

原著

## 藤木利之<sup>1</sup>・百原 新<sup>2</sup>・安田喜憲<sup>1</sup>：日本の間氷期堆積物に含まれる サルスベリ属 *Lagerstroemia* 花粉化石の形態

Toshiyuki Fujiki<sup>1</sup>, Arata Momohara<sup>2</sup> and Yoshinori Yasuda<sup>1</sup>: Morphology of fossil *Lagerstroemia* pollen in the interglacial sediments in Japan

**要旨** 日本の間氷期の地層から産出するサルスベリ属花粉化石の種を同定するために、サルスベリとシマサルスベリ、ヤクシマサルスベリの短雄蕊と長雄蕊の現生花粉を光学顕微鏡と走査電子顕微鏡で観察し記載した。その結果、2種1亜種間の形態の差は長雄蕊花粉ではみられなかったが、短雄蕊花粉ではシマサルスベリとヤクシマサルスベリがサルスベリよりも小型で、両極の外壁が厚かった。本州の4地点の最終間氷期を含む間氷期の堆積物から抽出したサルスベリ属花粉化石は、ほとんどが短雄蕊花粉で、長雄蕊花粉もわずかに含まれていた。短雄蕊花粉化石の形態を現生花粉の形態と比較した結果、シマサルスベリ・ヤクシマサルスベリと類似していた。日本の大型植物化石記録や中国の現生花粉形態記載と比較しても、更新世の間氷期に本州中部に広く分布していたサルスベリ属はシマサルスベリやヤクシマサルスベリであった可能性が高い。

**キーワード**：化石花粉，花粉形態，間氷期，サルスベリ属，二形花粉

**Abstract** To identify species of fossil *Lagerstroemia* pollen common in interglacial sediments of Japan, we studied and described the morphology of long and short stamen pollen grains of modern *L. indica*, *L. subcostata*, and *L. subcostata* var. *fauriei* using light and scanning electron microscopy. Among *L. indica*, *L. subcostata*, and *L. subcostata* var. *fauriei*, long stamen pollen grains were similar to each other, but short stamen pollen grains were distinguishable. Pollen grains of *L. subcostata* and *L. subcostata* var. *fauriei* were smaller and had thicker pollen walls in the polar area than those of *L. indica*. Fossil *Lagerstroemia* pollen grains obtained from interglacial sediments at four localities in Honshu, Japan, inclusive of Last Interglacial sediments, were mostly short stamen pollen grains, and long stamen pollen grains were few. Short stamen pollen grains of fossil *Lagerstroemia* were morphologically similar to those of modern *L. subcostata* and *L. subcostata* var. *fauriei*. Considering the plant macrofossil record in Japan and the pollen morphology of modern Chinese species, *Lagerstroemia* distributed widely in central Honshu during Pleistocene interglacial stages is referable to *L. subcostata* or *L. subcostata* var. *fauriei*.

**Key words**: dimorphic pollen, fossil pollen, interglacial period, *Lagerstroemia*, pollen morphology

### はじめに

サルスベリ属 *Lagerstroemia* は、東アジア・南アジアからオーストラリアの熱帯・亜熱帯に分布するミソハギ科の樹木である。サルスベリ属花粉化石は、本州以南の更新世間氷期の堆積物から普通に産出し（中村，1972；大西，1977；辻，1980；山中，1984；守田，1994；Miyoshi et al., 1999 など）、時には樹木花粉化石群で優占することもある（守田，1994；Fujiki et al., 1998）。しかし、これまでの花粉分析の報告では属までの同定にとどまっておき、間氷期の堆積物から産出するサルスベリ属の種は特定できていない。

日本には、シマサルスベリ *L. subcostata* Koehne が屋久島・種子島以南に自生し、その変種のヤクシマサルスベリ

var. *fauriei* Koehne が屋久島・種子島・奄美大島にのみ自生している。そして中国南部が原産と考えられているサルスベリ *L. indica* L. が栽培されている（北村・村田，1971；大橋，1989）。西南日本に現在自生する種が更新世の温暖期にも本州中部まで広く分布を広げていたとすると、更新世のサルスベリ属花粉化石はシマサルスベリやヤクシマサルスベリのものである可能性が高い。しかしながら、大型植物化石では更新世から産出するサルスベリ属果実化石がサルスベリに同定されている（Miki, 1937；三木，1948）ので、サルスベリが更新世に日本に分布していた可能性も否定できない。そこで本研究では、サルスベリとシマサルスベリ、ヤクシマサルスベリの現生花粉を光学顕微鏡と走査電子顕微鏡で観察

<sup>1</sup> 〒610-1192 京都市西京区御陵大枝山町3-2 国際日本文化研究センター

International Research Center for Japanese Studies, 3-2 Oeyama-cho, Goryo, Nishikyo-ku, Kyoto 610-1192, Japan

<sup>2</sup> 〒271-8510 千葉県松戸市松戸648 千葉大学園芸学部緑地・環境学科

Department of Environmental Science, Faculty of Horticulture, Chiba University, Matsudo 648, Chiba 271-8510, Japan

し、日本の間氷期の地層から産出するサルスベリ属花粉化石の同定を試みた。

サルスベリ属の花には二形雄蕊で二形花粉をつけるものと、二形雄蕊で単形花粉をつけるもの、単形雄蕊で単形花粉をつけるものの3種類があるが、ほとんどの種が二形雄蕊で二形花粉をつける (Kim et al., 1994)。サルスベリとシマサルスベリは二形雄蕊で二形花粉をつけ、花粉の大きさや表面構造も花の中央にある短雄蕊とその周囲にある長雄蕊のもので異なる (Kim et al., 1994)。しかし、これまでの花粉化石の研究では、短雄蕊花粉と長雄蕊花粉を区別して記載した例はなかった。そこで、本研究ではサルスベリとシマサルスベリ、ヤクシマサルスベリの短雄蕊・長雄蕊両方の花粉形態を検討し、花粉化石群でのそれらの産状を記載する。

### 研究試料と研究方法

#### 1. 研究試料

##### 1) 現生花粉

サルスベリとシマサルスベリ、ヤクシマサルスベリの現生花粉8試料を検討した (Table 1)。採取した花の標本は国際日本文化研究センターに保管されている。

##### 2) 花粉化石

花粉化石は以下の4地点から得た。花粉化石の標本は国際日本文化研究センターに保管されている。

A. 京都府八幡市美濃山 (34°50'13"N, 135°43'24"E), 三田村 (1992) の地点 110。試料は大阪層群上部のカスリ火山灰層の2.5 m下の河成シルト層から採取した。カスリ火山灰層は試料採取地点西部の枚方地域ではMa8海成粘土層の約2.5 m下位に位置し、中期更新世後半の地層である (三田村, 1992)。この花粉化石群ではブナ属がもっとも高率で産出し、ついでマツ属とコナラ属アカガシ亜属が多い (Table 2)。海成粘土層付近の地層であることと、ブナ属とコナラ属アカガシ亜属が多産することから間氷期の地層と考えられる。サルスベリ属は樹木花粉のうち8.8%含まれる。

