

克里雅河流域 1990—2010 年土地利用/覆被变化 及其生态环境状况评价

杜清^{1,2}, 徐海量¹, 凌红波¹, 王希义^{1,2}, 赵新风¹, 张鹏¹

(1. 中国科学院 新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐, 830011; 2. 中国科学院大学, 北京, 100049)

摘要:通过 GIS 技术,以及 1990 年、2000 年、2010 年克里雅河流域 Landsat-TM 影像数据和中巴资源卫星数据,分析了克里雅河流域近 20 a 土地利用/覆被变化并对其生态环境状况进行评价,结果显示:(1) 克里雅河 1990—2010 年的 20 a 里各土地利用类型变化显著,其中耕地、水域湿地、建设用地和林地呈不断增加趋势,变化幅度分别为 29.62%, 16.64%, 11.28%, 2.9%。草地、沙地和未利用地面积不断减少,变化幅度为 -3.65%, -0.6%, -0.33%; (2) 1990—2010 年流域新增耕地主要由 3.11% 的草地、0.3% 的沙地和 0.35% 的未利用地转移而来,新增水域湿地主要由 0.15% 的沙地和 0.29% 的草地转移而来,新增建设用地主要由 0.02% 的沙地和 0.15% 的耕地转移而来,新增林地则主要由 0.18% 的沙地和 0.03% 的草地转移而来;(3) 对流域生态环境状况进行评价可知在近 20 a 里克里雅河流域生态环境状况无明显变化,但是流域耕地面积的不断扩张对流域生态环境良性发展产生一定隐患,因此合理利用流域水土资源对流域生态环境安全十分重要。

关键词:土地利用/覆被; 生态环境状况; 克里雅河流域

中图分类号: F301.24; X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2015)03-0198-05

Land Use/Cover Change and Its Ecological Environment Condition Evaluation in the Keriya River Basin from 1990 to 2010

DU Qing^{1,2}, XU Hailiang¹, LING Hongbo¹, WANG Xiyi^{1,2}, ZHAO Xinfeng¹, ZHANG Peng¹

(1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences,

Urumqi 830011, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Based on Landsat-TM and CBERS images in 1990, 2000 and 2010, and combining GIS technology, we analyze the land use change and its ecological environment condition in Keriya River Basin in Recent 20 years. The results showed that: (1) the land use in Keriya River Basin had changed significantly from 1990 to 2010, cultivated land, water bodies, construction land and forest land showed presented the increasing trend and their change extents were 29.62%, 16.64%, 11.28% and 2.9%, respectively; the grassland, sandy land and unused land areas were decreasing, change rates were -3.65%, -0.6% and -0.33%, respectively; (2) in recent 20 years, 3.11% of the grassland area, 0.3% of the sand area and 0.35% of the unused land area transferred into cultivated land; 0.15% of the sandy area and 0.29% of the grassland moved into wetlands; 0.02% of the sandy area and 0.15% of the cultivated land transferred into construction land; the forestland area increased and mainly from 0.18% of the sandy area and 0.03% of the grassland; (3) With regard to basin eco-environmental situation evaluation, we knew that the ecological environment situation of Keriya River Basin in nearly 20 years had no obvious change, but the expanding of cultivated land created a certain risk for ecological environment, so the rational use of land and water resources is very important for ecological environment security in this basin.

