

(原著論文)

日本産コナラ亜属 (ブナ科コナラ属) の花粉形態

藤木 利之¹⁾・守田 益宗²⁾・三好 教夫¹⁾¹⁾ 岡山理科大学理学部基礎理学科生物学教室 〒700 岡山市理大町1-1²⁾ 岡山理科大学自然科学研究所自然植物園 〒700 岡山市理大町1-1

(1996年9月27日受付, 1996年12月16日受理)

Pollen Morphology of Subgenus *Lepidobalanus* (*Quercus*, Fagaceae) in JapanToshiyuki FUJIKI¹⁾, Yoshimune MORITA²⁾ and Norio MIYOSHI¹⁾¹⁾ Biological Laboratory, Applied Science, Faculty of Science,²⁾ Botanical Garden, Institute of Natural Science,

Okayama University of Science.

Ridai-cho 1-1, Okayama 700, Japan

Some species of the subgenus *Lepidobalanus* are the main components of deciduous broad-leaved forests extending from the temperate zone to the subarctic zone in Japan.

The exine sculpture of modern pollen grains of seven species of *Lepidobalanus* was examined by high-resolution scanning electron microscope (HR-SEM). The exine sculpture is divided into two major types: the striae type and the granula type. The striae type has the tetrapod-type striae (*Quercus phillyraeoides*). The granula type is subdivided into four forms: the coarse grain-type granula (*Q. acutissima*, *Q. crispula*, *Q. aliena*), the cereal-type granula (*Q. variabilis*), the confeito-type granula (*Q. dentata*) and the wart-type granula (*Q. serrata*). These pollen types are further divided into seven on the basis of features such as granule type, granule size and proportion of the surface covered by the granules.

Key words : Pollen morphology, Scanning electron microscope, *Lepidobalanus*

緒 言

筆者らは、前報⁽¹⁾においてブナ科コナラ属に属する、アカガシ亜属について表面の微細構造の観察を行い、表面構造をカリフラワー型畝状紋と金平糖型顆粒状紋の2型に大別し、さらにカリフラワー型畝状紋は鈍刺型と鋭刺型に分けた。さらにこれらの特徴を化石花粉の種レベルでの同定に適用できることを報告した。

今回は同じコナラ属のコナラ亜属について同様の研究を行ったので報告する。コナラ亜属はその大部分が落葉性で温帯から亜寒帯南部地域に分布している。わが国に自生している種は、大場(1989)⁽²⁾によればクヌギ、アベマキ、カシワ、ミズナラ、コナラ、ナラガシワ、ウバメガシの7種であり、これらは落葉広葉樹林を構成する主要な樹種となっている。本研究は、これら7種について、高分解能走査電子顕微鏡による花粉

形態にもとづき、種レベルでの区別の可能性を検討することを目的としている。これを解明することは、単に植生史研究に対してより詳細な情報を提供できる花粉分析学的な価値だけではなく、花粉形態学的研究にとっても重要であり、古植物学や植物分類学へも寄与でき、これらの各分野にとってたいへん有意義なことである。

電子顕微鏡による日本産コナラ亜属の花粉形態については、これまで次のような報告がなされている。山崎・竹岡 (1959)⁽³⁾ はレプリカ法を用いて、ウバメガシを除くコナラ亜属の表面は、不規則に配列した粒状物で覆われ、その粒状物には微細な刺状紋が認められ、ところどころに小孔が散在することを報告した。さらにウバメガシはモミガラを散布した模様の表面形態をもつとしている。また松岡・前田 (1975)⁽⁴⁾ は、SEMを用いて表面構造を三角錐状突起(ウバメガシ)と著しい粒状突起(ウバメガシを除くコナラ亜属)に細分し、粒状物の形態も各種の間でわずかに異なっていることを認めた。Miyoshi (1981)⁽⁵⁾ はこれをさらに細分しコンペイトウ型(カシワ)、粒状型(クヌギ、ミズナラ、アベマキ)、イボ状型(コナラ)、線状型(ウバメガシ)の4型に大別した。竹岡 (1991)⁽⁶⁾ は、外層表面を円錐または三角錐に似た突起があり、その間に微小孔が存在する常緑型のウバメガシと、微小刺を伴う細粒がみられ、その間に細粒突起や微小孔が点在する落葉型のコナラ亜属に分けている。

上記のように、これまで日本産コナラ亜属の花粉形態については、ウバメガシとウバメガシを除くコナラ亜属の2型に分けているものがほとんどであり、Miyoshi (1981)⁽⁵⁾ が4型に分けているのみで、各種の表面構造の違いが明確に解明されていないのが現状である。本研究では高分解能走査電子顕微鏡を用い、日本産コナラ亜属7種の花粉表面構造を観察し、それぞれの種の表面構造の相異を明かにしたので報告する。さらに、コナラ亜属の化石花粉についても同様に表面構造を観察し、現生花粉の表面構造と比較し、種レベルの同定を試みた。

試料と方法

本研究に用いた試料は、ブナ科コナラ属コナラ亜属のクヌギ、アベマキ、カシワ、ミズナラ、コナラ、ナラガシワ、ウバメガシの花粉である。それらの標本の採集地、採集者、採集日については、観察結果と考察の各種ごとに示すとおりである。また、その中で*を付したものは、本研究の図版に写真を掲載した標本で

