

刘焕亮 主审

F I S H C U L T U R E

鱼类增养殖学

王吉桥 赵兴文 编著



大连理工大学出版社 Dalian University of Technology Press

主审：刘焕亮

鱼类增养殖学

王吉桥 赵兴文 编著

大连理工大学出版社

内容提要

本书介绍了国内外养殖鱼类的生物学和养殖技术的最新资料和研究成果,系统介绍了我国海、淡水主要养殖鱼类的形态学、生物学、生态学和生理学基础理论和养殖生物学技术。内容包括绪论;海、淡水主要养殖鱼类的形态特征、摄食、生长和繁殖习性及其对水质的适应;养殖鱼类繁殖的生物学、生理学及生态学理论和生物学技术;鱼苗和鱼种的生物学和培育技术;不同水体(大型水域和池塘)和各种养殖方式(流水养鱼、“三网”养鱼、工厂化养鱼和稻田养鱼等)下的食用鱼养殖理论与技术;渔业环境保护与增殖;活鱼运输;鱼类越冬八章。

本书包括了原《池塘养鱼学》、《内陆水域鱼类增养殖学》和《海水鱼类养殖学》三门课程的全部内容,具有理论性、创新性及应用性,可作为水产养殖学专业本、专科生和研究生的教材,也可作为高等职业教育、成人教育水产养殖专业或培训班的教材,可供综合大学和师范院校等相关专业师生参考,更是广大水产养殖者和科技人员进修提高的好教材。

图书在版编目(CIP)数据

鱼类增养殖学/王吉桥,赵兴文编著. —大连:大连理工大学出版社,2000. 8

ISBN 7-5611-1743-4

I. 鱼… II. ①王… ②赵… III. 鱼类养殖-人工增殖-高等学校-教材 IV. S961. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 66112 号

大连理工大学出版社出版发行
大连市凌水河 邮政编码 116024
电话:0411-4708842 传真:0411-4708898
E-mail:dutp@mail.dlptt.ln.cn
URL:http://www.dutp.com.cn
大连海事大学印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 字数:535 千字 印张:22.75

印数:1—4000 册

2000 年 8 月第 1 版

2000 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑:赵 静

责任校对:寸 士

封面设计:孙宝福

定价:28.80 元

序

经过多年的研究工作和多方的鼎力相助,《鱼类增养殖学》一书即将定稿付印了。本该放松精神,但望着放在桌前的书稿,却总感到似乎还少了点什么。

按照“要集知识传授、知识创新和知识物化为一体”的现代教育理念及“培养具有扎实基础、知识面宽、能力强、素质高的复合型专门人才”的教育目标,大连水产学院养殖系于1995年承担了原国家教委的《水产养殖学专业(本科)教学内容、课程体系及人才培养模式改革的研究与实践》课题,着手谋划鱼类增养殖学等课程体系的改革。

鱼类是水产养殖业的主要对象之一,鱼类增养殖学在本专业培养目标中占有重要位置,原设《池塘养鱼学》、《内陆水域鱼类增养殖学》和《海水鱼类养殖学》三门课程。按照“拓宽专业口径、夯实专业基础”的精神,总结了二十几年的教学经验,将原来的三门课合并成一门课——《鱼类增养殖学》。在吸收了原教材的主要内容和精华的基础上,收集和综合了国内外养殖鱼类的生物学和养殖技术的最新资料和研究成果,编写了这本新的《鱼类增养殖学》教材。改革后的课程和教材,厚重了鱼类养殖的基础理论和基本技能,避免了重复,增强了理论性、系统性、实践性和创新性,注重了教育的本体功能,为受教育者自身潜能和个性的发挥提供了广阔空间。可以说,这本教材既是改革的产品,又是养殖系几代任课教师辛勤劳动的结晶。

科学的生命在于创造,教材的灵魂是创新。教材不单是知识、信息和技能的媒介和载体,更是培养学生(读者)创新能力的向导。要创新首先要了解何谓新?新在何处?为了解国际水产养殖业的发展动向,作者在联合国粮食与农业组织工作期间,着力收集了大量资料和信息,从而使这本书能较全面地反映当今鱼类养殖的新种类、新理论和新技术及发展趋势,集理论性和资料性于一体,兼顾深造和实用性。

创造性源于对问题的精辟分析、深邃思考和丰富联想。在浩如烟海的资料和日新月异的发展中,本书详细介绍了养殖鱼类生物学、鱼类繁殖生理学与生物学技术、养殖鱼类苗种生物学和培育生物学技术、食用鱼养殖理论和使用技术等四个章节。有关鱼类养殖的相关内容或是归入有关课程(如养殖水域环境并入《养殖水域生态学》;鱼类营养与饲料归入《水产动物营养与饲料学》),以利于学生自学。

