

纵向岭谷区土地利用变化及其驱动力分析

李政海 宋国宝 吕海燕 鲍雅静 高吉喜 王海梅 许田 程岩

(大连民族学院生命科学学院生物资源与环境研究所, 大连 116600; 北京师范大学资源学院, 北京 100875; 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081; 中国环境科学研究院生态研究所, 北京 100012; 内蒙古自治区气象台, 呼和浩特 010051; 内蒙古大学生命科学学院, 呼和浩特 010021; 内蒙古农业大学生态环境学院, 呼和浩特 010018. E-mail: li-lzhh@263.net)

摘要 从区域和县域两个尺度, 对西南纵向岭谷区土地利用程度、变化速度以及各种土地利用类型的地域性差异进行探讨, 并从社会经济的角度分析了研究区土地利用变化的驱动机制和各种驱动力作用的空间范围. 研究表明: 在区域尺度上, 耕地、林地和草地是纵向岭谷区土地利用的主体, 土地利用结构变化表现为草地锐减、耕地增加、林地稳定. 在县域尺度上主要表现为研究区土地利用水平总体较低, 土地利用程度、综合变化速度以及各土地利用类型的相对变化速度地域差异较大. 人力物力投入强度、社会经济产出水平、自然灾害干扰强度以及劳动者素质是区域土地利用变化的重要驱动因子, 各种驱动力类型的影响范围存在地域性.

关键词 土地利用 利用程度 变化速度 驱动力 纵向岭谷区

土地利用/土地覆盖变化, 即 LUCC(Land use/cover change)是全球气候变化的最重要原因, 因此 LUCC 成为全球变化研究的热点. 1986 年, 美国发表的全球变化研究战略报告^[1]指出, 全球变化的研究已经成为带动地球科学以及相关学科研究的前沿问题, 一直受到学术界的高度关注. 1995 年, IGBP 和 IHDP 共同拟定并发表了“土地利用/土地覆盖变化科学研究计划”^[2,3], 将 LUCC 研究计划列为核心项目之一. 其目标是提高对全球土地利用和土地覆盖动态变化的认识, 提高预测土地利用和土地覆盖变化的能力, 以求最终能提出土地利用的最优模式, 实现可持续性的土地利用.

在土地利用/覆盖变化的研究过程中, 一些状态相对原生的自然生态系统, 由于人为干扰逐渐加强而成为“热点地区”备受人们关注^[4-6]. 纵向岭谷区是全球生物物种的高富集区和世界级的生物基因库, 是中国生物多样性保护的关键地区, 受到国内外地学界和生物学界的广泛关注^[7-10]. 该区经济发展具有层次低、开发期短、方式多样、环境退化加剧和贫困普遍等诸多特点, 随着国家西部开发和西南开放政策的实施, 人为活动对自然生态系统的影响频度加快, 强度加大, 程度加深. 因此对该区土地利用/土地覆盖变化进行研究, 对于探索西部贫困山区陆域沿边适度开发模式, 强化保护与开发协调关系, 优化区

域资源配置, 构建区域生态安全格局等都具有典型性和代表性, 研究意义重大.

该区的土地利用研究应在自然因子构架基础上研究人的经济行为, 即土地利用活动. 从以前的研究看出, 纵向岭谷区土地利用系统受海拔和水系两类自然因子影响强烈, 受海拔因子限制和人为干扰强度的影响, 纵向岭谷区的土地利用系统可以划分为: 低海拔干扰加强区、中海拔干扰稳定区、中高海拔干扰减弱区以及高海拔干扰易变区 4 种土地利用模式; 而水系的分布状况, 使得该区土地利用系统的动态过程具有以河谷为中心向两侧逐渐减弱的空间递变规律, 海拔和水系因子对纵向岭谷区的土地利用系统具有限制作用. 关于区域土地利用系统的自然限制力, 李政海等人^[11]已有详尽阐述. 本文在区域自然限制力分析的基础上, 从区域和县域两个尺度, 分析在 1980~2001 年 20 年间纵向岭谷区土地利用的动态变化情况, 从 88 行政县县域经济的空间异质性入手对该区土地利用变化的社会驱动机制展开进一步分析, 探讨导致土地利用变化的各种驱动力的空间作用范围.

1 研究方法

本文所用基础数据主要包括: 中国科学院资源环境科学数据中心提供的 1980 和 2001 年两个时期纵

向岭谷区的土地利用解译数据(1:100 万)和遥感影像,以及 1:50000 DEM 数据以及该区 88 个行政县的统计数据¹⁾。论文中所涉及的研究方法见表 1。

2 结果与分析

根据国家土地利用系统分类标准和研究区具体情况,将纵向岭谷区的土地利用方式划分为耕地、林地、草地、水域、居民点以及未利用地 7 种类型。

土地利用方式由相应的资源禀赋所决定,纵向岭谷区自然资源空间分配具有强烈的空间异质性,使得该区不同土地利用类型具有不同的时空变化特点和驱动力。下面以 1980 和 2001 年两个时期的土地利用为基础,从区域和县域两个尺度对纵向岭谷区的土地利用结构、土地利用变化的地域性特点以及土地利用变化的社会驱动机制展开具体分析。

