静岡県中部に分布する古第三系瀬戸川層群の古地理学的研究

杉 山 雄 —*・下 川 浩 —*

A paleogeographic study of the Paleogene Setogawa Group,
Shizuoka Prefecture, Central Japan

Yūichi SUGIYAMA* and Koichi SHIMOKAWA*

Abstract The Setogawa Group is a pile of sediments which accumulated in a small-scale geosyncline in the Outer Zone of Southwest Japan during the Paleogene time.

The depositional history of the Setogawa Group is divided into three stages. At the first Sakasagawa stage, clastic materials were transported by turbidity currents from the surrounding source area into the geosynclinal basin to form alternating beds of sandstone and shale. At the second Takisawa stage, with the decrease of supply of terrigenous clastics-materials into the depositional basin, shale and biochemical rocks such as chert and limestone accumulated. At this sedimentary stage also occurred the igneous activity represented by the effusion of alkali basalt followed by andesitic and acidic volcanism, and the intrusion of ultramafic and mafic rocks. At the third Tentokuji stage, the rejuvenated supply of terrigenous clastic materials from the surrounding source areas, especially from that to the west of the depositional basin, led to the sedimentation of sandstone, conglomerate and alternating beds of sandstone and shale.

During the later half of the Takisawa stage after the basic igneous activity, there was a narrow NE- to NNE-trending topographic high over 15 km long in the depositional basin. The high is clearly shown by the spatial distribution of biosparite in the uppermost part of the Takisawa Formation. The topographic high survived the following Tentokuji stage as a morphological rise or changing line of the inclination of basin floor. Some parts of the high were involved in erosion or gravity collapses to form submarine sliding deposits including allochthonous blocks, slump breccia and pebbly mudstone. The existence of relatively deep-sea area on the southeast of the above-mentioned high area is clearly indicated by the lithofacies change seen in the Takisawa and Tentokuji Formations. The transport-direction of clastic materials inferred from sedimentary structures observed in the Sakasagawa and Takisawa Formations and the composition of sandstones in the former formation suggest that the deep-sea area was separated from the open sea to the southeast by the N- to NNE-trending high area composed of clastic sediments of older age.

The andesitic and acidic volcanic activities during the later half of the Takisawa stage occurred along the two N- to NNE-trending areas where the Sasayama and Jūmai-yama Tectonic Lines were formed respectively afterwards. In addition, the emplacement of ultramafic rocks took place along the former area. These igneous and intrusive activities with N to NNE trend in the Paleogene time are considered to have been in close association with the formation of the Sasayama, Jūmai-yama and Itoigawa—Shizuoka Tectonic Lines.

The igneous and intrusive activities in the Paleogene are also considered to have had close relations with the igneous activities and the intrusion of ultramafic rocks in the early Miocene in the Ryūsōzan-Takakusayama and Kakegawa areas which are, at present, juxtaposed on the east and southwest side of the Setogawa Belt respectively.

1980 年 12 月 5 日受理

* 地質調査所環境地質部, Environmental Geology Department, Geological Survey of Japan, Yatabe-cho, Tsukuba-gun, Ibaraki, 305 Japan.

ま え が き

本論文の主題は、静岡県中部地域に分布している古第三系瀬戸川層群の古地理の復元とそこにおける堆積・火成活動史の解明にある。複雑に褶曲した地向斜堆積物の堆積環境および堆積史を明らかにするためには、層序・

地質構造の正確な解明はもとより、各層準における岩相や生物相の空間的变化や単層中に残された堆積時の環境を反映した組織・構造を十分に認識することが必要である。

瀬戸川層群は特定の層準にのみ発達している石灰質岩を除いて、全体に化石に乏しいため、生物相の変化・変

Fig. 1. Index map of the studied area.

Fig. 2. Geological map of the southern part of the Setogawa Terrain and the surrounding area.

1 : Mikura (Shimanto) Group, 2—9 : Setogawa Group, 2 : Sakasagawa Formation, 3 : Takisawa Formation, 4 : basalt lava, 5 : block of mafic rocks, 6 : block of ultramafic rocks, 7 : andesite and andesitic tuff breccia, 8 : postdepositional intrusive rocks (dolerite, gabbro and picrite), 9 : Tentokuji Formation, 10 : Ōka Formation, 11 : Ooigawa Group, 12 : Mikasa Group, 13 : Takakusayama Group, 14 : Fujikawa Group, 15 : Makinohara Gravel Bed.

遷によって同層群全体の古地理やその変遷を解明することは困難である。しかしながら、本層群の中部(滝沢累層)には、広い地域の対比や岩相変化の追跡に有効な二つの玄武岩溶岩層が存在する。また、これらの玄武岩溶岩の上位にも、広域の対比が可能な酸性の白色凝灰岩をはさむ層準が存在する。したがって、これらの玄武岩溶岩

や白色凝灰岩をはさむ層準を鍵層として瀬戸川層群の岩相変化を追跡し、その結果から古地理を推定することは比較的容易である。筆者らの調査した西河内川以南の地域(Fig. 1)では、二つの玄武岩溶岩層のうち、上位のもののみが露出しているため、これと白色凝灰岩をはさむ層準とを基本的な鍵層として岩相変化の追跡を行った。

Fig. 3. Columnar sections of the Setogawa Group showing lithologic change in the Takisawa and Tentokuji Formations.

Legend ; 1—4 : Tentokuji Fm., 1 : allochthonous blocks, 2 : sandstone, 3 : alternating beds of sandstone & shale, 4 : conglomerate, 5—6 : Tentokuji and Takisawa Fms., 5 : slump breccia and pebbly mudstone, 6 : black shale, 7—17 : Takisawa Fm., 7 : andesite and andesitic tuff breccia, 8 : blocks of ultramafic rocks, 9 : blocks of mafic rocks, 10 : upper green tuffaceous shale, 11 : lower green tuffaceous shale, 12 : alternating beds of sandstone & shale, 13 : chert, 14 : micritic bedded limestone and calcareous shale, 15 : biosparite, 16 : horizon intercalating white tuff beds, 17 : basalt lava, 18 : alternating beds of sandstone & shale (Sakasagawa Fm.). Columnar sections; 1 : Kanaya, 2 : Chiba—Kamiōka, 3 : Ochiai—Tentokuji, 4 : Terajima—Nakayama, 5 : Nakazato, 6 : Kitagata, 7 : Yakawa—Utsunoya, 8 : Utsunoya—Sakasagawa, 9 : Kobusugi, 10 : Akazawa—Kagiana, 11 : Mizumihiro, 12 : Fukōri—Hanma, 13 : Kurishima, 14 : Ashikubo-kuchigumi, 15 : Minowa—Hatori, 16 : Gōjima—Tawaramine. * : There is a possibility that these chert, bedded limestone and basalt lava are allochthonous blocks.

Fig. 4. Geological map of the Utsunoya-Tamatori area.

1 : Quaternary, 2 : Takakusayama Group, 3 : Ooigawa Group, 4 : postdepositional intrusive rocks (dolerite and gabbro), 5—9 : Tentokuji Fm., 5 : allochthonous blocks, 6 : slump breccia and Pebbly mudstone, 7 : sandstone, 8 : alternating beds of sandstone & shale, and shale, 9 : slumped alternating beds of sandstone & shale, and slumped shale, 10—17 : Takisawa Fm., 10 : pebbly mudstone and slump breccia, 11 : upper green tuffaceous shale, 12 : lower green tuffaceous shale, 13 : andesite and andesitic tuff breccia, 14 : basalt lava (appendant "P" indicates the lava with pillow structure), 15 : biosparite, 16 : micritic bedded limestone and calcareous shale, 17 : black shale and chert, 18 : alternating beds of sandstone & shale (Sakasagawa Fm.), 19—21 : strike and dip of strata, 19 : normal strata, 20 : overturned strata, 21 : strata with unknown facing, 22 : fault, 23 : axial trace of anticline.

Fig. 5. Geological cross sections of the Setogawa Group.
See Fig. 4 for location and legend.

