

新第三系の浮遊性微化石層序の現状

—東北日本を例として—

Some aspects of Neogene planktonic microbiostratigraphy, with examples from Northeast Japan

長谷川 四郎*

Shiro HASEGAWA

1. はじめに

地質学は、時間の概念を離れては成立し得ない。このことは、構造地質学においても例外ではない。たとえば、ある地域の地質構造発達史を編さんするには、まずすべての地質現象を年代層序区分の枠組の中に正確に組込んで、そのうえで現象間の因果関係やそれらの要因を究明するという手順を踏む。また、ある時期の応力場を求める場合には、正確な層序の対比を基礎に、地質年代を限定して、必要なデータを集めなければならない。さらに、隆起速度や歪速度を求める場合には、対象とする地層の生成年代の上・下限を定めなければならない。こうした時間の概念とは無縁とおもえる現在の応力場の解明とか材料力学的研究などにおいても、これから導びかれたモデルをひとたび過去の現象に適用しようとするならば、層位学とか対比・年代論など地質学の基礎的分野の足固めが必要である。

さて、近年の浮遊性微化石層序研究の結果から、対比および時代論について、従来の考えとはかなり異なる見解が、多くの地域において表明されつつある。しかし、こうした新しい見解を採り入れた研究がなされている一方、旧来の見解を保持した研究も少なくない。このような時代観について見解のわかれている状況下では、研究者間で互いの成果を十分に比較検討することが困難な場合もでてくる。さらには地球科学の研究に大きな混乱をもたらし、その進展にとりマイナスになる恐れもある。

筆者自身は浮遊性微化石を専攻していないが、それらの研究者とともに仕事をし、かつ年代層序区分や対比の結果を自身の研究の基礎として活用している。このような立場から、本稿では、先に開催された構造地質研究会のシンポジウム「東北日本の新生代テクトニクス」で述べた内容を中心に、新第三系の浮遊性微化石層序の現状と問題点、および従来のものとの比較などについて、東北地方を例に述べる。

本稿を草するにあたり、シンポジウムの世話人である茨城大学 天野一男助教授はじめ構造地質研究会の諸氏、ならびに草稿の校閲をいただいた東北大学 高柳洋吉教授および、浮遊性微化石について討論していただいた同大学 尾田太良博士に厚く御礼を申し上げる。

2. 浮遊性微化石研究小史

生層位学において、浮遊性有孔虫の層位的分布の重要性が認識され、BOLLI (1957 a, b, c)が、カリブ海沿岸トリニダットの白亜系～下部中新統の体系的な化石帯区分を行ってから、四半世紀が経過した。この間、微化石層位学の遂げた著しい進歩については、周知のことと思われる。それには、浮遊性有孔虫をはじめ、石灰質ナンノプランクトン、珪藻、放散虫などの浮遊性微化石層位学の活

* 東北大学理学部地質学古生物学教室

発な研究を促し、さらには物理・化学的手法による古地磁気層序・酸素同位体比層序などの研究の発展をもたらした DSDP, IPOD など代表される深海底堆積物研究の進歩が原動力になっている。その結果、広域に適用できる多くの対比基準面 (datum plane) が認識され、またそれらにより信頼性の高い国際対比が可能になってきた。陸上においても、海洋底の研究成果が積極的にとり入れられ、各国で精力的に研究されている。

わが国においても、SAITO (1963) の浮遊性有孔虫による中新統の分帯以後、各地で各種の浮遊性微化石による層位学的研究が行われ、多くの成果が蓄積されてきた。そして、これらをもとに国内・国際対比が試みられ、IKEBE *et al.* (1972) により対比表にまとめられた。その後も、研究の進展に伴って、年とともに対比表はしだいに精度の高いものになってきた (池辺ら, 1973 ; IKEBE *et al.*, 1977 ; 池辺, 1978 ; TSUCHI *et al.*, 1979, 1981 a, b)。

3. 浮遊性微化石による対比と従来のものとの比較

つぎに、浮遊性微化石にもとづく対比および時代観と、従来用いられてきたもの (主に貝化石および底生有孔虫化石にもとづいている) とを東北日本について比較してみる。第 1 図に TSUCHI *et al.* (1981 a) による最新の対比表* (以後“新表”と記す) より東北地方とその周辺の各地域を抜き出し、さらに従来の対比の一例として、藤田・島津 (1970) によるもの (以後“旧表”と記す) を示した。ここでは両者の比較を目的とするため、両対比表に掲げてある地域のみを選択してある。図の表現法は新表の方法に準じたが、一部異なる点は、2つのコラムを並記した地域のあること、旧表で採用された男鹿半島の層序にもとづく時階 (年代層序区分) を右端に示したこと、さらに各時階区分の境界を太線で表わしたことである。

コラムを並記した理由は、当該地域について新・旧両表に採用された岩相層序区分が異なるためである。その場合、図では当該地域に関し、新表が採用した原典の文献にもとづいて、両層序区分の関係を求めて、旧表の層序を左に、新表のそれを右に置いた。それらの文献はつぎのとおりである。

房総半島 - ODA (1977)

三浦半島 - 三梨ら (1968) [房総半島との対比] ; ODA (前出) [房総半島の層位]

富岡地域 - 高柳ら (1978)

渡島半島南部 (左側) - 石田ら (1975)

門ノ沢・下北地域 - CHINZEI (1966)

