

中国常见红藻超微结构

图书在版编目 (CIP) 数据

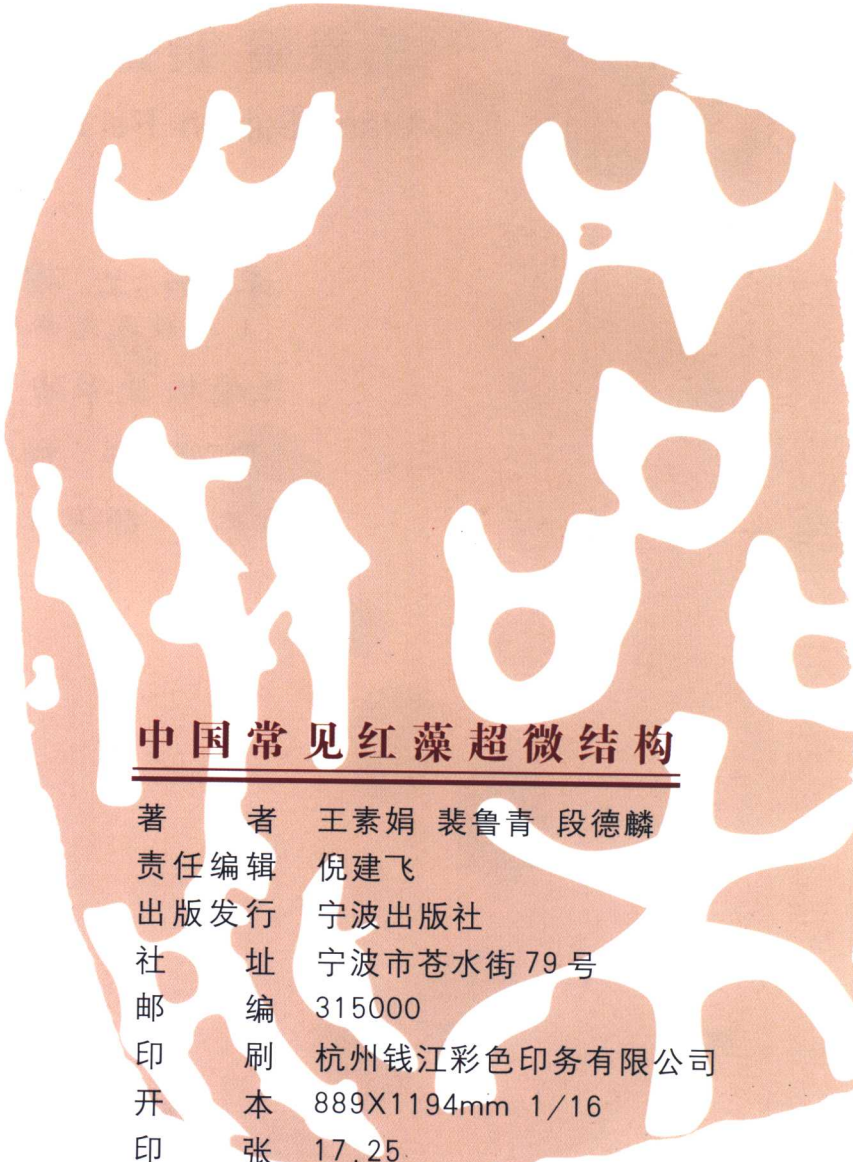
中国常见红藻超微结构 / 王素娟, 裴鲁青, 段德麟著.

宁波: 宁波出版社, 2004.2

ISBN 7-80602-708-4

I. 中国... II. ①王... ②裴... ③段... III. 红藻门—
超微结构—中国 IV. Q949.29

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 115038 号



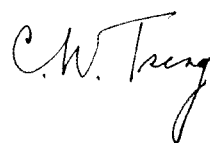
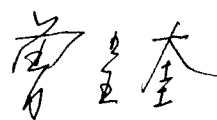
中国常见红藻超微结构

著 者	王素娟 裴鲁青 段德麟
责任编辑	倪建飞
出版发行	宁波出版社
社 址	宁波市苍水街 79 号
邮 编	315000
印 刷	杭州钱江彩色印务有限公司
开 本	889X1194mm 1/16
印 张	17.25
字 数	350 千
版次印次	2004 年 2 月第 1 版第 1 次印刷
书 号	ISBN 7-80602-708-4/Q · 1
定 价	80.00 元

版权所有 侵权必究

序

我曾在 1991 年为上海水产大学王素娟教授主编的《中国经济海藻超微结构研究》一书写过序。时隔 12 年的今天,我再次为由王素娟发起,并与宁波大学裴鲁青教授、中国科学院海洋研究所段德麟博士合作出版的第二本关于海藻超微结构研究的专著《中国常见红藻超微结构》一书写序,感到十分欣慰。近十年来,我国藻类学研究领域有了飞跃的发展,藻类生物技术和遗传工程研究在生产上得到了广泛的应用,特别是《中国海藻志》分卷册的陆续出版,更为海藻超微结构的研究提供了很好的基础和有利条件。从本专著的内容看,它包括了红藻门的 7 个目,15 个科,23 个属,共有 45 种,研究用的标本分别采自广东湛江,福建厦门,浙江舟山和山东青岛。全书共 130 个图版,图片选择得当,印制清晰明目,文字描述简练准确,堪称是一本研究水平高、图文并茂的学术专著。该书的出版标志着我国藻类学超微结构研究领域又上了一个新的台阶,也为今后我国的藻类学研究工作提供了深入的、更广阔的视野。