その結果、この玄武岩溶岩の上位で、かつ白色凝灰岩をはさむ層準を含めてそれよりも下位の層準には、ミクライト質石灰岩・チャート・バイオスパーライト・石灰質頁岩・緑色凝灰質頁岩・黒色頁岩・砂岩一頁岩互層および安山岩などが含まれていることが明らかになった。これらの岩石は、それぞれ特徴的な分布形態を示しており、玄武岩溶岩噴出後の瀬戸川地向斜の古地理を考察する上で極めて有力な資料を提供していることがわかった。また、白色凝灰岩をはさむ層準よりも上位(天徳寺累層)には、厚い塊状ないし成層砂岩や砂岩一頁岩互層が発達している。塊状ないし成層砂岩と砂岩一頁岩互層との比率、砂岩の組成、および海底地すべりによる擾乱の程度などは、地域によって異なっていることが明らかになった。

本論文では、上に簡単に記したような瀬戸川層群中上部に見られる岩相変化を主要な論拠として、これを底痕などによって示される古流向や各種火成・火砕岩類の分布などと結びつけることによって、当層群の堆積盆の古地理とそこにおける堆積・火成活動について考察する。なお、瀬戸川層群の地質構造および構造発達史については、稿を改めて報告する予定なので、本稿においては次章で地質構造の概要を述べるにとどめる。

地 質 概 説

古第三系瀬戸川層群は、静岡県中部から山梨県南部にかけての地域に、最大東西幅約 12 km、南北約 90 km の範囲にわたって分布している。瀬戸川層群は、その西側に分布している白亜系～古第三系の三倉層群(四万十層群)、およびその東側に分布している下部中新統の高草山層群とは、それぞれ、笹山構造線・十枚山構造線を境界として接している(Fig. 2)。瀬戸川層群は、その分布の西南端部に当る金谷町大代(Fig. 1—73)付近では、高草山層群に対比される下部中新統の三笠層群によって不整合に覆われている(Fig. 2, Table 1)。一方、瀬戸川層群の東南側には、同層群起源の異地性角礫岩塊を多量に含んだ漸新統～最下部中新統の大井川層群が分布している。また、笹山構造線に隣接した島田市上相賀(Fig. 1—66)付近には、浅貝一幌内型の貝化石群集を産し、大井川層群とほぼ同時代の地層と考えられる相賀累層が分布している(Fig. 2)。大井川層群および相賀累層は、瀬戸川層群と断層で接している。

瀬戸川層群の層序については、これまでに五つの異なる見解が公表されている。これらを公表された順に列挙すると、A : 千谷(1931)・横山(1963)・徳岡(1964)

Table 1. Simplified stratigraphy in the central part of Shizuoka Prefecture.

	WEST ←	→ EAST	
PLIOC.	KAKEGAWA Group	FUJIKAWA Group	
MID. MIOC. —UP. MIOC.	SAGARA Group		
LOW. MIOC.	MIKASA Group	MEGAMI Formation	TAKAKUSAYAMA Group
OLIGOC.		— ? — ŌKA Formation — ? —	— ? — OOIGAWA Group — ? —
PALEOC. —EOC.	SETOGAWA Group		
CRET.	MIKURA Group		

らによる層序, B: MATSUMOTO (1964, 1966)による層序, C: Ono (1973)・徳山 (1974)による層序, D: 和田 (1976)による層序, および E: Iijima *et al.* (1979)による層序である (Table 2). ここでは, これらの層序の詳細についてはふれないが, 主要な相違点として次のよう

な点が挙げられる. (1) AとDの層序では異なる層準の地層とされていて, しかも上下関係がまったく逆になっている天徳寺累層(Dの赤沢累層)と市之瀬累層とは, Cの層序では同一層準とされている. (2) Bの層序では, 他の研究者による層序や地帯構造区分(A; C; D; E; KIMURA, 1966; 木村, 1967 など)で三倉層群, または狭義の四万十帯(四万十帯北帯)に属すると考えられている地層が, 瀬戸川層群に含まれている. (3) 瀬戸川層群全体の厚さは, A・B・Dの層序では, それぞれ3.6 km以上, 6.8 km以上, 5 km以上と見積られているのに対して, C・Eの層序では, それぞれわずかに1~2 km, 1,100~1,440 mと推定されている (Table 2). このような瀬戸川層群の層序についての混乱は, 主として, 当層群の地質構造に関する解釈の違い, および三倉層群と瀬戸川層群との混同によるものである. 筆者らは上述したような問題点を念頭におき, 安倍川の支流である西河内川以南の地域に分布している瀬戸川層群とその周辺地域の調査を行った. また, 本層群の詳細な層序と地質構造を明らかにするため, Fig. 4に示した地域を特に詳しく調査した. 調査の結果得られた瀬戸川層群の層序は, 大局的には, CおよびEの層序と一致した. すなわち, 調査地域に分布する瀬戸川層群は, 下位より, 砂岩一頁岩互層からなる逆川累層, 主として頁岩・チャート・石灰岩からなり, 玄武岩溶岩・中性~酸性の火成・火砕岩類および超塩基性岩類を含む滝沢累層, 主として砂岩と砂岩一頁岩互層からなる天徳寺累層に区分

Table 2. Comparison of stratigraphies of the Setogawa Group by the present authors and previous workers.

	A	B	C		D	E	This Report
			SOUTHERN AREA	NORTHERN AREA			
Setogawa Group	Tentokuji Fm.	Takisawa Subgp.	Tentokuji Fm.	Domoto Fm.	Ichinose Fm.	Yoshizu Fm.	Tentokuji Fm.
	Takisawa Fm.	Tentokuji Fm.	Takisawa Fm.	Takisawa Fm.	Kuchisakamoto Fm.	Takisawa Fm.	Takisawa Fm.
	Ichinose Fm.	Wappazawa Fm.	Sakasagawa Fm.	Sangozawa Fm.	Akazawa Fm.	Takisawa Fm.	Fm.
		Kamio Fm.		Oyakuzure Fm.	Kamiochiai Fm.	Sakasagawa Fm.	Sakasagawa Fm.
		Ikumi Fm.			Tawarazawa Fm.		
Thickness (m)	3600-3800(+)	6800(+)	1000-2000(+)		5150-8550(+)	1100-1440(+)	1100-1450(+)

A: after CHITANI (1931), MAKIYAMA (1963) and TOKUOKA (1964), B: after MATSUMOTO (1966), C: after ONO (1973) and TOKUYAMA (1974), D: after WADA (1976), E: after Iijima *et al.* (1979)

Legends 1-4 represent the strata corresponding respectively to the Tentokuji Fm., the Takisawa Fm., the Ichinose Fm., and the Mikura Group by TOKUOKA (1964).

されることが確認された(Fig. 3). これらの3累層は順次整合に重なり、厚さは、それぞれ 150 m 以上、250~600 m, 700 m 以上と推定される。また、地質構造については、Figs. 4, 5 に示したように、基本的には波長 200~1,000 m 程度、波高/波長比 0.7~1.5 程度の北東~北北東走向の軸面をもつ褶曲が発達していることが明らかになった。

層 序

1 逆川累層

逆川累層は調査地域に分布する瀬戸川層群の最下部を占める。本累層の分布は十枚山構造線に隣接した静岡市逆川(Fig. 1)付近に限られている(Figs. 2, 4)。逆川累層は、その大部分がタービダイトと考えられる、砂岩の卓越する砂岩一頁岩互層からなっており、少なくとも 150 m 以上(下限不明)の厚さがある。砂岩層は 10~50 cm 程度の厚さで、級化成層をなすものが多い。逆川部落付近には、海底地すべりによるスランプ褶曲が発達している。砂岩は主として中~細粒のワッケで、長石および岩片に比べて幾分石英に富んでいる(Fig. 6)。岩片としてはチャートや泥質岩が多く、火成岩類の岩片はあまり含まれていない。

2 滝沢累層

滝沢累層は瀬戸川層群の中部を占める。本累層は主として、黒色頁岩・チャート・石灰岩・緑色凝灰質頁岩などからなっており、玄武岩溶岩・安山岩・安山岩質凝灰

角礫岩・酸性凝灰岩および超塩基性岩類などを含んでいる(Fig. 3)。滝沢累層を構成するこれらの岩石は、後に詳述するように、それぞれ特徴的な分布を示している。このうち、玄武岩溶岩は、まえがきでも述べたように、西河内川以南の地域では異地性岩塊として二次的に“再堆積”したものを除いて、1層準にのみ存在する。本稿では便宜上、この玄武岩溶岩よりも下位の部分を滝沢累層下部、玄武岩溶岩を含めてそれよりも上位の部分を滝沢累層上部として記載を進める。

2-1 滝沢累層下部

滝沢累層下部は、主としてチャート・黒色頁岩および石灰岩(一部、石灰質頁岩)からなっている。静岡市慈悲ノ尾(Fig. 1—27)から同市大鈷(Fig. 1—32)付近に分布するチャートと黒色頁岩中には、しばしば白色凝灰岩がはさまれている。また、大鈷から宇津ノ谷(Fig. 1—33)を経て岡部町川原町(Fig. 1—37)にかけての地域に分布する頁岩中には、海底地すべりに由来したと考えられる pebbly mudstone や slump breccia、および粗粒な岩片質ワッケが含まれている。石灰岩および石灰質頁岩は、逆川から岡部町廻沢(Fig. 1—35)にかけての地域や慈悲ノ尾付近に分布している。石灰岩はミクライト質の成層石灰岩である。また、石灰岩の岩片を多量に含んだ slump breccia が逆川部落の南および廻沢部落内で観察される。滝沢累層下部は、100~250 m 程度の厚さがあると推定される。

Fig. 6. Ternary diagram showing quartz-feldspar-rock fragments ratio of sandstones in the Setogawa Group.

1: medium-grained sandstone in alternating beds of sandstone & shale of the Sakasagawa Fm., 2—8: sandstones in the Tentokuji Fm., 2: medium-grained massive sandstone in b area (see Fig. 8 for location of a—f areas), 3: medium-grained sandstone in alternating beds of sandstone & shale in c area, 4: coarse-grained massive sandstone in d area, 5: medium-grained massive sandstone in d area, 6: medium-grained sandstone characterized by parallel laminae in d area, 7: medium-grained sandstone in alternating beds of sandstone & shale in e area, 8: medium- to coarse-grained massive sandstone in f area, 9: medium-grained sandstone intercalated in micritic bedded limestone of the Takisawa Fm..

