

区域农业发展的 历史生态研究

侯向阳 著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

区域农业发展的历史生态研究/侯向阳著. —北京:
中国农业出版社, 2000.10

ISBN 7-109-06590-1

I. 区… II. 侯… III. 生态环境-影响-农业布局-
经济史-中国 IV. F329

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 45680 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 洪兆敏

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2000 年 10 月第 1 版 2000 年 10 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1 092mm 1/32 印张: 4.75

字数: 107 千字 印数: 1~1 000 册

定价: 22.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)



生态学是研究关系的科学。原是从生物学中分离出来，研究生物与环境关系的一门学科。正像 E. P. Odum 一贯坚持的，生态学不是生物学的一个分支，尤其经过一个多世纪的发展，生态学更成为一个综合研究有机体、物理环境和人类的独立科学。由于我们面临的生态系统其等级层次有高有低，尺度规模大小殊异，所以，现代生态学以对生态系统的研究为核心，从系统等级层次理论出发，进行不同尺度的生态学研究是非常重要的。

现今世界人口数量急剧增长，社会经济活动向前所未有的深度和广度迅速扩展，环境问题、资源问题甚至由此而引起的文化文明问题越来越成为现代人不可漠视的挑战。因此现代生态学研究把考虑人的因素的作用作为分析和研究的重要因素。从 60 年代的国际生物学计划 (IBP)，到 70 年代的人与生物圈计划 (MAB)，80 年代的国际地圈生物圈计划 (IGBP)，以及 90 年代的可持续发展，直接反映了生态学日益重视人的因素的作用，并积极参与社会经济生态系统运动的总体趋势。

农业是人类文明的摇篮，无论过去、现在还是将来，其与人类生存休戚相关是不可有一丝漠视的，因此对农业生态系统的研究无论多么详尽和深入都不为过。然而现实情况是，对直接关系人类衣食住行的农业生态的研究仍属薄弱环节

节，对农业发展历史的生态学研究近乎空白。对于农业发展历史的生态理解形成一种简单化的惯性思维，即：“随着人口数量增加——农业开发加强——资源环境破坏——再开发——再破坏，直至恶性循环”，大量的人类干扰和影响，使得研究主要考虑的是气候变化和人类活动与自然生态环境的相互影响，而对于人类农业发展过程中蕴涵的许多有启示意义的生态信息和机理很少进行考察。

本书作者从生态学的视角出发，瞄准了农业发展的历史生态研究这样一个领域，是以广泛积累和深入思索为基础的。中国是一个农业历史渊远流长、农业区域复杂多样、农业发展相对自成体系的国家，历史上的农业发展过程本身就是大时空尺度的生态学过程，运用在较大的时、空尺度上研究生态学问题为特征的景观生态学的思想和方法，研究涉及区（农业区）、带（交错带）、流（人口流）等景观要素的农业生态史观，对于深入揭示区域农业发展的格局、过程和机理，拓展生态学研究的新领域，以及宏观指导现代区域农业的持续均衡发展具有非常重要的理论价值和实践意义。

本书在研究视角和方法上是有新意的，虽然许多方面的研究才刚刚开始，尚不能谈深入，但在触及到生态学研究新领域这一方面，是可以肯定的。

中国科学院院士



2000年6月23日

第一章 区域农业发展的历史生态研究方法	1
一、生态学——一门蓬勃发展的关系人类生存的科学	1
二、生态学研究方法概述	4
三、生态学的历史信息研究及方法	9
四、区域农业发展的历史生态研究及方法	12
第二章 农牧交错带的变迁及其农业景观生态意义	21
一、中国农业的发展与历史上农牧界限的波动	21
二、农牧交错带气候变化与农牧业交替	23
三、农牧交错带的景观生态意义	27
第三章 北亚热带过渡带的变迁及其农业景观生态意义	31
一、关于北亚热带过渡带的认识	31
二、北亚热带过渡带的变迁	33
三、北亚热带过渡带变迁的景观生态意义	39
第四章 中国大运河的变迁及其农业景观生态影响	46
一、运河的变迁	46
二、运河效用期的景观生态影响	49
三、运河废湮后的景观生态影响	52
第五章 中国农业区的历史变迁过程及生态学意义	54
一、农业区概述	54

