

## 中間温帯林域における花粉分析学的研究 その2 東北地方北東部

内 山 隆

千葉経済短期大学 〒260 千葉市轟町4-3-30

Palynological Studies of Alluvial Sediments in the  
Mid-temperate Zone of Japan (II)  
Northeastern Area of the Tohoku District

Takashi UCHIYAMA

*Chiba-Keizai College, Todoroki-cho 4-3-30, Chiba 260, Japan*

(1990年3月5日受理)

Comparative studies on the twelve pollen diagrams (including five pollen diagrams reported in my previous paper) from twelve areas on the Pacific side in the Tohoku district clarified the following vegetational history in the present mid-temperate zone for the past 5,000 years.

1 The late-postglacial vegetation in the mid-temperate zone was basically characterized by a *Quercus* forest.

2 The present northern limit of a temperate ever-green forest is situated in the mid-temperate zone area, but the vegetation mixed with *Cyclobalanopsis* did not extend beyond the northern area of Futaba-Gun in Fukushima Pref.

3 *Fagus crenata* forest began to increase in the Futaba-Gun area after the *Quercus* forest time.

4 The secondary forest was formed due to human activities even about 3,000 years B. P.

For the past 1,000 years, the forest mixed with *Fagus japonica* and *Abies firma* remained in the southern area of the district where *Fagus crenata* decreased and *Zelkova* forest in the northern area.

**Key words** : Pollen analysis, Temperate zone, Vegetational history.

### 緒 言

東北地方の太平洋側平野部は緯度に沿って暖温帯常緑樹林域から冷温帯落葉樹林域へと植生が推移する地域である。筆者は前報<sup>(1)</sup>で北緯 37° 2' 50'' の地点から北緯 37° 53' 27'' の地点までの 5 地点で花粉分析を

行った。

この地域は吉岡<sup>(2,3)</sup>によると、スタジイ林の北限域 (37° 10' N) を含み、またカジ林の北限域 (38° 3' N) にも近接する地域である。

スタジイ林およびカシ林の起源とその植生の成立過

程を明らかにする目的で分析した結果、各花粉変遷図の中でシイ林の存在を示す *Castanopsis* 型化石花粉の出現状態から、最も南部の地点付近にシイ林が存在し、*Cyclobalanopsis* 型化石花粉の出現状況から、カシ林は南部の2地点付近に存在していたものと考えられた。また、シイ林、カシ林ともこの地域の植生を構成する主要な樹種としての存在は、現存植生の北限域よりも南方にかたよって分布していたものと考えられた。

一方、中間温帯林を特徴づけるモミ林やツガ林の存在は、*Abies*、*Tsuga* 型化石花粉の出現から、最も南部の地点付近にツガ林が点的に存在し、モミ林は、不連続ではあるがこの地域に広く分布していたものと考えられた。

このような前報の結果にもとづき、冷温帯域に推移する植生の成立過程を比較するために、仙台平野北部と冷温帯域の山地を対象として分析を行った。

さらに前報の結果を含めて、北東部の結果をまとめた。

### 試料および方法

柱状試料の採取地点は Fig. 1 に示した。柱状試料断面図および $^{14}\text{C}$ 年代測定値は前報で示したが、いずれの堆積物も泥炭あるいは泥炭質粘土を含むことが多く、狭在する砂や礫に河川の影響が認められるものの、後背地の凹地にヨシやスゲを主とする泥炭が形成される堆積環境にあった。

ヒラー型ハンドボーラーにより採取された試料は、風乾後 10 cm あるいは 5 cm 間隔でサンプリングを行い、 $\text{KOH-ZnCl}_2$  酢化法により処理し、グリセリンジェーリーで封入した。

また、地点間の結果を比較するために、試料の乾重および処理に用いる遠沈管、カバーガラス、スライドガラスの重量を測定しておき、抽出された花粉、胞子の総数を算出し、試料の乾重あたりに含まれる花粉粒数を求めた。

検鏡は 400 倍で行ない、樹木花粉 200 個以上を基数として各化石花粉胞子の比率を百分率で示した。

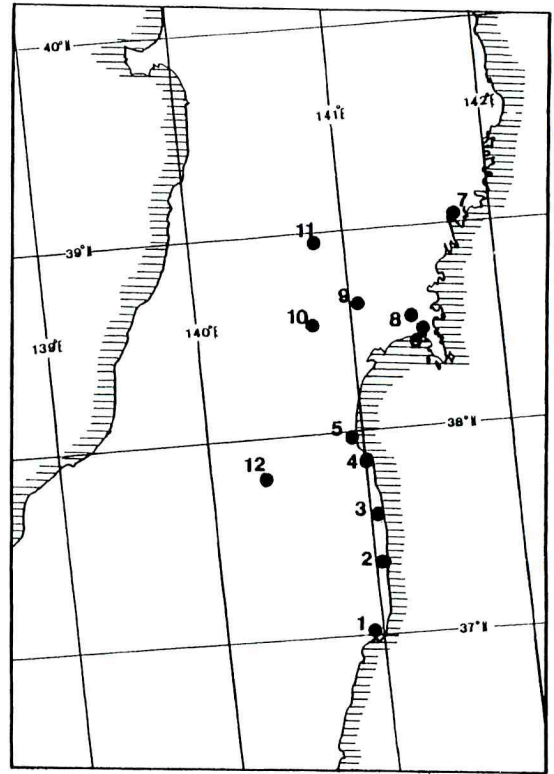


Fig. 1. Sampling sites of this study (No. 6-12) and of previous study (No. 1-5).

### 結 果

#### 分析地点 6 (宮城県石巻) Fig. 2

全層を通じて 62 種類の化石花粉および胞子を検出した。主要な樹木花粉の消長から、次の 3 つの花粉帯を識別した。

- I) *Pinus* 帯 (0-40 cm)
- II) *Zelkova-Quercus-Fagus* 帯 (40-220 cm)
- III) *Zelkova-Fagus-Quercus* 帯 (220-380 cm)

花粉帯 I は *Pinus* が 40% 以上で優占的に出現している。

花粉帯 II は *Zelkova*, *Quercus*, *Fagus* がともに約 20% の出現率を示している。*Zelkova* は花粉変遷図では *Ulmus + Zelkova* として示したが、現在の両属の分布状態からそのほとんどを *Zelkova* とみなした。以下の地点でも同様である。

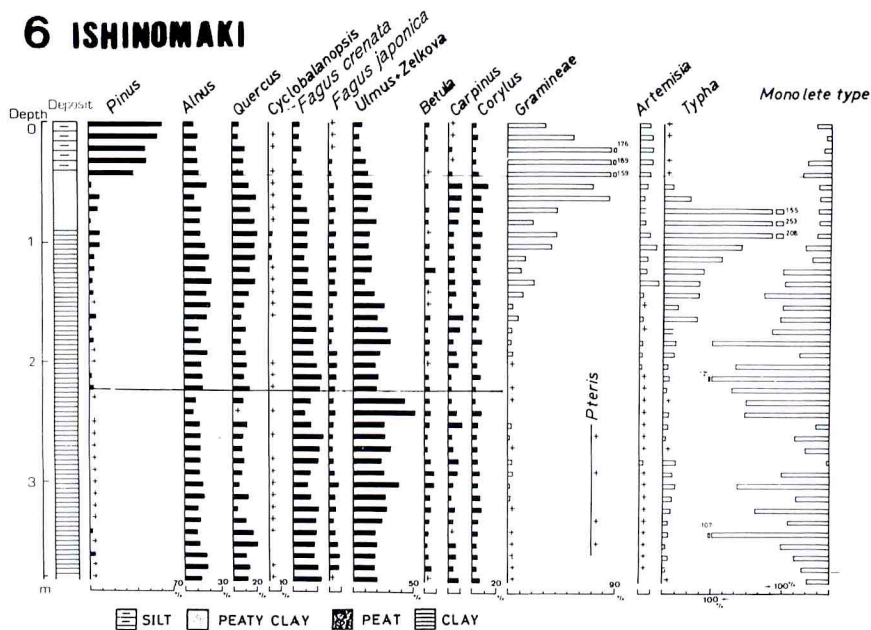


Fig. 2. Pollen diagram of the sediments from sampling point No. 6 (ISHINOMAKI : Miyagi Pref.).

