

## 総説

## 竹内貞子<sup>1</sup>：東北地方における後期新生代の植物相および植生の変遷 - 故鈴木敬治，故相馬寛吉両先生の業績をもとにして -

Sadako Takeuti<sup>1</sup>: Late Cenozoic flora and vegetation changes  
in northeast Honshu, Japan  
—Contribution of Late Professors K. Suzuki and K. Sohma—

**要旨** 会津盆地に分布する上部新生界山都層群は中新統の最上部から中部更新統までを含み、下位より藤峠層，和泉層，七折坂層，塔寺層に分けられ，各層はそれぞれ3帯，2帯，5帯，6帯の植物化石群集帯に分けられる。上部更新統は主に段丘堆積物で，4化石群集帯に分けられる。中新世末の白子，州谷帯はわずかに亜熱帯性要素を伴う温帯性要素で特徴づけられる。漸移期である夏井帯の後，前期鮮新世の小柳津帯は，温帯性要素で特徴づけられる。地磁気極性年代尺度のガウス期と松山期の境を中心にした小柳津帯から袋原帯にかけての時期に，会津盆地からの分類群の消滅や，新たな分類群の出現がみられる。植生の最も大きな変化は，ハラミロ・サブクロンから松山期とブルン期の境界にかけての大沢帯から塔寺IV帯にかけての時期に生じ，第三紀型の分類群や外地生の分類群が次々と消滅し，代りに日本列島固有種や亜寒帯性の分類群が出現している。*Metasequoia* は，鮮新世末のオルドヴァイ・サブクロンの時期以後，大型遺体は産出しなくなり，花粉化石のみの産出となるが，やはり松山期の終りに消滅する。ハラミロ・サブクロンの後，気候の温暖化と寒冷化の周期的な変動がよりはっきりする中で，植生も温帯性落葉広葉樹林と亜寒帯性針葉樹林とがくり返しながらい，現植生に近づいていった。

**キーワード**：後期新生代，植生史，植物相，東北地方，山都層群

**Abstract** The Upper Cenozoic Yamato Group in Aizu Basin, Northeast Honshu, ranges from the Upper Miocene to the Middle Pleistocene and is divided into the Fujitoge, Izumi, Nanaorezaka, and Todera Formations, in ascending order. Each formation is subdivided into three, two, five, and six plant fossil assemblage zones, respectively. For the Upper Pleistocene, four plant fossil assemblage zones are recognized in terrace deposits. The Shirako and Sudani plant fossil assemblage zones in the Late Miocene are characterized by temperate elements accompanied by a few subtropical elements. After the Natsui zone, the Koyanaizu zone in the Early Pliocene is mainly characterized by temperate elements. Around the boundary of the Koyanaizu and the Fukurohara zones, close to the Gauss-Matsuyama boundary, many taxa disappeared and several taxa including exotic ones appeared. Since the end of the Olduvai subchron, *Metasequoia* became rare except for its pollen. The most significant vegetation change characterized by the extinction of Tertiary-type taxa and exotic taxa and the appearance of subarctic taxa occurred between the Jaramillo subchron and the Matsuyama-Brunhes boundary. After the Jaramillo subchron, periodical changes of vegetation were associated with more distinct climatic cycles of warm and cold periods. The temperate deciduous broad-leaved forest alternated with the boreal coniferous forest, and the vegetation gradually became similar to the modern one.

**Key words**: flora, Late Cenozoic, northeast Japan, vegetation history, Yamato Group

### 1. はじめに

東北地方には植物化石を含む後期新生代の地層が各地に分布している。東北地方の後期新生代，とくに第四紀の植物相に関する研究の基礎は，故鈴木敬治，故相馬寛吉両先生によって築かれたといっても過言ではないであろう。

故鈴木先生は福島大学教育学部地学研究室で，第三紀から第四紀にわたる大型植物化石の研究に取り組みましたが，1994年に逝去された。故相馬先生は東北大学理学部生物学教室で，現生花粉をはじめとして第三紀，第四紀の花粉

化石を研究されたが，1995年に逝去された。両先生の共同研究は1960年代に始まり，亡くなられるまで続いた。1960年代に地質学の分野でもいわゆる近代化，総合化が進んだことと関連して，植物化石群集の解析においても大型遺体化石群集と花粉化石群集の両側面からの資料を総合的に組み合わせ，お互いの長所，短所を補充していく試みがはじめられた。その中で，植生史という観点で両先生の研究が重なってくるのが，会津盆地を中心とした東北地方南部の研究である。

<sup>1</sup> 〒980-0014 仙台市青葉区本町2丁目20-2 斎藤報恩会自然史博物館

Saito Ho-on Kai Museum of Natural History, 20-2, Honcho 2-chome, Aoba-ku, Sendai 980-0014, Japan

会津盆地には中新世末から中期更新世にわたってほぼ連続的に堆積した地層(山都層群)が広く分布している。鈴木・那須(1988)は、この時期の堆積物で、層位、古地磁気層位、放射年代などの資料とともに、植物化石による分帯が行なわれているのは、東北地方では山都層群に限られていると述べているが、この状況は現在もあまり変わっていない。秋田県男鹿半島においても新第三系、第四系の花粉化石層序が確立されている(山野井, 1978)が、男鹿半島の花粉化石帯と地質年代との対応関係については再検討が必要であると考えられるからである(付記)。

ここでは、会津盆地での故鈴木、故相馬両先生の業績を中心に、東北地方における後期新生代の植物相および植生の変遷をまとめる。なお、鈴木ほか(1990)と同様この小論でも、使用している「化石群集」の用語は単に化石群(fossil assemblage)の意で、群集生態学という群集(communityあるいはassociation)の意ではないことをことわっておく。また本論文では、植物化石群集帯を「化石群集帯」または「帯」と略す。

小論は日本植生史学会1998年度大会で上記表題のもとに講演した内容に一部加筆したものである。

## 2. 会津盆地における後期新生代層の層序概略

会津盆地周辺、とくに盆地西縁から南縁にかけての地域には、上に述べたように新第三紀中新世末から第四紀中期更新世にかけて堆積した山都層群および上部更新統の段丘堆積物が広く分布している。山都層群は総計1000 mをこえる厚さで、下位より藤峠層、和泉層、七折坂層、塔寺層の4累層に区分される(図1)。全累層を通して植物化石を多産する。

藤峠層は中新世末から鮮新世初期にかけて堆積した地層で、厚さが約300 mである。藤峠層は砂岩、礫岩、泥岩の互層で凝灰岩や亜炭の層をはさむ。最下部、下部、中部、上部の4部層に細分され、最下部層から中部層までが中新世末に、上部層が鮮新世初期に堆積した地層である(鈴木, 1951; 鈴木ほか, 1977)。最下部層と下部層の一部を除き陸成層で、その堆積盆は浅い湖沼や湿地、氾濫原などが卓越していた環境からなり、後背地には平野や低い丘陵あるいは山腹がひろがっていた(鈴木, 1976)。Berggren *et al.* (1985)の地磁気極性年代尺度(BK95)ではエポック6からギルバート期前半にあたる(Manabe, 1979, 1980; 鈴木ほか, 1989)。Manabe (1979, 1980)は最初、藤峠層全体と和泉層下半部をAz-D逆磁極帯とし、その中の四つの正磁極帯を地磁気極性年代尺度のギルバート期の各イベント(サブクロン)に対比した。その後、山都層群の下位に位置する山郷層群中部の讓峠層上部産の石灰質ナンノプランクトンの化石群集がOkada & Bukry

