

熊本平野および阿蘇カルデラ地域における 最終氷期以降の植生変遷

岩内 明子¹⁾・長谷 義隆²⁾

¹⁾学術振興会特別研究員
〒861-41 熊本市野口町508-4

²⁾熊本大学教養部
〒860 熊本市黒髪 2-40-1
(1992年10月27日受理)

Vegetational Changes after the Last Glacial Age in the Kumamoto Plain and Aso Caldera Areas

Akiko IWAUCHI¹⁾ and Yoshitaka HASE²⁾

¹⁾*JSPS Fellowships for Japanese Junior Scientists
Noguchi-machi 508-4, Kumamoto 861-41, Japan*

²⁾*Department of Geology, Faculty of General
Education, Kumamoto University Kurokami
2-40-1, Kumamoto 860, Japan*

The paleo-vegetational changes after the last glacial age are clarified by the pollen analysis of the samples from three boring cores which were taken from the Kumamoto Plain and Aso Caldera area. Five major pollen assemblage zones are distinguished in the Kumamoto Plain area in ascending order as follows:

Zone Na-I : *Pinus-Picea-Abies-Tsuga* zone

Zone Na-II : *Q. subgen. Lepidobalanus-Fagus-Carpinus-Betula-Ulmus/
Zelkova* zone

Zone Na-III : *Q. subgen. Lepidobalanus-Fagus-Carpinus-Ulmus/Zelkova-Celtis*
zone

Zone Na-IV : *Podocarpus-Castanea/Castanopsis-Q. subgen. Cyclobalanopsis*
zone

Zone Na-V : *Pinus* zone

In the Aso Caldera, the Six major pollen assemblage zones are distinguished in ascending order as follows:

Zone U-I : *Pinus-Picea-Abies-Tsuga* zone

Zone U-II : *Pinus-Q. subgen. Lepidobalanus-Carpinus-Betula* zone

Zone U-III : *Q.* subgen. *Lepidobalanus-Fagus-Carpinus-Betula* zone

Zone U-IV : *Q.* subgen. *Lepidobalanus-Fagus-Carpinus* zone

Zone U-V : *Ulmus/Zelkova-Celtis-Q.* subgen. *Cyclobalanopsis* zone

Zone U-VI : *Podocarpus-Q.* subgen. *Cyclobalanopsis-Castanea/Castanopsis* zone

The four groups in the Aso Caldera area were compared with the four groups of the Kumamoto Plain area as follows : Zone Na-I was compared with Zones U-I and U-II ; Zone Na-II was compared with Zone U-III ; Zone Na-III was compared with Zone U-IV ; and finally a part of the Zone Na-IV was compared with Zone U-V and U-VI.

It is estimated that the mixed broad-leaved and coniferous forest, which distributed in the subarctic and upper cool-temperate zones present-day, covered low land areas in the Kumamoto Plain during the last glacial age. The cool-temperate deciduous broad-leaved forest replaced the subalpine forest in the next stage, because the elevation in temperature increase after the cold period. After that, the vegetation successively changed into the warm-temperate broad-leaved deciduous forest and the warm-temperate broad-leaved evergreen forest in low land areas. In the mountainous area of the Aso Caldera, the vegetation has also changed in the same way as the lowland, but the cool-temperate forest remained late and the warm-temperate evergreen forest began to develop later than on the lowland areas. This seems to be due to altitudinal differences between the Kumamoto Plain and the Aso Caldera areas.

Key word : Pollen analysis, Kumamoto Plain, Aso Caldera Late Pleistocene, Holocene.

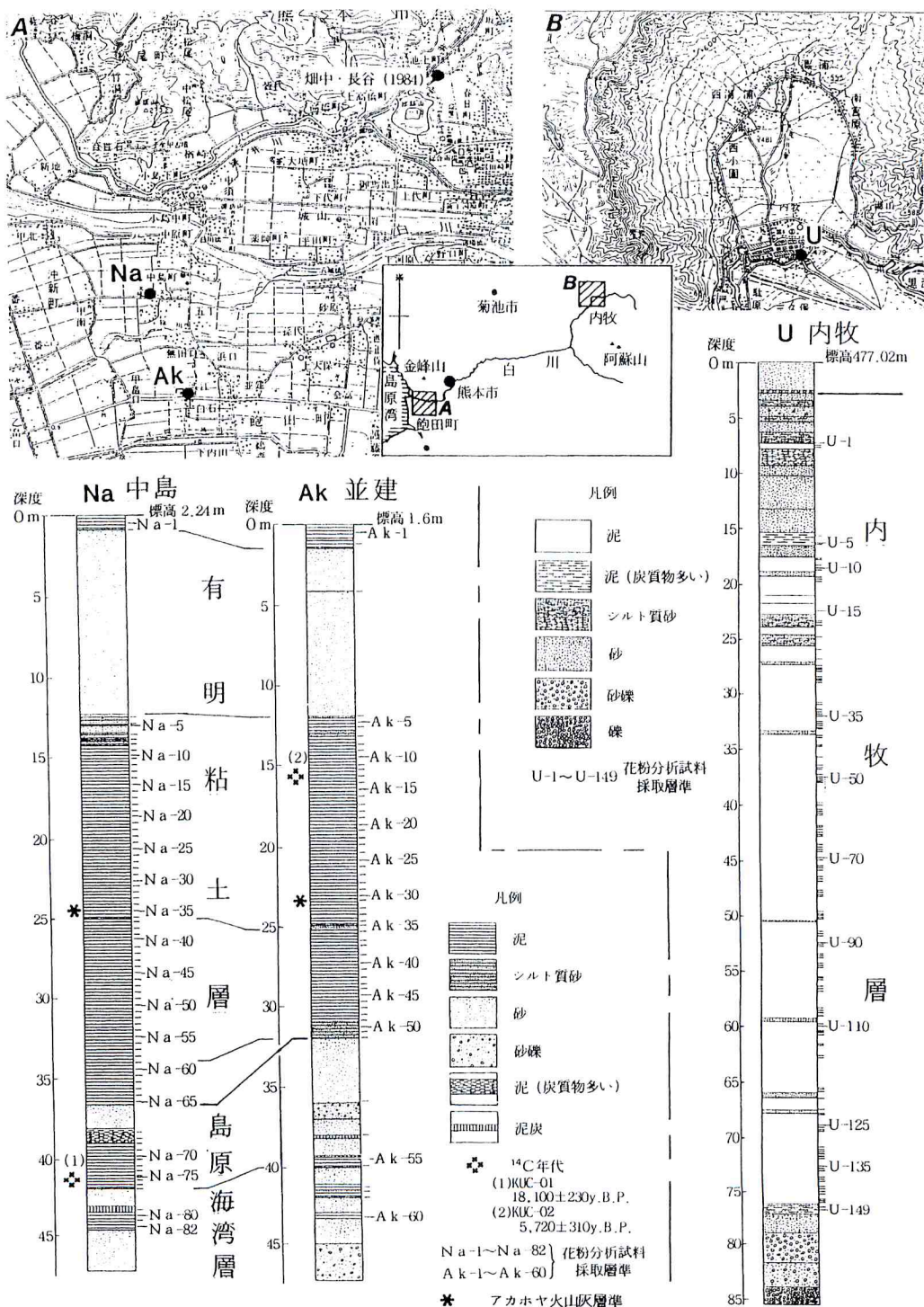
I. はじめに

九州における更新世末～完新世の植生変遷については、中村・畑中⁽¹⁾、畑中^(2,3)、Hatanaka⁽⁴⁾、黒田・太田⁽⁵⁾、黒田・畑中⁽⁶⁾、Kuroda & Hatanaka⁽⁷⁾、野井ほか⁽⁸⁾、野井^(9,10)などの研究がある。これらの研究により九州の海岸低地における最終氷期以降の植生変遷はかなり知られるようになり、Hatanaka⁽⁴⁾は九州における RII および RIIIa 期の地域的な特性にも言及している。このうち、中部九州については、畑中・長谷⁽¹¹⁾が熊本市池上町（第1図）における沖積層のボーリング試料の花粉分析を行い、下位から LG, RI, RII, RIIIa および RIIIb の5つの花粉帯を識別し、熊本地域における晩氷期から後氷期の植生変遷を論じた。

筆者らは、熊本市西部の中島町と並建町（旧飽託郡飽田町）、および熊本市の東方約30kmにあたる阿蘇カルデラ内の阿蘇郡阿蘇町内牧のカルデラ底ボーリング試料の花粉分析を行った（第1図）。その結果、熊本および阿蘇地域における更新世末～完新世の植生変遷、とりわけ標高の高い阿蘇カルデラ地域の当時の植生変遷がはじめて明らかになった。本論の最後では、標高差のある熊本と阿蘇カルデラ地域の2つの地域を比較することにより、標高の違いが植生変遷の中でどのように表れるのかを検討した。