2003.8

前 言

中国拥有漫长的海岸线,众多的岛屿,丰富的海洋生物资源,其中海藻是我国开发和利用最早的海洋生物类群。因此,我国成为世界上海藻生产规模最大,栽培技术及研究水平较高的国家,这些成就是与上个世纪五六十年代我国藻类研究工作者的努力分不开的。从上个世纪八十年代以来,藻类生物技术受到关注。与微型藻类研究和应用,分子与细胞生物学及活性物质研究发展相比,藻类形态结构与分类学的研究相对滞缓。1991年,《中国经济海藻超微结构研究》一书出版,介绍了一些藻类微观知识和国外该领域的研究概况,这为海藻生物技术的研 究提供了基础资料。它是我国第一本有关藻类超微结构研究的专著,其中涉及了红藻6个属,12种,另外有褐藻和绿藻等其他重要经济藻类。

在其后的10年里,随着《中国海藻志》丛书的相继出版,对藻类细胞微观结构的研究提出了新的要求。因此,我们在中国经济海藻超微结构研究工作的基础上,进行了我国常见红藻超微结构的进一步研究,历时两年。针对我国沿海几个主要海区,在浙江舟山、广东湛江、山东青岛及福建厦门等地采集标本,固定样品近130个,并进行了样品的处理和电镜观察,获得照片1000余张,从中筛选出470余张,收入《中国常见红藻超微结构》一书,共涉及红藻门7个目,15个科,23个属,45种。本书基本包括了中国常见的海洋红藻,但也有个别种类可能是尚未正式报道过的属种。另外,为了了解有关红藻孢子生长发育过程中细胞超微结构的变化,我们还在实验室进行了某些红藻孢子的放散培养及电镜观察,如在圆紫菜果孢子的萌发观察中,可观察到准备繁衍的孢子中积累的大量贮藏物质——红藻淀粉,随着萌发被作为能源而消耗,同时原生质浓,线粒体大量增加,色素体的成长、细胞壁的形成和细胞体积的增大,通过电镜照片均能直观地展现出来。

本书对常见红藻细胞器进行了标注,并参考有关文献,做了简要的文字说明,但对有些种类中的一些特殊结构难以确定与解释,只能留给读者思考,或有待感兴趣的人士做进一步研究。为了便于初学者理解,本书也提供了一些电镜的低倍观察照片和光学显微模式图片。《中国常见红藻超微结构》一书以图片为主,图文并茂,试图给读者以更广阔的想象空间。希望我们的工作,除了给藻类工作者、大专院校的学生提供一些有

用的参考资料外,还能够借助这些照片结果的提示,进一步开展更加深入的研究工作。

本书由王素娟教授发起,是在各作者的热情参与及分工合作下完成的。标本采集和处理、孢子的放散和培养是在宁波大学海洋生物工程重点实验室、中科院海洋所海洋生物技术重点实验室及上海水产大学藻类生物技术实验室完成的,电镜的观察和图片的拍摄由上海水产大学专人负责,在复旦大学上海医学院电镜室完成。本书在出版过程中,还得到有关人士的支持和多方面帮助,在此一并表示诚挚的感谢。由于时间短,著者水平所限,不当之处,敬请予以指正。

著 者

2003 年 8 月

Preface

China holds long coastal lines, numerous islands, as well as abundant marine bioresources, and has been pioneering in seaweed cultivation and utilization with the longest history. With the efforts of extensive studies during 1950's and 1960's, it is undoubtedly say that China plays an important role to the seaweed mariculture and aquacultural technologies in the world. Since the birth of algal biotechnology in the 1980's, the research in morphological structure and systematic phylogeny has been not so active, compared with the progress of microalgal research and application, cellular and molecular biology, and bioactive compound study of phycology. In 1991, the first publication of *Study on Ultrastructure of Economic Seaweeds in China*, introduced the knowledge of phycology on ultrastructural level, and provided the information for marine algal research. This book has elaborated on 6 genus and 12 species of Rhodophyta, as well as other economic seaweeds in Phaeophyta and Chlorophyta.

During the past 10 years, with the publication of a comprehensive series of *Flora Algarum Marinarum Sinicarum*, it is need to update the more information on algal ultrastructure to keep the pace with the development of algal biotechnology. Based on the research expertise of the first book, we have been focusing on ultrastructural studies in common red seaweeds of China. It took two years to obtain more than 130 fixed specimens, with samples collections from major vicinity of China coast, including Zhoushan in Zhejiang Province, Zhanjiang in Guangdong Province, Qingdao in Shandong Province, and Xiamen in Fujian Province. Ultimately, 476 photos were selected in this new book, this were through more than 1000 photos obtained under electronic microscope observation. It involved 7 orders, 15 families, 23 genus and 45 species, and covered the common red seaweeds of China. For better understanding the growth and development of spores, we either conducted experiments indoors on spores' liberation, culturing and the observation. For example, photos of carpospore development for *Porphyra suborbiculata*, indicated the accumulation of large amount of floridean starch at the initial reproductive stage, with the germination process, it was consumed as energy, following the number increasing of mitochondria, growth of plastids, formation of cellular wall, and the enlargement of cellular volume, all the phenomena were exhibited with the photos.

In this book, we labeled general organelles to the red algal cells, and concisely illustrated by consulting the bibliographic record. However, we could not present full explanation for some particular structures, which merit readers' considerations and interested researchers' for further study. On the other hand, in order to facilitate the beginners' understanding, we also provided some photos of low-resolution

under electronic microscope, light microscope and with model structural illustrations. In addition, photos with necessary explanations will give more thinking to the readers for future study, and we hope it will provide valuable information for phycologists and the students in research institutes and universities.

