



科尔沁沙地 土壤动物群落分布特征

刘任涛 等著



科学出版社

科尔沁沙地土壤动物群落 分布特征

刘任涛 等 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

土壤动物是科尔沁沙地生态系统中不可或缺的一环,对维持沙地生态系统食物网结构及物质循环和能量流动均具有不可替代的作用,对于科尔沁沙地生物多样性保护、沙地生态系统管理及防沙治沙均具有重要作用。本书是作者多年从事沙地土壤动物研究结果的梳理总结,共分八章。主要介绍以下相关最新研究成果:①科尔沁沙地的环境特征、土壤动物国内外研究进展和土壤动物研究方法;②沙漠化及其逆转对土壤动物群落分布的影响;③沙地灌丛对土壤动物群落分布的影响;④沙质草地放牧管理对土壤动物群落分布的影响;⑤沙地农田耕作管理对土壤动物群落分布的影响;⑥沙地人工林建设对土壤动物群落分布的影响;⑦沙地土地利用覆盖变化对土壤动物群落分布的影响;⑧沙地土壤动物适应对策、食物网结构与群落分布特征。

本书资料丰富、内容详实系统、理论与实践结合紧密,具有较高的理论与应用价值。对从事沙漠生态学、土壤动物学、昆虫学、恢复生态学、草业科学、土壤学和环境科学等领域研究的科技工作者以及相关高等学校的师生具有重要的参考价值,对各级业务部门的管理人员也具有一定的指导作用。

图书在版编目(CIP)数据

科尔沁沙地土壤动物群落分布特征/刘任涛等著. —北京:科学出版社, 2015. 10

ISBN 978-7-03-045861-2

I. ①科… II. ①刘… III. ①沙漠-动物群落-地理分布-内蒙古
IV. ①Q958.522.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 231497 号

责任编辑:罗 静/责任校对:郑金红

责任印制:徐晓晨/封面设计:北京图阅盛世文化传媒有限公司

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京厚诚则铭印刷科技有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 10 月第 一 版 开本:720×1000 B5

2015 年 10 月第一次印刷 印张:16 1/4

字数:304 000

定价:98.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《科尔沁沙地土壤动物群落分布特征》

著者名单

刘任涛 宁夏大学

赵哈林 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所

赵学勇 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所

刘新民 内蒙古师范大学

序 一

土壤动物是沙地生态系统的重要构建者,维持着系统食物网结构及系统物流、能流和信息流,是沙地系统格局和过程的重要调节者,其存在和功能类群的多样性是印证沙地生态系统恢复和健康的重要标志。沙地土壤动物的相关研究,可为评价沙地生态系统质量和恢复程度,以及对沙地可持续发展进行生态系统管理提供土壤动物学论据,是荒漠化过程、机理和调控研究,以及沙地地下生态学研究的前沿热点之一。

土壤动物的生态研究在我国始于 20 世纪 70 年代末或 80 年代初,研究区域涵盖了寒温带、中温带、暖温带、亚热带和热带地区。具有代表性的专著有《中国亚热带土壤动物》、《中国土壤动物检索图鉴》、《中国土壤动物》、《东北森林土壤动物研究》、《土壤动物区系生态地理研究》等,这些工作主要侧重于对森林生态系统土壤动物的研究。迄今为止,关于沙地土壤动物的研究仍然处于对基础资料的初步调查上,很少有系统的沙地土壤动物生态研究。

《科尔沁沙地土壤动物群落分布特征》一书是刘任涛博士和导师的研究组在中国科学院奈曼沙漠化研究站从事多年土壤动物研究成果的总结。这些研究在很大程度上推动了我国沙地土壤动物生态的相关研究,丰富了沙地土壤动物生态学的研究内涵,为恢复生态学学科发展和理论提升提供了科学案例和系统的土壤动物学基础。尽管如此,沙地土壤动物的研究还有很多未知的领域需要进一步探索,需要进一步长期生态学研究的科学积累和精细科学实验设计。

