

文章编号: 1004-8227(2009)05-0686-07

喀斯特高原山区的景观格局变化垂直分异性 ——以贵州省普定后寨地下河流域中下游为例

张盼盼^{1,2}, 胡远满^{1*}, 肖笃宁¹, 李秀珍¹, 殷洁^{1,2}

(1. 中国科学院沈阳应用生态研究所, 辽宁 沈阳 110016; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 利用多时相多数据源遥感影像数据(航片、TM 影像及 SPOT-5 影像), 采用 GIS 空间分析技术和数理统计分析相结合的方法, 以贵州省普定县后寨地下河流域中下游地区为例, 从海拔和坡位 2 个方面来探讨喀斯特地区的景观格局变化的垂直分异特征。结果表明: 林地斑块在海拔范围为 1 300~ 1 350 m 及 1 450~ 1 550 m 的区域内, 变化是最大的; 水田和旱地斑块在海拔范围为 1 219~ 1 300 m 及 1 350~ 1 450 m 的区域内, 变化最大。景观格局在山脊和谷底内变化相对较大, 其中变化最大的是林地斑块; 景观格局在陡坡和缓坡地区的变化相对较小, 但是也存在一定的变化, 该区域中变化较大的为水田和旱地斑块。在海拔范围为 1 300~ 1 500 m 的山脊和谷底区域内, 景观斑块类型发生的变化较大。该区域应作为喀斯特高原山区的生态环境保护特别关注的区域。

关键词: 喀斯特高原山区; 景观格局变化; 垂直分带; 坡位; 后寨

文献标识码: A

景观格局是景观生态研究的热点之一, 国内外学者从各个方面对其进行了大量的研究, 目前研究多集中在湿地景观^[1~4]、城市景观^[5~8]、森林景观^[9~12]和交错带景观^[13~16]等方面, 而对喀斯特山区景观的研究极少^[17~19]。其中, 有关喀斯特地区的景观格局变化垂直分异性规律还未有研究。喀斯特地区的生态环境极端脆弱, 一旦遭到破坏, 恢复将是很难的, 甚至是不可能的^[20]。要改善或恢复喀斯特地区的生态环境, 首先应弄清楚其生态环境特点, 因地制宜地采取措施。因此, 了解和掌握喀斯特地区的生态环境特点显得极其重要。本文从景观生态学的角度出发, 采用 GIS 空间分析技术和数理统计方法, 以贵州省普定后寨地下河流域中下游为例, 从海拔和坡位 2 个方面来探讨喀斯特高原山区的景观格局变化垂直分异规律, 为合理改善和恢复喀斯特高原山区的生态环境提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于普定县后寨地下河流域的中下游,

地跨东经 105°39'16"~105°47'54", 北纬 26°17'36"~26°12'9", 总面积约 61.98 km²。地貌形态为峰林、峰丛、谷地、洼地、盆地等相间分布, 地势较高, 东高西低, 地面起伏很小, 平均坡度 6.9°, 最高点海拔 1 551 m, 最低点 1 219 m, 平均海拔 1 291 m。气候属北亚热带季风性湿润气候, 多年平均气温 15.1℃, 多年平均降水量约 1 374.3 mm, 降水时空分布不均, 集中在 5~10 月, 占年均降水量的 83.6%~90.2%^[21]。土壤以黄壤为主。植被类型多样, 以常绿阔叶林和落叶阔叶林为主。

1.2 数据来源及研究方法

本研究采用 1973 年 10 月 1:5 万的黑白航片、1995 年 10 月的 TM 影像以及 2004 年 10 月的 SPOT-5 影像作为遥感数据源。借助于 Erdas 等软件, 以贵州省第三测绘院的 1:1 万地形图为基础对遥感影像进行几何精校正、正射校正和影像拼接, 生成研究区的数字影像地图。鉴于影像的数据源和分辨率不统一, 我们对不同的影像采用不同的校正方法: 用 1:1 万的地形图来对 SPOT-5 影像进行几何精校正, 并辅以 1:1 万 DEM 对其进行正射校正; 航片和 TM 影像均用校正好的 SPOT-5 影像来进行校

