

(内部参考资料)

浅海完全养殖

陈家鑫等 译编

农牧渔业部水产局

1986年8月

(内部参考资料)

浅海完全养殖

农牧渔业部水产局

1986年8月

译 序

七十年代以来,世界海洋渔获量一直徘徊在7,000万吨上下。由于近年资源衰退,加之各国200浬经济专属区的建立,发展海洋捕捞业受到了很大的限制。因此,大力发展海水增养殖业已引起世界各国的普遍重视。

日本,是世界上渔业发达的国家之一。渔业总产量自1970年以来一直在1,000万吨以上。据统计,1984年日本渔业生产量达历史最高纪录为1,279万吨。海水养殖尤为发达。不仅养殖品种多,而且产量高。1984年,海水养殖总产量已突破100万吨,达110.7万吨。

建国以来,我国的渔业生产发展很快,但与先进国家,尤其与日本相比,还有很大差距。特别在海水增养殖方面,尚有很多方面值得研究、探讨。目前,我国已把海洋渔业生产的重点转向增养殖,因此,学习国外先进经验,找出差距,借以发展我国的海水增养殖事业已是当务之急。

基于上述,我们编译了日本《浅海完全养殖》一书。本书由前东北帝国大学农学部教授、东北学院教授今井丈夫等先生编著。本书全面介绍了紫菜、牡蛎、扇贝、鲍鱼、日本对虾、双壳贝类的研究经过、种类及分布、生理、生态等生物学研究和养殖历史,种苗生产、资源管理、敌害防除等养殖技术,大有经验可供借鉴。

在编译中,我们根据我国的实际情况,对一些章节进行了选择。但技术部分基本全文译出。由于时间仓促,加之水平有限,不当之处在所难免,敬请读者不吝指正。

1986年

出 版 说 明

《浅海完全养殖》一书系日本水产养殖界权威人士今井丈夫所著。1982年该书被译成英文。我国台湾省学者胡舜智先生也择要将若干章节译成中文。

我所应农牧渔业部水产局的要求，根据上述三个版本编译出版以供我国海水养殖工作者参考。

原文中引用的文献资料极为丰富，因经费所限，本译文只得割爱，希读者谅解。

参加编辑工作的有陈家鑫、于胜、于宏伟、吕元元、吕超青等同志，因译者水平有限，错误之处在所难免，敬请读者不吝指正。

译 者

1 9 8 6

《浅海完全养殖》简介

《浅海完全养殖》系由日本已故著名生物学家今井丈夫及其合作者协力写成的，详细地介绍日本浅海养殖技术的权威性著作。全书分为六章：第一章为紫菜养殖，全面地介绍了日本有关紫菜的生物学研究资料及紫菜养殖技术；第二章至第五章重点地介绍了日本的牡蛎养殖、扇贝养殖、鲍鱼养殖、对虾养殖；最后一章，也即第六章简略地介绍了日本贝类人工采苗技术。全书资料完整、内容丰富，对我国大力发展浅海养殖有一定的参考价值。

《浅海完全养殖》原著发表于1971年，1977年由我国台湾省学者胡舜智等将二、四、五、六章译为中文，1982年又被译成英文版出版。本译本在尊重原著的基础上，参照中译本《浅海完全养殖》和英译本《Aquaculture in Shallow Sea》译成。可供从事于海水养殖的大中专学生，海水养殖生产技术人员、工人参考，也可供水产养殖科技工作者查阅。

