

東北日本の新第三系層位学の諸問題

Some problems on Neogene Tertiary System in Northeast Honshu, Japan

天野 一 男*

KAZUO AMANO

I. はじめに

東北日本は、北上山地・阿武隈山地・朝日山地といった地域をのぞいて、大部分が新第三系（特に中新統）によっておおわれている。そして、今世紀初頭から金属鉱床・石油鉱床探査に関連して、多くの地質調査が行なわれてきた。調査結果は、地域地質の論文あるいは報告書として多数出版されており、日本の新第三系層序としては最も詳細な記載が行なわれて来たと言っても過言ではなからう。これらの記載事項は、1950年代後半から60年代前半になって整理され、地向斜造山論の概念によって説明された（北村, 1959; 池辺, 1962）。この時期が、東北日本の層位学研究の一つのピークであった。その後、東北日本各地において、より詳細な研究が進むにつれて、1950年代後半に整理された層序と矛盾する事実が報告されるようになってきた。特に、微化石による生層位学の研究の発展および放射年代による年代測定値の増加とともに、従来、男鹿半島における層序を基準にした対比に多くの問題点があることが指摘された（北里, 1975; TAMANYU, 1975; 玉生, 1978; 鈴木, 1980）。この時期をさかいにして、東北日本の層位学研究は、混乱の時代に突入して行ったのである。現在多くの研究者により層序の整理の努力がはらわれているが、残念ながらこの混乱は今だに続いており、従来より精度の高い議論ができる状態にはなっていない。

一方、1960年代以降、新しい地球観（プレートテクトニクス）にもとづいて、東北日本の構造発達史を解明しようという試みがなされる様になってきた（MATSUDA *et al.*, 1967; NIITSUMA, 1979）。1950年代までは層位学的な研究結果を中心としてテクトニクスが論じられていたが、より精度の高い新しい地球観にもとづいたテクトニクス論を展開するためには層位学とは別の観点からのデータの集収が望まれる様になってきた。その一つが、古応力場に関するデータである。東北日本の中新世以降の応力場については、現在、成果が発表されつつある（大槻・天野, 1979; TAKEUCHI, 1980; NAKAMURA and UYEDA, 1980; 天野, 1980; 竹内, 1981; 桑原, 1981, 1982; 佐藤ほか, 1982）。

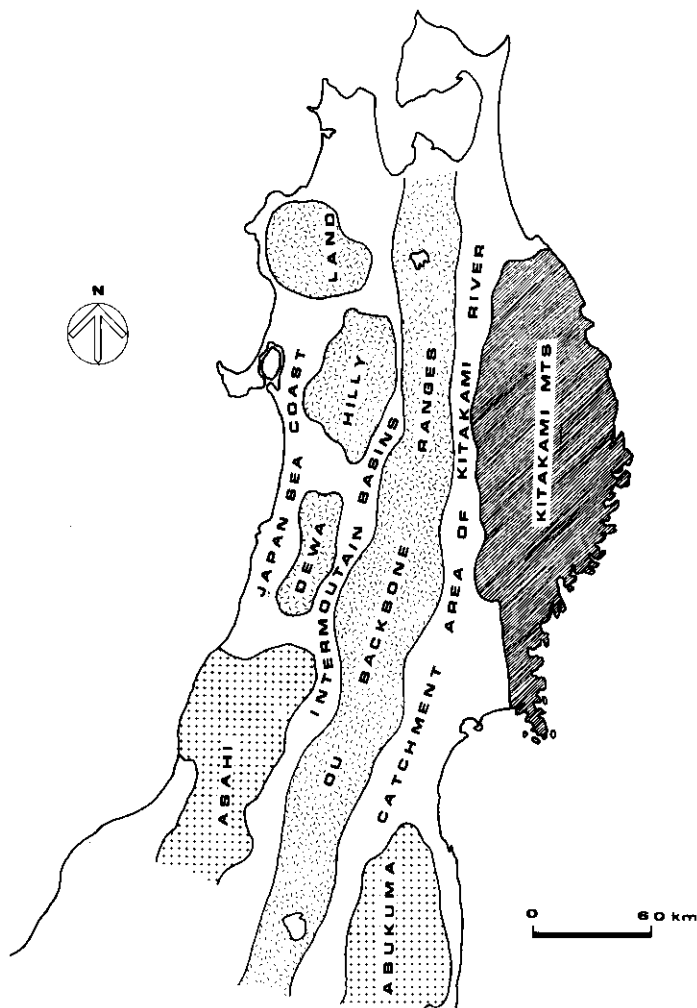
本小論において、筆者は、現在の時点において東北日本の新第三系層序に関して整理できる所を整理し、問題点を指摘するとともに、海水準の静的変化という概念を導入することにより、現在混沌の状態に落ち入っている層位学研究の一つの目やすを与えたい。また、現時点で報告されている層位学、古生物学、構造地質学といった異なった分野で求められたデータが矛盾なく説明できる一つの可能性を提案し、今後の研究のたたき台としたい。なお、微化石層位学研究の現状については本連絡誌の長谷川（1982）論文で詳しく論じられている。また、古応力場復元の問題については、佐藤ほか（1982）論文がある。したがって、本小論では、この2点に関しては簡単にふれるにとどめる。

* 茨城大学理学部地球科学教室

II. 東北日本の新第三系層位学

1. 東北日本の新第三系の分布

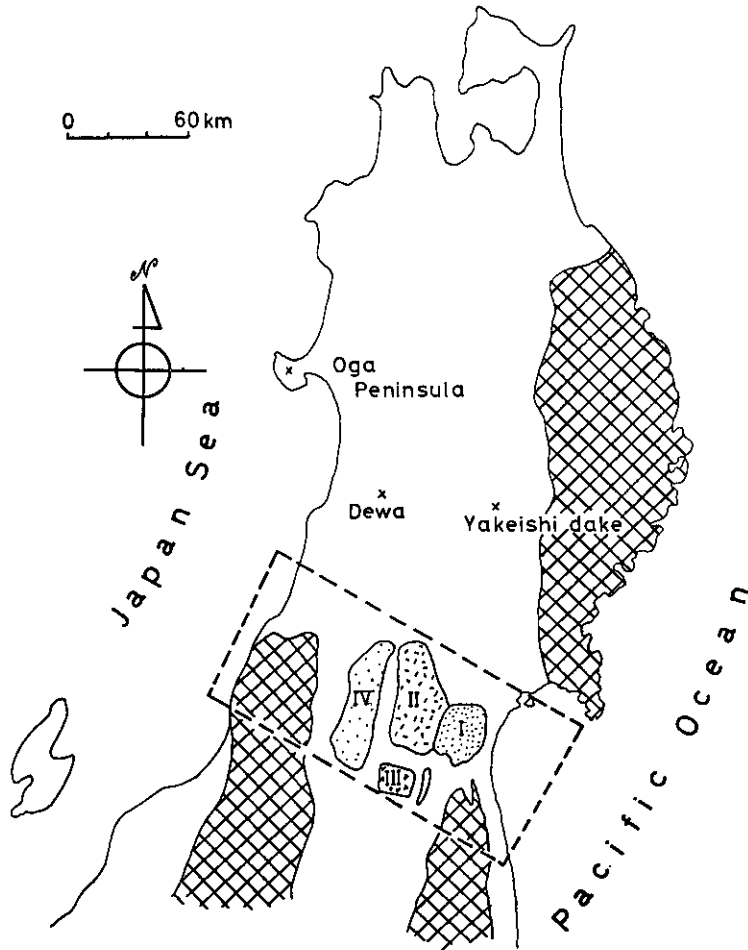
東北日本を地形学的に分類すると、東側から西に向って北上・阿武隈山地，北上河谷帯，奥羽脊梁山脈，内陸盆地，出羽丘陵，日本海沿岸地域の6つに区分できる（第1図）。東北日本に分布す



