

鮮新統佐布里テフラ層の堆積過程

中山 勝博*・増本 亜紀**・細山 光也***

Depositional processes of Pliocene Souri tephra bed, central Japan

Katsuhiko Nakayama*, Aki Masumoto** and Mitsuya Hosoyama***

Abstract

The Pliocene Souri tephra bed is a widespread marker-bed, distributed more than 40 km in central Japan. The Souri tephra bed shows a change in volcanoclastic facies in distal areas. Six sedimentary facies are recognized, indicating pyroclastic fall, and reworked (mudflow, flood flow, channel fill, swamp or backswamp, and lacustrine or pond) deposits. In underlying, interlying and overlying non-volcanoclastic beds, four sedimentary facies are recognized, showing a fluvio (-lacustrine) depositional system on an alluvial plain. According to the successions of volcanoclastic sedimentary facies, deposition of the Souri tephra bed can be divided into stages I to VI. Each depositional stage relates to volcanic activity. Stage I is the first eruption, during which northern part of the study area was covered with fallout volcanic dust. The second eruption stage of stage II involved fallout ash distributed over all the study area. The fallout ash during stage II is characterized by the dominant accretionary lapilli. Mudflow stage in stage III is characterized by the first appearance of pumice clasts more than 1 cm in diameter. Mudflow may be related to an explosive eruption just after stage II. The deposits during stage IV are reworked by a normal fluvial system. The third eruption during stage V supplies fallout fine ash. Final reworking occurred during stage VI. Situation of the source volcano of this tephra is inferred to be north of the study area. Volcanic successions from stage I to III could indicate the gravitational collapse of a plinian eruption column.

Key words: facies analysis, volcanoclastic, fluvio-lacustrine, depositional process, Souri tephra, Pliocene

はじめに

活動的島弧である日本列島には、火山活動に伴う数多くのテフラ層が存在し、特に鮮新統～第四系の層序確立に時間面として重要な役割を果たしてきている(吉川, 1976; 町田・新井, 1992 など)。しかし、非火山碎屑性の陸成層や海成層が広く厚く分布する地域においては、それらテフラ層は、時間面として使われるのみで堆積過程はほとんど議論されてこなかった。この状況の中で黒川(1990)は、新潟地域の海成鮮新・更新統に挟まれる珪長質テフラ層について、Nakayama et al.(1994)、中山・吉川(1995)、Nakayama and Yoshikawa(1997)は陸成層の東海層群に挟まれる鮮新統大田テフラ層について、それぞれ堆積相解析を行い、堆積機構や堆積過程を明らかにした。これらの研究では火山活動の推定や火山活動の

影響を受けた堆積過程などが明らかにされ、テフラ層に対し堆積相解析を行う重要性が示されている。

筆者らは東海層群に挟まれる佐布里テフラ層を対象に堆積相解析を行い、堆積過程を明らかにし、火山活動様式や火山碎屑物供給火山の位置について推定できたのでここに報告する。

佐布里テフラ層

佐布里テフラ層は、中部日本の伊勢湾周辺の丘陵に分布する後期中新世～前期更新世の河湖成層である東海層群に挟まれる。佐布里テフラ層は、しばしば粘土層を挟んで2層として露出し、水平距離40km以上にわたって分布する(Fig. 1)。そして、分布地域によって異なる名称が与えられている。すなわち、知多半島中部では佐布里火山灰層(糸魚川, 1971)、知多半島西北部では前山ピンク火山灰層(牧野内ほか, 1992)、知多半島北東部では森山火山灰層(細山, 1995)、名古屋市南東部～南東方では長久手I・II火山灰層(森, 1971)、名古屋市北東部では長廻間火山灰層(Nakayama, 1994)、名古屋市北方では篠岡火山灰層(小牧団研グループ, 1971)と呼ばれている(Table 1)。これらの火山灰層が互いに

* 島根大学総合理工学部地球資源環境学科
Department of Geoscience, Shimane University, Matsue, 690 Japan
** 日本海開発(株)
Nihonkai-kaihatsu Co., Ltd., Shinji, Yatsuka, 699-04 Japan
*** 愛知教育大学付属高等学校
Senior High School, Attached to Aichi University of Education, Kariya, 448 Japan

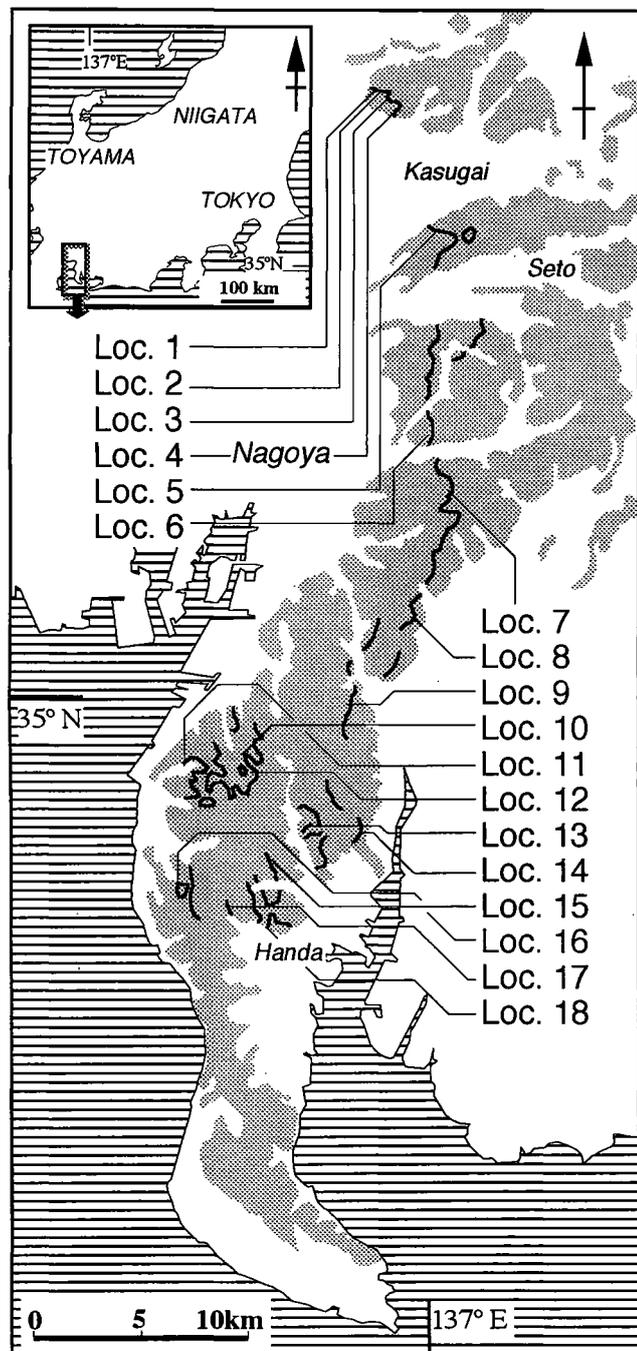


Fig. 1. Index map of the study area. Loc.1 to Loc.18 indicate the locality points of the outcrops described in Fig. 2. Dotted area shows the distribution of the Tokai Group. Thick line is the distribution of the Sourji tephra bed (distributions after Nakayama, 1994).

