SURE 静岡大学学術リポジトリ
Shizuoka University REpository

掛川層群五百済凝灰岩の岩相変化とその地質学的意義

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-01-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 白井, 久雄, 木宮, 一邦 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00000286

静岡大学地球科学研究報告　16　(1990年7月)　1頁～23頁
Geosci. Repts. Shizuoka Univ., 16 (July, 1990), 1-23

掛川層群五百済凝灰岩の岩相変化とその地質学的意義

白井久雄*・木宮一邦**

Lithofacies change and its geological significance of the Iozumi tuff, Kakegawa Group, Shizuoka Prefecture

Hisao SHIRAI* and Kazukuni KIMIYA**

The Plio-Pleistocene Kakegawa Group is distributed in the Kakegawa district, Shizuoka Prefecture, Central Japan. The Iozumi tuff layer is a member of the Horinouchi Formation of the Kakegawa Group. It is a good key bed for the time-stratigraphic subdivision. We investigated its distribution, lithofacies, particle size, sedimentary structure and thickness in detail.

The Iozumi tuff layer is divided into the lower Iozumi one and the upper Iozumi one. The former consists of alternating bed of sandstone and siltstone, and intercalates four tuff layers (each of 0.5-4m in thickness). The latter, which is 23m in maximam thickness, consists of tuff with tuffaceous sandstone and tuffaceous siltstone. It consists of 16 units, that is from no.1 to no.16 unit in ascending order. No.10 to no.16 units are distributed only in the southern area of their distribution. No.16 unit, 10m thick, contains many gravels and breccias derived from no.10 to no.15 units, and is submarine sliding deposits. From this distribution, the northern area is considered to have been upper continental slope facies, and the southern area to have been forearc basin.

要　旨

静岡県掛川地域には，鮮新一初期更新統の掛川層群が分布している．五百済凝灰岩は，掛川層群堀之内層中に挟在し，従来から時間層序面として重要視されてきた．筆者らは，五百済凝灰岩の分布，岩相，堆積構造，粒径，層厚などを詳細に調査した．五百済凝灰岩は，砂岩シルト岩互層の中に層厚0.5～4mの凝灰岩を4枚挟在する五百済凝灰岩下部と，凝灰岩を主とし、時に凝灰質砂岩・凝灰質シルト岩を挟み，層厚23mに達する五百済凝灰岩上部とに二分できる．更に五百済凝灰岩上部は，下位より1～16の部分に細分することができる．五百済凝灰岩上部10～16は，五百済凝灰岩の分布地域のうち南部地域でしか分布していない．五百済凝灰岩上部16は，層厚10mで，五百済凝灰岩上部10～15からもたらされた軽石凝灰岩ブロック，シルト礫などを豊富に含む海底地すべり堆積物である．これらのことから，五百済凝灰岩分布地域のうち北部地域は大陸棚斜面，南部地域はその斜面の裾野に広がる前弧海盆であったと考えられる．

1990年3月26日受理
* 掛川市立東山口小学校　Higashi-Yamaguchi Elementary School, Kakegawa, 436
** 静岡大学教育学部地学教室　Institute of Geosciences, Faculty of Education, Shizuoka University, Shizuoka 422

1. はじめに

静岡県掛川市，菊川町一帯には，砂岩・泥岩のリズミカルな互層を中心とする鮮新－初期更新統の掛川層群が広く分布している(図1)．掛川層群の分布する掛川地域では，槇山(1925，1928)，千谷(1926)，MAKIYAMA (1931) の先進的な研究に続き，槇山・坂本(1957)，斎藤(1960)，TSUCHI (1961), UJIIÉ (1962), 槇山(1963) などの精力的な研究が行われた結果，掛川層群の基本的な層序が明らかになり，当地域は，倉真・西郷・相良層群とともに，日本の新第三系の模式地となった．その後1970～80年代にかけて，更により活発な研究が行われている．それらは古生物学的資料から，より詳しい層序の確立に努めたもの(加藤，1973；IBARAKI and TSUCHI, 1974, 1976；茨木，1986：IBARAKI, 1986) と，堆積環境を明らかにしたもの (CHINZEI and AOSHIMA, 1976；AOSHIMA, 1978) とに分けられる．また，掛川層群には，良く連続し，鍵層となる何枚かの凝灰岩が存在することは古くから知られている．しかし，これらの凝灰岩については，その存在のみが記載され，詳しい記載については，わずかに UJIIÉ (1962) がふれているだけである．

一方，最近になって，牧野を中心として堆積相解析の手法を取り入れた掛川層群の堆積環境推定の研究が行われだした(牧野他，1979；牧野・椎名，1983；MAKINO, and SEKI, 1984；牧野，1985)．

筆者らは，牧野らが行った堆積相解析を凝灰岩分布地域を中心として行うことにした．それは，凝灰岩自体の岩相を詳細に記載することにより，それらの対比をより確実に行うことができるからである．また，同時間面である凝灰岩の堆積相を解析することにより，掛川層群分布地域内での堆積環境の水平的変化を明らかにでき，複数の凝灰岩を扱うことで，垂直的変化も明らかにできるからである．

この研究を行っていくうちに，古くから知られていた五百済凝灰岩は，従来考えられていた以上の層厚を有することがわかり，しかも五百済凝灰岩の主要部だけでも16に分割できるほど多種多様な岩相からなることがわかった．また，五百済凝灰岩堆積時に大規模な海底地すべりが発生し，上位層がより深い堆積場に運ばれ，海底地すべり堆積物として厚く再堆積していることが認められた．ここではこれらについて報告するとともに，五百済凝灰岩堆積時の堆積環境についても述べる．なお，五百済凝灰岩以外の西平尾凝灰岩，細谷凝灰岩，赤根凝灰岩についても調査を行ったが，これらについては別の機会に報告することにする．

本研究を行うにあたって，茨城大学教育学部の牧野泰彦助教授には数多くの貴重な御助言をいただいた．静岡大学教育学部の大塚謙一助教授には有益な議論をしていただいた．静岡大学教育学部岩橋　徹教授，理学部増田俊明助教授には論文の査読をお願いした．また，論文を作成するにあたっては，茨城大学大学院研究生廣木義久氏に図表作成をお願いした．以上の方々に厚く感謝する．

2. 地質概説

掛川層群の岩相は，掛川市中心部を境としてかなり異なっている(図1)．そのため，東部地域と西部地域では異なった地層名が使われている．

東部地域は，下位より砂泥有律互層を呈する堀之内層，泥層を主とする土方層，シルト質砂層を主とする曽我層の三層に大きく分けられる．いずれも整合関係にあるとされ，全体の層厚は約4400m と見積もられている．現在の駿河湾に似た，陸に近く急に深くなる海底に沈積した堆積物であると言われている(槇山，1975)．これらの地層中には，5枚の凝灰岩が認められていて，下位より白岩凝灰岩，五百済凝灰岩，西平尾凝灰岩，細谷凝灰岩，曽我凝灰岩と名付けられている．いずれも白色凝灰岩で，一部の地域を除き，連続性もよく，良好な鍵層となっている．

西部地域は，厚い砂層や，薄いレンズ状の砂層を挟む泥層を主とし，東部地域で見られる砂泥有律互層は見られない．下位より，礫層を主とする野部層，極細粒砂層～細粒砂層を主とし貝化石を多産する大日層，薄いレンズ状の砂層と泥層との互層を主とする宇刈層，細粒砂層～中粒砂層を主とする油山層，礫層を挟み中粒砂層～粗粒砂層を主とする曽我層に分けられている．全て整合関係で重なり，全体の層

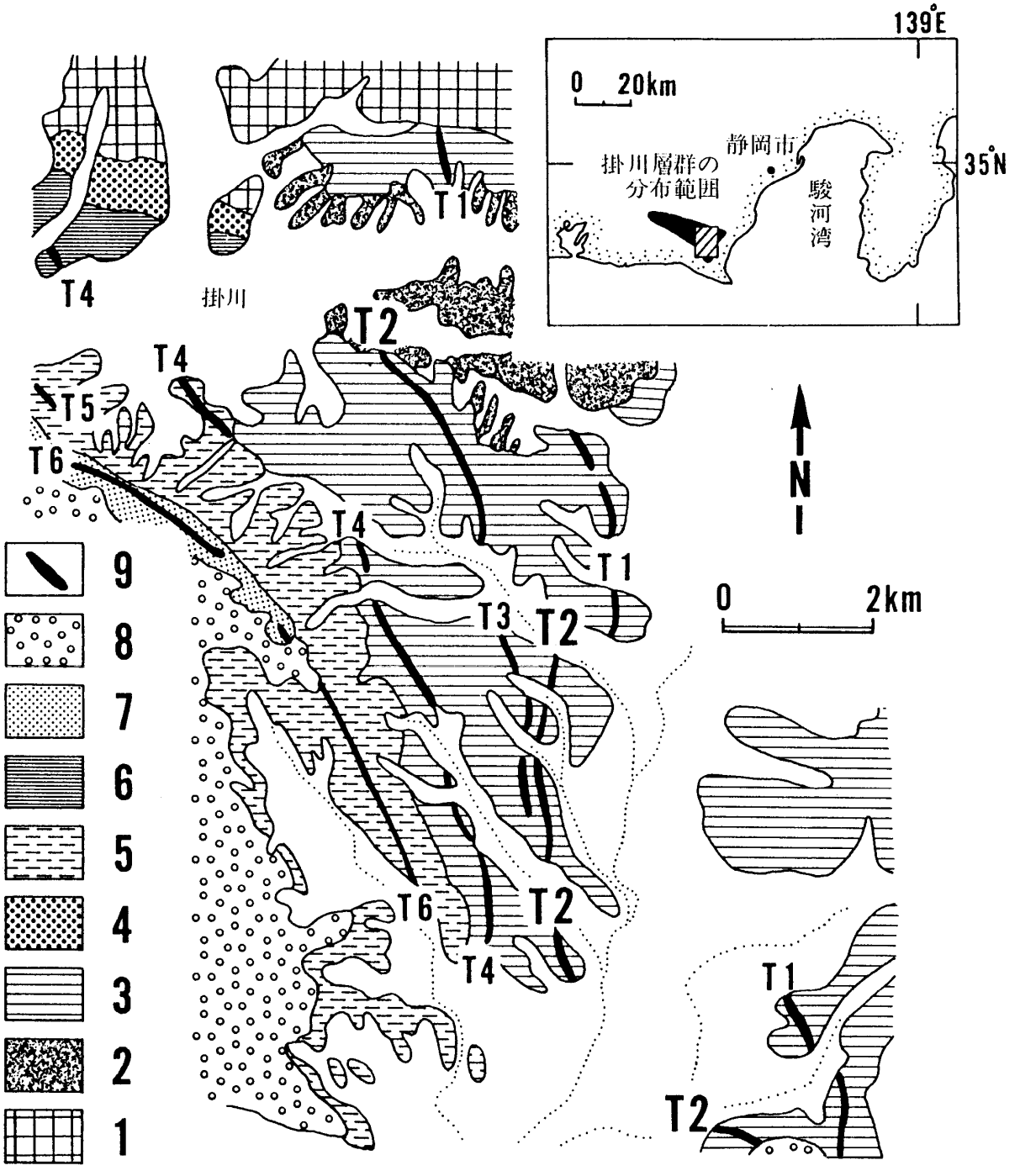


図1　地質図(槇山，1963を基にコンパイルした).
1．基盤岩(倉真層群・西郷層群)　2．満水層(相良層群)　3．堀之内層　4．大日層
5．土方層　6．宇刈層　7．曽我層　8．小笠層群　9．凝灰岩
T1．白岩凝灰岩　T2．五百済凝灰岩　T3．西平尾凝灰岩　T4．細谷凝灰岩
T5．赤根凝灰岩　T6．曽我凝灰岩

