

スギ化石花粉の表面微細構造に関する研究

山崎次男・竹岡政治

TSUGIO YAMAZAKI and MASAJI TAKEOKA: Electronmicroscope investigations on the surface fine structure of the fossil pollen of *Cryptomeria japonica* detected from the peat.

I 緒言

現生花粉膜の表面微細構造を明確にするには、replica法を適用し、電子顕微鏡的に観察すれば、今日まで想定しえなかつた微細構造が次々確認せられるようになったことは、K. MÜHLETHALER⁸⁾及び筆者等^{7)~11)}の報告で明らかである。しかしながら、化石花粉の表面微細構造に関する電子顕微鏡的研究にいたっては、いまだにその例をみないのである。

植物の花粉は、泥炭・亜炭などの石炭類や一部の堆積岩中に化石として、その原形をとどめているのである。現在においても、泥炭地に落下した花粉は、次第に化石化行程をたどつてゆくものと考えられている。この行程において、その表面構造がどのように変化するかということは、ひとり花粉の化石化研究のみでなく、花粉分析学における化石花粉の同定に重要な意義を有するものと考えている。かような見地から、筆者等は先づ第1段階として、比較的化石化程度の低い花粉を含有している沖積世所産の泥炭を試料にえらび、電顕による観察を試みた。その結果の一例として、ここにスギ化石花粉の表面微細構造について報告しようと思う。

この研究にたえず有益な助言を頂いている農林省林業試験場木材部原田浩博士に深く謝意を表するとともに、電子顕微鏡写真撮影に便宜を与えられた農林省林業試験場木材部長小倉武夫博士、烏津製作所中央研究部長島津新一博士並びに同製作所電子顕微鏡主任岩永政也工学士に厚く御礼を申し上げる。

II 供試料及び実験方法

この研究でとりあつた試料及び実験方法は、下記の通りである。

1. 供試料 供試料の採取個所は、秋田県山本郡

響村仁鮎小掛山国有林(13班)田代瀧の縁辺に堆積した泥炭層である。この泥炭層は明らかに沖積世所産のもので、層厚は4.0mに達し、周囲は広大なスギ天然林でかこまれている。

この研究に用いた試料は、1952年11月2日Hiller式泥炭採孔器⁶⁾で、上記の泥炭表層から10cm間かくに採取し、paraffine紙製の袋に入れ、風乾後室温にて今日まで保存しているものの中から、とくに1.0mの深さにある泥炭をえらんだものである。

2. 実験方法 供試泥炭から化石花粉を分離集合するため、無水醋酸処理法⁶⁾(Acetolysis method)を採用した。この方法でえられた沈澱物の一部をとり、replicaの試料とするため、5~6回遠心分離を反復して水洗した。このうちから、さらに一部をとつて常温で乾燥の後粉末として、replicaをとつた。replicaの作製方法、その他電顕写真用試料の作製法は、既報のものと同様である^{7), 10)}。

その他、化石花粉の光顕写真試料は、上述の常温乾燥前の沈澱物から調製したもので、現生花粉の電顕写真試料は、無処理の花粉のreplicaである。なお、光顕はCarl Zeissを、撮影にはminicopyをそれぞれ用いた。一方電顕観察はSMC-2型及びSMD-4型(電子加速電圧50KV)により、撮影には電顕用乾板KSK-2型を用いた。

III 実験結果

実験結果の説明を明確にするため、光顕像及び電顕像を両立せしめて記述することとした。

1) 光顕による観察結果

スギ(*Cryptomeria japonica* D. Don)の花粉は単口粒で、突出有心型花粉に属するものである。現在までに、光顕によつて観察せられた現生並びに化石花粉の性質を摘記すれば、つぎの通りである。