2.1 区域土地利用结构动态分析

根据纵向岭谷区两个时期的土地利用状况,得出区域土地利用系统整体结构和变化特征,并对各种土地利用类型的转入转出状况进行分析,具体见表 2。

从两个时段土地利用状况可以看出,西南纵向岭谷区土地利用结构具有如下特点:耕地、林地和草地是该区土地利用的主要类型,3 种土地利用类型面积之和分别占两个时段内纵向岭谷区土地总面积的 97.97% 和 96.32%,其中林地面积在两个时期均超过 60%,林地覆盖率高于云南省森林覆盖率(略低于 50%)约 12 个百分点,林地构成了研究区生态景观的基质,这说明该区的区域生态系统仍处于相对原生

的自然状态;耕地和草地在两个时期占研究区总面积百分比的平均值比较接近,是另外两种重要的土地利用类型,二者也是构成纵向岭谷区生态景观的重要组成部分。

从 1980~2001 年,纵向岭谷区的土地利用结构发生了明显变化,各土地利用类型之间的相互转化频繁。土地利用动态以草地面积锐减、耕地面积增加、林地面积稳定为主要特征,草地面积由上世纪 80 年代的 61879.73 km² 减少到 2001 年的 33357.06 km²,减少了 28522.67 km²,平均每年有 1358.22 km² 的草地转化为其他土地利用类型,这对云南纵向岭谷区发展畜牧业具有一定的影响。一方面,草地面积减少,会加剧天然饲草供应量与牲畜增长量之间的矛盾。现有草地、草山载畜量增加,使草地生态系统所承受的放牧压力增大,也促进未用草地和难利用草地等后备资源的开发过程;另一方面,纵向岭谷区畜草供需矛盾的解决依赖于该区牧业放养方式的转变,实行圈养有利于提高草地资源的转化效率,提高该区畜牧业发展的集约化程度。

耕地组分是自然景观半人工化的结果,其增加过程也是农村城镇化过程的必然起点。在过去 20 年中,纵向岭谷区耕地面积由最初 48844.18 km² 增加到 68498.08 km²,增幅为 40.24%,平均每年增加 935.90 km²,年增长率为 1.83%。从主要土地利用类型的相互转化看,林地两个时期分别占研究区总面积的 61.23% 和 62.52%,其数量基本保持不变,2001 年的林地中,有 75% 左右的林地来自 1981 年的林地。但林地与其他土地利用类型之间也发生了明

表 1 土地利用变化研究方法

计算内容	公式	符号涵义
区域土地利用结构变化 $C_{ij}^{[12,13]}$	$C_{ij} = 10 \times A_{ij}^k + A_{ij}^{k+1}$	A_{ij}^k 和 A_{ij}^{k+1} : 两个时期任意土地利用类型的代码,并且要求小于 10
土地综合利用程度指数 $L_i^{[14]}$	$L_i = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i \times C_i$	A_i : 研究区域内第 i 级土地利用综合程度分级指数, C_i : 研究区内第 i 级土地利用程度分级面积百分比, n : 土地利用程度分级数目
综合土地利用动态度 LC	$LC = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i-j}}{\sum_{i=1}^n LU_i} \right] \times \frac{1}{T} \times 100\%$	LU_i 为起始时第 i 类土地利用类型面积, ΔLU_{i-j} 为监测时段内第 i 类土地利用类型转为非 j 类土地利用类型面积的绝对值, T 为监测时段长度,这里 T 等于 21
土地利用类型变化地域性差异 R	$R = (K_b/K_a)/(C_b/C_a)$	K_a, K_b 分别表示某区域某一种特定土地类型研究初期和研究末期的面积; C_a, C_b 分别表示全研究区某种土地利用类型研究初期和研究末期的面积
土地利用变化社会驱动机制 $F^{[15-20]}$	$F = XN^T$	N^T 表示各类指标权重矩阵, $X_{(88,15)}$ 指标矩阵

1) 本文所用 88 个行政县的统计数据来自中国统计数据库所提供的云南省统计年鉴,统计指标共计 35 个,统计年份包括 1993, 1995 和 1999 年 3 个时段,本文所用统计数据是各指标 3 个时段的平均值

表 2 西南纵向岭谷区 1980~2001 年土地利用的转移矩阵

土地利用类型 ^{a)}	耕地	林地	草地	水域	居民点	未用地	园地	1980 年合计 (占有率%)
耕地	24636.01	17833.32	4316.21	212.98	512.16	626.82	706.68	48844.18
B	50.44	36.51	8.84	0.44	1.05	1.28	1.45	
C	35.97	9.46	12.94	16.31	53.66	11.32	21.38	(16.21)
林地	27246.57	138120.51	15444.88	308.84	143.94	2009.90	1257.63	184532.27
B	14.77	74.85	8.37	0.17	0.08	1.09	0.68	
C	39.78	73.31	46.30	23.65	15.08	36.28	38.05	(61.23)
草地	15283.20	30930.41	12621.76	111.29	132.33	2100.15	700.59	61879.73
B	24.70	49.98	20.40	0.18	0.21	3.39	1.13	
C	22.31	16.42	37.84	8.52	13.86	37.91	21.20	(20.53)
水域	372.78	472.51	179.76	558.33	9.35	68.64	35.65	1697.02
B	21.97	27.84	10.59	32.90	0.55	4.04	2.10	
C	0.54	0.25	0.54	42.75	0.98	1.24	1.08	(0.56)
居民点	529.67	119.55	35.57	16.17	149.19	4.54	23.07	877.76
B	60.34	13.62	4.05	1.84	17.00	0.52	2.63	
C	0.77	0.06	0.11	1.24	15.63	0.08	0.70	(0.29)
未利用地	105.97	422.41	620.61	92.99	0.80	717.56	7.40	1967.74
B	5.39	21.47	31.54	4.73	0.04	36.47	0.38	
C	0.15	0.22	1.86	7.12	0.08	12.95	0.22	(0.65)
园地	323.88	518.28	138.27	5.38	6.75	11.82	573.90	1578.28
B	20.52	32.84	8.76	0.34	0.43	0.75	36.36	
C	0.47	0.28	0.41	0.41	0.71	0.21	17.37	(0.52)
2001 合计	68498.08	188416.99	33357.06	1305.98	954.52	5539.43	3304.92	301376.98
占有率(%)	(22.73)	(62.52)	(11.07)	(0.43)	(0.32)	(1.84)	(1.10)	(100.00)
变化率(%)	40.24	2.11	-46.09	-23.04	8.74	181.51	109.40	
年均变化率(%)	1.83	0.10	-2.10	-1.05	0.40	8.25	4.97	

