

千原光雄*： サンゴモの生殖発生と分類 (1)
 カニノテ属, ヘリトリカニノテ属および
 リトリクス属について**

Mitsuo CHIHARA*: Reproductive cycles and spore germination
 of the Corallinaceae and their possible relevance
 in the systematics (1)
Amphiroa, *Marginisporum* and *Lithothrix***

この研究は初めサンゴモ類とテングサ類やコンブ類などの有用海藻が生態的にどのような関係にあるかを解明する目的で1952年に開始された。当時は、いわゆる磯焼け現象を起こした地帯にしばしばサンゴモ類がよく繁茂することから、サンゴモ類が有用海藻の生育に対して害藻の役割を果すのではなからうかと考えられていた。このため、これらの実態を知るために、農林省水産庁の補助金により、「石灰藻に関する研究班」が北大、山田幸男教授により組織された。そして筆者はこの研究班の一員として伊豆半島沿岸におけるテングサ類とサンゴモ類が生育の初期にどのような競合関係にあるかの解明の仕事に携わり、仕事の一環として、サンゴモ類とテングサ類の胞子が海中でどのように散布し着生し、そして発芽するかなどについて定期的な継続観察を実施した。研究が進むにつれて当初目的としたことがらのほかに、いくつかの興味ある事実がわかってきた。たとえば、海中に散布されるサンゴモ類の胞子に大小のあること、胞子の発芽の際の分割様式にいくつかのパターンのあること、およびある種の分割パターンをもつ発芽体の出現が季節と関係があることなどである。そしてこのような現象がサンゴモ類の分類群と関係があるらしいこともわかってきた。サンゴモ類の分類の面からこれらの事実とくに興味をいだいた筆者は、研究班解散後もできるだけ多くの種類について上述の現象に関係するいくつかの形質についての研究を進めてきた。その結果、有節サンゴモおよび無節サンゴモを含む40種類余の生殖時期、胞子の形状、胞子の発芽などについての知見を得、さらにそれらの形質がサンゴモ科の分類系を考える際の基準となり得るらしい結論を得るに至った。以下、号を追って得られた知見を報告し、併せて若干の分類上の考察を行なってみたい。今回は第1報として有節サンゴモのカニノテ属 *Amphiroa*、ヘリトリカニノテ属 *Marginisporum* およびリトリクス属 *Lithothrix* について述べる。

* 国立科学博物館 植物研究部。Department of Botany, National Science Museum, Tokyo.

** 下田臨海実験所業績243号。

材料 実験観察の対象とした種類は次の六つである。(1)~(5) は伊豆下田近海で採集し、(6) はアメリカ、カリフォルニア沿岸で採集した。(1) ヒメカニノテ *Amphiroa misakiensis* Yendo, (2) ウスカワカニノテ *Amphiroa zonata* Yendo, (3) カニノテ *Amphiroa dilatata* Lamouroux, (4) ヘリトリカニノテ *Marginisporum crassissimum* (Yendo) Ganesan, (5) フサカニノテ *Marginisporum aberrans* (Yendo) Johansen et Chihara, (6) *Lithothrix aspergillum* J. E. Gray.

観察結果と考察

生殖の時期 ヒメカニノテ、ウスカワカニノテ、カニノテ、ヘリトリカニノテ、フサカニノテの 5 種類の生殖時期を知るため、1955~1956 年に毎月各種類ごとに 50~100 個体を無作為に採集し、成熟胞子の有無を調べた。サンゴモ類は体に多量の炭酸カルシウムを沈着するため、胞子放出後も生殖器官の痕跡がかなりの長期にわたって残存する。この理由から、外見だけで生殖巣内に胞子をもつかどうかの判別は困難な場合が多い。そこでこの調査では、藻体を脱灰して顕微鏡下で胞子の存在の有無を確認するか、または生体の生殖巣を鋭利な針で解剖して解剖顕微鏡下で胞子の存在などを調べる方法をとった。