a) 現生花粉^{5), 7)}

- i) *papilla** (乳状突起) を除くほかは、ほぼ球形。
 - ii) 花粉膜の表面模様は、①こまかい斑点がついている、②しわがありこまかい斑点が付着している、③微小な粒状斑点がつまつた状態についている、④刺状物がついているなどの説明がある。
 - iii) *sexine* (従来 *exine* とよばれていたもの) は薄く、*intine* は比較的厚い。
 - iv) 吸水或いは試薬処理の際、ぼう脹変形及びかい裂することが多い。
 - v) 花粉粒の直径は $24.5\sim 32.0\mu$ の範囲にある。
- b) 化石花粉⁹⁾ (Pl. I, Photo. 1 の 1~6)
- i) 完全な観像で出現することなく、ほとんどかい裂した型で出現する。したがって、*papilla* の異常型をなしているものが多い。
 - ii) 化石化した花粉膜は一般に厚くみられる。
 - iii) 表面は、①こまかい斑点が付着している、②こまかい刺状波でおおわれている。
 - iv) 吸水或いは試薬処理に対しては、例えば、カラマツ・ヒノキ・ヒバなどにくらべて安定している。
 - v) わが国の第3紀鮮新世以降の堆積物中にかなりの頻度をもつて出現している。

かように、花粉が化石化の行程をたどるとき、その外形がわい曲変形することが多く、表面構造においてもかなりの変化が予想せられる。ゆえに花粉分析においては、現生花粉と化石花粉を詳細に比較検討して、同定えの基礎資料をうる必要がある。

2) 電顕による観察結果

a) 現生花粉⁷⁾

Pl. II の Photo. 2 はスギ現生花粉の電顕像を示すものである。これが、1個の花粉粒のいずれの部分に相当するかを Pl. I の Fig. 2 に図示した。Pl. II の Photo. 2 及び Pl. I の Fig. 2 に用いた符号、G. Z. は発芽帯、B は発芽帯以外の部分、P は乳状突起 (圧縮せられている) をそれぞれ示している。これらによつてみれば、スギ花粉の表面はすべてコンペトウ型粒状物でおおわれ、そのものの大きさは必ずしも一定でなく、直径 $0.2\sim 0.8\mu$ の範囲にある。Pl. II の Photo. 2 における直径約 $0.3\sim 0.7\mu$ の黒点は、コンペトウ型粒状物の実物像である。(この部分を電子線は透過していない) これらコンペトウ型粒状物は、sandwich 法で *replica* をとる際にはく離せられることがある。それらのはく離せられたあとのキメは、Pl. II の Photo. 2 における G. Z. 及び B にみられる刺状波の部分である。この電顕像で明らかなように、G. Z. と

B の間における刺状波の高さが異なっていることは注目に値する。すなわち、発芽帯の部分のキメはこまかく約 0.1μ であつて、その他の部分のキメは比較的粗雑で $0.1\sim 0.3\mu$ の範囲にある。

b) 化石花粉

Pl. II の Photo. 3 は、すでに述べた方法で泥炭から分離し、スギの化石花粉であると同定せられたものの、電顕像を示している。この部分が化石花粉 1 個のいずれの部分に相当するかは、Pl. I の Fig. 1 に図示したとおりである。この化石花粉は Pl. I の Photo. 1 の 2 に示した花粉粒の側面観像の一部でもある。Pl. II の Photo. 3 及び Pl. I の Fig. 1 に用いた符号、D は珪藻殻の *replica* 像、G. Z. は発芽帯、B は発芽帯以外の部分、O. M. は化石花粉粒の *extsexine* 上に付着していた他物質の *replica* 像をそれぞれ示している。なお、所々に散在する黒点 (直径約 $0.3\sim 1.0\mu$) は、*replica* 薄膜から溶出しえなかつた *methylmethacrylate* によつて、おせんせられている個所である。

電顕像によれば、現生花粉粒の表面にみられた、コンペトウ型粒状物が全く検出せられないことは特筆に値する。この結果からみれば、コンペトウ型粒状物は化石化行程において、*extsexine* から化学的或いは機械的作用によつて、はく離せられるものと考えられる。なお、この現象は、毬果植物のうち数個の群に見出されるコンペトウ型粒状物の共通した性質を示しているものと思う。

