

祁连山东段景观格局变化及其驱动因子研究

刘晶¹, 刘学录¹, 王哲锋²

(1. 甘肃农业大学资源与环境学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 河南科技大学电子信息工程学院, 河南 洛阳 471003)

摘要:综合利用 RS、GIS 技术和景观生态学方法, 分析了祁连山东段地区 1994—2008 年的景观格局变化及其驱动因素。结果表明, 1) 在斑块类型水平上, 与 1994 年相同, 2008 年研究区整体景观仍属于粒级结构。微小型斑块数量多, 面积占比小; 中斑块、大斑块和巨斑块面积占比大, 斑块数量少。1994—2008 年, 研究区景观发生了较大变化。森林保存了原有面积的 78.2%, 灌木保存了原有面积的 66.7%, 28.1% 的灌木面积由森林景观演化而来; 草地保存了原有面积的 86.3%, 4.8% 的草地面积退化为裸地; 12.7% 的冰雪面积转化为裸地, 森林与灌木、冰雪与裸地之间转化演变剧烈。森林、冰雪和水域景观斑块形状朝简单、规则方向变化。2) 与 1994 年相比, 2008 年祁连山东段地区景观多样性、均匀度、破碎度指数增大, 景观优势度、分离度减小。研究区景观整体多样性水平升高, 异质性增大, 优势斑块在景观中控制作用减弱, 景观向着多元化、均匀化方向发展。3) 自然因素中气温升高是导致冰雪景观面积减少的主要原因, 降水量增加则遏制了水域面积减少的趋势。人为因素特别是过度砍伐是导致研究区森林面积减少, 森林退化为灌丛的根本因子。

关键词:景观格局; 变化; 驱动因子

中图分类号: P901; Q149 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-5759(2011)06-0026-08

* 景观格局是大小和形状不一的景观嵌体在景观空间上的排列, 它既是景观异质性的具体体现者, 同时又是各种自然与人为因素在不同时空尺度上作用的最终结果^[1]。近年来, 景观格局及其动态变化研究已经成为景观生态学的研究热点和重要研究领域^[2]。景观空间格局指数是高度浓缩的景观格局信息, 是反映景观结构组成、空间配置特征的简单量化指标, 并且是研究景观格局构成、特征的最常用的静态定量分析方法^[3]。进行区域景观格局及其变化的研究可以直接揭示其演变是有助于提高区域生态系统功效的良性发展或是促使区域生态系统低能化而导致环境恶化, 有助于充分识别区域生态环境的变化趋势及其内在因素, 对认识区域景观行为, 制定合理的景观生态管理与保育对策具有十分重要的意义^[4]。现有研究多涉及湿地, 绿洲或农业生态系统。Abdullah 和 Nakagoshi^[5]通过量化分析马来西亚农业景观时空格局的变化, 认为重要的是要理解各景观指数之间的关系及其定量描述农作物对土地发展的影响。李明阳^[6]运用平均斑块面积等评价指标分析了 1983—1994 年浙江临安森林景观格局的变化。李忠锋等^[7]选用适当的景观指数研究了榆林市农业景观格局变化以及各景观类型之间的转化情况。孙尚华等^[8]以千阳县冉家沟流域为例, 选取斑块分维数、景观多样性指数等 10 个指标对该流域近 10 年的景观变化进行综合分析, 识别出该区域的主要景观生态系统及干扰该区景观格局变化的主要因素。张明亮和王海霞^[9]研究发现, 当斑块数量明显减少, 破碎度指数降低, 小流域多样性指数有所增加时, 表明景观的异质性程度提高, 土地利用向着多元化和均匀化方向发展, 水土流失得到有效控制, 生态环境有所改善。

祁连山位于甘肃省河西走廊西南, 青海高原东北部, 是河西走廊乃至内蒙古西部、青海省东部地区经济社会发展的重要生态屏障, 在生物多样性维持、气候调节等方面发挥着巨大作用; 也是我国重要的水源涵养林区和生物多样性保护热点区域^[10-12]。目前, 国内对该地区景观格局变化及其驱动力分析的案例还比较少, 对景观格局变化的方向和速率, 未来景观变化的趋势, 以及到目前为止已采取的各项政策、措施在该区域景观变化中的成效如何, 都还没有一个系统的研究。本研究通过 1994—2008 年期间, 祁连山东段各景观类型之间的面积转化情况和景观格局指数的变化特征, 旨在揭示外界干扰与该地区景观格局变化之间的关系, 为该地区资源的合理利用、区

