

# 农户土地利用决策模型构建及影响因素分析

——以陕西省米脂县高西沟村为例

李芹, 陈海, 梁小英, 邱海军, 王国义

(西北大学 城市与环境学院, 陕西 西安 710127)

**摘要:** 环境或农业政策与农户行为之间的相互作用研究已经成为探讨农业生态系统可持续性的重要方法,通过构建决策模型(目标—方案—风险—决策模型, GPRD)对农户土地利用决策过程及其变化进行了探讨,并借助分层线性模型(HLM)软件,分析了研究区农户决策行为的影响因素。分析结果表明:(1)研究区兼业现象普遍,农业比较利益较低,作物种植以果树、土豆、玉米面积最大;(2)农户家庭特征及其地块与道路距离对研究区农户经济作物种植决策有重要的影响,粮食作物的种植决策主要受到地块自然条件的影响。

**关键词:** 农户决策; GPRD 决策模型; 分层线性模型; 高西沟

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2014)02-0234-06

中图分类号: F301.24

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2014.02.049

## Model Construction of Land Use Decision-making by Farm

### Households and Analysis of Its Influencing Factors

—A Case Study of Gaoxigou Village, Mizhi County, Shaanxi Province

LI Qin, CHEN Hai, LIANG Xiao-ying, QIU Hai-jun, WANG Guo-yi

(College of Urban and Environment, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710127, China)

**Abstract:** Analyzing the interactions between environmental or agricultural policies and farmers' behaviors has been widely considered to be very important for the sustainability of agro-ecosystems. Based on the economics theory, the goal—project—risk—decision (GPRD) model was constructed, and the process and change of the land use decision-making by farm household were revealed. With the help of hierarchical linear model(HLM) software, the farm households' landuse behaviors were analyzed. The conclusion is as follows: (1) The off-farm was widespread due to the lower comparative advantage of agriculture, and the majority crops were potato, corn and fruit tree. (2) The decision-making for cash crops was affected by the characters of farm household and the distance between parcels and roads, and for cereal crops, by the natural conditions.

**Keywords:** farm households' decision-making; GPRD model; hierarchical linear model; Gaoxigou village

揭示微观农户土地利用行为的变化,并分析其决策对宏观农业土地利用变化的影响,成为学者们关注的热点。通过构建农户决策模型模拟农户土地利用行为已成为学者们常用的方法之一<sup>[1-3]</sup>。目前,比较有代表性的模型包括经验统计模型,随机模型,优化模型,动态模拟模型,综合模型模拟,多层线性规划模型,神经网络模型,人工社会模型,多智能体模型(agent-based models)和 Logit 模型等<sup>[4-6]</sup>。这些模型大多通过统计回归方式,在影响因素间建立定量关

系,对决策的形成机理及其变化研究较少。因此,依据明晰的和具有良好激励机制的行为理论进行个体行为模拟,已成为揭示微观土地利用行为的关键问题之一<sup>[7-10]</sup>。

本研究以生态脆弱区典型村落——高西沟为研究区,以微观土地利用主体——农户为切入点,借鉴经济学理论构建“GPRD”农户决策模型,模拟生态脆弱区农户土地利用决策过程及其对研究区耕地集约利用的影响,为研究农户土地利用决策与土地集约空

收稿日期:2013-02-01

修回日期:2013-05-20

资助项目:国家自然科学基金项目“生态脆弱区土地集约利用模拟研究:以陕西省米脂县为例”(41271103),“生态脆弱区农户土地利用行为与农业景观格局的互动机理及模拟研究”(40901093);教育部人文社科项目(10YJC790017);陕西省教育厅基金项目(11JK0744)

