

海水养殖丛书

江 蓼 养 殖

刘思俭 编著

农 业 出 版 社

海水养殖丛书

江 蓼 养 殖

刘思俭 编著

农 业 出 版 社

封面设计 李 颀

S 969·4

0262

海水养殖丛书
江 藻 养 殖

刘思俭 编著

* * *

责任编辑 林维芳

农业出版社出版(北京朝阳区枣营路)
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm 32 开本 2.75 印张 53千字

1988年9月第1版 1988年9月北京第1次印刷

印数 1—1,000 册 定价 0.80 元

ISBN 7-109-00395-7/S·291

出版说明

我国海水养殖业的科学研究和生产发展很快，在生产实践中积累了丰富的养殖经验和方法。为了总结推广普及科研成果和实践经验，提高海水养殖的技术水平，进一步发展养殖生产，我们组织有关专家编写一套“海水养殖丛书”，以满足广大从事海水养殖事业的技术人员需要。

这套丛书主要包括：《对虾养殖》、《海带养殖》、《缢蛏养殖》、《紫菜养殖》、《牡蛎养殖》、《梭鱼养殖》、《扇贝养殖》、《泥蚶养殖》、《鲍增养殖》、《江蓠养殖》、《海参增养殖》等，将在近年内陆续出版。

由于我们对组织这类丛书缺乏经验，水平有限，书中错误和不足之处，欢迎读者批评指正，以便再版时修订。

中国水产学会

农业出版社

1985年11月

前 言

江蓠人工养殖，是近年来随着琼胶制造业的兴起，而发展起来的一项水产事业。江蓠是制造琼胶的重要原料。全世界大多数国家是采捞自然生长的江蓠，用来制造琼胶的。真正进入人工养殖江蓠阶段的只有我国，而且主要是在华南沿海和台湾省的西部海区。近年来，世界各国都感到琼胶原料的缺乏，需要进行人工养殖，但仍然停留在小规模试验阶段和生物学的研究阶段。我国从60年代开始进行了江蓠养殖试验，几经曲折终获成功，80年代在广东省的湛江海区和海南岛沿海推广江蓠的养殖技术，目前在整个华南沿海已经形成了2000公顷以上的群众性的生产事业。于是全国沿海各地纷纷要求发展江蓠的人工养殖，以满足琼胶制造业的需要。因此，笔者在多年试验研究技术推广、积累资料和编写教学讲义的基础上，编著了本书。

本书总结了我国江蓠人工养殖的科学技术，适当地介绍了国内外有关江蓠的基础理论研究，因此期望本书能对我国的江蓠生产、教学及科研工作有所裨益。

在编写过程中，得到了中国科学院海洋研究所曾呈奎、吴超元两位教授和费修绶研究员以及山东海洋学院张定民副教授、上海水产大学的王素娟教授等的热情帮助和支

持；另外，收集资料、绘图及抄写工作，得到了曾淑芳和揭振英同志的帮助，在此一并表示感谢。

著 者

1987年4月

目 录

绪论	1
第一章 江蓠的生物学特性	3
一、江蓠的分类学地位	3
二、江蓠的一般形态构造	3
三、江蓠的生殖和生活史	7
四、江蓠的养殖种类	11
五、江蓠孢子的放散和萌发	20
六、江蓠的生态习性	28
第二章 江蓠的人工养殖	41
一、养殖场地的选择	41
二、采孢子育苗	43
三、江蓠的养殖方法	54
四、江蓠的增措施产	68
第三章 江蓠的收获加工	78

绪 论

在茫茫的大海滩上，有时候会看到一簇簇的海藻生长在砂石上、贝壳上、碎珊瑚上，有的好象是从泥沙中钻出来似的。大部分是绿褐色，也有的看去象咖啡色。仔细观察，它们倒伏在浅滩上，一棵棵分出很多小枝，长短差别很大，有的长 20—30 厘米，有的差不多 1 米长。另外，在一些海边上的水塘里、鱼塍或盐场的贮水池里也有呈半悬浮状生长的。这种海藻，叫做江蓠。我国北方的山东、辽宁一带称龙须菜，福建称海面线，广东称蚝菜，也有称海菜的。

