

荒漠绿洲过渡带农业绿洲土地退化动态特征

王玉刚^{1,3}, 肖笃宁^{1,2}, 李彦^{1*}

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011; 2 中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016;
3. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要: 为量化荒漠-绿洲过渡带农业绿洲土地退化动态, 运用遥感与 GIS 技术, 结合地统计学理论, 对研究区自 1960 年土地开垦以来, 耕地开发利用的结构变化以及 1983~2005 年土地利用类型与表层土壤(0~20 cm)土地退化时空变异规律关系分析研究。结果表明: 农业绿洲经历 4 个阶段: 过渡垦荒阶段、适度土地利用阶段、土地撂荒阶段、土地利用综合治理阶段。23 年间农业绿洲景观改变的人为影响程度加剧是造成景观多样性和景观破碎化的主要动因。从 1983~2005 年, 沿沙漠区向农业绿洲内部土地退化的程度降低, 灰漠土退化面积明显高于盐土和潮土, 并且土地质量差的区域, 土地退化程度逐渐减轻, 而土地质量好的区域土地退化程度加重。

关键词: 过渡带; 绿洲; 土地退化; 地统计学; GIS

中图分类号: TP79:F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2007)6-0083-08

王玉刚, 肖笃宁, 李彦. 荒漠绿洲过渡带农业绿洲土地退化动态特征[J]. 农业工程学报, 2007, 23(6): 83-90.

Wang Yugang, Xiao Duning, Li Yan. Dynamic characteristics of land degradation development in agricultural oasis of desert-oasis ecotone[J]. Transactions of the CSAE, 2007, 23(6): 83-90. (in Chinese with English abstract)

0 引言

绿洲土地退化直接影响着绿洲人居环境的生存空间, 对绿洲的稳定性及可持续性发展具有强的危害作用, 是绿洲生态系统的核心问题之一^[1]。人类活动对绿洲生态系统的干扰和影响是导致绿洲区域环境变化的一个主要原因, 农田绿洲土地退化则是人类活动对绿洲作用的直接表现。土地退化的发生主要有两方面引起, 一方面是自然环境的变化造成的土地退化, 这种过程一般发生在较大尺度上的气候环境变化, 影响的面积大, 时间周期长, 另一方面是人为活动引起的, 这种影响一般表现在较小尺度上, 发生的频率高, 运转周期短^[2]。干旱区农业绿洲是一个与荒漠并存的特殊景观, 是干旱区最重要的景观之一。虽然绿洲面积仅为中国干旱区总面积的 4%~5%, 却集中了区域人口的 90%, 和 95% 的经济, 绿洲不仅是人类活动最集中的地区, 同时也是人类干扰最为强烈的地区^[3,4]。绿洲土地退化是自然因素与人类活动共同作用的结果, 其主要表征是土壤贫瘠化与土壤盐渍化程度加重造成土地生产潜力衰退、单位面

积生物产量降低及生态系统遭受破坏等^[5], 这些表征的最终的结果则是加速土地的退化^[6,7]。

荒漠-绿洲过渡带是绿洲生态系统与荒漠生态系统的连接地带, 其生境脆弱、敏感, 易变, 是绿洲生态系统与荒漠生态系统间物质循环、能量转换及信息传递的场所, 并且为能量、物质、信息交换最频繁的界面区域^[8]。同时, 绿洲荒漠过渡带在干旱区处于重要地位, 绿洲的变迁和绿洲农田的未来扩展都是从荒漠绿洲过渡带开始, 它不仅维系着绿洲农业持续发展和内部稳定, 保护绿洲免受风沙危害, 并且为绿洲农业稳定发展的天然屏障, 而且在绿洲经济发展上起到很大的贡献作用^[9]。保持绿洲农区的稳定和安全, 最重要的就是保持过渡带的稳定性, 防止绿洲内部的土地贫瘠化与次生盐渍化的发生^[10]。绿洲的退化过程通常比其逆过程要快得多, 一个在 1~3 年退化的生态系统要恢复其原来的生态状态至少需要长达 15~20 年的时间治理^[11]。本文以荒漠绿洲过渡带典型农业绿洲——新疆阜康市阜北农场为研究区, 综合考虑农业绿洲土地开发过程中土地利用类型与土壤综合质量, 运用地统计方法, 结合地理信息系统, 探讨土地利用过程中, 绿洲土地退化动态特征, 为荒漠绿洲过渡带农业绿洲土地管理提供依据。

1 研究区和研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于天山北麓三工河流域下游阜北农业绿洲区(图 1), 准葛尔盆地南缘(87°47'30"~88°01'15"E, 44°17'30"~44°22'30"N), 北接古尔班通古特沙漠, 行政

收稿日期: 2006-02-22 修订日期 2007-06-05

基金项目: 中国科学院西部之光项目; 亚太平洋地区环境创新战略项目(APEIS)环境综合监测子课题(IEM)

作者简介: 王玉刚(1976-), 男, 新疆石河子人, 博士生, 主要从事景观生态学方面研究。乌鲁木齐 中科院新疆生态与地理研究所, 830011。Email: wygang99@yahoo.com.cn

*通讯作者: 李彦(1963-), 男, 研究员, 博士生导师, 主要从事干旱区生态系统研究。乌鲁木齐 中科院新疆生态与地理研究所, 830011。Email: liyan@ms.xjb.ac.cn

