

## コバノチョウチンゴケの蘚菌の発生について

Development of the peristome in *Mnium microphyllum* Doz. et Molk.

齊藤真太郎・西田雄行

## 1. 緒言

CAVERS によつて真正蘚類は Tetraphidales, Polytrichales, Buxbaumiales, Eubryales の4類に分けられてあるがこのような分類には蘚菌の構造、發育状態等は蘚類相互間の系統關係を示すものとして重要視されている。Tetraphidales, Polytrichales のさく歯は完全な細胞から成り、Buxbaumiales, Eubryales のさく歯は細胞の膜の肥厚によつてできてくる。PHILIBERT の例に従えば Encalyptaceae を除いて Eubryales は Diplolepideae, Haplolepideae に分けられる。Diplolepideae ではさく蓋部の同心円層から発生してくる。これらの發育に関しては GOEBEL は1887年に、CAMPBELL は1905年に *Funaria hygrometrica* で STRASBURGER は1905年に *Mnium hornum* について研究している。それらによるとさく歯は内外2層からなり、外さく歯層 (Outer peristomial layer) は16箇の細胞から、内さく歯層 (Inner peristomial layer) は32箇の細胞から發達してくることを述べている。

ALEXANDER, HOOKER 両氏は1913年に *Ceratodon purpureus* D. M. についてさく歯の發生状況を精密に研究している。これも *Mnium hornum* と同様にさく歯層は内外2層になつてゐるが、外さく歯層は16箇、内さく歯層は24箇の細胞からできてゐる点が違ふ。すなわち外側のさく歯細胞2箇に対して内側のさく歯細胞3箇が密接に対応している。内外さく歯の肥厚は各2箇の Periclinal walls に行われ、最初内さく歯層に肥厚が始まり、間もなく外側のさく歯が肥厚することを明らかにした。そしてさく歯の發生に関する研究の必要性を説かれたので、この問題に志して野口彰博士の懇篤なる指導をかたじけなく目下研究に従事しているが、今日までにあげ得た成果の一部として *Mnium microphyllum* Doz. et Molk. について發表する。

## 2. 材料及び研究方法

材料の大部分は松江市外中原(そとなかはら)町清光院墓地で、一部分は同町島根大学教育学部農園西北隅で継続採集したものである。

松江地方に成育する *Mnium microphyllum* D. M. の造胞体の發生は9月中旬ごろに始まり、その完成は4月初旬から中旬までごろになる。觀察に用いた材料中9月中旬から2月中旬までに採取したものについてはそれらの造胞体の發育を12段階 (Fig. 1~12) に分けて研究した。

造胞体の固定には Bouin's solution を使用して、固定後数日経てから蘚帽を除去した。このようにしてさく歯とさく蓋部を破壊することなく比較的堅い厚膜細胞から成る部(将来蘚帽になる部)を除くことができる。

脱水 — 30% アルコール (6~12 hrs... この時ピクリン酸の脱色用として炭酸リチュウムを混じた) → 50% アルコール (6~12hrs) → 70% アルコール (6~12 hrs) → 80% アルコール (4~6 hrs) → 90% アルコール (4~6 hrs) 95% アルコール (4~6 hrs) → 無水アルコール (3~4 hrs ... 1時間おきにとり換える) → 無水アルコール + トルオール (2:1

… 30 min) → 無水アルコール + トルオール (1:2 … 30 min) → トルオール (30 min ~ 1 hr).

パラフィン誘導 —— トルオール + 軟パラフィン (1:1 … 6~12 hrs) → 軟パラフィン (6~12 hrs) → 硬パラフィン (12~24 hrs)

切片 —— 7~10 $\mu$ , 染色にはデラフィールド氏ヘマトキシリン染色液を使用した。

### 3. 齧齒層の發育

さく胞の先端が肉眼でわずかに見えるのは9月中旬ごろで、その全長1mm余で (Fig. 1), Fig 3 に示すような Stage になるのは翌2月中旬ごろであつて、この期間は非常に長い。

造胞体の長さ1mm余のところにはまだ蔵卵器の腹部が配偶体から分離していない状態、すなわち蕨帽が配偶体から分離していない時であつて造胞体 (Fig. 1) の横断面を見ると Anticlinal walls によつて四分円に分かれている (Fig. 13). これがまもなく最初の Periclinal walls (p. w. 1.) によつて Amphithecium と Endothecium の内外2層に分かれる (Fig. 14). ついで Amphithecium は第1回の Anticlinal walls (a. w. 1.) によつて8箇の細胞に分裂し (Fig. 15), その分裂面は決して Endothecium にまで及ばない. Amphithecial layer は第2回の Periclinal walls (p. w. 2.) の形成によつて内外の Amphithecial layers に分化する (Fig. 16).

