

## スサビノリ殻胞子とその発芽体における核分裂の観察

馬 家海・三浦昭雄

東京水産大学藻類増殖学講座 (108 東京都港区港南 4-5-7)

MA, J. H. and MIURA, A. 1984. Observations of the nuclear division in the conchospores and their germings in *Porphyra yezoensis* UEDA. Jap. J. Phycol. 32: 373-378

*Porphyra yezoensis* UEDA used as a material in this study was isolated and preserved as free-living conchocelis filaments in the Laboratory of Algal Cultivation of Tokyo University of Fisheries. The conchosporangial cells, released conchospores, conchospore germings and monospores were fixed in Carnoy's fluid and stained with Wittmann's method. The conchosporangial cells have a single nucleus and 6 chromosomes; the conchospores have also a single nucleus which are somewhat different from the ordinary resting nucleus in appearance. In the conchospore germings, the diplonema stage, diakinesis stage and metaphase in meiosis were observed. The conchospore germings showed three ring-shaped chromosomes in the metaphase. Two nucleus were observed in the two-cell germings. The monospore germings have three chromosomes. It has been considered that the meiotic division in this species possibly takes place in the course of development from conchosporangial cell to conchospore germings.

**Key Index Words:** *Bangiales*; *Meiotic division*; *Nuclear division*; *Porphyra yezoensis*; *Rhodophyta*.

*Jiahai Ma and Akio Miura, Laboratory of Algal Cultivation, Tokyo University of Fisheries, Konan 4-5-7, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan*

ISHIKAWA (1921), TSENG and CHANG (1955) はアサクサノリ *Porphyra tenera* KJELLMAN について減数分裂は造果器内で起こり、従って果胞子は単相であると報告した。これに対し、Giraud et Magne (1968) は *P. umbilicalis* (L.) J. AG. var. *laciniata* (LIGHTF) THURET. の殻胞子嚢細胞において、減数分裂の特徴であるディアキネシス期、チゴネマ期、ティプロネマ期を観察し、殻胞子嚢の頂端又は中間細胞で減数分裂は起こることを報告した。MIGITA (1967) および鬼頭 (1978) はスサビノリ *P. yezoensis* UEDA について、葉状体細胞は  $n$  で、糸状体細胞は  $2n$  である、更に殻胞子嚢および殻胞子発芽体の細胞分裂の観察結果から、減数分裂は殻胞子嚢形成時に行なわれるとし、また単胞子発芽体も単相であることを報告した。

また右田 (1974) は殻胞子嚢内の細胞質が未分裂のまま放出されることもあるのでそれらの細胞は減数分裂の機会を失ない、放出後発芽時に染色体数が減数されることも全く否定はできないと述べている。

そこで筆者らは上述の右田 (1974) の推察を確めるために、スサビノリの殻胞子嚢と殻胞子とその発芽体

および単胞子発芽体の核分裂について観察した。その結果スサビノリでは減数分裂は殻胞子の発芽時に起こることを示唆する観察結果を得たので以下にその結果を述べる。

### 材料と方法

本研究では東京水産大学藻類増殖学教室に分離保存されているスサビノリ *Porphyra yezoensis* UEDA の無基質糸状体を材料として用いた。

糸状体はあらかじめ温度  $20^{\circ}\text{C}$ 、照度 2000 lux, 10時間明期と14時間暗期の条件下で培養し、その後、 $15^{\circ}\text{C}$ 、6000-7000 lux, 10時間明期、14時間暗期の条件下に移し、通気培養を行って殻胞子を放出させた。殻胞子はその容器中の培養液をナイロン布地で濾過した後、遠心分離 (1500 G, 4000 rpm, 10 min) して採集した。この殻胞子は殻胞子とその発芽体の核分裂を観察するために、スライドグラスに滴下し、乾燥しないようにシャーレ中に収容静置して固着させて、上述の短日低温条件下で静置培養した、殻胞子の静置培養開始から、