ある。

現生花粉の処理方法および観察方法は、藤木・三好 (1995)⁽¹⁾ と同様である。

各種の顆粒の大きさについて、各種の全標本についてそれぞれ約30個、合計約100個の測定を行った。化石花粉については、約30個測定した。またクヌギとナラガシワの顆粒が表面を覆う割合については、各種の全標本について合計20箇所の測定を行った。また化石花粉については、最低でも2箇所の測定を行った。

花粉の大きさは、処理・包埋方法によってかなり異なるので、走査電子顕微鏡用に乾燥させた大きさに加えて、これまでに報告された測定値のうち、幾瀬 (1956)⁽⁷⁾、島倉 (1973)⁽⁸⁾、Nakamura (1956)⁽⁹⁾、中村 (1980)⁽¹⁰⁾、Miyoshi (1981)⁽⁵⁾、三好 (1982)⁽¹⁰⁾、坊田 (1987)⁽¹²⁾ に記載されたものを、それぞれ(I)・(S)・(N)・(M)・(B)の記号を付して記した。

観察結果と考察

コナラ亜属7種の花粉の表面構造を走査電子顕微鏡を用いて観察した結果は、次のとおりである。

ブナ目 Fagales
ブナ科 Fagaceae
コナラ属 *Quercus*

コナラ亜属 *Lepidobalanus*

長球形～球形。極観は亜円形、赤道観はほぼ円形かだ円形。三溝孔型。溝は幅が2μm以下で、その両端は両極近くまで細くなりながら伸びている。表面構造は、粒状紋と線状紋に大きく分けられる。粒状紋については粗粒状の顆粒が散在する粗粒型顆粒状紋と、米粒が数個集合したような構造をした顆粒が散在する穀粒型顆粒状紋、金平糖に似た構造をした顆粒が散在する金平糖型顆粒状紋と、イボに似た構造をした顆粒が散在するイボ型顆粒状紋の4型に細分できる。線状紋はテトラポッドに似た構造をした棒状突起が不規則に配列したテトラポッド型線状紋である。さらに詳細な外壁の微細構造の特徴と大きさは、各種ごとに以下に記載する。

クヌギ *Quercus acutissima* Carruthers
(Pl. I. 1a-b)

粗粒型顆粒状紋。表面には大きさ0.3～1.7μm(平

均 $0.85 \mu\text{m}$) の粗粒状の顆粒が、密に分布している。表面の $64.5 \sim 53.7\%$ (平均約 60%) が顆粒に覆われている。また貫通小孔も散在しているが、数は少ない。大きさ $21.8-25.5$ (赤道径) $\times 24.5-27.5$ (極軸) μm 。〔 $29 \times 37.5-39 \mu\text{m}$ (I), $35.37 \pm 2.67 \mu\text{m}$, $35.90 \pm 2.42 \mu\text{m}$, $28.8-42.2 \times 27.8-40.8 \mu\text{m}$ (N), $27-31 \times 28-30 \mu\text{m}$ (M), $25 \times 25 \mu\text{m}$ (B)]

岡山市半田町法界院 三好 1973,4,22., 仙台市東北大学構内 守田 1978,5,8., * 岡山市三徳園 三好 1983,4,24., 岡山市理大町 三好 1991,4,20.

アベマキ *Quercus variabilis* Blume

(Pl. I .2a-b)

穀粒型顆粒状紋。表面には米粒が数個集合したような構造をした顆粒が散在している。その顆粒の大きさ $0.2 \sim 0.9 \mu\text{m}$ (平均 $0.48 \mu\text{m}$)。この顆粒のないところには米粒状の小突起がたいへん密に配列している。また顆粒がないところでは貫通小孔が散在している。大きさ $24.4-28.5 \times 27.5-30.0 \mu\text{m}$ 。〔 $29-29.5 \times 32-34 \mu\text{m}$ (I), $32.18 \pm 1.39 \mu\text{m}$, $32.54 \pm 2.41 \mu\text{m}$ (N), $25-29 \times 27-30 \mu\text{m}$ (M), $25 \times 25 \mu\text{m}$ (B)]

岡山市法界院 三好 1980,4,23., 岡山市理大町 三好 1991,4,20., * 東山植物園 岡 1991,4,20., 岡山市半田山 藤木 1992,4,11.

カシワ *Quercus dentata* Thunb. ex Murray

(Pl. I .3a-b)

金平糖型顆粒状紋。表面には大きさ $0.3 \sim 1.4 \mu\text{m}$ (平均 $0.74 \mu\text{m}$) の金平糖に似た構造の顆粒が散在している。これは三好 (1982)⁽¹¹⁾ と一致している。また竹岡 (1991) は、細粒が円錐状微小刺を伴い、ユービッシュ体に似ると記載している⁽⁶⁾。この顆粒の存在していないところには貫通小孔が散在し、さらに小突起もみられる。大きさ $26.3-31.3 \times 27.5-32.5 \mu\text{m}$ 。〔 $34 \times 37 \mu\text{m}$ (I), $35.59 \pm 1.94 \mu\text{m}$, $24.9-28.8 \times 23.0-27.8 \mu\text{m}$ (N), $26-32 \times 28-30 \mu\text{m}$ (M), $25-32 \times 25-32 \mu\text{m}$ (B)]

岡山県蒜山ハイツ 波田 1978,5., 岡山市三徳園 三好 1983,5,8., * 岡 1992,5,10.