为了培养学生的自学和创新能力,我们还在教材的编排和处理上刻意处理好几个关系。①结论与方法。如我们在介绍性腺发育、卵受精及其影响因素的实验结论时,也介绍实验方法,给人以鱼又授人以渔。②结论与思维。给人结论的目的既是为了指导实践,也是训练学生的思维能力。我们在介绍多数人的意见和观点时,也介绍不同的观点,如鲑鳟的回归和精液保存机理等。每章的思考题多数不是简单的记忆性题目,而是综合归纳和发

挥创造性题目居多。③教与学。教是为了学,教材应利于学生学。根据多年教学经验,本教材将难点和重点作了合理布局,如鱼类繁殖组织学和生理学中性腺发育是个难点,我们从分子、细胞和组织三个水平上加以介绍,使学生的思路清晰,易于接受;水质管理和投饲是鱼类养殖中的热点和难点,我们分散在苗种培育和食用鱼饲养两个章节中介绍。

但是,由于时间仓促,书中难免有疏漏和不足之处,恳请读者批评指正,以便进一步修订完善。在本书的编写过程中,史为良教授给予了具体的指导,并提供了资料;大连水产学院教务处的同志也给予了大力支持,在此谨表谢忱。

编 者

2000年8月

目 录

第一章 绪论	1
一、鱼类增养殖业与鱼类增养殖学	1
二、鱼类增养殖业在国民经济中的地位	2
三、我国鱼类增养殖业的历史、现状和发展.....	3
四、国外鱼类增养殖业的现状	7
第二章 主要养殖鱼类的生物学	14
第一节 形态特征及地理分布	14
一、鲤形目	14
二、鲈形目	22
三、鲷形目	28
四、鲑形目	29
五、鲾形目	31
六、鲃形目	32
七、鳊形目	33
八、鮠形目	34
九、鱖形目	36
十、其他目	37
第二节 食性	39
一、滤食性鱼类	39
二、捕食性鱼类	45
第三节 生长	48
一、鱼类的生长特点	48
二、几种主要养殖鱼类的生长特点	49
第四节 繁殖	55
一、产浮性卵鱼类的繁殖生物学	55
二、产漂流性卵鱼类的繁殖生物学	57
三、产沉性卵鱼类的繁殖生物学	59
四、产黏性卵鱼类的繁殖生物学	62
第五节 栖息习性	64
一、栖息水层和场所	64
二、对环境条件的适应	65
第三章 主要养殖鱼类的人工繁殖	76
第一节 鱼类人工繁殖的生物学	76

一、性腺发育	76
二、内分泌腺及其与人工繁殖的关系	104
三、主要养殖鱼类精子和卵子的生物学与受精	114
四、主要养殖鱼类的胚胎发育	131
第二节 主要养殖鱼类亲鱼的培育	152
一、亲鱼的采捕、选择和运输	152
二、亲鱼培育	153
第三节 催情产卵	161
一、设备与工具	161
二、催产季节	163
三、成熟度的鉴别	164
四、催情注射	165
五、发情与产卵	166
六、对催产结果的分析	168
第四节 孵化	169
一、孵化设施	169
二、孵化管理	170
第五节 产黏性卵和沉性卵鱼类的繁殖	172
一、产卵池	172
二、并池产卵	174
三、人工催情产卵	175
四、孵化	176
第六节 主要养殖鱼类的提年产卵和孵化	178
一、亲鱼池	178
二、亲鱼培育	178
三、催情产卵和孵化	179
四、塑料薄膜大棚升温的方法	179
五、衡量鱼类人工繁殖技术水平的生物学指标	180
第四章 鱼苗、鱼种的培育	186
第一节 概述	186
一、鱼类早期发育阶段的命名	186
二、卵的规格与鱼苗培育	187
三、鱼苗培育的主要问题与对策	189
第二节 主要养殖鱼类苗种的生物学	190
一、食性	190
二、鳞被覆盖过程	203
三、生长	203
四、仔、稚鱼的游泳	210
五、栖息习性和对水质的适应	211

