

日本の鮮新—更新統の植物化石による分帯

鈴木 敬治*・那須 孝悌**

Plant biostratigraphy of the Plio-Pleistocene Series in Japan

Keiji SUZUKI* and Takayoshi NASU**

Abstract The Pliocene-Pleistocene series, which abundantly contain plant fossils, are widely developed along the coastal plain and in the inland basin areas in Japan. Among these Japanese Pliocene-Pleistocene series, the Osaka Group in Osaka area, the upper part of Yamato Group in Aizu basin and the Uonuma Group in Niigata area are the most investigated in details. On the basis of magnetostratigraphical evidences and stratigraphical distribution of the main taxa of plants in these groups (Table 1), four regional zones are recognized, as shown in Table 2, namely, the *Metasequoia-Glyptostrobus-Nyssa*-, *Metasequoia-Juglans cinerea* var. *megacineria-Fagus microcarpa*-, *Metasequoia-Juglans mandshurica-Menyanthes trifoliata*- and *Fagus crenata-Juglans ailanthifolia-Tsuga diversifolia*-Zones, in ascending order.

Metasequoia-Juglans mandshurica-Menyanthes trifoliata-Zone is subdivided into two subzones, namely, the *Juglans cinerea* var. *megacineria-Pinus koraiensis*- and *Juglans mandshurica-Pinus koraiensis*-Subzones. *Fagus crenata-Juglans ailanthifolia-Tsuga diversifolia*-Zone is, on the other hand, subdivided into two subzones, namely, the Lower and Upper subzones, though these subzones are not clearly recognized in the upper part of Uonuma Group.

Metasequoia-Glyptostrobus-Nyssa-Zone and *Metasequoia-Juglans cinerea* var. *megacineria-Fagus microcarpa*-Zone can be respectively assigned to be Early and Late Pliocene, and *Metasequoia-Juglans mandshurica-Menyanthes trifoliata*-Zone and *Fagus crenata-Juglans ailanthifolia-Tsuga diversifolia*-Zone are also respectively assigned to be the Early and Middle Pleistocene.

The Nagano Formation in Kagoshima area and the Shimizumachi Formation in Fukushima basin are included in the *Metasequoia-Juglans cinerea* var. *megacineria-Fagus microcarpa*-Zone. The Kokubu Group in Kagoshima area, the Utatsuyama Formation in Kanazawa area, the Mandano Formation in Boso Peninsula and the Takada Formation in Fukushima basin are included in the *Fagus crenata-Juglans ailanthifolia-Tsuga diversifolia*-Zone. The upper part of Utatsuyama Formation, the Mandano Formation and the Takada Formation belong to the Upper Subzone of above mentioned zone. The Kokubu Group and the lower part of Utatsuyama Formation is to belong to the Lower Subzone of the zone. The Nitapporo and Otoebetsugawa Formations in Ishikari lowland are included in the *Fagus crenata-Juglans ailanthifolia-Tsuga diversifolia*-Zone. The Simonoporo Formation in Ishikari lowland may be assigned to the *Juglans mandshurica-Pinus koraiensis* Subzone and the Lower Subzone of *Fagus crenata-Juglans ailanthifolia-Tsuga diversifolia*-Zone.

At the boundary time between *Metasequoia-Glyptostrobus-Nyssa*-Zone and *Metasequoia-Juglans cinerea-Fagus microcarpa*-Zone, just before the Gauss/Matsuyama boundary, some Neogene elements of plants disappeared from the Japanese Islands. Moreover, at the boundary time between *Metasequoia-Juglans mandshurica-Menyanthes trifoliata*-Zone and *Fagus crenata-Juglans ailanthifolia-Tsuga diversifolia*-Zone, just before the Matsuyama/Brunhes boundary, most of Neogene elements of plants disappeared from the Japanese Islands.

The boreal elements of plants, such as *Pinus koraiensis*, *Picea jezoensis*, *Menyanthes trifoliata* and etc., widely distributed in the northern part of Chinese Continent and the higher mountains of Japanese Islands, appeared first after the Oldovai Subchron, which is assigned to the lower boundary of *Metasequoia-Juglans mandshurica-Menyanthes trifoliata*-Zone. Such endemic species distributed in the Japanese Islands as *Fagus crenata*, *Juglans ailanthifolia*, *Pterocarya rhoifolia* and *Tsuga diversifolia* are first appeared at the time, just before the Matsuyama/Brunhes boundary, that is the lower boundary of *Fagus crenata-Juglans ailanthifolia-Tsuga diversifolia*-Zone.

On the basis of the stratigraphical changes of composition of the plant fossil assemblages, the present paper asserts that the geographic divergency of vegetation in the Japanese Islands became more and more marked after the time, just the Jaramillo Subchron, assignable to the lower boundary of *Juglans mandshurica-Pinus koraiensis* Subzone.

*福島大学教育学部地学教室.

Laboratory of Earth Science, Faculty of Education, Fukushima University; Matsukawa-machi, Fukushima City, 960-12 Japan.

**大阪市立自然史博物館.

Osaka Museum of Natural History; Nagai Park, Higashi-Sumiyoshi-ku, Osaka, 546 Japan.

I. はじめに

植物化石を多産する鮮新—更新統は日本列島の各地に分布し、植物化石群についての報告も多数知られている。しかし、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われているのは、大阪層群 (ITIHARA et al., 1987), 魚沼層群 (新潟古植物グループ・新潟花粉グループ, 1983), 山都層群上部 (SUZUKI and MANABE, 1987; 鈴木, 1987) などに限られている。この研究では、上記の三層群から産出する分帯上注目すべき分類群にもとづいて、広域的な分帯を行うさいの基準面と分帯について検討した。そして、各帯に属する化石群集の組成上の特徴を解析し、古植生の地理的分布の特徴とその地史的变化について検討した。さらに石狩低地域 (KITAGAWA et al., 1982; 北川ほか, 1985) や鹿児島北方地域 (西井上・大塚, 1987) および房総半島の万田野層群 (NIREI et al., 1987) などの、日本列島の北部・南部および東部の地域の鮮新統・更新統産の化石群について検討し、さらに広域的な分帯を試みるさいの問題点や古植生の地理的分布の特徴についても、予察的に検討を試みている。

今回の検討では、植物化石群集のなかでも、層位的位置が明確でないものや、更新統産の化石群集がない地域のもは、省いておいた。また、明確な資料の不足や検討の不十分な点もあろうかと思われるが、大方の御批判・御教示をお願いしたい。

この報文をまとめるに際して、東北大学相馬寛吉教授、千葉県立安房南高校黒川彰教諭、川崎地質(株)古谷正和氏、新潟古植物グループの斎藤道春教諭、福島大学大学院の香内修氏の各位に、御教示と御協力をいただいた。記して、厚くお礼申し上げます。

II. 分類群の層位分布

大阪層群、魚沼層群、山都層群上部などで、分帯されている地域的な植物化石群(帯)を、標準古地磁気年代尺度 (MANKINEN and DALRYMPLE, 1979) と対応させながら対比した結果を、表1中に示した。そして、上記三層群から、ともに産出する分類群のなかで、注目すべき8つの分類群をとりあげて、それらの層位分布をしめした。