a) 表中 B 行表示某种土地利用类型的转出比率, C 表示某土地利用类型的转入比率, 黑字部分表示从 1980 年的某种土地利用类型转变为 2001 年其他土地类型的总面积(单位: km²)

显的相互转化过程, 在长达 20 年的时间内, 研究区城镇化的发展以及一些经济落后地区依然沿袭刀耕火种的毁林造地和土地肥力下降后的弃耕撂荒生产方式, 是导致林地和农田、草地之间相互转化的主要原因。

2.2 县域土地利用变化的空间分析

() 土地利用程度. 土地利用程度表示在开展生活生产活动过程中人们对土地资源利用的充分程度, 在一定程度上可以反映人类活动对自然生态系统扰动的强度. 一般来说, 对土地资源的利用程度越高, 地区社会经济会越发达; 反之, 则越落后. 根据刘纪远等人^[21]的土地利用类型分级标准和土地利用程度计算方法, 计算全区 1980 年和 2001 年的土地利用程度及变化情况, 并以 1980 年土地利用状况为基础, 对纵向岭谷区各行政县的土地利用程度进行定量化表达, 各县土地利用程度的空间分布情况如图 1 所示。

从纵向岭谷区区域整体看, 土地利用程度总体

较低, 平均土地利用程度指数为 219, 土地利用指数较低, 说明该区仍然属于经济发展落后地区. 从区域内部看, 土地利用程度的地区差异依然存在, 研究区东南部低海拔宽谷河口区的砚山县(236.48)和文山县(234.23), 中部中海拔湖盆河谷区的牟定县(228.6)、楚雄市(229.09)、大理市(229.64)、祥云县(230.5)、凤庆县(231.78)、晋宁县(232.97)、文山县(234.23)、云县(235.84)和砚山县(236.48), 以及西部-西南部中低海拔山地丘陵区的瑞丽县(229.5)和西盟县(229.41)土地利用程度最高; 北部高海拔高山峡谷区的中甸县(197.37)、德钦县(193.64)、贡山县(197.59)和福贡县(201.27)的土地利用程度最低. 从区域经济发展看, 土地利用程度高的县, 如大理市、文山县和河口县是纵向岭谷区乃至整个云南省的经济强县, 而中甸、德钦以及贡山县是全国典型的山区贫困县。

() 综合变化速度. 纵向岭谷区的土地利用系统在过去 20 年间不断演进, 演进过程中土地系统的结构和功能发生了变化, 各土地利用类型之间相互

转化强度以及土地系统的活跃程度可以用综合土地利用动态来进行量化表示, 88 个行政县土地系统的综合土地动态程度结果见图 2.

