

文章编号: 1008- 2786(2005) 03- 348- 05

模糊层次分析法在山区大农业发展决策中的应用

尹 东

(兰州中心气象台, 甘肃 兰州 730020; 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃 兰州 730020)

摘 要: 采用模糊层次分析方法, 综合考虑自然资源条件和市场需求, 分析并提出陇南山区白龙江流域各垂直气候层中农业各部门的优先发展顺序, 为山区大农业发展提供决策依据。

关键词: 模糊层次分析法; 山区垂直气候层; 农业部门; 优先发展顺序

中图分类号: S11; S16

文献标识码: A

在相对高差比较大的山区, 由于存在垂直气候差异, 因此其大农业构成具有综合多样的特点。在开发利用山区农业气候资源, 制定山区大农业发展规划时, 结合市场需求, 如何确定不同垂直气候层带农业各部门优先发展顺序, 是一个比较重要的问题。以甘肃省陇南山区白龙江流域为例, 农林牧副渔各业齐全, 如果能针对不同垂直气候层带具体情况, 将各个生产部门在有效利用山区立体气候资源, 在保护生态环境和增强农产品市场竞争力的基础上, 按优先顺序协调发展, 就会形成一个既符合自然规律, 又符合经济规律的最佳农业结构。我们在实地调查

的基础上, 以系统工程理论为指导, 采用模糊层次分析方法(FAHP)^[1], 分析并提出陇南山区白龙江流域各垂直气候层中农业各部门的优先发展顺序和农业结构调整的一些设想, 为当地的农业发展提供决策依据。

1 垂直气候层模糊层次分析

1.1 建立问题的层次结构

建立陇南山区白龙江流域农业各部门合理发展递阶层次结构如图 1 所示。

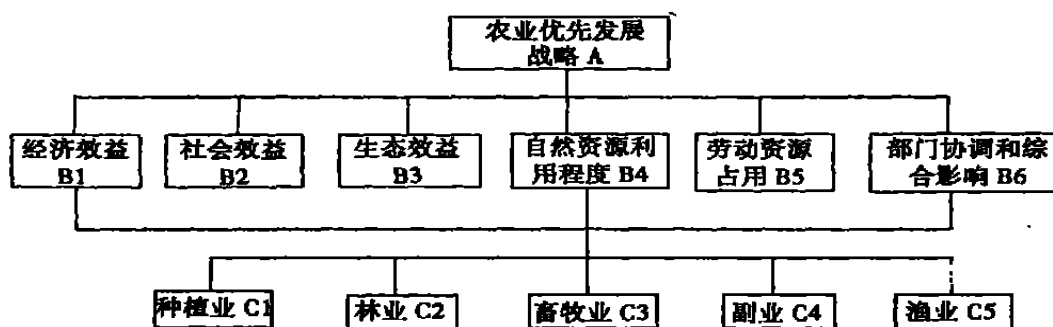


图 1 农业各部门优先发展层次结构

Fig. 1 The hierarchy of priority to the development of every agricultural category

收稿日期(Received date): 2004- 03- 15; 改回日期(Accepted): 2004- 08- 20。

基金项目(Foundation item): 甘肃省科技攻关计划项目(GS022-A45-149) 资助。[Supported by the Tackle Key Project of Science and Technology of Gansu Province(GS022-A45-149)]

作者简介(Biography): 尹东(1962-), 男(汉族), 甘肃兰州人, 理学硕士, 副研究员, 主要从事农业气候资源开发利用、系统工程原理及方法应用方面的研究和业务。联系电话: (0931) 4670216-2598; Email: lzyind@ sina. com[Yin Dong(1962-) Male, born in Lanzhou, China, mainly engaged in research of the exploitation of agroclimatic resources, the application of systems engineering theory. Tel. (0931) 4670216-2598; E: lzyind@ sina. com]

