

ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

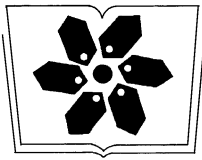
Acta Ecologica Sinica



第 31 卷 第 14 期 Vol.31 No.14 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 14 期

2011 年 7 月 (半月刊)

目 次

厦门市三个产业土地利用变化的敏感性·····	黄 静,崔胜辉,李方一,等 (3863)
黄河源区沙漠化及其景观格局的变化·····	胡光印,董治宝,逯军峰,等 (3872)
岩溶山区景观多样性变化的生态学意义对比——以贵州四个典型地区为例·····	罗光杰,李阳兵,王世杰,等 (3882)
基于城市地表参数变化的城市热岛效应分析·····	徐涵秋 (3890)
北京市土地利用生态分类方法·····	唐秀美,陈百明,路庆斌,等 (3902)
长白山红松臭冷杉光谱反射随海拔的变化·····	范秀华,刘伟国,卢文敏,等 (3910)
臭冷杉生物量分配格局及异速生长模型·····	汪金松,张春雨,范秀华,等 (3918)
渔山岛岩礁基质潮间带大型底栖动物优势种生态位·····	焦海峰,施慧雄,尤仲杰,等 (3928)
食物质量差异对树麻雀能量预算和消化道形态特征的影响·····	杨志宏,邵淑丽 (3937)
桂西北典型喀斯特区生态服务价值的环境响应及其空间尺度特征·····	张明阳,王克林,刘会玉,等 (3947)
隔沟交替灌溉条件下玉米根系形态性状及结构分布·····	李彩霞,孙景生,周新国,等 (3956)
不同抗病性茄子根系分泌物对黄萎菌的化感作用·····	周宝利,陈志霞,杜 亮,等 (3964)
镧在草-菇-土系统中的循环与生物富集效应·····	翁伯琦,姜照伟,王义祥,等 (3973)
鄱阳湖流域泥沙流失及吸附态氮磷输出负荷评估·····	余进祥,郑博福,刘娅菲,等 (3980)
柠条细根的分布和动态及其与土壤资源有效性的关系·····	史建伟,王孟本,陈建文,等 (3990)
土壤盐渍化对尿素与磷酸脲氮挥发的影响·····	梁 飞,田长彦 (3999)
象山港海域细菌的分布特征及其环境影响因素·····	杨季芳,王海丽,陈福生,等 (4007)
近地层臭氧对小麦抗氧化酶活性变化动态的影响·····	吴芳芳,郑有飞,吴荣军,等 (4019)
抑制剂和安全剂对高羊茅根中酶活性和菲代谢的影响·····	龚帅帅,韩 进,高彦征,等 (4027)
南苜蓿高效共生根瘤菌土壤的筛选·····	刘晓云,郭振国,李乔仙,等 (4034)
汉江上游金水河流域土壤常量元素迁移模式·····	何文鸣,周 杰,张昌盛,等 (4042)
基于地理和气象要素的春玉米生育期栅格化方法·····	刘 勤,严昌荣,梅旭荣,等 (4056)
日光温室切花郁金香花期与外观品质预测模型·····	李 刚,陈亚茹,戴剑锋,等 (4062)
冀西北坝上旱干区南瓜油葵间作的水分效应·····	黄 伟,张俊花,李文红,等 (4072)
专论与综述	
鸟类分子系统地理学研究进展·····	董 路,张雁云 (4082)
自然保护区空间特征和地块最优选择方法·····	王宜成 (4094)
人类活动是导致生物均质化的主要因素·····	陈国奇,强 胜 (4107)
冬虫夏草发生的影响因子·····	张古忍,余俊锋,吴光国,等 (4117)
自然湿地土壤产甲烷菌和甲烷氧化菌多样性的分子检测·····	余晨兴,全 川 (4126)
研究简报	
塔里木河上游典型绿洲不同连作年限棉田土壤质量评价·····	贡 璐,张海峰,吕光辉,等 (4136)
高山森林凋落物分解过程中的微生物生物量动态·····	周晓庆,吴福忠,杨万勤,等 (4144)
生物结皮粗糙特征——以古尔班通古特沙漠为例·····	王雪芹,张元明,张伟民,等 (4153)
不同海拔茶园害虫、天敌种群及其群落结构差异·····	柯胜兵,党凤花,毕守东,等 (4161)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 306 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 33 * 2011-07	



封面图说:内地多呈灌木状的沙棘,在青藏高原就表现为高大的乔木,在拉萨河以及雅鲁藏布江沿岸常常可以看到高大的沙棘林和沼泽塔头湿地相映成趣的美丽景观。

彩图提供:陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

胡光印, 董治宝, 逯军峰, 颜长珍. 黄河源区沙漠化及其景观格局的变化. 生态学报, 2011, 31(14): 3872-3881.

Hu G Y, Dong Z B, Lu J F, Yan C Z. Desertification and change of landscape pattern in the Source Region of Yellow River. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(14): 3872-3881.

黄河源区沙漠化及其景观格局的变化

胡光印*, 董治宝, 逯军峰, 颜长珍

(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所 沙漠与沙漠化重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

摘要:以 1975 年的 MSS 数据、1990 年和 2005 年的 TM 数据、以及 2000 年的 ETM 数据为数据源,通过遥感(RS)与地理信息系统(GIS)技术,获得了黄河源区在 1975—2005 年间的沙漠化发展特征,并采用景观指数运算软件(FRAGSTATS3.3)对黄河源区沙漠化土地的景观格局变化进行了分析。研究发现:在 1975—1990 年间,黄河源区的沙漠化土地面积大幅增加;在 1990—2000 年间,沙漠化土地面积保持稳定;在 2000—2005 年间,沙漠化土地面积出现了小幅度的减小趋势。黄河源区沙漠化土地的景观格局变化显著,在 1975—1990 年间,沙漠化土地发生了严重的破碎化;在 1990—2000 年间,沙漠化土地出现了连片的现象,从而使得沙漠化土地的破碎度有所下降,景观多样性降低;在 2000—2005 年间,沙漠化土地破碎度增加,斑块形状趋于复杂。

关键词:黄河源;沙漠化;景观格局;青藏高原

Desertification and change of landscape pattern in the Source Region of Yellow River

HU Guangyin*, DONG Zhibao, LU Junfeng, YAN Changzhen

Key Laboratory of Desert and Desertification, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Science, Lanzhou 730000, China

Abstract: The Source Region of Yellow River is located in the northeast of Qinghai-Tibet Plateau, with an area of $13.14 \times 10^4 \text{ km}^2$. The Source Region of Yellow River plays important roles in water conservation, bio-diversity protection and wetland conservation. Nevertheless, the rapid climate change in the Qinghai-Tibetan Plateau has induced lots of environmental problems such as glacier retreat, permafrost degradation, aeolian desertification, and grassland degradation. For the last decade, the eco-environmental problems in the Qinghai-Tibetan Plateau have been receiving increasing attention due to global warming and intensifying regional development. Our recent investigations revealed that aeolian desertification became a severe environmental problem in the Source Region of Yellow River. We therefore conducted this study to fully understand the development processes and the changes of landscape pattern of aeolian desertification in these regions.

