

基于 GIS 的沂蒙山区植被格局变化驱动力研究^{*}

陈婷婷, 孙希华

(山东师范大学 人口·资源与环境学院, 济南 250014)

摘 要: 沂蒙山区植被格局变化受多方面影响, 在驱动力分析的基础上, 构建驱动力评价指标体系。综合运用空间主成份分析和 GIS 的先进技术, 对沂蒙山区植被格局变化的自然质量、人为干扰和驱动力进行评价。研究表明, 沂蒙山区植被格局变化的驱动力水平以显著和较显著为主, 二者面积之和占研究区总面积的 66.57%。自然条件差、人类社会经济活动的干扰是植被格局趋于退化的重要原因。

关键词: 沂蒙山区; 植被格局; 驱动力; GIS

中图分类号: Q948.156

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)05-0026-04

Study on Driving Force of Vegetation Pattern's Changes in Yimeng Mountain Area Based on GIS

CHEN Ting-ting, SUN Xi-hua

(College of Population, Resources and Environment, Shandong Normal University, Jinan 250014, China)

Abstract: Many factors affect the changes of vegetation pattern in Yimeng mountain area. Based on the analysis of factors, this study sets up an index system of driving force. Using both spatial principal component analysis and GIS' advanced technology, this study gives an assessment of Yimeng mountain area nature quality, human disturbance and driving force. The results show that the level of driving force is mainly about remarkable and obviously remarkable which accounted for 66.57% of the total land area. Poor natural conditions and disturbance of human economic and social activities are the important cause to vegetation pattern's degradation.

Key words: Yimeng mountain area; vegetation pattern; driving force; Geographic Information System

沂蒙山区地质地貌类型复杂, 水土流失严重, 人地矛盾非常突出, 该区域植被变化受多方面因素的影响, 深入探讨植被格局变化的驱动力具有重要意义。淮河流域沂沭泗河上中游、南四湖以东的沂蒙山区, 位于东经 $116^{\circ}36'18'' - 119^{\circ}33'21''$ E、北纬 $34^{\circ}22'38'' - 36^{\circ}17'08''$ N, 东西方向平均长约 250 km, 南北方向平均宽约 208 km; 包括山东省的沂河、沭河、泗河、薛河流域以及东部沿海傅疃河流域, 行政区包括山东省的临沂市和枣庄市, 以及济宁市、日照市、淄博市的部分地区, 共 23 个县(市、区), 总面积 $31\,695.15\text{ km}^2$, 占山东省总面积的 20.18%。

1 植被格局变化驱动力分析和指标体系构建

植被格局是不断地演替和发展的。干扰是植被格局变化的重要原因, 主要来自于以下两个方面: 一个是自然干扰, 另一个是人为干扰。自然干扰作为植被系统结构、动态的基本塑造力, 影响植被系统本身, 也改变植被系统所处的环境系统, 主要包括降水、气温、土壤等方面。人为干扰往往叠加

于自然干扰之上, 共同加速植被生态系统格局的变化, 包括垦荒、放牧、砍伐、旅游等一系列与人类有关的生产、经济和文化活动。

各种干扰力的不同组合决定着植被格局的多样性和植被格局变化的进程, 控制着植被系统发育的基本方向和模式^[1]。通常, 自然作用力决定着植被格局变化演替的自然方向, 对植被格局的影响一般来说是长期的、缓慢的。而人为活动干扰力往往起着重要的诱发与推动作用, 可直接和间接地影响植被演替。与自然作用力相比, 人为干扰对植被格局变化作用的方向通常是不确定的, 既可加速正向的植被格局变化, 又可导致逆向的植被格局变化。一方面, 人类活动直接对植被格局造成干扰作用, 如人类的工农业活动和城市化过程已直接给生态环境造成了极大的干扰、破坏和污染, 导致了众多野生动植物栖息地或原有生境的丧失; 另一方面, 人类也可以通过生态建设与环境保护活动(植树造林、建立自然保护区等)对植被格局变化起正向的推动作用。

由于影响植被格局变化的自然因素的多样性及人类经

^{*} 收稿日期: 2007-08-17

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(编号: 2002CB412507); 水利部淮河水利委员会资助项目

作者简介: 陈婷婷(1983-), 女, 山东青岛人, 硕士研究生, 主要从事 GIS 应用研究。E-mail: ctt.25@163.com

济活动的差异,分析植被格局变化的驱动力时,难以选用一个或几个指标来衡量,需要涉及到大量指标。但如果把所有成因及表现特征都加以评价,指标体系将十分庞大。针对沂蒙山区的自然条件及人为干扰状况,综合考虑自然环境因素