* 收稿日期: 2010-06-07; 改回日期: 2010-07-30

基金项目: 甘肃省教育厅(0902-09)项目资助。

作者简介: 刘晶(1977-), 女, 吉林松原人, 在读博士。E-mail: ccliujing@163.com

* 通讯作者。E-mail: liuxl@gsau.edu.cn

域经济的可持续发展及今后制定各种相关政策提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于甘肃省西部边境与青海省东北部,面积 127 102 hm²,地理位置为 93°30′~103°00′ E,36°45′~37°40′ N。包括走廊南山—冷龙岭—乌鞘岭,大通山—达坡山,青海南山—拉背山 3 列平行山系,其间夹有大通河谷地、湟水谷地和青海湖盆地。由于受新构造运动的强烈抬升而剧烈褶皱。同时流水地质作用的强烈侵蚀下,大幅度下切,形成陡峻的“V”型河谷。山峰海拔为 3 000~5 500 m,平均海拔 4 000 m 左右,海拔 4 700 m 以上的山地终年积雪,广泛发育为现代冰川。区内自然气候条件复杂、水热条件差异大,一般山前低山属荒漠气候,年均温 6℃左右,年降水量约 150 mm。中山下部属半干旱草原气候,年均温 2~5℃,年降水量 250~300 mm。中山上部为半湿润森林草原气候,年均温 0~1℃,年降水量 400~500 mm,植被的分布具有明显的水平差异和垂直梯度变化。河流水系发育良好,分属于河西内陆河流域和黄河流域两大流域^[13]。

1.2 研究方法

1.2.1 数据源及景观类型的确定 采用祁连山东段地区 1994 年 6 月 8 日和 2008 年 7 月 8 日 2 个时相的 TM 影像数据。首先用 FRDAS9.1 将 TTF 格式遥感图像转换为栅格格式,融合 7,4,2 三个波段以获得具有最大光谱多样性的多波组合图像,对这 2 个时相的融合图像进行非监督分类得到研究区域的分类栅格图像。利用 ArcVIEW GIS 中的 Spatial Analyst 扩展模块将 FRDAS 分类栅格图像转换为网格图(Grid)格式,用 FRAGSTATS 计算景观指数。为了便于景观生态效应分析,景观要素划分以生态要素为基础,结合全国土地利用/覆盖分类系统,本研究共确定区分了森林、灌木、草地、冰雪、水域、裸地 6 种景观类型,这 6 种生态景观类型代表了祁连山东段地区主要生态环境的表现体系,其空间格局变化集中反映了区域生态环境质量演变。

1.2.2 斑块粒级的划分 为了更好地认识研究区景观的斑块组成特征,结合研究区域特点,根据斑块面积(S)将斑块划分为:微斑块(mini-patch), $S \leq 1 \text{ hm}^2$;小斑块(small-patch), $1 \text{ hm}^2 < S \leq 10 \text{ hm}^2$;中斑块(middle-patch), $10 \text{ hm}^2 < S \leq 100 \text{ hm}^2$;大斑块(large-patch), $100 \text{ hm}^2 < S \leq 1\,000 \text{ hm}^2$;巨斑块(huge-patch), $S > 1\,000 \text{ hm}^2$ 5 种类型^[14]。

1.2.3 景观空间格局指数的选取与计算 景观指数是指能够高度浓缩景观格局信息,反映其结构组成和空间配置等特征的简单定量指标。但在实际的运用中,有些指数具有相同的生态学意义,有些不具有明确的生态学意义,甚至有些指数之间相互矛盾,因此本研究排除了一些易产生冗余的景观指数,在斑块水平(patch-level)上选取了 1) 斑块数(patch number),计算公式为 $N_p = N$,表示整个景观或单一景观类型的斑块数量,取值 $N \geq 1$,当 N

$= 1$,整个景观只有 1 个斑块组成;2) 平均斑块面积(average patch area),计算公式为 $M_{pA} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_{ij}}{N} \times 10^{-4}$,式中, α_{ij}