The publication of this book was suggested by Prof. Sujuan Wang, and was cooperated for the authors with enthusiasms. Samples collections and treatments were conducted in Marine Biotechnology Key Lab, Ningbo University; Key Lab of Marine Biotechnology, Chinese Academy of Sciences and Algal Biotechnology Lab, Shanghai Fisheries University, observations and photos were finished in Shanghai Fisheries University and were conducted in Fudan University, Shanghai Medical College, Electronic Microscope Lab. We thank many friends and colleagues for their encouragement, help and criticisms during the preparation of the book.

Authors

August, 2003

目 录

坛紫菜 <i>Porphyra haitanensis</i> T. J. Chang et B. F. Zheng 图版 1—2	(2)
条斑紫菜 <i>Porphyra yezoensis</i> Ueda 图版 3—10	(6)
圆紫菜 <i>Porphyra suborbiculata</i> Kjellm. 图版 11	(22)

海索面目 NEMALIONALES

顶丝藻科 Acrochaetiaceae

顶丝藻 <i>Acrochaetium</i> sp. 图版 12	(24)
---	------

石花菜目 GELIDIALES

石花菜科 Gelidiaceae

大石花菜 <i>Gelidium pacificum</i> Okam. 图版 13—18	(26)
小石花菜 <i>Gelidium divaricatum</i> Martens 图版 19—20	(38)
匍匐石花菜扁平变种 <i>Gelidium pusillum</i> var. <i>pacificum</i> Taylor 图版 21—23	(42)
匍匐石花菜圆柱变种 <i>Gelidium pusillum</i> var. <i>cylindrricum</i> Taylor 图版 24—26	(48)
石花菜 <i>Gelidium amansii</i> Lamour. 图版 27—28	(54)
石花菜 <i>Gelidium</i> sp. 图版 29—31	(58)
拟鸡毛菜 <i>Pterocladella capillacea</i> (Gmelin) Santelices et Hommersand 图版 32—33	(64)

隐丝藻目 CRYPTONEMIALES

内枝藻科 Endocladaceae

海 萝 <i>Gloiopeltis furcata</i> (P. et. R.) 图版 34—35	(68)
---	------

隐丝藻科 Cryptonemiaceae

繁枝蜈蚣藻 <i>Grateloupia ramosissima</i> Okam. 图版 36—39	(72)
剑叶蜈蚣藻 <i>Grateloupia okamurai</i> Yamada 图版 40—42	(80)
舌状蜈蚣藻 <i>Grateloupia livida</i> (Harv.) Yamada 图版 43—45	(86)
带形蜈蚣藻 <i>Grateloupia turuturu</i> Yamada 图版 46—48	(92)

蜈蚣藻节荚变型	<i>Grateloupia filicina</i> var. <i>lomentaria</i> Howe	图版 49—51	(98)
海 膜	<i>Halymenia sinensis</i> Tseng et C. F. Chang	图版 52—56	(104)
拟厚膜藻	<i>Pachymeniopsis elliptica</i> (Holm.) Yamada	图版 57—60	(114)
厚膜藻	<i>Pachymenia carnos</i> a J. Ag.	图版 61—64	(122)
隐丝藻	<i>Cryptonemia</i> sp.	图版 65—68	(130)

杉藻目 GIGARTINALES

江蓠科 Gracilariaceae

硬江蓠	<i>Gracilaria firma</i> C. F. Chang et B. M. Xia	图版 69—71	(138)
菊花江蓠	<i>Gracilaria lichenoids</i>	图版 72—76	(114)
异枝江蓠	<i>Gracilaria bailinae</i> Zhang et Xia	图版 77—78	(154)
细基江蓠繁枝变种	<i>Gracilaria tenuistipitata</i> var. <i>liui</i> Zhang et Xia	图版 79—80	(158)

沙菜科 Hypneaceae

密毛沙菜	<i>Hypnea boergesenii</i> Tanaka	图版 81—83	(162)
------	----------------------------------	----------	-------

茎刺藻科 Caulacanthaceae

茎刺藻	<i>Caulacanthus usutulus</i> (Turner) Kuetzing	图版 84—87	(168)
-----	--	----------	-------

育叶藻科 Phylloporaceae

扇形拟伊藻	<i>Ahnliopsis flabelliformis</i> (Harv.) Masuda	图版 88—91	(176)
-------	---	----------	-------

海头红科 Plocamiaceae

海头红	<i>Plocamium telfairiae</i> Harv.	图版 92—94	(184)
-----	-----------------------------------	----------	-------

红皮藻目 RHODYMENIALES

环节藻科 Champiaceae

节荚藻	<i>Lomentaria hakodatensis</i> Yendo	图版 95—96	(190)
-----	--------------------------------------	----------	-------

红皮藻科 Rhodymeniaceae

金膜藻	<i>Chrysomenia wrightii</i> (Harv.) Yamada	图版 97—100	(194)
-----	--	-----------	-------

