

ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第34卷 第5期 Vol.34 No.5 **2014**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 34 卷 第 5 期 2014 年 3 月 (半月刊)

目 次

前沿理论与学科综述

- 干旱指标研究进展..... 李柏贞,周广胜 (1043)
- 气候变化对作物矿质元素利用率影响研究进展..... 李堃清,吴正云,张 强,等 (1053)
- 森林生态系统中植食性昆虫与寄主的互作机制、假说与证据 曾凡勇,孙志强 (1061)
- 线虫区系分析指示土壤食物网结构和功能研究进展..... 陈云峰,韩雪梅,李钰飞,等 (1072)
- 中国省际水足迹强度收敛的空间计量分析 赵良仕,孙才志,郑德凤 (1085)
- 高原河谷城市植被时空变化及其影响因素——以青海省西宁市为例..... 高 云,谢苗苗,付梅臣,等 (1094)
- 土地利用和环境因子对表层土壤有机碳影响的尺度效应——以陕北黄土丘陵沟壑区为例.....
..... 赵明月,赵文武,钟莉娜 (1105)
- 赤子爱胜蚓和毛利远盲蚓对添加造纸污泥土壤的化学和生物学特征的影响.....
..... 陈旭飞,张 池,戴 军,等 (1114)

个体与基础生态

- 钾与信号抑制剂对外生菌根真菌分泌乙酸的调控作用..... 杨红军,李 勇,袁 玲,等 (1126)
- 砷诱导蚕豆气孔保卫细胞死亡的毒性效应..... 薛美昭,仪慧兰 (1134)
- 石油污染土壤中苯酚降解菌 ad049 的鉴定及降解特性..... 胡 婷,谷 洁,甄丽莎,等 (1140)
- 紫花苜蓿对铜胁迫生理响应的傅里叶变换红外光谱法研究..... 付 川,余顺慧,黄怡民,等 (1149)
- 播种期对晚季稻香气 2-乙酰-1-吡咯啉含量和产量的影响 杨晓娟,唐湘如,闻祥成,等 (1156)
- 外源钙(Ca)对毛葱耐镉(Cd)胁迫能力的影响 王巧玲,邹金华,刘东华,等 (1165)
- 基于植被指数的北京军都山荆条灌丛生物量反演研究..... 高明亮,官兆宁,赵文吉,等 (1178)
- 三种暖季型草坪草对二氧化硫抗性的比较..... 李 西,王丽华,刘 尉,等 (1189)
- 恩施烟区无翅桃蚜在烤烟田空间动态的地统计学分析..... 夏鹏亮,王 瑞,王昌军,等 (1198)
- 啮齿动物捕食和搬运蒙古栎种子对种群更新的影响..... 张晶虹,刘丙万 (1205)
- 高原鼠兔有效洞穴密度对高寒草甸优势植物叶片和土壤氮磷化学计量特征的影响.....
..... 李倩倩,赵 旭,郭正刚 (1212)
- 光、温限制后铜绿微囊藻和斜生栅藻的超补偿生长与竞争效应..... 谢晓玲,周 蓉,邓自发 (1224)

种群、群落和生态系统

- 人工巢箱繁殖鸟类主要巢捕食者及其影响因素..... 张 雷,李东来,马锐强,等 (1235)
- 泉州湾埕埔潮间带大型底栖动物群落的时空分布..... 卓 异,蔡立哲,郭 涛,等 (1244)

不同尺度因子对滦河流域大型底栖无脊椎动物群落的影响..... 张海萍,武大勇,王赵明,等 (1253)

呼兰河湿地夏、秋两季浮游植物功能分组演替及其驱动因子..... 陆欣鑫,刘 妍,范亚文 (1264)

江西桃红岭国家级自然保护区梅花鹿生境适宜性评价..... 李 佳,李言阔,缪沪君,等 (1274)

景观、区域和全球生态

中国自然保护综合地理区划..... 郭子良,崔国发 (1284)

近 10 年来蒙古高原植被覆盖变化对气候的响应 缪丽娟,蒋 冲,何 斌,等 (1295)

人类活动与气候变化对洪湖春旱的影响 刘可群,梁益同,周金莲,等 (1302)

2000—2010 年武汉市中心城区湖泊景观变化 谈永利,王宏志,张 欢,等 (1311)

资源与产业生态

三江源区冬虫夏草资源适宜性空间分布..... 李 芬,吴志丰,徐 翠,等 (1318)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 282 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 30 * 2014-03



封面图说：插秧季节的桂西——2009—2011 年,我国广西、云南、贵州、四川、重庆等西南地区遭受了百年不遇的特大旱灾,其中广西西北部、云南大部、贵州西部等石漠化地区最为严重,农作物大面积绝收,千百万人 and 大牲畜饮水困难,这种危害是巨大的、现实的。从对 2009—2011 年我国西南地区旱灾程度及其对植被净初级生产力影响结果显示:2009—2011 年西南地区年均降水量和湿润指数明显低于 1980—2008 年均值,植被净初级生产力低于 2001—2008 年均值,造成的碳损失约占我国总碳汇的 7.91%。全球气候变暖给大气环流提供了动力,也造成了许多极端灾害天气,因此如何应对气候变化形势显得更加紧迫。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201304100659

缪丽娟, 蒋冲, 何斌, 刘强, 朱枫, 崔雪锋. 近 10 年来蒙古高原植被覆盖变化对气候的响应. 生态学报, 2014, 34(5): 1295-1301.

