

内蒙古农业大学

硕士学位论文

多伦县植物资源及生态恢复变化的研究

姓名：李那何芽

申请学位级别：硕士

专业：植物学

指导教师：蓝登明

20090601

摘 要

多伦县地处内蒙古中部，锡林郭勒盟东南端，浑善达克沙地南缘，是我国北方草原带沙地的一个重要组成部分。近几十年来，由于开垦土地、过度放牧等不合理的开发利用，加上干旱大风等自然因素的影响，致使植被破坏，草场退化，生态环境发生了急剧变化，优良牧草品种逐渐减少甚至消失，沙漠化速度加快，使该地成为我国北方频繁发生沙尘暴的源地之一。

本文以多伦县作为独立的植物区系单元，对其种子植物区系进行调查统计，对多伦县的资源植物状况及人工修复区进行实地调查研究，分析了该地的资源植物区系、重建恢复变化研究，旨在为多伦县的资源植物多样性保护与合理利用、植被的人工恢复与重建提供科学依据。研究取得的初步结论如下：

(1) 多伦县共有种子植物75科258属544种，分别占内蒙古全区野生种子植物总数的64.1%、37.5%和21.1%。按用途分为食用资源植物、药用资源植物、工业用资源植物、防护及观赏资源植物共四大类。

(2) 通过对土地利用结构变化，反映出当地加强退耕还林还草政策，具有植被恢复良好的趋势。不同土地类型对于提高生态环境条件，稳定农业生产，促进畜牧业进一步发展等方面，以及带来的多种经济效益都具有积极的推动作用。

(3) 通过生态恢复建设增加了地面植被覆盖度，流动沙丘经过生物沙障，不仅能够恢复了沙漠化土地的植被，增加了地面覆盖度，使流动、半固定沙地逐渐变为固定沙地。

(4) 封育对群落的物种组成及盖度、高度、地上生物量的影响显著，

关键词：资源植物；土地利用；植被恢复；人工重建；草场围栏

Studies on Plant Resources and Ecological Environment

Recovery Variety in Duolun Country

Abstract

Duolun County is a important part of Sandy steppe zone in the north of China which is located in the central of Inner Mongolia, the southeastern tip of Xilin Gol League, the southern edge of Otindag Sandy Land.

In recent decades, as a result of land reclamation, overgrazing and other irrational development and utilization of drought coupled with high winds and other natural factors, resulted in the destruction of vegetation, grassland degradation, the ecological environment has changed dramatically, good pasture species reduced gradually or even disappeared, Desertification has accelerated, all of these made Duolun County became one of the birthplaces as the frequent occurrence of sandstorms in northern China.

In this paper, the Duolun County as an independent unit flora, investigated the flora of its seeds, carry out a survey of plant resources of the Duolun County and carried a Field investigations in the artificial repair area. We analyzed the resources of the flora, changes in the reconstruction of the resumption of research, in order to provide a scientific basis for the protection and rational utilization of diversity of plant resources in Duolun and for the vegetation restoration and reconstruction. Study findings were as follows:

(1) Duolun County has a total of 75 Section 258 families 544 kinds of seed plants, respectively, accounts for the total number of wild seed plants in the region of Inner Mongolia 64.1%, 37.5% and 21.1%. Divided into four major categories of resources :consumption of resources by end-use plants, medicinal plant resources, industrial resources, plant protection resources and viewing plant resources.

(2) Through structural changes in land use, reflecting the strengthening of the local policy of returning farmland to forest and grasslands, with good vegetation recovery trend. Different land types for improving the ecological environment, the stability of agricultural production, and promote further development of animal husbandry, as well as a wide range of economic benefits brought about by both a positive role in promoting.

(3) Through the ecological restoration of the building increase the ground vegetation coverage, after laying a biological barrier in the mobile sand dune, not only to restore the vegetation of land desertification, but also increase the ground coverage, and made the Mobile sand dune turned into and semi-fixed and fixed sandy land gradually.

(4) Fencing has a notable impact in the composition species of community, the cover, the height, the total biomass.

Keywords: *Plant Resources; Land use; Vegetation Restoration; Artificial Reconstruction; Pasture Fences*

Directed by: Prof. LAN Dengming

Applicant for Master degree: LI Naheya (Botany)

(College of Agriculture, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, China)

内蒙古农业大学研究生学位论文独创声明

本人申明所呈交的学位论文是我本人在导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得我校或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料，与我一同工作的同志对本研究所作的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示感谢。

申请学位论文与资料若有不实之处，本人承担一切相关责任。

论文作者签名：刘娜何茅 日 期：2009.6.5

导师指导研究生学位论文的承诺

本人承诺：我的研究生刘娜何茅所呈交的学位论文是在我指导下独立开展研究工作及取得的研究成果，属于我现任岗位职务工作的结果，并严格按照国家及学校有关学术道德规范的规定要求而获得的研究成果。如果违反，我必须接受按国家及学校有关规定的处罚处理并承担相应的导师连带责任。

指导教师签名：蓝登明 日 期：2009.6.1

内蒙古农业大学研究生学位论文版权使用授权书

本人完全了解内蒙古农业大学有关保护知识产权的规定，即：研究生在攻读学位期间论文工作的知识产权单位属内蒙古农业大学。本人保证毕业离校后，发表论文或使用论文工作成果时署各单位为内蒙古农业大学，且导师为通讯作者，通讯作者单位亦署名为内蒙古农业大学。学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子文档，允许论文被查阅和借阅。学校可以公布学位论文的全部或部分内容（保密内容除外），采用影印、缩印或其他手段保存论文。

论文作者签名：刘娜何茅 指导教师签名：蓝登明
日 期：2009.6.1

1 前言

1.1 研究背景

土地沙漠化是威胁人类生存和影响社会可持续发展的一个重大环境和社会经济问题,也是全社会广泛关注的焦点,对其研究已成为目前学术界关注的重要生态学问题之一。20 世纪 70 年代,荒漠化方面的研究和预防就引起了世界各国的重视,1977 年“联合国荒漠化会议”的召开是该方面研究的标志性事件,并且在 1977 年 9 月由各国首脑参加的“联合国环境和发展”大会上,荒漠化问题引起了世界各国政府的高度重视,将其列为影响人类社会可持续发展的重要问题,可见荒漠化问题的严重性。因其发生范围之广、影响之大,荒漠化的定义被各国科学家陆续提出,1994 年“荒漠化公约”中明确指出,荒漠化是指在干旱、半干旱以及亚湿润干旱地区,由于气候变异和人类活动等多种因素造成的土地退化^[1~3]。中国是世界上受荒漠化危害最为严重的国家之一,据国家林业局公布的第三次全国沙漠化土地监测结果,截至 2004 年我国沙漠和沙漠化土地面积 $173.97 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占国土总面积的 18.12%^[4]。内蒙古沙漠和沙漠化土地面积为 $41.59 \times 10^4 \text{ km}^2$ ^[5], 占内蒙古自治区总面积的 35.25%, 中国沙漠和沙漠化土地主要分布在新疆、内蒙古、西藏等 10 个省区。内蒙古自治区是全国沙漠和沙漠化土地最主要的分布省区之一,分布面积仅次于新疆,发展趋势在全国最为强烈,是近年来土地沙漠化面积增加最多、增长速度最快的省区^[6]。在我国干旱半干旱地区有将近 4 亿人口受到荒漠化的危害,荒漠化不仅成为制约区域经济发展的主要障碍,而且也使人类所赖以生存的物质基础—生物多样性遭到严重的威胁和破坏。因此,荒漠化的防治是实现这一地区经济和生态环境可持续发展的关键问题所在。

北方半干旱、干旱地区是中国沙漠化土地分布的主要地区,这些地区自然环境本来十分脆弱,属于环境敏感地区,由于经济发展需求以及人口压力的不短增大,再加上普遍采用的滥垦、滥牧、滥樵、过度开采地下水等粗放的掠夺式的生产方式,造成植被退化,地表裸露,在风的作用下,导致了沙漠化的发生。沙漠化是目前中国北方主要的土地退化形式,人为强度土地利用等因素,破坏了脆弱的生态平衡,使原非沙质荒漠的地区出现了以风沙活动为主要标志的类似沙质荒漠景观的土地退化过程,导致了土地生物生产量的下降、土地生产潜力以及可利用土地资源的丧失造成沙漠化。干旱半干旱地带在干旱多风和疏松沙质地表成了沙质荒漠化即沙漠化主要条件^[1]。我国沙漠化发展迅速,沙漠化土地面积不断增加,20 世纪 50 年代后期至 1975 年沙漠化土地年均扩展速度为 1560 km^2 , 1975 年到 1987 年为 2100 km^2 , 1988 到 2000 年为 3596 km^2 。据 2000 年进行的我国沙漠化土地野外调查及遥感动态监测结果显示,我国沙漠化土地总面积为 38.569 万 km^2 , 与 1988 年的监测结果相比,增加了 4.674 万 km^2 , 其中轻度和潜在沙漠化土地面积为 13.93 万 km^2 , 占沙漠化土地总面积的 36.1%, 中度沙漠化土地面积为 9.977 万 km^2 , 占沙漠化土地总面积的 25.9%, 重度沙漠化土地

为 7.909 万 km^2 , 占沙漠化土地总面积的 17.5%, 严重沙漠化土地面积为 6.756 万 km^2 , 占沙漠化土地总面积的 17.5%; 而且沙漠化土地年增长速率也在增大^[7]。

土地沙化的原因有自然和社会两个方面。从自然方面看: 西部地区地形地貌十分复杂, 生态环境非常脆弱, 温暖和寒冷气候的交替过渡对生态环境造成了负面影响; 降水量少且分布不均, 加之气候干旱, 蒸发量大, 造成一年中湿度差别较大, 容易出现水灾、旱灾和风灾。从社会方面看: 人类不合理的经济活动大大加速了西部土地荒漠化的进程, 滥垦滥牧、毁坏森林、草原的事件时有发生, 其后果是森林和草原不断缩减, 毁灭, 使土壤失去了应有的屏障, 不仅难以涵养水分, 而且在风力、水力侵蚀的作用下日益退化, 甚至就地起沙。这两个原因互为表里, 恶性循环, 使土地荒漠化情况愈演愈烈, 不少地方因此变成了沙漠^[8]。沙漠化是由不合理的人类经济活动与脆弱的生态环境相互作用造成的^[9], 表现为土地生产力下降、土地资源丧失、地表呈现类似沙漠景观的土地退化。在北方半干旱、干旱地区沙漠化土地分布中, 农牧交错区沙漠化土地面积最大, 约占总面积的 40.5%, 其次为沙质草原区, 约占总面积的 36.5%, 其余的占总面积 23.0% 的面积分布在干旱地带绿洲边缘及内陆河下游地区^[10]。

目前中国沙漠化的现状是局部好转, 整体恶化, 治理速度赶不上扩展速度, 沙漠化防治任重而道远。我国在 50 年代末就组建了中国科学院治沙队, 进行沙漠考察以及改造利用的研究, 实施了一些防沙治沙工程, 为以后的工作积累了经验。1977 年联合国荒漠化大会以后, 我国的科技工作者结合中国的实际情况, 正式提出了以“沙漠化”为对象的多学科综合研究与防治实践, 经过几十年的不懈努力, 在沙漠化研究方面取得了很大的进展, 比如中国北方干旱半干旱及部分半湿润地区土地沙漠化发生和发展过程及其类型和特点的研究、沙漠化的现状、分布特征及其所引起的环境变化研究、沙漠化的成因、危害、指征体系的研究、在沙漠化严重区域进行综合治理实验研究以及北方地区大范围的遥感与地面调查、沙漠化的监测等工作^[11~12]。通过生物措施和工程措施, 使当地的流沙得到治理, 提高了植被盖度, 改善了环境条件, 并对全国防沙治沙起到良好的示范作用^[13]。几十年来我国累计开发并推广了近百项实用技术和治沙模式, 建立了一批防沙治沙试验基地和示范推广县。先后实施的“三北”防护林工程、防沙治沙工程、水土流失综合治理工程等一系列重大生态建设工程, 使得约 12% 的沙化土地得到治理, $1170 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 退化草地得到保护与恢复, 取得明显社会、生态和经济效益^[14]。这些对我国防沙治沙工程建设起到了巨大的推动作用, 在国内外产生了积极的影响, 引起了广泛的关注, 为沙漠化防治奠定了坚实的基础。

时至今日, 我国的沙漠治理历经半个世纪, 在改造治理沙漠上取得了很大成绩, 同时积累了许多成功的经验, 改造治理沙漠化的技术成效居世界先进水平^[15]。如草方格沙障(用麦草、稻草、芦苇等材料, 在流动沙丘上扎成方格状的挡风墙, 以削弱风力的侵蚀^[16])。草方格沙障用于保护交通干线尤为成功, 我国第一条穿越沙海的包兰

铁路从银川到兰州穿越腾格里沙漠 40 多 km 的流沙区, 采用了草方格沙障固沙, 保障了西北铁路大动脉 40 多年的畅通无阻, 成为国内外成功治沙的典范^[16]。又如种植克沙菊芋, 由于其耐寒、耐旱、繁殖力强、抗风沙的生物学特性, 以及较高的经济价值, 近年来在风沙区被广泛栽培。菊芋根系发达, 在沙漠中根系结连成片, 加上块茎杆组成矮状大面积的防风带, 能够阻止外来风沙, 减小风速。在荒漠上种植菊芋有着重大的生态效益和社会效益^[17]。总结我国半个多世纪治理沙漠的经验, 植树造林和种草是主要的手段和途径, 在实践中也获得了很大的效果。

在沙漠化防治过程中, 人工植被在初期表现良好, 但是后来都出现了不同程度的衰退, 导致这种现象原因有许多, 但主要原因可能是由于对沙地植被与环境的关系理解不充分以及治沙物种选择不当造成的, 在人工植被建设过程中没有足够重视当地的原生植被, 没有深入研究原生植被与环境的协调性。而沙地的原生植被是对当地宏观环境以及微环境的适应的最佳表现, 是长期自然选择的结果, 其结构、物种组成、密度都是对当地环境的最佳适应, 因此在沙地植被恢复过程中研究原生植被与环境的相互关系、植物对沙地环境的适应以及植物资源的特点, 对于设计合理的植被恢复方案、选择合适的固沙物种以及进行沙地可持续开发和利用都有非常重要的理论和实践意义。