作者简介:李芹(1987—),女(汉族),山东省肥城市人,硕士研究生,主要从事土地利用变化研究。E-mail:liqin87530@163.com。

通信作者:陈海(1971—),男(汉族),山西省侯马市人,博士,副教授,主要从事农业土地利用变化及农户行为的研究。E-mail:chw@nwu.edu.cn。

间格局变化的互动机理奠定基础。

## 1 研究区概况及数据处理

### 1.1 研究区概况

高西沟位于陕西省米脂县县城以北 20 km,无定河东岸金鸡河流域,有 40 座山和 21 条沟。属温带半干旱半湿润森林草原带,年均降雨量约 440 mm,降水量不足且年内变化大,降水高度集中在 7—9 月,约占全年降水量的 75%左右,多干旱和暴雨,水土流失严重。高西沟村共有农户 126 户(其中常住农户 80 户,包括 53 户种植户,27 户非种植户;搬迁及在外居住农户 36 户),总计 522 人,总土地面积 4 km<sup>2</sup>,总耕地面积 302.2 hm<sup>2</sup>;2012 年全村农民人均收入 16 061 元。高西沟 50 a 的水土保持治理过程,先后进行了 6 次大规模的退耕还林,水土保持工作取得了显著成效,被评为“退耕还林示范区”。

目前,研究区的土地利用状况朝着可持续方向发展,作物种植结构趋于多样化,主要作物类型有玉米,谷子,糜子,豆类,土豆,葱,果树等。高西沟农户拥有的耕地面积较小,劳动力冗余较多,大部分劳动力流向二三产业,35%的年轻劳动力将土地转给他人耕种,完全脱离农业生产,对这部分农户没有列入研究范围。

### 1.2 数据来源与研究思路

#### 1.2.1 数据来源

(1) 影像数据。航片(航片摄影比例尺为 1:3.5 万,绝对航高为 6 400 m,航摄仪类型为 RMKA,焦距为 153.039 mm,成像日期为 most recent time 2000 年 5 月),通过航片解译,结合实际 1:1 万高程图,制作研究区 DEM,获取研究区坡度,坡向等数据。并结合实际调研,获取道路信息,通过 ArcGIS 9.3 区域分析功能计算地块到道路的距离。

(2) 气象数据。米脂县 1952—2010 年 59 a 降水量数据来源于米脂县统计局。利用其计算降水变率,并依据实际情况对研究区降水进行分级。

(3) 农户数据。针对研究区 18~75 岁之间的常住农户进行调查,采用农户问卷调查和参与式农户评估方法,利用半结构访谈形式,与受访者进行交流,获得地块的土地利用信息、作物投入产出信息和农户家庭特征信息等。调查农户共 53 户,年龄在 75 岁以上的种植户有 4 户,未列入研究范围,获得有效问卷 42 份,占种植户的 86%。

1.2.2 研究方法 对农户决策模型的构建主要是借鉴经济学理论通过农户决策过程分析展开研究,通过理论分析与实际验证两个模块进行探讨。其中,理论

分析主要是以经济学理论为支撑对农户决策过程进行逐步分析,得出理论背景下农户的最终决策;实际验证主要通过研究区农户实际的劳动力配置和作物种植信息对理论模型进行验证。

## 2 农户决策模型的构建

决策者决策过程包括 4 步:确定决策目标(goal),找出选择方案(project),评估方案风险(risk),做出最后的决定(decision)。农业生产也属于经济活动,农户作为农业生产活动最终决策者,其决策行为也遵循这样的规律,本研究将农户决策过程定义为“GPRD”决策,通过该决策模型探究农户决策机理及其影响因素。

### 2.1 决策目标

决策首先要有明确的目标,农户是农业生产活动的决策者,决策过程中把追求自身收益最大化作为最终目的,农户收益公式定义为:

$$I = I_1 + I_2 \quad (1)$$

$$I_1 = PQ(L_1, E_1) - C(L_1, E_1) \quad (2)$$

$$I_2 = G(L - L_1, E - E_1) \quad (3)$$

$$I = PQ(L_1, E_1) - C(L_1, E_1) + G(L - L_1, E - E_1) \quad (4)$$

式中: $I_1$ ——从事农业活动的收益; $I_2$ ——其它经济活动的收益; $P$ ——农作物销售价格; $Q$ ——作物产量; $E$ ——总的耕地面积; $C$ ——资本投入; $L$ ——家庭劳动力数量; $G$ ——其他收益; $L_1$ ——家庭务农劳动力数量; $E_1$ ——耕地用于种植作物的面积。

