

塔里木河干流区土地利用/覆被变化 及其生态环境效应

赵锐锋¹, 姜朋辉¹, 陈亚宁², 石培基¹, 潘竟虎¹, 赵海莉¹

(1. 西北师范大学地理与环境科学学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 荒漠与绿洲生态国家重点实验室,
中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要: 在GIS和遥感技术支持下, 利用1973年MSS遥感影像、1983年航空遥感土地利用图、1990年TM、2000年TM和2005年CBERS遥感影像对新疆塔里木河干流区土地利用/覆被变化过程和生态环境效应进行了分析。结果表明, 1973~2005年塔里木河干流区土地利用/覆被发生了显著变化, 耕地、未利用地和城乡居民及建设用地面积分别增加了 $25.72 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 、 $17.33 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 和 $0.51 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 林地、草地和湿地面积分别减少了 $29.10 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 、 $8.63 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 和 $5.84 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。在1973~1983年、1983~1990年、1990~2000年、2000~2005年4个时段中土地利用变化呈“显著变化—缓慢变化—显著变化—急剧变化”的过程。土地利用类型转移的主要方向是林地和草地转化为耕地、耕地转化为城乡居民及建设用地、草地转化为未利用地。土地利用/覆被的变化引起了干流区水环境恶化、土壤质量改变、天然植被严重退化、土地荒漠化和盐渍化加剧、湿地面积减少和生物多样性丧失等一系列生态环境问题。

关键词: 土地利用/覆被变化; 转移矩阵; 生态环境效应; 塔里木河干流

中图分类号: F301.2; X24 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2012)02-0244-07

作为全球变化的主要原因之一, 土地利用/覆被变化及其引起的自然现象和生态过程的变化成为目前全球环境研究的热点和前沿问题, 引起了国际有关研究机构的广泛关注^[1]。土地利用/覆被变化对区域生态系统、气候、水文、土壤、水土流失和生物多样性等都产生重要的影响^[2-7]。塔里木河地处中国西北干旱区, 是中国第一大, 也是世界著名的内陆河。多年以来, 塔里木河干流区在人类活动强烈作用和区域气候变化双重驱动下, 土地利用/覆被发生了十分复杂的结构变化和相互转换^[8], 以天然植被为主体的生态系统和生态过程因人为对水土资源时空格局的改变而受到严重影响, 上中游土地大面积盐渍化, 下游河水盐化, 河道断流, 湖泊干涸, 地下水位大幅度下降, 天然植被全面衰败, 沙漠化过程加剧发展, 夹持在塔克拉玛干沙漠和库鲁克沙漠间的“绿色长廊”急剧萎缩^[9]。虽然国家投入巨资对塔里木河流域进行综合治理, 取

得了一定的成效, 但是塔里木河流域生态环境退化的趋势并没有有效的遏制。因此, 迫切需要对干流区的土地利用/覆被变化进行研究并揭示其生态环境效应, 以便采取合理的水土资源可持续利用和管理的对策与措施, 对推动塔里木河流域经济社会的可持续发展, 保障社会稳定, 维护民族团结都具有重要的现实意义。

1 研究区概况

塔里木河干流从肖夹克至台特玛湖全长1 321 km, 行政区域隶属于新疆维吾尔自治区库尔勒市、阿克苏市、阿拉尔市、轮台县、尉犁县、若羌县、库车县、沙雅县、新和县和新疆生产建设兵团5个团场。该区域干旱少雨, 蒸发强烈, 具有明显大陆性气候特征, 年降水量一般在50 mm以下, 蒸发量达2 300~3 000 mm; 光照丰富, 年日照时数为2 800~3 100 h; 无霜期185~210 d, 年平均温度高于10~

收稿日期: 2011-03-06; **修订日期:** 2011-07-29

基金项目: 教育部博士点基金项目(20106203120004)、国家重点基础研究发展计划(2010CB951003)、新疆科技重大专项(200733144-4)、中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-127)、国家自然科学基金项目(40971078、41061017)、西北师范大学校青年基金项目(NWNU-LKQN-09-23)资助。

