

黄土沟壑区小流域土地利用变化及驱动力分析

李志^{1,2}, 刘文兆^{1,3}, 杨勤科^{1,3}, 梁伟^{1,3}, 李双江^{1,2}, 甘卓亭^{1,2}, 王锐^{1,2}, 王兵^{1,2}
(1 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100 2 中国科学院研究生院, 北京 100039
3 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 小流域综合治理是黄土高原减少土壤侵蚀和发展经济的成功经验。作为黄土高原沟壑区的典型代表, 王东沟流域的土地利用变化反映了流域治理的过程。利用其 1986、1994 和 2004 年的土地利用数据, 研究了该区 18 a 间的土地利用变化规律, 探究土地利用变化的驱动力, 并使用 GM (1, 1) 灰色模型对王东沟流域未来的土地利用变化趋势进行了分析。结果表明: 1986~2004 年间王东沟流域各土地利用类型变化的面积大小依次是农地 > 果园 > 林地 > 非生产地 > 草地, 就土地利用类型的变化速度而言, 依次为果园 > 农地 > 林地 > 非生产地 > 草地; 以 1994 年为界将 1986~2004 年划分为两个时期, 两个时期的土地利用变化规律有所不同; 利用矢量图叠加, 发现 1994~2004 年流域 45.48% 的土地发生了土地类型的变化, 土地利用变化类型主要有 9 种, 农地转出的类型和林地转入的类型占多数; 社会经济驱动、人为积极治理和政策导向是王东沟流域土地利用变化的主要驱动力; GM (1, 1) 趋势分析表明在今后一段时间内, 影响因子不变的前提下, 果园面积仍有增加趋势, 农地面积需要进行人工调控以保持一定的规模。

关键词: 王东沟流域; 土地利用; 动态变化; 驱动力 GM (1, 1)

中图分类号: S29

文献标识码: A

土地利用/覆被变化 (LUCC) 是全球环境变化的重要组成部分和主要原因之一^[1-3]。由于涉及到自然与人文领域的诸多问题, 自 20 世纪 90 年代以来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^[4-12]。以小流域为单元的综合治理与开发, 是近年来治理黄土高原水土流失、发展黄土高原经济的新形式, 是我国流域治理的成功经验。

王东沟流域是黄土高原沟壑区的典型代表, 1984 年以来在流域综合治理方面取得显著成就, 对于流域植被恢复和当地土地利用调整做出了重要的贡献^[13-15]。鉴于土地利用变化是生态环境建设的重要反映, 本文以王东沟流域的土地利用数据为基础, 对 1986~2004 年土地利用变化规律进行研究, 并在此基础上探讨其变化驱动力、预测其土地利用的未来发展趋势, 旨在揭示其变化的主要类型和区

域方向, 总结生态环境建设的经验与不足, 以期能为该地区的土地利用规划和生态环境建设提供科学依据, 为进一步的土地利用变化监测、模拟和预测奠定基础。

1 研究区选择与研究方法

1.1 研究区概况

王东沟流域位于黄土高原中南部陕西省长武县洪家镇王东村, 35°4'N, 107°4'E, 海拔 940~1220 m。系中国科学院水利部水土保持研究所设在黄土高原沟壑区的野外试验站所在地。属暖温带半湿润大陆性季风气候, 年均降水 584 mm, 年均气温 9.1℃, 无霜期 171d, 地下水埋深 50~80 m, 属典型的旱作农业区; 地貌属高原沟壑区, 塬面和沟壑两类

收稿日期 (Received date): 2005-09-12; 改回日期 (Accepted): 2005-11-20.

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金重大研究计划项目 (90202011) 与中科院知识创新工程领域前沿项目资助。[Foundation Item: Great fund for research project of National Science Foundation No. 90202011; CAS Innovation Program.]

