

掛川層群下部層の火山灰層¹⁾

柴 正博²⁾・大石 徹³⁾・高原寛和⁴⁾・横山謙二⁵⁾
坂本和子⁶⁾・長谷川祐美⁷⁾・村上千里⁸⁾・有働文雄⁹⁾

Volcanic Ash Beds of the Lower of the Kakegawa Group¹⁾

Masahiro SHIBA²⁾, Toru OISHI³⁾, Hirokazu TAKAHARA⁴⁾, Kenji YOKOYAMA⁵⁾,
Kazuko SAKAMOTO⁶⁾, Yumi HASEGAWA⁷⁾, Chisato MURAKAMI⁸⁾ and Fumio UDO⁹⁾

Abstract

The Pliocene-Pleistocene Kakegawa Group is distributed in Shizuoka Prefecture, central Japan. The Kakegawa Group is divided into the Lower and the Upper, and the Lower of the Kakegawa Group is subdivided into three formations, the Katsuma, the Hagima and the Higashi-Yokoji Formations, in ascending order. Many volcanic ash beds are intercalated in the Lower as well as the Upper of the Kakegawa Group.

In this study, the locations and lithofacies of 53 volcanic ash beds mainly in the Lower of the Kakegawa Group are described and correlated, has resulted in more detailed stratigraphical identification. The volcanic ash beds in the Lower of the Kakegawa Group composed primarily of volcanic glass, and the reflective index of glass ranges from 1.496 to 1.521.

From the distribution of volcanic ash beds and the thickness variation of beds in the Higashi-Yokoji Formation, it appears that these beds of this formation are down-lapping on the Hagima Formation to the southward. Therefore, the Higashi-Yokoji Formation is considered to be the highstand system tract of the Haq's third order sequence model. Moreover, the upper horizon of Higashi-Yokoji Formation has a relation of a top-lapping to the Upper of the Kakegawa Group at a northern part, and the boundary surface of the

¹⁾ 東海大学自然史博物館研究業績 No. 70

Contributions from the Natural History Museum, Tokai University, No. 70

²⁾ 東海大学社会教育センター, 424-8620, 静岡県静岡市清水区三保 2389

Social Education Center, Tokai University, 2389, Miho, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-8620, Japan

³⁾ 株式会社雄新地質コンサルタント, 791-1126, 愛媛県松山市大橋町 261-1

Yushin Geological Consultants Limited, Company, 261-1, Ohashi-machi, Matsuyama, Ehime, 791-1126, Japan

⁴⁾ 警視庁 100-8929, 東京都千代田区霞が関 2-1-1

Metropolitan Police Department, 2-1-1, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-8929, Japan

⁵⁾ NPO 静岡県自然史博物館ネットワーク, 424-0806, 静岡県静岡市清水区辻 4-4-7

Network for Shizuoka Prefecture Museum of Natural History, 4-4-7, Tsuji, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-0806, Japan

⁶⁾ 旧姓 湊 和子, 坂本酒店, 509-3214, 岐阜県高山市久々野町無数河 616-2

Sakamoto Limited Company, 616-2, Musugo, Kuguno, Takayama, Gifu, 509-3214, Japan

⁷⁾ 東京大学大学院地球惑星科学専攻, 113-0033, 東京都文京区本郷 7-3-1

Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 7-3-1, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-0033, Japan

⁸⁾ 旧姓 尾形千里, 424-0042, 静岡県静岡市清水区高橋南町 13-10

13-10, Takahashi-Minami-cho, Shimizu-ku, Shizuoka, Shizuoka, 424-0042, Japan

⁹⁾ 四日市福祉専門学校, 512-1111, 三重県四日市市山田町 5491

Yokkaichi Welfare Academy, 5491, Yamadacyo, Yokkaichi, Mie, 512-1111, Japan

Lower and the Upper of the Kakegawa Group are thought be the sequence boundary.

The base of Quaternary, i.e., the basement of Gelasian, is contrasted with the basement of the Upper Higashi-Yokoji Formation.

はじめに

掛川層群は、菊川市と掛川市を中心に東は牧之原市勝間から西は磐田市北部にかけて分布する下部鮮新統～下部更新統であり、海棲軟体動物化石が豊富に産することから、古くから多くの層序学的または古生物学的、堆積学的研究が行われてきた（横山, 1925, 1928a, 1928b, 1950, 1963; Makiyama, 1927, 1931; 千谷, 1928, 1931; 横山・坂本, 1957; 氏家, 1958; Tsuchi, 1961, 1976; Ujiié, 1962; 加藤, 1973; Ibaraki and Tsuchi, 1974; Oda, 1977; Chinzei and Aoshima, 1976; Ibaraki, 1986; 茨木, 1986; Ishibashi, 1989; Masuda and Ishibashi, 1991; 酒井・増田, 1992; Nobuhara, 1993; Tsukawaki, 1994; Sakai and Masuda, 1995; 柴ほか, 1996; 柴ほか, 1997; 亀尾, 1998). しかし、掛川層群の層序区分については研究者によって異なっており、鍵層となる火山灰層をもとに掛川層群の層序の再検討を行う必要があった。

掛川層群は、前期鮮新世から前期更新世にかけてほぼ連続して堆積した地層であり、日本における第四紀の下限の設定や国際的な層序学的研究との対比に重要な地層である。そのため、掛川層群に挟在する火山灰層の詳細を記載することは、今後の日本および国際的な層序学的研究にとって非常に意義あることと考える。

柴ほか(2000)は、掛川層群上部層に挟在する火山灰層を141層発見して記載し、それらの層位と掛川層群上部層の岩相から、掛川層群上部層を下位から上内田層、大日層、土方層に区分した。そして、掛川層群上部層はそれら各層がそれぞれ低海水準期堆積体、海進期堆積体、高海水準期堆積体であるひとつの第3オーダーシーケンスから構成されるとした。そして、柴ほか(2007)では掛川層群上部層の岩相層序と火山灰層の分布をもとに、大日層と土方層をいくつかのパラシーケンスに分け、各層準での浮遊性有孔虫化石の産出特徴を示した。そして、掛川層群上部層がどのように堆積したかを明らかにして、従来設定されていた生層序層準が堆積体やパラシーケンスの境界に相当することを明らかにした。

掛川層群には、上部層だけでなく下部層にも多くの火山灰層が挟在する。掛川層群下部層の火山灰層については、水野ほか(1987)と里口ほか(1996)の報告があるが、これらで報告された以外にも多くの火山灰層があり、それらも含めて掛川層群下部層の火山灰層層序について総括的に整理されたものはなかった。本稿では、従来知られていた火山灰層に加え、これまでの筆者らの地質調査によって確認したおもに掛川層群下部層の火山灰層の分布や岩相、岩石学的特徴を記載し、それらの層準を総括的に整理する。

なお本稿では、地質時代の特に第四紀の下限について、2009年6月29日に行われた国際地球科学連合(IUGS)の理事会で認められた国際層序委員会(ICS)による第四紀(更新世)の下限をGelasianの基底、すなわち2.588Maとする提案にしたがって記述する。

地質概説

本研究の調査地域には、下位から相良層群、掛川層群、小笠層群が分布する(Fig. 1)。また、本調査地域の東部には牧ノ原台地が広がり、台地部上部は更新世の内湾泥層からなる古谷層や河川礫層からなる牧之原層などが分布する(長田, 1980)。

相良層群は後期中新世の海成層で、本調査地域の東側に分布する。相良層群の岩相はおもに泥岩がち砂岩泥岩互層～泥岩層である(柴ほか, 1996)。掛川層群は前期鮮新世～前期更新世の海成層で、おもに厚さ5～20cmの砂層と泥層が規則的に重なるリズムカルな砂泥互層からなり、砂層の厚さが泥層よりも厚い砂がち砂泥互層や泥層の厚さが砂層よりも厚い泥がち砂泥互層、または砂層と泥層の厚さがほぼ同等の当量砂泥互層に岩相を区分できる。下位の相良層群や倉真層群くらみなど基盤岩と接する地域には礫層が分布する。また、泥層が卓越して分布する地域や層準もある。小笠層群は前期～中期更新世の海成または陸成層であり、本地域の南西端の南山丘陵にその下部のおもに礫層が分布する(石田ほか, 1980)。

柴ほか(2000, 2007)および柴(2005)は、掛川

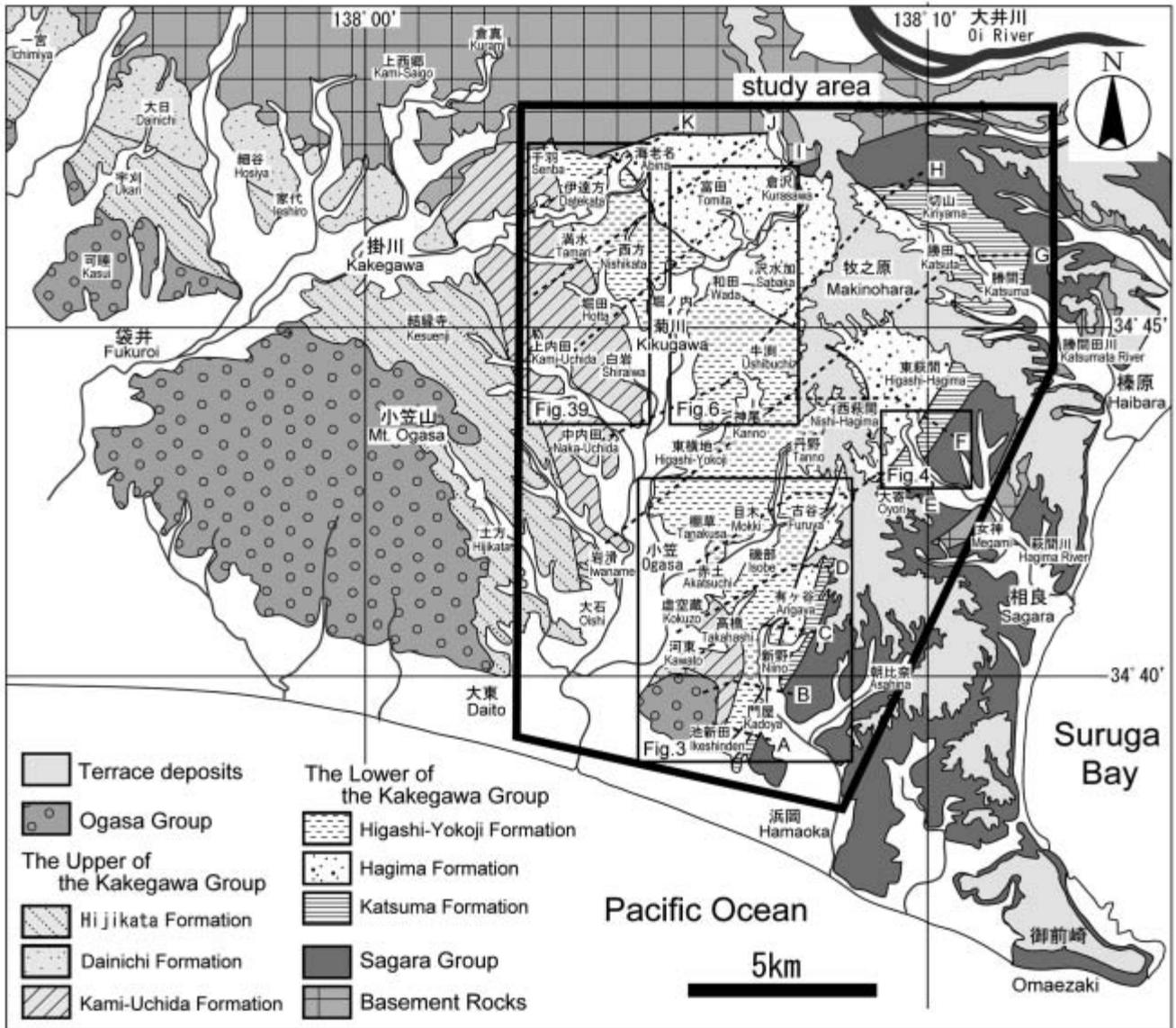


Fig. 1 Index map of the study area, from Omaezaki to Kakegawa in Shizuoka Prefecture, central Japan. The area surrounded by thick line represents the study area. The area surrounded by the thin line represents the area of each figure. Dotted line with letter shows distribution of the columnar sections in Fig. 44.

層群に挟在する多数の火山灰層の層準をもとに岩相や堆積体を区別し、堀田火山灰層（白岩火山灰層とも呼ばれる）の基底付近で下部層と上部層に区分し、掛川層群下部層を下位から勝間層、萩間層、東横地層に、上部層は下位から上内田層、大日層、土方層に区分した。また、下部層と上部層はそれぞれひとつの第3オーダーシーケンスから構成されるとして、下部層では勝間層と萩間層を低海水準期堆積体に、東横地層を高海水準期堆積体とした。

本稿の層序と従来のおもな研究者の層序を対比する形で Fig. 2 に示す。

本地域に分布する掛川層群の層序と岩相

本調査地域には、掛川層群下部層の勝間層、萩間層、東横地層と、上部層の上内田層が分布する。本稿では掛川層群下部層の萩間層と東横地層の境界を、柴（2005）の定義を改定し、有ヶ谷I火山灰層の下位で砂がち砂泥互層から泥がち砂泥互層に変化する層準付近とする。その理由は、岩相と火山灰層の分布から明らかになった層厚の変化から、おもに砂がち砂泥互層からなる萩間層に対して、その上位の有ヶ谷I火山灰層を含むおもに泥がち砂泥互層からなる地層がダウンラップしていることが明確になったためである。

また、東横地層の上限、すなわち掛川層群下部層

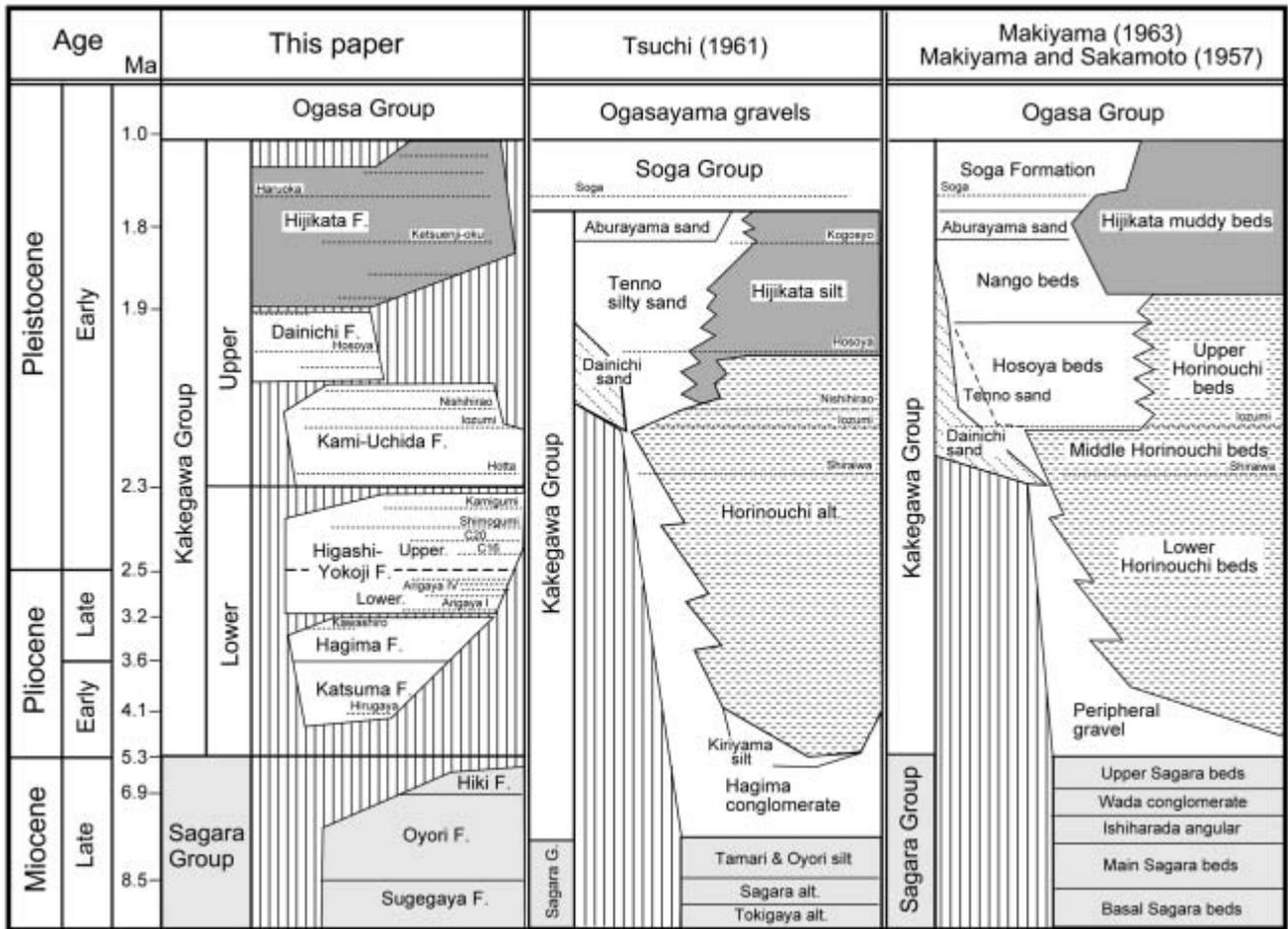


Fig. 2 Comparison of the stratigraphical studies of the Kakegawa Group including in this study. Dotted line with name is a volcanic ash bed and its name. G.: Group, F.: Formation, alt.: Alternating interbeds of sandstone and siltstone.