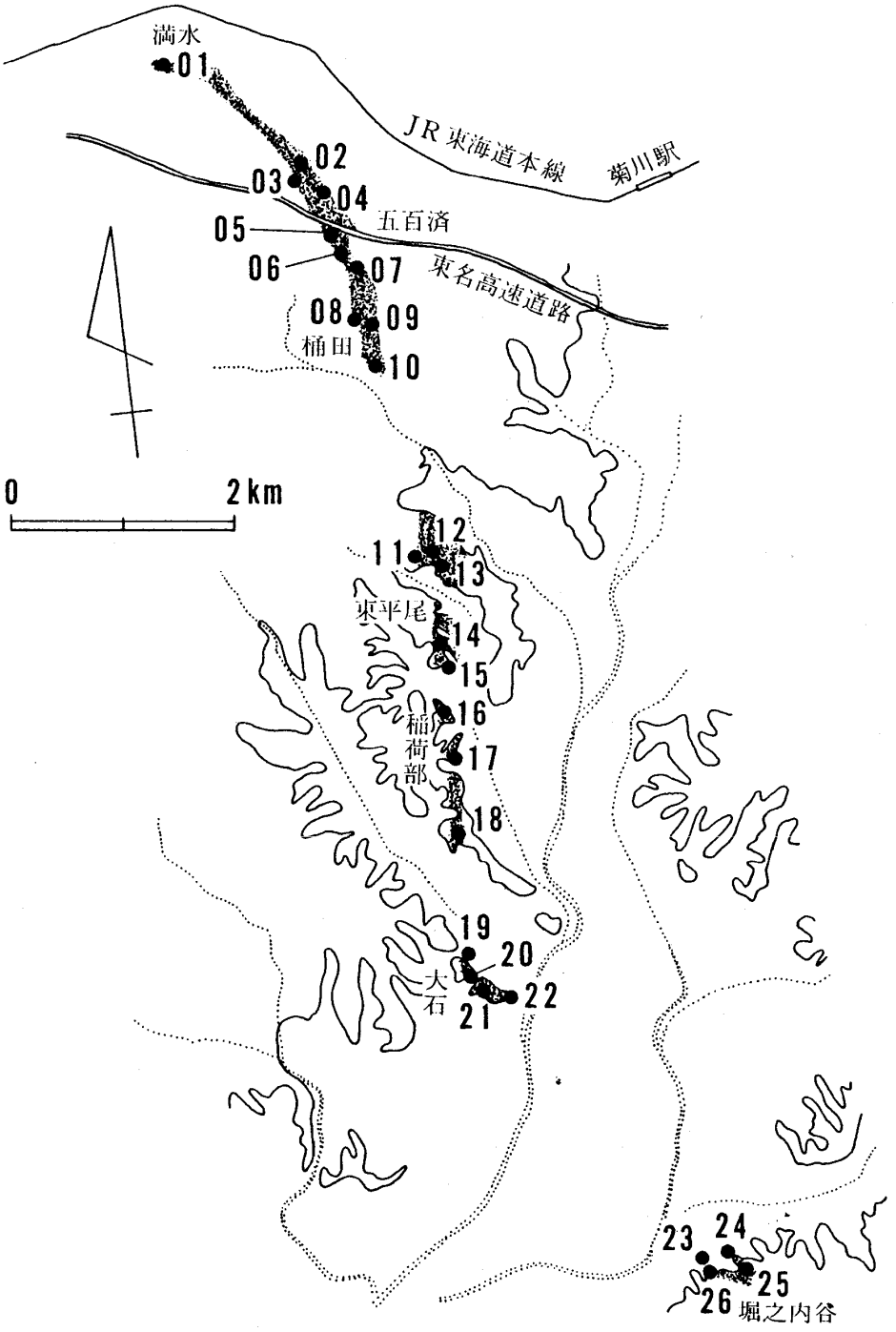


図2　五百済凝灰岩の分布及び露頭位置図．数字は露頭番号である．

厚は，約900mと見積もられていて，東部地域と比べると非常に薄い．これらは，「浅海なる棚上に積成したもの」(槇山，1975)であり，東部地域とは堆積環境が異なっている．なお，西部地域にも3枚の凝灰岩，すなわち，下位より細谷凝灰岩，赤根凝灰岩，曽我凝灰岩が挾在する．

3．調　査　方　法

筆者らは，調査地域内(図2)の，五百済凝灰岩が観察できる全ての露頭26カ所で，五百済凝灰岩と，五百済凝灰岩を挾む上・下の地層を対象に，以下の項目に注目して，詳細な露頭観察を行った．

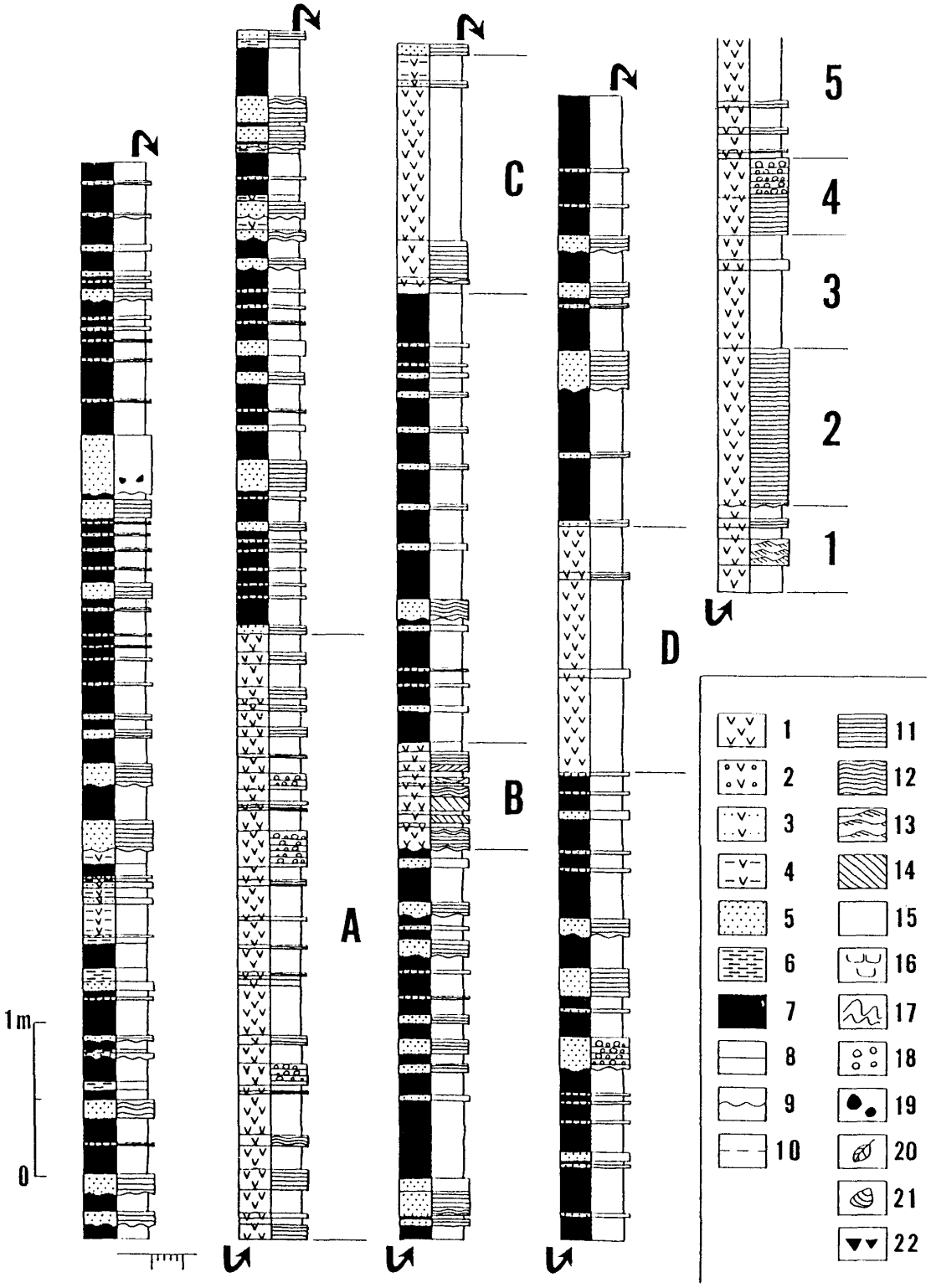


図3　Loc. 17での柱状図.

1．凝灰岩　2．軽石凝灰岩　3．凝灰質砂岩　4．凝灰質シルト岩　5．砂岩　6．砂質シルト岩　7．シルト岩　8．明瞭　9．侵食　10．漸移　11．平行葉理　12．波状葉理　13．カレントリップル　14．斜交葉理　15．塊状　16．皿状構造　17．コンボリュート構造　18．軽石　19．シルト礫　20．植物片(木片)　21．貝化石　22．褐鉄鉱塊

柱状図中のA～D，1～5については本文参照.