B. 神奈川県足柄上郡中井町藤沢 (35°20'07"N, 139°13'30"E)。試料は吉沢層SB-0火山灰層の2 m上のシルト層から採取した。この地点の花粉および大型植物化石群は辻 (1980) に記載されており、この地層は最終間氷期の地層に対比されている。この層準ではサルスベリ属が樹木花粉で最も多く約21.7%を占め、ついでニレ属 - ケヤキ属とクマシデ属が多い (Table 2)。

C. 福井県三方町三方湖 (35°33'N, 135°53'E) で採取されたボーリングコアの深度88.50~88.55 mの層準。この地点の花粉化石群は守田 (1994) によって記載されており、この層準は最終間氷期に対比されている。この層準ではサルスベリ属が樹木花粉のうち約34.8%と最も多く、次いでクルミ属 - サウグルミ属が多い (Table 2)。

D. 岡山県日生町頭島<sup>かしら</sup> (34°41'N, 134°17'E) で採取されたボーリングコアの深度43.70~43.75 mの層準 (Fujiki et al., 1998)。この層準ではサルスベリ属が樹木花粉のうち約25.6%と高率で産し、ついでニレ属 - ケヤキ属、ブナ属が多い (Table 2)。この層準の地質年代は不明であるが、中期更新世後半もしくは後期更新世の間氷期の地層だと考えられる。それは、この層準では落葉広葉樹が樹木花粉の大半を占め、ブナ属とサルスベリ属が多く、コナラ属アカガシ亜属を含むこと、その上位の層準でブナ属やサルスベリ属を含む落葉広葉樹が減少して、ツガ属やコウヤマキ属、スギ属といった針葉樹の花粉が増加することによる (Fujiki et al., 1998)。

#### 2. 研究方法

現生花粉の試料作成は、試料の花粉を10%水酸化カリウム処理とアセトリシス処理をしたのち、その残渣の半分をグリセリンゼリーで包埋してプレパラートを作成し、光学顕微鏡用試料とした。残渣の残り半分は走査電子顕微鏡用試料とし、2%四酸化オスミウムで固定および導電染色した後、エタノールシリーズ (30, 60, 80, 99.5%) 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、

Table 1 List of examined modern specimens

Species	Sample No.	Locality	Collector	Date
<i>L. indica</i>	1	Okayama University of Science, Okayama	Fujiki, T.	1992.08.04
	2	Osaka City University Botanical Garden, Osaka	Fujiki, T.	1999.08.02
<i>L. subcostata</i>	3	Tokunoshima Island, Kagoshima	Iwatsuki, K. et al.	1975.08.26*
	4	Chichi Island, Tokyo	Shimizu, Y.	1976.08.10*
	5	Osaka City University Botanical Garden, Osaka	Fujiki, T.	1999.08.02
<i>L. subcostata</i> var. <i>fauriei</i>	6	Nishinoomote City, Kagoshima	Deguchi, K. et al.	1989.07.12*
	7	Kumage Gun, Kagoshima	Fujii, T.	1989.07.12*
	8	Osaka City University Botanical Garden, Osaka	Fujiki, T.	1999.08.02

\* from the herbarium of the Kyoto University (KYO).

**Table 2** Percentages of main arboreal taxa in four fossil pollen assemblages yielding fossil *Lagerstroemia* pollen

Locality	Yawata	Nakai	Lake Mikata	Kashira Island
Pollen grain count	223	376	395	453
<i>Abies</i>	2.3	2.6	1.5	3.1
<i>Pinus</i>	19.0	7.4	6.9	0.8
<i>Tsuga</i>	1.2	6.3	1.1	1.9
<i>Sciadopitys</i>	0.9	0.0	1.1	0.4
<i>Cryptomeria</i>	0.6	1.1	0.8	0.4
Cupressaceae	0.3	0.4	0.0	0.0
<i>Juglans-Pterocarya</i>	0.6	6.3	20.6	3.1
<i>Betula</i>	0.3	0.7	0.4	0.8
<i>Carpinus</i>	0.6	12.5	3.8	5.7
<i>Fagus</i>	28.4	6.3	3.4	17.9
<i>Quercus</i> subgen. <i>Cyclobalanopsis</i>	10.2	0.7	0.4	1.9
<i>Quercus</i> subgen. <i>Lepidobalanus</i>	2.9	5.9	9.5	11.8
<i>Castanopsis</i>	1.5	0.4	0.4	0.4
<i>Ulmus-Zelkova</i>	5.3	15.1	9.5	19.5
<i>Sapium</i>	5.9	6.3	0.4	2.3
<i>Acer</i>	5.9	2.2	0.0	0.4
<i>Tilia</i>	0.6	0.0	0.0	0.0
<i>Lagerstroemia</i>				
short stamen type	8.8	21.2	31.7	24.1
long stamen type	0.0	0.5	3.1	1.5
<i>Fraxinus</i>	2.1	1.5	0.0	0.8
Others	2.9	2.9	5.3	3.4

イオンパッチングによって金パラジウム合金を約5分間蒸着させた。堆積物からの花粉化石の抽出には、10%水酸化カリウム処理、塩化亜鉛比重分離処理(比重1.78)、アセトリシス処理をしたのち、現生花粉と同様の方法で光学顕微鏡用および走査電子顕微鏡用試料を作成した。走査電子顕微鏡観察には日本電子(株)JSM-890型とJSM-6300型を使用し、加速電圧3~5 kVで行った。

花粉粒の計測は、光学顕微鏡下で600倍の倍率でマイクロメーターを使用して行った。花粉粒の極軸長(P)、赤道径(E)、極の外壁の厚さ(W)、赤道観溝間域(以下、溝間域とする)の溝周辺のしわの幅(RM)、溝間域中央部のしわの幅(RCM)を計測し、極軸長と赤道径の比(P/E比)を算出した(Fig. 1)

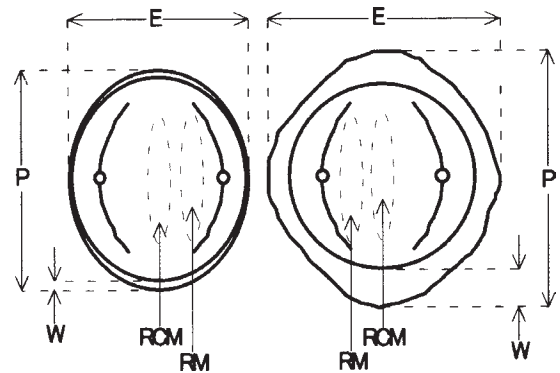
## 結 果

### 1. 現生花粉の形態

サルスベリ *Lagerstroemia indica* L.

