

第一届中国藻类学术讨论会 论文集

PROCEEDINGS OF THE 1ST CHINESE
PHYCOLOGICAL SYMPOSIUM

中国藻类学会 编辑

科学出版社

-53

3

第一届中国藻类学术讨论会 论文集

PROCEEDINGS OF THE 1ST CHINESE
PHYCOLOGICAL SYMPOSIUM

中国藻类学会 编辑

EDITED BY THE CHINESE PHYCOLOGICAL SOCIETY

· 98214

科学出版社

1983

内 容 简 介

本论文集共收集了 9 篇海藻方面的论文,如曾呈奎等的关于藻类植物进化的若干问题、郭玉洁的三十年来我国海洋浮游植物的研究、俞敏娟等的蓝裸甲藻生态学的初步研究以及朱浩然等的藻类化石在藻类系统研究上的意义等等;尚有 48 篇论文摘要,如曾呈奎等的西沙群岛网地藻目的研究、郑柏林的西沙群岛仙菜属的分类研究以及方宗熙等的海带雌配子体对硼的反应等等。

本书可供藻类学工作者以及大专院校生物系师生参考。

第一届中国藻类学术讨论会 论文集

PROCEEDINGS OF THE 1ST CHINESE
PHYCOLOGICAL SYMPOSIUM

中国藻类学会 编辑

责任编辑 赵 璞

科学出版社 出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1983 年 2 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

1983 年 2 月第一次印刷 印张:7 1/2 插页:1

印数:0001—1,940 字数:165,000

统一书号:13031·2157

本社书号:2949·13—8

定价:1.30 元

前 言

在中国科协和中国海洋湖沼学会的支持下,1979年10月成立了中国海洋湖沼学会下属的二级学会——中国藻类学会。中国藻类学会的成立是我国藻类学界的一件大事,它有利于促进国内外学术交流,它标志着我国藻类学研究发展到了一个新阶段。

在成立大会上,来自全国各地的68名代表汇集一堂,交流了经验和成果,共同协商了我国藻类学的科研和教学问题,表达了我国藻类学工作者要为祖国四化贡献力量的决心。

会上,代表们向大会提出了学术论文和研究报告共101篇。这些论文和报告内容丰富,不论从数量还是质量上看,都较过去进步很大。有的回顾了我国藻类学研究的历史,分析和展望了我国藻类学研究的未来;有的综述了多年的研究成果;有的报告了最近的新发现,阐述了新观点。

纵观这次会议的论文有以下三方面的特点:第一,表明我国藻类学研究已从形态的描述向系统演化的探讨方面发展;第二,在藻类的生理、生化和遗传方面正向纵深发展;第三,古藻类化石在地质学和生命起源方面的研究和应用得到了重视。

为迅速反映、交流这些成果和经验,中国藻类学会在科学出版社的支持下,决定从全部论文中选编56篇,汇集成这本文集。

我们希望通过这本文集进一步促进学术交流,推动我国藻类学的研究工作,为实现祖国的四个现代化做出应有的贡献。

曾 呈 奎

1980年8月

目 录

前言	曾呈奎 (vii)
关于藻类植物进化的若干问题	曾呈奎 周百成 (1)
三十年来我国海洋浮游植物的研究	郭玉洁 (9)
蓝裸甲藻生态学的初步研究	俞敏娟 俞家禄 林坤二 陈明惠 陶为民 (15)
双脚多甲藻的生态观察与培养实验	曾昭琪 倪达书 (23)
光照强度对固氮蓝藻的色素形成光合放氧和固氮活性的影响	张宪孔 刘其芳 刘 梅 王后乐 黎尚豪 (29)
栽培紫菜叶状体绿烂病因的研究	陈 驹 于义德 杨肇惠 (35)
紫菜叶状体营养细胞的研究 I. 条斑紫菜营养细胞的分离、培养和长成小紫菜的观察	卢澄清 李永祺 胡增森 陈菊琦 (45)
氮、磷、铁对盐藻生长影响的初步研究	陈立人 向葆卿 马志珍 李复馨 刘永宏 (57)
藻类化石在藻类系统研究上的意义	朱浩然 刘志礼 刘雪娴 (63)

摘 要

西沙群岛网地藻目的研究	曾呈奎 陆保仁 (73)
中国南海绒扇藻属的新种和新记录	曾呈奎 董美龄 (73)
西沙群岛仙菜属的分类研究	郑柏林 (74)
中沙群岛和西沙群岛海域的角藻属	郭玉洁 叶嘉松 周汉秋 (75)
我国西沙群岛产凹顶藻属的两个新种	张峻甫 夏邦美 (76)
西沙群岛海产念珠藻目的分类研究	华茂森 (77)
我国紫菜属的一新种和一新记录	王素娟 章景荣 (78)
中国乳节藻属的研究	周贞英 陈灼华 (79)
浙江中、北部沿海诸岛屿的红藻的研究 (I)	王素娟 (80)
网实藻属的一新种——西沙网实藻	张峻甫 夏邦美 (80)
山东省黄县产的海浮石——一些石枝藻属藻类	张德瑞 周锦华 (81)
福建厦门产的一种经济海藻——“海面线”的描述	夏邦美 张峻甫 (82)
浙闽多管藻属的研究	项斯端 (83)
浙江海藻调查初报	项斯端 (83)
二种乳节藻果孢子子在囊果内萌发的观察	陈灼华 周贞英 (84)
西沙群岛甲藻的研究 II. 管甲藻属甲板形态和种的描述	陈国蔚 (84)
胶州湾多甲藻的研究 II. 二新种	王筱庆 倪达书 (85)
沈阳地区的硅藻	林碧琴 (86)
南海中部浮游植物生态的研究	郭玉洁 叶嘉松 (87)
舟山普陀岛海藻群落生态的初步研究	杨宗岱 (88)

