

新潟県八石山地における新第三系の花粉層序

山野井 徹

教養部地学教室

(昭和53年9月2日受理)

Neogene Pollen Stratigraphy of the Hachikoku District, Niigata Prefecture, Central Japan

Tohru YAMANOI

Department of Earth Sciences, Faculty of General Education

(Received September 2, 1978)

ABSTRACT

Well-developed sedimentary sequences ranging in age from Pliocene to Early Pleistocene are exposed in the Hachikoku district. These strata are divided as follows in upward sequence: the Shiiya, Nishiyama, Haizume Formations and the Uonuma Group. All the sediments are of marine origin except for the Uonuma Group and they are all conformable.

As shown in Fig. 2, 130 samples were collected from the sequence covering from the Shiiya Formation to the Uonuma Group. All the samples were treated with a solution of KOH (10%), HF (47%), and HCl+HNO₃ (1:1), the acetolysis method, and then with a solution of ZnCl₂ (sp. gr. : 2.0). During microscopic examination of each sample, 100 pollen grains were taxonomically classified and 200 pollen grains were identified except for the Pinaceae pollen grains. The pollen diagrams are shown in Figs. 3 and 4. The results obtained are summarized below.

(1) Pollen grains of Taxodiaceae and *Fagus* occurred dominantly throughout the sequences. These occurrences are used to establish the "Taxodiaceae-*Fagus* pollen zone I" of the standard pollen stratigraphy of the Oga Peninsula to the central region of Niigata Prefecture.

(2) This changing pattern of pollen spectra is clearly noticed in the lower part of the Haizume Formation, where the proportion of *Fagus* pollen components become very low. This phenomenon is recognized similarly in three different places in Northeast and Central Japan, so that there is a strong possibility that this horizon can provide a synchronous time plane.

(3) The pollen assemblages examined here show transitional characters between the warm Tertiary and glacial Pleistocene floras.

はじめに

花粉化石は普通の泥質な堆積岩であれば、陸成・海成層を問わず多量に含まれている。そして、これが物理・化学的に破壊されていなければ、分離・濃集することが可能である。筆者はこれまで、この花粉化石を用いて、主として東北裏日本各地の新第三系を対象とし、古植生の変遷ならびに花粉層序の確立をめざしてきた。そしてすでに、新潟県胎内川流域¹⁾、秋田県男鹿半島地域²⁾、および新潟県佐渡地域³⁾について扱った。これらの地域では「船川遷移面」と名付けた規準面 (datum plane) を設定することができた。しかし、この面より上位の花粉層序は、新潟県において中越層群と呼ばれる格好の地層があるにもかかわらず、必ずしも十分な研究がなされていなかった。そこで今回はこの中越層群の花粉化石を扱うことにした。対象とする地域は地質構造が比較的単純で、地層が連続的に扱える八石山地を選んだ。この地域は第四系の魚沼層群までが累重し、すでに確立した魚沼層群の花粉層序^{4),5)}へ結合や対比ができるなどの利点をもつ区域である。

分析結果は後で述べるように、第三紀の暖かい要素の多い植生から、第四紀の氷期に至る間の過渡期の植生を反映する花粉組成が得られた。そのほか2・3の興味ある事実もみつけた。まだ補充すべき点もあるが、一応ここに報告し、各位の御批判を得たいと考える次第である。

小論をまとめるに当たり、新潟大学津田禾粒教授・長谷川美行教授、山形大学山形理教授・斎藤常正教授には種々の御援助をいただいた。また、名古屋大学森下晶教授・糸魚川淳二助教授、東北大学相馬寛吉助教授には内容の御検討をいただいた。これらの方々から心よりお礼申し上げ、謝辞とする次第である。

地 質

踏査区域は新潟県のほぼ中部、長岡市と柏崎市の間の八石山地北部である。この地質構造は比較的単純な背斜構造であり、背斜軸部に沿って陵線が形成されている。また背斜部には椎谷層相当層があり、その両翼に魚沼層群までが順次累重している。一連の地層の露出は東翼の沢筋、とくに土口部落から程平部落へ通ずる道路に沿う小沢において良好である (Fig. 1)。八石山地の地質については、池辺展生⁶⁾によってすでに扱われ、新潟油田標準層序に対比されている。しかし、その後、後述するように灰爪層上位から魚沼層群にかけての層序については、2・3の異論が出ている。

次に地質の記述をするが、この地域は新潟油田標準層序の各模式地に近く、岩質による対比が容易なため、各地層名は直接標準地層名を使うことにする。なお、各地層の詳しい記載は池辺⁶⁾が行ったので、ここでは、本地域の各累層の区分とその特徴を述べ、新たな事実を補足するにとどめる。

椎谷層：岩相から下部と上部に分けられる。下部は砂岩と泥岩の互層からなり、砂岩の多くは細粒～中粒で比較的分級度が良く、一部は含油砂岩となっている。泥岩は暗灰色を呈し、粘土質である。下位層との関係は見られない。

