

荒漠草原土壤养分 对气候变化的响应

© 韩文军 著



中国农业科学技术出版社

韩文军

中国科学院新疆生态与地理研究所

荒漠草原土壤养分 对气候变化的响应

◎ 韩文军 著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

荒漠草原土壤养分对气候变化的响应 / 韩文军著. — 北京:
中国农业科学技术出版社, 2018. 12

ISBN 978-7-5116-3946-2

I. ①荒… II. ①韩… III. ①气候变化—影响—草原—土壤有效养分—研究—内蒙古 IV. ①S158.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 284958 号

责任编辑 李冠桥

责任校对 李向荣

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82109705 (编辑室) (010) 82109702 (发行部)
(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82106625

网 址 <http://www.castp.cn>

经销者 各地新华书店

印刷者 北京建宏印刷有限公司

开 本 710mm × 1 000mm 1/16

印 张 10.5

字 数 186 千字

版 次 2018 年 12 月第 1 版 2018 年 12 月第 1 次印刷

定 价 49.00 元

— 版权所有 · 侵权必究 —

《荒漠草原土壤养分对气候变化的响应》

著者名单



主 著 韩文军

参 著 那日苏 D. Bolormaa



资助项目

国家重点研发计划政府间国际科技创新合作重点专项项目 (2016YFE0116400)

国家自然科学基金面上项目 (41271322)

国家自然科学基金面上项目 (41471198)

国家国际科技合作专项项目 (2013DFR30760)

前 言

我国北方荒漠草原的重要组成部分——内蒙古自治区的荒漠草原带，东起苏尼特，西至乌拉特，北面与蒙古国的荒漠草原相接，南至阴山北麓的山前地带，隔山与鄂尔多斯高原的暖温型草原相望，总面积约 11.2 万 km^2 ，是草原向荒漠过渡的早生化草原生态系统。位于多种不同类型生态系统交界过渡的区域，而这些区域的生态条件与周边生态系统核心区域有明显的区别，其特点有以下几点：系统抗干扰能力弱，对全球气候变化敏感，时空波动性强，边缘效应显著，环境异质性高。因此，中华人民共和国生态环境部将阴山北麓荒漠草原、鄂尔多斯荒漠草原区纳入了“全国生态脆弱区重点保护区域”。

研究表明，造成荒漠草原承载力下降的原因是多方面的，草原荒漠化有自然因素和人为因素，但人为因素是主要因素。据专家分析，气候干旱是草原退化的直接原因，全球性气候变化，特别是由于温室效应带来的气候变暖加剧了草原生态环境整体恶化的趋势，导致了草原植被遭到严重破坏，草原退化、沙化、盐碱化、石漠化面积不断扩大，使草原承载力大幅度下降。联合国政府间气候变化委员会第一工作组第四次评估报告指出，过去 100 年，全球平均气温升高了 0.74°C 。中国大部分地区呈增温趋势，近 50 年变暖尤为明显，以北方增温最为明显。特别是荒漠草原生态环境整体恶化也产生了一系列重大生态问

题，土壤有机质减少，往往导致土壤结构发生变化、肥力下降、土壤涵水能力减弱、侵蚀加剧以及生产力降低等，严重影响草地生态环境和畜牧业的可持续发展。

基于这种研究背景，本书以内蒙古自治区阴山北麓荒漠草原野外调查数据为基础，论述了荒漠草原土壤养分与气候变化关系。第一章主要介绍了内蒙古荒漠草原自然概况及存在的主要生态环境问题；第二章对近几十年来内蒙古阴山北麓荒漠草原气候现状进行分析；第三章以样带研究方法阐明了荒漠草原以温度为主要梯度的南北样带，以及以水分为主要梯度的东西样带上植物群落和土壤养分变化规律；第四章依托荒漠草原核心区水热分布空间差异，介绍了可重复的两因素区组试验设计，分析了温度和降水对荒漠草原植被与土壤影响的互作关系。为气候变化背景下的荒漠草原变化趋势预测提供理论和实践的科学依据。

