

文章编号:1673-8411(2018)04-0042-04

基于气候信息的河池市植被NDVI模拟

黄肖寒¹, 陈燕丽², 黄冬梅¹

(1.河池市气象局, 河池 547000; 2.广西壮族自治区气象减灾研究所, 南宁 530022)

摘要:以河池市10个县(区)植被为研究对象,对2000~2016年MOD13Q1遥感数据进行预处理得到NDVI数据集,采用线性趋势分析、反距离加权插值等方法分析植被NDVI值年际变化规律、空间分布特征,探讨石漠化演变过程中多种气候因子与植被指数的相关性及其作用机制,采用逐步回归分析法建立基于气候因子的植被NDVI拟合模型。结果表明:(1)2000~2016年河池市的NDVI值呈现逐年上升的趋势,倾向率约为 $48.15 \cdot a^{-1}$;在空间上,NDVI值呈现较为显著的经向分布特征,沿市中部地区向两边地区逐渐递增。(2)对植被NDVI起直接作用的主要是温度类气候因子,水分类气候因子对植被NDVI的直接作用不明显,且植被NDVI对降水、水汽压和相对湿度的响应存在一定的滞后,但对日照时数、平均气温、月极端最高气温和极端最低气温的响应滞后不明显。(3)选入植被NDVI拟合模型的气候因子为同期的平均气温和日照时数,模型的拟合 R^2 为0.81,拟合精度较高。

关键词:植被; NDVI; 模型; 气候信息

中图分类号:P468

文献标识码:A

NDVI simulation of vegetation in Hechi based on climate information

Huang Xiaohan¹, Chen Yanli², Huang Dongmei¹

(1. Hechi Meteorological Service, Hechi Guangxi 547000;

2. Guangxi Institute of Meteorological Disaster Reduction, Nanning 530022)

Abstract: This paper took the vegetation of 10 counties (districts) in Hechi as research objects and obtained NDVI data sets by the pretreatment of MOD13Q1 remote sensing data from 2000 to 2016. Linear trend analysis and inverse distance weighted interpolation were used to analyze the interannual variations and spatial distribution characteristics of NDVI value. Additionally, the correlation and mechanism between climatic factors and vegetation index in the process of rocky desertification evolution were discussed, and the NDVI fitting model of vegetation based on climatic factors was established by stepwise regression analysis. The results show that (1) from 2000 to 2016, the NDVI value of Hechi goes up every year, with a tendency rate of about $48.15/a$; the NDVI value presents a significant meridional distribution characteristic, and gradually increases along the central city to both sides. (2) Temperature climate factors play a direct role in vegetation NDVI, while water climate factors do not. The response of vegetation NDVI to precipitation, vapor pressure and relative humidity lag behind, but to sunshine duration, average temperature, monthly extreme maximum temperature, and monthly extreme minimum temperature, this effect is negligible. (3) The climate factors selected for NDVI fitting model are average temperature and sunshine duration in the same period. The fitting R^2 of the model is 0.81 and it has a good fitting accuracy.

Keywords: vegetation; NDVI; model; climate information

收稿日期:2018-6-30

基金项目:河池市科技局项目“河池市石漠化片区自然生态环境演变趋势及其应对策略研究”(河科D1717-30)资助。

作者简介:黄肖寒(1987-),女,硕士,工程师,主要从事业务管理及气候变化研究工作,E-mail:530165343@qq.com。

1 引言

石漠化区植被以灌木、草本及少量乔木为主,植被覆盖度低,土层浅薄,影响农、林、牧、渔、副业的发展,而且因其自然灾害承受能力低,容易发生山洪、滑坡、泥石流等地质灾害,严重威胁当地居民的生存、生活,很多地方被迫进行生态移民^[1]。严重的石漠化问题已引起社会各界的高度重视,近年来各级政府实施了一系列的生态恢复重建工程,究竟生态治理效果如何,石漠化演变趋势如何等这些问题都是当前政府部门、生态恢复重建部门管理者关注的问题。目前,已有部分专家学者对河池市石漠化地区植被变化与气候变化的关系开展了相关的研究。吕飞舟^[2]提出了运用林地石漠化指数来量化评价凤山县的石漠化程度;麦格^[3]以大化县为研究区域,提出了大化喀斯特石漠化程度的重要因素有基岩裸露度、植被综合覆盖度和土层厚度;卢峰^[4]基于2005年和2011年两次石漠化监测结果数据分析了环江县石漠化状况、石漠化程度、演变类型、变化原因等动态变化情况;靖娟利^[5]基于像元二分模型估算了都安县的植被覆盖度,反演石漠化景观信息。然而还没有专门针对河池市石漠化演变过程中植被变化与气候条件相关性分析的研究。上述研究的缺失不仅导致地方政府决策部门在应对石漠化片区生态文明建设方面缺乏科学依据,同时还影响了气象部门在石漠化区气象服务工作的开展。

