

文章编号: 1004-8227(2010) 03-0268-08

长江上游不同地形条件下的土地利用/覆盖变化

吴楠^{1,2,3}, 高吉喜^{1,4*}, 苏德毕力格³, 罗遵兰³, 李岱青³

(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 100049;
3. 中国环境科学研究院生态所, 北京 100012; 4. 中华人民共和国环境保护部科技标准司, 北京 100035)

摘要: 基于 1:10 万的 1980、2000 和 2005 年的土地利用/覆盖数据和 90 m 分辨率的 DEM 数据, 采用转移概率矩阵和地形-面积频度方法, 分析了 1980~2005 年长江上游地区不同地形因子条件下的土地利用/覆盖变化。结果表明: 1) 1980~2000 年, 草地、林地和农业用地面积变化趋势与 2000~2005 年相反。后 5 a, 可能由于退耕的土地出现反弹现象增多, 草地和林地面积出现缩减而农业用地面积增加。两个分析时段主要的土地利用/覆盖类型变化趋势类似, 包括农业用地向林地和草地的转化, 林地向农业用地的转化以及草地向裸地的转化。2) 农业用地和城镇用地主要分布于低海拔区而林地、草地则主要分布于高海拔区。低海拔区主要是退耕还林和城市化过程。高海拔区主要是林地的退化消失和草地退化沙化过程。3) 农业用地在坡度段 10~25° 所占面积比例最大。林地用地面积比例随坡度变陡呈现规则递增, 城镇用地分布趋势与之相反。近年裸地趋向分布于缓坡区。坡度 0~5° 的区域主要是草地退化沙化过程; 5~10° 坡度段主要是退耕还林过程; 大于 10° 的区域造林工程与森林退化并存。4) 各种土地利用/覆盖类型对不同坡向的适宜性相差不大。各种坡向上土地利用/覆盖类型变化类似。

关键词: 土地利用/覆盖变化; 地形因子; DEM; 转移概率

文献标识码: A

国际地圈生物圈计划 (International Geosphere-Biosphere Programme, IGBP) 和人与环境计划 (International Human Dimensions Programme, IHDP) 于 1995 年制定并开始执行的“土地利用/土地覆盖变化科学研究计划”已经成为当前全球变化研究领域的核心问题之一^[1~3]。土地利用/土地覆被变化 (LUCC) 作为全球环境变化和陆地生态系统对全球气候变化和人类活动最重要的响应之一, 影响着能量交换、水分循环、土壤侵蚀和堆积、生物地球化学循环和作物生产等陆地主要生态过程的结构和功能。人们对于土地利用/土地覆被变化 (LUCC) 的研究重点在于土地覆盖变化的时空格局与导致这种变化驱动力之间的因果反馈关系^[4]。

高程、坡度和坡向是土地资源的 3 个重要环境因子, 对土地利用方式和土地承载力有直接作用。特别是在多山区域, 高程、坡度和坡向 3 种地形因子在很大程度上决定着温度、光照、水分和土壤的时空

分配, 从而进一步决定着土地利用的方向和方式以及变化趋势。

目前国内对于自然地理因素中的地形因子与土地利用/覆盖变化的研究多集中在小区域 (市县级) 和小流域尺度^[5~8], 且分析涉及的地形因子也不全面。刘瑞明等^[9]虽然在 DEM 的基础上, 分析了整个长江上游地区高程、坡度和坡向与土地利用的关系, 但仅仅是针对 2000 年单年份长江上游土地利用现状与地形因子关系的研究, 因此很难对于土地利用/覆盖变化以及某种变化类型对地形因子的响应进行深入研究, 分析结果的实用性和对管理部门的决策支持性也大打折扣。

长江上游地区地处我国一级阶梯向二级阶梯的过渡地带, 居高临下, 地貌类型极其丰富, 是我国广大长江中下游地区和东南亚国家生态环境安全和区域可持续发展的生态屏障, 是重要的水源涵养、水土保持和生物多样性保护区。由于长江上游自然生态

收稿日期: 2009-01-06; 修回日期: 2009-02-15

基金项目: UNEP/GEF (联合国环境规划署/全球环境基金)“长江流域自然保护与洪水控制”项目 (IMIS: GFL-2328-2740-4822; PM S: GF/3030-04-05-01)、国家科技支撑计划项目 (2007BAC16B02) 和环保公益性行业科技专项 (200709029) 资助。