観察結果は表 1 および図 1 のようである。これらの結果から次の結論ができると思われる。(1) ヒメカニノテ・ウスカワカニノテおよびカニノテの生殖の時期はいずれも夏季高温時期であり、成熟した胞子をもつ体は 7, 8 月および 9 月にもっとも多く見られる。(2) これに対し、ヘリトリカニノテとフサカニノテの生殖の時期は夏季を除く時期である。これら生殖器官の形成は海水温度や日長に強く影響されると思われる。この点の解明については別に実験を計画中である。(3) 表 1 から指摘できる他の一つの興味ある事実は天然に出現する配偶体と四分胞子体の比率である。筆者が調査したかぎりでは、5 種類ともにいずれも四分胞子体のみで配偶体は見られなかった。似たような事実は後報にとりあげる予定の他の数種のサンゴモ類(たとえば、オオシコロ、エゾシコロ属の 1 種、ビリヒバ、ミヤヒバなど)でも見られた。なお、外国でも Bauch (1937)¹¹⁾ や Suneson (1943, 1950)¹¹⁾¹²⁾ により同様な事実が報告されている。この問題を細胞学的に追究した Suneson (1950)¹²⁾ によると、スウェーデン産のヒライボ属 *Lithophyllum* (Suneson によるとノリマキ属 *Dermatolithon* も含む) のある種では四分胞子形成時に減数分裂の伴わない細胞分裂が起こるといふ。

胞子とその発芽 観察した 6 種類の胞子の大きさを図 2 に示す。ヒメカニノテとウスカワカニノテの胞子は四分胞子であるが、カニノテとリトリクス 1 種のそれは二分胞子 (bispore) である。なお、ヘリトリカニノテとフサカニノテには四分胞子と二分胞子がともに見られた。この図から、ヒメカニノテとウスカワカニノテの胞子

表 1. サンゴモ 5 種の月別成熟表と海水温度.

Table 1. Table showing results obtained by monthly examination for the occurrence of reproductive organs in five species of articulated coralline algae growing in Izu Peninsula. About 50 to 100 specimens were examined for each species every month in 1955-1956. Number shows the presence of the specimens bearing either tetrasporangia or bisporangia in per cent. Sexual reproductive organs were not found on all the examined individuals. Seawater temperatures were measured in Nabeta Bay, Shimoda, in 1955-1956.

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Amphiroa misakiensis</i> ヒメカキノテ	0	0	0	0	50	100	100	100	100	100	30	0
<i>Amphiroa zonata</i> ウスカワカキノテ	0	0	0	48	95	96	95	100	100	100	50	0
<i>Amphiroa dilatata</i> カキノテ	0	0	0	30	95	98	100	100	100	100	76	16
<i>Marginisporum aberrans</i> フサカキノテ	100	100	90	70	68	59	61	100	100	100	100	100
<i>Marginisporum crassissimum</i> ヘリトリカキノテ	23	0	0	0	0	0	0	90	94	92	100	100
Seawater temperature (°C) 海水の温度	14.4	14.0	15.2	17.1	19.4	20.7	24.0	25.9	24.3	21.5	18.6	16.6

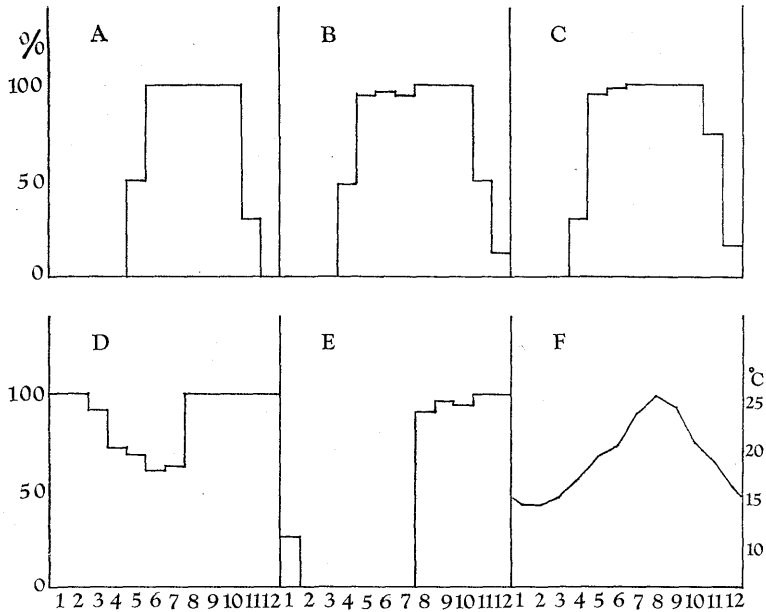


図 1. A—E. サングモ 5 種の月別成熟表. A. ヒメカニノテ. B. ウスカワカニノテ. C. カニノテ. D. フサカニノテ. E. ヘリトリカニノテ. F. 伊豆鍋田湾の海水温.