2—2 滝沢累層上部

滝沢累層上部は、大局的にみると、下位より、1) 玄武岩溶岩、2) ミクライト質成層石灰岩、3) チャート、4) 黒色頁岩および緑色凝灰質頁岩の四つの層準に分けることができる。4)の層準には、酸性の白色凝灰岩や安山岩などが含まれている。また、4)の層準は地域による岩質・岩相の変化が著しく、石灰質頁岩・バイオスパーライト・チャートおよび砂岩—頁岩互層が発達している地域も存在する(Figs. 3, 7)。さらに、1)の玄武岩溶岩の存在しない地域(静岡市慈悲ノ尾〜建穂(Fig. 1—29)付近など)や玄武岩溶岩の直上に2)の成層石灰岩が発達しないで、チャートや黒色頁岩が発達している地域(静岡市産女(Fig. 1—31)の南1 km 付近, 同市水見色(Fig. 1—22)付近など)もある。滝沢累層上部の厚さは、地域によって異なり、50~400 m 程度である。

(1) 玄武岩溶岩とそれに付随する凝灰質岩類

ここで記載する玄武岩溶岩は、瀬戸川層群に含まれている二つの玄武岩溶岩層のうち、上位のものである。本玄武岩溶岩は、アルカリカンラン石玄武岩からなっており、共通した特徴として、そのほとんどのものが肉眼でははっきりと識別できる長径 3~15 mm 程度の斜長石の斑晶をもっている。ただし、非常にガラス質であって、斑晶をほとんど含まないところもある(静岡市富厚里(Fig. 1—19)や岡部町谷川(Fig. 1—39)付近など)。主な構成鉱物は、斜長石と単斜輝石で、単斜輝石は薄い紫色を帯びており、砂時計構造を示すものが多い。斜長石は大型の斑晶をなすものと石基中の拍子木状のものがある。カンラン石は大部分が緑泥石に置きかえられており、仮像として認められるものが多い。変成あるいは変質鉱物としては、緑泥石のほか方解石・緑閃石が生じており、方解石脈が密にはいつている部分では、斜長石がしばしば方解石に置きかえられている。

玄武岩溶岩が枕状構造を呈している地域は、静岡市久住(Fig. 1—26)の北東1 km 付近、同市大岳の南2 km 付近、藤枝市北方(Fig. 1—55)から西方(Fig. 1—56)にかけての地域、および島田市千葉山(Fig. 1—65)から上相賀(Fig. 1—66)にかけての地域などである。このうち久住付近のものは少なくとも20 m 以上の厚さがあり、その他の地域のものも10 m 以上の厚さがある。また、大岳および千葉山付近に分布するものは、1) その周囲を海底地すべりによって擾乱された緑色凝灰質頁岩や黒色頁岩によって取り囲まれていること、2) 他の地域では、玄武岩溶岩に伴って成層石灰岩やチャートが発達しているのに対して、この2地域では千葉山の北約600 m

Fig. 7. Lithofacies change in the uppermost part of the Takisawa Formation and the spatial distribution of specific lithologies in the upper part of the Takisawa Formation.

A—D : lithofacies, A : chert facies, B : green tuffaceous shale facies, C : black shale facies, D : sandstone-shale alternation facies. 1—5 : specific lithologies, 1 : biosparite, 2 : calcareous shale & sandstone, 3 : micritic bedded limestone, 4 : andesite and andesitic tuff breccia, 5 : ultramafic rocks, 6 : molluscan fossil locality reported by MIZUNO (1956) and IWASAKI & ONO (1977).

の地点を除いて、このような岩石は見られないことから、二次的堆積物の可能性がある。上記以外の地域に分布する玄武岩溶岩は、塊状あるいはやや角礫状の産状を呈しており、厚さも一般に枕状構造を呈するものに比べて薄く、数 m 程度のものが多い。

静岡市大浜の北西約1 km 付近では、約5 m の厚さの玄武岩溶岩の直上に、火山ガラスや玄武岩の岩片からなる凝灰質砂岩が存在する。また、足久保川流域の静岡市谷沢(Fig. 1—13)付近にも、玄武岩溶岩の直上に石灰質の凝灰質砂岩が存在する。この凝灰質砂岩からは、水野(1956)および IWASAKI & ONO(1977)によって、*Lima (Plicacea) sameshimai*, *Nemocardium cf. iwakiense* など

を含む貝化石群集が報告されている。静岡市宇津ノ谷付近、同市大鈿付近および同市美輪 (Fig. 1—28) 付近などでは、玄武岩溶岩の層準と推定される地点に玄武岩溶岩の存在しない地域がある。これらの地域では、玄武岩溶岩に相当する層準に、玄武岩の岩片を含む緑色凝灰質頁岩* や火山ガラスと玄武岩岩片からなるガラス質凝灰岩が発達している。また、宇津ノ谷の東北東 1 km 付近には、このような凝灰質頁岩の上位に白色～淡緑色の凝灰岩とチャートとの互層が発達している。

(2) ミクライト質成層石灰岩

ミクライト質成層石灰岩は、主として瀬戸川帯東部の、藤枝市北方から静岡市株田 (Fig. 1—20)、同市栗島 (Fig. 1—12) および横山 (Fig. 1—4) を連ねた線よりも東側の地域に分布している (Fig. 7)。これよりも西側の地域では、藤枝市中里 (Fig. 1—52) の北 1 km 付近、島田市千葉山の北約 600 m の地点、西河内川流域の静岡市唯間 (Fig. 1—2) および腰越 (Fig. 1—1) 付近などに小規模に分布している。石灰岩の単層は、10～20 cm 程度の厚さのものが多く、石灰岩層の間にはさまれる頁岩層は、一般に 1 cm 以下の厚さである。成層石灰岩には、チャート層をはさんだり、これと互層している部分もある。また、北方付近に分布する成層石灰岩には、級化層理が発達した基質の多い砂岩層がはさまれている。これらのミクライト質成層石灰岩には、暁新世～始新世を指示するコッリス・有孔虫などの化石が含まれている (石井・牧野, 1946; 浅野, 1962; HONJO & MINOURA, 1968 など)。

(3) チャート

チャートはミクライト質成層石灰岩と同様に、主として瀬戸川帯の東部に発達しているが、藤枝市本郷 (Fig. 1—60) から中山 (Fig. 1—59) にかけての地域や同市寺島 (Fig. 1—57) 付近および大井川南岸の島田市中溝 (Fig. 1—75) 付近にも分布している (Fig. 7)。中山付近や静岡市羽鳥 (Fig. 1—30) から遠藤新田 (Fig. 1—10) にかけての地域では、滝沢累層の最上部にもチャートが発達している (Figs. 3, 7)。これらのチャートには、白色凝灰岩がはさまれていることが多い。チャートの単層は、5～15 cm 程度の厚さのものが多く、数 mm の厚さの頁岩層と互層している。

(4) 黒色頁岩

黒色頁岩は滝沢累層上部に普遍的に見られるが、特に、西河内川流域から足久保川の上流地域および静岡市水見色を経て、岡部町殿 (Fig. 1—43) に至る地域に広く

分布している。また、宇津ノ谷付近や静岡市相俣 (Fig. 1—16) から坂ノ上 (Fig. 1—14) にかけての地域、および島田市大草 (Fig. 1—63) から藤枝市寺島にかけての地域などにも比較的広く分布している。相俣付近や大草付近に分布する黒色頁岩には、白色凝灰岩がはさまれている。また、宇津ノ谷付近に分布する黒色頁岩には、海緑石粒が含まれている (Iijima *et al.*, 1979)。なお、斎藤常正 (談) によると、寺島付近に分布する一部石灰質の黒色頁岩には、漸新世中期を指示する有孔虫化石が含まれている。

(5) 緑色凝灰質頁岩

緑色凝灰質頁岩**は、主として大井川南岸の金谷町金谷付近から、島田市相賀・藤枝市滝沢・同市市之瀬 (Fig. 1—51) を経て、静岡市昼居渡 (Fig. 1—17) に至る地域、および西河内川上流の大岳付近に北北東—南南西のトレンドをもって分布している (Fig. 7)。また、岡部町本郷 (Fig. 1—36) から木和田川 (Fig. 1—34) にかけての地域や十枚山構造線に隣接した静岡市門屋 (Fig. 1—9) から平野 (Fig. 1—3) にかけての地域にも分布している。緑色凝灰質頁岩は、黒色頁岩やチャートと漸移し、それらと互層している地域もある。また、部分的に赤色～赤紫色を呈することもある。