第1図 東北日本の地形区分

る地層は、これらのそれぞれの地域ごとに異なった層位学的特徴をもっている。北上一阿武隈山地は主として、先第三系の地層が分布する。北上一阿武隈山地以西の5つの地域には中新統以上の地層が発達している。奥羽脊梁山脈と北上一阿武隈山地とはさまれた北上河谷帯には、碎屑岩類を主体とする中新統が主として発達する。奥羽脊梁山脈には、火山碎屑岩類（いわゆるグリーンタフ）を主体とする地層が発達している。内陸盆地地域には主として厚い第四系が堆積しているが、奥羽脊梁山脈および出羽丘陵との境界付近には、碎屑岩類を主体とする中新統が発達する。出羽丘陵地域は、中新統下部に“グリーンタフ”の発達がみられるものの、量的には奥羽脊梁山脈地域に比較して少なく、砂岩・シルト岩・頁岩など碎屑岩類が卓越する。日本海沿岸地域には碎屑岩類を主体とした厚い地層が発達する。

東北日本の中新統の層序について総括的に説明したものとしては、北村・高柳（1977）があるので、一般的な話についてはこれを参考にさせていただきたい。本小論においては、北上河谷帯・奥羽脊梁山脈地域・内陸盆地地域・出羽丘陵地域について、それぞれ筆者が実際に調査にたずさわった地域を例にあげて、代表的な層序の説明をしたい。なお、筆者自身の調査範囲が日本海沿岸地域まで達していないので、本小論では、その地域については記述を行なわない。第2図に、東北日本弧

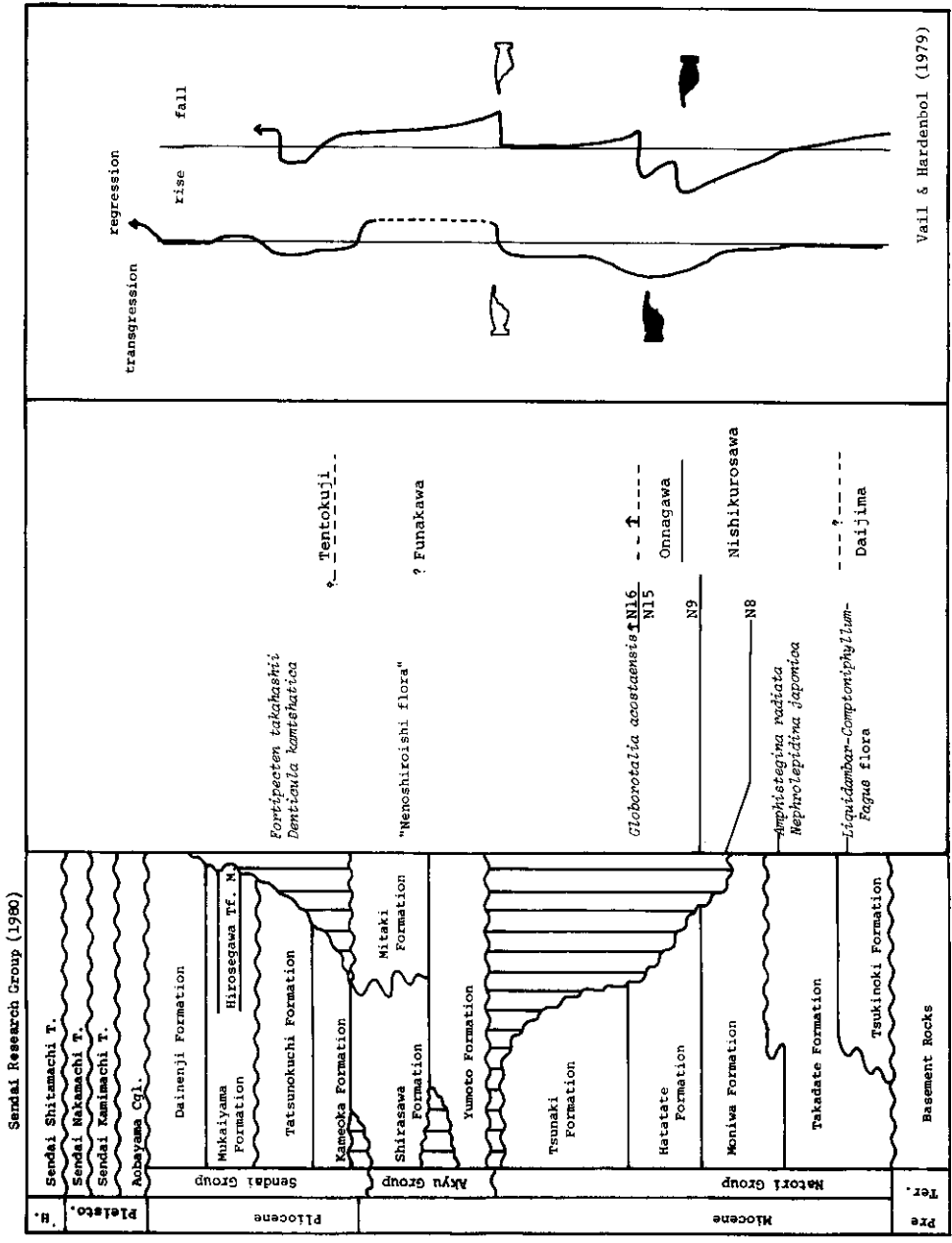


第2図 調査位置図；Ⅰ—仙台付近，Ⅱ—宮城山形県境奥羽脊梁山脈地域，
Ⅲ—関地域，Ⅳ—山形盆地西方の出羽丘陵。

を横断して、層序の検討を行った地域を示す。層序の検討を行った地域を示す。〔Ⅰ〕地域は北上河谷帯の中でも地質学的及び古生物学的研究がよく行なわれている仙台地域である。〔Ⅱ〕地域は、宮城・山形県境奥羽脊梁山脈地域と内陸盆地の東縁を含む地域である。〔Ⅲ〕地域は、奥羽脊梁山脈の中でも、基盤ブロックのヘリにあたる地域である。〔Ⅳ〕地域は山形盆地西方の出羽丘陵地域に相当する。

2. 仙台付近の層序（〔Ⅰ〕地域）

仙台付近の層序は、HANZAWA *et al.*（1953）によって総括された。その後、新たなデータが加えられていったが、それらを含めた新しい総括はなされていない。ここでは、地学団体研究会仙台支部（1980）をもとに、尾田・酒井（1977）のデータを加えて記述する。仙台付近の中新統は、



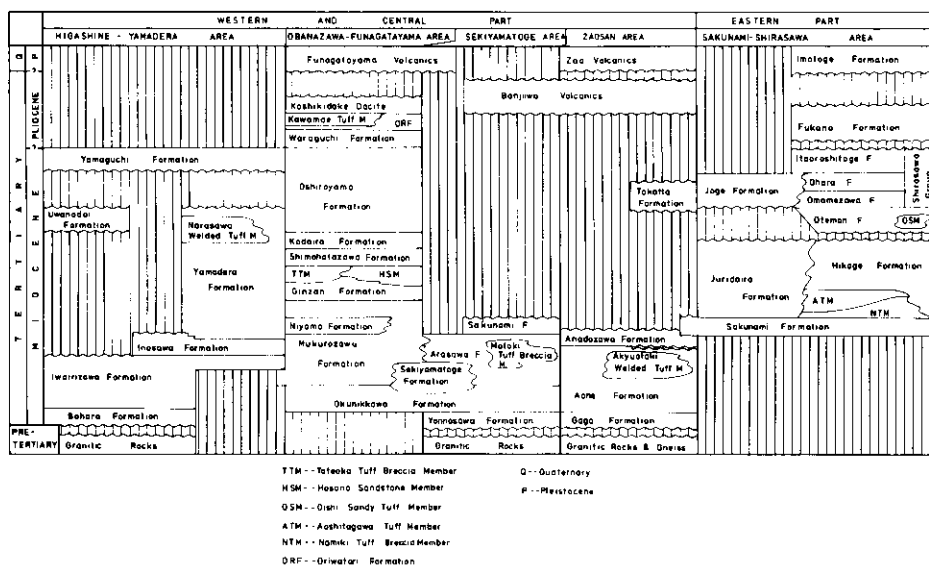
第3図 仙台付近の様式層序；N8, N9, N15, N16はBLOWの化石帯。右側のコラムの中の曲線は、左側が海進—海退を示すもので、右側がVAIL and HARDENBOL(1979)による海水準変動曲線である。黒い手の印は最大海進期および海水準の最大上昇期を示し、白い手の印は最大海退期および海水準の最大低下期を示す。