#### a. 短雄蕊花粉 (Figs. 2-1, 3-1)

赤道観は長球状球形か垂長球形。三溝孔型。極軸長は平均49.54~51.88 μm, 赤道径は平均45.53~47.88 μm, P/E比は平均1.12~1.13。溝間域の中央部は盛り上がり、光学顕微鏡下ではこれが外壁の肥厚部として観察される。



**Fig. 1** Measured features of pollen grains. P: polar axis length, E: equatorial diameter, W: wall thickness in polar area, RM: rugulae width around colpus, RCM: rugulae width in central part of mesocolpium.

極の外壁の厚さは平均5.29~5.66 μmである。表面はしわ模様型。しわの幅は溝間域の溝周辺では平均0.71~0.76 μmで、溝間域中央部では広くなり平均1.63~1.73 μmとなる。しわは極に近づくにつれてなくなり、表面は平滑型となる。(Table 3)

#### b. 長雄蕊花粉 (Figs. 2-2, 3-2)

赤道観は長球状球形か垂長球形。三溝孔型。極軸長は平均43.64~44.05 μm, 赤道径は平均37.58~38.54 μm, P/E比は平均1.14~1.16。短雄蕊花粉よりも小さい。溝間域の中央部は盛り上がるが、盛り上がりは短雄蕊花粉にくらべかなり小さく、極の外壁の厚さは平均2.96~3.11 μmと薄い。表面はしわ模様型。しわの幅は溝間域の溝周辺では平均0.20~0.22 μmで、溝間域中央部では平均0.30~0.32 μmとやや広くなる(Table 3)。極ではしわはみられなくなり平滑型となる。

シマサルスベリ *Lagerstroemia subcostata* Koehne

#### a. 短雄蕊花粉 (Figs. 2-3, 3-3)

赤道観は長球状球形か垂長球形。三溝孔型。極軸長は平均39.59~40.40 μm, 赤道径は平均36.59~36.82 μm, P/E比は平均1.04~1.08。前種のサルスベリに類似した形態をしているが、サルスベリよりも小さく、赤道観も球形に近い。溝間域の中央部は盛り上がり、極の外壁の厚さは平均6.12~6.34 μm。表面はしわ模様型。しわの幅は溝間域の溝周辺では平均0.74~0.81 μm。溝間域中央部では平均1.13~1.23 μmとやや広くなる(Table 3)。しわは極に近づくにつれ広くなり、表面は微穿孔型となる。

#### b. 長雄蕊花粉 (Figs. 2-4, 3-4)

赤道観は長球状球形か垂長球形。三溝孔型。極軸長は平均37.21~38.67 μm, 赤道径は平均32.17~34.05 μm, P/E比は1.14~1.16。サルスベリと同じく短雄蕊花粉よりも



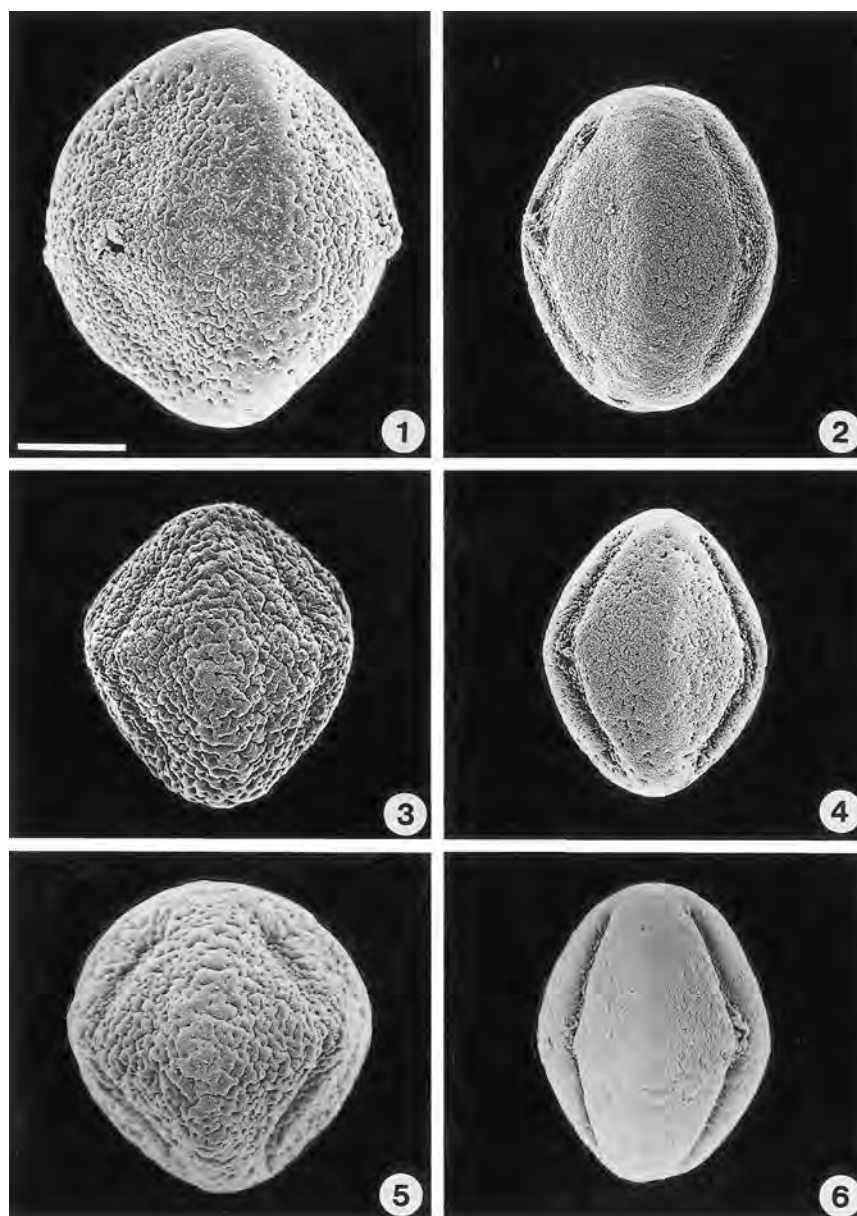


Fig. 2 Scanning electron micrographs of modern *Lagerstroemia* pollen. — 1-2: *Lagerstroemia indica* (sample 1)(1: short stamen pollen grain, 2: long stamen pollen grain). — 3-4: *L. subcostata* (sample 5)(3: short stamen pollen grain, 4: long stamen pollen grain). — 5-6: *L. subcostata* var. *fauriei* (sample 8)(5: short stamen pollen grain, 6: long stamen pollen grain). scale bar = 10  $\mu\text{m}$ .

