

四十年来嘉陵江中下游土地利用/覆被动态变化研究

汤庆新^{1,2}, 邵怀勇^{1,2}, 仙巍^{1,2}, 周万村¹

(1 中国科学院成都山地灾害与环境研究所, 成都 610041; 2 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 运用 GIS 空间分析方法, 以 1960 年 1:5 万地形图、1972 年、1986 年和 2000 年 Landsat TM/MSS 影像数据为基础, 分析了 1960—2000 年 40 年来嘉陵江中下游地区各土地利用类型数量变化和空间变化特征。结果表明: 1960—2000 年间土地利用/覆被变化的总趋势是林地和草地减少, 减少量分别为 27087.0 hm² 和 37696.5 hm², 建设用和耕地增加, 分别增加 15252.3 hm² 和 14871.8 hm²; 但以 1986 年为界分为两个时期: 1960—1986 年土地利用的总趋势是林地大面积地转化为草地和耕地, 林地面积减少; 而 1986—2000 年间耕地向林地转化加快, 导致林地面积有所增加, 而耕地面积相对减少。在 40 年中建筑用地一直在增加。同时结合历史资料分析了自然和人文特别是政策因素在动态变化中所起的作用。

关键词: 嘉陵江中下游; 土地利用/覆被动态变化; 驱动力

中图分类号: F301.24

土地利用/覆盖变化与资源、环境和社会经济的发展密切相关, 加强对区域土地利用/覆盖动态的研究, 有助于了解土地利用的变化原因与机制, 并通过调整人类社会经济活动, 促使区域土地利用趋于合理, 从而达到区域土地持续利用的目的^[1]。嘉陵江中下游地区地形地貌复杂, 人类活动比较强烈, 土地利用动态变化大, 有关该地区土地利用变化特别是跨越大时间尺度的定量研究报道较少。因此, 对嘉陵江中下游地区近 40 年间土地利用/覆被变化进行研究, 对于揭示其土地利用变化的实质, 增加土地的集约化程度和实现土地资源的可持续利用具有较重要的现实意义。

1 研究区概况

本研究的研究区是指嘉陵江干流流域的四川和重庆部分, 该区位于四川省东北部和重庆市西南部, 地理位置大致介于东经 104°36′ ~ 106°40′, 北纬 29°45′ ~ 32°9′ 之间。区域包括嘉陵江干流四川重庆段流经的 14 个县市区, 其中四川境内包括: 广元市、剑阁县、苍溪县、旺苍县、阆中市、西充县、南部县、南充市、蓬安县、武胜县、岳池县; 重庆市包括: 江北区、合川市、重庆市区 (市中、沙坪坝和北碚区), 总面积 29830.6 km²。研究区地质构

造复杂, 地貌形态多样, 北部为中山区, 西南为平行岭谷区, 中部为盆中丘陵区。研究区全区属典型的亚热带湿润季风气候, 年均温一般 16 ~ 18 °C, 年降水量在 800 ~ 1200 mm 之间, 是四川、重庆地区重要的粮食基地。2000 年, 全区 14 个县市区总人口 2078 万, 其中农业人口 1539 万, 占 74%, 非农业人口 539 万, 占 26%, 人口均密度约为 697 人/km²。

2 研究方法

2.1 数据来源与预处理

本研究的数据主要为 1960 年 1:5 万地形图, 1973 年 MSS 遥感图像, 1986 和 2000 年的 TM 遥感图像。MSS 分辨率为 80 m × 80 m, TM 分辨率为 30 m × 30 m。其中 MSS 和 TM 图像均为相应年份 9—10 月份图像。

首先在 ERDAS8.6 中对 TM/MSS 图像进行几何纠正, 即将图像投影到统一的地理坐标系统中, 纠正过程中保证其误差不超过半个像元, 然后将纠正好的图像进行辐射校正和增强处理。再将地形图经扫描后输入计算机并进行几何纠正。本研究采用 Albers 等积投影; 采用全国统一的中央经线和双标准纬线, 中央经线为 105°E, 双纬线分别为 25°N 和 47°N, 采用克拉索夫斯基椭球体。

