



内陆水体生物学与淡水渔业的可持续发展

李辛夫 陈宜瑜

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

THE STUDY OF INLAND WATERBODY BIOLOGY AND THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF FRESHWATER FISHERIES

Li Xinfu and Chen Yiyu

(*Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072*)

关键词 内陆水体生物学, 淡水渔业, 可持续发展, 水质保护

Key words Inland waterbody biology, Freshwater fisheries, Sustainable development, Protection of water quality

我国的淡水渔业目前正处于历史的转折点。一方面, 根据农业部的渔业发展“九五”规划和 2010 年设想目标, 我国水产业又将面临一次新的跃升, 占据水产业半壁天下的淡水渔业势将承担重任; 另一方面, 鉴于我国淡水资源的紧缺现状, 淡水渔业亟待真正纳入“可持续发展”的总体战略。如果不与资源和环境相协调, 将难以为继。内陆水体生物学和水产业工作者面临的严峻挑战是: 为我国淡水渔业走可持续发展之路寻找科学与技术的支撑点, 以最低的环境和资源成本谋求更大的发展。

1 淡水渔业功不可没

我国的淡水养殖业具有悠久的历史。在总结我国人民 3000 多年淡水鱼类养殖经验的基础上, 加上 50 年代以来在池塘养殖中不懈的技术和资金投入, 我国在池塘系统中发展了不同生态位鱼类合理混养的精养模式 (Intensive polyculture), 并形成了与之连成一体的鱼—畜、禽—林多种形式的水陆复合生态系统。池塘系统生产性能好, 单产水平高, 现在先进地区单产在 500kg 以上的很多, 达 1000kg 的也不少。池塘产量在淡水养殖总产量中历年来占 75%, 起着支柱作用。不过池养鱼类中优质鱼比例不大。今后池塘渔业的一个重要任务是调整品种结构, 增大优质鱼比例, 适应市场需求。

另一方面,对湖泊、水库等大水面的渔业开发在近代也已开始。最早可追溯到 50 年代对长江中下游及淮河流域 612 个湖泊以发展渔业为目的的综合湖泊调查。70 年代起,大水面渔业概念产生并迅速推向全国,重点是开展提高湖泊生物生产力和渔业利用的研究。例如在武汉东湖的渔业增产研究中,发展了以鲤科鱼类放养为主的渔业模式,获得了很高的产量,这已成为我国中小型湖泊的主要渔业模式,其中在渔业生态学理论上的重要进展是建立了从饵料生物估算主要放养鱼类渔产潜力的理论。80 年代及 90 年代,已注意到生态环境问题,但仍以生物生产力的开发为主要目标,主要是在湖泊、水库中实施网圈精养、网箱养殖和大湖人工投种粗放养殖相结合的生态渔业。总的说来,在建国后的 40 多年里,我国内陆水体生物学的研究重心一直放在生物生产力的开发上,因而在实践和理论上都取得了长足的进步,达到了世界领先水平。我国的淡水养殖业基本上是以增加产量为主要目标,尤其是 1985 年以来,在我国政府“要像重视耕地一样重视水域的开发利用,把加速发展水产业作为调整农村产业结构,促进粮食转化的一个战略措施来部署”的方针指引下,我国的淡水渔业进入快速发展的新时期。从 1990 起水产品总量跃居世界首位,1995 年达到 2517 万 t,占全球总产量的 1/4,年均增长率高达 11.6%,而同期世界的平均增长率只有 2%—3%。目前我国水产品人均占有量为 20.5kg,达到了世界平均水平,一些沿海地区和大中城市,居民水产品的消费量在“菜篮子”工程产品中所占比重大幅度提高,有的城市水产品消费量超过了肉的消费量。

值得注意的是,在我国巨额的水产品总量中,淡水水产品的贡献率接近 50%,这在国际上是罕见的。如果进一步分析,我们又可发现,淡水水产品主要来源于养殖,因为淡水捕捞产量近年来一直在 90—100 万 t 的水平上徘徊,而且所占比重越来越小。我国的淡水养殖产量占海淡水养殖总产量的 70%,占世界淡水养殖产量的 43.5%。联合国粮农组织对我国水产养殖业曾给予高度的评价,认为这是中国对世界渔业发展的一大贡献。

2 世纪交替时期的宏伟目标

水产品历来是我国“菜篮子”工程的重要组成部分,实际上,20 多年来我国水产养殖业的迅速发展确实为缓解副食供应压力建立了不朽的功绩。但是当前,在世纪交替之际,发展渔业已不仅仅是解决菜篮子问题,而是紧紧地与粮食安全问题联系在一起。