1.2 研究目的与意义

1.2.1 选题依据与研究意义

上世纪 90 年代末, 浑善达克沙地由于受干旱多风的气候和过度垦荒、超载放牧等人为活动的影响, 生态环境发生了急剧变化, 草场优良牧草逐渐减少、土地沙化、水土流失加剧、裸地增加、沙尘爆发生频率加大。而多伦县地理位置的优越条件, 政治背景等等具备的条件, 2000 年国家紧急启动环北京地区防沙治沙工程, 多伦县被国家列入重点治理区。为了从根本上遏制该区沙漠化不断扩展的严峻局面, 2002 年国家林业局在多伦县建立了荒漠化定位监测站, 对荒漠化的发展进行科学的预测、预报, 确保荒漠化整体治理工程建设的稳步发展。

自实施京津风沙源工程措施以来, 胡小龙^[18]、井瑾^[19]等对浑善达克沙地沙质草场的围封效果的研究, 王志强^[20]对人工牧草与土壤关系研究, 刘树林^[21]对沙化过程的研究, 陈有君^[22]对土壤水分分析研究, 何钢^[23]对植被演化和风沙活动关系, 刘美珍^[24]对草地生态恢复实验, 瞿进^[25]对植被生态系统研究, 宋创业^[26]对数量生态学角度分析植物群落与环境关系得研究等方面进行了研究。虽然现有的研究几乎涉及到沙地的各个方面, 但是, 在生态重建后, 从植物资源保护与利用的角度探讨土地治理和利用的研究报道很少。

为此, 本文把多伦县作为研究区域, 以多伦县荒漠化定位监测站多年观测资料为

基础,通过大量的实地调查,研究与探讨多伦县资源植物区系组成,植被恢复与重建对区域生态环境的影响,植物资源保护与利用对生态恢复与重建的影响。

1.2.2 研究目的

人类随着科学技术的发展,已经拥有了改变自然的强大能力,而且这种能力会越来越强大,因此要实现人与自然的和谐共处,关键就在于人类如何看待生物多样性,如何去利用各种自然资源,如何去管理人类所赖以生存的地球。从这个意义上讲,植物资源保护与利用研究的核心问题是研究人为干扰在生物多样性保护和生态系统恢复重建中的作用。

通过采取围栏禁牧和人工治理措施,对多伦县流动沙地、退化草场中植被的自然恢复与人工重建进行初步的调查分析,旨在揭示植被恢复动态规律,统计分析多伦县资源植物种类和利用情况,为植物资源保护和合理利用提供参考依据,探讨区域土地治理与利用的有效途径。

1.3 生态系统人工恢复与重建的研究进展

生态恢复基本含义就是人类有目的地启动或促进退化生态系统正向演替,使其成为一个健康、稳定的整体。恢复生态学就是要揭示人为干扰与生态系统退化及恢复重建的关系,使人们认清人为负面干扰导致生态系统退化、生物多样性丧失的原因与机制,合理规划和设计人为正干扰,制定出有助于生态系统恢复重建和生物多样性恢复、保护和利用的有效措施,从而服务于区域的可持续发展。

生态系统的退化在很多情况下是由强烈的人为负干扰造成的。因此要恢复这些退化生态系统,首先需要降低或停止不利干扰,给这些退化生态系统以自然发育的机会。但是对于一些成为裸地的生态系统而言,还必须采取一些人为正干扰才能较快地建立起可持续发展的生态系统。

重建沙漠生态系统,治理土地沙漠化,国内外大多以种植人工植被为根本措施。固沙区的人工植被与大气、周围环境因子之间有着密切的联系,是干旱区生态系统中的重要组成部分,并且研究干旱区人工植被群落结构及动态是保证其可持续发展的前提和基础^[27]。所以植被群落的种类、多度、密度、盖度及其与植物资源保护与利用是生态学研究的前沿领域,具有重要的学术意义和研究价值。

国外有关生态退化及恢复的研究主要有:(1)采用工程措施、生物措施治理污染或富营养化水体及湿地,恢复众多物种和谐共生的生态系统;(2)研究放牧或其它人为干扰造成草原生态系统退化的原因,并对草原生态系统进行恢复重建;(3)对采矿废弃地采用综合措施改良土壤、选择适宜植物种,促使生物群落恢复;(4)自然保护区的生态恢复研究,通过合理的规划与管理,使遭受破坏的自然保护区重现光彩,成

为生物多样性保护和研究的重要基地；(5)建造近自然状态的城市绿地，在发挥生态系统各项服务功能的同时，体现出教育、娱乐、美化环境的意义和作用^[28~29]。

我国在上个世纪中后期分别对农田、森林、草地、绿洲、湿地及采矿废弃地进行了恢复重建的研究^[30~31]。《中国退化生态系统研究》从植被带的角度较为全面地分析和概括了各个区域的自然植被在强烈人为干扰的条件下生态系统退化的现状和原因，并总结了对退化生态系统恢复重建的理论和经验^[32]。中国科学院华南植物研究所在广东沿海侵蚀地上开展了热带、亚热带退化生态系统恢复与重建的长期定位研究，取得重要的研究成果。这些研究成果在学术上丰富和发展了人工恢复和重建森林生态系统的理论，并且在热带亚热带地区得以大面积推广，带动了更多地区对退化生态系统的人工辅助恢复，对区域经济发展起到了很有益的作用。我国生态恢复的成功例子还有腾格里沙漠东南缘的生态恢复、科尔沁沙地的生态恢复、黄土高原安塞纸羊坊水土流失治理等^[33]。

我国已经和正在开展了许多重大的生态恢复工程，如水土流失综合治理、荒漠化治理、生态脆弱带综合整治及荒山绿化等都是生态系统恢复重建的工作，这些生态工程的实施将促进我国对于生态恢复和重建理论的总结和提高。

1.4 生态恢复重建过程中关于植物资源利用的研究

生态恢复指通过人工方法，按照自然规律，恢复天然的生态系统。“生态恢复”的含义远远超出以稳定水土流失地域为目的种树，也不仅仅是种植多样的当地植物，“生态恢复”是试图重新创造、引导或加速自然演化过程。生态系统停止人为干扰，以减轻负荷压力，依靠生态系统的自我调节能力与自组织能力使其向有序的方向进行演化，或者利用生态系统的这种自我恢复能力，辅以人工措施，使遭到破坏的生态系统逐步恢复或使生态系统向良性循环方向发展；主要指致力于那些在自然突变和人类活动影响下受到破坏的自然生态系统的恢复与重建工作。生态恢复更侧重于自然力的恢复，通过保护、如围栏封育等措施实行自然恢复；而草原生态重建则更侧重于人为力量的建设，如退耕还林还草、封沙育林育草、荒漠化治理和防护林建设等措施的实行。在草原生态恢复与重建中应根据具体情况因地制宜、宜恢复则恢复、宜重建则重建、将草原生态恢复与草原生态重建有机统一起来。最终目的为保护生态系统的同时科学利用植物资源。

我国启动了六大林业工程是退耕还林工程、“三北”及长江中上游等重点地区防护林体系建设工程、京津风沙源治理工程、重点地区速生丰产用材林基地建设工程、野生动植物保护及自然保护区建设工程、天然林资源保护工程，这些工程的开展有助于将生物多样性保护、生态系统管理与生态恢复结合起来进行研究^[34]。流沙治理行之有效的重要途径和方法是机械措施与生物措施相结合，沙质荒漠生态系统恢复变化首

先始于各种机械措施所建立的稳定地面的形成,为天然植物的迅速增殖和侵入、人工固沙植物的介入、枯枝落叶的储存及流沙成土过程提供了必要的环境条件。枯枝落叶层的形成又为土壤—植物系统物质交换建立了介面,促进了流沙的成土过程。人们不断认识到生物多样性是生物群落、生态系统最根本的特征,是其它诸多特性的集中反映,对于退化生态系统的重建要更多的依赖于对生物多样性原理的理解^[36]。恢复生态学与保护生物学的研究被重视,人与生物圈计划、美国的持续生物圈计划、美国国家自然基金会的“保护和恢复生物学”计划都支持恢复生态学与保护生物学的研究^[37]。中国环境与发展国际合作委员会生物多样性工作组 2001 年制定了利用天然植被改善中国退化环境的基本原则^[37]。

综合国内外的研究,对这一问题已经得到的主要认识有:(1)在退化生态系统的恢复过程中要尽可能地增加生态系统的物种多样性,尤其是关键种不能缺少,这样才能使生态系统的演替趋向于稳定的顶极状态;(2)植物多样性是生态系统中生物多样性的基础,原因就在于植物多样性可以为其它的多样化生物提供食物来源、时空上异质的生态位等等;(3)生态系统的恢复要重视自然演替,人工措施可以作为必要的辅助但不能取代自然演替;(4)恢复过程中要避免使用外来种^[38]。

这些是关于生态恢复研究的一些概括性结论。我国土地面积大,退化原因、退化程度各不同,退化生态系统的类型多样其恢复过程中生物多样性的变化规律、功能和作用机制也不同。为制定适宜的生物多样性保护与利用的措施和退化生态系统恢复重建的措施,恢复生态系统必须对不同类型的退化生态系统做更深入的研究分析。

2 研究区概况

2.1 研究区的位置

研究区地处锡林郭勒盟的南端阴山北麓东端,与大兴安岭西南余脉交汇处,是滦河的源头。研究区位于内蒙古自治区锡林郭勒盟南部,浑善达克沙地东南端的多伦县,东经 115°51′~116°54′,北纬 41°46′~42°46′。多伦县西与正蓝旗相接,北与赤峰市克什克腾旗接壤,南与沽源县、丰宁县、围场县毗邻。

2.2 研究区自然概况

该区域属于中国东部季风区,属中温带半干旱大陆性季风气候区典型草原带,半干旱向半湿润过渡地区,大陆性气候显著。气候特点冬季严寒而漫长,春季干旱多大风,夏季不热多雷阵雨,秋凉霜雪早。年平均降水量 400mm 左右,蒸发量 1925.5mm 左右,四季降水分配不均,春季降水较少,占年降水量的 12~15%,夏季降水较为集中,6~8 月份降水可占全年降水量的 65~70%,返青期一般五月末开始,降水可占年降水量的 90%左右^[40]。

年均气温较低, 约为 1.5°C 左右。夏季温凉, 7 月份平均气温 $18^{\circ}\text{C}\sim 19^{\circ}\text{C}$, 日最高气温 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 日数每年约为 6~7d。冬季寒冷, 1 月份平均气温 $-18^{\circ}\text{C}\sim -19^{\circ}\text{C}$, 但严寒期较短, 日最低气温 $\leq -30^{\circ}\text{C}$ 日数每年约为 7~15d。牧草生长期(日平均气温 $\geq 15^{\circ}\text{C}$) 日数 155~160d, 枯草期约 200d 左右, 日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$, 积温 1850°C 左右。无霜期较短, 平均约为 110d 左右。全年光照充足, 年日照时数为 2947~3127h^[41]。

全年风力较强劲, 以春季风力最大, 4 月份风速最高, 可达 $5.6\sim 6.1\text{m/s}$, 年平均风速 $4.3\sim 4.7\text{m/s}$, 年平均大风, 一般风速大于 17.3m/s , 日数 30~65d, 扬沙及沙尘暴天气频繁发生^[42]。

2.3 研究区生态环境状况

多伦县是中国北方农牧交错地带一个最具典型而又特殊的生态经济区域。该区域一方面耕地、天然草地面积广阔, 农牧业资源互补, 潜在优势十分突出, 是建立生态农牧业产业化基地的理想地区; 另一方面由于特有的地貌类型和土质条件, 加上干旱大风等不良气候因素的影响, 导致这里的生态环境非常脆弱。主要表现为: 一是风蚀沙化、水土流失严重, 全县风蚀水蚀面积为 3365km^2 , 占总土地面积的 89.2%, 其中侵蚀强度中度以上的面积达 2651km^2 , 占总面积的 69.3%; 二是沙化程度日趋加剧, 根据调查, 多伦县沙漠化土地面积达 1400km^2 , 占总面积的 37.0%; 三是草牧场严重退化, $27.5\times 10^4\text{hm}^2$ 草场均有不同程度的沙化退化, 其中已有 49% 的草场因严重退化而无法利用。

该区域地处典型草原区, 历史上曾是水草丰美的大草原。由于气候的变迁和人类活动的影响, 风沙和水土流失的危害性, 在整个浑善达克沙地中具有典型的代表性。风蚀、沙化、水土流失是制约该区农牧业经济发展的三大主要自然灾害^[4]。

沙漠化及水土流失肆虐, 导致诸如埋没草场、危及农田, 植被稀疏, 草场严重退化, 农牧业生产力低下, 生产不稳定等多种环境和经济问题, 严重制约着经济的发展和人民生活水平的提高。特别是由于本区境内全国五大沙地之一的浑善达克沙地地处高原, 且距北京仅 160km, 地势开阔, 沙化严重, 干扰波及面大, 是京津环绕地区荒漠化最为严重的地区之一, 已成为威胁北京城波及沿海地区的重要沙源, 冬春季在蒙古高压控制下, 强劲的大风携带着地表沙粒对京、津及华北地区的大气环境造成了严重污染, 产生了巨大的社会影响。

多伦县土地荒漠化的主要原因是耕作粗放, 乱垦过牧, 靠天吃饭的原始农牧业经营活动, 再加上特有的地貌类型及干旱半干旱的气候因素。随着社会发展, 多伦县人口在急剧增长, 势必造成农区耕地上山, 牧区超载过牧, 导致进一步的水土流失, 土地粗化沙化; 天然草牧场退化、沙化, 再加上本来有些就是沙地中的牧草地, 生态特别脆弱, 稍有破坏, 马上就会活化成为沙地。早日加速治理, 通过人工建设增加植被

恢复生态环境控制风沙危害,不然今后治理难度将会更大,土地荒漠化趋势将愈演愈烈。

2.4 土地资源条件

按土地利用分类标准,多伦县的土地可划分为 8 个一级地类,28 个二级类和 6 个三级类。多伦县土地总面积 377300hm²。其中,牧草地占土地总面积的 40.0%;未利用土地占土地总面积的 30.3%;耕地占土地总面积的 17.4%;林地占土地总面积的 10.4%;居民点及工矿用地占土地总面积的 1.2%;水域土地总面积的 0.7%。可见多伦县土地类型主要以牧草地、未利用土地、耕地为主。牧草地以退化牧草地为主,未利用土地中以沙地为主,耕地主要以旱地为主。