二、农业区的兴起	57
三、农业区的发展	59
四、南北方农业重心转移的过程及生态学意义	73
第六章 历史时期人口迁移及对农业发展的影响	77
一、历史时期人口迁移的过程和动力	77
二、人口迁移对我国农业发展的影响	83
第七章 农业区域治理的理论与实践	94
一、农业区域治理的理论概述	94
二、农业区域治理的实践	102
第八章 旱地农业区域发展研究	109
一、干旱、干旱地区和旱地农业	109
二、发展旱地农业的意义	113
三、旱地农业技术发展史	118
四、旱地农业研究现状与趋势	123
五、面向 21 世纪旱地农业的技术体系	134

CONTENTS

Chapter One: Historical and ecological approach methods	
on regional agricultural development	1
Ecology: An active science on human existence	1
Outline on methods of ecological approaches	4
Approach and methods of historical information	
on ecology	9
Historical and ecological approaches and methods	
on regional agricultural development	12
 Chapter Two: Historical changes of the agriculture-	
grassland ecotone and agricultural land-	
scape ecological importance	21
Agricultural development of China and historical fluctuation of boundary between agriculture and grassland	21
Climatic changes of the agriculture-grassland ecotone alternative between agriculture and husbandry	23
Landscape ecological importance of the agriculture-grassland ecotone	27

Chapter Three: Historical changes of the north subtropical ecotone and their agricultural landscape ecological importance	31
Understanding on the north subtropical ecotone	31
Historical changes of the north subtropical ecotone	33
Landscape ecological importance of changes of the north subtropical ecotone	39
 Chapter Four: Changes of the great canal of China and effects on agricultural landscape ecology	 46
Changes of the great canal of China	46
Landscape ecological effects of the great canal during utilization	49
Landscape ecological effects of the great canal after abolishment	52
 Chapter Five: Ecological process and importance of changes of agricultural regions of China	 54
Introduction of agricultural regions	54
Rising of agricultural regions	57
Development of agricultural regions	59
Transfer process of core of agriculture from north to south and its importance	73
 Chapter Six: Historical population immigration and	

effects on agriculture	77
Process and impetus of population immigration	
during historical times	77
Effects of population immigration on agricultural	
development of China	83
 Chapter Seven: Theories and practice of agricultural	
regional harness	94
Introduction of theories of agricultural regional	
harness	94
Practice of agricultural regional harness	102
 Chapter Eight: Research on dry-land agricultural	
regional development	109
Drought, arid region and dry-land farming	109
Importance of developing dry-land farming	113
History of development of dry-land farming	
techniques	118
Present situation and trends of dry-land farming	
research	123
Technical systems of dry-land farming in 21th	
century	134

第一章

区域农业发展的历史 生态研究方法

一、生态学——一门蓬勃发展的关系人类生存的科学

自从 1866 年德国科学家 E. Haeckel 创立生态学科学概念以来，经过一个半世纪的发展历程，生态学已成为体系繁复、多领域渗透、新观念不断涌动的现代生态科学。随着世界人口的增长，随着自然资源的“稀缺”，随着生产规模的扩大，人类向自然攫取的强度和速率与日俱增。这种状况，不仅使相当多的有识之士和为数较多的政府和组织，而且也使越来越多的社会公众，注意到在全球范围内出现的危及人类自身生存的生态征兆，非理智的、不清醒的、无远见的人类活动，与生态学所阐明的原理和追求的目标，是背道而驰的。生态学及其相关概念已经日益深入人心，生态学已经成为一门蓬勃发展的关系人类生存的科学，是关注以人为主体的、或经人工修饰的、或至少受到人的影响的生态系统的结构和功能的综合科学。

生态学作为一门科学，虽然从它诞生的那一天起，就与“人类社会”结有不解之缘，但生态学关于人本关注的发展是有一个过程的。前期的生态学更多地关注自然群落和自然生态系统的自然属性，现代的生态学则更多地关注受人类干扰和控制的生态系统的社会属性。从 19 世纪中叶—20 世纪