仙菜目 CERAMIALES

仙菜科 Ceramiaceae

纵胞藻	<i>Centroceras clavulatum</i> (C. Ag.) Montagne	图版 101—102	(202)
圆锥仙菜	<i>Ceramium peniculatum</i> Okam.	图版 103—106	(206)
三叉仙菜	<i>Ceramium kondoi</i> Yendo	图版 107—108	(214)
细枝仙菜	<i>Ceramium tenuissimum</i> (Lyngb.) J. Ag.	图版 109—110	(218)
柔质仙菜	<i>Ceramium tenerrimum</i> (Martens) Okamura	图版 111	(222)
红叶藻科 Delesseriaceae			
具钩顶群藻	<i>Acrosorium venulosum</i> (Zanadimi) Kylin	图版 112—114	(224)
顶群藻	<i>Acrosorium yendoi</i> Yamada	图版 115	(230)
橡叶藻	<i>Phycodrys radicata</i> (Okam.) Yamada et Inagaki	图版 116—119	(232)
松节藻科 Rhodomelaceae			
粗枝软骨藻	<i>Chondria crassicaulis</i> Harv.	图版 120—123	(240)
多管藻	<i>Polysiphonia urceolata</i> (Lightf.) Grev.	图版 124	(248)
多管藻	<i>Polysiphonia fragilis</i> Harv.	图版 125—126	(250)
日本多管藻	<i>Polysiphonia japonica</i> Harv.	图版 127—128	(254)
多管藻	<i>Polysiphonia</i> sp.	图版 129	(258)
多管藻	<i>Polysiphonia</i> sp.	图版 130	(260)

中国常见红藻超微结构

ULTRASTRUCTURE OF COMMON RED SEaweEDS IN CHINA

王素娟 裴鲁青 段德麟 著

Wang Sujuan Pei Luqing Duan Delin

参 加 工 作 人 员
(按姓氏笔画排列)

王爱华 史翠娟 刘思俭

张丽娟 杨 锐 陈 烨

骆其君 胡远皆 俞永富



B1293295



宁波出版社

Ningbo Publishing House

坛 紫 菜

Porphyra haitanensis T. J. Chang et B. F. Zheng

(图版 1)

坛紫菜属红毛菜目,红毛菜科,紫菜属藻类,与条斑紫菜 *Porphyra yezoensis* 一起构成我国紫菜养殖业的两大种类,具有重要的经济价值。

该种藻体为长叶形,雌雄异体,晚期也有雌雄同体。藻体由一层细胞构成,藻体表面观细胞多角形,切面观长方形;细胞内有一轴生星状色素体,其中央为一大的蛋白核,在色素体与细胞膜之间有一细胞核,细胞内还有多个液泡位于色素体各腕之间。坛紫菜的营养细胞用酶解去壁后可形成单个的原生质体,其中一些可以直接长成小紫菜,称之为体细胞苗(图 4),在光学显微镜下观察原生质体,图 1 所示,外形如同孢子一样,圆球形,无壁,中央色素体浓缩。

原生质体的超微结构:坛紫菜细胞的原生质体球形,直径约 $15\sim 25\mu\text{m}$ (图 2),原生质膜围于原生质体外;星状色素体(C)大,外具被膜,类囊体(Thy)平行排列,无围周类囊体;色素体中央为蛋白核(P),液泡(V)小,少数脂质体(Ls)位于色素体腕附近;细胞核(N)周位,梭形,大小约为 $5.9\mu\text{m}\times 1.1\mu\text{m}$,核仁、核膜及核膜孔均清晰可见(图 3)。分离的原生质体有的会产生出芽现象(图 5),这种原生质体不易存活。

图 1 光学显微镜观察酶解的坛紫菜原生质体

Fig.1 Light micrograph of isolated protoplast from *Porphyra haitanensis* with enzyme

图 2 电镜观察酶解的原生质体,示色素体、类囊体排列、蛋白核、液泡、脂质体

Fig.2 Electron micrograph of isolated protoplast with enzyme, showing chloroplast(C), pyrenoid (P), vacuole (V), liposome (Ls), and arrangement of thylakoid (Thy)

图 3 原生质体的局部放大,示核、核仁、蛋白核和类囊体

Fig.3 Magnification of part of protoplast, showing nucleus (N), nucleolus (Nu), pyrenoid (P) and thylakoid (Thy)

