

アミジグサ目の形態発生

VII サナダグサの配偶子形成について

熊谷 信孝*

N. KUMAGAE: Morphogenesis in Dictyotales.

VII. Gametogenesis of *Pachydictyon coriaceum* (HOLM.) OKAMURA

アミジグサ科植物では四分孢子による無性生殖と異形配偶子による有性生殖とが交互に繰返されると考えられてきたが、実際に採集される植物体の多くは造胞体であり、配偶体が発見されることはごく稀である。

配偶体や有性器官について、これまでに報告された植物にはアミジグサ属 *Dictyota* (REINKE¹⁾ 1878. THURET & BORNET, 1878. WILLIAMS^{2,3,4,5)}, 1897. '98. 1904. '05 HOYT⁶⁾, 1907⁷⁾. '27. LEWIS, 1910. MATHUNAGA⁸⁾, 1966), ヤハズグサ属 *Dictyopteris* (REINKE¹⁾, 1878. JOHNSON⁹⁾, 1891. TANAKA¹⁰⁾, 1960. MATHUNAGA⁸⁾, 1966), ウミウチワ属 *Padina* (GEORGEVITCH, 1918. THIVY¹¹⁾, 1959. REINKE¹⁾, 1878), *Taonia*属 (SAUVAGEAU, 1897. WILLIAMS²⁾, 1897. UBISCH, 1928), シマオオギ属 *Zonaria* (SAUVAGEAU, 1904—5. HAUPT¹²⁾, 1932. LIDDLE¹³⁾, 1968) などがあるが、サナダグサ属ではサナダグサ *Pachydictyon coriaceum* (HOLM.) OKAM. の雌性生殖器官について簡単な報告 (OKAMURA, 1907) があるだけで雄性生殖器官についてはまだ明らかにされていない。

筆者は1965年7月に鎌倉でこの植物の雌雄の配偶体を採集し、配偶子の形成過程を観察することができたのでここに報告する。

本文に入る前に、懇切な御指導と御稿閲を賜った岡山大学理学部生物学教室の猪野俊平、大森長朗の両先生に深く感謝致します。

方 法

材料はフォルマリン酢酸液 (95% エタノール 10, 氷酢酸 1, 40% フォルマリン 2, 蒸留水 7 の割合に混合) で固定した。パラフィン切片法で10 μ の切片とした後、ハイデンハイン氏鉄明礬ヘマトキシリンで染色した。

*福岡県立田川高等学校 (福岡県田川郡香春町中津原)

観 察

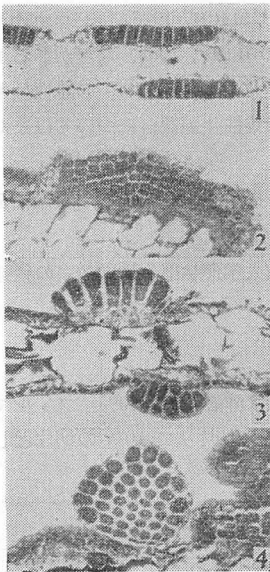
1. 雄性配偶子の形成

雄性配偶体は稲村ヶ崎の東方で多くの造胞体に混って採集された。形と大きさは造胞体と何ら変らなかつた。

造精子 antheridium は多数集合して造精子群 antheridial sorus となり (Text Fig. 1, 2) 体の両面に密に分布する。しかし体の付着部から約 2.5 cm の間には形成されない。個々の造精子群はだ円形または円形で白色を帯びていたのでも水中にあっても暗褐色をした造胞体とは容易に区別することができた。

造精子母細胞 antheridium mother cell 形成の過程は次のようであつた。まず表層細胞 surface cell のいくつかがまとまって伸長する。そのために葉状体の所々に盛り上がりができる。それらの細胞内では色素体が体表に近い側から漸次消失し、代って原形質が均質によく染まるようになる。非常に小さくて、観察が困難であつた核は大きくなって分裂し、外側に造精子母細胞を、内側に柄細胞 stalk-cell をつくる (Pl. Fig. 4)。この分裂は造精子母細胞の方がやや大きくなるように行なわれる。またこの分裂は表層細胞の色素体の消失が下端に到達しないうちに行なわれるので柄細胞では色素体が多く、また造精子母細胞でも柄細胞との隔壁附近に少数見られる (Pl. Fig. 4)。柄細胞は原形質に乏しく、液胞がよく発達している。

造精子母細胞の最初の分裂は一般に体表面に垂直に行なわれる。この分裂でできた二つの細胞にはもはや色素体は見られない (Pl. Fig. 5)。第二分裂は体表面に平行して起



Text Figure: Male and female sori of *Pachydictyon coriaceum* (HOLM.) OKAM. (Ca. $\times 88$)

Fig. 1. Vertical section of male plant, showing antheridial sori on both surfaces.

