

海水养殖丛书

海带养殖

索如琪 刘德厚 田铸平编著

农业出版社

海水养殖丛书

海带养殖

索如琰 刘德厚 田铸平 编著

农业出版社

海水养殖丛书

海 带 养 殖

索如瑛 刘德厚 田铸平 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

787×1092 毫米 32 开本 77.5 印张 153 千字

1988 年 5 月第 1 版 1988 年 5 月北京第 1 次印刷

印数 1—1,000 册 定价 1.55 元

ISBN 7-109-00225-X/S·165

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

五十年代我国就已经建立了海带养殖的科学技术体系。数十年来，随着养殖生产的发展，积累了丰富的养殖经验，新的育苗和养成技术不断涌现，单位面积产量不断提高，近年来出现了不少亩产2—3吨的高产养殖典型；与此同时有关科研单位针对海带养殖存在的问题和新的养殖技术原理进行了大量的研究工作，取得了很多可喜的成果。为了普及新技术、推广科研成果，将科学技术转化为生产力，从而进一步提高海带养殖生产的经济效益；并为有关科技工作者和中等专业学校教学提供参考资料，我们着重调查、搜集了近年来的高产技术经验和有关科研成果，以及我们过去未发表的，但至今仍有参考价值的试验材料，结合我们从事这项工作的经验体会，编写成《海带养殖》一书。由于时间紧迫，加以水平有限，错误之处在所难免，望读者批评指正。

在编写过程中承有关科技工作者和有关单位提供了大量的资料，对此我们表示衷心的感谢。

本书在编写过程中，承中国水产科学研究院黄海水产研究所刘恬敬研究员，山东省海水养殖研究所张金城副研究员给予审阅书稿，提出了很多宝贵的意见，谨致深切的感谢。

编著者

1986.4

目 录

绪论	1
第一章 海带养殖的生物学知识	6
一、海带的分类地位与地理分布	6
二、海带孢子体的形态与构造	6
三、海带的生殖与生活史	11
四、海带生长发育与环境条件的关系	16
第二章 养殖区和养殖筏	35
一、养殖区	35
二、养殖筏	41
三、养殖筏的设置	47
第三章 海带幼苗的培育	53
一、育苗方法的演变	53
二、育苗的建筑设备	56
三、种海带的培育	64
四、基质处理和育苗器制做	68
五、采孢子	75
六、育苗形式	83
七、培育管理	86
八、幼苗下海	94
第四章 幼苗暂养和分苗	98
一、幼苗暂养	98
二、分苗	102

第五章 养成形式	116
一、垂养	116
二、平养	119
三、“一条龙”养成法	130
四、潜筏平养	132
第六章 养成期的管理	135
一、密度和养成形式的调整	135
二、养成期水层的控制和调整	140
三、施肥	147
四、切梢	153
第七章 收割加工	157
一、收割时期	157
二、收割方法	162
三、加工	163
第八章 藻贝间养	171
一、海带、贻贝间养	171
二、海带与裙带菜间养	185
三、海带、扇贝间养	190
第九章 海带的病害及防治措施	196
一、育苗期间的病害及防治措施	196
二、养成期间的病害及防治措施	212
第十章 海底增殖	221
一、增殖的意义	221
二、增殖的条件	223
三、增殖的方法	224
第十一章 存在问题与展望	228
一、病害问题	228
二、养殖品种问题	229
三、产品的利用问题	230

四、养殖器材问题	231
五、展望	231
参考文献	233

绪 论

(一) 我国海带养殖业发展的简要过程 新中国建立以来, 海带人工养殖业迅速发展, 成为我国沿海群众性的一项大规模生产事业。据1979年统计, 海带的年产量占全国海水养殖总产量的60%; 近几年来, 由于对虾、贝类等养殖业的发展, 使海带的年产量占海水养殖总产量的比例下降, 约占40%左右。然而海带养殖, 目前我国海水养殖业中仍不失为举足轻重的一项生产事业。

我国原无自然生长的海带, 1927年在大连寺儿沟栈桥的基石上首次发现后, 引起了重视。1930年日本人从日本北海道青森、岩手等县运来一批种海带。先后在大连寺儿沟、大沙滩、星个浦、黑石礁、老虎滩一带沿海进行海底繁殖试验, 并用长方框筏作为生长基, 秋季绑上种海带进行半人工养殖试验。到1943年共收获370吨鲜海带(折干品约60余吨)。这是在日本人经营期间产量最高的一年, 但所生产的海带个体狭小, 叶薄脆嫩, 所以多作为“盐渍昆布”商品出售。同年日本人大规洋四郎从大连移海带于烟台港进行试养, 经数年试验, 由于海带越冬技术问题未能解决, 进展不大。