Miao L J, Jiang C, He B, Liu Q, Zhu F, Cui X F. Response of vegetation coverage to climate change in Mongolian Plateau during recent 10 years. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(5): 1295-1301.

近 10 年来蒙古高原植被覆盖变化对气候的响应

缪丽娟¹, 蒋冲^{1,2}, 何斌¹, 刘强¹, 朱枫¹, 崔雪锋^{1,*}

(1. 北京师范大学全球变化与地球系统科学研究院地表过程与资源生态国家重点实验室, 北京 100875;

2. 西北农林科技大学资源环境学院, 杨凌 712100)

摘要: 基于东亚干旱半干旱地区内蒙古和蒙古国 67 个气象站的观测资料和 SPOT VEGETATION 归一化植被指数 (NDVI) 数据, 借助线性趋势、MK 趋势性检验、最大化合成法和相关分析等常用数理统计方法, 研究了内蒙古和蒙古国地区的植被覆盖变化和气候变化及其响应关系。结果表明: ① 近 49 年内蒙古和蒙古国地区年均气温显著上升, 降水变化不明显。年均气温在空间上呈现出南高北低的空间分布格局, 降水量表现出由西向东递增趋势。② 空间分布上, 内蒙的植被覆盖状况好于蒙古国。时间变化上, 该地区植被覆盖变化分为 2 个阶段, 1998—2001 年 NDVI 呈整体退化趋势, 2002—2012 年波动上升, 其中 2009—2012 年连续 3a 上升。空间变化上, 内蒙境内植被退化的区域主要集中在锡林郭勒盟周边地区, 蒙古国境内退化的区域分布在中西部地区。③ 蒙古国境内荒漠和草原植被 NDVI 与降水呈正相关关系, 与气温呈负相关。而对于内蒙古而言荒漠和草原植被的 NDVI 也与降水呈正相关关系, 森林植被与气温呈正相关。就政策层面: 内蒙古区域近年来受国家重大生态政策退耕还林、退牧还草的影响, 大部分东部和西部植被恢复较快。在今后如果增强两国的文化和政策交流学习, 将会对未来的游牧民族文化的保留和发展提供契机。

关键词: 蒙古国; 内蒙古; 归一化植被指数 (NDVI); 气候变化; 植被覆盖

Response of vegetation coverage to climate change in Mongolian Plateau during recent 10 years

MIAO Lijuan¹, JIANG Chong^{1,2}, HE Bin¹, LIU Qiang¹, ZHU Feng¹, CUI Xuefeng^{1,*}

1 State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, College of Global Change and Earth System Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

2 College of Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China

Abstract: Vegetation in the arid/semi arid area is highly sensitive to climate change. The Mongolian Plateau climate is mainly controlled by the east Asia monsoon system. Hence both Inner Mongolia and the state of Mongolia (Hereafter: Mongolia) experience a similar arid/semi arid climate but have different anthropological influences via their separate social and economic development histories. In this study, we analyzed *in-situ* observations from 67 meteorological stations (50 stations in Inner Mongolia and 17 in Mongolia) and NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) product from SPOT (Satellite pour l'observation de la Terre in French) using Mann-Kendall (MK) tests and Maximum Value Composition (MVC). Our results showed that: (1) Temperature is general higher in the south than the north, while precipitation ranges from low in the west to high in the east. There is a significant warming trend over the whole Mongolian Plateau region from 1961 to 2009, while no obvious trends were found for precipitation; (2) Vegetation coverage in Inner Mongolia was

基金项目: 国家重点基础研究发展计划 (973 计划) 资助项目 (2010CB428502, 2011CB952001); 新世纪优秀人才支持计划资助 (NCET-09-0227); 国家自然科学基金 (41271542); 中央高校基本科研业务费专项资金资助

收稿日期: 2013-04-10; 修订日期: 2013-09-10

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xuefeng.cui@bnu.edu.cn

generally greater than that in Mongolia. The time series of vegetation coverage change in these two regions can be divided into two periods. The regional averaged NDVI decreased from 1998 to 2001, fluctuated greatly and then increased continuously from 2009 to 2012. The main degraded areas are located in the Xilingol league, central Inner Mongolia, while they are mostly located in the central and western Mongolia; (3) Positive correlations were found between NDVI and precipitation in desert, steppe vegetation and forest areas in Mongolia, while negative relationships were found for temperature. In Inner Mongolia, NDVI are also positively correlated with precipitation in desert and steppe vegetation areas and also positively correlated with temperature in forests. Recently several major national ecological projects were implemented in Inner Mongolia by national central and local governments, including “The Return Cropland to Forest”, the “Return Grazing Land to Grassland” (Grain for Green), and the Three North Protection Forest Plantation Project. These projects improved the local environment by stopping grazing/cropping and planting trees. We believe that these policy actions contribute to the vegetation recovery in Inner Mongolia exhibited here in the NDVI. We attribute the different trends and dynamics of vegetation change in Inner Mongolia and Mongolia to human activities since the climate is similar in these two areas. However, the mechanism driving the changes requires further study particularly investigation of the socio-economic drivers of local land use changes. If formal/informal communication between Inner Mongolia and Mongolia are encouraged in scientific research, cultural exchange and policy making of environmental protection at different levels, it will provide more opportunity for preservation and enhancement of the nomadic culture.

