

我国山地农业气候资源优势及其合理利用

张养才

(国家气象局气象科学研究所)

提 要 据我国农业气候调查和考察资料,分析不同山区光热水农业气候变量在垂直和水平方向的变化规律,提出山地农业气候资源具有立体性、多层性、多样性和多宜性的特征,建立山区农业气候资源垂直分层模式,据人力、物力、耕地、物价等社会条件和经济效益等因素约束,应用系统决策寻找山区不同层次最佳的作物布局 and 农作制,探讨农业合理布局的生态气候效益及开发山区资源优势的途径。

关键词 农业气候资源 生态模式 合理利用

一、概 况

我国山地约占全国总面积的2/3以上。海拔在500米以下占25.2%,500—3000米占48.9%,3000米以上占25.9%。复杂的山区地形,形成了丰富多样的农业气候资源,为农林牧副业生产的综合发展提供了有利条件。但是,长期以来,由于对山地气候资源缺乏正确的认识,农业布局极不合理,在山区出现毁林开荒如滥垦、滥伐等现象,造成严重水土流失,自然灾害频率增大,生态环境恶化,丰富多样的农业气候资源得不到合理开发,不能充分发挥山区优势,人民生活贫困。

据近几年在亚热带、温带主要山区的农业气候调查和考察,利用山区气象站及短期气象剖面观测资料,分析研究不同山区在水平方向和垂直方向光热水农业气候资源特征,探讨农业合理布局的气候生态效益及开发山区农业气候资源的途径,为发挥山区气候资源优势 and 建立农林牧副业最佳结构的生态模式提供科学依据。

二、丘陵山地农业气候资源特征

(一)山地农业气候资源的立体性、多层性

高山阻碍气团与锋面的移动,低山、丘陵对太阳辐射、水分条件有重新分配的作用,引起光热水农业气候变量在垂直方向有显著变化(表1)。

由表1看出:1)无论南方亚热带山区或北方温带山区,年均温、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温平均直减率相应为 $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{米}$ 和 $170.0^{\circ}\text{C}/100\text{米}$ 。同一山区来说,南坡 $>$ 北坡,东坡 $>$ 西坡;2)降水量随高度升高平均递增 $37.8\text{毫米}/100\text{米}$,除干旱区的天山山地降水量递增率南坡 $>$ 北坡外,其余山地皆是北坡 $>$ 南坡;3)反映作物生长期的 10°C 持续日数的直减率也为南坡

本文改回日期,1991-12-23.

>北坡;南坡平均6.5天/100米,北坡平均为4.6天/100米;4)日照时数受云量、地形影响的变化,部分山区随高度递增,部分山区随高度递减。

表 1 高山、山麓站不同坡向气候变量垂直变化(°C/100米)

Table 1 The vertical variation of climate on different exposure of the high-mountain and the bottom stations(°C/100m)

高山	山麓	海拔差 (米)	年均温 (°C)	年降水量 (毫米)	日照时 (小时)	≥10°C		资料时代(年)
						积温	间隔日数	
天山天池	轮台(南)	957	-0.89	49.6	-7.1	-293.1	-11.89	1971—1980
	乌苏(北)	1457	-0.39	26.3	-14.0	-55.1	-2.47	
长白山天池	松江(北)	2058	-0.47	30.7	-3.1	-93.6	-5.56	1961—1980
五台山	阜平(东)	2615	-0.64	7.5	0.6	-161.6	-7.31	1961—1980
	繁峙(西)	1820	-0.56	25.9	3.1	-141.4	-7.53	
秦岭双庙	安康(南)	1650	-0.57	13.9	0.1	-160.0	-5.70	1961—1980
	西安(北)	1579	-0.44	26.4	-0.1	147.4	-5.10	
天目山	临安(南)	1455	-0.47	17.8	-0.2	-169.8	-5.60	1961—1980
	安吉(北)	1477	-0.46	22.0	-3.4	-162.5	-5.40	
庐山	星子(东南)	1128	-0.50	48.0	-2.9	-188.2	-5.60	1961—1980
	九江(西北)	1133	-0.49	50.5	1.4	-184.0	-5.50	
井冈山茨坪	遂川(东南)	717	-0.60	60.0	-29.4	-214.8	-4.90	1961—1980
	宁冈(西北)	580	-0.48	67.2	-11.5	-171.4	-4.00	
衡山南岳	衡阳(西南)	1192	-0.55	70.2	-13.6	-211.5	-6.50	1959—1980
	衡山(东)	1205	-0.51	59.0	-3.1	-195.6	-5.90	
武夷山七仙山	崇安(南)	1186	-0.51	29.5	-18.8	-184.3	-5.38	1961—1980
	铅山(北)	1355	-0.21	37.8	-14.8	-163.8	-4.10	