本文以河池喀斯特地区植被为研究载体,利用2000~2016年17a的MODIS NDVI序列和气候资料,分析植被NDVI分别和同期、前一个月的8个气候因子(水汽压、降水量、相对湿度、最高气温、最低气温、平均气温、气压及日照时数)的相关性,分析对比各气候因子对植被NDVI的作用大小及植被NDVI对气候因子是否存在滞后性,最后用逐步回归分析方法建立植被NDVI拟合模型。

2 数据方法

2.1 研究区域

河池市地处广西西北边陲、云贵高原南麓,是大西南通向沿海港口的重要通道。河池境内地形多样,结构复杂,地势西北高,东南低,海拔介于100~1649m之间,平均海拔540m。境内山地、丘陵和各种地表、地下喀斯特发育广泛。河池全市土地面积

$335 \times 10^4 \text{ km}^2$,其中,喀斯特地貌面积为 $166.5 \times 10^4 \text{ km}^2$,占总面积的49.7%。其中全市有七个县(都安、大化、东兰、巴马、凤山、环江、罗城)属于典型的石漠化区。本文将全市10个县(区)作为研究区域,因大化无气象站,故不作为研究区域。

2.2 数据来源和预处理

2.2.1 NDVI数据

NDVI数据为NASA MODIS陆地产品组根据统计算法开发的MODIS植被指数产品MOD13Q1,即全球250m分辨率16d合成的植被指数产品,数据版本为V005。MODIS植被指数产品是在已有的植被指数的基础上改进设计的,包括NDVI和EVI2种植被指数产品。MODIS NDVI是已有20a积累的NOAA NDVI系列的延续,可以为业务监测和研究提供长期数据。文中对所获得的MOD13Q1遥感数据进行了子集提取、图像镶嵌、数据格式转换、投影转换及质量检验等预处理,经以上处理得到质量可靠的NDVI数据集。

2.2.2 气象数据

气象数据为2000~2016年逐月的水汽压、降水量、相对湿度、最高气温、最低气温、平均气温、气压、日照时数。分别计算各个气候因子与NDVI对应时段的统计值,其中降水量、日照时数为时段内累计值,其余气候因子为时段内平均值。

2.3 研究方法

反距离加权法^[6]用于空间插值,它以插值点和样本点间的距离为权重进行加权平均,离插值点越近的样本点赋予的权重越大。

本文利用逐步回归分析方法建立NDVI拟合模型。逐步回归分析法^[7]是根据多个自变量的最优组合建立回归方程来预测因变量,回归方程中包含了所有对因变量影响显著的自变量,但是不包含影响不显著的自变量,同时对各个相关系数及回归方程进行了显著性水平检验。

3 结果与分析

3.1 植被NDVI值年际变化特征

从图1可以看出,2000~2016年的NDVI值呈现上升的趋势,其倾向率约为 $48.15 \cdot \text{a}^{-1}$ 。从变化振幅极大值来看,发现:2016年NDVI值最大(8050.73),2006年的NDVI值最小(6841.69),两者相差1209.04,是多年均值(7381.13)的0.16倍。除了2001、

2003、2004、2005、2006、2007、2009年,其他年份的NDVI均大于均值。据河池市发改委农经科提供的信息,从2008年开始,河池全市11个县开展石漠化治理工程,这对植被覆盖度指数NDVI值的提高有一定的促进作用。

