

日本列島の基盤問題

— 島弧前縁帯海底地質学の視点から —

志 岐 常 正*

The basement problems of the Japanese Islands

— viewed from marine geology of the fore-arc regions —

Tsunemasa SHIKI*

Abstract (1) Generalized structural sections of the Japanese fore-arc regions by Shiki and Misawa (1979, 1980, 1981) offer a few important suggestions on the basement problems of the Japanese Islands.

(2) At the foot of the inner trench slope of the regions, only the upper part of the trench-fill deposits are folded and thrust faulted. In some inner places, lower part of them and underlying pelagic sediments, which were once set beneath the thrusts ("substration"), are cut by low angle thrusts forming decollement to the beneath-set (foot wall) layers. Then, in much inner places, the basaltic layer (layer 2) and even some part of the layer 3 are cut from underlying oceanic slab. These cut off sediments and rocks are added to the overlying accretional body and the continental crust, but do not follow to the down-falling oceanic slab.

(3) These oceanic layers including the basement rocks, thus added to the continental crust, can rise and crop out by two sorts of mechanism. One is climbing with acidic and basic magma accompanied with the thrust movement. The Tertiary fore-arc igneous rocks which crop out at the structural high including the Shionomisaki belt and the igneous and metamorphic complex in the Kurosegawa tectonic belt in the Permian and the Triassic age, seems to be a new and an old example showing such activities.

(4) Another type of uprising of the basement rocks is usual upheaval of the continental crust and suffering erosion. Thrusting up of the rocks of oceanic origin may play role to the uprising of them, also. It occurs in the continental crust. But, this process has been regarded as "obduction" by many geologists.

は し が き

日本列島の古生層堆積盆の下には、必ず何らかの基盤があったはずである。だがその露出や残存物は極めて限られている。その性格や意義、さらにシルル紀以前の構造発達史までを探るためには、直接的な資料だけでなく、間接的な資料・情報を動員する必要がある。このことが、筆者のような者に、海洋地質研究の視点からの、「基盤問題」に対するコメントの機会が与えられる理由であると思われる。

地質時代の諸岩層の研究のために現世の海洋の知

識が求められるについては、二つないし三つの場合があるように思われる。その一つは、現在の海洋にみられる諸事象をモデルとして、過去の実態的なイメージを描こうとする場合である。他の一つは、海洋底から得られる資料・情報と、陸上で得られる資料とを有効に結合して総合的に地史や地質を知ろうとする場合である。この場合、海底に直接、陸上の岩層の延長が見出されるというようなことがあれば、最も望ましいことは言うまでもない。

先に志岐 (1981) は、主に第1の場合について、「基盤問題」にかかわって何が言えるかを考えてみた。そこでは、単純な「現在主義」の限界を指摘しつつも、1)たとえば本州地向斜やその基盤の問題を考える際に縁海モデルのようなものを作業仮説的に

1981年12月26日受理

* 京都大学理学部地質学鉱物学教室. Department of Geology and Mineralogy, Faculty of Science, Kyoto University, Kyoto, 606 Japan.

想定することは有用であろうこと、2) 本州地向斜の基盤には、海洋地殻と大陸地殻とが混在していたと考える方が、現在主義的な視点からは自然であろうこと、などを述べた。

今回の小論では、できれば第2の場合について海洋底からの情報を列挙すべきであるかも知れない。しかし、日本周辺海域の“基盤岩”に関する資料は陸上のそれにもまして乏しい。沖縄舟状海盆北端で先カンブリア紀の結晶片岩や片麻岩が採取された*こと以外には、新しい情報もない。

そこで、小論では、先に述べたことの中で説明不足であった問題、すなわち、島弧前縁帯の地質構造が示唆する2・3の問題にしぼって、“基盤問題”にかかわって何が言えるかを少し具体的に考えてみたい。

このような機会を与えて下さった加納 博先生に深く感謝申し上げる次第である。

小論の考察にあたっては、京都大学三宅康幸氏、久富邦彦氏との討論によって得るところが多かった。また、四国の屈折波構造断面、震源分布断面については、高知大学木村昌三助教授より貴重な資料の御教示を得た。記して深謝の意を表したい。

海洋底物質の“Substratum”と上昇

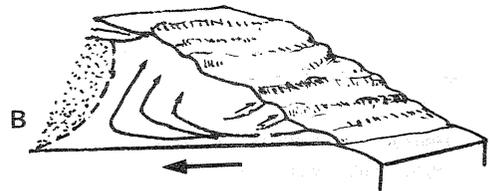
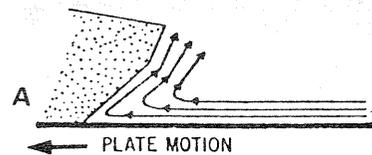
1. 海洋底地殻が何故陸上に現われうのか？

海溝域で沈み込んだはずの海洋底堆積物とその基盤としての玄武岩質層やはんれい岩が、いわゆるオフィオライトとして、何故に地表に露出するののかという問題は、多くの人びとの頭を悩ませてきた。

非常に大局的には、それは、COWAN (1978) が指摘したように、地球表層で易動性をもつ物質が剛体に衝突するとき、抵抗のない上方へ向って動く当然の結果である(第1図)。いわゆる沈み込み帯で海洋プレートが沈み込むのは、それが大陸プレートより重く、かつアセノスフェアより重いからである。これに対して、海洋プレート本体より軽く、かつそれに載る堆積物や玄武岩質層が、プレート本体から離れて上方へ向ったとしても不思議ではない。

だが、このような大局的、物理的な扱いだけでなく、より具体的に、ここでどのような地質現象が起り、どのような経過をへて、海洋底の地層や岩石が島弧の地質構成体としてその地表に露出するののかということになると、大胆な仮説以外に従来ほとんど手がかりが無かったように思われる。

* 第14回太平洋学術会議(1979)での、ソ連の地質学者達の談話による。



第1図 海洋底物質の上昇 COWAN (1978).

