

喀什地区景观格局时空演变及驱动力分析

刘世薇^{1,2}, 周华荣¹, 黄世光^{1,2}, 梁雪琼^{1,2}

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 基于遥感和 GIS 技术, 利用喀什地区 1990、2000、2008 年 3 个时期土地利用数据, 结合统计年鉴, 对研究区景观格局动态变化及驱动力进行了定量分析。得出: 1990~2008 年喀什地区单一景观类型格局发生了显著变化, 耕地和城乡工矿用地面积持续增加, 草地和未利用土地面积减少, 分离度和破碎度因人为和自然干扰各景观类型的变化有所差异; 人工景观稳定性和复杂性增强, 自然景观结构简单, 稳定性较差; 景观动态呈“显著变化—缓慢变化”的趋势; 20 a 来, 整个景观破碎度增加, 景观形状趋于复杂和不规则化, 景观异质性和均衡度增强; 土地利用程度较低, 但呈上升趋势, 土地利用信息熵先增后减, 区域景观经历了“有序—无序—有序”的变化。驱动力分析表明: 对于能带来较高收益的半自然景观和人工景观受人为干扰的影响较大, 对于自然景观, 自然干扰是其变化的主要因素。

关键词: 景观格局; 时空演变; 驱动力; 喀什地区

中图分类号: Q149 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2011)01-0210-09

景观格局指大小和形状不同的景观要素在空间上的排列^[1]。对景观格局进行定量分析, 是研究格局与过程相互关系的基础^[2]。深入了解和把握这种关系则是景观生态学研究的主要议题^[3]。景观格局及其演变是自然和人为等多种因素相互作用的结果, 景观格局的时空演变研究可以揭示生态过程的驱动机制和发展趋势^[4]。在土地利用覆被变化的研究中, 张飞等利用 3S 技术, 将 GIS 和景观生态学的数量分析方法相结合, 对精河县土地覆盖变化 (LUCC) 的总体变化趋势进行了分析^[5]; 李小玉等采用两种不同的景观结构变化分析方法来研究石羊河 20 世纪 80 年代中期到 90 年代末期景观变化的趋势^[6]; 李义玲等基于分形理论和 RS、GIS 技术对玛纳斯河流域土地利用/土地覆被类型结构变化的分维数及复杂性、稳定性的关系进行了分析^[7]; 其它学者也在土地利用覆被的研究中引入了景观指数^[8,9], 但在土地覆被景观格局分析中融入土地利用指数的研究却较为少见。喀什地区地处亚欧大陆中部, 塔里木盆地西南端, 处于多个生态敏感和保护区内, 近年来, 随着区域人口数量与经济规模的不断扩大, 研究区生态系统受到了严重的干扰, 荒漠化和绿洲化的冲突明显加剧, 不合理利用自然资源, 造成了土地盐渍化、沙漠化及绿洲退化, 使原本脆弱的生态环境更加严峻。因此本文选择喀什地区作为 LUCC 与景观变化研究的典型区域, 深入分析了喀什地区近 20

年来土地利用景观格局的时空演变规律和驱动力机制, 为相关部门制定未来绿洲的土地利用模式提供参考, 为实现区域生态环境与社会的健康、持续及稳定发展提供了科学依据。

1 研究区概况

喀什地区位于东经 71°39′~79°52′, 北纬 35°28′~40°16′, 北靠天山, 西邻帕米尔高原, 南抵喀喇昆仑山脉, 东濒塔克拉玛干沙漠。下辖 1 个市和 11 个县, 总面积为 16.2 万 km², 约 377 万人。地貌轮廓由稳定的塔里木盆地、天山、昆仑山地槽褶皱为主的构建单元组成, 南北高差悬殊, 存在高山、中山和平原 3 个垂直气候区。山区气候寒冷干旱, 冰川广布, 平原沙漠景观突出, 景观类型组合多样。

区内四季分明, 光照时间长、温度变化大, 降水稀少, 蒸发旺盛。年潜在蒸发量 2 500 mm 以上, 平原降水量 59~60 mm, 全年 > 10℃ 的有效积温为 4 200℃, 年日照时数 2 700~2 900 h, 无霜期在 22 d 左右, 属典型的暖温带大陆性干旱气候。全区水资源丰富, 分布不均, 分为叶尔羌河和喀什噶尔河两大流域, 共有 10 条河流。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

信息源采用的是 1990、2000 年的 TM 影像以及

收稿日期: 2010-04-02

作者简介: 刘世薇 (1986—), 女, 四川西昌人, 硕士研究生, 主要从事干旱区生态环境研究。E-mail: scnciushiwei@163.com。

通讯作者: 周华荣 (1960—), 男, 甘肃人, 研究员, 主要从事景观生态学、植物生态学和生态环境影响评价方面的研究。E-mail: zhouhr@ms.xjb.ac.cn。

2008年的CBERS影像。在已完成的三期喀什地区土地利用及其动态数据库的基础上,结合遥感与GIS的相关软件技术,完成喀什3期景观格局动态变化图(图1),完成相关的数据分析,其中,驱动力数据源于新疆统计年鉴^[10]和喀什地区统计年鉴^[11]。