收稿日期: 2008-06-25; 修回日期: 2008-08-06

基金项目: 国家重点基础研究发展计划 973 计划课题(2006CB403201)资助。

作者简介: 张盼盼(1984~), 女, 湖北省潜江人, 博士生, 主要从事景观生态研究。

* 通讯作者 E-mail: huyuan@iae.ac.cn

正, 以便最大程度地降低误差。最后, 人工解译出研究区的土地利用图。根据研究需要, 土地利用类型被分为水田等 10 类(为确保数据的准确性, 参考

2006、2007 和 2008 年的野外调查数据对其进行了修正)(见图 1)。

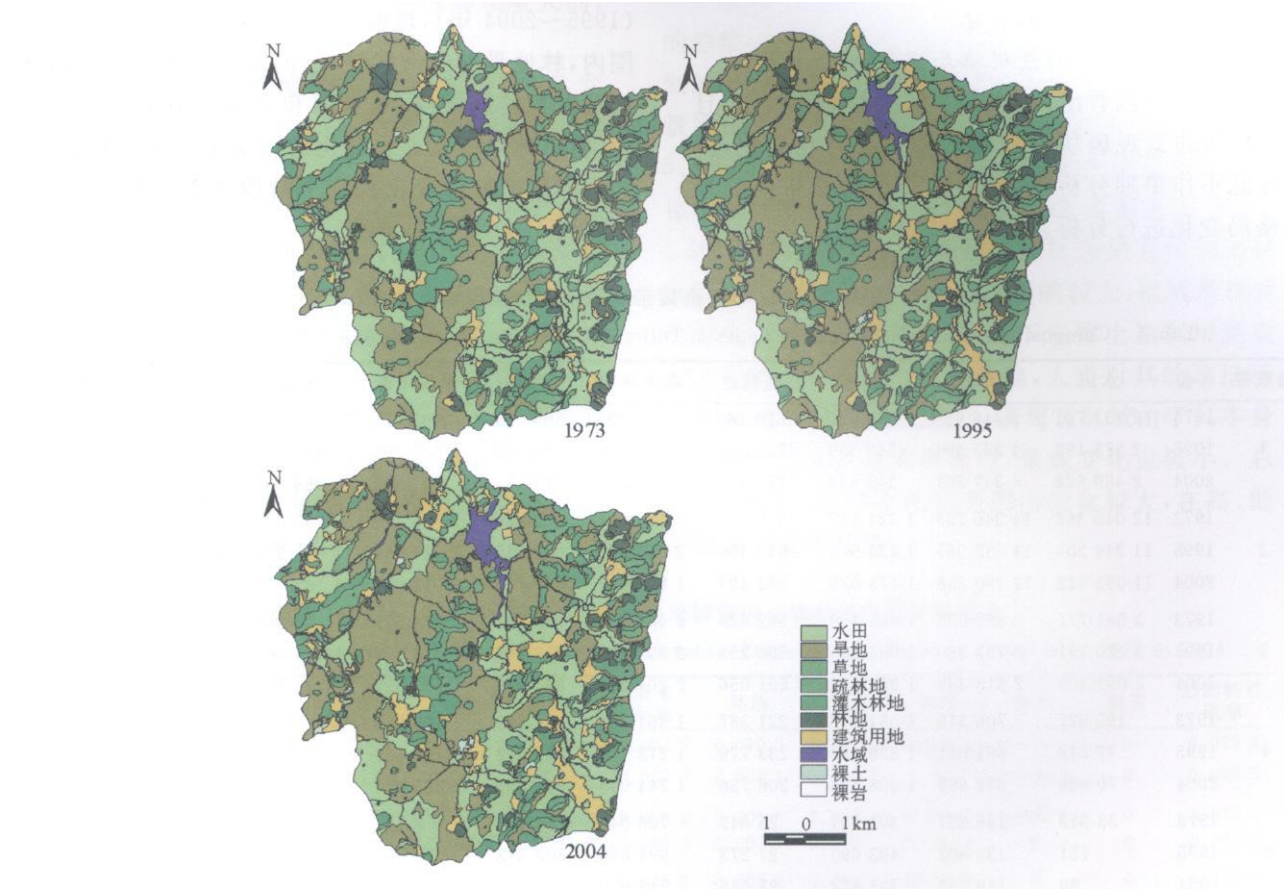


图 1 1973、1995 和 2004 年土地利用类型分布图
Fig. 1 Distribution of Land Use Types in 1973, 1995 and 2004

对 1: 1 万地形图进行扫描并数字化, 生成数字高程模型(DEM)。基于该 DEM, 提取海拔图和坡位图。将研究区的海拔分成 8 个连续的海拔带(图 2)。采用 4 级分类法, 即谷底、缓坡、陡坡和山脊, 对

坡位进行分类(图 3)。为了研究景观格局变化在垂直方向上的分异规律, 将土地利用类型图转化成 1 m × 1 m 的 Grid 数据, 并与海拔图和坡位图进行叠加, 获得属性数据库。

