

埼玉県さいたま市で掘削された深作 A-1 ボーリングコアの花粉化石群集

本郷美佐緒^{1,2}・水野清秀²

Misao Hongo and Kiyohide Mizuno (2009) Pollen assemblages of Fukasaku A-1 drilling core, Saitama Prefecture, central Kanto plain, Japan. Bull. Geol. Surv. Japan, vol.60(11/12), p.559-579, 4 figs, 2 appendixes.

Abstract: Pollen data from Pleistocene sediments in the Fukasaku A-1 drill core, obtained from Saitama City, Japan, provide a basis on which a pollen biostratigraphy for subsurface geology of the central Kanto plain is constructed. In this study, 131 sediment samples were collected at ca. 2 m intervals from the Fukasaku A-1 core, which consists mainly of marine and fluvial sediments intercalated with two major Pleistocene marker tephra. The pollen assemblages from the Fukasaku A-1 core distinguish 28 local pollen assemblage zones in informal nomenclature by a distinctive assemblage of taxa, indicating local environmental conditions as a rudimentary biostratigraphic classification. An abundance horizon of *Cyclobalanopsis* pollen and the uppermost documented occurrence of *Quercus* pollen are useful marker horizons for Middle Pleistocene pollen biostratigraphic correlation in not only central and south Kanto but also in other sedimentary basins. On the other hand, the Fs-Pol-22 zone in the Fukasaku A-1 core is currently a barren interval in informal nomenclature, because of the significantly low occurrence of tree and shrub pollen. Therefore, the pollen biostratigraphic character of this zone remains unresolved.

Keywords: pollen assemblage, subsurface geology, Saitama Prefecture, central Kanto plain, Japan, Pleistocene

要 旨

関東平野中央部の地下に分布する更新統の標準となる花粉層序を構築する基礎資料を得るため、前期更新世末と中期更新世末の2層準の指標テフラ層を挟む深作 A-1 ボーリングコアを対象として花粉分析を行った。花粉分帯の初歩段階として、局地的な植生変化を示唆する分類群の組み合わせに基づき、28帯の地域花粉群集帯に区分した。また、花粉化石による中部更新統の指標層準について検討し、*Cyclobalanopsis* が多産する層準及び *Quercus* が相対的に多産する層準の上限は、関東地方中・南部での生層序対比だけでなく、他の堆積盆地との対比の上でも有用であることを確認した。一方、深作 A-1 コアの Fs-Pol-22 帯（深度 219.92 ~ 233.30 m）は、木本植物花粉の産出粒数が著しく少ない層序区間であり、この帯の生層序学的位置づけの検討は、未解決課題として残される。

1. はじめに

関東平野は首都圏の中心を占めており、平野地下の地質情報は、都市基盤整備や産業立地計画、防災計画など多方面に利用されている。同時に、地下構造モデルの高精度化が求められており、地層の形成過程やその年代をできるだけ詳しく明らかにする必要がある。

関東平野中央部地下の更新統を対象とした層序研究は、ボーリングコアの層相、テフラ、古地磁気極性、貝化石、有孔虫化石、珪藻化石、花粉化石などの調査によって進められてきた（森川、1962；関東平野中央部地質研究会、1994；埼玉県環境部地震対策課、1996；中澤・中里、2005など）。本地域の地下約 150 m におよぶ堆積物の層序区分は、中澤・中里（2005）により堆積サイクルとテフロクロロジーの観点から、模式地である房総半島の中・上部更新統として知られる下総層群各層との対比が示された。また、房総半島の丘陵部では下総層群の下位に鮮新～中部更新統の上総層群が分布する（徳橋・遠藤、1984）。上総層群には多数のテフラが挟まれており、地

¹ 現所属：有限会社アルプス調査所 (Alps Technical Research Laboratory Co., Ltd., Toyoshina-takibe 2287-27, Azumino, Nagano, 399-8204 Japan)

² 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation)

Corresponding author: M. HONGO, Email: misao-alps@mint.odn.ne.jp

域的な鍵層としてだけでなく近畿など他の堆積盆地との広域的対比が可能な指標テフラの存在も明らかにされている(町田ほか, 1980)。しかしながら, 関東平野中央部の地下地質に関する既往の報告(関東平野中央部地質研究会, 1994; 埼玉県環境部地震対策課, 1996)によると, 指標テフラ層の発見頻度が低く, テフラ対比によって地層の同時代性を検討することが困難である。

本報告で取り扱う花粉・孢子化石は, 粘土やシルトのような細粒物質を含む水成層にはほとんどの場合含まれている。このため, 非海成相から海成相の領域まで連続的に産出する微化石のひとつである(栗田ほか, 2000)。このような花粉・孢子化石の特性を利用した地層区分や対比の研究は, 首都圏に先駆けて京阪神圏で1960年代以降盛んに行われており, 層序研究のひとつの柱とされている(Tai, 1973; Furutani, 1989; 本郷, 2009)。更に, 花粉・孢子化石は層相, テフラ, 古地磁気極性, 大型化石及び他の微化石等の資料との対応関係が整理されている(市原, 1993; 吉川・三田村, 1999など)。

一方, 関東平野中央部地下では, 関東平野中央部花粉グループ(1994)が埼玉県春日部市及び川島町で掘削された深層ボーリングコア(600 m)の解析から, 中新統以上の花粉層序を明らかにしている。しかしながら, 前

述のようにこれらのコアでは広域対比可能な指標テフラ層が極めて少ないため, 花粉帯の詳細な年代を得ることは難しい。更に, 花粉層序の調査件数も, 十分であるとは言いがたい。そこで, 本調査では, 関東平野中央部における地下更新統の標準となる花粉層序を構築する基礎資料を増やすため, 前期更新世末と中期更新世末の2層準の指標テフラ層を挟むボーリングコアを対象として詳細な花粉化石群集の変遷を明らかにした。本報告では, これらの調査結果を示すとともに, 分帯の初歩段階として, 局地的な植生変化を示唆する分類群の組み合わせに着目して区分した地域花粉帯の特徴について述べる。更に, 花粉化石による中部更新統の指標層準及び生層序学的に未解決の層序区間について報告する。

2. 深作 A-1 コアの地質層序概要

本コアは埼玉県が綾瀬川断層の調査のために, 大宮台地中央部のさいたま市見沼区小深作(第1図)で掘削したオールコアで, 孔口標高は17.124 m, 掘削長は300 mである(埼玉県環境部地震対策課, 1996)。

深作 A-1 コアの層相は主に層厚数 m 程度の礫層とそれを覆う砂層と泥層の互層からなり, 貝殻片を含む極細



第1図 深作 A-1 コアの掘削地点。基図には国土地理院発行 25,000 分の1地形図「岩槻」を使用した。

Fig.1 Locality map showing borehole site of Fukasaku A-1. Base map is 1:25,000 scale topographic map of "Iwatsuki" published by Geographical Survey Institute of Japan.

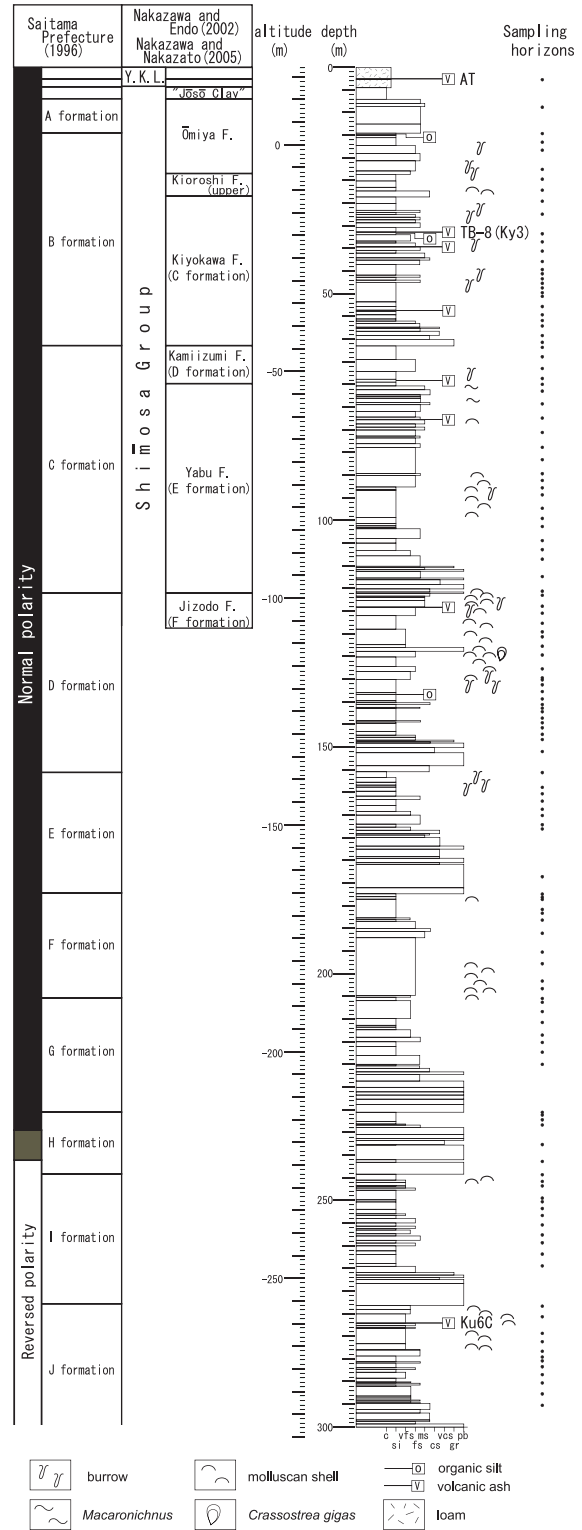
～細粒砂層や生痕の発達する砂質シルト層が多数の層準で認められる (第2図; 埼玉県環境部地震対策課, 1996)。また, 深度 130.45 ~ 130.52 m ではマガキの産出が認められる。岩相層序は, 堆積サイクルに基づいて区分されており, 0 ~ 300 m を対象とした層序 (上位からローム層, A ~ J 層; 埼玉県環境部地震対策課, 1996) と深度 0 ~ 150 m を対象とした層序 (新期関東ローム層, “常総粘土”, 大宮層, 木下層上部, C ~ F 層; 中澤・遠藤, 2002) の2通りの見解が示されている (第2図)。

