

王瑞君,王仁德,高士平,等. 基于 GIS 的河北省土地沙化脆弱性评价与空间分异[J]. 江苏农业科学,2016,44(2):395-398.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.02.115

基于 GIS 的河北省土地沙化脆弱性评价与空间分异

王瑞君,王仁德,高士平,蒋红军

(河北省科学院地理科学研究所,河北石家庄 050011)

摘要:提出土地沙化脆弱性的“敏感-退化”(S-D)概念模型,构建以沙化敏感性指数和沙化退化指数为基本框架的评价指标体系,基于 GIS 技术,进行河北省土地沙化脆弱性评价。结果表明:河北省没有极重度脆弱级别,重度、中度、轻度和微度脆弱区分别占全省总面积的 0.6%、9.8%、39.9% 和 49.7%;空间分异上,脆弱性呈现从西北向东南逐渐降低的趋势,冀北坝上高原及冀西山丘区沙化脆弱程度最高,分布面积最广。同时对这些区域的防沙治沙和生态建设提出了建议。

关键词:土地沙化;脆弱性评价;敏感性;GIS;河北省

中图分类号: S157 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)02-0395-03

土地沙化(sandification)是指在各种气候条件下,由于多种因素形成地表呈现以沙(砾)物质为主要特征的土地退化过程^[1]。土地沙化是荒漠化的主要类型之一,其大面积蔓延就是荒漠化。土地沙化作为最重要的全球环境问题之一,受到各国政府及学者的普遍重视。我国是世界上土地沙化和荒漠化面积大、分布广、危害重的国家之一,严重的土地沙化、荒漠化威胁着我国的生态安全和经济社会可持续发展^[2]。

土地沙化的发生、发展与脆弱的生态环境密不可分。开展区域土地沙化脆弱性评价研究,明确土地沙化的脆弱类型、程度和空间分布特征,用以规范人类活动方式和强度^[3],是实施脆弱区生态保护、恢复与治理的基础和前提。目前学者对土地沙化的敏感性评价较多^[4-5],而对土地沙化脆弱性进行评价的文献相对较少,特别是针对区域大尺度的沙化脆弱性评价成果尚不多见。本研究从敏感性和退化受损性 2 个角度探讨了脆弱性的概念和内涵,提出了土地沙化脆弱性评价的“敏感-退化”(S-D)概念框架模型,并基于 GIS 技术,对河北省土地沙化脆弱性进行评价,明确全省土地沙化脆弱程度和空间分异特征,为实施生态功能分区管理、推进沙化脆弱区的生态保护和防沙治沙提供科学依据。

1 研究区概况

河北省位于华北平原北部,地处 36°03'~42°40'N, 113°27'~119°50'E,内环京津,东临渤海,西隔太行与山西为邻,西北部、北部和东北部与内蒙、辽宁相接,东南部和南部与山东、河南接壤,是全国唯一兼有浅海、平原、湖泊、丘陵、山地、高原、盆地的省份,总土地面积 18.77 万 km²。河北省是中国土地沙化最严重的省份之一,沙化土地面积居全国第 6 位(2004 年)。按照全国沙漠化治理区划,河北省属于中国北

部沙漠化治理区-半湿润地带沙漠化土地零星分布区和半干旱草原地带与荒漠草原地带沙漠化发展区,涉及平原、山地和高原 3 个地貌类型。根据 2009 年第四次全国荒漠化和沙化监测结果,河北省现有沙化土地 2.125 3 万 km²^[6],占全省总面积的 11.32%,占全国沙化土地面积的 1.23%。与 2004 年第三次监测结果相比,尽管河北省沙化土地实现了由扩展到缩减的历史性转变,但局部土地沙化问题依然突出,特别是坝上高原和冀北山地区,是京、津乃至整个华北地区上风向重要的风沙源区^[7],严重影响着京津冀区域的生态安全和经济社会可持续发展。

