

北京密云水库上游潮河流域土地利用/覆被变化研究

姚安坤¹, 张志强¹, 郭军庭¹, 王盛萍²

(1. 北京林业大学 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京 100083; 2. 华北电力大学 资源与环境研究院, 北京 102206)

摘 要:土地利用/覆被变化是影响流域生态过程、水文过程以及生态服务功能的重要因素,分析土地利用/覆被变化是开展适应性流域管理的基础。在对潮河流域 1979 年、1987 年、1999 年和 2009 年的 4 期 Landsat 卫星遥感影像进行解译的基础上,利用 GIS 技术和 RS 技术,建立该流域土地利用/覆被类型空间数据库,定量分析了流域 30 a 来土地利用/覆被动态变化特征,并从自然因素和人类活动两个方面对流域土地利用/覆盖变化的驱动力进行了较为深入的探讨。结果表明:潮河流域土地利用/覆被类型以乔木林地、灌木林地和草地为主。与 1979 年相比,2009 年耕地和草地急剧减少,分别占流域的 6.31% 和 13.28%,而灌木林地和乔木林地急剧增加,分别占流域的 41.76% 和 36.26%,建设用地有所增加,占 0.98%,未利用地和水域都有所减少,分别占 0.27% 和 1.14%。流域耕地主要转化为草地和灌木林地,草地转化为灌木林地和乔木林地,灌木林地和乔木林地互相转化,建设用地面积的增长主要来源于耕地。

关键词:潮河流域;土地利用/覆被变化;驱动力

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2013)02-0053-07

Study on Land Use/Cover Changes in Chaohe River Basin in the Headwaters of Miyun Reservoir in Beijing

YAO An-kun¹, ZHANG Zhi-qiang¹, GUO Jun-ting¹, WANG Sheng-ping²

(1. Key Laboratory of Soil & Water Conservation and Desertification Combating of
Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Resources and
Environmental Research Academy, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: Land use/cover change (LUCC) is one of the most important factors that effect ecological, hydrological processes and thus the ecosystem services at watershed and regional scales. Analysis on spatial structure characteristics of LUCC is the basis to develop adaptive watershed management strategies. Land use/cover data in the Chaohe River basin from 1979 to 2009 were interpreted from Landsat remote sensing satellite images and built by GIS and RS. In addition, the dynamics of land use/cover changes was quantitatively explored, and its driving force was deeply discussed from the two aspects of nature and human. Results showed that the woodland, shrubland and grassland were the main land use/cover types in the basin. Compared with the data of 1979, in 2009, arable land and grassland decreased sharply, accounting for 6.31% and 13.28% of the basin area, respectively. Shrubland and woodland increased dramatically, accounting for 41.76% and 36.26%. Construction lands increased, accounting for 0.98%. Unused land and water body reduced to 0.27% and 1.14%, respectively. Arable land has been mainly converted to the grassland and shrubland. Grassland has been shifted into shrubland and woodland. Shrubland and woodland were transformed reciprocally. The increase of construction land mainly originated from arable land.

Key words: Chaohe River basin; land use/cover change (LUCC); driving force

土地利用/覆被变化对区域生态环境产生重要影响,并以累积的方式影响全球环境变化^[1]。一般认

为,自然条件与人为活动是土地利用/覆被变化的重要驱动力,它们共同影响着土地利用/覆被变化的方

式和强度^[2]。土地利用/覆被变化已经成为当前国内外研究的热点^[2-3]。近年来,国内外的学者基于 RS 技术和 GIS 技术对典型区域开展了相关研究。余新晓等^[4]基于 1986 年和 1995 年的 Landsat TM 和 2001 年的 Landsat ETM⁺ 影像数据分析了位于我国西北黄土高原的甘肃天水罗玉沟流域 20 a 来土地利用变化情况及驱动力;王鹏等^[5]以秭归县为试验区,利用 1992 年、2002 年、2007 年多源多时相融合高分辨率遥感数据分析了三峡水库的土地利用变化情况。周文佐^[6]以 1995 年和 2004 年的 TM 影像为基础数据,分析了黄河三角洲 1995—2004 年间土地利用/覆被的时空变化特征,并对区域土地利用/覆被变化的驱动因子进行了探讨。