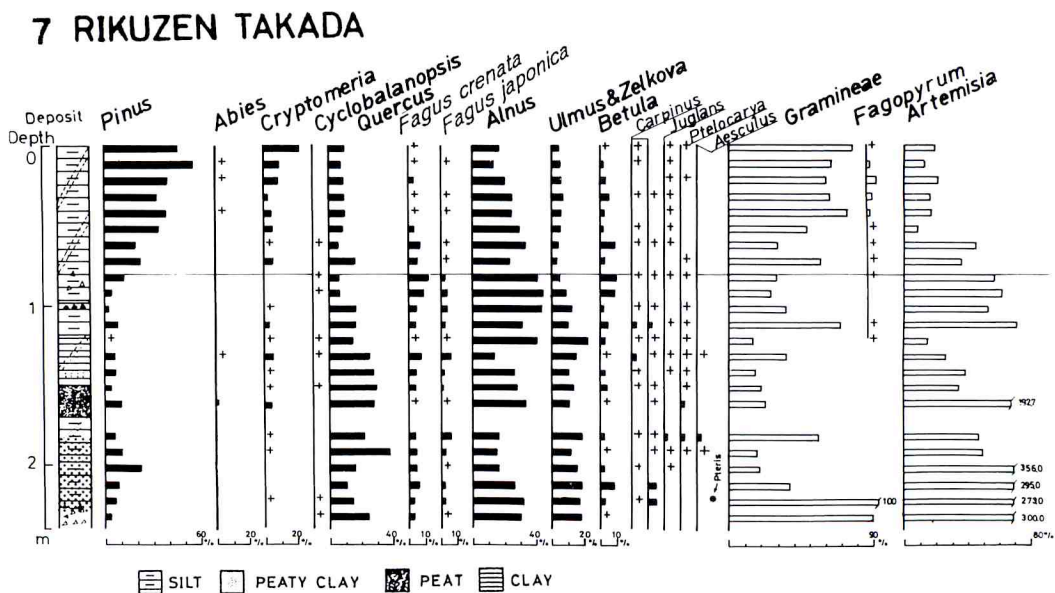


Fig. 3. Pollen diagram of the sediments from sampling point No. 7 (RIKUZEN TAKADA Iwate Pref.).

花粉帯Ⅲでは *Zelkova* が最高約 50% を示し、*Fagus* が約 20%、*Quercus* が約 10% でこれに次いでいる。

*Fagus* は *F. crenata* を主とする消長を示し、*F. japonica* は約 10% 以下で推移している。

堆積物はほとんどが粘土で、砂や礫などの河川の影響がみられないことから、前報および竹内、<sup>(4)</sup> 小元・大内<sup>(5)</sup> の年平均堆積速度の範囲から、中間的な値 (0.8 mm/year) を適用すると、最下部の年代は約 4,700 年前と推定される。

#### 分析地点 7 (岩手県陸前高田) Fig. 3

全層を通じて 69 種類の化石花粉および胞子を検出した。主要な樹木花粉の消長から、次の 2 つの花粉帯が識別された。

I) *Pinus-Cryptomeria* 帯 (0-70 cm)

II) *Quercus-Alnus-Zelkova* 帯 (70-230 cm)

花粉帯 I は *Pinus* が約 40% で優占的に出現する。また、*Cryptomeria* が表層部で 20% に達している。

花粉帯 II は *Quercus* が約 30% 出現する。また *Alnus* の出現率は 40-20%、*Zelkova* は約 20% である。

堆積物には砂や礫などが混入しているので 1.0 mm/year を年平均堆積速度と考えれば、最下部の堆積年代は約 2,300 年前と推定される。

#### 分析地点 8 (宮城県飯野川) Fig. 4

全層を通じて 79 種類の化石花粉および胞子を検出した。主要な樹木花粉の消長から、次の 3 つの花粉帯が識別された。

I) *Pinus-Fagus-Quercus* 帯 (0-110 cm)

II) *Zelkova-Quercus* 帯 (110-240 cm)

III) *Alnus-Zelkova-Quercus-Fagus* 帯  
(240-420 cm)

花粉帯 I では *Pinus* が優占的で、*Fagus* と *Quercus* がそれぞれ約 20% 出現している。

花粉帯 II では *Zelkova* が約 30%、*Quercus* が約 20%、*Fagus* が約 15% 出現している。

花粉帯 III では *Alnus* が約 40% で優占的であり、

*Zelkova*、*Quercus*、*Fagus* がそれぞれ約 20% でこれに次いでいる。

*Fagus* に含まれる *F. japonica* の割合は Miyoshi & Uchiyama<sup>(6)</sup> によると、花粉帯 I で約 25%、花粉帯 II で約 28%、花粉帯 III で約 12% であり、下層から表層部にかけて増加している。

堆積物は深さ 200 cm までは泥炭質であり、深さ 180 cm の <sup>14</sup>C 年代値が 3,690 ± 90 yr. B. P. であることから、200 cm 以浅の堆積速度は 0.45 cm/year となる。200 cm 以深は均一な粘土であり、1.0 mm/year を年平均堆積速度と考えると、最下部の堆積年代は約 6,200 年前と推定される。

#### 分析地点 9 (宮城県蕪栗沼) Fig. 5

全層を通じて 78 種類の化石花粉および胞子が検出された。主要な樹木花粉の消長から、次の 3 つの花粉帯が識別された。

I) *Pinus-Cryptomeria* 帯 (0-100 cm)

II) *Fagus-Quercus* 帯 (100-190 cm)

III) *Quercus-Fagus-Zelkova* 帯 (190-310 cm)

花粉帯 I では *Pinus* が約 50% 以上で優占的であり、この花粉帯の上部で *Cryptomeria* が約 10% 出現するのが特徴的である。

花粉帯 II では *Fagus* が約 30% 出現し、*Quercus* は約 20% でこれに次いでいる。

花粉帯 III では、*Quercus* が約 30% 以上を示し、*Fagus*、*Zelkova* が約 20% でこれに次いでいる。

*Fagus* に含まれる *F. japonica* の割合は、花粉帯 I で約 16%、花粉帯 II および III では約 11% であり、分析地点 8 と同様に表層で増加している。また草本花粉の出現状況にも類似する点が多く、3 つの花粉帯はそれぞれ同年代のものと考えられる。

堆積物は砂礫を混入する上半部 (0-90 cm) と粘土を主とする下半部 (90-310 cm) に二分されるが、花粉変遷図の類似から、分析地点 8 の <sup>14</sup>C 年代測定値を参考にして 0.5 mm/year を年平均堆積速度と考えると、最下部の年代は約 6,200 年前と推定される。

