

論 説

走査電子顕微鏡による蘚類胞子の観察

三 好 教 夫 *

Scanning electron microscopic observation of spores in the Musci

Norio MIYOSHI *

今まで蘚苔類の胞子は光学顕微鏡により全般的な形態が研究され、レンズ結像型電子顕微鏡により表面微細構造が直接観察法とレプリカ法で、膜断面の微細構造が超薄切片法でそれぞれ研究されてきた。ところが近年これまでのレンズ結像型顕微鏡とは原理的にまったく異った走査電子顕微鏡が開発され、広い分野で急速に利用されるようになってきた。この装置は焦点深度が極めて大きく、凹凸のはげしい試料の表面構造の観察に適し、試料準備が簡単で、照射電子プローブの強度が弱いため試料を破損しないことなど、数々の優れた特徴をもっている。蘚苔類の分野では葉、蒴歯、胞子などの研究に利用されている。胞子ではまず苔類で走査電子顕微鏡による研究が Taylor et al. (1969, 1972) 上村 (1971, 1972)、Dickson (1973) によって報告されている。類についても Dickson (1973) が 15 種、広浜 (1973) が 7 種を報告している。

筆者は今まで直接観察法、レプリカ法および超薄切片法により、胞子の微細構造について研究してきたがここでは走査電子顕微鏡による蘚類 3 種の胞子についての観察結果を報告する。また、この 3 種の内の 1 種についてはレプリカ法による結果との比較も試みた。調べた試料は筆者が採集した下記の 3 種で、まだ走査電子顕微鏡による研究がなされていない種類ばかりである。

Trematodon longicollis Michx. (ユミダイゴケ):
広島市東千田町、広島大学植物園内、July 6, 1962。

Philonotis turneriana (Schwaegr.) Mitt. (オオサワゴケ): 鹿児島県徳之島、井之川嶽、Mar. 21, 1964。

Atrichum undulatum (Hedw.) P. Beauv. (タチゴケ): 栃木県中禅寺湖、茶ノ木平、Oct. 15, 1965。

試料作製は、パラフィン紙上に散布した胞子を導電性のあるカーボンブロックになすりつけ法により付着させ、炭素と金を真空回転蒸着させた。その蒸着量は $300 \text{ \AA}$ 程度であるから、胞子表面の形状に変化はないものと思われる。また、観察中の電顕試料室内の温度は 50°C 前後なので、胞子の大きさは自然乾燥した状態のものと同じか、いくぶん収縮している程度である。撮影は JSM-S1 型走査電子顕微鏡を使用した。胞子表面の微小突出物の大きさは引伸写真から算定したもので、正確な値ではない。レプリカ法は山崎・竹岡 (1957) に記載されている方法に従った。赤道部直径と極軸の長さは、乾燥した胞子をグリセリンゼリーに包埋したプレパラートを光学顕微鏡の 600 倍で測定したものである。

観 察 結 果

1. *Trematodon longicollis* (ユミダイゴケ)

胞子の極観像は大多数が円形で、まれにだ円形のものもある。赤道観像は半円形～じん臓形で、向心極面にはほぼ円形になった裂孔があり凹んでいるが、その全面を模様がおおっているので明瞭には観察できない。

* 岡山市理大町 1-1。岡山理科大学生物学科教室。(☎ 700)

Biological Laboratory, Okayama College of Science. 1-1 Ridai-cho, Okayama, Japan

胞子の大きさは赤道部直径が $21-28\mu$ で、 24μ 前後がもっとも多く、極軸の長さは $18-21\mu$ である。胞子膜表面の突起はこん棒状～乳頭状である。各先端肥厚部の径は 1μ 、高さは 2μ ぐらいで、向心極面と遠心極面の全てを密におおっているが、各突起の間にはいくらかのすき間があり、後述の *Philonotis turneriana* のように各突起が接触してしまうほど過密にはなっていない (Pl. I. 4, Pl. II. 1-2)。

本種のレプリカ像は、こん棒状～乳頭状突起の各先端部表面の微細構造をよく現わしている (Pl. II. 3)。すなわち、この突起の表面はさらに微細で不規則ないば状の凹凸からなっている。このような微細構造は走査電子顕微鏡では観察しにくいもので、レプリカ法によるレンズ結像型電子顕微鏡の大きな利点であろう。ただ、本種の胞子のように突起がかなり密に分布していると、レプリカの際数個の突起が団塊状になってしまい、本来の模様と異なった像を形成することもあるので、レプリカ法だけで胞子表面の模様を観察する時は、その解釈を誤らないように注意する必要がある。また、本種の模様のように突起が 2μ もの高さをもっていると、レプリカの際にその突起は基部までメタルメタクリレート板やアセチルセルロース膜内に埋没することができないため、各突起間のすき間をレプリカできない欠点もある (Pl. II. 3-C)。