と上部層を、柴（2005）の定義にしたがい堀田火山灰層の基底付近で分けた。その理由は、東横地層の最上部の火山灰層が本調査地域北部で堀田火山灰層の基底付近の下位で認められず、堀田火山灰層の基底付近に対してトップラップする累重形態を示すためである。

掛川層群下部層の基底を構成する勝間層は、その下部が淘汰の悪い礫層や砂層、泥がち砂泥互層からなり、勝間田川流域の牧之原市勝間から切山にかけて分布する。それらは柴ほか（1996）の勝間礫岩層、柿ヶ谷砂岩層、勝田泥岩優勢互層、荒谷砂岩層、中島礫岩層にあたる。勝間層の上部は泥がち砂泥互層が主体で、本調査地域では牧之原市西萩間の東から大寄、御前崎市新野にかけて分布する。本層下部には挟在する火山灰層は認められなかったが、上部には蛭ヶ谷火山灰層と大寄火山灰層、B19～B24火山灰層などが挟在する。

萩間層はおもに砂がち砂泥互層からなり、菊川市

富田から倉沢、沢水加、牛瀨、牧之原市勝田、牧之原市東萩間、西萩間、御前崎市新野に分布する。分布の北縁にあたる菊川市倉沢や富田から掛川市海老名にかけては淘汰の悪い礫層が分布し、菊川町沢水加から牛瀨地域では泥がち砂泥互層が分布する。分布の東南部にあたる牧之原市では砂がち砂泥互層が卓越し、西萩間では層厚 50m ほどの砂層が 2 層挟在する。挟在する火山灰層は、富田地域で河城火山灰層を確認したのみである。

東横地層はおもに等量砂泥互層と泥がち砂泥互層からなり、掛川市伊達方から菊川市西方、堀之内、半済、神尾、東横地、目木、棚草、高橋、丹野、古谷、御前崎市新野、門屋にかけて分布する。分布の北縁にあたる伊達方の北には淘汰の悪い礫層が分布し、西方では塊状の泥層が分布する。東横地層は有ヶ谷火山灰層グループを含む層準を下部層とし、その上位から堀田火山灰層の下位付近までの層準を上部層として区分する。その理由は、有ヶ谷火山灰層

グループを含む下部層に対して上部層が明瞭にダウンラップするためである。本層下部層には7層の有ヶ谷火山灰層グループの火山灰層が挟在し、本層上部層には塩買坂火山灰層グループ、目木火山灰層グループ、C6～C25火山灰層、下組火山灰層、上組火山灰層など34層の火山灰層が挟在する。

掛川層群上部層に含まれる上内田層は、おもに泥がち砂泥互層からなり、掛川市満水^{たまり}から上内田、菊川市中内田、掛川市岩滑^{いわなめ}、御前崎市大石^{かとう}、河東にかけて北北西-南南東方向に分布する。掛川市満水付近には泥層が分布し、本層中部層準に等量砂泥互層が挟在する。本調査地域には、おもに下位より堀田火山灰層、坊之谷火山灰層、岩滑火山灰層、五百済^{いおずみ}火山灰層などの火山灰層が挟在する。

掛川層群下部層の地質時代

掛川層群に挟在する火山灰層と広域火山灰層との対比、および年代測定については、Shibata et al. (1984)、水野ほか (1987)、里口ほか (1996, 1999)、黒川 (1999)、田村ほか (2005)、Nagahashi and Satoguchi (2007) などの研究がある。

田村ほか (2005) によれば、勝間層の B22 火山灰層は 4.1Ma 付近の広域火山灰層の坂井火山灰層に相当するとした。また、Shibata et al. (1984) は、勝間層の蛭ヶ谷火山灰層、萩間層の有ヶ谷 I 火山灰層、掛川層群上部層の五百済火山灰層のフィッシュン・トラック (以下 F.T. とする) 年代値をそれぞれ、 $4.1 \pm 0.2\text{Ma}$ 、 $3.2 \pm 0.6\text{Ma}$ 、 $2.3 \pm 0.5\text{Ma}$ とした。また、水野ほか (1987) は、東横地層下部層の有ヶ谷 IV 火山灰層の F.T. 年代値を $2.5 \pm 0.2\text{Ma}$ とした。広域火山灰層のまとめを行った Nagahashi and Satoguchi (2007) は、有ヶ谷 I 火山灰層が東海層群の長明寺 II 火山灰層や古琵琶湖層群の相模 I 火山灰層、大坂層群の土生滝 I 火山灰層に対比されるとして 2.85Ma に、有ヶ谷 IV 火山灰層は新潟地域の西山層中部に挟在する二田城火山灰層に対比されるとして 2.7Ma に、また堀田火山灰層 (白岩火山灰層) は東海層群の小社火山灰層と古琵琶湖層群の虫生野火山灰層に対比されるとして 2.25Ma に相当するとした。

掛川層群の古地磁気層序学的研究を行った Yoshida and Niitsuma (1976) のデータと前述の年代データから、本稿の萩間層から東横地層下部層にあたる層準はほぼ Gauss 正磁極帯 (C2An: 3.6 ~

2.58Ma) にあたり、東横地層上部層の基底は 2.58Ma 以降に相当すると考えられる。これらの結果から、勝間層は下限の詳細は不明だが少なくとも約 4.5Ma より 3.6Ma までの間で、萩間層は約 3.6Ma ~ 3.2Ma、東横地層下部層は 3.2Ma ~ 2.58Ma の間、東横地層上部層は 2.58Ma ~ 2.25Ma の間に堆積した地層と推定できる。

第四紀の下限が Gelasian の基底の 2.588Ma となったため、掛川層群においては東横地層上部層の基底がほぼ鮮新/更新世の境界に相当し、東横地層上部層から掛川層群上部層の土方層下部までは Gelasian に対比される。約 3.6Ma から始まる萩間層と東横地層下部層は Piacenzian に対比され、勝間層は Zanclean の上部に対比される。

火山灰層の記載方法と分析方法

本研究では、おもに掛川層群下部層に挟在する火山灰層について、その岩相と岩石学的特徴、特に火山ガラスの形状と屈折率の特徴を記載する。火山灰層の野外での岩相記載は、層厚、色、粒度、内部堆積構造などを記載し、ほぼすべての地点で分析用試料を採取した。粒度は Fisher (1961) の区分に従い、シルトサイズ以下を細粒火山灰とし、砂サイズのもの粗粒火山灰とした。

火山灰分析の方法は、分析試料を乾燥、洗浄後、篩別し、1/4mm ~ 1/16mm の粒度のものについて、全鉱物組成、火山ガラスの形状、火山ガラスの屈折率の測定を行った。全鉱物組成と火山ガラスの形状は、200 粒以上を同定し、粒数%によってその組成とした。火山ガラスの形状の分類は吉川 (1976) に従った。火山ガラスの屈折率の測定は、Yoshikawa (1984) の標準ガラスを用いた分散法によって測定した。

本稿では、掛川層群の 53 層の火山灰層を記載し、そのうちの 39 層と相良層群の 1 層の火山灰分析を行った。火山灰分析を行った試料採取点は 87 地点で、試料数の総計は 124 個である。

火山灰層の記載

水野ほか (1987) は、御前崎市新野~菊川市棚草地域に分布する火山灰層を下位から順に B の地点番号で呼び、御前崎市門屋~菊川市河東地域に分布

する火山灰層を下位から順にCの地点番号で呼んだ。里口ほか(1996)は、水野ほか(1987)にしたがい火山灰層を確認し、または新たな火山灰層を発見して記載した。

本稿では、おもに掛川層群下部層の火山灰層を下位から勝間層、萩間層、東横地層の層準ごと、いくつかの地域に分けて下位から記載する。また、それに加えて、本調査地域に分布する相良層群のB18火山灰層と掛川層群上部層の上内田層に挟在する堀田火山灰層およびその上位のいくつかの火山灰層についても記載する。

火山灰分析の結果については、相良層群と掛川層群勝間層と萩間層、東横地層下部層のものはTable 1に、東横地層上部層のものはTable 2に、上内田層のものはTable 3に示す。

1. 相良層群

御前崎市黒田の茶畑の露頭 (Fig. 3) で水野ほか(1987)が報告した火山灰層のうち、相良層群のB18火山灰層を確認したので記載する。

B18火山灰層 (水野ほか, 1987)

[分布] 黒田の茶畑の露頭東側 (Loc. 4) の泥岩層中に分布。黒田の茶畑の露頭で、後述するB19火山灰層の10~15m下位に見られる。

[試料] Loc. 4 (07092504)

[岩相] 層厚が2~5cmで、不連続。黄白色の細粒火山灰層。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の軽鉱物と重鉱物を含む。火山ガラスは多孔質型が大半を占め、屈折率は1.514-1.516 (1.515 : モード, 以下同様)。

Table 1 The petrographic properties of the volcanic ash beds intercalated in the Katsuma, the Hagima and the Lower Higashi-Yokoji Formation in the Lower of the Kakegawa Group. H.F.: the Hagima Formation. *: very little. L.M.: Light mineral, H.M.: Heavy mineral.

Group Formation	Ash name		Locality	Thickness	Sample No.	Reflective index of glass			Glass and Mineral composition (%)									
	Japanese	English				Min.	Max.	Mode	Shape of glass shard							L.M.	H.M.	
									Ha	Hb	Ca	Cb	Ta	Tb	Oth.			
The Lower of the Kakegawa Group	The Lower of the Higashi-Yokoji Formation	有ヶ谷VI	Arigaya VI	33	240	07092501	1.500	1.502	1.501	24	14	10	8	21	11	0	9	3
		有ヶ谷VI	Arigaya VI	33	240	99090207	1.499	1.502	1.501	0	22	22	3	6	3	1	29	14
		有ヶ谷VI	Arigaya VI	33	200	99090206	1.497	1.501	1.500	1	28	25	5	8	8	5	15	5
		有ヶ谷V	Arigaya V	32	60	99091804	1.501	1.504	1.503	1	15	20	4	20	4	11	12	14
		有ヶ谷V	Arigaya V	28	60	99091503	1.501	1.503	1.502	0	30	17	6	6	5	6	10	20
		有ヶ谷V	Arigaya V	28	60	99091502	1.509	1.512	1.510	1	10	9	1	3	2	4	39	31
		有ヶ谷V	Arigaya V	27	120	07120201	1.505	1.507	1.506	11	28	10	5	28	7	0	8	2
		有ヶ谷V	Arigaya V	27	120	99090209	1.507	1.510	1.509	4	31	26	5	12	4	2	10	5
		有ヶ谷V	Arigaya V	27	120	99090208	1.501	1.503	1.502	1	32	54	10	0	0	0	2	1
		有ヶ谷V	Arigaya V	26	120	99021907	1.500	1.503	1.502	2	14	9	3	2	5	23	34	6
		有ヶ谷IV	Arigaya IV	25	200	07120202	1.498	1.499	1.499	15	34	10	7	24	7	0	3	*
		有ヶ谷IV	Arigaya IV	25	200	99090210	1.496	1.499	1.498	1	52	31	4	3	2	1	4	3
		有ヶ谷IV	Arigaya IV	24	100	98112502	1.495	1.499	1.497	1	24	38	27	5	1	0	2	0
		有ヶ谷IV	Arigaya IV	20	110	00052202	1.497	1.499	1.498	1	39	12	22	0	*	0	15	12
		有ヶ谷IV	Arigaya IV	20	110	00052201	1.497	1.500	1.498	1	53	3	6	0	0	0	31	6
		有ヶ谷IV	Arigaya IV	21	160	98112501	1.498	1.500	1.498	2	39	29	23	3	1	1	1	2
		有ヶ谷IV下	Arigaya IV-shita	20	30	00052203	1.500	1.503	1.502	8	33	2	6	0	0	0	48	4
		有ヶ谷III	Arigaya III	19	30	99091504	1.498	1.502	1.500	1	35	19	5	4	2	10	9	16
		有ヶ谷III	Arigaya III	19	20	98112503	1.498	1.500	1.498	5	40	27	19	2	3	1	1	2
		有ヶ谷III	Arigaya III	18	20	00052204	1.498	1.500	1.499	2	33	2	3	*	*	0	46	14
		有ヶ谷II	Arigaya II	17	80	99091906	1.499	1.501	1.500	1	20	23	3	1	1	5	38	8
		有ヶ谷II	Arigaya II	17	80	99091505	1.497	1.500	1.498	1	20	18	5	6	2	8	26	15
		有ヶ谷II	Arigaya II	16	100	99090205	1.498	1.502	1.499	3	32	16	2	3	3	4	8	30
		有ヶ谷II	Arigaya II	16	100	99090204	1.496	1.497	1.497	1	24	15	2	2	1	1	37	19
		有ヶ谷II	Arigaya II	16	100	07120208	1.497	1.500	1.499	17	32	17	3	14	8	0	7	3
		有ヶ谷I	Arigaya I	15	100	99021905	1.499	1.502	1.500	4	51	12	3	7	9	3	5	8
		有ヶ谷I	Arigaya I	15	100	99021904	1.497	1.500	1.499	1	35	21	2	1	7	9	13	11
		有ヶ谷I	Arigaya I	13	80	07120203	1.499	1.501	1.500	16	44	9	6	17	5	0	2	*
		有ヶ谷I	Arigaya I	13	80	99090203	1.498	1.501	1.499	2	33	20	4	18	5	8	6	5
		有ヶ谷I	Arigaya I	11	90	99090202	1.498	1.502	1.500	0	17	10	1	2	1	1	32	35
有ヶ谷I	Arigaya I	11	90	99090201	1.495	1.499	1.497	3	39	19	6	4	5	7	12	5		
Katsuma F.	H.F.	河城	Kawashiro	10	20	98111201	1.518	1.523	1.521	1	1	0	0	0	0	90	8	
		河城	Kawashiro	9	20	Kawashiro	1.514	1.524	1.521	1	*	*	0	0	0	1	88	9
	B22	B22	6	2-5	07092503	1.498	1.500	1.499	23	31	7	9	16	10	0	4	*	
	B19	B19	5	10-20	07092502	1.497	1.500	1.498	15	40	2	5	27	8	0	3	*	
	大寄	Oyori	3	30	09121301	1.498	1.501	1.499	10	4	30	1	36	2	0	6	11	
	大寄	Oyori	3	30	09121302	1.499	1.500	1.499	13	2	31	0	32	2	0	8	13	
大寄	Oyori	3	30	09121303	1.499	1.500	1.499	13	3	14	1	43	2	0	7	17		
蛭ヶ谷	Hirugaya	1	200	94033003	1.497	1.499	1.498	17	11	10	12	25	16	0	7	2		
Sagara G.	B18	B18	4	2-5	07092504	1.514	1.516	1.515	4	9	6	3	58	4	0	15	2	

Table 2 The petrographic properties of the volcanic ash beds intercalated in the Upper Higashi-Yokoji Formation in the Lower of the Kakegawa Group. *: very little. L.M.: Light mineral, H.M.: Heavy mineral.

Group Formation	Ash name		Locality	Thickness	Sample No.	Reflective index of glass			Glass and Mineral composition (%)									
	Japanese	English				Min.	Max.	Mode	Shape of glass shard							L.M.	H.M.	
									Ha	Hb	Ca	Cb	Ta	Tb	Oth.			
The Lower of the Kakegawa Group	The Upper of the Higashi-Yokoji Formation	上組	Kamigumi	92	160	07112102	1.501	1.503	1.502	18	19	12	2	34	3	0	9	3
		上組	Kamigumi	92	160	07112101	1.502	1.505	1.504	19	11	10	*	42	*	0	16	2
		上組	Kamigumi	90	200+	98070701	1.503	1.508	1.504	1	7	31	14	27	3	3	9	6
		上組	Kamigumi	87	400	07112103	1.502	1.505	1.504	12	12	11	10	38	13	0	4	*
		上組	Kamigumi	83	300+	07111405	1.503	1.505	1.504	6	24	11	7	35	13	0	3	*
		上組	Kamigumi	83	300+	07111404	1.503	1.505	1.505	21	12	5	3	42	5	0	7	4
		上組	Kamigumi	82	300+	07120207	1.503	1.506	1.505	13	16	16	2	43	3	0	6	2
		上組	Kamigumi	80	300+	07111408	1.503	1.506	1.505	6	4	6	2	70	8	0	3	*
		上組	Kamigumi	80	300+	07111407	1.503	1.506	1.505	7	15	10	7	33	12	0	15	2
		上組	Kamigumi	80	300+	98062903	1.502	1.508	1.505	1	3	15	6	37	1	1	18	19
		上組	Kamigumi	79	200+	07100305	1.504	1.505	1.505	9	12	12	10	40	10	0	6	*
		上組	Kamigumi	77	200+	00052801	1.504	1.506	1.505	0	9	10	9	42	3	*	11	16
		上組	Kamigumi	75	220	00050908	1.504	1.506	1.505	1	6	9	7	20	8	0	31	19
		上組	Kamigumi	73	200	00031402	1.504	1.506	1.505	*	2	18	4	58	1	*	11	5
		上組	Kamigumi	73	200	00031401	1.504	1.506	1.505	*	12	9	10	14	2	0	32	20
		上組	Kamigumi	72	160	07092506	1.503	1.504	1.504	5	3	12	6	45	15	0	5	9
		上組	Kamigumi	72	160	00031315	1.504	1.507	1.505	*	9	11	6	32	1	0	18	22
		上組	Kamigumi	72	160	00031314	1.504	1.506	1.505	*	6	4	2	7	1	0	50	30
		上組	Kamigumi	72	160	00031313	1.504	1.507	1.505	0	6	11	5	28	2	0	31	18
		上組	Kamigumi	72	160	00031312	1.504	1.507	1.505	0	3	16	2	63	1	0	11	4
		上組	Kamigumi	72	160	98100601	1.504	1.507	1.505	1	6	22	11	17	10	1	15	17
		天池東II	Tenike-higashi II	80	3	07111406	1.502	1.504	1.502	4	6	11	2	53	21	0	*	1
		天池東I	Tenike-higashi I	80	1-2	07120206	1.501	1.504	1.502	5	7	8	*	71	1	0	4	3
		間屋C	Kadoya C	72	10	00031311	1.511	1.513	1.513	*	2	13	1	22	4	0	46	12
		C22	C22	71	5	00050909	1.510	1.512	1.511	*	1	13	5	59	9	0	7	7
		C22	C22	70	5	00032404	1.510	1.512	1.511	0	4	18	3	55	8	0	8	4
		C22	C22	62	5	00031404	1.510	1.512	1.511	0	1	19	7	51	6	0	9	7
		下組上	Shimogumi-ue	71	10	00050910	1.502	1.505	1.504	0	1	8	11	39	10	0	24	6
		下組上	Shimogumi-ue	70	22	00032405	1.502	1.505	1.504	0	1	6	1	35	8	0	35	15
		下組上	Shimogumi-ue	61	40	00031307	1.503	1.505	1.504	*	2	3	5	33	13	1	31	11
		下組	Shimogumi	69	40+	98101001	1.497	1.498	1.497	9	26	26	23	2	1	5	5	3
		下組	Shimogumi	68	180	07112104	1.499	1.500	1.499	11	8	18	9	35	9	0	8	2
		下組	Shimogumi	68	180	98063003	1.498	1.500	1.498	9	21	20	11	1	2	1	21	16
		下組	Shimogumi	65	200	00052807	1.498	1.499	1.498	3	27	5	13	6	5	0	24	16
		下組	Shimogumi	64	80+	00052802	1.496	1.499	1.498	3	48	6	19	10	4	0	6	6
		下組	Shimogumi	63	25+	07100302	1.499	1.499	1.499	17	39	5	7	10	14	0	7	1
		下組	Shimogumi	62	85	00031403	1.497	1.499	1.498	5	47	11	18	11	4	0	3	1
		下組	Shimogumi	61	80	00031308	1.497	1.498	1.498	7	43	14	12	11	6	0	4	3
		下組下	Shimogumi-shita	64	2-3	00052803	1.497	1.499	1.498	1	6	11	26	4	7	1	32	12
		C20	C20	57	23	00052806	1.500	1.501	1.501	0	2	9	7	9	7	0	35	30
		C20	C20	57	23	00052805	1.499	1.501	1.500	0	2	10	5	12	8	*	44	20
		C20	C20	58	23	00052804	1.499	1.501	1.500	0	4	9	7	18	7	*	37	19
		C20	C20	56	13	00032403	1.500	1.502	1.501	*	3	9	3	14	11	0	42	18
		C20	C20	56	13	00032402	1.499	1.501	1.500	*	3	13	7	25	10	0	28	16
		三沢 (C20)	Misawa (C20)	47	25	07100309	1.500	1.502	1.501	12	12	12	11	34	13	0	4	2
		C17	C17	55	30	07100301	1.503	1.505	1.505	15	5	11	5	28	13	0	20	3
		C17	C17	52	10-25	00052207	1.504	1.506	1.505	1	16	18	13	18	5	0	17	12
		C16	C16	54	7	00050901	1.506	1.508	1.507	0	1	14	2	50	10	0	20	4
		C16	C16	53	8	00032407	1.507	1.509	1.508	0	1	10	3	51	7	0	23	5
		C16 (B33)	C16 (B33)	52	13	00052206	1.506	1.509	1.507	0	0	13	3	58	7	0	13	4
B32	B32	52	120	00052205	1.501	1.503	1.502	*	20	18	20	12	4	0	20	7		
門屋A	Kadoya A	51	10	07092505	1.502	1.504	1.503	10	6	6	2	56	9	0	8	2		
市場	Ichiba	40	5-7	07100306	1.502	1.503	1.503	10	7	12	5	44	11	0	8	3		
目木II	Mokki II	43	2-3	07100308	1.504	1.505	1.504	13	30	20	13	11	11	0	2	2		
目木I	Mokki I	43	20	07100307	1.503	1.505	1.504	11	12	22	11	26	11	0	7	*		
C14	C14	49	3	00032406	1.504	1.506	1.505	*	1	15	2	14	4	0	51	14		
畑崎II	Hatazaki II	42	40	99091802	1.498	1.502	1.500	0	10	4	1	1	1	1	38	50		

2. 掛川層群下部層

2-1. 勝間層

勝間層の火山灰層は、牧之原市西萩間～大寄地域 (Fig. 4) と御前崎市新野地域 (Fig. 3) に分布する。

1) 牧之原市西萩間～大寄地域

本地域には、下位から蛭ヶ谷火山灰層と大寄火山

灰層が分布する。

蛭ヶ谷火山灰層 (茨木, 1986)

茨木 (1986) が命名し、水野ほか (1987) によって岩相と岩石学的記載が行われた。本火山灰層は柴ほか (1996) の勝田泥岩優勢互層基底部に挟在する。 [分布] 蛭ヶ谷 (Loc. 1) から和田 (Loc. 2) にかけて

Table 3 The petrographic properties of the volcanic ash beds intercalated in the Kami-Uchida Formation in the Upper of the Kakegawa Group. *: very little. L.M.: Light mineral, H.M.: Heavy mineral.