次に深作 A-1 コアの年代観を制約する既往資料について述べる。埼玉県環境部地震対策課 (1996) の古地磁気測定結果によると, 逆帯磁から正帯磁への磁場逆転境界が深度 233.05 ~ 241.25 m に認められ, 深度 250 m 付近に再び正帯磁を示す層準が認められる。また, 年代指標となる広域テフラは少なくとも3層準検出されている。これらのうち, 上位のテフラは埼玉県環境部地震対策課 (1996) のローム層の層準から検出され, 特に深度 2.53 ~ 2.60 m で火山ガラスの含有密度が高い。火山ガラスはバブルウォール型を主体とし, その屈折率は 1.499 ~ 1.501 を示すことから, 始良 T_n テフラ (町田・新井, 1976; 26 ~ 29 ka; 町田・新井, 2003) に対比される (埼玉県環境部地震対策課, 1996)。中位のテフラは, 深度 36.30 ~ 36.33 m にある粗粒砂サイズの軽石層であり, 屈折率の高い斜方輝石 (1.725 ~ 1.730) を含むことから, 大磯丘陵, 横浜, 房総で確認される TB-8 テフラ (町田ほか, 1974) に対比される (埼玉県環境部地震対策課, 1996)。なお, TB-8 テフラは関東平野中部の大宮台地 ~ 中川低地にかけて分布する中部更新統の下総層群清川層の Ky 3 テフラ (徳橋・遠藤, 1984) に対比されており (中澤・遠藤, 2002), これらの降下時期は酸素同位体ステージ 7.4 ~ 7.3 (約 200 ka) とされる (中里・佐藤, 2001)。下位のテフラは, 深度 277.02 ~ 277.04 m にあるレンズ状の火山灰であり, ガラスの屈折率 (1.512 ~ 1.514) や化学組成から房総半島の下部更新統である上総層群国本層の Ku 6 C テフラ (町田ほか, 1980; 850 ± 0.03 ka; 鎌田ほか, 1994) に対比される (水野ほか, 2006)。

3. 試料と分析方法

3.1. 分析試料

花粉分析に用いた試料は, 深作 A-1 コアの深度 295.19 ~ 2.72 m までの層準から 131 試料を採取した (第2図, 付表 1)。試料の厚さは最大 13 cm, 最小 2 cm であり, 試料の採取間隔は約 2 m である。試料番号は採取したコア試料の上限の深度 (m 単位で表示) に対応している。



第2図 花粉分析試料の採取層準。深作 A-1 コアの岩相, テフラ及び古地磁気層序は埼玉県環境部地震対策課 (1996), 中澤・遠藤 (2002), 中澤・中里 (2005) 及び水野ほか (2006) による。

Fig.2 Sampling horizons for this palynological study. The lithostratigraphy, tephrostratigraphy and magnetostratigraphy of the Fukasaku A-1 core are after Saitama Prefecture (1996), Nakazawa and Endo (2002), Nakazawa and Nakazato (2005) and Mizuno *et al.* (2006).

3.2. 花粉・胞子化石の分離

花粉・胞子化石の分離及びプレパラートは、主に文化財調査コンサルタント株式会社に依頼し、粘土鉱物を振動篩によって除去する方法を取り入れた渡辺 (1995) の分離手順により作成された。また、試料番号 14.62, 22.50, 36.74, 42.80, 57.04, 59.17, 60.67 及び 178.50 の 8 試料については、砂や粘土鉱物を傾斜法のみで除去する Hongo (2007) に示される分離手順 A と同じ方法でプレパラートを作成した。試料番号と分離方法の対応は付表 1 に示した。

3.3. 花粉化石の同定、計数とその表示

花粉化石の形態観察及び同定は、生物顕微鏡 400 倍及び 1000 倍を用いて行った。花粉化石の同定にあたっては、島倉 (1973)、中村 (1980)、Wang *et al.* (1995)、応・張 (1994)、Stone and Broom (1975) 及び Huang (1972) などを参考にした。また、胞子化石については那須・瀬戸 (1986)、Zhang *et al.* (1990) 及び Huang (1981) などを参考にして分類群の同定を行った。

なお、本論文では *Quercus* (subgen. *Lepidobalanus*) (コナラ属コナラ亜属) を *Quercus* と表示し、*Quercus* (subgen. *Cyclobalanopsis*) (コナラ属アカガシ亜属) を *Cyclobalanopsis Carpinus/Ostrya* (クマシデ属/アサダ属) *Carpinus* と表示する。

花粉化石の計数は同定された花粉・胞子化石のうち、完全形または破片の場合は半分以上残っていたものを対象とした。木本植物の花粉化石総数が 1 試料につき 200 個を越えるまで計数した。また、この過程で観察される草本植物の花粉化石及びシダ植物・コケ植物の胞子化石も集計した。

4. 分析結果

花粉及び胞子化石は全ての試料から得られた (付表 2)。木本植物の花粉は 36 科 64 属の 75 分類群、草本植物の花粉は 32 科 32 属の 49 分類群、シダ植物の胞子は形態分類群を含めて 21 分類群が同定された。その他にコケ植物の胞子も認められた。なお、草本花粉またはシダ植物胞子の多い試料の場合、同定総数は最大 1031 粒に達した。また、試料番号 2.72, 8.80, 50.54, 52.75, 69.95, 106.39, 115.55, 124.50, 145.67, 168.00, 188.12, 195.16, 197.70, 219.92, 230.50, 231.11, 232.16, 233.30 及び 295.14 では、木本植物の花粉化石総数が 1 試料につき 200 個に満たなかった。花粉・胞子総数に対する木本植物花粉・草本植物花粉及びシダ植物・コケ植物の胞子の割合は、これらの同定・計数結果から算出し、第 3 図左側に示した。

木本植物花粉の割合は 2.1 ~ 85.9% の範囲で層位的に変化し、50% 以上に達した試料は 86 試料であった。

草本植物花粉の割合は 0.9 ~ 76.6%、シダ植物・コケ植物胞子の割合は 2.5 ~ 96.3% の範囲で層位的に変化した。シダ植物・コケ植物胞子の割合が 50% 以上に達した試料は 10 試料あり、いずれも肉眼観察で非海成層と判断された層準から採取した試料であった。

