

欧亚地区植被变化特征分析

顾伟宗^{1 2 3} 张莉⁴

(1. 南京信息工程大学 大气科学学院, 江苏 南京 250031; 2. 中国气象科学研究院, 北京 10081; 3. 山东省气候中心, 山东 济南 250031; 4. 山东省气象局政策法规处, 山东 济南 250031)

摘要: 利用 1982—2002 年的 LAI 资料, 采用 EOF、最小二乘法等方法, 研究了欧亚中高纬地区春、夏季植被的变化情况。分析结果表明, 近 20 年来, 欧亚地区春季植被变化最显著的地区在东欧平原和西西伯利亚平原; 欧亚地区春季植被异常有“全区一致型”、“东西两端与中间差异型”和“东西差异型”3 种模态; 欧亚地区夏季植被异常有“全区一致型”、“东西两端与中间差异型”两种模态; 总体来看, 近 20 年欧亚地区植被呈现增多的趋势。

关键词: 欧亚地区; 植被; 特征分析

中图分类号: S718.51⁺²; S718.54⁺⁵ 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2012)02-0329-05

Analysis of the Characteristics of Vegetation Changes in Eurasia

GU Wei-zong^{1 2 3}, ZHANG Li⁴

(1. College of Atmospheric Science, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044, China; 2. Chinese Academy of Meteorological Science, Beijing 100081, China; 3. Shandong Climate Center, Jinan 250031, China; 4. Department of Policies and Regulations, Meteorology Bureau of Shandong Province, Jinan 250031, China)

Abstract: Based on the Leaf Area Index (LAI) 1982—2002, changes of vegetation in Spring and Summer over Eurasia were analyzed. The result indicated that the vegetation in the East European Plain and the West Siberia Plain had changed distinctly. The vegetation over Eurasia in spring had three modes, the same type over the area, the type of difference between the intermediate and East/West ends, and the type of difference between East and West. The vegetation over Eurasia in Summer had two modes, the same type over the area, the type of difference between the intermediate and East/West ends. The vegetation over Eurasia keeps increasing in these years.

Key words: Eurasia; vegetation; characteristic analysis

植被是地球气候系统中重要而可变的组成部分。近年来, 地球物理学家、气候与生态学家已经开始密切关注全球变化条件下地表植被变化及其与气候相互作用的研究, 土地利用—土地覆盖变化引起的气候变化一直是其中的研究焦点之一。国外这方面的研究主要是集中在局地植被变化对气候的影响上, 一方面是土地荒漠化对区域气候的影响^[1-2], 研究表明土地荒漠化导致较高的地表反照率、较小的土壤水分含量和较低的地表粗糙度使降水减少, 植被和土壤进一步恶化, 加速了荒漠化过程, 形成一系列的正反馈; 另一方面是热带森林砍伐对区域气候的影响^[3-5], 在这方面主要是运用不同模式进行了研究, 但是结果也不完全一致。国内前人在这方面的研究主要集中在两个方面: 全球植被覆盖的空间分布及其对气候变化的响应和全球植被变化通过改变粗糙长度、反照率和蒸腾现象对气候的影响。张佳

收稿日期: 2011-11-23 修回日期: 2012-01-10

基金项目: 国家科技部科技支撑计划项目(2007BAC29B04、2009BAC51B05) 和国家公益性行业专项(GYHY200906015)

作者简介: 顾伟宗(1980—), 男, 博士生, 主要从事气候预测与气候变化研究, E-mail: longmarch529@163.com。

华等^[6]研究发现,全球尺度植被与气候因子的季节和年际的变化随不同的生态系统差异明显。龚道溢等^[7]研究发现北半球春季植被对温度响应最显著的中心在西西伯利亚,并且发现植被温度的耦合模态受大尺度大气环流系统的显著影响。由于资料的限制,后一方面主要是基于数值模式进行分析的。郑益群等^[8-9]利用区域气候模式模拟分析表明,植被变化对地-气系统的能量平衡具有重要影响。周锁铨等^[10-11]研究发现,研究高原对中国降水影响时,如果不考虑植被,大气湿度和地面潜热输送减小,削弱了扰动发展和高原上东西方向波的传播,很可能影响高原低涡或西南涡的东移,进而影响夏季江淮地区的降水。张井勇等^[12]研究发现,在多数地区前期 NDVI 与后期降水存在正的相关,这种滞后相关存在明显的地区差异。本文将利用 LAI 资料,研究欧亚地区植被变化情况。