上部は安山岩質の角礫凝灰岩、同質粗粒凝灰岩、同質砂岩および泥岩からなるが、これらの乱堆積が多い。しかし、最上位では安山岩礫凝灰岩 (小豆大)あるいは同質砂岩など

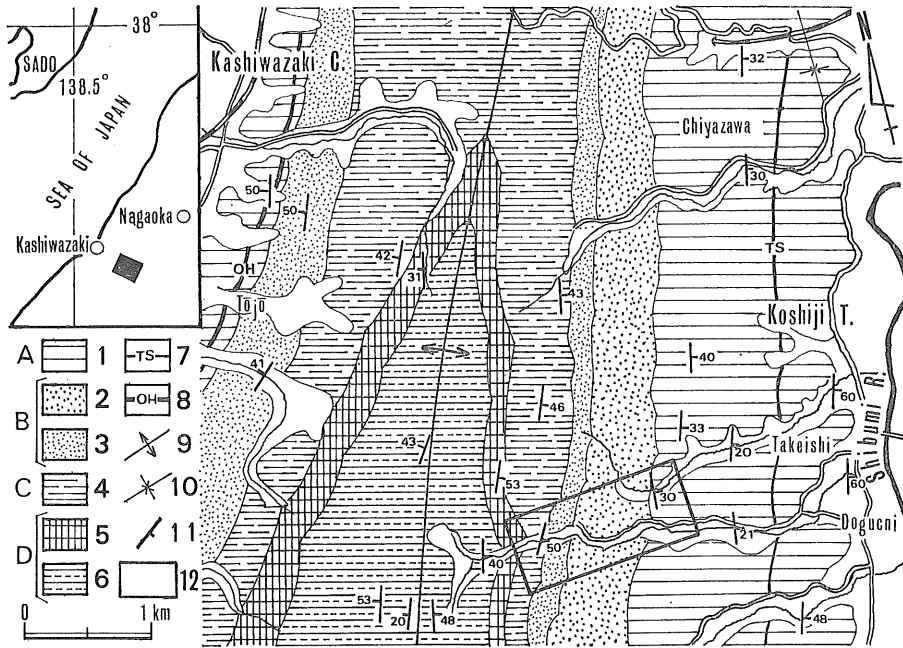


Fig. 1. Geological map of the Hachikoku district. 1 : Alternation of gravel, sand and mud; 2 : Fine- to medium-grained sand; 3 : Sandy siltstone; 4 : Massive mudstone; 5 : Alternation of andesitic tuff breccia, andesitic sandstone and mudstone; 6 : Alternation of sandstone and mudstone; 7 : “Tsukanoyama” tuff layer; 8 : “Ohirota” tuff layer; 9 : Anticlinal axis; 10 : Synclinal axis; 11 : Dip and strike; 12 : Inset showing details of sampling sites (Fig. 2); A : Uonuma Group; B : Haizume Formation; C : Nishiyama Formation; D : Shiya Formation.

と青灰色泥岩が互層し，上位へ除々に泥質部が増加し，やがて塊状泥岩へと移化する。この上部層は西翼で厚く東翼で薄い。

当累層はその下部は池辺⁶⁾の程平砂岩，泥岩互層（程平層），上部は八石山砂岩層に当たる。

西山層：安山岩質砂岩を含み層準をもって下限とした。本累層は青灰色泥岩を主体とし，全般に塊状であるが，ときに数10cmの白色火山灰層や砂岩の薄層を介在するほか，炭化した植物細片を含むことが普通である。軟体動物化石としては，*Yoldia thraciaeformis*, *Acila divaricata* を含み⁶⁾, *Pecten pechkami* の産出も報告されている⁷⁾。層厚は両翼とも約450mで，池辺⁶⁾の菅沼泥質岩層に当たる。

灰爪層：本累層は西山層から漸移し，上下2層に区分できる。下部層は風化が進んだ露頭では5～6cm単位のラミナの存在がわかるが，新鮮な岩質では塊状にみえる。岩質は西山層と比べて細砂分に富む灰色ないしは青灰色のシルト岩である。ときに10数cmの白色凝灰岩を介在するほか，保存の良い貝化石を産する。菅沼では，*Turritella saishuensis etigoensis*

を特徴とし、山横沢では *Rotalia papillosa compressiuscula* が多産し、*Pecten kurosawensis* var., *Glycymeris yessoensis*, *Lucina acutilineata* 等を伴う⁹⁾。このような下部層の厚さは両翼とも約 350 m である。

これに対し、上部層はとくに東翼において厚く発達している。下部層とは漸移の関係にある。岩質は細～中粒砂岩が主体でシルト質泥岩をはさむ。砂岩は風化して褐色を呈することが多く、生痕化石を密集する部分がある。西翼では著しく薄い。この上部層は宮下ほか⁹⁾の和南津層に当たる。

魚沼層群：両翼間では岩相および地層の厚さに大差がある。ここでは試料を採取した東翼を主体に述べる。下限は泥岩を交える砂岩の上位に最初に出現する亜炭層（約 1 m）の層準に定めた。最下部は海成・湖成の泥岩、礫岩（チャートが多い）が互層し、亜炭層の介在が多い。また *Ostrea* sp. が密集する単層が数枚はさまれる。これら一連の地層の上位は層理面の凹凸が著しく、連続性に乏しい砂岩や泥岩を主体とする地層となる。さらに上位では、やはり泥岩と砂岩の不規則な互層を主体とするが、下位と比べてより大径の礫岩層を伴う。火山灰層は多数存在し、これらの一部は鍵層として使用されている^{8)~10)}。地層の厚さは東翼では 1000 m 以上で、魚沼層群中に不整合とすべき侵食面は観察できない。しかし池辺⁹⁾は山潤細砂層* 最上部にある西翼の大広田凝灰質泥岩が東翼では欠除することなどを理由に、魚沼層群とその下の累層とは不整合であるとした。その後、新潟平野団体研究グループ⁹⁾は、西翼での大広田凝灰質泥岩層が、東翼の灰爪層最上位** のパミス泥岩としたものと同一と考え、不整合も確認していない。また宮下ほか⁹⁾は、大広田凝灰質泥岩は東翼で池辺⁹⁾が塚山互層最上位にした塚野山凝灰質泥岩に等しいと考えたし、下位累層と魚沼層群との関係は本地域では漸移するとみている。筆者は西翼の小田地域南方の小沢で大広田凝灰質泥岩周辺の層準に亜炭層の介在を観察していることから、少なくとも魚沼層群の最下部までこの層準を下げられると考えている。またすでに述べたように、東翼では灰爪層と魚沼層群は漸移関係であることから、池辺⁹⁾の西翼での大広田凝灰質泥岩が東翼で欠除することに根拠をおく東翼の灰爪層・魚沼層群間を不整合とする見解は改めなければならないと思う。ただ西翼の大広田凝灰質泥岩の東翼への対比の解釈は、前述したように灰爪層の上部から塚山互層の最上部（魚沼層群のほぼ中位）まで、東翼の厚さにして約 850 m を上下することになる。これは重大な層序的問題であり、今後ともより確実な証拠によってこの問題が解かれることが望まれる。

