

M海洋开发系列(一)
Marine Development Series I

海洋生物研究开发与利用

RESEARCH AND
DEVELOPMENT
IN APPLIED MARINE BIOLOGY

广西浪潮海洋技术开发研究所 编



海洋出版社

海洋开发系列(一) Marine Development Series I

海洋生物研究开发与利用

RESEARCH AND DEVELOPMENT IN
APPLIED MARINE BIOLOGY

广西浪潮海洋技术开发研究所 编

海洋出版社

2003 年·北京

图书在版编目(CIP)数据

海洋生物研究开发与利用/广西浪潮海洋技术开发
研究所编. —北京:海洋出版社, 2003. 9

(海洋开发系列)

ISBN 7-5027-5924-7

I. 海… II. 广… III. 海洋生物-研究-文集

IV. Q178.53-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 071420 号

责任编辑: 刘 勃

责任印刷: 严国晋

HAIYANG SHENGWU YANJIU KAIFA YU LIYONG

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

北京海洋印刷厂印刷

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 17.25

字数: 432 千字 印数: 1~1000 册

定价: 40.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

总 序

科学技术是生产力,并且是第一生产力;生产力是最革命的;革命是最大的权威。科技论著是科学技术中最重要、最成文也是最能流传的一个部分。所以,凡是真正的科技论著,都会在某种科学技术领域中,具有相当的权威性。

人类社会的发展历经农业经济时代、工业经济时代和知识经济时代,眼下是知识经济时代。在国内外经济市场上,知识就是力量,知识能创造市场、参与市场竞争、推动市场的发展,海洋科技知识也具有这种属性。科学无国界,技术造福全人类,可是在市场上,学以致用都离不开社会实践,任何一种科学技术都有一定的价值。海洋科技知识在社会实践中,也具有很高的价值。

因为海洋科技知识对人类社会是有用的,为了社会的发展和进步,我们有责任加以开发。我们这个研究所位于我国西部的广西壮族自治区,是西部惟一靠海边通大洋的省区;我们的单位很小,能量也不大,可是我们也认识到了开发海洋科技知识的责任,应该为社会谋福利。所以,我们的主要任务之一,就是要按照自己有限的视野,在力所能及的范围内,陆续组织出版各种有关海洋科技知识的书籍,以综合性文选、个人文选和专著的形式奉献给社会,并谨此敬告读者!

我们在综合性文选中,除了选取部分公开发表的优秀论著之外,一般仅安排本单位和与本单位有关专家的作品。

广西浪潮海洋技术开发研究所 谨识于南宁市

关于海洋技术开发的一些问题(代序)^①

谢玉坎

(广西浪潮海洋技术开发研究所)

广西浪潮海洋技术开发研究所创办成立了。这是我们参与西部大开发的一种积极表现。我国西部只有广西靠海,海面又不很大,可是在这改革开放的年代,在全球化的世界上,又可能是个“水不在深,有龙则灵”的地方。

在海洋和在陆地一样,与一般科学理论工作相比,技术开发在生产中具有更强的实践性,能更直接解决生产的问题。不过技术开发也离不开科学的基本理论和应用理论,也就是离不开基础科学和应用基础科学,离不开应有的科学知识。但是任何科学技术都必须学以致用,造福社会,海洋科技知识也不能例外。海洋技术开发就是社会上的一种科学实践和实际应用。

人类社会的发展历经农业经济时代、工业经济时代和知识经济时代。我们中国在几千年的农业经济时代里,科学技术曾经达到当时世界的最高水平,“四大发明”是最好的历史标志。其中指南针自古是航海最重要的仪表。珠江口 2000 年前的牡蛎养殖技术,造就了世界上最早的一种海水养殖产业。900 多年前宋代建筑的洛阳桥(万安桥),是闻名全球的“海内第一桥”,是古代海上桥梁工程的一个典范。实际上蔡襄(1011~1067)是总工程师,主持了这项工程,他利用牡蛎贝壳在石条上固着生长的习性,砌成牢固的桥墩,在海上建成了这座千年大石桥。可是,在工业经济时代的不过几百年中,我国落后了,并且成了挨打的重点对象。建国后在党和政府的领导下,20 世纪 50 年代北方海区的海带人工养殖和 60 年代南海的珍珠贝人工苗的大量生产,又使得我国这些海水养殖的生产技术达到了国际先进水平。眼下是知识经济时代,特别是在我国加入 WTO 之后,海洋事业正面临新的挑战。但是,“国民待遇”彼此都是一样的,我们在总体上,毕竟还是机遇大于挑战。

经济全球化,知识全球化,一直到海洋技术开发也全球化,都是必然的发展趋势。海洋科技的载体是各国有关的科技人员,在全球化年代也是漂泊的人群。我国的这部分人员,向来有胸怀祖国、放眼世界的志向,在全球化的浪潮中,也会运用一流的海洋科学技术,组成知识经济型的海洋技术开发机构,到国内外的市场上去参与竞争。

