

## アカガシ亜属 (ブナ科コナラ属) の花粉形態

藤木 利之・三好 教夫

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1-1

(1995年5月18日 受理)

Pollen Morphology of Subgenus *Cyclobalanopsis* (*Quercus*, Fagaceae).

Toshiyuki FUJIKI and Norio MIYOSHI

*Biological Laboratory, Applied Science,  
Faculty of Science, Okayama University of Science.*

1-1, Ridai-cho, Okayama 700, Japan

Some species of subgenus *Cyclobalanopsis* are the main constituents of the recent climax vegetation of the warm-temperate zone in Japan. Fossil pollen of *Cyclobalanopsis* is an important indicator of interglacial epochs during the Quaternary period.

The exine sculpture of modern pollen grains of 6 species of *Cyclobalanopsis* was examined by high-resolution scanning electron microscope (HR-SEM). Two major pollen types were recognized: the cauliflower-type valla (*Quercus acuta*, *Q. sessilifolia*, *Q. gilva*, *Q. glauca* and *Q. salicina*), and the confeito (granula with microspine)-type granula (*Q. myrsinaefolia*). These two pollen types were further divided into species on the basis of features such as vallum width, granulum size, microspine length, and the number of microspine per  $\mu\text{m}^2$ .

Some fossil pollen grains of *Cyclobalanopsis* were also observed by HR-SEM and an attempt was made to identify them to the species level. It was considered that recognition of fossil *Cyclobalanopsis* species by their pollen might permit a more reliable reconstruction of past vegetation types.

**Key words:** Pollen Morphology, Scanning Electron Microscope, *Cyclobalanopsis*.

## 緒 言

ブナ科のコナラ属は、常緑または落葉性の高木まれに低木で、温帯から熱帯にかけて300種以上が分布している。しかもこれらは森林の主要な構成樹種となっており、花粉分析学的な研究においても重要な分類群である。このうち常緑性のアカガシ亜属は、東アジア

の暖温帯でいわゆる照葉樹林を形成している。アカガシ亜属でわが国に自生している種は、北村・村田(1979)によればイチイガシ、アカガシ、ツクバネガシ、アラカシ、ウラジロガシ、シラカシ、オキナワウラジロガシの7種であるが、種間雑種が多く報告されている<sup>(1)</sup>。

コナラ属花粉の走査電子顕微鏡による形態学的研究

は、Dupont & Dupont (1972) によってフランス産 7 種について初めて行われた<sup>(2)</sup>。Smit (1973) は、16 種のコナラ属花粉について調べ、これを 3 つのタイプに大別した<sup>(3)</sup>。その後も Colombo *et al.* (1983) は地中海産コナラ属 8 種について<sup>(4)</sup>、Van Benthem *et al.* (1984) は北西ヨーロッパのコナラ属 10 種について、それぞれ光学顕微鏡と走査および透過電子顕微鏡による研究を行っている<sup>(5)</sup>。また、Medus & Gonzalez (1984) はメキシコ産コナラ属 16 種について報告している<sup>(6)</sup>。しかし、これらの研究は、コナラ亜属に属するものばかりで、極東域に分布するアカガシ亜属の種類は含まれていない。

日本産アカガシ亜属については、Jimbo (1933) がアカガシの花粉について記載したのが最初である<sup>(7)</sup>。電子顕微鏡による花粉形態については、山崎・竹岡 (1958, 1959) が、レプリカ法によりアラカシについて「外壁のもり上がった隆起物が、伏瓦状に配列し、しかもその隆起突起の表面に微細な刺状紋が多数散在」<sup>(8)</sup>、ウラジロガシについて「花野菜型に似た表面構造を有し、その隆起部の表面から、さらに微細な刺状物が突出」<sup>(9)</sup>と記載している。表面構造の分類については、松岡・前田 (1975) はアカガシ亜属の表面構造は「花野菜のような点紋状の突起」と記載し、大きくウラジロガシタイプとアラカシタイプの 2 つに分けている<sup>(10)</sup>。また Miyoshi (1981) が湾曲畝状型 (ウラジロガシ, アラカシ, アカガシ) と微小突起状型 (シラカシ, イチイガシ, ツクバネガシ) の 2 型に大別している<sup>(11)</sup>。また竹岡 (1991) はイチイガシ, アカガシ, ツクバネガシ, アラカシ, ウラジロガシの表面構造をカリフラワー状と記載している<sup>(12)</sup>。これまで、以上のように日本産アカガシ亜属の花粉形態についての研究がなされてきたが、いまだ十分に整理されていないのが現状である。

本研究では、アカガシ亜属 7 種のうち 6 種の花粉表面構造を高分解能走査電子顕微鏡で観察した。また同様に、アカガシ亜属の化石花粉についても表面構造を観察し、現生花粉の表面構造と比較を行い、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、ブナ科コナラ属アカガシ亜属のアカガシ, ツクバネガシ, イチイガシ, シラカシ, アラカシ, ウラジロガシの花粉である。それらの採集地, 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。

