

## 地質時代区分における“中新世末期”の意義について

星 野 通 平\*

## 1. は し が き

地球の歴史をみると、地殻の変動、あるいは、地層の堆積、侵食、火山活動などがさまざまな単位の輪廻をもっていることが、ふるくからいわれていた。日本列島の一ばん新しい時代は、島弧時代とよばれている。この時代の日本列島は、火山活動や地震活動がさかんで、環太平洋地域という独特の性格をもつ地域の一部を形成している。地球の歴史にみられる輪廻の運動は、もちろん、同一面上を円運動しているものではなく、ら線上の発展運動をつづけていることは間違いない。このような切れ目なく輪廻の繰りかえしの形をとる地球の歴史を、それぞれの発展段階の特徴で区分することは、地球の歴史を正しく認識するためにも、地下資源の開発といった自然の利用の立場からも、きわめて重要なことである。

現在、地球は、氷河時代とよばれる、地球の全歴史からみればかなり異常な時代を経験している。このような時代の特徴はなにか、このような時代はいつからはじまったか、といった点について、すでに筆者はなん回かのべてきた(星野, 1962, 1970b)。ここではあらためて、地球の歴史の一ばん新しい時代のはじまりをどこにおくべきか、という点に焦点をしぼって私見をのべることにする。

## 2. 最新地質時代の区分についての従来の説

ふるく、矢部、青木(1924)は、日本列島の新生代を区分して、秋津・高千穂・瑞穂・敷島の4つの時代とし、瑞穂沈降時代は第三紀に、敷島隆起時代は第四紀にあたるとした。この場合の第四紀とは、長沼層の基底をもってはじまりとする、といわれている。

第2次大戦後、グリーンタフの研究の進歩にともなうて、グリーンタフ変動の特異性が強調されるようになった。つまり、日本列島の太平洋側では、古生界からはじまって四万十層群にいたるまで、つぎつぎと大洋側に造山帯が移行する教科書的な例がみられるのに、グリーンタフ地向斜は、このような規則性をやぶって、ふるい造山帯の地域を割って発生しているので、ここに新しい時代がはじまった、という考えが強くなった。この考え

は、今日でも強い影響をもっている(後アルプス総合研究グループ, 1966)。

市川(1970)は、日本列島の地質時代区分として、Archeotectonics, Palaeotectonics, Mesotectonics, Neotectonicsの4つの時代を提唱している。この場合、MesotectonicsとNeotectonicsの境界をみると、氏は、西南日本太平洋側を例にとり、Mesotectonicsは中新世までつづくとしながらも、グリーンタフ地域のことにふれると、グリーンタフ時代(中新世)のはじめからがNeotectonicsの時代である、とみている。

最近、藤田至則(1970・1972)は、第四紀初期と中期の境をもって、島弧時代のはじまりとしている。つまり、矢部・青木(1924)の敷島隆起時代が島弧時代であるということで、鮮新世は中新世と一括される時代であるという点でも、両者の考えは一致している。

## 3. 中新世末期以降の地質現象の特徴

## (1) 地域変動

地質時代の区分をどのような基準によっておこなうかは、多くの意見にわかれるところである。地質時代の区分には、性質と尺度を異にする大小の区分がある。筆者は、地質時代の区分の第一級の区分肢として、汎地球的な隆起・沈降(侵食・堆積)を目安にすべきである、と考えている。

地球の歴史をみると、1億5000万年ほどの周期で、隆起・沈降の輪廻をくりかえしている、といわれているが(ベロソフ, 1958a)、この場合、1つの輪廻において、隆起が先か沈降が先か、ということが問題になる。従来、地向斜堆積物が集積する沈降時代の後に、その地向斜堆積物を隆起させる運動がつづく、という見解が広く流布しており、ベロソフ(1958b)は、各輪廻は、地殻の沈降の優勢と海進ではじまり、隆起の優勢と海退で終る、とのべている。一方、KHAIN and MURATOU(1969)は、すべての輪廻のはじまりには地表は隆起しており、ついで地表は沈降し海はひろがる、とのべている。別にのべたように(星野, 1970a)、地殻の大規模な隆起は、地殻にとっては母系列のマンツルの物質の供給によるのであるから、隆起を輪廻のはじまりとするのが正しいであろう、と筆者は考えている。また、侵食がなげ