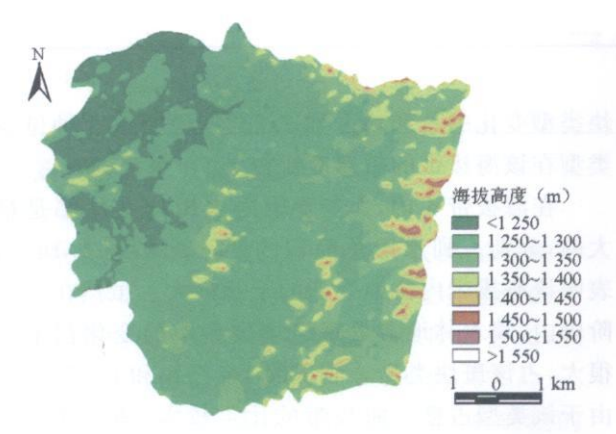


图 2 海拔分带图

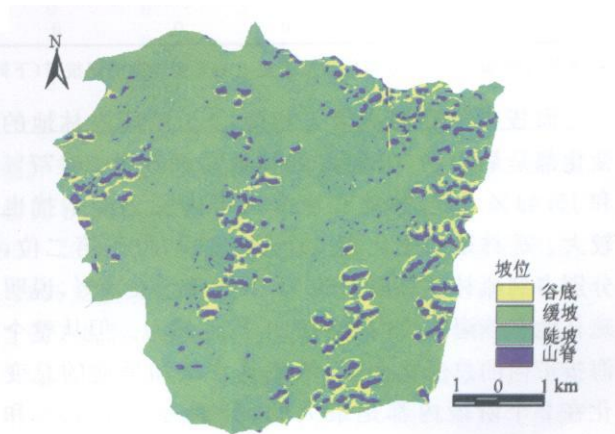


图 3 坡位分带图

2 结果与分析

2.1 景观格局随海拔的变化

2.1.1 各海拔带内的景观格局变化

从表 1 可以看出,海拔带 8 所占的面积较小,且 3 个时期的景观斑块类型和面积均不存在变化,所以在此不作单独分析,仅就其他 7 个海拔带内的景观格局变化进行分析。

在海拔带 1 内,1973~ 1995 年和 1995~ 2004 年 2 个阶段内林地的变化都是最大的,分别占到林地总面积的 51.85% (1995~ 2004 年) 和 31.84% (1995~ 2004 年),说明在 1 219~ 1 250 m 的海拔范围内,林地受到的干扰较大;但由于林地占该海拔带的总面积的比重较小,水田和旱地占总面积的比重大,所以林地变化占总变化的比重不及水田和旱地。水田和旱地的总变化在 2 个阶段内都是最大的,分别占到 5.41% 和 1.98%。

表 1 1973、1995 和 2004 年各海拔带的景观斑块类型构成情况(m²)

Tab. 1 Composition of Landscape Patch Types at Different Elevation Zones in 1973, 1995 and 2004(m ²)											
海拔带	年份	水田	旱地	草地	疏林地	灌木林地	林地	建筑用地	水域	裸土	裸岩
1	1973	2 733 741	4 416 569	268 150	210 185	311 197	166 509	365 375	178 903	15 960	0
	1995	2 573 193	4 363 994	242 339	268 803	285 052	84 002	639 953	187 161	22 092	0
	2004	2 489 622	4 347 561	249 533	274 477	307 236	79 711	697 012	188 395	32 496	546
2	1973	12 048 362	14 346 733	1 324 187	635 255	2 194 242	863 726	1 798 749	753 880	50 509	0
	1995	11 244 204	14 283 065	1 234 972	617 469	2 043 436	692 615	2 724 564	1 045 934	129 228	156
	2004	11 032 622	14 290 338	1 173 375	572 427	1 999 897	651 775	3 012 907	1 102 714	176 855	2 733
3	1973	3 581 771	2 862 033	1 935 498	562 629	2 406 152	720 531	774 519	41 289	4 698	1 152
	1995	3 120 191	2 797 360	1 986 800	550 253	2 304 700	728 863	1 330 577	39 967	29 953	1 608
	2004	3 091 703	2 813 389	1 954 216	551 056	2 201 312	637 946	1 543 327	39 663	52 130	5 530
4	1973	195 827	706 319	1 061 912	221 387	1 361 706	554 699	106 355	68	789	2 038
	1995	77 318	691 041	1 229 380	233 779	1 273 751	527 482	168 129	68	9 319	833
	2004	70 930	682 998	1 308 438	206 736	1 244 045	451 835	223 064	68	17 987	4 999
5	1973	33 018	146 321	393 701	26 843	706 046	254 753	8 144	0	0	0
	1995	751	133 802	493 095	27 273	694 650	207 213	12 033	0	0	9
	2004	20	149 259	535 074	27 046	715 929	123 589	16 206	0	957	746
6	1973	0	7 435	90 792	605	184 047	65 210	664	0	0	0
	1995	0	6 820	110 666	932	183 287	46 280	768	0	0	0
	2004	0	7 647	131 828	1 432	192 552	14 476	818	0	0	0
7	1973	0	0	9 521	0	33 188	0	0	0	0	0
	1995	0	0	9 521	0	33 180	0	8	0	0	0
	2004	0	0	10 771	0	31 879	0	59	0	0	0
8	1973	0	0	0	0	275	0	0	0	0	0
	1995	0	0	0	0	275	0	0	0	0	0
	2004	0	0	0	0	275	0	0	0	0	0

