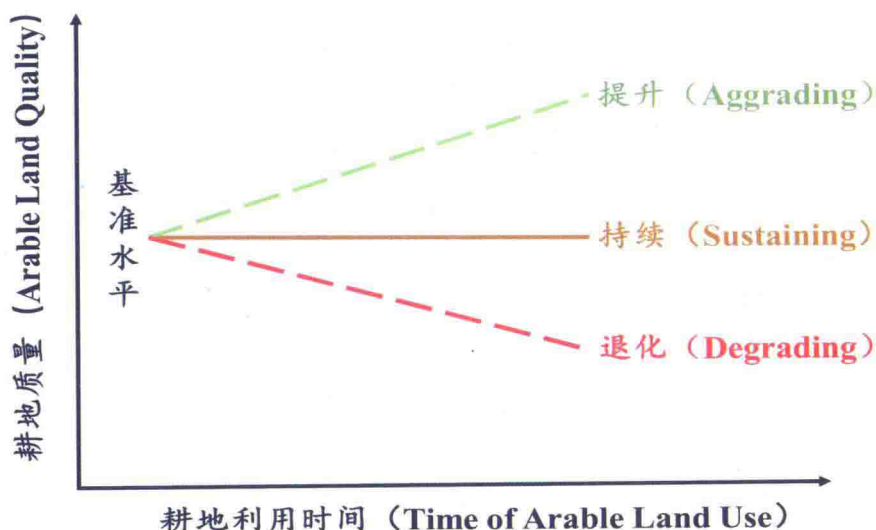


耕地质量系统及 生产潜力监测预警的 理论与实践

Theories and Practices of
Arable Land Quality
System and Potential Productivity
Monitoring and Pre-Warning

◎ 孔祥斌 著



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS

耕地质量系统及生产潜力 监测预警的理论与实践

孔祥斌 著

中国农业大学出版社
• 北京 •

内 容 简 介

本书分三部分:第一部分,重点阐述了耕地质量内涵和对监测进行了理论梳理;第二部分,分析了土地利用强度和土地利用结构变化对区域耕地质量和生产能力的影响;第三部分,则是基于耕地生产能力的质量监测的实践研究。

本书从耕地资源生产能力的监测出发,分别从耕地资源生产能力层次差异、耕地资源生产潜力、耕地资源生产潜力的空间变异特征方面,分析了耕地资源质量监测的基本原理、方法与步骤,并从地块尺度、区县尺度、省级尺度、二级区尺度和我国西部区域的国家尺度进行了实证研究。本书可以为高校师生、土地资源研究人员及管理人员提供耕地资源利用保护与评价方面的借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

耕地质量系统及生产潜力监测预警的理论与实践/孔祥斌著. —北京:中国农业大学出版社,2017.1

ISBN 978-7-5655-1768-6

I. ①耕… II. ①孔… III. ①耕地资源-监测系统-研究-中国 IV. ①F323.211

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 324560 号

书 名 耕地质量系统及生产潜力监测预警的理论与实践

作 者 孔祥斌 著

策 划 孙 勇

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

电 话 发行部 010-62818525,8625

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2017 年 3 月第 1 版 2017 年 3 月第 1 次印刷

规 格 787×1 092 16 开本 31.5 印张 780 千字

定 价 88.00 元

责任编辑 田树君

责任校对 王晓凤

邮政编码 100193

读者服务部 010-62732336

出 版 部 010-62733440

E-mail cbsszs@cau.edu.cn

图书如有质量问题本社发行部负责调换

编写人员

主 编 孔祥斌

参 编 程子良 胡莹洁 雷 鸣 温良友 辛芸娜
姚静韬 张青璞 张蚌蚌 张雪靓 张玉臻

前言

21 世纪,全球正在发生巨大的变化。据联合国统计数据及预测显示,2050 年,全球人口将增加到 90 亿,全球粮食产量将在现在的 20 亿 t 的水平上,提升到 40 亿 t,因此,全球粮食安全形势严峻。最新的气候变化研究显示,受到气候变化的影响,全球的极端干旱天气将持续增加,极端天气将导致全球的小麦和玉米的产量下降。而在人口众多的亚洲,正在经历的快速的城市化和工业化,城市化和工业化将会导致大量优质耕地转为住房、企业用地和基础设施用地,可供全球耕种的优质耕地资源将会不断下降。由于全球对大豆和玉米的需求量增加,南美的亚马孙流域的热带雨林正在不断地减少。为了提供满足全球的粮食生产,中国的黄淮海平原、印度的南部平原和美国加州的地下水资源正在不断地被耗费。因此,从全球范围来看,在有限耕地资源的条件下,如何提升耕地资源质量,支撑全球的粮食安全,最大限度地减少对森林、湿地和草地资源的开发,这不仅关系到全球的粮食安全的问题,更关系到全球的生态安全和耕地资源可持续利用。