潮河流域是北京市重要饮用水源地,也是北京市的重要绿色生态屏障^[7]。随着北京城市规模的不断扩张,人口急剧增加,城市饮用水供给问题越来越受到社会各界的广泛关注。王丽艳等^[8]基于 1990 年和 2000 年两期土地利用数据,对潮河和白河上游流域这 10 a 土地利用的动态变化进行了分析,并结合社会经济数据,对土地利用变化的驱动因子进行了分析,用以解释人类活动对土地覆被和径流的影响。孙宁等^[9]利用 70 年代初、80 年代末和 90 年代末的土地覆被数据、降雨和径流数据,利用 IHACRES 模型模拟了土地利用和覆被变化对年径流量的影响。另一方面,为了保护北京市饮用水并改善区域生态环境,国家与北京市从上世纪七十年代后期在该流域相继实施了三北防护林、京津风沙源治理、荒山造林、退耕还林还草等生态恢复工程,因此,研究这些工程措施对潮河流域土地利用/覆被变化的影响无疑具有重要的现实意义和科学意义,它是分析流域水文过程与水资源形成机理、人地关系、生物多样性、水土流失、生物地球化学循环以及流域管理等的基础。鉴于此,本文基于 1979 年、1987 年、1999 年和 2009 年 4 期遥感影像数据,采用 RS 和 GIS 技术分析潮河流域的土地利用/覆被变化过程,探讨其驱动力,以期为潮河流域土地管理决策、生态环境保护、流域管理规划以及适宜性流域管理措施提供科学基础。

1 研究区概况与数据处理

1.1 研究区概况

潮河流域地处 116° 8′—117° 28′ E, 40° 34′—41° 37′ N, 位于北京市东北方向,是北京市重要的饮用水源地。潮河发源于河北省丰宁县黄旗镇北部,干流全长 239.5 km,流域总面积约为 4 856 km²,占密云水库上游集水区域面积的 31%^[7]。流域的行政区域

包括丰宁县中部、滦平县西部和密云县北部,涉及到河北省丰宁县 11 个乡镇、滦平县 11 个乡镇以及北京市密云县的一部分^[9-10]。流域北接内蒙古高原,南邻华北平原,燕山山脉横贯流域南部,山地面积占总面积的 80%。气候类型属于中温带向暖温带过渡、半干旱向半湿润过渡的大陆性季风气候,流域内多年平均降水量约为 514 mm。土壤类型以棕壤和褐土分布最广,占流域总面积的 80%以上。植被类型丰富,以针阔叶混交林为主^[7]。

1.2 数据处理

本文选用中国科学院对地观测与数字地球科学中心 1979 年 6 月 21 日、1987 年 7 月 8 日、1999 年 7 月 1 日及 2009 年 7 月 28 日 4 个时期 8 景的 Landsat 卫星影像,采用 ERDAS 9.2 和 ArcGIS 9.3 对影像进行预处理,采用监督分类和人工目视解译相结合的方法^[11-13],对 4,3,2 波段合成影像进行分类,并对其进行矢量化处理,生成最初的土地利用/覆盖类型矢量图。通过实地调查和文献调查,检查、修改并建立土地利用/覆盖空间数据库,总精度在 85%左右,处理流程如图 1 所示。潮河流域数字地形 DEM 数据来源于 <http://datamirror.csdb.cn>。

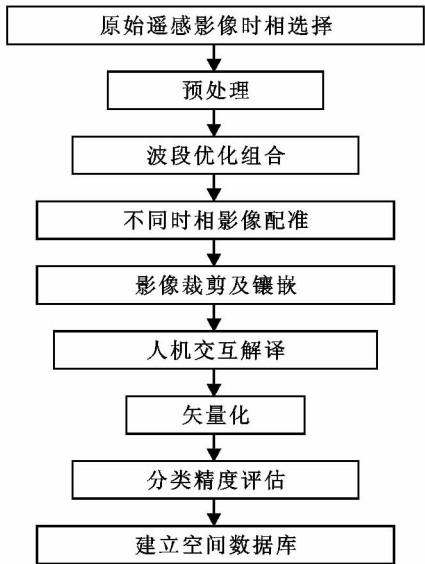


图 1 数据处理流程图

1.3 土地利用/覆被分类

土地资源遥感调查中,根据土地利用方式的属性,一级土地利用类型一般分为耕地、草地、水域、未利用地、林地和建设用地共 6 类^[12-13]。由于该流域生态恢复主要是恢复乔木林和灌木林,因此,本研究将林地进一步分为乔木林地和灌木林地,据此,将潮河流域土地利用/覆被类型划分为耕地、草地、水域、未利用地、灌木林地、建设用地和乔木林地共 7 类。