从图 2 可知, 在澜沧江中下游中低海拔地区, 综合土地利用动态程度较高, 基本形成以澜沧江为界的東西两个土地利用系统比较活跃的片区. 东部的马

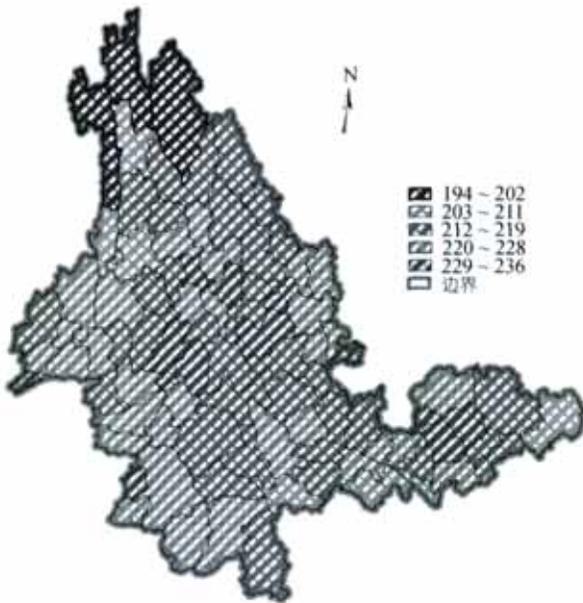


图 1 纵向岭谷区 1980 年县域土地利用程度格局

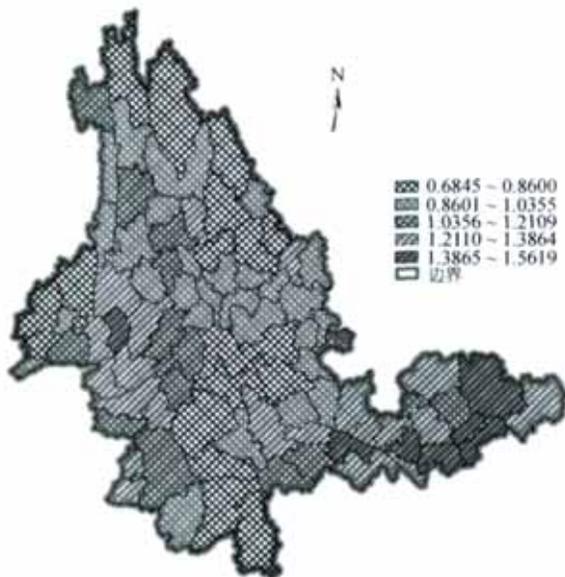


图 2 纵向岭谷区 1980~2000 年县域综合土地利用动态格局

关县、屏边县、广南县、元阳县、西畴县和西部的施甸 7 个县, 具有较高的综合土地利用动态程度, 这些地区在研究时段内的土地利用系统较活跃, 各土地利用类型之间的相互转化颇为频繁; 而对于永仁、盈江、腾冲、景谷等县的土地利用系统相对稳定, 土地利用结构及其数量的稳定性程度较高.

() 各土地利用类型相对变化速率的地域性差异. 纵向岭谷区自然因子的空间异质性强, 各土地利用类型的动态特征存在地区差异. 分别对 88 个县耕地、林地、草地、城镇居民用地、园地和未利用地 6 种主要土地利用类型的县域相对变化率(见表 1 中公式 5)进行计算与分级, 以便从县域尺度上反映纵向岭谷区土地利用变化的空间规律, 以及行政县之间某种土地利用类型的相对变化速度(见图 3(a)~(f)).

从 6 种土地利用类型的相对变化率来看, 其空间变化的地域性差异各具特点. 耕地的相对变化率大于 1 的行政县共计 38 个, 主要包括沿澜沧江从北部的贡山县、维西县一直到南部的普洱县、景谷县和孟连县, 还包括元江以东红河县、以南除砚山县以外的全部地区, 其中澜沧江上游的贡山县和福贡县耕地的相对变化率最大, 二者相对变化率均超过 4, 耕地的区域相对变化率较高. 而耕地相对变化率小于 1 的共 50 个, 主要分布在西双版纳州、迪庆自治州、德宏自治州和楚雄市等地区(见图 3(a)).

林地相对变化率的地区差异非常明显, 在北部云岭与南部哀牢山的交界处形成一条横贯东西向的林地高变化带, 这一条带西起龙陵-施甸-昌宁-永平-巍山-弥渡-祥云-元谋-禄丰, 东至安宁县, 除了这条高相对变化率地带之外, 纵向岭谷区北部金沙江流域的中甸县、鹤庆县、剑川县和双江县林地变化较为明显, 而其他地区林地相对变化率较低(见图 3(b)).

草地的相对变化率最高的是纵向岭谷区东南端的富宁县和南部的江城县, 另外在哀牢山-元江东部的河口县和洱海东部的永仁县, 草地的相对变化率较高, 其余绝大部分地区特别是澜沧江流域草地的相对变化率比较低(见图 3(c)).

城市化是农村发展的必然趋势. 从 1980 年到 2001 年, 纵向岭谷区 88 个行政县的城镇用地总量从最初的 877.76 km² 增加到 954.52 km², 增加了 8.74%, 不同行政县的城镇建筑用地增减变化存在区域差异. 其中北部澜沧江流域的德钦县、福贡县、维西县, 澜沧江中下游的沧源县、澜沧县、西盟县和耿马县, 纵