山东省荣成县近海浮游植物的研究·····	钱树本 陈国蔚 汤庭耀 (89)
中国蕨藻属地理分布·····	杭金欣 (90)
杭州西湖浮游藻类的初步研究·····	何绍箕 刘经雨 毛发新 (90)
半盐水沟内周丛群落的种间相互关系·····	洪黎民 吴人坚 周纪纶 (92)
潮间带底栖海藻的光合作用特性和色素组成的比较研究···	周百成 泮忠正 曾呈奎 (93)
几种经济海藻生产力的初步研究·····	温宗存 吴超元 彭作圣 张京浦 (94)
几种藻类光合细胞器的比较研究·····	朱浩然 曾昭琪 (95)
海藻原生质体分离的初步研究·····	王素娟 章景荣 (96)
展望华南沿海的海藻栽培事业·····	刘思俭 (97)
条斑紫菜游离丝状体生态的研究·····	王素平 姜红如 (97)
条斑紫菜叶状体营养细胞的培养·····	赵焕登 张学成 (98)
坛紫菜绿变病及其防治的研究·····	同安点紫菜防治病烂小组 (99)
动态采坛紫菜果孢子方法的研究·····	林大华 林裕水 邱俊卿 (100)
关于坛紫菜壳孢子放散的日周期性的观察·····	陈国宜 (101)
坛紫菜自由丝状体的早期生长与外界条件的关系·····	陈国宜 (101)
海带柄粗叶卷病及其防治技术的研究·····	汪克贤 薛真福 黄祖芸 张佐芳 (102)
海带性别遗传的初步研究·····	蒋本禹 唐志洁 曲维扬 (103)
海带雌配子体对硼的反应·····	方宗熙 江乃萼 阎祚美 (104)
海带雌配子体对 He-Ne 激光反应的初步实验·····	陈发勤 陈维胜 (105)
海带雌配子体对碘的反应·····	阎祚美 江乃萼 (106)
海带雌配子体对吲哚乙酸反应的初步观察·····	方宗熙 陈维胜 (107)
无机氮和磷影响海带雌配子体生长发育的初步观察·····	方宗熙 王宗诚 (108)
微量元素锰对海带配子体生长的效应·····	赵焕登 (109)
用葡萄糖氧化酶、过氧化物酶和联大茴香胺法测定褐藻中的褐藻淀粉 ·····	赵学武 王作芸 (110)
海南岛的琼脂及其养殖·····	庄 屏 (111)
一种海生隐藻光合色素的初步分析·····	胡鸿钧 (112)
柱孢鱼腥藻和棕色固氮菌的固氮酶组份的交叉反应·····	何振荣 林惠民 杜岱贤 辛武生 黎尚豪 (112)
三角褐指藻的生物学及其培养·····	华汝成 张道南 (114)

PROCEEDINGS OF THE 1ST CHINESE PHYCOLOGICAL SYMPOSIUM CONTENTS

Preface	C. K. Tseng (vii)
Some problems on the evolution of algae	C. K. Tseng and Zhou Baicheng (7)
Three decades of marine phytoplankton research in China	Guo Yujie (Y. C. Kuo) (13)
A primary observation on the ecology of <i>Gymnodinium cyaneum</i> Hu, sp. nov.	Yu Minjuan, Yu Jialu, Lin Kuner, Chen Minghui and Tao Weimin (21)
A preliminary observation on the ecological factors and experimental culture of a fresh-water dinoflagellate <i>Peridinium bipes</i> Stein.....	Tseng Chaetsi and Nie Dashu (28)
Effect of light intensity on pigmentation, photosynthetic O ₂ evolution and N ₂ -fixing blue-green algae	Zhang Xiankong Liu Qifang, Liu Mei, Wang Houle and Ley Shanghai (33)
Studies on the etiology of green rot disease of cultivated <i>Porphyra</i>	Chen Dou, Yu Yide and Yang Zhaohui (40)
Studies on vegetative cells of the thallus of <i>Porphyra</i> I. The isolation and culturing of vegetative cells, with observation on the development of isolated vegetative cell into <i>Porphyra</i> thallus.....	Lu Chengqing, Li Yongqi, Hu Zengmiao and Chen Juqi (50)
Primary studies concerning the effects of nitrogen, phosphorus and iron on the growth of <i>Dunaliella</i> sp.	Chen Liren, Xiang Baoqing, Ma Zhizhen, Li Fuxin and Liu Yonghong (62)
Value of fossil algae in phylogenetic and systematic researches of phycology	Zhu Haoran (H. J. Chu), Liu Chili and Liu Siya (70)

