

较大尺度流域的土地利用/覆盖和景观格局变化分析

——以嘉陵江中下游地区为例

汤庆新^{1,2}, 张宝雷^{1,2}, 周万村²

(1. 中国科学院成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要: 将 GIS 和景观生态学的数量分析方法相结合, 运用 Arcinfo 和 Fragstats 软件, 分析了 1986~2000 年间, 嘉陵江中下游地区的土地利用/覆盖和景观格局的变化, 结果表明: 在此期间, 除林地和建设用地增加外, 其它土地利用类型面积均有所减少, 其中耕地和草地减少的幅度比较大; 通过对该区斑块类型级别指标的分析, 得出耕地的离散度加大, 斑块形状更加不规则, 复杂性增大; 林地的斑块数增多, 破碎度增大; 而草地的破碎度下降, 斑块数减少; 通过对景观级别指标的分析, 得出整个区域景观结构日趋破碎, 复杂性和变异性都在增加。

关键词: 土地利用/覆盖; 景观格局; 嘉陵江中下游

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)02-0069-03

Research of the Changes of Land Use/ Cover and
Landscape Pattern in Comparatively Large Scale

——A Case Study on Middle and Lower Reaches of the Jialing River Region

TANG Qing-xin^{1,2}, ZHANG Bao-lei^{1,2}, ZHOU Wan-cun²

(1. Chengdu Institute of Mountain Disaster and Environment, CAS, Chengdu 610041, China;

2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: The changes of land use/cover and landscape from the year 1986 to 2000 was analyzed with the integrated technology of ecological quantity analytical method based on GIS through Arcinfo and Fragstats. The result indicated that all land use types reduced to some extent except forestland and construction land, but the cultivated land and grassland had reduced rapidly. The analysis on the index of patch showed that isolation index of the cultivated land strengthened and the shapes of cultivated land were more irregular, which caused its complexity increased; the number of spots of the forestland increased, so did the fragmental degree; but the fragmental degree and the number of spots of the grassland both decreased. The analysis on index of landscape showed that the landscape was becoming more fragmental, complex and variable.

Key words: land use/ cover; landscape pattern; middle and lower reaches of the Jialing River region

土地利用/覆盖变化在全球环境变化中具有极其重要的意义, 自 20 世纪 90 年代, 其已成为各国学术界的研究热点和公众及管理决策界的关注焦点。将土地利用和景观格局结合起来进行研究有助于探讨土地利用变化和景观生态过程的相互关系, 目前已有众多专家学者对这方面进行了较全面的研究, 也形成了比较成熟的理论体系, 但是这些研究大都是局限于对小区域(县、区、小流域)^[1,2], 真正对较大尺度流域的这方面的研究仍比较少。本研究以嘉陵江中下游地区为例, 将地理信息系统和景观空间格局定量指标相结合来尝试探讨一个较大尺度流域的土地利用/覆盖与景观格局变化。

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、合川区、重庆市区(市中、沙坪坝和北碚), 总面积 29 830.6 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, 年均温一般在 16~18℃, 年降水量在 800~1 200 mm, 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 2 078 万人, 其中农业人口 1 539 万人, 占 26%, 非农业人口 539 万人, 占 74%, 人均密度约为 697 人/km²。

① 收稿日期: 2005-05-23

基金项目: 中科院知识创新方向性项目“长江上游地表覆被变化及信息系统”(KZCX2-SW-319); 科技部国际合作重点项目“中国西部开发的生态研究综合评价”(2001DFDF0004)资助

作者简介: 汤庆新(1981-), 男, 硕士, 主要从事 3S 技术及其应用研究。

2 研究方法 with 数据获取

2.1 数据来源与预处理

本研究的数据主要为 1986 年和 2000 年的 9 ~ 10 月 TM 遥感图像和野外实地调查数据。

首先对 TM 图像进行几何纠正, 将图像投影到统一的地理坐标系统中, 纠正过程中将误差控制在 0. 27 个像元, 然后将所得图像进行辐射校正和增强处理。其次, 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。