①基金项目: 中科院知识创新方向性项目 (KZCXZ-SW-319) 和科技部国际合作重点项目 (2001DFDF0004) 资助。

作者简介: 汤庆新 (1981—), 男, 山东聊城人, 硕士, 主要从事“3S”技术及其应用研究。E-mail: tqingxin@sohu.com

2.2 研究方法

2.2.1 数据处理 将 2000 年的图像在 MGE 软件平台下采用人机交互判读的方式解译, 采用国家规定的土地分类系统, 根据土地利用方式及其属性, 将其分为耕地、林地、草地、水域、城乡居住建设用地、未利用土地等 6 个一级类型。一级类型进一步又可分为 26 个二级分类, 主要有: 水田、旱地、森林、灌木林地、疏林地、果园; 高覆盖度草地、中覆盖度草地、低覆盖度草地; 河渠、湖泊、水库坑塘、永久性冰川雪地、滩涂、滩地; 城镇用地、工矿用地、其他建设用地; 沙地、戈壁、盐碱地、沼泽地、裸土地、裸岩石砾地、其他等。根据本研究的具体需要分出耕地、森林、灌木、疏林、果园、草地、建设用地 7 种类型, 并沿图像特征边缘准确地勾绘出地类界线, 注记属性代码, 并赋予属性值,

形成 2000 年.dgn 文件。将.dgn 文件导入 Arc/Info 中进行编辑, 形成 2000 年土地利用 coverage 文件。在 MGE 下将 1986 年 TM 图像和 2000 年土地利用 coverage 准确套合, 对比图像差异, 勾绘出变化图斑, 并赋予属性值, 在 Arc/Info 下编辑形成 1986 年土地利用/覆被数据库, 以同样的方法得到 1972 年和 1960 年土地利用/覆被数据库。

其中 1972 年和 1986 年的判读采用多位专家互判形式^[2], 对出现的有争议地区由专家统一意见再进入最后成果, 从而最大程度地保证了判读精度。2000 年的判读结果采用实地野外校核方式检验^[3-4], 野外有侧重点地选点 108 个, 其中各土地利用类型的分布和校验精度如表 1 所示。从表 1 中可以看出, 各种类型的判读精度都在 90% 以上, 基本上都保证了工作中对精度的要求。

表 1 2000 年判读精度结果

Table 1 Interpretation accuracy in 2000

	森林	疏林	灌木林	果园	草地	建设用地	耕地
取样数	20	18	16	12	16	8	18
正确数	18	17	15	12	15	8	17
校验精度	90%	94.4%	93.8%	100%	93.8%	100%	94.4%

2.2.2 面积统计 在 Arc/Info 下对 1960、1972、1986、2000 年的 coverage 用 statistics 和 sum area 命令进行计算, 将得到的各种土地利用类型面积导入 excel 中进行统计分析, 分别得到这些年份的各土地利用类型的面积, 然后将相邻年份的 coverage 进行两两叠加^[5], 利用 union 和 reselect 命令找出相邻时段的动态变化, 用 sum area 命令计算变化面积, 然后在 excel 2000 中编辑得到相邻时段的变化矩阵。

3 40 年来嘉陵江中下游土地利用动态变化的结果分析

3.1 数量变化分析

根据以上方法, 我们分别对这 4 个代表年份的土地利用面积和变化面积进行了统计, 结果见表 2 和表 3。从两表中可以看出:

(1) 林地面积先减后增, 总体减少。1960—1972 年间林地面积大量减少, 1960 年林地的面积为 678808.3 hm², 到了 1972 年减为 631886.7 hm², 减少了 46921.3 hm², 1972—1986 年林地的减少速度有所下降, 减少了 960.6 hm², 而在 1986—2000 年间

林地的面积又有所增加, 到 2000 年时面积为 651731.2 hm², 仍然要比 1960 年的面积减少了 27077.1 hm²。

(2) 耕地面积先增后减, 总体增加。1960 年耕地的面积是 2011642.6 hm², 到 1972 年变为 2024761.7 hm², 增加了 13108.8 hm², 从 1972—1986 年又增加了 16411.1 hm², 达到 2041162.2 hm², 但 1986—2000 年的数据表明耕地面积大幅度减少, 2000 年耕地面积为 2026514.1 hm², 仍然比 1960 年增加 14871.5 hm²。

(3) 草地面积一直在减少。在 1960 年草地面积为 240879.4 hm², 到了 1972 年下降为 230027.3 hm², 减少了 10852.1 hm², 至 2000 年草地面积总计减少了 37696.5 hm²。

(4) 建设用地面积一直在增加。1960 年为 30330.8 hm², 至 1972 年和 1986 年分别增加到 32618.6 hm² 和 34301.7 hm², 而 1986—2000 年间建设用地增加了 11281.4 hm², 到 2000 年时猛增至 45583.1 hm², 比 1960 年总计增加了 15252.3 hm²。