この内側の Amphithecial layer は Anticlinal walls によつて分裂を重ねて将来の内さく齒層の細胞層となるがさく蓋部においてはこの層に起因する Periclinal walls による分裂はこれ以上起らない (Fig. 19~26).

外側の Amphithecial layer の8箇の細胞はそれぞれ第2回の Anticlinal walls (a. w. 2) によつて16箇の細胞に分かれ (Fig. 17), ついで第3回の Periclinal walls (p. w. 3) によつて更に内外2層にわかれ、各々外さく齒形成に関与し、細胞質内容に富む。この内層は16箇の細胞からなる外さく齒細胞層となり、外層からは外さく齒外側隣接細胞層が發達する (Fig. 18, 20, 23).

このようにして外側のさく齒層が 16-Celled Stage (Fig. 19) となつた後に内さく齒層が第4回の Anticlinal walls (a. w. 4) によつて16箇の細胞に分裂し、内外さく齒層共16箇の細胞の Stage になるが (Fig. 21), このころになつてようやく Endothecium の部分が分裂を始める。しかし外さく齒層はもはや Anticlinal walls による分裂は行われず細胞は栄養を吸収して肥大する。他方内側のさく齒層の名細胞は第5回の Anticlinal walls (a. w. 5) によつて更に2分して32箇の細胞層になる (Fig. 23, 25). この内さく齒層は 8. 16. 32 箇の細胞に分裂するまでは非常に規則正しく分裂するが 32-Celled Stage からは不規則となり、さく柄 (Seta) とほとんど太さの等しい若い造胞体 (Fig. 3) のさく蓋部を横断して見ると内側のさく齒層には多くの場合既に64箇の細胞が並んでいるが 55~69 箇等の変数の数をもつことがある。Fig. 4, 5, 6, 7 Stages の造胞体のさく蓋部の横断面では外さく齒細胞層に内接する内さく齒細胞層は前者の1箇に対応する中央部に3箇の (2~4箇のこともある) 比較的小さい細胞とこれをささむ大形の細胞がならぶ (Fig. 26, 27, 31). このように大小不等の細胞が 64-celled Stage のころできてくることはムラサキヤネゴケ (*Ceratodon purpureus*) のように不均等な分裂によつて生ずる (ALEXANDER&HOOKER 1913) のとは異なり、その成育の過程においてそれを生じ、細胞の形状大小に変化をきたしたものと観察の結果考えられる。

内さく歯層を造る小形の細胞の外側膜から間毛 (Cilia) ができ、大形細胞の外側膜からは歯突起 (Processus) を生ずる。別に内さく歯層細胞の数が 16 箇のころのさく胞 (Fig. 21) を縦断して見るとさく蓋の部分のさく胞の先端からそのおおよそ  $1/6$  長の位置を占め、その内側に発育するところの外側さく歯層周辺の細胞はまだ分裂を始めないがさく蓋のつけねからさく柄に近い部分が盛んに分裂しており、その細胞数もさく蓋の部分よりも多く内外のさく歯層でない事がわかる (Fig. 24)。

内さく歯層が 32-celled Stage (Fig. 25) のころになると外さく歯層の外表面の周辺層もさく柄の方から上方に向つて分裂していく時期であり、Endothecium も細かく分裂して内側のさく歯層に接した部分では大形の細胞で一列の層をつくっている。(Fig. 23)。

外さく歯外側隣接細胞層 (o. o. p. 1) は外さく歯層の肥厚に関係する細胞であつて外さく歯細胞 1 箇に対して 2 箇ずつ現われ (Fig. 21, 23), この層の細胞数は 32 箇以上に分裂することは決してない (Fi. 23, 25, 26, 27, 32, 33)。

外さく歯層の細胞数はさく胞発育初期から相当進んだ時期 (Fig. 2~5) においてもそれぞれの横断面で見て同数 (16 箇) であることから、この細胞数決定はかなり初期に行われ、それ以上の分裂は起らないで、ただ細胞の形が膨大してくるだけであること (Fig. 26, 27, 32) がわかる。縦断面で (Fig. 3, 4, 5) 見ると外さく歯層の細胞の形はその基部では横に矩形 (くけい) 状の幅広い細胞となり、その先端部にいくに従つて細長くなつた細胞がならび、その全細胞数が 38~45 箇積み重なっている。内さく歯層の細胞の形は先端にいくに従つて縦に (さく歯の長軸の方向) 細長くなって隣接している。(Fig. 29, 30)。このころになるとさく歯層のつけねで、さく胞壁の細胞層 (4~5 層) の内方に間隙ができはじめるが、この間隙が後に気室 (a. c.) になる。

