

Kai Museum Res. Bull. No. 14, 8. YAMADA, Y. (1928): Marine algae of Mutsu Bay and adjacent waters II. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. 3 (4), 498. 山田幸男 (1942): 渡島国小島の海藻. 生態学研究 8 (2-3), 99.

アミジグサ目の形態発生

IV. シマオオギの孢子発生*

熊谷信孝**・猪野俊平***

N. KUMAGAI & S. INOH: Morphogenesis in Dictyotales. IV.
Germination of *Zonaria diesingiana* J. AGARDH

アミジグサ目では世代の交代は同形、同大の造胞世代と配偶世代の繰返しであるとされている。その造胞世代では一般に四分孢子が形成されるが、シマオオギ属のあるものでは一つの孢子嚢に八つの孢子が形成されて、それぞれの孢子は発芽して配偶体を形成する。しかしながら実際に採集される植物体の殆んどが造胞体であり、配偶体が発見されることは非常に稀である。従ってアミジグサ目の世代の交代は必ずしも造胞世代と配偶世代との規則的な繰返しであると考えすることはできない。著者らはその両世代の関係を明らかにしようとしてきた。今回 *Zonaria diesingiana* AG. シマオオギの孢子がどのような発生をするかを知るために培養実験を行なった。その結果、完全な配偶体を生育させるまでには至らなかったが、その間に二、三の知見が得られたのでここに報告する。

材料と方法

Zonaria diesingiana J. AG. シマオオギは1963年10月6日と10月20日、11月17日の三回、福岡県津屋崎で採集した。シマオオギは低潮線下の垂直な岩の表面に層状に多数生育する。葉状体はウミウチワ属に似て縁辺に生長線を有し扇形となるが、多くは後に裂片になる。しかしながら生長線は

* 岡山大学理学部生物学教室. 植物形態学研究業績 No. 92

** 福岡県立田川高等学校

*** 岡山大学理学部生物学教室

The Bulletin of Japanese Society of Phycology Vol. XII. No. 3, December 1964

内側に巻き込まれることはなく、基部には中肋を有する。孢子囊群は葉状体の先端部に10月上旬から層状または長だ円形に形成され11月中旬まで順次孢子を放出する。孢子囊群は多数の側糸とともにあるので白く見える。ろ過海水にスライドグラスを敷き、その上に葉状体を並べて孢子を採集した。水槽は北向きの窓側に置き、一週間毎に海水を交換した。一部でアクアリウム用エア・ポンプを使用した。初期発生は使用しないものと大差なかった。

観 察

(1) 正常に形成された孢子の発生

シマオオギでは孢子母細胞は三回分裂して八個の孢子を形成する。10月6日に採集した孢子は直径42.5~51.0 μ のものが全体の82%であり、それ以外に85 μ 以上の孢子母細胞がそのまま放出されたとみられるものが5%であった。しかしながら11月17日に採集したものでは51.0~59.5 μ のものが67%となり、それ以下のものは少なくとも85 μ 以上のものが16%以上に達した。故に、孢子は放出が開始された当初より徐々に大きさを増し、一方、孢子母細胞がそのまま放出される割合も大になると見ることができる。正常な孢子は球形であるが、孢子母細胞がそのまま放出されたものの中には卵形や角のあるものが見られた。孢子は放出後、24時間以内に殆んど完全に二分される(Pl. II, Fig. B)。孢子発生は暗黒下でも開始される。この場合第一分裂はどの方向にも行なわれるが、光があればその方向はほぼ一定になる。二分された孢子の一方の細胞はそのまま伸長し隔膜で仕切られて仮根細胞となる。仮根細胞はそのうち分裂を繰返し、伸長するので一列の細胞からなる糸状の仮根が形成される(Pl. II, Figs. C, D, E)。一方仮根を形成しなかった側の細胞は最初の分裂面に平行に分裂するか(Pl. II, Fig. D)、垂直に分裂するかであった(Pl. II, Figs. C, E)。いずれも多くはさらに1~2回分裂して図Gのようになったが、時には不規則に分裂して図1の様になるものもあった。アミジグサ科のうちでヤハズグサ属(*Dictyopteris*)やウミウチワ属(*Padina*)では孢子は盛んに分裂して球形の多細胞塊(multicellular body)を形成するのであるがシマオオギの場合には孢子はあまり分裂せずその細胞数は5~6のものが普通であった。仮根の先端部の細胞には色素体は見られず透明であるが基部の細胞では多数の色素体が形成されるので褐色に見える。孢子の発生開始後、ただちに切り出された一次仮根は普通1本であったが、それらの多くは後に多細胞塊の他の細胞より仮根を新成した。しかしながら少数では