大まかに見ると槻木層から秋保層群までで、一つのサイクロセムが認められる(第3図)。

中新統最下部は、礫岩を主体とする汽水成層の槻木層であり、*Liquidambar-Comptoniophyllum-Fagus flora* で特徴づけられる。その上位には、主として安山岩よりなる高館層が重なる。その上位には、砂岩を主体とした茂庭層が重なる。本層からは、*Amphistegina radiata*, *Nephrolepidina japonica* 等が報告されている。本層は岩相から言うと、浅海成層である。その上位の旗立層は凝灰質細粒砂岩・シルト岩などが主である。本層からは、浮遊性有孔虫および放射虫の化石が報告されており(尾田・酒井, 1977), 微化石による編年がなされた。これによると、本層はBLOW(1969)のN9 zone からN15 zone に対比される。なお、本層最上部からは *Globorotalia aostaensis* が産出し、N16 zone の一部も本層にかかっている可能性が高い。旗立層の上位の綱木層は、礫岩・砂岩・凝灰岩・シルト岩などよりなり、旗立層の堆積環境よりは浅い堆積環境であったことが予想される。以上に述べた地層を不整合でおおって、主として陸成の火山碎屑岩類よりなる秋保層群が発達する。秋保層群の湯本層中には一部に溶結凝灰岩が認められる。火山碎屑岩は酸性のものを主体とする。本層群中からは植物化石が多産し、根の白石 flora と名づけられている。亀岡層からはじまる鮮新統仙台層群中には2つのサイクロセムが認められる。

3. 宮城山形県境奥羽脊梁山脈および内陸盆地縁辺地域〔Ⅱ〕地域

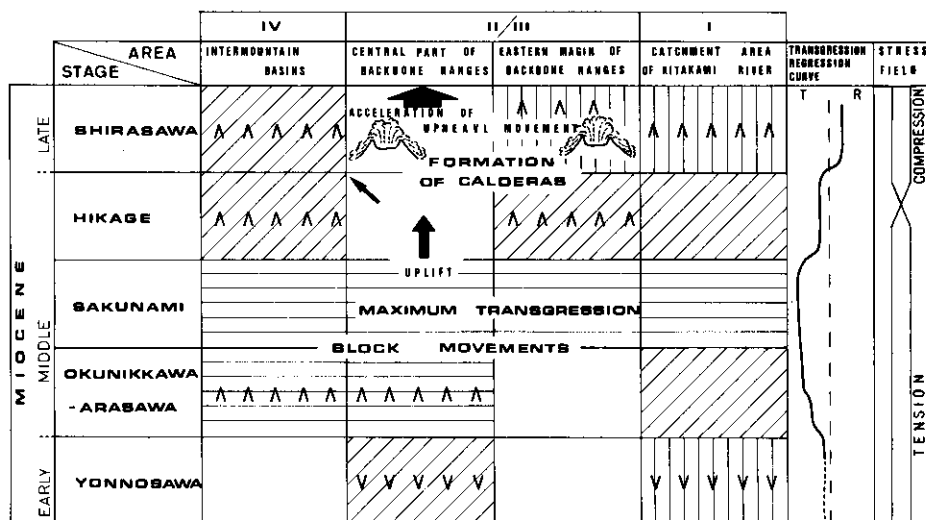
本地域の層位学的研究の結果は、天野(1980)で詳細に論じた。ここでは、その概略を述べる



第4図 宮城・山形県境奥羽脊梁山脈地域の模式層序

にとどめる。本地域の層序区分は、第4図に示した。この層序を、火成活動・古生物学的データ・岩相などを考慮に入れて時階区分したのが第5図である。四の沢時階は、安山岩質火山碎屑岩類が卓越することによって特徴づけられる。堆積環境は陸上ないしは陸に近い浅海であったものと思われる。北村(1959)の設定したI時階にほぼ相当する。奥新川-荒沢時階は石英安山岩、流紋岩および同質火山碎屑岩類によって特徴づけられる。本時階に属す諸層は主として海成層であり、海棲の軟体動物化石を産出する。しかし、本層準上部には局所的に陸成層の発達認められる*。たとえば、秋保大滝溶結凝灰岩部層や昆虫化石を産出する穴戸沢層などが陸成層と考えられる。作並

* 陸成層の発達する個所についての考察は、「構造運動との関係」の項でおこなう。



第5図 奥羽脊梁山脈地域の構造発達史；たてのハッチは非海成層，斜めのハッチは浅海成層，横のハッチは海成層を示す，v は安山岩～玄武岩の火成活動，△は石英安山岩～流紋岩の火成活動。

時階は海成の碎屑岩類が卓越することで特徴づけられる。本層準からは浮遊性微化石が産出し、本層準を仙台付近の旗立層下部に対比することが可能である。作並時階は、奥羽脊梁山脈地域では、最も海進が進んだ時期に相当する。日陰時階は、主として粗粒の碎屑岩類によって特徴づけられる。日陰層最下部からは渡辺（1975 MS）により *Globigerina druryi*, *G. praebulloides pseudociperoensis* が報告されており、Blow の N11～N12 zone に相当することが分かっている。白沢時階は、陸成酸性火山碎屑岩類によって特徴づけられる。酸性火山活動にともない脊梁山脈のへりの部分には、カルデラ*が形成されたものと思われる。なお、内陸盆地（ここでは尾花沢盆地）周辺部ではひきつづき海成層の堆積が続いている**

4. 奥羽脊梁山脈中の基盤ブロックのへりにあたる部分での層序（〔Ⅲ〕地域）

本地域についての詳しい研究は天野（投稿中）および栗原（1982 MS）がある。第6図は本地域の模式層序表である。下部中新統の二井宿峠層は、プロピライトで特徴づけられ、一部に海棲軟体動物化石を含むシルト岩が挟在している。板滑橋層は主として流紋岩質～石英安山岩質火山碎屑岩類を主体とするいわゆるグリーン

Age	Formation	Thickness
Quaternary	Zoo - Volcanics	
Miocene	late Yokokawa Formation Karasugawa Formation Kashiwagiya Formation	150 m 100 m 160 m
	middle Itanabashi Formation	450 m
	early Niijukutoge Formation	50 m
Pre-Tertiary	Granitic rocks and Gneiss	