注:海拔分带编号 1~ 8 分别代表从下至上的 8 个连续的海拔带(下同)。

海拔带 2 同海拔带 1 相似,2 个阶段内林地的变化都是最大的,分别占到林地总面积的 26.77% 和 15.41%,说明林地在该海拔带内受到的干扰也较大。疏林地的变化在 2 个阶段内均位于第二位,分别占到疏林地总面积的 11.19% 和 10.09%,说明疏林地在该海拔带内受到的干扰也偏大。但从整个海拔带内的总变化而言,依然是水田和旱地的总变化在 2 个阶段内都是最大的,分别占到 4.82% 和 1.71%。

在海拔带 3 内,林地、灌木林地和疏林地等 3 种森林斑块类型在 2 个阶段内的变化都很大。3 种斑

块类型变化的总和均占到 3.23%,说明这 3 种斑块类型在该海拔带的敏感度比较大。

在海拔带 4 内,2 个阶段内水田的变化都是最大的,分别占到水田总面积的 64.19% 和 21.16%,表明该海拔带内耕地受到的干扰最大。虽然在 2 个阶段内,灌木林地在景观斑块类型中的变化都不是很大,占该斑块类型总面积的 14.79% 和 8.97%,但由于该类型占整个海拔带的比重较大,使得灌木林地的总变化在 2 个阶段内都是最大的,分别占到 4.78% 和 2.71%。

在海拔带 5 内,2 个阶段内水田的变化极大,分

别占到水田总面积的 97.73% 和 100%, 说明该海拔带内的水田几乎均被其他斑块类型所取代。但从总变化上来看, 由于水田所占的比重很小, 使得其总变化很小。林地的总变化在 2 个阶段内都是最大的, 分别占到 5.28% 和 5.38%。

在海拔带 6 内, 林地的变化依然很大, 总变化在 2 个阶段内都是最大的, 分别占到 5.43% 和 9.12%。

在海拔带 7 内, 2 个阶段内景观斑块类型的变化差异较大。虽然 2 个阶段内, 林地的变化都是最大的, 但占林地总面积的比例分别为 0.02% 和 3.92%, 差异较大; 且 2 个阶段内的景观斑块类型总变化也悬殊, 变化比例分别为 0.02% 和 3.05%。

综上所述, 从单个斑块类型上来看, 水田在海拔带 4 和海拔带 5 内受到的干扰很大, 林地在其余海拔带内受到的干扰很大; 从单个海拔带内景观斑块类型的总变化上来看, 水田和旱地在海拔带 1 和 2

内变化很大, 林地及其他森林斑块类型在其余的海拔带内变化很大。

2.1.2 景观格局随海拔变化的总趋势

由表 2 可以看出, 景观变化随海拔呈现出一定的趋势: 1973~1995 年, 景观斑块类型变化最为剧烈的海拔带为 5, 其次为 4、3 和 6; 1995~2004 年, 景观斑块类型变化最为剧烈的海拔带为 6, 其次为 5、4 和 3。由此可以看出, 景观斑块类型发生较大变化的海拔带为 3、4、5 和 6, 即海拔范围为 1300~1500 m 的区域内。该海拔范围区为研究区的居民点聚居区, 人类活动对景观的影响较大, 造成景观变化较大。而在低海拔区域, 由于主要土地利用类型为人们赖以生存的水域及耕地, 人类对其的改造活动极小, 所以景观变化很小; 高海拔区域由于其本身改造的困难性及远离居民点, 景观变化也极小。总之, 景观格局在中间海拔范围内变化较大, 在高、低海拔区变化不显著。

表 2 1973~1995 和 1995~2004 年各海拔带的土地利用类型转移概率

Tab. 2 Land-use Types T Transfer Probability at Different Elevation Zones from 1973 to 1995 and from 1995 to 2004

