同 4.55 ~ 4.57 m, 同 5.03 ~ 5.08 m, 同 5.37 ~ 5.50 m に見られた。また、長石粒が散在する層準が深度 5.84 ~ 5.85 m, 6.00 ~ 6.05 m 付近に認められた。このうち、深度 4.48 ~ 4.52 m のスコリア層は、上方細粒化の傾向を示し、黒、灰、まれに赤色などの粒子からなっていて、砂沢ラピリ (スコリア) 層 (F-Zn, 2.5 ~



第4図 相模川下流平野南部における地形分類，GS-SGM-1，2 コアの調査位置および既存ボーリング資料位置。地形分類は久保（1997）に基づく。

Fig. 4 Geomorphological classification and location map of coring survey sites (GS-SGM-1 and 2 cores) in the Lower Sagami-gawa Plain.

Geomorphological classification is based on Kubo (1997).

2.8 ka ; 町田, 1964 ; 町田・新井 2003) の可能性がある。また、深度 5.03 ~ 5.08 m のスコリア層は、最大粒径が 10 mm を超える発泡の良いスコリアからなり、湯舟第 1 スコリア (上杉, 1990) に対比される可能性がある。なお、深度 5.37 ~ 5.50 m のスコリア層も最大粒径が 10 mm を超えるが、深度 5.03 ~ 5.08 m のスコリア層に比べて発泡度はよくない。深度 5.3 m 付近には厚手のストライプ型、繊維型ガラスの濃集する層準が認められ、火山ガラスの屈折率は 1.498 ~ 1.502 であった(第 3 表)。また、EDX による主成分分析結果では第 3 表に示す値

が得られた。これらの特徴は伊豆市姫之湯地区で採取された赤城カワゴ平テフラ (KgP, 3,126-3,145 cal BP ; 町田・新井, 2003) と一致することから、この層準は同テフラの降灰層準と推定できる。これはすぐ下位の深度 5.31 m から採取された炭化物から得られた年代測定値 (3,060-3,320 cal BP, 第 3 図, 第 2 表) とも矛盾しない。なお、深度 6.61 ~ 6.67 m の植物片から 2,505-2,755 cal BP の年代測定値が得られたが (第 3 図, 第 2 表), 上位から得られた年代測定値及び KgP と矛盾することから、上位から混入した植物片を測定したものと推定

される。ユニット4とは明瞭な地層境界で接する。

ユニット4 (深度 7.30 ~ 10.05 m): このユニットは上位のユニット3に比べて極細粒砂~細粒砂を多く含み、極細粒砂混じりシルトとシルト質極細粒砂~細粒砂の互層から成る。全体に植物片を多く含む。ところどころ明灰色または緑灰色のシルト薄層を挟む。含水率は20~40%である。深度9.32 mから採取した炭化物からは6,025-6,285 cal BPの年代測定値が得られた(第3図, 第2表)。ユニット5との境界は明瞭である。

ユニット5 (深度 10.05 ~ 11.91 m): 暗灰色または暗褐色を呈する腐植質なシルトから成り、炭化物や植物片を多く含む。層厚数~10 cmの極細粒砂の薄層を挟む。深度11.32 mから採取した炭化物からは、6,805-7,145 cal BPの年代測定値が得られた(第3図, 第2表)。ユニット下部の深度11.8 mでは、薄手のバブルウォール型ガラスを主とする。火山ガラスの屈折率や化学組成は琵琶湖ボーリングコアで鬼界アカホヤテフラ(K-Ah, 7.3 ka; 町田・新井2003)に対比されているBT3火山灰(吉川・井内, 1991; 長橋ほか, 2004)の値に類似することから(第3表), 同テフラの降灰層準と推定される。これは上位から得られた年代測定値とも矛盾しない。ユニット6との境界は不明瞭であり、遷移する。

ユニット6 (深度 11.91 ~ 14.86 m): 中粒砂及び粗粒砂を主体とし、全体として上方細粒化する傾向を示す。含泥率はほぼ0%で、中粒砂以上の粒子が占める割合が60~90%である。全体に斜交層理が認められる。ユニット上部では植物根跡が認められる。含水率は10~25%である。

ユニット7 (深度 14.86 ~ 15.00 m): 暗褐色を呈する極細粒砂から成る。含水率は30%前後である。生物擾乱を受けている。ユニット6との境界は明瞭である。

