

黄土高原重点水土流失区土地利用分区

宋桂琴 王丽芝

中国科学院
(水利部水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

摘 要 该文以合理利用重点水土流失区土地资源、防治水土流失、保护耕地和发展经济为目的,应用模糊聚类分析方法进行土地利用分区。划分出3个区、7个亚区,并简述了各区概况和土地利用方向。

关键词 黄土高原 模糊聚类 土地利用分区

Landuse Division for the Area With Serious Soil and Water Loss on Loess Plateau

Song Guiqin Wang Lizhi

*(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and
Ministry of Water Resources, 712100, Yangling District, Xianyang Municipality, Shaanxi Province)*

Abstract To use land resources rationally, to control soil and water loss and to protect cultivated land for development of economics in the area with serious loss of soil and water, the landuse division are conducted with the method of fuzzy clustering analysis. As a result, three districts and seven subdistricts are obtained, and the general situation and landuse direction at different districts are described.

Keywords loess plateau; fuzzy clustering; landuse division

1 分区的意义

分区亦即区划。区划有两种类型,一类属于理论性的,目的在于认识自然,揭示自然规律,为生产实践提供科学依据。如中国综合自然区划(初稿、黄秉维,1959年),中国自然区划(罗开富,1954年),中国气候生产潜力区划(陈明荣,1984年)等;另一类是应用性的,它是在揭示自然规律的基础上,结合生产实践的需要,划分出一定层次的区域单元。土地利用分区即属后一种,它是按照土地生态环境要素特点与农业生产相适应的原理,进行聚类划界,探讨土地利用方向,提出开发与保护土地资源的措施,直接服务于生产。

黄土高原重点水土流失区涉及106个县(市、旗),东西跨8个经度,南北跨6个纬度,气候

差异、土地类型结构、土壤侵蚀强弱及人类的干扰强度等,都制约着土地利用方式和产业结构。划分土地利用区不仅便于从宏观上进行生产布局,而且对微观土地利用起指导作用。

根据多年的实践我们认为,在水土流失区,土地利用规划与水土保持规划密不可分。原因是,人为加速侵蚀主要是土地不合理利用导致的;而防治侵蚀最基本的措施自然是土地的合理利用。因此,在土地利用分区中,每个区的土地利用方向无不蕴藏着保持水土的内涵。

2 分区的理论依据及分区原则

2.1 理论依据

土地利用分区是按农业生产与生态环境要素相适应的原理进行地域上的聚类划界。其中首先涉及的是环境要素,环境要素的分布及特征,是自然界客观存在的地域间的地理分异规律,这就是土地利用分区的理论依据。地理分异规律中的地带性规律,主要是由于太阳能按纬向呈不均匀分布造成的,这是最本质的分异,由此才导致一系列生态因素的不均匀性。因此,地带性分异规律成为许多地理学方面区划的基本依据,土地利用当然不例外;非地带性因素有陆地与海洋的相对位置、海拔高度及地面的相对高度等,它们又导致了太阳能、风能、降水等的二次分配。无论是地带性与非地带性规律都是不可改变的,对分区起着控制作用。

2.2 分区的原则

分区原则随分区目的而定,土地利用分区的目的是为了合理的利用土地,从而获得高效益。为此,制定以下原则:

2.2.1 发生学原则。现代土地的形成经历了漫长的地理历史过程,这一过程目前仍在延续,但是缓慢的。对人类来讲,可以认为土地类型的结构与形态是相对稳定的。因此,土地的本质属性基本上是原始发生过程的产物。譬如,陕北黄土丘陵是中生代的盆地,到新生代经过周边断陷、中部整体不连续上升,以致形成黄土堆积时的多层性、黄土地貌的复杂性(田泽生等,1970年);渭北高原与陕北丘陵之间的大断裂,成为这两个自然区域地形、土壤植被的天然分界线。