江蓠这一名称，早在 2000 多年前我国伟大诗人屈原写的《离骚》中有“扈江蓠与辟芷兮，纫秋兰以为佩”。根据陆侃如等选注的《楚辞选》中有一备注：“扈，披在身上。蓠，古本也作离。江蓠，香草名，又名靡芜”。可见江蓠一名，在 2000 多年以前就有了，但指的是淡水植物。后来明朝李时珍著《本草纲目》，对江蓠有过描述，却指的是海藻，就是现在的江蓠。

1852 年 J. G. Agardh 提出了 *Gracilaria confervoides* 为江蓠属的代表种。1950 年 G. F. Papenfuss 又更名为 *Gracilaria verrucosa* (Huds) Papenfuss, 已被世界所公认。1985 年我国张峻甫、夏帮美等根据实际情况把 *Graci-*

laria verrucosa 定名为英国江蓐，而把长期在东亚一带称为 *Gracilaria verrucosa* 的更名为真江蓐 (*Gracilaria asiatica* sp. nov.)。

这种海藻经济价值较高。一般 4—5 公斤干品可以加工成一公斤的琼胶。琼胶又称琼脂，也有的称它冻粉。它是一种高级食品，药用可以滑肠泻火、降血压、治便秘；还可以用来做细菌的培养基，是医药部门和科学研究部门所不可缺少的。近些年来，很多食品工业用它做罐头的填充剂、夹心饼干、软糖、夹心面包、冰糕等，很受广大群众的欢迎。各地琼胶加工厂很需要这种原料。目前一吨琼胶的批发价约 6—10 万元，这就大大刺激了对江蓐的生产。

目前全世界江蓐的年产量约 3 万吨干品，其中南美洲的阿根廷、巴西、智利的产量约占全世界产量的一半左右，南非的阿扎尼亚及亚洲的日本、菲律宾、印度尼西亚也有一定产量，我国的年产量约为 4000 吨干品，而且大部分是人工养殖的。我国生产的江蓐除大量用来制造琼胶外，沿海群众也采来做副食品，煮炒或凉拌。

我国解放前江蓐都是自然生长的，虽然每年有一定的产量，但很不稳定。50 年代末到 60 年代，虽然试验过人工养殖，但由于价格、养殖技术及种苗来源等原因而停了一个时期。近年来由于养殖技术的简易化，部分沿海渔民、农民已大幅度地开展了江蓐养殖生产。预计到本世纪末，可以由华南沿海推广到全国沿海，成为海藻生产中的一项重要事业。

第一章 江蓠的生物学特性

江蓠广泛地分布在世界各地，以赤道为中心，热带、亚热带到温带都有分布。我国从北到南都有江蓠自然分布着，多半生长在有淡水流入的内湾浅滩上，也有的生长在外海的岩礁上或水池里。

一、江蓠的分类学地位

江蓠在自然分类系统上属于：

红藻门 *Rhodophyta*

真红藻纲 *Florideae*

杉藻目 *Gigartinales*

江蓠科 *Gracilariaceae*

江蓠属 *Gracilaria*

二、江蓠的一般形态构造

江蓠的形态比较复杂，大致可分为圆柱状、圆柱状扁压或扁平叶状三个类型。圆柱状的种类较多，藻体直立，丛生或单生。藻体小的高几厘米，大的达1米以上。藻体的分枝疏密不等，分枝常为互生、偏生或分叉，有的在一种藻体上有几种情况存在。分枝的基部有的缢缩甚至呈明显的节和节间，

也有的分枝基部不呈缢缩现象。分枝的尖端也因种类的不同而异，有的尖细，有的钝圆。藻体呈圆柱状扁压或扁平的种类较少，如凤尾菜，一般藻体肥厚多汁，平卧生长在生长基上，有明显的背腹面，外观很象麒麟菜。这种藻体的分枝近于扁平，二叉式分枝或三叉、四叉以上不规则的分枝。藻体呈叶状的种类也不多，如扁江蓼，藻体直立，叶片的宽窄程度不一，叶缘扭曲，有的全缘，有的有齿状突起或有小育枝。裂片有的多，有的少。顶端呈舌状，截头或钝头，伸直或向内弯曲。