20 世纪 40 年代在厦门大学里有一个中国海洋研究机构的招牌,可是只有 3 位高级教学人员兼做科研工作,实际上很难开展科学技术研究。中华人民共和国成立之后,1949 年即组建了中国科学院,院内从 1950 年开始共用了 10 年时间,建成了我国第一个名副其实的海洋研究所——中国科学院海洋研究所(青岛)。不过海洋专家们初期都强调基础科学的研究,海洋科学“四条腿”(海洋物理学、海洋化学、海洋生物学、海洋地质学)的说法曾经十分风行。1959 年成立的中国科学院南海海洋研究所(湛江—广州),学科性质也基本一样。从 60 年代开始,国务院设立并直接领导的国家海洋局,在局内先后共建立了 7 个海洋研究所,多数以应用基础

^① 本文是 2002 年 9 月 2 日作者在广西浪潮海洋技术开发研究所成立会议上的讲稿。

科学的研究为主,甚至还有专门以应用技术研究为主的机构,明显地向海洋应用科技倾斜。这许多中国科学院和国家海洋局的海洋研究所,在调查研究和实验研究各方面都做出了很多成绩,积累了很多科技资料和论据。它们有一个共同点,都是依靠中央政府直接支持的海洋事业单位,很注重社会效益,为全社会的技术开发提供了丰富的海洋科技知识。与此同时,沿海各省也建立了一些由地方政府创办的海洋研究所,但以往在人力、财力、物力各方面资源都不够多,特别是在人力资源方面相当有限,直接影响了科技成果的质量和数量水平。现在,随着我国改革开放不断深化,这种“招牌不大”的地方性的研究所和正在发展中的与部门、企业业务密切相关的海洋研究机构,由于其更加密切联系实际,又有高新技术可以吸纳应用,很有可能会发展成为新的知识经济型的海洋研究所,成为海洋上的一个新的浪潮。

现在只要有足够的海洋科技知识和经济能力,即使是千百里甚至上万里之外的实验、检测和化验条件,都可以为我所用。把样本送过去,提出检测、实验或化验的要求,交付一定的费用,就会有数据结果了。不过首先要懂得采样,要懂得检测和化验的项目内容和目的要求,还要知道何处具备这种检测、实验或化验的设备及其技术水平等,对这些知识和信息是必不可少而又一定要掌握的。有了检测、实验或化验的结果之后,还要懂得应用,加以分析、讨论,至终做出结论,用以指导实际的技术开发工作,这些也都需要专业的知识。当然,也可能会有科学技术的创新。但是在整个工作过程中,海洋科技知识始终起主导作用。同时,一定的经济条件也必不可少。

从海洋的基础研究到应用基础研究,最后到技术开发,都是海洋科技发展的必然结果。现在我们具备了一定的海洋高新技术的专业力量,也有必要的经济条件,足以承担、组织许多海洋技术开发的项目任务。如果遇到还需要再行研究的问题,由于 21 世纪我国的科技管理以“课题制”取代了“单位制”,这样,我们也可以进入科技市场,去进行平等的竞争。

目 次

细基江蓼繁枝变型生长适宜环境条件的研究	吴超元、李纫芷、林光恒等	(1)
珠母贝幼虫发育的研究	王涵生	(7)
初步探讨农药对大亚湾水域珍珠贝 DNA 合成的影响		
..... 郑建禄、林植青、方正信等		(33)
我国的珍珠研究	谢玉坎	(42)
我国加入 WTO 之后珍珠业的发展问题	谢玉坎	(47)
鲍育苗生物学研究新进展	聂宗庆、王素平	(52)
笼养密度对九孔鲍生长的影响	聂宗庆、王素平	(58)
不同食物与放养水层对九孔鲍生长的影响	聂宗庆、王素平、陈才松等	(61)
鲍人工饲料研究新进展	王素平、聂宗庆	(64)
皱纹盘鲍幼鲍配合饵料的研制与喂养的初步研究	聂宗庆、王 平、王在卿等	(71)
海洋动物细胞工程	蔡难儿、相建海	(81)
海水虾类生殖调控和人工受(授)精	蔡难儿	(86)
中国对虾受精生物学的研究	蔡难儿、林 峰、陈本楠等	(107)
中国对虾人工诱导雌核发育的研究 I——四步诱导法		
..... 蔡难儿、林 峰、柯亚夫等		(116)
将虾业建成海南支柱产业的研究	张 本	(123)
比目鱼——牙鲆的早期发育史	张崇理	(132)
四种石斑鱼氨基酸组成的研究	张 本、陈国华	(148)
点带石斑鱼人工育苗技术	陈国华、张 本	(157)
点带石斑鱼仔、稚、幼鱼的形态观察	陈国华、张 本	(162)
人工育苗条件下点带石斑鱼仔鱼开口期摄食的观察	陈国华、张 本	(168)
点带石斑鱼亲鱼培育、产卵和孵化的试验研究	陈国华、张 本	(172)
埋植 17α -甲基睾酮诱导点带石斑鱼性转化技术	陈国华、张 本	(179)
盐度对赤点石斑鱼受精卵发育的影响及仔鱼活力的判断	王涵生、方琼珊、郑乐云	(184)
盐度对真鲷受精卵发育及仔稚鱼生长的影响	王涵生	(190)
嗜麦芽假单胞菌脂多糖的制备及其在卵形鲳鲹中的免疫效应		
..... 周永灿、张 本、陈雪芬等		(196)
南海北部海域表层沉积物中吸附气态烃的特征	郑建禄、周明杰、陈钧铭	(202)
南海海底沉积分带性	范时清、罗又郎、郭忠信等	(207)
南海珠江口盆地新生代沉积古环境、古气候变迁历史及其与 南沙海槽热带海域的对比	范时清、吴作基、余金凤等	(211)
琼州海峡海洋地质环境	范时清	(229)
中国海岸带悬沙基本特征	谢金赞	(233)