准则层(B 层) 中各准则因素的具体含义是: 经济效益(B1) 主要是从系统产出的经济价值来衡量, 如产值、收入、主要产品的产量等, 对于投资少、经济效益高的部门应当优先发展; 由于受到市场因素的影响, 某一部门或具体到某一农产品的经济效益, 将会随着市场需求产生变化, 因此应当结合市场分析和预测进行动态的经济效益评估; 社会效益(B2) 是指系统的产出对于全社会产生有益影响的部分, 主要是根据系统产出的社会价值来确定。其主要指标是产品的人均占有量、贡献量、产品的商品率、人均收入水平和消费水平等; 生态效益(B3) 主要是看系统的发展与生态环境相适应的程度, 对有利于保护生态环境, 促进生态系统良性循环的部门应当优先发展。其具体的指标有: 森林植被覆盖率、水土流失量、草场改良、农田养分平衡等; 自然资源利用程度(B4) 主要是看系统能否最大限度地合理利用当地的气候、土地、水等各种资源, 能充分、有效利用当地自然资源的部门应当优先发展; 劳动资源占用(B5) 主要指劳动力的合理分配, 劳力资源的合理利用。对于能够充分利用当地劳力资源、解决剩余劳力问题的部门应当优先发展; 部门协调和综合影响(B6) 主要是看各部门之间能否配合得当、互相促进、协调平衡、高速发展。对于能够较好地保持和协调各部门之间平衡, 能够产生带动作用, 促进各部门共同发展, 有利于产生大的综合效益的部门应当优先发展。

1.2 确定优先关系判断矩阵

优先关系矩阵 A 是有限论域 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 上的一个三值(0, 0.5, 1)矩阵, 设 $A = (a_{ij})_{n \times n}$, 其中

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{表示元素 } u_i \text{ 比 } u_j \text{ 重要} \\ 0.5 & \text{表示元素 } u_i \text{ 比 } u_j \text{ 同样重要} \\ 0 & \text{表示元素 } u_j \text{ 比 } u_i \text{ 重要} \end{cases}$$

在实地调查、广泛征求意见的基础上, 采用专家评价法确定出针对上一层次中某一元素, 同一层次

上两两元素间的相对重要性, 得到 a_{ij} 。对陇南山区白龙江流域 5 个垂直气候层分别进行判断, 每一垂直气候层共需要构造 7 个优先关系矩阵(B 层 1 个, C 层 6 个)。

1.3 矩阵变换

将各垂直气候层优先关系矩阵 A 变换成模糊判断矩阵 B , B 中各元素

$$b_{ij} = \frac{r_i - r_j}{2n} + 0.5$$

其中 $r_i = \sum_{k=1}^n a_{ik}$, ($i = 1, 2, \dots, n$)。 r_j 可同样计算出。

1.4 层次单排序

从模糊判断矩阵 B 推算本层次各因素对上一层次某一因素的重要性顺序, 我们采用方根法^[2] 进行计算。

1.5 层次总排序

以准则层(B 层) 的层次单排序结果作为权重, 对部门层(C 层) 的层次单排序结果进行加权求和得出层次总排序, 再按照各部门所得权重的大小排出优先发展顺序。

2 结果分析

陇南山区白龙江流域可以划分为 5 个垂直农业气候层(表 1)^[3]。按上述步骤分别对第 1~ 5 垂直农业气候层进行计算分析, 结果见表 2。

表 1 垂直农业气候层高度界限及名称

Table 1 Altitude delimitation and the title of vertical agroclimatic zone		
层序(号)	高度界限	名称
1	1 100~ 1 200 m 以下	北亚热带半干燥一年二熟层
2	1 100~ 1 200 m 至 1 500~ 1 600 m	暖温半干燥二年三熟层
3	1 500~ 1 600 m 至 1 900~ 2 000 m	温和半湿润一年一熟或二年三熟层
4	1 900~ 2 000 m 至 2 400~ 2 500 m	温凉湿润一年一熟层
5	2 400~ 2 500 m 以上	温寒、高寒湿润林牧层

表 2 排序权重值层次分析结果

Table 2 Results of analysis hierarchy process for ordering weight

	准 则 层 (B)						部 门 层 (C)				
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	C1	C2	C3	C4	C5
垂直气候层 1	0.212	0.183	0.152	0.152	0.212	0.089	0.241	0.252	0.178	0.183	0.143
垂直气候层 2	0.092	0.182	0.211	0.211	0.115	0.189	0.269	0.293	0.247	0.191	0
垂直气候层 3	0.092	0.182	0.211	0.211	0.115	0.189	0.269	0.291	0.252	0.188	0
垂直气候层 4	0.181	0.153	0.181	0.210	0.094	0.181	0.264	0.236	0.310	0.190	0
垂直气候层 5	0.181	0.180	0.182	0.210	0.094	0.153	0.217	0.269	0.303	0.211	0