Fig. 2. Oblique section of antheridial sorus.

Fig. 3. Vertical section of female plant showing mature oogonial sori on both surfaces.

Fig. 4. Oblique section of oogonial sorus.

こる。Pl. Fig. 5 はこの核分裂の終期を示している。二つの細胞とも分裂は同時に進行する。第三分裂は一回目と同様に体表面に垂直にしかも第一分裂とは直角になるように行なわれる (Pl. Fig. 6)。しかし第三核分裂では4個の核が同時に分裂を開始することなく、二つずつ組になって進行する。Pl. Fig. 6 は第四核分裂を示している。前期の核や、すでに終期にはいろいろとしている核があり、核分裂を開始する時間のずれがさらに大きくなってくる。この分裂では隔壁が体表面に平行につくられるので細胞は4層となり、細胞数は16個になる (第五核分裂) (Pl. Fig. 7)。これによると核分裂が隣接する二つの細胞で同時に進行していることがわかる。しかも同時に分裂している上下の細胞は一つ前の細胞期には同じ細胞であったものである。隣接する二つの細胞が同時に分裂することは第二、第三、第四核分裂においても認められる。

核分裂の進行は次第に不揃いになるけれども、細胞数は第五分裂を終る頃までは 2^n 個の関係にあった。しかしその後は造精器の中央部や基部にある細胞が早く分裂し、上方の細胞は遅れるのでこの関係はみられなくなる。造精器の生長は Pl. Fig. 4 と 9 との比較から明らかなように、肥大よりも伸長が主である。分裂とともに細胞は漸次小さくなるので核分裂がよく観察できるのは第五分裂までである。

造精器母細胞の前期の核腔には1個の仁があり、また仁よりも小さくて、よく染まる球形の小体を有するものもあった (Pl. Fig. 4)。前期の終りに核膜や仁が消失し、紡錘糸が形成された。紡錘糸は染色性に富み明瞭であったけれども星状体はほとんど見られなかった。中心体の存在も不明であった。中期には各染色体は非常に小さな粒状になるが、数えることのできた染色体数はそれぞれ約28であった。染色体は終期に核膜が形成されてからも、しばらくは粒状であった。その後、仁が形成されて分裂を終る。

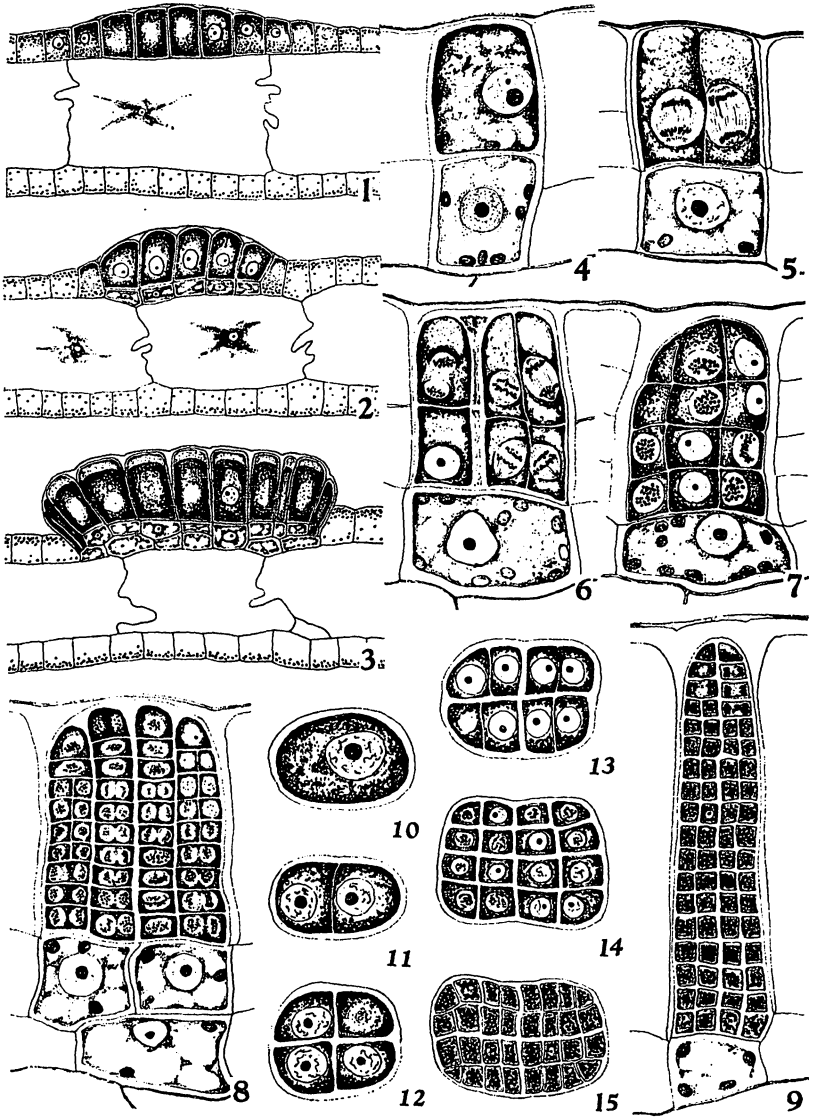
横断面の細胞数が16個になるまでは核腔の様子を観察することができたが、32個になると細胞はいよいよ小さくなり、核の存在すら不明瞭になった。