3.2 空间变化分析

从土地的空间变化来看, 以 1986 年为界可分为

表 2 4 个时期的主要土地利用类型面积统计 (hm²)

Table 2 Areas of the main types of land use in 4 periods

年份 (年)	林地	草地	建设用地	耕地
2000	651731.2	203182.5	45583.1	2026514.1
1986	630926.1	210993.4	34301.7	2041162.2
1972	631886.7	230027.3	32618.6	2024751.7
1960	678808.3	240879.4	30330.8	2011642.6

表 3 各类型土地的面积变化统计 (hm²)

Table 3 Change in area of the main types of land use

年份 (年)	林地	草地	建设用地	耕地
1960—2000	-27087.0	-37696.5	15252.3	14871.8
1986—2000	20805.1	-7810.9	11281.4	-14647.9
1972—1986	-960.6	-19033.9	1683.1	16411.1
1960—1972	-46921.3	-10851.7	2287.8	13108.8

注：“-”代表该期间减少面积，“+”代表增加面积。

两个阶段：1960—1986 年林地大面积地转化为草地和耕地，1986—2000 年间耕地和草地向森林大量转移。但两个阶段中其他类型土地向建设用地的转移面积一直在增加。

3.2.1 1960—1972 年的变化分析 从表 4 可以得出以下几点：

(1) 1960—1972 年间林地包括森林、疏林、灌

木向草地和耕地大面积地转移，该期间森林和灌木向草地的转移面积分别为 13759.2 hm² 和 19720.4 hm²，向耕地的转移面积分别为 10319.9 hm² 和 4254.3 hm²，而草地向林地的转移面积为 10.6 hm²，耕地向森林的转移面积为 3516.1 hm²，向灌木的转移面积为 1938.4 hm²，远小于林地减少的面积，因此林地在这期间属于高速衰减型。

表 4 1960—1972 年间嘉陵江中下游地区土地利用转移矩阵 (hm²)

Table 4 Land use transition matrix between 1960 and 1972

	森林	疏林	灌木林	果园	草地	建设用地	耕地	合计
森林		19778.4	10739.5	478.1	13759.2	623.9	10319.9	5569.0
疏林	0.02		0	0	26.1	12.8	649.9	688.8
灌木林	12509.4	11878.1		0	19720.4	0	4254.3	48362.2
果园	0	0	0		0.005	52.3	446.7	499.0
草地	0	10.6	0	198.3		12.4	2163.8	2385.1
建设用地	0	0	0	0	0		17.6	17.6
耕地	3516.1	929.9	1938.4	0	0.002	253.3		6637.7
合计	16025.5	32597.0	12677.9	676.4	33505.7	901.7	21452.2	

注：表中纵列为 1960 年数据，横列为 1972 年数据。

(2) 林地内部之间转换幅度比较大，表现在林地和灌木林的互相转移和森林、灌木林向疏林的转化，后者变化说明了林地重心的转移。

(3) 此期间果园主要向耕地转移，转移面积为 446.7 hm²，有小部分向建设用地转化，总计向其他类型土地转移了 499.0 hm²。而森林和草地向果园的

转移面积分别为 478.1 hm² 和 198.3 hm²，总计 676.4 hm²，要高于苗圃的转出面积。

(4) 草地向其他类型土地转移了 2385.1 hm²，其中主要为耕地，转移面积为 2163.8 hm²。

(5) 耕地的转出对象主要为林地，3 种林地转移的面积分别为 3516.1、929.9、1938.4 hm²。

3.2.2 1972—1986 年的变化分析 从表 5 可以看出：

(1) 1972—1986 年间林地的转出对象仍然主要是耕地和草地,3 种林地对耕地的转出面积为 515.2、1388.9、7239.8 hm^2 ,对草地的转出面积分别为 20.2、450.1、1395.6 hm^2 。

(2) 该期间草地转出面积大部分为耕地,达到了 14537.2 hm^2 ,成为耕地增加的最主要来源。

(3) 耕地向林地、草地、建设用地都有转移,

总计转出了 5305.5 hm^2 ,要远远小于其他类型所转入的面积。

3.2.3 1986—2000 年的变化分析 由表 6 可以发现：

(1) 1986—2000 年期间,林地向耕地和草地的转移面积明显减少,从而导致了林地转出面积的总体减少,森林和疏林的转出面积分别只有 718.2 hm^2 和 822.4 hm^2 ,灌木林转出面积虽然比较大,但大部分转为了森林和疏林,因而其他非林地的转化面积