A: 粘性流動の理論的モデル

B: 沈み込み帯における付加機構一般モデル

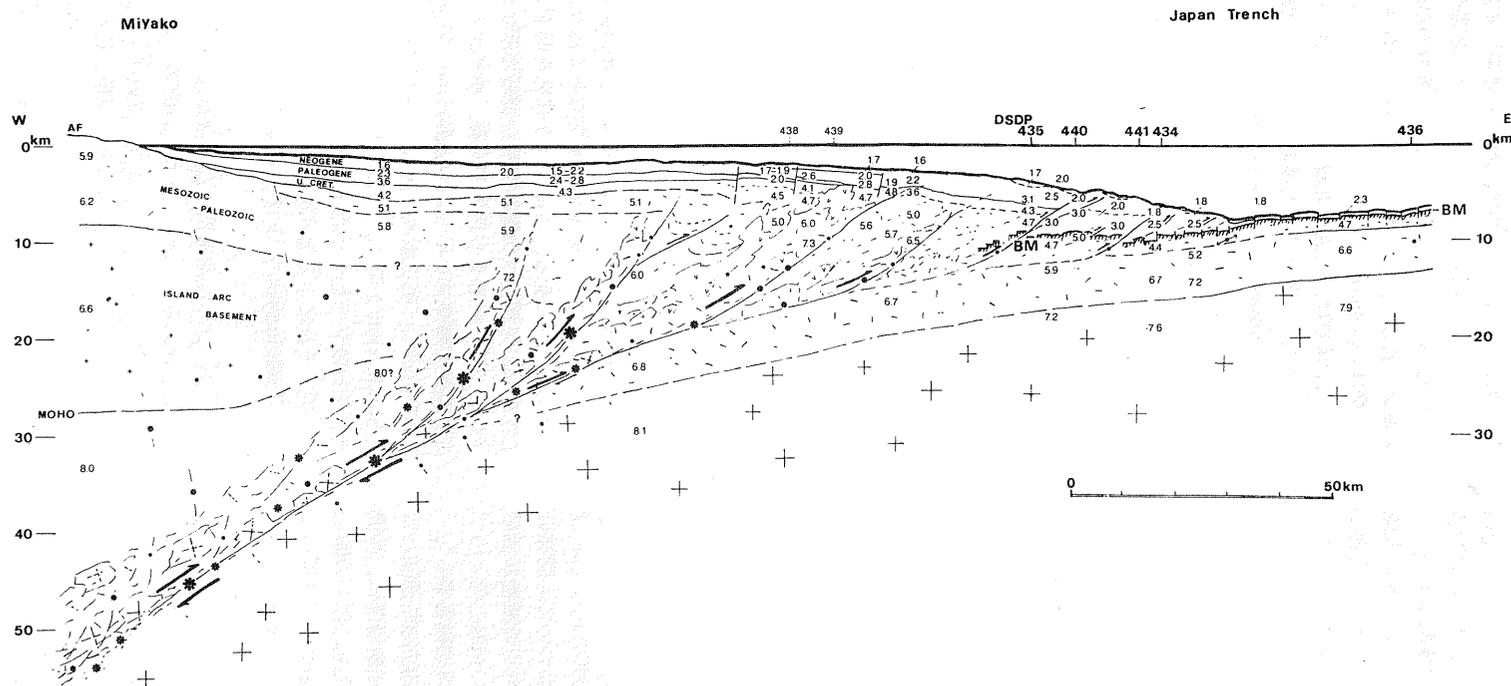
下方のものより軽い物質の流れ(粘性流動に限らない)が壁にぶつかれば、自由表面のある上方へむかって流れざるをえない。

地質構造発達史やその法則性を知るための王道は、地質図と地質断面図との作製である。基盤やオフィオライトの問題を、陸上と海洋底との地質や地史にかかわって考えようとするならば、我々はまず、陸域から海洋底にわたる地質図や地質断面図を得て、これを検討する必要がある。このような検討の可能性は、近年の海洋底研究手段の発展によって、急速に拡大しつつある。

2. 島弧前縁帯地質断面の意味

志岐・三沢 (1979, 1980) は、東北日本弧と西南日本弧それぞれの前縁帯について既存の資料を総合し、その段階で妥当と思われる模式断面図を示した。これらの断面の、以前のものと異なる点や意味するところは、大凡次の通りであった(第2図)。

1) 島弧前縁帯-海溝域における多重成分反射法探査によれば、海洋底から海溝内側斜面の下へ顕著な音響反射面が続いているのが観測される。この反射面を、当初多くの人々は、沈み込む海洋プレートの上面のスベリ面であるとみなした。しかし、これはスベリ面ではなく、海洋底玄武岩の上面(あるいはチャート層の上面)である。この面の上下の関係は、海洋底においても海溝内側斜面の下でも、層序学的



第2図 東北日本三陸沖前縁帯構造断面図。

海洋基盤，島弧基盤，地震波速度分布，震源分布，衝上断層，島弧前縁火成岩・変成岩コンプレックス等を模式的に示す。海面より上の数字は国際深海掘削による掘削点（小さい文字の地点は断面線をかなり外れた北方に位置する）。海溝内側斜面脚部では，衝上断層は玄武岩質層を切っていない。（志岐・三沢，1981を一部修正）

被覆である。

2) 海洋リソスフェアと陸のリソスフェアとの相対運動（つまり和達一ベニオフ帯の活動）の地殻への影響は、深部から、この層序学的被覆面を切って上方の大陸斜面構成層の中へのび、その一部は大陸斜面の地形的変換点のところへ達する断層の活動として現われる。大陸斜面下での大規模地震は、この断層運動の直接の表現である。

3) 大陸斜面に酸性や塩基性の火成岩が見出される。従来の島弧における火成活動のモデルでは説明できないとして、その解釈に苦慮するむきもあるが、むしろ、その存在の事実をふまえて、島弧前縁帯の深部でマグマの形成があり、一定の条件下で上記断層に沿って貫入・上昇してくると考える作業仮説で研究を進めることを提起したい。このマグマ活動によって、しばしば深部の海洋性や大陸性の地殻が捕獲され、上昇してくるであろう。