第6図 宮城県関地域の様式層序

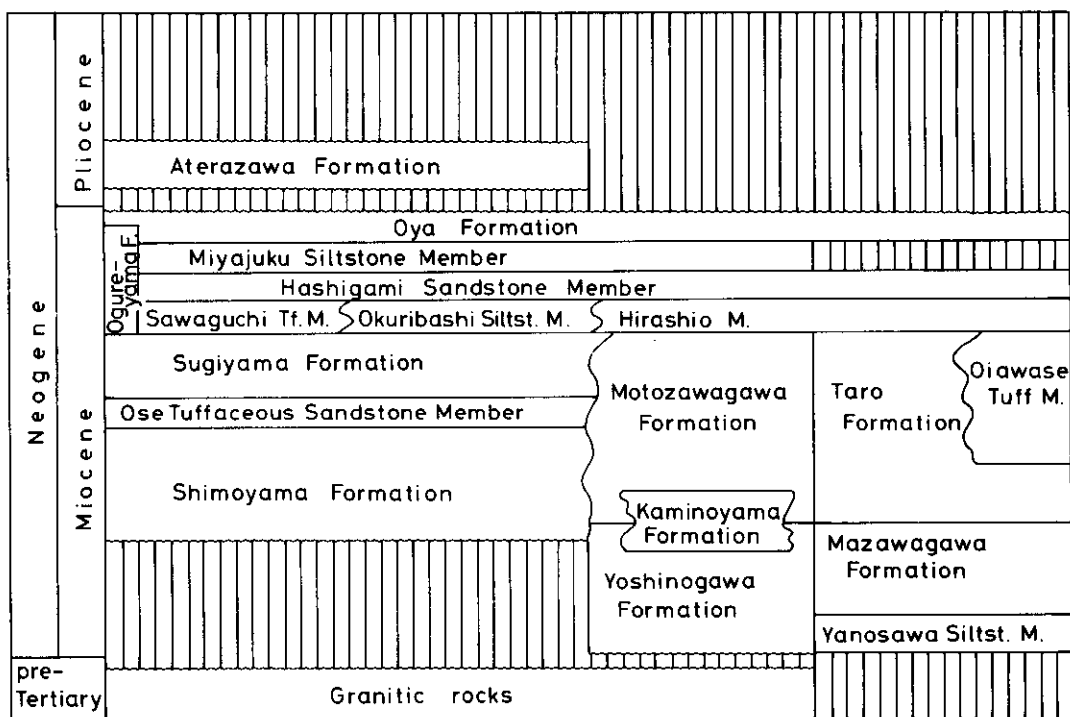
* 古火山体の復元は従来、充分になされて来たとは言えない。今後の重要な研究課題の1つであるといえよう。

** 「構造運動との関係」の項で考察を行う。

タフよりなる。基盤岩との境界付近の本層中には特徴的な角礫岩が発達する。本層中から海棲軟体動物化石が産出することから海成層であることが分かるが、基盤に近い部分においては、一部に溶結凝灰岩が発達しており、堆積環境は、一様な海域ではなく基盤岩の高まった地域は陸上であったことを示唆している。上部中新統の横川層、柏木山層、烏川層は陸成の酸性火山砕屑岩類を主体とする地層である。横川層からは *Fagus oblongus* を主体とする植物化石* が産出する。また、横川層の下部には淘汰不良の角礫岩が発達する。

5. 山形盆地西方の出羽丘陵地域（〔N〕地域）

本地域の全体的な記載については FUNAYAMA (1961) がある。その他に中川・天野 (1977MS) および天野 (印刷中) もある。本地域の模式層序表を第7図に示す。本地域の中新統は海成の砕屑岩類が主体である。下部中新統中には安山岩質火山砕屑岩類が、中部中新統には石英安山岩質火山砕



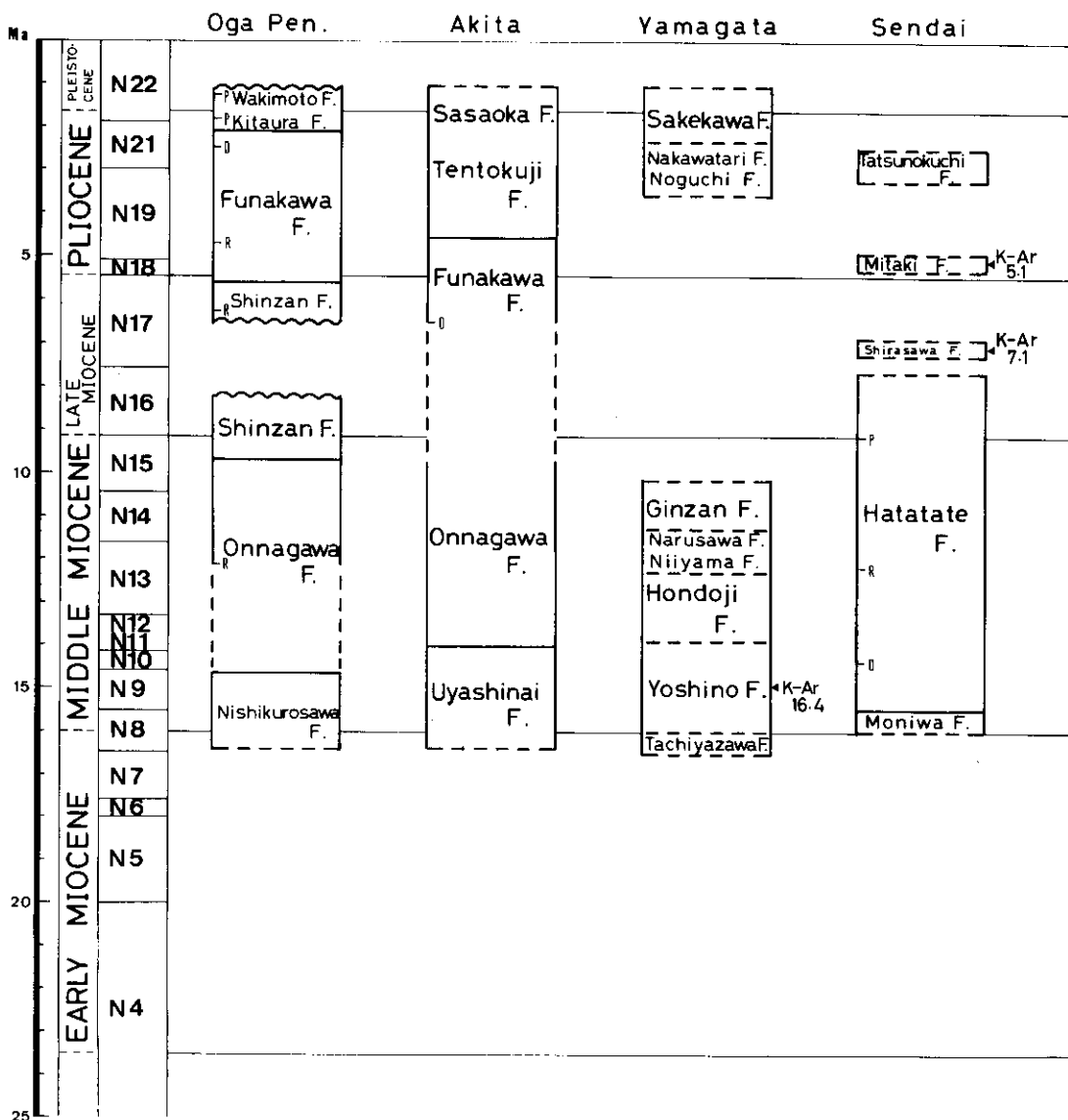
第7図 山形盆地西方の出羽丘陵地域の模式層序

屑岩類が挟在している。本地域の中新統中に明瞭なサイクロセムを認めることはできないが、おおまかには、中部中新統が、下部および上部中新統よりも深い環境であったということは言えそうである。本地域に分布する中新統の時代論は、十分になされているとは言えない。しかし、山形大学の研究者により、部分的に時代決定がなされ、その成果の一部は土ほか (1981) に公表されている。本小論では、この時代論に基づいて識論をすすめる。

6. 東北日本の中新統の時代論について

東北日本の中新統について、高い精度で微化石層位学・放射年代測定等によって年代が決定されているものについて、土ほか (1981) にしたがって整理した表が第8図である。現在行なわれて

* この植物化石群集から、横川層を上部中新統と断定することは困難である。今後検討の余地がある。



第8図 東北日本の新第三系の対比表 (土, 1981 による)