2.5 天然植被类型与分布

该区地处中温型草原带典型草原亚带。属欧亚草原植物区,地带性植被应为草原植被。但由于地形、地貌等造成的水热再分配及土壤条件的差异特别是浑善达克沙地的存在,使区内形成了多样的生境类型和发育在此生境上的植被,从而构成了多种植被类型镶嵌分布的植被复合体。

主要草原植被类型有以羊草(*Leymus chinensis*)、克氏针茅(*Stipa krylovii*)草原为代表的典型草原植被和以赖草(*Leymus secalinus*)、无芒雀麦(*Bromus inermis*)为建群种的草甸草原植被,克氏针茅草原分布在地势平坦的暗栗钙土上,无芒雀麦为建群种的草甸草原一般分布在水分较好的缓坡或高平台上。

该区天然乔木植被广泛发育,以沙地云杉(*Picea mongolica*)、榆树(*Ulmus spp.*)、樟子松、油松主组成的沙地森林植被构成了沙地植被的主体。沙地云杉、樟子松、油松人工栽培,一般是团块状分布,榆树疏林广泛分布在平滩地或坡地的下部。

沙地灌丛也是重要的植被类型,其广泛分布在沙丘的阳坡和沟谷。在半固定沙地上及落沙坡,一些常见以沙地半灌木群落构成植被的主体,以沙竹(*Psammochloa villosa*)、沙生冰草(*Agropyron desertum*)、叉分蓼(*Polygonum divaricatum*)、早熟禾(*Poa pratensis*)等组成的草本植物群落也镶嵌分布在这一生境中。沙地灌丛主要有柠条锦鸡儿灌丛、柳(*Salix spp.*)灌丛、西伯利亚杏(*Prunus sibirica*)灌丛、大果榆(*Ulmus macrocarpa*)灌丛以及由中生灌木山荆子(*Malus baccata*)、虎榛子(*Ostryopsis davidiana*)、山刺玫(*Rosa davurica*)等组成的中生灌丛。低湿地植被是保护区的主要的植被类型,常见类型有以裂叶蒿(*Artemisia laciniata*)、地榆(*Sanguisorba officinalis*)、水茅(*Scolochloa festuacea*)等组成的草原化草甸,以克氏针茅(*Stipa krylovii*)、拂子茅(*Calamagrostis epigeios*)、无芒雀麦(*Bromus inermis*)、羊草(*Leymus chinensis*)、苔草(*Carex spp.*)等分别为建群种的典型草甸,以苔草(*Carex appendiculata*)草甸为代表的沼

泽化草甸,以小香蒲(*Typha minima*)、芦苇(*Phragmites australis*)、狭叶香蒲(*Typha angustifolia*)、水葱(*Scirpus fabernaemontani*)等为建群种的植物群落。

该区现已记录的含 30 种以上的科有禾本科、菊科、蔷薇科、豆科、伞形科,这五大科有植物 231 种。含 10 属以上的科有毛茛科、蓼科、百合科等 8 科,这表明该区植物种多集中在大科集中分布。

2.6 研究区林木资源概况

多伦县林木资源在锡林郭勒草原中是较为丰富的区域之一。主要有生态公益林和商用林两种林。生态公益林以水土保持林、农田防护林、牧场防护林、防风固沙林组成。商用林主要以饲用林、用材林、经济林为主。天然次生林以山杨(*Populus davidiana*)、白桦(*Betula platyphylla*)混交林为主,林下伴生有灌木和半灌木;主要树种有杨树、落叶松、油松(*Pinus tabulaeformis*)、榆树(*Ulmus spp*)等。全县主要灌木树种有旱柳(*Salix cheilophila*)、锦鸡儿(*Caragana spp*)、毛山楂(*Crataegus maximowiczii*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、西伯利亚杏(*Prunus sibirica*)、虎榛子(*Ostryopsis davidiana*)、柄扁桃(*Prunus pedunculata*)、山荆子(*Malus baccata*)、稠李(*Prunus padus*)、欧李(*Prunus humilis*)等。

3 研究方法

3.1 野外调查

2000 年国家紧急启动环北京地区防沙治沙工程,多伦县被国家列入重点治理区。接着,2002 年国家林业局在多伦县建立了荒漠化定位监测站,对荒漠化的发展进行科学的预测、预报,确保幻魔化整体治理工程建设的稳步发展。

多伦县植物资源统计分析进行于 2006 年 7 月至 2008 年 11 月,采取的调查方法是:(1)线路调查:即在调查范围内按不同方向选择几条具有代表性的线路,沿着线路调查,记载植物种类、高度、采集标本、观察生境等。(2)样地调查:在调查范围选择不同地段,按不同的植物群落设置样地,在样地内作细致的调查研究。样地的设置是按不同的环境包括各种地形、海拔、坡度、坡向等拉上工作线,在工作线上每隔一定距离设置样地,样地的大小根据调查的目的、对象而定;草本植物为 1×1(m),灌木为 5×5(m),分别调查记录草本植物和灌木植物的种类、密度、盖度(种覆盖度、总覆盖度)、高度,灌木植物冠幅。

将其地上绿色部分齐地面刈割并分种存放于塑封袋中,带回实验室分别称量其鲜重。然后在 85℃下烘干 24h 称重,得生物量数据。

植被调查结束后,每个样地使用土钻取样,在 105℃烘干 8h 测定土壤含水量,每年 9 月取一次样,每样重复三次,取表层土(深度为 0~10cm),共获得 24 土壤

样本。

3.2 资料收集

查阅内蒙古农业大学标本馆、多伦县草原站相关标本。主要以内蒙古植物志、内蒙古植被、浑善达克沙地种子植物调查报告等作为基准资料,收集并阅读大量参考文献。

通过走访当地政府以及有关部门(档案馆、土地资源网、测绘局等)收集参考图件和资料。所收集的资料为建国以来的人口数,经济效益,土地利用结构等。

3.3 数据处理

用 Excel2003 进行数据的初步整理,应用主成分分析的方法^[49]分析土地利用变化的驱动因素。

4 多伦县植物资源调查

开展野生植物资源价值研究,制定合理的野生植物资源价值,有利于有关方针政策和措施的制定。同时,还能有效地服务于有关野生植物法律诉讼事物,对促进野生植物资源的保护和合理利用,促进我国野生植物资源可持续发展都具有重要意义。本文旨在通过研究该地区植物区系的基本性质、特点和物种特有现象,以期评价该地区资源植物利用和优先保护类别提供基础数据,为植物资源的保护与利用提供科学依据。

4.1 多伦县植物种类

经实地调查和查阅内蒙古植物志(第二版)^[44~48]及多伦县草原站植物标本,本区有种子植物 75 科 258 属 544 种,分别占内蒙古全区野生种子植物总数的 64.1%、39.5% 和 24.6%(表 1)。377300hm² 虽然该地面积不大,仅占全区面积的 0.31%,但植物种类的丰富度还是比较高的。

表1 多伦县植物类群组成与对照

Table.1 The composition and control of plant group in Duolun county

植物类群	多伦县(野生)			内蒙古全区(野生)			多伦县植物占全区%		
	科数	属数	种数	科数	属数	种数	科数	属数	种数
种子植物	75	258	544	117	653	2208	64.1	39.5	24.6
裸子植物	3	5	8	3	7	23	100	71.4	34.8
被子植物	72	240	457	114	646	2185	63.2	37.2	20.9

由表 2 看出，多伦县地区含 15 种以上(含 15 种)的科有 12 科，共计 157 属 309 种，分别占本区种子植物总属数的 64.1%，总种数的 66.5%。

表 2 多伦县种子植物含 15 种以上的科
Tab.2 The families consisting of more than 15 species of seed plant in Duolun county

科名	种数	属数	科名	种数	属数
菊科Compositae	55	27	唇形科Labiatae	17	12
禾本科Gramineae	48	29	蓼科Polygonaceae	16	4
蔷薇科Rosaceae	37	11	百合科Liliaceae	16	6
豆科Leguminosae	34	14	石竹科Caryophyllaceae	15	8
藜科Chenopodiaceae	21	11	十字花科Cruciferae	15	12
毛茛科Ranunculaceae	20	10	伞形科Umbelliferae	15	13

从属所含种数情况分析(表 3)，含 10 种以上的属共有 3 属 39 个种，分别占总属数的 1.2%，总种数的 8.4%；含有 5~9 种的属 5 个，共 36 种，分别占总数的 2.1%和 7.7%；含有 2~4 种的 96 属，249 种，分别占总数的 39.1%和 53.6%；只含 1 种的属 141 属，共 141 种，分别占总数的 57.6%，30.3%。由此可见多伦县地区的只含 1 种的属和少种属占大多数，大属现象不明显，表明其植物区系起源的古老性。

表 3 多伦县种子植物区系属、种组合特征
Tab.3 The character of compact of plant with genera and species in the Duolun county

类别	属数	占全部属%	种数	占全部种%
含10种以上的属	3	1.2	39	8.4
含5~9种属	5	2.1	36	7.7
含2~4种属	96	39.1	249	53.6
只含1种的属	141	57.6	141	30.3

4.2 多伦县野生植物资源

研究野生植物资源具有重要意义,可有效提高人类生活质量,促进社会经济发展,保护生态环境和生物多样性等^[40]。1983年在中国植物学会50周年年会上,吴征镒将植物资源分为5大类,分别为食用植物、药用植物、工业用植物、防护及观赏植物资源、植物种质资源^[50]。本文在分析借鉴各分类系统的基础上,根据不同用途植物资源的数量进行统计和分析。

4.2.1 食用植物资源

多伦县食用资源植物共有 58 科 121 属 192 种，食用植物资源非常丰富。按用途可将食用资源植物分为野生淀粉和糖类植物类、野生油脂植物类、野果植物类、野菜植物类、野生保健饮料食品植物类、蛋白质类、动物饲用类和蜜源植物类等 8 个小类^[49]。由表 4 看出，在多伦县野生食用植物资源中，饲用植物类资源最为丰富，其次为油脂植物类。

表 4 多伦县野生食用植物资源类型

Table.4 Edible plant resources types in Duolun country

类型	科数	占全部	属数	占全部属%	种数	占全部种%
饲用植物类	22	37.9%	67	55.4%	133	67.5%
野果植物类	2	3.4%	3	2.5%	3	1.5%
野菜植物类	5	8.6%	9	7.4%	16	8.1%
蜜源植物	4	6.9%	5	4.1%	7	3.6%
油脂植物类	20	34.5%	31	25.6%	32	16.2%
淀粉和糖类植物	4	6.9%	5	4.1%	5	2.5%
蛋白类植物类	1	1.7%	1	0.8%	1	0.5%

多伦县为农牧交错沙化地区，畜牧业在农村经济中占有重要地位，饲用植物资源状况的好坏严重影响畜牧业的发展。所谓的饲用植物是凡不具有毒性的，直接或经过加工后能用喂养家畜、家禽的植物统称。按饲用植物适口性分为优等饲用植物、良等饲用植物、中等饲用植物、劣等饲用植物、不食植物。其中：优等饲用植物为特别喜食的植物，在草丛中首先挑食；良等饲用植物是喜食的植物，但不从草丛中挑食；中等饲用植物是愿意采食的植物，经常采食，但爱食程度不如前两类，不表现贪食，喜食；劣等饲用植物是不愿采食的植物，牲畜只在个别情况下才采食，不食植物是牲畜根本不采食^[50]。

对多伦县饲用植物水分生态型、生活型及饲用植物品质特征作进一步分析（图 1—图 3），饲用植物的水分生态类型以中生植物为主，生活型是以多年生草本植物为主，其次为一年生植物。依照其品质中等饲用和优等饲用所占的百分比比例较高。草地上分布最多的饲用植物类资源是豆科、菊科及禾本科植物，其次是藜科、蔷薇科、蓼科植物。多为豆科和禾本科植物，对畜牧业经济价值最大。禾本科草类的营养物质含量高，适口性好，所以在提供家畜饲用上，具有特别重要的意义。

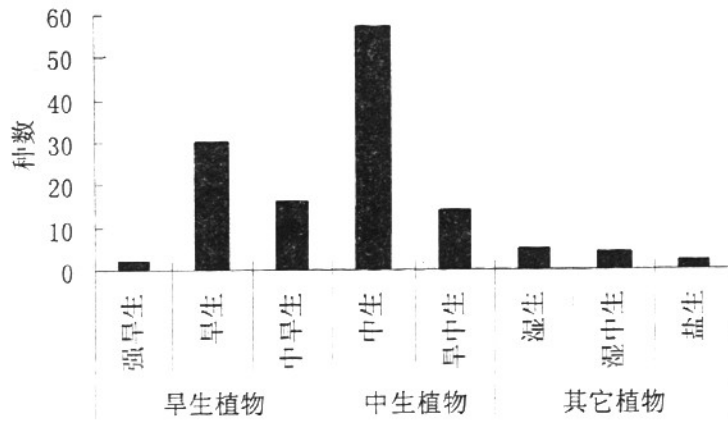


图1 多伦县饲用植物水分生态类型分析

Fig.1 The analysis of fodder plant water ecological types in Duolun country

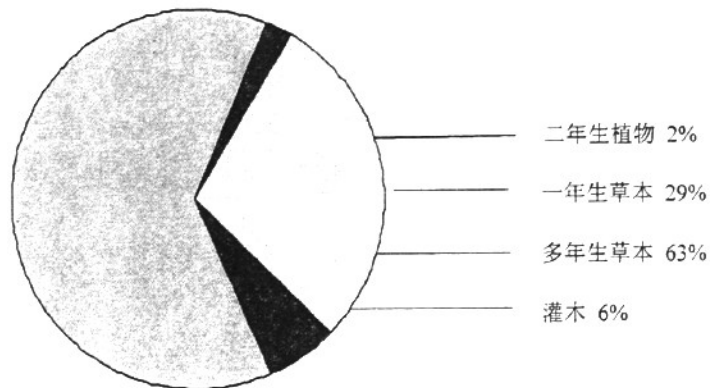


图2 多伦县饲用植物生活型特征

Fig.2 Life style of fodder plant in Duolun country

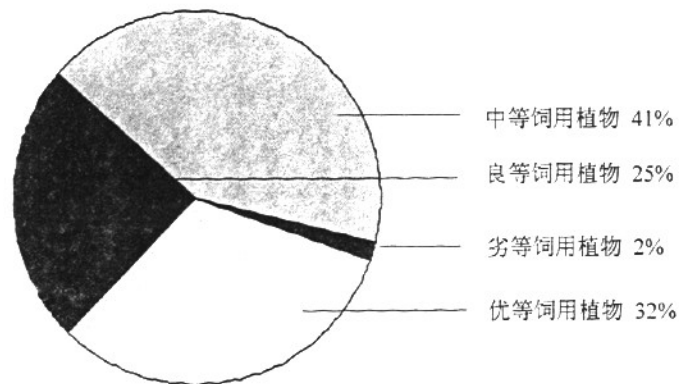


图3 多伦县饲用植物品质特征

Fig.3 Quality characteristics of fodder plant in Duolun country

食用油脂植物类资源 20 科 31 属 32 种,有一定的开发价值和开发潜力。食用油脂是绿色食用油料也是人类食物中不可缺少的主要营养物质,同时不少野生食用油脂植物的种子可加工制作食用油,有些野生物种的种子提炼的食用油,含有人类必需的脂肪酸,是难得的保健油类。同时,食用油脂在食品工业中,可做糖果、饼干的乳化剂。该区主要食用油脂植物有:地肤子(*Kochia scoparia*)、碱蓬(*Suaeda glauca*)、地榆(*Sanguisorba officinalis*)以及豆科植物籽实等。

