

流域尺度土地利用与土壤类型空间分布的相关性研究

陈利顶¹, 张淑荣¹, 傅伯杰¹, 彭鸿嘉^{1,2}

(1. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085; 2. 甘肃省林业科学研究所, 兰州 730000)

摘要:随着人类活动日益加强,土地利用变化及其驱动力研究已经成为国际地理学界研究的热点。但目前更多的工作侧重于研究人为因子,如人口增长、政策变化等因子对土地利用变化的影响,其实土地利用在宏观尺度上的变化一定程度上取决于自然环境背景,因此研究土地利用变化的自然环境背景特征对于进一步探讨土地利用变化的自然驱动力具有重要意义。土壤类型的空间分布在一定程度将影响土地利用的空间分布格局和变化过程。本文利用遥感、地理信息系统,通过选取景观格局指标,以于桥水库流域为例,研究了土地利用与土壤类型空间分布之间的相互关系。结果表明:(1)受人类活动干扰较弱的土地利用类型,如有林地、稀疏林地、灌木林地、其他林地和草地,主要分布在淋溶褐土、褐土性土以及棕壤地区;而与人类活动密切的土地利用类型,如山区旱耕地、丘陵区水田、丘陵区旱耕地和平原区旱耕地主要分布在淋溶褐土、褐土性土和潮土地区;(2)同类地区土地利用的多样性指数要比土壤的低。并且土地利用和土壤类型多样性均表现出明显的地形梯度效应,从中低山区、低山丘陵区、丘陵平原区到山间盆地区,土壤多样性指数从小到大有规律地变化。而土地利用类型多样性变化较为复杂,反映出人类活动对土地利用格局的影响较强,而对土壤类型的影响相对较小;(3)随着平均斑块面积的增加,流域多样性指数将呈下降趋势。土地利用多样性指数与流域总面积之间的相关性较差,但土壤多样性指数与流域总面积表现出的相关性较好;(4)土地利用类型与土壤类型之间,平均斑块面积上没有明显的相关关系,但在多样性指数之间存在着较好的相关性。土壤类型丰富多样的地区,土地利用的多样性指数也相对较高。

关键词:土地利用;土壤;空间分布格局;流域尺度;相关性

Correlation analysis on spatial pattern of land use and soil at catchment scale

CHEN Li-Ding¹, ZHANG Shu-Rong¹, FU Bo-Jie¹, PENG Hong-Jia^{1,2} (1. *Research Center for Eco-environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085*; 2. *Gansu Institute of Forestry Sciences, Lanzhou, Gansu Province, 730000*). *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(12): 2497~2505.

Abstract: Land use/cover change and its driving force have become the hot topic of ecologists and geographers within recent years with farmland loss due to population growth. However, most research works carried out at present are focused on the role of human factors on land use/land cover change, for

基金项目:国家自然科学基金面上基金资助项目(49971072)

收稿日期:2003-08-10; **修订日期:**2003-10-10

作者简介:陈利顶(1965~),男,博士,研究员,主要从事景观格局与生态过程、土地持续利用评价与规划,环境遥感方面的研究。E-mail:Liding@mail.rcees.ac.cn; chenliding@sohu.com

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (No. 49971072)

Received date: 2003-08-10; **Accepted date:** 2003-10-10

Biography: CHEN Li-Ding, Ph. D., Professor, main research field: landscape pattern and ecological processes, sustainable land use evaluation, planning, and environmental remote sensing. E-mail: Liding@mail.rcees.ac.cn; chenliding@mail.rcees.ac.cn

example population growth, grain demand, road construction, urban expansion, policy change and others. In fact, apart from the human factors, the land use/land cover change on macro scale is more dependent on the natural environmental background. As one of principal environmental factors, the spatial distribution of soil types may affect land use structure and change. To study the relationship between soil and land use pattern will be of significance to identify the effect of natural environmental factors on land use change. In this study, a case study was carried out in Yuqiao Reservoir Basin focusing on the relationship between the soil spatial pattern and land use pattern by using remote sensing data, GIS modeling, and landscape ecological approaches. It was found: (1) the land use types less involved by human, such as woodland (including woodland, sparse woodland, shrubland, other types) and grassland, are mainly distributed in the leaching Cinnamon soil, infant cinnamon soil and brown forest soil while the land use types affected strongly by human activity, such as cropland, are mainly distributed in the leaching Cinnamon soil, infant cinnamon soil and fluvoaquic soil; (2) The land use diversity is commonly smaller than soil diversity in the same area. Meanwhile, land use and soil diversity index changes with the topographic gradient. They increase from mid-low hill areas, low-hill areas, low-hill and plain areas to flat basin inter-hills; (3) Both the diversity index of soil and land use decline with the mean patch area increase, and the soil diversity increase with the total area increase of the catchment rather than the land use diversity index; (4) Comparing the soil and the land use, slight correlation is found between the mean patch size of land use and soil, while a good positive relationship is found between them. This implies that diverse land use areas often appear in the heterogeneous soil areas.

