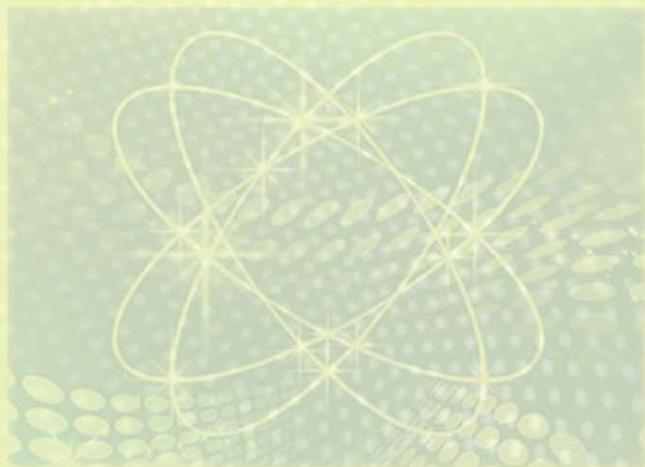


国家“十一五”科技支撑计划课题（2007BAD54B05）资助

压砂地衰退机制 及生态系统综合评价

蒋齐 王占军 何建龙 著



黄河出版传媒集团

阳光出版社

国家“十一五”科技支撑计划课题（2007BAD54B05）资助

压砂地衰退机制 及生态系统综合评价

蒋齐 王占军 何建龙 著

YA SHA DI SHUAI TUI JI ZHI
JI SHENG TAI XI TONG
ZONG HE PING JIA



黄河出版传媒集团
阳光出版社

图书在版编目(CIP)数据

压砂地衰退机制及生态系统综合评价 / 蒋齐, 王占军, 何建龙著. -- 银川: 阳光出版社, 2013.11
ISBN 978-7-5525-1142-0

I. ①压… II. ①蒋… ②王… ③何… III. ①荒漠-土地退化-研究②荒漠-生态系统-环境生态评价 IV. ①S156.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 287825 号

压砂地衰退机制及生态系统综合评价 蒋齐 王占军 何建龙 著

责任编辑 王燕 马晖

封面设计 郭俊

责任印制 郭迅生

黄河出版传媒集团 出版发行
阳光出版社

地址 银川市北京东路 139 号出版大厦(750001)

网址 <http://www.yrpubm.com>

网上书店 <http://www.hh-book.com>

电子信箱 yangguang@yrpubm.com

邮购电话 0951-5044614

经销 全国新华书店

印刷装订 宁夏飞马彩色印务有限公司

印刷委托书号 (宁)0012980

开本 720mm×980mm 1/16

印张 21.5

字数 280 千字

版次 2013 年 12 月第 1 版

印次 2013 年 12 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-5525-1142-0/S·103

定价 118.00 元

ISBN 978-7-5525-1142-0



9 787552 11420 >

版权所有 翻印必究

定价:118.00 元



压砂地枸杞



压砂地枣树



农田压砂 1 年



农田压砂 3 年



农田压砂 15 年



农田压砂 20 年



农田压砂 40 年



荒山压砂 3 年



荒山压砂 5 年



荒山压砂 8 年



荒山压砂 10 年



荒山压砂 15 年



荒山压砂 20 年



卵石压砂 3 年



卵石压砂 5 年



卵石压砂 10 年



卵石压砂 17 年



卵石压砂 35 年

序

中国西北地区的压砂地发展历史超过百年,是由旱而生、因水而兴而又受制于水的旱作农业区土地利用方式。近年来,伴随着现代农业科技的发展和我国西北干旱、半干旱地区农业产业及种植业结构的调整,以宁夏中部干旱区域为代表的压砂种瓜产业成为当地农民脱贫致富、增收避灾的新兴产业。近年来,在宁夏回族自治区党委、政府的推动下,宁夏中部干旱区域环香山地区压砂种瓜面积从 2003 年的 2 万余亩快速发展到目前的 100 多万亩,近万农户、十余万农民由此受益,压砂富硒西瓜已成为宁夏驰名农产品享誉全国。但是,历史的经验也为我们提供了压砂地利用若干年后土地及生产力由盛而衰的诸多案例。是何种原因造成压砂地的衰退? 衰退机制是什么? 如何利用科技手段保持压砂地的可持续生产力、避免压砂地撂荒或引发潜在的土地荒漠化等问题既是困扰当地政府和群众的焦点问题,也是科技工作者亟待研究解决的重大问题。

