

人类活动对黄土高原子午岭森林景观格局的影响

张希彪^{1,2}, 周天林¹

(1 陇东学院 生命科学系, 甘肃 庆阳 745000; 2 西北农林科技大学 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] 以黄土高原子午岭 1:25000 植被图为基础,利用 GIS 手段和缓冲区分析技术,研究了人类活动对子午岭森林景观格局的影响。结果表明,黄土高原子午岭森林景观以辽东栎(*Quercus liaotungensis*)林、山杨(*Populus davidiana*)林为主体,但因人为破坏等原因,灌木林和非林地景观类型亦占较重要地位。人类活动的强弱与景观破碎化有一定的相关性,人类作用强的地区平均斑块面积较小,景观破碎化程度较高;人类作用弱的地区斑块面积较大,破碎化程度较低。人为干扰增加了景观的异质性,从而使森林景观多样性增加,优势度指数下降,均匀度指数增加,破碎度指数增加。表明人类活动是导致子午岭森林景观破碎化的重要原因。

[关键词] 景观多样性;景观破碎化;人为干扰;子午岭;黄土高原

[中图分类号] S718

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)10-0115-07

Impacts of human activities on landscape patterns in the Ziwuling Mountains of the Loess Plateau

ZHANG Xi-biao^{1,2}, ZHOU Tian-lin¹

(1 College of Life Sciences, Longdong University, Qingyang, Gansu 745000, China; 2 State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The forest landscape characteristics and landscape diversity of three functional regions in the Ziwuling Nature Reserve in Gansu Province were investigated. The results showed that the forest landscape of Labagoumen Nature Reserve was primarily covered by *Quercus Liaotungensis* forest and *Populus davidiana* forest. However, shrubland and non-woodland gradually became dominant landscape types in the nature reserve due to human disturbance. Among the three functional regions, the fragmentation degree of landscape in the core area was relatively lower, however, that in the buffer area was higher, and that in the transition area was the highest. The human disturbance was the main force to cause landscape heterogeneity and landscape pattern change. In this paper, the changes in forest landscape patterns in Ziwuling Mountain were analyzed by means of ILWIS GIS technique based on the 1:25 000 scale of vegetation map. And the impacts of human activities on forest landscape patterns were studied by using buffer analysis method. The results showed that: (a) The landscape fragmentation in Ziwuling Mountain was to some extent related to the intensity of human activities. In the area with more human disturbance, the patch area was smaller, while in the area with less human disturbance, the patch area was relatively larger. The human activities greatly resulted in the landscape fragmentation. (b) The indices of landscape diversity showed little change with the increase of the distance from the selected disturbed area. Therefore natural factors are still the decisive ones to affect landscape patterns in this area.

收稿日期: 2006-09-05

基金项目: 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室开放基金项目(10501-147); 甘肃省教育厅资助项目(049B-08)

作者简介: 张希彪(1963-),男,甘肃武威人,教授,主要从事植被生态学和景观生态学研究。E-mail:zhxbiao@163.com

Key words :landscape diversity ;landscape fragmentation ;human disturbance ;Ziwuling Mountains ;Loess Plateau

景观格局及其变化是自然、社会和生物要素综合作用的结果,景观格局及其特征对物种的分布、多样性和迁移有重要影响,制约着各种生态过程^[1-4]。森林景观作为一种重要的自然景观,其斑块大小、边缘数量、栖息地之间的距离、栖息地斑块间的连通性等特征对动植物区系有直接影响^[5-6]。定量描述景观的空间特性,对于深入了解景观空间配置和生态过程的相互关系具有重要意义^[7-8]。干扰是自然界中无时无刻不在的一种现象^[9-12],是导致森林生态系统空间异质性和景观异质性的主要因子^[13],直接影响着森林生态系统的演变过程。人为活动经常是景观病态结构和功能的成因,因此深入了解其对景观格局及其动态变化的影响机制,有助于把握景观发生和发展中的关键问题,规范人为活动的类型和方式,为实现生态景观的可持续发展奠定基础^[14-16]。目前,关于人类干扰对物种多样性影响的研究较多^[3-4,9-12],由于景观多样性是较高层次上的生物多样性,在景观尺度上研究人类活动对景观格局及其多样性的影响,对于生物多样性保护具有重要意义^[17-18]。

