

付加体地質学と100万分の1日本地質図改訂

木村克己¹⁾

1. はじめに

100万分の1日本地質図の第3版が昨年刊行された。1978年の第2版の出版以後、地質学は著しい発展をとげ、改訂版において日本地質図は大きく塗り替えられることとなった。中・古生界について改訂された革新的な内容は、日本列島の土台がおもに古生代後半から中新世にかけて次々と大陸縁に形成された付加体から構成されることを表現した点である。第2版ではこれらの中・古生界基盤は地向斜造山論にたって地層・地質構造区分がなされていた。一方、表層の堆積岩類については殆ど変更はない。

1980年以降放射状散虫などの微化石層序学とプレート造山論の発展を基礎として、付加体地質学ともいふべき新しい地質のとらえ方が定着した。日本の広い地域において野外での地質調査と詳細な年代決定に基づいて、海洋プレートの沈み込みによって形成された付加コンプレックスの地質年代と地質構造が明らかにされてきた。1980年以降出版された「八幡」・「大竹」・「五日市」・「綾部」・「福知山」などの5万分の1地質図幅はこのような新しい付加体地質学に基づいている。

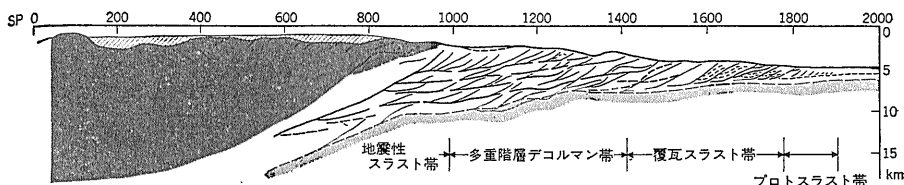
本小論では、陸上における付加コンプレックスの

研究の基礎をなす付加体地質学の内容を中心に解説し、そしてこれらが改訂版日本地質図にどのように表現されているかを簡単に紹介する。

2. 付加体地質学

付加体地質学以前の伝統的な地質調査法では、地層の年代を産出が限られる大型化石に依存し、野外での地層の相互関係の決定は露頭条件や直感的な判断に大きく左右されていた。そのため、多くの場合地層の上下関係を層位的上下関係とみなしがちであった。たとえ、幅数10 cmの断層露頭を上位のチャートと下位の頁岩との間に見つけても、その規模の断層は一般に普遍的に認められるため重要な意味をもたせることができなかった。また、地層は走向方向によく連続するという先入観から、谷ぞいに露出する厚さ数10 mのチャート岩体は、何kmも走向方向に延長して表現された。その結果いわゆる優地向斜性堆積物は層厚1万メートル以上に達するものととらえられがちであった。これらの野外での地質調査の方法や見方は、まず堆積物の器たる堆積盆があり、その中に堆積物が埋積したとする静的な地質観にたっている。

一方、1970年代中頃にはすでに現世のプレート

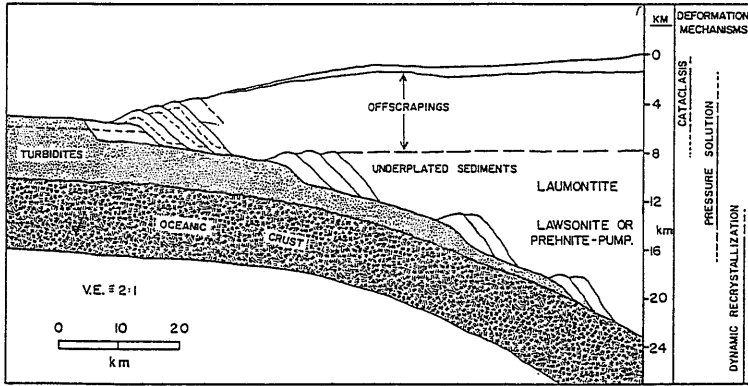


第1図 南海トラフのマルチチャンネル記録の解釈図

SPで200の距離は10 kmに相当する。多重デコルマン帯はアウトオブシークエンス・スラスト帯に相当する。(加賀美ほか, 1983より)