Key Words: Mongolia; Inner Mongolia; NDVI; climate change; vegetation coverage

IPCC 第四次工作报告指出,近百余年来全球温度升高已经成为不争的事实^[1]。气温升高将会带来全球干旱、粮食、水资源、物种灭绝等一系列严峻的环境和社会问题,在一些敏感区域问题尤为凸显,例如非洲沙哈尔^[2]、中国农牧交错带^[3]、北美^[4]、澳大利亚^[5]等干旱区,沙漠化、粮食安全、陆地生态系统将面临巨大挑战。干旱半干旱区由于自身的脆弱性和不稳定性使得其对气候变化的响应尤为敏感,气候变化引起的沙漠化、水土流失等区域土地退化问题是当前的研究重点^[6]。赵茂盛等^[7]使用 NPP 和 PDSI (Palmer Drought Severity Index) 分析得出干旱强度的增加会直接导致植被生产力的下降。信忠保^[8]等使用 GIMMS (Global Inventory Modeling and Mapping Studies) 和 SPOT VGT (Système Pour l'Observation de la Terre Vegetation) 两种归一化植被指数论证黄土高原地区气候变暖在加剧土壤干燥化抑制夏季植被生长的同时提高了春、秋季节植被生长活性。这说明了气候变化对植被变化的影响是直接的实时的。

干旱半干旱地区的气候变化是全球气候变化研究的重要组成部分,既具有与全球气候变化的一致性又有它自身的特殊性,即在全球变暖的大背景下,蒙古高原地区变暖速率高于全球水平,也高于中国

平均水平^[9]。近年来剧烈的气候变化和人类过度放牧导致了地区干旱、沙漠化情势的加剧。由于气旋和冷风过境等原因影响,每年春季蒙古国沙尘是我国北方内蒙古地区沙尘暴的主要沙源,对我国内陆地区造成巨大的环境破坏和经济损失。地表植被覆盖与沙尘天气发生频率有着较为紧密的联系,植树种草能够有效遏制土地荒漠化发展速度,特别是在气候变化的影响下植被覆盖状况的起伏波动有可能对区域生态环境的诸多方面造成重要影响。当前国内的高原气候变化和植被覆盖的研究主要集中于青藏高原^[10-11]、黄土高原^[12-13]和内蒙古高原的研究^[14-15],少量研究针对整个蒙古高原区域,缺乏对蒙古地区植被覆盖变化及其对气候变化响应的整体性和异质性研究。本研究是基于蒙古高原地区多年的气象资料和遥感数据,对过去 50a 蒙古国和内蒙古气温和降水的时空变化趋势进行分析,并探讨 1998—2012 年来蒙古高原地区植被覆盖变化并分析其成因。

1 研究区简介

蒙古高原地处亚洲大陆中部,主要包括我国境内的内蒙古和蒙古国。两个区域均处于东亚季风环流控制范围内,属于温带大陆性气候,冬季严寒漫

长,夏季炎热短暂,降水稀少^[16]。除高原东部、东南部以及北部等少数地区外,蒙古高原绝大部分地区年降水量均少于 400 mm,整个区域平均降水量约 200 mm^[16]。植被类型以荒漠植被、草地群落、森林群落为主。蒙古高原的地理特殊性在于整个区域横跨森林-草原-戈壁沙漠带。其中内蒙古是中国的第三大省,具有丰富的草场和矿产资源,目前正面临着多重社会和环境问题。全球环境变化背景下的人口增加、工业发展以及气温升高所导致的土地荒漠化、环境污染和物候变化等严重限制了该地区的生态建设和居民生产生活^[9]。

2 资料和方法

遥感数据选用 SPOT VEGETATION NDVI 10 天合成的产品(<http://free.vgt.vito.be/home.php>),时间跨度为 1998—2012 年,空间分辨率为 1 km。使用 IDL 批处理对下载的数据进行裁切,并对 SPOT VEGETATION NDVI 每旬产品数据进行最大化合成(MVC 算法, Maximum Value Composite)来消除太阳高度角、云和大气的影[17],然后用 IDL 语言读取 67 个气象站的 NDVI 最大值。气象数据来源于中国气象科学数据共享服务网(<http://cdc.cma.gov.cn/>)提供的中国 1961—2009 年气温和降水日值数据,从中挑选数据比较完备的站点,包括内蒙古 50 个站和

蒙古国境内 17 个站,部分缺测站点的数据运用线性回归法进行了插补。研究采用 Mann-Kendall (MK) 非参数检验来检测气温要素的突变趋势。气象数据空间差值采用了 ArcGIS 空间地统计模块的反距离加权法;由于生物学特性差异,不同群落或物种对气候胁迫的响应不同。这里分别按照 Olson 的生态区划标准将研究区划分为森林、草原和戈壁 3 个生态区,挑出区域内站点周围的 NDVI 和气象要素进行相关分析,并进一步探讨森林、草原和荒漠植被对气候因子变化的响应。

3 结果与分析

3.1 气温和降水的空间分布和时空变化

如图 1 所示,蒙古高原地区多年平均气温呈现出明显的南高北低空间分布格局,由南向北递减,多年平均气温为 4.12 ℃,年均温最高的站点为内蒙古境内拐子湖站(9.3 ℃),最低的站点为内蒙古境内图里河站(-4.4 ℃),两站极差达 13.7 ℃。多年平均降水量为 269 mm(图 1),年降水量最大的站点为内蒙古小二沟站(476 mm),最小的站点为内蒙古额济纳旗站(34 mm)。降水整体上分布格局为东部高于西部,北部高于南部,由东部季风区向西北内陆干旱区过渡过程中,气候的大陆性明显增强。

