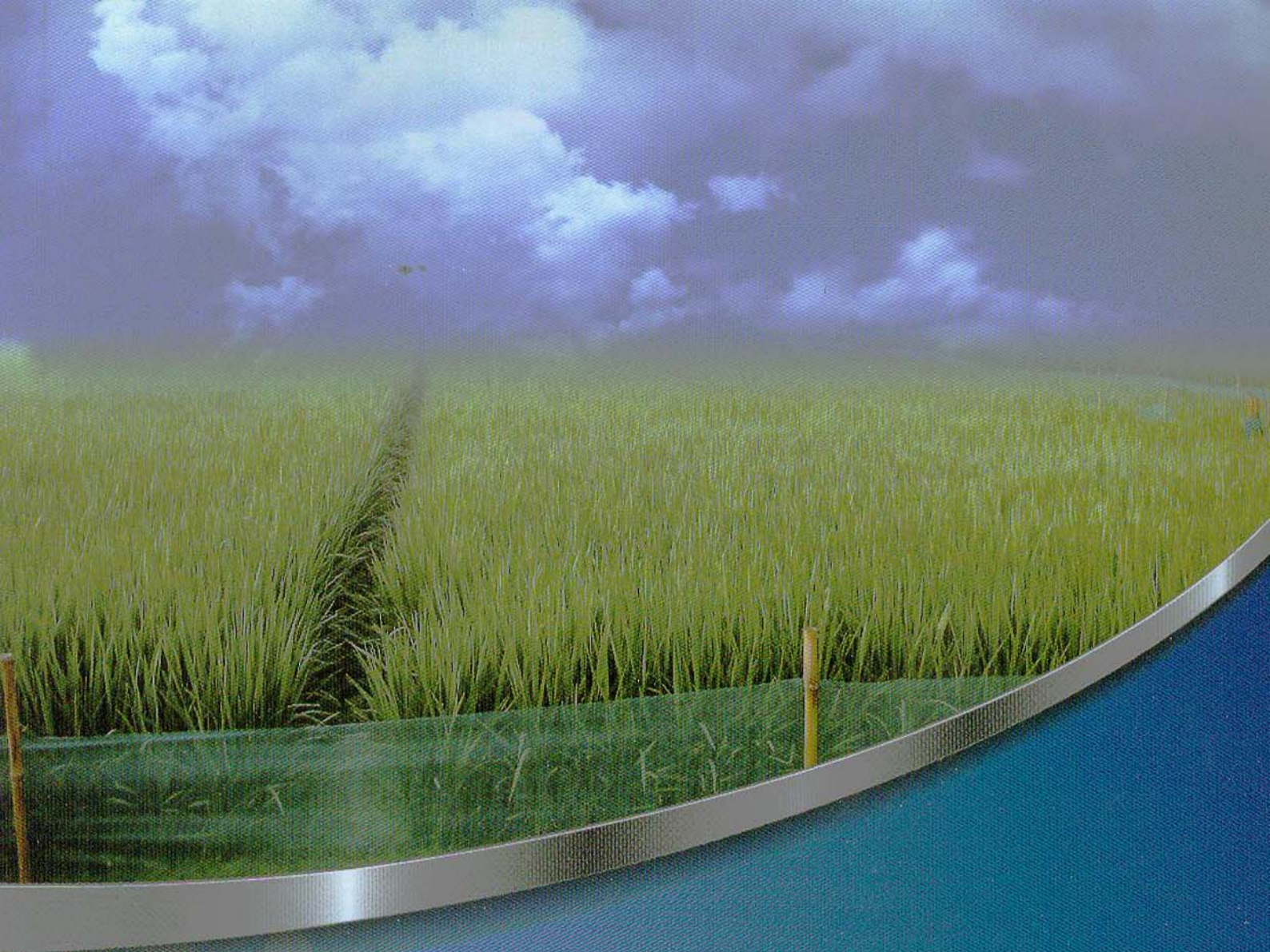




NONGYE SHENGTAIXUE YUANLI

农业生态学 原理

曹林奎 主编



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

农业生态学原理

曹林奎 主 编

上海交通大学出版社

内 容 提 要

近年来,随着我国资源节约型和环境友好型社会的建设,农业环境和生态安全问题日益受到社会各界的广泛关注。本书在系统总结和全面吸收了近年来有关农业生态学领域的教学、科研和实践成果的基础上编写而成。全书共分10章,全面系统阐述了农业生态学的基本原理、技术、模式及其应用。全书内容新颖实用、案例丰富、可读性强。

本书可作为高等院校农业相关专业的专业基础课程使用,也可供其他相关专业人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

