

基于 *NDVI* 的西藏自治区草地退化评价模型

李辉霞^{1,2}, 刘淑珍¹

(1. 中国科学院·水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘 要:本文选择草地退化三个主要的表征因子草地盖度、牧草生物量和牧草植株高度来反映草地“量”的退化程度,并运用因子分析的方法算出各个表征因子的权重,加权求和得出草地综合评价指数。最后根据 *NDVI* 与草地综合评价指数建立草地退化评价模型,为草地退化的遥感宏观评价提供了一种新方法。

关键词:草地退化;归一化植被指数;草地综合评价指数;回归分析

中图分类号:P96

文献标识码:A

草地退化严重影响了国家的食物安全、区域经济发展和牧民的生活质量,成为农村经济发展的绊脚石;草地退化还表征为生物多样性的降低、环境的恶化以及生态恢复功能的减弱或丧失,成为 21 世纪国际关注的环境问题之一。

学者们已从不同的角度对草地退化的定义进行了界定,概括起来有三种理解:1. 以草地退化的过程来定义。如“草地退化是指草地承载牲畜的能力下降,进而引起畜产品生产力下降的过程”^[1],“草地退化是指以草为主要植被类型的生态系统出现逆向演替的变化过程,其中包含 2 种演替,即“草”的演替和“地”的演替”^[2],“草地退化是指不合理的管理与超限度的利用以及不利的生态地理条件所造成的草地生产力衰退与环境恶化的过程”^[3];2. 以草地退化的状态来定义。如“草地退化是指在放牧、开垦、搂柴等人为活动下,草地生态系统远离顶极的状态”^[4],“由于人为活动或不利的自然因素所引起的草地(包括植物和土壤)质量衰退,生产力、经济潜力及服务功能降低,环境变劣以及生物多样性或复杂程度降低,恢复功能减弱或丧失恢复功能,即称之为草地退化”^[5];3. 兼顾草地退化过程——状态的定义。如“草地退化是在自然因素和人为因素的作用下,草地发生的生产力下降过程及其结果,退化的结果使草地整个生态系统的各要素都表现出劣化的特

征,如草地建群种、优势种发生更替,牧草质量下降,产草量降低,牧草植株矮化,草地盖度下降等”^[6]。笔者赞同“过程——状态”论,草地退化是由于人为干扰和自然变化所导致的草地生态系统逆行演替的过程及其结果。

目前草地退化已经成为制约我国草地畜牧业持续发展及生态环境改善的重要因素之一。

因此,许多学者都对我国草地退化的原因、治理对策、演替模式等作了定位研究^[7~9],但国内关于宏观遥感评价和监测的研究还比较少。刘淑珍等人在 1999 年探讨了西藏那曲各种草地类型的盖度与植被指数的线性关系,为草地退化的宏观遥感评价提供了一种新思路^[6]。事实上,草地退化从量的角度看不仅表现为草地盖度的降低,还体现在牧草生物量的下降和植株的矮化,所以本文引入一个综合了草地盖度、牧草生物量和牧草植株高度的草地综合评价指数作为衡量草地退化程度的指标,并建立了植被指数和草地综合评价指数的线性方程,进一步完善了草地退化宏观遥感评价的方法。

1 指标的选择与计算

1.1 归一化植被指数

收稿日期(Received date):2003-11-30。

基金项目(Foundation item):西藏自治区生态功能区划研究项目支持(2001~2002)。[Supported by Tibet Autonomous Region Ecological Foundation Division Research(2001~2002).]

作者简介(Biography):李辉霞(1978-),女,广东新丰人,博士生,主要从事生态环境遥感动态监测及可持续发展方面的研究。[LI Hui-xia (1978-), female, born in Xinfeng, Guangdong, PhD candidate, majoring in ecological and environmental monitoring by RS and sustainable development.]

