

富士山の基盤の地質と地史

松田時彦*

Geology and geohistory of the Tertiary basement of Mt. Fuji

Tokihiko MATSUDA*

The geology of the basement of Mt. Fuji, central Japan, is inferred from the geology of the surrounding Misaka, Tenshu and Tanzawa mountains. These mountains consist largely of rocks of the Middle Miocene Nishiyatsushiro and Tanzawa groups and the Late Miocene to Pliocene Fujikawa Group, both of which were deposited primarily in the deep sea environment. They contain volcanic rocks from the Izu-Bohnin arc which has been active since the early Miocene up to the Present. The sea retreated from the area soon after the deposition of the Pliocene.

In the northwestern part of Mt. Fuji, there were submarine depositional channels connecting Tenshu Mts and the eastern part of the Misaka Mts (the Tenshu-Mitsutoge Channel of the Lake Miocene and the Hamaishidake-Katsuragawa Channel of the Pliocene). A negative Bouguer anomaly zone along the northwestern foot of Mt. Fuji suggests that sediment-filled channel zones exist there.

The southeastern part of the foot of Mt. Fuji, including the area of its summit, is probably underlain by the Tanzawa Group and quartz diorite bodies, as inferred from the adjacent Tanzawa Mts and from drilling data at the southern slope of Mt. Fuji.

Beneath the southwestern foot of Mt. Fuji, the Pliocene Hamaishidake-Katsuragawa channel deposits and the Pleistocene Kanbara Conglomerate are present, and they may extend eastward to the Ashigara area.

The Fujikawa-kako fault zone southwest of Mt. Fuji and the Kannawa fault on the south of Tanzawa Mts are thought to not be connected directly with each other, but to be in an echelon arrangement. The Misaka and the Katsuragawa faults north of Mt. Fuji do not extend to the Tenshu Mts. Thus, Mt. Fuji seems to be constructed on an area where no remarkable faults are present in the basement

1. 富士火山の基盤—あらし

1-1 富士山の基盤とその位置

富士山の東側に丹沢山地, 北側に御坂山地, 西側に天守山地があって, それらが富士の広い裾野を縁取っている. その山々を構成している地層は, 中新世—鮮新世の海に堆積した地層と海底噴出の火山岩類である. それ以後この地域が広く海に被われたことはない. したがって, 富士火山が噴出する前の新第三紀末には富士山の基盤地域は陸地になっていて, そこに中新世, 一部鮮新世の海成層が広く露出していたと思われる.

富士火山を囲むこれらの山地は, 甲府盆地—巨摩山地, 富士川谷などとともに, 地質学的には南部フォッサマグナと呼ばれている地域にある. 富士山はその中央に広い面積を占めてそびえている.

この南部フォッサマグナ地域はその北側 (関東山地) と西側 (赤石山地) で四万十帯の堆積岩 (古第三紀—白亜紀) に接している. 関東山地との間には藤野木—愛川構造線が,

赤石山地との間には糸魚川—静岡構造線がある.

この地帯の太平洋側には南海トラフ—駿河トラフが伊豆半島に近づくとき北へ湾曲して入り込んでいる. この南部フォッサマグナを満たす地層は主に新第三紀の地層であって, それより古い地層は露出していない. このように南部フォッサマグナ地域は西南日本外帯 (四万十帯) のさらに外側 (太平洋側) に位置している新生代後期の堆積地帯である.

しかし, 一方ではこの南部フォッサマグナ地域は, 中新世の初期から東日本島弧系の火山活動の場であった. その火山活動は第四紀まで引き続き, 富士火山を載せてさらに南へ伊豆半島を経て伊豆・小笠原弧の島々に続く. このように富士火山の基盤地域は, 西南日本弧の外帯の上に東北日本—伊豆・小笠原弧の火山帯が重なっている地域である.

以下, 富士火山を囲む御坂山地・天守山地および丹沢山地の地質を述べて, 富士火山のよって立つその基盤の地質を考えてみる.

なお, 富士火山の火山斜面と山麓の高原の地域は広く富士山 (先富士火山群を含む) の火山噴出物に被われていて, 富士火山形成前の古い岩石の露出はない. このような富士火山の噴出物に被われていて基盤の見えない範囲を, 以下では「富士山の基盤地域」とよぶ.

* 〒101-0064 東京都千代田区猿楽町 1-5-18

千代田ビル 5 階

(財)地震予知総合研究振興会

Association for the Development of Earthquake Prediction

1-5-18 Sarugakucho, Chiyoda-ku, Tokyo 101-0064, Japan

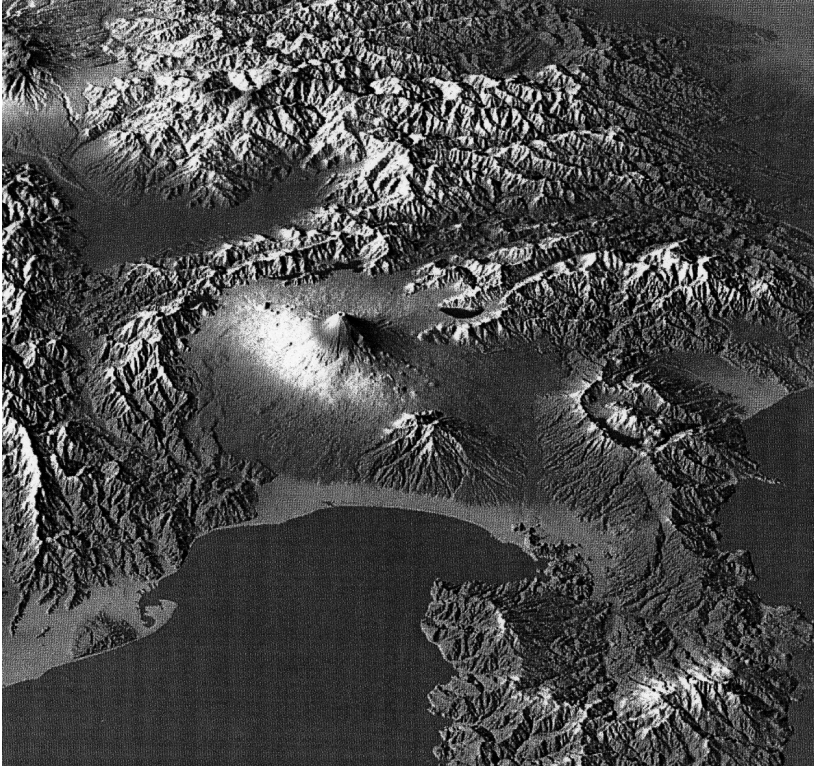


図1 富士山周辺の鳥瞰図（寺平 宏氏作成）。



図2 富士山周辺の等高線地形図（竹内 章氏作成図に一部加筆）。

2. 富士を囲む山々の地質

2-1 概説

富士山の広い裾野は北-西側を御坂山地-天守山地に囲まれ、東側では丹沢山地の西端を被っている。富士山頂から眺めると御坂山地と天守山地は、本栖湖付近で連なって一つの北西に張り出した弧状山脈をなしている（図1）。御坂山地の東端には北東に延びる西桂の谷が入り込んで以東の丹沢山地を隔てている。丹沢山地の南側には箱根火山、その西には愛鷹火山があり伊豆半島に続く（図2）。

富士を囲む天守・御坂・丹沢の各山地は厚さ1万mを越える新第三紀の厚層からなっている。その地層は下部を占める主に中新世中期の地層群と、上部を占める主に中新世後期-鮮新世の地層群とに2大別される。

下部の層群は御坂山地の西八代層群や丹沢山地の丹沢層群であり、上部の層群は天守山地の富士川層群や丹沢山地北側の西桂層群などである。図3はそれら地質の概略の分布図であり、図4は富士周辺地域の主な地層とその層序的位置・年代を示したものである。

下部の西八代層群と丹沢層群は本来同じ時代のひと続きの地層群であり南部フォッサマグナ地域の全域に広く分布している。それらが隆起して広く露出した部分が現在の御坂山地と丹沢山地である。これに対して上部の富士川層群と西桂層群は富士川沿いの低地（富士川谷）や桂川（相模川）の谷沿いに主に分布している。天守山地の地質は御坂山地と異なり大部分富士川層群である。

地層の性質も下部層群と上部層群では顕著に異なっている。火山岩類を別にと下部層群の堆積物は主に細粒の深海性の泥岩である。これに対して、上部層群は主に厚い礫岩と砂岩（主にタービダイト）であり関東山地などの当時の陸地（本州）に由来した碎屑物を多く含む。火山岩の性質も異なっている。下部層群の火山岩は主に玄武岩と石英安山岩であり、上部層群は主にカルクアルカリ質の安山岩である。

このように下部層群と上部層群の性質の差異は顕著であり、そのころ（中新世中期の終り頃、およそ12Maごろ）に南部フォッサマグナ地域の環境に大きな変化があったことがわかる。海はその後ともこの地域にあったが第四紀になると沿岸部（足柄地