(1980)のCN6帯~CN7a帯(10.8 Ma~10.0 Ma)を示準することが明らかになって(鈴木ほか, 1986)、真鍋(1990)は讓峠層上部の正磁極帯をエポック11(10.4 Ma~8.9 Ma)に対比し、藤峠層のAz-D-4磁極帯をエポック5(6.0 Ma~5.3 Ma)に対比しなおした(図1)。なお、現在はCande & Kent (1995)の地磁気極性年代尺度(CK95)が国際的な標準年代尺度として用いられており、斎藤(1999)により、CK95を基準にした日本の新しい古地磁気-浮遊性微化石年代尺度が提唱されている。BK95とCK95の地磁気極性年代尺度の対比については、本山・丸山(1998)が要約している。

和泉層は鮮新統で、200~400 mの厚さをもつ。砂岩、泥岩、礫質砂岩などの互層状の地層からなり、I1~I5の5層の凝灰岩の鍵層と多数の亜炭層をはさむ。下部、中部、上部の3部層に分けられる。和泉層の堆積盆地は藤峠層のそれに比べてやや縮小した(鈴木ほか, 1977)。地磁気極性年代尺度ではギルバート期後半から松山期のオールドヴァイ・サブクロン直下にかけての時期にあたる(Manabe, 1979, 1980)。I2鍵層凝灰岩の熔結部からは3.8 MaのK-Ar年代値が得られている(鈴木ほか, 1976)。

鮮新世最末期から前期更新世に堆積した七折坂層は厚さが約300 mで、下部と上部に分けられる。下部は巨礫から中礫までの礫層が主体の地層からなる。上部は礫層と凝灰岩とを主とする地層で、T1~T4の4層の凝灰岩の鍵層をはさむ。下部、上部とも局部的に泥岩、砂岩の互層が発達し、亜炭層や泥炭層をはさむ。七折坂層の堆積期には後背地の隆起により氾濫原が拡大した(鈴木ほか, 1977)。地磁気極性年代尺度では松山期のオールドヴァイ・サブクロンのはじまりから松山期とブルン期の境界までにあたる(Suzuki & Namabe, 1982)。

塔寺層は中期更新世の地層で、厚さは約100 mである。淘汰不良の礫、砂、泥の互層状の地層を主とし、泥炭層や凝灰岩をはさむ(鈴木ほか, 1972)。地磁気極性年代尺度ではプリュン期に対比される(鈴木ほか, 1977)。

山都層群を不整合におおう段丘堆積物は、おもに後期更新世の地層からなる(鈴木ほか, 1989)。

## 3. 中新世末から鮮新世初期の植物相

中新世末から鮮新世初期に堆積した藤峠層については、大型植物化石をもとにして堆積当時の植生がくわしく復元されている(鈴木, 1976; Suzuki & Manabe, 1982)が、花粉化石についての資料は断片的である(Sohma, 1957; Suzuki & Manabe, 1982)。藤峠層は下位から白子、州谷、夏井の3化石群集帯に分けられている。これらはそれぞれ岩相層序区分の下部層、中部層、上部層にあたる(図1)。

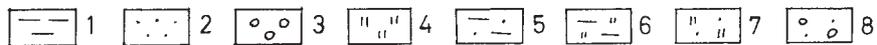
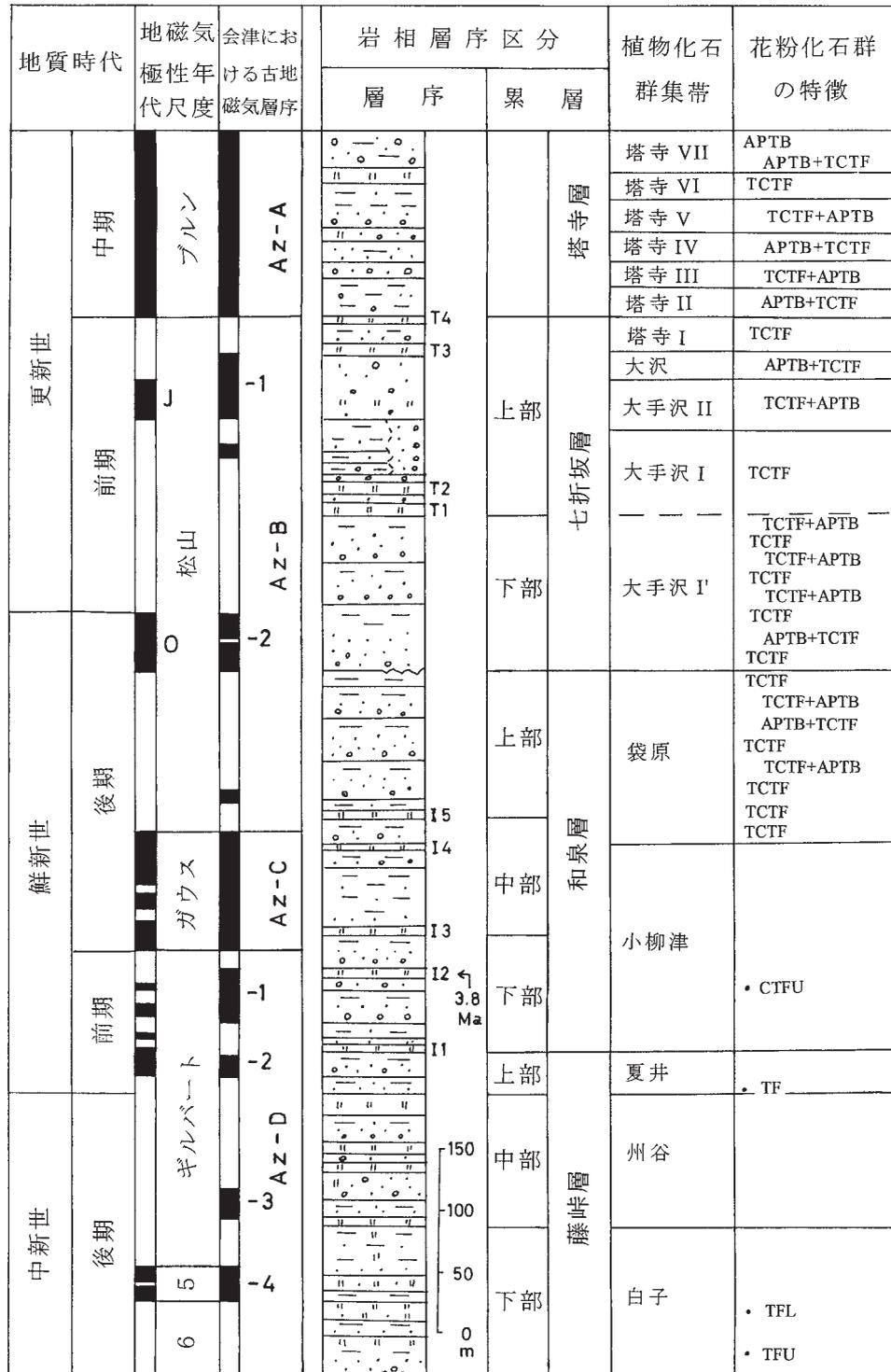