从表 2 中准则层(B)分析结果可以看出,在第 1 垂直气候层上,“经济效益”B1 和“劳动资源占用”B2 两个准则项的权重值最大。这是因为在该层带上由于具有独特的气候资源优势,是一些经济作物和特种作物适宜生长的区域,应当在充分考虑市场需求的前提下,发展特种经济作物的生产,争取较好的农业经济效益。该层处在白龙江河谷川坝地带,具备灌溉条件,有一定数量的水田面积,热量资源又很丰富;人口多,劳力也多,因此应设法提高土地利用效率,集中劳力、资金搞集约经营,发挥劳力资源优势,增加作物单产。在第 2、3 垂直气候层上,“生态效益”B3 和“自然资源利用程度”B4 两个准则项的权重值最大,表明在半山地带,由于坡耕地多,水土流失问题比较严重,在考虑农业结构调整时,生态效益是必须考虑的,否则生态环境将进一步恶化,影响其他各项效益的提高。从自然资源的利用上讲,虽然每一垂直气候层上都有继续开发的潜力,但第 2、3 层由于光、热、水资源的配合较好,荒山荒坡多,治山治穷,林农牧综合发展的潜力很大,相应的 B4 项的权重值就最大。在第 4、5 层上,都是“自然资源利用程度”B4 准则项权重值最大,这主要是考虑到在这两个层带上,一定要针对其气候特点,以林牧为主,发挥出气候湿润、光照充足、植被较好的资源优势,合理、有效地利用自然资源。

以下我们对部门层(C 层)排序权重值分析结果,按各垂直气候层分别进行讨论。

1. 将表 2 部门层中第 1 垂直气候层农业各部门权重值从大到小依次排序,得出优先发展顺序是:林业、种植业、副业、畜牧业、渔业。

由于这一层带是甘肃省仅有的亚热带“宝地”,气候温暖,一些亚热带经济林木在这里可以栽种,从农民增收的角度考虑,在该层上应首先发展以经济林为主的林业生产,有条件的地方还应建成经济林果基地。考虑到市场因素的影响,在这一层带上应发展油橄榄、柑桔、花椒、茶叶等有特色、市场前景好的特种经济作物,保持经济效益的稳定增长。尤其是油橄榄,其适生区域具有严格的气候条件要求,除去甘肃陇南的武都、文县以外,在我国只有四川的西昌、云南的昆明和湖北的宜昌这几个中心及其周边区域适宜种植。在 1998 年国际橄榄油理事会绘制的、第一次标上中国地名的《世界橄榄油分布图》上,陇南的武都、文县河谷浅山地带,以其独特的气候条件被划分为一级适生区,现在这一地区油橄榄产量

已经达到了原产地的地中海沿岸区的水平。由于国内适宜种植的区域极其有限,总产量也很有限,随着橄榄油在食用、保健、天然化妆品方面系列化产品的深度开发,以及相关知识的宣传普及,橄榄油市场空间很大,经济效益将会稳定增长。因此,应当充分开发利用油橄榄种植的气候资源优势,适度扩大栽种面积,把陇南种植区建设成为国内油橄榄的重要生产基地。陇南山区白龙江河谷是甘肃省唯一能种植柑桔的亚热带区域,以温州蜜桔为主要品种,由于其成熟期比邻近的陕西汉中中和四川广元的柑桔要早一些,为抢占市场提供了有利条件,具有一定的市场竞争能力。该层带还是优质花椒的适宜生长区,以味浓、色鲜而闻名的“大红袍”、“贡椒”就出产于此。特别是 7 月收获的“六月椒”(指农历 6 月),由于品质好,也具有一定产量,市场价格一直保持较高水平,是陇南山区群众传统的增收项目。出产于该层带上的陇南茶叶也是当地特种作物中具有一定经济效益的拳头产品,在全国都有销售。文县的“碧口龙井”在茶叶评展中曾多次获奖。在该层带上,川坝地区地势较平坦,灌溉条件好,农业生产集约化程度高,土地利用率也高。作物一年两熟,是粮食高产区,具有发展种植业的优势。应加强农田基本建设,提高集约耕种水平,改进施肥与耕作技术,增加作物单产。相对而言,该层人口比较集中,交通较为便利,从事副业生产的基础较好,因此在搞好种植业、林业生产的基础上,应大力发展有利于发挥本地优势的农副产品加工业。该层上的畜牧业生产应以饲养业为主,除牛、羊外,应发展猪、家禽、肉兔等。现有的池塘,因水域面积有限,应充分挖掘潜力,凡是能用来养鱼的一定要开发出来,以满足地处深山的农民群众对水产品的需求。

