

加强淡水生态系统中 生物多样性的研究与保护

谢平 陈宜瑜*

(水生生物研究所 武汉 430072)

摘要 文章分析了我国淡水资源的基本情况和长江中下游地区湖泊生态系统的特征,论述了湖泊生态系统中生物多样性面临的问题和主要原因,建议加强淡水生态系统生物多样性的研究与保护。

关键词 淡水资源,生物多样性,长江流域,湖泊,生态系统

地球上的多样性生物及其它自然资源提供了人类生存的物质基础。有效地保护好这些资源,对促进人类社会的持续发展具有重要的意义。我国是一个内陆水域面积大、淡水渔业较为发达的国家。长江流域是一个独具特色的江湖复合生态系统,是我国最重要的淡水渔业基地。数十年来,由于一系列直接或间接因素的作用,物种灭绝的速度加快,丰富的物种多样性日趋下降。因此,有必要综合分析生物多样性面临的问题和威胁,评价生物多样性丧失对人类社会潜在的生态学效应,为国家保护生物多样性的宏观决策提供科学依据。

1 淡水资源是人类赖以生存的根本

地球上存在的所有物质中,对人类及其它生物体的存在来说,最基本的东西是水和空气。地球表面积的3/4为水所覆盖。水也是生物体内含量最多的成分。生命,只有通过生物与环境间永不间断的水分交换才得以存在。

据《世界资源》提供的数据,全球总储水量中淡水只占3%,而淡水中77.2%被冷储在冰盖和冰川中,22.4%是地下水和土壤水,只有约0.4%为湖泊、沼泽和河水。淡水水体的面积虽然远不及海洋,但却是维持陆栖生物和人类生存的根本,也是连接陆地生态系统的桥梁。目前世界上已有43个国家和地区缺水,缺水地区面积占全球陆地面积的60%,约20亿人用水紧张,10亿人得不到良好饮用水。当前,淡水资源短缺是困扰人类社会生存的全球性重大环境问题之一。

我国属贫水国。按人均占有径流量计算,每人每年平均大约2600吨水,只相当于世界人均占有量的1/4。目前水资源量在下降,需求量却在不断上升,而且不断增加的工业废水和生

* 中国科学院院士、副院长
收稿日期:1995年12月29日

活污水的排放,正使全国约 1/2 的湖泊受到不同程度的污染。日益尖锐的淡水资源短缺,已成为影响我国国民经济发展的重要限制因子,因此,保护淡水资源也是维护我国人民生存环境的头等大事。

2 淡水鱼类是人类重要的食物来源

鱼类是水体中最重要的一类脊椎动物,全世界有记载的鱼类多达 22 000 多种,其中淡水鱼 8 400 多种,约占整个鱼类种数的 40%。亚洲的淡水鱼类约有 1 500 种,生活于我国内陆水体中的纯淡水鱼类有 800 多种,其中约有 500 种为我国特有的种类,且含有许多单型属种类,并保存了相当多的孑遗物种。世界渔业产量超过了牛、羊和家禽、鸡蛋的生产量,是人类最主要的野生或家养动物蛋白来源。1989 年世界鱼总产量中,86.2% 为海产鱼类,13.8% 为淡水鱼类。而在我国,1990 年的 1 236 万吨水产品总量中,淡水鱼产量的比重达 42%。由此可见,淡水鱼类资源是我国人民的重要食物来源。

据估计,在海洋生态系统中,平均约每 100 000 立方米水体有一种鱼类,每种的平均种群为 10^9 个体;而在淡水生态系统中,平均约每 15 立方米有一种鱼类,每种的平均种群大小为 10^6 个体。与海洋生态系统相比,淡水生态系统范围狭小,相互隔离较强,栖息其中的鱼类种群的分布范围较为有限,生态系统的稳定性较差,环境的变迁,有时甚至不太大的或局部的变化,都可能导致某个种群鱼类的死亡甚至物种的灭绝。据估计,世界淡水鱼类的 20% (约 1 800 种) 处于渐危或濒危状态,主要起因于生态环境改变(人类过大的用水需求、水污染等)、引种及过度捕杀。如在北美,高达 1/3 的鱼类处于渐危或濒危状态。在我国的淡水鱼类中,约有 92 种处于渐危或濒危状态。