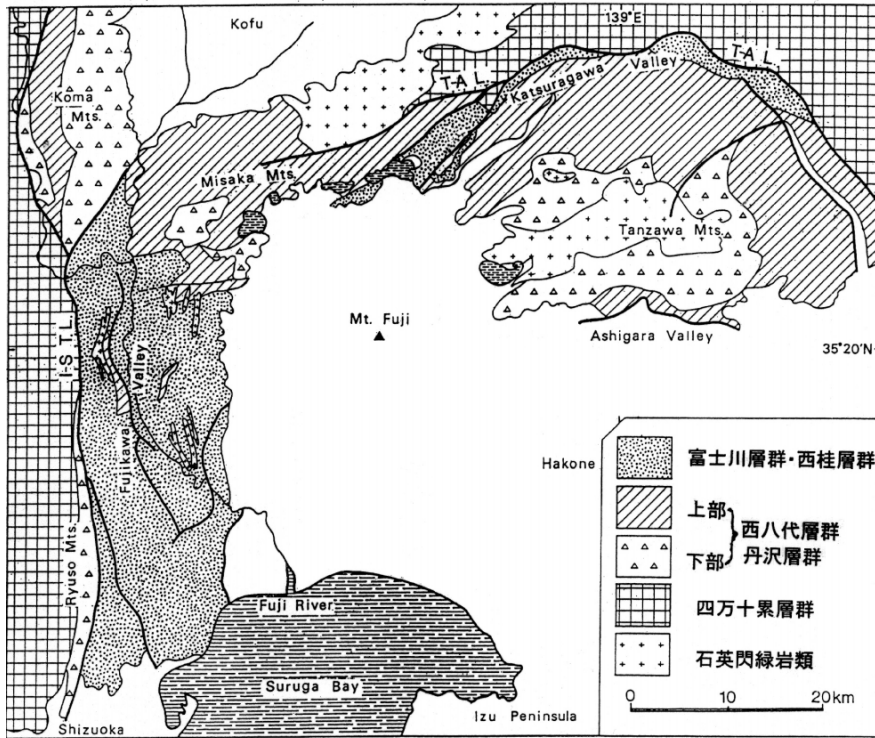


図3 富士周辺山地の地質分布図。 TAL：藤野木-愛川構造線 ISTL：糸魚川-静岡構造線

地質年代	地層	時期	富士川谷 一天守山地		御坂 山地	桂川谷	丹沢 山地	足柄・伊豆	Ma
			南部	北部					
更新世	浮遊性有孔虫化石 石炭質ナノ化石	足柄期	蒲原礫岩	(欠)	(欠)	(欠)	(欠)	足柄G	1
新世	NN21, NN20, CN14, CN13, NN19, NN18, NN17, NN16, NN15, NN14, NN13, NN12	曙期	川合野礫岩	浜石岳G 貫ヶ岳礫岩	静川砂岩 礫岩	桂川礫岩	落合礫岩	白浜G	2
			相又累層	丸滝礫岩	原泥岩	島田泥岩	寺家泥岩		5
旧世	NN11, CN9, NN10, NN9, CN7, NN8, CN5, NN7	身延期	静岡G	万沢累層	身延累層	古屋砂岩	愛川G	白浜G	6
			和田島G	丸滝礫岩	丸滝礫岩	古屋砂岩	寺家泥岩		9
			小河内泥岩	しもへ累層	丸滝礫岩	足和田礫岩	三ツ峠礫岩		12
中新世	NN5, CN4, NN4, CN3, NN3	常葉期	(露出なし)	常葉累層	屏風岩	都留G	大沢不動尻	湯ヶ島G	13
			古関川期	古関川累層	出口和勝坂	芦川累層	丹沢G		14
			常葉累層	古関川累層	古関川累層	都留G	丹沢G		15
			竜爪G	古関川累層	古関川累層	都留G	丹沢G		17

図4 富士山周辺の主な地層とその年代の表。
G：層群，SG：亜層群

域・蒲原地域)を除いてほぼ全域から海は去り地域全体が隆起・陸化し、逆断層を伴う著しい地層の変形が進行した。この第四紀における顕著な地層変形と隆起は、伊豆・小笠原弧の北端部(伊豆半島)が本州と衝突あるいは突入しているためであるとして説明されている(Matsuda, 1978; 松田, 1984 a, b)

以下に、主な山地ごとに地層・構造および地史を紹介する。

2-2 御坂山地

御坂山地は富士の裾野の北側にある東西に長い山地である。南麓には河口湖、西湖、精進湖、本栖湖があり、北麓は甲府盆地に下る。山地の東部に三ツ峠山があり、その西に御坂山、節刀ヶ岳・三方分山など1200-1700 m級の峯や尾根が本栖湖付近まで続く。以西で富士川に向かって低くなるが、本栖湖の南西方では高度を増して南北方向の天守山地に連続する。

御坂山地は主に西八代層群の泥岩や火山岩とそれらに貫入した石英閃緑岩類からなる。山地の東端部、河口湖-三ツ峠山地域および足和田山には富士川層群に相当する地層があり御坂山地の一部を構成している(河口湖累層)。またその南東に接して西桂層群(富士川層群上部に相当)が分布する。

御坂山地の変質した火山岩類などはかつて御坂層と呼ばれていた(鈴木, 1888)。その後

それらと西八代地域の西八代層群(松田・水野, 1955)との層序関係が明らかになり(片田, 1956; 水野・片田, 1958), 現在では御坂山地の御坂層もそれに含めて西八代層群とよばれることが多い。

(西八代層群) 西八代層群は中新世中期の泥岩と火山岩類を主とする厚い海成層である。その下底は露出していない。火山岩類には主に玄武岩の溶岩と石英安山岩質の軽石質凝灰岩が多い(芦川累層など)。玄武岩溶岩には枕状溶岩がしばしば発達して(高萩玄武岩など)精進湖付近や芦川沿いの高萩付近の山腹斜面や沢底によく露出している(島津・他, 1976; 天野・他, 1995)。軽石質凝灰岩は泥岩と互層し, 水中噴火の火砕流堆積物(Fiske and Matsuda, 1964)もある。それらの噴出物を供給したと考えられる粗粒玄武岩の岩脈や石英ひん岩(片田, 1956)が泥岩や玄武岩をしばしば貫いている。

この層群からは *Lepidocyclina* などの大型有孔虫のほか, 泥岩からは有孔虫・放散虫・石灰質ナンノ化石を産する(尾田・他, 1987; Akimoto, 1991; 青池, 1999)。浮遊性有孔虫は N.8-N.9 から N.13 の, 石灰質ナンノ化石は CN 4, CN 4-5, CN 5 a の化石帯を示し西八代層群の上限の年代は 11.9 Ma と考えられる(青池, 1999)。最下位の古関川累層と勝坂泥岩最下部の時代は 17.1-14.9 Ma 程度であり, 西八代層群の最下部が 15 Ma より古い可能性を示している。

(河口湖累層) 河口湖累層(真野・他, 1977)は河口湖北東岸から母の白滝付近-三ツ峠山に分布する火山岩礫をふくむ礫質の地層である。三ツ峠礫岩と白滝火山礫凝灰岩とに分けられている。これらの地層は多くの雑多な火山岩礫を含み, 岩相的には富士川層群のしもべ累層の特徴をもち, それに対比される(松田, 1971, 1972)。足和田山の礫質の地層(足和田礫岩層, 水野・片田, 1958)も同様の特徴を持ち, その続きである。

(西桂層群) 西桂層群(福田・篠木, 1952; 真野・他, 1977)は下部の古屋砂岩層と上位の桂川礫岩層などからなる。古屋砂岩層は下位の丹沢層群(都留層群, 丹沢団体研究グループ, 1973)を顕著な不整合層で被っている。この層群の分布の北西縁は桂川断層で限られ河口湖累層に接している。古屋砂岩層から CN 9 化石帯(ほぼ 8.5-5.6 Ma)のナンノ化石を産し(青池, 1999), その東方に分布する島田泥岩(CN 9, 岡田, 1987)と同様中新世後期である。

(芦川石英閃緑岩体) 御坂山地の北東部に西八代層群の玄武岩類を貫いて広く石英閃緑岩体(芦川岩体)が露出している。南縁は藤野木-愛川構造線に限られているが, 北方では甲府盆地周辺で四万十帯を貫いている(徳和岩体)。その貫入時代は 12 Ma ごろ(黒雲母, K-Ar 年代, Sato, 1991)あるいは 11.3 ± 0.4 Ma (角閃石, Saito *et al.*, 1997)とされている。

2-3 天守山地

天守山地は富士のすそ野と富士川谷との間に立つ南北に長い山地である。天守山地という名称は原田(1888)によるが, 天子山地と呼ばれることも多い。この山地は北端で御坂山地に続くが, ほぼ本栖湖以南を天守山地とする。山

地の北部に最高峰の毛無山(標高 1945.5 m)があり, それ以南に天子ヶ岳や思親山のある稜線が富士川下流部の芝川付近まで続く。山地東側の斜面はその下部を富士火山の噴出物に埋められているが, 山地の西側斜面は急勾配で富士川谷へ下る。

この山地は当初(鈴木, 1887, 1888)全域が御坂層として塗色されていたが, その後, 東京大学, 静岡大学, 東北大学などにおいて進級論文・卒業論文などとして部分的な範囲の調査が断続的に行われた(Kudo, 1948 MS; 加藤, 1955; 工藤, 1959 など)。1960年代になって富士川谷の層序が明らかになりこの山地はその北部(西八代層群)を除くと大部分富士川層群中・下部(しもべ累層と身延累層)からなることが明らかになった(松田, 1961)。また, 山地内の佐野川沿いの斑れい岩や石英閃緑岩体周辺地域の地質調査が行われた(Yajima, 1970; 矢島・加藤, 1980)。1970年代以後, 富士川団体研究グループ(1976), Soh (1986), 天野・伊藤(1990), 松田(未発表)などで野外調査が行われたが, この山地全域の5万分の1程度の詳細な地質図は未刊のままであり, 御坂山地・丹沢山地に比べて地質調査が遅れている。

