

陕西省丹汉江流域土地利用时空变化动态分析

陈磊¹, 李占斌^{1,2}, 李鹏¹, 刘晓君², 高海东²

(1. 西安理工大学 西北水资源与环境生态教育部重点实验室, 陕西 西安 710048;

2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 基于中国西部环境与生态科学数据中心 1985、1995 和 2000 年 3 期土地利用图, 利用地理信息系统空间分析和数据统计的方法, 分析了丹汉江流域 1985—2000 年土地利用的数量变化、转移情况和变化速率。研究了该地区主要土地利用类型在不同坡度的分布面积和变化特征。结果表明, 耕地、林地和草地 3 种主要土地利用类型占该研究区土地利用面积的 99% 以上, 是该研究区主要的土地利用类型。1985—2000 年, 耕地、林地、建筑用地和水面均呈先减少后增加的趋势, 但草地相反。15 a 间, 耕地和建筑用地分别增加了 105.08 和 14.85 km², 林地和草地分别减少了 41.02 和 77.63 km²; 在不同坡度上, 土地利用变化主要发生在 5°~35°, 而且在 15°~25° 之间变化最大。

关键词: 土地利用; 空间变化; 丹汉江流域; 转移矩阵

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)05-0149-05

中图分类号: S153.6

Temporal-Spatial Land Use Change of Danjiang and Hanjiang River Watershed in Shaanxi Province

CHEN Lei¹, LI Zhan-bin^{1,2}, LI Peng¹, LIU Xiao-jun², GAO Hai-dong²

(1. Xi'an University of Technology, Xi'an, Shaanxi 710048, China; 2. Institute of Soil and

Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China;)

Abstract: Based on the three sets of LUCC data (1985, 1995 and 2000) from the Environmental and Ecological Scientific Data Center of West China, spatial analysis with GIS and statistics methods were applied to analyze the quantitative change, transferring status, and transferring rate of land use types in Danjiang and Hanjiang river. The spatial distributions and the dynamic changes of land use were also studied in regard to different slopes. The results indicate that cultivated land, forest and grassland were the main land use types in the study area, accounting for more than 99% of the total area. From 1985 to 2000, the areas of cultivated land, forest, architecture and water decreased and then increased, as the grass land showed the opposite trend. Cultivated land and architecture land increased 105.08 km² and 14.85 km² respectively, forest and grass land decreased 41.02 km² and 77.63 km² respectively during the fifteen years. In terms of slopes, the land use change mainly occurred on the lands with slopes from 5° to 35°, and the land with slope from 15° to 25° experienced the greatest change.

Keywords: land use; spatial change; Danjiang and Hanjiang river watershed; transfer matrix

土地利用/覆被变化可引起许多自然现象和生态过程及水资源环境的变化。土地利用/覆被变化反应了不同时期人类出于各种目的对土地利用方式的改变。由于不同时期人们对土地利用方式的差异, 导致了土地利用时空模式的变化。这种变化既包括土地资源数量、质量随时间的变化, 也包括土地利用空间格局的变化及土地利用类型组合方式的变化^[1-2]。

南水北调中线工程水源区位于丹江流域和汉江流域。近年来对丹汉江流域的水质监测和中小尺度景观动态研究较多, 但针对丹汉江整个流域尺度土地利用

与覆盖变化的研究相对较少。本文利用 1985、1995 和 2000 年 3 期土地利用数据, 分析了丹汉江流域 15 a 土地利用/覆被变化的幅度、速率、转化类型和空间变化模式, 并参考相关文献和资料, 分析了该流域土地利用变化的原因。为南水北调中线工程水源区水土保持和进一步的流域环境治理提供一定科学支撑。

1 研究区概况及研究方法

1.1 研究区概况

汉江地处我国南北过渡、东西交替的秦巴山区,

收稿日期: 2010-12-21

修回日期: 2011-03-03

资助项目: 陕西省教育厅“丹汉江水源区水土流失非点源污染过程与调控项目”(09JS094); 国家自然科学基金项目“植被格局对坡沟水蚀过程调控机理研究”(41071182)

作者简介: 陈磊(1982—), 男(汉族), 陕西省三原县人, 博士研究生, 主要从事水土生态环境演变研究。E-mail: chenlei061@163.com。

