

刘建康

生态学文集

Collected Works of
LIU JianKang
on Ecology



刘建康

生态学文集

Collected Works of
LIU JianKang
on Ecology



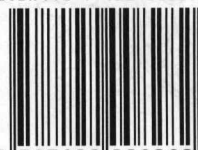
化学工业出版社

·北京·

本文集选编了刘建康院士自 20 世纪 50 年代以来有关水生生物学和淡水生态学研究的部分论著,包括综论、渔业生态学及资源的保护与开发、湖泊和水库生态学、河流及流域生态学,以及对相关研究的科学思考和方法解析等。对从事生态学和环境保护研究人员有重要的参考价值。

本书可供水生生态研究、水环境整治、水资源保护等方面的管理决策部门和科研教育机构参考,亦可作为科研人员和研究生的辅助教材,也可作为我国水生生物学和淡水生态学方面科学史研究的重要资料。

ISBN 978-7-122-00828-2



9 787122 008282 >

图书在版编目(CIP)数据

刘建康生态学文集/刘建康著. —北京:化学工业出版社, 2007.7

ISBN 978-7-122-00828-2

I. 刘… II. 刘… III. 生态学-文集 IV. Q14-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 098947 号

责任编辑:夏叶清
责任校对:王素芹

装帧设计:张 辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 21 $\frac{3}{4}$ 字数 375 千字 2007 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

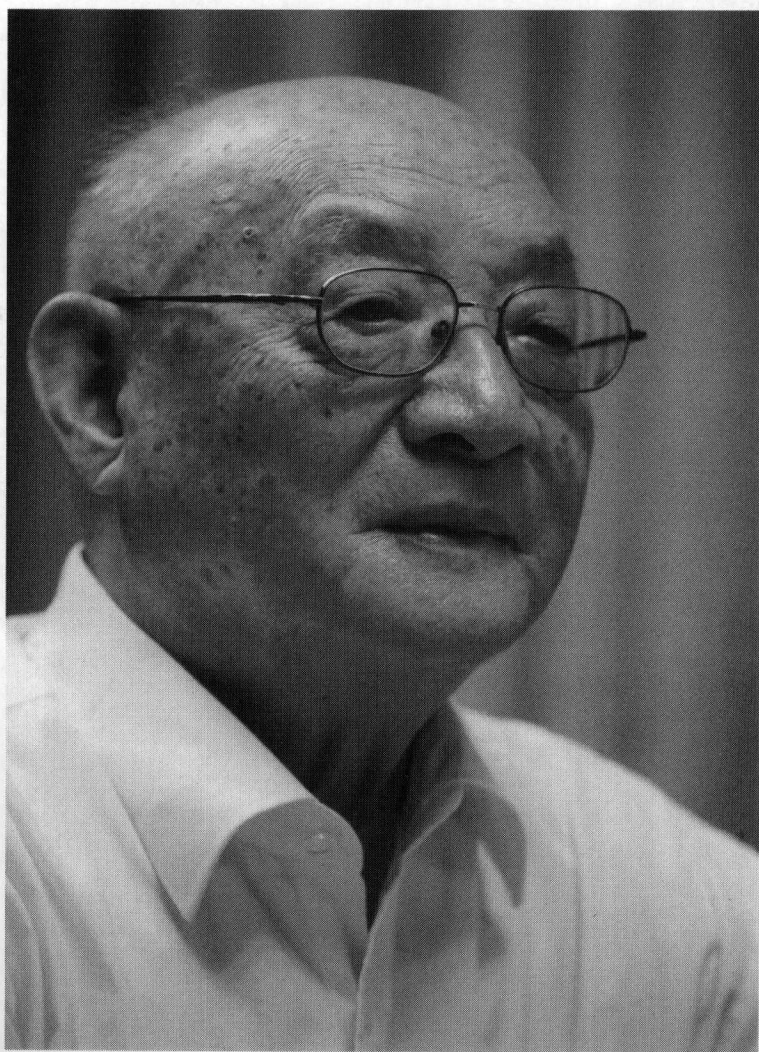
购书咨询:010-64518888 (传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:80.00 元