近年来,由于世界人口膨胀,对粮食需求的压力日益增大,粮食安全问题引起世界各国的高度重视。由于众所周知的粮食替代关系,根据大农业的概念,国际上已把水产品纳入粮食安全体系。1995 年 3 月,联合国粮农组织在罗马召开“世界渔业部长会议”。同年在日本京都召开“渔业对粮食安全保障的持续贡献国际会议”。这两次会议突出强调了渔业与粮食安全的关系。鱼类及其他水产品是一种低脂肪、高蛋白的优质食品,在膳食平衡中具有很高的价值,发展渔业增产水产品,在世界粮食安全保障中起着非常重要的作用。从广义上讲,水产品就是优质粮食,是粮食供应中重要的组成部分。实际上,世界的渔产量已超过了牛、羊、家禽、鸡蛋的生产量,水产品为人类提供了最主要的野生或家养动物蛋白来源^[1]。水产品在发展中国家人民的动物蛋白来源中比例更大。

我国以占世界 7% 的耕地养活了占世界 22% 的人口,已被公认为“创造了世界奇迹”。然而到本世纪末,我国人口将增至 13 亿,为此我国政府规划到 2000 年粮食总产量要达到

1 万亿斤。与此同时,水产品要达到 3200 万 t,再加上肉类,我国的粮食供应才有安全保障。这是一个关系到 13 亿人生存和发展的宏伟目标。

要发展渔业、保障粮食安全,我国不能走世界发达国家的道路。世界多数国家,尤其是发达国家,其水产品主要来源于海洋,而淡水湖泊主要用于饮用水、旅游及游钓业。商业性渔业仅见于北美大湖区的鲑鳟渔业及北欧部分湖泊的白鲑渔业。白鲑对水质要求极高,因此白鲑渔业管理的重点也在于水质的保护。反观我国,海洋渔业一直发展缓慢,在可预见的将来,远洋捕捞业仍将受到国力的制约,因此,水产品供应仍然至少要有一半以上由淡水来支撑。

3 发展中的忧虑

淡水渔业的跃升主要得益于强化养殖方式的普遍推行。这种方式的本质是人们按照自身意愿去改造和调整鱼类组成,定向养殖经济价值较高的鱼类。强化养殖最先应用于池塘。池塘系统是人工生态系统,可控程度大,影响波及面小。70 年代以后,强化养殖在中小型湖泊特别是城郊湖泊也被广泛采用,由于这种养殖方式投资少、见效快,优质鱼产品比例大,已成为淡水养殖业的重要组成部分。然而大水面渔业依靠的是天然水体,是自然生态系统,对生态环境的要求高,如果操作不当,对生态环境的影响也大。实际上,近年来随着水污染的日益严重和淡水养殖业的迅猛发展,水体环境和养殖之间相互影响、彼此制约的关系越来越明显。90 年代以来,我国每年废水排放量约为 400 亿 t,其中约有 80% 未经处理直接排放。又据不完全统计,全国污水日排放量已超过 7000 万 t,其中长江流域日接受污水量约 3000 万 t。占全国水资源 36% 的长江有大小污染源 4 万多个,检测到的污染物达 40 多种。半数以上的湖泊业已受到轻重不同的污染,有 26% 的湖泊已富营养化,其中尤以城郊湖泊受害最为严重。全国每年由于污染引发的死鱼事件和污染纠纷层出不穷。虽然适度的富营养化水体生物生产力不低,其丰盛的浮游生物能带来鲢、鳙等的高产,但渔产品单调质差,与当前人们的消费需求相距甚远。而且这类湖泊透明度小,自净能力差,水体的多元功能难以维系,成为不符合人类要求的退化生态系统。

作为重要国土资源的淡水湖泊,由于围湖造田等人为的影响和其他原因,面积日益减少和萎缩,许多湖泊已经消亡或正在消亡之中。建国初期,我国有面积大于 1km^2 的湖泊 2800 余个,总面积约 90000km^2 ,到 80 年代初期,数量减少为 2300 多个,面积则只有 70000km^2 。单是围垦所损失的湖泊面积就相当于我国五大淡水湖面积之和。总之,我国的水环境污染和水资源短缺已成为实现水资源持续利用和淡水渔业持续发展的最大障碍。

从另一方面来说,某些不合理的渔业经营方式也起了助纣为虐的作用。例如片面追求高产,过度投饵、施肥和加大放养密度,致使水中氮、磷猛增,透明度下降,水质恶化,底质污染严重,水体富营养化加剧。在某些湖区三网养殖出现失控现象,水面被密密麻麻的围栏分割,破坏了自然生态,养殖空间动物病害蔓延。在大水面设置过多的网箱,实行定点高密度养殖,鱼类的排遗及残饵大量沉积水底,造成厌气环境。在网箱中大量投放鱼药也使周围的水质恶化。