和人为作用因素,兼顾指标的可操作性和可比性,选取 17 项指标作为植被格局变化驱动力分析的指标体系(图 1),分为自然质量指标子系统和经济社会干扰指标子系统,并在此基础上构建自然质量指数和人为干扰指数。

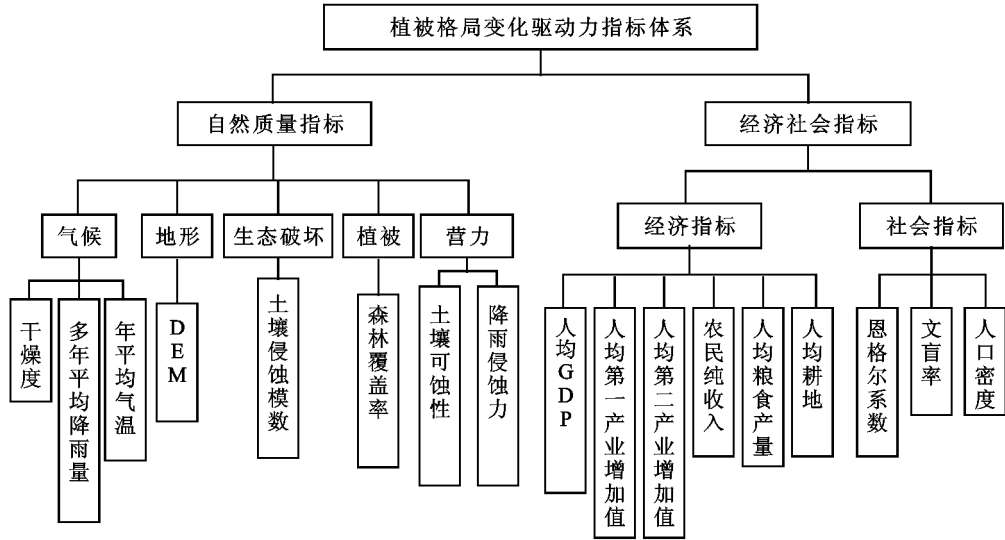


图 1 沂蒙山区植被格局变化驱动力指标体系

自然质量指数(Natural Quality Index, NQI)用以描述区域植被格局的自然稳定性或脆弱性。一般而言,区域的自然质量指数与该区域的气候、地形、土壤等因素密切相关。人为干扰指数(Human Disturbance Index, HDI)用以度量人为活动对植被格局变化的干扰程度。在一定的自然环境条件下,人类生产经营活动是直接或间接影响植被演替过程的主要因素。在构建了自然质量指数和人为干扰指数的基础上,进一步探讨在自然环境背景与人类活动强度的不同组合作用条件下植被系统的响应状况。为此,提出植被格局变化驱动力指数(Driving Force Index, DFI),用以说明植被格局变化潜在趋势。

2 植被格局变化驱动力计算

植被格局变化驱动力的评价方法很多,目前尚未形成一个大大家一致认可的评价方法。随着“3S”技术的广泛应用以及计算机信息技术、地理信息系统软件的不断开发,将获得的植被格局相关信息通过 GIS 技术进行处理和分析,是植被格局变化驱动力分析的主要研究方向。尝试在 ArcGIS 中利用空间主成份分析法对沂蒙山区植被格局变化驱动力进行计算,应用标准空间主成份分析与地理信息系统这两种技术来处理观测数据和统计数据。

2.1 自然质量指数和人为干扰指数计算

2.1.1 数据标准化处理

在地理信息系统软件 ArcGIS 的 GRID 模块支持下,利用其数学运算功能,将选定的指标进行标准化处理。当因子 X_i 值与植被格局演替成正相关时使用公式(1);当因子 X_i 值与植被格局演替成反相关时使用公式(2)。

$$X'_i = \frac{X_i - X_{imin}}{X_{imax} - X_{imin}} \tag{1}$$

$$X'_i = \frac{X_{imax} - X_i}{X_{imax} - X_{imin}} \tag{2}$$

式中: X'_i ——第 i 个指标的标准化值; X_i ——第 i 个指标的初始值; X_{imin} , X_{imax} ——第 i 个指标在研究区内的最小值和最大值。