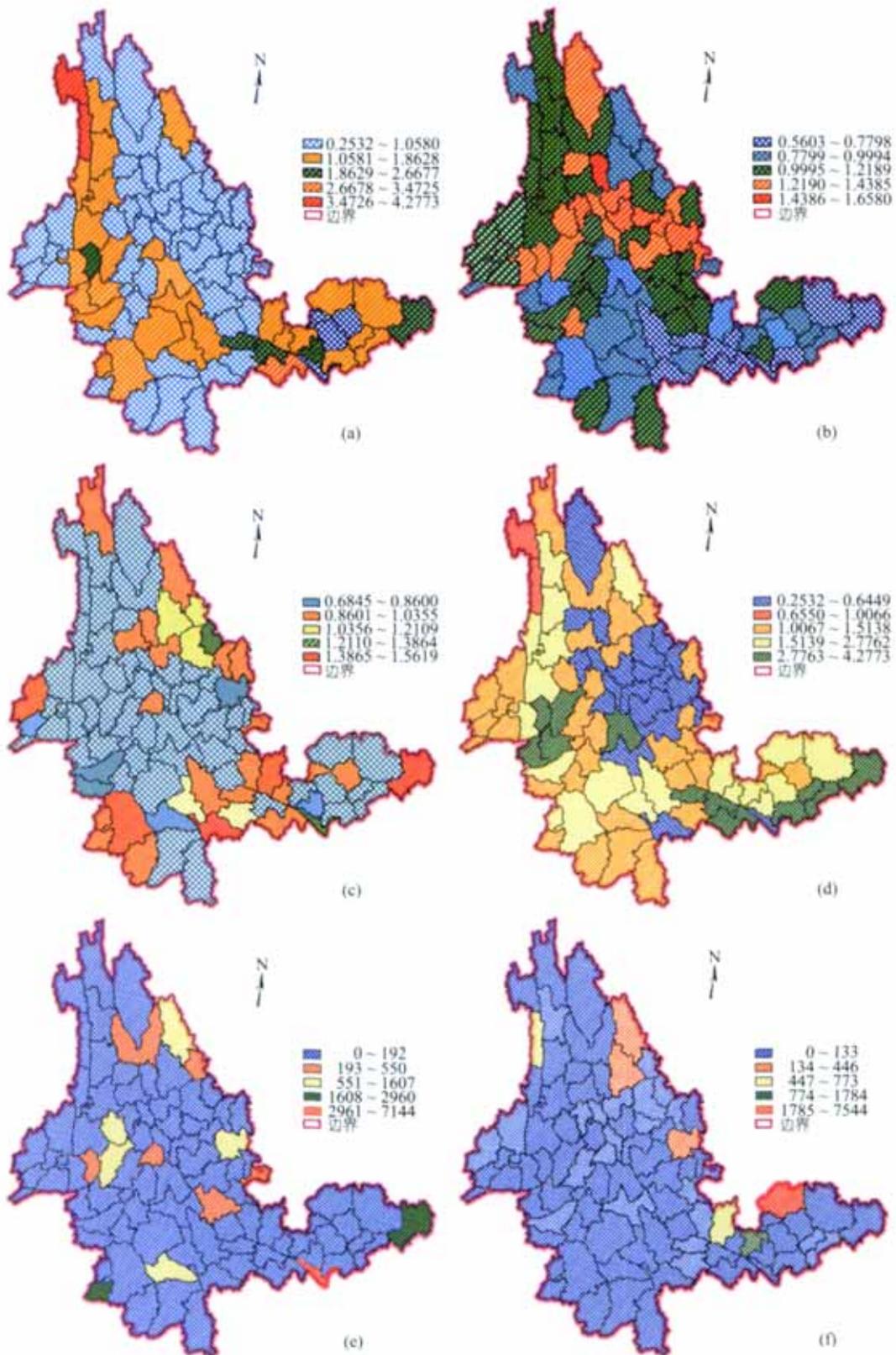


图3 纵向岭谷区各种土地利用类型相对变化率的县域差异

向岭谷区东南部的文山县、砚山县和金平县等城镇建筑用地的区域相对变化率明显,在过去 20 年中城镇化进程相对显著.而洱海周边的丽江县、剑川县、洱源县、永平县、祥云县和巍山等县,研究区西南部的景洪县、勐海县和孟连县,元江-哀牢山东部的石屏县等地,城镇建筑用地的相对变化率较低(见图 3(d)).

园地和未利用地在纵向岭谷区的面积较小,两类土地利用类型在过去 20 年间相对变化速率的空间格局见图 3(e)和图 3(f).园地的相对变化率河口县要远远高于其他地区,该县的香蕉、菠萝、荔枝等热带水果近几年发展非常迅速,园地面积增长速度明显,居全区之首;除河口县之外,纵向岭谷区东南端的富宁县、西南部的孟连县,晋宁县和新平县等地的花卉、茶叶、菠萝、香蕉等热带种植业经济也比较发达,园地面积增长较快.

对于未利用地而言,纵向岭谷区的元江-哀牢山地区的丘北县、蒙自县地处中国著名喀斯特景观的南缘,部分地区土地石漠化和水土流失问题严重,未利用地具有较高的相对变化率,反映了该地区在过去 20 年中,石漠化及水土流失等生态问题可能加剧的过程;另外,澜沧江上游的福贡县,西北部的宁蒗县和永胜县具有较高的未利用地相对变化率,表明其可利用土地资源的减少问题不容忽视.

2.3 土地利用变化的社会驱动力分析

() 驱动力类型 PCA 分析.以行政县为分析单元,在 35 个指标中进行筛选,选择其中的 15 个社会经济指标(见表 3),作为反映纵向岭谷区 88 个行政县的社会、经济指标.为了消除上述 15 个指标之间的

重叠信息,本文运用 PCA 分析对这些指标进行总结^[22].PCA 分析的结果表明,每一个主成分都是原来 15 个指标的线性组合,其中前 4 个主成分对原始数据的综合作用较强,能表达原来 88.41%的信息量.下面对前 4 个主成分所对应的特征向量进行分析,以明确这 4 个主成分所代表的综合意义,相应的特征向量见表 3.

经分析 88 个行政县的 15 个指标对 4 个主成分的贡献能力,将前 4 个主成分分别定义为:投入强度、产出水平、劳动者素质和自然灾害 4 类驱动因子.从表 3 知,第 1 个主成分反映了以地方县为单位的行政经济单元在利用土地、开发资源过程中人力物力方面的投入和农牧业产品的生产消耗情况,是纵向岭谷区 88 个行政县生产过程中物质投入状况.第 2 个主成分主要反映了纵向岭谷区 88 个行政县经济总量,广大人民群众的富裕程度,医疗保障水平以及政府的调节功能,反映纵向岭谷区县域经济的产出水平.第 3 个主成分代表自然灾害因子.纵向岭谷区地形地貌异常复杂,气候条件多样,是中国自然灾害的多发省份,自然灾害种类繁多^[23],种类包括除海啸以外的各类自然灾害,主要有干旱、洪涝、低温霜冻、风雹以及水土流失等.据有关部门统计,40 年来云南省农业生产因自然灾害所造成的直接经济损失高达 220 亿元,死亡人数 5.26 万人,其中气象灾害造成农作物累计受灾面积 $22.33 \times 10^5 \text{ km}^2$,直接经济损失高达 150 多亿元.除气象灾害外,云南的地质灾害也较为严重,崩塌、滑坡以及泥石流等地质灾害在该区经常发生,地质灾害毁坏农田和村落,迫使受灾人口进行迁移,