作者简介: 赵锐锋(1976-), 男, 甘肃漳县人, 博士, 副教授, 主要从事土地利用及资源环境变化等方面的研究。E-mail: zhaoruifeng@126.com

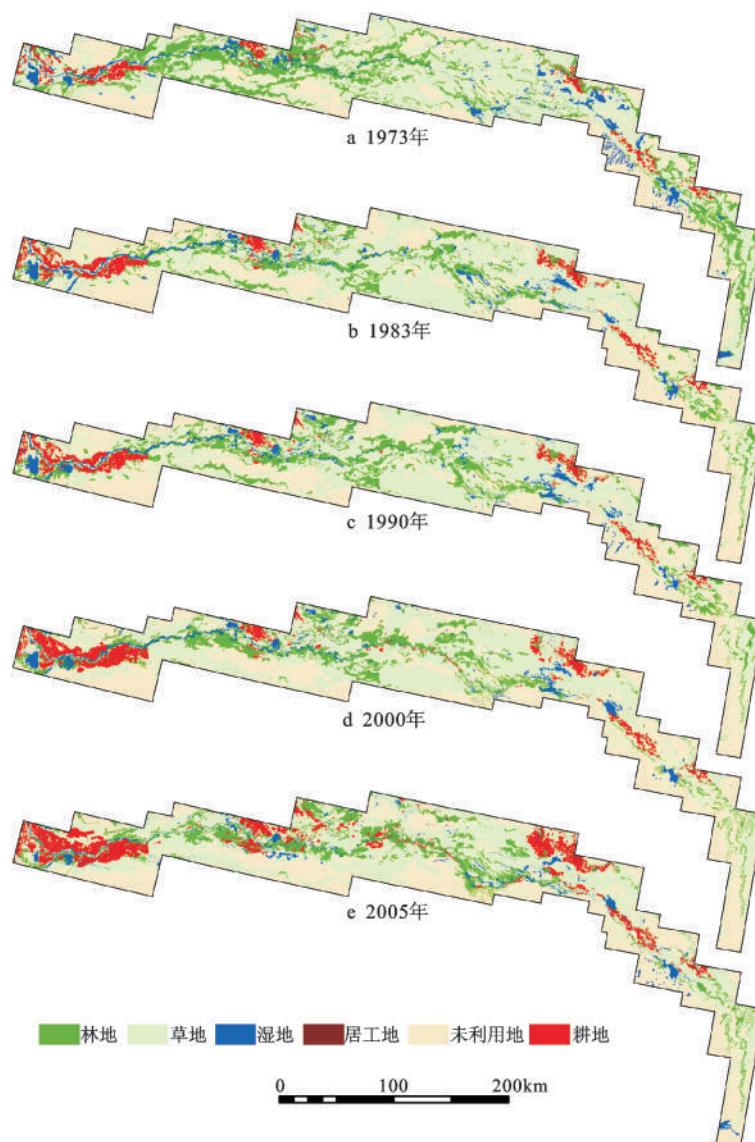


图2 1973年、1983年、1990年、2000年和2005年塔里木河干流区年土地利用/覆被空间分布

Fig. 2 Land use/land cover pattern in the main stream of Tarim River in 1973,1983,1990,2000 and 2005