通过公式计算可得,农户为实现收益最大化,必须要通过劳动力的合理配置实现,但是,农户是以家庭为生产单位进行农业活动的,所拥有的耕地面积是有限的,又存在农业人口与非农业人口的分别,农户进行决策时受到各方面条件的约束。

在进行收益最大化分析时,需作如下假定:(1) 家庭劳动力数量不变,设为  $N$ ,在现有的经济技术水平下,单位劳动力可种植的土地面积是一定的,假定每个劳动力可耕种的土地面积为  $M$ ,家庭务农劳动力为  $N$ ,总的土地面积为  $A$ ,应满足  $A < M \cdot N$ 。(2) 现实生产中农业个体的劳动生产率因为种植技术、家庭特征等的不同,作物产量及其农业总收入也不同;(3) 农业个体通过农业种植结构调整实现其种植业收益最大化;在此基础上,将总体和个体结合起来进行分析,在决策目标的指导下,农户会根据社会经济和自然条件来选择适合自己的选择方案。确定决策目标后就要根据决策目标选择可行性方案,选择合适的方案是决策目标能否实现的关键步骤。

## 2.2 选择方案

农户的生产决策并非是完全理性的,会受到各种条件的约束,在农业活动中农户决策时考虑到先满足自身粮食需要,在此基础上通过合理配置劳动力,优化粮食作物和经济作物的种植比例来实现收益最大化。农户可选择的决策方案主要涉及生计类型的选择,土地种植结构的选择两个方面。由公式(4)得出农户实现收益最大化的手段涉及到劳动力投入、土地要素投入两个变量的合理配置,农户在选择从事种植业与其它经济活动时,一般只需要考虑劳动力配置问题,涉及劳动力这一个决策变量。为实现最大化,需要对该公式求偏导数:

$$\partial I/\partial L_1 = P \cdot \partial Q/\partial L_1 - \partial C/\partial L_1 - \partial C/\partial L_1 = 0 \quad (5)$$

$$(P \cdot \partial Q/\partial L_1 = \partial G/\partial L_1)$$

式中: $P \cdot \partial Q/\partial L_1$ ——耕地种植活动中劳动的边际产品产值; $\partial G/\partial L_1$ ——农户向作物生产中每增加单位投入时所获得的净收益。农户为实现收益最大化就必须使用于耕地种植和用于从事其他经济活动的劳动力的边际收益相等。

而农户面临种植粮食作物与种植经济作物的选择时,必须对土地要素投入量做出选择,将农户的种植业收入描述为以土地投入量为自变量的一元线性函数:

$$I = \sum I_1(E_1) + \sum I_2(E - E_1) = \sum P_1 \cdot Q(E_1) + \sum P_2 \cdot Q(E - E_1) - C(E) \quad (6)$$

式中: $E_1$ ——用于种植粮食作物的耕地面积; $E - E_1$ ——用于种植经济作物的耕地面积; $P_1$ ,  $P_2$ ——代表粮食作物和经济作物销售价格; $Q_1$ ,  $Q_2$ ——各种粮食作物,经济作物的产量; $C$ ——种植作物的资金投入。农户种植业收入对粮食作物作物种植面积  $E_1$  的一阶导数为:

$$I'(E_1) = \sum P_1 \cdot dQ_1/dE_1 + \sum P_2 \cdot dQ_2/dE_1 + dC/dE_1 \quad (7)$$