表示某一单一景观类型的斑块面积, N 表示斑块数量,用于描述景观粒度,在一定意义上揭示景观破碎化;3) 平均斑块周长(average patch perimeter),计算公式为 $E = E_i / N_i$,式中, E_i 为第 i 类斑块的总周长, N_i 为第 i 类斑块

个数,是景观格局最基本的特征之一;4) 斑块形状指数(patch shape index),计算公式为 $I_{ks} = 0.25 E_i / \sqrt{A_i}$,式中,

E_i 为第 i 类斑块的总周长, A_i 为第 i 类斑块个数,它反映了各种扩散过程的可能性;5) 分维数(fractal),计算公式为 $F_d = 2 \log(P/4) / \log_2 A$,式中, A 为斑块的总面积, P 为斑块的周长,它是对不规则图形进行定量描述,反映了

景观形状在空间尺度上的复杂程度。在景观水平(landscape-level)上选取了 6) 多样性指数(diversity index),计算公式为 $H = - \sum_{k=1}^m (P_k) \ln(P_k)$,式中, P_k 是 k 种景观占总面积的比, m 是研究区中景观类型的总数,景观是由单一

要素构成时,景观是均值的,其多样性指数为 0,由 2 个以上的要素构成的景观,当各景观类型所占比例相等时,其景观多样性为最高,各景观类型所占比例差异增大,则景观的多样性下降;7) 优势度指数(dominance in-

dex),计算公式为 $D = H_{\max} + \sum_{k=1}^m (P_k) \ln(P_k)$,式中, P_k 是 k 种景观占总面积的比, m 是研究区中景观类型的总数,

H_{\max} 为研究区各类型景观所占比例相等时,景观拥有的最大的多样性指数,用来表示景观受一种或少数几种景观类型控制的程度;8)均匀度指数(evenness index),计算公式为 $E = -\sum_{i=1}^m (p_i) \ln(p_i) / \ln m$,式中, p_i 是景观类型*i*所占面积的比例, m 是景观要素类型个数,描述景观中不同景观类型的分配均匀程度;9)破碎度指数(fragmentation index),计算公式为 $F = [(N-1)/C] \times 100\%$,式中, N 为景观中各类斑块体总数, C 为研究区内景观的总面积与最小的斑块体面积的比值,用来描述景观的破碎化程度;10)分离度指数(isolation index),计算公式为 $F_k = D_k/S_k$,式中, D_k 为景观类型*k*的距离指数, S_k 为景观类型*k*的面积指数,表示某一景观中不同斑块的分离程度,其值越大,表明景观在地域分布上越分散,景观越复杂^[15-19]。

2 结果与分析

2.1 斑块类型水平上景观变化分析

2.1.1 斑块的粒级结构 祁连山东段地区斑块粒级分布以小斑块和微斑块为主(表1)。10 hm²以下微小斑块的数量,在1994年占总斑块数的98.18%,到2008年则占总斑块数的96.57%,整体景观属于粒级结构。微小型斑块数量多,面积占比小,是造成景观破碎的重要原因。中斑块、大斑块和巨斑块面积占比在1994年为78.43%,2008年为77.52%,但斑块的数量少,所占比例甚微,对景观粒级结构影响小。与1994年相比,2008年微斑块数量明显减少,表明微斑块抵抗外界干扰的能力差,受外界干扰后易发生转化。

表1 祁连山东段景观斑块粒级结构

Table 1 Area and patch of landscape type in Eastern Qilian Mountains

斑块粒级 Patch grade	斑块数目		数目比例		斑块面积		面积比例	
	Patch number		Percentage of number (%)		Area (hm ²)		Percentage of area (%)	
	1994	2008	1994	2008	1994	2008	1994	2008
微斑块 Mini-patch	48 078	34 654	86.97	80.66	10 229	8 702	7.86	6.68
小斑块 Small-patch	6 200	6 835	11.21	15.91	17 850	20 565	13.71	15.79
中斑块 Middle-patch	927	1 286	1.68	2.99	23 715	43 524	18.21	30.35
大斑块 Large-patch	63	185	0.11	0.43	13 323	43 578	12.61	18.96
巨斑块 Huge-patch	10	2	0.02	0.00	61 985	10 733	47.61	28.21