灌河口外深水航道开发研究	谢金赞、徐金环	(237)
灌河口沿岸流场的数值模拟.....	张东生、谢金赞、郑小平	(247)
南麂列岛人工鱼礁生态休闲渔业设计与初步实施	张 本、孙建璋	(255)
介绍一种近海养鱼张力腿网箱.....	张 本	(262)
编后记.....		(265)

CONTENTS

STUDY ON THE OPTIMUM ENVIRONMENTAL PARAMETERS FOR THE GROWTH OF <i>GRACILARIA TENUISTIPITATA</i> VAR. <i>LIUI</i> IN POND CULTURE.....	Wu Chaoyuan, Li Renzhi, Lin Guangheng, Wen Zongcun, Zhang Jingpu, Dong Liangfeng, Huang Xiaohang, Wei Shouqing, Lan Guobao	(1)
STUDIES ON THE DEVELOPMENT OF THE LARVAE OF <i>PINCTADA MARGARITIFERA</i>	Wang Hansheng	(7)
A PRELIMINARY EXAMINATION OF THE EFFECT OF PESTICIDE (TRICHLORPHON) ON THE DNA SYNTHESIS OF PEARL OYSTER IN DAYA BAY	Zheng Jianlu, Lin Zhiqing, Fang Zhengxin, Zhang Sui, Kwan Ming Chan	(33)
STUDIES ON THE PEARLS IN CHINA	Xie Yukan	(42)
AFTER WTO ENTERING THE DEVELOPING PROBLEM ON THE PEARL INDUSTRY IN CHINA	Xie Yukan	(47)
ADVANCE IN THE BIOLOGICAL STUDY OF ABALONE REARING	Nie Zongqing, Wang Suping	(52)
THE EFFECT OF CULTURE DENSITIES ON THE GROWTH OF <i>HALIOTIS DIVERSICOLOR AQUATILIS</i> IN A MULTIPLE-TIER PLASTIC BASKET SYSTEM	Nie Zongqing, Wang Suping	(58)
EFFECT OF FOODS AND WATER DEPTH ON THE GROWTH OF <i>HALIOTIS DIVERSICOLOR AQUATILIS</i> IN TANK	Nie Zongqing, Wang Suping, Chen Caisong, Liu Huiling	(61)
ADVANCE IN ARTIFICIAL DIETS OF ABALONE	Wang Suping, Nie Zongqing	(64)
EXPERIMENTS ON PREPARING OF FORMULATED FEED AND FEEDING EFFICIENCY OF YOUNG ABALONE, <i>HALIOTIS DISCUS HANNAI</i>	Nie Zongqing, Wang Ping, Wang Zaiqing, Yan Jingping	(71)
CELL ENGINEERING IN MARINE ANIMAL	Cai Nan'er, Xiang Jianhai	(81)
CONTROL OF REPRODUCTION AND ARTIFICIAL FERTILIZATION IN SEA SHRIMP	Cai Nan'er	(86)
BIOLOGY OF FERTILIZATION IN <i>PENAEUS CHINENSIS</i>	Cai Nan'er, Lin Feng, Chen Bennan, Ke Yafu, Tong Baofu	(107)
ARTIFICIAL INDUCTION OF GYNOGENESIS IN CHINESE SHRIMP <i>PENAEUS CHINENSIS</i> I — INDUCED WITH FOUR STEPS	Cai Nan'er, Lin Feng, Ke Yafu, Chen Bennan	(116)
A STUDY ON BUILDING THE SHRIMP PRODUCTION INTO A PILLAR INDUSTRY OF HAINAN	Zhang Ben	(123)
THE EARLY DEVELOPMENT OF FLAT FISH, <i>PARALICHTHYS OLIVACEUS</i>	Zhang Chongli	(132)
A STUDY ON THE COMPOSITION OF AMINO ACID OF FOUR GROUPERS	Zhang Ben, Chen Guohua	(148)
THE TECHNIQUE OF ARTIFICIAL FRY REARING OF <i>EPINEPHELUS MALABARICUS</i>	Chen Guohua, Zhang Ben	(157)
OBSERVATION ON THE MORPHOLOGY OF THE LARVAE, JUVENILE AND YOUNG FISH OF		

