

李辉霞,周红艺,余俊. 桂西北典型喀斯特地区植被生产力时空变化特征分析[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):330-332.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.108

桂西北典型喀斯特地区植被生产力时空变化特征分析

李辉霞,周红艺,余俊

(佛山科学技术学院空间信息与资源环境系,广东佛山 528000)

摘要:以 MOD17A3 数据集为基础数据,结合地理信息系统(geographic information system, GIS)技术与统计方法,采用线性回归方程斜率方法分析广西壮族自冶区(简称桂)西北植被生产力的时空变化特征。结果表明:(1)近 10 多年,研究区植被生产力呈现出稳中略降的趋势,陆地植被净初级生产力(net primary productivity, NPP)最大值出现在 2007 年,此后出现较明显的下降趋势;(2)在空间上,植被 NPP 表现出西北高、东南低的分布格局,相反, NPP 变化斜率呈现出西北低、东南高的分布特征;(3) NPP 变化斜率随高程上升而递减,峰丛洼地 NPP 负增长趋势最为明显;(4) NPP 变化随土地利用类型存在较大分异,林地 NPP 负增长趋势明显,耕地 NPP 则呈正增长趋势。

关键词: NPP; 时空变化; 喀斯特; 桂西北; 植被生产力

中图分类号: Q142.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)06-0330-03

陆地植被净初级生产力(net primary productivity, NPP)是指植物在单位时间、单位面积内从光合作用产生的有机物质总量中扣除自养呼吸后的剩余部分^[1]。NPP 作为地表碳循环的重要组成部分,不仅直接反映了植被群落在自然环境下的生产能力,而且是判定生态系统碳积累和调节生态过程的主要因子,在全球变化及碳平衡中扮演着重要的作用,是生态系统服务研究的重要环节^[2-3]。喀斯特地区由于地质条件特

殊,生态系统十分脆弱,喀斯特生态系统服务功能的可持续性成为研究的热点问题。因此,在区域尺度上探讨典型喀斯特地区植被生产力的时空变化特征,对于正确认识喀斯特生态系统的生产功能并进行合理的生态调控具有重要意义。

1 研究区概况

广西壮族自治区(简称桂)西北地区位于 22°51'~25°37'N、104°29'~109°09'E,包括河池市 11 个县(市)、百色市 12 个县(市),总面积 69 643.2 km²(图 1)。桂西北地区地势崎岖,群山耸立,总体上呈东南低西北高的空间格局,地貌类型主要为峰丛洼地、低山、中山等岩溶地貌发育典型,属西南地区石漠化严重区域。桂西北地区属中亚热带南缘季风气候,1998—2012 年间,年平均降水量在 1 000~1 600 mm 之间,空间上呈东南向西北递减的分布特征;1998—2012 年间,年平

收稿日期:2014-07-16

基金项目:中国教育部人文社会科学研究规划基金(编号:13YJAZH041);国家自然科学基金(编号:41371041,41401108);中国科学院西部行动计划(编号:KZCX2-XB3-10)。

作者简介:李辉霞(1978—),女,广东韶关人,博士,教授,研究方向为植被退化与生态系统服务。E-mail:chinagirlshelly@163.com。

美化环境的作用。

参考文献:

- [1] 龙健,李娟,滕应,等. 贵州高原喀斯特环境退化过程土壤质量的生物学特性研究[J]. 水土保持学报,2003,17(2):47-50.
- [2] 焦树英,李永强,沙依拉·沙尔合提,等. 干旱胁迫对 3 种狼尾草种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 西北植物学报,2009,29(2):308-313.
- [3] 刘宗华. 几种品种狼尾草属观赏草的耐荫研究[D]. 泰安:山东农业大学,2009:1-3.
- [4] 慈华聪,田晓明,张楚涵,等. 不同盐分处理对狼尾草和大油芒发芽与幼苗生长的影响[J]. 生态学杂志,2013,32(5):1168-1174.
- [5] 林永辉,唐龙飞,黄秀声,等. 刈割频率对杂交狼尾草生长和产量的影响[J]. 福建农业学报,2006,21(4):389-392.
- [6] 张苏州. 干旱胁迫对‘紫叶’狼尾草生长发育及生理特性的影响[J]. 福建农业学报,2014,29(8):752-756.
- [7] 朱首军,张卫. 渭北旱塬花椒-小麦复合系统中林木及作物根系空间分布特征研究[J]. 西北林学院学报,2005,20(1):16-

19.