我相信该书的出版,将激发读者对沙地土壤动物研究的科学兴趣,推动我国沙地土壤动物生态学的研究。我也希望作者能够继续坚持长期野外科学研究,在今后的工作中取得更大的成绩,为沙地生态系统的恢复与重建做出应有的贡献。

李新荣

2015 年 8 月 1 日

序 二

土壤动物是陆地生态系统重要的组成部分，在土壤有机质分解、物质循环、土壤形成等方面具有重要的作用。近年来，土地沙漠化、草地退化、土地利用覆盖变化等全球变化许多不确定因素均对陆地生态系统产生了深刻的影响。开展土壤动物群落生态学研究，揭示土壤食物网的生态功能机制，为退化生态系统恢复重建、评价生态系统服务功能提供理论依据。

我国关于土壤动物生态研究，始于 20 世纪 70 年代末 80 年代初。研究区域涵盖了寒温带、中温带、暖温带、亚热带和热带地区，但主要侧重于对森林生态系统的研究。迄今为止，关于沙地土壤动物的研究仍然处于对基础资料的初步调查上，有关沙地土壤动物群落生态的系统性研究尚未见报道。因此，深入系统地开展沙地土壤动物群落生态学研究，凸显出其对于维持沙地生物多样性、生态系统结构与功能和防沙治沙的重要性，更是对我国土壤动物生态这一科学问题研究的重要补充和完善。

该书是刘任涛博士及其导师研究组在中国科学院奈曼沙漠化研究站从事多年沙地土壤动物研究成果的总结。内容涉及沙漠化及其逆转过程、沙地灌丛生境、草地管理、农田管理、人工林建设，以及土地利用覆盖变化等 6 个方面，既包括了土壤动物群落结构特征又突出了沙地生境类型的多样性及其产生的影响。结构完整充实，理论和实践并进。填补了干旱半干旱区沙地生态系统土壤动物研究的空白，丰富了土壤动物生态学的研究内容，有力促进了荒漠生态学与恢复生态学的学科发展，在国内居于领先地位。

我希望该书的出版能够作为刘任涛博士继续坚持长期野外科学研究的新起点，也希望该书的出版能激励更多的学者关注沙地土壤动物生态学研究，对我国沙地生态系统的恢复与重建做出应有的贡献，以共同推动我国退化生态系统恢复重建的发展。



2015 年 8 月 22 日于沈阳

序 三

土壤动物是陆地生态系统中的重要组成部分，是生态系统的重要的消费者和特殊的分解者，在生态系统的食物网结构以及物质循环和能量流动均具有不可替代的作用。刘任涛等学者集近 10 年的课题研究成果及野外调查资料，针对科尔沁沙地土壤动物的群落及种群发生及与环境关系，撰写了《科尔沁沙地土壤动物群落分布特征》一书。

该书在介绍科尔沁沙地的环境特征，总结国内外土壤动物的研究进展和方法的基础上，研究分析了包括沙漠化与逆转、沙地灌丛、沙质草地放牧与沙地农田耕作管理、人工林建设、沙地土地利用覆盖变化等对土壤动物群落分布的影响，阐述了沙地土壤动物适应对策、食物网结构与群落分布特征、以及科尔沁沙地土壤动物群落结构生态地理分布特征。这些研究揭示了沙地生态系统土壤节肢动物群落的功能多样性机理，丰富了沙地土壤动物生态学的基础研究内容，为退化生态系统恢复理论发展提供了科学案例与佐证。

纵观全书，作者学术思想活跃，资料丰富，是我国沙地土壤动物研究不可多得的学术著作。本人相信该书的出版将为我国沙地土壤动物学研究的扩展与深入发挥其应有的贡献，亦希望同仁们能从该书有所裨益，提出感兴趣的问题，期待着大家共同推动我国沙地土壤动物学研究的蓬勃发展。