現生花粉の試料作成方法は試料の花粉を、水酸化カリウム法, アセトリシス法で処理した。さらに四酸化オスミウムで固定後エタノールで脱水し、キシレンに置換した。これを走査電子顕微鏡用の試料台上で自然乾燥させ、イオンスパッタリングによって金パラジウム合金を 5 分程度蒸着させた。堆積物からの化石花粉の抽出は、水酸化カリウム法, 塩化亜鉛比重分離法, フッ化水素酸法, アセトリシス法を用いた。さらに抽出した化石花粉をカルノア液で固定した後エタノールで脱水し、キシレンに置換した。これを試料台上で自然乾燥させ、現生花粉と同様に蒸着を行った。観察は、日本電子(株) JSM-890 型を使用し、加速電圧 5 kv で行った。

花粉の大きさは、処理・包埋方法によりかなり異なるので、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)<sup>(13)</sup>、島倉 (1973)<sup>(14)</sup>、中村 (1980)<sup>(15)</sup>、Miyoshi (1981)<sup>(11)</sup>、三好 (1982)<sup>(16)</sup>、坊田 (1987)<sup>(17)</sup>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。また、12,000 倍に拡大した写真を使用して、畝の幅, 微刺の長さ,  $1 \mu\text{m}^2$  あたりの刺の数を 10 ケ所で測定し、平均値を求めた。これらをもとにアカガシ亜属花粉の検索表を作成した。

## 観察結果と考察

アカガシ亜属 6 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*

アカガシ亜属 *Cyclobalanopsis*

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  $2 \sim 3 \mu\text{m}$  あり内孔を観察できるが、乾燥状態ではしばしば閉じている。溝の長さは比較的短くて、両極のかなり手前で終わっている。表面構造は、外壁の盛り上がった隆起物が伏瓦状に配列し、花野菜に似た構造をしているカリフラワー型畝状紋と、外壁の盛り上がった隆起物が金平糖に似た顆粒状の構造をしている金平糖型顆粒状紋 (裸子植物花粉の微小球体に由来する金平糖型顆粒物とは構造的には異なるが、表面の外見が金平糖状なので、本研

究では仮に金平糖型顆粒状紋としておく)の2型に大別することができる。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。

アカガシ *Quercus acuta* Thunberg

(Pl. I. 1 a-b)

カリフラワー型畝状紋。畝の幅は0.25~0.41  $\mu\text{m}$  (平均0.32  $\mu\text{m}$ )で、ほぼ均一な幅をしている。畝には微刺があり、長さは0.04~0.25  $\mu\text{m}$  (平均0.10  $\mu\text{m}$ )。また微刺と微刺が連結しアーチになっているところがみられる。微刺は螺旋状に並んでいるように見える。大きさ19.1-22.5 (赤道径)  $\times$  19.1-23.6 (極軸)  $\mu\text{m}$ 。[21.5-23  $\times$  25.5-27  $\mu\text{m}$ (I), 20-24  $\times$  24-28  $\mu\text{m}$ (S), 17.2-22.0  $\times$  16.3-19.2  $\mu\text{m}$ (N), 20-24  $\times$  19-23  $\mu\text{m}$ (M), 14  $\times$  18  $\mu\text{m}$ (B).]

滋賀県伊香郡西浅井町。高原。1987, 5, 23.

ツクバネガシ *Quercus sessilifolia* Blume

(Pl. I. 2 a-b)

カリフラワー型畝状紋。前種のアカガシにかなり類似している。畝の幅0.30~0.40  $\mu\text{m}$  (平均0.39  $\mu\text{m}$ )で、たいへん均一な幅をしている。畝には微刺があるが、長さは0.04~0.08  $\mu\text{m}$  (平均0.06  $\mu\text{m}$ )と短い。また前種と同様に微刺と微刺が連結し、アーチとなっているところがみられる。微刺は螺旋状に並んでいるように見える。大きさ21.0-23.8  $\times$  22.0-23.8  $\mu\text{m}$ 。[21.1-26.8  $\times$  19.2-24.0  $\mu\text{m}$  (N), 14-20  $\times$  17-21  $\mu\text{m}$  (M).]

岡山市三徳園。三好。1983, 4, 30.

イチイガシ *Quercus gilva* Blume

(Pl. I. 3 a-b)

カリフラワー型畝状紋。畝の幅は0.33~0.58  $\mu\text{m}$  (平均0.48  $\mu\text{m}$ )。畝には鈍刺状の微刺があり、長さは0.04~0.13  $\mu\text{m}$  (平均0.08  $\mu\text{m}$ )でしかも太い。大きさ20.0-24.5  $\times$  22.7-26.3  $\mu\text{m}$ 。[26-30  $\times$  30-32 (24-26  $\times$  29-30)  $\mu\text{m}$  (S), 19.2-24.0  $\times$  18.2-21.1  $\mu\text{m}$  (N), 16-24  $\times$  18-24  $\mu\text{m}$ (M), 20  $\times$  20  $\mu\text{m}$ (B).]

三重県伊勢。守田。1985, 5.

