第三紀・第四紀境界層準の広域火山灰層—福田・辻又川・Kd38 火山灰層—*

A widespread volcanic ash bed in the horizon close to the Pliocene-Pleistocene boundary :
Fukuda-Tsujimatagawa-Kd38 volcanic ash bed occurring in central Japan*

Abstract

吉川周作** 里口保文**
長橋良隆**

Shusaku Yoshikawa**,
Yasufumi Satoguchi**,
and Yoshitaka Nagahashi**

1995年9月22日受付.
1995年12月25日受理.

** 大阪市立大学理学部地球学教室.
Department of Geosciences, Faculty of
Science, Osaka City University, Osaka 558,
Japan

The Fukuda-Tsujimatagawa-Kd38 volcanic ash bed, which is distributed in the Kinki, Tokai, Niigata and Kanto districts, is one of the most useful widespread marker-beds of Pliocene-Pleistocene deposits in central Japan. The ash bed generally consists of four units: a yellowish white unit A1, consisting of glass (mainly H- and C-type shards with refractive indices from 1.498 to 1.503) with trace amounts of plagioclase, orthopyroxene and opaque minerals; a white unit A2, consisting of glass (mainly H- and C-type shards with refractive indices from 1.499 to 1.504) with minor amounts of plagioclase, orthopyroxene and amphibole; a reddish brown unit B, which composed of glass (mainly C- and H-type shards with refractive indices from 1.499 to 1.557) with minor amounts of plagioclase, amphibole and orthopyroxene; a yellowish white unit C, consisting of glass (mainly H- and C-type shards with refractive indices from 1.498 to 1.504) with trace amounts of plagioclase, opaque minerals, orthopyroxene, amphibole and biotite. Based on the lithofacies and petrographic properties, units A1, A2 and B are interpreted as water-settled, pyroclastic fall deposits, and unit C is interpreted as a resedimented volcanoclastic deposit. According to the isopack map of units A1 and B, the Fukuda-Tsujimatagawa-Kd38 ash bed is widely distributed in and around central Japan.

Stratigraphically, the Fukuda-Tsujimatagawa-Kd38 ash bed occurs in deposits just above the Olduvai normal polarity subchron and just below the horizon of the FAD of *Gephyrocapsa caribbeanica*, and also is intercalated in the deposits immediately below the horizon which marks the time of the beginning of the *Metasequoia* flora extinction. These stratigraphic data indicate that the Fukuda-Tsujimatagawa-Kd38 ash bed exists near the horizon of the Pliocene-Pleistocene boundary and is about 1.75 Ma.

Key words : Fukuda-Tsujimatagawa-Kd38 volcanic ash, Pliocene-Pleistocene boundary, Osaka Group, Kazusa Group

はじめに

火山灰層は、一般の碎屑物に比べ広範囲に広がり、明瞭な時間面を示すことから、層序学的研究において最も優れた鍵層である。火山灰層を指標にして地史を編む火山灰層序学は、化石・岩相・古地磁気に基づく層序学的方法や放射年代測定などに比べて、時間精度が良く、これら諸方法から得られる資料を具体的に結び付け、詳しく検討する場合の鍵となる。

上部更新統から完新統については、このような視点からの多くの研究があり、始良 Tn 火山灰など数多くの広域火山灰

が発見され、広域にわたる層序学的研究を格段に進展させた(町田・新井, 1992)。しかし、これより古い時代の更新統～鮮新統の層序学的研究は、比較的狭い地域や堆積盆地に限定された地域的な研究が中心で、各堆積盆地間の広域におよぶ対比は、主に生層序・古地磁気層序・放射年代などによる累層または部層単位のもので、各手法間で対比の異なる場合もある。

鮮新・更新統層序学的研究のこのような現状を克服し、より高精度の対比を可能にする広域火山灰層が、最近、発見された。それは、大阪層群では福田火山灰、魚沼層群では辻又川火山灰、上総層群では Kd38 火山灰と呼ばれる火山灰層である(吉川ほか, 1994; 黒川・富田, 1995)。以下ではこれら

* 1995 年日本第四紀学会大会にて一部講演。

第1図. 上総層群のKd38火山灰層の観察・試料採取地点図。

Aは「富津」、Bは「大多喜」の国土地理院発行5万分の1地形図を使用。丸印は地点。Loc. 22: 千葉県富津市小志駒 (35°12′11″N, 139°57′11″E), Loc. 23: 富津市高溝 (35°12′17″N, 139°58′10″E), Loc. 24: 千葉県君津市大岩 (35°12′54″N, 140°01′16″E), Loc. 25: 君津市加勢 (35°12′24″N, 140°06′21″E)

の火山灰をまとめて、福田・辻又川・Kd38火山灰と呼ぶことにする。この火山灰層は、層相・岩石記載的性質に際だった特徴を持ち、同定・追跡が容易であること(吉川, 1983), 近畿・中部・関東地方やその周辺地域にも広く分布する可能性が極めて強いこと、しかも、オールドバイサブクロン直上の第三紀・第四紀境界層準付近に挟まれることから、層序学的に重要な広域火山灰である。

大阪層群福田火山灰と魚沼層群辻又川火山灰の対比とその層序学的検討は吉川ほか(1994), 近畿・東海地域の福田火山灰とその相当層の層相・岩石記載的性質および層相の水平的変化に関してはYoshikawa et al. (1995)で、すでに述べているので、本論文では、福田・辻又川・Kd38火山灰層の層相・岩石記載的性質などの特徴を簡略に述べ、この火山灰の降灰分布を報告する。そして、この広域火山灰層を基準時間面として、主に陸水成の鮮新～更新統の標準的地層である大阪層群と日本の鮮新～更新統の模式層である海成の上総層群について、生層序(動植物化石, 海棲微化石など)・古地磁気層序・放射年代などの層序学的資料の整理・検討を行うことにする。

福田・辻又川・Kd38火山灰層の特徴と分布

はじめに大阪南部で記載された福田火山灰層およびその相当層は、その後近畿地方から東海地域に分布する大阪層群・古琵琶湖層群・東海層群・菖蒲谷層などの第三紀・第四紀境界層準に挟まれ、200 km以上にわたって連続的に追跡されてきた(吉川, 1983; 居川, 1986; 吉川ほか, 1988; 藤本ほか, 1989; 吉川, 1989; 水野, 1993)。この火山灰層は、大阪層群では、大阪南部で福田火山灰層(Itihara et al., 1975), 京都南部で普賢寺火山灰層(染川・吉川, 1983), 奈良で上牧火山灰層(Yoshikawa, 1984), 明石地域で前開火山灰層(居川, 1986), 淡路島北部で久留麻火山灰層(水野, 1993), 菖蒲谷層では、菖蒲谷1火山灰層(水野・百原, 1993), さらに古琵琶湖層群では、石部地域で五軒茶屋火山灰層(古琵琶湖団体研究グループ, 1981), 水口丘陵で蒲生堂火山灰層(古琵琶湖団体研究グループ, 1977), 日野丘陵で北脇火山灰層(Ishida et al., 1969), 東海層群では北勢地域で嘉例川火山灰層(森, 1971)と呼ばれている。

最近、この火山灰層は新潟地域の魚沼層群中の辻又川火山

第2図. 福田・辻又川・Kd38 火山灰層とその相当層の柱状図.