2.1.2 斑块类型结构特征变化 1994—2008年,斑块结构总体变化较大,平均面积和平均周长变化相似,平均形状指数和分维数则基本一致(图1)。灌木、草地、冰雪和裸地的斑块平均面积和平均周长均增大,而森林和水域的则减小;森林、冰雪、水域的分维数降低,灌木和裸地的分维数增大,草地的分维数变化不大。反映了森林、冰雪和水域景观小斑块消失或融合,景观斑块形状朝简单、规则方向变化,受人为干扰强烈。对于具有分维结构的景观,其斑块性在不同尺度上应表现出很大的相似性,其大小反映了人类活动对景观的影响,其值介于1~2。分维数越接近1,斑块的自相似性越强,斑块形状越有规律,几何形状越简单,说明斑块受人为干扰的程度越大,因为人为干扰形成的斑块一般几何形状较规则,易出现相似的斑块形状^[20]。

2.1.3 斑块动态演变分析 在祁连山东段地区,占主要优势的景观类型一直为草地,其面积占总面积的45%左右。14年间,研究区内森林、冰雪和水域面积分别减少4.97%,2.78%,2.01%,灌木和裸地面积分别增加6.82%和4.97%(表2)。1994—2008年,森林保存了原有面积的78.2%,灌木保存了原有面积的66.7%,有将近30%的灌木面积由森林景观演化而来;草地保存了原有面积的86.3%,变化幅度相对较小,4.8%的草地面积退化为裸地;12.7%的冰雪面积转化为裸地,森林与灌木、冰雪与裸地之间转化演变剧烈(表3)。木材买卖、矿产开发、生活用材造成祁连山森林植被的大幅度减少,并且呈分层递阶逆向演替,乔木林演变成灌木林或疏林地,灌木林和疏林地演变为草地,草地被开垦为耕地或直接退化成裸地,过度砍伐和放牧是导致森林和草地转化的主要原因。由于温室效应的影响导致冰雪线上升,加速了冰雪融化从而退化成荒漠或裸岩。