浅海完全养殖

目 录

第一章 紫菜的养殖	(1)
第一节 紫菜的生物学研究.....	(1)
1. 概论	(1)
2. 分类、形态学和生态学特征	(2)
2.1 形态特征	(2)
2.2 生态特征	(9)
2.3 日本水域紫菜属种间主要特征的比较	(9)
3. 繁殖与生活史	(15)
3.1 繁殖	(15)
3.2 生活史	(17)
3.3 核相	(20)
3.4 丝状体	(21)
4. 主要种的生活史	(23)
4.1 生活史概要	(23)
4.2 冬季生长茂盛的紫菜	(24)
4.3 夏季生长茂盛的紫菜	(35)
5. 生理	(37)
5.1 生长、成熟的条件	(37)
5.2 营养要求	(42)
第二节 紫菜养殖技术.....	(13)
1. 养殖历史	(43)
2. 采苗	(45)
2.1 天然采苗	(45)
2.2 人工采苗	(46)
3. 养殖	(48)
4. 品种改良	(53)
5. 养殖海区	(54)
5.1 气象	(54)
5.2 水温	(54)
5.3 比重	(54)

5.4 水质、营养盐	(55)
5.5 潮汐	(55)
5.6 水流	(55)
5.7 地形	(55)
5.8 施肥	(55)
5.9 养殖场的改造	(56)
6. 病害与防治	(56)
6.1 红烂病	(56)
6.2 壶菌病	(56)
6.3 丝状菌附着症	(56)
6.4 硅藻腐烂病	(57)
6.5 白烂病	(57)
6.6 洞烂病	(57)
6.7 癌肿病	(58)
6.8 芽烂病	(58)
6.9 冻烂症	(58)
6.10 其它病害	(58)
7. 收获与加工	(59)
8. 陆地栽培	(59)
9. 新知识与新技术	(59)
9.1 生产状况	(60)
9.2 采苗	(60)
9.3 养殖	(61)
9.4 品种	(61)
9.5 海区	(62)
9.6 病害	(62)
9.7 收获与加工	(62)
第二章 牡蛎的养殖	(63)
第一节 牡蛎的生物学研究	(63)
1. 概论	(63)
2. 分类与分布	(64)
2.1 分类	(64)
2.2 世界的种类与分布	(65)
2.3 日本的种类、品种及分布	(67)
3. 育种和品种改良	(68)
3.1 研究现状	(68)
3.2 现有知识的应用及今后的方向	(70)
3.3 现有种的利用	(71)

3.4 品种改良	(71)
4. 生态	(71)
4.1 地理分布	(71)
4.2 生态分布	(72)
4.3 生长及肥满度	(72)
4.4 性成熟和受精现象	(74)
4.5 受精、发育和浮游幼虫期	(74)
4.6 附着	(77)
5. 生理	(78)
5.1 摄食	(78)
5.2 消化及营养	(79)
5.3 循环	(81)
5.4 呼吸	(82)
5.5 能量消耗	(83)
5.6 排泄	(85)
5.7 感觉	(85)
5.8 生殖	(85)
6. 大量死亡现象	(96)
第二节 牡蛎养殖技术	(103)
1. 概论	(103)
2. 牡蛎种苗生产	(105)
2.1 牡蛎种苗生产的生物学特征	(106)
2.2 牡蛎种苗生产的变迁	(108)
2.3 采苗生态学	(109)
2.4 抑制及管理	(112)
2.5 输出及移出管理	(112)
3. 养成和养殖场地的条件及管理	(113)
3.1 养成和养殖场的条件	(113)
3.2 养殖方法	(113)
3.3 养成管理	(120)
3.4 收获	(121)
4. 牡蛎的敌害及其防除	(123)
5. 今后方向	(124)
第三章 扇贝养殖	(125)
第一节 扇贝的生物学研究	(125)
1. 概论	(125)
2. 分类与分布	(125)
3. 形态学	(126)