图 4 原生质体培养后直接长成的幼苗

Fig.4 Juvenile seedling formation after protoplast culture

图 5 原生质体出芽

Fig.5 Bud formation from protoplast

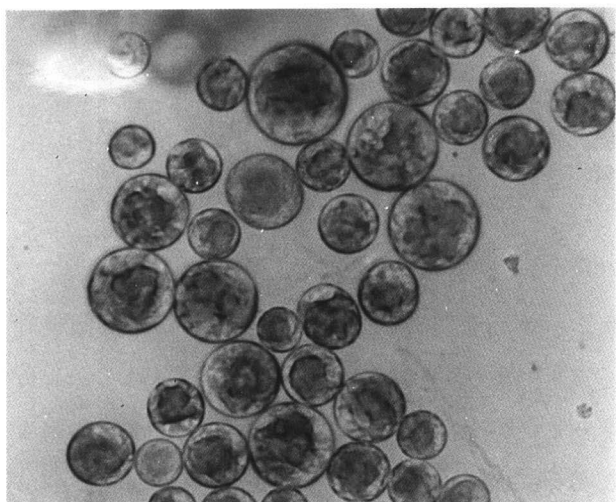


Fig.1



Fig.2

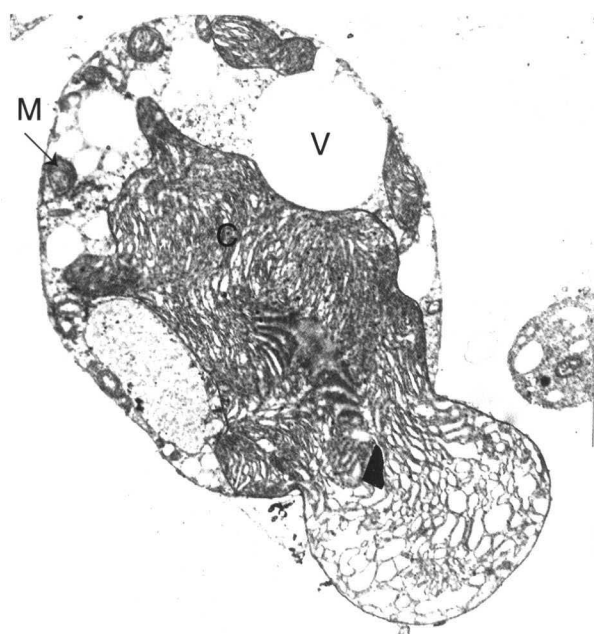


Fig.5

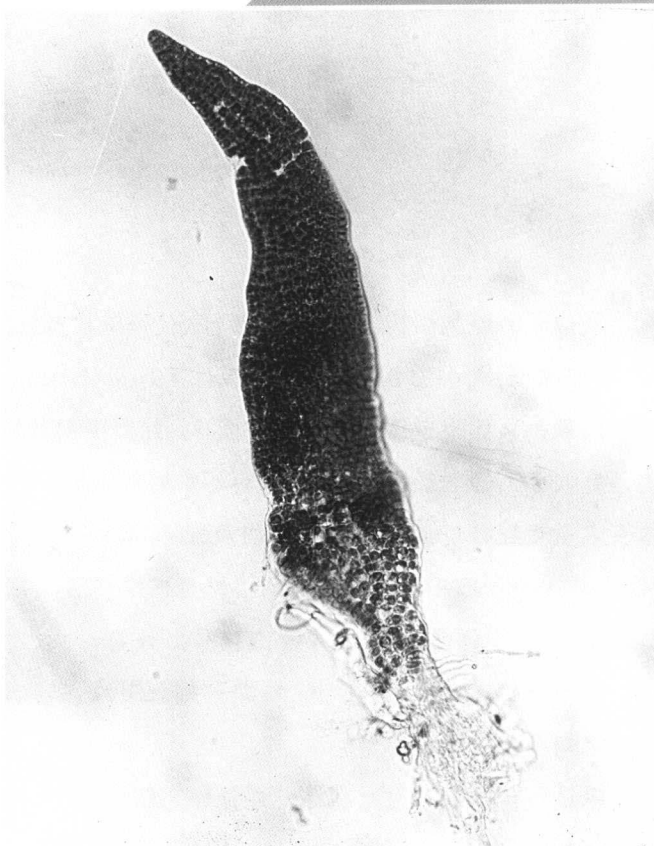


Fig.4

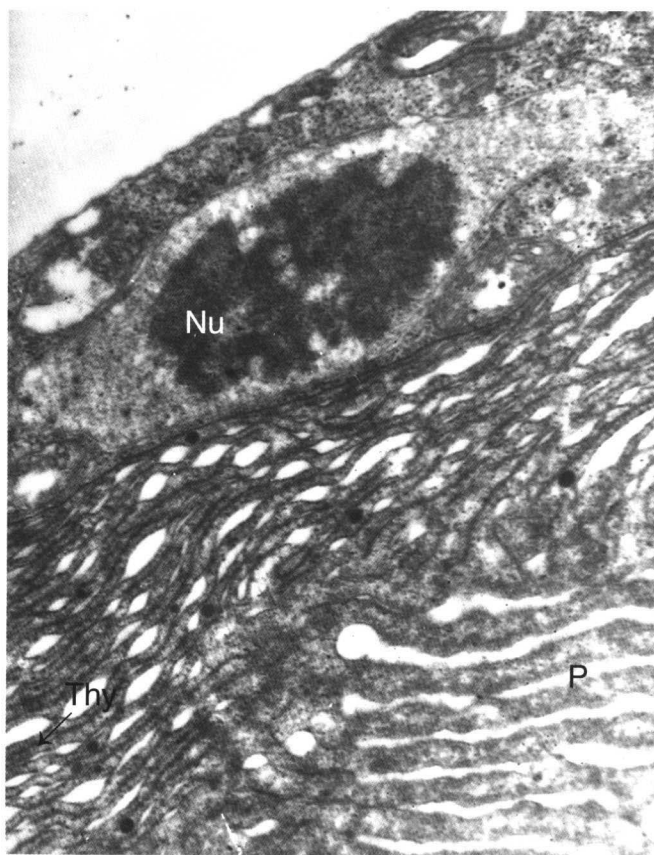


Fig.3

坛紫菜

Porphyra haitanensis T. J. Chang et B. F. Zheng

(图版 2)

果孢子的超微结构:孢子椭圆形,内有一星状色素体(C),腕的形状不规则,没有围周类囊体(图2);细胞核侧位,形如球拍,大小约 $6\mu\text{m}\times 2.2\mu\text{m}$,核仁 $1.2\mu\text{m}\times 1.1\mu\text{m}$,位于核的宽部(图1);线粒体(M)椭圆形 $0.7\mu\text{m}\times 1.7\mu\text{m}$,分布于核和色素体附近,内嵴密而多(图3),红藻淀粉数量不多,其中有的被分解利用,因而周围模糊(图3);果孢子内还有大小不等的囊泡,大囊泡内有不规则纤维状物,小纤维囊泡球形,有电子密度高的核心,在大小囊泡之间分布有大量核糖体(Rs)和一些平滑内质网与粗面内质网(图3),液泡小,两至三个或单独一个位于孢子中央或周围(图1)。果孢子放出后过一定时间可见到初生新壁(图3)。果孢子刚放出时发亮,折光性强,个体大,经过一定时间折光性变弱,个体变小,与大小囊泡被释出有关。

