北大水産彙報
29(1), 1–6. 1978.

ハネソゾの胞子発生と生活史

能登谷 正浩・須田昌宏・斎藤 譲

Spore Germination and Life History of *Laurencia pinnata* YAMADA

Masahiro NOTOYA*, Masahiro SUDA* and Yuzuru SAITO*

Abstract

Development of carpo- and tetraspore germlings of *Laurencia pinnata* Yamada was found to be of the "discoid erect type". This type was hitherto reported in both *L. pinnatifida* (Gmelin) Lamouroux from Europe and *L. nipponica* Yamada from Japan. Tetraspore germlings grew into either male or female gametophytes in a 1:1 ratio, and the females gave rise to one ripe cystocarp on each frond within 36 days after tetraspore liberation. Both carpospore germlings from the algae collected in the field and from the above laboratory culture matured and formed tetrasporangia within 26 days afters carpospore liberation. Thus, the life history of *L. pinnata* Yamada is proven to belong to the "*Polysiphonia*-type". All three forms of the algae matured at no more than 1–2 mm tall in culture. Most cultures were carried out in Provasoli's ES medium at 20°C, and a photoperiod of 12:$\overline{12}$ hr under 3500 lux.

緒　言

江の島産の標本にもとずいて設けられた *Laurencia pinnata* Yamada[1] ハネソゾの分布について，岡村[2] は"琉球ヨリ函館ニ至ル太平洋岸及日本海，比較的深所ノ産カ？"と記している。それを裏づけるように，函館の立待岬付近では浅所で生育するのは見られないが，春から夏にかけて磯に打ち揚げられる。その個体数はさして多くないとはいえ，充分な活力のある藻体が得られるので，本種でまだ明らかにされていない胞子発生様式を観察するため培養実験を試みたところ，条件によっては意外に早く成熟し，イトグサ型の生活史も完結させることができたので，ここに結果を報告し，同属の他種の胞子発生と比較するとともに，野外における生活史に関する考察も試みたい。

ここに結果についての討議をいただいた北海道大学水産学部の正置富太郎先生はじめ，水産植物学講座の諸賢に感謝の意を表す。

材料及び方法

1977年5月5日から同年の8月4日にわたる期間の前後10回，函館の立待岬付近で打ち揚げによる材料を採集した（表1)。そのうち6月22日採集の四分胞子体と7月16日採集の嚢果を持つ雌性体から四分胞子と果胞子を放出させ，培養実験に供した。母藻は枝端で成熟の進んだ部分だけを切り取って濾過海水で洗い，スライドグラスを敷きつめたシャーレに 5 ppm の GeO_2 添加の濾過海水をみた

* 北海道大学水産学部水産植物学講座
(*Laboratory of Marine Botany, Faculty of Fisheries, Hokkaido University*)

した中に入れ，約 20°C, 300 lx の下に1晩放置し，胞子がスライドグラスに付着するのを確かめてから培養液に移した。培養液は ESP[3] を用い，3-6 日に1度換水した。その後，サンヨー低温恒温器 SHR-100M 型と 40W の白色螢光灯を使用し，生長に好適な条件をしらべたところ，3500 lx と 20°C のもとで好結果を得たのでその条件を一定にし，12 時間ずつの明期と暗期で培養を続けた。

結果及び考察

1. 胞子発生

表1の採集記録から明らかなように，函館の立待岬付近における *Laurencia pinnata* Yamada ハネソゾは，5月初旬あるいはそれ以前から7月中旬頃まで生育し，雄性体がまず6月初旬に成熟し，それ以後ほぼ四分胞子体，雌性体上の嚢果，という順に成熟に到るものとみられる。なお，7月 20 日にも同地に赴いたが1個体も採集できず，8月に到ってからも数回出向いたが，同様に見出すことができなかった。

放出された両性胞子は，ともに濃密に紫紅色の色素体を有する球形で，直径は四分胞子で 56-73 μm, 平均 65.2±4.2 μm，果胞子で 66-79 μm，平均 70.4±3.2 μm であった。このように，果胞子の方が四分胞子よりいくぶん大型なことは真正紅藻類の多くの種で知られていることであるが，*Laurencia* ソゾ属に関しては Feldmann[4]，斎藤[5] 及び伊藤[6] の指摘があり，今回の結果はそれらと吻合する。また，従来知られている最小の胞子は 53.0 μm を示した *Laurencia okamurai* Yamada ミツデソゾの四分胞子[6] であり，最大のものは 120 μm を示した *Laurencia pinnatifida* (Gmelin) Lamouroux の四分胞子[7] であるが，今回計測した *Laurenica pinnata* Yamada ハネソゾの胞子はそれらの範囲内にあって，いくぶん小型な方に寄っている，といえよう。

