

## アミジグサ目の形態発生

## IX. コモングサとシワヤハズの四分孢子発生

熊谷 信孝\*

N. KUMAGAE : Morphogenesis in Dictyotales

IX. Tetraspore germination of *Spathoglossum pacificum* YENDO and *Dictyopteris undulata* HOLMES

アミジグサ目植物の世代交代は同形、同大の配偶世代と造胞世代の繰返しであるとされている。しかし配偶体が発見されることはごく稀であることから両世代が規則正しく交代しているとは考えられない。これまでに COHN<sup>1)</sup>, REINKE<sup>2)</sup>, WILLIAMS<sup>3)</sup>, CARTER<sup>4)</sup>, ROBINSON<sup>5)</sup>, HAUPT<sup>6)</sup>, 猪野<sup>7)</sup>, 西林・猪野<sup>8)</sup>, 熊谷・猪野<sup>9)</sup>, 熊谷<sup>10)</sup>, LIDDLE<sup>11)</sup>, などによりアミジグサ目のいくつかの種について四分孢子発生が観察されているが完全培養は困難である。コモングサ *Spathoglossum pacificum* とシワヤハズ *Dictyopteris undulata* について、観察は初期発生のみにとどまったがその結果を報告する。

本文にさきだち御稿閲をいただい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します。

## 材 料 と 方 法

コモングサは1970年5月22日に志賀島で採集した。葉状体の高さは約40cmあり、長た円形の四分孢子囊群はその先端から約20cmの間につき、下方から順次成熟していく。シワヤハズは1967年10月6日に北九州市岩屋で、また同年10月20日に津屋崎町で採集した。四分孢子囊群は円形ないしだ円形で葉状体の先端から2~3cmの間につくられ、中肋にそって並ぶ。両植物とも四分孢子囊群のついた部分を切り取って孢子を採取し、汙過海水で培養した。

## 観 察

## 1. コモングサの初期発生

放出された孢子は直径58μから156μのものまでであった。そのうち約86μのものが全体の

\* 福岡県立田川高等学校（福岡県田川郡香春町中津原）

56%を占め、他の多くはさらに大きな孢子である。特に  $120\mu$  を越す孢子には2~4個の遊離核が見られることから、これらの孢子は孢子囊の内容がそのまま放出されたものと思われる。

#### (1) 四分孢子の発生

四分孢子は球形で核のある中央部の色が特に濃い。放出後数時間で入射光に対し負の側に突起を形成する。第1分割は孢子の中央よりやや突起側で行なわれ入射光に対し正の側と負の側に分けられる。第2分割は負の側の細胞で突起のつけねかやや突起に入ったところで第1分割と同じ方向で行なわれる。これにより仮根細胞が決定される (Pl. I-1)。放出後3日目、孢子細胞はその先端に突出芽 (protruding bud) をつくり平行な隔壁によって3個の細胞に分割される (Pl. I-2)。孢子細胞は黄色で色素体が明らかであるが突起の細胞だけは原形質に富み濃褐色を呈する。多くの幼体ではその後、中間の細胞で2回、仮根側の細胞で1回いずれもこれまでの隔壁に対し直角に分裂が行なわれる。これらの分裂は孢子細胞の生長なしに行なわれるので個々の細胞は小さくなる。仮根細胞は伸長しながら横裂して4~6細胞からなる仮根に生長する。放出後5日目、孢子細胞は中間より仮根側の細胞でさらに1, 2回の分裂を行ない多細胞塊となる。しかしこれまでの分裂は規則的に行なわれるものではなく例外も少なくない。仮根のつけねの細胞は縦にも分裂する。仮根の伸長は鈍り、その先端だけで基物に付着するようになるが吸盤状に変化することはない。放出後6日目、多細胞塊にできた突出芽は伸長し、第1, 第2分割壁に平行に1, 2回分裂したのち縦に2分される (Pl. I-3)。先端の二つの細胞は左右上下の分裂を繰り返して盛んに生長してヘラ状の突出芽に変わっていく (Pl. I-4)。突出芽の先端部には同形の小さな細胞が並んで生長線となり、以後は縁辺生長を行なう。細胞塊や突出芽の柄に相当する部分でも生長が見られたが突出芽の柄にあたる所は細く、細胞塊と突出芽との区別が明らかである (Pl. I-5)。細胞塊の細胞からは二次の仮根がつくられ、また仮根にできた突起は葉状体をつくる小さな芽に変わる。四分孢子の発生初期に仮根形成を行なわず細胞塊と突出芽だけを発達させるものが見られた (Pl. I-9)。