ミズナラ *Quercus crispula* Blume

(Pl. II .4a-b)

粗粒型顆粒状紋。表面には大きさ $0.3 \sim 1.4 \mu\text{m}$ (平均 $0.66 \mu\text{m}$) の顆粒が散在している。本種の顆粒はあまり盛り上がりせず、表面は比較的なだらかである。

竹岡 (1991)⁽⁶⁾ のレプリカ法においても同様の傾向がみられるので、これがミズナラの特徴と言えるであろう。この顆粒のないところには、貫通小孔が他の種に比べ密に分布している。これは竹岡 (1991)⁽⁶⁾ と一致している。大きさ $23.8-27.5 \times 26.3-30.0 \mu\text{m}$ 。〔 $23-24.5 \times 27.5-30 \mu\text{m}$ (I), $30-34 \times 34-38$ ($26-32 \times 30-35$) μm (S), $29.35 \pm 2.23 \mu\text{m}$, $28.56 \pm 2.16 \mu\text{m}$, $24.0-28.8 \times 20.1-26.8 \mu\text{m}$ (N), $26-29 \times 26-27 \mu\text{m}$ (M), $20 \times 25-30 \mu\text{m}$ (B)]

青森県八甲田山 守田 * 1971,6,30., 1978,7., 岡山市三徳園 三好 1983,4,24., 山口 1983,5,21.

コナラ *Quercus serrata* Thunb. ex Murray

(Pl. II .5a-b)

イボ型顆粒状紋。表面には大きさ $0.3 \sim 2.2 \mu\text{m}$ (平均 $0.96 \mu\text{m}$) の顆粒が散在している。この顆粒の表面にはさらに小さな突起がみられ、イボに似た構造をしている。この顆粒のないところには、小突起が分布している。また貫通小孔もかなり散在している。大きさ $20.1-26.9 \times 23.8-27.5 \mu\text{m}$ 。〔 $22-23 \times 24.5-27 \mu\text{m}$ (I), $28-32 \times 36-40$ ($26-30 \times 30-36$) μm (S), $27.72 \pm 1.55 \mu\text{m}$, $28.68 \pm 2.92 \mu\text{m}$, $28.15 \pm 2.40 \mu\text{m}$, $21.1-24.6 \times 19.2-24.9 \mu\text{m}$ (N), $22-27 \times 21-27 \mu\text{m}$ (M), $25 \times 25 \mu\text{m}$ (B)]

岡山市半田山 三好 1972,5,2., 藤木 1995,4,26., * 岡山市三徳園 三好 1985,5,11., 岡山市理大町 三好 1991,4,20., 岡山市三野 藤木 1996,4,29.

ナラガシワ *Quercus aliena* Blume

(Pl. II .6a-b)

粗粒型顆粒状紋。クヌギに似た顆粒が散在している。その顆粒の大きさ $0.3 \sim 1.4 \mu\text{m}$ (平均 $0.69 \mu\text{m}$)。クヌギのように密に分布していないことで区別できる。表面の $23.0 \sim 44.3\%$ (平均約 32%) が顆粒に覆われている。この顆粒のないところには小突起がみられ、さらに貫通小孔も分布している。大きさ $22.5-26.3 \times 25.0-28.5 \mu\text{m}$ 。〔 $28.8-32.4 \times 24.0-28.8 \mu\text{m}$ (N)]

岡山市三徳園 三好 * 1982,5,9., 1983,4,18., 岡山県御津郡御津町 藤木 1995,4,30.

ウバメガシ *Quercus phillyraeoides* Asa Gray

(Pl. III .7a-b)

テトラポッド型線状紋。外観や大きさは本亜属のものよりアカガシ亜属のものに似て小さい。本種は他の種とは全く異なる表面構造をしており、ブナ属によく

似た構造である。長さ0.4-1.0 μm の棒状突起がみられ、この突起が交叉したり分岐したりして、テトラポッドが絡み合ったような構造をしている。またこの突起が2本か3本が融合し、ところどころ三角錐状の突起を形成している。この突起を山崎・竹岡(1959)は「モミガラ状」と名付けている⁽³⁾。大きさ18.8-22.5 \times 20.0-25.5 μm 。〔20-23 \times 23-25.5 μm (I), 20.90 \pm 14.4 μm , 21.0 \pm 19.2 μm , 17.2-23.0 \times 20.1-24.6 μm (N), 26-30 \times 28-30 μm (M), 30 \times 30 μm (B)〕

*岡山市半田山植物園 三好 1973,4,26., 岡山県赤磐郡山陽町 三好 1978,4,26., 岡山市理大町 藤木 1991,4,23.

