



长江水生生物多样性保护系列丛书
农业部水生野生动植物保护办公室

长江鱼类 监测手册



陈大庆 主编



科学出版社

长江水生生物多样性保护系列丛书
农业部水生野生动植物保护办公室

长江鱼类监测手册

陈大庆

主编



本书的出版得到了大自然保护协会的资助。
本书内容及意见仅代表作者的个人观点，与大自然保护协会的立场或政策无关，故不应据此推断其观点得到协会的正式认可

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书分为7章,分别介绍了长江鱼类的概况、种类组成、种群动态、资源量、遗传多样性、生境状况及数据的汇总与分析,详细地讲解了长江鱼类的监测方法、监测内容及监测数据的处理方法。附录部分列举了长江不同生境代表性鱼类、长江水系鱼类名录及分布、河流常见监测网具以及数据需求分析工作表。

本书主要供从事河流渔业监测、管理的科研人员及管理人员使用,也可作为河流鱼类监测工作的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

长江鱼类监测手册/陈大庆主编. —北京:科学出版社,2013.6

(长江水生生物多样性保护系列丛书)

ISBN 978-7-03-037809-5

I. 长… II. 陈… III. 长江—鱼类—监测—手册
IV. Q959.4—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 126240 号

责任编辑:杨瑰玉 袁池华/责任校对:王望容

责任印制:彭超/封面设计:苏波

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

武汉市首壹印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

开本:A5(890×1240)

2013年6月第一版 印张:8 插页:2

2013年6月第一次印刷 字数:240 000

定价:48.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《长江鱼类监测手册》编委会

主 编：陈大庆

副主编：尹 耀 赵依民 杨 波

编 委：罗宏伟 朱正伟 孙铭帅 刘绍平

段辛斌 汪登强 王 珂 刘明典

前 言

长江是我国第一大河,世界第三大河,她发源于青藏高原唐古拉山脉的各拉丹冬雪山,流经青海、西藏、云南、四川、重庆、湖北、湖南、江西、安徽、江苏及上海 11 个省市(自治区),在上海市注入东海,干流全长 6 300 余千米,汇集 700 余条大小河川,水系支流众多,流域面积广阔,渔业资源极为丰富。长江流域是我国重要的渔业产区,被称为淡水渔业的摇篮,产量占全国淡水鱼类捕获量的 60% 以上。由于独特的地理及生态特征,长江还孕育了一些珍稀特有物种,如中华鲟、白鲟、达氏鲟、胭脂鱼等,这些特有物种具有重要的科学研究价值和生态学意义。

长期以来,由于过度捕捞、环境污染、水利工程建设、航道疏浚及航运业等对渔业生态环境的影响,长江渔业资源数量、组成结构、生物生态学参数等已发生了一系列变化,许多主要经济种类已难以形成渔汛,鲟鱼、中华鲟、白鲟等珍稀名贵种类已濒临绝迹,长江渔业资源的开发利用已严重超过其自生良性再生能力。目前,长江渔业资源已严重衰退,长江流域渔获量尚不足历史最高产量的二分之一。

自 20 世纪 70~80 年代长江水系渔业资源调查协作组对长江流域渔业资源进行系统调查之后,30 年来,再没有开展系统的长江流域渔业资源调查,这导致长江渔业资源的养护管理及权益维护依据不足。目前,对于长江鱼类的种类及组成、种群动态、资源量、遗传多样性及生境状况等都缺乏全面、详细、准确的基础资料,这就造成难以科学合理地评估长江渔业资源的现状和发展趋势,也难以评价当前实施的渔业管理措施的有效性。

对长江鱼类的监测,有助于科学地分析和评估自然及人类活动对长江鱼类所产生的影响,进而提出相应的保护措施。目前,虽然有不少研究部门在长江流域开展长江鱼类的监测,但是各部门之间、不同研究者之间、同一研究者在不同时间及不同地点所采用的监测方法及监测手段不