いる精度では、脊梁山脈地域・出羽丘陵地域の大部分の地域はカバーされていない。

この図から分かることは、東北日本に広範囲に分布する中新世の海成層の内、時代決定ができたものは、BLOWのN8～N15 zone にだいたいおさまっている。詳しくは、第Ⅴ節で議論するが、ここでこの時期が、海水準の静的上昇の時期と一致しているという点を指摘しておきたい。現時点で時代決定がされておられず、東北日本で広い分布を有する中新世の海成層は、将来、時代決定のデータが集まるにつれ、その堆積時期はこの時期(N8～N15)のどこかに相当することが予測できる。

Ⅲ. 東北日本の中新世構造発達史に関する従来のモデル

中新世における東北日本の構造発達史に関しては、従来、大別して3種類のモデルが提唱された。第1のものは、池辺（1962）・北村（1959）に代表される地向斜造山論にもとづくモデルである。第2のものは、FUJITA（1972）により提唱された隆起・陥没モデルである。第3のものとしては、プレートテクトニクスにもとづくモデルであり、最近提唱された代表的なものとしては NITSUM（1979）をあげることができる。従来、モデルは多数提案されているが、基本的には、上記の3種類のモデルのいずれかの範囲に入れることができる。

1. 地向斜モデル

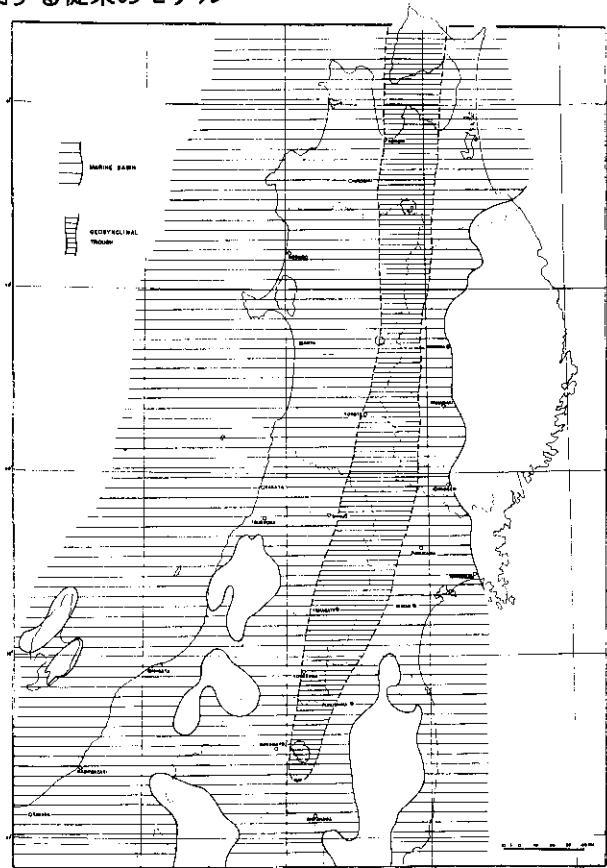
池辺（1962）は、中新世初期～中期にかけては、現在の日本海沿岸地域（新潟・秋田油田地域）を中心に東北日本に地向斜が発達していたと考えたすなわち池辺（1962）のモデルによれば、門前階～西黒沢階前期が地向斜生成期にあたり、西黒沢階前期～船川階中期が地向斜的積成期、船川階後期～鮎川階が地向斜解体期に相当する*。

北村（1959）は、台島・西黒沢期には、現在の脊梁山脈地域に、国見層の深海魚の化石によって示唆されるような地向斜内の海溝が存在し、西黒沢期後半以降、脊梁山脈地域の地背斜化ともなって地向斜的沈降帯は西方へ移動したと考えた。女川期には、脊梁山脈地域の地背斜化が開始されたとした。また、北村（1963）は、上述の南北にのびる地向斜的堆積盆に加えて、NW-SE 方向の基盤の構造（たとえば、本荘-仙台構造線）が堆積盆の形状を規制する重要な要素であることを指摘した。

池辺（1962）、北村（1959、1963）によって提案されている中新世の東北日本の構造発達に関するモデルは、基本的には、地向斜的沈降・地向斜の解体という考えにもとづいている。

2. 隆起・陥没モデル

FUJITA（1972）は、マグマ性隆起・陥没——火山活動——沈降という一連の変動により形成された直径 10 km～20 km の“陥没盆地”が、グリーンタフ地域の基本的な構造単位であり、中新世の東北日本はこの“陥没盆地”の集合体として説明した。そして、このようなメカニズムでおこる



第9図 北村（1959）による台島～西黒沢期における東北日本の古地理図

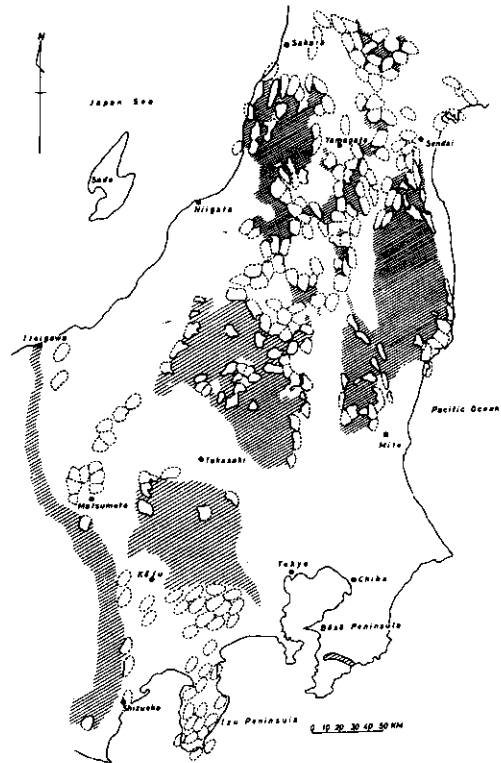
* ここで使われている時階区分は、現在このまま、東北日本全体に適用することはできない。この事情に関しては、本誌掲載の長谷川論文を参照されたい。

構造運動をグリーンタフ変動と名づけた。第10図に、FUJITA (1972) によって描かれた、中新世における東北日本の姿を示す。隆起・陥没モデルの基本単位は主として次の3つの野外での観察事実にもとづいている。①基盤岩中に存在する固結した断層の存在、②基盤と新第三系との境界付近に発達する崖錐礫の存在、③部分不整合の存在。また、中期中新世における海進は、日本列島の全体的沈降運動によるものとした(藤田, 1973)。

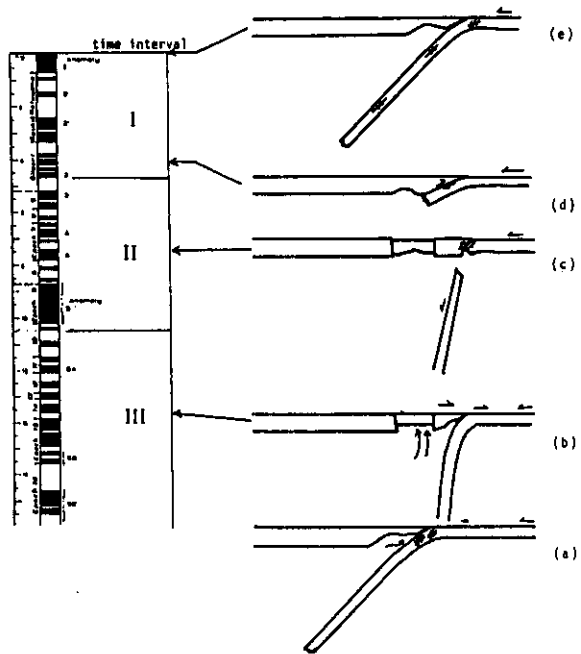
3. プレートテクトニクスに基づくモデル

東北日本の新生代テクトニクスに関するプレートモデルは、MATSUDA *et al.* (1967) のほかいくつも提案されているが、ここでは、1例として NIITSUMA (1979) のモデルをあげておく。NIITSUMA (1979) のモデルはプレート沈み込みの進化モデルである。つまり、東北日本各地の堆積速度の変化を求め、それを太平洋プレートの沈み込みの角度の変化で説明した。第11図にその概略を示す図を引用した。このモデルによると、10.4m.y. 以前の太平洋プレートの沈み込み角度は急角度であった(Mariana type)。この時期に日本海が形成された。4.7m.y. ~10.4m.y. には、急角度で沈み込んでいた太平洋プレートは途中でおれ、4.7m.y. 前後の時代には、いわゆるChile type の沈み込み帯となった。4.3m.y. 以前から現在までは Chile type と Mariana type の中間型であった。この NIITSUMA (1979) のモデルは KANAMORI (1977) のモデルにヒントを得たものであるが、地史に関連させて組み立てた点がユニークであった。