Fig. 1. A—E. Results obtained by monthly examination for the occurrence of reproductive organs in three species of *Amphiroa* and two species of *Marginisporum* growing in Izu Peninsula. About 50 to 100 specimens were examined for each species every month (approximately in the middle of each month) in 1955-1956. A. *Amphiroa misakiensis*, B. *A. zonata*, C. *A. dilatata*, D. *Marginisporum aberrans*, E. *M. crassissimum*. F. Seawater temperatures in Nabeta Bay, Shimoda, in 1955-1956.

は小さくて、径 $20\sim 30\mu$ の範囲であるが、他の 4 種のそれは大きくて、径 $50\sim 65\mu$ の範囲であることがわかる。これらのうち、カニノテとリトトリクスの 1 種の胞子は、前述のように二分胞子である。そこで二分胞子嚢を調べてみると、Fig. 4 および 5 から判断できるように、その大きさはカニノテ属の他の 2 種の四分胞子嚢の大きさとほぼ同じである。これらの事実から、カニノテ属 3 種とリトトリクス属 1 種の胞子の大きさは本質的には似ていると結論できる。

胞子の発芽の様式は、図 3~6 に示されるように、いずれの種類も基本的には同じで、紅藻類で Chemin (1937)⁹⁾ が名づけた *Dumontia*-type、あるいは猪野 (1947)¹⁰⁾ が名づけた直接盤状型に属する。しかし、発生初期の分割面の方向、分割の起こる順序などを子細に観察すると、胞子の発芽様式には二つのタイプが存在することがわかる。一つはヒメカニノテ、ウスカワカニノテ、カニノテおよびリトトリクスの 1 種に見ら

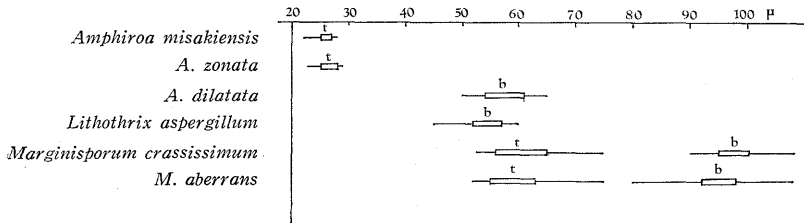


図 2. カキノテ 6 種の胞子の大きさ。t. 四分胞子。b. 二分胞子。

Fig. 2. Figure showing dimensions of the spores in six species of articulated coralline algae. t indicates tetraspores; b indicates bispores.

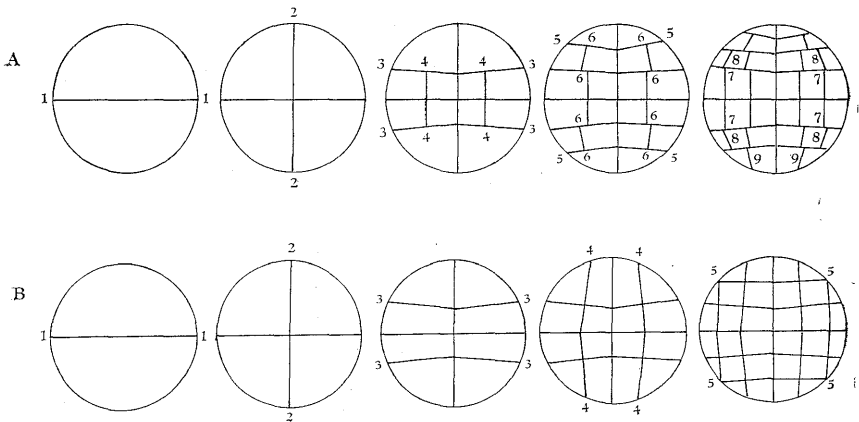


図 3. 胞子発生の 2 型式: A. カキノテ型。B. ピリヒバ型。

Fig. 3. Diagrams showing the sequence of cell divisions in germinating spores in articulated coralline algae. Numbers indicate sequences of cell division. A shows the *Amphiroa*-type of spore germination and B shows the *Corallina*-type of spore germination.