是长江较大的一级支流,发源于陕西省宁强县的蟠冢山,全长 1 577 km,干流在陕西省内河长 656 km,在陕西省内流域面积为 54 783 km²(不包括丹江水系),占汉江全流域面积的 37.1%。汉江流域属亚热带湿润气候区,山区年平均气温 13~16 ℃,最高 35~41 ℃,最低 -5~10 ℃,盆地年平均气温为 11.4~15 ℃,最高 38~40 ℃,最低 -6~-10 ℃。年降水量平均 800 mm 以上。流域内秦岭巴山植被条件独特,构成暖温带含常绿阔叶成分的落叶阔叶林棕壤景色,且垂直分布明显,秦岭南坡由下而上分别为:常绿阔叶混交林带、柞木林带、冷杉林带、落叶松林带等。大巴山地植物区系成分繁多,北坡垂直带谱明显,山势陡峭,多岩溶地貌,构成北亚热带常绿阔叶混交林景观。

丹江发源于商洛市商州区秦岭东南凤凰山,有两个源头,北源出于秦岭南坡的东峡,经铁炉子至黑龙口与西源汇合。西源出于牧护关以东秦岭南麓的七盘河,向东南和北源相会。黑龙口以下大致成东南流向,经商州、丹凤、商南于商南县汪家店乡月亮湾出境。流经河南、湖北注入丹江口水库。全长 443 km,总流域面积 16 812 km²,在陕西省境内全长 249.6 km,流域面积 7 510 km²,占总流域面积的 44.5%,年平均径流量 1.71×10⁹ m³。区域内森林覆盖率为 23.15%,许多山区绿峰林立,但分布不均;野生植被以落叶、阔叶、针叶混交林为主,主要树种为栎树、松树、柏树、杨树和刺槐等^[3]。

1.2 数据来源及处理方法

1.2.1 数据来源 1985 年,1995 年和 2000 年的 1:10 万土地利用数据来源于中国西部环境与生态科学数据中心。该数据基于 Landsat MSS, TM 和 ETM 遥感图像,主要通过全国各地的相关专家根据对图像光谱、纹理、色调等的认识结合地形图目视解译而成。该数据库经过了野外实地考察验证,其精度可以达到 95%,是目前我国精度最高的土地利用数据产品,已经在国家土地资源调查、水文、生态研究中发挥着重要作用。

1.2.2 处理方法 基于 3 期土地利用图,利用 GIS 空间分析功能,首先对不同时期土地利用面积进行统计,分析其面积增减情况;其次对 3 期土地利用图求转移矩阵,分析土地利用类型之间的转换关系;然后针对单个和综合土地利用情况,计算分析其变化率;最后,针对区域影响水土流失和土地利用的主要地形特征,分析土地利用与坡度的关系。

土地利用变化率分析包括区域单一土地利用变化率和区域综合土地利用变化率。区域单一土地利用变化率用以说明单一土地利用动态可表达区域一定时间范围内某种土地利用类型的数据变化情况。

表达式为:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中: U_a, U_b ——研究初期和研究末期某种土地利用类型的面积; T ——研究时段长,当其设定为年时; K ——研究时段内某种土地利用类型的年变化率。利用式(1)计算研究区 2 个时段内土地利用类型的年变化率。

区域综合土地利用变化率用以说明区域综合土地利用动态可描述区域土地利用变化的速度。表达式为:

$$LC = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中: LU_i ——监测起始时间第 i 类土地利用类型面积; ΔLU_{i-j} ——监测时间段内第 i 类土地利用类型转为第 j 类土地利用类型面积的绝对值; T ——监测时段长度。当 T 的时段设定为年时,LC 的值就是该研究区土地利用年变化率^[1,4]。

2 结果分析

2.1 土地利用的数量变化分析

2.1.1 各年土地利用面积分析 1985,1995 和 2000 年 3 期土地利用图及对应的面积统计(表 1)表明:(1)耕地、林地和草地是研究区 3 种主要的土地利用类型,建筑用地和水面所占的比例很小,不足 1%。1985—2000 年,耕地、林地、建筑用地和水面均呈先减少后增加的趋势,但草地相反。(2)1985—1995 年的 10 a 间,只有草地面积增加,增加了 322.56 km²;耕地和林地减少面积较大,分别为 135.86 和 161.81 km²;建筑用地和水面减少面积分别为 16.15 和 9.11 km²。(3)1995—2000 年 5 a 间,只有草地面积减少,减少了 400.19 km²;耕地和林地增加面积最大,分别为 240.94 和 120.79 km²;建筑用地和水面增加面积分别为 31.00 和 7.83 km²。(4)耕地、林地和草地的变化率分别是:以 1985 年为基数,到 1995 年和 2000 年耕地变化幅度分别为 -0.2% 和 0.15%,林地变化幅度为 -0.23% 和 -0.06%,草地变化幅度为 0.46% 和 -0.11%。