図1 山都層群の層序図 (Suzuki & Manabe, 1987; 鈴木ほか, 1990 により作成). 1 = 泥岩, 2 = 砂岩, 3 = 礫岩, 4 = 凝灰岩, 5 = 砂質泥岩, 6 = 凝灰質泥岩, 7 = 凝灰質砂岩, 8 = 礫質砂岩. I1 ~ T4 = 鍵層, J = ハラミロ・サブクロン, O = オルドヴァイ・サブクロン. APTB = *Abies*, *Picea*, *Tsuga*, and *Betula*; TCTF = *Taxaceae*, *Cupressaceae*, *Taxodiaceae*, and *Fagaceae*; CTFU = *Cupressaceae*, *Taxodiaceae*, *Fagaceae*, and *Ulmaceae*; TF = *Taxodiaceae* and *Fagaceae*; TFL = *Taxodiaceae*, *Fagaceae*, and *Liquidambar*; TFU = *Taxodiaceae*, *Fagaceae*, and *Ulmaceae*.

白子化石群集帯では, *Fagus oblongs*, *Fagus palaeocrenata*, *Acer nordenskiöldi* が多い。温帯性の落葉広葉樹の *Carpinus subyedoensis*, *Zelkova ungeri*, *Ulmus protojaponica*, *Tilia protojaponica* のほか *Neolitsea*, *Cinnamomum*, *Liquidambar*, *Paliurus*, *Mallotus* といった暖帯性の広葉樹も含まれる。また湿地性の樹木の *Salix*, *Populus*, *Alnus*, *Glyptostrobus* とともに水草の *Trapa* や *Salvinia* も含まれる。

州谷化石群集帯の化石群の特徴は, 白子化石群と近似しているが, 暖帯性の常緑高木の化石は見出されない。*Fagus palaeocrenata* を主とする温帯性の落葉広葉樹に, 暖帯性の落葉広葉樹の *Liquidambar* や *Sassafras* をまじえる。*Metasequoia* が出現する。

夏井化石群集帯の化石群集は全体として州谷化石群に似た特徴を示すが, *Betula*, *Populus*, *Acer*, *Picea*, *Tsuga* はより優勢となる。*Metasequoia*, *Glyptostrobus* といった針葉樹の化石に富んでいる。*Picea koribai* が出現するとともに, *Paliurus nipponicus* が認められる。*Fagus palaeocrenata*, *Liquidambar* はこの帯を最後に消滅する。

#### 4. 鮮新世の植物相

鮮新世に堆積した和泉層は植物化石群集の特徴から, 下位より大きく小柳津, 袋原の二つの化石群集帯に分けられている(鈴木, 1976)(図1, 2)。

小柳津化石群集帯は和泉層下部層および中部層の14 鍵層より少し下位の層準までを含み, 地磁気極性年代尺度では, ガウス期と松山期の境より少し前までの時期にあたる。大型遺体は *Metasequoia*, *Sequoia*, *Glyptostrobus*, *Quercus serrata*, *Fagus microcarpa*, *Styrax japonica* を主とし, *Picea koribai*, *Pseudolarix kaempferi*, *Zelkova serrata*, *Paliurus nipponicus*, *Stewartia monadelpa*, *Ilex cornuta*, *Buxus* が次いで多産する(Suzuki & Mamabe, 1982; 鈴木, 1987)。花粉化石については断片的な資料しかないが, *Cupressaceae*, *Taxodiaceae*, *Fagus*, *Ulmus* が優勢であることで特徴づけられる(Sohma, 1957)。

袋原化石群集帯は和泉層中部層の上半分と上部層に対応し, 地磁気極性年代尺度ではガウス期の終り頃から松山期のオールドヴァイ・サブクロンの直前までにあたる。全体として *Metasequoia*, *Juglans cinerea* var. *megacinerea*, *Pterocarya paliurus*, *Styrax japonica*, *Fagus microcarpa*, *Picea* cf. *maximowiczii*, *Menyanthes trifoliata* var. *minusculus* が多い。これらの中で *Juglans cinerea* var. *megacinerea* と *Pterocarya paliurus* はこの帯ではじめて出現する外地生の分類群である。ここでいう外地生とは, 現在の日本列島では自生しておらず, 日本列島以外の

地域で自生しているものを指している(真鍋・鈴木, 1983)。また, 袋原化石群集帯には, *Picea* cf. *maximowiczii*, *Menyanthes trifoliata* var. *minusculus* といった亜寒帯性の分類群がはじめて出現する。小柳津化石群集帯に特徴的な *Sequoia*, *Glyptostrobus*, *Picea koribai*, *Paliurus nipponicus* は下部でわずかに産出するのみである。*Pseudolarix kaempferi* も上部で消滅する(Suzuki & Manabe, 1982; 鈴木, 1987)。

袋原化石群集帯は花粉化石でみると全体として温帯性の針葉樹や *Fagaceae* を主とする組成をしめす。花粉化石群集のうち *Taxodiaceae*, *Cupressaceae*, *Taxaceae*, *Fagaceae* を温帯性の要素(TCTF)としてまとめ, *Abies*, *Picea*, *Tsuga*, *Betula* を亜寒帯性の要素(APTB)としてまとめて産出割合を比較すると, 袋原化石群集帯は基本的にはTCTFを主とする花粉化石群集であるが, 上部でAPTBの割合がTCTFより多くなる層準が認められる(Suzuki & Manabe, 1982; 竹内・鈴木, 1996)。APTBに含められる分類群がすべて亜寒帯性の樹木であるとは限らないが, 柳津町八坂野川流域において和泉層上部の花粉化石群集でAPTBの割合が増加する層準, すなわち竹内・鈴木(1996)のIP4花粉帯とIP6花粉帯で, *Picea* cf. *maximowiczii* や *Menyanthes trifoliata* var. *minusculus* の大型遺体の産出がみられることから, 大まかに亜寒帯性の要素として差し支えないであろう。

#### 5. 前期および中期更新世の植物相

鮮新世末期から前期更新世に堆積した七折坂層は, 最初は下位より, 大手沢, 大沢, 塔寺1-2の3化石群集帯にまとめられていた(鈴木, 1976)が, その後の詳しい花粉分析の結果と大型遺体の化石群集の再検討の結果, 七折坂層上部は下位より, 大手沢I, 大手沢II, 大沢, 塔寺Iの4化石群集帯に, 塔寺層は下位より塔寺IIから塔寺VIIまでの6化石群集帯に分けられた(鈴木ほか, 1990)。ここでは, 鈴木ほか(1990)によってくわしく記載された大手沢Iから塔寺VIIまでの化石群集帯を概説する。さらに, 鈴木ほか(1990)では化石群集帯が設定されていない七折坂層下部の植物化石群集を大手沢I化石群集帯として新たに区分し(図1), 組成の特徴を説明する。