3.2 GS-SGM-1

GS-SGM-1 コアは平塚市長持かすみ町公園(北緯35°20'43.18356", 東経139°18'53.27017")で掘削された(第4図)。孔口標高は9.74 mで、深度50 mまでのオールコア試料が得られた。コアは以下の7ユニットに区分できる(第5図)。

ユニット1 (深度 0.00 ~ 1.10 m): 褐灰~暗褐色を呈し、草の根が多く混じるシルトから成る。表土及び耕作土と推定される。

ユニット2 (深度 1.10 ~ 6.67 m): 暗灰色を呈する均質なシルトを主体とする。本ユニット中にはスコリアが多く混入し、ところどころ濃集層が認められる。深度1.10 m~1.45 mの間にスコリア層~スコリア質砂層の二次堆積物がみられるほか、深度4.12~4.15 mにスコリア層が、深度4.20~4.45 m間にスコリアが散在するゾーンがある。深度4.12~4.15 mのスコリア層は発泡

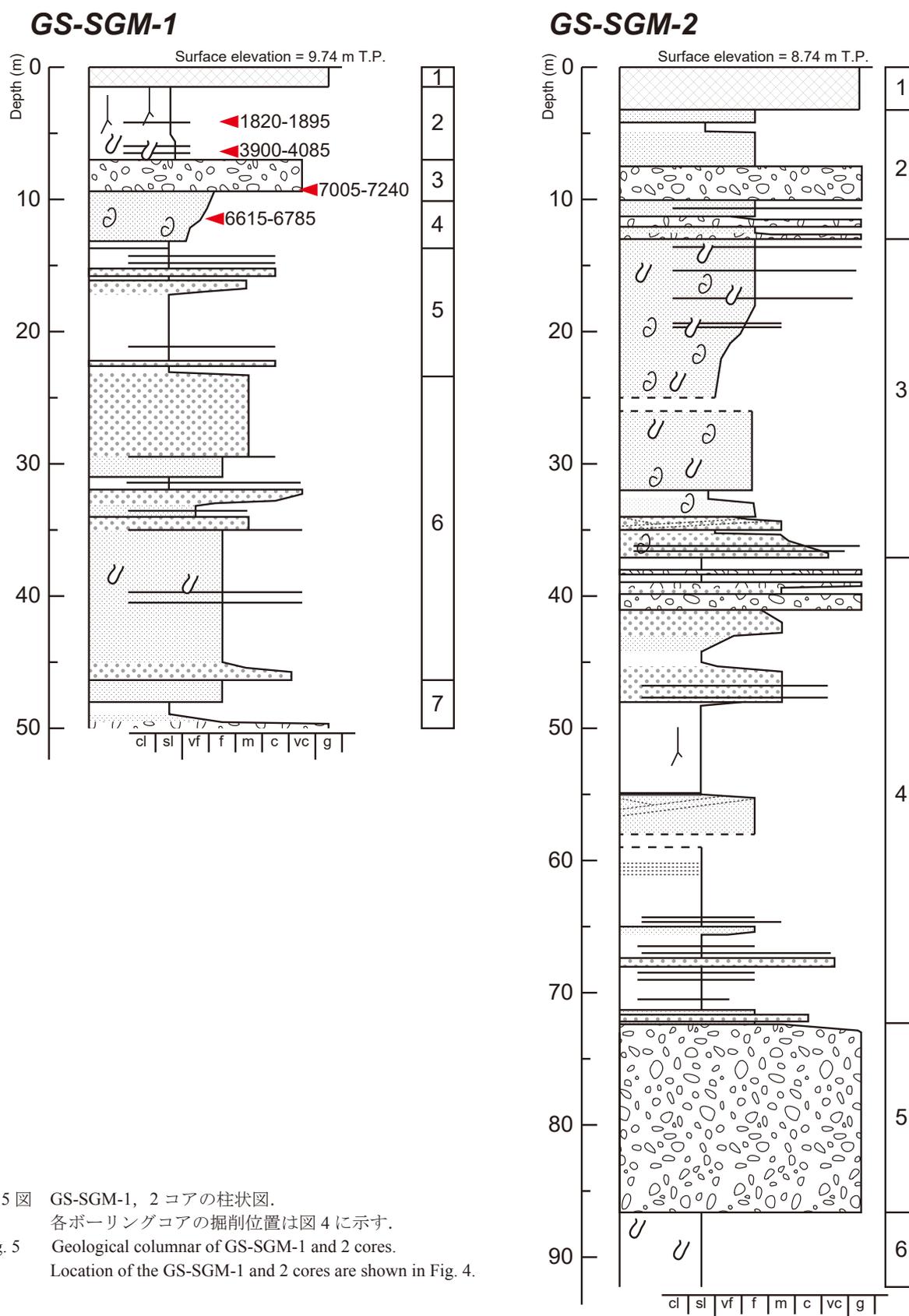
がよく、最大径4 mmに及ぶ長石粒が含まれることから、GS-ASG-5の深度4.42~4.44 mのスコリア層に対比される可能性がある。深度3.35~4.45 mは有機質で、腐植質シルトあるいは泥炭となり、木片の混入も認められる。深度4.11 mの植物片から1,820-1,895 cal BP、深度6.38 mの植物片から3,900-4,085 cal BPの年代測定値がそれぞれ得られた(第5図, 第2表)。