次に、木本植物の主要分類群に関する産出率を第 3 図中央に示した。各分類群の産出率は木本植物花粉の総数を基数として算出した。

5. 考察

5.1. 深作 A-1 コアの花粉化石群集に基づく地域花粉帯

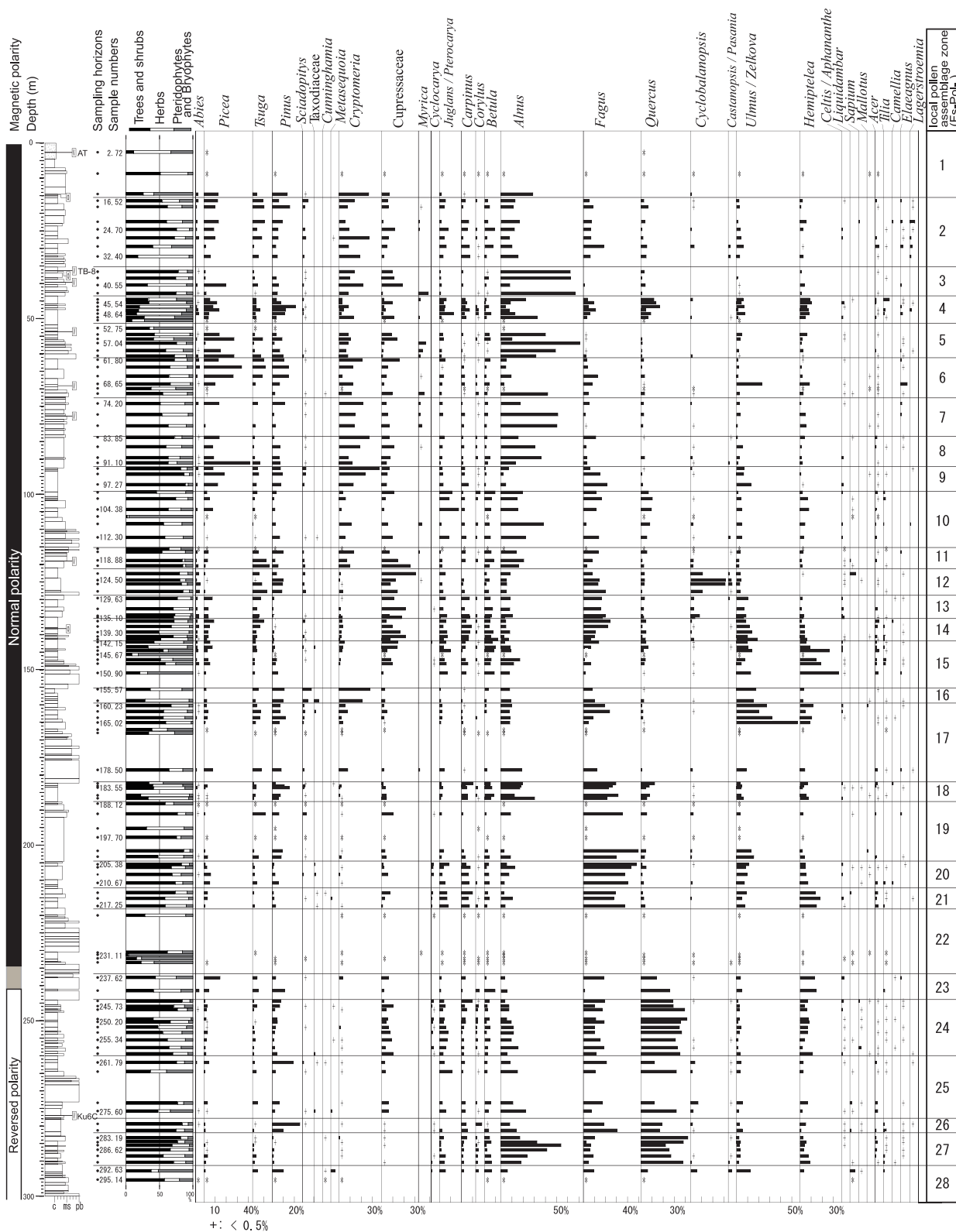
花粉・胞子化石は風や流水による運搬過程を経て堆積するため、異地性が強い。すなわち、花粉・胞子化石群集は、後背地の植生や花粉・胞子自体の運搬・堆積機構など複雑な古環境要因が絡んで形成されている。

母植物からの花粉散布、堆積水域及び堆積物に含まれる花粉化石の量の関係については、現世堆積物に含まれる花粉・胞子群集と現存植生との関係に関する多数の基礎研究がなされており (Muller, 1959; Groot, 1966; 松下, 1981 ほか)、一般には、水域近くの植生に由来する花粉の産出頻度が高くなる。ただし、海成層の場合は、花粉・胞子化石は運搬や沈積過程の影響を一層強く受ける。このため、後背山地の植生由来の花粉でも飛散距離が大きく、かつ海水中で浮遊しやすい形態の場合、その相対的産出頻度は沖合の堆積物で高くなる (Traverse, 1988)。

深作 A-1 コアの場合、関東平野中央部の堆積物であり、花粉・胞子化石も含めた堆積物構成粒子の供給範囲は、関東平野へ流れ込む広範囲な水系の分布範囲であると考えられる。更に花粉・胞子化石が風による運搬で水系分布範囲に搬入されることもある。また、コア層相の観察事実からマガキなどの貝化石や生痕化石が産出する層準が多数認められることから (第 2 図)、過去にはこの地域まで海域が広がっていた時代が複数回存在したと推定される。したがって、海成層準の花粉・胞子化石群集が後背地の広域的な古植生を反映している一方で、非海成層準の花粉・胞子化石群集は堆積地周辺の局地的な古植生をより強く反映していると判断した。

関東平野中央部の下総層群は層相の側方変化が著しい (中澤・中里, 2005) ことを考慮すると、花粉化石による分帯の初歩段階としては、局地的な植生変化を示唆する分類群の組み合わせに着目した区分 (地域花粉帯) が適当であると考えられる。そこで、本報告の分帯では、河畔林などの局地的な植生に由来する可能性がある *Alnus* (ハンノキ属)、*Juglans / Pterocarya* (クルミ属 / サワグルミ属) 及び *Ulmus / Zelkova* (ニレ属 / ケヤキ属) の産出率の増減も分帯の基準を決定する要素に含め、木本植物花粉の分類群の組み合わせに基づいて 28 帯の地域花粉群集帯を設定した (第 3 図)。なお、各帯の名称は、

さいたま市深作 A-1 ボーリングコアの花粉化石群集 (本郷・水野)



第3図 深作 A-1 コアの主要花粉ダイアグラム。

Fig.3 Pollen diagram of the Fukasaku A-1 core. The relative percentages of trees and shrub, herb and spores are shown in the left-hand column. The resolved diagram, showing only the main tree and shrub taxa. Each pollen frequency (%) value is based on the total sum of trees and shrub pollen. An asterisk symbol indicates occurrence from samples in which the total sum of tree and shrub pollen was less than 200 grains. + indicates rare (not included in the 200-grain count of tree and shrub pollen, but found in the sample later).

非公式な命名としての位置づけで、深作 A-1 コアの略号 (Fs)、花粉の略号 (Pol) 及びアラビア数字の組み合わせで表した。以下に、各地域花粉群集帯の特徴を上位より述べる。

Fs-Pol-1 帯 (試料番号 2.72 ~ 14.62) : *Alnus* が高率を占め、*Cryptomeria* (スギ属) や Pinaceae (マツ科) がこれに次ぐ。*Cyclobalanopsis*, *Fagus* (ブナ属), *Quercus*, *Betula* (カバノキ属), *Carpinus*, *Ulmus* / *Zelkova*, *Hemiptelea* (ハリゲヤキ属) は極めて低率である。*Cyclocarya* (サイクロカリア属) 及び *Castanopsis* / *Pasania* (シイノキ属 / マテバシイ属) はほとんど産出しない。

Fs-Pol-2 帯 (試料番号 16.52 ~ 32.40) : *Alnus* や *Fagus*, *Cryptomeria* が高率を占め、Pinaceae, Cupressaceae (ヒノキ科), *Quercus*, *Betula*, *Carpinus*, *Juglans* / *Pterocarya* がこれらに次ぐ。一方、*Cyclobalanopsis* 及び *Castanopsis* / *Pasania* は極めて低率かつ断片的に産出する。*Lagerstroemia* (サルスベリ属) は極めて低率ながら連続的に伴われる。*Cyclocarya* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-3 帯 (試料番号 36.74 ~ 42.80) : *Alnus* が極めて高率を占め、*Cryptomeria* や Cupressaceae, *Picea* (トウヒ属) がこれに次ぐ。一方、*Abies* (モミ属), *Fagus*, *Carpinus* 及び *Ulmus* / *Zelkova* は極めて低率である。*Cyclocarya*, *Cyclobalanopsis* 及び *Castanopsis* / *Pasania* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-4 帯 (試料番号 44.62 ~ 50.54) : *Quercus* や *Alnus*, *Pinus* (マツ属) が高率を占め、*Picea*, *Hemiptelea* 及び *Fagus* がこれらに次ぐ。*Abies*, *Tsuga* 及び *Carpinus* が低率ながらも安定して産出する。一方、*Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* / *Pasania* 及び *Lagerstroemia* は極めて低率かつ断片的に産出する。*Cyclocarya* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-5 帯 (試料番号 52.75 ~ 60.67) : *Alnus* が極めて高率を占め、*Picea* がこれに次ぐ。*Cryptomeria* や Cupressaceae, *Pinus*, *Tsuga* (ツガ属) が安定して産出する。一方、*Abies*, *Fagus*, *Quercus*, *Cyclobalanopsis*, *Carpinus* は極めて低率である。*Cyclocarya* 及び *Castanopsis* / *Pasania* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-6 帯 (試料番号 61.80 ~ 71.41) : 本帯最下部では *Alnus* が極めて高率を占め、中・上部では *Picea* が高率を占める。*Pinus* や *Tsuga* も中・上部で産出率が高くなる。*Cryptomeria*, Cupressaceae 及び *Fagus* は全体を通じて安定して産出する。一方、*Abies* 及び *Quercus* は極めて低率ながらも連続的に産出する。*Cyclobalanopsis* は最下部で極めて低率に産出する。*Cyclocarya* 及び *Castanopsis* / *Pasania* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-7 帯 (試料番号 74.20 ~ 80.54) : *Alnus* が極めて