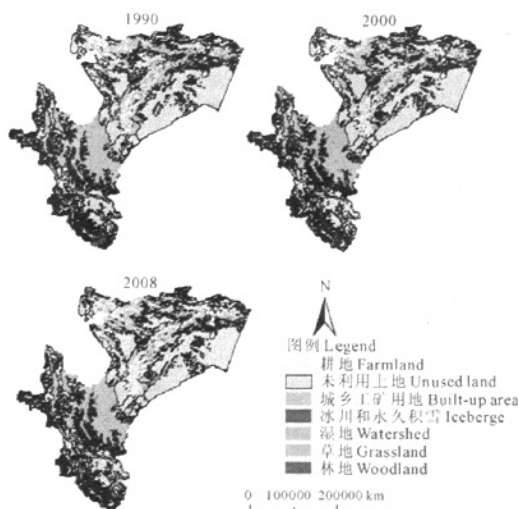


图1 研究区分类图像

Fig.1 Classified images of study area

2.2 研究方法

2.2.1 单一土地景观类型动态分析

(1) 土地利用动态度 单一类型土地利用动态度表示某研究区在一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况^[12],其表达式为:

$$K = \frac{U_a - U_b}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中, K 为研究时段内某一类型土地利用动态度; U_a 、 U_b 分别为研究期初和研究期末某一种土地利用类型的面积; T 为研究时段长。

(2) 景观格局指数 由于定量描述景观特征的指数很多,但它们之间的相关性往往很高^[13],并且不同的格局指标所指示的格局特征是不全面的,它们只对格局系列中的个别因子变化敏感,而对另一些因子变化反映迟钝,都有自己的实用性与局限性^[14]。本文在景观类型水平上分析景观指标时选择:景观类型面积(PA)、斑块密度(PD)、分维数(PFD)、分离度($SPLIT$)、最大斑块指数(LPI)。

2.2.2 景观整体动态分析

(1) 土地利用程度 土地利用程度主要反映区域土地利用的广度和深度,在反映土地利用中土

地本身的自然属性的同时,也反映了人类与自然环境的综合效应^[15]。一个特定范围内的土地利用程度及其变化量可定量描述该地区土地利用的综合水平和变化趋势^[16]。

$$UINDEX = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i \times C_i \quad (2)$$

式中, $UINDEX$ 为土地利用程度综合指数; A_i 为第 i 级土地利用程度分级指数; C_i 为第 i 级土地利用程度分级面积百分比。

(2) 土地利用信息熵 土地是一个具有耗散结构的自然历史综合体,具有结构和功能的有序性特征,土地利用系统是自然、人类、社会、经济和技术5个子系统耦合而成的复杂巨系统^[17],其演变过程受到自然、社会、经济及各种突发因素的综合影响。土地利用系统的有序程度可以用信息熵来描述和刻画,熵值越大,土地利用系统的有序程度愈低,反之亦然。其函数表达式

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \log P_i \quad (3)$$

式中, P_i 为研究区各类土地面积占该区域土地总面积的百分比; n 为区域土地利用类型数量。

(3) 景观格局指数 根据需要选取最大斑块指数(LPI),香农多样性指数($SHDI$),香农均匀度指数($SHEI$),景观均匀度指数(DI),面积加权的平均形状因子($SHAPE-AM$),各指标表达式及其生态意义见文献^[18]。

2.3 景观类型的划分

由于不同土地利用类型的划分对景观格局指数具有显著的影响^[19],为了便于景观格局的对比分析,喀什地区土地利用分类依照中国科学院“国家基本资源环境遥感动态信息系统”中的分类含义,并考虑到研究区的具体情况,将研究区划分为7个一级景观类型,19个二级景观类型:耕地(水田、水浇地),林地(有林地、灌木林地、疏林地、其它林地),草地(高覆盖度草地、中覆盖度草地、低覆盖度草地),湿地(河渠、湖泊、水库坑塘、沼泽地、滩地),冰川和永久积雪,城镇工矿用地,未利用土地(沙地、盐碱地、裸地),其中裸地包括裸土地、裸土石砾地和戈壁。

3 结果与分析

3.1 单一土地景观类型动态分析

3.1.1 景观类型的面积变化特征 由表1可以看出,研究区的各景观类型在1990~2008年间面积均发生了变化。1990年林地面积占研究区总面积的

1.35%,2000 年上升到 1.60%,2008 年下降至 1.48%,呈先增后减的变化趋势。湿地面积具有类似的变化趋势,由 1990 年的 5.04%上升为 2000 年的 5.22%,2008 年又下降至 4.86%。耕地与城乡工矿用地呈现出递增的变化趋势,耕地面积在 1990 年

为 8.10%,2000 年略增加到 8.44%,2008 年则上升到 9.58%。与此相反,荒地和草地则一直处于下降趋势。总体上来看,1990~2008 年间荒地和草地一直占据主导地位,其面积之和在 3 个时期都超过了总面积的 83%。