シラカシ *Quercus myrsinaefolia* Blume

(Pl. II. 4 a-b)

金平糖型顆粒状紋。顆粒の大きさは0.25~0.58  $\mu\text{m}$  (平均0.41  $\mu\text{m}$ )。顆粒には微刺があり、長さ0.04~0.13  $\mu\text{m}$  (平均0.08  $\mu\text{m}$ )。大きさ19.1-21.3  $\times$  18.6-

-21.3  $\mu\text{m}$ 。[18.0-21.6  $\times$  19.8-27.0  $\mu\text{m}$  (N), 19-23  $\times$  20-23  $\mu\text{m}$  (M), 10-20  $\times$  20-30  $\mu\text{m}$  (B).]

京都府立大学構内。高原。1977, 5, 4.

アラカシ *Quercus glauca* Thunberg

(Pl. II. 5 a-b)

カリフラワー型畝状紋。畝の幅は0.17~0.42  $\mu\text{m}$  (平均0.30  $\mu\text{m}$ )である。畝には微刺があり、長さは0.04~0.17  $\mu\text{m}$  (平均0.09  $\mu\text{m}$ )。微刺同志が連結しアーチになっているところがみられる。大きさ20.0-21.3  $\times$  21.3-22.5  $\mu\text{m}$ 。[19.0-19.5  $\times$  21.5-23.0  $\mu\text{m}$  (I), 20.1-24.0  $\times$  16.3-21.1  $\mu\text{m}$  (N), 18-22  $\times$  20-21  $\mu\text{m}$  (M), 20  $\times$  30 (B).]

