

## 大分市における更新統の花粉層序学的研究

野井, 英明  
九州大学理学部

<https://doi.org/10.15017/4495855>

---

出版情報：九州大学理学部研究報告. 地質学. 14 (3), pp.129-142, 1985-01-25. 九州大学理学部  
バージョン：  
権利関係：

## 大分市における更新統の花粉層序学的研究

野 井 英 明

Pollen Stratigraphical Study of the Pleistocene Series in  
Oita City, Central Kyushu, Japan

Hideaki NOI

### Abstract

Neogene and Quaternary deposits are widely distributed around Oita City, and they have been regarded as a standard of the Upper Cenozoic stratigraphy in West Japan (SHUTO, 1953, 1962, 1970; SHUTO *et al.*, 1966, 1971). Especially, the Quaternary deposits in the Nyu and Tsurusaki Hills show a nearly complete succession ranging from the Early Pleistocene to the Late Pleistocene. Therefore, they are considered to provide a very suitable basis for revealing the successive change of pollen assemblages through the Quaternary in the Oita district. ONISHI (1965) outlined the succession of pollen assemblages in the Upper Cenozoic in this area. However, his samples were taken so sporadically through the strata that the result seems to be insufficient to clarify the succession of vegetation, and climatic change. It is also insufficient for the correlation of the deposits with other districts.

In the present paper, the writer carried out the pollen analysis of the Pleistocene Oita Group and the Kuju Group on the basis of the systematically collected samples and could go into the consideration of the vegetational changes, palaeoclimatic succession and correlation. The results are summarized as follows:

1) By the pollen assemblages, the Oita Group and the Kuju Group are divided into three major pollen assemblage zones in which five subzones are distinguished.

These are as follows in ascending order;

i) Taxodiaceae zone

ii) Pinaceae zone

a. Pinaceae-*Alnus* subzone

b. Pinaceae-*Fagus* subzone

iii) *Fagus* zone

a. *Fagus-Cyclobalanopsis* subzone

b. Lower *Fagus-Quercus-Ulmus* subzone

c. Upper *Fagus-Quercus-Ulmus* subzone

2) On the basis of the pollen assemblages in each zone, successive changes of vegetation and palaeoclimate are clarified.

3) The lower part of the Katashima sand and gravel member corresponds to the Osaka Group below Ma 2 bed.

4) The upper part of the Takajo alternation member is correlated with the Kami-kurata Formation in Yokohama City and with the Am 1 bed in the Ama Formation in the Nobi Plain.

5) *Liquidambar* is detected in the Late Pleistocene Oka mud member. The fact suggests that *Liquidambar* still survived into the Late Pleistocene in Oita district, although NISHIMURA (1980) asserts that the genus survived till the Middle Pleistocene in the Pacific coastal region of Southwest Japan.

## はじめに

大分市周辺には、新第三系、第四系が広く分布しており、西日本の新生界後半の層序の標準的な地域の一つと考えられている。これらの層序については、首藤(1953, 1962, 1970), Shuto *et al.* (1966), 首藤他(1971)によって豊州累層群としてまとめられ、最近ではその一部について岡口(1976)が、包含される火砕流堆積物のフィッシュントラック年代測定を行ない、層序の再検討を行なっている。

特に、大野川右岸の丹生台地と、大野川と大分川の間の鶴崎台地は、第四系が例外的によくそろっており、第四紀における花粉群変遷を知るうえで良好なフィールドである。この地域の花粉化石については、大西(1965)によってその概略が報告されているが、分析試料はやや断片的なものであり、古植生・古気候の変遷、他地域との対比等を考えるうえには十分ではない。

今回は、この地域に分布する上部新生界のうち、第四系の大分層群・九重層群について、より詳細に花粉分析を行ない、花粉群変遷、古植生、古気候、対比等について検討した。まだ不十分な点も少なくないが、ある程度の知見を得たので報告する。

この研究にあたって、九州大学首藤次男教授には研究全般にわたって終始懇切な御指導をいただいた。北九州大学畑中健一教授からは花粉分析の手ほどきを受け、本論文について懇切な御校閲をたまわった。北九州大学亀山徳彦助教授には有益な御助言を、また、大分県立上野丘高校日高稔教諭には層序について現地御討論いただき、ボーリング試料の採取に御協力いただいた。以上の方々に厚くお礼申し上げる。

この小論を、首藤次男教授に、先生の御退官を記念して捧げる。

## I. 層序と試料

今回、花粉分析を行なった第四系は、鶴崎台地と丹生台地に分布する大分層群・九重層群(首藤, 1962; Shuto *et al.*, 1966)である。(Table 1)。試料はFig. 1に示すKB, Kt 1-5, Kt 6-9, Kt 10-14, Sm, Tk, Sr, Ny, Okの各地点から採取した。これらの地層のうち、分析試料を採取した地層についてのみ、大分層群は岡口(1976)、九重層群はShuto *et al.*, (1966)に基づいて略記する。

## (1) 大分層群

## (A) 滝尾層

滝尾層は、下部から片島砂礫層、羽田火砕岩層、下

郡互層からなる。分析試料は片島砂礫層、下郡互層の一部から採取した。

a. 片島砂礫層 主に中礫からなる基質の多い礫層の下部基底礫層、角閃石・黒雲母・シソ輝石安山岩質砂層および軽石砂層を多く含む中部凝灰質砂礫層、軽石砂・砂・シルトの互層を主体とする上部砂礫層からなる。上部砂礫層中には、軽石流堆積物が土壌化したと考えられる“黒ボク”を挟む。

試料は、大分市米良(Kt 1-5, Kt 6-9)、大分市曲(Kt 10-14)において採取した。

b. 下郡互層 黒色粗粒砂と礫からなる互層で、大規模斜交層理を示す。海成と考えられるシルト層を挟む。

試料は、大分市長谷町(Sm)において採取した。

## (B) 鶴崎層

滝尾層とは整合であるが、部分的に軽微な不整合で接する。下部の牧砂礫層と上部の高城互層に分けられる。高城互層からのみ花粉化石が得られた。

a. 高城互層 軽石粒を含む砂層とシルト層の互層を主体とし、砂礫層をまれに挟む。上部には海成シルト層を含む。

試料は、大分市加納(Tk)において採取した。

## (2) 九重層群

## (A) 大在層

下部の志村砂礫層と上部の丹生泥層に区分される。丹生泥層は高位段丘を構成する。

a. 志村砂礫層 砂混りシルト層を挟む礫層ではじまり、砂・礫の不規則な互層、さらに上方では中・細礫礫層とシルト質含礫砂層の細互層になる。

試料は、大分市東上原(Sr)から採取した。

b. 丹生泥層 凝灰質のシルト混り砂層、貝化石を含む青灰色シルト、凝灰質の黄白色シルト、含礫砂層からなる。貝化石は、強内湾性のものを含む。

試料は、大分市東上原(Ny)から採取した。

## (B) 城原層

中位段丘を構成する堆積物であり、下半の岡泥層と上半の一木凝灰岩とに分けられる。

a. 岡泥層 大・中礫礫層ではじまり、礫を含む凝灰質シルト層、軽石質砂層、海成黒色泥層などからなる。試料は、大分市一木(Ok)において採取した。

## (3) ボーリング試料

大分市花園(KB)における深度600mにおよぶボーリングによって、沖積面下の更新統の試料が得られた。深度280m以深は部分的にスライムが得られているのみであるが、280m以浅では、断続的にコアが採取さ