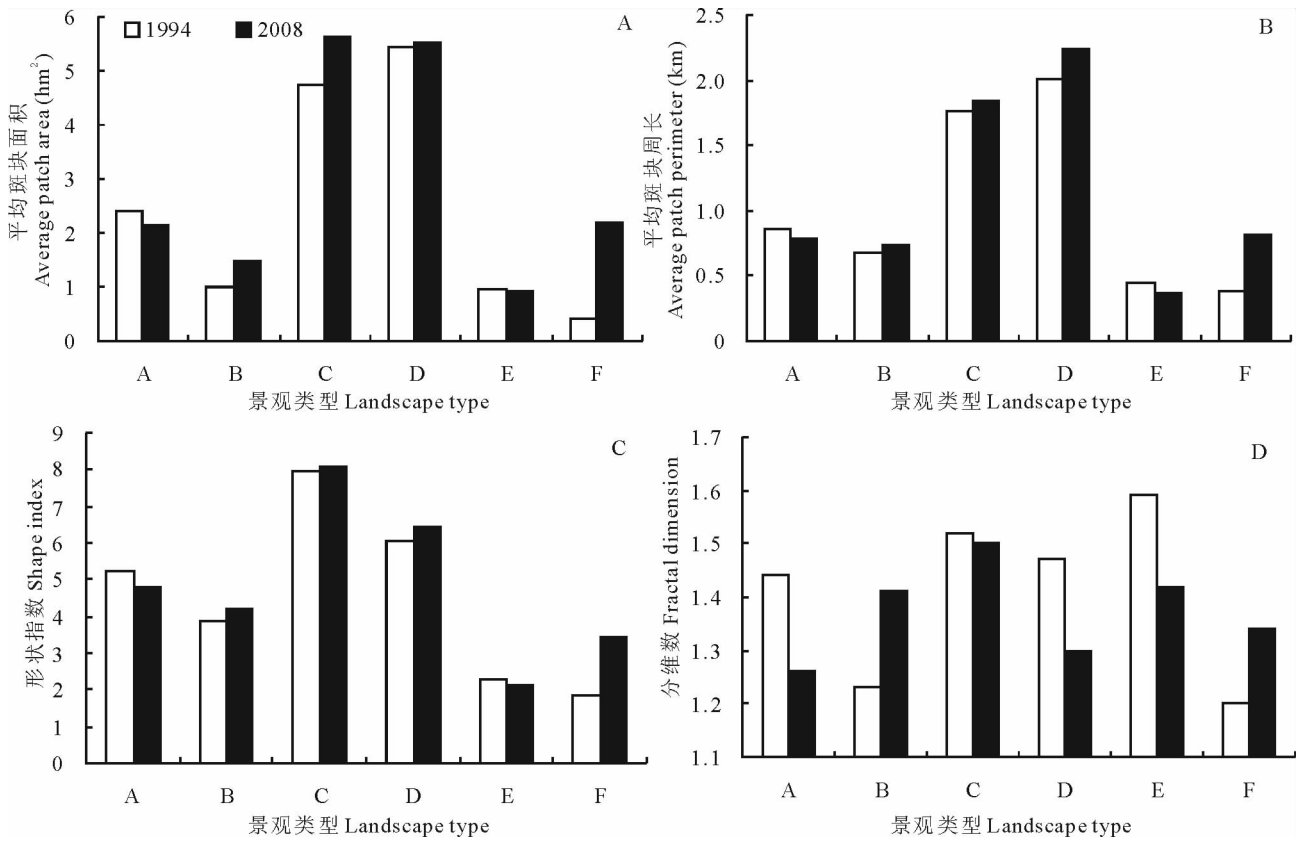


图 1 祁连山东段景观类型斑块特征变化

Fig. 1 The patch change of landscape type in Eastern Qilian Mountains

A: 森林 Forest; B: 灌木 Shrub; C: 草地 Grassland; D: 冰雪 Glacier; E: 水域 River; F: 裸地 Bare land.

表 2 祁连山东段景观面积动态变化

Table 2 Variations of landscape in Eastern Qilian Mountains from 1994 to 2008

年份 Year	景观类型 Landscape type	斑块数量 Patch number	斑块数量百分比 Ration of patch number (%)	景观面积 Landscape area (hm ²)	景观面积百分比 Ration of landscape area (%)	斑块最大面积 Largest patch area (hm ²)
1994	森林 Forest	11 487	19.09	27 444.81	21.08	1 540.15
	灌木 Shrub	11 787	19.58	11 798.77	9.06	847.98
	草地 Grassland	12 510	20.79	59 150.68	45.43	1 952.45
	冰雪 Glacier	2 432	4.04	13 247.82	10.17	2 003.21
	水域 River	17 058	28.34	16 566.96	12.72	12.69
	裸地 Bare land	4 910	8.16	1 998.88	1.54	414.35
2008	森林 Forest	9 728	17.95	20 973.60	16.11	942.86
	灌木 Shrub	13 880	25.61	20 681.82	15.88	889.92
	草地 Grassland	10 039	18.52	56 511.63	43.40	1 895.52
	冰雪 Glacier	1 745	3.22	9 617.97	7.39	1 745.23
	水域 River	14 947	27.58	13 943.88	10.71	8.14
	裸地 Bare land	3 855	7.11	8 479.02	6.51	782.51

2.2 景观水平上景观变化分析

2.2.1 景观优势度、多样性与均匀度 多样性指数反映景观类型的多少和景观中斑块的多度和异质性;优势度

反映景观受一种或少数几种景观类型控制的程度,二者从不同侧面反映区域空间的丰富度和受一种或几种景观要素支配程度,或反映不同景观要素的均匀性和复杂程度。均匀度指数描述景观中各组分分配均匀程度,其值越大,表明景观各组成成分分配越均匀^[21]。1994—2008年,祁连山东段地区景观多样性指数、均匀度指数有所增大(表4)。多样性指数和均匀度指数增大说明景观整体多样性水平升高,异质性增大。景观优势度减小,反映了优势斑块在景观中控制作用减弱,景观向着多元化、均匀化方向发展。这与研究区草地景观面积大,其他景观面积相对较小,由于草地、森林面积减少,冰雪消融,灌木、裸地面积增加进而导致各景观类型所占比例差异减小有关。优势度高而多样性低也正反映了研究区草地资源丰富、面积占绝对优势的特点。

2.2.2 景观破碎度与分离度 研究区的破碎指数由1994年的0.705增加到2008年的0.748,分离度指数由2.43降低到2.25(表4)。景观的破碎度和分离度与人类活动和社会发展有密切关系。分离度指数与人类活动强度呈负相关关系,开发利用程度越高,分离度越小。破碎度增大和分离度减小则反映了景观受人类活动影响较大,这主要是由于人类活动引起草地退化,气温升高导致冰川消融,部分景观斑块被其他一种或几种景观类型所代替,致使巨型和大型斑块破碎成中小斑块造成的。