3.1 贝壳	(126)
3.2 外套膜	(127)
3.3 鳃	(128)
3.4 消化系统	(128)
3.5 足和闭壳肌	(128)
3.6 循环系统	(128)
3.7 神经系统和感觉器官	(129)
3.8 泄殖系统	(129)
4. 生态学	(129)
4.1 分布区域与影响分布的因子	(129)
4.2 运动与洄游	(130)
4.3 耐性	(131)
4.4 繁殖与死亡率	(133)
5. 生理	(135)
5.1 索饵与消化	(135)
5.2 生长	(136)
5.3 呼吸	(138)
5.4 性别与成熟	(139)
5.5 化学成份	(139)
第二节 扇贝的养殖技术	(140)
1. 扇贝养殖的历史及存在的问题	(140)
1.1 产量的波动与所谓的“异常大发生”	(140)
1.2 “异常大发生”的机理	(143)
1.3 关于资源波动和养殖技术的若干问题	(143)
2. 苗种生产与人工养殖	(145)
3. 自然苗种和渔场生态学	(147)
3.1 采苗方法的历史	(147)
3.2 采苗的成效及其存在的问题	(148)
3.3 产卵及影响产卵波动的因子	(148)
3.4 浮游幼体的自然减少	(151)
3.5 贝苗附着后的存活率	(151)
4. 养殖和管理	(153)
4.1 贝苗的中间培育	(153)
4.2 放流及管理	(156)
4.3 垂吊式养殖	(160)
5. 有害生物及其防除	(168)
5.1 穿孔生物	(168)
5.2 捕食动物	(169)

6. 收获与资源管理	(171)
6.1 渔具、渔法	(171)
6.2 资源管理	(172)
6.3 其它资源管理政策	(173)
7. 展望	(174)
7.1 人工育苗和自然采苗	(174)
7.2 中间培育的技术改进	(174)
7.3 垂式养殖与壳长 3 厘米贝苗的放流	(175)
7.4 异常大发生	(175)
第四章 鲍鱼的养殖	(176)
第一节 鲍鱼的生物学研究	(176)
1. 概论	(176)
2. 种类和分布	(176)
2.1 日本产的种类及其分布	(176)
2.2 世界其他地区的种类及分布	(177)
3. 生态	(179)
4. 生理	(181)
4.1 环境条件、耗氧量和摄食量	(181)
4.2 暴露在空气中活力	(182)
4.3 化学成分的季节性变化	(183)
4.4 心脏搏动数与水温	(183)
第二节 鲍鱼的养殖技术	(183)
1. 养殖历史	(183)
2. 人工苗种的作用	(184)
3. 天然采苗场的条件和管理	(185)
3.1 地形	(185)
3.2 地质	(185)
3.3 水深	(185)
3.4 天然种苗的资源管理	(185)
4. 移殖、渔场条件和管理	(185)
4.1 移殖方法	(185)
4.2 渔场条件和管理	(186)
5. 池养及管理	(187)
5.1 目的	(187)
5.2 种苗	(187)
5.3 池塘	(187)
5.4 饵料	(188)
5.5 育成及收获	(188)

6. 敌害及防治·····	(190)
第五章 日本对虾的养殖 ·····	(191)
第一节 对虾类的生物学研究 ·····	(191)
1. 概论·····	(191)
2. 世界的重要种类及其分布·····	(191)
3. 生活史·····	(191)
3.1 发育阶段·····	(194)
3.2 生殖·····	(195)
3.3 发育·····	(200)
4. 生态·····	(202)
4.1 习性·····	(202)
4.2 栖息场所·····	(205)
4.3 迁移·····	(206)
4.4 食性·····	(211)
5. 生理·····	(211)
5.1 耐温性·····	(211)
5.2 耐盐性·····	(211)
5.3 渗透压及离子调节·····	(213)
5.4 耗氧量·····	(216)
5.5 激素·····	(217)
5.6 表皮和蜕皮时的变化·····	(217)
6. 寄生虫·····	(218)
7. 标志放流·····	(218)
第二节 日本对虾的养殖技术 ·····	(219)
1. 种苗生产·····	(219)
1.1 种苗生产的历史·····	(219)
1.2 产卵·····	(222)
1.3 幼虫的孵化及其变态·····	(223)
1.4 幼虫的培养及育成率·····	(225)
1.5 种苗生产设施·····	(227)
1.6 种苗大规模生产方式·····	(232)
1.7 仔虾的输送·····	(234)
2. 养成·····	(234)
2.1 生长·····	(234)
2.2 存活率·····	(239)
2.3 饵料转化率·····	(241)
2.4 养成方法·····	(241)
2.5 养成池的环境·····	(241)