版权所有 违者必究



刘建康院士，鱼类学家、生态学家。1917年9月1日生于江苏吴江。1938年毕业于苏州东吴大学生物系，获理学学士学位。1947年获加拿大麦基尔大学哲学博士学位。1980年当选为中国科学院学部委员（院士）。

重视科学实验，着眼社会实践；
不唯上，不唯书，不唯权威；
独立思考，敢于创新。

二〇〇三年九月十一日 刘建康

刘建康院士治学格言：“重视科学实验，着眼社会实践；不唯上，不唯书，不唯权威；独立思考，敢于创新。”

目 录

Contents

综 论 1

General review

- 关于淡水生物学发展的方向 (1979) 3
Trend of researches on freshwater biology
- 淡水生态古今谈 (1983) 11
Talks about freshwater ecology ancient and modern
- 淡水生态学的基本概念 (1984) 17
Basic concepts of freshwater ecology
- 可持续发展战略与生态学 (1997) 33
The strategy of sustainable development in relation to ecology
- 《高级水生生物学》前言 (1999) 41
Preface for "Advanced course of hydrobiology"
- 淡水生物学 (2004) 43
Freshwater biology
- 淡水生态学 (2004) 51
Freshwater ecology

渔业生态学及资源的保护与开发 67

Fishery ecology in connection with conservation and utilization of aquatic resources

- 从生物生产力角度看湖泊渔业增产的途径 (1964) 69
Approach to raise the output of lake fishery production in the light of biological productivity
- 我国湖泊、水库渔业的生产实践和科技动态 (1976) 73
Production practice and the trend of science and technology in Chinese lake and reservoir fisheries
- 加强对水面资源的开发利用 (1983) 87
Strengthen the exploitation of the wide expanse of waters
- 渔业生态学和渔业管理——从美国渔业生态学会议看渔业生态学研究的动向 (1985) 91
Fishery ecology and fishery management—trend of research as reflected from USFES
- 江汉-洞庭平原湖区开发与整治 (1991) 99
Exploitation and environmental management for the Jianghan-Dongting Plain
- 长江流域的鱼类资源及其保护对策 (1992) 105
Fish resources of the Yangtze River Basin and the tactics for their conservation

- 长江中下游流域的湖泊及其渔业利用问题 (1995) 113
Lakes of the Middle and Lower Basins of the Changjiang River with special reference to their fishery utilization
- 《江汉平原四湖地区区域开发与农业持续发展》序 (1996) 143
Preface for "Regional exploitation of the Four-Lake district and sustainable development of agriculture"
- 《中国土壤动物检索图鉴》序 (1998) 145
Preface for "Pictorial Keys to Soil Animals"
- 《水产养殖与微生物》序 (2000) 147
Preface for "Microbes in relation to aquaculture"
- 《长江女神白暨豚》序 (2002) 149
Preface for "The Yangtze Goddess Baiji Dolphin"
- 关于尽快制定《水产生物资源保护国家行动计划》的建议 (2002) 151
A proposal to hasten the formulation of a national policy for "Protection of Fishery Resources"
- 《长江流域湖泊的渔业资源与环境保护》序 (2005) 155
Preface for "Fishery Resources and Conservation of Environment in Lakes of the Changjiang River Basin"

湖泊生态学、水库生态学 157

Lake ecology and reservoir ecology

- 淮河山谷水库的调查及其养鱼的利用 (1955) 159
Pisciculture possibilities for reservoirs upon the headwaters of Huai River
- 梁子湖的自然环境及其渔业资源问题 (1959) 169
Physical environment of the Liangzi Lake, and its problem of fishery resources
- 东湖渔业增产试验综述 (1980) 185
A general report on increasing the fishery production of Lake Donghu
- 人类经济活动对东湖生态系统的影响 (1987) 191
Effects of human economic activities on Lake Donghu ecosystem
- 人口增长与渔业发展对武汉东湖水质的影响 (2004) 199
Effects of human population growth and fishery development on water quality of Lake Donghu, Wuhan
- 东湖生态学研究概况 (1997) 203
Summary of studies on the ecology of Lake Donghu
- 揭开武汉东湖蓝藻水华消灭之谜 (1999) 209
Unraveling the enigma of the disappearance of water bloom from the East Lake (Lake Donghu) of Wuhan
- 《鲢、鳙与藻类水华控制》序 (2003) 219
Preface for "Silver carp and bighead, and their use in the control of algal bloom"