岡山市三徳園。三好。1983, 4, 30.

ウラジロガシ *Quercus salicina* Blume

(Pl. II. 6 a-b)

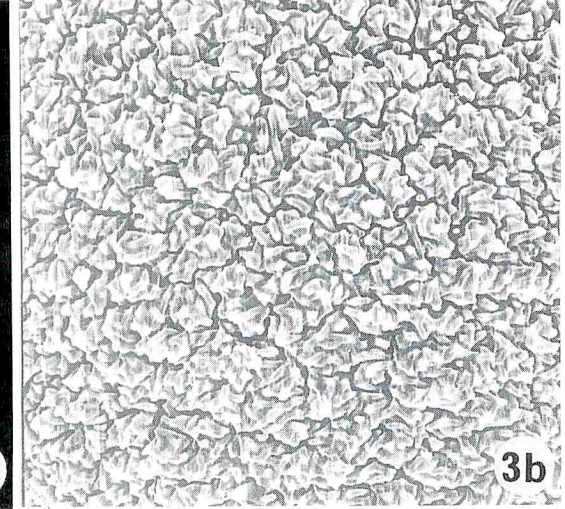
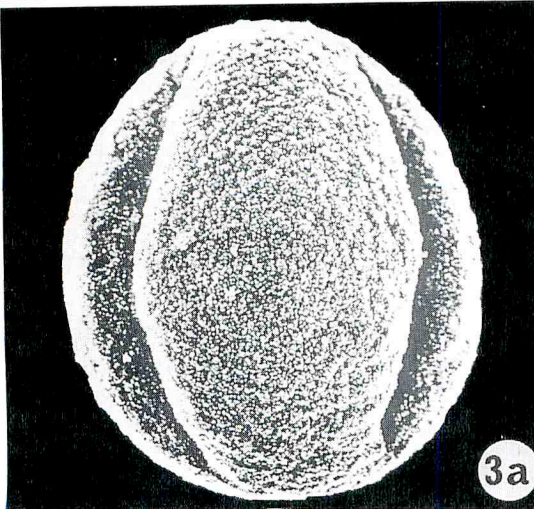
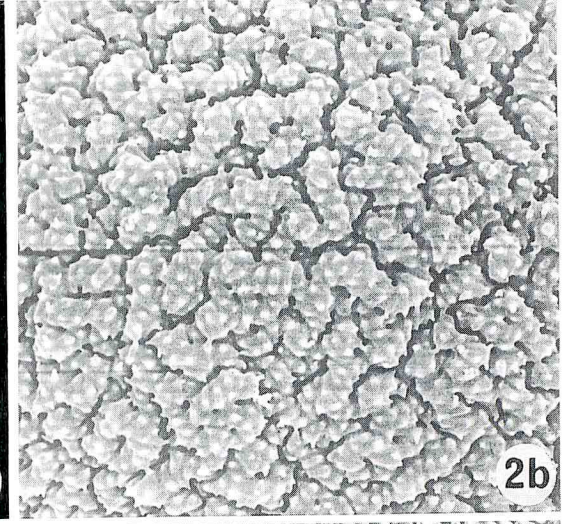
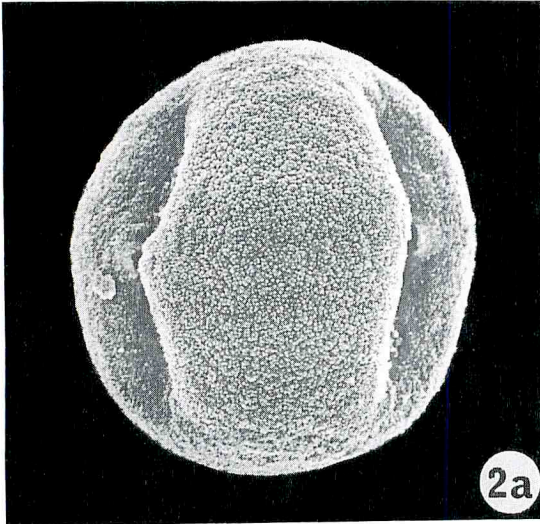
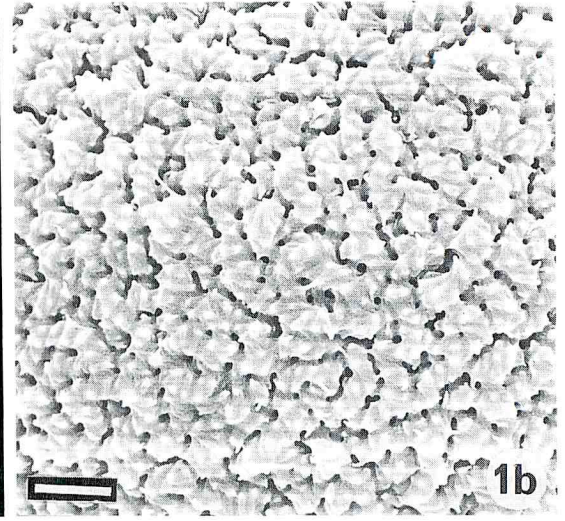
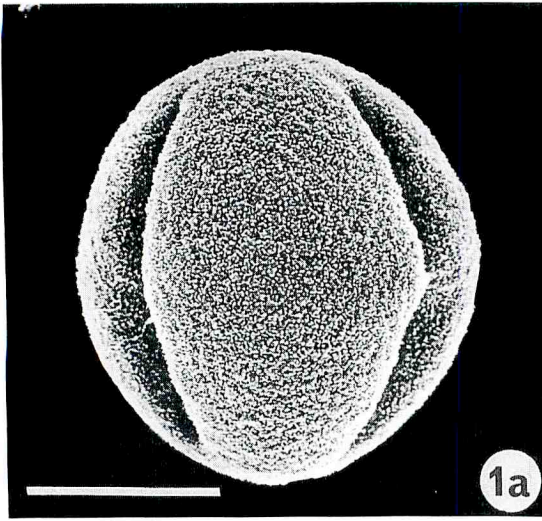
カリフラワー型畝状紋。畝の幅は今回観察した中で最も太く、0.25~0.58  $\mu\text{m}$  (平均0.57  $\mu\text{m}$ )であり、ほぼ均一な幅をしている。また畝の微刺も今回の観察の中で最も長く、0.12~0.30  $\mu\text{m}$  (平均0.25  $\mu\text{m}$ )もある。やはり微刺同志が連結しアーチになっているところがみられる。大きさ18.2-20.9  $\times$  19.1-21.8  $\mu\text{m}$ 。[20.1-23.0  $\times$  18.2-21.1  $\mu\text{m}$  (N), 19-23  $\times$  20-26  $\mu\text{m}$  (M).]