江蓼的固着器为盘状，有的边缘整齐，有的呈波状，固着器的下面接触生长基处往往向内凹陷。固着器是江蓼孢子萌发时先产生的，它可以使藻体固定在生长基上。江蓼藻体的固着器一旦断掉，就不能再生长出来。

江蓼藻体的内部构造是由皮层和髓部组成的（图1）。皮层细胞较小，呈圆形、长圆形或近似方形，最外边的几层细胞含有色素体。髓部由大的薄壁细胞构成，细胞无色中空，

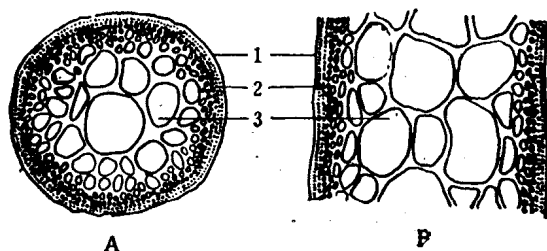


图1 江蓼藻体的内部构造

A. 藻体横切面 B. 藻体纵切面

1. 表皮 2. 皮层细胞 3. 髓部细胞

一般近似圆形或略带角。有些种类的江蓠藻体的内皮层细胞和部分髓部细胞中含有颗粒状的红藻淀粉。江蓠各层细胞之间存在着胞间连丝。通常琼胶质充满在细胞壁的外层。

雄配子体的皮层细胞在成熟时可形成精子囊窠。精子囊一般呈小球状，无色。也有的江蓠藻体精子囊连续地生长在表层细胞或成群地散生在藻体的皮层细胞中（图2）。

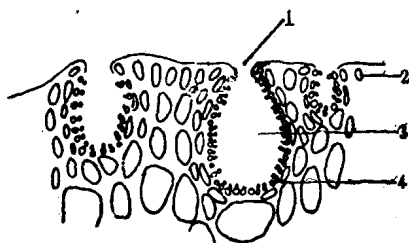


图2 江蓠的精子囊窠

1. 精子囊孔 2. 皮层细胞 3. 精子囊
4. 精子囊窠

雌配子体成熟时，皮层细胞形成果胞枝。果胞外侧有受精丝，伸到藻体表面。果胞的内侧有支持细胞，在支持细胞的旁边又有营养细胞（图3）。

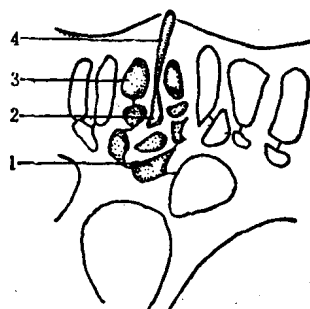


图3 江蓠的果胞枝

1. 支持细胞 2. 受精丝 3. 果胞 4. 营养细胞

果胞受精以后，经过一段时间的复杂的变化，便形成了果孢子体。它突出藻体表面，呈球状、半球状或圆锥状，也叫做囊果。囊果顶部具有喙状突起，但也有的种类不明显，或无喙状突起。囊果做成切面观则可以明显

地看出囊果孔（成熟后的果孢子由此放出）及囊果被、产孢丝和果孢子等（图4）。

江蕨孢子体成熟时，藻体皮层细胞产生四分孢子囊。四分孢子囊呈十字形分裂，散生在皮层细胞内，表面观呈圆形、卵圆形、长圆形和椭圆形等，切面观多呈卵圆形和长圆形等（图5）。

新鲜江蕨藻体一般呈深褐色、紫红色或紫绿色，也有的呈浅绿色。这和江蕨的生长环境有密切关系，水质肥沃则颜色较深，否则较浅。晒干后

江蕨藻体颜色加深，往往呈紫黑色，但也容易吸收空气中的水分，逐渐退色而呈淡红色甚至呈浅黄色。

江蕨的染色体数目，近来有人作了观察，如真江蕨(*G. asiatica*)为31个，提克江蕨(*G. tikvahiae*)为24个(J.