- 水利工程、水资源与水生态系统 (2006) 221
Hydraulic engineering, water resources and aquatic ecosystem
- 水域生态系统中生物多样性经济价值评估的一个新方法 (2006) 223
A new method for economic value assessment of aquatic biodiversity: Wildlife Judicial Price Method
- 《广东省大镜山水库生态学与水质管理研究》序 (2006) 229
Preface for "Ecology and water quality management in the Dajingshan Reservoir"
- 《水库蓝藻和蓝藻毒素分布与检测——广东省典型供水水库研究》
序 (2006) 231
Preface for "Reservoir blue-green algae and the distribution and assay of cyanoginosins"
- 《中国水库生态学与水质管理研究》前言 (2006) 233
Foreword for "Reservoir ecology and water quality management in China"

河流生态学、流域生态学 235

- River ecology and watershed ecology**
- 江中家鱼苗垂直分布的初步观察 (1955) 237
Preliminary study on the vertical distribution of the commercial fish fry in lower Yangtze
- 河流生态系统健康及其评价 (2002) 243
River ecosystem health and its assessment
- 河流生态学研究中的几个热点问题 (2003) 253
Several research hotspots in river ecology
- 河流生态系统管理研究——以香溪河为例 (2004) 267
River ecosystem management: a case study of Xiangxi River
- 流域生态学：水生态系统多样性研究和保护的一个新途径 (1997) 275
Watershed ecology: a new approach for research and protection of aquatic biodiversity
- 流域生态学与流域生态系统管理——灾后重建的生态学
思考 (1999) 281
Watershed ecology and watershed ecosystem management

科学思考与方法 289

- Scientific contemplation and methodology**
- 整体把握 系统思考 (1998) 291
Handle the situation as a whole, and contemplate systematically
- 在创新历程中的点滴体会 (2001) 297
Bits of realization during the course of innovation
- 解读东湖蓝藻水华的来龙去脉 (2003) 299
Unfold the origin and development of the cyanobacterial bloom in Lake Donghu
- 独立思考 敢于创新 (2005) 303
Contemplate independently and be bold in innovation

- 跨进 2007 年的淡水生物学协会——并非尽是坏消息 (2007) 311
The Freshwater Biological Association on the threshold of 2007—not all bad news (translated from SIL news)

刘建康论文著作目录 315
Publication list of LIU Jiankang

思考与创新的快乐 (代跋) 333
Postscript: Happiness of thinking and innovation

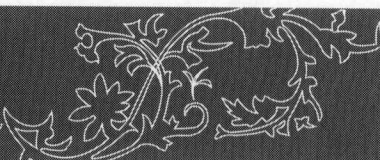
编后记 337
Notes after compilation

综 论

General review

刘建康

生态学文集
Collected Works of
LIU Jiankang on Ecology



关于淡水生物学发展的方向

自从海洋湖沼学会 1963 年的学术年会以来,我国淡水生物学方面的研究结果,许多已经发表在“海洋与湖沼”、“水生生物学集刊”等学报及有关杂志和多种内部发行的刊物上,有些还没有发表的工作也将在这次会议上进行交流。就我个人来说,没有条件来对我国淡水生物学的现状进行综合性的评述。今天只是介绍一下我们 1963 年的年会以后,国际上先后制定的两个庞大的研究计划,并谈谈淡水生物学研究的发展趋势。

下面先介绍国际生物学研究计划 (International Biological Program, 简称 IBP) 的概况: IBP 是国际科联理事会 (International Council for Scientific Unions, 简称 ICSU) 和国际生物科学联合会 (International Union of Biological Sciences, 简称 IUBS) 发起的,目的是在全球规模的国际合作和协调的基础上进行“生产力的生物学原理与人类福利”(“The Biological Basis of Productivity and Human Welfare”)的基础研究,第一次 IBP 的全体大会是 1964 年 7 月在巴黎举行的,大会决定 IBP 分为下列 7 个专题组:①陆生群落生产力组 (简称 PT);②生产过程组 (PP);③陆生群落保护组 (CT);④淡水群落生产力组 (PF);⑤海洋群落生产力组 (PM);⑥人类适应性组 (HA);⑦生物资源的使用和管理组 (UM)。