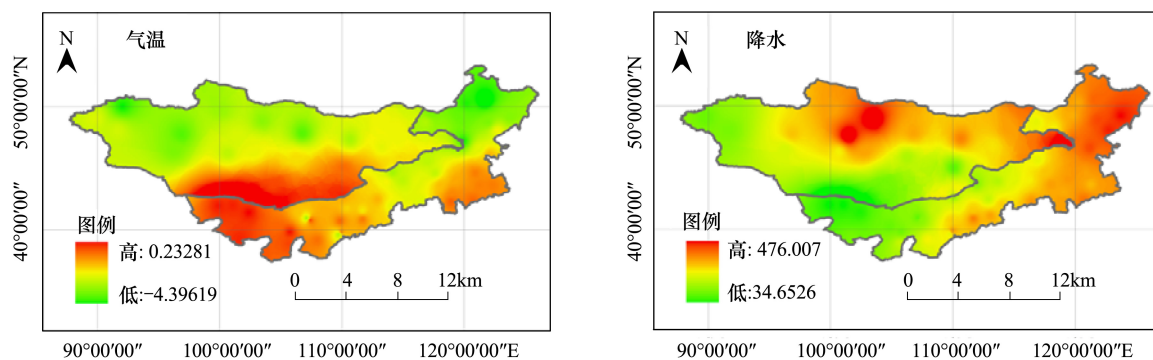


图 1 气温和降水变化空间分布

Fig.1 Spatial distribution of yearly averaged temperature (a) and precipitation (b)

如图 2 所示,在过去的 49 年间,内蒙古和蒙古国气温呈同步变化趋势,整体上都表现出显著上升趋势($0.36\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$, $P<0.001$)。1985 年以前微弱上升($0.075\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$),而后快速上升($0.512\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$)。降水量呈现出先增加后减少的变化趋势,由图 2 和累积距平曲线(图略)可知,1990 为分界点,1990 以

前微弱增加($17.4\text{ mm}/10\text{ a}$),此后逐渐减少($76.9\text{ mm}/10\text{ a}$),49a 总体的变化速率为 $2.45\text{ mm}/10\text{ a}$ 。内蒙古和蒙古国所有站点年均温变化的 MK 趋势检验结果表明内蒙古气温突变的年份发生在 1990 年,而蒙古国气温突变的年份发生在 1991 年,这说明整个蒙古高原升温幅度突然增大的时间均发生在 90 年代初。

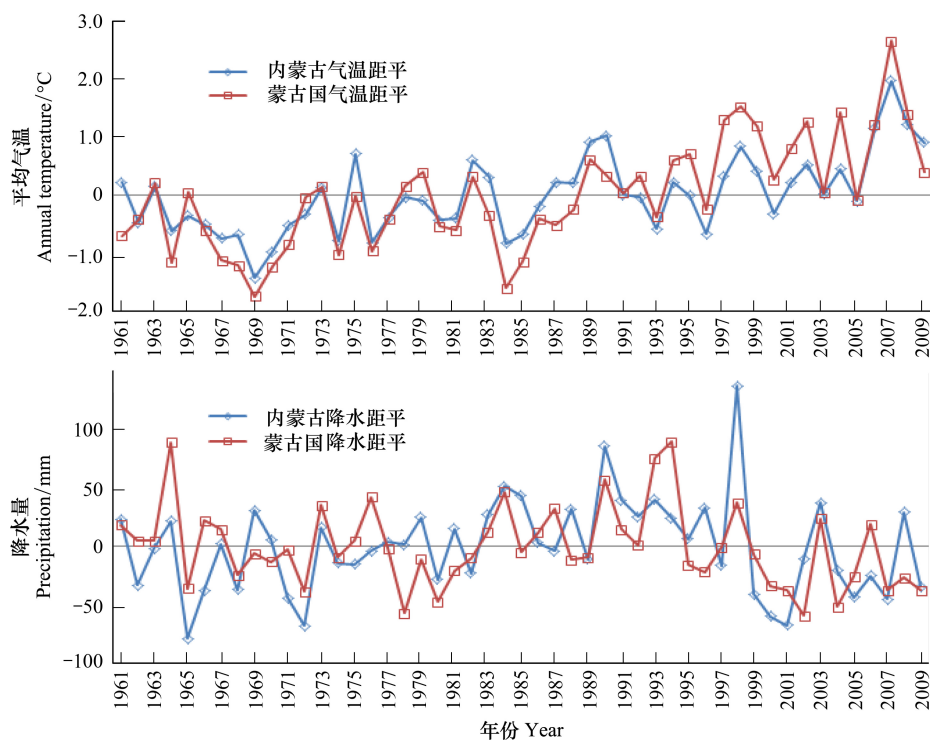


图2 年平均气温和年降水量距平时序变化

Fig.2 Time series of annual temperature and precipitation of their anomaly

3.2 植被覆盖的时空变化特征

3.2.1 植被空间分布格局

Olson 的生态分类标准在在蒙古高原区域的分类结果为西部荒漠、中部草原和东部森林 (图 3)。本地区 1998 到 2012 年多年平均 NDVI 的空间格局如图 4(a) 所示, 两地植被覆盖总体上呈现东高西低的特征, 基本与森林—草原—荒漠植被的分布一致。总体来说, 植被覆盖的排序为森林生态区 > 草原生态区 > 荒漠生态区。蒙古国的植被覆盖高值区分布在北部和东部, 而西南部较为荒凉; 内蒙古的植被覆盖

