

文章编号:1001-4810(2008)03-0246-09

重庆市岩溶区县土地利用景观破碎化 及土壤侵蚀影响评价

彭月^{1,3}, 王建力^{1,3}, 魏虹^{2,3}, 李清^{1,3}

(1. 西南大学地理科学学院, 重庆 400715; 2. 西南大学生命科学学院, 重庆 400715;
3. 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400715)

摘要:根据重庆岩溶区县土地利用景观破碎情况,采用双向指示种分析法和除趋势典范对应分析法对研究区县及各土地利用类型进行分类和排序,揭示其空间分布的景观生态学意义及土壤侵蚀对土地利用景观破碎化的影响。根据分析结果,可将研究区22种土地利用类型分为未利用地、平原耕地、山地耕地和灌草地4大类;可将研究区25个区县样方可分为低脆弱剧烈破碎区;低脆弱极强破碎区;低脆弱强破碎区;中脆弱中强破碎区;重脆弱中破碎区;重脆弱轻破碎区;中脆弱微破碎区7个样方群,空间上它们分属于渝东部、渝中部和渝西部3个区域,其土壤侵蚀性从东往西逐渐减弱。除趋势典范对应分析结果表明,较强的土壤侵蚀会加剧土地利用景观的破碎化,加剧破碎化的强度同土壤侵蚀等级呈现出相反的趋势。

关键词:岩溶;土地利用;景观破碎化;生态脆弱度;土壤侵蚀;重庆市

中图分类号:F301.24;S157.1 **文献标识码:**A

景观破碎化指对景观的自然分割及人为切割的破碎化程度,即景观生态格局由连续变化的结构向斑块变化的过程的一种度量,也是描述景观格局的重要参数,是景观生态学研究的热点^[1-3]。景观破碎化对景观的结构、功能及生态过程都有不同程度的影响^[4],是生物多样性丧失的重要原因之一^[5-6],其中人为活动所造成的景观破碎化又是生物多样性丧失的重要因素。强烈的景观破碎化会冲击野生动物栖息地^[7-8]及自然景观的范围与结构^[9],与区域社会经济有相当大的因果关系^[10]。因此,分析景观破碎化特征有助于提升对经济因素^[9]、人口动态及土地利用^[11-12]等景观影响因子的认识,在一定程度上揭示出景观稳定性和人类干扰程度,为景观管理和设计提供理论依据。

中国是世界上碳酸盐岩分布面积最广、岩溶地貌最发育的国家之一,其中又以西南岩溶面积最大,主

要分布在以贵州为中心的滇黔桂湘鄂川渝地区,面积约55万km²,是全球岩溶连片面积最大、岩溶发育最强烈的地区^[13]。岩溶区生态环境脆弱,水土流失严重,土壤侵蚀剧烈^[14],一方面这是由岩溶地区特殊的自然因素所引起的,另一方面不合理土地利用的干扰加剧了水土流失,景观破碎化增加,进而影响到地区生态过程。目前对重庆岩溶地区生态系统退化和恢复重建有过一定研究^[15-16],但对景观的整体性重视不够;研究所基于的资料也往往以地面调查和统计资料为主;研究工作在多时相对比和区域选择上受到较大限制^[17-18]。基于以上情况,本文从景观生态学原理出发,以GIS技术为支持,尝试用植被数量分析中的分类、排序等方法对重庆市25个岩溶区县土地利用景观破碎化等级进行评价,并揭示其与土壤侵蚀等级之间的内在联系,以为退化岩溶生态系统的恢复与重建和岩溶区土地利用结构优化提供依据。

基金项目:重庆市院士基金专项(2003-7835)、中国博士后科学基金资助项目(2003033483)

第一作者简介:彭月(1978-),男,博士研究生,从事景观生态学研究。电话:023-68352210, E-mail: pengyue@swu.edu.cn。

通讯作者:王建力,男,教授,博士生导师,研究方向自然地理学。电话:023-68253911, E-mail: wangjl@swu.edu.cn。

收稿日期:2008-02-03

1 研究区概况

重庆市位于N28°10'~32°13'和E105°17'~110°11'间,面积约8.24万km²,其中岩溶地区(包括碳酸盐岩夹碎屑岩区)面积4.14万km²,主要由三叠系嘉陵江组、大冶组、二叠系茅口组、栖霞组、奥陶系、寒武系石龙洞组等碳酸盐岩系组成。除嘉陵江组灰岩出露于重庆中部地区背斜轴部以外,其余分布于大巴山地区和武陵山、大娄山等地。行政区域上,岩溶区集中分布在南岸、巴南、北碚、渝北等25个区县^[19](图1)。其中,碳酸盐岩面积占土地面积50%以上的区县有万盛