#### 分析地点 10 (宮城県葉来山) Fig. 6

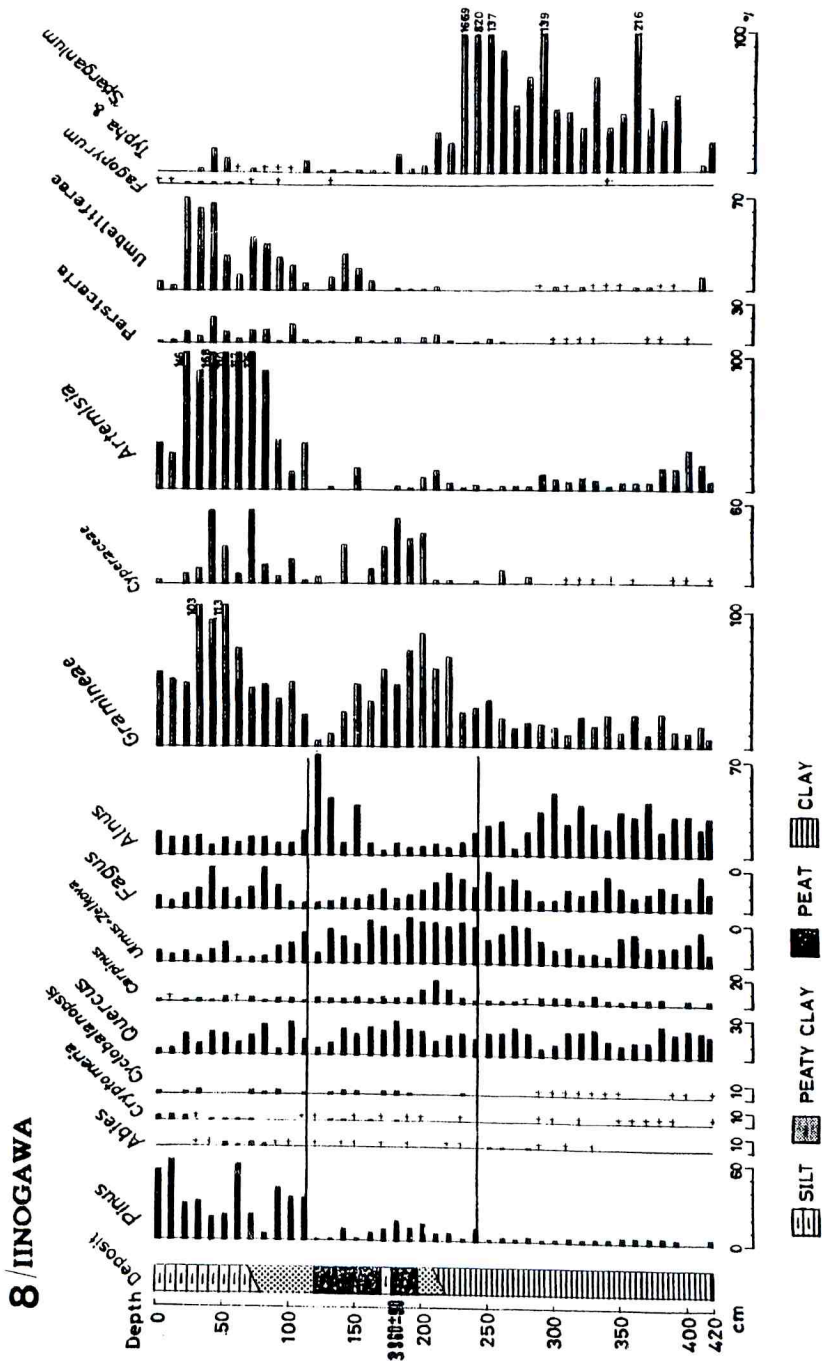


Fig. 4. Pollen diagram of the sediments from sampling point No. 8 (IINO GAWA : Miyagi Pref.).

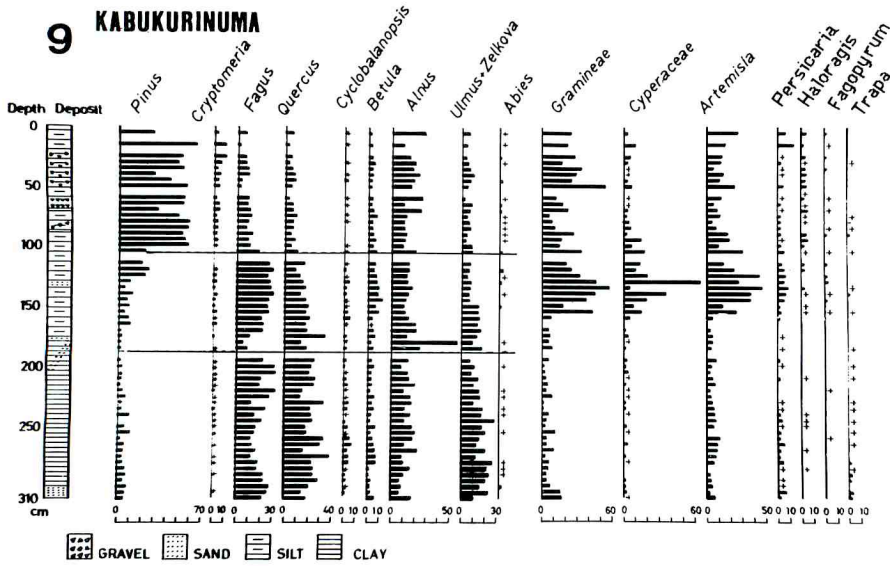


Fig. 5. Pollen diagram of the sediments from sampling point No. 9 (KABUKURINUMA : Miyagi Pref.).

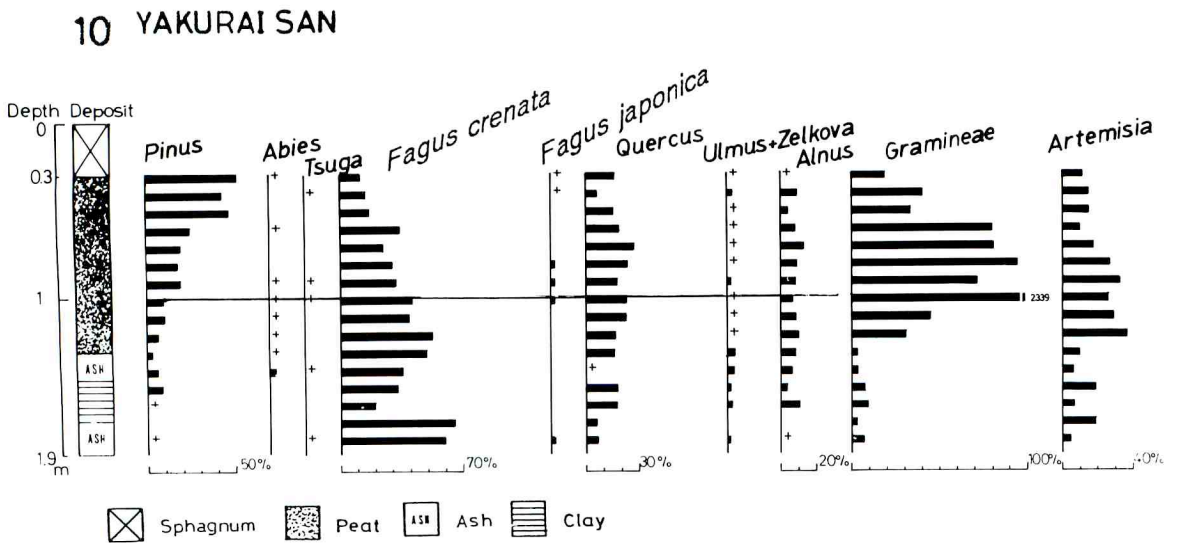


Fig. 6. Pollen diagram of the sediments from sampling point No. 10 (YAKURAI SAN : Miyagi Pref.).