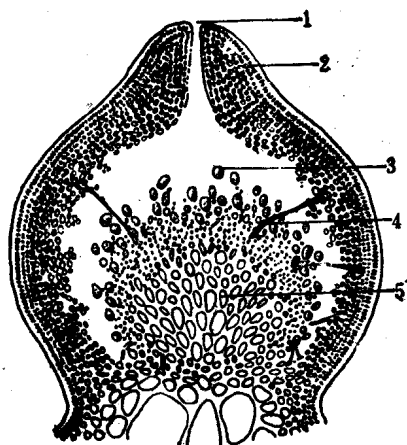


图4 江蕨的囊果切面观

1. 囊果孔 2. 囊果被 3. 果孢子 4. 滋养丝
5. 产孢丝

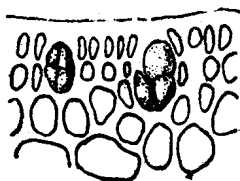


图5 江蕨藻体的四分孢子囊切面观

Melachlan, 1979), 可见不同种类其染色数目是不同的。

根据P. John(1977—1978) 的研究,江蓠在养殖期间有时出现绿色突变体。这种突变体的细胞内藻红素的含量降低,使藻体呈现绿色。如果把这种突变体和野生型杂交,则杂种四分孢子体的表现型和野生型一样,但在下一代的配子体中便出现了野生型和绿色突变体型两类藻体。这类藻体的比例为1:1,完全按孟德尔遗传规律进行遗传。

三、江蓠的生殖和生活史

江蓠的生活史通常分为三个不同的世代,即孢子体、配子体和果孢子体。三个世代是互相交替的,也就是这一代的藻体为孢子体,成熟后产生四分孢子,四分孢子萌发出来的藻体一部分为雄配子体,成熟后产生精子;一部分为雌配子体,成熟后产生果胞。果胞受精后经过一段复杂的变化,形成囊果,内含许多果孢子,囊果就是果孢子体。是附生在雌配子体上的一种藻体。果孢子萌发后,又形成孢子体。这样一代一代地交替下去。孢子体和配子体在非生殖季节其外表上没有什么多大区别,而且在同一时期孢子体和配子体都可以找到。江蓠孢子体的染色体为双倍体,配子体为单配体,果孢子体又是双倍体。

孢子体也叫四分孢子体,是由果孢子萌发而来的。藻体成熟时,皮层细胞发生变化,形成孢子囊母细胞,再进行染色体的减数分裂形成十字形的四分孢子囊,散生在皮层细胞中。成熟后脱离母体,浮于水中,遇到适宜的生长基便附着萌发成新的藻体,即配子体。配子体长大后分为雄配子

体和雌配子体，是由四分孢子萌发而成的藻体。雄配子体成熟时，皮层细胞形成精子囊窠，窠内形成许多精子囊，每个精子囊具有一个精子。精子囊往往呈小球形，无色，反光较强，这是一些江蕨雄配子体产生精子囊的情况。还有一些藻体的精子囊连续地生长在藻体表层或成群地生长在藻体的皮层中。精子成熟后，便游离水中，接近雌配子体进行受精作用。雌配子体成熟时，由藻体的皮层细胞产生育枝细胞，再分裂成果胞枝。一个果胞枝由两个细胞构成，上面的是果胞，具有一条细长的受精丝突出藻体表面，以迎接雄配子体放散精子，进行受精作用。下面的是支持细胞，支持细胞的侧面再生出两组不育枝细胞，也就是营养细胞。