その発芽体が2細胞に達するまで固定を続けた、特に発芽体が1細胞から2細胞期となるまでは30分間おきにその発芽体を固定した。その殻胞子嚢及び殻胞子の一部は懸濁状態でも固定した。

殻胞子のさらに他の一部は同様の短日低温条件下で幼芽期から幼葉期にいたるまで培養を続けた、葉長約7-10 cmの幼葉は多量の単胞子を放出した、この単胞子も殻胞子の採集の場合と同様に遠心分離して採集し発芽させて1細胞期で固定した。

上述の材料の固定はカルノア液(アルコール3:酢酸1)で行ない、WITTMANN (1961)の酢酸鉄ヘマトキシリン抱水クロラル液で染色し、それをスライドグラス上で押しつぶしてから、光学顕微鏡により核および染色体の観察をした。培養液にはPES (PROVASOLI 1968)を用いた。PES調製用の海水は黒潮流域で採水し数ヶ月保存した海水をもちい、グラスファイバーフィルター(Whatman G, F/C)で濾過し、塩分を33%に調整した後、加熱加圧滅菌(120°C, 1気圧, 20分)して用いた。

## 結果と論議

スサビノリにおける殻胞子嚢、殻胞子および単胞子とそれらの発芽体についての細胞学的研究結果はMIGITA (1967)、鬼頭 (1974 1978)によって、すでに報告されている。筆者等の核と染色体の数および形状についての観察結果はMIGITA (1967)、鬼頭 (1978)の研究結果によく一致していた。すなわち殻胞子嚢の細胞には核が1個だけ観察され、また、染色体は6本数えられた(Figs. 1a, b, 4A, B)、糸状体から放出された殻胞子の大部分(99.9%)は単核であることが確認された(Figs. 1c, 4C)、殻胞子内の核では多数の染色顆粒が集まった状態を示し、通常の休止期の核と異なっていた。

放出された殻胞子は基物に付着後すぐその外部に細胞壁を形成し、発芽体となる。その時期には染色性顆粒の変化はあまり著しくなかった。分裂前期の前半では、染色顆粒が集まった状態を示す場合が多い、殻胞子では放出されて約2日後、発芽体が形成されてから、核内の小さな染色性顆粒は漸時大きさを増し、やがて染色糸になる。この分裂前期では細糸期、合糸期、太糸期の3期を区別することはできなかった(Figs. 1d-f, 4D-F)。

染色糸は次第に太くなり、やがて染色体が形成され、分裂前期の後半の染色体が認められた、対をなした3

組のディプロネマ期(複糸期)が観察された(Figs. 1g-i, 4G-I)、さらにこれらの染色体は凝縮し、染色体間距離は増して、V型あるいはX型等を示すディアキネシス期(移動期)を示した(Figs. 2j-m, 4J-M)、次いで、染色体は第一分裂中期に移行し、さらに短縮し、3本の太い環状の染色体像を呈した。この環状の染色体の大きさは不均一であり、径約0.5~1.5 μmである(Figs. 2n,o; 4N,O)。

分裂後期には染色体がそれぞれ3本ずつに分かれている。それは二つの染色体群として徐々に分離し始め(Figs. 2p, 4P)、その時に染色体群の間には紡錘糸が明らかに認められる(Figs. 2q,r; 4Q,R)、互いに細胞の相反する極に向かって移動する、その中に太い環状の3本の染色体群が二分分離する像もみられる(Figs. 3s,t; 4S,T)、その後更に細胞中央部にて、細胞は2分される、2細胞期の発芽体には1個単相性間期核が観察された(Figs. 3u, 4U)。減数分裂の結果必ず4細胞が形成されないで、MIGITA (1967)は減数分裂の第2分裂が省略される場合があるとし、鬼頭 (1974)は減数分裂は必ずしも細胞がこのように数個に分割する部位でのみ行なわれるとはいえないと述べている。同様に今回の観察で1細胞を起源として4個の核が同時に観察された例は認められなかった。

