

文章编号: 1004-8227(2010)02-0186-06

# 桂西北河池地区耕地变化及其 驱动力 Logistic 回归分析

余蓉蓉<sup>1,2,3</sup>, 王克林<sup>1,2\*</sup>, 岳跃民<sup>1,2,3</sup>

(1. 中国科学院亚热带农业生态研究所, 湖南 长沙 410125; 2. 中国科学院环江喀斯特农业  
生态系统观测研究站, 广西 环江 547100; 3. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

**摘要:** 桂西北河池地区土地退化严重, 耕地少, 区域农业发展受限。基于TM 遥感图像、DEM 等空间数据并结合社会经济统计数据, 利用空间分析方法及 Logistic 回归分析模型, 定量分析了1952~2006年桂西北河池地区11个县耕地的时空动态变化规律及其驱动机制。研究结果表明: 1952~2006年河池地区耕地总量的变化经历了迅速增加-波动变化-迅速减少-缓慢减少的过程, 空间上变化率不均衡, 且近20多年间西部地区耕地减少迅速, 其变化体现了国家政策的主导驱动作用; 根据回归结果提取出7类影响耕地分布的主要解释变量, 其中海拔和人口分布为耕地空间分布格局分异的关键影响因素, 其次是坡度 $I$  ( $0^\circ \sim 5^\circ$ )、GDP、至主要公路距离、至主要河流距离和至主要城镇距离; 不同县之间耕地变化驱动力的解释变量存在差异, 且各县耕地分布概率对于海拔、坡度 $I$  ( $0^\circ \sim 5^\circ$ )、GDP这3类解释变量较敏感, 而其他解释变量敏感程度较低; 东部地区耕地分布的概率更大。

**关键词:** 广西; 喀斯特; 耕地; Logistic 回归分析  
**文献标识码:** A

耕地自古以来作为人类粮食生产的直接生产资料, 是人类赖以生存、发展的基础, 直接关系到国计民生<sup>[1]</sup>。桂西北河池地区是典型的生态脆弱地区, 耕作条件差, 人均耕地少, 其石山面积大, 喀斯特地貌占河池地区总面积的49.59%。近半个多世纪以来, 随着人口增加和迁移, 区域耕地在数量和空间分布格局上都发生了剧烈变化, 从而也导致了日益尖锐的人地矛盾<sup>[2]</sup>。加强对区域耕地的动态变化趋势、空间分布格局的研究, 以及对耕地变化的驱动机制的深入探讨, 对促进生态脆弱地区农业可持续发展有重要意义<sup>[3]</sup>。以往的研究多针对耕地数量变化和社会经济数据进行统计学分析, 如主成分分析、典型相关分析和多元线性回归分析等, 只能反映区域内总量的变化, 难于揭示耕地变化的空间异质性及其与主要驱动因素(自然、人类活动)的关系<sup>[4-7]</sup>; 少数涉及空间变量的研究多针对某单一行政区或小流域, 无法进行不同区域的横向比较<sup>[8-11]</sup>。本研究以桂西北河池地区为研究区域, 重点关注耕地变化的驱动因素及其解释变量对于喀斯特生态脆弱区耕地

空间分布格局异质性的影响; 在纵向分析不同时期研究区耕地的总体变化特征基础上, 通过 Logistic 空间统计分析对区域内11个县进行横向比较和综合分析, 提取主要解释变量并揭示其差异性及其对耕地分布概率的敏感性; 初步阐明半个世纪来桂西北喀斯特地区耕地的变化机制。

## 1 研究区概况及研究方法

### 1.1 研究区概况

河池地区位于广西省西北部, 介于 $106^\circ 34' \sim 109^\circ 09' E$ ,  $23^\circ 41' \sim 25^\circ 37' N$ , 年均气温 $16.9 \sim 21.3^\circ C$ , 年均降水量 $1200 \sim 1600 mm$ , 无霜期329 d, 属亚热带季风气候区。特殊的地质构造、气候特征和水文条件形成了独特的峰从洼地景观, 总面积 $33508 km^2$ , 裸露石灰岩面积占48%, 旱灾、洪灾频繁, 水土流失严重, 生态环境十分脆弱。2006年末, 河池市总人口为389.16万人, 其中农业人口331.87万人, 占总人口的85.3%。全区经济贫困,