表 1 喀什地区景观类型的面积和百分比
Table 1 Area and percentage of land use in Kashi

景观类型 Landscape type	1990		2000		2008	
	面积	百分比	面积	百分比	面积	百分比
	Area (km ²)	Percent (%)	Area (km ²)	Percent (%)	Area (km ²)	Percent (%)
林地 Woodland	1527.76	1.3465	1812.57	1.5975	1681.47	1.4820
草地 Grassland	35018.31	30.8632	34610.08	30.5034	34282.14	30.2144
湿地 Watershed	5714.56	5.0365	5918.85	5.2165	5514.49	4.8602
耕地 Farmland	9186.48	8.0965	9576.04	8.4398	10864.97	9.5758
未利用土地 Unused land	61715.37	54.3925	61185.28	53.9253	60706.39	53.5032
城乡工矿用地 Built-up area	300.57	0.2649	360.24	0.3175	413.61	0.3645

3.1.2 景观类型上的格局分析

(1) 优势度与破碎度分析

最大斑块指数指各景观类型中面积最大斑块占总面积的比例,可简单反映景观类型的优势度,指数越大,优势越明显。1990 年至 2008 年间,研究区一直占据优势和主导地位的景观类型是沙地、裸地、高覆盖度草地、中覆盖度草地,这与干旱区以荒漠、草地为基质的景观类型一致。变化较大的是水浇地,1990 年最大斑块指数为 2.06,2000 年降至 1.29,2008 年又上升为 2.62。其原因是 1990 年以来,建设用地的占用以及叶尔羌河流域大面积屯粮田的建设,部分水浇地转化为水田,优势性降低。但由于水库、河渠的修建,及微灌技术的使用,使得水浇地面积扩大,扭转了优势性降低的趋势。

斑块密度的大小可以反映景观斑块的分化程度或破碎化程度,其值越高,单位面积的斑块数目越多,斑块规模越小,异质性和破碎度越高。从总体上来看,喀什地区的斑块密度值都较小,斑块数目较少,各景观类型分布也较均匀,破碎度较低。在 1999~2000 年间,除水库坑塘、冰川和永久积雪外,其它地类斑块密度都有所上升。变化最大的疏林地 2000 年是 1990 年的 30 倍,而在 2000 年至 2008 年间的变化不大。其次,冰川和永久积雪在前 10 a 间变化不大,后期急剧减少,2008 年降为 2000 年的 17%。在全球变暖的趋势下,研究区在 90 年代后气温明显增暖,特别是 2001~2006 年间气温增长最明显^[20],这使得冰川消融,面积萎缩,冰川径流增加,冰川和永久积雪的破碎化程度减小,斑块密度降低。面对此种情况,各部门应做好防旱和防洪工作。

(2) 景观分离度分析

景观分离度用于度量某一景观类型中不同斑块个体分布的离散程度,在一定程度上反映人类活动对其空间分布格局的影响。由图 2 可以看出,研究区内各景观类型的分离度指数变化较大,林地景观中,有林地在 2000~2008 年间变化较大,由 8.01 上升为 56.91,疏林地 2000~2008 年间有所上升,而灌木林地则有所下降。各类型林地发生不同的变化主要是由于喀什地区为了积极相应西部大开发的方针,大力发展果业和经济林木,使得有林地和果林面积增加。但其经济林经营方式主要是一家一户分散经营,组织化程度低,导致有林地离散程度较高。1990~2000 年间人工造林使得有林地离散程度增加,2000 年后果林的大力发展使得有林地离散程度降低,集聚度增加。

草地景观中,高覆盖度草地和中覆盖度草地都呈上升趋势,中覆盖度草地的上升趋势极为显著,由 2000 年的 0.35 上升为 26.80,低覆盖度草地则呈现下降趋势。畜牧业的大力发展,滥挖药用植物以及草地的不合理利用使得高覆盖度草地和中覆盖度草地离散程度增加,或退化为低覆盖度草地,使得低覆盖度草地集聚度相对增加。

湿地景观,湖泊、滩地和冰川的分离度变化较大,湖泊由 2000 年的 27.26 降为 2008 年的 0.45,滩地在 1990~2000 年间变化较大,由 21.84 下降至 6.64,而冰川由 2000 年的 0.87 增为 2008 年的 22.79。在近 30 a 的剧烈增温过程中,冰川消融加剧,冰温升高,冰川流速加快,从而造成冰湖增多和库容增大^[21],使得冰川和湖泊的分离度向两个相反的方向发展。

表 2 1990~2005 年喀什地区景观类型水平上的格局指数
Table 2 Landscape indexes at class level of Kashi from 1990~2008

景观类型 Landscape type	2008		2000		1990	
	斑块密度 PD	最大斑块指数 LPI	斑块密度 PD	最大斑块指数 LPI	斑块密度 PD	最大斑块指数 LPI
A	0.0034	0.0426	0.0039	0.0426	0.0036	0.0422
B	0.0050	0.0322	0.0059	0.0438	0.0057	0.0322
C	0.0024	0.0775	0.0028	0.0955	0.0029	0.0899
D	0.0006	0.0065	0.0030	0.0065	0.0025	0.0150
E	0.0022	4.3035	0.0030	4.3036	0.0031	4.3034
F	0.0054	3.7792	0.0061	3.7797	0.0073	3.7797
G	0.0097	1.7109	0.0107	1.7472	0.0113	1.7472
H	0.0001	0.2757	0.0003	0.3007	0.0003	0.2847
I	0.0006	0.0085	0.0004	0.0098	0.0005	0.0098
J	0.0012	0.0386	0.0011	0.0984	0.0008	0.0606
K	0.0045	1.7889	0.0053	1.1600	0.0009	1.1600
L	0.0003	0.0078	0.0007	0.0168	0.0006	0.0137
M	0.0066	0.0117	0.0090	0.0182	0.0092	0.0371
N	0.0020	16.503	0.0017	16.129	0.0017	16.127
O	0.0044	1.2621	0.0043	1.1282	0.0042	1.1207
P	0.0008	0.0213	0.0010	0.0387	0.0010	0.0276
Q	0.0031	9.7375	0.0035	9.9392	0.0035	9.9392
R	0.0000	0.0004	0.0001	0.0010	0.0003	0.0034
S	0.0070	2.6214	0.0087	1.2847	0.0085	2.0569