中国,是 21 世纪发展最为迅速的国家,中国有限的耕地资源不仅支撑了城市化和工业化的用地需求,还从 2003 年开始实现了连续 12 年的粮食产量的持续增加,这是中国对世界的一大贡献。但是,在中国粮食产量持续增加的背后,化肥和地下水的耗费导致了严重的生态问题,也使粮食生产成本不断上升。粮食产量增加的背后也导致生态资源恶化。粮食产量持续增加的同时,中国的粮食进口量也不断增加。因此,提升耕地质量,是我国实现粮食安全的唯一选择。

然而,相对于耕地数量而言,无论是研究人员还是资源的管理者,都是仁者见仁、智者见智。从目前来讲,还未能形成对耕地质量的统一认识。由于缺乏对耕地质量的科学认识,也导致了国家在进行耕地资源质量管理的过程中,出现了对于耕地质量的理解和定义上的差异。比如,国土资源部完成的农用地质量调查与评价成果,将全球耕地资源分为 15 个等别,成为国家进行耕地资源管理的重要依据。但是,农业部也从耕地支撑农作物生产的地力条件出发,形成了全国基础地力评价成果。基础地力条件也是耕地质量的一个方面。在工业化和城市化的背景下,中国的耕地资源大约有 1 亿亩(1 亩 $\approx 667\text{ m}^2$,全书同)受到了污染,这种污染的耕地资源对公众的生命健康产生了严重的威胁,因此,耕地污染也是耕地质量的一个重要方面。耕地资源也是传统文化的一部分,哈尼梯田、龙胜梯田、桑基鱼塘、新疆的坎儿井是中国文化的重要载体。因此,耕地资源质量还具有显著的景观和传统文化功能。

无论科学家、政府管理者还是社会公众,大家认为耕地资源具有生产功能、生态功能、景观功能、文化功能、生活功能等。然而,耕地到底有多少功能?耕地功能与社会发展阶段有什么关系?耕地功能与不同的利益群体的关系是什么?耕地的功能和质量之间的关系是什么?这些都需要在理论上进行梳理,在实践中证明。

耕地资源是区域水圈、岩石圈、气候圈、土壤圈和人类活动最密切的空间,因此,耕地资源具有一定的空间遗传性,但是,人类要对耕地资源进行改良,并实施灌溉、施肥等一系列的改造

和管理,使耕地资源质量呈现出显著的管理特征,人类的管理会致使耕地质量发生显著的变化,这种变化可能是向可持续方向发展,也可能是向质量恶化方向发展,因此,耕地资源质量的遗传性和动态变化之间的关系是什么?也需要在理论上进行阐述和说明。

近年来,为了保障粮食安全和生态安全,中国一方面正在大规模地实施高标准农田建设,另一方面,又在大规模实施耕地资源休养生息的战略。如果高标准农田建设和耕地资源休养生息不考虑耕地资源的抵抗力和可恢复力特征,就可能导致耕地资源的过度利用或低效利用,不仅达不到预定的耕地资源可持续目标,还可能导致耕地资源的质量恶化。因此,需要对我国耕地资源的抵抗力、恢复力进行深入研究,对耕地资源质量的遗传性和利用的动态性进行研究,才能提出中国不同区域环境背景下的耕地资源可持续利用的战略。

面对科学家、管理者和社会公众对耕地资源质量认识的分歧,这本专著结合我从2010年以来的研究成果,试图从耕地资源本底出发,回答耕地功能、质量、价值、评价之间的关系,并且提出了耕地质量的遗传性与变异性、抵抗力和可恢复力的特征,进行了理论梳理。

耕地质量受到了区域土地利用的显著影响,而在不同利用强度下耕地质量特征如何?本文以黄淮海区域为例,对这个区域耕地资源的有机质含量变化进行了理论分析。

耕地资源生产能力及其差异不仅受到土地利用强度影响,还受到区域土地利用变化的影响。本书选择东北地区为例,对东北地区的理论产能、可实现产能和现实产能进行了分析,提出了东北地区耕地资源生产潜力的分层特征。分别选择北京大兴区和河北曲周县,分析了处在不同发展阶段下的区域土地利用强度和土地利用结构变化对区域耕地资源生产能力的影响。以上分析将为管理者实施耕地资源生产能力提升和优化区域土地利用结构提供依据。

既然要对耕地资源质量进行管理,就必须进行耕地质量的监测。这本专著从耕地资源生产能力的监测出发,分别从耕地资源生产能力层次差异,耕地资源生产潜力,耕地资源生产潜力的空间变异特征,分析了耕地资源质量监测的基本原理、方法与步骤,并从地块尺度、区县尺度、省级尺度、二级区尺度和国家尺度进行了实证研究。

这部专著共分为三个主要部分,第一部分是理论部分,重点阐述了耕地质量内涵和监测理论,第二部分分析了土地利用强度和土地利用结构变化对区域耕地质量和生产能力的影响,第三部分则是基于耕地生产能力的耕地质量监测实践研究。