从全球气候变化与草原生态研究的重要性、必要性考虑，我们希望本书能使更多的人认识应对气候变化的重要性，并推动气候变化与草原生态领域的研究。如果本书能起到抛砖引玉作用，将十分欣慰。

在本书出版之际，非常感谢其他参加草原野外工作的团队成员。他们是春亮、王海、哈斯巴根等，由于工作安排等方面的原因，虽然未参与本书的撰写，但他们做了大量的前期基础工作，在此表示由衷的感谢。同时，感谢中国农业科学技术出版社各位编辑所付出的辛勤劳动。

韩文军

2018年10月

目 录

第一章 荒漠草原自然概况及其主要问题	1
第一节 内蒙古荒漠草原自然概况.....	1
第二节 内蒙古荒漠草原存在主要生态环境问题.....	5
第三节 内蒙古荒漠草原存在主要管理问题.....	10
第二章 荒漠草原带气候变化事实分析	13
第一节 资料和方法.....	14
第二节 内蒙古荒漠草原带气温变化特征.....	15
第三节 内蒙古荒漠草原带降水变化特征.....	24
第四节 内蒙古荒漠草原核心区气温变化的季节性特征.....	33
第五节 内蒙古荒漠草原核心区降水变化的季节性特征.....	36
第三章 荒漠草原生态样带研究	39
第一节 荒漠草原东西样带土壤养分与环境因子关系.....	41
第二节 荒漠草原南北样带群落及土壤养分与环境因子关系.....	52
第四章 荒漠草原核心区水热分布格局与群落及土壤养分关系	63
第一节 试验设计.....	63

第二节	荒漠草原不同水热分布格局对植物群落地上生物量影响	65
第三节	荒漠草原不同水热分布格局对土壤有机质影响	70
第四节	荒漠草原不同水热分布格局对土壤全氮影响	84
第五节	荒漠草原不同水热分布格局对土壤全磷影响	98
第六节	荒漠草原不同水热分布格局对土壤速效氮影响	112
第七节	荒漠草原不同水热分布格局对土壤速效磷影响	126

参考文献	141
------	-----

荒漠草原自然概况 及其主要问题

内蒙古自治区（全书简称内蒙古）的荒漠草原是草原区向荒漠区过渡的旱生性最强的草原生态系统，是内蒙古草原的主要组成部分，阴山以北的荒漠草原是中温型荒漠草原，鄂尔多斯高原的荒漠草原属于暖温型荒漠草原，约占内蒙古草地面积的10%。但是由于长期以来自然因素和人为因素的共同作用，尤其是近几十年来人为因素的影响，中国北方草原退化日益严重，退化草原面积占90%，其中严重退化草原达50%以上，草原生产力和生物多样性严重下降，草畜矛盾日益突出。因此，了解内蒙古荒漠草原自然概况及其生态问题，有助于加深对我国北方荒漠草原退化的发生、发展过程和机制的了解。

第一节 内蒙古荒漠草原自然概况

一、荒漠草原的分布范围

内蒙古高原荒漠草原地带东起锡林郭勒盟苏尼特左旗，西至巴彦淖尔盟乌拉特后旗，北面与蒙古国的荒漠草原相接，南至阴山北麓的山前地带，隔山与鄂尔多斯高原的暖温型荒漠草原相望，广泛分布于内蒙古阴山山脉以北的乌兰察布高原和鄂尔多斯高原，面积为11.2万 km^2 ，占草原总面积的10.68%。包括的行政区域有苏尼特左旗、苏尼特右旗、四子王旗、达茂旗、杭锦旗、乌拉特前旗、乌拉特中旗、乌拉特后旗、鄂托克旗、鄂托克前旗、达拉特旗和准格尔旗（图1-1）。