子午岭森林生态系统是黄土高原丘陵区天然次生林的典型代表,也是黄土高原地区生物多样性丰富、生态环境较好的区域之一。维持子午岭森林生态系统的稳定性并使之趋于完善,对于保持区域生态平衡具有重要意义^[19-20]。在过去的 100 年中子午岭森林面积缩小了 $28.75 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占原有面积的 53.9%,导致森林的生态功能由稳定性向脆弱性、动荡性转化,生物多样性向单一性转化^[19-21],这种变化与人类的干扰有直接关系。本研究在景观尺度上研究了人类活动对子午岭森林景观格局和多样性的影响,以期为该区域多样性保护和生态建设提供依据。

1 研究区概况

1.1 自然概况

子午岭位于黄土高原中部,地理座标为 $107^{\circ}30' \sim 109^{\circ}40' \text{ E}$, $33^{\circ}50' \sim 36^{\circ}50' \text{ N}$,呈西北-东南走向,林区总面积 $2.3 \times 10^4 \text{ km}^2$,海拔 $1100 \sim 1758 \text{ m}$,相对高差 $200 \sim 400 \text{ m}$,属黄土堆积与河流侵蚀不断交替而形成的黄土丘陵沟壑地貌。子午岭林区北部属温带半干旱气候区,中、南部属温带半湿润气候区。25 年平均气温为 7.4°C , 10°C 的活动积温为

2671.0°C ,无霜期 $110 \sim 150 \text{ d}$,降水量为 $500 \sim 620 \text{ mm}$,其中 7~9 月份降水占年降水量的 63%。年蒸发量 1228.3 mm ,干燥度 0.97,空气相对湿度 63%~68%。土壤为碳酸盐褐色土。

1.2 植被组成

子午岭的森林大部分系历经破坏后而形成的天然次生林。林区处于森林草原、半干旱草原过渡地带,森林的分布只有阴阳坡之别,垂直带谱不显著^[19-21]。以辽东栎(*Quercus liaotungensis*)林、山杨(*Populus davidiana*)林、白桦(*Betula platyphylloides*)林为主组成的夏绿阔叶落叶林,分布于海拔 $1100 \sim 1650 \text{ m}$ 的梁峁缓坡和阴坡、半阴坡、半阳沟坡地;由油松(*Pinus tabulaeformis*)林和侧柏(*Platycladus orientalis*)林组成的温性针叶林,垂直分布于海拔 $1250 \sim 1650 \text{ m}$ 的阴坡、半阴坡及半阳坡;沙棘(*Hippophae rhamnoides*)灌丛、单瓣黄刺玫(*Rosa xanthina f. normalis*)灌丛、樱草蔷薇(*Rosa primula*)灌丛、白刺花(*Sophora viciifolia*)灌丛、虎榛子(*Ostryopsis davidiana*)山杏(*Armeniaca vulgaris var. ansu*)灌丛和牛奶子(*Alaegagnus umbellata*)灌丛,是森林遭受严重破坏后形成的相对稳定的次生植被类型^[21];白羊草(*Bothriochloa loaischaemum*)群丛、披针苔草(*Carex lanceolata*)群丛和长芒草(*Stipa bungeana*)群丛等组成了旱中生草甸。

2 研究方法

2.1 原始材料的处理及技术路线

本研究所用图面材料有 $1:25000$ 的甘肃子午岭地形图(1986-04 航摄,1986-06 调绘,1986 年第 1 版)、 $1:25000$ 的甘肃子午岭森林小班图(2002-09 调绘)和 $1:25000$ 的甘肃子午岭自然保护区功能区划图(2003-02 调绘)。

以甘肃子午岭 2002 年森林资源二类清查数据为基础,应用 City Star 地理信息系统建立子午岭森林小班图、地形图等图面资料,通过图面材料与数据材料的连接,在 GIS 中进行分类查询和统计,生成甘肃子午岭植被分布图。对功能区划图和植被分布图进行查询、统计和处理,生成研究区当前的数字景观图层及相应的拓扑数据库和属性数据库。在《2002 年甘肃省森林资源二类调查技术规定》地类划分的基础上,建立以植被优势成分为主要依据的