れるタイプであり、他はヘリトリカキノテとフサカキノテに見られるタイプである。筆者はさきに「石灰藻に関する研究」の中間報告 (1952, 1954)⁸⁾⁹⁾ など⁴⁾¹³⁾ で、これらの発芽型にそれぞれカキノテ型 *Amphiroa*-type およびピリヒバ型 *Corallina*-type の名称を用いた。そこでここでも引続いてそれらの名称を用いることにする。

ヒメカキノテ、ウスカワカキノテ、カキノテ、リトリクス の 1 種の 胞子発芽様式はカキノテ型であり、発芽時の分割の過程は次のようである (図 3~5 参照)。胞子は初め球形であるが基質に着生後まもなく平たくなり、周囲に粘性物質を薄い層状に分泌する。第 1 分裂は胞子のほぼ中心を通るようにして基質と直角の面で起こる。続いて、形成されたほぼ同形の 2 細胞に第 2 の分裂が第 1 分裂によりできた隔膜と直角に起こり、ほぼ同大の 4 細胞が形成される。さらに第 3 の分裂が第 1 分裂面に平行に走

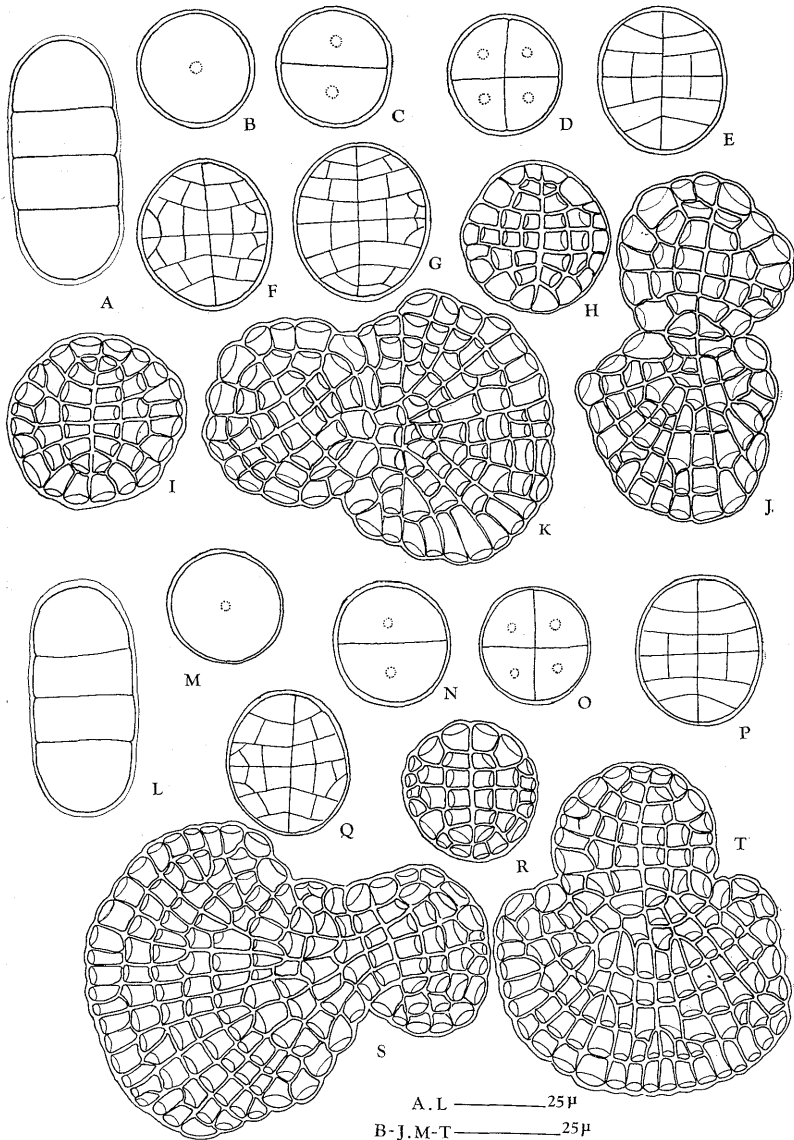


図 4. ヒメカニノテとウスカワカニノテの胞子発芽.