山地北部の毛無山-湯之奥付近以北の山地は富士川谷から 1500 m 以上の高度差を持ち西八代層群の最下部(古関川累層)まで露出する最大の隆起部であり, 全山が火山岩類などで構成されている。それ以南の天守山地主部は, 褶曲しながら繰り返し露出する富士川層群しもべ累層と身延累層で占められている。両累層とも北東方(関東山地)に由来する礫を多量に含む主にタービダイト性の砂泥礫互層である。その中の厚い粗粒の礫岩層(丸滝礫岩層)がこの南北性の山地の中央部(身延-猪之頭間)をほぼ東西に横断して分布している。それは当時の海底チャネルの充填物である(松田, 1958, 1984 a; 徐, 1985; Soh, 1986)。これらの富士川層群中・下部層の時代は富士川沿岸での微化石調査(尾田・他, 1987; Amano, 1991 など)から有孔虫化石帯 N.14-N.17, すなわちほぼ 11.8-5.5 Ma と考えられる。なお, 西桂地域の桂川礫岩は N.19 化石帯を含み丸滝礫岩よりも時代が新しい。

これらの地層には安山岩・閃緑岩・斑れい岩などの小岩体が岩脈状に頻繁にほぼ南北に進入している。山地南端部, 稲子-芝川地域には浜石岳礫岩(富士川層群上部, N.18-N.21 化石帯, およそ 5.6-2.0 Ma)が分布し, 東縁は富士の噴出物に被われている。

富士川層群はこの山地の北部では西八代層群とともに北東ないし東北東の軸を持って褶曲しているが(和平向斜, しもべ向斜など, 松田, 1958 など), 佐野川流域など山地南部では褶曲は北東-南西方向(内船背斜など, 富士川団体研究グループ, 1976)ないし南北となる。両方向の構造は傾斜不整合で接している所(富士川谷北端部)もあるが南の天守山地では褶曲軸は北東-南西から南北になり両方向の構造は天守山地では地域的に漸移するように見える(図 6, 図 7)。

2-4 丹沢山地

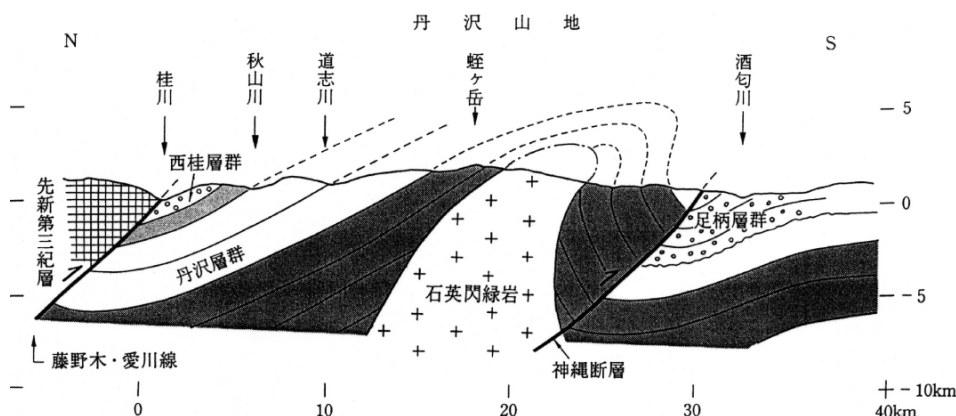


図5 丹沢山地の南北断面概念図 (松田, 2000).

丹沢山地は北側を桂川の谷に、南側を酒匂川の谷にはさまれた東西にやや長い山地である。山地の西部はその山地高度を保ったまま富士の噴出物に被われる。

山地の地質構造は丹沢層群がつくるほぼ東西の軸を持った大きな背斜構造であり、その南翼は地層が大規模に逆転している(図5)。背斜の軸部には石英閃緑岩体が進入している。丹沢山・蛭ヶ岳・大室山・御正体山などのある丹沢山地の主稜線は大部分この石英閃緑岩周辺の変質・硬化した丹沢層群からなる。このように丹沢山地はその内部構造と山地地形とがほぼ調和した構造的な山地である。

丹沢層群(Mikami, 1961)は山地中央部南寄りに露出する石英閃緑岩体(滝田, 1974)をその最下部層(塔ヶ岳亜層群)が囲みその外側に上位の大山亜層群が重なる。山地の北縁にはその上に煤ヶ谷亜層群がのる(島津・他, 1971; 杉山, 1976; 丹沢団体研究グループ, 1973; 太田・他, 1986)。さらに、その上にはほぼ桂川にそって西桂層群(本間, 1976)が分布する。丹沢山地の南部は背斜構造の南翼にあたるが、丹沢層群は北傾斜(逆転)していてその一部は角閃岩相までの変成作用を受けて結晶片岩となっている(Seki *et al.*, 1969; 丹沢団体研究グループ, 1975, 1976; 松田, 1986, 1991)。また、その一部は石英閃緑岩によってホルンフェルス化しているの、結晶片岩の形成は石英閃緑岩の進入以前(7 Ma 以前)であり、丹沢層群堆積以後のこの地域の強い沈降を示唆している。

丹沢層群は主に玄武岩質の火砕岩・溶岩から成る。凝灰岩にはタービダイトの構造が認められ、時に浅海性の有孔虫や珊瑚を含む石灰岩をはさむが、概して深い海底の堆積物である。丹沢層群の堆積時代は石灰質ナンノ化石を調べた青池(1999)によると塔ヶ岳亜層群が17-16 Ma、大山亜層群が16-13 Maである。石英閃緑岩の進入時期は7 Ma(Saito *et al.*, 1991)ごろである。

丹沢山地の南縁に神縄断層(松島・今永, 1968; 町田・他, 1975)があり、丹沢層群が足柄層群に接している。足柄層群(Ito, 1985; 天野・他, 1986; 足柄団体研究グループ, 1986 a, b; Soh, *et al.*, 1998; Imanaga, 1999)は、主に礫岩と砂岩泥岩互層からなる更新世前期の海成層であ

り、丹沢山地由来の粗粒の火山岩礫や変成岩礫・石英閃緑岩礫を多量に含み、丹沢山地の隆起を反映した堆積物である。この足柄層群は鮮新世-更新世に丹沢山地の南側で沈み込んでいたフィリピン海プレート上のトラフ充填堆積物と考えられている。そのトラフは0.7 Ma ごろ以後には埋積され、現在強く変形し北縁で神縄断層に切断されている。神縄断層はその東南で国府津-松田断層、さらに相模トラフ底のプレート境界断層帯に続くと思われる。

3. 富士周辺の古地理・地史

3-1 層序と時代区分

富士火山の基盤地域を含む南部フォッサマグナ地域の土台は中新世前期から鮮新世に及ぶ海成層である。下部を占める西八代層群・丹沢層群の堆積した時代はおよそ17-11.8 Ma(主に中新世中期)、上部の富士川層群の堆積時代はおよそ11.8-2 Ma(主に中新世後期-鮮新世)である。それらの堆積した時代は図4に見るような5つの時期に分けられる。すなわち、西八代時代は古関川期(中新世中期の初期、有孔虫化石帯N. 9かそれ以前、ほぼ14.5 Ma以前)と常葉期(中新世中期、N. 10-N. 13、ほぼ14.8-11.8 Ma)に、富士川層群の時代はしもべ期(中新世後期の前半、N. 14-N. 16、ほぼ11.8-9 Ma)、身延期(中新世後期の後半、N. 17、ほぼ9-5.5 Ma)および曙期(鮮新世、N. 18-N. 21、ほぼ5.5-2 Ma)に分けられる。

各時期の地層とその年代的位置を図4に示す。この表は、主に尾田・他(1987)、岡田(1987)、Ibaraki(1989)、金栗・天野(1995)・青池(1999)などによって示された微化石年代によって示されているが、一部を筆者の野外観察によって補ったものである。この層序表は松田(1989)の層序表とほぼ同じであるが、この表では古生物学資料によってしもべ期の上限をほぼ9 Ma、身延期の上限(=曙期の始まり)をほぼ5.5 Maとした。

なお、以下では曙期の代わりに同義の浜石岳期を用いることがある。曙層群に対比される浜石岳累層が富士の基盤地域に直接して分布しているからである。また、丹沢山地南側の主に更新世前期の足柄層群(長谷川・他, 1986;

Huchon and Kitazato, 1984) の時代を足柄期として図 4 に加えてある。

富士山周辺地域の古地理図はこれまでにいくつか作られている (松田, 1971; 松田, 1972; フォッサマグナ地質研究会, 1991; 北里, 1987; Kitazato, 1997; Akimoto, 1991; Akimoto *et al.*, 2002 など)。

3-2 西八代時代 (中新世中期)

富士山の基盤地域を含む南部フォッサマグナ全域は西八代時代には広い深い外洋性の海域であった。海域は北部フォッサマグナの海につながっていて常葉期後期には *Globorotalia rikuchuensis* (尾田・他, 1987) や *Chlamys kaneharai* (鎮西・松島, 1987) を産し寒水系の影響下にあった。

