

原 著

神谷千穂<sup>1</sup>・守田益宗<sup>2</sup>・佐々木俊法<sup>3</sup>・宮城豊彦<sup>4</sup>・  
 須貝俊彦<sup>5</sup>・柳田 誠<sup>6</sup>・古澤 明<sup>7</sup>・藤原 治<sup>8</sup>：  
 岐阜県瑞浪市大湫盆地における約17万年間の植生変遷

Chiho Kamiya<sup>1</sup>, Yoshimune Morita<sup>2</sup>, Toshinori Sasaki<sup>3</sup>, Toyohiko Miyagi<sup>4</sup>,  
 Toshihiko Sugai<sup>5</sup>, Makoto Yanagida<sup>6</sup>, Akira Furusawa<sup>7</sup> and Osamu Fujiwara<sup>8</sup>：  
 Vegetation history during the past 170,000 years in the Okute basin, Mizunami city,  
 Gifu Prefecture

**要 旨** 中期更新世末以降の植生史を明らかにするため、岐阜県瑞浪市大湫盆地で得られたOK4ボーリングコアの花粉分析を行い、同盆地の既存分析結果(OK1)との対比を行った。OK4に挟在する5枚のテフラ層の深度と年代の関係から、深度10mは約17万年前(酸素同位体ステージ6)に遡ると推定される。コア上部10mの分析結果に基づき、OK4-I帯からOK4-XIV帯の14局地花粉帯を設定した。各花粉帯の植生は以下の通りである。I帯(約167~155ka)とVIII帯(約64~56ka)、XI帯(約30~26ka)はマツ科針葉樹林、II・III帯(約155~125ka)とXII帯(約26~16ka)はマツ科とカバノキ属の混交林、V・VI帯(約115~90ka)はスギとコウヤマキの森林、VII帯(約90~64ka)はコウヤマキとマツ科の森林、IX・X帯(約56~30ka)はマツ科と落葉広葉樹の混交林、XIII帯(約16~7ka)はコナラ亜属を主とする落葉広葉樹林、IV帯(約125~115ka)とXIV帯(約7~0ka)はアカガシ亜属を含むマツ科と広葉樹の混交林である。今回の分析結果から、K-Tzの降下は約115~90kaのスギとコウヤマキの森林が最も発達した時期の終盤で、K-Tz降下以降にスギが衰退し、コウヤマキとマツ科の森林からマツ科針葉樹林へと変化したことを読み取ることができた。

キーワード：花粉分析、K-Tz、酸素同位体ステージ6、植生変遷、東海地方

**Abstract** Vegetation history since the late Middle Pleistocene was clarified from the pollen analysis of the upper 10 m of the OK4 core from the Okute basin in Mizunami city, Gifu Prefecture. The age-depth curve of interbedded five tephra layers indicated that the upper 10 m of the core ranges over the past 170 ka (Marine Isotope Stages 1-6). We recognized 14 local pollen zones (OK4-I to OK4-XIV): I (ca. 167-155 ka), VIII (ca. 64-56 ka), and XI (ca. 30-26 ka), Pinaceae forests; II and III (ca. 155-125 ka), and XII (ca. 26-16 ka), Pinaceae forests with *Betula*; V and VI (ca. 115-90 ka), *Cryptomeria japonica-Sciadopitys verticillata* forests; VII (ca. 90-64 ka), *Sciadopitys verticillata*-Pinaceae forests; IX and X (ca. 56-30 ka), mixed forests of Pinaceae and deciduous broad-leaved trees; XIII (ca. 16-7 ka), deciduous broad-leaved forests (mainly, *Quercus* subgen. *Lepidobalanus*); IV (ca. 125-115 ka)

<sup>1</sup> 〒101-8301 東京都千代田区神田駿河台1-1 明治大学古文化財研究所

Institute of Ancient Cultural Properties, Meiji University, 1-1 Kandasurugadai, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8301, Japan

<sup>2</sup> 〒700-0005 岡山市理大町1-1 岡山理科大学理学部基礎理学科

Department of Applied Science, Faculty of Science, Okayama University of Science, 1-1 Ridai-cho, Okayama 700-0005, Japan

<sup>3</sup> 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子1646 (財)電力中央研究所地圏環境部

Environmental Science Research Laboratory, Central Research Institute of Electric Power Industry, 1646 Abiko, Abiko, Chiba 270-1194, Japan

<sup>4</sup> 〒981-3139 仙台市泉区天神沢2-1-1 東北学院大学教養学部地域構想学科

Department of Regional Management, Faculty of Liberal Arts, Tohoku Gakuin University, 2-1-1 Tenjinzawa, Izumi-ku, Sendai, 981-3193, Japan

<sup>5</sup> 〒227-8563 柏市柏の葉5-1-5 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻

Graduate School of Frontier Science, the University of Tokyo, 5-1-5 Kashiwanoha, Kashiwa 277-8563, Japan

<sup>6</sup> 〒170-0005 豊島区南大塚3-24-4 (株)阪神コンサルタンツ 東京支店

Hanshin Consultants Co., Ltd. 3-24-4 Minamiotsuka, Toshima-ku, Tokyo 170-0005, Japan

<sup>7</sup> 〒444-0840 岡崎市戸崎町屋敷93-7 古澤地質調査事務所

Furusawa Geological Survey, 93-7 Yashiki, Tosaki-cho, Okazaki, 444-0804, Japan

<sup>8</sup> 〒305-8567 つくば市東1-1-1 産業技術総合研究所 活断層研究センター

Active Fault Research Center, Geological Survey of Japan, AIST, Tsukuba Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba 305-8567, Japan

and XIV (ca. 7–0 ka), mixed forests of broad-leaved trees and Pinaceae with *Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis*. We revealed that K-Tz fell at the last stage of *Cryptomeria japonica*-*Sciadopitys verticillata* forests (ca. 115–90 ka) and that, after the fall, *Cryptomeria japonica* declined and pinaceous trees dominated in the forests.

