

後期新生代におけるフォッサマグナの基本構造

Fundamental structures of the Fossa Magna in late Cenozoic era

矢野 孝雄**

Takao YANO

I. まえがき

フォッサマグナあるいは、ほぼ関東甲信越地域が、本州弧の干渉部ないしは交叉部であることは、NAUMAN, 原田をはじめ、多くの研究者によって認められてきたところである（武井, 1976）。

この領域における地質構造がいくつかの歴史的過程を経て段階的に形成されてきたという点も、古くからくりかえし指摘されてきたところである。湊（1956）によれば東西日本の対立は中生代から新第三紀にかけてとくに明瞭な姿をあらわしてきたものであることは否定できないにしても、すでに石炭期中期には古地理の上にもえがくれしつつ萌芽的なものとして存在していたとされる。また、山下（1957）は東西日本の区別は日本の地質構造発達史の結果であり、各段階ごとにその内容や境界を問題にする性格のものであると指摘している。

小論は、以上のような観点をよりどころにして、フォッサマグナ**およびその周辺地域における地質構造の基本的骨格が形成されていく過程について、後期新生代を中心にまとめたものである。後半部では、他の島弧会合部との比較にもとづいて会合部の一般的性格を検討し、さらにそれらにもとづいて南部フォッサマグナ～伊豆半島地域の基本構造についてもふれてみたい。

II. フォッサマグナの基本構造

フォッサマグナおよびその周辺地域の地質構造はきわめて複雑な様相を呈しているが、個々の構造要素はさまざまな程度に相関性を示し、順次より高次の複合構造を形成していく。それらは、最終的に構造特性・形成時期を異にする4つの基本構造に区分されることになる。

A. 先新第三系の対曲構造

フォッサマグナ周辺地域およびその内部に断片的にみられる先新第三系が示すもっとも基本的な構造は、対曲構造である。これは、比較的直線状あるいは弧状の構造配列を示す西南日本の主部および東北日本に比べ、この領域のきわだった特徴をなすもので、古くから注目されてきた（第9図）。

この対曲構造は、大陸側へ凸部を向けた赤石山地と関東山地の対曲もしくはフォッサ・マグナ対曲（原, 1979）と、逆に太平洋側へ凸部を向けた足尾対曲（原, 1979）あるいは筑波屈曲（吉田, 1981）の2つの要素が接合した形態を示す。対曲構造の形成時期については、新第三系堆積前で、おそらく中生代後期～古第三紀であろうとするのが一般的である。その起源や形成機構については、'ナウマン・原田論争'以来多くの議論が行なわれてきたが、現在においても必ずしも一致した結論に至っていない（UYEDA and BEN-AVRAHAM, 1972; 藤田, 1972b; 三梨, 1974; 茅

* 広島大学理学部地質学鉱物学教室

** 小論では、'フォッサマグナ'という用語を、'本州弧と伊豆-小笠原弧の会合部'といった領域を示すものとして便宜的に用いた。

原, 1976; 原ほか, 1977; など)。

B. グリーンタフ変動期の基本構造

1. グリーンタフ堆積盆の雁行構造

フォッサマグナにおけるグリーンタフ堆積盆の基本構造は、第1図に示される。

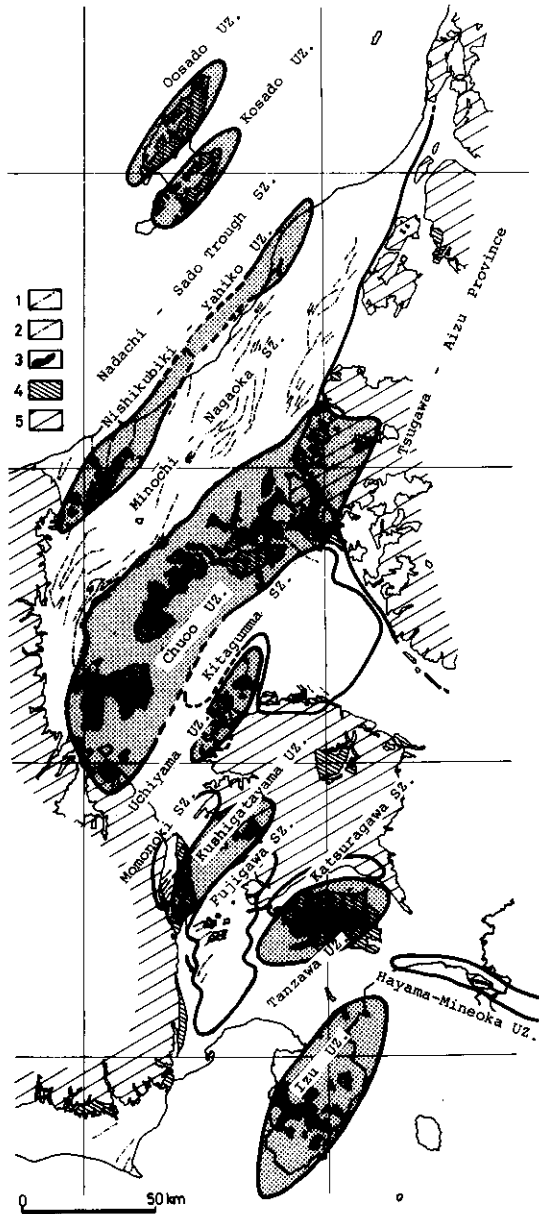
グリーンタフ変動発生期を特徴づける初期火成活動および沈降の領域は、藤田ほか(1968)が指摘したように、NE-SW方向にのびるいくつかの帯状の地域*に集中的にあらわれ、さらにそれらはN-S方向に雁行配列する。このうち、南部フォッサマグナ地域は、後述するようにより後期の変動によって地質構造が改変されていることもあり、複雑な様相を呈している。しかし、この地域においてもグリーンタフ堆積盆の主要な構造方向がNE-SW方向にあったことは、甲府盆地北縁・櫛形山地・丹沢山地・伊豆半島などで、次々に検証されてきた(島津ほか, 1968; 小坂・角田, 1969; 山梨県, 1970; 藤田, 1973a; 北村, 1976; 丹沢団体研究グループ, 1977)。

グリーンタフ変動の発展期は、将棋倒し構造ならびに第二次塩基性および酸性火成活動によって特徴づけられる(藤田, 1972a)。フォッサマグナ地域のグリーンタフ堆積盆は、いずれもNE-SW方向を軸とするⅡA~ⅢA型の将棋倒し構造を形成しており(矢野, 1980, 投稿中)、初期火成活動・沈降帯の示す基本構造を踏襲する。将棋倒しの進行方向は、北部フォッサマグナではいずれの場合でも日本海側へ向かい、東北日本弧および西南日本弧内帯のグリーンタフ地域と共通した極性を示す。ところが、南部フォッサマグナにおいては必ずしも同様の進行方向を示さず、富士川谷では南進する(富士川団体研究グループ, 1976)など、この地域のおかれた造構場の複雑さを反映している。いっぽう、第二次酸性火成活動に伴って各隆起帯を中心に進入した*第三紀花崗岩類もNE-SW方向に配列し、発生期の基本構造によって明瞭な構造規制を受けている(第1図)。

グリーンタフ変動の末期には、全般的な褶曲・断裂運動を受けて、堆積盆が消滅する。この時に形成される主要な構造要素もNE-SW方向の基本構造に支配されており、堆積盆の形態を基礎にして第一級の褶曲群(第1図)が発達する(鈴木ほか, 1971; 北部マグナ研究グループ, 1976; 富士川団体研究グループ, 1976)。

以上のように、フォッサマグナにおけるグリーンタフ変動の経緯を歴史的にたどってみると、その発生から消滅に至る全発展過程が、N-S方向に雁行配列するNE-SW方向の基本構造によって大きく規制されてきたことが、きわめて明瞭になる。この南北にのびる“杉型”の雁行構造は先新第三系の基盤岩類の対曲構造を大きく切って発生するものであり、基本構造の改変にあたっては初期火成活動をもたらした造構過程が決定的な役割を果たしたものと考えざるを得ない。初期火成活動の発生機構の解明は、後期新生代におけるフォッサマグナの形成史を明らかにするうえで、きわめて重要な課題の一つであろう。ちなみに、第1図にみられるように隣接する初期火成活動帯中軸間の距離は、いずれも40km前後の値を示す傾向にあり、火山活動域の等距離配列(矢野, 1982a)の観点からも注目される。

-
- * この地域は、グリーンタフ変動発展期には隆起に転じる地帯であり、第1図ではいくつかの隆起帯として表現されている。
 - * 斜交関係が地表でみられるのは関東山地北西縁の内山隆起帯であり、そこでは秩父帯・山中部溝帯のWNW-ESE方向の基本構造を切って、内山グリーンタフ堆積盆における第二次酸性火成活動を示す*第三紀花崗岩(島山, 1955; 柴田, 1967; 本宿団体研究グループ, 1970; 田中・藤田, 1979)がNNE-SW方向に配列する(第1図)。



第1図 フォッサマグナにおけるグリーンタフ堆積盆の基本構造

1: 背斜軸, 2: 向斜軸, 3: "第三紀花崗岩類", 4: 下部中新統, 5: 先新第三系. UZ: 隆起帯, SZ: 沈降帯 (いずれもグリーンタフ変動発展期における構造単位).

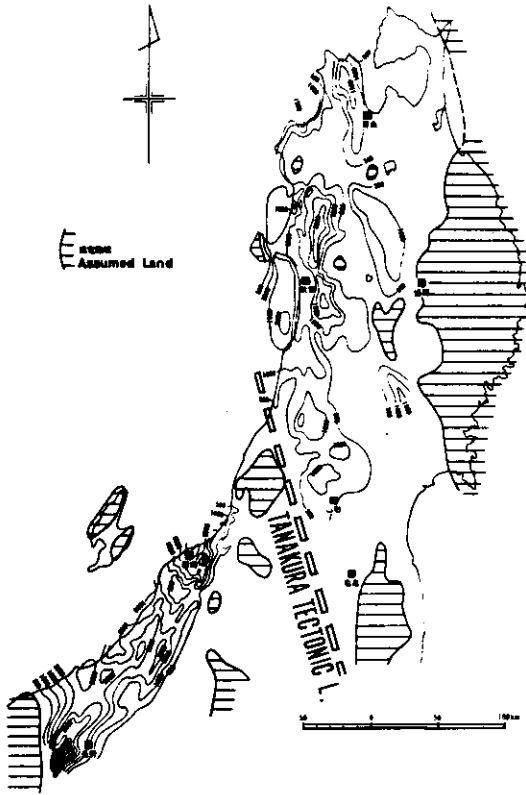
2. グリーンタフ変動期におけるフォッサマグナの東縁

フォッサマグナの西縁は糸魚川-静岡構造線(矢部, 1918)によって限られる。ただし、今日みられるように連続する断裂線の形をとるに至ったのは第四紀になってからのことで、グリーンタフ変動期における糸魚川-静岡構造線は、N-S方向に雁行配列する陥没盆地群や沈降盆地などの西縁を連ねる構造的境界を占めていたものと推論されている(藤田ほか, 1968; 藤田, 1973b)。