1946年烟台解放后, 党和政府对海带养殖试验极为重视, 成立了烟台水产试验场。1950年又在青岛成立国营山东水产

养殖场，下设青岛、烟台、威海、俚岛、长岛、张家埠等分场。当年国营山东水产养殖场与现黄海水产研究所（原中央水产实验所）合作，于11月间从烟台运青岛一批种海带，采孢子后，用小双架筏在汇泉湾培养。1951年3月又从烟台运青岛一批幼苗，分苗后用单架筏培养于中港内。通过生长观测发现，中港内培养的海带，平均日增长度比汇泉湾培养的海带快两倍，而且体肥色浓，显示出海水营养盐含量的高低与海带生长的关系。但当时还未引起人们足够的重视。同年国营山东水产养殖场所属分场所进行的绑苗投石养殖试验全面失败；所投放的幼苗，生长缓慢，体薄、色淡，大多在越夏期间腐烂死亡。为此，国营山东水产养殖场于1951年12月在青岛召开了绑苗投石工作总结会议，并邀请中国科学院海洋研究所（原海洋生物研究室）、黄海水产研究所有关领导和科研人员与会指导。会议总结出了海带绑苗投石养殖试验失败的原因，认为：

1. 山东沿海除有污水排入的城市近海和河口附近的内湾水质较肥沃外，其他沿海水质瘠贫，而投石区大多为水质瘠贫区。

2. 山东沿海因受季节风影响，不同季节海水透明度变化差异甚大，而绑苗投石施放的水层是固定不变的，因而海带得不到适宜的光照条件。这是绑苗投石失败的主要原因，也是人们通过实验对山东沿海海况条件特点的正确认识。

针对山东沿海海况条件的特点和在此条件下进行海底增养殖海带的难度，并鉴于青岛中港和烟台港内用简易浮筏作生态实验和作种海带培养的海带生长良好。山东省水产养殖

场提出了把研究海带养殖的技术途径从海底转向海面，即开展在海面进行的海带全人工筏式养殖技术的研究。从此不仅打破了过去海带仅生长在海底岩石上的局限，而且使我国的海带养殖技术，从过去的渐进过程进入了飞跃发展的阶段。

1952年山东省水产养殖场全面开展了海带全人工筏式养殖试验，首先改进了浮筏结构和施設方法，也改进了采孢子方法和育苗方法。1953年又试验成功了合理密植法，平均每绳海带鲜重达 17.5 公斤，较 1952 年平均绳鲜重 6 公斤提高了近两倍。并初步建立了海带全人工筏式养殖法的技术工艺程序，1954 年达到成本核算要求。于是海带全人工筏式养殖立即在青岛和烟台水质较肥沃的海区发展起来，1955 年养殖面积达 1,100 亩。通过生产实践，对各种不同结构的浮筏和不同的养成形式进行了比较筛选，1956 年淘汰了大双架筏、小双架筏以及小平养形式，一律使用单筏，并改进了垂养的调光方法。从而进一步完善了海带全人工筏式养殖法。同年大连市水产养殖场也开始大规模地进行海带全人工筏式养殖生产，至 1957 年这两个国营场的海带养殖面积已达 3,500 亩。

这期间中国科学院海洋研究所、黄海水产研究所、山东海洋学院等单位也积极开展海带生态、生理学和海带养殖原理以及施肥养殖海带新品种的培育等课题的研究。1955 年试验成功了施肥养殖法。1957 年创造了自然光培育海带夏苗法，同年南移海带于浙江试养成功。这些成果，为我国海带养殖事业再一次发展提供了条件。

1958 年在水产生产养殖并举方针的指引下，水产部大抓海带养殖，在青岛举办海带养殖技术培训班。并在大连成立

了有沿海 7 个省市参加的全国海带育苗委员会，进行大规模培育海带秋苗。为海带养殖在我国全面推广提供了技术力量和苗种。到 1959 年，海带养殖已从过去少数国营场在局部水域生产的局面，一跃而成为全国沿海群众性的一项大规模生产事业了。到 1960 年养殖面积达到 6.5 万亩，为 1957 年的 18.5 倍。

1969 年 10 月我国决定发展的海藻工业。即以海带为原料，提取碘、褐藻胶、甘露醇等产品，实行海带综合利用。使我国的海带养殖生产又出现了新的峰。养殖面积逐年扩大，到 1979 年达到 28 万亩，与此同时养殖技术也不断提高，养殖区逐步向深水大流区发展，建立了顺流筏平养，贝藻间养和一条龙养成法等高产技术。六十年代至七十年代中期，有关科研单位先后培育出 59-1、海青一号、860、1170、743 号等高碘海带新品种，从而使单位面积产量也不断提高，出现了不少亩产 2—3 吨（干品）的单位。

