

丽娜, 包玉龙, 银山, 等. 中蒙边境地区草原火时空分布特征分析[J]. 灾害学, 2016, 31(3): 207-210. [Lina, BAO Yulong, Yinshan, et al. Spatiotemporal Characteristics of Grassland Fire in China-Mongolia Border Regions[J]. Journal of Catastrophology, 2016, 31(3): 207-210.]

## 中蒙边境地区草原火时空分布特征分析<sup>\*</sup>

丽娜<sup>1</sup>, 包玉龙<sup>1,2</sup>, 银山<sup>1,2</sup>, 毕力格<sup>3</sup>, 那日苏<sup>1</sup>

(1. 内蒙古师范大学地理科学学院, 内蒙古呼和浩特 010020; 2. 内蒙古自治区遥感与地理信息系统重点实验室, 内蒙古呼和浩特 010020; 3. 内蒙古气象科学研究所, 内蒙古呼和浩特 010051)

**摘要:** 草原火灾是中蒙两国共同遭受的比较严重的自然灾害之一。针对中蒙边境地区的草原火灾, 以内蒙古东乌珠穆沁旗及接壤的蒙古国三个苏木为研究区, 采用2000-2014年的MCD45A火烧迹地产品, 利用GIS空间分析方法对中蒙边境地区草原火的时空分布特征进行分析研究。研究表明: 近15年研究区过火迹地空间分布广泛, 而研究区总过火面积的95%分布在蒙古国境内。每个像元上的过火频次较高, 最高在蒙古国的哈拉哈郭勒苏木境内, 过火频次达到15年内同一个像元上发生7次。而中国的东乌珠穆沁旗境内却没有该现象。研究区过火面积的年际变化表明, 2000-2008年呈减少趋势, 2008-2014年呈增加趋势。由旬变化可知, 4-6月是蒙古国过火面积最大的月份, 而10月至来年4月是东乌珠穆沁旗过火面积最大的月份。

**关键词:** 中蒙边境; 草原火灾; MCD45A; 时空分布

**中图分类号:** P954; X43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2016)03-0207-04

**doi:** 10.3969/j.issn.1000-811X.2016.03.035

草原火灾是当前全球性重大灾害之一, 因其突发性强, 破坏性大, 给牧区经济特别是畜牧业带来了巨大损失<sup>[1-2]</sup>。草原火灾作为自然生态系统中重要的干扰因子之一<sup>[3]</sup>, 在全球范围内频繁发生<sup>[4]</sup>。其中, 中蒙边境地区则是发生草原火灾极为频繁的区域。再加之研究区的春秋两季降水量少、天气干燥、大风日多, 加之大部分草原人烟稀少, 交通不便, 因此在关于用火管理方面难度较大, 草原火灾时有发生, 对国家及人民生命财产造成了较为严重的损失<sup>[2]</sup>。

草原火灾对草原资源危害极为严重<sup>[5]</sup>, 过火之处部分植被所剩无几, 植物种类数量以及生物量大减。甚至一些分布区域较窄的物种濒临灭绝; 由于火灾发生区的放牧场或打草场牧草产量剧减, 畜牧业生产受到直接影响<sup>[6]</sup>; 火灾对脆弱的草原生态系统起到直接作用, 容易引起草原生态平衡的破坏。草原火灾给国家造成巨大的经济损失的同时也影响到边境地区的和谐发展与社会稳定, 甚至涉及到国际火情的防治问题。目前, 随着空间统计学和地理信息技术的迅速发展, 诸多国内外研究者对草原火行为时空分布特征进行了深入的探索与研究。因此, 研究中蒙边境地区草原火

时空变异特征是具有重要的科学意义以及为两国对草原火灾风险预测和防治提供有效的科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

研究区位于44.70°~48.04°N, 114.41°~119.98°E之间。总面积为113.698×10<sup>3</sup> km<sup>2</sup>。包括中国的东乌珠穆沁旗和与其接壤的蒙古国的哈拉哈郭勒、额尔德尼查干及马塔德三个苏木(图1)。处于蒙古高原中部, 属典型大陆性气候温带典型草原区, 1月平均气温在-18~-22℃, 7月平均气温在19~22℃, 年平均降水量为200~300 mm。全年季相更替明显, 大风日居多, 冬季寒长干燥气候特征为冬季受蒙古高压控制寒冷风大, 夏季雨热同期<sup>[7]</sup>。

研究区的草原区面积广大、人口稀少、草高、草厚, 地面单位面积可燃物量多, 尤其春秋两季干旱、多风、日照强<sup>[8]</sup>等气候自然条件为草原火灾频繁发生具备了客观条件。成为蒙古高原草原