II. 花粉分析試料

花粉分析用の試料は、いずれも地表から掘られたボーリングのコアで、コア試料の空気にふれていない芯部を新鮮なナイフで切り出して用いた。



第1図 熊本平野および阿蘇カルデラ内におけるボーリング地点と各ボーリングコアの柱状図（この図で使用した地形図は、国土地理院発行5万分の1「熊本」「阿蘇山」である）なお、アカホヤ火山灰層の層準は岩崎⁽¹⁾にしたがった。

1) 熊本市中島

ボーリング調査は熊本市中島町熊本市立中島小学校敷地内(第1図 Na 地点, 標高2.24m)において, 地盤沈下調査のために行われたもので, 深度は47.38mに達している。ボーリングコアによって知られる層相を第1図に示す。岩相上⁽¹²⁾, 深度36.6m以深を島原海湾層, それ以浅を有明粘土層と認定した。分析用試料として, ほぼ40cm間隔に, シルト層および砂質シルト層を採取した。分析処理は82試料について行われ, このうち81試料から考察に十分な花粉(一枚のプレパラート中に, *Alnus* 花粉を除く樹木花粉が300粒以上)および孢子化石が得られた。

2) 熊本市並建町

分析用試料は, 飽田西小学校敷地内(第1図 Ak 地点, 標高1.6m)で行われた地盤沈下調査用ボーリングのコア試料である。ボーリングコア試料の層相を第1図に示す。岩相上, 深度32.1m以深を島原海湾層, それ以浅を有明粘土層と認定した。分析ではシルト層の部分からほぼ40cm間隔で採取された試料60個を処理し, このうち54試料より考察に十分な粒数の花粉および孢子化石が得られた。

3) 阿蘇郡阿蘇町内牧

分析用試料は, 阿蘇郡内牧を流れる黒川の河川改修に伴う宝泉橋(第1図 U 地点, 標高477.02m)付け替え工事のためのボーリング調査に際して得られた深さ85.3mのボーリングコアから採取された。その層相を第1図に示す。なお深度2.5m以深は, 長谷・岩内⁽¹⁶⁾によって内牧層と呼ばれている。分析試料は, 粘土質シルト層および火山灰質シルト層からほぼ20cm間隔で149試料採取・処理され, そのうち145試料より考察に十分な花粉および孢子化石が得られた。

III. 花粉分析結果および花粉分帯

分析処理は, いずれも中村⁽¹³⁾に従い, フッ化水素酸-水酸化カリウム-アセトリシス法を採用し, 塩化亜鉛による重液分離により花粉および孢子化石を抽出した。検鏡は600倍で行い, 各試料ごとに樹木花粉を300個以上同定し, この樹木花粉の総数を基数(100%)として(ただし, *Alnus* 花粉は, 局地的な植生を強く反映すると考えられるので基数から省いている), 各属(一部は亜属や科)の百分率を求めて, 花粉ダイアグ

ラムに示した(第2, 3および4図)。実際の計数に当たっては, プレパラート内での偏りをなくすため, プレパラート全域の花粉粒を同定した。したがって, 一般には, 樹木花粉300~1500粒を同定することになった。

1) 熊本市中島町

熊本市中島町における樹木花粉の産出の様子から5つの花粉帯が識別される(第2図)。すなわち, 下位から上位へ,

Zone Na-I: *Pinus-Picea-Abies-Tsuga* zone

Zone Na-II: *Quercus* subgen. *Lepidobalanus-Fagus-Carpinus-Betula-Ulmus / Zelkova* zone

Zone Na-III: *Q.* subgen. *Lepidobalanus-Fagus-Carpinus-Ulmus/Zelkova-Celtis* zone

Zone Na-IV: *Podocarpus-Castanea /Castanopsis-Quercus* subgen *Cyclobalanopsis* zone

Zone Na-V: *Pinus* zone

である。各花粉帯の特徴は以下のようなものである。

(1) Zone Na-I: *Pinus-Picea-Abies-Tsuga* zone

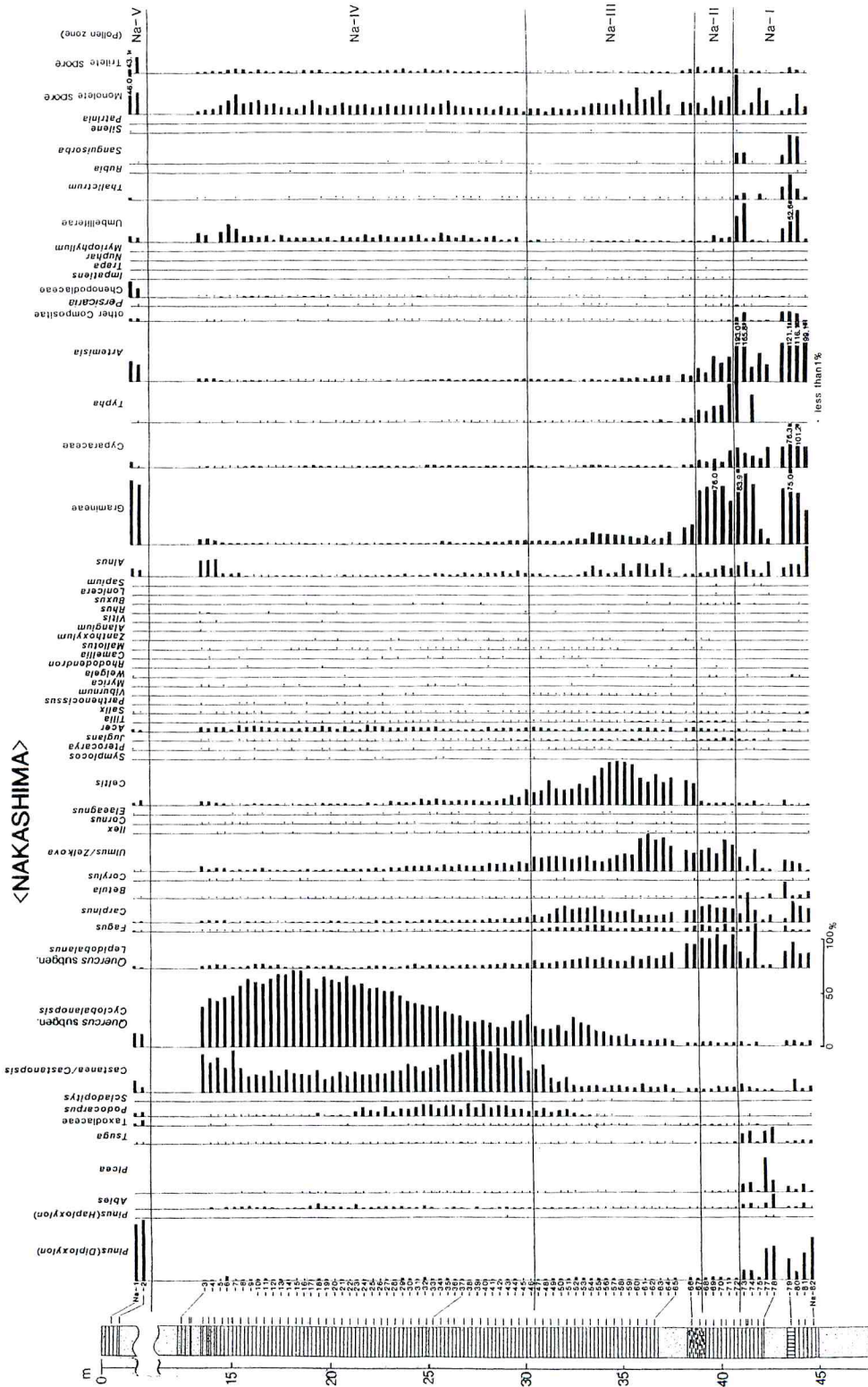
針葉樹の *Pinus* (*Diploxylon* および *Haploxylon* type), *Picea*, *Abies* および *Tsuga* が多産し, 落葉広葉樹の *Q.* subgen. *Lepidobalanus*, *Carpinus*, *Betula*, *Ulmus* and/or (以下 “/” のみに省略) *Zelkova* も比較的多い。また, *Fagus* のほかに, *Castanea/Castanopsis* や常緑広葉樹の *Q.* subgen. *Cyclobalanopsis* を若干伴っている。草本では *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Artemisia*, *Umbelliferae*, *Thalictrum* および *Sanguisorba* を多産する。孢子では *Monolete* type が主であるが, *Trilete* type もやや伴っている。

(2) Zone Na-II: *Q.* subgen. *Lepidobalanus-Fagus-Carpinus-Betula-Ulmus/Zelkova* zone

針葉樹の *Pinus*, *Abies*, *Picea* および落葉広葉樹の *Betula* の産出が少なくなり, 落葉広葉樹の *Q.* subgen. *Lepidobalanus*, *Fagus*, *Carpinus* および *Ulmus/Zelkova* は, Zone Na-I より優勢になっている。草本および孢子については, Zone Na-I とほぼ同様の特徴を示す。

(3) Zone Na-III: *Q.* subgen. *Lepidobalanus-Fagus-Carpinus-Ulmus/Zelkova-Celtis* zone