作者简介 (Biography): 李志 (1978-), 男, 山东临沂人, 博士生, 主要从事全球变化、流域水文生态方面的研究。[Li Zhi (1978-), male, from

Linyi City, Shandong Province, doctoral student, majors in global change and hydrological ecology of watershed]

地貌单元各占 35% 和 65%，地带性土壤为黑垆土，质地均匀疏松。试区为黄土高原沟壑区的典型代表^[7]。王东沟流域总土地面积 6 3 km²，但是前期基于王东沟流域的研究都是在国家“七五”、“八五”科技攻关项目“长武高塬沟壑区建立高效生态经济系统的综合技术研究”的基础上进行的，其对于土地利用的调查和研究范围包括王东沟流域，回朝沟和白杨沟的各一半，总土地面积达到 8 3 km²。为了能够对其土地利用变化进行比较，本文研究中王东沟流域也是相同的范围。

1.2 研究方法

数据来源于王东沟流域的历次土地利用调查，1986年没有土地利用图，数据来源于文献，1994年和 2004年的数据均来自于土地利用图，其中 1994年数据是由 TM 影像解译获得，主要是通过航片解译判读进而建立 GIS 支撑下的空间数据库生成；2004年数据来源于实地调查，通过实地调查手工绘图后，再进行计算机绘图，进而建立 GIS 支持的空间数据库。

首先对王东沟流域 18a 间的土地利用数据进行分析，总结出动态变化规律；进而将 1994和 2004年两期土地利用矢量图进行叠加，产生王东沟流域 1994~ 2004年的土地利用变化图，并对叠加图空间属性数据进行采集，以采集到的数据为基础构建 1994~ 2004年的土地利用转移矩阵，研究土地利用的时空动态变化；并在此基础上探讨其驱动因素，最

后用 GM (1, 1) 灰色预测模型对王东沟流域未来土地利用变化的趋势进行探讨。

在土地利用类型的选取上，王东沟流域的土地利用主要以农地、林地、果园和草地为主；其次为居民地、道路和难利用地等其他一些土地利用类型，本文将其合并为一个土地利用类型——非生产地，以农地、林地、果园、草地和非生产地五个一级土地类型作为该区土地利用分类标准。

2 结果与分析

2.1 土地利用变化面积

区域土地利用面积变化，体现在不同土地利用类型的总量变化上^[9]，可反映区域土地利用总体变化趋势和土地利用结构变化信息。

利用表 1 对王东沟流域土地利用数据分别进行统计分析，得出图 1 的结果，可以看出王东沟流域 1986~ 2004 的 18 a 间土地利用类型变化的总体趋势：(1) 果园用地和林地大幅度上涨，分别增加 226. 7 hm²和 88. 8 hm²，面积百分比分别增加 27. 31% 和 10. 7%；(2) 农地大幅度减少，减幅达到了 254. 1hm²，占 1986 农地面积的 63. 3%；(3) 非生产地面积也有所减少，面积百分比减少 7. 71%，草地面积变化不大。由表 1 可知，1986~ 2004 年王东沟流域各土地利用类型的变化面积大小依次是农地 > 果园 > 林地 > 非生产地 > 草地。

表 1 王东沟流域 1986、1994 和 2004 年土地利用结构变化

Table 1 Structure change of individual land use in 1986 1994 and 2004

土地利用类型	1986		1994		2004	
	面积 (hm ²)	比例 (%)	面积 (hm ²)	比例 (%)	面积 (hm ²)	比例 (%)
农地	401.5	48.36	338	40.72	147.4	17.76
林地	165.9	19.98	242.2	29.18	254.7	30.68
草地	98.1	11.82	37.3	4.49	100.6	12.12
果园	13.8	1.66	118.5	14.27	240.5	28.97
非生产地	150.9	18.18	94.1	11.33	86.9	10.47