\* 東海大学海洋学部

れば堆積がないことから、この見かたの正しさがいえるであろう。地質輪廻においても、他の多くの事物の発生から消滅までの段階にみられるように、隆起の時代（発生の時代）は短期間で、その後の沈降の時代（発展・消滅の時代）はきわめて長期にわたるのが一般である。

地向斜の分布が、その後の隆起地域と直接むすびつかないことは、日本アルプスなどの新第三紀末期以降の顕著な隆起地域が、かならずしも、隆起の前段階に地向斜時代を経験していないことによっても明らかである。地球表面の高低の割合は、おもに7 km層（P波速度が7.2~7.8 km/secの地殻とマンツルの漸移層）の厚薄によるといわれている（DRAKE and NAFE, 1968）。7 km層の問題については、深くたちらないことにするが、新生代末期の汎地球的な隆起、つまり、膨張は、マンツルからの7 km層物質が地殻にくわえられた結果である、と筆者は考えている。7 km層は、地殻の隆起の原動力となっているだけでなく、火山作用にも大きな影響をあたえたはずである。

ところで、新しい地質時代における第一級の隆起運動は、いつからはじまったものであろうか。日本列島でいえば、中新世最末期（Tertiary G期）からである、というのが多くの地質学者の一致した意見である（池辺, 1958）。このことは、日本列島だけのことでなく、汎地球的な現象であり、世界各地にその例がしられている（星野, 1962）。つまり、中新世末期になって、地球は、パリスカン変動からはじまる1つの輪廻にわかれて、新しい時代——隆起時代（陸盛期）——をむかえたのである。なお、この隆起時代を、かつて筆者は「四紀造山」とよんだが（星野, 1962）、造山運動の定義づけは山脈の形成だけを基準にすべきである（KHEIN and MURATOV, 1969）。深成酸性岩・変成岩・褶曲などは、造山運動とは別の範疇において論じなければならないことで、燕山・ララミー変動など海盛期の変動を造山運動とするとはできまい。

中新世末期の隆起運動と、第四紀初・中期のあいだの隆起運動とは異質のものである、とみるむきもある。つまり、前者はグリーンタフ地向斜の地背斜化であるといわれている（牛来, 1955）。地背斜化という場合には、地向斜中に生じた酸性深成岩が原動力となって隆起がおこなわれたという考え方をもとにしているが、2つの隆起はともに汎地球的大規模な隆起運動であり、ともに、「塩基性マグマ」の活動に起因するものとみられるので、両者は区別することのできない、同一現象の2つの段階とみるべきである。酸性深成岩が地表に分布するところは隆起帯ということであって、それが隆起の原因

とみるべきでなく、むしろ、深成岩でさえ地表に露出するまでに押し上げられた地域である。第三系・第四系の酸性深成岩礫でさえ、その後背供給地が不明の場合がある。このことは押し上げられた根のない酸性深成岩体が侵食されつくした、とみてよかろう。

地殻変動に関連して、構造方向の試論がある。藤田至則（1970）は、島弧方向は第四紀にはじまるとし、藤田和夫（1968）は、中新世～第四紀初期の構造方向は東西性の瀬戸内方向をとり、それ以降は南北性の鈴鹿方向をとる、とのべている。構造方向は、時代とともに順次変化するといわれているが（杉山, 1970）、このことの理由はいまのところ明らかにされていない。したがって、中新世末期以降の構造方向の問題については、今後さらに研究がつづけられなければならない。小西（1972）は、琉球弧の構造は、中新世末期以降につくられたものである、とのべている。