Loc. 1: 兵庫県津名郡浅野 (34°32'01"N, 134°55'21"E), Loc. 2: 津名郡久留麻 (34°31'28"N, 134°59'25"E), Loc. 3: 兵庫県神戸市垂水区川谷町前開 (34°42'14"N, 135°3'23"E), Loc. 17: 大阪府貝塚市熊取町五門 (34°23'33"N, 135°21'10"E), Loc. 4: 貝塚市三ツ松 (34°24'18"N, 135°22'51"E), Loc. 5: 大阪府岸和田市福田 (34°25'52"N, 135°25'09"E), Loc. 6: 和歌山県橋本市御幸辻 (34°20'03"N, 135°36'33"E), Loc. 7: 奈良県北葛城郡上牧 (34°34'48"N, 135°43'07"E), Loc. 8: 奈良県生駒市狭戸 (35°45'54"N, 135°43'29"E), Loc. 9: 京都府相楽郡東畑 (34°44'52"N, 135°45'01"E), Loc. 10: 大阪府枚方市尊念寺 (34°47'58"N, 135°44'10"E), Loc. 11: 滋賀県甲賀郡石部町五軒茶屋 (35°0'52"N, 136°02'32"E), Loc. 12: 滋賀県蒲生郡蒲生町蒲生堂 (35°01'41"N, 136°10'21"E), Loc. 13: 滋賀県犬上郡多賀 (35°12'52"N, 136°18'44"E), Loc. 14: 岐阜県養老郡上石津町下山 (35°14'54"N, 136°28'27"E), Loc. 15: 三重県員弁郡北勢町西貝野 (35°09'54"N, 136°31'39"E), Loc. 16: 三重県桑名郡多度 (35°06'15"N, 136°37'21"E), Loc. 18: 三重県四日市市朝日 (35°01'56"N, 136°39'20"E), Loc. 19: 新潟県南魚沼郡大和町辻又 (37°11'11"N, 138°52'29"E), Loc. 20: 新潟県北魚沼郡堀之内町辻又口 (37°11'37"N, 138°51'58"E), Loc. 21: 北魚沼郡川口町田沢川 (37°14'51"N, 138°53'12"E), Loc. 22 ... Loc. 25 は第1図に示す. 柱状図左の数字は試料番号.

灰層 (風岡ほか, 1986) に対比できること (吉川ほか, 1994), さらに, 関東地方の上総層群中の Kd38 火山灰層 (三梨ほか, 1959) に対比可能であることが指摘された (黒川・富田, 1995). 福田火山灰層およびその相当層は, 本州中央部の近畿・中部・関東地方を広くおおむね広域火山灰層であることが次第に明らかになりつつある.

この広域火山灰層の噴出源は特定されていないが, 近畿・東海地域の福田火山灰層とその相当層の層厚・粒度の水平的変化から中部地方の岐阜・長野地域と推定されている (藤本ほか, 1989; Yoshikawa et al., 1995), この火山灰層に対比できる火砕流堆積物である恵比須峠火砕堆積物が, 岐阜県北部高山周辺地域で発見されている (長橋, 1993, 1995).

以下では, 近畿・東海地域の福田火山灰層およびその相当

層, 新潟地域の辻又川火山灰層, 房総半島の Kd38 火山灰層について, 層相・岩石記載的性質などの特徴を述べ, 主に層厚の地理的変化から火山灰の分布を検討する. なお, 層相・岩石記載的性質の記載方法は吉川 (1976), Yoshikawa (1984) に従う.

1. 層相・岩石記載的性質

福田・辻又川・Kd38 火山灰層は, 広い範囲の多くの地点に露出するが, ここでは本層の層相が良く観察できる露頭, 近畿・東海地域に分布する福田火山灰層とその相当層では 18 地点 (Loc. 1-Loc. 18), 新潟地域の辻又川火山灰層では 3 地点 (Loc. 19-Loc. 21), 房総半島の Kd38 火山灰層では 4 地点 (Loc. 22-Loc. 25) を選び, 層相を観察した. また, 岩石記載的性質の記載試料は, 層相観察を行った各地点の中で,

新鮮な露頭で典型的な層相を示す層準から採取した(第1表)。第1図に房総半島のKd38火山灰層の観察地点を示す。なお、福田・辻又川火山灰とその相当層の観察地点は、吉川ほか(1994)、Yoshikawa et al. (1995)と同じである。

層 相

近畿・東海地域に分布する福田とそれに相当する火山灰層は、河湖成の堆積物中に挟まれ、一般に層厚1m以上で厚い場合は10m以上の火山灰となる。層相の違いによって、下位より順に、白色ガラス質火山灰、赤紫色火山灰、白色火山灰に3区分され、それぞれユニットA, B, Cと呼ばれている(Yoshikawa et al., 1995)。新潟地域の辻又川火山灰層は、河湖～浅海成堆積物中に挟まれる層厚100cm前後の火山灰で、下位より順に、白色ガラス質火山灰、有色鉱物に富みやや結晶質の火山灰、赤紫色火山灰、白色火山灰に区分される。また、房総地域のKd38火山灰層は、半深海～浅海成堆積物中に挟まれる厚さ20～50cmの火山灰で、Loc. 25では、下から、白色ガラス質火山灰、有色鉱物に富みやや結晶質の火山灰、赤紫色火山灰、Loc. 22～Loc. 24では、やや結晶を含む白色ガラス質火山灰、赤紫色火山灰に区分できる。第2図に各地点ごとの柱状図を示す。

分布地域全域を通して本火山灰層の層相を見ると、垂直的な層相変化に特徴がある。とくに、赤紫色火山灰が連続的に追跡できる点は顕著な特徴である。これを鍵として、層相区分を行うと、下位より白色ガラス質火山灰、有色鉱物に富みやや結晶質の火山灰、赤紫色火山灰、白色火山灰に4区分される。近畿・東海地域のユニット区分を一部修正して、下位

より順にユニットA1(Yoshikawa et al., 1995)のユニットAに相当)、A2, B, Cと呼ぶことにする。ユニットA1は分布地域全域に追跡でき、ユニットA2は新潟と房総で確認できる。なお、房総のLoc. 22～Loc. 24では、ユニットA1とA2が混在していて、両者の境界は不明瞭となっている。ユニットBは分布地域全域に追跡できる。また、ユニットCは近畿・東海と新潟でみられるが、近畿でも存在しない地域がある。以下、各ユニットの層相について詳述する。