这部专著是综合了作者本人及其研究团队六年来的研究成果,为科学工作者、管理者以及相关教学单位提供关于耕地资源质量的理论和实践方面的指导。

鉴于耕地质量系统分析与生产能力监测预警理论与实践的复杂性和集成性,以及作者能力和研究水平有限,书中难免存在不妥与疏漏之处,还请读者予以批评指正。

著者

2016年10月

目 录

绪论	1
参考文献	5
第 1 章 耕地质量系统分析	8
1.1 耕地质量系统分析	8
1.2 耕地功能与价值	9
1.3 耕地质量	17
1.4 耕地质量的遗传性和改造性	29
1.5 耕地质量动态变化性	30
1.6 耕地质量抵抗力与恢复力	31
1.7 耕地质量和健康	33
1.8 耕地质量诊断指标	33
1.9 耕地质量的稳定性	34
1.10 耕地生产能力特征	35
1.11 耕地的质量与地租能力	36
1.12 耕地质量的距离耦合特征	37
1.13 耕地质量的管理特征	39
参考文献	41
第 2 章 耕地生产能力层次系统分析	42
2.1 耕地资源生产潜力层次性特征	42
2.2 光温生产潜力及其调控	43
2.3 气候生产潜力及其调控	44
2.4 土地生产潜力及其调控途径	48
2.5 区域利用产量及其调控	51
2.6 农户现实产量及其调控	53
参考文献	55
第 3 章 耕地质量与生产能力监测布设理论及方法	59
3.1 地统计学理论	59
3.2 地统计学方法	67
3.3 ArcGIS Geostatistical Analyst 应用	68
参考文献	81
第 4 章 耕地集约利用对耕地有机质含量的影响机理	82
4.1 问题的提出	82

4.2	研究内容、数据来源与方法	86
4.3	研究区概况	89
4.4	长期施肥下耕地表层土壤有机质变化特征	91
4.5	长期施肥下作物产量变化特征	104
4.6	长期施肥下耕地有机质含量与作物产量的关系	117
4.7	结论与讨论	122
	参考文献	124
第5章	东北地区农用地产能核算	129
5.1	研究背景与研究意义	129
5.2	研究内容、数据来源与方法	130
5.3	农用地综合生产能力核算理论基础与技术思路	132
5.4	东北地区农用地综合生产能力研究	136
5.5	结论与讨论	155
	参考文献	156
第6章	快速发展区耕地利用差异对粮食生产能力的影响	157
6.1	问题的提出	157
6.2	研究内容、数据来源与方法	161
6.3	北京市基本农田保护区内耕地破碎度分析	166
6.4	北京市大兴区耕地利用变化特征分析	173
6.5	北京市大兴区粮食生产能力核算	188
6.6	北京市大兴区耕地利用变化对粮食生产能力的影响	197
6.7	北京市大兴区耕地利用变化驱动机制分析	215
6.8	结论与讨论	230
	参考文献	232
第7章	集约化农区耕地利用对生产能力的影响	235
7.1	问题的提出	235
7.2	研究内容、数据来源与方法	239
7.3	研究区概况	240
7.4	曲周县耕地利用变化特征	244
7.5	耕地利用变化对粮食生产能力的影响	251
7.6	耕地利用变化对生产能力影响的驱动机制	266
7.7	结论与讨论	278
	参考文献	279
第8章	耕地质量监测层次体系	283
8.1	问题的提出	283
8.2	研究内容、数据来源与方法	288
8.3	耕地等级监测布控技术的研究	289
8.4	研究区域的选择和农用地质量	295
8.5	耕地等级监测布控技术的应用	310

8.6 结论与讨论	329
参考文献	330
第9章 省级尺度耕地质量监测布设样点	334
9.1 问题的提出	334
9.2 研究内容、数据来源与方法	337
9.3 研究区概况	339
9.4 省级监测分区方法研究	346
9.5 基于标准样地的省级监测样地体系构建	367
9.6 耕地等别变化监测指标体系确定	379
9.7 耕地等别变化年度监测实例	387
9.8 结论与讨论	399
参考文献	401
第10章 多尺度下的耕地质量监测样点布设	403
10.1 问题的提出	403
10.2 研究内容、数据来源与方法	408
10.3 县级耕地质量等级监测样点布控研究	409
10.4 二级区耕地质量等级监测样点布控研究	423
10.5 国家级耕地质量等级监测样点布控研究	436
10.6 结论与讨论	447
参考文献	448
第11章 基于网格法的耕地质量监测样点布设	453
11.1 问题的提出	453
11.2 研究内容、数据来源与方法	458
11.3 基于多尺度标准格网的耕地质量监测方法	459
11.4 基于多尺度标准格网的耕地等别监测——以开鲁县为例	462
11.5 结论与展望	491
参考文献	493
后记	494

绪 论

1. 问题的提出

中国的粮食安全正在经历气候变化不利、耕地数量短缺、生态环境恶化的压力。《2015 中国国土资源公报》数据显示,截至 2015 年底,全国耕地面积 20.25 亿亩,2015 年全国因建设占用、灾毁、生态退耕、农业结构调整等原因减少耕地面积 450 万亩,通过土地整治、农业结构调整等增加耕地面积 351 万亩,年内净减少耕地面积 99 万亩。全国耕地质量等别年度更新评价成果显示,2014 年全国耕地平均质量等别为 9.97 等。全国建设用地总面积 5.78 亿亩,新增建设用地 760 万亩。

