

文章编号: 1000-0585(1999)04-0407-06

峡谷暖区农业地形气候垂直分层 及其农业发展战略*

罗 宏, 杨志峰

(北京师范大学环境科学研究所, 北京 100875)

摘要: 以鄂西南峡谷暖区为例, 选取适当的农业地形气候垂直分层指标, 运用主成分分析方法对峡谷暖区农业地形气候进行了垂直分层, 以及利用层次分析法对各垂直农业气候层的农业发展战略进行了决策分析。结果表明, 峡谷暖区可划分为三个垂直农业气候层, 即温热层、温暖层和温和层, 且实行以种植业为主, 农、林、牧、副、渔并举的方针是峡谷暖区发展农业生产的重要战略措施。

关 键 词: 峡谷暖区; 农业地形气候; 垂直农业气候层; 农业发展战略

中图分类号: F463.21 **文献标识码:** A

本文所述峡谷主要指鄂西南的长江三峡、清江河谷及香溪河谷。因峡谷地形、气候上的特别, 其突出特征是峡谷暖区(因 800 m 高度附近的冬季气温接近于同纬度的江汉平原而可定为暖区的上限)的形成, 表现为: 隆冬少有低温冻害; 难有积雪、雨凇和雾凇; 风力弱、无偏北大风; 有效辐射小、净辐射量大。其成因为冷空气难进易出; 西南暖槽的保护作用^[1]; 越山气流的下沉增温; 冬季水体的热岛效应; 峡谷的温室效应^①。下面将对峡谷暖区农业地形气候进行垂直分层, 并就各垂直农业气候层的农业发展战略作初步探讨。

1 峡谷暖区农业地形气候垂直分层

农业地形气候是在水平农业气候带的背景基础上受非地带性因素, 主要是海拔高度和局部地形的影响而形成的, 因此垂直方向农业气候条件的空间分异规律是农业地形气候分层的理论基础^[2,3]。农业地形气候分层的任务就在于揭示这种非地带性的气候资源空间分异规律及其与农林生产的关系, 为山区农业资源的合理开发利用提供科学依据。

1.1 农业地形气候垂直分层指标

随海拔升高, 气候条件有规律的递变, 并引起自然景观和农业生产结构的垂直变化。

* 本文在写作过程中得到了有关专家的帮助与指导, 特此致谢!

① 湖北省气象科学研究所, 湖北省综合农业气候区划, 1988 年。

收稿日期: 1998-05-29; 修订日期: 1999-07-25

基金项目: 教育部跨世纪优秀人才计划基金和高等院校博士学科点基金资助项目

作者简介: 罗宏(1964-), 男, 湖南桃源人, 博士, 1998 年从北京师范大学环境科学研究所博士后流动站出站, 现在中国环境科学研究院环境规划研究所工作。主要从事资源环境规划和管理, 发表学术论文 20 多篇, 出版专著 2 部。

选取适当的垂直分层指标能揭示这种垂直分异规律。指标的选取既要考虑峡谷农业地形气候形成的发生学原因,又要考虑所选取的指标必须对农业立体布局影响较大。为避免定性分层时主观、片面、不规范及不精确性,采用定量多指标分层方法。

经研究,选取年平均气温 x_1 ()、一月平均气温 x_2 ()、极端最低气温 x_3 ()、10 活动积温 x_4 ()、年降水量 x_5 (mm)、年相对湿度 x_6 (%)、年干燥指数 x_7 、4~10 月日照时数 x_8 (h)、净第一性生产力 x_9 ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$) 等 9 个分层指标,其模式见表 1。