(6) バイオスパーライト

バイオスパーライトは、Fig. 7 に示したように、極めて特徴的な分布形態を示している。すなわち、静岡市油島 (Fig. 1—5) から湯ノ島 (Fig. 1—8)・谷沢・水見色を経て株田に至る地域、静岡市飯間 (Fig. 1—25) の東 1 km 付近、および岡部町観音下 (Fig. 1—41) から藤枝市北方にかけての地域に、全体として北東～北北東のトレンドをもって帯状に分布している。バイオスパーライトは、主として、コケ虫・石灰藻・二枚貝・有孔虫および放散虫などの化石ないし化石片からなっており、玄武岩の岩片や海緑石の粒子を含んでいる。北方付近に分布するものは、部分的に再結晶して結晶質石灰岩になっているところもある。飯間と岡部町谷川との境界に当たる標高 300 m の峠付近には、完全に再結晶して元の組織をまったく残していない結晶質石灰岩が存在する。また、島田市矢倉山 (Fig. 1) の北東 800 m 付近には、主として砂サイズのよく円磨された石灰岩岩片からなる石灰岩 (calcarenite) が存在する。

(7) 石灰質頁岩

石灰質頁岩 (一部、石灰質砂岩) は、バイオスパーライトに密接に伴って、主として岡部町桂島 (Fig. 1—38)

* Figs. 3, 4 で lower green tuffaceous shale として図示したものに相当する。

** Figs. 3, 4 で upper green tuffaceous shale として図示したものに相当する。

から関谷(Fig. 1—40)にかけての地域に分布している(Fig. 7)。石灰質頁岩は、バイオスパーライトと頁岩との中間的な組成・組織をもっており、コケ虫・放散虫・有孔虫などの化石とともに、海緑石の粒子や岩片を含んでいる。海緑石は有孔虫化石の殻の内部を充てんしていることもある。また、数 cm~20 cm 程度の厚さの海緑石砂岩層が石灰質頁岩と互層している部分もある。石灰質頁岩に含まれている化石(特に、コケ虫や石灰藻の化石)は、バイオスパーライトに含まれているものに比べて破片状になっているものが多く、水流などによる運搬作用をより強く被っているものと推定される。

(8) 砂岩一頁岩互層

砂岩一頁岩互層は、主として島田市落合(Fig. 1—64)から天徳寺にかけての地域に分布している(Fig. 7)。この地域に分布する砂岩一頁岩互層は、一般に頁岩が卓越しており、海底地すべりによる擾乱が激しい。また、互層の上部には白色凝灰岩がはさまれている。滝沢累層上部では、このほかに、静岡市相俣付近や藤枝市上滝沢(Fig. 1—62)付近に砂岩一頁岩互層が分布しているが、いずれの地域でも海底地すべりによるスランプ褶曲が発達している。

(9) 安山岩および安山岩質凝灰角礫岩

安山岩および安山岩質凝灰角礫岩は、滝沢累層の最上部に含まれており、Fig. 7に示したように緑色凝灰質頁岩と密接に相伴って分布している。

安山岩は島田市矢倉山、藤枝市中里付近、静岡市小布^{すき}杉(Fig. 1—48)から三野(Fig. 1—49)にかけての地域、および同市鍵穴(Fig. 1—15)から坂ノ上にかけての地域に分布している。安山岩は一般に角礫岩状の産状を呈し、鍵穴付近では黒色頁岩を基質とし、安山岩岩片を礫とする角礫岩に漸移しているのが観察される。矢倉山の安山岩は、カンラン石と単斜輝石の斑晶をもち、石基は斜長石と不透明鉱物からなっている。一方、中里・小布杉および鍵穴付近のものは、斜長石・単斜輝石およびカリ長石の斑晶をもち、ガラス質のものから全体が粗粒^{かなや}で閃緑岩質のものまで存在する。なお、小布杉および金谷町金谷には、閃緑岩岩体が存在するが、周囲の緑色凝灰質頁岩や黒色頁岩との関係は不明である。

安山岩質凝灰角礫岩は、島田市赤松(Fig. 1—70)から田代^{たしろ}(Fig. 1—68)にかけての地域、および藤枝市下大沢(Fig. 1—54)から岡部町玉取^{たまとり}(Fig. 1—47)・静岡市小布杉を経て鍵穴に至る地域に分布している。本凝灰角礫岩は緑色凝灰岩を基質とし、安山岩礫のほかにデイサイト・石英閃緑岩・ハンレイ岩などの礫も含んでいる。

(10) 酸性凝灰岩

酸性の白色凝灰岩は、すでに述べたように、滝沢累層下部にも見られるが、滝沢累層の最上部に最も多量に含まれている。白色凝灰岩は、一般に緑色凝灰質頁岩・チャート・黒色頁岩および砂岩一頁岩互層などと互層するかたちで含まれている。一枚の凝灰岩層の厚さは、5~20 cm 程度のものが多い。白色凝灰岩がはさまれる層準全体の厚さは、緑色凝灰質頁岩が分布している地域で最も厚く、島田市上相賀付近や藤枝市中里から岡部町新舟(Fig. 1—44)にかけての地域では、100 m 以上に達する。

(11) 超塩基性岩類とそれに付随する塩基性岩類

瀬戸川層群に含まれている超塩基性岩類とそれに付随する塩基性岩類は、笹山構造線に隣接した地域にのみ分布している。西河内川流域以南の瀬戸川帯では、北から、静岡市大岳付近、岡部町谷倉沢(Fig. 1—50)から藤枝市市之瀬にかけての地域、および島田市千葉から赤松にかけての3地域に分布している(Figs. 2, 7)。これらの3地域に出現する岩石は、ダナイト・クロミタイト・ハルツバージャイト・ウェールライト・クリノパイロクシナイトなどの超塩基性岩とカンラン石ハンレイ岩・ハンレイ岩・角閃岩・粗粒玄武岩・玄武岩などの塩基性岩である。このほかに、閃緑岩や石英閃緑岩も少量ながら存在する。超塩基性岩類は、変質してほとんどが蛇紋岩に変っている。塩基性岩類や閃緑岩は、緑色片岩相の変成作用を被っており、緑泥石や緑レン石が生じている。なお、大岳付近には、超塩基性岩類が交代されて生じたと考えられる石英—マグネサイト岩が存在する(TAKASAWA & KURODA, 1974)。筆者らの調査した範囲では、これらの岩石はすべて滝沢累層に含まれている。一般的な産状の特徴として、1) 長径数 10 m 以上の大きさを持ち、周囲の地層との関係が明らかでない超塩基性岩類からなる“岩体*”が存在すること、2) このような“岩体”の周辺に分布する緑色凝灰質頁岩や黒色頁岩には、超塩基性岩や塩基性岩からなる長径数 m 程度の“岩塊*”やそれよりも小さな“礫*”および“粒子*”が含まれることがあること、が挙げられる。このような事実は、超塩基性岩類やそれに伴う塩基性岩類(少なくともその一部)が、滝沢累層上部の堆積と同時に、またはそれ以前に固体貫入したことを示唆している。同時に、これらの貫入岩体の一部は、滝沢累層上部の堆積時に海底あるいは地

* 本稿では、便宜上、周囲の地層との関係が不明なものを“岩体”と呼ぶ。また、明らかに砕屑性のものは、大きさによって、“岩塊”(長径 50 cm 以上)・“礫”(長径 2 mm~50 cm)・“粒子”(長径 2 mm 以下)と呼ぶ。

表に露出していて、重力的な崩壊や浸食作用を被っていたことを示している。

次に、各地域における超塩基性岩類および塩基性岩類の産状の特徴を記載する。

大岳付近では、“岩体”としては蛇紋岩と玄武岩が卓越している。ハンレイ岩および閃緑岩は、小“岩体”あるいは“礫”として存在することが多い。蛇紋岩などの“岩体”の周囲に分布する頁岩中には、玄武岩・蛇紋岩・ハンレイ岩・閃緑岩などの“粒子”が含まれている。

谷倉沢から市之瀬にかけての地域では、“岩体”および“岩塊”としては、蛇紋岩・粗粒玄武岩・玄武岩およびハンレイ岩が多い。特に、粗粒玄武岩は、閃緑岩などの異質の礫を少量含む角礫岩状“岩体”としてピク石 (Fig. 1) の頂上付近に散在している。この付近の緑色凝灰質頁岩中にも、粗粒玄武岩・ハンレイ岩・角閃岩・玄武岩および蛇紋岩などの“礫”や“粒子”が含まれているところがある。また、礫岩状蛇紋岩の“岩塊”も発見されている (荒井ほか, 1978)。

千葉から赤松にかけての地域では、長径 10 m 以上の“岩体”としては、蛇紋岩および粗粒玄武岩が卓越している。一方、長径 10 m 未満の“岩体”や“岩塊”としては、ハンレイ岩と角閃岩が比較的多い。島田市杉沢 (Fig. 1—67) 付近には、蛇紋岩の“粒子”を含んだ砂岩やよく円磨されたハンレイ岩および粗粒玄武岩の“礫”を主とする礫岩が見られる (宮内・岡田, 1978)。また、赤松付近に分布する蛇紋岩“岩体”には、角礫岩状の産状を呈するものがあり、炭酸塩鉱物によって膠結されている。なお、大井川をはさんで赤松の対岸に当る金谷町金谷付近でも、よく円磨されたハンレイ岩および玄武岩などの“礫”が、白色凝灰岩をはさむ緑色凝灰質頁岩中に散在しているのが観察される。

3 天徳寺累層

天徳寺累層は瀬戸川層群の上部を占める。本累層は、主として、砂岩—頁岩互層・砂岩および頁岩から構成されており、礫岩や slump breccia、主として滝沢累層起源の異地性角礫岩塊を含んでいる。天徳寺累層の厚さは、島田市天徳寺から藤枝市宮原 (Fig. 1—58) にかけての地域では 400 m 以上、静岡市西又 (Fig. 1—46) および新聞 (Fig. 1—23) 付近では 700 m 以上に達すると推定される。本累層の岩質および岩相は、以下に述べるように地域によって異なっている (Fig. 8)。

(1) 西河内川流域から静岡市青ノ木にかけての地域 (a 地域*)

本地域に分布する天徳寺累層は、主として塊状および

Fig. 8. Lithofacies change in the lower part of the Tentokuji Formation and paleocurrent directions inferred from sedimentary structures.