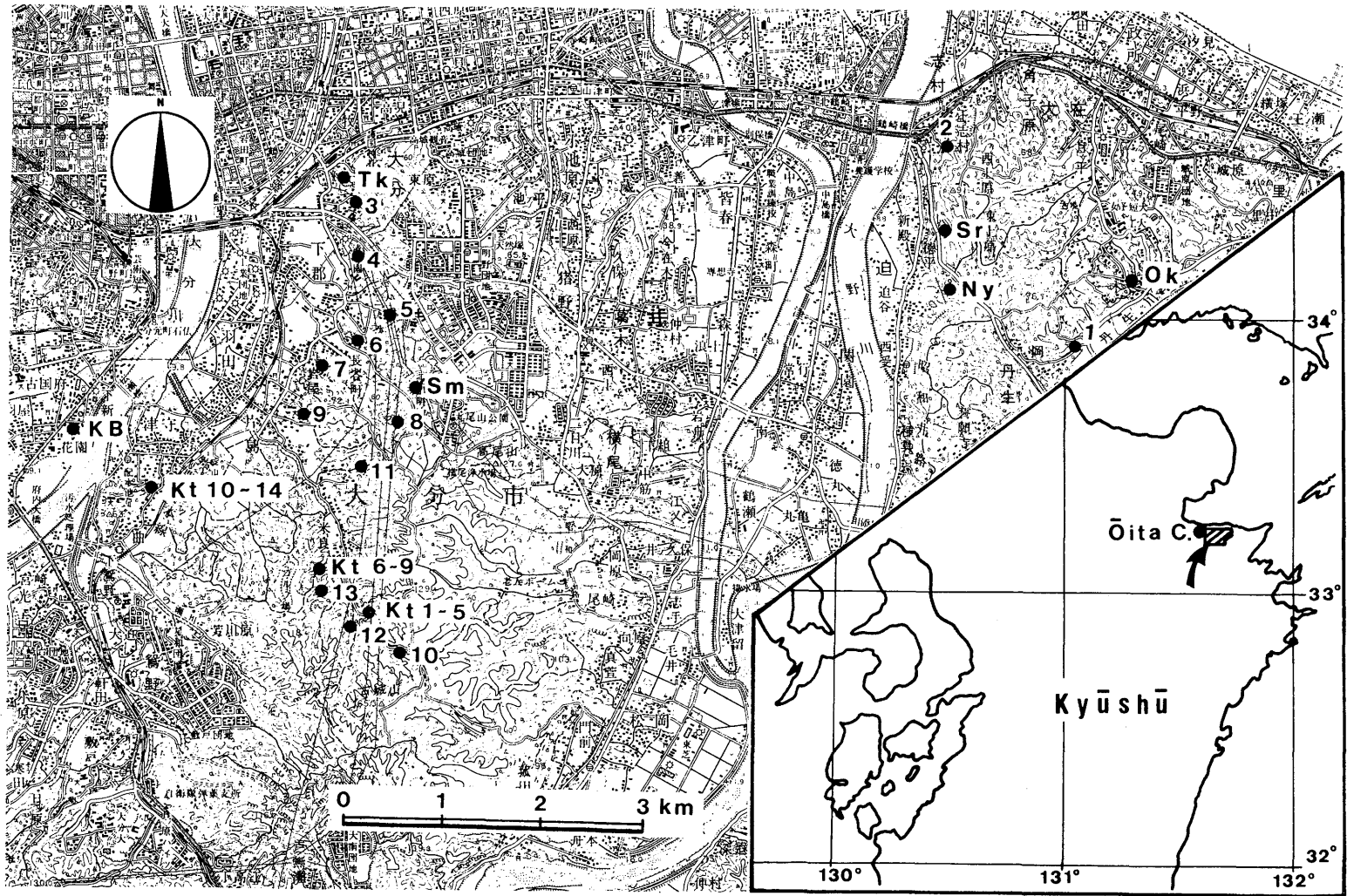


Fig. 1 Locality map. The topographic map "Oita", 1 : 50,000 in scale, published by Geographical Survey Institute are adopted.

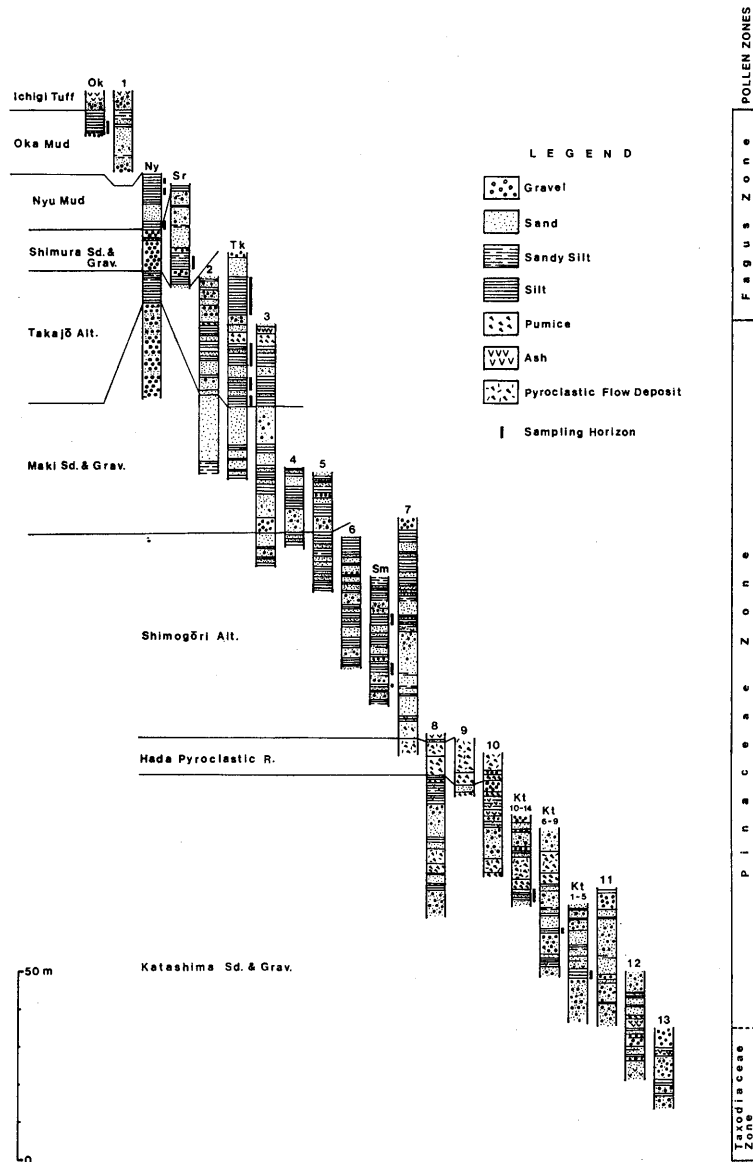


Fig. 2 Columnar sections showing the sampling horizons. The numbers and characters correspond with the Fig. 1.

れている。森山・日高 (1980) によると、それらの層序的位置は、深度30~45mでみられる軽石凝灰岩が羽田火砕岩層に対比される由布川軽石流であり、深度30m以浅は下郡互層、深度45m以深は片島砂礫層と考えられている。深度116~144mは火砕流堆積物である。岡口 (1976) が、片島砂礫層中で記載した“黒ボク”は、大分市曲付近では弱溶結の溶結凝灰岩となり、厚さ10数mに達する。深度116~144mでみられる火砕流

堆積物は、この溶結凝灰岩に対比されると考えられ、岡口 (1976) の“黒ボク”に相当するものと考えられる。ボーリング位置周辺でみられる片島砂礫層は、最下部は礫層・砂礫層からなる。この片島砂礫層の岩相から考えると、ボーリングコアにみとめられる片島砂礫層は、深度190m付近の礫層までであり、それ以下は碩南層群の堆積物と推定される。

## II. 花粉分析法

各地点で得られた試料のおのおのから5~10gを採り、アセトリシス法(中村, 1967)にHF処理とZnCl<sub>2</sub>による重液分離を加えた次の方法で花粉化石を抽出した。

10% KOH 処理(沸騰している湯煎器中で15分加熱)→55% HF 処理(室温で10分)→ZnCl<sub>2</sub>(比重1.7~1.8)による重液分離→アセトリシス処理(湯煎器中で5分)→グリセリンゼリーで封入。試料1点あたり数枚のプレパラートを作り、それぞれの試料について二次花粉を除いた花粉・胞子が600~1000個になるまで検鏡、同定した。分析結果は、樹木花粉(Arboreal Pollen: AP)を基数とするおのおのの分類群の百分率を求め、ダイアグラムで示した。

## III. 分析結果

各部層ごとに花粉群の変遷について述べる。

### (1) 片島砂礫層 (Fig. 3, 4; KB 8-16, Kt 1-14)

下部(KB 8-9)の花粉群は、木本類ではTaxodiaceaeが30%以上の高い出現率を示す。*Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Tsuga*, などの針葉樹各属は、低率ながら安定して出現する。広葉樹では、*Fagus*, *Quercus*, *Ulmus-Zelkova*が10数%の頻度で安定して出現する。草本類では、Gramineae, Cyperaceaeがいちじりしく高率であり、また*Typha*, *Umbelliferae*, *Potamogeton*などの水生ないし水辺に生育する植物の花粉も多産する。この傾向は礫南層群(KB 1-7)から連続している。

中部以上(KB 10-16)になると、Taxodiaceaeはほとんど消滅し、それにかわって下部から安定して出現していた*Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Quercus*, *Ulmus-Zelkova*がやや出現率を増す。また、下部では低率であった*Alnus*, *Carpinus*が比較的高率で安定して出現するようになる。草本類ではGramineae, Cyperaceaeは不安定ではあるが、しばしば高率で出現する。他方*Umbelliferae*, *Potamogeton*は低率になる。この傾向は上部まで連続してみられるが、上部(Kt 1-14)では*Alnus*が高率になり優占するようになる。また、ボーリング試料KB 14-15では*Cyclobalanopsis*が卓越する。この層準からは*Gleichenia*, *Pseris*などの暖地性シダ類が他の層準に比べて高率になり、*Lagerstroemia*も検出される。