归一化植被指数(*NDVI*)能够准确地反映植被的覆盖程度和光合作用强度^[11],因此,在遥感宏观草地退化评价中常常采用 *NDVI* 来反映植被变化的信息,其计算方程式可以表征为:

$$NDVI = (TM4 - TM3) / (TM4 + TM3) \quad (1)$$

式中 *NDVI* 是归一化植被指数, *TM3* 和 *TM4* 是 *LANDSAT TM* 的红光波段和近红外波段。

1.2 草地综合评价指数

草地综合评价指数是草地盖度、牧草生物量和牧草植株高度的加权综合,它是反映草地植被“量”的变化一个指标。由于目前还难以利用遥感手段区分毒害草与牧草,所以草地建群种、优势种更替等草地“质”的退化只能在野外考察工作中进行定性评价,而未有在草地综合评价指数中体现出来。草地综合评价指数计算公式如下

$$GDI = \sum_{i=1}^n W_i A_i \quad (2)$$

式中 *GDI* 为草地综合评价指数, W_i 不同表征因子在草地退化评价中的权重, A_i 为草地退化不同表征因子的实测数值。

草地盖度、牧草生物量和牧草植株高度表征草地退化程度的能力是有所区别的,所以在草地植被变化评价中应赋予不同得分。在因子分析过程中,变量的公共性(公共方差部分)表示变量对各因子综合评价的代表性,通过变量公共性的归一化处理得出各个变量在因子综合评价中的权重是科学合理的^[10],所以本文采用因子分析的方法,运用西藏草地采样数据,求算草地盖度、牧草生物量和牧草植株高度的权重分别为:0.336,0.413 和 0.251。

2 模型的建立

在 *ERDAS IMAGINE* 中运算出研究区域的 *NDVI* 图像,并根据采样点的经纬度求算出相应的地理坐标,再根据地理坐标在 *NDVI* 图像中提取每个采样点的 *NDVI* 值。同时,根据公式(2)计算出每个采样点的草地综合评价指数。

2.1 *NDVI* 与草地退化表征因子的关系

从西藏草地典型样方的数据看, *NDVI* 与草地盖度、牧草生物量和牧草植株高度呈明显的正相关,相关系数分别为 0.85、0.91 和 0.86(图 1)。其中 *NDVI* 对牧草生物量的方差解释量达到 83%,对草地盖度和牧草植株高度的方差解释量分别为 74% 和 73%,这表明 *NDVI* 最能反映牧草生物量的变

化,对草地盖度和牧草植株高度也有较好的反映。

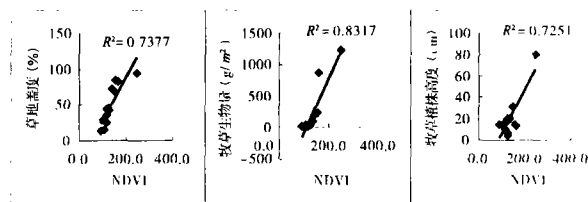


图 1 *NDVI* 与草地植被评价因子的散点图

Fig. 1 scatter plot of the factors for grassland vegetation assessment

2.2 *NDVI* 与草地综合评价指数的线性模型

以 *NDVI* 为自变量,草地综合评价指数为应变量,在 *SPSS* 统计软件中建立 *NDVI* 与草地综合评价指数之间的线性回归模型如下

$$y = 3.9333x - 420.13 \quad (R^2 = 0.856) \quad (3)$$

从回归方程的检验结果看, *NDVI* 与草地综合评价指数的相关系数达到 0.93,在 $\alpha = 0.01$ 水平下显著相关。*NDVI* 对草地综合评价指数的方差解释量为 85.6%(图 2),高于 *NDVI* 对草地植被评价各因子的解释量,也就是说, *NDVI* 更能反映草地植被变化的综合信息。可见,利用 *NDVI* 对草地植被变化进行综合评价是可行的。

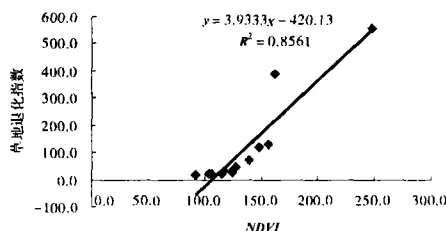


图 2 *NDVI* 与草地综合评价指数的线性关系

Fig. 2 linear relation between *NDVI* and integrated assessment index

3 结论

以上分析表明:(1)*NDVI* 可以反映植被变化的信息,用于遥感宏观草地退化评价是合理的。(2)草地综合评价指数综合了草地退化三个主要的表征因子(草地盖度、牧草生物量和牧草植株高度),可以较好反映草地“量”的退化程度。(3)*NDVI* 与草地综合评价指数呈明显的正相关,利用 *NDVI* 与草地综合评价指数建立草地退化评价模型是可行的。