1 资料与方法介绍

利用资料: NOAA - AVHRR 卫星反演的 1982—2002 年的 LAI 逐月平均资料,空间分辨率是 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 。叶面积指数(LAI)又叫叶面积系数,是一块地上阳光直射时作物叶片垂直投影的总面积与占地面积的比值。即:叶面积指数 = 投影总面积/占地面积。叶面积指数(LAI)是反映植物群体生长状况的一个重要指标。文中主要用到最小二乘法 and EOF 分解方法。

2 欧亚地区植被变化特征

为了研究近些年来欧亚地区植被覆盖的异常变化特征,文中计算了欧亚地区春季和夏季植被 LAI 的均方差。图 1 为春季欧亚中高纬地区植被 LAI 的均方差分布。图中可以明显看出:欧亚大陆春季植被覆盖在近 20 年发生了明显的年际变化,异常变化主要出现在欧亚中高纬地区,最明显的区域在乌拉尔山以西的东欧平原和乌拉尔山以东的西西伯利亚平原。图 2 为夏季欧亚中高纬地区植被

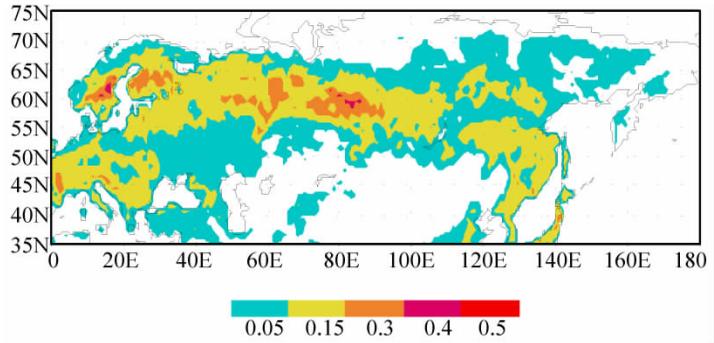


图 1 欧亚中高纬地区春季 LAI 的均方差分布

Fig. 1 Mean square deviation of LAI in Spring over Eurasia mid - high latitude

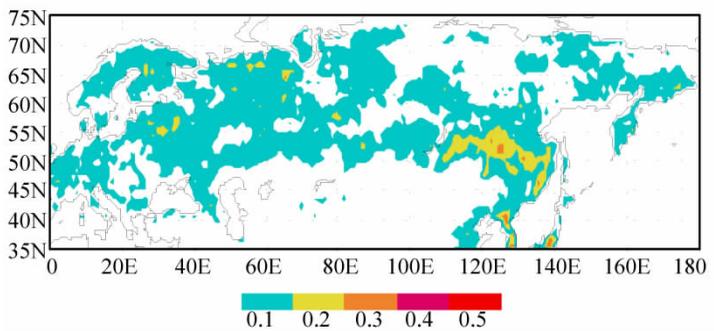


图 2 欧亚中高纬地区夏季 LAI 的均方差分布

Fig. 2 Mean square deviation of LAI in Summer over Eurasia mid - high latitude

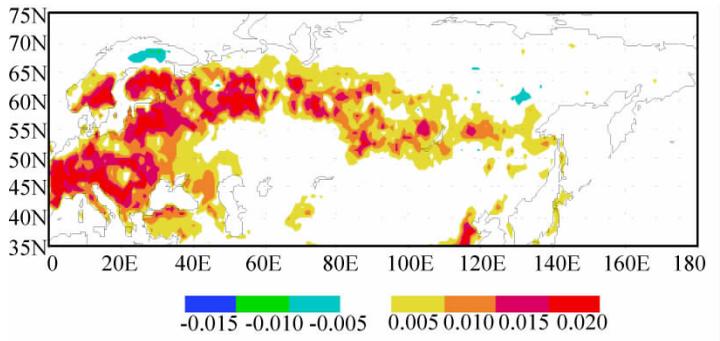


图 3 欧亚中高纬地区春季植被变化趋势