**Keywords:** K-Tz, Marine Isotope Stage 6, pollen analysis, Tokai district, vegetation history

## はじめに

東海地方ではこれまでに、静岡県浜名湖 (Matsushita & Sanukida, 1988) や榛原町 (松下, 1989), 岐阜県高富低地 (加古・森山, 2002), 瑞浪市大湫盆地 (守田ほか, 2006), 愛知県大野原湿原 (石田・中堀, 1987) など花粉分析が行われてきた。これらの研究によって、太平洋沿岸地域の後氷期における照葉樹林の発達史と、最終氷期以降の植生変遷の概略が明らかにされてきた。しかし、最終間氷期にさかのぼる堆積物についての分析例は少なく、長期的かつ広域的な古植生の復元を行うにはさらに研究例を増やすことが必要である。

岐阜県瑞浪市大湫の小盆地では、旧・核燃料サイクル開発機構 (JNC) により 8 本のボーリングコアが掘削採取された。そのうちの OK1 (全長約 25 m; 以下、本論ではボーリングコアの採取地点名をコア名とする) については、深度 0.7 ~ 23.7 m の部分について深度 30 cm 間隔で花粉分析が行われており、過去約 34 万年間の植生変遷が報告されている (守田ほか, 2006)。しかしながら、その花粉分析の時間解像度は、より短期的な気候変動や植生変化を捉えるには十分に高いとは言えず、当地域の詳細な植生変遷の解明にはまだ検討の余地が残されている。

本研究では、OK4 (全長 25 m) を対象に、挟在するテフラの分析を行うとともに、その上部 (深度 10 m 以浅)

の堆積物について 10 cm 間隔で花粉分析を実施することで、過去約 17 万年間、海洋酸素同位体ステージ (marine isotope stage : MIS) 6 以降にほぼ対比される時期の、より時間解像度の高い花粉記録を得た。この花粉記録と OK1 の花粉記録 (守田ほか, 2006) とを対比し、MIS6 以降の大湫盆地とその周辺における植生と環境の変遷を詳細に復元したので、ここに報告する。

## 調査地の概要と分析方法

### 1. 調査地の概要

試料採取地点 (北緯 35° 25' 53", 東経 137° 17' 43") は、大湫盆地 (佐々木ほか, 2006) と呼称される岐阜県瑞浪市大湫の標高約 500 m の山間地に形成された東西約 250 m, 南北約 1 km の南北に長い小盆地内 (図 1) に位置する。

調査地周辺の山地には土岐面と呼ばれる小起伏面が広く分布し (森山・丹羽, 1985), 大湫盆地は土岐川と木曾川に挟まれた小起伏面上に位置する。盆地内の小河川は南流して土岐川に注ぐものと、北流して木曾川に注ぐものがあり、盆地内に分水界が存在する。さらに東西方向にも分水界があることから、この盆地は現在では狭い集水域しかもたず、この地形的な特徴から大湫盆地の堆積物は、土岐川および木曾川の堆積作用を受けていないと考えられる (佐々木ほか, 2006)。

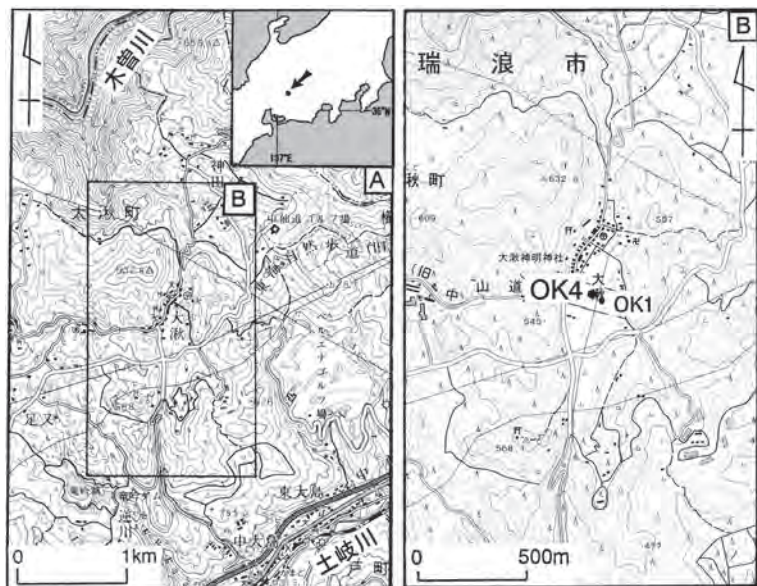


図 1 大湫盆地の試料採取地点図。— A : 国土地理院発行の 5 万分の 1 図幅「恵那」使用。B : 国土地理院発行の 2 万 5 千分の 1 図幅「武並」使用。黒丸印は試料採取地点。

**Fig. 1** Locality map and boring points (OK1, OK4) of the Okute basin. — A : The location map based on the 1:50,000 topographic map “Ena” compiled by the Geographical Survey Institute of Japan. B : Location map based on the 1:25,000 topographic map “Takenami” compiled by the Geographical Survey Institute of Japan.

大湫盆地の位置する中部地方南部の自然植生は、標高約 600 ~ 700 m 以下はアカガシ亜属 *Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis* を主とする常緑広葉樹林、標高約 700 m 以上でブナ *Fagus crenata* やミズナラ *Quercus crispula* などが生育する落葉広葉樹林、標高 1600 ~ 1700 m 以上でシラビソ *Abies veitchii* や、オオシラビソ *Abies mariesii*、コメツガ *Tsuga diversifolia* が生育する亜高山帯針葉樹林となる (宮脇, 1985)。現在の大湫盆地周辺は、アカマツ *Pinus densiflora* やコナラ *Quercus serrata* などの二次林、スギ *Cryptomeria japonica* や、ヒノキ *Chamaecyparis obtusa*、サワラ *Chamaecyparis pisifera* の植林、その他耕地、宅地、ゴルフ場などに改変され、自然林はほとんど失われている (守田ほか, 2006)。

## 2. 堆積物の層序と示標テフラ

全長 25 m の OK4 ボーリングコアのうち、最上部から深度 0.45 m までは水田土壌、最下部の 23.9 ~ 25.0 m は角礫からなる。堆積物は全体的に粘土とシルト部分が多く、泥炭、砂礫、ロームを挟んでいる。今回、花粉分析に使用した深度 10 m まででも粘土とシルト部分が多く、深度 0.45

~ 1.0 m と深度 2.1 ~ 2.6 m は泥炭、深度 3.5 ~ 3.8 m と、深度 5.0 ~ 5.2 m、深度 5.5 ~ 6.0 m は砂礫、深度 7.0 ~ 7.6 m はロームとなっている。深度 10.0 m 以深では砂礫やローム部分が多くなる (図 2)。