由于养殖水体的水质恶化,又反过来制约了淡水渔业的健康发展。其表现是湖泊天

然鱼类资源遭受破坏,鱼类资源小型化明显,生物多样性下降,优质水产品种的养殖受到水质和饵料生物的限制。养殖水体的疫源地作用加强,池塘及湖泊中水产动物的病害发生频繁,已发现的疾病达 120 种左右,危害严重的有近 20 种,其中某些流行病已造成灾难性危害,如 90 年代初发生的暴发性细菌病波及国内十几个省份,每年损失 10 亿元以上。

我国是一个淡水资源紧缺的国家,淡水总贮量虽居世界第 6 位,而人均拥有量只有世界水平的 1/4,居第 88 位^[2]。如此有限的淡水资源,目前又处于贮量有减无增,需求量有增无减的双重压力之下。再加上普遍性的水体污染,有水不能用的局面正在许多地区出现。淡水资源已成为我国社会经济发展的制约因素,保护淡水资源将成为维护人民生存环境的头等大事,污染的不断加剧、养殖业的强化与淡水资源的保护,已成为我国湖泊利用中的一个尖锐矛盾。

4 走可持续发展之路

英国经济学家 B. 沃德等人于 1972 年在“只有一个地球”一书中指出:目前人类生活的两个世界——他所继承的生物圈和他所创造的技术圈业已失去平衡,正处于潜在的深刻矛盾之中。人类正好生活在这种矛盾中间,这就是我们所面临的历史转折点。对照这些话来审视我国淡水渔业的现状,我们将得到十分有益的启示。

为了当前的发展,也为了后代人的利益,我们必须理性地控制自己的活动,协调渔业开发和环境保护的关系,在渔业发展的同时,保持水体中基本的生态过程和生命的维持系统,保护生物多样性,保证对水生态系统和生物种的持续利用。为此,必须进一步加强淡水渔业的理论基础——内陆水体生物学的研究。

作为生态学的一个分支,内陆水体生物学对于渔业发展和水环境保护曾经作出卓越的贡献。根据水生生态系统的物质循环速率和初级生产者 P/B 系数(P 为生产量)远比陆地生态系统高的特性,内陆水体生物学一起步,就将水体生物生产力的开发研究作为学科的主导方向。1964 年在巴黎召开的第一次 IBP(The International Biological Program)大会所确定的研究主题是“生产力的生物学基础与人类福利”。在实行 IBP 计划的 10 年中(1964—1974),国际上以开发水体生物生产力为主导,有力地推动了内陆水体生态系统的研究。苏联和一些西欧国家相继开展了放流增殖和网箱养殖,日本和东南亚一些国家也以网箱养殖作为湖泊渔业的主要方式。其后,内陆水体生物学工作者迅速认识到水生态系统结构和功能的脆弱性与不稳定性,因而在 IBP 计划之后,联合国教科文组织开始实施 MAB 计划(The Man and Biosphere Program),国际科联理事会也同时组织了“环境问题科学委员会”(The Scientific Committee on Problem of the Environment—SCOPE),科学家们的注意力迅速从生产力开发转移到环境保护上来。在近几年实施的 IGBP(International Geosphere Biosphere Project)中,内陆水体作为地圈和生物圈的重要组成部分,也倍受重视。目前在国际上,至少在发达国家,在淡水生态系统研究中对饮用水资源保护的注意力已大大超过对水体生物生产力开发的兴趣。

但是我国的内陆水体现在面临着双重压力:既要承担渔业增产的重担,又要维持良好的水质和生态状况,这为当代的内陆水体生物学提出了一个新课题。单纯的保护并不难,难就难在适度开发和永续利用上。

根据可持续发展的战略思想,为了国家的生存和发展,为了给后代留下赖以生存的清洁水源,我们必须把建立具有高效自净能力的生态系统作为学科的首选方向,同时适度开发淡水水体生物生产力,以满足国民经济和人民生活的需要。因此,我国内陆水体生物学当前的发展战略应该是:保护水质,兼顾渔业,适度开发,永续利用。按照这个发展战略,我国内陆水体生物学研究在国际水平的创新点将落在建立具有水质量保障的渔业生态系统中,这个创新点也将成为这一学科的主攻方向。