区、南川、武隆、彭水、黔江、酉阳、秀山、巫溪、城口,占30%以上的县域有丰都、奉节、巫山,涪陵和石柱分别为28.1%和28.5%。景观上,渝东北主要表现为大于900m的中山地貌,峰丛横生,基岩裸露;渝东南主要为不同高程区域(300~600m、600~900m和>900m)相间分布的低、中山地貌;渝中和渝西南部则多表现为“一山二岭一槽”或“一山三岭二槽”式的地貌^[21]。重庆市境内石灰岩山地以石山坡地为主,土壤侵蚀严重且发生逆向演替,植被退化,覆盖率低,保水能差,干旱缺水^[20]。黄壤、石灰土和黄棕壤是本研究区的主要土壤类型,且这3类土壤在渝东北呈现出连片分布格局,面积相差不大,同处于支配地位^[21]。

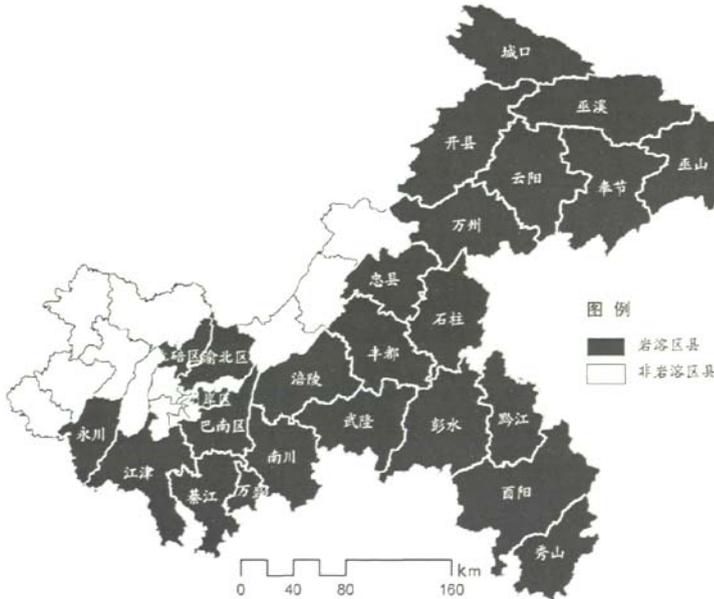


图1 重庆市岩溶区县分布图
Fig.1 Distribution of karst regions in Chongqing city

2 研究方法

首先利用重庆市2002年1:30万的土地利用现状数据和土壤侵蚀数据,通过ARCGIS 9.0生成相应的土地利用现状图和土壤侵蚀等级图(图2和图3),分别包含了有林地、灌木林地等22种土地利用类型(表1);按国内通用的土壤侵蚀强度划分标准^[22]划分出6种土壤侵蚀等级(即微度、轻度、中度、强度、极强度及剧烈);然后以单个岩溶区县为一个样方,按照生态环境综合脆弱度等级^[23]由弱到强依次排列,共得到25个样方(表2),在此基础上再利用ARCGIS 9.0软件通过空间叠加的方法,获取每个样方内土地利用

表1 土地利用类型编码

Tab.1 The code of land-use types

样方	编码	类型	样方	编码	类型
1	21	有林地	12	51	城镇用地
2	22	灌木林地	13	52	农村居民点用地
3	23	疏林地	14	53	工交建设用地
4	24	其它林地	15	6	裸岩石砾地
5	31	高覆盖度草地	16	111	山区水田
6	32	中覆盖度草地	17	112	丘陵区水田
7	33	低覆盖度草地	18	113	平原区水田
8	41	河渠	19	121	山区旱地
9	42	湖泊	20	122	丘陵区旱地
10	43	水库、坑塘	21	123	平原区旱地
11	46	滩地	22	124	>25°坡度区的旱地

表2 区县样方编码

Tab. 2 The code of quadrats

样方号	生态脆弱度	代码	区县名称	样方号	生态脆弱度	代码	区县名称
1	潜在脆弱区	B1	南岸区	14	中度脆弱区	D1	奉节县
2	潜在脆弱区	B2	渝北区	15	中度脆弱区	D2	开县
3	潜在脆弱区	B3	巴南区	16	中度脆弱区	D3	忠县
4	轻度脆弱区	C1	北碚区	17	中度脆弱区	D4	城口县
5	轻度脆弱区	C2	綦江县	18	中度脆弱区	D5	丰都县
6	轻度脆弱区	C3	江津市	19	中度脆弱区	D6	武隆县
7	轻度脆弱区	C4	永川市	20	重度脆弱区	E1	彭水县
8	轻度脆弱区	C5	万盛区	21	重度脆弱区	E2	巫山县
9	轻度脆弱区	C6	南川区	22	重度脆弱区	E3	巫溪县
10	轻度脆弱区	C7	石柱县	23	重度脆弱区	E4	黔江县
11	轻度脆弱区	C8	云阳县	24	重度脆弱区	E5	酉阳县
12	轻度脆弱区	C9	涪陵区	25	重度脆弱区	E6	秀山县
13	轻度脆弱区	C10	万州区				