Key words: Land use type; soil type; spatial pattern; catchment scale; correlation analysis

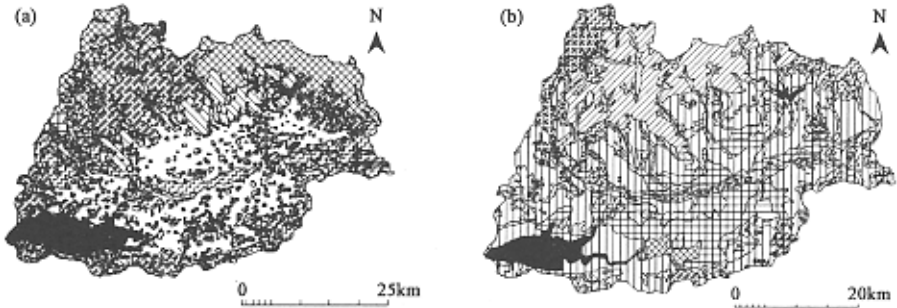
文章编号:1000-0933(2003)12-2497-09 中图分类号:Q149 文献标识码:A

随着全球范围内生态环境不断恶化和人地矛盾日趋尖锐,土地利用/覆被变化及其对生态环境的影响已经成为生态学和地理学界关注的焦点^[1~5]。土地利用/土地覆被变化一方面与自然环境演变相关,另一方面与人类活动的不断增强密切相关^[6,7]。作为人类活动集中体现的综合体,土地利用方式和强度在一定程度上反映了人类活动对自然生态系统干扰的性质和过程,而土地资源(土壤)作为人类活动赖以生存的物质基础,也为土地利用格局的形成提供了基础,它在空间上的分布格局将在一定程度上影响土地利用的空间分布格局及其演变过程^[6~12]。目前更多的研究重视从人为因素方面探讨土地利用格局的演变及其驱动力以及土地利用/覆被变化对区域生态环境的影响,而从自然环境背景方面探讨各种背景因子的空间分布与土地利用之间的相互关系开展的工作相对较少^[8,10~16]。研究土地利用与土壤空间分布格局之间的相互关系,对于探讨自然因素(如土壤)在土地利用变化过程中的地位和作用具有重要意义,同时有利于辨识不同景观地区土地利用变化中自然和人为驱动因子的贡献和差异。本文利用遥感和地理信息系统,通过选取典型景观分析指标,以桥水库流域为例,研究了土地利用与土壤类型空间分布之间的相互关系。

1 研究地区概况

于桥水库流域位于蓟运河上游,北纬 $39^{\circ}56' \sim 40^{\circ}23'$ 与东经 $117^{\circ}26' \sim 118^{\circ}12'$ 之间。地跨河北省和天津市两地,面积 2052 km^2 。该流域属于温带大陆季风型半湿润气候,年均温度 $10.4 \sim 11.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$,多年平均降雨量为 748 mm ,主要集中在 $7 \sim 9$ 月份。流域内地形复杂,海拔 500 m 以上的山地占全流域面积的 24.5% ,其中北部主要以中低山为主;中部为比较平坦的山间盆地型平原,与南部的丘陵平原之间为一个低缓的中道山相隔;在研究地区的东南部边缘地带为低山丘陵。研究地区在景观上可以分为三大部分:(1) 北部林草区,包括长城以北山区和中部中道山区,林草地面积占 $60\% \sim 70\%$,是流域中林地、草地最为集中的地区,也是流域内主要用材林和板栗生产基地。该区耕地面积相对较少,仅分布于山间河谷平原和河流阶地上。(2) 南部农、果、林、苇、牧区以南的所有丘陵地区,耕地面积增加,梯田和坡耕地较为集中,主要作物有玉米、小麦。林业用地中以经济林面积最大,是流域内水果集中产地。(3) 中部工农业用地区,主要分布在流域的

山间盆地和平原区,是农田、居民地、工业、交通集中分布的地区。农田面积较大,多以玉米、小麦、花生、水稻四大作物为主,是流域中粮、油集中产区,同时也是居民点、工业用地所占比例较高的地区。研究地区土地利用概况如图 1a 所示,表 1 显示了于桥水库流域主要土地利用类型在各小流域的分布特征。



