アミジグサ目の形態発生

1. アミジグサ，エゾヤハズ，オキナウチワとコナウミウチワの四分胞子形成の比較研究*

石井慶三**・西林長朗**・猪野俊平**

K. ISHII, T. NISHIBAYASHI and S. INOH : Morphogenesis in Dictyotales.
1. Comparative studies of tetraspore formation in *Dictyota dichotoma* (HUDS.) LAMOUR., *Dictyopteris divaricata* (OKAM.) OKAM., *Padina japonica* YAMADA and *P. crassa* YAMADA

アミジグサ目植物の四分胞子形成に関する研究には，古くは THURET et BORNET (1878)[6] の *Dictyota dichotoma* (HUDS.) LAMOUR. アミジグサを初めとして，MORTIER (1900)[5] と WILLIAMS (1904)[7] の同種についての研究や GEORGEVITCH (1918)[2] と CARTER (1927)[1] の *Padina pavonia* HAUPT (1932)[3] の *Zonaria Farlowii* についての研究などがある。わが国に産する種では，猪野 (1936)[4] の *Dictyopteris divaricata* (OKAM.) OKAM. エゾヤハズについての研究と籔 (1958)[8] のエゾヤハズとアミジグサについての研究がある。しかし，この目の四分胞子形成の比較発生学的研究は未だ見られない。それ故著者らは *Dictyota dichotoma* (HUDS.) LAMOUR. アミジグサ，*Dictyopteris divaricata* (OKAM.) OKAM. エゾヤハズ，*Padina japonica* YAMADA オキナウチワと *Padina crassa* YAMADA コナウミウチワの４種について四分胞子形成の比較研究を試みた。ここにその結果を予報する。

材料と方法

この研究に用いた材料は *Dictyota dichotoma* (HUDS.) LAMOUR. アミジグサ，*Dictyopteris divaricata* (OKAM.) OKAM. エゾヤハズ，*Padina japonica* YAMADA オキナウチワと *Padina crassa* YAMADA コナウミウチワの４種である。アミジグサは瀬戸内海の塩飽諸島の室木島で 1958 年７月 20 日に，エゾヤハズは小槌島で 1958 年５月 31 日に，オキナウチワは室木島で 1958 年７

---

* 文部省科学研究費，課題番号 407127
岡山大学理学部生物学教室植物形態学研究業績 No. 70
玉野臨海実験所業績 No. 50
** 岡山大学理学部生物学教室

月16日と同月31日の2回にわたり，コナウミウチワは室木島で1958年9月13日にそれぞれ採集した。材料はいずれもフレミング強液または阿部氏液(阿部, 1933)で7〜10時間固定した。パラフィン法による厚さ8〜12μのミクロトーム切片をつくり，10%過酸化水素水で漂白し，ハイデンハイン鉄明礬ヘマトキシリンで染色した。

観　　察

1. *Dictyota dichotoma* (HUDS.) LAMOUR. アミジグサ

四分胞子嚢は群をなして体の両面につくられる。四分胞子形成に際しては，まず表層細胞 (meristoderm) のあるものが大きくなってきて (Fig. 1. A, B, C)，やがて体表面に平行な隔膜によって外側の四分胞子母細胞と内側の柄細胞とに分けられる (Fig. 1. D)。四分胞子母細胞は大きさを増していき，それと同時に柄細胞も分裂して2〜3個の細胞になり表層細胞の中に沈んでいく (Fig. 1. E, F, G)。四分胞子母細胞核が2回のひき続いた核分裂によって4個の小核になった後に，四分胞子嚢の内容は十字状に四分され，おのおの四分胞子となる (Fig. 1. H, I)。成熟した四分胞子嚢は球形である。

2. *Dictyopteris divaricata* (OKAM.) OKAM. エゾヤハズ

四分胞子嚢群は長卵形で体の上部の中肋の左右に生じる。四分胞子形成に際しては，表層細胞のあるものが大きさを増してきて (Fig. 2. A, B)，その大きさが他の表層細胞の2倍位になると，体表面に平行な隔膜によって外側の四分胞子母細胞と内側の柄細胞とに分けられる (Fig. 2. C, D)。四分胞子母細胞は成長を続ける (Fig. 2. E, F, G)。柄細胞は1〜2回の分裂を行って2〜4個の細胞になり，だんだん表層細胞の中に沈んでいく (Fig. 2. F, G, H)。四分胞子母細胞核は分裂して2核となる (Fig. 2. H, I)。その2核が更にひき続いて分裂して4核となった後に，四分胞子嚢の内容は三角錐状・十字状などに四分されて，おのおの四分胞子となる (Fig. 2. J)。成熟した四分胞子嚢は球形あるいは球形の引き伸された形をしている。