この図でただちに読みとれるのは、右端から延びる階区分の境界線、すなわち旧表の対比線が水平でない、すなわち新表と旧表では対比結果が異なることである。これが最も顕著なのは、仙台と常磐である。旗立層は、従来、男鹿半島の西黒沢層に対比されていたが、新表では西黒沢層上部から真山 (珪藻土泥岩) 層下部までに対比されている。また、多賀層群は、かつて北浦層と対比されていたが、分布地域により層準が異なり、全体としては西黒沢層から船川層までに対比されている。これらの地域ほど顕著でないにせよ、他地域でも浮遊性微化石による対比結果は、従来のものとはかなり異なっている。

さて、このような不一致は、生層位学的対比に用いられる古生物の相違にもとづくと考えられる。これについては、すでに多くの教科書にも述べられているので詳細は省略し、以下にその要点のみを述べる。

* TSUCHI *et al.* (1981 b) は、TSUCHI *et al.* (1981 a) の一部を省略し英訳したものであり、内容に変更がないので、ここでは後者を最新のものとして扱った。

第1は、従来の対比に用いられた古生物が軟体動物や底生有孔虫などの底生動物であって、その分布はかなり局地的であるのに対し、一方は、ほぼ汎世界的に分布する浮遊性生物であることによる。

第2は、微化石と大型化石の産状に起因する生層序区分の精度の相違にある。貝化石は、化石層や化石床として密集し地層中に偏在することが多いのに対し、微化石は、海成層中に普遍的に多数含まれるため、層序関係の明瞭にかわる地質断面で系統的かつ連続的に採集した試料により、詳細な生層序を組立てることが可能である。

その結果として、第3は浮遊性微化石の多くの系統について形態の細分化が進み、層位的分布期間の短い多数の種・亜種が記載され、進化系統が明らかになった。

このような浮遊性微化石の特徴は、それ自体の示準化石としての価値を示すものである。さらに、浮遊性微化石層位学の進展に伴い、多くの種・亜種の出現・消滅あるいは巻き方向の変化などの層準が認識されたが、その多くは、順序がどこでも一定であり、また古地磁気層序との対応でもかなりよい一致のみられることから、同時性を示す基準面とみなされている。このような基準面を多く見出すことにより、岩相層序区分単位よりさらに細分された地層単位の対比を行うことが可能になった。

4. 微化石層位学にもとづく対比の問題点

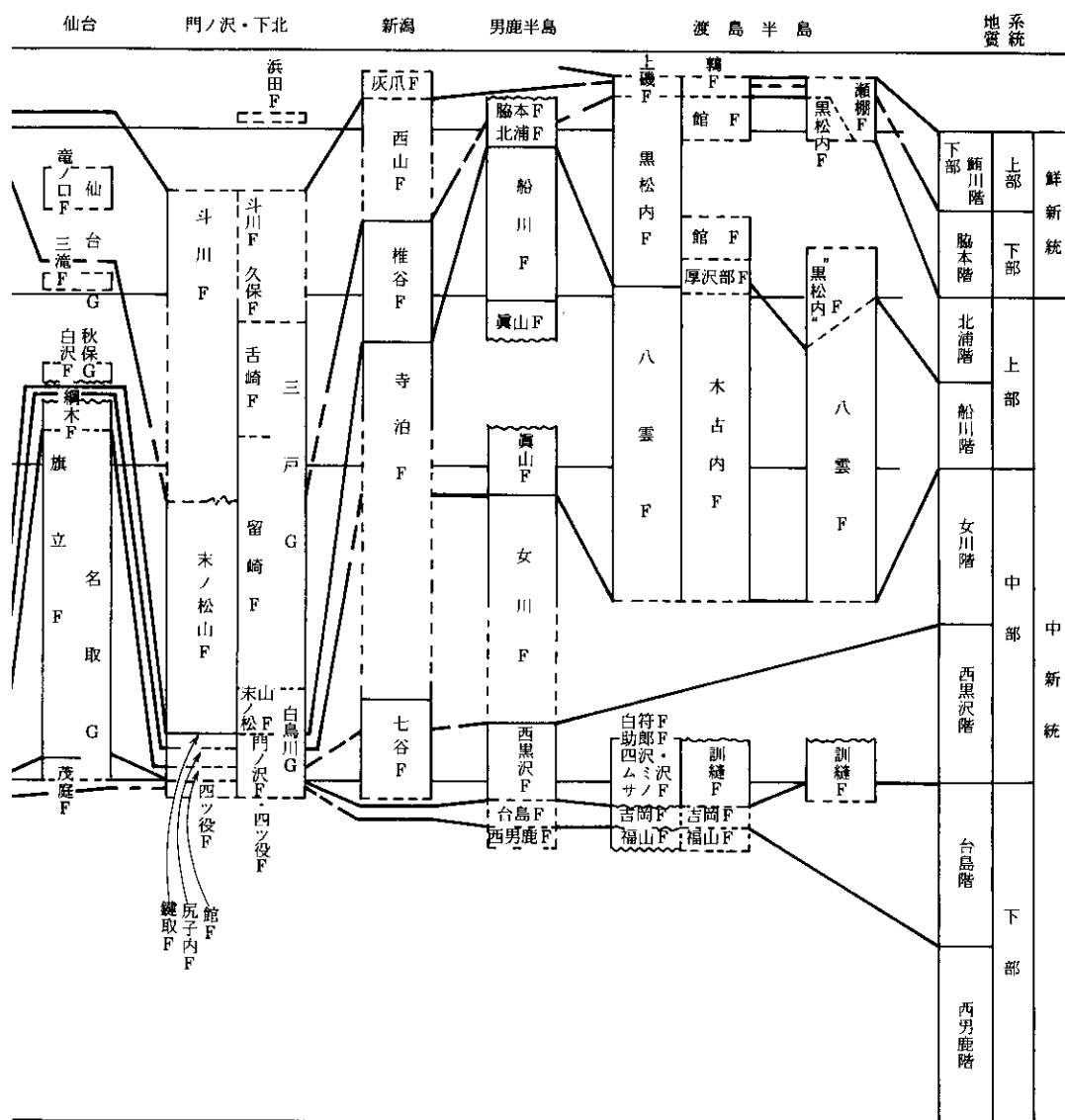
これまで述べたように、浮遊性微化石には示準化石としての長所が多い。こうした利点を活用して、各地域の地層の対比や年代層序区分が試みられているが、一方でまだ多くの問題が残されている。以下に微化石層序を組み立て、それと他地域の層序を対比することを想定して、研究手順と、その過程におけるいくつかの問題点を述べる。