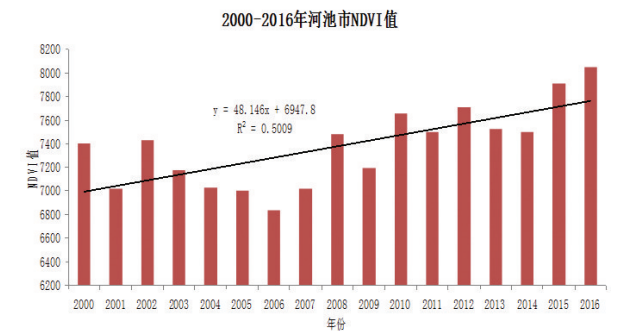


图1 2000~2016年河池市植被覆盖度指数NDVI值

3.2 植被NDVI值年际空间变化特征

从图2可以看出,河池市各县的植被NDVI值较为显著的经向分布特征,从中部地区向两边地区逐渐递增。其中南丹、河池、都安、大化、宜州的NDVI值最低,NDVI值均小于4582。其中西部的天峨、凤山、巴马;东兰西南部、大化西北部、罗城东部的植被NDVI值超过5000,表明上述区域的植被覆盖度较多。据河池市林业局提供的2011年石漠化面积监测数据,都安县的石漠化面积最大(1518.793km²),约占都安县国土面积的37%;其次是大化县1103.676km²,约占大化县国土面积的40%。天峨县石漠化面积61.885km²,仅占该县国土面积的2%。这说明,近年来各县开展石漠化治理工程后,石漠化面积减少,在一定程度上提高了该区域植被覆盖度,石

漠化面积占比低的县与图2的植被覆盖度高的县份基本一致。

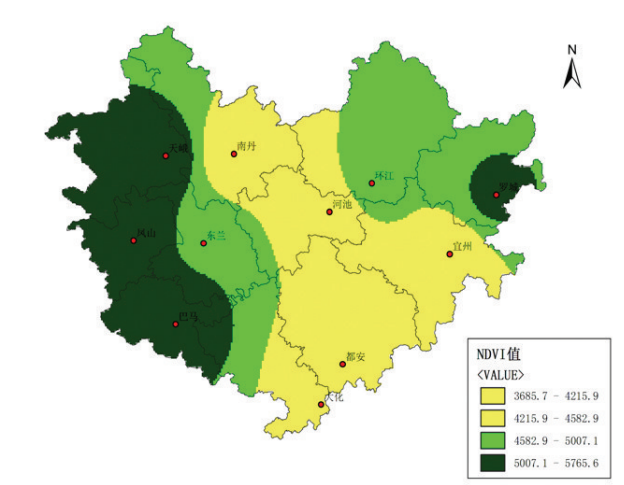


图2 2000~2016年河池市植被覆盖度指数NDVI值空间分布特征

3.3 相关性分析

利用2000~2016年17a的MOD13Q1提取河池10个县(区)植被逐月NDVI序列,分析植被NDVI和同期水汽压、降水量、相对湿度、最高气温、最低气温、平均气温、日照时数、气压8个气候因子的相关性(表1)。

植被NDVI与同期各气候因子的正相关性从大到小排序为:平均气温、月极端最高气温、水汽压、月极端最低气温、日照时数、降水、相对湿度,与气压为负相关。其中NDVI与平均气温、月极端最高气温的相关系数均大于0.7。由此可见:对植被NDVI起直接作用的主要是温度类气候因子,水分类气候因子对

表1 2000~2016年逐月NDVI序列与同期气候因子相关系数								
县份	雨量	气压	水汽压	相对湿度	日照	平均气温	月极端最高气温	月极端最低气温
南丹	0.4575	-0.6192	0.7332	0.2374	0.5768	0.7665	0.7297	0.7179
天峨	0.4691	-0.6127	0.7356	0.4666	0.6351	0.7614	0.7246	0.7157
都安	0.3331	-0.6304	0.6834	0.1668	0.5845	0.7424	0.7420	0.7022
东兰	0.4042	-0.5487	0.6878	0.4370	0.5699	0.7065	0.6820	0.6684
巴马	0.4232	-0.5869	0.6926	0.3697	0.6498	0.7126	0.6560	0.6689
凤山	0.3156	-0.5902	0.7176	0.4123	0.5933	0.7315	0.7006	0.6908
宜州	0.3874	-0.6844	0.7519	0.0755	0.6398	0.7893	0.7662	0.7577
罗城	0.2684	-0.5352	0.6197	0.0005	0.6243	0.6760	0.6621	0.6487
环江	0.3746	-0.5530	0.6718	0.0829	0.6071	0.7089	0.7047	0.6637
金城江	0.3980	-0.5808	0.6718	0.1067	0.5819	0.7138	0.7044	0.6719
均值	0.3831	-0.5942	0.6965	0.2355	0.6063	0.7309	0.7072	0.6906