Fig. 3 Tendency of LAI in Spring over Eurasia mid - high latitude

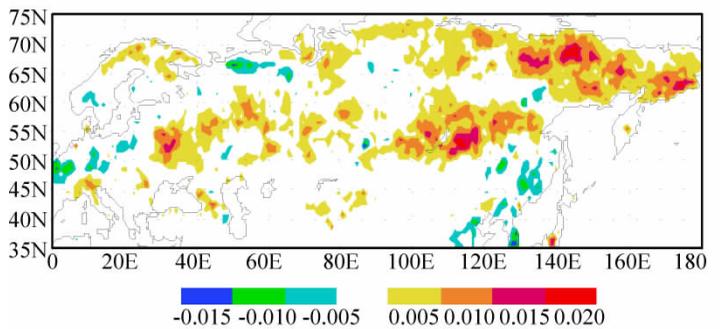


图 4 欧亚中高纬地区夏季植被变化趋势

Fig. 4 Tendency of LAI in Spring over Eurasia mid - high latitude

LAI 的均方差分布,可以看出近 20 年内 欧亚地区中高纬植被也有显著变化,年际变化波动较大的区域在中国东北平原兴安岭附近。

图 3 和图 4 分别为春季和夏季欧亚中高纬地区植被的变化趋势,春季欧亚地区大多数地区 LAI 呈增大趋势,

其中欧洲地区增加的趋势比亚洲地区增长明显,这说明欧亚地区特别是欧洲地区春季植被生长趋势变好,这可能与近些年气候变暖有很大的关系。相比而言亚洲地区夏季植被增长趋势比欧洲地区要显著,特别是东西伯利亚地区和中国东北兴安岭附近的区域。

表 1 EOF 前 3 个 PC 对总方差的贡献率

Tab.1 Contribution of the first three PC OF EOF

序号 Sequence	方差贡献/% Contribution of variance
1	28.2
2	17.2
3	9.7

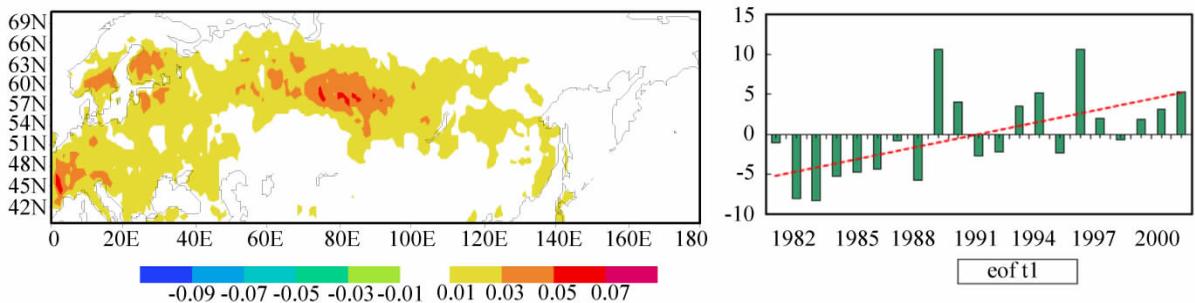


图 5 春季 LAI 第 1 载荷向量及对应的时间系数
Fig. 5 The first loading and time series of LAI in Spring

3 春季欧亚地区植被的分布特征

地学中分析某一要素的空间特征常用的方法是经验正交函数(EOF)分析。运用该方法能很好地分析一个要素的空间分布特征及其这种分布形式随时间的变化。文中运用 EOF 研究了春季欧亚地区中高纬植被空间分布结构特征。