4) 以上の諸事象は、海洋リソスフェアと陸のリソスフェアとが接している活動的縁辺域で当然現われるものとして、統一的に理解されうと思われる。

これらの模式断面図はその後かなり修正されたが（志岐・三沢，1981；SHIKI & MISAWA, 1981），上記の指摘の大意は、その後ますます確からしさを加えてきている。とくに、和達一ベニオフ帯の上方延長が、海溝でなく大陸斜面の地形的急変点付近に出る断層の動きとして現われる点については、宮城沖地震（1978年6月12日， $M_s=7.4$ ）の震源と発震機構の解析によってほぼ疑いないものとなった（南雲，1980）。1981年1月18日に宮城沖で起った地震（ $M_s=6.9$ ）（瀬野・江口，1981）についても同様のことが言えるように思われる。これらの断層が活動する場合は、最近、中村ほか（1981）が海と陸とのプレートの“力学境界”と呼んだものに相当する*。

しかし、当初（志岐・三沢，1979）の断面図においては、付加プリズムを切る低角逆断層群は、海溝に最も近い toe の部分においてさえも、個々の断層毎に玄武岩質層（第2層）との境を切って同層中に入り、下方でつながって、全体として和達一ベニオフ帯に至るかのよう描かれていた。だが、最近の、たとえば石油技術開発株式会社による多重成分反射探査の結果によれば、四国沖南海トラフ地域では、海溝陸側斜面基部においては、海溝底楔状堆積物や四国海盆堆積物の上部だけが、下位の堆積層から剝

され、下から付加体に加わっている。下位の堆積層との間には顕著なデコルマン構造が発達する。デコルマンの下位の堆積物は、ここではほとんど変形を受けていないが、さらに内側ではこの層下の玄武岩質層から剝されて、下側から付加体に加わっている（玉野ほか，1981）。

この記録では、玄武岩質層が付加するか否かは明らかでない。しかし、他地域のいくつかの記録（たとえば、日本海溝域において示されたエアガン記録；LANGSETH & OKADA, 1979）を参照して考えれば、さらに内側では玄武岩質層もまた低角逆断層によって下位層から切り取られて変位し、上盤側の地質体に付加していると考えてよい。

要するに、島弧前縁帯の付加プリズムの発達する地帯では、内側ほど、より下位の岩層が“沈み込み”ゆく海洋側プレートから剝されて、付加プリズム、あるいは上盤側地質体へ付加されている。そうして、さらに内側では、現在を含む一つの時相*（プレートの“沈み込み”のサイクル）の形成物である新しい付加プリズムと、それより古い付加プリズムとの間、あるいは新・旧付加プリズムとそれより古い地質体との間には、一級の逆断層が発達して和達一ベニオフ帯の直接延長として活動する。

海洋底玄武岩質層（第2層）についても同様のことが起こる。

海溝底堆積物と海洋盆地堆積物、陸源性堆積物と遠洋性堆積物、堆積層と玄武岩質層などの関係は、海洋底や海溝底においてだけでなく、陸側斜面の下でも、当初は単なる層序学的被覆関係であり、やがてデコルマンに変る。このような状態を断面についてみれば、遠洋性堆積層や玄武岩質層は確かに付加プリズムの下にもぐり込んでおり、多くの人は、この現象を海洋プレートの Subduction（普通“沈み込み”と訳す。英語本来の意味は“除去”）と一括して Subduction と呼ぶ。それは海洋プレートの陸側プレートの下へもぐり込み、地下深くへの沈み込み、そして、それによる海洋底からの除去、消失（すなわち“Subduction”）と伴う現象であるからであろう。

確かに、遠洋性堆積物や玄武岩層は海洋プレートから除去される。しかし、それは、海洋プレート（海洋リソスフェア）スラブとともに地底深く沈み込むことによってではない。もちろん海溝に近いところ

* ただし、中村らの“物質境界”と“力学境界”には、プレート本体の上の堆積物の扱いに不統一があるように思われる。

* 造山論で使う“時相”と同じ言葉で誤解をまねくかも知れないが、他によい言葉を思いつかない。

では遠洋性堆積物や玄武岩質層だけでなく、陸源性堆積物の一部も、低角逆断層によって、付加プリズムの下の相対的に内側へ向ってもぐり込む。しかし、その後は、次々に海洋プレートから切り剥されて下から付加プリズムに加わり、やがて、おそらく次の時相の開始にあたって、和達一ベニオフ帯につながる一級の逆断層の発生によって、決定的に上盤側(陸側)の地質体(それはもはや物性的にも陸の地殻と呼ぶにふさわしいものであろう)の構成物となるに至る*。

同様に、第3層(の一部?)もまた、地底深く“Subduct”されるのでなく陸の地殻に加わり得るのでなかろうか。

このようにして島弧や大陸の地殻の一部となった海洋底物質は、続成・変成や変形の、少なくとも数100万年、多くの場合数1000万の地質学的過程を経て地表に露出するに至るだろう。

この論考に至れば、志岐・三沢(1979, 1980, 1981), SHIKI & MISAWA (1981)の模式断面の基盤問題やオフィオライト問題にかかわる意義は明らかである。すなわちそれは、遠洋性堆積物や海洋底玄武岩質層が、“沈み込み帯”でいかにして島弧地殻構成物の一員となり、やがては地表に露出するに到り得るか(正確には、得たか)について、具体的な解析への手がかりを与える。要するに、古い遠洋性堆積物や玄武岩質層は、海洋プレート(海洋リソスフェア)スラブとともに地底深く沈み込まなかつたからこそ、現在、島弧地殻の構成メンバーとして地表に露出しているのである。

島弧前縁火成岩類と構造帯複合岩類

1. “基盤岩”露出機構の二つの型

次に、陸の地殻構成体の一部となった海洋底物質が地表に露出する過程について、さらに考えてみよう。

日本列島における“基盤岩”の産状には、礫やゼノリスとして産する場合を除いて大きく二つある。その一つは、飛驒変成岩や竹貫変成岩の例のように

* 海洋底プレートから除去されるのである以上、堆積物や玄武岩層についても Subduction という言葉を使っても不当ではないかも知れない。しかし、この言葉には既に地底深くへの沈み込みというイメージが定着している。とくに、陸の地殻の構成物と成り切るより前には遠洋性堆積物や玄武岩層は付加体より下位、あるいはその下部に底置されているだけであって Subduction という言葉は当たらない。何か別の言葉、たとえば “Substration” (和製英語, “底置”) を使う方がよいのではないだろうか。

