第 9 卷◆第 9 期◆版本 1.0◆2026 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4678 /（中图刊号）：650GL004

基于遥感数据的锡林郭勒草原旱情分析

闵书杰
咸宁市气象局
DOI:10.32629/as.v9i9.4327

[摘　要] 本研究使用归一化植被指数(NDVI)对锡林郭勒草原2005—2015年11年间的干旱情况进行了统计,对不同年份间相同时期的干旱情况进行了整理,按格点统计各地干旱的发生频率,划分出干旱灾害易发区域,总结了干旱时空分布的一般特征。结果表明,锡林郭勒地区干旱以轻旱为主,几乎全境都会受到干旱影响,受灾最严重的年份为2005、2006、2007、2009、2011和2014年。
[关键词] MODIS数据；归一化植被指数；生态干旱；趋势分析
中图分类号：X171.4　文献标识码：A

Drought monitoring of Xilin Gol grassland based on remote sensing data

Shujie Min
Xianning Meteorological Administration

[Abstract] Using the normalized vegetation index, this study analyzed the drought of the Xilin Gol grassland from 2005 to 2015, counted the drought frequency by grid, divided the drought-prone areas, and summarized the general spatio-temporal characteristics of drought. The results show that light drought dominated, affecting almost the whole area; the most severe years were 2005, 2006, 2007, 2009, 2011 and 2014.
[Key words] MODIS data; normalized difference vegetation index; ecological drought; trend analysis

1 引言

干旱是一种频繁发生、持续时间久、影响范围大的自然灾害,常对农牧业生产和社会经济发展造成巨大冲击,我国长期饱受干旱灾害影响[1]。锡林郭勒草原地处蒙古高原东部,是我国北方重要的生态敏感区,其南端的浑善达克沙地是距离北京最近的沙源地,对该地区干旱进行长期动态监测,对沙地荒漠化防治及周边环境保护具有重要意义。

干旱只有使植被生长因缺水受到影响时,作为灾害才有讨论意义,基于植被生长状态(植被指数)评价干旱即生态干旱。国内外学者提出了SPI、PDSI、SPEI等众多干旱指数[2],但主流指数多以气象干旱为制定标准。本研究运用MODIS遥感数据中的NDVI产品,对锡林郭勒草原生态干旱的时空分布特征及发生频次进行回顾性研究,并探讨解决生态干旱监测在时间上存在滞后的可能性。

2 研究区概况及数据源

2.1研究区概况

研究区域为内蒙古自治区中东部的锡林郭勒盟(北纬43° 26′—44° 33′,东经115° 32′—117° 12′),总面积约20.30万平方公里,其中草原面积约17.96万平方公里,海拔约800—1800米,整体地形以高平原为主,为典型的半干旱草原生态系统[3],属温带半干旱区,年降水量400毫米左右,干旱多发生于每年7—10月[4]。

2.2数据获取

使用2005—2015年MODIS植被数据产品MOD13A1,由Earthdata search(https://search.earthdata.nasa.gov/search)网站下载,为16天合成资料,空间分辨率500米。考虑到干旱主要发生在夏秋两季[5],仅选用每年4月至10月共13个时段的白昼资料。处理时先利用MRT软件对图像重投影、提取和拼接,提取NDVI数据;再以arcmap将锡林郭勒盟行政区输出为shp蒙板,经to raster工具批量转换为tif格式,最后以Arcgis的extract by mask功能对图像批量裁剪,获得历年NDVI数据。

2.3干旱等级评估

气象干旱国家规定了降水量及距平百分率、标准化降水指数、相对湿润度指数、土壤湿度干旱指数和帕默尔干旱指数五种监测指标。生态干旱则无统一评估标准,本文以NDVI距平率划分等级：低于-20%为轻旱,低于-30%为中旱,低于-40%为重旱,距平率在0%至-20%之间为无旱。

3 原理和方法

3.1归一化植被指数(NDVI)

植被叶片对红光与近红外光反射率不同,叶片光合作用主要反射0.7—1.1μm近红外光,卫星据此识别植被覆盖区域。NDVI以归一化方式将值限定在-1到1之间,越接近1表示植被越茂盛,接近0可能是裸露岩石区域,负值意味着水域或积雪。不同地

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

区植被类型、土壤条件存在差异,NDVI实际值本身无绝对意义,须与往年同期比较,以植被增减判断干旱是否发生及程度。NDVI是目前应用最广、最基础的植被指数[6]。

3.2统计方法

干旱与降水、蒸发、温度、地形、植被等因素相关,不同季节判断干旱的标准不同,故研究中排除季节变化因素,对相同季节不同年份的NDVI值进行比较。首先对11年间4月至10月13个时段按格点求平均,得到代表11年间各时段的NDVI平均值,计算方法如下：

$$NDVI_{mean}(k)=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}NDVI(k,i) \quad (1)$$