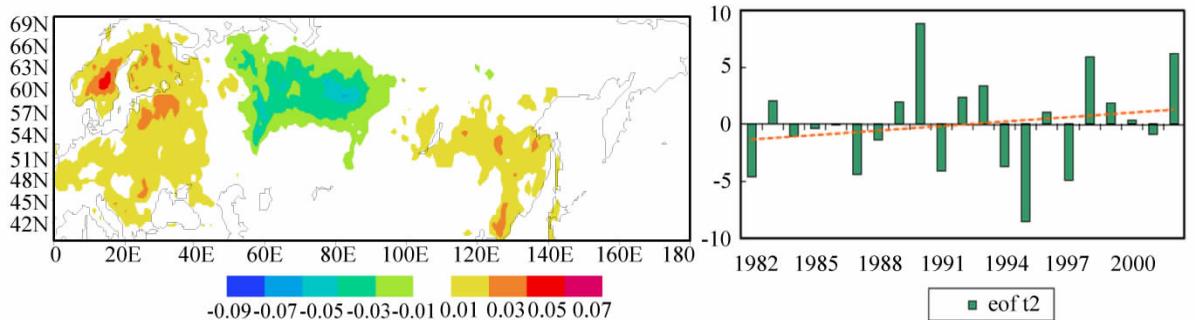


图 6 欧亚地区春季 LAI 第 2 载荷向量及对应的时间系数
Fig. 6 The second loading and time series of LAI in Spring

由表 1 可知,春季植被叶面积指数经验正交函数展开的前 5 个特征向量场拟合了总方差的 55.1%,展开的特征向量的方差主要集中在前 3 个,因此,主要分析前 3 个向量场的空间结构特征。

图 5 是春季欧亚地区 LAI 的 EOF 分解第 1 特征向量分布图及相应时间系数变化图,从图上可以看出,第 1 特征向量场全为正值,基本反映了春季植被叶面积指数增大的趋势,由于全区变化一致,我们定义该种形态为“全区一致型”,其中心出现在乌拉尔山以东的西西伯利亚地区。因为第一向量的方差贡献率达到 28.2%,明显大于第 2 和第 3 特征向量的方差贡献率,表明它是该区春季最常见的植被分布模态。从时间系数变化图上,可以看出 20 世纪 80 年代以来,这种形式呈递增趋势,表明春季植被越来越多,这可能与人们越来越重视环境和绿化有关。

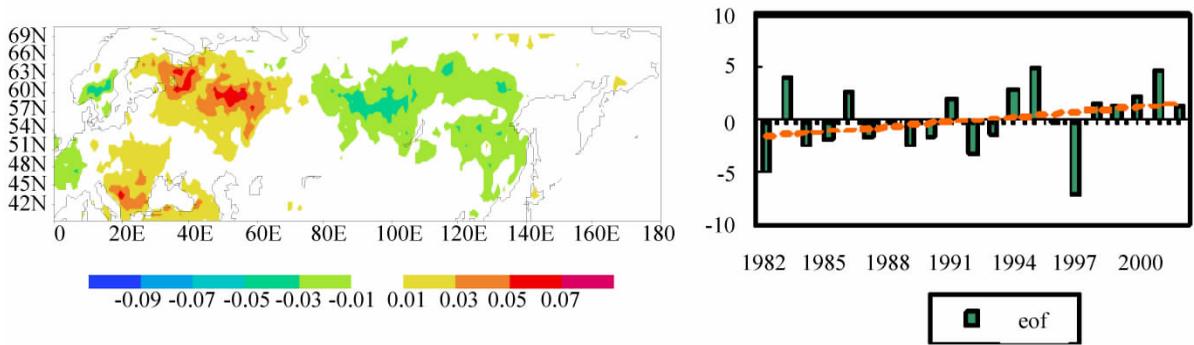


图 7 欧亚地区春季 LAI 第 3 载荷向量及对应的时间系数

Fig.7 The third loading and time series of LAI in Spring

图 6 是春季欧亚地区 LAI 的 EOF 分解第 2 特征向量分布图及时间系数变化图,从图上可以看出,第 2 特征向量场上西西伯利亚地区为负值,东欧平原以及俄罗斯东部地区为正值。植被叶面积指数表现出西西伯利亚地区和东欧平原以及俄罗斯东部变化相反的模式,我们定义该形态为“东西两端与中间差异型”。这种模式的方差贡献率是 17.2%,是该地区春季次常出现的植被异常分布模式。从时间系数上可以看出,这种模式在 20 世纪 80 年代到 90 年代,时间系数基本为负值,而在 90 年代之后,正负相间比较明显,但是,整体来看这种分布形式有增长的趋势。