尽一致,这就导致所获得的监测数据难以进行比较分析,难以科学地评估长江鱼类资源的真实情况。

为此,中国水产科学院长江水产研究所研究人员在总结近 30 年来长江鱼类监测成果的基础上,同时结合国内外河流鱼类监测的方法,编写出版了《长江鱼类监测手册》。全书分为 7 章,主要围绕长江鱼类的概况、种类组成、种群动态、资源量、遗传多样性、生境状况及数据的汇总与分析 7 个方面,通过大量的文字、数据、表格及图片,全面详细地讲解了长江鱼类监测的方法、监测的内容及监测数据的处理方法,深入地阐述了由鱼类个体到鱼类种群,到鱼类资源,到鱼类遗传多样性,到鱼类生境,最后到监测数据处理的整个过程。除此之外,为了能够让读者对长江鱼类监测产生更直观的感受,本书在附录部分列举了长江不同生境代表鱼类信息及照片、长江水系鱼类的名录及分布、河流常见监测网具与国外相关网具的对比及特征、实际监测过程中数据需求分析工作表的格式与规范,让读者能够更加生动具体地了解并开展长江鱼类监测。

本书的特点主要表现为三个方面:一方面向读者阐述长江鱼类监测的内容,另一方面给读者讲述长江鱼类监测的方法,最后向读者展示监测数据的处理及分析过程。本书的编写得到了长江流域渔业资源管理委员会的大力支持,在此表示感谢。同时,本书的出版得到了大自然保护协会的资助,也是大自然保护协会“大河伙伴(Great Rivers Partnership)”项目的行动内容之一。本书内容及意见仅代表编者的个人观点,与大自然保护协会的立场或政策无关,故不应据此推断其观点得到协会的正式认可。期望本书的出版有助于推动长江鱼类监测方法的规范。

本书可供河流鱼类监测工作使用,也可作为渔业资源和物种保护等方面科研人员、渔政管理人员的参考书。

由于编者的学识和时间所限,书中可能会存在一些问题和不足,敬请同仁批评指正,以便在今后的工作中修正。

编者
2013 年 3 月

目 录

第一章 长江鱼类资源分布概况	(1)
一、长江鱼类区系	(1)
二、长江鱼类资源状况	(4)
三、长江不同河道特征与鱼类生境的相互关系	(9)
四、长江鱼类生境类型	(11)
第二章 鱼类种类监测	(16)
一、鱼类标本的收集	(16)
二、鱼类形态特征的测量	(17)
三、鱼类年龄特征的研究	(26)
四、鱼类的生长及其测算	(31)
五、鱼类的体长与体重的关系	(33)
六、鱼类的生长率	(35)
七、鱼类的生长比速、常数和指标	(36)
八、鱼类的生长方程	(37)
九、鱼类的食性	(43)
十、鱼类的繁殖	(46)
第三章 鱼类种群监测	(50)
一、种群组成	(50)
二、种群数量	(52)
三、种群死亡	(62)
四、种群的生产和管理	(63)
五、鱼类洄游	(69)
第四章 鱼类资源监测	(74)
一、鱼类资源数量变动的一般规律	(74)

二、捕捞努力量和单位捕捞努力量渔获量	(77)
三、鱼类死亡的估算	(80)
四、鱼类早期资源监测	(86)
五、渔业资源评估的数学模型	(101)
第五章 鱼类遗传监测	(113)
一、样品采集及基因组 DNA 的提取	(114)
二、微卫星、ISSR 分子标记开发	(116)
三、群体检测	(127)
四、线粒体遗传体系	(129)
五、数据统计和分析	(130)
第六章 鱼类生境监测	(136)
一、水域形态	(136)
二、水文及气象条件	(139)
三、物理因子的监测	(139)
四、淡水鱼类关键生境的监测	(146)
第七章 数据的汇总与分析	(169)
一、数据汇总与分析的意义及目标	(169)
二、渔业资源数据库的建设	(170)
三、渔业资源监测数据库的功能及应用	(177)
附录 I 长江不同生境代表性鱼类	(180)
一、长江上游常见鱼类	(180)
二、长江中游常见鱼类	(186)
三、长江下游常见鱼类	(194)
附录 II 长江水系鱼类名录及分布	(199)