对农业来说,光热水气候变量在垂直方向的显著差异,直接为生物提供不同的生态环境(图 1,2)^[1,2]。

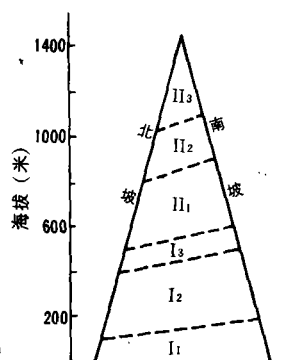


图 1 本溪县山地垂直农林带

Fig. 1 The vertical zones of agriculture-forestry of the mountain in Benxi County

I₁. 中晚熟品种区; I₂. 中早熟品种区; I₃. 早熟品种区; II₁. 阔叶林区; II₂. 针阔林区; II₃. 灌木杜鹃林区

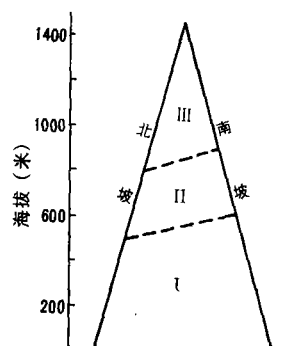


图 2 武夷山南北坡垂直农林带

Fig. 2 The vertical zones of agriculture-forestry on south and north slopes in Wuyi Mountains

I. 高低丘陵暖湿区一年三熟为主; II. 低山温湿区一年二熟为主; III. 中山温凉多雨区林牧业为主

图1中,辽宁省本溪县属温带大陆性气候,在海拔500—600米,基本上是种植业和林牧业的分界线;图2,武夷山区属中亚热带,在海拔500以下,农作制是一年三熟为主,宜发展茶叶、柑桔等经济林果;500—1000米,农作制是一年两熟为主,气候温和、雾多、雨日多,具有发展优质茶叶的气候优势;1000米以上,除河谷地能种植作物外,主要宜发展林牧业生产。

综上所述,丘陵山区在垂直方向的农业气候资源呈现出立体性和多层性。生产实践证明,农业生产受多种气候因子的综合影响,在垂直方向出现的不同类型农业气候资源层各自有特定的农业意义。根据亚热带东部10大山区的农业气候考察,水热农业气候变量在海拔1000米以下随高度呈线性模式⁽⁸⁾

$$Y_{ij} = a_{ij} - b_{ij} h_{ij} \quad (1)$$

运用聚类分析最小原则

$$D = \sqrt{\sum_{i=1}^n (h_{ij} - H_j)^2} \quad (2)$$

由(1)式代入(2)式,经运算即得农业气候资源垂直分层模式

$$H_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_{ij} - Y_{ij}) / b_{ij} \quad (3)$$

式中, Y_{ij} 为不同山区或坡向的农业气候变量; h_{ij} 为不同坡向、不同变量指标分层高度(单位:100米); H_j 为不同坡向农业气候变量综合作用的分层指标最佳高度; a, b 为农业气候变量统计系数; i 为农业气候变量因子; j 为不同坡向; n 为农业气候变量数。

亚热带东部山区的种植业及经济林果主要集中在海拔1000米以下,根据南、中、北亚热带东部山区的农业生态类型,选择10°C积温、最热月均温、极端最低气温多年平均值为分层主导指标,4—10月干燥指数为辅助指标(表略),代入(3)式,定量计算我国亚热带东部山区不同坡向之间气候变量综合作用的不同生态类型农业气候资源层(图3)⁽⁹⁾。