岡山市三徳園。三好。1983, 5, 30.

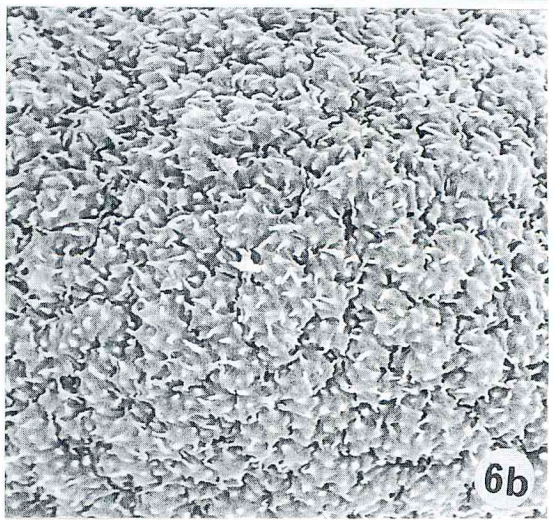
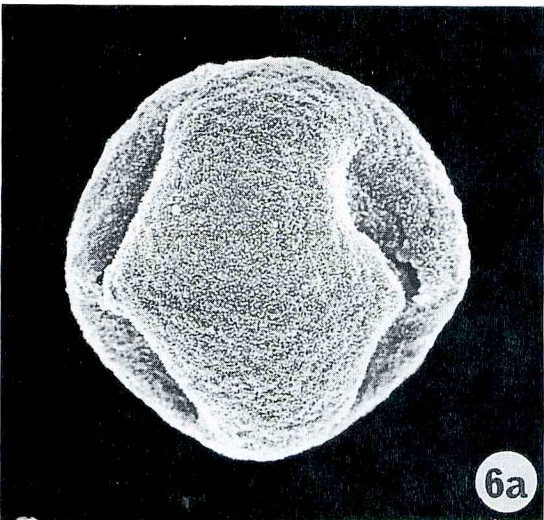
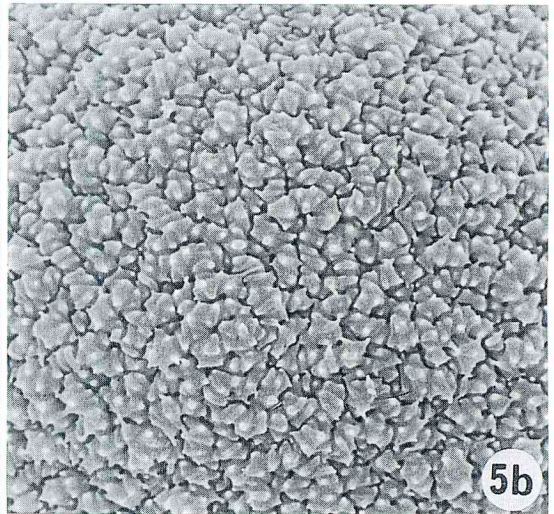
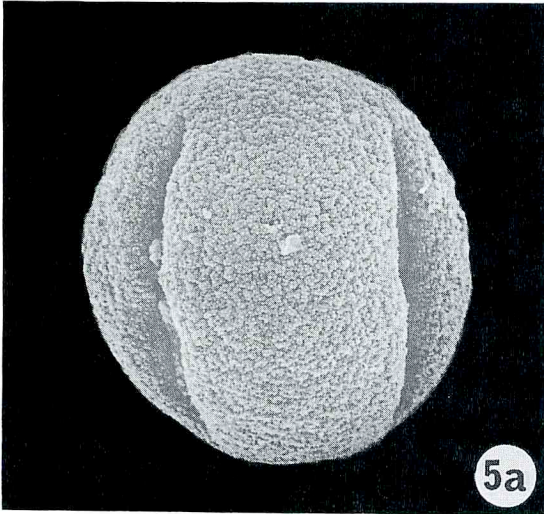
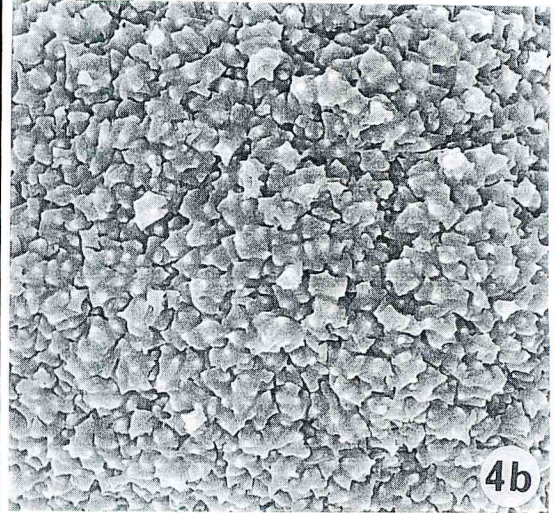
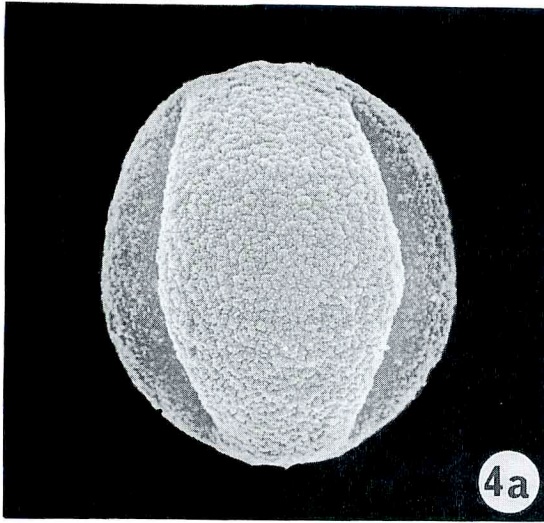
日本産のアカガシ亜属6種について、それらの花粉の表面微細構造を高分解能走査電子顕微鏡で観察した結果、花粉の表面構造は、外壁の盛り上がった隆起物が伏瓦状に配列し、花野菜に似た構造をしているカリフラワー型畝状紋(アカガシ、ツクバネガシ、アラカシ、ウラジロガシ、イチイガシ)、外壁の盛り上がった隆起物が金平糖に似た顆粒状の構造をしている金平糖型顆粒状紋(シラカシ)の2型に大別することができる。さらに、カリフラワー型畝状紋はその上に分布する微刺によって鈍刺型(イチイガシ)と鋭刺型(アカガシ、ツクバネガシ、アラカシ、ウラジロガシ)に分けることができる。鋭刺型の畝の幅は平均でウラジロガシが0.57  $\mu\text{m}$ と最も広く、次いでツクバネガシの0.39  $\mu\text{m}$ 、アカガシの0.32  $\mu\text{m}$ 、アラカシの0.30  $\mu\text{m}$ の順に狭くなっている。金平糖型顆粒状紋は、シラカシの顆粒が平均で0.41  $\mu\text{m}$ の大きさをしている(Table 1.)。