微化石層序の研究は、詳細な岩相層序の研究に始まる。その結果をもとに、もっとも露頭の状態が良く、層位的に連続し、しかも保存の良い化石の産出が期待できる地質断面を選定して系統的に試料を採集する (route sampling)。

すべての浮遊性微化石は公海性であるため、瀕海性堆積物ではその産出がまれである。また非海成層や火砕岩相にはまったく産出しない。そこで、このような地層については、はじめから試料を採集しないことが多い。また、露頭状態の悪い層準、分布がとびはなれた地層、あるいは断層が多くて地層のもめている地域では、化石の保存の良い露頭からのみ採集する (spot sampling)。

コアの試料や route sampling で得た試料より微化石が連続的に産出する場合には、詳細な生層序を組み立てることができる。すなわち、各試料より産出した化石の分類学的検討の後、各タクソン (taxon, 複数は taxa; 属, 種, 亜種など生物分類単位) の層位的分布をもとに、単一のタクソンの range (層位的分布範囲) ないし複数のタクサの range の組合せにより地層をいくつかの化石帯に区分する。この帯区分の境界はタクソンの range の上限ないし下限、産出頻度の急変の層準、あるいは巻き方向の変化の層準などで規定される。これらの層準のうち、同一の進化系列中の祖先型から子孫型の派生が認められる場合には、子孫型の range の下限は進化的出現とみなすことができる。この初出現層準は、広域にわたって同時面として追跡しうる重要な対比のための基準面である。その他の層準についても、そのいくつかが広い範囲にわたり層位的に同一順序で認められる場合には精度はやや落ちるが、同様の基準面とされる。これらの基準面を地層中に見出すことにより、化石帯の対比から面による対比に精度を向上させることができる。

一方、spot sampling の場合には、たとえ range の短いタクソンないしは range の重複期間の短い複数のタクサが産出しても、その間 (化石帯) の幅でのみ認識され、それ以上の精度は望めない。



島津（1970）による、東北地方とその対比結果の比較。

左端の年代尺度と年代層序区分 (B), BLOW (1969) の浮遊性有孔虫化石帯区分 (C) および古地磁気層序 (A) との対応は TSUCHI *et al.* のものをそのまま用いた。各地層は TSUCHI *et al.* にもとづき、年代尺度によって配置した。

右端の地質系統および時階区分の時階区分の境界 (ただし、これらは左端の年代尺度とは無関係) から延びる太線は、藤田・島津による対比線を示す。

コラムを並記した地域では、TSUCHI *et al.* により採用された層序区分を右に、藤田・島津によるそれを左に示す。

なお、三浦半島の“小柴層”は小柴層とその上位の上総層群に含まれる地層を表わす。同様に、房総半島の“太田代層”も太田代層とその上位の地層を表わす。

また複数グループの基準面の層位的順序を比較することにより、基準面の同時面としての精度を確かめることができる。一般に基準面とみなされているいくつかの層準について、個々の層序断面における層位的順序が、標準的な順序と入れ替っている場合、次のような原因が考えられる。すなわち①化石の保存状態が悪い、②基準面を定義づける化石種の産出頻度が小さい、③再堆積による消滅種の混入、④化石種の分布域の時間的変化に起因して、地域ごとに range が異なる、⑤各微化石グループの基準面の対応のさせ方に問題があること、などである。