2.1.2 确定因子权重

在植被格局变化驱动力综合评价方法中,主成份分析法与专家咨询法、层次分析法、模糊综合评判法等人给定为权重数的方法相比较,可以避免主观随意性缺点,能够客观地确定权重,更具有优越性,是植被格局变化驱动力综合评价的一个简单易行的有效方法。主成份分析法是在 ArcGIS 软件的 GRID 模块支持下,利用该模块中的 PRINCOMP 函数,通过对原始空间轴的旋转,将相关的多变量空间数据转化为少数几个不相关的综合指标,实现利用尽量少的综合指标,最大限度地保留原来多变量所反映的信息,完成主成份分析。在提取出来的主因子基础上,计算原始指标对各主因子的权重,见表 1 和表 2。

表 1 沂蒙山区植被格局变化自然质量指标权重系数

自然质量指标	权重	自然质量指标	权重
森林覆盖率	0.218	年均降水量	0.119
DEM	0.194	年均温	0.075
土壤可蚀性	0.143	降雨侵蚀力	0.056
土壤侵蚀模数	0.121	干燥度	0.033

表 2 沂蒙山区植被格局变化经济社会指标权重系数

经济社会指标	权重	经济社会指标	权重
文盲半文盲率	0.165	恩格尔系数	0.112
人均第一产业增加值	0.139	农民纯收入	0.087
人均耕地面积	0.135	人均粮食产量	0.083
人均第二产业增加值	0.122	人均 GDP	0.035
人口密度	0.122		

2.1.3 计算得分

对原始数据进行标准化处理,并计算出各指标的权重系数后,就可以计算涵盖人口、资源、环境和社会经济发展几个方面信息的自然质量指数和人为干扰指数。由于两指数的计算方法相同,这里用自然质量指数加以说明。自然质量指数是相对的数值,旨在说明区域内差异,利用公式 $NQI_i = \sum_{j=1}^8 P_{ij} W_j$ 来计算。式中 NQI_i ——第 i 个评价单元的自然质量指数,是最终复合结果值,其值介于 0~ 1 之间; P_{ij} ——第 i 个单元第 j 个指标; W_j ——各指标的权重。

在 GIS 软件支持下,具体实现步骤为:获取影响因子的分布图,统一于同一空间框架中,并转换为栅格数据;对各因子进行分级和标准化处理,得到因子得分图;利用 GIS 的空间分析功能,在栅格地理信息系统中,具体地说就是地图代

表 3 沂蒙山区植被格局变化自然质量指数、人为干扰和驱动力指数分级表

指数名称	等级	I	II	III	IV	V
自然质量指数	类型	很差	较差	一般	较好	良好
	范围	< 0.35	0.35~ 0.40	0.40~ 0.50	0.50~ 0.60	> 0.60
人为干扰指数	类型	微度	轻度	中度	强度	极强度
	范围	< 0.40	0.40~ 0.50	0.50~ 0.60	0.60~ 0.70	> 0.70
驱动力指数	类型	不显著	较显著	显著	很显著	极显著
	范围	< 1.0	1.0~ 1.2	1.2~ 1.5	1.5~ 2.0	> 2.0

3.1 自然质量指数

在 ArcGIS 软件 GRID 模块中利用 RECLASS 函数对得到的自然质量指数图进行分类,得到自然质量指数分布图。结合分布图和行政区划图,发现沂蒙山区自然质量指数以一般为主,较差次之。其中,质量指数一般的面积为 18 774.44 km²,占研究区总面积的 60.75%,超过研究区面积的 1/2。从地域分布上看,该类型自东北向西南横贯于研究区的中部,包括滕州、山亭区、枣庄市辖区、苍山的大部分以及平邑、费县、临沂市辖区、郯城、莒南、沂南、莒县等县市的一部分。质量指数较差的面积为 8 815.04 km²,占研究区总面积的 28.53%,位于研究区的北部、西北和东部,在质量指数一般区域的两侧呈带状分布,包括沂水、蒙阴、沂源、泗水、日照市辖区的大部分以及沂南的西部、曲阜的南部和莒南的东部。质量指数较好的面积为 1 543.92 km²,占研究区总面积的 5.00%,在邹城、平邑、费县、山亭区、苍山、枣庄市辖区等县市呈散点状分布。质量指数很差的面积为 1 525.20 km²,占研究区总面积的 4.94%,主要分布于曲阜北部和日照市辖区境内。质量指数良好的面积为 238.64 km²,仅占研究区总面积的 0.77%,主要分布于蒙山、五莲山、尼山、峰山等山地区。从统计结果得出,研究区内质量指数一般及一般以下的面积为 29 114.68 km²,占总面积的 94.23%,说明沂蒙山区的自然环境质量不容乐观,如果照此发展,将加速植被格局的演替。