日本産のコナラ亜属7種について、表面微細構造を高分解能走査電子顕微鏡で観察した結果、それぞれの種の各標本内において、顆粒の大小、小刺の長短などの変異はあるものの、基本的な表面構造は同じであったので、それぞれの種の個体内での変異は小さいものとみられる。しかしこの変異が小さいことについては、今回使用した標本のほとんどが岡山県産のものであったためかもしれない。今後は全国の標本について変異を調べる必要があると考えている。

観察したこれらの花粉の表面構造は、顆粒が散在している顆粒状紋(クヌギ, アベマキ, カシワ, ミズナラ, コナラ, ナラガシワ)とテトラポッド状の棒状突

起が不規則に配列したテトラポッド型線状紋(ウバメガシ)の2型に大別される。さらに顆粒状紋は、顆粒の形態によって穀粒型(アベマキ), 金平糖型(カシワ), イボ型(コナラ), 粗粒型(クヌギ, ミズナラ, ナラガシワ)の4つに分けられる。粗粒型顆粒状紋は、顆粒があまり盛り上がりすぎずなだらかな表面のもの(ミズナラ), 顆粒が密に分布するもの(クヌギ), 顆粒が散在しているもの(ナラガシワ)に分けられる。従来、日本産コナラ亜属に関する花粉形態学的研究は、竹岡(1991)⁽⁶⁾をはじめほとんどのものがウバメガシとウバメガシを除くコナラ亜属に分けているのみである。Miyoshi(1981)⁽⁵⁾は、これをさらに、コンペイトウ型, 粒状型, イボ状型, 線状型の4型に細分した。しかし今回の観察により穀粒型顆粒状紋, 金平糖型顆粒状紋, イボ型顆粒状紋, 粗粒型顆粒状紋, テトラポッド型線状紋の5型に細分することができた。さらに粗粒型では顆粒の形態や密度により、3つに細分することができた。以上のように日本産コナラ亜属は、それぞれの種において花粉の表面構造が異なっていることが明らかになった。このように花粉形態により種までの同定ができるようになったのは、高分解能走査電子顕微鏡により高倍率の鮮明な写真撮影が可能となり、表面構造が明瞭になったためである。

そこで、これら7種の花粉外壁表面の観察結果をもとに、以下のような検索表を作成した(Table. 1).

Table. 1 The key from the exine sculpture of *Lepidobalanus* pollen grains

-
1. 表面は顆粒が散在する顆粒状紋
 2. 顆粒は穀粒型.....アベマキ
 2. 顆粒は金平糖型.....カシワ
 2. 顆粒はイボ型.....コナラ
 2. 顆粒は粗粒型
 3. 顆粒はあまり盛り上がりすぎず、なだらかな表面.....ミズナラ
 3. 顆粒は盛り上がり、デコボコした表面
 4. 顆粒は密に分布する(全体の約60%).....クヌギ
 4. 顆粒は散在している(全体の約32%).....ナラガシワ
 1. 表面はテトラポッド型の棒状突起が不規則に配列した線状紋.....ウバメガシ
-

次にこの検索表にもとづき、アカガシ亜属で行ったのと同様⁽⁴⁾に、中国山地の犬伏峠湿原の花粉分析で得られた試料に含まれるコナラ亜属化石花粉の種レベ

ルでの同定を試みた。その結果、次の5種の化石を確認することができた。それぞれの特徴は以下のとおりである。

アベマキ型化石花粉 *Quercus variabilis* type fossil pollen (Pl.Ⅲ.8a-b)

穀粒型顆粒状紋. 表面は米粒が数個集合したような顆粒が散在している. 顆粒の大きさ $0.3\sim 1.3\mu\text{m}$ (平均 $0.6\mu\text{m}$). この顆粒のないところには, 米粒状の小突起が密に分布している. 以上の特徴からアベマキと同定した.

岡山県蒜山犬狹峠湿原 深度 200~210cm

カシワ型化石花粉 *Quercus dentata* type fossil pollen (Pl.Ⅲ.9a-b)

金平糖型顆粒状紋. 表面には大きさ $0.5\sim 1.3\mu\text{m}$ (平均 $0.77\mu\text{m}$) の金平糖に似た顆粒が散在している. この顆粒のないところには, 貫通小孔と小突起が散在している. 以上の特徴からカシワと同定した.

岡山県蒜山犬狹峠湿原 深度 200~210cm

ミズナラ型化石花粉 *Quercus crispula* type fossil pollen (Pl.Ⅳ.10a-b)

粗粒型顆粒状紋. 表面には大きさ $0.3\sim 0.9\mu\text{m}$ (平均 $0.78\mu\text{m}$) の顆粒が散在している. この顆粒は他の種に比べあまり盛り上がらない. この顆粒のないところには, 貫通小孔が密に分布している. 以上の特徴からミズナラと同定した.

岡山県蒜山犬狹峠湿原 深度 200~210cm

コナラ型化石花粉 *Quercus serrata* type fossil pollen (Pl.Ⅳ.11a-b)

イボ型顆粒状紋. 表面には大きさ $0.3\sim 2.3\mu\text{m}$ (平均 $0.95\mu\text{m}$) の顆粒が散在している. この顆粒の表面にはさらに小さな突起がみられ, イボに似た構造となっている. この顆粒のないところには, 貫通小孔と小突起が散在している. 以上の特徴よりコナラと同定した.