作者简介: 吴楠 (1982~), 男, 安徽省淮南人, 博士研究生, 主要从事区域生态学研究。E-mail: wunan0223@163.com

* 通讯作者 E-mail: gaojix@cras.org.cn

系统的脆弱性和长期不合理开发等人为因素的影响, 土地利用方式和格局发生了较大变化, 许多地区的生态退化和环境恶化现象较为普遍^[10]。

为此, 本研究在地理信息系统软件 ArcGIS9. 2 的支持下, 对数字高程模型(DEM) 进行高程、坡度和坡向 3 种地形因子的派生和分级, 与 1980、2000 和 2005 年 3 个时段的长江上游地区土地利用/覆盖数据结合, 分析研究该区 1980~ 2005 年土地利用/覆盖分布和动态变化对于高程、坡度和坡向的响应, 以及引起土地利用/覆盖分布及动态变化的驱动因素, 研究结果对于长江上游的土地利用规划、农业结构调整和生态环境建设具有重要意义。

1 研究区概况

长江上游是指河源至湖北省宜昌的区域, 其地理位置介于北纬 24° 28′ ~ 35° 46′ 和东经 90° 30′ ~ 111° 17′。长江上游长 4 510 km, 占长江全长的 71. 6%。流域面积 98 3 万 km², 涉及青海、西藏、云南、贵州、四川、重庆、陕西、甘肃、湖北等 9 个省(市、区)(图 1)。长江上游西部地区为青藏高原和横断山系部分, 地势高亢, 地貌以高山高原为主, 地形复杂, 山高坡陡, 生物气候垂直差异大, 气温低, 降水丰沛, 河流湍急, 落差大, 水资源丰富, 森林多为冷杉、云杉等为主的暗针叶林和常绿阔叶林。中部地区, 包括云贵高原、四川盆地及其北缘秦巴山地、东缘川鄂山地等地区, 地势有山原、山地、丘陵、盆地与山间盆地。气候温和, 降水丰沛, 处于迎风坡面, 系全国闻名的暴雨区^[11]。特殊的自然环境和区位决定着

长江上游在整个流域乃至全国有着突出的生态战略地位, 由城镇化开发及土地利用变化引起的环境及生态变化是影响全长江流域甚至全国的敏感问题。

2 研究方法

2. 1 数据来源与前处理

本研究中所涉及到的数据均集成到同一坐标系下, 投影方式为双标准纬线等面积圆锥(Albers) 投影, 采用的椭球体为 Krasovsky 椭球体, 主要参数: 中央经线, 105°; 原点纬线, 0; 第一标准纬线, N1 = 25°; 第二标准纬线, N2= 47°。

长江上游地区土地利用/覆盖数据时相为 1980、2000 和 2005 年。根据研究区土地的自然属性, 参考刘纪远^[12]提出的分类体系, 将其类型划分为农业用地、林地、草地、水体、城镇用地和裸地 6 类, 比例尺为 1: 10 万, 数据格式为 COVERAGE。长江上游地区数字高程模型(DEM) 数据空间分辨率为 90 m, 数据格式为 GRID。以上数据均来源于全国生态环境调查数据库。

为了便于叠加分析土地利用/覆盖变化与各种地形因子之间的关系, 对于不同时期的土地利用/覆盖数据进行矢量向栅格数据的转换, 象元大小设为 100 m × 100 m。基于 DEM 数据进行高程的重分级和坡度、坡向因子的派生及重分级, 为了匹配分析精度, 将处理后的 3 种地形因子的象元大小同样设为 100 m × 100 m。

研究区域各种地形因子的分级标准如下:

- 1) 高程分级: 综合考虑长江上游地区不同海拔高度的土地利用/覆盖的分布规律以及低海拔盆地平原地区土地利用类型的变化特点, 将高程从低到高分成 4 个等级: 500 m 以下, 500 ~ 1 000 m, 1 000 ~ 3 000 m 和 3 000 m 以上。
- 2) 坡度分级: 综合考虑平原地区与山区土地覆盖分布特征和特殊坡度分布阈值, 将研究区域坡度分成 4 个等级: 0~ 5°, 5~ 10°, 10~ 25° 和 25° 以上。
- 3) 坡向分级: 以正北方向为 0°, 按顺时针方向旋转来划分坡向, 加上平坦无坡向地区, 共 5 个等级: 0~ 45° 和 315~ 360° 为北坡; 45~ 135° 为东坡; 135~ 225° 为南坡; 225~ 315° 为西坡; 0° 为平地。