农业生态学原理/曹林奎主编. —上海:上海交通大学出版社, 2011

农学教材系列

ISBN 978-7-313-07098-2

I. ①农… II. ①曹… III. ①农业科学:生态学—教材 IV. ①S181

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 015111 号

农业生态学原理

曹林奎 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 韩建民

上海交大印务有限公司印刷 全国新华书店经销

开本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 20.75 字数: 487 千字

2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 3 030

ISBN 978-7-313-07098-2/S 定价: 39.00 元

版权所有 侵权必究

《农业生态学原理》 编委会

主 编

曹林奎(上海交通大学)

副 主 编

沈健英(上海交通大学)

严力蛟(浙江大学)

黄国勤(江西农业大学)

参 编

(按姓氏笔画排序)

申广荣(上海交通大学)

史利莎(浙江大学)

邬岳阳(浙江大学)

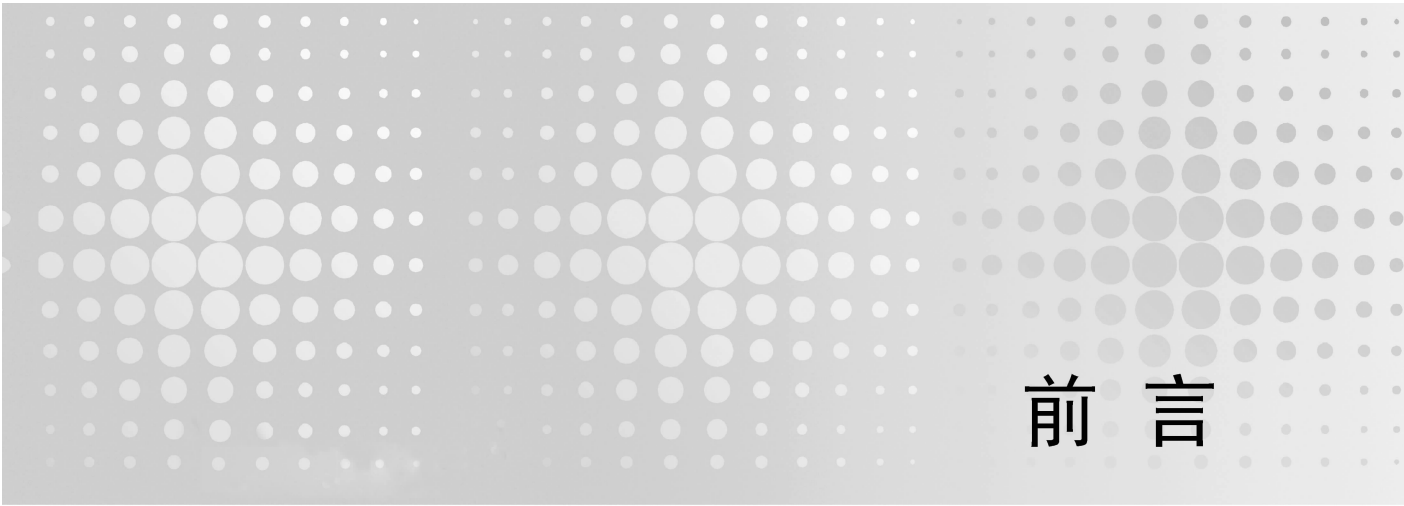
刘志诚(上海交通大学)

姜 芑(浙江大学)

董召荣(安徽农业大学)

主 审

金桓先(上海交通大学)