つぎに、コンペトウ型粒状物がはく離せられた後のキメは、無処理の現生花粉の場合とは全く異なつて、地中にまい蔵せられている間に、かなりの変化を受けるものと思われる。すなわち、化石花粉については、Pl. II の Photo. 3 によれば、コンペトウ型粒状物のはく離後のキメは、いずれも微小なイボ状物が散在しているようにみられる。そのイボ状物の大きさは、G. Z. では約 0.1μ 以下、B では約 $0.1\sim 0.3\mu$ である。現生花粉の *extsexine* にみられた G. Z. 及び B の部分の特徴あるキメは、分離試薬の作用或いは化石化行程における化学的变化によつて、いちじるしく平滑化され、刺状物の先端がまるみをおびてイボ状にみえるものと考えられる。

IV 考 察

光顕像によるスギ現生花粉粒の表面構造については、第 III 項の 1) に述べたように、従来発表せられている学者の見解と全く同様であつた。電顕によるスギ

* 但し、研究者によつて *finger-like projection* (指状突起) とよばれている。

現生花粉については、すでに発表したところであるが²⁾、この実験において、第Ⅲ項2)にみられるように、さらにコンペトウ型粒状物のはく離したあとが、発芽帯の部分と、発芽帯以外の部分において明らかに相違のあることを確証しえた。

なお、現生花粉の表面をおおうコンペトウ型粒状物は、replica 作製の際にも、また無水醋酸処理法を適用した場合にも、はく離せられることもあるが、いずれの場合にも、離脱するものは、一部分に過ぎないのである。したがって、コンペトウ型粒状物は、機械的また化学的作用によつて完全に離脱しえられないような強力な物質によつて、extsexine に結びついているものと推定せられる。

しかるに、電顕像による化石花粉の観察結果によれば、コンペトウ型粒状物は全く検出せられないことが判明するにいたつた。この結果からみれば、コンペトウ型粒状物は、ながい化石化行程において次第に離脱せられたものであると考えるのである。この事実は、今後同粒状物の性質を研究するうえに重要な指針を与えるものであろう。

なお、化石花粉において、コンペトウ型粒状物のはく離したあとは、発芽帯の部分も、またそれ以外の部分も、現生花粉とは異なり、微小なイボ状物が散在しているように認められ、かなり変化したあとがうかがわれる。

この実験において、今日まで試みられたことのなかつたスギの化石花粉の表面微細構造を明確にすることができた。これによつて、上に述べたような2, 3の新事実を発見するにいたつた。さらに、この研究は花粉密度の大なる泥炭試料に適用して、諸種の化石花粉

の表面微細構造も明確化することに進展しうるものと考えている。またさらに、多少改良を加えるならば、炭化度の相当進んだ、亜炭に含まれる化石花粉にも適用することができるであろう。したがって、この研究を推進するならば、花粉分析の研究途上、化石花粉の属或いは種の同定に重要な役割をはたすような興味ある結果が期待できる。

参 考 文 献

1. ERDTMAN, G.: An Introduction to Pollen Analysis. Stockholm: Almqvist & Wiksell. (1954)
2. 幾瀬マサ: 日本植物の花粉 広川書店 (1956)
3. MÜHLETHALER, K.: *Planta*, **46**, 1, 1~3 (1955)
4. WODEHOUSE, R. P.: *Pollen Grains*. New York and London. (1935)
5. 山崎次男・竹岡政治: 西京大学報・農, **8**, 10~16 (1956)
6. _____・_____ : 花粉分析法総論 (I~IV). 科学の実験. **78**, 45~50; **80**, 38~43; **81**, 34~38; **82**, 58~63 (1957)
7. _____・_____ : 日林誌. **39**, 427~434 (1957)
8. _____・_____ : 日林誌. **40**, 7~11 (1958)
9. _____・_____ : 日林誌. **40**, 154~159 (1958)
10. _____・_____ : 西京大学報・農, **10**, 28~32 (1958)
11. _____・_____ : 日林誌. **41**, 125~129 (1959)