表 1 垂直分层指标模式

Tab. 1 Models of the vertical divisional indices

分层指标	模式 (H 单位为百米)
年平均气温 x_1	$x_1 = 18.423 - 0.604H$
一月平均气温 x_2	$x_2 = 6.732 - 0.547H$
极端最低气温 x_3	$x_3 = 9.616e^{-0.124H} - 10$
10 活动积温 x_4	$x_4 = 6\,241.202 - 2.759H$
年降水量 x_5	$x_5 = 1\,110.578 - 0.890H - 1.684H^2$
年相对湿度 x_6	$x_6 = 64.362 + 5.232H - 0.519H^2$
年干燥指数 x_7	$x_7 = 1.701 - 0.223H + 0.022H^2$
4~10 月日照时数 x_8	$x_8 = 1\,137.332 - 34.469H$
净第一性生产力 x_9	$x_9 = 3\,000(1 - e^{-0.000\,664R})$, $R = x_5$

上述 9 个指标中,前 8 个指标为光、温、水指标,其模式是根据国家气象局于 1982 年组织的《我国亚热带东部丘陵山区农业气候资源合理利用研究》课题组,在长江三峡北壁(神农架南坡)实地获得的历经 3 年(1983 年 4 月~1986 年 3 月)的气候考察资料回归而得。第 9 个指标为净第一性生产力 NPP (Net Primary Productivity),采用迈阿密模型来计算^[4]。迈阿密模型于 1971 年在迈阿密讨论会上被首次提出。它以《世界气候图解地图册》(Walter 和 Lieth, 1960~1967 年)所记载的年平均气温和年平均降水量为依据,从世界五大洲约 50 个可靠测定的生产力数据中,引用最小二乘方公式进行曲线拟合而成。因此,有两种生产力的估算:一种是温度的函数;一种是降水量的函数。在两种预估的生产力值中,根据 Liebig 最小量定律,选用较低值作为迈阿密模型的生产力值。迈阿密模型如下:

$$NPP_T = \frac{3000}{1 + e^{1.315 - 0.119T}}$$
$$NPP_R = 3000(1 - e^{-0.000\,664R})$$
$$NPP = \min(NPP_T, NPP_R)$$

式中 T 为年平均气温 (), R 为年降水量 (mm), NPP_T 、 NPP_R 分别为由温度与降水所估算的净第一性生产力 ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$), 根据计算结果,取 $x_9 = NPP = NPP_R$ 。

1.2 分层数理方法及计算结果

本文采用主成分分析法^[5]对峡谷暖区农业地形气候进行垂直分层。主成分分析法是一种多元分析方法,能将相互间有相关特性的多个指标用少数几个综合变量来拟合。

在峡谷暖区,自下而上每隔 50 m 选取 16 个样本点,再用表 1 中的分层指标模式推算各个样本点的值,共得到 $n \times m = 16 \times 9 = 144$ 个数据,借助相应的软件包^[6]上机运算,结果

表明：第 1 主成分的方差为 7.72，方差贡献占了全部信息的 85.75%，前两个主成分的累积贡献接近 100%。为精确起见，不妨取前两个主成分。如果把前两个主成分 y_1 、 y_2 分别看作二维空间的两个坐标轴，那么某样本点或站点的两个主成分大小将决定了该点在二维空间的位置，则可由下式求出二维空间中该点距原点的距离 D ：

$$D = \sqrt{y_1^2 + y_2^2}$$

式中 y_1 、 y_2 分别为该样本点的第 1、第 2 主成分。

表 2 样本点离原点的距离 D

Tab. 2 Distance D of the sample spots away from origin spot

样本序号	1	2	3	4	5	6	7	8
海拔高度/m	50	100	150	200	250	300	350	400
D	1.556	1.355	1.152	0.948	0.743	0.536	0.310	0.118
样本序号	9	10	11	12	13	14	15	16
海拔高度/m	450	500	550	600	650	700	750	800
D	- 0.093	- 0.304	- 0.517	- 0.731	- 0.947	- 1.161	- 1.375	- 1.590