#### (2) 放出された四分孢子母細胞の発生

四分孢子囊の内容がそのまま放出されたと思われるものの中には、放出されたときすでに4個の遊離核をもっているものがある (Pl. I-6)。核を1個しかもたないものは2回の核分裂を行なって発生を開始する。多くは入射光の負の側に仮根になる突起を生じ、それがやや伸長した頃、細胞質分裂を行なって4細胞となり、一気に多細胞塊となる。仮根の反対側の細胞から突出芽がつくられる (Pl. I-7)。放出後5日目には別の細胞から2個目の突出芽がつくられ、さらに発生が進むにつれてその数は増加する (Pl. I-8)。この幼体は四分孢子の幼体より強い。

## 2. シワヤハズの子実発生

四分孢子の直径は  $57\sim 71\mu$  で  $64\mu$  のものが最も多く、四分孢子囊の内容がそのまま放出されたと思われる大きな孢子はごく少数である。四分孢子は放出後約10時間で仮根になる

突起を形成する (Pl. II-1)。この突起は入射光に対し負の側につくられる。第1分割を胞子の中央よりやや突起側で、第2分割を仮根のつけね付近で行なうものとそれを逆順に行なうものがほぼ同数見られる。突起はそのまま糸状に伸び放出後2日目では2~3個の細胞になる。放出後3日目には胞子細胞の先端に褐色の色素が多く集まり、突起をつくる。突起は仕切られて突出芽となる (Pl. II-2)。しかし中には先端の胞子細胞が突起を出す前にまず縦に分裂し、その後いずれかの細胞から突出芽を切り出すものも見られた。胞子細胞の仮根に近い細胞や仮根の基部の細胞ではこれまでの分割壁に対し垂直の分裂が行なわれる。仮根は単に糸状にのびているものより、細胞が3~4個になった後に先端が分岐して吸盤状になったものや1~4回分岐してそのまま伸長しているものが多い (Pl. II-3)。放出後4日目、胞子細胞では第1、第2分割壁に平行に、さらにそれらに垂直に1、2回づつの分裂が行なわれて多細胞塊が完成する。多細胞塊からの突出芽は次第にヘラ状に生長する (Pl. II-4, 5)。生長に対し分裂が速く行なわれるので細胞は徐々に小さくなり、分裂は主として周縁の細胞で行なわれるようになるので生長線が明らかになる。放出後12日目、多細胞塊からは二次の仮根がつくられはじめる。一次仮根が吸盤状になったものでは多細胞塊から吸盤に到るまでの細胞は縦に分裂して2列になり多くの色素体を含むが吸盤部の細胞はこれを含まない (Pl. II-6)。一次仮根は約40%が吸盤状になり他は糸状であるが糸状のものでも単条のままのものは少なく、ほとんどのものが分岐している。突出芽の柄にあたる部分の細胞はほとんど生長しない。従って放出後30日目の幼体であっても細胞塊と突出芽との区別は容易である。仮根形成だけが進み突出芽の形成を行なわないものでは仮根にそれに代わる突起を形成する (Pl. II-9)。

四分胞子囊の内容がそのまま放出されたと思われるものでは、コモングサの場合と同様に核が1個のものと、すでに4個になったものがみられた。4細胞期以降に入射光の負の側の細胞から通常複数の仮根が、また正の側に1個の突出芽が形成された (Pl. II-8)。

