

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

Correlation of drilling cores in the central Kanto Plain, based on correlation of widespread tephra and recognition of marine horizons.

水野清秀^{1*}・納谷友規¹
Kiyohide Mizuno^{1*} and Tomonori Naya¹

Abstract: Characteristics and chemical composition of vitric ash layers were listed from the cores reaching 300 to 600m in depth in the central Kanto Plain, the lower to middle Pleistocene Kazusa and Shimosa Groups in the Boso Peninsula, Hanno and Bushi Formations in Ohme and Kaji Hills. More than ten layers of tephra in the cores were correlated and identified. Based on the correlation of tephra and diatom assemblage analysis, some marine horizons were recognized in the cores, and the occurrence of a marine fossil diatom *Lancineis rectilatus* is considered to be useful to constrain the sedimentary age.

キーワード: 地下地質, ボーリングコア, 広域テフラ, 海成層, 珪藻, 関東平野

Keywords: subsurface geology, drilling core, widespread tephra, marine sediment, diatom, Kanto Plain

要旨

関東平野中央部の深度 300~600m 級のボーリングコアに挟まるガラス質火山灰層と、鮮新・更新統の模式地のひとつである房総半島の上総層群・下総層群、さらに西部の青梅~加治丘陵に分布する飯能層・仏子層中のガラス質火山灰層の火山ガラスの化学組成などのリストを作成した。そのうえでコア中のテフラと周辺に分布するテフラとの対比を行い、10 枚程度のテフラが対比された。またコアの珪藻分析などから、海成層層準を識別した。上総層群の海成層は、地域によってその数や層準が大きく異なることが分かった。また海生珪藻化石 *Lancineis rectilatus* の産出から、その地層の年代を限定できる可能性が示された。

1. はじめに

関東平野中央部の地下 1km 程度までの層序と地質構造を明らかにする目的で、掘削長 300~600m のボーリングコアの解析を進めてきた。コアの層相、テフラ、珪藻・花粉化石等の解析や古地磁気測定を行い、既存文献と併せて標準層序を確立し、また地層の対比を行って、それらを基に地質構造の解明を進めている。

最終的には、この研究で明らかにするそれぞれの地層の分布と、反射法探査で求められた反射断面との対比を行い、さらに地下水の水理学的な特性をあわせて、地下地質構造を総合的に解釈し、モデル化することを目標にしている。

平成 22 年度には、主要なボーリングコア中の広域テフラと考えられるガラス質火山灰層の特徴を整理し、カタログ化を行った。また、関東地方の下部・中部更新統の模式地である房総半島の上総層群、下総層群に挟まる主要なガラス質火山灰層の化学組成値などをリストとしてまとめた。さらに関東平野西部の丘陵地に分布している鮮新・更新統中のガラス質火山灰層についても同様にリスト化し、層位や化学組成値などに基づいてボーリングコア中のテフラとの対比を行った。一方、ボーリングコアの珪藻分析を行い、海成層と考えられる層準の抽出を行うとともに、テフラの対比やそのほかの層位学的な資料を基に、海成層の対比も進めた。これらの結果を報告する。なお、テフラのエネルギー分散型 X 線マイクロアナライザー (EDX) による化学組成分析と花粉分析は、主として科学技術振興調整費「統合化地下構造データベースの構築」の予算を用いて行ったものである。さらに同研究では、

* 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, Institute of Geology and Geoinformation)

標準コアの対比とボーリングデータベースを用いて、地質構造モデルの作成を進めた。

2. ガラス質火山灰層のカタログの作成

ボーリングコア中のガラス質火山灰層と房総半島などの模式地でのガラス質火山灰層のカタログの作成を進めた。特にその記載岩石学的特徴（ガラス片の形状、重鉱物組成、火山ガラスの屈折率など）と火山ガラスの化学組成値を示した。火山ガラスの形状は、吉川（1976）にしたがい、扁平型、中間型、多孔質型に区分した。火山ガラスの屈折率は、（株）京都フィッシュン・トラック製の屈折率測定装置 RIMS87（檀原，1991）及び（株）古澤地質製の MAIOT（古澤，1995）を用いて測定した。どちらも標準ガラスを用いて浸液の屈折率チェックを行った。また火山ガラス片の EDX 分析は、（株）古澤地質に測定を依頼した。その方法や測定誤差は入谷ほか（2005）に記載されている。さらに、火山ガラスの主成分・微量成分組成を ICP（誘導結合プラズマ）発光分析法と原子吸光法

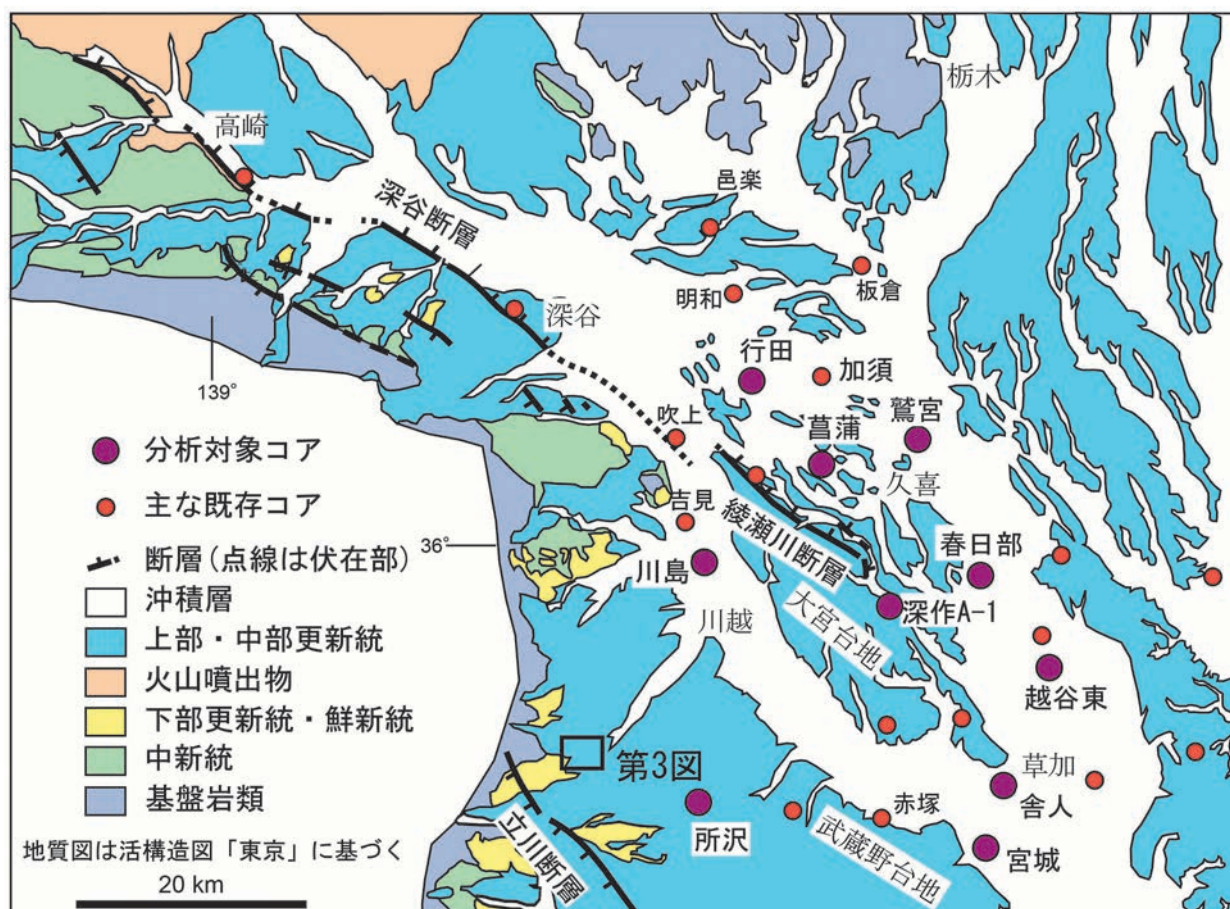
により求めた。測定は三菱マテリアルテクノ株式会社 に依頼した。詳細な分析方法及び測定誤差は Tamura *et al.* (2008) に示されている。