景观要素分类系统。采用缓冲区分析技术^[6,18],将研究区划分为核心区、缓冲区和干扰区,在此基础上,划分景观类型,计算、分析森林景观格局指标^[22-25]。

2.2 景观类型的划分

以森林景观的尺度,嵌块体特征,基质的形状、大小和色调等特征为依据,将子午岭景观类型划分为 17 个基本类型:辽东栎林(L₁)、山杨林(L₂)、油松林(L₃)、侧柏林(L₄)、落叶松林(L₅)、白桦林(L₆)、杨类(L₇)、刺槐林(L₈)、经济林(L₉)、硬阔叶林(L₁₀)、软阔叶林(L₁₁)、阔叶混交林(L₁₂)、疏林(L₁₃)、未成林(L₁₄)、灌木林(L₁₅)、非林地(L₁₆)和其他(L₁₇)。

2.3 景观格局指标的计算

2.3.1 景观斑块结构特征指数 (1) 斑块多度(N_i):

$$N_i = n_i / n_i。$$

式中:N_i为*i*类景观的斑块多度;n_i为*i*类景观的斑块数;n_i为所有景观类型斑块数目的总和。

(2) 斑块密度(B_i):

$$B_i = n_i / a_i。$$

式中:B_i为*i*类景观的斑块密度;a_i为*i*类景观的斑块总面积。

(3) 斑块平均面积(A_i):

$$A_i = a_i / n_i。$$

(4) 斑块分离度(F_i):

$$F_i = d_i / s_i。$$

式中:d_i为*i*景观的距离指数, $d_i = 1/2(n_i/a_i)^{1/2}$;s_i为*i*类景观的面积指数, $s_i = a_i/A$,其中A为景观的总面积。

2.3.2 景观异质性指数 (1) 景观多样性指数(H):

$$H = - \sum P_i \cdot \ln P_i。$$

式中:P_i为*i*类景观面积占总面积的比。

(2) 优势度指数(D):

$$D = H_{max} + \sum P_i \cdot \ln P_i。$$

式中:H_{max}为研究区各类型景观所占比例相等时,景观拥有的最大多样性指数, $H_{max} = \ln m$,m为景观类型总数。

(3) 破碎化指数(C):

$$C = n_i / A。$$

式中:A为景观的总面积。

(4) 均匀度(E):

$$E = (H / H_{max}) \times 100 \%。$$

均匀度描述的是景观由少数几个主要景观类型控制的程度。

3 结果与分析

3.1 子午岭森林景观的总体特征

研究区的总面积为 229 850 hm²,共有 1 257 个斑块。子午岭各景观亚区中不同景观类型面积和斑块数目见表 1。

表 1 子午岭各景观亚区中不同景观类型的面积和斑块数目

Table 1 Landscape areas and patch amounts of various landscape types in the reserve and landscape sub-regions

景观类型 Landscape types	核心区 Core area		缓冲区 Buffer area		干扰区 Disturbance area		合计 Total	
	面积/hm ² Area	斑块数 Patch amounts						
L ₁	23 753.2	62	9 615.2	28	20 243.6	70	53 612.0	160
L ₂	11 157.7	63	6 811.2	51	18 591.3	156	36 560.2	270
L ₃	5 331.9	37	6 288.4	49	11 149.7	66	22 770.0	152
L ₄	177.3	5	313.4	11	345.6	20	836.3	36
L ₅	782.6	8	384.7	6	300.2	4	1 467.5	18
L ₆	3 063.8	24	1 362.5	15	1 821.9	26	6 248.2	65
L ₇	3 287.8	10	1 997.9	12	5 749.7	15	11 035.4	37
L ₈	2 519.8	11	104.6	3	2 137.9	17	4 762.3	31
L ₉	205.2	2	24.6	1	110.1	2	339.9	5
L ₁₀	2 797.6	9	1 529.0	8	2 996.1	14	7 322.7	31
L ₁₁	201.3	6	507.8	4	529.4	3	1 238.5	13
L ₁₂	3 760.2	13	1 608.7	9	2 884.2	16	8 253.1	38
L ₁₃	6 060.8	17	3 554.5	12	6 261.2	17	15 876.5	46
L ₁₄	3 385.7	13	2 718.1	10	5 132.5	15	11 236.3	38
L ₁₅	3 715.4	13	6 261.9	19	10 698.9	29	20 675.5	61
L ₁₆	7 170.9	24	2 626.9	19	8 188.5	20	17 986.3	63
L ₁₇	785.8	11	793.4	15	8 049.4	167	9 628.6	193
总计 Total	78 157.0	328	46 502.8	272	105 190.2	657	229 850	1 257