岡山県蒜山犬狹峠湿原 深度 200~210cm

ナラガシワ型化石花粉 *Quercus aliena* type fossil pollen (Pl.Ⅳ.12a-b)

粗粒型顆粒状紋. 顆粒の大きさ $0.2\sim 1.8\mu\text{m}$ (平均 $0.58\mu\text{m}$). この顆粒は密に分布していない. 表面の $26.1\sim 29.9$ (平均約 28%) が顆粒に覆われている. またこの顆粒のないところに貫通小孔と小突起が散在している. 以上の特徴からナラガシワと同定した.

岡山県蒜山犬狹峠湿原 深度 200~210cm

以上のように, コナラ亜属は本研究で明らかにした花粉形態にもとづき, アカガシ亜属と同様に種レベルでの化石花粉の同定が可能と思われる. そして本研究の結果は花粉分析による詳細な植生史の解明だけでなく, 花粉形態学・古植物学・植物分類学などの分野へも有意義な情報を提供できる. しかし, 1個の化石花粉を走査電子顕微鏡で写真撮影し同定する場合, 得ることができる情報量はかなり少ない. 特にクヌギとナラガシワの顆粒の密度を測定する場合, 測定できる面積はかなり狭いものとなっている. このような限られた情報で, いかに正確に同定することができるかが, 今後の課題である.

中国地方東部において, ミズナラは海拔約 2,000m まで, カシワ, コナラは 1,000m 前後まで分布し, 一方クヌギ, アベマキ, ナラガシワ, ウバメガシは約 700m 以下に分布している⁽¹³⁾. 今後, 本研究で行ったようなコナラ亜属花粉の種レベルの同定が行われるならば, さらに詳細な植生変遷や気候変動を解明することが可能となる.

引用文献

- (1) 藤木利之・三好教夫: アカガシ亜属(ブナ科コナラ属)の花粉形態. 日本花粉学会誌 41, 21-29 (1995).
- (2) 大場秀章: ブナ科. 日本の野生植物 木本 I (佐竹ほか編). 66-78, 平凡社 (1989).
- (3) 山崎次男・竹岡政治: 花粉膜の表面構造に関する電子顕微鏡の観察 (V) 特にカシ属の花粉について. 日林誌 41, 125-129 (1959).
- (4) 松岡数充・前田保夫: 走査電子顕微鏡と花粉分析 - *Quercus* 属を例にして -. 花粉 8, 6-8 (1975).
- (5) Miyoshi, N.: Pollen morphology of Japanese *Quercus* (Fagaceae) by means of scanning electron microscope. *Jpn. J. Palynol.* 27, 45-54 (1981).
- (6) 竹岡政治: 樹木花粉電子顕微鏡写真集. 133pp 京都府立大学農学部林学教室 (1991).
- (7) 幾瀬マサ: 日本植物の花粉. 解説 303pp 図版 76pp 広川書店 (1956).
- (8) 島倉巳三郎: 日本植物の花粉形態. 解説 60pp 図版 122pp 索引 13pp 大阪市立自然科学博物館収蔵 資料目録 第 5 集 (1973).

- (9) Nakamura, J. : The size-frequency of *Quercus* pollen. Reserch report of the Kochi University 5, 1-5 (1956)
- (10) 中村 純 : 日本産花粉の標徴. I. 91pp II. 157pp 大阪市立自然史博物館収蔵資料目録 第12, 13集 (1980).
- (11) 三好教夫 : 走査電子顕微鏡による花粉の形態
4. ブナ科(被子植物)について. 岡山理科大学 蒜山研究所研究報告 7, 55-60 (1982).
- (12) 坊田春男 : 花粉の形態 第4集. 図版 16pp 解説 10pp 索引 28pp 明誠企画 (1987).
- (13) Horikawa, Y. : Atlas of the Japanese Flora. 862pp. Gakken (1972).

図 版 説 明

Pl. I, Pl. II and Pl. III (7).

Modern pollen of species of the subgenus *Lepidobalanus*. General view $\times 1,500$ (white line corresponds to $10 \mu\text{m}$). Surface detail $\times 10,000$ (white line corresponds to $1 \mu\text{m}$).

Pl. I

- 1a-b *Quercus acutissima* (クヌギ)
 2a-b *Q. variabilis* (アベマキ)
 3a-b *Q. dentata* (カシワ)

Pl. II

- 4a-b *Q. crispula* (ミズナラ)
 5a-b *Q. serrata* (コナラ)
 6a-b *Q. aliena* (ナラガシワ)

Pl. III

- 7a-b *Q. phillyraeoides* (ウバメガシ)

Pl. III (8,9) and Pl. IV.

Fossil pollen of species of the subgenus *Lepidobalanus*. (Magnifications are the same as those for the modern pollen.)