大手沢I化石群集帯は, 大型遺体では *Picea* cf. *maximowiczii*, *Fagus microcarpa*, *Quercus serrata*, *Magnolia kobus*, *Pterocarya paliurus*, *Pterocarya* aff. *stenoptera*, *Corylus heterophylla* var. *thunbergii* のほか *Juglans cinerea* var. *megacinerea*, *Menyanthes trifoliata* var. *minusculus* を産する。*Metasequoia* はこの帯の下部でのみ見出される(Suzuki & Manabe, 1982; 竹内・鈴木, 1996)。花粉化石群集で温帯性の要素であるTCTFと, 亜

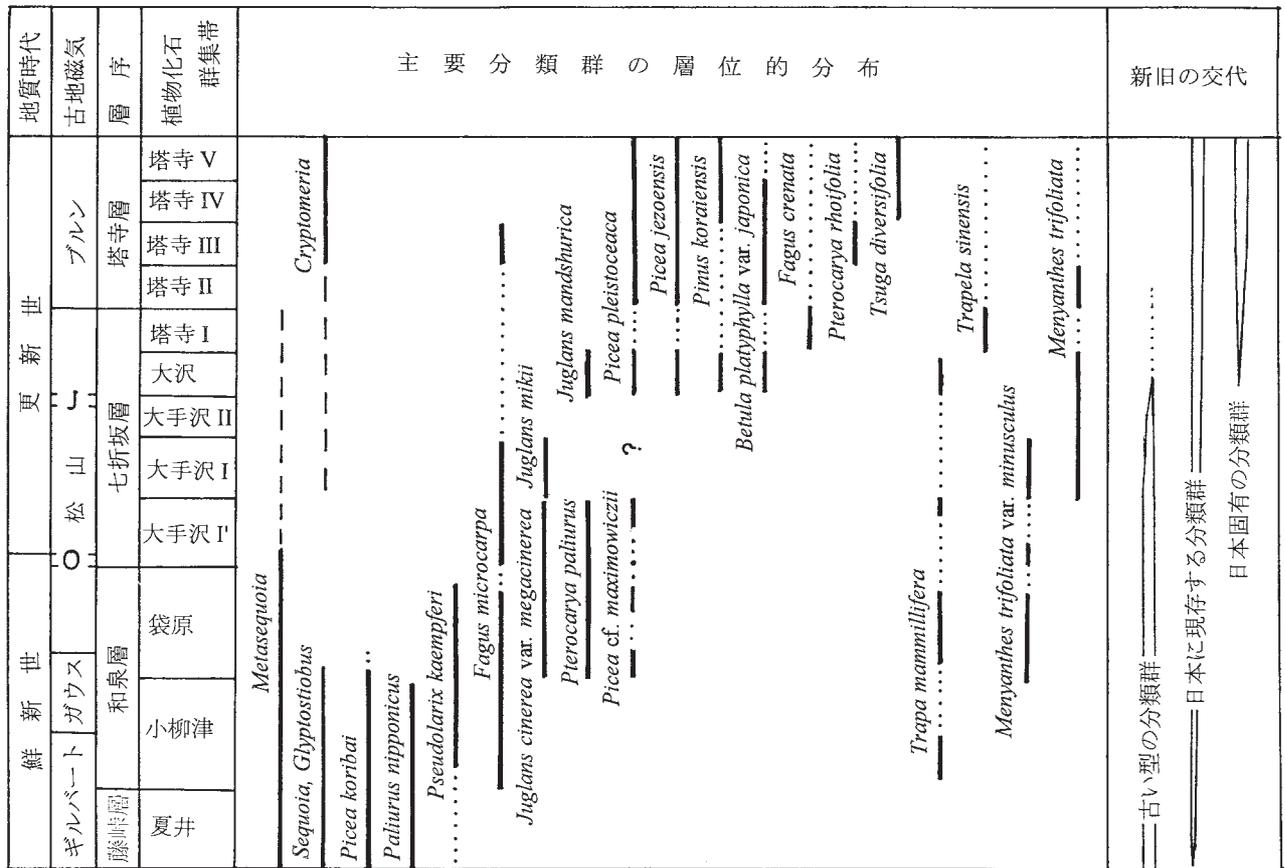


図2 鮮新・更新世における古い型の消滅と新しい型の出現の過程 (Suzuki & Manabe, 1982 を一部改変, 加筆).  
 - - - : 花粉化石のみの資料で示される *Metasequoia* と *Cryptomeria* の出現範囲.

寒帯性の要素であるAPTBの消長をみると、温帯性の要素が優勢な層準と亜寒帯性の要素の割合が増加する層準が交互に現われる (竹内・鈴木, 1996)。

大手沢I化石群集帯の化石群集は、大手沢I化石群集帯のそれによく似ているが、*Pterocarya paliurus* は出現しない。*Juglans mikii* に同定される化石のほか *Sassafras subtriloba*, *Fagus microcarpa*, *Menyanthes trifoliata* var. *minusculus* といった絶滅種とともに *Magnolia kobus*, *Magnolia obovata*, *Corylus heterophylla* var. *thumbergii*, *Corylus sieboldiana*, *Menyanthes trifoliata* を含む。*Menyanthes trifoliata* はT2鍵層直上より出現しはじめる。*Juglans mikii* は *Juglans cinerea* var. *megacineria* としていた種を同定しなおしたものである (鈴木・那須, 1988; 鈴木ほか, 1990)。暖温帯性の常緑広葉樹の *Buxus microphylla* var. *japonica* も多い。花粉化石では *Metasequoia* を含むTCTFが優勢である。*Metasequoia* は大型遺体では見出されないが、花粉化石は木本花粉全体の5~10%の割合で出現している。*Cryptomeria* もほぼ同率である。*Metasequoia* と *Cryptomeria* の同定に関し

ては、微干渉顕微鏡と電子顕微鏡の併用によって、両者の外膜の構造に違いがあることが明らかにされ (Sohma, 1985), 会津盆地においてもその手法が適用された。

大手沢II化石群集帯は、大型遺体の産出は少ないが、花粉化石群で *Pinaceae* と *Betula* の増加とともに *Menyanthes trifoliata* が多いことで特徴づけられる。TCTFは減少する。

大沢化石群集帯は、外地生や絶滅種の *Juglans mandshurica*, *Picea pleistoceaca*, *Trapa mamillifera* を含むほか、*Picea jezoensis*, *Pinus koraiensis*, *Betula platyphylla* var. *japonica* を産出する。*Picea pleistoceaca* はそれまで *Picea* cf. *maximowiczii* としていた種を新種として記載したものである (鈴木ほか, 1990; Suzuki, 1991)。花粉化石群集では依然としてAPTBが多くTCTFは少ない。*Larix*の花粉がはじめて出現する。全体として大手沢II化石群集帯のそれにくらから似た化石群集であるが、新しい分類群も加わり *Pinaceae* と *Betula* がより優勢となる。