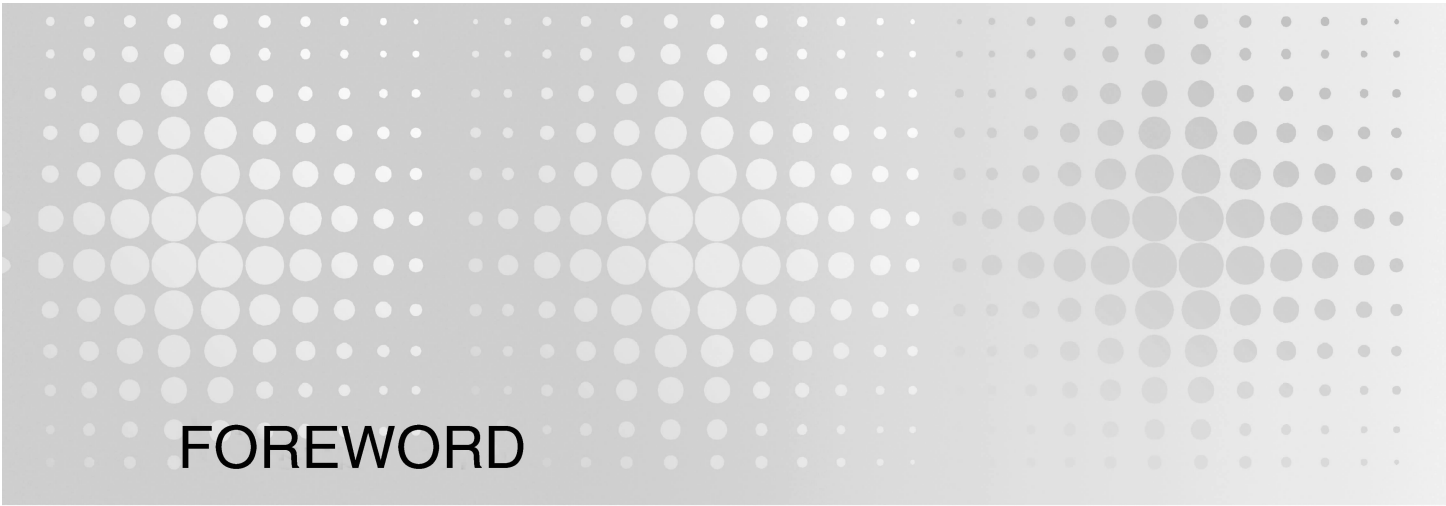


前言

随着全球经济和社会的快速发展,人口、环境、资源、能源和粮食等问题日益突出,农业生产发展与生态建设的关系日益受到学界、政界和公众的关注。在我国资源节约型和环境友好型社会建设,以及社会主义新农村建设的推进过程中,农业环境与生态安全问题越来越受到各界人士的广泛重视。农业生态学原理作为一门大学专业基础课程,今后在高等农业院校农业生态学的教学和科研中将发挥重要作用,也必将为我国现代农业发展与生态文明建设作出更大的贡献。

本教材在参考国内外大量资料的基础上,根据编著者多年的教学和科研经验,结合当今世界农业生态学研究领域的发展前沿,系统地阐述了农业生态学的基本原理、技术、模式及其应用,包括农业生物多样性原理、农业生态系统的结构原理、农业生态系统的功能原理、农业生态系统的调控机制、农业生态系统的模式构建等内容。本教材可供农业生态学研究领域相关专业本科生和研究生使用,也可供从事以上相关专业的普通高等农业院校师生、农业科研和农村技术人员参考。

本教材于2008年列入上海交通大学重点教材建设出版计划,经过各位同仁两年多的通力合作,终于完成了编写任务。本教材编写分工如下:第一章由曹林奎、黄国勤执笔;第二章由刘志诚执笔;第三章由史利莎、严力蛟执笔;第四章由姜芑、严力蛟执笔;第五章由邬岳阳、严力蛟执笔;第六章由申广荣执笔;第七章、第八章由沈健英执笔;第九章由黄国勤执笔;第十章由曹林奎、董召荣执笔;全文由曹林奎统稿。本教材主审



FOREWORD

· 农 · 业 · 生 · 态 · 学 · 原 · 理 ·

金桓先教授对本教材的编写提出了许多宝贵意见和建议,在此表示诚挚的谢意。

本教材在编写过程中,吸收了国内外有关方面著作和教材的研究成果,引用了大量的参考文献,对此,我们表示衷心感谢。由于本教材内容涉及面广,编者水平有限,在教材体系及内容上难免存在错误和不足之处,敬请同行专家不吝赐教,也欢迎广大读者批评指正。

编 者

2010 年 10 月 10 日

目 录

第一章	绪论	001
第一节	农业生态学的产生与发展	001
第二节	农业生态学研究内容与方法	008
第三节	现代农业与农业生态系统	011
	思考题	021
	参考文献	021
第二章	农业生态系统的种群与群落	023
第一节	农业生态系统的生物与环境	023
第二节	农业生态系统的种群	032
第三节	农业生态系统的群落	042
第四节	农业生态系统的生物多样性	046
	思考题	051
	参考文献	051
第三章	农业生态系统的结构	052
第一节	概述	052

CONTENTS

· 农 · 业 · 生 · 态 · 学 · 原 · 理 ·

第二节	农业生态系统的水平结构	054
第三节	农业生态系统的垂直结构	062
第四节	农业生态系统的时间结构	076
第五节	农业生态系统的营养结构	081
	思考题	087
	参考文献	088

第四章 农业生态系统的能量流 091

第一节	能量流动的基本规律	091
第二节	农业生态系统的能量关系	096
第三节	初级生产的能量转化	108
第四节	次级生产的能量转化	114
第五节	农业生态系统中的辅助能	120
	思考题	126
	参考文献	127

第五章 农业生态系统的物质流 129

第一节	物质循环的基本规律	129
第二节	几种重要物质循环概述	136

CONTENTS

· 农 · 业 · 生 · 态 · 学 · 原 · 理 ·

第三节 农业生态系统中的养分循环	155
第四节 物质循环中的环境问题	165
思考题	172
参考文献	173

第六章 农业生态系统的信息流 175

第一节 农业生态系统信息流的特征	175
第二节 农业生态系统组分间的信息流	179
第三节 信息技术在农业生态系统中的应用	183
思考题	205
参考文献	205