大阪層群産の分類群の層位的分布については、三木(1948)をはじめとして多くの研究者によって報告された資料に未公表資料を加えて、ITIHARA et al. (1987) の層序に従って整理検討した。魚沼層群産の分類群とその層位的分布については、新潟古植物グループ・新潟花粉グループ (1983) によったが、一部は鈴木、相馬の未公表資料によっている。山都層群上部産の分類群とその層位的分布については、SUZUKI and MANABE (1987) と鈴木 (1987) にもとづいているが、一部は鈴木により新たに得

られた資料により補足されている。

大阪層群、魚沼層群、山都層群上部から、共通して産出する分類群のなかで、*Juglans*, *Metasequoia*, *Fagus*, *Menyanthes*, *Paliurus* などの諸属が、層位分布上注目される。

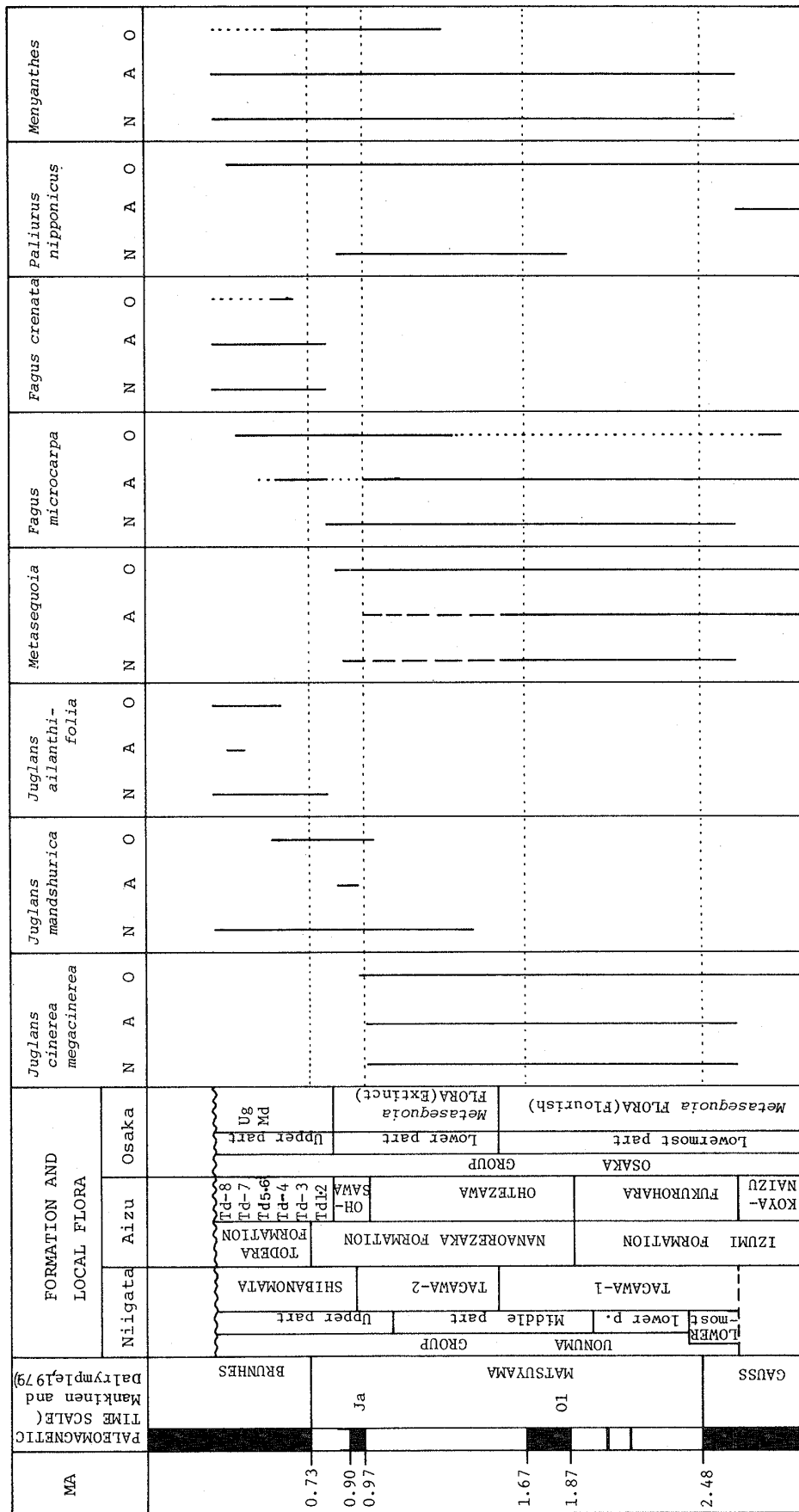
1) *Juglans* 属のなかでは、堅果の化石が多産する *Juglans cinerea* var. *megacinerea*, *J. mandshurica*, *J. ailanthifolia* の系列の分類群が注目される。

(1) *J. cinerea* var. *megacinerea* として表示した層位分布のなかには、NIREI (1975) により *J. mikii* として区分されたものを含めてある。*J. cinerea* var. *megacinerea* が最後に産出する層準では、たしかに *J. mikii* とされた小型の堅果の産出が多くなるが、現段階では両者は層位的に明確には区分されないので、上記のような扱いをしておいた。また、この分類群は、会津地域の七折坂層上部のハラミロ亜期にあたる層準の直下、すなわち大手沢植物化石群と分帯された範囲の上部の層準からも産出することが確かめられた。大阪・新潟・会津の3地域では、*J. cinerea* var. *megacinerea* は、ほぼハラミロ亜期の初めまたは直前頃の層準を境にして、その産出がみられない。おそらく、消滅の時期を示し、分帯上の一つの基準を示すと考えられる。なお、この分類群は、表1に示したように、大阪層群、魚沼層群、山都層群ともに、鮮新世と考えられる層準から多産している。

(2) *J. mandshurica* は、魚沼層群においては *J. cinerea* var. *megacinerea* とともに産出する層位的範囲がかなりある。すなわち、田川—2植物化石群として分帯されている範囲の魚沼層群から産出する。古地磁気層位からみるとオルドバイ亜期の終りとハラミロ亜期の始まりの間の中間の層準から、*J. mandshurica* は産出しはじめることになる。しかし、山都層群上部ではハラミロ亜期の層準から、大阪層群ではその直前から、産出が知られている。また、大阪層群では、同層群上部の Ma 6 まで産出が知られ、魚沼層群ではその最上部まで産出が報告されている。一方、山都層群ではその産出層準が少なく、層位的範囲は明らかでない。

(3) *J. ailanthifolia* は、一般に *J. sieboldiana* の名でよばれている堅果化石を、大井 (1983) による分類名にしたがって用いた種名である。魚沼層群上部では SK-010 よりもいくらか上位の層準から産出しはじめる。大阪層群上部では Ma 6 より上位の層準で産出が知られている。魚沼層群における最初の出現は、ハラミロ亜期の終りと松山期/ブルヌヌ期の境界との中間の層準にあっている。会津では、塔寺層の上部 (Td-7) にはじめて明

Table 1 Stratigraphic distribution of the main taxa of plants in the Uonuma Group (Niigata), the upper part of Yamato Group (Aizu) and the Osaka Group (Osaka) in Honshu, Japan.



N Niigata, A Aizu, O Osaka, Td TODERA FLORA, Md MANCHIDANI FLORA, Ug UEGAHARA FLORA.
Broken line pollen fossil only.