塔寺I化石群集帯は地磁気極性年代尺度の松山期最後の

時期にあたる。大型化石群集は *Quercus serrata*, *Fagus crenata*, *Styrax japonica* といった、本邦に現存する種に同定される温帯性落葉広葉樹を主とする。とくに日本列島固有の *Fagus crenata* の出現が目される。このほか *Buxus microphylla* var. *japonica* も伴っている。花粉化石でも TCTF を主としている。前述のように、*Metasequoia* は大型遺体では大手沢Ⅰ化石群集帯までしか出現していないが、花粉化石ではこの帯でもわずかであるが認められる。これより上位では花粉化石も見出されない。*Metasequoia* 消滅の層準をはっきりさせた故相馬寛吉先生の功績は大きい。

塔寺Ⅱ化石群集帯では、再び *Picea jezoensis*, *Picea pleistoceaca*, *Betula platyphylla* var. *japonica* が見出され、Pinaceae や *Betula* といった分類群が優勢となる。

塔寺Ⅲ化石群集帯の化石群集は下位のそれに比べ温帯性の落葉広葉樹の分類群が増加する。大型化石、花粉化石ともに冷温帯から亜寒帯に分布する分類群と温帯性の分類群が混合している化石群である。*Fagus microcarpa* がみられる一方、日本列島固有種である *Pterocarya rhoifolia* が出現する。

塔寺Ⅳ化石群集帯は大型化石、花粉化石とも Pinaceae や *Betula* といった分類群が優勢で温帯性の分類群が少ない化石群集で、塔寺Ⅱ化石群集帯のそれと類似の特徴を示す。*Tsuga diversifolia*, *Alnus hirsuta* が多産する。

塔寺Ⅴ化石群集帯では下位に比べて *Cryptomeria* をはじめとする温帯性の分類群が増加する。塔寺Ⅲ化石群集帯の化石群集に近似した特徴をしめす。

塔寺Ⅵ化石群集帯は温帯性の分類群の優勢な化石群集で特徴づけられる。*Buxus microphylla* var. *japonica* もかなり含み、化石群集は塔寺Ⅰのそれとかなり似ている。

塔寺Ⅶ化石群集帯は大型と花粉の両化石群集ともに、Pinaceae や *Betula* の分類群が多く温帯性の分類群は少ない。上部でとくにその傾向が強い。大型遺体は *Picea jezoensis*, *Picea pleistoceaca*, *Tsuga diversifolia*, *Betula ermanii* が多い。

## 6. 古い型の植物の消滅と新しい型の植物の出現

ここで鮮新世から中期更新世にかけての植物相の変化を概観してみる(図2)。

総じて東北地方における鮮新世の前期の植物相は、組成や構成種では中新世の後期の植物相と大きな違いはないが、常緑広葉樹が少ないことや、いわゆる第三紀遺存種が少ないことで区別される(棚井, 1992)。

会津盆地でみると、鮮新世初期の夏井帯の時期は、後期中新世末の州谷帯期から次の小柳津帯期にかけての植物相の入れ替りの時期にあたると思われる。*Paliurus nipponicus* が州谷帯期の終り頃から出現し、遅れて *Picea*

*koribai* が現われる。夏井帯から小柳津帯にかけての時期に *Fagus microcarpa* が *Fagus palaeocrenata* や *Fagus oblongus* と入れ替る。

その後、小柳津帯期を最後に *Paliurus nipponicus* が消滅し、少し遅れて *Sequoia*, *Glyptostrobus*, *Picea koribai*, *Paliurus nipponicus* が消滅する。そして袋原帯期になると *Picea* cf. *maximowiczii*, *Menyanthes trifoliata* var. *minuculus* や、外地生の *Juglans cinerea* var. *mega-cinerea*, *Pterocarya paliurus* の出現がみられる。地磁気極性年代尺度のガウス期と松山期の境を中心にした小柳津帯から袋原帯にかけての時期のこの変化は、暖帯性の環境から更にきびしい温帯性の環境への変化の過程で生じたものと考えられている(鈴木, 1987)。

袋原帯期の終りには、*Pseudolarix kaempferi* は消滅する。大手沢Ⅰ帯の時期を最後に *Pterocarya paliurus* が消滅する。

袋原帯と大手沢Ⅰ帯の境の時期がオールドヴァイ・サブクロンの直前の時期にあたる。*Metasequoia* の大型遺体は袋原帯では豊富に見出されるが、大手沢Ⅰ帯では下部でのみ産出する。花粉化石は塔寺Ⅰ帯まで出現する。故鈴木敬治先生は、会津盆地で *Metasequoia* の繁栄期と衰亡期が区分され、その境界は古地磁気層序の AZ-B-2 (オールドヴァイ・サブクロン) のなかの一つの逆転が見出される時期(図1)にあたるかと考えておられたようだ(私信による)。その根拠ははっきりしないが、大型遺体が産出するか、花粉化石のみの産出かということで区分しておられたようである。

大手沢Ⅰ, Ⅱ帯の時期には、*Fagus microcarpa* をはじめとして、その後絶滅した温帯性のいくつかの分類群や日本から消滅した分類群がかなり多かった。*Sassafras subtriloba* の消滅、*Menyanthes trifoliata* の出現があるが、大きな変化はなかった。ハラミロ・サブクロンの後の大沢帯の時期になると、前述の分類群は著しく減少し、冷温帯から亜寒帯に分布する *Pinus koraiensis*, *Picea jezoensis*, *Betula platyphylla* var. *japonica* などがはじめてそろって出現した。その後、塔寺Ⅰ帯期に *Fagus crenata* が出現したのをはじめとして、塔寺Ⅲ帯期の *Pterocarya rhoifolia*、塔寺Ⅳ帯期の *Tsuga diversifolia* と次々と日本列島固有種が出現し、塔寺Ⅳ帯期にはそのほとんどが出そろった。一方、*Metasequoia* や *Fagus microcarpa* は消滅していった。

このようにみてくると、大沢帯期から塔寺Ⅳ帯期にかけての時期、すなわちハラミロ・サブクロンからブルン期のはじめにかけての時期に、植生が流動的に変化し植物相も現存する東北地方のそれに一層近づいてきたと推測される(鈴木ほか, 1990)。



## 8. 植物化石群集の組成型と植生の変遷

以上みてきたような鮮新統から更新統にかけて産出する植物化石群集は、構成する分類群の組成の特徴を大型遺体と花粉化石の両面から検討して、主に樹木の分類群の組成の違いをもとに、大きくA, B, C, Dの四つの組成型に区分されている(鈴木・竹内, 1989; 鈴木ほか, 1990)。

A型: 温帯性の落葉広葉樹や針葉樹の分類群を主とし、常緑低木の分類群を伴う組成のもの。

B型: A型に近く、温帯性の落葉広葉樹や針葉樹の分類群が多い点ではA型のものと同じ特徴をもつが、*Pinus koraiensis* や *Picea pleistoceaca* などを中心に伴っているもの。