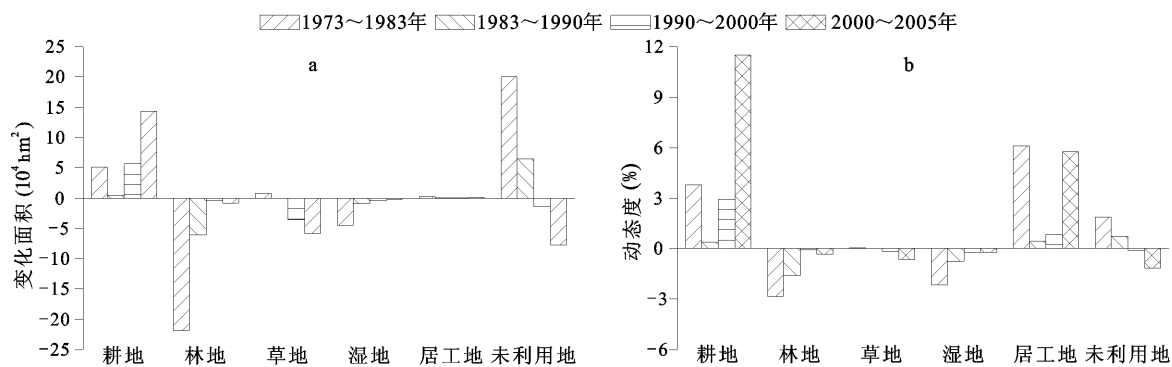


图3 塔里木河干流区 1973~2005 年不同时期的土地利用变化和土地利用类型动态度

Fig. 3 Area change of land use and dynamic degree of land use types at various stages in the main stream of Tarim River from 1973 to 2005

2000~2005年,耕地和居工地分别增加了59.57%和28.88%。与此同时林地、草地、湿地、未利用地面积表现出持续减小的趋势。在这一时段,耕地和居工地呈现剧烈的变化速度,其动态度分别为11.51%和5.78%。

从综合土地利用动态度看,塔里木河干流区土地利用的变化速度在4个时段经历了一个“显著变化—缓慢变化—显著变化—急剧变化”的过程(图4)。

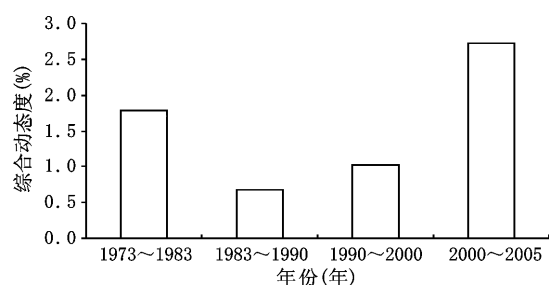


图4 塔里木河干流区土地利用类型综合动态度

Fig.4 The indices of land use dynamic degree in the main stream of Tarim River from 1973 to 2005

3.2 塔里木河干流区土地利用/覆被变化过程分析

从表1可以看出,1973~1983年,大量草地和林地被开垦为耕地,分别占耕地总转入面积的70.00%和22.74%。该时期草地和林地转变为湿地的面积占1983年湿地总面积的32.48%和11.70%。耕地、草地和林地已向居工地转变,其中耕地转入面积达60.84%。大量草地、林地和湿地转变为未利用地。1983~1990年,草地和林地继续向耕地转变。林地转化为草地和湿地的面积分别占1983年林地面积的13.16%和2.60%。湿地转为草地的面积占湿地转出面积的78.63%。未利用地主要转为草地、林地和湿地,其中草地占总转入面积的88.88%。1990~2000年,大量的草地、未利用地和林地转化为耕地,其中草地转入面积占74.65%。湿地主要转为草地、林地和未利用地,其中转为前两者的面积分别占48.18%和36.58%。耕地转为居工地的面积占总转入面积的80.40%。未利用地转为草地、林地和耕地,其中转为草地的面积占80.50%。2000~2005年,草地、林地、未利用地和湿地向耕地转化,其中草地转向耕地的面积占71.92%。湿地面积持续减少,主要转化为草地、林地和耕地,分别占湿地转出面积的68.65%、23.42%和5.99%。居工地面积持续增加,主要转变

来源仍是耕地,占居工地转入总面积的78.23%。该时期未利用地转为草地的面积占未利用地转出面积的87.05%。

3.3 塔里木河干流区土地利用/覆被变化的生态环境效应

3.3.1 水环境恶化

研究时段内塔里木河干流区上中游耕地面积的显著增加,分别增加了 $15.22 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 和 $9.26 \times 10^4 \text{ hm}^2$,造成上游耗水量的不断增大,中下游径流量的持续减小。根据塔里木河流域管理局提供的干流区耗水资料,2000~2005年干流上游的平均耗水量比上个世纪50年代增加了近1倍,而中游耗水量却减少了30%左右,下游更为明显,耗水量减少了62%以上(图5)。下游河道来水量的减少,又造成地下水补给量减少,最终造成下游地下水位不断下降^[13]。