この期におけるフォッサマグナの東縁に目を転じると西縁ほど明瞭な境界があるわけではなく、この問題に関して山下(1956, 1970)、大森(1960, 1976)、藤田(1976a, b)などの議論がある。提案された各地質境界はそれぞれ重要な構造的意義をもつものであるが、筆者は次の理由から、グリーンタフ変動期におけるフォッサマグナの東縁は藤田(1976a, b)が指摘するように棚倉破砕帯に求めるのが妥当であろうと考えている。①東北日本弧内帯のグリーンタフ地域の帯状構造は三面-棚倉構造線に断たれ、その南西側は西黒沢期になってからの広汎な酸性火成活動によって特徴づけられる津川-会津区(島津, 1973)に接する。②前述のようにフォッサマグナにおけるグリーンタフ堆積盆はNE-SW方向にのびた構造単元の雁行配列によって特徴づけられ、その北東延長は津川-会津区の中・北部にまで追跡される(第9図)。③フォッサマグナの領域に含まれる信越堆積盆における後期中新世~鮮新世の沈降軸は、東北地方に比べいずれの場合にも棚倉破砕帯およびその北方延長部を境に、より日本海側へ偏

移している(第2図)。

これらの現象にもとづけば、北部フォッサマグナのグリーンタフ堆積盆が、東北日本弧内帯グリ



第2図 本州北部における上部中新統の等層厚線図（池辺ほか，1978；一部加筆）

本州弧内帯のもの共通した質をもったグリーンタフ変動という「運動」がくりひろげられた、とみるのが妥当であろう。ちなみに、このような観点に立つならば、前述した南部フォッサマグナにおける将棋倒しの進行方向にみられる特異性・複雑性は、この地域がおかれた造構場の特殊性を反映した現象であることがますます明瞭になろう。

C. 島弧変動期の基本構造 I

島弧変動（藤田，1970）の発達過程は、更新統下部と中部の間の広域的不整合を境に、鮮新世～更新世前期と更新世中期～完新世の2つの段階に区分される。ここでは、まず前者の期間におけるフォッサマグナの基本構造について述べ、後者については次項でふれる。

鮮新世～更新世前期におけるフォッサマグナの基本構造は、断裂運動・造盆地運動・火成活動などに伴うN-S方向の諸構造要素の出現によって特徴づけられる（第5，6図）。

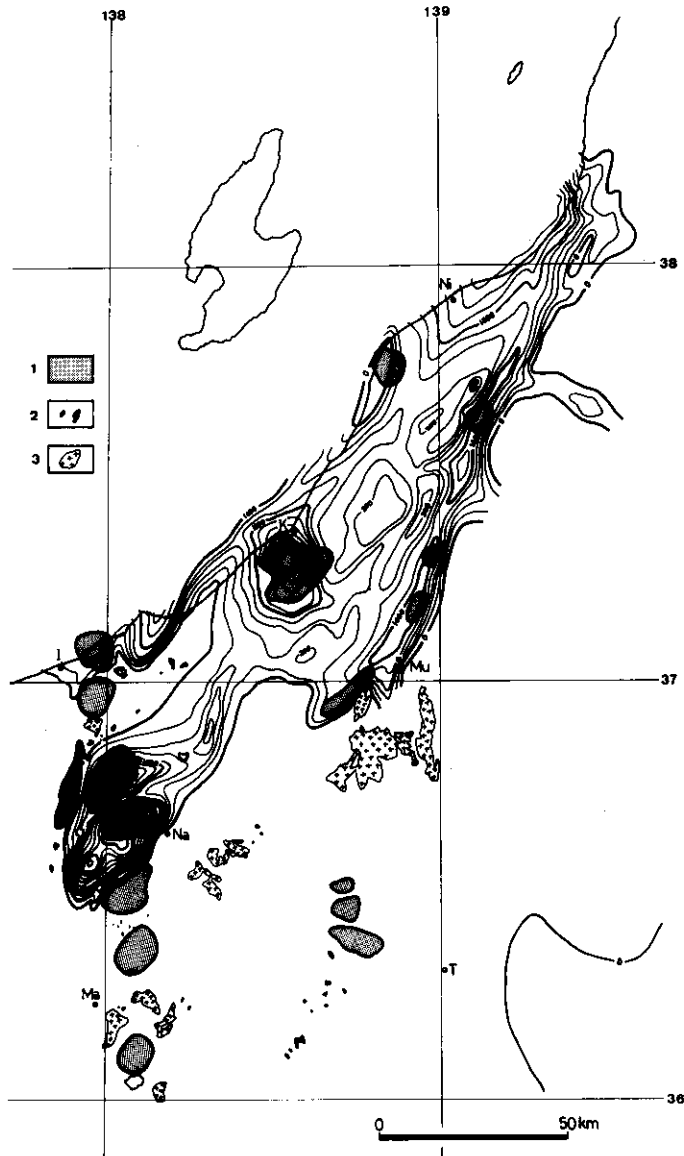
1. 鮮新世前期

北部フォッサマグナの下部鮮新統には、かなり多量の塩基性火山岩類が発達し、各火山岩体は、日本海沿岸から諏訪湖北方にかけて、100 km以上にわたって直線状に配列する（第3図）。これら

ーンタフ地域の直接の延長（藤江ほか，1966 MINATO et al., 1965）とみることはできないであろう。すなわち、グリーンタフ変動期のフォッサマグナは、東西両縁をほぼ棚倉破碎帯および糸魚川-静岡構造線に境されたN-S方向にのびる領域を占め、東北日本弧内帯および西南日本弧内帯のいずれからも独立した一つの構造单元をなしていた、と結論されるのである。さらに、視野を拡げてみるならば、この結論は、南部フォッサマグナのみならずフォッサマグナ全体が伊豆-小笠原弧の北方延長であることを示しているわけである。こうしたN-S方向にのびる領域に、本州弧*内帯の主要な構造方向に平行した初期火成活動帯が数多く発生した結果が、前述したグリーンタフ堆積盆の「杉型」雁行構造にほかならず、その基本的性格は伊豆-小笠原弧と本州弧の会合部における両島弧の主要な構造方向が交差することに由来するものと考えられる（第9図）。ただし、この交差構造は両島弧の構造方向が等価に重複したのではなく、伊豆-小笠原弧方向に規定された带状の「場」に、

*現在までのところでは、必ずしも東北日本弧とは特定できない、と考えている。

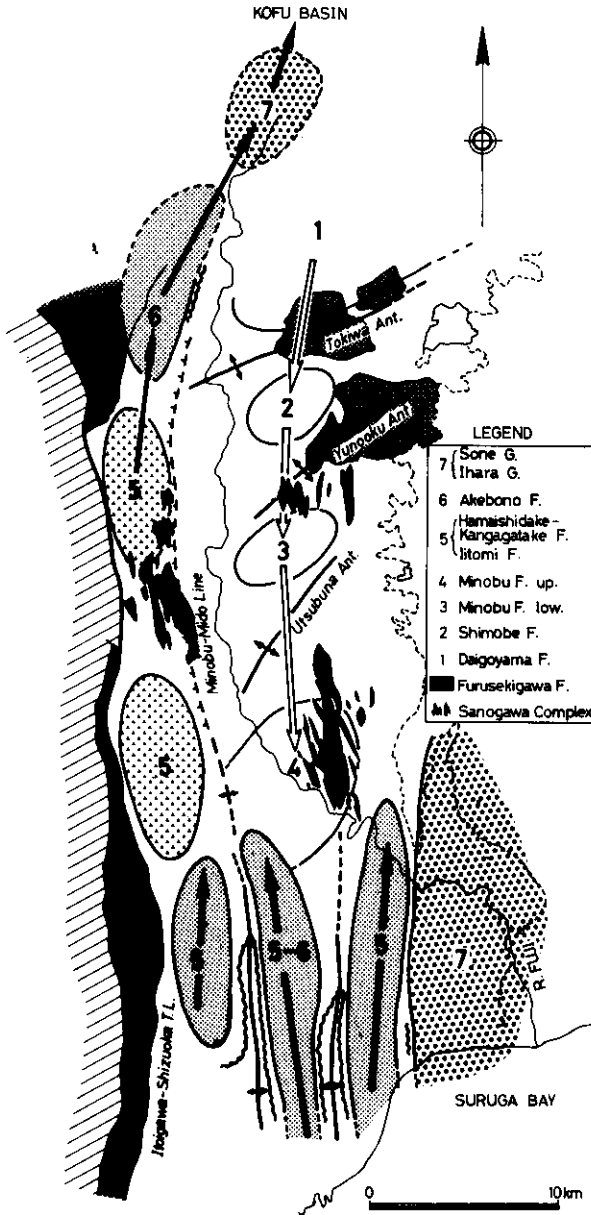
のうち模式地とされる^{しがらみ}柵地域において復元された火山活動の様式は中心噴出と推論されており(矢野, 1981), 鮮新世前期にはフォッサマグナ西縁部にN-S方向の火山列が形成されていたと考えられる。この火山活動は, NE-SW方向にのびるグリーンタフ堆積盆の基本構造を大きく切って発生するものであり, 火山活動にひきつづいて発達する将棋倒し構造の諸特性などにおいてもグリーンタフ変動とは異質であり, むしろ第四紀後期にまでひきつがれていく運動であることから, 北部フォッサマグナにおける島弧変動のはじまりを示すものと結論されている(矢野, 1980; 投稿中)。



第3図 信越堆積盆における下部鮮新統の等層厚線図ならびに火山活動域
 1: 鮮新世前期の塩基性安山岩質火山活動域, 2~3: "第三紀花崗岩"(2: 玲岩, 3: 石英閃緑岩). Ni: 新潟, K: 柏崎, I: 糸魚川, Mu: 六日町, Na: 長野, T: 高崎, Ma: 松本.

新潟地域においても、同様な性格を示す火山岩類が、新潟平野～信濃川流域の丘陵地帯の両縁に分布する(矢野, 1980, 投稿中)。

南部フォッサマグナとくにその両縁部では、鮮新統一 飯富累層の塩基性安山岩類がN-S方向



第4図 富士川流域の地質構造と堆積盆の発達様式(富士川団体研究グループ・駿河湾団体研究グループ、原図)。

白矢印 グリーンタフ堆積盆における将棋倒しの進行方向, 黒矢印 島弧変動期堆積盆における将棋倒しの進行方向。

にならんだ身延山, 烏森山を中心に噴出するとともに、NE-SW方向のグリーンタフ堆積盆の基本構造を切って、N-S方向の狭長な堆積盆が形成される(第4図)。これらの堆積盆は、将棋倒しの進行方向・様式などの点でもグリーンタフ堆積盆とは異質な性格を示し(成田, 1978; 千葉・富士川団研グループ, 1980; 駿河湾団体研究グループ, 1981), その沈降の一部は第四紀後半の甲府盆地の形成にひきつがれていくものと推論される。