Group Formation	Ash name		Locality	Thickness	Sample No.	Reflective index of glass			Glass and Mineral composition (%)									
	Japanese	English				Min.	Max.	Mode	Shape of glass shard							L.M.	H.M.	
									Ha	Hb	Ca	Cb	Ta	Tb	Oth.			
The Upper of the Kakegawa Group The Kami-Uchida Formation	坊之谷	Bonoya	134	20	98081002	1.498	1.502	1.500	1	11	28	19	16	13	0	9	4	
	坊之谷	Bonoya	133	12	98112405	1.499	1.503	1.500	0	19	39	20	3	14	0	6	1	
	間屋G	Kadoya D	131	10	00031405	1.511	1.513	1.511	0	0	4	*	17	*	0	52	25	
	間屋F	Kadiya F	130	35	00031406	1.511	1.512	1.511	0	0	6	1	40	2	0	36	15	
	門屋E	Kadoya E	129	30	00031303	1.493	1.496	1.494	1	11	14	15	23	9	0	17	9	
	堀田	Hotta	128	20	98052303	1.499	1.502	1.500	5	9	13	12	3	0	*	9	49	
	堀田	Hotta	128	20	98052302	1.497	1.503	1.500	14	21	21	16	10	7	3	2	5	
	堀田	Hotta	127	20	98052301	1.501	1.504	1.502	14	11	22	26	20	4	1	3	9	
	堀田	Hotta	123	1000	Shiraiwa	1.501	1.503	1.502	14	16	26	28	0	7	2	7	1	
	堀田	Hotta	117	400+	07112105	1.501	1.504	1.503	12	42	10	7	14	11	0	4	2	
	堀田	Hotta	117	400+	98051602	1.500	1.508	1.502	8	19	19	13	3	6	2	19	12	
	堀田	Hotta	116	600+	07120205	1.500	1.503	1.502	16	44	12	4	15	4	0	4	*	
	堀田	Hotta	116	600+	98051606	1.499	1.505	1.503	7	11	20	18	1	2	1	22	9	
	堀田	Hotta	116	600+	98051605	1.501	1.504	1.503	7	10	15	7	5	12	1	8	38	
	堀田	Hotta	115	500+	07112106	1.501	1.505	1.503	14	29	18	5	21	5	0	6	2	
	堀田	Hotta	114	400+	07112107	1.502	1.503	1.502	15	24	15	14	11	14	0	6	1	
	堀田	Hotta	113	1000	07112108	1.501	1.503	1.502	10	31	8	4	31	8	0	7	2	
	堀田	Hotta	112	400+	07100304	1.502	1.503	1.502	21	19	17	13	9	13	0	6	1	
	堀田	Hotta	103	1200+	00050907	1.502	1.504	1.503	3	34	7	17	11	7	2	17	1	
	堀田	Hotta	102	1600+	00050906	1.502	1.504	1.503	4	34	6	20	6	2	0	18	2	
	堀田	Hotta	96	1000+	00031305	1.502	1.503	1.503	6	22	7	8	15	10	0	17	14	
	堀田	Hotta	95	2000	07092508	1.501	1.504	1.502	19	34	7	7	19	10	0	4	*	
	堀田	Hotta	95	2000	07092507	1.503	1.504	1.503	14	24	14	14	17	13	0	3	*	
	門屋D	Kadoya D	96	14	00031306	1.498	1.500	1.499	7	33	10	14	5	7	0	15	10	
	門屋D	Kadoya D	95	14	07120204	1.498	1.501	1.500	11	38	5	8	24	6	0	6	2	
	木ヶ谷池II	Kigayaike II	94	4	00050905	1.505	1.506	1.505	4	50	4	23	4	4	0	11	0	
	木ヶ谷池I	Kigayaike I	94	5	00050904	1.500	1.501	1.501	1	7	1	4	1	*	0	67	17	

て分布。

[試料] Loc. 1 (94033003)。

[岩相] 層厚が200cm, 細粒砂サイズの白色粗粒火山灰層。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の軽鉱物と重鉱物を含む。火山ガラスは多孔質型が大半を占め、屈折率は1.497-1.499 (1.498)。

大寄火山灰層 (新称)

本火山灰層は勝田泥岩優勢互層 (柴ほか, 1996) の平行葉理の発達する細粒砂岩層に挟在する。

[分布] 大寄の西 (Loc. 3)。

[試料] Loc. 3 (09121301, 09121302, 09121303)。

[岩相] 層厚30cmの細粒砂岩層中に、層厚5cmの白色または黄白色の細粒火山灰層が3層見られる (Fig. 5)。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の長石と黒雲母を含む。火山ガラスは多孔質型と扁平型が多く、中間型も見られ、その屈折率は1.498-1.501 (1.499)。

2) 御前崎市新野地域

本地域には、下位からB19, B20, B21, B22, B23, 想慈院火山灰層グループ, B24が分布する。水野ほか (1987) は、御前崎市黒田の茶畑の露頭で

B15 ~ B22の8層の火山灰層が報告し、そのうち掛川層群の火山灰層はB19 ~ B22の4層にあたる。本稿ではそのうちのB19とB22を泥がち砂泥互層中に確認したので記載する。

また、新野の篠ヶ谷想慈院付近で、3層の火山灰層 (想慈院火山灰層グループ) を新たに確認した。想慈院火山灰層グループと黒田の茶畑の露頭で確認されたB19とB22火山灰層との層序関係は不明である。

B19 火山灰層 (水野ほか, 1987)

[分布] 黒田の茶畑の露頭北側 (Loc. 5)。

[試料] Loc. 5 (07092502)。

[岩相] 層厚が10 ~ 20cmの白色細粒火山灰層。下部には細粒砂 ~ 中粒砂サイズの粗粒火山灰層が見られる。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で重鉱物はほとんど含まれていない。火山ガラスは扁平型が大半を占め、その屈折率は1.497-1.500 (1.498)。

B22 火山灰層 (水野ほか, 1987)

[分布] 黒田の茶畑の露頭北西側 (Loc. 6)。B19火山灰層の10 ~ 15m上位の泥がち砂泥互層中にある。

[試料] Loc. 6 (07092503)。



Fig. 3 Locality map of the volcanic ash beds in Kadoya - Shimo-Hirakawa area. Black circle with number shows a location of the volcanic ash bed. Broken line shows the distribution of the same bed. The area surrounded by the black line represents the area of each figure. The base map is used the 1/25000 geographical map of "Sagara", "Shimo-Hirakawa", "Omazeki" and "Chihama". The abbreviated letters of the volcanic ash bed names are shown below. Sj: Sojiin, Ar1-5: Arigaya I-V, Sk1: Shiokaizaka I, KdA: Kadoya A, Sg: Shimogumi, Kg: Kamigumi, Ho: Hotta, Bo: Bonoya, Iw: Iwaname, Io: Iozumi.

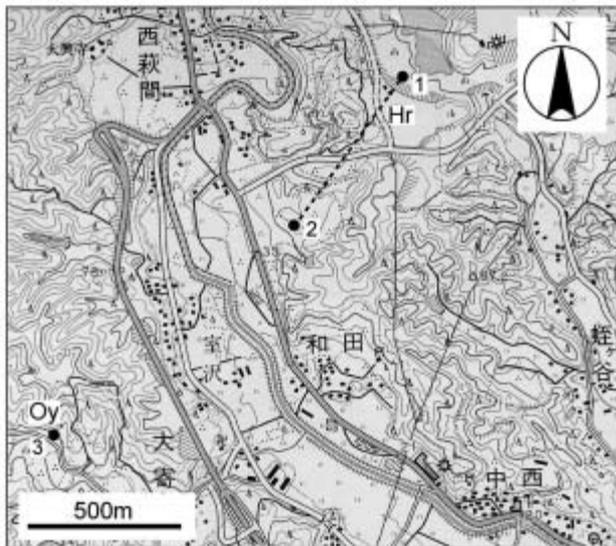


Fig. 4 Locality map of the volcanic ash beds in Nishi-Hagima - Oyori area. Black circle with number shows a location of the volcanic ash bed. Broken line shows the distribution of the same bed. The base map is used the 1/25000 geographical map of "Sagara". The abbreviated letters of the volcanic ash bed names are shown below. Hr: Hirugaya, Oy: Oyori.



Fig. 5 Photograph of the Oyori volcanic ash bed at location 3.

[岩相] 層厚が2～3cmの細粒白色火山灰層。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で重鉱物はほとんど含まれていない。火山ガラスは扁平型が大半を占め、その屈折率は1.498-1.500 (1.499)。

想慈院火山灰層グループ

篠ヶ谷想慈院付近に分布する泥がち砂泥互層中に挟在する3層の火山灰層を想慈院火山灰層グループとして、下位から想慈院Ⅰ、想慈院Ⅱ、想慈院Ⅲ火山灰層とする。

想慈院Ⅰ火山灰層 (新称)

[分布] 篠ヶ谷想慈院南側の川床 (Loc. 7)。

[岩相] 層厚が5cmの白色細粒火山灰層。

想慈院Ⅱ火山灰層 (新称)

[分布] 篠ヶ谷想慈院西側の崖 (Loc. 8)。想慈院Ⅰ火山灰層の約100m上位にある。

[岩相] 層厚が10cmの白色細粒火山灰層。

想慈院Ⅲ火山灰層 (新称)

[分布] 篠ヶ谷想慈院西側の崖 (Loc. 8)。想慈院Ⅱ火山灰層の約10m上位にある。

[岩相] 層厚が20～30cmの白色細粒火山灰層。

2-2. 萩間層

萩間層は本調査地域の東側、おもに萩間川流域から勝間川の西側、その北側の菊川市富田地域に広く分布する。萩間層では富田地域 (Fig. 6) で砂がち砂泥互層中に河城火山灰層を確認した以外に火山灰層を発見していない。

河城火山灰層 (新称)

[分布] 富田の河城 (Loc. 9) から公文名の中池の東 (Loc. 10) にかけて分布。

[試料] Loc. 9 (kawashiro), Loc. 10 (98111501)。

[岩相] 層厚が20cmの火山灰質シルト層中に、層厚1～2cmの白～灰白色の細粒火山灰層を3～4層見られる (Fig. 7)。

[岩石学的特徴] おもに石英と長石からなり、少量の火山ガラスと重鉱物を含む。火山ガラスの屈折率は1.514-1.524 (1.521)。

2-3. 東横地層

東横地層は、御前崎市門屋から新野、菊川市高橋から磯部、下川原から丹野川流域 (Fig. 3)、さらに北側の牛淵地域 (Fig. 6) に広く分布し、これまでに多数の火山灰層が報告されている。ここでは、東横地層下部層と上部層に分けて、それぞれの火山灰層を記載する。

2-3-1. 東横地層下部層

東横地層下部層は、御前崎市新野の新野川よりおもに東側からその北側に、菊川市古谷から牛淵に分布し、下位からB25, B26, 有ヶ谷Ⅰ, 有ヶ谷Ⅱ, 有ヶ谷Ⅲ, 有ヶ谷Ⅳ下, 有ヶ谷Ⅳ, 有ヶ谷Ⅴ, 有ヶ谷Ⅵ火山灰層が挟在する。B25とB26火山灰層は未確認である。また、水野ほか (1987) では有ヶ谷火山灰層はⅠ～Ⅴまでとしていたが、有ヶ谷Ⅳの下位に有ヶ谷Ⅳ下火山灰層を、さらに有ヶ谷Ⅴ火山灰



Fig. 6 Locality map of the volcanic ash beds in Ushibuchi - Tomita area. Black circle with number shows a location of the volcanic ash bed. Broken line shows the distribution of the same bed. The base map is used the 1/25000 geographical map of "Sagara", "Shimo-Hirakawa", "Shimada" and "kakegawa". The abbreviated letters of the volcanic ash bed names are shown below. Ks: Kawashiro, Ar1: Arigaya I, Ar5: Arigaya V.

層の上位に有ヶ谷Ⅵ火山灰層を確認した。これら，“有ヶ谷”にナンバーのふられた火山灰層を有ヶ谷火山灰層グループとする。

有ヶ谷火山灰層グループ

東横地層下部層に挟在する，下位から有ヶ谷Ⅰ，有ヶ谷Ⅱ，有ヶ谷Ⅲ，有ヶ谷Ⅳ下，有ヶ谷Ⅳ，有ヶ谷Ⅴ，有ヶ谷Ⅵ火山灰層であり，これらを有ヶ谷火山灰層グループとする。長谷から北部では，有ヶ谷Ⅰ～Ⅲ火山灰層は泥がち砂泥互層に挟在し，その上



Fig. 7 Photograph of the Kawashiro volcanic ash bed at location 10.

位の有ヶ谷Ⅳ下～Ⅵ火山灰層は等量砂泥互層中に挟在する。

有ヶ谷Ⅰ火山灰層（水野ほか，1987）

Tsuchi (1976) の Arigaya tuff に相当する。

[分布] 御前崎市長谷 (Loc. 11) から新野 (Loc. 12, 13), 菊川市牛淵 (Loc. 14, 15) に分布。

[試料] Loc. 11 (99090201, 99090202), Loc. 13 (07120203, 99090203), Loc. 15 (99021904, 99021905)。

[岩相] 層厚が 80～100cm, 灰白～白色の細粒砂サイズの粗粒火山灰からになり，細粒火山灰層と互層する部分もある。粗粒火山灰層には斜交層理が見られる (Fig. 8 と Fig. 9)。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で，少量の石英と長石，重鉍物を含む。火山ガラスは扁平型～中間型が主体で，少量の多孔質型を含み，その屈折率は 1.495-1.502 (1.500)。

有ヶ谷Ⅱ火山灰層（水野ほか，1987）

新野 (Loc. 16) で有ヶ谷Ⅰ火山灰層の上位約 50m にある。

[分布] 御前崎市新野 (Loc. 16) から菊川市古谷 (Loc. 17) まで分布。

[試料] Loc. 16 (99090204, 99090205, 07120208), Loc. 17 (99091505, 99091506)。

[岩相] 層厚が 80～100cm, おもに黄白色～白色の細粒～極細粒砂サイズの粗粒火山灰層で，上部に白色～灰白色の細粒火山灰層が挟在する。粗粒火山灰層には斜交層理が見られ，細粒火山灰層にはマッドクラストを含むスランプ構造が見られる (Fig. 8 と Fig. 10)。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で，少量の石英

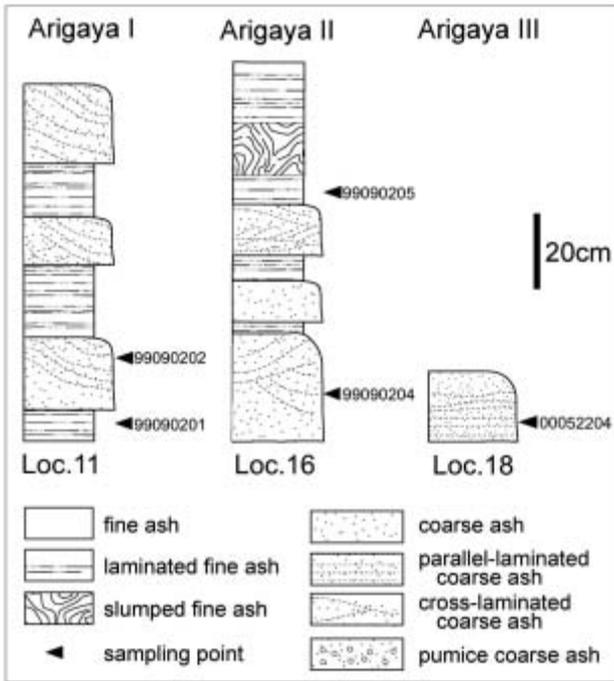


Fig. 8 Geological columnar sections of the Arigaya I, II, III volcanic ash beds at location 11, 16 and 18. Small letters of numbers are samples for the petrographic properties.



Fig. 9 Photograph of the Arigaya I volcanic ash bed at location 11.

と長石，重鉍物を含む。火山ガラスは扁平型～中間型が主体で多孔質型は少なく，その屈折率は 1.496-1.502 (1.499)。

有ヶ谷Ⅲ火山灰層 (水野ほか，1987)

水野ほか (1987) および里口ほか (1996) の採取地で本火山灰層を確認できなかったが，その採取地の近傍 (Loc. 18) に露出する火山灰層を，里口ほか (1996) の記載と対比させて有ヶ谷Ⅲ火山灰層と同定した。

[分布] 新野 (Loc. 18) から菊川市川東 (Loc. 19)



Fig. 10 Photograph of the Arigaya II volcanic ash bed at location 16.

まで分布。

[試料] Loc. 18 (00052204)，Loc. 19 (98112503, 99091504)。

[岩相] 層厚 20cm，白色の細粒砂～中粒砂サイズの粗粒火山灰層で，下部に有色鉍物の葉理や斜交層理が見られる。

[岩石学的特徴] 火山ガラスと長石が多く，重鉍物を含む。重鉍物は黒雲母と角閃石，斜方輝石，不透明鉍物，極少量のジルコンからなる。火山ガラスは扁平型が主体で，中間型を含み，多孔質型は少なく，その屈折率は 1.498-1.502 (1.499)。

有ヶ谷Ⅳ下火山灰層 (新称)

新野 (Loc. 20) で有ヶ谷Ⅳ火山灰層の 3m 下位にある。

[分布] 新野 (Loc. 20) に分布。

[試料] Loc. 20 (00052203)。

[岩相] 層厚 30cm，灰白色の極細粒砂～細粒砂サイズの粗粒火山灰層 (Fig. 11)。

[岩石学的特徴] 火山ガラスと長石が多く，重鉍物を含む。重鉍物是不透明鉍物がやや多く，斜方輝石，黒雲母と角閃石，極少量の単斜輝石からなる。火山ガラスは扁平型が主体で，多孔質型を含まず，その



Fig. 11 Photograph of the Arigaya IV-Shita volcanic ash bed at location 20.

屈折率は 1.500-1.503 (1.502).

有ヶ谷Ⅳ火山灰層 (水野ほか, 1987)

[分布] 新野 (Loc. 21, 22, 23) から有ヶ谷 (Loc. 20, 24, 25) まで分布.

[試料] Loc. 21 (98112501), Loc. 20 (00052201, 00052202), Loc. 24 (98112502), Loc. 25 (99090210, 07120202).