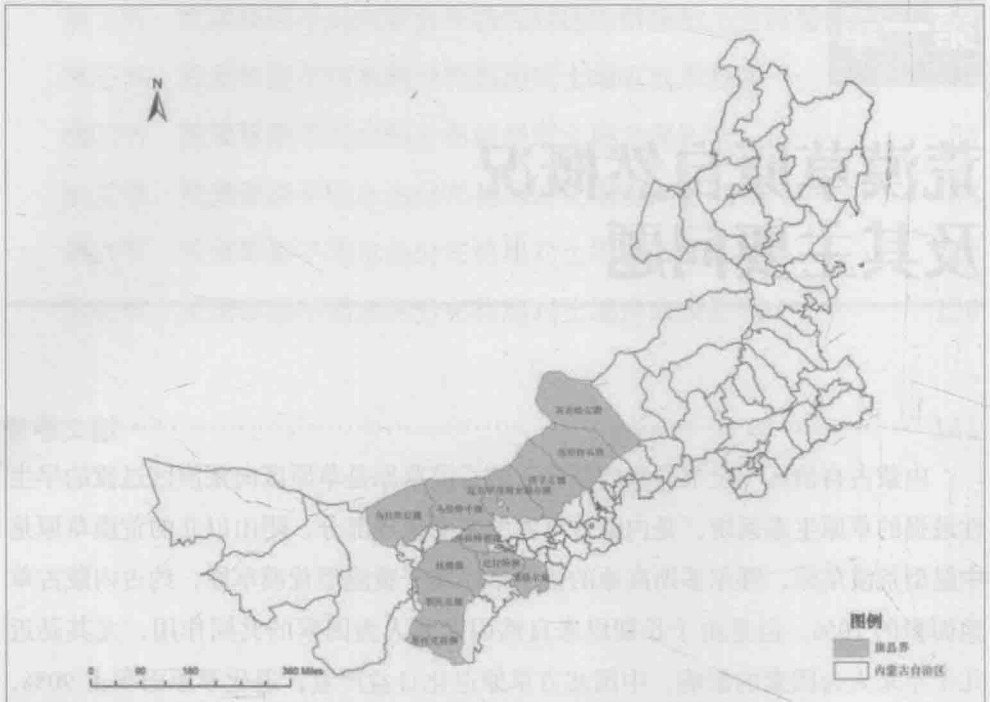


图 1-1 内蒙古荒漠草原分布

二、荒漠草原的气候特点

内蒙古荒漠草原位于中高纬度内陆地区，具有明显温带大陆性气候特点。受蒙古高压的控制，冬季漫长。夏季东南海洋热气团对荒漠草原区也会产生一定的影响，但受东南环绕山系的阻挡，使海洋季风的势力由东南向西北渐趋削弱，所以内蒙古荒漠区东南季风的作用不强。

内蒙古荒漠草原区的热量分布从东北向西南逐渐递增。西南部鄂尔多斯高原南部边缘接近暖温带指标。年平均温度为 $5\sim 8^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温达 $3\ 000\sim 3\ 200^{\circ}\text{C}$ 。内蒙古中部的锡林郭勒高原西部以及乌兰察布高原荒漠草原区，年平均温度为 $2\sim 6^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 $2\ 200\sim 2\ 600^{\circ}\text{C}$ ，进入西部巴彦淖尔北部荒漠草原区，年平均温度为 $4\sim 8^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温达 $2\ 600\sim 3\ 200^{\circ}\text{C}$ 。内蒙古荒漠草原气候的大陆度较高，冬季受蒙古高压的控制，气流来自北方，使气温降低，又因南部山地阻挡，近地面冷空气长久滞留，所以冬季漫长而严寒。而春季气温往往骤升，秋季剧降也是荒漠草原气候的另一特征。日照丰富也是内蒙古荒漠草

原气候条件的重要特点,是我国日照最丰富的地区之一。

内蒙古阴山以北荒漠草原区的降水分布从东北向西南逐渐递减。内蒙古中部的锡林郭勒高原西部荒漠草原区,年均降水在150~250mm,而巴彦淖尔北部荒漠草原区,年均降水低于150mm。西南部鄂尔多斯高原,年均降水为200~400mm。荒漠草原蒸发量大大超过降水量,总体来说,内蒙古荒漠草原区蒸发量相当于年降水量的5~10倍,不少地区超过10倍。