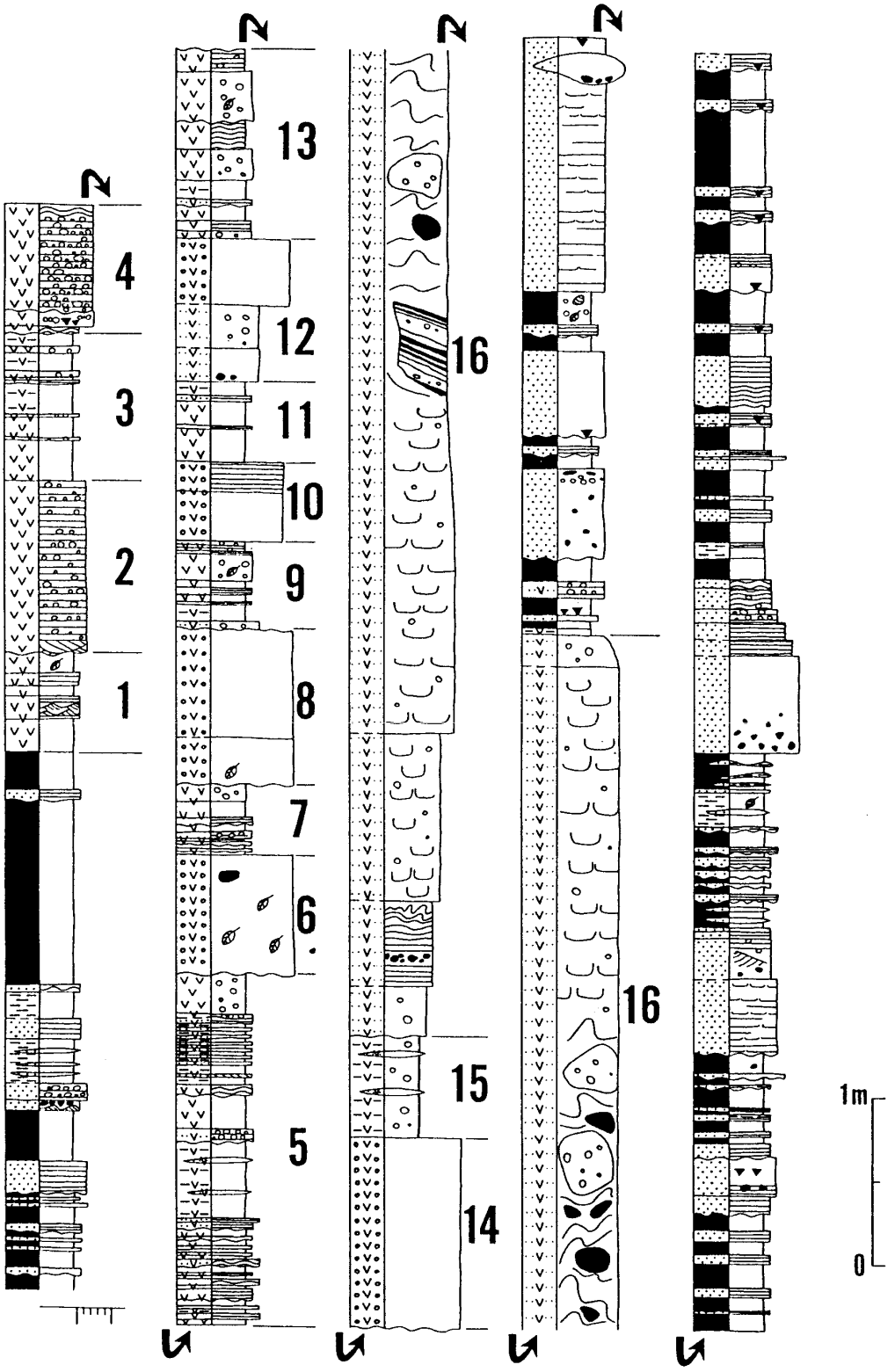


図4　Loc. 16での柱状図．凡例は図3と同じ．また柱状図中の1～16については本文参照．

(1) 岩相——凝灰岩・軽石凝灰岩・凝灰質砂岩・凝灰質シルト岩・砂岩・砂質シルト岩・シルト岩
(2) 粒径——極細粒砂・細粒砂・中粒砂・粗粒砂・極粗粒砂
(3) 単層の下底面状態——明瞭・侵食・漸移
(4) 堆積構造——平行葉理・波状葉理・カレントリップル・斜交葉理・塊状・血状構造・コンボリュート構造・フレーム構造
(5) 含有物——軽石・シルト礫・植物片・木片・貝化石・褐鉄鉱塊
(6) 色調
(7) 層厚

また，五百済凝灰岩の詳細な岩相を記載し凝灰岩の対比を確実に行うこと，及び詳細な堆積環境の変化を推定するため，露頭観察にあたっては，20分の1スケールの柱状図を作成しながら行った．柱状図は全ての露頭で作成したが，その一例は，図3，図4に示す．

4．五百済凝灰岩とそれを含む地層

五百済凝灰岩は，掛川市満水南西部(Loc. 01～03)・五百済(Loc. 04～08)・桶田(Loc. 09～10)，菊川町東平尾(Loc. 11～15)・稲荷部(Loc. 16～18)，小笠町大石(Loc. 19～22)・堀之内谷(Loc. 23～26)に分布し(図2)，走向はN10～20W，西に10～20度前後傾斜している．

従来，五百済凝灰岩は，時間層序面として非常に重要視されてはいたものの，五百済凝灰岩の岩相・層厚の詳細な記載は，UJIIÉ (1962) を除けば皆無である．しかし，堆積構造・含有物などの記載は，UJIIÉ (1962) でもほとんど行われていない．

筆者らの詳細な調査の結果，五百済凝灰岩は，極細粒～細粒砂岩・シルト岩互層の中に厚さ0.5－4mの凝灰岩を4枚も挾在する五百済凝灰岩下部と，その上位の極細粒砂径凝灰岩・シルト径凝灰岩・軽石凝灰岩を主とし，時に凝灰質シルト岩，凝灰質極細粒砂岩などを挾み，層厚23mにも達する五百済凝灰岩上部とに二分できることが明らかとなった．なお，五百済凝灰岩上部には，砂岩・泥岩互層を一般的には挾まないのが特徴である．

また，従来五百済凝灰岩の模式地は，その名の通り掛川市五百済付近とされてきた．しかし，今回の筆者らの調査では，従来の模式地である掛川市五百済付近では，五百済凝灰岩下部の一部が観察されただけである．五百済凝灰岩の全体が観察されるのは，五百済より約5km南の菊川町稲荷部での露頭Loc. 16, 17である．五百済凝灰岩下部はLoc. 17で，五百済凝灰岩上部はLoc. 16で最も良く発達している．そこで，筆者らは五百済凝灰岩下部の模式露頭をLoc. 17とし，五百済凝灰岩上部の模式露頭をLoc. 16として提唱し，各々の柱状図を図3，図4に示した．模式露頭の存在個所から言って，五百済凝灰岩は「稲荷部凝灰岩」と呼ぶ方がよいが，五百済凝灰岩という名は，長く慣れ親しまれてきた名称であり，また研究者の間で混乱するおそれがあるので，ここでは五百済凝灰岩という名を継承する．

以上のことから，今までの研究者のいう五百済凝灰岩は，筆者らの五百済凝灰岩下部の一部か，五百済凝灰岩上部の一部を観察して，それを五百済凝灰岩全体としていたと考えられる．

五百済凝灰岩下部の4枚の凝灰岩を，下位よりA, B, C, Dと名付ける．A, B, C, Dはいずれも極細粒砂径凝灰岩とシルト径凝灰岩の互層で，凝灰質砂岩や凝灰質シルト岩を挾むこともある．また，五百済凝灰岩上部は，下位より1～16の16の部分に細分することができる．1, 3, 5, 7, 9, 11, 13は極細粒砂径凝灰岩とシルト径凝灰岩との互層，15は凝灰質シルト岩である．それに対し，2, 4, 6, 8, 10, 12, 14は軽石凝灰岩，または軽石を豊富に含む凝灰岩である．最上位の16は軽石凝灰岩ブロックやシルト礫を豊富に含み，皿状構造が発達する凝灰質粗粒～極粗粒砂岩である．五百済凝灰岩下部A～D，五百済凝灰岩上部1～16の20枚の凝灰岩は，そのいずれもが非常に良く連続する(図5)．

ところで，五百済凝灰岩を挾む堀之内層は，極細粒砂～細粒砂岩・シルト岩互層でタービダイトと半遠洋性細粒堆積物と考えられている(牧野・椎名，1983)．更に，その堆積の場は前弧海盆の海底扇状地と推定されている(MAKINO and SEKI, 1984).