あったが、胞子の部分だけの分裂が先行したものがあり、この場合は遅れて2~3の仮根を同時に形成した(Pl. II, Fig. F)。発生開始後13日目に仮根の生育が十分でないものに先端部が吸盤状になるものが見られた(Pl. I, Fig. 4, Pl. II, L)、しかしアミジグサ(*Dictyota dichotoma* LAMX.)に見られる程の極端な吸盤状には至らなかった。

アミジグサでは最初の分裂によって生じた上側の細胞がそのまま分裂して葉状体を形成するが、シマオオギでは多細胞塊のある細胞から一つの突起が切り出されそれが分裂して葉状体を形成した。この突起の形成される場所は通常仮根の反対側であるが、突起形成前にその向を変えると仮根に近い細胞からでも形成される。その伸出は常に光に対し正の方向であった(Pl. I, Fig. 2)。突起形成後の葉状体形成は次の如くであった。多細胞塊の一つの細胞から切り出された細胞は次に縦向に分裂し、左右二つの細胞になり(Pl. I, Fig. 7)、それぞれの細胞が分裂を繰返し、扇形の葉状体を形成するものである(Pl. I, Figs. 9, 10)。ところが葉状体形成がやや進んだ時に各細胞の横の接着がうまく行なわれず裂けた形になるものがあったが、いずれもしばらくそのまま伸長した後にその先端部に新しく扇形の葉状体を形成した(Pl. I, Figs. 5, 6, Pl. II, Fig. N)。また切り出された一つの細胞が1~2細胞列となりそのまま仮根状に伸長し(Pl. I, Figs. 3, 4, 5)、後にその先端部に扇形の葉状体を形成するものがかなり多く見られた。この仮根状の突起が仮根と異なる点は、それが仮根より大きいこととその細胞に色素体が非常に多いことである。原則として胞子からは一つの葉状体が形成されたが、時に二つの葉状体が形成されることがあった(Pl. I, Fig. 8)。初めのうち葉状体の細胞はその基部にあるものも縁辺部にあるものもどれも分裂する。分裂方向は各細胞で異なりしかも同時的でないので縁辺部ではかなり凹凸がみられ(Pl. I, Figs. 9, 10, Pl. II, Fig. O)、各細胞の大きさや形は不齊である。しかし葉状体が次第に扇形になると分裂は主として縁辺部で同時的に同心円的に行なわれるようになりその凹凸は徐々になくなり細胞の大きさや形もほぼ一定になる。発生開始後約70日で成熟した葉状体に見られるのと同様の縁辺細胞が形成された。縁辺細胞は原形質に富み、他の細胞より濃く見える。この時期には葉状体はどれもスライドガラスの面に垂直に成長した。縁辺細胞が形成されるとそれ以外の細胞の分裂は停止し、縁辺生長だけが行なわれ、扇形はさらに拡大された。途中で一部の細胞の分裂が遅れたり分裂しなかったときにはそこで扇形

Explanation of Plates

Plate I

- Fig. 1. Liberated normal spores and large spore mother-cell.
 Fig. 2. One of the peripheral cells of multicellular body protrudes to form a thallus (8 days).
 Fig. 3. Protruded cell elongates (8 days).
 Fig. 4. Rhizoid rarely turned into disc-shape (14 days).
 Figs. 5, 6. During the thallus formation, the cells can not fuse side by side (Fig. 5, 10 days, Fig. 6, 21 days).
 Fig. 7. A protruded cell divided into two cells to form two thalli (10 days).
 Fig. 8. Two thalli formed from a spore (21 days).
 Fig. 9. Formation of a thallus (21 days).
 Fig. 10. Thalloid germlings (28 days).
 Fig. 11. Thallus separated (40 days).
 Fig. 12. Marginal cells are formed (70 days).
 Fig. 13. Germination of spore mother-cell (14 days).
 Fig. 14. Germlings of spore mother-cell. Five thalli formed from a multicellular body (40 days).
 Fig. 15. Rhizoid protruded a protuberance to form a thallus (21 days).
 Fig. 16. Thallus formed on the rhizoid (25 days).
 Figs. 1-11 and Figs. 13-16 $\times 57$, Fig. 12 $\times 43$.