広域の変成帯の中軸部に露出する場合である。三波川帯にも、深部の基盤岩に由来する、はんれい岩や蛇紋岩があるといわれる(岩崎, 1979)。他の一つは、黒瀬川構造帯、長門構造帯、舞鶴構造帯その他の構造帯に、深部から新期の火成岩に伴って衝上している場合である。

前者の場合にも、“基盤岩”の上昇にあたっては、単にアイソスタティックな動きや被覆層の削剝だけでなく火成作用や変成作用が関係していることが多いと思われるが、それにしても、基盤岩が形成されて露出するまでには、数1000万年にわたる地質過程を経る必要があると考えられる。

このことは、“基盤岩”に含まれる海洋底物質起源の岩石についても同じである。このような岩石には、もともと“沈み込み帯”で付加体の下へ底置されたものもあろう。また“沈み込み”のない日本海盆のような海盆底で積成岩層の基盤となったものもあろう。いずれにせよ、これらは、はじめの海洋やその縁辺でのテクトニクスとは無関係の、数1000万年も後の地殻運動によって上昇し、露出したものである。

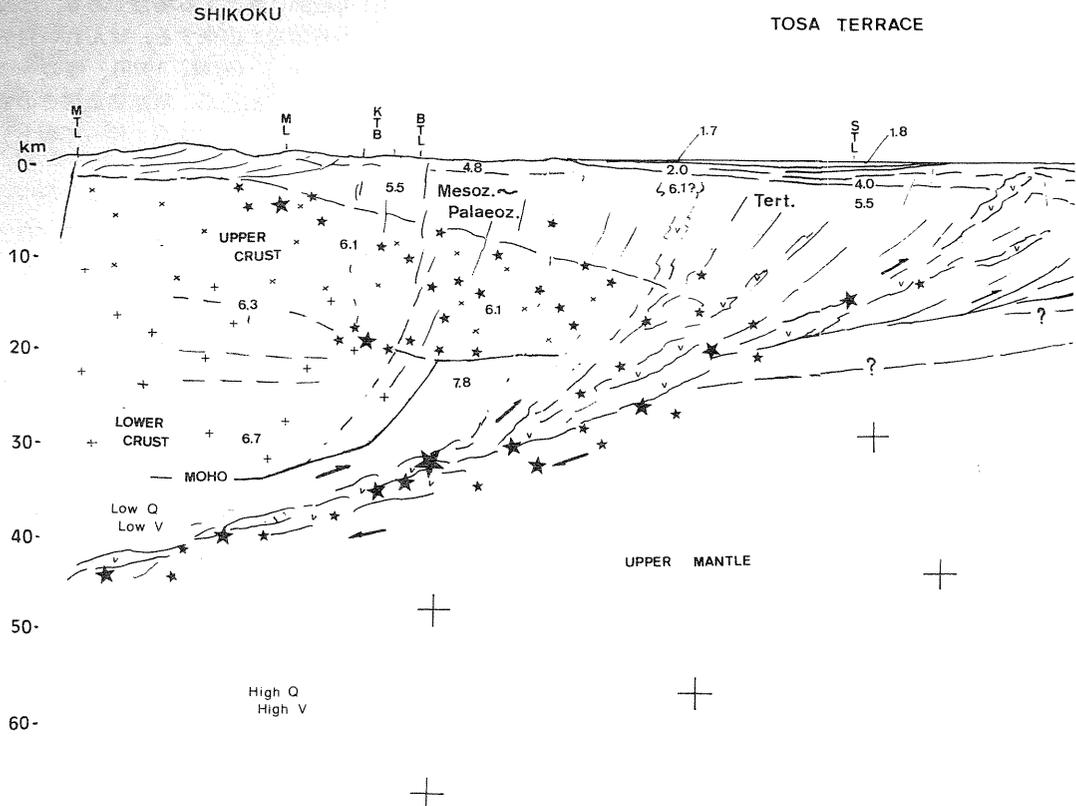
島弧前縁帯のテクトニクスと無関係な問題について、ここでこれ以上論ずる必要はないと思われる。ただ、海洋底物質の陸上への露出について“沈み込みテクトニクス”とは別に一般によく流布されている“オブダクション”説については、後に一言触れることとする。

次には、上記基盤岩露出機構の第2の型、つまり構造帯に衝上する場合について若干の検討を試みよう。実はこの際にも、現世海洋、とくに島弧前縁帯の資料を参照することによって、よい示唆を受けることができるのである。

2. 島弧前縁火成岩類

一般に、島弧前縁帯の構造を陸域にまでわたって連続的に解析するにあたって最も困難を感じるのは、大陸斜面上部から大陸棚あたりの深部構造がよくわからないことである。しかし、四国沖の構造に関しては、YOSHII *et al.* (1973)により屈折法の断面があり、四国南半部陸域に関しては、木村(1979)、木村・岡野(1980)、岡野・木村(1981)などの研究が発表されている。木村・岡野(1980)は、これら海域と陸域の地質断面図が矛盾なく接続されうことを示し、波田・鈴木(1981)はこれに地質学的資料を加えて解釈を試みた。

第3図は、木村・岡野(1980)、波田・鈴木(1981)などの図を志岐・三沢(1979)の四国沖構造断面の



第3図 西南日本四国沖前縁帯構造断面図。

海溝内側斜面脚部の図は、玉野・鳥羽・青木(1981)により、陸域の構造は主に木村・岡野の教示、一部波田・鈴木(1981)による。星印模様：岡野・木村による震源分布(南側半分は資料なし)。MTL：中央構造線，ML：御荷鉾線，KTB：黒瀬川構造帯，BTL：仏像線，STL：潮岬構造帯の太体の投影位置。