海拔带	年	水田	旱地	草地	疏林地	灌木林地	林地	建筑用地	水域	裸土	裸岩	总的转移概率
1	1973~1995	0.026 7	0.027 4	0.004 3	0.001 0	0.003 6	0.010 0	0.002 0	0.000 4	0	0	0.075 3
	1995~2004	0.010 3	0.009 5	0	0.000 6	0.001 9	0.003 1	0.000 1	0	0.000 1	0	0.025 5
2	1973~1995	0.031 2	0.017 0	0.004 2	0.002 1	0.006 8	0.006 8	0.001 4	0.000 2	0.000 3	0	0.070 1
	1995~2004	0.009 4	0.007 7	0.002 4	0.001 8	0.004 3	0.003 1	0.000 1	0.000 3	0	0	0.029 2
3	1973~1995	0.053 1	0.025 3	0.007 6	0.006 4	0.019 9	0.006 0	0.002 1	0.000 1	0	0	0.120 6
	1995~2004	0.012 8	0.008 6	0.005 8	0.003 1	0.017 5	0.011 7	0.000 4	0	0	0	0.060 0
4	1973~1995	0.029 9	0.018 6	0.007 0	0.004 5	0.047 8	0.016 8	0.001 0	0	0.000 1	0.000 4	0.126 1
	1995~2004	0.003 9	0.009 8	0.004 3	0.008 3	0.027 1	0.022 4	0	0	0.000 1	0	0.075 9
5	1973~1995	0.020 6	0.022 4	0.003 0	0.000 4	0.052 8	0.040 6	0	0	0	0	0.139 8
	1995~2004	0.000 5	0.005 5	0.003 2	0.000 2	0.029 7	0.053 8	0	0	0	0	0.092 9
6	1973~1995	0	0.006 9	0	0	0.028 9	0.054 3	0	0	0	0	0.090 1
	1995~2004	0	0	0	0	0.035 2	0.091 2	0	0	0	0	0.126 4
7	1973~1995	0	0	0	0	0.000 2	0	0	0	0	0	0.000 2
	1995~2004	0	0	0	0	0.030 5	0	0	0	0	0	0.030 5
8	1973~1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1995~2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2.2 景观格局随坡位的变化

2.2.1 各坡位内的景观格局变化

根据表 3, 生成各坡位的景观斑块类型构成图(图 4a~图 4d)。经相似性分析, 发现在各坡位的景观斑块类型构成图中, 3 条折线的相似度都极高, 从坡位 1 到 4 的相似度分别为 99.30%、99.71%、99.45% 和 98.86%。说明在各个坡位内, 各时期的景观斑块类型构成具有高度的一致性。

在坡位 1 中, 2 个阶段的各景观斑块类型的变

化差异较大。1973~1995 年, 水田变化最大, 占水田总面积的 25.98% 及该坡位总面积的 3.47%; 1995~2004 年, 林地变化最大, 占林地总面积的 25.98% 及该坡位总面积的 2.36%。说明在 2 个阶段受到干扰较大的景观斑块类型分别是水田和林地。

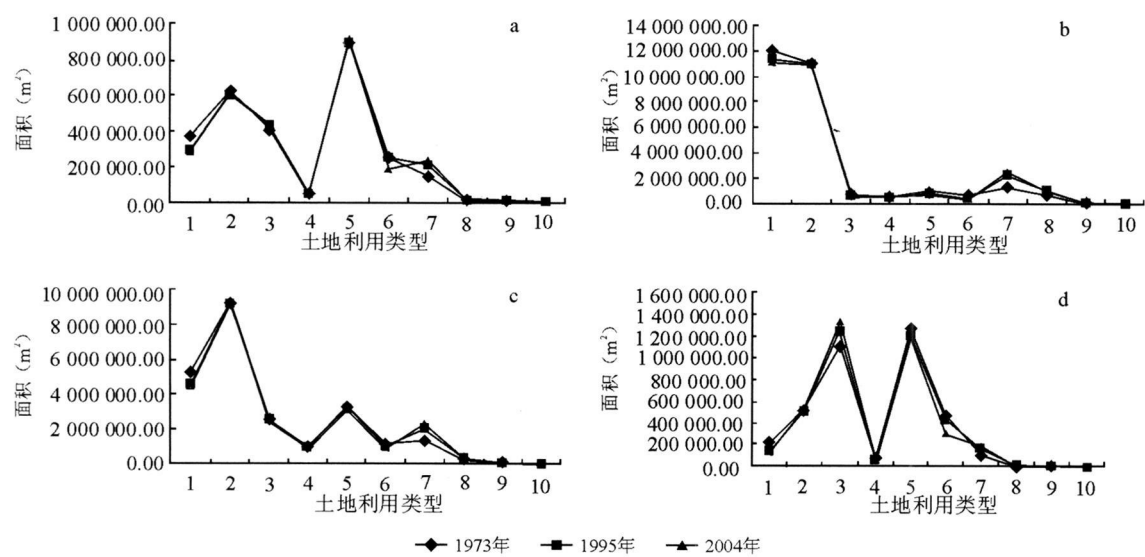
在坡位 2 中, 2 个阶段内有林地的变化都很大。其中, 林地的变化是最大的, 分别占到林地总面积的 33.5% 和 20.51%; 其次灌木林地变化量占到该景观斑块类型总面积的 24.23% 和 17.94%; 疏林地的

表 3 1973、1995 和 2004 年各坡位的景观斑块类型构成情况(m²)

