

渭北旱塬小流域土地利用空间分布与 地形因子的关系

——以陕西省淳化县秦庄沟流域为例

陈见影¹, 孙虎¹, 常占怀²

(1. 陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062; 2. 陕西省水土保持勘测规划研究所, 陕西 西安 710199)

摘要:以渭北旱塬秦庄沟流域为例,以土地利用现状为基础数据,结合 ArcGIS 技术,对地形因子数据和土地利用数据进行了叠加并提取,采用地形分布指数(LDI)分析了土地利用空间分布与地形因子的关系。研究表明,不同地类空间分布与地形因子坡度、高程、沟壑密度存在密切关系,并呈现一定的规律性。耕地优势分布主要在海拔 900~1 100 m,坡度为 5°~25°,沟壑密度为 0~4 km/km² 的区域;在海拔 800~1 200 m,坡度为 0°~15°,沟壑密度为 0~2 km/km² 和 4~6 km/km² 的区域是园地优势分布区;林地优势区主要在海拔 1 100~1 250 m,坡度为 15°~25°和 >25°,沟壑密度为 2~6 km/km² 的区域;裸地的优势区在海拔 800~1 000 m 和 1 100~1 200 m,坡度为 >25°,沟壑密度为 4~8 km/km² 的区域;居民点用地优势区在海拔 900~1 000 m,坡度为 0°~5°,沟壑密度为 0~2 km/km² 的区域。

关键词:渭北旱塬小流域;地形因子;土地利用;分布指数

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2014)02-0163-05

中图分类号: F301

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2014.02.035

Relationship Between Terrain Factors and Spatial Distribution of Small

Watershed Land Use in Dry Upland to North of Weihe River

—A Case Study of Qinzhuangou Watershed of Chunhua County, Shaanxi Province

CHEN Jian-ying¹, SUN Hu¹, CHANG Zhan-huai²

(1. College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China;

2. Shaanxi Provincial Institute of Soil and Water Conservation Surveying and Planning, Xi'an, Shaanxi 710199, China)

Abstract: Taking Qinzhuangou Watershed in the dry upland to the north of the Weihe River for an example, terrain factor data and land use data were overlaid and extracted based on the map of the terrain, with the support of ArcGIS software. The relationship between land use distribution and terrain factors was studied by land distribution index. Results showed that there is a close relationship between spatial distribution of land types and the terrain data of elevation, gradient and gully density. The predominant area of farmland are 900~1 100 m above sea level, 5°~25° slope and 0~4 km/km² gully density; the predominant area of garden plot, 800~1 200 m above sea level, 0°~15° slope and 0~2 and 4~6 km/km² gully density; the predominant area of woodland, 1 100~1 250 m above sea level, 15°~25° and >25° slope and 2~6 km/km² gully density; the advantages of bare land, 800~1 000 and 1 100~1 200 m above sea level, >25° slope and 4~8 km/km² gully density; and the predominant area of rural residential land use, 900~1 000 m above sea level, 0°~5° slope and 0~2 km/km² gully density.

Keywords: dry upland to north of the Weihe River; terrain factor; land use; land distribution index

作为人类赖以生存和社会发展的物质基础,随着土地、粮食安全和人口的问题日益突出,优化土地利用结构、合理布局、提高土地利用效率已经成为区域

经济可持续发展研究的重大战略问题。土地利用现状是从实际出发反映土地资源的社会经济属性和自然属性^[1-4]。地形因子是决定区域土地利用类别空间

收稿日期:2013-05-30

修回日期:2013-06-20

资助项目:香港郭氏集团扶贫基金会“陕西淳化县秦庄沟流域水土保持与社会经济发展规划”(SXW20111);香港郭氏基金会“脱贫困奔小康淳化项目”