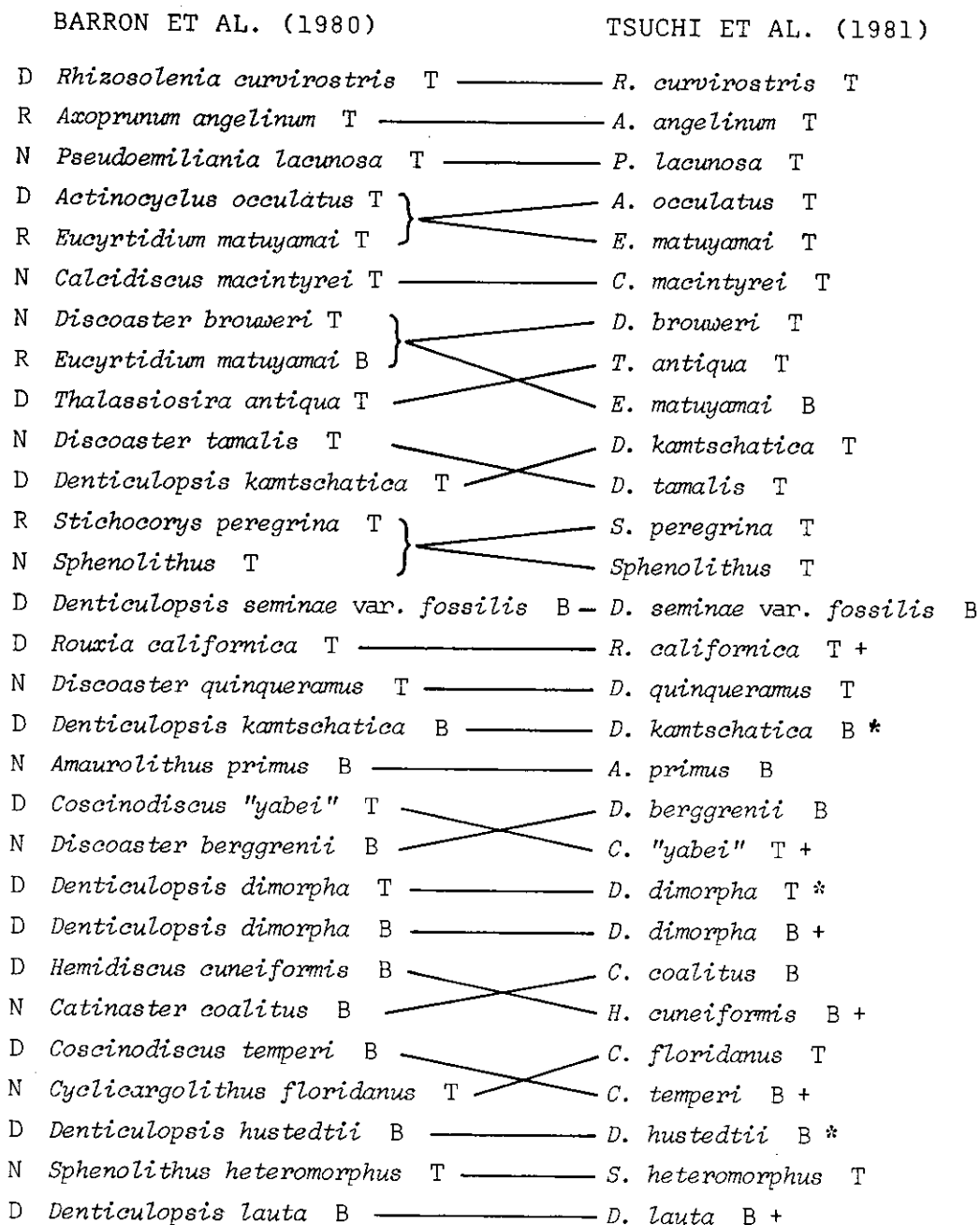
①、②の場合、陸上の試料なら、採集地点の変更や追加試料の大量処理により再検討することが可能であるが、一方コアでは試料の量に限界があるため、それ以上の検討はできない。②については、後述の例に示されるような、微化石層位学における精度の限界を表わすことにつながる。③は古い地層から洗い出された化石が再堆積したために、あるタクソンがその消滅層準 (last occurrence datum) より上位の地層中から産出する場合であって、酸による溶解に対して強い珪質化石にとくに多くみられる。このようなタクソンは、殻の保存状態の極端な相違や、産出頻度の異常な層位的変化により再堆積個体として識別されることが多い。しかし、区別のできない場合もあり、そのタクソンの真の消滅層準が、考えられているものよりさらに上位になったり、逆にその他の種 (進化的出現としてとらえられていない種) の出現層準がより下位になる可能性も残される。

④は、熱帯性種の初産出あるいは寒帯性種の最終産出が、低緯度地域で早く、高緯度地域で遅くなるといった現象の起っている可能性である。この現象を確認するには、低-高緯度地域の精密な対比を生層位学以外の手法、たとえば古地磁気層位学など、で行う必要があり、今後の問題として残されている。

さて、④の問題は別として、①~③のような偶然性や再堆積などが考えられない場合に、⑤の、現状における各微化石グループの基準面の対応のさせ方に問題のあることがある。第2図は、中期中新世以後の放散虫、石灰質ナノプランクトンおよび珪藻の基準面の順序について、TSUCHI *et al.* (1981a) と三陸沖で掘削された DSDP, Legs 56・57 の結果 (BARRON *et al.*, 1980) とを比較したものである。ここでは、両者においてともに確実であるとされた基準面のうち、共通して認められたものだけを比較した。この中で基準面の順序が逆転しているのが上部に2カ所、下部に3カ所みられる。

上部の基準面の逆転は、ほぼ同一層準と考えられるほど短い期間内での現象である。従来、5~6 Ma までの基準については、古地磁気層序や、酸素同位体比層序との対応により、非常に高精度の研究がなされている。このため、下位の層準にくらべ基準面が多く認識され、またそれらの同時面としての信頼性も大きい。その一方で、精度が高いゆえに、小さな誤差まで検出される。たとえば、TAKAYANAGI *et al.* (1979) は、赤道太平洋の5ピストンコアについて、微化石層序を古地磁気層序との対応により詳細に検討し、同一の古環境下と考えられるコアの間でさえ、基準面の逆転があることを示した。さらにその原因は、基準面を定義するタクソンの産出頻度がこの地域で小さいことから、そのタクソンの初産出が、たまたま進化的出現の層準より上位になったためであると示した。こうした産出の偶然性にもとづく誤差は、おそらく微化石層序において基準面が表わす同時性の精度の限界を示すものと考えられる。

第2図の下部にみられる逆転は、上部の高精度ゆえのそれとは異なり、誤差が大きい。これは5 Ma 以前について、各微化石の基準面の間の対応のつけ方が、TSUCHI *et al.* と BARRON *et al.* で異なるためである。BARRON *et al.* による各基準面の対応は、ほぼ同一とみなせる地域のいくつかのコアにおける生層序にもとづくものである。これに対し TSUCHI *et al.* では次のような方法を用いている。有孔虫、石灰質ナノプランクトンおよび放散虫の基準面の対応関係は、おもに DSDP, site 289 (Ontong-Java 海台) における生層序 (ANDREWS, PACKHAM *et al.*, 1975) をもとに



