

The presence of hyphal filaments and pits on cell walls were newly observed in anatomy. Hyphal filaments are issued from inner cells to the center of thallus in cross and longitudinal sections, consisting of uniseriate elongated colorless cells. In the lower part of the thallus they are numerous and interwoven each other to form a distinct meddulary layer (Fig. 2, A-C). Pits are formed on the wall of thick walled inner cells (Fig. 2, D-E). The hyphal filaments and pits are not developed or rare in the upper part of thallus.

#### 引用文献

- 1) YAMADA, Y. and TANAKA, T. (1944) Marine algae in the vicinity of the Akkesi Marine Biological Station. Sci. Pap. Inst. Algol. Res., Hokkaido Imp. Univ. **3**, 47-77.
- 2) 黒木宗尚 (1968) コンブモドキ (*Akkesiphycus lubricum* YAMADA and TANAKA) 知床半島に産す。藻類**16**, 168-170
- 3) 札幌管区気象台 (1964) 新版 北海道の気候
- 4) 広瀬広幸 (1965) 藻類学総説。内田老鶴圃, 東京
- 5) FRITSCH, F. E. (1945) Structure and reproduction of the algae. **II**. Cambridge Univ. Press. London.

## アミジグサ目の形態発生

### VIII ヘラヤハズの四分孢子形成について

熊谷 信 孝\*

N. KUMAGAE : Morphogenesis in Dictyotales.

VIII. Tetraspore formation of *Dictyopteris prolifera* (OKAM.) OKAM.

アミジグサ科植物のヤハズグサ属 *Dictyopteris* の中で細胞学的に研究されたのはエゾヤハズ *D. divaricata* (OKAM.) OKAM. だけである。まず猪野<sup>1)</sup>が忍路湾産の材料で四分孢子が発芽して出来た仮根細胞の分裂で  $n=16$  を明らかにした後、籾<sup>2)</sup>が同じ場所で採集した材料の四分孢子嚢の成熟分裂において同数の染色体を確認した。しかしその後、熊谷と猪野<sup>3)</sup>が瀬戸内海産の材料で四分孢子嚢の成熟分裂を観察し、 $n=32$  のものがあることを明らかにして以来、エゾヤハズには種内倍数性があるものと考えられてきた。

今回、エゾヤハズと同属のヘラヤハズ *D. prolifera* (OKAM.) OKAM. の四分孢子の形成過程を観察したところ、前に述べたような関係を見出すには至らなかったが、柄細胞の

\* 福岡県立田川高等学校 (福岡県田川郡香春町中津原)

形成の方法が、石井、西林、猪野<sup>ら</sup>がエゾヤハズで報告したものと全く異なることや体細胞の染色体数が60—64であること、また四分孢子母細胞から四分孢子がつくられる際の分裂が減数分裂であり、二価染色体数は約32であることなどが明らかになった。

本文に入る前に本稿の御校閲をいただいた岡山大学理学部植物形態学教室の猪野俊平、大森長朗の両先生に深く感謝の意を表します。

## 方 法

材料は1964年と1966年の8月に北九州市岩屋で、また同年の10月に宗像郡津屋崎町で採集し、いずれもホルマリン酢酸液 (40% formalin 10cc, Glacial acetic acid 5cc, 95% ethyl alcohol 50cc, Distilled water 35cc) で固定した。パラフィン切片法によって10 $\mu$ の切片としたのちハイデンハイン氏鉄明礬で染色した。