收稿日期: 2008-12-05; 修回日期: 2008-12-29

基金项目: 中国科学院西部行动计划项目(KZCX2-XB2-08); 国家重大基础研究计划(2006CB403208)

作者简介: 余蓉蓉(1981~), 女, 湖南省长沙人, 硕士研究生, 主要从事区域生态研究。E-mail: yrr06@126.com

\* 通讯作者 E-mail: kelin@isa.ac.cn

11 个县(市、区)中有 9 个属于国家级贫困县, 农民人均纯收入约 2 000 元, 是西南典型的喀斯特生态脆弱贫困地区。

## 1.2 耕地动态变化及其空间分异分析方法

河池辖区内 11 个县存在地形、海拔等自然条件的差异, 人口分布不均衡, 经济发展速度也不相同, 耕地变化存在空间分异。根据历年《河池统计年鉴》(1952~2006) 分析河池地区 11 个县 1952~2006 年间耕地面积的动态变化。采用单一土地利用类型动态指标定量计算了区域耕地变化的空间差异。计算公式表示为:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_b} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中:  $K$  为某县在研究期内的耕地年变化率;  $U_a$ 、 $U_b$  分别为某县在研究期初和研究期末的耕地总面积;  $T$  为研究期<sup>[12]</sup>。

## 1.3 耕地变化驱动力定量分析方法

耕地的空间分布格局和动态变化以地形、海拔、土壤类型和气候等客观自然条件为基础, 结合人口分布、社会经济活动和宏观政策等人类活动共同决定<sup>[4]</sup>。本研究针对自然条件与人类活动两方面影响, 根据县级尺度选取 10 个合适的解释变量<sup>[13]</sup>, 用 Arcview 和 ArcGIS 软件组织成栅格数据, 采用 Logistic Regression 方法, 对其空间分布的驱动力进行定量分析。

### 1.3.1 数据来源与处理

本研究采用的数据包括: Landsat TM 遥感影像数据 6 景(分辨率 30 m × 30 m, 成像时间为 2004/2005 年秋末冬初, 轨道号为 125-43, 126-42, 126-43, 126-44, 127-42, 127-43), DEM 数据(比例尺为 1:25 万, 网格大小为 100 m × 100 m, 格式为 GRID), 河池地区行政区划图(对 TM 进行纠正)。另采用地球系统科学数据共享网(www.geodata.cn)提供的共享数据: 1 km 格网全国 GDP 数据(2003 年, 格式为 GRID), 1 km 格网全国人口空间化数据(2003 年, 格式为 GRID), 1:100 万中国土壤数据和 1:50 万中国地质数据(格式均为 COVERAGE)。

对 TM 影像进行拼接和目视解译, 并于 2008 年 8 月进行实地核查, 提取耕地分布。在 Arcview 平台下通过行政区划图提取出道路交通体系、河流水系和主要城镇分布, 生成距离缓冲图。坡度和坡向数据由 DEM 生成。岩性分布由地质数据提取。将所有数据按照行政边界切割并通过 ArcGIS 软件栅格化, 统一重采样到 300 m × 300 m, 确保各图层栅格一一对应。

### 1.3.2 Logistic 逐步回归分析

运用多元 Logistic 逐步回归方法对耕地分布的驱动因子进行分析, 此方法解决了一般线性回归方法无法计算自变量为分类变量的问题, 对于每个解释变量生成单独系数, 并通过一定的权重运算法则被解释为耕地类型的变化概率<sup>[14]</sup>:

$$\ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \alpha + \sum_{k=1}^k \beta_k x_{ki} \quad (2)$$

式中:  $p_i$  表示空间上每个栅格可能耕地的概率;  $\alpha$  为截距;  $x_i$  表示相应各候选解释变量;  $\beta$  为回归系数;  $k$  为解释变量的种类。

发生比 (Odds) 是发生频数与不发生频数之间的比, 用来对各种自变量的 logistic 回归系数进行解释, 可以较直观看出自变量对事件概率的作用, 运用在本研究中可反映出各解释变量对耕地影响程度的差异<sup>[14]</sup>:

$$\text{odds} = \frac{p_i}{1-p_i} = \exp\left(\alpha + \sum_{k=1}^k \beta_k x_{ki}\right) \quad (3)$$