全層を通じて 63 種類の化石花粉および孢子が検出された。主要な樹木花粉の消長から、次の 2 つの花粉帯が識別された。

I) *Pinus-Fagus-Quercus* 帯 (30–100 cm)

II) *Fagus-Quercus* 帯 (100–180 cm)

花粉帯 I では *Pinus* が 50% に達し、優占的である。また、*Fagus* は約 30%、*Quercus* は約 20% の出現率を示している。

花粉帯 II では *Fagus* が約 50% で優占的となり、*Quercus* は約 20% でこれに次いでいる。

*Fagus* は *F. crenata* を主としており、*F. japonica* は両花粉帯とも 5% 以下である。

堆積物は深さ 130 cm までが均一なミズゴケ泥炭であるが、130 cm 以深では礫混じりの粘土である。従って、上半部の泥炭の堆積速度を坂口<sup>(7)</sup>の資料から 0.9 mm/year、下半分のそれを 1.0 mm/year と考えると、最下部の堆積年代は約 2,000 年前と推定される。

分析地点 11 (宮城県世界谷地) Fig. 7

全層を通じて 53 種類の化石花粉および孢子が検出された。主要な樹木花粉の消長から、次の 3 つの花粉帯が識別された。

I) *Fagus-Pinus-Quercus* 帯 (0–40 cm)

II) *Quercus-Fagus* 帯 (40–80 cm)

III) *Betula-Tsuga-Abies-Picea* 帯 (80–160 cm)

花粉帯 I では *Fagus* が出現率 50% 以上で優占的であり、*Pinus*、*Quercus* がそれぞれ約 10% でこれに次いでいる。

花粉帯 II では *Quercus* が 40% に達し、*Fagus* は約 30% でこれに次いでいる。

花粉帯 III は *Betula* が 30% 以上で優占的であり、*Abies*、*Picea*、*Tsuga* などの針葉樹は約 30% 出現する。

本地点の *Fagus* については、内山<sup>(8)</sup>によると花粉帯 III に *F. japonica* が僅かに含まれるものの、*F. crenata* を主としている。

堆積物は深さ 55–60 cm、80–105 cm の部分に火山灰層を含んでいる。とくに 80–105 cm の層を境にして

花粉組成に不連続な傾向が認められる。また、この地域で得られている <sup>14</sup>C 年代測定値<sup>(9,10)</sup>では深さ 100 cm 付近の年代は約 7,000 年前とされているが、ミズゴケ泥炭の平均的な堆積速度と大きな隔りがある。この原因の一つには、2 つの火山灰層による堆積状態の変化や、何らかの原因で二次的な堆積物の混入によるものと考えられるが、ここでは年代値を確定できないので、最下部から連続的にミズゴケ泥炭が堆積したものとして 0.9 mm/year を適用すれば、少なくとも最下部の堆積年代は約 1,800 年前と推定される。ただし、花粉帯 III の花粉組成は晩氷期か RI に対比されるので、最下部の年代は今後の検討課題である。

分析地点 12 (福島県女沼) Fig. 8

全層を通じて 66 種類の化石花粉および孢子が検出された。主要な樹木花粉の消長により次の 2 つの花粉帯が識別された。

I) *Pinus* 帯 (0–10 cm)

II) *Fagus-Quercus* 帯 (10–210 cm)

花粉帯 I では *Pinus* が表層部で約 60% 出現し、優占的である。

花粉帯 II では *Fagus* が約 40% 連続的に出現し、*Quercus* は約 20% でこれに次いでいる。

堆積物は泥炭および泥炭質粘土である。この地点の <sup>14</sup>C 年代値は川村<sup>(11)</sup>によると深さ 150 cm で 1,170 ± 70 yr. B. P. である。年平均堆積速度を 1.3 mm/year と考えると、最下部の推積年代は約 1,600 年前と推定される。

## 考 察

本研究の分析試料の年代は、ほとんどが約 5,000 年前以降であり、塚田<sup>(12,13)</sup>の花粉帯区分における R II 以降に対比される。この年代を含む植生変遷は、花粉分析学的に各地で明らかにされつつあるが、東北地方では Yamanaka<sup>(14)</sup> が山地帯から亜高山帯の地域についてまとめている。これによると、標高 1,000 m 以下の山地帯では、約 7,000 年前から約 1,500 年前までは、ブナ属の優占する花粉帯が示されている。一方、標高

### 11 SEKAIYACHI

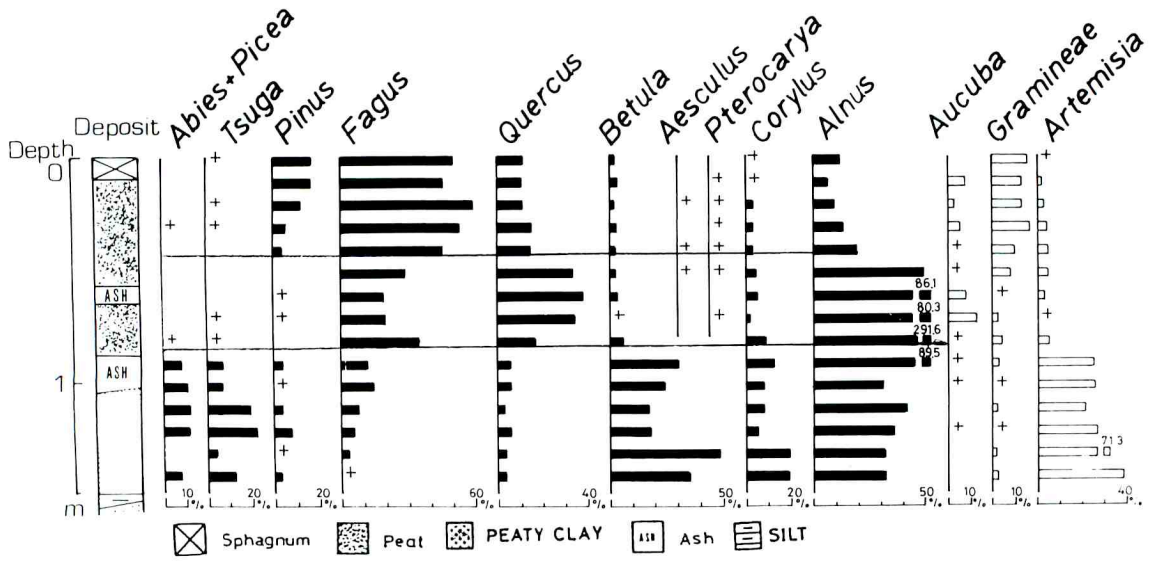


Fig. 7. Pollen diagram of the sediments from sampling point No. 11 (SEKAIYACHI : Miyagi Pref.).