多风也是内蒙古荒漠草原气候的重要特点。在蒙古高压控制下冬季和春季大风频繁,风向的变化主要取决于冬夏季风的变换,夏季为偏南风 and 东南风,冬季盛行西北风,年均风速大于3m/s。

三、内蒙古荒漠草原的土壤特点

气候、地形、基岩、母质、生物地球化学及水文条件等对土壤的成土过程和性质都有重要影响。在干旱的草原气候条件下,形成以棕钙土占优势的地带性土壤,集中分布在内蒙古高原中西部和鄂尔多斯高原西部,形成了与荒漠草原和荒漠化草原大致相符的地带性棕钙土带。同时在局部会出现盐化荒漠土、盐化草甸土、盐土、沙土及山地栗钙土等隐域性土壤。棕钙土形成的气候条件具有草原和荒漠的过渡性特点,在土壤性状上也表现出草原、荒漠的成土过程特征,即具有腐殖质的积累与碳酸钙淀积过程,亦有表土砾质化、沙质化和假结皮的出现。棕钙土的土壤表层厚度20~30cm,甚至更薄,腐殖质含量1.0%~1.8%。在腐殖质层内,有机质含量很不均匀,往往出现颜色差异明显的两个或几个亚层。土壤结构多呈粉状和块状。钙积层部位较高,一般紧接在腐殖质层下,出现在20~30cm的深度。在气候愈干旱的地区,钙积层出现部位愈高。在荒漠草原土壤均呈碱性反应,pH值为9.0~9.5,并随土层深度而加剧。棕钙土通常分为典型棕钙土、淡棕钙土、草甸化棕钙土以及盐碱化棕钙土4种亚类,在不同棕钙土上发育着各种荒漠草原植物群落。

四、内蒙古荒漠草原植被分布

荒漠草原主要集中分布在阴山山脉以北乌兰察布,锡林郭勒西部,巴彦淖尔北部,并延伸到西鄂尔多斯以及贺兰山东麓。荒漠草原带的河谷低地,湖盆洼地,盐碱化低地等隐域生境中往往形成芨芨草,盐生草甸和盐生灌木为主的植被。荒漠草原的主要群落类型有克里门茨针茅草原、沙生针茅草原、短花针茅草

原、小亚菊草原等。由旱生性更强的多年生矮小草本植物组成的半郁闭草原植被，植被组成比较单一，植物区系也比较贫乏，生物多样性较低。

戈壁针茅草原是亚洲中部荒漠草原地带的小型丛生禾草原。在内蒙古分布于阴山以北乌兰察布高原和鄂尔多斯高原中西部地区。戈壁针茅草原是最耐旱的针茅草原之一，具有自己独特的种类组成，常见植物有戈壁针茅、无芒隐子草、多根葱、蒙古葱、荒漠丝石竹、本氏鸢尾等。亚洲中部荒漠草原广布种沙生针茅、短花针茅、戈壁天冬、栉叶蒿等也是常见植物。

克里门茨针茅草原是内蒙古荒漠草原的主要建群种。组成中温型荒漠草原带的地带性群落，也是草原化荒漠的伴生植物。克里门茨针茅在外形和戈壁针茅相似，但二者的生态习性有显著差异。戈壁针茅是蒙古高原荒漠草原棕钙土上的典型代表植物，由它建群组成的小针茅草原是地带性荒漠草原植被的主要组成部分。克里门茨针茅主要出现于内蒙古荒漠草原的山地和丘陵顶部，属于亚洲中部山地草原蒙古种，而戈壁针茅是典型的亚洲中部戈壁荒漠草原种，在内蒙古主要分布于锡林郭勒、乌兰察布、鄂尔多斯、巴彦淖尔等地。克里门茨针茅常与线叶菊、山蒿、冷蒿、女蒿、耆状亚菊等组成不同的群丛。