贺达波

2015 年 8 月 20 日

前 言

关于土壤动物的研究始于 1840 年达尔文发表的《关于土壤的形成》一文。到现在,土壤动物研究已经有 160 多年的历史。广义的土壤动物是指经常或暂时栖息在(包括大型植物残体在内)土壤环境中,并在土壤环境中进行某些活动的动物类群。狭义的土壤动物仅指一生都在土壤中生活的种类,如蚯蚓、蜘蛛、甲壳类、多足类、软体动物、昆虫及其跳虫、螨类和线蚓、线虫等小型湿生动物以及原生动物等其中的某些类群。

土壤动物是沙地生态系统中不可或缺的一环,处于土壤生态系统食物链的上端,对维持沙地生态系统食物网结构以及物质循环和能量流动均具有不可替代的作用。作为对土壤与植被变化的反馈,土壤动物活动可以加速初级产物在土壤中的分解过程,对土壤形成过程如土壤扰动、团聚体形成和通风等均具有重要作用,并且对环境变化敏感,对沙地环境的变化又具有重要的指示作用。

目前,国内对土壤动物的研究极不平衡。东部研究多,西部研究少,且主要侧重于对森林、草地生态系统的研究。迄今为止,关于沙地土壤动物的研究仍然处于对基础资料的初步调查上,没有开展系统性、全方位性的沙地土壤动物群落分布调查及其对环境的适应性规律研究。因此,研究科尔沁沙地土壤动物群落结构及其分布特征,对于维持区域沙地生物多样性和食物网络结构、生态系统结构与功能等均具有重要的理论意义,同时对于沙地生态系统有效管理、沙漠化防治及维护生态服务功能又具有重要的实践意义。

笔者自 2007 年进入中国科学院奈曼沙漠化研究站以来,一直从事沙地土壤动物研究。作为我国唯一长期从事土地沙漠化过程和沙地农田生态系统研究与监测的国家级定位站,中国科学院奈曼沙漠化研究站建设有沙地植被综合观测场、草地放牧与封育观测场、草地开垦与灌溉施肥管理观测场、流动沙地生物过程观测场、沙地农田水肥试验观测场等多个长期试验监测样地,为沙地土壤动物群落分布特征及其适应性规律研究提供了理想的试验样地与研究条件。

多年来,笔者在国家重点基础研究 973 课题(2009CB421303)“荒漠化水、土、气、生过程及其相互作用机制的研究”、国家科技支撑项目(2011BAC07B00)“半干旱区受损生态系统恢复重建及资源持续利用技术研发与示范”和国家自然科学基金项目(41101050)“荒漠草原土壤节肢动物多样性及分布对降雨变化的响应”的持续资助下,系统分析和阐明了退化生态系统持续恢复与土壤动物的协同演变规律,揭示了沙地生态系统土壤节肢动物群落的功能多样性机理,丰富了沙地土

壤动物生态学的基础研究内容,促进了沙漠生态学研究的动物生物学理论发展,为恢复生态学学科发展和理论提升提供了科学案例和系统的土壤动物学基础。前期已经发表相关中英文论文 70 余篇,获得了国内外同行专家的肯定。本书是对这些研究成果的深入总结和提升,共分八章,主要包括以下内容。

第一章为绪论,介绍了科尔沁沙地的环境特征,总结了土壤动物的国内外研究进展和土壤动物研究方法。

第二章为沙漠化及其逆转对土壤动物群落分布的影响,主要介绍了沙漠化对土壤动物群落分布的影响、沙丘固定过程中土壤动物群落分布特征和沙丘蚂蚁活动分布及与植被和土壤间的作用关系。

第三章为沙地灌丛对土壤动物群落分布的影响,主要介绍了灌丛内外土壤动物群落分布特征、不同种灌丛内外土壤动物群落分布特征和灌丛“肥岛”与“虫岛”间关系及其生态作用分析。

