

柠条灌丛草地水分动态 及群落特征研究

徐 荣 李生宝 余 峰 蒋 齐 著

Studies on Water Dynamic and Community Characteristics of *Caragana intermedia* Shrubby Grassland

.434.73-53



中国农业大学出版社

柠条灌丛草地水分动态及 群落特征研究

Studies on Water Dynamic and Community
Characteristics of *Caragana intermedia*
Shrubbery Grassland

徐 荣 李生宝 余 峰 蒋 齐 著

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

柠条灌丛草地水分动态及群落特征研究/徐荣,李生宝,余峰,蒋齐著. —北京:中国农业大学出版社,2007.4

ISBN 978-7-81117-166-2

I. 盐… II. ①徐…②李…③余…④蒋… III. 沙漠-植物群落-群落生态学-研究-盐池县-文集 IV. P942.434.73-53 Q948.524.34-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第026621号

书 名 柠条灌丛草地水分动态及群落特征研究

作 者 徐 荣 李生宝 余 峰 蒋 齐 著

策划编辑	赵 中	责任编辑	陈巧莲 姚慧敏
封面设计	郑 川	责任校对	陈 莹 王晓凤
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	邮政编码	100094
电 话	发行部 010-62731190,2620	读者服务部	010-62732336
	编辑部 010-62732617,2618	出 版 部	010-62733440
网 址	http://www.cau.edu.cn/caup	e-mail	cbsszs@cau.edu.cn
经 销	新华书店		
印 刷	北京时代华都印刷有限公司		
版 次	2007年4月第1版 2007年4月第1次印刷		
规 格	850×1168 32开本	5印张	121千字
印 数	1~550		
定 价	20.00元		

图书如有质量问题本社发行部负责调换

内 容 简 介

宁夏盐池县受干旱风沙的影响,加上超载过牧,草场退化严重。1986年在柳扬堡乡建立了退化草场植被恢复与风蚀沙化防治技术示范区,带状种植了柠条(*Caragana intermedia*),进行退化草场改良。我们于2002年和2003年进行了水分定位观测,通过研究柠条种植密度对土壤水分的影响,从水分和植被两方面作了系统的比较,确立了适宜的柠条密度,为在退化草地改良过程中大面积营造柠条灌木提供了科学理论依据。主要研究内容和结论如下:

(1)不同密度柠条草地土壤水分状况及其动态变化规律:土壤水分年际变化较大,土壤含水量季节动态主要决定于年内降水的季节性变化。 $0\sim 100\text{ cm}$ 各土层, $1\ 665\text{ 丛}/\text{hm}^2$ 草地土壤含水量最高, $2\ 490\text{ 丛}/\text{hm}^2$ 柠条草地土壤含水量次之。而且,它们的土壤含水量均在土壤有效水范围内,可以被植物吸收利用。

(2)不同密度柠条对土壤理化特性的影响: $2\ 490\text{ 丛}/\text{hm}^2$ 柠条草地土壤的紧实度和 $0.2\sim 2.0\text{ mm}$ 粗砂粒含最低, $0.02\sim 0.2\text{ mm}$ 的细砂粒含量最高; $1\ 665\text{ 丛}/\text{hm}^2$ 次之。 $2\ 490\text{ 丛}/\text{hm}^2$ 柠条草地毛管孔隙度最大,土壤物理特性得到了改善。 $2\ 490\text{ 丛}/\text{hm}^2$ 和 $1\ 665\text{ 丛}/\text{hm}^2$ 氮、磷、钾和有机质含量均较高。

(3)不同密度柠条草地土壤水分特征曲线和水分参数研究:土壤含水量和土壤吸力之间存在着幂函数关系。 $2\ 490\text{ 丛}/\text{hm}^2$ 柠条草地, $0\sim 20\text{ cm}$ 土层的土壤水扩散率 $D(\theta)$ 较大, $1\ 665\text{ 丛}/\text{hm}^2$ 柠条草地 $20\sim 60\text{ cm}$ 土层土壤水扩散率最高。