土地利用类型 Land use/cover: 丘陵地区水田 Irrigated farmland in the low hills; 山区旱地 Rain-fed farmland in the mountainous area; 平原地区旱地 Rain-fed farmland in the flat plain; 丘陵地区旱地 Rain-fed farmland in the low hills; 有林地 Woodland; 灌林地 Shrubland; 稀林地 Sparse woodland; 其他林地 Other woodland; 中覆盖度草地 Moderate coverage grassland; 低覆盖度草地 Low coverage grassland; 水库坑塘 Ponds and reservoir; 城镇用地 Residential land

土壤类型 Soil types: 水体 Water body; 潮土 Fluvoaquic soil; 棕壤 Brown forest soil; 棕壤性土 Infant brown forest soil; 中性粗骨土 Neutral skeleton soil; 褐土 Cinnamon soil; 潮褐土 Fluvoaquic cinnamon soil; 淋溶褐土 Leaching cinnamon soil; 褐土性土 Infant cinnamon soil; 中性石质土 Neutral gravel soil; 石灰性褐土 Lime cinnamon soil; 红粘土 Red clayey soil; 钙质粗骨土 Calcium skeleton soil; 酸性粗骨土 Acid skeleton soil

图 1 于桥水库流域主要土地利用与土壤类型空间分布图

Fig. 1 Distribution map of Land-use/cover in Yuqiao reservoir basin

(a) 土地利用类型图 Land use map; (b) 土壤类型图 Soil map

流域中土壤类型主要有棕壤、褐土和潮土三大类型。并从北向南,从山区向平原呈带状分布。棕壤主要分布在兴隆县和蓟县的中低山地区,遵化县只有零星分布,在流域内又表现为 4 个亚类:山地棕壤,棕壤性土,生草棕壤和粗骨棕壤。潮土分布在流域的西南部丘陵——平原地带,海拔较低,地势低洼的地方,属非地带性土壤,分布面积不大。介于两者之间的是褐土分布区,是流域内最主要的土类,在平原、丘陵和低山均有分布,表现为淋溶褐土,典型褐土,石灰石褐土和褐土性土等 6 个亚类,成土母质较厚,有机质含量高,土壤通透性好,多为流域内的农业用地(图 1b)。

2 研究方法

2.1 资料来源

在分析研究地区土地利用与土壤类型空间分布之间的相互关系时,主要选用资料包括:① Landsat TM 遥感影像(1995~1996 年)土地利用类型解译,结合野外调查和其他相关资料,编制 1:10 万土地利用图;② 20 世纪 80 年代全国土壤普查资料,土壤类型图,1:7.5 万;③ 1:25 万的地形图(1980)。

2.2 研究方法

2.2.1 土地利用遥感影像解译与流域分区 该项研究工作主要借用中国科学院遥感应应用研究所编制的 1:10 万研究地区土地利用遥感影像解译图,结合野外调查资料和近年的相关资料,结合 1:10 万地形图,编制研究地区 1:10 万土地利用图。为了进一步研究土壤和土地利用类型空间分布之间的相互关系,首先依据不同水系和区域人类活动特点将研究地区划分为 28 个小流域(研究单元),然后根据不同小流域所处的主要地貌类型特征,将 28 个小流域划分为中低山区、低山丘陵区、丘陵平原区和山间盆地区四大类型(表 1)。在此基础数据上分析不同小流域土地利用与土壤空间分布的相互关系。

2.2.2 景观格局分析指标 景观分析指标主要选取了以下指标:斑块个数(N_p)、平均斑块面积(P_a)、景观

多样性指数和相关系数^[17~20]。在计算景观格局分析指标时,土地利用分类体系主要采用的是中国科学院遥感应用研究所编制全国土地利用遥感解译图时制定的土地利用分类系统;土壤分类体系用的是土壤中的亚类。

表 1 于桥水库各小流域土地利用类型及其他基本特征

Table 1 Land use/cover and other attributes of each sub-watershed in Yuqiao Reservoir Catchment