Tab.3 Composition of Landscape Patch Type at Different Slope Position Zone in 1973, 1995 and 2004

坡位	年份	水田	旱地	草地	疏林地	灌木林地	林地	建筑用地	水域	裸土	裸岩
1	1973	367 750	624 050	407 950	47 888	896 494	253 288	145 931	8 250	3 475	325
	1995	293 175	603 394	429 694	49 100	898 038	250 500	210 588	8 169	12 600	144
	2004	285 506	608 938	435 075	51 556	920 550	193 456	234 194	8 169	15 750	2 206
2	1973	12 118 150	11 049 325	672 063	489 700	938 181	623 081	1 378 638	741 881	29 206	0
	1995	11 354 731	10 966 044	647 194	529 950	759 744	457 694	2 285 163	956 956	82 750	0
	2004	11 165 975	10 949 244	596 919	511 513	707 938	428 069	2 543 400	1 009 231	127 150	788
3	1973	5 211 294	9 262 538	2 484 269	953 263	3 319 719	1 112 975	1 347 413	201 856	16 144	2 044
	1995	4 612 269	9 178 213	2 586 400	956 244	3 175 756	993 794	2 069 688	282 644	55 038	1 469
	2004	4 483 450	9 208 675	2 584 950	932 706	3 098 563	8 98 350	2 329 000	287 581	83 594	4 644
4	1973	211 363	524 044	1 118 000	69 088	1 264 713	476 869	108 075	3 219	1 950	25
	1995	139 381	512 425	1 243 825	68 325	1 200 050	434 206	167 375	4 381	7 350	25
	2004	130 750	523 819	1 336 400	68 363	1 188 944	310 138	193 294	4 381	19 431	1 825

注: 坡位编号 1~ 4 分别代表谷底、缓坡、陡坡和山脊(下同).



1 为水田;2 为旱地;3 为草地;4 为疏林地;5 为灌木林地;6 为林地;7 为建筑用地;8 为水域;9 为裸土;10 为裸岩

图 4 1973、1995 和 2004 年各坡位的景观斑块类型构成图

Fig.4 Composition of Landscape Patch Types at Different Slope Position Zones in 1973, 1995 and 2004

变化比例也占到了 11.75% 和 8.29%。表明该坡位内有林地受到较大的干扰。但从整个坡位内的总变化而言,水田和旱地的总变化在 2 个阶段内都是最大的,分别占到 5.65% 和 1.92%。

在坡位 3 中,林地的变化仍旧是最大的,分别占到林地总面积的 19.98% 和 17.88%;灌木林地和疏林地的变化也很大,说明该坡位林地变化仍旧是最主要的变化。但由于面积比重较小,从整个坡位内的总变化而言,水田和旱地的总变化在两个阶段内依然都是最大的,分别占到 5.51% 和 1.7%。

在坡位 4 中,2 个阶段内灌木林地和林地的变化都较大,两者的变化总和分别占到该坡位总面积的 5.51% 和 6.32%。由此可以看出,该坡位内灌木

林地和林地受到较大的干扰。

由上述分析可以看出,从单个斑块类型上来看,林地各个坡位内变化都很大;从单个坡位的总变化上来看,水田和旱地在坡位 2 和 3 中变化很大,坡位 1 和 4 中变化很大的为林地。

2.2.2 景观格局随坡位变化的总趋势

根据表 4,生成 2 个阶段各坡位的景观斑块类型总变化图(图 5)。经分析发现两条折线相似度高达 90.02%,说明总变化趋势具有高度的一致性。从图 5 可以看出,景观格局在山脊和谷底内变化相对较大,在陡坡和缓坡地区变化相对较小。这主要是由于陡坡和缓坡地区比山脊和谷底地区更容易受到人类活动的改造。在 1973~ 2004 年的 32 年间,

表 4 1973~ 1995 和 1995~ 2004 年各坡位的土地利用类型转移概率

Tab. 4 Land-use Types Transfer Probability at Different Slope Position Zones from 1973 to 1995 and from 1995 to 2004

坡位	年	水田	旱地	草地	疏林地	灌木林地	林地	建筑用地	水域	裸土	裸岩	总的转移概率
1	1973~ 1995	0.034 7	0.030 1	0.007 5	0.002 6	0.020 7	0.010 9	0.003 4	0.000 3	0	0.000 1	0.110 2
	1995~ 2004	0.008 3	0.009 3	0.001 6	0.001 4	0.016 6	0.023 6	0.000 7	0	0	0	0.061 5
2	1973~ 1995	0.037 7	0.018 8	0.002 9	0.002 1	0.008 1	0.007 4	0.001 5	0.000 3	0.000 3	0	0.079 0
	1995~ 2004	0.011 7	0.007 5	0.002 2	0.001 6	0.004 9	0.003 3	0.000 2	0.000 2	0	0	0.031 6
3	1973~ 1995	0.033 5	0.021 6	0.006 7	0.004 2	0.015 0	0.009 3	0.001 6	0.000 2	0.000 1	0	0.092 2
	1995~ 2004	0.008 8	0.008 2	0.003 7	0.002 7	0.009 0	0.007 4	0.000 1	0.000 2	0	0	0.040 3
4	1973~ 1995	0.022 0	0.018 3	0.008 5	0.002 3	0.036 2	0.018 9	0.000 6	0.000 1	0.000 1	0	0.107 1
	1995~ 2004	0.002 7	0.006 2	0.004 7	0.000 4	0.027 5	0.035 7	0.000 2	0	0	0	0.077 2