考えで解釈し、前記の玉野ほか(1981)の反射法による資料を加えて修正・総合したものである。ただし、図の北半部に関しては、最近の岡野・木村(1981)による震源分布断面をも記入してある。

第3図と他の図、たとえば波田・鈴木(1981)の図との非常に大きな違いは、前者の前縁帯やその内側に火成岩類の貫入が示されていることである。実は、この島弧前縁火成岩類(志岐・三沢, 1980; SHIKI & MISAWA, 1981)の図示は、志岐・三沢らの主張の最も仮説的な部分である。

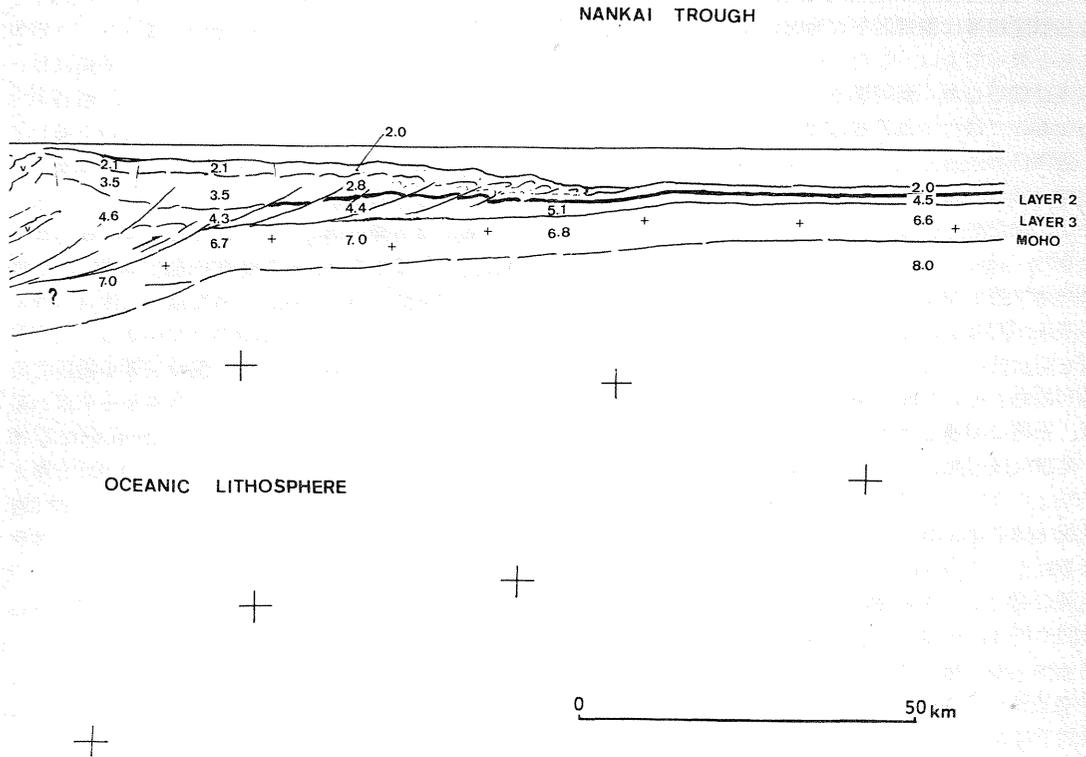
もちろん、島弧前縁帯-島弧-海溝間隙-に火成岩が存在すること自体は各地に多くの例があり(志岐・三沢, 1980; 久富・三宅, 1981)、仮説ではない。仮説的なのは、この火成岩類が島弧前縁下方のマントル中の和達-ベニオフ帯と、これにつながる逆断層のうち主要なもの、すなわち、古い大陸地殻

とその外側に形成された、より新しい地質体との境や、時代の異なる新・旧の付加プリズムの境などを切る断裂に沿って貫入・上昇しているように描かれていることである。

島弧の火成活動研究の現況を見るとき、このような断面図を描くことは大胆に過ぎるにも思われる*。しかし、島弧前縁に火成岩類が存在する事実をふまえ、その岩相や産状等を考慮して、出来るだけ無理なくそのマグマの上昇経路を描こうとすれば、このようにならざるをえない。

島弧前縁火成岩類の産状、その地質学的位置、岩

* 最近、波田・鈴木(1981)は、断面図には記入していないものの、筆者と同様、現実に島弧-海溝間隙に火成岩が存在するという事実をふまえて、この地下でマグマを形成する過程が進行する可能性を論じている。ただし、この過程をサブダクションと一応無関係と考えているのは筆者の見解と異なる。



相などについては、それが陸上に露出している紀州南端潮岬の火成複合岩体を例として、三宅 (1981)、久富・三宅 (1981) により詳しく研究されている。それによれば、潮岬の複合岩体は、①第三紀中新世において、(外側に海溝斜面をひかえるだけでなく)*内側にも沈降地帯(熊野層群堆積盆)をひかえた活発な隆起運動の場に、活発な構造運動に伴って起きた火成活動によって貫入・噴出したものであり、②塩基性岩と酸性岩の複合岩体をなすこと、酸性岩体が K_2O に著しく乏しく、 K_2O/Na_2O 値が低いことなど、西南日本外帯花崗岩類とは異なる性格をもつものである(三宅, 1981; 久富・三宅, 1981)。とくに、塩基性火成岩類が *in situ* な分化岩体でなく、地下で形成された 100 m 以上の巨大な同源捕獲岩ブロックを伴って上昇・固結したものである(三宅, 1981) ことは注目される。

潮岬・大島は、西南日本外帯沖の島弧-海溝間隙に発達する数条の基盤隆起帯の一つが連続・陸化した部分にあたる。潮岬の隆起帯背後の新第三紀堆積

盆は、おそらく熊野酸性岩や大嶺酸性岩の貫入・噴出とともに消失した。しかし、他の多くの場所では、基盤隆起帯の背後に、おそらく熊野層群堆積盆よりは新しい前縁堆積盆が現在も分布している。そうして、隆起帯の数地点で、火成岩の存在あるいは伏在が推定されている(奥田, 1977; 奥田ほか, 1979)。