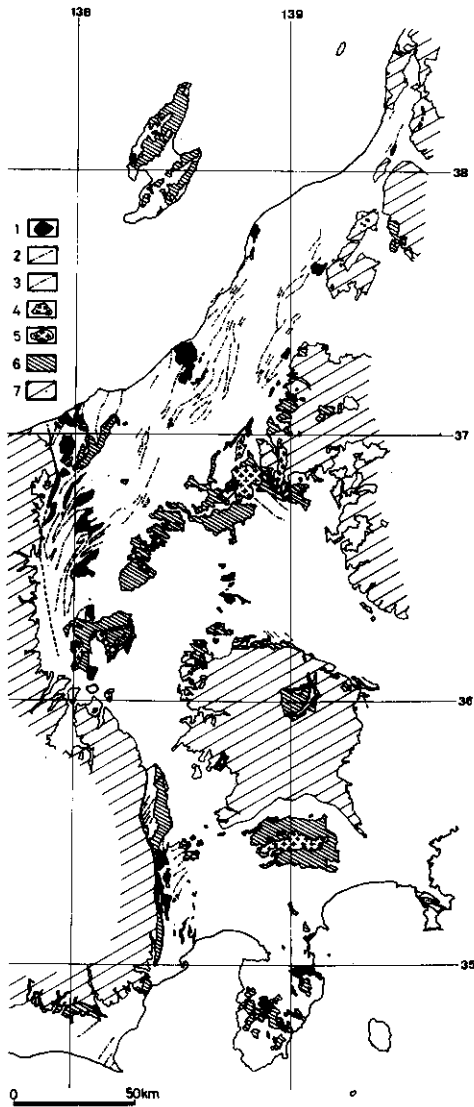
以上のように、フォッサマグナにおける鮮新世前期の基本構造は、グリーンタフ堆積盆の基本構造を切って、その両縁部を中心に形成されたN-S方向の火山列や堆積盆によって特徴づけられる(第5図)。これらの構造要素は島弧変動の体系に含まれるものであるが、一部ではグリーンタフ変動末期の運動と時間的にも重複して進行することもある(矢野, 1980)。ちなみに、この期の火山列はその北端で東北日本弧方向へ屈曲しており、後述する更新世中期以降にみられる基本構造の先駆的現象とみることができるともいえる。

2. 鮮新世後期～更新世前期

この期のフォッサマグナ地域には、鮮新世前期にもまして、N-S方向の構造要素が顕著にあらわれてくる(第6図)。それらを西から順番に示すと次のとおりである。

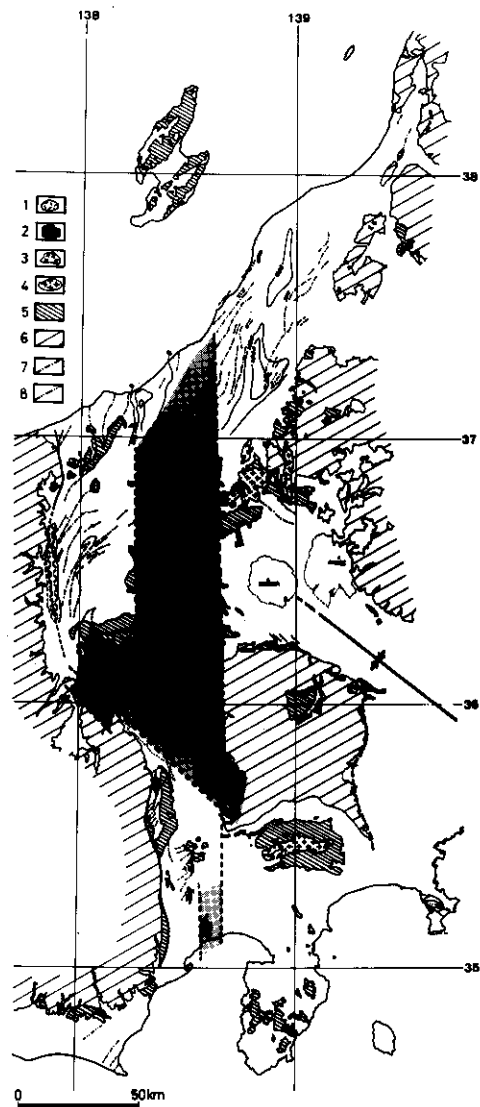
a. 糸魚川-塩尻線(平林, 1969)の断裂化と北アルプスの隆起

N-S方向にのびる糸魚川-静岡構造線の北部)は、姫川河口地域の



第5図 フォッサマグナにおける島弧変動期の基本構造 I (鮮新世前期)

- 1: 下部鮮新統塩基性安山岩類, 2: 背斜軸,
- 3: 向斜軸, 4: “第三紀花崗岩”(中新世後期,
- 5: 同(中新世中期), 6: 下部中新統, 7: 先新第三系



第6図 フォッサマグナにおける島弧変動期の基本構造 I (先新世後期～更新世前期)

- 1: 大峰帯の鮮新-更新統, 2: 小諸層群および相当層, 3: 第三紀花崗岩 中新世後期, 4: 同(中新世中期), 5: 下部中新統, 6: 先新第三系, 7: 背斜軸, 8: 向斜軸。

研究にもとづき中新世末～鮮新世に生成したとされ(吉村・石橋, 1979), 鮮新世～更新世に段階的に変位を累積した(矢野, 1982b)。この運動は, 藤田ほか(1968)・藤田(1973b)が指摘した「フォッサマグナのグリーンタフ堆積盆西縁の第四紀(島弧変動期)における断裂化」の過程を示すものであり, この期のN-S性構造要素の顕著なあらわれの一つとなっている。ちなみに, 中新世を通じて火山活動がみられなかった北アルプス地域に上野玄武岩(恵那団研グループ, 1967)・

地蔵峠火山岩類（信州研究グループ、1969）・高原火山岩類（磯見・野沢、1957）に代表される火山活動が発生したのも鮮新世以降のことである。

b. 大峯帯（小坂、1979）の形成

大峯帯は、北部フォッサマグナ西縁部を占め、その東西両端を小谷—中山断層と糸魚川—塩尻線に境されたN—S方向に狭長な地質区である。この地質区は、その北端における鮮新世の塩基性安山岩質火山活動にともなって発生し、鮮新—更新世の南へ進む将棋倒し運動によって成長し、さらに更新世中期以降にはその前縁に松本盆地を発生させている。

以上の特徴をもつ大峯帯は、鮮新世—更新世前期におけるN—S方向の構造要素の一つであり、グリーンタフ堆積盆の基本構造を切って発生した新しい構造単位であるといえる（第7図）。

c. 小諸層群および相当層の堆積盆の形成と火山活動

八ヶ岳北麓や諏訪湖周辺には鮮新—更新世の塩基性—中性安山岩類が広く分布し、小諸層群（飯島ほか、1956）・塩嶺累層（MOMOSE et al., 1959）とよばれる（第7、8図）。これらはいずれも岩相・岩質などにもとづいて上・下に二分され、下部層は大量の火砕岩を主とし砕屑岩も伴い、上部層は“鉄平石”とよばれる板状節理の発達した平坦面溶岩によって特徴づけられる。八ヶ岳北麓に発達する小諸層群堆積盆は、東西両縁を関東山地および内村山地に限られた幅20kmのN—S方向にのびる火山—構造性堆積盆に噴出・堆積したものであり、諏訪湖周辺に分布する塩嶺累層の堆積盆を中心にNW—SE方向の構造規制もうけている（秋間団研グループほか、1973；北部フォッサマグナ研究グループ・千曲川団体研究グループ、1976）。

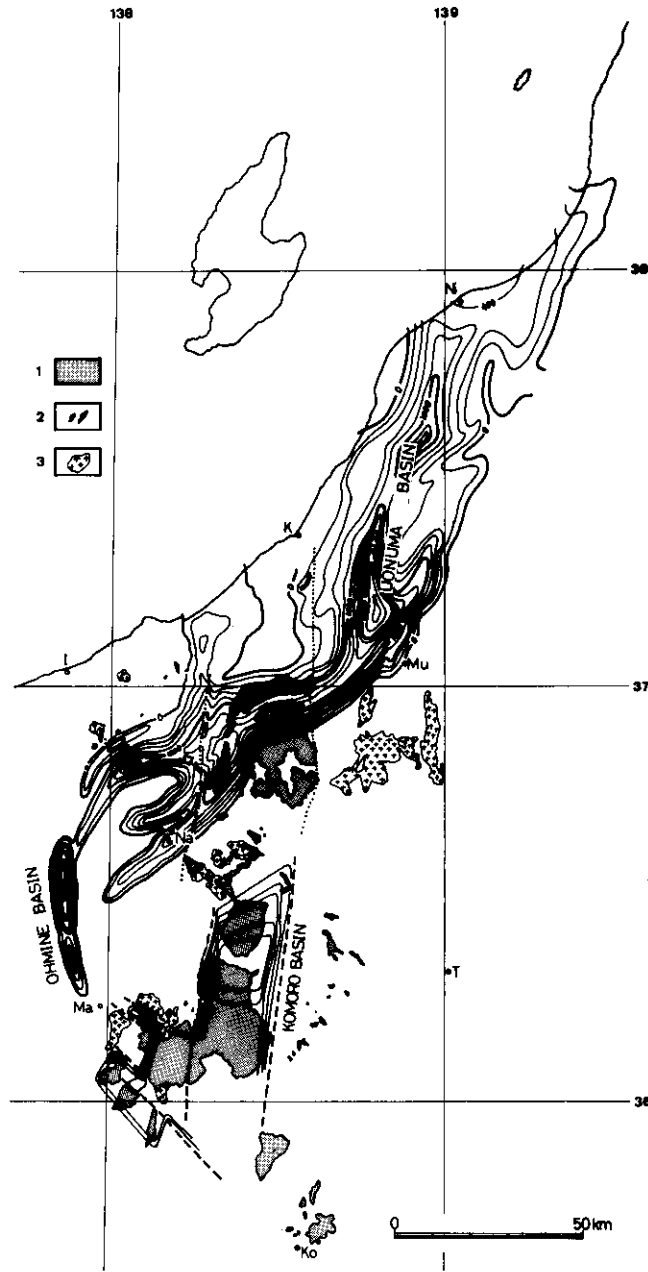
この期の同様な性格を示す火山岩類として、これらのほか、富倉地域の大川層・屋敷層の火山岩類（SAITO, 1962）、野沢温泉付近の野々海川層・桑名川層（島津ほか、1976）、志賀高原の高井火山岩類（赤羽、1976）、西阿山周辺の新第三紀—更新世火山岩類および火山砕屑岩（太田・片田、1955）、碓井川流域の剣ヶ峰層・鼻曲層（秋間団研グループ・上越南部グリーンタフ団研グループ、1976）、関東山地北西部の荒船ガラス質安山岩（河内・河内、1963）、甲府盆地北縁の水ヶ森火山岩類（三村、1971）、富士川河口右岸の岩瀨累層（安間・駿河湾団体研究会、1977）などがあげられる*（第6図）。これらの分布は、関東山地から駿河湾沿岸にわたり、しかもN—S方向にのびる幅10—35kmの地帯に限られる。また、NW—SE走向の塩尻—韭崎線の近傍では、前述した諏訪湖周辺をはじめ、同構造線に平行する構造規制がみられる。

このように、小諸層群およびその相当層の造盆地運動・火山活動領域は、本州の最大幅員部を斜めに横断する200kmをこえる総延長距離を有し、鮮新—更新世におけるN—S方向の構造要素のなかでも最も大規模なものの一つである。南部フォッサマグナの広範囲にわたってN—S方向に進入する佐野川複合岩体およびその相当岩体（第4図）も、この領域内に位置するものであり、この期の火山活動の深部相が露出したものかもしれない。なお、これらの造盆地運動・火山活動領域がグリーンタフ変動期の基本構造と大きく斜行して発生していることは、いうまでもなく、きわめて明瞭な現象である（第6、7図）。

d. 魚沼層群堆積盆

新潟県下の丘陵地—平野下に広く発達する鮮新—更新統—魚沼層群—の堆積盆地は、NNE—SSWの“油田方向”に斜交するN—S方向にのびる著しく狭長な形態を示している（望月、1962；池辺、1968：第7図）。しかも、魚沼層の3つの最大層厚部は、油田褶曲の成長期にもかかわらず、褶曲構造を斜めに横切って南から北へ変位する（三梨、1973）。このような性格を示す魚沼層