ユニットA1: 近畿・東海地域では、厚さ10～30cm、黄白～白色の粗～細粒火山灰で、径2～4mmの火山豆石が中部に含まれ、平行葉理がしばしば発達する。正・逆・正の級化構造が認められる。水平的な層相変化を見ると、南西から北東方向へ、厚さの増加・粗粒化傾向が明瞭に認められる。新潟地域では、厚さ13～22cm、黄白～白色の粗～細粒火山灰で、中部に径3～5mmの火山豆石を含む。平行葉理がしばしば発達し、正・逆・正の級化構造が認められる。房総地域では、厚さ12cm、白色の中～細粒火山灰で、中部に径2～3mmの火山豆石を含む。正・逆・正の弱い級化構造が発達する。

ユニットA2: 新潟地域では、厚さ23～29cm、比較的均質な白色、粗～中粒、ゴマシオ状のやや結晶質の火山灰で、逆から正の級化構造が見られる。房総では、厚さ12cm、灰白色、中～粗粒、ゴマシオ状のやや結晶質の火山灰で、平行・斜交葉理が顕著に発達し、下位を侵食している。本ユニットは、近畿・東海地域には存在しない。

ユニットB: 近畿・東海地域では、厚さ7～20cm、赤紫色

第1表. 福田・辻又川・Kd38火山灰層とその相当層の岩石記載的性質.
地点番号は第1, 2図と同じ, 試料採取層準・番号は第2図に示す.

Volcanic ash name (Locality)	Sampling horizon	Sample No.	Mineral composition (%)				Shape	Glass	Heavy mineral composition (%)							
			Gl.	Fl.	Qz.	Hm.		Refractive index (mode)	Bi.	Am.	Op.	Cp.	Zr.	Ap.	Oq.	
Kuruma volcanic ash																
(Loc.1)	Unit B	KU-A2	95	4	0	1	H,C	1.499-1.553(1.501-1.502)	1	76	10	1	1	0	11	
	Unit A1	KU-A1	98	2	0	*	H,C	1.500-1.502	6	8	5	2	8	0	71	
Zenkai volcanic ash																
(Loc.3)	Unit C	ZK-A3	97	3	0	*	C,H	1.499-1.502	20	38	2	0	10	0	30	
	Unit B	ZK-A2	92	7	0	1	H,C	1.501-1.555(1.5015-1.5025)	1	63	5	1	2	0	28	
	Unit A1	ZK-A1	96	4	0	*	H,C	1.498-1.502	17	12	11	1	5	0	54	
Fukuda volcanic ash																
(Loc.17)	Unit C	FK-A6P	99	0	0	*		1.500-1.502	1	3	13	0	1	0	82	
	Unit C	FK-A5	80	15	3	2	H,C	1.500-1.503	1	33	27	2	4	0	33	
	Unit C	FK-A4	97	3	0	*	C,H	1.500-1.502	1	31	19	0	4	0	45	
	Unit B	FK-A3	87	10	2	1	H,C	1.500-1.557(1.5010-1.5025)	2	53	23	1	3	0	18	
	Unit A1	FK-A2	98	2	0	*	H,C	1.500-1.503(1.5015-1.5025)	13	10	8	1	15	0	53	
	Unit A1	FK-A1	98	1	1	*	H,C	1.500-1.503(1.5010-1.5020)	6	4	5	2	13	0	70	
Shoubudani-1 volcanic ash																
(Loc.6)	Unit B	SH-A2	89	10	0	1	C,H	1.500-1.555(1.5010-1.5025)	1	59	25	5	0	0	10	
	Unit A1	SH-A1	95	5	0	*	H,C	1.500-1.503	3	9	62	8	2	0	16	
Kammaki volcanic ash																
(Loc.7)	Unit B	KM-A2	92	7	0	1	C,H	1.499-1.555(1.5010-1.5025)	1	63	10	0	1	0	26	
	Unit A1	KM-A1	97	3	0	*	H,C	1.500-1.503	2	6	1	3	9	1	60	
Fugenji volcanic ash																
(Loc.9)	Unit C	FG-B4P	99	0	0	*		1.500-1.502	1	1	12	1	15	0	69	
	Unit C	FG-B3	89	9	1	*	H,C	1.500-1.503	0	19	1	0	7	0	73	
	Unit B	FG-B2	77	17	2	3	C,H	1.500-1.552(1.5010-1.5025)	0	68	17	3	3	2	6	
	Unit A1	FG-B1	98	2	0	*	H,C	1.500-1.503	8	15	7	1	15	0	54	
Gokenjaya volcanic ash																
(Loc.11)	Unit C	GK-A5	99	0	0	*	C,H	1.499-1.502	67	18	1	0	4	0	10	
	Unit C	GK-A4	99	1	0	*	H,C	1.500-1.502	19	25	3	0	0	0	53	
	Unit B	GK-A3	93	5	0	2	C,H	1.500-1.557(1.5015-1.5025)	0	59	21	3	1	0	16	
	Unit A1	GK-A2	98	1	1	*	H,C	1.498-1.503(1.5005-1.5020)	1	6	49	5	1	0	38	
	Unit A1	GK-A1	98	2	0	*	H,C	1.499-1.503(1.5010-1.5020)	1	4	56	5	1	0	33	
Gamodo volcanic ash																
(Loc.12)	Unit C	GM-A5	99	0	0	*	C,H	1.499-1.502	25	11	6	0	14	0	44	
	Unit C	GM-A4	99	1	0	*	C,H	1.500-1.502	11	14	1	0	5	0	69	
	Unit B	GM-A3	94	5	0	1	H,C	1.500-1.556(1.5010-1.5025)	1	76	0	0	1	0	22	
	Unit A1	GM-A2	96	3	1	*	C,H	1.499-1.503	2	21	1	1	4	0	71	
	Unit A1	GM-A1	98	2	0	*	H,C	1.500-1.502	5	6	1	0	9	0	79	
Karegawa volcanic ash																
(Loc.15)	Unit C	KR-A5P	99	1	0	*		1.499-1.502	1	9	38	1	1	0	50	
	Unit C	KR-A4	82	16	1	1	C,H	1.498-1.503	0	49	15	2	2	0	32	
	Unit C	KR-A3	99	0	0	*	H,C	1.500-1.502	0	13	3	1	1	0	82	
	Unit B	KR-A2	93	5	0	2	C,H	1.501-1.552(1.5015-1.5025)	1	80	8	1	1	0	9	
	Unit A1	KR-A1	98	2	0	*	C,H	1.498-1.502(1.5000-1.5020)	5	15	27	1	4	0	48	
Tsuji matagawa volcanic ash																
(Loc.19)	Unit C	TZ-A5	96	4	0	*	C,H	1.500-1.504(1.5010-1.5020)	3	32	40	4	1	0	21	
	Unit B	TZ-A4	78	21	0	1	C,H	1.499-1.561(1.5015-1.5025)	1	59	19	4	0	0	17	
	Unit A2	TZ-A3	93	7	0	*	C,H	1.499-1.504(1.501-1.5020)	1	26	49	1	0	0	23	
	Unit A2	TZ-A2	96	4	0	0	H,C	1.499-1.503(1.5015-1.5020)	1	18	41	3	0	0	36	
	Unit A1	TZ-A1	98	2	0	0	H,C	1.498-1.503(1.5010-1.5020)	1	5	44	5	0	*	44	
Kd38 volcanic ash																
(Loc.25)	Unit B	KD-A3	95	5	0	*	C,H	1.499-1.558(1.4990-1.5025)	1	33	14	10	1	1	40	
	Unit A2	KD-A2	94	5	0	1	C,H	1.500-1.511(1.5000-1.5020)	2	7	40	23	*	1	27	
	Unit A1	KD-A1	96	4	0	*	C,H	1.501-1.503	1	2	42	4	1	*	50	