沙生针茅草原是沙质化荒漠草原群落类型。在内蒙古主要分布于鄂尔多斯高原东阿拉善的砂砾质棕钙土地带。此外，在荒漠地带沿干燥山坡，上升到3 000m以上的高山，也成为山地草原的基本类型之一。沙生针茅草原的群落结构具有不同程度的灌丛化特点。在灌木层片主要植物有小叶锦鸡儿、矮锦鸡儿和狭叶锦鸡儿等。亚优势成分为戈壁针茅和无芒隐子草。半灌木有女蒿、冷蒿、旱蒿、亚菊等。常见杂草有草芸香、戈壁天冬、叉枝鸦葱、兔唇花、燥原芥、乳白花黄芪等。

短花针茅草原是黄土高原荒漠草原带的主要群系，内蒙古乌兰察布高原南部及鄂尔多斯高原中部为我国短花针茅分布区的北部边缘。群落类型少，植物种类组成也比较贫乏。分布于黄土丘陵上的代表类型为短花针茅、糙隐子草、达乌里胡枝子群丛，在内蒙古主要分布于鄂尔多斯高原残余黄土丘陵，受侵蚀的干旱黄土，沙性黄土地带。除优势种短花针茅、糙隐子草、达乌里胡枝子以外，其他种类很少，杂草类有草木樨状黄芪、细叶远志、沙珍棘豆，一、二年生植物只有黄蒿，另外在群落边缘上还有半灌木油蒿和刺叶柄棘豆。在内蒙古中南部被侵蚀的

荒地上也有黄芪、辛芑、百里香等植物。在内蒙古的阴山山脉以北的波状高原上也有短花针茅，一般分布在海拔 1 300~1 500m 的高度。这类短花针茅的特点是群落有旱生性锦鸡儿，形成锦鸡儿灌丛化草原。另外，在重度放牧的短花针茅草原上伴有大量冷蒿。

第二节 内蒙古荒漠草原存在主要生态环境问题

草原生态系统是陆地生态系统物质循环、动植物生存栖息地及人类活动的重要场所。草原属于森林与沙漠的过渡带，草原生态系统的植被与土壤是感知代表降水量的水分条件变化的重要指标之一。近年，根据草原区气候变化预测研究结果，在草原区降水量升高的草原带趋于森林化，在干旱化趋势显著的地区出现草原沙化，草原生态系统的消亡现象成为科学界关注的环境问题。更为严重的是土地利用方式的变化、过度放牧、过度开垦等人为活动的影响成为导致草原生产力减少、土地荒废的重要原因之一，成为全球性的环境问题。如果归纳人为活动对半干旱草原区土地恶化影响的原因有以下几个方面：过度放牧、不适合的耕作方式、弃耕地、草原火灾、开矿、草原道路用地等。

一、过度放牧

中国草原资源丰富，天然草原面积占国土面积超过 40%，其中北方草原面积达 1.62 亿 hm^2 ，占国土面积的 17%。但是由于长期以来自然因素和人为因素的共同作用，尤其是近几十年来人为因素的影响，北方草原退化日益严重，退化草原面积占 90%，其中严重退化草原达 50% 以上，草原生产力和生物多样性严重下降，草畜矛盾日益突出。而作为中国北方草原重要组成部分的内蒙古荒漠草原上的畜牧业仍是最重要的土地利用方式之一。从能量循环角度看畜牧业生产也是通过家畜利用植物生产物质，与农业生产相比其利用率很低。但是对于不利于农作物栽培的荒漠草原地带来讲，也是转化植物生物量的最好土地利用形式。游牧不应理解为粗放畜牧业经营方式，而是在极端环境中的合理畜牧业生产系统。过去在荒漠草原地带游牧是经营畜牧业生产的主要生产方式。家畜逐水草而移动，主要饲养能够适应干旱缺水环境的骆驼、山羊、绵羊等家畜。游牧根据牧草的分布以及季节变动来决定移动路线。例如，生活在山地丘陵区的牧民，夏季选