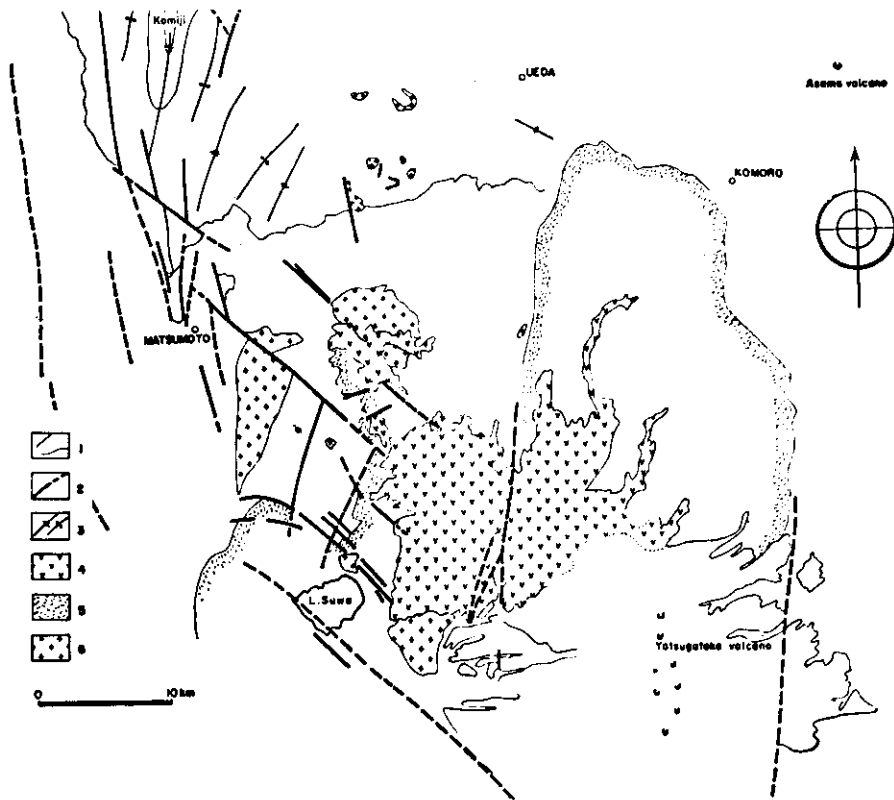
* 柏崎市南方の鶴川流域に分布する駒、間層の火山岩類（米山団体研究グループ、1973）も、同様の性格を示すものかもしれない。



第7図 信越堆積盆における鮮新-更新統の等層厚線図ならびに小諸層群および相当層の分布。

1: 小諸層群および相当層, 2~3: "第三紀花崗岩類"(2: 珪岩, 石英閃緑岩). 地名は第3図と同じ。

群堆積盆は、新潟におけるグリーンタフ堆積盆とは主要な構造方向、将棋倒しの進行方向および形式などの点で異質な関係にあり、現在の新潟平野における沈降にひきつがれていく新しい変動とし



第8図 小諸層群・塩嶺累層堆積盆の地質構造図（北部フォッサマグナ研究グループ・千曲川団地研究グループ，1976）。

- 1：累層境界線，2：断層，3：褶曲軸，4：更新世前期安山岩質溶岩類（平坦面溶岩），5：鮮新世後期～更新世前期火山碎屑岩類，6：第三紀花崗岩類。

て規定される（矢野，1980，投稿中）。以上のような性格をもつ魚沼層群の堆積盆地は，鮮新～更新世のフォッサマグナを特徴づけるN-S方向の基本構造を構成する一つの要素と考えられるのである。

e. 関東山地東縁の陥没構造

関東山地の東西両縁はいずれもN-S方向の境界をもって上部新生界と接し，それぞれ八王子線（大森，1960），岩村田～若神子線（藤本，1932）とよばれる。後者は，上述した小諸層群の火山構造性堆積盆の東縁線にはかならない。いっぽう前者の南半部に沿っても，この期にN-S方向にのびる陥没構造が形成され（藤田・松尾，1977；竹越ほか，1980；五日市盆地団研グループ，1981），北半部でも松山断層をはじめN-S方向の断裂構造*が顕在化する（武井・小池，1981）。これら関東山地東縁の構造要素は，西縁部と同様，鮮新～更新世におけるフォッサマグナ地域のN-S性基本構造に支配されたものであろう。なお，南関東地域でも主にこの期の末期に発生したと考えられる新期NS性正断層系（小玉，1974）が広く発達しており，伊豆～小笠原弧方向の構造要素とみられている（三梨，1974）。

* その先駆的現象は，すでに中新世後期に出現したと考えられている。

3. 島弧変動期の基本構造 I

以上のように、フォッサマグナ地域における鮮新世前期の基本構造は、N-S方向の断裂運動・造盆地運動・火成活動などによって特徴づけられ(第5, 6図)、小論では「島弧変動期の基本構造 I」と仮称されている。これは、先新第三系基盤岩類の対曲構造と、さらにそれを切って発達したグリーンタフ変動期の雁行構造のいずれにも斜交して発生する新しい変動の産物であり、しかも更新世中期以降の変動にひきつがれていくいくつかの側面をもっていることから、島弧変動(藤田, 1970)の発生段階として規定されるのである。ちなみに、この期の変動がグリーンタフ変動末期の運動と重複して進行する場合が知られているが、それぞれの独自性が失なわれているわけではなく(矢野, 投稿中)、体系を異にする2つの変動の移行様式の一例として注目される。

本州弧と伊豆-小笠原弧の会合部に発生した島弧変動期の基本構造 I は、視野を広げてみると、島弧会合部という造構場にあらわれた伊豆-小笠原弧方向の構造運動の結果であろうと予測され、一部では伊豆-小笠原弧の会合角の二等分線方向にも規制されている。

D. 島弧変動期の基本構造 II

更新世中期~完新世におけるフォッサマグナの基本構造は、この領域を結接点として東北日本弧と伊豆-小笠原弧をむすぶ「東日本火山帯(杉村, 1958)」の成立によって特徴づけられる。これは、明瞭な火山フロントや火山岩の岩石化学的带状構造(KUNO, 1966)の出現に代表されるように両島弧を直接むすびつける連続的な火山帯が完成したという意味であり、グリーンタフ変動期や島弧変動期 I の基本構造にみられるような島弧会合部における顕著な不連続関係を介さない、という点を重要な特性としている*(第12図)。

ただし、個々の火山(列)の単元でみると、それらは先在している構造方向にさまざまな程度に規制される側面を備えているのも事実である。たとえば、七島弧北縁の雁行配列を示す火山列はグリーンタフ堆積盆の基本構造(第9図)に規制されたものと考えられ、北部フォッサマグナの妙高火山群は鮮新世前期に発達したN-S方向の火山列の構造方向をひきつぐものであろう。

E. フォッサマグナにおける基本構造の形成過程

これまでの記述を要約すると、今日みられるフォッサマグナおよびその周辺地域の地質構造は、4つの基本構造——先新第三系の対曲構造、グリーンタフ変動期の雁行構造、島弧変動 I 期のN-S性諸構造、および同変動 II 期における東日本火山帯の成立——が相互作用を及ぼしあいつつ次々に重複して発達してきた歴史的産物である、ということが出来る。

これらの各造構過程は、先在する基本構造を改変していく主要な側面と、逆にそれらに規制されるという副次的側面をあわせもっており、また、あい前後する2つの造構過程が時間的にも空間的にも重複して進行する場合も知られており、全体としてはきわめて複雑な様相を呈している。島弧変動 II 期の基本構造の成立にあたっては、グリーンタフ変動期の雁行構造の発生がきわめて重要な役割を果たしていることは明らかであろう。なぜならば、この期における地質構造の改変の規模もさることながら、初期火成活動とともに発生してくる雁行構造には本州弧方向(NE-SW)に加えて伊豆-小笠原弧方向(N-S)が包絡線方向として内包されており、それ以降にあらわれてくる主要な構造方向がいずれもこの時期に出現していたとみることが出来るからである。すでに藤田ほか(1968)・藤田(1973b)によって指摘されている糸魚川-静岡構造線の段階的的形成過程は、以上のような経緯の具体的なあらわれの一例であろう。

* この特性については、他弧主部や他の島弧会合部との比較が重要になるため、次節で改めて検討される。

Ⅲ. 後期新生代における島弧の会合様式

ここでは、前節で述べたフォッサマグナ地域と日本列島における他の2つの島弧会合部——九州およびその周辺、北海道——とを比較しながら、後期新生代における島弧会合の一般的様式について検討をすすめる。

A. グリーンタフ変動期の基本構造

フォッサマグナにおけるグリーンタフ堆積盆の基本構造は、本州弧方向に伸長した数多くの初期火成活動・沈降帯が伊豆—小笠原弧方向に雁行配列することによって決定づけられた。これは、長大な初期火成活動・沈降帯が縦走する東北日本弧・西南日本弧などの島弧主部とは異なる、島弧会合部のきわだった特徴である(第9図)。

九州、北海道においても本州弧方向の初期火成活動帯が琉球弧、千島弧方向にそれぞれ雁行配列する傾向にあり、このような会合様式はグリーンタフ変動期における共通した特徴となっている。すなわち、グリーンタフ変動帯は、島弧会合部において本州弧方向にのびた短軸性の初期火成活動・沈降帯を千島弧、伊豆—小笠原弧、琉球弧方向に雁行して数多く発生させることによって、巨視的には各島弧内帯をむすぶ変動域を生み出しているわけである。

B. 島弧変動期の基本構造(鮮新世～更新世前期)

この期間における島弧会合部の特徴は、本州弧に会合してくる各島弧の方向、および後半期には島弧の会合角の2等分線方向も加った構造要素が、グリーンタフ変動期の基本構造を切って発達してくることである(第10、11図)。

1. 鮮新世前期

フォッサマグナでは、前述したようにグリーンタフ堆積盆の基本構造を切って、塩基性安山岩類を噴出したN—S方向の火山列が形成される。

九州周辺海域では、対馬・山陰沖堆積盆において、琉球弧方向にのびたいくつかの隆起帯(不整合域)が出現し、グリーンタフ堆積盆の構造方向と明瞭な斜交関係を示す(南, 1979)。これらの隆起帯の陸上部への延長は現在までのところあまり確認されていないが、隠岐—島根半島における隆起運動は和久羅岳安山岩($6.34 \pm 0.19\text{my}$)基底の不整合として確認されている。

