

付加テクトニクスと用語

Terms related to ancient accretionary tectonics

脇田 浩二*

Koji Wakita

I. はじめに

近年、現世の海洋や陸上での造山帯における研究の進展に伴って、収束境界における付加過程とそれに引き続いて起こる破断・混合・変形過程が中・古生界を中心とした日本列島の基盤岩類の複雑な構造の主要な原因とみなされるようになってきた。この収束境界における付加テクトニクスはいくつかの点で、従来の”地向斜”説と全く異なっている。例えば堆積の場がとても離れた複数の地層を混合させることが可能であるし、堆積・破断・混合・変形など多様な過程を地質学的には短期間に経ることができるといえる。つまり、日本の中・古生界の多くはこのような過程を経て形成された複合岩体としてしばしば認識されている。しかし、記載や議論にはしばしば従来の整然とした地層を対称にした地質学用語が用いられており、テクトニクスを論じる際の妨げになっている。この小文ではいくつかの用語について、美濃帯中央部のジュラ紀前期-白亜紀前期の堆積岩コンプレックスでの研究成果を元に、付加テクトニクスを論じる際に留意すべき点について筆者の見解を述べる。

II. オリストストロームからメランジへ、そして

日本の中・古生界の研究では、1970年代末からの”放散虫革命”によって時代論が大きく変更になったばかりではなく、いろいろな地質時代の岩石がより若い地質時代の碎屑岩の中に含まれていることが明らかになってきたことはすでにご承知の通りである。このような混在岩体はオリストストロームと呼ばれ、古い地質時代の岩塊はオリストリスと言われてきた。基質は一般に泥岩であるが、砂岩の場合もある(脇田・岡村, 1982)。オリストストロームは重力滑動によって形成された堆積体(Abbate et al., 1970)であるので、専らどのように堆積したか、どちら側から滑ってきたかなど、古地理や堆積メカニズムに議論が集中した。さらに堆積体であることから地層として取り扱われ、他の正常堆積層との層位関係や他の地層との対比といった議論が展開された。

一方、剪断が強く藍閃石片岩などを含む北米の泥質混在岩体はメランジと呼ばれ、構造変形によって破断・混在した地質体の代表とされた。このメランジ(tectonic melange)とオリストストロームとは相対するものとしてしばしば論じられた(例えば, Hsü, 1974)。しかし、最近急速に理解が深まってきた現世の海洋の知識や陸上での成果に照して、メランジやオリストストロームに認められるような地層の破断化や混在化のメカニズムとしては海底地すべりなどの堆積作用ばかりではなく、構造変形、泥ダイアピリズムなどいろいろな成因が提案されている。そしてメランジの研究者はしだいにメランジの定義を成因から切り離し、記載用語として使うようになってきた。そのような傾向のなかで、Raymond (1984) はメランジを次のように定義した。”メランジは、1:24000以下

* 地質調査所地質部

のスケールで描き得る地質体で、地層としての連続性が内部に認められず、いろいろな大きさの礫や岩塊をより細かな基質中に含み、その礫や岩塊の一部に異地性のものを伴う”。

この Raymond (1984) の定義によると、メランジは強く剪断されている必要はないし、構造変形によって形成された岩体である必要もない。つまり、日本の中・古生界の従来オリストストロームとされた地質体もメランジの仲間入りをすることができるようになった。日本の混在岩体の研究に際して、はじめからオリストストロームと決めつけるのではなく、まずメランジと記載し、組織や構造などの詳細な研究を通して、成因を追及すべきではなからうか。その結果成因が明らかになった時点で、オリストストローム・テクトニックメランジ・ダイアピルメランジ（インジェクションメランジ）などと呼ぶようにした方が良いように思う。将来さらなる研究の結果、この泥質混在岩体（メランジ）が堆積起源のオリストストロームだったということが判明したとしても、決して現状と同じではなく大きな進歩といえるのではないか。

III. メランジの定義における2,3の問題点

メランジの定義については、既に Raymond (1984) が詳細な review をしている。したがってここでは Raymond (1984) の定義を美濃帯中央部のメランジに適用する場合における問題点を指摘するにとどめる。