2.2.2 综合性原则。首先是自然地理因素的综合,在区划时对环境因子的相对一致性要综合考虑。如,在一般情况下热量与降水有很好的相关性,但在非地带性因素作用下却往往出现反常,这时就需要进行多因素的综合,以确定分区界线。其次是自然因素与社会经济因素的综合运用,在多数地区二者是一致的,土地条件差,就导致生产力低、人口密度小。这是又一种形式的地带性规律。在人口剧增,农业生产用地日益减少的今天,土地利用已不能单纯决定于自然条件了。

2.2.3 兼顾利用与治理相结合的原则。本区存在的诸多问题,如土地利用结构不合理的问题,土地生产力低、生态环境恶化等,根源在于严重的水土流失。土壤侵蚀强度和类型的差异,对土地利用配置,资金投入等措施都将产生影响,因此,分区时不能忽视。

3 分区方法

3.1 分区参数的选定

参数选定是分区的关键。在土地资源存在的空间内,几乎所有的自然要素都与农业土地利用发生关系,因相关的程度不同而提供了遴选的可能。如土壤中的动物与微生物,对植物生长有种种作用,但作用不明显;而降水量的作用却是举足轻重的。因此,需要按一定的原则选定,才能保证分区既达到预期目的,又能减少工作量。其基本原则,是选择那些对土地第一性生产

力有明显的制约作用,或对农林牧业生产布局,以及农村经济发展起指示作用的因子,这些因子涉及自然和社会经济两个范畴。自然方面包括直观可辨的景观型因子,如地形、土壤、植被等,还包括无形的能量型因子,如光、热、湿润状况(以降水量表示)等。社会经济因子关系到人的生存与发展问题,如人口密度涉及区域环境容量;土地生产力关系土地利用方向与改造措施的选择。所选因子既可以是能够直接获得的原始数据(地面坡度、气温、降水量…),也可以是间接导出的再生数据(积温、干燥度…)。在热量指标中,因为单一因子难以反映客观实际,譬如同样的积温,有的属于持续日期长,有的则属于日期短而气温高,因此,需同时选用气温、无霜期等。

按上述的原则和方法,共选择 10 个因子作为分区参数,其中自然方面 7 个:坡度 $<3^{\circ}$ 的土地面积比例、不宜耕种土壤的面积比例、风沙土地面积比例、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、极端低温、无霜期及年降水量。社会经济方面的 2 个:农业人口密度和土地生产力。

3.2 模糊聚类的基本原理与应用

聚类分析是数理统计中的一种多元分析方法。用以确定若干样品彼此之间的亲疏关系,根据其亲疏关系程度的不同而客观地定型分类,最后得到反映个体间亲疏关系的分类系统。

对于存在着人口、土地生产力、土地类型、气温、降水量等诸多差异的区域,其间存在着大量模糊关系,根据经验很难判断它们彼此之间的相似程度,选用模糊聚类的分析方法对其进行分类,使之做到定量化,会更好地揭示区域特征。为了更科学地、切合实际的分类,要求统计的指标具有实际意义,其次要有较强的分辨力和区域的代表性。

我们这里选定的需要被分类对象的论域 U 为 106 个县(样品),10 项指标(变量)。为了较快较好的分类,根据多年的专业经验,将聚类因子作加权处理后,缩减为 27 个样本 10 个变量,其数据矩阵如表(略)

3.2.1 原始数据的标准化。由于各代表点统计指标的变量量纲不同,对分类的影响大小也不同,所以需要进行标准化处理。这里采用极差标准化,即:

在 $[0,1]$ 闭区间有:

$$X = \frac{X' - X'_{\max}}{x'_{\max} - x'_{\min}}$$

当 $X' = X_{\max}$ 时 $X = 1$, $X' = X'_{\min}$ 时 $X = 0$

3.2.2 计算模糊相似矩阵。原始数据经标准化处理后,得相似矩阵,把相似系数压缩到 0 至 1 之间得模糊矩阵,把此矩阵记为 R ,它具有反身性, $r_{ij} = 1$ ($j = 1, 2, \dots, m; i = 1, 2, \dots, n$),具有对称性 $r_{ij} = r_{ji}$ 为了使它具有传递性:

$$R \cdot R = R^2 \subset R$$

需对 R 进行有限次褶积,

即 $R \rightarrow R^2 \rightarrow R^4 \dots R^{2^k} = R^K$ 为止。

则 $R^* = (Y^*_{ij})_{n \times m}$

R^* 便是一个具有模糊分类的等价关系矩阵。

3.2.3 分类。求隶属度 λ 的截矩阵。由于 R 具有模糊等价关系,对于 $\lambda \in [0, 1]$,所得的 λ 也一定具有等价关系,即可确定一个 λ 水平的分类。逐步找出 R 的不同 λ 值,随 λ 值的大小从细到粗逐步并类。随 λ 值的下降,最后归并为一类。经由 BASIC 语言编写的程序处理后,最后得动态聚类图(略)

当 $\lambda = 0.9825 \sim 0.9975$ 为一大类。包括:13,6,16,20,14,17,21,24,15,12。

当 $\lambda=0.9925\sim 0.9725$ 时为第二大类。包括:19,22,23,25,26,27,11,8,9,10,4,5,3。

当 $\lambda=0.9475\sim 0.9375$ 时为第三大类。包括:2,7,1,18。

结果划分出 3 个区、7 个亚区,见模糊聚类分区综合表(略)和土地利用分区图(略)

4 各区土地利用与生产发展方向

4.1 渭北种植业为主,适度发展水果亚区(I₁)

该亚区南至黄土台塬(因照顾行政界线的完整性而包含部分台塬),北界晋陕黄土丘陵,西起陕甘交界,东至吕梁山南端西麓。总面积 36 162.3 km²,农业人口密度 135 人/km²,是人口较稠密的区域。地貌是千沟万壑的破碎塬景观,其间有突出于高原面的基岩残山。主要地貌类型是塬、梁和沟谷。

根据自然和社会经济条件,本区的生产发展方向:在稳定提高粮食产量的前提下,发展多种经营,与之相适应的要确定科学合理的土地利用结构。

4.1.1 稳定粮田面积,提高单产。本区农用地生产力在水土流失区居较高水平。因此,粮食生产就不能只把自给作为目标,而是要提供一定量的商品粮。按土地报酬递减的特性,提高单位面积产量是有限度的。因此,粮食生产需要有较稳定的耕地面积作保证。目前全区人均耕地 0.35 hm²。如果人口按计划增长和正常的非生产性占用耕地,在近期内不至于出现耕地危机^[1]。但要防止盲目乱占耕地的现象,并以政策法规引导农民珍惜耕地也是必要的。在占有一定量耕地的前提下提高粮食单位面积产量,是增加粮食总量的可靠保证。通过用地与养地相结合,增加能量和科技投入等措施提高生产率。同时要重视秋杂粮生产。

4.1.2 适当发展经济作物等。在过去的几年中,烤烟为农民和地方财政作出了贡献,今后仍然可作为本区发展经济的途径之一,在适宜烤烟生长的区域相对集中发展。目前存在的问题是经营过于分散,不仅造成劳力、资金、能源(煤)、土地等的浪费,而且由于技术问题,往往高产得不到高效。油料、瓜果都有相当的适宜范围,这些既是当地人民生活必需的,也是以短养长的财源,尤其是瓜果,应根据市场需求,适当发展。

4.1.3 适度发展果园。目前果园,特别是苹果似有发展过快的势头,据陕西日报(1994 年 12 月 11 日)报道,目前陕西省已有 26.67 万 hm² 苹果,全部挂果后,全国每人将分得 10 余 kg,而且还在继续发展,难怪有专家屡屡发出呼吁。说明在发展果业问题上,该进行适当引导了。否则,不仅销售将出问题,还要侵占大量耕地,冲击粮食生产。

4.1.4 附属性畜牧业。即基本靠种植业的副产品喂养,以使役和积肥为目的,以自消费为主的发展模式,在农业人口密度较大的本区即属此类型。另外有些县有大面积的天然草地和林地,有条件发展商品畜牧业。如宜君县看准了目前牛肉市场行情,1994 年仅此一项户均收入 800 余元,使低产值的天然草地身价倍增。