七个专题组之间的协调工作和 IBP 总政策,是由不同国家、不同研究领域的四十来个成员所组成的 IBP 专门委员会 (SCIBP) 所决定的。SCIBP 的总办公室设在伦敦,由英国自然保护局的 E. B. Worthington 承担科学主任。

SCIBP 决定,IBP 的活动应在 1965 年开始,1974 年结束。这十年时间又分为三个阶段,即:①准备阶段 (1965~1967),主要从事于确定和推荐国际上可行的实验方法,以便所得的结果可以互相比较;②实施阶段 (1968~1972),从事野外考察和室内研究;③综合和移交阶段 (1973~1974),从事于前几年中所得结果的本国的和国际的总结,然后移交给与 IBP 类似的政府间的或民间的国际性组织。

IBP 开始参加的约有 30 个国家,以后增加到 58 个国家 (我国没有参

这是刘建康先生在“中国海洋湖沼学会恢复大会暨学术讨论会”上的发言。全文发表于《水生生物学集刊》,1979 年第 6 卷第 4 期,465~470 页。

加), 每个参加国成立了本国的 IBP 委员会 (和分会)。IBP 的专门委员会在不同国家每年开会一次, 末了一次是 1974 年在伦敦开的; IBP 的大会每两年举行一次, 末了一次是 1972 年在美国西雅图开的。

IBP 根据地区和研究题目, 在各国举行的专业性国际会议包括讨论会、工作会议、非正式的专题会议 (Workshop meeting)、技术会议等, 每年约有 30 次, 对于参加国之间研究活动的协调和相互促进起了积极的作用。SCIBP 出版的《IBP 消息》、《IBP 评述》、《生物圈》和各种手册, 也加强了国际的协调。

许多国家的 IBP 国家委员会, 提出了各自认为适宜于进行多国家和多学科合作的科研题目和地点, 其中约有 75 个题目被 SCIBP 选为 IBP 的主要研究课题; 同时, 各国的 IBP 国家委员会也决定了本国的 IBP 研究题目, 在上述“实施阶段”, 题目总数多达一千个左右。世界用于 IBP 研究的费用, 每年约 5 千万美元, 研究的主要结果 (带普遍性意义) 用 IBP 综合卷 (IBP Synthesis Volumes) 的形式发表, 计划共出 35 卷, 到 1975 年底已出版了 8 卷。

IBP 的淡水群落生产力组 (PF), 1967 年出版了“淡水鱼生产的生物学基础”讨论会论文集 (共 20 篇文章) (S. D. Gerking 编)。1972 年出版了“淡水水体的生产力问题”讨论会论文集, 其中: ①涉及整个生态系统或至少包括两个营养级的生产量的研究共 36 篇, 其中关于湖泊的有 21 篇、水库 8 篇、池塘 4 篇、河流 3 篇; ②只涉及一个营养级的生产量研究或生产的专门性问题的文章共 20 篇, 包括初级生产 9 篇, 动物的营养和“生产能收支” (Bioenergetic budget) 3 篇, 次级生产 5 篇, 鱼类生产 3 篇; ③此外, 属于地区性的调查研究有 7 篇。同年 (1972), IBP 与联合国教科文组织一起出版了“有机碎屑 (Detritus) 及其在水生态系统中的作用”讨论会论文集, 其中有 9 篇是专门讲淡水水体的有机碎屑问题的。