以上3種類のモデルについて簡単に紹介した。これらのモデルに共通した点は東北日本の中新世の green tuff 堆積盆の発達過程を主として tectonic subsidence で説明していることが特徴である。次の N・V 節において、東北日本の新第三系(特に中新統)の層序に対する筆者の考え



第10図 FUJITA (1972) による、台島～西黒沢期における陥沈盆地の分布；1 先新第三系、2 陥沈盆地、3 推定の陥盆地。



第11図 NIITSUMA (1979) によるモデル

方を述べたい。この考えは要約すると、『green tuff 堆積盆の発達は、海水準の上昇によって主として規制されており、tectonic な運動としては、ブロック運動が主体であって、これが堆積盆の発達様式にバラエティーを与えている』ということである。

IV. 海水準静的変化と東北日本中新統層序

近年、第三紀以前の海水準の静的変化が明らかにされるようになってきた。VAIL and HARDENBOL (1979) は安定大陸周辺の陸棚堆積物の解析より、第三紀における海水準の静的変化曲線を描いている。これによれば、初期中新世 Burdigalian の初期から海水準は上昇しはじめ、後期中新世 Messinian に急激に低下しており、1つのサイクルとなっている。そして海水準上昇の最大ピークは N12 ~ N13 付近にあることが読みとれる。中新世中期のこの海水準の上昇という現象はアフリカ大陸の南部でも最近確認されている (WILLIAM and RICHARD, 1981)。

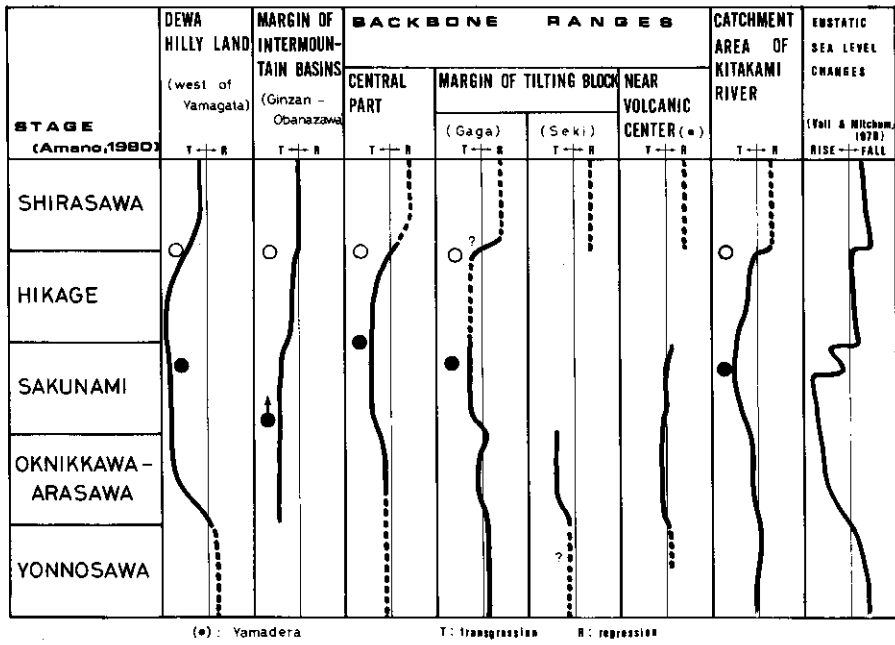
本節では、VAIL and HARDENBOL (1979) の提案した海水準静的変化曲線と東北日本のそれぞれ異なった“堆積区”の層序から求められた海進—海退曲線を比較検討する。従来より、造山帯において、層位学的データから海水準の静的変化を求めるのはむずかしいとされていた。それは、地域的な構造運動の影響をとりどりの困難さからきている (HALLAM, 1981)。筆者は、基盤のブロック運動を考慮に入れることにより、東北日本に関しては、この困難さをとりどりのことのできる可能性を次節において論じたい。なお、本節で述べる内容の概要については、すでに天野 (1981)、AMANO (1981) で論じた。

北上河谷帯の代表的地域である仙台付近の層序表は第3図に示したが、右側のコラムに層位学的データから求められた海進—海退曲線と VAIL and HARDENBOL (1979) による海水準の静的変化曲線を並記した。仙台付近では、旗立層が最大海進時の地層であり、その時代は N9 ~ N15 である。そして秋保層群が最大海退時の地層である。秋保層群中の白沢層からは、K-Ar 年代測定法により 7.1 m.y.* という値が得られている。これらはそれぞれ VAIL and HARDENBOL (1979) の海水準の最大上昇期および最大下降期に相当する。鮮新世以降についても、海進—海退曲線と海水準変化曲線はよい一致を示すように見えるが、本小論では、中新世に話題をしぼる。なお、仙台付近が、他の地域にくらべ、たいへんよい一致を示していることは注目すべきことである。

奥羽脊梁山脈地域においては、構造的位置のちがいによって、層位学的データから求められた海進—海退曲線が異なったパターンを示す。つまり、基盤の傾動地塊の傾動方向に内陸盆地の東縁までで作成されたセクションにおいては、仙台付近と同様のパターンを示す (第12図で central part とした部分)。ただし、中新世後期には、浅海化はしているものの、陸域にはなっていない。傾動地塊のへりの部分および火山活動の中心付近においては、系統的なパターンを示していない。特に、中期中新世の作並時階から日陰時階にかけての海進のピークが明瞭には認められていない。そればかりではなく、関地域などのように一部に溶結凝灰岩が認められることもある。奥羽脊梁山脈地域では、基盤ブロックのへりおよび火山活動の中心付近をのぞけば、海進—海退曲線は海水準変動曲線と一致したパターンを示しているのである。脊梁山脈中軸部における最大海進の時代は N11 よりも前であったものと考えられ、仙台付近にくらべれば、いく分早く浅海化しはじめたものと思われる。他の場所で一致しない部分は、テクトニックな影響によるものと思われるが、これについては次節で考察する。

出羽丘陵地域については、明瞭なサイクロセムが認められないため、海進—海退曲線を他の地域ほど明確に描くことはできないが、中期中新世における海進という点では他の地域と同様である。

* この測定値は、海水準の最大下降期に対比するにはやや古い値である。



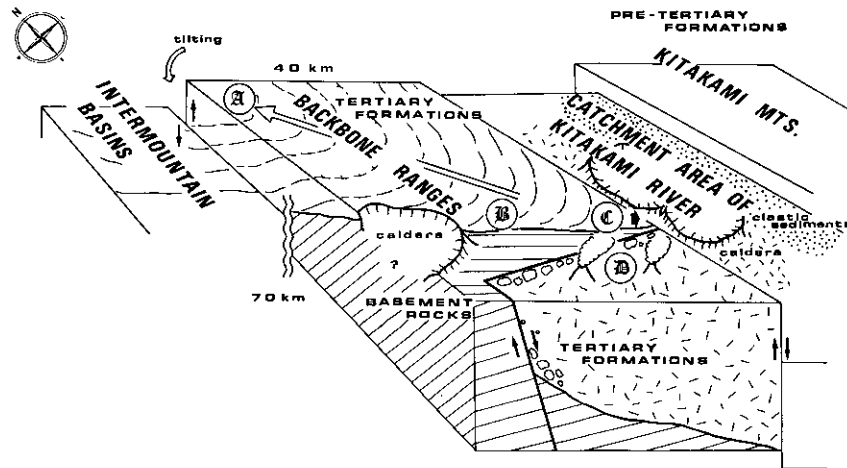
第12図 海進-海退曲線

ただし、後期中新世の海退という現象は、十分に把握することができない。これは、出羽丘陵から日本海沿岸地域にかけては、構造的な沈降量が大きく、海水準変動の影響が認めにくいことによるものと思われる。今後検討すべき問題である。