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2015-12-25 修回日期: 2016-02-20

基金项目: 国家自然科学基金(41561099); 内蒙古自治区博士基金(2015BS0505); 国家科技支撑计划课题(2013BAK05B00); 国家自然科学基金应急管理项目(61550005)

第一作者简介: 丽娜(1992-), 女, 蒙古族, 内蒙古通辽人, 硕士研究生, 主要从事灾害监测与防治方面的研究。

E-mail: 920053105@qq.com

通讯作者: 包玉龙(1982-), 男, 蒙古族, 博士, 讲师, 主要研究方向是灾害与环境风险。E-mail: baoyulong@imnu.edu.cn

火灾情况最为严重的地区之一。

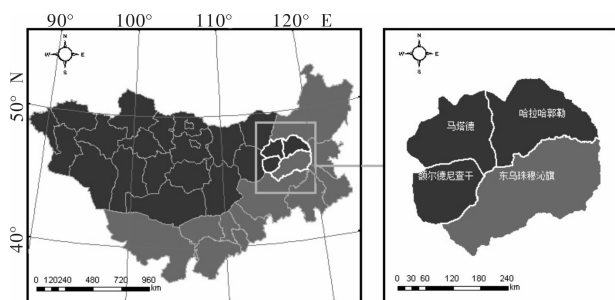


图1 研究区示意图

## 1.2 数据来源

所利用的产品数据是从 USGS 的 LPDAAC (Land processes distributed active archive center) 下载的中分辨率成像光谱仪 (MODIS 传感器) 的火烧迹地面积产品 MCD45A, 此数据是 MODIS 陆地产品 5 系列中的一款, 以 500 m 分辨率的月产品形式发布<sup>[9-10]</sup>。本产品使用的月数据是由 Terra 和 Aqua 两个卫星平台联合搭载的和日地表反射率的时间序列产生的数据<sup>[11]</sup>, 因此对火烧迹地的全局映射是特别发达的<sup>[12]</sup>。MCD45A 数据提供给用户各种质量评估信息和每个像素的质量评估得分, 能够预计研究区内总过火面积。对于大多数用户来说与其有关的数据是火烧迹地的位置和燃烧的日期。

## 1.3 研究方法

结合采用传统的统计方法和 GIS 空间分析方法进行了数据分析。用 MRT (MODIS Reprojection Tool) 工具拼接得到过火迹地数据。将 15 年的 MCD45A 火烧迹地数据利用 Arcgis 软件中的 Arc-toolbox 进行裁剪和投影转换处理。利用研究区的矢量获取整个研究区的过火面积与频次数据。

利用地理信息空间分析方法获得火烧迹地的空间分布格局。用统计方法统计出 2000 - 2014 共 15 年的 MCD45A 火烧迹地面积、火烧发生频率等数据。由面积和频次数据获得研究区的火烧迹地分布特征、火灾发生次数和过火面积的年际和年内变化等信息。通过分析上述数据获得中蒙边境地区的草原火时空分布特征。

## 2 结果与分析

### 2.1 中蒙边境地区过火迹地的空间分布特征

中蒙边境地区 2000 - 2014 年间过火迹地的空间分布特征显示(图 2), 过火迹地主要分布在研究区内的蒙古国境内, 而小面积的分布在中国境内的东乌珠穆沁旗。然而近 15 年来, 整个研究区总过火迹地面积为  $8.09 \times 10^3 \text{ km}^2$ , 其中蒙古国境内的过火迹地面积  $76.8 \times 10^2 \text{ km}^2$ , 占总过火面积的 95%; 中国境内的过火迹地为  $408.742 \text{ km}^2$ , 占总过火面积的 5%。从上述可知蒙古国境内的过火迹地面积是决定整个研究区过火面积的直接原因。东乌珠穆沁旗的过火迹地频繁出现在与蒙古国交界的北部地区, 是沿着两国边境线蔓延着。这可能是由蒙古国越境火灾引起东乌珠穆沁旗北方出现过火迹地, 说明蒙古国越境火灾的风险比较大。