1—6: lithofacies, 1: massive and bedded arkosic sandstone facies, 2: massive arkosic sandstone+ss.—sh. alternation+allochthonous block facies, 3: ss.—sh. alternation facies, 4: coarse-grained lithic sandstone+ss.—sh. alternation+conglomerate facies, 5: ss.—sh. alternation+slump breccia & pebbly mudstone+allochthonous block facies, 6: sandstone with a low quartz content+ss.—sh. alternation facies, 7: conglomerate, 8: slump breccia and pebbly mudstone, 9: allochthonous blocks, 10: paleocurrent direction inferred from flute cast and ripple mark, 11: paleocurrent direction inferred from groove cast.

成層砂岩からなっており、砂岩の卓越する砂岩—頁岩互層および黒色頁岩を伴っている。砂岩は主として中～粗粒のアルコーズ質アレナイトからなり、長石よりも石英に富んでいる。砂岩には頁岩のパッチが含まれていることが多い。

(2) 青ノ木から岡部町桂島にかけての地域 (b 地域)
薬科川よりも南の地域では、塊状および厚い成層砂岩

* 本文中の a～f 地域は、Fig. 8 に示した a～f 地域にそれぞれ相当する。

は、Fig. 4に示したように、青ノ木から富厚里・殿を経て桂島に至る地域に、南北のトレンドをもって分布している。この地域に分布している塊状～成層砂岩は、蘆科川以北に分布している砂岩に比べて基質の量が多く、南に分布しているものほど細粒である。これらの厚い砂岩層は、海底地すべりによって激しく擾乱された砂岩一頁岩互層や頁岩と共存している。これらの砂岩一頁岩互層や頁岩中には、滝沢累層起源の異地性角礫岩塊が含まれている。なお、斎藤常正(談)によると、岡部町^{はさきま}羽佐間(Fig. 1—42)付近に分布する本累層には漸新世中期を示す有孔虫化石が含まれている。

(3) 静岡市相俣から岡部町笹川にかけての地域 (c地域)

本地域に分布する天徳寺累層は、主として砂岩の卓越する砂岩一頁岩互層からなっている。互層中の砂岩は、一般に基質と岩片に富んだ岩片質ワッケで、級化層理を示すものが多い。谷倉沢付近に分布している砂岩層の下底には、北から南へ向かう水流の存在を示す流痕が観察される。

(4) 藤枝市市之瀬から金谷町大代にかけての地域 (d地域)

瀬戸川帯西南端部に当たる本地域では、天徳寺累層は砂岩・砂岩一頁岩互層・礫岩および頁岩からなっている。砂岩は主として、長石よりも石英に富む岩片質～アルコーズ質のアレナイトからなっている。互層中の砂岩には、級化層理が発達しているものと明瞭な級化層理を示さず、細かな平行葉理が発達しているものとがある。瀬戸川沿いの藤枝市市之瀬から中里にかけての地域や滝ノ谷(Fig. 1—61)の南1 km 付近、および大井川流域の島田市渡口(Fig. 1—71)から金谷町横岡(Fig. 1—72)にかけての地域には、本累層の下部に、頁岩のパッチを含む基質の少ない粗粒～極粗粒の岩片質アレナイトが分布している。礫岩は藤枝市上大沢(Fig. 1—53)から上滝沢にかけての地域や横岡付近に見られる。礫岩の含まれる層準は、上述した頁岩のパッチを含む粗粒砂岩と同様に天徳寺累層の下部である。この礫岩は、上大沢から中里にかけての地域や上滝沢付近では、主として小礫サイズの砂岩・頁岩・チャートおよび凝灰岩の礫からなっている。一方、滝ノ谷の南東1.5 km 付近や横岡付近に分布している礫岩には、直径が10 cm を越える砂岩・頁岩および石灰岩の礫が含まれている。

(5) 静岡市平野から岡部町桂島にかけての地域 (e地域)

静岡市平野・谷沢・小瀬戸(Fig. 1—24)および岡部町

桂島を結ぶ線よりも東側の地域に分布する天徳寺累層は、主として砂岩一頁岩互層および砂岩からなっており、slump breccia・pebbly mudstoneおよび主として滝沢累層起源の異地性角礫岩塊を含んでいる。互層中の砂岩は、中～細粒の岩片質ワッケからなり、級化層理を示すものが多い。slump breccia や pebbly mudstone は、主として静岡市湯ノ島から栗島・飯間を経て桂島に至る地域に、北東～北北東のトレンドをもって分布している(Fig. 8)。異地性角礫岩塊は、Fig. 4に示したように、主として飯間から宇津ノ谷にかけての地域に分布している。異地性岩塊をとり囲む砂岩一頁岩互層や頁岩は、海底地すべりによる激しい擾乱を伴っている。異地性岩塊として含まれている岩石は、チャート・石灰岩・緑色凝灰質頁岩・玄武岩および黒色頁岩などである。異地性岩塊の大きさは、長径数 mm の岩片から宇津ノ谷付近の長径1.3 km の巨大岩塊まで様々である。ただし、宇津ノ谷付近の巨大岩塊は、いくつかの岩塊の集合体である可能性が強い。なお、斎藤常正(談)によると、本異地性岩塊に含まれているチャートからは、白亜紀後期を示す有孔虫化石が発見されている。

(6) 島田市天徳寺から藤枝市^{にしがた}西方にかけての地域 (f地域)

本地域に分布する天徳寺累層は、下位より、塊状ないし成層砂岩・砂岩一頁岩互層・黒色頁岩からなっており、海底地すべりによる擾乱が激しい。本地域の天徳寺累層に含まれている砂岩は、基質の量が25～35%程度で、ほかの地域に分布している砂岩(一般に25%以下)に比べて多い。また、ほかの地域の砂岩は、一般に長石よりも石英に富んでいるのに対して、本地域の砂岩は、石英よりも長石に富んでいる(Fig. 6)。さらに、本地域の天徳寺累層に含まれる砂岩では、玄武岩や安山岩からなる火山岩岩片が砂岩構成粒子の5～15%(ほかの地域では一般に5%以下)を占めている。この事実は、本地域に分布している砂岩には、滝沢累層の火山岩起源の碎屑物が多量に含まれていることを示していると考えられる。

4 瀬戸川層群堆積後の貫入岩類

(1) 粗粒玄武岩およびハンレイ岩

瀬戸川帯の南東端部に当たる岡部町廻沢付近には、粗粒玄武岩およびハンレイ岩が分布している(Fig. 4)。これらの岩石は、滝沢累層の黒色頁岩や石灰岩を貫いており、分布の形からシル状に貫入したものと思われる。また、静岡市と焼津市との境界に当たる満観峰^{まんかんほう}(Fig. 1)に分布しているハンレイ岩は、逆川累層を貫いている。粗粒玄武岩およびハンレイ岩の主要な構成鉱物は、斜長石

と単斜輝石であり、廻沢の粗粒玄武岩中にはチタン輝石およびエジリンが含まれている。この事実は、これらの粗粒玄武岩およびハンレイ岩と高草山層群のアルカリ玄武岩類(粗粒玄武岩・ハンレイ岩を含む)との関連性を強く示唆している。また、変質および変成鉱物としては、緑泥石・ブドウ石・パンペリー石などが生じており、変成度の点でも高草山層群のアルカリ玄武岩類と同程度(ブドウ石—パンペリー石相)と推定される。

(2) ピクライト

静岡市高山(Fig. 1)の北東 500 m の鞍部には、幅約 50 m にわたってピクライトが分布している。転石の分布から判断すると、このピクライト岩体は北東—南西方向に連続し、その全長は 1.5 km 程度と考えられる。ピクライト岩体の東側には、滝沢累層の黒色頁岩が分布しており、一方、西側には玄武岩溶岩が存在する。このピクライトは、斑晶として長径 3~5 mm のカンラン石と径 0.5~1 mm のクロマイトを含んでおり、石基には細粒の単斜輝石と斜長石が含まれている。石基の単斜輝石は光学的分散が大きく、しばしば砂時計構造を示す。本ピクライト岩体は、全体として非常に新鮮であり、カンラン石の一部が蛇紋石に変質しているほかは、ほかの変質・変成鉱物はほとんど認められない。