表3 祁连山东段地区景观元素转移概率矩阵

Table 3 Transfer matrix of landscape elements in Eastern Qilian Mountains between 1994 and 2008

1994年 Year	2008年 Year					
	森林 Forest	灌木 Shrub	草地 Grassland	冰雪 Glacier	水域 River	裸地 Bare land
森林 Forest	78.2	15.3	0.5	0.0	2.4	3.6
灌木 Shrub	28.1	66.7	0.4	1.4	2.8	0.6
草地 Grassland	4.6	4.6	86.3	0.1	3.7	0.7
冰雪 Glacier	0.0	0.0	0.0	85.4	1.9	12.7
水域 River	0.8	0.5	0.7	3.4	86.3	7.3
裸地 Bare land	5.0	0.1	4.8	0.4	0.0	89.7

表4 祁连山东段地区景观特征值

Table 4 The characteristic values of landscape between 1994 and 2008 in Eastern Qilian Mountains

年份 Year	多样性指数 Diversity index	优势度指数 Dominance index	均匀度指数 Evenness index	破碎度指数 Fragmentation index	分离度指数 Isolation index
1994	2.126	3.134	0.463	0.705	2.43
2008	2.837	3.022	0.485	0.748	2.25
变化 Change	0.711	-0.112	0.022	0.043	-0.18

2.3 景观格局变化的驱动力分析

景观格局、功能和变化是自然因素和人为因素共同作用的结果。自然因素包括气温、降水、地质地貌、土壤等,人为因素包括人口、技术水平、政策导向等。在几十年甚至百年尺度上,自然因素引起的环境变化幅度相对较小,人类活动产生的环境变化在强度上超过了自然因素引起的环境变化,是引起景观结构、功能变化的主要因子。

2.3.1 自然因素 由于本研究的时间尺度为14年,相对较短,研究区的地质、地貌以及土壤等自然因素发生变化不大,气温和降水相对表现活跃,对景观变化亦影响相对较大。近年来该地区年平均最高气温和年平均最低气温均呈上升趋势,年平均气温变化的总趋势表现为缓慢上升。1990年后,祁连山区异常偏暖、显著偏暖和偏暖年发生频率显著增加^[22]。由于气候变暖的影响,祁连山区的冰川后退,雪线上升,致使该地区冰雪景观面积减少,部分转化为裸地。祁连山区的地表径流、河川径流量逐年减少。但近50年来,祁连山区降水量呈上升趋势,20世纪90年代末至今增幅最大^[23]。这在一定程度上补偿了祁连山区地表径流,减弱了该地区水域面积减少的趋

势。

2.3.2 人为因素 研究区处于林牧交错地带,生态系统十分脆弱。该区森林植被多分布于阴坡、半阴坡,且呈斑块状,树种多为青海云杉(*Picea crassifolia*)纯林,结构简单,生长缓慢^[10]。加之独特的地貌特征,限制了区域经济的发展。当地居民为了生存,开荒、放牧、砍伐木材等活动从来就没有终止过,有些地区甚至有日渐严重的趋势。这是导致该地区森林面积萎缩,森林退化为灌丛的主要原因。

1998年,祁连国家级自然保护区成立。紧接着,国家开始实施西部大开发战略。在此背景下,近年来该地区重点实行封山育林政策。但由于该地区生态环境,尤其是森林生态环境十分脆弱,一旦破坏,恢复起来难度相当大。加之政策实施与见效之间存在一定的时间差。在本研究的时间尺度内,该地区的森林退化、面积减少,冰川、水域面积萎缩的趋势还未从根本上得到扭转。因此,必须制定长期政策,通过科学有效的保护、管理和重建,遏制森林覆盖率下降和冰川、水域萎缩的态势。