式中 odds 为发生比, 即每个栅格成为耕地的概率和成为其他土地利用类型的概率之比。由式(3)可知, 每当驱动因子增加一个单位时, 发生比相应变化  $\exp(\beta)$  倍。  $\exp(\beta)$  即为发生比率。

将 2005 年的耕地分布图以及各驱动因素栅格图件用 Arcview 和 ArcGIS 软件组织成匹配的空间数据。鉴于数据量过大(各个图层栅格数约 370 000), 而随机挑选栅格有可能造成随机误差, 所以分别针对 11 个县的全部栅格(各县栅格数为 19 224~49 829), 利用 SPSS 软件的 Binary Logistic 模块对每一栅格可能成为耕地的概率进行诊断, 筛选出对耕地空间分布影响较为显著的因素, 并确定它们之间的定量关系和作用的相对大小<sup>[15]</sup>。SPSS 提供了 Wald  $\chi^2$  统计量作为回归系数的估计, 表示在模型中每个解释变量的相对权重, 用来评价每个解释变量对事件预测的贡献力<sup>[16]</sup>。对于 Logistic 逐步回归方程的检验, 采用了 ROC 曲线法, 此方法由 Pontius Jr 提出, 可适用于基于栅格的土地利用变化模型的检验<sup>[17]</sup>。一般 ROC 面积 > 0.7 时模型已具备较好的解释能力<sup>[11]</sup>, ROC 面积越接近于 1 表示模型越优。

## 2 结果与讨论

### 2.1 耕地面积动态变化

该区域耕地总量由 203 42 × 10<sup>3</sup> hm<sup>2</sup> 变化为

197.39 × 10<sup>3</sup> hm<sup>2</sup>, 减幅仅为 3.05%, 但期间峰值与谷值的变化幅度达 14%。人均耕地面积由 0.13 hm<sup>2</sup> 持续减少至 0.05 hm<sup>2</sup>, 缩减了近 2/3。说明半个世纪以来河池地区耕地在总量上经历了较为剧烈的变化。具体可分为 5 个阶段(图 1): ①迅速增加阶段(1952~1958 年)。耕地增幅为 7.2%。国家通过鼓励农民开荒造田、扩展耕地, 而人口的迅速增加使人均耕地面积锐减了 11%。②波动增加阶段(1958~1991 年)。期间人口激增近 1 倍, 而农业技术发展、投入加大, 使得粮食单产提高, 耕地总面积增加较缓。③波动减少阶段(1991~2001 年)。人口的增长趋于缓和, 农作物种植技术改善, 耕地需求压力有所缓解。④迅速减少阶段(2001~2004 年)。期间河池地区耕地总面积减少约 12%。国家退耕政策的实施以及西部大开发战略的开展, 大面积耕地转化为林地、草地。⑤缓慢减少阶段(2004~2006 年)。近年来政府加强了土地管理和耕地保护, 实施耕地总量动态平衡的政策, 使耕地总量较为稳定。

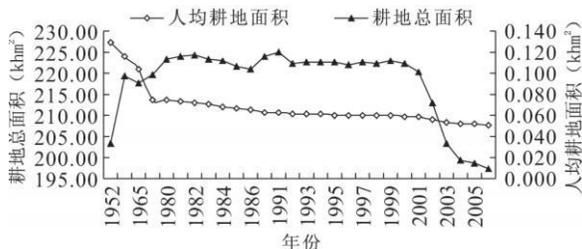


图 1 河池地区 1952~2006 年耕地总量及人均耕地变化

Fig. 1 Changes of Total and per Capita Farmland from 1952 to 2006 in Hechi

## 2.2 耕地变化的空间分异

计算结果如图 2 所示。在过去的 20 多 a 中, 河池地区耕地总量不断减少, 但空间格局变化不均衡, 可基本划分为 3 个区域。西部的东兰、巴马、凤山为耕地大幅减少区域, 耕地减幅分别为 41.3%、57.8% 和 79.5% (年变化率分别为 1.6%、2.2% 和 3.1%)。2003 年后河池政府开展的“东巴凤大会战”, 涉及到移民搬迁、退耕还林等多项措施, 使耕地面积锐减。中部各县为中等减少区域, 变化率在 -1%~ -30% (年变化率为 -0.04%~ -1.04%)。北部天峨、环江和罗城 3 个县的耕地数量却有所增加, 尤其是东北部水土条件较好, 更有利于农作物种植。其中环江县耕地增幅达到 7.5% (年变化率为 0.29%), 政府决策成为耕地变化的决定性因素。环江县为移民安置县, 为满足新增人口需求, 2001 年