择海拔较高地段放牧，而冬季利用山谷低地草场。但是，20世纪80年代初实施畜草双承包责任制以后，畜牧业彻底从游牧畜牧业变为定居畜牧业。在畜草双承包责任制下，随着草场被分配给各个牧户，草原的使用权被私有化了。牧民在畜草双承包责任制下只能在其承包的草场上放牧。需要更大放牧范围的传统游牧放牧体系被彻底瓦解了。随着社会经济及科学技术的飞速发展，草原土地利用方式和人们生活也发生很大变化，伴随人口增加人们对畜产品的需求递增，从而导致家畜头数剧增。牧民生活生产方式正在改变，游牧生活向定居转型，游牧生产经营向集约经营转变。与传统的游牧放牧体系相比，草场承包后的定居定牧使同等数量的牲畜对草场的作用力成倍放大。具体原因包括牲畜在固定草场上的聚集、一年四季连续使用、固定抗灾、单一牲畜结构、牲畜踩踏作用增强。畜草双承包责任制在中国北方干旱半干旱牧区实施，就是缺乏对自然资源在不同尺度上的异质性给予充分考虑，使牲畜无法根据降水等条件的变化适时移动，严重影响传统游牧方式中的避灾机制。另外，羊肉及羊毛生产量的增加，尤其人们对羊绒等畜产品过度需求，造成家畜数量的剧增是引起草原退化的主要原因之一。如果在治理草原退化的政策项目中继续忽视这些规律，“草场整体恶化”现象将无法得到遏制和改善。

这种过度放牧造成的草原恶化主要因素包括自然环境因素与社会经济因素相互作用的结果，但是要提出适合所有情况的草原保护措施非常困难。因此，解决草原退化问题除考虑土壤环境因素之外，必须用自然科学与社会科学相结合的研究方法。草原土地利用方式中草原畜牧业放牧用地占的面积最大，所以必须有正确的放牧管理技术。为了探究科学的管理技术作为自然科学的方法的研究事例，在内蒙古各地开展了大量放牧强度的试验。结果表明，放牧压力对植被及土壤的影响，随草地类型和环境条件的不同而存在差异，其恢复过程也不同。但是，解决这些问题面临许多困难，人们为了基本生存的需要，超载放牧已成为不争的事实。人口的增加与贫困是诸多全球性环境问题的共性问题。在内蒙古荒漠草原的牧民为了生存饲养了大量的家畜，导致草原群落高度和数十年前相比显著变低。虽然当地牧民也非常清楚这个事实，但是为了获取更多的畜产品，无法从根本上控制合理的载畜量。国家从2000年开始启动实施了系列政策和工程措施，如京津风沙源治理工程、退牧还草工程、草原生态奖补机制等，这些工程和政策措施

中,以天然草原减少载畜量为目的的禁牧、休牧、季节性休牧、舍饲养殖等措施是治理退化草原的核心手段之一。但越来越多研究发现,草畜平衡管理中的这种既要长期全面禁牧,又要不禁养和不减收的目标是很难实现的,草畜平衡政策在实行过程中,由于牧户的不理解,推行起来难度很大。为了解决这个问题需要国家政策,国际合作,科学数据的支撑。因此,及早建立适宜人类生存的可持续发展的社会系统是十分必要的。针对不同草地类型和自然及社会环境条件,需要建立相应的经营管理措施。

二、过度耕种

内蒙古草原周边地区的草原生态系统都处于巨大环境压力之中。农牧交错区对天然草原大规模的开垦加速了草原面积的减少,许多草原物种濒临绝灭,天然草原面积及物种多样性趋于减少。这种随农业技术的进步,不切实际的草地开发现象与日俱增,到2007年为止被开垦的草原面积达70%,严重影响野生动物栖息环境,使生物多样性降低。在内蒙古草原为满足人口增加对粮食需求,从新中国成立初期到20世纪80年代中期,先后被开垦的草原面积达207万 hm^2 ,开垦使草原地区植被遭到破坏,地表裸露,水土流失,土壤沙化盐碱化,甚至出现河流断流、湖泊干涸。大风日增多,裸露的表土和沙尘随风而起形成扬沙或沙尘暴天气,这些地区已成为我国北方的严重沙源区。据估算,每开垦1 hm^2 草原将导致3 hm^2 草地沙化。在内蒙古草原过度耕种的草原上土壤面层地表植被几乎已经不复存在,土壤剖面自上而下呈灰色,剖面光滑就如墙面,这种重度退化的草原土壤很难观测到通常出现的腐殖层。随植被的退化,土壤表层的有机质含量趋于减少,伴随土壤结构的变化土壤失去应有的保水能力。