2 研究方法

2.1 脆弱性概念模型

关于脆弱性的概念和内涵,国内外学者有多种阐释^[8-14]。笔者认为,生态脆弱性是指生态系统在特定时空尺度相对于外界干扰产生响应的敏感程度和退化受损的程度。敏感程度表明生态系统具有不稳定性,在外界干扰胁迫下容易发生变化,且这种变化可正可逆,用以反映产生生态失衡和环境问题的可能性大小;退化受损程度反映了生态系统遭受了不同程度的损失朝着逆向即退化的方向发展并产生了不同程度的生态环境问题,或人类为应对这种退化问题采取生态修复措施所需付出的代价大小。系统的敏感性是脆弱性的潜在前提,退化受损是脆弱性的结果表现,但系统敏感并不一定脆弱,只有当它遭受损失发生了退化才称之为脆弱,故脆弱性是系统的敏感程度和退化受损程度叠加的结果。

土地沙化脆弱性(SF)则是指生态系统在特定时空尺度相对于外界干扰产生土地沙化变化响应的敏感程度和沙化退化程度,它是沙化敏感程度(SS)和沙化退化程度(SD)叠加的结果。基于以上阐述,笔者提出了土地沙化脆弱性评价的“敏感-退化”(S-D)概念模型: $SF=f(SS,SD)$ 。

2.2 评价指标体系

基于脆弱性“敏感-退化”概念模型,采用层次分析法,构建土地沙化脆弱性的“敏感-退化”评价指标体系框架(表 1),并建立相应的评价指数,即土地沙化脆弱性综合指数

收稿日期:2015-10-20

基金项目:河北省科技计划(编号:13276260);河北省科学院科技计划(编号:15109)。

作者简介:王瑞君(1975—),女,河北保定人,副研究员,从事生态环境与“3S”技术应用研究。E-mail:wrj0115@126.com。

(SFI)、沙化敏感性指数(SSI)和沙化退化指数(SDI),确定指标层的敏感性因子和退化因子。其中沙化敏感性指数判定依据国家生态功能区划技术暂行规程,采用湿润指数、冬春季大风日数、地表质地和冬春季植被覆盖度 4 个影响因素;沙化退化指数表示土地沙化退化受损的程度,用土地沙化的动态变化数据可以很好地表征,但由于大尺度空间动态数据较难获得,本次采用土地沙化现状指数来代替表征,现状沙化程度越重,表示退化受损的程度越重;土地沙化现状数据由 2010 年中巴卫星影像数据解译而得,并根据《沙化土地监测技术规程》中沙化土地类型和植被盖度进行沙化土地程度分级。

表 1 河北省土地沙化脆弱性评价指标体系框架

目标层	准则层	指标层
土地沙化脆弱性综合指数	沙化敏感性指数	湿润指数
		冬春季大于 6 m/s 大风日数
		地表质地
	沙化退化指数	植被覆盖度(冬春) ^[15]
		沙化土地类型
		植被盖度 ^[1]

基于 GIS 技术,对表 1 中各指标数据进行标准化分级赋值处理。结合河北省土地沙化省情,对其敏感性及脆弱性采用五级分法,从轻到重依次为微度、轻度、中度、重度和极重度,并相应量化赋值 1、3、5、7、9,数据精度采用 1 hm² 网格。

2.3 评价计算方法

采用综合指数法,首先计算沙化敏感性指数(SSI)和沙化退化指数(SDI),2 个分指数的权重分别取 0.5,最后计算土地沙化脆弱性综合指数(SFI),见公式(1)。其中 SSI 指数由(2)、(3)式计算得出,SDI 指数依据国标《沙化土地监测技术规程》进行标准化分级赋值而得。

$$SFI = (SSI + SDI) / 2;$$
 (1)

$$SSI = \sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 D_i};$$
 (2)

$$D_i = S \times F \times D \times G。$$
 (3)