第2図 Tsuchi et al. (1981 a) と Barron et al. (1980) における中期中新世以後の放射虫(R), 石灰質ナシノプランクトン(N)および珪藻(D)の基準面の順序の比較。

横線は、同一の基準面を示す。

B: 初出現層準, T: 最終産出層準; *: Koizumi (1977) により放射年代と対応づけられた珪藻の基準面, +: 5 Ma 以前について内挿法により年代の推定された珪藻の基準面。

対応づけられた。これらの基準面のうち、放射年代との対応がついているもの*をもとに、その間の堆積速度を一定と仮定して、内挿法により各基準面の年代が推定された。TSUCHI *et al.* (1981a)における珪藻の基準面は北西太平洋と日本の陸上の生層序にもとづき小泉により選定された。さらに、これらの基準面の年代も、日本の陸上の K-Ar 年代やフィッシュントラック年代と対応のついた基準面 (KOIZUMI, 1977) をもとに、DSDP, Legs 56, 57 の生層序 (BARRON, 1980; HARPER, 1980) と堆積速度から推定された。こうして得られた推定年代の数値を比較することによって、各微化石の基準面の対応をつけた。

このような BARRON *et al.* と TSUCHI *et al.* の方法の相違によって生じる基準面の逆転について第2図でさらに検討してみる。第2図の右下下半部に示した基準面のうち、*印を付したものは KOIZUMI (1977) により放射年代と対応づけられた珪藻の基準面であり、また+印は5 Ma 以前について内挿法により年代の推定された珪藻の基準面である。これら基準面のうち、*印のものには順序の逆転はみられない。これに対し、内挿法によって年代の推定された基準面の半数が他の微化石の基準面と入れ替っている。このことから、第2図の不一致は、内挿法による年代の推定に起因すると推定される。

内挿法による年代決定は、海洋底コアを使って頻繁に行われているが、そこには堆積速度を一定とする仮定がある。TSUCHI *et al.* (1981a) で採用したデータのうち、site 289 は堆積速度がかなり安定していると考えられている (RYAN *et al.*, 1974)。一方の DSDP, Legs 56, 57 の掘削地点は1地点を除き、日本海溝の内側であって、生物起源 (おもに珪質殻) 以外の堆積物、おそらくは陸源物質の割合が多い。こうした地点では、後背地の古環境変遷により、堆積物の供給量が変化すると思われるので、堆積速度が一定であるとは考えられない。

内挿法により基準面の年代を推定するには、堆積速度についての十分な吟味が必要である。しかし、これが一定であったことを証明するのはおそらく不可能であろう。このため、こうしてもめられた基準面の年代は、値の割に誤差が大きくなる。結局、このような数値よりは (コアも含め) 一連の層序断面における生層序にもとづいて得られる基準面の順序の方がより信頼できるものと考えられる。

浮遊性微化石層序や、これにもとづく対比には、上述のようにいくつかの問題が残されている。対比精度の向上を考える場合、中にはすでに限界に達したと見えるものもあるが、多くのものは方法の改善や、データの増加によって目的がはたせられると思われる。TSUCHI *et al.* (1981a) にあらわれた問題も、DSDP Legs 56, 57 のようなデータを日本近海でより多く集積することにより解決されるであろう。

* 放射年代と対応のついた基準面は、次のものである。*Pulleniatina* base datum-5.8 Ma : SAITO *et al.* (1975) は基準面を6.0 Ma, また Epoch 5 (正磁極期) の下限を OPDYKE (1972) に従い6.4 Ma とした。TSUCHI *et al.* (1981a) は Epoch 5 の下限について、McDOUGALL *et al.* (1977) による値 (5.83 Ma) を新しい壊変定数 (STEIGER and JÄGER, 1977) によって補正 ($\times 1.027$) し、6.0 Ma とした。これに伴い、*Pulleniatina* datum の年代も5.8 Ma に改訂した。

Globigerina nepenthes base datum-11.6 Ma : 柴田ら (1979) の 11.6 ± 0.4 Ma による。

Orbulina base datum-15.5 Ma : IKEBE *et al.* (1972) は、SHIBTA and NOZAWA (1968) ほかによる熊野酸性岩類その他の年代測定結果との関係から *Orbulina* datum を 15 ± 1 Ma とした。TSUCHI *et al.* (1981a) はこれを新しい壊変定数による補正を加え、15.5 Ma とした。

5. 年代層序区分について

新第三系の年代層序区分は、ヨーロッパにおける時階区分を世界的標準尺度としている。これ以外の地域に、中部中新統とか下部鮮新統などの年代層序区分をあてはめることは、すなわちその地域に分布する地層と、ヨーロッパの模式地とを対比することである。これらの模式地においては、多くの層位学的な検討がなされている。日本でも、中川らによる古地磁気ならびに微化石層序の研究が進められている (NAKAGAWA *et al.*, 1974; NAKAGAWA, 1977; ほか)。しかし、標準時階の中には、標準地域は指定されていても、標準層序が確定していない時階もあり*、ヨーロッパの年代層序区分を日本にそのままあてはめられるのは、まだ先のことと思われる。

6. 東北地方新第三系の対比と編年の現状**

浮遊性微化石層序の研究にもとづく東北地方新第三系の対比と編年の1例を先に示した(第1図)。同図を参照しつつ、微化石の産状とこれまでの微化石層序の成果について述べる。