1) 地質調査所 地質部

キーワード: 100万分の1日本地質図, 美濃帯, 美濃-丹波帯, 付加体, 付加コンプレックス, スラスト, デコルマ面



第2図
堆積物が卓越する付加体の模式断面。
海溝を充填する堆積物の上部は覆瓦スラストによってはぎ取られ(offscraping)、付加体に付け加わるが、下部は初め付加体の下に沈み込み、深部で付加体の底に付け加わっている(underplating)。(Sample & Moore, 1987より)

収束域での海洋地質学的研究から、大陸縁および島弧下への海洋プレートの沈み込みによって形成される付加体の概念とその形成機構が示された。その頃、勘米良・坂井(1975)によっていちやく四万十累層群を現世の付加体に比較する見解が提示されたが、付加体の地質学が陸上の地質研究で展開されるのは、微化石の生層序学的研究が進歩・流布した1980年代に入ってからのことであった。

A. 付加体(accretionary wedge or prism)の概要

付加体は、プレート収束場において構造的に形成された、細長いウエッジ状の形をなす累積体であり、陸側に傾斜するスラストが発達している。海洋プレートの沈み込みに伴って、海洋プレートから付加体の前縁ないし底に堆積物や一部火成岩類が付け加わることによって付加体は成長する。

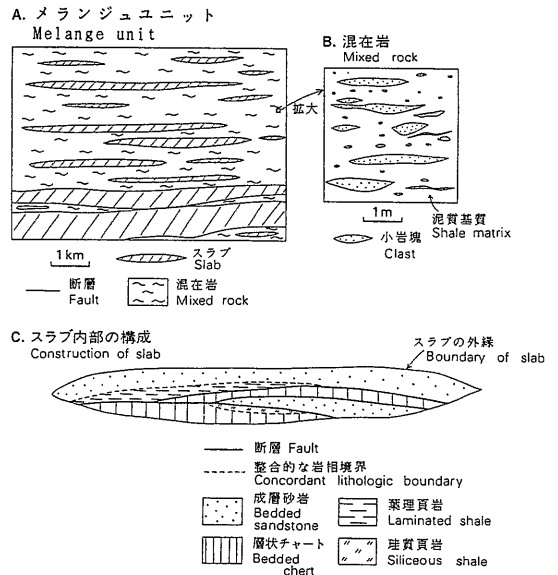
現世の付加体について、音波探査断面と深部海底掘削によってその地質構造の概要は明らかにされてきている(例えば小川・石丸, 1989の解説参照)。付加体はデコルマ面(decollement)により沈み込む海洋プレートと境され、付加体の内部は先端部から陸側にかけて、覆瓦スラスト帯(imbricate thrust zone)、アウトオブシークエンス・スラスト帯(out-of-sequence thrust zone)などの一連のスラストの発達で特徴づけられる構造帯が識別されている(第1図)。デコルマ面の上にある海洋プレート上の堆積物は、付加体前縁において、覆瓦スラストによって沈み込む海洋プレートからはぎ取られ、付加される。一方、音波探査断面では明瞭ではないが、デコルマ面の下位にあって付加体の下に沈み込んだ堆積物も、一部はデコルマ面の下方への移動ともなって付加体に底付け(underplating)される。その結果、古いデコルマ面とその下に新しく生じたデコル

マ面の2つのスラストに挟まれて、断層で囲まれたスライスが瓦を積み重ねたように配列する、特徴的なデュープレックス構造(例えば村田, 1988を参照)が形成されると考えられている(第2図)。高压型の変成岩類は、付加体の下、およそ30 km以深まで沈み込み、深部で付加体に付け加わり、変成作用を受けた岩石類である。

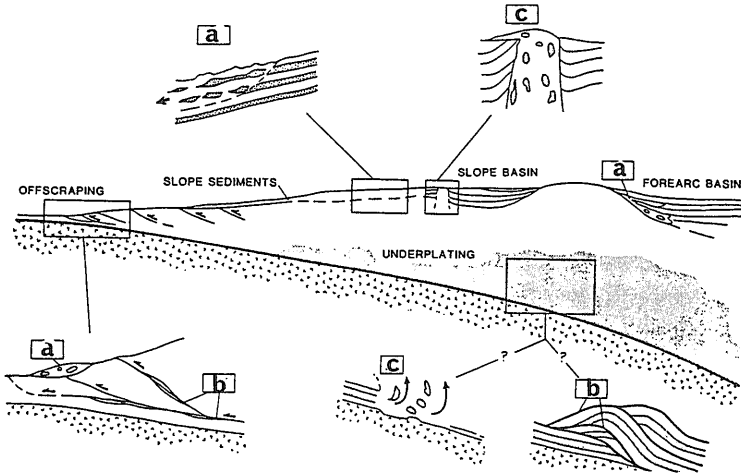
付加体前縁に順次新しく堆積物が海洋プレートからはぎ取られ付け加わるため、付加した堆積物の年代は海洋側に向かって若くなる。