花粉分析の方法と結果

分析試料の採取は各累層が最も連続的に露出するルート（八石背斜の武石・程平部落間の道路に沿う沢）で行なった。このルートでは椎谷層の上部から魚沼層群の中位までが露出するが、試料は、とくに連続的に扱える椎谷層の最上位から魚沼層群の最下位まで、Fig. 2 に示す 130 地点から採取した。

花粉化石を濃集するための処理は、次に略記する方法で行なった。

* 池辺は灰爪層に対比している⁹⁾。

** 同グループはこれを魚沼層群最下部に変更した¹⁰⁾。

新潟県八石山地における新第三系の花粉層序

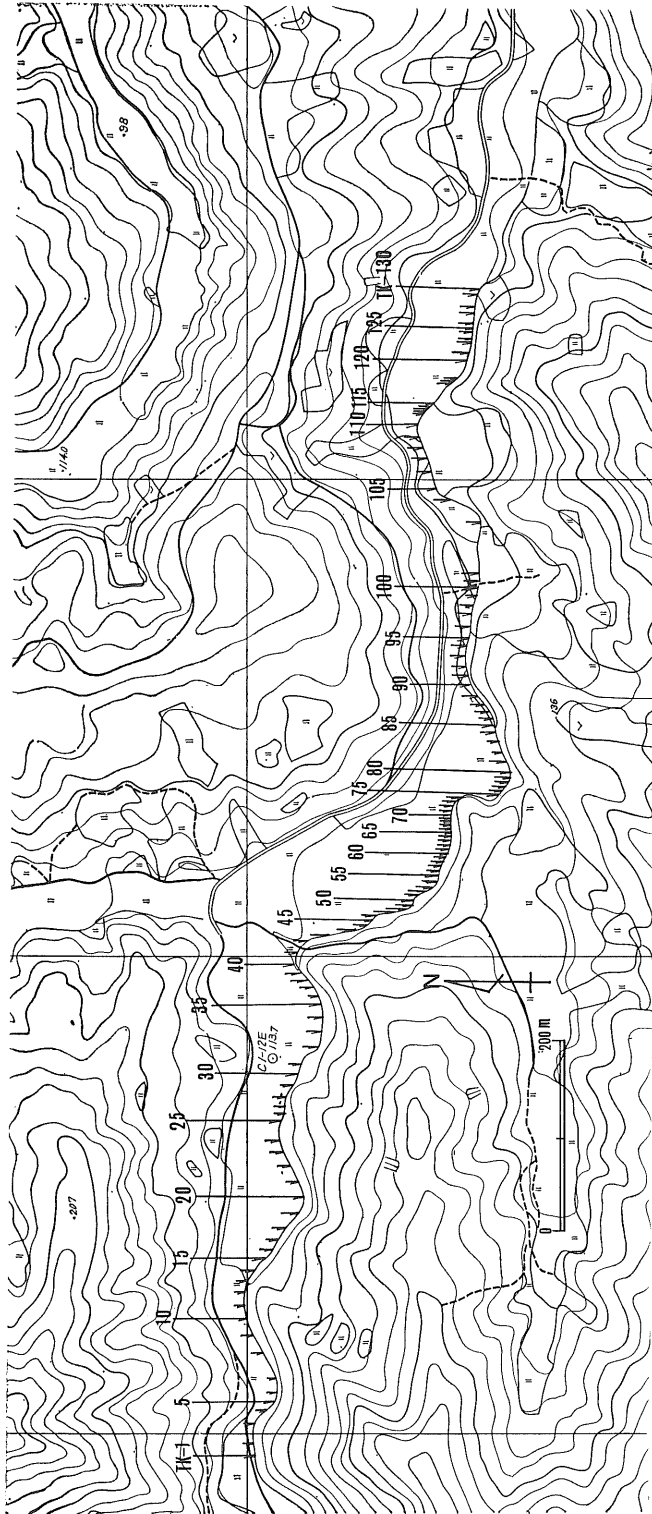


Fig. 2. Detailed map showing sampling localities.

乾燥 (110℃以下)→粉碎・篩分 (60メッシュ)→KOH (10%溶液)→水洗→HF (47%)
→水洗→HCl+HNO₃ (1:1)→水洗→アセトリシス処理 (酢酸処理を含む)→ZnCl₂
溶液 (比重:2.0)で比重分離→水洗→封入 (グリセリンゼリー)。

次にスギ科の花粉は産出が多く属の区別には重要な意味がある。*Cunninghamia* と
Sciadopitys の2属を除く他の諸属は形態的に酷似している。これらの区分は、28μm以下
の粒径のものを *Metasequoia* とし、他は一括して *Taxodiaceae* とした²⁾。

このようにして得た分析データは、主要産出花粉を選別し、自動作図プログラムによ
って、Fig. 3 に示すようにその産出率を図化した。なお、同定できない花粉 (主として
C₃P₃型) は同定可能な花粉とは別に記録するにとどめた。主要産出花粉のうち、とくに
重要な花粉について、以下に産出状況の説明を加える。

Metasequoia : 全層準から産出するが西山層の中位、灰爪層の下位で多産する。また
灰爪層の上位および魚沼層群では、不連続ではあるが高率な層準が多い。

Taxodiaceae : 椎谷層および西山層中部までは多産する。西山層上位から灰爪層最下位
では低率になるが、灰爪層下部から除々に増加し、中位の下方でピーク (TK-60, 52.0
%)となる。そして、灰爪層上位から魚沼層群 (下位) では再び低率となる。

Carya : 灰爪層の中位までは低率ながら連続的に産するが、それ以上では不連続になり
魚沼層群では産出しない層準が多い。

Alnus : 全層準から産出するが灰爪層下位から多産し始め、その後やや低率になるもの
の灰爪層中位以上では高率な層準が多い。

Fagus : 椎谷・西山両層で多産するが、とくに西山層最上位から灰爪層最下位で高率に
なり、その後灰爪層下位で除々に低率になる。そしてTK-60層準で最低率になり、3.5
%を産するにすぎない。この層準を境に再び増加し、TK-86でピーク (62.0%)とな
る。さらにこの上位の灰爪層ではやや低率になる層準がつづき、灰爪層の最上位から魚沼
層群にかけては、ばらつきはあるが多産する層準が多い。