区划在新疆昌吉州阜康市境内,为典型的荒漠绿洲过渡带。研究区始建于1960年,为人工新绿洲,地势东南高西北低,纵坡一般2‰~2.5‰,高程454.3~485.4 m,相对高差31.1 m,东西长19.2 km,南北宽平均8.8 km,总面积约169 km²。自然景观属欧亚大陆中部温带荒漠气候类型,夏季炎热干燥,冬季严寒,降水稀少,蒸发量大,每年6~7月,常受干热风危害。年均气温6.6~7℃,农作物生长期平均气温在20℃以上,无霜期170~175 d,结冻期140 d。年降水量88~246 mm之间,年均降水量152 mm,土壤类型主要有灰漠土、潮土和盐土,农作物主要有棉花、小麦、酒花和葡萄,以棉花、葡萄为主。垦前植被主要为荒漠梭梭+红柳灌丛和荒漠草原,现垦为耕地、林地和居民地等多种土地利用方式,原始植被仅有部分保留。

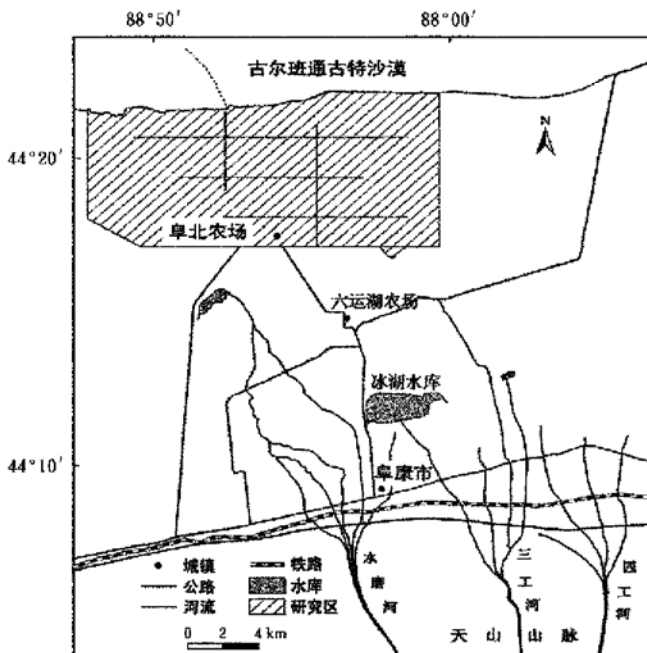


图1 研究区位置

Fig. 1 Location map in the study area

1.2 研究方法

1.2.1 数据来源及其处理

1) 耕地利用数据 耕地利用数据来自于当地统计部门,由于新绿洲的开发时间相对较短,对绿洲耕地的统计资料记载比较全面,从而为耕地利用特征研究提供基础信息。

2) 土地利用类型数据 将研究区1983年和1999年1:10000土地利用现状图,经过几何校正和数字化,在地理信息系统(GIS)支持下产生景观类型图。2005年景观类型数据来自于spot影像数据(2004年6月12日,分辨率10 m×10 m),在ERDAS IMAGINE 8.6支持下进行几何纠正和多波段融合,结合区域1:10000

条田规划图以及条田档案资料,并经现场GPS定位调查,目视解译遥感影像,获取当前景观类型数据。根据研究区景观特征,将研究区景观类型划分为耕地、园地、灌木林地、荒草地、盐碱地、居民地和人工林地。在景观格局软件FRAGSTATS 3.3支持下,求得不同时期景观类型面积和面积百分比。

3) 土壤数据 根据全国第二次土壤普查资料,阜北农场土壤(1983年土壤详查)共分3个土类,7个亚类,17个土属,25个土种。1983年全国第二次土壤普查资料,包括1:10000土壤类型资料,采样点0~20 cm土壤分析资料,分析内容包括有机质、总盐、速效N、速效P、速效K、pH值、Ca²⁺、Mg²⁺、Cl⁻、SO₄²⁺,样点共有86个,根据数据记载位置,参考研究区1983年1:10000土地利用类型图、条田档案资料,采用GPS对样点进行定位;1999年区域土壤0~20 cm土层有机质、总盐、速效N、速效P、速效K、pH值、全盐含量分析资料(新疆农科院分析中心),样点为153个,样点位置结合1999年1:10000区域条田规划及种植结构现状图,采用GPS对样点进行定位;2005年9月对全区域不同土地利用类型、种植结构类型和土壤类型,全区域采样,采样深度为土壤表层0~20 cm,样点位置用全球定位系统(GPS)空间定位,并且对土壤样品进行有机质、速效N、速效P、速效K、总盐和pH值分析(新疆生态地理研究所分析中心),有162个样点。在ArcGIS的Geostatistical Analyst地统计模块支持下,采用普通克里格插值法(Ordinary Kriging)进行空间样点插值,得到3期(1983年、1999年、2005年)区域土地退化的空间分布图,同时进行图件的交叉检验,以此来控制差值图的精度,使3期非均衡样点在空间上具有一定的可比性,然后进行不同时期的数字化差值图叠加(1983+1999、1999+2005),结合土地利用图再进行叠加运算,分析区域土地退化动态特征与土壤类型和土地利用的关系。

1.2.2 样点土地退化指数建立及其地统计学理论描述

在参考国内外对土地退化指数^[12-15]研究的基础上,结合土壤类型与土地利用类型,建立了样点土地退化指数(PDI),来表述土壤质量状况。样点土地退化指数是指在某种土壤类型下,以某种土地利用类型中的某种属性测定样点的均值为基准,计算样点与基准样点均值间的差异,再将各个属性的差异加权平均,即为样点土地退化指数,以百分数表示。具体公式如下

$$PDI = [(p_1 - p'_1)/p'_1 + (p_2 - p'_2)/p'_2 + (p_3 - p'_3)/p'_3 + \dots + (p_n - p'_n)/p'_n]/n$$