3.2 人为干扰指数

依据分类标准,沂蒙山区各县市中属于微度干扰的县市有 4 个,为沂源、蒙阴、临沭和微山县;属于轻度干扰的县市有 5 个,为沂水、沂南、泗水、平邑和山亭区;属于中度干扰的县市有 9 个,为新泰、邹城、枣庄市辖区、费县、苍山、郯城、莒

南、莒县和五莲;属于强度干扰的县市有 3 个,为曲阜、临沂市辖区和日照市辖区;属于极强度干扰的县市有 2 个,为兖州和滕州。其中,曲阜为旅游圣地;日照市辖区、临沂市辖区均为地级市政府所在地,经济水平相对较高,对自然的干扰程度大;兖州和滕州处于煤炭开采区,对自然干扰的程度更大。总体上看,中度及中度以上干扰的县市共有 14 个,占研究区县市总数的 60.87%,说明随着社会经济的发展,人类活动能力的不断增加,沂蒙山区人为活动对植被格局演替的干扰作用越来越明显。

2.2 驱动力指数计算

植被格局变化驱动力指数可用下式加以描述:

$$DFI = HDI / NQI \tag{3}$$

式中: HDI ——人为干扰指数; NQI ——自然质量指数。利用 ArcGIS 软件的 GRID 模块对自然质量指数和人为干扰指数按照公式(3)进行代数运算,得到驱动力指数值,并制作相应的驱动力指数图。

3 植被格局变化驱动力评价结果分析

为了分析区域植被变化的驱动力,结合沂蒙山区自然地理状况,根据自然质量指数、人为干扰指数和驱动力指数的高低,把指数分为五级(表 3)。

表 3 沂蒙山区植被格局变化自然质量指数、人为干扰和驱动力指数分级表

指数名称	等级	I	II	III	IV	V
自然质量指数	类型	很差	较差	一般	较好	良好
	范围	< 0.35	0.35~ 0.40	0.40~ 0.50	0.50~ 0.60	> 0.60
人为干扰指数	类型	微度	轻度	中度	强度	极强度
	范围	< 0.40	0.40~ 0.50	0.50~ 0.60	0.60~ 0.70	> 0.70
驱动力指数	类型	不显著	较显著	显著	很显著	极显著
	范围	< 1.0	1.0~ 1.2	1.2~ 1.5	1.5~ 2.0	> 2.0

3.3 驱动力指数

沂蒙山区植被格局演替的驱动力水平以显著和较显著为主,面积分别为 10 417.16 km²和 9 801.24 km²,占研究区总面积的 33.78%和 31.79%。其它为驱动力水平很显著、驱动力水平不显著和驱动力水平极显著。其中,驱动力水平很显著和极显著的面积为 5 465.16 km²,占研究区总面积的 17.73%,说明沂蒙山区有近 1/5 的区域存在着植被退化的趋势。

沂蒙山植被格局演替驱动力水平不显著的面积 为 5 150.12 km²,占研究区总面积的 16.70%,主要分布在临沭、微山县、蒙阴、沂南和山亭区。驱动力水平较显著是研究区第二大等级类型,主要分布在研究区的北部和中南部,包括沂源、沂水、枣庄市辖区、平邑、苍山、费县等县市。驱动力水平显著是研究区最大的等级类型,主要位于研究区东部、西北部和南部,包括莒县、莒南、新泰、泗水、邹城和郯城。驱动力水平很显著的面积为 5 169.24 km²,占研究区总面积的 16.77%,主要分布在日照市辖区、临沂市辖区、曲阜和滕州。驱动力水平极显著的面积为 295.92 km²,占研究区总面积的 0.96%,主要分布在兖州和日照市辖区的西北部。其中,

兖州、日照市辖区、曲阜、临沂市辖区等地经济发展水平在研究区内相对较高,人为干扰作用较强;而滕州、郯城、邹城、莒县、莒南等地的自然环境质量低于研究区平均水平,植被系统的稳定性较低。因此可以说自然条件差、人类社会经济活动的干扰是植被格局趋于退化的重要原因。

4 植被格局变化潜势分析

沂蒙山区的自然环境比较脆弱,随着人类干扰活动强度的不断加大,程度不断加深,生态环境有恶化趋势,植被作为环境中的重要组成部分,也存在演替的趋势。沂蒙山区内各县市区自然环境有较大差异,社会经济状况也不相同,这使得植被演替在空间上存在分异格局^[3]。

4.1 人为干扰活动较强的地区,植被退化的潜势大

通过研究发现,植被格局变化驱动力指数大的地区与人为干扰指数大的地区基本重合,说明在一定自然环境条件下,人为活动因素越来越成为植被退化的重要因素。人为干扰和破坏的作用越强,植被退化的趋势越大。