ユニット3 (深度 6.67 ~ 9.36 m): 暗灰色を呈する中~粗粒砂混じりの砂礫から成る。深度6.9 m及び9.3 m付近には木片が混入し、ユニット最下部の深度9.32 mから採取した木片からは7,005-7,240 cal BPの年代測定値が得られた(第5図, 第2表)。河川堆積物と推定される。

ユニット4 (深度 9.36 ~ 13.66 m): 暗灰色を呈する貝殻混じり砂礫~シルト質砂から成り、大局的に見て上方粗粒化する。本ユニットはゲンロクソデガイ *Jupiteria (Saccella) confusa*, チヨノハナガイ *Raetellops pulchellus*, ヒメカノコアサリ *Veremolpa micra*, モモノハナガイ *Moerella jedoensis*, シマモツボ *Finella purpureoapicata* などの潮間帯以深に生息する種が卓越することから、海成層と推定される。このうち、深度11.47 mから得られたゲンロクソデガイは6,615-6,785 cal BPの年代値を示す(第5図, 第2表)。従って、本ユニットは縄文海進によって相模川下流平野南部に湾入した海域の堆積物と考えられる。ユニット最下部には、後述する下位のユニット5を構成する凝灰質堆積物を礫状に取り込み、不整合を示す。

ユニット5 (深度 13.66 ~ 23.45 m): 風化した凝灰質堆積物から成る。固結し、ワイヤー線で半割することができない。色調は上部から下部に向かって、灰緑~暗灰~褐灰色へと変化する。淡褐あるいは灰色を呈する軽石を含む。本ユニットは凝灰質な層相を示すことからローム層と推定される。ロームは一般に風化しており、軽石は火山ガラスが残っていないものがほとんどである。深度13.66 mから16.00 m付近までは粒径5 mm以下の灰~暗灰色の火山灰、軽石、岩片からなるテフラで一部は火砕流堆積物の可能性がある。その下位は一部に黒色岩片主体層を挟むが全体的にローム質となり、深度18.30 m付近から21.35 m付近まで、褐灰色~黄灰色の風化した軽石主体層に細かな黒色~暗灰色を呈する岩片が混じるテフラ層がみられる。これらに含まれる重鉱物は全体的に輝石が主体であるが、深度21.18~21.19 m付近だけに普通角閃石を含む灰白色細粒軽石層がみられる。この層はその前後のテフラ層と一連なのか、独立したテフラなのかは明瞭ではない。ユニット6との地層境界は不明瞭である。

ユニット6 (深度 23.45 ~ 46.70 m): 灰褐色を呈する砂層で、細粒砂~粗粒砂を主体とする。全体に非常によく締まり、半固結~固結する。所々シルト分が多く混



第5図 GS-SGM-1, 2 コアの柱状図。
各ボーリングコアの掘削位置は図4に示す。
Fig. 5 Geological columnar of GS-SGM-1 and 2 cores.
Location of the GS-SGM-1 and 2 cores are shown in Fig. 4.

じる。深度 34.60 ~ 34.63 m 及び 38.25 ~ 38.30 m のシルト卓越部では、汽水~海水生種の *Paralia sulcata* の産出が微量ながら認められた。肉眼では貝殻片の混入は認められなかった。本ユニット中にも、いくつかの層準にテフラ層や軽石の礫などが挟まれている。深度 32.28 ~ 32.43 m には、径 3 cm 以内の灰色を呈する軽石礫の濃集層が認められる。この軽石は新鮮で火山ガラスが残っている。その屈折率は 1.528 ~ 1.530 と高く、また化学組成では FeO, MgO や CaO が高く、K₂O が少ない傾向がみられる (第 3 表)。また、深度 40.35 ~ 40.55 m には、径 4 mm 以下の細粒軽石層がみられ、この軽石には重鉱物として普通角閃石が含まれている。火山ガラスの保存もよく、その屈折率は 1.509 ~ 1.511 で、化学組成は K₂O が少ない特徴があるが、深度 32.28 ~ 32.43 m の軽石に比べればやや高めである (第 3 表)。