Keywords: land use/cover; ecological environment condition; Keriya River Basin

由于土地利用/覆被变化会对区域气候、水文、土壤和生物多样性等产生影响,从而引起区域自然现象和生态过程的变化,因而成为目前全球环境研究的热点问题^[1-5]。近年来,随着人口不断增长,水资源的供需矛盾不断恶化,尤其在干旱半干旱地区以水资源开发为主的建设活动加剧了土地利用的改变,严重影响区域的生态环境健康和可持续发展^[6]。为了改善区域生态环境,促进区域社会经济的可持续发展,我们需要对区域生态环境质量有一个正确认识和评价,鉴于此国家环境保护总局于 2006 年 3 月 9 日发布了《生态环境状况评价技术规范》(HJ/T192—2006),该规范规定了生态环境质量评价的指标体系和各指标的计算方法,大部分评价指标的提取和更新能够依赖遥感手段,适用于我国县级以上区域生态环境现状及动态趋势的年度综合评价。克里雅河流域位于我国新疆西北干旱区,原是塔里木河九源流之一,由于人为和自然因素的双重影响,克里雅河已与塔河干流失去地表水联系,而形成相对独立的水系。近年来,随着流域人口与经济发展,水土资源开发利用程度增加,流域内土地利用类型发生了十分复杂的变化,土壤盐渍化、土地沙地、河道断流等生态环境问题突出。而目前关于克里雅河流域的研究多集中于气候^[7-9]、水文^[10-11]及考古^[12-13],关于流域土地利用/覆被变化及生态环境状况评价的研究基础相对薄弱。因此,本文以克里雅河流域 1990 年、2000 年、2010 年的遥感影像资料为基础,对流域近 20 a 的土地利用/覆被及生态环境变化特征进行研究,以期为流域内土地资源的合理利用及生态环境保护提供理论依据。

1 研究区概况

克里雅河流域位于塔里木盆地南缘于田境内,以民丰县为界,南与西藏自治区改则县、日土县相连,西与策勒县相邻,北临浩瀚的塔克拉玛干大沙漠,与沙雅县接壤,地理位置为 81°09′—82°51′E, 35°14′—39°29′N^[14]。流域位于欧亚大陆腹地,远离海洋,降水量稀少,蒸发量大,径流补给主要以冰雪融水为主,光照充足,春季多风沙、浮尘等灾害天气^[15]。流域内热量资源丰富,≥10℃的有效积温达 4 208.1℃,无霜期长达 213 d,适宜多种喜温作物和果树生长^[11]。

2 数据来源与处理

2.1 数据来源

基础数据为克里雅河流域内的 Landsat-TM 影像数据和中巴资源卫星数据,成像时间分别为 1990 年、2000 年、2010 年的 7—9 月份,图像分辨率为 30 m,每

景覆盖度范围为 185 km×185 km,影像主要采用 2,3,4 三个波段合成。水资源量和河长数据,来源于塔里木河流域管理局(简称塔管局)和相关文献资料。人口数据来源于《新疆统计年鉴》。

2.2 数据处理

(1) 图像矢量化。利用 Erdas 软件对 3 期遥感影像进行几何校正、配准,并借助 Arcinfo 对各时期遥感影像进行目视判读和数字化工作(解译时参照《中华人民共和国环境保护行业标准》划分土地利用类型),并结合克里雅河流域土地利用特点及野外实地验证,将流域内土地利用类型划分为水田、旱地、有林地、灌木林地、疏林地、其他林地、高覆盖草地、中覆盖草地、低覆盖草地、湖库、河流、滩涂湿地、城镇用地、农村居民用地、其他建设用地、沙地、盐碱地、裸土地、裸石岩砾和其他未利用地 20 类。经精度检验,其 kappa 系数分别为 86.2%(1990 年),89.6%(2000 年),89.8%(2010 年)。然后在 ArcGIS 的支持下,在已有的土地利用分类基础上,对研究区土地类型进行归并处理提取出流域耕地、林地、草地、水域湿地、建设用地、沙地及未利用地(盐碱地、裸土地、裸石岩砾、其他未利用地)数据,对流域土地利用变化特征进行分析。

(2) 转移矩阵计算。利用 ArcGIS 的 intersect 模块和 excel 的数据统计功能,将解译得到的克里雅河流域 1990 年、2000 年、2010 年 3 期遥感影像,在 ArcGIS 中进行叠加运算,得到其 1990—2000 年和 2000—2010 年土地利用转移矩阵。