注:A:有林地;B:灌木林地;C:疏林地;D:其它林地;E:高覆盖度草地;F:中覆盖度草地;G:低覆盖度草地;H:河渠;I:湖泊;J:水库、坑塘;K:冰川和永久积雪;L:滩地;M:城乡工矿用地;N:沙地;O:盐碱地;P:沼泽地;Q 裸地;R 水田;S 水浇地,下同。

Note: A: Woodland; B: Shrub land; C: Sparseness woodland; D: Other woodland; E: Highly covered grassland; F: Middlly covered grassland; G: Lowly covered grassland; H: Channel; I: Lake; J: Reservoir; K: Glacier; L: Shoal; M: Building land; N: Sandy land; O: Salina; P: Swamp; Q: Bare land; R: Paddy field; S: Irrigable land, the same as below.

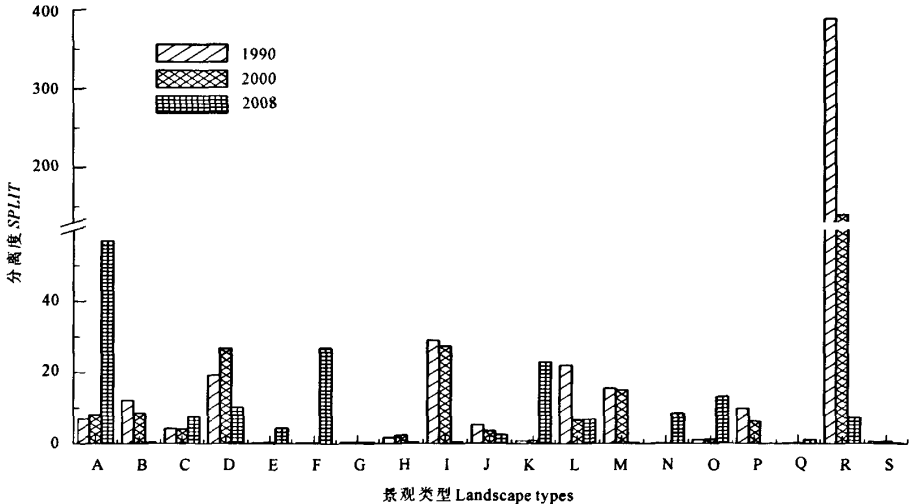


图 2 喀什地区景观类型分离度的变化
Fig.2 SPLIT change of landscape types in Kashi

耕地景观,水田的分离度指数不断下降,1990 对于未利用土地,在 2000 年后,沙地和盐碱地分离度指数上升,而沼泽地下降。

年为 388.72,2000 下降至 138.92,2008 年降为 7.31。

(3) 景观复杂性与稳定性评价

由于分形结构具有标度不变性和不可微分性的特征,能较好地刻划自然界中不规则、不稳定和高度复杂的结构,因而广泛运用于地理学、土壤学、景观生态学等众多的领域^[22]。分维数对土地利用变化相当敏感^[23],分维数的变化能在一定程度上体现土地利用受人类活动影响的程度^[24],也能反映所占据的空间程度和土地利用的变化趋势,并且能进一步得到土地利用稳定性指数,其值越大,空间结构越稳定,可为科学利用土地提供参考^[25]。因此,本文用分维数 (*PFD*) 研究区域的复杂性,稳定性指数 *S*

$= |1.5 - PFD|$, 对公式的定义及说明参见文献 [24] 和 [25]。

由图 3 可以看出,疏林地的复杂性变化最大,由 1990 年的 1.40 降至 2000 年的 1.39,在 2008 年上升为 1.65;说明疏林地在 1990~2000 年间的变化不大,而在 2000~2008 年间疏林地对空间的占据程度增大,处于扩张趋势。而高覆盖度草地、河渠、水库坑塘的复杂性处于递减趋势。其它地类在 1990~2000 年间复杂性均有所下降,在 2000~2008 年又均逐渐上升,但总体上变化不大。