やや小さい。溝間域の中央部はやや盛り上がり，極の外壁の厚さは平均 2.43 ~ 3.07  $\mu\text{m}$ 。表面はしわ模様型。しわの幅は溝間域の溝周辺では平均 0.38 ~ 0.40  $\mu\text{m}$  (Table 3)。しわ模様は不明瞭である。溝間域中央部ではしわがなくなり，表面は微穿孔型となる。

ヤクシマサルスベリ *Lagerstroemia subcostata* var. *fauriei* Koehne

a. 短雄蕊花粉 (Figs. 2-5, 3-5)

赤道観は長球状球形か垂長球形。三溝孔型。極軸長は平均 40.29 ~ 40.84  $\mu\text{m}$ ，赤道径は平均 36.99 ~ 37.47  $\mu\text{m}$ ，P / E比は平均 1.09。溝間域の中央部は盛り上がり，極の外壁の厚さは平均 5.74 ~ 6.04  $\mu\text{m}$ 。表面はしわ模様型。しわの幅は溝間域の溝周辺では平均 0.74 ~ 0.81  $\mu\text{m}$ 。溝間域中央部では平均 1.33 ~ 1.53  $\mu\text{m}$  とやや広くなる (Table 3)。しわは極に近づくにつれ広くなり，表面は微穿孔型となる。

b. 長雄蕊花粉 (Figs. 2-6, 3-6)

赤道観は長球状球形か垂長球形。三溝孔型。極軸長は平均

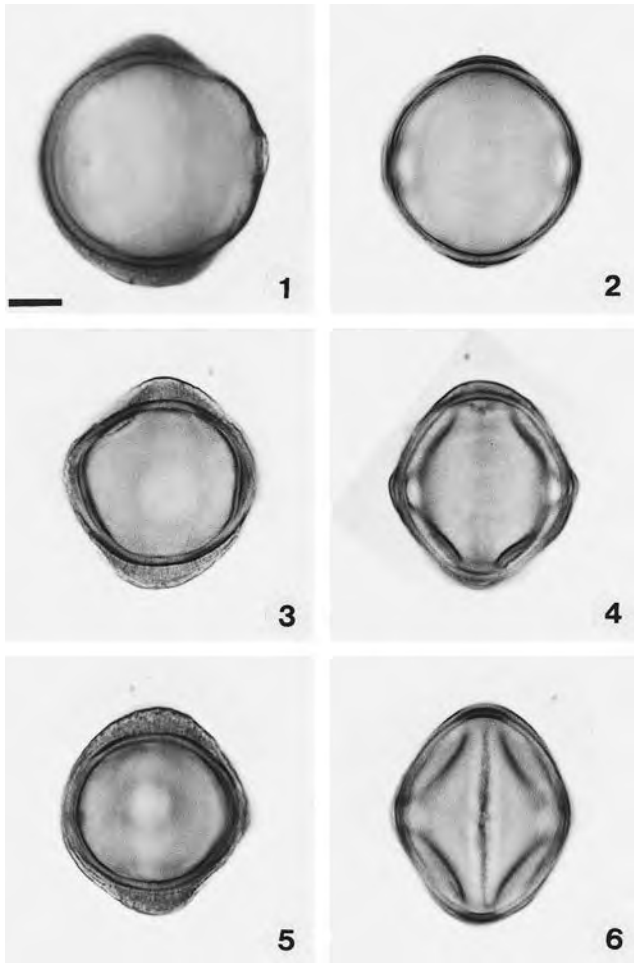


Fig. 3 Light micrographs of modern *Lagerstroemia* pollen. — 1–2: *Lagerstroemia indica* (sample 2)(1: short stamen pollen grain, 2: long stamen pollen grain). — 3–4: *L. subcostata* (sample 5)(3: short stamen pollen grain, 4: long stamen pollen grain). — 5–6: *L. subcostata* var. *fauriei* (sample 8)(5: short stamen pollen grain, 6: long stamen pollen grain). Scale bar = 10  $\mu\text{m}$ .

37.88 ~ 38.96  $\mu\text{m}$ , 赤道径は平均 33.21 ~ 34.08  $\mu\text{m}$ , P / E 比は 1.14。サルスベリ・シマサルスベリと同じく短雄蕊花粉よりも小さい。溝間域の中央部はやや盛り上がり, 極の外壁の厚さは平均 2.43 ~ 3.03  $\mu\text{m}$ 。表面はしわ模様型。しわの幅は溝間域の溝周辺では平均 0.38 ~ 0.41  $\mu\text{m}$  (Table 3) しわ模様は不明瞭である。溝間域中央部ではしわがなくなり, 表面は微穿孔型となる。

サルスベリとシマサルスベリ, ヤクシマサルスベリのそれぞれの計測値には試料間で有意な差がみられなかった。ほとんど変異はないものと考えられる。大きさでは短雄蕊花粉, 長雄蕊花粉ともサルスベリの方が大きく, シマサルスベリとヤクシマサルスベリはほぼ同じ大きさであった (Fig. 6)。ま