現在、浮遊性微化石から確実に N. 7 帯以下の下部中新統とされた地層は図にはないが、東北地方では、常磐の沼え内層下部だけである。そこからは N. 7 帯を示す浮遊性有孔虫群が産出する (KATO, 1980)。また、これを支持する結果が珪藻からも出されている (KOIZUMI *et al.*, 1981)。

西黒沢層下部 (男鹿半島)・茂庭層 (仙台)・井戸沢層 (富岡)・小鹿野町層群 (秩父) など大型有孔虫の *Nephrolepidina*-*Miogypsina*-*Operculina* 群集を産する地層の大部分が N. 8 帯に相当する (茂木, 1981)。この層準は、従来の対比とよく一致している。

N. 8 から N. 10 帯にかけては、太平洋側・日本海側地域とも暖海性種を多く産出する。このため、SAITO (1963) の研究以来、この層準だけが直接熱帯地域と対比されてきた。また、浮遊性有孔虫以外の微化石もかなり産出するので、新第三系のなかでもっとも対比しやすい層準である。

N. 10 帯上部以上では、浮遊性有孔虫群のうち、暖海性種が減少しはじめるために、直接熱帯地域と対比することが困難になる。とくに、日本海側では、N. 13 帯中部以上で熱帯性種がまったく姿を消す (米谷, 1978)***。さらに上位の地層、すなわち女川層と船川層**** (男鹿半島) およびこれらに対比されていた地層では、石灰質殻を有する有孔虫および石灰質ナンノプランクトンがほとんど産出しない。一方、珪藻と放散虫は、これらの地層からとくに多量に産出するので、日本海側地域内部およびこれと太平洋地域との対比は、主として珪質微化石にたよらざるをえない。

仙台の竜の口層とその相当層は、竜の口 (軟体) 動物群を産することで対比されてきた。このうち、竜の口層と北海道初山別の茂築別層は、古地磁気層序と珪藻化石層序により、鮮新統の中部とされている (MANABE, 1979, 1980; KOIZUMI, 1972, 1973; UJIE *et al.*, 1977)。

大桑・万願寺 (軟体) 動物群を産する地層は、渡島半島瀬棚層、黒松内の瀬棚層下部 (中ノ川層)、秋田および本荘の笹岡層、男鹿半島の脇本層上部、新潟の灰爪層、佐渡の沢根層、北陸の十二町層・大桑層、済洲島の西帰浦層など、日本海側に広く分布する (増田・小笠原, 1981)。この

* この辺の事情は中川 (1977 a, b) に詳しい。

** 本節では記述の都合上、便宜的に TSUCHI *et al.* (1981 a) により採用された年代層序区分と BLOW (1969) による浮遊性有孔虫の帯区分を用いて述べる。

*** 米谷はこの層準が中世古・菅野 (1973) の *Cyrtocapsella tetrapera* Zone の上限と一致し、それが N. 13 帯の上限にあたるとした。TSUCHI *et al.* (1981 a) は、同 Zone の上限である *C. tetrapera* の急減層準を N. 13 帯中部にした。

**** 北里 (1975) による。藤岡 (1959) の船川層上部からは石灰質有孔虫を産出するが、北里 (前出) はこれを北浦層に含めた。

うち、男鹿半島では、古地磁気層序と浮遊性有孔虫、珪藻および放散虫化石層序が検討されており、その結果、北浦層中部以上*は更新統、また脇本層上部は更新統の中部付近に相当するとされた(北里, 1975)。また、松居(1981)は、古地磁気と浮遊性有孔虫化石層序により、男鹿半島と秋田油田地域を対比した。その結果、笹岡層(秋田油田)は北浦層(北里, 前出)の中・下部に相当し、鮮新統最上部から下部更新統にあたるとした。

以上の結果、竜の口動物群と、大桑・万願寺動物群の時代が異なることになる。これに対し、増田・小笠原(前出)の指摘のように両動物群を構成する主要な種が、同一地点から産出する例もある。こうした混合型群集を産する地層を含め、両動物群を含有する多くの地層の年代層位学的な位置を明らかにすることは、微化石層位学研究者が早急に実施すべき課題の一つである。

7. おわりに

浮遊性微化石層位学的研究の意義と方法、およびそれにもとづく対比や時代論について、いくつかの問題とともに述べてきた。浮遊性微化石の研究における最大の弱点は、その対象が公海性生物の化石であるために、海成層にしか適用できないことであろう。従来の方法では、非海成層の対比は、産出する植物化石群の類似性にもとづいて、あるいはその上・下位の海成層を対比することによってなされてきた。この手法は現在も変わっていない。しかしながら、海成層の対比の精度が微化石層序によって向上したのにくらべ、非海成層の精度はあまり変わっていないと考えられる。このため、両者の精度の差異が大きくなっている。

同様のことが、早くから微化石層序が検討された地域と、あまり検討されていない地域との間にもいえるであろう。これまでの微化石層序にもとづく年代層序研究は、新第三系の主要な分布地域に集中していたが、多くの地域の年代層序を統一した方法によって確立することは、様々な目的を持つ多くの分野の研究者が望むことであろう。

一方、微化石研究者は、独自に解決しなければならない問題のほか、他分野の研究者とともに取り組まなければならない問題も多く抱えている。

今後、各地域に分布する地層の対比や年代層序のデータを必要とする研究者には、微化石研究の結果としてもたらされる新たなデータの公表を待つだけでなく、より積極的に、各々の研究過程において、微化石研究の分野と共通する部分を見出し、共同で研究をすすめるといった方式が望ましいと思われる。

引用文献

- ANDREWS, J. E., PACKHAM, G. *et al.*, 1975 : Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Vol. 30, U. S. Government Printing Office, xx + 753 p.
- BARRON, J.A., 1980 : Lower Miocene to Quaternary diatom biostratigraphy of Leg 57, off Northeastern Japan, Deep Sea Drilling Project. In Scientific Party, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 56, 57, pt. 2, U. S. Government Printing Office, 641 - 685.
- , HARPER, H. E., JR., KELLER, G., REYNOLDS, R. A., SAKAI, T., SHAFFER, B. L. and THOMPSON, P. R., 1980 : Biostratigraphic summary of the Japan Trench Transect, Legs 56 and 57, Deep Sea Drilling Project. In Scientific Party, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 56, 57, pt. 1, U. S. Government Printing Office, 505 - 520.