堆積物中の火山ガラスと、斜方輝石および角閃石について温度変化型屈折率測定装置 (MAIOT; 古澤, 1995) により主要鉱物の屈折率測定を行った。その結果、堆積物中には 5 層の火山ガラスの密集層が認められた。深度 0.6 ~ 0.7 m の火山ガラスは、屈折率 1.509 ~ 1.513 のバブルウォールタイプ火山ガラスを主体とすることから、鬼界アカホヤ (K-Ah, 0.73 ka; 以下、テフラの名称と年代は町田・新井, 2003 による) に対比される。深度 1.3 ~ 1.4 m の火山ガラスは、屈折率 1.498 ~ 1.501 のパミスタタイプ火山ガラスと屈折率 1.671 ~ 1.677 の緑色普通角閃石を含み、カミングトン閃石を少量含むという特徴から阪手 (約 20 ~ 21 ka) に対比される。深度 2.4 ~ 2.5 m の火山ガラスは、屈折率 1.498 ~ 1.500 のバブルウォールタイプ火山ガラスを主体とすることから、始良 Tn (AT, 約 26 ~ 29 ka) に対比される。深度 5.6 ~ 5.7 m の火山ガラスは、屈折率 1.497 ~ 1.500 のバブルウォールタイプ火山ガラスを主体とし、高温型石英を多量に含むことから鬼界葛原 (K-Tz, 約 95 ka) に対比される。また、深度 17.3 ~ 17.4 m の火山ガラスは、黒雲母を多く含む特徴を有し、屈折率 1.680 ~ 1.692 程度の緑色普通角閃石を含むほか、少量ではあるが屈折率 1.723 ~ 1.729 程度の斜方輝石を含むという特徴から高山 Ng1 (Tky-Ng1, 約 290 ~ 300 ka) に対比される。OK4

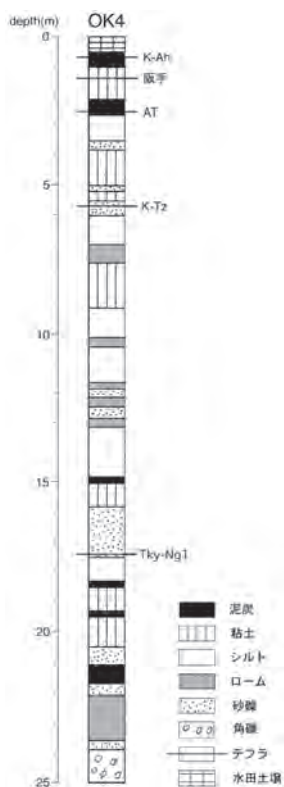


図 2 大湫盆地 OK4 の柱状図。上部 10 m に対して花粉分析を実施。

Fig. 2 Stratigraphic sequence of OK4 in the Okute basin.

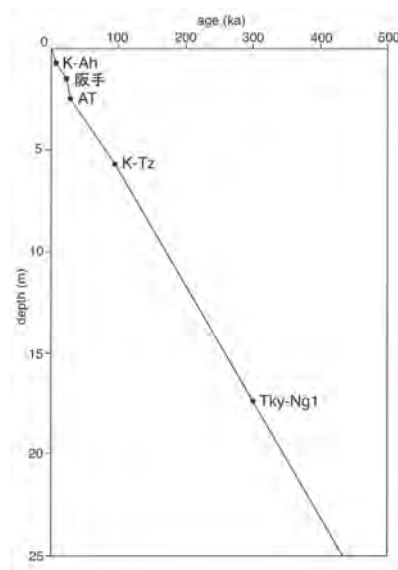


図 3 大湫盆地 OK4 の深度と年代。黒丸印は示標テフラ。

Fig. 3 Relationship between age and depth of OK4 in the Okute basin. Black circles show marker tephras.

の各花粉帯の年代は、テフラの降下年代から堆積速度を計算し、内挿して求めた (図3)。

### 3. 花粉分析方法

深度 10 cm の間隔で切り出した試料をよく攪拌し、そののち約 1 ~ 2 cc を KOH 法—ZnCl<sub>2</sub> 比重分離法—アセトリシス法 (中村, 1967) で処理した。とり出した花粉・胞子をグリセリンゼリーで封入し、プレパラートを作成した。花粉・胞子の検鏡は 200 ~ 400 倍で、高木花粉 (tree pollen) の総数が 200 個以上になるまで行った。同定した花粉・胞子の分類群は高木が 21 分類群、低木が 18 分類群、草本が 36 分類群、シダが 2 分類群であった (表 1)。

高木花粉の出現率は高木花粉総数を基数として計算し、低木花粉と草本花粉、および胞子の出現率は花粉・胞子の総数を基数として計算した。高木花粉の出現率の変化をもとに、局地花粉帯 (OK4-I ~ OK4-XIV) を設定した (図 4, 5)。ただし、花粉・胞子が 5 層準連続して微量しか産出しない深度 7.4 ~ 7.0 m を花粉の空白帯として扱った。なお、以下の文中で特に断りがない場合、学名は花粉分類群名を示すものとする。

### 結 果

**OK4-I 帯** (深度 10.0 ~ 9.3 m) : *Pinus* subgen. *Haploxylon*, *Tsuga*, *Picea* が主要素となる。低木・草本花粉では *Myrica* と Cyperaceae の出現率が高い。高木花粉の割合は、30 ~ 60 % 程度である。

**OK4-II 帯** (深度 9.2 ~ 8.4 m) : *Betula* が急増し、優占する。*Myrica* の出現率は変動が大きい。深度 8.7 m で Monolete-type の出現率が約 70 % になる。高木花粉の割合は、15 ~ 60 % 程度である。

**OK4-III 帯** (深度 8.3 ~ 7.5 m) : *Pinus* subgen. *Haploxylon*, *Tsuga*, *Picea*, *Betula* が主要素となる。*Sciadopitys*, *Cryptomeria*, 落葉広葉樹が連続して出現するようになる。低木では、*Alnus* の出現率が高い。高木花粉の割合は 15 ~ 50 % 程度である。

**OK4-IV 帯** (深度 7.4 ~ 7.0 m) : ローム質の堆積物から成り、花粉・胞子はほとんど検出されない花粉空白帯である。

**OK4-V 帯** (深度 6.9 ~ 6.1 m) : *Cryptomeria*, *Sciadopitys* が主要素となる。*Cryptomeria* の出現率は、深度 6.4 m で最も高くなる。前帯まで出現率の高かった *Pinus* subgen. *Haploxylon*, *Tsuga* は減少する。低木花粉では *Alnus* の出現率が高く、草本花粉では *Nymphaea* が急増する。高木花粉の割合は 40 ~ 50 % 程度である。

**OK4-VI 帯** (深度 6.0 ~ 5.6 m) : 前帯に続き *Cryptomeria*, *Sciadopitys* が主要素であるが、*Pinus* subgen. *Diploxylon* と *Fagus* が増加する。草本花粉では、*Nym-*

表 1 大湫盆地 OK4 で同定された花粉・胞子の各分類群  
Table 1 List of pollen and spore taxa recorded from OK4 in the Okute basin