其中 $NDVI_{mean}(k)$ 为NDVI平均值,k为格点序号,i为年份,N为总年份数,取为11。据此求得各时段NDVI平均值的空间分布如图1所示。

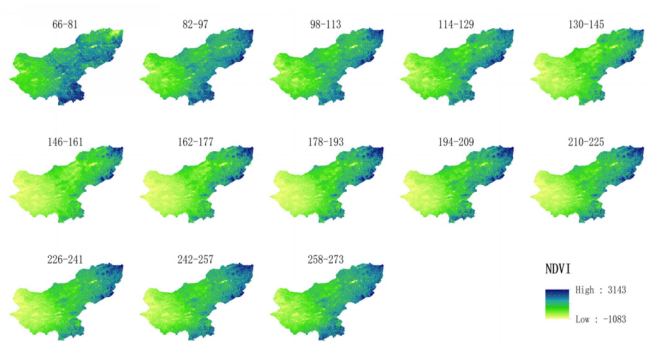

图1 4-10月的NDVI平均值的空间分布

然后以此为标准,分别计算每年每个像元上各时段NDVI的距平率,计算方法如下：

$$AB_{NDVI}(k)=\frac{NDVI(k,i)-NDVI_{mean}(k)}{NDVI_{mean}(k)} \quad (2)$$

其中 $AR_{NDVI}(k)$ 为第k个格点上的NDVI距平率。将距平率超过干旱标准的格点赋值为1,否则赋0,同期11张图相加求平均即按格点统计干旱发生频率,再将13个时段的频率分布图求平均,得到11年间一般情况下的干旱发生率及干旱频率空间分布(图2)。

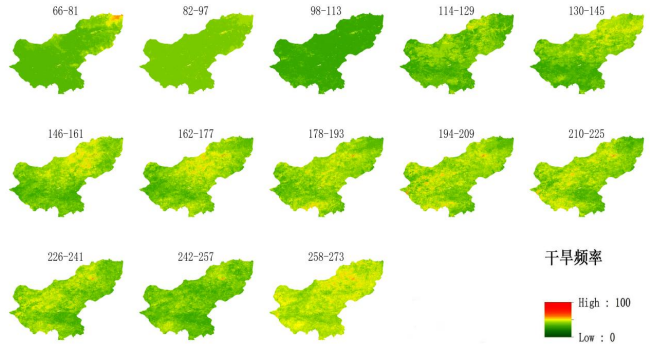

图2 4-10月的干旱频率空间分布图

4 结果与分析

4.1干旱频率统计分析

干旱发生频率用来衡量一定区域内干旱发生的频繁程度[7]。本文使用ArcGis栅格计算工具,当NDVI负距平率超过干旱标准时对该格点赋1,反之赋0,筛选出达到干旱标准的格点,对研究区域分别在时间和空间上进行统计。

4.2 2005—2015年干旱频率分析

11年间锡林郭勒盟平均干旱频率约为55%。干旱频率小于10%的区域占总面积的25.85%(约52475平方千米),10%—20%区间的区域占66.07%(约134122平方千米),20%—30%区间的区域占7.87%(约15976平方千米),大于30%的区域占0.22%(约447平方千米)。中部丘陵区域为干旱多发区,且多为轻度干旱；南部沙丘区域干旱较少；西部干旱频率明显高于东部(图3)。

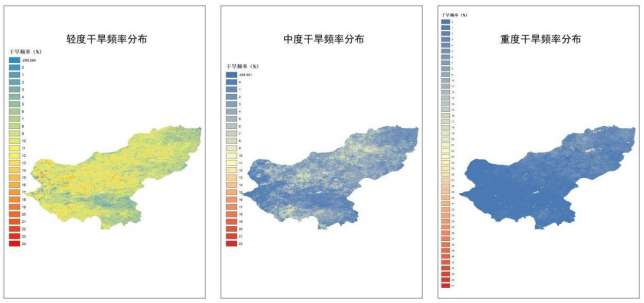

图3 锡林郭勒盟各程度干旱频率分布图

锡林郭勒盟几乎全境都会受到干旱影响：轻度干旱在大部分地区出现频率较高,中度干旱主要集中于中北部,重度干旱频率较低、几乎都出现在东北部。南端沙丘区域因已沙漠化、植被生长率极低,NDVI长期处于极低值,沙丘植被数量几乎不因干旱变化,故干旱频率反而低(图3)。