3 长江中下游地区湖泊生态系统的特点

我国湖泊总面积约 7.43 万平方公里,其中 42% 分布在东部湿润地区。长江是我国最大的河流,全长 6 300 公里,在世界上仅次于非洲的尼罗河和南美洲的亚马逊河。长江中下游地区,湖泊面积高达地表面积的 1/8,湖泊纵横交错,是我国淡水湖泊主要分布区之一。长江流域是我国淡水渔业最发达的区域,产量占全国的 2/3 左右;而且还担负着供水(饮用、灌溉等)和游览等各种功能,在我国国民经济中占有重要地位。长江中下游地区的湖泊受晚第三纪季风气候的影响,是由长江泛滥冲积而成,湖盆浅平,属典型的浅水湖泊,不形成温跃层(Thermal stratification)。它们与长江干支流联结形成独具特色的江湖复合生态系统。该地区湖泊生态系统的特点是生产力高,具有丰富的水生高等植被,沿岸带(Littoral zone)生态环境发达,并且由于江湖生态环境的差异及每年受季风的影响而产生的汛期和明显的水位落差,形成了具有我国特色的江湖(半)洄游鱼类,如鲢、鳙、草、青、鳊、鳊、鳊、赤眼鳟、鳊等,其中许多是我国主要的淡水经济鱼类,也是世界淡水渔业的重要支柱。长江水系的鱼类约有 300 种,其中鲤科鱼类占一半以上,主要的经济鱼类多数也属于鲤科。长江水系被认为是东亚特有淡水鱼类的起源和演化中心,并使世界上的一些古老孑遗生物类群得以保存。长江水系的自然湖泊水质清澈,蕴藏着极为丰富多样的生物物种资源,为我们的生存提供了极其宝贵的淡水资源。

4 湖泊生态系统生物多样性面临的问题

近数十年来,由于农田水利和渔业环境建设不适当,渔业经营和管理方式不合理,以及人

口的迅速增长,都给水生生态系统的平衡和发展造成压力,使许多湖泊的自然资源遭受严重破坏,极大地损害了从物种到生态系统的各个层次的多样性,对社会经济的持续和稳定发展已构成愈来愈多的威胁。

4.1 河流冲刷淤积和围湖造田使湖泊生态系统萎缩、碎裂

在我国,西部湖泊普遍处于退缩之中,东部湖泊也趋于萎缩。西部地区干燥的气候使许多湖泊由原来的大湖泊逐渐支解并分离出一些子湖;东部湖泊的萎缩主要起因于河流冲刷淤积和围湖造田。东部地区人口增长迅猛,农业发展条件优越,人均耕地面积少,因此,围湖造田成了历史发展的产物。1949年洞庭湖面积为4 350平方公里,由于长期的泥沙淤积、兴修水利工程及围湖造田,到1983年已缩减为2 619平方公里;50年代初洪湖的面积约为760平方公里,现缩小至350平方公里。江汉平原50年代共有大小湖泊1 066个,湖泊面积8 300平方公里,在兴修水利、围湖造田的影响下,到80年代初,仅存湖泊309个,湖泊面积缩小到5 600平方公里。

研究表明,在热带、亚热带和温带地区,江河中鱼类种类多样性与流域面积的关系高度正相关。加之,鱼类种群大小的上限决定于流域面积,而较小的种群更易灭绝,因而可以预见,湖泊生态系统的萎缩将极大地威胁、缩小淡水鱼类的生存环境,使更多的鱼类渐危或濒危甚至灭绝,损害丰富的物种多样性。