## （2）火山活動と火山岩

第四紀の火山分布がグリーンタフの分布と密接な関連をもつことが指摘されている（MINATO *et al.*, 1956）。しかし、グリーンタフ地域に直接関係のない中央アルプスなどにも第四紀の火山が分布する。新しい火山は、隆起帯に発生したものであって、グリーンタフと火山の分布の関係をいえば、深部断層（KHEIN and MURATOV, 1965）の影響をうけて、中新世に顕著な堆積盆地となったグリーンタフ地域は、汎地球的な隆起に際しては、深部断層の影響によってたやすく隆起に転じ、その際、深部断層を媒介して火山活動がおこなわれたとみるべきであろう。つまり、鮮新世以降の火山活動は、隆起帯に特徴的に活動しているということである。このことは、会津盆地の鮮新統の山都層群（真鍋, 1972）などで指摘されたが、北海道の鮮新世～洪積世の酸性火山活動が、日高帯の隆起部の延長でおこなわれているということも（湊ほか, 1970）、おなじことを意味していよう。これに反して、グリーンタフ時代（中新世）の火山活動は、それが湖水であると海水であるとを問わず、滞水盆地内の火山活動である、といわれている（藤田至則, 1969）。つまり、中新世の火山活動は、沈降地域（堆積地域）に生じたものであり、一方、中新世末期以降の火山活動は、隆起地域（侵食地域）に生じたものであって、両者の活動様式はことなっている。活火山が、沈降地域になく隆起地域に分布することは、100年ほど前にDARWIN（1874）によって指摘されていたことであり、大塚（1942）が、火山は沈降地域に活動しているとのべているのは、広い地域にわたって火山活動をみる場合には、明らかに間違っている。第四紀の火山活動がおこなわれているところ

は、地殻が隆起するところである、という構造解析結果も報告されている（鈴木尉元, 1968）。

中新世と鮮新世の火山活動の様式のちがいは、火山岩の性質上からいえる。

九州北部から山陰にかけての火山岩は、鮮新世初期を境として大陸系火山岩（アルカリ玄武岩）となることが指摘されている（松本, 1966）。おなじことは、山陰から近畿北部地域でもいわれていて、Tertiary G 末期から H 期にかけての火山岩（主として玄武岩）は、 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  が 15% 以上、 $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$  は 50% 以下のもので、このような火山岩類の本源マグマはアルカリかんらん石玄武岩質マグマである、とされている（藤田崇, 1969）。

鮮新世、および、洪積世初期に、北海道や東北日本に広く酸性火山岩が分布する。この酸性火山岩は、中新世のグリーンタフを形成する酸性火山岩と本質的に同一のものであろうか。この点についての筆者の知見はきわめて不十分なものであるが、両者は、成因的にかなり異ったものであろう、という見通しをもっている。

長野県北部に分布する鮮新—洪積世の酸性火山岩について、竹下(1968)は、興味ある研究を發表している。本地域は、姫川区・水内区・長野—東筑区に分けられ、水内区の圧倒的な安山岩区をはさんで南北に優勢な酸性火山岩区があり、酸性火山岩区では玄武岩が多く、この玄武岩は高アルミナ玄武岩に属するという。竹下は、酸性火山岩の母体としてこの玄武岩を重視し、安山岩・酸性火山岩は玄武岩マグマの分別結晶の結果であろうとしながらも、あわせて、玄武岩マグマが熱源として作用し、地殻が再溶融した結果の産物である、という可能性についてもふれている。つまり、地殻の隆起の原動力となった塩基性岩層（7 km 層）を熱源とする酸性地殻の再溶融による、酸性火山岩の形成が推定される。酸性火山岩の活動に前後して、玄武岩活動があったことは他の地域でも知られている（湊ほか, 1970）、中新世末期—鮮新世初期に、地殻に新しい熱源の供給があったことは、地球物理学的な検討からも推定されている（早川, 1973）。

中新世の、いわゆる第三紀花崗岩といっしょに玄武岩が産出することが知られている（生出・折本, 1966）。両者の関連性についての検討は興味ある課題である。そして、勝井(1968)の、つぎのような指摘に大きな関心をよせる次第である。つまり、日本列島の火山岩をみると、新生代後期には、安山岩がおなじ性質の玄武岩と伴することが多く、共通の岩石区をつくって島弧にそって帯状構造をしめすが、中生代後期に例をとると、多量の酸性マグマがあり、これらが玄武岩マグマからみちびかれたという直接の証拠はない、と。このことから、酸