気室の形成にあつてはその細胞の細胞質は段々縮減して核は細胞膜の近くに偏在するようになり、ついで細胞膜が破壊していくのが見られるので、この室は破生細胞間隙であることがわかる (Fig. 28, 29, 34)。

内さく歯の歯突起 (p.) の細胞数は 7~10 箇、間毛 (c) では 5~7 箇、基礎膜 (b. m.) では 8~13 箇位あり、それぞれの長さに多少の変異があるにしても外さく歯長軸の長さと同さく歯長軸の長さの差は比較的小さく、従つて若い管体 (Fig. 3) についてさく蓋部の連続横断面では内さく歯細胞の輪状に配列する細胞数はその先端から順順に数えて見ても、最先端で 16 箇、つづいて 32 箇の範囲の数を示す部分がわずかで、大部分は 64 箇に近い数を示している。

両さく歯基部では横断面で見ると細胞数は共にそれぞれ増加してくる。しかも外さく歯では規則正しくないがその細胞数は幾分多くなる。内さく歯では Anticlinal walls によつて細胞が増加する外に Periclinal walls によつても増す。(Fig. 27, b)。なお気室と両さく歯縁の基部との区別もこの Stage において明らかになる (Fig. 28, 29, a. c.)。

気室及び内外さく歯の完成後には外さく歯の基部はさく胞壁の内層に連絡し、内さく歯は孢子室壁につらなる。

#### 4. 莖歯膜の肥厚

さく胞がまだふくらんでいない段階 (Fig. 2, 20, 21) の内外さく歯層の細胞の厚さの比は 10:13 位で、これら各層の細胞は細胞質に富み、中央に割合大きくなつた核がある。外さく歯細胞の成長率は内さく歯細胞の数倍であつて細胞質と核とは片寄つてくるのが、外さく歯層

のすぐ表皮の方の外接層の細胞核は外さく歯層の壁の方に偏在してくる (Fig. 28). このような状態から考察しても細胞の肥厚がこの Stage ころから始まることがわかる. この Stage の縦断面を観察しても横断面と同様に細胞質と核が肥厚の行われる膜の方へ一方的に片寄っているが特にさく蓋基部の附近において著しい (Fig. 29, 30, 31, 32).

一体肥厚は内さく歯層の細胞膜及び外さく歯層の細胞のそれぞれ外側の Pericrinal walls の上から起るもので, 内さく歯層と外さく歯層とでは著しくその肥厚の程度が異なる.

さく胞体が幾分ふくらんでくると (Fig. 8, 9) 外さく歯基部の附近に膜の肥厚が現われはじめ外さく歯細胞膜層の外側膜に肥厚が見えるようになるが内さく歯細胞層の肥厚ははつきりしない. これから發育が進むにつれて (Fig. 10, 11) 内さく歯細胞層の肥厚もわずかに認められる. 肥厚の行われる層の近くに細胞質と核とが片寄ってきて空胞ができてくること (Fig. 29~32, vac.) は前の發育段階と同様である. すなわち直接肥厚に関与する外さく歯細胞と内さく歯細胞は各外側の膜壁に, 外さく歯外側隣接細胞はその内側の膜壁に向つて細胞原形質の大部分が寄つてくるのが見られる (Fig. 31, 32). 特に外さく歯層の細胞において肥厚が顯著である. (Fig. 29, 30, 31, 32). しかし内さく歯の肥厚も細胞質の移行開始から見ても外さく歯と同時に肥厚期に入るものと考察できる. ただ内さく歯膜はその肥厚が外さく歯に比し極めて薄いのである (Fig. 33, 35). 内さく歯の基礎膜 (b. m.) を形成する細胞も肥厚するが歯突起部を形成する肥厚とは異なり Anticlinal walls にも Pericrinal walls にも平等に肥厚がひろがるようである. さく歯部の内側さく歯に連続した1枚の膜が發育して基部から2/3位の部分までは基礎膜 (Basilar membrane) となり, 残りの1/3位は間毛 (Cilia) と歯突起 (Processus) になつている (Fig. 37).