V. 構造運動との関係

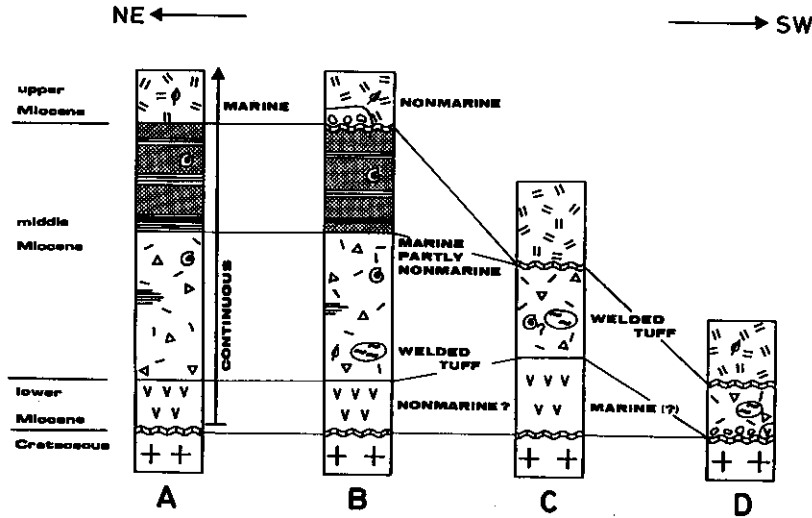
ここでは、奥羽脊梁山脈地域の中で、海進-海退曲線のパターンが、他の地域で描かれたパターン、あるいは VAIL and HARDENBOL (1979) の海水準変動曲線と大きく異なっている地域について、その理由を考察する。

第13図は宮城・山形県境付近の奥羽脊梁山脈地域の中新世における構造運動を示すために天野



第13図 第2図に示した地域のブロックダイアグラム；A, B, C, Dは第14図に示す柱状図の位置である。

(1980) をもとに描いた模式的なブロックダイアグラムである。この図からも分かる様に、中新世において脊梁山脈地域は北西方向への傾動運動が構造運動の主体をなしていたものと思われる。ブロックの規模は、南北約 70 km、東西約 40 km 程度であったであろう。ブロックの南部(図の D の部分)に分布している第三系は、隣のブロックの上に堆積したものと考えられる。第 14 図は、第

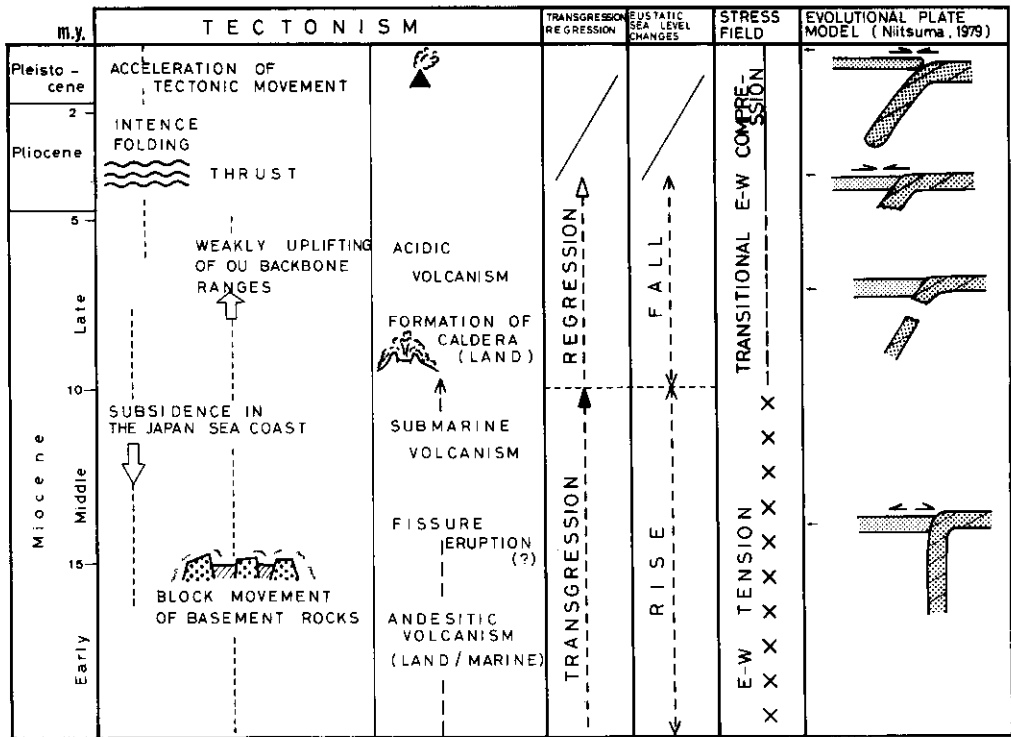


第 14 図 構造的に異なった地域で作成した模式的な柱状図

13 図中の A, B, C, D というそれぞれ構造的に異なった場所で作成した柱状図を模式的に示したものである。A は、北西へ傾動したブロックの北西部での柱状図であるが、特徴は下部中新統から上部中新統までが連続的に発達しており、他の地域に比較して地層が厚いことと、全て海成層であるということである。B および C は、基盤ブロックへりに当たる場所で作成した柱状図である。B では中部中新統の一部に熔結凝灰岩が発達していることが特徴である。C は、傾動ブロックの南東部で作成した柱状図であるが、中部中新統の地層は、他の地域のものにくらべたいへん薄く、海成層の発達も貧弱である。D は、ブロックとブロックの境界付近で作成された柱状図である。B, C, D といったブロックのへりないしはブロック同志の境界付近のものが、海水準変化曲線とは異なったパターンを示しているのである。すなわち、宮城・山形県境付近においては、北西に傾動するブロックの運動と海水準の静的変化を考えることにより、層位学的データは全て合理的に説明できる。東北日本の他の地域においても、中期中新世における構造運動は傾動地域運動が主体であった可能性が強く、今後、実際のデータに基づいた検討が必要となる。

東北日本全体の構造発達史を模式的にまとめたものが第 15 図である。初期～中期中新世においては、構造運動の主体は基盤ブロックの傾動運動であった。日本海沿岸地域は構造的な沈降運動が顕著であったものと思われる。後期中新世には脊梁地域は、わずかに隆起するが、隆起運動の主要な時期は鮮新世以降であり、第四紀になってから構造運動の速度はしだいに加速された可能性が高い。脊梁山脈・出羽丘陵のへの逆断層、褶曲は、鮮新世以降に主として発達したものであろう。中新世後期、脊梁山脈のへりにそった地域にカルデラの形成をともなう活発な酸性火成活動が陸上においておこったことも重要な特徴の一つである。

近年、岩脈法・断層解析等により中新世における古応力場の復元が可能になってきて、当時の構造運動に対して重要な示唆を与えるようになった。TAKEUCHI (1980), 竹内 (1981), NAKAMURA and UYEDA (1980), 天野 (1980) は岩脈法により、東北日本内帯の中新世における古