表 3 主成分因子载荷矩阵

主成分因子	主成分因子	投入强度(P1)	产出水平(P2)	自然灾害干扰强度(P3)	劳动者素质(P4)
F1	乡村人口	0.2944 ^{a)}	-0.2944	0.1295	-0.0838
F2	乡村劳动力	0.3071 ^{a)}	-0.2726	0.0807	-0.0870
F3	人口总数	0.2877 ^{a)}	-0.3086	0.0982	-0.0760
F4	农林牧渔业劳动力	0.2747 ^{a)}	0.1935	0.1376	0.1278
F5	农业机械总动力	0.3257 ^{a)}	-0.1639	0.1615	0.0090
F6	粮食总产量	0.3157 ^{a)}	-0.0735	-0.1617	0.0526
F7	猪牛羊肉总产量	0.2908 ^{a)}	0.2859	0.0087	-0.0652
F8	国内生产总值	0.2666	0.3419 ^{a)}	-0.0564	-0.0742
F9	地方财政收入	0.2727	0.3049 ^{a)}	-0.0502	-0.0840
F10	财政支出	0.2603	0.3374 ^{a)}	0.1291	0.0057
F11	城乡居民储蓄存款余额	0.0102	0.4815 ^{a)}	0.0789	-0.0097
F12	每万人中的在校学生人数	-0.0309	-0.0091	0.5343	0.7730 ^{a)}
F13	每万人拥有医院卫生院床位数	-0.1735	0.3241 ^{a)}	0.1130	-0.0877
F14	自然灾害综合指数	0.1329	-0.0814	-0.6346 ^{a)}	0.3064
F15	少数民族人口比例	-0.1828	0.0043	0.4078	-0.4944 ^{a)}

a) 表示对主成分具有主要贡献的指标

开辟新的聚居环境. 自然灾害通过对区域农业生态系统、村落系统等社会经济子系统施加干扰, 影响社会经济, 影响区域土地利用过程. 第4个主成分代表纵向岭谷区劳动者素质, 表明教育是提高人口素质的有效途径, 对从根本上改变山区县贫困落后状况具有积极意义.

把88个县的15个指标(F1~F15)进行标准化从而

得到研究区各县的指标矩阵 $X_{(88,15)}$, 以PCA分析过程中得到的因子载荷矩阵(见表3)作为各指标对4个主成分贡献的权重矩阵 $N_{(15,4)}$, 利用矩阵卷积(公式5)得到能够反映各县投入强度、产出水平、劳动者素质和自然灾害4类因子对土地利用变化的驱动力矩阵 $F_{(88,4)}$ (见表4).

从表4可以看出, 各行政县土地利用变化所受4

表4 各行政县土地利用变化社会驱动力情况

名录	P1	P2	P3	P4	名录	P1	P2	P3	P4
德钦县	54	80	82	-14	陇川县	178	71	105	43
中甸县	190	81	95	18	潞西县	457	167	169	33
贡山县	16	116	90	0	云县	406	-11	113	2
维西县	128	19	87	1	晋宁县	476	172	56	36
宁蒗县	204	-4	97	9	永德县	300	-62	72	42
丽江县	463	98	137	-13	峨山县	254	134	83	29
福贡县	52	46	87	-18	新平县	337	74	116	14
兰坪县	194	42	113	-3	丘北县	378	-82	104	7
永胜县	426	-22	106	37	广南县	576	-219	175	-46
华坪县	206	60	53	68	镇沅县	190	-11	115	-6
剑川县	163	30	107	5	镇康县	153	1	54	65
鹤庆县	293	2	80	27	瑞丽县	221	238	117	20
泸水县	138	33	86	3	临沧县	321	97	91	47
永仁县	139	43	43	51	建水县	641	93	144	22
洱源县	359	9	115	14	耿马县	259	78	106	20
云龙县	202	5	89	20	富宁县	321	-73	126	-28
大姚县	336	4	60	39	石屏县	366	85	112	26
宾川县	441	23	72	63	墨江县	300	-59	134	-3
武定县	301	-11	78	26	砚山县	425	-29	165	37
元谋县	264	35	51	60	景谷县	333	10	113	26
大理市	923	608	174	-65	元江县	254	93	109	6
腾冲县	669	40	159	42	双江县	151	19	39	76
漾濞县	111	48	86	54	文山县	455	93	125	25
祥云县	544	23	83	22	沧源县	127	29	98	14
永平县	191	37	101	-13	普洱县	239	56	82	33
姚安县	286	12	94	8	个旧市	615	490	136	26
保山市	988	50	174	-18	西畴县	247	-36	46	65
牟定县	255	18	35	68	蒙自县	380	104	120	12
巍山县	349	-10	62	37	麻栗坡县	257	-30	59	27
弥渡县	368	-30	24	57	红河县	185	-58	111	-30
盈江县	283	55	135	38	屏边县	130	5	79	35
禄丰县	601	145	92	29	澜沧县	386	-70	158	-45
南华县	283	30	41	39	元阳县	273	-78	139	-38
昌宁县	393	-3	60	46	马关县	325	-51	102	34
楚雄市	794	372	108	-11	思茅县	248	201	88	66
南涧县	255	-15	43	33	绿春县	132	-26	117	-23
梁河县	154	23	80	76	金平县	241	-60	130	-20
凤庆县	382	-76	92	27	西盟县	48	25	104	-4
施甸县	385	-21	43	68	河口县	83	153	84	27
安宁县	709	667	33	-15	江城县	73	44	106	28
龙陵县	308	3	48	68	景洪县	583	391	219	38
易门县	312	116	46	31	孟连县	92	43	125	-3
双柏县	202	26	39	54	勐海县	342	62	152	-5
景东县	373	-31	111	22	勐腊县	270	182	104	51
全县	100	100	100	100	全县	100	100	100	100