久富・三宅 (1981) は、上記①、②の諸点に基づき、潮岬を通り現在の基盤隆起帯のいずれかと一致する带状地帯が、中新世に、周辺地域に比べて運動の独自性を帯びていたと考え、「潮岬火成活動・隆起帯」と呼ぶことを提唱した。

彼等の研究は、この地帯の火成・隆起活動が、独自性を持っていたというより、むしろ、内側の前縁堆積盆の沈降と密接な関係をもっていたことを示している。言うまでもなく、隆起帯の外側は、海盆内側斜面下の「付加プリズム帯」*に相当しており、こ

* そのかなりの部分は、基盤隆起帯の火成活動より後に形成されたものである。むしろ、海溝(内側斜面)域ととらえた方がよいかも知れない。

*()内筆者

の点を考え合せば「潮岬火成活動・隆起帯」を含む基盤隆起帯は地質区を大局的に境する帯状地帯であると言ってよい。したがって、三宅・久富(1978)が先に提唱した「潮岬構造帯」という呼び方は、不当なものではないと筆者は考える。

西南日本外帯沖では、基盤隆起帯、あるいは海溝斜面縁上縁(trench slope break)と地震活動との関係が、未だ必ずしも具体的にとらえられないようである*。しかし、前述のように、三陸沖では、和達ーベニオフ帯につながる逆断層型深部断裂とこれらとの関係が明らかにされている。両前縁帯の資料・情報を総合的に考えれば、基盤隆起帯ー海溝斜面縁上縁地形的急変点の形成、深部断裂、地震、火成活動等は、密接に関連した現象であると考えざるをえない。

前縁火成岩類は、海溝(内側斜面)域と前縁堆積盆地という二つの異なった地質構造区間の活発な隆起・構造運動域に、地下深部から上昇・貫入・噴出したものであり、その上昇経路もまた活発な構造運動の場であったに違いない。志岐・三沢(1979)の図や第3図その他において、前縁火成岩類が、和達ーベニオフ帯につながる深部断裂帯に沿うような形で上昇しているように描かれたことは、決して不自然ではないであろう。

ちなみに、この付近は、前にも触れた、地殻構造の研究が最もやり難く、よくわかっていないところに当る。それは、この付近の構造が実際に複雑であることにもよるのではなかろうか。このあたりの比較的浅所に異様に地震波速度の速いところが現われることがある(第2図、第3図)。これは観測データの解析の仕方が出てきてしまったものでなく、実際に島弧前縁火成岩類の貫入体がここに存在することを示している可能性はないだろうか。

異なった地質区を境し、かつ非常な深部に達する断裂と、そこに貫入する複合岩体。このイメージは、黒瀬川構造帯その他、日本の“基盤岩類”を産する構造帯に共通するものがあるのではないだろうか。前者の形成、上昇、産出の機構についてのイメージは、後者のそれを考える上で示唆を与えるものではないだろうか。志岐・三沢の島弧前縁帯構造模式のもう一つの意味がここにある。

3. 構造帯複合岩類

日本列島の“基盤岩”を産する構造帯の形成史や構成メンバーそれぞれの位置づけについては、諸家

により着眼点に違いがあり、研究の方向が定まっているとは言い難い。しかし、その構成メンバーが多様で複雑であるということには、誰しも異論はないところである。構造帯が地殻深部に達する断裂帯であるという考えも、それが異なった地質区を境しているということに加えて、深部の起源の“基盤岩”と思われる岩層を産するという点に基づいている。

黒瀬川構造帯を例にとれば、島弧前縁火成岩類との共通性を見る上で、その構造的位相*に加えて、構成メンバーについての次のような情報は注目に値する。

三滝火成岩類のあるものは上部マントル物質に直接由来し(NOHDA, 1973)、また、シルルーデボン系火山岩類とvolcano-plutonic formationをなしていた(前島・吉倉, 1976; 波田ほか, 1979)と考えられる。一方、塩基性寺野変成岩は緑れん石角閃岩相高温部~角閃岩相低温部~角閃岩相およびグラニュライト高圧亜相の変成相系列をなして存在し、これら角閃岩やグラニュライトは片麻状角閃石はんれい岩と漸移ないし密接に伴う関係にある(波田ほか, 1979)。酸性寺野変成岩の雲母片麻岩が三滝火成岩類の花崗閃緑岩に漸移する様子も各所で観察され、雲母片麻岩のミグマタイト化の過程を示しているものと解釈されている(鈴木, 1975)。石英閃緑岩~トータル岩と角閃石はんれい岩との漸移関係も至るところで認められる(波田ほか, 1979)。

これらの岩石のあるものはジルコン群色から先カンブリア紀のものと考えられ(富田, 1954)、あるものは4億余年の放射年代を与える。しかし、吉倉(1977)のヒストグラムにも見るように、2億余年の値も少なからず出されていることを見逃してはならない。

数多くの資料・情報を基に、波田ほか(1979)は、黒瀬川構造帯の先シルルーデボン紀基盤が上部地殻に酸性岩をもつ大陸性地殻であったこと、シルルーデボン紀に上部マントルの部分熔融層に達する断裂帯が形成され火成活動が行われたこと、石炭紀頃までにその両側で著しい層相・構造上の対照を生じ、黒瀬川構造帯は島弧的性格をもつに至ったことなどを論述している。

* 四国中央部の地質構造は、黒瀬川構造帯ないし仏像構造線を境としてその南北で非常に異っている。とくに深部において、6.7kmの縦波速度をもつ下部地殻が、仏像線のやや南で途切れてしまうことが注目される(波田・鈴木, 1981)。岡野・木村(1981)による地震震源分布も、大局的には屈折波構造断面に調和的である。