B. 陸上の付加コンプレックスの諸特徴

付加コンプレックスは、整然とした地層群がスラストにより繰り返す覆瓦構造ユニットと、混在相の卓越で特徴づけられるメランジュユニットに区分さ



第3図 メランジュユニットの模式図
(木村ほか, 1989より)



第4図
付加体におけるメラランジュの形成
機構を示す模式図
a: 海底地滑り
b: スラストにそって剪断変形
c: ダイアピル
(Cowan, 1985より, 一部修正)

れる。

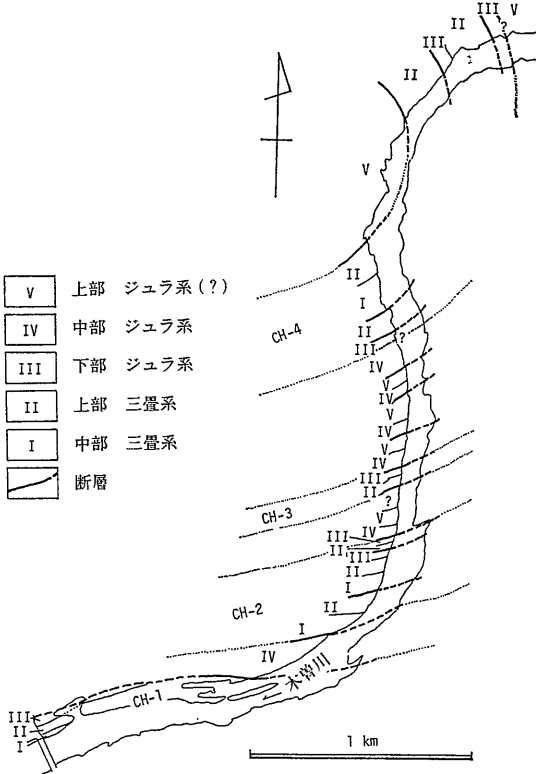
覆瓦構造ユニットは、付加体前縁に到達した海洋プレート上の堆積物のうち、デコルマ面より上位にあった堆積体が覆瓦スラストによって、地層の混在化を伴うことなく付加されたユニットであるとみなせる。一方、メラランジュユニットは、第3図に示したように、混在岩とスラブからなる。その地層の破断・混在化の成因としては、オリストストローム、ダイアピル、そしてスラストの活動に伴う剪断変形の3つのモデルが考えられている(第4図)。

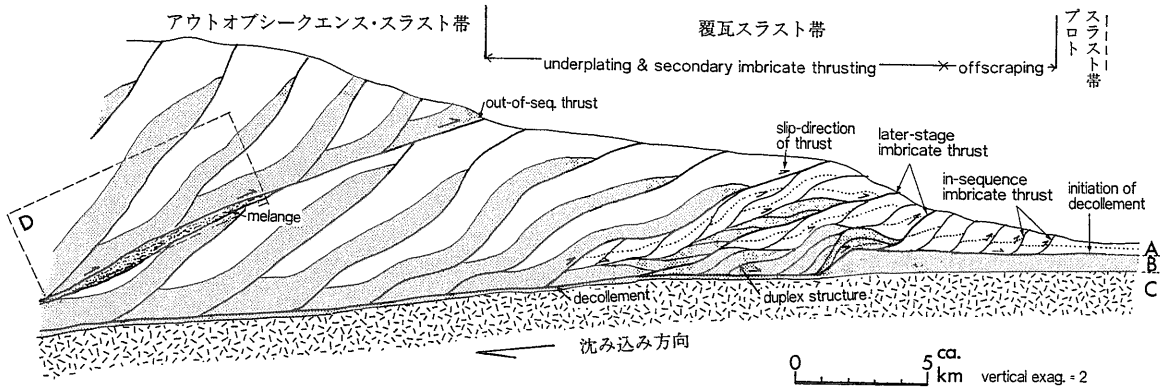
愛知県犬山地域的美濃帯について、Yao et al. (1980)が初めに豊富な微化石のデータに基づいて、チャートと碎屑岩類からなる地質体について、初生的層序とそれが断層で繰り返す覆瓦構造を形成していることを示した(第5図)。犬山地域のチャート-碎屑岩ユニットは、比較的浅いレベルでの付加体の付加過程に比較することができる。Kimura & Hori (1993)は、そこに発達するスラスト・褶曲の構造形態やその運動像の特徴と、現世付加体の内部構造との比較に基づいて、付加体の浅いレベルで進行している剥ぎ取り付加作用を復元した。以下にこのモデルを一部改良した付加過程のモデルを示す(Kimura, 1993 MS, 第6図)。