### (2) 下部互層 (Fig. 5; Sm 1-18)

木本類では、常緑広葉樹はほとんど出現せず、大部

分が針葉樹と落葉広葉樹で構成される。針葉樹ではHaploxyton typeの*Pinus*が優占する。片島砂礫層上部で比較的高率で出現した*Abies*, *Picea*は本層では低率であり、特に*Picea*は散発的に出現するにすぎない。*Cryptomeria*は下部(Sm 1-2)では出現しないが中部以上(Sm 4-17)で10%前後の出現率を示す。落葉広葉樹では*Alnus*が片島砂礫層から連続的に出現し、しばしば50%を越える。*Fagus*が下部から上部へ数%から10数%に漸増する傾向がみられる。*Betula*は散発的に出現するにすぎない。また、*Ulmus-Zelkova*が最下部を除いて10数%前後で安定して出現する。草本類ではGramineae, Cyperaceaeが圧倒的に優勢である。*Artemisia*, *Compositae*などが10数%ずつ連続的に出現する。

Sm 1-2では全花粉・胞子の大部分をシダ類の胞子が占め、また、花粉粒の大部分は*Pinus*によって占められている。

### (3) 高城互層 (Fig. 6・7; Tk 1-40)

下部(Tk 1-6)では、針葉樹ではHaploxyton typeの*Pinus*, *Tsuga*, 広葉樹では*Alnus*, *Fagus*が優占している。中部(Tk 7-18)では、*Pinus*, *Ulmus-Zelkova*が増加する。一方*Tsuga*, *Alnus*は減少し、全体として*Pinus*, *Fagus*, *Ulmus-Zelkova*が優占するようになる。針葉樹では*Abies*が低率であるが安定して出現し、*Cryptomeria*, *Sciadopitys*も数%ずつ連続して出現する。広葉樹は*Fagus*, *Ulmus-Zelkova*などの落葉樹がほとんどであり、常緑樹はきわめて少ない。*Lagerstroemia*が散発的ではあるが出現する。草本類は、Gramineaeがまれに高率になるが、他の属は*Artemisia*, *Cyperaceae*などがわずかに出現するにすぎない。

上部(Tk 19-40)では、*Fagus*と*Cyclobalanopsis*が圧倒的に優勢になり両属とも安定した出現を示すが、Tk 37-40では*Pinus*が高率になる。針葉樹はTk 37-40を除いて低率であり、特に*Cryptomeria*は下位から上位に向かって出現率が低下し、最上部付近では出現しなくなる。*Picea*はほとんど出現せず、*Abies*, *Sciadopitys*は低率ではあるが安定して出現する。広葉樹では、*Fagus*の他に*Carpinus*, *Ulmus-Zelkova*が数%ながら安定して出現する。また、*Sapium*, *Maillotus*などの暖地性要素も低率ながら検出される。

Tk 28-37では、*Liquidambar*がわずかずつではあるが良好な保存状態で検出される。草本類では、Gramineaeがわずかに出現するのみで他はきわめて少ない。

## (4) 志村砂礫層 (Fig. 8; Sr 1-9)

高城互層上部で高率であった *Cyclobalanopsis* は低率になり、かわって *Fagus* とともに *Quercus*, *Ulmus-Zelkova*, *Carpinus*, *Alnus* などが比較的高率になり、いずれも安定して出現する。 *Mallotus*, *Sapium*, *Lagerstroemia* は散発的ではあるが、ひきつづき検出される。針葉樹は連続して出現するが、*Pinus* が数%出現するほかはきわめて低率である。Sr 5 で常緑広葉樹がやや増加する他は、落葉広葉樹が50%以上を占める。草本類では、Gramineae, Cyperaceae, *Typha* などが上部へ向かって増加する傾向がみられる。これらの草本類は、Sr 9 では全花粉・孢子の50%前後を占め高率になる。

## (5) 丹生泥層 (Fig. 9; Ny 1-18)

志村砂礫層で比較的高率で出現していた *Quercus* は、上部へ向けてしだいに減少する傾向がみられる。一方 *Fagus* はしだいに高率になり、上部 (Ny 17-18) では50%近くを占めるようになる。 *Carpinus*, *Ulmus-Zelkova* は志村砂礫層よりさらにやや高率になり、安定して出現する。高城互層上部から出現し始めていた *Lagerstroemia* は、丹生泥層下部からしだいに増加し始め、Ny 8以上の層準では数%に達する。 *Sapium*, *Mallotus* も散発的ではあるが検出される。針葉樹は、*Pinus* の他はきわめて低率ではあり、*Picea* は下部では検出されない。草本類は、Gramineae がわずかに出現するのみで、他はきわめて低率である。

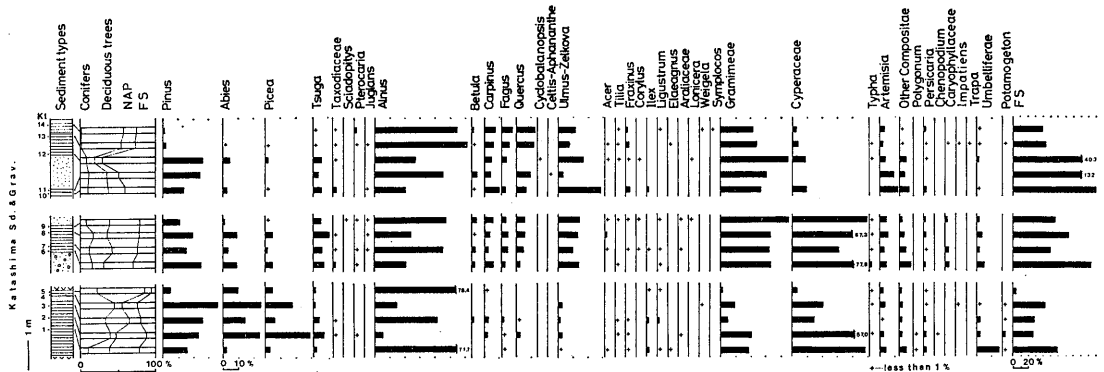


Fig. 4 Pollen diagram of the Katashima sand and gravel member at the locality Kt 1-5, Kt 6-9 and Kt 10-14.

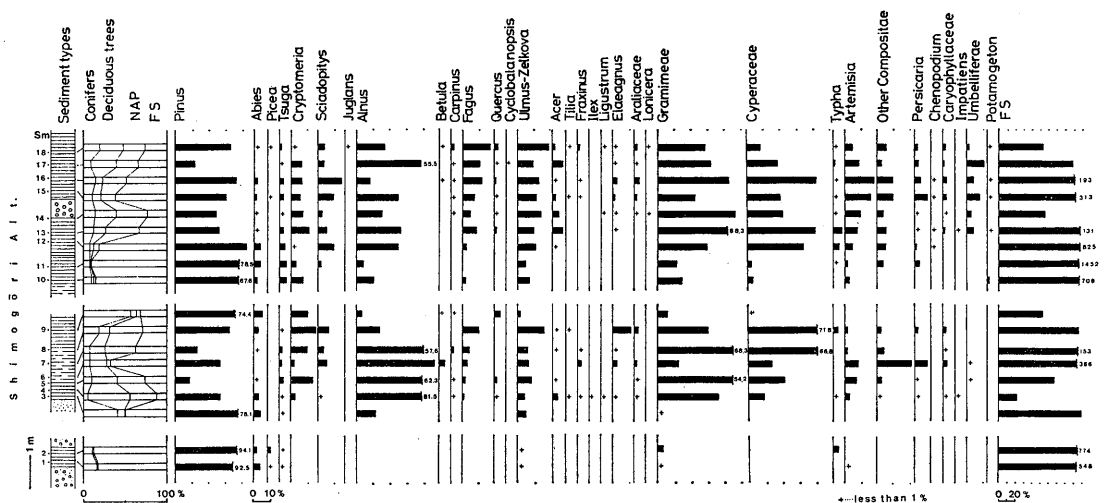


Fig. 5 Pollen diagram of the Shimogori alternation member at the locality Sm.