中国的城市化工业化每年减少 946 万亩的优质耕地资源,18 亿亩耕地红线岌岌可危。中国人均耕地面积由 10 多年前的 1.58 亩减少到 1.38 亩,仅为世界平均水平的 40%。Lester Brown 在 2011 年提出了“美国能养活中国人吗?”。他的研究认为,中国城市化和工业化耗费了大量的优质耕地资源,而且作为生产了中国 60%~80%的小麦和 30%~40%玉米的中国粮仓的黄淮海区域,地下水的下降将导致整个区域粮食产量大幅度下降,进而影响到中国 10%以上人口的粮食安全。

然而,中国粮食总产在耕地数量刚性减少、全球气候波动和水资源短缺等不利的情况下(Brown 等,2011;Pan 等,2010),中国的粮食产量不降反增。在 2015 年,粮食产量达到 6214.5 亿 kg,这不仅意味着迈上了 6000 亿 kg 的新台阶,而且是粮食总产连续第八年稳定在 0.5 万亿 kg 以上,我国粮食产量实现半个世纪以来首次连续十二年连增。

面对当前我国粮食安全与撂荒严重的矛盾、耕地保护与“占优补劣”的矛盾、环境健康可持续与追求经济收益的矛盾,开展针对耕地质量与生产能力评价和监测工作也成为必然。因此,利用基本数据库、遥感信息及实时观测技术建立起标准化的耕地质量监测网络,实时查清耕地质量的经济、生态、可持续性指标的现状,并重点关注时空变化较大的指标,以达到即时服务于农业经营,这将是今后我国耕地质量评价的发展方向(付国珍等,2015)。

国外理论研究与粮食生产现实的强烈对比与反差表明,我国耕地资源空间分布的差异性和复杂性有抵御气候变化等不利影响的内在抵御机制。而这种内在抵御机制是否与我国构筑的 18 亿亩耕地红线和分布在不同区域的 15.6 亿亩基本农田有关。因此,围绕我国耕地资源生产能力变化问题,迫切需要结合我国社会实践需要进行耕地质量内涵系统构建,结合区域土地利用、农户土地利用转型等对耕地生产能力影响方面开展深入研究,开展耕地质量监测与预警来实时掌握我国耕地质量动态变化。

2. 主要研究进展与趋势

(1) 耕地质量研究进展

①耕地质量概念。由于耕地质量内涵在不断变化,国内学者对耕地质量概念并没有统一的定义。20 世纪 90 年代,学者们主要从生产力的角度界定耕地质量的概念,如倪绍祥将其定

义为耕地的生产率水平,赵登辉定义为耕地肥力及位置。21 世纪初期,耕地质量概念逐步考虑生态环境、承载力、可持续等内容,如吴群认为耕地质量包括适宜性、生产潜力和现实生产力 3 个方面,朱永恒等则认为耕地质量包含生态、生产、承载力(赵登辉等,1997;倪绍祥,1999;吴群,2002;朱永恒等,2005)。近期,学者们开始进行综合性的界定,如孔祥斌提出耕地质量是自然、社会、经济与技术进步综合影响结果;陈印军等和沈仁芳等都分别提出了相似的耕地质量概念,即包括土壤质量、空间地理质量、管理质量和经济质量(孔祥斌,2011;陈印军等,2011;沈仁芳等,2012)。总之,随着自然环境条件变化和社会经济发展对耕地的影响及需求的变化,耕地质量的概念和内涵仍在不断丰富和发展之中(付国珍等,2015)。

但是,对于耕地质量的目前上没有统一的认识,迫切需要根据耕地回来的遗传性、稳定性、继承性、弹性、恢复力等方面,进行系统梳理与归纳,以满足国家耕地保护与粮食安全的各项需求。

②耕地质量要素。国内外的土壤学家,更加重视耕地质量要素变化的研究。如美国土壤学家 Lal 认为,实施耕地土壤固碳是提高耕地质量和减缓全球气候变化的有效手段,他带领的团队正在美国中部大平原实施一系列通过土壤固碳提高耕地质量的技术方法(Lal,2004)。国内科学家,也重视土地利用对耕地质量的影响研究,中科院黄耀研究表明,中国大陆的土壤有机碳含量呈现显著的增长趋势,而 Guo 等(2010)认为,中国耕地土壤呈现酸化趋势;相关成果研究表明,华北平原的土壤盐分则呈现显著下降趋势(Bai 等,2002),而降水增加对中国西北的耕地质量则产生了显著的提升作用(Piao 等,2009)。中国经济的快速发展使土地利用转型对耕地破碎化程度、耕地质量的利用条件和利用效率都产生深远的影响(梁思源等,2009;陈红宇等,2012)。

因此,迫切需要从影响耕地质量的立地条件出发,分析气候、地貌、土壤、水文、基础地质等要素对耕地质量的影响过程,以丰富和发展已有的耕地评价相关指标体系和评价标准。集成已有的定位和长期耕地质量要素的研究成果,突破已有静态的耕地质量评价方法,从耕地质量要素动态演化机理及其要素耦合过程来研究耕地质量,不仅是中国科学家关注的焦点,更是全球范围内科学家关注的焦点。