①堆積層序が付加体の変形フロント(deformation front)にさしかかるとき、デコルマ面は初めに珪質泥岩層の層準に発生する。

②デコルマ面の層準より上位の地層は、付加体フロントで連続的に前方に発達していく覆瓦スラストにより変形をうける。

第5図 木曾川に沿うチャート-碎屑岩ユニットの地質図
この図は、チャートと珪質粘土岩からなる遠洋性堆積岩層(図中のCH-1-4)とタービダイトと頁岩からなる碎屑岩層とが断層で繰り返していることを見事に示している。(Yao et al. 1980より)





第6図 チャート-砕屑岩ユニットの剥ぎ取り付加過程のモデル(Kimura, 1993)

図中の四角(D)の部分現在地表に露出している. 図の中で, 海溝を充填している堆積物の層序は, 海洋地殻(C)の上に, 下部から上部へ順次, 珪質粘土岩・層状チャート(B), 珪質泥岩(A・B境界付近), 砂岩タービダイト等を主とする陸源砕屑岩類(A)が重なっている.

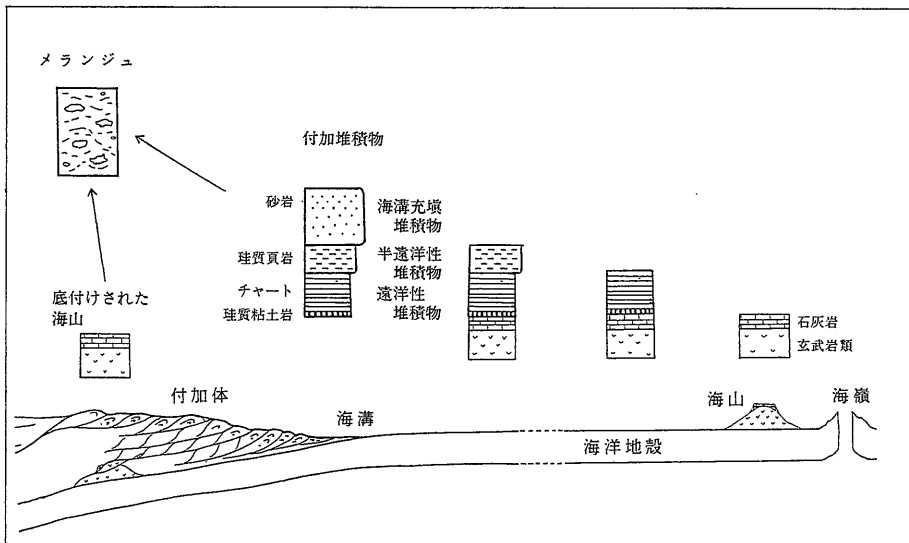
③デコルマ面は最下部の珪質粘土岩層(siliceous claystone)までステップダウンする. その結果初期のデコルマ面の層準との間にある堆積物(層状チャートや珪質粘土岩層)は, 褶曲を伴ったデュプレックス構造を形成して付加体基底に底付けされる.

④引き続きこれらの変形体は, 初期の覆瓦スラストの一部が再活動し, さらに下方へ延長した覆瓦スラストの活動によってさらに厚みを増し, 大規模な覆瓦スラスト構造をなす.

⑤最後に新しく発生した低角なアウトオブシーケンス・スラストが, 付加体内の構造を切って活動し, 付加体は著しく厚みを増す.

上記の変形過程を現世の南海トラフ付加体の構造区分(第1図)と比較すると, ①は前縁スラストより海側のプロトスラスト帯, ②-④は覆瓦スラスト帯, ⑤は多重デコルマン帯の変形過程にそれぞれ対比できる.