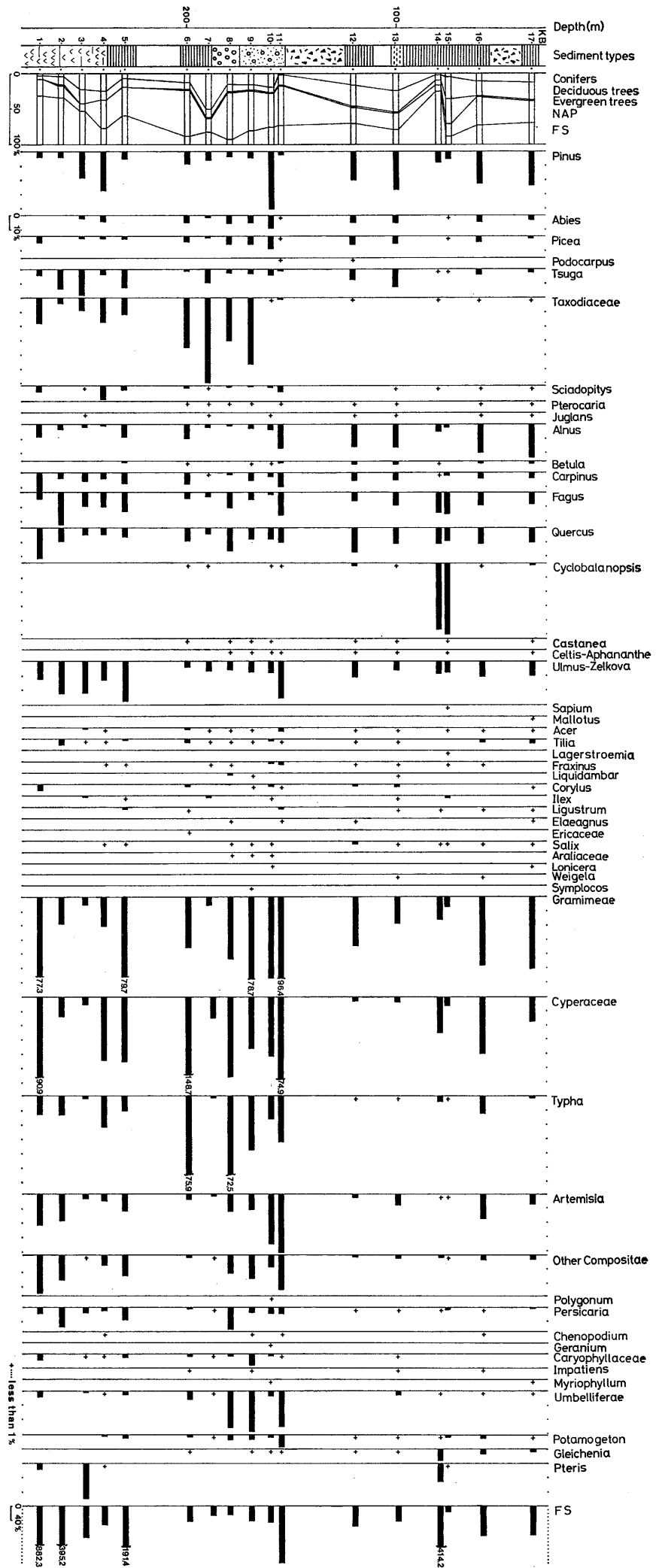


Fig. 3 Pollen diagram for the core samples at the locality KB.



また, *Gleichenia* が数%ずつ安定した出現率を示し, *Pteris* も低率ながら連続して出現する。

(6) 岡泥層 (Fig. 10; Ok 1-5)

丹生泥層上部で50%近くを占めていた *Fagus* は, 20%前後に減少する。かわって *Ulmus-Zelkova* が増加し, *Fagus* とあわせて50%に達する。針葉樹は *Pinus* が10%前後出現し, *Abies*, *Tsuga* も丹生泥層に比べるとやや高率の数%のオーダーで出現する。広葉樹では, *Carpinus*, *Quercus* および丹生泥層下部からしだいに増加していた *Lagerstroemia* が数%ずつ安定してみられる。 *Mallotus*, *Sapium* も1%前後であるが連続して検出される。本層でも *Liquidambar* が検出される。常緑広葉樹では, *Cyclobalanopsis* が数%ずつ安定して出現する。草本類では Gramineae, Cyperaceae, *Artemisia* の他はきわめて低率である。シダ類では *Gleichenia* が10数%ずつ安定して出現する。

IV. 考 察

(1) 花粉帯

大分市における大分層群から九重層群に至る第四系の花粉群は, 大きく3花粉帯 (Local Pollen Assemblage Zone) に区分される。それらを下位から Taxodiaceae 帯 (KB 1-9), Pinaceae 帯 (KB 10-

16, Kt 1-14, KB 17, Sm 1-18, Tk 1-18), *Fagus* 帯 (Tk 19-40, Sr 1-9, Ny 1-18, Ok 1-5) とよぶことにする。(Fig. 11)

花粉化石の産出の有無については, 大分層群, 九重層群の大部分の層準をチェックしたが, 花粉化石が検出され, 分析が可能であったのは両層群の全層準ではない。大分層群, 九重層群は, 更新世のほとんどの時代を覆っているが, 本報の花粉帯はそれらのすべてを覆うものではない。したがって, 今回設定した花粉帯の間にも別の組成的特徴を持った花粉帯が存在する可能性は否定できない。

ONISHI (1978) は, この地域において, 鮮新世から更新世にかけての花粉群変遷の概略をまとめている。本報における Taxodiaceae 帯, Pinaceae 帯, *Fagus* 帯はそれぞれ ONISHI (1978) の O2 帯下部, O2 帯中部, および O2 帯上部, O3 帯, O4 帯をあわせたものに対比されると考えられる。

(A) Taxodiaceae 帯

この花粉帯は, KB 1-9 にみとめられる。層序的には, 片島砂礫層下部以下にあたる。Taxodiaceae が 20~30% の高い頻度で安定して出現し, KB 7-9 では 50% を越えて卓越する。Taxodiaceae は本帯より上位では急激に減少し, KB 1-9 以外の大部分の層準で 10% 未満であることを考えると, この出現率は特徴的

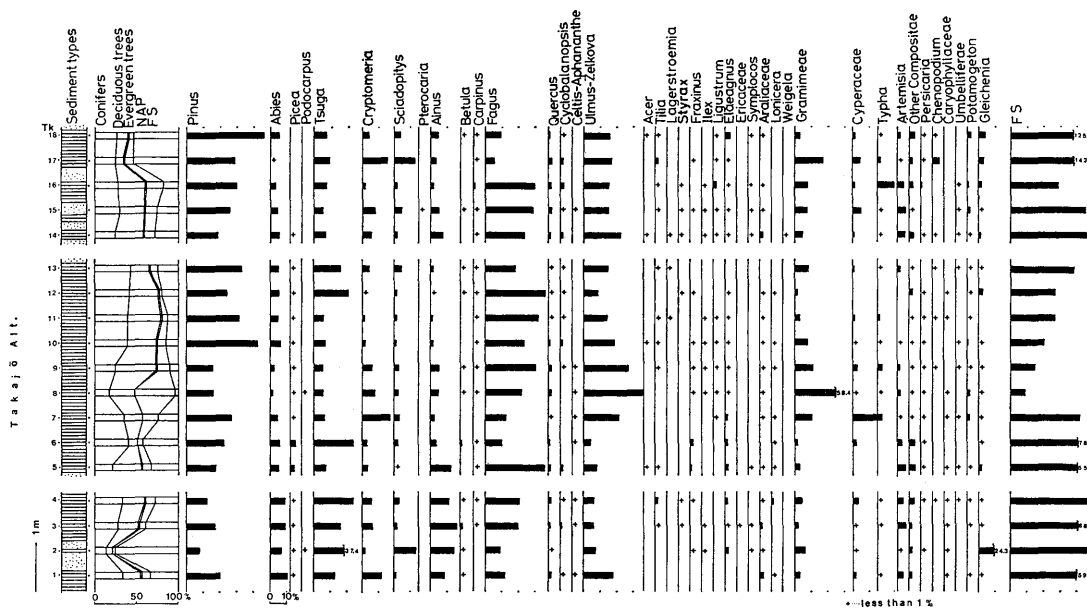


Fig. 6 Pollen diagram of the lower and the middle part of the Takajo alternation member at the locality Tk.