針葉樹では *Pinus* (*Diploxylon* type) がわずか



第2図 熊本市中島町中島小学校 (Na) の花粉ダイアグラム 図の左側にボーリングコアの柱状図を示す。柱状図の右側の短い横線は、試料採取層準を表している。花粉ダイアグラムは、*Alnus* 花粉を除く樹木花粉の総数を基数として花粉の各属 (一部亜属および科) ごとに百分率で表されている。

に認められるが、その他の針葉樹花粉の産出はきわめて低率である。落葉広葉樹の *Q.* subgen. *Lepidobalanus*, *Fagus*, *Carpinus*, *Ulmus/Zelkova* および *Celtis* が優勢で、これに *Castanea/Castanopsis* および *Q.* subgen. *Cyclobalanopsis* が伴う。これらは、特にこの zone の下部から上部に向かって増加し、*Podocarpus* もめだって産出しはじめ、次の Zone Na-IV に移り変わる。草本は下位の zone に比較すると著しく少なく、Gramineae や *Artemisia* がやや伴う程度である。胞子は Monolete type がやや伴っている。

(4) Zone Na-IV : *Podocarpus-Castanea/Castanopsis-Q.* subgen. *Cyclobalanopsis* zone

針葉樹では *Podocarpus* が Zone Na-III に引き続いてやや多産し、*Pinus* (*Diploxylon* type) および *Abies* がわずかに認められる。広葉樹では *Castanea/Castanopsis* および *Q.* subgen. *Cyclobalanopsis* がきわめて優勢である。これに落葉広葉樹を伴うが、これらはいずれも低率である。草本では Umbelliferae がやや伴うものの、Gramineae, Cyperaceae および *Artemisia* はきわめて少ない。胞子では Monolete type はやや顕著であるが Trilete type は一般に低率である。

(5) Zone Na-V : *Pinus* zone

この zone は針葉樹の *Pinus* (*Diploxylon* type) がきわめて優勢なことで特徴づけられる。その他の針葉樹としては Taxodiaceae および *Podocarpus* が伴い、広葉樹では *Castanea/Castanopsis* や *Q.* subgen. *Cyclobalanopsis* がやや優勢である。落葉広葉樹花粉の産出はきわめて少なくなっている。草本では Gramineae, *Artemisia* が再び優勢となり、Chenopodiaceae, Umbelliferae や *Thalictrum* が伴っている。胞子では Monolete type および Trilete type がともに多産して特徴がある。

2) 熊本市並建町

第3図に並建町における花粉ダイアグラムを示す。花粉化石の産出の様子から4つの花粉帯が識別される。すなわち、下位より

Zone Ak-I : *Pinus-Abies-Picea-Tsuga* zone

Zone Ak-II : *Q.* subgen. *Lepidobalanus-Carpinus-Ulmus/Zelkova-Celtis* zone

Zone Ak-III : *Podocarpus-Castanea/Castanopsis-Q.* subgen. *Cyclobalanopsis* zone

Zone Ak-IV : *Pinus-Castanea/Castanopsis-Q.* subgen. *Cyclobalanopsis* zone
である。各花粉帯の特徴は以下のようである。

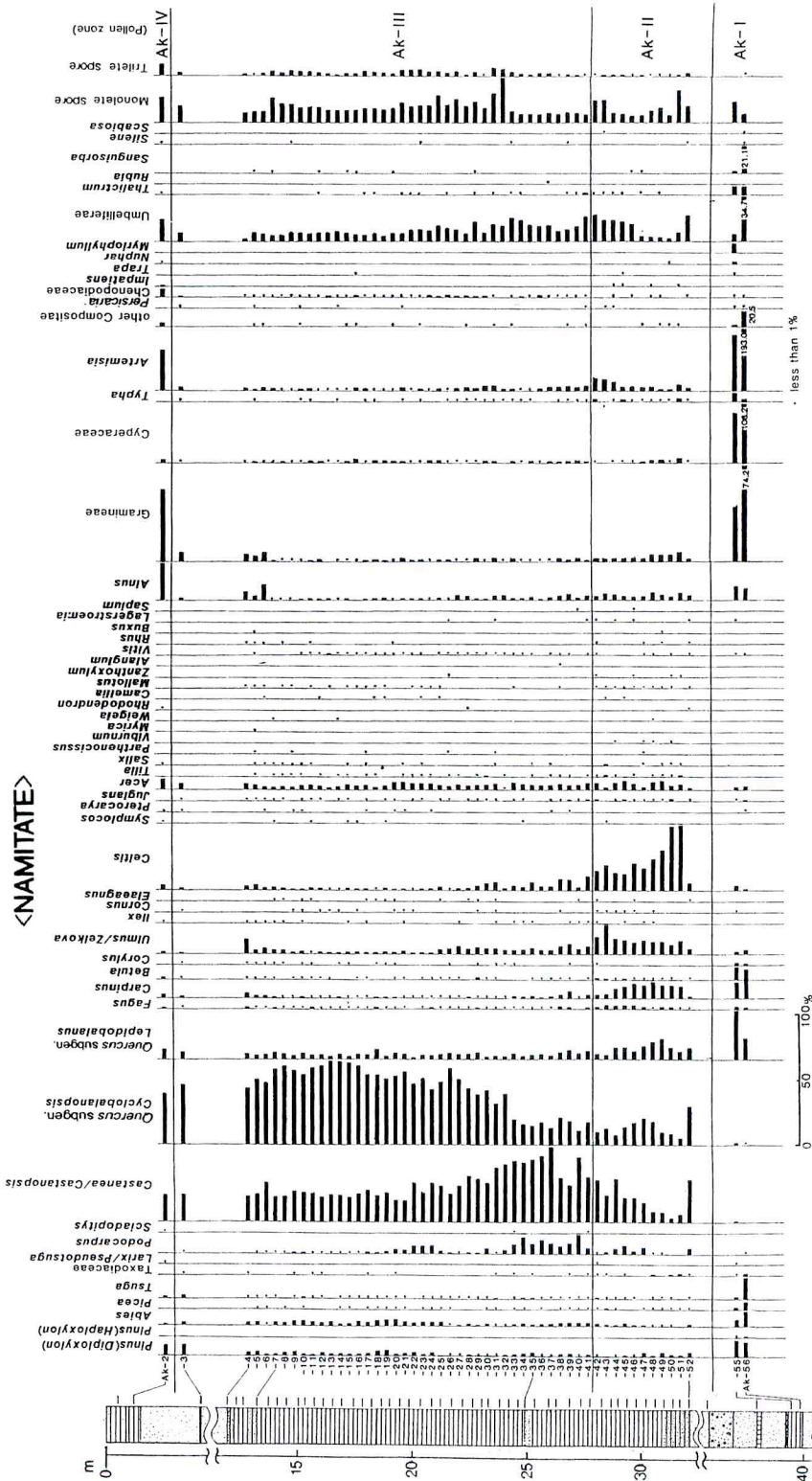
(1) Zone Ak-I : *Pinus-Abies-Picea-Tsuga* zone
針葉樹の *Pinus* (*Diploxylon* type を主とし、*Haploxylon* type を伴う)、*Abies*, *Picea* および *Tsuga* がやや優勢であり、また、落葉広葉樹の *Q.* subgen. *Lepidobalanus*, *Carpinus*, *Betula* がかなり優勢である。その他 *Corylus*, *Ulmus/Zelkova*, *Celtis* などを伴っている。草本では、Gramineae, Cyperaceae, *Artemisia* が著く優勢で、この他に Compositae, Umbelliferae, *Thalictrum*, *Sanguisorba* を伴う。胞子では Monolete type がやや認められるが、Trilete type は稀である。