表面構造のタイプ分けに関して、ツクバネガシとイ











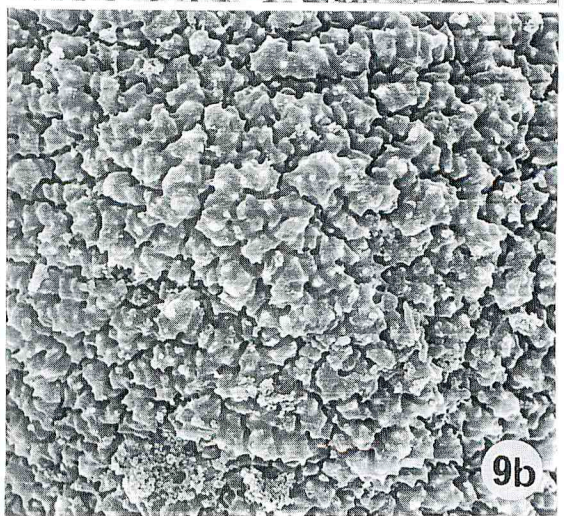
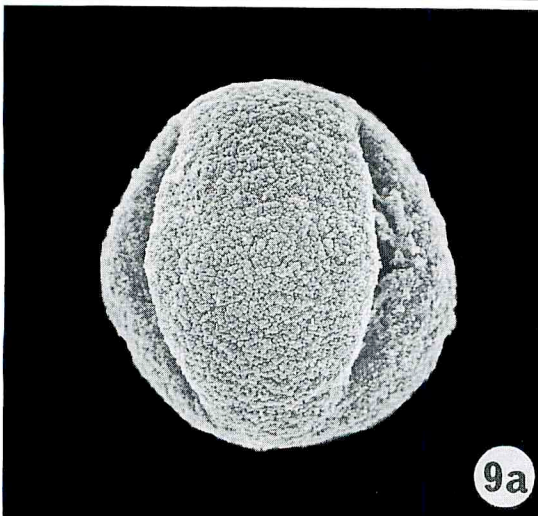
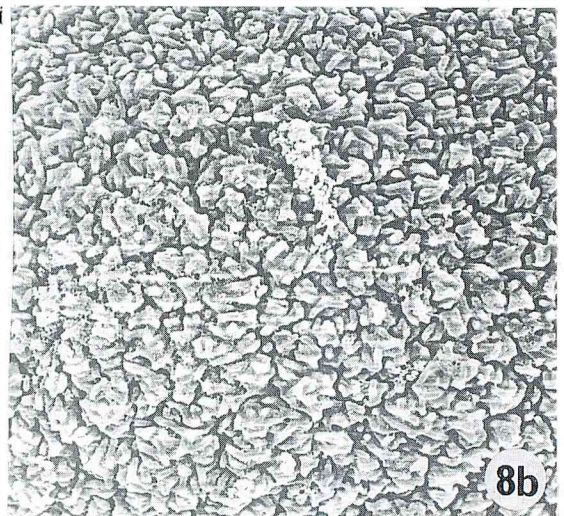
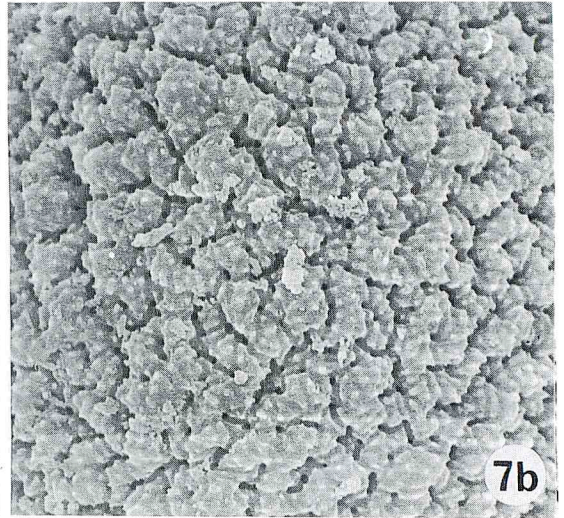
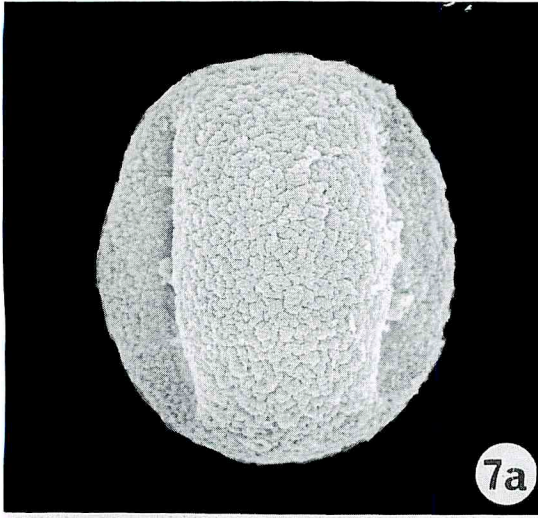


Table 1. Quantitative data for some surface characteristics of pollen of Japanese *Cyclobalanopsis* species.