間毛は歯突起と交互に3本ずつあるのが普通であるが所所に2~4本あることがある (Fig. 32, 36, 37). 歯突起は基礎膜の基部から16枚伸びてその頂端部に近い中央線部には数箇の縦列孔が連なる (Fig. 36, 37). なお間毛と歯突起の先端は幾分乳頭状になつている.

外さく歯膜と内さく歯膜を連続する細胞にも外さく歯膜の厚さに等しい程度の肥厚が起るが, 完成してからのさく歯の縦断面を見ると, この膜の肥厚は外さく歯壁に連なるつけ根だけにとどまり, 内さく歯壁には肥厚しない膜として連絡している. そして丁度鋸の歯 (d3.) のような状態となる (Fig. 34, 35). この鋸歯状の肥厚部すなわち薄板 (lamellae) は外さく歯膜から内さく歯に連なる各膜にそい次第に薄くなり, 先のとがったものになっている. そして外さく歯の先端部に行くに従つて薄板は次第に狭くなり, さく蓋内部に終っている (Fig. 30). この部の横断面で1枚の外さく歯細胞の外側壁の肥厚部が長楕円状に見え, この部を3区分することができる. すなわち細胞中膜から外側 (d1) の部分と内側 (d2) の部分と薄板つけ根 (縦断面では鋸歯状) の部 (d3) の別を鏡検できる (Fig. 31, 32, 33, 34). 外さく歯壁と内さく歯壁とを連結している膜の残存は厚薄異状な細胞膜から成る細胞で内外両さく歯を形成しているとも認められる. 特にその横断面で観察すると明らかである (Fig. 31, 32, 33, 34). なお外さく歯ではその外側に内さく歯ではその内側に微小乳頭状突起 (n. p.) を密生していることも内外両さく歯が丁度各長軸にそうて並んだ細胞の両側に対応する細胞膜からなり, 内さく歯に内接した細胞層と外接した細胞層とがそれに関与していることを示しているとも考えたい.

外さく歯の外側の Transverse ridges は外さく歯細胞に隣接して肥厚にあずかった外さく歯外側隣接細胞の膜のわずかに肥厚して残存したこん跡であつて, この外さく歯の横突起 t. r. を外側から見ると, これはその基部から先端へ向つて中央に走る Zigzag lines (z. l.) (2線

のものもある)となり (Fig. 36), 横断面で見る中央の突起 (t. r.) である. (Fig. 33).

外さく歯膜壁の厚さが  $25 \sim 28 \mu$  位に達するとこの膜は次第に乾燥して内外両さく歯層は分離しはじめ, 同時に外さく歯外層の細胞 3~5 層が強固になってさく蓋板をつくるが特にその最外層 (表皮) がさく歯層の肥厚に前後して肥厚してくる.

さく歯が完成して外さく歯外側隣接細胞と外さく歯との間が破壊し, 内さく歯内側の柔細胞の破壊も始まる. そしてさく蓋はその接着部 (環の基部) すなわちさく蓋縁に当る細胞の Periclinal walls だけが肥厚し, この厚膜にそうて離層が生じ, さく蓋が孢子成熟後に乾燥して離落する. このころになるとさく胞縁環部と離脱しやすくなる.

## 5. 摘 要

- (1) 造胞体は横断面で最初十字の膜によつて仕切られる.
- (2) 横断面で見られる 4-celled stage に Periclinal walls が生じて原子囊 (のう) 外層と原子のう内層とに別れる.
- (3) 8-celled stage の原子のう外層は更に Periclinal walls によつて内側両さく歯層の 2 層にわかれる.
- (4) 内外両さく歯層の細胞層は 16groups からなり, 各は外層の 1 箇の細胞と内層の 2~4 箇の細胞とが対応して成立し, 各から 1 歯ずつのさく歯が生ずる.
- (5) 外さく歯外側隣接細胞層も外さく歯層の肥厚に関係する細胞であつて, 外さく歯細胞 1 箇に対して 2 箇ずつ現われ, この層の細胞数は 32 箇以上に分裂することは決してない.
- (6) 内外両さく歯の発生に直接関係する細胞層は内さく歯細胞層と外さく歯細胞層の内層と外層の 3 層で内さく歯層の細胞膜と外さく歯層の細胞膜のそれぞれ外側の Periclinal walls 上に肥厚がおこる.
- (7) 肥厚開始前に核質が肥大し, 肥厚がはじまると内さく歯細胞の内容は内さく歯壁に, 外さく歯細胞の内容は外さく歯壁に偏してくる. 外さく歯外層の細胞内容も外さく歯壁に寄ってくる. そしてそれぞれに空胞が生ずる. なお肥厚につれて細胞質が消え, ついで核が消え去り, 肥厚膜が完成する.
- (8) 内外さく歯共に肥厚開始の時期は同じであるが内さく歯は早く終り, 外さく歯の基部は先端よりも速く, 内側 (d2) は外側 (d1) よりも速く, 細胞の内容物が消失して肥厚が速いことを示す (Fig. 29. 30. 32. 33).
- (9) 外さく歯壁の中膜を中心とする肥厚の厚さは Transverse ridges の部分を除き, その内側ではほとんど差がない.
- (10) 外さく歯細胞の外さく歯外側に Zigzag lines を残して隣接する細胞膜 (o. o. p. l. の) にも外さく歯壁の基部の附近で肥厚が起り, 外さく歯特有の Transverse ridges をつくる.
- (11) 内外両さく歯をつなぐ薄膜 (細胞膜) にも外さく歯壁の基部で肥厚 (d3) が起り, 今まで異常な細胞の累積によつて構成されている観を呈していた両さく歯壁に連なる薄膜部は造胞体の完熟後破壊する.