2 研究方法

2.1 动态度模型

2.1.1 单一土地利用/覆被类型动态度 单一土地利用/覆被类型动态度^[13-16]反映了研究期内不同土地利用/覆被在数量上的变化,通过分析土地利用/覆被面积变化,可以了解土地利用/覆被变化总的态势及其结构变化,其特点在于可以直观地反映土地利用/覆被变化的幅度和速度。其公式为:

$$K=\frac{U_b-U_a}{U_a}\times\frac{1}{T}\times100\% \tag{1}$$

式中: K ——研究时段内某一类型土地利用/覆被的动态度; U_a,U_b ——研究初期和末期某一类型的土地利用/覆被面积; T ——研究时段,若 T 为年时, K 的值即为该研究区此土地利用/覆被类型的年变化率。

2.1.2 单一土地利用/覆被类型综合动态度 单一土地利用/覆被类型综合动态度^[11],又称空间动态度^[16-17]。它同时考虑了从研究初期到研究末期土地利用/覆被类型的转出部分和转入部分,从整体上度量了其动态变化程度,相对于单一土地利用/覆被类型,动态度值越大,表明该类面积扩张趋势越明显。其公式为:

$$V_i=\frac{\Delta_{in,i}+\Delta_{out,i}}{U_a}\times\frac{1}{T}\times100\% \tag{2}$$

式中: V_i ——某一土地利用/覆被类型综合动态度; $\Delta_{out,i}$ ——研究时段内某一土地利用/覆被类型转化为其它土地利用/覆被类型的面积总和; $\Delta_{in,i}$ ——研究时段内其它土地利用/覆被类型转化为某一土地利用/覆被类型的面积总和。

2.1.3 区域综合土地利用/覆被类型动态度 综合土地利用/覆被动态度^[11,17]反映在研究时段 T 内某区域土地利用/覆被变化的剧烈程度,其公式为:

$$S=\frac{\sum_{i=1}^n\Delta_{out,i}}{2\sum_{i=1}^nU_{a,i}}\times\frac{1}{T}\times100\% \tag{3}$$

式中: S ——综合土地利用/覆被动态度; $U_{a,i}$ ——研究时段 T 初期第 i 类土地利用/覆被类型的面积。

2.2 土地利用程度综合指数

土地利用程度综合指数^[18-22]反映了区域土地利用的集约程度,通过该指数可以综合评价土地利用程度,判断研究区域土地利用处于发展期、调整期或衰退期。其公式为:

$$L=100\times\sum_{i=1}^nA_i\times C_i \quad L\in[100,400] \tag{4}$$

$$\Delta L=L_b-L_a \tag{5}$$

式中: L ——研究区域的土地利用综合指数; A_i ——区域内第 i 级土地利用程度分级指数; C_i ——区域内第 i 级土地利用程度分级面积百分比; n ——土地利用程度分级指数。 ΔL ——土地利用程度变化指数; L_a,L_b ——研究初期和末期的土地利用综合指数。 $\Delta L>0$ 表示该区域土地利用处于发展期, $\Delta L<0$ 则表示处于调整期或衰退期。本文采用土地利用程度分级标准^[22],将潮河流域土地利用/覆被类型分为 4 个等级(表 1)。