第1の問題は、メランジの基質に関することである。メランジの基質は、簡単にいえば礫・岩塊を取囲む泥質部である。泥質部が均質であったり、メランジに泥質な岩塊が含まれていなければ、問題はおこらない。しかし、美濃帯中央部に分布するメランジを検討した結果ではメランジの基質は不均質で、泥質な岩塊と複雑に混じりあっている。例えば、一見均質に見える泥質部でも、磨かれた良い露頭では、砂岩礫を含む泥質部とそれに入入するようにはいるチャート礫入りの暗色泥質部に分けられることがある。この場合、前者が巨大な岩塊の一部であったりするのだが、一般の露頭とくに林道に沿った露頭では何を泥質基質と判定するかは非常に難しい。

メランジの地質時代を決定する場合、しばしば基質の泥岩からの放散虫化石が判断の基礎として用いられている。美濃帯中央部の金山地域では、露頭で基質の泥岩と判断されたところから放散虫化石が産出しているが、鏡下では放散虫化石の多くは微小な珪質頁岩の岩片の中に含まれ、まれに本来共存しない放散虫化石と一緒に産出する場合もある。このことは、“基質”から産出した放散虫化石が実は珪質頁岩岩片や礫から産出していることを示している。金山地域は甚だしく珪質頁岩礫が多い地域なので他の地域との比較は難しいが、基質の時代認定は慎重に進めなくてはならない。もちろん、泥質基質の時代が正しく決定されたとしても、メランジの形成年代つまり破断・混合の年代を示さないのは上述の通りである。

Raymond (1984) がメランジの定義のなかに含めている異地性 (exotic) という概念も再考を要する。Wakita (1988a) は、美濃帯金山地域でメランジの礫・岩塊の起源地質体の復元を試みている。それによると、金山地域のメランジは犬山や上麻生にみられるようなチャート一碎屑岩シークエンスと類似の岩相・層序を有し時代がいろいろと異なった複数の地質体の破断・混合によって形成されたと推定している。つまり三畳紀のチャートから白亜紀最前期の碎屑岩までは一連の堆積作用による産物とみなすことができる。このように上方粗粒化を示すチャート一碎屑岩シークエンスは一般に海洋プレートが収束境界に近づいてくることによって形成されるとみなされている (Otsuka, 1988; Wakita, 1988b)。また、二畳紀のチャート・石灰岩・緑色岩類は、三畳紀のチャートやジュラ紀の碎屑岩類との本来の関係がはっきりしていないが、これらはしばしば海山と解釈されて

おり (Sano, 1988), チャート-砕屑岩シークエンスのチャートと古地理上の本質的な意味は変わらない。

日本の、とくに美濃帯のメランジには北米のメランジにおける藍閃石結晶片岩のように明確な異地性岩塊はない。もし, Raymond (1984) の定義に基づいて, メランジ中に異地性岩塊が必要とするならば, 破断・混合の場として想定される収束境界以外で形成された岩石について異地性(exotic)と称するのがよいように思う。

IV. 地層, 層群からユニットへ

美濃帯中央部の堆積岩コンプレックスでは, 砂岩・泥岩・珪質頁岩・チャート・石灰岩・緑色岩類などがいろいろな程度に破断され混合し複雑な構造を呈している。断層で囲まれたいくつもの岩体の集合体であって, 地層として取り扱えるのは断層に囲まれた範囲に限られ, 岩体相互の本来の位置関係, 層序関係の完全な復元は非常に困難である。

このような地質体がある広い堆積盆において二疊紀の緑色岩類・石灰岩の上に三疊紀のチャート, ジュラ紀の砂岩や泥岩と整然と堆積し, その後の変形で複雑な構造を呈するようになったのであれば, それぞれの岩体を地層として記載し, 岩相・地質時代・構造から層序を復元し, 古地理の位置を特定していくことができる。しかし, 収束境界をチャート・石灰岩・緑色岩類のような海洋起源の岩石と砂や泥などの陸源砕屑物が破断し混合する場としてとらえた場合, 岩相・地質時代が類似する岩体を同じ地層として対比し, 同じ堆積盆の中に配置し, 古い時代から新しい時代のものへと並べ層序を組み立てることはできない。破断・混合の様式, ある地質時代を通して認められる構造的なまとまり(後述の unit に相当)を認定することが重要となってくる。従って後者の立場をとる者は, 従来の”地層”とか”層序”といった概念から離れて, コンプレックスがどのような要素から成立し, どのような関係で接してしるかをできるだけ詳しく解析し, 全体像を明らかにしていかななくてはならない。この手法を推し進めて行くために Wakita (1988b) は package という概念を導入したので, 以下に紹介する。