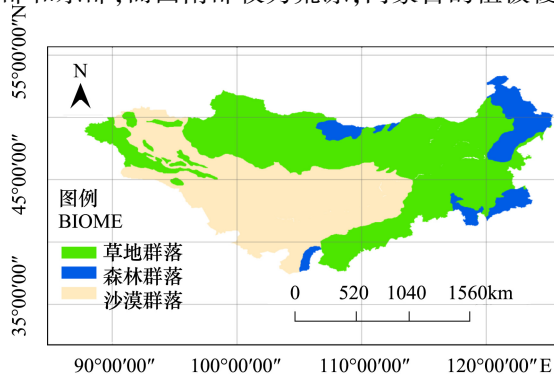


图3 蒙古国和内蒙古植被 Olson 分区

Fig.3 Olson's vegetation distribution for Mongolia and Inner Mongolia

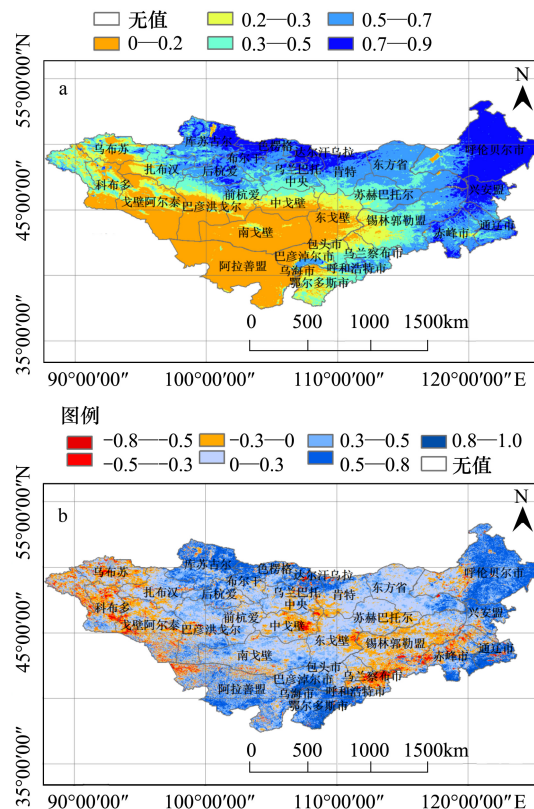


图4 1998—2012 年植被年最大化 NDVI (a) 和空间变化 (b)

Fig.4 Spatial distribution of maximum NDVI (a) and its change (b) from 1998 to 2012

高值区主要位于中部锡林郭勒盟和东部呼伦贝尔草原附近,西部阿拉善盟是荒漠区域,植被覆盖较差。

3.2.2 植被覆盖时空变化

植被覆盖稀疏是干旱和半干旱地区最主要的环境特征,因此长期定量的植被分布和空间变化观测能够在一定程度上分析干旱和半干旱地区的环境变化^[18]。如图 5 所示,1998—2003 年整个蒙古国地区植被呈现先减少后增加的趋势,内蒙古的植被覆盖度高于蒙古国区域。两地的 NDVI 均值在 0.32—0.52 之间变动,2001 和 2007 年总体植被覆盖度最低,整体上 NDVI 表现为以 2003 年和 2008 年为波峰,2001 年和 2007、2009 年为波谷的波动过程。时间序列上主要分为 3 个阶段,1998—2001 年 NDVI 整体明显下降,植被退化趋势明显,2002—2007 年植被波动上升,其中 2009—2012 年连续 3a 上升。

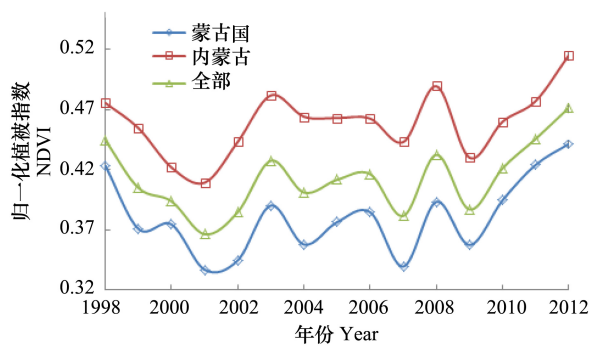


图 5 1998—2012 年植被的时间变化

Fig.5 Change trend of vegetation from 1998 to 2012

研究区的植被在 1998—2012 年的年际变化趋势上呈现了显著的空间差异,如图 4(b) 所示,红色的区域表示植被减少,蓝色的区域表示植被增加,颜色越深相关性越强。大部分森林群落植被覆盖度是

增加的,中部和西部群落草地连片减少;内蒙古地区植被减少的有乌兰察布、锡林郭勒盟、赤峰的中部和通辽北部;植被增加的主要集中于呼伦贝尔、兴安、鄂尔多斯,包头市,阿拉善盟。蒙古国境内植被减少的区域集中于西部区域中戈壁、中央、苏木贝尔、苏赫巴托尔东部、戈壁阿尔泰、乌布苏、巴彦乌列盖、科布多等地;其余地方都增加,主要集中在蒙古国的中部和东部。

3.3 NDVI 对气温和降水变化的响应

影响植被生长的气象因子主要有气温、降水,特别是在干旱半干旱地区。蒙古高原区域近年来的气温呈现明显的上升趋势,降水没有显著变化,整体有暖干化的趋势^[9]。这里针对干旱半干旱区域的特性,在不同植被区域挑选 3 个典型站点(由于蒙古国森林区域没有气象站点,这里不予讨论)。本研究综合考虑了降水和气温两个要素采用相关分析法来构建气象要素与植被覆盖之间的关系(表 1)。蒙古国荒漠植被 NDVI 与降水呈强正相关,与气温呈较弱的负相关关系,蒙古国境内科布多站点的 NDVI 与降水呈正相关关系;草原植被主要与降水呈正相关。内蒙古区域荒漠植被 NDVI 与降水呈相关,与气温呈负相关。草原植被与降水呈正相关,与气温关系不明显。森林植被主要与气温呈正相关,与降水关系不明显。穆少杰等^[17]的结果认为内蒙古植被对气候因子变化敏感度降低的原因是政策导向下人类活动强度加剧。蒙古国由于人口数量较少(内蒙古的十分之一),国家目前尚无官方的生态政策,但从人口数量上人类活动强度弱于内蒙古,部分站点 NDVI 与气温和降水相关性也强于内蒙古。