に高い。

(B) Pinaceae 帯

Taxodiaceae 帯で優勢であった Taxodiaceae は急激に減少し、かわって *Pinus*, *Abies*, *Picea* などが優占するようになる。この傾向は、片島砂礫層の中部以上 (KB 10-16, Kt 1-14) 下郡互層 (KB 17, Sm 1-18), 高城互層中部 (Tk 1-18) まで連続してみられる。片島砂礫層中部から下郡互層にかけて (Kt 1-14, KB 17, Sm 1-18) は、しばしば *Alnus* が高率になり、Pinaceae の増減がいちじるしい。高城互層下・中部 (Tk 1-18) では、Pinaceae の他に *Fagus*, *Ulmus-Zelkova* が不安定ではあるが比較的高率で出現している。これらの特徴から、Pinaceae 帯はさらに片島砂礫層中部から下郡互層を含む Pinaceae-*Alnus* 亜帯 (KB 10-16, Kt 1-14, KB 17, Sm 1-18) と、高城互層下・中部の Pinaceae-*Fagus* 亜帯 (Tk 1-18) に細分される。

(C) *Fagus* 帯

高城互層上部 (Tk 19-40) と九重層群 (Sr 1-9, Ny 1-18, Ok 1-5) は、*Fagus* が 20~40% ずつほぼ安定して出現し、全体として *Fagus* の優占で特徴づけられる。

高城互層上部 (Tk 19-40) では、*Fagus* の他に

*Cyclobalanopsis* が高率であり、*Fagus* と *Cyclobalanopsis* が混交する特徴的な組成を示す。九重層群 (Sr 1-9, Ny 1-18, Ok 1-5) では、*Fagus* の他に *Quercus*, *Ulmus-Zelkova*, *Carpinus* が全層準を通じて 10% 以上出現している。

これらの特徴から、高城互層上部は *Fagus-Cyclobalanopsis* 亜帯として細分される。また九重層群は、*Fagus* に *Quercus*, *Ulmus-Zelkova* などを交える組成で特徴づけられる。大在層と城原層は、両層と不整合の関係にある小原台砂礫層を挟んで不連続であるので、大在層 (Sr 1-9, Ny 1-18) を下部 *Fagus-Quercus-Ulmus* 亜帯、岡泥層 (Ok 1-5) を上部 *Fagus-Quercus-Ulmus* 亜帯として区分する。

(2) 古植生と古気候

(A) Taxodiaceae 帯

大阪市におけるボーリング (OD-1) 試料による大阪層群の花粉分析によると、Ma 2 層以下で Taxodiaceae が高い頻度で出現している。大型植物遺体をも考慮して、Ma 2 層以下 Ma 0 層以上の層準にみとめられる Taxodiaceae は、*Metasequoia* と *Cryptomeria* をともに含み、Ma 3 層以上の層準は *Cryptomeria* のみからなると推定されている (田井, 1966 a, 1966 b)。本報で指摘した Taxodiaceae 帯の層準は、

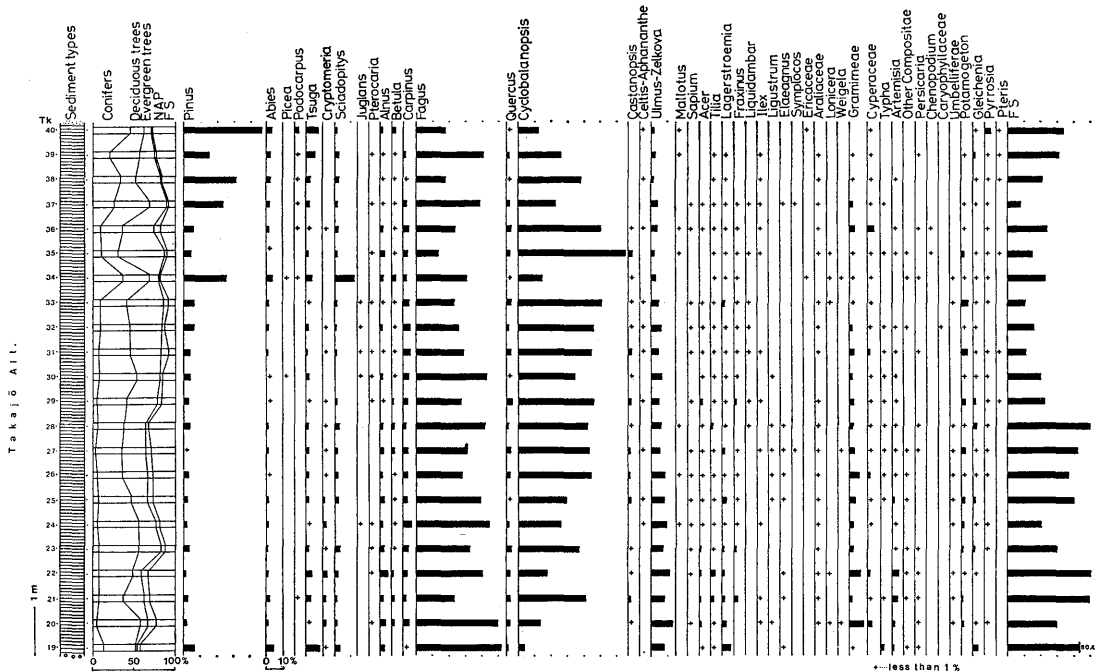


Fig. 7 Pollen diagram of the upper part of the Takajo alternation member at the locality Tk.

花粉組成から考えると、大阪層群の Ma 2~0 層付近に対比され、この花粉帯に特徴的に多産する Taxodiaceae は、*Metasequoia* と *Cryptomeria* の両属を含むものと考えられる。田井 (1966b) は、*Metasequoia* の消滅は、Ma 0 層ないし Ma 3 層の間の数回の気温低下期を経るうちにおこったと考えている。Taxodiaceae 帯の上部とその上位の Pinaceae 帯下部では、*Picea* などの気候の寒冷化を示す要素が多く

出現しており、田井 (1966b) の推定と矛盾しない。

(B) Pinaceae 帯

a. Pinaceae-Alnus 垂帯 本垂帯下部 (Kt 1-8) では Haploxylon type を主とする *Pinus* の他に *Picea*, *Abies* が高率であり、しばしば20%を越える。*Alnus* の他は、大部分がこのような針葉樹で構成される垂寒帯林に近い寒冷な気候下の植生であったと考えられる。この寒冷期は、*Metasequoia* を消滅させた

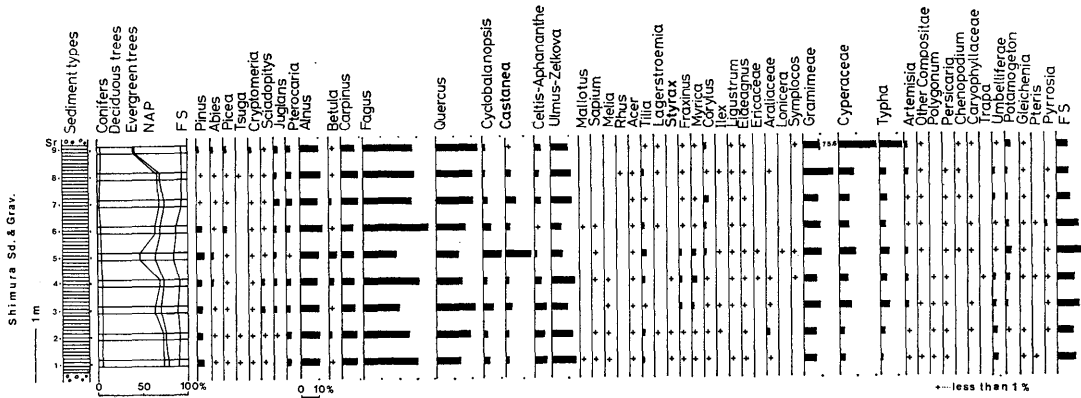


Fig. 8 Pollen diagram of the Shimura sand and gravel member at the locality Sr.