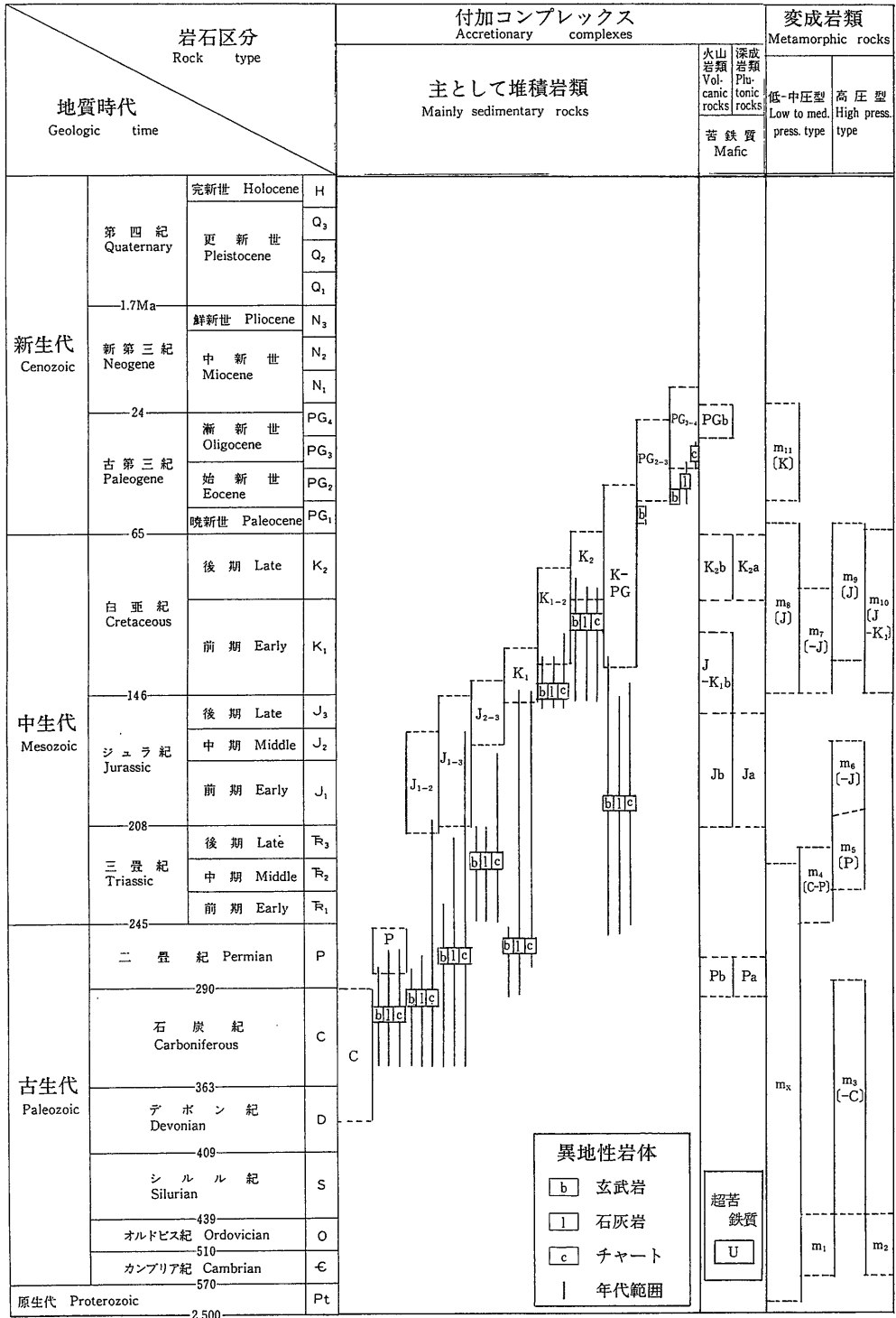
初生的な層序とは, 海洋プレートが海嶺で生成した後移動し, 大陸ないし島弧下に沈み込むまでの堆積場の変遷を反映している(第7図). 理想的には, 下部から上部へ向かって, 海洋地殻の玄武岩質火山岩類, 遠洋性堆積物, 半遠洋性堆積物, 粗粒陸源砕屑物が順次重なる(第7図). この層序は海洋プレート層序とも呼ばれる. このうち, 遠洋性および半