表 1 不同站点 NDVI 与降水和气温的相关系数

Table 1 Correlation coefficients between NDVI and meteorological elements

蒙古国 Mongolia	站点 Stations	NDVI 与降水 NDVI & Precipitation	NDVI 与气温 NDVI & Temperature	内蒙古 Inner Mongolia	站点 Stations	NDVI 与降水 NDVI & Precipitation	NDVI 与气温 NDVI & Temperature
荒漠植被 Desert	科布多	0.717 **	-0.305	荒漠植被	海力素	0.334	-0.494
	乌兰固木	0.201	-0.095	Desert	杭锦后旗	-0.091	-0.721 **
	曼达尔戈壁	0.398	-0.187		巴音毛道	0.531	0.266
草原植被 Grassland	乌勒盖	0.398	-0.599 *	草原植被	东乌珠穆沁旗	0.610 *	0.069
	阿里雅苏台	-0.094	-0.587 *	Grassland	集宁	0.531	-0.251
	阿尔泰	0.717 **	-0.405		伊金霍洛旗	0.610 *	-0.176
				森林植被	开鲁	0.137	0.694 *
				Forest	图里河	-0.118	0.546
					小二沟	0.523	0.122

** 表示相关关系达到 0.01 显著水平, * 表示相关关系达到 0.05 显著水平

4 讨论和结论

本文以蒙古国和内蒙古为研究对象,结合 67 个气象站的观测资料数据分析了近 49 年来气温和降水的长时间变化趋势,利用 SPOT VEGETATION NDVI 遥感数据分析了两地的植被覆盖变化。采用 Olson 的全球生态区划标准,从荒漠植被、草原植被和森林植被等不同生态区的角度分析了植被变化对气象要素变化的响应,结论如下。(1)近 49 年间内蒙古和蒙古国地区年平均气温显著上升,降水变化不明显。年均气温在空间上呈现出南高北低的空间分布格局,降水量表现出由西向东递增趋势。(2)蒙古国的植被覆盖低于内蒙古区域,1998—2012 年间植被覆盖状况呈现先退化后改善的趋势;空间变化上,内蒙古地区植被退化的有乌兰察布、锡林郭勒盟、赤峰的中部和通辽北部;蒙古国退化的区域分布在中西部区域,退化面积大于内蒙古;(3)蒙古国荒漠和草原植被 NDVI 与降水呈正相关,与气温呈负相关。内蒙古地区荒漠和草原植被的 NDVI 与降水呈正相关,而森林植被与气温呈正相关。现在由于研究所用气象站点资料空间分布不均匀,蒙古国的站点较为稀疏,对于精确刻画该区域的气候变化特征还有缺欠。并且所用的遥感数据较为单一,今后将会用多源遥感数据(MODIS 和 GIMMS 数据)来插补融合进一步弥补时间分辨率和空间分辨率的不足。

1998 年以来国家大力倡导实施环境的可持续发展,先后实施了京津风沙源治理、退耕还林、退牧还草、围封保育、轮耕休耕等一系列生态恢复工程。我国的内蒙古作为重点实施区域之一,近年来取得了良好的生态效果。使用 SPOT-NDVI 结果研究发现内蒙古境内西部大部分荒漠区域,通辽附近的科尔沁沙地的植被呈持续好转状态,这与穆少杰的研究结果基本一致^[18]。而对于蒙古国而言,查阅相关文献和政策资料发现国际上的剑桥大学亚洲蒙古国中心(Mongolia and Inner Asia student unit in Cambridge)、蒙古国发展合作瑞士研究中心(Swiss Agency for Development and Cooperation in Mongolia in Swiss)还有中亚山脉研究中心(MSRC, University of Central Asia's Mountain Societies Research Centre)针对蒙古国的牧民生活和植被保护政策上进行研究和小区试点。David 项目研究结果表明,20 世纪 90

年代中国的草地由于集体主义带来的公地悲剧以及过度放牧是土地退化的主要原因。蒙古国由于经济制度的革新使得人民的收入迅速降低,经济的压力使得人民生活水平降低^[17]。近年来也发现全球研究蒙古高原问题的文献数量也从 1995 年的 26 篇增加至 2011 年的 289 篇,增加了近 10 倍(web of science 检索 geology or environmental sciences ecology and science technology or social sciences 领域,关键词为 Mongolian Plateau),由此可见,20 世纪以来蒙古高原的气候变化和土地利用变化以及人类活动正受到广泛的国际关注,对蒙古国和内蒙古的长时间气候和植被变化的机理研究是一项必不可少的基础工作。

近年来蒙古高原气候变化(特别是温度变化)是显著的,气温对植被覆被具有明显的负面作用,在全球变化大背景下,处于干旱半干旱的敏感地区,应该积极应对防患于未然,由于技术和地理条件的原因,内蒙古和蒙古国区域的农业还是依赖于靠天吃饭的基本格局,农户更应该采取措施防止极端暴雪事件和干旱,例如预留牧草、休耕轮耕。另外,要严格控制牲畜头数,防止过度放牧导致的牧草退化。对于国家层面来说,制定严格的草原使用管理以及保护政策是当务之急,两国处于相同的地理位置,共同拥有珍贵的草原文化,促进交流才能共同协商解决现在共存的问题。

