

鱼类生态学

李明德 编著

408

E2

南开大学生物系

鱼类生态学

二 版

李明德 编著

南开大学生物系

2001

内 容 简 介

本书总结了鱼类生态学国内外最新研究成果。个体及种群生态涉及食性、年龄与生长、繁殖、洄游、死亡、生活史。群落生态论述群落特征、成分、结构。系统生态论述食物网、能流及生态渔业管理。可供生物系、水产系、环境科学系大专院校师生及科技人员阅读。

书 名：鱼类生态学

作 者：李明德编著

责任编辑：陈家余

出书单位：南开大学生物系

印刷单位：天津河西区大中印刷厂

开 本：32K

字 数：240 仟字

印 张 数：9.9

印 数：1-500

出书时间：1990 年 12 月第一版天津科技翻译出版公司

2001 年 12 月第二版南开大学生物系

津准印证号：图01129

定 价：30.00 元

序

我国著名的水生生物学家与鱼类学家李明德教授，吸取了世界鱼类生态学的精华，联系我国鱼类的实际并结合他自身研究实践，编著《鱼类生态学》二版。

早在 50 年代后期、60 年代初，李明德教授就在渤海、南大港水库、北大港水库进行梭鱼的生态学研究及养殖实践的探讨。1960 年他与其他学者合作完成了具有国际水平的论文：“梭鱼海洋生物学特性及驯化”。该文被选送中、苏、朝、越四国渔业会议，由我国水产界老前辈，水产科学院黄海研究所所长朱树屏教授代为宣读，受到与会各国专家的好评。此后他先后主持了白洋淀、于桥水库、渤海渔业生态及梭鱼、瓦氏雅罗鱼的研究。90 年代他又对渤海水生生物食物网及白洋淀、于桥水库鱼类食物网进行研究，获得国家及省市多项奖励。

李明德教授是一位十分勤奋的学者，虽经历了十年浩劫的摧残，体弱多病，但他以惊人的毅力，在十分困难的条件下，笔耕不辍，著述颇丰。他已出版了一些涉及鱼类个体、种群生态方面的专著，如《渤海鱼类生物学》(1991)、《梭鱼生物学及养殖》(1992)、《河北省鱼类》(1992)、《梭鱼》(1997)，此外他还发表了近 140 余篇学术论文。

《鱼类生态学》自 1990 年问世以来，国内外鱼类生态学又有了很大的发展。李明德教授为了适应教学、科研和生产的需要，对书稿作了全面的修改补充，增加了鱼类生活史型和鱼类群落生态学两章，反映了他严谨的治学精神。

《鱼类生态学》二版的问世，必将推动国内鱼类生态学及渔业生态管理的发展，尤其涉及后者与渔业的持续发展密切相关。我国的渔业资源随着人口的急剧增长和掠夺式的捕捞方式，已面临枯竭，为了使这种宝贵的可再生资源不仅能满足我们这一代人的需要，还可满足我们子孙后代的需要和愿望。所以，我们要从现在开始进行渔业的生态管理。此外本书二版的问世，对从事鱼类学教学和研究的大专院校师生和科技人员亦是一本有重要价值的参考书。我十分荣幸能为李明德教授大作作序并郑重向读者们推荐本书。

王祖望

中国科学院动物研究所研究员

中国生态学会理事长

1999年10月12日

于北京·中关村

前 言

鱼类生态学已由个体生态发展到种群生态、群落生态，近年又进入系统生态的研究。本书自1990年问世以来，国内鱼类生态学有很大的发展。为了适应教学、科研、生产的需要，对书稿作了全面的修改补充，增加了两章，即鱼类生活史型、鱼类群落生态。由于笔者水平所限，难免有错误之处，敬希读者批评指正。