第三节 鱼苗的培育(鱼苗养成夏花).....	216
一、静水池塘培育鱼苗	216
二、室内水泥池微流水培育鱼苗	226
第四节 鱼种的培育(夏花养成1龄鱼种).....	233
一、室外池塘培育鱼种	234
二、室内水泥池培育鱼种	244
第五章 食用鱼的饲养	250
第一节 静水池塘养食用鱼.....	250
一、池塘的基本条件	250
二、放养前的准备	252
三、鱼种放养	252
四、轮养和多级轮养	260
五、饲养管理	261
第二节 内陆大型水域鱼类养殖.....	264
一、概述	264
二、我国以鲢、鳙为主的放养渔业.....	269
第三节 普通流水养鱼.....	275
一、流水养鱼的设施	276
二、流水养鱼生物学技术	277
三、温流水养鱼	278
第四节 工厂化养鱼.....	278
一、工厂化养鱼的设施	278
二、工厂化养鱼的生物学技术	282
第五节 网箱养鱼.....	283
一、概述	283
二、网箱养鱼的生物学原理	284
三、网箱养鱼对环境的影响及其对策	285
四、网箱养鱼设备的设计、结构及建造.....	291
五、网箱养鱼的生物学技术	295
第六节 稻田养鱼.....	299
一、稻田养鱼的准备	299
二、稻田养鱼的放养	300
三、稻田养鱼的管理	302
第七节 综合养殖.....	302
一、概述	302
二、综合养殖的类型	302
三、几种综合养鱼模式的评价	303
四、我国综合养鱼的问题与发展	304
第六章 鱼类资源保护与增殖	306

第一节 拦鱼设施	306
一、拦鱼设施的种类及其适用性	306
二、设计拦鱼设施的生态学依据	306
三、拦鱼设施的结构和设计	307
第二节 过鱼设施	311
一、过鱼设施的种类	311
二、鱼道的设计要求	311
第三节 鱼类资源的合理利用	313
一、增殖与放流	313
二、设置禁渔期和禁渔区	313
三、合理捕捞	314
第四节 经济鱼类的移植与驯化	315
一、概述	315
二、影响引种驯化成败的因素	316
三、移植工作的步骤和措施	317
第五节 渔业水域污染与防止	318
一、水域污染的机理和特点	318
二、主要污染物的污染特点及对水生生物的影响	319
三、水体监测和污染程度的评价	321
四、水质标准和渔业水域污染的防止	323
五、废水处理和防污对策	326
第七章 活鱼运输	329
第一节 影响运输成活率的因素	329
一、溶解氧	329
二、水温	329
三、其他理化因素	330
四、鱼的体质	330
第二节 常用活鱼运输方法	331
一、鱼苗、鱼种的运输.....	331
二、亲鱼的运输	336
三、食用鱼的运输	338
第三节 提高活鱼运输成活率的措施	340
一、运输前的准备	340
二、鱼类的体质和防止受伤	341
三、运输方式和途中管理	341
第八章 鱼类的越冬	344
第一节 越冬池的环境条件	344
一、理化状况	344

二、生物状况	348
第二节 越冬鱼类的生理状况	349
第三节 鱼类在越冬期死亡的原因	350
一、鱼体质差	350
二、鱼病	350
三、缺氧	351
四、低温	351
五、管理不善	351
第四节 提高鱼类越冬成活率的措施	351
一、培养体质健壮的越冬鱼种	351
二、采取生物增氧越冬措施	351

第一章 绪 论

一、鱼类增养殖业与鱼类增养殖学

水产业(渔业 fisheries)是从事水生经济动、植物生产和经营管理的事业。依生产水域的不同,渔业可分为淡水渔业(freshwater fisheries)和海洋渔业(marine fisheries);依渔业生产对象和生产方式又可分为捕捞业(capture fisheries)、养殖业(aquaculture)、加工业(fishery product processing)和游钓娱乐渔业(休闲渔业 sport fisheries, recreational fisheries)等。依养殖对象的不同,养殖业又可分为贝类、甲壳类、棘皮动物、鱼类和两栖爬行动物(名优动物)养殖业及藻类栽培业等。鱼类增养殖学(fish culture)历史悠久,养殖的种类繁多、技术先进、效益显著,是渔业的重要组成部分。在自然渔业资源日趋衰减的严峻形势下,像其他动、植物养殖业一样,鱼类增养殖业越来越受到人们的高度重视。

鱼类养殖的目的在于通过科学的经营管理,使各种水体能够生产更多更好的鱼产品,做到经济效益、社会效益和生态效益的高度统一。狭义的“养殖”一词专指将鱼放入水体中并加以适当管理,使其生长、繁殖,长大上市;广义的“养殖”一词不单指养殖,还包括增殖,即指对水体中原有渔业资源的繁殖和保护,使其形成渔产量。本书所采用的养殖一词均为广义的养殖,即鱼类增养殖。

依经营方式和资源投入量的多寡,可将鱼类养殖分为精养(intensive fish farming)、半精养(semi-intensive fish farming)和粗养(extensive fish farming)三大类型。精养(集约化养殖)是指在单位水体中投入的人力、物力较大,因而单产较高、风险较大的全人工投饲和施肥等强化管理的养殖方式。我国的静水池塘多采用这种养殖方式。在精养中,又依投入人力、物力的不同而分为不同类型,如流水养鱼、网箱养鱼和工厂化养鱼等属高度精养(即高度集约化养殖),又称设施养殖。粗养是指在单位水体中投入较少的人力、物力,因而单产较低的鱼类养殖方式;一般指不投饲、不施肥、只进行放养或放流和一般看护、捕捞等管理的养殖方式。我国大多数水库、湖泊、滩涂、围堰、港湾养殖属于这种类型。半精养(半集约化养殖)在管理强度和人力、物力投入上介于上述两者之间,一般指小型湖泊、水库、港湾等只施肥不投饵的养殖方式。