2. 2 分析方法

2. 2. 1 转移概率矩阵

在 ArcGIS9. 2 软件中, 将长江上游地区 3 个时期的土地利用/覆盖栅格数据进行 Combine 运算,

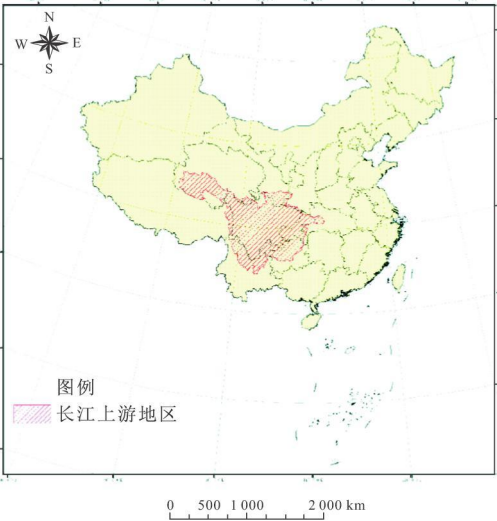


图 1 长江上游位置图

Fig. 1 Location Map of the Upper Yangtze River

算出两个时段土地利用/覆盖类型的转移矩阵。为了进一步研究土地利用/覆盖的动态变化强度,在此基础上,采用转移概率矩阵模型^[13]:

$$D_{ij} = \frac{S_{ij}}{\sum_{j=1}^n S_{ij}} \tag{1}$$

式中: S_{ij} 为土地利用/覆盖类型 i 转变为土地利用/覆盖类型 j 的面积; D_{ij} 为土地利用/覆盖类型 i 转变为土地利用/覆盖类型 j 的迁移概率; n 为土地利用/覆盖类型分类数量。

2.2.2 地形面积频度分布

为了综合研究不同地形因子(高程、坡度、坡向)上某种土地利用/覆盖类型出现的频率,采用地形面积频度模型来进行计算^[13]:

$$p = \frac{A_{ie}}{A_i} \tag{2}$$

式中: e 代表高程、坡度、坡向地形因子的等级; A_{ie} 代表某地形因子 e 等级下 i 类土地利用/覆盖类型的面积; p 为面积-频度分布数据; A_i 是 i 类土地利用/覆盖类型的总面积。

3 结果分析

3.1 1980~2005年土地利用/覆盖类型的变化趋势

3.1.1 面积变化

图 2 显示了 3 个研究时期土地利用/覆盖分布情况。从中可见,长江上游地区主要的土地利用/覆盖类型为农业用地、林地和草地,农业用地主要分布于四川盆地的平原和缓坡区,在贵州北部也有零星分布。林地和草地则分布相对广泛。裸地主要分布在长江源区和青藏高原的东缘。1980 与 2000 和 2005 年相比土地利用/覆盖变化较为明显,突出表现在农业用地的分布急剧减少,斑块具有破碎化趋势;长江源区的大片草地被裸地取代。

表 1 显示了 3 个时期土地利用/覆盖类型的面积和年均改变速率。结果显示:草地、林地和农业用地的面积和占长江上游总面积的 91.7%(2005 年)。1980~2005 年,土地利用/覆盖面积变化最为明显的趋势是农业用地面积的缩减和城镇用地的持续增加;另外水体、林地和裸地面积也有较大幅度增加。值得关注的是,在 2000~2005 年,三大土地利用/覆盖类型草地、林地和农业用地面积变化的趋势与 1980~2000 年的变化趋势相反,使其面积的变化出现一定程度的波动。后 5 a,草地和林地面积降低的

同时农业用地有所增加。这可能是由于人口持续增长呈现出的压力使退耕的土地出现反弹的现象增多所致。裸地、水体和城镇用地面积 25 a 间则是在持续增加。

表 1 1980、2000 和 2005 年长江上游地区
土地利用/覆盖类型面积变化

Tab.1 Land Use/ Cover Area Changes in the Upper
Yangtze River in 1980, 2000 and 2005

土地利用/ 覆盖类型	面积(10 ⁴ hm ²)			年均改变速率 (hm ²)
	1980	2000	2005	
农业用地	2 490.4	2 186.3	2 205.2	- 114 112.6
林地	3 309.6	3 380.8	3 379.3	2 7881.0
草地	3 444.5	3 486.8	3 431.9	- 5 058.5
水体	38.0	148.0	165.3	50 923.7
城镇用地	5.6	50.9	61.1	22 201.7
裸地	539.5	574.9	584.9	18 164.8
合计	9 827.7	9 827.7	9 827.7	0

3.1.2 土地利用/覆盖类型之间的转化

通过构建 1980~2005 年长江上游地区土地利用/覆盖类型的年转移概率矩阵,可得农业用地、林地、草地和城镇用地在两个分析时段均有大部分面积被保留。水体和裸地较不稳定,发生变化的概率较高。1980~2005 年的变化趋势主要有: 1) 在两个分析时段,农业用地都有较大面积比例向林地和草地转化,这是退耕还林还草等生态建设政策实施引起的显著变化。另外农业用地在两个时段中分别有 1.5% 和 0.5% 的面积土地转变成城镇用地,由于研究区农业用地面积基数大,这种转变也反映了显著的城市化过程。2) 林地向草地和农业用地持续转变的比例也较高,这可能是由于研究区在生态建设中采用的树种相对单一,生态功能恢复差,林地易发生病虫害而引起退化;另外在部分山区由于人地矛盾的突出和政策监管力度不够可能引发一些毁林开荒和退耕土地反弹现象的增多。3) 草地向林地转变的面积比例在两个分析时段分别达到 19.0% 和 3.0%,这可能是造林工程和退耕还林政策执行的结果。草地向裸地转变的面积比例也较高,分别达到 12.0% 和 2.8%,这可能是由于过牧而导致草地出现较为严重的沙化、退化现象。4) 城镇用地在两个分析时段分别有 20.1% 和 3.9% 的面积比例向农业用地转移,这一现象多发生在近郊城乡结合处散落的农村居民点,这可能是优化产业结构、农村集中规划的结果。5) 裸地面积变化较大,最主要的转移方向是草地和林地,这种转变可能是由长防林