地貌分区 Landforms	控制小区 Sub-watershed	主要土地利用类型 Main land use types (%)					人口密度 Population density (Persons/km ²)
		林地 Woodland	草地 Grassland	耕地 Farmland	城镇用地 Urban land	其他 Others	
中低山区 Mod-high mountains	ZH-7	84.84	6.72	7.51	0.4	0.53	298
	ZH-8	27.42	53.16	18.08	1.33	0.01	316
	ZH-9	16.71	39.99	35.74	4.17	3.39	407
	ZH-10	8.09	78.29	9.02	0.64	3.96	437
	ZH-11	54.85	42.64	2.2	—	0.31	185
	ZH-12	5.51	81.46	11.59	1.42	0.02	457
	ZH-5	90.65	3.33	4.11	1.78	0.13	207
低山丘陵区 Low mountain and hills	ZH-1	90.53	3.93	4.17	—	1.37	216
	ZH-2	46.88	31.45	16.34	5.27	0.06	457
	ZH-3	59.17	22.85	14.38	3.44	0.16	416
	ZH-18	61.26	18.18	17.99	2.65	—	299
	ZH-28	59.78	22.48	17.59	0.15	—	284
	ZH-27	87.95	12.05	—	—	—	225
丘陵平原区 Low hills and flat plain	ZH-6	87.67	2.43	3.6	0.21	6.09	210
	ZH-13	31.58	16.56	41.55	9.8	0.51	508
	ZH-4	16.93	36.88	39.54	6.65	—	323
	ZH-14	24.38	7.24	53.31	14.85	0.22	561
	ZH-15	42.92	2.39	45.28	9.41	—	486
	ZH-16	12.01	0.4	71.32	15.51	0.76	580
	ZH-17	31.77	—	57.09	11.07	0.07	486
	ZH-19	0.32	—	85.33	14.35	—	507
	ZH-24	25.31	—	50.38	15.33	8.98	419.3
	ZH-25	14.23	22.80	33.52	10.64	18.81	487
山间盆地 Inter-hills basins	ZH-26	58.46	8.03	28.4	5.09	0.02	393
	ZH-20	37.2	9.82	36.86	15.96	0.16	945
	ZH-21*	40.9	—	48.74	10.36	—	550
	ZH-22	11.61	5.61	71.91	9.76	1.11	422
	ZH-23	34.84	0.29	48.96	15.61	0.3	667

由于集水控制区(21)面积太小,计算的各项指数时可能会出现较大的误差,因此在分析计算时忽略了该流域

3 结果分析与讨论

3.1 土地利用与土壤的空间分布关系

表 2 显示了于桥水库流域主要土地利用类型在各种土壤中分布概况,从中可以看出主要土地利用类型与土壤分布之间的关系。在空间分布上,有林地、稀疏林地和其他林地主要与淋溶褐土、棕壤、褐土性土分布相重合;而灌木林地分布地区土壤类型较为复杂,主要有褐土性土、淋溶褐土、棕壤、棕壤性土、中性石质土和钙质粗骨土,反映出灌木林地在空间上分布的广泛性;草地主要分布在淋溶褐土、褐土性土地区,同时在棕壤、棕壤性土、潮土地区也有分布;山区旱耕地主要分布在淋溶褐土、褐土性土、潮土和棕壤地区,丘陵区水浇地主要分布在潮土、棕壤性土和淋溶褐土地区,而丘陵区旱耕地主要分布在淋溶褐土和潮土地区,同时在棕壤性土、钙质粗骨土和褐土性土地区也有分布;平原区旱耕地分布的地区主要为淋溶褐土。

3.2 平均斑块面积比较

表 2 于桥水库流域主要土地利用类型与土壤的分布关系

Table 2 The relationships between the land use types and soil in Yuqiao Reservoir Basin

土壤类型 Soil types	土地利用类型 Land use types (%)											
	FD-m	FD-h1	FD-h2	FD-p	WD	WD-s	WSD	WD-o	GD-m	GD-l	UD-r	
棕壤 Brown forest soil	6.66		0.14		26.37	1.22	12.08	0.6	5.82	7.52		
褐土 Cinnamon soil		1.36										
红粘土 Red clayey soil	0.07		0.4				0.25		0.53			
中性石质土 Neutral gravel soil		0.14	2.98		0.03	1.09	11.43	0.98				
棕壤性土 infant brown forest soil	1.04	22.2	2.69		2.2	0.35	11.08	0.06	3.72			
潮土 fluvoaquic soil	7.13	73.01	42.03			4.89	1.87	5.7	2.35		54.13	
淋溶褐土 Leaching cinnamon soil	53.47	4.79	50.18	100	62.7	74.64	25.82	78.73	45.07	92.14	45.87	
褐土性土 infant cinnamon soil	23.05		1.72		1.57	0.88	35.52	10.64	39.4	0.34		
石灰性褐土 Lime cinnamon soil						1.08						
钙质粗骨土 Calcium skaletion soil							5.72	1.03				
酸性粗骨土 Acid skaletion soil		3.74			0.95			0.83				
中性粗骨土 Neutral skaletion soil			4.11		0.26	0.02	0.39					
其他 Others	0.18		0.67		0.07	0.48	0.25	2.07	0.26			
合计 Total	100		100	100	100	100	100	100	100	100	100	

* FD-m 山区旱耕地 Rain-fed farmland in the mountainous area; FD-h1 丘陵区水田 Irrigated farmland in the low hills; FD-h2 丘陵区旱耕地 Rain-fed farmland in the low hills; FD-p 平原旱耕地 Rain-fed farmland in the flat plain WD 有林地 Woodland; WD-s 稀疏林地 Sparse woodland; WSD 灌木林地 Shrubland; WD-o 其他林地 Other woodland; GD-m 中覆盖度草地 Moderate coverage grassland; GD-l 低覆盖度草地 Low coverage grassland; UD-r 城镇用地 Residential land