第四章为沙质草地放牧管理对土壤动物群落分布的影响,主要介绍了不同程度放牧干扰后恢复草地土壤动物群落分布变化特征、封育时间对沙质草地土壤动物群落分布的影响和封育草地土壤动物群落季节变化特征及其环境解释。

第五章为沙地农田耕作管理对土壤动物群落分布的影响,主要介绍了草地开垦为农田对土壤动物群落分布的影响、旱作农田改为水浇地对土壤动物群落的影响和长期耕作对沙区农田土壤动物群落分布的影响。

第六章为沙地人工林建设对土壤动物群落分布的影响,主要介绍了不同生活型林地对土壤动物群落分布的影响、大型土壤动物群落对不同造林类型的选择性和中小型土壤动物群落对不同生活型林地的响应。

第七章为沙地土地利用覆盖变化对土壤动物群落分布的影响,主要介绍了不同土地利用覆盖类型下沙地土壤动物群落结构特征、土地利用覆盖变化对大型土壤动物群落分布的影响和土地利用覆盖变化对中小型土壤动物群落分布的影响。

第八章为沙地土壤动物适应对策、食物网结构与群落分布特征,主要介绍了沙地主要限制因子与土壤动物的适应对策、沙地或荒漠食物网结构特征与营养级作用关系理论和沙地土壤动物区系组成特征与群落适应性分布规律,系统阐明了科尔沁沙地土壤动物群落结构生态地理分布特征。

本专著的写作框架和学术思想是由刘任涛博士、赵哈林研究员和赵学勇研究员共同提出完成。刘任涛博士负责全书稿内容写作和统稿,导师课题组赵哈林研究员和赵学勇研究员给予书稿写作许多指正和帮助,刘新民教授负责第八章部分文本内容语言润色和修订。

感谢中国科学院寒区旱区环境与工程研究所王少昆博士提供的封面照片。

感谢中国科学院寒区旱区环境与工程研究所李新荣研究员、中国科学院沈阳生态应用研究所梁文举研究员和宁夏大学贺达汉教授在百忙中为本书作序鼓励。

感谢宁夏大学西北土地退化与生态恢复国家重点实验室培育基地（教育部重点实验室）、中国科学院寒区旱区环境与工程研究所奈曼沙漠化研究站和科学出版社给予的支持和帮助。

虽然对沙地土壤动物研究已有多年的积累，但还存在许多未知的前沿科学问题值得深入持续研究，再加上著者水平有限，书中错讹、疏漏之处定有不少，诚邀各位同仁和读者不吝指正。

刘任涛

2015年8月于银川

目 录

序一

序二

序三

前言

第一章 绪论	1
第一节 科尔沁沙地环境特征	1
第二节 土壤动物研究进展	13
第三节 土壤动物研究方法	17
参考文献	34
第二章 沙漠化及其逆转对土壤动物群落分布的影响	36
第一节 沙漠化对土壤动物群落分布的影响	36
第二节 沙丘固定过程中土壤动物群落变化特征	54
第三节 沙丘蚂蚁活动分布及与植被和土壤间的作用关系	71
参考文献	82
第三章 沙地灌丛对土壤动物群落分布的影响	85
第一节 灌丛内外土壤动物群落分布特征	85
第二节 不同种灌丛内外土壤动物群落分布特征	90
第三节 灌丛“肥岛”与“虫岛”间关系及其生态作用分析	95
参考文献	102
第四章 沙质草地放牧管理对土壤动物群落分布的影响	104
第一节 不同程度放牧干扰后恢复草地土壤动物群落分布变化特征	104
第二节 封育时间对沙质草地土壤动物群落分布的影响	112
第三节 封育草地土壤动物群落季节变化特征及其环境解释	126
参考文献	134
第五章 沙地农田耕作管理对土壤动物群落分布的影响	136
第一节 草地开垦为农田对土壤动物群落分布的影响	136