2.6 养成池的构造	(244)
2.7 饲养管理	(247)
2.8 养成池的环境	(249)
2.9 出售	(253)
3. 对虾的商业性生产	(254)
第六章 贝类的人工采苗技术	(256)
第一节 微型饵料生物的培养法	(256)
1. 种类及饵料价值	(256)
2. 微小生物的培养	(256)
2.1 微型藻类的营养需要及培养液成分	(256)
2.2 培养器具	(259)
2.3 培养液的灭菌方法	(260)
2.4 培养条件	(261)
2.5 大量培养法	(261)
第二节 双壳类幼虫的培养	(263)
1. 人工采苗设施	(263)
2. 亲贝的蓄养及处理	(263)
3. 产卵的诱导	(263)
4. 幼虫在水槽中的培养	(266)
5. 幼虫的附着与采苗	(269)
6. 幼虫的发生及变态	(269)
6.1 扇贝幼虫	(269)
6.2 欧洲牡蛎的幼虫	(271)
6.3 美国牡蛎和葡萄牙牡蛎的幼虫	(271)
第三节 鲍鱼的人工采苗	(273)
1. 发育及变态	(273)
2. 饲养及采苗	(276)

第一章 紫菜的养殖

第一节 紫菜的生物学研究

1. 概 论

Suringar(1870)是最早研究紫菜的人,他主要的贡献只给紫菜确定了一个学名。日本学者冈村(1900, 1901)研究了甘紫菜(*Porphyra tenera*)的生态和发生,1909年,著有题为《紫菜》一书,对甘紫菜的养殖历史、养殖方法、生态和分类作了详尽的介绍。1930年,冈村又发表了《海洋植物》一书,该书描述了甘紫菜的生长基,生活史、插枝养殖法中紫菜暴露的重要性以及其他海藻附着的问题等。

1932年,殖田继承了冈村的研究工作,对日本的紫菜进行了系统的研究。他不仅研究了养殖的种类,而且对18种紫菜进行了分类,对已出版的资料作了补充。此后Tanaka(1952)等人又相继发表了大量的论文,鉴定了大约30种紫菜。广泛养殖的种有*P. tenera*, *P. yezoensis*, *P. kuniedai*, *P. angusta*和*P. pseudolinearis*。并通过杂交、选择等手段,进行了品种改良。

与分类研究同时取得进展的是对紫菜生活史的研究。特别注意到冬季果孢子的形成和秋季孢子的出现。1919年Yendo做了这方面的工作。冈村和他的同事(1901, 1909, 1920)推测,果孢子不是留在海底,就是自由地浮在海上。因此,提出了“夏型紫菜”的假说,此后,殖田(1929, 1937)和目下部(1929)均在夏型紫菜上发现了中性孢子(单孢子);另一方面, Kunieda(1939)从不同的研究路线所获得的资料,对果孢子的去向提出了“休眠”假说。这两种假说一时相持不下,直到1949年, Drew报道了*P. umbilicalis*存在着壳斑藻相,黑木(1952, 1953)确认*P. tenera*和其他几种紫菜中也都有壳斑藻时期。1956和1961年又相继发现,*P. kuniedai*除了存有壳斑藻相外,也还以夏型紫菜的形式度过夏天,从而证实了上述两种假说。第二次世界大战后,有些科技工作者就根据这些资料利用壳斑藻进行人工采苗。从而使紫菜养殖生产发生了巨大的变化,取得了显著的进展。