该函数为一元一次函数,所以在该函数区间的边界点上取最大值,即  $E_1 = 0$  或  $E_1 = E$ 。

$$I(0) = [\sum P_2 \cdot Q_2(E)/E - C(E)/E] \cdot E$$

$$I(0) = \sum I_2(E) - C(E) = \sum P_2 Q_2(E) - C(E)$$

$$= (\sum P_2 \cdot UQ_2 - UC) \cdot E$$

$$= UI_2 \cdot E \quad (8)$$

式中: $UQ_2$ ——经济作物单位面积产量; $UI_2$ ——经济作物单位面积收益。

$$I(E) = \sum I_1(E) - C(E)$$

$$= \sum P_1 Q_1(E) - C(E) = UI_1 E \quad (9)$$

$I(0)$ 与  $I(E)$ 的大小取决于作物单位面积利润,如  $UI_2 > UI_1$  则在点 0 处取得最大值,即农户耕地全

部用于种植经济作物的收益最高。如  $UI_2 < UI_1$ , 则在点  $E$  处取得最大值,即农户耕地全部用于种植粮食作物的收益最高。

## 2.3 风险评估

任何一个方案都存在一定的风险,决策过程中需要针对可选方案进行风险评估,对于农业生产活动来讲,风险主要包括自然风险和人为风险两方面,农户的生计类型选择和种植方案都存在风险,需要决策者深入分析。

2.3.1 生计类型选择风险 研究区农业比较利益较低,农业生产活动中,农村家庭务农劳动力剩余较多,劳动力大量流向二三产业。将研究区调研农户按照务农劳动力与打工人数量的比例,非农收入占总农业收入的比重原则划分为不同农户类型,不同类型农户劳动力务农机会成本为:

$$Y = O \cdot W \quad (O = l/L) \quad (10)$$

式中: $W$ ——指不同类型劳动力务工日均工资; $O$ ——不同农户类型劳动力平均务农机会; $l$ ——家庭中从事农业生产的劳动力数量; $L$ ——家庭总劳动力数量。

农户的分类借鉴现有的研究成果并结合本研究的需要,对农户类型划分采纳两个指标:一是非农收入占总收入的比重,二是农户非农劳动投入数量占总劳动数量投入的比重。将农户分为 4 种类型:纯农业型(非农收入占家庭总收入的比重少于 30% 的农户)、农业主导型的兼业户(非农收入介于 30%~60%),非农主导的兼业户(非农收入占家庭总收入介于 60%~80%),非农业型(非农收入占总收入的比重大于 80%)。不同农户类型之间劳动力务农机会成本存在很大差异(表 1)。由表 1 可知,研究区劳动力务农机会成本较高,且不同农户类型劳动力务农机会成本差距较大。种植户劳动力务农机会成本最高达到 34.782,与打工农户之间差距较大。

表 1 农户类型划分

| 农户类型   | 务农劳动力/打工人数( $L'$ ) | 非农收入占比重( $I'$ )     | 劳动力务农机会成本 |
|--------|--------------------|---------------------|-----------|
| 纯农业    | $L' > 0.5$         | $I' < 0.3$          | 34.782    |
| 农业主导兼业 |                    | $0.3 \leq I' < 0.6$ | 20.289    |
| 非农主导兼业 | $L' \leq 0.5$      | $0.6 \leq I' < 0.8$ | 18.965    |
| 非农业型   |                    | $I' > 0.8$          | 17.147    |

2.3.2 作物种植决策风险 农户农业生产和经营都比较特殊,在生产活动中,农户成为承担风险的主体,直接面对自然灾害,市场和政策等多重风险的冲击<sup>[10-13]</sup>。农户在追求利润最大化的同时,还要避免社

会风险的冲击。旱灾是研究区农业生产中面临的重要的自然风险,该区有“十年九旱”的说法,农户根据多年的生产经验,对于农作物在不同的自然状态下,产量变化有比较全面的预测。本研究引用期望值决策分析方法<sup>[14]</sup>计算农户的作物种植决策风险(暂不考虑农地弃荒与流转决策风险),以对不同作物类型种植优先顺序进行排序。将其定义为数学期望值,农户对作物种植的选择以看作离散型随机变量  $X$ ,其数学期望值为:

$$E(X) = \sum_{i=1}^n x_i P_i \quad (11)$$

式中: $X_i$ ——随机变量  $X$  的各个取值( $i=1, 2, \dots, n$ );  $P_i$ —— $x=x_i$  的概率,即  $P_i=P(x_i)$ ,期望值决策方法就是计算各方案的期望益损值,并以此为依据,选择平均收益最大化的方案作为最佳决策方案。