5 西河内川以北の地域の層序との対比

Ono(1973)および徳山(1974)によると、西河内川以北の地域に分布する瀬戸川層群の層序は、下位(番号順)より次のようである。

8) 砂岩—頁岩互層および黒色頁岩	} (渡本累層)
7) 粗粒砂岩	
6) 凝灰質頁岩および黒色頁岩	} (滝沢累層, 210~260m)
5) 玄武岩質凝灰岩	
4) 石灰質および珪質頁岩	} (三郷沢累層, 140~150m)
3) 玄武岩質溶岩および凝灰岩	
2) 黒色頁岩	
1) 砂岩—頁岩互層(大谷崩累層, 100(+)m)	

このうち、5)の玄武岩質凝灰岩は、西河内川以南の地域に分布する玄武岩溶岩と同一層準である。また、渡本累層は南部地域の天徳寺累層に対比されている。Ono および徳山は、瀬戸川帯南部地域では、北部地域の5)の層準に相当する玄武岩溶岩が逆川累層の砂岩—頁岩互層の上位に直接重なるとして、逆川累層を三郷沢累層に対比している(Table 2)。しかし、既に層序 2—1 で述べたように、逆川累層と玄武岩溶岩との間には、チャート・黒色頁岩および石灰岩などからなり、三郷沢累層の厚さに匹敵する 100~250 m 程度の厚さを有する地層(滝沢

累層下部)が存在する。したがって、瀬戸川帯南部地域の滝沢累層下部は、北部地域における三郷沢累層に、また、逆川累層は大谷崩累層にそれぞれ対比されるものと考えられる。

古地理の復元と堆積・火成活動史

1 逆川累層堆積期

西河内川以南の地域に露出する瀬戸川層群の最下部を占める逆川累層は、その大部分がタービダイトと考えられる砂岩—頁岩互層からなっている。また、西河内川以北の地域に分布し、逆川累層に対比されると推定される大谷崩累層も砂岩と頁岩との互層からなると報告されている。したがって、逆川・大谷崩両累層の堆積期には、瀬戸川地向斜の全域にわたって砂岩—頁岩互層が堆積していたものと推定される。しかし、大谷崩累層の砂岩—頁岩互層については、互層の性質・古流向・岩相変化などについての詳しい研究がなされていないため、碎屑物の供給源や供給方向などは不明な点が多い。また、瀬戸川帯南部地域においても、逆川累層の分布は同帯東南端部に限られているため、本堆積期における瀬戸川地向斜全域の古地理の復元は極めて困難である。

逆川累層に含まれている砂岩は、既に述べたように、長石および岩片に比べて石英に富んでいる。また、岩片としては、チャートや泥質岩が多く、火成岩類の岩片は少ない。このような事実は、逆川累層を形成している碎屑物が主としてより古い時代の堆積岩類に由来していることを示唆している。また、碎屑物の供給された方向を暗示する断片的な観察事実として、逆川部落付近に露出する砂岩層の下底には東~南東方向からの水流を示す flute cast が見られる。この事実は、逆川累層の堆積期に、同累層の堆積した地域の東~南東側に碎屑物の供給源(おそらく、より古い時代の堆積岩からなる地形的高まり)があったことを暗示している。このような推察は、大鈿付近に分布している滝沢累層下部に含まれる岩片質ワッケに、東~南東方向からの碎屑物の供給を示す堆積構造(scour-and-fill structure など)が観察されることによっても支持される。

2 滝沢累層の堆積期

層序の項で述べたように、滝沢累層には現地性の塩基性から酸性の火成・火砕岩類、および凝灰質頁岩が含まれており、本累層の堆積時に塩基性から酸性の火成活動があったことは確実である。また、堆積岩としては、チャート・石灰岩および頁岩が卓越していることから、当堆積期には、堆積盆の周囲からの碎屑物の供給は、比較

的弱かったと考えられる。

(1) 堆積盆の古地理

本項では層序の項で詳述した滝沢累層上部にみられる岩相変化(各種岩層の分布)に基づいて、本累層堆積時の古地理の復元を試みる。

滝沢累層上部に含まれているバイオスパーライトは、静岡市油島から株田にかけての地域と市飯間から藤枝市北方にかけての地域に、北東～北北東のトレンドをもって帯状に分布している。このバイオスパーライトの分布域の南東側には、チャートとミクライト質成層石灰岩の卓越した地域がある。一方、北西側では、黒色頁岩および緑色凝灰質頁岩が卓越している(Fig. 7)。また、水野(1956)および IWASAKI & ONO(1977)によって、玄武岩溶岩直上の凝灰質砂岩から *Lima(Plicacesta) sameshimai* などを含む貝化石群集が発見されている地点(静岡市谷沢)は、バイオスパーライトの分布域と重なっている(Fig. 7)。IWASAKI & ONO によると、この化石群集では、岩場～砂礫底に棲息する表生種が卓越しており、化石群集の推定棲息深度は 30～200 m である。一方、Iijima *et al.* (1979)によると、バイオスパーライト分布域の南東側に分布しているチャートやミクライト質成層石灰岩の推定堆積深度は、およそ 200～1,000 m である。以上のような事実は、塩基性火成活動後の瀬戸川層群の堆積盆内に、北東～北北東走向の地形的高まりが存在し、そこに沿って石灰藻・コケ虫・軟体動物などが棲息していたことを示していると考えられる(Fig. 9)。この地形的高まりは、全体で少なくとも 15 km 以上の長さがあり、現在の駿河湾内の石花海のようなものであったと考えられる。また、この地形的高まりの南東側には、比較的深度の大きな(または、碎屑物の供給されにくい)海域があったと考えられる。しかし、十枚山構造線に隣接した静岡市門屋から平野にかけての地域、および岡部町本郷から廻沢にかけての地域では、チャートは次第に緑色凝灰質頁岩や黒色頁岩に漸移している(Fig. 7)。この事実は、上述した比較的深度の大きな海域が直接外洋に開いていたのではなく、火成活動を伴った南北～北北東トレンドの地形的高まりによって、外洋と隔てられていたことを暗示している(Fig. 9)。このような推論は、前述した逆川累層および滝沢累層下部における、東～南東方向からの水流や乱泥流の存在とも調和的であると思われる。また、滝沢累層最上部におけるチャートの分布から判断して、現在の藤枝市本郷から中山にかけての地域にも、その周囲よりも深度の大きな海域(または、碎屑物の供給されにくい環境の海域)が存在したと推定さ

Fig. 9. Paleogeographic map of the Setogawa Basin at the time of deposition of the upper part of the Takisawa Formation. The paleogeographic map is reconstructed on the assumption that the Setogawa Group was subjected to 50% shortening perpendicular to the axial direction of the postdepositional folding, and no shortening and lengthening parallel to the fold axes.

1—5: legend for plan figure, 1: topographic high or shallow-sea area (hachures on downslope side), 2: deep-sea area, 3: distribution area of green tuffaceous shale, 4: andesitic igneous activity, 5: intrusion of ultramafic rocks, 6—10: legend for profile, 6: biosparite, 7: green tuffaceous shale, 8: black shale, 9: chert, 10: micritic bedded limestone.

れる。

(2) 火成活動および超塩基性岩類の貫入活動

既に述べたように、瀬戸川層群には2層の玄武岩溶岩が存在する。このうち、下位のものは、西河内川以北の地域で筆者らの滝沢累層下部に相当する層準に含まれている。しかし、西河内川以南の地域では、この層準には

玄武岩溶岩は存在せず、部分的に酸性の凝灰岩が存在するのみである。一方、上位の玄武岩溶岩は、西河内川以南の地域に広く分布しており、西河内川以北の地域では溶岩の代わりに玄武岩質の凝灰角礫岩や凝灰岩が分布している。また、南部地域においても、玄武岩溶岩の厚さは場所によって異なり、溶岩がまったく存在しない地域もある。このような地域では、西河内川以北の地域と同様な玄武岩質の凝灰岩や凝灰質頁岩が分布していることが多い。このような事実は、玄武岩溶岩が瀬戸川地向斜内の複数個の噴出口から流れ出たものであることを暗示している。現在では、これらの噴出口の位置や空間的配置などは判然としない。しかし、静岡市久住の北東 1 km 付近、およびバイオスパーライトの分布域と重なる藤枝市北方付近や静岡市大原 (Fig. 1—21) から水見色を経て高山に至る地域などでは、玄武岩溶岩が特に厚く発達しており、これらの地域に溶岩の噴出口があった可能性がある。