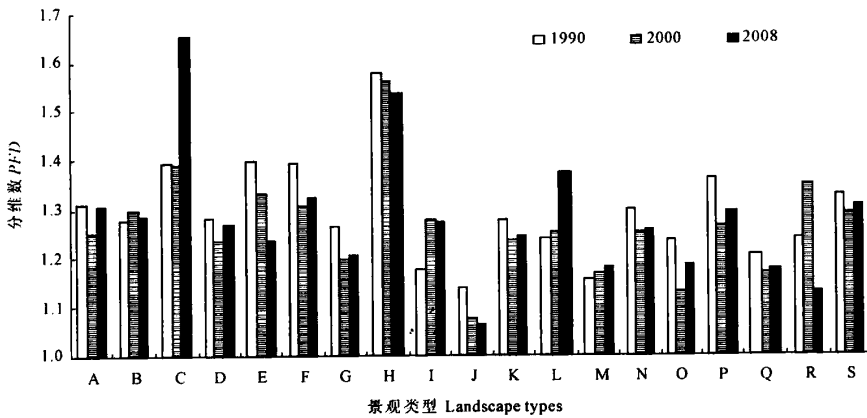


图 3 喀什地区景观类型复杂性的变化

Fig.3 Complexity indexes change of landscape types in Kashi

由图 4 可以看出稳定性变化最大的是水田,主要原因是在 1990 年以前水田所占的面积较小,斑块数少,2000 年后水田面积不断增大,由于人为开垦和管理,稳定性也逐渐上升。

疏林地、高覆盖度草地、水库坑塘的稳定性一直处于上升趋势,而河渠、滩地、城乡工矿用地的稳定性逐年递减,而其它地类的变化不大。

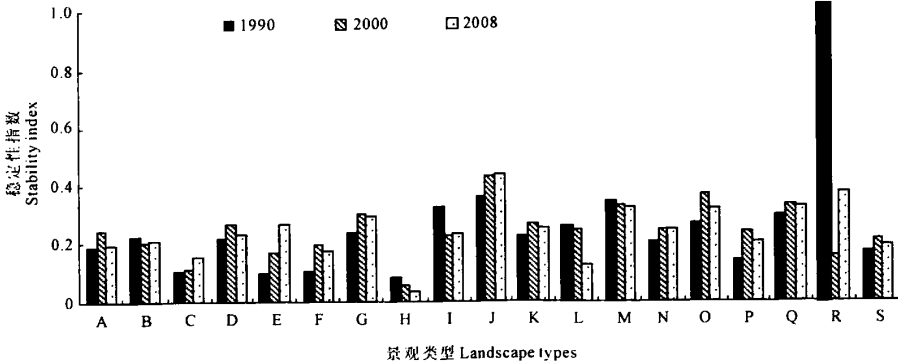


图 4 喀什地区景观类型稳定性的变化

Fig.4 Stability indexes change of landscape types in Kashi

综合来看,在喀什地区各景观类型中,河渠最复杂,同时也是最不稳定的,表明在近 20 a 间对空间

的占据程度增大,该土地利用类型扩张。而水库坑塘结构最简单,但也是最稳定的。二者同是人工建

筑,但复杂程度却有如此大的差异主要是因为二者在形态上有较大的差别。此外,高覆盖度草地、疏林地、中覆盖度草地结构较简单,稳定性也相对较差。因此,在草原畜牧业生产中对于这几类景观应该采取适当的保护措施,严禁过度放牧、乱砍滥伐。

3.1.3 土地利用动态度分析 根据公式(1)可以计算出研究区 19 种土地利用类型,3 个研究时段的土地利用动态度(图 5)。水田、滩地、沼泽地、水库坑塘、湖泊、其它林地、灌木林地 1990 年以来一直都具

有较明显的变化速率,水田在 1990~2000 年间达到 82.8%,2000~2008 年间达到 43%;其他地类的年变化速率相对较小,变动不大。综合来看,1990~2008 年间动态度变化最大的是水田(255.25%),其次是滩地(14.88%)、沼泽(2.97%)、其他林地(2.90%)、水库坑塘(-2.25%)。其中,除有林地、中覆盖度草地、水库坑塘、冰川和永久积雪、沙地、盐碱地、裸地动态变化为负外,其它地类均为正动态变化;前 10 a 的变化速率较显著,后 10 a 的变化相对缓慢。

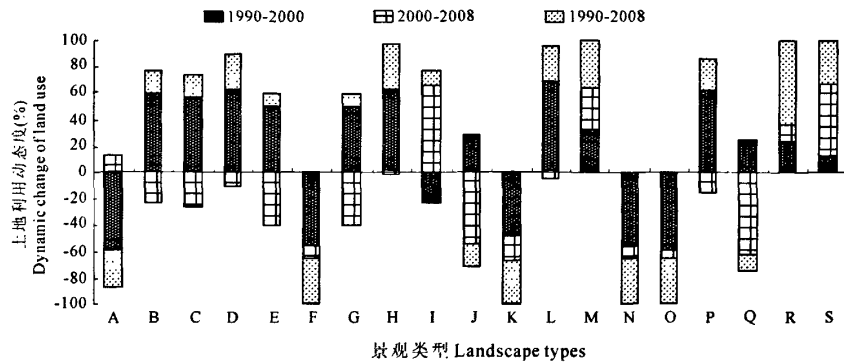


图 5 1990~2008 年间喀什土地利用动态度
Fig.5 Dynamic change of land use from 1990~2008

3.2 景观整体动态分析

3.2.1 景观水平格局分析 从表 3 可以看出,喀什地区最大斑块指数(LPI)持续减小,破碎度增加,而面积加权形状指数持续增大,景观形状趋于复杂和不规则化。多样性指数(SHDI)主要反映的是景观镶嵌体的多度、异质性及景观要素所占比例的变化。优势度反映一种或几种景观嵌块体支配景观格局的程度。其值越大,表明景观主要受一个或者少数的几个景观类型所控制。均匀度指数描述不同的土地利用类型分配的均匀程度。从表 3 可以看出多样性指数与均匀度指数(SHEI)一致,先增大后减小,整体上呈现上升趋势,说明该区景观异质性和均衡度增强。研究区景观优势度指数较大,这与干旱区的地貌类型一致,由荒漠、草地占据支配控制地位,土地开发利用程度不大。