高率を占め、*Cryptomeria* や Cupressaceae がこれに次ぐ。本帯最上部では *Picea* や *Pinus* など Pinaceae の産出率がやや高くなる。一方、*Fagus* 及び *Quercus* は極めて低率ながらも連続的に産出する。*Cyclobalanopsis* は極めて低率かつ断片的に産出する。*Cyclocarya* 及び *Castanopsis* / *Pasania* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-8 帯 (試料番号 83.85 ~ 91.10) : *Alnus* 及び *Cryptomeria* が高率を占め、*Picea*, Cupressaceae 及び *Pinus* がこれらに次ぐ。一方、*Fagus* は低率に、*Abies*, *Quercus*, *Cyclobalanopsis* 及び *Castanopsis* / *Pasania* は極めて低率かつ断片的に産出する。*Cyclocarya* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-9 帯 (試料番号 92.76 ~ 97.27) : *Picea*, *Cryptomeria* 及び *Fagus* が高率を占め、*Pinus* や *Ulmus* / *Zelkova* がこれらに次ぐ。一方、*Alnus* は低率で、*Abies*, *Quercus* 及び *Cyclobalanopsis* は極めて低率である。*Cyclocarya* 及び *Castanopsis* / *Pasania* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-10 帯 (試料番号 99.50 ~ 112.30) : *Alnus* が高率を占め、*Fagus* や *Juglans* / *Pterocarya*, *Quercus*, *Cryptomeria* がこれに次ぐ。一方、*Tsuga* は極めて低率だが連続的に、*Abies*, *Cyclobalanopsis* 及び *Castanopsis* / *Pasania* は極めて低率かつ断片的に産出する。*Cyclocarya* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-11 帯 (試料番号 115.55 ~ 120.41) : Cupressaceae 及び *Alnus* が高率を占め、*Tsuga*, *Cryptomeria*, *Fagus* がこれらに次ぐ。一方、*Abies*, *Quercus*, *Cyclobalanopsis* 及び *Castanopsis* / *Pasania* は極めて低率である。*Cyclocarya* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-12 帯 (試料番号 122.65 ~ 127.66) : *Cyclobalanopsis*, *Fagus* 及び Cupressaceae が高率を占め、*Pinus* や *Tsuga* がこれらに次ぐ。一方、*Abies*, *Picea* や *Cryptomeria*, *Quercus* は極めて低率である。*Castanopsis* / *Pasania* が極めて低率ながらも連続的に産出するほか、本帯最上部では、*Liquidambar* (フウ属) や *Podocarpus* (マキ属) が極めて低率ながら産出する。*Cyclocarya* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-13 帯 (試料番号 129.63 ~ 135.10) : *Fagus* 及び Cupressaceae が高率を占め、*Ulmus* / *Zelkova*, *Alnus*, *Picea* や *Tsuga* がこれらに次ぐ。*Cyclobalanopsis* は低率ながらも安定して産出する。一方、*Abies*, *Pinus*, *Cryptomeria*, *Cyclocarya* 及び *Castanopsis* / *Pasania* は極めて低率である。

Fs-Pol-14 帯 (試料番号 136.20 ~ 141.37) : *Fagus*, Cupressaceae 及び *Ulmus* / *Zelkova* が高率を占める。*Picea* や *Tsuga*, *Juglans* / *Pterocarya*, *Carpinus*, *Betula*, *Quercus* は低率ながらも安定して産出する。*Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* / *Pasania*, *Abies* 及び *Pinus* は極めて低率ながらも連続的に産出する。

Cyclocarya はほとんど産出しない。

Fs-Pol-15 帯 (試料番号 142.15 ~ 150.90) : *Hemiptelea* が高率を占め, *Ulmus* / *Zelkova* や *Alnus*, *Cupressaceae*, *Juglans* / *Pterocarya*, *Carpinus*, *Betula* がこれに次ぐ。一方, *Fagus*, *Pinaceae* 及び *Cryptomeria* は低率である。 *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* / *Pasania* 及び *Cyclocarya* が極めて低率かつ断片的に産出する。

Fs-Pol-16 帯 (試料番号 155.57 ~ 158.83) : *Cryptomeria* と *Ulmus* / *Zelkova* が高率を占め, *Pinus* や *Sciadopitys* (コウヤマキ属), *Alnus*, *Fagus* がこれらに次ぐ。一方, *Juglans* / *Pterocarya*, *Carpinus*, *Betula*, *Quercus* 及び *Cyclobalanopsis* は極めて低率である。 *Abies*, *Cyclocarya* 及び *Castanopsis* / *Pasania* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-17 帯 (試料番号 160.23 ~ 178.50) : *Ulmus* / *Zelkova* が高率を占め, *Fagus* がこれに次ぐ。 *Hemiptelea*, *Alnus*, *Pinus*, *Cryptomeria* は低率ながらも安定して産出する。一方, *Abies*, *Juglans* / *Pterocarya*, *Carpinus*, *Betula*, *Quercus* 及び *Cyclobalanopsis* は極めて低率である。 *Cyclocarya* 及び *Castanopsis* / *Pasania* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-18 帯 (試料番号 182.36 ~ 186.57) : *Fagus* と *Alnus* が高率を占め, *Pinus*, *Quercus*, *Carpinus* 及び *Betula* がこれらに次ぐ。一方, *Abies*, *Picea*, *Cryptomeria* 及び *Cyclobalanopsis* は極めて低率である。 *Cyclocarya* 及び *Castanopsis* / *Pasania* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-19 帯 (試料番号 188.12 ~ 203.23) : *Fagus* が極めて高率を占め, *Ulmus* / *Zelkova*, *Alnus*, *Pinus*, *Tsuga*, *Cupressaceae* 及び *Quercus* が低率に産出する。一方, *Abies*, *Picea*, *Cryptomeria*, *Cyclocarya* 及び *Cyclobalanopsis* は極めて低率である。 *Castanopsis* / *Pasania* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-20 帯 (試料番号 205.38 ~ 210.67) : *Fagus* が極めて高率を占め, *Ulmus* / *Zelkova*, *Hemiptelea*, *Alnus*, *Juglans* / *Pterocarya*, *Carpinus* 及び *Picea* が低率に産出する。 *Cyclocarya* が極めて低率ながらも連続的に産出する。一方, *Abies*, *Cryptomeria* 及び *Cyclobalanopsis* は極めて低率である。 *Castanopsis* / *Pasania* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-21 帯 (試料番号 213.50 ~ 217.25) : *Fagus* が高率を占め, *Hemiptelea* がこれに次ぐ。 *Ulmus* / *Zelkova*, *Alnus*, *Juglans* / *Pterocarya* 及び *Carpinus* が低率に産出する。 *Cyclocarya* が極めて低率ながらも連続して産出する。一方, *Cryptomeria*, *Quercus* 及び *Cyclobalanopsis* は極めて低率である。 *Abies* 及び *Castanopsis* / *Pasania* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-22 帯 (試料番号 219.92 ~ 233.30) : 木本植物花

粉の産出粒数が著しく少ない層序区間である。 *Picea*, *Tsuga*, *Pinus*, *Sciadopitys*, *Cryptomeria*, *Cupressaceae*, *Myrica* (ヤマモモ属), *Cyclocarya*, *Juglans* / *Pterocarya*, *Carpinus*, *Corylus* (ハシバミ属), *Betula*, *Alnus*, *Fagus*, *Quercus*, *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* / *Pasania*, *Ulmus* / *Zelkova*, *Hemiptelea*, *Celtis* / *Aphananthe* (エノキ属 / ムクノキ属), *Liquidambar*, *Mallotus* (アカメガシワ属) 及び *Tilia* (シナノキ属) などの分類群が産出する。

Fs-Pol-23 帯 (試料番号 237.62 ~ 241.35) : *Quercus* が高率を占め, *Hemiptelea* がこれに次ぐ。 *Fagus* 及び *Picea* は下部では極めて低率であるが, 上部では産出率を増す。一方, *Abies*, *Cryptomeria* 及び *Cyclobalanopsis* は極めて低率である。 *Cyclocarya* 及び *Castanopsis* / *Pasania* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-24 帯 (試料番号 244.26 ~ 259.28) : *Quercus* が高率を占め, *Fagus* がこれに次ぐ。 *Alnus*, *Juglans* / *Pterocarya*, *Hemiptelea* 及び *Cupressaceae* が安定して産出する。 *Picea* 及び *Cyclocarya* が極めて低率ながらも連続的に産出する。一方, *Abies*, *Cryptomeria*, *Cyclobalanopsis* 及び *Castanopsis* / *Pasania* は極めて低率かつ断片的に産出する。

Fs-Pol-25 帯 (試料番号 261.79 ~ 275.60) : *Quercus*, *Fagus* 及び *Alnus* が高率を占める。 *Cyclobalanopsis*, *Juglans* / *Pterocarya* 及び *Cupressaceae* が低率ながらも安定して産出する。一方, *Picea* は極めて低率に, *Castanopsis* / *Pasania*, *Abies* 及び *Cryptomeria* は極めて低率かつ断片的に産出する。 *Cyclocarya* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-26 帯 (試料番号 279.27 ~ 281.10) : *Fagus*, *Quercus* 及び *Pinus* が高率を占め, *Alnus* がこれらに次ぐ。 *Cyclobalanopsis*, *Cyclocarya*, *Juglans* / *Pterocarya*, *Abies*, *Picea*, *Tsuga*, *Cryptomeria* 及び *Cupressaceae* は極めて低率に産出する。 *Castanopsis* / *Pasania* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-27 帯 (試料番号 283.19 ~ 290.20) : *Quercus* 及び *Alnus* が高率を占める。 *Fagus*, *Hemiptelea*, *Juglans* / *Pterocarya* 及び *Betula* が低率ながらも安定して産出する。一方, *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* / *Pasania*, *Cyclocarya*, *Picea*, *Tsuga*, *Pinus*, *Cryptomeria* 及び *Cupressaceae* は極めて低率かつ断片的に産出する。 *Abies* はほとんど産出しない。