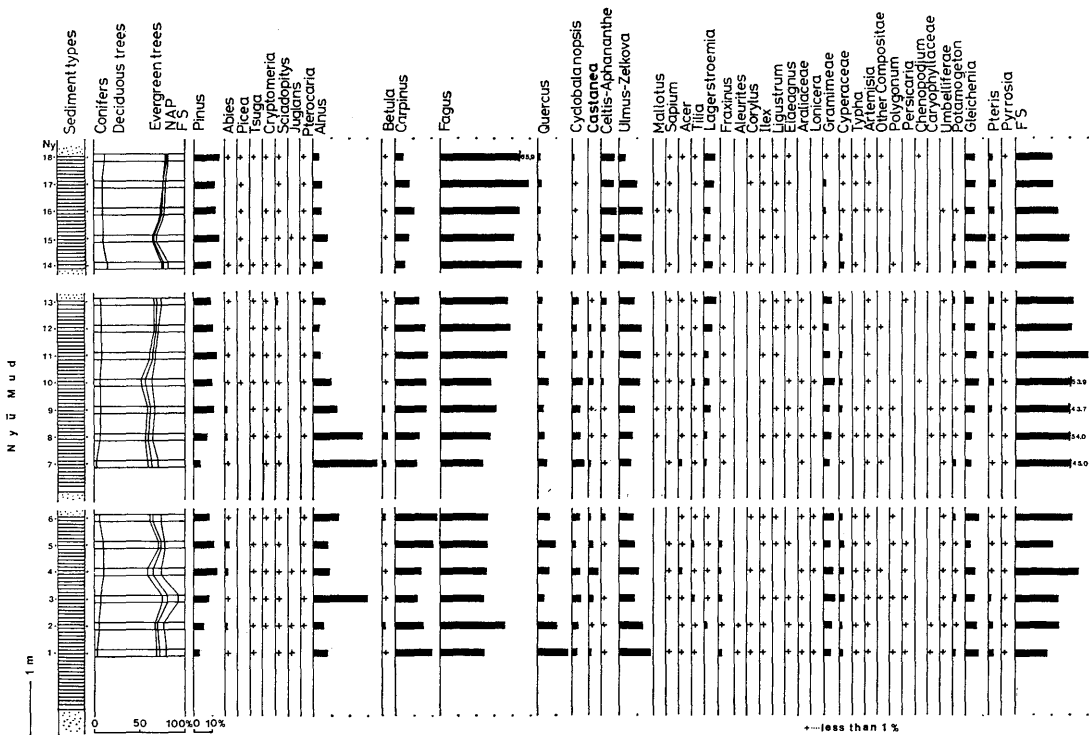


Fig. 9 Pollen diagram of the Nyu mud member at the locality Ny.

推測される数回の寒冷期(田井, 1966b)のおそらく最後の寒冷期の存在を示唆するものと考えられる。

中・上部(Kt 9-14, KB 17, Sm 1-18)では, *Picea* は散発的に出現するにすぎない。また, 落葉広葉樹では *Alnus* 以外にも *Fagus*, *Ulmus-Zelkova* などの冷温帯性の落葉樹が増加する。*Sciadopitys* もしばしばみられ, まれに *Cyclobalanopsis* も検出されることを考えると, 冷温帯と暖温帯のほぼ中間的な植生が推定される。すなわち, 下部に認められる寒冷な気候は, ほぼこの時期にかなり温暖化してきたと考えられる。

KB 14-15 では, *Cyclobalanopsis* が優占し, 気候の一時的な温暖化が推定される。*Lagerstroemia* もわずかながら検出される。しかしながら, *Fagus*, *Quercus*, *Ulmus-Zelkova* などの落葉広葉樹も10%前後ずつ検出されることを考えると, 現在ほど温暖ではなく, あとで述べるような気温の年較差の少ない気候であったと考えられる。

本垂帯では, 全層準を通じて *Alnus* がしばしば高率で出現し, 草本類では湿地性の *Impatiens* が増加する特徴がみられる。このことから, 当時の堆積域あるいはその周辺には湿潤な低湿地が広がり, ハンノキを中心とした湿地林がしばしば拡大したと考えられる。

Sm 1-2 は, シダ類孢子が全花粉・孢子の80~90%を占め, 花粉では90%以上が *Pinus* で占められる。また出現する分類群は, *Pinus* とシダ類孢子以外には8種類しかなく, その数は他の層準と比べてきわめて少ない。一般に, 堆積環境が深海あるいは陸地からはるかに遠い海底では, 堆積物中の花粉・孢子の構成は, 広葉樹やイネ科花粉が過少に表現され, 反対に *Pinus*,

シダ類孢子が過大に表現される(Zagwijn *et al.* 1966)。しかし, Sm 1-2 はデルタ堆積物と考えられる斜交層理の発達した砂礫層にはさまれる植物片を多く含むシルト層からの試料であって, そのような堆積環境は考えられない。この堆積物は, 火山灰を多く含んでおり, 10数m下位には羽田火砕岩層がある。羽田火砕岩の流下時には, 流下域の植生はほとんど破壊され, 流下後は裸地となったと考えられる。Sm 1-2 でみられる植生は, このような火砕岩の活動によっていったん破壊された後に侵入してきた特殊な植生であろうと考えられるが, 詳細については今後の検討を要する。

b. Pinaceae-Fagus 垂帯 *Tsuga*, *Abies*, *Sciadopitys*, *Fagus*, *Ulmus-Zelkova* などからなる中間温帯に近い植生と推定される。下部では *Picea*, *Betula* などの寒冷要素がみられるが, 上部ではほとんどみられなくなり, 若干の気候の温暖化が推定される。

### (c) *Fagus* 帯

a. *Fagus-Cyclobalanopsis* 垂帯 *Fagus* と *Cyclobalanopsis* が混交する。中西・他(1983)によると, 現植生においてブナと常緑カシ類の混交は, 次のような状態でみられる。すなわち, 日本海側の積雪の多い山地では, ブナはブナ林の生育限界である温かさの指数85°Cを越え, 100°Cの低海拔高度にまで下降し, ウラジロガシ林と接している。また, 太平洋側では, アカガシやウラジロガシが照葉樹林の生育上限の寒さの指数-10°Cより高度差にして200m程度上まで分布し, ブナと混交している。このように, 地域の気候的特性によって, ブナが生育限界の下限を越えて降下する場合と, アカガシやウラジロガシが, 生育限界の上

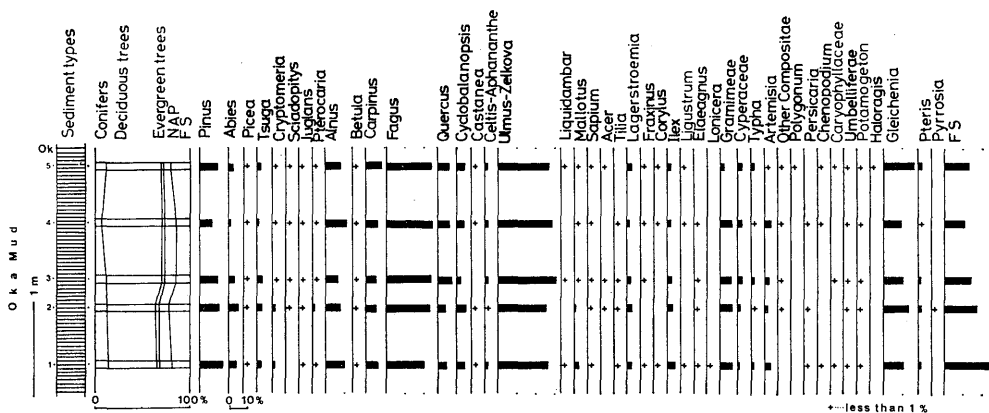


Fig. 10 Pollen diagram of the Oka mud member at the locality Ok.

限を越えて上昇する場合がある。

前述の Pinaceae-Fagus 亜帯では、暖温帯要素は *Cyclobalanopsis* の他にはきわめて少なく、全体としては、冷温帯ないし中間温帯の要素がほとんどである。したがって、Pinaceae-Fagus 亜帯で出現する *Cyclobalanopsis* はアカガシあるいはウラジロガシが生育限界を越えて上昇し、*Fagus* と混交していたと考えられる。本亜帯では、*Cyclobalanopsis* が高率で出現するほか *Sapium*, *Mallotus*, *Lagerstroemia* などの暖地性要素もみられる。このことから、低地では暖温帯上部の植生であり、地域的な気候の影響で *Fagus* が暖温帯上部にまで下降していたとも考えられる。しかし、このような現象は雪の多い日本海型の気候下でみられる特徴であり（中西・他, 1983）、大分地域では同一に論じることはできないと推測される。*Fagus-Cyclobalanopsis* 亜帯におけるブナと常緑カシ類の混交は、中村（1973）の寒冷種と温暖種の“とも住み”によって説明されると考えられる。すなわち、この植生は、寒冷要素の生育を妨げない涼しい夏と、温暖要素の生育を妨げない温かい冬を特徴とする、いわゆる“暖冬冷夏型”の気候下で成立するものであろう。おそらくこのような気候は、暖流の影響を強く受けた海洋性の程度の高いものであったと考えられる。このことは、この層準から *Lagerstroemia* が検出されることから推測される。

#### b. 下部・上部 *Fagus-Quercus-Ulmus* 亜帯

下部・上部とも、*Fagus* とともに *Quercus*, *Ulmus-Zelkova*, *Carpinus* が連続してみられる。また、*Betula*, *Pterocaria*, *Juglans* などの冷温帯要素が多いことから、冷温帯的な植生であったと考えられ、当時の気候は *Fagus-Cyclobalanopsis* 亜帯より冷涼であったと推定される。しかし、暖温帯要素も出現することから考えると、先に述べたように、冬は暖かく、暖温帯要素の生育も可能であったと考えられる。