4.2 自然环境质量高的地区,植被变化的潜势小

植被格局变化驱动力指数小的地区与自然质量高指数大的地区也有一定的重合,说明自然环境的稳定性对植被格局变化也有重要作用。如沂南和山亭区,其自然环境较好,驱动力指数较小,变化的潜势就小。此外,蒙山、五莲山、尼山、峯山等山地区森林覆盖率高,自然质量良好,植被变化的潜势也较小。

4.3 驱动力指数在非极端水平,植被格局演替具有不确定性

沂蒙山区的大部分地区植被格局演替的驱动力处于较显著、显著和很显著水平,且大部分地区起主导作用的驱动

力或以自然环境为主、或以人为活动为主,具有不确定性。因此,在保护自然、减少人为干扰的情况下,植被格局退化的机率小,演替慢;反之,在破坏自然、增大人为干扰的情况下,植被格局退化的机率大,演替快。因此,在驱动力指数处于非极端水平的地区,应采取措施,有意识地促进植被格局向好的方向转化。

5 结 语

通过对沂蒙山区植被格局变化驱动力的评价计算以及等级划分,可以全面掌握该区域植被格局的现状,预测其变化趋势,为沂蒙山区实施生态修复,改善各县市自然环境状况提供科学依据,具有现实的指导意义,研究成果意义重大。首先,形成了相对完整的植被格局变化驱动力评价指标体系,丰富和优化了评价的方法和模型。其次,综合运用遥感和 GIS 的先进技术与方法,在分析与评价模型的基础上,可以对具有时空变化特点的植被格局进行质量评估和潜势分析,反映植被格局的时空分布、变异及动态。不仅快速、准确而且时效性好,可操作性强。

参考文献:

[1] 章家恩,徐琪.生态系统退化的动力学解释及其定量表达探讨[J].地理科学进展,2003,22(3):251-258.
[2] 孙希华.基于GIS的济南市山丘区土壤侵蚀潜在危险度评价研究[J].水土保持学报,2003,17(6):47-50.
[3] 李瑞俊,孙希华,李平.基于遥感和GIS的青岛市土地利用动态变化分析[J].山东师范大学学报:自然科学版,2004,19(4):50-52.

(上接第25页)

3.6 加强节水环保意识宣传,鼓励公众广泛参与

西北内陆河流域水资源管理最终要贯彻到每个公民,只有公众认识到“水资源的宝贵,水资源的有限”、“不合理利用水资源会导致水资源短缺”,“必须大力提倡节约用水”,才能使流域水资源统一管理,优化配置得以实现。鉴于此,除加大对流域水资源的统一管理和优化配置,还应开展多种形式的节水宣传,鼓励公众更多地参与水资源的流域管理,提高全社会的水忧患意识和节水意识,顺应先进文化方向,提倡节水型的文明消费^[13],使其成为水资源流域管理的重要力量。

参考文献:

[1] 白永平.区域工业化与城市化的水资源保障研究[M].北京:科学出版社,2004.
[2] 刘昌明,陈志恺.中国水资源现状评价和供需发展趋势分析[M].北京:中国水利水电出版社,2001.
[3] 陈志凯,王浩,汪党献.西北地区水资源及其供需发展趋势分析[M].北京:科学出版社,2004:20-113.
[4] 马金珠,李相虎,贾新颜.干旱区水资源承载力多目标层次评价:以民勤县为例[J].干旱区研究,2005,22

(1):11-16.
[5] 钱鞠,王银绪,马金辉,等.西北干旱区生态环境建设支撑体系的构建[J].干旱地区农业研究,2003,2(1):102-107.
[6] 民勤县统计局.2006年民勤县统计年鉴(内部发行)[Z].2007:24-55.
[7] 张勃,石惠春.河西地区绿洲资源优化配置研究[M].北京:科学出版社,2004.
[8] 王丁宏.河西走廊人口、资源、环境、经济可持续发展问题探索[J].科学·经济·社会,2005,23(3):16-19.
[9] 王有强,司毅铭,张道军.流域水资源保护与可持续利用[M].郑州:黄河水利出版社,2005.
[10] 杨志峰,冯彦,王烜,等.流域水资源可持续利用保障体系:理论与实践[M].北京:化学工业出版社,2003.
[11] 程国栋.承载力概念的演变及西北水资源承载力的应用框架[J].冰川冻土,2002,24(4):361-367.
[12] 李柱琨,厚士德,杨连金,等.浅析水库对城镇供水的重要性[J].山东水利科技,1996(3):54-55.
[13] 吴季松.科学发展观与中国循环经济战略[M].北京:新华出版社,2006:206-208.