Fig. 4. Figures showing the tetrasporangia and various stages in germinating tetraspores in *Amphiroa misakiensis* and *A. zonata*. A-K, *A. misakiensis*. L-T, *A. zonata*.

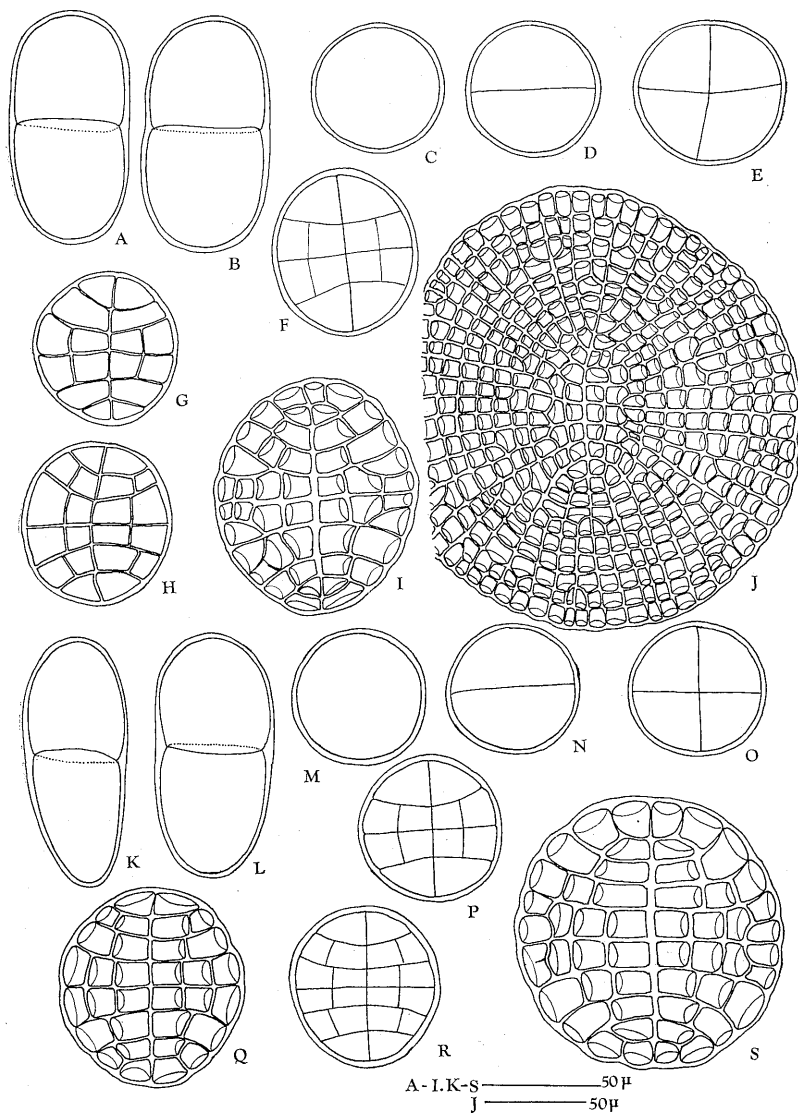


図 5. カキノテとリトトリクスの胞子発芽.

Fig. 5. Figures showing the bisporangia and various stages in germinating bispores in *Amphiroa dilatata* and *Lithothrix aspergillum*. A-J, *A. dilatata*; K-S, *L. aspergillum*.