本文只是初步探讨了遥感宏观草地退化评价中的建模问题,为草地退化的遥感评价与监测提供了

一种新方法。更科学的讲,草地退化的评价模型应该针对不同的草地类型来建立,但由于具有代表性的野外采样点数量不够,文中只建立了一个综合的线性回归模型,其普适性有待进一步检验。

参考文献(References):

- [1] WANG Wen-xiu et al. livestock resources development in south-west China and base construction[M]. Beijing: Science Press, 1991.[黄文秀等.西南牧业资源开发与基地建设[M].北京:科学出版社,1991.]
- [2] Reason Analysis on grassland degradation in west China and sustainable development [J]. *Pratacul Tural Science*, 2002, **19**(1): 23~27.[杨汝荣.我国西部草地退化原因及可持续发展分析[J],草业科学,2002, **19**(1): 23~27.]
- [3] WANG Wei et al. Status of Grassland degradation in Neimenggu and the Law Succession[A]. CHEN Min. Research on the Improvement of Degraded Grassland and the Construction of Artificial Grassland [M]. Hohhot Municipality: Neimenggu People Press, 1997, P1~19.[王伟等.内蒙古草地退化的现状及演替规律[A].陈敏主编.改良退化草地与建立人工草地的研究[M].呼和浩特:内蒙古人民出版社,1997.1~19.]
- [4] LI Bo et al. Research on natural resources and environment in Ordos Plateau[M]. Beijing: Science Press, 1990. [李博等.内蒙古鄂尔多斯高原自然资源与环境研究[M].北京:科学出版社,1990.]
- [5] ZHANG Jin-tun. Study on Grassland Degradation and Its Control Strategies in Shanxi Plateau[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2001, **15**(2): 49~52.[张金屯.山西高原草地退化及其防治对策[J].水土保持学报,2001, **15**(2): 49~52.]
- [6] LIU Shu-zhen et al. Studies on Grassland Degradation and Desertification of Naqu Prefecture in Tibet Autonomous Region [M]. Tibet: Tibet People Press, 1999.[刘淑珍等.西藏自治区草地退化沙化研究[M].西藏:西藏人民出版社,1999.]
- [7] YAN Zuo-liang et al. Preliminary Discuss on Grassland Degradation in the Source Region of Yangtze and Yellow Rivers [J]. *China Grassland*, 2003, **25**(1): 73~78. [言作良等.江河源区草地退化状况及成因[J].中国草地,2003, **25**(1): 73~78.]
- [8] ZHOU Lin. Process and Reasons of Rangeland Degeneration in Naqu Prefecture of Tibet Autonomous Region [J]. *Mountain Research*, 1998, **16**(3): 239~243.[周麟.那曲地区草地退化过程及原因剖析[J].山地研究,1998, **16**(3): 239~243.]
- [9] LI Zheng-hai et al. The Research on the Dynamics of Community Characters of Degenerate *Leymus chinensis* Steppe During Recovering Succession [J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Neimenggu*, 1994, **25**(1): 88~98. [李政海等.羊草草原退化恢复演替的研究[J].内蒙古大学学报(自然科学版),1994, **25**(1): 88~98.]
- [10] LI Hui-xia. Assessment and Zoning of Hazard Degree and Analysis of Development Trend of Soil Erosion in Ya'an Region [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2002, **16**(6): 17~19. [李辉霞.雅安地区水土流失危险度评价、分区和发展趋势分析[J].水土保持学报,2002, **16**(6): 17~19.]
- [11] Tucker C J, Fung I Y, Keeling C D, et al. Relationship between atmospheric CO₂ variations and a satellite-derived vegetation index [J]. *Nature*, 1986, **319**: 195~199.

A Model of Grassland Degradation Assessment Based on NDVI

——Taking the Grassland in Tibet as an Example

LI Hui-xia^{1,2}, LIU Shu-zhen¹

(1. Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, Sichuan, China;

2. Graduated School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039 China)

Abstract: Three factors including grassland coverage, biomass and height are selected to reflect grassland degradation in quantity and their weights are calculated through factor analysis, then grassland degradation index can be calculated by summing up the value of the factors with different weight. Finally, a model of grassland degradation assessment is built based on NDVI and grassland degradation index, which provides a new method for grassland degradation assessment with remote sensing.

Key words: grassland degradation; NDVI; grassland degradation index; regress analysis