References:

- [1] Zhao Z C, Wang S W, Luo Y. Assessments and projections of Temperature rising since the establishment of IPCC. *Advances in Climate Change Research*, 2007, (3): 183-184.
- [2] Hulme M, Doherty R, Ngara T, New M, Lister D. African climate change: 1900—2100. *Climate Research*, 2001, 17(2): 145-168.
- [3] Zhao Y X, Qiu G W. A study of climate change impact on northern farming-pastoral region. *Meteorological Monthly*, 2001, 27(5): 3-7.
- [4] Seager R, Ting M F, Held I, Kushnir Y, Lu J, Vecchi G, Huang H P, Harnik N L, Leetmaa A, Lau N C, Li C H, Velez J, Naik N. Model projections of an imminent transition to a more arid climate in southwestern North America. *Science*, 2007, 316(5828): 1181-1184.
- [5] Whetton P, Fowler A M, Haylock M R. Implications of climate change due to the enhanced greenhouse effect on floods and droughts in Australia. *Climatic Change*, 1993, 25(3/4):

- 289-317.
- [6] Li J Y, Chen P Q, Ma Z G, Ge Q S. Regional research: a main approach to understanding the global environmental change. *Advances in Earth Science*, 2006, 21(5): 441-450.
- [7] Zhao M S, W Running. Drought-induced reduction in global terrestrial net primary production from 2000 through 2009. *Science*, 2010, 329(5994): 940-943.
- [8] Xin Z B, Xu J X, Zheng W. Impact of Climate change and human activities on the vegetation change on Loess Plateau. *Science in China*, 2007, 37(11): 1504-1514.
- [9] Wang L, Zhen L, Liu X L, Batkhishig O, Wang Q X. Comparative studies on climate changes and influencing factors in central Mongolian Plateau Region. *Geographical Research*, 2008, 27(1): 171-180.
- [10] Du M Y, Kawashima S, Yonemura S, Zhang X Z, Chen S B. Mutual influence between human activities and climate change in the Tibetan Plateau during recent years. *Global and Planetary Change*, 2004, 41(3/4): 241-249.
- [11] Cui X F, Graf H, Langmann B, Chen W, Huang R H. Climate impacts of anthropogenic land use changes on the Tibetan Plateau. *Global and Planetary Change*, 2006, 54(1/2): 33-56.
- [12] An C B, Tang L Y, Barton L, Chen F H. Climate change and cultural response around 4000 cal yr B.P. in the western part of Chinese Loess Plateau. *Quaternary Research*, 2005, 63(3): 347-352.
- [13] Huang C C, Pang J L, Zhou Q Y, Chen S E. Holocene pedogenic change and the emergence and decline of rain-fed cereal agriculture on the Chinese Loess Plateau. *Quaternary Science Reviews*, 2004, 23(23/24): 2525-2535.
- [14] Lu N, Wilske B, Ni J, John R, Chen J. Climate change in Inner Mongolia from 1955 to 2005-trends at regional, biome and local scales. *Environmental Research Letters*, 2009, 4(4): 045006.
- [15] Natsagdorj L, Jugder D, Chung Y S. Analysis of dust storms observed in Mongolia during 1937—1999. *Atmospheric Environment*, 2003, 37(9/10): 1401-1411.
- [16] Zhang X Y, Hu Y F, Zhuang D F, Qi Y Q. The spatial pattern and differentiation of NDVI in Mongolia Plateau. *Geographical Research*, 2009, 28(1): 10-18.
- [17] Mu S J, Li J L, Chen Y Z, Gang C C, Zhou W, Ju W M. Spatial differences of variations of vegetation coverage in Inner Mongolia during 2001—2010. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(9): 1255-1268.
- [18] Sneath D. State policy and pasture degradation in Inner Asia. *Science*, 1998, 281(5380): 1147-1148.

参考文献:

- [1] 赵宗慈, 王绍武, 罗勇. IPCC 成立以来对温度升高的评估与预估. *气候变化研究进展*, 2007, (3): 183-184.
- [3] 赵艳霞, 裘国旺. 气候变化对北方农牧交错带的可能影响. *气象*, 2001, 27(5): 3-7.
- [6] 李家洋, 陈泮勤, 马柱国, 葛全胜. 区域研究: 全球变化研究的重要途径. *地球科学进展*, 2006, 21(5): 441-450.
- [8] 信忠保, 许炯心, 郑伟. 气候变化和人类活动对黄土高原植被覆盖变化的影响. *中国科学*, 2007, 37(11): 1504-1514.
- [9] 王菱, 甄霖, 刘雪林, Batkhishig O, 王勤学. 蒙古高原中部气候变化及影响因素比较研究. *地理研究*, 2008, 27(1): 171-180.
- [16] 张雪艳, 胡云锋, 庄大方, 齐永清. 蒙古高原 NDVI 的空间格局及空间分异. *地理研究*, 2009, 28(1): 10-18.
- [17] 穆少杰, 李建龙, 陈奕兆, 刚成诚, 周伟, 居为民. 2001—2010 年内蒙古植被覆盖度时空变化特征. *地理学报*, 2012, 37(9): 1255-1268.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34, No.5 Mar., 2014 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- Advance in the study on drought index LI Bozhen, ZHOU Guangsheng (1043)
- State-of-the-art review of the impact of climatic change on bioavailability of mineral elements in crops
..... LI Longqing, WU Zhengyun, ZHANG Qiang, et al (1053)
- Mechanism, hypothesis and evidence of herbivorous insect-host interactions in forest ecosystem
..... ZENG Fanyong, SUN Zhiqiang (1061)
- Approach of nematode fauna analysis indicate the structure and function of soil food web
..... CHEN Yunfeng, HAN Xuemei, LI Yufei, et al (1072)
- A spatial econometric analysis of water footprint intensity convergence on a provincial scale in China
..... ZHAO Liangshi, SUN Caizhi, ZHENG Defeng (1085)
- Pattern dynamics of vegetation coverage of Plateau Valley-City in the Western China; a case study in Xining
..... GAO Yun, XIE Miaomiao, FU Meichen, et al (1094)
- Scale effect analysis of the influence of land use and environmental factors on surface soil organic carbon; a case study in the
hilly and gully area of Northern Shaanxi Province ZHAO Mingyue, ZHAO Wenwu, ZHONG Lina (1105)
- Effects of *Eisenia foetida* and *Amyntas morrisi* on the chemical and biological properties of soil amended with the paper mill
sludge CHEN Xufei, ZHANG Chi, DAI Jun, et al (1114)