性岩と玄武岩とのかかわりあいのあり方が、白亜紀—中新世（沈降期＝海盛期）と中新世以降（隆起期＝陸盛期）とでは本質的に異なるのではないかと推定される。

生出・大沼(1960)は、東北グリーンタフの奥羽区では、グリーンタフ地向斜の形成期から造山期まで、一連の酸性火山岩の活動がみられ、これらは、玄武岩マグマの混成作用によってつくられたものであろうとし、これらの石英安山岩の特徴をつぎのようにのべている。

1) 斜長石の組成範囲がきわめて広い。2) 内核に anorthite—bytownite をふくむ。3) 累帯構造の型が変化にとむ。4) 有色鉱物の組合せが多種多様で、まれにかんらん石をふくむ。5) 石英は一般にひどく融食されている。筆者は、中新世末期、ないし、鮮新世初期の酸性火山岩にみられるこのような特色が、どのようなことを意味するかを讀取る知識をもたない。ただいえることは、このような特徴を濃飛流紋岩のそれと比較検討することや、鮮新世以降の酸性火山岩分布地域の基盤岩の構成をしらべることは、きわめて興味あることと思われる。

伊豆半島の鮮新世の石英安山岩は、その岩体の巨大さにもかかわらず、深成岩相がまったくみられない、といわれている（沢村ほか, 1970）。中新世の酸性火山岩と第三紀花崗岩とは密接な関連をもっている。鮮新統の酸性深成岩の露出がみられないということは、侵食作用がまだたりないということではなく、中新世と鮮新世の酸性火成岩の成因が、根本的にことなっている結果であろう。

中新世の酸性火成活動が金属鉱床の形成に関連し、鮮新世以降の酸性火山岩が金属鉱床と無関係なことも、多分、上述のことと深くむすびついていることと考えられる。また、中新世の火山活動が沈降地域（海底）でおこなわれていたのに、鮮新世以降の火山活動が隆起地域（陸上）でおこなわれていたことは、海成中新統が石油を産出するのに、海成鮮新統などに石油が産出しないことと密接な関連をもっていることと思われる。

### (3) 地層の堆積

鮮新世以降の海成層の堆積形態の特徴については、すでになん回かのべた（星野, 1968, 1972）。これをとりまわると、第1に、鮮新世以降の海成層は、堆積盆地の中心では、中新統からひきつづいて整合的にかさなっているが、堆積盆地の周縁では隆起する基盤に abut し、overlap しながら堆積しており、overlap する部分で基盤の波食台のうえにたくさんの生痕をのこしている。このような堆積形態は、Würm 最盛期以降の、埋積谷に堆積している海成層に特徴的にみられるところ

で、これらは海面上昇によってもたらされた地層であり、鮮新世以降の海成層は、いずれもこのような特徴をもっている。

第2は、鮮新世以降の海成層の厚さであり、堆積盆地の中心では2,000mをこえることがないのに、盆地周縁の隆起地域では2,000mをはるかにこえる厚さになる、といった点である。このことを関東地方でいえば、房総半島の黒滝不整合以上の地層は、夷隅川沿いでは上総層群だけで2,850mになる(河井, 1961)。一方、関東盆地中心部の春日部における深層試錐の結果によれば、黒滝不整合以上の地層の厚さは、大きく見積っても、1,700m弱である(矢崎ほか, 1963; 福田, 1963)。また、新潟でいうと、灰爪層には丘陵型の灰爪層と平野型の灰爪層があり、前者の方が層厚が大きいと報告されている(池辺・片平, 1972)。周縁隆起地域にくらべて、堆積盆地の中心部のほうが層厚が小さいというのが海成鮮新統の特徴である。