4.1.5 用材与保护生态环境相结合的林业。本区沟坡水土流失严重,造林是最有效的防治措施。目前经济效益低,保水保土效益比较显著。据长武县鸦儿沟径流观测站资料,植被覆盖度为 95% 的小区比 45% 的小区径流减少 62.56%,冲刷量减少 91.18%。今后应加强抚育更新,提高经济效益。

4.2 陇东种植业、果牧林综合发展亚区(I₂)

地处泾河中偏上游,西起六盘山西麓,东至子午岭,南起甘陕交界,北至环(县)华(池)黄土丘陵,含庆阳等 10 个县(市)。总土地面积 20 299.5 km²,农业人口密度 120 人/km²。地貌由黄土塬、沟谷、梁峁等类型组成。长期的流水侵蚀,使古高原面被千沟万壑分割,唯一保存最完整

的是该区中部的董志塬,面积 910.7km^2 [2]。

4.2.1 以种植业为主,粮食生产放在首位。本区粮食生产还有潜力,在基本农田建设、施肥与管理方面都没有达到高标准。川塬地区应提高集约化经营水平,梁峁丘陵地建设高标准基本农田,退耕不宜种植的土地。控制非生产占用耕地,保证基本农田的相对稳定,实现粮食自给有余。

4.2.2 充分利用草地资源,发展见效快的畜牧业。本区除西峰市、宁县、泾川和平凉等人口稠密区域以外,其余人均草地在 0.3hm^2 以上,因此,畜牧业还可以逐步提高商品率。我国畜产品的社会需求,将在相当长的时期内处于增长态势,种草养畜可作为本区不衰的经济来源。

4.2.3 发展多种经营。充分利用占总面积 60% 以上的林草地,发挥本区树种与草种资源丰富的优势,提高林牧产值。优化各业内部结构,如耕地中粮食作物与经济作物,牧业中的畜禽合理结构,农户种大田并兼顾家庭副业。往往一个环节的突破,就会使封闭的经济系统得以启动。

4.3 晋陕农林草合理配置重点保持水土亚区(Ⅱ₁)

该亚区位于黄土丘陵区东部,西界子午岭,含晋西 14 县和陕北 18 县,总面积 $68\,328.4\text{km}^2$,农业人口密度 $67\text{人}/\text{km}^2$ 。东部分布一系列褶皱断裂中低山,以断层与黄土丘陵相接,西部子午岭为覆有薄层黄土的基岩中山,黄河纵贯其中。

4.3.1 建设基本农田、保证粮食自给。水平梯田是基本不受限制、普遍能修建的基本农田,可作为农田基建的主要内容。坝地受地形条件限制较大,可以在有条件的地方尽量发展。农田基建的目标是逐渐消除坡耕地。对基本农田采取保护措施,严格控制占用。近期若能达到人均 0.13hm^2 标准较高的基本农田,再加上一部分实施水土保持耕作法的缓坡耕地,保证粮食自给是可行的。

4.3.2 充分利用草坡发展畜牧业。该亚区的基础条件是草坡面积大,应因地发展商品型畜牧业。目前产值很低的草地,只要加强管理,会很快提高生产力。水平沟种草、封山育草、补种优良牧草、科学放牧等多项措施综合运用。

4.3.3 挖掘土地生产潜力发展多种经营。千沟万壑的土地,绝大多数是可以利用的。配置合适,效益也很明显。作物要引进优良种,如米脂黄土高原治理所,多年来引种了芦笋、黄花、醋栗、沙棘、玫瑰等多种作物,有些已成功并加工成果品。更可取的是这些作物能利用 25° 以上陡坡。关于水果的发展问题,宜选择对气候和土壤等条件最适宜的品种。

4.4 宁南陇东粮食自给商品畜牧业重点水土保持亚区(Ⅱ₂)