Pl. III

- 8a-b *Q. variabilis* type (アベマキ型)
 9a-b *Q. dentata* type (カシワ型)

Pl. IV

- 10a-b *Q. crispula* type (ミズナラ型)
 11a-b *Q. serrata* type (コナラ型)
 12a-b *Q. aliena* type (ナラガシワ型)

Plate I

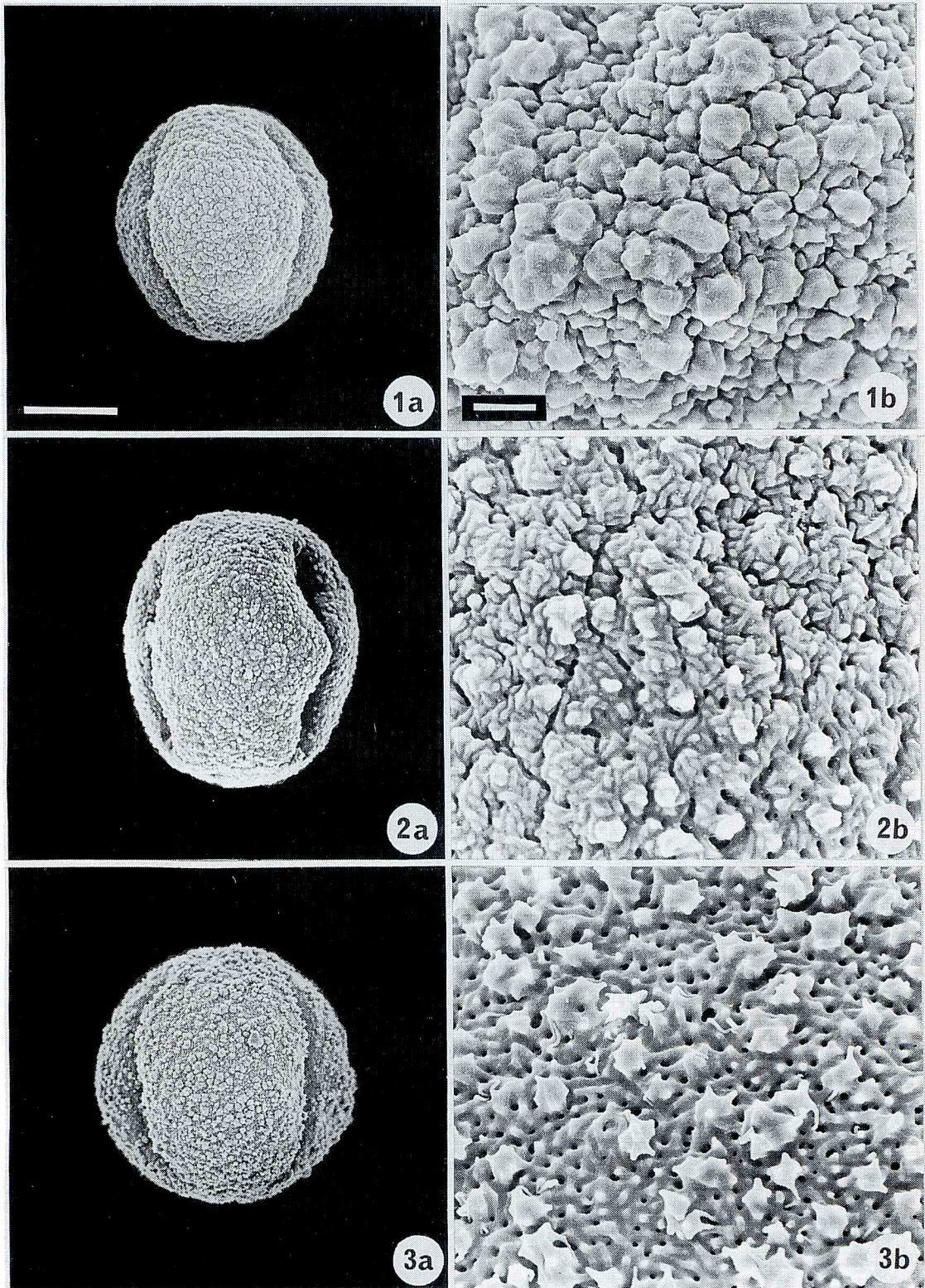


Plate II