（二）海带的经济价值和用途 海带之所以为我国人民所欢迎，不仅是因为它味道鲜美，营养丰富，而且还具有药用价值。据分析，每百克海带干品含胡萝卜素 0.57 毫克，维生素 B₁0.69 毫克，维生素 B₂0.36 毫克，尼克酸 1.6 毫克，粗蛋白 8.2 克，脂肪 0.1 克，糖 57 克，粗纤维 9.8 克，无机盐 12.9 克，钙 2.25 克，铁 0.15 克，能发出热量 262 千卡。与营养价值较高的菠菜、油菜相比，除维生素 C 外，其他维生素含量约略相等，但是蛋白质、糖、钙、铁的含量和热量则超过数倍至数十倍。此外，海带还含有一般蔬菜所没有的碘质，而且含量很高，一般是 3—7%。碘是人体健

康不可缺少的要素，人体缺少碘就会患甲状腺肿大病，我国内地山区人民患这种病症的很多，国家已将此病列为地方病。如果常食海带对防治此病的效果较好。

常吃海带还有治疗高血压的作用，从海带中提取的褐藻氨酸（Laminine）是一种降压特效药物。海带淀粉硫酸酯具有降血脂作用，对冠心病有一定疗效，其褐藻酸钠盐对放射性碘和其他放射性同位素有阻吸作用，所以海带可称是一种物美价廉的保健食品。在日本海带很受重视，以海带加工成的各种食品多达百种，其中不少是用于节日和结婚馈赠亲友的礼品。

海带还是一种重要的工业原料。据纪明侯等（1959）分析，每百克海带干品含有褐藻酸 17.1—32 克，甘露醇 8.64—28.48 克，碘 0.13—0.69 克，钾 4.36—12.65 克。我国以海带为原料提取褐藻胶、甘露醇和碘的工厂，已建立数十家，是世界上褐藻胶产量最多的国家之一。褐藻胶的用途很广，除用于纺织、印染、橡胶、造纸及石油工业外，美国和日本等国还多用于食品工业。近来我国也开始用于制面包、糖果、冰激凌和加入面粉中制做强力挂面等，颇受消费者欢迎。此外从海带中提取的褐藻酸可作为代血浆、抗凝血剂、止血剂等。

1984—1985 年黄海水产研究所与有关单位合作，以海带粉作为添加饲料喂蛋鸡和奶牛。所生产的碘蛋对治疗原发性高血压（I、II 期）有显著疗效；奶牛的产奶量有所提高，牛奶中还含有较高的碘，维生素的含量也较高，从而提高了奶品质量。这不仅为海带发展开辟了新的用途，而且对我国畜牧业的发展也有一定的促进作用。

第一章 海带养殖的生物学知识

一、海带的分类地位与地理分布

我国产的海带，在自然分类系统上属于褐藻门(Phaeophyta)、游孢子纲(Phaeosporeae)、海带目(Laminariales)、海带科(Laminariaceae)、海带属(*Laminaria*)中的 *Laminaria japonica* Aresch.。海带属的种类很多，在全世界约有 50 余种，在亚洲约有 20 余种。

海带属于亚寒带藻类，是北太平洋西部的特有地方种类。自然分布于日本本州北部、北海道及苏联的千岛南部沿海，以日本北海道的青森县和岩手县分布为最多。此外，朝鲜半岛沿海也有分布。我国原不产海带，1927 和 1930 年由日本引进后，首先在大连进行海底养殖。五十年代海带全人工筏式养殖法研究成功以后，海带养殖事业很快在我国沿海发展起来。然而海带究竟是一种冷水性海藻，所以我国有海带自然繁殖的地区，只限于山东半岛（北纬 36° ）及大连沿海。

二、海带孢子体的形态与构造

海带是有明显世代交替的植物，即有配子体世代和孢子体世代。海带孢子体就是通常见到的海带。

(一) 孢子体的外部形态 长成的海带孢子体由固着

器、柄和叶片所组成。

固着器：海带的固着器与高等植物的根不同，它只起固着作用，所以又称为假根。固着器是由许多自柄基部生出的多次双分枝的圆形假根组成。其末端有吸盘，用以附着于岩石、棕绳或其他人工基质上固定整个藻体。固着器的大小，依藻体的大小而异。幼小的藻体只有一个或几个吸盘，随着藻体的长大，假根分枝逐渐增多，固着力也逐渐加强。假根不喜强光，有逆光性，大小相同的海带，垂养的或生活于较弱光条件下的比平养的或受强光照的假根发达。在海带适温生长期的假根为褐色、质脆，到厚成期，假根逐渐变为浓褐色或黑色，质较硬而有韧性。