4.2 江湖阻隔对江湖复合生态系统的破坏

由于水利建设造成的江湖阻隔,使众多湖泊的鱼类尤其是江湖(半)洄游鱼类资源遭受极大的破坏,不仅鱼类种类多样性大大下降,而且鱼类的种类及个体小型化现象十分严重。

长江中下游在历史上原是干流、支流、浅水湖相互连通的网络系统,为包括4大家鱼在内的许多经济鱼类准备了良好的繁衍条件,幼鱼进入湖中育肥,再回到江中繁殖,通过江-湖洄游完成生活史。当前除少数湖泊外,都已在湖泊通江的港道中建闸,堵死了鱼类的“走廊”,这样,不但使湖泊鱼类天然资源无法从江中得到补充,更大的问题是可能导致长江中的繁殖群体难于维持应有的数量,鲢、鳙、草鱼的资源均处于严重衰退中。80年代的成鱼捕捞量不及50年代的1/2,80年代的鱼苗捕捞量仅为60年代的1/4。渔获物组成的趋势是:江湖(半)洄游鱼类的比例下降,小杂鱼类比例上升。虽然现在4大家鱼的鱼苗来源多靠人工繁殖,但目前已看出近亲繁殖产生的退化现象,主要表现在生长变慢,性成熟提前,亲本个体变小,鱼病发病率高。如鲢鱼,天然种群中雌鱼性成熟年龄为3-4龄,平均重4.85千克,雄鱼为3龄,重3.81千克;经近交后,第5代雌鱼2龄即普遍性成熟,重仅0.69千克。同时,鱼体质弱,鱼苗畸形率比第一代高12倍,鱼病发病率高11倍。因此,多代近亲繁殖是不可取的,最后还需靠天然苗种予以复壮。目前,长江的亲鱼主要来自尚未建闸的鄱阳湖和洞庭湖,未来情况如何还难以预料。目前,由于长江水利枢纽的兴建,干扰和破坏了30多种经济鱼类的洄游路线。

对长江中下游地区的江湖复合生态系统来说,日益增多的长江水利枢纽建设和日趋严重的江湖闸坝的阻隔作用将使这一古老的复合生态系统逐渐片断化,切断江湖洄游鱼类生活史中肥育场和繁殖场之间的联系,不仅使它们在湖泊中绝迹(局部性灭绝),并能逐渐降低其在长江中的种群数量而导致或加速物种的绝灭,从而直接威胁长江特有经济鱼类的种质资源的永

续利用乃至世界淡水渔业的支撑体系。再者,原有生存环境的急剧改变,加速了古老孑遗生物的灭绝进程,严重损害了原有丰富的物种生物多样性。

4.3 过度捕杀导致鱼类种类多样性的下降及优势鱼类的小型化

对天然鱼类的长期过度捕捞和日益加重的江湖阻隔,导致鱼类资源在面积较大、难以进行鱼类放养和有效管理的湖泊中衰竭的现象十分普遍,使鱼类种类多样性大大下降,影响了经济价值高的大型鱼类的增殖(大型湖泊的沼泽化现象也对小型种类有利),这种情况通称“小型化”(包括种类小型化和个体小型化),其结果是鱼产量越来越低,质量越来越差,收益越来越少。长江中下游湖泊原有上百种野生鱼类,而现在一般仅有 30—40 种。如湖北洪湖在未阻隔前,根据其它通江湖泊的资料推测,其野生鱼类应不下 100 种;阻隔后的 1964 年,尚有 74 种。但在 1981—1982 年调查时,仅发现 54 种。在这 54 种中,有 23 种明显是初夏灌江时纳入的半洄游性鱼类的少量个体,实际上湖内栖息的鱼类只有 31 种,仅为天然区系的 1/3。洪湖年平均鱼产量在 50 年代约为 1 000 万公斤,其中 4 大家鱼和鲤、鳊等占绝对优势;80 年代产量仅为 300—400 万公斤,其中体重不超过 100 克的鲤鱼、黄颡鱼和红鳍白鲢约占总产量的 87%。在我国著名鱼产地的洞庭湖,历史上最高年捕捞量达 4 500 万公斤,50 年代平均产量 3 070 万公斤,到 80 年代徘徊在 1 500 万公斤上下。同时鱼类资源的结构也发生了明显变化,半洄游性鱼类(4 大家鱼类)在渔获物中的比例下降,而定居性鱼类(鲤、鲫、鲢等)的比重增高,而且渔获物中主要经济鱼类趋于低龄化和个体小型化,大量当年幼鱼和各种低值小型鱼类已成为主要捕捞对象。长江中下游的巢湖、太湖和洪泽湖等也有类似现象,三湖中小型的鲚鱼成为优势种。

4.4 水草顶级群落的消失带来的次生性灭绝

在一个生物群落中,物种之间通过各种方式相互依存、相互制约,包括捕食者-被捕食者、寄生者-寄主、互惠共生等。由于群落中某些物种的绝灭,使这些关系被破坏而导致与其密切相关的其它物种的灭绝称之为次生性灭绝。在陆地生态系统中的典型例子包括被誉为“物种宝库”的热带雨林的消失,在淡水生态系统中包括有“水下森林”之称的水生高等植物群落的破坏而导致的一系列物种灭绝。