必须指出,不能简单地认为,凡是精养一定比粗养好;粗养就是科技含量不高的粗放式养殖。精养的单位产量高,并不意味着经济效益就高;大型水体的粗养同样要求综合运用高科技理论和技术,而且大型水体面积大,单产的少量增加就会带来可观的经济效益,因此,粗养的经济效益不一定就不高。从理论上讲,养殖种类和养殖方式适合市场需要,符合养殖水体特点,管理科学,经济效益较高,这种养殖方式,无论是精养、粗养,还是半精养,都是合理的。

养鱼是生产动物蛋白质的产业。从物质和能量转化的观点看,饵料与肥料是养鱼生产

的原料。鱼相当于生产机器,水体是鱼生产的环境条件。鱼在水环境条件下将饵料加工成鱼产品。养鱼生产就是围绕鱼、饵料和水三个基本要素进行的产业活动。从纵向讲,鱼类养殖业主要包括人工繁殖(含亲鱼培育、催产、孵化)、苗种培育、食用鱼饲养(大型水体增殖)和越冬等几个主要生产环节;从横向讲,鱼类养殖还包括活鱼运输、营养与投饲、市场和法规及经济技术管理等环节。鱼类增殖就是采取适当措施增加鱼类资源贮存量,为捕捞业高产稳产创造条件,是提高鱼产量的重要措施。它的具体任务和工作内容依水体的具体情况而有所不同,但主要任务包括:经济鱼类的人工繁殖和放养,以补充、替代或改造鱼类的自然繁殖能力;驯化或移植新的鱼类,优化水体鱼类区系组成;保护和改良水体中经济鱼类的栖息条件和环境;合理捕捞利用水体的鱼类资源等。

鱼类增养殖学是在养鱼实践基础上加以系统科学整理,并吸取了国外有关理论和技术而创立的一门研究鱼类养殖生物学原理和生产技术的应用科学。它属于水产学科下的二级学科。它不仅具有一定的系统性和理论性,还具有较强的应用性和实践性。要学好这门课程必须具有坚实广博的基础理论知识,还必须勇于实践,认真上好实践课,具有较高的综合素质。

本学科用到与鱼类本身和鱼类生活环境有关的知识、理论和技能,如鱼类学、组织与胚胎学、生理学、微生物学、海洋学、湖沼学、饵料生物学和水化学等各个学科的基础知识。同时在某些内容上又与鱼病学、遗传育种学、养殖工程、电子计算机、经济管理等专业学科存在横向联系。因此,鱼类增养殖学的另一特点是综合性强。要学好本门课程必须学好有关的基础理论课,并能加以综合运用。

鱼类增养殖学是在养鱼实践中创立的,也必然随着养鱼实践的发展而发展。因此,要学好本门课程,就必须在认真学好教材的基础上,广泛阅读各种最新资料,以充实、丰富所学的理论知识和技术。

二、鱼类增养殖业在国民经济中的地位

鱼类一向是人类特别喜好的食品,是人类动物蛋白的主要来源之一。鱼肉中蛋白质含量高,胆固醇含量低,易于消化吸收;丰富的多不饱和脂肪酸和矿物质等所具有的生理功能是随动植物所无法比拟的。鱼类还是我国重要的出口商品,具有商品率和换汇率高的特点。与工业相比,鱼类养殖业具有投资少,收益大,资金周转快,产品与市场结合紧密等特点,是生态大农业的重要组成部分,对发展国民经济,富民强国具有重要作用。

我国具有得天独厚的发展鱼类增养殖业的自然条件。据1984年统计,我国内陆水域总面积为1760万公顷,其中河流667万公顷,湖泊733万公顷,水库205万公顷,池塘127万公顷。我国管辖海域面积约300万公顷,大陆海岸线北起辽宁省的鸭绿江口,南至广西壮族自治区的北仑江口,长达约18000多公里。沿海有面积500平方米以上的大小岛屿6536个,岛屿岸线长约14000公里。岸线水深10m以内的浅海面积约780万公顷;水深10m~15m的面积424.7万公顷,潮间带滩涂面积200万公顷,其中适于养殖的面积不低于133万公顷,而且,随着科学技术的发展,可养殖的面积还将扩大。

这些养殖水域大多处于亚热带和温带的季风区域,雨量充沛,日照适宜,且水、光、热同季,鱼类生长期长。这种自然环境造就了我国生产能力极高的优良养殖鱼类^[1]。我国有纯淡水鱼约800种,隶属13目,34科,其中鲟形目7种,鲑形目18种;主要类群的鲤形