2.1.2 土地利用变化率分析 为了更好地比较区域土地利用变化的差异并预测未来土地利用变化趋势,利用土地利用动态进行土地利用变化速度分析。土地利用动态可定量描述区域土地利用变化的速度,包括区域单一土地利用变化分析和区域综合土地利用变化分析。

表 1 丹汉江流域土地利用类型的面积统计

类型	耕地		林地		草地		建筑用地		水体	
	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%
1985	17 945.04	25.56	22 189.91	31.6	29 422.01	41.90	357.74	0.51	298.62	0.43
1995	17 809.18	25.36	22 028.10	31.37	29 744.57	42.36	341.59	0.49	289.51	0.41
2000	18 050.12	25.71	22 148.89	31.54	29 344.38	41.79	372.59	0.53	297.34	0.42

(1) 区域单一土地利用变化率分析。利用式(1)可以计算出单一土地利用变化率(图 1)。由图 1 可知,1985—1995 年,未利用地的变化最大,为 0.52%,其次为建筑用地为 -0.41%。1995—2000 年间,建筑用地变化最大,为 2.27%,其次是未利用地、水体、耕地、草地和林地。耕地、林地、草地的年变化率由 1985—1995 年的 -0.07%, -0.07%, 0.10% 变为 1995—2000 年的 0.34%, 0.14%, -0.34%, 表明耕地和林地的年变化速度由负转正,草地的年变化速度由正转负。建筑用地的年变化率较大,在 1985—1995 年期间的年变化率为 -0.41%,1995—2000 年变为 2.27%。

(2) 区域综合土地利用变化率分析。利用式(2)分别计算出 1985—1995 年和 1995—2000 年 2 个时期的土地利用年变化率,结果表明:1985—1995 年丹汉江流域土地利用年变化率为 0.05%,1995—2000 年的年变化率为 0.15%,比 1985—1995 年有较大的提高,说明 1995—2000 年土地利用变化类型间的相互转化力强。

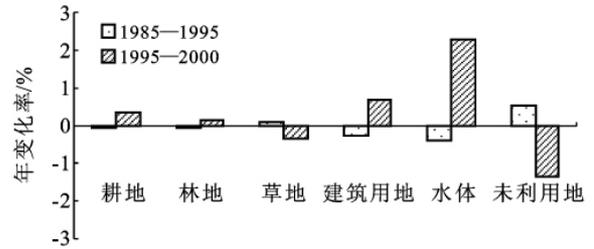


图 1 1985—2000 年单一土地利用类型年变化率

2.2 土地利用空间变化分析

2.2.1 土地利用类型转换 单纯从面积的变化来看,很难揭示土地利用的内部结构变化,为更好地揭示各种土地利用类型的内部变化特征,可以利用土地利用转移矩阵定量说明土地利用类型之间的相互转化状况,表现区域土地利用变化特征^[5]。基于研究区 1985,1995,2000 年的土地利用图,利用 ArcGIS 软件的空间叠加功能进行叠加分析,然后统计各种类型的土地利用面积及各种土地利用类型的变化面积,得到土地利用类型转移矩阵(表 2—3)。

表 2 1985—1995 丹汉江流域土地利用类型转移矩阵

km²

动态转移矩阵	1995 年						
	耕地	林地	草地	水体	建筑用地	未利用地	
1985 年	耕地	17 632.71	53.01	241.05	4.15	14.13	0.00
	林地	30.94	21 898.85	257.64	0.02	2.08	0.37
	草地	101.95	75.43	29 243.06	1.10	0.45	0.00
	水体	12.90	0.16	1.33	284.22	0.01	0.00
	建筑用地	30.68	0.64	1.49	0.02	324.91	0.00
	未利用地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.52

表 3 1995—2000 丹汉江流域土地利用类型转移矩阵

km²

动态转移矩阵	2000 年						
	耕地	林地	草地	水体	建筑用地	未利用地	
1995 年	耕地	17 667.37	23.29	71.82	10.69	36.02	0.00
	林地	75.46	21 869.82	81.80	0.16	0.85	0.00
	草地	298.24	254.32	29 189.23	1.14	1.63	0.00
	水体	3.05	0.02	1.07	285.34	0.02	0.00
	建筑用地	6.00	1.06	0.45	0.01	334.07	0.00
	未利用地	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	6.52