50 年代，生态学研究主要集中在生物与环境的关系、生物的地理分布、生物群落的动态演化等方面，其中 20 世纪初—50 年代是植物生态学和动物生态学平行发展的关键时期。在动物生态学方面，主要开展生理生态学、动物行为学、动物群落学以及种群动态学研究；在植物生态学方面，从一开始植物群落就是研究的主流，而植物个体生态学的研究相对较少，并由于各地自然条件、植物区系组成和人为影响不同，形成在认识和方法上各存歧异的不同生态学派，即北欧学派、法瑞学派、英美学派和苏联学派^[1]。20 世纪 60 年代开始，以综合为特征的生态系统的研究逐渐成为生态学的新时代的主流，联合国教科文组织（UNESCO）组织的全球范围的生态学研究计划——“国际生物学计划（IBP）”，是生态系统研究新主流的标志。IBP 研究计划共分 7 个领域，即陆地生产、生产过程、陆地自然保护、淡水生产、海洋生产率、人类适应力以及资源的利用和管理，共有 60 多个国家参加该计划，许多国家设立了一系列生态定位研究站开展长期定位研究。IBP 计划虽然设立了人类适应力和资源的利用和管理等项目，但总的以自然生态系统为主要研究对象的。随后从 70 年代开始的人与生物圈计划（MAB），则更多地考虑了人类活动与生态系统的相互影响，其主要任务是：研究在人类活动的影响下，地球上不同区域各类生态系统的结构、功能及其发展趋势；预报生物圈及其资源的变化和这些变化对人类本身的影响。其目的是通过自然科学和社会科学两方面的结合，研究人类今天的行动对世界的影响，从而改善全球性的人与环境的关系，确保在人口不断增长的情况下，合理管理与利用环境及资源，保证人类社会经济的持续发展和今后人类的生存。从 80 年代开始的

国际地圈生物圈计划 (IGBP) 主要目的是“描述和揭示控制着整个维持生命的、处在变化中并受到人类活动干扰的地球这一特殊系统的物理、化学和生物综合过程” (IGBP, 1990), 其主要的核心课题包括: (1) 全球变化与陆地生态系统; (2) 综合海洋气流研究; (3) 水分循环的生物圈方面; (4) 国际全球大气化学; (5) 海岸地区陆地与海洋的相互作用; (6) 全球分析、解析和模拟^[2]。总的来看, 从 IBP 到 MAB 再到 IGBP 以及 90 年代的可持续发展, 直接反映了生态学日益重视人的因素的作用, 并积极参与社会经济生态系统运动的总体趋势。

生态学既广泛深入地向人们提供各种不同层次和规模的生态系统的结构、功能及能流物流价值流运动规律的知识和信息, 也提供不同生态系统的结构稳定和功能高效的原理及技术。生态学在资源开发、环境保护、退化生态系统恢复、农林牧渔持续生产以及城乡建设等方面都发挥了一定的理论基础和能动指导作用。但是这里讲的仅是一种趋势, 并不表示生态学研究的重理性轻现实的准象牙塔式的倾向已完全消除。生态学应在解决人类社会生产和生活, 及未来生存问题等方面发挥更大的能动作用。现实中生态学的能动作用发挥得还不够充分的重要原因, 就是过多地强调了自然和半自然生态系统的模型和机理, 并试图以低层次系统的理想化模型来套用高层次系统。相反, 对现实的主流社会经济生产和生活系统的研究还远远不够深入和广泛, 高层次系统的研究方法体系、逻辑体系和实证体系都还远远不能恰当地反映和解释所面对的对象, 许多重要的生态学概念、模型、理论几乎都是在自然或半自然生态系统中获得, 然后转嫁到高层次系统中验证和应用的。对“不受人类干扰或少受干扰”的边际

区域关注较多，如草地、森林或海洋、湿地、湖泊等，而对在过去、现在及将来对解决地球上几十亿人口的吃饭穿衣问题起主要作用的农业区域关注较少，对于区域农业发展过程的研究及其方法则关注更少。为便于阐明区域农业发展的历史生态史观的研究方法，首先对生态学研究方法进行必要的梳理。