县国土资源局开始实施“5 万亩耕地整理项目”(1 亩 = 1/15 hm<sup>2</sup>), 新垦耕地逐年增加。



图 2 河池各县 1980~2005 年耕地变化空间分布图

Fig. 2 Maps for Spatial Distribution of Farmland Changes from 1980 to 2005 in Each County of Hechi

## 2.3 耕地变化驱动力的 Logistic 分析

在过去的 50 多 a 中, 自然条件和人类活动共同作用导致了河池地区的耕地在数量上和空间格局上的变化。其中海拔、坡度、坡向、水系、土壤类型和岩性等作为自然条件的解释变量, 道路交通、城镇分布、人口、GDP 等作为体现人类活动的解释变量, 并细化为 30 个因子参与计算。以 2005 年耕地分布图为基础, 通过回归 Logistic 逐步回归方法定量确定了主要的解释变量及其定量关系(数据已标准化), 计算结果如表 1。回归结果对应的 ROC 值平均在 0.8 以上, 最低值也达到 0.75, 表明模型已经具备较好的解释能力。

### 2.3.1 主要解释变量提取及贡献度差异

分别根据各模型中  $\beta$  系数对应的  $Wald\chi^2$  值, 提取出 7 个主要的解释变量, 发现影响各县耕地空间格局的主要解释变量大致相同, 但其权重各有差异。按其体现的贡献度由大至小排列, 海拔和人口分布的贡献度明显大于其他解释变量(7 个县海拔对应的  $Wald\chi^2$  值为所有解释变量中最大, 其余 4 个县则是人口分布对应的  $Wald\chi^2$  值最大); 其次是坡度 I ( $0^\circ \sim 5^\circ$ )、GDP、至主要公路距离、至主要河流距离和至主要城镇距离, 但此 5 个解释变量在各县中的贡献度排名也不相同, 权重差异较为明显。如 GDP 在大化和凤山两县的回归模型中体现的贡

献度排名第 2, 而在巴马县中 GDP 则名列第 7。综合所有  $\beta$  系数的贡献力分析各因素对耕地空间分布格局的影响, 耕地的分布以海拔条件为基础, 随人口分布、交通体系、主要城镇的分布以及经济发展水平

等体现人类活动的解释变量权重高于各土壤类型、岩性分布等自然解释变量, 人类活动对耕地分布的影响大于自然因素。

表 1 河池地区各县耕地回归系数( $\beta$ )Tab. 1 Logistic Regression Coefficients for Farmland in Each County of Hechi ( $\beta$ )