第七章 农业生态系统的价值流 208

第一节 农业资源概述	208
第二节 农业资源利用原理及效率评价	223
第三节 农业生态系统的资金流	235
思考题	244
参考文献	244

第八章 农业生态工程与技术 247

第一节 农业生态工程原理	247
--------------	-----

CONTENTS

· 农 · 业 · 生 · 态 · 学 · 原 · 理 ·

第二节 农业生态工程的规划与设计	252
第三节 农业生态工程技术模式与运用	257
思考题	274
参考文献	274

第九章 农业生态安全与健康 277

第一节 农业生态安全	277
第二节 农业生态健康	288
第三节 农业生态文明	295
思考题	301
参考文献	301

第十章 农业可持续发展与都市农业 303

第一节 可持续发展的理论与实践	303
第二节 可持续农业的概念、原理及其实施	307
第三节 都市农业的可持续发展对策	312
思考题	321
参考文献	321

第一章 绪 论

农业生产的本质是人类利用生物群体转化环境资源而形成各种农业产品的过程。农业生产本身是调节生物与环境关系的一个生态过程。传统农学学科如土壤学、农业气象学、作物栽培学等通常是从某一侧面研究生物与环境之间的相互关系。农业生态学 (agricultural ecology) 是用生态学和系统论的原理和方法,将农业生物与其环境作为一个整体,研究其中的相互作用、协同演变,以及社会经济环境对其的调节控制规律,促进现代农业可持续发展的学科。

第一节 农业生态学的产生与发展

全球性资源、能源、环境、人口和粮食危机严重困扰着当今社会,“坦博宣言”和“21 世纪议程”吹响了“可持续发展”的号角。现代农业是以生物体为核心的一种优化的“生物-科技-经济-社会”复合生态系统。现代农业以资源节约和可持续发展为其最高理念。

农业生态学主要研究农业生物与其环境之间相互关系、作用机制及调节控制规律,它是应用生态学的一个重要分支学科。其目标是要实现现代农业生产的“高产、优质、高效、安全、生态”,实现农业生态系统的经济效益、社会效益和生态效益的统一性,并最终达到农业生态系统可持续发展的目的。

一、生态学的概念及其分支学科

1. 生态学的概念

生态学 (ecology) 是研究生物与其环境相互关系的学科。生物的环境既包括光、热、水、气、各种元素等非生物环境 (abiotic environment), 也包括动物、植物、微生物等生物环境 (biotic environment)。“ecology”这个词是 1869 年德国生物学家 Ernst Haeckel (厄尔斯特·赫克尔) 提出的。赫克尔在其动物学著作中定义生态学是: 研究动物与其有机及无机环境之间相互关系的科学, 特别是动物与其他生物之间的有益和有害关系。

生物的生存、活动、繁殖需要一定的空间、物质与能量。生物在长期进化过程中, 逐渐形成对周围环境某些物理条件和化学成分, 如空气、光照、水分、热量和无机盐类等的特殊需要。各种生物所需要的物质、能量以及它们所适应的理化条件是不同的, 这种特性称为物种的生态特性。

任何生物的生存都不是孤立的, 同种个体之间有互助有竞争, 植物、动物、微生物之间也存在复杂的相生相克关系。人类为满足自身的需要, 不断改造环境, 环境反过来又影响

人类。

随着人类活动范围的扩大与多样化,人类与环境的关系问题越来越突出。因此,近代生态学研究的范围,除生物个体、种群和生物群落外,已扩大到包括人类社会在内的多种类型生态系统的复合系统。人类面临的人口、粮食、资源、环境、能源等五大问题都是生态学关注的研究内容。

2. 生态学的分支学科

在人类历史的早期,生态学还仅仅是一种实践兴趣。大约从 1900 年开始,生态学成为一门公认的、独立的科学领域。最初生态学的研究领域是根据分类学界限来严格划分的(如植物生态学和动物生态学)。生态学经过 100 多年的理论发展和实践应用,生态学已经成为一门综合性的学科,它不单是生物学的一门分支学科,它还融合了生物、物理和社会科学的内容(E. P. Odum, 1977)。生态学在应用中还产生了很多应用性分支学科。因此,生态学是链接自然科学和社会科学的桥梁。同时,由于生态学是一门广泛的、多层次的学科,它与其他相对较狭窄的传统学科有很好的交叉,其相关的交叉领域也被发展成为一些新兴的学科。具体来说,生态学的分支学科有以下几种分类方法:

(1) 按生物组织层次划分,可分为分子生态学、个体生态学、种群生态学、群落生态学、生态系统生态学、景观生态学等。

(2) 按生物类别划分,可分为动物生态学、植物生态学、微生物生态学、人类生态学等。

(3) 按环境类别划分,可分为陆地生态学和水域生态学。前者又可分为农田生态学、森林生态学、草原生态学、荒漠生态学等,后者又可分为海洋生态学、湖沼生态学、河流生态学等。