#### Tree pollen (高木花粉)

*Pinus* subgen. *Diploxylon*, *Pinus* subgen. *Haploxylon*, *Abies*, *Tsuga*, *Picea*, *Larix*, *Cryptomeria*, *Sciadopitys*, *Betula*, *Carpinus*, *Fagus*, *Quercus* subgen. *Lepidobalanus*, *Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis-Castanea*, *Ulmus-Zelkova*, *Celtis-Aphananthe*, *Acer*, *Aesculus*, *Tilia*, *Cornus*, *Hemiptelea*

#### Shrub pollen (低木花粉)

*Alnus*, *Salix*, *Myrica*, *Corylus*, *Viscum*, *Phellodendron*, *Rhus*, *Ilex*, *Parthenocissus*, *Buxus*, Ericaceae, *Styrax*, *Symplocos*, *Fraxinus*, *Ligustrum*, *Lonicera*, *Camellia*, *Sapium*

#### Herb pollen (草本花粉)

Gramineae, Cyperaceae, *Typha*, *Sparganium*, *Alisma*, *Sagittaria*, *Eriocaulon*, *Potamogeton*, *Ottelia*, Liliaceae, *Iris*, *Polygonum*, *Fagopyrum*, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, *Ranunculus*, *Thalictrum*, *Brasenia*, *Nymphaea*, *Nuphar*, *Drosera*, *Sanguisorba*, Rosaceae, *Geranium*, *Trapa*, *Haloragis*, Umbelliferae, *Menyanthes-Fauria*, *Gentiana*, Labiatae, *Patrinia*, *Scabiosa*, *Artemisia*, Tubuliflorae, Liguliflorae, *Plantago*

#### Fern spore (シダ胞子)

Monolete-type, Trilete-type

*phaea* の出現率が高い。高木花粉の割合は 40 ~ 70 % 程度である。

**OK4-VII 帯** (深度 5.5 ~ 4.3 m) : *Cryptomeria* の出現率が減少し、*Sciadopitys*, *Pinus* subgen. *Diploxylon*, *Pinus* subgen. *Haploxylon*, *Tsuga* が主要素となる。*Fagus* が深度 5.4 ~ 5.5 m で急増する。低木・草本花粉では、前帯から引き続き *Alnus*, *Nymphaea* の出現率が高い。高木花粉の割合は 10 ~ 50 % 程度である。

**OK4-VIII 帯** (深度 4.2 ~ 3.9 m) : *Pinus* subgen. *Haploxylon*, *Picea*, *Tsuga* が主要素となる。*Cryptomeria*, *Sciadopitys* はほとんど出現しない。草本花粉・胞子では、Tubuliflorae, Monolete-type の出現率が高い。高木花粉の割合は 50 ~ 70 % 程度である。

**OK4-IX 帯** (深度 3.8 ~ 3.3 m) : 前帯に続いて *Pinus* subgen. *Haploxylon*, *Tsuga*, *Picea* が主要素であるが、*Quercus* subgen. *Lepidobalanus*, *Fagus*, *Carpinus*, *Betula* が増加する。低木・草本花粉では、*Corylus*, Cyperaceae が増加する。高木花粉の割合は 50 ~ 80 % 程度である。

**OK4-X 帯** (深度 3.2 ~ 2.6 m) : *Quercus* subgen. *Lepidobalanus*, *Fagus*, *Tsuga*, *Pinus* subgen. *Diploxylon* が多く出現し、*Carpinus*, *Sciadopitys*, *Picea*, *Betula* を伴う。低木花粉では *Alnus*, *Corylus*, 草本花粉では Cyperaceae, *Nymphaea* が多い。高木花粉の割合は 30 ~ 60 % 程度である。