1) ボーリングコア中の主なテフラ

本研究で分析を行ったコアは、産総研が掘削した菖蒲コア（山口ほか，2009），埼玉県が掘削した深作 A-1 コア（埼玉県環境部地震対策課，1996），鷲宮，春日部，川島，行田，所沢の各コア（関東平野中央部地質研究会，1994；平社，2008a, b など），東京都が掘削した舎人及び宮城コア（東京都土木技術研究所，1996）である。各ボーリング地点を第 1 図に、また簡略化した柱状図を第 2 図に示す。各コアには多数のテフラ層が挟まれているが、そのうち広域テフラと考えられる細粒でガラス質の火山灰層について、その名前（コア記号と深度のセットで表現）、深度、火山ガラスの屈折率、化学組成値を示した（第 1 表）。

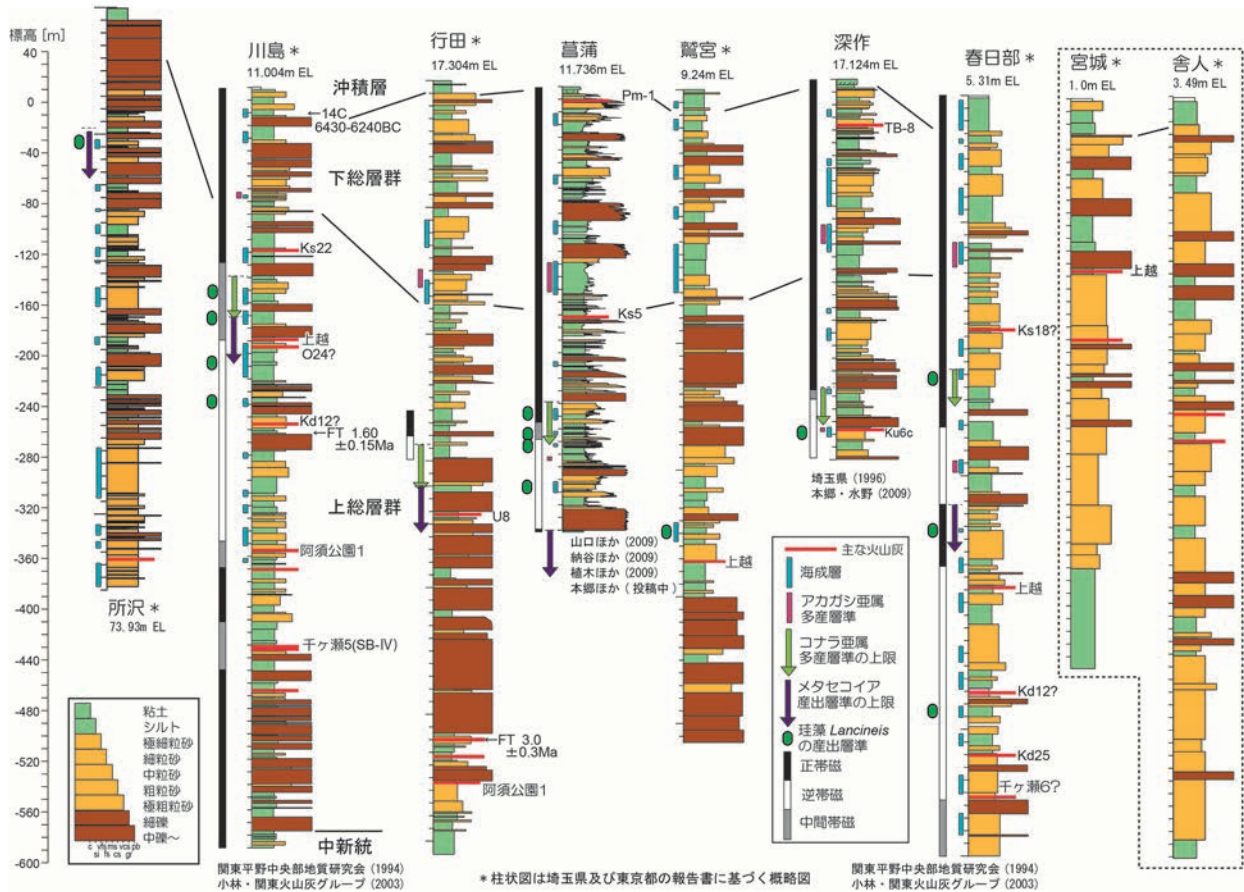
2) 房総半島上総層群・下総層群の主なテフラ

ボーリングコアに認められるガラス質火山灰層の対比を行うため、下部～中部更新統の模式となる房総半



第 1 図 関東平野中央部の地質概略図と主なボーリング地点。
地質図は杉山ほか（1997）に基づく。

Fig.1 Map showing general geology and location of main drilling cores in the central Kanto Plain.



第2図 関東平野中央部ボーリングコアの地質柱状図。

Fig.2 Geologic columnar sections of drilling cores in the central Kanto Plain.