ABSTRACT

Studies on <i>Dictyotales</i> of the Xisha Islands, Guangdong Province, China	C. K. Tseng and Lu Baoren (73)
Studies on new and unrecorded species of <i>Avrainvillea</i> from South China Sea.....	C. K. Tseng and Dong Meiling (74)
Studies on the taxonomy of <i>Ceramium</i> from the Xisha Islands, Guangdong Province, China	Zheng Bailin (P. L. Cheng) (75)
On some Ceratia in the waters around the Zhongsha Islands and the Xisha Islands, Guangdong Province, China.....	Guo Yujie, Ye Jiasong and Zhou Hanqiu (76)
Two new species of <i>Laurencia</i> from Xisha Islands, Guangdong Province, China	Zhang Junfu (C. F. Chang) and Xia Bangmei (76)
Taxonomic studies on the <i>Nostocales</i> of Xisha Islands, Guangdong Province, China	Hua Maosen (77)
A new species and a new record of the genus <i>Porphyra</i> (Bangiales, Rhodophyta)	

- in China Wang Sujuan and Chang Jingrong (78)
- On studies of Chinese species of *Galaxaura* ... Zhou Zhenying and Chen Zhuohua (80)
- Studies on Rodophyta from islands near the middle northern coast of Zhejiang Province(I) Wang Sujuan (80)
- A new species of marine algae: *Fauchea xishaensis* sp. nov. Zhang Junfu (C. F. Chang) and Xia Bangmei (81)
- The "Hai fu shi" from Huang-Xian, Shangdong Province—*Lithothamnium* spp. Zhang Derui (T. J. Chang) and Zhou Jinghua (82)
- Description of an economic marine algae "Haimianxian" from Xiamen, China ... Xia Bangmei and Zhang Junfu (C. F. Chang) (82)
- Studies on the *Polysiphonia* of Zhejiang and Fujian Province, China Xiang Siduan (83)
- Marine algae of Zhejiang Province Xiang Siduan (83)
- The germination of carpospores in the cystocarps found in two species of *Galaxaura* Chen Zhuohua and Zhou Zhenying (84)
- Dinoflagellata* of the Xisha Islands
- II. The thecal morphology of *Amphisolenia* with descriptions of species Chen Kouwei (85)
- Studies on *Peridinium* from Jiaozhou Bay, Qingdao
- II. Two new species Wang Xiaoqing and Nie Dashu (86)
- Fresh-water *Diatoms* of Shenyang environs Lin Biqin (87)
- Ecological studies on phytoplankton of the middle portion of the South China Sea Guo Yujie and Ye Jiasong (88)
- A preliminary study on the ecology of marine algae of Putuo Island, Zhoushan Archipelago Yang Zongdai (89)
- Studies on the phytoplankton from the offshore water of Rongcheng, Shandong... Qian Shuben, Chen Kouwei and Tang Tingyao (90)
- The *Caulerpa* distributes in China Hang Jinxin (90)
- A preliminary investigation of the phytoplankton in the west lake, Hangzhou Ho Shaochi, Liu Jingyu and Mao Faxin (92)
- The interrelationships between the members of a periphytic community in brackish water course Hong Limin, Wu Renjian and Zhou Jilun (93)
- Comparative studies on photosynthetic properties and pigment composition of intertidal benthic algae Zhou Baicheng, Pan Zhongzheng and C. K. Tseng (94)
- A preliminary study on the primary productivity of some benthic economic marine algae Wen Zongcun, Wu Chaoyuan, Peng Zuosheng and Zhang Jingpu (95)
- A Comparative study on the chloroplast of several species of algae Zhu Haoran (Chu Hao-jen) and Zeng Zhaoqi (Tseng Chao-tsi) (96)
- Preliminary study on the separation of the protoplast of marine algae Wang Sujuan and Chang Jingrong (96)
- A prospect for the cultivation of marine algae in the South China Sea Liu Sijian (97)
- Observation on the ecology of free-conchocelis of *Porphyra yezoensis* Ueda Wang Suping and Jiang Hongru (98)
- The cultivation of vegetative cells from the leafy phase of *Porphyra yezoensis*