式中: D_i 为 i 因素敏感性等级标准值; S 为湿润指数; F 为冬春季大于 6 m/s 大风日数; D 为地表质地; G 为冬春季植被覆盖度。

3 结果与分析

3.1 河北省土地沙化敏感性与空间分异

基于 ArcGIS 空间运算和分析功能,由公式(3)和(2)进行沙化敏感性评价。结果显示,河北省土地沙化敏感性指数最大为 6.8,没有极度敏感区域,重度、中度、轻度和微度敏感区分别占全省总面积的 0.6%、6.7%、42.4% 和 50.4%。从敏感程度看,全省重度敏感区所占比例很小,敏感程度整体相对较轻。由图 1 可以看出,在空间分布格局上,张家口坝缘、冀西北间山盆地的部分山丘区及坝上地区敏感程度相对较高,是重度敏感及中度敏感的主要分布区,张家口大部、承德北部、冀中南平原中心区等地为轻度敏感区。河北省土地沙化的敏感程度和分布反映了其沙化潜在脆弱性的程度和分布。

3.2 河北省土地沙化退化现状与空间分异

河北省土地沙化面积大、范围广、分布不均衡,整体程度较轻,但局部退化严重。全省极重度和重度沙化土地比例很

小,分别占全省沙化土地的 0.5% 和 0.9%,中度和轻度沙化土地约占全省沙化土地 12.0% 和 86.6%^[16]。空间分布上涉及全省 11 个市 72 个县(市、区),分布有冀西北的坝上及坝下、永定河下游、黄河故道、冀西、冀东等几大沙区,其中张承的坝上及坝缘、间山盆地河谷区的土地沙化程度相对较高,沙化面积占全省沙化总面积的 55% 以上。

空间分布上,沙化退化现状和沙化敏感性并不完全吻合^[17]。张家口坝缘及冀西北间山盆地的山丘区,敏感程度高于沙化程度;承德北部由于局部的滥垦、过度放牧、景点开发、工程挖沙等活动,致使土地沙化程度相对较高;在冀西北间山盆地的桑洋河谷区,敏感性为微度,但由西北袭来大量沙尘连同河道积沙,在山体的阻拦下部分沉积、截留、堆积,而在河流南岸迎风面,形成桑、洋河岸五大滩地。

3.3 河北省土地沙化脆弱性与空间分异

在 GIS 技术支持下,按公式(1)进行土地沙化脆弱性评价,结果详见图 2 和表 2。结果表明,河北省土地沙化脆弱性分为重度、中度、轻度和微度脆弱 4 个级别,面积分别占全省总面积的 0.6%、9.8%、39.9% 和 49.7%。从脆弱程度看,全省没有极重度脆弱级别,且重度脆弱区所占比例很小,沙化脆弱程度整体较轻。从空间分异格局看,全省沙化脆弱性呈现从西北向东南逐渐降低的趋势;重度脆弱区主要散布在张家口的坝缘及冀西山丘区的部分县市,呈小斑块状零星分布,脆弱程度相对最高;中度脆弱区主要分布在坝上、冀西北山丘区以及承德北部,分别呈片状、带状和大斑块状分布;冀西北的大部分地区及太行山中段的山前平原区表现轻度脆弱;冀中南大部及冀东大部分地区脆弱程度最低,表现微度脆弱。

河北省土地沙化脆弱性区域分异明显,其中冀北坝上高原及冀西山丘区脆弱程度最高,分布面积最广。究其原因,这是由该区域的高沙化敏感性和高沙化退化现状共同作用的结果。其中坝上地区位于我国北方半干旱、半湿润农牧交错带和北方沙漠南侵的前缘地带,其东部与内蒙古浑善达克沙地毗连,西部与黄土高原接壤,是风沙南下的必经之路,主要土母质即为风沙土,气候干旱少雨,冬春季大风盛行,历史上形成的干旱、半干旱草原植被,群落结构简单、稳定性差,这些是引发土地沙化和高脆弱性的潜在自然因素;然而近百年来的人口激增、过度开垦、过度放牧、乱砍滥伐和水资源的无序利用等人为活动干扰则是局部区域草场退化、沙化蔓延和脆弱性增高的最重要原因。

4 结论与建议

(1)探索了脆弱性的概念和内涵,认为生态脆弱性是生态系统在特定时空尺度相对于外界干扰产生响应的敏感程度和退化受损的程度,脆弱性是敏感程度和退化受损程度叠加的结果;据此提出土地沙化脆弱性的“敏感-退化”(S-D)概念模型,构建相应的指标体系框架;基于 GIS/RS 技术,运用综合指数法,进行省域大尺度土地沙化脆弱性空间定量评价实践。