附录Ⅲ 河流常见监测网具·····	(216)
一、地笼·····	(216)
二、刺网·····	(219)
三、围网·····	(221)
四、拖网·····	(223)
五、电捕·····	(224)
附录Ⅳ 数据需求分析工作表·····	(228)
一、数据需求调查表·····	(228)
二、数据元素需求表·····	(229)
三、数据内容关系结构图·····	(232)
四、元素代码表·····	(233)
五、著录范例·····	(233)
六、功能需求表·····	(235)
参考文献·····	(237)
彩图	

第一章 长江鱼类资源分布概况

一、长江鱼类区系

1. 长江鱼类种类组成及分布

长江是我国第一大河,水系支流众多,流域面积广阔,鱼类资源极为丰富。长江盛产青鱼、草鱼、鲢、鳙、铜鱼、圆口铜鱼、长吻鮠、鲟鱼、刀鲚、凤鲚、鳊鲌等多种经济鱼类,是著名的“四大家鱼”、鳊鲌等许多经济鱼类的原种基地,其品质是我国所有水系中最优的,作为基因遗传是其他任何水系或人工方式所不能替代的。长江又是我国淡水苗种的重要生产基地,如“四大家鱼”、鳊鲌鱼苗,历史年产量曾高达 300 亿尾及 2 亿尾。因此,长江渔业资源的盛衰变化对我国的淡水渔业有着举足轻重的影响。

鱼类学家对长江流域绝大部分生境都曾做过鱼类调查,然而,由于调查数据年代较早,很多历史资料难以反映目前长江鱼类的真实状况。此外,虽然长江鱼类的研究资料较多,但由于来自渔业部门或地方组织的调查报告,许多是没有专家参与的,这也导致物种分布数据可靠性差。为此,本书在参照历史文献及相关书籍的基础上,重点结合正式发表的鱼类专著及一些相关文献,对长江鱼类目前的种类组成及其区系分布进行了简要的总结。

根据统计分析表明,目前长江流域共分布有 387 种鱼类,隶属于 15 目 36 科 149 属。其中淡水鱼 338 种,洄游型鱼类 13 种,河口鱼类 36 种(附录 II)。种数最多的为鲤形目,共 268 种,其中鲤科鱼类占 190 种,平鳍鳅科占 17 种,鳅科占 60 种。除鲤形目之外,鱼类种数最多的为鲇形目,共 41 种,其次为鲈形目,共 37 种。这也和世界鱼类的组成相一致。鲤科、鳅科、鲮科、平鳍鳅科、鲌科、鰕虎鱼科及银鱼科是长江流域鱼类物种和特有种最丰富的科。在所有科中,鲤科和鳅科是长江流域鱼类区系的主要组成部分。

2. 长江鱼类区系组成

长江水系的鱼类,根据其起源分布和生态特点,大致可归纳为三大类:

(1) 第三纪早期鱼类

主要是一些新近纪及其以前残留下来的鱼类,这些鱼的代表种、数量不多,但因适应性强,分布甚广,并且是一些习见的鱼类。它们的体色多数具有河道色或拟草色。有些具有辅助呼吸器官。大多具有发达的触须。食性以摄取底栖无脊椎动物的种类居多。它们以各种产卵特性适应于不同环境,保护其后代。它们在长江水系中,与江河平原类及热带沼泽类有相同的分布区域和混杂共处的特点。

(2) 古北区鱼类

起源于古北区水域,其中包括三个类群。一是江河平原类群,起源于我国东部,以古近纪的古北区原有鱼类及其后裔为主,大多数是善泳、喜氧、适于开阔水域的中上层鱼类。这类群种类多,种间关系复杂。绝大多数鱼类产漂流性卵,怀卵量大,因而形成这些鱼在江河、湖泊之间进行有规律的洄游特性。二是中亚山区类群,这是在上新世喜马拉雅山升高,在其东南缘的重压高山地区气候严寒而且干旱、水流湍急多石砾的水域中形成的。这类群主要是裂腹鱼亚科和条鳅属鱼类。这类群体游泳能力强,体形细长,鳞片退化或消失,腹膜呈黑色,含脂量高。绝大多数以着生藻类和无脊椎动物为食。绝大多数鱼体具河道色,产沉性卵,卵有毒,卵子隐藏在石砾缝中孵化育苗。三是北方山麓平原鱼类,形成于第四纪全新世冰川期,其主要生态特点是耐寒力强,喜清流水,喜高氧,体呈纺锤形。这类群的鱼类在长江水系种类很少。