石川(1921)研究了紫菜的细胞学,尤其是与生活史有关的核相的变化。虽然从事这一研究的Dangeard(1927)的观察结果与石川不同,但两人都肯定紫菜叶状体是单倍体,减数分裂发生在果孢子形成时期。最初Magne(1952)对这一结论产生了疑问,此后,藤山(1957), Yabu和Tokida(1963),以及其他日本学者也都认为在受精以后不发生减数分裂。右田(1967)曾对紫菜的整个生活史的核相变化作过观察,他认为,只在壳斑藻形成壳孢子时才产生减数分裂。

冈村(1909, 1930)对紫菜孢子的形成、附着、营养生长等作了长期的观察。二次大战后,不少日本学者又继续对紫菜的萌发、生长、消失的时期,生殖类型、营养生长和无性繁殖之间的关系,以及附着与分布的季节变化等都作了详尽的研究。吉田等(1964)

研究了紫菜密度的变化和生长的关系。在此期间,还有人研究了营养盐、水流等与紫菜的生长、质量或氮含量之间的关系,以及微量元素、维生素、生长激素、光照和光周期与成熟之间的关系也作了详细的研究。至于紫菜疾病的防治问题,早在本世纪初就有人注意到。二次大战后不久成了主要研究课题,至今仍有许多病理学问题有待研究。

紫菜生活史奥秘的揭开,促使许多研究人员把精力集中在壳斑藻与人工采苗的关系上来。研究的重点是壳斑藻的形态、生长、成熟过程和孢子的释放。研究的范围越来越广,涉及壳斑藻生长与成熟的相互关系,孢子释放所需的水温条件;以及生长、成熟与光强、光质、光周期、水质,如盐度、pH营养盐的关系;与生长激素的关系;干燥与冷冻的关系;附着与光强的关系等。

在人工培养壳斑藻时,也发现了一些疾病,这些疾病的本质现已搞清。(新崎等1956;野沢和野沢,1957)。小林崇(1960)的《人工育苗手册》和本田信夫(1964)的《室内育苗手册》中均有介绍。

从明治时代(1859~1911)开始直到目前各项研究成果的回顾表明,在战后所取得的成果是极为显著的,尤其是在1955~1965年间,现在的年产量在35亿张左右,有62,000~63,000家企业从事紫菜生产。种植面积仍在发展。自从1955年以来,人工育苗技术的过关,浮流养殖方法的改进,合成纤维网的推广等。对发展生产起了重要作用。随着产量的增加,干燥设备,加工机器,收割机械也普及了,并在1965年第一次开始试用冷藏网。

上述大量的研究成果确保了日本紫菜生产的发展和养殖水平的提高。

2. 分类、形态学和生态学特征

紫菜在日本叫做ノリ,属红藻门(Phylum Rhodophyta),原红藻纲(Class Protolorideae),红毛菜目(Bangiales),红毛菜科(Bangia)的紫菜属(*Porphyra*)。

在欧洲,早在18世纪就有人开始做紫菜的分类工作。1753年林奈把*Porphyra*和*Ulva*列在一起。这一结论沿用了多年,直到1824年*Porphyra*这个词才为C. A. Agardh所采用,并一直沿用到现在。紫菜广泛地分布于南、北半球,研究得较详细的有欧洲、北美大西洋沿岸、北美、日本、澳大利亚和新西兰的太平洋沿岸。紫菜的结构简单,因此种的鉴定和分类就比较困难。有些种可能还未得到鉴定,已经鉴定的种有些还存在问题,分类目前公认的已有50种。

*Porphyra vulgaris*是由Textor采集,Suringar鉴定的第一个日本紫菜(1870)。此后,1897年Kjellman记载了6个种,Yendo(1909,1913,1915,1916,1920)又补充了6种,冈村(1916)又加了一种。这样,到了1920年得到认可的紫菜是13个种。此后,殖田对日本的紫菜进行了全面的研究(1932),添加了5个新种和4个变种,奠定了日本紫菜分类的基础。自殖田以后,有若干论文涉及变种、新种和对原鉴定种的重新鉴定(Kawabata, 1936; Nagai, 1941; Tanaka, 1952; Katada, 1952; Ohmi, 1954; Mikami, 1956; 黑木, 1957, 1961, 1963; Miura, 1961; Noda, 1964; 福原, 1968)。现在日本大约有30种紫菜,包括一些尚未研究的变种。全世界的紫菜中有3~4种是大西洋和东太平洋的普生种。