表 3 显示了于桥水库流域土壤和土地利用类型的基本特征及其有关指标之间的相关性,图 2 至图 4 分别显示了土壤类型和土地利用类型不同格局指数之间的相互关系。

在总体上,土地利用类型的平均斑块面积稍小,而土壤类型的平均斑块面积较大。同时可以看出在地形的转换地带——丘陵平原区,土地利用和土壤类型的平均斑块面积之间差异较为明显,前者为 134.1hm^2 ,后者为 309.3hm^2 。从四大类型区上比较,土地利用类型的平均斑块面积变化较大,而土壤的平均斑块面积差异不大。其中山间盆地区,土壤类型的平均斑块面积最小,反映出山间盆地地区,由于地形变化较大,水文和养分变化过程复杂,导致土壤类型复杂多样,出现了较小的土壤斑块。

对于土地利用类型来说,不同类型区之间平均斑块面积差异明显。在中低山和低山丘陵地区,土地利用类型的平均斑块面积相对较大,分别达到了 238.4hm^2 和 256.3hm^2 ;丘陵平原和山间盆地地区,土地利用类型的平均斑块面积要小得多,分别为 134.1hm^2 和 149.7hm^2 。这在一定程度上反映出丘陵平原和山间盆地地区人类活动强度要比中低山和低山丘陵地区大得多。丘陵平原和山间盆地地区出现了由人类活动控制的果园、旱耕地、水田等,斑块较小;而在中低山区和低山丘陵地区,主要为大面积的林地和草地斑块,整体上平均斑块面积较大。

3.3 多样性指数比较

在多样性方面,土地利用和土壤表现出明显不同的特征,总体上土地利用类型的多样性指数要比土壤的低。对于土地利用类型来说,不同地貌类型区之间差异较大,其中在中低山区出现了最低的多样性指数,为 0.42,山间盆地区多样性指数最大,为 0.59。低山丘陵地区和山间盆地地区的多样性分别为 0.51 和 0.55,介于中低山区和山间盆地地区之间,从中低山区、低山丘陵区、丘陵平原区到山间盆地地区,多样性指数从低到高呈地形梯度效应。说明在中低山区,由于地形条件比较一致,土地利用类型简单,主要为一些大面积的土地利用类型所控制,而在人类活动影响强烈的地区,如丘陵平原地区和山间盆地地区,

于地貌单元复杂多样,人类干扰明显,自然和人为影响的土地利用类型均有分布,因此出现了较高的多样性指数。

表 3 于桥水库流域土地利用与土壤空间格局分布特征

Table 3 The characteristics of Soil and Land use spatial pattern in Yuqiao Reservoir Basin

流域编号与特征			土地利用类型特征				土壤类型			
Features of sub-watersheds			Characteristics of land use				Characteristics of soil			
流域	流域面积	类型	斑块个数	平均斑块面积	多样性指数	类型	斑块个数	平均斑块面积	多样性指数	
Watershed	Area of watershed (hm ²)	Types	Patch number	Mean patch area (hm ²)	Diversity index	Types	Patch number	Mean patch area (hm ²)	Diversity index	
ZH-5	4928	8	23	214.3	0.40	8	19	259.4	0.70	
ZH-7	2855	6	19	150.3	0.49	6	5	571.0	0.47	
ZH-8	4437	6	17	261.0	0.51	8	16	277.3	0.50	
ZH-9	2576	5	19	135.6	0.56	6	11	234.2	0.64	
ZH-10	3266	6	16	204.1	0.35	4	7	466.6	0.24	
ZH-11	13851	5	37	374.4	0.34	10	31	446.8	0.66	
ZH-12	3294	6	10	329.5	0.29	7	11	299.5	0.50	
平均 Average	5030	—	—	238.4	0.42	—	—	365.0	0.53	
ZH-1	2432	4	6	405.4	0.21	6	4	608.1	0.54	
ZH-2	5336	6	30	177.9	0.64	9	19	280.9	0.66	
ZH-3	4956	6	41	120.9	0.48	8	21	236.0	0.74	
ZH-18	6601	8	49	134.7	0.70	13	26	253.9	0.80	
ZH-27	1400	5	14	100.0	0.54	7	9	155.5	0.39	
ZH-28	8385	6	14	598.9	0.47	12	31	270.5	0.84	
平均 Average	4852	—	—	256.3	0.51	—	—	300.8	0.66	
ZH-4	1859	6	25	74.4	0.62	8	12	154.9	0.79	
ZH-6	5184	8	17	305.0	0.39	9	28	185.1	0.78	
ZH-13	8458	9	55	153.8	0.62	13	39	216.9	0.92	
ZH-14	11282	6	87	129.7	0.52	10	30	376.1	0.81	
ZH-15	9947	6	80	124.4	0.60	7	25	397.9	0.66	
ZH-16	9381	8	77	121.8	0.51	10	19	493.7	0.79	
ZH-17	5489	6	38	144.4	0.47	8	17	322.9	0.72	
ZH-19	1920	3	17	113.0	0.19	4	6	320.1	0.38	
ZH-24	2498	5	31	80.6	0.59	10	9	277.5	0.51	
ZH-25	5237	8	38	137.8	0.75	10	18	291.0	0.70	
ZH-26	5853	10	65	90.1	0.79	25	16	365.8	0.76	
平均 Average	6101	—	—	134.1	0.55	—	—	309.3	0.71	
ZH-20	11177	9	75	149.0	0.78	16	50	223.5	0.86	
ZH-21*	803	3	5	160.6	0.41	6	11	73.1	0.64	
ZH-22	11994	7	80	149.9	0.44	12	41	292.5	0.90	
ZH-23	7965	10	53	150.3	0.56	10	24	331.9	0.74	
平均 Average	10379	—	—	149.7	0.59	—	—	282.6	0.84	