The development of aeolian desertification between 1975 and 2005 is identified by using remote (RS) sensing and geographic information system (GIS) methods. Remote-sensing data used in this study includes: Landsat multi-spectral scanner (MSS) images of 1975 with spatial resolution of 80 m, Enhanced Thematic Mapper (ETM+) images of 2000 with resolution of 30 m, and Thematic Mapper (TM) images of 1990 and 2005 with resolution of 30 m. We selected images recorded between June and October, when vegetation grew well, because aeolian desertified lands are more easily recognized during this period. Thematic maps, including land maps and geomorphologic maps, were used as supplementary data sources. The result shows that the area of aeolian desertified land increased at a rate of $151.74 \text{ km}^2/\text{a}$ between 1975 and 1990 (slightly, moderately and severely desertified lands increased at a rate of 40.49, 70.96 and $40.25 \text{ km}^2/\text{a}$,

基金项目:中国科学院寒区旱区环境与工程研究所青年人才基金资助项目(51Y184A61); 国家自然科学基金重点资助项目(40638038)

收稿日期:2010-06-02; **修订日期:**2011-04-21

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: guangyinhu0830@163.com

respectively), increased at a rate of $1.57 \text{ km}^2/\text{a}$ between 1990 and 2000 (moderately and severely desertified lands increased at a rate of 9.48 and $6.29 \text{ km}^2/\text{a}$, respectively, and slightly desertified land decreased at a rate of $14.20 \text{ km}^2/\text{a}$), and decreased at a rate of $54.66 \text{ km}^2/\text{a}$ between 2000 and 2005 (slightly and moderately desertified lands increased at a rate of 15.51 and $17.34 \text{ km}^2/\text{a}$, respectively, and severely desertified land decreased at a rate of $87.51 \text{ km}^2/\text{a}$). Furthermore, landscape software Fragstats 3.3 was used to analyze the landscape pattern of aeolian desertified land in the Source Regions of Yellow River. It was found that the landscape pattern changed significantly, the fragmentation degree of aeolian desertified land increased rapidly between 1975 and 1990, decreased slightly between 1990 and 2000, and increased again between 2000 and 2005. The patch shape of aeolian desertified land became more irregular.

Factors responsible for the land desertification include increasing temperature, decreasing precipitation, over-grazing, drainage of water systems, land reclamation for agriculture and rodent damage. Of these factors, increasing temperature, over-grazing, and drainage of water systems appear to have been the key factors. So we suggest that human behavior must be adjusted to control the expansion of aeolian desertified lands and to rehabilitate the aeolian desertified lands. The “tragedy of the commons” has led to problems such as over-grazing in common pasture areas throughout the study area, so it will be necessary to adjust the grazing rights of local people to prevent further over-grazing. It will be very important to strengthen the knowledge of environmental protection by local people so they will understand the need for such changes. In addition, the government must find alternative forms of employment that will be attractive to these people and that will sustain them in the long term so that they are not forced to return to their old, unsustainable practices.

Key Words: Source Region of Yellow River; desertification; landscape pattern; Qinghai-Tibet Plateau

在近几十年来,景观格局分析方法被广泛应用于众多领域,土地的沙漠化过程是一种典型的景观变化过程,而且这种过程是可以通过构建一定的数学模型去描述的^[1-2]。将景观生态学理论应用于沙漠化的研究已有初步的尝试,赵学勇等^[3]从沙漠化与生态系统结构、功能变化、沙漠化与生物多样性、沙漠化生态系统的物质循环和能量流动、以及沙漠化生态系统的稳定性等方面论述了景观生态学原理在沙漠化研究中的应用,并对景观生态学原理在沙漠化研究中的应用进行了研究。康相武等^[4]为了解决目前我国区域沙漠化程度评价中存在的问题,提出了在现有评价方法的基础上根据景观生态学原理引进景观生态学方法,特别是景观格局分析的方法,这样可以弥补现有区域沙漠化程度评价方法中存的缺陷和不足,并且可以使区域沙漠化程度评价具有生态学意义。他应用景观生态学原理,通过对空间分布差异而引起生态过程不同的理论分析,筛选出表征沙漠化土地空间分布生态意义的景观格局指数——聚集度,结合遥感与地理信息系统技术构建出区域沙漠化程度评价模型,并应用该模型对内蒙古浑善达克沙地六旗县的区域沙漠化程度进行了评价。结果表明,对该区域内各旗县不同时期的沙漠化程度的区分度较好^[5]。李锋^[6]对景观生态学在荒漠化监测与评价中的应用进行了理论分析,通过初步应用研究,发现多样性指数、优势度指数、均匀度指数和马尔科夫模型等景观生态学指标和方法能较好地评价监测区荒漠化土地动态变化规律,对分析不同景观类型和荒漠化土地的发展规律具有指示意义,并以青海沙珠玉地区为例,对景观生态学在荒漠化监测与评价中的应用进行了初步研究^[7]。常学礼等^[8]应用景观生态学中格局分析的一些方法对4种典型沙漠化土地景观进行了分析,并指出了景观格局在沙漠化危害程度判定中有重要作用,并对科尔沁沙地的景观结构与沙漠化之间的关系做了较为详细的研究^[9-11]。

沙漠化是黄河源区环境退化的重要体现,也是青藏高原重要的环境问题之一^[12-15]。通过对该地区过去几十年的气候变化分析发现:江河源区年平均气温急速上升,是青藏高原升温幅度最大的地区之一^[16-17],使得该地区蒸发量增大,气候呈暖干化趋势^[18],多年冻土上限下降^[19],从而扰动了原有的生态环境,并有可能进一步促进沙漠化的发展^[20]。该地区在将来的100 a内气温还将大幅度升高^[21],这将进一步导致冰川大幅度退缩、草地退化、湿地萎缩、湖泊退缩和干涸,从而导致沙漠化的进一步发展,风沙活动进一步加强。这有可

能在黄河源区以及整个青藏高原地区出现大规模的沙漠化现象,使该地区成为我国沙尘天气新的沙尘源地,这将影响到我国乃至整个太平洋地区的大气粉尘含量^[22]。对于整个黄河流域来说,其源区沙漠化的发展将会破坏源区的水源涵养功能,使水土流失加重,影响到黄河中下游水流量的稳定,从而对整个流域的生态安全构成威胁。本研究试图通过景观生态学理论和方法来揭示黄河源区在近 30a 来的沙漠化景观格局变化特征。

1 研究区概况

黄河源区面积为 13.14 万 km²,地理坐标范围为 32°09′—36°34′N,95°54′—103°24′E。最高海拔为 6236 m,最低海拔为 2533 m,平均海拔为 4065 m。该区域涉及到青海省的称多、达日、都兰、甘德、共和、贵南、河南、久治、玛多、玛沁、曲麻莱、同德、兴海和泽库共 14 个县,四川省的阿坝、红原、若尔盖 3 个县,以及甘肃省的碌曲、玛曲和夏河 3 个县(图 1)。

黄河源区四周为高山雪峰,冰川广泛发育,中间地势开阔,湖泊、沼泽大量分布,地貌类型为高原宽谷盆地。气候类型属于高寒半干旱气候,气温和降水从东南向西北呈逐渐递减趋势,年均气温在 5℃左右,昼夜温差大;年平均降水量为 320—750 mm,且月季分布极不均匀,冬春季少,夏秋季多,多集中在 5—9 月;年蒸发量为 1200—2000 mm;年日照时数为 2400—2800 h;多大风天气,平均风速为 1—5 m/s;无绝对无霜期,四季不分明,且暖季短暂,冷季漫长;该地区冻土广泛发育,形成大规模的冻土地貌,区内主要以藏族人为主体,人口密度很低,仅为 0.35 人/km²,以畜牧业为主。