该区野果植物种类较多,分布较为广泛。山杏、山楂、沙棘、小沙果、枣等。野果中含有大量糖分、有机酸、脂肪、蛋白质、果胶、多种矿物质及维生素等,其营养丰富,很多种类可直接食用。野果通过加工可制成水果罐头、果酱、果汁、果脯、蜜饯、果酒等。有的可熬糖或提取食用色素、维生素等。此外,有些种类还是良好的种质资源及蜜源植物,并可用作庭院绿化及观赏树种。该区主要野果植物有:西伯利亚杏(*Prunus sibirica*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、山楂(*Crataegus pinnatifida*)等。

野菜植物营养丰富,野菜植物有 9 种,具有开发潜力很大的蔬菜资源。该区主要野菜有:野韭(*Allium ramosum*)、山韭(*Allium senescens*)、蒲公英(*Taraxacum monogolicum*)、黄花菜(*Allium condensatum*)、长梗韭(*Allium neriniflorum*)、苣荬菜(*Sonchus arvensis*)、等。

蛋白类植物主要以豆科类植物为主,其籽实蛋白质含量很高,是家畜的很好饲用。豆科、禾本科植物为主,如紫花苜蓿、羊草、芦苇、三叶草等茎叶是上等的蛋白质饲用。此外,各种果类植物的籽仁也是很好的蛋白质资源。

4.2.2 药用植物资源

多伦县药用植物很丰富,共有 69 科、164 属、282 种,为天然的中草药种质资源库。根据入药部位来分析(表 5),全草入药占 48.9%,地下部分入药占 25.5%,其它部分入药所占的比例为 25.6%。全草入药和地下部分入药合占 74.4%,由此可见药用植物的开发利用主要以采挖方式才能获得,着极易造成草场破坏。因此要根据资源状况禁止或合理采挖,可以通过人工栽培技术、快速繁育及建立人工药材基地等方法变资源优势为产业优势。在利用的同时,保护植被,避免生态失去平衡,减少对野生植物资源的压力。

从药用植物的水分生态类型角度来分析,按照植物对水分状况的适应程度分为旱生植物、中生植物、湿生植物、水生植物。旱生植物又分为:中旱生植物、旱生植物和强旱生植物;中生植物又分为:湿中生植物、中生植物和旱中生植物^[50]。

表 5 多伦县药用植物药用部位统计

： Tab.5 Statistics on officinal position of fodder plant in Duolun country

入药部位	科数	属数	种数	占全部种%
全草入药	39	82	138	48.9
根入药	28	38	72	25.5
茎入药	13	19	26	9.2
叶入药	10	12	17	6.0
种子入药	7	9	10	3.6
果实入药	10	14	19	6.8

多伦县处荒漠化草原与典型草原的过渡区，故植被类型复杂，不同的植被类型对水分的适应状况不同，形成了多种与环境适宜的水分生态型。见图 4 看出，多伦县药用植物区系中，旱生植物 62 种，占区系总数的 22%，中生植物 197 种，占 70%。该区系以中生植物为主。

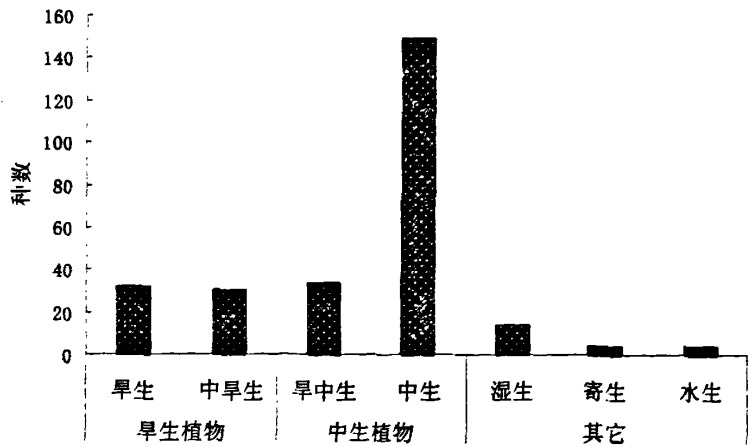


图 4 多伦县药用植物水分生态型统计
Fig.4 Water ecotypes of fodder plants in Duolun

药用植物从生活型的角度来分析，植物的生活型分为乔木、灌木、草本，乔木再分为乔木、小乔木，灌木再分为灌木、半灌木、小半灌木，草本植物再分为多年生草本、二年生草本和一年生草本^[51~53]。多伦县药用植物当中木本植物 27 种，占药用植物总种数的 10%，其中乔木（含小乔木）8 种，灌木（含半灌木、小半灌木）19 种；共有草本植物 244 种，占药用植物总种数的 90%，其中，多年生草本植物占 55%，一年生草本植物为 25%，二年生草本植物为 10%（图 5）。可见，多伦县药用植物当中草本植物占据了重要的地位而木本植物区系占据次要地位。

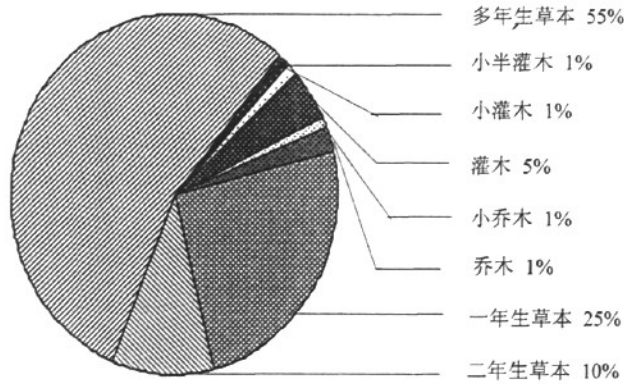


图5 多伦县药用植物生活型特征

Fig.5 Life style of fodder plant in Duolun

4.2.3 防护与观赏植物资源

多伦县防护与观赏用资源植物共有 22 科 35 属 50 种，按主要用途及属性归纳分为防风固沙、改良土壤植物、木材燃烧植物、观赏植物四个小类^[55]（表 6）。

表 6 多伦县防护及观赏植物资源类型

Table.6 Defend and ornamental plant resources in Duolun country

类型	科数	占全部科%	属数	占全部属%	种数	占全部种%
防风固沙植物类	5	22.7%	5	14.3%	7	14.3%
改良土壤植物类	3	13.6%	8	22.9%	11	22.4%
木材、燃料植物	6	27.3%	6	17.1%	10	20.4%
观赏植物	8	36.4%	16	45.7%	21	42.9%

野生花卉植物类、防风固沙植物类资源丰富，可广泛应用于沙区生态环境建设和城市园林绿化。野生植物中有很多物种的花、果美丽，叶形别致，姿态奇特，可用于园林建设及美化环境。花卉植物不仅能够令人赏心悦目，起到观赏、装饰的作用，还可以吸收有害气体净化环境。因此，对野生花卉植物进行引种、驯化及栽培利用是极有意义的，也是创收的重要途径之一。如紫斑风铃草（*Campanula punctata*）、大叶盘果菊（*Prenanthes macrophylla*）、棉花铁线莲（*Clematis macropetala*）、石竹（*Dianthus chinensis*）、金莲花（*Trollius chinensis*）、美蔷薇（*Rosa bella*）、楔叶茶藨（*Ribes diacanthum*）等，

改良土壤植物即绿肥植物一般都是较好的饲用、肥料植物,同时还具有美化环境、保持水土、增加土壤肥力等多种功能。此类植物在促进种植业和养殖业的发展方面有着极其重要的作用。该区主要绿肥植物有:短芒大麦草(*Hordeum brevisubulatum*)、斜茎黄芪(*Astragalus adsurgens*)、扁蓿豆(*Melilotoides ruthenica*) 天蓝苜蓿(*Medicago lupulina*)等。

4.2.4 工业用植物资源

调查表明(表7),多伦县工业用资源植物共有15科31属38种,按用途可将工业用资源植物分为纤维类、鞣质类、芳香油类、植物胶和树脂类等4个小类。

表7 多伦县工业用植物资源类型

Table.7 Industrial plant resources in Duolun country

类型	科数	占全部科%	属数	占全部属%	种数	占全部种%
鞣质类	6	40.0%	14	45.2%	17	44.7%
植物栲胶和树脂类	5	33.3%	9	29.0%	11	28.9%
纤维类	2	13.3%	2	6.5%	3	7.9%
芳香油类	2	13.3%	6	19.4%	7	18.4%

鞣质类植物较多,如蔷薇科、鼠李科、毛茛科、蓼科、大戟科、景天科、桦木科,其次是植物栲胶和树脂,主要鼠李科、蔷薇科、牻牛儿苗科、大戟科、景天科,芳香油类植物是唇形科、蔷薇科、伞形科,纤维植物主要禾本科、亚麻科。

4.3 小结

(1) 多伦县种子植物75科258属544种。分别占内蒙古全区野生种子植物总数的64.1%、37.5%和21.1%,15种以上(含15种)的科有12科,共计157属309种,分别占本区种子植物总属数的64.1%,总种数的66.5%,主要为菊科、禾本科、蔷薇科植物。

(2) 药用植物非常丰富,共有69科、164属、282种,药用植物利用部位以全草入药为主、其次是根入药植物,生活型以多年生草本为主,水分生态类型以中生植物为主,主要利用方式为采挖,因此要根据资源状况禁止或合理采挖,可以通过人工栽培技术、快速繁育及建立人工药材基地等方法减少对野生植物资源的压力。

(3) 食用资源植物共有58科121属192种。其中饲用植物类资源最为丰富,主要以多年生草本植物为主。依照其品质中等饲用和优等饲用所占的百分比比例较高。

(4) 防护与观赏用资源植物共有22科35属50种,防风固沙和改良土壤植物所

占比例为 36.7%，开发利用的比较多，如西伯利亚杏、沙棘、黄柳、羊柴等植物用途具有多重性。观赏植物种类多，但目前尚未开发利用。工业用资源植物共有 15 科 31 属 38 种，主要为蔷薇科、禾本科植物。种类、数量较少，盲目开发利用将造成生态失去平衡，当前以保护为主。

5 土地利用变化驱动力分析

土地利用与土地结构变化是由国际地圈与生物圈计划和全球环境变化人文因素计划(IHDP)联合提出的一个涉及自然和社会科学交叉学科的研究计划^[59-61]，全球环境变化研究的核心领域是土地利用与土地结构变化^[59]。由于土地利用及其土地利用结构变化会对生态环境产生重要影响^[59-60]，因此，研究土地利用变化，对于保护生态环境和促进生态环境的恢复具有重要的理论意义。目前尚无该县土地利用变化方面的研究报道。笔者研究多伦县土地利用变化特征，对进一步探讨引起区域土地利用变化的深层次原因、优化区域土地利用方式、实现区域土地可持续利用有重要的现实意义。

5.1 土地利用数量结构变化分析

由表 1 和图 1 可以看出，2002 年耕地、林地、未利用地、草地是多伦县的主要用地类型，2006 年草地、林地、耕地称为主要用地类型。三者占土地总面积的 95% 以上。2002~2006 年多伦县土地利用结构发生巨大的变化，2006 年土地利用以草地(65%)，林地(18%)，及耕地(14%)为主，水域(1%)、居民点工矿用地(2%)、及未利用地(0%)极小。相比 2002 年，草地增加了 25 个百分点，林地增加了 7 个百分点，耕地比例减小 3 个百分点，未利用地减少了 30 个百分点。这就使得主要用地类型的土地利用格局发生明显改变。

由表 8 可以看出，耕地、水域、未利用土地呈现减少趋势，但前两者减少幅度较大；其它用地都有增加，其中园地增长最快。从各类土地的转变方向来看，明显的特点是：(1)耕地向草地、林地、居民及工矿用地等方向转变，其中，草地和林地所占比重最大，说明土地荒漠化得到了控制。(2)未利用土地向林地牧草地，工矿用地转变明显。(3)工矿用地和交通用地所占林地，牧草地比较显著。土地类型变化给当地经济、生态环境、可持续发展带来了深远的影响。耕地的大面积种植无疑有助于当地经济的发展与人民生活水平的提高，但是耕地面积减少、草地面积增加、林地增加，这种发展是否具有可持续性进一步研究。

表 8 2002 年和 2006 年土地利用结构变化

Tab.8 land use structure change from 2002 to 2006

土地类型	S ₂₀₀₂ (hm ²)	占全面积%	S ₂₀₀₆ (hm ²)	占全面积%	变化量 (hm ²)
耕地	65467	17	52094	14	-13373
草地	150758.1	40	243746.1	65	92988
林地	40197.3	11	65732.9	18	25535.6
居民点及工矿用地	4411.9	1	6107.3	2	1695.4
水域	2747	1	2249.1	1	-497.9
未利用地	114391	30	504.7	0	-113886

5.2 土地利用速度变化分析

土地利用的变化速度由土地利用动态来描述,它对比较土地利用变化的区域差异具有积极的作用。单一土地利用动态可以表达区域一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化速度^[61],其计算公式为:

$$K = \frac{Ub - Ua}{Ua} \times \frac{1}{T} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