表 1 潮河流域土地利用/覆被类型分级指数

土地利用/ 覆被类型	未利 用地	乔木林地、灌木 林地、草地和水域	耕地	建设 用地
分级指数	1	2	3	4

3 结果与分析

3.1 流域土地利用/覆被变化转移过程分析

由表 2 可知,潮河流域的植被类型以草地、灌木林地和乔木林地为主,这三种土地利用/覆被面积在 1979 年、1987 年、1999 年和 2009 年 4 个时期占流域总面积的比例均达到 85% 以上。1979—2009 年期间,流域内各土地利用/覆被面积有较明显变化。面积增幅最大的是乔木林地,达 81.01%;其次是建设用地,增加了 74.02%;而灌木林地增加了 550.46 km²;耕地和草地面积明显减少,分别减少了 315.87 km² 和 1 032.68 km²;水域和未利用地在研究期内均有所减少,减幅分别为 8.00% 和 29.34%。30 a 来草地面积数量一直减少,尤其在 1999—2009 年期间最为显著,减少幅度大于前两个时段,减少了 45.90%。灌木林地和乔木林地面积逐渐递增,1999—2009 年期间增加的幅度都大于前两个时间段。1979—1987 年和 1999—2009 年耕地面积变化最大,减少幅度均达 30% 以上,1987—1999 年耕地面积略有增加,增加了 25.88 km²。研究期内建设用地面积呈递增趋势,1987—1999 年增幅最大。水域和未利用地面积在研究期 3 个时段内均经历先减少后增加再减少的过程。

由表 3 可知,1979—1987 年间,耕地主要转化为草地,转化比例为 46.99%,转化面积为 292.41 km²。草地主要转化为灌木林地和乔木林地,转化面积分别为 531.19 km² 和 243.28 km²。水域主要转化为耕地。未利用地主要转化为草地、灌木林地和乔木林地。灌木林地主要转化为草地和乔木林地,转化面积分别为 434.95 km² 和 395.92 km²。建设用地主要转化为草地和耕地。乔木林地主要转化为灌木林地,转化比例为 41.82%,转化面积为 406.76 km²。

表 2 潮河流域 4 期不同土地利用/覆被类型面积变化

土地利用 类型	面积/km ²				变化率/%			
	1979	1987	1999	2009	1979—1987	1987—1999	1999—2009	1979—2009
耕地	622.28	424.14	450.02	306.41	—31.84	6.10	—31.91	—50.76
草地	1677.51	1621.75	1191.98	644.83	—3.32	—26.50	—45.90	—61.56
水域	59.96	53.62	59.83	55.17	—10.58	11.58	—7.79	—8.00
未利用地	18.47	13.59	15.58	13.05	—26.43	14.64	—16.22	—29.34
灌木林地	1477.55	1598.11	1721.60	2028.01	8.16	7.73	17.80	37.26
建设用地	27.40	31.06	40.82	47.68	13.34	31.45	16.81	74.02
乔木林地	972.70	1113.60	1376.03	1760.71	14.49	23.57	27.96	81.01

表 3 1979—1987 年潮河流域土地利用/覆被变化转移矩阵 %

土地利用类型	耕地	草地	水域	未利用地	灌木林地	建设用地	乔木林地
耕地	38.10	46.99	3.06	0.18	7.15	1.16	3.34
草地	6.96	44.96	1.09	0.38	31.67	0.43	14.50
水域	42.61	22.07	16.07	0.77	9.83	2.69	5.96
未利用地	12.68	42.23	1.08	13.2	18.84	0.04	11.92
灌木林地	2.34	29.44	0.23	0.16	40.84	0.19	26.80
建设用地	13.44	21.91	7.81	0.61	10.33	42.19	3.70
乔木林地	0.42	11.62	0.09	0.06	41.82	0.05	45.93

由表 4 可见,1987—1999 年间,耕地主要转化为草地和灌木林地,转化比例分别为 13.82% 和 11.34%,转化面积分别为 58.63 km² 和 48.11 km²。草地主要转化为灌木林地和乔木林地,转化比例分别为 37.83%和 10.42%。水域主要转化为耕地,转化比例为 29.11%。未利用地主要转化为草地、灌木林地和耕地。灌木林地主要转化为草地和乔木林地,转化面积分别为 281.68 km² 和 550.07 km²。建设用地主要转化为草地和耕地。乔木林地主要转化为灌木林地,转化比例为 31.01%,转化面积为 345.32 km²。