Plate II

- Fig. A. Liberated normal spore.
 Fig. B. The first segmentation (24 hours).
 Fig. C. On the upper cell the second segmentation wall runs perpendicularly to the first segmentation wall. A rhizoid begins to be produced on the lower cell (36 hours).
 Fig. D. The second segmentation wall runs horizontally (36 hours).
 Fig. E. The second segmentation wall runs vertically.
 Fig. F. Three rhizoids are formed at the same time (10 days).
 Fig. G. Germling (5 days).
 Fig. H. Germination of large spore. Two rhizoids are formed (2 days).
 Fig. I. Irregular division in multicellular body (6 days).
 Fig. J. A thallus is formed from the rhizoid (28 days).
 Fig. K. A long primary rhizoid is produced and secondary rhizoid begins to be formed (28 days).
 Fig. L. A protrusion is formed on the rhizoid to give rise to a thallus. The terminal portion of the primary rhizoid turns to disc (13 days).
 Fig. M. Germling from large spore. Many rhizoids are formed (6 days).
 Fig. N. Two thalli and five rhizoids are formed (30 days).
 Fig. O. Germlings after 30 days. A protrusion forms a thallus and the secondary rhizoids protrude from the thallus.
 All Figs. $\times 53$.

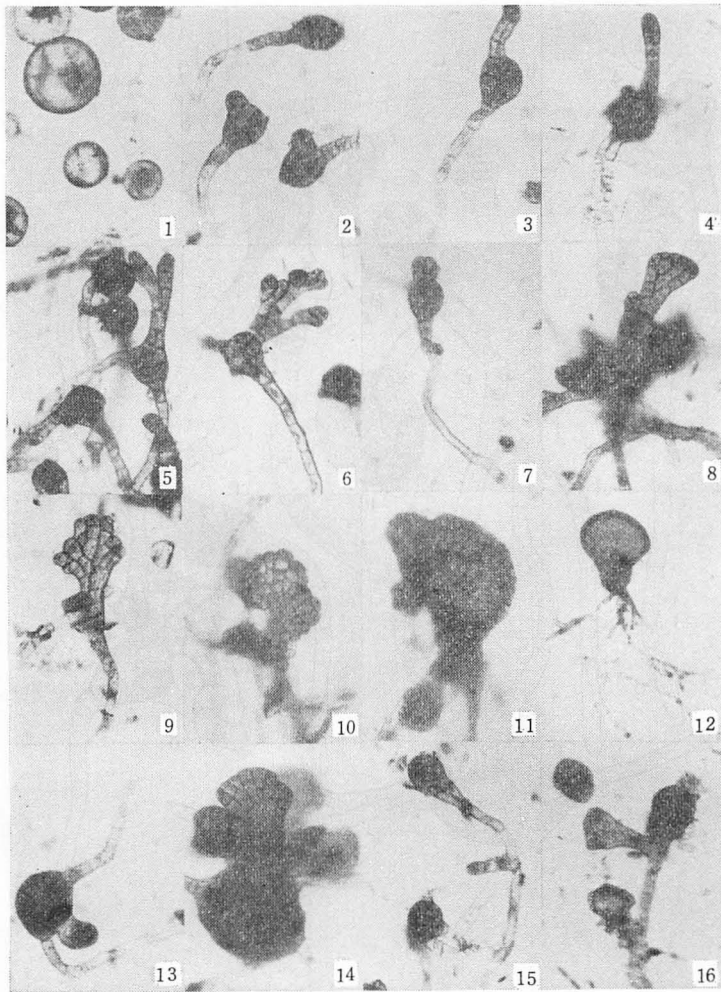


Plate I

は二つに分かれた (Pl. I, Fig. 11)。また胞子の初めの分裂は正常に行なわれ、仮根も順調に生育したにもかかわらず葉状体を形成する為の細胞が多細胞塊から切り出されないものがあったが、それらでは約2週間後その仮根の一部に突起を生じ (Pl. I, Fig 15), その先端の細胞が分裂して葉状体を形成した