值得欣慰的是,我们宁夏农林科学院的科技工作者在宁夏回族自治区党委、政府推动旱作农业区压砂种瓜产业发展起始阶段,就将压砂瓜品种、压砂瓜病虫害、压砂地生态及可持续性等重大科技问题列为攻关对象,取得了一批研究成果。《压砂地衰退机制及生态系统综合评价》一书,就是我院荒漠化治理研究所蒋齐研究员和他的研究团队在利用“十一五”国家科技支撑计划课题“压砂地可持续发展机理研究及生态系统综合评价”研究所取得的资料及成果的基础上编写而成。该书以生态学理论为指导,通过大量的第一手实测资料,结

合本领域的科学进展,从理论上创新性地揭示了压砂地衰退机制。从引起土地退化的水、土、气入手,在压砂地农田土壤水分、土壤理化性状、压砂地微生物生化特性及群落结构和功能差异性、压砂农田生态系统与土壤环境质量健康等方面,系统研究了造成压砂地衰退的土壤生态环境各因子的表现特征,阐明了压砂地衰退的机理,建立了生态安全评价体系和压砂瓜地生态系统健康评价体系,提出了维持压砂地持续生产的策略。该书是一部应用基础理论与实践紧密结合的学术专著。它不仅为压砂地的可持续利用提供了理论基础,而且为压砂地可持续管理提供了科学决策依据,是一本非常珍贵的应用基础研究资料,具有较高的学术和应用价值,对促进宁夏及西北干旱区压砂地的可持续利用具有重要作用。我相信该专著会受到压砂地区域地方政府和相关专家及专业技术人员的欢迎。

压砂地的可持续利用关系到以宁夏中部干旱区域为代表的数十万群众的生存与发展,关系到区域农业、农村经济社会发展和人民生活水平的改善。该科研成果,使我们增强了压砂地区域可持续发展的信心。值此著作出版之际,我谨表示衷心的祝贺,并期望我们的科技工作者继续关注压砂地区域的发展问题。我深信,在各级政府、社会各界及广大科技工作者的共同努力下,压砂地固有的“累死老子、富死儿子、穷死孙子”的传说将成为历史。

宁夏农林科学院党委书记、院长

2013年9月



前 言

砂田是我国西北地区劳动人民为了生存与干旱抗争,利用特定的地理环境、土壤条件,经过长期生产实践不断总结而形成的一种具有中国西北特色的土地利用形式。砂田在压砂前期(1~10年)能有效地协调和改善土壤水、热、气、肥等状况,达到土壤和作物之间的生理协调,可起到明显的增渗、减蒸、保温、抗蚀作用,并有效提高降水利用效率,活化土壤潜在肥力,为作物生长创造较好的环境条件,不仅提高了土地生产力,同时还有明显的防风蚀效果。

近年来,西北地区特别是宁夏回族自治区人民政府为改变干旱区农业生产徘徊不前的局面,确定了发展压砂晒砂瓜为主的新兴特色产业,以达到提高宁夏中部干旱带农村、农民收入,改善县域经济实力的目的,使得宁夏中部干旱带环香山地区压砂地得到突飞猛进的发展,并受到中共中央总书记胡锦涛和国务院总理温家宝以及宁夏回族自治区党政领导的高度重视。截至2009年宁夏压砂地分布面积已经超过100万亩,初步形成了香山、常乐、兴仁、高崖、喊叫水、鸣沙、白马7个两万亩以上的压砂西甜瓜基地。

在这种人为改造自然的过程中,农田压砂、坡地压砂、荒地压砂使得砂田面积不断增加,相应地造成了区域内生态景观也由压砂地镶嵌于荒漠草原、荒地、旱作农田的多元化向单一压砂地转变,植物类型由荒漠草原植被、旱地农作物、压砂地经济作物向单一压砂西甜瓜转变,生态系统类型也由荒漠草原、旱作农田向压砂农田转变。由