### 12 MENUA

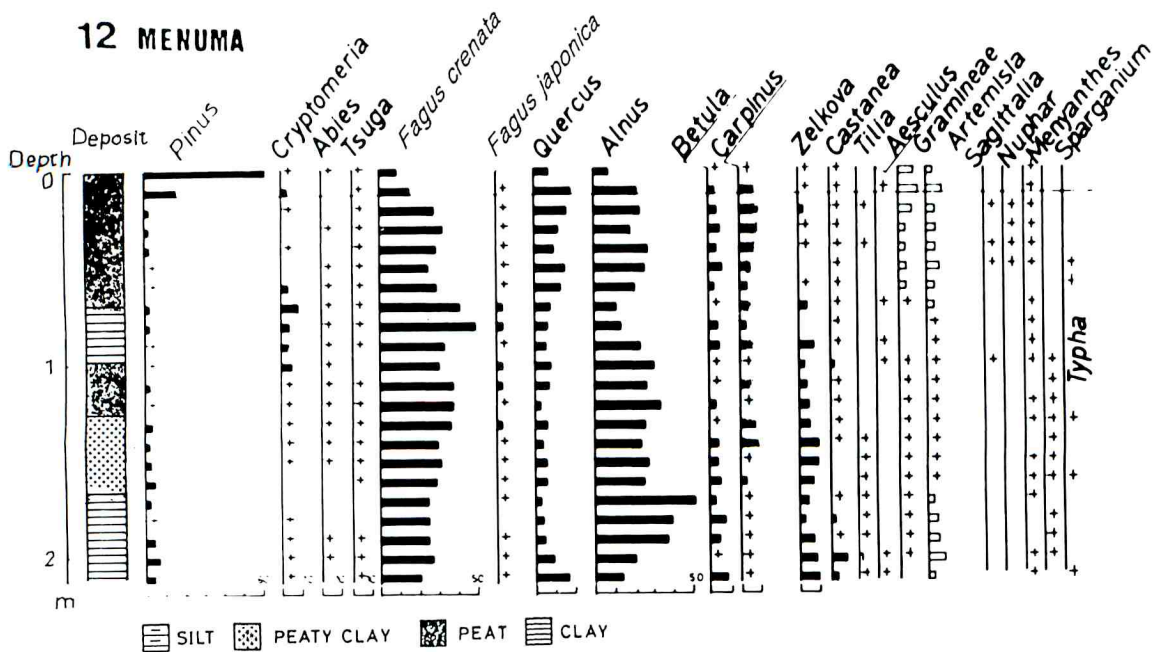


Fig. 8. Pollen diagram of the sediments from sampling point No. 12 (MENUA : Fukushima Pref.).



1,000 m以上の地域では、約3,500年前を境として亜高山性針葉樹の増加により、気候の冷涼化が示され、塚田のRⅡからRⅢa花粉帯への移行に対比されている。

一方、低地ではSohma,<sup>(15)</sup> 山中,<sup>(16)</sup> 安田,<sup>(17)</sup> 小元・大内,<sup>(5)</sup> 竹内,<sup>(4,18)</sup> 川村<sup>(11)</sup>などの諸報告があるが、いずれの場合も後氷期に優占する化石花粉はコナラ亜属とブナ属である。とくにコナラ亜属が優占する場合が多く、ブナ属の優占する山地帯とは異なるが、気候の冷涼化を示す明らかな変遷が認められない点では共通する。

僅かな気温差を原因として、塚田<sup>(12)</sup>は「RⅢa帯が花粉分布図では明白に示されない事がある。」と指摘している。従って、東北地方の亜高山帯のように気候帯と植生帯が比較的単純な対応関係を示す地域では、僅かな気温差が、優占種の垂直的な分布範囲の変化に結びつくが、山地帯や低地帯では水平分布上での移動は緩慢なものとなり、植生の変遷に結び付きにくいものと考えられる。

本研究において、識別された平野部の各花粉帯が気候変動に対比される優占樹種の変遷を示していない点は上記の原因に加えて気候変動に伴う海退による沖積地の拡大や堆積環境の変動が植生の成立に影響したのと考えられる。

田崎<sup>(19)</sup>によると、この地域の泥炭形成期は海水準の変動と関係があり、約4,500年前に始まった海退期以降としている。また、竹内<sup>(4)</sup>が指摘したように、同地域で約4,000年前に珪藻化石が海水性のものから淡水性のものへ変化していることも、海退に伴う堆積環境の変化を示していると考えられる。

このような平野部の植生の成立過程について、主要な樹木花粉の出現率を、地点間で比較することにより考察した。本研究では広域的な植生の比較を行うために局地的な分布を示す *Alnus* を除き、各地の花粉変遷図に主要な出現を示している *Pinus*, *Quercus*, *Abies*, *Cyclobalanopsis*, *Fagus japonica*, *Fagus crenata*, *Carpinus*, *Zelkova* の8種類について、各

花粉帯に含まれる花粉粒数を算出し、8種類の合計粒数を基数として百分率で示したものがFig. 9-12である。

#### 1) *Pinus* Fig. 9

*Pinus* は塚田による花粉帯区分のRⅢbを特徴づける花粉であり、本研究で識別された最上部の花粉帯Ⅰでは、全地点で優占的である。花粉帯Ⅱ以下の層帯では10%以下の地点が多く、10%以上の地点(No. 2, 3, 8, 9)は約4,000年前には沿岸部に位置し、これらの地域にはクロマツ林が原植生に含まれていたものと考えられる。

#### 2) *Quercus* Fig. 9

現存植生から推定すると、*Quercus* にはコナラ、ミズナラ、カシワ、クヌギが、存在していたものと考えられる。

*Quercus* は、ほぼ全花粉帯で15%以上の高い比率を示し、とくに暖温帯域から冷温帯域に移行する分析地点3-7の地域で30%以上を示すことから、この地域の過去約5,000年間の原植生を構成する樹種として存在していたものと考えられる。

#### 3) *Abies* Fig. 10

分析地点11および12を除いて *Abies* がモミに由来するものとする、出現率10%以上を示す平野部の南部地域を中心として、モミを主とする植生が現在よりも高い密度で存在していたものと考えられる。

しかし、気候的に同一な地域の中で、不連続な出現を示すことから、気候的極盛相林を形成していたとは考えにくい。

#### 4) *Cyclobalanopsis* Fig. 10

現在、北限域にはアカガン、ウラジロガンが自生していることから、*Cyclobalanopsis* はこれらを主としていたと考えられる。*Cyclobalanopsis* は、平野部の全ての花粉帯で認められ、現存林の分布にほぼ一致する。

しかし、出現率10%以上を示す花粉帯は南部2地点のみであることから、約5,000年前からカシを主とする暖温帯林の分布が、現在の北限域にまで拡大して

いたものとは考えにくい。ただし、分析地点5に認められるように、北限域では不連続ではあるが、過去の一時期において現在より分布密度の高いカシ林が存在していた可能性があり、この傾向は他の報告<sup>(17-19)</sup>にも認められる。

#### 5) *Fagus japonica* Fig. 11

出現率 5% 以上を示す地域は平野部に限られ、分析地点4を除く2-5の地域では10% 以上を示す花粉帯があることから、イヌブナ林は南部を中心にして現在よりも高い密度で存在していたものと考えられる。

#### 6) *Fagus crenata* Fig. 11

高い出現率を示している山地の3地点では、気候的極盛相林としてのブナ林が存在していたものと考えられるが、平野の北部でも15% 以上を示す花粉帯があることから、ブナ林が現在より標高の低い平野部にまで分布していた可能性があり、また5% 以上の花粉帯がほぼ全域にみとめられることから、背後の阿武隈山地に遠距離飛来の花粉源となるブナ林が、双葉郡地域にまで分布していた可能性も考えられる。

#### 7) *Carpinus* Fig. 12

アカシデ、イヌシデは、モミ、イヌブナを優占種とする群落に含まれることが多いとされており、<sup>(21)</sup> これらは中間温帯地域では重要な樹種である。

出現率 5% 以上の花粉帯は平野部に限られることから、現在の分布域に相当する地域に小規模なシデ類の林が、原植生に含まれていたものと考えられる。

#### 8) *Zelkova* Fig. 12

ほとんどの花粉帯で5% 以上出現し、この地域に広く、過去約5,000年間にわたって存在してきたものと考えられる。特に平野の北部では30% 以上出現し、この地域の主要な樹種として、原植生を構成していたものと考えられる。

以上、8種類の主要な化石花粉の出現状況から、5% 以上の出現が、その樹種の地域的な範囲内での存在を示し、10% 以上の出現が地域の森林植生の主要構成種としての存在を示すものとする<sup>(22)</sup>と、中間温帯林域の植生の成立過程は次のようになる (Fig.

13).