- [8] 任媛媛. 钙对根际淹水胁迫下辣椒幼苗生长及生理代谢的影响[D]. 贵阳:贵州大学,2008:13-42.
- [9] 宫慧芳. 干旱、盐、UV-b、ABA 对小麦、水稻叶片角质层的影响[D]. 临汾:山西师范大学,2012:30-47.
- [10] 莫熙礼. 辣椒白粉病的诱导抗病性研究[D]. 贵阳:贵州大学,2008:22-25.
- [11] 吴秋菊. 喀斯特山地四个造林树种抗旱性研究[D]. 南京:南京林业大学,2009:11-21.
- [12] 郭长城. 江滩人工湿地植物对泥沙及污染物的去除机理及应用研究[D]. 南京:南京水利科学研究院,2007:34-39.
- [13] 杨阳,茹广欣,卢妍妍,等. 铬胁迫对狼尾草幼苗生长特性影响[J]. 西部林业科学,2013,42(6):75-81.
- [14] Bondada B R, Oosterhuis D M. Effect of water stress on the epicuticular wax composition and ultrastructure of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) leaf, bract and boll[J]. Environment and Experimental Botany, 1996, 36:61-69.
- [15] 郑志勇,石进朝,王德芳. 长绿期金银木耐寒性和叶片组织结构的关系[J]. 华北农学报,2009,24(增刊1):331-333.

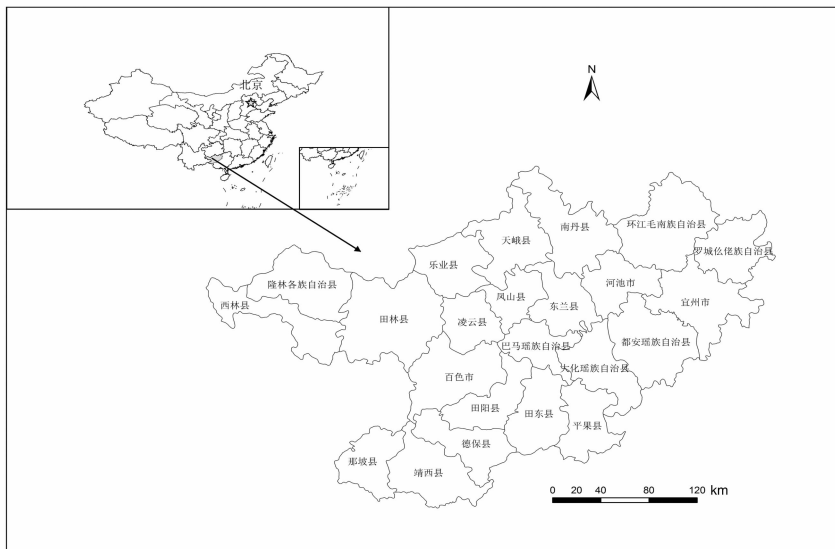


图1 研究区位置

均气温在 15 ~ 25 ℃ 之间,大致呈东南高、西北低的分布格局,降水量与气温的空间相关系数为 0.63 ($P < 0.001$),空间分布呈水热同步特征^[4]。桂西北地区植被类型众多,主要有针叶林、常绿阔叶林、落叶阔叶林、混交林、竹林、灌木丛、灌草丛^[5]。

2 材料与方法

2.1 数据源

本研究以 2000—2012 年的 MOD17A3 数据集作为植被生产力分析的基础数据源 (<http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/ims/welcome>),空间分辨率为 1 km × 1 km。该数据利用参考 BIOME - BGC 模型与光能利用率模型建立的 NPP 估算模型,模拟得到陆地生态系统年 NPP,该数据已在全球和区域 NPP 与碳循环研究中得到广泛应用。

高程数据由航天飞机雷达地形测绘任务数据服务网 (<http://srtm.csi.org>) 提供,空间分辨率为 90 m × 90 m;土地利用数据由中国科学院资源环境科学数据中心提供,空间分辨率为 1 km × 1 km。

2.2 研究方法

以象元作为基本计算单元,在地理信息系统 (geographic information system, GIS) 技术支持下,采用一元线性回归方程的斜率来分析 NPP 的年际变化趋势及其空间格局,斜率计算公式如下:

$$\text{slope} = \frac{n \times \sum_{j=1}^n (j \times X_j^j) - \sum_{j=1}^n j \sum_{j=1}^n X_j^j}{n \times \sum_{j=1}^n j^2 - (\sum_{j=1}^n j)^2} \quad (1)$$

式中: slope 为一元线性方程的斜率; j 为 1 ~ 13 的序号; X_j^j 为第 j 年 NPP 值; n 为研究年限,本研究中 $n = 13$ 。