式中 PDI——样点土地退化指数; p'_1, p'_2, \dots, p'_n ——同一土壤类型中,基准土地利用类型下样点土壤属性1,属性2,到属性n的均值; p_1, p_2, \dots, p_n ——

同一土壤类型下,不同土地利用类型中样点各属性值。样点土地退化指数可以是正数也可以是负数,相对于基准土壤类型中土地利用类型下的属性样点均值而言,正数说明土地不仅没有退化,而且质量还有所提高,数值越大,样点位置土地质量越高;负数表明土地退化,数值越小,退化程度越重。本研究中,根据现有资料,为使各时期土地退化指数计算能保持在相同因素水平,选取土壤属性的选择包括有机质、速效N、速效P、速效K、总盐,结合区域土壤类型,计算土地退化指数。在同一土壤类型下,以荒漠灌丛样点均值为基准值,来进行样点不同土地利用类型中土地退化指数的计算。

区域土地退化指数空间分析采用了地统计学方法^[16],地统计方法是在传统统计学基础上发展起来的的空间分析方法,在地质学、土壤学和生态学等学科领域^[17-20]方面得到了较为广泛的运用,此方法不仅能够有效揭示属性变量在空间上的分布变异特征,而且能够有效解释空间格局对生态过程与功能的影响。对于空间格局的分析,在地统计学中,变异函数是基本的方法,为区域变量 $z(x_i)$ 和 $z(x_i+h)$ 增量平方的数学期望,即区域化变量的方差。其通式为^[16]

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i+h)]^2$$

式中 $\gamma(h)$ ——变异函数; h ——步长,即为了减少各样点组合对的空间距离个数而对其进行分类的样点空间间隔距离; $N(h)$ ——间隔距离为 h 时的样点对数; $z(x_i), z(x_i+h)$ ——变量 Z 在空间位置 x_i 和 x_i+h 上的取值。

2 结果与分析

2.1 区域土地利用格局特征

由研究区耕地利用结构(图2)可以看出20世纪70年代以前区域土地大面积开发,耕地的面积逐年增加,耕地的利用率也随之提高;20世纪70年代以后区域出现大面积土地撂荒和复垦现象,主要表现在耕地的总面积出现减少和增加,并且耕地利用率也出现一定的变动。同时20世纪70年代~2000年间耕地总面积呈现缓慢增加,变幅较小,区域土地仅遭到小范围的垦殖,垦殖面积较小;2000年以后,耕地的利用率有所提高,近两年又出现大面积的土地开垦。适耕土地在20世纪70~80年代有一定的波动,相比70年代要少,耕地利用率先减小后增加,但耕地总面积平稳增加,表明区域处于适度土地利用阶段。从20世纪80年代初到90年代后期,适耕土地面积大量的减少,由原来的5207 hm²,减少到3650 hm²,适耕土地的减少率达30%,耕地利用

率减少了24.7%。2000年以后,适耕土地利用有所提高,同时耕地面积呈现增加趋势,表明研究区土地开垦利用程度加大。根据耕地垦殖状况可以将区域土地开发分为4个阶段,20世纪70年代前,区域过渡土地开发阶段,20世纪70~80年代适度土地利用阶段,1980~2000年土地撂荒阶段,2000年以后为土地开发综合治理阶段。

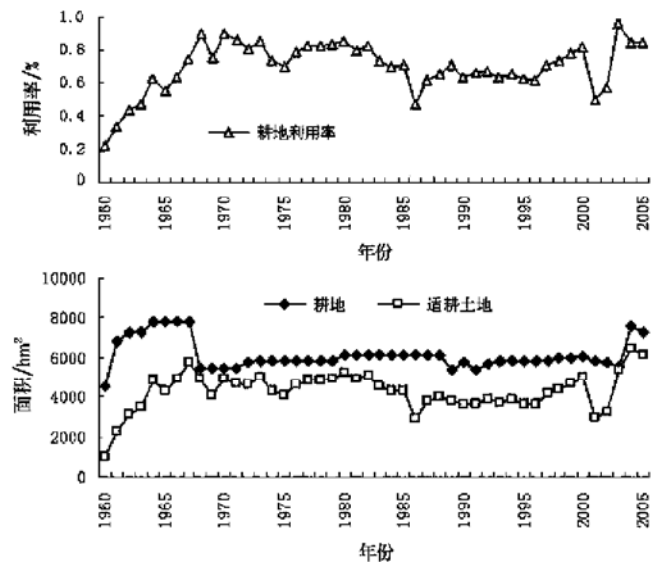


图2 研究区1960~2005年耕地利用率及其面积分布
Fig. 2 Farmland use rate and area distribution in study area from 1960 to 2005

从人为开垦新绿洲,到现在几十年中,由于开荒造田、交通、放牧等人类活动的影响,许多土地产生了退化,而且被转变为农田、居民建设用地等多种土地利用方式,从土地利用类型的景观空间格局分布和景观类型面积变化看,研究区景观多样性和景观破碎化(图3)是主要特点之一,景观基质主要以荒漠为背景,耕地、灌木林地、居民地等景观斑块要素为镶嵌体的农业绿洲景观。同时由表1可以看出,1983~2005年间草地和灌木林地自然景观类型面积持续减少,所占区域景观组份的比例降低,尤其是草地由1983年的33.2%减少到2005年的16.96%,盐碱地的面积呈现增加趋势,所占景观面积比例升高,相比1983年盐碱地的比例,2005年提高了1.93%,而人工林地和园地的人工景观比例提高,表明区域景观改变的人为影响程度加剧,同时研究区土地出现开垦与撂荒现象,主要表现为耕地比重的增加(由1983年的35.63%增加到1999年的40.02%)与减少(由1999年的40.02%减少到2005年的33.58%)。由此可以看出人为活动对区域景观的改变是区域景观多样性的增加和景观破碎化程度的加剧的主要动因。