(K. Suzuki and T. Nasu, 1987)

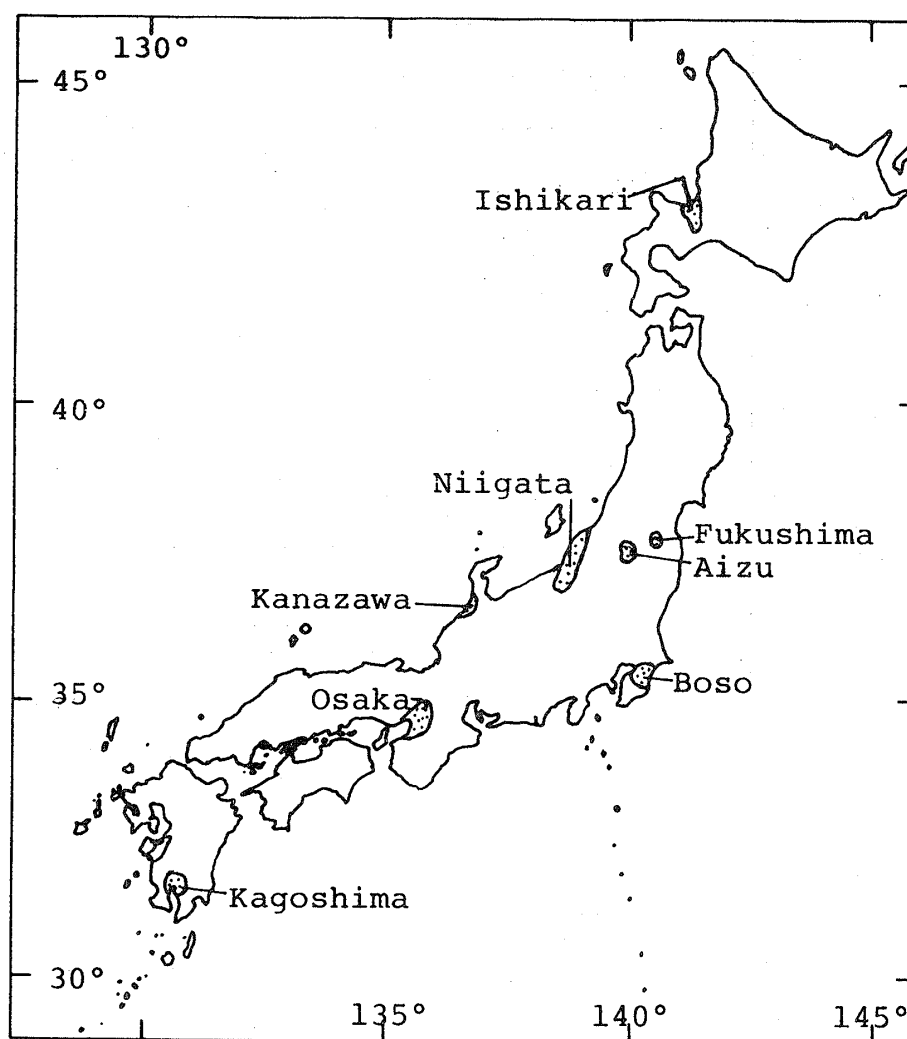


Fig. 1 Index map, showing the distribution of the Pliocene-Pleistocene strata in Japan, dealt with in the present paper.

確なものの産出があるのみで、資料が少ない。

2) *Metasequoia* 属は、大阪・新潟・会津の三地域では、ともに新第三系（とくに鮮新統）から、小枝、球果、花粉などの化石が豊富に産出しているが、消滅時期の産出にはつぎのような特徴がある。大阪層群では、下部の Ma 2 の層準まで大型遺体と花粉の化石が産出する。新潟の魚沼層群では、大型遺体の化石は田川-1 植物化石群のなかにはよくみいだされるが、田川-2 植物化石群のなかにはみいだされない。しかし、花粉化石では、田川-2 植物化石群として区分されている層準の上位の芝の又植物化石群の下部まで、その産出が確かめられる（相馬の未公表資料による）。会津では、七折坂層の最下部（大手沢植物化石群の下部）のオルドバイ亜期の層準直上までは大型遺体は産出するが、より上位にはみいだされない。しかし、花粉化石は、七折坂層上部の

なかのハラミロ亜期と考えられる層準の直下まではみいだされる。上位の大沢植物化石群のなかには、大型遺体も花粉もともにみいだされない。

会津や新潟では、オルドバイ亜期の直後から、花粉のみその産出が知られる層位的範囲がかなりある。会津ではハラミロ亜期の直前まで、新潟ではハラミロ亜期の後までみとめられている。これは、*Metasequoia* の個体数が減少し、大型遺体が搬入・埋没されやすいところには、もはや生存していなかったことによると考えられる。大阪層群の Ma 2 は、ハラミロ亜期と松山期/ブルヌヌ期境界の中間の時期にあたると考えられているので、大阪・新潟・会津の三地域のなかでは、最もおそくまで残存し、会津ではいくらか早い時期に消滅したことを示している。新潟でもハラミロ亜期よりも後まで残存していると考えられるが、三地域では、ハラミロ亜期か

ら松山期/ブルヌ期境界以前までの時期にはほぼ消滅したと考えられる。会津では早く、新潟・大阪ではおこなわれているのではなかろうか。また、オールドバイ亜期直後頃を境にして、会津・新潟で大型遺体が産出しなくなることも分帯上の一つの基準として注目すべきであろう。

3) *Fagus* 属の大型化石としては葉片と殻斗・種子などがよく産出するが、研究者により同定・分類の上で多少異なった見解があり、いくつかの種名で報告されている。ここでは、よく産出する *Fagus microcarpa* Miki と現存種である *F. crenata* Blume をとりあげてそれらの層位的産出状況を検討する。

(1) *F. microcarpa* は、大阪では大阪層群のほとんどの層準でその産出が知られ、会津では小柳津と袋原の両植物化石群によく産出するが、大手沢や塔寺³⁾の植物化石群中にもみだされる。新潟の魚沼層群では、田川—1、田川—2 と芝の又の各植物化石群にみだされる。芝の又では、SK-010 の層準の下位まで産出している。

(2) *F. crenata* は、大阪層群では Ma 5 から上位の層準に産出し、魚沼層群では SK-010 の上位約 40 m の層準から上位で産出する。一方、会津では、七折坂層最上部の塔寺 1・2 植物化石群ではじめて産出する。新潟や会津で *F. crenata* がはじめて出現する時期は、標準古地磁気年代尺度と対応させてみると、ハラミロ亜期の終りと松山期/ブルヌ期の境界の中間の時期となり、新潟における *Juglans ailanthifolia* の最初の出現の時期と一致すると考えられる。

Fagus crenata と *F. microcarpa* の分類は、かなり微妙な問題もあると思われるが、現存する *F. crenata* の典型的な殻斗と葉片と同じ形態の特徴を有するものを *F. crenata* に同定し、三木 (1933) によって規定された著しく小型の殻斗と小型で側脈数の少ない葉片を有するものを *F. microcarpa* とした。しかし、なかには中間的な形質の特徴をもつものもあるが、これも *F. microcarpa* に含めておいた。

4) *Manyanthes* も、その種子の化石(種皮が多少炭化した状態で)がよく産出する。会津や新潟では、ガウス正磁極期の後半にあたる層準から以後によく産出する。とくに会津では、小柳津植物化石群のなかにはみだされず、袋原植物化石群から後の各植物化石群中にはよくみだされる。袋原植物化石群のものは、小型の種子で、種皮も薄く、種皮の組織も現存するものにくらべて発達度が貧弱で、*M. trifoliata* var. *minusculus* として分類されている (SUZUKI, 1961)。大手沢植物化石群では、その上部になると、これにくわえて現生型の特徴を