(2)耕地质量监控研究进展

①耕地质量监测方法。为快速掌握耕地质量等别信息,迫切需要建立耕地等别监测技术体系。而国外针对耕地质量监测,已开展大量系统的研究。加拿大最早开展土壤质量监测,在全国建立了 23 个基准点,代表不同农业区的不同地貌区和土壤区等,针对土壤健康状况的变化进行监测,形成了土壤质量监测网络体系(Huffman 等,2000)。美国实施国家资源清单计划(Maiti 等,2008),采用网格法,从统计学角度出发,依据均匀分布的原则,针对国家资源进行持续的采样和评价。同样,欧盟采用网格法,开展了土壤环境评价监测项目(Lloyd 等,1993)。国内针对耕地质量监测还处于研究探索阶段,王洪波等在土地可持续利用与管理的理论框架下,设计了耕地产能监测的体系,构建了监测样点与监测样区相结合、重点监测和基线监测相结合的耕地等别及其产能监测流程(王洪波等,2008)。吴克宁等将标准样地国家级汇总成果与耕地质量动态监测相结合,对基于标准样地国家级汇总的耕地质量监测点的选取进行了探讨(吴克宁等,2008)。陈柏松等在已有农用地分等定级指标体系成果的基础上,建立了农用地等别质量监测指标体系,并针对各种指标提出了相应

的监测方法(陈柏松等,2009)。

但是,已有国内外耕地质量监测方法研究,多集中在县域尺度内布点、国家尺度上选县,缺少从国家尺度上探讨耕地质量监测样点的布控;我国目前尚未建立起覆盖全国的耕地质量监测网络体系,尚未形成统一的耕地质量监测理论与布控技术。

②国内外耕地质量监控实践。最典型的在全国范围内布设样点开展调查评价工作的是美国国家资源清查(National Resources Inventory, NRI),依据统计学的均匀分布原则,采用网格法进行设置,在全美共布设了 84.4 万个调查点,覆盖全美 50 个州的所有地类(Nusser 等,1998);并分别在 1982 年、1987 年、1992 年和 1997 年共进行了四次清查,2000 年后每年清查,根据调查和监测结果编制国家资源清单。

自英国洛桑试验站建立以来,各国陆续建立了自己的农业土壤生态环境监测试验站。目前,世界上已持续观测 60 年以上的长期土壤生态环境定位试验站有 30 多个,主要集中在欧洲、苏联、美国、日本、印度等。如美国的 Sanborn 试验田、德国的 Weihenstephan 试验站、荷兰的 Geert Veenhuizenhoeve 站、日本的 Konosu 中央农业试验站等(Paul 等,1998)。

中国目前有 4 个部门参与了耕地质量监测项目,农业部 1984 年在全国开展基础地力长期定位监测试(吴乐知等,2007),中国科学院 1988 年设立土壤肥力与肥料效益长期定位监测试验站(姜勇等,2007)。环保部 1993 年进行农业环境监测(中国环境监测总站,2004),国土资源部 2011 年进行耕地质量监测(李奕志等,2014)。

但是,由于监测点布置标准不一,监测指标体系各异,并且在监测网点的数量和精度上存在较大差异,在监测内容上存在一定重复性,不能做到部门间的数据整合汇报与共享。所以,中国应当整合耕地监测资源,建立全国统一的耕地质量监测布设网络体系。

(3)耕地生产能力评价研究进展

①耕地生产潜力研究。只有切实摸清中国耕地资源家底,才能为实施中国耕地资源休耕的战略提供坚实的数据支撑与保障条件。国内学者对于中国耕地生产能力评估做了大量研究,2009 年,国土资源部全面摸清中国耕地资源的生产能力家底,中国耕地生产潜力为 10.73 亿 t。依据这个研究成果,通过高标准农田建设,中国耕地资源可挖掘产能 1600 亿 kg,通过土地政策可挖掘产能 500 亿 kg(国土资源部,2009)。中国农业大学张凤荣等基于最新的农业育种技术,测算了 2004 年全国耕地粮食总生产能力为 9.20 亿 t,远高于全国近三年(2002—2004 年)4.52 亿 t 的粮食平均产量,表明粮食生产依然有较大的增产潜力,目前粮食安全的耕地资源保障程度较高(张晋科等,2006)。孔祥斌等对于我国主要粮食产区(6 省)的粮食生产潜力进行了测算,中国粮食主产区(6 省)的耕地理论生产能力、可实现生产能力和实际生产能力分别为 5.12 亿 t、4.03 亿 t 和 3.28 亿 t(相慧等,2012)。党安荣(1999)基于 GIS 测算中国粮食生产潜力为 8.87 亿 t。

因此,以上研究结果表明,我国耕地资源生产潜力区间分布在 6.02 亿~10.73 亿 t,通过耕地质量提升、农田水利建设等基础设施投入、科学技术推广应用和农业经营体系创新等措施,具有很大提升空间。