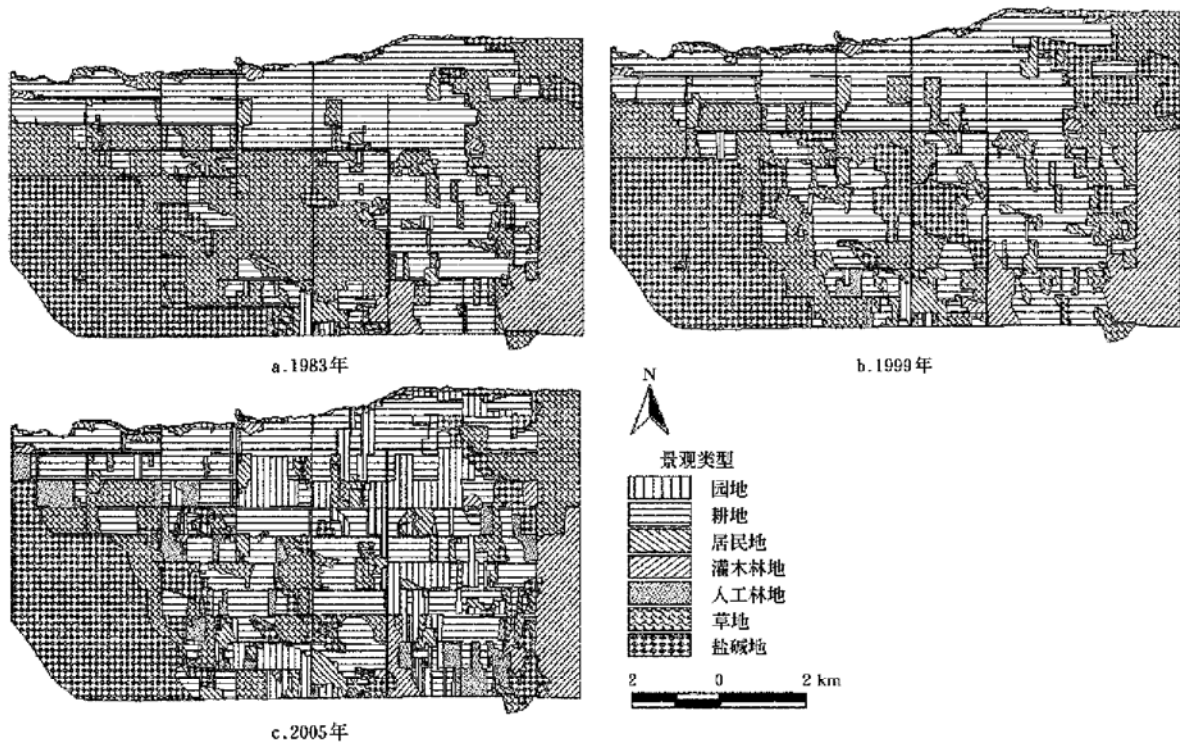


图3 不同时期景观类型

Fig. 3 Landscape types in different periods

表1 研究区景观类型变化

Table 1 Changes of landscape types in study area

景观类型	1983年		1999年		2005年		变化率	
	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	1983~1999	1999~2005
耕地	5658.08	35.63	6355.20	40.02	5333.32	33.58	5.41	-6.44
人工林地	145.10	0.91	198.97	1.25	986.20	6.21	0.34	4.96
草地	5271.73	33.20	3668.15	23.10	2693.05	16.96	-10.1	-6.14
园地	140.23	0.88	123.05	0.78	1952.33	12.30	-0.1	11.52
盐碱地	2977.65	18.75	3668.82	23.10	3284.25	20.68	4.35	-2.42
居民地	375.29	2.36	580.32	3.65	597.77	3.76	1.29	0.09
灌木林地	1312.92	8.27	1286.49	8.10	1034.03	6.51	-0.17	-1.59

2.2 不同时期土地利用类型下土地退化指数的描述性统计分析

对于采用变异函数法, 首先的要求是数据要符合正态分布, 否则可能出现比例效应^[21, 22], 在 SPSS11.5a 软件中的统计分析模块中采用 Kolmogorov-Smirnov 法, 检验各时期土地退化数据是否服从正态分布。通过对

1983、1999 和 2005 年 3 期样本的统计分析及其正态检验(表 2), 结果表明: 1983、1999 和 2005 年 3 期样本的均值和变异系数都较小, 正态分布的 K-S 检验的统计描述的结果, 符合正态分布。描述性统计与正态分布检验的结果, 完全满足变异函数的要求。

表2 土地退化指数的描述性统计及正态分布检验

Table 2 Results of PDI for descriptive statistics and K-S test

时间	样本数量	均值	标准差	变异系数	最小值	最大值	偏斜	峭度	K-S 值
1983年	86	-0.0871	0.2770	0.0909	-0.8210	0.5770	0.14	-0.47	0.93
1999年	153	-0.0557	0.2482	0.0808	-1.1390	0.5300	-1.02	1.38	0.46
2005年	162	0.0726	0.2990	0.08982	-0.7340	0.5650	-0.64	-0.22	0.77