2.1 形态特征

2.1.1 亚属的区分

紫菜是形状不一的叶状体海藻，有1~2层细胞(图1.1)。Kjellman(1883)把双层细胞的紫菜与单层细胞的紫菜区分开来，另立一属，叫*Diploderma*。但是Rosenvinge把双层型的定为*Porphyra*亚属，把单层的列为*Euporphyra*亚属。Tokida(1935)发现有些细胞中，只有一个色素体，另一些有2个色素体。他认为具有2个色素体的要另列一个新亚属，叫*Diplastidia*。现在，紫菜属有三个亚属。因为*Euporphyra*亚属是被包含在*Porphyra*属内的，根据最新的命名法的规定，这三个亚属应该是*Porphyra*, *Diplastidia*和*Diploderma*，然而在*Diplastidia*亚属内，其幼龄的细胞在某些种内也只有一个色素体，如*P. pseudocrassa*, Kurogi, 未发表)，而在另外一些种内，在它们生活期的某一阶段，只是中央的一些细胞有2个色素体，而边缘细胞只有一个色素体。

2.1.2 外部特征

叶状体的形状是紫菜种的分类首先要考虑的问题。因为每一个种有它自己特有的形状，因此在成熟前或在成熟的初期可以分成三个类型。一类是圆型的，另一类是卵形的，第三类是长型的，其中有椭圆形、带形、长倒卵形、长矛形，或是呈披针形、上下都尖，或是仅下部尖(图1.2)，当紫菜成熟时，精子、果孢子释放到海水里，叶状体通常就变得短而宽。也即在成熟前呈线状或矛状的叶状体逐渐变成不规则，或呈宽带状，或者变成椭圆形，甚至为球形，肾形或漏斗形，通常是由于四周迅速生长重叠在一起造成的。虽然在形态上有变化，但这些形态也不是随机发生的，变化的模式取决于紫菜的类型。

藻体边缘，尤其是上部常呈不规则状且粗糙。这一现象主要发生在果孢子和精子释放以后。叶状体有时有深的刻肋，藻体变脆，显出多少不一的皱纹。当皱纹增多后，常呈破裂状。

叶状体基部的形态也多变，从“V”字心形到脐形(图1.2)。当叶状体是线形时，基部通常呈“V”形，但是当叶状体呈长卵形，椭圆形或矛形时，基部通常呈半椭圆形或心形。当叶状体是卵形、球形或肾形时，基部大部，分为心形或脐形。