以上のことから、焦点深度の大きい走査電子顕微鏡による胞子の全般的な観察と、解像力のすぐれたレプリカ法による微細構造の観察を併用することが、胞子を正確に記載するために重要と思われる。

2. *Philonotis turneriana* (オオサワゴケ)

胞子の極観像は円形～だ円形で、赤道観像は半円形～じん臓形である。向心極面には円形の裂孔があり、凹んでいてその全面を模様がおおっている (Pl. I. 3)。胞子の大きさは赤道部直径が円形のもので $21-27\mu$ 、だ円形のもので $21-23$ (短径) $\times$ $24-27$ (長径) μ で、極軸の長さは $15-18\mu$ である。胞子の表面はこん棒状～乳頭状突起が向心極面と遠心極面の全表面をおおっている (Pl. I. 1, 3)。この突起は先端部の幅が $0.5-0.7\mu$ 、高さが 1μ 前後でひじょうに密に分布

し、各突起間にはごくわずかのすき間があるだけである。突起の先端部は肥厚しているため隣同志が接触していることがよくある。これらの突起は perine に由来することが偶然に明らかになった。本来超薄切片を試みなければ胞子膜上の突起が perine と exine のいずれに由来するかの区別は困難であるが、本種では試料作製中に偶然に胞子表面の突起が除去されてしまったものが観察された。この除去された跡には小さないば状模様が認められることから、除去された突起は perine であり、その跡のいば状紋が exine であることを示している (Pl. I. 2-A)。なぜなら McClymont & Larson (1964) がすでに指摘しているように、perine からなる突起は exine が perine の突起の基部で肥厚して突出しているものと、exine が perine の突起の基部で肥厚せず平坦なものがあり、本種の場合はこれらの前者に相当する。このことは試料作製に複雑な技術と長時間を必要とする超薄切片によらずとも、胞子膜上の模様を試料作製の際に人為的に一部分を取り除くことによって exine と perine の境界層がどのようになっているかをたやすく観察できる可能性のあることを暗示している。

3. *Atrichum undulatum* (タチゴケ)

胞子の極観像は乾燥状態ではまるみのある三角形のものが多く、グリセリンゼリーに包埋したものでは膨潤してほとんど円形になっている。赤道観像は半円形のものであるが観察しにくい。また向心極面の裂孔も確認できなかった。このように本種の裂孔を観察できなかったことは、Polytrichiaceae の他属とも共通しているようで、すでに報告した *Polytrichum commune*, *Pogonatum undulatum* でも裂孔はごくまれにしか観察できなかった (三好: 1969)。胞子の大きさは赤道部直径が $12-15\mu$ 、極軸の長さは 10μ ぐらいのものである。胞子は全表面を微粒子がおおっておりその大きさは $0.1-0.3\mu$ である (Pl. I. 5, 6)。偶然にこの微粒子が取り除かれた表面を観察すると、完全な平面で、前述の *Philonotis turneriana* の場合のような凹凸は認められない。このことから、これら微粒子は perine からなり、平坦な exine の上に付着して