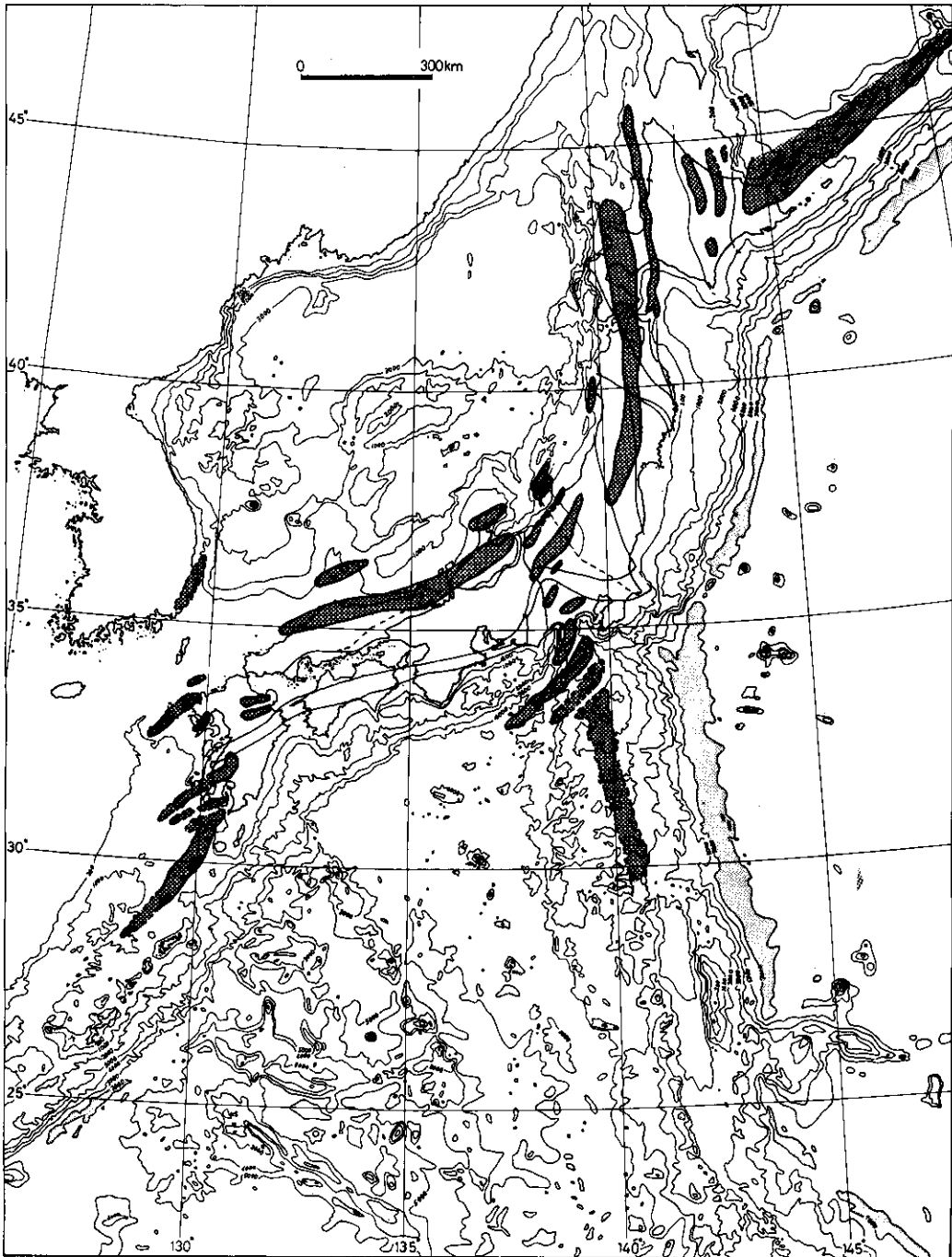
北海道ではこの期の構造方向の斜交関係は必ずしも明確ではないが、道南のグリーンタフ堆積盆におけるN—S～NNW—SSE方向の基本構造を切ってENE—WSW方向に発達する館層・鶴層堆積盆とその褶曲構造および知内火山岩類は、鮮新世における構造的転換を示すもの(奏・山口, 1974)とされ、この期における千島弧方向の構造方向とみることができよう(第10図B)。また、定山溪における「東西性断裂帯」(小山内・長谷川, 1974)と呼ばれる火成岩進入帯・断裂帯なども、同様な性格をもつ構造要素かもしれない。

以上のように鮮新世前期における島弧会合部では、本州弧に会合してくる各島弧方向の構造要素が新しく発生し、いずれの場合にも安山岩質火山活動を伴っているという規則性がみられる。また、これらの火山活動の発生期には必ず何らかの不整合現象があらわれてくる、というのも注目すべき現象である。

2. 鮮新世後期～更新世前期

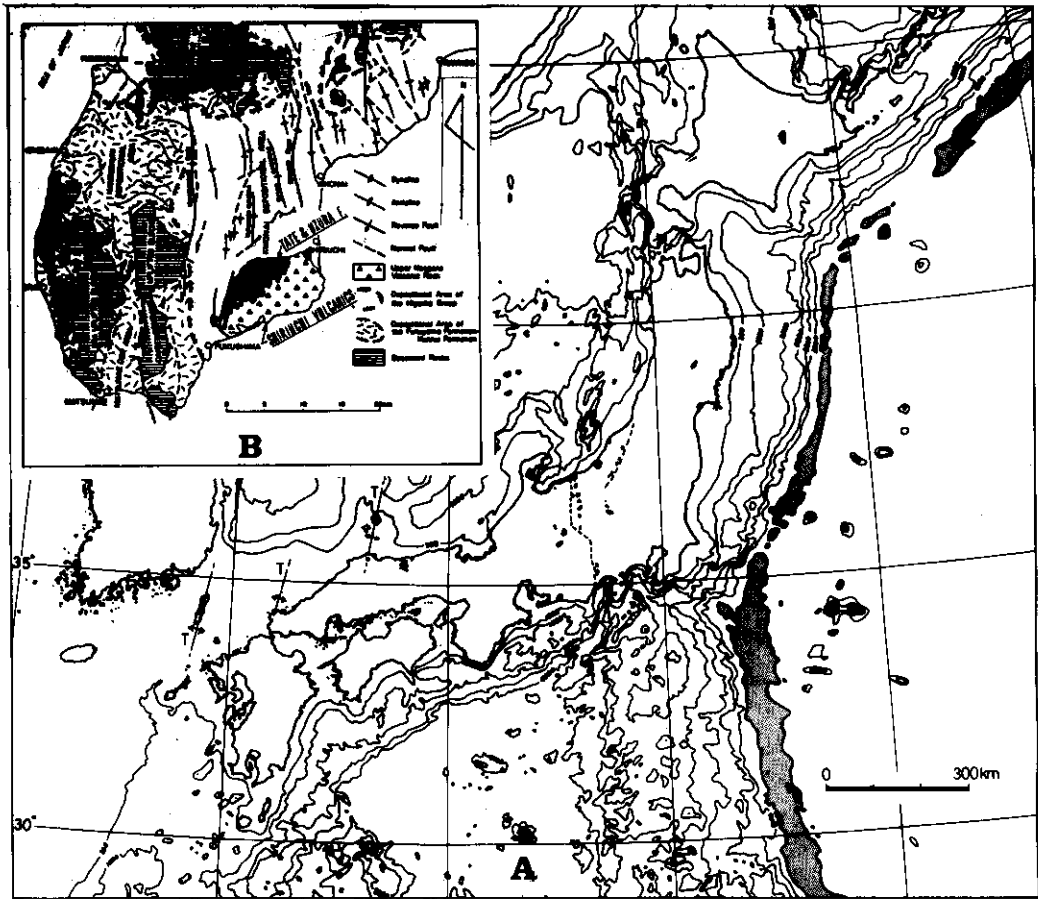
この期の島弧会合部は、平坦面溶岩の流出をその末期に伴なう塩基性～中性安山岩類の活動によって特徴づけられる(島津, 1975, 1976; 第11図)。

フォッサマグナでは、グリーンタフ堆積盆の雁行構造を切って発生した総延長200km以上の伊豆—小笠原弧方向の火山活動帯がそれにあたり、塩尻—韭崎線の近傍ではNW—SE方向の副次的



第9図 グリーンタフ堆積盆の初期火成活動・沈降帯 (矢野, 1982a)
九州北西部のものは後期中新世。

な構造規制もうけている。さらに、より広範囲にわたってN-S方向の断裂運動・造盆地運動が発



第10図 島弧変動期における島弧会合部の基本構造（鮮新世前期）

A；島弧会合部における構造要素

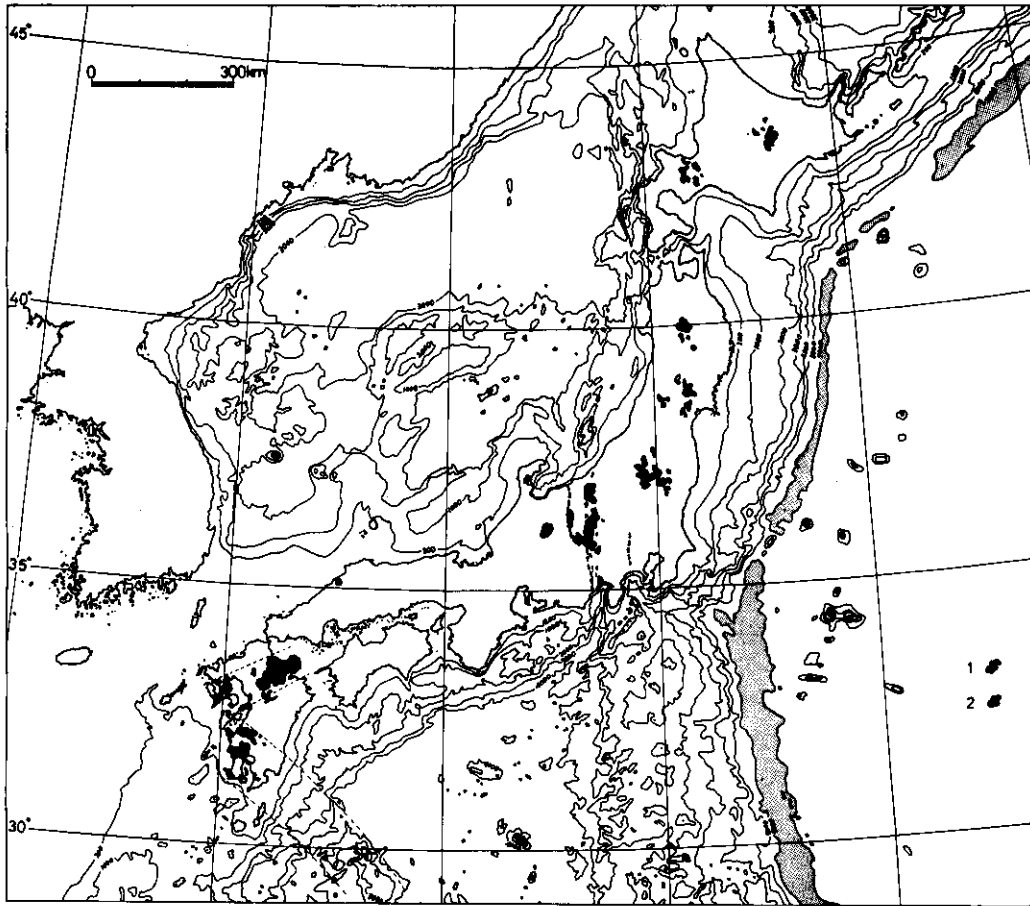
黒色部：下部鮮新統火山岩類，T：対馬方向（矢野，1980）
隆起帯。

B；北海道松前半島南縁部の地質構造図（秦・山口，1974）

達したのも前述のとおりである。

九州では、豊肥および肥薩火山岩類がこれにあたり、それぞれ西南日本弧方向の別府－島原地溝および九州－パラオ海嶺（西南日本弧と琉球弧の会合角の二等分線方向にあたる）の方向に規制されている（松本，1979；杉山，1970；寺岡ほか，1981）。ちなみに、西南日本弧方向にのびる豊肥火山岩類は、上述したこの期の基本構造の規則性に対して例外的存在である。島弧会合角の二等分線方向に規制された肥薩火山岩類が大規模に発達することも考えあわせると、琉球弧方向の構造規制は全般的に弱く、両火山岩類の分布を連ねる包絡線の方向を規制するものとしてのみ機能したのかもしれない。

北海道における“Flat Lava”を伴うこの期の火山活動は、道東と道南で知られている。道南地域では、黒松内期の主に火砕岩を噴出した火山活動にひきつづいて平坦面溶岩が流出しており、いずれもNW－SE方向の構造に規制されている（秋葉ほか，1966）。道東地域では、溶結凝灰岩



第11図 島弧変動期における島弧会合部の基本構造 (鮮新世後期～更新世前期)
1: 平坦面溶岩類, 2: 石英安山岩質火砕岩類.