②耕地资源生产潜力差及实现程度研究。关于中国耕地资源潜力差:陈建等的研究表明,我国华北平原小麦产量差大致在潜在产量的 16%~54%(陈建等,2008;王涛等,2010;Lv 等,

2010)。李军认为,我国黄土高原小麦实际产量还处于较低水平(李军等,2001)。吴绍洪等的研究表明,东北三江平原和华北平原是我国春、夏玉米的主要产区,其增产潜力估计在 28%~67%,还有较大的开发空间(曹云者等,2008;王涛,2010)。中国是全球水稻生产水平最高的地区,和印度、越南等其他亚洲国家相比,平均产量已超过试验产量的 50%(Piara 等,2006;方福平等,2009)。在目前阶段,可以发挥农业技术推广作用,提高生产潜力(范兰等,2011;Fan 等,2011)。国内外专家把有机质含量是否提升作为耕地生产潜力提升的重要表征。黄耀分析表明,近 20 年来占中国大陆农田面积 53%~59% 的土壤有机碳含量呈增长趋势(黄耀等,2006),南京农业大学潘根新研究结果表明,增加农田土壤有机质含量 1%~3%,可以提高粮食产量在 10% 以上;中国土壤有机质含量每年平均提高 1%,则每年增产粮食产量为 7700 万 t(潘根兴,2008)。北京大学的朴世龙的研究也表明,中国的土壤有机质呈现整体上升趋势,有机质含量提升增加了作物的生产潜力水平(朴世龙等,2010)。

中国农业大学的孔祥斌提出了中国农户土地利用存在阶段性特征的结论,发现发达区域农户土地目标阶段转化,使耕地粮食生产实现程度降低(Kong 等,2006;孔祥斌等,2008;Kong 等,2009),耕地资源理论生产能力较高表明,通过实施高标准农田建设,粮食主产区增产潜力巨大。

因此,依照中国国情来看,耕地的过度开发占用生态用地问题严重,有限的水、土资源正在走向极限,耕地面积扩大的空间有限。因此通过提高粮食单产水平是解决我国未来粮食安全问题的必选方案。只有深入研究中国耕地资源生产潜力大小、潜力差和生产潜力的实现程度以及生产潜力的影响因素,才能理清生产潜力实现的限制因素,进而采取耕地质量提升措施,为中国耕地资源生产潜力释放提供理论、技术和方法支撑,为耕地资源休耕战略的粮食产量前提实现提供科学依据。

3. 研究思路与框架

面对我国耕地质量与生产管理的具体实践需要,破解需要开展耕地质量内涵系统构建、耕地生产潜力层次理论系统分析,并围绕着耕地质量监测布控理论、方法、技术等实践进行科技创新。以此来构建耕地质量基本理论,分析土壤有机质等要素对耕地质量和生产能力影响;基于农用地分等核算耕地生产能力,探索全国统一的耕地质量监测体系,实时掌握我国耕地质量与生产能力变化动态,为实施占补平衡、土地规划、土地整治提供支撑。

本书研究思路与框架为“理论构建—区域实践创新—深化理论”,分为三部分,共计 11 章。第一部分为耕地质量系统与生产能力潜力差理论构建与分析,共包含第 1、第 2、第 3 章,第 1 章为耕地质量系统分析,第 2 章为耕地生产能力层次系统分析,第 3 章为耕地质量与生产能力监测布设理论及方法。第二部分为耕地集约利用对质量和生产能力的影响研究实践,共包含第 4、第 5、第 6、第 7 章,第 4 章为耕地集约利用对耕地有机质含量的影响机理,第 5 章为东北地区农用地产能核算,第 6 章为快速发展区耕地利用差异对粮食生产能力的影响,第 7 章为集约化农区耕地利用对生产能力的影响。第三部分为耕地质量监测样点布设实践,共包含第 8、第 9、第 10、第 11 章,第 8 章为耕地质量监测层次体系,第 9 章为省级尺度耕地质量监测布设样点,第 10 章为多尺度下的耕地质量监测样点布设,第 11 章为基于网格法的耕地质量监测样点布设。