类驱动力大小各不相同,如勐腊县的土地利用变化过程受人力物力投入强度($P1=270$)影响最大,社会经济的产出水平($P2=182$)影响次之,自然灾害对勐腊县的土地利用动态影响微弱($P3=104$),而劳动者文化素质和受教育水平($P4=51$)对县域土地利用的影响最为微弱;而对于德钦县,社会经济产出水平($P2=80$)和自然灾害干扰强度($P3=82$)要大于投入强度($P1=54$)和劳动者素质($P4=-14$)对该县土地利用过程的驱动。

() 驱动力地域差异的聚类分析. 纵向岭谷区的不同区域各类经济驱动机制不同,即土地利用驱动力类型存在地域差异. 对纵向岭谷区 88 个行政县四类驱动因子的标准化得分(表 4)进行聚类分析^[24],以反映研究区不同地域土地利用变化的主要驱动力类型,聚类分析结果见图 4.



图 4 纵向岭谷区县域尺度土地利用驱动力空间格局图

纵向岭谷区县域土地利用驱动机制不尽相同(表 4),但各县主要的驱动力类型在空间上具有一定的连续性. 其中,有 5 个行政县以投入强度为其土地利用的主驱动因子,这几个县水土资源空间配置较好,农业和种植业发达. 如大理附近的洱海地区农业生产发达,景洪地区有全国最大的橡胶生产基地,楚雄是全国著名的烟草生产基地,从区域上看,这 5 个县的空间分布是不连续的,没有形成较大的片区. 以经济发展水平为土地利用变化主驱动力的行政县共有 28 个,这些地区的经济基础较好,经济发展水平较高;

在研究区主要分成 3 个片区,即以伊洛瓦底支流-大盈江流域为主的西部片区,金沙江中游-洱海附近的北部片区以及纵向岭谷区中南部的大部分地区. 自然灾害频发,土地利用系统受自然灾害影响强烈的行政县共有 29 个,如地处西北部高山峡谷区的福贡县和贡山县,崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害频繁发生,而金沙江流域的中甸县和宁蒗县土壤侵蚀危害非常严重. 自然灾害频繁发生破坏地区土地利用系统的稳定性和持续性,强烈影响着土地利用系统的演进过程. 生产者素质决定了土地利用方式和土地资源开发模式、土地利用程度和土地系统的变化速度,直接影响土地利用过程. 地处纵向岭谷区中段南北山脉过渡带的地区,人口密度较高,人为干扰强度大,土地利用程度较高^[11],另外,由于地形地貌影响,交通不便,信息闭塞,生产者素质不高,土地利用行为粗放,对自然生态系统影响强烈,原生森林生态系统变化速度快.

通过分析驱动力系统的结构和驱动力的地域差异看出,纵向岭谷区县域土地利用系统驱动力的地域性特征非常明显. 总体上看,如果行政县地理位置距离远,则土地利用系统的驱动力类型差异大,邻近行政单元的驱动力类型基本相同,这是纵向岭谷区自然地理复杂多样、资源空间分配极度不均的必然结果.

3 结论

本文从区域和县域两个尺度,对 1980~2001 年间西南纵向岭谷区土地利用结构、各个行政县土地利用程度、土地综合动态以及不同土地利用类型动态变化的地域性差异展开分析;在考虑海拔和水系等自然因子限制力的基础上,从县域经济的角度对研究区土地利用变化的驱动机制,以及各驱动力的空间作用范围进行了分析,主要研究结论如下:

() 从区域尺度看,耕地、林地和草地是纵向岭谷区土地利用的主体,3 种土地利用类型占土地总面积 90% 强,林地面积超过 60%,林地是纵向岭谷区区域景观的基质. 从 1980~2001 年,土地利用结构发生变化,草地面积由最初的 61879 km² 锐减到 33357 km²,耕地由 48844 km² 增加到 68498 km²,草地变为耕地是纵向岭谷区土地利用变化的主要方向;林地总面积基本稳定,但林地与非林地之间转化频繁,其中有 46412 km² 林地转为非林地,49704 km² 非林地转为林地.