第二节	旱作农田改为水浇地对土壤动物群落的影响	143
第三节	长期耕作对沙地农田土壤动物群落分布的影响	147
参考文献		160
第六章	沙地人工林建设对土壤动物群落分布的影响	162
第一节	不同生活型林地对土壤动物群落分布的影响	162
第二节	大型土壤动物群落对不同造林类型的选择性	166
第三节	中小型土壤动物群落对不同生活型林地的响应	175
参考文献		182
第七章	沙地土地利用覆盖变化对土壤动物群落分布的影响	184
第一节	不同土地利用覆盖类型下沙地土壤动物群落结构特征	184
第二节	土地利用覆盖变化对沙地大型土壤动物群落分布的影响	191
第三节	土地利用覆盖变化对沙地中小型土壤动物群落分布的影响	198
参考文献		206
第八章	沙地土壤动物适应对策、食物网结构与群落分布特征	208
第一节	沙地主要限制因子与土壤动物的适应对策	208
第二节	沙地或荒漠食物网结构特征与营养级作用关系理论	214
第三节	沙地土壤动物区系组成特征与群落适应性分布规律	226
参考文献		235
附表一	动物名录	238
附表二	植物名录	240

第一章 绪 论

科尔沁沙地历史上曾水草丰美,草地植被茂盛,主要为蒙古族牧民放牧之地,曾有“风吹草低见牛羊”之诗句来赞美科尔沁草原的植被生长状况。经过 100 多年的开垦活动,尤其是近半个世纪农业经济的迅速发展,科尔沁沙地已演变为典型的半农半牧地区(蒋德明,2003)。在干旱的气候条件和人类活动干扰的共同作用下,固定沙丘活化,流沙蔓延,草地退化,土地荒漠化强烈发展,目前已经成为我国北方农牧交错区土地荒漠化较为严重的地区之一(赵哈林等,2003)。

科尔沁沙地土壤环境和植被的变化直接关系到土壤动物的栖居环境与食物来源,将不可避免地影响到土壤动物的个体发育、存活、分布及其群落结构。土壤动物是科尔沁沙地生态系统中不可或缺的一环,处于土壤生态系统食物链的上端,对维持沙地生态系统食物网结构以及物质循环和能量流动均具有不可替代的作用。而作为对土壤与植被变化的反馈,土壤动物活动可以加速初级产物在土壤中的分解过程,对土壤形成过程如土壤扰动、团聚体形成和通风等均具有重要作用,并且对环境变化敏感,对科尔沁沙地环境的变化又具有重要的指示作用(殷秀琴,2001)。

所以,研究科尔沁沙地土壤动物群落结构及其分布特征,对于维持沙地生物多样性和食物网络结构、生态系统结构与功能等均具有重要的理论意义,同时对于沙地生态系统有效管理、沙漠化防治及促进畜牧业发展与维护生态服务功能又具有重要的实践意义。本书将介绍作者近几年在科尔沁沙地区域参与相关科研课题的过程中,有关土壤动物区系组成、群落结构特征及其对环境变化的响应与反馈的一些最新研究成果。