Quercus*・*Ulmus*・*Zelkova : これらは全層準にわたってやや低率ながら産するが、特
記すべき産出の特徴はない。

Liquidambar : 灰爪層中位までは低率で連続するが、灰爪層上部では不連続になり、
魚沼層群 (下位) ではまれになる。

NAP (草本花粉) : *Alnus* の産出に似る。

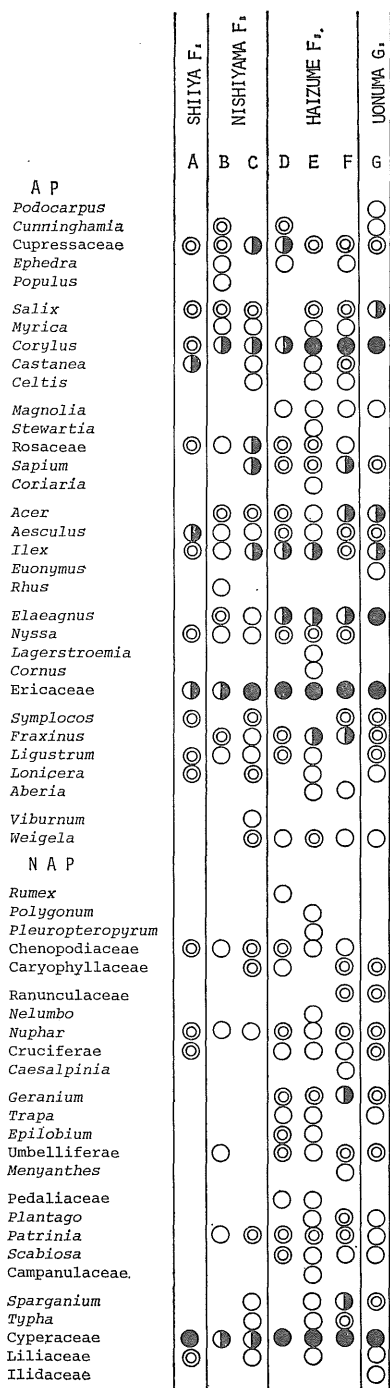
なお、Fig. 3 に示さない低率に産する花粉化石は、産出層準の頻度として Fig. 4 に一
括して表わした。

考 察

花粉化石は異地性が強く、とくに *Pinaceae* (マツ科) において顕著である。そのため
化石の扱いには注意を要し、とりわけ堆積環境と花粉組成との関係については吟味する必
要がある。本論では *Pinaceae* を前述した方法で扱っているが、花粉組成と堆積環境との
関係については次に述べたい。

一般に花粉組成の変化は、陸上の植生の変遷に必ずしも対応しているとは限らず、花粉
化石が堆積する過程で受ける影響の違いによって生ずる可能性もある。当地域の分析結果

新潟県八石山地における新第三系の花粉層序



A: Loc. No. TK- 1~ 8
 B: Loc. No. TK- 9~24
 C: Loc. No. TK-25~40
 D: Loc. No. TK-41~60
 E: Loc. No. TK- 61~ 90
 F: Loc. No. TK- 91~113
 G: Loc. No. TK-114~130

を岩相との関係 (Fig. 3 参照) でみると、花粉化石が特定の岩質に偏在していることはない。また、個別に化石種 (属) の産出をみても、その産出傾向が累層の境界付近で不連続になることは認められない。むしろ顕著な変化は同一累層の同一岩質中において生じている。したがって、当地域の花粉化石の組成の変化は岩質の違いをもたらした堆積環境の変移によって生じたものではなく、当時の陸上の植生の変化に対応したものとみなせる。ただ、灰爪層の上部や魚沼層群のような岩質の変化の多い層準で、化石の産出率にややばらつきが目立つ。これは堆積環境の変化の影響であると考え、大勢を把握するには支障はない。

東北裏日本の新第三系に関する花粉層序については、すでに各地で論じた^{1)~3)}。これらの地域で共通した一連の花粉組成の変化は下位より、*Carya*, *Liquidambar* の優勢から、*Taxodiaceae*, *Fagus* を主体とする組成へと、かなり明確に遷移することが認められている。この遷移層準は男鹿半島の船川層最下部にあることから、「船川遷移面」と命名された²⁾。八石地域の主な産出花粉化石の消長を層序との関係において模式化すれば、Fig. 5 のようになる。この図からも明らかであるが、全層準を通じて *Carya* や *Liquidambar* は低率であり、*Taxodiaceae* と *Fagus* の産出が主体となっている。このことは当地域で分析した最下位層準が船川遷移面層準より古くならないことを意味する。また、分析した層準の最上位まで、かなり多くの *Metasequoia* が伴っている。したがって八石地域の花粉層序は男鹿半島で設定した3つの花粉帯²⁾のうち、中間の *Taxodiaceae*-*Fagus* pollen zone I に含まれる内容をもっている (Fig

Fig. 4. Occurrences of rare pollen components which are not shown in the pollen diagrams (Fig. 3). Frequency symbols: Black circle, above 60%; Half-filled circle, from 30% to 59%; Double circle, from 10% to 29%; Open circle, under 9%.