ユニット 7 (深度 46.70 ~ 50.00 m) : 暗灰色を呈する風化した凝灰質堆積物で、固結する。径 2 mm 程度の白~橙褐色軽石を含む。上位のユニット 6 との境界は明瞭で不整合を示す。陸成のローム層であると推定される。本ユニットの堆積年代は明らかでない。

3.3 GS-SGM-2

GS-SGM-2 コアは平塚市浅間緑地 (北緯 35°20'10.72042", 東経 139°20'46.17988") で掘削された (第 4 図)。孔口標高は 8.74 m で、深度 92.3 m までのオールコア試料が得られた。なお、砂礫が卓越しオールコア試料の採取が困難となったため、深度 79.0 ~ 88.3 m の区間はノンコア掘削とした。本コアは以下の 6 ユニットに区分できる (第 5 図)。

ユニット 1 (深度 0.00 ~ 3.27 m) : 人工地層で、表土や盛土、コンクリートから成る。深度 0.00 ~ 1.55 m は表土・盛土で、礫混じりシルトまたは砂から成る。深度 1.55 m 以深は棒状あるいはブロック状のコンクリートで、公園整備前に掘削地点周辺に立地していた建造物の基礎と推定される。

ユニット 2 (深度 3.27 ~ 13.00 m) : 細粒~中粒砂層と極粗粒砂~砂礫層との互層から成り、全体に暗灰色を呈する。数 cm ~ 20 cm 程度の間隔で層相が変化する。深度 5 m 以浅ではやや細粒で、シルト~細粒砂が卓越する。深度 10 ~ 12 m 付近では雲母が点在する。肉眼では貝殻片は認められない。河川堆積物と推定される。

ユニット 3 (深度 13.00 ~ 37.08 m) : 暗灰色を呈する細粒砂から成り、全体に生痕が認められる。深度 16 m 以深では径 1 ~ 5 mm 程度の貝殻片が点在し、ところどころ層厚数 mm ~ 1 cm 程度の貝殻片密集層が認められる。比較的保存状態の良い貝殻片として、深度 16.03 m からイボウミニナ *Batillaria zonalis*, 深度 20.17 m からヒメカノコアサリ *Veremolpa micra*, 深度 23.35 ~ 23.40 m から

モモノハナガイ *Moerella jedoensis*, 深度 26.72 m からツメタガイ *Glossaulax didyma*, 深度 27.85 ~ 27.89 m からゲンロクソデガイ *Jupiteria (Saccella) confusa* 及びコロモガイ *Cancellaria spengleriana*, 深度 29.18 ~ 29.20 m からマメウラシマガイ *Ringicula doliaris*, 深度 31.07 ~ 31.08 m からチヨノハナガイ *Raetellops pulchellus* が産出した。ユニット最下部の深度 34.30 ~ 37.08 m は貝殻片や生痕が認められるものの、上位に比べて粗粒で斜交層理の発達する中粒砂を主体とする。細かい木片や植物片も多く含まれる。貝殻片を多産することから、海成層と推定される。

ユニット 4 (深度 37.08 ~ 72.90 m) : 全体として上方粗粒化傾向を示し、上部は礫混じり砂、下部は腐植質なシルトを主体とする。植物片や木片などを多く含むが、貝殻片は認められない。本ユニット中には、多数の薄いスコリア層~スコリア質砂層が挟まれている。それらの主な深度は、53.26 ~ 53.28 m, 61.88 m, 62.25 ~ 62.26 m, 62.34 ~ 62.36 m, 62.87 ~ 62.89 m, 62.92 ~ 62.93 m, 63.00 m, 63.06 m, 63.41 m, 63.84 ~ 63.86 m, 65.61 ~ 65.62 m, 65.68 ~ 65.69 m, 65.71 m, 66.32 m, 70.77 m である。含有されるスコリアは最大で径 5 mm 程度であり、全体的に細かいものが多い。