(2)河北省土地沙化脆弱性评价结果及空间分异格局:重度、中度、轻度和微度脆弱区分别占全省总面积的 0.6%、9.8%、39.9% 和 49.7%;没有极重度脆弱级别,且重度脆弱区所占比例很小,沙化脆弱程度整体较轻;空间分异上,全省

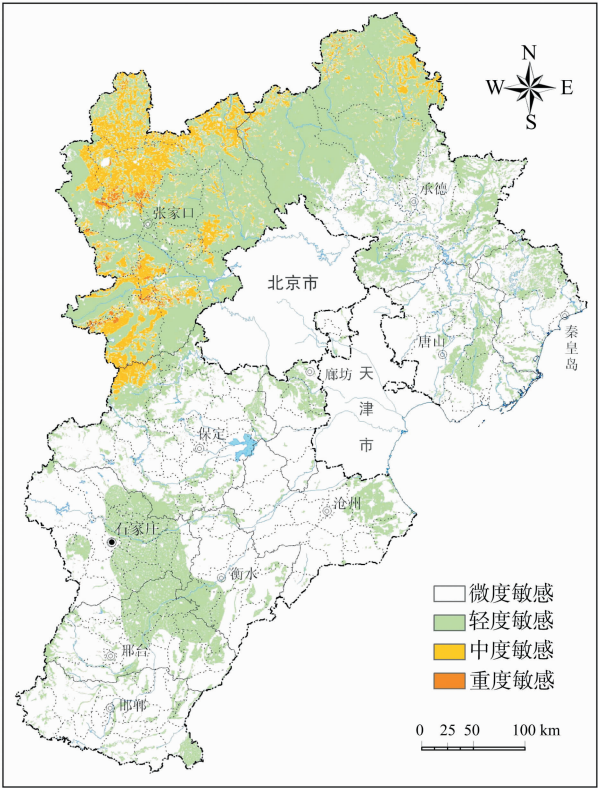


图1 河北省土地沙化敏感性空间分布

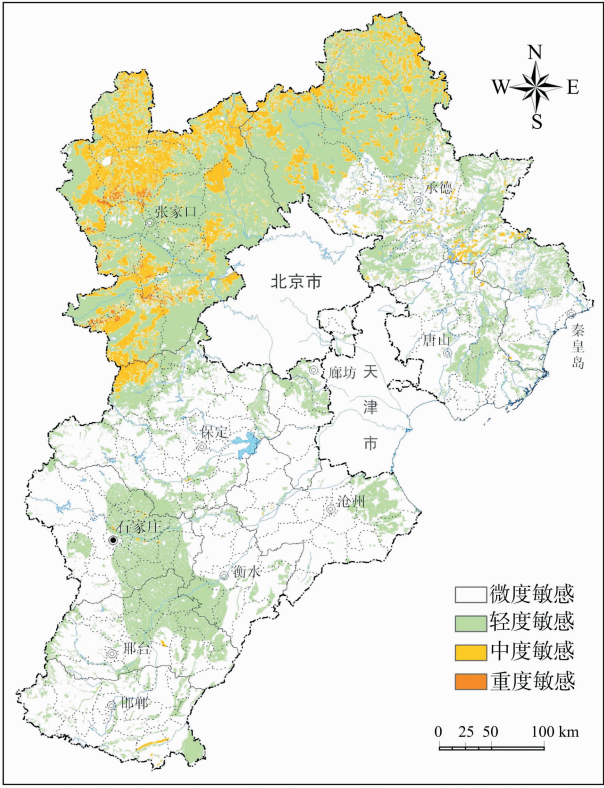


图2 河北省土地沙化脆弱性空间分布

表 2 河北省土地沙化脆弱区分布

脆弱分区	面积 (万 km ²)	比例 (%)	空间分布格局	涉及的行政区范围
重度脆弱区	0.11	0.6	在张家口坝缘及冀西山丘区,呈小斑块状零星分布	张家口:张北南部,阳原与蔚县交界,宣化县、蔚县与涿鹿交界处山丘区,怀安小部分
中度脆弱区	1.83	9.8	坝上、冀西北山丘区、承德北部,分别呈片状、带状和大斑块状分布	张家口:张北及康保大部分,尚义、沽源、赤城、宣化县、蔚县、涿鹿、怀来等县的部分地区 承德:丰宁、围场、隆化、宽城等县 保定市:涿源北部 邯郸市:魏县小部
轻度脆弱区	7.48	39.9	冀西北的大部分地区,以及太行山中段山前平原区	张家口:赤城、崇礼、尚义、万全、宣化、怀来、阳原、涿鹿等县大部分 承德:丰宁、围场、隆化的大部分,平泉、兴隆的部分地区 保定:涿源、涿水、定州、安国等县的部分地区 石家庄:市区以东的新乐、正定、无极、藁城、深泽、晋州、栾城、赵县、高邑、辛集的大部分,行唐、元氏的部分地区 邢台:宁晋、柏乡、隆尧、任县、新河、南宫、巨鹿、清河等县的大部分 衡水:冀州大部分,枣强小部分 沧州:黄骅和海兴大部分 廊坊:永定河沙区,涉及市辖区及永清的部分。 唐山:滦县、滦南大部及市区东部 秦皇岛:青龙东部
微度脆弱区	9.30	49.7	冀中南大部及冀东大部分地区	保定、沧州、廊坊、衡水、邯郸、石家庄、邢台、唐山、秦皇岛 9 市大部分

土地沙化脆弱大体呈从西北向东南逐渐降低的趋势,其中冀北坝上高原及冀西山丘区沙化脆弱程度最高,分布面积最广。