(3) 生态环境状况指数计算。环境质量指数的计算参考《生态环境状况评价技术规范(试行)》标准。根据实际情况得到生态环境状况指数计算公式:

$$EI = 0.25 \times \text{生物丰度指数} + 0.2 \times \text{植被覆盖指数} + 0.2 \times \text{水网密度指数} + 0.2 \times (100 - \text{土地退化指数}) + 0.15 \times \text{环境质量指数} \quad (1)$$

$$\text{生物丰度指数} = A_{\text{bio}} \times (0.35 \times \text{林地} + 0.21 \times \text{草地} + 0.28 \times \text{水域湿地} + 0.11 \times \text{耕地} + 0.04 \times \text{建设用地} + 0.01 \times \text{未利用地}) / \text{区域面积} \quad (2)$$

式中: A_{bio} ——生物丰度指数的归一化系数,取值为 400.62。

$$\text{植被覆盖度指数} = A_{\text{veg}} \times (0.38 \times \text{林地} + 0.34 \times \text{草地} + 0.19 \times \text{耕地} + 0.07 \times \text{建设用地} + 0.02 \times \text{未利用地}) / \text{区域面积} \quad (3)$$

式中: A_{veg} ——植被覆盖指数的归一化系数,取值为 355.24。

$$\text{水网密度指数} = A_{\text{riv}} \times \text{河流长度} / \text{区域面积} + A_{\text{lak}} \times \text{湖}$$

库(近海)面积/区域面积+A_{res}×水资源量/区域面积 (4)

式中:A_{riv}——河流长度的归一化系数,取值为 46.43;
A_{lak}——湖库(近海)面积的归一化系数,取值为 17.88;
A_{res}——水资源量的归一化系数,取值为 61.42。

土地退化指数=A_{ero}×(0.05×轻度侵蚀面积+0.25×中度侵蚀面积+0.7×重度侵蚀面积)/区域面积 (5)

式中:A_{ero}——土地退化指数的归一化系数,取值为 146.33。

环境质理指数=0.4×(100-A_{so₂}×SO₂排放量/区域面积)+0.4×(100-A_{cod}×COD排放量/区域年平均降雨量)+0.2×(100-A_{so₁}×固体废物排放量/区域面积) (6)

式中:A_{so₂}——SO₂的归一化系数,取值为 0.06;
A_{cod}——COD的归一化系数,取值为 0.33;A_{so₁}——固体废物的归一化系数,取值为 0.77。

生态环境状况指数的分级,如表 1 所示。

表 1 生态环境状况分级

级别	优	良	一般	较差	差
指数	EI≥75	55≤EI<75	35≤EI<55	20≤EI<35	EI<20
状态	植被覆盖度高,生物多样性高,生态系统稳定,最适合人生存。	植被覆盖度较高,生物多样性较高,基本适合人类生存。	植被覆盖度中等,生物多样性水平一般,但不适合人类生存的制约性因子出现。	植被覆盖度较差,严重干旱少雨,物种较少存在明显的限制人类生存的因素。	条件较恶劣,人类生存环境恶劣。

3 结果与分析

3.1 克里雅河流域土地利用/覆被时空变化特征

转移矩阵不仅可以分析土地类型的面积变化情

况,还可揭示不同土地利用类型之间的相互转换过程,从而有利于更好地研究土地利用的演变过程^[16-17]。克里雅河流域 1990—2000 年、2000—2010 年转移矩阵如表 2、3 所示。

表 2 克里雅河流域 1990—2000 年土地利用转移矩阵

km²

土地利用类型		2000 年						
		耕地	林地	草地	水域湿地	建设用地	沙地	未利用地
1990 年	耕地	808.8	0	0.73	0.85	1.23	1.46	0.39
	林地	0	961.95	0	0	0	0	0
	草地	120.4	1.72	5520.42	10.16	0.14	8.19	1.66
	水域湿地	0.22	0	0.54	226.24	0	0	0
	建设用地	0	0	0	0	34.66	0	0
	沙地	0.35	26.2	0.08	22.57	0.75	14623.03	0
	未利用地	2.64	0	1.04	0.07	0	7.77	4918.61
变化幅度/％		14.62	2.9	－2.47	14.49	6.12	－0.22	－0.19