表 5 1972—1986 年间嘉陵江中下游地区土地利用转移矩阵 (hm^2)

Table 5 Land use transition matrix between 1972 and 1986

	森林	疏林	灌木林	果园	草地	建设用地	耕地	合计
森林		1.3	30	2.9	20.2	10.7	515.2	580.3
疏林	421.2		484.2	1.3	450.1	43	1388.9	2788.6
灌木林	3108.5	2091.6		10.8	1395.6	87.8	7239.8	13934.1
果园	3.1	0	0		0	0	54.6	57.6
草地	2751.8	3423.3	1415.3	19.7		68.4	14537.2	22215.7
建设用地	0	0	0	0	0		0	0
耕地	489.7	442.8	1560.1	28.9	1314	1470		5305.5
合计	6774.3	5959	3489.6	63.6	3179.8	1679.9	23735.7	

注：表中纵列为 1972 年数据，横列为 1986 年数据

表 6 1986—2000 年间嘉陵江中下游地区土地利用转移矩阵 (hm^2)

Table 6 Land use transition matrix between 1986 and 2000

	森林	疏林	灌木林	果园	草地	建设用地	耕地	合计
森林		15.5	82	0	131.3	70.5	418.9	718.2
疏林	157.4		129	0.1	106.4	40	389.5	822.4
灌木林	3346.1	868.4		42.3	239.7	355.3	1376.2	6228.0
果园	0	0	0		9.2	34	20.6	63.8
草地	1879.1	2634.4	4264	70.9		188.7	1985.1	11022.2
建设用地	0.03	51	39	0.1	0.0		73.8	163.9
耕地	4356.3	2855.1	6939.9	1559.3	2799	8231.2		26740.5
合计	9738.6	6424.4	11453.9	1672.7	3285.6	8919.7	4264.1	

注：表中纵列为 1986 年数据，横列为 2000 年数据

也不大。

(2) 草地和耕地向林地的转移面积大幅度增加,草地向 3 种林地的转移面积分别为 1879.1、2634.4、4264 hm^2 ,而耕地向 3 种林地的转移面积分别为 4356.3、2855.1、6939.9 hm^2 。因而草地和耕地成为林地增加的主要来源。

(3) 建设用地在此期间急剧膨胀,主要是耕地向其转化,转移面积为 8231.2 hm^2 ,占了建设用地

增加的绝大部分。

4 驱动力分析

4.1 自然因素的影响

本区面积广大,而且地质地貌条件差异明显,北部为中山区,西南为平行岭谷区,中部为盆中丘陵陵区,中部地区相对较为平坦,适合于人类生活,因而中部的土地利用变化主要表现为建筑用地的增

加和草地向耕地的转化。而在西南和北部山区,前几十年林地面积广大,因而土地利用的变化在 1960—1986 年主要表现为林地被开垦为坡耕地,而在 1986—2000 年间则表现为坡耕地恢复为林地和草地。

4.2 人文因素的影响

4.2.1 人口的影响 从 1960 年到 2000 年,该区的人口数量一直在增加,1972 年该区人口为 1899 万,至 2000 年为 2078 万,增加了大约 80 万,从而对增加粮食和建筑用地造成了沉重的压力,导致建筑用地在此期间增加了 28216.8 hm^2 。在改革开放以前,由于农业的生产技术水平落后,增加粮食的产量只能靠扩大耕地面积来实现,从而毁林毁草来开垦耕地,造成了耕地的增加和林地、草地的减少。

4.2.2 政策因素 土地利用变化与政策因素关系极大。如在文革中,以粮为纲,坡地修梯田,大面积毁林开荒,发展种植业,尤其是粮食的种植。改革开放后,党和国家十分重视生态环境保护,特别是 1989 年开始实施的长江上游水源涵养林营造工程和水土保持防治工程,鼓励在不宜耕种的土地上退耕还林还草,封山育林,逐步调整农林牧用地结构,使该区耕地面积减少,而林地、草地面积增加,仅 1999 年“长治”工程就营造水土保持林 14.19 万 hm^2 ^[6],至 2000 年该区总计退耕还林 651731.2 hm^2 。1998 年实施的长江上中游天然林保护工程,嘉陵江中下游地区的天然林也得到有效保护。而且在国家实行西部大开发政策以来,该区的城市化进程加快,城市建设及城市规模有了很大发展,城市用地不断增长,同时农村路网的建设也占用了部分耕地。