安山岩および安山岩質の凝灰角礫岩は、上述した二つの玄武岩溶岩層よりも上位の滝沢累層最上部に含まれている。また、酸性凝灰岩は玄武岩溶岩の層準にもみられるが、滝沢累層最上部に最も多量に含まれている。したがって、滝沢累層堆積期における火成活動は、大局的にみて、前期には塩基性の火成活動が卓越しており、後期には安山岩質および酸性の火成活動が卓越していたと考えられる。安山岩および安山岩質凝灰角礫岩は、酸性凝灰岩および緑色凝灰質頁岩と密接に相伴って、上滝沢以北の笹山構造線に平行な北北東のトレンドをもって分布している (Fig. 7)。このような事実は、滝沢累層最上部が堆積した頃に、瀬戸川地向斜の中に北北東～南北のトレンドをもつ安山岩質および酸性の火成活動の激しい地域があったことを示唆している (Fig. 9)。また、滝沢累層の堆積時に固体貫入したと考えられ、一部にはその貫入岩体からもたらされた碎屑性のものを含む超塩基性岩類も、笹山構造線に隣接した地域にのみ北北東～南北のトレンドをもって分布している。このような分布形態は、超塩基性岩類がもともと北北東～南北の方向性をもって貫入したことを暗示している (Fig. 9)。以上述べたような滝沢累層堆積期における北北東～南北のトレンドをもった安山岩質から酸性の火成活動と超塩基性岩類の貫入活動は、笹山構造線の形成と密接に関係していたものと考えられる。なお、緑色凝灰質頁岩の分布や酸性凝灰岩の厚さの変化からみて、中～酸性の火成活動の中心域は、現在瀬戸川帯に露出している瀬戸川層群が堆積した地域のさらに東～南東側の地域にもあったと推定され

る。このような地域は、近似的に、中新世前期にデイサイト質およびアルカリ玄武岩質の火成活動のあった地域 (現在の竜爪山帯に相当する地域) と考えられる。このような推論を 1) 瀬戸川層群中の玄武岩は、高草山層群中の玄武岩と同様にアルカリ岩系に属すること、2) 本堆積期における安山岩質および酸性の火成活動は、北北東～南北のトレンドをもっていること、と合わせ考えると、本堆積期における火成活動は、中新世前期における竜爪山—高草山地域での火成活動と一連のもの、あるいはそれらの先駆的活動と考えられる。また、掛川市倉真 (Fig. 1—74) 付近に分布し、高草山層群に対比される三笠層群には、超塩基性岩類・玄武岩・ハンレイ岩・グラニュライトなどからなる岩塊や角礫が含まれている (SUGIYAMA, 1978)。これらの岩塊や角礫は、滝沢累層の緑色凝灰質頁岩の岩相に類似した泥岩卓越層 (斎藤 (1960) の新在家緑色凝灰岩) に含まれている。これらの岩塊や角礫は、三笠層群の層序・岩相変化などから判断して、“新在家緑色凝灰岩”の堆積時に貫入した超塩基性岩類および塩基性岩類が二次的に再堆積したものと考えられる。これらの超塩基性岩類および塩基性岩類からなる岩塊および角礫の分布域は、瀬戸川層群中の北北東のトレンドをもった超塩基性岩類分布域の南西方向への延長に当たっている。このような事実は、滝沢累層堆積期における超塩基性岩類の貫入活動と中新世前期における掛川地域での超塩基性岩類の貫入活動との関連性を強く示唆しているものと考えられる。

3 天徳寺累層の堆積期

天徳寺累層は主として砂岩—頁岩互層および厚い砂岩からなっており、本累層堆積期には、再び堆積盆の周囲からの陸源性碎屑物の供給が激しくなったと考えられる。Fig. 8 に示した岩相変化と古流向、ならびに和田 (1976) によって報告された古流向などから判断して、天徳寺累層堆積期には、碎屑物は主として堆積盆の西側の後背地からもたらされたと考えられる (Fig. 10)。

厚い塊状ないし成層砂岩の卓越する a および b 地域と砂岩—頁岩互層の卓越する c 地域との境界は、下位の滝沢累層中のバイオスパーライトの分布域とほぼ一致している (Figs. 7, 8)。また、バイオスパーライトの分布域周辺 (特に、南西側) に分布する天徳寺累層には、slump breccia・pebbly mudstone および滝沢累層起源の異地性岩塊などが含まれている。これらの事実は、バイオスパーライトの分布によって示される滝沢累層堆積期に存在した地形的高まりが、天徳寺累層の堆積期にも地形的高まり、または傾斜の急変部として存続していたことを

Fig. 10 Paleogeographic map of the Setogawa Basin at the time of deposition of the lower part of the Tentokuji Formation. The assumption for paleogeographic reconstruction is the same as that for Fig. 9. 1: topographic high or shallow-sea area (hachures on downslope side), 2: deep-sea area, 3: source area, 4: conglomerate, 5: slump breccia and pebbly mudstone, 6: allochthonous blocks, 7: sandstone and ss.—sh. alternation (only in profile), 8: transport-direction of clastic materials (triangles in the profile indicate the transport from north to south). The shaded portion of the topographic high is considered to have been subjected to erosion or gravity collapses at the depositional time.

示唆している (Fig. 10). また、滝沢累層起源の異地性岩塊の存在は、このような地形的高まりないしは傾斜の急変部の一部が、重力的な崩壊を被っていたことを示している。

Fig. 8 の a 地域には、西からの水流を示す flute cast や current ripple mark をもった厚いアルコーズ質アレナイトが分布していることから、この地域に、西側の後背地からの碎屑物が大量に流れこむ“流路”があったと考えられる。また、その南側の b 地域に分布する塊状ないし成層したアルコーズ質砂岩は、南のものほど泥質で細粒になっており、西側の後背地から供給された碎屑物の一部は、前述した地形的高まりの西側の“くぼみ”を北から南へ向かって運搬されたと推定される (Fig. 10)。

c 地域には、海底地すべりによる激しい擾乱を伴い、滝沢累層起源の異地性岩塊を含む砂岩—頁岩互層、および塊状砂岩が分布している。この地域に分布している互層中の砂岩は、級化成層をなすものが多く、砂岩の粒度は全体的にみて南東側ほど細粒になっている。一方、海底地すべりによる擾乱の程度は、一般に西側ほど激しくなっている。これらの事実、西側の後背地から供給された碎屑物の一部が、前述した地形的高まりの間隙をぬって(または、これから溢出して)、南東側の海底斜面を乱泥流として流れ下ったことを暗示している (Fig. 10)。なお、宇津ノ谷付近に分布している異地性岩塊からは、層序 3—(5) で述べたように、最近、斎藤常正(談)によ

って、白亜紀後期を指示する有孔虫化石が発見されている。したがって、同岩塊は瀬戸川層群の下部、または同層群の地向斜の基盤を構成していた地層からもたらされたものと考えられる。この岩塊の供給源の位置・運搬された方向などについては、目下のところ有力な証拠は得ていないが、本章の 1 および 2 で述べた堆積盆の南東側の地形的高まりから、北に向かって運搬された可能性がある (Fig. 10)。

c 地域に分布する、基質および岩片に富み級化成層の発達している砂岩と黒色頁岩との互層は、Fig. 10 に示したように、碎屑物が陸棚斜面から直接に、前述した海底の“くぼみ”に滑り込んで形成されたタービダイトと考えられる。

d 地域の市之瀬付近に分布する砂岩—頁岩互層には、級化成層が発達した砂岩と級化成層は不明瞭で平行葉理がよく発達した砂岩とが含まれている。級化成層が発達している砂岩の下底には、西から東へ向かう水流を示す flute cast が観察されるのに対して、平行葉理が発達している砂岩の下底には、南北方向の groove cast が観察される。このような堆積構造と流向との関係は、級化成層を示す砂岩層は c 地域の砂岩層と同様な過程で形成されたタービダイトであるのに対して、平行葉理の発達した砂岩層は斜面の等高線に沿う水流によって形成されたコンターライトと考えることによって、説明できるように思われる。

また、d 地域の中里以南の地域には、粗粒～極粗粒の基質の少ない岩片質アレナイトや礫岩が広く分布していることから、この地域は全体的に、陸域に近接した比較的浅い海域であったと推定される (Fig. 10)。

一方、f 地域に分布する塊状砂岩は、火山岩片を多量に含んでおり、部分的に炭質物や海緑石粒を含むところもある。また、砂岩一頁岩互層は、海底地すべりによる擾乱を強く被っている。このような事実を Fig. 8 に示した古流向と合わせて考えると、現在の島田市赤松から千葉を経て、藤枝市西方に^{にしがた}至る地域に、滝沢累層からなる碎屑物の供給源(地形的高まり)が存在していたと推定される。

結論と今後の問題点

本論文のまとめとして、次のことが指摘される。

1. 瀬戸川層群の堆積史は、大局的にみて、次の三つの時期に区分される。1) 堆積盆の周囲から乱泥流が頻繁に流れ込み、砂岩一頁岩互層が堆積した時期(逆川期)、2) 堆積盆の周囲からの碎屑物の供給が衰えて、頁岩・チャート・ミクライト質成層石灰岩などが堆積し、かつ塩基性から酸性の火成活動および超塩基性岩類の貫入があった時期(滝沢期)、3) 堆積盆の周囲(特に、西側の後背地)からの碎屑物の供給が再び激しくなるとともに、滝沢期に堆積した地層の一部も侵食や重力的崩壊を被り、砂岩・砂岩一頁岩互層・礫岩などが堆積した時期(天徳寺期)。

2. 塩基性火成活動後の滝沢期後期～天徳寺期には、瀬戸川層群の堆積盆内に北東～北北東走向の地形的高まりが存在し、その南東側には比較的深度の大きな海域が存在した。また、さらにその東～南東側には、その規模は不明ながら、古期堆積岩類からなる地形的高まりがあったと推定される。