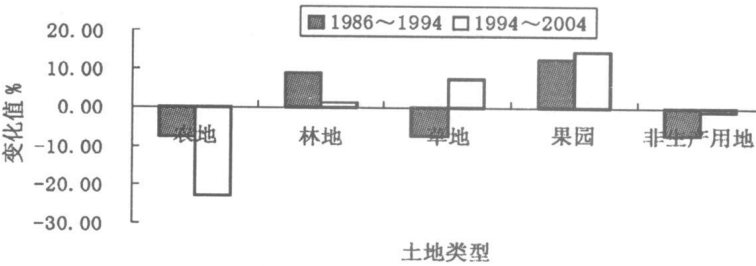


图 1 1986~ 1994 年、1994~ 2004 年间土地利用动态变化 (以各土地利用类型占总面积的百分比差值来表示)

Fig 1 Dynamic change of land use during 1986~ 1994 and 1994~ 2004

以 1994 年为界线将王东沟流域 18 a 间的土地利用变化分成 1986~ 1994 和 1994~ 2004 年两个时间段: (1) 1986~ 1994 年以果园增加和草地减少为主。果园增幅最大达到 104.7 hm², 面积百分比增加 12.61%, 其次为林地增加了 9.2%; 草地、农地和非生产用地都有所减少, 其中草地减少幅度最大达到 7.32%。(2) 1994~ 2004 年以果园和草地增加为主, 2004 年比 1994 年分别增幅 14.7% 和 7.62%; 其次为农地减少, 减少幅度达到 22.96%; 林地和非生产用地变化不大。(3) 两个时间段中, 农地、林地、果园和非生产用地具有相同的发展趋势, 不同的只是其变化幅度的大小; 但是草地具有不同的发展趋势, 1986~ 1994 年间减少而 1994~ 2004 年间增加。

2.2 土地利用变化速度

区域土地利用变化的速度可以利用动态度进行定量描述。目前, 土地利用动态度又可以简单划分为单一土地利用动态度和综合土地利用动态度。其中, 综合土地利用动态度需要进行空间变迁分析, 本文未作分析。而单一土地利用动态度可定量描述区域一定时间范围内某种土地利用类型变化的速度, 可提供土地利用变化的区域差异和预测未来土地利用变化趋势。单一土地利用动态度通常用年变化率来表征^[10-12]。其公式为

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a \times T} \times 100\%$$

式中 K 为 T 时段内某种土地利用类型动态度, U_b 、 U_a 分别为研究期末和期初某种土地利用类型的数量。

利用公式和表 1 对王东沟流域土地利用的变化速度进行统计分析得到表 2 的结果, 可以看出: (1) 1986~ 2004 年间, 土地利用年变化率最大的是果园, 达到 91.28%; 草地的年变化率较小, 其他土地利用类型的年变化率大致相当; 各土地利用类型年变化率大小依次为果园>农地>林地>非生产地>草地。(2) 1986~ 1994 年间, 各土地利用类型的年变化率都相对较高, 其中果园增加最快, 年变化率达到 94.82%; 各土地利用类型变化速度依次为果园>草地>林地>非生产地>农地。(3) 1994~ 2004 年间, 草地和果园年变化率最大, 分别达到 16.97% 和 10.3%, 林地变化速度最小, 仅有 0.51%; 各土地利用类型变化速度依次为草地>果园>农地>非生产地>林地。

2.3 近 10 年土地利用变化类型

由于本研究只获得了 1994 年和 2004 年的两期土地利用图, 因此对于土地利用转移变化的研究也是在这 10 a 间进行的。将 1994 年和 2004 年两期土地利用图进行叠加, 并经过统计得到 1994~ 2004 年的土地利用转移矩阵如表 2。由转移矩阵可知, 10 年来, 约占总面积 54.52% 的图斑没有发生变化, 而其余约 45.48% 的土地发生了利用方式的变化, 主要体现为 9 种形式, 根据面积大小依次为: 农地转化为果园、农地转化为草地、林地转化为草地、非生产地转化为林地、农地转化为林地、农地转化为非生产地、林地转化为果园、果园转化为林地、草地转化为林地(表 3)。