* この北浦層は、北里(1975)による。“北浦層中部以上”は、藤岡(1959)の“船川層最上部以上”に相当する。

- BLOW, W. H., 1969 : Late Middle Eocene to Recent Planktonic foraminiferal biostratigraphy. In Brönnimann, P. and Renz, H. H. (eds.), *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils, Geneva, 1967*, Vol. 1, E. J. Brill, 199 - 421.
- BOLLI, H. M., 1957 a : The genera *Praeglobotruncana*, *Rotalipora*, *Globotruncana*, and *Abat-homphalus* in the Upper Cretaceous of Trinidad, B. W. I. *U. S. Nat. Mus. Bull.* 215, 51 - 60.
- , 1957 b : The genera *Globigerina* and *Globorotalia* in the Paleocene-lower Eocene Lizard Springs Formation of Trinidad, B. W. I. *Ibid.*, 215, 61 - 82.
- , 1957 c : Planktonic Foraminifera from the Oligocene-Miocene Ciperó and Lengua formations of Trinidad, B. W. I. *Ibid.*, 215, 97 - 124.
- CHINZEI, K., 1966 : Younger Tertiary geology of the Mabechi River Valley, Northeast Honshu, Japan. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec. (II)*, 16, 161 - 208.
- 藤岡一男, 1959 : 5万分の1地質図幅「戸賀・船川」および同説明書. 地質調査所, 61 p.
- 藤田至則・島津光夫, 1970 : 新第三紀. 市川浩一郎・藤田至則・島津光夫(編), 「日本列島」地質構造発達史, 築地書館, 133 - 157.
- HARPER, H. E., JR., 1980 : Diatom biostratigraphy of Sites 434, 435, and 436, Northwestern Pacific, Leg 56, Deep Sea Drilling project. In Scientific Party, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 56, 57, pt. 2, U. S. Government Printing Office, 633 - 639.
- 茨木雅子, 1981 : “*Lepidocyclina*”, *Miogypsina* 産出層準の浮遊性有孔虫群. 化石, No 30, 67 - 72.
- 池辺展生, 1978 : 日本の新第三系—生層序・年代層序と古地理. 日本の新生代地質(池辺展生教授記念論文集), 13 - 34.
- IKEBE, N., TAKAYANAGI, Y., CHIJI, M. and CHINZEI, K., 1972 : Neogene biostratigraphy and radiometric time scale of Japan—An attempt at intercontinental correlation. *Pacific Geology*, 4, 39 - 78.
- 池辺展生・高柳洋吉・干地万造・鎮西清高・池辺 穰・中世古幸次郎・柴田 賢, 1973 : 日本新第三系対比試案. 地質学論集, No 8, 215 - 219.
- IKEBE, N. and The Working Group on Neogene Biostratigraphy and Radiometric Dating of Japan, 1977 : Summary of bio- and chronostratigraphy of the Japanese Neogene. In SAITO, T. and UJIIÉ, H. (eds.), *Proceedings of the First International Congress on Pacific Neogene Stratigraphy, Tokyo, 1976*, Kaiyo Shuppan, 93 - 114.
- 石田正夫・垣見俊弘・平山次郎・泰 光男, 1975 : 館地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 52 p.
- KATO, M., 1980 : Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Takaku and Taga groups in the Joban Coal Field, Northeast Honshu, Japan. *Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd ser. (Geol.)*, 50, 35 - 95.
- 北里 洋, 1975 : 男鹿半島上部新生界の地質および年代. 東北大地質古生物邦報, No 75, 17 - 49.
- KOIZUMI, I., 1972 : Marine diatom flora of the Tatsunokuchi Formation in Fukushima Prefecture. *Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan, N. S.*, 86, 340 - 359.
- , 1973 : Marine diatom flora of the Pliocene Tatsunokuchi Formation in Miyagi Prefecture. *Ibid.*, No 91, 126 - 136.
- , 1977 : Diatom biostratigraphy in the North Pacific region. In SAITO, T. and UJIIÉ, H. (eds.), *Proceedings of the First International Congress on Pacific Neogene Stratigraphy, Tokyo, 1976*, Kaiyo Shuppan, 235 - 253.
- , Barron, J. A. and Harper, H. E., Jr., 1980 : Diatom correlation of Legs 56 and 57 with onshore sequences in Japan. In Scientific Party, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 56, 57, pt. 2, U. S. Government Printing Office, 687 - 693.