五百済凝灰岩直上，及び直下で筆者らが観察した堀之内層の特徴について以下に記す．砂岩は細粒砂

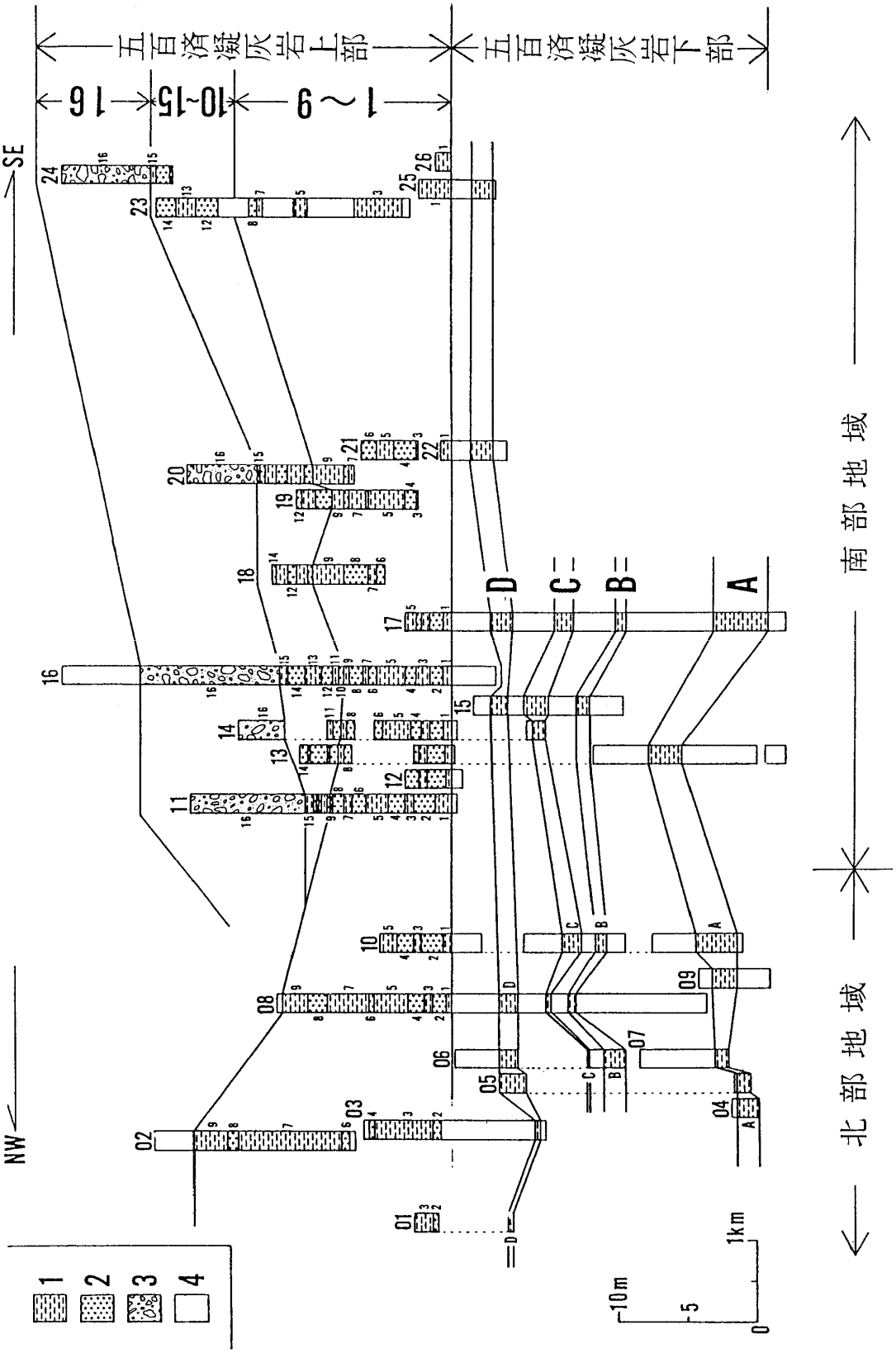


図5　各露頭柱状図.
1．極細粒砂径凝灰岩とシルト径凝灰岩の互層(15は凝灰質極細粒砂岩のレンズを挟む凝灰質シルト岩)
2．軽石凝灰岩または軽石を豊富に含む凝灰岩　3．凝灰質粗粒～極粗粒砂岩(乱堆積物)　4．砂岩シルト岩互層．柱状図の上の数字は露頭番号，柱状図の横の数字，英字は部層の番号(本文参照).

表1　五百済凝灰岩下部の各部層の岩相とその特徴.

番号	模式地での層厚	最大・最小層厚(露頭番号)	岩相	堆積構造	その他の特徴	露出露頭
			五百済凝灰岩上部			
			砂岩シルト岩互層			
D	158cm	196cm (05) 47cm (01)	極細粒砂径凝灰岩とシルト径凝灰岩との互層	極細粒砂径凝灰岩－平行葉理．シルト径凝灰岩－塊状	なし	Loc. 01, 03, 05, 06, 08, 15, 17, 22, 25
			砂岩シルト岩互層			
C	142cm	151cm (15) 50cm (08)	極細粒砂径凝灰岩，凝灰質極細粒砂岩とシルト径凝灰岩，凝灰質シルト岩との互層	極細粒砂径凝灰岩，凝灰質極細粒砂岩－平行葉理，波状葉理．シルト径凝灰岩，凝灰質シルト岩－塊状	なし	Loc. 06, 08, 10, 14, 15, 17
			砂岩シルト岩互層			
B	76cm	156cm+ (06) 70cm (08)	極細粒砂径凝灰岩とシルト径凝灰岩との互層	極細粒砂径凝灰岩－斜交葉理，波状葉理，平行葉理．シルト径凝灰岩－塊状	なし	Loc. 06, 08, 10, 15, 17
			砂岩シルト互岩層			
A	405cm	405cm (17) 108cm (05)	極細粒砂径凝灰岩とシルト径凝灰岩との互層	極細粒砂径凝灰岩－平行葉理，波状葉理．シルト径凝灰岩－塊状	極細粒砂径凝灰岩－葉理にそってグラニュール径の軽石が並ぶ	Loc. 04, 05, 07, 09, 10, 13, 17
			堀之内砂岩シルト岩互層			

～極細粒砂よりなり，平行葉理が良く発達し，まれに波状葉理やコンボリュート構造を示す．平行葉理にそって，グラニュール径の軽石や炭質物が並んでいることがある．砂岩は下位のシルト岩を侵食していることが多く，基底にグラニュール～ペブルサイズのシルト礫を含むこともある．しばしば基底に厚さ1～5mmの褐鉄鉱が入っていることがある．シルト岩は塊状である．まれに木片や貝殻の破片を含んでいる．砂質シルト岩のこともあり，その時は下位の砂岩から漸移している．砂岩，シルト岩とも，大部分は層厚3～30cm程度である．これらの砂岩，シルト岩は，Bouma sequence (BOUMA, 1962) のD部(砂岩)とE部(シルト岩)に相当すると考えられ，牧野他(1979)の観察結果と良く一致する．

5．五百済凝灰岩下部・上部の記載

五百済凝灰岩の各部層の層厚・岩相・堆積構造・その他の特徴・各部層の見られる露頭をまとめて，表1，2に示す．

5－1．五百済凝灰岩下部

A．極細粒砂径凝灰岩とシルト径凝灰岩との互層．極細粒砂径凝灰岩では平行葉理が発達し，しばしば葉理にそってグラニュール径の軽石が並んでいる．波状葉理も観察できる．シルト径凝灰岩は塊状であるが，Loc. 10ではコンボリュート構造が観察できる．

B．岩相はAと同じ．極細粒砂径凝灰岩では平行葉理が発達する．Loc. 17では，斜交葉理と波状葉理

表 2　五百済凝灰岩上部の各部層の岩相とその特徴.

番号	模式地での層厚	最大・最小層厚(露頭番号)	岩相	堆積構造	その他の特徴	露出露頭
16	10m	14m+ (24)	凝灰質粗粒～極粗粒砂岩	皿状構造，コンボリュート構造	軽石凝灰岩ブロック，グラニュール～コブルサイズのシルト礫を豊富に含む．極細粒砂径凝灰岩，凝灰質極細粒砂岩とシルト径凝灰岩，凝灰質シルト岩の互層ブロックを含む．	Loc. 11, 14, 16, 20, 24
15	60cm	60cm (11, 16) 24cm (20)	凝灰質シルト岩	塊状	層厚1～2cmのレンズ状を呈する凝灰質極細粒砂岩を2枚挟む．	Loc. 11, 16, 20, 24
14	115cm	165cm (23) 16cm (11)	軽石凝灰岩 (径1～10mmの軽石)	なし	なし	Loc. 11, 13, 16, 18, 20, 23, 24
13	115cm	145cm (23) 17cm (13)	極細粒砂径凝灰岩，凝灰質極細粒砂岩とシルト径凝灰岩，凝灰質シルト岩との互層	凝灰質極細粒砂岩－平行葉理．シルト径凝灰岩－波状葉理．極細粒砂径凝灰岩，凝灰質シルト岩－塊状．	極細粒砂径凝灰岩は軽石（径1～5mm）を豊富に含む，木片も含む．	Loc. 11, 13, 16, 18, 20, 23, 24
12	85cm	160cm (23) 24cm (11)	下位より上位へ凝灰質極細粒砂岩から軽石凝灰岩(5～20mmの軽石)へ漸移	凝灰質極細粒砂岩－塊状．軽石凝灰岩－なし	基底部にシルトペブルを含む．凝灰質極細粒砂岩は径5～10mmの軽石が散在する．	Loc. 11, 13, 16, 18, 19, 20, 23
11	50cm	114cm (20) 19cm (13)	極細粒砂径凝灰岩，凝灰質極細粒砂岩とシルト径凝灰岩，凝灰質シルト岩との互層．	極細粒砂径凝灰岩，凝灰質極細粒砂岩－平行葉理シルト径凝灰岩，凝灰質シルト岩－塊状．Loc. 18にフレーム構造，コンボリュート構造．	なし	Loc. 11, 13, 14, 16, 18, 19, 20
10	48cm	143cm (19) 16cm (11)	軽石凝灰岩 (径1～5mmの軽石)	上位18cmに平行葉理	なし	Loc. 11, 13, 14, 16, 18, 19, 20
9	50cm	268cm (02) 20cm (11)	極細粒砂径凝灰岩，凝灰質極細粒砂岩とシルト径凝灰岩，凝灰質シルト岩との互層．	極細粒砂径凝灰岩－平行葉理．凝灰質極細粒砂岩，シルト径凝灰岩，凝灰質シルト岩－塊状．	径1～10mmの軽石が散在，木片を含む．	Loc. 02, 08, 11, 13, 14, 16, 18, 19, 20
8	95cm	180cm (18) 35cm (20)	軽石凝灰岩 (径5～40mmの軽石)	Loc. 08, 19, 23 では平行葉理を呈する．	基底部に木片を含む．	Loc. 02, 08, 11, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 23
7	37cm	740cm (02) 37cm (16)	極細粒砂径凝灰岩とシルト径凝灰岩との互層．	極細粒砂径凝灰岩－平行葉理．シルト径凝灰岩－塊状．	最上位のシルト径凝灰岩は径5～20mmの軽石を豊富に含む．	Loc. 02, 08, 11, 16, 18, 19, 20, 23
6	70cm	110cm (11) 18cm (19)	軽石凝灰岩 (径5～20mmの軽石)	なし	木片を豊富に含む．最上位6～16cmにシルト礫を含む．	Loc. 02, 08, 11, 14, 16, 18, 19, 21
5	202cm	251cm (19) 99cm (23)	極細粒砂径～細粒砂径凝灰岩，凝灰質極細粒～細粒砂岩とシルト径凝灰岩，凝灰質シルト岩との互層．	極細粒砂径～細粒砂径凝灰岩，凝灰質極細粒～細粒砂岩－平行葉理，波状葉理，斜交葉理．シルト径凝灰岩，凝灰質シルト岩－塊状．	凝灰質極細粒砂岩－グラニュール径の軽石が平行葉理にそって並ぶ．シルト径凝灰岩－グラニュール径の塊を含む．	Loc. 08, 10, 11, 14, 16, 17, 19, 21, 23
4	74cm	162cm (21) 50cm (07, 17)	中粒砂径凝灰岩	平行葉理	葉理にそって径10～20mmの軽石が並ぶ．基底部に10cm×3cmの褐鉄鉱の塊を含む．	Loc. 03, 08, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 21
3	91cm	420cm (03) 56cm (12)	極細粒砂径凝灰岩とシルト径凝灰岩，凝灰質シルト岩との互層．	極細粒砂径凝灰岩－平行葉理．シルト径凝灰岩，凝灰質シルト岩－塊状．	グラニュール径の軽石が散在．炭質物(黒粒)を含む．	Loc. 01, 03, 08, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 21, 23
2	100cm	157cm (10) 70cm (03)	細粒砂径凝灰岩	平行葉理(ゴマシオ)基底部に斜交葉理	部分的に径5mmの軽石が葉理にそって並ぶ．炭質物(黒粒)を含む．	Loc. 01, 03, 08, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17
1	60cm	240cm+ (25) 37cm (08)	極細粒砂径凝灰岩とシルト径凝灰岩との互層．	極細粒砂径凝灰岩－カレントリップル，平行葉理．シルト径凝灰岩－塊状．	シルト径凝灰岩は植物片を含む．	Loc. 08, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 22, 25, 26