作者简介:陈见影(1969—),女(汉族),陕西省西安市人,博士研究生,主要研究方向为水土保持。E-mail: xjsfdxcjy123@163.com。

通信作者:孙虎(1962—),男(汉族),陕西省西安市人,教授,博士生导师,主要从事水土保持研究。E-mail: kycjh6@snnu.edu.cn。

分布的关键因素之一^[1],对土地利用类别随地形的分布格局研究,将有助于区域土地合理利用和农业结构调整。近几年,有不少学者^[1-2,5]基于 GIS 技术对地形因子多从海拔、坡度和坡向与土地利用关系方面进行探讨和分析。由于渭北旱塬黄土高原沟壑区小流域地形条件复杂,坡度、高程、沟壑密度等地形因子与土地利用空间分布有着密切的关系。但目前关于小流域土地利用空间分布与地形因子沟壑密度关系的研究很少。

本研究选择渭北旱塬陕西省淳化县秦庄沟小流域,结合 ArcGIS 技术,在 DEM 的基础上提取地形因子坡度、高程和沟壑密度数据并进行分级^[5-7],在分析不同地类与地形因子关系的基础上,构建可比性和科学性更强的土地利用类别在不同等级地形因子分布指数(Land distribution index, LDI)模型,进行小流域土地利用空间分布与地形因子关系规律性实证研究,以期对渭北旱塬小流域土地利用在不同等级地形上合理布局提供科学依据。

1 研究区概况

陕西省淳化县秦庄沟流域位于淳化县县城东南 15 km 处,地理位置界于北纬 34°47′30″—34°52′0″,东经 108°39′0″—108°43′30″之间,总面积 31.28 km²。年平均气温为 10.4 ℃,属暖温带半干旱气候,降水量较少。年平均降水量为 588.4 mm,降水年内分配不均,雨量集中在 6—9 月。土壤具有明显的由褐土带向黑土带过度性质,水土流失较严重,侵蚀模数达

3 000~6 000 t/km²。研究区地处渭北旱塬黄土高原沟壑区,地势自北向南降低,沟壑纵横。

秦庄沟流域涉及方里、秦庄两个乡镇,共有 11 个行政村 22 个自然村,总人口 7 482 人。土地利用形式主要有耕地、林地、园地、草地。研究区内的秦庄水库是一座以农田灌溉为主,兼有防洪养殖的小(一)型水库。2011 年各业总产值为 3 105.25 万元,其中农业产值 962.63 万元,林业产值 1 335.26 万元,牧业 341.58 万元,副业产值 62.1 万元,其它 403.68 万元,粮食总产量 2 605.38 t,流域内的经济主要以种植业和林业也为主,经济发展缓慢,仍然属于贫困区。

2 研究方法

2.1 数据处理

本文数据资料主要来源于 2005 年编制比例尺 1:5 万的秦庄沟流域土地利用现状图(由陕西省淳化县国土局提供)和 1:5 万的秦庄沟地形图。首先运用 ArcGIS 软件对土地利用现状图和秦庄沟地形图进行配准及矢量化处理,得到研究区土地利用现状和地形数据(表 1)。然后进行矢栅转换。利用 ArcGIS 软件的分析功能在地形图上生成生成 GRID 格式的 DEM 数据,最后利用 GIS 软件从 DEM 中提取坡度、高程、沟壑长度和面积信息,计算沟壑密度^[7-10]。在土地利用现状的基础上,以既能体现秦庄沟流域的地形特征,又能符合其经济规律和自然规律为依据,将地形因子高程、坡度及沟壑密度数据按照一定的分级标准进行分级。

表 1 研究区土地利用现状

土地利用类别	耕地	园地	林地	草地	裸地	水域	居民点用地	其它	合计
面积/hm ²	960.92	675.74	620.75	123.41	441.68	18.36	273.46	13.72	3 128.04
所占比例/%	30.72	21.60	19.84	3.95	14.12	0.59	8.8	0.44	100.00

2.2 研究指标

主要采用土地利用分布指数(LDI)作为衡量指标,来对小流域不同地形因子在某一等级上土地利用类型空间分布特征变化状况进行分析。本研究的土地利用分布指数是指某一级地类面积占该级土地利用面积比重相对于该地类总面积占总土地利用面积比重的大小,用公式表示为:

$$LDI_{ij} = \frac{X_{ij} / \sum_{i=1}^m X_{ij}}{\sum_{j=1}^n X_{ij} / \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij}}$$