C型: 次のD型に近く、亜寒帯性の針葉樹や落葉広葉樹の分類群が優勢であるが、これに温帯性の落葉広葉樹や針葉樹の分類群もかなり混入しているもの。

D型: 亜寒帯性の針葉樹と落葉広葉樹の分類群を主とし、わずかに温帯性の分類群を含む組成のもの。

これらの組成型と、鮮新統から更新統にかけて分帯された植物化石群集帯の化石群集との対応をみると、A型は中間温帯林に近似な植生をあらわしている。袋原, 大手沢I', 大手沢I, 塔寺I, 塔寺VI, LIGb, LGIIの各帯(亜帯)がこの型に属する(図4)。ここでいう中間温帯林は吉良ほか(1976)による暖帯落葉広葉樹林の北方やより高いところに分布し、冷温帯林から区別されるものを指している(鈴木, 1987)。

B型は冷温帯落葉広葉樹林に近似な植生と考えられる。大手沢II, 塔寺III, 塔寺V, LIGaの各帯(亜帯)およびLIGb亜帯の下部がこれに属する。

C型は冷温帯林に近似な植生をあらわし、とくにマツ科の針葉樹の優勢な針広混交林をあらわしている。大沢, 塔寺II, 塔寺IVの各帯, 塔寺VII帯下部, LGIII帯, LIGb亜帯の上部がこれに属する。これらのうちLGIII帯に属する化石群集には、一部にB型(下部)やD型(上部)のものもみだされている。この帯は更に細分される可能性もある。

D型は亜寒帯性針葉樹林に近い植生をあらわしている。塔寺VII帯の上部とLGIa亜帯がこれに属する。

A型は相対的に温暖な時期の、D型は寒冷期の植生をあらわす化石群集で、B型, C型はその中間の植生をあらわすものと考えられる。

以上のように、植物化石群集の組成上の特徴をもとに、森林植生を復元してみると、鮮新世末から後期更新世の終りまでの間に、大まかにみてA型の中間温帯林からB型, C型を経てD型の亜寒帯性針葉樹林へと繰り返す、周期的に変化した様相を示している(図4)。そして、その中で前期更新世から中期更新世に移る時期に、植物相が大きく

地質時代	植物化石群集帯	組成型				森林植生
		D	C	B	A	
後期更新世	LGIa	*				亜寒帯性針葉樹林
	LGIb		*			冷温帯林
	LGII			*		冷温帯林
	LGIII		*			中間温帯林
	LIGa			*		冷温帯林
	LIGb				*	中間温帯林
中期更新世	塔寺VII	*				亜寒帯性針葉樹林
	塔寺VI		*			冷温帯林
	塔寺V			*		中間温帯林
	塔寺IV		*			冷温帯林
	塔寺III			*		冷温帯林
	塔寺II		*			冷温帯林
前期更新世	塔寺I				*	中間温帯林
	大沢		*			冷温帯林
	大手沢II			*		冷温帯林
	大手沢I				*	中間温帯林
鮮新世	大手沢I'				*	中間温帯林
	袋原				*	中間温帯林
	小柳津					暖温帯林
	夏井					暖温帯林

図4 東北地方における鮮新世以降の植生の変遷。

変わったことが推定される。

なお、塔寺層と上部更新統の間にある層間的隙からみて(図3)、塔寺VII帯が示す寒冷期からLIGb亜帯が示す温暖期へ移り変わる過程のなかで、いくらか長い期間が介在していると考えられる。その期間については、地層が欠如しているために植物相や植生が不明である。

## 9 東北地方における最終氷期後半の地層から産する植物化石群集の分布

ここでは、故鈴木先生が仙台市の富沢遺跡の発掘にかかわり、大型植物化石について書かれた報告のまとめの部分(鈴木, 1992)を紹介する。

東北地方におけるLGIa亜帯の植物化石群集を詳細に検討すると、東北地方の北部と南部の化石群集の間にはいくらかの差異がみられる(図5)。青森(大平の三本木層)、岩手(花泉町の花泉層)、秋田(箱井の箱井層)など、北部の各県の化石群集には、*Picea glehnii*, *Larix kamtschatica*, *Abies sachalinensis*などが特徴的な分類群としてみられるが、南部の福島県内の桑折町や福島市瀬上の藤田層上部、郡山市西部の大槻層、滝根町の猿内II層などの化石群集では、*Picea tomizawaensis*, *Picea pleistoceaca*, *Larix kaempferi*, *Abies veitchii*などが特徴的な分類群である。ところで、岩手県と福島県の間位置する仙台市富沢の泥炭層の化石群集をみると、*Picea tomizawaensis*や

*Larix kamtschatica* が最も特徴的であり, *Picea pleistocaea* を伴うほか *Larix kaempferi* に近似な球果化石も含む。 *Abies sachalinensis* はみいだされない。なお, *Picea jezoensis*, *Pinus koraiensis*, *Alnus hirsuta*, *Betula platyphylla* var. *japonica* は北部から南部にわたって東北地方全域によくみられる分類群である。

以上の諸特徴から, 仙台市富沢の化石群集は東北地方北部の化石群集と南部のそれらとの中間的な組成を有していたが, どちらかといえば南部のものにより近いものであったと考えられる。当時の仙台付近は, 東北地方の北部の植生と南部の植生が漸移する地域にあたっていたと考えられる (図5)。

なお小西・鈴木 (1997) は, Suzuki (1991) が *Picea tomizawaensis* とした球果は *Picea glehnii* の変異に含まれるもので, 先端の波打ちがないことで *Picea tomizawaensis* を *Picea glehnii* から区別して別種とすることはできないと述べている。

#### 10. 最終氷期最盛期のグイマツの分布

最後に, 最終氷期最盛期におけるグイマツの分布にかかわる話題について触れたい。前述のように仙台市富沢遺跡でグイマツの化石が発見され, 今までのところ本州では仙台付近が最終氷期最盛期のグイマツの分布の南限と考えられている。故鈴木先生は1960年代以後, 福島県の各地でカラマツ, 岩手県花泉でグイマツの大型遺体をそれぞれ確認しており, グイマツとカラマツの分布の境がどこにあるのかわかりたがっておられた。一方, 故相馬先生は1960年代初め仙台市北部の一本杉で最終氷期の地層からグイマツ (*Larix dahurica* var. *japonica*) の球果を同定していた (中川ほか, 1961)。私は故鈴木先生から, 故相馬先生が同定した球果を見たいので貸してもらってくれるよう, 仲介を頼まれたことがある。故相馬先生にお伝えしたところ, 片平町から青葉山への研究室移転などのごたごたで, もう見つからないという返事であった。その後の故鈴木先生の *Larix* の記載論文 (Suzuki, 1985) では, 形態記載が中心であるということもあってか, この仙台市一本杉の化石は除かれている。標本を見ていないことが気になっていたのかも知れない。研究者としてのこだわりを感じた。