**OK4-XI 帯** (深度 2.5 ~ 2.1 m) : *Tsuga*, *Pinus* subgen.

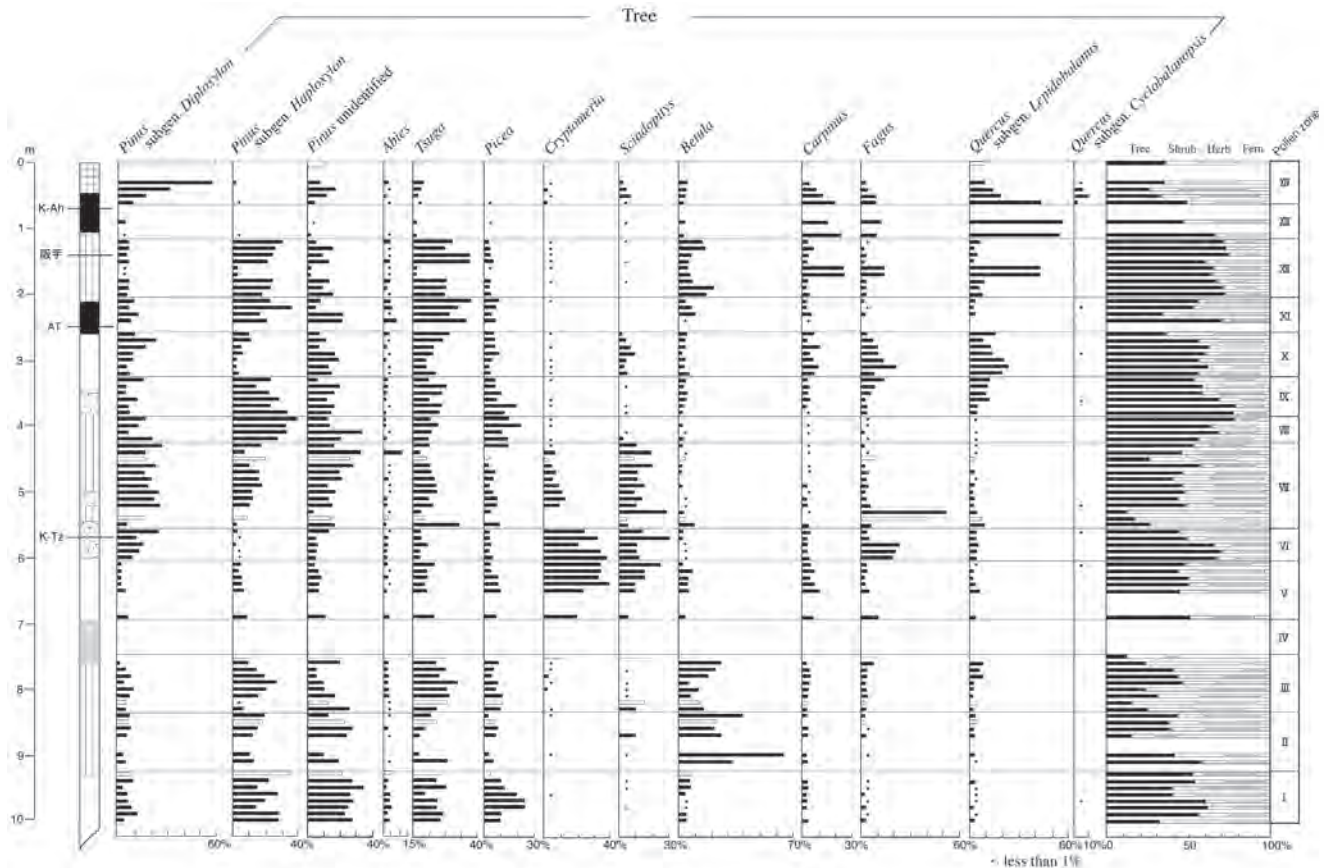


図4 OK4の高木花粉ダイアグラム。柱状図の凡例は図2を参照。白抜き棒グラフは高木花粉数が200個に達していない層準、棒グラフで表していない深度は高木花粉が10個以下しか得られなかった層準。  
 Fig. 4 Tree pollen diagram of OK4. See Fig. 2 for the legend of the stratigraphic sequence. White bars show the tree-pollen sum of under 200 grains. No bars are shown for horizons with the tree-pollen sum of under 10 grains.

*Haploxylon* が主要素で、*Picea*、*Abies*、*Betula* を伴う。草本花粉では *Cyperaceae* の出現率が高い。高木花粉の割合は 40～70% である。

OK4-XII 帯 (深度 2.0～1.2 m) : *Pinus* subgen. *Haploxylon*、*Tsuga*、*Betula* が主要素となる。深度 1.6～1.7 m で *Quercus* subgen. *Lepidobalanus*、*Carpinus*、*Fagus* が急増する。低木・草本花粉では *Alnus*、*Cyperaceae*、*Artemisia* が多く、胞子では *Monolete-type* の出現率が高い。高木花粉の割合は 40～60% 程度である。

OK4-XIII 帯 (深度 1.1～0.7 m) : *Quercus* subgen. *Lepidobalanus* が主要素となり、それに *Carpinus*、*Fagus* を伴う。低木・草本花粉は、*Alnus*、*Gramineae*、*Cyperaceae*、*Brasenia* の出現率が高い。高木花粉の割合は 50～70% 程度である。

OK4-XIV 帯 (深度 0.6～0 m) : *Pinus* subgen. *Diploxylon* が増加し、*Quercus* subgen. *Lepidobalanus* と

ともに主要素となる。ほかに *Carpinus*、*Fagus*、*Betula*、*Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis*、*Tsuga*、*Sciadopitys*、*Cryptomeria*、*Abies* が出現する。低木・草本花粉では *Alnus*、*Gramineae*、胞子では *Monolete-type* の出現率が高い。高木花粉の割合は 20～50% 程度である。

## 考 察

OK4 と OK1 (守田ほか, 2006) の花粉分析結果を対比し、大湫盆地とその周辺における約 17 万年間の古植生と古環境の推定を行う (図 6)。OK1 は深度 0.7～23.7 m までの分析が行なわれているが、ここでは OK4-I 帯～OK4-XIV 帯に対比すると考えられる深度 12.4 m 以浅の OK1-X 帯～OK1-XV 帯までの局地花粉帯を示す。各花粉帯には主要な高木花粉群と、特徴的に産出する花粉・胞子分類群 (かっこ内) を記した。OK4 は盆地中央から離れるため、OK1 よりテフラが浅いところに挟在する傾向がみられた。