建设工程、天保工程等一系列生态建设工程的实 施引起的。

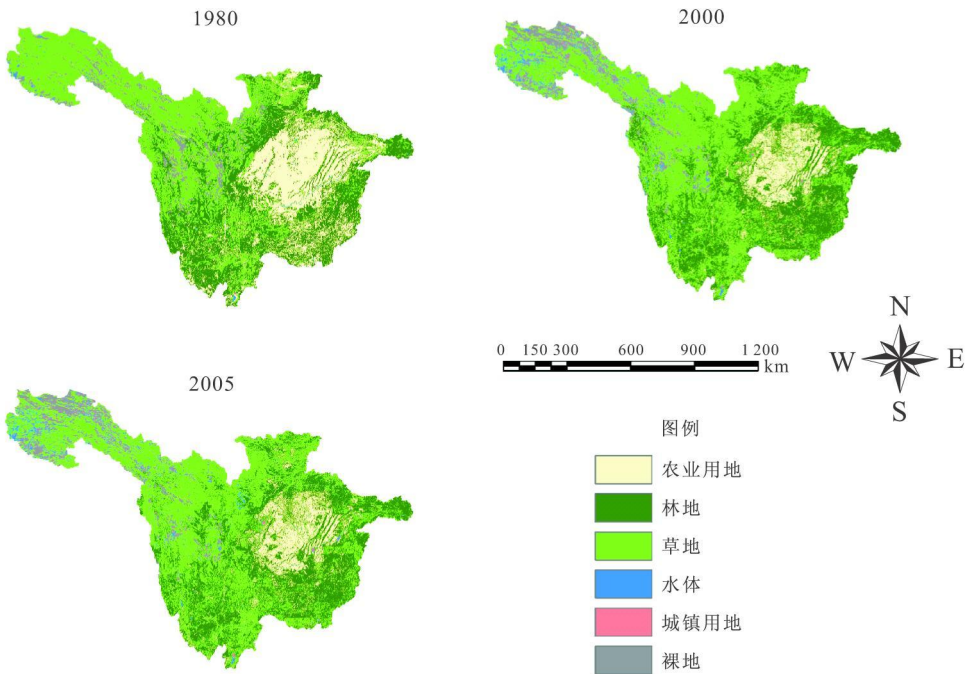


图 2 1980、2000 和 2005 年长江上游地区土地利用/覆盖类型分布
Fig.2 Distribution of Land Use/Cover Types in the Upper Yangtze River in 1980, 2000 and 2005