<u>EPINEPHELUS MALABARICUS</u>	Chen Guohua, Zhang Ben	(162)
OBSERVATION ON THE FEEDING HABIT DURING THE MOUTH-OPEN PERIOD OF THE LARVAE OF <u>EPINEPHELUS MALABARICUS</u> UNDER THE ARTIFICIAL REARING CONDITIONS	Chen Guohua, Zhang Ben	(168)
A STUDY ON PARENT FISH REARING, SPAWNING AND HATCHING OF <u>EPINEPHELUS MALABARICUS</u>	Chen Guohua, Zhang Ben	(172)
TECHNIQUE OF IMPLANTING 17 α -METHYLTESTOSTERONE TO INDUCE THE SEX REVERSAL OF <u>EPINEPHELUS MALABARICUS</u>	Chen Guohua, Zhang Ben	(179)
EFFECTS OF SALINITY ON HATCHING RATES AND SURVIVAL ACTIVITY INDEX OF THE LARVAE OF <u>EPINEPHELUS AKAARA</u>	Wang Hansheng, Fang Qiongshan, Zheng Leyun	(184)
EFFECTS OF SALINITY ON EGG DEVELOPMENT AND GROWTH, LARVAE AND JUVENILE SURVIVAL RATE OF <u>PAGROMUS MAJOR</u>	Wang Hansheng	(190)
PREPARATION OF <u>PSEUDOMONAS MALTOPHILIA</u> LIPOPOLYSACCHARIDE AND IMMUNOLOGICAL ANALYSIS OF THE LIPOPOLYSACCHARIDE AGAINST <u>TRACHINOTUS OVATUS</u>	Zhou Yongcan, Zhang Ben, Chen Xuefen, Qian Jiaying	(196)
CHARACTERISTICS OF THE ADSORBED GASEOUS HYDROCARBON IN SURFACE SEDIMENTS OF NORTHERN SOUTH CHINA SEA	Zheng Jianlu, Zhou Mingjie, Kwan Ming Chan	(202)
BO 1 TOM SEDIMENT ZONATION OF THE SOUTH CHINA SEA	Fan Shiqing, Luo Youlang, Guo Zhongxin, Hu Dunxin	(207)
THE CENOZOIC VARIATION GEOHISTORY OF THE PALAEOSEDIMENTARY ENVIRONMENT AND PALAEOCLIMATE OF PEARL RIVER BASIN AND THE COMPARISON TO THE TROPICAL WATERS OF NANSHA TROUGH	Fan Shiqing, Wu Zuojie, Yu Jinfeng, Chen Xidong, Fan Xikang, Yang Zuosheng	(211)
THE MARINE GEOLOGICAL ENVIRONMENT OF QIONGZHOU STRAIT	Fan Shiqing	(229)
SUSPENDED SEDIMENT CHARACTERISTICS IN CHINESE COASTAL ZONE	Xie Jinzan	(233)
A STUDY ON THE DEEP-WATER OUTER NAVIGATION CHANNEL OF GUANHE ESTUARY	Xie Jinzan, Xu Jinhuan	(237)
THE NUMERICAL MODELING OF LONGSHORE CURRENT OF GUANHE RIVER ESTUARY	Ziang Dongsheng, Xie Jinzan, Zheng Xiaoping	(247)
DESIGN AND PRIMARY ENFORCEMENT OF ECOLOGICAL RECREATIONAL FISHERY OF ARTIFICIAL FISH CREEF ALONG THE NANJI ARCHIPELAGO ...	Zhang Ben, Sun Jianzhang	(255)
AN INTRODUCTION TO TENSION-LEG CAGES FOR OFFSHORE FISH CULTURE	Zhang Ben	(262)
EPILOGUE		(265)

细基江蓠繁枝变型生长适宜环境条件的研究^①

吴超元 李纫芷 林光恒 温宗存 张京浦 董良峰 黄晓航

(中国科学院海洋研究所)

韦受庆 兰国宝

(广西海洋研究所)

江蓠是提取琼胶的原料,它分布广、生长快、产量高。美国 Lapointe 等(1987)用室外流水培养方法系统筛选了 42 种海藻,发现江蓠属的一些种,如圆扁江蓠(*Gracilaria tikvahiae*)是理想的养殖种类。我国台湾在池塘中大面积培养江蓠也获得成功(Chiang, Young-meng, 1981; Shang Yuang C., 1976)。

细基江蓠繁枝变型是一种大量分布在海南岛北部沿岸潮间带的生态型(Zhang Junfu 等, 1988)。它用营养枝进行繁殖,生长较快,种苗来源容易解决,是有前途的人工养殖种型。20 世纪 80 年代初以来,在两广一带进行过一些小规模的养殖,但常以失败而告终。为了解决生产中经常出现的不明原因的死亡问题和掌握细基江蓠繁枝变型生长的适宜环境条件,达到稳产高产的目的,进行了本研究。