公式:LDI_{ij}——某一等级下*i*地类在*j*地形因子的分布指数;X_{ij}——*i*地类在*j*地形因子的面积;*i*——

不同地类,*i*=1,2,⋯,*m*; *j*——不同地形因子,*j*=1,2,⋯,*n*; 分子表示*i*地类在*j*地形因子面积所占比重,分母表示*i*地类面积所占总土地利用面积比重。

LDI_{ij}数值的理论范围是[0, +∞),一般而言,若 LDI_{ij}<1,则表明在某一等级下*i*地类在*j*地形因子处于劣势,说明该等级地形不适宜该地类分布;若 LDI_{ij}>1,表示该地类在该等级地形上的分布属于优势分布。

利用 GIS 软件,得到土地利用现状、高程分级、坡度分级和沟壑密度分级的土地利用类型空间分布情况,对其统计汇总,进行地类分布优劣势研究,以期找到秦庄沟流域土地利用类型在不同地形因子上的分

布规律,优化土地利用结构,提高土地利用率。

3 土地利用数量结构分析

3.1 土地利用现状分析

根据土地利用现状分类的国家标准及当地土地利用特征,将研究区的土地利用类型分为 8 类,分别为耕地、园地、林地、草地、裸地、水域、居民点用地及其它用地(表 1)。从表 1 可以看出,秦庄沟流域的土地利用现状分布结构。耕地面积为 960.92 hm²,占秦庄沟流域总面积的 30.72%,在土地利用方式中位居首位;园地面积为 675.74 hm²,其所占秦庄沟流域总面积比重位居第二,占 21.60%;林地面积为 620.75 hm²,占秦庄沟流域总面积的 19.84%,在土地利用方式中位居第三;草地面积为 123.41 hm²,仅占秦庄沟流域总面积的 3.95%;裸地面积为 441.68 hm²,占秦庄沟流域总面积的 14.12%,在土地利用方式中位居第 4;草地、居民点用地和其它类型用地之和为 410.59 hm²,占秦庄沟流域总面积的 13.19%;土地利用类别面积之比:耕地:园地:林地:草地为

20:14:13:3。裸地面积大于草地、居民点用地和其它类型用地之和,说明秦庄沟流域裸地面积较大。秦庄沟流域还有 18.36 hm² 的水域面积,占秦庄沟流域总面积的 0.59%,这里指流域有小(一)型水库,经实地调查水资源尚未开发利用。

3.2 地形因子与土地利用

3.2.1 坡度分级依据及土地利用现状 坡度分级建立在坡度与土地利用关系的基础上,根据秦庄沟流域的地形特征,以小流域经济规律和自然规律为依据,将土地坡度划分为 4 个等级:0°~5°,5°~15°,15°~25°, >25°(表 2)。从表 2 可以看出,各坡度等级的土地面积差异较大,在坡度小于 5°的所有土地利用面积为 955.47 hm²,占土地利用总面积的 30.15%。5°~15°的所有土地利用面积为 771.23 hm²,占土地利用总面积的 24.11%。15°~25°的所有土地利用面积为 902.28 hm²,占土地利用总面积的 27.99%。>25°的所有土地利用面积为 540.14 hm²,占土地利用总面积的 16.61%。可以看出秦庄沟流域的地形较为复杂,大多是倾斜黄土残塬地带。

表 2 各土地利用类型在不同坡度等级的分布特征

土地类型	0°~5°			5°~15°			15°~25°			>25°		
	面积/ hm ²	百分 比/%	分布 指数	面积/ hm ²	百分 比/%	分布 指数	面积/ hm ²	百分 比/%	分布 指数	面积/ hm ²	百分 比/%	分布 指数
耕地	195.65	20.36	0.67	415.21	43.21	1.75	330.85	34.43	1.19	19.21	1.90	0.12
园地	468.72	69.80	2.28	183.65	27.34	1.11	19.48	2.88	0.10	0	0	0
林地	0	0	0	45.63	7.35	0.30	365.56	58.89	2.04	209.57	33.76	1.95
草地	0	0	0	53.71	10.12	1.76	97.04	78.63	2.72	13.89	11.25	0.65
裸地	0.88	0.2	0.01	57.71	12.16	0.53	89.35	20.23	0.70	297.47	67.35	3.90
水域	18.36	100	3.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
居民点用地	258.45	94.51	3.09	15.01	5.49	0.22	0	0	0	0	0	0
其它	13.41	97.73	3.20	0.31	2.27	0.09	0	0	0	0	0	0
合计	955.47	30.15		730.23	23.34		902.28	28.85		540.14	17.3	