2.2 数据获取

首先将 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, 根据土地利用方式及其属性, 将土地利用类型划分为耕地、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。并沿图像特征边缘准确地勾绘出地类界线, 标注属性代码赋予属性值, 最后形成 2000 年土地利用图(. dgn 文件)。将该土地利用图(. 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 Arcinfo 下编辑形成 1986 年土地利用/ 覆被数据库。

表 1 2000 年判读精度结果表

| | 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 |

其中 1986 年的判读采用多位专家互判形式, 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, 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

2.3 研究方法

在 arc/ info 下对 1986 年和 2000 年的矢量数据 (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, 分别得到这两个年份的各土地利用类型的面积。将两期土地利用数据在 Arcinfo 下面用 POLYGRID 命令转化成栅格格式, 并通过叠加分析得到两期土地利用的各土地利用类型的相互转化情况, 将该表导出整理成 1986 ~ 2000 年的土地利用/ 覆被变化转移矩阵。

在景观格局分析软件 Fragstats3. 3 环境中进行景观指标的计算。在景观斑块类型级别上分析景观指标时, 选用类型面积 (CA)、景观类型百分比 (PLAND)、斑块个数 (NP)、景观形状指数 (LSI)、斑块密度 (PD)、平均最近距离 (ENN - MN)、面积加权的平均分形指数 (FRAC - AM) 等 7 个指标; 在景观级别上分析景观指标时, 选用了最大斑块指数 (LPI)、斑块个数 (NP)、平均最近距离 (ENN - MN)、面积加权的平均分形指数 (FRAC - AM)、香农多样性指数 (SHDI)、香农均匀度指数 (SHEI) 等 6 个指标。在计算景观指标过程中给定

的网格分辨率为 100 m × 100 m。

3 土地利用/ 覆盖的面积转化分析

表 2 1986 ~ 2000 年的土地利用转移矩阵 hm²

| | 耕地 | 林地 | 草地 | 水域 | 城镇及 工矿用地 | 未利用 土地 | 合计 |
|-------|---------|----------|---------|--------|-------------|-----------|----------|
| 耕地 | | 15710. 3 | 2799. 1 | 0. 003 | 8231. 2 | 0 | 26824. 6 |
| 林地 | 2205. 2 | | 486. 6 | 0. 28 | 499. 8 | 0 | 3191. 9 |
| 草地 | 1985. 1 | 8848. 4 | | 0. 05 | 188. 7 | 0 | 11022. 2 |
| 水域 | 1950. 9 | 48. 9 | 102. 8 | | 67. 6 | 0 | 2170. 2 |
| 建设用地 | 3. 8 | 0 | 0. 03 | 0 | | 0 | 3. 8 |
| 未利用土地 | 7. 6 | 4. 1 | 88. 5 | 199. 5 | 0 | | 299. 7 |
| 合计 | 6152. 6 | 24721. 8 | 3477. 0 | 199. 8 | 8987. 3 | 0 | |

由表 1 可以看出:

(1) 这十几年来中, 耕地大面积地转移为林地和城镇及工矿用地, 转移为林地和城镇及工矿用地面积分别为 15 710. 3 hm² 和 8 231. 2 hm², 这两种转化趋势占了耕地转出面积的绝大部分, 除此以外, 有 2 799. 1 hm² 的耕地转为了草地。耕地的增加量主要来自林地、草地和水域, 各为 2 205. 2 hm²、1 985. 1 hm² 和 1 950. 9 hm²。

(2) 林地在这段时期呈现出增加的趋势, 转入的面积为 24 721. 8 hm², 而转出的面积仅为 3 191. 9 hm², 主要转化为草地和耕地, 其转入量主要来源于耕地和草地, 分别为 15 710. 3 hm² 和 8 848. 4 hm², 可见在我国实行退耕还林政策以后林地面积明显增加。

(3) 草地转出面积为 11 022. 2 hm², 而转入面积仅为 3 477 hm², 从而导致草地面积减少, 其主要转化为林地, 面积为 8 848. 4 hm², 转入面积主要来源于耕地为 2 799. 1 hm²。