(4)不同密度柠条草地土壤的持水性: $1\ 665\text{ 丛}/\text{hm}^2$ 柠条草

地持水性最好,2 490 丛/hm² 密度柠条草地居中。草地上层(0~40 cm)土壤的持水性均比下层土壤(40~60 cm)差。

(5)不同密度柠条草地土壤蓄水量:2 490 丛/hm² 和 1 665 丛/hm² 柠条草地蓄水量高于其他草地。

(6)不同密度柠条草地土壤入渗特性:2 490 丛/hm² 和 1 665 丛/hm² 柠条草地入渗速率、前 30 min 累积入渗量高于其他草地。稳渗率以 2 490 丛/hm² 和 3 330 丛/hm² 柠条草地较大。达稳渗的时间以 2 490 丛/hm² 和 3 330 丛/hm² 柠条草地较短。总之,以 1 665 丛/hm² 和 2 490 丛/hm² 柠条草地的入渗性能比自然恢复草地和 3 330 丛/hm² 柠条草地要好。

(7)不同密度柠条草地蒸散特征和草地群落主要植物蒸腾特征:①主要植物种柠条、沙蒿、白草、赖草的蒸腾速率、气孔导度日变化规律均为“双峰”型曲线,都出现了明显的午间蒸腾午休现象。②蒸散季节变化规律表现出在春季和初夏蒸散失水量并不太大,在 7~9 月份,土壤的水分条件较好,土壤供水能力强,气温较高,这时植物生长旺盛,蒸散加快。③蒸散量以 2 490 丛/hm² 柠条草地最大,其次是 3 330 丛/hm² 和 1 665 丛/hm² 柠条草地,自然恢复草地蒸散量最小。但 2 490 丛/hm² 和 1 665 丛/hm² 柠条草地水分利用率最大。

(8)不同密度柠条草地植被群落特征:①2 490 丛/hm² 和 1 665 丛/hm² 密度柠条草地上总生物量、柠条林间草地地下生物量、柠条根地下生物量、根幅、主根长以 2 490 丛/hm² 和 1 665 丛/hm² 密度较大。②2 490 丛/hm² 柠条林间草地盖度在 6~8 月份、10 月份一直较大,明显地高于其他草地。9 月份,2 490 丛/hm² 柠条草地盖度稍低于自然恢复草地。③1 665 丛/hm² 和 2 490 丛/hm² 柠条草地物种丰富度、植物多样性指数和均匀度较高。1 665 丛/hm² 生态优势度最低,反映其由多物种组成,群落结构稳定。

2 490 丛/ hm^2 和 1 665 丛/ hm^2 柠条灌丛草地,增大了植被盖度和生物产量。虽然草地蒸散量失水增大,但并没有引起土壤水分亏缺。因此,宁夏盐池干旱风沙区退化草场治理过程中,补种 2 490 丛/ hm^2 和 1 665 丛/ hm^2 柠条,可达到最优调控和充分利用水上资源,提高草地生产力的目的。

Introduction

Natural grasslands in Yanchi county of Ningxia were eroded and degraded by wind and over-grazing. The demonstration region of vegetation restoration and desertification control of degenerate grasslands was established in 1986. *Caragana intermedia* shrubbery was planted in rows to meliorate degenerate grasslands. The research on the soil water and vegetation restoration was conducted from 2002 to 2003 so as to make out the impact of planting density of *C. intermedia* on soil water and vegetation. The result showed that:

(1) Dynamic changes of soil water content of *C. intermedia* grasslands of different density: Annual changes of soil water was greater and seasonal change was consistent with precipitation. At 0~100 cm soil depth, soil water content of grasslands with *C. intermedia* of 1 665 clusters/hm² was the highest, and 2 490 clusters/hm² was second.