	巴马	大化	东兰	都安	凤山	环江	金城江	罗城	南丹	天峨	宜州
海拔	- 1.135	- 0.665	- 0.704	- 1.520	- 0.619	- 0.832	- 1.357	- 1.157	- 0.520	- 0.678	- 0.969
距河流		0.140	0.308	0.468		0.358	0.395		- 0.101	0.204	0.080
主要道路	0.264	0.174	- 0.261	- 0.324		0.076	- 0.095	0.107	- 0.320	0.172	0.278
离城镇	0.254			- 0.108	0.225		- 0.098	0.135	0.499	- 0.233	
GDP	0.140	- 0.820	- 0.097		- 1.088	- 0.127		0.291	- 0.644	- 0.522	0.395
人口分布		1.105	0.529	0.075	1.314	0.701		- 0.151	0.468	0.643	- 0.318
坡向											
北坡		- 0.497	- 0.238	- 0.339		- 0.200	0.311	- 0.131		- 0.227	0.122
坡度											
坡度 I ( $0^\circ \sim 5^\circ$ )	0.836	0.738	0.770	0.624	1.177	1.147	1.919	2.097	1.900	1.331	1.245
坡度 II ( $5^\circ \sim 15^\circ$ )		0.344	0.337		0.629	0.373	0.905	1.183	2.861	0.734	0.326
土壤											
石灰(岩)土		- 0.162	- 0.292	0.258		- 0.316	- 0.528	- 0.217	- 0.829	0.763	
硅质岩粗骨土			- 1.095	- 0.193				- 0.849	- 0.354	- 0.472	- 0.428
红壤			- 0.331				- 0.624		- 0.457		0.122
黄红壤	0.298				- 0.258				- 1.043	0.520	
岩性											
碎屑岩	- 1.279	- 0.597				0.129		- 1.064	- 0.364		
石灰岩	- 0.283			0.348	0.277		0.405	- 0.228			0.404
不纯石灰岩			0.374	0.393	0.416					0.731	0.300
常数	- 2.073	- 2.251	- 2.512	- 3.618	- 3.135	- 3.379	- 3.913	- 3.545	- 5.367	- 4.394	- 2.690
ROC	0.768	0.800	0.781	0.829	0.819	0.823	0.816	0.853	0.752	0.791	0.783

### 2.3.2 各主要解释变量特征

各县海拔因子的  $\beta$  系数均为负值, 表明随海拔增加, 土地类型成为耕地的概率逐渐减低。但各县海拔对应的发生比率有差异, 如南丹县和都安县的海拔因子的  $\text{Exp}(\beta)$  分别为 0.595 和 0.219, 表明当海拔每增加一个单位, 发生比将分别变为原来的 1.7 倍和 4.6 倍。大多数县人口分布因子的  $\beta$  系数为正值, 表明土地类型成为耕地的概率随人口增加而增加。人口分布对应的  $\text{Exp}(\beta)$  普遍明显高于海拔对应的  $\text{Exp}(\beta)$ , 说明人口分布和海拔分别变化一个单位时, 前者对耕地分布的影响明显大于后者。坡度细化为 4 个级别, 分别为坡度 I ( $0^\circ \sim 5^\circ$ )、坡度 II ( $5^\circ \sim 15^\circ$ )、坡度 III ( $15^\circ \sim 25^\circ$ ) 和坡度 IV ( $> 25^\circ$ ), 其中坡度 IV 为参照坡度级。各县坡度 I ( $0^\circ \sim 5^\circ$ ) 的  $\beta$  系数均为正值, 根据相应  $\text{Exp}(\beta)$ , 耕地在  $0^\circ \sim 5^\circ$  上出现的概率为参照坡度级的 2~8 倍。

通过在县级尺度上横向比较, 各县耕地分布对于相同解释变量其敏感程度不相同。海拔、坡度 I ( $0^\circ \sim 5^\circ$ )、GDP 这 3 类解释变量对应的  $\text{Exp}(\beta)$  在各县中差异较大, 说明其变化一个单位时, 影响各县耕地分布概率的变化差异很大; 人口分布、至主要道路

距离、至主要城镇距离等解释变量在各县差异较小, 说明其变化一个单位时, 对各县耕地分布概率的影响较接近。

### 2.3.3 解释变量的筛选

土壤和岩性两类解释变量共细化为 18 个因子进入模型运算, 各县的回归模型中只保留了少量因子, 无普遍性规律, 但所对应的  $Wald \chi^2$  统计量值各有差异。部分因子虽然得以保留, 体现的贡献度却较小(如碎屑岩在环江县回归模型中贡献度排名第 10), 表明对该县耕地分布影响较小; 部分因子对个别县的耕地贡献度相对较大(如碎屑岩在巴马县回归模型中贡献度排名第 3), 体现了土壤和地质条件对局部地区耕地分布的影响较大, 是回归模型中不可或缺的部分。坡向细分为东、南、西、北 4 个因子, 在各县模型中或被剔除, 或者虽得以保留, 体现的贡献度却非常小, 可见坡向因子对研究区耕地分布概率无明显影响。