#### 11. おわりに

故鈴木, 故相馬両先生の業績をもとに, 会津盆地を中心とした東北地方の後期新生代における植物相および植生の変遷をみてきたが, 植生の大きな変化は, ガウス期と松山期の境界ごろの時期と, 前期更新世の終りから中期更新世の始めにかけて, 即ちハラミロ・サブクロンからブルン期の始めにかけての時期にみられる。環境変化, とくに気候

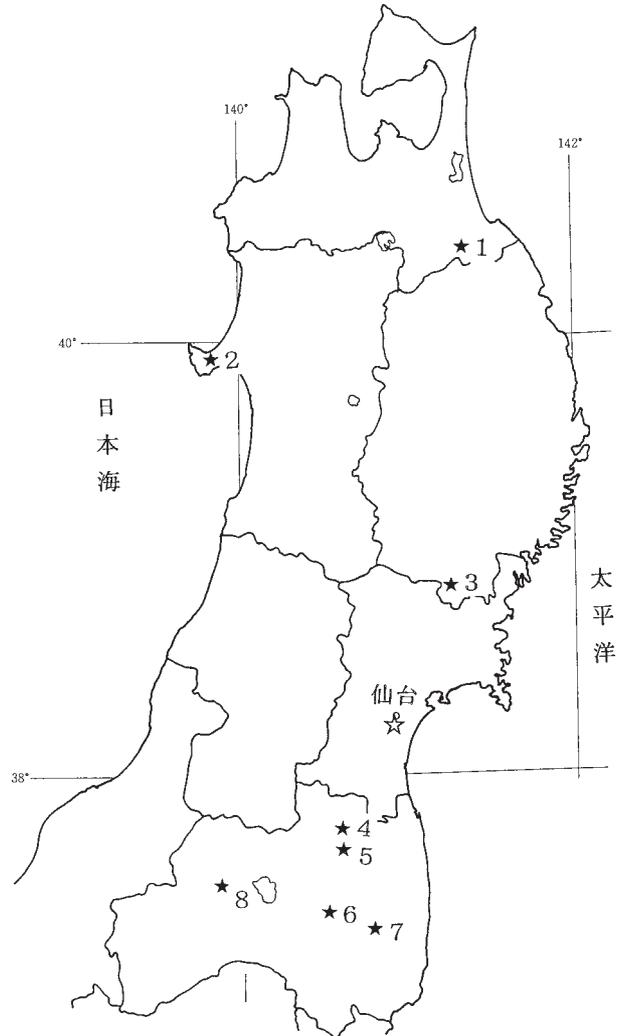


図5 東北地方における最終氷期後半の植物化石群集の分布 (鈴木, 1992)。の1~3は北部型の組成, 4~8は南部型の組成, は漸移型の組成。 = 仙台市富沢遺跡 (25~27層), 1 = 青森県大平, 三本木層 (Sohma, 1959); 2 = 秋田県箱井, 箱井層 (Suzuki, 1991); 3 = 岩手県花泉, 花泉層 (第2・第3泥炭層) (Suzuki, 1985); 4 = 福島県桑折町, 藤田層上部中の泥炭層 (Suzuki, 1985); 5 = 福島市瀬上, 藤田層上部中の泥炭層 (Suzuki, 1991); 6 = 郡山市大槻山田, 大槻層上部中の泥炭層 (Suzuki & Sohma, 1965); 7 = 福島県滝根町, 猿内II層中の泥炭層 (吉田ほか, 1981); 8 = 会津若松市倉橋, 更新統上部 (15,550 ± 280 yr B.P.) (Suzuki, 1991)。

変化が植生に及ぼす影響という点でみると, 第三紀から第四紀にかけて, 寒冷化と温暖化が流動的, 周期的にくり返され, 次第にその周期は短く, 振幅は大きくなってきた様子がうかがわれる。現在はその先端の温暖期にあるが, 現植生はこれまでみてきた植生変遷の延長上に単純には位置づけられなくなっていると思われる。

振り返ると, 両先生の研究への取り組みは常にエネルギー

ギッシュであった。お二人の人柄はだいぶ違っていたが、研究(学問)に対する緻密さ、厳しさ、原則性などでは共通していた。その両先生によって、東北地方における後期新生代の植生史研究の基礎が築かれたというのもうなずけることである。

#### [付記]

山野井(1978)は船川層下部に船川遷移面を設け、この面から脇本層までを *Taxodiaceae-Fagus pollen zone I* とした。そして、この花粉化石帯を下部の *Fagus subzone* と上部の *Metasequoia subzone* に分けた。両 *subzone* の境界は北浦層の中にある。さらに山野井(1985, 1986, 1998)は、*Fagus subzone* を NP-4 帯とし、*Metasequoia subzone* を NP-5 帯に対応するとした。そこで、山野井(1978, 1986)に従えば、船川層下部(最下部を除く)から少なくとも北浦層下部までは NP-4 帯ということになる。山野井(1998)によれば、NP-4 帯の時期は約 6.5 Ma から約 4 Ma までで、後期中新世から前期鮮新世にかけての時期にあたる。

一方、的場ほか(1989)、的場(1992)は、珪藻化石、石灰質ナンノ化石、浮遊性有孔虫化石、放散虫化石をもとに、男鹿半島と秋田油田地域の船川層より上位の地層の対比を行った。その結果によれば、男鹿半島の船川層は堆積した年代が約 6.5 Ma から約 2 Ma で後期鮮新世の地層を含み、北浦層は後期鮮新世から前期更新世の地層に対比される。したがって、的場ほか(1989)の層序にあてはめると、山野井(1986)の NP-4 帯の上限は約 4 Ma (山野井, 1998)ではなく、鮮新世末(約 1.6 Ma)までの地層を含むことになるので、花粉化石帯と地質年代との対応関係を再検討する必要がある。