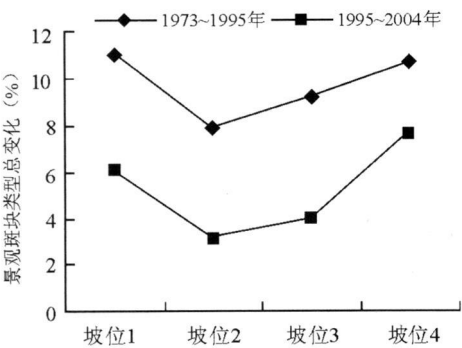


图 5 各坡位的景观斑块类型总变化

Fig. 5 Total Changes of Landscapes Patch Types at Different Slope Position Zones

陡坡和缓坡地区基本的景观斑块类型已趋于稳定, 没有发生大的变化; 而由于人地矛盾的加剧, 山脊和谷底地区逐渐受到人为的干扰而导致该区域的景观格局发生较大变化。

2.3 景观格局变化的垂直分异性

景观格局变化较剧烈的区域为中间海拔带(1 300~ 1 500 m)和山脊及谷底区域。无论是从海拔上来看, 还是从坡位上来看, 林地变化都是所有景观斑块类型中变化最大的。特别是在海拔带 3、6 和 7, 及坡位 1 和 4 区域, 林地的变化无论是从单个斑块类型上来看, 还是从整个海拔分带或坡位总变化来看, 都是最大的。

3 结论

(1) 喀斯特高原山区的景观格局变化随海拔呈现出一定的规律性。景观格局在中间海拔范围(1 300~ 1 500 m)内变化较大, 在高、低海拔区变化不显著。其中, 林地在海拔为 1 300~ 1 350 m 及 1 450~ 1 550 m 的区域内, 变化是最大的; 水田和旱地在海拔为 1 219~ 1 300 m 及 1 350~ 1 450 m 的

区域内, 变化最大;

(2) 坡位也会影响喀斯特高原山区的景观格局变化。景观格局在山脊和谷底内变化相对较大, 其中变化最大的是林地。景观格局在陡坡和缓坡地区的变化相对较小, 但是也存在一定的变化, 其中变化较大的为水田和旱地;

(3) 喀斯特高原山区的景观格局变化具有垂直分异性。从 3 个时期、2 个阶段对贵州省普定后寨地下河流域中下游地区的景观格局变化进行分析, 发现: 景观格局变化较敏感的区域为海拔为 1 300~ 1 500 m 的山脊和谷底区域。林地的变化最为剧烈, 海拔为 1 300~ 1 350 m 及 1 450~ 1 550 m 的山脊和谷底区域是其变化的敏感区域。

本研究在 GIS 空间分析技术和数理统计分析相结合的基础上, 对贵州省普定后寨地下河流域中下游地区的景观格局变化进行分析, 建立了景观格局变化在海拔及坡位上的数据库, 从垂直方向上分析了喀斯特高原山区的景观格局变化的分异规律。研究结果表明景观格局变化具有垂直分异性, 林地和水田旱地都存在其变化的敏感地区, 对有的放矢地进行石漠化防治, 提高喀斯特高原山区的生态环境质量具有参考价值。

参考文献:

[1] 王宪礼, 肖笃宁, 布仁仓, 等. 辽河三角洲湿地的景观格局分析[J]. 生态学报, 1997, 17(3): 317~ 323.
[2] 肖笃宁, 胡远满, 李秀珍, 等. 环渤海三角洲湿地的景观生态学研究[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
[3] LI XIUZHEN, JONGMAN R, XIAO DUNING, et al. The effect of spatial pattern on nutrient removal of a wetland landscape[J]. Landscape and Urban Planning, 2002, 60(1): 27~ 41.
[4] 王红娟, 姜加虎, 黄群. 东洞庭湖湿地景观变化研究[J]. 长江流域资源与环境, 2007, 16(6): 732~ 737.
[5] 孙娟, 蓝崇钰, 夏汉平, 等. 基于 QuickBird 卫星影像的贵港

市城市景观格局分析[J]. 生态学杂志, 2006, 25(1): 50~ 54.