(2) Impact of planting density of *C. intermedia* on soil physical and chemical character: the soil tight degree and the content of 0.2~2.0 mm Sand granule of *C. intermedia* grassland of 2 490 clusters/hm² were the lowest and its content of 0.02~0.2 silver sand was the highest, and *C. intermedia* grassland of 1 665 clusters/hm² was second. Capillary porosity of *C. intermedia* grassland 2 490 clusters/hm² was highest. In addition, contents of nitrogen, phosphor, potassium and organic matter of *C. intermedia* grassland of 2 490 clusters/hm² were the highest.

(3) Soil water curve of *C. intermedia* grasslands of different density and its parameters inosculation; relation between soil water content and suction is power. At 0~20 cm soil depth, diffusivity of *C. intermedia* grasslands of 2 490 clusters/hm² was the highest, and at 20~60 cm depth, that of *C. intermedia* grasslands of 1 665 clusters/hm² was highest.

(4) Water conservation of *C. intermedia* grasslands of different density; water conservation of *C. intermedia* grasslands of 1 665 clusters/hm² was the best and 2 490 clusters/hm² was second. In addition, at 0~40 cm soil depth, water conservation was not better than that at 40~60 cm to all grasslands.

(5) Water reserves of *C. intermedia* grasslands of different density; water reserves of *C. intermedia* grasslands of 2 490 clusters/hm² and 1 665 clusters/hm² were better than other grasslands.

(6) Water seepage of *C. intermedia* grasslands of different density; water seepage rate and cumulate seepage content in 30 mins of *C. intermedia* grasslands of 2 490 clusters/hm² and 1 665 clusters/hm² were higher than other grasslands. Moreover, stable seepage rate of *C. intermedia* grassland of 2 490 clusters/hm² was the highest and time of reaching stable seepage was short.

(7) Evapotranspiration of *C. intermedia* grasslands of different density and transpiration of main plant species in community; Daily changes of transpiration rate and stomatal conductance of *C. intermedia*, *Aneurolepidium dasystachys*, *Artemisia desertorum* and *Pennisetum centrasaticum* were double peak curve, it was showed that transpiration stopped at noon. It was showed that evapotranspiration in spring and early summer was small, however, that was bigger from July to September, because of

high air temperature and soil water content. Evapotranspiration of *C. intermedia* grasslands of 2 490 clusters/hm² and 1 665 clusters/hm² were bigger, but their water use efficiency were the highest.

(8)Vegetation community character of *C. intermedia* grasslands of different density: total overground biomass, underground biomasses of *C. intermedia* grasslands of 2 490 clusters/hm² and 1 665 clusters/hm² were the biggest, moreover, their total root dry weight, root breadths and taproot length were the highest. In addition, coverage of *C. intermedia* grassland of 2 490 clusters/hm² was the biggest from June to October besides September. Species richness, diversity index, community evenness of *C. intermedia* grasslands of 2 490 clusters/hm² and 1 665 clusters/hm² were higher, and ecological dominant of *C. intermedia* grasslands of 1 665 clusters/hm² was the highest. It was showed that their species composition rich and they had steady structure.

C. intermedia of 2 490 clusters/hm² and 1 665 clusters/hm² increased the coverage and biomass. Although the soil water consumption was increased, soil water wane was not induced significant. Consequently, in the process of control of degenerate grasslands in Yanchi of Ningxia , optimal control of water, sufficient utilization of water and soil resource and increase of grassland productivity were attained.

序 一

我国西北地区以其深居内陆的地理位置、干旱的大陆性气候、荒漠化的土壤植被及广阔的内陆流域与我国其他地区形成鲜明的对比,在中国乃至世界干旱区研究中具有一定的典型代表性。西北干旱区处于生态环境脆弱的地区,是我国生态环境建设的重要地带,解决好该地区生态环境建设直接影响我国经济和社会的可持续发展。

西北地区植被退化是造成西部地区严重水土流失的主要原因之一。最严重的后果是导致沙尘暴频繁发生,综合治理干旱生态系统涉及林业、草地、农业等多种生态系统,是极其复杂的系统工程,恢复植被是其重要的目标之一。