3. *Padina japonica* YAMADA オキナウチワ

四分胞子嚢群は体の表面の1つおきの毛線の上部に連続した1線をなして生じる。成熟期になると，体の表面の細胞のあるものが大きくなってくる。それにつれて体の表面を覆っていた角皮状の膜が剝離してもち上げられてくる (Fig. 3. A, B)。大きくなりつつある細胞は体表面に平行な隔膜によって外側の四分胞子母細胞と内側の柄細胞とに分けられる (Fig. 3. C, D)。柄細胞は

分裂しない。四分胞子母細胞は大きさを増し (Fig. 3. E, F), 2回の核分裂によって4核となった後に，その内容は三角錘状に四分されて，おのおの四分胞子となる (Fig. 3. G, H)。角皮状の膜は四分胞子嚢の成長によって破られる (Fig. 3. E, F)。成熟した四分胞子嚢は西洋梨形である。

4. *Padina crassa* YAMADA コナウミウチワ

四分胞子嚢群は体の表面の各毛線間に連続した帯状をなして生じる。成

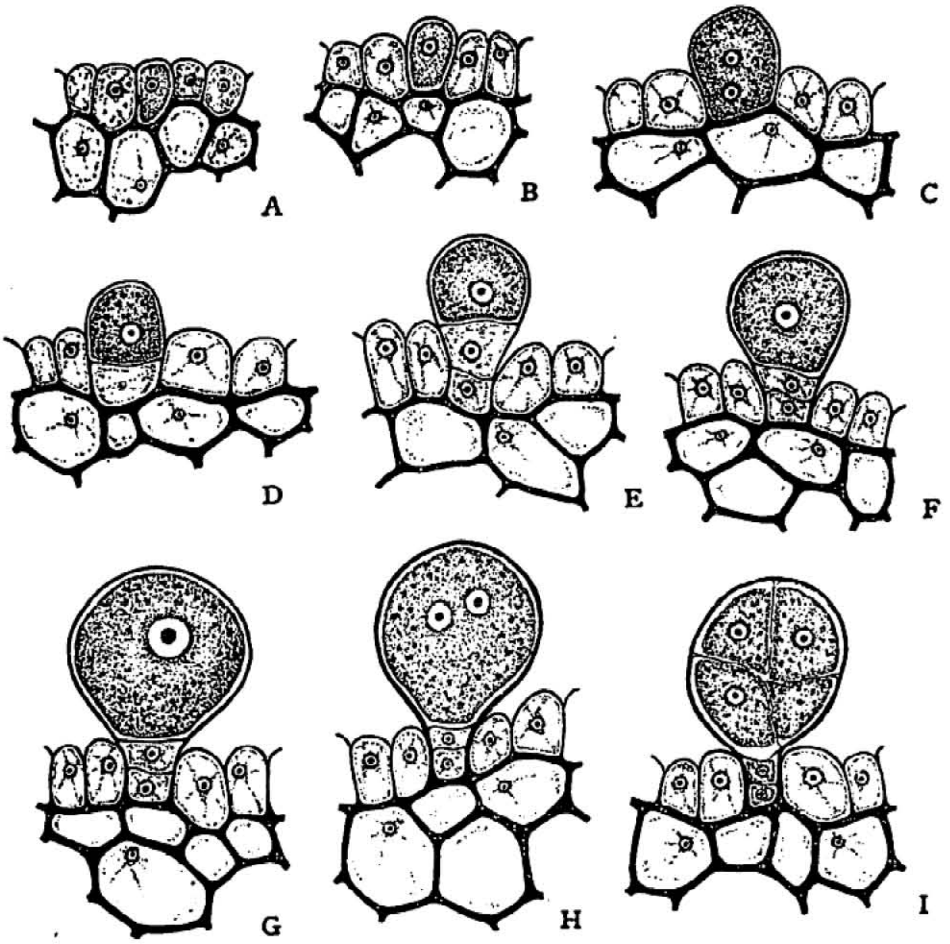

Fig. 1. Tetraspore formation in *Dictyota dichotoma* (HUDS.) LAMOUR. All magnifications ca. × 167

A. Part of a cross section of the thallus.
B. Growth of meristoderm.
C. Further growth of meristoderm.
D. Transverse division of meristoderm to form tetraspore mother cell and stalk cell.
E, F, G. Growing tetraspore mother cell. Stalk cell divides.
H. Tetrasporangium containing two nuclei.
I. Four quadrants in the cruciate delimitation.