(2) Zone Ak-II : *Q.* subgen. *Lepidobalanus-Carpinus-Ulmus/Zelkova-Celtis* zone

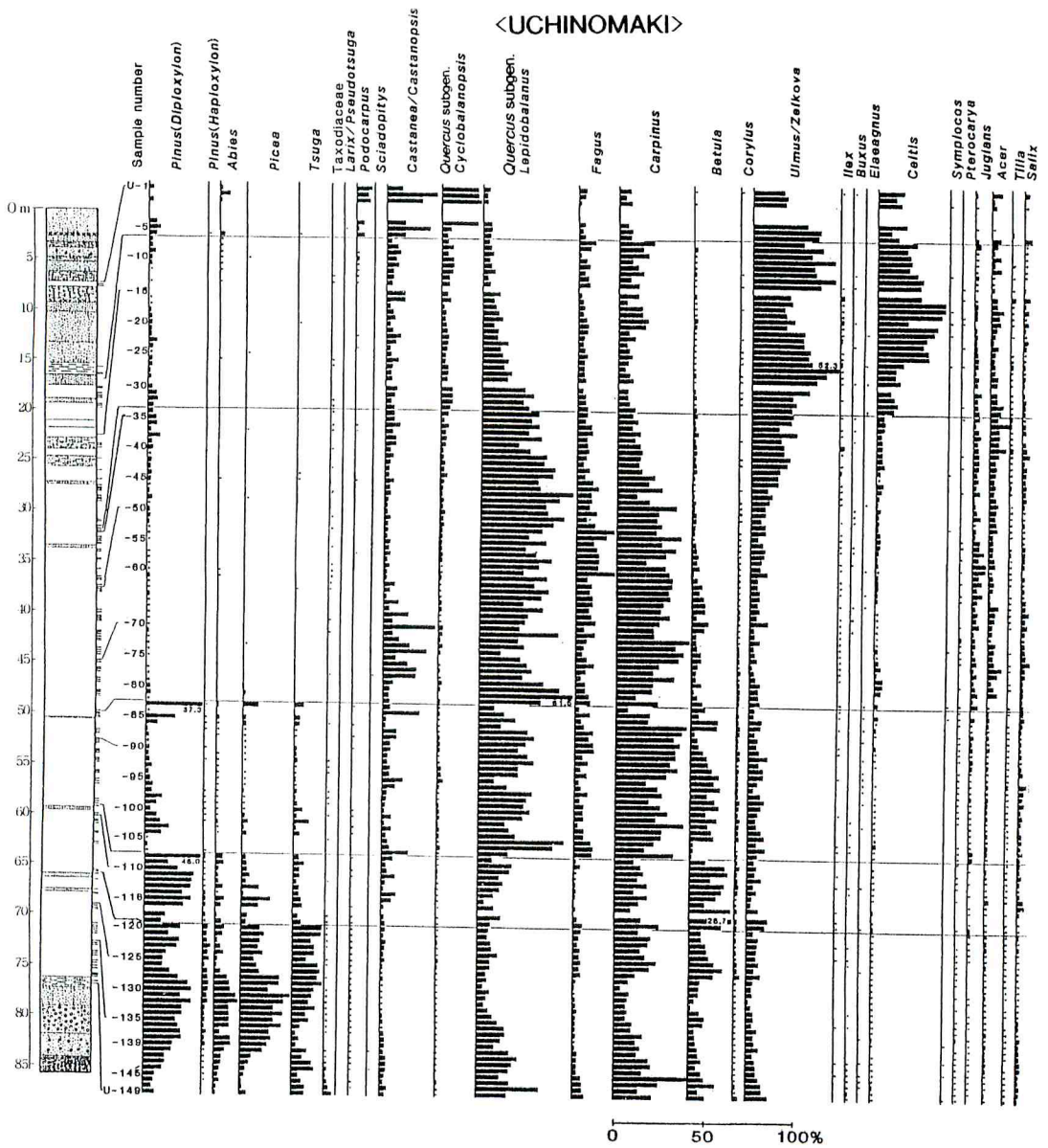
針葉樹では *Podocarpus* がやや産し、*Pinus* と *Abies* がわずかに認められる。落葉広葉樹では、*Q.* subgen. *Lepidobalanus*, *Carpinus*, *Ulmus/Zelkova*, *Celtis* が優勢で、これに *Fagus* が伴っている。なおこの zone では、*Castanea/Castanopsis* および *Q.* subgen. *Cyclobalanopsis* の産出もかなり多い。草本は Umbelliferae がやや優勢に産し、Gramineae, *Artemisia* はむしろ少ない。胞子では Monolete type が顕著に産し、Trilete type は低率である。

(3) Zone Ak-III : *Podocarpus-Castanea/Castanopsis-Q.* subgen. *Cyclobalanopsis* zone

針葉樹では *Podocarpus* がこの zone の下半部で比較的良好に認められるが、上半部では明らかに少なくなる。*Pinus* (*Diploxylon* type) および *Abies* はわずかに伴っている。広葉樹では *Q.* subgen. *Cyclobalanopsis* が圧倒的に優勢で、これに *Castanea/Castanopsis* が伴っている。落葉樹はきわめて少なく、*Q.* subgen. *Lepidobalanus*, *Ulmus/Zelkova* および *Celtis* が少量ながら認められる。*Acer* は産出割合は大きくないが、この zone を通じて認められる。草本では Umbelliferae がやや安定して産出する以外には、Gramineae がこの zone の最上部でわずかに産出を増す程度で、他に顕著な産出を示すものはない。胞子では Monolete type の産出がやや豊富であり、Trilete type も少量ながら



第3図 熊本市並建町飽田西小学校 (AK) の花粉ダイアグラム

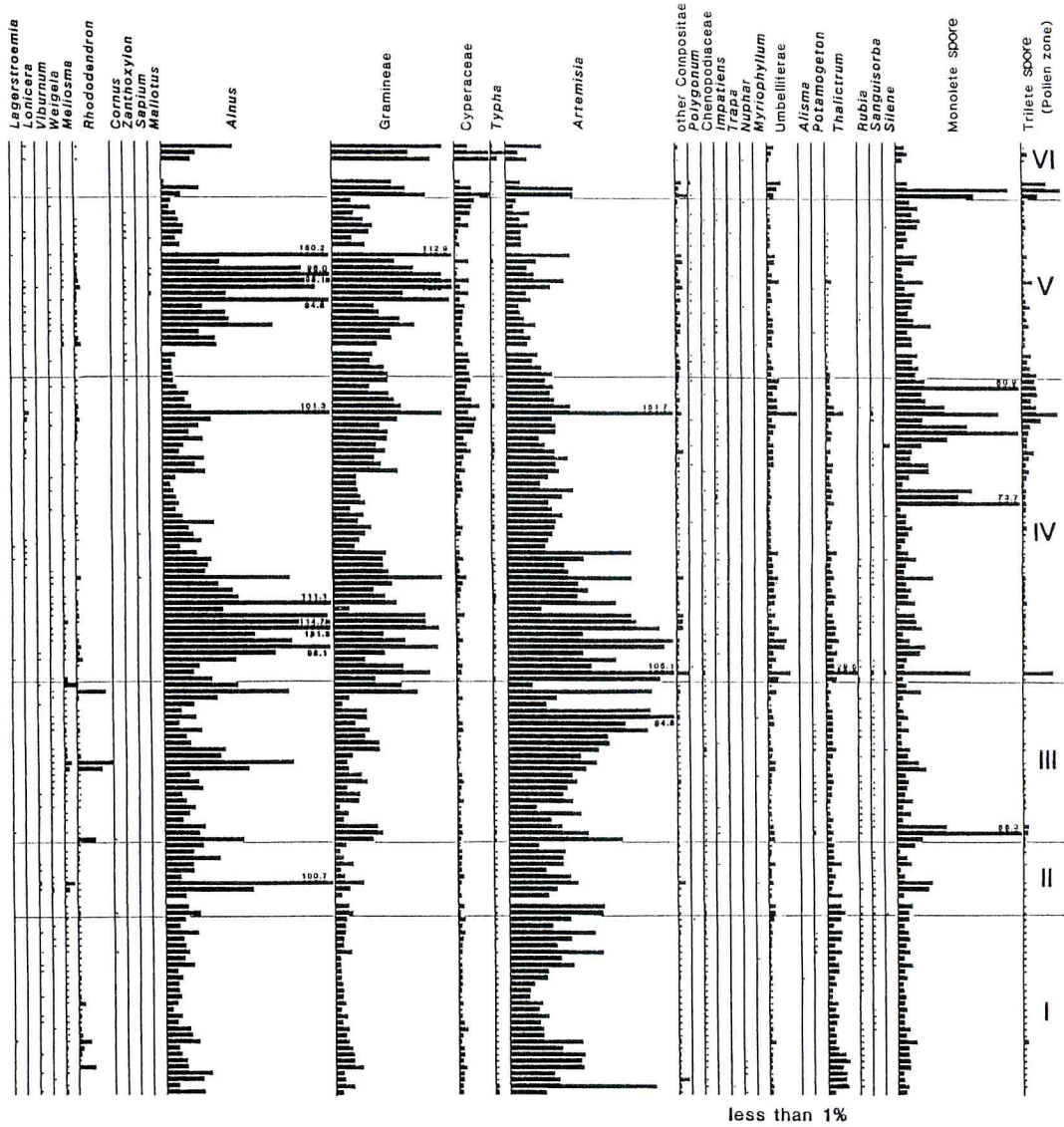


第4図 阿蘇カルデラ内における内牧層⁽¹⁶⁾ (U) の花粉ダイアグラム

産出する。

(4) Zone Ak-IV: *Pinus-Castanea/Castanopsis*-
Q. subgen. Cyclobalanopsis
zone

針葉樹では *Pinus* (*Diploxylon* type) がやや優勢で、これに *Tsuga* が伴う。広葉樹では *Q. subgen. Cyclobalanopsis* が優勢で、これに *Castanea/Castanopsis* が伴っている。*Q. subgen. Lepido-*



balanus, *Carpinus*, *Ulmus* /*Zelkova*, *Celtis* などの落葉樹は著しく少量である。 *Alnus* および *Acer* はやや顕著な産出を示す。 草本では *Gramineae*, *Artemisia* が再び優勢となり、この zone

を特徴づけている。 *Chenopodiaceae*, *Umbelliferae* は少量ながら伴っている。 孢子では、 *Monolete type* および *Trilete type* がともにやや高率に産出している。