表 2 研究区降水分级

| 状态  | 降水变率          | 频数 | 频率   |
|-----|---------------|----|------|
| 极旱年 | -0.721~-0.423 | 1  | 0.02 |
| 旱年  | -0.423~-0.125 | 13 | 0.27 |
| 平年  | -0.125~0.173  | 23 | 0.47 |
| 湿润  | 0.173~0.471   | 9  | 0.18 |
| 极湿润 | 0.471~0.769   | 3  | 0.06 |

农作物种植方案  $B$  包括: $B_1$ (玉米)、 $B_2$ (谷子)、 $B_3$ (豆子)、 $B_4$ (土豆)、 $B_5$ (大葱)、 $B_6$ (果树);将降水条件划分为:极旱年( $S_1$ )、旱年( $S_2$ )、平年( $S_3$ )、湿润( $S_4$ )、极湿润年( $S_5$ );决策方案  $B_i$  在  $S_j$  状态下的收益值  $A_{ij}$  看作随机变量的取值。将米脂县 1952—2010 年 59 a 的年降水量进行汇总,计算年降水变率,计算公式为:

$$Q = (R_i - R) / R \times 100\% \quad (12)$$

式中: $R_i$ ——第  $i$  年实际降水量( $i=1, 2, \dots, n$ );  $R$ ——年平均降水量。根据年降水变率(表 2),将降水分 5 个等级( $S_1$  极旱年,  $S_2$  旱年,  $S_3$  平年,  $S_4$  湿润年,  $S_5$  极湿润年),状态概率为: $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$ 。决策方案  $B_i$  在  $S_j$  状态下的收益值  $A_{ij}$  看做随机变量的取值。

根据表 3 可知,果树,土豆,大葱产值都比较高,粮食作物中玉米的产值较其它作物高。

#### 2.4 农户决策分析

研究区农业比较利益较低,农户决策时,会倾向于打工,务农劳动力数量较少,考虑到自身的生存需求和年龄因素,不同农户对生计类型选择上会做出不同的考虑,通过劳动力的合理配置在作物种植与打工之间进行抉择,实现自身效用最大化。结合田玉军,

李秀彬<sup>[15-16]</sup>的研究,农户拥有土地面积大,质量好,户主年龄偏大,家庭劳动力数量较多的农户偏向于农业种植活动。相反,土地面积小,质量差,户主年龄偏小的,家庭消费较大而劳动力少的农户会偏向于选择打工,土地荒弃或者转让给其它农户种植。土地资源有限,家庭劳动力数量相对充裕的农户选择兼业,在农业生产中倾向于选择劳动生产率高的作物,土地种植结构比较单一。研究区农户种植果树,土豆产值较高,面临的风险小,粮食作物中种植玉米收益较高。研究区农户退耕还林政策之后,耕地面积减少,农户拥有的土地数量减少,为最大化自身收益,农户倾向于兼业生产。根据实际问卷调查资料的整理,研究区有 85.7% 的农户家庭务农劳动力为两人,11.9% 的家庭务农劳动力为 1 人,劳动力数量投入都不多,兼业现象严重。由表 4 可知,各类型农户特点表现为:(1) 研究区纯农户数量最少,户主平均年龄最大。结合实际调查,高西沟村以务农为生的农户主要是年龄较大或是身体健康状况欠佳的,这类型农户作物种植主要是为满足自身粮食需求,在决策方面较为保守。(2) 以农为主的兼业农户以土地为维持生计的主要手段,一般占有较多的土地,在种植过程中趋向于多样化种植,对劳动力的安排采用农闲时间外出打工,农忙时节回家种地方式。以非农为主的兼业户数量最多,这类型农户户主年龄较小,大部分时间,大部分劳动力外出打工,土地较少,难以形成规模经营。(3) 非农户可以分为两类:一类是年轻家庭,孩子较小,在县城上学,父母陪读。一类是中老年家庭,有较稳定的可观的非农收入,一般将土地交给亲友种植,自己只留一部分土地或者是全部转让。