植被NDVI的直接作用不明显。

郑有飞等^[8]研究了贵州植被覆盖变化及其主要气候因子的关系,发现植被NDVI与温度的年际变化趋势同步,但与降水量不同步,存在一定的滞后性。考虑到植被生长对气候因子的响应存在一定的滞后,本文再计算各个站点本月植被NDVI值与前一个月气候因子的相关系数,得到表2。通过对比表1与表2,可以看出,NDVI值与上个月的3个气候因子(降水、水汽压和相对湿度)的相关系数高于其与本月同期值的相关系数,说明植被NDVI对降水、水汽压和相对湿度的响应存在滞后。反之,NDVI值与上个月的4个气候因子(日照时数、平均气温、月极端最高气温和极端最低气温)的相关系数低于其与本月同期值的相关系数,说明植被NDVI对日照时数、平均气温、月极端最高气温和极端最低气温的响应不存在滞后。

3.4 植被NDVI拟合模拟模型

采用逐步回归法建立NDVI拟合模型,模型中入选的同期气候因子为平均气温和日照时数,构建方程如下:

$$Y=128.588 \times Tmean+4.708 \times S+3880.16$$

式中:Y为NDVI拟合值,S为日照时数,Tmean为平均气温。模型的R²系数为0.81。表明日照时数和平均气温两个气候因子能较好的拟合植被NDVI值,模型通过一致性检验,具有可靠性。

4 结语

石漠化的形成和演化受多种因素影响,气候条

件作为最活跃、最直接的驱动因子,在石漠化演变趋势中扮演着重要的角色。对河池10个县植被与气候因子的相关性分析表明,植被NDVI对平均气温和月极端最高气温的响应敏感。植被NDVI对降水、水汽压和相对湿度的响应存在滞后,滞后期为1个月。根据该地区植被与气候的关系建立NDVI拟合模型,同期的平均气温和日照时数两个气候因子入选模型,模型的R²系数为0.81,拟合效果评价和优化有待于深入分析。

参考文献:

[1] 杨小青,胡宝清,曹少英.喀斯特地区石漠化生态治理效益模糊综合评价:以广西都安瑶族自治县为例[J].生态与农村环境学报,2008,24(2):22-26.
[2] 吕飞舟,石程远,李典军,等.广西凤山县林地石漠化指数研究[J].中南林业科技大学学报,2015,35(9):104-108.
[3] 麦格,廖冬卉.广西大化县喀斯特石漠化的状况及影响因素分析[J].广西师范学院学报:自然科学版,2015,32(2):66-71.
[4] 卢峰.环江毛南族自治县岩溶土地石漠化动态变化研究[J].安徽农业科学,2015,43(24):200-202.
[5] 靖娟利,王永峰.广西都安县石漠化景观格局的尺度效应[J].桂林理工大学学报,2015,35(2):330-334.
[6] 莫建飞,陆甲,李艳兰,等.基于GIS的广西农业暴雨洪涝灾害风险评估[J].灾害学,2012,27(1):38-42.
[7] 陈燕丽,莫伟华,罗永明,等.基于气候信息的喀斯特地区植被EVI模拟[J].农业工程学报,2015,31(9):187-194.
[8] 郑有飞,牛鲁燕,吴荣军,等.1982~2003年贵州省植被覆盖变化及其对气候变化的响应[J].生态学杂志,2009,28(9):1773-1778.

表2 2000~2016年逐月NDVI序列与前一个月气候因子相关系数

县份	雨量	气压	水汽压	相对湿度	日照	平均气温	月极端最高气温	月极端最低气温
南丹	0.5257	-0.7076	0.6986	0.3592	0.3598	0.6975	0.7007	0.6525
天峨	0.5459	-0.6914	0.6939	0.4402	0.4456	0.7025	0.7046	0.6593
都安	0.4215	-0.6966	0.6748	0.4093	0.3009	0.6521	0.6801	0.6085
东兰	0.4697	-0.6436	0.6872	0.3589	0.4473	0.6997	0.7124	0.6480
巴马	0.5227	-0.7177	0.7360	0.3435	0.5220	0.7464	0.6946	0.7176
凤山	0.3786	-0.6980	0.7070	0.3561	0.4414	0.7151	0.7067	0.6659
宜州	0.4881	-0.7741	0.7552	0.2917	0.4241	0.7487	0.7690	0.7117
罗城	0.4025	-0.6930	0.6950	0.2193	0.4409	0.7075	0.7109	0.6677
环江	0.4557	-0.6269	0.6793	0.1651	0.3978	0.6853	0.6805	0.6498
金城江	0.4811	-0.6537	0.6621	0.2420	0.3552	0.6663	0.6678	0.6272
均值	0.4691	-0.6903	0.6989	0.3185	0.4135	0.7021	0.7027	0.6608