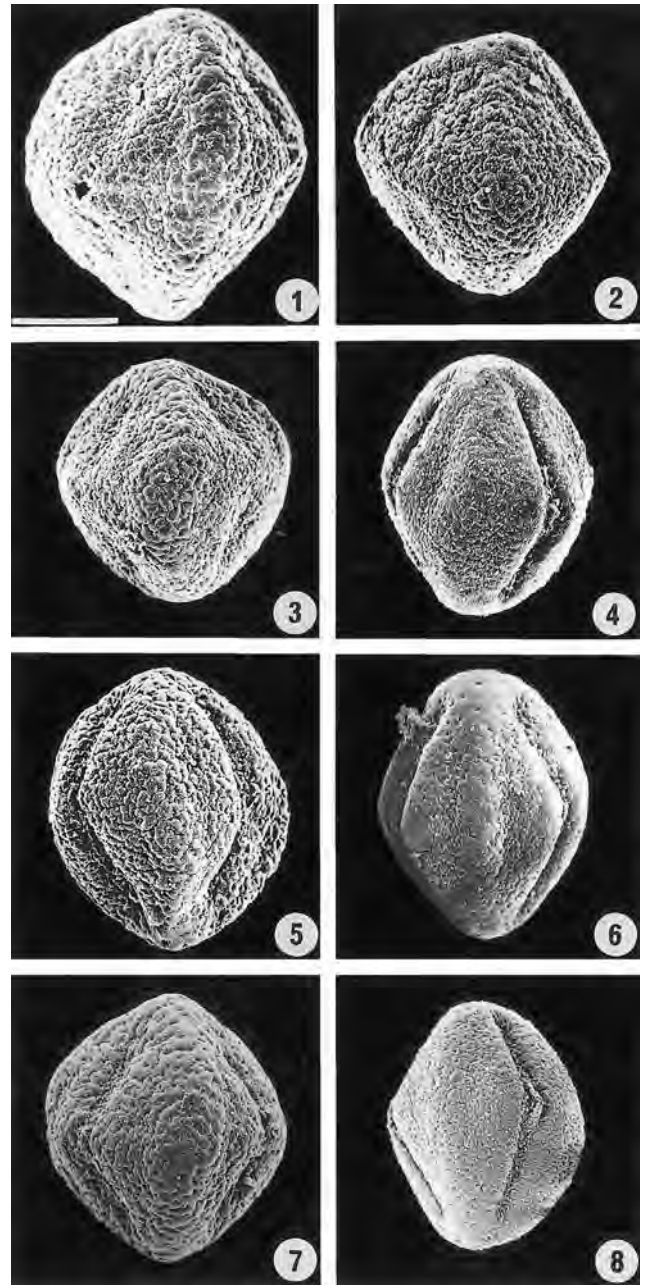


Fig. 4 Scanning electron micrographs of fossil *Lagerstroemia* pollen. — 1–2: short stamen pollen grain from Yawata. — 3: short stamen pollen grain from Nakai. — 4: long stamen pollen grain from Nakai. — 5: short stamen pollen grain from Lake Mikata. — 6: long stamen pollen grain from Nakai. — 7: short stamen pollen grain from Kashira Island. — 8: long stamen pollen from Kashira Island. Scale bar = 10  $\mu\text{m}$ .

たそれぞれの短雄蕊花粉と長雄蕊花粉は, 極の外壁の厚さが短雄蕊花粉は厚く, 長雄蕊花粉は薄いという点で容易に区別が付く (Fig. 6)。短雄蕊花粉の表面のしわの幅は, 溝周辺ではそれほど差はみられないが, 溝間域中央部ではサルスベリ

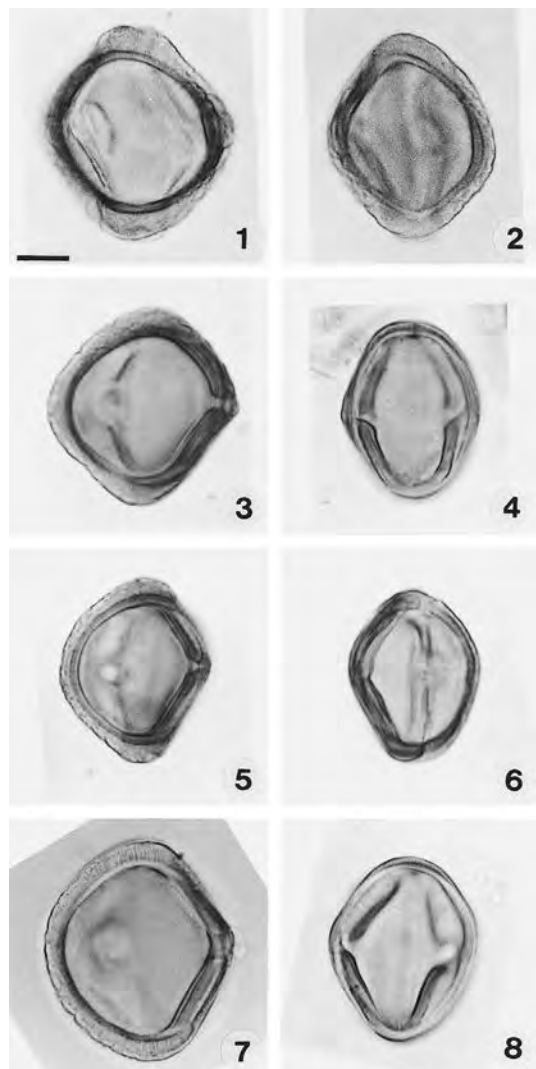


Fig. 5 Light micrographs of fossil *Lagerstroemia* pollen. — 1–2: short stamen pollen grain from Yawata. — 3: short stamen pollen grain from Nakai. — 4: long stamen pollen grain from Nakai. — 5: short stamen pollen grain from Lake Mikata. — 6: long stamen pollen grain from Lake Mikata. — 7: short stamen pollen grain from Kashira Island. — 8: long stamen pollen grain from Kashira Island. Scale bar = 10  $\mu\text{m}$ .

がもっとも広く、ヤクシマサルスベリ、シマサルスベリの順で狭くなる。しかし長雄蕊花粉では、シマサルスベリ、ヤクシマサルスベリの方が小さいこと以外は、それぞれに顕著な違いがみられなかった。

## 2. 花粉化石の形態

4地点の堆積物から産出するサルスベリ属花粉化石を検討した結果、中井と三方湖、頭島の堆積物には極の外壁の厚さが5.01  $\mu\text{m}$ 以上である短雄蕊花粉と外壁が1.67 ~ 3.43  $\mu\text{m}$ となる長雄蕊花粉の両方が含まれていたが、八幡の堆積物に

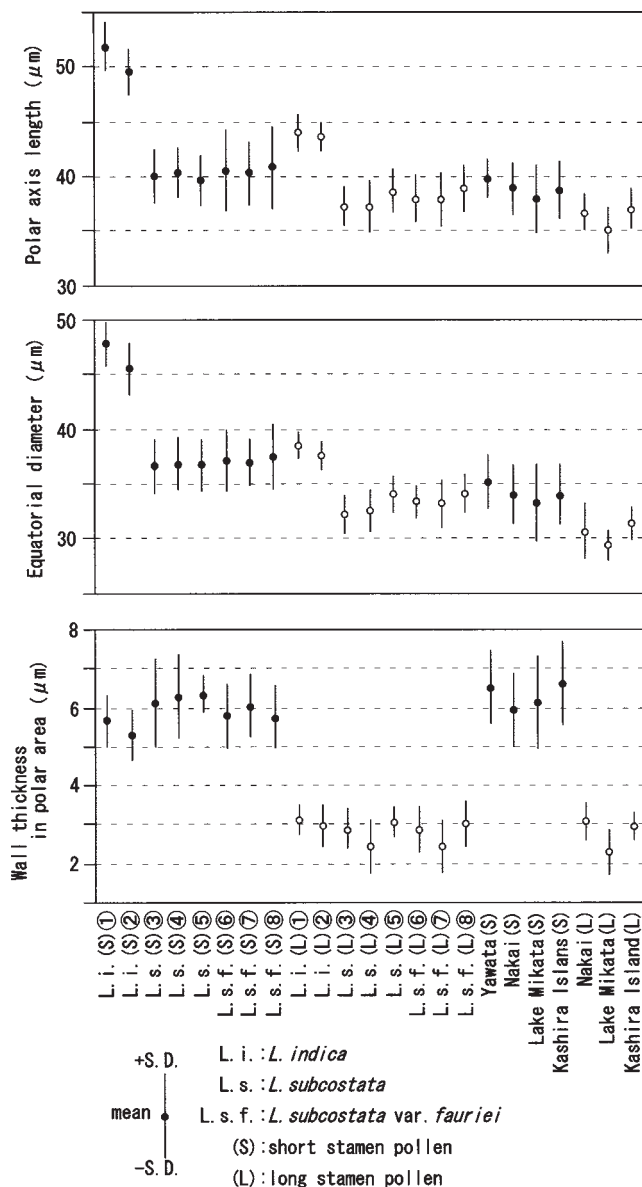


Fig. 6 Variation of polar axis length, equatorial diameter, and wall thickness in polar area.