叶状体的颜色因种而异。有红色的，红褐色、或具一蓝色的边缘。在许多情况下，藻色随年龄而变化，成熟与不成熟的部位色泽也不同。藻体有的薄而软，有的硬而韧。

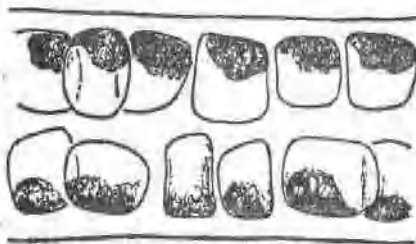
紫菜藻体长度变化较大，通常长10~30厘米。



紫菜亚属



双层色素体亚属



双层细胞亚属

图1.1 紫菜三个亚属纵切面比较

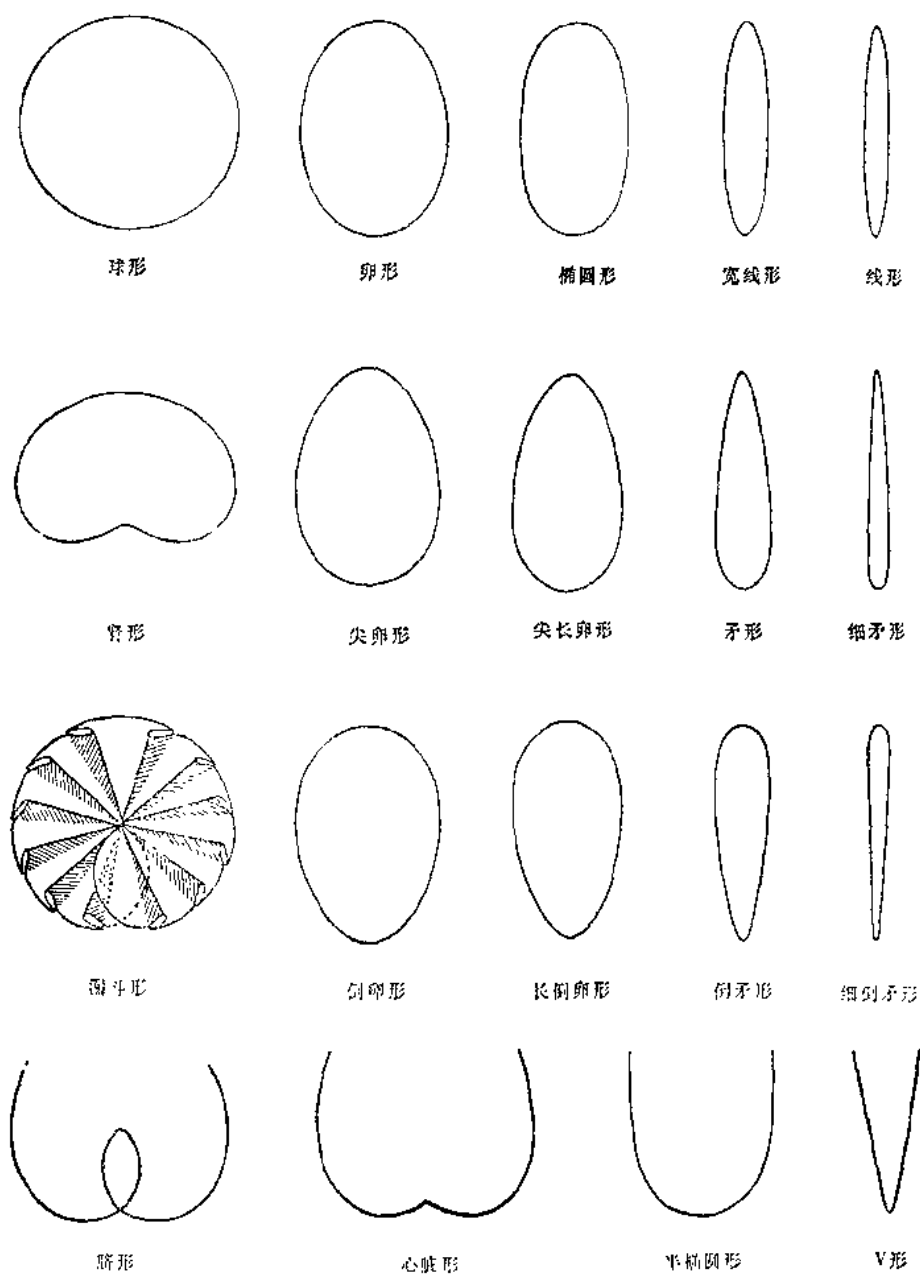


图1.2 紫菜外形模式

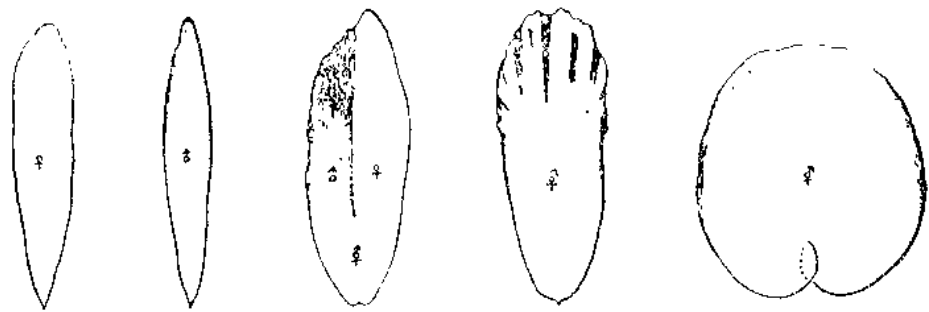
上述形态特征，还与附着的密度有关，颜色常与养殖的深度、海水中的营养盐有关。个体大小也与深度、海湾的内外有关。总之，紫菜的外部特征在很大程度上依赖于环境条件。然而，无性繁殖也影响成体叶状体的形状。例如，甘紫菜有很强的无性繁殖能力，其外形比那些无性生殖力弱的或没有无性生殖的要宽得多，甚至在顶端有一个裂缝。

2.1.3 有性生殖的特征

紫菜属中有雌雄同株的，也有雌雄异株的。在雌雄同株的类型中，有些外缘具精子

囊，而另一些类型其精子囊和果孢子囊分别在叶片的两侧。然而，到目前为止，还未发现只有果孢子囊的个体。在单性个体中，生殖细胞逐渐由上缘向下成熟，或是渐渐向中部成熟。雄性成熟个体的颜色正常情况下为淡黄色；雌性的为红褐色或深红色。这样雌、雄个体用肉眼就可区分。雄性成熟得要早些。

雌雄同株个体的精子囊和果孢子囊的三种不同的类型发育(图1.3)。