過去5,000年間を通して最も主要な樹種は *Quercus* であり、海退に伴い拡大した沖積平野を分布域としていたものと考えられる。そして、平野部各地で約3,000年前より増加する草本花粉、特にイネ科花粉の増加から人為の影響を受けた二次的森林が広く成立してきたものと考えられる。

一方、暖温帯林を構成するカシ類は、1,000年前までは福島県双葉郡地域まで南部から連続的に現在よりも密度の高い状態で分布していたが、連続的な分布の北方への拡大はみられなかった。しかし、冷温帯林を構成するブナは同上地域にまで北部から連続的に分布しており、過去約5,000年間を通して、現在より南方にまで分布していた期間のほうが長く、ブナ林の南限地域であった同上地域では、約3,000-1,000年前の間のカシ林と水平的に近接していたものと考えられる。

また、ブナ林域はイヌブナを伴う福島県原ノ町付近までの南部と、ケヤキを伴う北部の平野部に分けられる。モミは不連続であるがイヌブナを伴う南部の地域に存在していた。

このような分布に人為の影響が加わり、とくに1,000年前よりブナ林が減少し、暖温帯林域との間の水平的な距離が大きくなり、ブナを欠く南部の地域にイヌブナやモミが残り、北部にケヤキが残り、二次林的な性格の強い中間的な植生が成立してきたものと考えられる。

## 要 約

東北地方太平洋側の北東部7地点と南東部5地点(内山<sup>(1)</sup>)の花分析結果の比較を行った。過去5,000年間の植生変遷は次の通りである。

- 1) 後氷期における中間温帯林域は、基本的にはコナラ亜属の森林によって特徴づけられる。
- 2) 暖温帯常緑樹林の現在の北限域は、この中間温帯林域に含まれるが、アカガシ亜属を含む植生は双葉郡地域の北方まで拡大しなかった。
- 3) ブナ林は、コナラ亜属の林によって植生が形

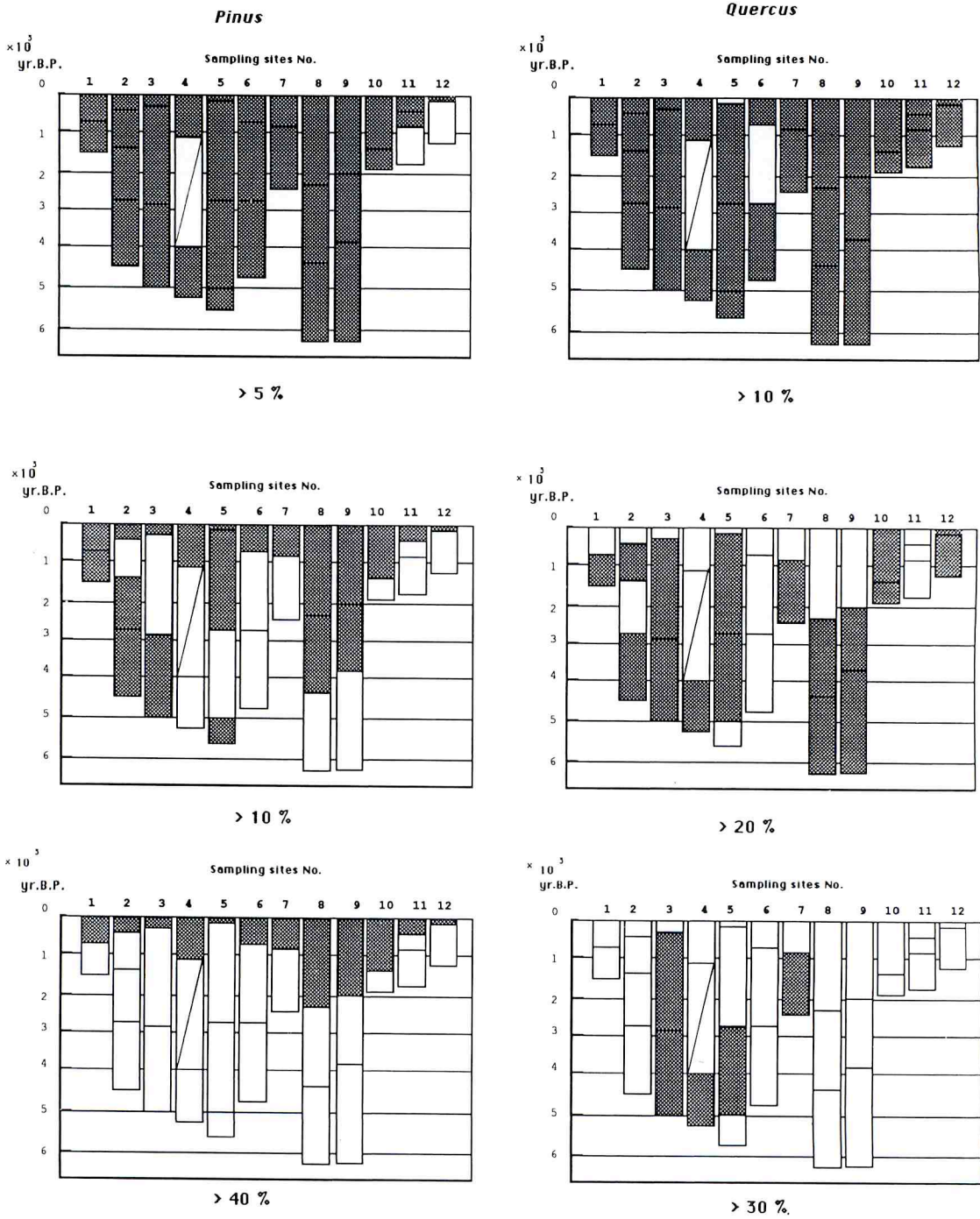


Fig. 9. Isopollen diagrams of all recognized pollen zones (*Pinus*, *Quercus*).

■, appearance; □, disappearance; ▨, no data.