## 観 察

### (1) 四分孢子母細胞の形成について

四分孢子嚢は各副枝の中肋をはさんで点状または断続した帯状の孢子嚢群として形成される。四分孢子母細胞は表層細胞が2個の柄細胞 stalk cell を切り出したのちに生じる。まず表層細胞が盛り上がるように大きくなるにつれて、核も急速に生長する (Fig. 1-1)。柄細胞の切り出しの最初の分裂は細胞の中央部で行なわれる (Fig. 1-2, pl. I-2)。分裂によってできる二つの核のうち表層側の核は大きく、内側の核は小さなものになる。内側の核はその後、細胞の最下部に押しやられ、細胞質をわずかに取り込んで隔壁をつくり、第1の柄細胞になる (Fig. 1-3)。この柄細胞の核では染色性に富む染色糸と1個の仁が明瞭であり、また細胞質では少数の色素体が見られ、液胞がよく発達している。表層側の核は引き続き次の柄細胞を切り出す分裂を行なう。この核は細胞の頂端側にとがった円錐形をしており (Fig. 1-3)、この分裂の前期のあいだ中その形は変化しない。とがった極の側では前期の初めから中心体と星状体とがよく発達しているのに対し、反対側では染色体がほぼ完成する頃でなければ明らかにならない。紡錘糸の形成についてもそれぞれの極の側で差が認められ、Pl. I-3 に示すようにとがった極の側では明瞭であるけれども、反対側ではまだほとんど形成されていない時期がある。したがって、この時期には染色体は紡錘糸のよく発達している極の側に集まろうとする傾向が強い。中期の初めの核は両極が核腔に陥没したように変形するが、この陥没の現象は内側の極で著しい (Pl. I-4)。この頃には内側の極でも星状体や紡錘糸が発達するので染色体は核腔の中央部に移動し並ぶ。核腔には前期の終りから染色性に富む微小な顆粒が多数生じ、中期まで存在する。仁は前期の終りに消失する。前期の終りから中期にかけて染色体は非常に小さな粒状になるが、この時数えることの出来る染色体は60—64個である (Pl. I-3)。核膜は後期の初めに消失する。極に移動している染色体は互に連なったように見え (Pl. 1-5)、終期にはさらにその傾向が強くなり (Pl. 1-6)、核膜が再び形成される頃には、これらの染色体は1個ないし3個の仁に似た形の塊になる (Pl. I-7)。この分裂は細胞の中央よりやや内側で行なわれ、核は最初の

分裂と同様、表層側に大きく、内側に小さなものになる。内側の核はさらに下端に押しやられ、少量の細胞質を得て第2の柄細胞になる (Fig. I-5)。表層側の核は球形で細胞の中央部に位置し、その後さらに生長して四分孢子母細胞の核となる (Pl. I-9)。Pl. I-8には3個の核を示している。一番下のは最初につくられた柄細胞のものであり、中央のは次の柄細胞になる核で、上の四分孢子母細胞になる核との間に細胞質分裂が行なわれている。四分孢子母細胞側では多数の色素体が見られるのに対し、柄細胞側ではほとんど見られない。四分孢子囊の中には3個の柄細胞をもつものが少数みられる。

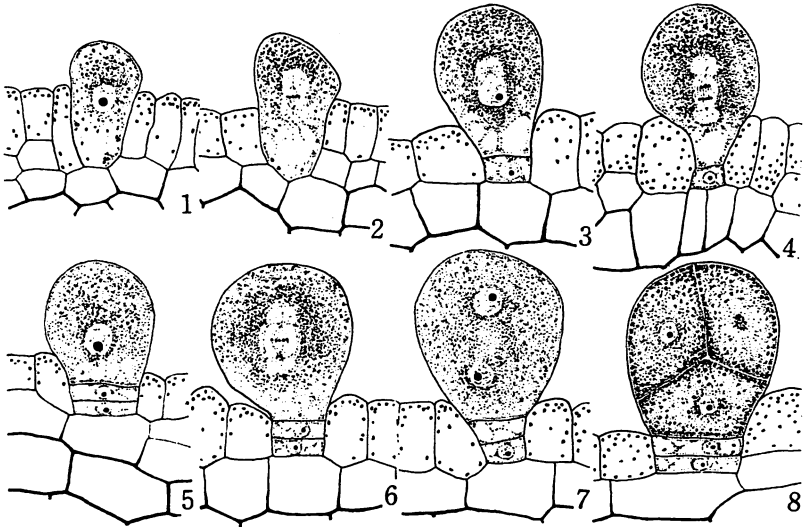


Fig. 1 Formation of the stalk cell and tetraspore. x 230 ; 1. Growth of the surface cell : 2. First division of the surface cell : 3. First stalk cell. Nucleus of the surface cell is conical : 4. Second division of the surface cell to form tetraspore mother cell and second stalk cell : 5. Growth of tetraspore mother cell : 6. Metaphase of first meiotic division : 7. Prophase of second meiotic division : 8. Mature tetrasporangium.