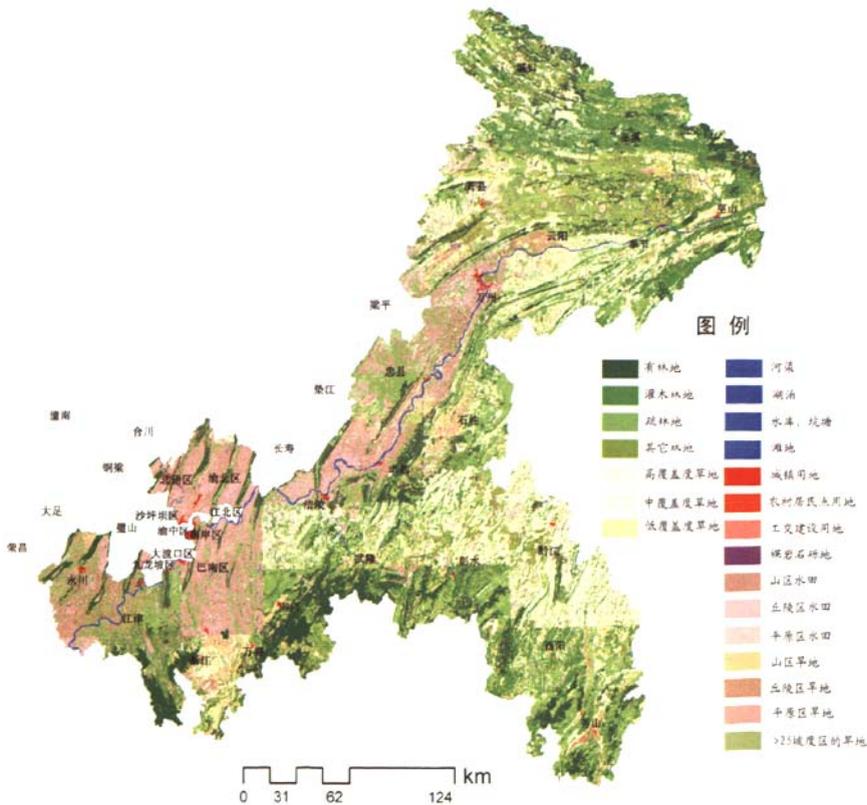


图2 2002年土地利用现状图

Fig. 2 Land-use map in 2002 in Chongqing city

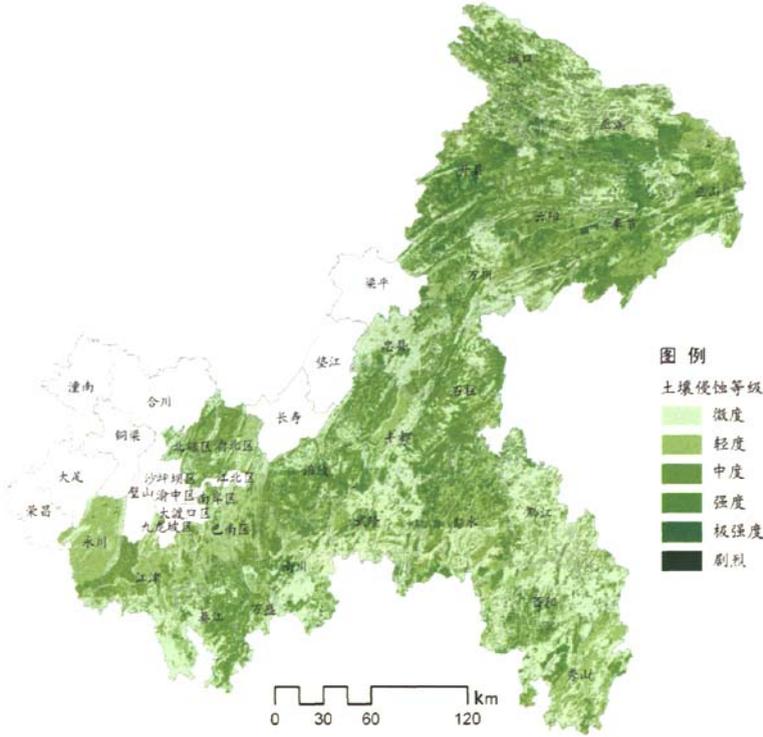


图3 2002年土壤侵蚀等级图

Fig. 3 Soil erosion rank map in 2002 in Chongqing city

和土壤侵蚀等级信息,以景观格局指数——斑块密度(PD)^[1]来指征样方的破碎化;最后通过FRAG-STAT3.3分别计算样方内各土地利用类型的斑块密度(PD),构造出一个25×22样方的土地利用景观破碎化矩阵(Au);分别计算样方内各侵蚀等级所占样方的面积百分比,进而建立起一个25×6的土壤侵蚀等级分布矩阵(As),以评价土地利用景观破碎化与土壤侵蚀的关系。

双向指示种分析(Two-way indicator species analysis, TWINSpan)是生态学中广泛应用的群落数量分析软件,是康奈尔大学所编制的“康奈尔生态学程序”(CEP; Cornell Ecological Programs)系列的一个标准程序;而除趋势典范对应分析(De. trended canonical correspondence analysis, DCCA)排序轴分类方法同时考虑了植被因子与环境因子的影响,较好地反映出了植物群落环境梯度和结构梯度关系^[24]以及环境与结构的变异特点。使用PCORD 4对Au进行双向指示种分析(TWINSpan),完成25个样方和22种土地利用类型景观破碎化的聚类。采用CANOCO软件包对Au、As数据进行除趋势典范对