Summary

The pollen of plants has the trace of its original form as the fossil in coals and partial sedimentary rocks. It is thought that the pollen grain fallen into peat bog is gradually following up the process of fossilisation in the present time. How the surface structure of the pollen changes in this process, has an important significance for the identification of the fossil pollen in palynology, as well as for the studies on the fossilisation of the pollen. From this point of view, the writers have selected the Alluvial peat as the material, and attempted the observation by means of electronmicroscope based on the replica method. The materials were taken from the peat layer of Ta-

shirogata bog in Kokakeyama national forest, Nibuna, Todoroki village, Yamamoto-gun, Akita prefecture, at the depth of 1.0 m from the surface of the bog.

The summary of the results is as follows :

1) The surface of the modern pollen of *Cryptomeria japonica* is covered all over with granules of the "confetto type" (their diameter being about 0.2~0.8 μ). However, on the surface of the fossil pollen of *Cryptomeria japonica* no granules of the "confetto type" could be detected. From this point of view, it is thought that the granules above mentioned were separated from the surface of the grain in the fossilising process.

2) And next, we were able to clarify that the texture, after the separation of granules of the "confetto type", of both the modern pollen and the fossil pollen is different between the germinal zone and the other parts. This is important for the identification of both the modern and the fossil pollen. Especially, the texture, after the separation of granules of the "confetto type", of the modern pollen shows fine spinuies (G.Z. : 0.1μ and B: $0.1-0.3\mu$), while that of the fossil pollen shows fine dotted varrucae (G.Z. : 0.1μ and B :

$0.1-0.3\mu$).

3) From the experimental results (optical and electronmicroscopic) as described above, the writers were able to identify the fossil pollen detected in the Alluvial peat as that of *Cryptomeria japonica*.

4) This is an example of the pollen of *Cryptomeria japonica*, but if the study of this kind will be advanced in the future, there will be obtained the result important for the identification of genera or species of fossil pollen of many kinds.

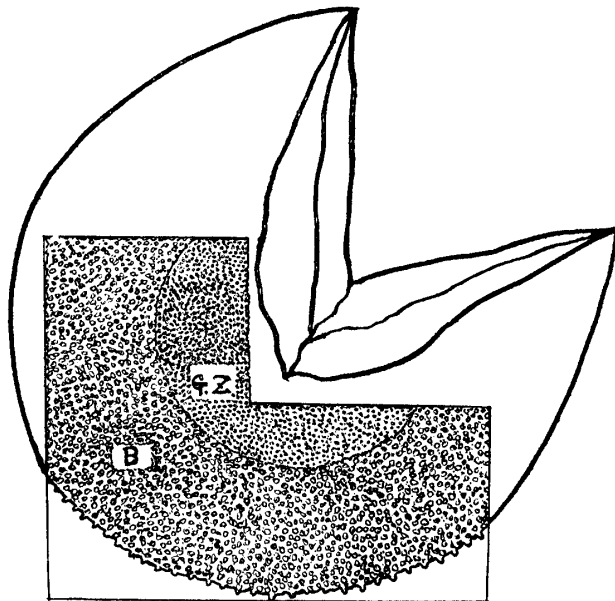


Fig. 1

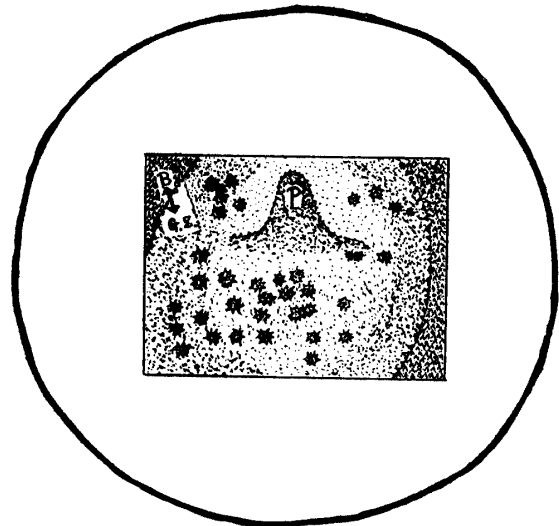


Fig. 2

Fig. 1 Showing partial sketch of the fossil pollen of *Cryptomeria japonica* identified by the electronmicroscopic observation. G.Z. : germinal zone, B: part without germinal zone.