御坂山地や丹沢山地での活発なバイモダルの火山活動は伊豆弧の背弧での拡大性リフトに伴うものと考えられている (高木・他, 1993; 青池, 1999)。

この時代の堆積物にはサンゴや大型有孔虫を含む浅海堆積物が稀に含まれているので、火山体の一部は一時海上に現れたこともあったと思われるが、概して地層は深海での堆積物である。水深は大部分の海域で 2000 m かそれ以上、糸魚川-静岡構造線に近い西部地域ではおよそ 4000 m と推定されている (Akimoto, 1991)。本州に由来する粗粒の碎屑物はこの時代にはほとんど知られていない。

この時代の地層の厚さは数千 m もあり、全域が厚い海成層の堆積をもたらすような沈降域であった (御坂山地、丹沢山地などの隆起地域の出現は後のことである)。

この時代には現在の赤石山地-関東山地の前面 (太平洋側) に伊豆弧を載せた海のプレートの沈みこみ境界があった (松田, 1989)。

3-3 富士川時代前期 (しもべ期+身延期: 中新世後期)

富士川時代の前期はしもべ累層と身延累層が堆積した時代である。御坂山地の南東縁にある足和田山礫岩 (水野・片田, 1958) や河口湖累層 (真野・他, 1977; 小松, 1984) も岩相の類似からしもべ期の堆積物であると考えられる (松田, 1972)。丹沢山地周辺ではこの時代の確かな地層は知られていない。愛川層群は青池 (1999) によると CN 9 化石帯 (8.6-5.6 Ma) に属する。

この時期になると天守地域でも御坂地域周辺でも地層の中に関東山地起源の碎屑物があらわれる。しもべ累層や河口湖累層 (特に白滝火山角礫岩層) には各種の火山岩の砂粒や礫がふくまれていて関東山地だけではなく御坂地域の一部も浸食されるようになったと推定されている (松田, 1958, 1984 a; Soh, 1986)。

また、この時期の地層は御坂山地-富士川谷北部でほぼ東西の軸を持って褶曲しているが、地層の厚さは向斜部で厚く背斜部で薄いという特徴をもち (松田, 1958)、東西性の褶曲作用が進行していた。

図 6 にこの時期の堆積物の露出域と海陸境界線を示す。海域は御坂地域の一部を除いてそれ以南の広い範囲に広がっていた。その海の手守地域と御坂地域東南縁との間 (現在の河口湖-本栖湖南の富士のすそ野北西部) には、三ツ峠-足和田山付近から天守地域にいたる海底チャンネルがあ

って関東山地起源の礫が大量にしもべ期・身延期を通じて天守-富士川地域へ運ばれた。このチャンネルの充填堆積物は顕著に厚くそれが重力の負異常 (後述) としてあらわれていると考えられる。この天守地域と三ツ峠地域を結ぶしもべ期-身延期の海底の堆積地を天守-三ツ峠チャンネルと呼ぶ。

身延累層中部の丸滝礫岩は天守地域中部で特に粗粒で厚く、このチャンネルを充填している代表的な堆積物である (松田, 1961; Soh, 1986; 天野・伊藤, 1990)。この粗粒礫層は天守山地の南部-南西方では厚い砂岩泥岩互層ないし泥岩層の万沢累層 (松田, 1961; 秋元・他, 1990) となる。

この海域のさらに南東方には丹沢地域南縁から駿河湾へ延びる足柄トラフがあった。そのトラフでの伊豆弧の沈み込みにもなって丹沢層群の一部が深所へ引きこまれ結晶片岩化した。その後石英閃緑岩の進入 (7 Ma ごろ) によって丹沢地域は隆起に転じたと思われる。

しもべ期の堆積物は現在御坂山地ではその東端部 (足和田-三ツ峠地域) に露出しているが、身延期の確かな堆積物は西桂地域では古屋砂岩以外には知られていない。古屋砂岩の基底には丹沢層群 (都留層群) を被って顕著な不整合 (福田・篠木, 1952; 真野・他, 1977) がある。古屋砂岩自体に砂鉄層や海緑石砂岩もある。これらのことから身延期には西桂地域は相対的な隆起傾向にあり浸食ないし地層がほとんど堆積しない地域であったと思われる。しかし、さらにその東方では深い海が入り込んで島田泥岩や寺家泥岩が堆積していた。

西桂地域の丹沢層群が不整合で古屋砂岩に被われていることは、しもべ期から身延期にかけての時期 (9 Ma ごろ) に丹沢地域の岩石がすでにこの地域にあった事を意味している。このことは、丹沢地塊が関東山地や御坂山地に 5 Ma ごろに衝突・付加したとする考え (天野, 1986; 青池, 1999) とは調和しない (松田, 1989)。

3-4 富士川時代後期 (曙期または浜石岳期, 鮮新世)

富士川時代後期は富士川谷の曙累層 (松田, 1958) あるいは浜石岳累層 (杉山・下川, 1990; 柴, 1991) の堆積時代 (5.5-2.0 Ma) である。

曙累層は、模式地 (中富地域) では下位から安山岩質の烏森山火砕岩、貝化石を産する静川砂岩、粗粒の曙礫岩からなる。この累層の有孔虫化石帯は N. 15 (尾田・他, 1987) あるいは N. 19 (Ujiie and Muraki, 1976) から N. 21 (狩野・他, 1985, 尾田・他, 1987) におよぶ。ここでは本累層は N. 18-N. 21 に相当しほぼ全層が鮮新世層であると考えられる。なお、尾田・他 (1987) は曙累層の下限を後期中新世の初め頃としているが、下位層との関係を考慮するとより新しいと考えられる。

この曙累層は富士川谷北部まで分布し比較的浅海の貝化石のほか外洋性の浮遊性有孔虫などを含むので、当時、富士川谷は最奥部まで海流が駿河湾から入り込む外湾であった。したがって、富士川谷の東側に立つ南北に長い天守山地は富士川谷北部 (現在の駿河湾沿岸から北方約 40 km) を内湾化するほどにはまだ陸地にはなっていなかった。