从表 1 可以看出,在各景观类型斑块中,辽东栎林的面积最大,占景观总面积的 23.32%,斑块数为 160 个,占景观斑块总数的 10.48%;其次是山杨林,占景观总面积的 15.91%,斑块数为 270 个,占景观斑块总数的 17.68%;其他景观类型的面积占景观总面积的比例均小于 10%,其面积比例大于 1%的景观依次是:油松林(9.91%)、灌木林(9.00%)、其他(7.83%)、疏林(6.91%)、未成林(4.89%)、杨类(4.80%)、非林地(4.19%)、阔叶混交林(3.59%)、硬阔叶林(3.2%)、白桦林(2.72%)和刺槐林(2.07%);面积比例小于 1%的景观类型依次是:华北落叶松林(0.64%)、软阔叶林(0.50%)、侧柏林(0.36%)和经济林(0.15%)。

辽东栎林在子午岭森林中占有重要的地位,是该区气候条件下形成的典型森林景观类型,是生态演替序列中的顶级群落^[20,26-27]。山杨林也是该区重要的森林植被之一,其是森林遭到破坏后首先侵入的树种,对该区森林的演替起着重要作用^[20,26-27]。油松林是该区的第三大景观,是一个稳定的群落,但目前天然油松林只集中分布于子午岭南段的中湾林场,在子午岭中部的九岫、连家砭、太白等地也有零星分布;其他油松林为人工林,主要分布于干扰区。灌木林的面积仅次于油松林,是森林破坏后次生演替的产物,主要灌木林有虎榛子灌丛、沙棘灌丛、白刺花灌丛和狼牙刺灌丛等。非林地景观类型的面积

也较大,表明人为因素对该区森林的干扰和破坏较大。疏林所占面积相对较大,说明该区森林恢复较差,究其原因可能与人为活动有关,疏林没有得到良好的管护,森林演替的发生没有达到足够长的时间,疏林还未能向森林演变^[24-25]。

3.2 子午岭森林景观类型的斑块结构

3.2.1 斑块多度 斑块多度结合景观类型的面积大小,可在一定程度上反映某种景观的重要程度和破碎化程度。由表 2 可知,研究区各类型景观的斑块多度由大到小依次为:山杨林 > 其他 > 辽东栎林 > 油松林 > 白桦林 > 非林地 > 灌木林 > 疏林 > 阔叶混交林 > 未成林 > 杨类 > 侧柏林 > 硬阔叶林 > 刺槐林 > 落叶松林 > 软阔叶林 > 经济林。研究区山杨林地的面积较辽东栎林小,斑块多度却高于辽东栎林,由此可判断山杨林的破碎化程度较辽东栎林高。在核心区,辽东栎林、山杨林和油松林的斑块多度远高于其他景观类型,表明辽东栎林、山杨林和油松林在核心区中占优势地位;此外,阔叶混交林、白桦林、未成林和灌木林等的斑块多度也较高。在缓冲区,占主要地位的景观类型的斑块多度大小趋势与研究区的基本一致,只是山杨林的斑块多度高于油松林和辽东栎林,这主要是因为油松林的面积远远小于山杨林。在干扰区的景观类型中,辽东栎林、油松林、山杨林和非林地的斑块多度均较大。

表 2 子午岭区及景观亚区中各景观类型的斑块多度和分离度

Table 2 Patch abundance and separation levels of various landscape types in the reserve and landscape sub-regions