该亚区西界为清水河与祖厉河分水岭,西北界子午岭,北抵风沙区,南至甘宁省界。含固原地区六县和陇东北部(华池和环县),总面积 $29\,866.9\text{km}^2$,农业人口密度 $63\text{人}/\text{km}^2$ 。最高海拔六盘山主峰 $2\,928\text{m}$,其余大部分为 $1\,300\sim 2\,000\text{m}$ 。地貌类型以黄土覆盖的丘陵为主,其间夹有六盘山、月亮山、南华山、云雾山等中低山地。

4.4.1 种植业向集约化方向发展力争粮食自给。坡缓谷宽是本亚区土地形态特点,且有较多的河谷川地、盆塬地,需将陡坡耕地退为牧草地,人均保留 0.2hm^2 的耕地,建成高标准的基本农田。只要产量达到 $2.25\sim 3\text{t}/\text{hm}^2$ (据王立祥等研究该亚区降水生产潜力:小麦 $1\,845\sim 3\,165\text{kg}/\text{hm}^2$,玉米 $4\,320\sim 4\,530\text{kg}/\text{hm}^2$) [3],粮食自给是有保证的。

4.4.2 充分利用草地资源发展商品畜牧业。合理利用草地资源,具有防止土地退化和发展畜牧业商品生产的双重意义。 430mm 左右的年降水条件,牧草的生产潜力是较大的。固原上黄村刘嘎岷沙打旺第 3 年鲜草产量高达 $25.5\text{t}/\text{hm}^2$ (李立,1990 年)。再辅之以改良天然草地、

封山育草轮牧,对牧草生长都有很好的效果。

4.5 陇中种植业为主,果牧综合发展亚区(Ⅱ₃)

该亚区位于黄土高原重点水土流失区西南部,含平凉市辖的华亭、庄浪、静宁3个县,天水市辖6县(市),定西地区的陇西、渭源、通渭,共12个县(市),总土地面积26 385.1 km²,农业人口密度171人/km²,是全区人口密度最大的区域。主要地貌类型有中低山地、梁峁和河谷。梁峁一般海拔高1 500~2 100 m,相对高差100~200 m。谷底形成多级阶地,成为农业利用的基本田。

4.5.1 发展集约农业实现粮食自给。该亚区有悠久的种植历史,粮食品种丰富,利于轮作倒茬。首先必须在短期内改善土地生产条件,实现基本农田化,扩大水浇地面积。在基本农田上增加投入,使粮食单产上一个新台阶。其次要保证基本农田不受侵占,合理安排非生产用地。

4.5.2 山区合理利用草场发展畜牧业。人工种草与合理放牧相结合,市场需求与本地条件相结合,在近期内养殖黄牛、细毛羊、肉用羊等牲畜,形成一定规模后再发展加工业,会得到很好的经济效益。张家川现在已经成为较大的皮毛集散地。

4.5.3 中部建设果品生产基地。天水、秦安一带有悠久的果树栽培历史,具有品种多、质量好、产量高等特点。为了解决运输和保鲜问题,必须发展储藏和加工业。

4.6 陇西发展灌溉农业 多种经营亚区(Ⅱ₄)

位于重点水土流失区最西部,含定西、白银、靖远、会宁、兰州、榆中、永靖7个县(市),总面积25 020 km²,农业人口密度88人/km²。主要地貌类型是流水侵蚀黄土丘陵与流水侵蚀中低山,海拔高2 000 m以上。海拔高、高差大是地形的显著特点。

4.6.1 多途径建设基本农田基本解决粮食问题。首先是开发水利资源,扩大灌溉面积,该亚区今后还需增修大型提水骨干工程,在现有基础上再增加50%的水浇地,人均可达到0.07 hm²,基本可以满足农业人口的粮食需求。沙田是当地群众创造的旱作方法,应进一步发展。降水量在400 mm以上的区域,修水平梯田、培肥,据定西高泉沟试验区资料,1990年梯田单产已达2.85 t/hm²。这样,农业人口的粮食问题可以稳妥地解决,同时也控制了水土流失。