果孢子萌发生长成丝状体,由单列细胞组成,具有分枝,丝状体细胞长形,具有一个细胞核,色素体侧生带状,细胞之间有孔状联系。

电镜下观察坛紫菜丝状体营养细胞纵切面,可见细胞核长椭圆形,位于细胞中央,大小约 $2.3\sim 4\mu\text{m}\times 1.0\mu\text{m}$,色素体星状,中央有一大的蛋白核(P),线粒体位于色素体外侧或两腕之间(图4)。

营养藻丝发展成壳孢子囊枝后,细胞变粗大,细胞壁形成嵴状,扫描电镜下外形也很容易区别(图5)。

图1 果孢子,示核、色素体、红藻淀粉

Fig.1 Carpospore, showing nucleus (N), chloroplast (C) and floridean starch (Fs)

图2 坛紫菜果孢子的局部,示色素体的一部分,无围周类囊体

Fig.2 Part of carpospore, showing part of chloroplast (C) without peripheral thylakoid (PT)

图3 果孢子的局部,示线粒体、小囊泡大囊泡的结构愈合、红藻淀粉逐渐溶解和内质网

Fig.3 Part of carpospore, showing mitochondria (M), coalescence of fibrillar vesicle (FV) and core vesicle (CV), and decomposing floridean starch (Fs) and endoplasmic reticulum (Er)

图4 丝状体纵切面观,示色素体、蛋白核、核

Fig.4 Longitudinal section of conchocelis, showing chloroplast (C), pyrenoid (P) and nucleus (N)