Species	Sculpture	Valum width (Average)	Granulum size (Average)	Microspine length (Average)	Number of microspine/ $\mu\text{m}^2$
Modern pollen	<i>Quercus salicina</i>	Califlower type	0.25-0.58 (0.57) $\mu\text{m}$	0.12-0.30 (0.25) $\mu\text{m}$	24-28 (26)
	<i>Q. gilva</i>		0.33-0.58 (0.48)	0.04-0.13 (0.08)	16-22 (20)
	<i>Q. sessilifolia</i>		0.30-0.40 (0.39)	0.04-0.08 (0.06)	23-28 (26)
	<i>Q. acuta</i>		0.25-0.41 (0.32)	0.04-0.25 (0.10)	19-22 (20)
	<i>Q. glauca</i>		0.17-0.42 (0.30)	0.04-0.17 (0.09)	25-28 (27)
Fossil pollen	<i>Q. myrsinaefolia</i>	Confeito type	0.25-0.58 (0.41) $\mu\text{m}$	0.04-0.13 (0.08)	18-22 (20)
	<i>Q. sessilifolia</i>	Califlower type	0.25-0.50 (0.41)	0.04-0.08 (0.04)	24-26 (26)
	<i>Q. gilva</i>	Califlower type	0.25-0.50 (0.40)	0.04-0.13 (0.10)	18-22 (20)
	<i>Q. glauca</i>	Califlower type	0.25-0.50 (0.26)	0.04-0.08 (0.07)	19-24 (21)

チイガシを、本研究では畝状紋としたのに対し、Miyoshi (1981) では微小突起状型としており、両者は異なっている。このような違いが生じたのは、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、本研究では、花粉の表面構造がより明瞭になったことに原因があると考えられる。

これら6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。

1. 隆状突起は、カリフラワー型の畝状紋。

2. 畝状紋上の微刺は鈍刺状。 . . . . . イチイガシ

2. 畝状紋上の微刺は鋭刺状。

3. 畝の幅は 0.25~0.58  $\mu\text{m}$  (平均 0.57  $\mu\text{m}$ ) で、微刺の長さは 0.12~0.30  $\mu\text{m}$  (平均 0.25  $\mu\text{m}$ ) . . . . . ウラジロガシ

3. 畝の幅は 0.30~0.40  $\mu\text{m}$  (平均 0.39  $\mu\text{m}$ ) で、微刺の長さは 0.04~0.08  $\mu\text{m}$  (平均 0.06  $\mu\text{m}$ ) . . . . . ツクバネガシ

3. 畝の幅は 0.25~0.41  $\mu\text{m}$  (平均 0.32  $\mu\text{m}$ ) で、微刺の長さは 0.04~0.25  $\mu\text{m}$  (平均 0.10  $\mu\text{m}$ ) . . . . . アカガシ

3. 畝の幅は 0.17~0.40  $\mu\text{m}$  (平均 0.30  $\mu\text{m}$ ) で、微刺の長さは 0.04~0.17  $\mu\text{m}$  (平均 0.09  $\mu\text{m}$ ) . . . . . アラカシ

1. 隆状突起は、金平糖型の顆粒状紋。

2. 金平糖型顆粒の大きさは 0.25~0.58 (平均 0.46  $\mu\text{m}$ ) . . . . . シラカシ

#### 図版説明

Pl. I and Pl. II. Modern pollen of species of the subgenus *Cyclobalanopsis*. General view  $\times 2,500$  (white line corresponds to 10  $\mu\text{m}$ ). Surface detail  $\times 10,000$  (white line corresponds to 1  $\mu\text{m}$ ).

Pl. I.

1 a-b *Quercus acuta* (アカガシ)

2 a-b *Q. sessilifolia* (ツクバネガシ)

3 a-b *Q. gilva* (イチイガシ)

Pl. II.

4 a-b *Q. myrsinaefolia* (シラカシ)

5 a-b *Q. glauca* (アラカシ)

6 a-b *Q. salicina* (ウラジロガシ)

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

Pl. III.