3.3.2 土壤质量改变

林地、草地和湿地向耕地的转化过程中,人类通过种植、耕作、施肥等措施,逐渐使原来土壤盐分含量较高的盐土的剖面结构和理化性状发生了根本变化,盐渍化程度有所降低,同时地下水也可得到淡化。如上游阿拉尔垦区1 m土层土壤盐分由1958年36.2~76.1 g/kg减少为1995年的1.26~5.1 g/kg,土壤盐分平均减少95.87%。与此同时地下水埋深也得到抬升,水质得到淡化,该区地下水埋深由1958年的5.35~5.46 m抬升到1995年的1.7~1.95 m,矿化度由1958年的14.11~35.89 g/kg下降到1995年的2.51~6.19 g/kg^[14]。

3.3.3 天然植被严重退化

干流区土地利用/覆被的变化,特别是耕地面积的不断扩大占用了大量林地和草地,致使干流区林草地面积减少。同时上中游耕地面积的增加,需要大量引水以满足灌溉,致使下游来水量减少,地下水位下降,最终导致下游荒漠河岸林衰败死亡,草地大面积退化。塔里木河干流区胡杨林面积从20世纪50年代到90年代减少了47.72%,其中上游减少了49.00%,中游减少了33.73%,下游减少了87.78%^[15]。

3.3.4 荒漠化加剧

上中游耕地面积的增加,使得耗水量不断增大,造成下游来水量减少,最终引起天然植被衰败,沙漠化程度加剧,穿越“绿色走廊”的218国道已有137处受到沙害侵袭^[16]。阿拉干地区沙漠化

表1 塔里木河干流区 1973~2005 年土地利用类型转换矩阵(10⁴hm²)

Table 1 Transition matrix of land use in the main stream of Tarim River from 1973 to 2005

		1973 年						
		耕地	林地	草地	湿地	居工地	未利用地	合计
1983 年	耕地	10.62	0.63	2.03	0.13	0.15	0.06	13.62
	林地	1.86	27.67	39.38	1.88	0.04	6.39	77.21
	草地	5.72	22.33	109.95	5.20	0.05	48.18	191.44
	湿地	0.45	1.64	7.75	8.52	0.01	2.13	20.51
	居工地	0	0.01	0.01	0	0.37	0	0.39
	未利用地	0.14	3.13	33.14	0.31	0	69.55	106.27
	合计	18.79	55.40	192.26	16.05	0.62	126.31	409.43
		1983 年						
		耕地	林地	草地	湿地	居工地	未利用地	合计
1990 年	耕地	18.63	0.06	0.07	0.02	0.02	0	18.79
	林地	0.22	45.83	7.29	1.44	0	0.62	55.40
	草地	0.39	2.62	179.71	1.75	0	7.79	192.26
	湿地	0.03	0.65	3.83	11.18	0	0.35	16.05
	居工地	0	0	0	0	0.62	0	0.62
	未利用地	0.03	0.11	1.31	0.80	0	124.06	126.31
	合计	19.30	49.28	192.21	15.19	0.64	132.83	409.43
		1990 年						
		耕地	林地	草地	湿地	居工地	未利用地	合计
2000 年	耕地	17.55	0.34	1.18	0.11	0.06	0.06	19.30
	林地	0.72	29.51	16.40	0.98	0	1.67	49.28
	草地	5.54	14.79	153.63	3.92	0.01	14.32	192.21
	湿地	0.08	2.07	2.72	9.54	0	0.78	15.19
	居工地	0	0.01	0	0	0.63	0	0.64
	未利用地	1.08	2.19	14.74	0.28	0	114.53	132.83
	合计	24.97	48.90	188.67	14.83	0.69	131.37	409.43
		2000 年						
		耕地	林地	草地	湿地	居工地	未利用地	合计
2005 年	耕地	23.63	0.37	0.55	0.20	0.17	0.06	24.97
	林地	3.17	31.69	11.29	1.59	0.01	1.15	48.90
	草地	11.30	12.95	140.18	3.78	0.03	20.43	188.67
	湿地	0.44	1.73	5.08	7.44	0	0.14	14.83
	居工地	0	0	0	0.01	0.68	0	0.69
	未利用地	0.80	1.37	25.72	1.65	0	101.82	131.37
	合计	39.34	48.11	182.81	14.67	0.89	123.60	409.43