4.2.1年际干旱频率分析

以负距平20%为标准统计各年干旱发生频率(图4)。东北区域11年间干旱频率明显减少,中部地区无显著变化;中部和南部长期干旱已形成沙漠或荒漠地形,植被覆盖率极低,几乎不会发生生态干旱；西南农田区因人工灌溉受干旱影响较小。

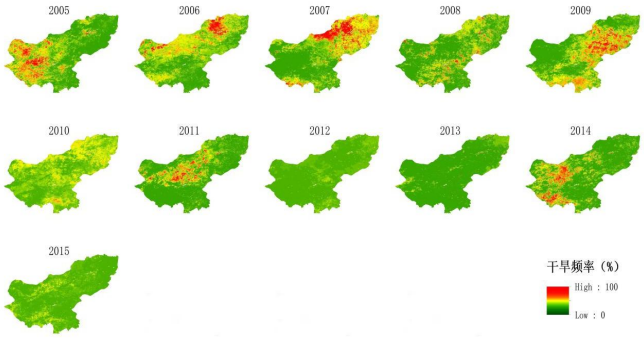

图4 2005-2015年每年的干旱频率分布图

4.2.2月际干旱频率分析

因数据时间跨度仅为半年,以16天为时间步长分析,就13个

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

时段统计干旱频率。干旱多发区域为中北部,干旱频率随时间先增后减,高发期为每年5—7月；8月为雨季(约第241—275天时段),干旱频率略有减少,降水充足使旱情迅速缓解(图5)。

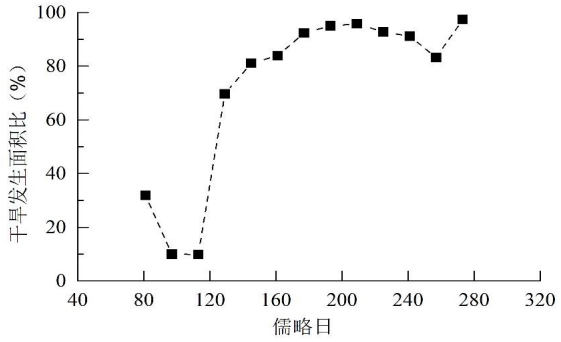

图5 锡林郭勒盟4-10月间干旱面积变化图

5 结论

本文利用2005—2015年MODIS数据(MOD13A1产品提供的NDVI),对锡林郭勒盟干旱情况按年和按月进行了统计,分析了干旱时空分布及逐月逐年变化趋势,得到以下结论：

(1)锡林郭勒盟80%以上的面积为草原地貌,NDVI值相对较低、波动范围较小,但以NDVI构建的干旱监测模型在草原地区仍具有良好的适用性。

(2)11年间干旱频率呈东高西低、南高北低特征,东北和中部为高发区域,中部偏南沙丘区域反而干旱最少——因为本文以NDVI距平率(而非NDVI实际值)判断干旱,干旱高发区只是植被变化较剧烈的区域。以距平率-20%为标准,干旱频率超过20%的区域约占总面积的8.10%(约16443平方千米),20%—30%区间的区域占2.1%(约4263平方千米)。

(3)干旱频率在空间上存有较大差异,整体上干旱常发生于5—7月,但部分区域(如东北部)干旱通常更早到来。

[参考文献]

[1]王劲松,李耀辉,王润元,等.我国气象干旱研究进展评述[J].干旱气象,2012,30(04):497-508.

[2]袁文平,周广胜.干旱指标的理论分析与研究展望[J].地球科学进展,2004(06):982-991.

[3]李青丰,胡春元,王明玖.锡林郭勒草原生态环境劣化原因诊断及治理对策[J].内蒙古大学学报(自然科学版),2003(02):166-172.

[4]杜波波,阿拉腾图娅,包刚.2002-2016年锡林郭勒草原干旱时空特征[J].水土保持研究,2019,26(04):190-194+202.

[5]张巧凤,刘桂香,于红博,等.基于标准化降水指数的锡林郭勒盟干旱特征分析[J].自然灾害学报,2015,24(05):119-128.

[6]郭铌.植被指数及其研究进展[J].干旱气象,2003(04):71-75.

[7]程亮,金菊良,郦建强,等.干旱频率分析研究进展[J].水科学进展,2013,24(02):296-302.

作者简介：

闵书杰(1998--),男,汉族,湖北钟祥人,大学本科,咸宁市气象局,助理工程师,研究方向：气象灾害。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.