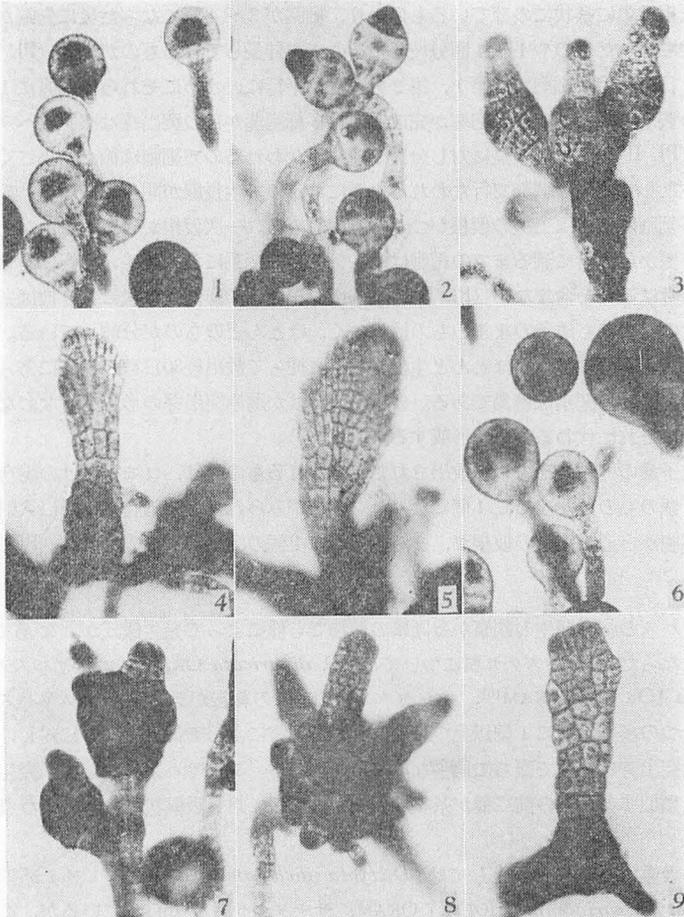
#### 考 察

シワヤハズの胞子発生の観察から同属の植物でも種によって発生様式が異なることが明らかになった。ヤハズグサ属については *D. divaricata* OKAM. エゾヤハズ<sup>7)</sup> と *D. prolifera* (OKAM.) OKAM<sup>10)</sup>。ヘラヤハズについての報告があるが、エゾヤハズでは突出芽が1つの多細胞塊に1個以上つくられ、頂端細胞によって伸長するのに対し、ヘラヤハズでは突出芽は1個で直ちに扁平なヘラ形に変わる。シワヤハズの四分胞子発生はヘラヤハズに類似するもの前二種が糸状の仮根をもつのに対し吸盤状になるという点で異なる。

仮根が吸盤状になる植物としては *Dictyota dichotoma* LAMOUR. アミジグサ<sup>5)</sup> と *Pachydictyon coriaceum* (HOLM.) OKAM. サナダグサ<sup>10)</sup> が知られているが、これらの仮根はすべてが吸盤状ではなく糸状のものも含んでいることからして仮根の型を決定する要因は培養条件にあると考えられている。シワヤハズの場合には一枚のスライドグラス上においても、糸状になる胞子集団と吸盤状になる集団とが見られ、それらの集団が葉状体

上ではそれぞれ別々の孢子囊群であったことを考えると孢子が放出される前の要因も強く影響しているものと推測される。

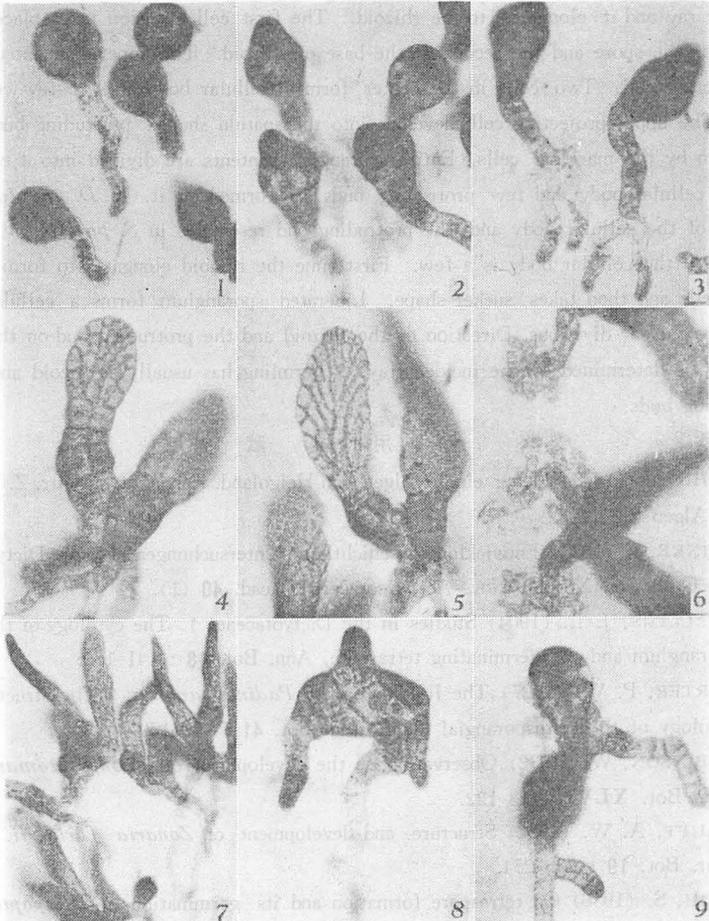
四分孢子母細胞は全く分裂せずに放出される場合と1~2回の核分裂を行なって放出される場合とがある。いずれにせよ放出された後に、4細胞からなる多細胞塊となるが、この時の分裂が減数分裂であるかどうかは明らかではない。四分孢子母細胞からの多細胞塊は全くの統一体ではなく4個の細胞の集合体という性質が強く、突出芽や仮根を発生初期に2つ以上形成するなど四分孢子とは異った発生をする。



PI I. Germination of the *Spathoglossum pacificum* YENDO.