[岩相] 層厚が 100 ~ 240cm, おもに白色~茶白色の細粒砂サイズの粗粒火山灰層. 下部は軽石を含み平行葉理が見られ, 上部には斜交葉理または細粒火山灰層との互層部が見られ, その互層部にはスランプ構造が見られる場合がある. 最下部には細粒砂サイズの黒雲母粒が目立つ (Fig. 12 と Fig. 13).

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で, 少量の長石と重鋳物を含む. 重鋳物は黒雲母と角閃石が多く, 極少量の斜方輝石と単斜輝石を含む. 火山ガラスは扁平型が大半を占め中間型も含まれ, その屈折率は 1.495-1.500 (1.498).

有ヶ谷Ⅴ火山灰層 (水野ほか, 1987)

有ヶ谷 (Loc. 27) で有ヶ谷Ⅳ火山灰層の 25m 上位にある.

[分布] 御前崎市門屋 (水野ほか, 1987 の C12) から, 新野 (Loc. 26), 有ヶ谷 (Loc. 27), 菊川市川東 (Loc. 28, 29), 牛湊 (Loc. 30, 31, 32) まで分布.

[試料] Loc. 26 (99021907), Loc. 27 (99090208, 99090209, 07120201), Loc. 28 (99091502, 99091503), Loc. 32 (99091804).

[岩相] 層厚が 60 ~ 120cm, 白色~灰色の細粒火山灰および細粒砂~中粒砂サイズの粗粒火山灰層からなる. 下部は細粒火山灰層と粗粒火山灰層の互層からなり, 中部は粗粒火山灰層, 上部は細粒火山灰

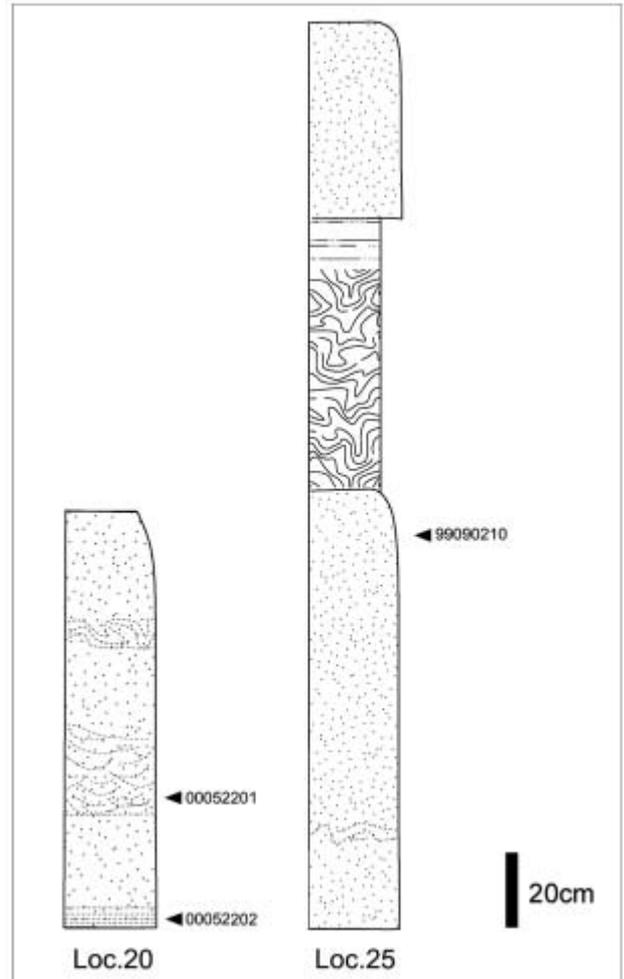


Fig. 12 Geological columnar sections of the Arigaya IV volcanic ash bed at location 20 and 25. The facies legends are shown in Fig. 8. Small letters of numbers are samples for the petrographic properties.



Fig. 13 Photograph of the Arigaya IV volcanic ash bed at location 20.

層からなる. 全体的に平行葉理が見られる (Fig. 14).

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で, 長石と石英, 重鋳物を含む. 重鋳物は黒雲母と角閃石, 少量のジ

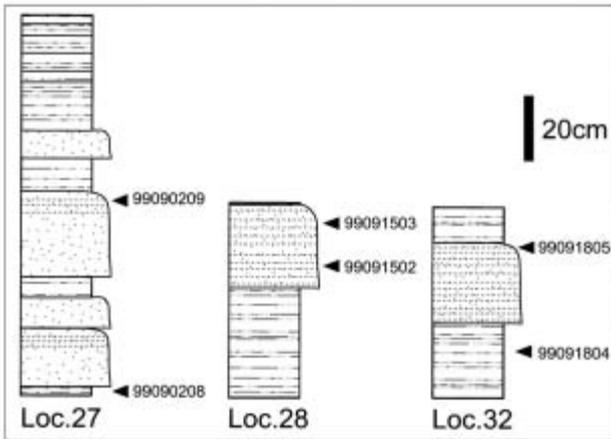


Fig. 14 Geological columnar sections of the Arigaya V volcanic ash bed at location 27, 28 and 32. The facies legends are shown in Fig. 8. Small letters of numbers are samples for the petrographic properties.

ルコンからなる。火山ガラスは扁平型と中間型からなり、多孔質型も含まれ、その屈折率は1.500-1.512 (1.505)。

有ヶ谷VI火山灰層 (新称)

有ヶ谷 (Loc. 33) で有ヶ谷V火山灰層の25m上位にある。

[分布] 有ヶ谷 (Loc. 33) に分布。

[試料] Loc. 33 (99090206, 99090207, 07092501)。

[岩相] 層厚が200cm, 細礫サイズの軽石を含む白色の細粒火山灰層と細粒～中粒砂サイズの粗粒火山灰層からなり、下半部は細粒火山灰層からなり、上半部は平行葉理が見られる粗粒火山灰層からなる。また、最上部にはスランプ構造が見られる (Fig. 15)。
[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で、少量の石英と重鉍物、長石を含む。火山ガラスは扁平型と中間型が多く、多孔質型も含まれ、その屈折率は1.497-1.502 (1.501)。

2-3-2. 東横地層上部層

東横地層上部層は、御前崎市有ヶ谷から北側の菊川市下川原にかけて (Fig. 3) 分布し、多数の火山灰層を挟在する。しかし、地域によって異なる火山灰層があることと各地域間の火山灰層対比が十分でないことから、本稿では以下の4つの地域に分けて火山灰層を記載する。すなわち、御前崎市有ヶ谷の北側にあたる 1) 磯部地域と 2) 目木地域、またその南側にあたる御前崎市門屋から新野 (新野川よりおもに西側地域)、その北西側にあたる菊川市高橋に至る 3) 門屋-高橋地域、その北側の 4) 下平川地域である。

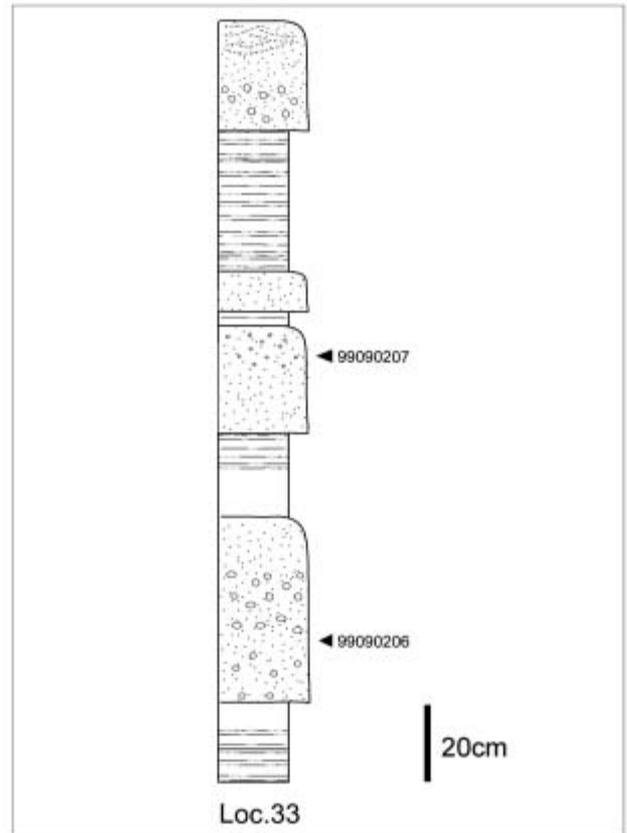


Fig. 15 Geological columnar section of the Arigaya VI volcanic ash bed at location 33. The facies legends are shown in Fig. 8. Small letters of numbers are samples for the petrographic properties.

1) 磯部地域

磯部地域には、東横地層下部層の有ヶ谷VI火山灰層の上位に、下位から塩買坂火山灰層グループ、磯部火山灰層、市場火山灰層が分布する。

塩買坂火山灰層グループ

御前崎市有ヶ谷と菊川市磯部の境界にある塩買坂トンネル付近の尾根に沿う農道の崖に分布する5層の火山灰層を塩買坂火山灰層グループとし、下位から塩買坂I～V火山灰層とした。

塩買坂I火山灰層 (新称)

[分布] 塩買坂トンネル東側の地点 (Loc. 34) から北側 (Loc. 35) へ分布。

[岩相] 層厚が10cm, 白色～黄白色の平行葉理のある細粒火山灰層 (Fig. 16)。

塩買坂II火山灰層 (新称)

塩買坂I火山灰層の約50m上位にある。

[分布] 塩買坂トンネル東側の地点 (Loc. 36) に分布。

[岩相] 層厚が25cm, 白色～灰白色の細粒火山灰層と粗粒火山灰層。下部は平行葉理のある細粒火山灰層で、上部は粗粒火山灰層 (Fig. 17)。



Fig. 16 Photograph of the Shiokaizaka I volcanic ash bed at location 34.



Fig. 18 Photograph of the Ichiba volcanic ash bed at location 40.



Fig. 17 Photograph of the Shiokaizaka II volcanic ash bed at location 36.

塩買坂Ⅲ火山灰層（新称）

塩買坂Ⅱ火山灰層の35m上位にある。

〔分布〕 塩買坂トンネル直上の地点(Loc. 37)に分布。

〔岩相〕 層厚が10cm, 白色の細粒～粗粒火山灰層で、中に2層の茶色の薄層を挟む。

塩買坂Ⅳ火山灰層（新称）

塩買坂Ⅲ火山灰層の15m上位にある。

〔分布〕 塩買坂トンネル直上の地点(Loc. 38)に分布。

〔岩相〕 層厚が5cm, 白色の細粒火山灰層。

塩買坂Ⅴ火山灰層（新称）

塩買坂Ⅳ火山灰層の3m上位にある。

〔分布〕 塩買坂トンネル直上の地点(Loc. 38)に分布。

〔岩相〕 層厚5cm, 灰白色の細粒火山灰層。

磯部火山灰層（新称）

〔分布〕 磯部 (Loc. 39) に分布。

〔岩相〕 層厚が4cm, 白色の細粒火山灰層。

市場火山灰層（新称）

〔分布〕 菊川市川中 (Loc. 40) に分布。

〔試料〕 Loc. 40 (07100306)。

〔岩相〕 層厚が5～7cm, 白色～黄白色の細粒火山灰層 (Fig. 18)。

〔岩石学的特徴〕 火山ガラスが主体で少量の石英, 長石と重鉍物を含む。火山ガラスは多孔質型が大半を占め, その屈折率は1.502-1.503 (1.503)。

2) 目木地域

磯部地域の北側にあたる目木地域には, 下位から畑崎火山灰層グループと目木火山灰層グループ, 三沢火山灰層が分布する。

畑崎火山灰層グループ

菊川市古谷の北, 畑崎の北西の山道沿いに分布する2層の火山灰層を畑崎火山灰層グループとして, 下位から畑崎Ⅰ, 畑崎Ⅱ火山灰層とする。

畑崎Ⅰ火山灰層（新称）

〔分布〕 畑崎の北西 (Loc. 41) に分布。

〔岩相〕 層厚が12cm, 白色細粒火山灰層。

畑崎Ⅱ火山灰層（新称）

畑崎Ⅰ火山灰層の13m上位にある。

〔分布〕 畑崎の北西 (Loc. 42) に分布。

〔試料〕 Loc. 42 (99091802)。

〔岩相〕 層厚が40cm, 白色の細粒火山灰層と灰白色の粗粒火山灰層からなり, 下部が細粒で上部が平行葉理の見られる粗粒火山灰層からなる。

〔岩石学的特徴〕 火山ガラス, 石英, 重鉍物, 長石を含む。火山ガラスは扁平型で, その屈折率は1.498-1.502 (1.500)。

目木火山灰層グループ

菊川市目木地域に分布する3層の火山灰層を目木火山灰層グループとし, 下位から目木Ⅰ, 目木Ⅱ, 目木Ⅲ火山灰層とする。

目木Ⅰ火山灰層（新称）

[分布] 菊川市目木（Loc. 43, 44）に分布。

[試料] Loc. 43（07100307）。

[岩相] 層厚が約 20cm，白色～灰白色の細粒火山灰層で，上部はシルトの薄層が挟在し層状を呈する。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の長石と石英を含む。火山ガラスは中間型と多孔質型が多く，その屈折率は 1.502-1.503（1.504）。

目木Ⅱ火山灰層（新称）

目木Ⅰ火山灰層の 5m 上位の火山灰層。

[分布] 菊川市目木（Loc. 43）に分布。

[岩相] 層厚が 2～3cm，不連続な白色細粒火山灰層。

[試料番号] Loc. 43（07100308）。

[採取場所] 菊川市目木。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の長石と石英，重鉍物を含む。火山ガラスは扁平型と中間型が多く，その屈折率は 1.504-1.505（1.504）。

目木Ⅲ火山灰層（新称）

[分布] 菊川市目木（Loc. 45, 46）に分布。

[岩相] 層厚が 1～3cm，重鉍物の薄い葉理をもつ白色細粒～粗粒火山灰層。

三沢火山灰層（新称）

水野ほか（1987）の C20 火山灰層に対比される。

[分布] 菊川市^{さるわたり}猿渡から三沢（Loc. 47, 48, 49）にかけて分布。

[試料] Loc. 47（07100309）。

[岩相] 層厚が 25cm。白色～茶白色の細粒～中粒砂サイズの粗粒火山灰層からなり，中部に細粒火山灰層を挟む。基底部層厚 1～2cm はスランプ構造を伴い，重鉍物を含むゴマシオ状の粗粒火山灰層からなる（Fig. 19）。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の長石と重鉍物を含む。火山ガラスは多孔質型が大半で，扁平型と中間型がほぼ同量含まれ，その屈折率は 1.500-1.502（1.501）。

3）門屋-高橋地域

門屋-高橋地域には，水野ほか（1987）で C13～C25 および B32 と B33, B38 の火山灰層と，里口ほか（1996）によって^{こくぞう}虚空蔵Ⅰと虚空蔵Ⅱ火山灰層が記載された。本研究では，その他にいくつかの新たな火山灰層を記載するとともに，従来の火山灰層の再定義も行い，以下のように火山灰層の層序を整理した。すなわち，門屋-高橋地域の東横地層上部層



Fig. 19 Photograph of the Misawa volcanic ash bed at location 47.

の火山灰層は，下位から C13, C14, C15, 門屋 A, B32, C16, C17, C18, C19, C20, 本間堂, 下組下, 下組, 下組上, C22, C23, 門屋 B, 門屋 C, 上組, C25 火山灰層が分布する。そのうち，未確認だった C13 と C15, C18, C19, C23, C25 火山灰層を除き，他の火山灰層について記載する。なお，C23 と C25 は未確認だったため，他の層準近傍の火山灰層との上下関係は不明である。なお，門屋から新野にかけての岩相柱状における各火山灰層の層準を Fig. 20 に示す。

C14 火山灰層（水野ほか，1987）

水野ほか（1987）では，C14 火山灰層の火山ガラスの屈折率の値が 1.700-1.710 と記されているが，これはおそらく重鉍物の屈折率を火山ガラスの欄に誤記載したと思われる。

[分布] 御前崎市新野の木ヶ谷の南（Loc. 50）。

[試料] Loc. 50（00032406）。

[岩相] 層厚が 3cm，白色細粒火山灰層。下部に細粒～極細粒砂サイズの重鉍物が目立つ（Fig. 21）。

[岩石学的特徴] 長石が多く，火山ガラスを含み，少量の重鉍物を含む。火山ガラスは多孔質型と中間型が多く，その屈折率は 1.504-1.506（1.505）。

門屋 A 火山灰層（新称）

[分布] 御前崎市門屋（Loc. 51）。

[試料] Loc. 51（07092505）。

[岩相] 層厚が 10cm，おもに白色～黄白色の細粒火山灰層。最上部は平行葉理を示す粗粒火山灰からなる（Fig. 22）。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の石英，長石と重鉍物を含む。火山ガラスは多孔質型が大半を占め，その屈折率は 1.502-1.504（1.503）。

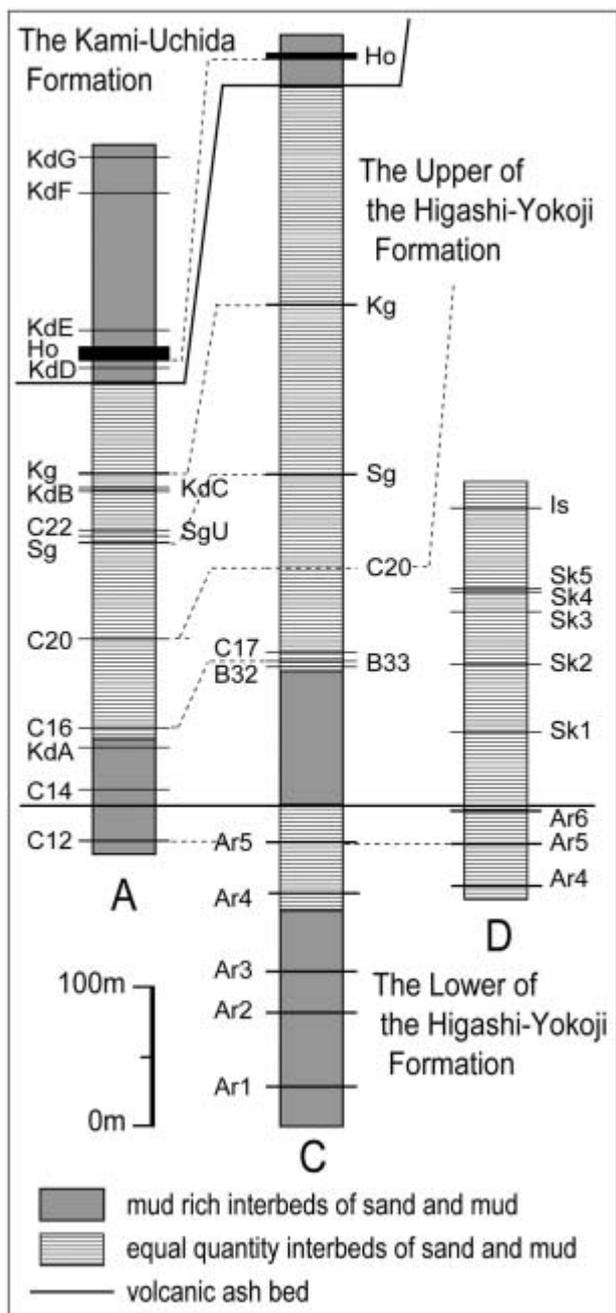


Fig. 20 Geological columnar sections and the volcanic ash beds in the area from Kadoya to Arigaya. Locality of the columnar sections are shown in Fig. 1. F: Formation. The abbreviated letters of the volcanic ash bed names are shown below. Ar 1-6: Arigaya I-VI, KdA-G: Kadoya A-G, Sg: Shimogumi, SgU: Shimogumi-ue, Kg: Kamigumi, Ho: Hotta, Sk1-5: Shiokaizaka I-V, Is: Isobe.