島に分布する上総層群・下総層群のガラス質火山灰層の化学組成をリストにまとめた(第2表)。分析方法は上述したとおりである。下総層群及び上総層群上部に挟まるテフラは、主に徳橋・遠藤(1984)、上総層群下部のテフラは、三梨ほか(1959)、地質調査所(1971)、千葉県立中央博物館(1991)、里口(1995)に基づいて、採取を行った。テフラの分析結果からは、黄和田層中のKd10~Kd18間の層位関係がおかしく、同じテフラを別物として扱っている可能性が高いと考えられた。Kd16とKd10は化学組成が非常に似ていて、またカミングトン閃石を含むなどの特徴を含めて、大分に分布する敷戸火砕流や大阪のイエローI火山灰層に酷似していることから、同じテフラであると考えられている(水野, 2007)。さらに下位のKd13とKd18は相互に下位の軽石層とシルト層を挟んで上位の細粒火山灰層からなるという層相や、上位の火山灰層の化学組成が類似していて、同じテフラと考えられる。上総層群の模式地のひとつである養老川ルートでは、Kd16より上位のテフラはKd8までの間が欠如して(三梨ほか, 1959)、不自然である。

Kd16~Kd18間の層準では、スランピングや小断層があり、テフラ層序が不確かであるが、少なくとも4枚の厚さ15cm以下の薄い火山灰層を識別した。それらを仮に上位からKd16-18A, B, C, Dと呼ぶ。このうちKd16-18CとKd16-18Aの組み合わせは、Kd12とKd11の組み合わせと似ている。これらどれもが化学組成ではTiO₂やMgOが少なく、K₂Oが多いなど非常に似ているが、火山ガラスの形態が、Kd16-18CとKd12では、中間型が主体であるのに対して、Kd16-18AとKd11では多孔質型が多いという特徴がよく一致していて、互に対比される。

3) 青梅~加治丘陵の主なテフラ

関東平野西縁の丘陵地に分布する上部鮮新統~下部更新統中のガラス質テフラについても、屈折率測定や化学分析を行って、カタログ化を進めた(第3表)。青梅市街地の周辺から加治丘陵にかけての地域には、飯能層(飯能礫層及び仏子(粘土)層)などと呼ばれる地層が分布している(福田・高野, 1951;堀口ほか, 1977;正田ほか, 2005;植木・酒井, 2007;関東平野西縁丘陵団体研究グループ, 2010など)。この

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

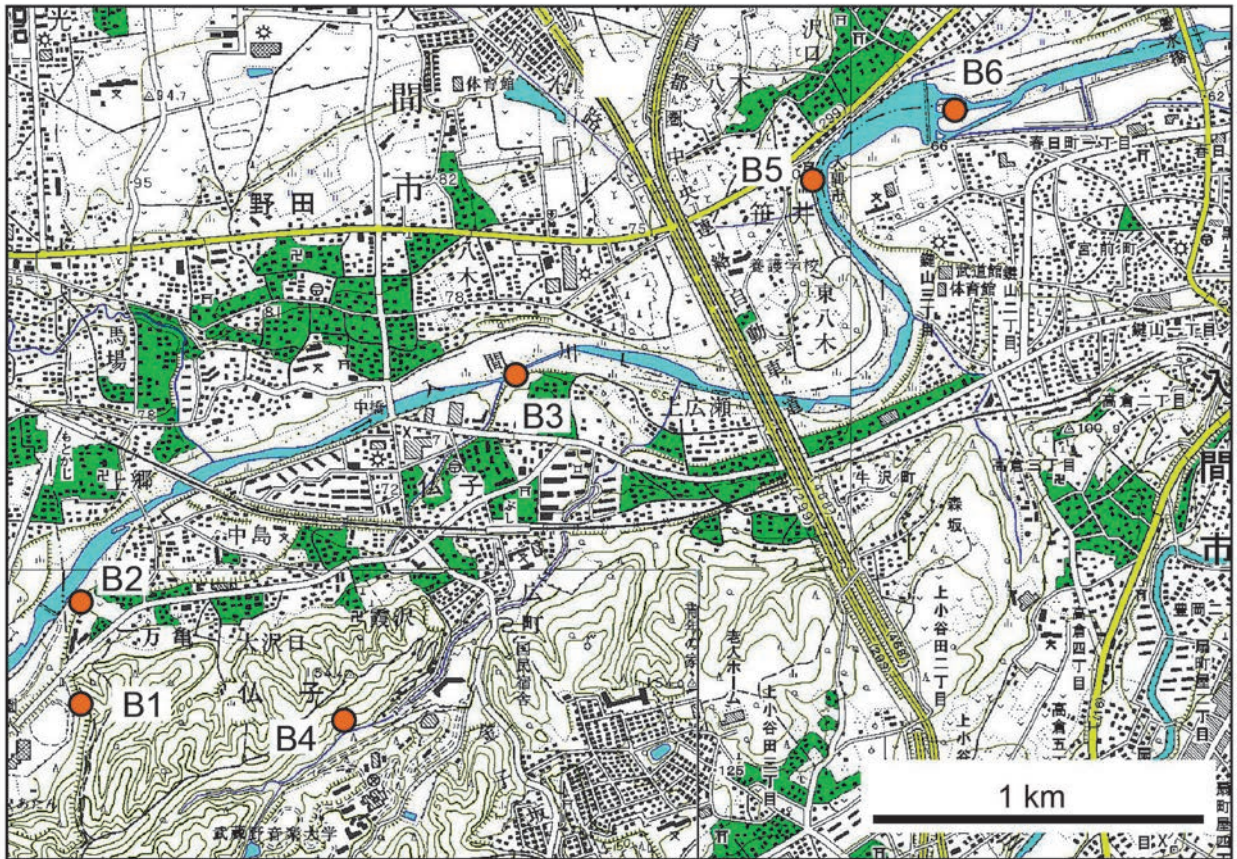
第2表 房総半島上総層群・下総層群中のガラス質火山灰層のICP発光分析法による火山ガラスの化学組成一覧。分析は三菱マテリアルテクノ株式会社による。

Table 2 List showing chemical composition of glass by ICP emission spectrometry for vitric ash layers of the Kazusa and Shimosa Groups in the Boso Peninsula.