Mineral composition Gl.: Glass Fl.: Feldspar Qz.: Quartz Hm.: Heavy minerals

Heavy mineral composition Bi.: Biotite Am.: Amphibole Op.: Orthopyroxene Cp.: Clinopyroxene Zr.: Zircon Ap.: Apatite Oq.: Opaque minerals

Shape of glass shard after Yoshikawa(1984)

* : less 1%

の火山灰で、中～細粒から細～極細粒へ上方細粒化し、有色鉱物が下半部に多く含まれる。平行葉理がしばしば発達する。水平的な層相変化は、南西から北東方向へ、厚さの増加・粗粒化傾向・有色鉱物含有量の増加が明瞭に認められる。新潟地域では、厚さ 8～13 cm、赤紫色の火山灰で、細～中粒から細～極細粒へ上方細粒化し、有色鉱物が下半部に多く含まれる。房総地域では、厚さ 6～15 cm、赤紫色の火山灰で、細～中粒から細粒へ上方細粒化する。

ユニット C: 安定した層相を示すユニット A1, A2, B に比べ、ユニット C の層相は極めて不安定で多様な層相を示す。近畿・東海地域では、全体の厚さは 0～1000 cm で、主に灰白～淡桃色の細～極細粒火山灰、灰白～白色の中～細粒火山灰、白～黄白色の粗～中粒火山灰などからなり、火山灰質シルトを挟む。細～極細粒火山灰には平行葉理が良く発達する。粗～中粒火山灰には大型斜交葉理が発達し、下位をしばしば侵食する。また、この斜交葉理に沿って径 0.5～30 cm 前後の円磨された軽石が含まれる。水平的な層相変化を見ると、地域ごとに相違は認められるが、全体として、南西から北東方向へ、厚さの増加・粗粒化傾向が認められる。新潟地域では、厚さ 47～60 cm で、灰白～淡桃色の細～極細粒火山灰、灰白～白色の中～細粒火山灰、白～黄白色の粗～中粒火山灰などからなる。細～極細粒火山灰には平行葉理が、粗～中粒火山灰には大型斜交葉理が良く発達し、斜交葉理に沿って径 1 cm 以下の円磨された軽石が含まれることがある。また、斜交葉理の発達する粗～中粒火山灰はしばしば下位を侵食している。房総地域では本ユニットは認められない。

岩石記載的性質

福田・辻又川・Kd38 火山灰層を構成する火山灰の岩石記載的性質 (第 1 表) の全般的な特徴を見ると、火山灰は、一般に無色透明・厚手の扁平～中間型・屈折率 $n=1.499-1.503$ のガラスが主体で、微～少量の斜長石、極微～微量の重鉱物 (不透明鉱物・角閃石・斜方輝石>ジルコン・黒雲母・単斜輝石) を含む。前述のユニット区分に基づいて、より詳細に岩石記載的性質を検討すると、各ユニットごとに異なった性質を有することがわかる。以下では、ユニット A1, A2, B, C の火山灰に分けて詳しく述べる。

ユニット A1: 本ユニットを構成する火山灰は、分布地域全域を通じて、ガラス主体で、微～少量の斜長石、極微～微量の重鉱物を伴う。ガラスは主に無色透明、厚手の扁平～中間型、 $n=1.498-1.503$ からなる。重鉱物は不透明鉱物・斜方輝石主体で、少量の角閃石・単斜輝石・ジルコン・黒雲母を含む。斜方輝石の屈折率は、 $\gamma=1.707-1.760$ と幅広いレンジを示し、 $\gamma=1.714-1.721$ と $1.754-1.759$ の 2 つのモードを有する。

ユニット A2: 本ユニットの火山灰は、A1 に比べ結晶を多く含む。新潟地域の火山灰は、ガラス主体で、少量の斜長石、極微～微量の重鉱物を伴う。ガラスは主に無色透明、厚手の中間～扁平型、 $n=1.499-1.504$ からなる。重鉱物は斜方輝石・角閃石・不透明鉱物・単斜輝石と、少量のジルコン・黒雲母からなる。斜方輝石の屈折率は、 $\gamma=1.705-1.761$ と幅広いレンジを示し、 $\gamma=1.707-1.723$ と $1.755-1.760$ の 2 つの

モードを有する。房総地域の火山灰は、屈折率の高いガラスが極微量含まれること、重鉱物組成において単斜輝石がやや多く含まれることなどに若干の相違があるが、他の基本的性質は新潟地域の火山灰とほぼ同様である。

ユニット B: 本ユニットの火山灰は、他のユニットに比べ、鉱物組成における結晶の増加、重鉱物組成における角閃石の増加が顕著に認められ、ガラスの屈折率も異なっている。分布地域全域を通して本ユニットの火山灰は、主にガラスと少量の斜長石、微～極微量の重鉱物からなる。ガラスは主に無色透明、中間～扁平型、 $n=1.499-1.503$ からなるが、屈折率の高いガラスも少量存在し、特に淡褐色～無色透明・多孔質～中間型で屈折率の非常に高いガラスが数～10 数%程度含まれる。ガラスの屈折率は全体として $n=1.499-1.557$ (モード値 $1.501-1.503$) の値を示す。重鉱物は角閃石・不透明鉱物・斜方輝石が主体で、少量のジルコン・黒雲母・単斜輝石を伴う。斜方輝石の屈折率は、 $\gamma=1.705-1.758$ の範囲の値を示す。

ユニット C: 分布地域全域を通して本ユニットの火山灰は、ガラス主体で、微～少量の斜長石、極微～微量の重鉱物からなり、微量の異質鉱物を伴う場合がある。ガラスは主に無色透明、厚手の扁平～中間型、 $n=1.498-1.504$ からなる。重鉱物は不透明鉱物・斜方輝石・角閃石と少～微量の黒雲母・ジルコン・単斜輝石を含む。また、本ユニットに含まれる軽石は、ガラス ($n=1.499-1.502$) 主体で、微量の斜長石、極微量の重鉱物 (不透明鉱物・斜方輝石>角閃石・単斜輝石・ジルコン・黒雲母) を伴う。斜方輝石の屈折率は、 $\gamma=1.740-1.759$ を示す。