景观类型 Landscape types	斑块多度 Patch abundance				斑块分离度 Separation level			
	核心区 Core area	缓冲区 Buffer area	干扰区 Disturbance area	研究区 Nature reserve	核心区 Core area	缓冲区 Buffer area	干扰区 Disturbance area	研究区 Nature reserve
L ₁	0.189	0.103	0.107	0.127	0.085	0.135	0.156	0.119
L ₂	0.192	0.188	0.237	0.215	0.267	0.309	0.270	0.269
L ₃	0.113	0.180	0.100	0.121	0.692	0.339	0.384	0.409
L ₄	0.015	0.040	0.030	0.028	41.982	13.382	40.104	34.561
L ₅	0.024	0.022	0.006	0.014	5.049	19.221	7.806	9.242
L ₆	0.073	0.055	0.040	0.052	1.104	1.748	2.990	1.699
L ₇	0.030	0.044	0.023	0.029	0.685	0.968	0.510	0.583
L ₈	0.034	0.011	0.026	0.024	1.106	42.353	1.924	2.016
L ₉	0.006	0.003	0.003	0.004	24.622	201.742	67.454	60.622
L ₁₀	0.027	0.029	0.021	0.025	0.707	1.202	1.143	1.323
L ₁₁	0.018	0.014	0.005	0.010	28.771	4.444	7.550	10.954
L ₁₂	0.040	0.033	0.024	0.031	0.592	1.247	1.236	0.848
L ₁₃	0.052	0.044	0.026	0.037	0.331	0.364	0.433	0.385
L ₁₄	0.040	0.036	0.023	0.030	0.771	0.509	0.539	0.583
L ₁₅	0.040	0.070	0.044	0.049	0.592	0.281	0.260	0.304
L ₁₆	0.073	0.070	0.030	0.050	0.369	0.317	0.306	0.370
L ₁₇	0.034	0.055	0.254	0.154	5.916	3.437	1.036	1.768

3.2.2 斑块分离度 研究区各类型景观的斑块分离度由大到小依次为:经济林 > 侧柏林 > 软阔叶林

> 落叶松林 > 刺槐林 > 其他 > 白桦林 > 硬阔叶林 > 阔叶混交林 > 未成林 > 杨类 > 油松林 > 疏林 > 非林地 > 灌木林 > 山杨林 > 辽东栎林(表 2)。在各景观亚区中,与人为活动密切的经济林的斑块分离度最高,辽东栎林的斑块分离度最低,这主要是因为辽东栎林的面积较大,斑块群聚连接性好,因而分离度小。但这种连通性好的廊道景观常常把其他景观分割成小斑块,致使其景观破碎化加剧。与人为因素关系较为密切的景观类型(落叶松林、刺槐林、经济林),在各亚区的斑块分离度大小依次为:缓冲区 > 干扰区 > 核心区。

3.2.3 斑块密度 景观斑块密度反映了景观整体斑块的分化程度,斑块密度越大,破碎化程度越小,景观异质性越高。表 3 表明,在各景观亚区中,核心区景观斑块密度最低,干扰区最高。从各景观类型来看,辽东栎林各区的斑块密度均小于其他景观类型,表明辽东栎林以大斑块为主,破碎度比其他景观类型低。灌木林、疏林和非林地景观类型在各区的斑块密度大小依次为:核心区 > 缓冲区 > 干扰区,这

反映了 3 个景观亚区中人为活动的强弱程度。干扰区中人为活动频繁,非林地主要是耕地、草地、未利用地、建筑等,因而其破碎度较高。同时,人类活动对森林的干扰和破坏较严重,致使灌木林面积增大。在高海拔的核心区,人为活动少,对森林的破坏也减小,灌木林面积低于低海拔地区的干扰区,但破碎度反而较高,这说明在森林恢复初期,直接从灌丛恢复为林地的过程较为缓慢,森林首先在立地条件相对较为优越的斑块得到恢复,同时将原来的部分灌丛斑块分割开,在一定程度上减少了灌丛面积,同时使斑块数增加。当灌丛被林地分割成较小斑块后,灌丛向林地转化的速度加快。

表 3 还表明,山杨林和白桦林的斑块密度,在干扰区最高,缓冲区次之,核心区最低。山杨林和白桦林是灌木林向森林演替的过渡群落,其先锋性群落特征最明显,核心区因人为干扰弱,除了容易形成分散的小斑块外,其空间扩展能力也很强,新斑块形成与斑块扩展过程并存,且以斑块扩展为主,形成较为稳定的大斑块,因此其斑块密度最低。

表 3 子午岭各景观亚区中不同景观类型的斑块密度和平均斑块面积

Table 3 Patch fragments and mean patch areas of various landscape types in the reserve and landscape sub-regions