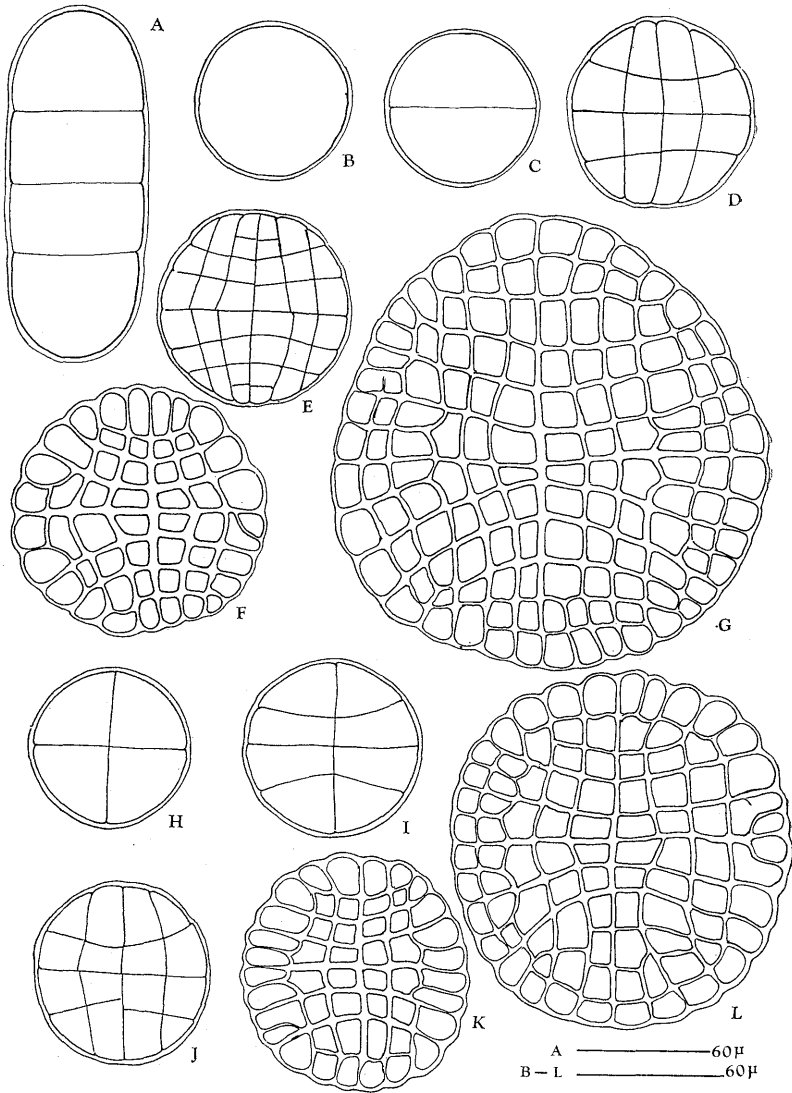


図 6. ヘリトリカニノテとフサカニノテの孢子飛芽。

Fig. 6. Figures showing the tetrasporangia and various stages in germinating tetraspores in *Marginisporium crassissimum* and *M. aberrans*. A-G, *M. crassissimum*; H-L, *M. aberrans*.

り、そして第4分裂が二つの第3分裂面に囲まれた4個の細胞内で第2分裂面と平行に走る。第5分裂は両極に位置する4個の細胞内に起こるが、その方向は第3分裂面に平行またはやや斜行する。第6分裂は図3, A, 6-6に示されるように、極に近い4個の細胞で起こり、その分裂面は第2分裂面にほぼ平行かまたは斜行である。第6分裂は第5分裂より先に起こることもある。この時期の発芽体は基本的には12細胞からなるが、発芽体の径は胞子のそれと比べて極端には増大しない。この後、一般には、第7~9の分裂が図3, A, 7-7, 8-8, 9-9に示されるように起こり、発芽体は32から36細胞で構成される。これらの細胞はいずれも基質と接触する面をもつ。カノテヤリトリクスの1種のように比較的大きい胞子に由来する発芽体は、一般に32細胞に分裂した後に、縁辺から柔細胞を放射状に切り出し、同心円状に体を拡大する。ヒメカノテヤウスカワカノテのように小形の胞子に由来する発芽体は、しばしば12細胞に分裂した直後に、縁辺部に柔細胞を切り出す。これらの2種の発芽体では縁辺部の $\frac{1}{3}$ または $\frac{2}{3}$ が盛んに柔細胞を形成する場合が多い。この場合は、発芽体は扇形または腎臓形に拡大する。この後、基質に平行する分裂が起こり、発芽体は多層となり、さらに直立部を形成する。これらの経過の詳細についての記述は別の機会に譲る。