* ZH-21 未列入计算的项目中

与土地利用多样性一样,从中低山区到低山丘陵地区、丘陵平原区、山间盆地区,土壤的多样性指数也表现出明显的梯度效应,从小到大,呈规律性变化。说明了土壤发育过程沿着这个地形梯度,从简单到复杂逐渐变化,土壤类型趋于多样化。在丘陵平原地区和山间盆地地区,由于生态过程受到地貌单元和人类活动的强烈影响,土壤类型出现了多样性的特征,而在山区由于地貌和环境条件分异较小,土壤类型发育相对比较简单

3.4 平均斑块面积对多样性指数的影响

图 2a, 2b 分别显示了研究地区土地利用类型和土壤的平均斑块面积与多样性指数之间的相互关系。总体上可以看出, 随着平均斑块面积的增大, 土地利用和土壤的多样性指数将会下降。并且土地利用类型比土壤表现出更为明显的相关性。从表 4 的相关系数分析可知, 土地利用多样性指数与平均斑块面积的相关系数达到了 -0.691 , 而土壤平均斑块面积与多样性指数之间的相关系数仅为 -0.561 。可见土地利用的多样性指数与平均斑块面积具有相对较好的相关性。

表 4 土壤与土地利用相关关系比较

Table 4 Coorelation comparison between different land use indices regarding to soil and land use

类型 Items	小流域总面积与多样性指数	平均斑块面积与多样性指数
	Total area of watershed vs diversity index	Mean patch area vs diversity index
土地利用类型 Land use	0.445	-0.691
土壤 Soil	0.800	-0.561
	平均斑块面积 Mean patch area	多样性指数 Diversity index
土壤与土地利用 Soil and land use	0.450	0.686

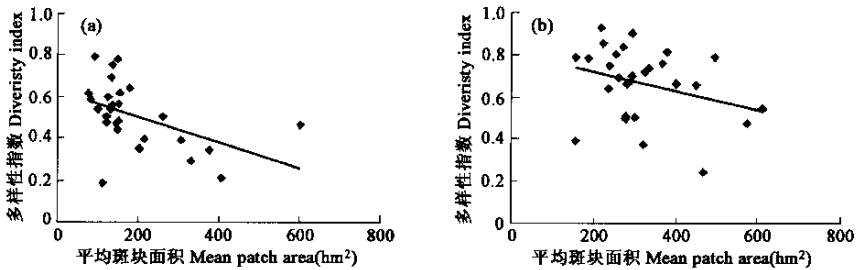


图 2 平均斑块面积与多样性指数之间的关系

Fig. 2 The relationship between mean patch size and diversity index

(a) 土地利用类型 Land use types; (b) 土壤类型 Soil types

3.5 流域面积与多样性指数的关系

图 3 显示了流域总面积与多样性指数之间的相互关系。从流域总面积分析, 土地利用类型与多样性指数之间没有明显的相关关系, 表明土地利用的多样性指数并不会因为流域面积的增加而增大, 二者之间的相关系数仅为 0.445 。但对土壤类型来说, 随着流域面积的增大, 多样性指数存在比较明显的上升趋势, 二者之间的相关系数达到了 0.80 , 说明土壤类型的变化和多样性特征受到流域面积的较大影响。因此, 在中大尺度上研究土地利用格局特征时, 可以忽略区域面积对格局特征的影响, 但在研究土壤格局的空间分布特征时, 必须考虑面积大小对它的影响。