..... Zhao Huandeng and Zhang Xuecheng (99)	
Studies on the disease of getting green in <i>Porphyra haitanensis</i> and it's prevention and cure.....	Experiment group of <i>Porphyra</i> disease at Tong An Station (100)
A method study on collecting carpospores of <i>Porphyra haitanensis</i> by means of stirring the tank water	Lin Dahua, Lin Yushui and Qiu Junqing (100)
Some observations on the daily periodicity of conchospore's liberation from <i>Porphyra haitanensis</i>	Chen Guoyi (101)
Relationship between the early growth of free-living conchocelis of <i>Porohydra haitanensis</i> with some environmental conditions	Chen Guoyi (102)
The swollen stipe-twisted frond disease in <i>Laminaria japonica</i> Aresch and its prevention and cure	 Wang Kexian, Xue Zhenfu, Huang Zuyun and Zhang Zuofang (103)
A preliminary study on the sex genitic of <i>Laminaria japonica</i> Aresch	 Jiang Benyu, Tang Zhije and Qu Weiyang (104)
Responses to boron of the female gametophytes of <i>Laminaria japonica</i>	 Fang Zongxi (T. C. Fang), Jiang Naie and Yan Zuomei (105)
A preliminary experiment of He-Ne Laser on the female gametophytes of <i>Laminaria japonica</i>	Chen Fachin and Chen Weisheng (106)
Responses to iodine of the female gametophytes of <i>Laminaria japonica</i>	 Yan Zuomei and Jiang Naie (107)
Preliminary observations on the effects of IAA on the growth of the female gametophytes of <i>Laminaria japonica</i>	 Fang Zongxi (T. C. Fang) and Chen Weisheng (108)
Preliminary observations on the effects of inorganic N and P on the growth of the female gametophytes of <i>Laminaria japonica</i>	 Fang Zongxi (T. C. Fang) and Wang Zongcheng (109)
The effect of trace element Mn on the growth of Haidai (<i>Laminaria japonica</i>) gametophytes	Zhao Huandeng (110)
Determination of Laminaran in brown algae by glucose oxidase, peroxidase and dianisidine methods	Zhao Xuewu and Wang Zuoyun (111)
<i>Eucheuma</i> from Hainan Island and its cultivation	Zhuang Ping (111)
The preliminary analysis of photoreactive pigments in <i>Cryptomonas</i> sp.	 Hu Hongjun (112)
The cross reaction of nitrogenase components from <i>Anabaena cylindrica</i> and <i>Azotobacter vinelandii</i>	 He Zhenrong, Lin Huimin, Du Daixian, Xin Wusheng and Ley Shanghai (114)
A brief information concerning the biology and cultivation of <i>Pheodactylum 'tricornutum</i> Bohlin	Hua Rucheng and Zhang Daunan (114)

关于藻类植物进化的若干问题*

曾呈奎 周百成

(中国科学院海洋研究所)

在植物的进化过程中,藻类介于细菌和高等植物之间。由于藻类处于这种承前启后的地位,所以在研究植物进化时,藻类植物的进化就成为十分重要的问题。我们已经在三次学术会议上讨论过植物界的系统发育问题¹⁻³。根据植物界的进化过程的分析,我们提出了对植物界的系统发育的初步看法和系统树。我们建议将植物界分为五个亚界:1. 细菌亚界 (Bacteriophyta), 2. 红蓝植物亚界 (Rhodocyanophyta), 3. 杂色植物亚界 (Chromophyta), 4. 绿色植物亚界 (Euchlorophyta) 和 5. 菌类亚界 (Mycophyta)。红蓝植物亚界包括二门藻类: 蓝藻门 (Cyanophyta) 和红藻门 (Rhodophyta)。杂色植物亚界包括六门藻类: 隐藻门 (Cryptophyta)、甲藻门 (Dinophyta)、黄藻门 (Xanthophyta)、金藻门 (Chrysophyta)、硅藻门 (Bacillariophyta) 和褐藻门 (Phaeophyta)。绿色植物亚界中有原绿藻门 (Prochlorophyta)、裸藻门 (Euglenophyta)、绿藻门 (Chlorophyta) 和轮藻门 (Charophyta) 等四门藻类。藻类植物共计十二个门。

本文在关于植物界系统发育探讨的基础上,根据在生物的初期进化中,色素、光合器的结构和功能起着决定性作用的观点,着重讨论同藻类植物进化有关的几个问题。

一、蓝藻是藻类, 不是细菌

蓝藻是位于原核细菌和真核藻类之间的原核藻类。它们同细菌和真核藻类都有相似之处,所以存在着蓝藻是藻类还是细菌的争论。

虽然早在 1853 年, Cohn 就提出过蓝藻是细菌的观点,但是,一般认为,特别是藻类学家们大都认为这些植物是藻类,称为蓝藻 (blue-green algae), 属于蓝藻门 (Cyanophyta)。现在有不少学者重新提出这些植物是细菌而不是藻类的观点。他们将蓝藻改称为蓝细菌 (Cyanobacteria 或 blue-green bacteria), 与两类光合细菌: 绿细菌 (green bacteria) 和紫细菌 (purple bacteria) 一起并入原核生物界 (Procaryotac)。他们还认为近年来发现的原绿藻也是细菌,也应归入这个亚界。持这种观点的一些学者在他们的评论中系统地讨论过这些问题^[12,15,16]。这些学者将细胞核的类型作为最主要的依据,认为凡是原核生物都是细

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 582 号。

1) 曾呈奎、周百成, 光合作用和光合生物的进化, 1976 年 10 月在中国孢子植物志海藻分志协作会议上的宣读稿。

2) ——, 色素、光合作用和光合生物的进化, 1977 年 12 月在全国光合作用研究工作会议上宣读的油印稿。

3) ——, 藻类的系统发育和进化系统, 1978 年 9 月在藻类系统发育学术会议上的宣读稿。

菌,蓝藻是原核生物,因此也被认为是光合细菌之一,称为“蓝细菌”。他们还认为原核生物经过内共生成为真核藻类的叶绿体。光合作用的类型和光合色素的种类只能作为划分光合细菌的类群的依据。