5 淡水养殖业结构性调整

我国目前大水面养殖业的基本结构是以草鱼、鲢、鳙等草食性和滤食性鱼类为养殖主体,以粗放地利用水体天然饵料为技术依托,主要优点是能量转化率高,成本低。主要缺点在于水面利用率低、效益低、对环境的压力大。唯一的出路是改变经营方式,着眼于提高水体单位体积的利用率和提高养殖业的经济效益,以高效优质的养殖模式去替代旧的模式。

高密度的集约化养殖是大多数发达国家的主要养殖模式,我们应该加快这方面的研究步伐。生理生态学是发展集约化养殖的理论基础。其中环境需求、生物能量学、营养学三个方面与集约化养殖关系较为密切。环境需求是指养殖鱼类对水温、溶氧、代谢产物等水质因子的需求,是确定养殖系统水质标准的基础。鱼类能量学是建立合理投喂技术的基础。目前,国外集约化养殖对象以冷水性鱼类居多,适合我国温水条件集约化养殖的极少。为了发展我国的集约化养殖,必须培育耐低氧、抗病力强、快速生长的新养殖品种。

在高密度养殖条件下,病原的传播速率及疾病的发生频率均较高,常给养殖生产带来严重的经济损失,因此应加强病原生物学、病理学、流行病学、药物及免疫学方面的研究。此外,优质高效饵料的研制、养殖污水低能耗处理及回用,以及与之相关的配套工艺的设计等等,都亟待迅速开展研究。

除集约化养殖外,也应迅速建立无渔业污染的大水面优质高效渔业模式。我国多数天然湖泊生态系统中的生物多样性结构本身就具有很强的污染自净能力和较高的渔业发展潜力。合理调整放养结构,以优质水产品为主要放养对象,提高产值,达到渔业效益与环境效益的协调是完全可能的。为了确定放养结构和调整生物群落,60—70年代通常是从外源营养物输入及初级生产力入手,探讨水质变化及初级生产水平对生物群落的影响,即所谓上行途径(Bottom up approach)。80—90年代,人们采用了另一种途径:探讨食物链上层生物的变化对下层生物、初级生产力及水质的影响,即下行效应(Top down effect)。特别是食鱼性鱼类对生态系统的影响,已成为80年代末以来的研究热点。初步的研究发现,在湖泊中放养食鱼性鱼类,可导致食浮游动物的鱼类数量下降,摄食藻类的浮游动物数量上升,从而达到控制浮游藻类、改善水质的目的,这一方法被称为生物操纵(Biomanipulation)。建立我国湖泊的生物操纵理论,对于新型渔业模式的建立及湖泊水质的治理,有可能找到突破点。

6 渔业资源保护

水体生态系统的稳定性及生物多样性,是渔业利用的物质基础,也是渔业持续发展的

潜力所在。数十年来,由于一系列直接或间接因素的作用,我国内陆水域中物种灭绝的速度加快,物种多样性日趋下降,因此有必要在养殖问题之外再思考渔业资源的保护问题。

6.1 湖泊生态系统的退化及其恢复与重建

湖泊生态系统的退化是指湖泊在其自然演替和发展过程中,由于受人类活动的较强干扰,其生态系统的结构与功能严重受损的变化过程。结构的退化主要是指生物群落的受损和变化,如水草的消失,物种多样性下降,食物网结构简化,稳定性下降等,呈现出群落演替较早时期的特征。功能的退化主要是指湖泊自净能力的衰减,主要表现为物质循环速率加快,系统对环境干扰的反应敏感。一个良好的湖泊生态系统应该是一个对环境变化有较高承受能力的弹性系统,应对环境的冲击具有一定的自我修复能力,并通过自我修复实现其永续利用。

使湖泊生态系统保持良性运行的关键生态类群是水生高等植物。整个水体动植物多样性的基础也在于水生高等植物。水生高等植物,尤其是沉水植物(即水草)可贮存大量营养物质,从而抑制另一类初级生产者——浮游藻类的生长,使水质清澈。当过量放养草鱼时,水草吸收和贮存的营养物质便通过草鱼的摄食、排泄被大量释放到水中,加速了浮游藻类的繁殖。然后因浮游藻类现存量增加,降低了湖水透明度和补偿深度,又将进一步缩小水草的生存范围。如此恶性循环,沉水植物越来越少,直至消失。水草的功能是多元的。除保证水质清新和维持良性渔业外,它还是许多饵料生物的营养源和载体,因而水草的灭绝将导致其他一些生物的次生性灭绝,包括以水草为食或栖所的饵料生物(例如许多周丛生物及螺类等)以及以这些生物为食的鱼类(如草鱼、鲤、鲫、青鱼等)。最终,滤食性鱼类取得绝对优势。