二、生态学研究方法概述

生态学研究的领域相当宽阔，其研究内容和研究方法也十分繁复。在长期的学科发展过程中，既有本学科独创的研究方法，也有吸收相邻学科的研究方法。归纳起来，主要有五类，即：抽样研究法、系统生态法、控制实验法、景观生态研究法和时间动态研究法。

1. 抽样研究法

抽样研究法是生态学研究的基本方法之一。无论是广度研究还是深度研究，大量的生态学数据和信息都涉及到抽样问题，只是对于不同研究采用的抽样技术不同而已。

1.1 随机抽样 整体中每个抽样单位具有同等的选择机会。抽样单位即样本可以是样方、个体、水体单位或气体单位，具体根据研究对象和目的而定。抽样地的位置根据与两个坐标有一定距离的两个随机数进行选择，随机数字一般取自统计学中的随机数表。一般认为这是“理想的”抽样方法，但由于完全排除研究工作者的个人选择，有时因为抽样选择的偏离会导致更大的误差。

1.2 系统抽样 系统抽样也称规则抽样，抽样是在固定的空间（或时间）内有规则地进行的。一般来说，这类数据不能从统计学上进行分析。但与随机抽样相比，需要的样本

较少。

1.3 分层抽样 分层抽样将研究样地划分成许多大小不等的相对同质的小区或层次，一个样本可以从每一层进行随机选择；如果各层大小不等，从每部分取得的单位数与该部分的大小保持一定比例，即所谓的自我加权。这种抽样方法有助于减少方差。

1.4 样条 样条是系统抽样的一种形式，在样条上，样地呈直线排列，而且一般是连续的，对于梯度变化的研究较适用，样条的排列与梯度带呈垂直方向。

1.5 无样地抽样 无样地抽样常用于使用样方较困难的情形。有四种不同的方法，即最近个体法、近邻法、随机成对法、中心点四分法。最近个体法测定每一随机点最近的个体；近邻法测定随机一个个体和其最近的邻体；随机成对法测定取样点两边两个相对的个体；中心点四分法测定从取样点到每一象限内最近个体的距离。

2. 系统生态法

系统生态法是以生态系统分析和模型研究为主的综合研究。重点在于组建、应用和检验模型，用以模拟系统的流率过程和组分间的相互关系，检验各种有关生态学机制的理论和假说，优化和控制生态系统的结构、功能和过程，试验各种新的科学手段和方法^[3]。

建立系统模型通常经过六个逻辑步骤，即：（1）确定模拟对象和建造模型的目标，根据要解决的问题划分系统在空间和时间上的界限与范围；（2）确定系统结构，确定组分与组分之间的相互作用关系；（3）建立数学模型，用一系列数学方程将系统的各个组分之间的相互关系定量地描述；（4）模型验证，对于模型在执行模拟对象方面的效应进行分

析,并根据模拟效果进行校正和改进;(5)灵敏性分析,研究输入变量与参数的变化对模型行为的影响;(6)系统模拟和优化控制,在有效模型构建后应用于模拟自然系统,预测预报系统的变化趋势,并根据系统原理进行优化控制管理。

根据不同的分类标准可以划分许多不同的模型类型。Jorgensen (1988) 提出一系列成对模型类型,即研究模型和管理模型,确定性模型和随机型模型,分室模型和矩阵模型,简化模型和整体模型,静态模型和动态模型,分布参数模型和集中参数模型,线性模型和非线性模型,因果模型和黑箱模型,自控模型和非自控模型。Jorgensen 还根据对状态变量的选择提出了另一种模型分类,即,旨在描述一些个体、种或种类的模型叫做生物种群统计模型,旨在描述能流的模型叫做生物力能学模型,旨在考虑物质流的情况的模型称为生物地化模型^[4]。模型的类型、结构及其复杂性主要取决于建模的客观情况而定。