(4) 按应用领域划分,可分为农业生态学、森林生态学、家畜生态学、渔业生态学、草地生态学、工业生态学、城市生态学等。

(5) 按不同研究方法划分,可分为野外生态学、实验生态学、理论生态学等。

(6) 按交叉学科划分,可分为生态经济学、生态工程学、生态毒理学、生态伦理学、数学生态学、物理生态学、化学生态学、系统生态学等。

二、农业生态学的产生及发展

20 世纪初叶至中叶,随着人口猛增、环境污染和资源枯竭三大社会问题的日益突出,生态学越来越受到人们的重视,于是人们开始向生态学寻求解决问题的途径,使生态学具有越来越大的应用价值,农业生态学、人类生态学、城市生态学等生态学的应用性分支学科应运而生,并得到了迅速发展。半个世纪以来,国内外农业生态学的学科研究和实践应用相当活跃,取得了显著进展。目前,农业生态学已基本成为具有特定研究对象、研究方法和理论体系的独立学科。

(一) 国外农业生态学的发展历程

1. 农业生态学的形成与产生

20 世纪 50 年代之前,即是国外农业生态学的形成与产生期。20 世纪初,意大利科学家 Girolamo Azzi(阿兹齐)即开始从事农业生态学的有关工作,至 1920 年得到公认从而使农业生态学成为生态学的一个学科分支,于 1929 年在意大利正式开设农业生态学课程。

1938年,Papadakis的《农业生态学》问世。该书着重论述农田的气候、土壤的生产能力与作物特性的关系。1942年,美国科学家 K. H. W. Klages 出版了《生态学的作物地理学》。该书以生态学理论为指导,研究了作物地理分布的特点和规律,指出应对影响特定作物品种的分布和适应能力的一些生理学因素和农学因素予以考虑,以便认识农作物与其环境之间的复杂关系。同时,Klages 还将其研究范围扩展到包括影响作物生产的历史、技术和社会经济因素等方面。可以说,Klages 开创了作物生态学、农田生态学的研究范畴。

1956年,G. Azzi 正式出版了《农业生态学》著作。该书主要是研究环境、气候、土壤对农作物遗传、发育、产量和质量影响的科学。这时的农业生态学基本上属于个体生态学的范畴。

2. 农业生态学的发展与完善

20世纪60年代至80年代,即是国外农业生态学的发展与完善期。20世纪60年代开始世界面临的“人口、粮食、资源、环境、能源”等五大生态危机的根源是对生态系统缺乏整体认识。人们逐步认识到从生态系统水平认识农业的重要性。客观上要求农业生态学在解决上述危机中发挥独特作用,加上系统论、信息论、控制论即“新三论”的发展,为农业生态学解决上述“五大危机”提供了方法论基础。或者说,“五大危机”的出现,使农业生态学的发展成为“客观必要”,而“新三论”的发展则为农业生态学解决上述问题提供了“现实可能”。在这样的背景下,国外农业生态学的发展很快,农业生态学的学科体系也日趋完善。

1964年起,国际生物学计划(IBP)开展了全球生态系统生物生产力研究,其中,大量涉及农业生态系统初级生产力的测定和农业生态系统的能量及物质平衡的研究。从20世纪60年代开始,国外兴起了“替代农业”(alternative agriculture)的实践与探索。在这一时期,除各国对替代农业模式进行探索之外,农业生态学的实验和应用研究也得到广泛重视。

从20世纪70年代开始,以生态系统为核心的农业生态学逐步建立起来。1972年,日本小田桂三郎出版了《农田生态学》,作者运用系统生态学的原理、系统分析的方法,以及计算机模拟技术,对农田种群关系、农田生态系统进行了定量的描述和模拟。这标志着计算机技术和系统分析方法开始应用于农业生态学。

1974年,国际科学期刊 *Agroecosystems* 创刊,该刊物后更改为 *Agriculture, Ecosystems and Environment*,发表了大量农业生态学方面的研究论文。此外,国外农业生态学方面的杂志,如英国的 *Journal of Applied Ecology*,荷兰的 *Agriculture Ecosystems and Environments* 等均发表大量农业生态学方面的学术论文和研究报告。

1976年,在荷兰召开了国际环境专题讨论会,会后由 M. J. 福里赛尔主编出版了会议论文集《农业生态系统的矿质营养循环》,该书首次通过统一的生态系统概念模型,把世界各地有关农业生态系统物质循环的研究归纳起来。1978年,G. W. Cox 出版《农业生态学》一书。1983年,Richard B. Norguard 在美国加州大学出版了《农业生态学》一书,该书写道:“农业生态学,简单地说,是生态科学在农业中的应用,或者更准确地说,是生态系统途径用于农业发展(的学科)。”