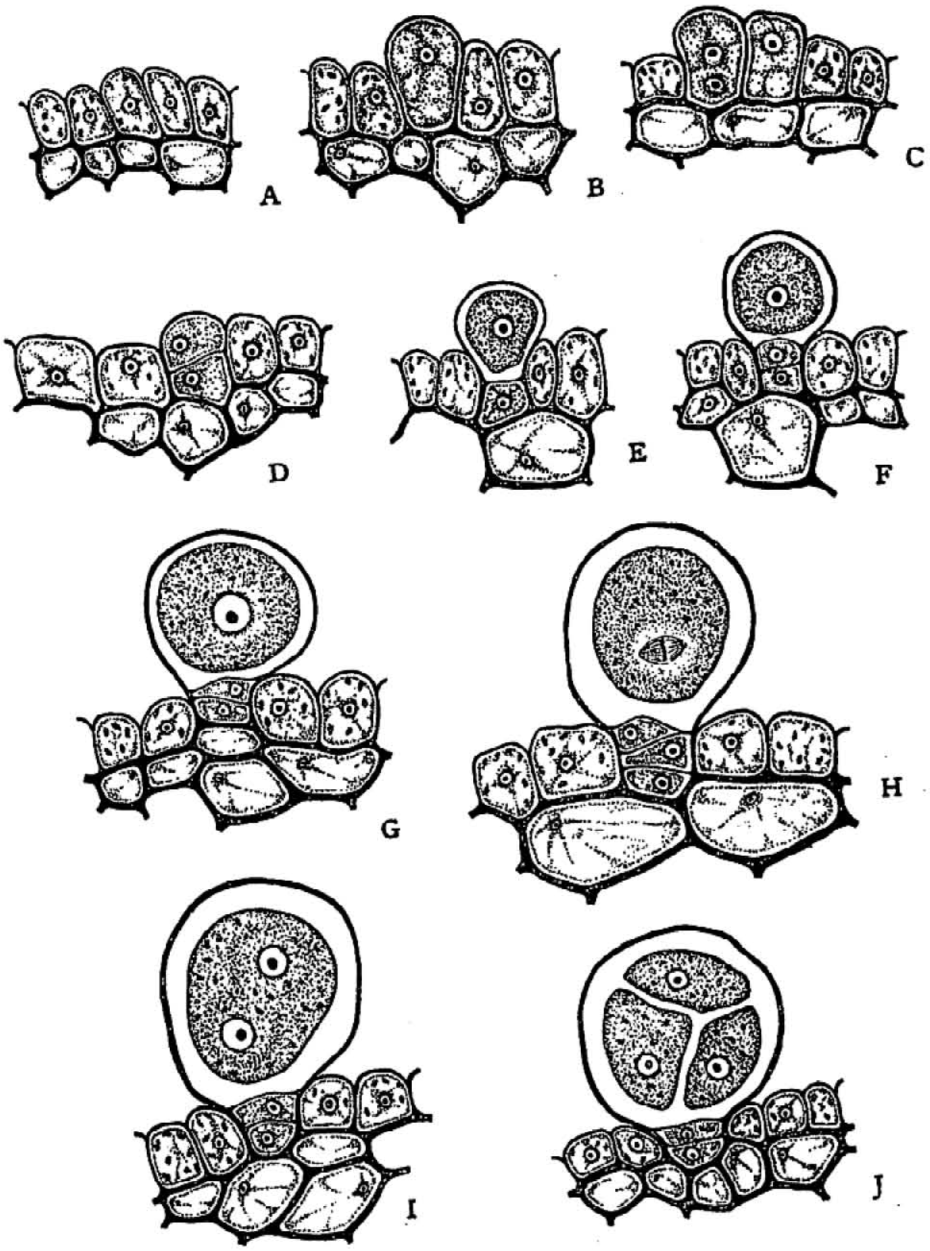

Fig. 2. Tetraspore formation in *Dictyopteris divaricata* (OKAM.) OKAM. All magnifications ca. × 167

A. Part of a cross section of the thallus.

B, C. Growth of meristoderm. In Fig. C, two nuclei are seen in the meristoderm.