同様の方法で単胞子の1細胞期の発芽体をしらべた、単胞子の1細胞期の発芽体の染色体は棒状を呈し、その数は3本であった(Figs. 3v, 4V)、殻胞子の1細胞期の発芽体にみられる環状の染色体とは著しく異なっていた。

MIGITA (1967)、鬼頭 (1974 1978)はスサビノリにおいて、殻胞子嚢内で殻胞子嚢成熟過程において減数分裂がみられた。しかし殻胞子の発芽体で減数分裂の特徴としてのディプロネマ期とディアキネシス期などは観察していない。殻胞子の1細胞期の発芽体の染色体と単胞子の1細胞期の発芽体の染色体とは著しく異なっていた。

以上のことから、筆者らは今回の観察では殻胞子嚢内で減数分裂像は観察しなかったが、放出された殻胞子の核はいずれも染色糸の集合体として認められたこと、この形状には例外はみられなかったことなどは殻胞子嚢の内容が減数分裂を経ることなく、複相のまま放出されて、殻胞子になることを示唆していると考えられる。成熟した殻胞子嚢から放出された殻胞子は複相であり、減数分裂は殻胞子の発芽時に行なわれることによって、葉状体が形成されるものと考えざるを得ない。右田 (1974)はまれには殻胞子嚢内での減数分