表 5 表明,1999—2009 年间,耕地主要转化为草地和灌木林地,转化比例分别为 13.12%和 23.66%,转化面积分别为 59.05 km² 和 106.49 km²。草地主要转化为灌木林地和乔木林地,转化比例分别为 52.99%和 11.06%。水域主要转化为耕地,转化比例为 27.15%。未利用地主要转化为草地、灌木林地和耕地。灌木林地主要转化为乔木林地,转化面积为 533.36 km²。建设用地主要转化为草地和耕地。乔木林地主要转化为灌木林地,转化比例为19.22%,转化面积为 264.54 km²。

表 4 1987—1999 年潮河流域土地利用/覆被变化转移矩阵 %

土地利用类型	耕地	草地	水域	未利用地	灌木林地	建设用地	乔木林地
耕地	65.13	13.82	3.99	0.15	11.34	3.26	2.31
草地	4.89	45.51	0.50	0.51	37.83	0.33	10.42
水域	29.11	9.80	45.13	0.12	5.86	7.12	2.85
未利用地	15.36	36.36	2.25	0.21	34.85	1.60	9.37
灌木林地	3.08	17.63	0.38	0.29	44.07	0.13	34.42
建设用地	25.40	12.48	2.21	0.23	7.74	48.69	3.24
乔木林地	1.77	8.94	0.29	0.17	31.01	0.04	57.78

表 5 1999—2009 年潮河流域土地利用/覆被变化转移矩阵

土地利用类型	耕地	草地	水域	未利用地	灌木林地	建设用地	乔木林地
耕地	51.08	13.12	3.65	0.15	23.66	2.65	5.69
草地	2.23	31.70	0.88	0.37	52.99	0.77	11.06
水域	27.15	12.71	32.75	0.16	18.03	3.05	6.15
未利用地	2.72	22.43	1.00	0.77	57.16	0.81	15.11
灌木林地	1.13	8.69	0.26	0.33	58.25	0.36	30.98
建设用地	28.38	11.43	8.84	0.09	6.78	42.28	2.20
乔木林地	0.17	3.09	0.04	0.15	19.22	0.09	77.24

综上可知,潮河流域内土地利用/覆被变化特征为:耕地在退耕还林还草的政策下采取封山育林措施而转化为草地和灌木林地;草地因生态恢复和植树造林逐渐转化为灌木林地和乔木林地;灌木林地和乔木林地间互相转化,乔木林地向灌木林地转变主要是人工林地因立地条件限制,逐渐退化为灌木林,甚至为草地;建设用地面积的增长主要来源于地形平坦的耕地,但同时受城镇规划的影响,部分建设用地也转为了耕地或草地。

3.2 流域土地利用/覆被变化动态分析

由表 6 可知,从单一土地利用/覆被类型动态度来看,1979—1987 年期间草地的动态度最低,平均每年转移率为 0.42%;1987—1999 年期间耕地的动态度最低,平均每年转移率为 0.51%;1999—2009 年期间水域的动态度最低。上述土地利用/覆被类型在此时段内较其它类型的转移量小,是较为稳定的土地利用/覆被类型。耕地在 1979—1987 年期间动态度最

高,说明该类型在该时段内最为活跃。草地和乔木林地变化后期的值均高于前期,说明其后期变化剧烈,所受的驱动力强度加大。

由单一土地利用/覆被类型综合动态度来看,潮河流域 30 a 各土地利用/覆被类型的综合动态度数 值都较大,表明在研究期内它们内部转化剧烈,转移 幅度较大,因此整个土地利用/覆被类型空间结构变 化较大。而在 3 个时间段内,灌木林地、乔木林地、草 地和耕地的综合动态度值均小于其他土地利用/覆被 类型。这主要是由于地形条件的限制和国家政策的 贯彻实施,使得人类活动对其干扰较少,其空间转化 相对较小。1979—1987 年与 1987—1999 年相比,只 有未利用地动态变化愈加活跃。1987—1999 年与 1999—2009 年相比,除了乔木林地外其余 6 种土地 利用/覆被类型的动态变化都愈加活跃。结合单一动 态度分析,同一类型在不同时期以及同一时期不同的 地类的变化均不相同,表现出复杂的变化过程。