B32 火山灰層 (水野ほか, 1987)

[分布] 御前崎市有ヶ谷 (Loc. 52).

[試料] Loc. 52 (00052205).

[岩相] 層厚が 120m, 白色～灰白色の粗粒火山灰層. 極細粒～細粒砂サイズと細粒～中粒砂サイズの粗粒火山灰層の互層からなり, 平行葉理または斜交葉理が見られる (Fig. 23 と Fig. 24).

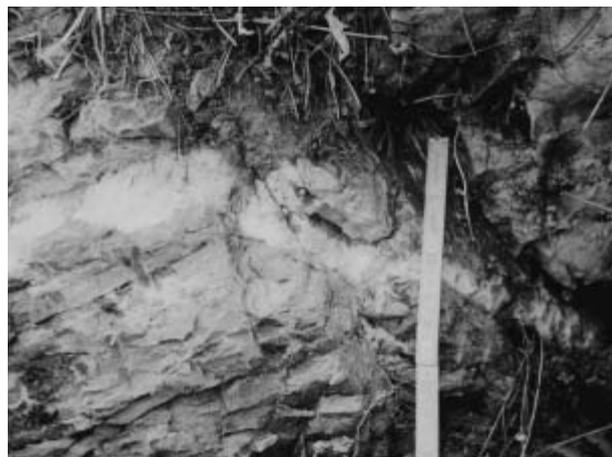


Fig. 21 Photograph of the C14 volcanic ash bed at location 49.



Fig. 22 Photograph of the Kadoya A volcanic ash bed at location 51.

[岩石学的特徴] 火山ガラスと長石, 少量の重厚物を含む. 重鉱物は黒雲母が主体で, 少量の角閃石, 斜方輝石, 不透明鉱物, 単斜輝石, 極少量の燐灰石を含む. 火山ガラスは中間型がやや多く, 扁平型と多孔質型を含み, その屈折率は 1.501-1.503 (1.502).

C16 火山灰層 (水野ほか, 1987)

水野ほか (1987) の採取点 (Loc. 53) とその北の 2 地点でも本火山灰層を確認した. 水野ほか (1987) の B33 火山灰層 (Loc. 52) は本火山灰層にあたる. Loc. 52 で本火山灰層は B32 火山灰層の約 2m 上位にある.

[分布] 門屋 (Loc. 53) から木ヶ谷 (Loc. 54), 有ヶ谷 (Loc. 52) に分布.

[試料] Loc. 52 (00052206), Loc. 53 (00032407), Loc. 54 (00050901).

[岩相] 層厚が 7cm で, 白色細粒火山灰層 (Fig. 23, Fig. 25 と Fig. 26).

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で, 長石と極少

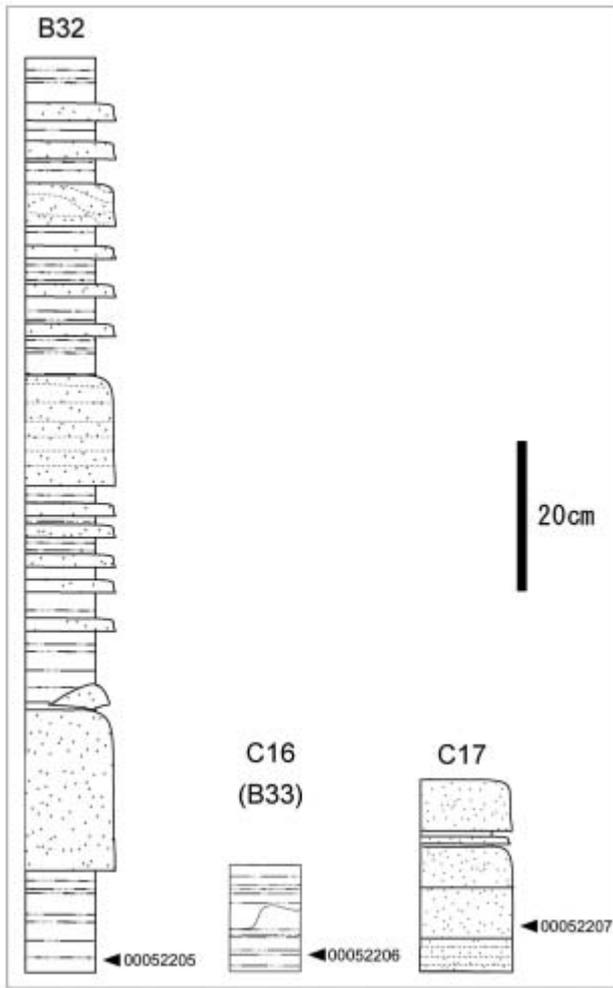


Fig. 23 Geological columnar sections of the B32, C16 (B33) and C17 volcanic ash beds at location 52. The facies legends are shown in Fig. 8. Small letters of numbers are samples for the petrographic properties.

量の重鋳物を含む。重鋳物は黒雲母と角閃石が多い。火山ガラスは多孔質型が大半を占め、その屈折率は 1.502-1.504 (1.503)。

C17 火山灰層 (水野ほか, 1987)

水野ほか (1987) の採取点 (Loc. 53) の北の 2 地点でも本火山灰層を確認した。Loc. 52 では、B33 (C16) 火山灰層の約 3m 上位にある。

[分布] 御前崎市門屋 (Loc. 53) から山田ヶ谷 (Loc. 55), 新野 (Loc. 52) に分布。

[試料] Loc. 49 (00052207), Loc. 52 (07100301)。

[岩相] 層厚が 10 ~ 30cm, 白色から灰白色の細粒火山灰層。中部の約 10cm は灰色の火山灰質シルトまたは火山灰質極細粒砂からなる (Fig. 23 と Fig. 27)。

[岩石学的特徴] 火山ガラスと長石, 重鋳物を含む。重鋳物は黒雲母, 角閃石, 不透明鋳物からなる。火山ガラスの屈折率は 1.503-1.506 (1.505)。



Fig. 24 Photograph of the B32 volcanic ash bed at location 52.



Fig. 25 Photograph of the C16 (B33) volcanic ash bed at location 52.



Fig. 26 Photograph of the C16 volcanic ash bed at location 54.

C20 火山灰層 (水野ほか, 1987)

水野ほか (1987) の採取点 (Loc. 56) の北の 2 地点でも本火山灰層を確認した。

[分布] 御前崎市木ヶ谷 (Loc. 56) から菊川市^{もちだ}糯田 (Loc. 57, 58) に分布。

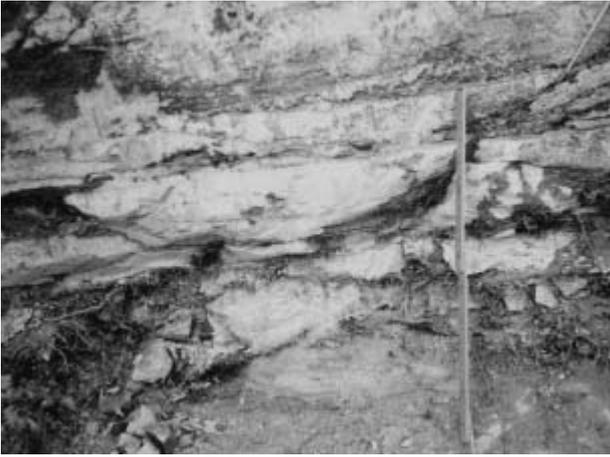


Fig. 27 Photograph of the C17 volcanic ash bed at location 52.

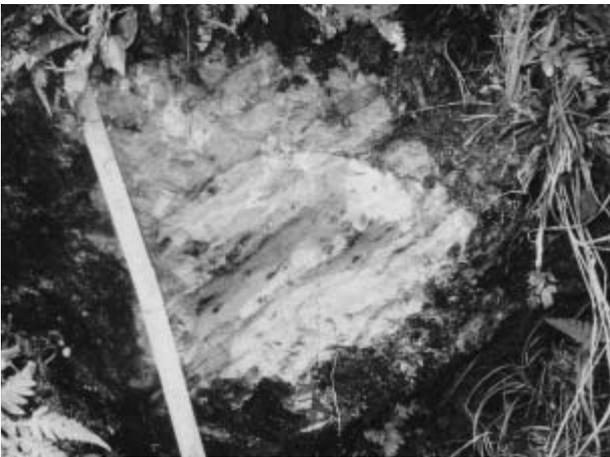


Fig. 28 Photograph of the C20 volcanic ash bed at location 56.



Fig. 29 Photograph of the C20 volcanic ash bed at location 57.

[試料] Loc. 56 (00032402, 00032403), Loc. 57 (00052805, 00052806), Loc. 58 (00052804).

[岩相] 層厚が 13 ~ 23cm, 白色~茶白色の細粒~中粒砂サイズの粗粒火山灰層からなり, 中部に細粒火山灰層を挟む. 基底部層厚 1 ~ 2cm は重鋳物が

目立つゴマシオ状の粗粒火山灰層からなる (Fig. 28 と Fig. 29).

[岩石学的特徴] 火山ガラスは半分以下で長石と重鋳物を多く含む. 重鋳物は角閃石が多く, 斜方輝石, 不透明鋳物, 極少量の黒雲母, 単斜輝石, ジルコン, 燐灰石を含む. 火山ガラスは多孔質型が大半を占め, 扁平型と中間型がほぼ同量含まれ, その屈折率は 1.499-1.502 (1.500).

本間堂火山灰層 (新称)

[分布] 有ヶ谷 (Loc. 59) に分布.

[岩相] 層厚 2 ~ 3cm, 白色の細粒火山灰層.

下組下火山灰層 (新称)

有ヶ谷 (Loc. 64) で下組火山灰層の約 50cm 下位にある.

[分布] 有ヶ谷 (Loc. 64), 菊川市糯田 (Loc. 60) に分布.

[試料] Loc. 64 (00052803).

[岩相] 層厚 1 ~ 2cm, 灰白色の極細粒砂サイズの粗粒火山灰層.

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で, 長石, 少量の重鋳物と極少量の石英を含む. 火山ガラスは中間型が主体で, 多孔質型と少量の扁平型からなり, その屈折率は 1.497-1.499 (1.498).

下組火山灰層 (水野ほか, 1987) を再定義

水野ほか (1987) では, B34 と C21 火山灰層を“下組火山灰層”としたが, 後述する通りその層序および性質からも, C21 火山灰層は門屋 (Loc. 61) で下組火山灰層の 2.5m 上位にある火山灰層であり, C21 火山灰層と下組火山灰層は同一ではない. したがって, 本稿では下組火山灰層を水野ほか (1987) の B34 火山灰層と再定義する. なお, 里口ほか (1996) の“下組火山灰層”は C21 火山灰層にあたり, 本稿では C21 火山灰層を下組上火山灰層として新たに定義する.

[分布] 御前崎市門屋 (Loc. 61, 62) から新野 (Loc. 63), 有ヶ谷 (Loc. 64), 菊川市糯田 (Loc. 60), 山平 (Loc. 65), 川西 (Loc. 66), 峡間 (Loc. 67), 棚草の殿之谷 (Loc. 68), 上平川 (Loc. 69) まで分布する.

[試料] Loc. 61 (00031308), Loc. 62 (00031403), Loc. 63 (07100302), Loc. 64 (00052802), Loc. 65 (00052807), Loc. 68 (98063003, 07112104), Loc. 69 (98101001).

[岩相] 層厚が 65 ~ 200cm, 白色から灰白色の細

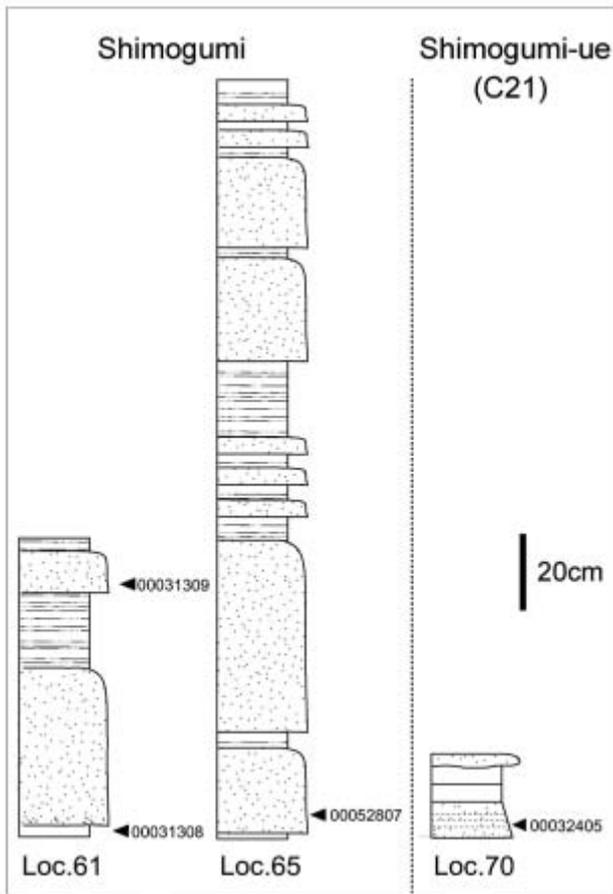


Fig. 30 Geological columnar sections of the Shimogumi and Shimogumi-Ue (C21) volcanic ash beds at location 61, 65 and 70. The facies legends are shown in Fig. 8. Small letters of numbers are samples for the petrographic properties.

粒火山灰層から細粒～中粒砂サイズの粗粒火山灰層からなる。最下部に層厚 2cm の白色細粒火山灰層があり、その上位数 cm の層準はゴマシオ状粗粒火山灰からなる。また、中部は細粒火山灰層と粗粒火山灰層の互層からなる (Fig. 30, Fig. 31 と Fig. 32)。
 [岩石学的特徴] 火山ガラスが大半を占め、極少量の長石、重鉍物、石英を含む。重鉍物は黒雲母が多く、少量の角閃石、斜方輝石、単斜輝石、不透明鉍物を含む。火山ガラスは扁平型が主体で、中間型と多孔質型を含み、その屈折率は 1.497-1.500 (1.498)。
下組上火山灰層 (新称)

水野ほか (1987) および里口ほか (1996) の C21 火山灰層で、門屋 (Loc. 61) において下組火山灰層の 2.5m 上位にある。

[分布] 御前崎市門屋 (Loc. 61) から木ヶ谷 (Loc. 70), 中尾 (Loc. 71) まで分布。

[試料] Loc. 61 (00031307), Loc. 70 (00032405), Loc. 71 (00050910)。



Fig. 31 Photograph of the Shimogumi volcanic ash bed at location 62.



Fig. 32 Photograph of the Shimogumi volcanic ash bed at location 68.

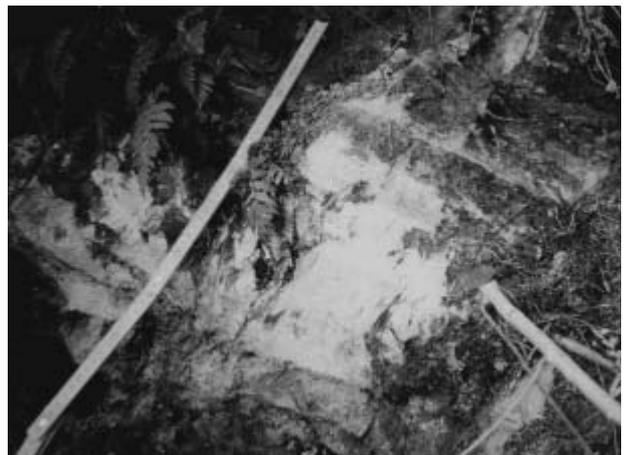


Fig. 33 Photograph of the Shimogumi-ue (C21) volcanic ash bed at location 70.

[岩相] 層厚 10 ～ 25cm, 白色～灰白色の細粒火山灰層と細粒砂サイズの粗粒火山灰層。最下部は白色細粒ゴマシオ状粗粒火山灰からなる。細粒火山灰層は中部に挟在する (Fig. 30 と Fig. 33)。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体をなすが長石も



Fig. 34 Photograph of the C22 volcanic ash bed at location 70.

多く、少量の重鉱物を含む。重鉱物は黒雲母と角閃石が多く、斜方輝石と極少量の不透明鉱物と単斜輝石、ジルコンを含む。火山ガラスは多孔質型が多く、中間型と極少量の扁平型を含み、その屈折率は1.502-1.505 (1.504)。

C22 火山灰層 (水野ほか, 1987)

木ヶ谷 (Loc. 70) で下組上火山灰層の1.5m上位にある。

[分布] 御前崎市門屋 (Loc. 62) から木ヶ谷 (Loc. 70)、中尾 (Loc. 71) まで分布。

[試料] Loc. 62 (00031404), Loc. 70 (00032404), Loc. 71 (00050909)。

[岩相] 層厚 5cm, 白色～灰白色の細粒火山灰層 (Fig. 34)。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で、極少量の長石と重鉱物を含む。重鉱物は角閃石、斜方輝石、少量の黒雲母と不透明鉱物と単斜輝石、燐灰石を含む。火山ガラスは多孔質型が主体で、少量の中間型、極少量の扁平型を含み、その屈折率は1.510-1.512 (1.511)。

門屋 B 火山灰層 (新称)

御前崎市門屋 (Loc. 72) で上組火山灰層の12m下位にある。

[分布] 門屋 (Loc. 72) に分布。

[岩相] 層厚が10cm, 灰色の細粒火山灰層。

門屋 C 火山灰層 (新称)

御前崎市門屋 (Loc. 72) で門屋 B 火山灰層の2m上位にある。

[分布] 門屋 (Loc. 72) に分布。

[試料] Loc. 72 (00031311)。

[岩相] 層厚が10cm, 白色～灰色の極細粒砂～細

粒砂サイズの粗粒火山灰層。下部に平行葉理が見られる。

[岩石学的特徴] 長石と火山ガラスが主体で、少量の重鉱物を含む。重鉱物は、斜方輝石が多く、少量の単斜輝石、角閃石、極少量の黒雲母、不透明鉱物、燐灰石を含む。火山ガラスは多孔質型が主体で、中間型、極少量の扁平型を含み、その屈折率は1.511-1.513 (1.513)。

上組火山灰層 (水野ほか, 1987)

水野ほか (1987) の B36 火山灰層に相当する。水野ほか (1987) と里口ほか (1996) では、菊川市赤土付近で、本火山灰層の直上と直下に本火山灰層と肉眼的特徴が類似する厚い B35 および B37 火山灰層が存在するとしたが、これら2層の火山灰層は北西-南東方向の断層により分布が変位した上組火山灰層であると考えられる。菊川市赤土付近における本火山灰層の詳細な分布と推定される断層の位置については後述する。

[分布] 門屋 (Loc. 72, 73, 74) から中尾 (Loc. 75)、上組 (Loc. 76, 77, 78)、菊川市糰田 (Loc. 79)、赤土 (Loc. 80, 81, 82, 83)、春日 (Loc. 84)、東組 (Loc. 85, 86, 87)、八幡谷 (Loc. 88, 89)、堤 (Loc. 90, 91, 92)、下平川 (Loc. 93) に分布。

[試料] Loc. 72 (98100601, 00031312, 00031313, 00031314, 00031315, 07092506), Loc. 73 (00031401, 00031402), Loc. 75 (00050908), Loc. 77 (00052801), Loc. 79 (07100305), Loc. 80 (98062903, 07111407, 07111408), Loc. 82 (07120207), Loc. 83 (07111404, 07111405), Loc. 87 (07112103), Loc. 90 (98070701), Loc. 92 (07112101, 07112102)。

[岩相] 層厚が150～400cm。分布の北端にあたる堤と南端にあたる門屋で薄く160cm。白色から灰白色の細粒火山灰層と細粒～中粒砂サイズの粗粒火山灰層の互層。粗粒火山灰層には平行葉理や斜交葉理が見られる (Fig. 35, Fig. 36, Fig. 37 と Fig. 38)。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが多く、少量の長石、極少量の重鉱物、石英を含む。重鉱物は角閃石と黒雲母が多く、少量の斜方輝石、単斜輝石、極少量の不透明鉱物と燐灰石を含む。火山ガラスは多孔質型が大半を占め、中間型と扁平型を含み、その屈折率は1.501～1.508 (1.505)。

4) 下平川地域

門屋-高橋地域とは丹野川を隔てて北側の下平川地域は、2) の目木地域の西側にあたる。本地域では、

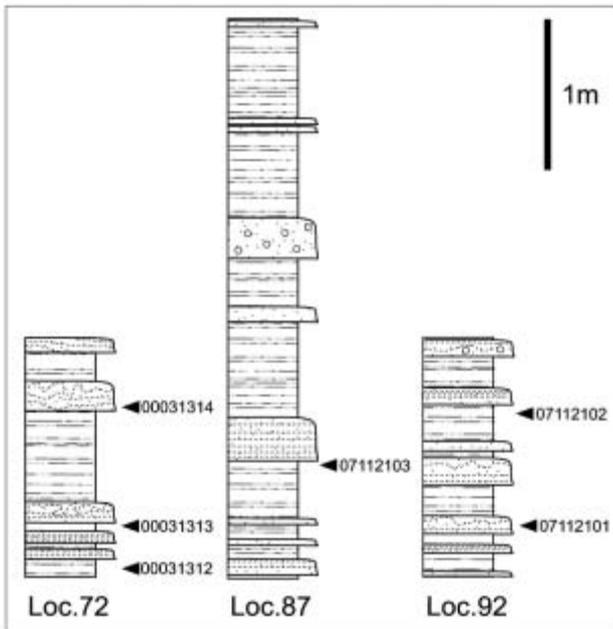


Fig. 35 Geological columnar sections of the Kamigumi volcanic ash beds at location 72, 87 and 92. The facies legends are shown in Fig. 8. Small letters of numbers are samples for the petrographic properties.