筆者(1968)は、中新世末期の海水準は、現在にくらべて2,000mほど低いところにあり、鮮新世以降の海成層の堆積は、海水準の上昇にともなっておこなわれたもので、鮮新世以降の海成層は2,000mをこえないとべた。しかし、このことは堆積盆地の中心の地層についてあてはまることで、堆積盆地周縁の隆起地域では、隆起につれて堆積速度の大きい周縁層が刺身のようにかさなっていくので、2,000mをこえる厚さになる。

ひるがえって、海成中新統をみると、筆者がかつて調査したかぎりでも、群馬県南西部の中新統は、堆積盆地の中心ほど層厚が大きい。海成中新統の堆積は堆積盆地の基盤が沈降する結果おこなわれるものであるから、中心ほど厚く、堆積盆地の周縁にいくにつれて薄くなる海成層が分布する。中新世末期以降、つまり、黒滝不整合の時代を境にして、中新世と鮮新世以降の海成層の堆積機構はまったくことになっている。

#### (4) 古生物

古生物の進化は、地球の歴史とは一応別のことがらである。しかし、両者のあいだに密接な関係があることはいうまでもない。生物の進化は、自然の変遷を背景にしておこなわれているからである。

ふるくから、中新世の化石は、日本列島の広域にわたって低緯度性のものが分布しているが、鮮新世になると、大桑・万願寺動物群と掛川動物群といった、寒流・暖流系の2つの動物群が出現した、といわれていた。このようなことは、その後の研究によってますます明らかにされている。中新世の北浦階から鮮新世の脇本階にかけての軟体動物群の変化は、他の時代のそれと比較して

もっともいちじるしく、鮮新世初期以降、現世種・北方種が出現したという(小高, 1958)。また、植物化石についていえば、植物群のいちじるしい変化は、中新世中～後期のものと、中新世後期～鮮新世前期にいたる植物群のあいだにみとめられるという(鈴木, 1959)。

現在、小型有孔虫や絶対年代を基準にして、新しい観点のもとに新生代の編年がおこなわれている。これによると、対比表における中新世・鮮新世の境界は、従来とはかなり異っているのがふつうである。この問題は1つには定義の問題であって今回はふれないことにする。ここでは、かつていわれていたように、黒滝不整合をもって中新世と鮮新世の境界とする。海成層の堆積形態などを手がかりとして、黒滝不整合の時代を全国にもとめれば、滝川層・瀬棚層・竜ノ口層・多賀層・中津層・灰爪層・大桑層・掛川層・白浜層・妻層などの基底の不整合である。不整合の同時代性については一部にその効用を疑問視するものもあるが、それは地殻変動にもとづく不整合の場合であって、海水準変化にもとづく不整合は、“沖積統”下の不整合のように、汎地球的に同時性がたしかめられる、またとない対比の手段である。

なお、関東地方では、黒滝不整合以降の堆積盆地が、第四紀までひきつづいていることが指摘されているが(小池, 1951; 藤田, 1960)、同様なことが、滝川層以降の石狩平野でもいわれている(吾妻, 1962)。

#### 4. む す び

地球の歴史をみると、たくさんの山脈がそびえ、氷河が広くひろがる陸盛期と、海がひろがり、おだやかな気候が支配する海盛期のくりかえしがみられる。陸盛期は短く、海盛期は長大な期間をしめている。

海盛期には、深部断層にそって地向斜がつくられ、地向斜の深部には花崗岩マグマが形成され、マグマから選別されて金属鉱床がつくられる。また、この時代の海底火山活動にともなう無機栄養塩によって養われたプランクトンは、石油の源をつくる。陸盛期には山やまは隆起し、この隆起にさいしては、新しい地向斜堆積物はそのまま押し上げられ、古い地向斜では深部断層に境された地塊状の隆起がおこなわれる。また、この時期には、すべての地質現象の根源の7km層の活動にもとづいて、地殻の大変動がおこり、大洋底の隆起がおこなわれる。隆起した大洋底は海水準を上昇させ、その結果、隆起帯の側面に海水準の上昇にみあった厚さの海成層が形成される。陸盛期と海盛期のもっとも重要な具体的なちがいは、前者では大陸地殻上に地向斜の発展がみられ、後者の場合には、全地球的な規模で山脈が形成されることで