景观类型 Landscape types	斑块密度/(个·km ⁻²) Patch density				平均斑块面积/(hm ²) Mean patch area			
	核心区 Core area	缓冲区 Buffer area	干扰区 Disturbance area	研究区 Nature reserve	核心区 Core area	缓冲区 Buffer area	干扰区 Disturbance area	研究区 Nature reserve
L ₁	0.26	0.29	0.35	0.29	383.12	343.40	289.19	335.08
L ₂	0.56	0.75	0.84	0.74	177.11	133.55	119.18	135.41
L ₃	0.69	0.78	0.59	0.67	144.11	128.49	168.93	149.80
L ₄	2.82	3.51	5.79	4.30	35.46	28.49	17.28	23.23
L ₅	1.02	1.56	1.33	1.23	97.83	64.12	75.05	81.53
L ₆	0.78	1.10	1.43	1.04	127.66	90.83	70.07	96.13
L ₇	0.30	0.60	0.26	0.34	328.78	166.49	383.31	298.25
L ₈	0.44	2.87	0.80	0.65	229.07	34.87	125.76	153.62
L ₉	0.97	4.07	1.82	1.47	102.60	24.60	55.05	67.98
L ₁₀	0.32	0.52	0.47	0.63	310.84	191.13	214.01	236.22
L ₁₁	2.98	0.79	0.57	1.20	33.55	126.95	176.43	95.27
L ₁₂	0.35	0.56	0.55	0.46	289.25	178.74	180.26	217.19
L ₁₃	0.38	0.34	0.27	0.29	356.52	296.21	368.31	345.14
L ₁₄	0.38	0.37	0.29	0.34	260.44	271.81	342.17	295.69
L ₁₅	0.35	0.30	0.27	0.30	285.80	329.57	368.93	338.95
L ₁₆	0.33	0.32	0.24	0.35	298.79	138.26	409.43	285.50
L ₁₇	1.40	1.89	2.75	2.00	71.44	52.89	48.20	49.89
平均 Mean	0.42	0.59	0.62	0.66	238.28	160.11	107.97	150.52

3.2.4 平均斑块面积 平均斑块面积是用于描述景观粒度的,在一定意义上揭示了景观破碎化程度,平均斑块面积越小,破碎化程度就越高。由表 3 可知,研究区平均斑块面积为 150.52 hm²。疏林的平均斑块面积最大,为 345.14 hm²;侧柏林的平均斑块面积最小,为 23.23 hm²。各景观类型平均斑块

面积由大到小依次为:疏林 > 灌木林 > 辽东栎 > 杨类 > 未成林地 > 非林地 > 硬阔叶林 > 阔叶混交林 > 刺槐林 > 油松林 > 山杨林 > 白桦林 > 软阔叶林 > 落叶松林 > 经济林 > 其他 > 侧柏林。说明该区以灌木、疏林和辽东栎等为主体的景观类型占优势。落叶松、经济林等为人工栽植林,总体面积较小,所以

斑块面积较小。但从各景观亚区的分布来看,其平均斑块面积为:核心区 > 缓冲区 > 干扰区。在人类作用强的干扰区,各景观类型平均斑块面积总体上较小;而在人类作用弱的核心区,斑块面积总体上较大。说明人类活动对该区景观的破碎化产生了明显的影响。

3.3 子午岭森林的景观异质性分析

由表 4 可知,在核心区、缓冲区和干扰区 3 个景观亚区中,景观多样性指数和均匀度指数均为:干扰区 > 缓冲区 > 核心区。说明各景观类型所占比例以核心区最大,缓冲区次之、干扰区最小。景观优势度

指数为:核心区 > 缓冲区 > 干扰区。这是因为核心区中,辽东栎等少数几个景观类型占优势,且它们之间的差异相对较大,而干扰区占优势的几个景观类型之间的差异相对较小。破碎化指数为:干扰区 > 缓冲区 > 核心区,说明核心区景观破碎程度低,景观类型以大斑块为主;而干扰区的景观类型以小斑块为主,景观破碎程度最高。干扰区的景观多样性指数最大,破碎化也最严重,两者之间可能存在一定联系。这可能是由于人类活动对景观的干扰致使景观破碎化加剧,景观多样性增加。