も発達している．Loc. 06 ではグラニュール径の軽石を含む．シルト径凝灰岩は塊状である．

C．岩相は A と同じ．極細粒砂径凝灰岩では，平行葉理と波状葉理が発達している．シルト径凝灰岩は塊状であるが，Loc. 14 ではコンボリュート構造が観察できる．平行葉理を呈する凝灰質極細粒砂岩，塊状の凝灰質シルト岩を挟むことがある．

D．岩相は A と同じ．極細粒砂径凝灰岩では平行葉理が発達し，Loc. 01, Loc. 05 では葉理にそってグラニュール径の軽石が並んでいる．Loc. 06 では植物片を含み，Loc. 01 ではコンボリュート構造を示す．シルト径凝灰岩は塊状であるが，Loc. 25 でコンボリュート構造，Loc. 03 でグラニュール径の軽石を含む．

5－2．五百済凝灰岩上部

1．極細粒砂径凝灰岩とシルト径凝灰岩との互層である．極細粒砂径凝灰岩ではカレントリップル(図版Ⅰ・1)やクライミングリップル(図版Ⅰ・2)，斜交葉理，平行葉理が発達している．カレントリップルは波長10～15cm，波高 1 ～ 2 cm 程度のものが一般的であるが，最大，波長 25cm，波高 7 cm のものもある(図版II・1)．カレントリップルは，3，8 でも観察できるが，1 で観察できるものほどは発達していない．従って，カレントリップルの存在は，野外で 1 を識別することを容易にしている．Loc.25 では，層厚 39cm の極細粒砂径凝灰岩の中に見られる堆積構造が下位から上位へ平行葉理，カレントリップル，波状葉理，カレントリップルへと変化しているのが観察できる．シルト径凝灰岩は，コンボリュート構造を示す (Loc. 08) 他は塊状である．平行葉理を呈する凝灰質極細粒砂岩，塊状の凝灰質シルト岩を挟むこともある．

2．平行葉理が発達する細粒砂径凝灰岩で，炭質物の黒い粒を含んでいて，その外観は，まるでゴマシオをかけたようである．基底部に，斜交葉理が観察できる．平行葉理にそって径 5 mm の軽石が並んでいる．

3．岩相は，1 と似ており，極細粒砂径凝灰岩とシルト径凝灰岩または凝灰質シルト岩との互層である．極細粒砂径凝灰岩では平行葉理が良く発達しているが，カレントリップル (Loc. 01, 23) やコンボリュート構造 (Loc. 01) を観察することもできる．また，グラニュール径の軽石が散在したり，炭質物の黒い粒を含む．層厚 2 cm のレンズを呈することもある (Loc. 14)．シルト径凝灰岩や凝灰質シルト岩は平行葉理 (Loc. 08)，波状葉理 (Loc. 12) を示す他は塊状である．平行葉理を呈する凝灰質極細粒砂岩，層厚 1 ～ 3 cm のレンズを呈する極細粒砂岩を挟むこともある．

4．平行葉理の発達する中粒砂径凝灰岩，葉理にそって径 10～20mm の軽石が並んでいるので，縞模様にそって無数の斑点が並んでいるようである．しかし，層厚 5 cm のシルト径凝灰岩を 2 枚挟んでいたり (Loc. 19)，径 1 ～10mm の軽石よりなる軽石凝灰岩を呈したり (Loc. 03, 21)，平行葉理を示す凝灰質細粒砂岩 (Loc. 10, 13) のこともある．Loc. 16 では基底に 10cm × 3cm の褐鉄鉱の塊を含んでいる．

5．岩相は，3 と非常に良く似ており，極細粒～細粒砂径凝灰岩または凝灰質極細粒～細粒砂岩とシルト径凝灰岩または凝灰質シルト岩との互層である．極細粒～細粒砂径凝灰岩，凝灰質極細粒～細粒砂岩は平行葉理を示し，グラニュール径の軽石が葉理にそって並ぶ．シルト径凝灰岩，凝灰質シルト岩は塊状を呈し，シルト径凝灰岩にはグラニュール径の軽石が散在している場合が多い．塊状の極細粒砂岩，シルト岩を挟むこともある．

6．径 5 ～20mm の軽石よりなる軽石凝灰岩で，大小様々でカラフルな斑点模様が地層中にちりばめられている印象を受ける．Loc. 16 では木片を豊富に含み，礫も含む．Loc. 02 では，層厚 2 cm の凝灰質シルト岩を 1 枚挟み，最上部 9 cm で平行葉理を示す．

7．岩相は，1 と非常に良く似ており，極細粒砂径凝灰岩とシルト径凝灰岩との互層である．極細粒砂径凝灰岩は，平行葉理を示し，葉理にそってグラニュール径の軽石が並んでいることもある．Loc. 19 では波状葉理を示す．シルト径凝灰岩は塊状であるが，Loc. 16 では径 5 ～20mm の軽石を豊富に含んでいる．平行葉理を示す凝灰質極細粒砂岩，塊状のシルト岩を挟むこともある．

8．岩相は，6と非常に良く似ており，径5～40mmの軽石よりなる軽石凝灰岩である．Loc. 16では基底部に木片を含む．Loc. 08, 19, 23では平行葉理が発達する．Loc. 08では基底部にペブルサイズのシルト礫を含んでいる．Loc. 23は極細粒砂径凝灰岩で斜交葉理や波長6～12cm，波高1～2 cmのカレントリップルが発達している．

9．岩相は，5と非常に良く似ており，極細粒砂径凝灰岩または凝灰質極細粒砂岩と，シルト径凝灰岩または凝灰質シルト岩との互層である．径1～10mmの軽石が散在し，木片も含む．極細粒砂径凝灰岩は平行葉理を示す．凝灰質極細粒砂岩，シルト径凝灰岩，凝灰質シルト岩は塊状である．軽石凝灰岩，塊状のシルト岩を挟むこともある．

10．岩相は，6と非常によく似ており，径1～5mmの軽石よりなる軽石凝灰岩である．Loc. 16, 19では最上部に平行葉理が発達している．

11．岩相は，9と非常に良く似ており，極細粒砂径凝灰岩または凝灰質極細粒砂岩と，シルト径凝灰岩または凝灰質シルト岩との互層である．極細粒砂径凝灰岩，凝灰質極細粒砂岩は平行葉理を示すことが多い．シルト径凝灰岩，凝灰質シルト岩は塊状である．Loc. 18ではコンボリュート構造(図版II・2)，フレーム構造(図版III・1)が観察できる．フレーム構造は上位の極細粒砂径凝灰岩の堆積時に，下位の凝灰質シルト岩が絞り出されながら流れの方向に曲げられて形成されたものである．古流向は，北⇨南を示す．塊状のシルト岩を挟むこともある．

12．岩相は，6と非常に良く似ており，径5～20mmの軽石よりなる軽石凝灰岩である．Loc. 16では下位から上位へ，基底部にシルトのペブル礫を含み径5～10mmの軽石が散在する凝灰質極細粒砂岩から軽石凝灰岩へと漸移している．

13．岩相は，9と非常に良く似ており，極細粒砂径凝灰岩または凝灰質極細粒砂岩と，シルト径凝灰岩または凝灰質シルト岩との互層である．凝灰質極細粒砂岩は平行葉理を示し，シルト径凝灰岩は波状葉理を示す．極細粒砂径凝灰岩は径1～5 mmの軽石を豊富に含み，木片も含む．凝灰質シルト岩は塊状である．塊状の砂質シルト岩やシルト岩を挟むこともある．

14．岩相は，6と非常に良く似ており，径1～10mmの軽石よりなる軽石凝灰岩である．しかし，グラニュール径の軽石が散在する極細粒砂径凝灰岩(Loc. 13)や平行葉理を呈し，葉理にそってグラニュール径の軽石が並ぶ極細粒砂径凝灰岩(Loc. 24)のこともある．

15．塊状の凝灰質シルト岩で，その外観は，非常にひきしまった感じがする．層厚1～2 cmのレンズ状を呈し，塊状の凝灰質極細粒砂岩を2枚挟む．

16．基質は凝灰質粗粒～極粗粒砂岩で皿状構造(図版III・2)が発達し，コンボリュート構造も観察できる．しかも，軽石凝灰岩ブロック，シルト礫を多量に含み(図版IV・1)，一見して乱堆積物の印象を受ける．軽石凝灰岩のブロックの軽石は径5～10mmのものが多く，ブロックの大きさは，1 m×1 m程度が一般的であるが，最大2 m×3 m程度のものもある．基質との境界は不規則で乱れた形態を示し，流れたような構造(流理構造)を観察できることもある(図版IV・2)．シルト礫はグラニュールサイズのものからペブル～コブルサイズのものまで様々である．グラニュールサイズのものは，ところどころに密集しているが，ペブル～コブルサイズのものは散在している(図版IV・1)．また，極細粒砂径凝灰岩とシルト径凝灰岩との互層のブロック(図版IV・2)，曲げられた層厚10cmのシルト岩層なども含まれている．

6．五百済凝灰岩の地域的分布特徴と海底地すべり堆積物

五百済凝灰岩上部の分布には，次のような特徴がある．すなわち，五百済凝灰岩の分布地域のうち満水，五百済，桶田(Loc. 01～10；以下「北部地域」と呼ぶ)には1～9，あるいはその一部が分布していて10～16は確認できない．それに対して東平尾，稲荷部，大石，堀之内谷(Loc. 11～26；以下「南部地域」と呼ぶ)には1～16が全て見られる(図5)．

また，16は皿状構造やコンボリュート構造を示し，軽石凝灰岩ブロックやシルト礫，極細粒砂径凝灰岩とシルト径凝灰岩の互層のブロックを含む乱堆積物である．これらの観察事項から16は，桂(1980)の述