丹生泥層 (Ny 1-18) では、*Lagerstroemia* が下部からだいに増加するのがみられ、上部では数%に達する。リスーヴェルム間氷期の堆積物からは、多くの地域で本属の花粉がしばしば多産し、本地域の岡泥層 (Ok 1-5) においても同様である。中村（1972）は、濃尾平野の試料の分析において、この時期を“サルスベリの時代”としている。この“サルスベリの時代”は、大分地域ではすでに丹生泥層の堆積期—おそらくミンデルーリス間氷期 (Shuto *et al.* 1966) から始まりつつあったと考えられる。

岡泥層 (Ok 1-5) では、*Liquidambar* が散発的で

はあるが検出される。保存状態は良好であり、二次花粉とは考えられない。西村（1980）、那須（1980）によると、更新世前期で絶滅したとされていた *Liquidambar* は、更新世中期のある時期に復活する。その時期は、関東では山王台ローム層の堆積期、関西では大阪層群の Ma 6 ~ Ma 7 付近にあたるとしている。また、濃尾平野においても、吉野・他（1980）によると、海部累層下部でみられるとされている。高城互層上部 (*Fagus-Cyclobalanopsis* 亜帯) でみられる *Liquidambar* はおそらくこの時期にあたるものであろう。大分地域では、この更新世中期の“復活”のあとも本属はさらに生きのび、岡泥層の堆積期になって再び復活した可能性も否定できない。

#### (3) 他地域との比較

花粉化石による第四紀の分帯は、連続性のよい堆積物に恵まれ、精密な層序のたてられている大阪層群での研究が代表的である。田井（1966 a, 1966 b）は、大阪層群の Ma 3 層を境として下部を *Metasequoia* Zone、上部を *Fagus* Zone として分帯した。那須（1970）は、この *Fagus* Zone を細分し、Ma 6 層以下を *Fagus* Zone、Ma 6 層より上位を Pinaceae Zone としている。ONISHI（1978）は、日本の代表的な鮮新—更新統の花粉分析を行ない、大阪層群については、Ma 6 層以上沖積層より下位を *Cryptomeria* Zone、Ma 6 層より下位、イエロー火山灰層以上を *Fagus* Zone とよんでいる。また、関東地方では、西村（1980）が、横浜市の中・上部更新統について分帯を行ない、9 帯の花粉帯を設定している。

第四紀における花粉群の注目すべき大きな変遷の 1 つとして、田井（1966 b）、那須（1970）、西村（1980）はともに、更新世中期において、*Fagus* の優占から Pinaceae の優占への交代があるとしている。しかしながら、大分地域の岡泥層群、九重層群については、片島砂礫層、下郡互層で優占していた Pinaceae が、高城互層に至って低率になり、かわって *Fagus* が優占するようになる。この *Fagus* が優占する傾向は、Pinaceae の優占にとって代わることなく、そのまま更新世後期まで連続する。

他地域との対比を試みるにあたって、高城互層上部 (*Fagus-Cyclobalanopsis* 亜帯) は、注目すべき特徴ある花粉組成を示す。この亜帯では、*Fagus* と *Cyclobalanopsis* が共に優勢になる。横浜市の更新統では、西村（1980）によると、上倉田層の花粉組成がこのような特徴を持っている。また、濃尾平野においては、吉野・他（1980）によると、海部累層の Am 1 層が同

Table 1 Stratigraphy, pollen zones, palaeoclimate and correlation.

AGE		STRATIGRAPHY Shuto et al. (1966) and Okaguchi (1976)		POLLEN ZONES	CLIMATE	Southern Kyushu Hase and Hatanaka (1984)	Kinki District Nasu (1970)										
PLIO- CENE	P L E I S T O C E N E	E a r l y	O i t a G r o u p	T a k i o F.	P i n a c e a e Z o n e	Pinaceae- Alnus Subzone	Fagus Zone	Taxodiaceae Zone	Temperate	Temperate	Fagus Zone	Fagus Zone					
													Katashima Sd. & Grav.	Pinaceae- Fagus Subzone	Mild (Warm)	Cryptomeria- Sciadopitys- Alnus Zone	Pinaceae Zone
													Hada Pyroclastic R.				
		Shimogori Alt.		Fagus-Cyclo- balanopsis Subzone									Mild (Cool)	Cryptomeria- Sciadopitys- Alnus Zone	Pinaceae Zone		
		Maki Sd. & Grav.															
		Tsurusaki F.		Fagus-Cyclo- balanopsis Subzone									Mild (Cool)	Cryptomeria- Sciadopitys- Alnus Zone	Pinaceae Zone		
	Takajo Alt.																
	M i d d l e	K u j u G r o u p	O z a i F.	P i n a c e a e Z o n e	F a g u s Z o n e	Mild (Cool)	Cryptomeria- Sciadopitys- Alnus Zone	Pinaceae Zone									
									Shimura Sd. & Grav.	Lower Fagus-Quercus- Ulmus Subzone	Mild (Cool)	Cryptomeria- Sciadopitys- Alnus Zone	Pinaceae Zone				
									Nyu Mud								
	L a t e	J o b a r u F.	I c h i g i T u f f	P i n a c e a e Z o n e	F a g u s Z o n e	Mild (Cool)	Cryptomeria- Sciadopitys- Alnus Zone	Pinaceae Zone									
									Kobarudai Sd. & Grav.	Upper Fagus-Quercus- Ulmus Subzone	Mild (Cool)	Cryptomeria- Sciadopitys- Alnus Zone	Pinaceae Zone				
Oka Mud																	
P L I O - C E N E	S e k i n a n G r o u p		T a x o d i a c e a e Z o n e		Nearly Subarctic	Metasequoia Zone	Metasequoia Zone										

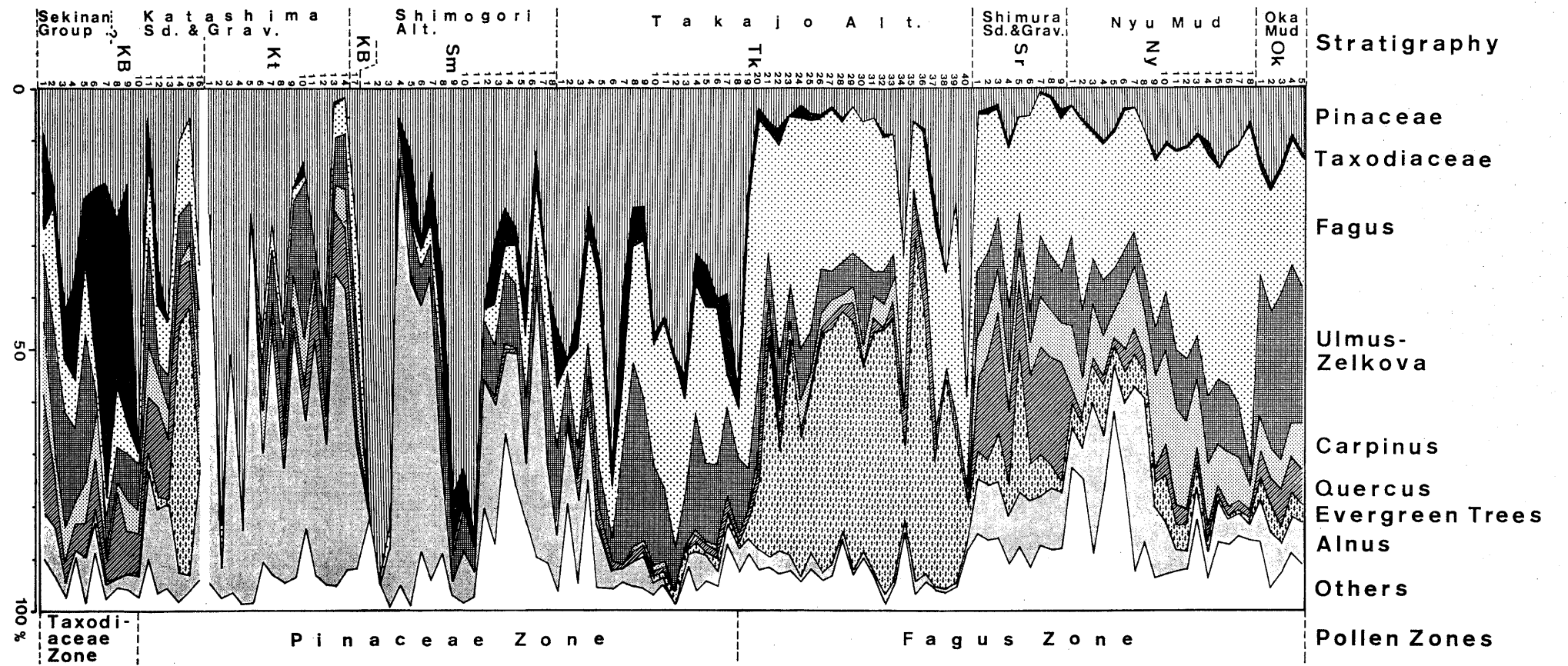


Fig.11 Summarized pollen diagram and pollen zones.