D. Transverse division of meristoderm to form tetraspore mother cell and stalk cell.

E, F, G. Growing tetraspore mother cell. In Figs. F, G, stalk cell divides.

H. The first nuclear division of tetraspore mother cell.

I. Two daughter nuclei of tetraspore mother cell.

J. Three quadrants in the tripartite delimitation.

熟期になると，体の表面の細胞のあるものが大きくなってきて，オキナウチワの場合と同じようにして角皮状の膜がもち上げられ，体表面に平行な隔膜によって四分胞子母細胞と柄細胞とに分けられる (Fig. 4. A, B, C, D)。四分胞子母細胞はひき続いた 2 回の核分裂によって 4 個の小核が形成された後に，三角錘状に四分されて，おのおの四分胞子となる (Fig. 4. E)。成熟した四分胞子嚢は西洋梨形をしている。

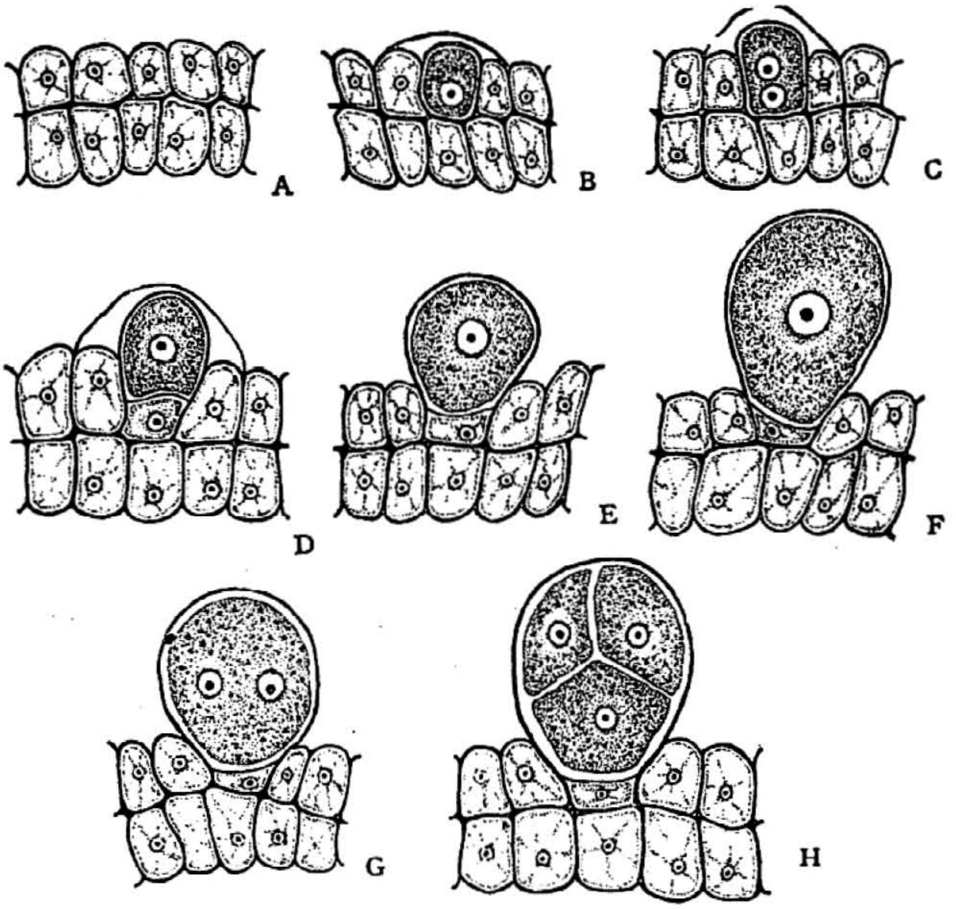

Fig. 3. Tetraspore formation in *Padina japonica* YAMADA. All magnifications ca. × 167

A. Part of a cross section of the thallus.
B. Growth of meristoderm. Cuticle is elevated.
C, D. Transverse division of meristoderm to form tetraspore mother cell and stalk cell.
E. Growing tetraspore mother cell.
F. Further growth of tetrasporangium. Cuticle is burst.
G. Tetrasporangium containing two nuclei.
H. Three quadrants in the tripartite delimitation.