由表 2 可以看出,从 1985—1995 年,耕地转出面积为 312.34 km²,其中 241.05 km² 的耕地转化为草地;53.01 km² 的耕地转化为林地;林地转出面积为 291.05 km²,其中 257.64 km² 的林地转化为草地,30.97 km² 的林地转化为耕地;草地转出面积为 178.93 km²,其中 101.95 km² 的草地转化为耕地,75.43 km² 转化为林地。3 种主要土地利用类型转出面积大小依次为耕地>林地>草地。由表 3 看出,从 1995—2000 年,耕地转出面积为 141.82 km²,其中 71.82 km² 耕地流入草地,36.02 km² 耕地流入建筑用地,23.29 km² 耕地流入林地;林地转出面积为 158.27 km²,其中 81.8 km² 的林地流入草地,75.46 km² 的林地转化为耕地;草地转出面积为 555.33 km²,其中 298.24 km² 的草地转化为耕地,254.32 km² 转化为林地。3 种主要土地利用类型转出面积大小依次为草地>林地>耕地。

研究结果表明在 2 个阶段研究区 3 种主要土地利用类型变化不同,主要表现为:(1) 草地是最不稳定的土地利用类型,内部变化幅度相对于耕地和林地最大,这是由于陕南气候湿润,适合草本植物生长,且其是群落演替的早期植被,适应力强。林地的内部变化相对较少,主要是由于林地的生长周期长的特征决定的。(2) 1995—2000 年研究区草地转出面积大幅度增加,表明该时期人为因素增加,主要表现为开垦耕地和植树造林。

2.2.2 主要土地利用与坡度的关系 近年来,土地利用时空变化格局与环境因子的关系已成为土地利用/土地覆盖变化研究的核心内容之一^[6]。为讨论不

同地形条件下土地利用类型的分异程度,本研究利用研究区 3 期土地利用图及数字化地形图生成的 DEM,研究该区主要土地利用类型变化(耕地、林地和草地)的地形分异程度,分析研究区主要土地利用类型的时空变化规律。

坡度对土地利用有着重要的影响:小于 5°的坡地,可开发为旱地或牧草地;大于 5°的坡地已开始产生明显的土壤侵蚀,需修筑梯田或采用水保耕作法等水保措施;25°是退耕还林还草的界限;沟坡地的地面坡度大部分在 35°以上,该类土地应以种草造林为主要利用方式,以保护边坡的稳定性,防止崩塌、错落等重力侵蚀发生;45°是植树造林的上限^[7]。本研究中将坡度分成平坡(0°~5°)、缓坡(5°~15°)、斜坡(15°~25°)、陡坡(25°~35°)和急坡(>35°)5 个坡度级。

表 4—5 分别显示了研究区在 1985—1995 年和 1995—2000 年耕地、林地和草地不同坡度上的分布状况及变化面积。在 0°~5°坡度上,耕地在不同年份均占绝对优势,草地次之,林地最少。在 5°~15°之间,耕地比重开始下降,林地和草地占的比重开始增加,且草地已占最大比重。在 15°~25°之间,耕地、林地和草地均达到最大面积。之后在 25°~35°之间,三者面积又逐步下降,到 35°以上,耕地面积锐减。在 5°~35°坡度上,草地始终占最大比重。从表中可以看出,耕地、林地和草地的变化都主要发生在 5°~35°之间的坡地上,最大变化也都出现在 15°~25°,而在 <5°和 >35°的坡地上,变化幅度都较小。从以上两表可以看出,不同坡度草地的减少和耕地、林地的增加具有很高的一致性,反之亦然。

表 4 1985—1995 年耕地、林地和草地在不同坡度上分布面积

km²

坡度/ (°)	耕地			林地			草地		
	1985 年	1995 年	变化量	1985 年	1995 年	变化量	1985 年	1995 年	变化量
0~5	2 562.11	2 571.87	9.76	402.66	399.65	-3.01	1 071.33	1 082.19	10.86
5~15	5 249.35	5 229.50	-19.85	3 441.61	3 411.18	-30.43	6 291.51	6 345.75	54.24
15~25	5 885.96	5 825.51	-60.45	7 316.21	7 255.21	-61.01	10 446.97	10 569.89	122.92
25~35	3 299.92	3 248.73	-51.18	7 276.95	7 229.81	-47.15	8 167.43	8 266.76	99.32
>35	930.60	917.47	-13.14	3 585.50	3 564.29	-21.21	3 306.62	3 341.79	35.17