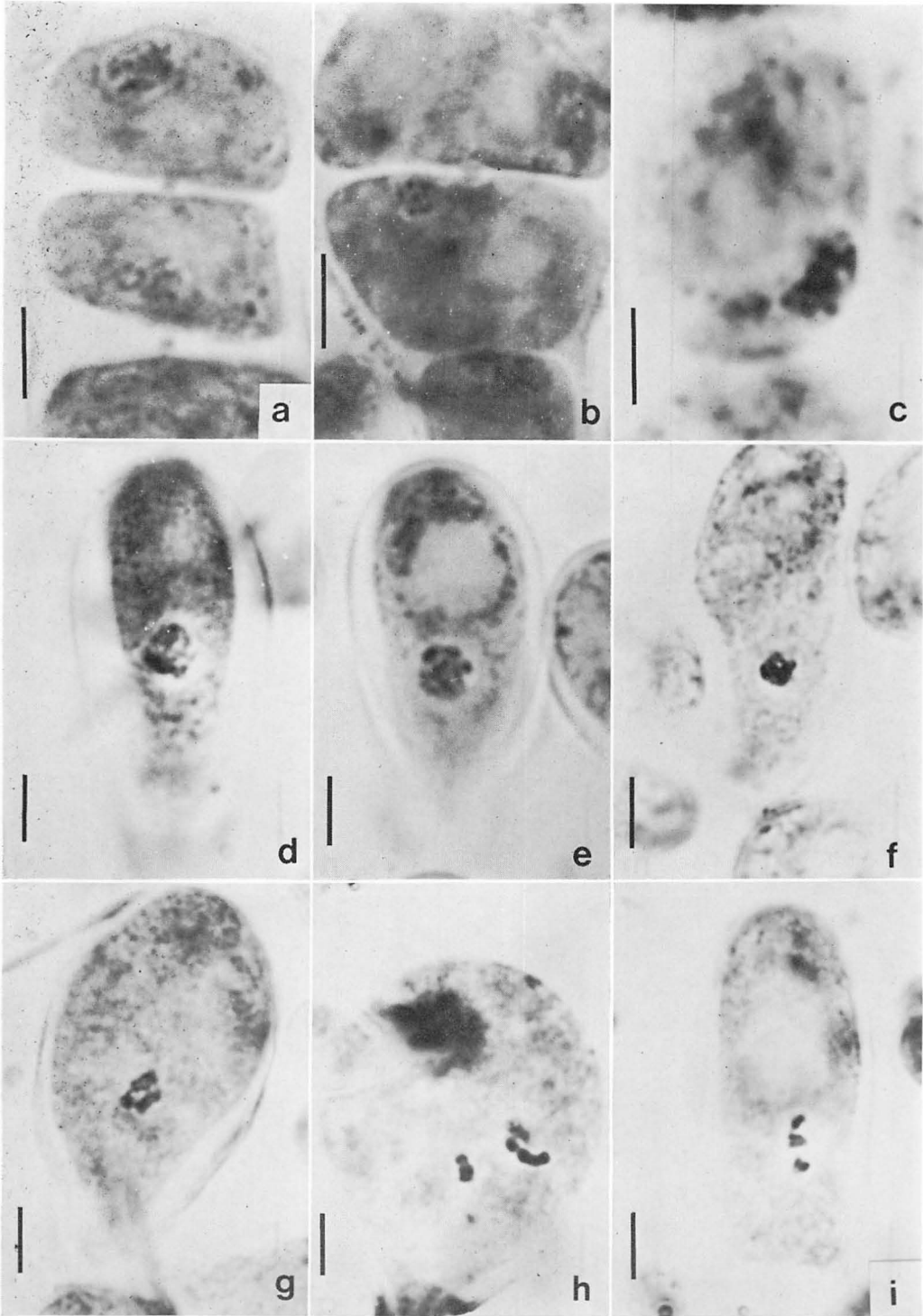


Fig. 1. Photomicrographs of meiotic division in germination of conchospores in *Porphyra yezoensis*. See the explanatory diagram, Fig. 4A-I. Figs. a, b. Metaphase showing six chromosomes in conchosporangial cells; c. A conchospore showing a resting nucleus; d-f. Prophase showing chromatin threads; g-i. Diplonema stage. Scale (a-i) = 5  $\mu$ m.