1 材料与方法

于 1985 年 4 月至 1986 年 3 月,在广西北海市白虎头海水养殖育苗场以细基江蓠繁枝变型(*Gracilaria tenuistipitata* var. *liui*)为材料进行温度、盐度、氮营养、水层深度与栽培密度对生长影响的池塘养殖实验。共设 3 个池塘,其面积分别为 15 亩(1 亩 = 667m²,后同)、9 亩和 0.5 亩。室内实验 1986 年 4 月在青岛中国科学院海洋研究所进行。实验材料采自于海南岛海口市郊区。

1.1 温度实验

于 1985 年 4 月至 1986 年 3 月连续进行 1 年。用 3 个底面积为 1 m² 的尼龙网筐,各放入 500 g 藻体,将网筐固定在池塘中水深 0.5~1 m 处。每间隔 15 d 称一次鲜重。每次测定后将相当于增长量的材料从网筐内取出,维持实验开始时的原重量。日生长百分率(μ)按下式计算:

$$\mu = \left[\left(\frac{N_t}{N_0} \right)^{\frac{1}{\Delta t}} - 1 \right] \times 100 \%$$

① 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 2198 号。

本项研究得到广西省北海市水产局及白虎头海水养殖育苗场的支持,在撰写过程中还得到了刘海航、杨雪梅同志的帮助,均此一并志谢。

式中, Δt 为测量的间隔时间(d); N_0 为原来的藻体重量; N_t 为经过 Δt 天后藻体的重量。

1.2 盐度实验

实验在甲、乙 2 个池塘中进行。甲塘盐度在 30~34; 乙塘由于有淡水源, 盐度保持在 24 左右; 无机氮含量高于甲塘 10 倍。通过对甲塘施肥, 将氮浓度控制在和乙塘同一水平上。生长实验进行 1 个月。在甲、乙池塘中各随机取 3 块各为 1 m^2 的面积, 测量藻体鲜重, 取其平均值, 计算生长情况。

为了解生长的适宜盐度范围, 还在室外小水槽中进行了盐度与生长及光合作用强度关系实验。8 种盐度处理, 每种处理 3 组; 每组用江蓠 20 g, 培养液 3 L, 氮浓度为 $1.5 \mu\text{mol/L}(\text{NO}_3^- - \text{N} + \text{NH}_4^+ - \text{N})$, 自然温度(约 20°C), 每天换 1 次培养液。实验 2 周, 每周称 1 次鲜重。光合作用强度的测定, 是在由密闭恒温室(20°C)、蠕动泵和溶氧仪 3 部分组成的测定装置内进行的(吴超元等, 1984)。光照强度用光辐射能量仪测量。

1.3 无机氮实验

分析 3 个池塘中的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ (史致丽等, 1980)和 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ (高风鸣等, 1980)。实验 1 个月, 实验开始时和结束时测量了藻体鲜重并计算了平均日生长率。实验期内 3 个池塘的盐度相近似。

1.4 养殖水深实验

在 1 个池塘中以 30cm、60cm 和 90 cm 三种水深培养实验。用自制照度计测量 3 个水层的光照强度。每种水层做 3 个重复。实验开始时藻体重量为 20 g, 实验 15 d。实验结束时测定藻体重量。用黑白瓶法测定 3 个不同水层藻体的光合速率, 共测定 6 次。同时测定各水层的光强。

1.5 养殖密度实验

在 1 个池塘中分别以平均每平方米 150 g 和 450 g 二种密度养殖江蓠。每种密度养殖面积约 30 m^2 。在每个养殖区分散放置 5 个底面积为 0.04 m^2 的尼龙网筐, 筐内江蓠的密度与所在养殖区的密度一致, 计算其生长率, 每间隔 15 d 称量 1 次。实验进行 45 d。

2 结果与讨论

2.1 温度对营养枝生长率的影响结果

实验结果(图 1)表明, 水温在 $20\sim 30^\circ\text{C}$ 时江蓠生长较快。细基江蓠繁枝变型在广西实验点周年可以生长, 全年平均日生长率为 2.4%, 平均每月增重一倍。在不同季节中生长率有所变化, 春、秋两季即 3~5 月和 9~11 月, 平均日生长率达 3.3%, 平均每月增重 1.6 倍; 冬、夏两季即 12 月至 2 月和 6~8 月, 平均日生长率为 1.5%, 平均每月增重 0.6 倍。

春、秋两季是一年中生长最快的季节, 这与温度实验结果是一致的。

当地周年水温变化范围在 $15\sim 32^\circ\text{C}$ 之间, 江蓠在此范围内均能生长。一年中生长的两个最低点, 分别与水温曲线的最低点和最高点重合, 即在温度低到 15°C 左右、高达 32°C 左右