終りに臨み終始懇篤なる御指導と校閲の労をお取り頂いた大分大学学芸学部教授野口彰博士に深甚なる謝意を表する.

## 〔図版説明〕

- 第1—12図：造胞体の発育（蘇帽除去）。 ×11.
- 第13—21図：若いさく胞体のさく蓋部の横断面。 ×290.
- 第13図：四分円分割の分裂（1, 2, 3, は分裂順）。
- 第14図：原子嚢（のう）内層（en.）と外層（am.）との成立。
- 第15図：原子のう外層が Anticlinal walls (a. w. 1) によつて分裂した8箇細胞の段階。
- 第16図：原子のう外層が Periclinal walls (p. w. 2) によつて内外2層に分裂して、その内層から内さく歯層（i. p. l.）が確立。
- 第17図：同上の外層が Anticlinal walls によつて分裂した16箇細胞の段階。
- 第18図：同層が Periclinal walls (p. w. 3) によつて更に2層に分裂して、その内層から外さく歯層（o. p. l.）が確立。
- 第19図：外さく歯層外側隣接細胞層が Anticlinal walls (a. w. 3) によつて32箇の細胞に分裂中。
- 第20図：同層が32箇細胞の段階となり、内さく歯層細胞が Anticlinal walls (a. w. 4) によつてその数16箇に分裂中。
- 第21図：内外両さく歯共16箇細胞の段階。原子のう内層も分裂開始。
- 第22図：若いさく胞のさく蓋部の縦断面（第21図に対する）。 ×290.
- 第23図：同さく蓋部横断面。 ×290.
- 内さく歯層が Anticlinal walls (a. w. 5) によつて分裂してその細胞数32箇段階。外さく歯層外側隣接細胞層が Periclinal walls (p. w. 4) によつて確立。
- 第24図：同さく蓋部縦断面（第23図に対応する）。 ×290.
- 第25—27図：若いさく胞のさく蓋部の横断面。 ×290.
- 第25図：原子のう内層及び同外層外側の細胞分裂中。
- 第26図：半熟造胞体のさく蓋部における細胞膜肥厚前のさく歯層。
- 第27図：同さく蓋底部に近い部分。
- 第28—30図：同さく蓋部縦断面。 ×290.
- 第28図：さく歯膜肥厚に関与する各層細胞の内容（核及び細胞質）の集結開始。
- 第29図：やや成熟した造胞体のさく歯膜肥厚発達中の内外両さく歯のつけ根の部。
- 第30図：同さく歯の先端部。
- 第31—33図：成熟さく胞のさく蓋部横断面。 ×290.
- 第31—32図：膜肥厚部へ細胞質及び核が偏在し、肥厚につれて消失する過程。
- 第33図：完全さく胞の完成内外両さく歯。
- 第34—35図：同さく蓋部縦断面。 ×290.
- 第34図：薄板で内外両さく歯連結。
- 第35図：薄板の破壊。
- 第36図：外側から見た完成内外両さく歯。 ×110.
- 第37図：外さく歯を除去して外側から見た完成内さく歯。 ×70.