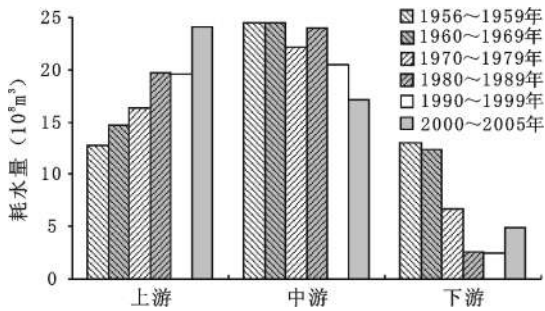


图5 塔里木河干流区各时段耗水量

Fig. 5 Water resources consumption of Tarim River in different periods

问题更加突出,1959~1996年,极度沙漠化土地面积增加了16.65%,强度沙漠化面积增加了92.11%,中度沙漠化面积增加了11.31%,沙漠化总面积以平均每年0.24%的速度扩展^[17]。

3.3.5 湿地面积减少,生物多样性丧失

从1973~2005年,干流区湿地面积减少了28.44%,其中减少的湿地以沼泽湿地为主,占湿地减少总面积的66.42%^[18]。耕地面积的扩大占用大量的林地、草地和湿地,同时由于下游水资源减

少,造成荒漠河岸植被全面衰退,进而引起干流区生物多样性显著减少。由于胡杨林面积的锐减,草本植物种类从200种降低到20种,野生动物由26种降到5种^[15]。

4 讨 论

以上研究结果显示,在过去的30多a里塔里木河干流区土地利用/土地覆被变化显著,总体上表现为耕地和城乡居民及建设用地的大幅度扩张,并伴随着林地、草地和湿地的大面积丧失。

在4个时段中,土地利用变化经历了一个“显著变化—缓慢变化—显著变化—急剧变化”的过程。这与塔里木河流域开发历史基本一致,建国初期至20世纪80年代初,受“以粮为纲”思想的影响,大面积扩大粮食生产,使大量的林草地转变为耕地,再加上各种农作物单产较低,农业生产的发展主要依靠扩大耕地面积^[19],因此,耕地面积增加显著;80年代中后期,干流区的土地开发转入巩固提高为主,提高单产的深度开发阶段,耕地面积增加较为缓慢^[20];到了90年代,在市场经济条件下,棉花价格的上涨刺激了棉花种植,使得大量林草地和湿地被开垦为耕地,同时部分盐碱地等未利用地也被复垦为耕地,致使耕地面积再次显著增加^[21];2000年以后,国家先后减免了农业税,同时粮食和棉花价格持续攀升,在经济利益驱使下,中上游大量的林草地和湿地被开垦为耕地,特别是以家庭农场为主的开垦热潮,造成耕地面积急剧增加。

在过去的30多a里,塔里木河干流区人口数量呈持续增加的趋势,干流区总人口增加了近1倍,农业人口增加了61.50%,随着人口的增加,粮食需求剧增,为了解决温饱问题,当时的耕地不够维持生活,就以砍伐森林、开垦草地和湿地来扩大耕地面积,造成耕地面积不断增加而林地、草地和湿地大面积减少。同时人口增加,引起城镇扩张、道路及其他基础设施建设强度增加,造成居工地面积显著增加^[21]。未利用地呈现出先增加后减小,正好反映了塔里木河干流区的生态环境在自然和人类活动共同作用下,经历了从20世纪50年代以来到90年代中期不断恶化的过程^[22],到了90年代末,随着国家退耕还林还草工程和塔里木河流域近期综合治理工程的实施,未利用地持续增加的趋势得到了一定程度的遏制,但整体退化趋势仍然存在。可见,人口增长、经济发展因素以及国家