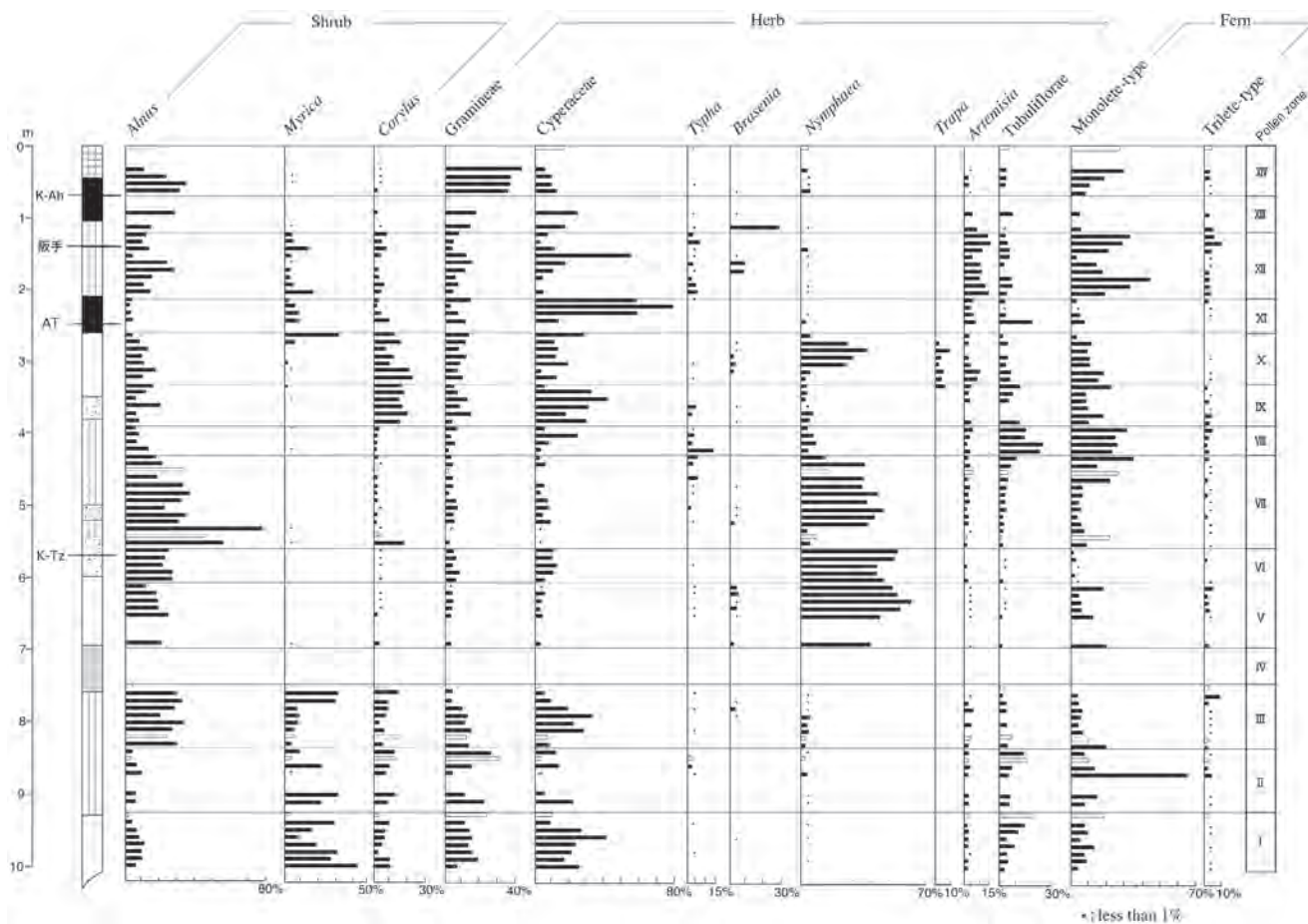


図5 OK4の低木花粉・草本花粉・シダ孢子ダイアグラム。柱状図の凡例は図2を参照。白抜きの棒グラフは高木花粉数が200個に達していない層準。棒グラフで表していない深度は高木花粉が10個以下しか得られなかった層準。

Fig. 5 Shrub pollen, herb pollen, fern spore diagram of OK4. See Fig. 2 for the legend of the stratigraphic sequence and Fig. 4 for explanatory notes.

**OK4-I帯** (約 167 ~ 155 ka) : OK1-Xa 帯に対比される。*Pinus* subgen. *Haploxylon*, *Picea*, *Tsuga* が優占し、低木・草本花粉では *Myrica* (ヤチヤナギ *Myrica gale* と考えられる) や *Cyperaceae* が多産する。盆地周辺には上記の属からなるマツ科針葉樹林が発達し、盆地内はヤチヤナギやカツリグサ科の植物が生育する湿原であった。マツ科針葉樹花粉の出現率が高く、落葉広葉樹花粉がほとんど出現しないことから、気候は寒冷であったと推定される。OK1-X 帯は、マツ科針葉樹花粉と *Betula* がそれ以前より増加し優占することから、気候は寒冷、乾燥化の度合いを強めて亜寒帯～冷温帯への移行部付近の気候であったと推定され、寒冷期の MIS6 に対比されている (守田ほか, 2006)。

**OK4-II帯** (約 155 ~ 139 ka) : OK1-Xb 帯下部に対比される。盆地周辺は、カバノキ属の多く生育する森林であった。*Betula* 以外の落葉広葉樹花粉がほとんど増加してい

ないことから、盆地周囲の土地の崩壊などによって森林が不安定になり、そこに先駆性の強いカバノキ属が侵入し増加したことも考えられる。*Myrica* や草本花粉の変動も大きいことから、盆地内も不安定な状況であったことが推定される。マツ科針葉樹花粉の減少と *Betula* の増加、また *Sciadopitys* (コウヤマキ *Sciadopitys verticillata*) の出現といった花粉の変動から、気候は温暖化したと考えられる。

**OK4-III帯** (約 139 ~ 125 ka) : OK1-Xb 帯上部に対比される。高木花粉ではマツ科針葉樹花粉と *Betula* が優占する。低木・草本花粉では *Alnus* (ハンノキ *Alnus japonica* と考えられる) が急増し、*Nymphaea* (ヒツジグサ *Nymphaea tetragona*) が連続出現する。盆地周囲にはマツ科針葉樹とカバノキ属の混交林が生育し、盆地内にはハンノキ湿地林や水生植物が生育する池沼が存在したと推定される。*Cryptomeria* や *Sciadopitys* の出現や落葉広葉樹花粉の漸増がみられることから、OK4-II 帯より温暖化が