应分析(DCCA),以DCCA排序图显示样方空间分布。通过DCCA与TWINSpan分类方法结合,在DCCA排序图上界定各个类型,直观看出各类型间的关系,检验TWINSpan分类的合理性,并用排序轴中的生态意义来帮助解释分类结果^[25]。

3 结果分析

3.1 对22种土地利用类型景观破碎化的TWINSpan分类

根据破碎化程度(PD)对研究区22种土地利用类型进行分类,选取第2级别分类水平,将22种土地利用类型划分为4个组(图4):

I:包括滩地、裸岩石砾地、平原区水田、平原区旱地4种土地利用类型。本组地类以未利用地和平原耕地为主,分布面积最小,仅占研究区面积0.15%。

II:包括有水库、坑塘、农村居民点用地、丘陵区水田、丘陵区旱地、疏林地、河渠、城镇用地、有林地、湖泊、工交建设用地等10种类型。以城乡、工矿、居民用地,以及水域、丘陵耕地和有林地为主。本组地类面积较

大,占研究区面积46.3%。Ⅲ:其它林地,主要指未成林造林地、迹地、苗圃及各类园地(果园、桑园、茶园、热作林园等),分布面积相对较小,占总面积的0.96%。Ⅳ:包括高覆盖度草地、低覆盖度草地、灌木林地、中覆盖度草地、山区水田、山区旱地、>25°坡度区的旱地。本组以草地、灌木林和山区耕地为主,占研究区总面积52.59%,是研究区主要土地利用类型。

利用ARCGIS9.0将各组土地利用类型合并得到TWINSpan分类结果的空间分布图(图5),从中可以看出4组类型在空间分布有明显差异,主要分布在3个区域内:区域1,即第Ⅰ组,主要为人为景观,分布于重庆市都市区和渝西南部,经济发展较快,岩溶面积较少,生态脆弱度等级低,景观破碎化严重;区域2,

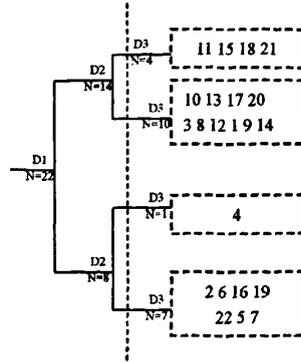


图4 22种土地利用类型的TWINSpan分类枝状图
Fig. 4 TWINSpan classification dendrogram of the 22 land-use types