为了加深读者对这些研究成果的认识,本章首先介绍一些科尔沁沙地的环境特征、国内外有关土壤动物研究的最新进展,以及土壤动物的相关研究方法。

第一节 科尔沁沙地环境特征

明确科尔沁沙地地理分布概况及其自然环境分布特征,是研究土壤动物群落组成、结构变化的重要前提条件。本节将对科尔沁沙地地理位置及其环境特征概况作一简要介绍。

1. 地理位置与地貌特征

科尔沁沙地位于 $42^{\circ}41' \sim 45^{\circ}15'N$, $118^{\circ}35' \sim 123^{\circ}3'E$ 的中国东北部西辽河冲积—湖积平原地区, 地处内蒙古高原向东北平原的过渡带(图 1-1)。东起吉林省双辽县, 西至内蒙古翁牛特旗巴林桥, 南北位于燕山北部黄土丘陵和大兴安岭东麓丘陵之间。海拔 178.5 m (通辽) 至 631.9 m (乌丹)。行政区域包括内蒙古自治区赤峰市的巴林左旗、巴林右旗、阿鲁科尔沁旗、翁牛特旗、敖汉旗, 通辽市的通辽市区、扎鲁特旗、霍林河市、开鲁县、库伦旗、奈曼旗、科尔沁左翼后旗和科尔沁左翼中旗, 吉林省的通榆县和双辽县以及辽宁省的彰武县与康平县等县市。土地总面积为 13.93 万 km^2 , 其中沙漠化土地面积达 71 884 km^2 , 年平均扩展面积为 1390.6 km^2 , 分别占全国的 19.3% 和 65.2%。

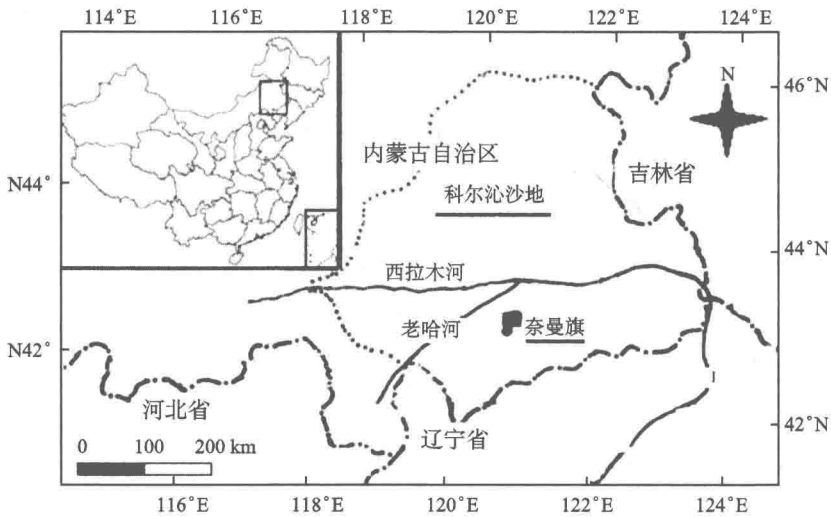


图 1-1 科尔沁沙地地理位置

尽管科尔沁草原曾经水草丰盛, 但由于气候干旱, 尤其春季风大、降水少, 土壤虽有发育但肥力瘠薄, 沙层深厚, 使其抗干扰能力很弱。滥垦、过牧、滥伐及不合理利用水资源, 破坏了原本覆盖良好的植被和土壤层, 使脆弱的生态环境遭到破坏。西辽河平原上深厚的沙层在风力作用下, 就地起沙, 风沙流和粉尘暴蔓延, 沙丘迅速移动, 流沙面积不断扩大, 形成了各种风沙地貌。

地貌类型包括沙丘(坨子)、缓起伏沙地(沙沼)、丘间低地(甸子)及冲积平原。沙坨、沙沼与平原、甸子的面积比约为 3:1。沙丘相对高度 10 m 左右, 高者可达 20~30 m。沙沼地面起伏和缓, 相对高度 3~5 m。固定与半固定坨、沼地占 90%, 流动沙丘占 10%。丘间甸子地又分为湿甸子、碱甸子和沙甸子。在老

哈河、西拉木伦河、乌尔吉木伦河等河流下游有面积较大的冲积平原。各类型地貌特征分述如下（蒋德明，2003）。

1.1 固定沙丘

植被覆盖度 $>40\%$ ，以小叶锦鸡儿（*Caragana microphylla*）、差巴嘎蒿（*Artemisia halodendron*）、黄柳（*Salix gordejvii*）等群丛为主，并有榆树（*Ulmus pumila*）等乔木，沙丘已改变了流沙性质，在起沙风作用下已不起沙，表面开始有土层发育。高度 $5\sim 10\text{ m}$ ，形态不规则，盾状、垄状、类新月形等均可见。沙丘两坡差异很小，延伸方向不甚明显。 20% 以上被土层或结皮覆盖，流沙面积低于 10% 。