対比できることは森 (1971), 中山・古澤 (1989) で明らかにされている。本論では構成粒子に火山灰より大粒径の粒子を含む部分があること, 現段階で既に名古屋北方から知多半島まで連続的に分布が追跡できることから, これら別々の地名が付されている火山灰層を全て一括して佐布里テフラ層とする。佐布里テフラ層の模式地は糸魚川 (1971) の佐布里火山灰層のそれと同じ知多市

佐布里 (東方) とする。

佐布里テフラの火山灰層および火山灰の記載岩石学的特徴は, 「火山灰層はピンクみを帯びた淡灰白色を示す。火山灰は火山ガラスと少量の結晶からなり, ガラスは直線的で繊維状突起を示す。ガラスの屈折率は 1.4979~1.4997, 重鉱物として黒雲母と角閃石が優勢である。」と中山・古澤 (1989) によって示されている。また, 大きく 2 層として別れて露出する場合, より上位の火山灰は, ガラスの屈折率が 1.5020 前後とやや高い値を示す (中山・古澤, 1989; 吉川ほか, 1991)。さらに, 佐布里テフラ層の残留磁化は, 正磁極を示し, ガウス正磁極期の堆積物とみられている (中山・吉川, 1990; Nakayama et al., 1995)。

方法と用語

佐布里テフラ層は, 70 箇所以上の露頭で観察できる。ここでは, 露出状況が良好な 18 露頭について佐布里テフラ層の直上位, 直下位の地層を含めて観察を行った。18 露頭の位置を Fig. 1 に, 露頭柱状図を Fig. 2 に示す。露頭観察では, 岩相, 堆積構造, 化石の産状に基づき堆積相を認定した。それは, 火山碎屑性堆積物について A~F の 6 堆積相, 非火山碎屑性堆積物について G~J の 4 堆積相である。各堆積相の特徴を Table 2 に, また, 露頭写真を Fig. 3 に示す。

用語の使用については, 次のようにした。岩相の記載用語については, Schmid (1981) と Fisher and Schmincke (1984) の非成因的分類に従い, 火砕物 (pyroclastic material) が 75% 以上のもので粒径 2mm 以下のものを火山灰, 同じ粒径で火砕物が 25% 以上 75% 未満のものを凝灰質砂 (泥) とし, 25% 未満のものには砂, 泥など非火山碎屑性堆積物の名称を用いた。よって堆積相の記載は非火山碎屑性堆積物とそれ以外の火山碎屑性 (volcaniclastic) 堆積物にわけて行なう。東海層群に挟まれる火山碎屑物からなる地層は, 一部に弱く石化した物も認められるが, 一般に膠結しておらず, 本論では未固結堆積物の記載用語を用いる。

堆積相記載と解釈

火山碎屑性堆積物

堆積相 A 降下火山灰堆積物

本堆積相は, 淘汰の良い火山灰層である。火山灰は主に 1~5 ϕ の火山ガラス, 軽石粒, それに結晶からなる。本堆積相は下部から上部に向かって正級化し, 結晶と岩片は, 特に正級化層の最下部に濃集する部分がある (Fig. 3 の 5, Fig. 4 の stage IIa の部分)。また, 直径 3mm 程度の火山豆石がしばしば認められる (Fig. 3 の 5)。本堆積

Table 1. Locality of described log sections.

Locality number	Locality	Local volcanic ash name	Locality point reference	Primary reference
Loc.1	Kamisue in Komaki City	Shinooka VA*	Bb5 (Nakayama, 1994/ 87p)	KRG** (1971)
Loc.2	Tokadai in Komaki City	Shinooka VA	Bb6 (Nakayama, 1994/ 87p)	KRG (1971)
Loc.3	Tokaidai in Komaki City	Shinooka VA	Bb7 (Nakayama, 1994/ 87p)	KRG (1971)
Loc.4	Takane in Komaki City	Shinooka VA	Cc2 (Nakayama, 1994/ 87p)	KRG (1971)
Loc.5	Kikkon in Nagoya City	Nagahazama VA	west of Ab1 (Nakayama, 1994/ 91p)	Nakayama (1994)
Loc.6	Ueda in Nagoya City	Nagakute I & II VA	North of S05, S07 (Nakayama& Furusawa, 1989)	Mori (1971)
Loc.7	Kannokura in Nagoya City	Nagakute I & II VA	S06, S08 (Nakayama & Furusawa, 1989)	Mori (1971)
Loc.8	Kitazaki in Ohbu City	Morioka VA	A-19 (Hosoyama, 1995)	Hosoyama (1995)
Loc.9	Morioka in Ohbu City	Morioka VA	O-51 (Hosoyama, 1995)	Hosoyama (1995)
Loc.10	Souri in Chita City	Souri VA	North of f-6 (Yoshida & Ozaki, 1986)	Itoigawa (1971)
Loc.11	Nagaura in Chita City	Souri VA	West of e-7 (Yoshida & Ozaki, 1986)	Itoigawa (1971)
Loc.12	Souri in Chita City	Souri VA	d-49 (Yoshida & Ozaki, 1986)	Itoigawa (1971)
Loc.13	Fukuzumi in Agui-cho	Souri VA	g-16 (Yoshida & Ozaki, 1986)	Yoshida & Ozaki (1986)
Loc.14	Ishizuka in Higashiura-cho	Souri VA	h-5 (Yoshida & Ozaki, 1986)	Yoshida & Ozaki (1986)
Loc.15	Yadaka in Agui-cho	Souri VA	d-31 (Yoshida & Ozaki, 1986)	Yoshida & Ozaki (1986)
Loc.16	Maeyama in Tokoname City	Souri VA	East of b-53 (Yoshida & Ozaki, 1986)	Yoshida & Ozaki (1986)
Loc.17	Itayama in Handa City	Souri VA	West of c-13 (Yoshida & Ozaki, 1986)	Yoshida & Ozaki (1986)
Loc.18	Tsuchiyama in Handa City	Souri VA	d-11 (Yoshida & Ozaki, 1986)	Yoshida & Ozaki (1986)

VA*: volcanic ash, KRG**: Komaki Research Group

Table 2. Sedimentary facies and their distribution on the Souri tephra bed.