2. 福田・辻又川・Kd38 火山灰層の降灰分布

福田・辻又川・Kd38 火山灰層は、4 つのユニットから構成される。火山灰の降灰分布を検討する場合、とくに、水域に堆積した火山灰の場合、再移動・再堆積作用の影響が顕著に存在する。このため、火山灰がどのようにして堆積したのかを明らかにする必要がある。本火山灰層を構成する各ユニットごとに堆積過程を検討し、その後、本火山灰層の降灰分布を議論することにする。

近畿・東海地域の福田とそれに相当する火山灰層については、Yoshikawa et al. (1995) が、主に火山灰層の層相上の特徴に基づいて、ユニット A1, B, C の堆積過程を明らかにしている。それによると、ユニット A1 と B は、比較的均質で淘汰が良く、級化構造などの層相が水平的に連続して観察されることが、南西から北東方向に系統的に厚層化・粗粒化すること、基底面が侵食されていないことなどから、比較的静かな水域環境 (湖沼) に堆積した降下火山灰、ユニット C は、著しい層相・層厚変化を示し、層相が水平的に連続しないこと、大型斜交葉理や下位を侵食する現象がしばしば見られること、さらに異質物が混入することから、再移動・再堆積作用の影響を顕著に受けた火山灰とされている (Yoshikawa et al., 1995)。

すでに述べたように、新潟・房総地域のユニット A1, B は、近畿・東海地域の層相と酷似し、比較的均質で淘汰が良く、級化構造などの層相が堆積盆地を越えて安定して観察

第3図. 福田・辻又川・Kd38火山灰層のユニットA1・Bの分布・等層厚線図。
星印は火山灰層観察地点，その横の数字は層厚（cm），黒色部は恵比須峠火砕堆積物を示す。また，点部は鮮新～更新統の分布，三角印は山地を示す。

されること、基底面に侵食現象が認められないことなどから、比較的静かな水域環境（湖沼または海）に堆積した降下火山灰と考えられる。また、新潟地域で確認されるユニットCは、水平的な層相変化が激しく、大型斜交葉理の発達やその葉理に沿う円磨された軽石など、近畿・東海地域と類似した層相を示し、再移動・再堆積作用の影響を強く受けた火山灰と考えられる。このユニットは房総地域では確認されていない。一方、近畿・東海地域には存在しないユニットA2は、新潟・房総地域で見られる。新潟地域では、比較的均質で淘汰が良く、弱い級化構造を示し層相が安定していることから、比較的静かな水域環境（湖沼または海）に堆積した降下火山灰と考えられる。しかし、房総地域では斜交・平行葉理が顕著に発達し、下位を侵食している。重鉱物組成においても新潟と若干異なることから安定した降下火山灰ではなく、再堆積・再移動によって堆積した火山灰と考えられる。

以上のように、福田・辻又川・Kd38 火山灰層を構成する4つのユニットのうち、ユニットCは再移動・再堆積作用の影響を顕著に受けて堆積したもので、降下した火山灰の状態を比較的良く保存しているのはユニットA1, B, そして新潟地域のA2である。また、これらのユニットの岩石記載的性質がそれぞれで異なることから、岩質の異なる火山灰の降下によってA1, A2, Bの順に形成されたことを示している。近畿・東海・新潟・房総地域に広く追跡されるユニットA1, Bについて、降灰分布の概要を検討する。

本火山灰層が発見されている地点は少ないが、この火山灰層に対比できる火砕流堆積物が岐阜県北部高山周辺地域で見られている（長橋, 1993）ので、岐阜北部地域を推定噴出源として、A1, Bの各ユニットの厚さのデータを用いて等層厚線図を作成した。第3図に示すように、ユニットA1は、推定噴出源を中心にほぼ同心円様に本州中央部の近畿・中部・関東地方を広く覆うこと、ユニットBも、ユニットA1とは若干異なるが、同心円様に本州中央部の近畿・中部・関東地方を広く覆うことがわかる。なお、ユニットA2は、近畿・東海地域には存在せず推定噴出源より東側の新潟・房総に分布することから、噴出源より東側に降灰したと推定できる。

このように本火山灰層は本州中央部の近畿・中部・関東地方を広く覆う広域火山灰層である。今後の研究によって、その分布範囲がさらに拡大することは確実で、東北地方や太平洋、日本海にも分布するものと考えられる。

福田・辻又川・Kd38 火山灰層の第四紀層序学的意義と堆積年代

福田・辻又川・Kd38 火山灰層は、本州中央部の近畿・中部・関東地方を広くおおう広域火山灰層である。この広域火山灰層を基準時間面として、陸水成の鮮新～更新統の標準的地層である大阪層群と日本の鮮新～更新統の模式層である海成の上総層群について、生層序（動・植物化石、海棲微化石など）・古地磁気層序・放射年代などの層序学的資料の整理を行い、日本の第三紀・第四紀境界問題に検討を加える。そ

して、福田・辻又川・Kd38 火山灰層の降下・堆積年代を明らかにする。

1. 福田・辻又川・Kd38 火山灰層の挟在層準

福田火山灰層とその相当層が挟まれる層準に関連する大阪層群の動・植物化石、古地磁気、フィッシュントラック年代などの層序学的資料を第4図右に整理した。植物化石産出状況を見ると、第三紀型植物群であるメタセコイア植物群繁栄期に属する *Keteleeria davidiana*, *Pseudolarix kaempferi*, *Liquidambar formosana*, *Sequoia sempervirens*, *Glyptostrobus pensilis* などが福田火山灰層より下位の大阪層群最下部から産出し、福田火山灰層上限より上位の大阪層群下部になると、メタセコイア植物群消滅期になり、*Picea maximowiczii*, *Menyanthes trifoliata*, *Pinus koraiensis* などの第四紀寒冷型の植物化石が産出しはじめる (Itihara et al., 1975 など)。市原 (1960) はメタセコイア植物群消滅期のはじまりを第三紀と第四紀の境界と認めており、これに従うと福田火山灰層は第三紀・第四紀境界層準に挟まれることになる (吉川, 1983)。また、動物化石の産出状況を見ると、*Stegodon aurorae* (樽野, 1991) は、福田火山灰層のやや下位の層準から産出しはじめ、同火山灰層は *Stegodon aurorae* 帯中に挟まれている (吉川ほか, 1988; 市原ほか, 1988)。古地磁気層序では、福田火山灰層とその相当層は逆帯磁を示し、その直下位に正帯磁を示す層準がある。これはマツヤマクロン中のオルドバイサブクロンとみなされるので、本火山灰層はオルドバイサブクロン層準の直上に挟まれている (吉川, 1983; 市原ほか, 1984)。また、福田火山灰層とその相当層のフィッシュントラック年代測定値は、1.59 Ma, 1.60 Ma, 1.62 Ma, 1.9 Ma, 1.99 Ma, 2.2 Ma, 2.5 Ma などの値が報告されている (西村・笹嶋, 1970; 鈴木, 1988 など)。なお、陸水成層主体の古琵琶湖層群・東海層群・菖蒲谷層、さらに魚沼層群などの福田火山灰相当層準の層序学的資料は、植物化石ではメタセコイア植物群繁栄期から消滅期への移行期、動物化石では *Stegodon aurorae* 帯、古地磁気層序ではオルドバイサブクロン直上とする大阪層群福田火山灰層の層序学的資料と良く調和している (吉川, 1983; 吉川ほか, 1994)。