1.2 半固定沙丘

地表有风沙活动迹象，裸沙呈片状分布。 $30\%\sim 80\%$ 覆盖生物结皮或土壤，流沙面积大于 10% 。如果结皮在 $30\%\sim 90\%$ ，无论盖度为 30% 或 60% ，都可以称作半固定沙丘。

1.3 半流动沙丘

植被覆盖度 $20\%\sim 40\%$ ，是流动沙丘经过封沙育草、造林种草、保护植被等治理后，达到半流动状态，尚未完全改变流沙性质。固定沙丘如果植被受到人为或其他因素影响而遭到一定程度破坏后亦可变为半流动沙丘。 30% 覆盖物理结皮和较少生物结皮，土壤结皮低于 30% ，流沙面积大于 70% 。

1.4 流动沙丘

植被覆盖度在 20% 以下，地面基本裸露。多为固定、半固定沙丘植被遭破坏后形成。主要在沿河两岸和交通沿线两侧分布，并散布于居民点和农垦区周围，高度 $8\sim 10\text{ m}$ ，最高可达 20 m 以上。与盛行风向垂直，迎风坡缓，背风坡陡，沙丘形状以新月形沙丘和沙丘链为主，也有不规则形状的。沙丘一般呈带状分布。无结皮或只有少量物理结皮，地表完全被流沙覆盖。

1.5 平原

科尔沁沙地的平原可分为两类，一类是风积冲积河谷平原；另一类是风积冲积波状平原。

（1）风积冲积河谷平原

沿西辽河流域各河流两侧呈带状分布，地形微具起伏，按形态特征可分为：

①沙垄覆盖的一级阶地，多为流动和半流动沙丘，由风成粉细沙、冲积亚细沙、

中细沙组成;②坨沼覆盖的一级阶地,沙丘多为固定状态,丘间洼地处可见阶面,前缘陡坎明显,坎高 3~10 m,由风成粉细沙、冲积亚沙土、亚粉土、中细沙组成;③河漫滩阶地,断续分布于河流沿岸,地势平坦开阔,高于河床 3~10 m,前后缘陡坎明显,局部发生盐渍化,由冲积亚沙土、中细沙组成;④河漫滩,断续分布于河流沿岸,地势平坦,由冲积粉细沙及薄层亚沙土组成。

(2) 风积冲积波状平原

分布于河流的河谷之间,地势呈波浪式倾斜,由上更新统顾乡屯组黄土状土及中细沙组成平原的轮廓。

科尔沁沙地有明显的地域性,开鲁—甘旗卡一线以西半固定沙丘分布较广泛;此线以东固定沙丘孤立或集中分布。沙地西北部的沙丘呈西北—东南向分布;东部的沙丘由东西向转向西南—东北方向呈弧形状分布。沙丘的分布亦受河谷控制,沿河谷呈条带状分布。西北向河谷沙带主要分布在东北岸,南北向河谷沙带主要分布在东岸,东西河谷沙带主要分布在南岸。在主支河谷交汇地带,沙地开阔,沙丘强度发育。另外,沙丘的发育还受湖泊(泡子)的控制,一般迎风岸沙丘发育,顺风岸少沙丘。