一个湖泊的水下植被状况,可以说是该湖泊生态环境与渔业价值最直观的指标。保护水下植被是湖泊渔业开发的核心任务,恢复水下植被是退化湖泊治理的关键环节。目前我国有相当数量的生态系统退化湖泊(俗称为藻型湖泊),而这些湖泊又多数是饮用水源地或渔业利用的重点。由恢复水下植被入手,重建这些湖泊的生态系统,不仅是渔业资源保护的大事,而且更是淡水资源保护的大事。

6.2 生境片面化与鱼类种质资源保护

长江及其附属湖泊有较高的物种丰度,包括较多的特有属和特有种,鱼类就有 300 多种,是我国的重要渔业资源库^[3,4]。我国以至东亚的许多重要的经济鱼类均起源于长江水系,长江水系不但支撑着庞大的淡水渔业,而且保留着我国淡水经济鱼类的种质资源。虽然许多经济鱼类(如四大家鱼)的人工繁殖已获成功,但人工繁殖品系的退化已成为普遍问题,而人工品系的复壮有赖于长江水系的天然群体。维持及保护长江水系渔业资源,对于淡水渔业的持续发展至关重要。

历史上,长江中下游众多的湖泊基本上都与长江相通,形成了独特的江—湖复合生态系统。由于江湖生境的差异,每年受季风影响而产生的汛期和明显的水位落差,长江水系许多鱼类在进化过程中形成了江、湖洄游的特性,即成熟亲鱼需要在长江的水文条件下繁殖,而幼鱼又需洄游到湖泊中觅食成长。许多重要的经济鱼类,如青鱼、草鱼、鲢、鳙、鳊等数十种我国的特有种类均属于江湖洄游性鱼类^[5]。江湖复合生态系统的存在,即长江与其附属湖泊自然连通状态的保持,是这些鱼类生存繁衍的必需条件。长江干流是湖泊中鱼

类群体的苗种来源,而长江繁殖群体的补充则依赖于湖泊群体。

50—70 年代,许多湖泊相继建闸,阻断了湖泊与长江的自然有机联系和鱼类的洄游通道^[6],使那些不能在湖中繁殖的种群无法从江中得到补充,在湖中逐年减少乃至绝迹。更大的问题是由于江湖洄游性鱼类难以进入湖中肥育,其影响的积累又将导致这些鱼类在长江中的繁殖群体难以保持应有的数量,从而引起整个长江水系鱼类资源的衰退。80 年代长江成鱼捕捞量不及 50 年代的 1/2,鱼苗捕捞量仅为 60 年代的 1/4。目前真正与长江保持自然连通的湖泊已所剩无几,剩余的少量中小型湖泊也由于鱼类资源负载量小,渔业利用过度,对长江干流鱼类群体的补充作用十分有限。

与长江仍然保持自然连通状态的大型湖泊只剩下洞庭湖和鄱阳湖。这两个大型通江湖泊对于长江水系鱼类资源的补充及维持,起着关键作用,是目前支撑长江鱼类资源的主要湖泊。研究大型通江湖泊对长江鱼类资源维护及补充的重要性,提出保护大型通江湖泊鱼类资源的对策,对于长江水系生物多样性及渔业资源的保护,具有重要的理论和现实意义。

由于我国长江中下游地区的江—湖复合生态系统是世界独特的淡水生态系统,对这种生态系统特征的研究,对鱼类江湖洄游规律、江湖鱼类资源相互补充模式的探讨,不但对于长江水系生物资源的保护至关重要,在生态学理论上亦具有重要意义。

参 考 文 献

- [1] Norse E A., Marine biological diversity strategy and action plan. Center for marine conservation, Washington, D.C., USA, 1992
- [2] IIED The International Institute for Environment and Development and World Resources Institute, World Resources 1987, New York: Basic Book. In., 1987
- [3] Liu J. Lakes of middle and lower basins of Changjiang (China). In: Lakes and Reservoirs (F. B. Taub, ed.), Amsterdam: Elsevier, 1984
- [4] 曹文宣. 我国的淡水资源. 见: 刘建康和何碧梧主编, 中国淡水鱼类养殖学. 北京: 科学出版社, 1992, 30—64
- [5] 湖北省水生生物研究所鱼类研究室. 长江鱼类. 北京: 科学出版社, 1976
- [6] 陈宜瑜, 常剑波. 长江中下游泛滥平原环境结构改变与湿地丧失. 见: 陈宜瑜主编. 中国湿地研究. 长春: 吉林科学技术出版社, 1995, 153—160