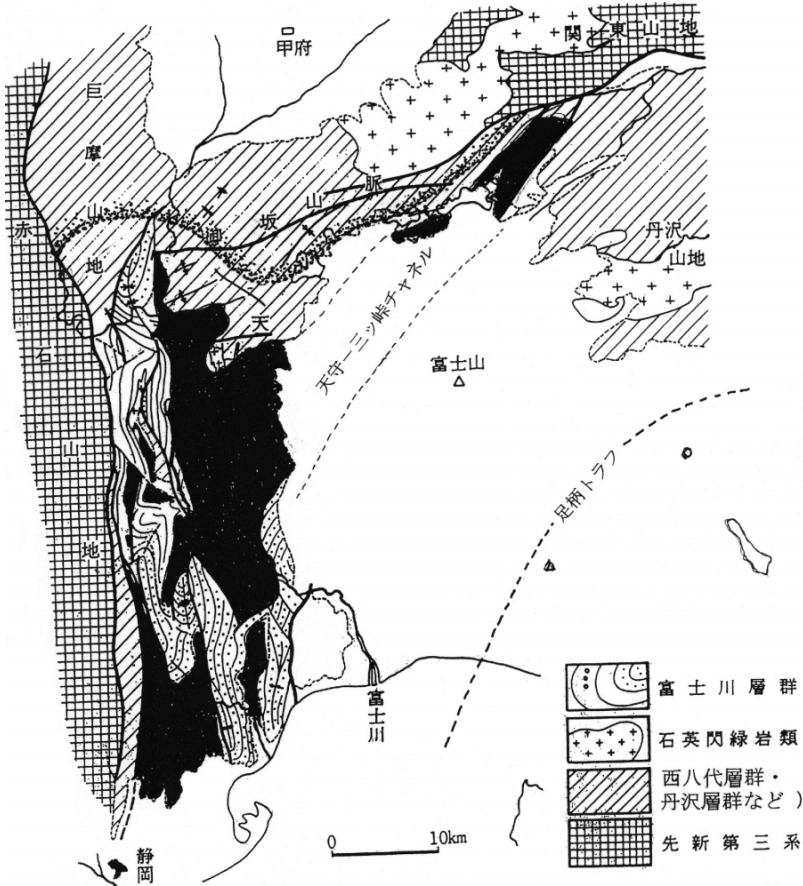


図6 富士川時代前期（しもべ期+身延期，中新世後期）の地層（黒色部）と海陸境界線（点の帯：海域はほぼ御坂山地より南）。

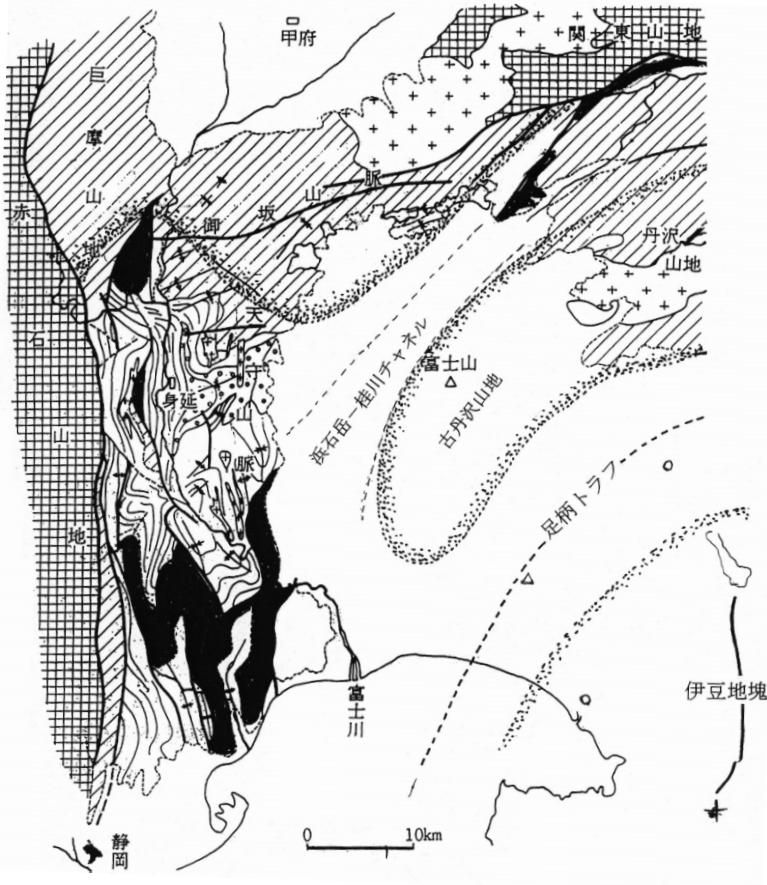


図7 富士川時代後期（浜石岳期，鮮新世）の地層（黒色部）と海陸境界線（点の帯：海域はほぼ御坂山地東端—富士川谷北端より南）。

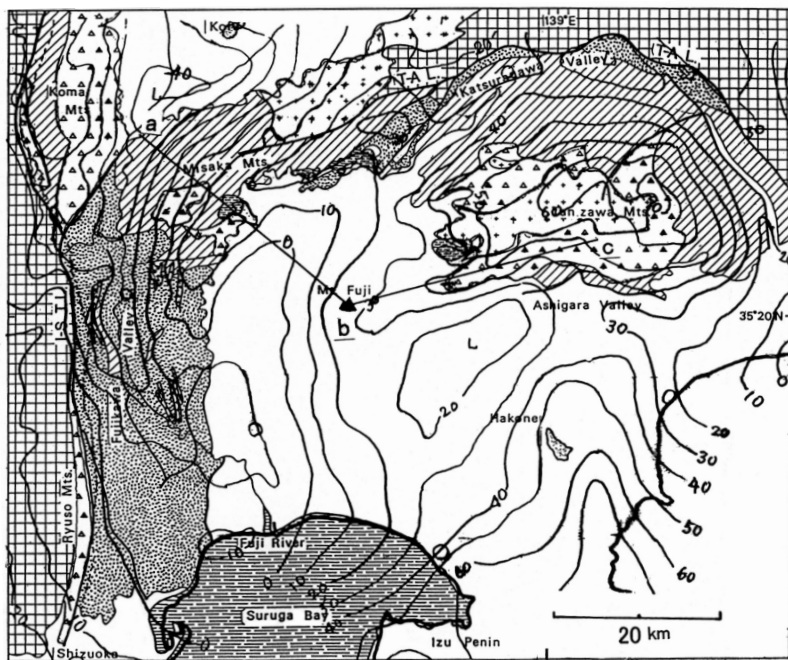


図8 南部フォッサマグナ地域のブーゲー重力異常図 (駒沢・他, 1997; 密度: 2.3 g/cm^3). 地質の凡例は図3参照.

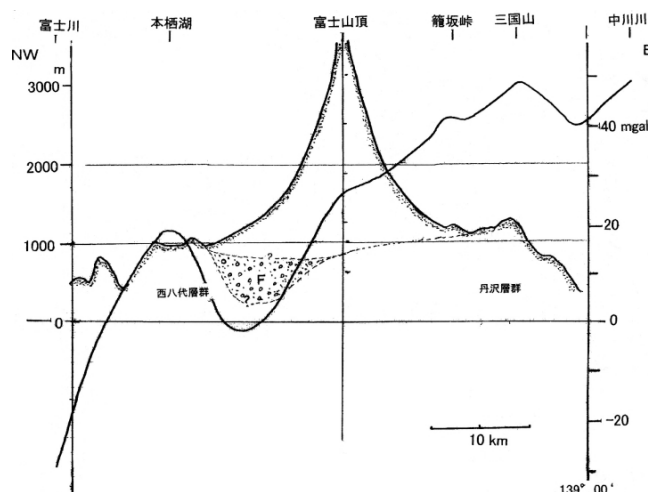


図9 富士山を通る地形断面とブーゲー異常分布断面. 断面線の位置は図8のa-b-c. F: 富士川層群の堆積物 (推定)

浜石岳層群 (累層) は礫岩・火山岩を主とする地層であるが、浜石岳山地を構成するほか、その西方の清見寺層群 (貫ヶ岳礫岩・高瀬互層・中河内累層) や川合野礫岩などをも含めて用いられることが多い。これら諸層の層序関係や時代についてはいくつかの異なる見解があるが (大塚, 1944; 松田, 1961; 駿河湾団体研究グループ, 1981; 柴・駿河湾団体研究グループ, 1986; Ibaraki, 1989; 柴, 1991; 金栗・天野, 1995; Amano, 1991), その微化石年代は N.17 を示す場合があるが大部分 N.18-N.21 の範囲 (5.5-2 Ma) にあるので、これらの地層は上記の曙期の堆積物であると考えられる。

図7に浜石岳期 (曙期) の古地理図を示す。この時期の礫質堆積物は図に見るように富士川谷の北部 (曙礫岩) から南部 (浜石岳礫岩-川合野礫岩など) まで分布している。いずれの礫岩にもかなりの量の花崗岩礫と火山岩礫が含まれている。曙礫岩はその礫種や古流向 (松田, 1961; 高木・岡田, 1987) から北-西方 (赤石山地・巨摩山地) から運び込まれたものと推定されている。

富士川谷南部の礫岩 (最も西に分布している赤石山地に近い川合野礫岩も含めて) にも同様に多くの花崗岩礫と火山岩礫が含まれている (松田, 1961; 柴, 1991; 金栗・天野, 1995)。これらの礫は西方 (赤石山地南部) から由来したとは考えにくいので、北東方 (御坂山地や丹沢山地方面) から運ばれてきたものと考えられる。当時、西桂方面から富士山の基盤地域を斜断して大量の礫を富士川谷に運び込んだチャネル (浜石岳-桂川チャネル) が存在していた。

西桂地域では西桂層群の桂川礫岩や落合礫岩が、浜石岳期の堆積物にほぼ相当する。桂川礫岩層の礫は主に関東山地起源のものであり (Ishida 1970; 本間, 1976), 古流向 (Ito and Masuda, 1986) は南西-南南西方向である。落合礫岩には丹沢層群の礫もはいついて、丹沢地域の少なくとも一部は陸地になっていたと思われる。青池 (1999) は西桂層群の堆積物を桂川断層-藤野木・愛川構造線にそって存在したトラフ (桂川トラフ) の充填堆積物と考え、そのトラフでのプレートの沈み込みを考えている。

この浜石岳-桂川トラフの南東側には丹沢山地の西方延長部があって、それが少なくとも富士山の山頂直下からその南南西 10 m 余りの大淵試錐地点を経て駿河湾北岸近くまで達していた。その南-東方には、伊豆地塊との間に足柄トラフがあった。そこでは伊豆弧北端部の沈み込みが続いていて、伊豆半島地域が北上しつつあった。

富士川谷では現在南北方向の褶曲や逆断層が多数発達しているが、その構造に浜石岳期の地層も参加して東へ向いた覆瓦構造が形成されている。この地域は浜石岳期の末に陸化したがそのころから第四紀の強い圧縮テクトニクスの場となった。

富士川谷では曙礫岩がつくる南北性の曙向斜や川合野礫岩がつくる和田島向斜ではその軸部で地層が厚く堆積しているので、この時期にはすでに富士川谷で南北性の構造形成が始まっていた (松田, 1984 a)。

富士川谷ではこのような南北性褶曲の曙期の礫岩が西八代層群と富士川層群下部とがつくる東西方向の構造を傾斜不整合 (手打沢の不整合) で被っている。大塚 (1952, 1955) は上記の2方向の褶曲をそれぞれ中新世の「大井川褶曲」と鮮新世以降の「瑞穂-フォッサマグナ褶曲」と呼んだ。しかし、丹沢山地など南部フォッサマグナ地域の東部では鮮新世以降でも東西方向の構造が作られているので、両方

向の褶曲形成は南部フォッサマグナ地域全域に関していえば時間的な前後関係ではなく伊豆地塊の本州への突入による環伊豆地塊の湾曲構造形成の地域的な差異であると見ることが出来る(松田, 1984 b)。

3-5 第四紀前期(足柄期:更新世前期)

浜石岳期のあと、第四紀には富士山の基盤地域の周辺は陸地となり、海成層を含む更新世前期の地層はわずかに富士山の南西麓の蒲原礫岩(津屋, 1940; Yamazaki, 1992)と丹沢山地南側の足柄層群があるだけである(別所礫岩も蒲原礫岩に含める)。蒲原礫岩も足柄層群最上部も河口性の堆積相を示しているため、その北側に広がる富士山の基盤地域は丹沢地域を含めてほぼ全域陸地になっていた。蒲原礫岩と足柄層群はその南側の海の縁辺部の堆積物であり両者は愛鷹山の地下で連続していると考えられる(図10参照)。