## (2) 四分孢子母細胞の成熟分裂

染色糸が明らかになる頃、核腔の中央部に位置していた仁は核膜に接するように移動する。次にこの仁の近くに染色糸のループが形成される (Pl. II-10)。ループは1ヶ所に集まってつくられるものが多いが、仁のない側にもつくられる場合もある。シナプシス期の染色糸は部分的に肥厚しており、またそれらの幾本かは仁と連絡しているように見える。ループが解けると仁も核膜から離れ、核腔のほぼ中央部に位置するようになる (Pl. II-11)。Openspireme 期の染色糸はシナプシス期よりさらに肥厚するので観察が容易になる。やが

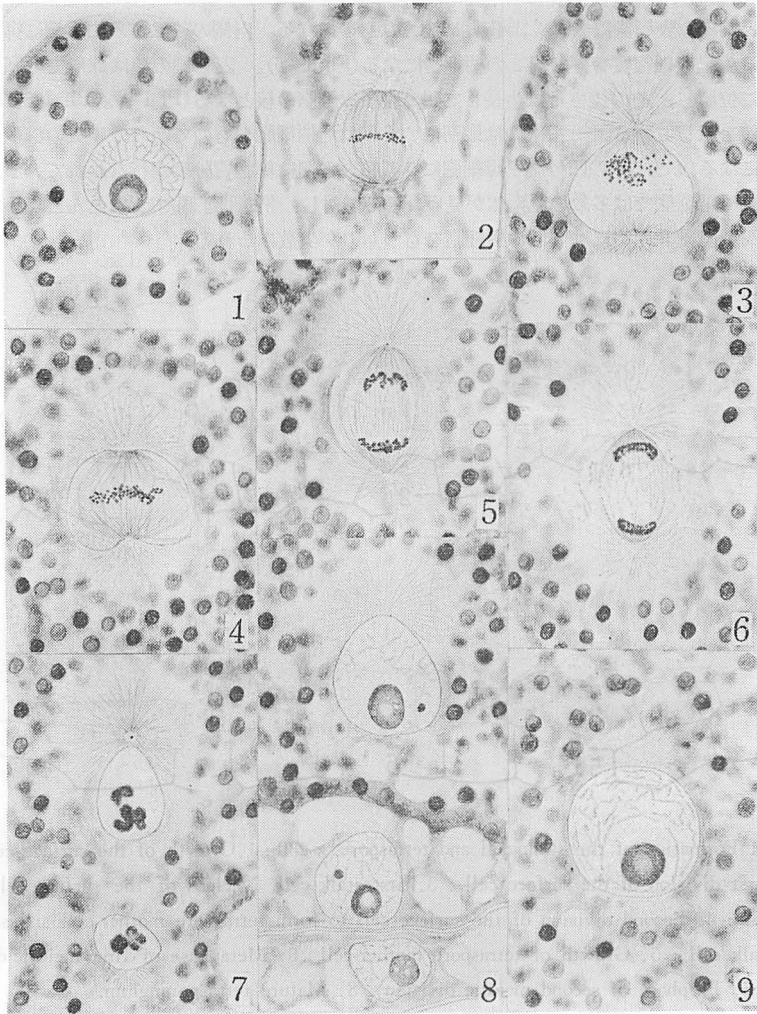


Plate I

1-8. Formation of stalk cell. The surface cell cut off two times the stalk cells. 1. Nucleus of the surface cell : 2. Metaphase of the first nuclear division. Aster hardly develops : 3. Late prophase of the second nuclear division of the surface cell. Aster develops more widely at upper pole than lower one. Chromosomes come together on upper pole and the diploid chromosome counts 60-64: 4. Metaphase. The nuclear cavity is depressed at the poles of spindle. Chromosomes move to the center of the nuclear cavity : 5. Anaphase : 6. Late anaphase. Chromosomes look like to fasten together : 7. Telophase. Chromosomes fuse to form some masses. The upper nucleus is the nucleus of tetraspore mother cell and the lower is of the second stalk cell. The upper nucleus is larger than the lower : 8. Cleavage of the cytoplasm. On the upper nucleus, the aster is remained for a long time : 9. Nucleus of the tetraspore mother cell : (1.-9. x1150.)