另外,过度耕种不仅破坏草原植被,群落结构也发生变化。植物多样性和周边的草原有显著区别。土壤往往呈强碱性,以蒿类和藜科等特定的植物为优势种不适合放牧,如果想把弃耕的草原恢复到以禾本科植物为优势物种的草原植被需要较长的恢复时间。经过灌溉方法恢复退化草地会使土壤表层积累盐分引起土壤pH值升高导致土壤盐碱化,也会导致水资源浪费,这也是不提倡用灌溉恢复草原植被的原因之一。比较弃耕地和天然草原,弃耕地的土壤孔隙度与土壤保水性比天然草原要低。造成了土壤结构破坏,土壤结构被破坏后很难恢复,极易风蚀造成沙化。如果在草原区开荒种地,土壤中的营养元素经过作物的吸收、积累及

迁移导致土壤的贫瘠化。不施肥而连续耕种则引起作物的减产，难以保持稳定的生产力。这种现象又称过度耕种现象，是因为无视土地的生产力造成的人为过度利用而走向沙化，同样过度采伐也是人为过度利用超过土地应有的恢复能力引起的土地疲劳化。

土壤沙化后由于植被盖度降低极易形成风蚀现象，成为沙尘沙暴的源头而导致恶性循环。即使投入高额财力和物力也难以恢复到原有的植被。因此，草原的治理需要在沙化之前先行投入，否则成为极为棘手的环境问题。而土壤盐碱化是沙化的另一种表现形态，与降水多的地区不同的是草原区雨水缺乏，土壤中的水分发生垂直移动现象，当土壤表层水分在日射与风蚀的作用下发生蒸发后，土壤深层的矿物质含量高的水分通过毛细管作用移动到表层形成盐结晶，这种现象也称为盐碱化现象，土壤的盐碱化会引起作物减产和不育。目前利用深井水灌溉导致的土壤盐碱化已成为重要环境问题。因此，长期耕种等人为干扰，往往出现意想不到的环境问题。为了草原的可持续利用，开展农业耕作对草原生态系统影响方面的研究就显得尤为重要。

三、气候变暖

政府间气候变化专门委员会（IPCC）第4次评估报告指出，过去100年（1906—2005年）全球平均地表温度上升了 0.74°C ，最近50年的升温速率接近过去100年升温速率的2倍。气候变化和异常成为全球最严重的环境问题。中国近百年来年平均地面气温已明显增暖，升高幅度约 0.8°C ，增温速率约为 $0.08^{\circ}\text{C}/10$ 年，与同期全球平均相当或略强。但是，20世纪80年代初以来的增温似乎不比20世纪30—40年代明显，而20世纪初至20年代和20世纪50—60年代的变冷却比全球或北半球显著和全球平均一样，近100年的增温主要发生在冬季和春季，夏季却有微弱变凉趋势。近54年我国年平均地表气温升高 1.3°C ，增温速率 $0.25^{\circ}\text{C}/10$ 年，明显高于全球或北半球同期平均水平。内蒙古草原的气温在20世纪60年代及其以前呈下降趋势，20世纪70年代开始升温，20世纪80年代中期开始升温明显，近50年总体呈上升趋势。我们根据利用1960—2012年间内蒙古苏尼特右旗赛罕塔拉地区气温和降水数据，分析了这一荒漠草原典型地区的气温和降水变化。结果表明：这50多年间，该地区年均气温虽有波动，且2007年后稍有下降，但整体上升趋势明显，并存在突变现象，气候倾