2.3 不同时期土地利用类型下土地退化指数的空间结构分析

变异函数在空间变化特征方面, 通过其随机性一面反应区域化变量的结构性, 区域化变量的结构分析是以变异函数模型为基础, 是变异函数主要功能之一^[16, 23]。根据变异函数公式分别计算 1983、1999 和 2005 年 3 期样本的变异函数值, 经过理论模型的最优拟合结果, 符合球形模型。决定系数均大于 0.8, 而残差平方和较小 (0.0005、0.0001 和 0.0001), 接近于 0, F 检验在 $\alpha = 0.01$ 水平达到极显著 (表 3), 表明所建立的拟合理论模型具有实际应用价值^[16], 拟合得到的球形模型能够很好地反映土地退化指数的空间结构特征。地统计学理论认为, 描述景观空间异质性的变量 Z 可分解成两部分, 即自相关部分 (SH_A) 和随机部分 (SH_R), SH_A 和 SH_R 可通过变异函数分析而定量。由空间自相关部分引起的空间异质性 SH_A 属于由变异函数 $r(h)$ 定义的空间相关变程 a 的范围之内, 在尺度上对应于中尺度。由随机部分引起的空间异质性 SH_R 出现在小尺度上, 可以认为是小于分辨率尺度上的变异总和, 它可由块金值

C_0 表示。如块金值较大, 则表明较小尺度上的某种生态过程是不容忽视的。结构系数 C 表示由结构性因素所引起的变异分量, 基台值 $C_0 + C$ 表示系统内的总变异。块金值与基台值的比值 ($C_0/C_0 + C$) 可以表明空间相关程度, 若该比值 $< 25\%$, 说明具有强烈的空间相关性; 若该比值在 $25\% \sim 75\%$ 之间, 则说明具有中等强度的空间相关性; 若该比值 $> 75\%$, 则说明空间相关性较弱^[24]。在研究区域上, 土地退化指数在空间上具有中等强度的空间相关性, 并且在不同时段的空间分布上具有明显差异, 1983 年土地退化指数由随机因素引起的空间异质性 SH_R 占总空间异质性的 64.3%, 而由空间自相关引起的空间异质性 SH_A 占总空间异质性的 35.7%, 1999~2005 年由随机因素引起的空间异质性 SH_R 占总空间异质性的比重减小, 而由空间自相关引起的空间异质性 SH_A 增加, 归结于随机性因素如灌溉、施肥、土地利用、种植结构调整等人为活动使得土地退化指数空间相关性增强。变程在研究尺度上相对较小, 均包含在研究区范围 (东西: 19.2 km, 南北: 8.8 km) 之内, 在研究尺度上具有有效性。

表 3 土地退化指数变异函数理论模型参数和模型 F 检验

Table 3 Correlation parameters and F -test of theoretical variogram models of PDI

PDI	理论模型	块金值	基台值	块金值/基台值	变程	分维数	决定系数	残差平方和	F 检验
1983 年	球形模型	0.0350	0.0980	0.643	3.78	1.89	0.808	0.0005	34.46 ^{**}
1999 年	球形模型	0.0478	0.0957	0.501	3.54	1.926	0.889	0.0001	127.25 ^{**}
2005 年	球形模型	0.0415	0.0863	0.519	2.96	1.921	0.891	0.0001	123.43 ^{**}

** 表示 $\alpha = 0.01$ 水平 F 检验的显著水平。

2.4 基于 Kriging 对土地退化指数 (PDI) 差值结果

通过对 3 期样点的 PDI 进行 Kriging 插值获得区域土地退化分布图 (图 4), 由图 4 可以看出, 研究区土地退化主要分布在北部靠近沙漠区, 越往绿洲内部, 土壤质量状况越好。同时由表 4 可以看出, 从 1983 到 2005 年, 灰漠土退化面积增加了 527.37 hm^2 , 而盐土和潮土退化面积减少, 其中盐土退化面积减少 3053.93 hm^2 , 潮土减少 1712.41 hm^2 , 说明人为活动对区域土地的作用一方面表现为土壤质量的下降, 而另一方面表现为土壤质量的提高, 不同的土壤类型表现不同, 即人为对潮土和盐土的利用趋于土壤质量提高, 而灰漠土则趋于土壤质量下降。总体上看, 研究区土地退化的面积减少, 由 1983 年的 8624.96 hm^2 减少到 2005 年的 4385.98 hm^2 , 相对土地退化面积减少了 49.15%, 说明人为活动在改善区域土壤的结构起到积极的作用。

2.5 研究区土地退化的动态变化在绿洲景观中的特征

通过对两期 (1983 年+ 1999 年; 1999 年+ 2005 年)

表 4 研究区不同土壤类型土地退化面积

Table 4 Areas of land degradation in different soil types in study area

土壤类型	1983 年			1999 年			2005 年		
	$PDI < 0$	$PDI > 0$	和	$PDI < 0$	$PDI > 0$	和	$PDI < 0$	$PDI > 0$	和
灰漠土	2052.47	2414.16	4466.63	2123.75	2342.88	4466.63	2579.84	1886.79	4466.63
盐碱土	3315.09	2601.51	5916.60	2598.96	3317.64	5916.60	261.15	5655.45	5916.60
潮土	3247.40	2250.37	5497.77	3500.82	1996.95	5497.77	1534.99	3962.78	5497.77
总和	8624.96	7266.04	15891.00	8233.53	7657.47	15891.00	4385.98	11505.02	15891.00