3. 农业生态学的开拓与创新

20世纪90年代开始,即是国外农业生态学的开拓与创新期。从20世纪90年代开始,全球气候变化、生物多样性保护和可持续发展成为全球关注的三大热点问题,农业生态学也

围绕上述三大问题开展广泛而深入的研究。

为适应这一发展形势的要求,各国农业生态学科技工作者积极投身到农业生态学的科学研究之中。一是由研究单一大田作物,向农业植物、动物和微生物拓展;二是由研究单一农业(种植业)生态系统,向农林复合生态系统拓展;三是由农田生态系统向整个农业生态系统扩展;四是由研究“平面农业”向“立体农业”方向发展;五是由单纯研究农业生态系统的结构、功能向综合研究农业生态系统的结构、功能、演替和调控及其综合作用的方向发展;六是向边缘学科、交叉学科、新兴学科的研究方向拓展,特别重视与相关学科的“交叉”研究和“综合”研究。如开展土壤学与农业生态学的“交叉”研究;耕作学与农业生态学的“交叉”研究等。

这段时期内,国外农业生态学发展迅速,研究成果丰硕。C. Ronald Carroll 等于 1990 年出版了一本题为《农业生态学》的论文集。1991 年 4 月,联合国粮农组织在荷兰的 Den Bosch 召开了世界农业与环境会议,会后发表了《Den Bosch 可持续农业与农村发展宣言》。1995 年,美国 M. A. Altieri 出版了《农业生态学:可持续农业的科学》,将农业生态学定义为“为提高生产力、保护资源、文化敏感、社会公正、经济赢利的农业生态系统提供研究、设计和管理方面的基本生态学原理的学科”。1997 年,美国加州大学的 Stephen R. Gliessman 出版了《农业生态学:可持续农业的生态学过程》,将农业生态学定义为“运用生态学概念和原则,设计和管理可持续农业生态系统”的学科。

2002 年,美国 M. A. Altieri 在 *Agriculture, Ecosystems and Environment* 学术刊物上发表了题为“农业生态学:贫困地区农民对资源进行管理的科学”,从资源管理的角度对农业生态学的原理和方法进行了阐述,或者说,用农业生态学理论和方法指导农民进行资源管理。2005 年,Gliesman S. R. 出版了《农业生态学:可持续食物系统的生态学》,从生态学角度对食物生产系统的可持续发展进行了分析和研究。

(二) 我国农业生态学的发展现状

我国古代很早就有朴素的农业生态学思想,如用地养地、基塘系统养分循环、生物防治等。20 世纪 70 年代末期提出生态农业(ecological agriculture)是对农业生态学的很好实践。1978 年,我国实行改革开放政策,为我国科学事业的发展带来了历史性机遇,这为我国农业生态学学科的建立与发展带来了生机和活力。

1. 农业生态学教改与课程建设

(1) 开设系列课程。从 20 世纪 70 年代末,全国有关农业院校已陆续开始开设农业生态学课程或农业生态学专题。至今,在全国各高等农业院校中,先后为本科生、研究生开设的农业生态学及其相关课程主要有《农业生态学》、《农业生态学基础》、《农业生态学原理》、《农业生态系统研究》、《农业可持续发展研究》、《高级农业生态学》等。

(2) 出版新教材。1986 年 2 月,福建农林大学吴志强教授根据 1981 年全国农业生态学教学研讨会商订的教学大纲,编写出版了《农业生态学基础》,并作为当时全国部分农业院校本科生、研究生的农业生态学课程教材,颇受欢迎。1987 年 10 月,骆世明、陈聿华、严斧共同编著出版了《农业生态学》,该书广泛作为有关农业院校大学生、研究生的教材,并于 1990 年荣获全国首届“兴农杯”荣誉奖。之后,全国陆续有多本农业生态学教材问世,如:杨怀森主编的《农业生态学》(全国高等农林专科统编教材);王留芳主编的《农业生态学》;邹冬生等

编写的《农业生态学》;沈亨理主编的《农业生态学》(全国高等农业院校教材);尹钧主编的《农业生态学基础》;王兆骞主编的《农业生态系统管理》(全国高等农业院校教材,经全国高等农业院校教材指导委员会审定);陈阜主编的《农业生态学教程》;骆世明主编的《农业生态学》(面向 21 世纪课程教材);陈阜主编的《农业生态学》(面向 21 世纪课程教材)等。教材的开发顺应了农业生态学的发展,开发出了一批内容新、质量高的教材。

(3) 改进教学手段与教学方法。传统教学手段与教学方法,虽有很多优点,且在各历史时期的教学工作中均起到了重要作用,但随着知识化、信息化、国际化时代的到来,传统方法已很难适应现代教学的要求。在这种新形势下,全国各农业院校纷纷将电化教学、多媒体教学引入农业生态学课程的教学实践中,取得了良好效果。实践证明,通过多媒体授课是进一步压缩课时数、增加信息量、提升教学效果的有效办法。多媒体课件具有处理信息的集成性、交互性、多维性和可视性,能全面、生动、准确地传递各种各样的知识信息,图文并茂、形象生动,通过它对农业生态学中的典型案例进行剖析,可以把理论与实践、经验与教训等有机地结合起来,使课堂讲解的内容更直观、更生动,易被学生接受。