表 3 克里雅河流域 2000—2010 年土地利用转移矩阵

km²

土地利用类型		2010 年						
		耕地	林地	草地	水域湿地	建设用地	沙地	未利用地
2000 年	耕地	932.28	0	0	0.04	0	0.09	0
	林地	0	989.87	0	0	0	0	0
	草地	57.24	0	5456.15	6.55	0	0	2.87
	水域湿地	4.37	0	0	255.52	0	0	0
	建设用地	0.24	0	0	0	36.54	0	0
	沙地	45.58	0	0	0	2.03	14585.07	7.77
	未利用地	14.66	0	0	2.67	0	0	4903.33
	变化幅度/%	13.08	0	−1.21	1.88	4.87	−0.38	−0.14

由表 2 可知,1990—2000 年克里雅河流域变化幅度最大的土地利用类型为耕地、水域湿地和建设用

地,在研究时段三者面积均呈不断上升趋势,分别增加了 14.62%,14.49%,6.12%;其次是林地和草地,

两者变化幅度分别为 2.9%, -2.47%; 变化最慢的为沙地和未利用地, 两者面积在研究时段均呈不断减少趋势, 变化幅度分别为 -0.22%, -0.19%。由表 3 可以看出, 2000—2010 年克里雅河流域耕地、水域湿地、建设用地面积继续增加, 变化幅度分别为 13.08%, 1.88%, 4.87%; 草地、沙地和未利用地面积继续减少, 变化幅度分别为 -1.21%, -0.38%, -0.14%; 而林地面积在该时段维持不变。在研究时段流域草地、沙地和未利用地不断减少, 这些减少的土地到哪里去了新增的耕地、林地、建设用地及水域湿地从何而来? 是我们所关注的。

从转移矩阵可知, 1990—2000 年流域新增耕地主要来自于 2.11% 的草地, 占耕地总转入量的 97.4%; 新增水域湿地主要来自于 0.15% 的沙地和 0.17% 的草地, 两者分别占水域湿地总转入量的 67.07%, 30.19%; 新增建设用地主要来源于 0.15% 的耕地; 新增林地则主要来自于 0.18% 的沙地, 占林地总转入量的 93.84%。由此可知, 流域内减少的草地主要被耕地、水域湿地占用; 减少的沙地主要被林地和水域湿地占用; 其他未利用地面积变化幅度很少, 主要转移为了沙地。而 2000—2010 年期间, 克里雅河流域新增耕地主要来自于 1.04% 的草地、0.31% 的沙地和 0.298% 的未利用地, 分别占耕地总转入量的 46.88%, 37.33%, 12.01%; 新增水域湿地则主要来源于 0.12% 的草地和 0.05% 的未利用地; 新增建设用地主要来自于 0.01% 的沙地。

就整个研究时段而言, 即在 1990—2010 年的 20 a 里克里雅河流域耕地、水域湿地、建设用地和林地呈不断增加趋势, 变化幅度分别为 29.62%, 16.64%, 11.28%, 2.9%; 草地、沙地和未利用地面积不断减少, 变化幅度为 -3.65%, -0.6%, -0.33%。其中新增耕地主要由 3.11% 的草地、0.3% 的沙地和 0.35% 的未利用地转移而来; 新增水域湿地主要由 0.15% 的沙地和 0.29% 的草地转移而来; 新增建设用地主要由 0.02% 的沙地和 0.15% 的耕地转移而来; 新增林地则主要由 0.18% 的沙地和 0.03% 的草地转移而来。

3.2 克里雅河流域生态环境状况变化特征

仅从流域各土地利用类型的面积变化情况上看并不能获取流域生态环境变化的方向, 为了更好地掌握和评价克里雅河流域的生态环境状况及其变化特征, 本节利用相关数据及相应的计算公式, 计算得到克里雅河流域 1990 年、2000 年、2010 年的植被覆盖度指数、生物丰度指数、水网密度指数、土地退化指数及环境质量指数进而求得流域 1990 年、2000 年、