2 研究资料与方法

2.1 数据资料与遥感解译方法

2.1.1 数据资料

本研究用到了覆盖全区的 1:10 万地形图 106 幅,作为地形特征、交通状况、居民点建筑等的辅助信息。用到的遥感影像数据分别为 1975 年的 MSS 数据,1990 年和 2005 年的 TM 数据以及 2000 年的 ETM 数据。遥感影像的时相均在 6 月到 10 月之间,该时期植被生长良好,这有利于沙漠化土地的识别。此外,本研究还用到了用于辅助信息的中国土壤图和中国植被图。

在 2007 年 8 月中旬,本项目组成员对位于黄河源区的若尔盖盆地进行了野外实地考察,该时期是植被生长最好的时期,同时也与本研究选用的遥感影像的时相对应,在实地选取具有代表性的各种沙漠化土地类型,通过手持 GPS 定位,然后与相应的假彩色合成影像上对应的地物建立目视解译标志。在室内完成了人机交互式遥感解译工作之后,选择了与 2007 年相同的野外考察时期,即 2008 年 8 月中旬,本项目组成员再次对研究区进行了野外调查,对遥感解译数据进行核实。通过对野外实地的近 200 个特征样点与解译结果所进行的对比分析发现,解译精度达到 97% 的水平,完全能满足本研究的要求。

2.1.2 遥感解译方法

前期工作已对黄河源区 1975—2005 年间沙漠化时空演变过程及其成因进行过分析^[23],对于遥感图像处理、解译标志的建立可详见文献^[24]。

2.1.3 沙漠化土地分类系统

根据江河源区特有的高寒景观、沙漠化土地特征,并结合遥感监测所具有的空间分辨率和人机交互式遥感解译的可操作性等因素出发,在李森等人研究的基础上^[25],对沙漠化土地分类系统进行了重新分类,构建了一个适合于该研究区的沙漠化土地分类系统(表 1)。

2.2 景观指数的选取与计算

将各期沙漠化矢量数据在 arc/info 软件中采用 polygrid 命令,将沙漠化矢量数据转化为栅格数据,其空间分辨率为 60 m。景观指数的运算是在 FRAGSTATS3.3 软件下完成的。本研究从沙漠化的固有特征出发,在景观尺度上选取了 8 个景观指数:斑块个数(NP)、最大斑块指数(LPI)、斑块平均面积(MPS)、分维数(PAFRAC)、平均最近距离(MNN)、蔓延度指数(CONTAG)、多样性指数(SHDI)和聚集度(AI)。从类型尺度上选取了 5 个指数:斑块个数(NP)、最大斑块指数(LPI)、斑块平均面积(MPS)、分维数(PAFRAC)和聚

集度(AI)。

表 1 沙漠化土地分类系统及其景观特征
Table 1 Classification system of desertification land and its description

	沙漠化程度 Desertification degree	沙漠化土地类型 Classification of desertification land	景观特征 Characteristics of Landscape
沙漠化土地 Desertification land	重度沙漠化土地	流动沙(丘)地	风沙活动普遍,沙丘广布,形成比较密集的新月形、横向、纵向、格状沙丘和爬升沙丘等形态的沙丘群,流沙面积>50%,植被盖度<5%,以超旱生植物为主,呈荒漠植被景观,土壤为流动风沙土
	中度沙漠化土地	半固定沙(丘)地	地表风沙流活动较明显,沙丘呈斑块状并且分布较广,多为半固定沙丘、沙垄与半固定爬升沙丘,形成比较稀疏的新月形、横向、纵向、格状沙丘和爬升沙丘等形态的沙丘群,流沙面积 10%—50%,丘间地比较开阔,沙丘基部和丘间地有较多植被,植被盖度 5%—30%,以强旱生植物为主,呈荒漠植被景观,土壤为流动风沙土和半固定风沙土
		裸露沙砾地	地表风蚀粗化,布满粗沙砾石,砾石含量>10%,植被盖度<10%的沙砾地,可出现灌草丛沙堆和局部积沙,呈戈壁景观
	轻度沙漠化土地	固定沙(丘)地	地表风蚀痕迹明显,有风沙流活动,沙丘呈斑块状或零星分布,为固定沙丘、沙垄与固定爬升沙丘,有风蚀坑和局部积沙,流沙面积 5%—10%,以旱生和中旱生植物为主,呈草原或荒漠化草原景观,土壤为风沙土
		半裸露沙砾地	地表风蚀粗化,布满粗沙砾石,砾石含量>10%,植被盖度为 10%—30%的沙砾地,可出现灌草丛沙堆和局部积沙,呈戈壁景观
		风蚀耕地	地表风蚀痕迹明显,有风沙流活动,沙丘呈斑块状或零星分布,为固定沙丘、沙垄与固定爬升沙丘,有风蚀坑和局部积沙,流沙面积 5%—10%,以旱生和中旱生植物为主,呈草原或荒漠化草原景观,土壤为风沙土
		工程治沙地	地表风蚀粗化,砾石含量>10%,为灌草覆盖度 10%—30%的沙砾地,有灌草丛沙堆分布,呈现荒漠化草原景观,景观具有季节变异性

3 研究结果

3.1 沙漠化土地分布特征

在 2005 年,黄河源区沙漠化土地占源区总面积的 13%,其中绝大部分为中度沙漠化土地,占沙漠化土地面积的 67%,轻度沙漠化土地和重度沙漠化土地分别占沙漠化土地面积的 18%和 15%。

黄河源区的沙漠化土地主要有三大集中分布区域,即源区西部沙地,北部沙地和东部沙地(图 1)。西部沙地主要分布于:玛多县内的黄河宽谷、玛多北部的山前缓坡、扎陵湖和鄂陵湖等环湖滩地、山前冲积扇和山前冲积平原、热曲河谷、岗纳格玛错周边的广大丘间地、夏曲河谷、柯曲河谷以及优尔曲河谷。北部沙地主要分布于:共和盆地东部地区(龙羊峡水库南面和北面的平沙地)、巴曲宽谷、泽库县城以东的山前冲击平原、河南县城以西的广大丘间地。东部沙地主要分布于:黄河沿岸、以及河流和沼泽地边缘。

3.2 沙漠化发展趋势

通过遥感监测方法获得了黄河源区 1975、1990、2000 和 2005 年各类沙漠化土地的分布面积(表 2)。在 1975—2005 年的 30 a 间,黄河源区的沙漠化土地面积总体上呈增加趋势。在 1975—1990 年间,沙漠化土地面积大幅增加,各类沙漠化土地均快速增加,其中中度沙漠化土地的增速高达 70.96 km²/a。在 3 个时期内表现为“快速增加—稳定—微弱逆转”的变化趋势(图 2)。

在 1975 年,黄河源区的沙漠化土地以中度沙漠化土地为主,占沙漠化土地总面积的 67.96%(以半固定沙(丘)地为主)。其次为轻度沙漠化土地,占沙漠化土地总面积的 16.98%(以固定沙(丘)地为主),重度沙漠化土地(流动沙(丘)地)最少,占沙漠化土地总面积的 15.06%(表 2)。在 1975—1990 年间,黄河源区沙漠