3.6 土地利用与土壤之间的相关性分析

图 4a, 图 4b 分别显示了研究地区土地利用与土壤之间平均斑块面积、多样性指数之间的相关性。在平均斑块面积方面, 土地利用类型与土壤之间不存在明显的相关性, 二者之间的相关系数仅为 0.450 ; 而二者之间的多样性指数具有较好的相关性, 相关系数达到 0.686 。说明土壤斑块面积的大小对土地利用斑块的大小影响不大。这是因为, 土壤主要受到自然因素的强烈影响, 而土地利用类型除了自然因素影响外, 还受到人类活动的强烈影响, 通过人类活动可以改变区域土地利用斑块的大小, 但却不能改变土壤斑块的大小。土地利用类型和土壤多样性指数呈现出较好的正相关, 表明土壤类型丰富多样的地区, 为土地利用提供了多样性的基础, 说明土地利用的多样性在一定程度上将受到区域土壤多样性的影响。

4 结语

土地利用格局数据不仅受到人类活动的直接驱动, 而在较大程度上与区域的环境背景密切相关。土壤作为人类活动赖以生存的基本资源之一, 为人类活动的发展提供了基础条件, 也在一定程度上决定着区

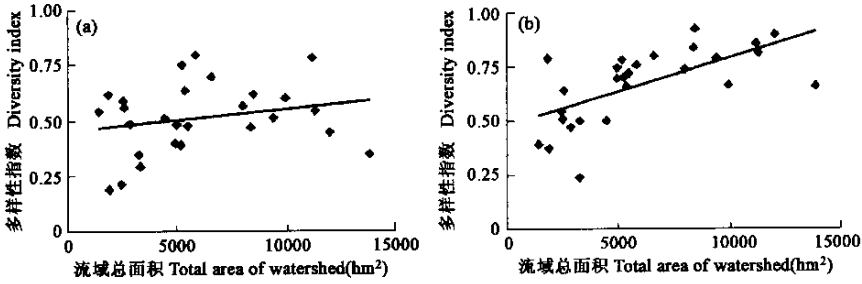


图 3 流域面积与多样性指数之间的关系

Fig. 3 The relationship between the watershed size and diversity index

(a) 土地利用类型 Land use types; (b) 土壤类型 Soil types

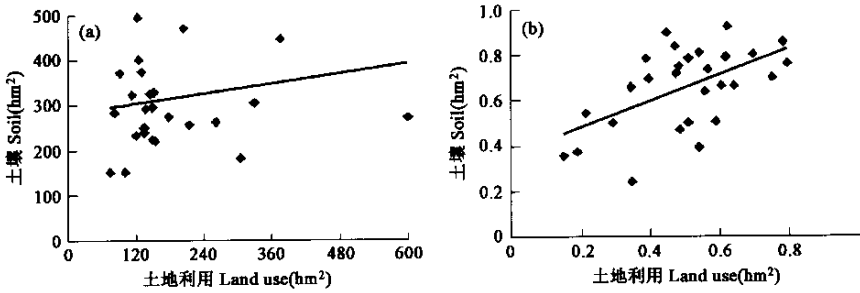


图 4 土壤与土地利用类型之间平均斑块面积与多样性指数相关性比较

Fig. 4 Correlation analysis on mean patch area and diversity index between soil and land use types

(a) 平均斑块面积 Mean patch area; (b) 多样性指数 Diversity index

域土地利用的形成和变化。研究土地利用类型的空间格局与土壤空间分布之间的相互关系,对于探讨自然因素(如土壤)在土地利用中的地位 and 作用具有重要意义。本文利用遥感、地理信息系统和景观生态学的方法,通过选取典型景观分析指标,以于桥水库流域为例,分析了土地利用与土壤空间分布之间的相互性。结果表明:(1) 受人类活动干扰稍弱的土地利用类型,如有林地、稀疏林地、其他林地灌木林地、其他林地草地,主要分布在淋溶褐土、褐土性土以及棕壤地区;而与人类活动密切的土地利用类型,如山区旱耕地、丘陵区水田、丘陵区旱耕地和平原区旱耕地主要分布在淋溶褐土、褐土性土和潮土地区。(2) 同一类地区总体上土地利用多样性要比土壤多样性低。同时发现土地利用和土壤类型的多样性具有明显的地形梯度效应,从中低山区、低山丘陵地区、丘陵平原区到山间盆地,由小到大有规律地变化。(3) 平均斑块面积与多样性指数具有较好的相关性,随着平均斑块面积的增加,流域多样性指数将呈下降趋势。而流域总面积与多样性指数之间的相关性较差,但土壤多样性指数与流域总面积表现出的相关性要比土地利用类型的好;(4) 土地利用类型与土壤之间,在平均斑块面积上没有明显的相关性,土壤斑块的面积不会影响土地利用斑块的大小,但土地利用和土壤多样性指数之间存在较好的相关性,一般认为土壤类型丰富多样的地区,土地利用的多样性指数也相对较高。

References:

[1] Li X B. The core study area of global change-perspectives of landscape/land cover change. *Acta Geographica Sinica* 1995;553~557.