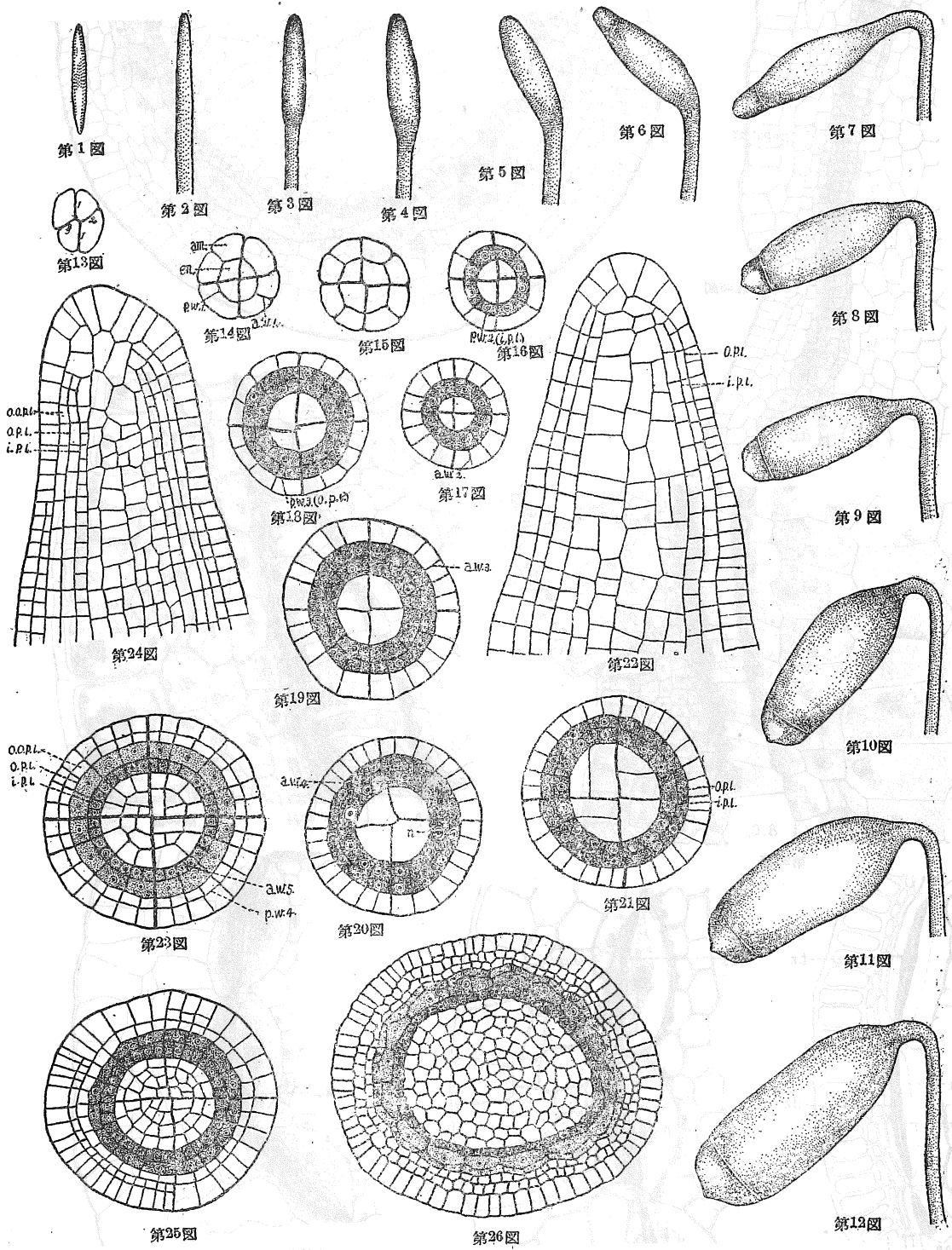
## 〔略号説明〕

- a. c. 気室. am. 原子囊(のう)外層.  
 a. w. Anticlinal wall. (1~5 発生順)  
 b. m. 基礎膜. c. 間毛.  
 d1. 外さく歯肥厚膜の中膜から外側部.  
 d2. 同内側部. d3. 薄板つけねの肥厚部。(縦断面では鋸歯状に見える)  
 en. 原子のう内層.  
 ed. 環部(r.)附近の表皮細胞層.  
 I, II, III 外側部の連続細胞層.  
 i. p. 内さく歯. i. p. l. 内さく歯層。(内さく歯細胞層)  
 l. 薄板. m. l. 中膜.  
 n. 核. n. p. 微小乳頭状突起.  
 o. o. p. l. 外さく歯層外側隣接細胞層.  
 o. p. 外さく歯. o. p. l. 外さく歯層。(外さく歯細胞層)  
 p. 歯突起. p. w. Periclinal walls. (1~4 発生順) r. 環.  
 t. r. 横突起. vac. 空胞.