表 2 王东沟流域 1994~ 2004 年土地利用转移矩阵 (hm²)

Table 2 Land use/cover change matrix from 1994 to 2004 in Wangdonggou watershed

土地类型	农地	林地	草地	果园	非生产地	1994
农地	129.6	26.2	42.7	117.9	21.7	338.0
林地	6.1	174.3	29.1	20.9	11.8	242.2
草地	2.9	12.0	16.9	3.3	2.2	37.3
果园	3.4	13.6	7.0	87.5	6.9	118.5
非生产地	5.3	28.6	5.0	10.9	44.3	94.1
2004	147.4	254.7	100.6	240.5	86.9	830.2

从表 3 可以知道, 王东沟流域土地利用变化幅度大, 而且类型复杂。在变化幅度上, 研究区 45.48% 的土地发生了土地类型的变化; 在变化类型

上, 农地转出的类型和林地转入的类型占多数, 农地转出的用途为果园、草地、林地和非生产地等, 转入林地的入地类型有农地、非生产地、草地、果园等。

表 3 王东沟流域土地利用变化的主要类型面积统计
Table 3 Major land use changes in Wangdonggou watershed

土地利用变化类型	变化面积 (hm ²)	占总面积 百分比 (%)
农地转化为果园	117.9	14.2
农地转化为草地	42.7	5.14
林地转化为草地	29.1	3.50
非生产地转化为林地	28.6	3.44
农地转化为林地	26.2	3.15
农地转化为非生产地	21.7	2.61
林地转化为果园	20.9	2.51
果园转化为林地	13.6	1.64
草地转化为林地	12.0	1.45

2.4 土地利用动态变化原因分析

2.4.1 社会经济因素驱动

在各土地利用类型中,农地变化起关键作用,大量的专著及学术论文以农地利用变化为切入点来研究区域土地利用变化的驱动因素。由于王东沟流域的土地利用变化以农地和果园的变化最为显著,本文选取人口(X_1)、人均产粮(X_2)、农业总产值(X_3)、农业纯收入(X_4)、果业总产值(X_5)、果业纯收入(X_6)、粮食总产量(X_7)等社会经济指标来研究长武土地利用变化的驱动因素。

利用以上7个因子与农地面积(Y_1)进行逐步回归分析得到

$$Y_1 = 757.095 - 0.196X_1 - 0.021X_5$$

($R^2 = 1$, 通过了 1% 的显著性检验)

可以看出人口和果业总产值变化与王东沟流域农地变化关系密切,农地面积与人口和果业总产值呈现负相关,表明人口增加导致的非农用地增加和果园侵占农地是影响王东沟流域农地面积变化的主要原因。

近年来,王东沟流域果园面积猛增,果业已成为王东沟流域现金的重要来源。1990年果园占地面积比例仅有9%,但是所创造的产值已经是占地40%的种植业产值的50%。正是由于经济利益的驱动,王东沟流域果园面积大幅度增加,1986~2004年间年变化率达到90.68%,并且出现了一个趋势就是“苹果上塬”,塬面上大量农地转化为果园,这使得王东沟流域的土地利用格局发生重大变化,农地和果园的重心向西北方向(塬面)迁移而林地和草地向东南方向(沟壑区)迁移。

2.4.2 人为积极治理和政策导向

利用以上7个因子与果园面积(Y_2)进行逐步回归分析得到

$$Y_2 = -242.526 + 0.405X_7 + 1.093X_6$$

($R^2 = 1$, 通过了 1% 的显著性检验)

可以看出,果园面积增加与粮食总产量并没有呈负相关的趋势,表明农地单产提高,这与人为积极管理有密切关系。

由于果业对于增加收入有重要作用,政府扶持力度很大,果园面积增加并导致农地减少;农地持续减少,人们更加注重精耕细作,粮食单产提高;在王东沟流域建站以来,一直致力于水土流失治理和生态环境建设,林地面积不断增加,其间草地面积在1986~1994年间曾减少,但是在1994~2004年间特别是在党中央提出“再造一个山川秀美的大西北”的生态环境建设战略之后又有所增长。