Facies code	Lithofacies	Sedimentary structures	Basal contact	Distribution (Locality no.)	Interpretation
[Volcaniclastic]					
A	Well sorted ash	Grading, massive	Mantle bedding	1 - 16, 18	Fallout
B	Poorly sorted ash or lapilli-ash	Massive, dish structure water escape pipes	Plane, loaded (slightly eroded)	1 - 4	Mudflow (hyperconcentrated flood flow)
C	Tuffaceous sand	Trough and planar cross bedding	Erosive	17	Channel fill
D	Coarse to fine ash or tuffaceous sand	Trough cross bedding ripples	Plane (partly erosive)	3 - 5, 7 - 9, 11 - 18	Flood flow (crevasse splay)
E	Poorly sorted tuffaceous mud	Roots, wood fragments (leaves) burrows, massive, ripples	Plane	6, 7, 9, 11 - 18	Swamp, backswamp (vegetated floodplain)
F	Well sorted fine ash or tuffaceous mud	Thin horizontal lamination	Plane	4, 8, 10, 11, 16	Lacustrine (pond)
[Non-volcaniclastic]					
G	Well sorted sand	Trough and planar cross bedding	Erosive	1 - 4, 8, 11, 18	Channel fill
H	Coarse to fine ash or tuffaceous sand	Trough cross bedding ripples	Plane (partly erosive)	5, 7, 12, 14, 15, 17	Flood flow (crevasse splay)
I	Poorly sorted mud	Wood fragments (leaves) roots, massive, ripples	Plane	5 - 16, 18	Swamp, backswamp (vegetated floodplain)
J	Lignite	Wood fragments mud film	Plane	5	Lacustrine (pond)

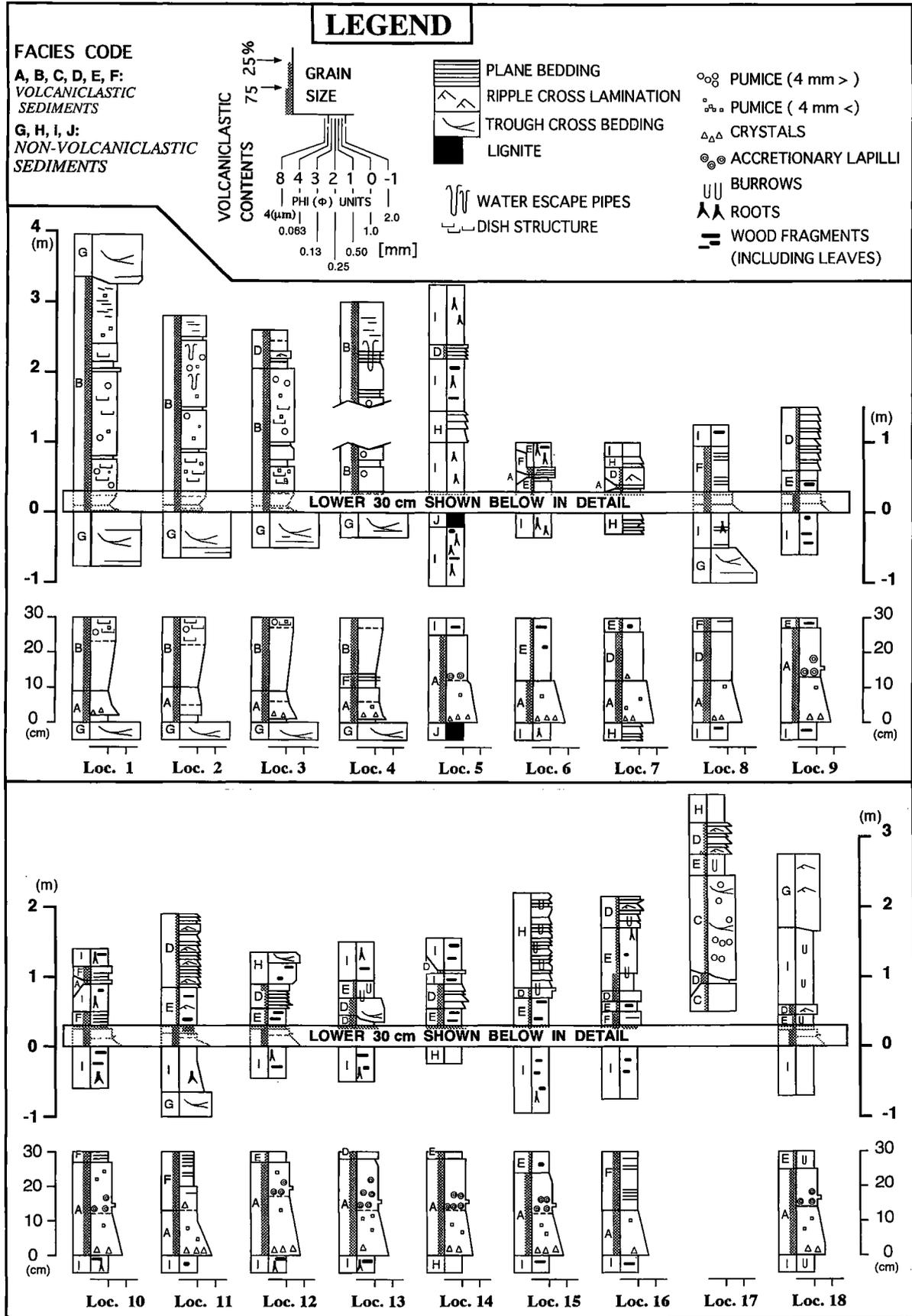


Fig. 2. Graphic logs of the Souri tephra bed. Localities are given in Fig. 1 and Table 1. Characteristics of sedimentary facies A to J are summarized in Table 2.