(3) 建议对高脆弱区的生态恢复治理,应遵循自然规律,引导和规范人类活动的方式和强度,减少人为过度扰动,充分发挥生态系统自我修复功能,强化林草植被保护,依法实施围栏封育、退耕还林草、封沙育草。同时加快建立和完善京津冀区域生态补偿机制,将生态建设、防沙治沙与增加农民收入有

机结合,使广大群众享受生态建设的成果,尽早摆脱贫困,促进区域人与自然和谐发展。

参考文献:

[1] 国家质量监督检验检疫总局,国家标准化管理委员会. GB/T 24255—2009 沙化土地监测技术规程[S]. 北京:中国标准出版社,2009.

刘 静,徐峥静茹,彭培好,等. 旅游踩踏对鸡冠山森林公园土壤微生物数量及酶活性的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(2):398-402.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.02.116

旅游踩踏对鸡冠山森林公园土壤微生物数量及酶活性的影响

刘 静,徐峥静茹,彭培好,潘 欣

(成都理工大学旅游与城乡规划学院,四川成都 610059)

摘要:以四川省崇州市鸡冠山森林公园内不同海拔、不同试验区土壤中的微生物和土壤酶为研究对象,探讨旅游踩踏对鸡冠山森林公园内土壤微生物及土壤酶的影响。结果表明,游客旅游踩踏行为随海拔的升高而减少,土壤微生物中细菌、真菌、放线菌的数量大致呈增加趋势;与之相反,病原指示菌大肠杆菌的数量呈递减趋势。在同一海拔下,游客旅游踩踏行为从无人区、缓冲区至密集区逐渐增加,土壤微生物中细菌、真菌、放线菌的多样性下降,导致数量逐渐减少,病原指示菌大肠杆菌却逐渐增加。由于土壤酶与土壤微生物活动密切相关,研究区土壤中过氧化氢酶、纤维素酶、蔗糖酶、淀粉酶的活性与海拔和试验区表现出明显的相关性。人为活动的增加可影响环境中的微生物数量与土壤酶活性,还可为环境带来病原菌。有必要进一步规范和规划游客活动过程,减少旅游活动对环境特别是微生态环境的影响,实现真正意义的生态旅游。