2.5 土地利用动态变化趋势分析

土地利用变化趋势的分析方法很多,本文采用灰色系统动态建模GM(1,1)进行模拟预测,根据土地利用系统累加性特点,各土地利用类型相对相互独立,可分别对不同的利用类型进行拟和分析。选用的具体模型为GM(1,1)模型,称为单序列一阶线性动态模型。

根据1986~2004年土地利用详查数据及变更调查数据,采用上述灰色系统模型GM(1,1),进行模拟得到农地、林地、草地、果园和非生产用地的预测方程(单位:hm²)

$$\begin{aligned} \text{农地: } X^1_{(t+1)} &= -1399.905473e^{-0.318039t} + 1801.405473 \\ \text{林地: } X^1_{(t+1)} &= 16529.450694e^{0.014683t} - 16363.550694 \\ \text{草地: } X^1_{(t+1)} &= 19.949213e^{0.677088t} + 78.150787 \\ \text{果园: } X^1_{(t+1)} &= 71.813302e^{0.621459t} - 58.013302 \\ \text{非生产用地: } X^1_{(t+1)} &= -752.429154e^{-0.169799t} + 903.329154 \end{aligned}$$

根据以上预测方程,分析今后一段时期内王东沟流域土地利用变化情况,可以看出,耕地和非生产用地仍有减少趋势,并且幅度将加大;果园、林地和草地仍有增加趋势,林地将以大致相同的幅度增加,而果园和草地则以更大的幅度增加。耕地持续减少,将更加激化人地矛盾,并导致土地资源肆意掠夺和开发,破坏原有生态平衡,造成环境进一步恶化。果园如果盲目发展,会产生乱占耕地的现象。

上述土地利用变化趋势分析过程中,隐含着一个重要假设条件,那就是作用于土地利用变化的影响因子处于稳定状态,对土地利用变化的影响保持

不变,从而使转移概率多年相对稳定。事实上,这是一种理想状态,影响土地利用变化的自然、社会经济因素总是处于不断变化之中,因此土地变化率在不断变化。特别是经济驱动和政策导向方面的因素,往往使土地利用变化较快而超出土地利用规划的调整内容。如“七五”土地利用规划要在 1990 年末将农林牧用地比例调整为 45: 49: 6,而实际上在 1990 年农林牧用地比例为 46: 30: 2,林地和草地都没有达到目标要求,主要是因为“七五”期间人们仍然以发展种植业为主,不注重生态环境建设;王东沟流域曾对 2010 年的土地利用作出规划,欲将农林草和果园的比例调整为 37.8: 30.7: 8.7: 16,而 2004 年的相应比例是 17.8: 30.7: 12.2: 28.9,林地和草地比例相差不大,但是农地和果园的比例相差很大,如上所述就是受经济驱动和政策导向的影响。

3 结论与讨论

1 王东沟流域 1986~2004 年土地利用变化的总体趋势是果园用地和林地大幅度上涨,农地大幅度减少,草地面积变化不大;各土地利用类型变化面积大小依次是农地 > 果园 > 林地 > 非生产地 > 草地。土地利用年变化率果园最大,达到 90.68%,草地最小,其它土地利用类型的年变化率大致相当;各土地利用类型变化速度依次为果园 > 农地 > 林地 > 非生产地 > 草地。

2 以 1994 年为界将 1986~2004 年划分成两个不同的时期,1986~1994 年以果园和林地面积增加为主,1994~2004 年以农地减少和果园增加为主,在这两个时期中,草地具有不同的发展趋势,先减后增。两个时期内,年变化率刚好与面积变化相对应,1986~1994 年果园和林地的年变化率最大,1994~2004 年果园和农地的年变化率最大。