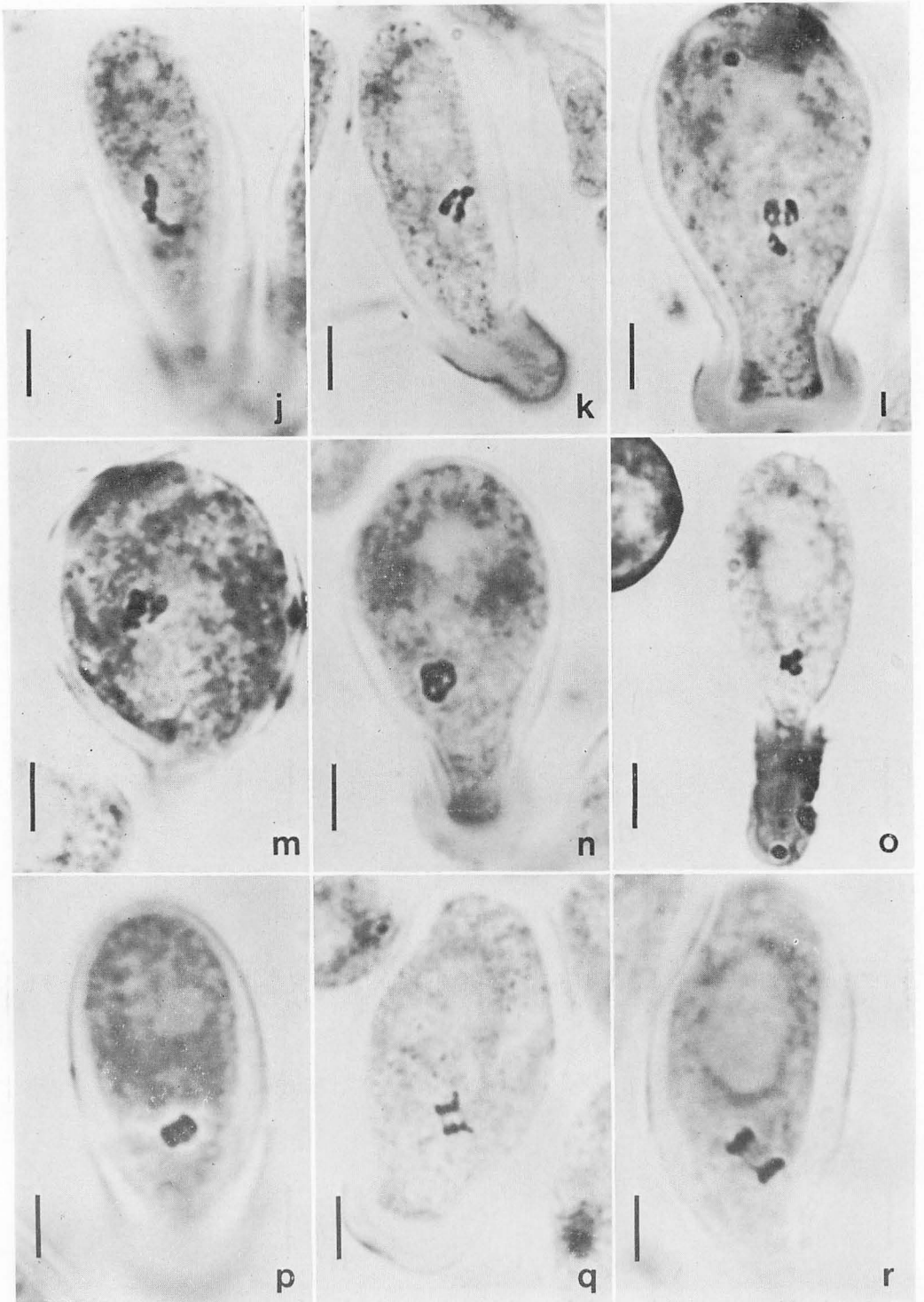


Fig. 2. Photomicrographs of meiotic division in germination of conchospores in *Porphyra yezoensis*. See the explanatory diagram, Fig. 4J-R. Figs j-m. Diakinesis stage; n, o. Metaphase; p-r. Anaphase. Scale (j-r) = 5  $\mu$ m.