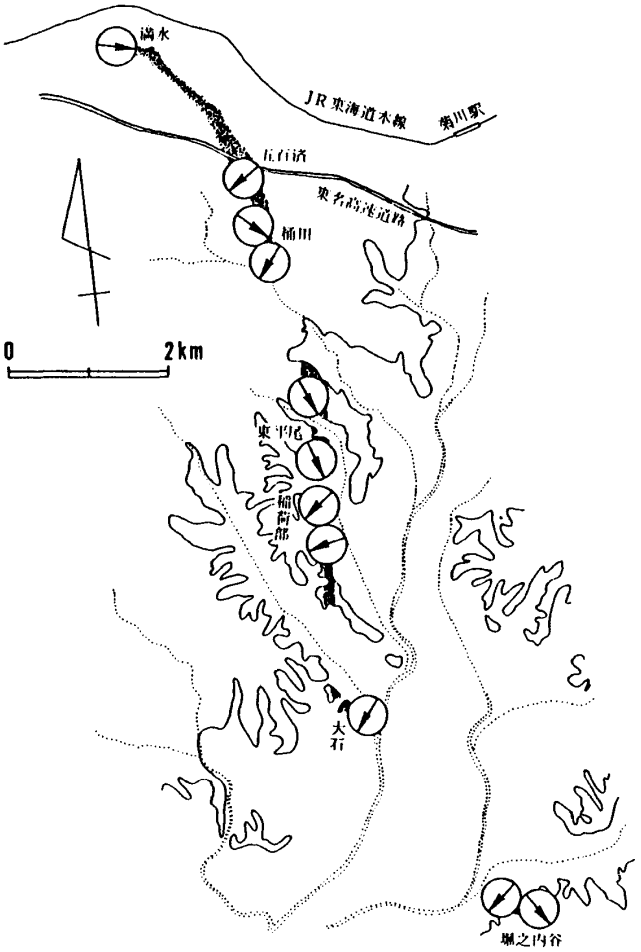


図6　カレントリップルから得た古流向．最北部のものを除き，北東→南西または北西→南東へ流れた．

べた岩錘～土石流型の海底地すべり堆積物と良く似ている．

以上のことから，16の乱堆積物は，北部地域に一時的に堆積したであろう10～15の部分が大規模な海底地すべりによって崩落し，南部地域に再堆積したものであると推定される．

五百済凝灰岩上部1でカレントリップルが良く発達していることは既に述べた．このカレントリップルのフォーセット葉理にそって炭質物が並び，古流向が容易に測定できる．その古流向は北東⇨南西または北西⇨南東を示す(図6)．また，五百済凝灰岩上部11のフレーム構造からは北⇨南の古流向が得られている．これらのことは，海底地すべりが北から南へすべったことを支持している．

16には皿状構造が非常によく発達している．これは，海底地すべり堆積物である凝灰質粗粒砂～極粗粒砂岩が急速に堆積したために，堆積物中にとりこまれた水分が堆積物の表面に排水される際に形成された堆積構造である．

このようなことと，前述した五百済凝灰岩を挟む堀之内層の堆積環境から，北部地域は大陸棚斜面，南部地域はその斜面の裾野に広がる堆積盆地(前弧海盆)であったと考えられる．

7．ま　と　め

(1)　五百済凝灰岩は最大層厚46mに達し，五百済凝灰岩下部と，五百済凝灰岩上部に二分できる．

(2)　五百済凝灰岩は，従来模式地とされていた掛川市五百済付近では，五百済凝灰岩下部の一部が発達しているだけである．五百済凝灰岩下部，五百済凝灰岩上部ともに菊川町稲荷部付近で非常に良く発達している．

(3)　五百済凝灰岩下部は極細粒砂～細粒砂岩・シルト岩互層の中に厚さ0.5～4mの良く連続する凝灰岩を4枚挟在する．これらの4枚の凝灰岩を下位よりA, B, C, Dと名付ける．いずれも極細粒砂径凝灰岩とシルト径凝灰岩の互層である．

(4)　五百済凝灰岩上部は，極細粒砂径凝灰岩，シルト径凝灰岩，軽石凝灰岩を主とし，時に凝灰質シルト岩，凝灰質極細粒砂岩を挟み，層厚は23mに達する．五百済凝灰岩上部は下位より1～16の16の部分に細分できる．1, 3, 5, 7, 9, 11, 13は，極細粒砂径凝灰岩とシルト径凝灰岩との互層，15は凝灰質シルト岩である．2, 4, 6, 8, 10, 12, 14は，軽石凝灰岩または軽石を豊富に含む凝灰岩である．最上位の16は皿状構造が発達し軽石凝灰岩ブロックやシルト礫を豊富に含む凝灰質粗粒砂～極粗粒砂岩の乱堆積物である．

(5)　五百済凝灰岩中に，従来記載されていなかった多くの堆積構造を発見した．それらは，カレントリップル，クライミングリップル，斜交葉理，平行葉理，コンボリュート構造，フレーム構造，皿状構造である．

(6)　五百済凝灰岩上部1～16には，次のような分布

の地域的特徴がある．すなわち，北部地域には1～9，あるいはその一部が分布していて10～16は確認できない．それに対して，南部地域には1～16が全て見られる．

(7) 五百済凝灰岩上部1～16の分布の地域的特徴，16の堆積物の産状から，16の乱堆積物は，北部地域に一時的に堆積したであろう10～15が大規模な海底地すべりによって崩落し，それらが16として南部地域に再堆積したものと推定される．カレントリップルから得られた古流向も海底地すべりが北⇨南へすべったことを支持している．

(8) 以上のことと，五百済凝灰岩を挟む堀之内層の堆積環境が前孤海盆の海底扇状地であることから，北部地域は大陸棚斜面，南部地域はその斜面の裾野に広がる堆積盆地(前弧海盆)であったと考えられる．

文　　献

AOSHIMA, M. (1978), Despositional environment of the Plio-Pleistocene Kakegawa Group, Japan. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo,* Sec. **2**, **19**, 401-441.

BOUMA, A. H. (1962), *Sedimentology of some flysch deposits.* 168p., Elsevier Publs., Amsterdam.

CHINZEI, K. and AOSHIMA, M. (1976). *Marine thermal structure of the Plio-Pleistocene warm water in Central Japan. Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo.* Sec. **2**, **19**, 179-203.

千谷好之助 (1926)，遠江国相良・掛川付近第三紀層について．地学雑，**38**，84-89.

IBARAKI, M. and TSUCHI, R. (1974), Planctonic foraminifera from the upper part of the Kakegawa Group and the Soga Group, Shizuoka Prefecture, *Japan. Rep. Fac. Sci., Shizuoka Univ.*, **9**, 115-130.

——— and ———, (1976), Planctonic foraminifera from the lower part of the Kakegawa Group, Shizuoka Prefecture, Japan. ibid., **11**, 161-178.

茨木雅子(1986)，掛川地域新第三系の浮遊性有孔虫化石生層序基準面とその岩相層序との関係．地質雑，**92**，119-134.

IBARAKI, M. (1986), Neogene planctonick foraminiferal biostratigraphy of the Kakegawa area on the Pacific coast of Central Japan. *Rep. Fac. Sci., Shizuoka Univ.*, **20**, 39-173.

加藤道雄(1973)，掛川層群の微化石層位学的研究．地質雑，**79**，263-276.

桂　雄三(1980)，三浦半島南部中新統中の海底地すべり堆積物．日本地質学会第87年学術大会講演要旨，180.

牧野泰彦・増田富士雄・桂　雄三(1979)，静岡県掛川地方の"沖合型"の砂泥互層．茨城大学教育学部紀要(自然科学)，**28**，53-72.

———・椎名しずえ(1983)，静岡県掛川地方の鮮新統・堀之内砂泥互層の堆積構造と有孔虫化石含有量．茨城大学教育学部紀要(自然科学)，**32**，23-31.

MAKINO, Y. SEKI, T. (1984), Sedimentary structure and foraminifers in some turbidite sequence of the Pliocene Horinouchi Formation, Kakegawa District, Central Japan. *Bull. Fac. Educ. Ibaraki Univ.*, **33**, 67-80.

牧野泰彦 (1985)，鮮新・更新統，掛川層群の細粒堆積物．日本地質学会「細粒砕屑性堆積物とその形成機構」討論会資料集『堆積学研究会誌』特集号，22-23, 95-99.

槇山次郎(1925)，遠州掛川付近第三紀層の層序．地球，**3**，569-576.

———(1928)，静岡県掛川町近傍の地質につきて(1)，(2)．地球，**9**，22-35, 100-118.

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　亨(1957)，5万分の1地質図幅「見付・掛塚」及び同説明書．50p.，地質調査所．

———(1963)，5万分の1地質図幅「掛川地方」及び同説明書．37p.，地質調査所．

———・森下　晶・糸魚川淳二 (1975)，日本地方地質誌・中部地方．451p.，朝倉書店．

斎藤常正 (1960)，静岡県島田・掛川付近の新第三系とその浮遊性有孔虫化石群集．東北大学地質古生物邦文報告，**51**，1-45.

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. *Japanese Jour. Geol. Geog.*, **32**, 437-456.

UJIIÉ, H. (1962), Geology of the Sagara-Kakegawa sedimentary basin in Central Japan. *Sci. Rep., Tokyo Kyoiku Daigaku,*Sec. C, **8**, 1-66.