依据 15 年内的过火频次空间分布特征图, 可将研究区的过火频次划分出 4 个梯度区: ①过火频次最高的地区, 主要分布在蒙古国境内的哈拉哈郭勒、马塔德与哈拉哈郭勒的边境上, 过火频次达到 15 年内同一个像元上发生 7 次, 但分布面积较小; ②过火频次较高的地区, 也是主要分布在蒙古国的哈拉哈郭勒、哈拉哈郭勒与马塔德的边界地区以及少量的分布在额尔德尼查干, 频次可达到 5 ~ 6 次; ③过火频次相对较低的地区, 主要散布在蒙古国境内的三个苏木中, 也少面积的分布在东乌珠穆沁旗与哈拉哈郭勒接壤的我国边境内, 越境火灾的可能性很大, 其频次为 3 ~ 4 次; ④过火频次最低的地区则散布在整个研究区中, 虽然这是过火迹地分布面积最广的频次, 但也可直接看出我国境内的过火面积是最小的, 其频次为 1 ~ 2 次。

### 2.2 中蒙边境地区过火迹地的时间分布特征

#### 2.2.1 中蒙边境地区过火迹地的年际变化

图 3 表示 2000 - 2014 年中蒙边境地区过火迹地面积的年际变化, 根据图 3 可看出 2000 - 2014 年间, 研究区过火迹地面积存在明显的年际变化

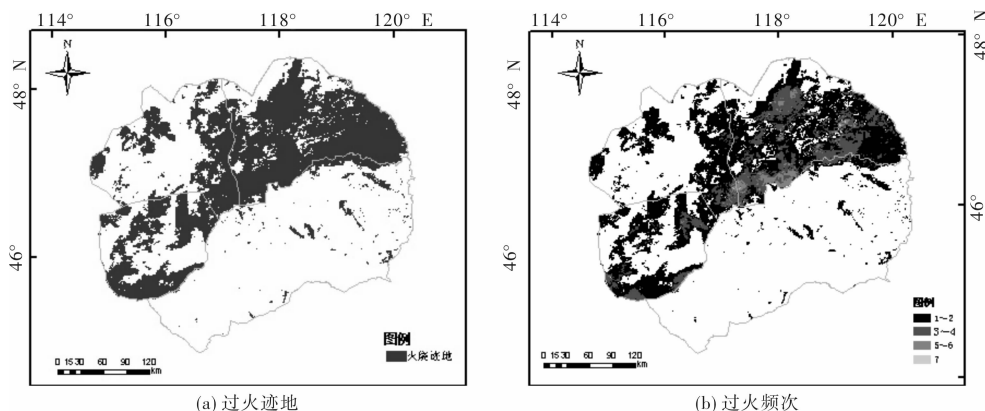


图2 2000 - 2014 年研究区过火迹地及过火频次空间分布

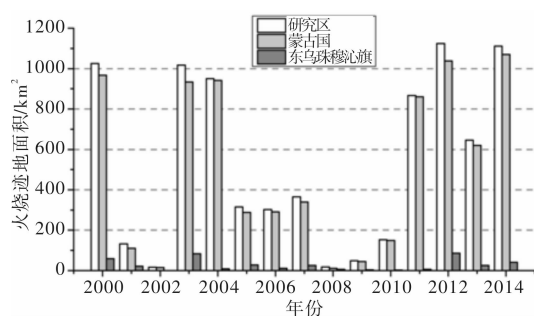


图3 2000-2014年中蒙边境地区过火迹地面积的年际变化趋势

差异。图中2000、2003、2004、2011、2012及2014年的过火迹地面积都相当高,面积分别为 $1.025 \times 10^3 \text{ km}^2$ ,  $1.017 \times 10^3 \text{ km}^2$ ,  $950.36 \text{ km}^2$ ,  $866.9 \text{ km}^2$ ,  $1.124 \times 10^3 \text{ km}^2$ 及 $1.112 \times 10^3 \text{ km}^2$ 。而2002年与2008年的过火面积小,分别为 $15.8 \text{ km}^2$ ,  $17.5 \text{ km}^2$ 。对上数据的分析来看,中蒙边境地区的过火迹地面积的年际变化看似随机性,但大体呈现出2000-2008年减少趋势,2008-2014年增加趋势的规律性。

中国境内与蒙古国境内的过火迹地的面积差异大。并且每年的蒙古国境内的过火迹地面积占研究区总过火迹地面积的90%以上,甚至是有些年达到了99%。因此,蒙古国境内的火烧对于整个研究区火烧起着决定性的作用。由每个区域的过火面积年际变化趋势可看出研究区内的蒙古国境内的过火迹地面积越大的年份中国境内的过火面积也相比其余年的要大,所以更能进一步说明蒙古国越境火灾的可能。