IBP 的手册丛书, 现在出到第 24 册, 其中与淡水生物学有关的有: 第 3 册《淡水水体中鱼的生产量的估算方法》第三版 (Bagenal 编, 1978); 第 8 册《淡水水体化学和物理分析方法》(Golterman、Clymo 和 Ohnstad 编, 1978); 第 12 册, 《水环境中的初级生产的计量方法手册》(Vollenweider 编, 1969); 第 17 册《淡水水体次级生产力的估算方法手册》(Edmondson 和 Winberg 编, 1971); 第 21 册《建议进行保护的 inland 水体资料书》(Luther 和 Rzoska 编, 1971); 第 23 册《淡水中微生物生产和分解的估算技术》(Sorokin 和 Kadota 编, 1978); 第 24 册《生态学的生物能学方法》(Grodzinski 编, 1978)。

最近,我们收到了日本 IBP 国家委员会 1964~1974 的总结报告,第 20 卷 (Tamiya 编, 1978), 其中关于淡水群落生产力的研究包括五个湖泊: 琵琶湖 (Biwa, 贫营养型), 汤元湖 (Yuno-ko, 中营养型), 諏访湖 (Suwa, 富营养型), 里盘台 (Urabandai 湖群, 酸性湖) 和 Kojima 湖 (人工咸淡水湖); 两条河流: Yurappu 河 (是日本北方一条出产马苏大麻哈鱼的河流) 和吉野河 (Yoshino, 是本州的一条典型河流); 以及养鲤、鲫的池塘。日本还与马来西亚合作, 研究了马来西亚 Tasek Bera 湖 (腐殖质贫营养湖) (实际上是沼泽) 的生产力问题。编者 (日本 IBP 国家委员会主席) 在前言中指出日本 IBP 的严重缺陷之一是: 虽然与几个东南亚国家和朝鲜进行了协作, 但没有同巨大邻邦中国进行类似的协作。

以上是 IBP 的概况。在其实施阶段 (1968~1972) 将近结束时, 有两个全球性的学术会议, 对 IBP 今后工作的接替 (移交) 有着重要意义。一个是“环境问题科学委员会” (Scientific Committee on Problems of the Environment, 简称 SCOPE) 的全体大会, 是由国际科联理事会 (ICSU) 1971 年九月在澳大利亚的堪培拉 (Canberra) 召开的。另一个是“人与生物圈”研究计划 (Man and Biosphere Program, 简称 MAB) 的国际协调理事会, 是由联合国教科文组织 1971 年 11 月在巴黎召开的。在这两个会议上宣布 IBP 的活动在 1974 年结束后, 主要由“环境问题科学委员会”和“人与生物圈”来接管并进一步发展 IBP 的研究工作。这两个机构都是“永久性”的, 但前者是民间的国际机构, 而后者则是政府间的国际组织, 下面就介绍“人与生物圈”的概况。

“人与生物圈”研究计划是综合性的生态学研究计划。它是为了适应日益增长的需要合理利用和管理自然资源与保护人类环境的要求而制定的。“人与生物圈”由联合国教科文组织的全体会议选出 25 个会员国 (从第五届开始增加到 30 个会员国) 组织“国际协调理事会”, 附设于联合国教科文组织内, 理事会的职责是制定和督促计划的执行。由教科文组织的“生态科学处”负责管理有关研究计划, 另外专门成立了“人与生物圈”研究计划秘书处, 负责日常工作。至今已有 87 个国家成立了本国的“人与生物圈”研究计划委员会, 有 52 个国家向秘书处报送了 376 项研究计划, 有 27 个国家提出了 118 个“生物圈保护区”, 作为世界生物圈保护区网的组成部分。

在 1971 年第一届“人与生物圈”国际协调理事会上确定了 13 个研究项目, 1974 年又增加了一个有关环境污染的项目, 共计 14 个研究项目; 其中有关海洋学和湖沼学的项目有: 第 5 项, 人类活动对湖泊、沼泽、河流、三角洲、河口湾和海岸地带的价值和资源的生态学影响; 第 8 项, 自然区域及

其所包含的遗传材料 (gene pool) 的保护; 第 9 项, 病虫害管理及肥料的使用对陆生和水域生态系统的生态评定; 第 10 项, 主要工程建设对人及其环境的影响; 第 13 项, 环境质量的认知, 和第 14 项, 环境污染及其对生物圈影响的研究。