表 4 子午岭林区及各景观亚区的景观异质性指数

Table 4 Landscape heterogeneity of the reserve and various landscape sub-regions

景观区 Landscape area	多样性指数 H	优势度指数 D	均匀度指数 E	破碎化指数 C
核心区 Core area	1.842	0.761	0.451	0.421
缓冲区 Buffer area	2.529	0.472	0.619	0.634
干扰区 Disturbance area	2.905	0.196	0.711	0.698
研究区 Nature reserve	2.577	0.524	0.631	0.562

4 结 论

通过本项研究,可以得出以下结论:

(1) 子午岭森林景观异质性主要来源于两个方面,一是立地条件的异质性,二是人为和自然因素的干扰及其内部的演替结果。本研究选取的景观多样性指数、景观优势度指数、景观破碎化指数,可以从不同侧面反映子午岭森林景观组成结构的基本特征,及人为活动对景观格局的影响。

(2) 黄土高原子午岭的森林景观以山杨林和辽东栎林为主体,但由于人为破坏等因素,灌木林和非林地景观类型比例也较大。随人类干扰强度的增加,人工景观的多度增加,天然景观多度减小。与人为因素关系密切的景观类型的分离度降低,斑块密度增加,平均斑块面积减小。

(3) 人类活动是最大的景观变化扰动因子,对景观类型的改变起着很大作用,不仅使景观镶嵌体破碎化,也使景观多样性和均匀度增加,景观优势度下降。

[参考文献]

[1] Forman R T T. Landmosaic: the ecology of landscape and region[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1995: 3-7.
 [2] Franklin J F, Forman R T T. Creating landscape pattern by forest cutting: ecological consequences and principles[J]. Landscape Ecology, 1987, 1(1): 5-8.
 [3] Thomas A S, William J R. Dynamics and pattern of a managed coniferous forest landscape in Oregon[J]. Ecology, 1994, 4(3):

555-568.
 [4] Anselin L. Local indicators of spatial association-LISA[J]. Geogr Anal, 1995, 27: 93-115.
 [5] 傅伯杰. 景观多样性及其制图研究[J]. 生态学报, 1995, 15(4): 345-350.
 [6] 周华锋, 马克明, 傅伯杰. 人类活动对北京东灵山地区景观格局影响分析[J]. 自然资源学报, 1999, 14(2): 117-122.
 [7] 肖笃宁, 布仁仓, 李秀珍. 生态空间理论与景观异质性[J]. 生态学报, 1997, 17(5): 453-461.
 [8] 张希彪. 泾河中上游流域土地利用格局变化与驱动因子分析[J]. 水土保持学报, 2005, 19(6): 137-140.
 [9] Pickett S T A, White P S. The ecology of natural disturbance and patch dynamics[M]. Orlando: Academic Press INC, 1985: 45-87.
 [10] Hobbs R J, Atkins L. The effect of disturbance and nutrient addition on native and introduced annuals in the western Australian Wheatbelt[J]. Australian Journal of Ecology, 1988, 13: 171-179.
 [11] Hobbs R J. Disturbance as a precursor for weed invasion in native vegetation[J]. Plant Protection Quarterly, 1991, 6: 99-104.
 [12] Hobbs R J, Huenneke L F. Disturbance, diversity, and invasion: implications for conservation[J]. Conservation Biology, 1992, 6(3): 324-337.
 [13] Li H B, Reynolds J F. On definition and quantification of heterogeneity[J]. Oikos, 1995, 73: 280-284.
 [14] Kupfer J A, Franklin S B. Evaluation of an ecological land type classification system, natchez trace state forest, Western Tennessee, USA[J]. Landscape and Urban Planning, 2000, 49(324): 179-190.
 [15] Richardson D M, Van W B W, Higgins S I. Current and fu-