柄：位于叶片基部，呈圆柱形。在海带的适温生长期，色褐而光滑，与叶片相接处为扁圆形。海带的柄和假根一样具有蔽荫性，生长于密度较大或弱光条件下的柄较长为5—7厘米，一般柄长为3—5厘米。到厚成期以后，柄逐渐变为扁圆形，色浓褐或黑色，质硬，有韧性。

叶片：位于柄上端，是海带光合作用的主要器官。长成的海带叶片为带状，无分枝，褐色而有光泽。有两条纵沟贯穿于叶片中央，形成中带部，叶片边缘呈波褶

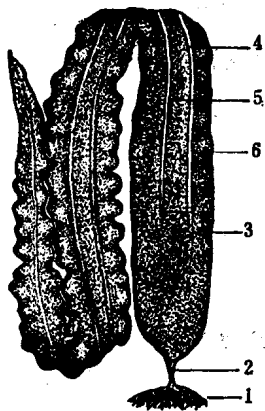


图1 海带孢子体的外部形态
1.固着器 2.柄 3.叶片 4.纵沟 5.中带部 6.叶缘部

状，薄而软。在强光条件下，波褶大而多；在弱光条件下，波褶小而少。生长部位位于叶片基部，在适温生长期叶片基部为楔形，到厚成期变为扁圆形，色浓褐。叶片长度一般为2.5—4米，最长可达6—7米，宽度一般为20—30厘米，宽者可达50厘米（图1）。

（二）海带孢子体的分期 海带在不同生长发育时期，不仅在个体大小上有很大差别，而且在外形态上和生理特征上也有很大差异。根据其不同生长发育时期的特点，将筏养一年生海带划分为幼龄期、凹凸期、脆嫩期、厚成期和衰老期。

1. 幼龄期 从幼孢子体形成到体长5—10厘米为幼龄期。这个时期的特点是叶片平滑而薄软，无凹凸，无纵沟，褐色。由于幼孢子体形成初期为单层细胞，随着幼孢子体的生长，叶片细胞的层数加多，所以，这时期叶片梢部有一深色的小舌状。

2. 凹凸期 当幼孢子体长到5—10厘米以上时，从叶片基部出现凹凸，凹凸分两排纵列于中带部。凹凸部是由于叶片中带部表层分生组织细胞分裂不均匀所造成的；有些部位的细胞分裂较快，而另一些细胞分裂较慢，因而出现凹凸不平的现象。这时期凹凸的程度和凹凸期的长短，与光照强弱和水质肥瘦有密切关系。在营养盐含量较低，光照过强的条件下，凹凸显著，排列紧密，藻体生长缓慢，凹凸期长。在营养盐含量较高，光照适宜的条件下，凹凸程度小，排列疏松。由于藻体生长快，凹凸部分很快地被推向叶片中上部，因而能较早的进入脆嫩期。

3. 脆嫩期 又称平直期。当海带体长达100厘米左右时，叶片生长部和由生长部形成的组织使叶片的厚度增加，叶片基部变为平直。随着叶片长度的增长，凹凸部被逐渐推向叶片梢部。这时期是藻体生长最快的时期，叶片的宽度也逐渐增加，柄粗壮，假根发达，叶片基部楔形。主要特点是叶片色褐、鲜艳，含水量多，质地脆嫩，极易折断，叶片梢部衰老组织脱落速度开始加快。这时期叶片生长部不宜接受较强的光照。

4. 厚成期 随着水温的升高，叶片长度增长速度迅速下降，光合作用所产生的有机物质开始大量积累，藻体内含水量相对减少。叶片硬厚老成，有韧性，叶片基部变为扁圆形，生长部纵沟不显著，呈平滑状，叶片梢部及叶片上部叶缘的衰退脱落速度加快，是筏养海带可以收割的时期。

5. 成熟期 叶片长宽度增长停止，叶片表面产生大面积孢子囊群，开始大量放散孢子，故又称为繁殖期。海底自然繁殖的海带和过去筏养秋苗多在越夏后成熟。筏养夏苗在夏季也有相当数量成熟的个体，特别是用于采夏孢子苗而专门培养的种海带，夏季的成熟率可达60%。

6. 衰老期 海带孢子囊群大量放散孢子后，生活机能逐渐减退，叶片表面粗糙无光泽，局部细胞开始死亡，固着器和柄出现空腔，叶片逐渐腐烂流失（图2）。

（三）孢子体的内部构造 海带孢子体长到一定大小时，细胞开始分化为表皮、皮层和髓部等组织。

1. 表皮 孢子体最外一层组织是表皮分生组织。表皮分生组织的细胞个体小、整齐而紧密地排列在藻体表面呈栅栏