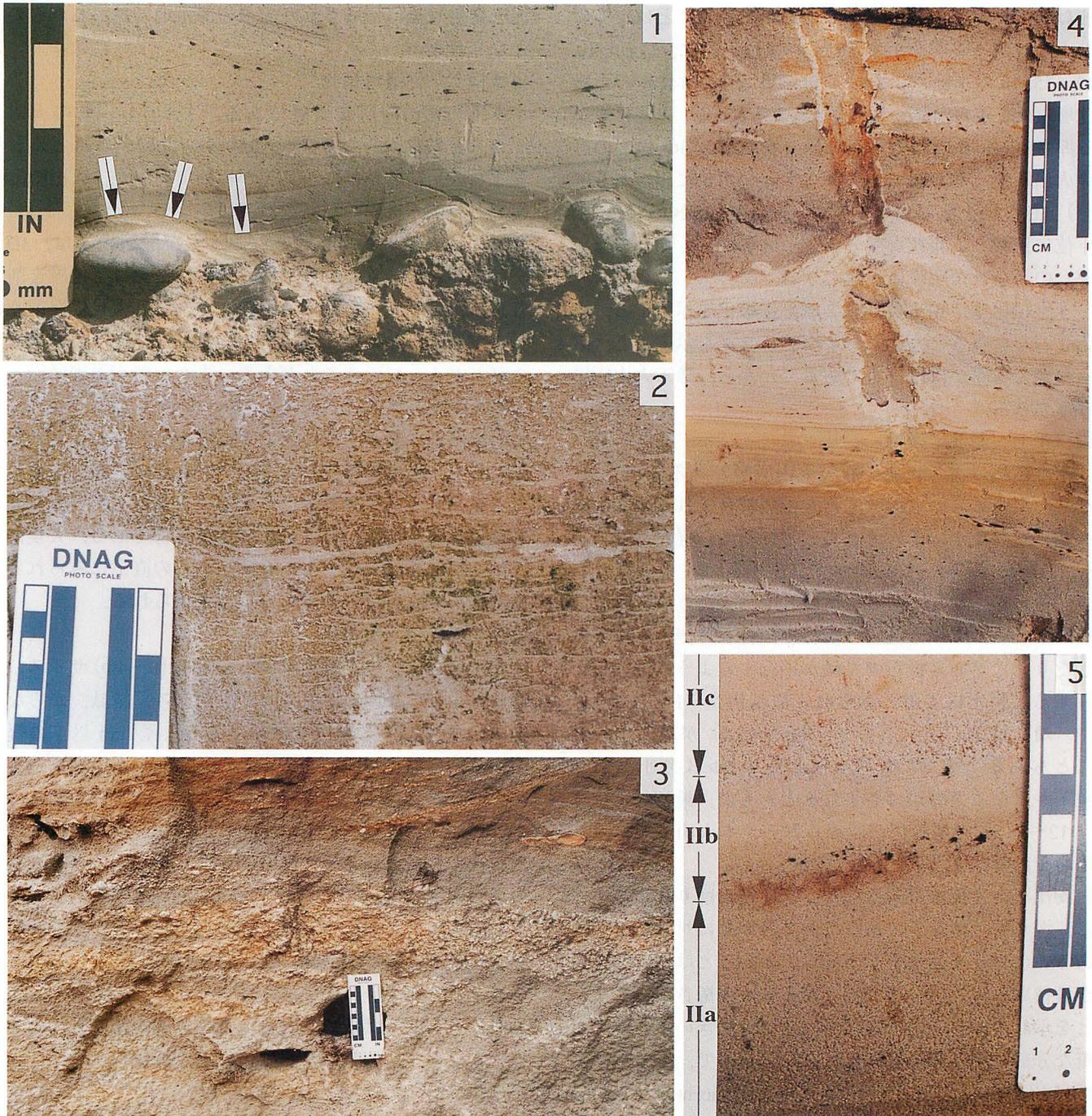


Fig. 3. Outcrop photographs. 1: Mantle bedding of fallout ash at Loc. 2. 2: Dish structures of mudflow deposits at Loc. 2. 3: Trough cross stratification of tuffaceous sand at Loc. 17. Note the pumice clasts are arrayed in stratifications. 4: Water escaping pipe at Loc. 4. 5: Facies A at Loc. 14. Note the IIa showing normal grading, accretional lappili are dominant in IIb, and slightly coarser grains are arranged in the lowermost part of IIc.

相は全ての露頭で観察でき、下位層を削ることはなくマントルベディングを示す (Fig. 3 の 1)。特に, Loc.9, 10, 12~15, 18 の 7 地点においては, 層厚 12~14cm の正級化層 (Fig. 4 の stage II a に相当する部分), 上位に重なる厚さ 2~3cm の火山豆石を多く含む層と 5Φ 程度の細粒火山灰からなる層 (Fig. 4 の stage II b に相当する部分), さらに上位に重なる厚さ 1cm 程度で 2Φ 程度と上下位に比較して粗粒な部分 (Fig. 4 の stage II c の最下部) の重なりが明瞭に追跡できる。

本堆積相は, 淘汰の良いこと, 正級化を示すこと, 火山豆石を含むこと, マントルベディングを示すこと, 広い範囲で層厚がほぼ一定であることから, 降下火山灰層とみられる。

堆積相 B 泥流堆積物

本堆積相は淘汰が悪い粗粒火山灰層である。4Φ より小さい泥サイズの火山砕屑物も相当量含まれる。火山礫も認められるが, そのほとんどが軽石で, 軽石は最大径 8cm, 一般に径 1~3cm を示す。火山灰は主に火山ガラスと結晶からなり, 結晶に比較して, 火山ガラスの方が極めて多い。本火山灰層は塊状で, 軽石は無秩序に配列したり, 地層面と軽石の長軸が平行するように配列したりする。脱水によるとみられる皿状構造 (Fig. 3 の 2) や, 噴砂による脱水パイプ (Fig. 3 の 4) が認められることもある。所々に厚さ 4cm 以下で 5Φ より小さい細粒子からなる薄層がはさまれるとともに, 最下部には厚さ 12~15cm の逆級化が認められる。本火山灰層は, 下位層を削り込まない。

淘汰不良で塊状であること, 下位層を削り込まないこと, 泥サイズの粒子に富むこと, 層理面に対して無秩序あるいは平行な長軸を示す軽石の多いことは, 本堆積相が堆積重力流 (Lowe, 1982) によって運搬されてきたことを示している。堆積相の岩相変化は大きいものの, 明瞭な分散圧支持を示す証拠もない。そこで, 筆者らは本堆積相が広義の泥流の中でも hyperconcentrated flood flow (Smith, 1986) 堆積物である可能性があると判断した。皿状構造がみられたり, 噴砂による脱水パイプが認められるのは, 一度に膨大な砕屑物が堆積し, そこにかなりの水が存在し, 堆積直後に振動を受けるなどして水が抜けるとともに堆積同時変形を起こしたものと考えられる。なお, 1 回の泥流のフローユニットは, 5Φ 以下の細粒子の薄層で区切られる 1 枚の粗粒火山灰層に対応するとみられる。なぜなら, 薄層間に挟まれた粗粒火山灰層には明瞭な層理は認められない上, 細粒子の薄層は淘汰が良く, 泥流といった混濁した流体起源ではなく, 滞水域での浮遊・沈降によって堆積したと判断できるからである。場合によって, この細粒子の薄層は, 各々の