3.2 地形因子对土地利用/覆盖变化的影响

图 3A~ C 显示了不同地形因子条件下的土地利用/覆盖类型面积-频度分布规律。横坐标为各种地形因子的梯度和分类, 由于面积-频度分布数据 P

离差较大, 对其取以 10 为底的对数 ($\lg P$) 作为纵坐标。面积-频度曲线反映了不同地形因子梯度和分类下土地利用/覆盖类型出现的频率。

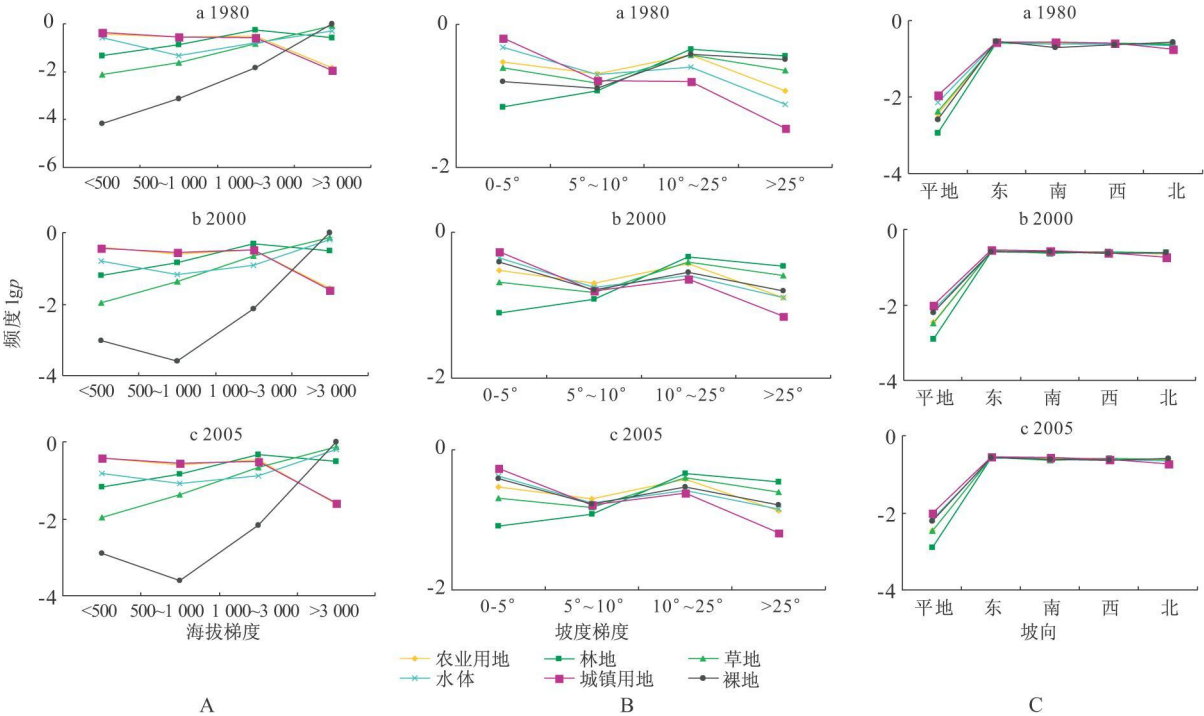


图 3 不同地形条件下土地利用/覆盖类型的面积-频度分布

Fig.3 Frequency-area Distribution of Land Use/ Cover in Different Topographic Conditions

3.2.1 高程对土地利用/覆盖类型变化的影响

图 3A 显示了 1980~ 2005 年各时期不同海拔梯度段主要土地利用/覆盖类型的分布规律,从图中可得:1) 不同时期各种土地利用/覆盖类型分布规律相差不大。农业用地和城镇用地分布规律极其相似,都主要分布在海拔 500 m 以下,且随着海拔高度的增加,分布的面积比例逐渐降低,这种分布趋势与人口密度关系十分密切。2) 林地在 1 000~ 3 000 m 海拔段分布的面积比例最高,说明该海拔段适宜长江上游地区的林木生长,本地对于生物多样性保护具有重要意义的珍稀树种也多分布于这一海拔段。3) 草地的分布在海拔 500 m 以下面积比例最低,随着海拔的逐渐升高,草地的面积比例呈现规则梯度递增的趋势,在 3 000 m 以上达到最高,在此海拔段广泛分布着高寒草原和高山(亚高山)草甸。4) 1980 年裸地在不同海拔梯度段的分布规律同草地类似,且其面积比例在 500 m 以下为 6 种土地利用/覆盖类型最小。在低海拔区,人口密度高,受人类活动影响明显,土地开发利用率较高使裸地面积比例小;在 2000 和 2005 年裸地面积比例在 500~ 1 000 m 海拔段出现较为明显的下降,但 1 000 m 以上随着海拔升高,呈现规则递增。

表 2 列出了划分的各海拔段总面积以及两个分

析时段最主要的 3 种土地利用/覆盖类型变化面积占该海拔段总面积的百分比。从表中可得:1) 海拔 500 m 以下的区域占长江上游总面积的 11.7%,主要位于四川盆地的缓坡和平原区。该海拔段最主要的土地利用/覆盖类型变化过程是农业用地向林地的转化,这可能与研究区的造林和退耕还林政策有关。2000~ 2005 年,还有较大面积比例的农业用地转城镇用地,反映了显著的城市化过程。2) 海拔 500~ 1 000 m 的区域占研究区总面积的 12.6%,主要位于盆周山区。1980~ 2000 年,主要是农业用地转为林地和草地。但在 2000~ 2005 年,主要转变趋势则相反,这可能与部分山区毁林开荒现象有所反弹有关。3) 海拔 1 000~ 3 000 m 的区域占研究区总面积的 31.9%,主要位于甘肃南部、云贵高原北部。该海拔段主要发生林地向草地和农业用地转化,是林地退化和消失的主要区域,转化的主要原因可能是人工林的退化和人地矛盾日渐突出引发的毁林。4) 海拔 3 000 m 以上的区域占研究区总面积的 43.7%,主要包括川西山地和长江源区。主要的转变过程是草地与裸地的相互转化,两个分析时段草地转为裸地的面积比例均高于后者向前者的转化的面积比例,说明过牧导致的草地退化在该海拔段已经相对普遍,并未得到好转。