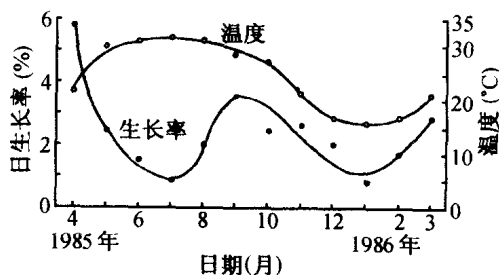


图 1 生长速率与水温变化曲线

时,江蕨的生长都比较慢。温度在 20~30℃ 以内,日生长率能达到3%以上,可以认为,这是细基江蕨繁枝变型生长较为适宜的温度范围。

温度是影响江蕨生长的主要因素之一。在同一环境中生长的不同种江蕨,常出现不同的生长高峰(李纫芷等,1984),说明每个种都有其特有生长适宜温度。同一个种,在不同温度条件下可能表现出对温度的不同反应,如 Bird 等(1978)在室内培养瓶中培养圆扁江蕨,其生长最适温度为 20~25℃;而 Lapointe 等(1984)在室外光照充足的流水条件下培养同一个种,其生长适温为 25~30℃。

在大量培养中控制温度是不容易的,但研究清楚营养枝生长的适宜温度则可以在适温期改善其他条件,如提供好的营养和光线条件等,将可以提高生长率,从而达到高产目的。

2.2 盐度对生长和光合速率影响结果

盐度与生长关系实验结果(见表 1)表明,无论是 1 周还是 2 周的结果,均是盐度在 21 时生长最好,鲜重分别在 29.1 g 和 35.2 g,分枝多,粗壮,表面有光泽;其次是盐度为 14 和 27 的材料。在盐度为 3 的培养液中,实验开始 2 d 后藻体末端开始变白,4 d 后藻体全部变白,死亡。1 周后,其他各盐度组材料生长情况出现明显的差别。2 周后,盐度在 47 的藻体部分变白。

表 1 盐度对藻体重量增长影响结果

盐 度	藻体鲜重(g)	
	培养 1 周	培养 2 周
3		
7	26.3	29.5
14	27.1	33.2
21	29.1	35.2
27	26.2	32.0
34	25.0	28.1
40	24.2	26.6
47	23.7	26.0

池塘实验进行 1 个月后,甲塘中一些适应高盐度的杂藻如浒苔等,明显生长,而江蕨生长慢。乙塘的藻体始终生长良好,在 1 个月中重量增加 1.3 倍。这说明盐度是影响细基江蕨繁枝变型生长的重要因素,盐度不适宜则不能正常生长。

盐度对江蕨光合作用速率的影响结果(见图 2)表明,培养在不同盐度中的藻体,在同一光照强度下,其光合作用速率各不相同。盐度为 21 的藻体光合速率最高,其次为 14 和 27 盐度组的,这与重量增长结果相一致。在不同盐度下光饱和和测定实验结果(图 3)说明,培养在 21 盐度中的藻体,在光强高于 $2 \times 10 \mu\text{E}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 时,光合速率均高于其他两种盐度的处理,光饱和点明显地高,也与重量增长实验的结果相吻合。

可以认为,细基江蕨繁枝变型生长的适宜盐度范围在 14~27,最适盐度为 21 左右。实验结果还说明,江蕨可忍耐的盐度范围较宽。从盐度 7~40,在 2 周内藻体都保持正常状态,即使在 47 的高盐度下,一周内也未出现明显异常状态。这一特性与其自然分布的生态环境有密

切关系,因为江蓠多分布于河口附近或其他有淡水注入的沿岸,这些区域水层浅,盐度变化大。为此在选择大面积人工培养基地时,应注意选择有淡水源并且盐度适于江蓠生长的区域,这是养殖能否成功的一个重要因素。

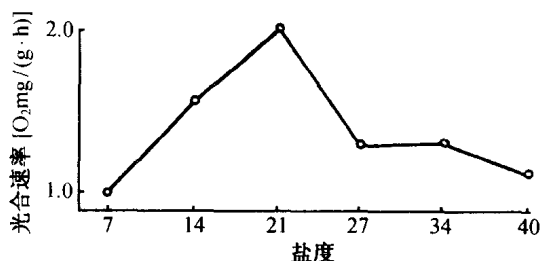


图2 盐度和光合速率的关系

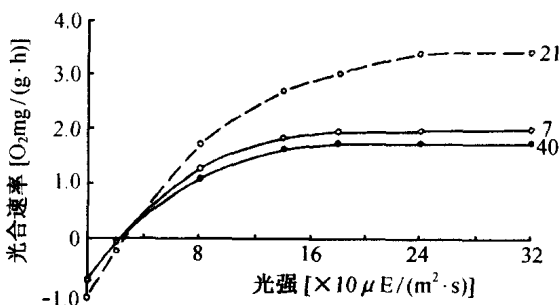


图3 在不同盐度条件下的光饱和曲线

2.3 无机氮含量对生长的影响

实验结果(表2)表明,水中含氮量达到 3.99~4.36 mol/L 时江蓠的生长率在 2.7%~3.1%,即每月可增重约 1.3 倍。为此,池塘水的氮浓度应保持在 4 mol/L 左右。

关于江蓠快速生长期所需要的氮量,DeBoer(1978)用叶状江蓠(*G. foliifera*)在流动水槽中所作不同氮浓度培养实验表明,氮浓度在 1.5 μmol/L 以下时生长受限制,为此他认为 1.5 μmol/L 的氮含量可以满足快速生长的需要。本研究结果与之不同,其原因一方面可能是由于实验所用的种不同;另一可能是由于培养海水流动情况不同。不断流动的水体,营养交换好,因而藻体吸收速度快,生长也好。池塘水流动差,要求氮浓度也就高一些。