Fs-Pol-28 帯 (試料番号 292.63 ~ 295.14) : *Ulmus* / *Zelkova* 及び *Pinus* が優勢で, *Fagus*, *Quercus*, *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* / *Pasania*, *Juglans* / *Pterocarya*, *Betula*, *Alnus*, *Hemiptelea*, *Liquidambar*, *Tsuga* 及び *Metasequoia* (メタセコイア属) が低率ながらも産出する。 *Cyclocarya*, *Abies*, *Picea*, *Cunninghamia* (コウヨウザン属) 及び *Cryptomeria* が極めて低率な

から産出する。一方、Cupressaceaeはほとんど産出しない。

5.2. 花粉化石による中部更新統の指標層準について

関東地方中・南部における中部更新統の花粉分析は、これまでに房総地域（大西, 1969）、横浜地域（西村, 1980）、大宮台地周辺（関東平野中央部花粉グループ, 1994）及び銚子地域（Okuda *et al.*, 2006）で行われ、各々の研究目的に沿った基準で花粉帯が設定されている。一方、本調査では、関東平野中央部における地下更新統の標準となる花粉層序の構築を目的としているため、局地的な植生変化を示唆する分類群の組み合わせを基準として28帯の地域花粉帯を設けた。本節では、これらの地域花粉帯の中から中部更新統の生層序対比の指標となる層準について、既往研究（大西, 1969；西村, 1980；関東平野中央部花粉グループ, 1994；Okuda *et al.*, 2006）や、中部更新統全体の花粉生層序とテフラ層序などとの関係が詳細に明らかにされている大阪堆積盆地での研究（Furutani, 1989；本郷, 2009）と比較し論述する。

5.2.1 *Cyclobalanopsis* の多産層準

深作 A-1 コアの花粉化石群集は、大部分の層準で温帯落葉広葉樹や温帯針葉樹の分類群が優占しており、暖温帯常緑広葉樹の分類群が優勢な層準はFs-Pol-12帯のみである（第3図）。この帯は、暖温帯常緑広葉樹の*Cyclobalanopsis*が他の層準に比べ高率を占めるという特徴を持つ。同様の特徴を持つ層準は、大宮台地周辺の*Quercus*帯*Cyclobalanopsis*亜帯、*Fagus*帯*Fagus-Cyclobalanopsis*亜帯上部及び*Fagus-Haploxyton-Cyclobalanopsis*帯下部（関東平野中央部花粉グループ, 1994）、横浜地域の*Fagus-Cyclobalanopsis*帯（西村, 1980）、銚子地域のCH 9帯、CH 5 a帯下部及びCH 4帯上部（Okuda *et al.*, 2006）でも認められる（第4図）。

深作 A-1 コアのFs-Pol-12帯は、下部更新統に挟在するKu6cテフラと中部更新統上部に挟在するTB-8（Ky 3）テフラの間にあり、古地磁気極性では正帯磁の層準にある（第3図）。これらの層位関係からは、Fs-Pol-12帯は、大宮台地周辺の*Fagus*帯*Fagus-Cyclobalanopsis*亜帯（関東平野中央部花粉グループ, 1994）及び横浜地域の*Fagus-Cyclobalanopsis*帯（西村, 1980）の各層準に対比可能である。また、銚子地域では、*Cyclobalanopsis*はCH 9帯、CH 5 a帯下部及びCH 4帯上部において高率を示すが、随伴する分類群の組み合わせに違いがある。すなわち、CH 4帯では*Quercus*が低率だが安定して産出するのに対し、CH 9帯では極めて低率に産出する。また、CH 4帯直上のCH 5 a帯では*Quercus*が極めて低率となる一方で、*Fagus*が高率に産出する。これらのことから、Fs-Pol-12帯は、銚子地域のCH 9帯に対比されると考えられる（第4図）。

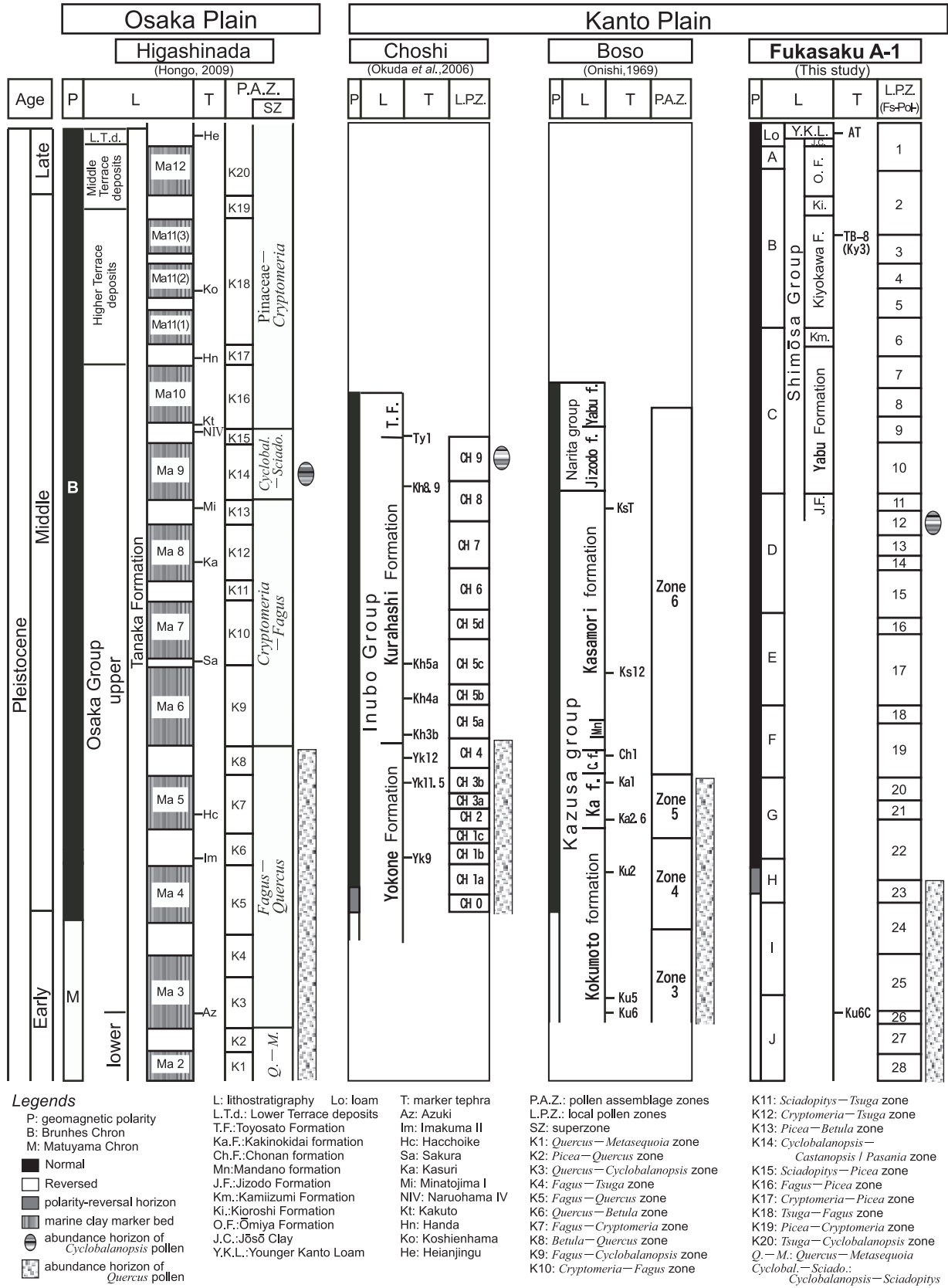
なお、Okuda *et al.* (2006) は、銚子コアで測定された $\delta^{18}\text{O}$ の結果（El-Masry, 2002）に基づき、CH 9帯は海洋酸素同位体比層序のステージ 11 の堆積物に相当すると述べている。また、中部更新統の*Cyclobalanopsis*花粉及び大型遺体を多産する層準の同時代性については、杉山（1991）がテフラと堆積サイクルの広域対比の観点から論じ、*Cyclobalanopsis*の多産層準はステージ 11 の堆積物に相当するとした。更に、中部更新統の*Cyclobalanopsis*花粉が多産する層準は、大阪堆積盆地のMa 9海成粘土層でも確認されている（Furutani, 1989；本郷, 2009）。すなわち、*Cyclobalanopsis*が他の層準に比べ高率を占める特徴を持つ層準は、随伴する分類群の組み合わせの吟味が必要ではあるが、関東地方中・南部だけでなく、他の堆積盆地との対比でも有用な中部更新統中部の指標層準として位置づけられる。

5.2.2 *Quercus* の相対的多産層準の上限

ここでは、前項で述べた*Cyclobalanopsis*の多産層準より下位の地層を対象とした指標層準について述べる。

Fs-Pol-23～27帯の層準は、*Quercus*が高率に産出する共通した特徴を持つ（第3図）。一方、Fs-Pol-21帯より上位の層準では、*Quercus*の産出率は全体的に低率となり、Fs-Pol-18帯とFs-Pol-4帯でやや増加が認められる程度である。同様の産出傾向は、大宮台地周辺の川島84 KJ コアや春日部90 KK コアでも認められ、*Fagus*帯*Fagus-Quercus*亜帯以下の層準では*Quercus*が高率に産出するのに対し、この亜帯の上位では*Quercus*は低率となる（関東平野中央部花粉グループ, 1994）。また、房総半島でも*Quercus*の産出率は1～5帯の層準では数～20%の範囲で変化しながらも安定しているが、6帯では極めて低率となる（大西, 1969：第4図）。更に、銚子地域のCH 4帯（海洋酸素同位体ステージ 16）からCH 5 a帯（海洋酸素同位体ステージ 15）にかけての層準でも、*Quercus*の産出率は減少する（Okuda *et al.*, 2006：第4図）。いずれの地点も、*Quercus*の産出率の減少と対応して、上位の帯では*Fagus*の産出率が増加する。これらのことから、*Cyclobalanopsis*の多産層準より下位に認められる、*Quercus*が相対的に多産する層準及び、*Quercus*が減少して、*Fagus*が相対的に多産する層準は、関東地方中・南部の各地で確認でき、互に対比可能であると考えられる。

本郷（2009）によると、大阪堆積盆地でも*Fagus-Quercus*超帯から*Cryptomeria-Fagus*超帯にかけての層準で同様の花粉産出傾向が認められる（第4図）。広域テフラ層に基づく対比によれば、この花粉産出傾向の変化は大阪堆積盆地と銚子地域でほぼ同時代（海洋酸素同位体ステージ 15/16境界ごろ）に生じたと考えられている（本郷, 2009）。以上のことから、*Quercus*の相対的多産層準の上限は、関東地方中・南部地域内の生層序対



第4図 関東平野及び大阪平野の花粉層序。

Fig. 4 Pollen biostratigraphy in the Kanto and Osaka Plains.