泥流発生直後に形成された泥水の滞水池に対応したものかもしれない。

堆積相 C 河道堆積物

本堆積相は凝灰質砂層である。主に 1~4Φ の火山ガラスと結晶からなり, 4Φ より小さな粒子はほとんど含まない。結晶粒は, 石英粒が極めて多いが, 火山噴出起源とわかる自形の高型石英は少ない。一方で, 径 1~5cm の軽石粒も相当量含まれる。主な堆積構造は, 3D デューン起源の斜交層理である。本堆積相は下位層を削り込み, チャンネル形状を示すことが多い。大規模な削り込みでは, チャンネル面の直上に径 10cm 以上の凝灰岩片や軽石が入っていることがある。また, 斜交層理に沿って軽石が配列することがある (Fig. 3 の 3)。

斜交層理の発達すること, 下位層を削り込むことから判断して, 堆積物は, ベッドロードとして運搬・堆積したと見られる。構成粒子は, 火山灰を主としているが, 堆積過程としては, 典型的な河道堆積物である。大規模な削り込み面は, チャンネルを示し, この直上にみられる凝灰岩片や軽石は, チャンネルラグと見られる。

堆積相 D 洪水堆積物

本堆積相は, 主に極粗粒砂~シルト (0~4Φ) サイズ, それに少量の 4Φ より小さい火山ガラス, 結晶, からなる火山灰層ないし凝灰質砂層である。径 1cm 以下の軽石が葉理に沿って配列することがある。主な堆積構造としては, 斜交層理やリップル葉理がみられる。これらは上方に向かい堆積構造の縮小化と細粒化, あるいは逆に堆積構造の拡大化と粗粒化を示すことが多い。本堆積相の単層の層厚は, 10~40cm を示す。淘汰は比較的良い。本火山灰層は, 一般にシート状の形態を示すが, 基底面が下位層を小規模チャンネル状に削り込む部分を有するシート状の形態, すなわち, チャンネルウイング (Stear, 1983) もしばしば認められる。この形態を示すものは, 他の本堆積相に比較して, 砂粒にとみ泥粒が少ないといえる。

本堆積相は, 単層ごとに堆積構造の縮小化と細粒化, あるいは堆積構造の拡大化と粗粒化を示し, waxing あるいは waning する流れを示している。おそらく洪水堆積物であろう。下位層を小規模チャンネル状に削り込みながらシート状に広がっているチャンネルウイング形態を示すより砂質な堆積物は, この洪水堆積物中にはさまれており, crevasse splay 堆積物とみられる。

堆積相 E (後背) 湿地堆積物

本堆積相は, 主に 4Φ より小さい火山ガラスおよび結晶からなり, 非火山砕屑物も含む凝灰質泥層である。主な堆積構造は, 塊状あるいはリップルである。植物片や植物根が認められる。植物片と植物根は炭化している

が、植物組織は明瞭に保存されている。直径5~10mmで不定方向に伸びる管状の生痕が観察できることもある。一般にシート状の形態を示し、下位層を削り込まない。

塊状あるいはリップルという堆積構造は、碎屑物を運搬する流れが弱く、碎屑物の多くは、浮遊してきて沈降によって堆積したと判断できる。このことと、本堆積相が泥質で、植物片や植物根を多く含むことから、本堆積相は、河川の後背湿地、あるいは、河口付近の湿地での堆積物とみられる。

堆積相 F 湖成堆積物

本堆積相は、主に淘汰の良い4Φより小さい細粒火山灰のmm~1cm単位の薄層からなる平行層理を示す。平行層理に沿って、しばしば植物葉の化石も認められる。非火山碎屑物の粘土・シルト層とmm単位の互層を呈することもある。本堆積相は、下位層を削り込まない。

本堆積相は、波浪の影響しない水面下の環境で、浮遊してきた泥サイズの粒子が沈積したものと考えられる。おそらく湖成、あるいは、より小規模な池で静かに堆積した堆積物であろう。

非火山性堆積物

堆積相 G 河道堆積物

本堆積相は淘汰の比較的良好な砂礫層である。泥粒子はほとんど含まない。礫は、主に3~8cm大のチャート亜円礫である。主な堆積構造は、不明瞭な斜交層理と平行層理である。礫のインプリケーションも認められる。本堆積相は下位層を削り込むことが多い。大規模な削り込みでは、削り込み面の直上に径10cm以上の木片や礫が入っていることがある。火山碎屑物質の含有率は25%以下のため“非火山性”としているが、火山灰が葉層状にはさみ込まれる場合もある(Loc.1の露頭最上部, Fig. 2参照)。

淘汰の良いこと、インプリケーションの認められること、斜交層理の発達すること、下位層を削り込むことから判断して、堆積物は、ベッドロードとして運搬・堆積したとみられる河道堆積物である。

堆積相 H 洪水堆積物

本堆積相は、主に極粗粒砂~シルトからなる。斜交層理やリップル葉理がみられる。これらは上方に向かい堆積構造の縮小化と細粒化、あるいは逆に堆積構造の拡大化と粗粒化を示すことが多い。淘汰は比較的良好。本火山灰層は、一般にシート状の形態を示すが、チャンネルウイングも認められる。この形態を示すものは、他の本堆積相に比較して、砂粒にとみ泥粒が少ないといえる。構成物質が、火山碎屑性であるか、非火山性碎屑性である

かの点を除くと、本堆積相と上述の堆積相Dとは酷似している。

本堆積相は、単層ごとに堆積構造の縮小化と細粒化、あるいは堆積構造の拡大化と粗粒化を示し、waxingあるいはwaningする流れを示している。おそらく洪水堆積物であろう。チャンネルウイング形態を示す堆積物は、crevasse splay堆積物とみられる。

堆積相 I (後背) 湿地堆積物

本堆積相は、主にシルト~粘土からなる。主な堆積構造は、塊状あるいはリップルで、デユーンサイズの構造は見られない。植物片や植物根が多量に認められ、直径5~10mmで不定方向に伸びる管状の生痕が観察できることもある。一般に下位層を削り込まない。構成物質が、火山碎屑性であるか、非火山性碎屑性であるかの点を除くと、本堆積相と上述の堆積相Eとは酷似している。

塊状あるいはリップルという堆積構造は、碎屑物を運搬する流れが弱く、碎屑物の多くは、浮遊してきて沈降によって堆積したと判断できる。このことと、本堆積相が泥質で、植物片や植物根を多く含むことから、本堆積相は、河川の後背湿地、あるいは、河口付近の湿地での堆積物とみられる。

堆積相 J 湿地・湖成堆積物

本堆積相は、黒色の亜炭からなる。亜炭は、5cm~1mの木片からなり、木片には、植物組織が明瞭に保存されている。まれに、フィルム状に灰色粘土が挟まれる。比較的連続の良好な亜炭層には、植物葉は、ほとんど含まれない。下位層を削り込むことはない。