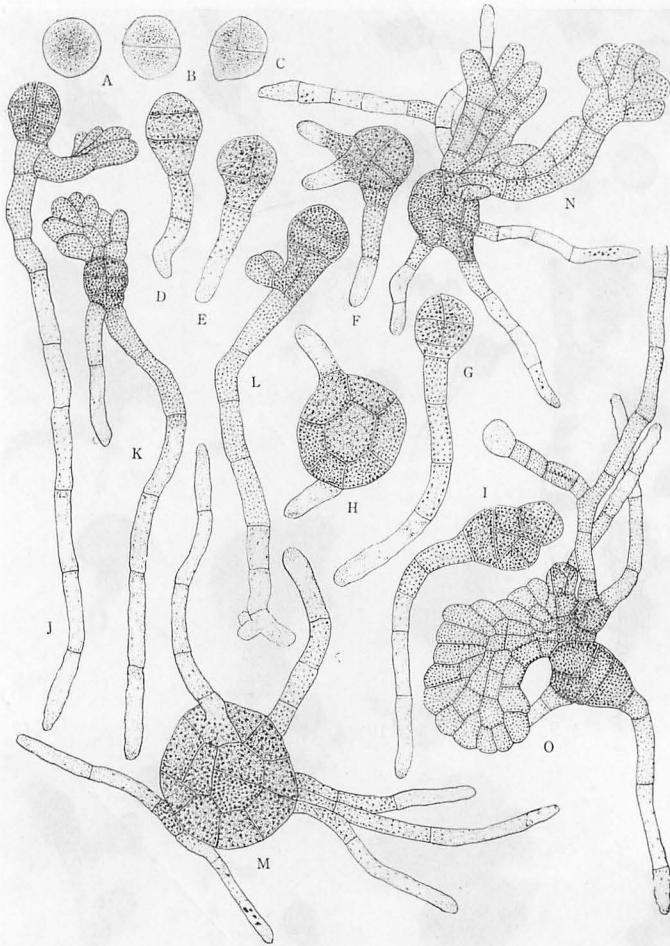


Plate II

(Pl. I, Fig. 16, Pl. II, Figs. J, L)。胞子発生は約90日までは順調に進み、縁辺に生長線を有する扇形の葉状体が形成された。このように葉状体をすでに形成しているものでもその仮根に突起を生じ新しい葉状体を形成しようとした。しかしながら100日を過ぎてから仮根の一部の細胞の原形質が消失した

り、仮根の先端や、その一部に形成されていた突起が原形質をほとんどたない大きな球に変化したりの異常が見られるようになり、ついには葉状体まで死滅した。この頃プレパラートに他の藻類の繁殖が盛んであったので、幼植物の死滅の原因がその内部にあったのか、外部にあったかはつかめなかった。胞子の採集は10月1日、10月20日、11月7日の3回行なったが、10月20日のものが一番順調に発生を続けた。アクアリウム用エア・ポンプを使用したものでは仮根の先端が吸盤状になるものが多く見られた。

(2) 放出された胞子母細胞の発生

10月6日に採集した胞子の中には胞子母細胞の内容がそのまま放出されたものはごく少数であったが、11月17日に採集したものの中には16%以上この胞子が見られた(Pl. I, Fig 1)。これらの胞子には胞子室内で核分裂は行なわれたが細胞質分裂が行なわれなかったものと、核分裂すら全く行なわれてないものがあつた。前者は細胞質分裂から、後者は3回の核分裂から発生を開始するが、いずれの場合でも隔壁はほとんど同時に形成されるので一時に8個の細胞からなる多細胞塊が形成された。多細胞塊からは通常二つ以上の仮根が形成された(Pl. I, Fig. 13, Pl. II, Figs. H, M)。後に他の細胞から突起が形成され、それから葉状体が形成されたが、一つが多細胞塊にできる葉状体数は通常二つ以上であり、五つの葉状体が形成されたものもあつた(Pl. I, Fig. 14)。 *Taonia*, *Dictyopteris*, *Dictyota* などの諸属では放出された四分胞子母細胞の仮根および葉状体の形成される方向は入射光により決定されるが、シマオオギではその関係は見られなかった。80日以後生存したものについて見ると、正常な胞子から生じた幼体は縁辺細胞をもつ葉状体を形成できないまま終るものが相当数あつたのに対し、放出胞子母細胞の多くは葉状体を形成したことからして放出胞子母細胞の方が生活力が強いと考えられる。個々の葉状体形成の過程は正常な胞子のそれと何ら変化なかった。