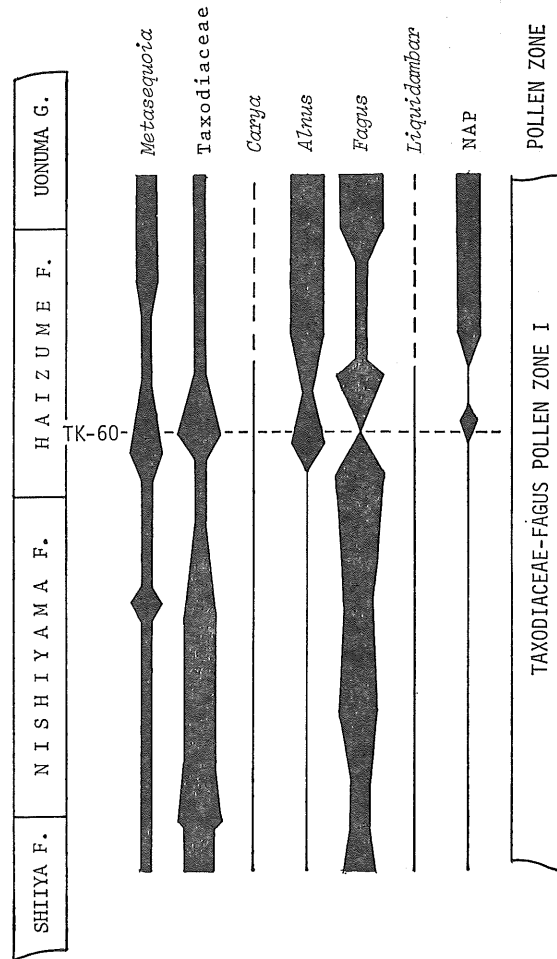


Fig. 5. Schematic diagram showing the rise and decline of major floral elements in the Hachikoku distrikt.

5)。また、男鹿半島地域ではこの花粉帯をさらに *Fagus* subzone と *Metasequoia* subzone とに区分できたが、当地域では細分できない。理由は前述のごとく当地域では *Taxodiaceae* と *Fagus* が主体であり、これらの消長が目立つ程度であるからである。この *Taxodiaceae* と *Fagus* は一方が高率化すれば他方は低率化するという関係にある。この変化を *Fagus* でみるならば、西山層最上位から灰爪層最下位にかけて高率であったものが、上位へ除々に低率化し TK-60 層準で最低率になり、再び上部へ高率化していく (Fig. 5)。このような現象が植生のかかなり普遍的な変化を反映したものであるならば、他地域の同一層準でも同じ現象が生じているはずである。このことを当地域と地層の対比が容易な地域で確かめることにした。すなわち、当地域の北部に当たる中央油帯地域を選び、出雲崎・中永ルート52層準について、花粉化石を扱ってみた。このルート周辺の地

質図は Fig. 6 に掲げ、試料採取地点は Fig. 7 に示す。分析方法等はすべて八石地域と同様である。分析結果は主要産出花粉を選び、Fig. 8 に表わした。この図から明らかなように、中央油帯地域でも *Taxodiaceae* および *Fagus* が当地域と同様に高率である。中央油帯地域では地層の露出が不連続なため、やや断片的な分析結果になったものの、問題の *Fagus* は西山層の上位から灰爪層の下位で高率に産し、その後、徐々に低率化していく。このことは八石地域と一致する。その後再び CH-32から CH-38層準にかけて高率化していく傾向が認められる。これは八石地域の TK-60 のような *Fagus* の最低率の層

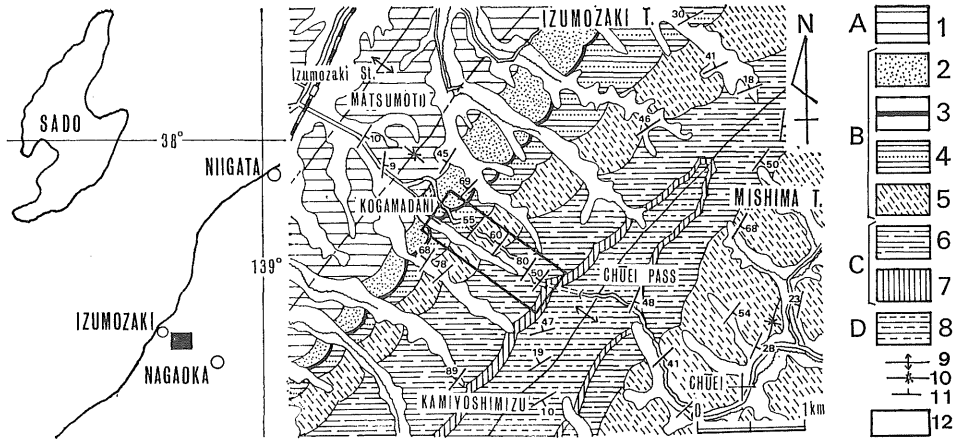


Fig. 6. Geological map of a part of the Chuo Oil-field. 1 : Alternation of sand and silt; 2 : Sandstone; 3 : "Natsukawa zone" (fossil shell layer); 4 : Alternation of sandstone and mudstone; 5 : Sandy mudstone; 6 : Silty mudstone; 7 : Alternation of sandstone and mudstone; 8 : Alternation of sandstone and mudstone (tuffaceous); 9 : Anticlinal axis; 10 : Synclinal axis; 11 : Dip and strike; 12 : Inset showing details of sampling sites (Fig. 7); A : Unuma Group; B : Haizume Formation; C : Nishiyama Formation; D : Shiiya Formation.