3 讨论与结论

本研究从斑块和景观2个水平研究了祁连山东段地区1994—2008年的景观格局变化,并从自然因素和人为因素2个方面探讨了研究区景观格局演化的驱动机制。

在斑块类型水平上,1994—2008年,研究区整体景观属于粒级结构,微小型斑块数量多,面积占比小,是造成景观破碎的重要原因。中斑块、大斑块和巨斑块面积占比大,但斑块的数量少,所占比例甚微,对景观粒级结构影响小。与1994年相比,2008年微斑块数量明显减少,表明微斑块抵抗外界干扰的能力差,受外界干扰后易发生转化。与1994年相比,2008年研究区景观发生了较大变化。森林保存了原有面积的78.2%,灌木保存了原有面积的66.7%,28.1%的灌木面积由森林景观演化而来;草地保存了原有面积的86.3%,变化幅度相对较小,4.8%的草地面积退化为裸地,12.7%的冰雪面积转化为裸地,森林与灌木、冰雪与裸地之间转化演变剧烈。森林、冰雪和水域景观斑块形状朝简单、规则方向变化。木材买卖、矿产开发、生活用材造成祁连山森林植被的大幅度减少,并且呈现分层递阶逆向演替,乔木林演变成灌木林或疏林地,灌木林和疏林地演变为草地,草地被开垦为耕地或直接退化成裸地,过度砍伐和放牧是导致森林和草地转化的主要原因。由于温室效应的影响导致冰雪线上升,加速了冰雪融化从而退化成荒漠或裸岩。马瑞等^[24]对生态过渡带的研究表明,景观变化不是单纯地由一种景观类型向另一种景观类型的转换,而与人类干扰方式和强度息息相关。本研究也得出相同结论。

在景观水平上,与1994年相比,2008年祁连山东段地区景观多样性、均匀度、破碎度指数增大,景观优势度、分离度减小。反映研究区景观整体多样性水平升高,异质性增大,优势斑块在景观中控制作用减弱,景观向着多元化、均匀化方向发展,这主要是由于研究区草地景观面积大,其他景观面积相对较小,草地、森林面积减少,冰雪消融,灌木、裸地面积增加进而导致各景观类型所占比例差异减小;人类活动引起草地退化,气温升高导致冰川消融,部分景观斑块被其他一种或几种景观类型所代替,致使巨型和大型斑块破碎成中小斑块等因素造成的。张明亮和王海霞^[9]研究发现,当斑块数量明显减少,破碎度指数降低,小流域多样性指数有所增加时,表明景观的异质性程度提高,土地利用向着多元化和均匀化方向发展,水土流失得到有效控制,生态环境有所改善。而本研究中则出现多样性与破碎度同时增大。

对研究区景观变化的驱动因子分析表明,自然因素中气温升高是导致冰雪景观面积减少的主要原因,降水量增加则遏制水域面积减少的趋势。人为因素特别是过度砍伐是导致研究区森林面积减少,森林退化为灌丛的根本因子。近年来,该地区重点实行了“退耕还林还草”、“封山育林”政策,但由于该地区生态环境,尤其是森林生态环境十分脆弱,一旦破坏,恢复起来难度相当大。在本研究的时间尺度内,该地区的森林退化、面积减少,冰川、水域面积萎缩的趋势还未从根本上得到扭转。因此,必须制定长期政策,通过科学有效的保护、管理和重建,遏制森林覆盖率下降和冰川、水域萎缩的态势。

参考文献:

- [1] 李传哲, 于福亮, 刘佳. 分水后黑河干流中游地区景观动态变化及驱动力[J]. 生态学报, 2009, 29(11): 5832-5842.
- [2] 高小红, 王一谋, 杨国靖. 基于 RS 和 GIS 的榆林地区景观格局动态变化研究[J]. 水土保持学报, 2004, 18(1): 168-171.
- [3] 张宏斌, 杨桂霞, 黄青, 等. 呼伦贝尔草甸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, 18(1): 25-29.
- [4] 王根绪, 郭晓寅, 程国栋. 黄河源区景观格局与生态功能的动态变化[J]. 生态学报, 2002, 22(10): 1587-1598.
- [5] Abdullah S A, Nakagoshi N. Changes in agricultural landscape pattern and its spatial relationship with forestland in the state of Selangor, Peninsular Malaysia[J]. Landscape and Urban Planning, 2008, 87(2): 145-147.
- [6] 李明阳. 浙江临安森林景观格局变化的研究[J]. 南京林业大学学报, 1999, 23(2): 71-74.
- [7] 李忠锋, 王一谋, 冯毓荪. 榆林市农业景观格局变化研究[J]. 中国沙漠, 2004, 24(5): 553-557.
- [8] 孙尚华, 刘建军, 康博文. 综合治理下小流域景观格局变化的研究[J]. 西北林学院学报, 2008, 23(3): 62-65.
- [9] 张明亮, 王海霞. 山区小流域景观格局变化及其水土流失效应[J]. 水土保持研究, 2007, 14(3): 251-253.
- [10] 杨国靖, 肖笃宁. 中祁连山浅山区山地森林景观空间格局分析[J]. 应用生态学报, 2004, 15(2): 269-272.
- [11] 王启基, 王发刚, 周华坤, 等. 三江源区东北部生态环境现状及防治策略[J]. 草业科学, 2010, 27(2): 59-65.
- [12] 任继周, 侯扶江. 山地—绿洲—荒漠的系统耦合是祁连山水资源保护的关键措施[J]. 草业科学, 2010, 27(2): 4-7.
- [13] 王旭丽, 刘学录. 基于 RS 的祁连山东段山地景观稳定性分析[J]. 遥感技术与应用, 2009, 24(5): 665-669.
- [14] 林洋, 张文辉. 黄土丘陵沟壑区燕沟流域的景观构成及功能类型[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2010, 38(1): 145-153.
- [15] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明. 景观生态学原理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [16] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [17] 王雪军, 程春满, 杨建新, 等. 生态环境脆弱区景观动态监测与预报研究[J]. 北京林业大学学报, 2003, 25(4): 39-43.
- [18] 梁天刚, 崔霞, 冯琦胜, 等. 2001—2008 年甘南牧区草地地上生物量与载畜量遥感动态监测[J]. 草业学报, 2009, 18(6): 12-22.
- [19] 李建林, 王燕, 郭巧玲, 等. 绿洲分布比例的分形研究[J]. 草业学报, 2010, 19(3): 63-69.
- [20] 白军红, 欧阳华, 崔保山, 等. 近 40 年来若尔盖高原高寒湿地景观格局变化[J]. 生态学报, 2008, 28(5): 2245-2252.
- [21] 李建平, 赵江洪, 张柏, 等. 吉林省西部草地动态变化研究[J]. 水土保持学报, 2006, 20(1): 126-130.
- [22] 贾文雄, 何元庆, 李宗省, 等. 祁连山气候变化的区域差异特征及突变分析[J]. 地理学报, 2008, 63(3): 257-269.
- [23] 尹宪志, 张强, 徐启运, 等. 近 50 年来祁连山区气候变化特征研究[J]. 高原气象, 2009, 28(1): 85-90.
- [24] 马瑞, 王继和, 屈建军, 等. 1960—2005 年民勤典型绿洲—荒漠过渡带景观格局与动态[J]. 应用生态学报, 2010, 21(3): 714-722.

Changes in landscape patterns and the driving force in the Eastern Qilian Mountains

LIU Jing¹, LIU Xue-lu¹, WANG Zhe-feng²

(1. The College of Resources and Environmental, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;

2. The College of Electronic & Information Engineering, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, China)

Abstract: Based on the techniques of RS & GIS and methods of landscape ecology, changes in landscape patterns and the driving force in the Eastern Qilian Mountains were analyzed. 1) At the patch level, the research area landscape was a grain grade structure in 1994 and 2008. There were large numbers, but a small area of mini- and small-patches while in contrast, there were few middle-, large- and huge-patches but they occupied a large area. There were great changes in the Eastern Qilian Mountains landscape from 1994 to 2008. The areas of forest, shrub and grassland remained at 78.2%, 66.7% and 86.3% of the original area respectively, and 28.1% of the shrub area came from the forest landscape. Additionally, 4.8% of the original grassland area and 12.7% of the original snow area had degenerated into bare land, and there was a dramatic transformation between forests and shrubs, snow and bare areas. The shape of patches of forest, snow and water became more simple and regularized. 2) The analysis of landscape diversity showed that evenness and fragmentation indexes of the Eastern Qilian Mountains in 2008 increased compared with those in 1994, while landscape dominance and isolation indexes decreased. The overall level of landscape diversity and heterogeneity increased, the dominant role of main plaque control decreased in the landscape which developed towards diversification and homogenization. 3) Natural factors were the main reason for temperature rise and the reduction of snow area, while precipitation increasingly influenced the decline in water area. Human factors, especially excessive logging, was fundamental for the reduction of forest area and for the degradation to shrubland.

Key words: landscape pattern; change; driving force