目,约 600 种,为淡水的主要养殖种类;鲑形目约 100 种;鲈形目约 50 种,为海水的主要养殖种类。我国有记录的海水和洄游鱼类 3 048 种(分属 288 科,其中鲑科和虾虎鱼科等 100 多种),约占世界海洋鱼类的 23%,以暖水种居多(87.8%),也有大量暖温种和少量冷温种^[2]。

丰富的自然资源、适宜的气候条件,加上我国政府正确的渔业发展方针、政策,使我国成为世界鱼类养殖特别发达的国家。据国家统计局公布的资料,1997 年我国水产品总产量为 3601.78 万吨,比上年增加 313.66 万吨,增长 9.5%;内陆养殖总产量为 236.66 万吨,增加 137.71 万吨,增长 12.5%,占各种渔业增长量之首。据联合国粮食和农业组织(FAO)1998 年公布的资料,世界水产品产量最高的国家是中国,其次为秘鲁、智利、日本和美国。我国的淡水鱼产量始终在世界各国中居第一位,其次是印度、孟加拉、印度尼西亚、美国、泰国和越南。我国以占世界 6.7%的淡水径流量生产了世界 43.5%的淡水鱼产量。据 FAO 统计,1996 年我国的淡水鱼产量为 1 090 万吨,其中鲤科鱼类占 87%,罗非鱼 4%,鳊鲂 1%,其他鱼类 8%^[3]。

我国的海水鱼类养殖业起步晚,较某些发达国家还有一定差距,但发展潜力很大,可能是今后海水养殖业发展的新增长点。

三、我国鱼类增养殖业的历史、现状和发展

我国是世界上养鱼业发展最早的国家,见于淡水养鱼的文字记载已有 3000 多年的历史。数千年来,我国的劳动人民靠勤劳和智慧创造和积累了丰富的养鱼经验,使我国的鱼类养殖业,尤其是淡水养鱼业,发展成为今天规模巨大、技术先进、独具特色的高效生产事业,为全球的粮食安全和世界水产业做出了积极贡献。

远在公元前 1100 多年的殷朝末年,我国就有了养鱼的文字记载;到公元前 5 世纪中期的战国末期就出现了世界上最早的养鱼专著——范蠡的《养鱼经》。当时范蠡住在陶,更名为朱公,故又称《陶朱公养鱼经》。该书总结了养鲤与环境的关系,介绍了鲤的繁殖方法和不同规格混养等技术,说明当时的养鱼知识已较为丰富、系统。到了汉朝已有大水体养鱼的记载:《史记》中提到了养鱼千石的大池塘;《西京杂记》记载了汉武帝在长安市周围的昆明池中养鱼。稻田养鱼的记载见于三国时期,如《魏武四时食制》说:“郾县子鱼黄鳞赤尾,出稻田,可以为酱。”魏武即曹操。宋代观赏鱼养殖已很流行^[4]。

唐朝以前,我国的养鱼业主要是养鲤。到了唐朝,由于皇帝姓李,“李”与“鲤”同音,认为鲤象征皇族,就要避讳,改称鲤为赤鯪公,谁捕到了鲤就须放生,谁出售鲤还要受罚。养鲤业受到了巨大挫折,迫使人们寻找和开发新的养殖对象。青鱼、草鱼、鲢、鳙等目前我国养殖的主要鱼类就是从那时开始的,也使我国淡水鱼类养殖业跨进了一个新的发展阶段。在唐末的文献(《岭表录异》)中看到了广东一带养草鱼的记载;宋朝的文献(《癸辛杂记》、《绍兴府志》中的《嘉泰志》等)中描述了当时九江一带的鱼苗养殖业和浙江的池塘养殖。这些记载表明,当时这些鱼类的养殖业已相当发达,养鱼的知识包括各种鱼的食性、饲喂方法和混养技术等,已相当丰富。到了明代,我国的养鱼业更发达,生产经验更丰富、更系统,为理论总结和概括提供了实践基础,而高水平的总结养鱼经验的著作,如黄省曾的《养鱼

经》和徐光启的《农政全书》，总结了养鱼的整个过程，从建池、放养、混养、分塘、投饵、施肥，直到池塘防护和鱼病防治，都有系统论述，这种理论总结反过来又促进了养鱼业的发展。

在宋朝、明朝，我国劳动人民不仅养殖淡水鱼类，还开始探索海水或半咸水鱼类的养殖技术。宋人所著《京口寻》记载：“鲷鱼头扁而骨软，惟喜食泥，色鲷黑故名。”明代彭大翼在《山堂肆考》中说：“凡海鱼，多以大啗小，惟鲷鱼不食其类。”这些描述对海水养殖至今仍有参考价值。同一时代的胡世亦还在《异鱼图集》中记载了人工捕鲷鱼苗放在池塘中养殖的经验。