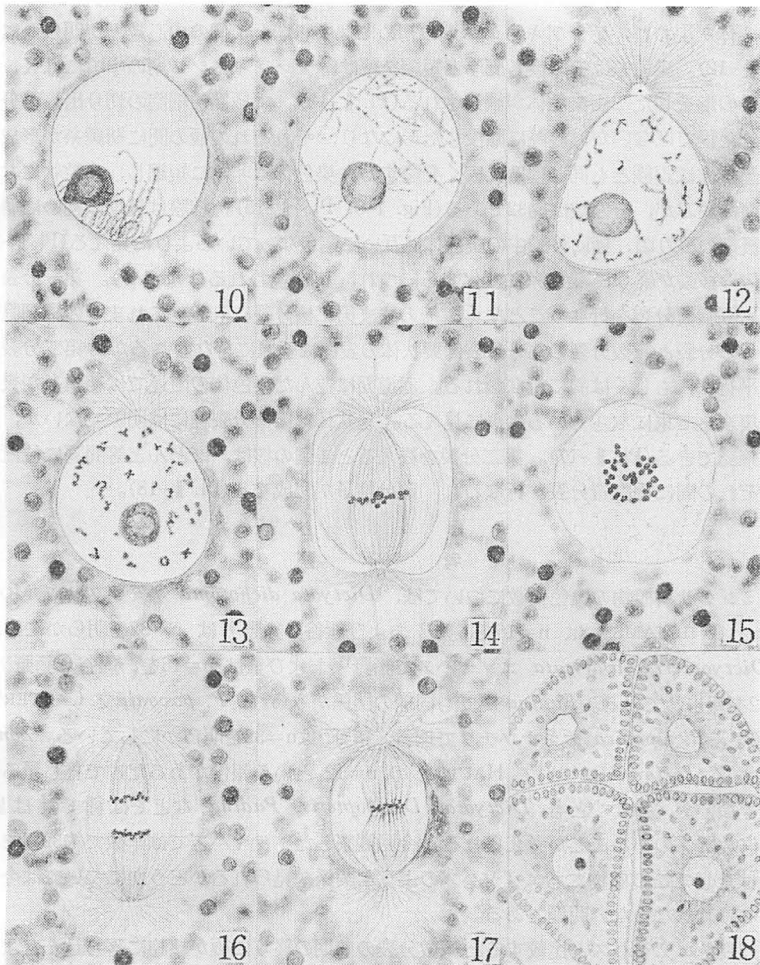


Plate II

9-18. Meiosis of the tetraspore mother cell ; 10. Synapsis stage. Nucleolus move to the proximal side of nuclear cavity and the spiremes are contracted into a knot near the nucleolus : 11. Open spireme stage : 12. Early diakinesis. The centriole with a centrosphere is clearly seen : 13. Diakinesis. X-, V-, Y-shaped bivalent chromosomes are dispersed in the nuclear cavity. Nucleolus disappears : 14. Side view of the metaphase. Chromosomes are contracted extremely : 15. Polar view of the metaphase. About 32 bivalent chromosomes are counted : 16. Anaphase. nuclear membrane is obscure : 17. Metaphase of the second meiotic division : 18. Mature tetrasporangium: (10-17. x 1150, 18. x 450)

て中心体が現われ、ディアキネシス期の初めには中心球と1個の中心粒とが明らかになる(Pl. II-12)。染色糸はその後も肥厚と短縮を続け、ディアキネシス期中頃にはX, Y, Oなどの形をした二価染色体が観察される(Pl. II-13)。両極は柄細胞の切り出しの分裂で見られた程ではないが、核腔に陥没した形になり、それぞれの極の間に紡錘糸が形成される。星状体は両極とも同じ程度に広く発達する。染色体は非常に短縮し、小粒状になって赤道面に並ぶが、その数は約32である(Fig. 1-6, Pl. II-15)。核膜は後期の初めに消失する。後期の終り頃、極に移動中の染色体は互いに連らなっているように見える(Pl. II-16)。染色体の移動が終り、染色糸に変化するにつれ、仁が現われる(Fig. 1-7)。第一分裂を終えても細胞質分裂を行なうことなく、そのまま第二核分裂に入る。これまでの柄細胞の切り出しの分裂と減数分裂の第一分裂は葉状体の表面に垂直に行なわれるが、第二分裂はそれに平行か、もしくは斜に行なわれる。赤道面に並んだ染色体の附近では紡錘糸が幾本かずつ集まって束になっているように見える。星状体は第一分裂程には明瞭でないが、中心体は確認できる(Pl. II-17)。第二分裂を終えると4個の核は、ほとんど等間隔に位置し、それぞれの間に細胞質分裂が行なわれ、四分胞子が完成する(Pl. II-18)。