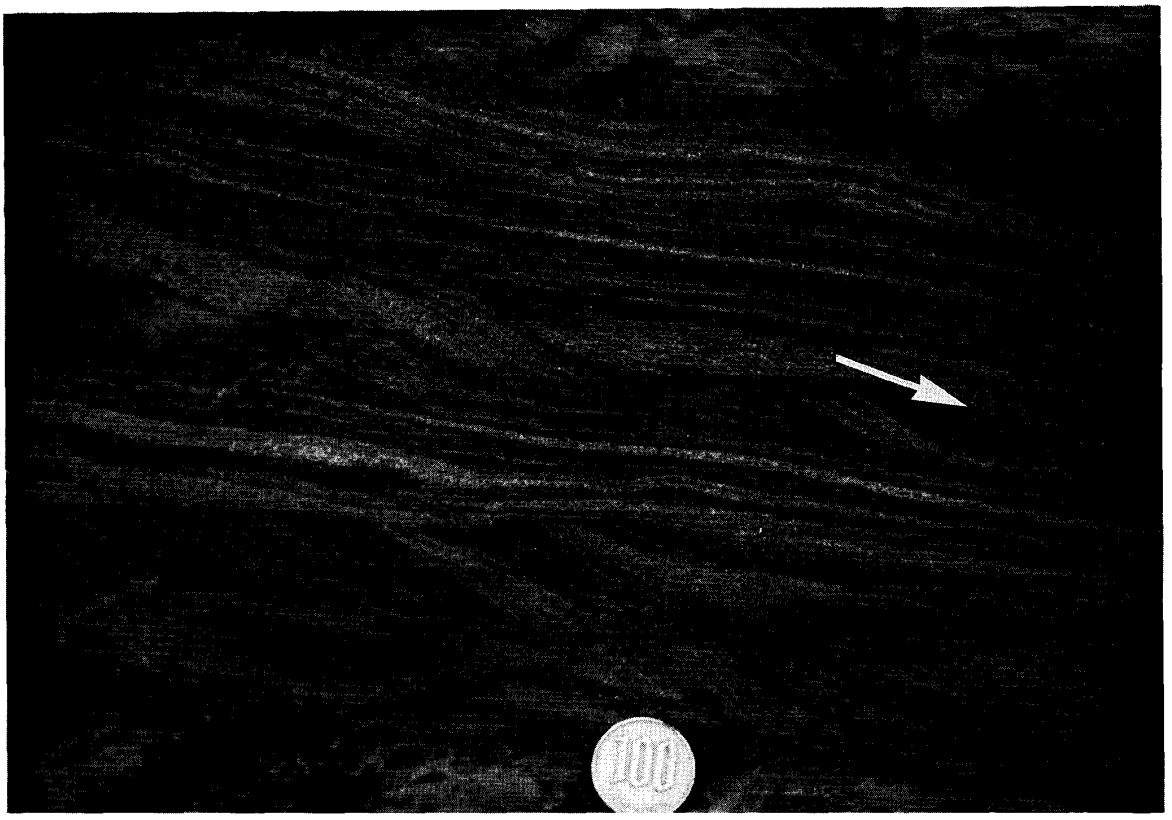
Plate　I～IV

図版 I

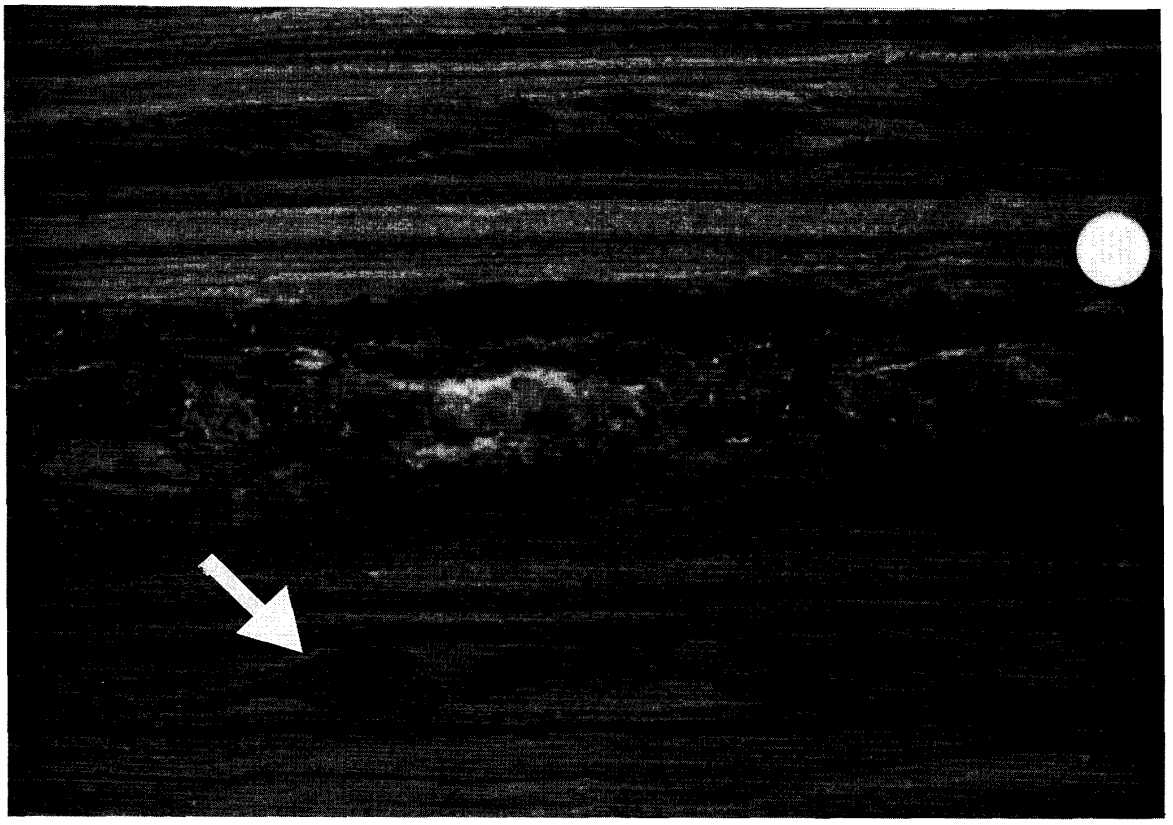
1：五百済凝灰岩上部1に発達しているカレントリップル．古流向は矢印の方向．菊川町稲荷部 (Loc. 16).

2：五百済凝灰岩上部1に発達しているクライミングリップル(矢印の部分)．掛川市桶田 (Loc. 10).

1



2

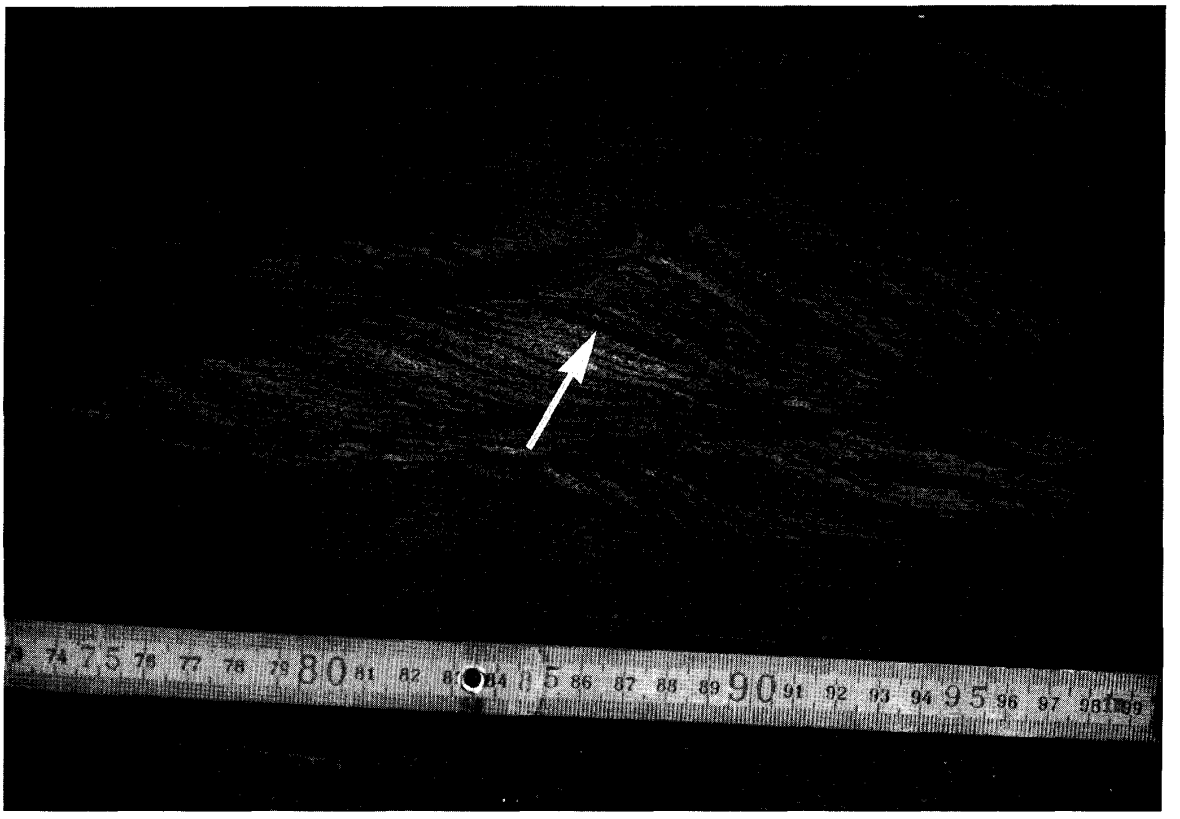


図版II

1：五百済凝灰岩上部1に発達しているカレントリップル．波長 25cm，波高 7cm，フォーセット葉理に炭質物(矢印の部分)が並んでいる．小笠町堀之内谷 (Loc. 25).

2：五百済凝灰岩上部11に発達しているコンボリュート構造．菊川町稲荷部 (Loc. 18).
スケールは 20cm.