Figs. 1-5, 9 Germlings of the tetraspore. Figs. 6-8 Germlings of the tetraspore mother cell. 1 The rhizoid being formed towards the negative portion to the incident ray (20 hours). 2 The projecting cell developing into the protruding bud (3 days). 3 Growth of the projecting cell and formation of the

cellular body (5 days). 4, 5 The spatula-shaped protruding bud that grows by the marginal cells. The secondary rhizoid is formed (Fig. 4 13 days, Fig. 5 19 days). 6 The rhizoid of the large spore being formed after two nuclear divisions. (20 hours). 7 Formation of the projecting cells (5 days). 8 The cellular body forming some protruding buds and secondary rhizoids (13 days). 9 Germling with no rhizoid (15 days). All Figs.  $\times 100$



PII. Germination of *Dictyopteris undulata* HOLMES (OKAMURA)

Figs. 1-7, 9 Germlings of the tetraspore. 1 The rhizoid being formed towards the negative portion to the incident ray (20 hours). 2 The projecting cell developing at the opposite pole of the rhizoid (3 days). 3 Branched rhizoid (3 days). 4, 5 Projecting cell which grows into the spatula-shaped protruding bud (Fig. 4 7 days, Fig. 5 12 days). 6 Sucker-shaped rhizoid (12 days). 7 Side view of the protruding buds (30 days). 8 Germlings in the tetraspore mother cell (3 days). 9 Formation of the bud on the rhizoid (12 days).

Figs. 1-6, 8, 9  $\times 104$

Fig. 7  $\times 50$

## Summary

Germination of tetraspore and tetraspore mother cell in *Spathoglossum pacificum* YENDO and *Dictyopteris undulata* HOLMES (OKAMURA) was observed. In the tetraspore of *S. pacificum*, at first a projection is formed at the negative portion to the incident ray and it elongates to be rhizoid. The first cell division takes place at the center of the spore and the second at the base of rhizoid. The upper segment cuts off a projecting cell. Two cells in the center form a cellular body after a few cell divisions. The upper projecting cell develops into the spatula shaped protruding bud which is grown by the marginal cells. Entire sporangial contents are divided into 4 cells and form a cellular body and few protruding buds are formed on it. In *D. undulata*, formation of the cellular body and the protruding bud resembles in *S. pacificum* but cell number in the cellular body is a few. First time the rhizoid elongates to form two or three cells and then takes sucker shape. Liberated sporangium forms a cellular body after two nuclear divisions. Direction of the rhizoid and the protruding bud on the cellular body is determined by the incident ray. A germling has usually a rhizoid and a few protruding buds.

## 引用文献

- 1) COHN, F. (1865) Ueber einige Algen von Helgoland. Rabenhorst, Beitr. Z. Kenntn. d. Algen 2 : 17-32.
- 2) REINKE, J. (1878) Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über die Dictyotaceen des Golfs von Neapel. Nov. Act. Leop-carol. Acad. 40 (1).
- 3) WILLIAMS, J. L. (1904) Studies in the Dictyotaceae. 1. The cytology of the tetrasporangium and the germinating tetraspore. Ann. Bot. 18 : 141-160.
- 4) CARTER, P. W. (1927) The life history of *Padina pavonia*. 1. The structure and cytology of the tetrasporangial plant. Ann. Bot. 41 : 139-159.
- 5) ROBINSON, W. (1932) Observation on the development of *Taonia atomaria* AG. Ann. Bot. XLVI : 113-122.
- 6) HAUPT, A. W. (1932) Structure and development of *Zonaria farlowii*. Amer. Jour. Bot. 19 : 239-254.
- 7) 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. Algal. Research, Fac. of Sci., Hokkaido Imp. Univ. 1 : 213-219.
- 8) NISHIBAYASHI, T. & INOH, S. (1959) On the life history in Dictyotaceae. 1. Tetraspore-development in *Dictyota dichotoma* (HUDS.) LAMOUR., *Dictyopteris divaricata* (OKAM.) OKAM. and *Padina japonica* YAMADA. Bot. Mag. Tokyo. 72 : 261-268.

- 
- 9) KUMAGAE, N. & INOH, S. (1964) Morphogenesis in Dictyotales. **IV**. Germination of *Zonaria diesingiana* J. AG. Bull. Jap. Soc. Phycol. **12** : (3), 87-96.
  - 10) KUMAGAE, N. (1968) Morphogenesis in Dictyotales. **VI**. Tetraspore germination of *Dictyopteris prolifera*(OKAM.) OKAM. and *Pachydictyon coriaceum*(HOLM.) OKAM. Bull. Jap. Soc. Phycol. **16** : 119-131.
  - 11) LIDDLE, L. B. (1968) Reproduction in *Zonaria farlowii*. **1**. Gametogenesis, sporogenesis, and embryology. J. Phycol. **4** : 298-305.