の溢流を主とする火山活動の開始とともに千島弧方向にのびる石狩山地が隆起をはじめ (松井ほか, 1978), 喜登牛山周辺などでは頂部に平坦面溶岩が流出する。

以上のように, 鮮新世後期～更新世前期の島弧会合部における平坦面溶岩を伴った火山活動は, いずれも本州弧に対して会合してくる弧島の方^{*}あるいは会合する二つの島弧の二等分線方向 (NW-SE方向) の構造規制を受け, しかも各会合部に先在するグリーンタフ堆積盆の基本構造を切って発達するという共通した特徴を示している。

さらに, この期の火山活動について日本列島全体を通して見た場合には, 島弧会合部と島弧主部との間に明瞭な相違が認められる (島津, 1975, 1976)。すなわち, 平坦面溶岩は島弧会合部に限って流出するのに対し, 島弧主部では, 東北日本の“白河石”およびその相当層 (北村, 1956), 西南日本の高原火山岩類 (磯見・野沢, 1957)・大江高山火山岩 (福間, 1970) など石英安山岩質の火砕流堆積物によって特徴づけられるのである^{**} (第11図)。

* 前述したように, 中・北部九州における豊肥火山岩類は本州弧方向に規制されており, 例外的な存在となっている。

C. 島弧変動期の基本構造（更新世中期～完新世）

この期になって、会合する2つの島弧を連ねる今日的火山帯、すなわち千島弧と東北日本弧さらに伊豆-小笠原弧をむすぶ「東日本火山帯」（杉村，1958）および西南日本弧と琉球弧をむすぶ「西日本火山帯」（杉村，1958）が成立する（第12図）。現在の火山帯の発生がこのように比較的新しいできごとであることは多くの研究によって明らかにされているところであり、前述した鮮新世後期～更新世前期の火山活動の特性——島弧主部と島弧会合部との間の顕著な対照性——も今日的火山帯の成立は更新世中期以降まで待たなければならないことを示している。なお、この期に至って琉球弧方向の造構運動も、西南日本弧の基本構造を明瞭に切る火山列を生み出すようになるわけである。

D. 後期新世代における島弧会合部の形成過程

後期新生代における島弧会合部の基本構造は、全体としてみると生田・大沼（1961）に代表されるように、2つの会合する島弧の交叉構造としてとらえられるものであろう。さらに、その形成過程をより詳細にみると、本節で述べたいいくつかの発達段階が識別されるのである。すなわち、その第1段階はグリーンタフ変動期にあたり、本州弧とこれに会合してくる島弧とが織りなす雁行型の交叉構造に特徴づけられる。鮮新世～更新世前期にあたる第2段階では本州弧に会合してくる島弧の方向あるいは会合角の二等分線方向の構造要素が、第1段階の基本構造を切って発達する。第3段階になって、各島弧を連ねる形で更新世中期以降に今日的火山帯が成立するわけである。

以上の過程をふりかえてみると、「第四紀」火山帯は、グリーンタフ変動期以降くりかえし交差構造が形成されてきた領域を必ず結接点として、複数の島弧をむすぶ連続した活動帯を形成するものであり、先行する2つの発達段階を経た後に、後新世中期以降になって初めて成立した歴史的産物であろうことを示している。現在みられる島弧-海溝系は一般に、火山を伴う島弧、海溝および中・深発地震面の三つの要素に特徴づけられる。構成要素の一つである今日的な火山帯の出現が更新世中期以降であるとするならば、それと密接不可分な関係にある他の二つの要素——海溝、中・深発地震面——が今日的姿になったのはほぼ同時期であると類推されるかもしれない。ちなみに、現在の西南日本海溝は鮮新世以降から更新世末の間に形成されたと考えられ（奥田ほか，1979）、南雲（1980）は東北日本弧における今日の中・深発地震面の成立は第四紀になってからであるとの見解を示している。

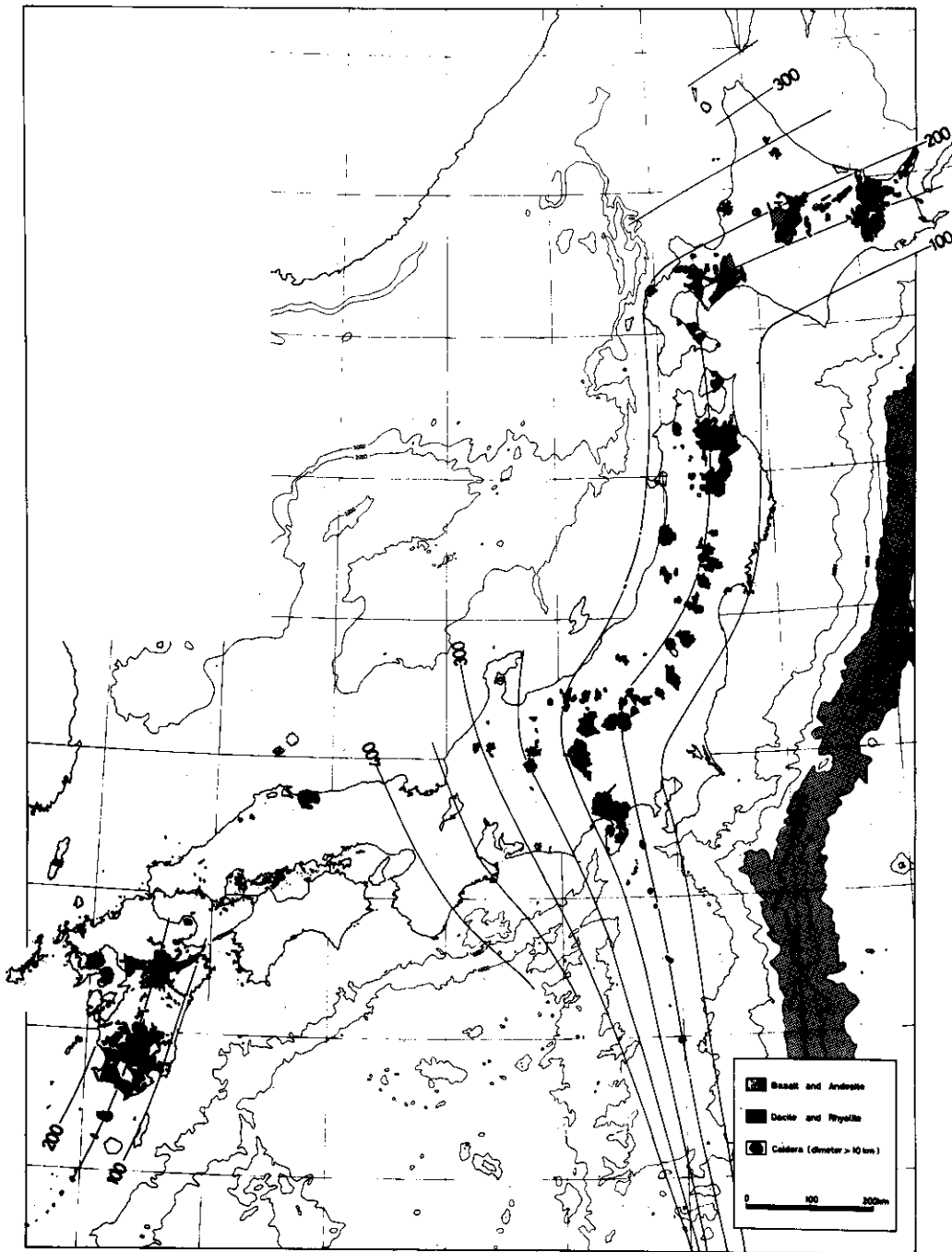
IV. 南部フォッサマグナ-伊豆半島の基本構造とその形成過程

筆者は、島弧会合部の基本構造は前述したいくつかの段階を経て歴史的に形成されてきたものであろう、と推論している。フォッサマグナについてのこのような見かたは、小論の最初にも述べたように古くから多くの研究者によって指摘されているところであり、最近では大森（1976）による全般的な検討が知られている。

小論の最後に、このような観点に立って、現在多方面から注目を集めている南部フォッサマグナ-伊豆半島の基本構造とその形成過程について、予察的検討を試みたい。

A. 南部フォッサマグナの基本構造

** 北部フォッサマグナの大峯帯に発達する石英安山岩質火砕岩類は例外的存在ということになるが、同地域内には噴出源もしくは同質の貫入岩が発見されないこと、糸魚川-静岡構造線をこえた北アルプス山麓にも小規模ながら分布がみられること（平林，1968）などを考えあわせると、北アルプス地域の高原火山岩類に由来する火砕流堆積物である可能性も大きい。



第12図 島弧変動期の基本構造（更新世中期～完新世）
 一色ほか（1968）による。数字は中・深発地震面の深度（単位：km）。

南部フォッサマグナ地域における上部新生界の基本構造については、富士川谷－丹沢山地－南関

東を連ねる形でいくつかの隆起軸・沈降軸が並行する湾曲構造をみると見解（大森，1960 MATSUDA, 1962；など）もある。しかし、この地域の地質構造は、前述したようにNE-SW方向にのびたグリーンタフ堆積盆の雁行配列に加え、鮮新世以降その西縁部を中心にN-S方向の断裂運動・造盆地運動・火成活動などが発生した二重構造もしくは交叉構造というのが実態である（第1, 4, 5, 6図）。南部フォッサマグナの上部新生界に発達するとされた湾曲構造が存在しない以上、次に述べる駿河湾-相模湾をむすぶ湾曲した沈降軸をその一構成要素とすることはできないわけであり、南部フォッサマグナにおける上部新生界の基本構造とは相対的に独立した構造要素として考えざるをえないのである。

B. 駿河湾・相模湾の形成過程と伊豆半島

駿河湾・相模湾の形成過程および伊豆半島との構造的関係について、筆者は現在のところ次のように考えている。

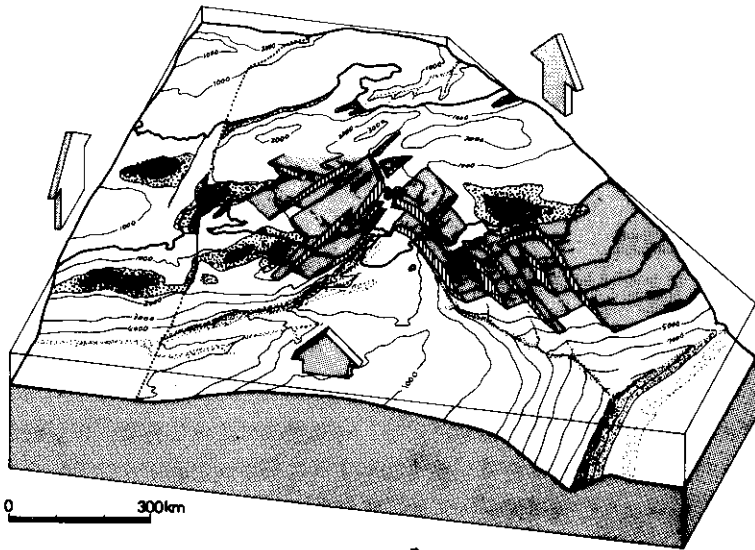
現在みられる島弧と海溝といった地形的対立が形成されはじめたのは鮮新世になってからであり、とくに著しくなるのは更新世以降のことである（星野，1970；松井ほか，1978；藤田，1978；奥田ほか，1979；など）。西南日本海溝～西南日本弧についてみれば、その沈降軸・隆起軸に代表される主要な構造方向はENE-WSW～E-W方向であるのに対し、東縁部にあたる遠州灘・駿河湾～赤石山地では急速にNNE-SSW方向に湾曲する。この湾曲現象は、西南日本の大地形にみられるきわだった特徴の一つでもあり、先新第三系の帯状構造に調和した方向性を示す。それらの東方延長は、フォッサ・マグナ対曲に対応してE-WさらにはNW-SE方向へ大きく湾曲し、沈降軸は相模湾へ、隆起軸は関東山地を経て多摩-上総隆起帯へと、それぞれ連続していくものと考えられる。南縁を藤ノ木-愛川構造線に境された関東山地の隆起運動は問題ないにしても、ここで“多摩-上総隆起帯”（矢野，投稿中）としたものは、多摩丘陵から房総半島南部を通るNW-SE方向の隆起軸をもつ相対的隆起帯であり、関東平野下における更新統の基底深度分布や相模湾の相対的沈降と比較すると隆起帯としての性格が明瞭になるものである。