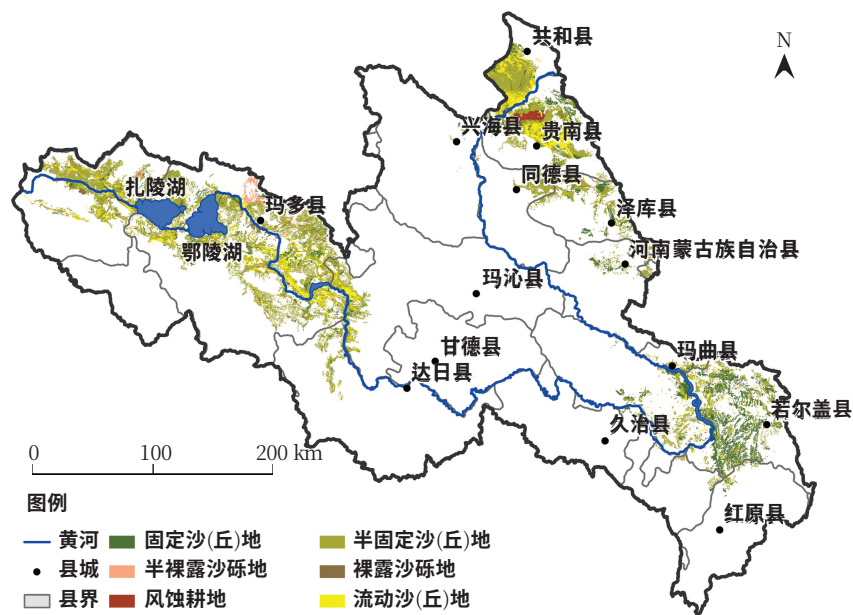


图1 黄河源区 2005 年沙漠化土地分布图

Fig.1 Distribution of desertification land in 2005 in the Source Region of Yellow River

化土地面积快速增加,重、中、轻 3 类沙漠化土地均快速增加,沙漠化土地总面积平均以 151.74 km²/a 的速度增加,其中中度沙漠化土地的增加速度最快,以 70.96 km²/a 的速率增加。重度沙漠化土地和轻度沙漠化土地的增加速度相当,分别为 40.29 km²/a 和 40.49 km²/a,到 1990 年,分别占沙漠化土地总面积的 16.57% 和 18.25%。在这 15a 间,沙漠化土地增加了 2276.15 km²,占 1975 年沙漠化土地面积的 15.06%。

在 1990—2000 年间,沙漠化发展趋势相对于上一时期已发生了较大的变化。沙漠化速度明显放缓,沙漠化发展速度降到了 1.57 km²/a,沙漠化土地面积仅增加了 15.7 km²,这相对于黄河源区沙漠化总面积来说,该时期的沙漠化面积处于一个较为稳定的状态。

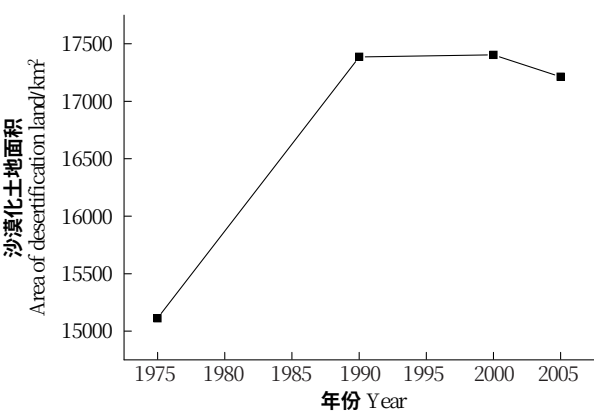


图2 黄河源区 1975、1990、2000 和 2005 年沙漠化土地面积

Fig.2 Area of desertification land in 1975, 1990, 2000 and 2005 in the Source Region of Yellow River

表2 黄河源区 1975、1990、2000 和 2005 年各类沙漠化土地面积/km²

Table 2 Area of each type of desertification land in 1975, 1990, 2000 and 2005

沙漠化程度 Desertification degree	沙漠化土地类型 Classification of desertification land	1975	1990	2000	2005
轻度 Slight	固定沙(丘)地	2204.62	2720.74	2577.66	2664.29
	半裸露沙砾地	325.13	299.39	300.47	291.49
	风蚀耕地	35.18	152.17	152.17	153.94
中度 Moderate	半固定沙(丘)地	9781.63	10813.81	10899.39	11109.07
	裸露沙砾地	488.71	520.89	530.05	485.48
重度 Severe	流动沙(丘)地	2276.13	2880.54	2943.48	2509.40

在 2000—2005 年间,沙漠化发展趋势发生了根本性的改变,呈现出沙漠化逆转的趋势,沙漠化土地以

54.66 km²/a 的速度减少,沙漠化土地总面积减少了 273.32 km²,占 2000 年沙漠化土地的 1.57%。轻度沙漠化土地从上个时期的减少趋势转变成增加趋势,中度沙漠化土地一直保持着增加趋势,而重度沙漠化土地则呈快速减少趋势,以 87.51 km²/a 的速度减少,从而使得重度沙漠化土地占沙漠化土地总面积的比例从 2000 年的 16.91%降低到了 2005 年的 14.63%。

在 1975—2005 年的 30a 间,尽管在此期间沙漠化经历了“快速增加—稳定—逆转”的过程,但从这整个 30 年来看,沙漠化土地总体上仍呈增加趋势,平均以 67.28 km²/a 的速度增加,沙漠化土地总面积增加了 2018.53 km²,是 1975 年沙漠化土地的 13.36%。

3.3 沙漠化景观格局变化

3.3.1 景观水平上沙漠化土地景观格局变化特征

在景观尺度上选取了 8 个指数对黄河源区的沙漠化土地景观格局变化进行了分析(表 3)。在 1975 年,黄河源区的沙漠化土地斑块数量最少,只有 6720 个,但在 1975—1990 年间,沙漠化土地的斑块数量大幅度增加,增加了 1802 个,为各个时期的最高值。在此期间,沙漠化土地斑块平均面积减小了 20.84 hm²,而且最大斑块指数减小,这说明该时期沙漠化土地景观趋于破碎化,沙漠化土地的分维数增大,说明沙漠化土地的形状趋于复杂。黄河源区的沙漠化土地在 1975 年的分布较为分散,斑块之间的距离较大,但到 1990 年,由于大面积的非沙漠化土地转变成了沙漠化土地,使得沙漠化土地较为密集分布,从而导致了平均最近距离减小了 43.4 m。沙漠化土地的聚集度在该时期出现了较大幅度的减小。平均最近距离指数的减小是有利于聚集度增大的,但事实上该时期的聚集度却大幅减小,这说明该时期沙漠化土地的分布趋于分散。景观的破碎化也导致了多样性指数有所增加。蔓延度减小,说明沙漠化土地的延展性下降,这也说明该时期的景观破碎化加重。

在 1990—2000 年间,斑块数量减少了 595 个,斑块平均面积增大了 15.52 hm²,最大斑块指数增大,也就是说在这 10 a 间,沙漠化土地出现了连片的现象,较小的斑块连接后发展为较大的斑块,该时期沙漠化景观破碎度有所降低。分维数几乎保持不变,说明沙漠化土地的形状的复杂程度没有明显变化。由于斑块出现了连片的缘故,原本存在于未连片的斑块之间的距离减小为零,从而使平均最近距离减小了 14.14 m,小斑块连接后形成了大斑块后,使得沙漠化土地的延展性或连接性更高,蔓延度增大,景观破碎化的减小引起了景观多样性的降低。