编著者

李明德

1999年5月于南开大学

目 录

王祖望研究员序	(I)
前言	(III)
第一章 绪论	(1)
第一节 生态学的定义研究的对象和目的	(1)
第二节 生态学发展简史	(3)
第三节 鱼类生态学发展简史	(5)
第二章 鱼类对非生物性环境因子的适应	(15)
第一节 水的密度和压力	(15)
第二节 水的盐度	(17)
第三节 水的温度	(20)
第四节 水的盐类	(27)
第五节 酸碱度 PH 值	(31)
第六节 含氧量	(32)
第七节 光	(35)
第八节 电流、电磁振动	(38)
第三章 鱼群与种群	(41)
第一节 鱼群	(41)
第二节 种群	(47)
第四章 个体生态	(53)
第五章 鱼类食饵	(54)
第一节 研究鱼类饵料的意义	(54)
第二节 鱼类食物分析研究方法	(55)
第三节 鱼类食性及适应	(66)
第四节 食物的选择性及食性变化	(71)
第五节 鱼类食物的保障	(77)

第六节 鱼类食物种间与种内关系·····	(79)
第六章 鱼类年龄与生长·····	(88)
第一节 研究鱼类年龄与生长的意义·····	(88)
第二节 研究鱼类年龄与生长的方法·····	(90)
第三节 鱼类生长指标与生长特性·····	(100)
第四节 鱼类寿命和年龄·····	(107)
第七章 鱼类繁殖·····	(111)
第一节 研究鱼类繁殖的意义·····	(111)
第二节 鱼类繁殖的研究方法·····	(112)
第三节 鱼类性成熟与性周期·····	(123)
第四节 鱼类性比·····	(130)
第五节 鱼类产卵类型·····	(133)
第六节 鱼类产卵群体的年龄结构·····	(135)
第七节 鱼类的繁殖力·····	(136)
第八节 性产物质量·····	(145)
第九节 鱼类生殖习性·····	(147)
第八章 鱼类洄游·····	(157)
第一节 鱼类洄游的研究方法·····	(157)
第二节 鱼类洄游·····	(159)
第三节 鱼类洄游的概述·····	(162)
第四节 鱼类洄游的成因·····	(167)
第五节 影响鱼类洄游的因素·····	(171)
第九章 鱼类死亡·····	(174)
第一节 总死亡及自然死亡·····	(174)
第二节 捕捞死亡·····	(199)
第三节 死亡率与死亡速率·····	(202)
第十章 鱼类种群数量、生物量的变动及鱼类可捕	

量的预测与预报·····	(207)
第一节 研究鱼类种群数量与生物量变动的途径···	(207)
第二节 鱼类种群数量和生物量变动的基本规律···	(209)
第三节 鱼类数量变动原因·····	(213)
第四节 鱼类可捕量的预报·····	(215)
第十一章 鱼类生活史型·····	(220)
第一节 有关术语·····	(220)
第二节 鱼类生长参数与鱼类生态参数·····	(221)
第三节 鱼类生活史的判断·····	(228)
第十二章 群落生态·····	(231)
第一节 群落的基本概念和特征·····	(231)
第二节 群落的量度·····	(233)
第三节 群落的结构和成份·····	(238)
第四节 群落的演替与顶极群落·····	(249)
第十三章 鱼类食物网与能量流·····	(253)
第一节 生态系统的成份与结构·····	(253)
第二节 鱼类食物网·····	(255)
第三节 能量流·····	(272)
第十四章 生态渔业管理·····	(281)
第一节 概况·····	(281)
第二节 水利与渔业·····	(282)
第三节 鱼类小型化·····	(287)
第四节 提高水域生产力·····	(291)
参考文献·····	(295)
李明德文献目录·····	(302)

第一章 绪 论

生态学是生物科学的基础学科之一，它是研究生物及其环境之间相互关系的科学。近年来随着工农业及科学技术的发展，人口、食物、能源、环境污染及自然资源保护等重大社会问题不断涌现，因此，现代生态学的发展显得特别引人注目。生态学在一些国家不仅生物学工作者在从事研究，而且从事生产的人员，行政领导也在谈论，生态学已成为家喻户晓的名词。

第一节 生态学的定义、研究的对象和目的

一、生态学的定义

生态学(Ecology)这个名词最早由德国赫克尔(Haeckel 1869)首先提出了“生态学是动物对有机和无机环境的全部关系”，后来其他生态学家又作了各种不同的解释，现在一般采用的定义是“研究生物及其环境之间相互关系的科学”。环境分非生物环境（如土壤、岩石、水、空气、温度、光照……等）及生物环境（包括种内、种间关系），故生态学又可称为研究生物之间以及生物及非生物之间相互关系的科学，还可以简称为环境生物学(Environmental biology)。