- 米谷盛寿郎, 1978 : 東北日本油田地域における上部新生界の浮遊性有孔虫層序. 「日本の新生代地質」(池辺展生教授記念論文集), 35 - 60 .
- MANABE, K., 1979 : Magnetostratigraphy of the Yamato Group and the Sendai Group, Northeast Honshu, Japan (I) . *Sci. Rep. Fukushima Univ.*, No 29, 51 - 65 .
- , 1980 : Magnetostratigraphy of the Yamato Group and the Sendai Group, Northeast Honshu, Japan (II) . *Ibid.*, No 30, 49 - 71 .
- 増田孝一郎・小笠原憲四郎, 1981 : 大桑・万願寺動物群と竜の口動物群. 軟体動物の研究 (大森昌衛教授還暦記念論文集), 223 - 249 .
- 松居誠一郎, 1981 : 秋田一五城目地域の上部新生界の層序および男鹿半島との対比. 地質雑, 87, 1 - 16 .
- McDOUGALL, I., SAEMUNDSSON, K., JOHANNESON, H., WATKINS, N. S. and KRISTJANSSON, L., 1977 : Extension of the geomagnetic polarity time scale to 6.5 m. y. : K-Ar dating, geological and paleomagnetic study of a 3,500 m lava succession in western Iceland. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 88, 1 - 15 .
- 三梨 昂・垣見俊弘・鈴木尉元・小玉喜三郎・山内靖喜, 1968 : 房総・三浦半島の地質構造. 地質見学案内書, 日本地質学会.
- NAKAGAWA, H., 1977 : Magnetostratigraphy of the Pliocene-Pleistocene boundary. *Giornale di Geologia, ser. (2)*, 41, 315 - 329 .
- 中川久夫, 1977 a : 地中海地域上部新生界層序調査について (1) . 化石, No 27, 41 - 59 .
- , 1977 b : 第三系・第四系境界の現状. 第四紀研究, 15, 187 - 192 .
- NAKAGAWA, H., NIITSUMA, N., KITAMURA, N., MATOBA, Y., TAKAYAMA, T. and ASANO, K., 1974 : Preliminary results on magnetostratigraphy of Neogene stage stratotype sections in Italy. *Riv. Ital. Paleont.*, 80, 615 - 630 .
- 中世古幸次郎・菅野耕三, 1973 : 日本新第三紀の化石放散虫分帯. 地質学論集, No 8, 23 - 33 .
- ODA, M., 1977 : Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Late Cenozoic sedimentary sequence, Central Honshu, Japan. *Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd ser. (Geol.)*, 48, 1 - 72 .
- Opdyke, N. D., 1972 : Paleomagnetism of deep-sea cores. *Rev. Geophys. Space Phys.*, 10, 213 - 249 .
- RYAN, W. B. F., CITA, M. B., DREYFUS RAWSON, M., BURCKLE, L. H. and SAITO, T., 1974, *Riv. Ital. Paleont.*, 80, 631 - 687 .
- SAITO, T., 1963 : Miocene planktonic foraminifera from Honshu, Japan. *Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd ser. (Geol.)*, 35, 123 - 209 .
- , BURCKLE, L. H. and HAYS, J. D., 1975 : Late Miocene to Pleistocene biostratigraphy of equatorial Pacific sediments. In SAITO, T. and BURCKLE, L. H. (eds.), *Late Neogene Epoch Boundaries, Micropaleontology, Spec. Publ. No 1*, 226 - 244 .
- SHIBATA, K. and NOZAWA, T., 1968 : K-Ar ages of granitic rocks from the outer zone of Southwest Japan. *Geochem. Jour.*, 1, 131 - 137 .
- 柴田 賢・内海 茂・中川忠夫, 1979 : K-Ar 年代測定結果-1. 地調月報, 30, 675 - 686 .
- STEIGER, R. H. and JAGER, E., 1977, Subcommission on geochronology : Convention on the use of decay constants in geo- and cosmo-chronology. *Earth Planet. Sci. Letters*, 36, 359 - 362 .
- 高柳洋吉・酒井豊三郎・尾田太良・高山俊昭・織山 純・金子 稔, 1978 : Kaburan Stage に関する諸問題. 「日本の新生代地質」(池辺展生教授記念論文集), 93 - 111 .
- TAKAYANAGI, Y., TAKAYAMA, T., SAKAI, T., ODA, M. and KATO, M., 1979, Late Cenozoic micropaleontologic events in equatorial Pacific sediments. *Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd ser. (Geol.)*, 49, 71 - 87 .
- TSUCHI, R. and Working group for Japanese Neogene Bio- and Chronostratigraphy, 1979, 1979 : Correlation of Japanese Neogene sequences (1) : A synthesis based upon

- biostratigraphic datum levels, zones, stages and radiometric ages. In TSUCHI, R. (ed.) , *Fundamental data on Japanese Neogene bio- and chronostratigraphy*, 143 - 150 .
- and Working group for Japanese Neogene bio- and chronostratigraphy, 1981 , 1981 a : Bio- and Chronostratigraphic correlation of Japanese Neogene sequences : A synthesis based upon biostratigraphic datum levels, stages, magnetostratigraphy and radiometric ages. In TSUCHI, R. (ed.) , *Fundamental data on Japanese Neogene bio- and chronostratigraphy (supplement)* , 109 - 123 .
- and IGCP- 114 National Working Group of Japan, 1981 b : Bio- and chronostratigraphic correlation of Neogene sequences in the Japanese Islands. In TSUCHI, R. (ed.) , *Neogene of Japan - Its biostratigraphy and chronology -* , 91 - 104 .
- UJHÉ, H., SAITO, T., KENT, D. V., THOMPSON, P. R., OKADA, H., KLEIN, G. de V., KOIZUMI , I., HARPER, H. E., JR., and SATO, T., 1977 : Biostratigraphy, paleomagnetism and sedimentology of Late Cenozoic sediments in northwestern Hokkaido, Japan. *Bull. Nat. Sci. Mus.*, Ser. C (Geol.) ; 3 , 49 - 102 .