将以上所得的 16 个数据标准化，得到表 3。然后再求各样本点之间的距离：

$$d_{ij} = D_i - D_j$$

按最短距系统聚类法，距离相近的点聚在一起，这样 16 个样本可聚为三类，即（1，2，3，4，5，6）为一类；（7，8，9，10，11，12）为一类；（13，14，15，16）为一类。

表 3 垂直农业气候层

Tab. 3 Vertical agroclimatic layers

层名	主要农业气候指标					垂直农业生态类型		
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	农作物与熟制	经济林果与用材林	农业生产重点项目
温和层 (600~800 m)	14.0~ 15.2	2.5~ 3.7	- 7.0~ - 5.5	4100~ 4600	1200~ 1300	水稻、小麦、油菜、 杂粮及薯类，一年 两熟	茶树、漆树、杉木、 松、柏、核桃、板栗、 栓皮栎、杜仲等	茶叶、油菜、板 栗、核桃、生漆
温暖层 (300~600 m)	15.2~ 17.0	3.7~ 5.5	- 5.5~ - 4.0	4600~ 5400	1100~ 1200	水稻、油菜、小麦、 玉米、高粱、苕麻 等，一年两熟	甜橙、宽皮桔、油桐、 茶树、松、柏等	柑桔、油 桐、苕麻
温热层 (< 300 m)	> 17.0	> 5.5	> - 4.0	> 5400	< 1100	双季稻与冬作 (小麦或油菜)， 一年三熟	甜橙等	甜橙、粮、油

1.3 垂直农业气候层

据以上的计算结果，对应于海拔高度，得知峡谷暖区可划分出三个垂直农业气候层，即 300 m 以下为温热层，300~600 m 为温暖层，600~800 m 为温和层。不同的垂直农业气候层对应于不同的农业气候指标和农业生态类型（见表 3），从温热层到温暖层再到温和层，农作物与熟制、经济林果与用材林、农业生产重点项目等项目特征皆有所不同。

在划分垂直农业气候层以及垂直农业生态类型的基础上，对于峡谷暖区的立体农业布

局,还要考虑地形小气候^[7]的影响。不同地形小气候环境的农业气候特征仍有较明显的差异,其农业利用方向和途径往往亦不相同。在同一层中根据地形小气候环境的农业气候特征选择不同农林作物在该层中的最适空间,充分发挥地形小气候环境的农业气候优势和潜力。如< 300 m 的温热层适宜种植甜橙,而温暖层只有在海拔 300~400 m 之间的区段才能种植甜橙,以及只有在热量条件较好的海拔 400~600 m 之间的地形小气候区段才能种植甜橙。我们只有在垂直方向的层带性的基础上兼顾地形小气候环境的多样性,才能做到因地制宜,合理开发利用自然资源,维护生态平衡。

2 峡谷暖区农业发展战略

本文采用层次分析法^[8,9]对峡谷暖区农业发展战略进行决策分析。层次分析法又称 AHP (Analytical Hierarchy Process) 法,是美国运筹学家、匹兹堡大学教授 Saaty 在 70 年代初提出来的。它把复杂问题中的各种因素通过划分相互联系的有序层次使之条理化,或者是按照各类因素之间的隶属关系把它们排成从高至低的若干层次,建立不同层次元素之间的相互关系。再根据对一定客观现实的判断就每一层次的全部元素的相对重要性给予定量表示,利用数学方法确定表达每一层次的全部元素的相对重要性次序的权值,并通过排序结果分析和解决问题。AHP 的计算可用其 Basic 程序^[9]由计算机来完成。