在 2000—2005 年间,沙漠化土地的斑块数量增加了 364 个,斑块平均面积减小了 11.92 hm²,最大斑块指数大幅度减小,沙漠化土地景观格局发生了严重的破碎化过程,沙漠化土地分维数增大,斑块形状趋于复杂,最近平均距离减小了 9.74 m,蔓延度增大,多样性减小,聚集度减小。

表 3 黄河源区 1975、1990、2000 和 2005 年沙漠化土地景观水平指数

Table 3 Landscape indexes of desertification land at landscape level in 1975, 1990, 2000 and 2005 in the Source Region of Yellow River

年份 Year	斑块数量 Number of patches	最大斑块指数 Largest patch index	斑块平均 面积/hm ² Mean patch area	分维数 Perimeter area fractal dimension	平均最近 距离/m Mean Euclidean Nearest Neighbor Distance	蔓延度 Contagion index	多样性 Shannon's diversity index	聚集度 Aggregation index
1975	6720	0.7246	224.8439	1.4701	631.4410	65.5102	1.0550	91.9118
1990	8522	0.7126	204.0039	1.4876	588.0483	63.5278	1.0998	91.0137
2000	7927	0.7173	219.5196	1.4870	573.9104	63.9017	1.0943	91.2213
2005	8291	0.6348	207.5987	1.4935	564.1703	64.5539	1.0639	90.9952

3.3.2 类型水平上沙漠化土地景观格局变化特征

在类型水平上选取了 5 个指数对黄河源区 4 个时期各类沙漠化土地的景观格局变化进行了分析(表 4)。黄河源区各类沙漠化土地斑块数量变化趋势如表 4 所示。总体来看,半固定沙(丘)地的斑块数量最多,在各

个时期其斑块数量都在 3000 以上;风蚀耕地斑块数量最少,仅有几个,在 1975 年最多,但也仅有 6 个斑块;半裸露沙砾地的斑块数量也较小;流动沙(丘)地和固定沙(丘)地的斑块面积比较接近。在 1975—1990 年间,斑块数量增加的有固定沙(丘)地、半固定沙(丘)地、流动沙(丘)地和裸露沙砾地,分别增加了 36.98%、27.82%、27.70%、7.28%。半裸露沙砾地和风蚀耕地的斑块数量则分别减少了 11.18% 和 50%。在 1990—2000 年间,裸露沙砾地和半裸露沙砾地的斑块数量保持不变,流动沙(丘)地的斑块数量仅增加了 0.79%,但固定沙(丘)地的斑块数量减少比较明显,减少了 20.24%,半固定沙(丘)地减少了 4.71%。在 2000—2005 年间,流动沙(丘)地的斑块数量继续增加,增加了 8.05%,半裸露沙砾地的斑块数量增加了 11.11%,固定沙(丘)地的斑块数量增加了 8.29%。由此可见,斑块数量在 4 个时期的变化特征为:流动沙(丘)地的斑块数量呈持续增加趋势,风蚀耕地尽管数量很少,但是由于其分布较为集中,各斑块间很容易连片成大面积的风蚀耕地,因此其斑块数量一直在减少。

表 4 黄河源区 1975、1990、2000 和 2005 年各类沙漠化土地景观动态

Table 4 Landscape indexes of desertification land at class level in 1975, 1990, 2000 and 2005 in the Source Region of Yellow River

年份 Year	沙漠化土地类型 Classification of desertification land	斑块数量 Number of patches	最大斑块指数 Largest patch index	斑块平均面积/hm ² Mean patch area	分维数 Perimeter areafractal dimension	聚集度 Aggregation index
1975	固定沙(丘)地	1490	0.2563	147.9803	1.4570	90.2287
	半裸露沙砾地	152	0.0940	214.1479	1.5504	89.1258
	风蚀耕地	6	0.0073	584.2800	N/A	97.7747
	半固定沙(丘)地	3009	0.7246	325.0698	1.4662	92.7902
	裸露沙砾地	673	0.0200	72.4654	1.5162	84.2996
	流动沙(丘)地	1390	0.3722	163.6689	1.4752	91.7064
1990	固定沙(丘)地	2041	0.5253	133.3176	1.4901	88.5150
	半裸露沙砾地	135	0.0937	222.0187	1.5410	89.4700
	风蚀耕地	3	0.1152	5070.8400	N/A	98.8787
	半固定沙(丘)地	3846	0.7126	281.1532	1.4902	91.8538
	裸露沙砾地	722	0.0263	72.0155	1.5215	84.2090
	流动沙(丘)地	1775	0.3725	162.2109	1.4705	91.1943
2000	固定沙(丘)地	1628	0.4737	158.3854	1.4883	88.7487
	半裸露沙砾地	135	0.0940	222.8027	1.5388	89.5654
	风蚀耕地	3	0.1152	5070.8400	N/A	98.8787
	半固定沙(丘)地	3665	0.7173	297.3734	1.4923	92.0214
	裸露沙砾地	707	0.0342	74.8388	1.5184	84.4404
	流动沙(丘)地	1789	0.3750	164.4522	1.4662	91.4175
2005	固定沙(丘)地	1763	0.4721	151.1541	1.4854	88.6153
	半裸露沙砾地	150	0.0825	194.5368	1.5363	89.1348
	风蚀耕地	2	0.1169	7695.5400	N/A	98.9788
	半固定沙(丘)地	3773	0.6348	294.4273	1.4925	91.9536
	裸露沙砾地	670	0.0318	72.3041	1.5281	83.8818
	流动沙(丘)地	1933	0.3689	129.7602	1.4973	90.3797

从各类沙漠化土地的斑块平均面积来看(表 4),在 1975 年,风蚀耕地的斑块平均面积较其它沙漠化土地的大,后来随着风蚀耕地连片,从而使得风蚀耕地的斑块平均面积从 1975 年的 584.28 hm² 增加到 1990 年的 5070.84 hm²,到 2005 年增加到了 7695.54 hm²,远大于其它各类沙漠化土地。除风蚀耕地以外,其它各类沙漠化土地的斑块平均面积变化特征为:裸露沙砾地的斑块平均面积最小,只有 70 hm² 左右,而且在各个时期的变化也不大;半固定沙(丘)地最大,其次是半裸露沙砾地;固定沙(丘)地和流动沙(丘)地的斑块平均面积比较接近。在 1975—1990 年间,除半固定沙(丘)地的斑块平均面积增加了 3.68% 外,其它各类沙漠化土地

的斑块平均面积均呈减小趋势,其中半固定沙(丘)地、和固定沙(丘)地减小较为明显,分别减小了 13.51% 和 9.91%,裸露沙砾地和流动沙(丘)地减小幅度均不足 1%。在 1990—2000 年间,各类沙漠化土地斑块平均面积均有不同程度的增加,固定沙(丘)地的斑块平均面积增幅最大,增加了 18.8%,其它各类增幅都较小。在 2000—2005 年间,各类沙漠化土地的斑块平均面积都呈现出减小趋势,其中流动沙(丘)地斑块平均面积的减小幅度最大,减小了 21.1%,其次是半裸露沙砾地,减小了 12.69%,其余类型减小幅度想对较小,固定沙(丘)地、裸露沙砾地和半固定沙(丘)地分别减小了 4.57%、3.39% 和 0.99%。