表 2 1980~ 2005 年长江上游地区不同高程土地利用/覆盖类型的变化率

Tab.2 Land Use/ Cover Transformation in Different Elevation Ranges in the Upper Yangtze River from 1980 to 2005

高程(m)	总面积 (10 ⁴ hm ²)	面积比例 (%)	主要转变类型	变化率(%) 1980~ 2000	主要转变类型	变化率(%) 2000~ 2005
< 500	1150.4	11.7	农转林	10.8	农转林	1.3
			林转农	5.5	农转城	0.4
			农转草	2.2	农转水	0.4
500~ 1 000	1 240.9	12.6	农转林	15.6	林转农	0.8
			林转农	10.0	草转农	0.5
			农转草	6.0	农转林	0.5
1 000~ 3 000	3 137.4	31.9	林转草	12.3	林转农	1.0
			林转农	8.3	草转农	0.9
			农转林	8.1	林转草	0.8
> 3 000	4 298.7	43.7	草转林	9.9	草转裸	2.3
			草转裸	9.6	裸转草	2.0
			裸转草	7.8	草转林	1.8

3.2.2 坡度对土地利用/覆盖类型变化的影响

图 3B 显示了 1980~ 2005 年各时期不同坡度梯度段主要土地利用/覆盖类型的分布规律,从图中可得:1) 不同时期各种土地利用/覆盖类型分布规律相差不大。农业用地在坡度段 10~ 25°所占面积比例最大,表明长江上游地区的坡耕地面积较大,如果

水保措施不当,极易发生水土流失。2) 林地的面积比例随着坡度增大逐渐增加,在 10~ 25°坡度段达到最大,在大于 25°坡度段仍维持较高水平。说明在坡度较陡的地方林地生长较好,这可能是陡坡地区人为干扰较少的原因。3) 草地的面积比例随着坡度梯度的增大呈现波动。4) 城镇用地的面积比例在

0~ 5°坡度段最高, 随着坡度的逐渐变陡, 其面积比例呈现规则递减的趋势。5) 两个时段内由于长江源缓坡区过牧导致的草地退化而新增了大量裸地, 使裸地主要分布区从坡度较陡区向较缓区转变。

表 3 列出了划分的各坡度段总面积以及两个分析时段最主要的 3 种土地利用/覆盖类型变化面积占该坡度段总面积的百分比。从表中可得: 1) 坡度 0~ 5°的区域占整个长江上游地区总面积的 19.8%, 最显著的土地利用/覆盖改变类型是草地转为裸地, 这可能是长江源区的缓坡区出现了大面积的草地退化现象引起。2) 坡度 5~ 10°的区域占研

究区总面积的 15.1%, 1980~ 2000 年, 主要出现农业用地与林地的相互转化。2000~ 2005 年, 主要则是草地与裸地的相互转化。3) 坡度 10~ 25°的区域占研究区总面积的 40.2%, 主要出现了林地与草地的相互转化。1980~ 2000 年, 在该坡度段也有较高面积比例的农业用地转林地, 表明长江上游退耕还林的对象主要是坡耕地。4) 坡度大于 25°的陡坡区域占研究区总面积的 24.9%, 主要的土地利用/覆盖类型转化同样是林地与草地的相互转化。长江上游坡度大于 10°的区域造林工程与森林退化现象并存。

表 3 1980~ 2005 年长江上游地区不同坡度土地利用/覆盖类型的变化率
Tab.3 Land Use/ Cover Transformation Along Slope Gradient in the Upper Yangtze River from 1980 to 2005

坡度 (°)	总面积 (10 ⁴ hm ²)	面积比例 (%)	主要转变类型	变化率(%) 1980~ 2000	主要转变类型	变化率(%) 2000~ 2005
0~ 5	1 948.2	19.8	草转裸	10.2	草转裸	2.1
			农转林	5.2	裸转草	2.0
			林转农	3.2	农转林	0.6
5~ 10	1 486.6	15.1	农转林	7.4	草转裸	1.2
			林转农	5.4	裸转草	1.0
			林转草	5.0	草转林	0.6
10~ 25	3 952.0	40.2	林转草	8.0	草转林	1.2
			草转林	7.7	林转草	1.1
			农转林	6.9	草转裸	0.7
> 25	2 443.6	24.9	林转草	11.6	草转林	1.6
			草转林	10.5	林转草	1.4
			裸转草	4.4	林转农	0.7

3.2.3 坡向对土地利用/覆盖类型变化的影响

图 3C 显示了 1980~ 2005 年各时期不同坡向上主要土地利用/覆盖类型的分布规律, 从图中可得: 不同时期各种土地利用/覆盖类型分布规律相差很小。在平地上, 城镇用地的面积比例相对其他土地利用/覆盖类型要高, 而林地的面积比例最小。4 种坡向上频度离差很小, 说明长江上游地区各个土地利用/覆盖类型对于各种坡向的适宜性相差不大。