## 文 献

- (1) W. Evans and D. Hooker (1913) : Development of the peristome in *Ceratodon purpureus*. Bull. of the Torrey Bot. Club. 40. pp. 97--109.
- (2) Strasburger, Noll, Schenck, Schimper (1913) : Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. pp. 383--388, 393--400.
- (3) R. van der Wijk (1932) : Morphologie und Anatomie der Musci, im Verdoorn's Man. Bryol. pp. 31--38.
- (4) The Hattori Botanical Laboratory (1947--1953) : The Journal of the Hattori Botanical Laboratory. No. 1--10.

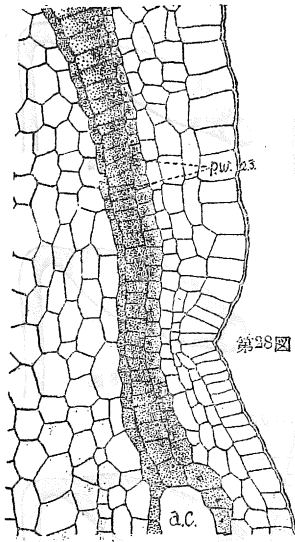
※ 本文の一部は第18回日本植物学会大会で講演済み。



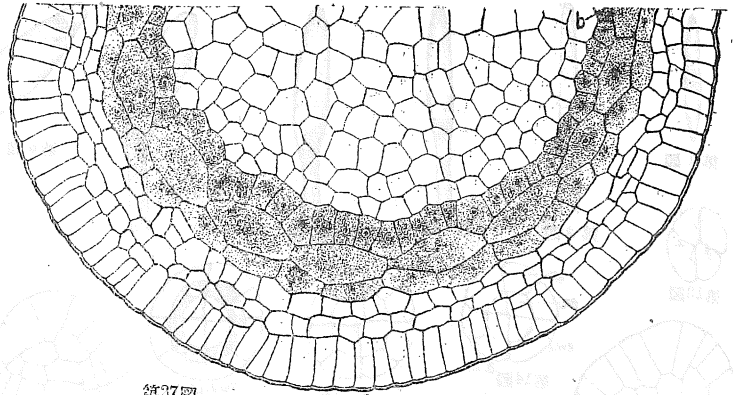
S. Saito

(FIG. 1 ~ 26.)