- ture threats to plant biodiversity on the cape peninsula ,South Africa[J]. Biodiversity and Conservation, 1996, 5 (5) : 607-647.
- [16] Macnaeide F S, Culleton N. The application of parameters designed to measure nature conservation and landscape development on irish farms[J]. Agriculture, Ecosystems And Environment, 1997, 77(122) :65-78.
- [17] 郭晋平, 张芸香. 森林景观恢复过程中景观要素空间分布格局及其动态研究[J]. 生态学报, 2002, 22(12) :2021-2029.
- [18] 孔宁宁, 曾 辉, 李书娟. 四川省卧龙自然保护区景观人为影响的空间分布特征研究[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2002, 38 (3) :393-399.
- [19] 张希彪, 上官周平. 黄土高原子午岭种子植物区系特征研究[J]. 生态学杂志, 2005, 24(8) :872-877.
- [20] 邹厚远, 刘国彬, 王晗生. 子午岭林区北部近 50 年植被的变化发展[J]. 西北植物学报, 2002, 22(1) :1-8.
- [21] 李师翁, 刘立品. 子午岭森林与灌丛植被的主要类型及特征研究[J]. 西北植物学报, 2004, 24(2) :275-280.
- [22] 崔国发, 李俊清, 牛树奎, 等. 北京喇叭沟门自然保护区建立与功能区划分[J]. 北京林业大学学报, 2000, 22(4) :40-45.
- [23] 赵景柱. 景观生态空间格局动态度量指标体系[J]. 生态学报, 1990, 10(2) :182-186.
- [24] 王清春, 张向辉, 张林艳, 等. 北京喇叭沟门自然保护区森林景观多样性研究[J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(3) :54-60.
- [25] 郭 砾, 余世孝, 夏北成. 人类活动对泰山景观多样性时空变化的影响[J]. 生态科学, 2005, 3 :202-206.
- [26] 程积民. 黄土区植被的演替[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(5) :58-61.
- [27] 陈云明, 梁一民, 程积民. 黄土高原原草植被建设的地带性特征[J]. 植物生态学报, 2002, 26(3) :339-345.

欢迎订阅 2008 年《武汉植物学研究》

双月刊 大 16 开 国内定价 15 元 全年 90 元

邮发代号 38-103(国内) BM872(国外)

刊号 CN42-1149/Q ISSN1000-470X

《武汉植物学研究》是科学出版社出版、国内外公开发行的植物学综合性学术期刊(学报级), 主要报道植物学及各分支学科的基础研究和应用研究方面具创新性、有重要意义的最新研究成果, 植物学研究的新技术、新方法等。

栏目设置: 研究论文、技术与方法、综合评述、研究简报、学术讨论、重要书刊评介、学术动态等。

读者对象: 从事植物学研究的科技人员、大专院校师生, 以及相关学科, 包括农、林、牧、医药、轻工、水产和环保等方面的科技工作者。

《武汉植物学研究》为中国科技核心期刊、中国中文核心期刊, 已被中国科学引文数据库(CSCD) 核心库、《中文核心期刊要目总览》、中国科技论文与引文数据库(CSTPCD)、中国核心期刊(遴选) 数据库、中国知识资源总库《中国科技期刊精品数据库》、中文科技期刊数据库(SWIC)、中国期刊全文数据库(CJFD)、《中国生物学文摘》、《中国药学文摘》、美国《化学文摘》(CA)、美国《生物学文摘》(BA)、美国《剑桥科学文摘: 自然科学》(CSA:NS)、俄罗斯《文摘杂志》(AJ)、英国《国际农业与生物科学研究中心》文摘(CABI)、日本《科学技术文献速报》(JST)、万方数据——数字化期刊群、台湾中文电子期刊服务(CEPS) 等二十多种国内外检索期刊、数据库作为核心期刊或统计源期刊收录。

期刊获奖: 曾相继获全国优秀科技期刊奖、中国科学院优秀期刊奖、湖北省优秀期刊奖。

订阅方式: 全国各地邮局均可订阅(邮发代号: 38-103); 或通过天津“联合征订服务部”订阅, 地址: 天津市大寺泉集北里别墅 17 号 联合征订服务部, 邮编: 300385, 电话: 022-23962479, 022-23973378; E-mail: lhzd@public.tpt.tj.cn。如漏订, 本刊编辑部随时可办理邮购。

通讯地址: 武汉市 武昌磨山 中科院武汉植物园(或武汉市 74006 信箱) 武汉植物学研究编辑部(邮编: 430074); 电话: 027-87510755

E-mail: editor@rose.whiob.ac.cn; 网址: http://whzwxj.cn

欢迎赐稿, 欢迎订阅, 欢迎刊登广告