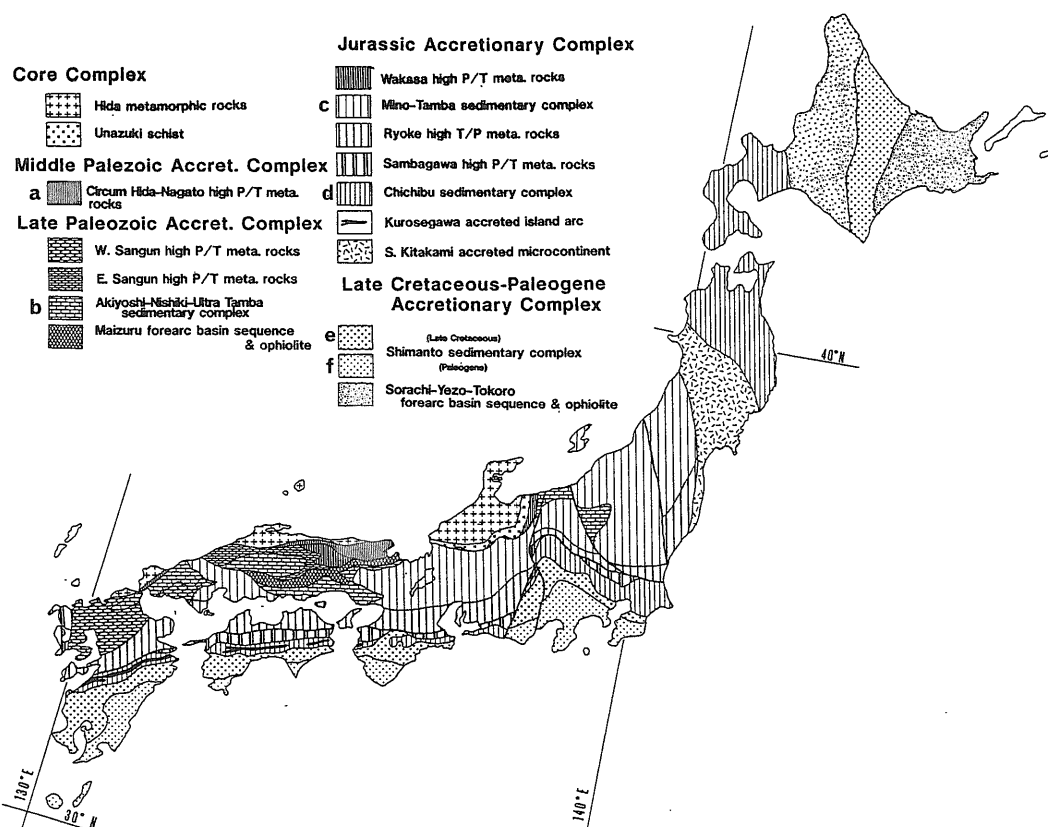
第7図 海洋プレート層序の形成過程を示す模式図

(脇田, 未公表原図)

凡 例



第8図 100万分の1日本地質図第3版の付加コンプレックス関連の凡例



第9図 先新第三紀の日本列島地体構造図(Wakita, 1992より)

遠洋性堆積物の年代幅は海洋プレートの年齢を、粗粒碎屑物の年代は堆積物が付加された年代、すなわち付加体の形成年代を近似する(Isozaki et al., 1990). この海洋プレート層序は覆瓦構造ユニットだけではなくメランジュユニットについても、スラブに保存されている層位的関係、そしてスラブや小岩塊を構成する各岩相の微化石年代から復元することができる。

C. 陸上の付加体の野外地質学

以上に述べたことから、陸上の付加体の野外地質学を進める上での基本は、以下の2点にまとめられる。詳細は本号の栗本(1994)に記述されている。

- (1)各地質体の構成岩石について、保存された層位的関係と化石年代に基づいて初生的な層序を復元する。その特徴は、地層区分・対比の基準となる。
- (2)岩相・年代・変形構造・変成条件などの特徴が共通する地層のユニットを、様々なオーダーで識別し、各ユニットの関係を明らかにする。すなわち、様々なオーダーのスラストシート、メランジュの基