式(1)中 Ua , Ub 分别为某种土地利用类型在研究期初和期末的数量, T 为研究时段长。

表 9 土地利用动态度

Tab9 Land use dynamic degree

土地利用类型	耕地	草地	林地	居民点及工矿用地	水域	未利用地
单一动态度%	4.09	12.71	12.34	7.69	-3.63	-19.91

由表 9 可以看出,多伦县土地利用类型中增加的是草地、林地、居民点及工矿用地,增加速度分别为 12.34%、12.71%、7.69%,其中草地与林地增长最快;而耕地、水域、未利用地减少,其中未利用地减少速度最快为 19.91%。2002 至 2006 年多伦县各地类变化速度最快的是草地、林地、未利用地,这一结果直接反映了退化植被修复得到一定的成果。随着经济的发展、城市规模的扩大,各种建设用地、居民用地迅速增加。与此相应的是耕地和未利用地的减少,因此草地、林地与未利用地及耕地呈负相关。这一变化特征正好反映了退耕还林还草之后,未利用地逐渐被利用(飞播、人工种草),使草地、林地面积增加。这是由于近年来京津风沙源区退化植被的修复和风蚀沙化草地防护,使草地退化和风蚀沙化得到有效控制,不断扩大退耕还林还草面积。由于多伦县水系变化不大,池塘水面的增减大体平衡,水域用地整体上变化速度很小。

5.3 土地利用变化的驱动力分析

自然因素和人为因素是引起一个地区土地利用变化的因素。自然因素在短期内变化较小,对土地利用变化的影响也很小。本研究区域所涉及到的时间尺度短,自然环境因素如气候、地形等变化不大,因此主要分析人为因素,即社会经济因子与土地结构利用变化的关系。

5.3.1 人口的增长

最基本的土地利用变化驱动力是人口增长,因为人口的增长必然会增加对粮食、住房以及公共设施的需求,从而导致建设用地扩张。建设用地、公共设施等的增加直接造成了优质耕地的减少,而耕地的扩张又导致了植被的减少,进一步造成对有林地等植被的破坏,使其水土保持能力降低土地沙漠化,从而加速生态环境的恶化,生态环境的破坏^[62]。多伦县建国以来人口增长比较迅速,从1949年人口数3.37万人增长到1999年的10.33万人,在50年间人口增长了2.06倍(如图6)。人口密度由解放前的8.9人/hm²变化为2002年的26.6人/hm²。人均耕地由1949年的0.16hm²/人,减少到2002年的0.05hm²/人。因而对土地利用产生很大的压力。

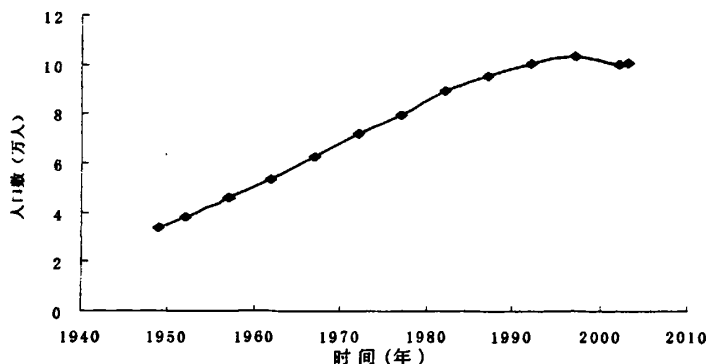


图6 多伦县建国以来人口变化情况

Fig.6 Situation of population variation since the foundation of country in Duolun country

5.3.2 经济效益的驱使

土地资源是一个自然人文巨系统。土地利用结构变化同时受到社会、自然、经济等众多因素的影响^[63~64]。自然因素在短期内变化较小,对土地利用变化的影响也很小。

人文因素会引起土地资源开发利用规模和强度的变化,从影响土地利用变化的人文因素选择了人口、农业、牧业、种植业、林业、渔业、工业、建筑业等8个指标(表10)分析人类活动与土地利用之间的耦合关系。

在SAS9.0统计软件中,采用主成分分析法(PRINCOMP),并应用“最大方差正交旋转法”旋转后的前3个因子的累积贡献率达97.39%,表明前3个因子是主要因子。

因此, 这个因子能较全面的反映并代表影响土地利用变化的驱动因素。

第一因子(PRINI1)的方差贡献率达 58.21%, 其中农业 (X2)、牧业 (X3)、种植业 (X4) 等 3 个变量在 PRINI 的系数较大, 表明第一主成分值大时上有较大的正载荷, 与 PRINI1 成正相关; 工业 (X7)、建筑业 (X8) 上有较大的负载荷, 与 PRINI1 呈负相关。这些变量主要是人口因素、农业、牧业和种植业, 故认为 PRINI1 是这些因素的代表, 且是影响土地利用变化的主要因子。

第二因子 (PRINI2) 的方差贡献率 22.70%, 其中人口 (X1) 和工业 (X7) 的系数较大, 与 PRINI2 成正相关; 林业 (X5)、建筑业 (X8) 上有较大的负载荷, 与 PRINI2 呈负相关。这些变量主要是人口因素、工业, 故认为 PRINI2 是这些因素的代表, 反映了人口、建筑业对土地利用变化的影响。

第三因子 (PRINI3) 的方差贡献率 16.48%, 林业 (X5) 的系数较大, 与 PRINI3 成正相关; 反映了林业对土地利用变化的影响。

表 10 土壤驱动因子的主成分分析

Principal component analysis of soil driving factor

特征向量 Eigenvectors	第一主成分 The first PCD	第二主成分 The second PCD	第三主成分 The third PCD
人口	-0.3542	0.3682	0.3471
农业	0.4587	-0.0092	0.1075
牧业	0.3947	-0.3581	-0.1647
种植业	0.4613	-0.0143	0.0653
林业	0.2047	0.3400	0.6657
渔业	0.2280	0.5810	-0.2180
工业	-0.0730	-0.5230	0.5704
建筑业	-0.4431	-0.0954	-0.1436
特征根	4.6565	1.8161	1.3184
累计贡献率	0.5821	0.8091	0.9739

5.4 小结

通过对多伦县近几年土地利用变化数据分析, 结果表明:

(1) 土地利用幅度有很大变化。2002 至 2006 年末利用地减少 99.6%、耕地减少 20.0%、水域用地减少 18.1%, 草地增加 61.7%、林地增加 63.5%、居民点及工矿用地增加 38.4%, 未利用地、草地、林地变化幅度较大。反映出当地加强退耕还林还草政策, 具有植被恢复良好的趋势。土地类型变化给当地经济、生态环境、可持续发展带来了深远的影响。不同土地类型对于提高生态环境条件, 稳定农业生产, 促进畜牧业进一步发展等方面, 以及带来的多种经济效益都具有积极的推动作用。通过林地、草地面积增加固定沙丘、改良土壤结构, 使部分沙地可以种植农作物, 同时还可以发展

畜牧养殖业,使年劳动力平均收入提高。耕地的大面积种植无疑有助于当地经济的发展与人民生活水平的提高,但是耕地面积五年减少 20.0%、草地面积增加 61.7%、林地增加 63.5%,这种发展是否具有可持续性进一步研究。

(2) 通过不同土地利用类型的动态度分析,各类用地面积年变化率由大到小的顺序是未利用土地、草地、林地、居民点工矿用地、耕地、水域。各地类的变化速度直接反映了多伦县生态建设和经济水平的快速发展。

(3) 通过对土地利用驱动模型的构建,对多伦县的土地利用驱动因子进行了定量分析,结果表明,经济政策性因子和人口因子是多伦县土地利用变化的主要驱动力。人类活动对该区域的土地利用覆被变化产生了强烈的影响。其中,政策引导是其强有力的驱动因子。

6 人工植被修复效果研究

治理土地沙漠化国内外大多以种植人工植被为根本措施重建沙漠生态系统。固沙区的人工植被是干旱区生态系统中的重要组成部分,人工植被与大气、降雨量、环境因子之间有着密切的联系,并且研究干旱区人工植被群落结构及动态是保证其可持续发展的前提和基础^[60],所以植被群落的种类、组成、结构及其与土壤、水分条件等因子的关系一直都是生态学研究的前沿领域,具有重要的学术意义和研究价值。

6.1 人工植被组成与结构

6.1.1 群落的组成

人工植被建立以后,稳定的沙面上不断地截留大气中的尘土,细粉物质越积越厚,再加上植物的枯枝落叶,经微生物的分解作用,使贫瘠的沙地有了肥力,有利于草本植物和隐花植物的生长发育。因此大量的隐花植物和草本植物侵入到人工植被区中,使人工植被区中的植物种类日渐丰富,而且具有固沙植被年龄越大,物种组成越多的特点。

流动沙丘地区通过生物沙障经过7年演变,沙地由流沙、半固定沙地向固定沙地转变,草本植物逐渐入侵,并且植物种类越来越多。不同年龄固沙地植被种类组成的差异,显示出该地区植被的演变进程(表1)。

人工植被建立之初,流沙上只有少量散生的沙蓬(*Agriophyllum pungens*)、差巴嘎蒿(*Artemisia halodendron*),2002年的固沙植被区开始出现实等可在半固定沙地上生长的植物;随着人工植被固沙年度的增长,它们逐渐退出,被画眉草(*Eragrostis minor*)、雾冰藜(*Bassia dasphylla*)等适合在固定沙地上生长的植物所代替,年限越长的固沙植被区中,植物的种类越丰富。

表11 人工植被固沙区不同年度植物种类比较

Tab.11 Comparison of plant species among the fixing sand areas of the different planting yeers

	2000年	2002年	2004年	2006年
植物种数	2	6	7	11
植物种类	沙蓬、差巴嘎蒿	黄柳、羊柴、花棒、沙蓬、虫实、差巴嘎蒿	黄柳、花棒、羊柴、差巴嘎蒿、猪毛菜、砂珍棘豆、虫实	黄柳、花棒、羊柴、差巴嘎蒿、猪毛菜、砂珍棘豆、沙蓬、羊草、无芒雀麦、雾冰藜、画眉草

6.1.2 群落的垂直结构特征

通过不同年度2000年为对照2002年、2004年、2006年对固沙植被的调查分析,我们得知固沙区建立后,随着一年生植物开始入侵、繁衍、定居,使群落结构趋于复杂,固沙植被可分为灌木片层、草本片层及结皮层。

灌木片层的组成种是黄柳 (*Salix integra*)、花棒 (*Hedysarum scoparium*)、羊柴 (*Hedysarum laeve*)、差巴嘎蒿 (*Artemisia halodendron*) 等灌木植物,现阶段黄柳沙障区的优势种为黄柳 (*Salix integra*)、飞播区的优势种为花棒 (*Hedysarum scoparium*),这是因为人工植被栽植初期防风效果好,不易被沙埋,随着植被区生物结皮的加厚,深沙层水分得不到补充,深根层的灌木在老固沙区逐渐衰退^[66],黄柳的寿命较短,一般在5年左右,并且由于花棒种子的萌发和生长又对降雨的时间和强度有强烈的依赖等原因,导致它们都无更新能力或更新机会,因此面积为13hm²、共计12600株的黄柳沙障区面临的开发利用。

草本片层的组成种为一年生草本植物,如画眉草 (*Eragrostis minor*)、雾冰藜 (*Bassia dasyphylla*)、狗尾草 (*Setaria viridis*)、沙蓬 (*Agriophyllum squarrosum*) 等优势种为画眉草。沙蓬多生长在流动沙丘上,而雾冰藜生长于半固定和固定沙地的早期阶段,画眉草 (*Eragrostis minor*)、狗尾草 (*Setaria viridis*)、羊草 (*Leymus chinensis*) 等生长于生物结皮较厚、水分条件较好的地方。

最初的结皮层是人工生成的,结皮层平均盖度为35%、厚度为0.5cm~2.0cm。生物结皮耐旱,干旱时呈休眠状态保持土壤水分,凡有降雨量就能恢复生机^[67~68]。现在,人工植物群落由灌木植物、草本植物、生物结皮3个片层组成的共同作用,起着良好的防风固沙作用。有的学者认为灌木植物、草本植物、生物结皮3个片层结构是合适的^[69],稳定的人工灌木群落为草本植物的定居提供了良好生长环境,同样草本植物的地上部分枯死后增加土壤肥力植物生长有利。

6.1.3 群落的水平结构特征

一般来说,群落内部形成群落镶嵌性的主要原因是环境因子土壤湿度、地形、群落小气候等的不均匀性而定^[66]。下面以2005年、2006年、2007年、2008年等不同年度和不同人工措施黄柳沙障区和飞播区,用灌木植物和草本植物的盖度和密度两个指标,说明该地区人工植被的群落水平结构特征。

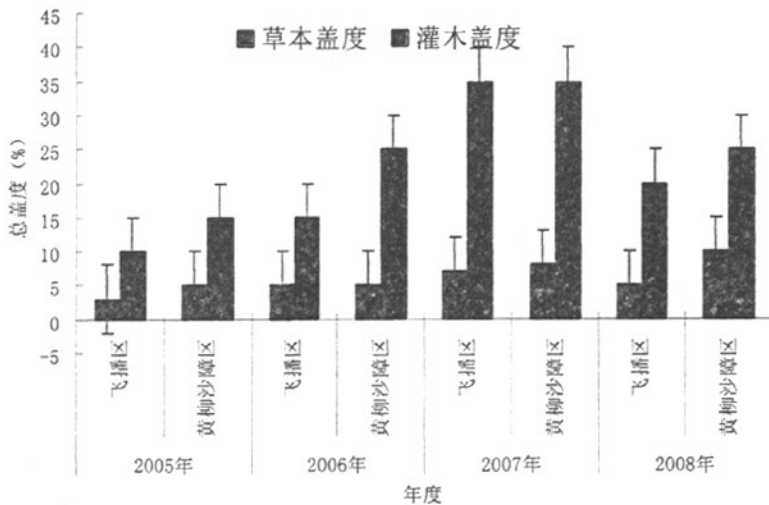


图7 不同年度不同人工措施灌木和草本盖度

Fig.7 The coverages of Shrubs and herbs in the fixing sandareas of the different planting years