坡度小于 5°的耕地面积为 195.65 hm²,仅占耕地总面积的 20.36%,在 5°~25°之间,耕地面积为 746.06 hm²,占其总面积的 77.63%。说明秦庄沟流域平坦的耕地面积很小,坡耕地面积很大。在坡度小于 5°的园地占其总面积的 69.8%。在 15°~25°之间园地占其总面积的 2.88%。随着坡度的增加,林地、草地面积逐渐增加。

从分布指数可以看出,小于 5°平坦黄土残塬上,水域和居民点用地分布指数分别为 3.27 和 3.09。因为水域多分布在平坦黄土残塬上,受坡度的影响较小;居民点用地的分布指数随着坡度的增加而减小,秦庄沟流域村民活动大都集中在相对较平坦黄土残塬的地区。因此坡度相对较小的平坦黄土残塬区域

是水域和居民点用地的优势分布区。园地在小于 5°平坦黄土残塬上的分布指数为 2.28,因为苹果种植是当地农民主要收入来源。耕地分布指数 >1 主要位于坡度为 5°~25°区域的坡耕地。由于坡耕地水土流失很严重,水土流失会造成土壤耕层被剥蚀减薄,同时也会带走土壤中的营养元素使土壤肥力下降,从而降低耕地的生产能力,农作物产量低,收益少。在 >25°区域只有林地、草地、裸地和极少的耕地的分布,分布指数 >1 只有林地和裸地。说明在坡度较大的低山丘陵适合开发林地,有利于保护坡度较陡地区的生态环境。

3.2.2 高程与土地利用现状 秦庄沟流域海拔高度在 801~1 250 m 之间,自北向南降低。将其划分为 5

个等级高程带:800~900 m,900~1 000 m,1 000~1 100 m,1 100~1 200 m,1 200~1 250 m。从表 3 可以看出,在海拔 800~900 m 的区域所有土地利用面积为 876.12 hm²,占秦庄沟流域土地利用总面积的 28.04%。海拔在 900~1 000 m 和 1 000~1 100 m 的区域所有土地利用面积共计 1 475.42 hm²,占秦庄沟流域土地利用总面积的 47.23%。在海拔小于 1 100 m 的区域耕地、园地、草地和居民点用地,占各自总面积的比重都很大,分别为 81.32%,81.14%,73.87% 和 82.6%(表 3)。从分布指数可以看出,耕地在 900

~1 000 m,1 000~1 100 m 范围内的分布指数>1。园地在 800~900 m,900~1 000 m,1 000~1 100 m,1 100~1 200 m 范围内的分布指数>1 或≈1。在 1 200~1 250 m 范围内的分布指数>1 的只有林地、草地和居民点用地。

随着海拔的增高,草地和林地的分布比例变大。随着海拔的升高,各种类型的土地面积逐渐减少。在海拔 1 200~1 250 m 的区域除少量耕地、园地及居民点用地外,基本全为林地和草地,裸地为 0,说明植被覆盖率较高。

表 3 各土地利用类型在不同高程的分布特征

土地类型	800~900 m			900~1 000 m			1 000~1 100 m			1 100~1 200 m			1 200~1 250 m		
	面积 hm ²	百分 比/%	分布 指数	面积 hm ²	百分 比/%	分布 指数	面积 hm ²	百分 比/%	分布 指数	面积 hm ²	百分 比/%	分布 指数	面积 hm ²	百分 比/%	分布 指数
耕地	230.33	23.97	0.85	266.66	27.75	1.1	284.34	29.59	1.35	104.84	10.91	0.72	74.76	7.78	0.81
园地	231.91	34.32	1.22	168.73	24.97	0.99	147.65	21.85	1	126.97	18.79	1.24	0.47	0.07	0.01
林地	119.49	19.25	0.69	135.51	21.83	0.86	77.47	12.48	0.57	106.27	17.12	1.13	182.00	29.32	3.05
草地	19.43	15.74	0.56	29.29	23.73	0.94	42.42	34.37	1.57	16.105	13.05	0.86	16.18	13.11	1.36
裸地	140.41	31.79	1.13	120.62	27.31	1.08	86.17	19.51	0.89	94.48	21.39	1.42	0	0	0
水域	18.36	100	3.57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
居民点用地	113.73	41.59	0.24	69.05	25.25		1 43.10	15.76	0.72	20.54	7.51	0.5	27.05	9.89	1.03
其它	3.83	27.93	1	2.57	18.76	0.74	3.73	27.18	1.24	3.59	26.13	1.73	0	0	0
合计	876.12	28.05		791.42	25.33		683.99	21.89		472.03	15.11		300.50	9.62	