表 6 潮河流域 3 个时段土地利用/覆被动态度

动态度	时间	耕地	草地	水域	未利用地	灌木林地	建设用地	乔木林地
单一土地利用/ 覆被类型动态度	1979—1987	—3.98	—0.42	—1.32	—3.30	1.02	1.67	1.81
	1987—1999	0.51	—2.21	0.96	1.22	0.64	2.62	1.96
	1999—2009	—3.19	—4.59	—0.78	—1.62	1.78	1.68	2.80
单一土地利用/覆被 类型综合动态度	1979—1987	11.49	13.34	19.66	17.69	15.81	16.12	15.33
	1987—1999	6.32	6.87	10.11	17.85	9.97	11.17	9.00
	1999—2009	6.59	9.07	12.67	18.22	10.13	13.23	7.35
区域综合土地利用/ 覆被类型动态度	1979—1987				3.59			
	1987—1999				2.11			
	1999—2009				2.21			

对比 3 个时期的区域综合土地利用/覆被类型动态度,1979—1987 年明显比 1987—1999 年和 1999—2009 年变化幅度大。表明这个时期内整个流域的土地利用/覆被类型结构发生了较大的变化,各类型之间的转化较频繁。结合单一动态度和综合动态度的变化分析,这主要是由于从 70 年代末开始大量的植树造林等生态恢复工程的实施,促使乔木林地面积迅速增加和灌木林地面积扩张,致使在空间规模上前期比后两期大。

3.3 流域土地利用程度变化

1979 年、1987 年、1999 年和 2009 年 4 个时期的土地利用程度综合指数分别为 213.56, 209.73, 210.63, 208.01; 1987—1999 年间的土地利用程度变化指数 ΔL 为 0.89, 略大于 0, 说明该阶段土地利用处于发展期, 而 1979—1987 年和 1999—2009 年分别为 -3.83 和 -2.62, 均小于 0, 故该阶段土地利用属于衰退期。可以看出, 研究期间流域内土地利用程度属于衰退水平, 说明指数较高的土地利用/覆被类型

处于下降趋势, 主要是因为大量耕地转化为其他土地利用/覆被类型。1987—1999 年的土地利用程度有所加强, 主要是由于耕地和建筑用地面积有所增加。研究期始末流域内的土地利用程度基本处于衰退水平, 表明灌木林地、乔木林地和草地的总面积一直处于上升状态, 退耕还林还草的成效明显。

4 讨论

土地利用/覆被变化是自然因素和人类活动综合作用的结果^[23-24]。自然环境是区域内土地利用/覆被变化的物质基础和客观条件, 在宏观上影响着土地资源条件和分布格局。有学者^[24]认为, 短时期内气候、地形等因子相对保持稳定, 对土地利用/覆被变化的影响较小。驱动其结构发生大幅度变化的关键因素是人类活动, 包括人口、政策和经济发展等因素。

4.1 自然因素

土地利用/覆被受气候条件和地形因素的制约作用, 地形因子对于人类的土地利用程度和范围具有限

制作用。潮河流域的地形 80% 是属于山地类型,地表破碎,沟壑密度大(约为 1.51 km/km^2),且坡度大,坡度 15° 以上的土地面积占流域总面积的 67.75%^[7]。受地形的限制,流域的土地利用综合指数相对较低,该流域土地利用的集约程度较低,人类对该流域土地利用的影响作用与其他地形平坦地区相比较小。复杂的地形条件势必也会间接影响造林的存活率和保存率,造林工程实施和管理成本费用高。研究区造林保存率为 40%^[7],研究期内乔木林地主要转化为灌木林地(1979—1987 年转化比例为 41.82%,转化面积为 406.76 km^2 ; 1987—1999 年转化比例为 31.01%,转化面积为 345.32 km^2 ; 1999—2009 年转化比例为 19.22%,转化面积为 264.54 km^2),受地形条件限制,造林成活率较低,乔木林地向灌木林地转变。通过实地调研证实,造林区内大量的人造林由于恶劣的自然条件或缺少管理而导致其生长不良甚至死亡,说明潮河流域地形因素对土地利用/覆被变化具有一定的影响。