各类沙漠化土地最大斑块指数变化趋势如表 4 所示,总体来看,半固定沙(丘)地的最大斑块指数最大,固定沙(丘)地和流动沙(丘)地处于中等水平,风蚀耕地、半裸露沙砾地和裸露沙砾地较小。在 1975—1990 年间,风蚀耕地的最大斑块指数增加幅度高达 1478.08%,固定沙(丘)地和裸露沙砾地分别增加了 104.96% 和 31.5%,其余类型变化都较小。在 1990—2000 年间,裸露沙砾地的最大斑块指数增加了 30.04%,固定沙(丘)地减小了 9.82%,其它类型的变化幅度均不足 1%。在 2000—2005 年间,除风蚀耕地的最大斑块指数增加了 1.48% 外,其余各类沙漠化土地的最大斑块指数均呈减小趋势,半裸露沙砾地和半固定沙(丘)地的最大斑块指数减小幅度较大,分别减小了 12.23% 和 11.5%。

从黄河源区各类沙漠化土地之间的分维数来看,半裸露沙砾地的分维数最大,且在整个 30 年间一直呈减小趋势,其次是裸露沙砾地。固定沙(丘)地和半固定沙(丘)地的分维数比较接近,而且其变化趋势也比较相似。流动沙(丘)地在 1975—2000 年间一直减小,但在 2000—2005 年间大幅度增加。在 1975—1990 年间,裸露沙砾地、固定、半固定沙(丘)地的分维数增大。在 1990—2000 年间,半固定沙(丘)地的分维数有少量增加,而该时期的其它各类沙漠化土地的分维数均呈减小趋势。在 2000—2005 年间,半固定沙(丘)地的分维数几乎未发生变化,固定沙(丘)地和半裸露沙砾地的分维数有少量的减小(表 4)。

从各类沙漠化土地的聚集度变化趋势来看,风蚀耕地的聚集度远高于其它各类沙漠化土地,且一直呈增加趋势,裸露沙砾地的聚集度最低,半固定沙(丘)地的聚集度要略高于流动沙(丘)地。在第一个研究期内,固定沙(丘)地的聚集度要略高于半裸露沙砾地,但由于固定沙(丘)地聚集度减小,在 1990 年以后,其聚集度一直略小于半裸露沙砾地的聚集度。流动沙(丘)地聚集度的减小主要发生在 2000—2005 年间;固定、半固定沙(丘)地的聚集度在 1975—1990 年间减小较为明显(表 4)。

4 结论与讨论

4.1 结论

本研究通过遥感与地理信息系统技术,对近 30 a 来黄河源区的沙漠化发展状况进行了多时相的监测,从而获得了各个时期内的沙漠化发展特征,并采用景观指数运算软件对黄河源区沙漠化土地的景观格局变化进行了分析,获得了该地区沙漠化土地在景观水平上类型水平上的景观格局变化特征。在 1975—1990 年间,黄河源区的沙漠化土地面积大幅增加;在 1990—2000 年间,沙漠化土地面积保持稳定;在 2000—2005 年间,沙漠化土地面积出现了小幅度的减小趋势。黄河源区沙漠化在 3 个监测期内呈“快速增加-保持稳定-小幅逆转”的发展趋势。

在黄河源区沙漠化的发展过程中,沙漠化土地的景观格局变化非常显著。在 1975—1990 年间,沙漠化土地发生了严重的破碎化;在 1990—2000 年间,沙漠化土地出现了连片的现象,从而使得沙漠化土地的破碎度有所下降,景观多样性降低;在 2000—2005 年间,虽然对沙漠化的人工治理使得沙漠化土地面积有所减小,但同时也导致了沙漠化土地破碎度的增加,斑块形状趋于复杂。在黄河源区的各类沙漠化土地中,半固定沙(丘)地的斑块数量最多,半固定沙(丘)地的斑块数量的变化对黄河源区沙漠化土地的观破碎程度具有举足轻重的作用,因此,加强对半固定沙(丘)地的治理对于控制黄河源区沙漠化土地的破碎化具有重要意义。风蚀耕地主要分布于黄河源区的龙羊峡库区一带,尽管它在江河源区的分布面积很小,但由于其分布比较集中,受到风蚀作用和弃耕的影响,风蚀耕地逐渐连片,形成大面积的沙漠化土地,从而使得风蚀耕地的斑块平均面积从 1975 年的 584.28 hm^2 增加到 1990 年的 5070.84 hm^2 ,其最大斑块指数增加幅度高达 1478.08%。到

2005 年,耕地的斑块平均面积增加到了 7695.54 hm^2 ,远大于其它各类沙漠化土地。这说明人类开垦耕地、弃耕等不合理的生产活动对该地区沙漠化景观格局的影响非常大。

4.2 讨论

气候变化和不合理的人类活动共同作用导致了黄河源区沙漠化的快速发展和景观破碎度的加重。气温升高是自然因素中的主要因素,过度放牧是人为因素中的主要因素。但在局部地区,沙漠化的驱动因素又存在很大区别。在西部的玛多一带,冻土分布广泛,气温升高对高寒冻土退化影响最大,从而气温上升对该地区沙漠化的影响较大;在北部的龙羊峡库区一带,农业开垦对沙漠化发展的贡献较大;而在东部的若尔盖盆地,人类对沼泽地的破坏对沙漠化的发展也起到了加速作用。因此,黄河源区的沙漠化防治应遵循“因地制宜,因害设防”的原则。

黄河源区的环境退化问题已引起了人们的广泛关注,对此,人们已展开了相应的环境保护措施,但在环境治理的同时,又存在着很多的问题。以黄河源区的若尔盖盆地为例,该地区一度是我国最好的草场之一,这里有着相对充沛的降水条件,年平均降水量高达 677 mm,如果没有人类过度放牧和对湿地挖沟排水等破坏活动的影响,这里的草地则会生长得非常良好。但通过 2007 年和 2008 年的实地考察发现:沙漠化大多发生于过度放牧的草场,牲畜对草地的啃食和践踏非常严重,而对草场进行围栏封育 1—2 a 后,草场则可以恢复到非常好的水平,沙化草地封育 5a 左右就可以完全自然恢复。这就说明该地区在近 30a 来的沙漠化快速发展是人类活动(主要是过度放牧)所主导的,同时也说明对草地实行围栏封育是防止草地沙漠化的有效的手段。

由于畜牧业是当地牧民最主要的经济来源,因此,要对草场实行大规模的禁牧显然是不现实的。为了应对日益严重的草场沙化,近年来,当地政府推出了“草场公有,承包到户,有偿使用,自主经营,30 年不变”的草场管理政策。牧民为了让自己所承包的草场能够长期有效利用,自己主动将放牧数量控制在一个合理的范围内,这有效地控制了一度存在的过度放牧现象。在与玛曲草原站的相关负责人进行交流中了解到,目前的草场管理办法又遇到了新的问题:由于近年来部分牧民开始进城务工,不再放牧,遂将自家草场以一定的租金出租给其它的牧民放牧。为了在短期内获得更大的经济收益,租借者则对所租借来的草场在合同期内大肆放牧,从而使得草场严重超载,对草场沙漠化构成了极大的威胁。由此可见,要实现对该地区草场实行有效的管理,需要针对不断出现的管理漏洞提出更完善的环境管理政策。

References:

- [1] Naveh Z. The challenges of desert landscape ecology as a transdisciplinary problem-solving oriented science. *Journal of Arid Environments*, 1989, 17: 245-253.
- [2] Li Q H, Sun B P, Sun L D. Research advances of the dynamic monitoring and assessment of desertification. *Journal of Beijing Forestry University*, 1998, 20(3): 67-73.
- [3] Zhao X Y, Chang X L, Zhang T H, Liu J H. Application of landscape ecological principles in desertification research. *Journal of Desert Research*, 2000, 20(Supplement 1): 38-41.
- [4] Kang X W, Wu S H, Yang Q Y, Xia F Q, Ma X, Liu Z Q, Yang P G. Research progresses, problems and analyses of the evaluation on regional sandy desertification. *Arid Land Geography*, 2005, 28(3): 330-335.
- [5] Kang X W, Ma X, Wu S H. Model construction of regional desertification degree assessment based on landscape pattern analysis. *Geographical Research*, 2007, 26(2): 297-304.
- [6] Li F. The theoretical analysis on the landscape ecological method application in desertification monitor. *Arid Zone Research*, 1997, 14(1): 69-73.
- [7] Li F, Sun S H. A preliminary research of landscape ecology application in desertification monitoring and assessment — A case study. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(3): 481-485.
- [8] Chang X L, Zhao A F, Li S G. Effects of landscape in the desertification research. *Journal of Desert Research*, 1998, 18(3): 210-214.
- [9] Chang X L, Lu C X, Gao Y B, Cao Y Y. Analysis of landscape patch structure influence on desertification process of Kerqin Sandy Land. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(6): 1237-1242.
- [10] Chang X L, Yu Y J, Cao Y Y, Gao Y B. Ecological effects of landscape structure on desertification process of Keerqin sandy land. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16(1): 59-64.
- [11] Chang X L, Zhang N, Li X M. Impacts of matrix selection on landscape indices in Kerqin sandy landscape. *Arid Land Geography*, 2008, 31(4): 535-542.

- [12] Huang Y Z, Guo D X, Zhao X F. The desertification in the permafrost region of Qinghai-Xizang Plateau and its influences on environment. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 1993, 15(1): 52-57.
- [13] Dong G R, Gao S Y, Jin J. *Land Desertification and Its Control Ways in the Gonghe Basin, Qinghai Province*. Beijing: Science Press, 1993.
- [14] Dong Y X. Driving mechanism and status of sandy desertification in the northern Tibet Plateau. *Journal of Mountain Science*, 2001, 19(5): 385-391.
- [15] Li S, Dong Y X, Dong G R, Yang P, Zhang C L. Regionalization of land desertification on Qinghai-Tibet Plateau. *Journal of Desert Research*, 2001, 21(4): 418-427.
- [16] Yang J P, Ding Y J, Shen Y P, Liu S Y, Chen R S. Climatic features of eco-environment change in the source regions of the Yangtze and Yellow Rivers in recent 40 years. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2004, 26(1): 7-16.
- [17] Wang Q C, Zhou L S, Zhang H Y, Shao Y H. Analysis of climate change in the Source Regions of Yangtze River and Yellow River. *Journal of Qinghai Environment*, 1998, 8(2): 73-77.
- [18] Hu L W, Yang G H, Feng Y Z, Ren G X. . Tendency research of climate warm-dry in source regions of the Yangtse River, the Yellow River and the Lantsang River. *Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition*, 2007, 35(7): 141-153.
- [19] Yang J P, Ding Y J, Chen R S, Shen Y P. Permafrost change and its effect on eco-environment in the source regions of the Yangtze and Yellow Rivers. *Journal of Mountain Science*, 2004, 22(3): 278-285.
- [20] Wang S L, Zhao L, Li S X. Interaction between permafrost and desertification on the Qinghai-Tibet Plateau. *Journal of Desert Research*, 2002, 22(1): 33-39.
- [21] Shen Y P, Wang G X, Wu Q B, Liu S Y. The impact of future climate change on ecology and environments in the Changjiang-Yellow Rivers Source Region. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2002, 24(3): 308-314.
- [22] Fang X M, Han Y X, Ma J H, Song L C, Yang S L, Zhang X Y. Dust characteristic and loess accumulation in Qinghai-Tibet Plateau. *Chinese Science Bulletin*, 2004, 49(11): 1084-1090.
- [23] Hu G Y, Dong Z B, Lu J F, Yan C Z, Wei Z H. Spatial and temporal change of desertification land and its cause analysis in the Source Region of Yellow River from 1975 to 2005. *Journal of Desert Research*, 2011.
- [24] Hu G Y, Dong Z B, Wei Z H, Lu J F, Yan C Z. Spatial and temporal change of desertification land of Zoige Basin in recent 30 years and its cause analysis. *Advance in Earth Sciences*, 2009, 24(8): 908-916.
- [25] Li S, Yang P, Gao S Y, Chen H S, Yao F F. Dynamic changes and developmental trends of the land desertification in Tibetan Plateau over the past 10 years. *Advance in Earth Sciences*, 2004, 19(1): 63-70.

参考文献:

- [2] 李清河, 孙保平, 孙立达. 荒漠化动态监测与评价研究进展. *北京林业大学学报*, 1998, 20(3): 67-73.
- [3] 赵学勇, 常学礼, 张铜会, 刘靖华. 景观生态学原理在沙漠化研究中的应用. *中国沙漠*, 2000, 20(增刊): 38-41.
- [4] 康相武, 吴绍洪, 杨勤业, 夏富强, 马欣, 刘自强, 杨佩国. 区域沙漠化程度评价研究进展、问题及分析. *干旱区地理*, 2005, 28(3): 330-335.
- [5] 康相武, 马欣, 吴绍洪. 基于景观格局的区域沙漠化程度评价模型构建. *地理研究*, 2007, 26(2): 297-304.
- [6] 李锋. 景观生态学方法在荒漠化监测中应用的理论分析. *干旱区研究*, 1997, 14(1): 69-73.
- [7] 李锋, 孙时衡. 景观生态学在荒漠化监测与评价中应用的初步研究——以青海沙珠玉地区为例. *生态学报*, 2001, 21(3): 481-485.
- [8] 常学礼, 赵爱芬, 李胜利. 景观格局在沙漠化研究中的应用. *中国沙漠*, 1998, 18(3): 210-214.
- [9] 常学礼, 鲁春霞, 高玉葆, 曹艳英. 科尔沁沙地景观斑块结构对沙漠化过程影响分析. *生态学报*, 2004, 24(6): 1237-1242.
- [10] 常学礼, 于云江, 曹艳英, 高玉葆. 科尔沁沙地景观结构特征对沙漠化过程的生态影响. *应用生态学报*, 2005, 16(1): 59-64.
- [11] 常学礼, 张宁, 李秀梅. 科尔沁沙地景观基底选择对景观量化表征的影响. *干旱区地理*, 2008, 31(4): 535-542.
- [12] 黄以职, 郭东信, 赵秀峰. 青藏高原冻土区沙漠化及其对环境的影响. *冰川冻土*, 1993, 15(1): 52-57.
- [13] 董光荣, 高尚玉, 金炯. 青海共和盆地土地沙漠化与防治途径. 北京: 科学出版社, 1993.
- [14] 董玉祥. 藏北高原土地沙漠化现状及其驱动机制. *山地学报*, 2001, 19(5): 385-391.
- [15] 李森, 董玉祥, 董光荣, 杨萍, 张春来. 青藏高原土地沙漠化区划. *中国沙漠*, 2001, 21(4): 418-427.
- [16] 杨建平, 丁永建, 沈永平, 刘时银, 陈仁升. 近 40a 来江河源区生态环境变化的气候特征分析. *冰川冻土*, 2004, 26(1): 7-16.
- [17] 汪青春, 周陆生. 长江黄河源区气候变化诊断分析. *青海环境*, 1998, 8(2): 73-77.
- [18] 胡良温, 杨改河, 冯永忠, 任广鑫. 江河源区气候暖干化趋势研究. *西北农林科技大学学报*, 2007, 35(7): 141-153.
- [19] 杨建平, 丁永建, 陈仁升, 沈永平. 长江黄河源区多年冻土变化及其生态环境效应. *山地学报*, 2004, 22(3): 278-285.
- [20] 王绍令, 赵林, 李达训. 青藏高原沙漠化与冻土相互作用的研究. *中国沙漠*, 2002, 22(1): 33-39.
- [21] 沈永平, 王根绪, 吴青柏, 刘时银. 长江黄河源区未来气候情景下的生态环境变化. *冰川冻土*, 2002, 24(3): 308-314.
- [22] 方小敏, 韩永翔, 马金辉, 宋连春, 杨胜利, 张小曳. 青藏高原沙尘特征与高原黄土堆积: 以 2003-03-04 拉萨沙尘天气过程为例. *科学通报*, 2004, 49(11): 1084-1090.
- [23] 胡光印, 董治宝, 逯军峰, 颜长珍, 魏振海. 黄河源区 1975—2005 年沙漠化时空演变及其成因分析. *中国沙漠*, 2011.
- [24] 胡光印, 董治宝, 魏振海, 逯军峰, 颜长珍. 近 30a 来若尔盖盆地沙漠化时空演变过程及成因分析. *地球科学进展*, 2009, 24(8): 908-916.
- [25] 李森, 杨萍, 高尚玉, 陈怀顺, 姚发芬. 近 10 年西藏高原土地沙漠化动态变化与发展态势. *地球科学进展*, 2004, 19(1): 63-70.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 14 July, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