3) 阿蘇カルデラ内の阿蘇郡阿蘇町内牧

花粉ダイアグラムを第4図に示す。樹木花粉の産出の様子から5つの花粉帯が識別される。すなわち、下位から、

Zone U-I : *Pinus-Picea-Abies-Tsuga* zone

Zone U-II : *Pinus-Q. subgen. Lepidobalanus-Carpinus-Betula* zone

Zone U-III : *Q. subgen. Lepidobalanus-Fagus-Carpinus-Betula* zone

Zone U-IV : *Q. subgen. Lepidobalanus-Fagus-Carpinus* zone

Zone U-V : *Ulmus/Zelkova-Celtis-Q. subgen. Cyclobalanopsis* zone

Zone U-VI : *Podocarpus-Q. subgen. Cyclobalanopsis-Castanea/Castanopsis* zone

である。各花粉帯の特徴は以下のものである。

(1) Zone U-I : *Pinus-Picea-Abies-Tsuga* zone

針葉樹の *Pinus*, *Picea*, *Abies* および *Tsuga* が比較的顕著な産出を示し、*Q. subgen. Lepidobalanus*, *Carpinus*, *Betula* などの落葉広葉樹を伴っている。この zone では下部では針葉樹はやや少なく、むしろ落葉広葉樹の *Q. subgen. Lepidobalanus*, *Carpinus*, *Betula* などがやや多産するが、上部になるにしたがい、上記の針葉樹が次第に割合を増加させる。草本では *Artemisia* が多産するほか、*Gramineae*, *Cyperaceae*, *Thalictrum* など低率ながら安定した産出を示す。胞子では *Monolete type* がやや低率であるが、安定して産出する。

(2) Zone U-II : *Pinus-Q. subgen. Lepidobalanus-Carpinus-Betula* zone

針葉樹では、*Pinus* は多産するが、一部の層準を除いて一般に他の属はかなり低率になる。落葉広葉樹の産出の仕方は前の zone とほぼ同じであるが、*Fagus* は低率である。草本および胞子の産出の状態も Zone U-I とほぼ同様である。

(3) Zone U-III : *Q. subgen. Lepidobalanus-Fagus-Carpinus-Betula* zone

針葉樹では、*Pinus* が著しく減少する。これに替わって落葉広葉樹の *Q. subgen. Lepidobalanus*, *Fagus*, *Carpinus* が Zone U-II より割合をやや高めて産出する。また *Castanea/Castanopsis* はやや産出が多くなり、*Q. subgen. Cyclobalanopsis* がわずかに出始める。草本では *Artemisia* はより

一層顕著な産出を示し、*Gramineae* も一般に割合を増している。胞子では *Monolete type* が時に高率を示すが一般に低率である。

(4) Zone U-IV : *Q. subgen. Lepidobalanus-Fagus-Carpinus* zone

この zone では、針葉樹はほとんど産出しない。広葉樹では *Q. subgen. Lepidobalanus*, *Fagus*, *Carpinus* が多産し、zone の下半部では *Castanea/Castanopsis* がやや高率に産することがあり、また *Betula* も少量ながら産出する。他の樹木花粉では *Juglans* や *Acer* などの産出がやや顕著である。草本では、*Gramineae* および *Artemisia* が多産し、*Umbelliferae* や *Thalictrum* が安定して産出している。胞子では *Monolete type* が不規則な産出を示し、上半部で著しく高い割合で産出することがある。*Trilete type* もやや顕著な産出を示す。

(5) Zone U-V : *Ulmus/Zelkova-Celtis-Q. subgen. Cyclobalanopsis* zone

Zone U-V では針葉樹は *Pinus* (*Diploxylon type*) がわずかに産するが、他はほとんど見られない。一方落葉広葉樹では *Q. subgen. Lepidobalanus* および *Carpinus*, *Fagus* は次第に割合を減じ、替わって *Ulmus/Zelkova*, *Celtis* が漸増し、やがてきわめて多産するようになる。また *Q. subgen. Cyclobalanopsis* は低率ながらやや漸増している。他の樹種では *Acer*, *Rhododendron* などがわずかに産する。*Alnus* も著しい産出を示す。草本では *Gramineae* が多産し、*Artemisia* や *Cyperaceae* もやや多く産する。*Umbelliferae* や *Compositae* は不規則な産出である。胞子では *Monolete type* が低率であるが安定して産出し、*Trilete type* もわずかな産出を示す。

(6) Zone U-VI : *Podocarpus-Q. subgen. Cyclobalanopsis-Castanea/Castanopsis* zone

針葉樹の *Podocarpus* の産出が明瞭であり、*Q. subgen. Cyclobalanopsis* がかなり高率に出現して特徴がある。この他に *Ulmus/Zelkova* および *Celtis* もややよく産出するが、*Fagus*, *Carpinus* の産出は明らかに少なくなっている。なお、*Castanea/Castanopsis* の産出の様子は *Q. subgen. Cyclobalanopsis* と同様の傾向を示すことから、*Castanopsis* 花粉が多いものと考えられる。草本では *Gramineae*, *Artemisia* のほかに *Cyperaceae* も多産する。そのほかに *Typha* や *Umbelliferae*

も頻度は少ないがやや安定して産出する。胞子では Monolete type, Trilete type とともに多産する部分がある。

IV. 考 察

1) 熊本地域

熊本市中島町 (Na) および並建町 (Ak) における花粉分析結果 (第2および第3図) をみると、岩相の違いの影響によって、花粉の保存状態や含有量に違いが認められる部分もある (中島の深度36m以深および並建の32m以深) が、植生の変遷過程という観点からみると、両花粉ダイアグラムは互に対応する結果を示している。特に中島の深度12.5~36.4mと並建の深度11.9~32.0mとは、いわゆる「有明粘土層」⁽¹²⁾ であって、岩相的にも対比され、花粉の産出状態もほとんど同様の傾向であることが認められる。すなわち、花粉ダイアグラムの最下部付近はどちらも、マツ科の *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Tsuga* および落葉広葉樹の *Betula* が比較的産出し、次第に落葉広葉樹の *Q. subgen. Lepidobalanus*, *Fagus*, *Carpinus*, *Ulmus/Zelkova*, *Celtis* が増加する傾向にある。さらに上位の層準では、これらの落葉広葉樹が減少するのに替わって、常緑広葉樹の *Q. subgen. Cyclobalanopsis* や *Castanea/Castanopsis* が顕著な産出を示す。このような花粉の産出状況は畑中・長谷⁽¹¹⁾ による池上の花粉ダイアグラムにみられる産出状況ともきわめてよい対応を示し、まったく矛盾を生じていない。したがって、今回得られた花粉産出状況の変化は畑中・長谷⁽¹¹⁾ に示された花粉帯に比較して考察することができる。

中島の Zone Na-I および並建の Zone Ak-I は *Picea*, *Abies*, *Tsuga* などの針葉樹がかなり優勢で、その他に、落葉広葉樹のうち、*Betula* が比較的多い割合を示すことから、池上のLG帯⁽¹¹⁾ にあたり、現在の温帯上部から亜寒帯に及ぶ植生が推定される。したがって、当時の気候は今日より冷涼なもので、堆積盆地周囲の山地には、少なくとも現在の温帯上部に分布している植物が繁茂していたと推察される。ただし、*Q. subgen. Cyclobalanopsis* もやや明瞭な産出が認められるので、低地には常緑のカシ類も生育していたと考えられる。

中島の Zone Na-II では針葉樹および *Betula* はみられるものの、その比率は著しく低率になり、かわって落葉広葉樹である *Q. subgen. Lepidobalanus*,

Carpinus, *Fagus* の比率が増加する。なお、並建では、岩相的に中島より粗粒の堆積物からなるため、花粉の産出が悪く、考察に十分な花粉粒を得ることができなかった。この zone は池上のR I帯にあたり、現在の温帯の落葉広葉樹を主体とし針葉樹を伴う森林が推定される。

中島の Zone Na-III および並建の Zone Ak-II は落葉広葉樹の *Ulmus/Zelkova* および *Celtis* が多産し、*Carpinus* や *Fagus* がやや伴っている。*Q. subgen. Lepidobalanus* も伴うが、下位の zone より明瞭に減少し、さらに上位に向かって次第に産出頻度が少なくなっている。これらとは逆相関の関係で *Q. subgen. Cyclobalanopsis* が増加し、この zone の特徴になっている。*Castanea/Castanopsis* も次第に増加している。なお、*Castanea/Castanopsis* 花粉の顕微鏡下での同定は困難であるが、*Q. subgen. Cyclobalanopsis* の漸増と同様の傾向を示すことから、この zone の *Castanea/Castanopsis* には *Castanopsis* が多く含まれるものと考えられる。このような特徴から、この zone では気候的には前の zone の温帯の気候から次第に温暖化していったものと推察される。池上の花粉帯でみると、R II 帯の下半部にあたる。