海成層の上総層群については、多くの層序学的研究がなされている。第4図左に上総層群の岩相・火山灰層序（三梨ほか, 1959 など）、浮遊性有孔虫 (Oda, 1977)・石灰質ナンノプランクトン (佐藤・高山, 1988)・花粉 (Onishi, 1978) 化石などの生層序、古地磁気層序 (新妻, 1976)、フィッシュントラック年代測定値 (鈴木・杉原, 1983 など) などの層序学的資料を整理した。Kd38 火山灰層に関連する層序学的資料を見ると、大阪層群など陸水成層で得られる植物・花粉・動物化石に関する資料は乏しいが、花粉化石では、メタセコイア植物群に属する *Keteleeria*, *Pseudolarix*, *Metasequoia* などがKd38 火山灰層より上位の梅ヶ瀬層の層準まで産出し、大阪層群の花粉化石産出状況とやや異なる。動物化石では、象化石の *Stegodon aurorae* は、梅ヶ瀬層層準から産出している。海棲微化石層序では、Kd38 火山灰層直下の正帯磁層準に *Globigerinoides obriquus* の産出上限、Kd38 火山灰層直上に *Gephyrocapsa caribbeanica* の産出下限、Kd25 火山灰

第4図. 大阪層群と上総層群の層序・火山灰層対比図。

図右の大阪層群の層序資料は市原 (1993), Momohara (1992), 鈴木 (1988) など, 図左の上総層群は三梨ほか

(1959), Oda (1977), 佐藤・高山 (1988), Onishi (1978), 新妻 (1976), 鈴木・杉原 (1983) などに基づく。

第5図. 福田・辻又川・Kd38火山灰層とその相当層のフィッシュントラック年代測定値.

1は松田・檀原(1978), 2は飯田(1980), 3-6はSuzuki(1983), 市原ほか(1984), 7は藤田・前田(1984), 8は鈴木(1988), 9は水野ほか(1990), 10は吉川・大四(1993), 11は鈴木・杉原(1983), 12は原・楡井(1990), 13は渡辺・檀原(1994)に基づく.

層直下に *Gephyrocapsa oceanica* の産出下限があり, Kd38火山灰層層準に *Pulleniatina* spp. の殻が左巻から右巻へと変化する層準がある. 古地磁気層序に関しては, Kd38火山灰直下の正帯磁層準をオルドバイサブクロンにする意見(新妻, 1976)と大田代層上部の正帯磁層準をオルドバイサブクロンに対比する意見(鈴木・杉原, 1983)がある. Kd38・福田火山灰層の対比は前者の意見を支持する. また, Kd38火山灰層のフィッシュントラック年代は, 1.83 Ma, 2.02 Ma, 2.59 Maの値が報告されている(渡辺・檀原, 1994; 原・楡井, 1990; 鈴木・杉原, 1983).

第4図は大阪層群と上総層群の層序学的資料を福田火山灰層とKd38火山灰層を基準時間面として整理したものである. すでに報告されているピンク火山灰層とO7火山灰層(Kikkawa et al., 1993), アズキ火山灰層とKu6c火山灰層, サクラ火山灰層とKs11火山灰層(町田ほか, 1980)の対比も示してある. 今まで日本の陸水成層と海成層の対比については, 陸・海に共通する化石資料が乏しいことから古地磁気層序やフィッシュントラック年代測定値に基づいた対比が行われ, 多くの問題点が存在した. とくに, 陸水成層・海成層のそれぞれの標準である大阪・上総両層群の対比に関して, 大阪層群のガウスクロンが上総層群黄和田層下部のオルドバイサブクロンに対比できるとする見解があった(Nakagawa, 1988)が, 大阪・上総の両層群に共通する福田・Kd38火山灰層によって解消できたことになる.

2. 福田・Kd38火山灰層の対比に基づく第三紀・第四紀境界層準の検討

大阪層群の福田火山灰層とその相当層はオルドバイサブクロン直上のメタセコイア植物群繁栄期・消滅期の境界に挟まれることをすでに述べた. 第三紀・第四紀境界付近の層準に関しては, 日本の陸成層では同層群において最も詳しく解明されていて, 福田火山灰層は市原(1960)のその境界層準に挟まれることになる. しかし, 国際的には第三紀・第四紀境界は, イタリアのVricaの海成層において定義されていて(Aguirre and Passini, 1985), Vricaの海成層と日本の海成

層の模式層である上総層群との海棲微化石・古地磁気層序を用いた対比が必要である.

第三紀・第四紀境界は, Vricaの模式セクションのmaker bed "e"の直上の層準にあり, 古地磁気・微化石層序が詳細に解明されている(Nakagawa, 1988など). それらによると境界層準は, 寒冷系の *Cytheropteon testudo* の産出下限直下, 古地磁気層序のオルドバイサブクロンのやや上位, 石灰質ナノプランクトン化石層序のFAD *Gephyrocapsa caribbeanica* のやや下位とされている(Aguirre and Pasini, 1985; Nakagawa, 1988; 高山ほか, 1995). すでに述べたように上総層群では, オルドバイサブクロンの層準に関してはKd38火山灰直下の黄和田層下部とする意見と大田代層上部とする意見があるが, FAD *G. caribbeanica* は黄和田層のKd38火山灰直上に見いだされている. 石灰質ナノプランクトンなどの海棲微化石層序に基づく黄和田層下部の正帯磁層準がオルドバイサブクロンで, 第三紀・第四紀境界層準はKd38からKd20火山灰の間あるいはKd38火山灰付近に存在することになる(Nakagawa and Niitsuma, 1977; 中川ほか, 1984; 高山ほか, 1995など). しかし, 菊地ほか(1988)が指摘するように, 数多くの火山灰のフィッシュントラック年代測定値に基づいて, オルドバイサブクロンが大田代層上部にあり, 第三紀・第四紀境界が梅ヶ瀬層中に境界があるとする意見もある(鈴木・杉原, 1983).

大阪層群の福田火山灰層と上総層群のKd38火山灰層の対比に基づく, 大阪層群のオルドバイサブクロンはKd38火山灰下位の黄和田層下部にある正帯磁層準に明確に対比できる. これは, Nakagawa and Niitsuma (1977), 中川ほか(1984)などの見解と調和する.