ヘリトリカノテとフサカノテの胞子の発芽様式はピリヒバ型であり、その分裂の経過の詳細は次のようである(図3, B; 図6)。胞子の基質への着生から第3分裂に至るまでの経過はカノテ型のそれと同じである。第2分裂面に平行して起こる第4分裂は発芽体を貫通して走る。結果として、この時期の発芽体は周辺に12個の細胞をもつことになる。この細胞配列はカノテ型のそれと著しく異なる点である。その後、第5分裂がこれら12個の細胞のすべてを通過して起こる。この分裂の方向は第3分裂面と第4分裂面に平行である。発芽体は32細胞となる。胞子の部分の分裂はこの第5分裂が最後であるのが普通であり、この後、発芽体は縁辺部から柔組織細胞を同心円状に形成する。ピリヒバ型胞子発芽の特徴の一つは、上方より見るとき分割線がほぼ直線的に長く延びることにある。このため、発芽体の原胞子の部分を構成する細胞は井桁状に規則正しく配列することが多い。

上述の観察結果から次の結論が導き出されると考える。(1) 胞子の性状や発芽様式を基準にして分類すると、カノテ属 *Amphiroa* とリトリクス属 *Lithothrix* は同一群におくことができる。この両属は、細胞列間に第2次連絡糸 (Secondary pit-connection) をもつこと、体の先端部の組織細胞を覆うように存在する小形の“Deckzellen” (Solms-Laubach, 1881)¹⁰ をもつことなど、共通した形質が多い。最近、Johansen (1969)¹¹ と Cabioch (1971)¹² は第2次連絡糸の有無を重要な形質にとりあげ、それぞれサンゴモ科の新しい分類システムを提案している。それらによると、上述の2属はともに同一亜科に所属させられる。(2) ヘリトリカノテとフサカノテはともに Yendo (1902)¹⁴ によりカノテ属の新種として *Amphiroa crassissima*

Yendo および *A. aberrans* Yendo の名で記載された。しかし、この 2 種は今回の研究でとりあげた 3 形質のいずれについてもカニノテ属とは一致しない。Yendo (1902)¹⁴⁾ はカニノテ属を定義して、生殖巣が皮層に起源する群とした。その後、これらの種類を研究した Ganesan (1968)⁶⁾ および Johansen と Chihara (in Johansen, 1969)⁷⁾ は、(i) 第 2 次連絡糸がなく、融合連絡溝をもつこと、(ii) 生殖巣は皮層のみでなく、髄層にも起源をもつこと、(iii) 髄糸は直線的であること、などの形質に基づいて、これらの種類を *Marginisporum* 属に移行させた。今回の観察結果は上述の後者らのヘリトリカニノテとフサカニノテの分類上の扱いがより自然であることへのさらなる根拠を提供したといつてよい。

引用文献

- 1) Bauch, R. 1937. Arch. f. wiss. Bot. 26: 365-390. 2) Cabioch, J. 1971. C. R. Acad. Sci. [Paris] 262D: 2025-2028. 3) Chemin, E. 1937. Rev. Gén. Bot., 49: 205-234, 300-327, 353-374, 424-448, 478-536. 4) Chihara, M. 1966. Proc. 11th Pacif. Sci. Congr. 7: 17. 5) Ganesan, E. K. 1968. Phykos 6: 7-28. 6) 猪野俊平, 1947. 海藻の発生, 255. 7) Johansen, H. W. 1969. Univ. Calif. Publ. Bot. 49: i-vii+1-78, pls. 1-19. 8) 瀬川宗吉・尾形英二・千原光雄, 1952. 石灰藻に関する研究. 9) ————・———・———・沢田武男, 1954. 同上. 10) Solms-Laubach, G. 1881. Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel u. d. angrenz. Meeres, IV Monographie. 1-64, pls. 1-3. 11) Suneson, S. 1943. Lunds Univ. Arsskr. N. F. Avd. 2, 39: 1-66, pls. 1-9. 12) ————, 1950. Bot. Not. 1950: 429-450. 13) Yamada, Y. 1959. Ecologie des algues marines. Centr. Nation. Rech. Sci. Colloq. Internat., Paris. 251-262. 14) Yendo, K. 1902. J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo 16(3): 1-36, pls. 1-7.