テフラ名	採取地点	ガラス主成分(重量%)									ガラス微量成分(ppm)					
		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
TE5(J4)	千葉県木更津市地蔵堂	0.09	12.82	1.17	0.06	0.07	1.19	2.73	4.43	0.06	490	34	1	106	1	18
J1	千葉県木更津市茅野七曲	0.26	11.03	1.90	0.03	0.21	1.36	2.86	4.12	0.03	621	11	2	80	11	21
Ks5	千葉県長生郡長柄町船木	0.31	12.22	1.73	0.05	0.24	1.49	3.77	3.12	0.05	448	22	7	97	14	39
Ks10	千葉県長生郡長柄町針ヶ谷	0.20	12.35	1.21	0.06	0.17	1.43	3.68	3.59	0.05	504	21	3	106	7	21
Ks11	千葉県長生郡長柄町針ヶ谷	0.28	13.58	1.66	0.07	0.25	1.27	3.88	4.42	0.07	579	28	5	135	5	31
Ks18	千葉県長生郡長南町今泉	0.21	12.14	1.25	0.06	0.15	1.27	3.67	3.31	0.04	546	23	4	92	6	22
Ks22	千葉県長生郡長南町千田	0.06	13.25	1.15	0.07	0.06	1.43	3.58	4.77	0.06	420	19	2	129	2	22
Ch2	千葉県長生郡長南町地蔵前	0.18	12.95	1.18	0.09	0.15	1.22	3.41	3.16	0.04	750	30	2	176	4	17
Ka1	千葉県長生郡長南町水沼	0.23	11.79	1.45	0.05	0.20	1.81	3.82	2.16	0.05	529	13	6	98	7	35
Ka2.4A	千葉県長生郡長南町三川	0.38	14.47	2.33	0.08	0.42	2.37	4.02	3.07	0.10	511	26	8	164	18	38
Ku1	千葉県長生郡長南町市野々上	0.23	12.69	1.80	0.07	0.20	1.71	3.84	2.25	0.06	546	15	9	95	5	54
Ku3	千葉県夷隅郡大多喜町市部	0.38	12.52	2.41	0.06	0.32	2.09	3.78	2.07	0.06	480	8	9	97	13	36
Ku5A	千葉県夷隅郡大多喜町小土呂	0.46	14.74	2.27	0.08	0.43	2.17	3.83	4.06	0.11	834	33	7	247	24	30
Ku6C	千葉県市原市大久保	0.52	14.15	2.95	0.09	0.44	1.87	3.92	4.17	0.11	870	31	8	223	13	32
U1	千葉県夷隅郡大多喜町小土呂	0.19	12.96	1.61	0.07	0.21	2.10	3.88	2.14	0.05	497	15	5	114	4	35
U2B	千葉県市原市芋原	0.15	12.03	1.01	0.07	0.17	1.06	3.73	3.36	0.05	557	24	3	95	2	19
U4	千葉県市原市芋原	0.25	10.19	1.47	0.06	0.20	1.82	3.99	2.06	0.06	308	7	4	96	9	23
U6D	千葉県いすみ市関谷	0.15	13.50	1.45	0.05	0.58	2.15	4.03	3.01	0.13	695	29	2	678	10	5
U7	千葉県いすみ市関谷	0.23	10.49	1.53	0.06	0.20	1.52	3.54	2.81	0.05	645	13	7	73	6	32
U8	千葉県いすみ市関谷	0.32	12.88	2.04	0.06	0.28	2.81	3.62	2.01	0.06	522	14	9	141	12	35
U11	千葉県いすみ市天王前	0.43	11.88	2.28	0.05	0.37	2.65	3.42	1.98	0.08	482	13	7	125	24	33
O7	千葉県夷隅郡大多喜町塚越	0.21	12.20	1.23	0.06	0.17	1.33	3.38	4.09	0.05	811	29	2	161	8	16
O10	千葉県夷隅郡大多喜町塚越	0.19	11.84	1.25	0.04	0.21	1.41	3.15	3.85	0.04	712	25	2	138	8	15
O11	千葉県夷隅郡大多喜町塚越	0.35	13.41	2.22	0.06	0.33	3.39	3.74	1.60	0.09	423	11	9	179	15	34
O18	千葉県いすみ市細尾	0.10	12.22	0.92	0.10	0.23	1.29	4.10	2.24	0.04	819	9	1	169	<1	12
O22	千葉県夷隅郡大多喜町大田代	0.14	12.20	1.31	0.06	0.45	2.85	3.47	2.20	0.05	384	9	3	235	7	9
O24	千葉県夷隅郡大多喜町大田代	0.24	11.86	1.46	0.05	0.22	1.59	3.32	2.82	0.04	697	19	10	94	9	48
O26B	千葉県夷隅郡大多喜町大田代	0.15	13.84	1.78	0.06	0.57	2.05	3.48	2.74	0.09	469	28	3	356	10	7
Kd8B	千葉県夷隅郡大多喜町小沢又	0.26	12.10	1.80	0.04	0.31	2.02	3.17	2.10	0.02	497	13	10	131	12	36
Kd10	千葉県いすみ市台河	0.15	12.14	1.00	0.06	0.17	1.15	3.46	3.55	0.05	807	22	2	152	4	10
Kd11	千葉県いすみ市台河	0.10	12.19	1.52	0.05	0.08	0.99	3.34	4.46	0.04	697	33	5	80	<1	31
Kd12	千葉県いすみ市台河	0.08	12.02	1.39	0.05	0.04	0.73	3.70	4.35	0.02	681	33	7	53	<1	31
Kd13U	千葉県いすみ市台河	0.28	11.60	1.65	0.05	0.27	1.94	3.46	2.54	0.06	509	15	6	100	12	33
Kd16	千葉県夷隅郡大多喜町粟又	0.15	11.37	0.94	0.07	0.19	1.15	3.39	3.58	0.06	783	21	1	140	3	9
Kd16-18A	千葉県夷隅郡大多喜町粟又	0.08	11.26	1.37	0.05	0.02	0.84	3.66	4.27	0.03	694	27	7	59	<1	30
Kd16-18B	千葉県夷隅郡大多喜町粟又	0.22	11.48	2.00	0.08	0.26	1.68	3.35	2.11	0.06	465	15	11	135	5	37
Kd16-18C	千葉県夷隅郡大多喜町粟又	0.08	12.32	1.42	0.05	0.05	0.77	3.50	4.05	0.01	695	35	9	56	<1	35
Kd16-18D	千葉県夷隅郡大多喜町粟又	0.08	12.37	1.44	0.05	0.05	1.00	3.46	3.76	0.01	751	38	11	71	<1	40
Kd18	千葉県夷隅郡大多喜町粟又	0.30	11.42	1.65	0.04	0.25	1.85	3.31	2.52	0.04	536	15	8	106	11	33
Kd20?	千葉県夷隅郡大多喜町平沢	0.11	12.18	1.53	0.06	0.11	1.24	3.25	4.00	0.02	664	36	12	77	5	40
Kd21?	千葉県夷隅郡大多喜町平沢	0.10	12.85	1.71	0.06	0.05	1.05	3.44	3.55	0.01	736	42	11	98	<1	41
Kd21.5	千葉県夷隅郡大多喜町粟又	0.24	11.64	1.68	0.05	0.17	1.35	3.41	3.29	0.05	676	17	8	72	4	38
Kd23B	千葉県夷隅郡大多喜町粟又	0.16	12.48	1.20	0.05	0.14	1.27	3.59	3.51	0.05	539	28	4	82	3	25
Kd23-10mL	千葉県夷隅郡大多喜町粟又	0.09	12.38	1.53	0.06	0.15	1.10	3.91	4.24	0.02	682	33	4	98	<1	29
Kd24	千葉県夷隅郡大多喜町粟又	0.05	12.36	1.50	0.08	0.07	0.90	3.21	3.97	0.03	630	28	3	101	2	24
Kd25	千葉県夷隅郡大多喜町粟沢	0.08	12.35	1.21	0.07	0.07	1.05	3.36	4.02	0.03	557	30	3	104	<1	20
Kd38	千葉県君津市折木沢	0.10	12.49	1.79	0.05	0.06	1.06	3.62	4.06	0.04	766	34	5	107	<1	25
Kd39	千葉県夷隅郡大多喜町平沢	0.20	11.80	1.34	0.03	0.17	1.37	3.18	4.09	0.06	741	29	2	125	7	20
Kd40	千葉県勝浦市杉戸	0.20	12.86	1.45	0.09	0.28	1.98	3.48	3.19	0.07	661	27	<1	260	6	13
Kd44	千葉県勝浦市松野	0.17	11.14	1.37	0.04	0.12	0.86	3.45	3.45	0.01	792	19	7	48	4	41
HS A	千葉県勝浦市花里	0.22	11.59	1.52	0.10	0.28	1.73	3.93	1.76	0.06	445	12	3	123	7	34
HS C	千葉県勝浦市花里	0.15	11.71	1.24	0.05	0.12	0.81	3.48	4.18	0.03	818	23	5	41	2	41