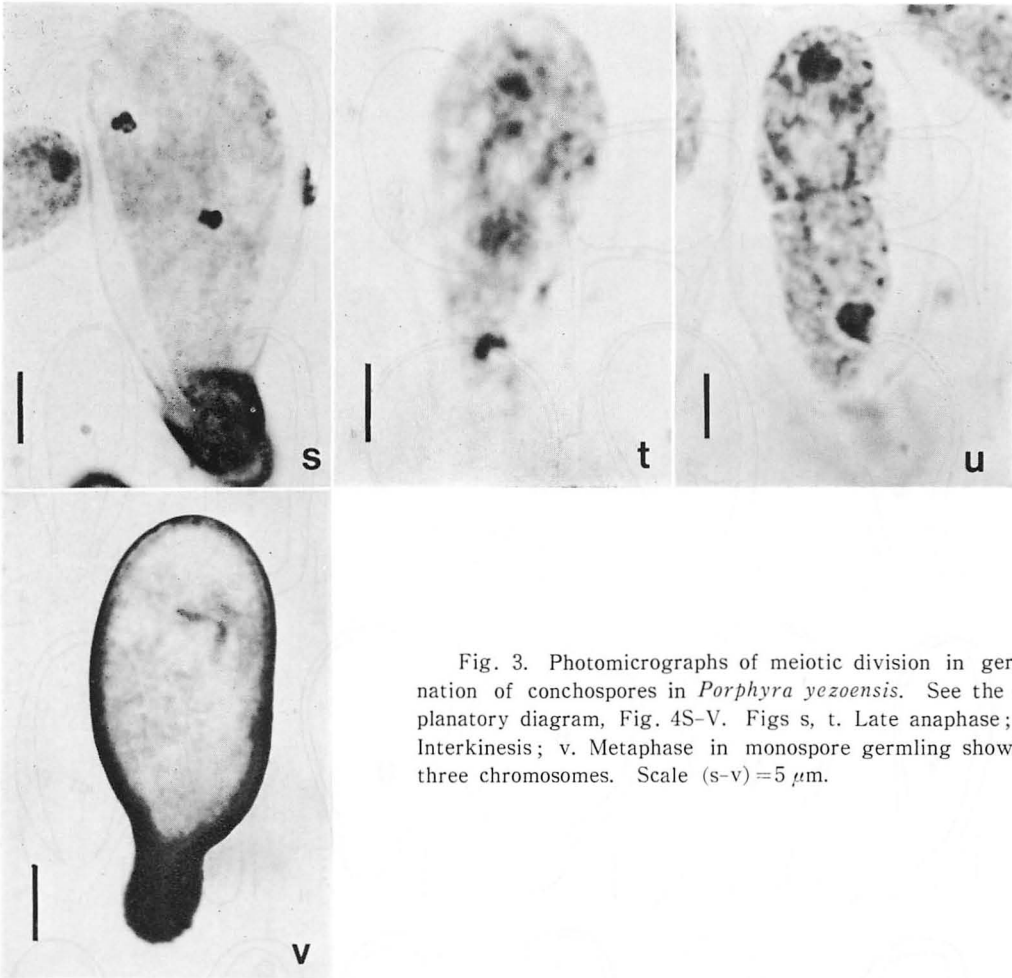


Fig. 3. Photomicrographs of meiotic division in germination of conchospores in *Porphyra yezoensis*. See the explanatory diagram, Fig. 4S-V. Figs s, t. Late anaphase; u. Interkinesis; v. Metaphase in monospore germling showing three chromosomes. Scale (s-v) = 5  $\mu$ m.

裂の機会を失し未分裂のまま放出されることもあり得るので、それらの胞子は発芽時に染色体数が減数されることも否定はできないと述べている、本観察では葉状体発芽期に複糸期、移動期、中期における環状の染色体などの染色体像が観察された。従ってスサビノリでは殻胞子の発芽時に減数分裂が起こり、葉状体はこの減数分裂の過程を通じて形成されるものと考えられる。

#### 引用文献

- GIRAUD, A. et MAGNE, F. 1968. La place de la méiose dans le cycle de développement de *Porphyra umbilicalis*. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 267: 586-588.
- ISHIKAWA, M. 1921. Cytological studies on *Porphyra tenera* KJELLM. I. Bot. Mag. Tokyo, 35: 206-218, pl. IV.
- 鬼頭 鈞 1974. アマノリ属 3 種の糸状体における核分裂, 東北水研研究報告 33: 101-117.
- 鬼頭 鈞 1978. アマノリ属植物の細胞学的研究. 東北水研研究報告 39: 29-34.
- MIGITA, S. 1967. Cytological studies on *Porphyra yezoensis* UEDA. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ. 24: 55-64.
- 右田清治・安部 昇 1966. アマノリ糸状体の殻胞子形成について. 長崎大学水産学部研究報告 20: 1-11.
- 右田清治 1974. ノリ糸状体の殻胞子と放出に関する 2, 3 の観察. 長崎大学水産学部研究報告 38: 77-85.
- PROVASOLI, L. 1968. Media and prospects for the cultivation of marine algae. In A. WATANABE and A. HATTORI [ed.] Cultures and collections of algae. Proc. U.S.-Japan Conf. Hakone. Sept. 1966. Jap. Soc. Pl. Physiol. 63-75.
- TSENG, C.K. and CHANG, T.J. 1955. Studies on