(4) 建设示范课程、精品课程。华南农业大学、山东农业大学等校的《农业生态学》课程均已建设成为“国家级双语教学示范课程”、“国家级精品课程”,这些都是我国农业生态学学科发展取得的重大成就和重要标志。

2. 农业生态学科研究与学术交流

(1) 科研项目。一是教研课题,华南农业大学骆世明教授先后主持完成多项国家级、省级农业生态学课程教研课题“《农业生态学》国家精品课程建设”(教育部资助项目)、“《农业生态学》广东省精品课程建设”(广东省教育厅资助项目)等;二是科研课题,据统计,1982~1992 年,国家自然科学基金资助的生态学科应用基础研究项目共 136 项,其中农业生态就占 49 项,占 11.5%。在最近 20 多年国家科技攻关项目、省部级重点科研项目中,农业生态研究项目所占份额更是越来越大。

(2) 科研成果。一是发表了大量论著。从发表的农业生态学论文来看,据《中国知网》(www.cnki.net)2009 年 7 月 2 日搜索结果,从新中国成立至今,全国就发表“农业生态学”理论研究论文 302 篇。从出版的农业生态学著作来看,更是多种多样,如影响比较大的研究专著有:马世骏、李松华主编的《中国的农业生态工程》;骆世明、彭少麟编著的《农业生态系统分析》;李文华主编的《生态农业——中国可持续农业的理论与实践》;李文华主编的《农业生态问题与综合治理》等。二是多项成果获奖。据有关统计,1986~1994 年,全国有 59 项生态学研究成果获奖,其中农业生态项目成果 15 项,约占总量的 1/4。

(3) 学术交流。1981、1982 和 1984 年中国生态学会农业生态专业委员会先后主持召开了 3 次全国农业生态学术讨论会。随后,基本上坚持每两年召开一次全国农业生态学研讨会,总结、交流全国各教学、科研单位(有时还包括有关行政管理部门)在农业生态学的教学、科研和推广工作方面的最新成果、最新进展,并提出今后发展的方向。1985 年 9 月,中国国家环保局与美国东西方中心环境与政策研究所在南京联合召开了农村生态系统研究国际学术讨论会,并出版了《农村生态系统研究国际学术讨论会论文集》(中国环境科学出版社,1987)。农业部教育司先后在广州召开了全国高等农业院校农业生态学教学研讨会(1980),举办了农业生态学师资培训班(1983)和农业生态科技人员培训班(1984)。1997 年 11~12

月,由人事部、农业部委托浙江省人事厅、农业厅主办的“全国高等农业院校《农业生态学》教学高级研修班”在中央农业管理干部学院浙江农业大学分院开班,全国各有关高等农业院校的青年教師约 50 人参加了培训,取得了显著成效。进入新世纪以来,中国农业生态学的学术交流更趋活跃、更趋频繁。

3. 农业生态学学科与基地建设

农业生态学已为推动生态农业建设、实现农业可持续发展、实现人与自然的协调提供了重要科学基础,也为我国培养了一大批具有生态环境意识和实际工作能力的各类农业科技人才。

(1) 学科建设与人才培养。自 20 世纪 80 年代以来,全国各高等农业院校不断加速农业生态学学科建设,大力加快农业生态学人才培养。1986 年全国部分农业院校开始试办农业生态本科专业,有些院校还正式设立农业生态学硕士点,1991 年于浙江农业大学(现为浙江大学)建立了我国第一个农业生态学博士点,之后,华南农业大学、中国农业大学、湖南农业大学、西北农林科技大学、华中农业大学等均建成了农业生态学博士点以及博士后流动站。至今,这些院校已为全国培养了大批农业生态学学士、硕士、博士(后),对推动我国农业生态学学科的发展起到了极大的作用。

(2) 建立农业生态研究站。近 30 年来,中国科学院先后建立了一系列农业生态研究站,如:红壤生态开放试验站(位于江西省余江县内,建于 1985 年 12 月)、千烟洲试验站(江西省泰和县境内,始创于 1983 年)、海伦农业生态试验站(黑龙江省海伦市西郊,建于 1978 年)、栾城农业生态试验站(河北省石家庄市栾城县聂家庄乡,始创于 1993 年 1 月)、禹城农业综合试验站(山东省禹城县西南,1979 年筹建,1983 年建成)、盐亭紫色土农业生态试验站(四川盆地中北部的盐亭县林山乡,建于 1980 年)、常熟农业生态试验站(江苏省常熟市辛庄乡境内,始建于 1987 年)、封丘农业生态试验站(位于河南省封丘县潘店乡,成立于 1983 年)、沈阳生态站(沈阳市苏家屯区十里河镇,始建于 1990 年)、桃源农业生态系统综合观测试验站(位于湖南省桃源县,建于 1979 年)、安塞水土保持综合试验站(陕西省安塞县境内,建于 1973 年)、长武农业生态试验站(位于黄土高原中南部的陕甘交界处,始建于 1984 年)、拉萨高原生态试验站(位于青藏高原的腹地拉萨市达孜县,始建于 1993 年)等。