は短雄蕊花粉だけが含まれていた。3地点のサルスベリ属花粉化石のうち、樹木花粉中の長雄蕊花粉の産出割合は中井で0.5%、三方湖で3.1%、頭島で1.5%と、短雄蕊花粉の産出割合(21.2 ~ 31.7%)に比べるとわずかであった(Table 2)。

### a. 短雄蕊花粉 (Figs. 4-1-3, 4-5, 4-7, 5-1-3, 5-5, 5-7)

赤道観は長球状球形か垂長球形。三溝孔型。極軸長は平均37.94 ~ 39.86  $\mu\text{m}$ 、赤道径は平均33.22 ~ 35.20  $\mu\text{m}$ 、P/E比は平均1.14 ~ 1.15。溝間域の中央部は盛り上がっている。極の外壁の厚さは平均5.93 ~ 6.60  $\mu\text{m}$ 。表面はしわ模様型。しわの幅は溝観域の溝周辺では平均0.89 ~ 0.91  $\mu\text{m}$ で、溝観域中央部ではやや広くなり、平均1.13 ~ 1.24  $\mu\text{m}$



Table 3 Size of modern and fossil *Lagerstroemia* pollen

	Sample No.	N	P	E	P/E	W	RM	RCM
Modern pollen								
<i>L. indica</i> (short stamen)	1	200	51.88 ± 2.18 46.76–55.11	47.88 ± 2.03 45.09–51.77	1.13 ± 0.04 1.04–1.20	5.66 ± 0.68 5.01–6.68	0.76 ± 0.24 0.33–1.33	1.73 ± 0.55 0.67–3.00
	2	200	49.54 ± 2.13 43.40–53.42	45.53 ± 2.36 36.74–48.43	1.12 ± 0.05 1.04–1.36	5.29 ± 0.63 4.18–6.68	0.71 ± 0.24 0.33–1.33	1.63 ± 0.47 1.00–2.33
<i>L. indica</i> (long stamen)	1	200	44.05 ± 1.67 41.75–46.76	38.54 ± 1.18 35.07–40.08	1.14 ± 0.03 1.08–1.23	3.11 ± 0.41 1.67–3.34	0.22 ± 0.03 0.17–0.27	0.30 ± 0.06 0.20–0.40
	2	200	43.64 ± 1.27 40.08–45.09	37.58 ± 1.31 35.07–40.08	1.16 ± 0.04 1.04–1.23	2.96 ± 0.56 1.04–3.34	0.20 ± 0.03 0.17–0.27	0.32 ± 0.06 0.20–0.40
<i>L. subcostata</i> (short stamen)	3	200	40.01 ± 2.54 35.07–46.76	36.59 ± 2.48 31.73–45.09	1.04 ± 0.06 0.95–1.30	6.12 ± 1.14 5.01–8.35	0.81 ± 0.27 0.33–1.33	1.23 ± 0.37 0.67–2.00
	4	200	40.40 ± 2.33 36.74–48.43	36.82 ± 2.36 31.73–45.09	1.06 ± 0.05 1.00–1.26	6.28 ± 1.09 5.01–8.35	0.80 ± 0.17 0.67–1.00	1.22 ± 0.20 1.00–1.67
	5	200	39.59 ± 2.31 33.40–43.42	36.69 ± 2.35 31.73–41.75	1.08 ± 0.05 1.00–1.20	6.34 ± 0.48 5.01–8.35	0.74 ± 0.32 0.33–1.33	1.13 ± 0.40 0.67–2.00
<i>L. subcostata</i> (long stamen)	3	200	37.27 ± 1.92 33.40–41.75	32.17 ± 1.70 30.06–38.41	1.16 ± 0.05 1.05–1.28	2.89 ± 0.51 1.67–3.34	0.39 ± 0.10 0.33–0.67	- -
	4	200	37.21 ± 2.43 33.40–41.75	32.56 ± 1.97 30.06–36.74	1.14 ± 0.07 1.05–1.28	2.43 ± 0.68 1.67–3.34	0.38 ± 0.07 0.33–0.50	- -
	5	200	38.67 ± 1.97 33.40–43.42	34.05 ± 1.70 30.06–38.41	1.14 ± 0.06 1.00–1.25	3.07 ± 0.39 1.67–3.34	0.40 ± 0.14 0.17–0.67	- -
<i>L. subcostata</i> var. <i>fauriei</i> (short stamen)	6	200	40.61 ± 3.86 33.40–48.43	37.17 ± 2.85 31.73–43.42	1.09 ± 0.05 0.96–1.22	5.80 ± 0.84 5.01–6.68	0.76 ± 0.21 0.33–1.00	1.52 ± 0.41 1.00–2.33
	7	200	40.29 ± 2.88 33.40–43.42	36.99 ± 2.13 31.73–41.75	1.09 ± 0.04 0.96–1.16	6.04 ± 0.81 5.01–6.68	0.74 ± 0.23 0.33–1.33	1.33 ± 0.33 1.00–2.00
<i>L. subcostata</i> var. <i>fauriei</i> (long stamen)	8	200	40.84 ± 3.80 33.40–46.76	37.47 ± 3.06 31.73–45.09	1.09 ± 0.05 1.00–1.22	5.74 ± 0.83 5.01–6.68	0.81 ± 0.29 0.33–1.33	1.53 ± 0.43 1.00–2.33
	6	200	37.93 ± 2.19 33.40–43.42	33.36 ± 1.54 30.06–38.41	1.14 ± 0.05 1.00–1.28	2.86 ± 0.59 1.67–3.34	0.41 ± 0.06 0.33–0.50	- -
	7	200	37.88 ± 2.54 33.40–41.75	33.21 ± 2.21 30.06–38.41	1.14 ± 0.06 1.05–1.33	2.43 ± 0.68 1.67–3.34	0.39 ± 0.04 0.33–0.50	- -
	8	200	38.96 ± 2.17 33.40–43.42	34.08 ± 1.73 30.06–38.41	1.14 ± 0.05 1.00–1.25	3.03 ± 0.60 1.67–3.34	0.38 ± 0.14 0.17–0.67	- -
Fossil pollen								
Yawata (short stamen)	150		39.86 ± 1.74 35.07–43.42	35.20 ± 2.50 30.09–40.08	1.14 ± 0.09 1.00–1.32	6.51 ± 0.93 5.01–8.35	0.91 ± 0.24 0.67–1.33	1.24 ± 0.35 0.67–1.67
Nakai (short stamen)	200		38.87 ± 2.33 35.07–43.42	34.01 ± 2.75 30.06–40.08	1.15 ± 0.05 1.00–1.37	5.93 ± 0.94 5.01–8.35	0.89 ± 0.27 0.67–1.33	1.13 ± 0.25 0.67–1.67
Nakai (long stamen)	3		36.74 ± 1.67 35.07–38.41	30.62 ± 2.55 28.39–33.40	1.20 ± 0.08 1.15–1.29	3.06 ± 0.48 2.51–3.34	0.38 ± 0.09 0.17–0.50	- -
Lake Mikata (short stamen)	200		37.94 ± 3.06 30.06–43.42	33.22 ± 3.49 25.05–40.08	1.15 ± 0.09 1.00–1.41	6.12 ± 1.19 5.01–8.35	0.89 ± 0.35 0.33–1.67	1.13 ± 0.28 0.67–1.67
Lake Mikata (long stamen)	12		35.09 ± 2.05 31.73–38.41	29.30 ± 1.42 26.72–31.73	1.20 ± 0.05 1.11–1.28	2.28 ± 0.60 1.67–3.34	0.40 ± 0.07 0.33–0.50	- -
Kashira Island (short stamen)	200		38.71 ± 2.67 35.07–46.76	34.03 ± 2.71 28.39–41.75	1.14 ± 0.06 1.04–1.42	6.60 ± 1.09 5.01–8.35	0.90 ± 0.37 0.33–1.67	1.19 ± 0.29 0.67–1.67
Kashira Island (long stamen)	15		37.07 ± 1.81 33.04–40.08	31.40 ± 1.44 28.39–31.73	1.18 ± 0.06 1.10–1.28	2.95 ± 0.35 1.67–3.34	0.39 ± 0.09 0.17–0.50	- -