二、生态学研究的对象和目的

生命科学是向两个不同的方向发展的，一是微观，另一是宏观。生态学同其它生物科学一样，都是为探讨生命现象的真谛。过去生态学的焦点集中在有机体的种类上，而现在正如分子生物学向微观方面发展，要在细胞分子水平上探

索生命系统的奥秘那样，生态学则是朝微观及宏观方面发展，要在有机体种群 **Population**、群落 **Community**、生态系统 **Ecosystem** 的水平上探索生命系统的奥秘。所以，生态是以生物个体、种群、群落、生态系统、甚至是生物圈 **biosphere** 作为它的研究对象。种群是由同种的个体组成的，它是在一定空间中同种个体的集合。在种群内各个个体通过种内关系组成一个有机的统一体。群落是在一定区域，或一定生境里各个生物种群相互松散结合的一种结构单位。生态系统是生物群落与其环境之间由于不断地进行的物质循环和能量流过程而形成的统一整体。生物圈是地球表面有生命的部分，包括三个组成部分，即大气、水域和陆地。

此外，应当按照生物研究的层次来划分生态学的研究层次，不能简单地表述为“生态系统=生物群落+环境条件”。生态学所研究的不仅是个体生态、种群生态和群落生态，而且包括分子生态、细胞生态以及生物圈生态，甚至包括宇宙生态的各个微观和宏观的层次（见表 1）。这样每一个生态层次都可以运用生态系统的理论规范来加以不同的研究。

表 1 生态层次

生物系统	基 因	细 胞	器 官	个 体	种 群	群 落	生 物 圈
↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓	
↓ ↓	↓ ↓	↓ ↓	↓ ↓	↓ ↓	↓ ↓	↓ ↓	
环境系统	物 质						能 量
生态系统	基 因	细 胞	器 官 能	个 体	种 群	群 落	生 物 圈
	生 态	生 态	生 态	生 态	生 态	生 态	

生态学研究的目的主要研究下列几方面的问题

1. 有机体的局部分布、地理分布及其多度(包括栖息地、生态位、群落、生物地理)；
2. 有机体出现的时间、多度和活动的变化(包括季节、每年演替和地质的演替)；
3. 有机体在种群和群落中相互关系，包括种内和种间关系(种群生态学和群落生态学)；
4. 种群的数量变动、控制及生态学管理；
5. 有机体在构造上对非生物环境的适应和机能调节(生理生态学)；
6. 有机体在自然条件下的行为(行为生态学)；
7. 所有一系列相互关系的进化发展(进化生态学)；
8. 自然界生物的生产力以及如何使这种生产力更好地为人类服务(生态系统生态学)；
9. 数学模型的发展以阐明参数Parameters的相互作用和预示效应(系统分析)。

第二节 生态学发展简史

生态学发展大致分为三个阶段。

一、1900年以前为发展前期

有关生态学的见解和描述，散见于自然本体论和一般生态学著作。代表性论著如法国布丰Buffon 1749提出生命律，他是第一个把有关动物和它的环境关系知识系统记起来的博物家。19世纪初Aalthus 1803发表了人口论，论述人口增长食物关系，1807年霍姆波尔特Humbolt在周游世界各地后记述动植物的地理分布与气候关系。1891年丹麦植物学家华明Warming著有《植物生态学》，1896年德国斯

洛德 Schroter 创建个体生态学 autecology 和群体生态学概念。

二、1900-1950 经典生态学发展时期

此期间逐步完成了描述性的生态学工作, 20 世纪初头十年中, 生态学向下列几个方面发展: 1. 动物行为。如英国詹亭斯 Jennings 1906 《无脊椎动物的行为》, 美国伯尔 Penrl 1910 的《蚂蚁的社会性行为》; 2. 发育和耐受生理学。如德国的巴赫米夫 Bachmetjew 1901, 1901a, 1907 对光和温度在昆虫各发育时期及无脊椎动物生存关系; 3. 水生生物。Forel 1901 普通湖泊生物学, 英国约翰斯敦 Johnston 1908 《海洋的生活条件》; 5. 一般群落生态学。如美国达文波特 Davenport 1903 动物群落生态学。