表 4 列出了划分的各坡向总面积以及两个分析时段最主要的 3 种土地利用/覆盖类型变化面积占

该坡向总面积的百分比。从表中可得: 1) 平地的区域仅占整个长江上游地区总面积的 0.3%, 两个分析时段中主要的土地利用/覆盖类型变化是草地与裸地的相互转换。2) 4 种坡向占研究区总面积的比例相差不大, 1980~ 2000 年, 4 种坡向上主要都是林地与草地的相互转化, 其中林地转为草地占面积比例优势。另外还有一定面积比例的土地出现农业用地向林地的转化。2000~ 2005 年, 4 种坡向上主要出现草地向裸地的转化, 以及林地与草地的相互转化, 其中草地转为林地占面积比例优势。

表 4 1980~ 2005 年长江上游地区不同坡向土地利用/覆盖类型的变化率
Tab.4 Land Use/ Cover Transformation in Different Aspects in the Upper Yangtze River from 1980 to 2005

坡向	总面积 (10 ⁴ hm ²)	面积比例 (%)	主要转变类型	变化率(%) 1980~ 2000	主要转变类型	变化率(%) 2000~ 2005
平地	28.7	0.3	草转裸	11.2	裸转草	2.2
			农转林	4.2	草转裸	2.1
			裸转草	3.1	农转林	0.5
东坡	2 601.9	26.5	林转草	7.2	草转林	1.1
			草转林	6.8	草转裸	1.1
			农转林	5.8	林转草	1.0

续表 4

坡向	总面积 (10 ⁴ hm ²)	面积比例 (%)	主要转变类型	变化率(%) 1980~ 2000	主要转变类型	变化率(%) 2000~ 2005
南坡	2 369.3	24. 1	林转草	7. 2	草转裸	1. 0
			草转林	6. 4	草转林	1. 0
			农转林	6. 1	裸转草	0. 9
西坡	2 506.8	25. 5	林转草	7. 5	草转林	1. 1
			草转林	6. 9	林转草	1. 0
			农转林	6. 0	草转裸	0. 9
北坡	2 323.7	23. 6	林转草	7. 2	草转裸	1. 1
			草转林	6. 6	草转林	1. 0
			农转林	6. 0	林转草	0. 9

森林退化现象并存。

(4) 坡向对土地利用/ 土地覆盖类型分布影响较小。各种土地利用/ 覆盖类型对不同坡向的适宜性相差不大。平地中主要是草地与裸地的相互转换。其余各坡向上土地利用/ 覆盖变化类似。

5 讨论

(1) 本研究按照研究区地形地貌与土地利用/ 覆盖关系的特征对各种不同地形因子进行梯度划分, 使得不同高程段和坡度段的面积有所差异, 在分析不同高程段或坡度段下的土地利用/ 覆盖类型面积 频度分布规律时, 可能会对其分析精度有一定的影响。

(2) 本文仅对单地形因子条件下的土地利用/ 覆盖变化进行了研究, 由于多因子交互作用的复杂性和研究区面积广大, 并未涉及双因子或 3 因子同时作用下的土地利用/ 覆盖变化的研究。另外本文针对地形因子对于研究区当地经济社会发展的影响也未作分析, 今后要选取长江上游地区有代表性的小流域或行政区域进行深入研究, 并与整个长江上游尺度的研究结果进行对比分析。

参考文献:

[1] TURNER B L, MEYER W B. Land use and land cover in global environmental change: Consideration for study [J]. International Social Science Journal, 1991, 130: 669~ 680.

[2] TURNER B L, MOSS R H, SKOLE D. Relating land use and global land cover change: A proposal for an IGBP-IHDP core project[R]. IGBP Report No. 24, Stockholm, 1993.

[3] TURNER B L, SKOLE D, SANDERSON S, et al. Land use and land-cover change(LUCC): Science/ research plan[R]. IGBP Report, No. 35, HDP Report, No. 7, Stockholm, 1995.

[4] RAMANKUTTY N, FOLEY J A. Estimating historical chan-

4 结论

(1) 长江上游地区主要的土地利用/ 覆盖类型为草地、林地和农业用地。面积变化最明显的总趋势是农业用地面积的缩减和城镇用地的持续增加。2000~ 2005 年, 草地、林地和农业用地面积变化趋势与 1980~ 2000 年相反, 其面积呈现波动。后 5 a, 可能由于退耕的土地出现反弹现象增多, 而使草地和林地面积出现缩减的同时农业用地面积增加。分析转移概率矩阵表明: 两个时段内土地利用/ 覆盖的主要变化趋势类似, 包括农业用地向林地和草地的转化, 林地向农业用地的转化以及草地向裸地的转化。反映研究区退耕还林还草政策有力实施的同时毁林开荒以及草地退化现象也较严重。