参考文献

- [1] Bai Y L, Li B G. Regional division and management of saline soil in Huang-Huai-Hai [J]. Journal of China Agricultural Resources and Regional Planning, 2002, 23(2): 45-48.
- [2] Brown L. Can the United States feed China? [J/OL] http://www.foreignpolicy.com/articles/2011/01/10/the_great_food_crisis_of_2011.
- [3] Fan Mingsheng, Shen Jianbo, Yuan Lixing, et al. Improving crop productivity and resource use efficiency to ensure food security and environmental quality in China [J]. Journal of Experimental Botany, 2011.
- [4] Guo J H, Liu X J, Zhang Y, et al. Significant Acidification in Major Chinese Croplands [J]. Science, 2010, 327(5968): 1008-1010.
- [5] Huffman E, Eilers R G, Padbury G, et al. Canadian agri-environmental indicators related to land quality: integrating census and biophysical data to estimate soil cover, wind erosion and soil salinity [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2000, 81(2): 113-123.
- [6] Lal R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security [J]. Science, 2004, 304(5677): 1623-1627.
- [7] Lloyd E Wright, Warren Zitzmann, Keith Young, et al. LESA-Agricultural Land Evaluation and Site Assessment [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1993, 38(2): 82-86.
- [8] Lv C H, Wang T. Narrowing yield gaps to increase the land population-supporting capacity in northern China. [R]. Montpellier, France, 2010.
- [9] Maiti T, Miller C P, Mukhopadhyay P K. Neural network imputation: An experience with the National Resources Inventory Survey [J]. Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics, 2008, 13(3): 255-269.
- [10] Nusser S M, Breidt, et al. Design and estimation for investigating the dynamics of natural resources [J]. Journal of Ecological Applications, 1998, 8(2): 234-245.
- [11] Pan G X, Xu X W, Smith P, et al. An increase in topsoil SOC stock of China's croplands between 1985 and 2006 revealed by soil monitoring [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment. 2010, 136: 133-138.
- [12] Paul E R, Keith W T G, James R B, et al. Long-term agroecosystem experiments: assessing agricultural sustainability and global change [J]. Science, 1998, 282: 893-895.
- [13] Piao S L, Fang J Y, Ciais P, et al. The carbon balance of terrestrial ecosystems in China [J]. Nature, 2009, 458: 1009-1014.
- [14] Piara S, Vijaya D, Chinh N T, et al. Potential productivity and yield gap of selected crops in the rainfed regions of India, Thailand, and Vietnam [R]. Natural Resource Management Program Report no. 5. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 2006: 50.
- [15] Xiangbin Kong, Thanh H Daob, Jing Qin. Effects of soil texture and land use interactions on organic carbon in soils in North China cities' urban fringe [J]. Geoderma, 2009,

(154):86-92.

[16] Xiangbin Kong, Fengrong Zhang, Qi wei. Influence of land use change on soil nutrients in an intensive agricultural region of north China[J]. Soil Tillage Research, 2006, (88):85-94.

[17] Yuan Liu, Eenli Wang, Xiaoguang Yang, et al. Contributions of climatic and crop varietal changes to crop production in the North China Plain, since 1980s[J]. Global Change Biology, 2010, 16:2287-2299.

[18] 曹云者, 刘宏, 王中义, 等. 基于作物生长模拟模型的河北省玉米生产潜力研究[J]. 农业环境科学学报, 2008, 27(2):826-832.

[19] 陈柏松, 游娟, 潘瑜春, 等. 农用地等级监测指标体系与方法[J]. 农业工程学报, 2009, 25(S2):272-276.

[20] 陈红宇, 朱道林, 郅文聚, 等. 嘉兴市耕地细碎化和空间集聚格局分析[J]. 农业工程学报, 2012, 28(4):235-242.

[21] 陈健, 王忠义, 李良涛, 等. 基于比较优势分析法的冬小麦产量差异[J]. 应用生态学报, 2008, 19(9):1971-1976.

[22] 陈印军, 肖碧林, 方琳娜, 等. 中国耕地质量状况分析[J]. 中国农业科学, 2011, (17):3557-3564.

[23] 党安荣, 阎守邕, 周艺. 地理信息系统支持下的中国粮食生产潜力研究[J]. 遥感学报, 1999, 3(3):225-229.

[24] 范兰, 吕昌河, 陈朝. 作物产量差及其形成原因综述[J]. 自然资源学报, 2011, 12:2155-2166.

[25] 方福平, 程式华. 论中国水稻生产能力[J]. 中国水稻科学, 2009, 23(6):559-566.

[26] 付国珍, 摆万奇. 耕地质量评价研究进展及发展趋势[J]. 资源科学, 2015, 37(2):226-236.

[27] 国土资源部. 中国耕地质量等级调查与评定工作情况及主要成果, 2009.

[28] 黄耀, 孙文娟. 近 20 年来中国大陆农田表土有机碳含量的变化趋势[J]. 科学通报, 2006, 51(7):750-763.

[29] 姜勇, 庄秋丽, 梁文举, 等. 空间变异在土壤性质长期定位观测及取样中的应用[J]. 土壤通报, 2005, 36(4):531-535.

[30] 孔祥斌, 张凤荣. 中国农户土地利用阶段差异及其对粮食生产和生态的影响. 地理科学进展, 2008, 27(2):112-120.

[31] 孔祥斌. 粮食安全:不能忽视耕地的作用-对茅于軾先生的“18 亿亩红线与粮食安全无关”的回应[J]. 中国土地, 2011, (6):57-60.

[32] 李军, 王立祥, 邵明安, 等. 黄土高原地区小麦生产潜力模拟研究[J]. 自然资源学报, 2001, 16(2):161-165.

[33] 李奕志, 李立强, 孔祥斌, 等. 美国国家资源清单及其对中国耕地质量动态监测的启示[J]. 中国土地科学, 2014, 28(7):19-26.

[34] 梁思源, 吴克宁, 郅文聚, 等. 耕地质量动态监测系统设计与应用[J]. 国土资源科技管理, 2009, 26(2):69-73.