运用 GIS 中的栅格计算功能模块,可计算 NPP 在 2000—2012 年间的变化斜率,反映 13 年的时间序列中桂西北地区植被生产力的变化趋势及其空间差异特征。其中 $\text{slope} > 0$ 则说明此象元 NPP 值在 13 年间的变化趋势是增加的,反之则是减少的。

3 结果与分析

3.1 NPP 空间格局

桂西北地区植被的年均 NPP (2000—2012) 总体上呈西北高、东南低的空间格局,平均 NPP 为 0.72 kg C/(m² · 年)。按象元统计,大部分区域的 NPP 在 0.55 ~ 0.85 kg C/(m² · 年) 之间,占研究区面积比例达 58.1%,大于 0.85 kg C/(m² · 年) 的区域面积比例 (26.1%),小于 0.55 kg C/(m² · 年) 的区域面积比例 (15.8%)。按行政单元统计,西林县、田林县植被生产力最高,县域平均 NPP 在 0.85 kg C/(m² · 年) 以上,其中老虎跳自然保护区和岑王老山自然保护区的 NPP 基本都在 1.0 kg C/(m² · 年) 以上;其次是百色市、那坡县、隆林县,县域平均 NPP 在 0.80 ~ 0.85 kg C/(m² · 年) 之间,其中大王岭水源林自然保护区、金钟山自然保护区也处于 NPP 高值区;田阳县、平果县、都安县、宜州市的植被生产力相对较低,县域平均 NPP 在 0.65 kg C/(m² · 年) 以下,尤其是在右江流域河谷盆地, NPP 呈现出明显低值区。

3.2 NPP 的变化趋势

总体上看,2000—2012 年桂西北植被生产力呈稳中略降的趋势,若采用二次多项式分段拟合,植被生产力呈现出先上升后下降的单峰型变化趋势 ($R^2 = 0.335$, $P < 0.01$)。由图 2 可见, NPP 最大值出现在 2007 年,但此后呈现出比较明显的下降趋势。据统计分析结果,近 10 多年来气候变化对植被 NPP 的影响并不显著,与年降水量的相关系数仅为 0.008,与年均气温的相关系数为 0.427。由此推测,桂西北退耕还林已取得初步成效,但生态工程的可持续性仍有待商榷。

3.3 NPP 变化的空间分异特征

3.3.1 NPP 变化的县域分异 2000—2012 年桂西北 NPP 平均变化斜率为 -0.003 5,负增长象元比例达到 61.6%,主要分布在北部。按县域统计,天峨县和田林县的植被生产力下降趋势最明显, NPP 变化斜率小于 -0.01;西林县、乐业县、百色市、南丹县、河池市的植被生产力减少幅度也较大, NPP 变化斜率在 -0.010 ~ -0.005 之间;平果县、德保县、靖西县的

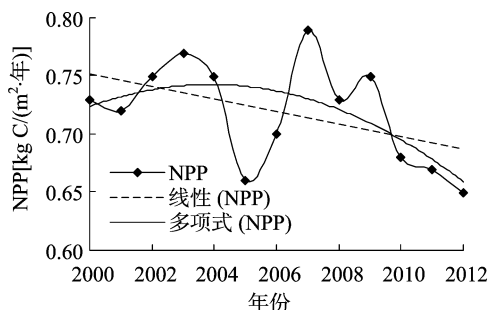


图2 桂西北植被 NPP 年际变化趋势

植被生产力呈较明显的上升趋势, NPP 变化斜率大于 0.003; 田东县、巴马县、那坡县植被生产力也呈现出一定幅度的增长, NPP 变化斜率在 0.001 ~ 0.003 之间(图 3)。

3.3.2 NPP 变化随高程分异 为分析植被生产力随高程的分异特征, 结合喀斯特地貌特征, 将研究区分为峰丛洼地 (≤ 500 m)、低山 (500 ~ 1 000 m)、中高山 ($> 1 000$ m) 3 个高程带, 所占面积比例分别为 36.58%、50.16%、13.26%。对

各高程带的 NPP 及其变化斜率进行统计, 结果表明, 峰丛洼地、低山、中高山的多年平均 NPP 分别为 0.68、0.75、0.73 kg C/(m²·年), 2000—2012 年 NPP 变化斜率分别为 -0.002 2、-0.004 2、-0.004 3。

分析结果表明, 低山地带的植被生产力最高, 而峰丛洼地的植被生产力最低。由图 4 可见, 随着海拔高度的上升, 年均 NPP 变化斜率呈现出递减的趋势, 其中峰丛洼地 NPP 负增长趋势最为明显, 表明该高程带人类活动对生态系统的负向干扰仍然较严重。