本书作者针对我国沙漠化严重发生的典型区域宁夏盐池县,开展了柠条灌丛草地水分动态及群落特征研究工作,倾入了大量的心血。通过对该区域采取生物修复方法、种植乡土植物柠条,实施草、灌结合综合治理。营造柠条灌丛林,以连续的、系统的、动态的观点和定量的方法为基础,研究柠条种植密度对土壤水分的影响,把土壤、植物、大气作为一个连续体,揭示退化生态系统水分和植被恢复机制与最优调控及其对水土保持和生态环境的效应。研究水—土—植物关系,在退化植被恢复与重建过程中,补植柠条灌丛,采用 $2\ 490$ 丛/ hm^2 和 $1\ 665$ 丛/ hm^2 密度,确立了适宜的柠条种植密度,增大了植被盖度和生物产量,增大了环境容量。达到了协调水土关系和最优利用水土资源,提高土地生产力的目的。为在退化植被的重建和修复过程中,大面积营造柠条灌木林提供了科学的理论依据和技术支撑。对土壤水分与植被恢复和农业的持续发展具有重要的意义和指导作用。

作者的研究工作注重理论联系实际,通过实地观测、调查获得了大量翔实的数据资料,使得全书的研究成果具有坚实的数据基础,为我国西北地区生态环境建设、科学研究与教学提供了很好的借鉴。相信该书的出版必将对生态环境建设的实施大有裨益。

北京市园林学校校长
教授级高级工程师



2007年3月20日

序 二

我国西部受自然地理条件制约,植被单调,环境恶劣,生态系统十分脆弱。加之人类的一些不正确的开发活动,对生态环境造成极大的负面影响。草地退化十分严重,已成为严峻的生态问题。退化草地植被覆盖减少,加剧了干旱、风沙、洪涝等自然灾害的发生,也导致了沙尘暴的频繁发生,造成了水土流失。环境恶化已成为影响区域经济和社会可持续发展的瓶颈,长期困扰着农牧业生产的发展。因此,科学地进行生态治理,改善西部地区的生产条件及生态面貌,对全国的生态建设和防灾减灾有着十分重要的意义。

对西部干旱生态系统实施综合治理,采用人工干预种植灌木,草灌结合恢复和重建退化的草地生态系统,其目标是尊重自然规律加快植被的恢复速度,并得以可持续发展。干旱和半干旱地区,水分的多寡是植被恢复的限制性因素,对草地生态系统土壤水分动态规律与重建植被群落特征关系的研究是维持草地植被稳定和持续性的关键。

作者的研究工作注重理论联系实际,通过实地观测、调查获得了大量的翔实资料,使得全书的研究成果具有坚实的数据基础。针对宁夏盐池沙地植被破坏严重,草场严重超载过牧、草场风蚀、沙化加剧的现实,利用国家加大退耕还林还草力度的有利条件,采用围栏封育和人工干预、播种造林种草技术对退化草场进行改良,形成了结构稳定、灌草有机结合的植被恢复与重建技术体系。以连续的、系统的、动态的观点和定量的方法为基础,把土壤、植物、大气作为一个连续体,研究了水—土—植物关系与最优调控及其对水土保持和生态环境的效应,揭示了退化草地水分和植被恢复

机制。通过研究柠条种植密度对土壤水分的影响,从水分和植被两方面作了系统的比较,确立了适宜的柠条种植密度。通过研究得出结论:在宁夏退化草地的植被恢复与重建过程中,2 490 丛/hm²和1 665 丛/hm²柠条灌丛草地,增大了植被盖度和生物产量,达到了最优调控和充分利用水土资源,提高草地生产力的目的,为在退化草地改良过程中大面积营造柠条灌木,提供了重要的科学依据。这些成果具有重要的科学价值和生产应用前景,对于旱风沙区的植被恢复和重建具有重要的指导意义。