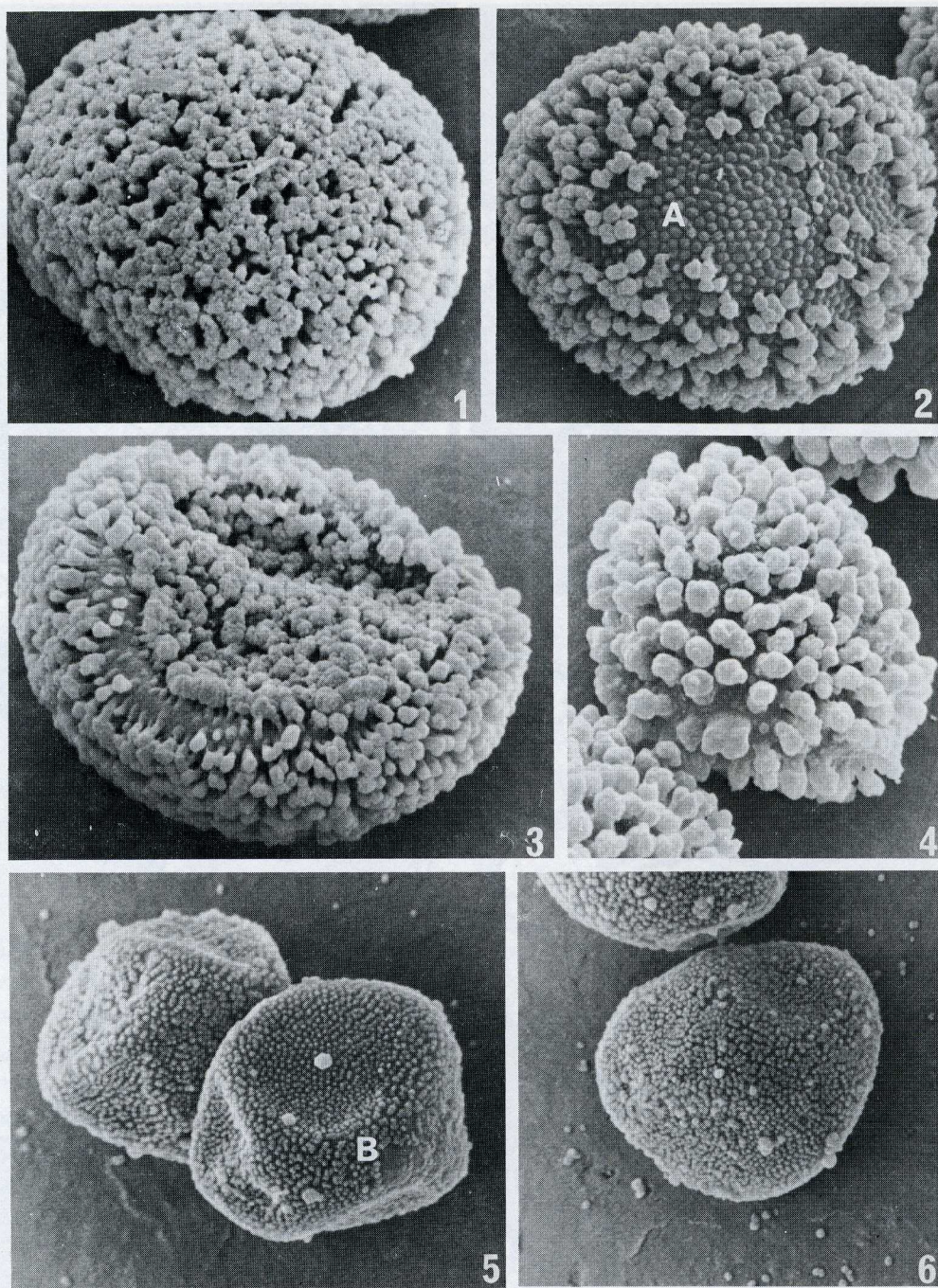


Plate I. 1-3 : *Philonotis turneriana* ; 4 : *Trematodon longicollis* ; 5-6 : *Atrichum undulatum* (Scanning electron microscopic photographs : $\times 3,000$).

A : In this part, clavate or papillate projections of perine are removed accidentally, and verrucate projections of exine are shown.

B : In this part, granulate projections of perine are removed accidentally, and smooth exine are shown.