本堆積相は、河川によって運搬されてきた木片が堆積したもので、湿地、あるいは静水域での堆積物とみられる。中山(1991)、Nakayama(1993)は、東海層群の亜炭層の一部について、近傍の古流向に対して、木片の長軸が直交すること、その亜炭層には、植物葉がないことから、静水域の端(湖岸)に植物が掃き寄せられ、静水域の水が排水されるまでに植物葉は分解してしまい、結果として植物葉を含まない亜炭層が形成されたと考えた。本研究の植物葉のない亜炭についても同様なことが考えられる。

議 論

以上の堆積相の記載および解釈、各堆積相の累重関係と分布状況を基に、堆積ステージ区分を行なった上で堆積過程の復元の考察を行なう。また、この堆積過程の復元においては、これまでに東海層群で明らかにされた古地理を考慮する。

佐布里テフラ層をはさむ東海層群の古地理について

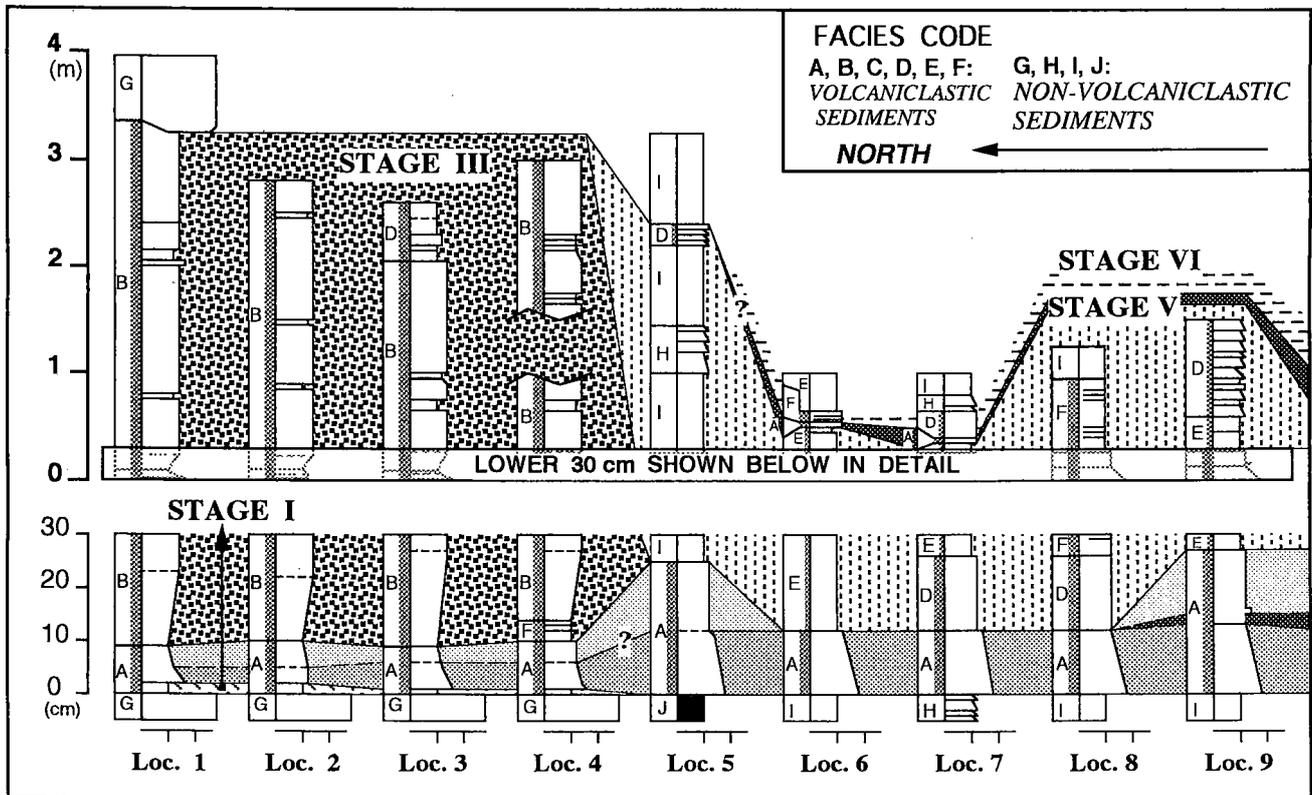


Fig. 4. Stage unit on the Souri tephra bed.

は、吉田 (1990) や Nakayama (1994, 1996) の報告がある。これらによると、東海層群は、主に河成層で一部に湖沼環境の堆積物をはさむこと、佐布里テフラ層堆積前後に東海層群の堆積盆地に流入する3大河川系が存在したこと、そして、東海層群全体の岩相を概観したときに、佐布里テフラ層堆積前後（特に前）は、細粒碎屑物の発達した時期であることなどが明らかにされている。ここで3大河川系とは、東方からの流入河川、北東からの流入河川、そして北西からの流入河川である。

一方、本論文で記載した佐布里テフラ層については、以下のようにI～VIの6つの堆積ステージ区分が考えられる (Fig. 4)。ステージIは降下火山灰をもたらした第1回目の噴火に関連したステージ、ステージIIは、第2回目の降下火山灰をもたらした噴火に伴うステージ、ステージIIIは、数cm大の軽石を供給した泥流のステージ、ステージIVは、火山の噴火活動とは関連しない火山碎屑物の河川による2次移動の堆積ステージ、ステージVは、それまでよりも若干屈折率の高い火山ガラスで構成される降下火山灰によって特徴付けられるステージ、ステージVIはステージV以降の火山碎屑物の河川による2次移動によるステージである。各々のステージについての詳細な特徴は、火山活動の様式や火山碎屑物供給火山の位置とも関連して考えると次のようにいえる。