有する種子化石が出現するようになっている。この層準は、古地磁気層位からみると、オールドバイ亜期とハラミロ亜期の中間の時期にあたり、大阪層群における *M. trifoliata* が最初に産出する時期に近い。

5) *Paliurus nipponicus* は、大阪層群では Ma 7 以下に、魚沼層群では SK-020 の直上の層準以下にその産出があるが、山都層群では小柳津植物化石群を最後に産出が知られていない。会津、新潟、大阪の順で消滅の時期が遅れていることを示した示している。

以上の諸属のほかに、大阪層群、魚沼層群および山都層群の上部から、共通して産出が見られるものではないが、次のような分類群の層位的分布が注目される。

6) 温暖地域に残存する第三紀型の分類群

Glyptostrobus は、新潟では大型遺体でみられる *Metasequoia* の層位的分布とおなじ分布を示し、大阪層群では最下部に産出が限られている。会津では、小柳津植物化石群を最後に産出しなくなる。

Pseudolarix は大阪層群と会津の和泉層とから産出が知られているが、大阪層群では最下部のみから知られ、会津では和泉層上部の袋原植物化石群を最後に産出しなくなる。

Liquidambar は、大型化石では、大阪層群の最下部のみにその産出があり、それ以後、すなわちガウス正磁極期の終り頃から後では産出は知られていない。会津の山都層群では、藤峠層からはよく産出するが、その上位の和泉層からは産出しない。すなわち、小柳津植物化石群以後の化石群にはみとめられない。一方、花粉化石では、大阪層群の場合、*Metasequoia* が最後に産出する層準の頃まで産出する。会津の場合、和泉層からは花粉化石もほとんど産出しない。魚沼層群からは、*Liquidambar* の大型化石の産出は知られていない。

7) 寒冷地域に分布する第四紀型の分類群

Picea jezoensis と *Pinus koraiensis* は、魚沼層群からは産出しないが、山都層群の七折坂層上部と塔寺層とからよく産出する。大阪層群下部・上部からは *P. koraiensis* が産出する。大阪層群で最も下位のものとしては、千里山タフの下位の層準から *Metasequoia* とともに産出し、オールドバイ亜期とハラミロ亜期の中間の時期にあたりと考えられている (ITIHARA et al., 1987)。一方、会津では、*Pinus koraiensis* は、ハラミロ亜期にあたる大沢植物化石群ではじめてその産出が知られる。また、*Picea jezoensis* も大沢植物化石群ではじめて産出している。大阪層群における *Pinus koraiensis* の最初の出現の時期は、魚沼層群における *Juglans mandshurica* の最初の出現の

時期とはほぼ同じ頃になると考えられる。なお、*J. mandshurica* は日本列島から消滅しているが、*Picea jezoensis* や *Pinus koraiensis* は隔離分布の状態でお残存している。

8) 日本列島固有の分類群

さきのべた *Juglans ailanthifolia* や *Fagus crenata* のように、大阪・新潟・会津のいずれかの地域で、ハラミロ亜期の終りと松山期/ブルンヌ期境界の中間の時期以後に産出している分類群がいくつかある。*Pterocarya rhoifolia* (塔寺層下部の塔寺3—4植物化石群以後)、*Tsuga diversifolia* (塔寺層下部の塔寺4植物化石群以後)、*Abies veitchii* (大阪層群 Ma 6 と Ma 7 の中間層準)。なお、会津の大沢植物化石群から *Abies veitchii* として報告したものは、標本の保存が下良で、*Abies* sp. とあらためる。

以上の分類群は、現在日本列島に固有の分布を示すものであることと、松山期/ブルンヌ期境界の直前頃の時期以降に出現していることが注目される。これらの分類群が *Fagus crenata* や *Juglans ailanthifolia* とおなじ時期にそろって出現したのか、それともいくつかの段階を追って出現したのかは、今後に検討を要する課題であろう。

9) 暖帯性の常緑広葉樹の分類群

Cinnamomum や *Quercus* (*Cyclobalanopsis*) などは、大型化石では大阪層群上部の Ma 8 層準にのみ知られ、山都層群上部や魚沼層群からは知られていない。花粉化石では、大阪層群では Ma 3 下部, Ma 4 中・下部, Ma 6 下部などで *Quercus* (*Cyclobalanopsis*) が多産している。

III. 基準面と分帯

大阪・新潟・会津の三地域における鮮新—更新統を植物化石により分帯するにあたっての基準面としては、前項でのべてきた分類群の層位的分布からつぎのような分類群の出現と消滅の時期が注目される。

1) 大阪や会津では、大型化石からみると、第三紀型の温暖地性の分類群 (*Pseudolarix*, *Sequoia*, *Glyptostrobus*, *Liquidambar*, *Nyssa*, *Paliurus* など) のなかのいくつかがそろって産出しなくなる層準がある。それらの分類群は大阪と会津で必ずしも同じものではないが、注目すべきことと考えられる。この層準はガウス正磁極期の後半にあたる。一方、会津では、この時期に *Menyanthes trifoliata* var. *minusculus* や *Picea* cf. *maximowiczii** の出現がある。大阪では *P. cf. maximowiczii* はより早い時期

に出現している。*Menyanthes trifoliata* var. *minusculus* の出現は知られていない。

2) 必ずしもおなじ時期に出現はしていないが、大阪・新潟・会津の三地域で、オールドバイ亜期以後、ハラミロ亜期以前の間の時期で *Menyanthes trifoliata* (大阪・会津・新潟?), *Pinus koraiensis* (大阪), *Juglans mandshurica* (新潟) などの出現があり、*Picea* cf. *maximowiczii* (大阪・会津) がよく産出するようになる。会津では *Pinus koraiensis* と *Picea jezoensis* とが、ハラミロ亜期の時期に出現している。*P. cf. maximowiczii* をのぞく、これらの種は現在中国北部から沿海州などの地域にかけて分布の本拠地を有する寒冷地性の分類群であるが、オールドバイ亜期以後ハラミロ亜期までの間に、大阪・新潟・会津などの地域にたぎつぎと出現したものと考えられる。これらの最初の出現の時期は、オールドバイ亜期とハラミロ亜期との中間の時期にあるが、分帯上の基準として重要なものと考えられる。

一方、オールドバイ亜期からハラミロ亜期直前までは、*Metasequoia*, *Juglans cinerea* var. *megacineria*, *Pterocarya paliurus* などが残存している。*Metasequoia* をのぞいては、ハラミロ亜期のはじまり頃までに消滅していると考えられるが、*Metasequoia* は、会津ではハラミロ亜期のはじまり頃に、新潟や大阪ではハラミロ亜期の後まで残存していたと考えられる。これらの分類群の消滅の時期も分帯上の基準の一つと考えられる。

3) 新潟や会津地域では、ハラミロ亜期と松山/ブルンヌ期境界との中間の時期で、日本列島に固有の分布を示す *Fagus crenata* の出現があり、さらに新潟では *Juglans ailanthifolia* などが出現しはじめる。大阪ではこれらの種の出現は少し遅れるが、ほぼ同じ時期に出現している。さらに、ハラミロ亜期の前後の時期の間に、残存していた *Metasequoia* が消滅したと考えられる。これらは分帯上重要な基準となるものであろう。