#### 引用文献

- Berggren, W. A., Kent, D. V., Flynn, J. J. & Van Couvering, J. A. 1985. Cenozoic geochronology. *Geological Society of America, Bulletin* 96: 1407-1418.
- Cande, S. C. & Kent, D. V. 1995. Revised calibration of the geomagnetic polarity timescale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *Journal of Geophysical Research* 100: 6093-6095.
- 吉良竜夫・四手井綱英・沼田 真・依田恭二. 1976. 日本の植生. *科学* 46: 235-247.
- 小西彰一・鈴木三男. 1997. アカエゾマツの球果形態の変異. *植生史研究* 5: 67-76.
- Manabe, K. 1979. Magnetostratigraphy of the Yamato Group and the Sendai Group, Northeast Honshu, Japan (I). *Science Reports of the Faculty of Education Fukushima University No. 29*: 51-65.
- Manabe, K. 1980. Magnetostratigraphy of the Yamato Group and the Sendai Group, Northeast Honshu, Japan (II). *Science Reports of the Faculty of Education Fukushima University No. 30*: 49-71.
- 真鍋健一. 1990. 会津盆地西縁における中新統の古地磁気層序. 鈴木敬治教授退官記念論誌集, 福島県地学研究会会報特集号, 87-92.
- 真鍋健一・鈴木敬治. 1983. 会津盆地における鮮新 更新統の層序. *地学団体研究会専報 No. 25*: 115-123.
- 的場保望. 1992. 東北本州日本海地域の後期新生代底生有孔虫群集の変遷. *地質学論集 No. 37*: 125-138.
- 的場保望・白石建雄・臼田雅郎・岡本金一. 1989. 男鹿地域. 「東北地方, 日本の地質 2」(日本の地質「東北地方」編集委員会編), 158-163. 共立出版, 東京.
- 本山 功・丸山俊明. 1998. 中・高緯度北西太平洋地域における新第三紀珪藻・放散虫化石年代尺度: 地磁気極性年代尺度 CK92 および CK95 への適合. *地質学雑誌* 104: 171-183.
- 中川久夫・相馬寛吉・石田琢二・竹内(小川)貞子. 1961. 仙台付近の第四系および地形(2). *第四紀研究* 2: 30-39.
- Okada, H. & Bukry, D. 1980. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). *Marine Micropaleontology* 5: 321-325.
- 斎藤常正. 1999. 最近の古地磁気層序の改訂と日本の標準微化石層序. *石油技術協会誌* 64: 2-15.
- Sohma, K. 1957. Pollen analysis of the Pliocene and Miocene lignites from the Aizu Basin and from the Kitakami-river area. *Ecological Review* 14: 259-263.
- Sohma, K. 1959. On woody remains from a Pleistocene peaty lignite at Otai, Aomori Prefecture. *Ecological Review* 15: 67-70.
- Sohma, K. 1985. Uncertainty in identification of fossil pollen grains of *Cryptomeria* and *Metasequoia*. *Science Reports of Tohoku University, 4th series (Biology)* 39: 1-12.
- 相馬寛吉・辻 誠一郎. 1987. 植生. 「日本第四紀地図解説」(日本第四紀学会編), 80-86. 東京大学出版会, 東京.
- 相馬寛吉・辻 誠一郎. 1988. 植物化石からみた日本の第四紀. *第四紀研究* 26: 281-291.
- 鈴木敬治. 1951. 会津盆地西方地域の地質(I中央地区). *地質学雑誌* 57: 376-386, 449-456.
- 鈴木敬治. 1976. 古植生の復元と古気候の推定. 「陸の古生態」(日本地質学会・日本古生物学会編), 81-105. 共立出版, 東京.
- Suzuki, K. 1985. *Larix* remains from Pleistocene strata of Northeast Japan, with special reference to the distribution of *Larix* in the latter half of the Last Glacial Age. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series No. 137*: 64-74.
- 鈴木敬治. 1987. 会津盆地周辺の鮮新 更新統と古植生の時代的変遷. *第四紀研究* 26: 163-168.
- Suzuki, K. 1991. *Picea* cone-fossils from Pleistocene strata of Northeast Japan. *Saito Ho-on Kai Museum of Natural History Research Bulletin No. 59*: 1-41.

- 鈴木敬治. 1992. 大型植物化石. 「富沢遺跡 第30次調査報告書第II分冊 旧石器時代編」(仙台市文化財調査報告書160), 244-273. 仙台市教育委員会.
- 鈴木敬治・藤田至則・八島隆一・吉田 義・真鍋健一・箱崎高衛・萩原 茂・周藤賢治・角田史雄. 1972. 若松地域の地質. 「福島県地質調査報告書」 61 pp. 福島県.
- Suzuki, K. & Manabe, K. 1982. Pliocene-Pleistocene chronology of the Yamato Group of Aizu Basin, Northeast Honshu, Japan. "The Third Report on the Pliocene-Pleistocene Boundary in Japan" (Itihara, M. & Kuwano, Y., eds.), 18-27. Japanese National Working Group of the IGCP Project No. 41 Neogene-Quaternary Boundary.
- Suzuki, K. & Manabe, K. 1987. Pliocene-Pleistocene stratigraphy and chronology in the Aizu Basin, Northeast Honshu, Japan. "Proceedings of the First International Colloquium on Quaternary Stratigraphy of Asia and Pacific Area, Osaka, 1986" (Itihara, M. & Kamei, T., eds.), 24-31.
- 鈴木敬治・真鍋健一・吉田 義. 1977. 会津盆地における後期新生代層の層位学的研究と会津盆地の発達史. 地質学論集 No. 14: 17-44.
- 鈴木敬治・真鍋健一・吉田 義・島田 郎・小笠原憲四郎. 1989. 会津盆地. 「東北地方, 日本の地質2」(日本の地質「東北地方」編集委員会編), 111-119. 共立出版, 東京.
- 鈴木敬治・那須孝悌. 1988. 日本の鮮新 更新統の植物化石による分帯. 地質学論集 No. 30: 169-180.
- Suzuki, K. & Sohma, K. 1965. The Late Pleistocene stratigraphy and palaeobotany of the Koriyama Basin. Science Reports of Tohoku University, 4th series (Biology) 31: 217-242.
- 鈴木敬治・相馬寛吉・野中俊夫. 1990. 会津盆地西縁地域における更新世塔寺層・七折坂層上部の層位学的・古植物学的研究. 福島大学教育学部論集理科報告 No. 45: 1-49.
- 鈴木敬治・竹内貞子. 1989. 中～後期更新世における古植物相 東北地方を中心として. 第四紀研究 28: 303-316.
- 鈴木敬治・植田良夫・真鍋健一. 1976. 東北地方南部地域における後期新生代の凝灰岩のK-Ar年代. 福島大学教育学部理科報告 No. 26: 57-63.
- 鈴木敬治・吉村尚久・島津光夫・岡田尚武. 1986. 島弧横断ルート No.27(佐渡 弥彦 津川 喜多方 吾妻山 福島) 新生代東北本州弧地質資料集(北村 信編), 15 pp. 宝文堂, 仙台.
- 竹内貞子・鈴木敬治. 1996. 会津盆地北西縁における後期鮮新世～前期更新世の植物群(講演要旨). 日本地質学会東北支部会報 No. 23: 15.
- 棚井敏雄. 1992. 東アジアにおける第三紀森林植生の変遷. 瑞浪市化石博物館研究報告 No. 19: 125-163.
- 山野井 徹. 1978. 男鹿半島における新第三系の花粉層序. 地質学雑誌 84: 69-86.
- 山野井 徹. 1985. 花粉群集より見た新第三紀の古植生に関するイベント. コロキウム: 新第三紀地史的イベント, 11-16.
- 山野井 徹. 1986. 花粉からみた新第三紀の海岸気候事件. 月刊海洋科学 18: 140-145.
- 山野井 徹. 1998. 日本列島の誕生と植生の形成. 「図説日本列島植生史」(安田喜憲・三好教夫編), 12-24. 朝倉書店, 東京.
- 吉田 義・伊藤七郎・白瀬美智男・堀内俊秀・真鍋健一・鈴木敬治・竹内貞子・野中俊夫・楡井良政・楡井典子. 1981. 阿武隈山地中央部における第四系と植物化石群 最終氷期における東南北部の植生変遷の一例. 第四紀研究 20: 143-163.

(1999年11月24日受理)