中島 Zone Na-IV および並建 Zone Ak-III は *Q. subgen. Cyclobalanopsis* および *Castanea/Castanopsis* が一層割合を増加させた時期にあたる。これは照葉樹林の発達期およびその最盛期と推定され、これに現在の暖帯要素である針葉樹の *Podocarpus* が伴い、気候は一層温暖となったことが推察される。この zone は池上の R II 帯の上半部および R III a 帯にあたる。

中島 Zone Na-V および並建 Zone Ak-IV は *Pinus (Diploxylon type)* の増加と Gramineae などの草本類の割合の増加によって特徴づけられる。*Q. subgen. Cyclobalanopsis* や *Castanea/Castanopsis* も、前の zone より減少しているものの、かなりの割合を示している。池上の R III b 帯にあたり、畑中・長谷⁽¹¹⁾ は人類文化の影響による自然林の衰退と代償植生の拡大を強く示唆しているとしている。

2) 阿蘇カルデラ

花粉帯 Zone U-I は針葉樹と落葉広葉樹の混交林の植生を示し、特に *Picea*, *Abies*, *Tsuga* が顕著である。*Pinus* は *Diploxylon type* のほかに *Haploxylon type* も伴っている。また落葉広葉樹

では *Betula* が優勢であり、*Fagus* は顕著ではないことから、当時の植生は今日の温帯上部から亜寒帯の植生に比較できる。

Zone U-II では、温帯上部～亜寒帯林の構成要素である針葉樹の *Picea*, *Abies*, *Tsuga* がかなり減少したのに対し、温帯上部に分布する *Betula* などの落葉広葉樹花粉の産出の状況はあまり変化がない。したがって、この zone ではそれ以前に比べて幾分気候が温暖の方向へ向かっていると推定される。

Zone U-III では、針葉樹各種の著しい減少および落葉広葉樹では *Betula* が減少傾向にあり、替わって温帯林の構成要素の *Fagus*, *Q.* subgen. *Lepidobalanus* がより顕著な出現を示している。このような Zone U-I から Zone U-III の変化は明らかに気候の温暖化にともなった植生の変化とみられ、いわゆる温帯の落葉広葉樹林が拡大していったと考えられる。

Zone U-III から Zone U-IV への変化は、針葉樹がほとんど見られなくなることで *Betula* の漸減によって特徴づけられる。また *Q.* subgen. *Lepidobalanus*, *Fagus*, *Carpinus* の高率な産出がみられる。この zone では、*Juglans*, *Acer* を伴う落葉広葉樹林の成立があったと考えられる。またこの zone の上部では、これらの樹種の割合は減少しはじめ、Zone U-V ではこれに替わって *Ulmus/Zelkova* と *Celtis* が顕著な増加を示す。また *Q.* subgen. *Cyclobalanopsis* および *Castanea/Castanopsis* は Zone U-IV の上部から Zone U-V で徐々に増加している。なお、*Castanea/Castanopsis* には *Castanopsis* がかなり含まれているとみられることから、これらの変化は落葉広葉樹に常緑広葉樹が次第に混在していく傾向を示し、気候の温暖化が一層進んだものと考えられる。

Zone U-VI にはいると *Q.* subgen. *Cyclobalanopsis*, *Castanopsis* の割合はさらに増加し、これに現在の暖帯の針葉樹である *Podocarpus* も加わっている。これとは反対に、落葉広葉樹は明瞭な減少を示している。したがってこの zone では、明らかに現在の暖帯に分布しているような常緑広葉樹林が発達し、その一部には落葉広葉樹を交えていたと推定される。

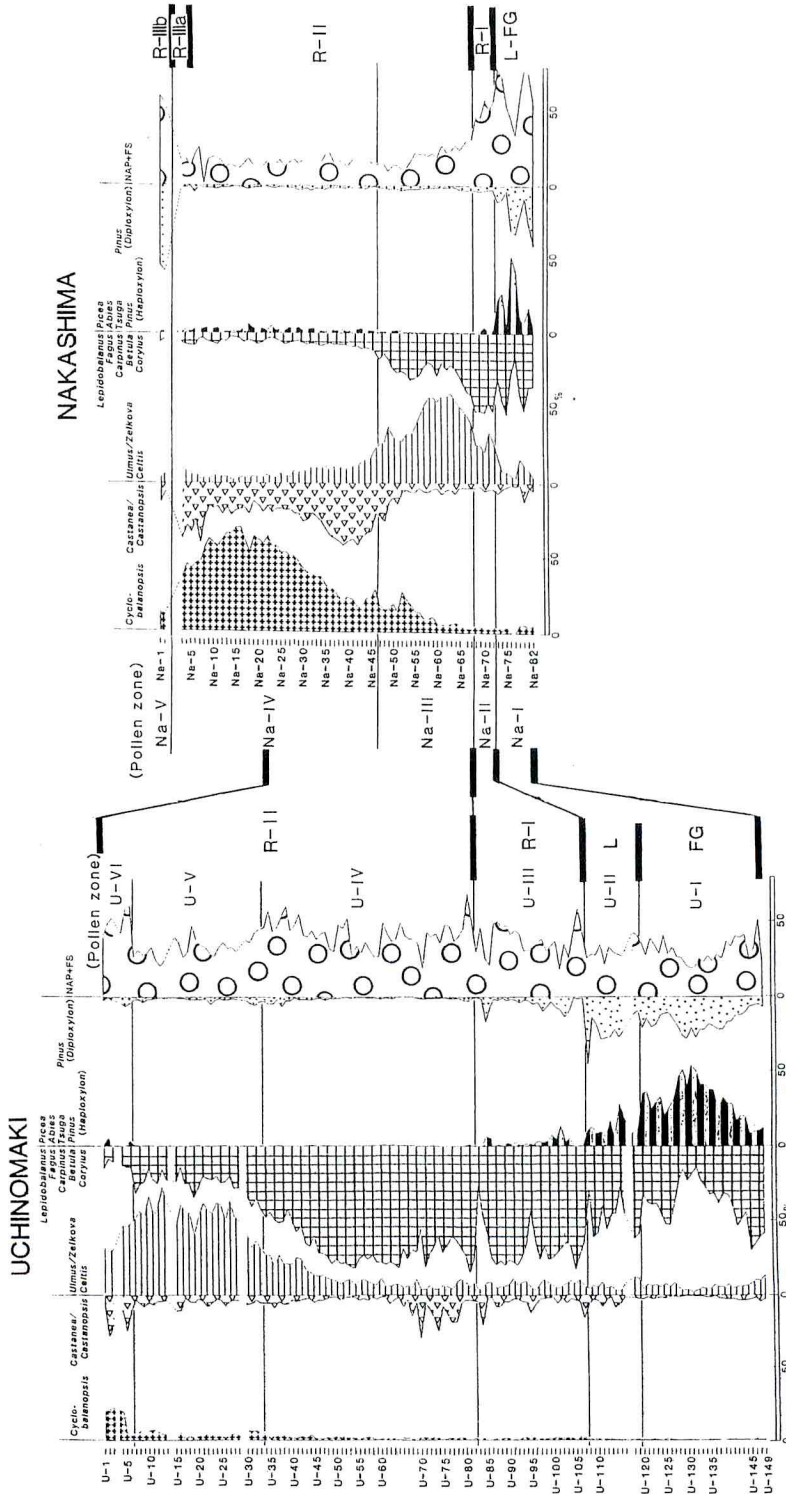
なお、Zone U-III の最上部から Zone U-IV の下部にかけては、*Alnus*, Gramineae および *Artemisia* がともに明瞭な増加を示している。この傾向は Zone U-VI の下部でも認められる。これらの時

期には特にカルデラ内に湿地林および湿地が広がったものと考えられる。

V. 時代と対比

今回のボーリング試料のうち、中島の深度41.2m地点の泥炭および並建の深度15.3～16.5m間に含まれる海棲の二枚貝殻の¹⁴C年代を測定した。その結果中島では、18,100±250y.B.P., 並建では5,720±310y.B.P. が得られた。また、いわゆる有明粘土層中には広域テフラのひとつであるアカホヤ火山灰が挟在している(第1図)のが確認されている⁽¹⁰⁾。なお内牧では、今のところ直接に内牧層⁽¹⁶⁾の年代を示す資料は得られていない。しかし、阿蘇内牧(海拔447.2m)より標高の高い、九重山地の小田の池(海拔770m)の花粉分析結果⁽⁷⁾で、R II 帯および R IIIa 帯で *Q.* subgen. *Cyclobalanopsis* がきわめて顕著に産出する(部分的には40%に達する)ことを考慮すると、標高のより低い内牧において *Q.* subgen. *Cyclobalanopsis* の著しい産出が見られないのは、ボーリング試料の最上部が R II 帯の *Q.* subgen. *Cyclobalanopsis* 最多産出層準にまで及んでいないためだと考えられる(第6図)。なお、小田の池では R IIIa 帯の下部で、4,120±70y.B.P. の¹⁴C年代値が得られている⁽⁸⁾。一方、内牧の花粉ダイアグラムの最下部付近で最も冷涼な気候を示す時期は、熊本地域においても、最も気温の低い時期に対応していると考えられるので、内牧の Zone U-I と中島の Zone Na-I および並建の Zone Ak-I とが対比される。