火山灰層の対比を基により詳細に境界層準を検討すると, 近畿地方では福田火山灰層の層準から, *Picea jezoensis* var. *hondoensis*, *Picea maximowiczii* など寒冷な植物化石が産出し, この層準が最初の顕著な寒冷期である(Momohara et al., 1990; Momohara, 1992; 市原, 1993). 一方, 上総層群の海棲微化石資料を見ると, Kd38火山灰層の層準では, *Pulleniatina* spp. の殻が左巻から右巻へと変化しているが, 寒冷な化石の報告はなく, より上位のKd23火山灰層直下で水温の低下(氏原, 1986)が示されている. 寒冷化の層準が陸水成層と海成層で一致するかどうかを含めて, 今後, 福田・Kd38火山灰層の対比を基本に, この層準付近の詳細な検討が必要と思われる.

3. 福田・辻又川・Kd38火山灰層の堆積年代

福田・辻又川・Kd38火山灰層の堆積年代について, フィッシュントラック年代測定値, 古地磁気層序, 海棲微化石層序から検討する.

この火山灰に関するフィッシュントラック年代測定値を第5図に示す. 13試料の年代測定値が報告されているが, 1.59 Maから2.59 Maの間に分散し, 最大およそ100万年の違いが存在する. このため, フィッシュントラック年代測定値から火山灰層の堆積年代を知ることは困難である. 他の層序学的資料, 主に古地磁気・海棲微化石層序に基づく, 福田・辻又川・Kd38火山灰層はオルドバイサブクロン直上で, 石

灰質ナンノ化石基準面の FAD *Gephyrocapsa caribbeanica* の直下に挟まれる。Shackleton et al. (1990), Cande and Kent (1995) の年代尺度 (主に astronomical age) によると, オルドバイサブクロン上限の年代は 1.77Ma である。石灰質ナンノ化石基準面 (FAD *G. caribbeanica*) の年代は地域によって若干の変動が予想されるが, 高山ほか (1995) によると 1.72Ma と推定されている。この石灰質ナンノ化石基準面の年代は, Cande and Kent (1992) のオルドバイサブクロン上限年代の 1.757 Ma を用いた年代であるため, 前述の Shackleton et al. (1990) や Cande and Kent (1995) の年代を用いると FAD *G. caribbeanica* の年代はやや古くなると思われるが, これらの資料から判断して, 福田・辻又川・Kd38 火山灰層の降下・堆積年代を約 1.75 Ma と見積もることが可能である。

謝辞: 本研究を行うにあたり, 島根大学理学部中山勝博博士, 新潟大学教育学部黒川勝己教授には野外調査・巡検において, 多くの貴重なご教示・助言をいただいた。また, (株) テクノスの藤本純一氏には火山灰試料の採取にご協力いただいた。ここに記して感謝の意を表する。

文 献

- Aguirre, E. and Pasini, G., 1985, The Pliocene-Pleistocene Boundary. *Episodes*, **8**, 116-120.
- Cande, S.C. and Kent, D.V., 1992, A new geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *Jour. Geophys. Res.*, **97**, 13917-13951.
- Cande, S.C. and Kent, D.V., 1995, Revised calibration of the geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *Jour. Geophys. Res.*, **100**, 6093-6095.
- 藤本純一・吉川周作・水野清秀, 1989, 福田火山灰の岩相について。日本第四紀学会演旨, **19**, 58-59.
- 原 雄・楡井 久, 1990, 黄和田層下部のフィッシュントラック年代。地質雑, **96**, 397-400.
- 藤田和夫・前田保夫, 1984, 須磨地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 101p.
- 飯田義正, 1980, 泉南地域大阪層群内に認められる前期更新世の不整合。大阪微化石研究会誌, **8**, 1-15.
- 居川信之, 1986, 西神地域の大坂層群。日本地質学会関西支部報, no. 100, 60-61.
- Ishida, S., Maenaka, K. and Yokoyama, T., 1969, Paleomagnetic chronology of volcanic ash of the Plio-Pleistocene Series in Kinki District, Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **75**, 183-197.
- 市原 実, 1960, 大阪・明石地域の第四紀層に関する諸問題。地球科学, **49**, 15-25.
- 市原 実, 1993 編, 大阪層群。創元社, 大阪, 340p.
- Itihara, M., Yoshikawa, S., Inoue, K., Hayashi, T., Tateishi, M. and Nakajima, K., 1975, Stratigraphy of the Plio-Pleistocene Osaka Group in Sennan-Senpoku area, south of Osaka, Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, **19**, 1-29.
- 市原 実・吉川周作・亀井節夫・那須孝悌, 1988, 近畿地方の第四紀層の層序区分。地質学論集, no. 30, 111-125.
- 市原 実・吉川周作・川辺孝幸・三田村宗樹, 1984, 岸和田市津田川流域のいわゆる「芝の不整合について」—大阪層群の古地磁気層序とフィッシュン・トラック年代—。地球科学, **38**, 1-16.
- 風岡 修・立石雅昭・小林巖雄, 1986, 新潟県魚沼地域の魚沼層群の層序と層相。地質雑, **92**, 829-853.
- Kikkawa, K., Mizuno, K. and Sugiyama, Y., 1993, Early to middle Pleistocene stratigraphy and chronology of the widespread tephras in southwest Japan. —Correlation by ICP analyses of the volcanic glasses—. *29th IGC Kyoto Japan abstracts*, **2**, 385.
- 菊地隆男・楡井 久・楠田 隆, 1988, 上総・下総層群の層序に関する 2・3 の問題。地質学論集, no. 30, 51-65.
- 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.
- 古琵琶湖団体研究グループ, 1981, 瀬田～市部地域の新琵琶湖層群。地球科学, **35**, 26-40.
- 黒川勝己・富田裕子, 1995, 新潟地域の Znp-Ywg 火山灰と PM 火山灰 (氷見層群) および大谷・阿漕火山灰 (東海層群) との対比—中央日本における鮮新世の広域火山灰の検出—。日本地質学会第 102 年学術大会演旨, 244.
- 町田 洋・新井房夫, 1992, 火山灰アトラス—日本列島とその周辺。東京大学出版会, 東京, 276p.
- 町田 洋・新井房夫・杉原重夫, 1980, 南関東と近畿の中部更新統の対比と編年—テフラによる一つの試み—。第四紀研究, **19**, 233-261.
- 松田高明・檀原 徹, 1978, 火山灰層のフィッシュントラック年代。同志社大学校地学術調査委員会調査資料, **13**, 33-36.
- 三梨 昂・安国 昇・品田芳二郎, 1959, 千葉県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—。地調月報, **10**, 83-98.
- 水野清秀, 1993, 淡路島。市原 実編「大阪層群」, 創元社, 127-141.
- 水野清秀・服部 仁・寒川 旭・高橋 浩, 1990, 明石地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 101p.
- 水野清秀・百原 新, 1993, 菖蒲谷層と段丘層・沖積層。市原 実編「大阪層群」, 創元社, 145-157.
- Momohara, A., 1992, Late Pleistocene plant biostratigraphy of the lowermost part of the Osaka Group, Southwest Japan, with Reference to extinction of plants. *The Quaternary Res. (Daiyonki-Kenkyu)*, **30**, 77-89.
- Momohara, A., Mizuno, K., Tsuji, S. and Kokawa, S., 1990, Early Pleistocene plant biostratigraphy of the Shobudani Formation, Southwest Japan, with reference to extinction of plants. *The Quaternary Res. (Daiyonki-Kenkyu)*, **29**, 1-15.
- 森 忍, 1971, 瀬戸層群, 奄芸層群の火山灰層について—瀬戸層群の研究 その 3。竹原平一教授記念論文集, 99-111.
- 長橋良隆, 1993, 岐阜県高山盆地に分布する恵比須峠溶結凝灰岩層と東海層群嘉例川火山灰層の対比について。日本地質学会第 100 年学術大会演旨, 320.
- 長橋良隆, 1995, 岐阜県高山盆地の鮮新世～中期更新世火山碎屑物—層序および記載岩石学的特徴—。地球科学, **49**, 109-124.
- Nakagawa, H., 1988, Stratigraphic classification and correlation of marine Lower and Middle Pleistocene in Japan. *Proceedings of the First International Colloquium on Quaternary Stratigraphy of Asia and Pacific Area, Osaka*, 111-120.
- Nakagawa, H. and Niitsuma, N., 1977, Magnetostratigraphy of the Late Cenozoic of the Boso Peninsula, central Japan. *Quaternary Research*, **7**, 294-301.
- 中川久夫・新妻信明・尾田太良・高山俊昭・徳永重元・嶋保望・北里 洋・小泉 格・酒井豊三郎, 1984, 第三系-第四系境界模式層準の提唱と対比。日本地質学会 91 年学術大会演旨, 105.
- 新妻信明, 1976, 房総半島における古地磁気層位学。地質雑, **82**, 163-181.
- 西村 進・笹嶋貞雄, 1970, Fission-Track 法による大阪層群とその相当層中の火山灰の年代測定。地球科学, **24**, 222-224.
- Oda, M., 1977, Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Late Cenozoic sedimentary sequence, central Honshu, Japan. *Sci. Rep., Tohoku Univ.*, **48**, 1-72.
- Onishi, I., 1978, Pliocene and Pleistocene Pollen Stratigraphy in Central and Southwestern Japan. *Memoirs of the Fac. Sci. Kyoto Univ.*, **XLV**, 1-54.
- Shackleton, N.J., Berger, A. and Peltier, W.R., 1990, An alternative astronomical calibration of the lower Pleistocene timescale based on ODP Site 677. *Trans. Royal Soc. Edinburgh, Earth Sci.*, **81**, 251-261.
- 佐藤時幸・高山俊昭, 1988, 石灰質ナンノプランクトンによる第四系化石帯区分。地質学論集, no. 30, 205-217.
- 染川治実・吉川周作, 1983, 京都府南部, 田辺丘陵の大阪層群。地球