我们认为光合色素的种类和光合作用的类型在决定一级分类方面比细胞核的类型更重要。从这种观点出发,显然蓝藻是藻类而不是光合细菌。

蓝藻和光合细菌虽然都是原核生物,但是光合细菌有菌绿素而蓝藻和其它藻类及高等植物则含有叶绿素;从光合色素的种类看,它们完全属于两条不同的进化途径。另一方面,蓝藻的光合作用类型与光合细菌不同,与其它藻类和高等植物相同,这是一种具有光系统 II,以水为供氢体,能够放出氧气的光合作用。光合细菌只有光系统 I,没有光系统 II,只能利用氧化还原电位比水低的物质作供氢体,进行不放氧的细菌光合作用。这说明在功能方面也有重大的区别。在这方面,这些学者还列举某些蓝藻能在特殊条件下从正常的光合作用转变成细菌光合作用,作为蓝藻是细菌的理由。实际上,在这种特殊条件下,蓝藻的光系统 II 只是被抑制,暂时只有光系统 I 起作用,但是,回到正常条件下,光系统 II 又重新工作。因此,这些蓝藻在特殊还原条件下的这种表现是进化过程中留下的残迹。它只能说明先有光系统 I,后有光系统 II,而不能作为蓝藻就是光合细菌的理由。蓝藻在核的类型、核糖体、细胞壁的结构和组成等方面与细菌相同,但在色素、光合作用类型以及无鞭毛等方面与红藻相同,与光合细菌完全不同。在植物沿着两大途径进化时,色素和光合作用类型的改变发生在细胞核的类型的改变之前,因此具有作为划分亚界以上的分类单元的特征的意义,它是比核的类型的差别更基本的差别。

另一方面,在生物进化史上,放氧的光合作用的出现是一个重大的转折点,它的意义并不次于真核的出现。原始大气是还原性的,因此,只有出现叶绿素 a 之后,才能出现光系统 II,有了光系统 II,光合作用才能放出氧气。地球上最早出现的,具有这种功能的植物就是蓝藻。在距今 28 亿年前出现了蓝藻,由于它们的光合作用,才逐渐改变了大气的性质。据 Cloud 估计,约在距今 20 亿年左右,由于蓝藻光合作用,使大气中的氧气达到现代大气含氧量的 1%,这时才产生了完全的氧化性代谢。有了高效率的氧化性代谢,才有可能使细胞进一步进化,才有可能在距今约 13 亿年前出现真核生物。由于氧化性大气和臭氧层的形成,使生物能从水体向陆地发展,逐渐进化到更高级的程度。这种作用是光合细菌的细菌光合作用所无法比拟的。因此,是否具有光系统 II 和放氧功能,可以作为划分亚界以上分类单元的标志。

主张蓝藻是细菌的学者不仅将蓝藻而且将原绿藻都归入原核生物界,这样就使五界论者提出的原核生物界更加包罗万象。这样的原核生物界中有非光合生物,又有光合生物;有光合细菌,又有能放氧的藻类;有的只有光系统 I,有的有光系统 I 和 II;有的有菌绿素,有的有叶绿素 a 和藻胆蛋白,有的甚至有叶绿素 a 和 b。唯一的共同点就是原核。五界论的基本出发点是以代谢类型的特点确定进化方向,并以此作为分界的标准。植物界、动物界和菌界的划分遵循了这一基本观点。但是,原核生物界和原生生物界这两个界的划分又违背了这一基本观点,是自相矛盾的。整个原核生物界的生物,只有原核这一共同点。就代谢类型而言,异养、自养的生物都有。在进化顺序上,包括了光能自养生物、光合作用的起源以及从嫌氧的光合作用到放氧光合作用这两大飞跃步骤。因此,这个界的成员在代谢类型和进化程度上都是不同的。以细胞核为依据,将蓝藻、原绿藻等都视为细

菌,必然导致这种理论上的混乱。根据我们的观点,光合细菌和非光合细菌都归入细菌亚界。蓝藻和原绿藻都是藻类而不是细菌。蓝藻归入红蓝植物亚界。原绿藻归入绿色植物亚界。这样似乎更符合客观的进化规律。

二、真核藻类的起源

大气从还原态转变到氧化态,生物从嫌氧代谢转变到喜氧代谢是真核藻类起源的先决条件。因为喜氧代谢的能量利用效率比嫌氧代谢高得多。从葡萄糖生成乳酸的酵解作用,每克分子只产生 36 千卡能量。而葡萄糖彻底氧化成二氧化碳和水,每克分子产生 686 千卡能量。有了这种高效率的有氧呼吸机制才能形成更活跃、更大和更复杂的生物。只有实现了这种转变,细胞才能进一步分化,细胞核也进一步完善,才能实现从原核到真核的转变。

我们已经详细的讨论过光合作用色素和两个光系统的进化过程。简略地说,就是从卟啉类色素进化到菌绿素和叶绿素 a,分别朝两个方向进化。在含叶绿素 a 的进化途径中又分为两支。一支是产生藻胆蛋白并逐步完善。另一支是藻胆蛋白逐渐消失,其它叶绿素产生。这时又分为两支,其中一支产生叶绿素 c,另一支产生叶绿素 b。植物沿着这两大进化途径和其中的分支进化,现在所达到的进化水平是不同的。只有菌绿素和一个光系统的光合细菌停留在最原始的水平。在含叶绿素 a,具有两个光系统的三条分支中,具有叶绿素 a 和 b 的一支达到最高的进化水平,成为植物界的进化主干。