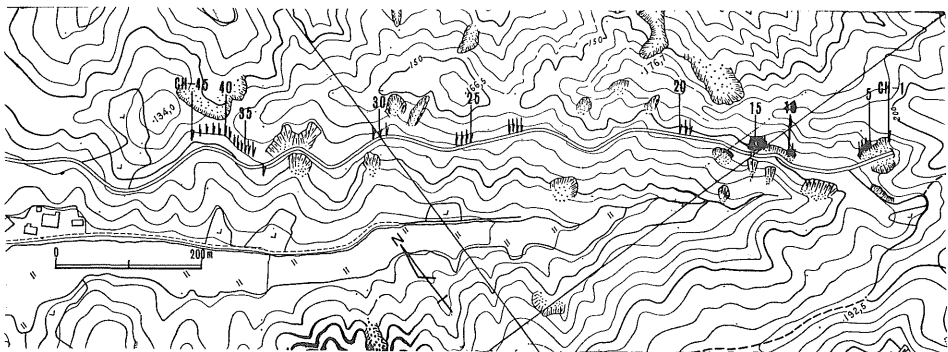
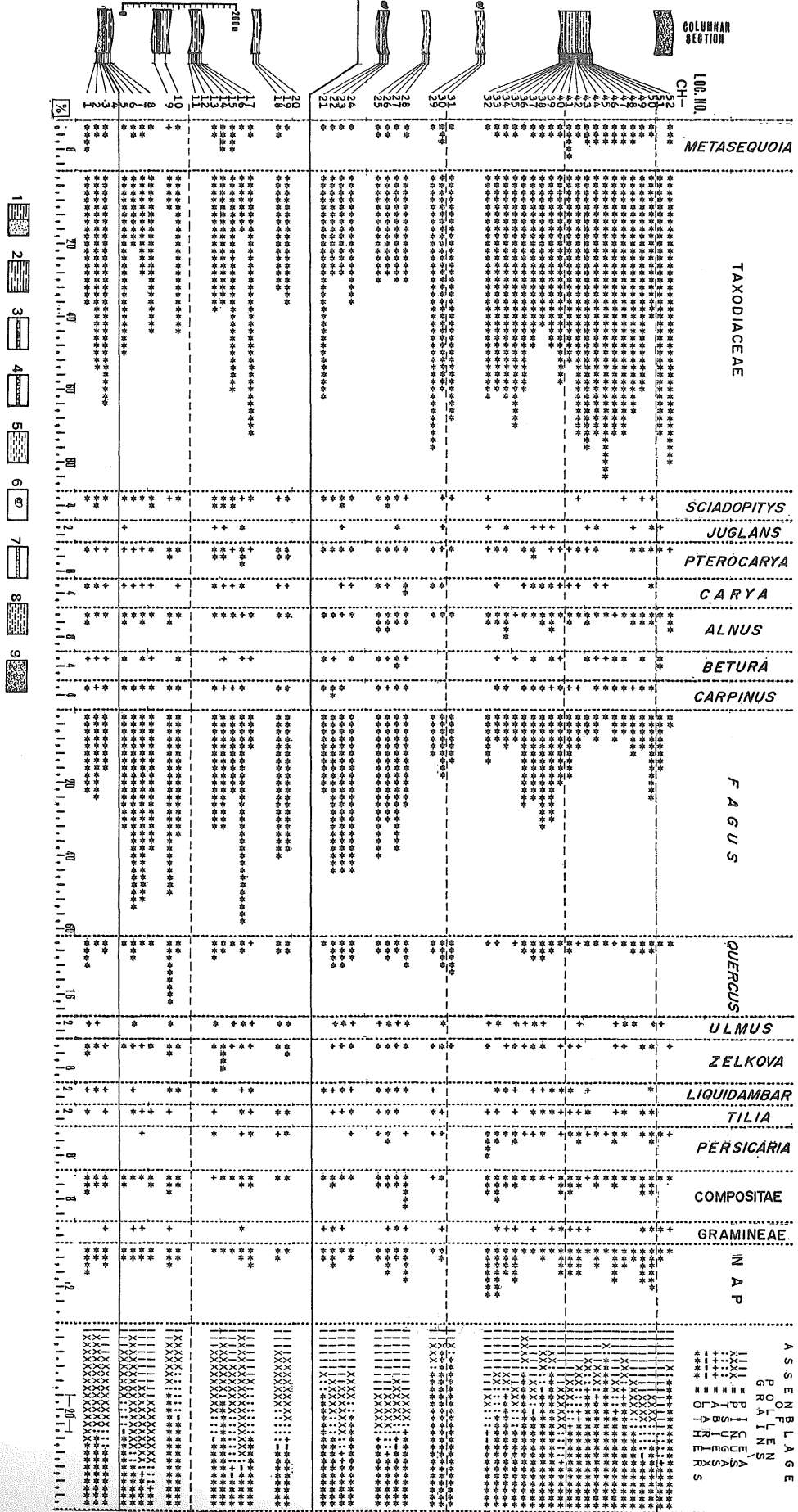


Fig. 7. Detailed map showing sampling localities.

NISHIYAMA F. HAIZUME. FORMATION

Fig. 8. Pollen diagram showing major floral components of the Chuo Oil-field. (see explanations given for Fig.-3). 1 : Alternation of sandstone and mudstone; 2 : Bluish gray massive mudstone; 3 : Calcareous nodule; 4 : Tuff layer; 5 : Sandy mudstone; 6 : Fossil shells (occurring scatteringlv); 7 : Coarse-grained sandstone; 8 : Alternation of sandstone and mudstone; 9 : "Natsukawa zone" (fossil shell layer).



準が CH—31・32間にあることを十分に予想させる。

他方、山野井・新戸部²⁾が分析した新潟県十日町市西部及び松代地域の池之畑層（灰爪層相当）においてもその下位で同様の現象がみられる。すなわち、ここでの C—50層準が八石地域の TK—60層準に対応するものと考えられる。さらにこの観点で男鹿半島の分析結果²⁾をみるならば、北浦層のほぼ中位に類似した現象がみられ、TK—60層準は北浦層の AI—68・69間にあることが予想される。前述のように、仮にこの現象が普遍的な植生の変化を反映しているのであれば、上記各地の層準は同一時間面として対比できるはずである。このことについては、さらに他地域でも確かめた後に断定したいと考える。

以上、八石地域の花粉組成について各地の分析結果と比較しながら考察を進めたが、当地域で扱った範囲の層準は他のいずれの地域の相当層準よりも連続的で高密度に花粉化石を得ることができた。この花粉組成によって推定される当時の植生は、前記のように大局的には *Taxodiaceae* や *Fagus* の花粉を高率に堆積させるものであった。しかし *Taxodiaceae* と *Fagus* の割合は常に一定ではなく、一方が増加すると他方が減少する関係が何回もあり、とくに灰爪層下位から中位層準にかけてのそれには顕著なものが認められた。