表 3 不同作物类型益损值

| 状态 | 极旱年   | 旱年    | 平年    | 湿润年   | 极湿润年  | 益损值   |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 概率 | 0.02  | 0.29  | 0.46  | 0.19  | 0.05  |       |
| 玉米 | 400   | 600   | 800   | 650   | 500   | 679   |
| 谷子 | 300   | 400   | 500   | 450   | 350   | 442   |
| 豆子 | 300   | 400   | 500   | 450   | 400   | 444   |
| 土豆 | 1 200 | 1 750 | 2 450 | 2 000 | 1 000 | 2 029 |
| 大葱 | 1 000 | 1 500 | 2 000 | 1 500 | 800   | 1 655 |
| 果树 | 1 600 | 2 000 | 2 500 | 1 800 | 1 000 | 2 100 |

表 4 研究区不同农户类型特点

| 农户类型   | 总计/户 | 平均年龄 | 平均土地面积/hm <sup>2</sup> | 打工人数(人/户) | 非农收入比例  |
|--------|------|------|------------------------|-----------|---------|
| 纯农户    | 10   | 61.6 | 0.48                   | 0         | ≤30%    |
| 农业主导兼业 | 11   | 54.0 | 0.77                   | 1.2       | 30%~60% |
| 非农主导兼业 | 14   | 50.0 | 0.62                   | 1.5       | 60%~80% |
| 非农户    | 12   | 56.8 | 0.41                   | 2.0       | ≥80%    |

根据“GPRD”模型理论,农户的耕地利用过程中会更偏爱于产值较高的作物类型,研究区 2012 年作物种植面积由多到少的顺序为:果树>土豆>玉米>谷子>葱、豆子,玉米属于粮食作物,农户在生产决策时首先会考虑到满足自身粮食需求,饲养家畜也需要一定的粮食储备。虽然种植玉米的收益不高但是维持基本的生活需要,农户需要种植玉米。葱的产值也较高,但是研究区葱种植面积较少,在调研过程中针对农户是否有意向改变种植结构,调查资料表明,研究区葱的种植面积较少是因为退耕还林政策后农户拥有的土地面积较少,种葱的投入比较高,管理复杂。农户倾向于保持传统的种植习惯,决策较为保守。

### 3 农户决策影响因子分析

农户种植决策问题涉及到地块的自然属性,也与农户的家庭特征相关,涉及到多层数据结构,在研究中选用多层线性模型对高西沟村农户种植土豆和玉米的行为进行分析,多层线性模型(hierarchical linear models, HLM)是适用于分析具有嵌套结构数据的一种统计分析方法,该模型能够有效地解决组织效应的求解问题<sup>[17-21]</sup>。多层线性模型处理分层数据的原理,先以第一层的特征变量建立回归方程,然后把该方程中的截距和斜率作为因变量,使用第二层数据中的特征变量作为自变量进行二次回归,基本形式为:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{ij} + \gamma_{ij} \quad (13)$$

$$(\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}\omega_j + \mu_{0j})$$

运用 HLM 软件,以果树,土豆和玉米为例,建立决策的二元伯努利模型,模型为:

一层模型:  $Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{elevation}) + \beta_{2j}(\text{slope}) + \beta_{3j}(\text{aspect}) + \beta_{4j}(\text{distance}) + \gamma_{ij}$  (14)

二层模型:  $\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{age}) + \gamma_{02}(\text{education}) + \gamma_{03}(\text{labor}) + \gamma_{04}(\text{area}) + \mu_{0j}$  (15)

$(\beta_{1j} = \gamma_{10}, \beta_{2j} = \gamma_{20}, \beta_{3j} = \gamma_{30}, \beta_{4j} = \gamma_{40})$

混合模型:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{age}) + \gamma_{02}(\text{education}) + \gamma_{03}(\text{labor}) + \gamma_{04}(\text{area}) + \beta_{1j}(\text{elevation}) + \beta_{2j}(\text{slope}) + \beta_{3j}(\text{aspect}) + \beta_{4j}(\text{distance}) + \mu_{0j} + \gamma_{ij} \quad (16)$$