7 a-b *Q. sessilifolia* type (ツクバネガシ型)<sup>(18)</sup>

8 a-b *Q. gilva* type (イチイガシ型)

9 a-b *Q. glauca* type (アラカシ型)<sup>(18)</sup>



次にこの検索表にもとづき、中国山地や瀬戸内海沿岸堆積物の花粉分析で得られた試料に含まれるアカガシ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3種の化石花粉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。

ツクバネガシ型化石花粉 *Quercus sessilifolia* type fossil pollen

(Pl. III. 7a-b 藤木・三好 (1994) <sup>(18)</sup>)

カリフラワー型畝状紋。畝は均一な幅で0.25~0.50  $\mu\text{m}$  (平均0.41  $\mu\text{m}$ ) である。畝には微刺があり、長さ0.04~0.08  $\mu\text{m}$  (平均0.04  $\mu\text{m}$ )。微刺は螺旋状に並んでいるようにみえる。以上の特徴からツクバネガシと同定した。大きさ24.4  $\times$  27.6  $\mu\text{m}$ 。

岡山県蒜山犬狹峠湿原 深度170~175cm

イチイガシ型化石花粉 *Quercus gilva* type fossil pollen

(Pl. III. 8a-b)

カリフラワー型畝状紋。畝の幅は0.25~0.50  $\mu\text{m}$  (平均0.40  $\mu\text{m}$ )。畝には長さ0.04~0.13  $\mu\text{m}$  (平均0.10  $\mu\text{m}$ ) の鈍刺状の太い微刺がある。以上の特徴からイチイガシと同定した。大きさ26.2  $\times$  30.2  $\mu\text{m}$ 。

岡山市岡南飛行場 深度1170~1175cm

アラカシ型化石花粉 *Quercus glauca* type fossil pollen

(Pl. III. 9a-b 藤木・三好 (1994) <sup>(18)</sup>)

カリフラワー型畝状紋。畝の幅は0.25~0.50  $\mu\text{m}$  (平均0.26  $\mu\text{m}$ )。畝には微刺があり、長さ0.04~0.08  $\mu\text{m}$  (平均0.07  $\mu\text{m}$ )。以上の特徴からアラカシと同定した。大きさ24.4  $\times$  25.3  $\mu\text{m}$ 。

岡山県蒜山犬狹峠湿原 深度170~175cm

以上のように、本研究において明らかにされたアカガシ亜属の花粉形態にもとづき、種レベルでの化石花粉の同定も可能になると思われる。

中国地方東部においては、アカガシ、ウラジロガシは1,000m前後の高地にも分布し、ツクバネガシ、イチイガシ、シラカシ、アラカシはそれ以下に分布している。このようにアカガシ亜属のなかでも、種によって生育地が異なっている<sup>(19)</sup>。従来アカガシ亜属の化石花粉は、亜属レベルで同定が行われてきた。今後本研究のように種レベルでの同定が行われるならば、さ

らに詳細な植生変遷・気候変動の研究が可能となる。しかし、化石花粉の種レベルでの同定、特にカリフラワー型畝状紋で鋭刺状のグループの同定には、まだ問題があり、今後の課題である。

稿を終えるにあたり、貴重な花粉試料を御恵与下さった東北生活文化大学非常勤講師 守田益宗博士、京都府立大学農学部 高原 光博士ならびに岡山市三徳園に厚くお礼申し上げる。

## 引用文献

- (1) 北村四郎・村田 源：原色日本植物図鑑 木本編 II. 545pp 保育社 (1979).
- (2) Dupont, P. and Dupont, S. : Etude de pollen de chênes (genre *Quercus* L.) en microscopie électronique à balayage. *C. R. Acad. Sc. Paris* 274, 2503-2506 (1972).
- (3) Smit, A. : A scanning electron microscopical study of the pollen morphology in the genus *Quercus*. *Acta Bot. Neerl.* 22, 6, 655-665 (1973).
- (4) Colombo, P. M., Lorenzoni, F. C. and Grigoletto, F. : Pollen grain morphology supports the taxonomical discrimination of Mediterranean oaks (*Quercus*, Fagaceae). *Plant Syst. Evol.* 141, 273-284 (1983).
- (5) Van Benthem, F., Clarke, G. C. S. and Punt, W. : Fagaceae. The northwest European pollen flora IV. Elsevier pp 87-110 (1984).
- (6) Medus, J. and Gonzalez, F. G. : Pollen morphology of some Mexican oaks. *Grana* 23, 77-84 (1984).
- (7) Jimbo, T. : The diagnoses of the pollen of forest trees. I. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.* 4, 287-296 (1933).
- (8) 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的研究(II)。日林誌 40, 7-11 (1958).
- (9) 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的観察(V) 特にカシ属の花粉について。日林誌 41, 125-129 (1959).
- (10) 松岡敦充・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).



- (11) Miyoshi, N. : Pollen morphology of Japanese *Quercus* (Fagaceae) by means of scanning electron microscope. *Jpn. J. Palynol.* 27, 45-54 (1981).
- (12) 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).
- (13) 幾瀬マサ : 日本植物の花粉. 解説 303pp 図版 76pp 広川書店 (1956).
- (14) 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).
- (15) 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).
- (16) 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).
- (17) 坊田春夫 : 花粉の形態 第4集. 図版 16pp 解説 10pp 索引 28pp 明誠企画 (1987).
- (18) 藤木利之・三好教夫 : 中国地方の湿原堆積物の花粉分析学的研究. V. 犬狹峠湿原 (岡山県). 岡山理科大学自然科学研究所研究報告 20, 77-82 (1994).
- (19) Horikawa, Y. : Atlas of the Japanese Flora. I. 500pp, II 362pp Gakken (1972, 1976).
-