表2 海水氮含量¹⁾对藻体生长率的影响结果

海水氮含量(μmol/L)	平均日生长率(%)
2.97	1.5
3.99	2.7
4.36	3.1

1) 氮含量为 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 和 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的总和。

表3 水层深度对藻体生长和光合速率的影响结果

培养深度(cm)		30		60		90	
生长项目		鲜重(g)	日生长率(%)	鲜重(g)	日生长率(%)	鲜重(g)	日生长率(%)
培养时间 (d)	8	26.1	3.3	25.2	2.9	24.9	2.6
	15	30.6	2.3	29.6	2.3	25.1	0.1
光照强度 [μE/(m²·s)]		250		208		156	
藻体光合速率 [O ₂ mg/(dg·h)]		5.21		4.28		3.25	

表 4 养殖密度对生长的影响结果

栽培密度(g/m ²)		150			450		
生长项目		重量(g/m ²)	增长量(g/m ²)	日生长率(%)	重量(g/m ²)	增长量(g/m ²)	日生长率(%)
培养时间 (d)	15	270	120	3.9	787	337	3.7
	30	372	102	2.1	1000	213	1.8
	45	500	128	2.0	1292	292	1.4

2.4 水层深度对生长的影响结果

结果(表 3)表明,水深在 30 cm 时光照强度和光合速率分别为 250 $\mu\text{E}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 和 5.21 [$\text{O}_2\text{mg}/(\text{dg}\cdot\text{h})$].在这种条件下,在 8 d 时藻体生长率为 3.3%;在 15 d 时,为 2.3%。随水层深度增加,光照强度降低,光合速率和生长率也随之降低。可以认为,培养水深一般保持在 30 cm 为宜。

Lapointe(1981)用叶状江蕨所作光照强度实验表明,随光照强度的增加生长率呈直线上升,在实验所能达到的最强阳光下得到了最高的生长率。本研究结果与之不同,原因是江蕨生长在池塘中,由于表面附泥和藻体互相遮挡,所接受的光照强度低。

2.5 养殖密度对生长的影响结果

结果(表 4)表明,两种密度在 30 d 内的生长率相近似,150 g/m^2 密度组在 3.9%~2.1%;450 g/m^2 密度组在 3.7%~1.8%。而生长的绝对量却相差悬殊,低密度组为 270~372 g/m^2 ;高密度组为 787~1 000 g/m^2 。30 d 以后高密度组生长率(1.4%)虽然明显低于另一组(2.0%),然而由于基数高,单位面积的绝对生长量仍然较高(1 292 g/m^2),为此养殖密度以 500~1 000 g/m^2 为宜,因生产中首先要考虑产量,也就是绝对生长量。但同时也要注意生长率,因为它可以说明藻体的生长状况和生长的势头。在不同密度下如能达到相近似的生长量,生产中采用较低的密度比采用较高的密度好,因为这样可以节省用苗量,也容易保持较好的水质条件,避免病害的产生。

台湾在池塘生产中,种苗用量在 500~600 g/m^2 ,此后每间隔 30~35 d 采收一次。以每月增重 1 倍计,本实验密度范围与其结果相近似。Lapointe 等(1987)在流动水体的培养条件下比较了不同密度的圆扁江蕨的生长量和生长率。结果说明,在 400~4 800 g/m^2 的范围内,生长的绝对量则以 2 000~3 000 g/m^2 密度为最高。这一密度范围比较大。本实验与之比较,除种类不同以外,培养条件也有很大差别。他们在培养中打入压缩空气,因而水体流动好,营养、气体交换和代谢产物排除等方面均好于池塘培养。但在生产中完全可以灵活掌握养殖密度,条件好的池塘可以相对密一点,差的则相应稀一点。

3 结语

细基江蕨繁枝变型在广西池塘中能周年生长,适温在 20~30 $^{\circ}\text{C}$ 范围内,在适温条件下,把盐度调节到 21,总无机氮达 4 $\mu\text{mol}/\text{L}$,养殖深度 30 cm,养殖密度保持在 500~1 000 g/m^2 ,日生长率可达 3.3%。根据池塘周年实验结果估算,年亩产可达 250~300 kg 干品。在实践的养殖中,向池塘引进一些淡水,降低盐度,提高水中氮含量,在很多情况下,是成功养殖的关键