造精器発達過程の横断面を Pl. Fig. 10 から 15 までに示した。造精器内で規則正しく分裂が行なわれた場合には、その横断面は長方形になるが、それ以外の場合には円形や三角形になり、細胞の並びは不規則であった。各造精器群には36個から111個までの造精器が入っていた。

十分に分裂したと思われる造精器では横断面で32個 (Pl. Fig. 15)。縦断面で18段 (Pl. Fig. 9) の細胞が並んでいたことから判断して、一つの造精器には約570個の精子が形成されると考えられる。最後に各小部屋の薄い隔壁がとれると、精子は造精器内に遊離した形になり、次いで造精器の先端部が破れて泳ぎ出す。

造精器群の外縁には、造精器に変化し得ない中性の細胞が多くある。これらの細胞は造精器に変化しようとする表層細胞と共に伸長したもので、その縦断面は長方形である。これらの細胞は造精器に近い側では背が高く、離れるにつれて低くなる。また背の高い細胞には分裂して柄細胞を生じるものがあったが、外側の低い細胞では確認できなかった。

表層細胞の表面をおおう薄いクチクラは、造精器群の部分では造精器の発達に伴っ



Explanation of plate

Figs. 1-3. Longitudinal sections of oogonial sori (*Ca.* ×410)

Fig. 1. The initial stage of an oogonial sorus. The surface cells are becoming higher and the chromatophores are increasing.

- Fig. 2. The surface cell is divided into an oogonium and a stalk cell.
 Fig. 3. The mature oogonial sorus has small sterile cells at the margin.
 Figs. 4-9. Longitudinal sections of antheridia. (*Ca.* ×1060)
 Fig. 4. The antheridium mother cell and the stalk cell.
 Fig. 5. Anaphase of the second nuclear division. Both cells are divided simultaneously. The first segmentation takes place vertically to the surface of the thallus. There are some chromatophores in the stalk cell.
 Fig. 6. Stage of the fourth nuclear division.
 Fig. 7. The fifth nuclear division. About 28 haploid chromosomes are counted. The cuticle is lifted up gradually and parts from the antheridium.
 Fig. 8. Further stage. Cell division is clearly seen till this stage.
 Fig. 9. Mature antheridium. Cell division of upper portion is late.
 Figs. 10-15. Transverse sections of the antheridia. (*Ca.* ×1060)
 Fig. 10. Oval antheridium mother cell.
 Fig. 11. End of the first division. This is the same stage as in Fig. 5.
 Fig. 12. End of the third division. This is the same stage as in Fig. 6.
 Fig. 13. Further stage.
 Fig. 14. This is the same stage as in Fig. 8.
 Fig. 15. Nuclei are invisible. This is the same stage as in Fig. 9.