1



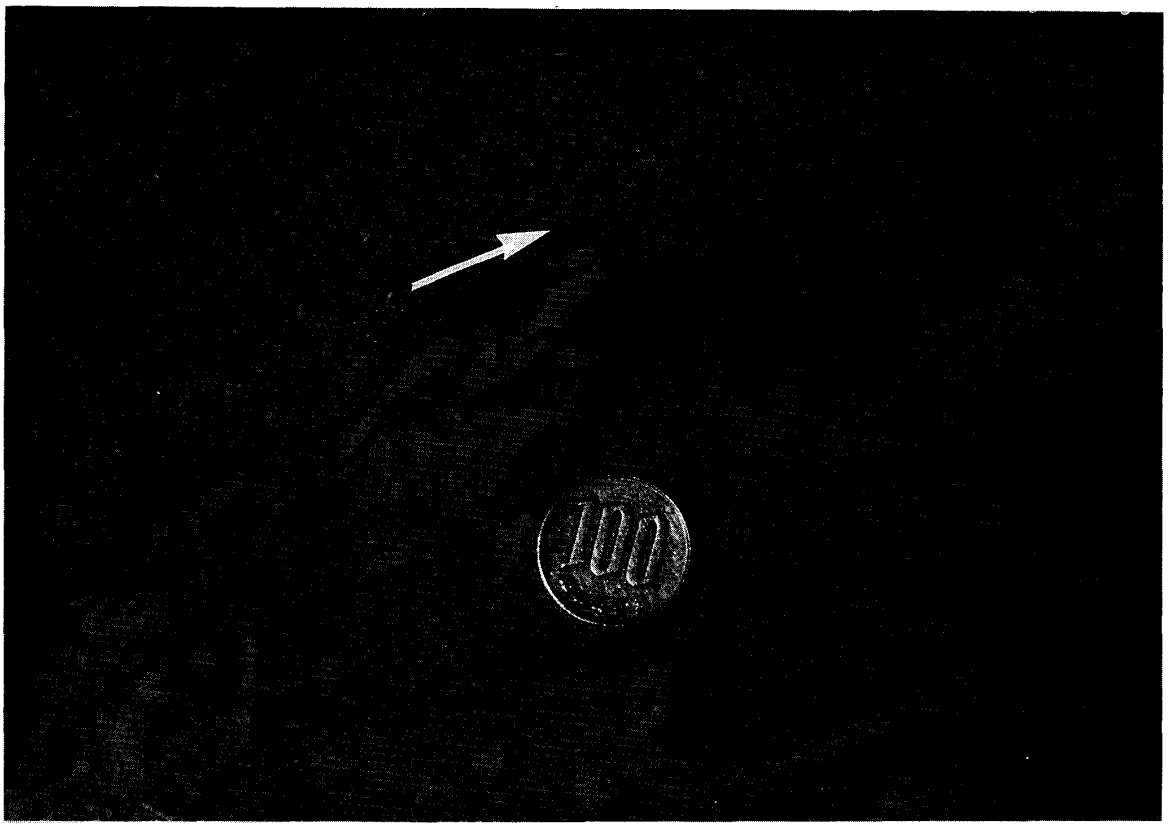
2

図版III

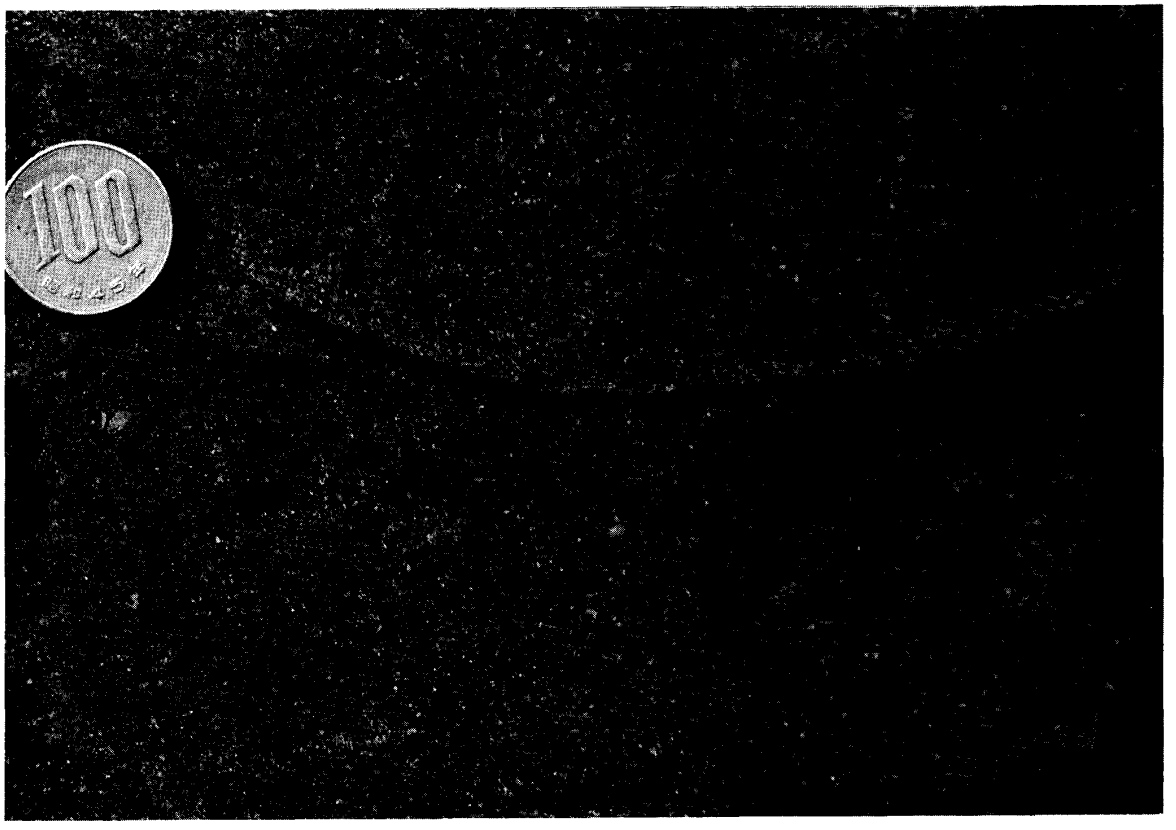
1：五百済凝灰岩上部11に発達しているフレーム構造．上位の極細粒砂径凝灰岩の堆積時に，下位の凝灰質シルト岩が絞り出されながら流れの方向に曲げられて形成された．矢印は古流向を示す．菊川町稲荷部 (Loc. 18).

2：五百済凝灰岩上部16に発達している皿状構造．菊川町稲荷部 (Loc. 16).

1



2

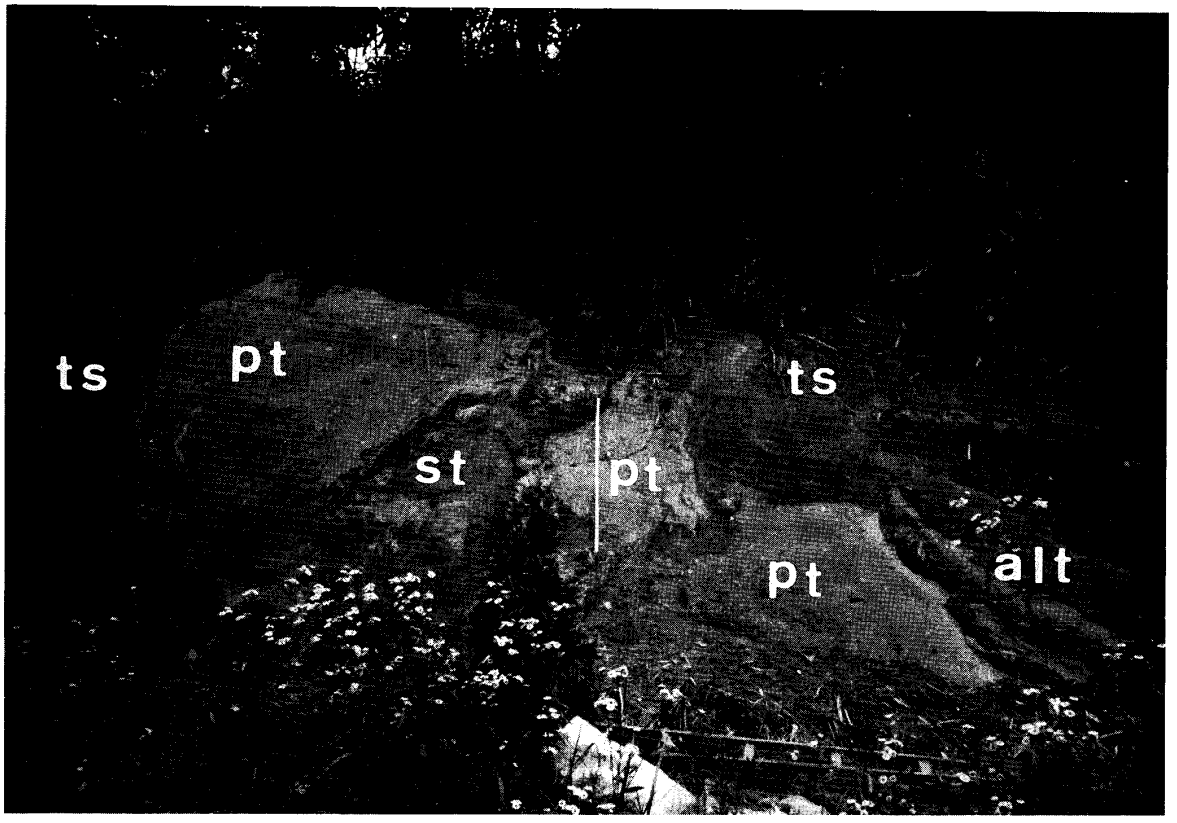
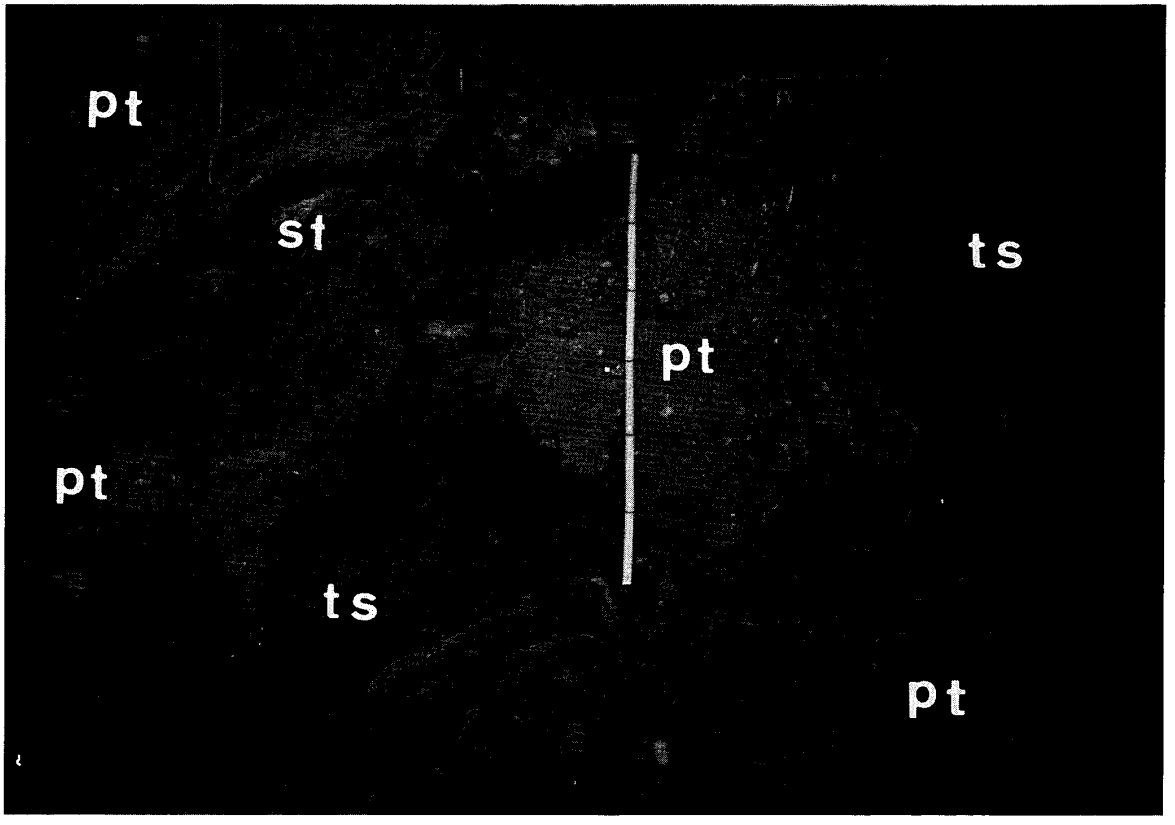


図版Ⅳ

1：五百済凝灰岩上部16．凝灰質粗粒～極粗粒砂岩 (ts) の中に軽石凝灰岩ブロック (pt), シルト礫 (st) が多量に含まれている．菊川町稲荷部 (Loc. 16). スケールは 1m.

2：五百済凝灰岩上部16．菊川町稲荷部 (Loc. 16). 図版Ⅳ－1 の拡大図．スケールは 1m.
ts：凝灰質粗粒～極粗粒砂岩　pt：軽石凝灰岩ブロック　alt：極細粒砂径凝灰岩とシルト径凝灰岩の互層のブロック　st：シルト礫

1



2