N: number of measured pollen grains, P: polar axis length, E: equatorial diameter, P/E: P/E ratio, W: wall thickness in polar area, RM: rugulae width around colpus, RCM: rugulae width in central part of mesocolpium. Upper row: mean ± S.D. (μm), lower row: range (μm). Refer to Table 1 for sample number and to Fig. 1 for measured features.

となる( Table 3 )。しわは極に近づくとつれ広くなり、極では微穿孔型となる。

b. 長雄蕊花粉 ( Figs. 4-4, 4-6, 4-8, 5-4, 5-6, 5-8 )

赤道観は亜長球形。三溝孔型。極軸長は平均35.09 ~ 37.07  $\mu\text{m}$ 、赤道径は平均29.30 ~ 31.40  $\mu\text{m}$ 、P / E比は平均1.18 ~ 1.20。極の外壁の厚さは平均2.28 ~ 3.06  $\mu\text{m}$ 。表面はしわ模様型。しわの幅は溝観域の溝周辺では平均0.38 ~ 0.40  $\mu\text{m}$ 。しわ模様は不明瞭である。溝観域中央部ではやや広くなり、平均1.16 ~ 1.19  $\mu\text{m}$ となる。溝間域中央部はしわがなくなり、表面は微穿孔型となる。

走査電子顕微鏡用の花粉は真空中での撮影のため極度の乾燥状態にあり、グリセリンゼリーで包埋された花粉より当然小さくなっている。電子顕微鏡写真の大きさが粒径測定結果より小さいのはそのためである。

### 考 察

サルスベリとシマサルスベリ、ヤクシマサルスベリの現生花粉を観察した結果、長雄蕊花粉にはそれほどの違いがみられなかったが、短雄蕊花粉では大きさに顕著な違いがみられた。そこで、大きさに顕著な違いがみられ、産出量の多い短雄蕊花粉を用いて現生花粉と花粉化石を比較する。

花粉化石の大きさの平均値は、極軸長が37.94 ~ 39.86  $\mu\text{m}$ 、赤道径が33.22 ~ 35.20  $\mu\text{m}$ であり、シマサルスベリやヤクシマサルスベリの値に近く、サルスベリの値よりも小さかった( Fig. 6 )。大きさについて *t* 検定を行ったところ、極軸長、赤道径とも、4地点それぞれの花粉化石とシマサルスベリおよびヤクシマサルスベリとの間には有意な差はみられなかったが、4地点それぞれの花粉化石とサルスベリとの間には  $p < 0.01$  の危険率で有意な差がみられた。

花粉の大きさから、八幡・中井・三方湖・頭島から産出したサルスベリ属の短雄蕊花粉化石は、いずれもサルスベリではなく、シマサルスベリやヤクシマサルスベリに同定される。

サルスベリ属の果実化石は兵庫県明石市の上部更新統屏風ヶ浦層( Miki, 1937 )と兵庫県川西市( 三木, 1948 )、京都府田辺市大住( 三木, 1948 )、静岡県掛川( 黒田, 1975 )などから産出報告がある。黒田( 1975 )は果実化石をシマサルスベリに同定しているが、その他はどれもサルスベリに同定されている。これらのうち、形態記載があるのはMiki( 1937 )だけである。Miki( 1937 )が Fig. 9C に示した果実化石の幅は4.5 ~ 6 mmと比較的細く、側面観は楕円形である。サルスベリの果実は球形で幅は約7 mmと太く、シマサルスベリの果実は楕円形で幅は5 ~ 6 mmである( 北村・田村, 1971 )ことから、Miki( 1937 )が記載した果実化石はサルスベリよりも、むしろシマサルスベリの形態に近似する。したがって、三木( 1948 )がサルスベリと報告した他地点の大型植物化石も、シマサルスベリである可能性は高い。

中国や台湾には、18種のサルスベリ属が四川・湖北・安徽・江蘇省以南の中国中部から南部にかけて分布する。サルスベリとシマサルスベリ以外の大部分の種の分布が、雲南・広西・広東省といった中国南部に集中している( 方・張, 1983 )。しかしながら、日本の更新世産サルスベリ属花粉化石は、現在中国南部や台湾に分布するシマサルスベリ以外のサルスベリ属である可能性も考えられるので、これらの現生サルスベリ属花粉の形態とも比較してみる。