(3) 中印区鱼类

起源于东洋区水域。其中又可分为二类。一是印度平原类群,即亚热带低地沼泽鱼类,是在印度热带的炎热气候、水草丛生、水流缓慢或静水的环境中形成的。这个群体大多体型小,不善于游泳,具有适高温、耐

缺氧的特点,由于常在缺氧环境中生活,很多种类具有特殊的适应特性。体具拟草色,在长江上中下游和江河平原类群混杂分布,其在长江水系的分布界限与江河平原类一样。二是中印山麓鱼类,即中印山区急流鱼类,是在水流湍急、石砾底质、含氧量高、水质清澈的环境中形成的。适应山区急流生活,鱼体多平扁,胸鳍水平开展,腹鳍特化为特殊的“吸盘”结构。口部亦多特化,触须发达。在长江分布范围一般较窄,有些种类进入长江中游某些山区河流中定居生活。

从区系组成情况看,长江水系鱼类区系基本是古北区和中印区的混合体。

3. 长江鱼类分区

由于生活环境条件的不同及鱼类区系复合体的起源及演化的差异,长江流域内的鱼类分布具有明显的地域差异性。以特有鱼类、优势鱼类、鱼类区系结构所呈现的差异性作为分区根据,将长江鱼类大体划分为如下四个鱼区。

(1) 青藏川西高原鱼区

区域范围包括青海南部,金沙江流域的西藏昌都地区,川西甘孜、阿坝两个藏族自治州地区。本区鱼类特点是种类稀少,区系结构简单,大多数为适应于高寒地区的冷水性鱼类。

(2) 金沙江川江水系鱼区

区内包括四川盆地、秦巴山地、云贵高原和金沙江下端,西起石鼓,东达宜昌。鱼类组成特点是区系复合体成分较为复杂,由6个区系复合体组成,其中以中国平原区系复合体占主要优势,其次为印度平原复合体种类,在境内广泛分布,尤以鲃科鱼类种类繁多。一些适应于急流生活的印度山区复合体种类,如平鳍鳅科、缺科、鲃科等主要分布在盆地中央地带的山区急流河川中。

(3) 中下游水系鱼区

本区范围包括宜昌至江阴的长江干流及其南北支流各水系。同上游

江段比较,由于地理环境的明显差异,虽然鱼类区系成分都是以中国平原复合体占绝对优势,但其中仍以鲤科鱼类占半数以上,鱼的种数比上游有所增加,在长江两岸平原湖区,有群体数量众多的几种洄游性鱼类和半洄游性鱼类,适应于湖泊静水和长江缓流中的鱼类成为本区的优势种,在长江南北面的山地丘陵区有较多适应于急流生活的种类。

(4) 河口鱼区

江阴以东的半咸水域和滨海的河川湖泊,由于环境特殊,鱼类组成十分复杂,包括海水鱼类、淡水鱼类和半咸水种类。鲤科鱼类只占本区鱼类总数的30%,有很多半咸水鱼类如前颌间银鱼、鲈、凤鲚、弹涂鱼等为本区常见优势种,有的成为主要捕捞对象。

综上所述,长江鱼类的分布规律,由上而下,种类由少到多,分类结构由简单愈趋复杂。大体青藏高原西区鱼类为高寒冷水性鱼类,川江区多山地流水性种类,中下游多平原静水性种类,河口区则为海水淡水混合种类。

二、长江鱼类资源状况

1. 长江鱼类渔获量情况

沿长江6省2市1949~1999年天然捕捞量表明,长江渔业资源量波动大,据统计大致可划分成3个时期,即恢复期、稳定期和下降期。1949~1954年为恢复期,建国初期随着生产关系的根本改变,渔业生产得到迅速恢复和发展,江河鱼类资源得到开发利用,捕捞鱼产量逐年上升,1954年达到427 221 t的最高峰。1955~1971年为相对高产稳定期,年均捕捞产量261 025 t以上。随后,在渔业生产稳步发展的同时,水利建设事业大规模开展,江湖阻隔日益严重,大量围湖造田使江湖水面迅速缩小,再加上其他因素的影响,1961年后除个别年份外,其余年份的鱼产量均开始下降到多年平均产量以下,1978年下降到最低点,仅高于1949年的年产量。其后为下降期,20世纪80年代鱼产量年均波动在20 000 t左右,90年代鱼产量约为80年代的一半。从上述分析可看出,长江渔业资源量从1960年前后开始,总趋势是呈波浪式下降。