2.1 农业发展战略递阶层次结构构思

对峡谷暖区进行总体上的综合考虑,建立其农业发展战略递阶层次结构图(图 1)。
目标层 A: 实现农业生态经济系统的优化。

准则层 C: C₁ 为经济评价,即考虑投资、经济效益等因素,如投资少、经济效益高的部门应优先发展; C₂ 为自然资源,即考虑农业气候资源、土地资源、水利资源等因素,如能充分合理利用各资源的部门应优先发展; C₃ 为社会资源,即考虑劳动力的利用、科学技术需求性、能源消耗程度因素等,如能充分合理地利用劳动力资源、科学技术需求少、能源消耗低的部门应优先发展; C₄ 为结构影响,即考虑结构平衡、对传统习惯的改变、结构调整时滞等因素,如受传统习惯影响小、结构调整时滞短的部门应优先发展; C₅ 为生态效益,即考虑生态平衡、环境保护等因素,如有利于维护生态平衡、对环境污染或破坏程度小的部门应优先发展。

措施层 P: 种植业、林业、畜牧业、副业及渔业全面而又合理地发展,使得农业系统内部

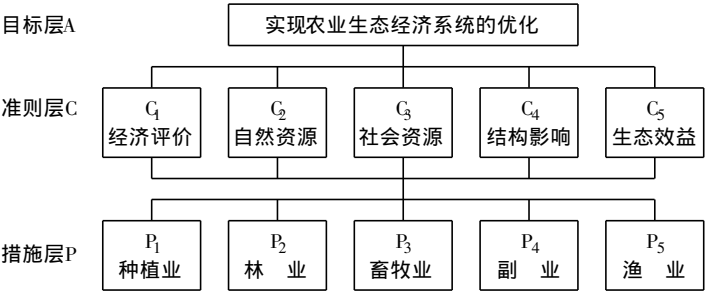


图1 峡谷暖区农业发展战略递阶层次结构图

Fig.1 The structural diagram for transitive rank order of the agricultural development Strategy in the warm gorge sectors

结构协调,比例合理,以达到农业生态经济系统优化的目的。

根据以上分析,我们得到峡谷暖区农业发展战略的递阶层次结构图(见图 1)。

2.2 结果分析

由于温热层、温暖层和温和层的实际情况是不一样的,因此需要对它们分别进行 AHP 决策分析,其计算结果列成表 4 和表 5。

表 4 准则层权值

Tab. 4 Weight of standard layer

垂直层	C ₁ 经济评价	C ₂ 自然资源	C ₃ 社会资源	C ₄ 结构影响	C ₅ 生态效益
300 m 以下	0.428	0.275	0.176	0.041	0.081
300 ~ 600 m	0.419	0.263	0.160	0.062	0.097
600 ~ 800 m	0.354	0.345	0.090	0.058	0.145

表 5 措施层权值

Tab. 5 Weight of measure layer

垂直层	P ₁ 种植业	P ₂ 林业	P ₃ 畜牧业	P ₄ 副业	P ₅ 渔业
300 m 以下	0.391	0.130	0.241	0.185	0.053
300 ~ 600 m	0.370	0.209	0.263	0.158	0
600 ~ 800 m	0.353	0.249	0.255	0.143	0

从表 5 中看出,鄂西南峡谷暖区农业部门的合理发展顺序应是:种植业—畜牧业—林业—副业—渔业,只是三个垂直气候层中各部门的权值有所不同。

从现在的情况和今后的目标来看:(1)在种植业方面,峡谷暖区的粮食生产应在提高单产上下功夫,要加强现有耕地的集约化经营。对那些坡度大、土质差、产量低的劣质田应退耕还林、还牧。另外,该区域冬季温暖少冻害,具有发展柑桔生产的优越自然条件,柑桔已被列为商品生产的重要项目,成为当地脱贫致富的最基本途径。因此,应充分利用峡谷暖区的气候优势,选择优良品种,重点投资,大力发展柑桔生产,建立较大规模的柑桔商品基地。(2)在畜牧业方面,其水平总的来讲还是比较低,远远不能满足人民群众生活的需要。但其发展畜牧业的条件十分优越,具有丰富的饲料来源、广阔的草坡草地、繁多的畜禽品种。今后要注意草坡地的改良,提高放牧率,增大畜牧业的比重。(3)在林业方面,其规模还远没达到要求。虽然有些区段如巴东县的“巴峡绿化带”的森林植被覆盖率较高,但整个峡谷暖区的林业比重仍然偏低,滥砍乱伐的现象依然存在。今后应大力宣传与贯彻《森林法》与《水土保持法》,严禁陡坡开荒与毁林开荒。对已开垦的坡度大于 25°的坡地,逐步实行退耕还林,并坚决杜绝滥砍乱伐。(4)在副业方面,应充分利用峡区丰富的生物资源和土特产品来发展副业,增加额外收入,使峡区农民迅速致富。(5)在渔业方面,针对峡谷暖区淡水养殖的特点,利用一切可利用的水面,如在增加山塘、水库、溪流、小河放养的同时,大力发展稻田养鱼等生态养殖业。