[2] Vanacker V, Govers G, Barros S, et al. The effect of short-term socio-economic and demographic change on

landuse dynamics and its corresponding geomorphic response with relation to water erosion in a tropical mountainous catchment, Ecuador. *Landscape Ecology*,2003, **18** (1):1~15.

- [3] Fu B J, Chen L D, Ma K M. Impact of land-use change on eco-environmental issues in loess hilly area, *Acta Geographica Sinica*, 1999, **54**(3):241~246.
- [4] Meyer W B, Turner II B L. *Changes in land use and land cover: a global perspective*. Cambridge University Press, 1991.
- [5] Kammerbauer J & Ardon C. Land use dynamics and landscape change pattern in a typical watershed in the hillside region of central Honduras. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1999, **75**(1~2):93~100.
- [6] Chen L D, Wang J, Fu B J, *et al.* Land use change in a small catchment of northern Loess Plateau, China. *Agriculture Ecosystem and Environment*, 2001, **86**(2):163~172.
- [7] Zeng H, Kong N N and Li S J. Human impacts on landscape structure in Wolong nature reserve. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, **21**(12): 1994~2001.
- [8] Gunilla E and Olsson A. Landscape change patterns in mountains, land use and environmental diversity, Mid-Norway 1960~1993, *Landscape Ecology*, 2000, **15** (2): 155~170.
- [9] Filser J, Mebes K H, Winter K, *et al.* Long-term dynamics and interrelationships of soil Collembola and microorganisms in an arable landscape following land use change. *Geoderma*, 2002, **105**(3~4):201~221.
- [10] Chang X L and Wu J G. Characteristics of landscape pattern in Kerqin desert. *Acta Ecologica Sinica*, 1998, **18**(3): 225~232.
- [11] Ma K M and Fu B J. Landscape pattern and fragmentation in Donglingshan Montane region. *Acta Phytocologica*, 2000, **24**(3): 320~326.
- [12] Marsh W M. *Landscape planning: environmental applications* (3rd edition). New York: John Wiley and Sons, Inc., 1997. 11~18.
- [13] Phillips D H, Foss J E, Stiles C A, *et al.* Soil-landscape relationships at the lower reaches of a watershed at Bear Creek near Oak Ridge, Tennessee, *Catena*, 2001, **44** (3):205~222.
- [14] Phillips D H, Foss J E, Stiles C A, *et al.* Soil-landscape relationships at the lower reaches of a watershed at Bear Creek near Oak Ridge, Tennessee, *Catena*, 2001, **44** (3):205~222.
- [15] Mladenoff D J, Niemi G J, White M A. Effects of changing landscape pattern and U. S. G. S. land cover data variability on ecoregion discrimination across a forest-agriculture gradient, *Landscape Ecology*, 2000, **12** (6): 379~396.
- [16] Gunilla E, Olsson A, Austrheim G, *et al.* Landscape change patterns in mountains, land use and environmental diversity, Mid-Norway 1960~1993, *Landscape Ecology*, 2000, **15** (2): 155~170.
- [17] Kammerbauer J and Ardon C. Land use dynamics and landscape change pattern in a typical watershed in the hillside region of central Honduras, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1999, **75** (1~2):93~100.
- [18] Olsen E R, Ramsey R D, D S Winn. A modified factual dimension as a measure of landscape diversity. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 1993, **59**:1517~1520.
- [19] O'neill R V, Kreummer J R, Gardner R H, *et al.* Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology*, 1998, (1): 153~162.
- [20] Fu B J, Chen L D, Ma K M, *et al.* *Principles and application on landscape ecology*, Beijing: Science Press, 2001. 202~206.

参考文献:

- [1] 李秀彬. 全球变化研究的核心领域:景观/土地覆被变化的国际研究动向. *地理学报*, 1996, **51**(5):553~557.
- [3] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明. 黄土丘陵区小流域景观变化对生态环境的影响. *地理学报*, 1999, **54**(3):241~246.
- [7] 曾辉, 孔宁宁, 李书娟. 卧龙自然保护区人为活动对景观结构的影响. *生态学报*, 2001, **21**(12): 1994~2001.
- [10] 常学礼, 邹建国. 科尔沁沙地景观格局的特征分析. *生态学报*, 1998, **18**(3):225~232.
- [11] 马克明, 傅伯杰. 2000. 北京东灵山地区的景观格局及其破碎化评价. *植物生态学报*, **24**(3): 320~326.
- [20] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. *景观生态学原理及应用*, 北京: 科学出版社, 2001. 202~206.