ユニット 5 (深度 72.90 ~ 88.30 m) : 暗灰色を呈する玉石混じりの砂礫から成る。砂は粗粒~極粗粒砂を主体とし、締まるが指圧により容易に動く。礫は硬質で、凝灰岩、砂岩、頁岩などが含まれる。年代測定値は得られていないが、本ユニットを構成する砂礫の風化度やユニット 4 が未固結であることを考慮すると、沖積基底礫層 (海津, 1994) に相当する可能性が高い。

ユニット 6 (深度 88.30 ~ 92.30 m) : 暗灰~オリーブ色を呈する細粒砂混じりシルトまたはシルト質細粒砂から成る。径 1 mm 程度の植物片が点在する。貝殻は認められない。生物擾乱が認められる。

4. 考察

4.1 足柄平野

GS-ASG-5 コアの近傍では、ボーリングコアの解析結果から 3,000 年前頃の国府津~松田断層の活動による地盤の沈降が生じた可能性が指摘されている (山崎・水野, 1999)。この沈降イベントは、汽水生の珪藻化石が F-Zn と KgP の間の一部層準でスパイク状に増加する傾向を示すことから推定されている。山崎・水野 (1999) ではボーリングコアの粒度や色調などの詳しい層相変化は記載されておらず不明であるが、上記の F-Zn 及び KgP を含むスコリアやテフラの産出状況がよく一致することから、GS-ASG-5 コアでも同様に 3,000 年前の地震生沈降の証拠が残されている可能性が高い。また、

コア下部は K-Ah 前後の堆積物であることから、佐藤ほか（2015・2016）の示した 6,000 cal BP 及び 8,000 cal BP 頃の沈降イベントについても検討できると期待される。これまでに GS-ASG-5 コアについて 10 cm 間隔で珪藻化石分析用のプレパラートを作成し検鏡したが、全体的に珪藻化石の保存状況が悪く、古環境復元に十分な産出数が得られなかった。今後は CNS 元素分析などの地球化学的な分析手法の適用も試み、堆積環境復元と沈降イベントの有無について検討を行う。

4.2 相模川下流平野

GS-SGM-1 コアのユニット 4 から得られた年代測定値から、相模川下流平野南部では縄文海進に伴って少なくとも GS-SGM-1 コア掘削地点まで海域が拡大したことが示唆される。GS-SGM-1 コアのユニット 5 及び 6 中には、深度 21.18 ~ 21.19 m 付近や深度 40.35 ~ 40.55 m に細粒軽石層が認められる。これらの軽石層は普通角閃石を特徴的に含む。このような特徴を有するテフラは、TCu-4, TB-2, TB-3, TB-5, TB-9, TAI-1, TAm-6, TAU-4（町田ほか, 1974）などに見られ、早田ローム～土屋ロームあるいは早田層～土屋層（上杉, 1976；関東第四紀研究会, 1987）層準に特徴的である。GS-SGM-1 コアの深度 40.35 ~ 40.55 m で得られた軽石は、屈折率や化学組成から上記のどのテフラに対比されるかを特定することは難しいものの、類似した値を示している（第 3 表）。さらに上位の吉沢層や吉沢ローム層は、掘削地点西方の大磯丘陵に広く分布しているが（町田・森山, 1968）、その層準には普通角閃石を含む特徴を持つ軽石層はほとんど含まれない。従って、GS-SGM-1 コアの掘削地点では吉沢層あるいは吉沢ローム層を欠いており、土屋層ないし早田層層準の地層が分布しているものと推定される。