总之,鄂西南峡谷暖区的地形气候资源是丰富多样的,生产潜力也是很大的。要改变目前峡谷暖区贫穷落后的面貌,关键在于如何充分发挥本地的资源优势。要不失时机地抓住长江三峡大坝和清江隔河岩水电站建设所带来的新的历史机遇,利用与改造相结合,社会效益与生态效益相结合,合理调整农业生产结构,实行以种植业为主,农、林、牧、副、渔并举的方

针,确定稳定的产业结构目标,加快农业产业化的进程,加强横向经济联系,搞好商品生产基地建设,逐步建立起合理的立体综合农业结构体系,实现区域的可持续发展。

参考文献:

- [1] 乔盛西 等. 长江三峡和清江河谷冬暖的成因及其与柑桔生产[J]. 地理研究, 1986, 5(2): 27.
- [2] MacHattie L B, Schnelle F. An introduction to agrotopoclimatology[M]. WMO Technical Note No. 133. Geneva, 1978.
- [3] 卢其尧 等. 农业地形气候区划的方法及其应用[J]. 南京大学学报(自然科学版), 1988, 3.
- [4] Helmut Lieth, Robert H Whittaker. Primary Productivity of the Biosphere[M]. Springer- verlay: New York, 1975.
- [5] 缪启龙 等. 主成分分析在气候区划中的应用[J]. 南京气象学院学报, 1987, 4.
- [6] 阮桂海 主编. 微电脑的使用与软件应用大全——SAS 与 SPSS/PC+ V4.0 高级教程[M]. 经济日报出版社, 1992.
- [7] 黄寿波. 我国地形小气候研究概况与展望[J]. 地理研究, 1986, 5(2): 90.
- [8] 刘豹等. 层次分析法——规划决策的工具[J]. 系统工程, 1984, 2.
- [9] 向元望 主编. 区域规划系统工程应用——模型·方法·程序[M]. 系统工程编辑部出版, 1987. 316.

The vertical distribution of agrotopoclimate and agricultural development strategy in the warm gorge sectors

LUO Hong, YANG Zhi-feng

(Institute of Environmental Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: The vertical division of agrotopoclimate is carried out by the way of principal component analysis in the warm gorge sectors in the southwest of Hubei Province. According to the calculation, three layers are divided in the warm gorge sectors: hot layer (< 300 m), warm layer ($300 \sim 600$ m) and mild layer ($600 \sim 800$ m). Such division provides a theoretical basis for setting up the rational allocation of three-dimensional agriculture. On the basis of the vertical division, decision on agricultural development strategy is carried out by means of analytical hierarchy process in the warm gorge sectors. It is necessary even in the same layer to select agricultural and forest crops that are suitable to the agroclimatic characteristics of microclimate environments, so that we can bring the agroclimatic superiority and potentiality into full play, develop agriculture and diversified economy, and protect the ecological balance. The conclusion will be good for the further use of agroclimatic resources and give an essential help for working out strategic objectives of agricultural development in the area.

Key words: the warm gorge sectors; agrotopoclimate; vertical agroclimatic layers; agricultural development strategy; analytical hierarchy process