从图7看出,随着人工植被年限的不断增长,不同人工措施(黄柳沙障区、飞播区)灌木植物的平均总盖度在逐渐增长,2007年灌木平均盖度最高,均为35%;但2008年具有减小的现象。这主要是灌木植物随着固沙年限的增加灌木生长开始出现衰退所致,黄柳沙障是2002年实施,黄柳为平均5年平茬一次,从第二年开始生长旺盛。对草本植物来说,随着人工植被年龄的不断增长,草本植物的平均总盖度也在逐渐增长,这与灌木植物的情况刚好相反。草本植物的侵入目前说明流动沙丘变成固定沙丘,但经6年的固沙时间,草本植物生长是否稳定在沙丘尚需进一步研究。从图8看出,灌木的平均密度随着人工植被年龄的增加变化不明显,而草本植物的平均密度人工植被建设年限7年,随着人工植被年龄的增加呈上升趋势。

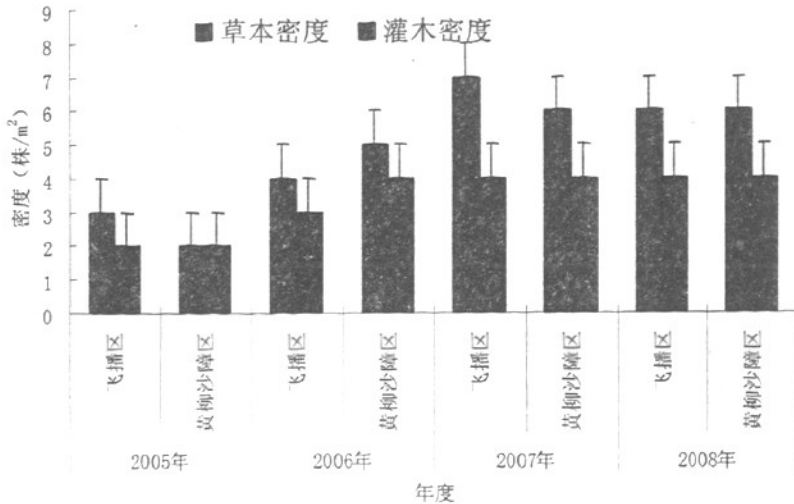


图 8 不同年度不同人工措施灌木和草本植物密度

Fig.8 The density of shrubs in fixing sand areas of the different planting years

6.2 土壤含水量与人工植被的关系

在干旱环境条件下,水是影响环境变异的最重要因子之一^[66]。特别是干旱、半干旱区,植物生长的最大限制因子是水分分布状况,直接影响到沙地退化生态系统的恢复与重建^[70]。所以本研究将土壤含水量与人工植被群落特征联系起来,讨论两者之间的相互关系。

6.2.1 不同固沙年限土壤平均含水量情况

由于植被地上覆盖方式、植物种类、数量、根系的数量及其分布、气候等因素的不同,使得降雨后的土壤含水量不同。从图9看出,不同固沙年限不同人工措施土壤含水量趋势如下:飞播区和黄柳沙障区的土壤含水量变化相似,随着固沙植被年龄的增长,沙层土壤水分状况逐渐恶化。栽植时间越长,沙层含水量越低,即2005年土壤含水量高于2006年土壤含水量,2007年土壤含水量低于其它年限,由于2008年9月测土壤含水量时下了小雨,土壤含水量显著提高。黄柳沙障区土壤含水量大于飞播区土壤含水量。通过不同固沙年限人工植被的土壤含水量与固沙龄的线性计算得知:从2005年到2007年的3年固沙人工植被区沙层水分随着人工植被建立时间的延长而线性减少,而且飞播区它们之间的相关系数达到0.958,黄柳沙障区它们之间的相关系数达到0.9815。

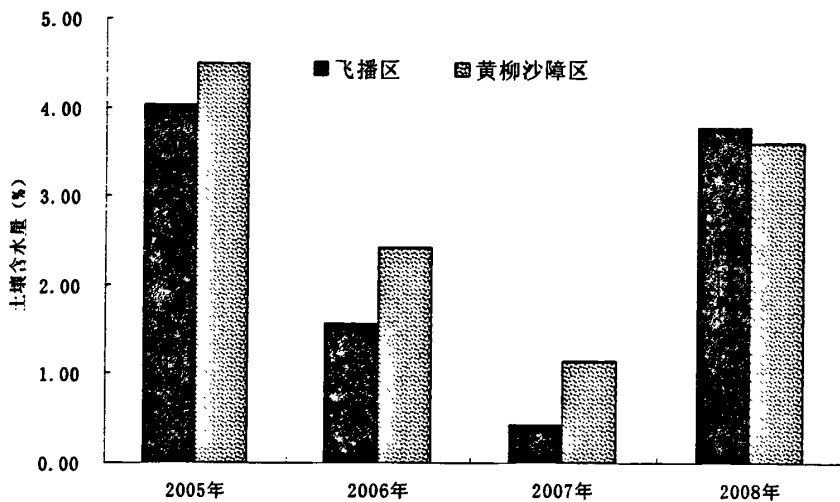


图9 不同年限不同人工措施固沙区平均土壤含水量

Fig.9 The average of soil water in different sand fixing areas

6.2.2 不同固沙年限土壤含水量与植物群落特征的关系

人工植被区中土壤含水量很大程度上影响固沙区植物的生长状况。随着固沙年限的不断增长,沙层土壤水分状况逐渐恶化(图9),致使最初栽植的高大灌木逐渐衰退,灌木的盖度、密度及生物量随固沙年限的增长呈上升趋势(图7,图8)。

同时,图10—图15看出不同人工措施固沙区浅层土壤含水量与灌木和草本植物的总覆盖度、密度及生物量关系密切。土壤含水量随着群落的向演替而逐渐减少,群落覆盖度、密度及生物量逐渐增加,且土壤含水量对植被群落特征产生重要影响。覆盖度、密度及生物量反映了植被群落演替和更新的能力。经计算,不同年度土壤含水量与两种人工措施灌木总覆盖度的相关系数分别为0.989和0.9701,与黄柳沙障区草本盖度的相关系数为0.7965,与飞播区灌木密度和生物量的相关系数为0.989,与黄柳沙障区灌木生物量0.4019,随土壤含水量的降低灌木总覆盖度、飞播区灌木密度及黄柳沙障区灌木生物量呈乘幂关系增加;不同年度土壤含水量与飞播区草本植物的总覆盖度、密度及生物量的相关系数分别为0.958、0.7357、0.8055,黄柳沙障区灌木和草本植物密度的相关系数大于0.9663,与生物量的相关系数为0.955,随土壤含水量的降低飞播区草本植物的总覆盖度、密度及生物量和黄柳沙障区灌木和草本植物密度及生物量呈线性关系增加,呈负相关。

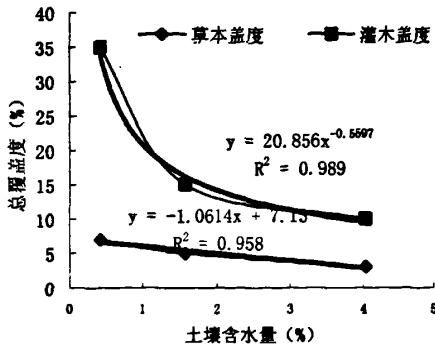


图 10 飞播区土壤含水量与总盖度相关性

Fig.10 Relationship between soil water and total coverage in aerial seeding

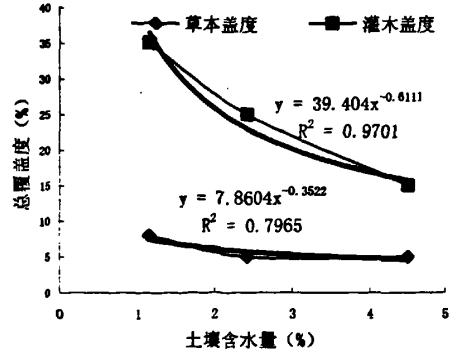


图 11 黄柳沙障区土壤含水量与总盖度相关性

Fig.11 Relationship between soil water and total coverage in sand barrier area of yellow willow

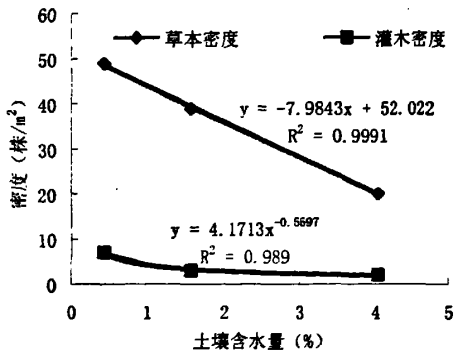


图 12 飞播区土壤含水量与密度相关性

Fig.12 Relationship between soil water and density in aerial seeding

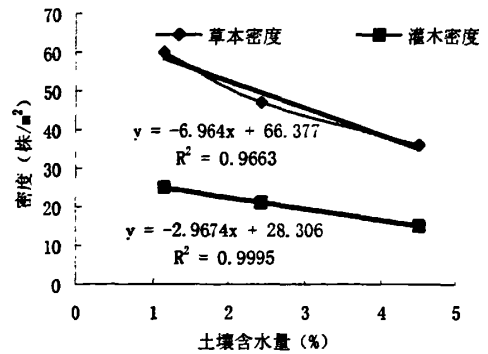


图 13 黄柳沙障区土壤含水量与密度相关性

Fig.13 Relationship between soil water and density in sand barrier area of yellow willow

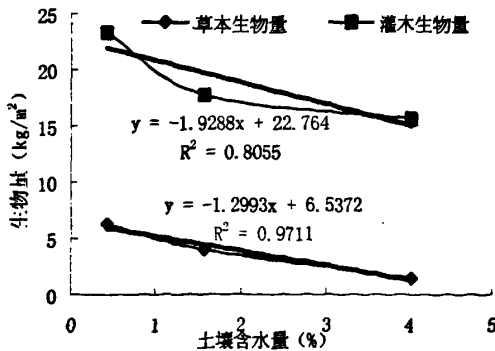


图 14 飞播区土壤含水量与生物量相关性

Fig.14 Relationship between soil water and biomass in aerial seeding

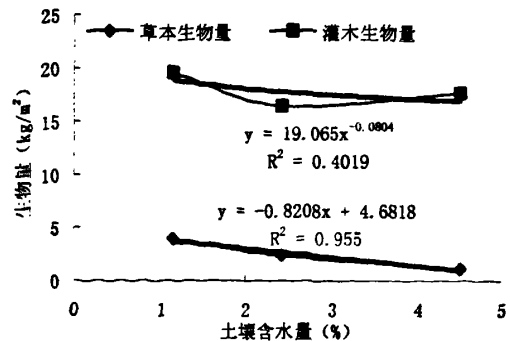


图 15 黄柳沙障区土壤含水量与生物量相关性

Fig.15 Relationship between soil water and biomass in sand barrier area of yellow willow

6.3 小结

(1) 人工植被修复的建设进行使沙地区域得到了改善, 为一年生为主体的植物多样性造成了条件。随着年限的增长, 植物种类增加, 在植物多样性的组成中, 人工栽植的灌木种逐渐退出, 而一年生的草本植物所占的比例增大。人工植被在种的组成上渐趋于一个动态平衡状态, 这与沙地表面结皮的增厚, 土壤水量降低, 深根系的灌木受到限制有关。

(2) 灌木片层的组成种是黄柳、花棒、差巴嘎蒿等灌木, 现阶段优势种为黄柳、花棒。草本片层的组成种为一年生草本植物, 如画眉草、雾冰黎、羊草等, 草本片层的优势种为画眉草、羊草。随着人工植被年龄的不断增加, 灌木植物的密度和覆盖度在逐渐下降; 而草本植物刚好相反, 随着人工植被年龄的不断增加, 密度和覆盖度也在逐渐上升。

(3) 不同固沙年限植物群落特征的变化影响土壤含水量, 人工植物群落在几年的演替变化后成为稳定植物群落, 植物密度、盖度等明显较大, 增加土壤水分的蒸发量降低, 土壤含水量增加。

(4) 随着固沙年限的增加, 沙层土壤水分状况逐渐恶化, 人工植被区沙层水分与人工植被建立时间呈明显的负相关。这可能与植物根系对土壤水分的利用有关, 栽植时间长的固沙区由于深根系灌木对土壤水分的利用, 沙层含水率降低, 而土壤水分状况的恶化又直接作用于灌木的生长, 使其间灌木盖度降低。并且, 土壤含水量与灌木、草本植物盖度、密度及生物量的相关性多数超过90%, 证明了土壤含水量与植物生长的密切关系。

7 围栏禁牧对退化草场植物群落特征的影响

围栏禁牧作为一种主要的草场恢复和重建措施已为世界各国广泛采用^[71~72]。国内外关于封育措施对沙地植被恢复影响的研究表明, 封育措施有利于增加植物群落的生物多样性^[73~74], 可以提高植物群落生产力和植物结实^[75~76]。通过退化草场围栏内外群落特征和生物量进行了对比分析, 力求反映京津风沙源工程实施以来草场围封的效果, 从而为半干旱区沙地退化草场生态系统中植被恢复的研究提供可供参考的依据。

7.1 植物区系组成变化

本试验设置在国家林业局多伦县荒漠化定位站的五七大学 (Wu Qi University) 样地。选取了地形平坦一致的围栏内外样地, 样地间用铁丝网隔开, 其中围封区采用铁丝网围栏, 完全排除野生动物和家畜的采食, 围栏外采用当地居民传统的放牧方式。依据样方调查 (见表 12), 共有植物 9 科 22 属 26 种, 其中禾本科植物最多 (见表 13)。围栏内外相比, 围栏内包括 8 科 14 属 15 种, 围栏外包括 7 科 19 属 23 种, 围栏内独

有植物为 6 科 10 属 11 种, 围栏外独有植物为 6 科 11 属 13 种。在菊科、藜科、豆科和禾本科当中, 4 年围栏外的植物种数为 23 种, 围栏内为 15 种, 围栏外植物种数大于围栏内。这是由于围栏内重复的植物种类多以多年生植物为主, 形成稳定的植物群落, 围栏外每年出现的植物种类不同, 半生植物以一年生植物为主, 因此形成不稳定的植物群落。