程度上位の炭質シルト層中に挟まれる厚さ 10cm 程度の灰白色細粒火山灰層である。阿須公園 3 テフラは、さらに 2.5m ほど上位にあり、厚さ 10cm 程度の

灰白色細粒火山灰層で、入間川岸では薄い有機質シルトを挟んで 2 枚に分かれている。阿須公園 4 テフラは、さらに 10m ほど上位に位置し、厚さ 30cm 前後、黄



第 3 図 加治丘陵地域での地質柱状図作成地点位置図。
基図は国土地理院発行数値地図 25000「東京」を使用。

Fig.3 Location map of geologic columnar sections in the Kaji Hills.

灰白色粗粒火山灰～極細粒軽石からなる。関東平野西縁丘陵団体研究グループ（2010）の AZU100 テフラに相当する。阿須公園 5 テフラは、さらに 3m ほど上位の火山灰質シルト中に挟まる厚さ 10cm ほどの黄灰白色細粒火山灰層である。

上広瀬 1～2 テフラ（新称）

入間川右岸の B3 地点に露出する火山灰層を下位より上広瀬 1, 2 テフラと呼ぶ。上広瀬 1 テフラは、河床に露出している材化石を含む有機質シルト中に厚さ 5cm 程度のレンズとして挟まれている灰白色細粒火山灰層である。上広瀬 2 テフラは、上位に重なるサンドパイプの発達した砂質シルトのさらに上位の有機質シルト中に、厚さ 5cm 以下のレンズ状の灰白色細粒火山灰層としてみられるものである。

AZU400 テフラ

AZU400 テフラは、関東平野西縁丘陵団体研究グループ（2010）が定義したもので、武蔵野音楽大学の北方、B4 地点に露出する。最初に植木ほか（2006）が房総半島上総層群の Kd44 に対比したテフラであり、厚さ約 60cm の黄灰白色細粒火山灰からなり、そ

の上位に火山灰質シルト層が重なっている。

笹井ガラス質テフラ（SSI）

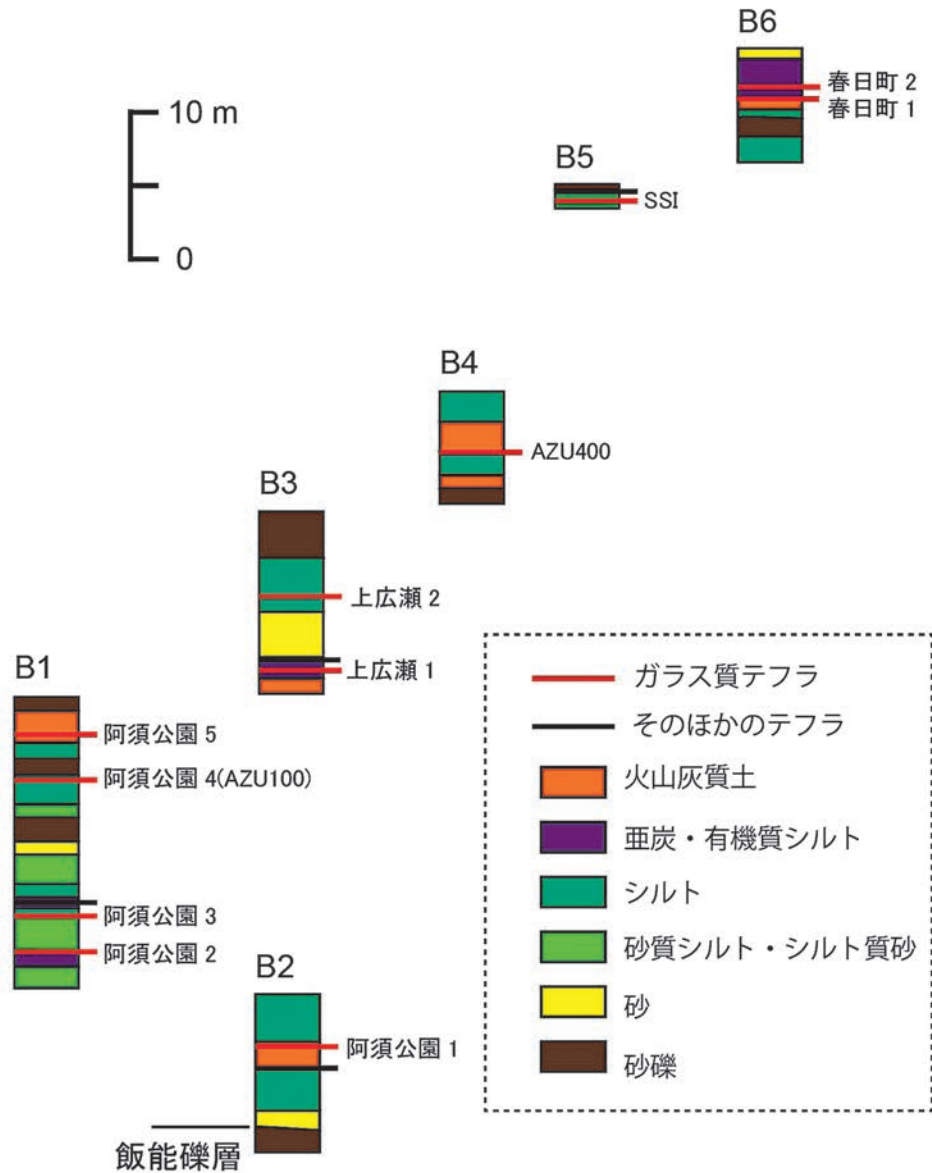
笹井ガラス質テフラ（SSI）は、狭山市笹井の入間川岸（B5 地点）に露出していて、正田・関東平野西縁丘陵団体研究グループ（2008）によって命名され、房総半島上総層群中の Kd25 テフラに対比されている。厚さ 15cm 程度で、黄灰白色を呈し、中・下部は粗粒、上部は細粒な火山灰からなる。

春日町 1～2 テフラ（新称）

春日町 1～2 テフラは、入間市春日町一丁目の入間川堰堤下流側の中州（B6 地点）に露出する。春日町 1 テフラは、黄灰色で厚さ 40cm 以下の全体に風化した火山灰層であり、一部新鮮な部分ではガラス質である。春日町 2 テフラは、春日町 1 テフラの直上に発達する厚さ 250cm 程度の垂炭層下部にレンズ状に挟まる厚さ 5cm 以下の灰白色細粒の火山灰層である。

3. ガラス質火山灰層の対比

火山灰層の記載岩石学的特徴や化学組成の類似性に基づいて、下記のようなボーリングコアに挟まる主要



第4図 加治丘陵地域での仏子層地質柱状図.