2. 长江鱼苗产量

长江天然鱼苗资源丰富,是我国淡水苗种重要生产基地。长江天然鱼苗主要品种有“四大家鱼”、中华绒螯蟹及鳊鲌。“四大家鱼”鱼苗主要分布在长江中游湖北江段,中华绒螯蟹及鳊鲌苗主要分布在长江河口区上海江段。新中国成立后相当长一段时期,我国的淡水养殖渔业苗种大部分来自长江。1986~1994年,捕捞长江天然鱼苗达8 894 901万尾,占全国天然鱼苗捕捞量的63%。长江天然鱼苗资源不稳定。湖北省是“四大家鱼”鱼苗主产区,在20世纪50年代年均产苗40亿尾,60年代年均产苗83.8亿尾,70年代年均产苗29.6亿尾,80年代年均产苗20.7亿尾,90年代年均产苗6.6亿尾,呈下降趋势。上海市长江口是鳊苗和蟹苗主产区,鳊苗20世纪80年代年均产苗834.4 kg,90年代年均产苗2 992.3 kg,呈上升趋势;蟹苗80年代年均产苗11 773.8 kg,90年代年均产苗2 305.9 kg,呈下降趋势。鱼苗捕捞产量的下降与亲鱼资源下降、产卵场被破坏有关,也与鱼苗人工繁殖成功,对天然鱼苗需求减少有一定的关系。

3. 长江鱼类渔获物情况

(1) 长江上游

长江上游渔获物主要由适应于较急水流条件的种类组成,如铜鱼、圆口铜鱼、吻鲟、长鳍吻鲟、圆筒吻鲟、岩原鲤、中华倒刺鲃、白甲鱼、墨头鱼、胭脂鱼等。20世纪60年代中期前,长江上游地区的主要经济鱼类约有50余种,平原性鱼类占绝对优势,其中产漂流性卵的江湖半洄游性鱼类在渔获物中约占40%。到70年代中期,主要经济鱼类的数目缩减到30种左右,减少的部分,主要是与中游地区湖泊环境有密切联系的产漂流性卵的江湖半洄游性鱼类。进入90年代,由于受葛洲坝截流的影响,主要渔业对象的种类进一步减少到20种左右。海淡水洄游和江湖洄游性种类,已成为长江上游及主要支流的稀有种;河道洄游性种类大幅度减产;产黏性卵的定居性种类产量较稳定,相对数量有所上升。具体来说,在长江上游干流,中华鲟、达氏鲟、白鲟等已极为罕见;“四大家鱼”的产量

4. 长江鱼类资源面临的问题

(1) 渔业资源捕捞产量剧减

长江流域捕捞量于 20 世纪 50 年代有较大增长,1954 年达高峰,为 42.7×10^4 t,1956~1960 年捕捞量下降到 26×10^4 t,80 年代捕捞量波动在 20×10^4 t 左右,以后逐年下降,目前只有 10×10^4 t 左右。

长江主要经济鱼类青鱼、草鱼、鲢、鳙“四大家鱼”的种苗产量已由最高年份的 300 亿尾,下降到目前的 4 亿尾。由于“四大家鱼”成鱼资源量的显著减少,鱼苗产量也相应减少。据监测显示:1997~2002 年三峡水库蓄水前,监利断面家鱼卵苗径流量分别为 35.87 亿尾、27.47 亿尾、21.54 亿尾、28.54 亿尾、19.04 亿尾和 19 亿尾,总体上呈缓慢下降趋势。三峡水库蓄水后,由于坝下水文条件变化等原因,监利断面“四大家鱼”产卵规模明显下降,2003~2009 年卵苗径流量分别为 4.06 亿尾、3.39 亿尾、1.05 亿尾、2.31 亿尾、0.89 亿尾、1.82 亿尾、0.42 亿尾,繁殖时间推迟,已形不成苗汛。