草食性鱼类的过度放养往往导致水草顶级群落的极度破坏及由此诱发的一系列次生性灭绝。如同我们的祖先在陆地上从采捕野生动植物为食发展到种植农作物和驯养家畜一样,随着现代化科学技术的发展,特别是家鱼人工繁殖技术的提高,以养殖为主的强化渔业方式得到了迅速的发展,人们开始按照自身的意愿去改造和调整鱼类组成,定向养殖某些具有经济价值的鱼类,这种方式除广泛应用于池塘养殖外,在中小型湖泊、特别是城郊湖泊中也得到普遍采用。采用人工放养使鱼产量大幅度提高,也减轻了由于过度捕捞造成的对某些鱼类自然种群的压力,但也因此出现了由于过度追求短期高产而使人工放养量过大,导致某些饵料生物过度利用甚至完全消失,从而对包括鱼类自身在内的整个生态系统产生莫大的影响,其中影响最为深远的莫过于饵料生物中的大型植物特别是沉水植物群落的衰退。

4.4.1 r-对策者占优势 许多湖泊由于草食性鱼类(特别是草鱼)的过度放养而导致水草衰减甚至绝迹而使浮游藻类在初级生产者中占绝对优势。如武汉东湖的郭郑湖区,1963 年水生植物的生物量为每平方米 1 779.8 克,到 1975 年降至每平方米 5.8 克,主要是草鱼过度放养

引起的。草鱼对水草的破坏力高,不仅由于草鱼对水草的消化吸收率低,而且往往由于一些幼嫩水草被食,使水草的潜在生产力遭受破坏。相对于水草来说,浮游藻类都是一些r-对策者,其个体小,生命周期短,缺乏储存大量营养物质的能力。因此,水草在初级生产者中占优势的湖泊,大量的营养物质被积存在水草中,从营养上抑制了浮游藻类的生长,使得水质清澈,这常常被称为水草的“净化功能”。随着水草生物量的下降,被吸收存积在水草中的营养,通过草鱼的摄食排泄大量释放到水中,增加了浮游藻类的繁殖,降低了湖水的透明度和补偿度,而这又进一步减少水草的生存范围,如此恶性循环,沉水植物越来越少,甚至完全消失。在郭郑湖区,50年代的水生高等植物顶极群落早已不复存在,代之而来的是以r-对策者占优势的次生演替。这种情况就象陆地上毁林开荒的生态后果一样。

4.4.2 次生性绝灭 水草又是许多周丛生物及螺类等生存的基础,还为许多鱼类提供了栖息和产卵场所。这就是说,水草的存在是整个水生动物群落多样性增加的基础。水草的消失除反过来导致草食鱼类自身种群的崩溃外,还带来物种的次生性绝灭,包括许多以水草为食料或栖所的饵料生物以及以这些生物为食料的鱼类,如许多周丛生物及螺类等,随水草的消失而绝迹。鲤、鲫、乌鳢等产粘性卵鱼类,由于所需的附着基质减少而使其产卵场所遭受严重破坏,由于螺类等赖以生存的环境条件被破坏,减少了鲤、青鱼类的天然饵料量,草食性鱼类的优势被滤食性鱼类所取替等等。

4.4.3 系统稳定性削弱 水草的消失不仅导致水中营养盐浓度增加,还往往因此而使浮游生物群落多样性明显下降。最近通过对东湖不同营养水平湖区的硅藻群落的多样性研究表明,3种多样性指数(Margalef, Simpson 和 Shannon-Weaver)的大小、硅藻种类数都与营养水平呈相反的关系。东湖两个定点采样站的轮虫多样性指数(Margalef),营养水平很高的1991年不到营养水平较低的1962年的1/3,种类数也有明显减少,富营养化的发展大大降低了轮虫群落的多样性。类似的现象可能也出现在其它浮游生物类群。关于湖泊的富营养化导致浮游生物群落多样性下降的机制目前尚不清楚。另外,在高度富营养水体中,往往可能由于群落多样性的下降,导致系统稳定性削弱,经常出现少数浮游藻类的爆发性增长,最典型的是夏季蓝藻“水华”的大量发生。此外,近年在长江中下游地区经常出现的鱼类细菌性败血病的爆发性流行,很难说与包括鱼类在内的整个水生动植物群落的单纯无关(可能与过高的养殖密度及水质的恶化也有一定的关系)。这与群落结构简单(仅包括一种或数种作物)的农业生态系统中常常出现某一种群的病虫爆发式繁殖的现象类似。