Kim et al. ( 1994 )は、中国・台湾に分布する13種を含む、東アジアからマレーシア、インドに分布する56種のサルスベリ属花粉を、大きさや赤道観像、極観像、表面模様の違いと、偽溝と溝辺の有無によりGroup IからGroup VIの6グループに区分した。このうち、シマサルスベリは *Lagerstroemia limii* や *L. micrantha* などとともに、花粉表面模様がしわ状紋であることで特徴づけられるGroup IIIに分類されている。一方、サルスベリは、*L. siamica* や *L. tomentosa* などとともにGroup IVに分類されている。Group IVの特徴は、一般に表面模様が平滑な貫通小孔型もしくは微小突起状紋で、溝周辺はいぼ状紋となり、Group IIIとは異なるが、サルスベリについては花粉表面模様がしわ状紋に近くなる。その他の4グループは、次の特徴でGroup IIIの花弁と異なる。すなわち、Group Iは表面模様が粗いしわ状紋となり、Group IIは大きさが長雄蕊花粉27 ~ 29  $\mu\text{m}$ 、短雄蕊花粉32 ~ 33  $\mu\text{m}$  ともっとも小さく、さらに外壁が2.0  $\mu\text{m}$  以下でとても薄い。Group Vは二形雄蕊で単形花粉、Group VIは単形雄蕊で単形花粉という特徴でGroup IIIと異なる。したがって、今回検討した花粉化石が1種に由来するものであると仮定すると、二形花粉であることと花粉の大きさ、紋様の特徴からGroup IIIの花弁に分類される。

Group IIIにはシマサルスベリと *Lagerstroemia limii*、*L. micrantha* の3種が含まれる。*L. limii* は福建省廈門や、浙江省杭州、湖北省利川に分布し、*L. micrantha* は台湾に分布するシマサルスベリにごく近縁な種である( 方・張, 1983 )が、これらの3種は花粉形態がほとんど同じで区別は不可能だとされている( Kim et al., 1994 )。そこで、果実の形態を比較すると、*L. micrantha* の果実は記載がないが、*L. limii* の果実は卵形もしくは鋭先円形で長さ8 ~ 12 mmであり( 方・張, 1983 )、楕円形で長さ6 ~ 8 mmであるシマサルスベリやMiki( 1937 )が記載したサルスベリ属果実化石とは形態が異なる。したがって、中国・台湾に分布するサルスベリ属の花弁形態や果実形態と比較しても、日本の間氷期の堆積物から産出するサルスベリ属はシマサルスベリやヤクシマサルスベリである可能性が高い。

これらの結果から、日本の間氷期の堆積物から産出するサルスベリ属化石の類縁を、中国南部が原産地だと考えられているサルスベリに求めるよりも、屋久島・種子島以南に分布



するシマサルスベリやヤクシマサルスベリに求めた方が妥当である。すなわち、シマサルスベリやヤクシマサルスベリは最終間氷期までの間氷期には本州中部にまで分布を広げ、森林の主要構成要素となったが、完新世には分布を広げることができずに屋久島・種子島以南に残存したことになる。塚田 (1999) は、野尻湖 (塚田, 1986) では完新世の堆積物でもサルスベリ属花粉化石が微量ながらも連続して産出することを指摘している。このことから、完新世以降の気候変化や人間活動によって、九州や本州からシマサルスベリやヤクシマサルスベリが消滅した可能性が浮かび上がってくる。

#### 謝 辞

本研究を進めるにあたり、終始ご指導いただいた岡山理科大学三好教夫教授に厚くお礼申し上げます。また、現生花粉試料採取に際してご助力いただいた京都大学総合博物館の永益英敏先生、元大阪市立大学附属植物園の小山弘道先生、ならびに化石花粉採取に際しては総合研究大学院大学国際日本研究専攻の那須浩郎氏にご助力いただいた。心から感謝いたします。

#### 引用文献

- 方 文培・張 澤榮. 1983. 紫薇属. 『中国植物誌 第52巻第2分冊 (中国科学院中国植物誌編輯委員会編)』, 92-111. 科学出版社, 北京.
- Fujiki, T., Morita, Y. & Miyoshi, N. 1998. Vegetational history of the area around Kashira Island in the Inland Sea, Okayama Prefecture, western Japan. *Quarterly Journal of Geography* 50: 189-200.
- Kim, S.-Ch., Graham, S. A. & Graham, A. 1994. Palynology and pollen dimorphism in the genus *Lagerstroemia* (Lythraceae). *Grana* 33: 1-20.

- 北村四郎・村田 源. 1971. 原色日本植物図鑑・木本編 I. 453 pp. 保育社, 東京.
- 黒田啓介. 1975. 小笠原群の植物遺体. *地質学雑誌* 81: 721-735.
- Miki, S. 1937. Plant fossil from the *Stegodon* beds and the *Elephas* beds near Akashi. *Japanese Journal of Botany* 8: 303-341.
- 三木 茂. 1948. 鮮新世以来の近畿並びに近接地帯の遺体フロアに就いて. *鉱物と地質* 9: 105-144.
- 三田村宗樹. 1992. 京阪奈丘陵の大阪層群の層序と地質構造. *第四紀研究* 31: 159-177.
- Miyoshi, N., Fujiki, T. & Morita, Y. 1999. Palynology of a 250-m core from Lake Biwa: a 430,000-year record of glacial-interglacial vegetation change in Japan. *Review of Palaeobotany and Palynology* 104: 267-283.
- 守田益宗. 1994. 福井県三方湖の湖底堆積物. 『文部省重点領域研究『文明と環境』平成5年度報告集』(安田喜憲編), 24-28. 国際日本文化研究センター, 京都.
- 中村 純. 1972. 濃尾平野およびその周辺地域の第四系の花分析学的研究 濃尾平野の研究 その2. - 高知大学学術研究報告 21: 1-45.
- 大橋広好. 1989. ミソハギ科. 『日本の野生植物 木本II』(佐竹義輔・原 寛・亘理俊次・富成忠夫編), 94-95. 平凡社, 東京.
- 大西郁夫. 1977. 出雲海岸平野下第四紀堆積物の花粉分析. *地質学雑誌* 38: 603-616.
- 辻 誠一郎. 1980. 大磯丘陵の更新世吉沢層の植物化石群集 (I). *第四紀研究* 19: 107-115.
- 塚田松雄. 1986. 関東地方における第四紀後期の植生史. 『日本植生誌 7. 関東』(宮脇 昭編), 78-103. 至文堂, 東京.
- 塚田松雄. 1999. 図説日本列島植生史 (安田喜憲・三好教夫編. 1998. 朝倉書店) から引き出せる事実と吟味. *植生史研究* 7: 17-38.
- 山中三男. 1984. 高知市の第四紀堆積物の花粉分析. *高知大学学術研究報告 (自然科学)* 32: 151-160, 図版 1-2.

(2001年9月18日受理)