- [35] 倪绍祥. 土地类型与土地评价概论[M]. 北京:高等教育出版社,1999.
- [36] 潘根兴. 中国土壤有机碳库及其演变与应对气候变化[J]. 气候变化研究进展, 2008,5:282-289.
- [37] 朴世龙,方精云,黄耀,等. 中国陆地生态系统碳收支[J]. 中国基础科学,2010,12(2):20-22.
- [38] 沈仁芳,陈美军,孔祥斌,等. 耕地质量的概念和评价与管理对策[J]. 土壤学报, 2012,(6):1210-1217.
- [39] 王洪波,鄢文聚,吴次芳,等. 基于农用地分等的耕地产能监测体系研究[J]. 农业工程学报,2008,24(4):122-126.
- [40] 王涛,吕昌河,于伯华. 基于 WOFOST 模型的京津冀地区冬小麦生产潜力评价[J]. 自然资源学报,2010,25(3):475-487.
- [41] 王涛. 土地利用结构优化与人口承载力估算:以京津冀地区为例[D]. 北京:中国科学院,2010.
- [42] 吴克宁,焦雪瑾,梁思源,等. 基于标准样地国家级汇总的耕地质量动态监测点构架研究[J]. 农业工程学报,2008,24(10):74-79.
- [43] 吴乐知,蔡祖聪. 基于长期试验资料对中国农田表土有机碳含量变化的估算[J]. 生态环境,2007,16(6):1768-1774.
- [44] 吴群. 耕地质量、等级与价格刍议[J]. 山东省农业管理干部学院学报,2002(1): 73-76.
- [45] 相慧,孔祥斌,武兆坤,等. 中国粮食主产区耕地生产能力空间分布特征[J]. 农业工程学报,2012,28(24):235-244.
- [46] 张晋科,张凤荣,张琳,等. 中国耕地的粮食生产能力与粮食产量对比研究[J]. 中国农业科学,2006,11:2278-2285.
- [47] 赵登辉,郭川. 对耕地定级与估价几个问题的思考[J]. 中国土地,1997(12):18-25.
- [48] 中国环境监测总站. 中国环境监测总站未来十年发展构想[J]. 中国环境监测,2004, 20(4):1-5.
- [49] 中华人民共和国农业部. NY/T 1634—2008 耕地地力调查与质量评价技术规程 [S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [50] 朱永恒,濮励杰,赵春雨. 土地质量的概念及其评价指标体系研究[J]. 国土与自然资源研究,2005,(2):31-33.

第 1 章 耕地质量系统分析

1.1 耕地质量系统分析

从系统学来看,耕地质量系统是由两个子系统所组成,一个系统是土地利用子系统,一个系统是土壤子系统(图 1-1)。土壤子系统的物理性质和化学性质等显著的受到气候、地貌、生物、母质和土地利用管理强度和方向的影响,因此耕地质量具有显著的遗传性和动态变化特征。土壤子系统具有遗传性与空间变异性,决定了耕地质量的先天遗传质量特征,这种特征在空间分布上具有显著的变异性。

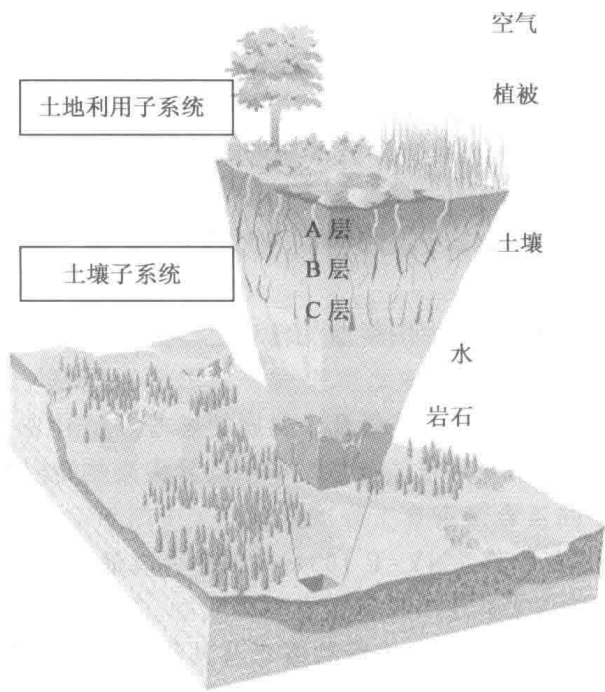


图 1-1 耕地质量系统构成

1.1.1 耕地质量利用子系统

按照中国土地利用分类来讲,耕地是由连续耕种三年以上的农作物的土地,耕地是按照利用目标进行划分的一种土地利用类型。因此,耕地就是专门满足粮食和蔬菜需求的一种用地系统,其显著的利用目标,就是提供作物的生产能力。

由于优质土壤资源的有限性、适宜性、多宜性,不同的土地利用系统则具有显著的竞争性。不同的耕地质量子系统的最终利用取决于土地利用系统的地租生产能力,即取决于对于生产