蒲原礫岩は概して現在の富士川系の礫からなるが、柴・他(1991)によるとその分布の北東端近くの、羽鮎丘陵北部(天守山脈南東麓)に堆積した蒲原礫岩は、多くの火山岩・凝灰岩礫からなり(75%程度以上)、深成岩・半深成岩の礫や角閃岩相や緑色片相の結晶片岩の礫(いずれも10%程度、長径20-30cmの礫もある)も含まれている。このことなどから、柴・他(1991)は富士火山の南西斜面に隠れている「古丹沢山地」を想定し、富士山の基盤地域の推定地下地質を図示している。

4. 富士山の基盤を推定する

4-1 富士山の基盤地域

丹沢山地の丹沢層群と石英閃緑岩体はその露出の西端部(山中湖付近)で山地地形を維持したまま富士の噴出物に被われているので、その続きが富士山の基盤地域の南部にも分布していると思われる。このほか、丹沢山地南縁の足柄層群や足柄層群とはほぼ同時代の礫岩(富士宮西方の丘陵地の蒲原礫岩、別所礫岩など)も富士火山などの堆積物に被われている。

4-2 大淵村での試錐資料

富士山の基盤の地質を知る情報として、富士山南麓斜面、大淵村、海拔約700mの地表から下ろされた深さ約1000mの試錐資料がある。津屋(1940)によると、試錐地点の地表から深さ620m以下(すなわち海拔約80m以深)の部分に、愛鷹山噴出物の下に厚さ約10mの風化土を伴った、御坂層に類似した変朽安山岩の厚層がある。津屋はこのことから、富士・愛鷹などの火山は「いずれも最初から陸上火山として発育したものであって、駿河湾は少なくとも洪積期の前半の中程には現在よりも著しく北方へ入り込んでいなかったと考えられる」(p.444)としている。

4-3 重力異常の分布

富士山とその周辺の重力分布図(Satomura, 1989; 駒沢・他, 1997; 山本・志知編, 2004など)によると、富士川河口付近から富士山の西側地域に2つの顕著な負のブーゲー異常帯が認められる(図8)。一つはほぼ富士川に沿って北上し甲府盆地に至るいわば富士川谷負異常帯であり位置

的に富士川沿いの中新世-鮮新世の厚い地層の分布に対応している。他の一つは富士宮市付近をへて富士の裾野の北西部を通り三ツ峠-西桂地域に向かって伸びているいわば富士北西麓負異常帯である。この負異常帯はさらに桂川の谷沿いにのび丹沢山地の北縁付近を限っている。これらの負異常帯は地形的に低い地帯であり地質的にも比較的若い新第三紀層(主に富士川層群)の分布地帯である。

丹沢山地と箱根火山の間にも、重力の小さな地帯が見られる。それはほぼ足柄層群の堆積帯に対応している。この負の異常帯は南西では愛鷹山・駿河湾沿岸東部(沼津西方)をへて駿河トラフへ、東方では足柄平野をへて相模トラフへ伸びる。

図9は本栖湖付近から富士の山頂を経て丹沢山地に至る測線にそう地形と重力異常の断面図を重ねたものである。負異常帯は本栖湖の東南約5km付近のすそ野で負の最大を示している。それより東南側では富士山頂を経て東方の丹沢山地南部に向かって負異常を回復している。

この富士北西麓負異常帯は図6, 図7に示されているように富士川層群の厚い堆積地帯に相当している。そしてそれはその堆積帯の厚さが富士山頂(南東方向)に向かって減じていることを示唆している。図7ではその堆積物の分布南限を富士山頂の北西2-3km付近直下とした。それ

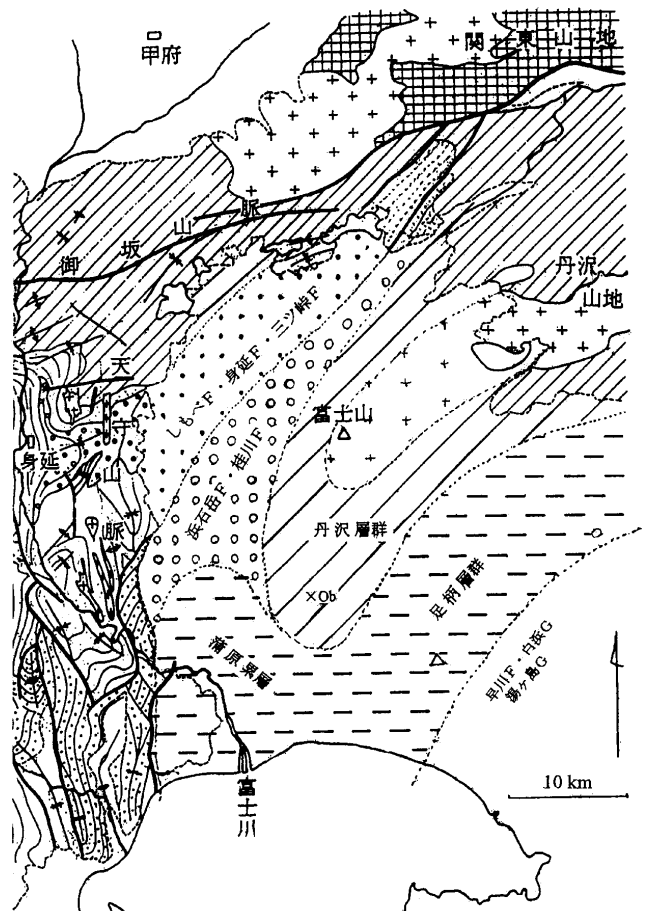


図10 富士山の基盤地域の推定地質区分図。
ob: 大淵試錐地点 F: 累層 G: 層群

以東の富士山頂と富士の東斜面の地下では丹沢層群が直接新期火山噴出物に被われているとみなせる。

4-4 富士周辺での断層とその延長部

富士周辺地域で知られている断層で、その延長部が富士の噴出物のために隠されている断層(帯)には次の①-③がある。①御坂山地東南縁断層帯(御坂断層と桂川断層)、②富士川河口断層帯(富士川河口付近-天守山地南東縁に分布する野下衝上断層、芝川断層、安居山断層、入山瀬断層)、③神縄・国府津-松田断層帯(丹沢山地南縁)。

①の御坂断層と桂川断層はいずれも河口湖付近で富士のすそ野の下に没している。御坂断層(真野ほか, 1977)は西八代層群と富士川層群しもべ累層相当層(白滝火山角礫岩層や三ツ峠礫岩)の境界をなしている。桂川断層は後者と西桂層群(桂川礫岩)の境界の断層である。青池(1999)はこれらの断層を丹沢地域を載せた伊豆弧北端部の沈み込み境界断層とみなしている。なお, Niitsuma and Akiba(1985), 天野(1986)は丹沢山地の本州への5 Ma頃の衝突を想定しているが、その衝突をもたらした御坂山地と丹沢山地間の沈み込み断層についてはその位置や性質を述べていない。

②の富士川河口断層帯は天守山地南部-蒲原丘陵東縁付近の互いに雁行配置した断層からなる活断層帯である(Yamazaki, 1992)。とくに富士川河口付近を通る入山瀬断層は南方で駿河トラフ底のプレート境界断層に続く位置にある。野下衝上(松田, 1961)は富士川層群の中下部と上部を境しており、芝川断層は富士川層群上部の分布の東縁となっている。安居山断層は古富士の泥流堆積物などを切断している。いずれの断層もその東側地盤(富士山側)を低下させているがその北東端は富士の噴出物に被われて見えなくなる。

③の神縄断層は丹沢層群が南側の足柄層群の上のし上げてほぼ東西方向の逆断層である。その西端部で第四紀層に被われて所在が不確かであるが、杉村(1972)、中村・島崎(1981)、Imanaga(1999)はそれを駿河湾沿岸東部あるいは西部を経て駿河トラフのプレート境界断層に続けている。

上記の断層帯の相互の関係は次のように考えられる。

断層帯①と断層帯②: 断層帯①の御坂断層は西桂地域では西八代層群と富士川層群しもべ累層を境しているが、その西南延長の天守山地では両層群は整合ないし不整合であって断層ではない。また、桂川断層は富士川層群の下部と上部を境していて、その点で野下衝上に似ているが、野下衝上は富士川西岸で富士川層群の分布地内で消失する。このように、断層帯①と②が富士のすそ野の下で合して、それがかつてのプレートの沈み込み境界断層であると考えすることはできない。芝川断層・安居山断層・入山瀬断層などの活断層についても、それらに相当するような断層は御坂山地東縁の断層帯①には見いだすことができない。

断層帯②と③: 両断層帯は共に第四紀の地層を切断し中新世の地層と接する活発な活断層帯であり、両断層の走向を湾曲させて両者を連続させることのできる位置関係にあ

る。したがって、両断層帯を連続させて、伊豆地域の本州側への沈み込み断層とみなすことができるかもしれない。しかし、その場合には、この断層帯は前述した富士山南側の高まり(潜在丹沢山地)を横切ることになるという困難が伴うので、両断層帯が単純に連続しているとは思えない。むしろ、両断層帯はその高まりをはさんで齟齬しており、互いに雁行の位置関係にあると考えられる。