Fig. 2 Showing partial sketch of the modern pollen of *Cryptomeria japonica* observed by the electronmicroscope. G.Z. : germinal zone, B: part without germinal zone, P: papilla.

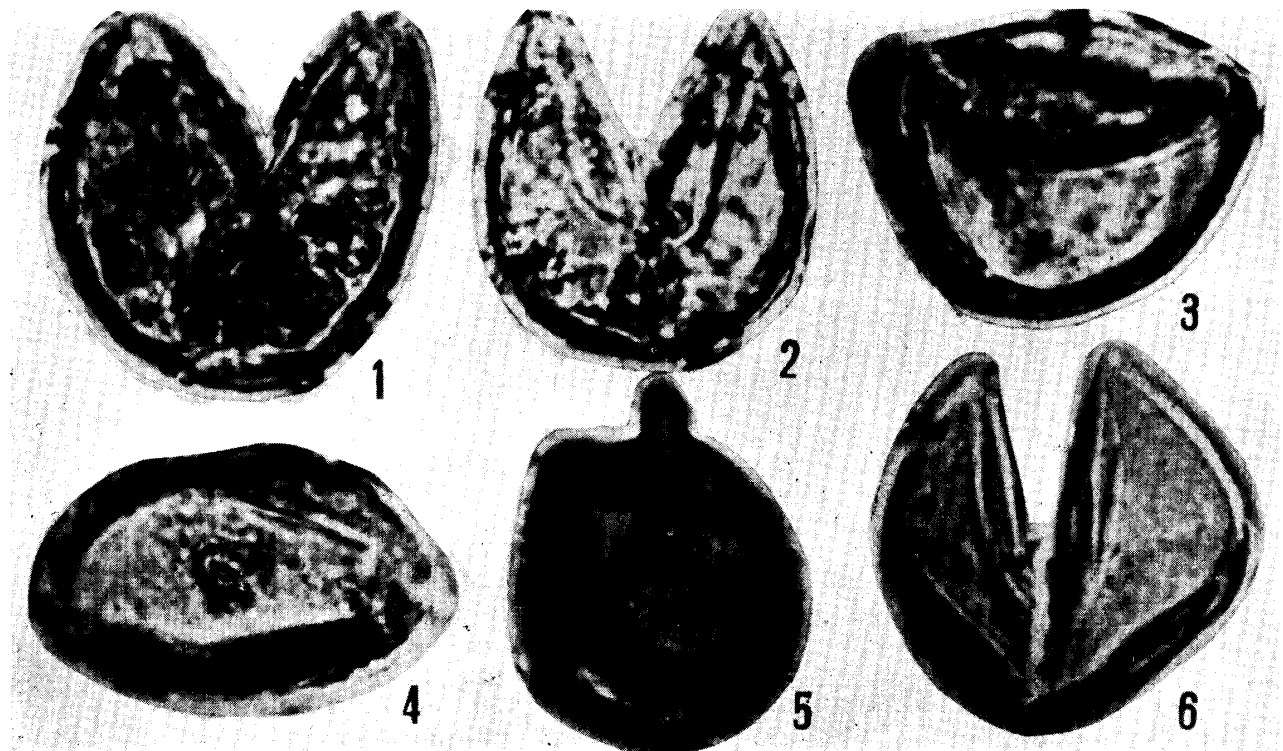


Photo. 1 Showing photomicrograph of the fossil pollen of *Cryptomeria japonica*. 1, 2, 3, 5 and 6: lateral view, 4: dorsal view,