政策是塔里木河干流区土地利用/覆被变化的主要驱动力因素。

塔里木河干流区由于域特殊的地理条件,其生态环境对人类干扰的响应和承受力具有一定的敏感性和脆弱性。随着全球气候变化、人类活动对环境扰动的加剧,土地利用/覆被变化在深度、广度以及速度上都呈剧增趋势,由此带来水环境恶化、土壤质量改变、天然植被全面衰败、土壤盐渍化和沙漠化加剧、湿地面积减少和生物多样性丧失等一系列后果,使原本脆弱的生态环境受到了巨大的威胁,生态系统严重受损。

5 结 论

塔里木河干流区土地利用/土地覆被变化显著,总体上表现为耕地和城乡居民及建设用地的大幅度扩张,并伴随着林地、草地和湿地的大面积丧失。在1973~1983年、1983~1990年、1990~2000年、2000~2005年4个时段中土地利用变化呈“显著变化—缓慢变化—显著变化—急剧变化”的过程。

在研究时段内,大量的草地、林地和湿地转化为耕地,同时,部分的耕地又转化为城乡居民及建设用地,使得耕地和居工地面积显著增加,而草地、林地和湿地面积减少,而未利用地呈现出先增加后减小,但总体上呈增加态势。

土地利用/覆被变化带来水环境恶化、土壤质量改变、天然植被全面衰败、土壤盐渍化和沙漠化加剧、湿地面积减少和生物多样性丧失等一系列后果。因此,在以后的水土资源开发过程中,必须树立可持续发展思想,规范人类对自然资源的利用方式和方向,加强生态保护,以促进水土资源开发、区域经济与生态环境可持续发展。

参考文献:

- [1] Velázquez A, Durán E, Ramírez I, et al. Land use-cover change processes in highly biodiverse areas: the case of Oaxaca, Mexico [J]. *Global Environmental Change*, 2003, **13**(3):175-184.
- [2] Huang J F, Wang R H, Zhang H Z. Analysis of patterns and ecological security trend of modern oasis landscapes in Xinjiang, China [J]. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2007, **134**(1):411-419.
- [3] Giupponi C, Ramanzin M, Sturaro E, et al. Climate and land use changes, biodiversity and agri-environmental measures in the Belluno province, Italy [J]. *Environmental Science & Policy*, 2006, **9**(2):163-173.
- [4] Wan R R, Yang G S. Influence of land use/cover change on