ある。

中新世末期——黒滝変動期——は、まさに、このような質がまったく異なる陸盛期・海盛期の境であり、地球の歴史上、第一級の時代区分の境である。このような主張には、今後さらに多方面からの詳細な分析が必要であるが、あえて筆者の考えの荒筋をここにのべて、多くの方がたのご批判をお願いする次第である。

## 文 献

- 吾妻 穰 (1962), 北海道低地帯の地帯の地下構造. 石技報, vol. 27, p. 345-382.
- ベローソフ, V.V. (1958a), 構造地質学(2). (地団研ほん訳委訳) 430p., 築地書館, 東京.
- ベローソフ, V.V. (1958b), 構造地質学の若干の問題. 地質雑, vol. 64, p. 99-102.
- DARWIN, C. (1874), The structure and distribution of coral reefs. (2nd ed.), 278p., Smith, Elder, London.
- DRAKE, C. L. and J. E. NAFE (1968), The transition from ocean to continent from seismic refraction data. The crust and upper mantle of the Pacific area (Geophys. Monogr., vol. 13), p. 174-186.
- 藤田至則 (1960), 東北日本におけるグリーンタフ地向斜の古地理的・造構史的変遷に関する法則性. 地球科学, no. 50・51, p. 22-35.
- (1970), 北西太平洋の島弧周辺における造構運動のタイプとそれらの相関性, 島弧と海洋 (星野・青木編), p. 1-30, 東海大学出版会, 東京.
- (1972), 日本列島における新生代の変動. 科学, vol. 42, p. 212-220.
- 藤田 崇 (1969), 山陰～近畿北部のグリーンタフ末期の火成活動. グリーンタフに関する諸問題 (地質学会第76年総会討論会資料集), p. 145-154.
- 福田 理 (1963), 春日部層序試錐の坑井地質層序. 地調月報, vol. 14, p. 379-380.
- 牛来正夫 (1955), 火成岩成因論(上). (地学双書 8), p. 128, 地団研, 東京.
- 早川正己 (1973), 地殻熱流量あるいは地表付近の温度分布よりの地下熱源の推定. 総研B中央構造線討論会発表 (清水, 東海大).
- 星野通平 (1962), 太平洋 (地学双書 18), 136p., 地団研, 東京.
- (1968), 海成鮮新統の堆積について. 地質雑, vol. 74, p. 363-370.
- (1970a), 第三紀末期の海水準変化と海溝の形成. 島弧と海洋 (星野・青木編), p. 155-177, 東海大出版会, 東京.
- (1970b), 大陸斜面. 深海地質学 p. 1-143, 東海大出版会, 東京.
- (1971), 大陸棚. 浅海地質学, p. 253-439, 東海大出版会, 東京.
- (1972), 中新世末期以降の海水準上昇と海岸平野の形成. 地質学論集, no. 7, p. 181-188.
- 藤田和夫 (1968), 六甲変動, その発生前後—西南日本の交差構造と第四紀地殻変動—. 第四紀研, vol. 7, p. 248-260.
- ICHIKAWA, K. (1964), Tectonic status of the Honshu major belt in South-west Japan during the early Mesozoic. Jour. Geosci., Osaka City Univ., vol. 8, p. 71-107.
- 池辺展生 (1958), 日本の中・上部第新第三系の一般的特性総合討論. 地質雑, vol. 64, 362-364.
- 池辺 穰・片平忠実 (1972), 新潟油田新第三系の堆積速度. 新第三系の生層序に関する討論会発表 (地質学会第79年総会討論会).
- 勝井義雄 (1968), 日本の火山および火山岩の研究. 日本の地質学, p. 147-172.
- 河井興三 (1961), 南関東ガス田地帯についての鉱床地質学的研究, 石技報, vol. 26, p. 212-266.
- KHAIN, V. E. and M. V. MURATOU (1969), Crustal movements and tectonic structure of continent. Geophys. Monograph, vol. 13, p. 523-538.
- 後アルプス総合研究グループ (1966), 序文 (東北日本グリーンタフ変動). 地団研専報 12, 地団研, 東京.
- 小池 清 (1951), いわゆる黒滝不整合について. 地質雑, vol. 57, p. 143-155.
- 小西健二 (1972), 琉球から台湾まで. 科学, vol. 42, p. 221-230.
- 小高民夫 (1958), 東北日本の軟体動物化石. 地質雑, vol. 64, p. 361.
- 真鍋健一 (1971), 会津盆地, 討論会 洪積世の堆積盆地における発表 (地団研総会討論会).
- 松本徭夫 (1966), 西日本の日本海地域における(後期)新生代の火成活動史. 日本海の地学的諸問題 (地質学会第73年討論会資料集), p. 113-121.
- MINATO, M., K. YAGI and M. HUNAHASHI (1965), Geotectonic syntheses of the Green Tuff regions in Japan. Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. Tokyo, vol. 34, p. 237-265.
- 湊 正雄・橋本誠二・藤原嘉樹・熊野純男 (1970), 北海道における鮮新—洪積世の火山活動の時代. 第四紀研, vol. 9, p. 128-129.
- 生田慶司・大沼晃助 (1960), 東北日本を中心にした「グリーンタフ」時代の火成活動. 地球科学, no. 50・51, p. 36-54.
- ・折本左千夫 (1966), Volcano-plutonic complex としての Tertiary granitoids. 東北日本のグリーンタフ変動, 地団研専報 12, p. 127-137.
- 大塚弥之助 (1942), 日本の地質構造. 272p., 同文書院, 東京.
- 沢村孝之助・角清愛・小野晃司・盛谷智之 (1970), 下田地帯の地質. 地域地質研究報告 (地質調査所), 41p.
- 杉山隆二 (1970), 「島弧と海洋—西南日本弧とフィリピン海—に関するシンポジウム」に出席しての所感. 島弧と海洋, p. 205-209.