すべての地質体はある大きさを有し, ある境界をもって周囲の他の地質体と接している。例えば, 花崗岩は貫入関係で周囲と接しているし, 逆に xenolith は花崗岩中に取り込まれている。nappe や terrane は周囲と断層で接している巨大な地質体の例であるし, 一方断層破砕帯の中の岩片も滑り面によって囲まれた微小な地質体である。このようにある地質体はある入れ物(package)を単位として, その構成要素と周囲との関係で定義できる。ある境界を決定するためには地質学的な意味づけ, 解釈が必要である。地質図はまさにそのような解釈を経て決定された地質境界をもって色が塗り分けられた例である。

概念としての package は限りなく小さくなることができ, おおげさにいえば素粒子にまで小さくなりうる。しかし, 過去の付加体を記載するにはその内部で一連の連続的な層序関係がとぎれることなく保たれている範囲を最低単位とし, この最低単位が複数集合したのも package に含まれる。美濃帯各地で確認されているチャート-砕屑岩シークエンスなどは大きな最低単位の 1 つであるし, メランジの中の礫や岩塊は小さな最低単位で, メランジそのものは複数の最低単位が集合した package である。Wakita (1988b) は, package を大きさや周囲との関係によって第 1 表のように区分している。このうち clast についてこの小文では礫・岩塊と呼んでいる。

堆積岩コンプレックスを構成する package と package 間についての知識が集約されると, それらは地史的に意味のあるいくつかのまとまり”unit”分けられる。unit はより小さな package の

第1表 主な package の区分 (Wakita, 1986b, Fig. 2)

Length	>20km	20km>	>10km	10km>	>1km	1km>	>1m	1m>
Name of package	"unit"							
	"slice" (elongated; fault-bounded)							
							"fragment" (embedded)	
	"slab" (elongated; embedded)							
	"block" (massive; embedded)							
	"lens" (lenticular; embedded)							
	"clast" (all sizes and shapes; embedded)							

集合体で美濃帯中央部では一般に長径20km以上の広がりをもつ。この集合体はある地質時代においてある場所である地質現象によって形成された特徴ある地質体で、それぞれがメランジ、砂岩泥岩互層、層状チャートなどいくつかの package から構成される。美濃帯の堆積岩コンプレックスが前弧における1つの system の産物だとすると、unit は異なった時期ないし場所で形成された system のなかのある event を代表する地質体ということができる。美濃帯中央部のジュラ紀前期-白亜紀前期の堆積岩コンプレックスの場合では6つの unit に分ける試みがなされているが、詳細は Wakita (1988b) を参照されたい。

unit は地史的に意味のある集まりとして解釈された単位で、堆積そしてそれに引き続く変形作用（主として破断・混合）として定義される。岩相や時代で定義される”地層”とは異なり解釈の産物であるので、研究の進展とともに常に変化する宿命を背負っている。しかし、その変化こそは研究の停滞ではなく発展を意味している。

V. 地質時代について

美濃帯の堆積岩コンプレックスや類似の地質体において、堆積岩コンプレックスそのものや unit の地質時代の取り扱いについても新しい思考が必要となってきた。これら複雑な破断・混合の産物を、従来の”地向斜”説のように地層が正常に堆積したのちに造山運動でえいやと変形した地層群と解釈した場合と収束境界において堆積と変形がほぼ同時におこるような地域で形成されたという立場を取る場合では地質時代の認定は当然異なってくる。前者の場合は、堆積の時代と変形の時代が別々に議論され、堆積体としての時代を決定しうる。美濃帯を例にとると、石炭紀から白亜紀最前期の岩石からなる”地層群”であると記述できる。しかし、後者の場合、堆積岩コンプレックスや unit は主として破断・混合の様式に基づいて定義されているので、その地質時代というのはまさに破断・混合の時代を指している。つまりこれらの地質時代は変成岩の変成年代と同様の扱いが必要である。このことは、メランジを想定すると分かりやすい。メランジはいろいろな地質時代な岩石から構成されるが、その地質時代は普通破断・混合の時代で述べられる。美濃帯各地で確認され