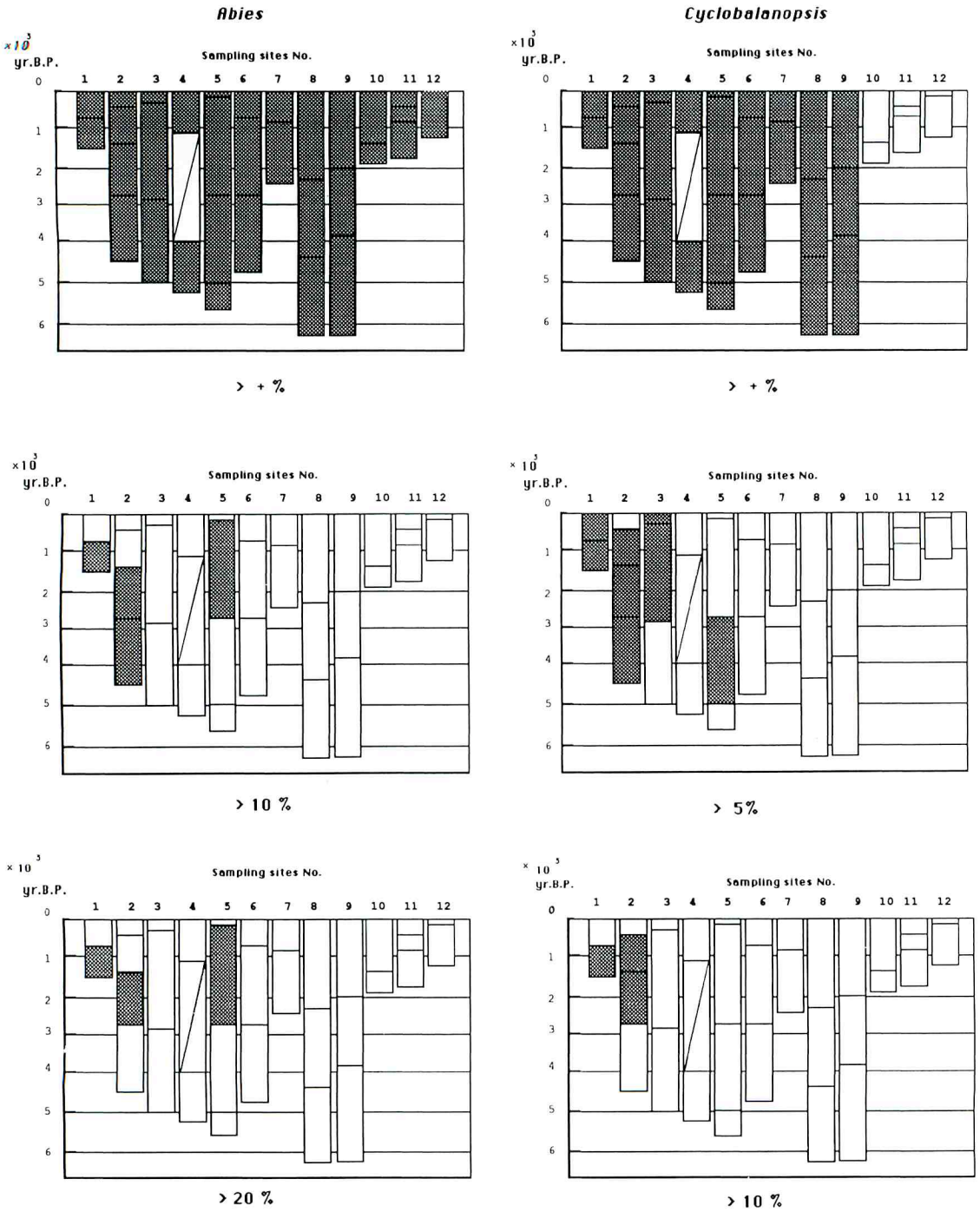


Fig. 10. Isopollen diagrams of all recognized pollen zones (*Abies*, *Cyclobalanopsis*).

■, appearance; □, disappearance; ▨, no data.

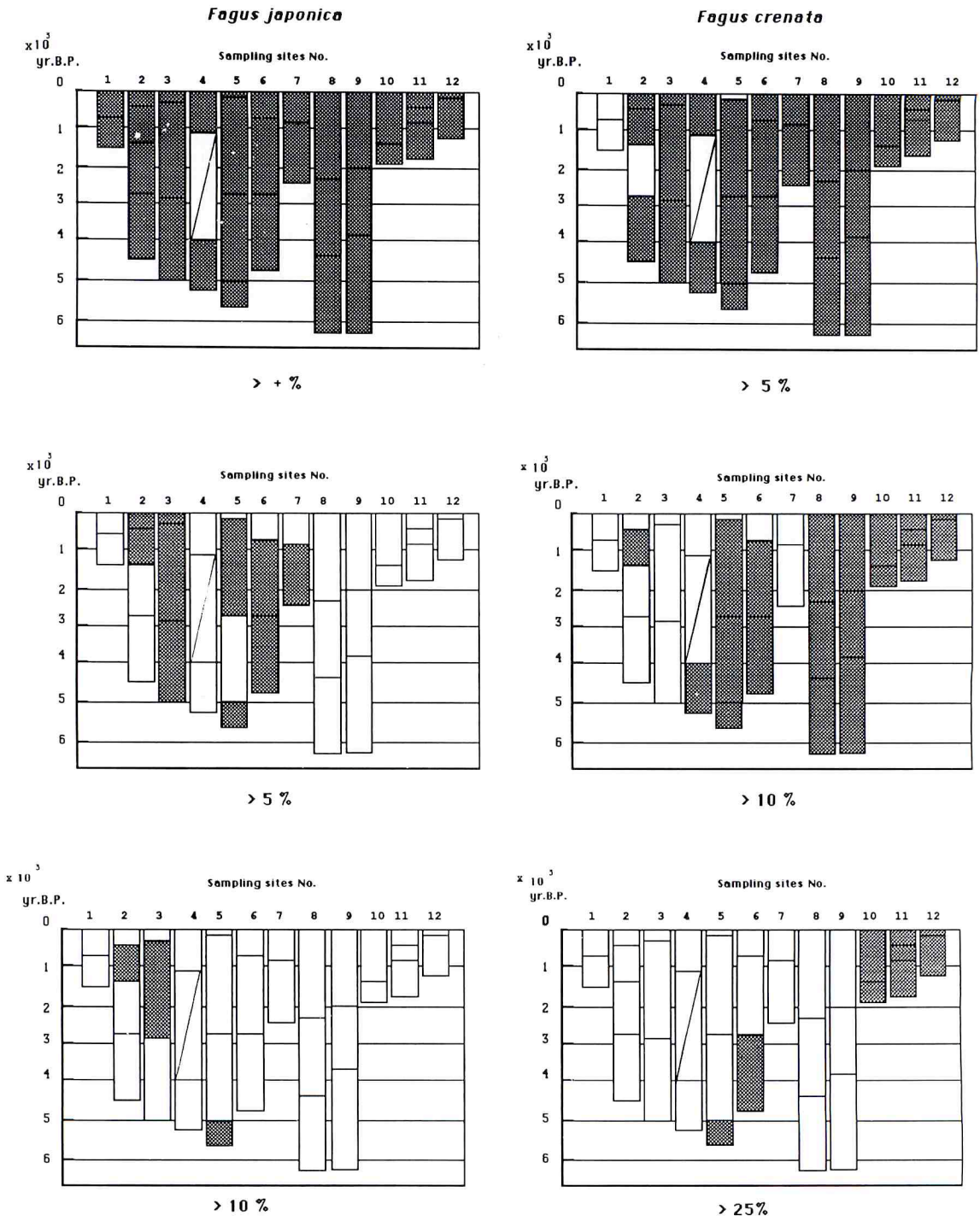


Fig. 11. Isopollen diagrams of all recognized pollen zones (*Fagus japonica*, *Fagus crenata*).  
 ■, appearance; □, disappearance; ▨, no data.