精子囊和果孢子囊分别位于叶片的左右两侧 雄性部份的条状或点状位于雌体部份中
图1.3 雌雄同体和雌雄异体生殖器官的形成

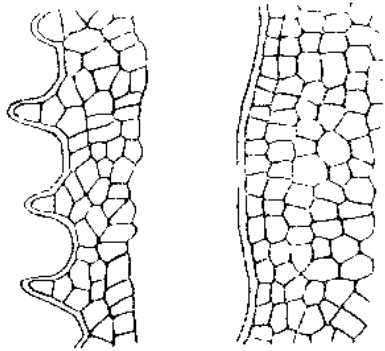
1. 在某些种内，精子囊在叶片的左边，果孢子囊在右边。因此，就可将叶状体分为雌、雄两部分。
2. 精子囊和果孢子囊掺杂在一起，雄性器官形成条状或点状的精子囊群。
3. 精子囊和果孢子囊呈不规则分布。

在那些雌、雄器官分开左、右两边的个体，雄性器官发育的早些。在某些情况下，在果孢子完全成熟以前精子囊已被水冲走了。结果，只有果孢子囊留在叶片上。有二、三个类型，精子囊从上缘开始发育，而果孢子囊更趋向于中部。当上部的精子囊成熟，精子释放出来后，这一部分藻体就腐烂掉了，在叶状体的内侧发生的果孢子囊就变成在边缘部位了。这一外露作用导致果孢子的释放。

在某些种类中，精子囊也有在下缘或向中心发生的。后者精子囊在果孢子囊内形成条状或点状，或是不规则的和果孢子囊混杂在一起。这是Ⅱ型和Ⅲ型之间的区别。在Ⅲ型成熟的部位，有许多小的凸起。因为在雌雄同株的个体中，Ⅱ、Ⅲ型的精子囊只形成在成熟的早期。除非非常仔细地检查，这些类型常被误认为全雄性植株。

有些紫菜(既有雌雄异株的也有雌雄同株的)的退化细胞与雌性细胞混合在一起，引起凸起，点或破损的叶状体。

叶状体很薄的种类精子和果孢子释放后，腐烂的叶片表面的凝胶状膜与精子囊、果孢子囊表面的膜混杂在一起，而叶状体厚的种



锯齿形 平滑形

图1.4 叶的形状