ているチャート-砕屑岩シークエンスなどは三疊紀からジュラ紀の一連の地層が存在し、たとえ断層で繰り返していても三疊紀からジュラ紀の地層群と捉えるべきだという意見をしばしば耳にする。しかし、チャート-砕屑岩シークエンスの繰り返しからなる unit は、その繰り返しという構造運動を受けた結果として定義されており (Wakita, 1888b), この unit は繰り返しが想定されるジュラ紀後期をその地質時代とすべきである。美濃帯中央部の堆積岩コンプレックスは、ジュラ紀前期に形成された unit から白亜紀前期に形成された unit から構成されているので、ジュラ紀後期-白亜紀最前期と解釈されている。このように解釈に基づいた地質時代の認定は忌避される傾向にあるが、従来の構成岩石の地質時代の範囲をそのコンプレックスの地質時代とする判断も実は意識されていないが、先に述べた”堆積と変形とは時期を異にする”という解釈に基づいているのである。いずれにせよ、過去の付加体という解釈が意識されている場合は、その地質時代について上記のような判断がなされるべきだと考える。

変形の時代について誤解なき様にさらにつけ加えるとすれば、隣接する unit と独立した変形はその形成年代に含め、共通の変形はその形成年代に含めない。例えば、チャート-砕屑岩シークエンスの繰り返しは unit の形成年代に含まれるが、正立褶曲の時期は含めない。

VI. おわりに

用語の定義や概念について、網羅的ではなく個人の興味に基づいて論述した。近年、日本の中古生界の基盤岩類形成過程について、”地向斜”モデルからプレートテクトニクスに基づいたモデルに変わってきた。しかし、用語の方が考え方についていけないような感じが常につきまとおていた。本小文ではその点について触れたつもりである。多くの点について、勉強不足、考察不足であって、とんでもない勘違いも含まれていると思うが、これをたたき台として研究者間の意志の疎通がスムーズになれば幸いである。

文 献

- Abatte, E., Bortolotti, V. and Passerini, P., 1970 : Olistostromes and olistoliths. *Sedimentary. Geology*, v. 4, 521-557.
- Hsü, K.J., 1974 : Melanges and their distinction from olistostromes. In Dott, R.H., Jr., and Shaver, R.H., eds., *Modern and Ancient Geosynclinal Sedimentation*, Soc. Eco. Paleont. and Minel. Spec. Pub. no. 19, 321-333.
- Otsuka, T., 1988: Paleozoic-Mesozoic Sedimentary Complex in the Eastern Mino Terrane, Central Japan and its Jurassic Tectonism. *Jour.Geosci.Osaka City Univ.*, v. 31, 63-122.
- Raymond, L.A., 1984: Classification of melanges. In Raymond, L.A. ed., *Melanges: Their Nature, Origin and Significance*, Geol. Soc. Amer., Spec. Paper, no. 198, 7-20.
- Sano, H., 1988: Permian Oceanic-Rocks of Mino Terrane, Central Japan, Part II. Limestone Facies. *Jour. Geol. Soc. Japan*, v. 94, 963-976.
- Wakita, K., 1988a: Early Cretaceous Melange in the Hida-Kanayama area, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, v. 39, 367-421.
- Wakita, K., 1988b: Origin of chaotically mixed rock bodies in the Early Jurassic to Early Cretaceous sedimentary complex of the Mino terrane, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, v. 39, 675-757.
- 脇田浩二・岡村行信 (1982) 岐阜県郡上八幡北方の異地性岩体を含む中生層。地調月報, v. 33, 161-185.