() 各县土地利用程度、土地综合变化速度以及各种土地利用类型的相对变化率地域差异明显。耕地相对变化率的分布规律与城镇相对变化率、土地综合利用动态在空间分布上是一致的,表明农业经济发展是促进农村城市化进程的主要动力;在纵向岭谷中部地区,土地利用程度和林地相对变化率在空间分布上的一致性表明,林地转变为农业及城镇用地的过程是该地区土地利用程度提高的主要原因。

() 纵向岭谷区土地利用变化的社会驱动机制主要包括投入强度、产出水平、自然灾害干扰强度和劳动者素质4个方面,各种驱动力类型的地域性差异较大。大理、景洪和楚雄等5个行政县土地利用变化以生产投入驱动为主,其空间分布是不连续的;纵向岭谷区伊洛瓦底支流-大盈江流域为主的西部,金沙江中游-洱海附近的北部以及研究区中南部大部社会经济的产出水平是土地利用变化的主要驱动力;纵向岭谷区中段南北山脉过渡带的地区土地利用变化受劳动者的受教育程度和其文化素质影响较强;研究区北部的德钦、福贡和贡山县及南部的思茅和景洪等地区自然灾害对土地利用变化影响强烈。

在对各个县土地利用动态分析中发现“两个一致性”区带,一个是耕地相对变化率、城镇相对变化率以及土地综合利用动态在空间上具有一致性的区带;另一个是林地相对变化率、土地利用程度在空间上具有一致性的区带,对这两个地带展开更为深入的分析,结合社会经济和生态环境统计,可以更深入地探索土地利用/覆盖变化的驱动力,为进一步建立区域生态安全指标体系奠定基础。

参 考 文 献

- 1 后立胜,蔡运龙. 土地利用/覆被变化研究的实质分析与进展评述. 地理科学进展, 23(6), 2004, 11: 96—104
- 2 Turner B L II. Vulnerability as a human-environment interaction: Example from Southern Yucatan. Abstracts of Global Change Open Science Conference. Congrex Holland BV. Amsterdam, The Netherlands, 2001, 6: 6—13
- 3 Human Dimensions of Global Environmental Change Programme (HDP). 1994. HDP Work Plan 1994—1995. Occasional Paper 6. HDP, Geneva
- 4 Etter A, McAlpine C, Phinn S, et al. Characterizing a tropical deforestation wave: A dynamic spatial analysis of a deforestation hotspot in the Colombian Amazon. *Global Change Biology*, 2006, 12(8): 1409—1420
- 5 Tchouto M G P, Yemefack M, De Boer W F, et al. Biodiversity hotspots and conservation priorities in the Campo-Ma'an rain forests, Cameroon. *Biodiversity and Conservation*, 2006, 15 (4): 1219—1252
- 6 Jha S, Bawa K S. Population growth, human development, and deforestation in biodiversity hotspots. *Conservation Biology*, 2006, 20(3): 906—912
- 7 何大明, 吴绍洪, 彭华. 纵向岭谷区生态系统变化及西南跨境生态安全研究. *地球科学进展*, 22(2), 2005, 3: 338—344
- 8 吴征镒, 朱彦丞, 姜汉桥. 云南植被. 北京: 科学出版社, 1987. 31—38
- 9 彭玉兰, 胡运乾, 孙航. 桉木的等位酶分析及其在生物地理和保护生物学上的意义. *云南植物研究*, 2003, 25(5): 563—571
- 10 杨勤业. 横断山区综合自然区划. 昆明: 云南人民出版社, 1983. 96—104
- 11 李政海, 宋国宝, 高吉喜, 等. 纵向岭谷区土地利用时空变化与岭谷格局及通道效应的关系研究. *科学通报*, 2006, 51(增刊): 90—99
- 12 史培军, 陈晋, 潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析. *地理学报*, 2000, 55(2): 151—160
- 13 史培军, 江源, 王静爱, 等. 土地利用/覆盖变化与生态安全响应机制. 北京: 科学出版社, 2004. 101—107
- 14 王秀兰, 包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨. *地理科学进展*, 1999, 18(1): 81—87
- 15 Dawn C P, Thomas B, Steven M M. LUCR reports series No.6 agent based models of Land-use/Land-cover Change. Irvine, California, USA, 2001
- 16 何春阳, 史培军, 陈晋, 等. 基于系统动力学模型和元胞自动机模型的土地利用情景模型研究. *中国科学D辑: 地球科学*, 2005, 35(5): 464—473
- 17 甘红, 刘彦随, 王大伟. 土地利用类型转换的人文驱动因子模拟分析. *资源科学*, 2004, 26(2): 88—93
- 18 朱会义, 李秀彬. 环渤海地区土地利用的时空变化分析. *地理学报*, 2001, 56(3): 253—260
- 19 王万茂, 但承龙. 海门市土地利用结构优化研究. *国土与自然资源研究*, 2003, 1, 44—46
- 20 任志远, 李晶, 王晓峰. 城郊土地利用变化与区域生态安全动态. 北京: 科学出版社 2006. 236—243
- 21 刘纪远, 布和敖斯尔. 中国土地利用变化现代过程时空特征的研究——基于卫星遥感数据. *第四纪研究*, 2000, 20(3): 229—239
- 22 阮桂海. SAS 统计分析实用大全. 北京: 清华大学出版社, 2003. 270—276
- 23 谢应齐, 杨子生. 云南省农业自然灾害区划. 北京: 中国农业出版社, 1995. 253—259
- 24 Johnson R A, Wichern D W. 陆璇译. 实用多元统计分析. 北京: 清华大学出版社, 2001. 347—379