关键词:旅游踩踏;土壤微生物;土壤酶;鸡冠山;生态旅游

中图分类号: S154 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)02-0398-05

生态旅游资源的脆弱性与不可再生性使其极易受外界干扰,且一经破坏便难以恢复。在以可持续发展为理念、保护生态环境为前提、统筹人与自然和谐发展为准则的前提下,以自然环境为基础的生态旅游在如今生态环境日益恶劣的情况下

愈发受到大众关注。

土壤微生物在“土壤-土壤微生物-植物”这一生态系统中扮演着重要角色。土壤微生物通过分解动植物残体而参与森林生态系统的能量流动和物质循环,对土壤养分、土壤结构、土壤稳定性、植被生态恢复产生重要影响,有机质转化所需能量的90%以上均来自于微生物的分解作用,为植物提供养分的同时还为预防植物病害提供帮助^[1-4]。

土壤微生物及植物根系能够释放各种酶类进入土壤,土壤酶类和微生物一起推动着土壤的代谢过程。土壤酶类作为土壤生态系统的组分之一,是生态系统的生物催化剂,在土壤

收稿日期:2015-05-26

基金项目:四川省教育厅理工科重点项目(编号:14ZA0069)。

作者简介:刘 静(1989—),女,四川成都人,硕士研究生,主要从事土壤生态学研究。E-mail:sodamew@163.com。

通信作者:潘 欣,博士,副教授,主要从事林业生态等研究。E-mail:panxin@cdut.cn。

[2]祝列克. 中国荒漠化和沙化动态研究[M]. 北京:中国农业出版社,2006.

[3]乔 青,高吉喜,王 维,等. 生态脆弱性综合评价方法与应用[J]. 环境科学研究,2008,21(5):117-123.

[4]刘 康,徐卫华,欧阳志云,等. 基于GIS的甘肃省土地沙漠化敏感性评价[J]. 水土保持通报,2002,22(5):29-31,35.

[5]周利军,张淑花. 黑龙江省西南部土地沙漠化敏感性评价[J]. 中国农学通报,2009,25(21):324-327.

[6]国家林业局. 第四次中国荒漠化和沙化状况公报[R/OL]. [2015-09-10]. http://www.china.com.cn/zhishi/zhuanli/ch-xinwen/2010-08/31/content_21669628.htm.

[7]刘鸿雁,田育红,丁 登. 内蒙古浑善达克沙地和河北坝上地区不同地表覆盖类型对北京沙尘天气物源的贡献[J]. 科学通报,2003,48(11):1229-1232.

[8]罗承平,薛纪渝. 中国北方农牧交错带生态脆弱带特征,环境问题及综合整治战略[M]//赵桂久. 生态环境综合整治和恢复技术研究:第一集. 北京:中国科学技术出版社,1993:61-70.

[9]赵跃龙. 中国脆弱生态环境类型分布及其综合整治[M]. 北京:中国环境科学出版社,1999:23-87.

[10]Gabor T,Griffith T K. The assessment of community vulnerability to acute hazardous materials incidents[J]. Journal of Hazardous Materials,1980,3(4):323-333.

[11]Liverman D. The vulnerability of urban areas to technological risks[J]. CitiesMay,1986,4(5):142-147.

[12]刘燕华,李秀斌. 脆弱生态环境可持续发展[J]. 兰州大学学报:自然科学版,2003,39(3):77-80.

[13]姚 健,艾南山,丁 晶. 中国生态环境脆弱性及其评价研究进展[J]. 兰州大学学报:自然科学版,2003,39(3):77-80.

[14]Qiu P H,Xu S J,Xie G Z,et al. Analysis of the ecological vulnerability of the western Hainan Island based on its landscape pattern and ecosystem sensitivity[J]. Acta Ecologica Sinica,2007,27(4):1257-1264.

[15]国家环境保护总局. 生态功能区划技术暂行规程[S]. 2002.

[16]冯长红. 河北省土地沙化状况及治理对策[J]. 河北林业科技,2005(增刊1):10-13.

[17]Wang R J,Liu H,Jiang H J,et al. Comprehensive assessment of eco-environment vulnerability in Hebei province based on ArcGIS[J]. Meteorological and Environmental Research,2011,2(10):84-90.