* この点で、沢村(1953)の先見的研究の意義は大きい。

島弧であったか否かは別としても、薄衣型礫岩の礫種や分布(加納, 1959・1967・1975; KANO, 1967; 吉倉, 1981)からも知られるように、おそくとも二疊紀中頃には、黒瀬川構造帯の一部は隆起して周囲に古期岩類礫を供給した。その隆起・構造帯としての性格は、坂州不整合や三疊系の層相分布を見るとき、三疊紀に引きつがれたものと思われる。そうして、多くの放射年代値を無視しない限り、この二疊・三疊紀の隆起・構造運動は、火成作用を伴っていたと考えるのが自然であろう。マントル物質や下部地殻物質、あるいはそれら起源の古い地殻構成岩類、上部地殻の酸性岩類、などの溶融、捕獲、再動などは、シルル・デボン紀だけでなく、この二疊・三疊紀に、あるいはむしろ、二疊・三疊紀にこそ起った。

現在見られる黒瀬川構造帯メランジェの形状は、MARUYAMA (1981)の資料に基づけば、物部川層群堆積の前後に形成された断層と、これに貫入した蛇紋岩によって規制されているらしい。この時期にも古期岩類は蛇紋岩の動きとともに上昇したであろう。しかし、構造帯の基本的性格、すなわち、北側に縁海的(?)海盆、南側に海溝的(?)沈降帯をひかえた火成活動・隆起・構造帯としての性格は、二疊紀一三疊紀の頃にきわめて顕著であった。この時期には、蛇紋岩でなく、酸性や塩基性のマグマの活動が盛んに起こる。この点で、二疊・三疊紀の黒瀬川構造帯には、ジュラ紀以降のそれに比し、島弧前縁火成岩複合岩類を貫入・噴出させた第三紀の火成作用・隆起・構造帯と共通するところが大きかったと言えるだろう。

第三紀の島弧前縁火成岩複合岩類も、二疊・三疊紀の黒瀬川構造帯の複合岩類も、ともに両側に互いに性格の異なる沈降域をひかえた隆起・構造帯に貫入、上昇、露出したものである。

もちろん筆者は、時代を異にし、歴史的経過や規模を異にする二つの構造帯とそれらの岩石が、全く同じ環境や条件で形成されたなどと主張するつもりはない。たとえば、第三紀の前縁火成岩類には、“基盤岩”といった感じの岩石は確認されていない*。また、黒瀬川構造帯以外の、たとえば舞鶴構造帯や長門構造帯が、黒瀬川構造帯と同様の造構的位置の類似性を島弧前縁の火成作用・隆起・構造帯に対してもっているとも断じていない。現在の舞鶴構造帯が、黒

瀬川構造帯に比して非常に巾広い事実や、分岐?的な“上郡帯”を伴う事実などは無視できることではない。

しかし、どちらにせよこれらは、異なった地質区を境し、深部に達する断裂帯であり、そこに現われる火成岩・変成岩複合岩類にも多くの共通点があることは疑いない*。この意味において、これらの岩類は、いわば“境界岩”であり、“構造帯岩”である。島弧前縁火成岩モデルは、これら“境界岩”の中で、とくに海洋底基盤岩や海洋底物質起源岩石の陸側地殻への付加や溶融、上昇、露出などに関し、一つの示唆を与えるに過ぎない。

4. “オブダクション”とオフィオライト

最後に、海洋底基盤物質の陸上への露出に関連して、いわゆる“オブダクション”について一言述べよう。もしこの説の内容を、「大洋ないし縁海の海洋底物質が、島弧前縁帯で、海側から、付加帯や陸の地殻を切る低角逆断層で陸側へ向って衝上すること」というように理解しなければならぬとすれば問題である。このような機構は物理的にも考え難く、また、現在の前縁帯にそのようなテクトニクスを示す例はない。

オフィオライトは、海洋底基盤岩起源物質を含めて、地殻の充分な上昇と剝削があれば上に述べてきたように地表に露出することが出来る。もちろん、この際、他の岩層の上に大規模に衝上すれば、確かに地表からの剝削は容易になる。しかし、このような海洋底起源物質の転移は、それが数1000万年の地質過程の中で大陸性地殻の一部となった後、大陸性地殻の中の運動として起るものである。広大なオフィオライトの露出はこうして生れ、このような衝上が、地質家によって“オブダクション”として認識される。

もっとも、この運動は問題のオフィオライトが、サブダクション帯で“底置”、付加されたものか否かには関係がない。拡大のはじめの内海や、縁海の玄武岩質層その他も、後にこのような転移を受けて、比較的広大な範囲を占めてオフィオライトとして地表に露出する。三波川帯・みかぶ帯にみられる超塩基性岩、はんれい岩、枕状溶岩、ハイアロクラスタイトなどからなる海洋底起源と考えられる岩層(岩崎, 1979)は、おそらくこのようなものではあ

* もちろん、この“基盤岩”は、この場合、先カンブリア紀や先シルル紀のものである必要はない。隆起帯表層構成岩類に対して基盤岩であれば、古い時代の複合岩類との共通性・類似性はなりたつ。

* この場合、表成岩の若干の違いは、あまり本質的なことではない。

るまいか。

蛇足ながら、その現在の分布は、断面図にみる三波川帯の下の6.1~6.2 km層が大陸性基盤岩であるとすれば、どこか他のところ、おそらくは現在の中央構造線よりは北側から南へ、大陸性基盤岩の上へ転移して来たものと考えざるをえないのかも知れない。6.1~6.2 km層が果して何であるのか。深層掘削によってそれが明らかになるはずの、はるかなる日が待たれるところである。

ま と め

1). 志岐・三沢 (1979, 1980, 1981), SHIKI & MISAWA (1981) の島弧前縁帯構造模式図は、日本列島の“基盤問題”にも2・3の重要な示唆を与える。

2). サブダクション帯において、海洋底物質は付加体の下へ“底置”され、下側から付加体に付加され、やがて陸の地殻の一員となる。それらは、海洋性基盤岩を含めて、海洋性リソスフェアのスラブとともに沈み込みはしなかったからこそ、現在、陸の地殻の一員として地表に露出しているのである。

3). 海洋性基盤岩が陸の地殻の一員となった後、上昇し、地表に現われる機構に二つがある。一つは“構造帯型”、他の一つは“広範上昇型”である。

4). 黒瀬川構造帯の複合岩類の性格には、島弧前縁火成岩複合岩類に共通する点がある。黒瀬川構造帯は、二疊・三疊紀において、「両側に互いに異なった性格の沈降域をもった火成活動・隆起運動の盛んな構造帯」という、第三紀の潮岬構造帯に似た性格を、最もよくもっていたと思われる。

5). いわゆる“オプダクション”は、海洋地殻が大陸性地殻の一員として付加された後に、大陸地殻の中での衝上運動によって広範に地表に露出するに至る現象を、見掛上とらえたものと考えられる。

文 献

COWAN, D. S., 1978: A dynamic scaled model of accretion at trenches and its implications for the tectonic evolution of subduction complexes. *Jour. Geoph. Res.*, **83**, 5389-5396.