一般精子接触到受精丝后，精子核便沿着受精丝进入果胞内与卵核结合成合子。受精后的果胞逐渐膨大并与不育枝

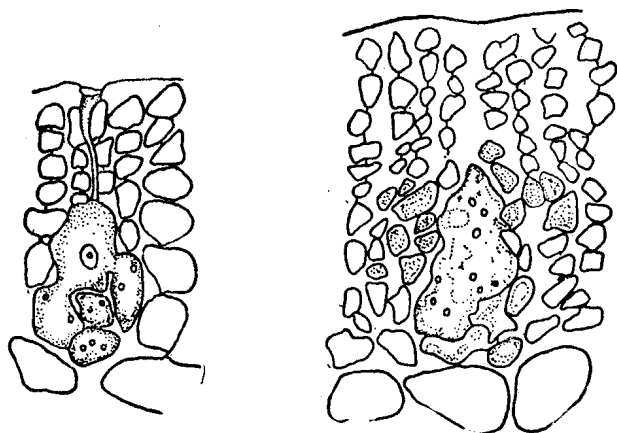


图6 江蕨果胞受精后的变化

A. 受精卵与不育枝细胞及支持细胞溶合 B. 出现胎座并生产出孢囊

细胞、支持细胞溶合形成一个大的多核的溶合胞，也就是胎座（图6）。从胎座向藻体表面生出产孢丝。产孢丝分枝，每枝具有几个细胞，紧密丛生，并进一步向藻体表面生长，顶端逐渐变成球形，成为向外伸出的一排排的果孢子囊。这时候皮层细胞分裂成囊果被。有的江蓠产孢丝生出滋养丝穿入果被中吸收营养。这样就形成了一个球形或半球形的个体，突出藻体表面，称为囊果。也就是附生在雌配子体上的果孢子体。

果孢子成熟后，由囊果孔排放到水中，遇到适当的生长

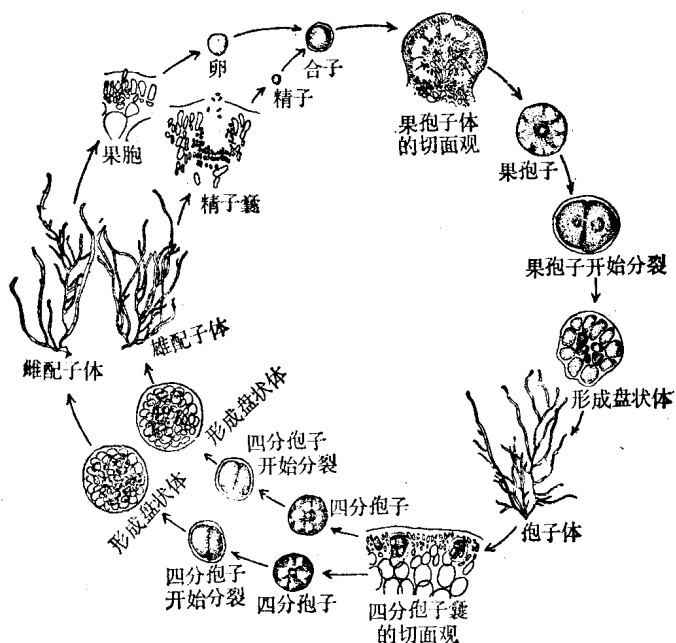


图7 江蓠的生活史

基便附着萌发，形成新的藻体，即孢子体。这样江藻的生活史在一般情况下就是孢子体→配子体→果孢子体→孢子体，三个世代交替进行着（图7）。

江藻的生活史，在通常情况下如上所述，但我们在广东省湛江港多年来研究结果，有少数藻体配子体和孢子体生长在同一棵藻体上。即在同一棵藻体上，有的分枝上分布着四分孢子囊，有的分枝上生长着囊果，也有的在囊果的旁边分布着许多四分孢子囊。这样的藻体既是孢子体，又是配子体。有时还发现有的囊果旁边有精子囊窠分布着，这又成了雌雄同体。

这些现象，在青岛、厦门都曾经发现过。它们的世代交替是怎样进行的呢？需要进一步研究。有的学者认为是果孢子落在配子体上，寄生成孢子体小枝，但这还要进一步探明。

在广东、广西及福建沿海江藻的生殖季节，一般在春季3—5月。这时候孢子体的皮层细胞形成了大量的四分孢子囊，雌配子体上出现了大量的囊果。无论是四分孢子还是果孢子，一放散出来便附着在生长基上逐渐萌发成江藻幼体。随着海水温度的升高，江藻藻体不再生长，有的烂掉上部，有的只生长到1—2厘米。在抑制生长的情况下度夏以后，到秋冬水温降低便又逐渐生长成大的藻体。在我国北方如山东、辽宁沿海江藻的繁殖期多在6—10月。由于江藻生长的季节较长，成熟期也较晚，这是江藻的一般繁殖情况。

江藻一般为一年生植物，孢子萌发成藻体后，生长到一定阶段便成熟，待放散孢子以后，藻体便开始腐烂流失，一生便结束了。最近发现有的江藻种类为多年生藻类。