Table 1. *Record of collection of Laurencia pinnata Yamada, near Cape Tachimachi, Hakodate, Hokkaido in 1977.*

Date	Sterile	♂	♀	⊕	Total
5 May	7				7
26 May	1				1
9 Jun.	4	3			7
17 Jun.	5	3			8
22 Jun.	6			7	13
15 Jul.			1	3	4
16 Jul.			3		3
17 Jul.				2	2
Total	23	6	4	12	45

両性胞子の発生には，四分胞子より果胞子の方がいくぶん早く進展する，という程度の差異が見られるとはいえ，その示す形態発生過程は全く同一と見なすことができる（図 1, 2)。両性胞子とも，放出されて後 10 時間内外までは一般に海水中を浮遊しているのが普通であるが，やがて基質のスライドグラス上に付着して楕円体状に伸長する。放出後 24 時間もすれば，大多数の四分胞子発生体は長軸に直交する分割面で2分割され，次いでそれと平行に走る2つの分割面によって4個細胞の発生体となり，1端の細胞は細くとがり，色素体も薄くなって，仮根原基の方向が明らかになる（図 1, B)。同じ 24 時間目頃の果胞子発生体は，上記した経過の後，それまでの分割と平行な分割も更に進展し，それとともに仮根先端に4個細胞程度の吸盤状付着器を形成するものが多い（図 2, B)。胞子の放出後3日目頃に到れば，それまでの長軸に直交する分割面のほか，長軸方向ながらいくぶん乱れた方向の