ステージI以前

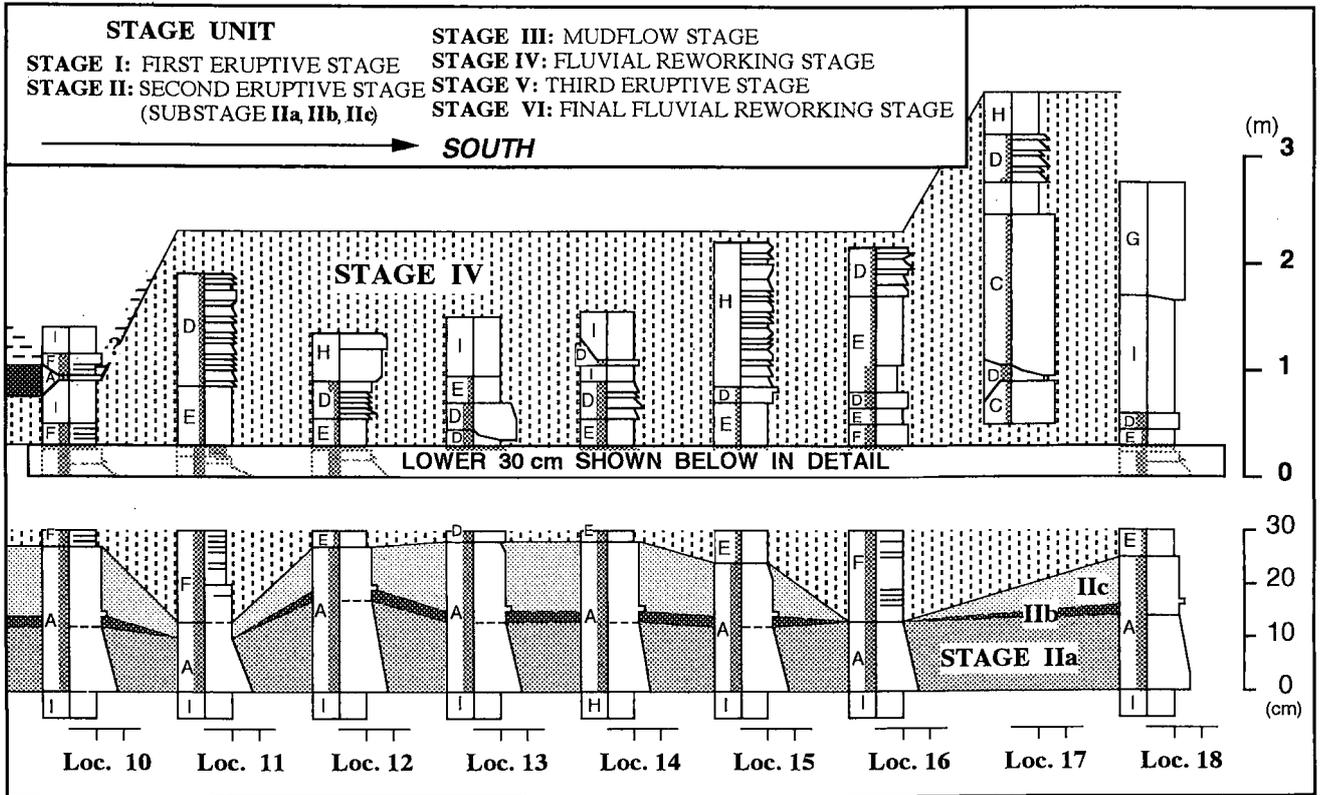
火山活動直前ステージは、3大河川系によって全体として砂・泥の細粒碎屑物の堆積が進行していた (吉田, 1990; Nakayama, 1994, 1996)。堆積相 G, J, H, I で示される河川の発達した沖積環境であったといえる。ただし、北東から流入する河川については、この時代に既に春日井周辺まで砂礫を運搬する能力があった。

ステージI

第1回目の噴火による降下火山灰は、調査地域の北部のみに到達した。降下火山灰は、 4Φ 以下の細粒火山灰 (火山塵) で構成されており、調査地域が火山活動 (噴火) の影響が肉眼で見られる限界付近であったこと、その火山活動が調査地域の北方であったことが推定できる。

ステージII

ステージII堆積物は、その岩相的特徴からIIa, IIb, IIcの3期の堆積物に区分できる。ステージIIaの堆積物は12～14cmの正級化層、ステージIIbのそれは厚さ2～3cmの火山豆石層と 5Φ 程度の細粒火山灰層、ステージIIcの堆積物は 2Φ 程度の相対的な粗粒部を最下部に有し、全体としては $4\sim 3\Phi$ 程度の細粒火山灰層である。特に、調査地域の中・南部では、これら3期の堆積物の連続がよい。 1Φ 以上の粗い降下火山灰からはじまるステージIIであるが、ステージIIcの基底部には、明瞭な



境界は有しないものの若干の粗粒部がある。よって、本ステージは、基本的には1回の噴火活動に対応したものと考えられるが、2回の噴火活動があったかもしれないことを否定はできない。

ステージⅢ

泥流が調査地域北部を覆った時期。泥流はステージⅡの堆積物の上に直接、あるいは、全く土壌化していないシルト (Loc.4) 上に重なることから、ステージⅡに引き続いて泥流が発生したとみられる。佐布里テフラ層中で径数 cm の軽石が認められるのは本ステージ以降である。

ここで、泥流が到達できたのが、堆積当時、調査地域の北東方から調査地域の北部に流入していた河川系 (Nakayama, 1994, 1996) のみであることからして、火山碎屑物に供給火山はステージⅠでの推定と同様、調査地域の北方が考えられる。

一方、ステージⅠ～Ⅱの堆積物の累重から、火山活動について次のことが考えられる。ステージⅠからステージⅢへの移り変わりは、降下火山灰をもたらした噴火活動時期、より粗粒な降下火山灰をもたらした大規模な噴火活動時期、そして、径数 cm 大の軽石を伴う泥流の発生時期への移り変わりといえる。ここで、調査地域では、火砕流堆積物は認められないが、ステージⅢ直後、ステージⅢ直前に軽石流様の火砕流が発生した可能性が指摘で

きる。佐布里テフラ層と岩相的・時代的に類似し、供給火山も同じ調査地域の北方であったと考えられる大田テフラ層が軽石流火砕流堆積物の直上に、堆積相 B に酷似した泥流堆積物を重ねていることから (Nakayama and Yoshikawa, 1997)、ここでのステージⅢの泥流堆積物が軽石流からもたらされた可能性が考えられる。体積的にみても径数 cm の軽石を含むという岩相からしても、ステージⅡまでの火砕物の再移動としてステージⅢの泥流堆積物は説明できない。以上のことは、ステージⅠからステージⅢへの移り変わりが、降下火山灰をもたらす噴火活動の活発化に引き続いて (大規模な) 火砕流・泥流の発生した可能性を示している。言い換えるならば、ステージⅠからステージⅢの堆積物の累重は、Sparks and Wilson (1976), Sparks et al. (1978) が示したプリニー噴火に引き続き噴煙柱崩壊による巨大火砕流が発生するというシナリオを、より火山本体から distal 地域で表している地層である可能性が指摘できる。ただし、この噴火活動様式に関する可能性は、現時点で実証性に乏しく、今後より北方地域にまで調査範囲を広げるなどして証拠を得る必要がある。

ステージⅣ

この時期は、河川の後背山地地域にそれまでに堆積した火山碎屑物が通常の河川・湖沼システムで再移動し堆積した。この時期の火山活動は静止期に入っていたとみ

られる。一部に湖水域での堆積物も認められるが、基本的に河川環境(後背湿地・河道・洪水)の堆積物である。

ステージV

降下火山灰の堆積時期。分布域から判断しても層厚から判断してもステージIの噴火より大規模で、ステージIIの噴火よりは小規模な噴火によってもたらされた降下火山灰といえる。この降下火山灰には、軽石や火山豆石を認められない。このステージの堆積物が見られるのはLoc.6, 7, 10と限られているが、それは、堆積が沖積環境で堆積が進行しているため、河川による侵食が頻繁に行なわれ、一部地域では一旦堆積したものの、その後、削られて地層としては残らなかったと見られる。