Fig. 36 Photograph of the Kamigumi volcanic ash bed at location 72.

水野ほか（1987）によって B34～B37 火山灰層が記載されたが、これらの火山灰層の再定義も行い、その他に新たな火山灰層も含め、下平川地域の東横地層上部層の火山灰層を、下位から下組、天池東火山灰層グループ、上組火山灰層とする。このうち、下組と上組火山灰層については 3) 門屋-高橋地域で記載したので省略する。

天池東火山灰層グループ

菊川市赤土（Loc. 80）で上組火山灰層の下位にある 2 層の火山灰層を天池東火山灰層グループとし、それぞれ下位から天池東 I と天池東 II 火山灰層とする。



Fig. 37 Photograph of the Kamigumi volcanic ash bed at location 82.



Fig. 38 Photograph of the Kamigumi volcanic ash bed at location 87.

天池東 I 火山灰層（新称）

菊川市赤土（Loc. 80）で上組火山灰層の 10m 下位にある火山灰層。

[分布] 赤土（Loc. 80）。

[試料] Loc. 77（07120206）。

[岩相] 層厚が 1～2cm で、不連続な白色の細粒砂サイズの粗粒火山灰層。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の長石と重鉍物を含む。火山ガラスは多孔質型がほとんどを占め、その屈折率は 1.502-1.504（1.502）。

天池東 II 火山灰層（新称）

菊川市赤土（Loc. 80）で上組火山灰層の 4m 下位に挟在する火山灰層。

[分布] 赤土（Loc. 80）。

[試料] Loc. 77（07111406）。

[岩相] 層厚が 3cm で、白色細粒火山灰層。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で極少量の重鉍物を含む。火山ガラスは多孔質型がほとんどを占め、

その屈折率は 1.501-1.504 (1.502).

3. 掛川層群上部層

3-1. 上内田層

上内田層は、堀田火山灰層の基底付近の層準を基底とする掛川層群上部層の地層である。上内田層と東横地層との正確な境界について不明であるが、本稿では堀田火山灰層の基底下位の泥がち砂泥互層の基底を上内田層の基底とする。本地域に分布する上内田層で確認した火山灰層は、下位から、木ヶ谷池火山灰層グループ、門屋 D、堀田（白岩）、門屋 E、門屋 F、門屋 G、坊之谷、岩滑Ⅱ、岩滑Ⅲ、岩滑Ⅳ、岩滑Ⅴ、五百済火山灰層であり、岩滑火山灰層グループと五百済火山灰層についてはすでに柴ほか(2000)で本調査地域の西側の地域に分布するもので記載しているので、本稿ではそれらの分布位置だけを Fig. 3 に示し、火山灰層の記載は省略する。

上述の火山灰層以外に本地域の上内田層には、水野ほか(1987)が木ヶ谷の西側の採石場で報告した坊之谷火山灰層の下位に挟在する C28～C33 までの火山灰層と、里口ほか(1996)が門屋の奥(西側)の採石場付近で報告した坊之谷火山灰層の下位の門屋Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ火山灰層がある。しかし、本研究ではこれらの火山灰層を確認できなかったため、記載に含めない。

木ヶ谷池火山灰層グループ

木ヶ谷の奥(西側)で堀田火山灰層の下位に 2 層の火山灰層があり、これを下位から木ヶ谷池Ⅰ、木ヶ谷池Ⅱ火山灰層とする。

木ヶ谷池Ⅰ火山灰層(新称)

堀田火山灰層の約 20m 下位にある。

[分布] 木ヶ谷 (Loc. 94) に分布。

[試料] Loc. 94 (00050904)。

[岩相] 層厚が 5cm、白色～灰白色の極細粒～細粒砂サイズの粗粒火山灰層。

[岩石学的特徴] 長石が主体で少量の火山ガラスと重鋳物、極少量の石英を含む。火山ガラスは扁平型と中間型があり、その屈折率は 1.500-1.501 (1.501)。

木ヶ谷池Ⅱ火山灰層(新称)

堀田火山灰層の約 10m 下位にある。

[分布] 木ヶ谷 (Loc. 94) に分布。

[試料] Loc. 94 (00050905)。

[岩相] 層厚が 4cm、中部の平行葉理の見られる灰白色の極細粒～細粒砂サイズの粗粒火山灰層。

門屋 D 火山灰層(新称)

門屋 (Loc. 95, 96) において堀田火山灰層の 10m 下位にある火山灰層。

[分布] 御前崎市門屋 (Loc. 92, 93)。

[試料] Loc. 95 (07120204), Loc. 96 (00031306)。

[岩相] 層厚が 14cm、白色と灰色の細粒火山灰層。下部には葉理が見られる。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の長石と重鋳物を含む。重鋳物は、角閃石が主体で斜方輝石、少量の黒雲母、単斜輝石、極少量の不透明鋳物、ジルコンを含む。火山ガラスは扁平型が大半を占め、中間型と多孔質型を含み、その屈折率は 1.498-1.501 (1.499)。

堀田火山灰層(千谷, 1926)

本火山灰層は、千谷(1926)によって“堀田凝灰岩”と記載されたが、その後横山(1928a)などで“白岩凝灰岩”とされてきた。水野(1987)および里口(1996)も本火山灰層を“白岩火山灰層”としたが、本稿では本火山灰層を Ujiié(1962)にしたがい千谷(1926)の“堀田”という地名を使用し、“堀田火山灰層”と呼ぶ。

[分布] 御前崎市門屋 (Loc. 95, 96, 97) から木ヶ谷 (Loc. 98, 99)、山田ヶ池 (Loc. 100, 101)、中尾 (Loc. 102, 103)、上組の西 (Loc. 104, 105, 106, 107) 菊川市松谷の南 (Loc. 108, 109)、菊川市高橋 (Loc. 110, 111, 112)、池ヶ谷 (Loc. 113, 114)、虚空蔵 (Loc. 115, 116, 117) に分布し、本調査地域の北北西側では菊川市月岡 (Loc. 118)、西袋 (Loc. 119, 120)、白岩 (Loc. 121, 122, 123)、西方 (Loc. 124, 125, 126)、掛川市千羽 (Loc. 127, 128) に分布。菊川市月岡から北側の分布地点については Fig. 39 に示す。

[試料] Loc. 95 (07092507, 07092508), Loc. 96 (00031305), Loc. 102 (00050906), Loc. 103 (00050907), Loc. 112 (07100304), Loc. 113 (07112108), Loc. 114 (07112107), Loc. 115 (07112106), Loc. 116 (98051605, 98051606, 07120205), Loc. 117 (98051602, 07112105), Loc. 123 (Shiraiwa), Loc. 127 (98052301), Loc. 128 (98052302, 98052303)。

[岩相] 層厚は門屋 (Loc. 95) から中尾 (Loc. 103) では約 2000cm で、その北側から菊川市西方 (Loc. 125) までは約 1000cm、さらにその北側の掛川市千羽 (Loc. 127, 123) では 20cm。白色の細粒火山



Fig. 39 Locality map of the volcanic ash beds in Shiraiwa - Senba area. Black circle with number shows a location of the volcanic ash bed. Broken line shows the distribution of the same bed. The base map is used the 1/25000 geographical map of "Shimo-Hirakawa" and "Kakegawa". The abbreviated letters of the volcanic ash bed names are shown below. Ho: Hotta, Bo: Bonoya.

灰層と平行葉理の発達する細粒～中粒砂サイズの粗粒火山灰層の互層で、門屋から中尾では主に細粒火山灰層からなる上部の層厚約 1000cm はスランプによりで強く褶曲する (Fig. 40, Fig. 41 と Fig.

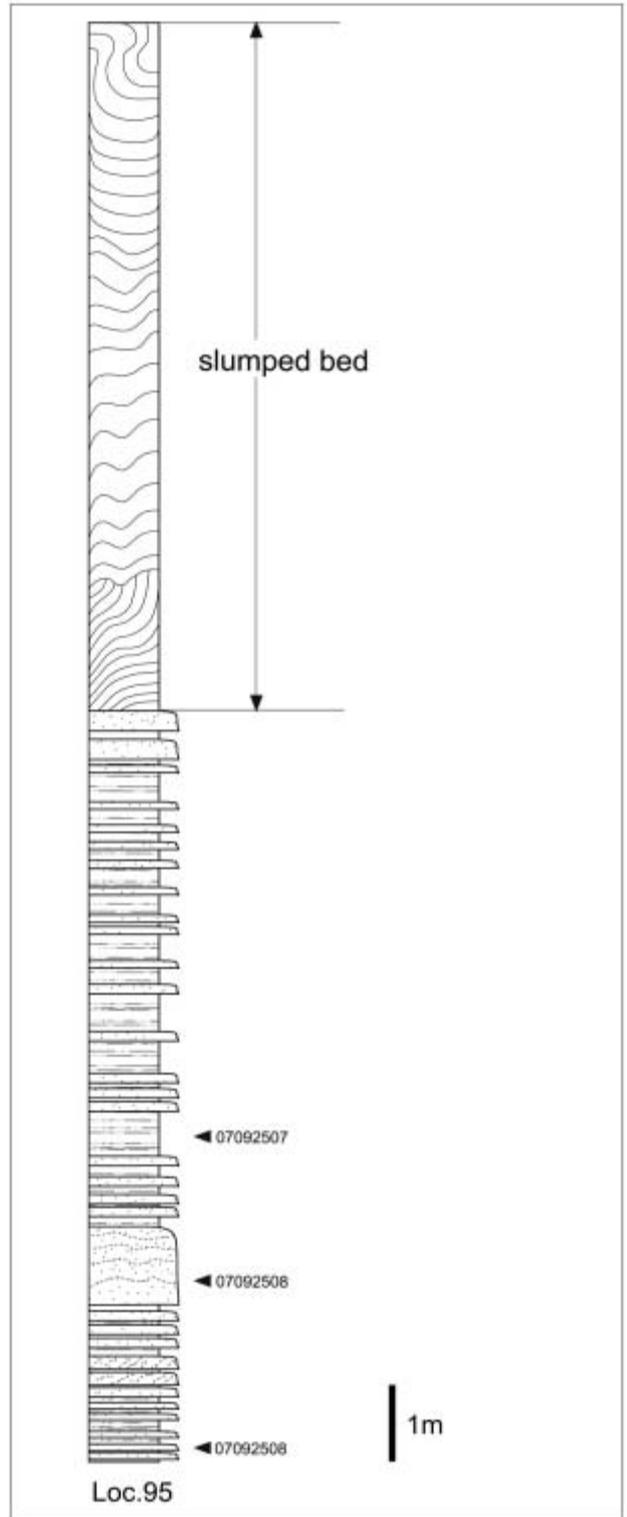


Fig. 40 Geological columnar section of the Hotta volcanic ash bed at location 95. The facies legends are shown in Fig. 8. Small letters of numbers are samples for the petrographic properties.

42). 最下部の 10cm の部分にはゴマシオ状の細粒白色火山灰層が見られる。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の長石、極少量の石英、重鉍物を含む。重鉍物は、黒雲母、角閃石、少量の斜方輝石、単斜輝石、不透明鉍物など

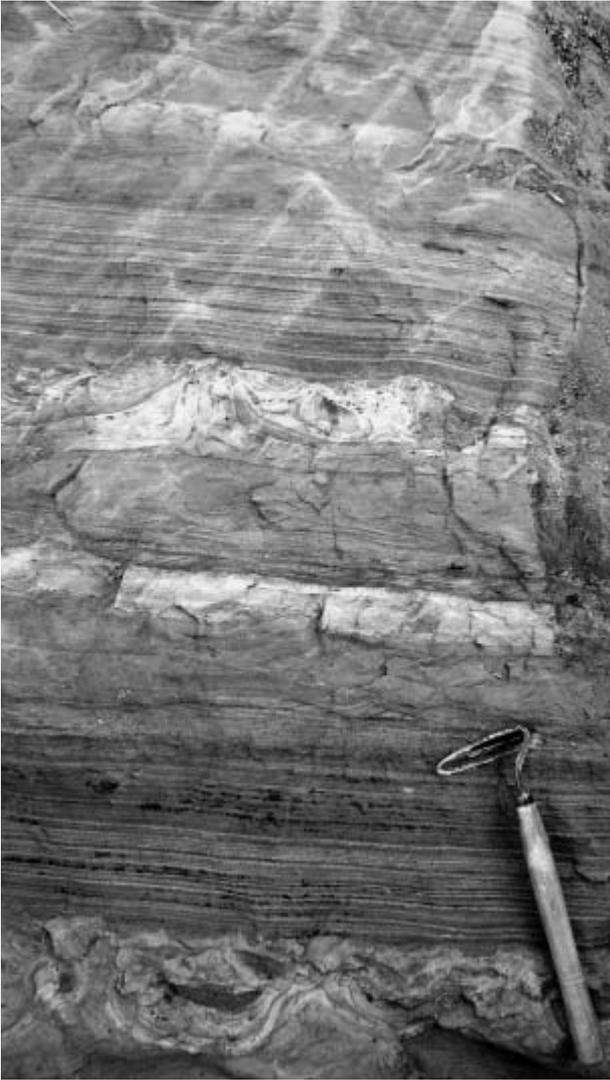


Fig. 41 Photograph of the lower parallel laminated part of the Hotta volcanic ash bed at location 95.

を含む。火山ガラスは扁平型と中間型が多く、多孔質型も含み、その屈折率は 1.497-1.508 (1.502) で、多くは 1.499-1.505 の範囲に含まれる。

門屋 E 火山灰層 (新称)

御前崎市門屋 (Loc. 129) で堀田火山灰層の約 25m 上位にある。

[分布] 門屋 (Loc. 129) に分布。

[試料] Loc. 129 (00031303)。

[岩相] 層厚が 30cm, 主に白色～灰白色の細粒火山灰層からなり、基底部 2cm は細粒～中粒砂サイズの粗粒火山灰からなる。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で少量の長石と重鋳物を含む。重鋳物は、黒雲母が多く、少量の不透明鋳物、角閃石、斜方輝石を含む。火山ガラスは多孔質型がやや多く、扁平型と中間型も含み、その屈折率は 1.493-1.496 (1.494)



Fig. 42 Photograph of the upper slumped part of the Hotta volcanic ash bed at location 95.

門屋 F 火山灰層 (新称)

[分布] 御前崎市門屋 (Loc. 130) に分布。

[試料] Loc. 130 (00031406)。

[岩相] 層厚が 25cm, 白色の粗粒火山灰層。上部 6cm は平行葉理が見られる。

[岩石学的特徴] 長石が主体で、重鋳物と火山ガラスを含む。重鋳物は、斜方輝石が主体で、角閃石、単斜輝石、極少量の不透明鋳物、黒雲母、燐灰石を含む。火山ガラスは多孔質型が主体で、少量の中間型を含み、その屈折率は 1.511-1.513 (1.511)。

門屋 G 火山灰層 (新称)

門屋 F 火山灰層の約 25m 上位にある。

[分布] 御前崎市門屋 (Loc. 131) に分布。

[試料] Loc. 131 (00031405)。

[岩相] 層厚が 10cm, 茶白色の粗粒火山灰層。下部は粗粒で、中部は細粒、上部は葉理の見られる細粒～粗粒火山灰からなる。

[岩石学的特徴] 長石と火山ガラスが多く、少量の重鋳物を含む。重鋳物は、角閃石が主体で、斜方輝石、極少量の燐灰石と単斜輝石、不透明鋳物を含む。火山ガラスは多孔質型が大半で、少量の中間型を含み、その屈折率は 1.511-1.512 (1.511)。

坊之谷火山灰層 (水野ほか, 1987)

[分布] 菊川市河東 (Loc. 132, 133), 掛川市上内田 (Loc. 134) に分布。

[試料] Loc. 133 (98112405), Loc. 134 (98081002)。

[岩相] 層厚が 12～20cm. 白色～灰白色の細粒砂～中粒砂サイズの粗粒火山灰層。

[岩石学的特徴] 火山ガラスが主体で、少量の長石、重鋳物からなる。重鋳物は斜方輝石、少量の単斜輝石、不透明鋳物などからなる。火山ガラスは中間型

が多く、扁平型と多孔質型を含み、その屈折率は1.498-1.503 (1.500)。

掛川層群下部層の各火山灰層の対比と同定

掛川層群下部層に挟在する火山灰層については、これまでおもに水野ほか(1987)と里口ほか(1996)によってその分布と岩石学的な記載がなされてきた。本稿では、これらで記載された以外に新たに発見した火山灰層の記載を行い、これまでに発見されていた火山灰層同士または新たに発見した火山灰層との対比を行った。その結果、同定・対比した火山灰層のより広い地域への連続分布とそれらの層序関係を明らかにした。

火山灰層の分布を示した本調査地域の地質図をFig. 43に示し、火山灰層の層準と側方への対比を示した岩相柱状図をFig. 44に示す。

新たに発見し記載した火山灰層は、下位から、勝間層では想慈院火山灰層グループ(I~III)と大寄火山灰層、萩間層では河城火山灰層、東横地層では有ヶ谷IV下火山灰層、有ヶ谷VI火山灰層、塩買坂火山灰層グループ(I~VI)、磯部火山灰層、市場火山灰層、畑崎火山灰層グループ(I~II)、目木火山灰層グループ(I~III)、三沢火山灰層、門屋A火山灰層、下組下火山灰層、門屋B火山灰層、門屋C火山灰層、天池東火山灰層グループ(I~II)である。また、上内田層では、堀田火山灰層の下位に木ヶ谷池火山灰層グループ(I~II)と門屋D火山灰層を発見し、堀田火山灰層と坊之谷火山灰層の間に門屋E、門屋F、門屋G火山灰層を発見して記載した。