### 2.2.2 中蒙边境地区过火迹地面积旬变化

图4所示为2000-2014年的研究区内各区域旬过火迹地的面积变化,由图4可以看出,第9-15旬(每年4-6月份)为研究区过火迹地面积最大的旬,也是蒙古国的过火面积最大的旬。其中过火迹地面积最大的是第15旬,为 $1.972 \times 10^3 \text{ km}^2$ 。其次为9旬与12旬,面积分别为 $1.844 \times 10^3 \text{ km}^2$ 和 $1.965 \times 10^3 \text{ km}^2$ 。这正表明春季是蒙古国发生火灾频繁的季节。第24旬与27旬的过火迹地面积也相对较大,特别是第27旬达到 $1.128 \times 10^3 \text{ km}^2$ 。这说明,研究区的秋季的火烧也是相当大的。从研究区内的蒙古国与东乌珠穆沁旗的旬过火面积差异来看,蒙古国境内的旬过火迹地面积是导致整个研究区过火的直接原因,即各旬过火迹地面积远大于中国的各旬过火面积,特别是第9-15旬两者差距为最大。相对而言,东乌珠穆沁旗秋冬季各旬过火迹地面积比其春季大,特别是第27旬与6旬过火迹地面积分别达到 $70.87 \text{ km}^2$ 和 $623.33 \text{ km}^2$ ,表明秋冬季为东乌珠穆沁旗发生火灾最为频繁的季节。

## 3 结论

采用GIS空间分析方法对中蒙边境地区2000

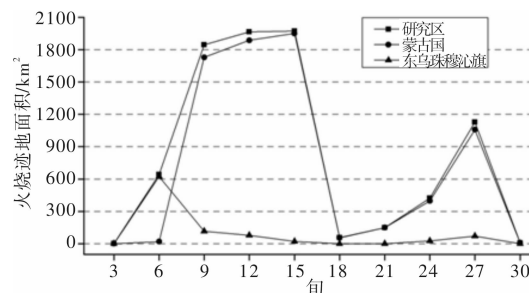


图4 2000-2014年中蒙边境地区旬过火迹地面积变化趋势

-2014共15年的MCD45A火烧迹地产品进行分析研究。通过分析获得中蒙边境地区草原火的空间分布、发生频率、发生次数和过火面积的年际和年内变化及草原火在中蒙两国境内的差异等特征,如下所示。

(1)中蒙边境地区草原火空间分布具有明显的规律性,无论是过火迹地的分布或频次,都主要集中在研究区中的蒙古国境内,特别是分布在蒙古国的哈拉哈郭勒苏木。次之为马塔德以及额尔德尼查干苏木。并且每个像元上的过火频次较高,最高在蒙古国的哈拉哈郭勒苏木境内,过火频次达到15年内同一个像元上发生7次。而中国的东乌珠穆沁旗境内却没有该现象。

(2)从过火迹地的年际变化看出,2000-2014年间整个研究区呈现出2000-2008年减少趋势,而2008-2014年具有增加趋势。两个不同境内的区域对比分析结果表明,蒙古国的过火迹地面积远大于东乌珠穆沁旗,研究区总过火面积的95%分布在蒙古国境内,是决定研究区过火面积最主要的部分。从旬变化看,蒙古国第9旬至15旬(4-6月份)为过火迹地面积最大的旬,即蒙古国春季过火迹地面积要远大于其他季节。而东乌珠穆沁旗27旬-9旬(10月末至来年4月)的过火面积相对其他月份也是大的,即东乌珠穆沁旗秋冬季过火迹地面积大于春季。因此草原火集中在降水较少、风速较大的春、秋两季<sup>[13]</sup>。

(3)从研究区过火面积的年际变化与东乌珠穆沁旗的过火迹地的分布可知,导致东乌珠穆沁旗与蒙古国交界的北部边境地区发生火灾较多的原因是蒙古国不容忽视的越境火灾<sup>[14]</sup>。

## 参考文献:

- [1] 刘桂香, 苏和, 李石磊, 等. 内蒙古草原火灾概述[J]. 中国草地, 1999(4): 76-78.
- [2] 陈世荣. 草原火灾遥感监测与预警方法研究[D]. 北京: 中国科学院遥感应用研究所, 2006.
- [3] 锥瑞森. 全球火格局的时空变异及其机理分析[D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- [4] 张正祥, 张洪岩, 李冬雪, 等. 呼伦贝尔草原人为火空间分布格局[J]. 生态学报, 2013, 33(7): 2023-2031.
- [5] 崔亮, 张继权, 包玉龙, 等. 呼伦贝尔草原火灾风险预警研究[J]. 草业学报, 2012, 21(4): 282-292.