我们认为,在这一进化过程中,从原核进化到真核不但发生过三次,而且是在不同的时间,在不同的进化途径上,在不同的进化阶段发生的。在含菌绿素,只有一个光系统的进化途径中,没有发生过这种进化,至今仍然仅有原核的光合细菌。这三次进化都发生在有叶绿素 a 和两个光系统的进化途径中。真核首先在以藻胆蛋白为光系统 II 的主要集光色素的红蓝植物亚界出现,就是从原核的蓝藻进化到真核的红藻。象酸泉藻(*Cyanidium caldarium*)那样的光合色素和蓝藻相同,但已有真核的红藻就是这种进化过程的过渡类型。在原始的鞭毛藻类产生之后,又发生过两次从原核到真核的进化。真核的第二次产生发生在杂色植物亚界,是伴随着藻胆蛋白的消失和叶绿素 c 的产生进行的。现存的甲藻还有中核的过渡类型,很可能还会发现原核类型。真核的第三次产生发生在绿色植物亚界,是伴随着叶绿素 a 和 b 组成的色素系统的产生而产生的。1975 年, Lewin 最先报道^[5,6],以后又陆续发现的原绿藻,为这第三次进化过程提供了重要的例证。

最早的真核生物是什么?要回答这个问题,最可靠的依据当然是化石记录。但是,由于发现的化石很少,结构保存得很差,看法不一。有的认为是绿藻,有的认为是红藻。最早的真核生物是在距今约 13 亿年前出现的。根据进化史的分析,我们认为最早的真核生物是红藻而不是绿藻或其它藻类。因为,最早的原核藻类是蓝藻。红藻是同蓝藻的亲缘关系最近的真核藻类,它们是直接从蓝藻进化来的。红藻的藻胆蛋白同蓝藻的藻胆蛋白有密切的亲缘关系。它们的光系统 II 的色素组成和蓝藻同属原始类型。叶绿体的结构也是真核藻类中最原始的,而且同蓝藻一样,单条分散的类囊体上有藻胆体。红藻同蓝藻都没有鞭毛,是唯一没有鞭毛的真核藻类。虽然隐藻也有藻胆蛋白,但种类与蓝藻不同,没有密切的亲缘关系。它们的叶绿体的结构比红藻更进步,两条类囊体组成一束,上面没有藻胆体。同时,隐藻有鞭毛。我们认为隐藻起源于设想的原鞭藻类。它们的产生比红

藻晚。最原始的真核藻类也不可能是绿藻。就是作为绿藻的前驱的原绿藻,不但藻胆蛋白已经消失,有了叶绿素 b,而且类囊体已经是两条组成一束,进化程度比蓝藻高。我们认为,由这类原核藻类进化到真核绿藻的过程必定是在更晚的时候完成的。由此可见,最早的真核藻类最可能是红藻,不可能是杂色藻类,更不可能是绿藻。这种根据进化过程分析得到的结论有待古生物学等方面的研究结果的检验。

三、关于原绿藻的系统地位

1975 年,美国藻类学家 Lewin 在墨西哥的拉巴斯地区发现了一种特别的单细胞藻类。这种长在复海鞘上的圆球形的绿色的单胞藻的细胞结构具有原核藻类的特点。但是,它没有藻胆素,除了叶绿素 a 外还有叶绿素 b。因此,它的细胞结构象蓝藻,色素组成象绿藻。Lewin 认为它是蓝藻,定名为 *Synechocystis didemni*^[5]。显然,在确定系统地位时把核的类型放在第一位。我们当时认为,根据它们的色素组成同绿藻相同,它不是蓝藻,而是我们设想中的原核绿藻。

在进一步研究这种藻的色素组成和亚微结构之后^[9,13],1976 年 Lewin 认为这种藻不是光合细菌、蓝藻或绿藻,建议建立原绿藻门 (Prochlorophyta)。以后,他又建议建立原绿藻属 (*Prochloron*),将 1975 年发现的原核藻类归入此属,改名 *Prochloron didemni*^[6,7]。

近年来,又在夏威夷的瓦胡岛、澳大利亚的大堡礁等地也发现了这一属的藻类^[10,17-21]。由于这些藻类的独特的细胞结构和色素组成,它们的系统地位问题引起了广泛的兴趣。不少学者都在研究这个问题。

许多藻类学家认为建立原绿藻门是适宜的。但 Antia^[1] 认为仅根据细胞结构和色素组成,将它作为不属于蓝藻门的新的分类单元是不够的。我们认为,这些藻类同蓝藻有根本的区别。它们之间不但色素不同,而且原绿藻类囊体上没有藻胆体,有的藻已经是两条类囊体成一束,在结构方面也比蓝藻进化程度更高。这些特征足以作为分门的依据。所以我们支持 Lewin 关于建立原绿藻门的意见。如前所述,我们也不同意 Pfennig^[12] 等将原绿藻归入原核生物亚界,同蓝藻一样作为细菌的观点。原绿藻是藻类而不是光合细菌。