The sensitivity of Xiamen's three industrial sectors to land use changes	HUANG Jing, CUI Shenghui, LI Fangyi, et al (3863)
Desertification and change of landscape pattern in the Source Region of Yellow River	 HU Guangyin, DONG Zhibao, LU Junfeng, et al (3872)
Comparison of ecological significance of landscape diversity changes in karst mountains: a case study of 4 typical karst area in Guizhou Province	 LUO Guangjie, LI Yangbing, WANG Shijie, et al (3882)
Analysis on urban heat island effect based on the dynamics of urban surface biophysical descriptors	 XU Hanqiu (3890)
Primary exploration on the ecological land use classification in Beijing	TANG Xiumei, CHEN Baiming, LU Qingbin, et al (3902)
Changes of spectral reflectance of <i>Pinus koraiensis</i> and <i>Abies nephrolepis</i> along altitudinal gradients in Changbai Mountain	 FAN Xiuhua, LIU Weiguo, LU Wenmin, et al (3910)
Biomass allocation patterns and allometric models of <i>Abies nephrolepis</i> Maxim	 WANG Jinsong, ZHANG Chunyu, FAN Xiuhua, et al (3918)
Niche analysis of dominant species of macrobenthic community at a tidal flat of Yushan Island	 JIAO Haifeng, SHI Huixiong, YOU Zhongjie, et al (3928)
The influence of different food qualities on the energy budget and digestive tract morphology of Tree Sparrows <i>passer montanus</i>	 YANG Zhihong, SHAO Shuli (3937)
The response of ecosystem service values to ambient environment and its spatial scales in typical karst areas of northwest Guangxi, China	 ZHANG Mingyang, WANG Kelin, LIU Huiyu, et al (3947)
Root morphology characteristics under alternate furrow irrigation	LI Caixia, SUN Jingsheng, ZHOU Xinguo, et al (3956)
Allelopathy of the root exudates from different resistant eggplants to verticillium wilt (<i>Verticillium dahliae</i> Kleb.)	 ZHOU Baoli, CHEN Zhixia, DU Liang, et al (3964)
Biological cycle and accumulation of lanthanum in the forage-mushroom-soil system	 WENG Boqi, JIANG Zhaowei, WANG Yixiang, et al (3973)
Evaluation of soil loss and transportation load of adsorption N and P in Poyang Lake watershed	 YU Jinxiang, ZHENG Bofu, LIU Yafei, et al (3980)
Effects of soil resource availabilities on vertical distribution and dynamics of fine roots in a <i>Caragana korshinskii</i> plantation	 SHI Jianwei, WANG Mengben, CHEN Jianwen, et al (3990)
Effects of soil salinization on ammonia volatilization characteristics of urea and urea phosphate	 LIANG Fei, TIAN Changyan (3999)
Distribution of marine bacteria and their environmental factors in Xiangshan Bay	 YANG Jifang, WANG Haili, CHEN Fusheng, et al (4007)
Concentration of O ₃ at the atmospheric surface affects the changes characters of antioxidant enzyme activities in <i>Triticum aestivum</i>	 WU Fangfang, ZHENG Youfei, WU Rongjun, et al (4019)
Effects of inhibitor and safener on enzyme activity and phenanthrene metabolism in root of tall fescue	 GONG Shuaishuai, HAN Jin, GAO Yanzheng, et al (4027)
Screening of highly-effective rhizobial strains on Alfalfa (<i>Medicago polymorpha</i>) in soil	 LIU Xiaoyun, GUO Zhenguo, LI Qiaoxian, et al (4034)
Geochemical evolution processes of soil major elements in the forest-dominated Jinshui River Basin, the upper Hanjiang River	 HE Wenming, ZHOU Jie, ZHANG Changsheng, et al (4042)
Integrating geographic features and weather data for methodology of rasterizing spring maize growth stages	 LIU Qin, YAN Changrong, MEI Xurong, et al (4056)
A model for predicting flowering date and external quality of cut tulip in solar greenhouse	 LI Gang, CHEN Yaru, DAI Jianfeng, et al (4062)
Moisture effect analysis of pumpkin and oil sunflower intercropping in semi-arid area of northwest Hebei Province	 HUANG Wei, ZHANG Junhua, LI Wenhong, et al (4072)
Review and Monograph	
Theoretical backgrounds and recent advances in avian molecular phylogeography	DONG Lu, ZHANG Yanyun (4082)
A review on spatial attributes of nature reserves and optimal site-selection methods	WANG Yicheng (4094)
Human activities are the principle cause of biotic homogenization	CHEN Guoqi, QIANG Sheng (4107)
Factors influencing the occurrence of <i>Ophiocordyceps sinensis</i>	ZHANG Guren, YU Junfeng, WU Guangguo, et al (4117)
Molecular detection of diversity of methanogens and methanotrophs in natural wetland soil	SHE Chenxing, TONG Chuan (4126)
Scientific Note	
Soil quality assessment of continuous cropping cotton fields for different years in a typical oasis in the upper reaches of the Tarim River	GONG Lu, ZHANG Haifeng, LÜ Guanghui, et al (4136)
Dynamics of microbial biomass during litter decomposition in the alpine forest	 ZHOU Xiaoqing, WU Fuzhong, YANG Wanqin, et al (4144)
The aerodynamic roughness length of biological soil crusts: a case study of Gurbantungut Desert	 WANG Xueqin, ZHANG Yuanming, ZHANG Weimin, et al (4153)
Differences among population quantities and community structures of pests and their natural enemies in tea gardens of different altitudes	KE Shengbing, DANG Fenghua, BI Shoudong, et al (4161)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 14 期 (2011 年 7 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 14 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元