表 12 不同年度植物区系组成

Tab.12 Floristic composition for different years

类别	年度	围栏内外 共有的植物	围栏内 共有植物	围栏外 共有植物	围栏内 独有植物	围栏外 独有植物
科	2004 年	6	4	5	3	3
	2005 年	7	6	3	2	5
	2006 年	6	6	4	1	4
	2007 年	7	5	7	6	3
	4 年合计	9	8	7	6	6
属	2004 年	10	6	5	3	3
	2005 年	13	10	6	2	6
	2006 年	9	8	5	1	4
	2007 年	15	11	9	6	6
	4 年合计	22	14	19	10	11
种	2004 年	11	7	6	3	4
	2005 年	14	11	6	2	7
	2006 年	9	8	5	1	4
	2007 年	17	13	9	6	8
	4 年合计	26	15	23	11	13

表 13 草本植物名录

Tab.13 The herbage species listing

科名	属名	种名	种拉丁名
禾本科	白茅属	白茅	<i>Imperata cylindrica</i>
	冰草属	冰草	<i>Agropyron cristatum</i>
	狗尾草属	狗尾草	<i>Setaria viridis</i>
	芨芨草属	芨芨草	<i>Achnatherum splendens</i>
	赖草属	赖草	<i>Leymus secalinus</i>
	雀麦属	无芒雀麦	<i>Bromus inermis</i>
	隐子草属	糙隐子草	<i>Cleistogenes squarrosa</i>
	马唐属	止血马唐	<i>Digitaria ischaemum</i>
菊科	蒿属	冷蒿	<i>Artemisiafrigida</i>
		油蒿	<i>Artemisia ordosica</i>
		猪毛蒿	<i>Artemisia scoparia</i>
		大籽蒿	<i>Artemisia sieversiana</i>

	狗娃花属	狗娃花	<i>Heteropappus hispidus</i>
	蓝刺头属	蓝刺头	<i>Echinops</i>
			<i>sphaerocephalus</i>
豆科	扁蓿豆属	扁蓿豆	<i>Melissitus rutenica</i>
	锦鸡儿属	锦鸡儿	<i>Caragana sinica</i>
	棘豆属	砂珍棘豆	<i>Oxytropis psamocharis</i>
藜科	猪毛菜属	猪毛菜	<i>Salsola collina</i>
	虫实属	虫实	<i>Corispermum</i>
			<i>hyssopifolium</i>
	藜属	刺藜	<i>Chenopodium</i>
			<i>aristatum</i>
		尖头叶藜	<i>Chenopodium</i>
			<i>acuminatum</i>
蔷薇科	地蔷薇属	地蔷薇	<i>Chamaerhodos erecta</i>
唇形科	百里香属	百里香	<i>Thymus vulgaris</i>
莎草科	苔草属	苔草	<i>Carex tristachya</i>
石竹科	繁缕属	二柱繁缕	<i>Stellaria media</i>
鸢尾科	鸢尾属	细叶鸢尾	<i>Iris tenuifolin</i>

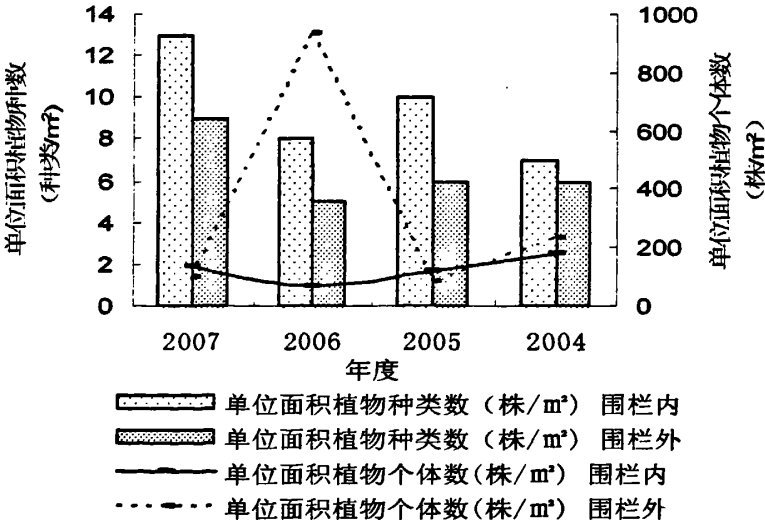


图16 围栏内外不同年度单位面积植物种类数及单位面积植物数

Fig.16 Comparison of plant species and plants quantity of unit area under two measures and four years

从单位面积植物个体数来看（见图 16），围栏内变化幅度显示“一”字型，而围栏内则显示倒“V”字型，这是由于牧畜适口性差植物能在围栏外良好生长、有较大盖度的缘故。

从单位面积植物种类数来看，各年度围栏内植物种类数均大于围栏外。原因为围栏外

长期的过度放牧和人为等因素的干扰,致使原生植被的立地条件变差,土壤沙化,导致一些适口性的植物退化、消失,取而代之的是一些适口性差的植物,其耐践踏、种类少、个体数多。

7.2 植被特征的分析

7.2.1 围栏内外植物高度变化

围栏内由于未受到家畜采食,植株得到了充分生长发育,能够开花、结实,完成生育周期,植株高度明显增加;围栏外由于家畜频繁采食,嫩绿枝叶被大量啃食,植物有机质积累减少,植株变矮,牧草营养生长受到严重影响,很难进入生殖生长阶段。围栏内与围栏外植物高度相比,2004年增加45.8%,2005年增加259.4%,2006年增加660.2%,2007年增加675.3%,4年平均增加410.2%,年高度增加幅度呈上升趋势。年度间相比,围栏内植物生长高度前三年呈增长趋势(见图17)。

7.2.2 围栏内外植物盖度变化

围栏禁牧后,植株得到了正常生长发育,根茎上新生枝条增多,单株变大。从第二年开始,植物种类增加,出现了糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa*)、白茅(*Imperata cylindrica*)、虫实(*Corispermum hyssopifolium*)、赖草(*Leymus secalinus*)、苔草(*Carex tristachya*)、止血马塘(*Digitaria ischaemum*)等植物,盖度明显增加。围栏内盖度由2004年的30%提高到2005年的35%,2006年的50%,由于2007年降水量比2006年低,因此2007年的盖度40%。围栏内与围栏外植物盖度相比,2004年增加275.0%,2005年增加350.0%,2006年增加525.0%,2007年增加437.5%,4年平均增加396.9%。总的来看呈逐年增加趋势。围栏外由于放牧影响,植被稀疏,植株矮小,牧草株丛直径得不到扩展,反而由于过度啃食的结果,呈逐年减小的趋势,致使盖度降低,变化幅度5%到8%之间。(见图18)

7.2.3 围栏内外地上生物量变化

地上部分生物量的变化幅度在围栏内为 $51.6 \sim 161.6 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$,在围栏外为 $42.8 \sim 73.6 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。围栏内地上生物量呈逐年增加趋势,2005年增加92.2%,2006年增加213.2%,由于2007年降水量低于2006年,因此2007年增加199.2%,4年平均增加126.2%。围栏外地上生物量呈波动降低趋势,2006年风调雨顺植物长势比较好,因此2006年增加趋势。(见图19)

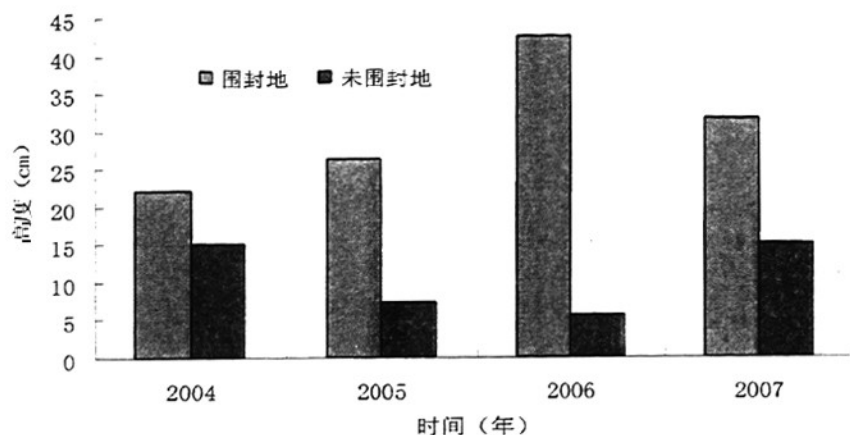


图 17 围栏内外植物高度

Fig.17 Grass height variety in and out of the fencing condition

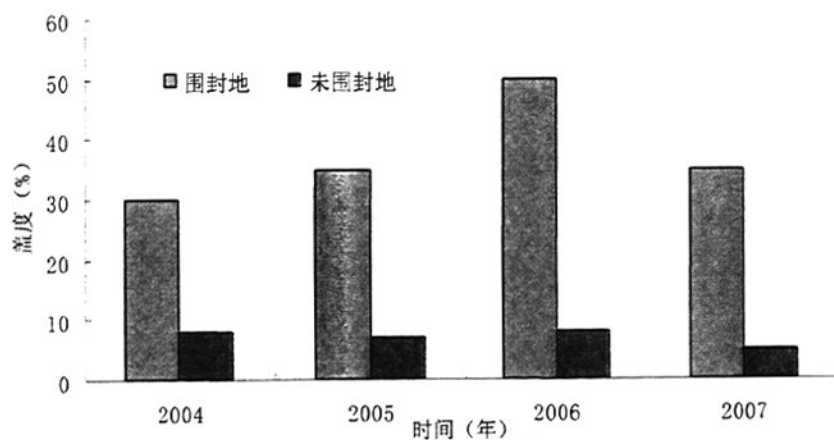


图 18 围栏内外植盖度

Fig.18 Community coverage in and out of the fencing

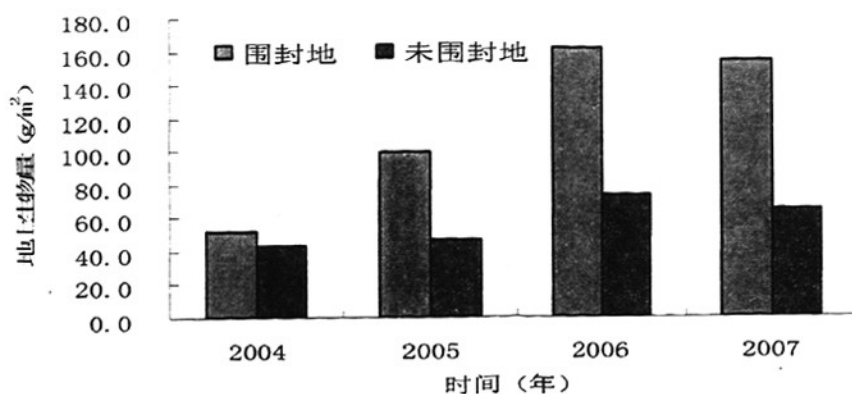


图 19 围栏内外地上生物量

Fig.19 Aboveground biomass in and out of the fencing

7.2.4 围栏内外植被生活型

从植被生活型来看(见表 14),围栏内以多年生草本植物为主(66.67%和 77.78%),围栏外一年生草本植物为主(80%和 57.14%)。

表 14 围栏内外生活型所占比例(%)

Tab.14 Vegetation features and their proportion for different exclusion measures (%)

生活型	围栏内		围栏外	
	2004	2007	2004	2007
多年生草本	66.67	77.78	20.00	42.86
一年生草本	33.33	22.22	80.00	57.14

7.2.5 围栏内外植物的饲用价值

从饲用价值来看(见表 20),通过几年的围栏禁牧围栏内饲用价值优良的牧草由 2004 年的 28.57%增加到 2007 年的 32.77%,而适口性差的牧草减少 2004 年的 18.57%减少到 2007 年的 15.38%,围栏外恰恰相反,饲用价值优良的植物由 2004 年的 14.86%减少到 2007 年的 11.11%,而适口性差的牧草由 2004 年的 35.14%增加到 2007 年的 44.44%。由于放牧抑制一些放牧价值高的植物种的侵入,促进了一些适口性较差的植物种的再生。

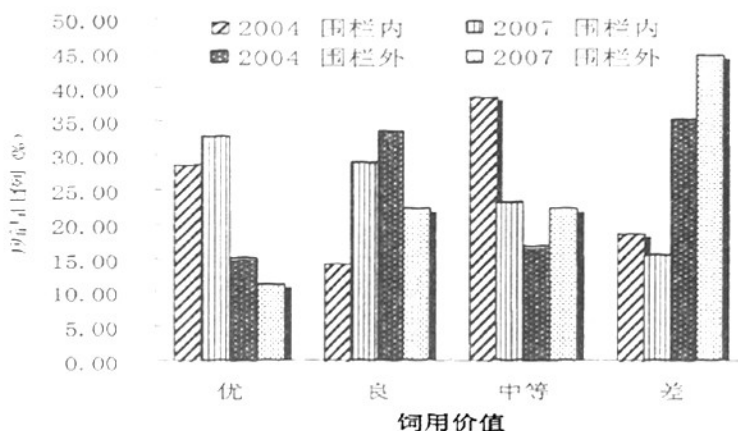


图 20 围栏内外不同牧草饲用价值的所占比例

Fig.20 The proportion of feeding value of different grazing in and out of the fencing

7.3 小结

- (1) 四年围栏使植被高度、盖度、生物量分别平均增加 410.2%、396.9%、126.2%。
- (2) 植被生活型从围栏年限来看,围栏内以多年生草本为主,围栏外以一年生

草本为主。

(3) 通过四年围栏, 围栏内饲用价值优等牧草和良等牧草增加 4.2%、5.6%, 而中等及差等牧草减少 7.2%、2.1%, 围栏外饲用价值优等牧草和良等牧草减少 4.6%、9.8%, 而中等及差等牧草增加 4.1%、7.4%。

(4) 围栏禁牧对群落的物种组成及盖度、高度、地上生物量具有显著影响。

8 结论

(1) 多伦县共有种子植物 75 科 245 属 544 种。按用途分为食用资源植物、药用资源植物、工业用资源植物、防护及观赏资源植物共四大类。食用资源植物共有 58 科 121 属 192 种, 药用植物共有 69 科、164 属、282 种, 防护与观赏用资源植物共有 22 科 35 属 50 种, 工业用资源植物共有 15 科 31 属 38 种。

(2) 围栏地区优良饲用植物出现率较高, 经常放牧草场以中等饲用植物为主, 因此建议季节性围栏、轮流围栏, 以此提高退化草场的放牧利用价值。

(3) 利用药用植物时根据资源状况禁止或合理采挖, 可以通过人工栽培技术、快速繁育及建立人工药材基地等方法减少对野生植物资源的压力。

(4) 防护与观赏用资源植物野生花卉植物及防风固沙植物最为丰富, 对野生花卉植物进行引种、驯化及栽培利用是极有意义的, 也是创收的重要途径之一。

(5) 工业用资源植物种类、数量较少, 盲目开发利用将造成生态失去平衡, 当前以保护为主。

(6) 通过对土地利用驱动模型的构建, 对多伦县的土地利用驱动因子进行了定量分析, 结果表明, 经济政策性因子和人口因子是多伦县土地利用变化的主要驱动力。人类活动对该区域的土地利用覆被变化产生了强烈的影响。其中, 政策引导是其强有力的驱动因子。未利用地、耕地向草地、林地、居民及工矿用地等方向转变, 其中, 草地和林地所占比重最大, 说明土地荒漠化得到了控制。

(7) 多伦县人工植被修复使沙地生态环境得到了改善, 沙地由流动、半流动沙地向固定沙地转变。但生态恢复后植物资源只有生态效益, 没有经济效益。

(8) 围栏禁牧对群落的物种组成及盖度、高度、地上生物量的影响显著。

致 谢

本论文是在尊敬的导师蓝登明教授、胡小龙副研究员和余伟荏副研究员的精心指导下完成的。在三年的学习过程中及论文完成过程中,无不浸透着导师们的热情关怀和大力支持。特别是在野外调查过程中,导师亲自带队进行指导,并组织、协调相关部门,为论文资料的收集奠定了基础。导师们谦逊随和的人格和严谨的治学态度以及对科研工作的一丝不苟是我永远学习的楷模,在此衷心的感谢导师们无私的教诲和亲切的关怀。

感谢内蒙古农业大学农学院植物组的全体老师们,感谢你们三年来的培育与厚爱!