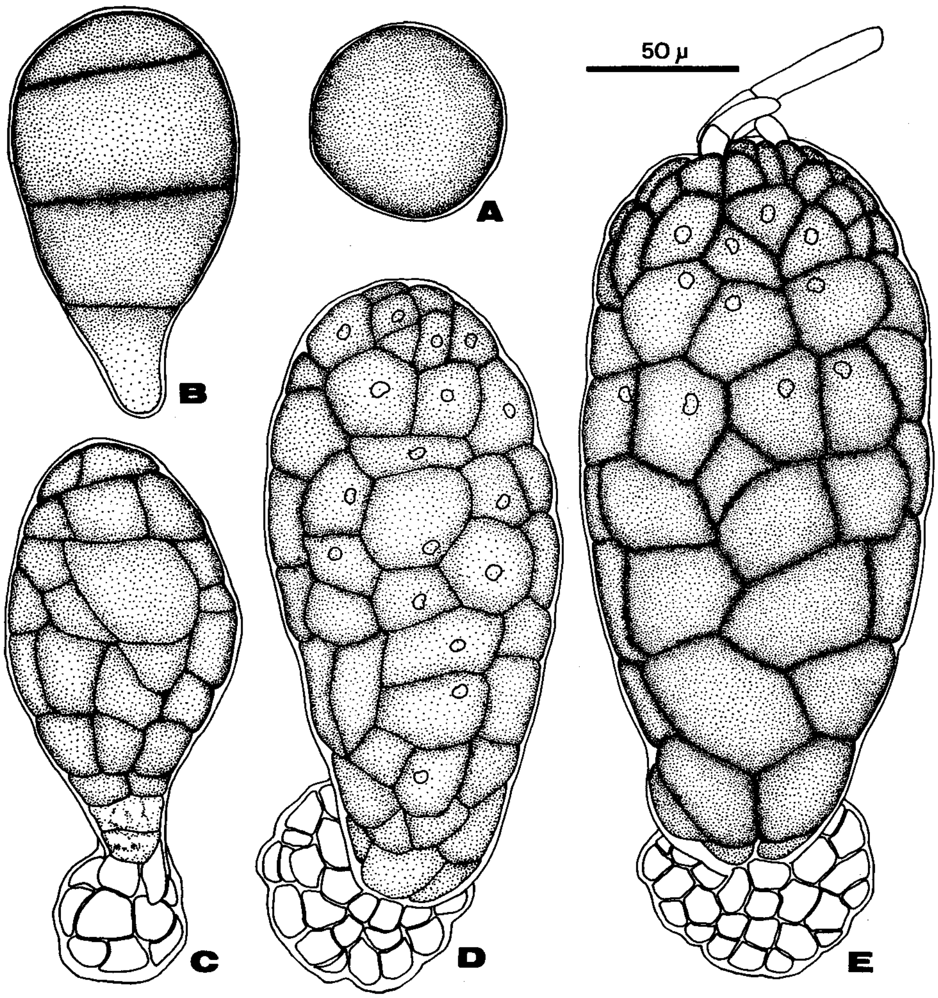

Fig. 1. Tetraspore germlings of *Laurenica pinnata* Yamada. A, a tetraspore just after liberation, 64 μm diam. B, one-day-old germling showing four-celled stage. C, three-day-old germling showing multicellular structure and the development of the basal adhesive discoid organ. D, five-day-old germling showing the appearance of "corps en cerise". E, seven-day-old germling showing the appearance of trichoblasts at the top.

分割面も形成されはじめ，小型で多面体の細胞で構成される発生体に進み，全形は紡錘形を示す（図1, C;2, C)。5日目頃には細胞の分裂が各細胞の生長とともに進むものとみえ，発生体の肥大や伸長もめだち，吸盤状付着器の発達も著しいが，顕著な変化として多数の細胞に1個ずつのサクランボ小体[8]が出現する（図1, D;2, D)。また果胞子発生体においては，5日目頃から毛状葉の伸長も開始される（図2, D）が，これは内部に生長点細胞が形成されたことを示しているものと思う。また，7日目頃になると両発生体ともに生長がさらに著しく，頂端部から多くの毛状葉を発出するに到る（図1, E;2, E)。