2. 第 2、3 垂直气候层上,农业各部门优先发展顺序:林业、种植业、畜牧业、副业(见表 2)。

在白龙江流域山区,由于毁林毁草、过度垦殖,原有植被遭到破坏,水土流失严重,生态平衡失调,形成越垦越穷的恶性循环,这种情况在坡耕地较多的半山地带尤为严重。在第 2、3 层上积极退耕还林、还草,大力发展林草业,制止生态环境的进一步恶化,是农业结构调整的首要任务。要在以旱坡耕地为主的半山地带发展种植业,必须采取整修梯田和林草养护等措施,保土蓄水,改善现有耕地条件,提高农田生产率。在畜牧业生产上,一方面要大力发展以家庭养殖为主的饲养畜牧业,另一方面要充

分利用和改良草场, 发展放牧畜牧业的生产。上述第 1 层带上的一些特种经济作物, 如花椒等, 在第 2 层带上属于适宜或可种植区, 也有一定种植规模, 但由于海拔增高, 收获期偏迟(如花椒可以偏迟一个月左右), 品质上有所下降, 影响市场销路, 因此应当注意适当控制种植规模, 避免影响优质产品销路, 影响总体经济效益。

3. 第 4 垂直气候层农业各部门优先发展顺序是: 畜牧业、种植业、林业、副业(见表 2)。

该层带草场面积约占总面积的三分之一, 有一些是成片的天然草场, 发展畜牧业生产的潜力很大, 应大力发展畜牧业。该层处在中、高山地带, 地势较平缓, 日照充足, 具有温凉湿润气候特征, 土质也较好, 是喜阴凉作物的适宜种植区, 应重点发展多种药材的生产, 尤其是当归、党参、红芪等“拳头”产品的生产, 为山区农民脱贫致富服务。在粮食生产上, 要改变耕作粗放、技术落后、品种老化、作物布局不合理这些与复杂的农业生产条件不相适应的状况, 使长期处在低水平状态的粮食生产有一个较快的提高。该层带上广阔的疏林、灌木林区应成为以营造用材林、薪炭林和防护林为重点人工造林区。由于市场供需情况的变化, 一些多年种植的传统中药材, 因在种植和加工技术方面没有更进一步的改进, 基本上还是保持传统的生产习惯, 也没有形成一定的规模, 有的品种, 如红芪, 与甘肃中部的大棚种植方式相比, 在产量和质量上已经没有什么优势, 十几年来价格是一个降低的趋势。必须采取相应措施, 提高产量, 改善质量, 增强市场竞争力。

4. 第 5 垂直气候层农业各部门优先发展顺序是: 畜牧业、林业、种植业、副业(见表 2)。

这一层基本上已是森林、草原地带, 光照充足, 植被较好, 具有发展用材林及放牧牲畜的有利条件。应发挥自身优势, 建立起以牧、林为主的农业生产结构。对疏林、灌木林及其他未成林地, 应加快更新, 使之尽快成为薪炭林和用材林基地。

综合以上分析, 比较各垂直气候层农业各部门

的发展顺序可以看出, 随着层次递增, 海拔高度增高, 种植业在农业各部门发展顺序中的排序位置逐渐后移, 畜牧业则逐渐前移, 林业在多数层次上位置都是靠前的。表明在各层次上, 对种植业和畜牧业而言, 发展重点有所不同, 但林业(包括经济林果业)的发展都很重要。需要注意的是, 确定发展规划时, 不仅要考虑自然资源条件, 更为重要的是, 一定要考虑市场因素, 综合考虑气候等自然因素和社会经济因素, 加强市场调查和市场预测工作, 将资源优势转化为产业优势和商品优势, 为山区农民的脱贫致富起到切合实际的指导作用。