4-5 富士山の基盤地域の地質区分

富士山の基盤地質の推定には前述した地質資料のなかでとくに次の諸点が役立つ。

1. 丹沢山地は東西に長い山地地形のままその西部が、富士の噴出物に被われている。したがって、少なくとも富士の東北側斜面の地下には、第四紀富士火山群の噴出物の下に直接丹沢層群と石英閃緑岩類が分布していると考えられる。

2. 富士のすそ野の北西部、本栖湖-河口湖の南側地域は中新世中期から鮮新世までの約1000万年もの間、関東山地から御坂山地東端-西桂地域をへて天守山地-富士川谷へ大量の碎屑物を運びそして埋積した海底チャネルが存続していた。そのチャネル充填堆積帯(富士川層群中・下部層)の堆積の中心は鮮新世に多少南東へ移動したが、ブーゲー負異常の分布からみると、その堆積の最厚部は本栖湖東南、5 km 付近にあり堆積帯の南東縁は富士山頂の数キロ北西まで達していたと思われる。この堆積地帯は南では富士の西側から富士川河口域を経て駿河湾まで達していた。

3. しかし、富士山の南麓、山頂の南南西約14 kmの富士山の南麓(大淵試錐地点)では、富士川層群を欠いて愛鷹火山の噴出物の下、ほぼ現在の海面の高さ以下に直接丹沢層群がある。

4. 富士火山の南東側斜面には足柄層群が露出する丹沢山地南縁から御殿場付近・愛鷹火山を経て駿河湾に至る負の重力異常帯があり、第四紀の足柄トラフ堆積帯の位置を示唆している。この足柄トラフの堆積帯は、駿河湾北岸(大淵試錐地点よりも南方)を経て富士川河口域の蒲原礫岩の堆積帯と合して駿河湾に入るようにみえる。

図10は、以上の諸資料によって推理した富士山の基盤地域の地質区分である。

5. まとめ

富士山の基盤地域を囲む御坂山地・天守山地・丹沢山地の地質と生い立ちを紹介して、噴出物に被覆されている富士山の基盤地域の地質を推定した。

富士山の基盤地域は大部分、中新世-鮮新世に堆積した海成の堆積岩・海底噴出の火山岩類(丹沢層群・西八代層群・富士川層群など)およびそれらに進入した石英閃緑岩類からなる(図3, 図4)。当時の堆積域は概して海流の影響下にある深海-半深海であった。鮮新世の末までにはほぼ全域が陸化した。火山岩類は伊豆弧の火山弧(背弧)の火山活動によるものでありその活動は現在に及んでいる。

富士のすそ野の北西部地下(河口湖-本栖湖の南側)には、御坂山地東端部(三ツ峠・西桂地域)から天守山地に

いたる中新世後期—鮮新世の富士川層群の堆積帯 (図 6, 図 7) があり現在その堆積物が厚く分布していると推定される。

富士のすそ野の東北部は丹沢山地の西の延長にあり丹沢層群と石英閃緑岩の地域である。その埋没している山地は富士山頂付近から急速に南へ低くなり駿河湾沿岸北部 (大淵試錐地点付近) ではその上面はほぼ現海面付近にある。

富士山下の丹沢山地延長部の南東側には御殿場付近から愛鷹山南麓にいたる被覆された足柄層群の第四紀堆積帯がある。この足柄帯のトラフ堆積物は西方で蒲原礫岩の堆積帯につながり富士のすそ野の南縁を取り巻いていると思われる。

富士山周辺の山地には御坂山地東南縁断層帯、富士川河口断層帯、神縄・国府津—松田断層帯があるが、富士山の噴出物に被われた基盤地域内には地域を横断するような顕著な断層帯は認めがたい。

引用文献

- 秋元和実・尾田太良・田中裕一郎 (1990) 万沢累層の地質年代と古水深。地震研究所彙報, **65**, 521-529.
- Akimoto, K. (1991) Paleoenvironmental studies of the Nishiyat-sushiro and Shizukawa Groups, South Fossa Magna region. *Sci. Rept., Tohoku Univ. 2nd ser. (geol.)* **61**, 1-102.
- Akimoto, K., Hattori, M., Oda, M. (2002) Late Cenozoic paleogeography in the South Fossa-Magna and Enshunada regions, Japan, based on planktonic and benthic foraminifera. *Marin Geology*, **187**, 89-118.
- 天野一男 (1986) 多重衝突地帯としての南部フォッサマグナ。月刊地球, **8**, 581-585.
- Amano, K. (1991) Multiple collision tectonics of the South Fossa Magna in Central Japan. *Modern Geology*, **15**, 315-329.
- 天野一男・高橋治之・立川孝志・横山健治・横田千秋・菊池純 (1986) 足柄層群の地質—伊豆微小大陸の衝突テクトニクス—。北村 信教授記念地質学論文集, 7-29.
- 天野一男・伊藤健二 (1990) 南部フォッサマグナの形成—堆積物からみた島弧の衝突付加テクトニクス。地質学論集, **34**, 45-56.
- 天野一男・依田直樹・会津隆士 (1995) 南部フォッサマグナ・島弧—島弧衝突帯における水底火山。地質学論集, **44**, 93-100.
- 青池 寛 (1999) 伊豆衝突帯の構造発達。神奈川県立博物館調査研究報告 (自然), **9**, 113-151.
- 足柄団体研究グループ (1986 a) 足柄層群の層序と地質構造—足柄地域の第三系・第四系の研究 (2)—。地球科学, **40**, 47-63.
- 足柄団体研究グループ (1986 b) 足柄層群の形成過程—足柄地域の第三系—第四系の研究 (3)—。地球科学, **40**, 399-416.
- 鎮西清高・松島義章 (1987) 南部フォッサマグナ地域の第三紀貝化石群。化石, **43**, 15-17.
- Fiske, R. S. and Matsuda, T. (1964) Submarine equivalents of ash flows in the Tokiwa Formation, Japan. *Amer. Jour. Sci.*, **262**, 76-106.
- フォッサマグナ地質研究会 (1991) フォッサマグナの隆起過程。地団研専報, **38**, 159-181.
- 富士川団体研究グループ (1976) 富士川上流域における新第三系の地質構造について。地質学論集, **13**, 329-348.
- 福田 理・篠木嶺二 (1952) 西桂層群の層位的並びに微小古生物学的研究。地質学雑誌, **58**, 191-202.
- 長谷川善和・松島義章・見上敬三 (1986) 足柄層群産パラステゴドン象。横浜国立大学教育学部野外教育実習施設研究報告, **4**, 51-55.
- 原田豊吉 (1888) 日本地質構造論。地質要報, **4**, 309-355.
- 本間岳史 (1976) 丹沢山地北縁の地質構造。地質学論集, **13**, 279-297.
- Huchon, P. and Kitazato, H. (1984) Collision of the Izu Block with central Japan during the Quaternary and geological evolution of the Ashigara area. *Tectonophysics*, **110**, 201-210.
- Ibaraki, M. (1989) Geologic ages of the Neogene sequences of the South Fossa Magna based on planktonic Foraminifera. *Rept. Fac. Sci. Shizuoka Univ.*, **23**, 85-99.
- Imanaga, I. (1999) Stratigraphy and tectonics of the Ashigara Group in the Izu collision zone, central Japan. *Bull. Kanagawa Prefect. Museum, Natur. Sci.*, **28**, 73-106.
- Ishida, T. (1970) Stratigraphical and geostructural studies of the Nishikatura Group. *Memoirs Fac. Educ. Yamanashi Univ.*, **20**, 262-268.
- Ito, M. (1985) The Ashigara group: A regression submarine fan-fan delta sequence in a Quaternary collision boundary, north of Izu peninsula, central Honshu, Japan. *Sedimentary Geology*, **45**, 261-292.
- Ito, M., and Masuda, F. (1986) Evolution of clastic piles in an arc arc collision zones: Late Cenozoic depositional history around the Tanzawa Mountains, central Honshu, Japan. *Sedimentary Geology*, **49**, 223-259.
- 金栗 聰・天野一男 (1995) 南部フォッサマグナ富士川谷南東部に分布する富士川層群の地質とナンノ化石層序。地質学雑誌, **101**, 162-178.
- 狩野謙一・鈴木勇也・北里 洋 (1985) 富士川上流中富地域の静岡層群の古地理。静岡大学地球科学研究報告, **11**, 135-153.
- 片田正人 (1956) 5 万分の 1 地質図幅説明書 甲府。27 p.
- 加藤智雄 (1955) 天子山塊の地質。地学しずはた, **7**, 10-11.
- 北里 洋 (1987) 南部フォッサマグナにおける底生有孔虫の古生物地理。化石, **43**, 18-23.
- Kitazato, H., (1997) Paleogeographic changes in central Honshu, Japan, during the Late Cenozoic in relation to the collision of the Izu-Ogasawara-arc with the Honshu arc. *The Island Arc*, **6**, 144-157.
- 小松宏昭 (1984) 丹沢山地と御坂山地の境界部の地質構造。地球科学, **38**, 182-196.
- 駒沢正夫・広島俊男・長谷川功・村田泰章・杉山雄一 (1997) 東京 (重力構造図), 50 万分の 1 活構造図 「東京」
- Kudo, A. (1948, MS) The geology of Mt. Shiramizu and its environs, Yamanashi Pref. and Shizuoka Pref., Japan. (東京大学地質学科進級論文, no. 746. 手記).
- 工藤周一 (1959) 天子山脈北部毛無山付近の地質。地学しずはた, **19**, 17-20.
- 町田 洋・松島義章・今永 勇 (1975) 富士山東麓駿河小山付