注: $PDI < 0$ 表明土地退化; $PDI > 0$ 表明土地未退化。

土地退化指数分布图进行叠加, 结合 1999 年和 2005 年的景观类型图, 分别计算土地退化指数景观中的分布 (表 5, 表 6)。从区域土地退化指数在各景观类型中的叠加分布上看, 土地质量的提高主要发生在土地退化指数 0 以下区域, 有 10382.8 hm^2 土地质量提高, 其中 1999~2005 年 7 年间比 1983~1999 年 7 年间, 土地质量提高的面积少 690.96 hm^2 ; 自 1983 年以来, 耕地和园地土地质量提高的面积达 2095.38 hm^2 , 盐碱地和人工林

地土地质量提高的面积为 679.8 hm^2 , 主要是由于人为对潮土和盐土的利用改良(表 4), 在很大程度上改善了土壤结构, 提高了土地生产力, 而进一步退化面积仅为 34.51 hm^2 。土地质量的下降, 土地退化程度的加重主要表现在土地退化指数 0 以上的区域, 进一步退化面积为

5301.8 hm^2 , 其中表现最明显的为耕地和草地, 土地质量提高的面积为 3558.29 hm^2 。由此可以看出区域土地利用过程中, 一方面加速了土地贫瘠化作用, 土地质量下降, 另一方面对土地质量又起到一定的改善作用, 土地质量提高, 在一定程度上具有很大的不合理性。

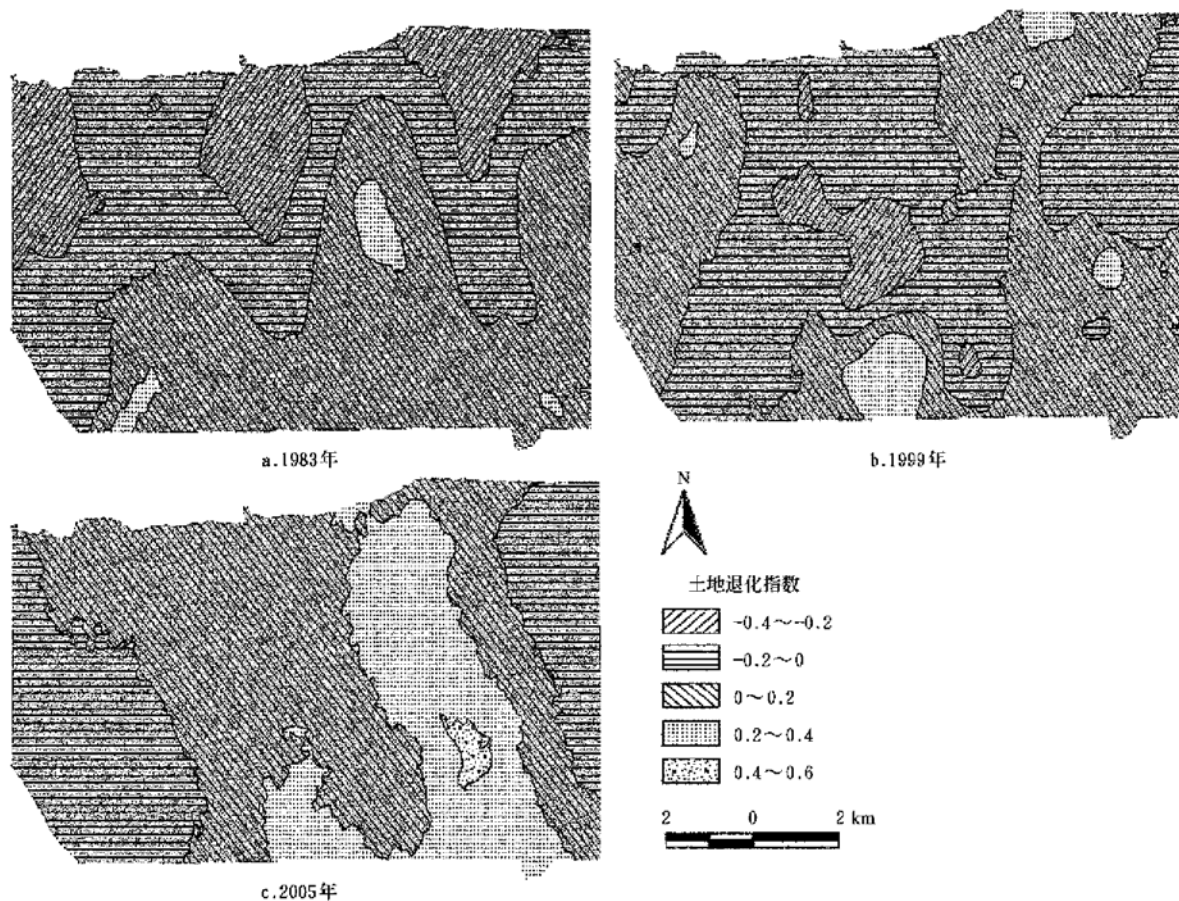


图 4 研究区不同时期土地退化指数空间分布图

Fig. 4 Spatial distribution of *PDI* of study area in different periods

表 5 不同景观类型中研究区 1983~1999 年 *PDI* 变化面积的分布

Table 5 Distribution of change areas of *PDI* in different landscape types from 1983 to 1999