### 2.3.4 河池地区耕地分布概率

研究区所有的栅格单元均参与了计算过程, 通过 Logistic 逐步回归的运算后, 同步生成每个栅格单元成为耕地利用类型的概率。此概率根据各解释

变量按照各自权重比例计算得出,是基于 10 类驱动因素共同作用的结果。运用 Arcview 的文件格式转化功能,将文本文件导出为 GRID 格式,可将河池地区各县耕地空间分布的概率还原到每个栅格,形成耕地空间分布概率图,如图 3 所示。综合各解释变量对耕地的影响,各栅格单元成为耕地的概率在空间上呈不均匀分布,东部地区(尤其是宜州、环江)耕地分布的概率更大。

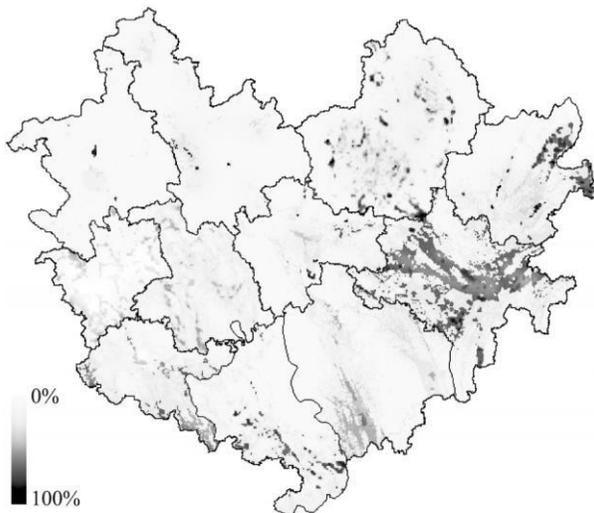


图 3 河池地区年耕地空间分布概率图

Fig. 3 Maps for Spatial Distribution Probability of Farmland in Hechi

## 4 结论与讨论

基于空间分析方法及 Logistic 回归分析模型,本研究定量分析了 1952~2006 年桂西北河池地区耕地的总体变化及其驱动力的解释变量对于喀斯特生态脆弱区耕地空间分布格局异质性的影响。50 多年间河池地区耕地总量经历了迅速增加-波动变化-迅速减少-缓慢减少的过程,但空间格局变化不均衡,11 个县耕地变化率差异较大,体现了国家政策的主导驱动作用。由建国初期的鼓励开荒到 2000 年以后的退耕政策的逐步调整,该区耕地总量也随之先增后减、逐步稳定。

运用 Logistic 逐步回归方法可以提取出耕地空间分布格局的主要解释变量,且不同解释变量贡献度不相同,最重要解释变量是海拔和人口分布。通过横向比较发现各县回归模型对同一解释变量敏感程度不同,耕地分布概率对于海拔、坡度  $I$  ( $0 \sim 5^\circ$ )、GDP 这 3 类解释变量较敏感。因此,针对较大面积的区域而言,大范围随机抽取栅格统一做回归分析

将会很大程度上掩盖解释变量的敏感性;进行小区域划分后分别作回归分析,其结果可更好揭示局部特性。

通过 Logistic 逐步回归方法计算某土地类型在空间上的分布概率,这种概率是基于纳入到回归计算的各解释变量共同作用的基础之上。通过以往对耕地变化的研究认为,政策性因素对耕地数量的变化影响很大,但难于在空间上以栅格图像体现出来。今后的研究应考虑将政策因素(如土地利用规划等)纳入模型计算,进一步完善模型,可尝试通过划分农业优先发展区域或者重点退耕区等方式,以 GRID 图件方式体现政策作用。