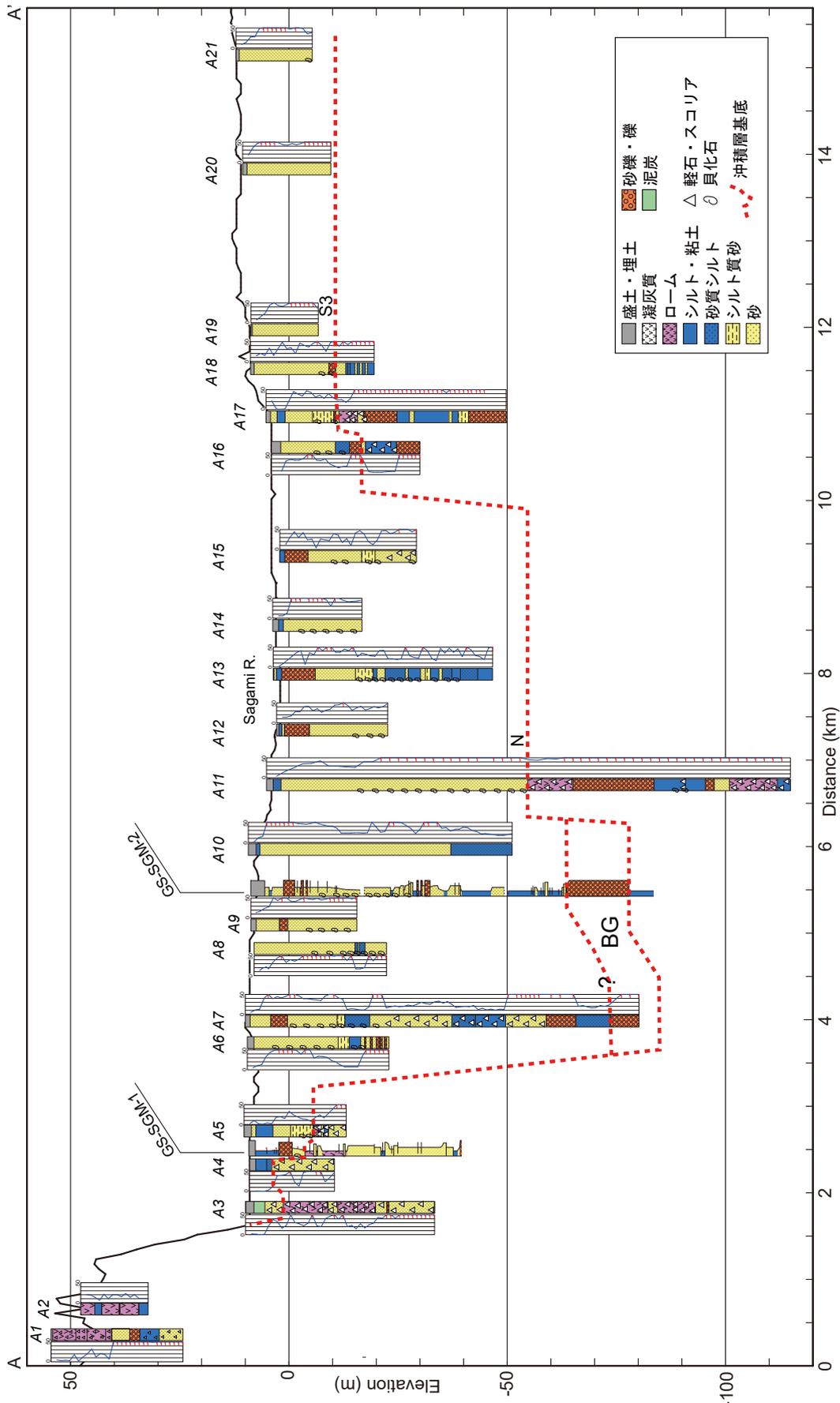
これを踏まえて、相模川下流平野南部を横断する A-A' 測線における地下地質分布を検討する。なお、ここでは基底礫層の上端部あるいは埋没段丘面（ローム層を含む）の上端部を便宜的に「沖積層基底」とする。作成した地質断面図を第 6 図に示す。断面西側の A1・2 は大磯丘陵の東端部に位置し、標高 40 ~ 50 m 付近に層厚 10 ~ 12 m で軽石を多量に含むローム層が認められる（第 6 図）。両地点は久保（1997）の地形分類で高座台地相当の段丘面とされることから（第 4 図）、このローム層は吉沢ローム層と考えられる。A3 地点よりも東側は相模川下流平野内に位置する。GS-SGM-1 コアを含む A3 ~ 5 では、標高 0 m 以深に凝灰質あるいは軽石を多く含む堆積物が連続的に認められる。これらはローム層と推定され、沖積層によって覆われる。上述したように GS-SGM-1 コアのローム層が土屋ロームまたは早田ローム層と推定されることから、A3 ~ 5 地