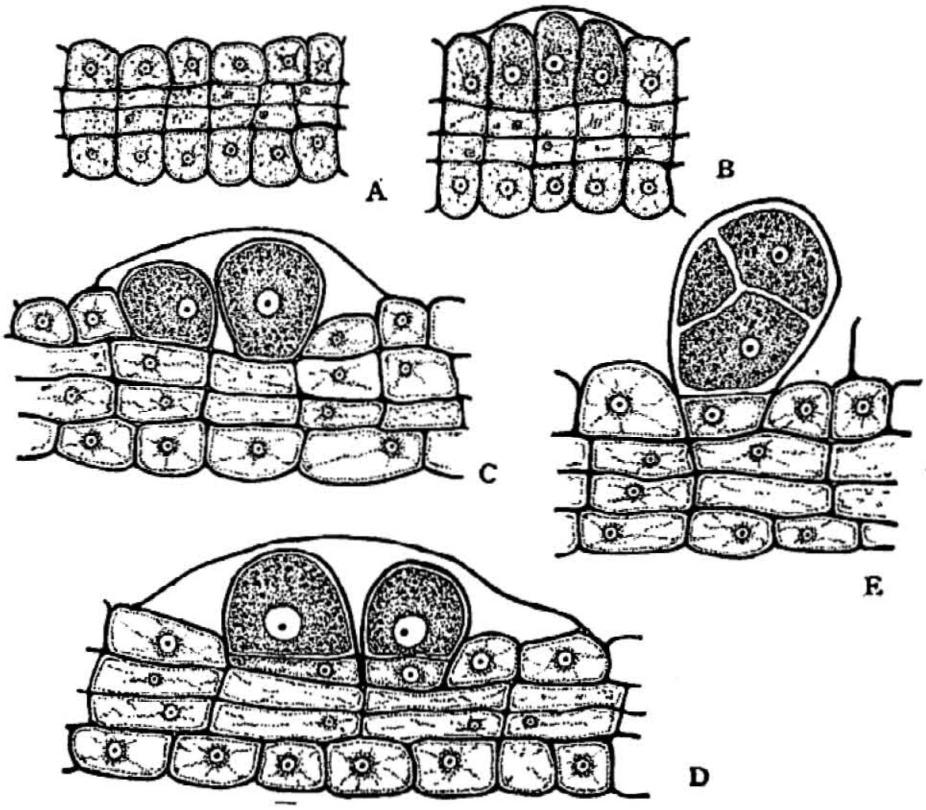

Fig. 4. Tetraspore formation in *Padina crassa* YAMADA. All magnifications ca. × 167

A. Part of a cross section of the thallus.
B, C. Growth of meristoderm. Cuticle is elevated.
D. Transverse division of meristoderm to form tetraspore mother cell and stalk cell.
E. Three quadrants in tripartite delimitation. Cuticle is burst.

考　　察

オキナウチワとコナウミウチワでは，四分胞子母細胞は角皮状の膜で覆われた状態で発生が進み，四分胞子母細胞の大きくなるにつれてこの膜はもち上げられてくるが (Fig. 3. B–E, Fig. 4. B–D, Fig. 5. C)，アミジグサとエゾヤハズでは，このような膜は存在しない (Fig. 1. B–E, Fig. 2. B–E, Fig. 5. A, B)。柄細胞の起源については，籔 (1958)[8] はエゾヤハズでは，大きくなった表皮細胞が隔膜によって四分胞子母細胞と柄細胞に分たれ，往々，柄細胞は更に分裂して 2～3 個の細胞になると報告している。WILLIAMS (1904)[7] はアミジグサでは，大きくなった表層細胞が隔膜によって四分胞子母細胞と柄細胞に分けられると述べるのみで，くわしい記述はない。著者らの観察による

と表層細胞が二分して生じた柄細胞は，アミジグサでは分裂して2〜3個の細胞になり (Fig. 1. G–I, Fig. 5. A)，エゾヤハズでは2〜4個の細胞になる (Fig. 2. G–J, Fig. 5. B)。しかし，オキナウチワとコナウミウチワでは柄細胞は分裂しない (Fig. 3. G, H, Fig. 4. E, Fig. 5. C)。四分胞子嚢の内容はアミジグサでは十字状に割れ，エゾヤハズでは三角錘状・十字状などに割れているが，オキナウチワとコナウミウチワでは三角錘状にのみ割れている (Fig. 5. A–C)。籔 (1958)[8] はアミジグサの四分胞子嚢の内容は十字状・三角錘状に四分されると報告しており，猪野 (1936)[4] はエゾヤハズでは三角錘状または十字状であると報告している。著者らの観察結果はいずれも，これらの報告と一致している。