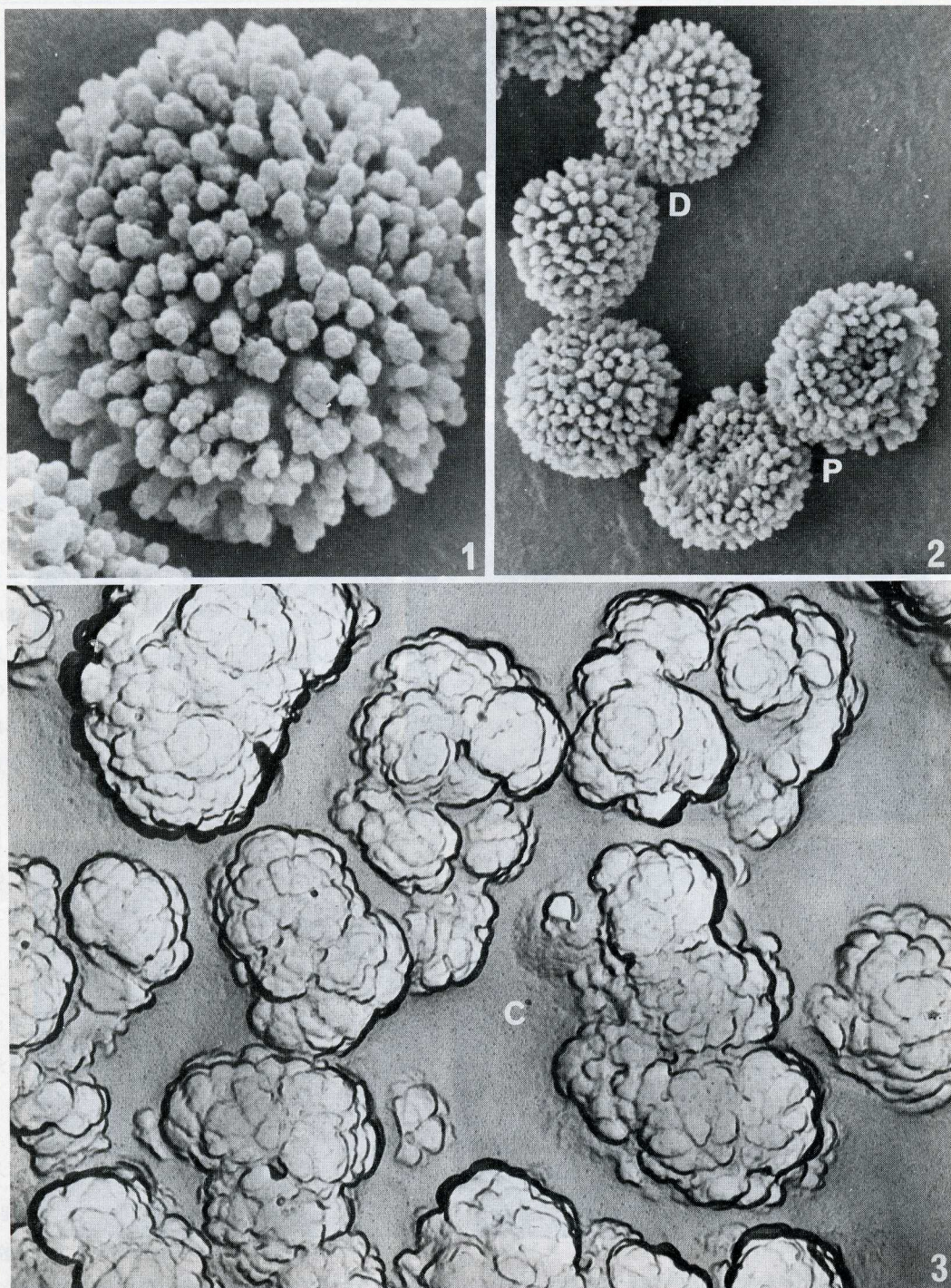


Plate II. *Trematodon longicollis* (1-2. Scanning electron microscopic photographs : 1. $\times 3,750$, 2. $\times 1,250$. 3. Replica photograph : $\times 25,000$).

C : No replicated part. Methylmethacrylate or cellulose acetobutyrate are difficult to melt into the deepest part between each projections of the spores for replications.

D : Distal polar view. P : Proximal polar view.

いるようである (Pl. I. 5-B)。

て撮影できたものであることを明記し、厚くお礼を申

終りに、本報で使用した胞子の走査電子顕微鏡写真

し上げる。

は、すべて日本電子 (株) EOD 応用部の御好意によっ

参考文献

1. Dickson, J. H. (1973): Bryophytes of the Pleistocene. Cambridge University Press, London.
2. 広浜 徹 (1973): 日本産セン類の胞子の走査電顕像。1。細胞 5 (6): 25-27。
3. 上村 登 (1971): 電子顕微鏡による Frullaniaceae (苔類) の胞子の微細構造の研究。II。蘚苔地衣雑報 5: 187-190。
4. Kamimura, M. (1972): Scanning electron-microscopic studies on the fine structures of spore walls of a north American Hepaticae, *Leucoleiuneis uncioba*. Bull. Kochi Gakuen Coll. 3: 5-7.
5. McClymont, J. & D. Larson (1964): An electron-microscopic study of spore wall structure in the Musci. Amer. Jour. Bot. 51: 195-200.
6. 三好教夫 (1969): 光学及び電子顕微鏡による蘚類胞子の観察。I。ヒコビア 5: 172-178。
7. —————: 同上。II。植物研究雑誌 44: 295-299。
8. Taylor J., P. B. Kaufman & W. C. Bigelow (1971): Scanning electron microscope examination of spores and elaters of *Targionia hypophylla*. Bryologist 74: 497-498.
9. Taylor, J., P. B. Kaufman, L. Allard & W. C. Bigelow (1972): Scanning electron microscopic observations of surface structure of isolated spores of *Asterella tenera*. Hattori Bot. Lab. 36: 406-410.
10. 山崎・竹岡 (1957): 花粉膜の表面構造に関する電子顕微鏡的研究。I。日林誌 39: 427-437。