参考文献(References):

- [1] Yao Min. A practical fuzzy analysis hierarchy process [J]. *Soft science*, 1990, (1): 46~ 52. [姚敏. 一种实用的模糊层次分析法[J]. 软科学, 1990, (1): 46~ 52.]
- [2] Wang Zhongtuo. Systems engineering introduction [M]. Beijing: Electronic Industries Press, 1984. 24~ 29. [王众托. 系统工程引论[M]. 北京: 电子工业出版社, 1984. 24~ 29.]
- [3] Yin Dong, Yu Yousen, Li Xiangge. The vertical-zone division of the agroclimatic resources of the mountain areas in the Bailong river watershed, south Gansu Province, and its evaluation [J]. *Journal of natural resources*, 1993, 8(4): 333~ 339. [尹东, 余优森, 李湘阁. 陇南白龙江流域农业气候资源的垂直分层及评价[J]. 自然资源学报, 1993, 8(4): 333~ 339.]
- [4] Yu Yousen, Yin Dong, Fei Xiaoling, et al. Characteristics of agroclimatic resources in south Gansu and their effective utilization [J]. *Mountain research*, 1997, 15(4): 247~ 252. [余优森, 尹东, 费晓玲, 等. 陇南山区农业气候资源特征与开发利用[J]. 山地研究(现山地学报), 1997, 15(4): 247~ 252.]
- [5] Ren Jianxin. The application of analysis hierarchy process on the SMEs competitiveness evaluation [J]. *Theory and practice of systems engineering*, 2003, (8): 91~ 95. [任建新. 层次分析法在我国中小企业竞争力评价中的应用[J]. 系统工程理论与实践, 2003, (8): 91~ 95.]
- [6] Liu Yingge. Exploitation and utilization of agroclimatic sources in the mountainous region of west Guanzhong in Shanxi [J]. *Journal of mountain science*, 2000, 18(1): 84~ 88. [刘引鸽. 陕西关中西部山区气候资源及其开发利用[J]. 山地学报, 2000, 18(1): 84~ 88.]

The Application of Fuzzy Analysis Hierarchy Process on the Decision-making of Agricultural Development in Mountain Area

YIN Dong

(Lanzhou Central Meteorological Observatory, Lanzhou 730020, China;

Institute of Arid Meteorology, CMA, Lanzhou 730020, China)

Abstract: As a result of a great difference of mountains relative height in the Bailong River watershed, south Gansu Province, there is a great difference in the vertical climate and there is a diversiform characteristic in making up of agriculture with cereal crop(cash crop) planting, forestry(fruit farming), livestock agriculture, pargon, fishing(in fish pond). In order to effectively exploit and utilize agroclimatic resources in mountain area based on protecting mountain ecological environment and boosting up competitive power of farm produce, it is necessary to put forward the sequence of priority to the development of every agricultural category for different vertical climatic zones and to establish a rational agricultural development programming, to form a optimization agricultural structure that not only accord with the order of nature but accord with the order of economy. Based on a field survey and wide collecting opinions, using fuzzy analysis hierarchy process with the theory of systems engineering guidance, according to concrete circumstances of different vertical climatic zone, the sequence of priority to the development of every agricultural category and some schemes of adjusting agricultural structure for 5 vertical climatic zones in mountain area in the Bailong River watershed, south Gansu Province were put forward. The research result can provide the basis for strategic decision of agricultural development in the mountain area. The research work has brought about a result that the position of cereal crop(cash crop) planting gradually moves backwards in the sequence of priority to the development of every agricultural category with an increase in altitude, but the position of livestock agriculture gradually moves ahead and the position of forestry(fruit farming) is in front in many climatic zones. Therefore, in different vertical climatic zone, it can be concluded that their developmental emphases are different as far as cereal crop(cash crop) planting and livestock agriculture, but the development of forestry(fruit farming) is equally important.

Key words: fuzzy analysis hierarchy process; vertical climatic zones in mountain area; agricultural category; sequence of priority to the development