hm^2

景观类型	土地退化指数 (<i>PDI</i>)									
	- 0.4~ - 0.2		- 0.2~ 0			0~ 0.2			0.2~ 0.4	
	指数上升	指数不变	指数上升	指数下降	指数不变	指数上升	指数下降	指数不变	指数下降	指数不变
耕地	1386.75	156.08	584.12	34.51	626.14	198.22	1144.52	2071.02	153.84	0.00
人工林地	24.97	30.52	29.10	0	46.62	31.11	21.14	7.93	7.58	0.00
草地	722.89	62.66	304.93	0	1117.53	140.43	1288.36	8.71	22.74	0.00
园地	0	0	7.80	0	0	55.41	0	49.84	10	0.00
盐碱地	458.60	0	949.65	0	600.75	255.28	884.55	219.59	300.40	0.00
居民地	63.25	0	132.04	0	0	136.01	134.60	107.00	7.42	0.00
灌木林地	682.13	0	0	0	81.83	0	484.98	0	37.55	0.00
总计	3338.59	320.15	2007.64	34.51	2472.87	816.46	3958.15	2464.09	539.53	0.00

表6 不同景观类型中研究区1999~2005年PDI变化面积的分布

Table 6 Distribution of change areas of PDI in different landscape types from 1999 to 2005

hm²

景观类型	土地退化指数 (PDI)									
	- 0.4~ - 0.2		- 0.2~ 0		0~ 0.2			0.2~ 0.4		
	指数上升	指数不变	指数上升	指数不变	指数上升	指数下降	指数不变	指数下降	指数不变	
耕地	429.29	0	2582.33	101.62	1153.98	221.02	685.51	82.05	77.52	
人工林地	85.52	0	378.87	93.69	271.74	0	130.76	2.87	22.75	
草地	211.62	0	768.06	874.98	274.25	79.95	446.31	9.41	27.47	
园地	21.68	0	710.93	0	687.77	14.95	256.14	2.05	258.81	
盐碱地	67.99	0	486.37	2227.06	121.67	157.34	220.52	0	3.30	
居民地	20.39	0	114.34	0	142.62	76.73	168.97	15.16	59.53	
灌木林地	11.61	0	147.61	214.94	87.08	242.59	313.73	0	16.47	
总计	848.10	0	5188.51	3512.29	2739.83	792.58	2221.94	111.54	465.85	

3 结论与讨论

1) 本文运用地统计学原理, 结合土壤类型与区域景观类型, 以荒漠绿洲过渡带农业绿洲土地退化的动态过程为突破口, 重点研究了绿洲土地开发过程中土壤质量特征, 以便于更好了解在景观格局改变的状态下, 土地退化的演变过程。研究区为荒漠绿洲过渡带的典型农业区, 景观基质主要以荒漠为背景, 耕地、灌木林地、居民地等景观斑块要素为镶嵌体的农业绿洲景观, 区域景观改变的人为影响程度加剧是造成景观多样性和景观破碎化的主要动因。依据区域耕地利用结构特征, 区域土地开发可以划分为4个阶段: 绿洲过渡垦荒阶段、适度土地利用阶段、土地撂荒阶段和土地利用综合治理阶段。在长时间的土地利用过程中, 土地退化主要分布在北部靠近沙漠区, 沿沙漠区向绿洲内部土地退化程度逐渐减弱, 灰漠土退化程度明显高于盐土和潮土, 并且, 土地退化指数在0以下的区域, 土地退化程度逐渐减轻, 而土地退化指数0以上区域土地退化程度在加重, 表现明显的为耕地和草地。

2) 以土壤质量动态变化为基础, 用土壤质量综合指数, 可以定量的来描述区域土壤质量的时空变化, 反应不同土地利用下土地退化的程度。土壤质量综合指数^[12, 25]与土地退化指数^[26-28]都是用来表述土壤质量优劣变化的一种方法, 土壤质量综合指数是以各土壤类型各属性与基准土壤类型相应属性间差异的加权平均来表述土地退化的, 而土地退化指数是以土地利用类型为基准的。对于一个区域而言, 土壤在遭受相同的物理和化学变化时, 不同的土壤类型, 不同的土地利用方式, 变化是不同的, 仅参考一种基准的类型, 而不全面考虑土壤类型与土地利用类型, 表述土地质量的变化, 并不能全面代表整个区域的状况。本文根据荒漠绿洲过渡带的景观结构与植被类型, 结合土地开发历史, 同一土壤类

型土地退化指数计算, 采用灌木林地样点均值为基准值, 主要依据研究区土地开发的背景多以灌木林地为主。在土地退化研究中, 许多研究^[29-31]采用森林为基准值, 来探讨土地退化问题, 对于许多地区大多数是通过采伐森林来进行耕地开垦, 而对于干旱区绿洲而言, 荒漠灌丛是土地开发的景观基底类型, 人为开垦的土地是荒漠灌丛, 应该采用人为土地开发前的原始地类为参考, 这样在研究过程中具有普遍的实际意义。

[参 考 文 献]