火山灰層のより広い地域への連続については、有ヶ谷Iと有ヶ谷V火山灰層を有ヶ谷の北方である菊川市牛湫まで確認し、有ヶ谷III火山灰層を菊川市川東で確認した。また、水野ほか(1987)のB33火山灰層とC16火山灰層が同じものであり、水野ほか(1987)のB33地点(本稿のLoc. 52)でB33火山灰層の3m上位にある火山灰層がC17火山灰層であることを明らかにした。これらのことから、多くの火山灰層の水平方向への連続を確認した。

これら以外に、従来の研究と異なる火山灰層の分布や同定・対比について、以下に詳細を述べる。

1. C20 火山灰層

菊川市糯田(Loc. 57, 58)で発見した火山灰層を水野ほか(1987)のC20火山灰層と同定し、C20火山灰層の北方への連続とした。また、磯部地域で発見した三沢火山灰層もこの火山灰層に同定できると考える。

C20火山灰層は、水野ほか(1987)のC20地点(本稿のLoc. 56)では、層厚が25cmで白色~茶白色の細粒~中粒砂サイズの粗粒火山灰層からなり、中部に細粒火山灰層を挟み、基底部の層厚1~2cmは重鉱物を含むゴマシオ状の粗粒火山灰からなる岩相の特徴をもつ(Fig. 45)。また、岩石学的には火山ガラスが半分以下で長石と重鉱物を多く含み、火山ガラスは多孔質型が大半をしめ、その屈折率は1.499-1.502という特徴をもつ。

菊川市糯田(Loc. 57, 58)で発見した火山灰層は、岩相も岩石学的特徴も水野ほか(1987)のC20火山灰層に酷似する。磯部地域の三沢火山灰層は、岩相がC20火山灰層に酷似し、火山ガラスの形状と屈折率も類似する。この火山灰層は他の地点でのC20火山灰層に比べて火山ガラスが大半を占める組成を示すが、岩相と岩石学的特徴の類似からC20火山灰層と同定した。

2. 下組火山灰層と“C21 火山灰層”

水野ほか(1987)では、B34とC21地点でみられる火山灰層を“下組火山灰層”とし、それにしたがって里口ほか(1996)は水野ほか(1987)のC21地点(本稿のLoc. 70)の火山灰層(“C21火山灰層”)を“下組火山灰層”として記載した。しかし、門屋(Loc. 61)で下組火山灰層の2.5m上位に岩相と岩石学的特徴が“C21火山灰層”に類似する火山灰層が発見された。

また、下組火山灰層とC21火山灰層はどちらも白色から灰白色の細粒火山灰層と粗粒火山灰層からなるが、C21火山灰層の層厚は10~25cmと、下組火山灰層の65~200cmに比べて層厚が薄い。さらに岩石学的特徴では、下組火山灰層は火山ガラスが大半を占めるのに対して、C21火山灰層は長石も多く含まれ、火山ガラスの形状は下組火山灰層では扁平型が主体であるのに対して、C21火山灰層のものは多孔質型が多い。火山ガラスの屈折率は、下組火山灰層が1.497-1.500であるのに対して、C21火山灰層の屈折率は1.502-1.505と明らかに異なっ

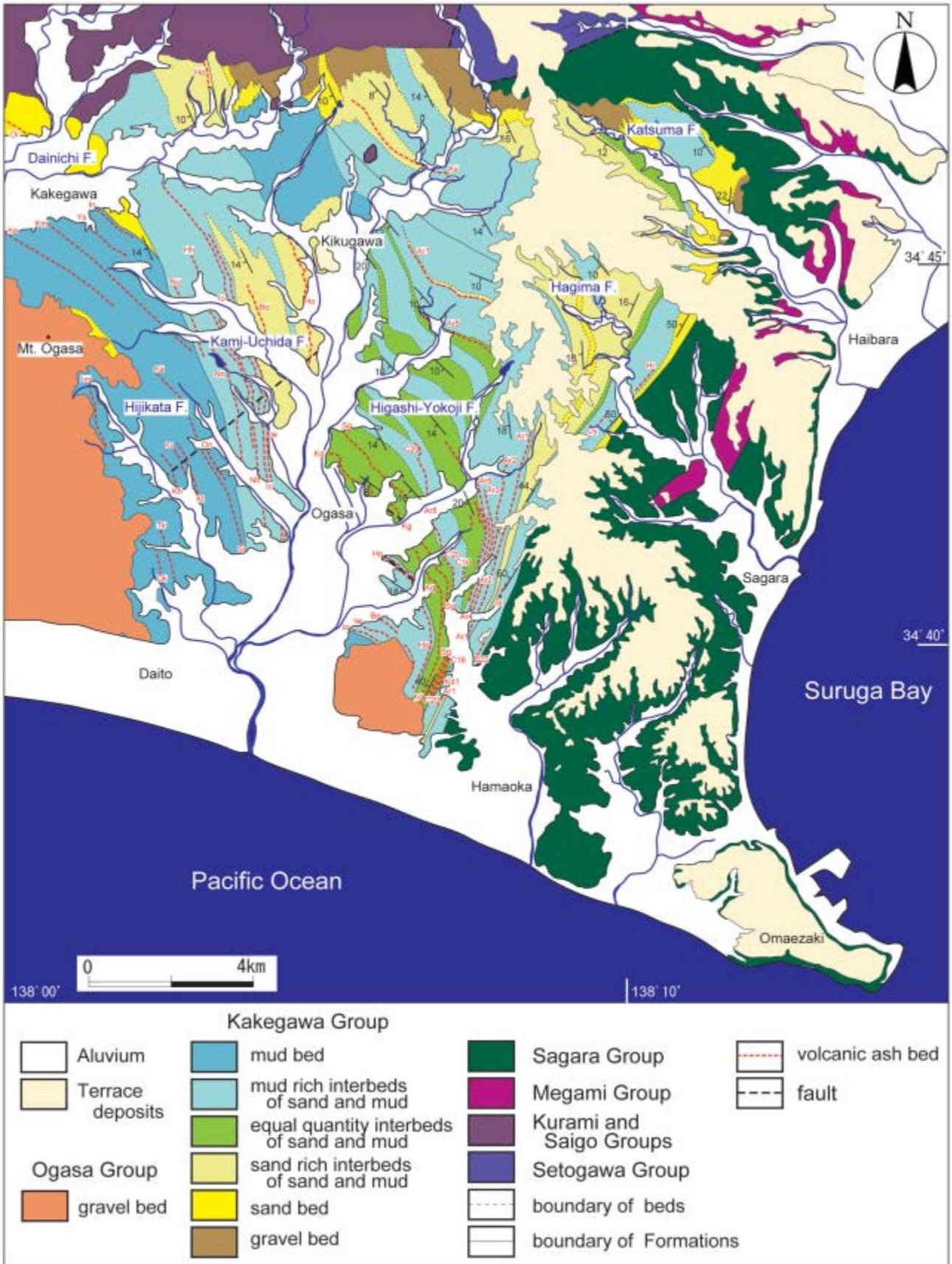


Fig. 43 Color geological map of the Kakegawa Group. F: Formation. The abbreviated letters of the volcanic ash bed names are shown in Figs. 3, 4 and 6 and below. Hh: Higashihirao, Im: Imataki-Kita, In: Inter, Ka: Kaigasawa-Ike, Ke: Ketsuenji-Oku, Kh: Kamihijikata, Ki: Kita, Km:Kamenokou, Kt: Kitou, Nh: Nishihirao, Nn: Nanamagari-Ike, Nu: Nakauchida, Oi: Oike, Ok: Osaka-Kita III, On: Onuki, Si: Syouchiinari, Tk: Takatenjin-gashi, Ys: Yasaka-Jinija.

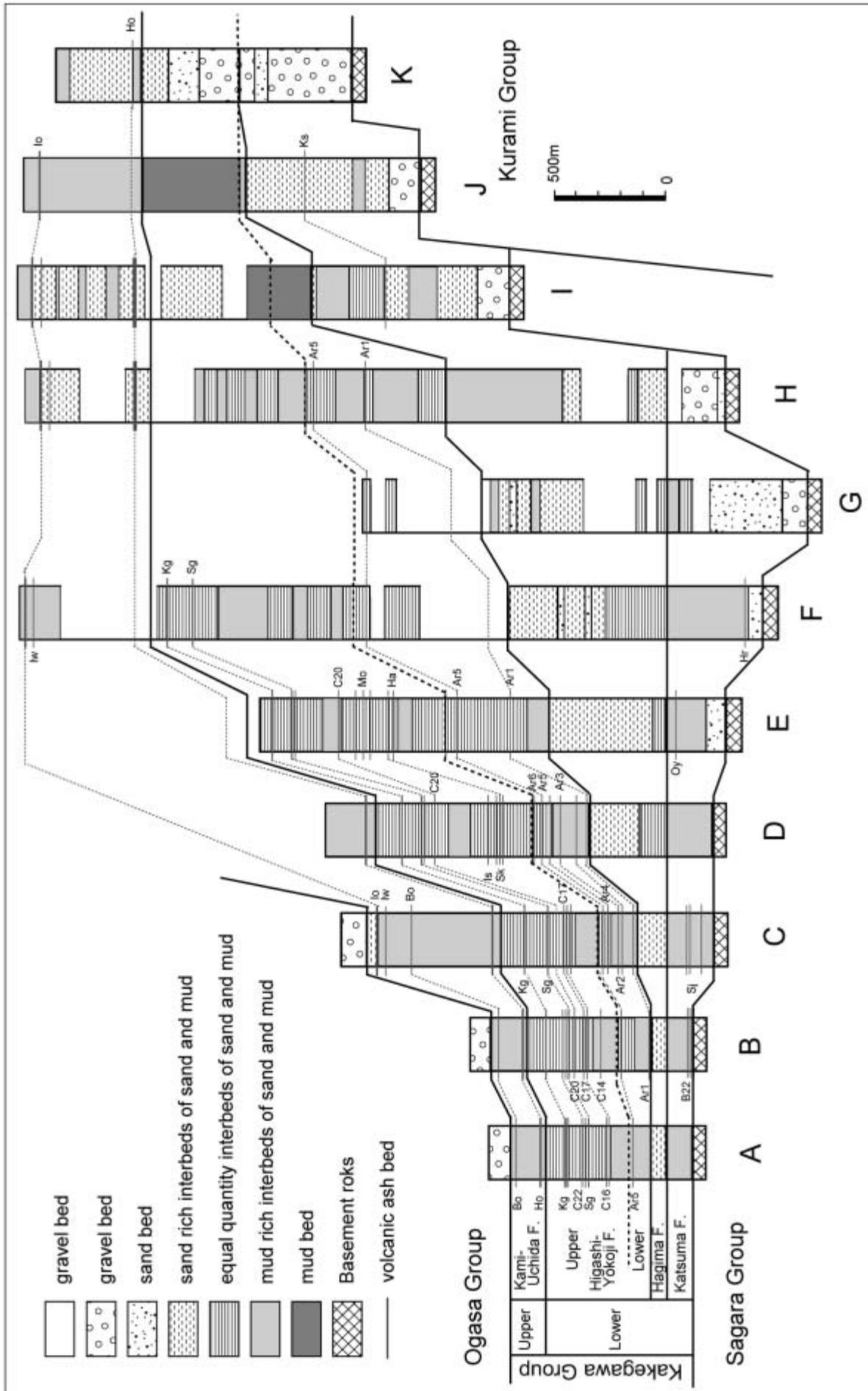


Fig. 44 Geological columnar sections and the volcanic ash beds in the Lower of the Kakegawa Group. Locality of the columnar sections are shown in Fig. 1. F: Formation. The abbreviated letters of the volcanic ash bed names are shown below. Hr: Hirugaya, Oy: Oyori, Sj: Soijin, Ks: Kawashiro, Ar1-6: Arigaya I-VI, Sk: Shiokaizaka, Is: Isobe, Ha: Hatazaki, Mo: Mokki, Sg: Shimogumi, Kg: Kamigumi, Ho: Hotta, Bo: Bonoya, lw: Iwaname, lo: Izumi.

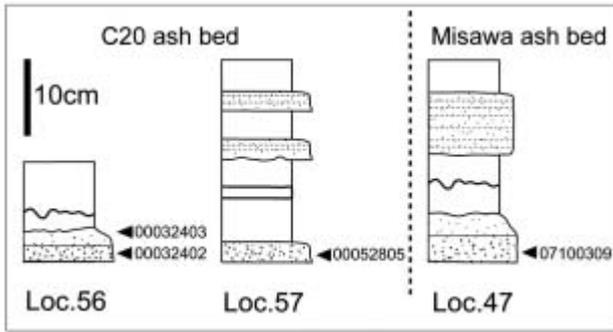


Fig. 45 Geological columnar section of the C20 and the Misawa volcanic ash beds at location 56, 57 and 47. The facies legends are shown in Fig. 8. Small letters of numbers are samples for the petrographic properties.

高い値を示す。

このように、下組火山灰層と“C21 火山灰層”とは岩相と岩石学的特徴は異なり、下組火山灰層の2.5m 上位に“C21 火山灰層”が見られることから、C21 火山灰層と下組火山灰層とは同一の火山灰層ではないと考えられる。したがって、本稿では下組火山灰層を水野ほか（1987）の B34 火山灰層として再定義し、“C21 火山灰層”を「下組上火山灰層」として新たに定義した。

3. 赤土安興寺および天池に分布する上組火山灰層

赤土安興寺および天池付近には、層厚が約 4m の火山灰層が安興寺の西側から天池の東側にかけて分布する (Fig. 46)。この火山灰層を挟在する泥がち砂泥互層は、 $N10^{\circ} \sim 40^{\circ} W$ の走向で $10^{\circ} \sim 20^{\circ} W$ の傾斜をもつ。この地質構造から、安興寺の西から天池の東側にかけて分布する北側の火山灰層は、天池の南側に分布する火山灰層より下位の火山灰層となり、この地域には層厚 4m のほぼ同様の岩相と層厚をもつ火山灰層が 2 層存在することになる。

水野ほか（1987）ではこの北側の火山灰層を B36（上組）とし、南側の火山灰層を B37 として別の火山灰層とした。里口ほか（1996）でも同様に 2 つの火山灰層を別の火山灰層として SA-5 を上組火山灰層、SA-4 を B37 火山灰層とした。

この 2 つの火山灰層の岩相は、どちらも白色から灰白色の細粒火山灰層と細粒～中粒砂サイズの粗粒火山灰層の互層からなり、層厚はどちらも約 4m である。南側の火山灰層は、その北西または北方向への延長部で分布を確認することができず、上組火山灰層の下位に同様の岩相と層厚をもつ火山灰層が見られるのは天池付近に限られる。北側の“B36 火山

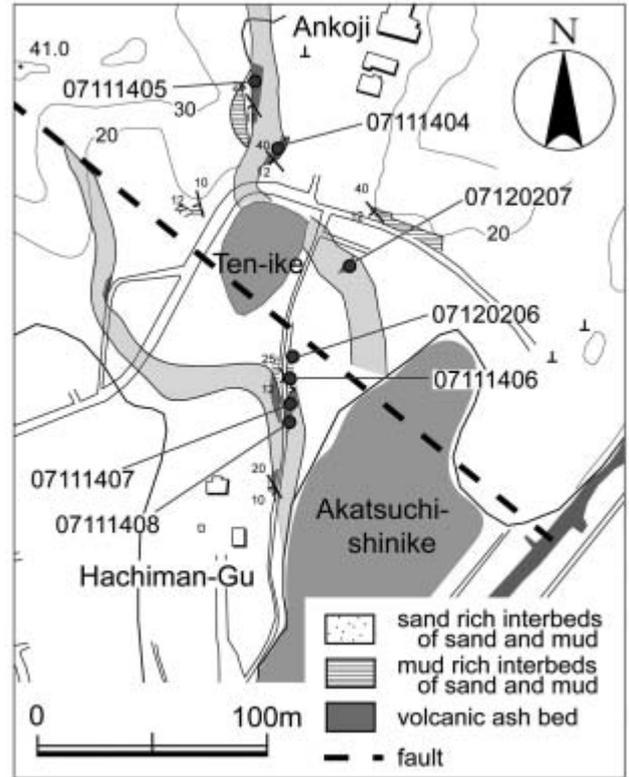


Fig. 46 Geological map with route date around the Ankoji at Akatsuchi in Ogasa is shown the distribution of the Kamigumi volcanic ash bed and the presumptive fault.

灰層”の試料（07111404 と 07111405, 07120206）と、南側の“B37 火山灰層”の試料（07111407 と 07111407）の火山ガラスの岩石学的特徴を比較すると、どちらも屈折率が 1.503-1.506 で、火山ガラスは多孔質型が大半を占め、同様の性質を示す。

この 2 つの火山灰層は、それらの岩相・層厚と火山ガラスの岩石学的特徴が等しいことと、それらの分布状況から判断して、これら 2 つの火山灰層は同じ上組火山灰層であると考えられる。この地域で上組火山灰層が上下にずれて分布するのは、天池と赤土新池を通る北西－南東方向に推定される断層によって、南側が相対的に隆起したためと考えられる。

4. 虚空蔵山から三ッ池に分布する堀田火山灰層

虚空蔵山から三ッ池付近には、層厚が約 10m と厚い白色の堀田火山灰層が分布する (Fig. 47)。この火山灰層およびそれを挟在する泥がち砂泥互層は、 $N25^{\circ} \sim 40^{\circ} W$ の走向で $14^{\circ} \sim 22^{\circ} W$ の傾斜をもつ。

虚空蔵山の西側には泥層があり、その上位に虚空蔵山に分布する火山灰層と同様の岩相と層厚をもつ白色火山灰層が分布する。また、その南東側の池ヶ

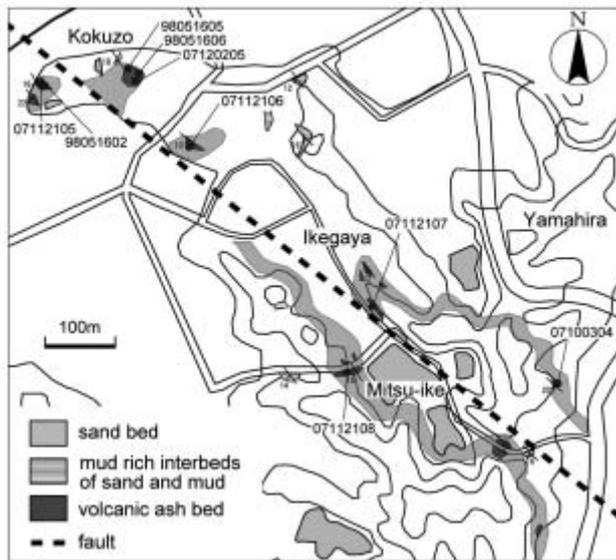


Fig. 47 Geological map with route date around the area from Kokuzo to Mitsuike near Takahashi is shown the distribution of the Hotta volcanic ash bed and the presumptive fault.