图5 壳孢子囊枝的扫描电镜图片

Fig.5 Scanning electron micrograph of conchosporangium branch

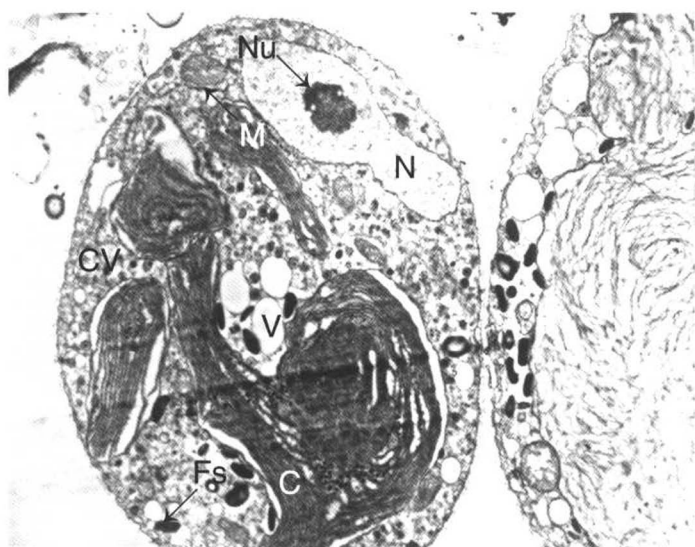


Fig.1

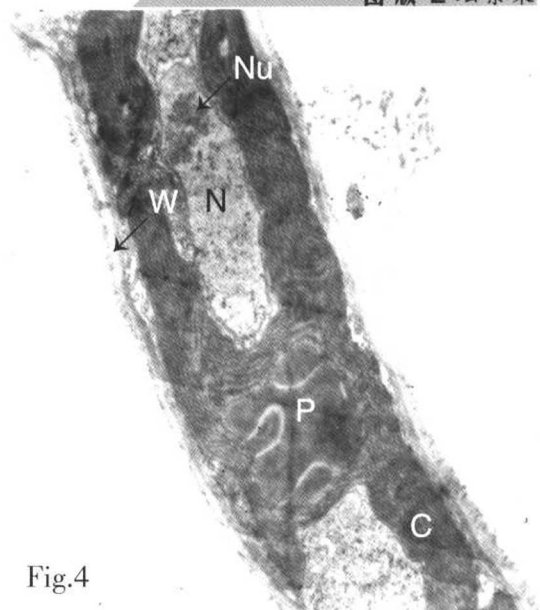


Fig.4



Fig.2

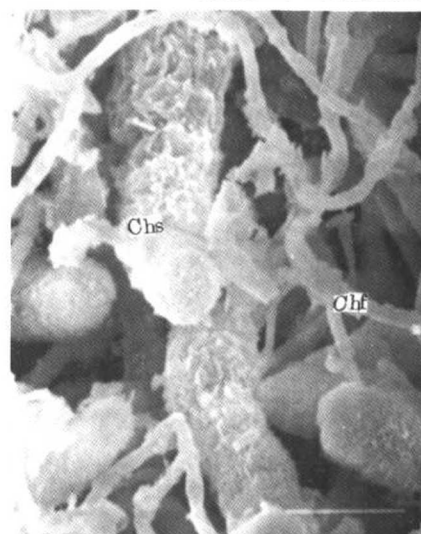


Fig.5

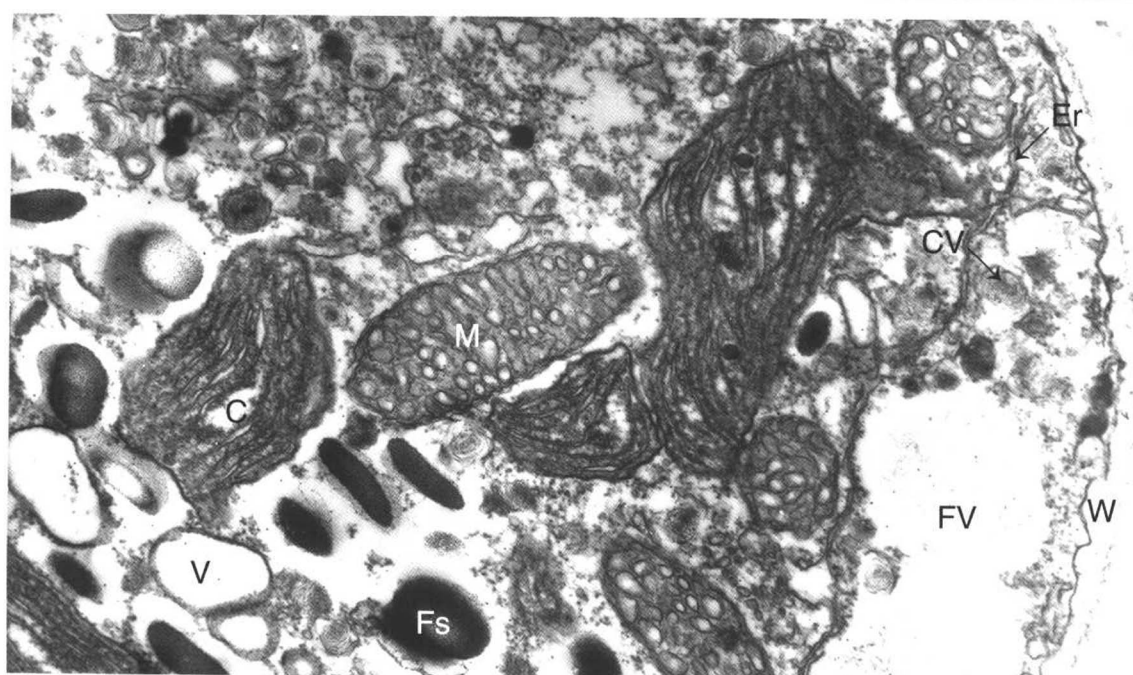


Fig.3

条斑紫菜

Porphyra yezoensis Ueda

(图版 3)

条斑紫菜属红毛菜目,红毛菜科,紫菜属,真紫菜亚属。藻体为一层细胞构成的叶状体,呈卵形、椭圆形,长 12~30cm,宽 2~6cm。由叶状体营养细胞可发育形成单孢子(monospore),单孢子放散可以附着萌发成紫菜幼苗。本版对单孢子形成过程进行观察,并用光学显微镜图作为对照。

紫菜叶状体的营养细胞(图 1)表面呈不规则的多角形,中央有一个轴生星状色素体,色素体腕之间是液泡,在光学显微镜下可以看到色素体中央折光性强的部分,这就是包在色素体内部的蛋白核(P)。

电镜观察营养细胞的超微结构:图 2 为 A 轴横切面观,细胞宽扁,图 3 为 B 轴切面观,细胞狭长,图 2—图 3 可见细胞内均有大的不规则形状色素体(C),中央有一大蛋白核(P),蛋白核内有弯曲的类囊体(Thy)伸入其中。细胞核(N)在细胞外围,因切面不同形状有所不同,在图 2 中呈三角形,在图 3 中为不规则多角形,在图 4 中又呈椭圆形,大小为 $3.27\mu\text{m}\times 1.13\mu\text{m}$,核仁 $1.33\mu\text{m}\times 0.93\mu\text{m}$;类囊体条数在各细胞中变化在 11~16 条,腕内 13~14 条,无周围类囊体(PT);藻体厚约 12~18.33 μm ,胶质膜厚 1.33~2.33 μm ,胶质膜上有锯齿状突起。图 5 为图 3 的放大,细胞中的同心层形结构(Cls)呈深黑色,此外还有数个细纹状层形结构。

图 1 光学显微镜观察,条斑紫菜营养细胞

Fig.1 Light micrograph of vegetative cell

图 2 营养细胞藻体切片电镜观,示藻体胶质膜突起、细胞星状色素体、蛋白核

Fig.2 Electron micrograph of vegetative cell, showing protuberant of mucilage membrane, asteroid chloroplast (C) and pyrenoid (P)

图 3 营养细胞纵切面观,示核、蛋白核

Fig.3 Longitudinal section of vegetative cell, showing nucleus (N) and pyrenoid (P)

图 4 一个营养细胞切面观,示蛋白核、色素体、核

Fig.4 Section of a vegetative cell, showing pyrenoid (P), chloroplast (C), and nucleus (N)

图 5 营养细胞切面观,示不同的同心层形结构

Fig.5 Section of a vegetative cell, showing different concentric lamini form structure (Cls)