比だけでなく、大阪など他の堆積盆地との対比の上でも有用な中部更新統下部の指標層準として位置づけられる。

5.3. 木本植物花粉の産出粒数が著しく少ない層序区間について

Fs-Pol-22帯は、5.1節で述べたように、木本植物花粉の産出粒数が著しく少ない層序区間として設定した。この区間の層相上の特徴は、礫層が卓越し、砂層やシルト層を伴うことである（第3図）。また、埼玉県環境部地震対策課（1996）の古地磁気測定結果によると、この区間の大部分は正帯磁を示す層準であり、Fs-Pol-22帯最下部からFs-Pol-23帯中部に相当する深度233.05～241.25mが磁場逆転境界の層準とされている。

一方、前節5.2.2項では、*Quercus*の相対的多産層準の上限が中部更新統下部の指標層準として広域的に有用であることを述べた。これに対し、深作A-1コアでの*Quercus*の相対的多産は、逆帯磁極期から磁場逆転境界の層準に対応するFs-Pol-23～27帯で確実に認められるが、磁場逆転境界から正帯磁期の層準に対応するFs-Pol-22帯では、木本植物花粉の産出粒数が著しく少ない層序区間であるため、現段階の資料では、*Quercus*が相対的に多産する層準に対比される層準であるか否かは不明である。

以上のことから、深作A-1コアのFs-Pol-22帯の花粉生層序における位置づけは、未解決課題として残される。この層準では礫層が卓越することから、関東平野の地史・不整合問題や地下構造モデルの再考にとって重要であると思われる。今後、調査地周辺での調査資料を増やすことにより、深作A-1コアのFs-Pol-22帯の層序学的位置づけを明らかにする必要があると考える。

6. まとめと今後の課題

関東平野中央部における地下更新統の標準となる花粉層序を構築するため、前期更新世末と中期更新世末の2層準の指標テフラ層を挟むボーリングコアを対象として詳細な花粉化石群集の変遷を調査し、以下のことを明らかにした。

1. 局地的な植生変化を示唆する分類群の組み合わせに基づき、28帯の地域花粉群集帯に区分した。
2. 花粉化石による中部更新統の指標層準について検討し、*Cyclobalanopsis*が多産する層準（海洋酸素同位体ステージ11）及び*Quercus*が相対的に多産する層準の上限（海洋酸素同位体ステージ15/16境界付近）は、関東地方中・南部での生層序対比だけでなく、他の堆積盆地との対比の上でも有用であることを確認した。
3. Fs-Pol-22帯（深度219.92～233.30m）は、木本植物花粉の産出粒数が著しく少ない層序区間である。この帯の生層序学的位置づけの検討は、未解決課題として残される。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、埼玉県環境科学国際センターの設備を使用させていただいた。また、同センターの八戸昭一氏、産業技術総合研究所の納谷友規氏と山口正秋氏（当時）には試料採取に、國本節子氏には花粉化石の分離作業に協力していただいた。産業技術総合研究所の中島 礼氏には貝化石の鑑定をしていただいた。ここに記して、厚く御礼申し上げます。

本研究には、文部科学省科学技術振興調整費「統合化地下構造データベースの構築」（平成19～20年度）及び産業技術総合研究所の運営費交付金「関東平野の地震動特性と広域地下水流動系の解明に関する地質学的総合研究」（平成19～20年度）を使用した。

さいたま市深作 A-1 ボーリングコアの花粉化石群集 (本郷・水野)

Sample numbers	Depth below ground level (m)	Material	Extraction methods	Sample numbers	Depth below ground level (m)	Material	Extraction methods
2.72	2.72 ~ 2.77	volcanic ash soil	W	141.37	141.37 ~ 141.44	silt	W
8.80	8.80 ~ 8.87	tuffaceous fine sand	W	142.15	142.15 ~ 142.20	silt	W
14.62	14.62 ~ 14.65	organic silt	H	143.53	143.53 ~ 143.59	silt	W
16.52	16.52 ~ 16.55	sandy silt	W	144.57	144.57 ~ 144.64	silt	W
18.27	18.27 ~ 18.32	very fine sand	W	145.67	145.67 ~ 145.74	sandy silt	W
22.50	22.50 ~ 22.56	fine sand	H	147.12	147.12 ~ 147.20	silty very fine sand	W
24.70	24.70 ~ 24.74	silty very fine sand	W	148.28	148.28 ~ 148.35	fine sand	W
27.10	27.10 ~ 27.15	sandy silt, containing shell fragments	W	150.90	150.90 ~ 151.00	very fine sand	W
29.56	29.56 ~ 29.59	silt	W	155.57	155.57 ~ 155.63	clay	W
32.40	32.40 ~ 32.44	silty very fine sand	W	158.83	158.83 ~ 158.91	silt	W
36.74	36.74 ~ 36.76	organic silt	H	160.23	160.23 ~ 160.31	sandy silt, containing burrow	W
38.50	38.50 ~ 38.55	tuffaceous silt, containing plant fragments	W	161.85	161.85 ~ 161.92	sandy silt	W
40.55	40.55 ~ 40.60	silt	W	163.65	163.65 ~ 163.72	sandy silt	W
42.80	42.80 ~ 42.90	fine to medium sand	H	165.02	165.02 ~ 165.10	silty fine sand	W
44.62	44.62 ~ 44.68	sandy silt, containing volcanic ash	W	167.07	167.07 ~ 167.14	silty very fine sand	W
45.54	45.54 ~ 45.60	sandy silt, containing burrow	W	168.00	168.00 ~ 168.07	fine sand	W
46.65	46.65 ~ 46.70	sandy silt, containing volcanic ash	W	178.5	178.50 ~ 178.60	pebble, containing medium to coarse sand	H
47.64	47.64 ~ 47.69	sandy silt	W	182.36	182.36 ~ 182.44	silt	W
48.64	48.64 ~ 48.70	silt, containing volcanic ash and plant fragments	W	183.08	183.08 ~ 183.14	sandy silt, containing shell fragments	W
49.71	49.70 ~ 49.76	sandy silt	W	183.55	183.55 ~ 183.60	sandy silt	W
50.54	50.54 ~ 50.60	sandy silt, containing pumice	W	185.76	185.76 ~ 185.82	silt	W
52.75	52.75 ~ 52.83	tuffaceous silt	W	186.57	186.57 ~ 186.64	silt	W
54.58	54.58 ~ 54.63	silt	W	188.12	188.12 ~ 188.19	sandy silt	W
55.85	55.85 ~ 55.89	sandy silt	W	191.00	191.00 ~ 191.10	medium sand	W
57.04	57.04 ~ 57.10	fine to medium sand, containing granule	H	195.16	195.16 ~ 195.26	fine sand	W
59.17	59.17 ~ 59.25	medium to coarse sand	H	197.70	197.70 ~ 197.80	fine sand, containing shell fragments	W
60.67	60.67 ~ 60.74	granule to pebble, containing medium to coarse sand	H	201.53	201.53 ~ 201.62	fine sand, containing shell fragments	W
61.80	61.80 ~ 61.84	sandy silt	W	203.23	203.23 ~ 203.30	fine sand	W
63.86	63.86 ~ 63.90	silty very fine sand	W	205.38	205.38 ~ 205.45	sandy silt	W
66.44	66.44 ~ 66.50	sandy silt, containing shell fragments	W	206.23	206.23 ~ 206.31	silty very fine to fine sand, containing shell fragments	W
68.65	68.65 ~ 68.70	silt, containing volcanic ash and plant fragments	W	208.28	208.28 ~ 208.36	silty very fine sand	W
69.95	69.95 ~ 69.99	silty fine sand, containing pumice	W	210.67	210.67 ~ 210.74	sandy silt	W
71.41	71.41 ~ 71.49	medium sand	W	213.50	213.50 ~ 213.55	silty fine sand	W
74.20	74.20 ~ 74.29	medium sand	W	215.10	215.10 ~ 215.17	sandy silt	W
77.37	77.37 ~ 77.45	medium sand	W	217.25	217.25 ~ 217.31	silt	W
80.54	80.54 ~ 80.63	fine sand	W	219.92	219.92 ~ 219.98	silty fine sand	W
83.85	83.85 ~ 83.90	silty fine sand	W	230.50	230.50 ~ 230.58	silt	W
86.55	86.55 ~ 86.61	fine sand	W	231.11	231.11 ~ 231.15	silt	W
89.62	89.62 ~ 89.70	fine sand	W	232.16	232.16 ~ 232.20	sandy silt	W
91.10	91.10 ~ 91.20	fine sand, containing shell fragments	W	233.30	233.30 ~ 233.38	silty fine sand	W
92.76	92.76 ~ 92.80	sandy silt	W	237.62	237.62 ~ 237.68	silt	W
94.30	94.30 ~ 94.35	silty very fine sand, containing shell fragments	W	241.35	241.35 ~ 241.40	sandy silt, containing granule to pebble	W
97.27	97.27 ~ 97.34	very fine sand, containing shell fragments	W	244.26	244.26 ~ 244.34	silt to very fine sand	W
99.50	99.50 ~ 99.56	sandy silt	W	245.73	245.73 ~ 245.83	fine sand, containing shell fragments	W
101.30	101.30 ~ 101.35	sandy silt	W	246.73	246.73 ~ 246.80	silt	W
104.38	104.38 ~ 104.45	silty very fine sand	W	249.41	249.41 ~ 249.50	silt	W
106.39	106.39 ~ 106.44	sandy silt	W	250.20	250.20 ~ 250.30	sandy silt	W
108.50	108.50 ~ 108.57	fine to medium sand	W	251.74	251.74 ~ 251.79	silt	W
112.30	112.30 ~ 112.43	fine to medium sand, containing granule to pebble	W	253.26	253.26 ~ 253.34	sandy silt	W
115.55	115.55 ~ 115.63	medium sand	W	255.34	255.34 ~ 255.41	silt	W
116.45	116.45 ~ 116.55	fine to medium sand, containing shell fragments	W	257.55	257.55 ~ 257.62	laminated silt to very fine sand	W
118.88	118.88 ~ 118.96	silty fine sand	W	259.28	259.28 ~ 259.34	silty very fine sand	W
120.41	120.41 ~ 120.47	very fine sand, containing shell fragments	W	261.79	261.79 ~ 261.85	silty very fine sand	W
122.65	122.65 ~ 122.72	sandy silt	W	264.36	264.36 ~ 264.44	sandy silt	W
124.50	124.50 ~ 124.60	silty very fine sand, containing shell fragments	W	273.26	273.26 ~ 273.34	very fine sand	W
125.60	125.60 ~ 125.70	very fine sand	W	275.60	275.60 ~ 275.67	very fine to fine sand	W
127.66	127.66 ~ 127.77	silty very fine sand, containing granule to pebble	W	279.27	279.27 ~ 279.33	silty very fine sand	W
129.63	129.63 ~ 129.70	fine sand, containing shell fragments	W	281.1	281.10 ~ 281.17	very fine sand	W
132.68	132.68 ~ 132.77	silty fine sand, containing shell fragments	W	283.19	283.19 ~ 283.27	silty fine to medium sand	W
134.65	134.65 ~ 134.73	silt, containing fine to medium sand and burrow	W	284.46	284.46 ~ 284.53	sandy silt	W
135.10	135.10 ~ 135.16	silt, containing fine to medium sand and burrow	W	285.31	285.31 ~ 285.39	sandy silt	W
136.20	136.20 ~ 136.27	sandy silt	W	286.62	286.62 ~ 286.70	sandy silt	W
137.68	137.68 ~ 137.74	sandy silt	W	288.35	288.35 ~ 288.43	silty very fine sand	W
139.30	139.30 ~ 139.35	sandy silt	W	290.20	290.20 ~ 290.26	sandy silt	W
140.55	140.55 ~ 140.62	silt	W	292.63	292.63 ~ 292.69	silty very fine sand	W
				295.14	295.14 ~ 295.19	medium sand	W