谷の金毘羅神社にも虚空蔵山の火山灰層が分布し、三ッ池の南側にも同様の岩相と層厚をもつ白色火山灰層が分布する。この地域の地層は南西に傾斜することから、虚空蔵山から三ッ池付近にかけての地域には、層厚 10m の白色火山灰層が上下 2 層分布する。しかし、この地域以外には堀田火山灰層の下位に同様の層厚をもつ白色火山灰層は認められていない。

この 2 つの火山灰層のうち、北側に分布する堀田火山灰層の試料 (07120205, 071121206 と 71121207) と南側の火山灰層の試料 (071121205 と 071121208) では、どちらも火山ガラスは扁平型が大半を占めて、その屈折率は 1.500-1.505 と、この 2 つの火山灰層は同じ岩石学的特徴を有する。

この 2 つの火山灰層の岩相と岩石学的特徴、および層厚が類似すること、それにその分布の状況から、この 2 層の火山灰層はどちらも堀田火山灰層であると考えられる。この地域においては、虚空蔵山の西から三ッ池を通る北西-南東方向の断層によって南側が相対的に隆起したため、堀田火山灰層が南北に分かれて分布するものと考えられる。

5. 各層準における火山灰層の特徴と対比

上述した火山灰層以外に、直接対比できる火山灰層はないが、各層 (累層) ごとに火山灰層の岩相や岩石学的特徴を示し、それをもとに層準の対比を試みる。

勝間層の火山灰層は、牧之原市西萩間～大寄地域と御前崎市新野地域に分布する。両地域の火山灰層で対比できるものはないが、これらの火山灰層は蛭ヶ谷火山灰層を除いて細粒で層厚の薄いものが多く、また火山ガラスの屈折率はすべての火山灰層で 1.498～1.499 の範囲にあり、火山ガラスの形状は多孔質型が多いという同様の特徴ももつ。

萩間層に挟在する火山灰層は富田地域に河城火山灰層が認められたのみであるが、この火山灰層の火山ガラスの屈折率は 1.521 と他の層準の火山灰層と比べて非常に高い値を示す。

東横地層下部層の火山灰層は、白色～灰白色の細粒～粗粒火山灰層である有ヶ谷火山灰層グループで特徴づけられ、火山ガラスの屈折率は 1.495～1.512 の範囲にある。有ヶ谷 I, II, III, IV 火山灰層はどれも、火山ガラスの形状は扁平型が主体をしめて中間型も含み、火山ガラスの屈折率は 1.495～1.502 の間にほぼ収まるという特徴をもつ。それに対して有ヶ谷 IV 下火山灰層は、火山ガラスと長石が多く、火山ガラスの形状は扁平型が主体をしめ、屈折率は 1.500-1.503 と有ヶ谷 I, II, III, IV 火山灰層より少し高い値を示す。また、有ヶ谷 V 火山灰層の火山ガラスの屈折率は 1.500-1.512 で、有ヶ谷 VI 火山灰層は 1.497-1.502 であり、それら 2 層の火山灰層は有ヶ谷 I, II, III, IV 火山灰層よりも少し高い値を示す。

東横地層上部層には多くの火山灰層が挟在し、そのうち層厚が厚く連続するものとしては下組と上組火山灰層がある。東横地層上部層の火山灰層は、火山ガラスの屈折率が 1.496～1.499 までの範囲を示す下組下と下組火山灰層を除いてすべてのものが、1.500～1.513 の範囲で多孔質型のガラス形状が多いという特徴をもつ。その中でも、C16 火山灰層の火山ガラスの屈折率は 1.507-1.508 で、C22 火山灰層は 1.511、門屋 C 火山灰層は 1.513 と他と比べて高い値を示す。

C16 火山灰層から上位の火山灰層、すなわち C16, C17, C20, 下組下, 下組, 下組上, C22, 上組火山灰層は、門屋から有ヶ谷付近まで連続してその分布が確認できるが、その北側の高橋や下平川、磯部、目木地域ではこれらのうち C20 と下組, 上組火山灰層の 3 層しか現在のところ連続を確認することができない。

また、C20 火山灰層よりも下位の火山灰層については、北部と南部地域で直接対比できるものがない

が、磯部地域と目木地域に分布する火山灰層のガラスの屈折率は 1.503 ~ 1.504 であり、この値は門屋地域の C14 や門屋 A 火山灰層の値に類似する。特に市場火山灰層と門屋 A 火山灰層の屈折率の値はほぼ同じで、火山ガラスの形態も多孔質型を多く含むという点も類似することから、両火山灰層は対比される可能性がある。また、岩石学的特徴については検討していないが、その下位の目木地域の畑崎Ⅱ火山灰層と磯部地域の塩買坂Ⅱ火山灰層は岩相が類似し、層準的にも対比される可能性がある。このように、C20 火山灰層よりも下位の火山灰層についても、多くの火山灰層が南部から北部に連続して分布する可能性が高い。

掛川層群下部層の堆積シーケンス

本稿では、掛川層群のおもに下部層に挟在する火山灰層を記載し、その層準を明確にした。本調査地域の南側から北側にとった柱状ルート A ~ K の岩相柱状図を並べた Fig. 44 では、掛川層群下部層の地層の累重のようすを示している。

最下部の勝間層は分級の悪い礫層や砂層と泥がち砂泥互層からなる。その上位の萩間層はおもに砂質タービダイトからなる砂がち砂泥互層からなり、柱状ルート H で約 1000m と最大層厚を示し、柱状ルート A ~ B では約 100m と南部に向かって急激に地層の厚さを減ずる。勝間層は岩相から、海盆または斜面部に堆積した泥質堆積物と海底チャネル堆積物からなり、萩間層は砂質タービダイトで特徴づけられる海底扇状地中部の堆積物と考えられ、柴ほか(2000)ですでに述べたように Haq et al. (1987) のシーケンスモデルにおける低海水準堆積体に相当する。

その上位の東横地層はおもに等量砂泥互層と泥がち砂泥互層からなり、岩相的には泥質タービダイトが主体で、斜面から海底扇状地中部から下部の堆積物と考えられる。柱状ルート F ~ H 間で層厚が約 1,500m と厚く、その北側と南側に向かって地層の厚さが急激に減ずる。東横地層下部層では、柱状ルート F ~ H 間で地層が約 500m と厚く、柱状ルート A ~ G ではその半分以下の厚さとなる。東横地層下部層に挟在する有ヶ谷火山灰層グループの火山灰層で見ると、柱状ルート H では有ヶ谷 I 火山灰層の下位の地層はその上位の地層よりも厚いが、そ

の南側では有ヶ谷 I 火山灰層の下位の地層の厚さは急激に減じて、柱状ルート A ~ G ではほとんどなくなる。また、柱状ルート F では有ヶ谷 I から有ヶ谷 V 火山灰層までの地層の厚さが厚いが、柱状ルート D ~ E にかけてその厚さを急激に減じる。すなわち、東横地層下部層の地層は南側で下位の萩間層に対してダウンラップする傾向が見られる。

また、東横地層上部層では、層厚の厚い部分が東横地層下部層のその部分（柱状ルート F ~ H 間）よりも南側の柱状ルート D ~ G にあり、さらに南側の柱状ルート C ~ F にかけて C20 火山灰層より下位の地層の層厚が急激に減少する。すなわち、東横地層上部層もその下位の東横地層下部層に対して南側にダウンラップする傾向が見られる。このことから、東横地層下部層も上部層も高海水準期堆積体と考えられる。

東横地層上部層の上部に挟在する下組火山灰層と上組火山灰層は、柱状ルート A ~ F まで分布が確認できるが、それより北部では見られず、北部ではより下位の地層が分布すると考えられる。これは、東横地層上部層の最上部が北部で堆積しなかったか、または上内田層堆積前に北部の東横地層は剝削された可能性があり、上位の上内田層に対してトップラップすると推定できる。このことから、上内田層と下位の東横地層はシーケンス境界で接すると考えられる。

低海水準堆積体と高海水準期堆積体の間にある海進期堆積体については、掛川層群下部層では明確ではなく、おそらく海進期堆積体は低海水準期堆積体とした萩間層の北部の岩相に含まれる可能性がある。

また、第四紀の下限である Gelasian の基底は、東横地層上部層の基底にほぼ対比されることから、第四紀の下限の層準は掛川層群下部層では高海水準期堆積体の中に存在する。

ま と め

本稿では、掛川層群のおもに下部層に挟在する火山灰層について、新たに発見した火山灰層も含め、その岩相と岩石学的特徴を記載した。また、各地域の火山灰層の対比を行い、火山灰層の水平方向の広がりや垂直方向の層位を整理した。本稿で記載した火山灰層は 53 層で、そのうちの 39 層と相良層群の 1 層の火山灰分析を行った。火山灰分析を行った試

料採取点は 87 地点で、試料数の総計は 124 個である。掛川層群下部層の火山灰層の火山ガラスの屈折率は 1.496 ~ 1.521 の範囲にあり、勝間層では 1.498 ~ 1.499、萩間層では 1.521 と高く、東横地層では 1.497 ~ 1.511 の範囲にある。

掛川層群下部層の最下部にあたる勝間層には、蛭ヶ谷火山灰層と大寄火山灰層、B19, B20, B21, B22, B23, 想慈院火山灰層グループ、B24 火山灰層があり、萩間層には河城火山灰層が認められた。その上位の東横地層下部層には、下位から B25, B26, 有ヶ谷 I, 有ヶ谷 II, 有ヶ谷 III, 有ヶ谷 IV 下, 有ヶ谷 IV, 有ヶ谷 V, 有ヶ谷 VI 火山灰層が挟在する。

東横地層上部層には、多数の火山灰層を挟在し、地域によって異なる火山灰層が認められる。磯部地域には下位から、塩買坂火山灰層グループ、磯部火山灰層、市場火山灰層が分布する。目木地域には、下位から畑崎火山灰層グループと目木火山灰層グループ、三沢火山灰層が分布する。三沢火山灰層は C20 火山灰層に対比される。門屋-高橋地域には、下位から C13, C14, C15, 門屋 A, B32, C16, C17, C18, C19, C20, 本間堂, 下組下, 下組, 下組上, C22, C23, 門屋 B, 門屋 C, 上組, C25 火山灰層が分布する。下平川地域には、下位から下組, 天池東火山灰層グループ, 上組火山灰層が分布する。

赤土付近の上組火山灰層の分布と、虚空蔵山付近の堀田火山灰層の分布から、両地域に北西-南東で南側が相対的に隆起した断層が推定される。また、火山灰層の分布と層準、およびそれによって明らかになった地層の層厚の変化から、東横地層の地層は下部層も上部層もその下位層の萩間層に対して、南側にダウンラップする傾向が見られ、高海水準期堆積体と考えられる。また、東横地層上部層は、北部ではより下位の地層が上位の上内田層に対してトップラップの関係にあり、上位の上内田層とはシーケンス境界で接すると考えられる。

第四紀の下限である Gelasian の基底は、東横地層上部層の基底にほぼ対比されることから、第四紀の下限層準は掛川層群下部層では高海水準期堆積体内に存在する。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、東海大学海洋学部海洋資源学科の根元謙次教授、金 容義教授、坂本 泉

准教授および元教授の佐藤 武氏に御指導頂いた。火山灰分析では、大阪市立大学理学部地球学科の吉川周作教授と滋賀県立琵琶湖博物館の里口保文氏、工藤地質研究所の工藤周一氏には御指導と御助言を頂いた。現地調査、サンプル採取、試料分析、図面作成等では、渡邊恭太郎氏、佐々木昭仁氏、武田好史氏、中本裕介氏、高橋孝行氏、岡田陽介氏にお世話になった。また、掛川市円満寺住職鬼頭良武氏には宿舎に関してお世話になった。以上の方々に厚く御礼を申し上げる。

引用文献

- Chinzei, K. and M. Aoshima (1976) Marine thermal structure of the Plio-Pleistocene warm water in Central Japan. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec. II*, **19**, 179-203.
- 千谷好之助 (1928) 遠州国相良掛川附近第三紀層に就て. *地学雑誌*, **38**, 84-89.
- Fisher, R. V. (1961) Proposed classification of volcanoclastic sediments and rocks. *Bull. Geol. Soc. Am.*, **72**, 1409-1414.
- Haq, B. U., J. Hardenbol, P. R. Vail (1987) Chronology of the fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, **235**, 1156-1166.
- 茨木雅子 (1986) 掛川層群の浮遊性有孔虫生層序基準面とその岩相層序との関係. *地質学雑誌*, **92**, 119-134.
- Ibaraki, M. (1986) Neogene planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Kakegawa area on the Pacific coast of Central Japan, *Rep. Fac. Sci. Shizuoka Univ.*, **20**, 39-173.
- Ibaraki, M. and R. Tsuchi (1974) Planktonic foraminifera from the upper part of the Kakegawa Group and the Soga Group, Shizuoka Prefecture, Japan. *Rep. Fac. Sci. Shizuoka Univ.*, **9**, 115-130.
- Ishibashi, M. (1989) Sea-level controlled shallow-marine systems in the Plio-Pleistocene Kakegawa Group, Shizuoka, Central Honshu, Japan: Comparison of transgressive and regressive phases. 345-363, In Taira, A and F. Masuda eds.: *Sedimentary Facies in the Active Plate Margin*, Terra Scientific Pub. Com., Tokyo, 732p.

- 石田志朗・牧野内猛・西村 昭・竹村恵二・壇原徹・西山幸治・竹田 明 (1980) 掛川地域の中部更新統, 第四紀研究, **19**, 133-147.
- 加藤道雄 (1973) 掛川層群の微化石層位学的研究. 地質学雑誌, **79**, 263-276.
- 亀尾浩司 (1998) 石灰質ナンノ化石からみた掛川上部新第三系・第四系層序—満水層の層位的位置について—. 地質学雑誌, **104**, 672-686.
- 黒川勝己, 1999, 水底堆積火山灰層の研究法—野外観察から環境史の復元まで—, 地学双書 30, 地学団体研究会, 東京, 147p.
- 槇山次郎 (1925) 遠江掛川付近第三紀層の層序. 地球, **3**, 569-576.
- 槇山次郎 (1928a) 静岡縣掛川町近傍の地質に就きて (一). 地球, **9**, 23-35.
- 槇山次郎 (1928b) 静岡縣掛川町近傍の地質に就きて (二). 地球, **9**, 100-118.
- 槇山次郎 (1950) 日本地方地質誌中部地方. 朝倉書店, 東京, 233p.
- 槇山次郎 (1963) 掛川地方地質図説明書. 地質調査所, 30p.
- Makiyama, J. (1927) Molluscan fauna of the lower part of the Kakegawa Series in the province of Totomi, Japan. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser. B., **3**, 1-147.
- Makiyama, J. (1931) Stratigraphy of the Kakegawa Pliocene in Totomi. Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ., Ser. B., **7**, 1-53.
- 槇山次郎・坂本 享 (1957) 5 万分の 1 地質図幅「見付・掛塚」および同説明書. 地質調査所, 50p.
- Masuda, F. and M. Ishibashi (1991) Onlap and downlap patterns in a depositional sequence of the Plio-Pleistocene Kakegawa Group in Japan. Jour. Sed. Soc. Japan, **34**, 75-78.
- 水野清秀・杉山雄一・下川浩一 (1987) 静岡県御前崎周辺に分布する新第三系相良層群及び掛川層群下部の火山灰層序. 地調月報, **38**, 785-808.
- Nagahashi, Y. and Satoguchi, Y (2007) Stratigraphy of Pliocene to Lower Pleistocene Marine Formations in Japan on the basis of tephra beds correlation. The Quaternary Research, **46**, 205-213.
- Nobuhara, T. (1993) The relationship between bathymetric depth and climate change and its effect on molluscan faunas of the Kakegawa Group, central Japan. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, **170**, 159-185.
- Oda, M. (1977) Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the late Cenozoic sedimentary sequence, central Honshu, Japan. Tohoku Univ Sci Rep 2nd ser (Geol), **48**, 1-72.
- 長田敏明 (1980) 静岡県牧ノ原台地の形成過程. 第四紀研究, **19**, 1-14.
- 酒井哲弥・増田富士雄 (1992) 鮮新-更新統掛川層群の沿岸～大陸棚相にみられるパラシーケンス. 堆積学研究会報, **36**, 19-24.
- Sakai, T. and F. Masuda (1995) Sequence stratigraphy of the Plio-Pleistocene Kakegawa Group, Shizuoka, Japan. Mem. Geol. Soc. Japan, **45**, 154-169.
- 里口保文・吉川周作・笹尾英嗣・長橋良隆 (1996) 静岡県の鮮新～更新統掛川層群上部の火山灰層とその広域対比. 地球科学, **50**, 483-500.
- 里口保文・長橋良隆・黒川勝己・吉川周作 (1999) 本州中央部に分布する鮮新-下部更新統の火山灰層序. 地球科学, **53**, 275-290.
- 柴 正博 (2005) 2.2 静岡, 掛川地域の第三系・下部更新統. 132-136, 日本の地質増補版編集委員会編: 日本の地質増補版, 共立出版, 東京, 374p.
- 柴 正博・十河寿寛・川辺匡功・竹島 寛・村上靖・横山謙二・駿河湾団体研究グループ (1996) 静岡県榛原郡地域の相良層群と掛川層群の層序, 地球科学, **50**, 441-455.
- 柴 正博・惣塚潤一・山田 剛・東元正志・菊池正行・小坂武弘 (1997) 静岡県榛原郡地域の相良層群と掛川層群の浮遊性有孔虫生層序, 地球科学, **51**, 263-278.
- 柴 正博・渡辺恭太郎・横山謙二・佐々木昭仁・有働文雄・尾形千里 (2000) 掛川層群上部層の火山灰層. 海・人・自然 (東海大学博物館研究報告), **2**, 53-108.
- 柴 正博・横山謙二・赤尾竜介・加瀬哲也・真田留美・柴田早苗・中本武史・宮本綾子 (2007) 掛川層群上部層におけるシーケンス層序と生層序層準. 亀井節夫先生傘寿記念論文集, 219-230.
- Shibata, K., S. Nishimura and K. Chinzei (1984) Radiometric dating related Pacific Neogene

- Planktonic datum planes. 85-89, In Ikebe, N. and R. Tsuchi eds.: Pacific Neogene Datum Planes - Contributions to Biostratigraphy and chronology -, Univ. Tokyo Press. Tokyo, 140p.
- 田村糸子・山崎晴男・水野清秀 (2005) 前期鮮新世 4.1Ma 頃の広域テフラ, 坂井火山灰層とその相当層. 地質学雑誌, **111**, 727-736.
- Tsukawaki, S. (1994) Depositional environments of the Sagara and Kakegawa Groups (Middle Miocene-Early Pleistocene), and the evolution of the sedimentary basin, Central Japan. Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd Ser, (Geol.), **63**, 1-38.
- Tsuchi, R. (1961) On the late Neogene sediments and molluscs in the Tokai region, with notes on the geologic history of the Pacific coast of Southwest Japan. Japan Jour. Geol. Geol., **32**, 437-456.
- Tsuchi, R. (1976) Neogene geology of the Kakegawa district. 2-21, In Tsuchi, R. ed.: Guidebook for Excursion 3, Kakegawa district, 1-CPNS, Tokyo, 82p.
- 氏家 宏 (1958) 相良・掛川堆積盆地の地質構造. 日本地質学会第 65 年総会, 日本第三系シンポジウム討論会資料, 1-7.
- Ujiié, H. (1962) Geology of Sagara - Kakegawa sedimentary basin in Central Japan, Sci. Rep. Tokyo Kyoiku-Daigaku, **8**, 123-188.
- 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.
- Yoshikawa S. (1984) Volcanic ash layers in the Osaka and Kobiwako Groups, Kinki District, Japan. Jour. Geos. Osaka City Univ., **27**, 1-40.
- Yoshida, K. and N. Niitsuma (1976) Magnetostratigraphy in the Kakegawa district. 54-59, In Tsuchi, R. ed.: Guidebook for Excursion 3, Kakegawa district, 1-CPNS, Tokyo, 82p.