Summary

In three species of the Musci, structures of the spore surface were investigated by the scanning electron microscope. By taking advantage of its great depth of focus, it is possible to see three-dimensional structures of the spore surface not revealed by light and conventional electron microscopes.

1. *Trematodon longicollis*: spores are round or rarely oval in polar view and hemispherical or kidney-shaped in equatorial view, $21-28\mu$ in equatorial diameter and $18-21\mu$ in polar axis. Laesurae are deformed trilete and concave. The spore surfaces including laesurae are densely covered with clavate or papillate projections, which are about 1μ wide at the top and about 2μ high. The fine verrucate structures of upper surface of the projections are shown with a replica photograph.

2. *Philonotis turneriana*: external shapes, laesurae and projections are almost identical with the preceding species, but size ranges are different as follow, $21-27\mu$ (round) or $21-23 \times 24-27\mu$ (oval) in equatorial diameter and $15-18\mu$ in polar axis. The projections are $0.5-0.7\mu$ wide at the top and about 1μ high. It is clearly shown in Plate I-2 that the projections are made from verrucate exine, which are covered with perine.

3. *Atrichum undulatum*: spores are rounded triangular in polar view, and hemispherical in equatorial view, $12-15\mu$ in equatorial diameter and about 10μ in polar axis. Laesura is absent. The spore surface are covered all over with granulate projections, which are $0.1-0.3\mu$ wide.

本 会 記 事

☆ 昭和49年度総会（第15回集会）は下記（予定）にて行います。ふるって御参加下さい。

記

と き 昭和49年11月17日（日曜日）午前9時30分より午後5時まで
 ところ 京都市左京区吉田近衛町・京都大学・楽友会館
 世話役 京都・花粉研究会

尚、講演申し込みのメ切は昭和49年5月末日です。正確な演題が決定しなくても、参加希望者は氏名・所属・住所・研究分野だけでも御知らせ下さい。プログラムと予告は日本花粉学会々誌第13号に出ます。また勤務の関係で所属長に出す出張許可のための依頼書は必要に応じて予告・プログラムにもとづいて発行しますが、早目をお願いします。

また総会・会誌などの御意見・御希望ありましたら御知らせ下さい。

この企画は日本花粉学会・昭和48年度総会にて承認された形式です。詳細は集会報告を御覧下さい。

講演要旨は集会当日必らず提出して下さい。要旨の形式は本紙参照。刷り上り1/4ページ位（約400～800字）。他誌で発表したそのまゝのものや、図・写真は御遠慮下さい。

☆ 昭和48年度から会費年額2,000円になりました（会誌第10号参照）。会費納付に御協力下さい。

バ ッ ク ナ ン バ ー

☆ 会誌第4号～第11号はまだ残部があります。第3号以前と第6号はありません。

御希望の方は第4号から第10号までは各冊500円、第11号からは各冊1,000円（振替・現金）（送料別）を本会あて送って下さい。

第4号目次（1969. 12. 30）

○ 川崎次男・倉本嗣玉：シダ胞子の発生学的・形態学的研究およびその意義について・A ジュウモンジジシダを中心として

○ 田尻貞治：関東ローム層における花粉分析法の考察

○ 山野井徹：現生および化石花粉の粒径

第5号目次（1970. 6. 30）

○ 齊藤洋三・藤本穂積：日本の花粉アレルゲンに関する花粉学的・アレルギー学的観察

○ 日本アレルギー学会・日本植物学会における花粉学関係報告要旨

第7号目次（1971. 6. 30）

○ 上野実朗：花粉学用語選定試案

○ 上野実朗：害草手配書補遺

（28頁へつづく）