3. 实验研究法

定量化方向是任何现代科学都要沿循的发展方向。生态学在传统实验生态学研究的基础上,引入现代控制实验研究技术和手段,使各个领域的定量研究和机理研究水平发展迅速。

3.1 稳定同位素技术 稳定同位素技术是 20 世纪 50—60 年代起源于地球化学的技术,但经过几十年的发展,已经成为现代生态学研究的一种新方法。其主要原理是依据与生命有关的元素如碳、氢、氧、氮和硫等均存在两种或两种以上的稳定同位素形式,稳定同位素之间虽然没有明显的化学性质差异,但其物理化学性质(如在气相中的传导率、分子键能、生化合成和分解速率等)因质量上的差异常有微小

的差异，导致物质在反应前后在同位素组成上有明显的差异。这种差异现象称作同位素效应 (isotope effect)，其大小常常用同位素分差 (isotope fractionation) 或同位素判别 (isotope discrimination) 的程度来表示。在分析中先将待测样品转化为纯气体产物 (如 CO_2 , H_2 , N_2 , SO_2)，然后在同位素比率质谱仪上测定。稳定同位素技术在全球气候变化研究、植物光合和水分代谢生理研究、古生态学研究等方面均有非常广阔的应用前景。

3.2 控制环境技术 环境控制技术在现代生态学研究中的应用广泛，在生理生态学、生态系统生态学以及目前热门的气候变化等研究中，环境控制技术不断发展，其规模由封闭式同化箱、人工气候室到巨型人工生态系统——生物圈 II 号。封闭式同化箱 (closed chambers) 是一种田间或野外条件下控制环境条件较为简单的装置。适用于农作物、草地及幼小树苗。其结构是用铝合金等搭成柱形或 A 字型骨架，再在外面罩以透明材料。为了有效地控制水分、 CO_2 浓度、温度等因子，整个装置往往处于封闭状态，因此其重复性虽然很好，但仿自然性、原生性较差。在此基础上发展出开顶式同化箱 (open top chambers) 和开顶式温室 (open greenhouse)。为了最大限度地使实验系统置于自然条件下，减少人为因素的干扰，近年移地实验技术有较快发展，即利用气候在空间上的变异来代替时间上的变异 (时空替代)，将一点的原状土体与植被移入另一点或相互移植，达到模拟气候变化的目的。对于降水变化的模拟主要采用自然降水接漏法和移地实验。生物圈 II 号是 90 年代初在美国 Arizona 沙漠建成的体积达 $200\,000\text{m}^3$ 的巨型封闭生态系统，除光照外各种因子都是封闭式的，人工控制模拟全球不同气候带生态系统

的变化和循环，包括人在内的数千种生物在这个人工生态系统中封闭式地自然生息。这个巨型封闭式生态系统为人类更充分地理解自然生态系统的机理和过程，以及探索应对全球变化影响的策略和技术提供了很好的机会。

3.3 恢复生态技术 由于日渐强烈的人为干扰，全球范围的生态系统受损和环境不可逆变化日趋普遍，如水土流失、土地沙漠化和盐碱化等，恢复生态技术成为人类应对生态冲击的有效途径，甚至被称为“生态学的酸性试验”和“生态理论的最终检验”^[5]。恢复生态实验包括对生态系统的养分循环、演替、竞争、捕食、生物和非生物因子的相互作用等生态过程、受害和恢复不对称速率和过程进行详尽的定量研究。

4. 景观生态研究法

景观生态学是近年来发展最快的生态学分支之一。以在大时空尺度和多个等级尺度上研究景观生态系统的格局、过程和功能为主要特征，与现代计算机信息技术有机结合形成独有的理论和方法体系。

4.1 景观异质性研究方法 景观异质性包括斑块特性和景观特性两方面，可用图论方法和统计的、计量的、拓扑的、欧几德里和非欧几德里几何结合的方法进行研究。如连续的图论方法可研究镶嵌体在各组分中的迁移和扩散运动；统计模型可提供具有空间分布特性的整个种群的基本分布模型；分形几何学可研究不同尺度景观复杂性和景观动态的变化。

4.2 遥感和地理信息系统 遥感技术（包括航空摄影及卫星扫描等技术）、地理信息系统及数字方法结合，成为景观生态学中空间和数字数据的采集、景观分析和分类、模型