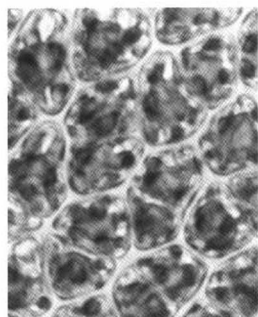


Fig. 1

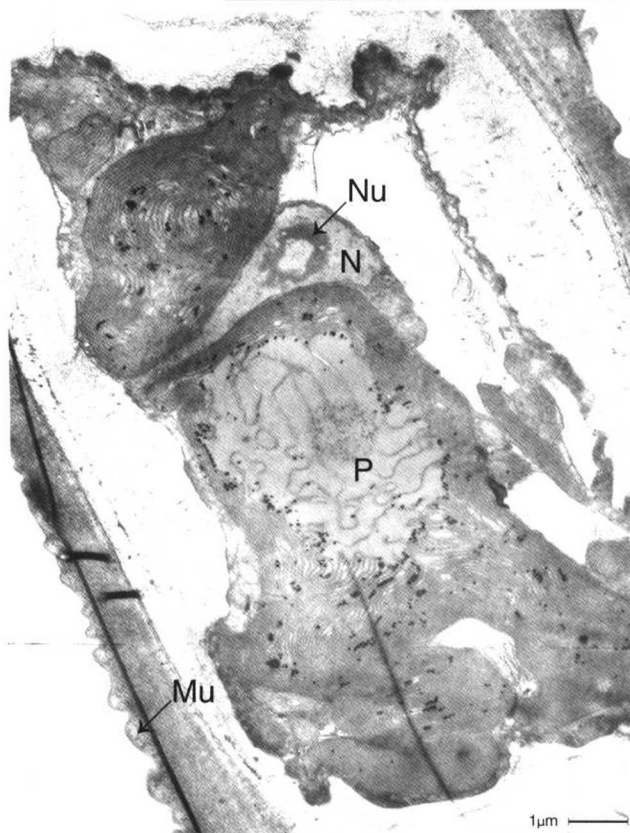


Fig. 2 ×7500

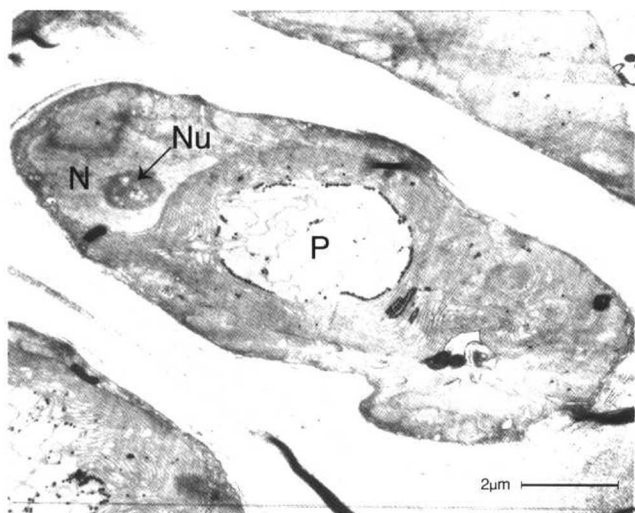


Fig. 3 ×6000

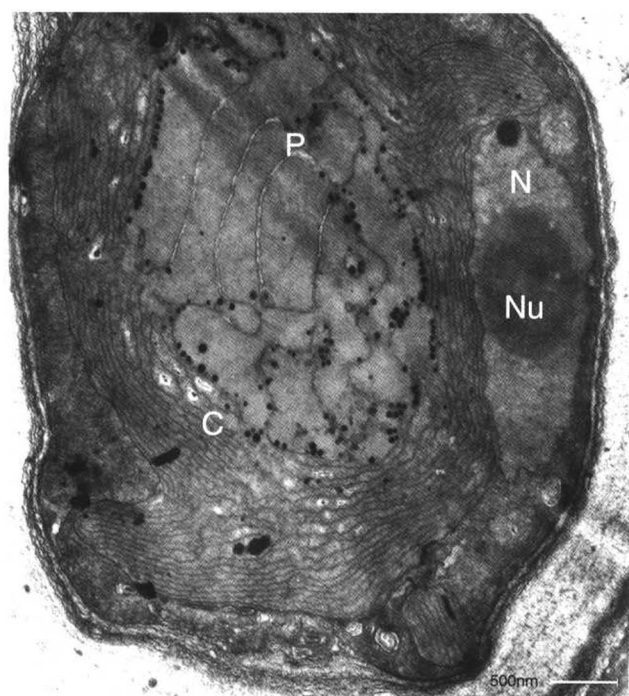


Fig. 4 ×15000

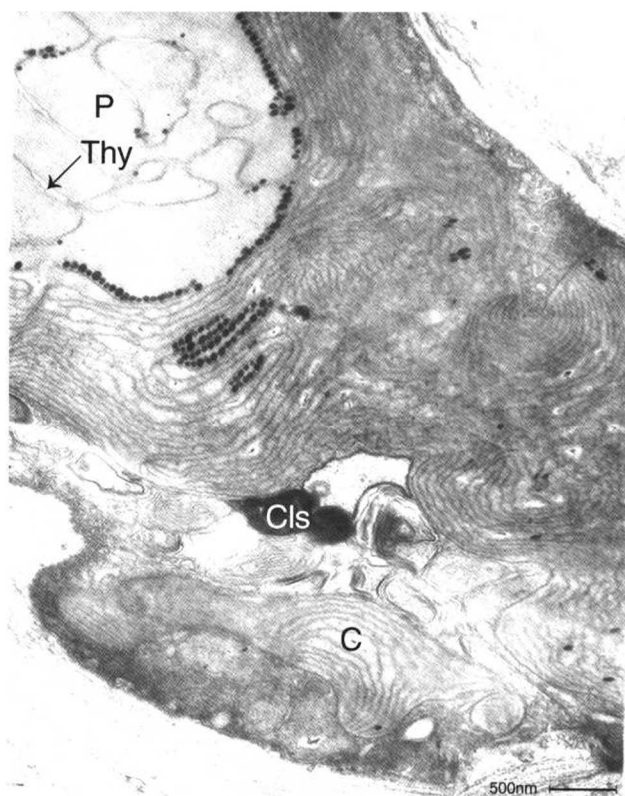


Fig. 5 ×18000