4.6.2 综合利用土地资源发展经济。除耕地外,还有占总面积30%~60%的产值很低的草地,如果能适地适品种种植牧草和灌木,并恢复原有优良草种的生产力,就可以有计划地养殖肉用牛和细毛羊等草食牲畜,同时也能解决部分农村燃料来源。除粮田外,种植一些油料及瓜果类、百合、各种蔬菜等,使土地生产潜力得到充分发挥。

4.7 黄土、沙化丘陵商品畜牧业防治土地退化区(Ⅲ)

本区位于黄土丘陵区以北,西起宁夏同心县,东到晋蒙交界,呈东北——西南走向的狭长带,是黄土分布的北缘。行政区划含内蒙5个县(旗)、陕西省5个县(市)和宁夏2个县。总面积66 177.2 km²,占全区的24.3%。农业人口密度35人/km²,是人口密度最小的区域。地貌属于长城以北的鄂尔多斯高原的东南部,属于西北鄂尔多斯地台向东南黄土丘陵的过渡带。

该区的主要问题是农业生态系统功能弱,各种用地,各个产业之间缺乏互补作用。如果能在农业用地结构和经营管理上有所突破,可以建成粮食自给、畜牧业商品率高的良性循环的农业生态系统。

4.7.1 压缩耕地,少种高产。本区人口密度小,不存在人多地少的土地危机。按农业人口计,多数县(旗)人均耕地0.67 hm²左右,而且许多耕地面临着低产退化的危机。因此,必须将质量差的首先退耕育草。质量比较好的耕地生产潜力很大。首先对这部分土地增加投入。另外,再适当增加基本农田,修梯田、引水拉沙、整治滩地扩大灌溉面积等, (下转第67页)

- 2 李壁成等. 固原上黄试区土地利用动态监测与分析评价. 水土保持研究, 1996(1)
- 3 党增春等. 固原上黄村农业生态经济系统建设示范总结. 生态经济, 1992(2)
- 4 蒋定生. 黄土高原水资源评价, 见朱显谟主编. 黄土高原土壤与农业. 北京: 农业出版社, 1989
- 5 中国科学院黄土高原综合科学考察队. 黄土高原气候资源评价, 北京: 科学技术出版社, 1990. 59
- 6 中国科学院黄土高原综合科学考察队. 黄土高原地下水资源评价, 北京: 科学出版社, 1990, 36~45
- 7 党增春等. 宁南黄土丘陵区旱地胡麻丰产优化栽培模式研究. 水土保持通报, 1995(2)
- 8 李鼎新等. 马铃薯早熟丰产的土壤生态环境调控和经济效益研究, 水土保持研究, 1996(1)
- 9 施立民等. 宁南山区果树引种试验初报. 宁夏农林科技, 1995(1)

~~~~~  
(上接第41页)

使人均基本农田增加到 $0.13\text{hm}^2$ 以上, 完全可以解决粮食自给问题。即使局部有困难, 还可以在区内调剂。

4.7.2 保护天然植被, 增加人工植被。针对草场退化的趋势, 采取相应的保护措施, 营造以牧场防护林为主的林业防护体系; 采取轮牧、改良草场等科学管理措施, 有重点地培育高产优质的人工草场, 对丘陵草地实行封育办法恢复生产力。在政策方面给予支持, 对大面积沙荒地的治理应实行国家集体个人三结合, 鼓励个人承包。有了稳定高产的草场, 既遏制了土地退化, 又使畜牧业的发展有可靠的保证。

4.7.3 因地制宜地进行土地的多种利用。遵循生物多样性的原则, 按土地类型和水热条件特点, 进行多品种农林草的合理配置, 实施科学的轮作倒茬, 在增加植被覆盖度, 改善生态环境的同时, 还能丰富群众的物质生活, 增加收入。

#### 参 考 文 献

- 1 宋桂琴等. 王东沟流域人地关系分析与预测. 水土保持通报, 1995, 15(6).
- 2 王立祥等. 西北黄土高原半干旱一半湿润地区旱作农业降水生产潜力及开发途径. 自然资源学报, 1989, (1).