对于这些藻类的系统地位问题也有不同的看法。主张叶绿体内共生起源的学者最初认为所有真核藻类的叶绿体都是从共生的蓝藻演变来的。后来,为了说明真核藻类叶绿体的色素组成上的差别,又设想有色素组成不同的三类原核藻类,它们通过共生变成色素组成不同的三类真核藻类。他们认为原绿藻的发现证实了这种设想。这类原核藻类通过共生就可以变成绿藻等真核藻类的叶绿体。法国学者 Chadeaud^[3] 有另一种看法。他认为“大突变”在产生大分类类群中起着重要的作用。含有叶绿素 a 和 b 的藻类是三次大突变的产物,分别产生原绿藻、裸藻和绿藻。他认为原绿藻虽然是从蓝藻产生的,但不是蓝藻和绿藻之间的过渡类型。我们认为叶绿体的产生可以用进化理论解释。根据色素、两个光系统和光合器的结构的进化过程的分析,认为原绿藻是从设想的原鞭藻进化到含叶绿素 a 和 b 的绿藻等真核藻类的中间环节。同其它色素系统一样,由叶绿素 a 和 b 组成的这种色素系统也是一次起源的。这是我们的看法同上述两种意见不同之处。

总之,我们支持 Lewin 关于建立原绿藻门和门以下的分类单元的意见。根据报导的资料可以预期这些原绿藻的分布可能比较广泛。更多的原绿藻的发现将为研究其系统地

位提供新的资料。

四、杂色植物亚界的原始类型

我们曾经指出过,绿色植物亚界和杂色植物亚界的藻类可能起源于共同的祖先,就是有(9+2)鞭毛的原鞭藻类。我们设想原鞭藻除有鞭毛外,细胞结构同其它原核藻类相似。它们有叶绿素 a 和藻胆蛋白。在原鞭藻进化到杂色植物亚界的过程中,类囊体由单条变成二条或三条成一束,产生了叶绿体和细胞核。光合作用色素也发生了变化,除原有的叶绿素 a 和藻胆蛋白外,较原始的类型还具有叶绿素 c。在叶绿素 c 产生之后,藻胆蛋白逐渐消失,最后成为具有叶绿素 a 和 c,而无藻胆蛋白的藻类。

在杂色植物亚界中,隐藻和甲藻属于较原始的类型。隐藻除叶绿素 a 和 c 之外,还有藻胆蛋白,但它们的藻胆蛋白的特性与蓝藻和红藻的不同,而且不形成藻胆体^[2,11,12]。所以我们认为它不是直接起源于蓝藻,而是起源于设想中的原鞭藻。隐藻除有藻胆蛋白外,类囊体一般是二条成一束,而不是三条成一束,在结构方面也属于这个亚界的原始类型。

这一亚界的另一原始类型是甲藻。甲藻又可分为两类。一类甲藻只有叶绿素 C₂,没有 C₁,只有多甲藻素,没有岩藻黄素,有中核。另一类甲藻有叶绿素 C₁ 和 C₂,有岩藻黄素,有真核和中核两类细胞核^[4]。因为有岩藻黄素的这个亚界中的其它各门藻类都有叶绿素 C₁ 和 C₂,都是真核藻类。所以,前一类甲藻比后一类更原始。我们设想,甲藻除了细胞核的类型比较原始外,还可能发现含有藻胆蛋白的更原始的甲藻。近来,胡鸿钧等在淡水湖中发现了一种蓝甲藻,吸收光谱测定已证实它含有藻胆蛋白。我们认为这是一个重要的发现,它对于研究杂色植物亚界的藻类的起源和进化是很有意义的。我们预期,同红蓝植物亚界和绿色植物亚界的进化过程一样,还可能在杂色植物亚界这条进化途径上发现原核的过渡类型。这种原核藻类具有叶绿素 a、c 和藻胆蛋白,没有叶绿体,类囊体单条分散或二条组成一束。

我们通过上述几个问题的讨论,进一步说明了在探讨进化系统,划分植物界的亚界时,应当以色素和光合作用特性而不是以细胞核的类型为第一级划分植物类群的标志。我们的观点的核心是:在生物初期进化中,色素和光合作用起着决定性的作用。我们正是按这种观点阐述藻类的进化和划分亚界的。用简明的说法,我们的观点是色素决定论。

参 考 文 献

- [1] Antia, N. J., 1977. A critical appraisal of Lewin's *Prochlorophyta*. *Br. Phycol. J.*, **12**: 271—276.
- [2] Bogorad, L., 1975. Phycobiliproteins and complementary chromatic adaptation. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **26**: 269—401.
- [3] Chadeaud, M., 1978. Sur la notion de prochlorophytes. *Rev. Algol., N. S.*, **13**: 203—206.
- [4] Jeffrey, S. W., M. Sieliki and F. T. Haxo, 1975. Chloroplast pigment patterns in dinoflagellates. *J. Phycology*, **11**: 374—384.
- [5] Lewin, R. A., 1975. A marine *Synechocystis* (Cyanophyta, Chroococcales) epizoic on ascidians. *Phycologia*, **14**: 153—160.
- [6] ———, 1976. Prochlorophyta as a proposed new division of algae. *Nature, Lond.*, **216**: 697—698.
- [7] ———, 1977. Prochloron, type genus of the Prochlorophyta. *Phycologia*, **16**: 217.
- [8] ——— and L. Cheng, 1975. Associations of microscopic algae with didemnid ascidians.