付表 1 試料番号, 深度, 層相及び花粉化石分離手順の対応。
 Appendix 1. Correlation of sample numbers with depth in core, sediment type and pollen extraction methods. Abbreviations for extraction methods are W: Watanabe (1995); H: Hongo (2007).

付表2-3 (続き)
Appendix : 2-3 Cotinued

CF code	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Sample No.	<i>Castanopsis / Pasania</i>	<i>Ulmus / Zelkova</i>	<i>Zelkova</i>	<i>Ulmus</i>	<i>Hemiptelea</i>	<i>Celtis / Aphananthe</i>	<i>Illicium</i>	<i>Liquidambar</i>	<i>Deutzia</i>	<i>Rosaceae</i>	<i>Rutaceae</i>	<i>Sapinum</i>	<i>Mallotus</i>	<i>Rhus</i>	<i>Ilex</i>	<i>Acer</i>	<i>Aesculus</i>	<i>Rhamnaceae</i>	<i>Vitis</i>	<i>Parthenocissus</i>	<i>Tilia</i>	<i>Camellia</i>	<i>Elaeagnus</i>	<i>Lagerstroemia</i>	<i>Araliaceae</i>	<i>Cornus</i>	<i>Ericaceae</i>	<i>Symplocos</i>	<i>Syrax</i>	<i>Oleaceae</i>	<i>Ligustrum</i>	<i>Syringa</i>	<i>Fraginus</i>	<i>Clerodendron</i>	<i>Viburnum</i>	<i>Weigela</i>	<i>Lonicera</i>		
2.72																																							
8.80		3	4		2					1	1		1		1	3									2									3	1				
14.62										1									1																1				
16.52		5			5	1				3	1					3							2	1			1	1	1										
18.27		5	1		2					1	1				2	1		+							1	1	1	2						2					
22.50			3		13					1		2			1				1				2	4	10		3	1											
24.70		6	1		6	2				1	1									1			1	1	2		4												
27.10		8				2					2					2							1	2			1						1		4				
29.56	3	12	1		1					4	1					7				1		5	4			1		1				2		2					
32.40	4	3	2	1	6			1	2	2				2	1								2	5								4		5					
36.74					3					2					2	1												3						2					
38.50		2								2											+						2								1				
40.55		1			8					1				1									2											2		2			
42.80			1		4											5	1											4							+				
44.62		8	4		18			1	1	6						2						11	1				2							2					
45.54		6	2	1	21	5				1					2	2							+	1									2		2				
46.65		6	8		13	1					2												2														2		
47.64		2	1		16					2						1						3		3	2		1						3			1			
48.64		9	6		17											1						2	4		1	1	1								1	3			
49.71	1	2			11	3							1	1	2						1				1								1						
50.54		1																																					
52.75																																							
54.58		12			16	1				1						1												+						3			+		
55.85		7			4	1										1								1												1			
57.04					3					1					1	2					+			+										4			+		
59.17		4	1		8					3	1				4	2												1	2					3			+		
60.67		1			1					1					1	1								1														+	
61.90		3			1	1				1									1																1				
63.86		4			3						3					1								1															
66.44		2	1		4							1				1												+							2				
68.65		25	23		18	1				4							1							13				2						1		1			
69.95					1								1			1																					1		
71.41		5			6	1		1		1					2	1								1					3						3				
74.20		3	3		2	1									1									3	1		+								1				
77.37		7			10										1	1								2			1												
80.54		1	1		12					1			1	1	1										1									1	2		1		
83.85	1	2			9			1		1					2	4								+										1	4		1		
86.55		11	1		3					1					1	2							1	1			2	1	+						2				
89.62		5			3	3								2	1											1		6							1				
91.10	2	3			5											1																					1		
92.76		10	5							1	1				2									1															
94.30		8	7		2							1		1	1								1														1		
97.27		17	9		+	3								2		+												+											
99.50		1	1		5	2	1				1					4										2							+	3					
101.30		7	+	1	14			1		1	1					1							1	4					+		2			6		2			
104.38		8	1		16			+		4	3					2											1	1						2	+	2			
106.39																1																							
108.50		3	6		9	2				1					2	1									1										3		1		
112.30	3	4	6		7	2										3										1								1	2		1	1	
115.55		3		1	4	1					2																											1	
116.45	1	5	2		6					1					1	1								2			1	2											
118.88		4	2		4	1	2										3											5										1	
120.41		4	1		4	1	1				1																												1
122.65	2	8			1	1	12			+				1	2											1	1	+								2			
124.50	6	1	7			1				2		1				1												1										2	
125.60	7	5	1			1										1												2										1	
127.66	1	2	6							3																												1	1
129.63	2	17	8		5	2									3									1	+													4	
132.68		8	6		3	3				1	2				4	1	4																					1	1
134.65		7	12		8	2					1																											1	
135.10		3	10		6	5				1	2	2			1	1											2											4	
138.20		17			3					1	2	1				+	7						2			1	1											3	
137.68	1	11	16		10						2			1	5																								