Fig.4 Geologic columnar sections of the Bushi Formation in the Kaji Hills.

なガラス質火山灰層と陸上にみられるテフラとの対比が考えられた。火山ガラスの屈折率，化学組成などの比較を第4表に示す。

1) 上越テフラに対比できるもの (WMT-373.0, KJT-197.5, MGT-137.5)

小林・関東火山灰グループ(2003)は，新潟地域の下部更新統に挟まる上越火山灰(あるいはSK030)(黒川ほか，1981；Kurokawa and Hirata，1986)に対比されるテフラを関東平野の春日部コア中に見出した。新潟県長岡市芝ノ又川で採取したSK030テフラの化学分析値などを第4表に示した。このテフラは，堇青石を少量含む極めて特徴的なもので，ほかのテフラには堇青石を含むものはないため，重要な指標にな

ると考えられる。堇青石を含むテフラには，ほかに鷺宮コアのWMT-373.0があり，対比される。堇青石の含有率は極めて少ないため，ほかの特徴でも対比が可能かどうか検討した。これらのテフラは，中間型及び多孔質型の火山ガラスが多く，また重鉱物としては黒雲母，カミングトン閃石，普通角閃石，斜方輝石，単斜輝石が含まれている。さらに火山ガラスの化学組成では，TiO₂が0.08%前後，CaOが0.3~0.5%と特徴的に低く，ほかのテフラと識別が可能である(水野ほか，2008)。このような特徴を持つテフラには，川島コアのKJT-197.5，宮城コアのMGT-137.5があり，どちらも上越テフラに対比できる(第4表)。上越テフラの房総半島上総層群における層準は大田代層

O18 テフラの直下とされている（小林・関東火山灰グループ, 2003）。

2) 阿須公園 1 テフラに対比できるもの (KJT-366.3, GDT-553.1)

鮮新世から前期更新世の間で中部山岳地域から噴出したと推定されるテフラの中には、火山ガラスがほとんどを占め、重鉱物の含有量が少ない、重鉱物に黒雲母を含む、火山ガラスの屈折率が 1.500 前後またはそれ以下、火山ガラスの化学組成では TiO_2 や MgO が少なく、 K_2O が比較的多いものがよくみられる（水野・田村, 2007, Tamura *et al.*, 2008）。阿須公園 1 テフラは、そのようなテフラの一つであるが、微量成分の含有量も含めると、川島コアの KJT-366.3 及び行田コアの GDT-553.1 と非常によく似ていて、相互に対比される。重鉱物には斜方輝石、単斜輝石、黒雲母のほか、普通角閃石が含まれることもある。このテフラは、近畿地方に分布する古琵琶湖層群中の鎌掛火山灰層（古琵琶湖団体研究グループ, 1977）に対比された（水野・田村, 2008）もので、降灰時期は松山逆磁極期の初めごろに位置付けられており、川島コアの古地磁気極性（会田ほか, 1994）とも矛盾していない。なお第 4 表には、滋賀県甲賀市水口町虫生野で採取した鎌掛火山灰層の分析値を併せて示した。

3) Kd12 テフラに対比できるもの (KJT-266.8, KKT-471.5)

房総半島上総層群の Kd12 テフラは、阿須公園 1 テフラと同様に火山ガラスの含有量が高く、また化学組成も似ているが、微量成分をみると、Sc, Sr, Y の値が異なっている。一方、Kd12 テフラと川島コアの KJT-266.8 及び春日部コアの KKT-471.5 は微量成分もよく一致している。すでに述べたように、Kd12 と Kd11 は化学組成が類似しているが火山ガラスの形状が異なり、Kd12 は中間型ガラスが主体となっている。KJT-266.8 及び KKT-471.5 は中間型ガラスが主体であり、相互に対比できる可能性が高い。少量含まれる重鉱物は、斜方輝石、単斜輝石、黒雲母で、普通角閃石を含むこともある。なお、仏子層中の春日町 1, 2 テフラの組み合わせは、Kd12, Kd11 の組み合わせと類似していて、春日町 1 テフラも Kd12 に対比される。

4) Kd25 テフラに対比できるもの (KKT-520.7)

房総半島上総層群の Kd12 より下位に位置する Kd25 の火山ガラスも、Kd12 と類似した化学組成を持つが、微量成分の違いによって識別できる。また

Kd25 と直上の層位の Kd24 とは TiO_2 の値などによって識別が可能である（第 2 表）。春日部コアの KKT-520.7 テフラは、Kd25 とよく似ていて、対比される可能性が高い。重鉱物として斜方輝石、単斜輝石、普通角閃石、黒雲母が含まれている。

5) 千ヶ瀬 5 テフラに対比できるもの (KJT-444.7)

青梅地域の千ヶ瀬 5 テフラの火山ガラスは、屈折率がやや高めであることと、 K_2O が低いことが特徴としてあげられる。また重鉱物では、斜方輝石、単斜輝石が主体である。このテフラに類似するものは、川島コアの KJT-444.7 テフラであり、対比される。千ヶ瀬 5 テフラの層位は、その上位の友田 2 テフラがガウス正磁極帯最上部に位置すると考えられる大阪層群の朝代テフラに対比される（Tamura *et al.*, 2008）ことから、層位的にはガウス正磁極帯にあたり、川島コアの古地磁気層序と矛盾はない（会田ほか, 1994）。KJT-444.7 は清水ほか（1994）では SB-IV と呼ばれ、複数のコアとの対比が行われており、重要な鍵テフラとなる可能性が高い。

6) 千ヶ瀬 6 テフラに対比される可能性があるもの (KKT-553.2)

千ヶ瀬 6 テフラと春日部コアの KKT-553.2 テフラは、ガラスの屈折率や化学組成が類似しており、対比される可能性がある。特に両テフラでは、火山ガラスに褐色を帯びた塊状のタイプを含むことが特徴的である。ただし、KKT-553.2 は Kd25 に対比される KKT520.7 の 30m ほど下位にあり、Kd25 が約 165 万年前と考えられている（長橋ほか, 2000）のに対して、千ヶ瀬 6 はガウス正磁極帯になり、対比が正しいとすると、両者の間に堆積間隙が存在するかあるいは堆積速度が著しく遅くなることになり、検討の余地がある。

7) O24 テフラに対比される可能性があるもの (KJT-205.6)

房総半島上総層群の O24 テフラと川島コアの KJT-205.6 テフラは、共に上越テフラに対比されるテフラの少し下位に位置し、火山ガラスの屈折率や化学組成も類似していて、対比される可能性がある。火山ガラスの形状はどちらも中間型が主体であり、重鉱物は主に斜方輝石、単斜輝石である。