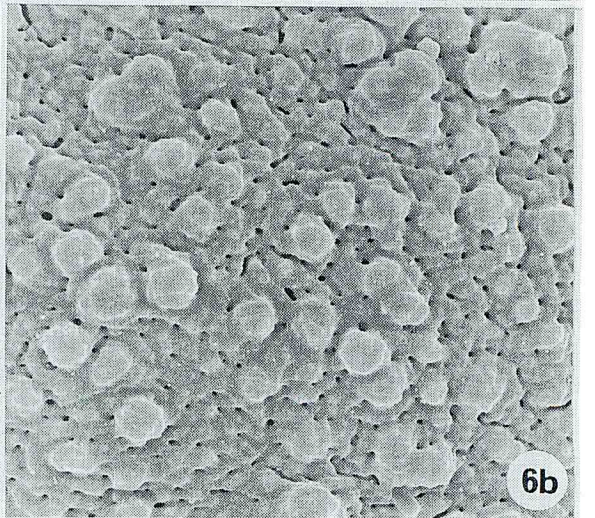
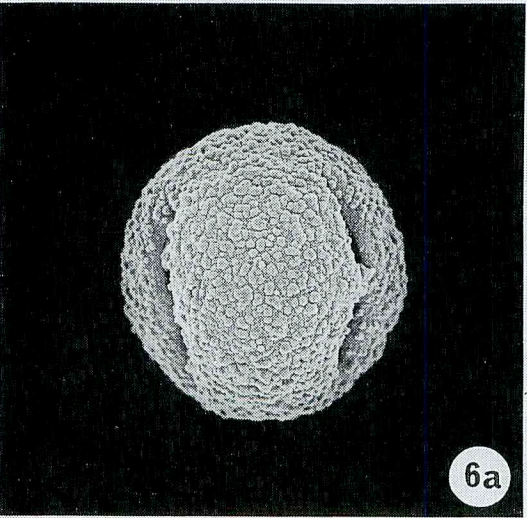
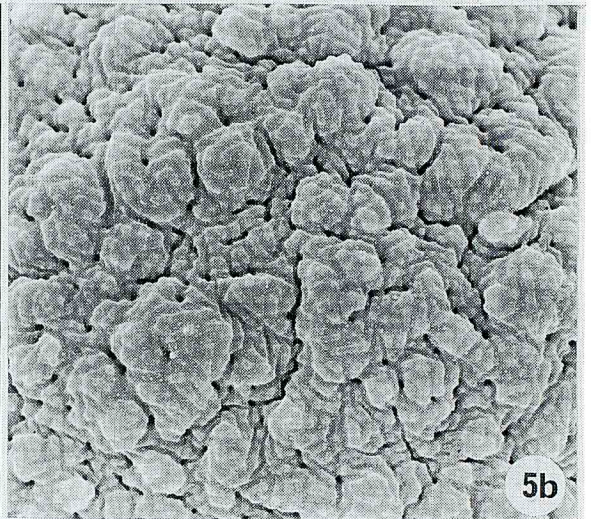
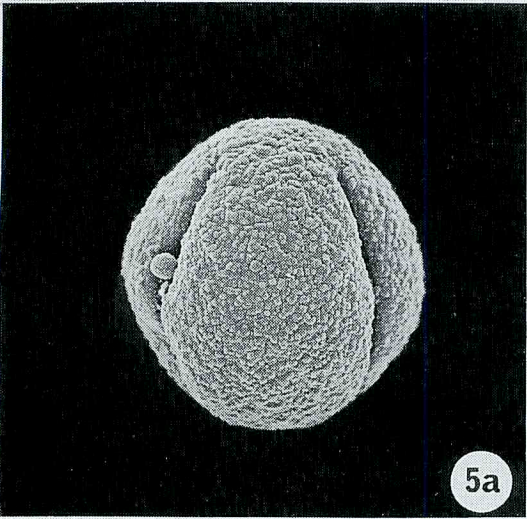
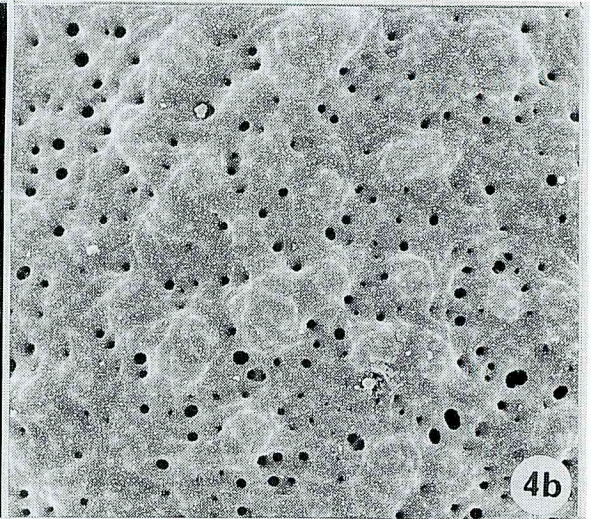
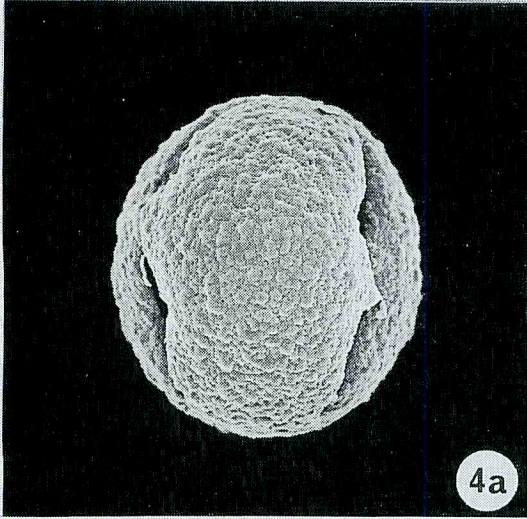