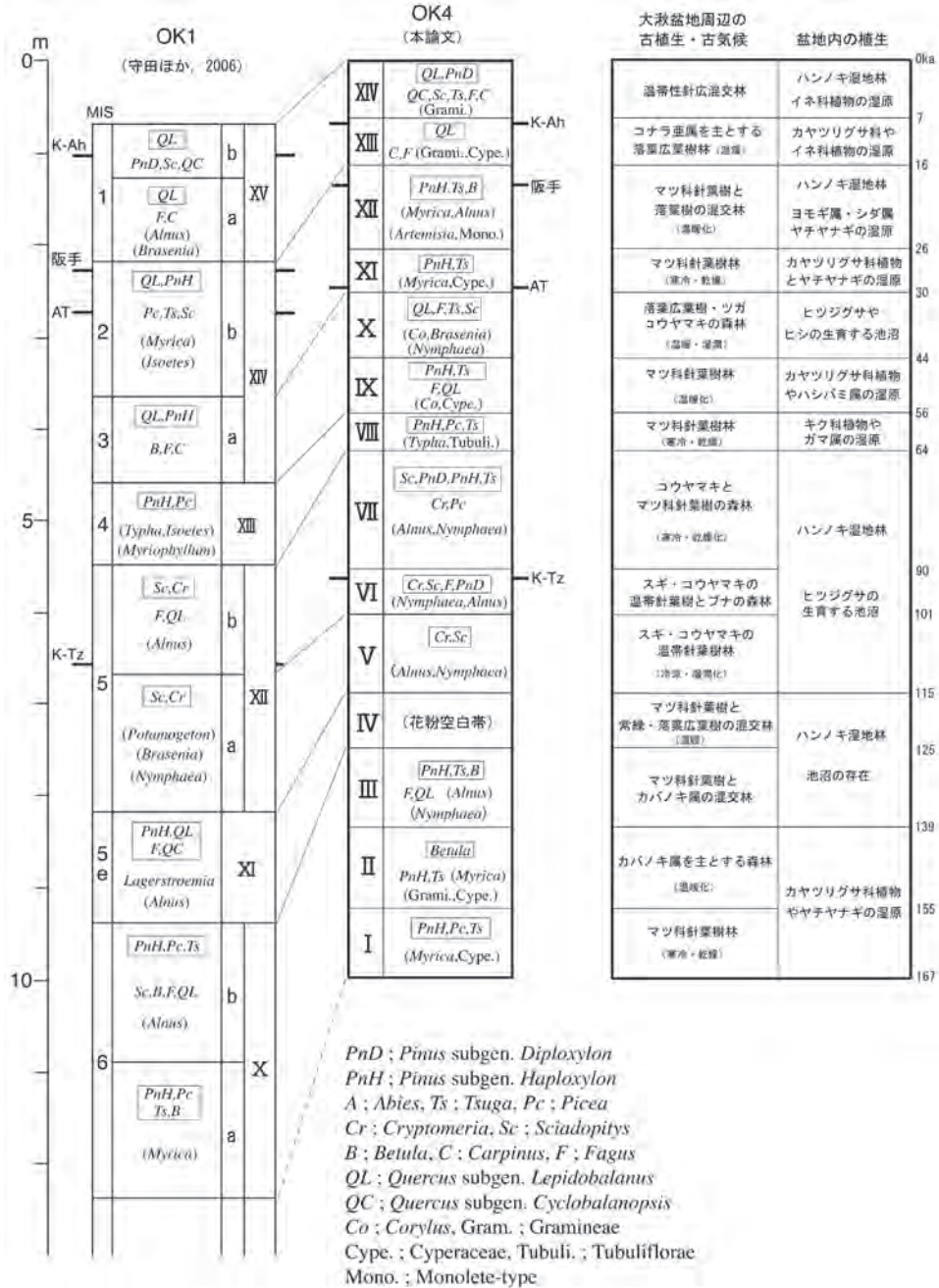


図6 大湫盆地におけるOK4とOK1の局地花粉帯の対比と推定される古植生・古環境。各花粉帯には主要な花粉群を四角で囲み、またその他の特徴的な花粉群をかつこ内に示す。

Fig. 6 Correlation of the local pollen zones from OK4 and OK1, palaeovegetation and palaeoenvironment at the Okute basin. Each pollen zone shows main pollen assemblages and characteristic pollen assemblages.

進んだと考えられる。

OK4-IV帯(約125~115 ka): OK4では、OK1-XI帯に対比されると推定される深度7.0~7.4 mのローム質の堆積物から花粉化石がほとんど検出されなかった。OK1-XI帯は、*Fagus*や*Quercus* subgen. *Lepidobalanus*

といった落葉広葉樹花粉の増加と、暖地性の*Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis*や*Lagerstroemia*の出現が特徴的である。花粉組成から温帯針広混交林がひろがってきたと考えられ、*Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis*や*Lagerstroemia*の出現から、OK4-III帯よりさらに温暖化

し、中間温帯付近の気候であったと推定される。*Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis* の連続出現を高温期の指標として、年代から OK1-XI 帯は MIS5e に対比される (守田ほか, 2006)。

**OK4-V 帯 (約 115 ~ 101 ka) :** OK1-XIIa 帯に対比される。盆地周囲の山地にはスギやコウヤマキの林が広く生育していた。スギは年降水量が 2000 mm を超える、谷筋や緩傾斜地などの湿潤な土地に生育する (遠山, 1976) とされるので、この時期の大湫盆地周辺は、降水量が多く、湿潤で冷涼な気候であったと考えられる。緩斜面や谷奥、あるいは湿原周辺などの過湿な立地にはスギが、排水良好な斜面にはコウヤマキが温帯針葉樹林を形成し (守田ほか, 2006)、盆地内には広くハンノキ湿地林や、ヒツジグサやジュンサイ *Brasenia schreberi* といった水生植物が生育する池沼が存在した。

**OK4-VI 帯 (約 101 ~ 90 ka) :** K-Tz を挟在する OK1-XIIb 帯下部に対比される。OK4-V 帯では K-Tz 下位で *Fagus* と *Pinus* subgen. *Diploxylon* の増加が認められるが、OK1 ではこのような花粉組成は認められない。OK-4 の分析結果から、K-Tz 降下前の約 101 ~ 97 ka 頃に、盆地周囲の山地にはスギや、コウヤマキとブナ、二葉マツ属などの森林が発達していたことが推定される。盆地内には、前帯に続きハンノキ湿地林や池沼が存在した。K-Tz の降下の年代は MIS5b / 5c の境界付近と考えられている (米倉ほか, 2001)。今回の分析結果により、K-Tz の降下は約 115 ~ 90 ka のスギやコウヤマキの林が発達する温暖な時期の終盤で、K-Tz 降下後の約 90 ka 以降にスギが衰退し、コウヤマキとマツ科針葉樹の混生林から、マツ科針葉樹が主要素となる森林が発達する寒冷な時期への変化を読み取ることができた。

**OK4-VII 帯 (約 90 ~ 64 ka) :** OK1-XIIb 帯上部に対比される。OK4, OK1 とともに、*Fagus* が多産する層準では高木花粉の割合と盆地内の *Nymphaea* が急減し、*Alnus* の増加がみられる。これより、盆地周囲の斜面が崩壊し池沼を埋め立てたため湿地が広がり、盆地内に生育するハンノキ由来の *Alnus* が相対的に増加したこと、また斜面崩壊の際に *Fagus* の流れ込みがあったことが推定される。OK4 では *Cryptomeria*, *Sciadopitys* が優占した後に、*Cryptomeria*, *Sciadopitys* とともにマツ科針葉樹が主要素となる花粉組成が長期間認められた。OK1 ではこのような花粉組成は OK1-XIIb 帯最上部でのみ認められた。今回の分析により、大湫盆地ではスギやコウヤマキの林の発達後、スギが衰退し、コウヤマキとマツ科針葉樹からなる森林が約 2 万年間成立したことが明らかとなった。*Cryptomeria* の減少とマツ科針葉樹花粉の増加から、気候は寒冷・乾燥化すると推定される。

**OK4-VIII 帯 (約 64 ~ 56 ka) :** OK1-XIII 帯に対比される。OK4-VII 帯まで優占した *Cryptomeria* や、*Sciadopitys*, 落葉広葉樹花粉がほとんど出現しなくなる。低木・草本花粉では、これまで優勢だった *Alnus* や *Nymphaea* は急減する。盆地周囲ではマツ科針葉樹林が勢力を広げ、盆地内のハンノキ湿地林や池沼は縮小し、ガマ属やキク科植物が生育する環境になった。気候はより寒冷・乾燥化が進み、温度的には亜寒帯から冷温帯への移行部付近の気候が推定され、MIS4 に対比される (守田ほか, 2006)。

**OK4-IX 帯 (約 56 ~ 44 ka) :** OK1-XIV 帯のはじまりに対比される。本帯は、OK4-VIII 帯の寒冷な時期から OK4-X 帯の温暖な時期への移行期である。OK4-VIII 帯ではほとんど出現しなかった *Fagus* や *Quercus* subgen. *Lepidobalanus* などの落葉広葉樹花粉が、本帯下部から上部に向かって漸増し、マツ科針葉樹花粉が漸減することから気候は温暖化したことが推定される。盆地周辺に生育していたマツ科針葉樹は、温暖化に伴い標高の高いところへ移動したと考えられる。盆地内は、ハシバミ属やカヤツリグサ科植物が生育する環境であった。