3.2.3 沟壑密度与土地利用现状 沟壑密度是指每平方公里内侵蚀沟的总长度,或称切割裂度,是衡量地表破碎度的一个指标。根据秦庄沟流域的地形特征,将

该区的沟壑密度划分为 4 个等级:0~2 km/km²,2~4 km/km²,4~6 km/km²,6~8 km/km²。各土地利用类型在不同沟壑密度区的分布特征见表 4。

表 4 各土地利用类型在不同沟壑密度区的分布特征

土地类型	0~2 km/km ²			2~4 km/km ²			4~6 km/km ²			6~8 km/km ²		
	面积/ hm ²	百分 比/%	分布 指数	面积/ hm ²	百分 比/%	分布 指数	面积/ hm ²	百分 比/%	分布 指数	面积/ hm ²	百分 比/%	分布 指数
耕地	396.27	41.24	1.43	490.44	51.04	1.28	66.015	6.87	0.24	8.17	0.85	0.27
园地	264.96	39.21	1.36	147.92	21.89	0.55	227.99	33.74	1.19	34.69	5.16	1.62
林地	24.395	3.93	0.14	342.47	55.17	1.39	240.6	38.76	1.37	13.28	2.14	0.67
草地	2.89	2.34	0.08	43.39	35.16	0.88	72.738	58.94	2.08	4.39	3.56	1.12
裸地	8.44	1.91	0.07	162.49	36.79	0.93	234.84	53.17	1.88	35.91	8.13	2.55
水域	18.36	100	3.46	0	0	0	0	0	0	0	0	0
居民点用地	178.87	65.41	2.26	54.17	19.81	0.50	37.628	13.76	0.49	2.79	1.02	0.32
其它	10.28	74.95	2.59	1.84	13.41	0.34	1.2279	8.95	0.32	0.37	2.69	0.84
合计	903	28.86		1 242	39.7		883.8	28.25		99.6	3.18	

在沟壑密度小于 2 km/km² 的所有土地利用面积为 902.88 hm²,占土地利用总面积的 28.86%。沟壑密度 2~4 km/km² 的所有土地利用面积为 1 241.84 hm²,占土地利用总面积的 39.71%,其所占秦庄沟流域总面积比重位居第一。沟壑密度 4~6 km/km² 的

所有土地利用面积为 883.81 hm²,占土地利用总面积的 28.25%。从分布指数可以看出,裸地面积随着沟壑密度的增大而增加,在沟壑密度为 6~8 km/km² 时,分布指数达到 2.55。而居民点用地在沟壑密度为 0~2 km/km² 时,分布指数最大,达到了 2.26,但

随着沟壑密度的增大而居民点用地面积减少。在沟壑密度为 $2\sim 4\text{ km/km}^2$ 和 $4\sim 6\text{ km/km}^2$ 时,所有土地利用面积占土地利用总面积的 67.96% ,其中林地的分布指数均大于1。草地在沟壑密度为 $4\sim 6\text{ km/km}^2$ 和 $6\sim 8\text{ km/km}^2$ 时,分布指数均大于1。