4.5 城郊湖泊加速富营养化造成的生态环境污染

在陆地生态系统中,由于人类的农业劳动,使土地肥力不断下降。据研究,我国由北到南具有200—500年耕种历史的土壤,其氮含量普遍比原始植被覆盖下的土壤的氮含量低50%左右。而在湖泊的个体发育中,由于来自流域盆地的无机和有机营养的不断输入,湖泊生态系统中的营养物质将不断积累,湖泊将由贫营养型过渡到富营养型,最终转变为陆地生态系统。但自然的富营养化进程是十分缓慢的,通常是在数世纪或更长的时间尺度上渐进。但近数十年以来,许多城郊湖泊,由于沿湖人口密度大,大量的工业废水和生活污水未经处理就排放入湖,再加上不合理的渔业经营,大大加速了水体的富营养化进程。往往只需数十年甚至更短,湖泊便成为超富营养型,远远超过湖泊在自然演替过程中所能达到的营养水平。如武汉市的东湖和

南京市的玄武湖,就是由于这样的原因而极度富营养化的。对湖泊生态系统来说,水就相当于陆地生态系统中的土壤。土壤通过其支撑的动植物来体现其对人类生存的价值,而淡水生态系统中的水体本身就提供了人类社会生存的物质基础,但高度富营养化的淡水生态系统将导致其饮用水资源的极度破坏。虽然这类湖泊生态系统的生物生产力功能大大提高,但对人类来说极其宝贵的饮用水源功能却严重退化,严重地威胁着人们的身体健康。

目前,几乎所有的城郊湖泊都存在着严重富营养化现象,富营养化的加速与城市人口的急剧增长关系密切,但与不合理的养殖方式亦有关系。首先是大量投放草食性鱼类,使水下植被在短期内遭受严重破坏。这种做法或多或少是主动的,认为利用草鱼“开荒”后不但可获得大量草鱼,而且可使水中氮、磷更多地转化为浮游生物,促进鲢、鳙增产。如武昌东湖的一个子湖,1963年水生植物的生物量每平方米为1 779.8克,藻类的生产量为每天每平方米1克氧;到1975年,水草的生物量每平方米仅为5.8克,而藻类的生产量则高达每天每平方米4.1克氧。东湖的渔获量从每年每公顷93.8公斤上升到276.0公斤,其中鲢、鳙占84%。但与此同时,东湖的水质却变得相当差,透明度小,出现大量蓝藻“水华”,有臭味,大大降低了湖泊的多重功能(饮水、游览等)。

蓝藻“水华”的大量发生是内陆水体富营养化的重要表征之一。弗兰西斯(Francis)于1978年首次报道了泡沫节球藻水华引起的家畜和家禽中毒死亡;以后,大量的文章报道了因蓝藻水华引起的动物甚至人中毒死亡事件。目前已知能产生毒素的淡水蓝藻大约有11属25种。最近的研究表明,作为水体富营养化表征的微囊藻“水华”的次生代谢产物等能损害肝脏,影响蛋白磷酸酶的活力,具有促癌效应,直接威胁人类的健康和生存。尤其是由于我国是一个淡水资源紧缺的国家,湖泊水资源的日益枯竭,正在对社会经济的持续稳定发展构成威胁。

5 结论

生物多样性是地球上生命经过几十亿年发展进化的结果,是人类赖以生存的最重要的物质基础。然而,随着世界人口的迅猛增加及人类经济活动的不断加剧,物种灭绝的速度不断加快,现在地球上物种灭绝速度达到自然灭绝速度的近1 000倍。无法再现的基因、物种正以人类历史上前所未有的速度消失。我国内陆水域生态系统中的生物多样性面临同样的威胁。生境的变化、碎裂或消失,人类的过度捕杀,水草顶级群落消失带来的次生性灭绝及城郊湖泊加速富营养化造成的生境污染,是造成长江流域淡水生态系统生物多样性下降的主要原因。在多数情况下,多种因素往往同时作用于某一个物种。与陆地生态系统相比,淡水生态系统中的生物多样性问题远远没有被人们所重视,至今只见极少数零星的研究报道(而且主要是关于鱼类)。淡水生态系统中日趋严重的物种生物多样性的下降,及人们对淡水生物群落区系认识的不足,都亟需人们增加对淡水生态系统中生物多样性的研究和保护,给我们的子孙后代留下赖以生存的清洁水源及宝贵的物种资源。