3.3.3 NPP 变化随土地利用类型分异 桂西北主要的土地利用类型为林地、耕地、草地, 所占面积比例分别为 80.52%、9.74%、9.27%, 多年平均 NPP 分别为 0.74、0.68、0.71 kg C/(m²·年), NPP 变化斜率分别为 -0.004 2、0.001 2、-0.002 4。可见林地的生产力最高, 但 NPP 的下降趋势比较明显, 反映出研究区人工林的可持续性并不理想; 耕地的生产力较低, 但 NPP 呈现出增长趋势, 表明退耕还林后单位面积耕地的生产力得到一定程度的提高。

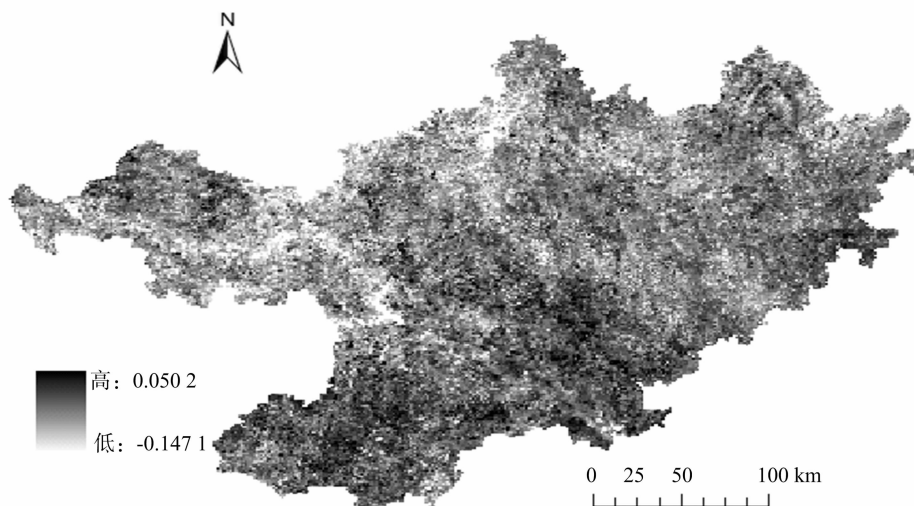


图3 桂西北 NPP 变化斜率空间分布

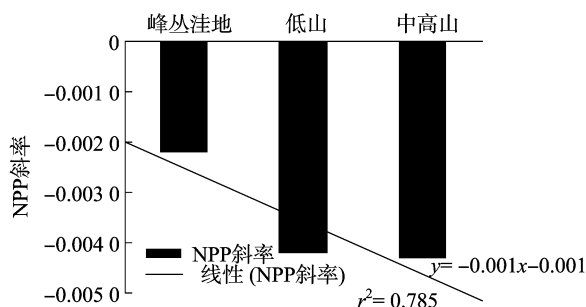


图4 桂西北不同高程带 NPP 的变化斜率

4 结论

利用 2000—2012 年 MOD17A3 数据集对桂西北地区植被生产力的时空变化特征进行了分析, 结果表明: (1) 2000—2012 年植被生产力呈稳中略降的趋势, NPP 最大值出现在 2007 年, 此后出现较明显的下降趋势; (2) 植被 NPP 在空间上表现出西北高、东南低的分布格局, NPP 变化斜率则呈现出

相反的空间格局, 西北部以负增长为主, 东南部以正增长为主; (3) NPP 变化斜率随高程上升而递减, 峰丛洼地 NPP 负增长趋势最为明显; (4) NPP 变化随土地利用类型存在较大分异, 林地 NPP 负增长趋势明显, 耕地 NPP 则呈正增长趋势。

参考文献:

- [1] 龙慧灵, 李晓兵, 王 宏, 等. 内蒙古草原植被净初级生产力及其与气候的关系[J]. 生态学报, 2010, 30(5): 1367-1378.
- [2] 张 杰, 潘晓玲. 天山北麓山地-绿洲-荒漠生态系统净初级生产力空间分布格局及其季节变化[J]. 干旱区地理, 2010, 33(1): 78-86.
- [3] 李红梅, 周秉荣, 李 林, 等. 青海高原植被净初级生产力变化规律及其未来变化趋势[J]. 生态学杂志, 2011, 30(2): 215-220.
- [4] 李辉霞, 周红艺, 魏兴琥. 基于 RUE 和 NDVI 的人类活动对植被干扰强度分析——以桂西北为例[J]. 中国沙漠, 2014, 34(3): 927-937.
- [5] 张明阳, 王克林, 刘会玉, 等. 喀斯特生态脆弱区桂西北土地变化特征[J]. 生态学报, 2009, 29(6): 3105-3116.