中島の Zone Na-I の泥炭の¹⁴C年代が18,100±250y.B.P. を示すことを考慮すると、Zone Na-I は最終氷期にあたる。Zone Na-I, Zone Ak-I, Zone U-I の花粉組成が現在の温帯上部から亜寒帯の要素を含むことから、これらは最終氷期の植生を示すとみられる。畑中・長谷⁽¹¹⁾の池上ではこれらの特徴を示す部分を日本の標準的な花粉帯の L 帯(畑中・長谷⁽¹¹⁾では、LG と表示している)に対比している。しかし、池上の L 帯は、島原海灣層に属するとみられる泥炭質層を挟み、岩相上中島の Zone Na-I 部分に対応する。したがって、本論では、内牧、中島、並建の花粉分析結果、放射年代(¹⁴C年代)、岩相などを考慮して、Zone Na-I, Zone Ak-I, Zone U-I および畑中・長谷⁽¹¹⁾の池上の LG 帯を最終氷期 FG から L 帯にあたるものと考えている。



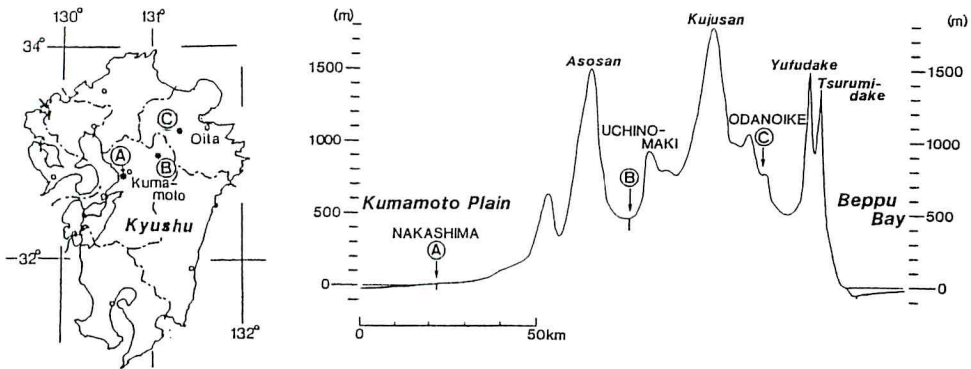
第5図 熊本平野（中島、並建）と阿蘇カルデラ内（内牧）の花粉変化図 花粉変化図では、暖温帯常緑広葉樹林（照葉樹林）を代表する構成要素である *Q. subgen. Cyclobalanopsis* と *Castanea/Castanopsis*, 暖帯落葉広葉樹林の代表的な構成要素として *Ulmus/Zelkova* と *Celtis*, 冷温帯落葉広葉樹林の代表として *Picea*, *Abies*, *Tsuga*, *Pinus* (*Haploxyton* type), 場合によっては二次林を構成する *Pinus* (*Diploxyton* type), さらに草本花粉+胞子をそれぞれ区別して示してある。

VI. 植生変化の地域性

ここでは、今回の花粉分析結果とこれまでに知られている熊本地域⁽¹⁾および九重山地⁽³⁾の花粉分析結果との対比を行い、さらに日本の最終氷期から後氷期の植生変遷との対比を試みた。その結果に基づき、熊本および阿蘇カルデラ内の両地域における植生変遷の地域的特性について考察する。

第5図は中島および内牧の花粉ダイアグラムをもとに、樹種あるいは樹種群の産出頻度の変化を示したも

のである。第5図では、暖温帯に分布する照葉樹林の主な構成要素である *Q.* subgen. *Cyclobalanopsis* と *Castanea/Castanopsis*, 暖帯落葉広葉樹林の構成要素の *Ulmus/Zelkova* と *Celtis*, 冷温帯の落葉広葉樹林の構成要素の *Q.* subgen. *Lepidobalanus*, *Fagus*, *Carpinus*, *Betula* および *Corylus*, 冷温帯上部~亜寒帯林の構成要素の針葉樹である *Picea*, *Abies*, *Tsuga* および *Pinus* (*Haploxylon* type) がそれぞれ区別されて示されている。したがって、この図からそれぞれの地域に優勢に発達していた森林植生が、時代とともにどのように変わっていった



	(A) NAKASHIMA	(B) UCHINO-MAKI	(C) ODANOIKE	
R IIb	Na-V	Ak-IV	R IIb ^{4*}	
R IIIa	Na-IV	Ak-III ^{2*}	R IIIa ^{3*}	
R II			U-VI	R II
			U-V	
R I	Na-III	Ak-II	U-IV	
L	Na-II		U-III	
FG	Na-I ^{1*}	Ak-I	U-II	
			U-I	

¹* 18,100±230y.B.P. ²* 5,720±310y.B.P.

⁴* 1,257±70y.B.P.
³* 4,120±70y.B.P.

第6図 熊本平野（中島、並建）、阿蘇カルデラ内（内牧）および小田の池⁽³⁾の花粉帯の対比

かを知ることができる。なお、そのような森林植生の変遷は気候の温暖化あるいは寒冷化に起因するところが大きいと考えられる。第6図には、各花粉帯の特徴に基づき中島および内牧において設定した各花粉帯と日本の標準的な花粉帯⁽⁴⁵⁾との対比を示した。

第1図の岩相および放射年代からみた中島と内牧の対比をもとに第5図をみると、内牧最上部の *Q. subgen. Cyclobalanopsis* の急増する層準は、中島のアカホヤ層準より下位の、*Q. subgen. Cyclobalanopsis* 増加の層準に対応すると考えられる。針葉樹の顕著な産出層準から *Cyclobalanopsis* 増加層準までの間の植生変遷はいずれの地域も、亜寒帯～冷温帯上部の針葉樹・落葉広葉樹混交林→冷温帯落葉広葉樹林→暖帯落葉広葉樹林帯のニレ科 (*Ulmus/Zelkova, Celtis*) の優勢な森林→暖温帯の *Castanea/Castanopsis* と *Q. subgen. Cyclobalanopsis* の優勢な常緑広葉樹林である。したがって、気候はこの期間に現在の上部冷温帯の冷涼な状態から次第に温暖化し、現在の暖温帯の状態へと変化していったと考えられる。なおこの気候の温暖化に伴う植生の変化の様子には、中島と内牧で若干の違いが認められる。すなわち、中島において、落葉広葉樹は温暖化の比較的早い時期に減少傾向を示すが、内牧では、遅い時期まで比較的高い頻度を保っている。またニレ科は、中島では温暖化のはじめ（すなわち亜寒帯要素の針葉樹が減少したあとすぐ後）に最も高い産出割合を示し、温暖化過程の中程ですすでに、次第に減少傾向を示すが、内牧においては、針葉樹の減少の後しばらく後に増加をはじめ、やがて最も高い頻度を示すようになる。常緑のカシ類 (*Q. subgen. Cyclobalanopsis*) についてみると、中島では温暖化の中程から次第に増加しているのに対し、内牧では、かなり遅い段階で急激な増加を示している（第5図）。このように、両地域では、明瞭な気候温暖化の過程で植生の変遷に若干の違いが認められる。なお内牧層は、更新世末～完新世中期の間に阿蘇カルデラ内に堆積した地層⁽⁴⁶⁾であり、形成当時の標高が現在と大きく異なっていたということは考えにくい。したがって、熊本と内牧両堆積地ではおそらく当時も現在と同程度の標高差（約450m）があったと考えられ、両地域の植生変遷の様子の違いは標高差に起因しているものと考えられる。

VII. おわりに

熊本市池上、中島、並建、阿蘇郡内牧および九重山

地小田の池の花粉分析結果からみた熊本市および阿蘇地域の最終氷期から後氷期の植生変遷を整理すると以下のようにまとめられる。

- (1) 最終氷期（約18,000年前～約10,500年前：花粉帯 FG および L）には、トウヒ属、モミ属、二葉および五葉のマツ属などの針葉樹にカバノキ属などの落葉広葉樹を交え、現在の温帯上部から亜寒帯に属する植生であった。
- (2) 後氷期の花粉帯 R I（約10,500年前～9,500年前）になると針葉樹もわずかに残るが、これにとって替わってコナラ属コナラ亜属、クマシデ属、カバノキ属を主とする冷温帯落葉広葉樹が優勢になった。このことより気候は漸暖期にはいったと考えられる。
- (3) 花粉帯 R II（約9,500年前～4,250年前）では、針葉樹はほとんど産出せず、R II 帯の下半部は落葉広葉樹がきわめて優勢な時期である。この中で、コナラ属コナラ亜属、ブナ属、クマシデ属は、本花粉帯の最下部では R I 帯に引き続き優勢であるがすぐに減少に転じ、替わってニレ属/ケヤキ属とエノキ属が優勢となる。R II 帯の上半部では、落葉広葉樹に替わって常緑広葉樹がきわめて優勢となる。すなわちエノキ属の減少に対してシイ属が優勢となり、その後コナラ属アカガシ亜属がきわめて優勢となる。