我国海水鱼类养殖较早，而且较发达的地区当属台湾省。约 300 多年前，明末郑成功收复台湾时，就在安平开始养殖遮目鱼，所以台湾人称遮目鱼为国姓鱼。

清朝后期及国民党统治年代，我国劳动人民身受封建主义、帝国主义和官僚资本主义三座大山的重压，各种经济文化事业横遭摧残。广大渔民困苦万状，生产每况愈下，鱼池大部荒芜。全国解放前夕，我国淡水渔业产量只有 15 万吨。

全国解放后，鱼类养殖业开始了一个新纪元，淡、海水养殖得到了长足发展（表 1-1），但各个历史时期发展却不平衡，可概括为三个阶段：迅速恢复发展阶段、波浪式发展阶段和持续快速发展阶段^[5]。1949 年～1957 年为迅速恢复发展阶段。这一阶段，在中国共产党和人民政府领导下，渔民生产热情高涨。海水养殖面积由 1.67 万公顷扩大到 10 万公顷，主要养殖牡蛎等少数滩涂贝类和海带等藻类；淡水养殖面积由不足 20 万公顷扩大到 105.59 万公顷，养殖种类主要为鲢、鳙、草鱼、青鱼、鲤鱼等少数几种鲤科鱼类和虹鳟；1957 年全国淡水鱼产量已达 117 万吨。之后，1958 年～1981 年为波浪式发展阶段。在这一阶段，海水养殖面积由 10 万公顷扩大为 13.81 万公顷，养殖种类由 10 余种增加到近 30 种，并开始港湾养殖鲷、梭鱼和网箱养殖鲷和黑鲷；淡水养殖面积扩大为 288.17 万公顷；我国鲤科主要养殖鱼类生殖生理学研究的飞速进展，使人工繁殖技术获得成功并不断完善，弥补了依靠天然苗的缺陷，使我国的养鱼业形成了一个完善的体系。鱼类养殖生态学的研究成果和食用鱼养殖的“水、种、饵、密、混、轮、管、防”八字精养法又使我国淡水食用鱼养殖业的生产和技术水平上了一个新台阶。但在这 24 年中有 8 年由于人所共知的原因而为负增长，教训是深刻的。1982 年～1997 年为持续增长期。这期间，在邓小平理论和正确政策的指导下，社会主义经济体制刺激了科学技术的进步和渔业生产的发展，优越的鱼类养殖自然条件，加上先进的养殖技术，使我国的鱼类增养殖业发展步入了快车道。海水养殖面积由 16.26 万公顷扩大为 93.79 万公顷，养殖种类增加到 40 多种，并开始牙鲆、鲈、石斑鱼等工厂化养殖；淡水养殖面积扩大为 495.48 万公顷，养殖种类增加到 50 余种，鳊、鳊鲤、大口黑鲈、鲢等肉食性鱼类和中华绒毛蟹、中华鳖等名优水产品占淡水养殖量的比例逐年增大^[6]；目前在我国，昔日的“吃鱼难”已变为“卖鱼难”；鱼类养殖已由“数量型”逐渐转变为“质量效益型”。这种根本转变是以我国在鱼类养殖科学技术上的发展为支撑点的。

表 1-1 1949~1997 年海、淡水养殖产量变化情况统计分析

年 度	海 水 养 殖				淡 水 养 殖			
	产量/万吨	占养殖总 产量%	年增长 (t)	年增长率 (%)	产量/万吨	占养殖总 产量%	年增长 (t)	年增长率 (%)
1949~1957	1.00 ~ 21.37	31.24	2.26	23.94	10.00 ~ 56.48	68.76	5.16	29.21
1958~1981	14.70 ~ 80.17	35.73	2.44	7.12	55.39 ~ 101.41	64.27	1.87	5.29
1982~1997	86.57 ~ 791.70	39.88	48.22	15.71	120.72 ~ 1236.66	60.12	70.95	17.14

生物技术在养鱼业中的应用使鱼类种质资源得以保护,养殖的种类更加多样化和世界一体化。据不完全统计,我国目前进行一定规模商业性养殖的主要鱼类约有 108 种,列出供参考(括号中为英文名字和学名)。

鲟形目 Acipenseriformes

鲟科 Sturgeon, Acipenseridae: 欧洲鳇 (Beluga, *Huso huso*)、俄罗斯鲟 (Russian sturgeon, *Acipenser guldenstadti*)、施氏鲟 (Amur River sturgeon, *A. schrencki*)、中华鲟 (Chinese sturgeon, *A. sinensis*)、匙吻白鲟 (American paddlefish, *Polyodon spathula*)、长江白鲟 (Chinese paddlefish, *Psephurus gladius*)。