图 7 是第 3 特征向量分布图,从图上可以看出,第 3 特征向量场上东欧平原地区为正值,中西伯利亚及其东部地区为负值。植被叶面积指数表现出欧亚中高纬地区东西变化相反的模式,故称之为“东西差异型”。这种模式的方差贡献率是 9.7%。从时间系数上看,这种模式也有增长的趋势。

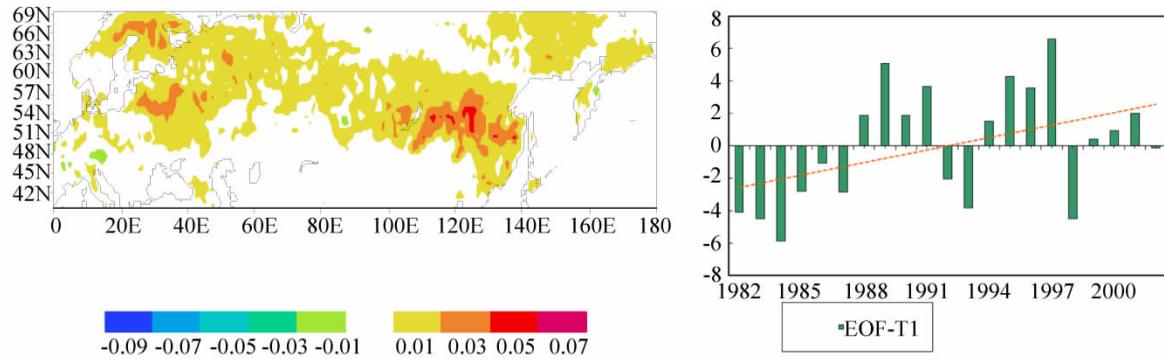


图 8 夏季 LAI 第 1 载荷向量及对应的时间系数

Fig.8 The first loading and time series of LAI in Summer

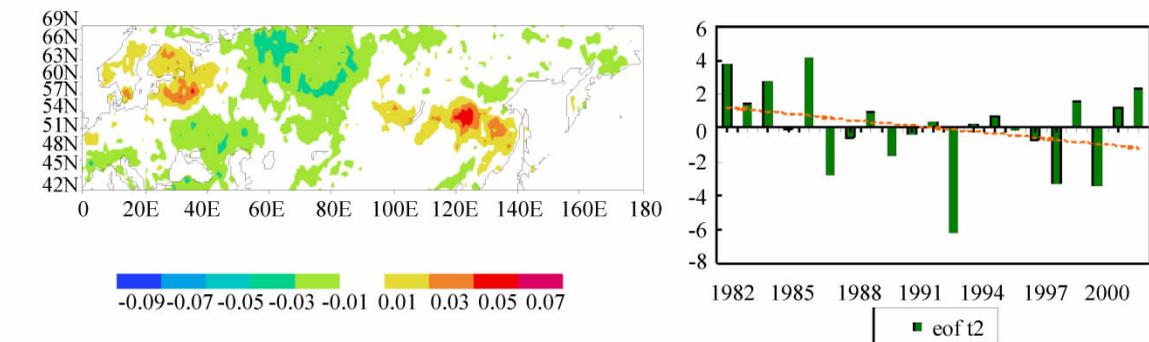


图 9 夏季 LAI 第 2 载荷向量及对应的时间系数

Fig.9 The second loading and time series of LAI in Summer

4 欧亚地区夏季植被的分布特征

图8是夏季欧亚地区LAI的EOF分解第1特征向量分布图及相应时间系数变化图,从图上可以看出,第1特征向量场全为正值,这与春季的基本相同,但是高值中心发生变化,高值中心出现在中国北部。这一模态也基本反映了夏季植被叶面积指数增大的趋势,由于全区变化一致,我们同样定义该种形态为“全区一致型”,其中心出现在乌拉尔山以东的西西伯利亚地区。因为第一向量的方差贡献率达到20.8%,表明它是该区夏季最常见的植被分布模态。从时间系数变化图上,可以看出,20世纪80年代以来,这种形式呈递增趋势,表明夏季植被呈增多趋势。