4) ブルンヌ正磁極期にあたる大阪層群の上部では、Ma 6 またはその直上の層準まで *Juglans mandshurica*, *Cunninghamia*, *Paliurus nipponicus* などが残存している。そしてその上位の Ma 6 と Ma 7 の間の層準にあたる満池谷植物化石群には *Abies veitchii* や *Larix* などの新しい分類群の出現がある。このような分類群の出現と消滅は、分帯上注目すべきものと考えられる。しかし、魚沼層群の上部や塔寺層からの化石群には、現在の段階ではこのような明確な資料は得られていない。魚沼層群上部では、その最上部からも *Juglans mandshurica* の産出が報告されている。一方、塔寺層からはその下部(塔寺4)

* *Picea maximowiczii* あるいは *P. cf. maximowiczii* として、各地域から報告されている遺体化石は、種の同定上別の種とみられるものが多い。この報文では、一応 *Picea* cf. *maximowiczii* として扱っておくことにする。

から新しく *Tsuga diversifolia* の出現がある。

以上にのべたような大阪層群上部のなかに見いだされる分帯の基準が、どの範囲の地域に有効であるかを念頭におきながら検討を進める必要がある。

さらに、会津では大沢、塔寺1・2、塔寺3、塔寺4、塔寺5・6、塔寺7、塔寺8の植物化石群集をみると、相対的に寒冷地性の分類群の優勢な組成を示すものと相対的に温暖地性の分類群の優勢な組成を示すものとが、層位的に交代して出現している特徴を示している(鈴木, 1987)。このような変化は、大阪層群下部 Ma 0 以後同層群上部にかけてもかなり明瞭にあらわれる。とくに満池谷や上ヶ原植物化石群で示されるように、Ma 6 からの時期できわめて明瞭である。新潟の魚沼層群の上部では、その下部(会津の大沢植物化石群や大阪の Ma 2/Ma 3 の植物化石群に対比される)をのぞくとこのような層位的変化はみだされておらず、大局においてブナ林に近似な植生を示す化石群集のみが知られている。したがって、寒冷地性の分類群の優勢な化石群集と温暖地性の分類群の優勢な化石群集との交代的出現を広域的な分帯の基準とする場合には慎重な検討が必要であろう。すなわち、このような変化は時間的にも空間的にも表れる環境の違いをあらわしているにすぎないことがあるからである。

大阪層群の Ma 6 以後における化石群集の組成の層位的変化と塔寺層の塔寺5・6以後の化石群集の組成の層位的変化は、主な構成種で共通するものは多くはないが、よく似た傾向の環境の変化を示しているように考えられる。そして、層位上の位置からみても、ほぼ同じ時期にあたるように考えられる。おそらく、たがいに対比し得る層準と考えられる。しかし、大阪層群の Ma 6 とそれ以後の間を区切るような分帯上の基準となる分類群は、塔寺層の場合みだされていない。なお、魚沼層群上部の上限が大阪層群の Ma 6 以下と考えられるのかどうか、今後に残された検討課題であろう。と同時に、魚沼層群上部の堆積時には植生の交代的变化がそれほど明瞭に表れていなかったことを示しているのかも知れない。これも将来に残された検討課題の一つであろう。

以上にのべてきたところから、大阪・新潟・会津の鮮新—更新統は、表2に示したように、4つの Zone (Concurrent range zone) に区分されるであろう。もっとも下位の *Metasequoia-Sequoia-Nyssa* Zone は Gauss 正磁極期後半以前の鮮新世前半の時期のもので、第三紀に普通な古い型の温暖地性の針葉樹と落葉広葉樹の分類群を多く含む特徴がある。この上位の *Metasequoia-Jug-*

lans cinerea var. *megacinerea*-*Fagus microcarpa* Zone は Gauss 正磁極期後半以後オールドバイ正磁極期後の後までのほぼ鮮新世後半の時期のもので、古い型の分類群は減少しているが、まだいくつかが残存している特徴を示すほか、地域によっては *Menyanthes trifoliata* var. *minusculus* や *Picea* cf. *maximowiczii* などの新しい分類群を伴う特徴がある。さらに上位の *Metasequoia-Juglans mandshurica*-*Menyanthes trifoliata* Zone はオールドバイ正磁極期の後の時期からハラミロ正磁極期後の終りとブルンヌ正磁極期の始まりとの中間の時期までのほぼ更新世前期にあたると考えられる。*Metasequoia* や *Juglans cinerea* var. *megacinerea*, *Pterocarya paliurus* などのまだ残存していた分類群がつぎつぎと消滅するのと、新たに出現した *Juglans mandshurica*, *Menyanthes trifoliata*, *Pinus koraiensis* などの寒冷地性の種が優勢になる時期である。この Zone は、ハラミロ正磁極期後の始まり頃を境にして、下位の *Juglans cinerea* var. *megacinerea*-*Pinus koraiensis* Subzone と上位の *Juglans mandshurica*-*Pinus koraiensis* Subzone に細分される。前者は、まだ *Juglans cinerea* var. *megacinerea* が残存し、新しい型の *Pinus koraiensis*, *Juglans mandshurica*, *Menyanthes trifoliata* が、各地域で出現しはじめた時期と考えられる。これに対して、*Juglans mandshurica*-*Pinus koraiensis* Subzone は、*Juglans cinerea* var. *megacinerea* や *Pterocarya paliurus* が姿を消し、*Pinus koraiensis*, *Juglans mandshurica*, *Menyanthes trifoliata* などが優勢となるが、*Metasequoia* は一部地域で残存していた時期である。中国大陸北部に広く分布する寒冷地性の種が優勢となる特徴がみられる。

最も上位の *Fagus crenata*-*Juglans ailanthifolia*-*Tsuga diversifolia* Zone は、ブルンヌ正磁極期の直前頃以降の時期で更新世中期にあたると考えられる。上限は明らかではないが、最終間氷期の地層までが含まれる可能性がある。現在日本列島域に固有な分布を示す *Fagus crenata*, *Juglans ailanthifolia*, *Tsuga diversifolia* などが出現・繁栄している時期で、大阪・新潟などの地域に残存していた古い型の分類群 (*Paliurus nipponicus*, *Cunninghamia*, *Sapium sebiferum* var. *pleistoceaca* など) や *Juglans mandshurica* などの比較的新しい種もつぎつぎと消滅していく時期である。先にのべたように、地域によっては、いくつかの Subzone に細分することも可能であるが、広域にわたっていくつかの分類群の層位的分布を基準にして細分することはきわめて困難であろう。しかしながら、先に述べたような根拠で、七折坂層最上部から塔寺層下半部にかけて産出する塔寺1・2—塔寺4の植物化

Table 2. Zonation, based on the stratigraphical distribution of the main taxa of plants in the Uonuma Group, the upper part of Yamato Group and the Osaka Group, in Honshu, Japan.