此后有不少生态著作, 如亚当斯 Adams 1913 《动物生态的研究指南》, 尼德汉姆 Needham 1916 《内陆水域的生物》, 乔丹 Jordan 凯洛 Kellogg 1915 《运行生活的进化》, 洛特卡 Lotkd 1925 发展了理论方程, 以表示不同种的种群之间相互作用的方式, 美国的伯斯 Pearse 1926 及英国埃尔敦 Elton 1927 著述《动物生态学》, 德国田尼曼 Thienemann 1926 《湖泊学》, 美国查普曼 Chapman 1931 以昆虫为重点的《动物生态学》, 美国比尤斯 Bews 1935 《人类生态学》, 费鸿年 1937 《动物生态学纲要》, 阿利 Allee 1931 《动物集群》, 罗利麦 Lorimer 1934 《种群动态》。此外英国坦斯利 Tansley 1935 首创生态系统 ecosystem。

在 40 年代美国的湖泊生物学者伯奇 Birge 格朱德奈 Judny, 通过对湖泊能量收支的测定, 发展了初级生产 Primary production 的观念, 从他们的研究产生了生态学的营养——动态 trophicdynamic 概念, 这是生态系统的能学。

三、1950 以来属于现代生态学发展时期

生态学方法论重心从强调经验的归纳方法转向历史系统的方法，这通过生态系统的研究特别表现在进化生态和系统分析的成绩上。而系统地发展了生态系统的概念，大部分是由 E. P. 奥德姆 (Odum, E. P. 1935) 开始的。伊凡司 (Evans 1956) 提出生态系统作为生态学的一个基本单位, H. T. 奥德姆 (Odum H. T. 1952)、哈奇森 (Hutchinson 1959) 分别从林德曼的营养动态概念进一步开拓能流和能量收支的研究。

当前现代生态学正沿着生态系统的途径在宏观水平上表现出“全球生态学”的姿态，在微观水平上则开始与分子遗传学相结合。其中卓有成效的领域是生态模型、生态系统分析和生态进化途径。

第三节 鱼类生态学发展简史

鱼类生态学是生态学的一个分科。它研究鱼类生活方式、即种群变动的性质，种内（小群、群）及种间集群、分布、洄游、昼夜和季节性生活节律，食物相互的特性、繁殖等。当然，任何生物（包括鱼类）的生活方式都与其器官结构和机能密切相关。

包括鱼类生态学在内的现代生态学主要原理，是生物（种）及其环境保护概念。生物不能脱离环境而生存。任何一种生物、种群、种都依靠其特有的环境而生活。脱离了与环境的相互作用就会停止生存。生物的特点就在于它与保证其生存与发展的环境之间存有相互适应的作用。

鱼类生态学还要研究鱼类种群数量变动的规律，控制

及预报其数量变化的趋势，以便对内陆及海洋渔业进行生态学管理。

鱼类生态学亦要研究鱼类在自然条件下的行为、能流及鱼类能学。

现在再介绍一下鱼类生态学发展简史

一、鱼类生态学发展史

鱼类生态学发展史迄今可以分为两个时期。

(一) 1920 年以前萌芽期

早在远古时代，公元前 2000 年古印度叙事诗《玛哈柏哈拉塔》提及恒河营养径流对孟加拉湾的饵料与鱼产量作用，公元前 384-322 希腊学者亚里斯多德 Aristotled 在“动物史”一书中已描述有关鱼类繁殖与洄游的资料。

17 世纪一些著作中已涉及种群变动的看法，如黑尔（1677）认为鱼类高繁殖力是对凶猛动物大量存在的适应，他还指出了凶猛动物与被捕食者之间的相互关系。

19 世纪末叶由於拖网渔业和流网渔业的发展，为适应生产需要，从而促使了鱼类洄游、生殖、发生和生长的研究。同一时期北欧的北海渔业产量明显下降。苏联亚速海的总捕鱼量 1893 年达到 90, 000 吨，1910 年就降到了 35, 000 吨。黑海的捕鱼是由 46000 吨降到了 10, 000 吨。由於鱼获量下降，引起人们注意种群变动规律的研究。