考 察

アミジグサ科の植物の発生様式は種により多少異なることが知られている。アミジグサでは四分胞子は二分されるとその上位の細胞が頂端細胞になり、分裂して葉状体に発達し下位の細胞は伸長して仮根を形成する。エゾヤハズ (*Dictyopteris divaricata* OKAM.) やオキナウチワ (*Padina japonica* YAMADA) では四分胞子はまず分裂して球形の多細胞塊を形成する。これらの植物では成体は縁辺生長をしているにもかかわらず、発生初期では多細胞

塊の細胞から頂端細胞を切り出し円筒形になって伸長する。シマオオギでは一胞子嚢内に8個の胞子が形成される。放出された胞子は2~3回の分裂により細胞塊を形成する。その中の一つの細胞から突起が切り出され、それが順次分裂して扇形の葉状体をつくり縁辺生長をするものと、細胞塊から切り出された突起が頂端細胞となり、しばらく1~2細胞列となって伸長したのち、その先端に扇形の葉状体が形成され、縁辺生長に変わるものと、細胞塊に突起を形成せず、仮根に葉状体を形成する為の突起を生ずるものとが見られた。特に初めの二つの方法で発生するものが顕著であった。仮根の伸出の方向が光によって決定されるということはオキナウチワや *Taonia atomaria* AG. の四分胞子発生で知られている。シマオオギでも仮根および葉状体の形成される方向は入射光の方向によって決定された。

胞子嚢の内容がそのまま放出され、発生することは *Padina*, *Dictyota*, *Taonia* の3属で報告されている。オキナウチワでは放出された四分胞子母細胞は2回の核分裂の後、一時に隔膜を形成し四細胞となりさらに分裂して8~16の多細胞塊をつくる。この植物の四分胞子は通常1本の仮根と一つの葉状体を形成するのであるが、放出された四分胞子母細胞は1本以上の仮根と一つの葉状体を形成する。この場合仮根の伸出方向は光とは無関係であった。*Taonia* では光に対し仮根は負の方向に葉状体は正の方向に形成され、四分胞子も同様であった。図からすると放出された四分胞子母細胞から形成される葉状体は通常1枚である。シマオオギでは仮根と葉状体数は正常な胞子ではそれぞれ一つであったが、放出された胞子母細胞では光の方向とは関係なしに通常2~3本の仮根と2枚以上の葉状体を形成した。以上のことからして、*Taonia* では多細胞塊の各細胞の統合が発生のごく早い時期に行なわれ、オキナウチワではやや遅れ、シマオオギではさらにそれが遅れると考えられる。すなわちシマオオギでは多細胞塊の各細胞が正常な胞子としての性質を長期にわたって強く保持し、それぞれが単独に発生しようとするために他の種より多い仮根と葉状体を形成することになると見ることができる。80日以上生存した個体を比較すると胞子母細胞から発生したものが多く、正常な胞子から生じたものより生活力が強いと考えられる。この点については *Taonia* でも同様であった。また採集したものの総てが造胞体であったことからすると核分裂を行わずに放出された胞子母細胞が発芽に際して減数分裂を行なうかどうか問題になるが、この点については明らかにすることが

できなかつた。

胞子の放出が開始された当初では、胞子母細胞がそのまま放出されることはごく稀であつたのに対し胞子形成が終りに近くなるとその数が増加した。胞子の放出の開始された頃は葉状体は盛んに縁辺生長を行なつており、末期では葉状体の生育が全く停止していることからすると、その増加の主な原因は水温低下その他からくる代謝の衰えにあると考えられる。