Summary

In order to obtain a clue which would contribute to a better understanding of the systematic relationships among the representatives of the Coraliniaceae (Rhodophyceae, Cryptonemiales), reproductive cycles and spore germination were studied for more than forty species of the family. In the present paper, the results of these studies about three genera including the following six species are presented: *Amphiroa misakiensis* Yendo, *A. zonata* Yendo, *A. dilatata* Lamouroux, *Marginisporum aberrans* (Yendo) Johansen et Chihara, *M. crassissimum* (Yendo) Ganesan and *Lithothrix aspergillum* J. E. Gray. (1) All of the species of *Amphiroa* produce their reproductive organs

in the summer, whereas *Marginisporium aberrans* and *M. crassissimum* produce them in seasons other than summer. (2) Both *Amphiroa misakiensis* and *A. zonata* produce tetraspores which are relatively small, measuring 20-30 μ in diameter, whereas the species of *Marginisporium* produce relatively large tetraspores, measuring 50-70 μ in diameter. *Amphiroa dilatata* and *Lithothrix aspergillum* produce bisporangia whose size is, however, quite similar to that of tetrasporangia of *A. misakiensis* and *A. zonata*. (3) The *Amphiroa*-type of spore germination was observed in all of the species of *Amphiroa* and in *Lithothrix aspergillum*. On the other hand, the *Corallina*-type was observed in the species of *Marginisporium*. (4) The results of this study suggest that *Amphiroa* and *Lithothrix* are closely related each other, whereas *Marginisporium* is more closely related to *Corallina* than to *Amphiroa*.

□日本植物友の会：日本植物方言集（草本類篇）A5 版本文 375 頁，4500円，東京八坂書房。今まで樹木については方言集が出ている。また各地のフロラなどにのったものはかなりあったし、橋正一氏の、全国植物方言集 3冊などの貴重な貢献もあったが、草でまとめたものとしては最初のものである。会員が協力して集めた方言 1 万余を整理し、昭和 41 年に文部省の助成を得て 500 部を印刷した。当時好評であったが普及するには部数が少なすぎたので、今回再度印刷された。

方言の記録は日本の文化の歩みを如実に伝えるもので、国家が主となって作るべきもの。それを一団体が実行した勇と労とに深い敬意を表したい。現在の標準的な種類（厳密ではないが）971 にこれらの方言を添記して五十音順に配列、夫々採集した地域も附記してある。また種類も五十音順に配列し、アイからはじまってワレモコウに終る。スギナ（ツクシ）やヒガンバナは 6 頁、イタドリにいたっては 8 頁をこえて方言が並び、正に壮観であって、これらはまことに貴重な資料に違いない。またイヌノグリにイヌノキンタマとホシノヒトミという両極端な名が並んでいて、特に目的を持たずにひらくことも楽しい本である。本書が最初の調整された資料であるだけに惜しいと思うことは、整理に手落ちとみられるものがあることだ。たとえばレイシ（ムクロジ科）と木本名をあげたのもおかしいが、その下の方言はウリ科のツルレイシのそれが入っている。また、ヤマブドウは恐らくエビズルがまじっけようし、ノブドウとさえ混淆があるらしい。静岡賀茂でウシブドーと両方をいうようになっているなど、これらは現地の人は却って詳しく区別している筈で、採集か整理の段階で混乱してしまったものであろう。こういう風に間違いがわかるのはまだよいが、私達の知らない方言のデータこそ貴重であり、参考資料になるのだが、それにこんな誤りが内蔵されているかも知れないとあっては残念ではすまないことである。機会をえて再整理をおねがいしたい。

(前川文夫)