所在。从 20 世纪 80 年代末期以来,在广西省和海南省已应用引进淡水的方法获得成功,目前正在稳步推广中。

参考文献

- [1] 史致丽,戴国隆等.1981.镉-铜还原法测定海水中硝酸盐.山东海洋学报,10(3):53~63
- [2] 高凤鸣等.1980.次溴酸钠氧化法测定海水中氨氮的研究.海洋湖沼通报,4:41~46
- [3] Bird, N. L., Chen, G. M. and McLachlan, J. 1978. Effects of temperature, light and salinity on growth in culture of *Chondrus crispus*, *Furcellaria lubricalis*, *Gracilaria tikvahiae* and *Fucus serratus* Botanical Marina., 22:521~527
- [4] Chiang, Young-meng. 1981. Cultivation of *Gracilaria* in Taiwan. Proc. int. Seaweed Symp., 10:569~574
- [5] DeBoer, J. A. 1978. Effects of nitrogen enrichment on growth rate and phycocolloid content in *Gracilaria foliifera* and *Neogardhiella baileyi* (Florideophyceae). Proc. Int. Seaweed Symp., 9:263~271
- [6] Lapointe, B. E. 1981. The effects of light and nitrogen on growth, pigment content and biochemical composition of *Gracilaria foliifera* v. *angustissima*. J. phycol., 17:90~95
- [7] Lapointe, B. E. and Ryther, J. H. 1987. Some aspects of the growth and yield of *Gracilaria tikvahiae* in culture. Aquaculture, 15:185~193
- [8] Lapointe, B. E., Teuore, K. R. and Dawes, C. J. 1984. Interaction between light and temperature on the physiological ecology of *Gracilaria tikvahiae* (Gigartinales, Rhodophyta). Mar. Biol., 80:161~170
- [9] Li Renzhi, Cong Renyi and Meng Zhaocai. 1984. A preliminary study of raft cultivation of *Gracilaria verrucosa* and *Gracilaria sjoestedtii*. Hydrobiology, 116/117:252~257
- [10] Shang Yung, C. 1976. Economic aspects of *Gracilaria* culture in Taiwan. Aquaculture, 8:1~7
- [11] Wu Chaoyuan, Wen Zongcun, Peng Zuosheng et al. 1984. A preliminary comparative study of the productivity of three economic seaweeds. Chin. J. Oceanol. Limnol., 2(1):97~101
- [12] Zhang Junfu and Xia Bangmei. 1988. On two new *Gracilaria* (Gigartinales, Rhodophyta) from South China. In Taxonomy of Economic Seaweeds. A Publication of the California Sea Grant College Program, Report No. T-CSGCP-081, 2:131~136

[本文原刊于《海洋与湖沼》,1994,25(1):60~66]

珠母贝幼虫发育的研究^①

王涵生

(福建省水产研究所)

珠母贝(*Pinctada margaritifera* L.)广泛分布于太平洋、印度洋和大西洋热带、亚热带海区,是一种个体较大的珍珠贝类^[3~5,11,16]。在我国广东省的硃州岛、海南岛、西沙群岛和广西的涠州岛都有分布。本种和合浦珠母贝(*Pinctada martensii* D.)、大珠母贝(*Pinctada maxima* J.)一样,是养殖海水珍珠的优良母贝之一。我们从1981年3月至1982年5月,在海南岛鹿回头对珠母贝早期胚胎及幼虫发育各个时期的形态、功能、幼虫的运动及摄食习性,海水比重变化及不同培养密度对幼虫发育的影响等都作了一些研究。

有关珠母贝发育的研究,目前做得较少。国外 Tranter(1958)研究珠母贝在澳大利亚的繁殖时,对在切片中出现的被成体吸进鳃腔的珠母贝受精卵到原肠期的胚胎顺便作了描述^[50]。田中弥太郎(1970)对珠母贝幼虫的形态作了一些描述,并提到珠母贝幼虫对外界条件的变化十分敏感^[22]。

国内还没有对珠母贝幼虫发育的研究报告。

1 材料和方法

1.1 材料来源

实验所用材料是从海南岛崖县东瑁岛、西瑁岛附近海区采捕的野生贝。一般选择壳长6~12 cm,年龄2~4年,形状正常的亲贝供实验用。

1.2 人工授精和幼虫培养

采用国内目前常用的双壳类人工授精及幼虫培养方法。精子和卵以解剖方法获得,在浓度为 40×10^{-6} mol/L的氨海水中进行人工授精。海水系经过砂滤的天然海水,相对密度为1.0230~1.0250, pH值为8.06~8.12,培养温度为自然室温,在24~28℃。每天全量换水一次,换水漏斗的筛绢孔径为55 μm。

24小时的直线铰合幼虫即开始投喂饲料。使用过的饲料种类有:干酵母片(浓度小于0.3g/m³,研碎、沉淀、过滤后使用)、球藻(*Chlorella* sp.,浓度5 000~10 000细胞/ml)、扁藻(*Platymonas* sp.,浓度1 000~3 000细胞/ml)、叉鞭金藻(*Dicrateria* sp.,浓度5 000~10 000细胞/ml),饲料浓度随幼虫个体的生长而增长。

① 本文是在导师齐钟彦教授及谢玉坎老师的指导下写成的。

中国科学院南海海洋研究所海南实验站陈永福同志为实验提供了藻类饲料,并参加了全部育苗工作,提出不少宝贵意见。实验站其他同志也对实验的进行给予很大的支持和帮助,谨此致谢!