MA	PALEOMAGNETIC TIME SCALE (Mankinen and Dalrymple, 1979)	FORMATION AND LOCAL FLORA			ZONATION	
		Niigata	Aizu	Osaka	ZONE	SUBZONE
0.73	Ja	Upper part SHIBANOMATA	TODERA FORMATION Td-8 Td-7 Td-6 Td-4 Td-3 Td-2	Upper part Ug Md	<i>Fagus crenata</i> - <i>Juglans ailanthifolia</i> - <i>Tsuga diversifolia</i>	Upper
						Lower
0.90	Ja	Upper part TAGAWA-2	OH- SAWA	Lower part Metasequoia FLORA (Extinct)	<i>Metasequoia</i> - <i>Juglans mandshurica</i> - <i>Menyanthes trifoliata</i>	<i>Juglans mandshurica</i> - <i>Pinus koraiensis</i>
0.97						<i>Juglans cinerea</i> var. <i>megacineria</i> - <i>Pinus koraiensis</i>
1.67	01	Middle part TAGAWA-1	OHTEZAWA	Lowermost part Metasequoia FLORA (Flourish)	<i>Metasequoia</i> - <i>Juglans cinerea</i> var. <i>megacineria</i> - <i>Fagus microcarpa</i>	
1.87						
2.48	GAUSS	Lowermost TAGAWA-1	FUKUROHARA	Lowermost part Metasequoia FLORA (Flourish)	<i>Metasequoia</i> - <i>Glyptostrobus</i> - <i>Nyssa</i>	

Td TODERA FLORA, Md MANCHIDANI FLORA, Ug UEGAHARA FLORA

石群は大阪層群上部の Ma 3 から Ma 6 にかけて産出する化石群に対比され、塔寺層産の塔寺 5—8 の化石群は Ma 7 の下位から Ma 9 にかけて産出する化石群に対比されるであろう。会津・大阪の地域にかなするかぎり、下位のものを Lower subzone, 上位のものを Upper subzone と仮に区分しておくことにしたい。もちろん、この区分が魚沼層群や後に述べる卯辰山層など日本海沿岸域の地層にも適用し得るか否かは今後の課題である。

IV. その他の地域における鮮新統・更新統と植物化石群集

大阪層群・魚沼層群・山都層群上部のほかにも、植物化石を多産する鮮新統・更新統は、日本列島の各地域に分布している。これらのうち、鹿児島北方、金沢市付近、房総半島、福島盆地、石狩低地帯などの地域の鮮新

統や更新統をとりあげて、産出する植物化石群集の分類群組成の特徴から、前項で述べた分帯との対比を考察した。

1. 鹿児島北方地域

この地域における鮮新統・更新統としては、ともに植物化石を多産する永野層とこれを不整合におおう国分層群が知られている(西井上・大塚, 1983)。K-Ar 年代値, F.T. 年代値および古地磁気層位の資料などから、永野層は鮮新—更新世, 国分層群は前—中期更新世のものと考えられている(OTSUKA, 1987)。

永野層の植物化石群は、筆者の一人鈴木が検討した結果では、*Metasequoia* をはじめ、*Sequoia*, *Cunninghamia*, *Carpinus tshonoskii*, *Quercus serrata*, *Fagus microcarpa*, *Zelkova serrata*, *Acer mono* などの温暖地性の針葉樹と落葉広葉樹の分類群からなり、暖亜熱帯性の常緑広葉樹の

分類群はみいだされない。年代値の資料ともあわせて、*Metasequoia-Juglans cinerea* var. *megacineria-Fagus microcarpa* Zone のものと考えられる。

約 300 m の厚さを有する国分層群は、下位から加治木層・鍋倉火砕流堆積物・蒲生層・小田火砕流堆積物・隼人層に区分されているが、火砕流堆積物と隼人層上部を除く各層からは豊富な化石群集を産している。*Fagus crenata*, *F. microcarpa*, *Carpinus tschonoskii*, *Quercus serrata*, *Zelkova serrata*, *Acer mono* などの温帯性の落葉広葉樹種が全層をつうじてよく産出するほか、多数の層準から *Cinnamomum*, *Machilus*, *Neolitsea*, *Quercus* (*Cyclobalanopsis*) などの暖亜熱帯性の常緑広葉樹の分類群も産出している。

暖亜熱帯性の常緑広葉樹の分類群を産出する層準と産出しない層準（隼人層の下部—蒲生層の中部）からの植物化石群集とが、植生の交代的变化を示しているのかどうかは明らかではないが、国分層群下部の堆積時からすでに暖亜熱帯性の分類群がいくつかそろって出現しているという特徴がある。*Fagus* も国分層群の全層準をとおして産出するが、葉片化石では *Fagus crenata* と *F. microcarpa* が多くみられ、殻斗では後者のタイプのものが多いつか見いだされた。一方、蒲生層下部からは *Liquidambar* が産出している (SUZUKI et al., 1983)。しかし、*Metasequoia*, *Sequoia*, *Cunninghamia* などは、国分層群の全層準をとおしてみいだされていない。

国分層群についての古地磁気層位や放射年代値 (0.64 および 0.77 Ma) などを考慮に入れて判断すると、国分層群産の植物化石群は、*Fagus crenata-Juglans ailanthifolia-Tsuga diversifolia* Zone に含まれるものではないかと考えられる。大半は、その下部亜帯に含まれるものではないだろうか。*Liquidambar* がまだ残存していたことが注目される。と同時に、暖亜熱帯性の常緑広葉樹の分類群と *Fagus crenata* とが、ともに多産することが注目される。

2. 金沢市周辺地域

金沢市周辺に分布する卯辰山層とその産出植物化石群は、楡井 (1969) により報告されている。この化石群は全体として、ほぼ *Fagus crenata-Juglans ailanthifolia-Tsuga diversifolia* Zone に含まれると考えられる。*Juglans mandshurica* と *J. ailanthifolia* の層位分布からみると、卯辰山層下部 (UMa 1-UMa 5) は大阪層群の Ma 3 から Ma 6 までの地層に対比され、この帯の Lower subzone にあたると考えられる。卯辰山層上部は大阪層群の Ma 6 よりも上位の地層に対比され Upper subzone

にあたることになる。しかし、満池谷や上ヶ原植物化石群と同じような組成を有する化石群集は見いだされていない。資料不足のためか、日本海の沿岸地域という地理的条件によるものなのか、魚沼層群の場合とともに今後に残された課題であろう。

3. 房総半島

最近みいだされた万田野層産の植物化石群が注目される。NIREI et al. (1987) は万田野層中部から *Picea* cf. *maximowiczii*, *Tsuga diversifolia*, *Fagus crenata* などからなる寒冷地性 (冷温帯北部) の植生を示唆する化石群集の産出を報告した。一方、黒川が最近別産地の同層から採集した葉片を主とする化石群集には *Fagus crenata*, *Quercus crispula*, *Carpinus cordata*, *Picea* sp., *Abies* sp. などが含まれる。これらは、現在の房総半島の植生と比べると、いずれもかなり寒冷な植生を示していると考えられる。

万田野層の層位や古地磁気層位などを考え合わせると、NIREI et al. (1987) が指摘したように、大阪の満池谷植物化石群に対比されると考えられ、同時に会津の塔寺 5・6 の植物化石群に対比されるであろう。おそらく *Fagus crenata-Juglans ailanthifolia-Tsuga diversifolia* Zone の Upper subzone の最初の寒冷期を指示する化石群集と考えられる。

4. 福島盆地

福島盆地周辺に分布する清水町層や高田層から産出する植物化石群集が、鮮新—更新世のものと考えられる。清水町層と高田層とは分布地域がたがいに離れていて、直接の層位関係は確かめられないが、下位の清水町層に不整合に高田層が重なっていると考えられている (鈴木・吉田, 1972)。