2. 气候特征

科尔沁沙地处于东北平原向内蒙古高原的过渡地带,气候具有从暖温带向温带、半湿润区向半干旱区过渡的特点(赵哈林等, 2003)。

2.1 光照条件

科尔沁沙地光照条件较好,太阳辐射总量为 $5200\sim 5400\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$, 生长季节(4~9月)的总辐射量占全年总辐射的 65%。总辐射量的月变化呈单峰型,6月份最高,12月份最低。日平均气温 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 期间太阳辐射总量为 $2800\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$, 约占全年的 50%。生长季节有效光合辐射为 $1700\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ 。全年日照时数约 2900~3100 h,日照百分率 65%~70%,一年中 5 月份日照时数最多,12 月份最少。生长季节日照时数占全年日照时数的 55%左右。

2.2 温度条件

科尔沁沙地远离海洋并受蒙古高压气流的影响,表现出较强的大陆性气候。春季干旱多风,夏季炎热而雨量集中,秋季凉爽短促,冬季漫长而寒冷。年平均气温 $5.2\sim 6.4\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 月平均气温 $-12.6\sim -16.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, 7 月平均气温 $20.3\sim 23.9\text{ }^{\circ}\text{C}$; 极端最高气温 $39\text{ }^{\circ}\text{C}$, 极端最低气温 $-29.3\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温为 $3000\sim 3200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。终霜日在 4 月 30 日至 5 月 10 日,初霜日在 9 月 25 日至 10 月 5 日,无霜期 140~160 d。气温的年较差和日较差都很大,年较差约为 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 日较差超过 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, 最高可达 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

每年5~9月是日均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温最集中的时期,这一期间光照和降水比较集中,即所谓的“雨热同季”。期间降水量占全年降水量的70%~80%,日照时数占全年的45%。

2.3 降水条件

科尔沁沙地地域辽阔,各地降水量分布不均匀。年降水量为343~500 mm,降水空间分布为北部少南部多,东部多西部少。受大气环流制约,年内降水分配极不平均,夏季(6~8月)受东南亚季风热带海洋气团影响,降水集中,降水量占全年总降水量的70%~75%,冬春两季只占11%~16%。降水年际变化很大,最大年降水量为606.5 mm,最少年降水量为136.9 mm。一般年降水变化率在20%以上。科尔沁沙地全年大气平均湿度为50%~55%;季节变化明显,夏季最大,春季最小。多年平均湿润度为0.3~0.5,干燥系数为1.0~1.8。

2.4 风力特点

科尔沁沙地处于中纬度西风带,是西路、西北路及偏北路冷空气流经地带。冬季受蒙古冷高压控制和阿留申低压两大系统控制,春季两大系统在此角逐,气压系统多变,在干冷气团控制下,冬春两季盛行偏西北或偏北风。夏季为大陆低气压和副热带高压控制,以偏南和西南风为主,并带来湿润空气,在热力、动力作用下形成降水,即一年中的雨季。春、秋两季风向变化频繁。年平均风速为 $3.5\sim 4.5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,极大风速 $31\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,其中1~3月平均风速可达 $5.0\sim 6.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。一年内大风日数平均为21~80 d,部分地区最多可达135 d,冬春两季大风频率占全年的69%~81%。风力达到8级以上(风速 $>17\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)的风称为灾害性大风。科尔沁沙地每个季节都会出现10级以上的大风。受季节影响,大风的最大风速及风向因季节而异。春夏以西南风常见,秋冬以西北风为主。一天之中,以午后出现的大风最为频繁,风速最大。

据研究,对于粒径为0.1~0.25 mm的干燥沙质地来说,形成风沙流所需风速为 $4\sim 5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,科尔沁沙地地表物质的粒径主要为0.01~0.5 mm,春季平均风速在 $5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上。除夏季外,各月风速大于 $4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的日数也较多。当起沙风作用于裸露的地表时即可起动沙粒,形成风沙流,从而造成风沙危害。

3. 水土条件

3.1 水资源

科尔沁沙地地表水系主要为西辽河水系,主要河流有西拉木伦河、老哈河、教来河、乌尔吉木伦河等。年总径流量22亿 m^3 ,本区可用水量12亿 m^3 。水系