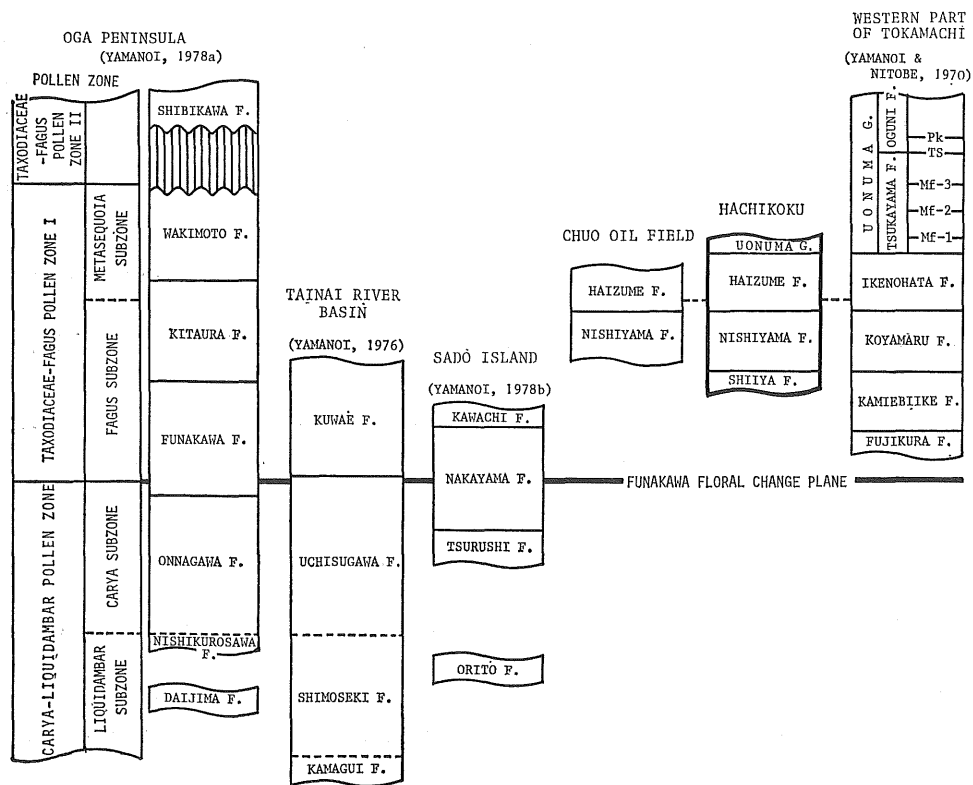


Fig. 9. Correlation of pollen stratigraphy of the Hachikoku district with those of five other localities.

Metasequoia は灰爪層の上部から魚沼層群へかけて不連続ながら高率な層準が目立つがこれは男鹿半島での *Metasequoia subzone*²⁾ に対比できるかも知れない。*Alnus* や NAP (草本性花粉) が灰爪層以上で徐々に増えるのは、堆積水減が次第にせまくなってきたことを、岩質の変化とともに示している。他地域の船川遷移面以下で産出の主体となっていた *Carya* や *Liquidambar* の花粉は^{1)~3)}、当地域では椎谷層から西山層、灰爪層の下部まで低率ながら連続している。しかし、灰爪層の上部からこれらの産出が不連続になり、*Liquidambar* は魚沼層群においては、わずか1層準で産出を認めたにすぎない。十日町市周辺の魚沼層群からは^{4), 5)}、*Carya*、*Liquidambar* の花粉化石を検出していないことから、これら両属は、魚沼層群堆積期の早期に著しく衰退していったことが推定される。このことから、今回得られた一連の花粉組成は大局的には暖帯要素が優勢な台島型植物群に対応する *Carya-Liquidambar pollne zone*²⁾ 以後の第四紀の氷期の植生に至る間の過渡的な植生を反映しているものと理解する。

当地域と他地域との花粉層序との関係については、すでにふれてきたが、これらのまともも兼ね、各地の花粉組成から地層の対比を試みるなら、Fig. 9 のようになる。

要 約

新潟県中部の八石山地は新第三紀後期から第四紀初期の地層の発達が良い。この地域のうち、とくに連続露頭があるルートを選び花粉分析を行なった。扱った地層は椎谷層から魚沼層群までであり、この間の西山・灰爪両層は全層準にわたって化石を得ることができた。その結果、次の諸点が明らかになった。

(1) 全層準をとおして、*Taxodiaceae*、*Fagus* が優勢であり、このような花粉組成は男鹿半島の花粉化石帯の *Taxodiaceae-Fagus pollen zone I* に含まれる内容である。

(2) *Fagus* の産出は灰爪層下位 (TK-60層準) を最低率とし、その上下層準で徐々に高率化する傾向が顕著に認められる。同様な現象は、新潟県中央油帯でもみられるし、十日町市西部および秋田県男鹿半島でも類似の現象がある。これらの現象がさらに広く各地で認められるならば、規準面の設定に有力なものとなる。

(3) 今回得られた一連の花粉組成は、暖かい要素の多い第三紀型植物群よりは後の時代の、第四紀の氷期の植生に至る間の過渡的な植生を反映したものと理解される。

引 用 文 献

- 1) 山野井 徹：新第三系の花化石—新潟県胎内川流域—。新潟大理地誌研報，no. 4，(西田 彰—教授退官記念論文集)，197—206，(1976)。
- 2) ————：男鹿半島における新第三系の花化石層序。地質雑，84，69—86，(1978)。
- 3) ————：佐渡(中山峠)における新第三系の花化石層序。石油技術協会誌，43，119—127，(1978)。
- 4) ————：魚沼層群の花化石層序学的研究—その I，十日町市東部地域—。新潟大理地誌研報，no. 3，89—100，(1970)。
- 5) ————，新戸部 隆：魚沼層群の花化石層序学的研究—その II，十日町市西部地域—。第