“人与生物圈”研究的主要对象是不同类型的生态系统, 特别强调人类生产活动对生态系统的影响。其研究计划在某些方面贯彻过去 IBP 的研究提纲, 并大量引用其有关的研究结果。

我国参加了“人与生物圈”研究计划, 并已被选为理事国, 曾派出代表团参加了第二、五两届国际协调理事会, 在去年十月维也纳举行的五届理事会上, 我国代表团作了有关热带、亚热带生态学研究概况, 沙漠治理概况和环境保护中的生态问题等三个发言, 放映了《熊猫》、《高山植物》、《西藏的江南》等三部科教影片, 引起了与会代表的很大兴趣。理事会一般每两年举行一次全体会议。我国“人与生物圈”国家委员会也已于最近正式成立。

迄今, 教科文组织已出版了 40 多册有关“人与生物圈”的计划和研究报告, 还定期在《自然和资源》杂志 (季刊) 中发表有关文章。“人与生物圈”的“技术报告”已出版了 6 期, 主要刊载有关研究方法和特定地区或特定生态系统的研究报告。

从上面所介绍的两个研究计划来看, IBP 侧重于生产力的研究, “人与生物圈”则扩展到生态系统结构与功能的研究, 尤其着重于人类经济活动对生态系统的影响。

现在谈谈淡水生物学的发展方向, 或者说“主攻”方向问题。这里不妨先回顾一下历史背景。1918 年美国出版了 Ward 和 Whipple 的《淡水生物学》一书, 对北美的淡水动植物区系作了比较系统的报道, 内容基本上是分类检索和形态特征, 只是略有涉及栖地和生活史等生态学方面的知识。这从认识过程来看, 也是很自然的; 因为要研究淡水生物, 首先要知道所研究的对象是什么“种”。这本书在 1959 年再版时, 由 Edmondson 等作了增补, 但基本上仍保存原来的格局。编者在再版前言中指出“再版保留了原版的主要作用, 即基本上是一本帮助读者鉴定北美内陆水体动植物区系的工具书, 而不能再作为普通生物学或湖沼学原理的教科书”。Welch (1952) 的《湖沼学》(亦译“淡水生物学”) 一书, 把“湖沼学”下定义为研究内陆水体生物生产力的一门学科, 实际上已把淡水生物学作为生态学来处理了, 因为生产力问题本质上是生态系统中各营养级的能量转化问题, 当然, 湖沼学另外可以从地学的角度 (地理、地质和水文、物理、化学方面) 来进行研究。Ruttner 的《湖沼学精义》(1961) (1963 年由 Frey 和 Fry 译成英文), 用近

乎一半的篇幅阐述作为生物环境的水的物理性能，溶解物质及其转化以及限制因素问题，其余的篇幅是讲湖泊、沼泽和流水水体的生物群落；本书内容更加重了生态学的份量。Hutchinson 的《湖沼学教科学》第一卷（1957）是讲湖沼的地理学、物理学和化学，第二卷（1967）是讲湖泊的生物学和浮游生物群落。在讲浮游植物的分布、季节性演替、浮游动物垂直移游和周期变化时，经常联系到它们与环境之间的关系，生态学的倾向是很明显的。从这几本经典的教材，以及从近年国外出版的“水生生物学”、“淡水生物学”和“湖沼学”杂志的内容，加上刚才介绍的两个国际研究计划来看，淡水生物学的生态学的内容是越来越突出了；当然这并不是说生态学是现代淡水生物学的唯一内容，分类学、形态学的研究，即使在科学发达的国家里也继续在进行深入的研究，更不用说过去没有经过调查研究的地区，自然必须从分类、形态方面的工作做起，但淡水生物学的主流应该是淡水生物的生态学（包括与生态学有密切关系的地质学方面的有关学科，生物方面的生理学、毒理学、生物化学、生物数学等），这一点似乎是可以肯定的了。

生态学是研究生物与环境之间相互关系的一门学科。所谓“生物”，过去只是指不包括人类在内的动物、植物和微生物；所谓“环境”，过去也只是指生物的栖息环境。自从 20 世纪 60 年代后期以来，由于人类经济活动造成了严重的生态后果，引起了世界人民的关切，所以现代的生态学里，不但把人包括在“生物”之内，而且更强调人类的活动所引起的影响，“环境”也不单指生物的栖息环境，而是更着重于人类的生活环境。“人与生物圈”计划的名称，来源大概就在这里。