表 3 1990~2008 年喀什地区景观类型水平上的格局指数

Table 3 Landscape indexes at landscape level in Kashi from 1990~2008

年份 Year	LPI(%)	SHDI	SHEI	DI	SHAPE-AM
1990	2.621	1.984	0.674	0.961	9.075
2000	1.285	2.008	0.682	0.937	9.139
2008	0.161	1.999	0.679	0.946	9.239

3.2.2 土地利用程度分析 按公式(2),求得各时期的土地利用程度综合指数(表 4)。

表 4 喀什地区 1990~2008 年土地利用程度综合指数

Table 4 The integrative indexes of land use degree from 1990~2008 in Kashi

项目 Item		1990	2000	2008
土地利用程度指数 Land use degree	包括未利用土地 Include unused land	154.23	155.15	156.80
	未包括未利用土地 Except unused land	218.91	219.70	222.16

从表 4 可以看出,1990 年喀什地区土地利用程度指数为 154.23,2000 年为 155.15,2008 年的 156.80,从趋势上看,土地利用程度有所上升,但总体上来看,土地利用程度很低。喀什地区位于亚欧大陆中部,降水稀少,荒漠化景观占了整个景观的 53.50%,这是其它区域、城市所不具备的。因此,作者认为在进行干旱区研究的过程中,应根据研究区域的具体尺度、具体目标,结合实际情况扣除部分未利用土地或者制定干旱区特有的土地利用程度标准,这样才能正确反映干旱区的土地利用情况。据公式扣除未利用土地后可得喀什地区的土地利用程度 1990 年为 218.91,2000 为 219.70,2008 年为

222.16,但仍低于全国平均水平的 231^[24],说明该区域土地利用具有较大的发展空间,随着区域经济发展,该区景观在近远期内将受到不同程度的人为干扰,在区域经济建设过程中应注意保持景观的完整性和连通性,避免造成景观的破碎化和景观功能的丧失。

3.2.3 土地利用信息熵评价 据公式(3):喀什 1990 年土地利用信息熵为 0.861,2000 年为 0.871,2008 年为 0.867。土地利用信息熵先增后减,总体略有上升,1990 年的土地利用信息熵最低,表明土地利用系统有序度较高,2000 年的土地利用信息熵最高,表明 2000 年的土地利用系统的无序度增加,有序度降低。2008 年又有所降低,信息熵的变化表明喀什土地利用系统经历了“有序—无序—有序”的逐步调整过程。

2000 年后喀什实施打造中亚南亚经济圈重心地位的战略,招商引资,扩大对外贸易,进行农村经济结构调整,土地利用结构信息熵逐步收敛有所回落,表明喀什土地利用系统渐趋稳定,无序度降低,系统向有序方向发展。

4 喀什景观格局变化的驱动力分析

4.1 自然干扰驱动

研究区位于西部特有的山地—绿洲—荒漠(MODS)耦合系统中,热量、降水、温度为特征的气候过程的变化,在一定程度上会改变区域水系统和水环境,最终影响区域景观的空间分布格局。

对于研究区而言,气温和降水是主要的限制因子,已有研究表明,新疆的气候在进一步增暖增湿,就温度而言,在 20 世纪 90 年代,南疆的区域年代际气温为 10.3℃,2001~2007 年间平均年代际气温为 11℃,增温率为 0.3℃/10a,在近 30 年的剧烈增温过程中,冰川消融加剧,冰温升高,冰川流速加快,而造成冰湖增多和库容增大。对降水来说,2001~2007 年实况表明,与 2000 年前的 40 a 相比,南疆平均降水量增加 20.6%^[19,25],水资源是绿洲可持续发展的动力源泉,生态环境的恢复和改善,使得研究区的土地覆被景观格局及绿洲产业结构的布局都发生变化^[19,25]。喀什地区冰川和永久积雪、疏林地等自然景观类型在研究时间段内分离度变大,动态度的变化主要受自然干扰的影响。

4.2 人为干扰驱动

4.2.1 人口增加 人口作为一个独特的因素,对土地利用/覆被变化的影响,是人文社会经济因素中最主要的基础因素,同时也是最具活力的驱动力之

一^[26]。1990~2008 年间人口增长一直处于上升趋势,1990 年为 280.94 万人,2008 年增加为 377.53 万人,人口的增加,一方面促使人们不断地扩大生存空间,一方面对粮食和肉类产品的需求量不断上升,使得研究区牲口数不断增长,耕地面积不断扩大,草地的破碎化程度加剧,分离度增大,稳定性变差。不合理的生产活动使得土壤表层的肥力受到破坏,而干旱区蒸发量较大,大面积的灌溉致使土壤盐碱化加剧,形成垦荒—弃耕—再垦荒—再弃耕的恶性循环。以生态环境为代价的经济增长使得研究区盐碱地面积不断扩大,分离度增加,草地退化为裸地。