**OK4-X 帯 (約 44 ~ 30 ka) :** OK1-XIVa 帯に対比される。盆地周辺はブナやコナラ亜属、ツガ、コウヤマキが生育する針広混交林であった。盆地内にはヒツジグサや、ジュンサイ、ヒシ属などの水生植物の生育する池沼が、再び出現したと考えられる。落葉広葉樹花粉は前帯よりも増加することから、気候はさらに温暖化したと考えられる。

**OK4-XI 帯 (約 30 ~ 26 ka) :** AT が挟在する OK1-XIVb 帯の AT 層準までに対比されるが、OK1 では本帯でみられるようなマツ科針葉樹が優占する花粉組成は認められない。このことは、OK1 では分析試料の採取間隔が大きく、OK4-XI 帯のような花粉変動を捉えていない可能性を示している。この時期、盆地内および周囲の山地にはマツ科針葉樹林が広く生育していた。盆地内はカヤツリグサ科植物が多く、ヤチヤナギも生育する湿原であったと推定される。落葉広葉樹花粉の急減とマツ科針葉樹花粉の急増から、気候は急激に寒冷化したと考えられる。OK1-XIVb 帯は AT が挟在することから、MIS2 に対比されている (守田ほか, 2006)。

**OK4-XII 帯 (約 26 ~ 16 ka) :** 阪手が挟在する OK1-XIVb 帯の AT 層準上位に対比される。盆地周辺は、マツ科針葉樹と落葉広葉樹の混生する森林であった。落葉広葉樹花粉が漸増することから、次第に気候は温暖化したと考えられる。盆地内はカヤツリグサ科植物が減少し、ハンノキ湿地林やヨモギ属、ガマ属、シダ類が生育する湿地であった。ヨモギ属は盆地の周囲にでも生育していたのであろう。OK4 では約 23 ~ 22 ka に落葉広葉樹花粉の急増と急減がみられるが、原因については現時点では不明である。



OK4-XIII 帯 (約 16 ~ 7 ka) : OK1-XVa 帯から OK1-XVb 帯の K-Ah 層準までに対比される。盆地周辺はコナラ亜属や、ブナ、クマシデ属からなる落葉広葉樹林がひろがっていた。盆地内は、カヤツリグサ科やイネ科植物が生育する湿原であった。マツ科針葉樹花粉がほとんど出現しないことから、温暖な気候であったと推定される。

OK4-XIV 帯 (約 7 ka 以降) : OK1-XVb 帯の K-Ah 層準上位に対比される。コナラ亜属や、マツ科針葉樹、コウヤマキ、アカガシ亜属などが生育し、温帯性の針広混交林が成立していた。OK4-XIV 帯上部では、*Pinus* subgen. *Diploxylon* が急増し優占するが、OK1 には *Pinus* subgen. *Diploxylon* の急増はみられない。このことは、OK1 で分析を行ったのが深度 0.7 m 以深であるので、OK4-XIV 帯上部の *Pinus* subgen. *Diploxylon* の増加は、OK1 の深度 0.7 m 以浅の部分に相当する可能性がある。盆地内は、イネ科植物が多く生育する環境となった。

今回、OK4 と OK1 の分析結果を対比することにより、大湫盆地における約 17 万年間の詳細な植生変遷と古環境を明らかにすることができた。また、花粉分析結果からはいくつかの相違点が明らかとなった。これらの相違点は、堆積状況や植生の局所的な相違に加え、分析試料の採取間隔の相違にもとづく時間分解能の差異 (OK1 は約 4000 年、OK4 が約 1200 ~ 2000 年) によることも考えられる。今後、盆地内の分析地点を増やしたり、分析の時間分解能をそろえるなどして、より詳細な植生の時空分布を究明していく必要がある。

#### 謝 辞

本研究を進めるにあたり、明治大学文学部教授の杉原重夫先生には花粉分析を行う際の施設を提供していただき、また日頃より有益な御助言をいただいた。明治大学非常勤講師の叶内敦子先生には花粉分析の方法を教えていただき、分析結果について議論していただいた。現地調査を行うにあたっては日本原子力研究開発機構のスタッフの方々に御

協力いただいた。また、旧・核燃料サイクル開発機構の方々には本研究で使用したボーリングコアを提供していただいた。以上の皆さまに深く感謝いたします。

#### 引用文献

- 古澤 明. 1995. 火山ガラスの屈折率の測定および形態分類とその統計的な解析に基づくテフラの識別. 地質学雑誌 101: 123-133.
- 石田 仁・中堀謙二. 1987. 愛知県作手村大野原湿原の花分析—過去二万年数千年間の花粉群集変遷—. 35 回日本林学会中部支部論文集, 135-138.
- 加古久訓・森山昭雄. 2002. 岐阜県高富低地湖沼堆積物の花粉分析による最終氷期初期からの植生・気候変遷. 第四紀研究 41: 443-456.
- 町田 洋・新井房夫. 2003. 新編 火山灰アトラス [日本列島とその周辺]. 336 pp. 東京大学出版会, 東京.
- 松下まり子. 1989. 御前崎榛原町周辺の後氷期における植生変遷. 日本生態学会誌 39: 183-188.
- Matsushita, M. & Sanukida, S. 1988. Holocene vegetation history around Lake Hamana on the Pacific coast of central Japan. *The Quaternary Research (Daiyonki-Kenkyu)* 26: 393-399.
- 宮脇 昭. 1985. 日本植生誌 6 中部. 604 pp. 至文堂, 東京.
- 守田益宗・神谷千穂・佐々木俊法・宮城豊彦・須貝俊彦・柳田 誠・古澤 明・藤原 治・守屋俊文. 2006. 東海地方の中間温帯における中期更新世以降の植生変遷—内陸小盆地堆積物の花粉分析から—. 季刊地理学 58: 123-139.
- 森山昭雄・丹羽正則. 1985. 土岐面・藤岡面の対比と土岐面形成に関連する諸問題. 地理学評論 58A: 275-294.
- 中村 純. 1967. 花粉分析. 232 pp. 古今書院, 東京.
- 佐々木俊法・須貝俊彦・柳田 誠・守田益宗・古澤 明・藤原 治・守屋俊文・中川 毅・宮城豊彦. 2006. 東濃地方内陸小盆地堆積物の分析による過去 30 万年間の古気候変動. 第四紀研究 45: 275-286.
- 遠山富太郎. 1976. 杉のきた道. 215 pp. 中央公論社, 東京.
- 米倉伸之・貝塚爽平・野上道男・鎮西清高編. 2001. 日本の地形 1 総説. 349 pp. 東京大学出版会, 東京.

(2009 年 8 月 11 日受理)