压砂地 衰退机制及生态系统综合评价

于多样性的转变及景观、作物种植的单一化,不仅造成了温度、光照、热量、水分、风蚀等气象因子的变化,而且造成了植物、昆虫生境的改变和土地质量的变化。尤其是压砂地种植若干年后,土壤环境质量逐渐下降,地力衰竭,以及病虫害的突发性,影响了农作物及瓜类正常生长发育,导致土地生产力(作物产量)及农产品品质下降等问题已成为影响压砂地可持续发展的主要障碍。上述问题不仅是宁夏特色优势晒砂瓜产业长效发挥与壮大的瓶颈,也为压砂旱作农田地撂荒,形成新的石质荒漠化植入了潜在的重大隐患。因此,压砂地为什么会退化、其衰退的机制是什么、如何维持其持续稳定的生产力不仅成为生态学家关注和研究的焦点,也成为政府高度关注的重大生态、生产、经济和可持续发展的重大问题。为此,课题组从影响压砂地土地生产力的障碍因子,压砂地农田生态系统综合评价研究等方面开展系统研究,摸清压砂不同种植年限土壤水分、土壤贮水量退化特征,土壤机械组成、物理性状、肥力退化特征,土壤微生物生化特性、微生物结构及功能多样性等退化机理,揭示影响压砂地生产力的障碍因子,筛选出了宁夏环香山地区压砂地农田生态系统健康评价指标,建立压砂对农田生态系统可持续发展影响的健康评价体系,进行宁夏香山地区生态足迹与生态承载力评价和压砂地生态安全评价。研究成果不仅对维护压砂地持续生产力和可持续发展具有重大的科技引领、支撑作用,而且对带动压砂区域经济、社会发展,推进新农村建设,提高三农收入,维护区域民族稳定团结,保护区域生态安全具有十分重要的现实意义。

本书是在宁夏农林科学院承担的国家“十一五”科技支撑计划课题“压砂地可持续发展机理研究及生态系统综合评价”(2007BAD54B05)的资助下完成的。本书的研究成果得到宁夏回族自

治区科学技术厅、宁夏大学、宁夏中卫市科技局等单位的大力支持。宁夏大学马琨教授、胡景田、张丽研究生给予了大力帮助,宁夏科技厅张新君副厅长、陈国顺、徐小涛、芮建华、田建文等研究员给予了热情指导和帮助,在此,特向他们表示衷心的感谢!

由于时间短,限于作者的知识面和水平,书中难免出现不足,恳请读者批评指正。

著 者

2013年9月

目 录

Contents

绪论

0.1 土壤退化的国内外研究现状	3
0.2 砂田国内外研究现状	6
0.3 压砂地的历史及其分布	8
0.3.1 砂田的来源	8
0.3.2 砂田的形成	9
0.3.3 砂田的分布	10

第1章 压砂地土壤水分的时空变异

1.1 干旱区农田土壤水分的研究现状	16
1.1.1 干旱区土壤水分的理论研究	16
1.1.2 干旱区农田保墒土壤水分研究的国内外进展	19
1.1.3 干旱区土壤水分研究的主要方法	21
1.2 压砂地土壤水分的测定方法	28
1.2.1 样点的选择及布设	28
1.2.2 土壤水分的研究方法	28
1.3 压砂地土壤水分的时空变异	29
1.3.1 片石砂田土壤水分的变化规律	29
1.3.2 卵石砂田土壤水分的变化规律	37



压砂地 衰退机制及生态系统综合评价

1.4 不同类型压砂田土壤水分特征曲线	41
1.4.1 片石农田压砂土壤水分特征曲线的变化规律	42
1.4.2 片石荒山压砂土壤水分特征曲线的变化规律	45
1.4.3 卵石荒山压砂土壤水分特征曲线的变化规律	46
1.5 不同压砂类型及压砂年限下土壤入渗速率的变化规律	48
1.6 主要结论	50

第 2 章 压砂对土壤理化性状的影响研究

2.1 人工干扰措施下干旱区农田土壤理化性质国内外研究进展 ..	58
2.1.1 国外关于干旱区农田生态系统土壤理化性质影响的 研究进展	58
2.1.2 国内关于干旱区农田生态系统土壤理化性状的研究 进展	59
2.2 干旱区土壤理化性质研究的主要方法	60
2.2.1 土壤机械组成的研究方法	60
2.2.2 土壤田间持水性能的测定方法	62
2.2.3 土壤化学性质的测定方法	64
2.3 不同压砂种植年限下压砂层砂石风化程度及土壤机械组成 的时空变异	73
2.3.1 片石农田压砂不同种植年限砂石风化程度	74
2.3.2 宁夏环香山地区农田压砂地土壤的机械组成变化	75
2.3.3 环香山地区荒山压砂地土壤机械组成的变化	79
2.3.4 卵石砂地土壤机械组成的变化	83
2.4 不同压砂类型及方式下土壤物理性状的变化规律	84
2.4.1 片石农田压砂地土壤物理性状的变化规律	84
2.4.2 片石荒山压砂地土壤物理性状的变化规律	86
2.4.3 卵石荒山压砂地土壤物理性状的变化规律	86

2.5 不同压砂类型及种植年限下土壤养分的变化规律	89
2.5.1 片石农田压砂土壤养分的变化特征	89
2.5.2 片石荒山压砂土壤养分的变化规律	93
2.5.3 老砂田改造条件下土壤养分的变化规律	94
2.5.4 卵石压砂土壤养分状况的变化规律	96
2.6 主要结论	98