本论文外业部分是在内蒙古锡林郭勒盟多伦县完成的,此期间得到了多伦县林业局的高振岗局长、俞海生副局长、孟令栋站长、张连根等很多同志的热心帮助和指导,在此一并表示感谢!

三年的研究生生活,得到了郭建英、王利兵、赵杏花、武志博、松昀、李春红、魏宏、王烨等同学的关心与帮助,为我的研究生生活增添了很多的乐趣,也在生活上给了我很大的帮助和鼓励。在此毕业论文完成之际,借此对他们表示由衷的感谢。同时,我也深深地感谢我的父母及亲友们这些年来对我学业的关心和支持。

最后,感谢对论文进行评审并提出宝贵建议的各位专家!感谢所有关心、帮助和支持我的人们!

参 考 文 献

- 1 王涛,朱震达.我国沙漠化研究的若干问题-1.沙漠化的概念及其内涵[J].中国沙漠,2003,23(3):209~214
- 2 朱震达.中国荒漠化问题研究的现状与展望[J].地理学报,1994,49:650~659
- 3 何绍芬.荒漠化沙漠化定义的内涵外延及在我国的实质内容[J].内蒙古林业科技,1997,1:15~18
- 4 国务院新闻办公室召开新闻发布会通报第三次全国荒漠化和沙化监测结果.
<http://www.lyfn.gov.cn/news/newsn04.htm>
- 5 内蒙古自治区林业厅.内蒙古自治区沙漠化监测报告[R].呼和浩特:2000
- 6 董建林,雅洁.内蒙古自治区的沙漠及沙漠化土地[J].内蒙古林业调查设计,2004,27(1):3~7
- 7 王涛.我国沙漠化研究的若干问题-3.沙漠化研究和防治的重点区域[J].中国沙漠,2004,24(1):1~9
- 8 王双怀.中国西部土地荒漠化问题探索[J].西北大学学报,2005,35(4):15~21
- 9 杨晓辉,张克斌,慈龙俊.中国荒漠化评价的现状、问题及其解决途径[J].中国水土保持科学,2004,2(1):22~28
- 10 朱震达,王涛.以若干典型地区的研究对近十年来中国土地沙漠化演变趋势的分析[J].地理学报,1990,45(4):430~440
- 11 董玉祥.沙漠化研究的现状与趋势[J].地球科学进展,1994,9(3):30~35
- 12 王涛,赵哈林,肖洪良.中国沙漠化研究的进展[J].中国沙漠,1999,19(4):299~311
- 13 史培军,张宏,王平,等.我国沙区防治治沙的区域模式[J].自然灾害学报,2000,9(3):1~7
- 14 马兴旺.干旱区沙漠化土地治理与保护性耕作[J].新疆农业科学,2004,41(3):138~142
- 15 马文元.沙漠及沙漠化土地治理[J].大自然,2002(4):44~46
- 16 何斌,那荣华.国内外沙漠治理概况[J].建设机械技术与管理,1995,6:36~39
- 17 吕殿录,华晓晶,龙锋.种植克沙菊芋治理沙漠[J].辽宁城乡环境科技,2001,21(1):9~10
- 18 胡小龙,郭建英,兰登明,等.浑善达克沙地退化草场的风雨效果及其评价[J].内蒙古农业大学学报(自然科学版),2007,28(1):63~65
- 19 井瑾,高永强.浑善达克沙地退化草地的封育效果调查[J].内蒙古环境科学,2008,(2):57~59
- 20 王志强,朝伦巴根,柴建华.浑善达克沙地人工植被覆盖下土壤蒸发的模拟研究[J].中国生态农业学报,2007,(6):44~47
- 21 刘树林,王涛.浑善达克沙地的土地沙漠化过程研究[J].中国沙漠,2007,(5):719~724
- 22 陈有君,关世英,李绍良,等.内蒙古浑善达克沙地土壤水分状况的分析[J].干旱区资源与环境,2000,(1):80~85
- 23 何钢,刘鸿雁.河北坝上地区及浑善达克沙地植被演化及其与风沙活动关系[J].北京大学学报(自然科学版),2004,(4):669~675
- 24 刘美珍,蒋高明,李永庚,等.浑善达克沙地草地生态恢复试验研究[J].生态学报,2003,(12):2719~2727
- 25 翟进,史海滨,何京丽,等.浑善达克沙地退化草场植被现状生态用水研究[J].干旱区资源与环境,2007,(5):146~149
- 26 宋创业,郭柯.浑善达克沙地中部丘间低地植物群落分布与土壤环境关系[J].植物生态学报,2007,(1):40~49
- 27 关文彬,德慧.中国东北西部地区沙质荒漠化过程与植被动态关系的生态学研究[J].应用生态学报,2001,2(5):687~691
- 28 赵桂久,刘燕华,赵名茶等.生态环境综合整治和恢复技术研究(第一集)[M].北京:北京科技

- 术出版社, 1993.
- 29 赵晓英, 孙成权. 恢复生态学及其发展[J]. 地球科学进展, 1998, 13(5): 474~480.
- 30 赵桂久, 刘燕华, 赵名茶等主编. 生态环境综合整治和恢复技术研究(第二集)[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 1995.
- 31 吴新宏主编. 沙地植被快速恢复[M]. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 2003.
- 32 陈灵芝, 陈伟烈等. 中国退化生态系统研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995.
- 33 赵晓英, 陈怀顺, 孙成权编. 恢复生态学-生态恢复的原理与方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2001.
- 34 金鉴明主编. 中国生物多样性保护与利用高新科学技术国际研讨会论文集[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 279~301.
- 35 彭少麟. 中国南亚热带退化生态系统的恢复与重建[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995: 94~113.
- 36 Allen basis E B, for Covington W W, Falk D A. Developing the conceptual restoration ecology[J]. Restoration Ecology. 1997, 5(4): 275~276
- 37 蒋高明. 沙尘暴的起因与对策-兼论自然力在退化沙地与草地生态系统中的作用[M]. 见: 金鉴明主编. 第二届生物多样性保护与利用高新科学技术国际研讨会论文集. 北京: 北京科学技术出版社, 2002.
- 38 彭少麟. 退化生态系统恢复与恢复生态学[J]. 中国基础科学, 2001. 16~22.
- 39 王炜, 刘钟龄, 姚敦元, 等. 内蒙古草原退化群落恢复演替的研究-恢复演替时间进程的分析[J]. 植物生态学报, 1996, 20(5): 460~471.
- 40 王利兵, 李钢铁, 胡小龙, 等. 两种不同人工林树木个体生长规律的研究[J]. 内蒙古农业大学学报. 2007, 28(1): 46~50.
- 41 王利兵, 胡小龙, 余伟莅, 等. 沙粒粒径组成的空间异质性及其与灌丛大小和土壤风蚀相关性分析[J]. 干旱区地理. 2006, 29(5): 688~693
- 42 郭建英, 余伟莅, 胡小龙, 等. 浑善达克沙地灌丛植被的生态学研究[J]. 内蒙古林业科技. 2005, (4): 5~8
- 43 裴喜春, 薛河儒主编 1997. SAS 及应用[M]. 北京: 中国农业出版社: 81~83
- 44 马毓泉主编. 内蒙古植物志(第二版, 第一卷)[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1998
- 45 马毓泉主编. 内蒙古植物志(第二版, 第二卷)[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1990
- 46 马毓泉主编. 内蒙古植物志(第二版, 第三卷)[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1989
- 47 马毓泉主编. 内蒙古植物志(第二版, 第四卷)[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1993
- 48 马毓泉主编. 内蒙古植物志(第二版, 第五卷)[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1993
- 49 戴宝合主编. 野生植物资源学(第二版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003
- 50 程鸿主编. 中国自然资源手册[M]. 科学出版社, 1990: 207
- 51 刘果厚. 内蒙古树木植物区系的研究[J]. 内蒙古林学院学报, 1988, 20(3): 97~104
- 52 王荷生主编. 植物区系地理[M]. 北京: 科学出版社, 1997: 1~149
- 53 中国科学院内蒙古宁夏综合考察队. 内蒙古植被[M]. 北京: 科学出版社, 1985
- 54 吴征镒. 植物资源的合理利用与保护[A]. 云南生物资源合理开发利用论文集[C]. 昆明: 云南人民出版社, 1987: 10~11
- 55 刘硕. 国际土地利用与土地覆盖变化对生态环境影响的研究[J]. 世界林业研究, 2002, 15(6): 38~45.
- 56 Turner B L, Skolt D, Sanderson S, et al. Land use and land-cover change science/research plan[R]. IGBP Report No. 35 and HDP Report No. 7. Stockholm and Geneva, 1995.
- 57 葛全胜, 赵名茶, 郑景云. 20世纪中国土地利用变化研究[J]. 地理学报, 2000, 55(6): 698~706.

- 58 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域; 土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553~558.
- 59 赵来, 崔淑卿, 吕成文. 黄山市土地利用变化的生态环境效应研究[J]. 水土保持研究, 2006, 13(3): 215~217.
- 60 杨述河, 闫海利, 郭丽英. 北方农牧交错带土地利用变化及其生态环境效应: 以陕北榆林市为例[J]. 地理科学进展, 2004, 23(6): 49~55.
- 61 何丹, 刁承泰. 重庆江津市土地利用变化及社会驱动力分析[J]. 水土保持研究, 2006, 13(2): 24~26.
- 62 刘文杰, 唐建维, 白坤甲. 西双版纳片段化望天树林小气候边缘效应比较研究. 植物生态学报, 2001, 25(5): 616~622.
- 63 刘纪远, 刘明亮, 庄大方, 等. 中国近期土地利用变化的空间格局分析[J]. 中国科学 D 辑, 2002, 32(12): 1031~1039.
- 64 史培军, 宫鹏, 李晓兵, 等. 土地利用/覆盖变化研究的方法与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- 65 关文彬, 曾德慧. 中国东北西部地区沙质荒漠化过程与植被动态关系的生态学研究[J]. 应用生态学报, 2001, 12(5): 687~691.
- 66 石庆辉, 刘家琼. 沙坡头铁路两侧人工植被区天然植被动态[M]. 见: 中国科学院沙坡头沙漠试验研究站编, 沙漠生态系统研究. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1995, 105~115.
- 67 石莎. 中央民族大学硕士学位论文. 沙坡头地区人工植被群落结构及动态[D]. 2004: 24~25.
- 68 于云江, 林庆功, 石庆辉, 等. 包兰铁路沙坡头段人工植被区生境与植被变化研究[J]. 生态学报, 2002, 22(3): 433~439.
- 69 Daniel D. Evans, John L. Thames. Water in desert ecosystems. Arizona: by the Insistitue of ecology, 1981, 10.
- 70 Rachel A M, Jog M F. Effects of sheep exclusion of the soil seedbank and annual vegetation in chenopods shrublands of south Australia[J]. Journal of Arid Environments, 1999, 42: 117~128.
- 71 steven P. McL aughlim. Crop Growth and Water use in Arid Lands. American: TEKTRAN, USDA, Agrieultural Resereh Service, 2000, 3.
- 72 Yagil o, Avi P, Jaime K. Site productivity and plant size explainthe response of annual species to grazing exclusion in a Mediterranean semiarid rangeland [J]. Journal of Ecology, 2005, 92(2): 297~302.
- 73 杨晓晖, 张克斌, 侯瑞萍, 等. 半干旱沙地封育草场的植被变化及其与土坡因子间的关系[J]. 生态学报, 2005, 25(12): 3212~3219.
- 74 李永宏. 内蒙古典型草原地带退化草原的恢复动态[J]. 生物多样性, 1995, 3(3): 125~130.
- 75 王炜, 刘钟龄, 郝郭元, 等. 内蒙古退化草原植被对禁牧的动态响应[J]. 气候与环境研究, 1997, 2(3): 236~240.
- 76 王明玖, 李青丰, 青秀玲. 贝加尔针茅草原围栏封育和自由放牧条件下植物结实数量的研究[J]. 中国草地, 2001, 23(6): 21~26.

作者简介

李那何芽,女,蒙古族,1982年5月出生于内蒙古自治通辽市奈曼旗,2006年毕业于内蒙古师范大学化学专业,获理学学士学位。同年9月,开始攻读内蒙古农业大学农学院植物学专业硕士学位。

攻读硕士学位期间发表的论文有:

- 题目: 1.《锡盟多伦县典型草原植物群落类型与土壤因子关系》[《内蒙古林业科技》2008, 34(3), 第一作者];
- 2.《围栏禁牧对浑善达克沙地退化草场植物群落特征的影响》[《干旱区资源与环境》2009, 12, 第一作者];
- 3.《浑善达克沙地东南段多伦县土地利用变化特征研究》(《中国农学通报》第一作者 审稿当中)