1902 年还成立了国际海洋研究委员会，它的任务是将各国联合起来研究东北大西洋。内容涉及有关鱼类种群变动规律及一些实际资料的分析与见解。

(2) 1920 年以后至现在是创建与发展期

1920 年以后，由於渔业发展，鱼类生态学有很大的发展，出现了很多较有影响的论著（见表 2）

表 2 1920 年以后鱼类生态学主要论著

作 者	年份	论 著
Schmidt,	?	鳗鱼的生殖研究
МОНАСТУРСКИЙ, Г. Н.	1940	里海北部拟鲤储量测定方法 及评估
ШМИДТ, П. Ю.	1947	鱼类的洄游
АВЕРИН И ЕВ, С. В.	1948	海洋渔业资源的估计及其长期 预报的方法
МОНАСТУРСКИЙ, Г. Н.	1952	经济鱼类数量变动
ЧУГУНОВА, Н. И.	1952	鱼类年龄和生长的研究方法
ПАВЛОВСКИЙ, Е. Н. И ДР.	1955	鱼类行动与鱼群侦查问题
НИКОЛЬСКИЙ, Г. В.	1956	黑龙江鱼类
НИКОЛЬСКИЙ, Г. В.	1961	鱼类生态学
Cushing, D. H.	1968,	渔业生物学
ЗАСОСОВ, А. В.	1981	1970
НИКОЛЬСКИЙ, Г. В.	1974	鱼类的理论研究
Ricker, W. E.	1975	鱼类种群变动理论
ПРОТАСОВ, В. Р.	1978	鱼类种群生物统计量
Gerking, S. D.	1978	鱼类的行为
Bratten, B. R.	1978	淡水鱼类生产的生态学
青山恒雄	1979	鱼类能学研究进展
Pitcher, T. J. et al.	1980	底层鱼类资源
川崎 健	1982	渔业生态学
McKeown, B.	1982	中上层鱼类资源
	1984	鱼类的洄游

这里要指出的是尼科里斯基.Г.В. (Николский И. Г. В.) 是鱼类生态学的创建人, 他的论著“鱼类生态学”系统论述了鱼类生态学的各个方面, 该书已译成中文、英文版本。他的另一本著作“鱼类种群变动理论”是种群生态方面的一本专著。

皮特彻. T. J. 等 (Pitcher, T. J. et al 1982) “渔业生态学”, 对推动鱼类生态学的发展起了重要的作用。

20 世纪 60 年代后, 鱼类生态学已经从个体生态进入种群生态、群落生态及系统生态, 并对渔业进行生态学的管理, 将鱼类行为与捕捞相结合, 但是鱼类生态学的微观研究还是十分薄弱, 有待今后深入研究与开展。

二、我国鱼类生态学发展史

我国鱼类生态学大致经历了四个时期: 萌芽期(1949 年以前); 创建期(1949-1966); 停滞期(1966-1976); 发展期(1976 以后)。

(一) 萌芽期(1949 以前)

我国是世界上最早进行淡水养鱼的国家, 有悠久捕鱼的历史。劳动人民在生产实践中长期积累了大量有关鱼类生态知识, 早在公元前 770—公元前 220 年《诗经》一书已有鱼类生活习性及捕捞方面知识的记述。据成庆泰 1983 的报道, 我国古代已有中华鲟、鳊、白鲟、刀鲚、鲥鱼、生殖洄游的记载。我国古籍还有大量鱼类生活习性的描述, 主要有泥鳅、黄鳝、鲢、东方鲀属 (Takifu spp.)、青鱼、草鱼、鲢、鳙、鲂、鳊、鲮、鳊、鳊、鳊等鱼的描述。

近代鱼类生态的研究, 开始于 30—40 年代, 薛分曾在英国发表有关鲱鱼年龄与生长的论文, 1943 年又在科学杂志上刊登“怎样用鳞片研究鱼群”, 还发表了“鲤鱼、鲫鱼脊