鲱形目 Clupeiformes

遮目鱼科 Chanoidae: 遮目鱼 (milkfish, *Chanos chanos*)

鲑形目 Salmoniformes

鲑科 Salmonidae: 大麻哈 (Chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*)、红大麻哈 (Sockeye salmon, *O. nerka*)、银大麻哈 (Coho salmon, *O. kisutch*)、驼背大麻哈 (Pink salmon, *O. gorbuscha*)、大麻哈 (Chum salmon, *O. keta*)、虹鳟 (*O. mykiss*)、山鳟 (Cutthroat trout, *Salmo clarki*)、大西洋鲑 (Atlantic salmon, *S. salar*)、河鳟 (Brown trout, *S. trutta*)。

香鱼科 Plecoglossidae: 香鱼 (*Ayu, Plecoglossus altivelis*)

胡瓜鱼科 Osmeridae: 日本公鱼 (Japanese smelt, *Hypomesus japonicus*)

银鱼科 Salangidae: 大银鱼 (Whitfish, *Protosalanx hyalocranius*)、太湖新银鱼 (*Neosalanx taihuensis*)、前颌间银鱼 (*Hemisanx prognathus*) 等。

鳗鲡目 Anguilliformes

鳗鲡科 Anguillidae: 日本鳗鲡 (Eel, *Anguilla japonica*)、欧洲鳗鲡 (European eel, *A. marmorata*)、美洲鳗鲡 (American eel, *A. rostrata*)。

鲤形目 Cypriniformes

脂鲤科 Characidae: 短盖巨脂鲤 (Movocoto, Pacu, *Colossoma brachypomum*)

鲤科 Cyprinidae: 丁鲃 (Roach, *Tinca tinca*)、青鱼 (Black carp, *Mylopharyngodon piceus*)、草鱼 (Grass carp, *Ctenopharyngodon idellus*)、鳊 (Chinese bream, *Parabramis*)

pekinensis)、鲂(Chinese bream, *Megalobrama terminalis*)、银鲌(*Xenocypris argentea*)、黄尾密鲌(*X. davidi*)、细鳞斜颌鲌(*Plagionathops microlepis*)、圆吻鲌(*Distochoodon tumirostris*)、鲮(Mud carp, *Cirrhinus molitorella*)、鲤(Common carp, *Cyprinus carpio* L.)、鲫(Gold fish, Crucian carp, *Carassius auratus*)、黑鲫(*C. carassius*)、银鲫(*C. auratus gibelio*)、鲢(Silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix*)、鳊(Bighead carp, *Aristichthys nobilis*)。

鳅科 Cobitidae:花鳅(*Cobitis taenia*)、泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)

鲇形目 Siluriformes

胡子鲇科 Clariidae:胡子鲇(Catfish, *Clarias fuscus*)、革胡子鲇(*C. leather*)、塘胡子鲇(*C. batrachus*)。

鲇科 Siluridae:鲇(*Silurus asotus*)、大口鲇(*S. soldatovi*)、南方鲇(*S. meridionlis*)。

叉尾鲇科(Ictaluridae):斑点叉尾鲇(Channel catfish, *Ictalurus punctatus*)。

鲢鲮科(Bagridae):长吻鲢(*Leiocassis longirostris*)。

刺鱼目 Gasterosteiformes

海龙科(Syngnathidae):三斑海马(*Hippocampus trimaculatus*)、大海马(*H. kuda*)、日本海马(*H. japonicus*)。

鲮形目 Mugiliformes

鲮科 Mugilidae:鲮(Striped mullet, *Mugil cephalus*)、梭鱼(*Liza so-iuy*)。

合鳃目(Synbranchiformes):

合鳃科(Synbranchidae):黄鳝(*Monopterus albus*)

鲈形目(Perciformes):

鲈科(Sea-basses, Serranidae):花鲈(Sea-bass perch, *Lateolabrax japonicus*)、尖吻鲈(Sea-bass, *Lates calcarifer*)、狼鲈(*Morone labrax*)、海鲈(*M. saxatilis*)、鳜(*Siniperca chuatsi*)、斑鳜(*S. schezeri*)、大口黑鲈(Largemouth bass, *Micropterus salmonoides*)、小口黑鲈(Smallmouth bass, *M. dolomleui*)、大眼狮鲈(Walleye, *Stizostedion vitreum*)、赤点石斑鱼(*Epinephelus akaara*)、青石斑鱼(*E. awoara*)。

鲷科(Trevallies, Carangidae):鲷(Yellowtail, *Seriola quinqueradiata*)。

石首鱼科(Sciaenidae):大黄鱼(Large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea*)、小黄鱼(Small yellow croaker, *P. polyactis*)、眼斑拟石首鱼(Red drum, *Sciaenops ocellata*)。