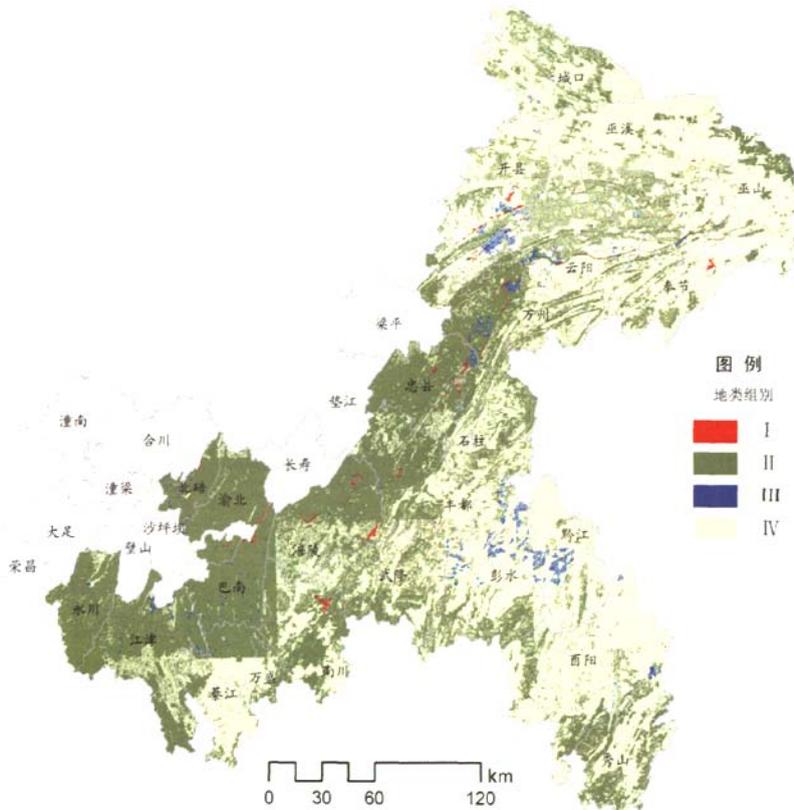


图5 22种土地利用类型的TWINSpan分类结果空间分布图
Fig. 5 The distributing map in space of the TWINSpan classification of the 22 land-use types

即第Ⅳ组,分布在东部的渝东南和渝东北等偏远地区,岩溶面积大,生态脆弱度等级高,经济发展相对落后,景观破碎化较低;区域3,包括第Ⅰ组和第Ⅲ组,面积较小,在区域1和区域2中间过渡分布,景观破碎化

程度较高。

3.2 对25个区县样方进行TWINSpan分类

对25个区县样方进行TWINSpan分类,结合其现实意义,划分为低脆弱剧烈破碎区(类群VII)、低脆

弱极强破碎区(类群VI)、低脆弱强破碎区(类群V)、中脆弱中强破碎区(类群IV)、重脆弱中破碎区(类群

III)、重脆弱轻破碎区(类群II)和中脆弱微破碎区(类群I)7种样方类群(图6),每个类群土地利用具有相

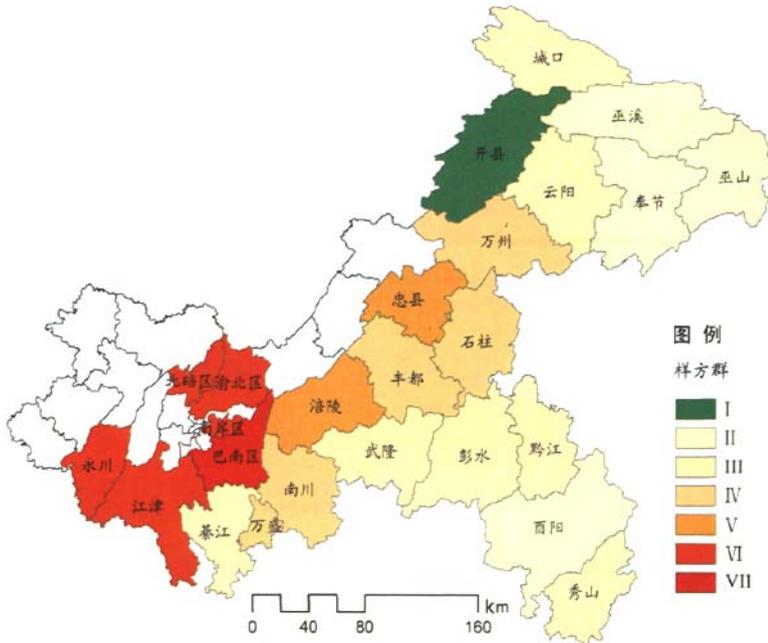


图6 TWINSpan 分类结果空间分布图

Fig. 6 The space distributing of TWINSpan classification of land-use landscape fragmentation

类群VII:低脆弱剧烈破碎区;VI类群:低脆弱极强破碎区;类群V:低脆弱强破碎区;类群IV:中脆弱中强破碎区;类群III:重脆弱中破碎区;类群II:重脆弱轻破碎区;类群I:中脆弱微破碎区

似的景观破碎化情况,其空间分布显示出各类群内部的空间聚集性,与土地利用类型分类结果一致,7个样方类群在空间上主要分布于东、西、中3个地区:

(1)渝西部区。主要有类群VII和类群VI。VI类群包括南岸、渝北、北碚、江津和永川5个区县,占研究区面积10.61%,主要分布在重庆市都市核心区及渝西经济走廊区。VII类群仅包括重庆市主城九区之一的巴南区,占研究区面积2.58%。渝西部区是重庆市的核心区域,岩溶区面积相对较少,生态脆弱度等级较低,经济发展快,人为干扰较重,景观破碎化剧烈。

(2)渝中部区。由类群V和类群IV组成。IV类群包括:万盛、南川、石柱、万州、丰都5个区县,占研究区面积的18.58%,地理位置靠近重庆市都市核心区。V类群仅包括涪陵、忠县2个区县,占研究区面积的7.41%,分布在长江沿岸的三峡库区生态经济区内。渝中部地区部分区县有一定的岩溶分布,生态脆弱度较高,经济发展较快,景观破碎化较强。

(3)渝东部地区。含类群I、类群II和类群III。类

群I仅包含一个样方(开县),占研究区面积的5.93%。类群II包括奉节、巫山、巫溪和酉阳4个区县,占研究区总面积的24.13%。类群III有綦江、云阳、武隆、彭水、黔江、秀山、城口7个区县,占研究区面积30.76%。渝东部地区主要包括了渝东南和渝东北等偏远的经济欠发达的地区,区内生态脆弱度高,景观破碎化低。

综合上述,可以看出景观破碎化同自然地理因素和人为经济活动的干扰密切相关,即在渝西部地区,生态脆弱等级低,经济活动强度高,景观受干扰强烈,景观破碎化严重;在渝东部地区,生态环境脆弱等级高,多处在脆弱的岩溶自然环境,土壤侵蚀、水土流失严重,一定程度上会加剧景观破碎化,但由于经济开发活动较弱,所以总体上景观破碎度低。

3.3 DCCA 排序

DCCA 分析结果显示,排序轴能够突出地表现土地利用景观破碎化和土壤侵蚀等级的相关关系(表3),在样方二维排序图(图7)上,梯度变化规律以第一轴为主,第二轴次之。

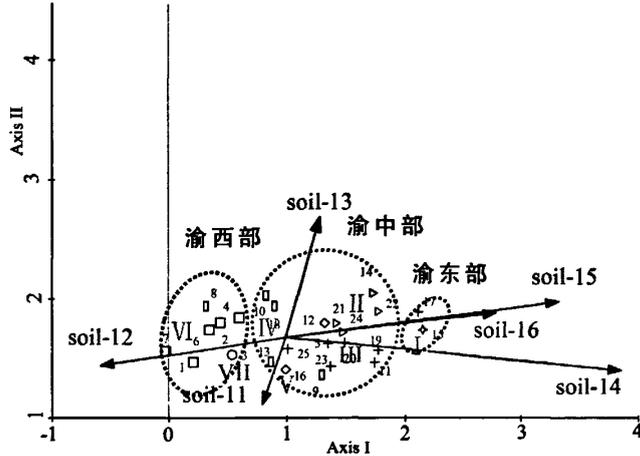


图7 25个样方DCCA二维排序图

Fig. 7 Two-dimensional DCCA ordination diagram of 25 quadrats

表3 DCCA 排序统计表

Tab. 3 Statistics of the DCCA ordination

统计类型	土壤侵蚀强度	轴1	轴2
土壤侵蚀等级与 排序轴相关系数	微度	-0.062 7	-0.191 9
	轻度	-0.439 5	-0.111 8
	中度	0.095	0.346 3
	强度	0.788 8	-0.030 4
	极强度	0.650 6	0.152 3
	剧烈	0.499 8	0.110 0
土壤侵蚀等级与 排序轴典范系数	微度	-0.071 2	-0.424 6
	轻度	-0.499 0	-0.247 3
	中度	0.107 9	0.766 2
	强度	0.895 6	-0.067 3
土地利用类型与土壤侵蚀等级相关系数	极强度	0.738 7	0.336 9
	剧烈	0.567 7	0.254 7
	特征值	0.881	0.452
特征值		0.291	0.045
累积解释量		64	72.9

从箭头表示的土壤侵蚀的等级来看,箭头连线最长的是siol-14(强度侵蚀),其次是siol-15(极强度侵蚀),再次是siol-16(剧烈侵蚀)。它说明土地利用景观破碎化同siol-14(强度侵蚀)相关性最大,其次为siol-15(极强度侵蚀),再次是siol-16(剧烈侵蚀)。箭头连线在排序轴中的斜率表示土壤侵蚀等级因子与排序轴相关性的大小,箭头所处的象限表示环境因子与排序轴之间相关性的正负关系^[24]。从图7中可以看出,第一轴的生态意义是比较清楚的,即与第一轴相关最