いっぽう、これらの隆起・沈降軸の湾曲構造をほぼ二等分する方向にのびる伊豆半島においても、鮮新世以降に2000mを越える曲隆運動が知られている（星野，1965，1972）。また、南雲（1970，1972）・木村（1971）によっても伊豆海嶺の浮き上がり現象が推論されている。

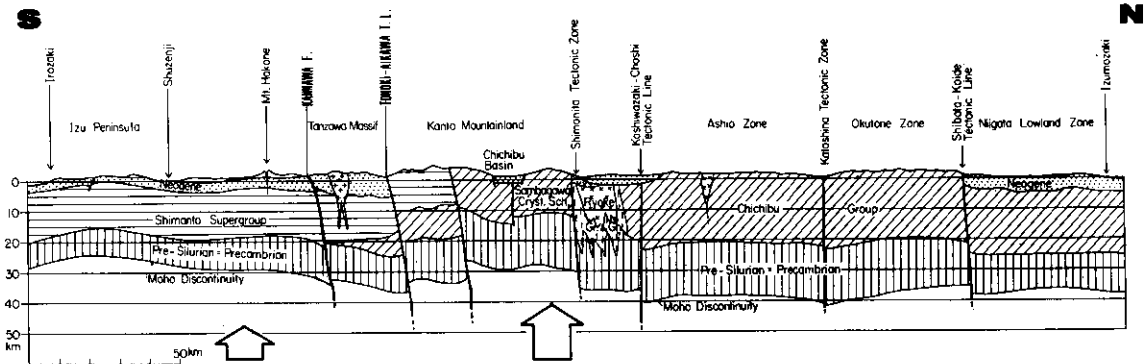
以上のような造構場にあった南部フォッサマグナ-伊豆半島地域において、これら二つの島弧-海溝系における隆起・沈降運動が、島弧会合部の一般的性格に従って交差・重複して発生したため、西南日本海溝東縁部の湾曲した海溝軸が伊豆-小笠原弧の隆起軸（伊豆半島の曲隆軸）によって東と西に二分された結果が相模湾であろう（第13図A）。逆説的に言うならば、もし伊豆-小笠原弧の隆起運動が存在しなかったと仮定すると、南部フォッサマグナの沖合には駿河湾から相模湾を連ねる湾曲した海溝が形成されていたものと推論されるわけである。

このような造構過程をたどったと考えられる南部フォッサマグナ-伊豆半島地域において、相対的に隆起量が大きい本州弧側が伊豆-小笠原弧側よりも上昇傾向にあり、その結果、全体的には湾曲した走向を示す衝上断層群が地表付近において発生するのも合理的である（第13図B）。また、伊豆半島の曲隆軸を境に北東側の領域では右横ずれ、北西側では左横ずれの成分をもつ断層が発生する傾向にあるのも当然の帰結であろう。

島弧会合部において各島弧の昇降運動が以上のような形で交叉・重複しうるとするならば、中部地方における大きな第四紀地殻変動量は本州弧の隆起運動と伊豆-小笠原弧の隆起運動が重複して発達した結果とみることも可能となる。また中部傾動地塊～濃尾傾動盆地（桑原，1968）や掛川地域～遠州海盆における西南日本外帯沖堆積盆の等深線（奥田ほか，1979）など中部地方～東海沖に



A



B

第13図 南部フォッサマグナ-伊豆半島の基本構造とその形成過程

A フォッサマグナおよび周辺地域における第四紀地殻変動模式図

関東新生代構造研究グループ(1977)・桑原(1980)・楡井(1981)などを参照して作製した。

各ブロックの境界は、地表付近では、逆断層・撓曲構造・褶曲構造に移化する場合もありうる。

B 東経、139°を通る地殻断面図

YAMASHITA and FUJITA(1973)に加筆。

みられる西方への傾動運動は、伊豆-小笠原弧の西側斜面における隆起運動の陸上延長部と考えられる。ちなみに、岡山(1953)は日本の地形構造の研究において、「七島マリアナ弧の内縁線」(西縁線)が「敦賀伊勢湾線」に連続することを示唆している。これは、伊豆-小笠原弧の隆起地形の西縁が、陸上部では中部傾動地塊の西縁を画する養老-伊勢湾断層、さらには、「能登半島を頂

く海底の穹窿状膨起”の外縁線に連続することを示しており、上記の推論を地形学的側面から支持するものであろう。

以上のように、南部フォッサマグナ～伊豆半島、さらには中部～東海地方の一部も含めた地域における鮮新世以降、とくに第四紀の造構運動は、本州弧（わけても、著しい隆起傾向にある西南日本弧外帯）と伊豆-小笠原弧における隆起・沈降運動の交差型会合現象によって統一的に説明されるものと予察されるのである。

V. まとめと今後の課題

小論では、フォッサマグナ地域を中心に、後期新生代における島弧会合部の基本構造について検討を行なった。その結果、この期の島弧会合部は、会合する島弧の交叉構造を基本としつつも、グリーンタフ変動から島弧変動にかけて3つの発達過程を経て段階的に形成されてきた経緯が、明らかになった。

フォッサマグナにおける後期新生代の造構史は、対曲構造によって特徴づけられる西南日本の東縁部が、今日みられる東日本火山帯の成立を可能にする造構場へと改変されていく過程であるとみることにもできる。今後は、この領域において島弧変動期の基本構造ⅠとよんだN-S方向の断裂運動・造盆地運動・火成活動などによる多彩な造構要素の相互関係を明らかにし体系化するとともに、東日本火山帯の成立を最終的に決定づけた島弧変動期の基本構造Ⅱへの移行過程の解明が重要な課題になる。また、フォッサマグナの発生にあたってきわめて重要な役割を果たしたと考えられるこの領域におけるグリーンタフ変動、わけてもその初期火成活動の解析が不可欠であろう。

小論の最後の部分で南部フォッサマグナ-伊豆半島地域の基本構造とその形成にまつわる運動像を、島弧会合部の一般的性格にもとづいて、予察的に検討した。今後は、総合的な視点からこの運動像の検証を試みたい。

謝辞 研究発表の機会を与えていただいた「島弧会合部のテクトニクス」シンポジウム世話人の方がた、日頃御指導いただいている山下 昇・小坂共栄、長谷 晃、藤田至則、島津光夫、植村武の諸氏、富士川団研グループ、駿河湾団研グループ、米山団研グループの方がたに厚く御礼申し上げます。

文 献

- 赤羽貞幸, 1976: 志賀高原周辺の地質. 信州大学志賀自然教育研究施設研究業績, no. 15, 21-30.
- 秋葉 力・藤江 力・松井 愈・岡部賢二・酒匂純俊・魚住 悟, 1966: 北海道西南部における火成活動と地質構造. 地団研専報, no. 12, 16-24.
- 秋間団研グループ・千曲川団研グループ・豊野団研グループ・八ヶ岳団研グループ・松本盆地団研グループ, 1973: フォッサ・マグナ中央部における新第三紀後期～第四紀洪積世の堆積盆地. 地球科学, 27, 81-91.
- ・上越南部グリーンタフ団研グループ, 1976: 群馬県西部の中新世にかけての火山活動, 同上, 30, 67-72.
- 安間 恵・駿河湾団体研究会, 1977: 静岡県庵原郡地域の地質層序. 日本地質学会第84年学術大会講演要旨, 239.
- 千葉達朗・富士川団研グループ, 1980: 「南部フォッサ・マグナ」富士川谷第三系～第四系の堆積盆地形成史. 地団研第34回総会学術シンポジウム講演要旨集, 85.
- 茅原一也, 1976: 北部フォッサ・マグナ地域の先第三系基盤岩——フォッサ・マグナ成因にまつわる問題——. 海洋科学, 8, 539-545.
- 恵那団研グループ, 1967: 恵那盆地の土岐砂礫層と上野玄武岩流. 第四紀, no. 10, 34-42.
- 藤江 力・松井 愈・岡部賢二・酒匂純俊・魚住 悟, 1966: 北海道南南部における火成活動と地質構造. 地団研専報, no. 12, 16-24.
- 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, no. 13, 329-348.
- 藤本治義, 1932: 関東山地の地質構造について. 大塚地理論文集, 5, 299-302.
- 藤田至則, 1970: 北西太平洋の島弧周辺における造構運動のタイプとそれらの相関性. 星野・青木編, 島弧と海洋, 1-30, 東海大学出版会.
- , 1972a: グリーンタフ変動と地向斜の発生～発展期の法則. 星野・青木編, 伊豆半島, 13-33, 東海大学出版会.
- , 1972b: 日本列島における新生代の変動——プレートテクトニクス適用の問題点. 科学, 42, 212-220.
- , 1973a: 日本列島の成立. 258p., 築地書館.
- , 1973b: 新生代後期における中央構造線と糸魚川-静岡構造線. 杉山編, 中央構造線, 271-276, 東海大学出版会.
- , 1976a: フォッサ・マグナにおける地殻変動の特性. 海洋科学, 8, 546-548.
- , 1976b: 対話「続・フォッサ・マグナ」. 同上, 8, 583-589.
- ・角田史雄・小坂共栄, 1968: 新第三紀初期のフォッサ・マグナ. 日本地質学会第75年秋季学術大会資料, フォッサ・マグナ, 52-61.
- ・松尾行洋, 1977: 島弧変動期における堆積盆の発生——東京都青梅市北部の霞丘陵の鮮新統の地質構造——. 地質学論集, no. 14, 245-254.
- 福間 進, 1970: 大江高山の古地磁気学的研究. 第四紀研究, 9, 88.
- 秦 光男・山口昇一, 1974: 北海道松前半島の第三系の層序と地質構造. 45p., 日本地質学会北海道支部.
- 原 郁夫, 1979: 西南日本の本州地向斜領域における中生代造構作用の比較運動像解析. 中生代造構作用の研究, no. 1, 1-4.
- ・秀 敬・武田賢治・佃 栄吉・徳田 満・塩田次男, 1977: 三波川帯の造構運動, 秀編, 三波川帯, 307-390, 広島大学出版研究会.
- 平林照雄, 1968: 北部フォッサ・マグナ西縁部の地質構造上の特徴について. 日本地質学会第75年秋季学術大会資料, フォッサ・マグナ, 31-35.
- 北部フォッサ・マグナ研究グループ, 1976: 北部フォッサ・マグナ中央部の新第三系堆積盆. 地質学論集, no. 13, 117-131.