鲷科 Sea bream, Sparidae:真鲷(Red bream *Pagrosomus major*)、黑鲷(*Sparus microcephalus*)、黄鳍鲷(*S. latus*)、平鲷(*Rhabdasargua sarba*)。

丽鱼科(Cichlidae):尼罗罗非鱼(Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*)、奥利亚罗非鱼(*O. aureus*)、莫桑比克罗非鱼(*O. mossambicus*)。

鲢科(Snakeheads, Channidae):乌鲢(Snakehead, *Ophiocephalus argus*)、斑鲢(Snakehead mullet, *O. maculatus*)、月鲢(*Channa asiatica*)。

六线鱼科(Hexagrammidae):斑头鱼(*Agrammus agrammus*)、欧氏六线鱼(*Hexagrammos otakii*)。

鲽形目 Flounders, Pleuronectiformes

鲆科 Flatfishes, Bothidae:牙鲆(Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*)、大菱鲆

(Turbot, *Scophthalmus maximus*)。

鲽科(Pleuronectidae):高眼鲽(*Cleisthenes herzensteini*)、黄盖鲽(*Limanda yokohamae*)、石鲽(*Kareius bicoloratus*)。

鲀形目 Tetraodontiformes

鲀科(Puffers, Tetrodontidae):红鳍东方鲀(*Fugu rubripes*)、假睛东方鲀(*F. pseudommus*)、暗纹东方鲀(*F. obscurus*)。

从80年代开始,随着水产养殖业结构的调整,我国养殖鱼类的种类和品种还在逐步扩大。为了保证水产养殖的种质资源,近10多年来我国已建成了26个国家级经济鱼类原、良种场;即湖南长沙市、湖北石首市、江西瑞昌市、安徽芜湖市、江苏邳江市、浙江嘉兴市六个四大家鱼原种场;山东青岛市和济南市、江苏南京、广东番禺四个罗非鱼良种场;黑龙江佳木斯野鲤原种场;黑龙江方正县方正鲫原种场;广东省广州市鲮原种场;海南文昌市热带淡水鱼良种场;青海西宁裸鲤原种场;湖北鄂州市团头鲂原种场;江西九江市彭泽鲫原种场;江西兴国县红鲤原种场;江西婺源县荷包红鲤原种场。各省也分别建立了一批良种场。这些水产良种场对保护原种种质资源,提高养殖水平发挥了重要作用。

鱼类养殖在大面积推广优良种类的同时,还大力推广生态养殖和健康管理,向高效优质的方向发展。从80年代开始,逐步将池塘养鱼的技术推广到湖泊、水库、江河、堰塘和稻田等,开展网拦、网围、网箱(简称“三网”)养鱼,大幅度提高了大水体的鱼产量。1985年全国湖泊平均单产为225公斤/公顷,1997年增至921公斤/公顷;水库平均单产也由1985年的150公斤/公顷增至1997年的743公斤/公顷。1997年稻田养鱼面积达167万公顷/公顷,平均每公顷产渔300公斤。近三年银鱼已移植到全国各地,产量由1994年的不足400吨,增加到1997年的1.2万吨。

我国的鱼类养殖业虽然取得了巨大成绩,但也必须清醒地看到,世界各国在鱼类育种、苗种培育、食用鱼养殖、渔产品加工等各个环节的高新技术水平都在日新月异地蓬勃发展。我国在渔业资源利用、良种繁育、病害防治、现代化养殖等生物技术方面还有很大差距。水源短缺、污染严重,仍在困扰着我国水产养殖业的可持续发展。

四、国外鱼类增养殖业的现状

据FAO统计,全世界有统计的商业规模养殖的鱼类约有114种(属)。1996年世界水产品总量达1.21亿吨,年人均水产品占有量由1994年的14.3公斤增至1996年的15.7公斤。这种增加量几乎全部来自我国水产品总量的增加。1998年我国水产品总产量达3907万吨,如果不包括我国水产品总量在内,1996年世界年人均水产品供给量仅为13.3公斤,接近于90年代中叶的水平(表1-2)^[7]。

1996年世界水产品的出口值达525亿美元,发展中国家的贸易顺差达166亿美元。1999年1~6月我国水产品对外贸易总额达22.4亿美元,比去年同期增长14%。通观全球,世界的水产品总产量在缓慢升高。

1. 产量与渔业资源的现状

1996年世界水产捕捞总量达94.62万吨,增长量不大,产量居前八位的国家是:中国、秘鲁、智利、日本、美国、俄罗斯、德国和印度尼西亚。这八个国家的总海洋捕捞量占世界总捕捞产量的一半以上。海洋捕捞渔业总量继续占世界总捕捞量的90%以上,其余来