大的土壤侵蚀等级是siol-14、siol-15和siol-16,相关系数为0.788 8、0.650 6和0.499 8,表明DCCA第一轴代表较强的土壤侵蚀等级,从左到右土壤侵蚀强度增加,第一轴共解释了土地利用景观破碎化与土壤侵蚀等级相关性的64%,代表了主要影响因素。第2轴代表较低的土壤侵蚀等级,从下往上土壤侵蚀减弱。可见,土壤侵蚀对土地利用景观破碎化有明显影响,加剧景观破碎化强度同土壤侵蚀等级呈现相反的趋势。

从25个样方的分布格局来看,TWINSPAN对7个样方类群的分类排序结果是可靠的。该7个样方群空间上分属于渝东部、渝中部和渝西部3个区域,各区域间都存在有较明显的界限,反映出研究区从东到西土壤侵蚀强度减弱。

综上所述,重庆市岩溶区县土地利用破碎化受较强的土壤侵蚀等级的影响,但由土壤侵蚀加剧土地利用景观破碎化的速率同土壤侵蚀的等级次序相反。空间上主要形成了渝东部、渝中部和渝西部3个不同程度的土壤侵蚀区域,土壤侵蚀等级从东往西逐渐降低。

4 结 语

(1)本文以重庆市25个岩溶区县为例,利用研究区土地利用现状图和土壤侵蚀等级分布图,以景观生态学原理为基础,选择斑块密度(PD)来指征景观破碎化。在此基础上,还借鉴了植被数量分析中的分类、排序等方法,根据景观破碎化程度对研究区土地利用类型及重庆市岩溶区县样方进行分类,结合DCCA结果分析了不同土壤侵蚀等级同土地利用景观破碎化的关系,以期对研究区岩溶生态系统管理和保护、土地利用结构优化提供理论依据。

(2)从研究结果来看,根据景观破碎化情况,重庆市岩溶区县土地利用类型主要分4大类,空间上分属于3个主要区域:第一区域包括城乡、工矿、居民用地、水域、丘陵耕地、有林地,主要为人为景观,主要分布于重庆市都市区和渝西南部,该区岩溶面积较少,经济活动较强,发展水平较高,生态脆弱度等级低,景观破碎化最高;第二区域以草地、灌木林和山区耕地为主,主要分布在重庆东部的渝东南和渝东北偏远地区,经济发展落后,岩溶面积大,生态脆弱度等级高,景观破碎化低;第三区域包括未利用地和平原耕地以及其它林地,面积较小,为第一、二区域的过渡分布区,生态脆弱度等级较低,景观破碎化程度较高。

(3)25个区县样方可分为7个样方类群,每一样方群内各自具有相似的土地利用景观破碎化,空间上相互聚集。结合景观破碎化和土壤侵蚀情况,7个区县样方类群分属于3个区域空间,分别是渝东部、渝中部和渝西部,从东往西,土壤侵蚀逐渐减弱。土壤侵蚀等级同土地利用景观破碎化有一定相关,较强的土壤侵蚀将加剧景观的破碎化,但加剧的景观破碎化强度同土壤侵蚀等级呈相反趋势。

(4)利用统计手段将分类、排序的结果同宏观尺

度下景观生态学的空间信息结合,具有较强的生态学意义,但本文尚缺乏对结果的实证研究,恕日后补上。

致 谢:文中的DCCA分析得到王永健博士的技术指导,特以鸣谢!