ステージVI

この時期は、河川の後背山地地域にそれまでに堆積した火山砕屑物が通常の河川・湖沼システムで再移動し堆積した。この時期の火山活動は既に休止期に入っていたとみられる。一部に湖水域での堆積物も認められるが、基本的に河川環境(後背湿地・河道・洪水)の堆積物である。

ま と め

佐布里テフラ層、および、その直上位、直下位の地層も含めて堆積相解析し、佐布里テフラ層の堆積過程の復元を行った。堆積相は、火山砕屑性堆積物について降下火山灰、泥流、河道、洪水、(後背)湿地、湖成の堆積環境を示すA~Fの6堆積相、非火山砕屑性堆積物について河道、洪水、(後背)湿地、湿地・湖成の堆積環境を示すG~Jの4堆積相である。

これらの堆積相の分布と累重関係から、このテフラ層が火山活動と関連した6つの堆積ステージによって形成されたことを明らかにした。ステージIは降下火山灰をもたらし第1回目の噴火に関連したステージ、ステージIIは、第2回目の降下火山灰をもたらし噴火に伴うステージ、ステージIIIは、数cm大の軽石を供給した泥流のステージ、ステージIVは、火山の噴火活動とは関連しない火山砕屑物の河川による2次移動の堆積ステージ、ステージVは、それまでよりも若干屈折率の高い火山ガラスで構成される降下火山灰によって特徴付けられるステージ、ステージVIはステージV以降の火山砕屑物の河川による2次移動によるステージである。

佐布里テフラ層の火山砕屑物を供給した火山は調査地域の北方に存在したと考えられる。また、火山活動において、噴煙柱崩壊が起きた可能性も考えられる。

文 献

Fisher, R. V. and Schmincke, H.-U., 1984, Pyroclastic

Rocks. Springer-Verlag, New York, 528p.

細山光也, 1995, 知多半島北部の東海層群一層序対比および猿投一知多上昇帯の実態。地球科学, 49, 89-108.

糸魚川淳二, 1971, 知多半島西北部知多町付近の常滑累層, 瀬戸層群の研究, その2. 竹原平一教授記念論文集, 69-82.

小牧団研グループ, 1971, 小牧市周辺の矢田川累層一瀬戸層群の研究 その1。竹原平一教授記念論文集, 69-82.

黒川勝己, 1990, 水底に堆積した珪長質テフラの層相モデルとその形成機構—新潟地域の例—。地球科学, 44, 361-378.

Lowe, D. R., 1982, Sediment gravity flows: II. Depositional models with special reference to the deposits of high density turbidity currents. Jour. Sediment. Petrol., 52, 279-297.

町田 洋・新井房夫, 1992, 火山灰アトラス [日本列島とその周辺]。東大出版。276p.

牧野内 猛・伊藤 孝・豊蔵 勇・高田康秀・壇原 徹, 1992, 常滑市中・北部, 常滑・多屋・前山地区の常滑層群。瑞浪化石博物館報, 19, 465-481.

森 忍, 1971, 名古屋市東部の瀬戸層群矢田川累層。地質雑, 77, 635-644.

中山勝博, 1991, 瀬戸市北部の新第三系瀬戸陶土層の堆積過程。地質雑, 97, 945-958.

Nakayama, K., 1993, Depositional process of the lignite bed in the Upper Miocene Seto Porcelain Clay Formation, Central Japan. IPPCCE News Lett., 7, 147..

Nakayama, K., 1994, Stratigraphy and paleogeography of the Upper Cenozoic Tokai Group around the east coast of Ise Bay, Central Japan. Jour. Geosci. Osaka City Univ., 37, 77-143.

Nakayama, K., 1996, Depositional processes for fluvial sediments in an intra-arc basin: an example from the Upper Cenozoic Tokai Group in Japan. Sed. Geol., 101, 193-211.

中山勝博・古澤 明, 1989, 瀬戸層群と常滑層群の火山灰層。地質雑, 95, 189-208.

中山勝博・吉川周作, 1990, 東海層群の古地磁気層序。地質雑, 96, 967-976.

中山勝博・吉川周作, 1995, 鮮新統広域テフラ層である大田テフラ層の堆積過程(予報)。地球科学, 49, 406-418.

Nakayama, K. and Yoshikawa, S., 1997, Depositional processes of primary to reworked volcanoclastics on an alluvial plain; an example from the Lower Pliocene Ohta

- tephra bed of the Tokai Group, central Japan. *Sed. Geol.* 107, 211–229.
- Nakayama, K., Yoshikawa, S., Nagahashi, Y., Satoguchi, Y. and Kono, K., 1994, A pyroclastic flow deposits intercalated in the upper Cenozoic Tokai Group, Central Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 100, 880–883.
- Nakayama, K., Yoshikawa, S. and Ito, T., 1995, Magnetostratigraphy of the Late Cenozoic Tokai Group in central Japan and its sedimentologic implications. *Jour. SE. Asian Earth Sci.*, 12, 95–104.
- Schmid, R., 1981, Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments: Recommendations of IUGS subcommission on the systematics of igneous rocks. *Geology*, 9, 41–43.
- Smith, G. A., 1986, Coarse-grained nonmarine volcanoclastic sediment: Terminology and depositional process. *Geol. Soc. Ame. Bull.*, 97, 1–10.
- Sparks, R. S. J. and Wilson, L., 1976, A model for the formation of ignimbrite by gravitational column collapse. *Jour. Geol. Soc. Lond.*, 132, 441–452.
- Sparks, R. S. J., Wilson, L. and Hulme, G., 1978, Theoretical modelling of the generation, movement and emplacement of pyroclastic flow by column collapse. *Jour. Geophys. Res.*, 83, 1727–1739.
- Stear, W. M., 1983, Morphological characteristics of ephemeral stream channel and overbank splay sandstone bodies in the Permian Lower Beaufort Group, Karoo Basin, South Africa. In: Collinson, J. D. and Lewin, J. (eds) *Modern and Ancient Fluvial System*. Int Assoc Sed Spec Publ, 6, 405–422.
- 吉田史郎, 1990, 東海層群の層序と東海湖盆の古地理変遷. *地調月報*, 41, 303–340.
- 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・吉田史郎・須川栄司, 1991, 東海層群の火山灰層とその対比. *地球科学*, 45, 453–467.