波田重熙・鈴木堯士・吉倉紳一・土谷信之, 1979: 四国の黒瀬川構造帯と西南日本外帯の造構環境。日本列島の基盤, 加納 博教授記念論文集, 341-468.

———, 1981: 西南日本外帯の地殻断面。総研 B「下部古生界~上部原生界」研究報告, 49-54.

久富邦彦・三宅康幸, 1981: 紀伊半島・潮岬地域の隆起運動と火成活動。地質雑, **87**, 629-639.

岩崎正夫, 1979: 三波川帯の基盤, 加納 博教授記念論文集, 281-298.

加納 博, 1959: 薄衣型礫岩に含まれる変成岩礫とその意義—含花崗質岩礫岩の研究(その6)。地質雑, **65**, 333-342.

———, 1967: 薄衣花崗岩の形成時期, 地質雑, **73**, 75. (要旨).

KANO, H., 1967: On the Usuginu granitic rocks in Kyushu, Japan—Studies in the granite bearing conglomerate in Japan, no. 17. *Jour. Mining College, Akita Univ.*, Ser. A, **4**, no. 2, 1-37.

加納 博, 1975: 礫からみた先シルル地向斜基盤。地団研専報, no. 19, 115-130.

木村昌三, 1979: 四国地方の地殻構造。地震 **2**, **32**, 329-340.

———・岡野健之助, 1980: 四国地方の下部地殻および最上部マントルの構造。地震 **2**, **33**, 157-168.

LANGSETH, H. and OKADA, H. et al., 1978: Near the Japan Trench, transects began. *Geotimes*, **23**, 3, 22-27.

前島 渉・吉倉紳一, 1976: 和歌山県湯浅北方ペルム系浮石層の礫岩。地質雑, **82**, 643-654.

MARUYAMA, S., 1981: The Kurosegawa melange zone in the Ino district to the north of Kochi city, central Shikoku. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **87**, 569-583.

三宅康幸, 1981: 和歌山県潮岬火成複合岩体の地質と岩石。地質雑, **87**, 385-405.

———・久富邦彦, 1978: 潮岬構造帯の地質学的意義。地質学会関西支部報, no. 83, 8-9.

南雲昭三郎, 1980: 日本海溝付近の地震構造と地震活動。杉山隆二・早川正巳・星野通平編著「地震 地震学者と地質学者との対話」。東海大学出版会, 25-40.

中村一明・島崎邦彦・米倉伸之, 1981: フィリピン海プレート北端部の物質境界と力学境界。地震学会講演予稿集(昭和56年度秋季大会), 98.

NOHDA, S., 1973: Rb-Sr dating of the Yatsushiro granite and gneiss, Kyushu, Japan. *Earth and Planer. Sci. Letters*, **20**, 140-141.

岡野健之助・木村昌三, 1981: S波の走時から推定される四国地方のマントル最上部の構造。地震 **2**, **34**, 95-104.

———, 1981: 四国中央部の震源分布—地質構造線との関係。地震学会講演予稿集(昭和56年秋季大会), 15.

奥田義久, 1977: 西南日本外帯沖広域海底地質図(1: 1,000,000)。工業技術院地質調査所。

———・熊谷 誠・玉木貴裕, 1979: 西南日本外帯沖の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.

沢村武雄, 1953: 西南日本外側地震帯の活動と四国付近の地質構造および地殻運動との関係。高知大学研究報告, **2**, **2**, 1-16.

- 瀬野徹三・江口孝雄, 1981: 宮城県沖地震 (1981年1月18日)の発震機構とその地学的意味. 地震学会講演予稿集 (昭和51年度秋季大会), 7.
- 志岐常正, 1981: 海から見た日本列島の基盤問題, 総研B「下部古生界～上部原生界」研究報告, 111-114.
- ・三沢良文, 1979: 下部大陸斜面の地質構造と, その起源に関する2・3の問題. 地球科学, **33**, 208-224.
- , 1980: 南海舟状海盆と日本海溝の内側斜面の地質的位置とテクトニクス. ジオテクトニカ, 1980 no. 6, 98-109. (露文).
- SHIKI, S. and MISAWA, Y., 1981: Forearc geological structure of the Japanese Islands. in J. K. Leggett, ed.: Trench Forearc Geology. Blackwell Scientific Pub., Oxford. (in Press).
- 鈴木堯士, 1975: 高知県妹背レンズ状部の黒瀬川構造帯, 島弧基盤, no. 2, 34-38.
- 玉野俊郎・鳥羽武文・青木 豊, 1981: フィリピン海プレート
の沈み込みに伴う付加体の特性について. 一四国沖南海トラフ地域—. 地震学会講演予稿集 (昭和56年度秋季大会). 98.
- TOMITA, T., 1954: Geological significance of the granite zircon, and discovery of the Pre-Cambrian in Japan. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ.*, D, **4**, 135-161.
- YOSHII, T., LUDWIG, W. J., DEN, N., MURAUCHI, S., EWIG, N., HOTTA, H., BUHI, P., ASANUMA, T. and SAKAJIRI, N., 1973: Structure of southwest Japan margin off Shikoku. *Jour. Geophys. Res.*, **78**, 2517-2525.
- 吉倉紳一, 1977: 高知県中央部の黒瀬川構造帯. 日本地質学会第84年年会地質巡検案内書, no. 7, 1-42.
- , 1981: 黒瀬川構造帯横倉山レンズ状部の地質と薄衣式礫岩. 総研B「下部古生界～上部原生界」研究報告, 45-47.