Plate III

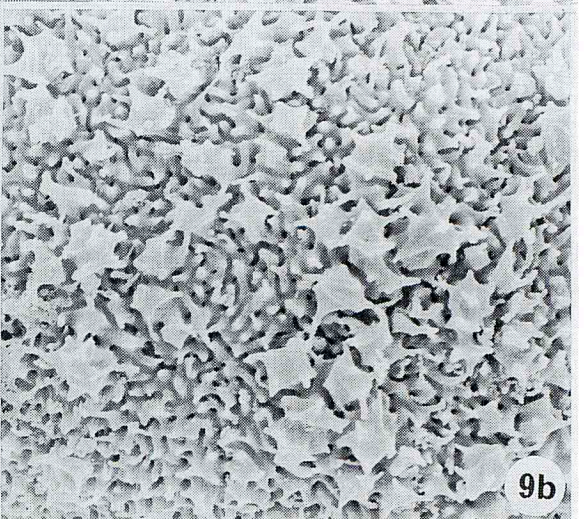
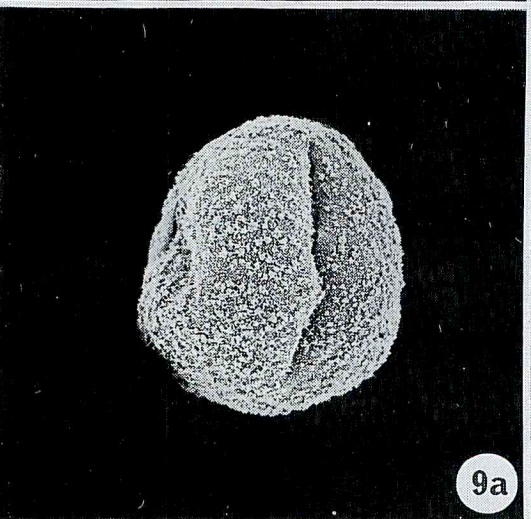
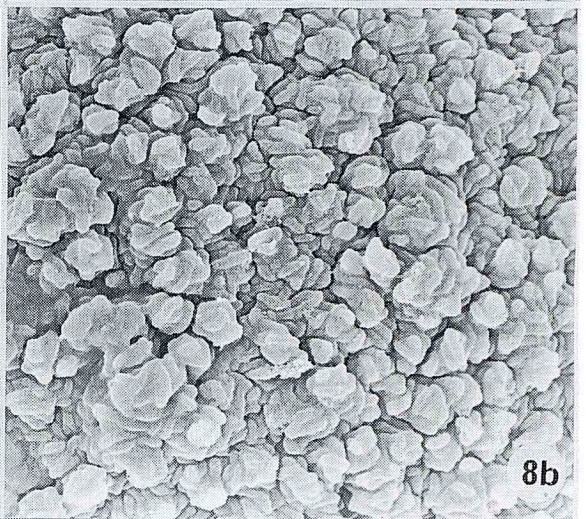
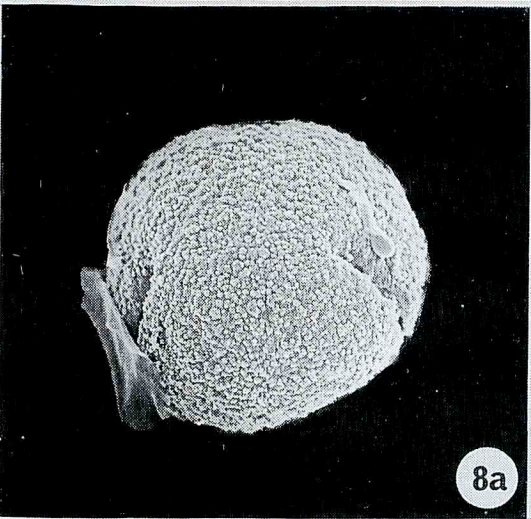
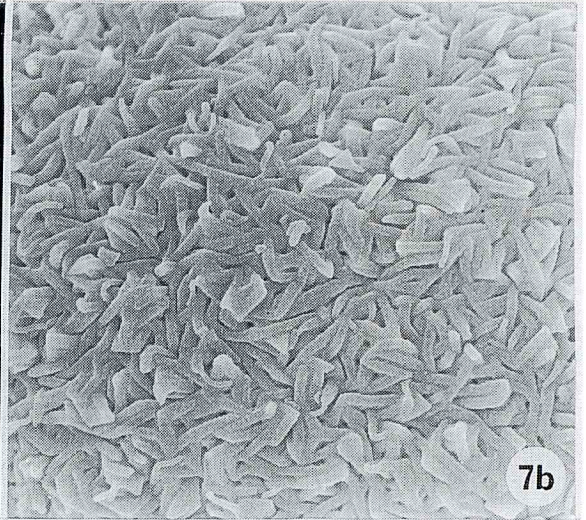
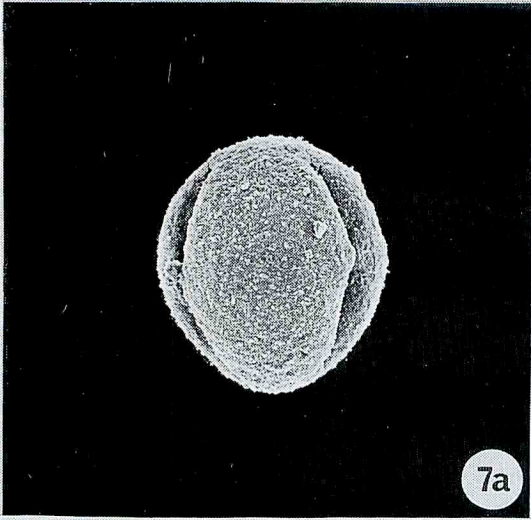


Plate IV