様の組成を示している。さらに、上倉田層の直上の山王台ローム層および Am 1 層からは、西村 (1980) が中期更新世のある時期に太平洋側の広い地域において復活したとし、高城互層でも出現する *Liquidambar* が検出されている。上述のような特徴から、高城互層上部は、横浜市における上倉田層、濃尾平野の海部累層の Am 1 層に対比されると考えられる。大阪層群には、先の 2 層ほど類似する特徴を持つ層準は見出せない。しかし、*Liquidambar* が Ma 6 層で検出されており (那須, 1970)、高城互層上部は、大阪層群では Ma 6 層付近に対比される可能性が高いと考えられる。

片島砂礫層下部における Taxodiaceae 帯は、Taxodiaceae の優占で特徴づけられ、田井 (1966b) の *Metasequoia* Zone の Ma 2 層以下の特徴と類似する。このことから、片島砂礫層下部は、大阪層群の Ma 2 層以下に対比されると考えられる。

大分層群と大阪層群について、いくつかの放射年代測定が試みられている。岡口 (1976) によると、片島砂礫層の上位の羽田火砕岩のフィッシュントラック年代は  $1.44 \pm 0.14$  Ma であり、西村・笹嶋 (1970) によると、大阪層群における *Fagus* Zone の最下部である Ma 3 層にはさまれるアズキ火山灰層のフィッシュントラック年代は  $0.87 \pm 0.07$  Ma である。したがって、片島砂礫層下部を大阪層群の Ma 2 層以下に対比すると、上記のフィッシュントラック年代は調和的でない。しかしながらアズキ火山灰層の K-Ar 年代は 1.42Ma であって (市原・亀井, 1970)、花粉による対比において、岡口 (1976) の羽田火砕岩の年代値とはほぼ調和的である。このように、放射年代については問題を残している。

九州地方においては、長谷・畑中 (1984) が、南部九州の後期新生代層についての花粉群変遷を示している。それによると、更新世においては、下位から *Metasequoia* Zone, *Fagus* Zone, *Cryptomeria-Sciadopitys-Alnus* Zone, *Cryptomeria* Zone, *Pinaceae* Zone の 5 つの花粉帯が設定されている。本報における Taxodiaceae 帯は、Pinaceae と落葉広葉樹が混交する中に Taxodiaceae を交える特徴から、長谷・畑中 (1984) の *Metasequoia* Zone に対比されると考えられる。Pinaceae 帯は、下部では *Fagus* は低率であるが、長谷・畑中 (1984) の *Fagus* Zone 前半に、また本報における *Fagus* 帯は、長谷・畑中 (1984) の *Fagus* Zone 後半と *Cryptomeria-Sciadopitys-Alnus* Zone に対比されると考えられる。

しかし、*Fagus* 帯の上部と長谷・畑中 (1984) の *Cryptomeria-Sciadopitys-Alnus* Zone は、花粉組成はまったく異なっている。先にも述べたように、これらの分析試料は断続的なものであり、花粉帯はすべての時代を覆うものではない。したがって、この原因はそれぞれの研究に使用された試料が層位的に不完全で、欠落している部分があるためと考えられる。このような点は、花粉帯の設定、対比において留意すべき問題であろう。

### ま と め

大分地域における大分層群、九重層群の花粉分析を行ない、花粉群変遷と対比について次のような知見を得た。

花粉群変遷は、下位から Taxodiaceae 帯, Pinaceae 帯, *Fagus* 帯の 3 花粉帯に区分され、それぞれ Taxodiaceae の優勢, Pinaceae の優勢, *Fagus* の優勢で特徴づけられる。さらに Pinaceae 帯は Pinaceae-Alnus 亜帯, Pinaceae-Fagus 亜帯の 2 亜帯, *Fagus* 帯は *Fagus-Cyclobalanopsis* 亜帯, 下部 *Fagus-Quercus-Ulmus* 亜帯, 上部 *Fagus-Quercus-Ulmus* 亜帯の 3 亜帯に細分される。

花粉群の特徴から、片島砂礫層の下部は大阪層群の Ma 2 層以下に対比され、高城互層上部は横浜市の上倉田層、濃尾平野の海部累層の Am 1 層に対比されると考えられる。

岡泥層からは、*Liquidambar* が検出される。更新世中期において復活した (西村, 1980) *Liquidambar* は、大分地域においては、更新世後期までさらに遺存し、岡泥層の堆積期において再び繁茂した可能性がある。

今回の報告では、大型植物遺体の検討は行っていない。植生の十分な復元には大型植物遺体の検討が必要であると考えられ、花粉化石とあわせて検討は今後の課題である。

### 引 用 文 献

- 長谷義隆・畑中健一 (1984) : 南部九州 後期新生代層の花粉層序学的研究。第四紀研究, 23, (1), 1-18, pls. 1-2.  
 市原実・亀井節夫 (1970) : 大阪層群。科学, 40, (6), 282-291.  
 森山善蔵・日高稔 (1980) : 大分市の温泉地質。大分県温泉調査研究会報告, (31), 65-70.  
 中村純 (1967) : 花粉分析。232p., 古今書院, 東京。  
 —— (1972) : 濃尾平野およびその周辺地域の第四系の花粉分析学的研究——濃尾平野の研究, その 2



- . 高知大学研報, [自然科学], 21, (11), 1-45.
- (1973): 花粉化石からみた日本の後期洪積世. 第四紀研究, 12, (2), 29-37.
- 中西哲・大場達之・武田義明・服部保 (1983): 日本の植生図鑑 (I) 森林, 208p., 保育社, 東京.
- 那須孝梯 (1970): 大阪層群上部の花粉化石について——堺港のボーリングコアを試料として——. 地球科学, 24, (1), 25-34.
- (1980): 植物相からみた日本の中期更新世. 第四紀研究, 19 (3), 217-224.
- 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, (4), 275-291.
- 西村進・笹嶋貞雄 (1970): Fission-Track 法による大阪層群とその相当層中の火山灰の年代測定. 地球科学, 24, (6), 222-224.
- 岡口雅子 (1976): 大分県鶴崎台地の地質の再検討——火砕流堆積物中のジルコンによるフィッシュトラック年代——. 第四紀研究, 15, (13), 97-108.
- 大西郁夫 (1965): 大分市における碩南・大分層群の花粉分析. 第四紀研究, 4, (3~4), 208-216.
- ONISHI, I. (1978): Pliocene and Pleistocene Pollen Stratigraphy in Central and Southwestern Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ.*, [Geol. & Mineral.], XLV, (1), 1-54.
- 首藤次男 (1953): 豊州累層群の地史学的研究 (I). 地質雑, 59, (693), 225-240.
- (1962): 九州の最新統諸層の吟味——対比の基礎 (九州の最新統の地史学的研究—II). 地質雑, 68, (801), 301-312.
- (1970): 九州の下部第四系, とくにその構造的背景について. 第四紀研究, 9, (3~4), 153-157.
- SHUTO, T., ONISHI, I. and HITAKA, M. (1966): Quaternary Geology of the Nyu Hills, Oita Prefecture, Kyushu with Special Reference to the Palaeolithic Remains. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ.*, [D], XVII, (3), 331-346.
- 首藤次男・日高稔 (1971): 大分地方の沖積層, とくに別府湾の起源について. 九州大学理研報, [地質], 11, (1), 87-104.
- 田井昭子 (1966a): 大阪市におけるボーリング (OD-1) コアの花粉分析 (その1)——近畿地方の新生代層の研究V——. 地球科学, (83), 25-33, pls. 1.
- (1966b): 大阪市におけるボーリング (OD-1) コアの花粉分析 (その2)——近畿地方の新生代層の研究V——. 地球科学, (84), 31-37.
- 吉野道彦・酒井潤一・西村祥子 (1980): 濃尾平野佐屋・津島におけるボーリングコアの花粉分析. 第四紀研究, 19, (3), 163-172.
- Zagwijn, W. H. and Veenstra, H. J. (1966): A Pollen-Analytical Study of Cores from the Outer Silver Pit, North Sea. *Marine Geol.*, 4, (6), 539-551.