图9是夏季欧亚地区LAI的EOF分解第2特征向量分布图及时间系数变化图,从图上可以看出,第2特征向量场上西西伯利亚地区为负值,东欧平原以及俄罗斯东部地区为正值,植被叶面积指数表现出西西伯利亚地区和东欧平原以及俄罗斯东部变化相反的模式,我们也定义该形态为“东西两端与中间差异型”。这种模态的方差贡献率是10.2%,是该地区夏季常出现的植被分布模态。从时间系数图可以看出,这种模态呈现减少趋势。夏季欧亚中高纬地区植被以这两种分布模态为主。

5 结论与讨论

由上述春、夏季欧亚地区植被叶面积指数分析,可得到如下结论:

(1) 近20年来春季欧亚地区植被分布发生了明显变化,其中变化最显著的区域在东欧平原和西西伯利亚平原。但是总体呈现增多的趋势。

(2) 春季欧亚地区植被异常分布,可以粗略地划分为“全区一致型”,“东西两端与中间差异型”和“东西差异型”3种主要模态。

(3) 夏季欧亚地区植被异常分布,可以粗略地划分为“全区一致型”,“东西两端与中间差异型”。

(4) 近20年来,欧亚地区中高纬植被呈增多趋势。

本文利用LAI资料,对欧亚中高纬地区植被变化特征进行了分析,下一步将结合气候变化资料,详细分析气候变化与植被变化的关系,以印证植被变化对气候变化的响应。

参考文献:

- [1] Charney J G. Dynamics of deserts and drought in the Sahel[J]. Q J R Meteorol Soc, 1975, 101(428): 193-202.
- [2] Sud Y C, Fennessy M J. A study of the influence of surface albedo on July circulation in semi-arid regions using the GLAS GCM[J]. J Climate, 1982, 2(2): 105-125.
- [3] Henderson-Sellers A, Gornitz V. Possible climate impacts of land cover transformations, with particular emphasis on tropical deforestation[J]. Climatic Change, 1984, 6(3/4): 231-258.
- [4] Shukla J, Nobre C, Sellers P J. Amazon deforestation and climate change[J]. Science, 1990, 247(4948): 1322-1325.
- [5] Dirmeyer P A, Shukla J. Albedo as a modular of climate response to tropical deforestation[J]. J Geophys Res, 1996, 101(D3): 7393-7408.
- [6] 张佳华, 符淙斌, 延晓冬, 等. 全球植被叶面积指数对温度和降水的响应研究[J]. 地球物理学报, 2002, 45(5): 631-637.
- [7] 龚道溢, 史培军, 何学兆. 北半球春季植被NDVI对温度变化响应的区域差异[J]. 地理学报, 2002, 57(5): 505-514.
- [8] 郑益群, 钱永甫, 苗曼倩. 植被变化对中国区域气候的影响 I: 初步模拟结果[J]. 气象学报, 2002, 60(1): 1-16.
- [9] 郑益群, 钱永甫, 苗曼倩. 植被变化对中国区域气候的影响 II: 机理分析[J]. 气象学报, 2002, 60(1): 17-29.
- [10] 周锁铨, 陈万隆. 青藏高原植被下垫面对东亚大气环流影响的数值试验[J]. 南京气象学院学报, 1995, 18(4): 536-542.
- [11] 周锁铨, 陈万隆, 徐海明. 青藏高原及其周围植被对夏季气候影响的套网格数值试验比较[J]. 南京气象学院学报, 1998, 21(1): 85-93.
- [12] 张井勇, 董文杰, 叶笃正, 等. 中国植被覆盖对夏季气候影响的新证据[J]. 科学通报, 2003, 48(1): 91-95.