8) Ks22 テフラに対比できるもの (KJT-130.0)

房総半島上総層群笠森層中の Ks22 テフラと川島コアの KJT-130.0 テフラは、火山ガラスの屈折率や化学組成が類似していて、中部山岳起源の特徴を示すが、

それ以外に火山ガラスの含有量が鈹物と同量程度であり、また肉眼的に黒雲母を多量に含むやや粗粒のテフラである。このような特徴の類似性から対比される。

9) Ks18 に対比される可能性があるもの (KKT-185.0)

春日部コア中の KKT-185.0 テフラは、火山ガラスの屈折率、化学組成とも房総半島上総層群笠森層の Ks18 テフラ及び Ks10 テフラに類似している。Ks18 と Ks10 は鈹物組成も普通角閃石 > 斜方輝石と類似していて識別が難しい。しかし、近くで掘削された産総研の越谷 GS-KS-1 コアで Ks10 より下位にあたる Ks11 が深度 161m 付近に認められていること（中澤ほか、2009 など）から、Ks18 テフラのほうが層準的に近いと推定した。

10) そのほかのテフラの対比

そのほかに、行田コアの GDT-342.5 テフラと上総層群の U8 テフラ及び深作 A-1 コアの FS1T-277.0 テフラと Ku6C テフラとの対比（水野ほか、2006）、菖蒲コアの SBT-182.87 テフラと Ks5 テフラとの対比（山口ほか、2009）が行われている。

4. 海成層準の認定と対比

菖蒲コアについては、海生貝化石や珪藻群集などから海成層の層準を認定した（山口ほか、2009；納谷ほか、2009）。また、川島、春日部、深作 A-1 コアについては、既に関東平野中央部地質研究会（1994）や埼玉県（1996）が、貝化石、珪藻、有孔虫、硫黄分析などから、海成層準について示している。今回、川島、深作 A-1、春日部、鷺宮コアに対して、主に珪藻群集から海成層準を見直した。また、所沢コアについては、層相と一部珪藻群集から、暫定的に海成層準を示した。これらの結果は、第 2 図に示されている。なお、各コアの対比には既存文献資料や花粉分析、古地磁気測定結果の一部（木村ほか、2010）なども含まれている。

下総層群地蔵堂層の温暖期層準は、花粉群集ではアカガシ垂属花粉が多産する特徴があり（本郷・水野、2009；本郷ほか、投稿中）、それらの特徴をもとに広く対比ができる。その結果、荒川より西側の台地・丘陵地を除いて、東側にはこの層準の海成層が広く連続することがわかる（平社、2008a, b；松島ほか、2009 など）。さらにその上位に海成層準が最大 4 層準あり、最上位は沖積層にあたるが、その間の海成層準の対比は、必ずしも明らかではない。一方、上総層群の層準では、海成層の数や層準には、地域による偏

りがみられる。特に行田コアや鷺宮コアでは、ほとんど海成層がなく、鷺宮コアの上越テフラの少し上位に認められる海成層が唯一確認できたものである。

川島コアや所沢コアでは、海成層準が断続的に認められ、おそらく寒暖の繰り返しの温暖期に対応していると考えられるが、個々の層準の正確な対比は今後の課題である。加治丘陵における仏子層での海成層準は、関東平野西縁丘陵団体研究グループ（2010）によってまとめられており、最下部から SSI テフラまでの間に 5 層準認められている。その最初の海成層は阿須公園 1 テフラの直上からと考えられ、テフラの対比に基づくと、川島コアでも類似した層準から海成層が出現していることになる。所沢コアでは、ほかのコアと対比できるテフラがないために、現段階では正確な対比ができない。

菖蒲コアおよび深作 A-1 コアからは、海生珪藻化石 *Lancineis rectilatus* が新たに記載された（Naya, 2010）。本種は、菖蒲・深作 A-1 両コアにおいて、ブリュン-松山地磁気逆転境界よりやや上位の海成層を上限とし、それより下位の海成層からのみ産出する（Naya, 2010）。菖蒲・深作 A-1 コア以外では、川島、鷺宮、春日部コアからも本種の産出が認められ（納谷・水野、2009）、さらに所沢コアにおいても産出が認められた（第 2 図）。それぞれのコアにおける本種の産出層準は限られており（第 2 図）、本種の産出帯（化石帯）によって、下部-中部更新統の海成層を識別できる可能性がある。今後、テフラと *L. rectilatus* の産出層準の層位関係をより明確にすることにより、海成層の新たな層序指標となることが期待される。

謝辞

ボーリングコアの記載や試料採取に当たっては、埼玉県環境科学国際センターの八戸昭一氏および東京都土木技術センターの川島眞一氏に便宜をはかっていただいた。飯田市美術博物館の小泉明裕氏には、青梅地域の千ヶ瀬 1 テフラ試料を提供していただいた。テフラの対比については首都大学東京の田村糸子氏から様々な助言をいただいた。またコアの記載や解析は、地質情報研究部門の木村克己、植木岳雪、松島紘子、山口正秋（当時）、本郷美佐緒（当時）の各氏との共同作業によるところが大きい。これらの方々には深く感謝申し上げる。