以上は，生長の最適条件と考えられた 20°C, 3500 lx での発生過程を記述したものであるが，水温

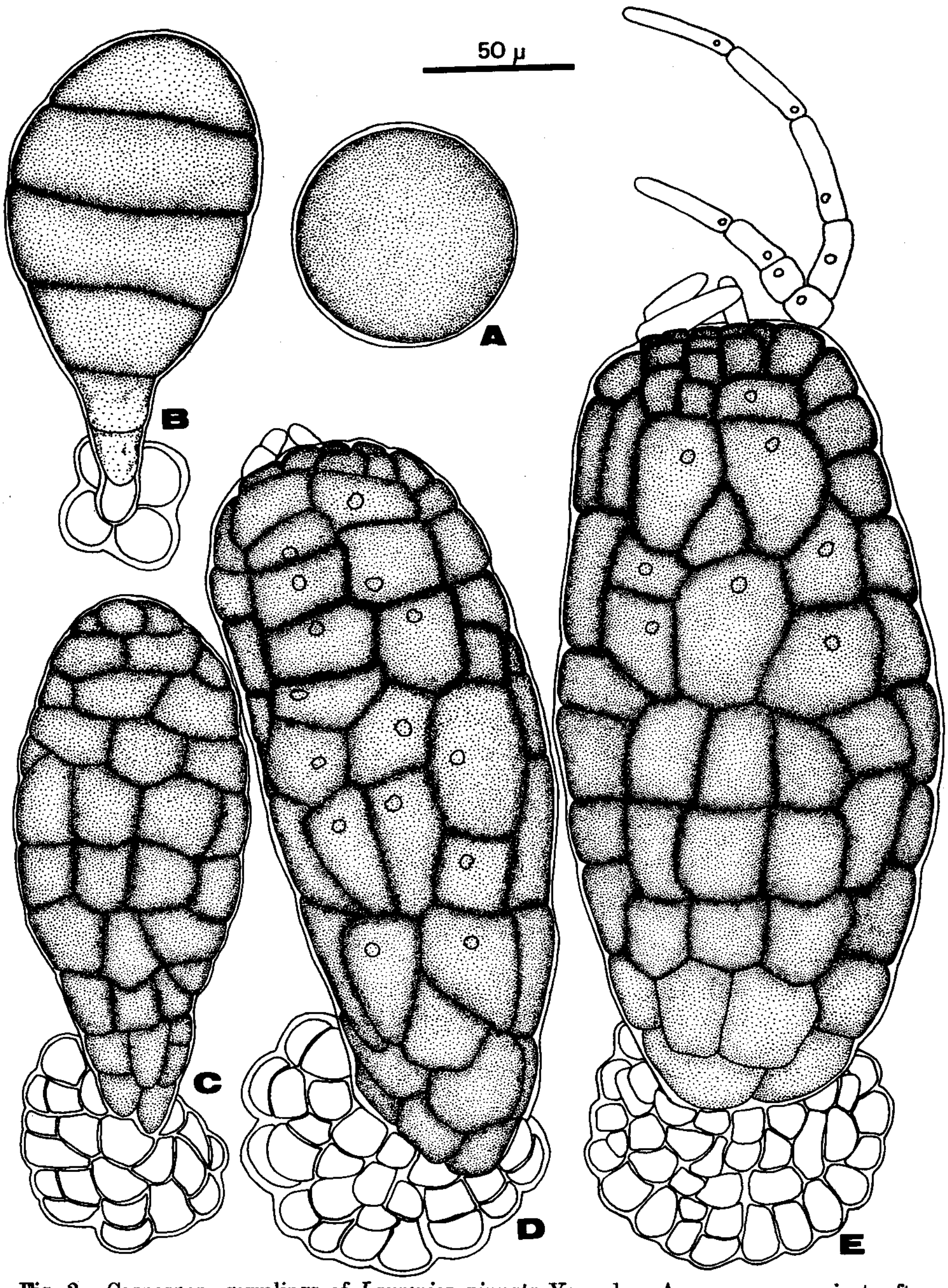

Fig. 2. Carpospore germlings of *Laurenica pinnata* Yamada. A, a carpospore just after liberation, 75 μm diam. B, one-day-old germling with a four-celled basal adhesive discoid organ. C, three-day-old germling showing multicellular structure and the development of the basal adhesive discoid organ. D, five-day-old germling showing the appearance of "corps en cerise" and the initial stage of trichoblasts at the top. E, seven-day-old germling showing further development of trichoblasts.

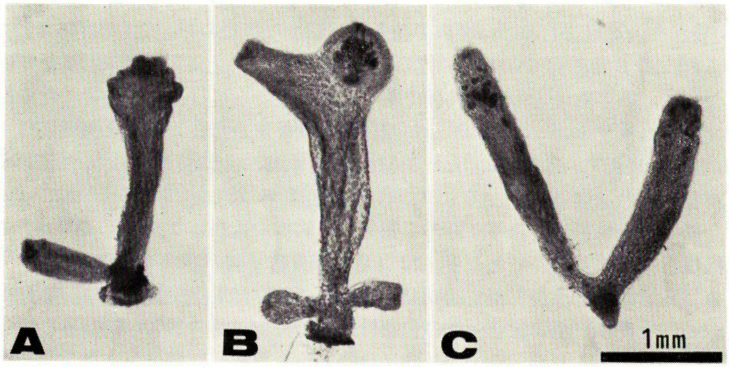

Fig. 3. Mature plants obtained from the culture experiments *in vitro* of *Laurencia pinnata* Yamada. A, 26-day-old male plant from the culture of tetraspore. B, 32-day-old female plant with a ripe cystocarp from the culture of tetraspore. C, 24-day-old tetrasporiferous plant from the culture of carpospore.

10°C のもとで培養したものは体色が黄色化しはじめ，毛状葉の発出数も減少する。また照度を上昇させた場合も黄色化が，とくに体の中心部で進み，周辺部では透明に変化した。また，照度を低下させた場合は生長が明らかに劣った。しかし毛状葉の発出数に限ってみるならば，高照度条件下で明らかに増加した。しかし，いずれの条件下においても健全なものはない，とみなし，20 日目以降の培養は 20°C，3500 lx のものに限り，他は打ち切った。

Laurencia ソゾ属の初期発生に関しては，現在まで 9 種についての観察，報告がある。Kylin[7] はヨーロッパの *Laurencia pinnatifida* (Gmelin) Lamouroux の四分胞子の発生を観察，図説し，der Aufrechte Typus すなわち直立型と称した。猪野[9] は本邦産の多くの真正紅藻類について胞子発生を研究し，*Laurencia* ソゾ属では *Laurencia composita* Yamada キクソゾの四分胞子発生を観察し，数本の仮根を生じる直立型であるとのべるとともに，真正紅藻類の胞子発生様式を 9 型に分け，発生様式にもとずく系統関係についても論及した。それによると，Kylin[7] の図説した *Laurencia pinnatifida* (Gmelin) Lamouroux の胞子発生型は直立型ではなく，吸盤直立型と称されるべきことになる。斎藤[5] は *Laurencia nipponica* Yamada ウラソゾの基準産地である能生の材料によって両性胞子の発生を観察し，Kylin[7] が *Laurencia pinnatifida* (Gmelin) Lamouroux でみた型に近い発生型，すなわち猪野[9] の吸盤直立型を示す，と報告した。さらに伊藤[6] は函館付近で採れる *Laurencia* ソゾ属の 7 種について胞子発生を観察し，*Lauencia obtusa* (Hudson) Lamouroux マギレソゾ，*L. intricata* Lamouroux モツレソゾ，*L. nipponica* Yamada ウラソゾ，*L. okamurai* Yamada ミツデソゾ，*L. venusta* Yamada ヒメソゾ及び *L. capituliformis* Yamada マルソゾの 6 種で，多くの胞子発生体は吸盤直立型を示し，少数のものが吸盤状付着器を形成しないこともあるが，*Laurencia intermedia* Yamada クロソゾにおいてはその関係が逆転し，大多数の胞子発生体は直立型となり，ごく稀に吸盤状付着器を形成することもある，と報告した。