Phycologia, 14: 149—152.

- [9] ——— and N. W. Withers, 1975. Extraordinary pigment composition of a prokaryotic alga. *Nature*, 256: 735—737.
- [10] Newcomb, E. H. and T. D. Pugh, 1975. Blue-green algae associated with ascidians of the Great Barrier Reef. *Nature*, 253: 533—534.
- [11] O'Carrrd, P. and C. O'heocha, 1976. Algal biliproteins and phycobilins: In T. W. Goodwin (ed.), *Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments*. 2nd Ed. Acad. Press, London, New York and San Francisco pp. 328—376.
- [12] Pfenning, N., 1977. Phototrophic green and purple bacteria: a comparative, systematic survey. *Ann. Rev. Microbiol.*, 31: 275—290.
- [13] Schulz-Baldes, M. and R. A. Lewin, 1976. Fine structure of *Synechocystis didemni* (Cyanophyta; Chroococcales). *Phycologia*, 15: 1—6.
- [14] Siegelman, H. W. and J. H. Kyeia, 1978. Algal biliproteins. In J. A. Hellebust and J. S. Craigie (eds.), *Handbook of Phycological Methods. Physiological and Biochemical Methods*. Cambridge Univ. Press, pp. 71—78.
- [15] Stanier, R. Y. and Cohen-Bazire, 1977. Phototrophic prokaryotes: the cyanobacteria. *Ann. Rev. Microbiol.*, 31: 225—274.
- [16] ——— and C. B. van Niel, 1962. The concept of a bacterium. *Arch. Microbiol.*, 42: 17—35.
- [17] Thinh, L. V., 1978. Photosynthetic lamellae of *Prochloron* (Prochlorophyta) associated with the ascidian *Diplosoma virens* (Hartmeyer) in the Vicinity of Townsville. *Aust. J. Bot.*, 26: 617—620.
- [18] ———, 1979. *Prochloron* (Prochlorophyta) associated with the ascidian *Trididemnum cyclops* Michaelsen. *Phycologia*, 18: 77—82.
- [19] ——— and D. L. Griffiths, 1977. Studies of the relationship between the ascidian *Diplosoma virens* and its associated microscopic algae. I. Photosynthetic characteristics of the algae. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 28: 673—681.
- [20] Thorne, S. W., E. H. Newcomb and C. B. Osmond, 1977. Identification of chlorophyll b in extracts of prokaryotic algae by fluorescence spectroscopy. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 74: 575—578.
- [21] Withers, N., W. Vidaver and R. A. Lewin, 1978. Pigment composition, photosynthesis and fine structure of a non-blue-green prokaryotic algal symbiont (*Prochloron* sp.) in a didemnid from Hawaiian waters. *Phycologia*, 17: 167—171.

SOME PROBLEMS ON THE EVOLUTION OF ALGAE*

C. K. Tseng and Zhou Baicheng

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

ABSTRACT

The phylogeny and classification of the Plant Kingdom had been discussed in details in previous papers, in which we proposed to divide the Plant Kingdom into five subkingdoms, namely, the Bacteriophyta, Rhodocyanophyta, Chromophyta, Euchlorophyta and Mycophyta. Three subkingdoms, the Rhodocyanophyta, Chromophyta and Euchlorophyta are composed of that we call the algae, which are in turn divided into twelve phyla: Cyanophyta and Rhodophyta (Rhodocyanophyta), Cryptophyta, Dinophyta, Xanthophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta and Phaeophyta (Chromophyta), Prochlorophyta, Euglenophyta, Chlorophyta and Charaphyta (Euchlorophyta).

It is believed that the structure and function of photosynthetic pigments and organelles are of primary importance in the early stages of the evolution of plants, and are therefore considered before the other non-photosynthetic characteristics in discussing phylogeny and devising systems of classification of the plants. In the present paper, some problems on the evolution of the algae were discussed.

1. According to the characteristics of the pigments and photosynthesis of the blue-green algae, these organisms are regarded as a group of algae rather than bacteria as suggested by some bacteriologists.

2. The eucaryotic algae are believed to have originated from common ancestors and then evolved along three different lines from three procaryotic ancestors, giving rise to the Rhodocyanophyta, Chromophyta and Euchlorophyta. The evolution took place in different evolutionary pathway and on different evolution levels.

3. Lewin's Prochlorophyta was accepted as a number of the Euchlorophyta. It was suggested that they were derived from the hypotheticala protoflagellate and most closely related to the eucaryotic algae with chlorophyll a and b.

4. For the ancestor of Chromophyta, the significance of the discovery of dinoflagellate with phycobiliproteins was emphasized. The existence of procaryotic algae with chlorophyll a, c and phycobiliproteins may be expected.

* Contribution No. 582 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.