Autecology & Fundamentals

- Regulation of potassium supply and signal inhibitors on acetate effluxes by ectomycorrhizal fungi
..... YANG Hongjun, LI Yong, YUAN Ling, et al (1126)
- Arsenic induces guard cell death in leaf epidermis of *Vicia faba* XUE Meizhao, YI Huilan (1134)
- Identification and characteristics of phenol degrading bacteria ad049 screened from oil contaminated soil
..... HU Ting, GU Jie, ZHEN Lisha, YANG Jiu, et al (1140)
- Physiological response of *Medicago sativa* L. to copper stress by FTIR spectroscopy
..... FU Chuan, YU Shunhui, HUANG Yimin, et al (1149)
- Effects of sowing date on 2-acetyl-1-pyrroline content and yield of late season aromatic rice
..... YANG Xiaojuan, TANG Xiangru, WEN Xiangcheng, et al (1156)
- Effects of exogenous calcium (Ca) on tolerance of *Allium cepa* var. *agrogarum* L. to cadmium (Cd) stress
..... WANG Qiaoling, ZOU Jinhua, LIU Donghua, et al (1165)
- The study of *Vitex negundo* shrubs canopy biomass inversion in Beijing Jundu mountainous area based on vegetation indices
..... GAO Mingliang, GONG Zhaoning, ZHAO Wenji, et al (1178)
- Comparison study of sulfur dioxide resistance of three warm-season turf grasses LI Xi, WANG Lihua, LIU Wei, et al (1189)
- Geostatistical analysis on spatial dynamics of the apterous *Myzus persicae* in flue-cured tobacco fields of Enshi tobacco area, China ...
..... XIA Pengliang, WANG Rui, WANG Changjun, et al (1198)
- Patterns of seed predation and removal of Mongolian oak (*Quercus mongolica*) by rodents
..... ZHANG Jinghong, LIU Bingwan (1205)
- Effect of available burrow densities of plateau pika (*Ochotona curzoniae*) on leaf nitrogen and phosphorus stoichiometry of dominant
plants and soil in alpine meadow LI Qianqian, ZHAO Xu, GUO Zhenggang (1212)

- Overcompensation and competitive effects of *Microcystis aeruginosa* and *Scenedesmus obliquus* after low temperature and light stresses XIE Xiaoling, ZHOU Rong, DENG Zifa (1224)

Population, Community and Ecosystem

- The main nest predators of birds breeding in artificial nest-boxes and its influencing factors ZHANG Lei, LI Donglai, MA Ruiqiang, et al (1235)
- Temporal and spatial variation of macrobenthic communities in the intertidal zone of Xunpu, Quanzhou Bay ZHUO Yi, CAI Lizhe, GUO Tao, et al (1244)
- The influence of variables at different scales on stream benthic macroinvertebrates in Luanhe River Basin ZHANG Haiping, WU Dayong, WANG Zhaoming, et al (1253)
- Relationships between environmental variables and seasonal succession in phytoplankton functional groups in the Hulan River Wetland LU Xinxin, LIU Yan, FAN Yawen (1264)
- Habitat assessment of sika deer (*Cervus nippon*) in the Taohongling National Nature Reserve, Jiangxi Province, China LI Jia, LI Yankuo, MIAO Lujun, et al (1274)

Landscape, Regional and Global Ecology

- The comprehensive geographical regionalization of China supporting natural conservation GUO Ziliang, CUI Guofa (1284)
- Response of vegetation coverage to climate change in Mongolian Plateau during recent 10 years MIAO Lijuan, JIANG Chong, HE Bin, et al (1295)
- Impact analysis of human activities and climate change on Honghu lake's spring drought LIU Kequn, LIANG Yitong, ZHOU Jinlian, et al (1302)
- Lakes evolution of central Wuhan during 2000 to 2010 DAN Yongli, WANG Hongzhi, ZHANG Huan, et al (1311)

Resource and Industrial Ecology

- The spatial distribution of *Ophiocordyceps sinensis* suitability in Sanjiangyuan Region ... LI Fen, WU Zhifeng, XU Cui, et al (1318)

《生态学报》2014 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 象伟宁

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 34 卷 第 5 期 (2014 年 3 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 34 No. 5 (March, 2014)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@ cspg. net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@ cspg. net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元