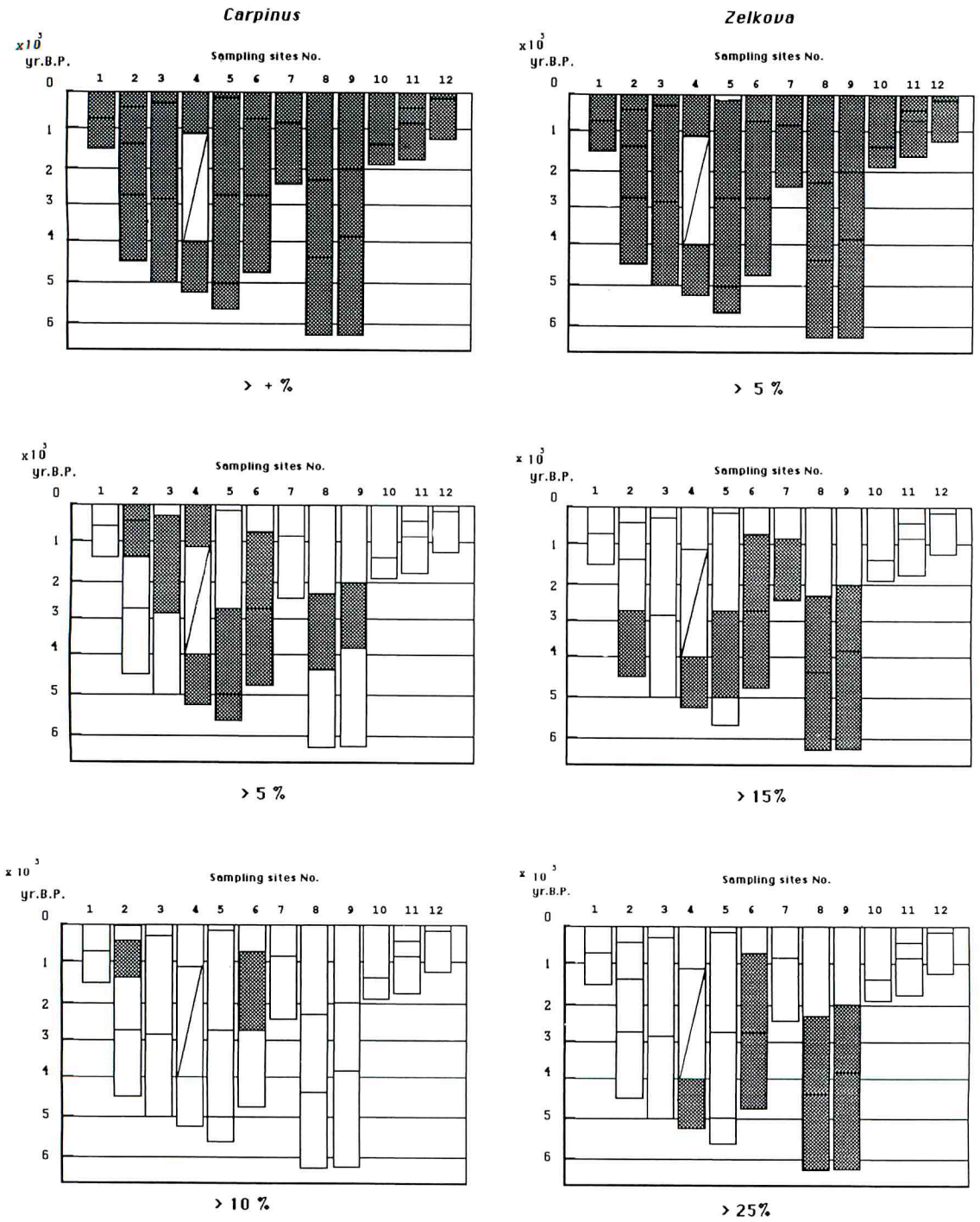


Fig. 12. Isopollen diagrams of all recognized pollen zones (*Carpinus*, *Zelkova*).

■, appearance; □, disappearance; ▨, no data.

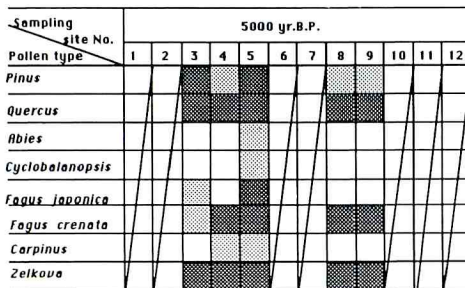
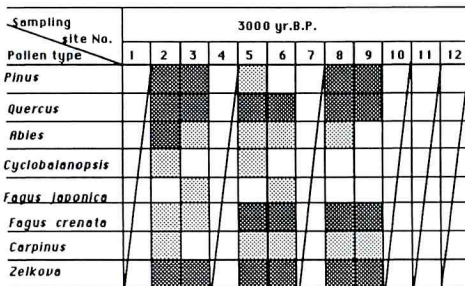
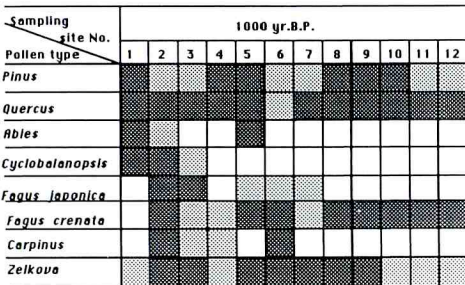
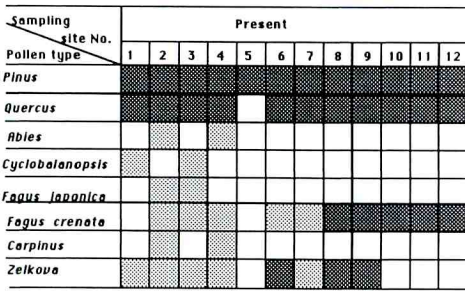


Fig. 13. The pattern of appearance among eight arboreal pollen types, in the recent 5,000 years. ■, >10%; ▨, >5%; □, >+; ☐, no data.

成された後に双葉郡地域に増加し始めた。

4) 約 3,000 年前に人為による二次林が形成されていた。

過去 1,000 年の間に、ブナ林が減少した地域の南部にイヌブナとモミを混じえる森林が残り、北部にケヤキ林が残った。

### 謝 辞

本研究をまとめるにあたり終始ご指導いただきました前東北大学教授飯泉茂先生に、また折にふれ貴重な御助言をいただきました東北大学理学部菊池多賀夫助教授、高知大学中村純名誉教授、岡山理科大学三好教授の各先生方に心よりお礼申し上げます。

### 引用文献

- (1) 内山 隆：中間温帯林域における花粉分析学的研究その 1. 花粉誌 33, 111-117 (1987).
- (2) 吉岡邦二：東北地方森林の群落学的研究 (第 4 報) 植物生態学会報 3, 219-229 (1954).
- (3) 吉岡邦二：東北地方森林群落の研究 (第 5 報) 福島大学学芸部理科報告第 5 号, 13-23 (1956).
- (4) 竹内貞子：原町地区地盤調査報告書 東北農政局計画部, 花粉化石による地層区分と対比, 47-54 (1979).
- (5) 小元・大内：仙台平野の完新世海水準変化に関する資料. 地理学評論 51, 158-175 (1978).
- (6) Miyoshi, N. and Uchiyama, T.: Modern and fossil pollen morphology of the genus *Fagus* (Fagaceae) in Japan. Bull. Hiruzen Res. Inst., *Okayama Univ. Sci.* 13, 1-6 (1987).
- (7) 坂口 豊：泥炭地の地学, 東京大学出版会 (1974).
- (8) 内山 隆：ブナ属花粉の形態について. 花粉, 15, 2-10 (1980).
- (9) 鈴木静夫他：湿原の生態学, 内田老鶴圃新社 (1973).

- (10) 東北大学理科報告, 29, 256 (1979).
- (11) 川村智子: 東北地方における湿原堆積物の花粉分析的研究. 第四紀研究, 18, 79-88 (1979).
- (12) 塚田松雄: 過去一万二千年間: 日本の植生変遷史 I 植雑, 80, 323-336 (1967).
- (13) 塚田松雄: 過去一万二千年間-日本の植生変遷史 II. 日生態会誌, 31, 201-215 (1981).
- (14) Yamanaka, M: Vegetational history since the late Pleistocene in Northeast Japan. *Ecol. Rev.* 19, 1-36 (1978).
- (15) Sohma, K.: Pollen analysis of the peat at Akaiyachi Moor Fukushima Prefecture. *Ecol. Rev.* 15, 127-130 (1961).
- (16) 山中三男: 岩手県低地帯湿原の花粉分析的研究 (II). 日生態会誌, 22, 170-179 (1972).
- (17) 安田喜憲: 梁瀬浦跡周辺の自然環境. 角田市教育委員会 (1976).
- (18) Takeuti, S.: The vegetational history during the Holocene in the Kakuda area, Miyagi Prefecture, Japan. *Saito Hoon Kai Mus. Res. Bull.* No. 43, 27-33 (1973).
- (19) 田崎敬修: 沖積世における海面変化 (高度, 時期) について. 福島考古, 第 12 号, 13-23 (1956).
- (20) Yonebayasi, C: Studies on the local and regional pollen components in the Kakuda basin, Miyagi Prefecture northeast Japan. *Ecol. Rev.* 21, 210-220 (1988).
- (21) 吉岡邦二: 東北地方の群落学的研究 第 3 報 植物生態学会報, 3, 38-45 (1953).
- (22) 中村 純: 花粉分析. 古今書院 (1967).
-