(4) 城镇及工矿用地基本上没有转出, 但却由其它类型转入了 8 987. 3 hm², 最大的来源是耕地, 占了 8 231. 2 hm², 由此可知随着经济的发展, 人口的膨胀, 建设用地占用了大量的耕地。

(5) 未利用土地中分别有 7. 6 hm²、4. 1 hm²、88. 5 hm²、和 199. 5 hm² 转化为耕地、林地、草地和水域, 反映了土地开发的情况。

4 景观指标的变化分析

4. 1 斑块类型级别上的指标分析

表 3 1986 ~ 2000 年间嘉陵江中下游地区斑块类型级别指标

| 类型 | CA | PLAND | NP | LSI | PD | ENN_ MN | FRAC_ AM |
|---------------|---------|----------|-------|-----------|---------|-----------|----------|
| 1986 年 斑块级别指标 | | | | | | | |
| 耕地 | 2046909 | 68. 62 | 3648 | 144. 0437 | 0. 1223 | 239. 6554 | 1. 3187 |
| 林地 | 626909 | 21. 017 | 12484 | 187. 3106 | 0. 4138 | 312. 3872 | 1. 2705 |
| 草地 | 209909 | 7. 0371 | 4366 | 138. 0971 | 0. 1464 | 529. 416 | 1. 2386 |
| 水域 | 63983 | 2. 145 | 948 | 61. 6265 | 0. 0318 | 1474. 476 | 1. 2923 |
| 建设用地 | 34043 | 1. 1413 | 1354 | 51. 4216 | 0. 0454 | 1266. 912 | 1. 1587 |
| 未利用地 | 1119 | 0. 0375 | 100 | 15. 5373 | 0. 0034 | 1224. 355 | 1. 0979 |
| 2000 年 斑块级别指标 | | | | | | | |
| 耕地 | 2022869 | 67. 8161 | 3585 | 146. 9592 | 0. 1202 | 240. 4835 | 1. 3208 |
| 林地 | 647667 | 21. 7128 | 12660 | 184. 9199 | 0. 4244 | 313. 7251 | 1. 2679 |
| 草地 | 202361 | 6. 7841 | 3220 | 130. 4856 | 0. 1079 | 527. 7835 | 1. 2242 |
| 水域 | 63298 | 2. 122 | 973 | 61. 3849 | 0. 0326 | 1432. 092 | 1. 2888 |
| 建设用地 | 45333 | 1. 5198 | 1579 | 58. 6268 | 0. 0529 | 1092. 513 | 1. 1699 |
| 未利用地 | 909 | 0. 0305 | 81 | 14. 0492 | 0. 0027 | 1657. 701 | 1. 1043 |

由表 2 可以看出:

(1) 耕地的斑块数目由 3 648 降到了 3 585,斑块的密度和斑块面积也都在下降, 斑块间的平均最近距离在增加, 表明斑块间的离散度加大, 而耕地的景观形状指数和平均分形指数也都在加大, 这说明耕地斑块形状越来越不规则, 斑块类型的复杂性在增加。

(2) 而林地的斑块数由 12 484 增加到 12 660, 这主要是由于 1988 年以来先后实施的长江上游水源涵养林营造工程和水土保持工程, 进行退耕还林的结果。但由于许多小块耕地转化为林地, 也导致了林地的破碎度的增加。同时林地的景观形状指数和平均分形指数也有所减少, 这说明人工造林使林地斑块形状越来越规则, 斑块类型的复杂性在减小。

(3) 草地的斑块数由 4 366 减少到 3 220, 在各种类型中斑块数变化最大, 导致了其斑块密度由 0. 146 4 下降到 0. 107 9, 相应的斑块间的平均最近距离也从 529. 416 下降到 527. 783 5, 面积加权的平均分形指数也有所减少, 表明草地的形状也趋于规则。