参考文献

- [1] 布仁仓,王宪礼,肖笃宁.黄河三角洲景观组别判定与景观破碎化分析[J].应用生态学报,1999,10(3):321-324.
- [2] Turner MG, Ruscher CL. Changes in landscape patterns in Georgia, USA[J]. Landscape Ecol, 1988, 1(4):241-251.
- [3] Turner MG, Gardner RH. Quantitative Methods in Landscape Ecology [M]. New York: Springer Verlag, 1991:105-126.
- [4] 何念鹏,周道玮,吴冷.人为干扰强度对村级景观破碎度的影响[J].应用生态学报,2001,12(6):897-899.
- [5] Forman RTT, Godrn M. Landscape Ecology [M]. New York: John Wiley and Sons, 1986:335-341.
- [6] Hanski. Metapopulation dynamics [J]. Nature, 1998, 396:41-49.
- [7] 陈利顶,刘雪华,傅伯杰.卧龙自然保护区大熊猫生境破碎化研究[J].生态学报,1999,19(3):291-297.
- [8] 武正军,李义明.生境破碎化对动物种群存活的影响[J].生态学报,2003,23(11):2424-2435.
- [9] Wickham JD, O'Neill RV, Jones KB. Forest fragmentation as an economic indicator[J]. Landscape Ecol, 2000, 15:171-179.
- [10] Entwisle B, Walsh SJ, Rindfuss RR, et al. Land use/ land cover and population dynamics, Nangrong, Thailand. In: Liverman D, Moran EF, Rindfuss RR, eds. People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science [M]. Washington, DC: National Academy Press. 1998:121-144.
- [11] Nagendra H, Southworth J, Tucker CM. Accessibility as a determinant of landscape transformation in western Honduras: Linking pattern and process [J]. Landscape Ecol, 2003, 18(2):141-158.
- [12] Southworth J, Nagendra H, Tucker CM. Fragmentation of a landscape: Incorporating landscape metrics into satellite analyses of land cover change [J]. Landscape Research, 2002, 27:253-269.
- [13] 李阳兵,侯建筠,谢德体.中国西南岩溶生态研究进展[J].地理科学,2002,22(3):365-370.
- [14] 袁道先,蔡桂鸿.岩溶环境学[M].重庆:重庆出版社,1988:93-96.
- [15] 李阳兵,高明,谢德体.重庆岩溶山地土地类型及其评价[J].西南农业学报,2004,17(6):750-754.
- [16] 王玲,李阳兵,谢德体.重庆岩溶地区生态退化的研究[J].重庆环境科学,2003,25(10):60-63.
- [17] 李阳兵,王世杰,容丽.西南岩溶山地石漠化及生态恢复研究展望[J].生态学杂志,2004,23(6):8-88.
- [18] 李阳兵,白晓水,邱兴春等.喀斯特石漠化与土地利用相关性研究[J].资源科学,2006,28(2):67-73.

- [19] 邵景安,李阳兵. 重庆岩溶区景观格局特征分析[J]. 地理学科进展, 2006, 25(5): 31-40.
- [20] 王连庆, 乔子江, 郑达兴. 渝东南岩溶石山地区石漠化遥感调查及发展趋势分析[J]. 地质力学学报, 2003, 9(1): 78-841.
- [21] 邵景安, 李阳兵, 孟月玲. 重庆岩溶区土壤景观多样性[J]. 生态学报, 2007, 27(5): 2048-2058.
- [22] 王旭, 张志, 陈昆仑等. 基于RS和GIS的保康县矿区土壤侵蚀定量评价[J]. 人民长江, 2008, 39(5): 58-60.
- [23] 官冬杰, 苏维词. 基于GIS重庆岩溶地区生态环境脆弱度评价[J]. 中国岩溶, 2006, 5(3): 211-218.
- [24] 邱扬, 张金屯. DCCA排序轴分类及其在关帝山八水沟植物群落生态梯度分析中的应用[J]. 生态学报, 2000, 20(2): 199-206.
- [25] 周睿, 胡玉吉, 熊颖. 岷江上游河岸带土地覆盖格局及其生态学解释[J]. 植物生态学报, 2007, 31(1): 2-10.

Estimation on the effect of soil erosion and land-use landscape fragmentation in Chongqing karst area

PENG Yue^{1,3}, WANG Jian-li^{1,3}, WEI Hong^{2,3}, LI Qing^{1,3}

(1. School of Geography Science, Southwest China University, Chongqing 400715, China;

2. School of Life Science, Southwest China University, Chongqing 400715, China;

3. Key Laboratory of Eco-Environments in Three Gorges Reservoir Region, Chongqing 400715, China)

Abstract: In order to reveal the landscape ecologic meaning and the influence to soil erosion by land-use type, the land-use type in the study area are classified and ordered by means of Two-way indicator species analysis (TWINSpan) and Detrended canonical correspondence analysis (DCCA) on the basis of land-use landscape fragmentation in Chongqing karst region. The result shows that there are four types of land-use: Un-uses land, Plain farming, Knap farming, Shrub land and Grassland. The 25 studying quadrats are sorted into 7 quadrat clusters (i. e. Low eco-environment grade and severe fragmentation; Low eco-environment grade and very intensive fragmentation; Low eco-environment grade and intensive fragmentation; Middle eco-environment grade and middle intensive fragmentation; High eco-environment grade and middle fragmentation; High eco-environment grade and light fragmentation; Middle eco-environment grade and tiny fragmentation) that located in 3 areas (west of Chongqing, middle of Chongqing and east of Chongqing) from east to west, and the soil erosion rank decreased accordingly. The DCCA result show the strong soil erosion enhanced the landscape fragmentation, but the strength orders and the soil erosion rank goes by contraries (intensive erosion > very intensive erosion > severe erosion).

Key words: karst; land-use; landscape fragmentation; eco-fragility; soil erosion; Chongqing city