- [6] 峰芝, 包玉龙, 包玉海, 等. 内蒙古牧区草原火行为时空特征分析[C]//中国灾害防御协会风险分析专业委员会第六届年会论文集, 2014.
- [7] 宝音. 蒙古学百科全书(地理)[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 2011: 180-376.
- [8] 乌云德吉, 包玉海, 包玉龙, 等. 东乌珠穆沁草原火源指数遥感分析[C]//中国灾害防御协会风险分析专业委员会第六届年会论文集, 2014.
- [9] 张海军, 齐曙光. 基于 MODIS 数据的 2002-2012 年河南省火灾时空特征分析[J]. 河北师范大学学报, 2015, 39(4): 82-88.
- [10] Boschetti L, Roy D P, Justice C O, et al. Global assessment of the temporal reporting accuracy and precision of the MODIS burned area product[J]. International Journal of Wild land Fire, 2010, 19(6): 705-709.
- [11] Fernando M D A, Laerte G. Satellite-based automated burned area detection: A performance assessment of the MODIS MCD45A1 in the Brazilian savanna [J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2015, 36: 94-102.
- [12] JoséAndrés Moreno Ruiz, JoséRafael García Lázaro, Isabel del águila Cano and Pedro Hernández Leal. Burned Area Mapping in the North American Boreal Forest Using Terra-MODIS LTDR (2001-2011): A Comparison with the MCD45A1, MCD64A1 and BA GEO-LAND-2 Products[J]. Remote Sensing, 2014, 6: 815-840.
- [13] 曲绍鹏, 郑淑霞, 白永飞, 等. 蒙古高原草原火行为的时空格局与影响因子[J]. 应用生态学报, 2010, 21(4): 807-813.
- [14] 傅泽强. 内蒙古干草原火灾时空分布动态研究[J]. 内蒙古气象, 2001(1): 28-35.

## Spatiotemporal Characteristics of Grassland Fire in China-Mongolia Border Regions

Lina<sup>1</sup>, BAO Yulong<sup>1, 2</sup>, Yinshan<sup>1, 2</sup>, Bilige<sup>3</sup> and Narisu<sup>1</sup>

- (1. College of Inner Mongolia Normal University Geography Science, Hohhot 010020, China;  
2. Inner Mongolian Key Laboratory of Remote Sensing and Geographic Information System, Hohhot 010020, China;  
3. Inner Mongolian Institute of Meteorology, Hohhot 010051, China)

**Abstract:** Grassland fire is one of the serious natural disasters suffered both in China and Mongolia. In view of the grassland fire occurred in 3 banner of East Ujimqin banner in China and adjacent Mongolia as research area, the spatiotemporal characteristics was analyzed by GIS space analysis method and using the 2000-2014 MCD45A burned products. The study results indicated that recent 15a, the burned area distributed widely and 95% of the total area of the study area located in the territory of Mongolia, with the highest rate of 7 in Khalkhgol. But East Ujimqin Banner has not happened it. The annual variation trend of the burned area showed that the downward trend happened in 2000-2008, and upward trend in 2008-2014. Known by ten days change, the period that biggest burned area takes place in Mongolia is from April to June, and in East Ujimqin from October to next year April.

**Key words:** China-Mongolia border; grassland fire disaster; MCD45A; spatiotemporal characteristic

(上接第 206 页)

## Comparative Analysis of Landslide Stability Prediction Based on Bayesian Theory

HU Anlong, WANG Kongwei, DENG Huafeng, CHANG Delong, LI Chunbo, GUO Zhen and DU Changjian

(China Three Gorges University Key Laboratory of Geological Hazards on Three Gorges Reservoir Area, Ministry of Education University, Yichang 443002, China)

**Abstract:** The analysis of landslide stability is a complex systematic project, which affects the stability of landslide. Firstly, based on the correlation coefficient theory, the influence factors of landslide stability are described. According to the correlation degree, the main factors affecting the stability of the landslide are selected. Secondly, based on Bayesian theory, the main factors affecting the stability of the landslide and the stability of the landslide are established. Finally, in Bayesian theory analysis and MATLAB software based, Zhuxi County group of 197 landslide data in the group of 100 landslide data as training samples, the remaining 97 group landslide data as the test sample, is substituted into the model discrimination. The results show that the stability of the training set is 80%, and the stability of the test set is 80.41%. Therefore, Bayesian based landslide stability prediction model has a certain reference value for landslide stability analysis. At the same time, the related method can also provide reference for other engineering research.

**Key words:** stability of landslide; related coefficient; Bayesian theory; prediction model of landslide stability