素有“长江三鲜”美誉的鲥鱼、刀鲚和河豚鱼,长江鲥鱼最高年产量曾达 157×10^4 kg(1974 年),现早已绝迹;刀鲚产量也急剧减少,刀鲚 1973 年最高产量曾达 390 t,但从 1989 年开始衰退,1992 年产量下降为 30 t 左右,1994 年仅有 5 t 左右,资源严重衰退,近年来已经很难形成渔汛,市场价格居高不下;野生河豚鱼数量已经极少,唯一能有渔汛的仅剩凤鲚一种。凤鲚最高产量(1974 年)曾达 5 281.8 t,20 世纪 60 年代平均为 807 t,70 年代平均为 1 202 t,80 年代平均为 1 174 t,约占长江口鱼虾总渔获量的 48.6%,90 年代平均为 1 584 t,90 年代末凤鲚捕捞产量急剧下降,2001 年渔获量仅 551.2 t,目前凤鲚的资源量基本稳定。

鳊苗 20 世纪 80 年代平均产苗 834.4 kg,90 年代平均产苗 2 992.3 kg,2002 年产苗 1 724 kg,呈下降趋势;蟹苗产量 20 世纪 80 年代平均产苗 11 773.8 kg,90 年代平均产苗 2 305.9 kg,2002 年产苗 40 kg,苗种资源严重衰退。

(2) 洄游性鱼类在渔获物中比例显著下降

20 世纪中叶,在安徽铜陵江段,“四大家鱼”占渔获物的 80%,1974

年长江水系渔业资源调查资料表明,长江中游江段青鱼、草鱼、鲢、鳙在渔获重量中占 46.15%,由于水利建设而使江湖分隔,目前仅占渔获总量的 10%左右,江湖半洄游性鱼类数量明显下降。20 世纪 50 年代洪湖有鱼类不下 100 种,而江湖阻隔后,1964 年下降到 74 种,80 年代初更减少到 54 种,其中灌江纳苗引入 23 种,湖内实际生息鱼类只剩 31 种,仅占自然区系的三分之一。江湖隔断,青鱼、草鱼、鲢及鳙等江湖半洄游性鱼类在渔获物中比例下降极显著,鳡、鲸等大型凶猛性江湖半洄游性鱼类在渔获物中的比例同样明显下降。

(3) 定居性鱼类在渔获物中比例稳定

鲤、鲫及鳊类是全长江分布最广的定居性鱼类。它们在渔获物中的比例,无论是在干流,还是在沿江湖泊,相对提高,但资源量也都显著减少。根据对洞庭湖各生态类型经济鱼类资源产量的调查,1963~2005 年,洞庭湖渔业资源总趋势是:洄游、半洄游性鱼类在渔获物中比例显著下降,定居性鱼类在渔获物中比例相对稳定,但资源量减少,小型鱼类比例上升,主要经济鱼类减少。

(4) 小型鱼类在渔获物中比例上升

长江小型鱼类数量众多,在各江段组成也不相同。在干流中,黄颡鱼、鮰等在渔获物中的相对比例较稳定或有所上升(但这并不意味着它们资源量上升)。20 世纪 50~60 年代,长江主要经济鱼类在 50 种以上,到 20 世纪 70 年代中期,减少到 30 种左右。减少的种类主要是其生活史同沿江湖泊环境有密切联系的江湖半洄游性种类,如鲸、长身鳊等,以及在长江和海洋间洄游的洄游性种类如鲥鱼、鲟类等。

(5) 渔获物中低龄鱼增多,高龄鱼减少

长江鱼类资源量持续下降的同时,由于捕捞强度过大,其种群结构也发生了相应的变化,除了鱼类种群类别的小型化,鱼类个体的小型化也很普遍。洞庭湖 20 世纪 60~70 年代“四大家鱼”渔获个体大多在 15 kg 以上,为 3~4 龄鱼,鲤鱼个体也多在 10 kg 左右,多数为 2~3 龄鱼;90 年代后渔获个体明显低龄化,1997~1999 年 1~2 龄鱼占 50%以上。据 2000~