質とブロック・スラブ、累層に相当する構造層序単位を定める。

3. 100万分の1日本地質図第3版での付加体の表現

第8図に100万分の1日本地質図の凡例のうち、付加コンプレックスに関連するものを抜き出して示した。同凡例において、「付加コンプレックス」として非ないし弱変成岩類からなる付加コンプレックスを含め、それらは堆積岩類卓越と火成岩類卓越型とに大きく2分されている。堆積岩類卓越タイプについては、陸源碎屑岩類の年代に基づいて推定した付加形成年代を、各コンプレックスのコラムの長さによって表現し、遠洋性堆積岩類のチャート及び石灰岩と玄武岩類を異地性岩体としてそれらの年代幅をコラムとは別に示した。陸源碎屑岩類は、同時期に付加した岩石の中で最も若く付加直前の年代を示していると考えられる。また、異地性岩体の年代

幅によって、沈み込んだ海洋プレートの年齢を想定することができる。これらの年代に基づいて堆積岩類卓越タイプの付加体は11に区分されている。

一方、変成岩類からなる付加コンプレックスは、凡例において「変成岩類」としてまとめ、変成作用の圧力型、変成年代、そして原岩の年代をもとに10に区分され、それぞれについて、変成年代をコラムの長さ、原岩年代を [] 中に記号で示している。

西南日本でみると、日本海側から太平洋側にむかって、先二畳紀(C: 海洋プレート層序は不明)、二畳紀(P)、ジュラ紀-白亜紀初期(内帯のJ1-2, J2-3, 外帯のJ1-3, K1)、白亜紀(K1-2, K2)、古第三紀(PG2-3, PG3-4)としたいにより若い付加形成年代をもつ付加体が順次配列している。第9図に示された西南日本の先新第三紀の日本列島の地体構造区分と比較すると、100万分の1日本地質図のおもに堆積岩からなる付加体はそれぞれ、Cはa, Pはb, J1-2・J2-3はc, J1-3・K1はd, K1-2・K2はe, PG2-3・PG3-4はfにそれぞれ対応している。

これらの付加体の配列は、海洋プレートの沈み込みによって形成された付加体が大陸縁から海洋側に向かって順次成長していった地殻発達史を反映している。

参考文献

Cowan, D. S. (1985): the origin of some common types of melange in the western Cordillera of North America. In Nasu, N. &

others (eds.), Formation of Active Ocean margins, 257-272, Terra Sci. Pub. Comp., Tokyo.
 Isozaki, Y., Maruyama, S. and Furuoka, F. (1990): Accreted oceanic materials in Japan. *Tectonophysics*, 181, 179-205.
 加賀美英雄・塩野清治・平朝彦(1983): 南海トラフにおけるプレートの沈み込みと付加体の形成. 53, 429-438.
 勘米良・坂井(1975): 四万十川層群の形成場は現在の海底ではどのような所に対応するか?. GDP連絡紙: II-1-(1), 構造地質, no. 3, 55-64.
 Kimura, K. (1993): Structural evolution of a Jurassic coherent chert-clastic accretionary complex in the Mino-Tamba Belt, central Japan. Dr. MS, Kyoto Univ.
 Kimura, K. and Hori, R. (1993) Offscraping accretion of Jurassic chert-clastic complexes in the Mino-Tamba Belt, central Japan. *Jour. Struct. Geology*, 15, 145-161.
 木村克己・牧本博・吉岡敏和(1989): 綾部地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 104p.
 村田明広(1988): Balanced cross section と duplex. *地学雑*, 97, 504-512.
 小川勇二郎・石丸恒存(1989): 付加体発達の一側面—デコルマ面の実体と意義—. *月刊地球*, 126, 716-733.
 Sample, J. and Moore, J. C. (1987): Structural style and kinematics of an underplated slate belt, Kodiak and adjacent islands, Alaska. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 99, 7-20.
 Wakita, K. (1992): Pre-Neogene tectonic framework of the Japanese Islands. *Proc. Intern. Symp. Tectonics & Mineral Resources Northwest Pacific*, 18-31.
 Yao, A., Matsuda, T. and Isozaki, Y. (1980): Triassic and Jurassic radiolarians from the Inuyama area, central Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, 23, 135-154.

KIMURA Katsumi (1994): Accretionary Prism Geology and Revision of Geological Map of Japan (scale 1:1,000,000).

<受付: 1994年6月10日>