[6] 吴晓青, 胡远满, 贺红土, 等. 沈阳市城镇扩展时空格局及其驱动力[J]. 应用生态学报, 2007, 18(10): 2 282~ 2 288.

[7] 吕志强, 吴志峰, 张景华. 基于最佳分析尺度的广州市景观格局分析[J]. 地理与地理信息科学, 2007, 23(4): 89~ 92.

[8] ALBERTI M, BOOTH D, HILL K, et al. The impact of urban patterns on aquatic ecosystems: An empirical analysis in Puget lowland sub-basins[J]. Landscape and Urban Planning, 2007, 80(4): 345~ 361.

[9] TANG S M, GUSTAFSON E J. Perception of scale in forest management planning: Challenges and implications[J]. Landscape and Urban Planning, 1997, 39(1): 1~ 9.

[10] 郭晋平, 张云香. 关帝山林区景观要素空间关联度与景观格局分析[J]. 林业科学, 1999, 35(5): 28~ 33.

[11] 孔繁花, 李秀珍, 尹海伟. 大兴安岭北坡林火迹地森林景观格局的变化[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2005, 29(2): 33~ 37.

[12] 金莹杉, 翟明普, 王 超, 等. 北京西山风景林景观空间分布格局研究[J]. 北京林业大学学报, 200, 29(3): 74~ 80.

[13] 杨晓晖, 张克斌, 慈龙骏. 半干旱农牧交错区近 20 年来景观格局时空变化分析——以内蒙古伊金霍洛旗为例[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(5): 81~ 86.

[14] 彭茹燕, 张慧芝, 哈 斯, 等. 陕北风沙区景观格局分析[J]. 干旱区研究, 2005, 22(1): 51~ 56.

[15] 叶延琼, 陈国阶. GIS 支持下的岷江上游流域景观格局分析[J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(1): 112~ 115.

[16] DU MAS E, JAPPIOT M, TATONI T. Mediterranean urban forest interface classification (MUFIC): A quantitative method combining SPOT 5 imagery and landscape ecology indices [J]. Landscape and Urban Planning, 2008, 84(3-4): 183~ 190.

[17] 李阳兵, 王世杰, 容 丽. 不同石漠化程度岩溶峰丛洼地系统景观格局的比较[J]. 地理研究, 2005, 24(3): 372~ 378.

[18] 王兮之, 李 森, 王金华. 粤北典型岩溶山区土地石漠化景观格局动态分析[J]. 中国沙漠, 2007, 27(5): 758~ 764.

[19] 邵景安, 李阳兵, 孟月玲, 等. 重庆岩溶区土壤景观多样性[J]. 生态学报, 2007, 27(5): 2 048~ 2 058.

[20] XIAO HONG-LIN, WENG QI-HAO. The impact of land use and land cover changes on land surface temperature in a karst area of China[J]. Journal of Environmental Management, 2007, 85(1): 245~ 257.

[21] 陈洪元, 陈邦宇, 陈 波. 贵州省普定后寨岩溶小流域水文特性研究[J]. 贵州地质, 2005, 22(4): 284~ 288.

CHARACTERISTICS OF VERTICAL DIFFERENTIATION OF LANDSCAPE
PATTERN CHANGE AT KARST PLATEAU MOUNTAIN
——A CASE STUDY OF MIDDLE AND LOWER REACHES OF HOUZHAI
SUBTERRANEAN STREAM BASIN IN PUDING COUNTY, GUIZHOU

ZHANG Pan-pan^{1,2}, HU Yuan-man¹, XIAO Du-ning¹, LI Xiu-zhen¹, YIN Jie^{1,2}
(1. Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China;
2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: The vertical differentiation characteristics of landscape pattern change at karst region in terms of elevation and slope position were studied by GIS spatial analysis and mathematical statistics based on time series remote sensing images(eg. aerial photographs, TM images and SPOT-5 images) in the middle and lower reaches of Houzhai subterranean stream basin in Puding county. Results indicated that: The greatest change of forest patches occurs at the region above sea level from 1 300 to 1 350 m and from 1 450 to 1 550 m; the greatest change of paddy field and dry land patches occurs at the region above sea level from 1 219 to 1 300 m and from 1 350 to 1 450 m. On the one hand, landscape pattern changed a lot at canyon bottom and ridgeline areas, among them the change of forest patches was the greatest. On the other hand, landscape pattern changed a little at gentle slope and steep slope areas, and paddy field and dry land patches had the greatest change. To sum up, changes of landscape patch type concentrated on the canyon bottom and ridgeline areas above sea level from 1 300 to 1 500m. In protecting eco-environment on karst plateau mountain this area should be paid more attention to.

Key words: karst plateau mountain; landscape pattern change; vertical zoning; slope position; Houzhai of Puding