3 近 10 年来,王东沟土地利用变化幅度大,类型多样。研究区 45.48% 的土地发生了土地类型的变化;变化类型主要有 9 中,其中农地转出的类型和林地转入的类型占多数。

4 王东沟流域土地利用变化的驱动因素主要是社会经济因素、人为积极治理和政策导向,人口和果园对于农地的减少起到直接的作用;随着果园面积增加农田减少,粮食总产量并没有减少,表明人为积极管理使粮食单产提高。

5 采用 GM(1,1) 模型进行预测,发现王东沟

流域在今后一段时期内,如果影响土地利用变化的因子不发生变化,果园和草地将以更大幅度增加,耕地和非生产用地将以更大幅度减少,因此需要加以人为调控,以保持土地利用协调性。

参考文献 (References)

- [1] Li X - B. A review of the international researches on land use/land cover change [J]. *Acta Geographica Sinica*, 1996, 51(5): 553~557 [李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域: 土地利用/土地覆被变化的国际研究动向 [J]. *地理学报*, 1996, 51(5): 553~557]
- [2] Liping Li Xubin Liu Xuejun. Macro-analysis on the driving forces of the land-use change in China [J]. *Geographical Research*, 2001, 20(2): 130~131. [李平, 李秀彬, 刘学军. 我国现阶段土地利用变化驱动力的宏观分析 [J]. *地理研究*, 2001, 20(2): 130~131]
- [3] Turner IBL, Skole D, Snderson Setal. Land use and land cover change science/research plan[R]. IGBP Report No. 35 and HDP Report No. 7. Stockholm: IGBP, 1995.
- [4] Sun Li, Chen Huanwei, Pan Jiwen. Analysis of the land use spatio-temporal variation based on DEM: Beijing Yanqing County as an example [J]. *Journal of Mountain Science*, 2004, 22(6): 762~766 [孙丽, 陈焕伟, 潘家文. 运用 DEM 剖析土地利用类型的分布及时空变化——以北京延庆县为例. *山地学报*, 2004, 22(6): 762~766]
- [5] Jiao Feng, Wen Shi, Wang Fei, et al. Land Structure of Ansai County in the Loess Plateau [J]. *Journal of Mountain Science*, 2004, 22(4): 406~410 [焦峰, 温石, 王飞, 等. 黄土丘陵沟壑区安塞县土地结构. *山地学报*, 2004, 22(4): 406~410]
- [6] Wang Siyuan, LU Jiyan, Zhang Zengxiang, et al. The analysis of spatial-temporal feature of land use and land cover under the different background of soil erosion [J]. *Journal of Mountain Science*, 2002, 20(1): 19~25 [王思远, 刘纪远, 张增祥, 等. 不同土壤侵蚀背景下土地利用的时空演变. *山地学报*, 2002, 20(1): 19~25]
- [7] Li Yushan, Su Shamin. Efficient Ecological and Economic System in Wangdong Watershed of Changwu County [M]. Xi'an: Scientific and Technical Documents Publishing House, 1991, 2~7 [李玉山, 苏陕民. 长武王东沟高效生态经济系统综合研究 [M]. 西安: 科学技术文献出版社, 1991, 2~7]
- [8] Wang Siyuan, Liu Jiyan, Zhang Zengxiang, et al. Spatial pattern change of land use in China in recent 10 years [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2002, 57(5): 523~530 [王思远, 刘纪元, 张增祥等. 近 10 年中国土地利用格局及其演变 [J]. *地理学报*, 2002, 57(5): 523~530]
- [9] Gao Xiaohong, Wang Yinou. Using remote sensing and GIS to analyse land use dynamic change in Yulin, Shaanxi [J]. *Arid Land Geography*, 2003, (6): 97~99 [高晓红, 王一谋. 基于 RS 与 GIS 的榆林地区土地利用变化分析 [J]. *干旱区地理*, 2003, (6): 97~99]
- [10] Zhang Yongn, Zhao Shilong. Temporal and spatial change of land use in Horqin Desert and its outer area [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(3): 429~435 [张永民, 赵士洞. 科尔沁沙地及其周围地区土地利用的时空动态变化研究 [J]. *应用生态学报*, 2004, 15(3): 429~435]