3. 滝沢期後期における安山岩質から酸性の火成活動は、後に笹山構造線および十枚山構造線が形成された二つの地域に、北北東一南北のトレンドをもって起こった。また、超塩基性岩類も、後に笹山構造線が形成された地域に、全体として北北東一南北のトレンドをもって貫入した。これらの火成活動および超塩基性岩類の貫入活動は、笹山構造線・十枚山構造線および糸魚川一静岡構造線の形成と密接に関係していたと考えられる。

4. 暁新世～漸新世と推定される滝沢期における火成活動と超塩基性岩類の貫入活動は、中新世前期における竜爪山一高草山地域および掛川地域での火成活動・超塩基性岩類の貫入活動と一連のもの、あるいはそれらの先

駆的活動と考えられる。

また、今後の問題点として、次のことが指摘される。

1. 斎藤常正(談)によると、滝沢累層上部の下部(玄武岩溶岩の上位)に発達しているミクライト質成層石灰岩は、暁新世を指示する有孔虫化石を産し、同累層最上部に発達している黒色頁岩および天徳寺累層は漸新世中期を示す有孔虫化石を産する。したがって、本稿の層序があくまでも正しいとすると、最大層厚 400m 程度の滝沢累層上部は、暁新統から中部漸新統までを含むと考えられる。また、本稿のまえがきにおいて、滝沢累層上部における「岩相変化」と呼んだ各種岩層の分布の違いは、厳密には「暁新世から漸新世中期までの時間帯に堆積した各種岩層の分布の違い」ということになる。このような現時点での結論は、滝沢累層(特に、IJIMA *et al.* (1979)によってすでに指摘されているミクライト質成層石灰岩や成層チャート)の堆積環境や堆積史を考察する上で、重大な問題を含んでいると考えられる。したがって、今後、同累層の層序・時代論などについて、より詳細な検討を行う必要があると思われる。

2. 大井川層群の下部からは、斎藤(1960)によって、上述した瀬戸川層群の上部と同じ漸新世を示す有孔虫化石が報告されている。大井川層群には、瀬戸川層群起源の異地性角礫岩塊が大量に含まれている(杉山, 1980)ため、上に挙げた化石はこれらの異地性角礫岩塊から発見された可能性もある。しかし、この化石が現地性の大井川層群から発見されたものであるとすると、大井川層群と瀬戸川層群との間には、大きな時間的間隙がないか、または両層群の一部は同時代の堆積物であることになる。これと同様な問題は、明らかに別個の褶曲帯に属している三倉(四万十)層群と瀬戸川層群との間にも存在する。すなわち、従来、主として白亜系からなると考えられていた三倉層群の最上部からも、古第三紀型の貝化石が報告されている(MATSUMOTO, 1966, 1971)。これら3層群の堆積期間の解明は、現在、逆断層によって隔てられた別個の褶曲帯に分布している同3層群のもとの相互関係を考察する上で、重要な手がかりとなる。したがって、今後、瀬戸川層群だけでなく、三倉層群・大井川層群および相賀累層などについても、より一層の化石による時代の検討を進める必要があると考えられる。

3. 上述した2の点と平行して、今後、紀伊半島・四国・九州などの“四万十累層群”との対比を進め、広義の四万十地向斜(木村, 1979)における瀬戸川層群の位置づけを行う必要があると考えられる。

4. 本稿によって明らかにされた瀬戸川層群の堆積時

古地理は、現在の駿河湾の地形に類似している。また、中新世前期、および中新世後期～鮮新世における富士川一掛川地域の古地理も、これまでの研究者の研究成果(MAKIYAMA, 1954; 松田, 1961など)をまとめると、大局的には現在の駿河湾一遠州灘地域の地形とよく似ている。このような事実は、現在の駿河湾の形成・発達史について、多くの暗示を与えている。したがって、今後、駿河湾沿岸地域の各時代におけるより詳細な古地理学的研究を進めることは、現在の静岡地域の地殻変動を同地域の地質構造発達史の一断面として理解する上で、有意義な資料を提供することができると考えられる。

謝辞 本論文は、杉山が東京大学大学院在学中に行った研究と下川が静岡大学在学中に行った研究、ならびに両者が地質調査所において5万分の1地質図「静岡」の作成のために共同して行った研究の一部をまとめたものである。この一連の研究に際し、終始御指導下さった東京大学の木村敏雄教授、筑波大学の荒井章司講師、地質調査所の垣見俊弘地震地質課長に衷心から感謝の意を表す。また、山形大学の斎藤常正教授からは、瀬戸川層群産の有孔虫化石について、未公表データの御教示をいただいた。さらに、東京大学地震研究所の恒石幸正博士、北海道立地下資源調査所の和田信彦氏、名古屋大学の吉田鎮男助教授、兵庫教育大学の徳山 明教授、新潟大学の藤田至則教授、および応用地質調査事務所の稲垣秀輝氏の各氏には、野外や室内において数多くの御教示と有益な討論をしていただいた。これらの方々にも厚く感謝の意を表す。

文 献

- 荒井章司・下川浩一・高橋輝章, 1978: 瀬戸川帯の超塩基性一塩基性岩類の貫入形態に関して。地質雑, **84**, 691—693.
- 浅野 清, 1962: 有孔虫化石群からみた日本の古第三系。東北大理地質古生物邦文報告, no. 57, 32p.
- 千谷好之助, 1931: 7.5 万分の1地質図「静岡」, 同説明書。48p., 地質調査所。
- HONJO, J. and MINOURA, N., 1968: *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK and the geologic age of the Setogawa Group. *Proc. Japan Acad.*, **44**, 165—169.
- IJIMA, A., INAGAKI, H. and KAKUWA, Y., 1979: Nature and origin of the Paleogene cherts in the Setogawa Terrain, Shizuoka, Central Japan. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo*, [II], **20**, (1), 1—30.
- 石井基裕・牧野 融, 1946: 瀬戸川統より発見せられたる高等有孔虫 *Discocyclina* sp. について (予報)。地質雑, **52**, 1—2.
- IWASAKI, Y. and ONO, S., 1977: A molluscan assemblage of the Setogawa Group. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., No. 106, 106—121.
- KIMURA, T., 1966: Thickness distribution of sandstone beds and cyclic sedimentations in the turbidite sequences at two localities in Japan. *Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. Tokyo*, **44**, 561—607.
- 木村敏雄, 1967: 大井川流域の四万十層群の地質—小構造による構造解析の例一。佐々記念論集, 21—38.
- , 1979: 日本列島—その形成に至るまで—[II・上]。578p., 古今書院, 東京。
- MAKIYAMA, J., 1954: Syntectonic construction of geosynclinal neptons. *Mem. Coll. Sci., Kyoto Univ.*, [B], **21**, (2), 115—149.
- 横山次郎, 1963: 5 万分の1地質図「掛川」, 同説明書。30p., 地質調査所。
- 松田時彦, 1961: 富士川谷新第三系の地質。地質雑, **67**, 79—96.
- MATSUMOTO, E., 1964: The Asagai-Poronaian molluscs from Shizuoka Prefecture, Central Japan. *Mem. Coll. Sci., Kyoto Univ.*, [B], **31**, (2), 95—112.
- , 1966: Geology of the Paleogene and Lower Neogene formations in the lower course of River Ooigawa, Shizuoka Prefecture, Central Japan. *Ibid.*, **33**, (2), 115—133.
- , 1971: Oligocene molluscs from the Setogawa Group in Central Japan. *Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo*, **14**, (4), 661—669.
- 宮内仁志・岡田博有, 1978: 瀬戸川帯南部の岩相と層序。日本地質学会第85年学術大会演旨, 98.
- 水野篤行, 1956: 貝化石による九州北西部古第三系の分帯(予報)一本邦古第三系の対比論のために。地調月報, **7**, 261—270.
- ONO, S., 1973: Slaty Cleavages in the Paleogene Setogawa Group in Central Japan. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo*, [II], **18**, (3), 431—454.
- 斎藤常正, 1960: 静岡県島田・掛川市付近の第三系とその浮游性有孔虫化石群。東北大理地質古生物邦文報告, no. 51. 45p.
- SUGIYAMA, Y., 1978 MS: A paleogeographic study of the Paleogene and Miocene groups in the Shizuoka district. Master Thesis, *Fac. Sci. Univ. Tokyo*. 113p.
- 杉山雄一, 1980: 静岡県中部に分布する第三系大井川層群の海底地すべり堆積物と異地性角礫岩塊。地質雑, **86**, 673—685.
- TAKASAWA, K. and KURODA, Y., 1974: A quartz-magnesite rock in the Setogawa Zone, Central Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **80**, 425—427.
- 徳岡隆夫, 1964: 静岡県下の瀬戸川層群, 大井川層群についての概説。地質雑, **70**, 1—11.
- 徳山 明, 1974: 古第三系(瀬戸川帯)。土 隆一編: 静岡県の地質, 静岡県, 27—34.
- 和田信彦, 1976: 静岡県, 安倍川地域の地質について。地質雑, **82**, 581—593.