新潟県八石山地における新第三系の花粉層序

- 四紀研究, 9, 53—66, (1970)。
- 6) 池辺展生：新潟県八石・小千谷油田の層序。石油技術協会誌, 8, no. 5, 19—30, (1940)。
 - 7) 大森昌衛, 歌代 勤：本邦から産する *Pecten Peckhami* GABB について。新生代の研究, no. 19, 21—30, (1954)。
 - 8) 宮下美智夫, 三梨昂, 鈴木尉元, 島田忠夫, 影山邦夫, 樋口茂生：日本油田・ガス 田図7, 「魚沼」地質説明書。1—36, 地質調査所, (1972)。
 - 9) 新潟平野団体研究グループ：小国盆地の魚沼層。地質見学案内書, 1—22, (1969)。
 - 10) —————：新潟県刈羽郡小国町地域の魚沼層群—新潟県の第四系・その XII 一。新潟大教育高田分校紀要, no. 15, 263—290, (1970)。

Fig. 2, 7 に掲載した地図は新潟県発行の5千分の1森林基本図を同県の承認を得て複製したものである。昭和53年5月11日付治第538号。

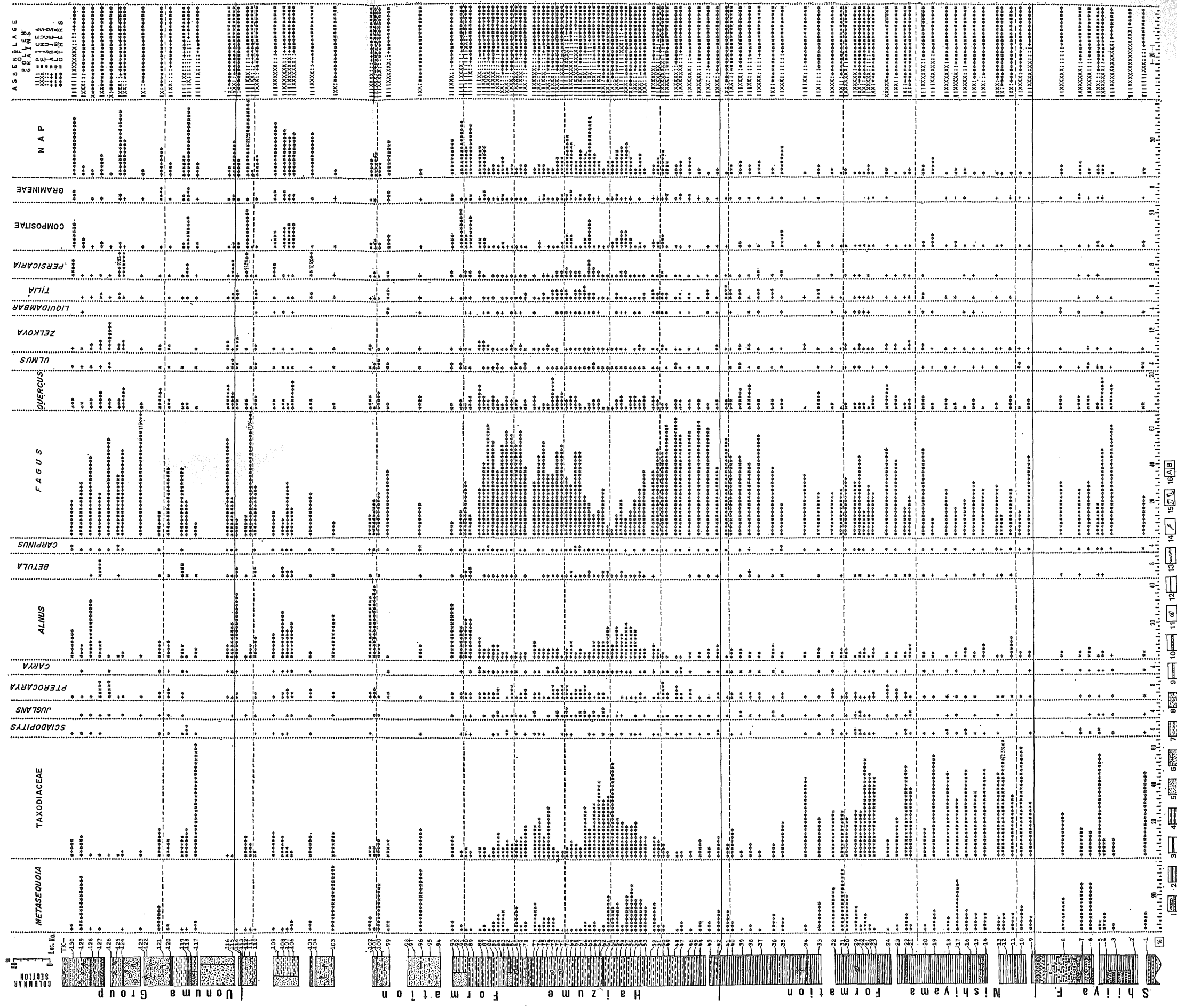


Fig. 3. Pollen diagram showing major floral components of the Hachikoku district. Two sets of numbers are used for counting: all pollen except Pinaceae, $N=200$; and pollen in the "Pinaceae vs. other", $N=100$ (shown at the right-hand). Pollen abundances expressed as proportional to the length of bars consisting of a row of asterisks and their actual percentages indicated by the scale at the bottom of the diagram. The + symbol indicates pollen abundances less than those represented by one asterisk mark. Abbreviations: NAP, nonarboreal pollen. 1 : Andesitic tuff breccia and andesitic sandstone; 2 : Massive bluish gray mudstone; 3 : Plant fragment (concentrated); 4 : Sandy or silty mudstone; 5 : Medium-grained sandstone; 6 : Fine- to medium-grained sandstone; 7 : Silty mudstone; 8 : Gravel; 9 : Very coarse grained sand or gravel; 10 : tuff layer; 11 Fossil shells (occurring scatteringly); 12 : Lignite; 13 : *Ostrea* bed; 14 : Plant fossils (occurring scatteringly); 15 : Clay pipe (trace fossils); 16 : Alternation of A and B.