- [1] 李述刚, 程心俊, 王周琼. 荒漠绿洲农业生态系统[M]. 北京: 气象出版社, 1998: 1-9.
- [2] 申元村, 汪久文, 伍光和, 等. 中国绿洲[M]. 开封: 河南大学出版社, 2000: 45-46.
- [3] 贾保全. 绿洲景观若干理论问题的探讨[J]. 干旱区地理, 1996, 19(3): 58-65.
- [4] 方创琳. 河西走廊绿洲生态系统的动态模拟研究[J]. 生态学报, 1996, 16(4): 389-396.
- [5] 韩德麟. 新疆人工绿洲[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2001: 21-32.
- [6] Melegy A A. Relationship of environmental geochemistry to soil degradation in Helwan catchment, Egypt [J]. Environmental Geology, 2005, 48: 524-530.
- [7] Meyer W B. Turner B L. Human population growth and global land - use/cover change [J]. Ann Rev Ecol System, 1992, 23: 39-61.
- [8] 唐立松, 张佳宝, 程心俊, 等. 干旱区绿洲荒漠交错带土地退化及生态重建[J]. 干旱区研究, 2002, 19(3): 43-48.
- [9] 黄盛璋. 绿洲研究[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 9-13.
- [10] 潘晓玲. 干旱区绿洲生态系统动态稳定性的初步研究[J]. 第四纪研究, 2001, 21(4): 345-350.
- [11] 张强, 胡隐樵, 赵映东, 等. 西北干旱区绿洲维持过程中水分的输送特征, 西部资源环境与可持续发展文集[M]. 李吉均, 程国栋主编. 兰州: 兰州大学出版社, 1998: 39-

- 45.
- [12] Adejuwon J O, Ekanade O. A comparison of soil properties under different land use types in a part of the Nigerian concoa belt[J]. *Catena*, 1988, 15: 319– 331.
- [13] Islam K R, Wei R R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh[J]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2000, 79: 9– 16.
- [14] 郭旭东, 傅伯杰, 陈利顶, 等. 低山丘陵区土地利用方式对土壤质量的影响——以河北省遵化市为例[J]. *地理学报*, 2001, 56(4): 447– 455.
- [15] 李阳兵, 高明, 魏朝富, 等. 土地利用对岩溶山地土壤质量性状的影响[J]. *山地学报*, 2003, 21(1): 41– 49.
- [16] 王政权. 地统计学及其在生态学中的应用[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 150– 189.
- [17] Webster R. Quantitative spatial analysis of soil in the field[J]. *Adv Soil Sci* 1985, 3: 1– 70.
- [18] 胡克林, 李保国, 林启美, 等. 农田土壤养分的空间变异特征[J]. *农业工程学报*, 1999, 15(3): 33– 38.
- [19] Rima B, Franklin L K, Blum A C. A geostatistical analysis of small-scale spatial variability in bacterial abundance and community structure in salt marsh creek bank sediments[J]. *FEMS Microbiology Ecology*, 2002, 42: 71– 80.
- [20] Foustjr R. D, Mohapatra P A, Compton, M J. Ground-water arsenic in the Verde Valley in central Arizona, USA[J]. *Applied Geochemistry*, 2004, 19: 251– 255.
- [21] 李哈斌, 王政权, 王庆成. 空间异质性定量研究理论与方法[J]. *应用生态学报*, 1998, 9(6): 651– 657.
- [22] Rossi R E, Mulla D J, et al. Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence[J]. *Ecological Monographs*, 1992, 62(2): 277– 314.
- [23] 张淑娟, 何勇, 方慧. 基于GPS和GIS的田间土壤特性空间变异性的研究[J]. *农业工程学报*, 2003, 19(2): 39– 45.
- [24] 潘成忠, 上官周平. 黄土半干旱丘陵区陡坡地土壤水分空间变异性研究[J]. *农业工程学报*, 2003, 19(6): 5– 9.
- [25] Nael M, Khademi H, Hajabbasi M A. Response of soil quality indicators and their spatial variability to land degradation in central Iran[J]. *Applied Soil Ecology*, 2004, 27: 221– 232.
- [26] 杨艳生. 土壤退化指标体系研究[J]. *土壤侵蚀与水土保持学报*, 1998, 4(4): 44– 46, 71.
- [27] 冷疏影, 李秀彬. 土地质量指标体系国际研究的新进展地理研究[J]. *地理学报*, 1999, 54(2): 177– 185.
- [28] Dumanski J, Pieri C. Land quality indicators: research plan[J]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2000, 81: 93– 102.
- [29] 龙健, 黄昌勇, 李娟. 喀斯特山区土地利用方式对土壤质量演变的影响[J]. *水土保持学报*, 2002, 16(1): 76– 80.
- [30] 张学雷, 龚子同. 人为诱导下中国的土壤退化问题[J]. *生态环境*, 2003, 12(3): 317– 321.
- [31] 刘世梁, 傅伯杰, 陈利顶, 等. 卧龙自然保护区土地利用变化对土壤性质的影响[J]. *地理研究*, 2002, 21(6): 1– 7.

Dynamic characteristics of land degradation development in agricultural oasis of desert-oasis ecotone

Wang Yugang^{1,3}, Xiao Duning^{1,2}, Li Yan^{1*}

(1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Science, Urumqi 830011, China;

2. Shenyang Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Science, Shenyang 110016, China;

3. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: To explore the evaluation of land degradation in agricultural region of desert-oasis ecotone, the spatial heterogeneity of topsoil(0~ 20 cm) and the relationship of such heterogeneity and land use type were studied using a combination of semivariogram and GIS methods. Results show that the development of oasis can be divided into four stages, i. e., excessive land reclamation, moderate land use, land abandonment, land integrated management; human activities are the key factor that results in the increasing of landscape diversity and the fractionizing of the landscape in the last 23 years; from 1983 to 2005, the extent of land degradation was heavier in the area near desert resign than that in oasis; the area of land degradation in gray desert soil was larger than that in solonchak soil and aquert soil, and land degradation was weaker in the regions of bad quality than that in the regions of good quality.

Key words: ecotone; oasis; land degradation; geostatistics; GIS