注:  $r_{0j}$ ——一层模型相关系数;  $\beta_{ij}$ ——二层模型相关系数;

根据组内相关系数值可知(表 5),选择种植土豆的决策行为有大概 19%是由农户层次之间的差异引起的,果树种植决策的差异 13.7%是由农户层次产生的,玉米为 20%。

根据分析结果可知,果树主要是种植在与道路距离较近,高程较高的地块上,因为高西沟的地块多是梯田,地块之间的道路属于环山小路,宽度不足 2 m,大型交通工具使用难度较大,而土豆,果树的产量较高,运输困难,所以,农户一般选择距离道路较近的地块进行土豆种植。土豆是耐旱作物,农户倾向于选择高程相对高的地方种植耐旱作物;而果树是喜低温干燥,喜光植被,果树的种植与地块的高程成正相关,与坡向呈显著的负相关。玉米种植与地块的坡向及其到道路距离呈极显著的负相关,与高程呈负相关。原因在于玉米对于光照,水分的要求较高,研究区玉米大部分种植在水分相对充足的坝地上,坡向基本上都为-1,所以分析结果会显示出与坡向的极显著负相关。

表 5 两层模型模拟组内相关系数

| 随机效应        | 土豆         |          | 果树       |           | 玉米         |          |
|-------------|------------|----------|----------|-----------|------------|----------|
|             | 农户层次       | 地块层次     | 农户层次     | 地块层次      | 农户层次       | 地块层次     |
| 标准偏差        | 0.092 73   | 0.395 74 | 0.071 27 | 0.447 91  | 0.082 31   | 0.323 09 |
| 方差分量        | 0.008 60   | 0.156 61 | 0.005 08 | 0.200 62  | 0.006 78   | 0.104 39 |
| 方差 $\chi^2$ | 113.505 74 |          |          | 86.931 06 | 132.159 04 |          |
| 显著性 $p$     | <0.001     |          |          | 0.004 10  | <0.001     |          |
| 组内相关系数      | 0.189 84   |          | 0.137 27 |           | 0.203 03   |          |

表 6 两层模型模拟结果

| 不同层次 | 影响因素                 | 土豆           | 果树          | 玉米           |
|------|----------------------|--------------|-------------|--------------|
| 地块层次 | 坡度 $\gamma_{20}$     | 0.004 466    | 0.014 40*   | -0.007 60    |
|      | 与道路距离 $\gamma_{30}$  | -0.568 000** | -0.003 35** | -0.001 26*** |
|      | 坡向 $\gamma_{40}$     | 0.007 096    | -0.005 32** | 0.019 10***  |
| 农户层次 | 户主年龄 $\gamma_{01}$   | -0.004 79*   | -0.002 12*  | -0.005 58    |
|      | 户主文化程度 $\gamma_{02}$ | -0.016 41    | 0.015 5     | 0.010 34     |
|      | 劳动力数量 $\gamma_{03}$  | 0.042 66**   | 0.042 66**  | 0.004 53     |
|      | 耕地面积 $\gamma_{04}$   | 0.035 19*    | 0.035 19    | -0.003 9     |

注: \*  $p < 0.05$ (显著相关), \*\*  $p < 0.01$ (高显著相关), \*\*\*  $p < 0.001$ (极高显著相关)。

农户的家庭特征也影响到农户的种植决策,根据模拟结果可以看出(表6),种植土豆,果树与户主的年龄,受教育程度,家庭总人口,家庭劳动力数量都具有一定的相关性,农户种植土豆,果树与户主年龄呈现显著的负相关,与家庭劳动力的数量呈显著正相关关系。土豆和果树都是劳动密集型作物,农户家庭劳动力越多,种植土豆,果树的可能性越大,玉米与农户的家庭特征没有明显的相关关系。