最近採集された清水町層からの化石群集は、*Metasequoia*, *Pseudotsuga*, *Picea* cf. *maximowiczii*, *P. koribai* などの針葉樹と *Pterocarya paliurus*, *Fagus microcarpa*, *Corylus heterophylla*, *Quercus crispula*, *Carpinus tschonoskii*, *Tilia maximowiczii* などの落葉広葉樹を主とするものであり、*Buxus* などの常緑広葉の低木を伴っている。この中で、*Metasequoia* は下部の層準からのみ見いだされる。このような化石群集は、会津の袋原植物化石群と大手沢植物化石群の下半部のものに対比され、あきらかに *Metasequoia-Juglans cinerea* var. *megacineria-Fagus microcarpa* Zone に含まれるものと考えられる。

一方、高田層上部からは、*Picea* cf. *maximowiczii*, *Pinus koraiensis*, *Larix* cf. *kaempferi* などのマツ科の針葉樹の分類群を主とし、*Menyanthes trifoliata* などの水草を伴う化

石群集が産出している。古地磁気層位からも、高田層はブルンヌ正磁極期のものと考えられている（真鍋・鈴木, 1988）。高田層上部の化石群は、会津の塔寺 5・6 の化石群集に対比されると考えられ、*Fagus crenata*-*Juglans ailanthifolia*-*Tsuga diversifolia* Zone の Upper subzone 化石群集の一つをあらわすものであろう。

5. 石狩低地帯

北川ほか（1985）によると、下野幌層は古地磁気層位から、ハラミロ亜期以降ブルンヌ正磁極期にかけての更新世の前・中期のものと考えられている。下野幌層の下部からは、*Picea glehnii* や *Menyanthes trifoliata* の産出が、同層上部からは *Abies* sp., *Tsuga* sp., *Picea jezoensis*, *Menyanthes trifoliata* の産出が報告されている（KITAGAWA et al., 1982）。これらのうち *Picea glehnii* の産出はとくに注目される。このほか、矢野（1987）によると下野幌層の上位に位置すると考えられるニタッポロ層の下部からは、*Abies veitchii*, *Pinus koraiensis*, *Juglans ailanthifolia*, *Picea jezoensis*, *Styrax japonica*, *S. obassia*, *Fagus crenata* などが産出している。くわしい層位とともに化石群集の産出順序を確認することが今後の課題として残されているが、化石群集の特徴からみて、*Fagus crenata*-*Juglans ailanthifolia*-*Tsuga diversifolia* Zone にあたることは、まずまちがいないと考えられる。針広混交林の組成を示す植生の存在が推測される。

矢野（1987）によると、下野幌層に不整合に重なる音江別川層の最下部層からは、*Abies* sp., *Picea jezoensis*, *Juglans ailanthifolia* の産出が報告され、中部層からは *Juglans ailanthifolia*, *Corylus sieboldiana*, *Fagus crenata*, *Quercus serrata*, *Magnolia kobus*, *Styrax japonica* などの冷温帯性の落葉広葉樹を主とする化石群集を産出している。音江別川層も化石群集からみると *Fagus crenata*-*Juglans ailanthifolia*-*Tsuga diversifolia* Zone に含まれると考えられ、寒冷地性の樹種を主とする群集と、冷温帯性の落葉広葉樹を主とする群集の交替的出現の特徴がみられそうである。

V. む す び

1. 大阪・新潟・会津の三地域の鮮新—更新統は、産出する植物化石の中で、注目すべき分類群の層位的分布から考えられる出現と消滅（出現状況）を基準にして、表 2 に示したように分帯される。

Metasequoia をはじめとする日本列島から消滅してしまったスギ科やマツ科にぞくする分類群の消滅層準、同系列と考えられる *Juglans cinerea* var. *megacinerea*-*J. man-*

dshurica-*J. ailanthifolia* の堅果化石の層位的出現の状況、*Fagus microcarpa* や *F. crenata* の層位的出現状況および *Pinus koraiensis*, *Picea jezoensis*, *Tsuga diversifolia* などの寒冷地性のマツ科の分類群の最初の出現の層準などが、分帯上有力な手がかりとなると考えられる。なお、*Menyanthes* や *Trapa* などの水草の分類群のなかにも重要なものがあるが、今回は *Trapa* についてはとりあげることができなかったし、*Menyanthes* についても不十分であった。

鮮新—更新統については、4つの Zone (concurrent range zone) に区分され、更新統の 2つの Zone はそれぞれ 2つの Subzone に細分される。なかでも、最後の *Fagus crenata*-*Juglans ailanthifolia*-*Tsuga diversifolia* Zone は上限が未確定であることや、亜帯として区分したものの適用範囲など、今後検討すべき課題が残されている。これらの亜帯の区分は、大阪・会津・房総などの地域にはあてはまりそうであるが、魚沼層群や卯辰山層にはいくらか問題を残している。あるいは太平洋側と内陸盆地にのみあてはめうる分帯かも知れない。上限の問題については上部更新統や完新統産の化石群集とあわせて検討が進められるべきであろう。適用範囲の問題については、新潟や金沢などの日本海沿岸地域における化石群集の組成と分帯の基準となる分類群の層位分布の再検討が必要と考えられる。

Fagus crenata-*Juglans ailanthifolia*-*Tsuga diversifolia* Zone では、会津では、その前の *Juglans mandshurica*-*Pinus koraiensis* Subzone の化石群集を含めて、寒冷地性の針葉樹や広葉樹の分類群を主とする群集と温帯性の針葉樹や広葉樹の分類群を主とする群集の交替的出現が顕著である。一方、大阪でも *Juglans mandshurica*-*Pinus koraiensis* Subzone から *Fagus crenata*-*Juglans ailanthifolia*-*Tsuga diversifolia* Zone にかけて、上記のような交替的出現が顕著にみとめられる。しかし、新潟や金沢周辺の地域では現在までのところこのような特徴は見いだされていない。鹿児島北方の国分層群においても、このような特徴は顕著にはみとめられそうにもない。しかし、石狩低地帯の下野幌層、ニタッポロ層、音江別川層などの化石群集からは、資料は少ないが、このような特徴がみられることが期待されそうである。

2. 今回おこなった分帯は、古い第三紀型の温暖地性の分類群の段階的な消滅過程と、新しい型の冷温帯—亜寒帯性の分類群の段階的な出現の過程にもとづいている。そのなかでも次のようなことがらが、とくに注目されるであろう。

Metasequoia-Juglans mandshurica-Menyanthes trifoliata Zone の時期では, *Pinus koraiensis*, *Picea jezoensis*, *Menyanthes trifoliata* などの, 日本列島にも現存するが, 中国北部・朝鮮半島北部・沿海州などの大陸域に広い分布を有している種は, この Zone のはじめ頃, すなわちオールドバイ正磁極亜期の後に出現している。そしてこの Zone の後半の Subzone, すなわちハラミロ正磁極亜期頃に大阪や会津などで, これらの分類群がそろって分布するようになったことが注目される。一方, *Metasequoia* などの第三紀型の分類群は, 急速に衰え, この Zone の終り頃までに消滅していることも注目される。

一方, *Metasequoia* などの第三紀型の多くの分類群が消滅するのと入れかわるように, *Fagus crenata-Juglans ailanthifolia-Tsuga diversifolia* Zone の時期のはじめには, *Fagus crenata*, *Juglans ailanthifolia*, *Pterocarya rhoifolia*, *Tsuga diversifolia* などの, 現在日本列島域に固有の分布を示す分類群が多数出現している特徴がある。第三紀型の分類群のうちごく一部はなお大阪や鹿児島などの地域では残存しているが, 会津や石狩低地域などのような北方地域ではすでに消滅している。