- [11] Zhu Huiyi, Li Xubin, He Shujin, *et al*. Spatiotemporal change of land use in Bohai rim [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2001, 56(3): 253~260 [朱会义, 李秀彬, 何书金, 等. 环渤海地区土地利用的时空变化分析[J]. 地理学报, 2001, 56(3): 253~260]
- [12] Lambin E. F., Baulies X., Bookscael N., *et al*. Land use and land cover change (LUCC) implementation strategy [R]. IGBP Report No. 48 and HDP Report No. 10. Stockholm: IGBP, 1999
- [13] Song Guiqin, Ju Ren, Li Lingtao *et al*. Land use planning of Wangdong Experimental Area in the Eighth Five Year Plan [J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 1993, 13(5): 9~12, 61 [宋桂琴, 巨仁, 李领涛, 等. 浅谈长武王东试区“八五”土地利用规划. 水土保持通报, 1993, 13(5): 9~12, 61]
- [14] Song Guiqin, Wang Lizhi, Yang Qinke, *et al*. Analysis and prediction on human environment correlation in Wangdong Gully watershed [J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 1995, 15(6): 46~50 [宋桂琴, 王丽芝, 杨勤科, 赵爱秋. 王东沟流域人地关系分析与预测. 水土保持通报, 1995, 15(6): 46~50]
- [15] He Fuhong, Huang Mingbin, Dang Tinghui. Effect of Moisture Environment of Integrative Controls in Wangdong Gully Watershed in Gully Region of the Loess Plateau [J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2003, 10(2): 33~37 [何福红, 黄明斌, 党廷辉. 黄土高原沟壑区小流域综合治理的生态水文效应. 水土保持研究, 2003, 10(2): 33~37]

Dynamic Change of Land Use in Wangdonggou Watershed in Gully Region of the Loess Plateau

LI Zhi^{1,2}, LU Wenzhao^{1,3}, YANG Qinke^{1,3}, LIANG Wei^{1,3}, LI Shuangjiang^{1,2}
GAN Zhuoting¹, WANG Rui^{1,2}, WANG Bing^{1,2}

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China;

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

3. College of Resources and Environmental Science, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract Small watershed comprehensive management is a new form of decreasing soil erosion and developing economic in Loess Plateau. As a typical representation of gully region in Loess Plateau, Wangdonggou watershed has succeeded in comprehensive management and its land use change can reflect the process. Based on the land use data of 1986, 1994 and 2004, this paper firstly discusses the law of land use change and then analyzes its driving forces, finally the trend of land use change is predicted with GM (1, 1) model. The results show as follows: Firstly, from 1994 to 2004, the area order of land use changes is cultivated land > orchard > forest land > nonproductive land > grassland. Secondly, the speed of land use changes is in order of orchard > cultivated land > forest land > nonproductive land > grassland. By 1994, 1986~2004 can be divided into two phases which have different laws of land use change. The dominating trend of the first phase is Orchard and forest land's decrease and that of the second phase is the decrease of the cultivated land and orchard. Through overlaying vector-graph, the result shows that about 45.48 percent of land changed during 1994~2004, there are nine kinds of land use change and two are in majority, that is cultivated land switched to other land and other land shift to forest. Thirdly, social economic, active management and policy are the main driving forces of land use change. Fourthly, on condition that the affecting factors keep invariable, the analysis of GM (1, 1) model shows that orchard will keep increasing and cultivated land will keep decreasing, we must take actions to control the area of cultivated land to keep it within size.

Key words Wangdonggou watershed, land use, dynamic changes, driving forces, GM (1, 1)