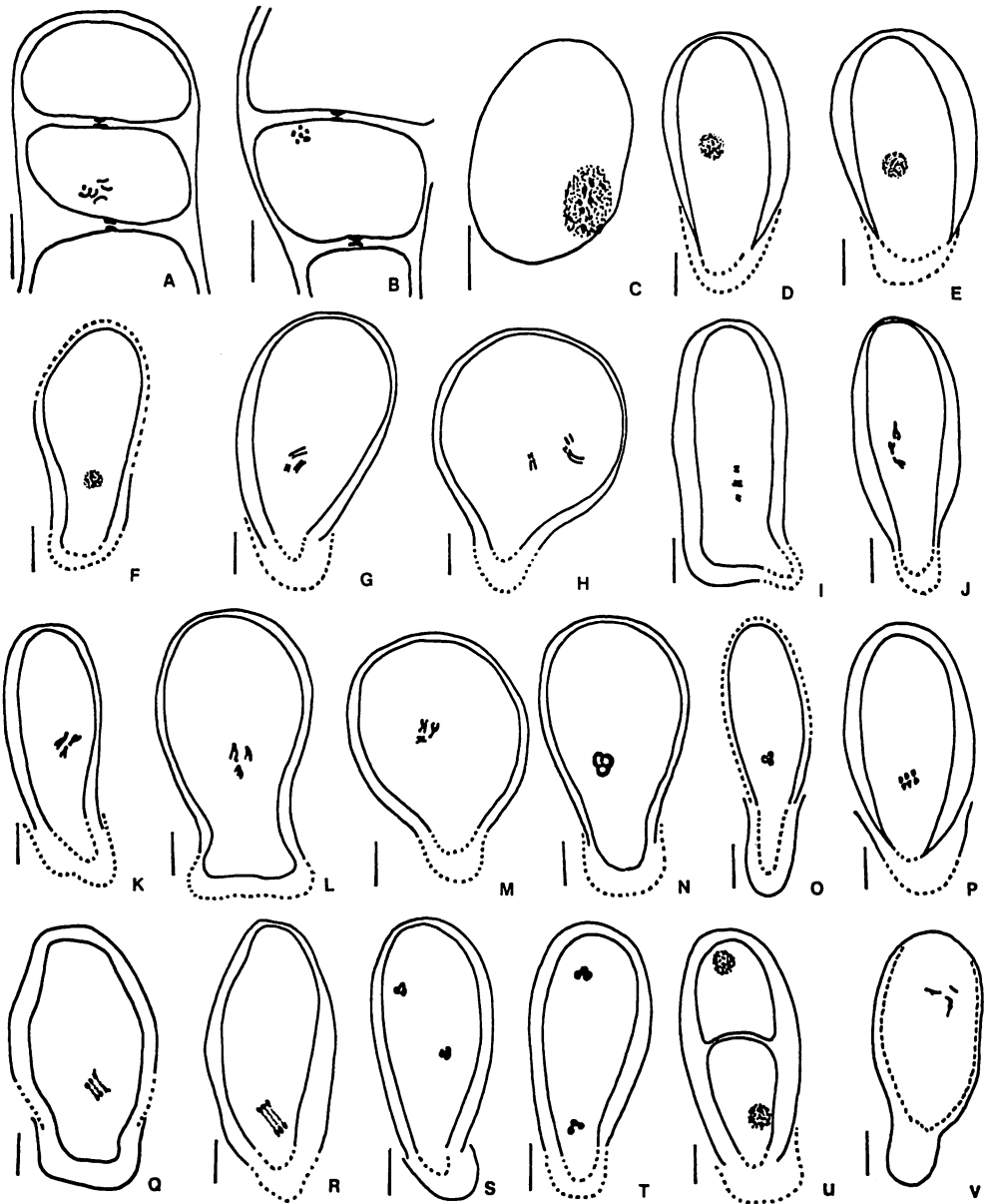


Fig. 4. The explanatory diagram of Figs. 1, 2 and 3. A, B. Metaphase showing six chromosomes in conchosporangial cells; C. A conchospore showing a resting nucleus; D-F. Prophase showing chromatin threads; G-I. Diplonema stage; J-M. Diakinesis stage; N, O. Metaphase. P-R. Anaphase; S-T. Late anaphase; U. Interkinesis; V. Metaphase in monospore germling showing three chromosomes. Scale (A-V) = 5  $\mu$ m.

the life history of *Porphyra tenera* KJELLM.  
 Scientia Sinica, 4: 375-398.  
 WITTMANN, W. 1965. Aceto-iron-haematoxylin-

chroral hydrate for chromosome staining.  
 Stain Tech., 40: 161-164.