点のローム層は吉沢ローム層よりも下位のローム層である可能性が高い。A1・2 地点と A3 地点の間には、東落ちの活断層である公所断層（貝塚ほか, 1977）が分布するが、A3 ~ 5 地点に吉沢ローム層が認められないことから MIS7 以降の断層変位量は 50 m よりも小さいと推定される。A6 地点よりも東側では、標高 -40 m 以浅に貝殻片混じりの砂層が厚く分布し、その下位に泥層（GS-SGM-2 コアのユニット 4 に相当）と砂礫層（同ユニット 5 に相当）が分布する。A7 地点では泥層中に軽石が混じるが、砂層や泥層の分布深度が GS-SGM-2 コアと類似することから、ここでは沖積層と判断した。礫層は沖積基底礫層と推定され、標高 -70 ~ -90 m 付近に分布すると考えられる。A11 地点では、貝殻混じりの砂層下位の標高 -55 m 以深に層厚 10 m 程度のローム層が分布し、N 面の埋没段丘面と推定される。従って、A-A' 断面測線上における最終氷期の相模川の開析谷は地点 A6 ~ 10 に存在したと考えられる。これは貝塚・森山（1969）、久保（1997）、平塚市博物館（2007）に比べて、やや西側に位置する。さらに東側の A16 ~ 21 地点では、標高 -10 m 付近に層厚 5 m 程度のローム層が認められる。S1 面の前面に位置することや久保（1997）の埋没段丘分布を考慮すると、このローム層は S3 面を覆うローム層の可能性はある。

5. まとめ

本報告では足柄平野南部で掘削した GS-ASG-5 コアと、相模川下流平野南部で掘削した GS-SGM-1, 2 コアについてユニット区分を行い、層相、堆積年代、テフラなどについて記載した。GS-ASG-5 コアは近傍で掘削された山崎・水野（1999）のボーリングコアと類似するテフラ層準を含有することから、3,000 年前の国府津 - 松田断層の活動履歴を検討する上で有用であると期待される。相模川下流平野南部では GS-SGM-1 の下部でローム層が認められ、含有されるテフラの特徴から吉沢ローム層よりも古いと推定される。GS-SGM-2 では沖積基底礫層と推定される礫層が認められ、既存ボーリング資料を加えた地下地質断面図から GS-SGM-2 掘削地点周辺に最終氷期の開析谷が位置していた可能性があることが明らかになった。

謝辞：海老名市の石川淳一氏、平塚市博物館の森 慎一氏と野崎 篤氏、伊勢原市の村上正則氏、厚木市の吉岡篤広氏及び中日本高速道路の石田篤徳氏には地下地質資料の複写・提供に関してお世話になった。また、地質情報研究部門の和田明美氏、成島孝子氏には資料の XML 形式ファイル化作業をして頂いた。以上の方々には深く感謝申し上げます。



第6図 相模川下流平野西部 (A-A'断面) の地質断面図。

測線位置は図4に示す。

Fig. 6 Geological section of Line A-A'.

Location of Line A-A' is shown in Fig. 4.