て次第に持ち上げられ、下の細胞から離れる。しかし精子の完成まで造精器群をおおっており、消失することはない。

2. 雌性配偶子の形成

雌性配偶体は稲村ヶ崎より西方で数個体採集した。これらの葉状体は長さは10 cm以下、幅5—10 mmで造胞体や雄性配偶体より小さく、砂泥に被われた岩に匍匐したように生えていた。体には大小の円形ないしだ円形の孔が多数あいていた。

生卵器 oogonium は集まって生卵器群 oogonial sorus (Text Fig. 3, 4) をなす。生卵器群は黒色で体の両面に散在しているが、所によってはそれらが連っている。しかし付着部より約10 mmの間には形成されなかった。

生卵器に変化しようとする表層細胞は造精器の場合と同様に伸長し、所々に盛り上がりを生じる (Pl. Fig. 1, 2) 細胞内では色素体の増加と核の生長とが顕著であった。生長した細胞はやがて外側の生卵器と内側の柄細胞とに分裂する。この分裂は生卵器が柄細胞に比べて圧倒的に大きくなるように、また色素体もできるだけ多くはいるように行なわれる。卵の完成が近づくと生卵器の先端部にはゼラチン状の物質が蓄積されるので、その部分だけはよく染色されない (Pl. Fig. 3)。

生卵器群の中では中央部にある生卵器の発達が外側のものに比べて早い。また1つの生卵器群には9個ないし58個の生卵器が数えられる。

クチクラは最初表皮細胞に密着しているが、柄細胞の切り出しの分裂が終り、生卵器の生長が盛んになると持ち上げられ、ついに生卵器から離れる (Pl. Fig. 2)。生卵器が成

熟する頃には生卵器相互の結合が解けて、それぞれの間に隙間ができる。成熟した生卵器群の縦断面は扇形であり、その外縁部は表皮細胞におおいかぶさっている。この外縁部に生卵器に変化することのない中性の細長い細胞を持つものがあつた (Pl. Fig. 3)。

考 察

1つの生卵器群に含まれる生卵器の数はアミジグサ *Dictyota dichotoma* で25個から50個 (WILLIAMS⁴⁾. 1904) であり、サナダグサでは9個から58個であつた。しかし後者では20個から40個のものが大半を占めたことから判断して1つの生卵器群から生れる卵の数は両植物とも大差ないと考えられる。また1つの造精器群に含まれる造精器数はウラボシヤハズ *Dictyopteris polypodioides* で3個から100個 (JONSON⁹⁾. 1891) アミジグサで100個から200個 (WILLIAMS⁴⁾. 1904), サナダグサで36個から111個となつており、また、1つの造精器中につくられる精子の数もアミジグサで約1500 (WILLIAMS⁴⁾. 1904), *Zonaria farlowii* で約640 (SAUVAGEAU. 1904-5), *Padina gymnospora* で128から320 (THIVY¹¹⁾. 1959), サナダグサで約570となつていて、それぞれ種によって異なる。

生卵器群は造精器群より小さい。アミジグサでは生卵器群の周縁部に生卵器に変化しない細胞がある (WILLIAMS⁴⁾. 1904) が、サナダグサでも同様の細胞が観察される。一方造精器群でもその周縁部に造精器に変化しない細胞が多数見られる。この種の細胞が存在するかしないかは造精器群の形態と関係が深いようである。すなわち造精器群を葉状体表面に散在して形成するアミジグサ (WILLIAMS⁴⁾, 1904. MATSUNAGA⁸⁾, 1966), エゾヤハズ (MATHUNAGA⁸⁾, 1966), *Taonia* (REINKE¹⁾, 1878) では普通にみられ、これらを線状に形成するシマオオギ属ではみられない (HAUPT¹²⁾, 1932) か、ごく稀にみられる (SAUVAGEAU, 1904-5) 程度である。

造精器群の中では中央部にある造精器が外側のものに比べて早く成熟することはエゾヤハズ (MAHSUNAGA⁸⁾, 1966) でも報告されているが、サナダグサでは生卵器群においても同様の傾向が見られた。この現象は少数の表層細胞が集団で造精器群や生卵器群に変化しはじめ、それが次第に周囲の表層細胞に及んでいく結果起るものと思われる。

Summary

Both male and female gametophytes of *Pachydictyon coriaceum* (HOLM.) OKA-MURA were collected at Kamakura in Sagami Bay in July, 1965.

The male gametophytes produce a lot of oval male sori which look as whitish glistening spots on both sides of thalli when antheridium is built. The surface cell of the thallus at first is divided into an antheridium mother cell and a stalk cell. In the antheridium mother cell the first segmentation wall runs vertically to the surface of the thallus and the next one runs horizontally. Thereafter vertical and horizontal segmentations are repeated.