- 科学, 37, 98-109.
- Suzuki, M., 1983, Fission track dating—Current argument on dating younger zircon crystals—. *Ionizing Radiation*, 10, 68-74.
- 鈴木正男, 1988, 第四紀火山灰層のフィッシュントラック年代について. 地質学論集, no. 30, 219-221.
- 鈴木正男・杉原重夫, 1983, フィッシュン・トラック年代からみた上総層群の鮮新/更新統境界. 第四紀学会演旨, 13, 69-70.
- 高山俊昭・佐藤時幸・亀尾浩司・後藤登美子, 1995, 第四系石灰質ナンノ化石層序と鮮新/更新統境界の年代値. 第四紀研究, 34, 157-170.
- 樽野博幸, 1991, 日本列島産 *Parastegodon* 属の分類学的再検討. 大阪市立自然史博研報, 41, 1-5.
- 氏原 温, 1986, 鮮新-更新統上総層群産浮遊性貝類群集と古水温変遷. 地質雑, 92, 639-651.
- 渡辺真人・檀原 徹, 1994, 房総半島上総層群の FT 年代. 日本地質学会第 101 年度学術大会演旨, 57.
- 吉川周作, 1976, 大阪層群の火山灰層について. 地質雑, 82, 479-515.
- 吉川周作, 1983, 大阪層群と古琵琶湖層群の火山灰層の対比. 地団研専報, no. 25, 45-61.
- Yoshikawa, S., 1984, Volcanic ash layers in the Osaka and Kobiwako Groups, Kinki District, Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, 27, 1-40.
- 吉川周作, 1989, 大阪層群の火山灰層序. 日本応用地質学会関西支部編「大阪層群の諸問題」, 119-135.
- 吉川周作・大西雅弘, 1993, 愛知川及びその周辺の古琵琶湖層群火山灰のフィッシュン・トラック年代. 琵琶研報, 1, 105-113.
- Yoshikawa, S., Fujimoto, J. and Nagahashi, Y., 1995, Lithofacies and petrographic properties of the 1.6 Ma Fukuda volcanic ash bed and its correlatives in the Kinki and Tokai districts, Central Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, 38, 153-166.
- 吉川周作・立石雅昭・風岡 修, 1994, 大阪層群の福田火山灰層と魚沼層群の辻又川火山灰層の対比. 地質雑, 100, 486-494.
- 吉川周作・吉田史郎・服部俊之, 1988, 三重県員弁郡付近の東海層群火山灰層. 地調月報, 39, 615-633.

(要 旨)

吉川周作・里口保文・長橋良隆, 1996, 第三紀・第四紀境界層準の広域火山灰層—福田・辻又川・Kd38 火山灰層—. 地質雑, 102, 258-270. (Yoshikawa, S., Satoguchi, Y. and Nagahashi, Y., 1996, A widespread volcanic ash bed in the horizon close to the Pliocene-Pleistocene boundary: Fukuda-Tsujimatagawa-Kd38 volcanic ash bed occurring in central Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 102, 258-270.)

近畿・東海・新潟・房総地域に追跡できる福田・辻又川・Kd38 火山灰層は, その層相・岩石記載的性質に基づいて, 下位よりユニット A1, A2, B, C に区分できる. 再堆積・再移動によって堆積したユニット C を除き, ユニット A1, A2, B は火山灰の降下状態を良く保存している. このユニット A1, B について等層厚線図を作成した結果, 本火山灰は本州中央部を広く覆う広域火山灰であり, 現在発見されている範囲を越えてさらに広域に分布する可能性があることを明らかにした. オルドバイサブクロン直上の第三紀・第四紀境界層準付近に挟まれるこの広域火山灰層を基準時間面として, 陸水成・海成層のそれぞれの標準である大阪・上総の両層群について, 生層序 (動・植物化石, 海棲微化石など)・古地磁気層序・フィッシュントラック年代などの層序学的資料を検討し, 従来の問題点を整理した. そして, この火山灰層の降下・堆積年代は約 1.75 Ma であることを明らかにした.