4.2 人类活动因素

4.2.1 人口与经济发展因素 人口与经济发展都是城镇化进程的重要驱动力,人口数量的增长、分布、结构以及人口的迁移均会影响土地利用/覆被的变化^[24]。流域内 2005 年人口为 32.2 万,比 1961 年增长了 1.69 倍^[9]。本研究中流域建设用地面积呈稳定上升趋势,2009 年的建设用地面积比 1999 年增加了 74.02%,反映了人口增长对流域土地利用/覆被格局变化的驱动作用。1979—2009 年间正是我国经济飞速发展的时期,尽管首都周围地区坚持植被建设与经济建设相结合、农林牧水相协调,主要带动了第二、三产业的发展,土地向着高产值产业转移,低值的林业、草业向较高值的农业转移,而农业向工业转移。但是潮河流域特殊的地理位置(北京的水源地)和条件,限制了地区工业经济的发展,大量的农村人口涌进经济较发达的城镇,人口流动造成部分耕地荒芜。研究中耕地向草地和灌木林地转化的比例较大(1987—1999 年,耕地转化为草地和灌木林地的比例分别为 13.82% 和 11.34%; 1999—2009 年,转化比例分别为 13.12% 和 23.66%),说明因研究区内经济发展不平衡导致的人口流动影响了区域土地利用/覆被格局的变化。此外,1987—1999 年耕地面积增加了 25.88 km^2 ,增加幅度为 6.10%,这主要是草地转化为耕地的结果,这与王艳丽等的研究结果^[8]相一致,在丰宁地区的河谷地带,草地转化为耕地促使流域耕地面积有所增加。

4.2.2 政策因素 密云水库水量和水质对北京市具

有重要的战略意义,以保护密云水库上游地区生态环境为重心及旨在涵养水源的一系列生态政策及工程建设贯穿于本文 30 a 的研究期,导致潮河流域内乔木林地和灌木林地面积的急剧增加,它们之间的相互转化及草地和耕地面积减少。自 1978 年开始,三北防护林体系建设第一阶段(1978—2000 年)已结束,现如今已进入第二阶段(2001—2020 年)。例如三北防护林体系的重点工程京津周围地区绿化工程,通过人工造林、飞播造林、封山育林等措施,在潮河流域建立了水源涵养林。从 80 年代开始,潮河流域水土保持转入以小流域为单元综合治理阶段,以造林为主,工程建设为辅,并在 1989 年前,以点片治理为主,进行了水土保持小流域试点治理。1989 年,潮河流域被列为国家水土保持重点防治区。从 1998 年开始国家林业部推出并在 1999 年开始实施退耕还林还草政策^[25]。1999 年《北京市人民政府关于印发北京市生态环境建设规划的通知》中提出,对潮河流域的深山地区进行以水土保持林建设与山洪泥石流防治为核心的生态环境建设。2004 年,水利部又提出潮河流域为国家水土流失重点预防保护区。在潮河流域推出和实施的这些生态恢复工程政策,为流域内乔木林和灌木林的恢复提供了持续的保障和推动作用,并取得了显著的成效,统计结果显示,2009 年,灌木林地和乔木林地的面积总共为 $3\,788.73 \text{ km}^2$,占流域总面积的 78.02%,比 1979 年增加了 $1\,338.48 \text{ km}^2$ 。研究期内,大量的草地转化为乔木林地和灌木林地,耕地转化为草地就是很好的例证。

5 结论

(1) 潮河流域土地利用/覆被类型以乔木林地、灌木林地和草地为主,30 a 来各土地利用/覆被结构变化明显,尤其此三者变化突出。1979 年草地面积占 34.55%,灌木林地占 30.43%,乔木林地占 20.03%;到 2009 年分别为 13.28%,41.76%,36.26%。潮河流域的耕地主要转化为草地和灌木林地,草地转化为灌木林地和乔木林地,灌木林地和乔木林地互相转化。建设用地面积的增长主要来源于耕地。

(2) 受人口、经济和政策等因素的影响,1979—1987 年、1987—1999 年和 1999—2009 年这 3 个时段内土地利用/覆被变化表现出不同的特点,草地面积持续减少,建设用地、灌木林地和乔木林地均持续增加。研究期间,流域内的土地利用程度基本处于衰退水平,这表明大量具有生态保护作用的地类面积增加,对流域的生态保护具有积极作用。

(3) 分析表明:流域复杂的地形条件和诸多的生态恢复政策共同影响着流域内土地利用/覆被结构的动态变化过程,以政策为导向的人类活动直接影响着潮河流域这 30 a 来的土地利用/覆被变化。通过实施大规模的生态环境建设工程,流域植被覆盖度大幅提高,对保护密云水库水源起到了十分重要的作用。