4種の四分胞子形成を比較すると，角皮状の膜の有無，柄細胞の分裂，四分胞子嚢の内容の割れ方などに差異が見られる (Fig. 5)。これらはアミジグサ目の属によって特徴があるのではなかろうかと思われる。

裸子植物の小胞子発生の例を見ると，ソテツ類，イチョウ類では精虫細胞の他に生殖に関係しない前葉体細胞や柄細胞をつくる。松柏類のマキ科や

四分胞子形成模式図

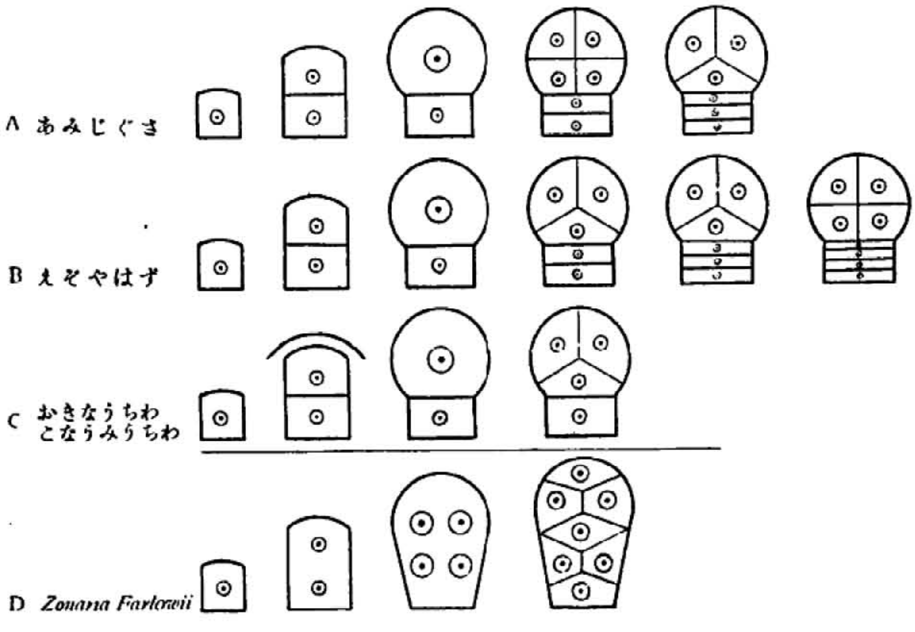

Fig. 5. Diagram of tetraspore formation in *Dictyota dichotoma* (HUDS.) LAMOUR., *Dictyopteris divaricata* (OKAM.) OKAM., *Padina japonica* YAMADA, *P. crassa* and *Zonaria Farlowii*.
C. In *Padina japonica* and *P. crassa*, cuticle is elevated.
D. In *Zonaria Farlowii* there is no stalk cell.

マツ科などでは，通常2前葉体細胞と柄細胞をつくる。しかし，ヒノキ科，イチイ科，イヌガヤ科，コウヤマキ科' スギ科などでは，前葉体細胞は全く形成されないで栄養細胞としては，柄細胞がつくられるのみである。マオウ類では前葉体細胞は1度つくられるが，やがて消失してしまい裸の柄核のみが残る。さらに被子植物になると精核のみをつくり，前葉体細胞や柄細胞などの栄養細胞は全く形成されない。このような見地から見ると，進化の程度の高いものほど生殖細胞形成の際に，直接に生殖に関係のない栄養細胞などをつくることが少なくなり，生殖細胞のみを直接つくるような傾向になっていると考えられる。