(4) 水域的斑块个数和密度虽然都有所增加, 但总面积和所占景观类型的百分比却有减少, 表明其破碎度加大。建设用地除了斑块间的平均最近距离外, 各项指数均有所增加, 说明, 建设用地不仅斑块面积增大, 而且斑块数目也有增加。未利用地与建设用地相反, 除了斑块间的平均最近距离外, 其它指标均减小。

4.2 景观级别上的指标分析

从表 3 可以看出, 该区在 1986~2000 年期间, 最大斑块指数(LPI) 由 24. 330 4 下降到 24. 069 1, 斑块数由 22 900 上升到 23 099, 而斑块间的平均最近距离在减小, 这说明该区的景观破碎度加大, 主要原因一方面改革开放以来, 人们对土地资源的利用越来越细化, 另一方面是在退耕还林时, 造成了林地和耕地相间隔, 使整个景观破碎度加大。面积加权的平均分形指数增加说明该区的的斑块形状正在变得更加复杂。由于土地利用系统内各地类之间的相互转化, 香农多样性指数增加和均匀度指数减少, 说明该区景观结构日趋破碎, 复杂性和变异性都在增加。

表 4 1986~2000 年间嘉陵江中下游地区景观级别的指标

| 年份 | LPI | NP | ENN-MN | FRAC-AM | SHDI | SHEI |
|------|----------|-------|-----------|---------|---------|---------|
| 2000 | 24. 0691 | 22099 | 442. 6501 | 1. 301 | 0. 9267 | 0. 4762 |
| 1986 | 24. 3304 | 22900 | 450. 7063 | 1. 3005 | 0. 9094 | 0. 5076 |

5 土地利用和景观变化的驱动力分析

5.1 人口的影响

从 1986~2000 年, 该区的人口数量一直在增加, 1986 年该区人口为 2 035 万, 至 2000 年为 2 078 万, 增加了大约 43 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 28 216. 8 hm²。在改革开放以前,

参考文献:

[1] 张明亮, 丁圣彦, 梁国付. GIS 支持下的铁瓦河小流域景观空间格局动态变化研究[J]. 水土保持研究, 2003, 11(1): 185-188.

[2] 于兴修, 杨桂山, 李恒鹏. 典型流域土地利用/ 覆被变化及其景观生态效应[J]. 自然资源学报, 2003, 18(1): 13- 19.

[3] 长江年鉴编辑委员会. 长江年鉴[Z]. 武汉: 水利部长江水利委员会长江年鉴社, 2000. 220.

[4] 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- 164.

[5] 四川统计局. 四川统计年鉴[Z]. 北京: 中国统计出版社, 1998: 280- 281.

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。

5.2 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 hm²[3], 至 2000 年该区也总计退耕还林 651 731. 2 hm²。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。

5.3 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[4]。有资料表明[5], 四川省 1986 年水果产量为 59. 8 万 t, 至 1997 年达到 185. 13 万 t, 10 年间增加了两倍还要多。而该区 1986~2000 年果园和苗圃的面积也增加了 1 672. 7 hm², 其中由耕地转化来的面积为 1 559. 3 hm²。

6 结论和建议

(1) 从土地利用/ 覆盖的变化来看, 该区土地利用类型之间的转化主要表现为耕地和草地大面积地转化为林地, 分别转移了 15 710. 3 hm² 和 8 848. 4 hm², 另外, 耕地向建设用地大量转移, 总计转出了 8 231. 2 hm²。

(2) 从景观格局的变化看, 通过对斑块类型级别指标和景观级别指标的研究, 耕地的离散度加大, 斑块形状更加不规则, 复杂性增大, 林地的斑块数增多, 破碎度增大, 而草地的破碎度下降, 斑块数减少; 通过对景观级别指标的分析, 得出整个区域景观结构日趋破碎, 复杂性和变异性都在增加同时整体景观的破碎度和多样性指数也明显上升, 景观结构的复杂性和变异性增加。

(3) 建议以后继续实行退耕还林政策, 以保护该区的生态环境, 进一步遏制长江中下游的水土流失, 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。