参考文献:

- [1] 刘纪远,张增祥,徐新良,等. 21 世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析[J]. 地理学报,2009,64(12):1411-1420.
- [2] 陈佑起,杨鹏. 国际上土地利用/覆盖变化研究的新进展[J]. 经济地理,2001,21(1):95-100.
- [3] 宋金平,赵西君,王倩. 北京市丰台区土地利用变化及社会经济驱动力分析[J]. 中国人口·资源与环境,2008,18(2):171-175.
- [4] 余新晓,张晓明,牛丽丽,等. 黄土高原流域土地利用/覆被动态演变及驱动力分析[J]. 农业工程学报,2009,25(7):219-225.
- [5] 王鹏,吴炳方,张磊. 三峡水库建设期秭归县土地利用时空变化特征分析[J]. 农业工程学报,2010,26(6):302-309.
- [6] 周文佐. 近 10 a 黄河三角洲 LUCC 及其驱动因素分析[J]. 农业工程学报,2010,26(1):341-345.
- [7] 李子君,凌峰. 潮河流域水土流失治理成效及存在问题分析[J]. 水土保持通报,2008,28(3):189-192.
- [8] 王丽艳,吕昌河,姚治君. 潮白河上游土地利用的时空变化特征与驱动力分析[J]. 地理科学进展,2005,24(5):88-96.
- [9] 孙宁,李秀彬,李子君,等. 潮河上游土地利用/覆被变化对年径流影响模拟[J]. 北京林业大学学报,2008,30(S2):22-30.
- [10] 李子君,李秀彬. 近 45 年来降水变化和人类活动对潮河流域年径流量的影响[J]. 地理科学,2008,28(6):809-813.
- [11] 仙巍,怀勇,万村. 嘉陵江中下游地区近 30 年土地利用与覆被变化过程研究[J]. 地理科学进展,2005,24(2):114-121.
- [12] 龚文峰,孔达,范文义,等. 松花江流域哈尔滨段土地利用时空格局演变特征分析[J]. 农业工程学报,2009,25(8):249-255.
- [13] 郭宗锋,马友鑫,李红梅,等. 流沙河流域土地利用变化研究[J]. 水土保持研究,2006,13(1):144-147.
- [14] 朱会义,李秀彬,何书金. 环渤海地区土地利用的时空变化分析[J]. 地理学报,2001,56(3):253-260.
- [15] 周兰萍,魏怀东,丁峰,等. 1998—2005 年石羊河流域土地利用/覆盖变化及其分析[J]. 水土保持通报,2009,29(1):169-173.
- [16] 付艳玲,张晓萍,陈凤娟,等. 基于 RS 和 GIS 扎龙湿地土地利用景观格局演变的研究:以安塞县马家沟流域为例[J]. 水土保持研究,2010,17(6):81-85.
- [17] 伍星,沈珍瑶,刘瑞民. 长江上游土地利用/覆被变化及区域分异研究[J]. 应用基础与工程科学学报,2008,16(6):820-829.
- [18] 朱会义,李秀彬. 关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论[J]. 地理学报,2003,58(5):643-650.
- [19] 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.
- [20] 何英彬,陈佑启,李志斌,等. 北京市土地利用空间结构特征分析[J]. 农业工程学报,2010,26(2):313-318.
- [21] 杨翠林,秦富仓,朱丽,等. 奈曼旗大沟头流域土地利用格局变化研究[J]. 水土保持研究,2008,15(4):216-219.
- [22] 王思远,刘纪远. 中国土地利用时空特征分析[J]. 地理学报,2001,56(6):631-639.
- [23] 郝仕龙,曹连海,李壁成. 小尺度土地利用/覆被变化驱动力研究[J]. 水土保持研究,2007,14(2):228-230.
- [24] 杨武年,刘恩勤,陈宁,等. 成都市土地利用遥感动态监测及驱动力分析[J]. 西南交通大学学报,2010,45(2):185-189.
- [25] 陈瑜琦,刘黎明,李建林. 我国生态退耕工程的政策保障体系研究[J]. 生态经济,2006(5):93-96.