- 近の第四系—とくに古地理に変遷と神縄断層の変動について。第四紀研究, **14**, 77-89.
- 真野 彰・小松宏昭・藤田至則 (1977) いわゆる桂川断層の検討—山梨県三ツ峠付近の後期中新世の陥没—。地球科学, **31**, 139-148.
- 松田時彦 (1958) 富士川地域北部第三系の褶曲形成史。地質学雑誌, **64**, 325-345.
- 松田時彦 (1961) 富士川谷新第三系の地質。地質学雑誌, **67**, 79-96.
- 松田時彦 (1971) 富士山の基盤と周辺山地の地質。「富士山」富士山総合学術報告書, 128-131. 富士急.
- 松田時彦 (1972) 富士川谷・桂川谷間の層序関係と古地理。グリーンタフ, **4**, 13-14.
- Matsuda, T. (1978) Collision of the Izu-Bonin arc with central Honshu: Cenozoic tectonics of the Fossa Magna, Japan. *Jour. Phys. Earth*, **25**, Suppl., S409-S421.
- 松田時彦 (1984 a) 南部フォッサマグナ—その湾曲構造形成史。藤田和夫編著「アジアの変動帯」第7章, 127-146, 海文堂.
- 松田時彦 (1984 b) 南部フォッサマグナの湾曲構造と伊豆の衝突。第四紀研究, **23**, 151-154.
- 松田時彦 (1986) 丹沢山地南部の構造と生い立ち—5つの時期—, 月刊地球, **8**, 626-629.
- 松田時彦 (1989) 南部フォッサマグナ多重衝突説の吟味。月刊地球, **11**, 522-525.
- 松田時彦 (1991) 丹沢山地の地質と生い立ち。in『南の海からきた丹沢』, 神奈川県立博物館編, 有隣堂, 67-93.
- 松田時彦 (2000) 丹沢山地—衝突されて高くなった山地。in 貝塚爽平ほか編『関東・伊豆小笠原』, 東京大学出版会, 109-114.
- 松田時彦・水野篤行 (1955) 富士川上流地域の西八代層群の層序。地質学雑誌, **61**, 258-273.
- 松島義章・今永 勇 (1968) 神縄逆断層について。神奈川県立博物館研究報告, **1**, 65-73.
- Mikami, K. (1961) Geological and Petrological studies on the Tanzawa Mountainland, Part I, *Sci. Report, Yokohama Nat. Univ.*, Sec. II, No. 8, 57-110.
- 水野篤行・片田正人 (1958) 西八代層群 (中新統) について。地球科学, **39**, 1-14.
- 中村一明・島崎邦彦 (1981) 相模・駿河トラフとプレートの沈み込み, 科学, **51**, 490-498.
- Niitsuma, N. and Akiba, F. (1985) Neogene tectonic evolution and plate subduction in the Japanese Island arcs. Formation of Active Ocean Margins, edited by Nasu et al., 75-108. TER-RAPUB.
- 尾田太良・秋元和実・浅井寿光 (1987) 南部フォッサマグナ飯富地域の西八代・静岡両層群の浮遊性有孔虫による地質年代。化石, **43**, 8-14.
- 岡田尚武 (1987) 南部フォッサマグナの海成層に関する石灰質ナンノ化石の生層序と古環境。化石, **43**, 5-8.
- 太田英将・石黒 均・岩崎 悟・新妻信明 (1986) 丹沢山地東部の地質。静岡大学地球科学研究報告, **12**, 153-189.
- 大塚弥之助 (1944) 静岡県庵原郡両河内村附近の地質構造。地震研究所彙報, **21**, 394-413.
- 大塚弥之助 (1952) 「地質構造とその研究」, 朋文堂, 275 p.
- 大塚弥之助 (1955) 静岡層群について (付 第三紀地殻運動の一考察)。地震研究所彙報, **33**, 449-469.
- Saito, K., Otomo, I., Takai, T. (1991) K-Ar dating of the Tanzawa tonalite body and some restrictions on the collision tectonics in the South Fossa Magna, Central Japan. *J. Geomag. Geoelectr.*, **43**, 921-935.
- Saito, K., Kato, K., and Sugi, S. (1997) K-Ar dating studies of Ashigawa and Tokuwa granodiorite bodies and plutonic geochronology in the South Fossa Magna, Central Japan. *The Island Arc*, **6**, 158-167.
- Sato, K. (1991) Miocene granitoid magmatism at the island-arc junction, central Japan. *Modern Geology*, **15**, 367-399.
- Satomura, M. (1989) Bouguer gravity anomalies in the South Fossa Magna, Central Japan. *Modern geology*, **14**, 47-67.
- Seki, Y., Oki, Y., Matsuda, T., Mikami, K., and Okumura, K. (1969) Metamorphism in the Tanzawa Mountains, Central Japan. *Jour. Japan. Assoc. Min. Pet. Econ. Geol.*, **61**, 1-24, 50-75.
- 柴 正博 (1991) 南部フォッサマグナ地域南西部の地質構造—静岡県清水市および庵原郡地域の地質—。地団研専報, **40**, 1-98.
- 柴 正博: 駿河湾団体研究グループ (1986) 静岡県清水市北部, 興津川流域の地質。地球科学, **40**, 147-165.
- 柴 正博・佐瀬和義・角田史雄・志知龍一・田中铁司 (1991) 富士山の基盤。地団研専報, **38**, 1-10.
- 島津光夫・田淵章敬・楠田 隆 (1971) 丹沢山地東北部の地質構造—丹沢山地の地質学的岩石学的研究, その1—, 地質学雑誌, **77**, 77-89.
- 島津光夫・上村康夫・関根一昭・山田 守 (1976) 御坂山地, 古関—高萩地域の地質および変成作用。地質学論集, **13**, 313-327.
- 徐 垣 (1985) 富士川層群身延累層中にみられる古海底チャネルの堆積層とその形成過程。地質学雑誌, **91**, 87-107.
- Soh, W. (1986) Reconstruction of Fujikawa Trough in Mio-Pliocene age and its geotectonic implication. *Memoir Fac. Sci., Kyoto Univ.*, Series Geol. Miner., **52**, 1-68.
- Soh, W., Nakayama, K. and Kimura, T. (1998) Arc-arc collision in the Izu collision zone, Central Japan. deduced from the Ashigara basin and adjacent Tanzawa Mountains. *The Island Arc*, **7**, 330-341.
- 杉村 新 (1972) 日本付近におけるプレートの境界。科学, **42**, 192-202.
- 杉山 明 (1976) 丹沢山地の構造発達史。地質学雑誌, **82**, 699-712.
- 杉山雄一・下川浩一 (1990) 清水地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の1 地質図幅), 地質調査所, 103 p.
- 駿河湾団体研究グループ (1981) 静岡県浜石岳付近の地質。地球科学, **5**, 145-158.
- 鈴木 敏 (1887) 20 万分ノ1 地質図幅富士並説明書
- 鈴木 敏 (1888) 20 万分ノ1 地質図幅甲府並説明書
- 高木圭介・青池 寛・小山真人 (1993) 15-10 Ma 前後の伊豆・小笠原弧北端部で何が起こったか。地学雑誌, **102**, 252-263.
- 高木 登・岡田博有 (1987) 南部フォッサマグナ, 曙礫層の堆積学的研究。静岡大学地球科学研究報告, **13**, 11-24.
- 滝田良基 (1974) 丹沢トータル岩複合岩体の岩石記載と岩体形成史。地質学雑誌, **80**, 505-523.

- 丹沢団体研究グループ (1973) 丹沢山地のグリーンタフに関する研究(その 1). 北部地域の層序と構造. 地質学論集, **9**, 55-68.
- 丹沢団体研究グループ (1975) 丹沢山地のグリーンタフに関する研究(その 2) 南部結晶片岩地域の層序と構造. 地球科学, **29**, 13-140.
- 丹沢団体研究グループ (1976) 丹沢山地のグリーンタフに関する研究(その 3). 南西部地域の層序と構造. 地質学論集, **13**, 299-311.
- 津屋弘達 (1940) 富士火山の地質学的並びに岩石学的研究(Ⅲ) 3. 富士山の南西麓, 大宮町周域の地質. 地震研究所彙報, **18**, 419-445.
- Ujiie, H. and Muraki, K. (1976) Late Neogene planktonic foraminiferal zones of the Shizukawa Group, west of Mt. Fuji, Japan. *Bull. Nat. Sci. Museum*, ser. C, **2**, 79-92.
- 山本明彦・志知龍一 (編) (2004) 日本列島重力アトラス 西
南日本および中央日本. 東京大学出版会.
- Yajima, T. (1970) The Sanogawa gabbro-diorite complex. *Sci. Rept. Saitama Univ. Series B*, **5**, 199-230.
- 矢島敏彦・加藤尚祐 (1980) 南部フォッサマグナ地域, 天子山地南西部の南北性岩脈について. 埼玉大学紀要, 教育学部(数学・自然科学) **29**, 35-49.
- Yamazaki, H. (1992) Tectonics of a plate collision along the northern margin of Izu Peninsula, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **43**, 603-657.