2010 年的生态环境状况指数(EI), 如图 1 所示。

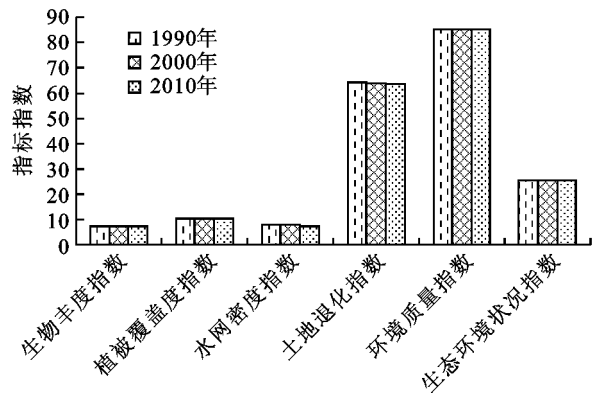


图1 克里雅河流域 1990—2010 年各环境指标变化

由图 1 可知, 在 1990—2010 年的 20 a 里克里雅河流域生态环境状况指数(EI)均处于 20~35, 说明其生态环境属于较差级别, 植被覆盖度较差, 严重干旱少雨, 物种较少, 存在着明显限制人类生存的因素。克里雅河流域位于我国西北极端干旱区, 流域内降雨稀少, 蒸发强烈, 植被稀疏, 沙漠化面积巨大, 在近 20 a 流域内沙漠面积占流域总面积的 53.6% 左右, 而林草面积总和仅占流域总面积的 23.8% 左右, 水域湿地面积仅占流域总面积 0.95% 左右, 因此总的来说, 克里雅河流域生态环境状况并不乐观。而从生态环境状况指数的变化情况上来说, 在 1990—2000 年, 流域生态环境状况指数(EI)增大了 0.03%, 从表 2 可知, 在此期间流域草地大面积减少, 草地大面积减少可能导致流域生物丰度指数和植被覆盖度指数均呈减少趋势, 因此在 1990—2000 年里流域生态环境状况指数增加主要由水网密度指数和土地退化指数降低引起; 由于流域内大量修建水库等水利设施, 发挥蓄水调节能力, 使得流域内湖泊水库的面积增大, 水网密度指数增大。在 2000—2010 年流域生态环境状况指数(EI)略微下降, 共减少了 0.09%。由图 1 可知, 在此期间流域生物丰度指数和植被覆盖度指数呈增加趋势, 土地退化指数呈减少趋势; 但由于流域内水网密度指数的降低, 从而导致流域生态环境状况指数(EI)略微下降。就整个研究时段而言, 克里雅河流域生态环境指数共降低了 0.06%, 表明就整个时段而言, 克里雅河流域生态环境无明显变化。

4 结论与讨论

(1) 克里雅河 1990—2010 年的 20 a 里各土地利用类型变化显著, 其中耕地、水域湿地、建设用地和林地呈不断增加趋势, 变化幅度分别为 29.62%, 16.64%, 11.28%, 2.9%; 草地、沙地和未利用地面积不断减少, 变化幅度为 -3.65%, -0.6%, -0.33%。

(2) 利用转移矩阵对各土地利用类型的空间变化情况进行分析可知,1990—2010年流域新增耕地主要由3.11%的草地、0.3%的沙地和0.35%的未利用地转移而来;新增水域湿地主要由0.15%的沙地和0.29%的草地转移而来;新增建设用地主要由0.02%的沙地和0.15%的耕地转移而来;新增林地则主要由0.18%的沙地和0.03%的草地转移而来。

(3) 对流域生态环境状况进行评价可知在近20a里克里雅河流域生态环境属于较差级别,生态环境状况无明显变化,但是流域耕地面积的不断扩张对流域生态环境良性发展产生一定隐患,因此合理利用流域水土资源对流域生态环境保护十分重要。