生态学通常把食性、年龄与生长、生殖、行为习性以及生活史等列为个体生态学（Autecology）范畴，把种群（Population）的结构（性别和年龄组成）和数量变动和种群的遗传等列为种群生态学（Population Ecology）的范畴，把浮游生物、底栖生物、周丛生物、水生高等植物和水微生物分别作为群落（Community）来研究。已经知道，孤立地研究单个种群，譬如说，研究某一种鱼的数量消长规律问题，不从同这种鱼生活在同一环境里的生物群落和理化环境情况来考虑，很难得出正确的结论。生物群落与它们的理化环境密切相关，互相作用，进行着物质的交换和能量的流动。生物群落与理化环境的统一体，叫做生态系统（Ecosystem）。每个生态系统占有一定的地理位置和相应的环境，整个来说，是比较匀质（homogeneous）的。景观单位（landscape unit）如流域、山脉以至城镇等是不同类型的生态系统的镶嵌体。地球上所有各种镶嵌体（景观），合起来组成复杂程度更高的“生物圈”。生物圈的研究，是以不同类型的生态系统的研究为基础，所以近

代生态学的研究，是围绕着生态系统的结构和功能而开展的（生物生产力，是生态系统的主要功能之一）。当然，生态系统的研究，离不开个体和种群生态学的基础。

生态系统是生态学上的基本功能单元，是维持生命所必需的。按照 E. P. Odum (1971) 的定义：“任何一个单元，在给定的区域里，生物群落同它们的理化环境相互作用，使能量的流动在该系统内部形成明确的营养结构、物种的多样性和物质的循环（指生物与其理化环境之间的物质交换）的，称为一个生态系统”。生态系统可大可小，湖泊、沼泽是自然生态系统，池塘也是生态系统，甚至实验室水族箱（“微宇宙”）也可以作为生态系统来研究。海洋是个十分浩大的生态系统，只能是分成许多“亚系统”来研究。总之，只要各个主要组成部分（见下）都存在而且同起作用，达到某种程度的功能上的稳定性的单元，都可以看作是一个生态系统。

所谓生态系统的结构，包括六个组成部分：①物质循环中牵涉到的无机物质（无机碳、氮、磷、水等）；②联系生物和非生物的有机化合物（蛋白质、碳水化合物、脂类、腐殖质等）；③气候条件（温度、光照及其他物理因素）；④生产者，主要是营自养生活的绿色植物（包括藻类），能把简单的无机物质制造成自己的食物；⑤大型消费者，主要是吃其他生物或颗粒有机物质（如有机碎屑）的异养动物；⑥微型消费者，同样是异养生活，主要是细菌和真菌，它们能对死亡的原生质中复杂的有机化合物进行分解，吸收某些分解产物，释放对生产者有用的无机营养盐类，释放可以提供能源的有机物质，或释放某些对该生态系统中其他生物有抑制作用或刺激作用的有机物质。这六个组成部分中，前三个是生态系统的非生物组成部分；后三个是生物组成部分，可以用“生物重量”（biomass）来表示。

所谓生态系统的功能，也可以从下面六方面来分析：①能量线路，包括牧食线路和有机碎屑线路；②食物链（或食物网）；③物种在时间、空间上的多样性格局；④营养盐类的循环（生物地质化学循环）；⑤发展和演化；⑥恒稳控制（通过信息的反馈作用而进行自动调节）。

生态系统的概念，在近代生态学思想中起着主导作用，它强调各组成部分之间的必然关系，相互依存和因果关系，以及各组成部分结合起来成为一个功能单元。由于在运转过程中局部和整体是不能分割的，所以生态系统这一级生物学组织是最适合于运用系统解析技术的。

系统解析（Systems analysis）：六十年代，国外在工程学、生理学、社会学、经济学和地理学等领域中对有复杂相互作用的系统进行了其行为（behavior）的广泛的研究，这类研究大量应用电子计算机进行计算机模拟