今回観察に供した *Laurencia pinnata* Yamada ハネソゾの両性胞子の大多数は，前述した通り吸盤直立型であって，ごく稀には吸盤状付着器の不充分なものもあったので，従来知られた同一属の多くの種で見られる発生型と一致した，といえよう。

2. 生活史

初期発生の観察に供した培養物中，好適条件（水温 20°C，照度 3500 lx で 1 日 12 時間照明）の四

分胞子発生体は，胞子放出後26日目には高さ1.2-1.7mmに達し，頂端部が盃形に変形する個体が現われ（図3,A），その盃形凹入部には多数の精子器が認められたので，凹入部は精子器托であることが明らかになった。32日目に到って105個体の培養物を検討したところ，精子器托をつけたものは52個体をかぞえたので，約半数のものが雄性体であったということになる。この頃になると，精子の放出によって培養液が白濁するので，先端が単に棍棒状の個体を分離して培養を続行したところ，四分胞子放出後36日目に到って，高さ2-2.5mmの発生体51個体の先端付近側面に，内部に果胞子を有する囊果の形成が認められ（図3,B），さらに3日後には直径66-73 μm，平均70.9±2.1 μmの果胞子の放出を認めた。果胞子の色彩や形態等は野外で採集した個体の放出したものと差異はみられなかった。この果胞子を同様な条件で培養したところ，22日目に四分胞子囊の形成を確認した。

また，野外で採集された母藻から得て初期発生の観察に供した果胞子発生体は，胞子放出後24日目に高さ2-2.5mmに生長し，棍棒状発生体の先端付近に四分胞子囊の形成が観察され（図3,C），その後3-4日で胞子の放出も見られた。その四分胞子は野外から採集した個体から得た四分胞子と同様な色彩，形状で，直径は56-73 μm，平均64.2±2.2 μmであった。

以上の実験結果は，野外での採集記録（表1）と相俟って，本種のイトグサ型生活史を明示したことになるが，2か月以内の短期間の培養で生活史を完結し，発生体の高さが2mm内外という極めて小型なうちから成熟した点は興味深く，自然条件下では短期間に多数回の世代交代を重ねていることも推測される。さらに果胞子や四分胞子放出後の個体も生長を続けるので，条件によっては同一個体が何回か成熟し，胞子の放出を行う可能性も考えられる。しかし，これらについては今後，野外での調査と並行して検討する必要があろう。

文　　献

1) Yamada, Y. (1931). Notes on *Laurencia*, with special reference to the Japanese species. *Univ. Calif. Publ. Bot.* **16**, 185–310.
2) 岡村金太郎 (1936). 日本海藻誌. 内田老鶴圃，東京.
3) Provasoli, L. (1968). Media and prospects for the cultivation of marine algae. In *Cultures and Collection of Algae* (A. Watanabe and A. Hattori, eds.) Proc. U. S.–Japan Conference, Hakone, September 1966. *Jap. Soc. Plant Physiol.* 63–75.
4) Feldmann, J. and Feldmann, G. (1958). Recherches sur qelques Floridées parasites. *Rev. Gén. Bot.* **65**, 49–124.
5) 斎藤　譲 (1962). ウラソゾの胞子発生. 藻類. **10**, 14–22.
6) 伊藤勝子 (未発表). 函館湾産紅藻ソゾ属植物7種の胞子発生. 北海道大学水産学部昭和41年度卒業論文.
7) Kylin, H. (1917). Ueber die Keimung der Florideensporen. *Arkiv för Bot.* **14**, 1–25.
8) 吉田忠生・吉田明子 (1974). ウラソゾ *Laurencia nipponica* Yamada のサクランボ小体. 藻類. **22**, 156–159.
9) 猪野俊平 (1947). 海藻の発生. 北隆館，東京.