On the course of nuclear division in the antheridium, are counted about 28 chromosomes. The mature antheridium consists of 32 compartments in the transverse section and 18 tiers in the longitudinal section. Therefore each antheridium is to contain about 580 sperms.

There are 36-111 antheridia in a sorus. The antheridia in the center of the sorus mature earlier than those of the outside. At the margin of the sorus, there are many sterile cells.

Female gametophytes produce a lot of oval and circular oogonial soli which look as black spots on both sides of the thalli. A surface cell is divided into an oogonium and a stalk cell.

Increased cytoplasm and chromatophores grow up to the ovum in an oogonium. The longitudinal section of the mature oogonial sorus is fan-shaped and the small sterile cells are rarely seen at its margin. There are 9-58 oogonia in a sorus.

引用文献

- 1) REINKE, J. (1878) Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über die Dictyotaceen des Golfs von Neapel. Nov. Act. Leop-carol. Acad. **40** (1).
- 2) WILLIAMS, J. L. (1897) Mobility of antherozoids of *Dictyota* and *Taonia*. Jour. Bot. **35** : 361-362.
- 3) ————— (1898) Reproduction in *Dictyota dichotoma*. Ann. Bot. **12** : 559-560.
- 4) ————— (1904) Studies in the Dictyotaceae. II. The cytology of the gametophyte generation. Ann. Bot. **18** : 183-204.
- 5) ————— (1905) Studies in the Dictyotaceae. III. The periodicity of the sexual cells in *Dictyota dichotoma*. Ann. Bot. **19** : 531-559.
- 6) HOYT, W. D. (1907) Periodicity in the production of the sexual cells of *Dictyota dichotoma*. Bot. Gaz. **43** : 383-392.
- 7) ————— (1927) The periodic fruiting of *Dictyota* and its relation to the environment. Amer. Jour. Bot. **14** : 592-619.
- 8) MATHUNAGA, K. (1966) On the reproductive organ of *Dictyopteris divaricata* (OKAMURA) OKAMURA and *Dictyota dichotoma* RAMOUR. Bull. Jap. Soc. Phycol. **14** : 8-11.
- 9) JOHNSON, T. (1891) On the systematic position of the Dictyotaceae, with special reference to the genus *Dictyopteris* LAMOUR. Jour. Linn. Soc. London, Bot. **27** : 463-470.
- 10) TANAKA, T. (1960) Studies on some marine algae from southern Japan, III.

- Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ. 9 : 91-105.
- 11) THIVY, F. (1959) On the morphology of the gametophytic generation of *Padina gymnospora* (KUETZ.) VICKERS. J. Mar. Biol. Ass. India, 1 : 69-76.
- 12) HAUPT, A. W. (1932) Structure and development of *Zonaria farlowii*. Amer. Jour. Bot. 19 : 239-254.
- 13) LIDDLE, L. B. (1968) Reproduction in *Zonaria farlowii*. 1. Gametogenesis, sporogenesis, and embryology. J. Phycol. 4 : 298-305.

島根県産フサイワヅタの遊走細胞 とその放出について

梶 村 光 男*

M. KAJIMURA : On swarmer production and discharge in *Caulerpa okamurai* WEBER VAN BOSSE from Shimane Prefecture

フサイワヅタの成熟時期については川島¹⁾及び著者²⁾の報告があるが、本種の遊走細胞ならびにその体外放出過程の観察はまだ報告されていない。著者は1969年7月26日から8月28日に至る期間に島根県八東郡美保町千酌に産する本種について遊走細胞とその放出および接合の観察を行ない、本種の成熟時期についても更に若干の知見を得たのでここに報告する。

本稿を草するに当り御指導と校閲を賜った恩師北海道大学名誉教授時田郁博士ならびに便宜を戴いた島根大学文理学部生物学教室大氏正己、西上一義両教授に心から感謝の意を表します。

材料と方法

材料は島根県千酌湾西端の低潮線下1~2mの岩石上に生育する植物体で、著者²⁾がかって実施したようにあらかじめプラスチック製標識板で標識した6つの群落の中から採集したもので、直立葉状部は長さ平均15cm、直径約2mm、卵形葉状部は6×2mmであった。

観察は各群落について潜水して肉眼的に4回(7月26日, 8月7, 12, 21日)行な

*島根大学文理学部生物学教室(松江市西川津町1060)