(3) 组建农业生态研究所。2002 年 3 月,中国科学院黑龙江农业现代化研究所与中国科学院长春地理研究所整合组建了中国科学院东北地理与农业生态研究所;2003 年 10 月,中国科学院长沙农业现代化研究所更名为中国科学院亚热带农业生态研究所;浙江大学建立农业生态研究所;华南农业大学设立热带亚热带生态研究所;南京农业大学设立应用生态研究所,并将农业生态学作为重要研究方向。

(4) 建设农业生态重点实验室。许多农业院校先后分别建成了国家级、部级(农业部或教育部)或省级重点实验室,如华南农业大学建成了“农业部生态农业重点实验室”,将生态农业的理论与实践、农业生态学的学科发展等作为重要研究内容;江西农业大学建成了“教育部/江西省作物生理生态与遗传育种重点实验室”,并将农业生态学、农田生态学作为其重要研究方向。

(三) 农业生态学的研究展望

农业生态学在现代农业科学中占有重要地位,在促进农业可持续发展等方面起着重要

作用。20 世纪农业生态学有了较快发展,进入新世纪,农业生态学的发展又面临新的机遇和挑战。

(1) 在理论研究上,深化应用基础研究。农业生态学的一个重要任务就是要揭示农业生物与环境、农业生物与生物之间相互作用的规律,这就必须加强学科的理论研究,特别是深化农业生态学的应用基础研究。农业生态学的应用基础研究主要包括:① 农作物的化感作用机制及其应用;② 退化生态系统的类型、特征、机制及其恢复与重建途径;③ 农业资源的种类、数量、特征及时空分布规律,开发利用潜力及其保育方式、方法和技术措施;④ 分子生态学原理及其应用,如转基因作物的生态安全与检测等;⑤ 农业生物多样性规律的揭示和利用;⑥ 高效生态农业的模式、特征、效益及前景等。

(2) 在技术体系上,突出技术组装、配套与集成。农业生态学的重要目标之一就是要建立促进农业生态系统良性循环的技术集成体系,这就要求做到两点:一是技术体系的系统性和完整性。如农业生态系统中废弃物的循环利用体系,则要同时建立减量化的技术体系,资源化的技术体系 and 无害化的技术体系,缺一不可;农业生产中,既要考虑生产中的生态技术,还要考虑生产前、生产后的生态技术,要求“产前、产中、产后”整个过程的生态技术组装和配套。二是技术体系的集成。若只能在传统技术上或零碎技术上“转来转去”,很难符合现代农业发展的要求。技术集成就是创新,在新世纪,必然要求根据农业生态学原理,探索新的生态技术体系,把农业传统技术或零碎技术集成,形成技术集成体系,有利于在农业上示范推广应用。例如,在防治农作物病虫害过程中,就要求从预防病虫害发生,到病虫害发生后的综合治理,都要探索一系列新的集成技术,包括生物农药、生态控制、灾害恢复和重建等各个技术环节的集成。

(3) 在研究方法上,加强实验研究和长期定位研究。农业生态学是一门实验性很强的生态学应用分支学科。和许多自然科学一样,农业生态学的研究方法将由定性研究趋向定量研究,由静态描述趋向动态分析;由单一方法逐渐向多层次的综合研究发展;同时,与其他某些学科的交叉研究日益显著。因此,要使农业生态学得到更快、更好、更深入的发展,必须大力强调农业生态学的实验研究和长期定位研究,这包括以野外调查和观测为基础的实验研究和以室内实验为基础的实验研究,通过建立农业生态研究站开展长期定位研究。如中国科学院中国生态系统研究网络(CERN)建立的野外台站网络和实验基地就可对农业生态系统进行长期、全面的监测和研究。

(4) 在实践应用上,强调农业生态系统典型模式的推广应用。农业生态学是一门综合性的农业应用学科,因而具有很强的实践性。这就要求在进行农业生态学的科学研究时,要时时刻刻注重其实践应用性,要使成果具有很强的实用性和可操作性,这样才能适应现代农业发展的要求。当前,应特别强调农业生态系统典型模式的推广应用。农业生态系统典型模式是指结构相对稳定且已经或有可能被广泛采纳的农业生态系统。一般来说,某地区农业资源利用的基本格局决定了该地区将采用哪种农业生态系统模式组合。国内研究的模式包括小流域综合利用模式、刀耕火种及其替代模式、山坡地综合利用模式、低洼地基塘系统模式、高畦深沟模式、庭院利用模式、农牧结合模式、农林结合模式、种养加结合模式等,国外研究防止水土流失的模式有苏丹防沙林网模式、秘鲁山地水平植物带模式、波多黎亚多种树混种模式等。