付表 2-5 (続き)
Appendix : 2-5 Continued

Cf. code	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3								
Sample No.	Sambucus	Moraceae	Humulus	Rumex	Polygonum	Bistorta	Persicaria / Echinocaulon	Reynoutria	Chenopodiaceae	Nuphar	Althernanthera	Caryophyllaceae	Ranunculaceae	Ranunculus	Thalictrum	Cruciferae	Drosera	Rosaceae (herb)	Rubus	Sanguisorba	Leguminosae	Geranium	Euphorbiaceae	Euphorbia	Lythrum	Trapa	Epilobium	Oenothera	Myriophyllum	Umbelliferae	Gentiana	Nymphoides	Menyanthes	Labiatae	Actinostema	Carduioideae	Xanthium			
2.72							1						1																									1		
8.80		2							1																					1								2		
14.62											+		1	1															3	2		1		1				7		
16.52		4					1						1	1	2	1			1																			6		
18.27		2		1			1											1											2									9		
22.50				1			2		33				1	2					1																	1		1		
24.70		5						1							2			1																				2		
27.10							1	+																														2		
29.56		5					1		1			1						1																				8		
32.40		139				1	4		10			1	1				1											3		1					1		23	11		
36.74																		1																				1		
38.50								3																						1								2		
40.55		1				1	1						+																									1		
42.80							1																																	
44.62		4							3					3																								5		
45.54		5					4					1	1																									3		
46.65		2						40					3	2																								7		
47.64		4					14		1			1	1	1				1											4							1	2			
48.64		2					7		1			5	1	1					1		2								1								2			
49.71		4	1			1	2	1	1																					1								3		
50.54							1		4			2										1																		
52.75																																								
54.58		2					1						1	1																								1		
55.85		1					1						1	1	2						1																1	13		
57.04						+	1						1						1											1										
59.17							5							1					+																					
60.67							7																																	
61.80													1																										1	
63.96		1					2																																3	
66.44		2					1		+					1					1																			2		
68.65							1						2	1						1																			3	
69.95																																								1
71.41		2					1					1																											1	
74.20		1					4		1																														2	
77.37		1					1	2					3																										3	
80.54																																							1	
83.85							+						1																										3	
86.55							1		1				1																										1	
89.62				1																1		2			1													6		
91.10		1					1	1																															1	
92.76																																							2	
94.30																																								
97.27																																								
99.50							+								1																								2	
101.30																																								
104.38				1		+	1	1					4																										+	
106.39																																								3
108.50		5											1																										4	
112.30		1					1																																	
115.55																																								
116.45		1											5																										11	
118.88																																							+	
120.41																																							+	
122.65																																								1
124.50									1																															
125.60																																								
127.66																																								1
129.63													1																										3	
132.68																																								1
134.65		3		+																																				
135.10																																								
136.20																																								
137.68																																								1
139.30		8																																					1	
140.55		1																																						1

引用文献

- El-Masry M. M. I. (2002) Sedimentation and physical property variability of hemipelagic mudstone in response to the Pleistocene glacial and interglacial cycles. PhD dissertation, University of Tokyo, Japan.
- Furutani, M. (1989) Stratigraphical subdivision and pollen zonation of the Middle and Upper Pleistocene in the coastal Area of Osaka Bay, Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, **32**, 91-121.
- Groot, J.J. (1966) Some observations on pollen grains in suspension in the estuary of the Delaware River. *Marine Geology*, **4**, 409-416.
- Hongo, M. (2007) Stratigraphic distribution of *Hemiptelea* (Ulmaceae) pollen from Pleistocene sediments in the Osaka sedimentary basin, southwest Japan. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **144**, 287-299.
- 本郷美佐緒 (2009) 大阪堆積盆地における中部更新統の花粉生層序と古環境変遷. *地質雑*, **115**, 64-79.
- Huang, T.C. (1972) Pollen flora of Taiwan. Botany Department, National Taiwan University, Taipei, 297p.
- Huang, T.C. (1981) Spore flora of Taiwan. Botany Department, National Taiwan University, Taipei, 111p.
- 市原 実 編 (1993) 大阪層群. 創元社, 大阪, 340 p.
- 鎌田浩毅・壇原 徹・山下 透・星住英夫・林田 明・竹村恵二 (1994) 大阪層群アズキ火山灰および上総層群 Ku6C 火山灰と中部九州の今市火砕流堆積物との対比—猪牟田カルデラから噴出した co-ignimbrite ash—. *地質雑*, **100**, 848-866.
- 関東平野中央部花粉グループ (1994) 関東平野中央部ボーリングコアの花粉層序—春日部 (90 KK) および川島 (84 KJ) ボーリングコアの花粉分析—. *地団研専報*, no. 42, 121-150.
- 関東平野中央部地質研究会 (1994) 関東平野中央部の地下地質—ボーリングコアによる解析—. *地団研専報*, no. 42, 180 p.
- 栗田裕司・松岡数充・小布施明子 (2000) 海陸リンケージ域におけるパリノロジーの役割. *月刊地球*, 号外 29, 99-108.
- 町田 洋・新井房夫 (1976) 広域に分布する火山灰—始良 Tn 火山灰の発見とその意義—, *科学*, **46**, 339-347.
- 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]. 東京大学出版会, 東京, 336 p.
- 町田 洋・新井房夫・村田明美・袴田和雄 (1974) 南関東における第四紀中期のテフラの対比とそれに基づく編年. *地学雑誌*, **83**, 302-338.
- 町田 洋・新井房夫・杉原重夫 (1980) 南関東と近畿の中部更新統の対比と編年—テフラによる一つの試み—, *第四紀研究*, **19**, 233-261.
- 松下まり子 (1981) 播磨灘表層堆積物の花粉分析—花粉組成と現存植生の比較—. *第四紀研究*, **20**, 89-100.
- 水野清秀・杉山雄一・石山達也・須貝俊彦・松島紘子・八戸昭一・中里裕臣・細谷卓志 (2006) 深谷—綾瀬川断層帯周辺の地下地質. *月刊地球*, **28**, 31-37.
- 森川六郎 (1962) 埼玉県南平野の地盤地質. *応用地質*, **3**, 11-19.
- Muller, J. (1959) Palynology of recent Orinoko delta and shelf sediments. Report of the Orinoko shelf expedition, *Micropaleontology*, **5**, 1-32.
- 中村 純 (1980) 日本産花粉の標徴 I・II. 大阪市立自然史博物館収蔵試料目録第 13 集, 91 p.
- 中里裕臣・佐藤弘幸 (2001) 下総層群の年代と“鹿島”隆起帯の運動. *第四紀研究*, **40**, 251-257.
- 中澤 努・遠藤秀典 (2002) 大宮地域の地質. *地域地質研究報告* (5 万分の 1 地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 41 p.
- 中澤 努・中里裕臣 (2005) 関東平野中央部に分布する更新統下総層群の堆積サイクルとテフロクロノロジー. *地質雑*, **111**, 87-93.
- 那須孝悌・瀬戸 剛 (1986) 日本産シダ植物の孢子形態 I. 大阪市立自然史博物館収蔵試料目録第 18 集, 42p.
- 西村祥子 (1980) 横浜市における中・上部更新統の花粉群変遷. *地質雑*, **86**, 275-291.
- Okuda, M., Nakazato, H., Miyoshi, N., Nakagawa, T., Okazaki, H., Saito, S. and Taira, A. (2006) MIS11-19 pollen stratigraphy from the 250-m Choshi core, northeast Boso Peninsula, central Japan: Implications for the early/mid-Brunhes (400-780 ka) climate signals. *Island Arc*, **15**, 338-354.
- 大西郁夫 (1969) 房総半島・上総層群の花粉フローラ. *地球科学*, **23**, 236-242.
- 埼玉県環境部地震対策課 (1996) 埼玉県活断層調査報告書. 200 p.
- 島倉巳三郎 (1973) 日本植物の花粉形態. 大阪市立自然史博物館収蔵試料目録第 5 集, 60 p.
- Stone, D.E. and Broom, C.R. (1975) Juglandaceae. In: Nilsson, S. (chief Ed.), *World Pollen and Spore Flora 4*. Almqvist and Wiksell Periodical Company, Stockholm, pp 1-35.
- 杉山雄一 (1991) 渥美半島 - 浜名湖東岸地域の中更新統—海進—海退サイクルとその広域対比—. *地質調査*

- 所月報, **42**, 75-109.
- Tai, A. (1973) A study on the pollen stratigraphy of the Osaka Group, Plio-Pleistocene deposits in the Osaka Basin. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyoto University. Series of Geology and Mineralogy*, **39**, 123-165.
- 徳橋秀一・遠藤秀典 (1984) 姉崎地域の地質. *地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅)*, 136 p.
- Traverse, A. (1988) *Paleopalynology*. Unwin Hyman, Boston, 600p.
- Wang, F., Chien, N., Zhang, Y. and Yang, H. (1995) *Pollen flora of China*. Second edition. Science Press, Beijing, China, 461p.
- 渡辺正巳 (1995) 花粉分析法. *考古資料分析法*, 84-85, ニュー・サイエンス社.
- 応俊生・張玉龍 (1994) *中国種子植物特有属*. 科学出版社, 北京, 699 p.
- 吉川周作・三田村宗樹 (1999) 大阪平野第四系層序と深海底の酸素同位体比層序との対比. *地質雑*, **105**, 332-340.
- Zhang, Y., Xi, Y., Zhang J., Gao, G., Du, N., Sun, X. and Kong, Z. (1990) *Spore morphology of Chinese Pteridophytes*. Science Press, Beijing, China, 592p.

(受付: 2009 年 3 月 24 日; 受理: 2009 年 5 月 28 日)