- storm runoff—A case study of Xitiaoxi River Basin in upstream of Taihu Lake Watershed [J]. *Chinese Geographical Science*, 2007, **17**(4):349-356.
- [5] Fitzpatrick M L, Long D T, Pijanowski B C. Exploring the effects of urban and agricultural land use on surface water chemistry, across a regional watershed, using multivariate statistics [J]. *Applied Geochemistry*, 2007, **22**(8):1825-1840.
- [6] Chen L D, Huang Z L, Gong J, et al. The effect of land cover/vegetation on soil water dynamic in the hilly area of the loess plateau, China [J]. *Catena*, 2007, **70**(2):200-208.
- [7] Fu B J, Meng Q H, Qiu Y, et al. Effects of land use on soil erosion and nitrogen loss in the hilly area of the Loess Plateau, China [J]. *Land Degradation & Development*, 2004, **15**(1):87-96.
- [8] 闫正龙, 黄 强, 畅建霞, 等. 塔里木河干流土地利用动态监测遥感分析 [J]. *农业工程学报*, 2008, **24**(03):119-123.
- [9] Chen Y N, Xu Z X. Plausible impact of globe climate change on water resources in the Tarim River Basin, China [J]. *Science in China (D)*, 2005, **48** (1): 65-73.
- [10] 梁匡一, 刘培君. 塔里木河两岸资源与环境遥感研究 [M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1990.
- [11] Luo G P, Zhou C H, Chen X, et al. A methodology of characterizing status and trend of land changes in oases: A case study of Sangong River watershed, Xinjiang, China [J]. *Journal of Environmental Management*, 2008, **88**(4):775-783.
- [12] 宋开山, 刘殿伟, 王宗明, 等. 1954 年以来三江平原土地利用变化及驱动力 [J]. *地理学报*, 2008, **63**(1):93-104.
- [13] 王顺德, 陈洪伟, 张雄文, 等. 气候变化和人类活动在塔里木河流域水文要素中的反映 [J]. *干旱区研究*, 2006, **23**(2):195-202.
- [14] 郝兴明, 陈亚宁, 李卫红. 塔里木河流域近 50 年来生态环境变化的驱动力分析 [J]. *地理学报*, 2006, **61**(3):262-272.
- [15] 樊自立, 马英杰, 季 方, 等. 塔里木河生态环境演变及整治途径 [J]. *干旱区资源与环境*, 2001, **15**(1):11-17.
- [16] 陈亚宁, 崔旺诚, 李卫红, 等. 塔里木河的水资源利用与生态保护 [J]. *地理学报*, 2003, **58**(2):215-222.
- [17] 王让会, 樊自立. 塔里木河下游近 50a 来沙质荒漠化演变规律 [J]. *中国沙漠*, 2000, **20**(1):45-50.
- [18] 赵锐锋, 陈亚宁, 李卫红, 等. 塔里木河干流区土地覆被变化与景观格局分析 [J]. *地理学报*, 2009, **64**(1):95-106.
- [19] Jiang L W, Tong Y F, Zhao Z J, et al. Water Resources, Land Exploration and Population Dynamics in Arid Areas —The Case of the Tarim River Basin in Xinjiang of China [J]. *Population & Environment*, 2005, **26**(6):471-503.
- [20] 黄 钱, 赵智杰, 蒋未文. 塔里木河下游垦区土地利用/覆盖动态变化过程分析 [J]. *干旱区地理*, 2006, **29**(06):895-901.
- [21] 史 华. 塔里木河干流流域区域开发与环境对策 [J]. *中国人口·资源与环境*, 1993, **13**(3):49-54.
- [22] 陈小兵, 杨劲松, 杨朝晖, 等. 土地开发影响下的内陆河流水质演变研究——以塔里木河干流区上游为例 [J]. *农业环境科学学报*, 2008, **27**(1):327-332.

Land Use/Cover Change and Its Eco-environment Effect in the Main Stream of Tarim River

ZHAO Rui-feng¹, JIANG Peng-hui¹, CHEN Ya-ning², SHI Pei-ji¹, PAN Jing-hu¹, ZHAO Hai-li¹,

(1. College of Geography and Environment Science, Northwest Normal University, Lanzhou, Gansu 730070, China;

2. State Key Laboratory of Desert and Oasis Ecology, Xinjiang Institute of Ecology and Geography,
Chinese Academy of Sciences, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

Abstract: Combined the integrated technology of ecological quantity analytical method with GIS technology, based on the MSS images in 1973, TM images in 1990 and 2000, CBERS images in 2005 and the land use data of 1983, the changes of land use/cover were analyzed in this paper in the main stream of Tarim River from 1973 to 2005. The results showed that the areas of farmland and residential land increased $25.72 \times 10^4 \text{ hm}^2$, $17.33 \times 10^4 \text{ hm}^2$ and $0.51 \times 10^4 \text{ hm}^2$ while the areas of grassland, forest and wetland decreased $29.10 \times 10^4 \text{ hm}^2$, $8.63 \times 10^4 \text{ hm}^2$ and $5.84 \times 10^4 \text{ hm}^2$ respectively. Land use change underwent a process of obvious change - slow change - obvious change - tremendous change in 1973-1983, 1983-1990, 1990-2000, and 2000-2005. The major patterns of land use change were the conversions of grassland, forest and wetland to farmland, farmland to residential land, and grassland to unused land. The main eco-environmental effects by land use/cover change in the mainstream of Tarim River were as following: Land use/cover change caused water environmental degradation, soil physicochemical properties change, severe degradation of the natural vegetation, soil salinization, land desertification, wetlands area reduction and loss of biodiversity.

Key words: Land Use/Cover change; conversion matrix; eco-environment effect; the main stream of Tarim River