(2) 高程对土地利用/ 土地覆盖类型分布影响深刻。农业用地和城镇主要分布于海拔 500 m 以下, 海拔增高, 面积比例逐渐降低。林地在 1 000~ 3 000 m 海拔段面积比例最高, 优势明显。草地面积比例随海拔增高呈现规则梯度递增。海拔 500 m 以下主要是退耕还林和城市化过程。500~ 1 000 m 海拔段主要是农业用地与林地和草地的相互转化, 后 5 a 可能退耕土地反弹增多。海拔 1 000~ 3 000 m 的区域主要是林地的退化与消失。3 000 m 以上主要是过牧导致的草地退化沙化。

(3) 坡度对土地利用/ 土地覆盖类型分布影响较大。农业用地在坡度段 10~ 25° 所占面积比例最大。林地的面积比例随坡度增大逐渐增加。城镇用地面积比例则随坡度变陡呈现规则递减。与 1980 年不同, 近年来裸地更多地出现在缓坡区。坡度 0~ 5° 的区域主要是草地的退化过程。5~ 10° 坡度段在前 20 a, 主要是农林相互转化。后 5 a, 主要则是草地与裸地的相互转化。坡度 10° 以上造林工程与

ges in land cover: North American croplands from 1850 to 1992[J]. Global Ecology and Biogeography, 1999, 8: 381~ 396.

[5] 周万村. 三峡库区土地自然坡度和高程对经济发展的影响[J]. 长江流域资源与环境, 2001, 10(1): 15~ 21.

[6] 周爱霞, 马泽忠, 周万村. 大宁河流域坡度与坡向对土地利用覆盖变化的影响[J]. 水土保持学报, 2004, 18 (2): 126~ 129.

[7] 罗云云, 李瑞雪, 屈明. 重庆石碛溪小流域坡度和高程对土地利用及经济发展的影响[J]. 山地学报, 2004, 22(2): 254~ 258.

[8] 马泽忠, 周爱霞, 江晓波, 等. 高程与坡度对巫山县土地利用覆盖动态变化的影响[J]. 水土保持学报, 2003, 17(2): 107~ 109.

[9] 刘瑞明, 杨志峰, 沈珍瑶, 等. 基于 DEM 的长江上游土地利用分析[J]. 地理科学进展, 2006, 25(1): 102~ 108.

[10] 孙鸿烈. 长江上游地区生态与环境问题[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2008.

[11] 王金锡, 慕长龙, 彭培好, 等. 长江中上游防护林体系生态效益监测与评价[M]. 四川: 四川科学技术出版社, 2006.

[12] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996: 1~ 40.

[13] 吴晓莆, 唐志尧, 崔海亭, 等. 北京地区不同地形条件下的土地利用覆盖动态[J]. 植物生态学报, 2006, 30(2): 239~ 251.

ON LAND USE/ COVER CHANGES OF DIFFERENT TOPOGRAPHIC CONDITIONS IN THE UPPER YANGTZE RIVER BASIN

WU Nan^{1,2,3}, GAO Ji-xi^{1,4}, Sudebilige³, LU O Zun-lan³, LI Dai-qing³

(1. Chengdu Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Institute of Ecology, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China; 4. Department of Science, Technology and Standards, Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China, Beijing 100035, China)

Abstract: Based on land use/ cover data (scale is 1: 100000) in the years of 1980, 2000 and 2005 and digital elevation model (DEM) datum (cell size is 90 m), the methods of percentage of land use/ cover transformation matrix and the frequency-area distribution of land use/ cover were used to analyze the land use/ cover dynamic change from 1980 to 2005 in the Upper Yangtze River Basin under different topographic conditions. The results were as follows: (1) The change trends of grassland, forest and farmland area from 1980 to 2000 were different with that from 2000 to 2005. It might be the result of the increase of farmland area and the decrease of grassland and forest area. The main land use/ cover changes in two periods were similar. These were the transformation of farmland to forest and grassland, forest to farmland and grassland to bare land. (2) Farmland and built-up areas were almost in low elevation, while forest and grassland were almost in high elevation. The main changes in low elevation were National Grain for Green Project and the urbanization. The main land use/ cover change process that occurred in high elevation was the forest degradation and grassland desertification. (3) Farmland was distributed primarily in areas where the slope gradient is from 10° to 25°. Percentages of forest increased when the slope gets steeper, on the contrary, the distribution trend of built-up decreased when the slope get steeper. Bare land occupied flat lands in recent years. When the slope gradient was below 5°, grassland desertification occurred; when slope gradient was from 5° to 10°, the National Grain for Green Project occurred; when the slope gradient was above 10°, both forestation and forest degradation occurred. (4) There was little difference of suitability of different types of land use/ cover in various slop direction .

Key words: land use/ cover change; topographical factors; DEM; coversion matrix