## 参考文献:

- [1] 汪朝辉,王克林,熊艳,等.湖南省耕地动态变化及驱动力研究[J].长江流域资源与环境,2004,13(1):53~59.
- [2] 李朝旗,周兴.广西耕地资源数量变化的人文驱动力研究[J].中国林业经济,2007(2):7~10.
- [3] 李玉平,蔡运龙.浙江省耕地变化与粮食安全的分析及预测[J].长江流域资源与环境,2007,16(4):466~470.
- [4] 杨萍果,赵建林.河北省耕地资源时空格局演变和驱动力[J].农业工程学报,2008,24(8):95~99.
- [5] 李月臣.土地利用/覆盖变化驱动力研究[J].水土保持研究,2008,15(3):116~120.
- [6] 王婉如,张加恭,陈玩菊,等.广东省 56 年来耕地变化及因子分析[J].国土与自然资源研究,2008(3):55~57.
- [7] 毛彦成,张勃,张华.绿洲土地利用/覆盖变化的社会经济与自然驱动力分析——以张掖市甘州区为例[J].干旱区资源与环境,2007,21(2):90~94.
- [8] 刘森,胡远满,常禹,等.岷江上游汶川县耕地景观变化及空间驱动力[J].应用生态学报,2007,18(3):569~574.
- [9] 谢花林,李波.基于 Logistic 回归模型的农牧交错区土地利用变化驱动力分析——以内蒙古翁牛特旗为例[J].地理研究,2008,27(2):294~304.
- [10] 姜广辉,张凤荣,陈军伟,等.基于 Logistic 回归模型的北京山区农村居民点变化的驱动力分析[J].农业工程学报,2007,23(5):81~87.
- [11] 摆万奇,阎建忠,张锦锂.大渡河上游地区土地利用/土地覆被变化与驱动力分析[J].地理科学进展,2004,23(01):71~78.
- [12] 王秀兰,包玉海.土地利用动态变化研究方法探讨[J].地理科学进展,1999,18(1):81~87.
- [13] 邵景安,陈兰,李阳兵,等.未来区域土地利用驱动力研究的重要命题:尺度依赖[J].资源科学,2008,30(1):58~63.
- [14] 王济川,郭志刚. Logistic 回归模型[M].北京:高等教育出版社,2001.
- [15] 焦锋,秦伯强. GIS 支持下的小尺度土地驱动力研究——以宜兴市湖滏小流域为例[J].长江流域资源与环境,2003,12(3):205~210.

- [16] PONTIUS R Jr, Schneider L C. Land cover change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2001, (85): 239~ 248.
- [17] 魏 伟, 周 婕, 许 峰. 大城市边缘区土地利用时空格局模拟——以武汉市洪山区为例[J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15 (2): 174~ 179.

## FARMLAND CHANGES AND ITS DRIVING FORCES ANALYSIS BASED ON LOGISTIC REGRESSION MODEL IN HECHI, NORTHWESTERN GUANGXI ZHUANG AUTONOMOUS REGION

YU Rong-rong<sup>1,2,3</sup>, WANG Ke-lin<sup>1,2</sup>, YUE Yue-min<sup>1,2,3</sup>

(1. Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125, China;

2. Huanjiang Experimental Station of Karst Ecosystem, Chinese Academy of Sciences, Huanjiang 547100, China;

3. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** Land degradation has been quickly expanding in Hechi Region of northwestern Guangxi Zhuang Autonomous Region and results in the decreases of farmland and the limitation of agricultural development. Based on the Landsat TM remote sensing images and DEM data, and combined with socio-economic statistical data, spatial-temporal analysis and logistic regression model were employed to quantify the spatial and temporal changes of farmland and study its driving mechanism from 1952 to 2006 in 11 counties of Hechi, northwestern Guangxi. The spatial analysis indicated that the changes of total farmland areas had experienced four stages from 1952 to 2006: Rapid increase, fluctuant change, rapid decrease, and slow decrease. The spatial change rates were unbalanced as the farmland of the west part sharply decreased in latest 20 years, which was due to the dominant driving forces of policy effects. According to the results of Logistic regression, we extracted 7 explanatory variables associated with effects on the farmland distribution. The logistic regression models analysis of driving mechanism showed that altitude and population distribution were the most important driving forces, and then followed by slope I ( $0 \sim 5^\circ$ ), GDP, distance to main roads, distance to main towns. The explanatory variable of main driving force and the sensitivity of explanatory variable to farmland distribution probability were different from each county. The altitude, slope I ( $0 \sim 5^\circ$ ), and GDP were more sensitive to farmland distribution probability than the other explanatory variables. The spatial distribution probability of farmland in eastern part was greater than that in other parts of Hechi Region.

**Key words:** Guangxi Zhuang Autonomous Region; Karst; Farmland; Logistic Regression Analysis