アミジグサ目の四分胞子形成の際には，生殖細胞である四分胞子の他に栄養細胞である柄細胞をいくつかつくる。これらの栄養細胞が，おのおのの種で何個ずつ形成されるかという点に注目すると，アミジグサでは2〜3個つくられ，エゾヤハズでは2〜4個であり，オキナウチワとコナウミウチワでは1個である (Fig. 5. A, B, C)。HAUPT (1932)[3] によれば，シマオオギ属の一種 ***Zonaria Farlowii*** では胞子形成の際に表層細胞の核は分裂して2つの姉妹核となるが，それらはいずれも4核に分裂する能力を持つ相同核であり，2回の分裂によって8核となり，8つの胞子がつくられる (Fig. 5. D)。したがつて，柄細胞のような栄養細胞は全くつくられないで，2組の四分胞子をつくるような結果になっている。以上，進化の程度の高いものほど，直接に生殖に関係のない栄養細胞をつくることが少ないという見方からすれば，アミジグサやエゾヤハズよりもオキナウチワやコナウミウチワはより進んだ種であり，***Zonaria Farlowii*** は更に進化した種ではなかろうかと思われる。

Summary

Tetraspore formation in *Dictyota dichotoma* (HUDS.) LAMOUR., *Dictyopteris divaricata* (OKAM.) OKAM., *Padina japonica* YAMADA and *P. crassa* YAMADA has been investigated. These species show the following differences in tetraspore formation. (1) In *Padina japonica* and *P. crassa*, the developing sporangia of the sorus gradually elevate the cuticle. But, in *Dictyota dichotoma* and *Dictyopteris divaricata*, there is no cuticle. (2) Stalk cell divides into two or three cells in *Dictyota dichotoma* and two to four cells in *Dictyopteris divaricata*; whereas, in *Padina japonica* and *P. crassa*, it does not divide. (3) The delimitation of tetraspores is cruciate in *Dictyota dichotoma* and tripartite or cruciate in *Dictyopteris divaricata*, but in *Padina japonica* and *P. crassa* tripartite only.

引用文献

1) CARTER, P. W. (1927) : The life-history of *Padina pavonia*. 1. The structure and cytology of the tetrasporangial plant. Ann. Bot., **41**, 139-159. 2) GEORGEVITCH, P. (1918) : Étude de la genération sexuée dúne algue brune. C. R. Acad. Sci. Paris, **167**, 595-597. 3) HAUPT, A. W. (1932) : Structure and development of *Zonaria Farlowii*. Amer. Jour. Bot., **19**, 239-254. 4) INOH, S. (1936) : On tetraspore formation and its germination in *Dictyopteris divaricata* OKAM., with special reference to the mode of rhizoid formation. Sci. Pap. Inst. Algol. Research, Fac. of Sci. Hokkaido Imp. Univ , **1**, 213-219. 5) MOTIER, D. M. (1900) : Nuclear and cell division in *Dictyota dichotoma*. Ann. Bot., **14**, 163-192. 6) THURET, C. et BORNET, E. (1878) : Étude phycologiques. Paris. 7) WILLIAMS, J. L. (1904) : Studies in the Dictyotaceae. 1. The cytology of the tetrasporangium and the germinating tetraspore. Ann. Bot., **18**, 141-160. 8) YAEU, H. (1958) : On the nuclear division in tetrasporangia of *Dictyopteris divaricata* (OKAMURA) OKAMURA and *Dictyota dichotoma* LAMOUR. Bull. Fac. of Fish., Hokkaido Univ., **8**, 290-296.

日本淡水産褐藻の１種 *Heribaudiella fluviatilis* (ARESCHOUG) SVEDELIUS の遊走細胞と生殖器官についての二, 三の観察*

熊野　茂**・広瀬弘幸**

S. KUMANO and H. HIROSE : On the swarmers and reproductive organs of a phaeophyceous fresh-water alga of Japan, *Heribaudiella fluviatilis* (ARESCHOUG) SVEDELIUS

淡水産の褐藻 *Heribaudiella fluviatilis* (ARESCHOUG) SVEDELIUS が日本に産すること及びその形態については，米田勇一博士[15] (1949) の報告がある。本藻の単子嚢については FLAHAULT[1] (1883), FRITSCH[2] (1929), GOMONT[5] (1896), SVEDELIUS[13] (1930), 米田[15] (1949) の報告があるし，これらの報告は更に FRITSCH[3] (1952), 岡村[6] (1930), OLTMANNS[7] (1922), PASCHER[8] (1925), SMITH[10] (1950) のそれぞれの著書中に転記されている。しかし複子嚢につい

* 神戸大学理学部生物学教室業蹟 No. 65, 文部省科学研究費交付金 No. 407117.
** 神戸大学理学部植物学教室 Dept. of Bot. Facult. of Sci. Kobe Univ. Kobe, Japan.