4.2.3 经济杠杆对农业用地的调节因素 经济杠杆的调节也是导致该区土地利用变化的原因之一。改革开放后,土地承包到户,为追逐最大的经济效益,农民调整农业生产结构。由于种植粮食经济效益低,于是把目光转到果园、苗圃上^[7]。有资料表明^[8],四川省 1986 年水果产量为 59.8 万 t,至 1997 年达到 185.13 万 t,10 年间增加了 2 倍还要多。而该区 1986—2000 年果园和苗圃的面积也增加了 1672.7 hm^2 ,其中由耕地转化来的面积为 1559.3 hm^2 。

5 结论与建议

(1) 近 40 年来嘉陵江中下游土地利用发生了很

大的变化,总体来说是林地和草地面积减少,而耕地和建筑用地增加,这期间林地和草地分别减少了 27087.0 hm^2 和 37696.5 hm^2 ,建设用地增加了 15252.3 hm^2 ,耕地增加了 14871.8 hm^2 。这中间以 1986 年为界分为两个阶段:从 1960 年到 1986 年林地面积大幅度减少,耕地面积增加;在 1986 年到 2000 年间,主要由于国家政策的影响,耕地部分又转化为林地。

(2) 土地利用类型的转化与自然以及人文因素有着很大的关系,人类活动对土地利用的变化影响比较明显,国家政策的调节在土地利用变化中起着重要的作用。

(3) 建议继续实行退耕还林还草政策,以进一步遏制长江中下游的水土流失,保护生态环境,同时还要调整农业结构,积极开发土地内涵,集约利用土地,提高单产,在耕地减少的同时保证人们正常的粮食需求。实行严格的土地管理政策特别是耕地保护政策,严厉打击非法占用耕地的各种行为。根据实际需求科学合理计划地预测和提供非农建设用地供给,严格控制总量,以保护有限的土地资源,避免盲目征地导致的土地闲置浪费。

参考文献:

- [1] 赵杰,赵士洞,郑纯辉. 奈曼旗 20 世纪 80 年代以来土地覆盖/利用变化研究. 中国沙漠, 2004, 24 (3): 317-322
- [2] 曾志远,潘贤章. 数字卫星图像分类和航空像片目视判读所确定的地面覆盖和土地利用类型面积的初步比较. 土壤学报, 2004, 41(5): 811-814
- [3] 刘新卫,陈百明,史学正. 国内 LUCC 研究进展综述. 土壤, 2004, 36 (2): 132-135
- [4] Shen RP, Kheorenromne I. Monitoring land use dynamics in Chanthaburi province of Thailand using digital remotely sensed images. Pedosphere, 2003, 13 (2): 157-164
- [5] 李硕,孙波,曾志远,赵其国. 遥感、GIS 辅助下流域空间离散化方法研究. 土壤学报, 2004, 41 (2): 183-189
- [6] 长江年鉴编辑委员会编. 长江年鉴. 武汉: 水利部长江水利委员会长江年鉴社, 2000: 220
- [7] 李团胜. 陕西省土地利用动态变化分析. 地理研究, 2004, 23 (2): 157-164
- [8] 四川统计局编. 四川统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 1998: 280-281

Dynamic Change in Land Use/Cover in Middle and Lower Reaches of the Jialing River

TANG Qing-xin^{1,2}, SHAO Huai-yong^{1,2}, XIAN Wei^{1,2}, ZHOU Wan-cun¹

(1 *Chengdu Institute of Mountain Disaster and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China;*

2 *Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*)

Abstract: Based on Landsat TM/MSS images of the middle and lower reaches of the Jialing River in 1972, 1986 and 2000, and a relief map (1:50000 in scale) of the region in 1960, temporal-spatial changes in land use were analyzed, with the aid of GIS. The results indicated that from 1960 to 2000 a general declining trend was observed with forest land and grassland, which decreased by 27087.0 hm² and by 37696.5 hm² respectively, and a rising trend with built-up land and farmland, which increased by 15252.3 hm² and by 14871.8 hm², respectively. Before 1986, the dominant trend of the change was forestland being turned into grassland and farmland, so forestland dropped rapidly in area during the period from 1960 to 1986. However, since 1986, the trend has been reversed. Large areas of farmland have been yielded to forestland and grassland, leading to decrease in farmland and increase in forestland. And in the past 40 years, the area of built-up land has been expanding. Besides, the paper also analyzed driving forces of the change based on available historical documents.

Key words: The region of middle and lower reaches of the Jialing River, Dynamic change of land use/cover, Driving forces