作者多年从事生态建设科学研究工作,又在荒漠化土地综合治理第一线工作。曾参加了多项荒漠化土地综合治理及林业、草原生态工程研究和工程建设,积累了丰富的实际经验,取得了大量的研究成果。相信此书的付梓出版对推动我国干旱、半干旱地区草地生态学研究与生态环境建设及荒漠化土地综合治理是大有裨益的。

中国草学会常务副理事长
中国农业大学草地研究所所长

2007年2月10日于北京

序 三

把土壤—植物—大气作为一个连续整体进行水平衡研究,始于20世纪60年代。有关这一研究近半个世纪的发展,已经推动了土壤—植物—大气系统水分传输和能量转化动态过程的发展,提升了相关研究的水平,吸引了土壤物理、土壤化学、植物生理、环境与生态科学家的极大关注,取得了大量成果,成为水循环研究的重要理论基础。

西部开发是我国的重大决策,研究者在我国西部开发的重大背景下,基于土壤—植物—大气系统水分运动整体性的基本观点,以我国宁夏柳杨堡乡这一干旱风沙区为基地,应用先进的仪器和方法,采用定位观测和测定、室内与室外相结合,以水分这一植被恢复与重建的关键为中心,对土壤物理与化学性质、土壤水分特征曲线、土壤水分亏损率、土壤水分入渗、土壤含水量动态以及植物群落特征、植物水势、蒸腾等进行了全面、系统的测定,获得了大量的数据,并对柠条不同密度下土壤、植物变化的特点和规律进行深入的分析与讨论,得出了很有见地的结论。

这一研究结果和有关结论不仅对于该地区,而且对于具有相似生态与环境条件地区实施灌草结合、恢复植被,从而达到生态系统稳定,实现可持续发展具有指导意义,而且对于干旱地区水平衡理论的提高,也是很好的贡献。这是一项实实在在既有扎实基础又有一定理论指导的研究,是希望所在,是久久的期待。

中国科学院植物研究所研究员



2007年3月23日于香山

前 言

中国西部草地退化使全球利益受到影响,草地生态环境恶化,使草原区许多珍稀动植物资源濒临灭绝。土地荒漠化的扩展,沙尘暴频发波及亚洲甚至北美州。西部地区草地生态环境,是东部经济发达地区的重要生态屏障,对全国经济和社会发展起着重要作用。我国西部草地,地理位置主要处于我国第一阶梯(海拔4 500 m 以上)和第二阶梯(1 000~3 000 m),主控于西北干旱和青藏高原两大气候区,草地类型以干草原、荒漠草原、草原化荒漠和高寒草原类为主。我国西部草地所处的自然地理条件和原有的植被类型,受到高寒干旱的制约,生态环境恶劣,草地生态系统十分脆弱。加之人类的一些不正确的开发活动,对草原生态环境造成了极大的负面影响。草地退化十分严重,已成为我国最严峻的土地管理问题。土地生物产量下降,土地生产潜力衰退,最终导致可利用土地资源的丧失,使生态平衡遭受破坏,自然环境趋于恶化,对该地区的经济发展和人民生活造成不良乃至严重的后果。因此,我国西部草地是沙漠化研究的重点地区之一。加强西部干旱区生态环境建设是实现国家加快开发西部地区重大战略部署的需要。据资料报道:目前我国90%的可利用天然草地,发生不同程度的退化,而且每年以200万 hm^2 的速度增加。由于草地退化和植被破坏,使草地质量不断下降,20世纪90年代与60年代相比,北方天然草地产草量下降了30%~50%,载畜能力大大下降,引起沙尘暴频繁发生,西沙东进,北沙南侵,造成环境破坏