由以上研究可知,近20a来,克里雅河流域由于其特殊的地理位置限制,流域生态环境状况并不乐观,属于较差级别。虽然整个流域生态环境状况没有发生明显的变化,但是随着流域人口的增加(据统计年鉴资料,1990—2010年的20a里,克里雅河流域人口共增加了42%),人们为了满足基本的生活需求和追求经济利益,不断增加流域耕地面积。近20a流域耕地面积增加了29.62%,占用了3.11%的草地。耕地的不断扩张,一方面使流域草地面积不断减少,降低流域生物丰度及植被覆盖程度,同时也降低了土地防风固沙的能力,对流域生态环境的良性发展造成不利影响;另一方面水资源是荒漠绿洲生态系统的决定性因素和实现可持续发展的根本条件^[18-19],流域耕地面积的扩张就意味着农业用水量的增加,农业用水增加将改变流域内水文情势导致流域内地表水程缩短,地下水位不断下降,从而导致河流两岸胡杨和牧草枯死^[20],对流域生态环境的良性发展产生了重大隐患。如果流域生态环境恶化又将限制流域农业经济的发展,因为天然植被的衰败将制约当地畜牧业的发展;土地沙漠化将造成耕地的被迫弃耕;环境的恶化造成风沙灾害频繁等等,因此以牺牲环境为代价的经济发展是无法持续的。所以对于克里雅河流域来说虽然目前流域生态环境状况无明显变化,但是流域耕地的扩张对流域生态环境的良性发展造成一定的安全隐患,因此合理利用流域水土资源对流域生态环境保护至关重要。

参考文献:

- [1] 张艳,张祖陆,张会海,等.咸水入侵区土地利用/覆被变化的水环境效应分析:以昌邑市为例[J].水土保持研究,2008,15(2):53-55.
- [2] 赵锐锋,姜朋辉,陈亚宁,等.塔里木河干流区土地利用/覆被变化及其生态环境效应[J].地理科学,2012,32

(2):244-250.

- [3] Huang J, Wang R, Zhang H. Analysis of patterns and ecological security trend of modern oasis landscapes in Xinjiang, China [J]. Environmental monitoring and assessment, 2007, 134(1/3): 411-419.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 曹慧明,许东.松花江流域土地利用格局时空变化分析[J].中国农学通报,2014,30(8):144-149.
- [7] 张雷.新疆克里雅河流域降雨径流变化趋势分析[J].吉林水利,2011(1):45-47.
- [8] 凌红波,徐海量,张青青.新疆克里雅河源流区径流变化与气候因子关系的非线性分析[J].地理研究,2012,31(5):792-792.
- [9] 阿不都拉·阿不力孜,塔西甫拉提·特依拜,丁建丽,等.基于植被温度条件指数的克里雅河流域干旱监测研究[J].水土保持研究,2011,18(4):153-156.
- [10] 瓦哈甫,哈力克,海米提,等.克里雅河流域水资源利用及其生态环境响应研究[J].农业系统科学与综合研究,2006,22(4):283-287.
- [11] 陈顺礼.基于系统模拟技术的克里雅河流域水资源供需平衡分析[D].乌鲁木齐:新疆大学,2005.
- [12] 高诗珠,崔银秋,杨亦代,等.新疆克里雅河下游圆沙古城古代居民线粒体DNA多态性研究[J].中国科学:C辑,2008,38(2):136-146.
- [13] 高亨娜,迪班娜,刘国瑞,等.新疆克里雅河流域考古调查概述[J].考古,1998(12):28-37.
- [14] 姚建民,丁振江,杜志坚.克里雅河流域生态环境保护问题的探讨[J].新疆农垦科技,2001(3):46-47.
- [15] 玛尔达尼,王杰,段伟,等.新疆克里雅河流域水文特性分析[J].中国水运,2008(12):150-151.
- [16] 李忠峰,王一谋,冯毓荪,等.基于RS与GIS的榆林地区土地利用变化分析[J].水土保持学报,2003,17(2):97-99.
- [17] 孙美琴,赵成义,施枫芝,等.近20a塔里木河干流区土地利用变化特征[J].干旱区研究,2013,30(1):16-21.
- [18] 陈锐.克里雅河流域全新世绿洲环境变迁[J].第四纪研究,2002,22(3):293-293.
- [19] 杨宇,张小雷,雷军,等.基于资源开发利用的区域可持续发展研究[J].地理科学,2010,30(3):363-370.
- [20] 瓦哈甫·哈力克,塔西甫拉提·特依特,海米提·依米提,等.克里雅河流域水资源利用及其生态环境响应研究[J].农业系统科学与综合研究,2006,22(4):283-287.