Summary

Most species of Dictyotaceae form tetraspore but *Zonaria diesingiana* forms eight spores in a sporangium. Whole contents of a sporangium which is spore mother-cell are sometimes liberated as a large spore. Germination of the normal spore and the large spore were observed. The ratio of discharge of these large spores gradually increased as they grew mature. One of the eight spores is divided into two cells of equal size for 24 hours after liberation. The lower cell elongates and gives rise to a primary rhizoid. The upper cell first forms a cellular body with few cells. The projectile portions of the rhizoid and the thallus from the cellular body are determined by the direction of the incident light, but undivided contents do not relate to the light. A cell of the cellular body forms a projecting cell to grow into a thallus. The thallus is formed as follows. 1. A cell cut off from the cellular body divides on both sides. Two projected cells gradually produce a fan-shaped thallus. When horizontal coupling of the cells is imperfect, the little thallus is separated but it slowly elongates and is flattened at its apex to give rise to thalli. 2. After a outgrowing cell of the cellular body elongates, it divides longitudinally at its apex and a fan is formed. 3. The cellular body which does not produce a projected cell forms a protuberance on the primary rhizoid. It develops into a fan.

At first, all cells of the thallus divide to make a fan-shaped thallus, but after marginal cells are formed thallus grows by the division of them. In the normal spore a rhizoid and a thallus are formed at the first time of germination, but in undivided contents two or three rhizoids and more than two thalli are usually formed. More germlings of undivided contents than the normal spore survive.

文 献

- 1) CARTER, P. W. (1927): The life-history of *Padina Pavonia*. Ann. Bot. 41, 139-159.
- 2) FRITSCH, F. E. (1948): The Structure and Reproduction of the Algae. 3) 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. Res., Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ. 1, 213-219. 4) NISHIBAYASHI, T. &

S. INOH (1959): On the life history in Dictyotaceae. I. Tetraspore-development in *Dictyota dichotoma* (HUDS.) LAMOUR., *Dictyopteris divaricata* (OKAM.) OKAM., and *Padina japonica* YAMADA. Bot. Mag. Tokyo, 72, 261-268. 5) ROBINSON, W. (1932): Observations on the Development of *Taonia atomaria* AG. Ann. Bot., XLVI, 113-122. 6) WILLIAMS, J. L. (1904): Studies in the Dictyotaceae. I. The cytology of the Tetrasporangium and the Germinating Tetraspore. Ann. Bot., 18, 146-160.

印度の藻類学者故イエンガー氏とその業績

神谷 平*

印度の藻類学者 MANDAYAM OSURI PARTHASARATHY IYENGAR 博士は昨年末の1963年12月10日、印度のマドラスの住宅において突如他界された。行年満73歳。彼は印度の藻類学者として世界に知られ、特に淡水藻類の研究には業績が多く、彼の逝去は学界から深く惜しまれている。

彼は1886年12月15日マドラスのヒンズー教最高階級の僧侶の家に生まれ、ヒンズー教高等学校を経てマドラス大学に学び、1909年に藻類の研究で学位を得た。同年マドラス博物館の植物の管理者となり、1911年に教員養成の大学に転勤、1920年に省立大学の植物学の教授になった。1929~32年の3年間、英国ロンドンにある Queen Mary's college の有名な藻類学者 F. E. FRITSCH 教授の下で藻類を研究し、ロンドン大学で学位を獲得した。印度に帰って1933~44年までマドラス大学の植物学研究室の主任の席を全うされた。

彼は植物学の教授として教育は勿論、研究や植物採集にも熱心で紳士的で弟子や教授団からも深く尊敬されながら、印度の遅れた藻類学を築きあげ現在数多くの弟子達が活躍していることは衆知の通りである。

彼の藻類研究の業績は数多く、沢山な新種を発見し、新属、新科名を発表したが、特に *Fritschiella tuberosa* IYENGAR の発見は陸上植物への進化の出発点ともなる藻類で、系統発生学上重要な業績となった。また彼は協力者とともに熱心に *Journal of Indian Botany* を1919年に発刊し、翌1920年に

* 愛知学芸大学生物学教室