表 5 1995—2000 年耕地、林地和草地在不同坡度上分布面积

km²

坡度/ (°)	耕地			林地			草地		
	1995 年	2000 年	变化量	1995 年	2000 年	变化量	1995 年	2000 年	变化量
0~5	2 571.87	2 554.00	-17.87	399.65	401.41	1.76	1 082.19	1 068.52	-13.67
5~15	5 229.50	5 272.87	43.37	3 411.18	3 434.29	23.12	6 345.75	6 273.93	-71.82
15~25	5 825.51	5 930.54	105.04	7 255.21	7 300.97	45.76	10 569.89	10 417.57	-152.32
25~35	3 248.73	3 334.20	85.47	7 229.81	7 264.32	34.51	8 266.76	8 145.77	-120.98
>35	917.47	941.91	24.45	3 564.29	3 581.16	16.87	3 341.79	3 299.58	-42.22

2.3 土地利用驱动力分析

土地利用变化主要受自然因素和社会因素影响,但在短期内,人类活动是土地利用变化的最主要的驱动因素。在较短时间内,区域的气候、地形地貌、土壤和水分等自然因素不可能发生很大变化,其对土地利用变化影响较小,而人口、经济、技术以及国家和地方政府的政策等社会因素则会从根本上影响土地利用变化的方向^[8-9]。

研究区土地利用类型发生较大变化,可以分为两个阶段:(1)从1985—1995年,草地面积增加,耕地和林地面积减少,分析原因是期间毁林开荒和滥砍乱伐,造成生态环境恶化,使林地减少及耕地弃耕。(2)从1995—2000年,草地面积明显下降,耕地和林地面积增加,分析原因是政府作为及群众环保意识增强,使树木得到种植和一定的保护。耕地的增加一方面与生产的发展有关,另一方面可能与退耕还林项目实施前,群众为获得补贴,而开垦了一定面积的草地有关^[10-11]。

3 结论

(1)耕地、林地和草地是研究区3种主要的土地利用类型。1985—2000年,耕地、林地、建筑用地和水体均呈先减少后增加的趋势,但草地相反。15年间,耕地和建筑用地分别增加了105.08和14.85 km²,林地和草地分别减少了41.02,77.63 km²。

(2)从1985—1995年,耕地转出面积为312.34 km²,其中241.05 km²的耕地转化为草地,53.01 km²的耕地转化为林地;从1995—2000年,耕地转出面积为141.82 km²,其中71.82 km²耕地流入草地,36.02 km²耕地流入建筑用地,23.29 km²耕地流入林地;草地转出面积为555.33 km²,其中298.24 km²的草地转化为耕地,254.32 km²转化为林地。表明耕地趋于相对稳定,草地转化活跃。

(3)研究区主要土地利用类型动态变化与坡度关系表明,耕地、林地和草地的变化都主要发生在5°

~35°之间的坡地上,最大变化也都出现在15°~25°。不同坡度草地的减少和耕地、林地的增加具有很高的一致性,反之亦然。

(4)研究区土地利用变化,很大程度上是受人类活动的影响。政府行为对丹汉江流域土地利用变化有很大的影响。因此,国家的政策在很大程度上影响土地利用变化的方向。

[参 考 文 献]

- [1] 王秀兰,包玉海.土地利用动态变化研究方法探讨[J].地理科学进展,1999,18(1):81-87.
- [2] 傅伯杰,陈利顶,马克明.黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响[J].地理学报,1999,54(3):241-246.
- [3] 张春玲,李娅妮.陕西省丹汉江流域水质现状及防护对策[J].水资源与水工程学报,2007,18(3):87-90.
- [4] 陈晓宏,王兆礼.东江流域土地利用变化对水资源的影响[J].北京师范大学学报:自然科学版,2010,46(3):311-316.
- [5] 赵东波,梁伟,杨勤科,等.陕北黄土丘陵区近30年来土地利用动态变化分析[J].水土保持通报,2008,28(2):22-28.
- [6] 李秀彬.全球环境变化研究的核心领域:土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J].地理学报,1996,51(6):553-558.
- [7] 焦超卫.基于DEM的1:50000区域尺度水土流失地形因子研究[D].西安:西北大学,2006.
- [8] 任宗萍,杨勤科,胡志瑞,等.基于项目驱动的藉河流域土地利用时空变化动态分析[J].干旱地区农业研究,2009,27(3):239-244.
- [9] Liu J Y, Liu M L, Zhuang D F, et al. Study on spatial pattern of land-use change in China during 1995—2000 [J]. Science in China, 2003,46(4):373-385.
- [10] 丁文峰,李欣欣.近10年丹江流域土地利用时空动态演变[J].长江科学院院报,2010,27(11):71-74.
- [11] 李团胜.陕西省土地利用动态变化分析[J].地理研究,2004,23(2):157-163.