和巨大经济损失。

西部干旱区以其深居内陆的地理位置、干旱的大陆性气候、荒漠化的土壤植被及广阔的内陆流域与我国其他地区形成鲜明的对比,在中国乃至世界干旱区研究中具有一定的典型性与代表性。西部干旱区处于生态环境脆弱的地区,是我国生态环境建设的重要地带,处理好资源开发与生态环境建设的关系直接影响我国经济和社会的可持续发展。西部干旱生态系统综合治理涉及林业、草地、农业等多种生态系统,是极其复杂的系统工程,其目标在于植被恢复。

在本书中,针对干旱风沙区的典型区域盐池县沙漠化过程十分活跃,导致耕地和草场普遍风蚀粗化或为流沙所侵占,植被破坏严重,草场严重超载过牧、草场风蚀、沙化加剧的现实,利用国家加大退耕还林还草力度的有利条件,采用围栏封育和人工干预、播种造林种草技术对退化草场进行改良,形成结构稳定、灌木有机结合植被恢复与重建技术体系。我们以连续的、系统的、动态的观点和定量的方法为基础,把土壤、植物、大气作为一个连续体,揭示退化草地水分和植被恢复机制,研究水—土—植物关系与最优调控及其对水土保持和生态环境的效应,以达到协调水土关系,最优利用水土资源,提高草地生产力,为农业的持续发展创造良好的水土资源环境条件的目的。

全书通过水分定位观测,研究了柠条种植密度对土壤水分的影响,对不同密度柠条草地土壤水分状况及其动态变化规律,得出了土壤水分的动态变化规律。对不同密度柠条草地土壤水分特征曲线的实测,研究了土壤水的能量状态和土壤水的数量之间的关系,得出了土壤含水量和土壤吸力之间幂函数关系。同时对土壤持水量、土壤蓄水量、土壤水扩散率等土壤理化特性进行了研究。对不同密度柠条草地土壤入渗速率、前 30 min 累积入渗量、达稳

渗的时间、稳渗率等入渗特性进行了研究。不同密度柠条草地蒸散特征和草地群落主要植物蒸腾特征的研究表明:主要植物种的蒸腾速率、气孔导度日变化规律均为“双峰”型曲线,都出现了明显的午间蒸腾午休现象。蒸散量的研究表明蒸散季节变化规律表现为在春季和初夏蒸散失水量并不太大,7~9月份土壤的水分条件较好,土壤供水能力强,气温较高,这时植物生长旺盛,蒸散加快。对不同密度柠条草地地上总生物量、林间草地盖度、林间草地地下生物量、物种丰富度、植物多样性指数和均匀度、生态优势度及柠条根地下生物量、根幅、主根长等植被群落特征等的研究反映了物种组成和群落结构稳定性。

本书从土壤水分恢复和植被恢复两方面作了系统的比较研究,确立了适宜的柠条密度,得出 $2\,490$ 丛/ hm^2 和 $1\,665$ 丛/ hm^2 柠条灌丛草地,增大了植被盖度和生物产量。虽然草地蒸散量失水增大,但并没有引起土壤水分亏缺。物种组成丰富,群落结构稳定。因此,宁夏盐池干旱风沙区退化草场治理过程中,补种 $2\,490$ 丛/ hm^2 和 $1\,665$ 丛/ hm^2 柠条,达到了最优调控和充分利用水土资源,提高草地生产力的目的,将为同类地区退化草场的植被恢复和风蚀沙化的防治提供科学依据和借鉴。

本书是“十五”国家重大科技攻关项目:宁夏河东沙地退化草场植被恢复与风蚀沙化防治技术示范区(盐池)(FS 2001—05),宁夏自然科学基金项目:宁夏盐池风沙区人工柠条灌木林对退化沙地改良效应的研究(01A1003)的专题研究成果。在研究过程中,一直得到中国农业科学院张玉发研究员、中国农业大学韩建国教授的悉心指导。本研究成果是在科技部和宁夏回族自治区科技厅及盐池县人民政府的关怀和大力支持下完成的。本研究成果的完成受到了宁夏农林科学院及荒漠化治理研究所的大力支持,在此,向关心和支持本研究的各级领导和同仁表示诚挚的谢意!