第 3 章 压砂地土壤酶及微生物生化特性的时空变异

3.1 土壤微生物的国内外研究进展	104
3.1.1 土壤酶活性的国内外研究进展	104
3.1.2 土壤微生物量碳、氮的国内外研究进展	105
3.1.3 土壤呼吸速率的国内外研究进展	108
3.2 土壤酶活性的测定方法	109
3.2.1 土壤尿酶的测定方法	109
3.2.2 土壤碱性磷酸酶的测定方法	110
3.3 土壤微生物生物量的测定	111
3.3.1 土壤微生物量碳的测定方法	111
3.3.2 土壤微生物量氮的测定方法	112
3.3.3 土壤微生物量磷的测定方法	112
3.4 土壤呼吸速率的测定方法	113
3.4.1 土壤基础呼吸的测定方法	113
3.4.2 土壤呼吸的测定(CO ₂ 红外法)	114
3.5 压砂利用对主要土壤酶活性的影响	114
3.5.1 片石农田压砂对主要土壤酶活性的影响	115
3.5.2 片石荒山压砂对主要土壤酶活性的影响	117
3.5.3 卵石荒山压砂对主要土壤酶活性的影响	118
3.6 压砂地土壤微生物量碳、氮的变化特征	120



压砂地 衰退机制及生态系统综合评价

3.6.1 片石农田压砂土壤微生物量碳、氮的变化	120
3.6.2 片石荒山压砂土壤微生物量碳、氮的变化	123
3.7 宁夏环香山片石砂田土壤呼吸速率的变化规律	124
3.7.1 不同压砂年限影响下的土壤基础呼吸强度变化特征 ...	125
3.7.2 不同压砂年限影响下的土壤呼吸速率变化特征	127
3.8 压砂利用影响下的土壤微生物生化特性的相关分析	128
3.8.1 片石砂田土壤微生物生化特性的相关分析	128
3.8.2 片石砂田不同压砂利用年限下土壤理化性状与生物学 性状的相关性分析	130
3.9 主要结论	134

第 4 章 压砂地土壤微生物群落结构与功能差异性

4.1 土壤微生物结构研究的国内外进展	141
4.2 土壤微生物功能多样性研究的国内外进展	142
4.3 压砂地土壤微生物研究的实验方法	144
4.3.1 土壤微生物区系的测定	144
4.3.2 土壤微生物功能多样性的测定方法	146
4.4 压砂利用影响下土壤微生物群落结构的变化	147
4.4.1 片石农田压砂土壤微生物结构的变化特征	148
4.4.2 片石荒山压砂土壤微生物结构的变化特征	149
4.4.3 卵石荒山压砂土壤微生物结构的变化特征	150
4.5 压砂利用影响下土壤微生物功能及多样性的变化规律	152
4.5.1 片石砂田土壤微生物功能变化	153
4.5.2 卵石砂田不同利用年限下土壤微生物功能的变化特征	155
4.5.3 片石砂田土壤微生物 31 种 C 源利用状况	156
4.5.4 片石砂田土壤微生物对 C 源利用的主成分分析	161

4.5.5 片石砂田土壤微生物多样性变化	163
4.6 片石压砂土壤微生物数量与土壤理化性状及其碳、氮的相关 分析	164
4.6.1 农田压砂土壤微生物数量与土壤碳、氮的相关分析 ...	164
4.6.2 农田压砂微生物数量、酶活性与理化性状的主成分分析	167
4.7 荒山压砂土壤微生物区系、酶活性与土壤理化性质的相关性 分析	169
4.8 主要结论	170
 第 5 章 压砂农田生态系统土壤环境质量健康评价 	
5.1 农田生态系统土壤环境质量评价的国内外研究进展	179
5.2 宁夏环香山地区土壤环境质量的监测	182
5.2.1 宁夏环香山地区压砂地土壤水分监测	182
5.2.2 土壤肥力的监测	186
5.3 压砂农田土壤质量健康评价	209
5.3.1 土壤质量健康评价的指标体系建立	209
5.3.2 压砂农田土壤质量健康评价指标的分级和计算	211
5.3.3 宁夏环香山地区土壤环境质量健康评价	221
5.4 主要结论	224
 第 6 章 压砂地农田生态系统综合评价 	
6.1 生态承载力评价的国内外研究进展	230
6.1.1 国外研究进展	230
6.1.2 国内研究进展	232
6.2 生态安全评价的国内外研究进展	234
6.2.1 国外研究进展	234