秦庄沟流域土地利用主要位于沟间地和沟谷区域。裸地主要分布在黄土切沟、冲沟和河沟以及较大沟谷内的河漫滩。地形破碎、沟壑密度大。

3.3 土地利用特点

秦庄沟流域土地利用区域差异明显。低山丘陵为水土保持林用地,一些沟头部位由于人为改变地形打坝淤地,形成淤地坝或修筑梯田。倾斜黄土残塬、平坦黄土残塬为耕地和园地交错区。居民点用地多位于平坦黄土残塬。距离水库较近平坦黄土残塬农用地尚未发展灌溉农业,水资源利用率低。秦庄沟流域地貌以倾斜黄土残塬沟壑为主,所占面积较大,也是该区主要的农耕区域。坡耕地面积大,坡耕地共计 765.27 hm^2 ,沟头区的坡耕地超过 400 hm^2 ,占整个流域坡耕地面积 52% 以上。由于沟壑密度大,地块破碎,不利于农业生产的机械化、现代化和规模化经营。农村居民点用地分散,人均面积大。农村居民点用地 273.46 hm^2 ,人均用地 365.49 m^2 ,超过了国家村镇规划的 150 m^2 用地标准。农村居民点用地零散、集约利用程度较低。秦庄沟流域裸地面积大,在各土地利用方式中位居第4,水土流失严重,致使抵御自然灾害能力差,经常发生崩塌、滑坡等地质灾害。

4 结论

(1) 秦庄沟流域土地利用类型以耕地、园地、林地和裸地为主,分别占研究区面积的 30.72% , 21.60% , 19.84% 和 14.12% ,其它土地利用类型的比例较小。坡度、高程及沟壑密度3种地形因子不同级别下的土地利用空间分布差异明显。

(2) 地形因子是影响秦庄沟流域土地利用类型的一个重要因素。

(3) 根据秦庄沟流域的地形特征,合理利用土地资源,调整农业结构。秦庄沟流域还处于以传统农业为主。为了改变这种状况,主要应在其内部进行结构

调整,利用流域有小(一)型水库,发展灌溉农业;进行坡改梯的水土保持措施,提高土地的生产能力;发展无公害的绿色有机果品、蔬菜、粮食、小杂粮等特色生态农业,从而提高单位面积的产量和质量,增加经济收益。

(4) 秦庄沟农村居民点人均用地面积是国家标准的 2.44 倍,用地零散、结构不合理、建筑容积率低,基础设施不配套。应通过新农村建设,实施农村居民点整理工程,完善基础配套措施,改善人居环境,提高居民点用地集约利用度,提高土地利用效率,增加基本农田面积。

(5) 对于坡度较大的裸地,主要指坡度为 $>25^\circ$ 的区域,应大力开展植树造林,强化生态建设,增加林地面积,提高研究区植被覆盖率,减少水土流失。

[参 考 文 献]

- [1] 钟德燕,常庆瑞,宋丰骥. 黄土丘陵沟壑区土地利用空间分布与地形因子关系研究[J]. 干旱区资源与环境, 2012,26(6):102-106.
- [2] 邱扬,傅伯杰,王军,等. 黄土丘陵小流域土地利用的时空分布及其与地形因子的关系[J]. 自然资源学报, 2003,18(1):20-29.
- [3] 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动向[J]. 地理学报, 1996,51(6):553-558.
- [4] 杨琨,常庆瑞,高欣,等. 基于GIS的县级土地利用现状分析[J]. 水土保持通报, 2009,2(6):111-114.
- [5] 刘梦云,李宝宏. 基于RS和GIS的小型城市土地利用动态分析:以杨凌示范区为例[J]. 水土保持通报, 2007,27(1):34-38.
- [6] 刘湘南,许红梅,黄方. 土地利用空间格局及其变化的图形信息特征分析[J]. 地理科学, 2002,22(1):79-84.
- [7] 曾毅,刘冬荣,胡卫星,等. 湖南省土地利用现状分析与评价[J]. 国土资源科技管理, 2005,22(6):54-58.
- [8] 常文哲,许小梅,刘黎红. 清水河流域土地利用现状分析[J]. 水土保持研究, 2006,13(4):44-45.
- [9] 韩建平,贾宁凤. 土地利用与地形因子关系研究:以砖窑沟流域为例[J]. 中国生态农业学报, 2010,18(5):1071-1075.
- [10] 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[J]. 山地学报, 2004,22(6):762-766.