- ・千曲川団体研究グループ, 1976: 長野県北部～東部における新生代後半の構造運動と火山活動. 地球科学, 30, 73-80.
- 星野通平, 1965: 伊豆半島西側の大陸斜面から採集された軟体動物化石と伊豆半島の地質構造. 同上, no. 80, 23-28.
- , 1970: 第三紀末期の海水準変化と海溝の形成. 星野・青木編, 島弧と海洋, 155-177, 東海大学出版会.
- , 1972: 伊豆半島周縁の海底地質. 星野・青木編, 伊豆半島, 245-255, 東海大学出版会.
- 藤田和夫, 1978: 西南日本における中新世以降の地殻変動と海水準変動——地層と地形面との関係において——日本の新生代地質(池辺展生教授記念論文集), 169-185.
- 飯島南海夫・右和一夫・甲田三男・田口今朝男, 1956: いわゆる塩川層の地質. 地質雑, 62, 622-635.
- 池辺 穰, 1968: 新潟県魚沼地方を中心とした新生代後期構造発達史. 地質学論集, no. 2, 43-47.
- ・片平忠実・宮崎 浩, 1978: 我が国における石油地質学的諸問題. 「日本の新生代地質」(池辺展生教授記念論文集), 205-216.
- 磯見 博・野沢 保, 1957: 5万分の1地質図幅「船津」および図説明書. 地質調査所.
- 一色直記・松井和典・小野晃司, 1968: 日本の火山, 200万分の1. 地質調査所.
- 五日市盆地団体研究グループ, 1981: 鮮新-更新統の五日市砂礫層基底にみられる不整合の意義. 地質学論集, no. 20, 177-185.
- 関東新生代構造研究グループ, 1977: 関東地方の新生代末期における構造運動の特徴. 地研専報, no. 20, 241-256.
- 河内晋平・河内洋佑, 1963: 霧ヶ峯・荒船山地区における鮮新世火山活動 I —— フォッサ・マグナ帯中央部における瀬戸内区の延長 —— . 地球科学, no. 64, 1-7.
- 木村政昭, 1971: 南関東の地殻モデルに関する一考察. 地質ニュース, no. 204, 1-10.
- 北村 信, 1956: 東北地方脊梁山脈周縁(岩手・秋田・宮城県境)に発達する石英安山岩類の層位学的問題について. 地球科学, no. 28, 14-22.
- , 1976: 北部・南部フォッサ・マグナおよび伊豆半島の構造上の特異性. 海洋科学, 8, 606-610.
- 小玉喜三郎, 1974: 断層の発達と地殻の変形——南関東の南北性正断層の発達機構——. 垣見・鈴木編, 関東地方の地震と地殻変動, 71-86, ラティス.
- 小坂共栄, 1979: 北信第三系の帯状構造——高府帯と荒倉帯——. 総研(島弧変動)研究報告, no. 1, 41-50.
- ・角田史雄, 1969: 山梨県西部, 巨摩山地第三系の地質. 地質雑, 75, 127-140.
- KUNO, H., 1966: Lateral variation of basalt magma type across continental margins and island arcs. *Bull. Volcanol.*, 22, 195-222.
- 桑原 徹, 1968: 濃尾盆地と傾動塊運動. 第四紀研究, 7, 235-247.
- , 1980: 日本の中部更新統. 地研第34回総会シンポジウム講演要旨集, 43-47.
- MATSUDA, T., 1962: Crustal deformation and igneous activity in the South Fossa Magna, Japan. Crust of Pacific Basin, *Geophysical Monograph*, no. 6, 140-150.
- 松井 愈・山口昇一・松沢逸巳・宮坂省吾, 1978: 鮮新世～前期更新世の構造運動——十勝構造盆地の誕生と発展——. 地研専報, no. 22, 96-104.
- 松本徭夫, 1979: 九州における火山活動と陥没構造に関する諸問題. 地質学論集, no. 16, 127-139.
- 三村弘二, 1971: 甲府盆地北縁における鮮新-洪積世火山活動——水が森火山岩類の火山活動について——. 地質雑, 77, 375-338.
- 南 明, 1979: 山陰・対馬沖の堆積盆地の分布と性格. 石油技協誌, 44, 321-328.
- 湊 正雄, 1956: 石炭・二畳紀における日本列島周辺のご地理. 地球科学, no. 28, 1-13.
- MINATO, M., GORAI, M. and HUNAHASHI, M., 1965: *The geologic development of the Japanese islands.* Tsukiji-shokan Pub. Co.
- 三梨 昂, 1973: 南関東・新潟地区における中新世から洪積世にいたる堆積盆の変遷. 地球科学, 27, 48-65.

- , 1974: 南関東の構造発達史. 垣見・鈴木編, 関東地方の地震と地殻変動, 31-50, ラティス.
- 望月 央, 1962: 新潟県下の新第三系の石油地質学的考察. 石油技協誌, 27, 347-375.
- MOMOSE, K., KOBAYASHI, K. and YAMADA, T., 1959: Palaeo-magnetic and geologic researches for the volcanic rocks around Lake Suwa. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 37, 443-481.
- 本宿団体研究グループ, 1970: 本宿グリーンタフ層の層序学的研究. 地図研専報, no. 16, 1-12.
- 南雲昭三郎, 1970: 西南日本海溝周辺における海底地震活動. 星野・青木編, 島弧と海洋, 105-113, 東海大学出版会.
- , 1972: 深発地震面の high Q, high V 特性の一解釈. 星野・青木編, 伊豆半島, 305-310.
- , 1980: 日本海溝付近の地質構造と地震活動. 杉山・早坂・星野編, 地震——地震学者と地質学者との対話, 25-40, 東海大学出版会.
- 成田 賢, 1978: 山梨県南巨摩郡身延山周辺の新第三系について. 日本地質学会第85年学術大会講演要旨, 93.
- 楡井 久・赤桐毅一・古野邦雄, 1981: 関東地震時における地塊運動——房総半島について——. 地質学論集, no. 20, 49-54.
- 生出慶司・大沼晃助, 1960: 東北地方を中心とした「グリーン・タフ時代」の火成活動. 地球科学, no. 50-51, 36-55.
- 岡山俊雄, 1953: 日本の地形構造. 駿台史学, 3, 28-38.
- 奥田義久・熊谷 誠・玉木貴裕, 1979: 西南日本外帯沖堆積盆地の分布と性格——特に構造発達史について——. 石油技協誌, 44, 279-290.
- 大森昌衛, 1960: フォッサ・マグナの地質学的意義. 地球科学, no. 50-51, 75-82.
- , 1976: フォッサ・マグナの定義と地質学的特性について. 海洋科学, 8, 615-623.
- 太田良平・片田正人, 1955: 5万分の1地質図「須坂」および同説明書. 地質調査所.
- 小山内 熙・長谷川 潔, 1974: 札幌一定山溪地質案内. 32p., 日本地質学会北海道支部.
- SAITO, Y., 1962: Geology of the northern part of the Fossa Magna (Part 3). *Jour. Fac. Ed. Shinshu Univ.*, no. 12, 134-160.
- 柴田秀賢, 1967: 日本岩石誌Ⅱ. 377p., 朝倉書店.
- 島津光夫, 1973: 東北日本グリーンタフ地域における津川—会津区. 地質学論集, no. 9, 25-38.
- , 1975: 新生代変動と島弧形成. 海洋科学, 7, 662-667.
- , 1976: 日本列島における中新世末期～洪積世前期の火成活動の変遷. 地球科学, 30, 61-66.
- ・田淵章敬・鈴木養身, 1968: 丹沢山地東北部の地質構造. 日本地質学会第74年秋季学術大会資料, フォッサ・マグナ, 142-157.
- ・滝田松雄・高野正樹, 1976: 新潟地区およびその周辺の新生代火山活動についての最近の知見. 新潟大学理学部地誌教室研究報告, no. 4, 225-233.
- 信州研究グループ, 1969: 中部地方山間盆地の第四系. 地図研専報, no. 15, 217-262.
- 杉村 新, 1958: 「七島—東北日本—千島」活動帯. 地球科学, no. 37, 34-39.
- 杉山隆二, 1970: 「島弧と海洋——西南日本弧とフィリピン海——に関するシンポジウム」に出席しての所感. 星野・青木編, 島弧と海洋, 205-209, 東海大学出版会.
- 駿河湾団体研究グループ, 1981: 静岡県浜石岳周辺の地質. 地球科学, 35, 145-158.
- 鈴木尉元・三梨 昂・影山邦夫・島田忠夫・宮下美智夫・小玉喜三郎, 1971: 新潟第三紀堆積盆地に発達する褶曲の形成機構について. 地質雑, 77, 301-315.
- 竹越 智・石垣 忍・足立久男・藤田至則, 1970: 関東山地東縁の鮮新—更新世の堆積盆地発生に関する研究. 地質雑, 87, 557-569.
- 武井硯朔, 1976: 東西日本の境界地域に関する研究史. 地質学論集, no. 13, 3-14.
- ・小池美津子, 1981: 関東平野西縁の地質. 地質学論集, no. 20, 169-176.
- 田中幸弘・藤田至則, 1979: 群馬県南西部に発達する前期中新世と後期中新世の陥没盆地群. 地質学論集, no. 13, 23-32.

- 丹沢団体研究グループ, 1977: 丹沢山地のグリーンタフに関する研究(その4) 丹沢山地におけるグリーンタフ造山運動の一般性と特殊性. 地団研専報, no. 20, 177-191.
- 寺岡易司・今井 巧・奥村公男, 1981: 九州外帯の屈曲構造. 中世代造構作用の研究, no. 3, 87-98.
- 鳥山武雄, 1955: 花崗岩漿進入機構から見た佐久山塊. 信州大学教育学部研究論集, no. 5, 1-5.
- 矢部長克, 1918: 糸魚川静岡構造線. 現代の科学, 6, 147-150.
- 山梨県地質図編纂委員会, 1970: 山梨県地質誌(10万分の1図幅および説明書). 山梨県.
- 山下 昇, 1957: 中生代. 地学双書, no. 10, 94 p., 地学団体研究会.
- , 1970: 柏崎-鉢子線の提唱. 星野・青木編, 島弧と海洋, 179-191. 東海大学出版会.
- YAMASHITA, N. and FUJITA, Y., 1973: The Shin'etsu-Bozu zone, an intersecting province of the Honshu and Shichito arcs, and the initial stage of the Green tuff orogeny. *The crust and upper mantle of the Japanese area, Part II, Geology and Geochemistry*, 61-83, Geol. Surv. Japan.
- 矢野孝雄, 1980: 後期新生代堆積盆の発達史にみられる2つのタイプの将棋倒し構造. 総研〔島弧変動〕研究報告, no. 2, 1-16.
- , 1981: 長野県北部荒倉山周辺における鮮新世の火山活動. 地質雑, 87, 103-120.
- , 1982a: 後期新生代堆積盆地の発達様式と初期火成活動. 構造地質研究会誌, no. 27, 81-100.
- , 1982b: 長野県北西部の新第三系堆積相からみた北アルプスの隆起過程. 日本地質学会第89年学術大会講演要旨, 166.
- , 投稿中: 日本列島における後期新生代堆積盆地の発達様式. 地団研専報.
- 米山団体研究グループ, 1973: 新潟県米山地域における新第三系. 地球科学, 27, 1-18.
- 吉田 尚, 1981: 東北日本の先新第三紀地体構造について. 構造地質研究会誌, no. 26, 3-29.
- 吉村尚久・石橋英一, 1979: 姫川河口地域の地質と糸静線——とくに島弧変動との関係について——. 総研〔島弧変動〕研究報告, no. 1, 21-23.

(受理: 1982年7月1日)