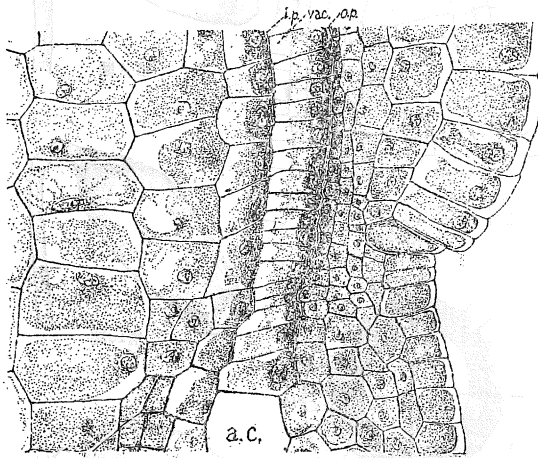




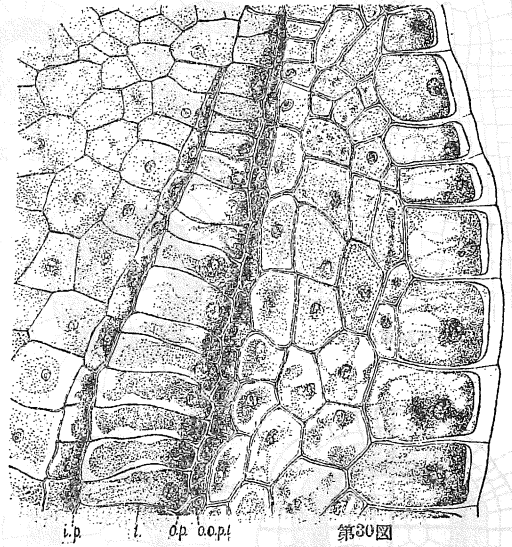
第28圖



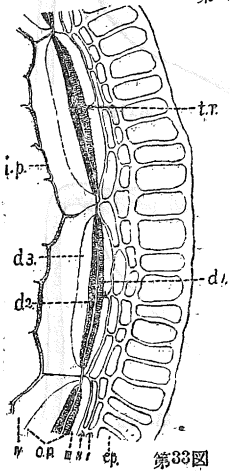
第27圖



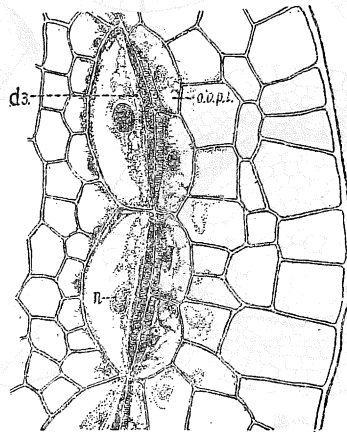
第29圖



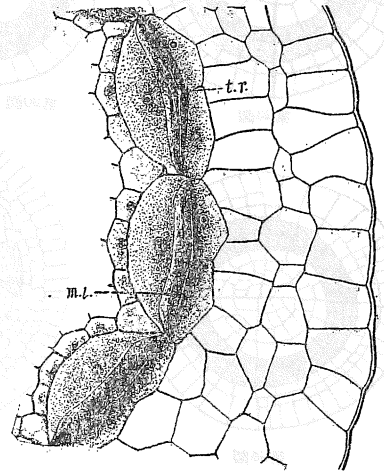
第30圖



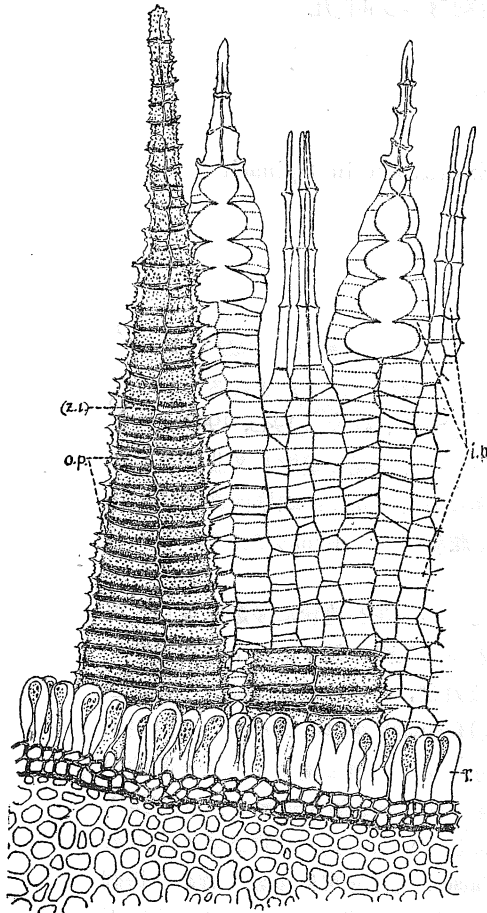
第33圖



第32圖

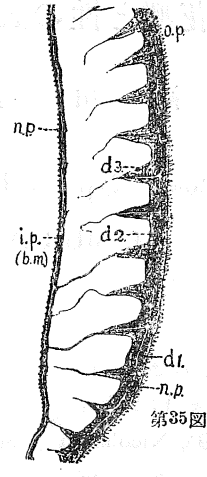


第31圖

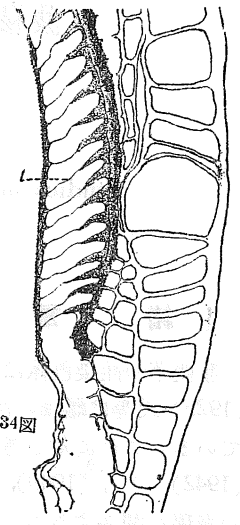


第36圖

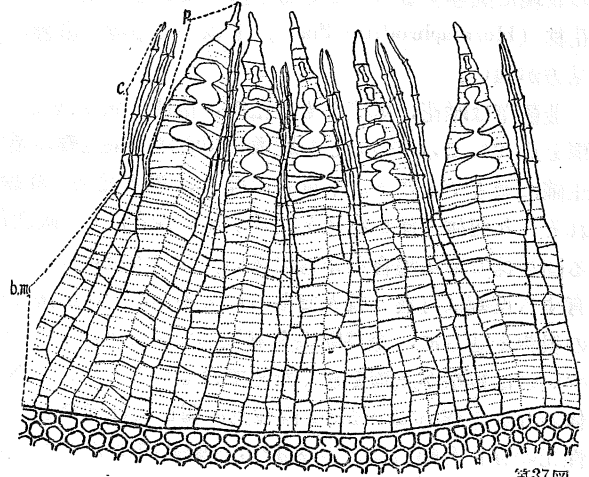
S. Saitō



第35圖



第34圖



第37圖

(FIG. 34 ~ 37.)