文 献

- 遠藤邦彦・上杉 陽 (1972) 大磯・横浜地域の古期テフラについて. 第四紀研究, **11**, 15-28.
- 平塚博物館 (2007)『平塚周辺の地盤と活断層』48p+ 付図. 平塚市博物館.
- 地震調査研究推進本部 (2015)『塩沢断層帯・平山-松田北断層帯・国府津-松田断層帯 (神縄・国府津-松田断層帯) の長期評価 (第二版)』. http://www.jishin.go.jp/main/chousa/katsudansou_pdf/36_kannawa_kouzu_4.pdf.
- 貝塚爽平・森山昭雄 (1969) 相模川沖積低地の地形と沖積層. 地理学評論, **42**, 85-105.
- 貝塚爽平・松田時彦・町田 洋・松田磐余・菊地隆男・丸田英明・山崎晴雄・村田明美 (1977) 首都圏の活構造. 「東京直下型地震に関する調査研究(その4) - 活断層および地震活動状況等に関する考察 -」, 東京都防災会議, 165-220.
- 貝塚爽平・小池一之・遠藤邦彦・山崎晴雄・鈴木毅彦 (2000)『日本の地形4 関東・伊豆小笠原』東京大学出版会. 349p.
- 神奈川県 (2003)『平成14年度地震関係基礎調査交付金 神奈川県活断層調査事業神縄・国府津-松田断層帯に関する調査成果報告書』. 78p
- 神奈川県 (2004)『平成15年度地震関係基礎調査交付金 神縄・国府津-松田断層帯に関する成果報告書』. 76p.
- 関東第四紀研究会 (1987) 大磯丘陵の層序と構造. 関東の四紀, **13**, 3-46.
- 木村克己 (2011) ボーリングデータ処理システムの公開. 産業技術総合研究所 TODAY, **11**, no.1, 19.
- 久保純子 (1997) 相模川下流平野の埋没段丘からみた酸素同位体ステージ 5a 以降の海水準変化と地形発達. 第四紀研究, **36**, 147-163.
- 町田 洋 (1964) Tephrochronology による富士火山とその周辺地域の発達史- 第四紀末期について - (その1). 地学雑誌, **73**, 293-308.
- 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, 299-315.
- 町田 洋・森山昭雄 (1968) 大磯丘陵の tephrochronology とそれにもとづく富士および箱根火山の活動史. 地理学評論, **41**, 241-257.
- 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.
- 町田 洋・新井房夫・村田明美・袴田和夫 (1974) 南関東における第四紀中期のテフラの対比とそれに基づく編年. 地学雑誌, **83**, 302-338.
- 丸山 正・斎藤 勝 (2008) 神奈川県西部, 国府津-松田断層の活動性調査. 活断層・古地震研究報告, **8**, 133-162.
- 松田時彦 (1985) 大磯型地震について. 月刊地球, **7**, 472-477.
- 長橋良隆・吉川周作・宮川ちひろ・内山 高・井内美郎 (2004) 近畿地方および八ヶ岳山麓における過去 43 万年間の広域テフラの層序と編年 - EDS 分析による火山ガラス片の主要成分化学組成 - . 第四紀研究, **43**, 15-35.
- 岡 重文・島津光夫・宇野沢 昭・桂島 茂・垣見俊弘 (1979) 「藤沢地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の1 図幅)」。地質調査所, 111p.
- 奥村 清・見上敬三 (1976) 相模川低地の沖積層に含まれる埋没腐植土等の ^{14}C 年代. 第四紀研究, **15**, 133-135.
- Reimer, P. J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Ramsey, C. B., Buck, C. E., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hafflidson, H., Hajdas, I., Hatté, C., Heaton, T., Hoffmann, D. L., Hogg, A., Hughen, K. A., Kaiser, K., Kromer, B., Manning, S. W., Niu, M., Reimer, R., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J. R., Staff, R. A., Turney, C. and Plicht, J. (2013) IntCal13 and MARINE13 radiocarbon age calibration curves 0-50000 years calBP. *Radiocarbon*, **55**, 1869-1887
- 佐藤善輝・水野清秀・細矢卓志・植木忠正・森田祥子・山崎晴雄 (2015) 足柄平野における沖積層のボーリング調査と珪藻分析. 平成26年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告, 産業技術総合研究所地質調査総合センター速報, no.68, 83-105.
- 佐藤善輝・久保純子 (2016) 相模川下流平野における第四系地下地質に関する調査 (予報). 平成27年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告, 産業技術総合研究所地質調査総合センター速報, no.71, 139-152.
- 佐藤善輝・水野清秀・山崎晴雄 (2016) 珪藻化石群集から推定される足柄平野南部における完新世中期以降の沈降イベント. 日本地質学会第123年学術大会.
- Stuiver, M., Reimer, P. J. and Reimer, R. W. (2016) CALIB 7.1 (WWW program and documentation). Available at: <http://calib.org/calib/>. cited in April 16th, 2016.
- 杉山雄一・佐竹健治・駒沢正夫・須貝俊彦・井村隆介・水野清秀・遠藤秀典・下川浩一・山崎晴雄・石田瑞穂・広島俊男・長谷川 功・村田泰章 (1997) 50 万分の1 活構造図8「東京」(第2版). 地質調査所, 34p.

- 上杉 陽 (1976) 大磯丘陵のテフラ. 関東の四紀, **3**, 28-38.
- 上杉 陽 (1990) 富士火山東方地域のテフラ標準柱状図—その1 : S-25 ~ Y-114—. 関東の四紀, **16**, 3-28.
- 海津正倫 (1994) 『沖積低地の古環境学』. 古今書院. 270p.
- 山崎晴雄 (1994) 開成町とその周辺の地形と地質. 開成町編. 『開成町史 自然編』, 2-100.
- 山崎晴雄・鹿島 薫 (1989) 大磯型地震と国府津・松田断層の活動. 地震学会講演予稿集, **1**, 230.
- 山崎晴雄・水野清秀 (1999) 国府津・松田断層の最新活動史と地震テクトニクス. 第四紀研究, **38**, 6, 447-460.
- 山崎晴雄・下川浩一・水野清秀・井内美郎 (1992) 断層の活動史に関する研究. 科学技術庁振興調整費「マグニチュード7級の内陸地震の予知に関する研究」第I期, 第II期成果報告書, 科学技術庁研究開発局, 98-112.
- 吉川周作・井内美郎 (1991) 琵琶湖高島沖ボーリングコアの火山灰層序. 地球科学, **45**, 81-100.