鈴木敬治 (1959), 東北日本における新生代第三系産植物化石群の時代的遷移について. 新生代の研究, no. 30, p. 1-24.

鈴木尉元 (1968): 造構運動の深部過程としての地震活動. 地質学論集, no. 2, p. 72-73.

竹下 寿 (1969), 長野県北部のフォッサマグナ地域の酸性火山作用と塩基性火山作用. グリーンタフに関する諸問題 (地質学会第76年総会討論会資料集), p. 179-189.

料集), p. 179-189.

矢崎清貫・鈴木尉元・影山邦夫・三梨昂・宮下美智夫・島田忠夫 (1963), 北関東の地質からみた春日部層序試錐 (GS-1). 地調月報, vol. 14, p. 378-379.

矢部長克・青木廉二郎 (1924), 日本新生代の地層の対比. 東北大邦報, no. 4, p. 1-14.

.....

### Significance of late Miocene in division of geological history

Michihei HOSHINO

(Abstract)

It is important to divide the geological history from what kinds of view point, to clarify the earth's history which has the cyclic development. The writer considers that the late Miocene must be the first class turning period to divide the geological history. There are some characteristics in this period as follows:

- (1) There have been violent earth's crust upheavals in global scale since the late Miocene.
- (2) The volcanic activity can be seen in the uplifted areas since the late Miocene, while it can be seen in the subsidence areas before that period.
- (3) There have been evidences of 2000 meters' rise of sea-level until the early Pleistocene since the late Miocene.
- (4) The thickness of the marine sedimentary formation in the Miocene, shows the maximum value

in the central part of the sedimentary basin, on the other hand, that after the Pliocene, shows the maximum in the upheaval areas around the sedimentary basin margins.

- (5) Looking at the fossils after the late Miocene, they show the obvious climatic zones compared with those in the Miocene, and the formers show the predominant appearance of the recent species. The growth of glacier is one of the special features in this period.

After all, it is clear that in the time after the late Miocene, the lands have widely grown and the high mountains have also been formed, and it can be completely distinguished from the marine predominant period on the earth since the Cretaceous till the Miocene.