## 4 结论

(1) 构建的 GPRD 模型能够很好地解释研究区农户的作物种植决策行为,高西沟村农户对劳动力及作物种植的不同配置方案,农户兼业现象普遍,农业主导型农户较少,农业比较利益较低;作物种植结构以果树,土豆,玉米为主,种植经济作物经济效益相对较高,农户决策行为遵循效用最大化理论。

(2) 高西沟村玉米种植决策主要受地块自然条件的影响,地块的坡度,高程,坡向及其与道路距离都不同程度地影响农户经济作物种植决策。农户家庭特征对农户经济作物种植决策行为具有重要的影响,其中劳动力数量影响最为明显。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 陈海,杨维鸽. 基于 Multi-Agent System 的多尺度土地利用变化模型的构建及模拟[J]. 地理研究,2010,29(9): 1519-1527.
- [2] 田梓文. 基于神经网络模型的土地利用变化模拟[D]. 山东 青岛: 山东科技大学,2005.
- [3] 黎夏,叶嘉安. 基于神经网络的元胞自动机及模拟复杂土地利用系统[J]. 地理研究,2005,24(1): 19-27.
- [4] 侯西勇,常斌,于信芳. 基于 CA-Markov 的河西走廊土地利用变化研究[J]. 农业工程学报,2004,20(5): 286-291.
- [5] 杨维鸽. 基于 CA-Markov 模型和多层次模型的土地利用变化模拟和影响因素研究[D]. 陕西 西安: 西北大学,2010.
- [6] 高海东,陈海. 基于博弈论的农户尺度土地利用变化研究[J]. 干旱地区农业研究,2009,27(5): 254-257.
- [7] 杨志武,钟甫宁. 农户生产决策研究综述[J]. 生产力研究,2011,11(9): 209-212.
- [8] 西爱琴. 农户生产经营风险决策与管理对策研究:以浙江、湖北和陕西农户为例的实证分析[D]. 浙江 杭州: 浙江大学,2006.
- [9] 蔡基宏. 基于农户模型的农民耕作行为分析[D]. 福州 福建: 福建师范大学,2005.
- [10] 胡豹. 农业结构调整中农户决策行为研究:基于浙江、江苏两省的实证[D]. 浙江 杭州: 浙江大学,2004.
- [11] 高海东,陈海. 基于博弈论的农户尺度土地利用变化研究[J]. 干旱地区农业研究,2009,27(5): 25-44.
- [12] 王鹏,黄贤金. 生态脆弱地区农业产业结构调整与农户土地利用变化研究:以江西省上饶县为例[J]. 南京大学学报:自然科学版,2003,39(6): 815-817.
- [13] 马小勇. 中国农户的风险规避行为分析:以陕西省为例[J]. 中国软科学,2006,2(2): 22-25.
- [14] 殷焕武,张铁山. 期望值优化法在项目风险决策中的应用[J]. 技术经济与管理研究,2006,2(2): 59-60.
- [15] 田玉军,李秀彬. 农业劳动力机会成本上升对农地利用的影响:以宁夏回族自治区为例[J]. 自然资源学报,2009,24(2): 369-378.
- [16] 陈瑜琦,李秀彬. 劳动力务农机会成本对农户耕地利用决策的影响:以河南省睢县为例[J]. 地理科学进展,2010,29(9): 1067-1073.
- [17] 唐洁. 水稻二化螟灾变风险分析多水平模型研究[D]. 浙江 杭州: 浙江大学,2006.
- [18] 张风雨,王海东. 多水平模型及其在人口科学研究中的应用[J]. 中国·人口科学,1995, 51(6): 1-7.
- [19] 盖笑松,张向葵. 多层线性模型在纵向研究中的应用[J]. 心理科学,2005,28(2): 429-431.
- [20] 杨维鸽,陈海. 基于多层次模型的农户土地利用决策影响因素分析:以陕西省米脂县高西沟村为例[J]. 自然资源学报,2010,25(4): 647-652.
- [21] 宋佳楠,金晓彬. 基于多层模型的耕地集约利用对粮食生产力贡献度分析:以内蒙古自治区为例[J]. 资源科学,2010,32(6): 1161-1167.