### 考 察

アマジグサ科植物の染色体数については、*Dictyota dichotoma* アマジグサで MOTTIER<sup>6)</sup> と WILLIAMS<sup>6)</sup> は  $n=16$  を、<sup>2)</sup> および熊谷、猪野<sup>7)</sup> は  $n=32$  を明らかにし、また *Dictyopteris divaricata* エゾヤハズで猪野<sup>1)</sup> および<sup>2)</sup> は  $n=16$  を、熊谷、猪野<sup>3)</sup> は  $n=32$  を報告している。*Padina* 属でも同様の関係がみられ、*P. pavonia* で CARTER<sup>8)</sup> は  $n=16$  を、*P. japonica* オキナウチワで熊谷、猪野<sup>7)</sup> は  $n=32$  を明らかにしている。*Zonaria* 属では *Z. farlowii* について HAUPT<sup>9)</sup> の  $n=12$  という報告があるだけで推し量ることはできないが、少なくとも *Dictyota*, *Dictyopteris*, *Padina* などでは種または属の中に倍数関係のあることが考えられる。今回観察したヘラヤハズでは半数で約32個であった。はたしてこの植物にもエゾヤハズのような関係が見られるかどうかについては今後解決しなければならない問題である。

核分裂をエゾヤハズと比較すると減数分裂の前期の終りに極が核腔に落ち込んだような形になることや、前期の核にいわゆる chromophilous spherule と見られる小球体が存在するものがある(Pl. I-8)ことではよく似ているが、分裂装置、特に星状体や中心体の発達がエゾヤハズよりもよく、また核膜が終期の初めまで消失しないなどの違いが見られる。

アマジグサ科植物のうちアマジグサ、エゾヤハズなどの胞子嚢は2個以上の柄細胞を有する。この柄細胞の切り出しの方法として、石井、西林、猪野<sup>4)</sup> は前の二種について表層細胞の最初の分裂でできた内側の細胞が分裂して複数の柄細胞になると報告している。しかしヘラヤハズでは表層の細胞から1個ずつ切り出されてつくり、柄細胞が再び分裂することはない。このことからすると柄細胞の形成にはこの二つの型があるわけで、今後他の種類がどの方法によるかを検討したい。

## Summary

The formation of tetrasporangium of *Dictyopteris prolifera* (OKAM.) OKAM., was observed. The surface cell of the thallus divided usually two times and cut off two stalk cells. In these divisions of the surface cell, 60-64 diploid chromosomes were counted. The uppermost cell grew up to the tetraspore mother cell.

On the first nuclear division of the tetraspore mother cell, the synapsis stage and the diakinesis stage were observed and about 32 bivalent chromosomes were counted at the metaphase. At the pole, a centrosome in a centrosphere was clear and the aster developed well. The nuclear membrane was obscure at early anaphase.

## 引用文献

- 1) INOH, S. (1936) On tetraspore formation and its germination in *Dictyopteris divaricata* OKAM., with special referens to the mode of rhizoid formation. Sci. Pap. Inst. Algol. Research, Fac. of Sci., Hokkaido Imp. Univ. 1 : 213-219.
- 2) YABU, H. (1958) On the nuclear division in tetrasporangia of *Dictyopteris divaricata* (OKAM.) OKAM. and *Dictyota dichotoma* LAMOUR. Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ. 8 : 290-296.
- 3) KUMAGAE, N. & INOH, S. (1966) Morphogenesis in Dictyotales. V. Meiosis of tetraspore mother cell in *Dictyopteris divaricata* (OKAM.) OKAM. Bull. Jap. Soc. Phycol. 14: 1-8.
- 4) ISHII, K., NISHIBAYASHI, T. & INOH, S. (1959) Morphogenesis in Dictyotales. I. Comparative studies of tetraspore formation in *Dictyota dichotoma* (HUDS.) LAMOUR., *Dictyopteris divaricata* (OKAM.) OKAM., *Padina japonica* YAMADA and *P. crassa* YAMADA. Bull. Jap. Soc. Phycol. 7 : 37-45.
- 5) MOTTIER, D. M. (1900) Nuclear and cell division in *Dictyota dichotoma*. Ann. Bot. 14 : 163-192.
- 6) WILLIAMS, J. L. (1904) Studies in the Dictyotaceae. I. The cytology of the tetrasporangium and the germinating tetraspore. Ann. Bot. 18 : 141-160.
- 7) KUMAGAE, N. & INOH, S. (1960) Morphogenesis in Dictyotales. II. On the meiosis of tetraspore mother cell in *Dictyota dichotoma* (HUDS.) LAMOUR. and *Padina japonica* YAMADA. La Kromosomo 46-47 : 1521-1530.
- 8) CARTER, P. W. (1927) The life history of *Padina pavonia*. I. The structure and cytology of the tetrasporangial plant. Ann. Bot. 41: 139-159.
- 9) HAUPT, A. W. (1932) Structure and development of *Zonaria farlowii*. Amer. Journ. Bot. 19 : 239-254.