Fagus crenata-Juglans ailanthifolia-Tsuga diversifolia Zone の時期のなかでも, 日本列島の固有種が段階的に出現し, 第三紀型の種や第四紀の古い型の種が段階的に消滅していることがあるので, それらの過程の解明に留意しなければならないと考えられる。さらに, この zone のはじめ頃には, 関東以西の地域において, 日本の暖帯域から琉球・中国南部などの地域に現存する暖帯熱帯性の常緑広葉高木樹の分類群, たとえば *Cinnamomum*, *Quercus* (*Cyclobalanopsis*), *Machilus* などが, かなり多く分布するようになっていることも注目される。一方, ハラミロ亜期の頃には石狩低地域に, 樺太・千島系の分類群が出現していることを示す報告があり, 第四紀北方型の分類群の出現ということと関連して注目すべきであろう。

以上に述べたことは, *Metasequoia-Juglans mandshurica-Menyanthes trifoliata* Zone と *Fagus crenata-Juglans ailanthifolia-Tsuga diversifolia* Zone との間で, 日本列島周辺域の古地理的条件がかなり大きく変化したことを暗示していると考えられる。それは, 中国大陸との接続などにより大陸域と密接なつながりをもっていた日本列島周辺域がかなりの程度に切断され, 海洋的環境の影響を強く受けはじめるようになったことを示すのではなかろうか。

3. 大阪・新潟・会津などの各地域における植生の組

成上の差異は, 化石群集の組成からみると, *Metasequoia-Glyptosirobus-Nyssa* Zone や *Metasequoia-Juglans cinerea* var. *megacinerea-Fagus microcarpa* Zone および *Metasequoia-Juglans mandshurica-Menyanthes trifoliata* Zone のなかの *Juglans cinerea* var. *megacinerea-Pinus koraiensis* Subzone の時期では, いくらかみられるが, それほど大きなものではないと考えられる。これは鹿児島北方の永野層産の植物化石群集からも明らかであろう。しかし, 石狩低地帯でこれらの Zone にあたると考えられる裏の沢層からの花粉化石群集には *Picea*, *Abies*, *Pinus*, *Tsuga* などが多く産出しており, かなり異なった特徴の植生が存在していたのかもしれない。

Metasequoia-Juglans mandshurica-Menyanthes trifoliata Zone の *Juglans mandshurica-Pinus koraiensis* Subzone 以後では, 植生分布の地理的差異がかなり明確になったと考えられる。たんに, 南北の差によるだけでなく, 太平洋側と日本海側の植生の差異があらわれているように見える。

Fagus crenata-Juglans ailanthifolia-Tsuga diversifolia Zone の時期になってはじめて, 関東以西に寒冷地性の植生が出現しはじめたが, 東北以北の内陸域では, *Juglans mandshurica-Pinus koraiensis* Subzone (ハラミロ亜期) の時期からすでに出現していたと考えられる。

文 献

- ITIHARA, M., KAMEI, T., YOSHIKAWA, S. and NASU, T., 1987: Late Neogene and Quaternary stratigraphy of Kinki District, Japan. In ITIHARA, M. and KAMEI, T. eds.; *Proc. First International Colloquium on Quaternary Stratigraphy of Asia and Pacific Area*, Osaka, 1986; 74-83.
- KITAGAWA, Y., YOSHIDA, M., FUJIWARA, Y., AKAMATSU, M., IGARASHI, Y. and TONOSAKI, T., 1982: The Pliocene-Pleistocene boundary in the Tokachi tectonic basin and the Ishikari lowland, Hokkaido, Japan. In ITIHARA, M. and KUWANO, Y. eds.; *The Third Report on the Pliocene-Pleistocene boundary in Japan*; Japanese National Working Group of the IGCP Project No. 41 Neogene-Quaternary Boundary, 4-17.
- 北川芳男・赤松守雄・松下勝秀・五十嵐八重子, 1985: 石狩低地帯の第四系 (1) — 中・下部更新統について. 北海道開拓記念館研究年報, 13, 1-10.
- 真鍋健一・鈴木敬治, 1988: 東北地方の非海成鮮新—更新統の層序と対比. 地質学論集, no. 30, 39-50.
- MANKINEN, E.A. and DALRYMPLE, G.B., 1979: Revised geomagnetic polarity time scale for the interval 0-5 m.y.B.P. *Jour. Geoph. Res.*, **84**, 615-626.
- 三木 茂, 1933: 山城盆地周辺における洪積層の植物化

- 石. 京都府史蹟名勝天然紀念物調査報告, 14, 1-27, pls. 1-5.
- , 1948: 鮮新世以来の近畿並びに近接地域の遺体フロラに就いて. 大阪第二師範学校科学報告, 2, 105-144.
- 新潟古植物グループ・新潟花粉グループ, 1983: 魚沼層群産出の大型植物化石と花粉化石. 地団研専報, no. 26「魚沼層群」, 103-120, pls. 11-1~11-4.
- 楡井 久, 1969: 金沢市周辺の卯辰山層について. 地質雑, 75, 471-484.
- NIREI, H., 1975: A classification of fossil walnuts from Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, 19, Art 2, 31-62, pls. 1-3.
- , KUSUDA, T., MITSUNASHI, T. and KIKUCHI, T., 1987: Stratigraphic studies of the Pleistocene in the Boso Peninsula facing the Pacific, Central Japan. In ITIHARA, M. and KAMEI, T. eds.; *Proceedings of the First International Colloquium on Quaternary Stratigraphy of Asia and Pacific Area, Osaka*, 1986; 32-42.
- 西井上剛・大塚裕之, 1983: 南九州における国分層群の花粉層序. 鹿児島大学理学部紀要 (生物学・地学), 15, 89-100, pls. 1-2.
- 大井次三郎 (著)・北川政夫 (改訂), 1983: 新日本植物誌, 顕花篇. 至文堂, 1-1716 (545).
- OTSUKA, H., 1987: Early- to Middle Pleistocene stratigraphy in Kyushu, West Japan, with special reference to the Mammalian zones. In ITIHARA, M. and KAMEI, T. eds.; *Proceedings of the First International Colloquium on Quaternary Stratigraphy of Asia and Pacific Area, Osaka*, 1986; 104-110.
- SUZUKI, K., 1961: The important and characteristic Pliocene and Miocene species of plants from the southern part of the Tohoku District, Japan. *Sci. Rep. Fac. Art and Sci., Fukushima Univ.*, 10, 1-95, pls. 1-19.
- 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.
- ・吉田 義, 1972: 福島盆地の形成史について. 地質学論集, no. 7, 285-295.
- SUZUKI, K., OTUKA, H. and NISHINOUE, T., 1983: On the occurrence of Liquidambar leaf from the Pleistocene Kokubu Group, Kagoshima Prefecture, Japan. *Sci. Rep. Fac. Educ., Fukushima Univ.*, 33, 4, pl. 1.
- and MANABE, K., 1987: Pliocene-Pleistocene stratigraphy and chronology in the Aizu Basin, Northeast Honshu, Japan. In ITIHARA and KAMEI, T. eds.; *Proceedings of the First International Colloquium on Quaternary Stratigraphy of Asia and Pacific Area, Osaka*, 1986, 24-31.
- 矢野牧夫, 1987: 北海道の古植生. 伊藤浩司編「北海道の植生」, 北海道大学図書刊行会, 285-331.