4.2.2 经济增长 经济活动是人类最基本的社会活动,区域景观格局及其变化与区域生产力水平和产业结构密切相关,经济发展过程中的产业结构变化会引发土地资源的重新调整和分配,从而导致土地利用方式和格局的转变,而土地利用结构的变化也会作用于区域经济发展的方向和水平,两者相互作用相互影响^[27]。

随着地区生产总值的提高和经济进一步发展,对第二、三产业产品需求的加大,劳动力、资金等生产要素从第一产业转移到第二、三产业。1990~2008 年,第一产业相对份额下降,第二、三产业相对份额上升。但喀什是典型的农业区,农业人口占总人口的 75%,区域对农产品的需求仍然占了主导地位。产业结构的调整,必然促使土地景观格局发生变化,主要表现为:对于第一产业,容易带来较高经济收益的景观类型(如耕地、经济林、高覆盖度草地、滩地、湿地等)格局发生改变,而二三产业的变化主要影响城乡工矿用地和水渠、水库此类人工景观类型的格局的变化。

5 结 论

1) 1990~2008 年间,喀什地区单一景观类型景观格局总体变化趋势是耕地和城乡工矿用地面积的持续增加,伴随着草地和未利用土地面积的骤减,水田和耕地的优势性先增后减,水田和水浇地分离度减小,集聚程度增加;林地、草地离散程度加大,冰川、湖泊的分离度则降低;各类型斑块密度都有所上升,景观破碎化程度加剧;城乡工矿用地随着人口数量的增加,复杂性不断增大,其它景观类型复杂性多呈现先减后增的变化趋势。人工经营景观水田稳定性持续上升,而人工建筑景观河渠、水库却因人类的目的和意向、稳定性和复杂性变化有所差异。对于自然景观高、中覆盖草地和疏林地等结构较简单,稳定性也较差。在 3 个时段中,区域景观类型经历了

“显著变化—缓慢变化”的动态变化过程。

2) 喀什地区整体景观格局表现为最大斑块形状指数持续减小,破碎度增加,面积加权形状指数持续增大,景观形状趋于复杂和不规则化。多样性指数与均匀度指数先增大后减小,整体上呈现上升趋势,研究区景观异质性和均衡度增强。土地利用程度总体上呈现持续上升的趋势,但是仍低于全国平均水平,土地利用具有较大的发展空间,区域景观在近远期内将发生变化。研究区的土地利用信息熵先增后减,表明区域景观经历着“有序—无序—有序”的逐步调整过程。

3) 容易产生较高经济收益的景观类型(如耕地、密林地、高覆盖度草地、水池及建筑用地等),在近20a间景观格局都发生了显著变化,这些景观类型多属于人工经营景观和人工建筑景观,主要受社会经济发展的驱动,局地气候条件的改善加深了这种格局的变化。而对灌木林地、疏林地及中低覆盖度草地等景观类型而言,其格局特征在研究时间段内也发生了显著变化。这些景观类型多属自然景观,宏观自然气候变化是其变化的主要驱动力。

此外,作者今后还将考虑在研究区开展景观格局变化对生态系统服务价值的影响,景观生态功能区划和多功能景观建设等一系列研究。实践证明,以遥感和GIS作为信息获取和处理的技术手段,将景观生态学理论与方法和传统的土地利用变化研究方法相结合,用土地利用指数与景观格局指数来量化表达区域的景观动态变化特征,不仅可以增加区域景观格局特征定量分析和定性分析的完整性和准确性,也能够提高预测区域景观格局变化方向的能力,为今后景观格局研究和土地利用提供借鉴经验和数据积累,研究结果还能能为政府管理部门提供详实、全面的数据支持和决策依据。

参考文献:

- [1] 韩敏,孙燕楠,许士国,等.基于RS、GIS技术的扎龙沼泽湿地景观格局变化分析[J].地理科学进展,2005,24(6):42—49.
- [2] Tischendorf L. Can landscape indices predict ecological processes consistently[J]. Landscape Ecology, 2001, 16: 235—254.
- [3] 陈利顶,刘洋,吕一河,等.景观生态学中的格局分析:现状、困境与未来[J].生态学报,2008,28(11):5521—5531.
- [4] 张宏斌,杨桂霞,黄青,等.呼伦贝尔草原景观格局时空演变分析—以海拉尔及周边地区为例[J].草业学报,2009,29(3):1251—1263.
- [5] 张飞,塔西甫拉提·特依拜,丁建丽.干旱区绿洲土地利用/覆被及景观格局变化特征—以新疆精河县为例[J].生态学报,2006,25(3):397—405.
- [6] 李小明,武开拓,肖笃宁.石羊河流域及其典型绿洲景观动态变化研究[J].冰川冻土,2004,26(6):747—753.
- [7] 李义玲,乔木,杨小林,等.干旱区典型流域近30年土地利用/土地覆被变化的分形特征分析——以玛纳斯河流域为例[J].干旱区地理,2008,31(1):75—81.
- [8] 贾科利,张俊华,常庆瑞.基于信息熵与分形理论的土地利用景观格局变化研究[J].干旱地区农业研究,2009,27(5):235—239.
- [9] 冉圣宏,李秀彬,吕吕河.近20年渔子溪流域土地利用变化的环境影响[J].环境科学学报,2006,26(12):2058—2064.
- [10] 新疆统计局.新疆统计年鉴1990—2008[M].北京:中国统计出版社,1990—2008.
- [11] 喀什地区统计局.喀什地区统计年鉴1990—2008[M].北京:中国统计出版社,1990—2008.
- [12] 张飞,塔西甫拉提·特依拜,丁建丽,等.干旱区绿洲土地利用/覆被及景观格局变化特征—以新疆精河县为例[J].生态学报,2009,29(3):1251—1263.
- [13] 布仁仓,胡远满,常禹,等.景观指数之间的相关分析[J].生态学报,2005,25(10):2764—2775.
- [14] 李秀珍,布仁仓,常禹,等.景观格局指标对不同景观格局的反应[J].生态学报,2004,24(1):123—134.
- [15] 王秀兰,包玉海.土地利用动态变化研究方法探讨[J].地理科学进展,1999,18(1):81—87.
- [16] 李小雁,许何也,马育军,等.青海湖流域土地利用/覆被变化研究[J].自然资源学报,2008,23(2):285—296.
- [17] 谭永忠,吴次芳.区域土地利用结构的信息熵分异规律研究[J].自然资源学报,2003,18(1):112—117.
- [18] 邹建国.景观生态学[M].北京:高等教育出版社,2007:112—115.
- [19] 彭建,王仰麟,张源,等.土地利用分类对景观格局指数的影响[J].地理学报,2006,61(2):157—168.
- [20] 程立峰,崔新华,秦榕.新疆喀什极端温度和风沙日数变化特征分析[J].科技创新导报,2009,(2):244—245.
- [21] 张家宝,陈洪武,毛炜峰,等.新疆气候变化与生态环境的初步评估[J].沙漠与绿洲气象,2008,2(4):1—11.
- [22] 秦耀辰,刘凯.分形理论在地理学中的应用研究进展[J].地理科学进展,2003,22(4):426—433.
- [23] Xiaodan Wang, Mai-He Li, Shuzhen Liu, et al. Fractal characteristics of soils under different land-uses patterns in the arid and semi-arid regions of the Tibetan Plateau in China[J]. Geoderma, 2006, 134:56—61.
- [24] 沈非,查良松,李军利,等.基于分维数和稳定性指数的苏州市土地利用类型变化分析[J].土壤,2007,(6):958—963.
- [25] 刘晓辉,吕宪国,董贵华.分维模型在土地利用研究中的应用[J].地理科学,2008,28(6):765—769.
- [26] 于兴修,高华中.城市及其边缘地带土地利用/覆被变化研究—以临沂市为例[J].地域研究与开发,2003,22(2):47—51.
- [27] 徐冀慧,陆幅英.新疆气候变化与生态环境关系的近期研究[J].新疆气象,2004,27(2):1—4.
- [28] 王秀兰.土地利用/土地覆盖变化中的人口因素分析[J].资源科学,2000,22(3):39—42.
- [29] 李景宜.渭河下游洪泛区土地景观格局变化及驱动力研究[J].干旱区研究,2007,24(5):618—623.

Landscape changes and its driving force in Kashi

LIU Shi-wei^{1,2}, ZHOU Hua-rong^{1,2}, HUANG Shi-guang^{1,2}, LIANG Xue-qiong^{1,2}

(1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 83001, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Based on the statistical data and three TM images in 1990, 2000 and 2008, and using the technology of GIS and RS, the land use change and its driving forces in Kashi in the past 20 years were analyzed. The results showed that: in the past 20 years, the single landscape types changed obviously. Along with the farmland and residential land increasing, the grassland and unused land decreased. The fragmentation and separation varied, owing to the natural and human disturbing. The artificial landscape tended to be stable and complicated, however the structure of natural landscape was simple and fragile. The dynamic degree of land use underwent an "obvious change-slow change" trend. The whole landscape fragmentation increased, and the shape became more complicated and irregular, and heterogeneity and relevancy are enhanced. During the study period, the land use degree was still very low, but increased sustainably. The informing entropy underwent a process of "order-disorder-order" change. The driving forces denote: the landscape types that can bring high revenue are disturbed more easily by human beings, while the natural landscapes are disturbed more by natural condition.

Keywords: landscape pattern; temporal change; driving force; Kashi

(上接第 209 页)

Effects of chitosan on wheat germination and activities of protective enzyme in seedlings under drought stress

JIANG Shan, ZHU Qi-zhong, ZHANG Zhen-hao

(Marine College, Shandong University at Weihai, Weihai, Shandong 264209, China)

Abstract: To study the effects of chitosan on wheat germination power, germination rate, wet weight, dry weight, radicle length, embryonic length and activities of protective enzyme in seedlings under drought stress by measuring activities of superoxide dismutase (SOD), peroxidase (POD) and catalase (CAT). The results showed that all groups significantly improved the biophysical index, the activities of protective enzyme compared with CK. Activity of POD increased and then decreased, the activities of CAT and SOD decreased during the process of drought continuing. Physiological characteristics of seedlings of wheat in different groups are similar during the process of drought, but testing groups recovered faster than CK after drought. Spraying chitosan liquid can enhance wheat germination and growing, improve activities of protective enzyme in seedlings under drought stress significantly.

Keywords: chitosan; wheat; drought stress; protective enzyme