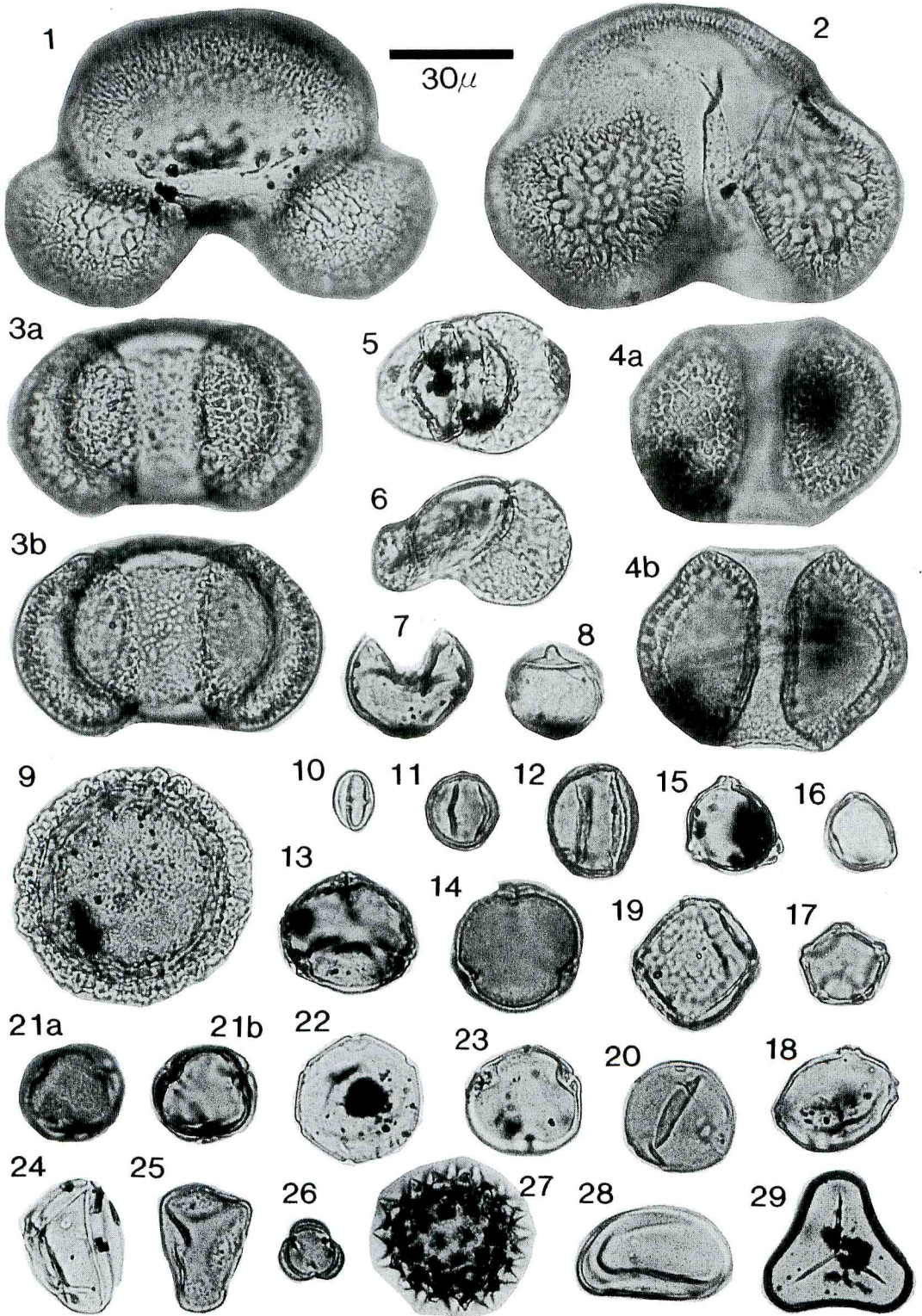
このような冷温帯落葉広葉樹林から暖帯落葉広葉樹林を経て暖温帯常緑広葉樹林への植生変遷は、気候の一層の温暖化を示し、花粉帯 R II の上半部ではいわゆる縄文海進時の気候最適期に達したと考えられる。

なお、このような気候温暖化の影響は低地である熊本平野地域に比べて、標高の高い阿蘇地域では、若干遅れて表われている。また内牧の岩相からみて、この気候最適期には、阿蘇カルデラ内の湖はすでに消滅していたと考えられる。

- (4) 中島、並建では、R III a 帯（約4,250年前～1,500年前）ははっきりした特徴としては認識されない。R III b 帯（約1,500年前～現在）では、人類文化の影響による⁽⁴⁷⁾自然林の衰退と代償植生のマツ林の発達が見られる。

謝辞

本研究を進めるにあたって、熊本大学理学部岩崎泰頼教授および村田正文教授には熊本平野の地下地質について御教示や御討論を頂いた。また双葉工務店の長沢元之氏および八洲開発株式会社古沢 二氏にはボーリングコア試料の採取に御協力いただいた。これらの方々には心からお礼申し上げる。



図版の説明

1. *Abies* (Na-78); 2. *Picea* (U-130); 3a, 3b. *Pinus* (*Diploxylon* type) (U-132); 4a, 4b. *Pinus* (*Haploxylon* type) (U-132); 5. *Podocarpus* (Na-40); 6. *Podocarpus* (Na-40); 7. *Cryptomeria* (Ak-33); 8. *Cryptomeria* (Na-70); 9. *Tsuga* (Na-78); 10. *Castanea* and/or *Castanopsis* (Na-40); 11. *Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis* (Na-22); 12. *Quercus* subgen. *Lepidobalanus* (Ak-55); 13. *Fagus* (Ak-41); 14. *Fagus* (Ak-55); 15. *Betula* (Na-70); 16. *Corylus* (Ak-55); 17. *Alnus* (Ak-56); 18. *Carpinus* (Ak-40); 19. *Ulmus* and/or *Zelkova* (Na-75); 20. *Celtis* (Ak-50); 21a, 21b. *Malolotus* (Ak-41); 22. *Pterocarya* and/or *Juglans* (Na-40); 23. *Tilia* (Ak-41); 24. Gramineae (U-69); 25. Cyperaceae (Ak-56); 26. *Artemisia* (Ak-56); 27. Compositae (Ak-56); 28. Monolete type spore (Ak-56); 29. Trilete type spore (Ak-27)

引用文献

- (1) 中村 純・畑中健一：板付遺跡の花粉分析学的研究. 福岡市埋蔵文化財調査報告書 第35集, 29-51 (1976).
- (2) 畑中健一：花粉分析よりみた北九州周防灘沿岸地域の植生変遷. 西瀬戸内地域大規模開発計画調査, 建設省 25-35 (1973).
- (3) 畑中健一：小田野池湿原の花粉分析. 北九州大学文学部紀要 (B系列) 15, 113-119 (1982).
- (4) Hatanaka, K.: Palynological studies on the vegetational succession since the Würm glacial age in Kyushu and adjacent areas. *Jour. Faculty of Literature, Kitakyushu University (Series B)* 18, 29-71 (1987).
- (5) 黒田登美雄, 太田辰夫：福岡市天神地域の後期更新世—完新世の花粉分析学的研究. その1. 第四紀研究 17, 1-14 (1978).
- (6) 黒田登美雄, 畑中健一：福岡市における海成堆積物の花粉分析学的研究. 北九州大学文学部紀要 (B系列) 10, 21-27 (1978).
- (7) Kuroda, T. and Hatanaka, K.: Palynological study of the Late Quaternary in the coastal plain along Hakata Bay, in Fukuoka City, Northern Kyushu, Japan. *Quat. Res.* 18, 53-68 (1979).
- (8) 野井英明・佐藤喜男・畑中健一：宮崎県浮田地域における沖積層の花粉分析と古環境変遷. 北九州大学文学部紀要 (B系列) 22, 73-80 (1990).
- (9) 野井英明：大分市における更新統の花粉層序学的研究. 九州大学理学部研究報告 14, 129-142 (1985).
- (10) 野井英明：大分市大野川河口付近の地下第四系の層序と花粉分析—特に異常に厚い沖積層の形成について—. 地団研専報 No.33, 161-169 (1987).
- (11) 畑中健一・長谷義隆：熊本平野における晩氷期以降の植生変遷. 動物植物生態学会合同年会 (九州支部) 講演要旨集 50 (1984).
- (12) 有明海研究グループ：有明・不知火海域の第四系. 地団研専報 No.11, 86p. (1965).
- (13) 中村 純：花粉分析. 古今書院 232p. (1975).
- (14) 岩崎泰頴：熊本平野地下における有明粘土層中の介形虫の群集変化. 熊本大学理学部紀要 13, No. 2, 1-12 (1992).
- (15) 塚田松雄：古生態学Ⅱ—応用編—, 共立出版, 生態学講座27-b, 231p. (1974).
- (16) 長谷義隆・岩内明子：中部九州の湖成層を含む上部新生界の対比—熊本・大分地域—. 熊本大学教養部紀要 (自然科学編) No.27, 69-95 (1992).