文献

- 会田信行・野村 哲・北爪智啓 (1994) 関東平野中央部ボーリングコアの古地磁気層序. 地団研専報, no.42, 48-55.
- 千葉県立中央博物館 (1991) 上総層群下部鍵層集 (1990年版). 218p.
- 地質調査所 (1971) 日本油田・ガス田図 10「茂原」.
- 檀原 徹 (1991) RIMSによる屈折率測定とその応用. 月刊地球, 13, 193-200.
- 福田 理・高野 貞 (1951) 東京都青梅町東北方阿須山丘陵の地質. 地質学雑誌, 57, 459-472.
- 古澤 明 (1995) 火山ガラスの屈折率測定・形態分類とその統計学的な解析. 地質学雑誌, 101, 123-133.
- 平社定夫 (2008a) 関東平野中央部における中・上部更新統の堆積相および堆積シーケンス. 地球科学, 62, 29-41.
- 平社定夫 (2008b) 関東平野中央部における中・上部更新統の層序および構造運動. 地球科学, 62, 43-55.
- 本郷美佐緒・水野清秀 (2009) 埼玉県さいたま市で掘削された深作 A-1 ボーリングコアの花粉化石群集. 地質調査研究報告, 60, 559-579.
- 本郷美佐緒・納谷友規・山口正秋・水野清秀 (投稿中) 関東平野中央部菖蒲町で掘削された 350m ボーリングコア (GS-SB-1) から産出した花粉化石群集. 地質調査研究報告.
- 堀口万吉 (1994) 関東平野中央部地下地質の概要. 地団研専報, no.42, 1-16.
- 堀口万吉・角田史雄・清水康守・駒井 潔・坂東尋子・栗原陽子 (1977) 関東平野西部入間川沿いに発達する仏子粘土層の再検討. 埼玉大学紀要自然科学篇, 13, 93-98.
- 入谷 剛・北川陽一・大井信夫・古澤 明・宮脇理一郎 (2005) 長野県北部, 上部更新統高野層のテフラと花粉分析に基づく環境変遷. 第四紀研究, 44, 323-338.
- 関東平野中央部地質研究会 (1994) 関東平野中央部の地下地質—ボーリングコアによる解析—. 地団研専報, no.42, 180p.
- 関東平野西縁丘陵団体研究グループ (2010) 関東平野西縁, 加治丘陵に分布する下部更新統仏子層下部の層相と古環境. 地球科学, 64, 159-174.
- 木村克己・水野清秀・山口和雄・駒澤正夫・安原正也・小松原純子・竹村貴人・関口春子 (2010) 関東平野沿岸域の地震動特性と広域地下水流動系の解明に関する地質学的総合研究. 平成 21 年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告, 地質調査総合センター速報, no.54, 167-187.
- 小林雅弘・関東火山灰グループ (2003) 関東平野中央部の地下および房総半島で新たに発見された前期更新世の含董青石テフラ. 地球科学, 57, 155-160.
- 古琵琶湖団体研究グループ (1977) 水口丘陵西部の古琵琶湖層群. 地球科学, 31, 115-129.
- 黒川勝己・遠藤敦子・山下由紀子 (1981) 魚沼層群および灰爪層中の火山灰層から董青石とカミングトン閃石の発見. 地球科学, 35, 253-258.
- Kurokawa, K. and Hirata, I. (1986) Grain-size characteristics of the Joetsu Ash (Unit I), a subaqueous ash flow turbidite of early Pleistocene, central Japan. *Mem. Fac. Educ. Niigata Univ. (Natural Sciences)*, 28, 15-24.
- 松島紘子・須貝俊彦・水野清秀・八戸昭一 (2009) 関東平野内陸部, 吹上～行田地域における中・上部更新統の地下層序と堆積環境変化. 第四紀研究, 48, 59-74.
- 三梨 昂・安国 昇・品田芳二郎 (1959) 千葉県養老川・小櫃川の上総層群の層序—養老川・小櫃川流域地質調査報告—. 地質調査所月報, 10, 83-98.
- 水野清秀 (2007) 中部九州起源の前期更新世広域火山灰, 敷戸—イエロー 1 テフラ. 山崎晴雄 (研究代表者)「鮮新・更新世古地理の高精度復元」, 平成 16 年度～18 年度科学研究費補助金 (基盤研究 (B)) 研究成果報告書, 53-58.
- 水野清秀・杉山雄一・石山達也・須貝俊彦・松島紘子・八戸昭一・中里裕臣・細矢卓志 (2006) 深谷—綾瀬川断層帯周辺の地下地質. 月刊地球, 28, 31-37.
- 水野清秀・田村糸子 (2007) 関東に分布する上部鮮新統～下部更新統中の鍵火山灰層—特に中部山岳地域起源ガラス質テフラの識別—. 「関東地方の地質」第 1 回研究発表会講演資料集, 日本地質学会関東支部, 52-53.
- 水野清秀・山口正秋・八戸昭一・川島眞一 (2008)

- 関東平野のボーリングコア中に見出された上越テフラ (SK030) の深度分布と、それから推定される堆積盆地の地質構造. 日本地質学会第 115 年学術大会講演要旨, 196.
- 長橋良隆・里口保文・吉川周作 (2000) 本州中央部における鮮新-更新世の火砕流堆積物と広域火山灰層との対比および層位噴出年代. 地質学雑誌, 106, 51-69.
- 中澤 努・中里裕臣・大嶋秀明・堀内誠示 (2009) 関東平野中央部における上総-下総層群境界: 越谷 GS-KS-1 コアでの MIS12 層準の特定. 地質学雑誌, 115, 49-63.
- Naya, T. (2010) *Lancineis rectilatus* sp. nov., a new fossil species from Pleistocene sediments in Japan. *Diatom Research*, 25, 111-124.
- 納谷友規・八戸昭一・水野清秀 (2009) 関東平野のボーリングコアにおける化石珪藻 *Lancineis* sp. の分布. 日本地質学会第 116 年学術大会講演要旨, 242.
- 納谷友規・山口正秋・水野清秀 (2009) 関東平野中央部埼玉県菖蒲町で掘削された 350m ボーリングコア (GS-SB-19) の珪藻化石産出層準と淡水成層準及び海成層準の識別. 地質調査研究報告, 60, 245-256.
- 埼玉県環境部地震対策課 (1996) 埼玉県活断層調査報告書, 200p.
- 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.
- 清水康守・長谷川 寛・松本昭二 (1994) 関東平野中央部ボーリングコアの火山灰. 地団研専報, no.42, 17-28.
- 正田浩司・関東平野西縁丘陵団体研究グループ (2008) 仏子層中に挟在する笹井ガラス質テフラ層 (SSI) の記載と広域対比. 「関東地方の地質」第 2 回研究発表会講演資料集, 日本地質学会関東支部, 44-45.
- 正田浩司・菊地隆男・鈴木毅彦・竹越 智・関東平野西縁丘陵団体研究グループ (2005) 関東平野西縁に分布する飯能礫層下部層のテフラ層序と広域対比. 地球科学, 59, 339-356.
- 杉山雄一・佐竹健治・駒澤正夫・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 昭・村田泰章 (1997) 50 万分の 1 活構造図「東京」(第 2 版). 地質調査所, 34p.
- Tamura, I., Yamazaki, H. and Mizuno, K. (2008) Characteristics for recognition of Pliocene and early Pleistocene marker tephras in central Japan. *Quaternary International*, 178, 85-99.
- 徳橋秀一・遠藤秀典 (1984) 姉崎地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 地質調査所, 136p.
- 東京都土木技術研究所 (1996) 東京都 (区部) 大深度地下の地盤. 東京都 (区部) 大深度地下地盤図, 東京都地質図集 6, 66p.
- 植木岳雪・酒井 彰 (2007) 青梅地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 189p.
- 植木岳雪・鈴木毅彦・水野清秀 (2006) 古地磁気, 広域テフラによる関東平野西縁, 加治 (阿須山) 丘陵の鮮新-下部更新統の層序と編年. 日本第四紀学会講演要旨集, no.36, 100-101.
- 植木岳雪・山口正秋・本郷美佐緒・納谷友規・水野清秀 (2009) 関東平野中央部, 埼玉県菖蒲町で掘削された GS-SB-1 コアの古地磁気・岩石磁気測定. 地質調査研究報告, 60, 199-243.
- 山口正秋・水野清秀・納谷友規・本郷美佐緒・中里裕臣・中澤 努 (2009) 関東平野中央部, 埼玉県菖蒲町で掘削された 350m ボーリングコア (GS-SB-1) の層相と堆積物物性. 地質調査研究報告, 60, 147-197.
- 吉川周作 (1976) 大阪層群の火山灰層について. 地質学雑誌, 82, 497-515.