Plate. II

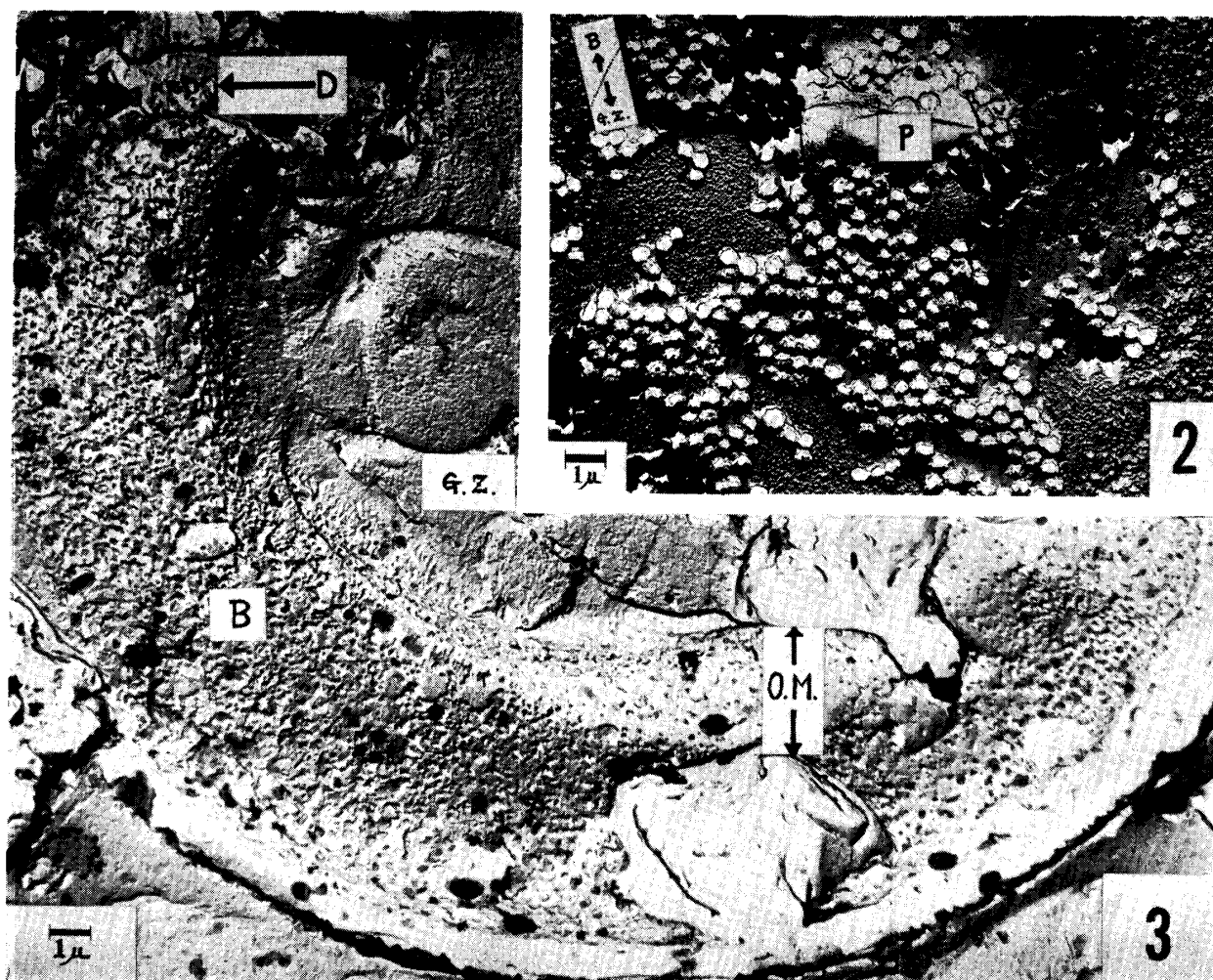


Photo. 2 Electronmicrograph of the modern pollen of *Cryptomeria japonica*. (surface pattern)
G.Z. : germinal zone, B : part without germinal zone, P : papilla.

Photo. 3 Electronmicroscopic of the fossil pollen of *Cryptomeria japonica*. (surface pattern)
D : replica of diatom, G.Z. : germinal zone, B : part without germinal zone,
O.M. : replica of the other materials.