第15図 東北日本の新第三紀における構造発達史

応力場は σ_{Hmin} がほぼ東西であることを明らかにした。また、桑原（1982）は断層解析の結果をもとに、東北日本内帯では σ_1 が垂直で σ_3 がほぼ東西であることを明らかにしている。すなわち、東北日本内帯は初期～中期中新世には東西展張の応力場のもとにあり、鮮新世以降に現在の東西圧縮の応力場が変わったものと思われる。

傾動地塊運動は展張応力場での特徴的な運動様式であるといわれている(ZOBACK *et al.*, 1981)。初期～中期中新世における東北日本の構造運動は、この典型的な1例といえる。

第15図の右はしに NIITSUMA（1979）のモデルを書き添えてある。ブロックの傾動運動の時期は、このモデルでは太平洋プレートが急角度で沈み込んでいる時期に相当し、逆断層・褶曲の発達する時期は、低角度で沈み込んでいる時期に相当する*。

VI. まとめ

東北日本の新第三系層序は、微古生物学的研究・放射年代測定等により、従来よりも高い精度で議論できるようになってきた。しかし、一方では従来 standard としていた男鹿半島で作られた時階区分が必ずしも適当ではなかったことも分かってきた。

今までに明らかにされた岩相層序・化石層序等をもとに、東北日本の中新統層序（本小論では東北日本中央部を例にとった）を整理してみると、中部中新統に海成層が卓越し、上部中新統に浅海成層ないしは陸成層が卓越するという特徴が認められる。これは、全地球的規模の海水準の上昇・

* NIITSUMA（1979）のモデルに対しては、本誌の大槻論文において批判がなされている。今後、十分な検討が必要となる。

下降ということと密接な関係があるらしい。また、これに加えて展張応力場での基盤ブロックの運動を考慮に入れると、東北日本の中新統層序は、より一層整理されるものと思われる。

現在のところ、満足できる精度で上述の点を議論するためには、編年に関するデータが不十分である。精度の高いデータを集積する努力を続ける必要性が痛感される。

文 献

- 天野一男, 1980: 奥羽脊梁山脈宮城・山形県境地域の地質学的研究. 東北大学地質古生物邦報, 81, 1-56.
 ———, 1981: 東北日本の中新統層序と海水準静的変化——奥羽脊梁山脈・出羽丘陵地域を中心として——. 日本地質学会第88年学術大会講演要旨, 108.
- AMANO, K., 1981: The stratigraphy of Miocene Series in Northeast Honshu, Japan and eustatic sea-level changes. Proc. of IGCP-114 Internat. Workshop on Pacific Neogene Biostratigraphy, 109.
- 天野一男, 1982, 山形盆地周辺を構成する地質(5万分の1地質図及び同説明書). 東北農政局(印刷中).
 ———, 1982, 宮城県関地域の中新統の層序. 地質雑(投稿中).
- BLOW, W. H., 1969: Late middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In Bronnimann, P., and Renz, H. H. (eds.), Proc. 1st Internat. Conf. planktonic Microfossils, *E. J. Brill*, Leiden, 1, 199-421.
- 地学団体研究会仙台支部, 1980: 新編 仙台の地学. きた出版.
- FUJITA, Y., 1972: The law of generation and development of the green tuff orogenesis. *Pacific Geology*, 5, 89-116.
- 藤田至則, 1973: 日本列島の成立——グリーンタフ造山——. 築地書館.
- FUNAYAMA, Y., 1961: The geology and geological structure in the marginal area of the Yamagata Basin, Yamagata Prefecture, Japan. *Tohoku Univ., Sci. Rep., 3rd ser. (Min., Petrol. and Econ. Geol.)*, 7, 199-299.
- HALLAM, A., 1981: Facies interpretation and the stratigraphic record. Freeman and Company.
- HANZAWA, S., HATAI, K., IWAI, J., KITAMURA, N., and SHIBATA, T., 1953: The geology of Sendai and its environs. *Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd Ser. (Geol.)*, 25, 1-50.
- 長谷川四郎, 1982: 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——. 構造地質研究会誌, 27(本誌).
- 池辺 穰, 1962: 秋田油田地域における含油第三系の構造発達と石油の集積について. 秋田大地質研報, 10, 1-59.
- KANAMORI, H., 1977: Seismic and aseismic slip along subduction zones and their tectonic implications. In *Island Arcs, Deep Sea Trenches and Back-Arc Basins*, 163-174.
- 北村 信, 1959: 東北地方における第三紀造山運動について——奥羽脊梁山脈を中心として——. 東北大地質古生物邦報, 49, 1-98.
 ———, 1963: グリーンタフ地域における第三紀構造運動. 化石, 5, 123-136.
 ———・高柳洋吉, 1977: 新第三紀地質編纂上の諸問題. 藤岡一男教授退官記念論文集, 123-222.
- 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, 75, 17-49.
- 栗原秀平, 1982: 宮城県白石市周辺の新第三系の地質. 茨城大地球科学卒論(手記).
- 桑原 徹, 1981: 中新世における棚倉破砕帯の左横ずれ断層活動. 地質雑, 87, 475-487.
 ———, 1982: 東北日本弧外側地域の東西性~北西-南東性水平圧縮場を示す中新世横ずれ断層系——東北日本弧の中新世断層系とテクトニクス——. 構造地質研究会誌, 27(本誌).
- MATSUDA, T., NAKAMURA, K. and SUGIMURA A., 1967: Late Cenozoic orogeny in Japan. *Tectonophysics*, 4, 349-366.

- 中川久夫・天野一男, 1977: 最上川中流農業水利事業西部幹線トンネル地質観察調査. 東北農政局最上川中流農業水利事業所 (手記).
- NAKAMURA, K. and UYEDA, S., 1980: Stress gradient in arc-back arc regions and plate subduction. *Jour. Geophys. Res.*, 85, 6419-6428.
- NIITSUMA, N., 1979: Magnetic stratigraphy of the Japanese Neogene and the development of the island arcs of Japan. *Jour. phys. Earth*, 26, Suppl. S367-378.
- 尾田太良・酒井豊三郎, 1977: 旗立層中下部の微化石層位——有孔虫・放散虫——. 藤岡一男教授退官記念論文集, 441-456.
- 大槻憲四郎・天野一男, 1979: 東北日本における島弧変動と応力場に関する一考察. 総研〔島弧変動〕研究報告, 1, 59-62.
- 佐藤比呂志・大槻憲四郎・天野一男, 1982: 東北日本における新生代応力場変遷. 構造地質研究会誌, 27 (本誌).
- 鈴木達郎, 1980: 男鹿半島第三紀火山岩類に関する fission track 年代. 地質雑, 86, 441-453.
- TAKEUCHI, A., 1980: Tertiary stress field and tectonic development of the southern part of the northeast Honshu arc, Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, 23, 1-64.
- 竹内 章, 1981: 広域応力場の変遷と堆積盆のテクトニクス. 地質雑, 87, 737-751.
- TAMANYU, S., 1975: Fission-track age determination of accessory zircon from the Neogene-Tertiary tuff samples around Sendai City, Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 81, 233-246.
- 玉生志郎, 1978: フィッショントラック法による東北日本第三系の年代測定——秋田県男鹿半島, 岩見三内地域, 岩手県陸中川尻—焼石岳地域——. 地質雑, 84, 489-503.
- 土隆一編, 1981, 日本の新第三系の生層序及び年代層序に関する基本資料 (続編).
- VAIL, P.R. and HARDENBOL, J., 1979: Sea-level changes during the Tertiary. *Oceanus*, 22, 71-79.
- 渡辺文雄, 1974: 宮城県定義・白沢付近の地質. 東北大地質古生物卒論 (手記).
- WILLIAM, G.S. and RICHARD, V.D., 1981: Tertiary sea-level movements around southern Africa. *Jour. Geol.*, 89, 83-96.
- ZOBACK, M.L., ANDERSON, R.E. and THOMPSON, G.A., 1981: Cainozoic evolution of the state of stress and style of tectonism of the Basin and Range province of the western United States. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, A300, 407-434.