由图3可以看出:1)同一气候带内,各山区不同坡向的农业气候资源不尽相同,但在不同海拔高度存在着相似的农业气候资源。如神农架南坡海拔250—349米农业气候资源与

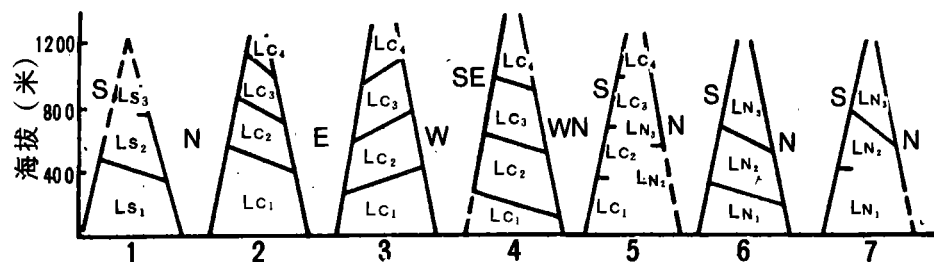


图3 亚热带东部山区农业气候资源垂直分层

Fig. 3 The vertical divided layers of agroclimatic resources in eastern subtropic mountain

1. 云开山; 2. 南岭(中段); 3. 雪峰山; 4. 武夷山; 5. 神农架; 6. 天目山; 7. 大别山。

南亚热带, LC_1 . 热作多熟农作热层; LS_2 . 农经(喜温)混作暖湿层; LS_3 . 经农混作温湿层。

中亚热带, LC_1 . 农经(喜温)混作暖湿层; LC_2 . 经农(喜温)混作温湿层; LC_3 . 经农混作凉湿层; LC_4 . 林牧业湿冷层。

北亚热带, LN_1 . 农经(喜温)混作温湿层; LN_2 . 经农混作凉湿层; LN_3 . 林牧业湿冷层

武夷山东南坡海拔256米以下相似;2)垂直方向出现的农业气候资源层次结构特征受水平气候带(基带)和坡向的影响。例如以热量为主导指标,划分出的相同类型农业气候资源层的高度,一般是低纬度高于高纬度,南坡高于北坡;3)划分出来的层次,基本上反映了亚热带东部山区农业生态环境实际情况及其开发潜力。

(二)山地农业气候资源多样性、多宜性

农业气候变量在水平方向或垂直方向并非是遵循递减或递增规律,而在某高度或水平地段出现比周围冷或暖、干燥或湿润等不同生态类型。近年来,在各地山区农业气候考察过程中,提出了“暖区”、“暖带”、“湿岛”、“冷湖”等,充分说明农业气候变量不连续变化。统计安康盆地的极端最低气温比西安高11.1℃,年均温高2.4℃,10℃积温高621.4℃,持续日数长23天,年降水量安康为780毫米,西安为604毫米;若东部平原地区纬度相当的徐州和蚌埠两地比较,极端最低气温蚌埠比徐州仅高3.2℃,年均温高1.1℃,10℃积温高93.4℃,持续日数长5天,年雨量蚌埠为911毫米,徐州为870毫米。可见,秦岭山脉阻滞冬季干冷空气南下和夏季暖湿空气北上,引起水平方向气候差异悬殊,在安康、汉中两盆地可以种植双季稻和发展亚热带

经济林果,而关中平原仅是两茬旱作物;但东部平原的徐州和蚌埠两地区气候差异较小,一年均为稻麦两熟。同样,在垂直方向也出现明显的不连续变化(图4)。

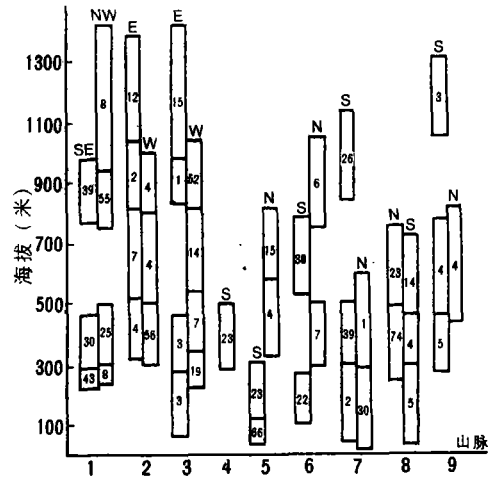


图4 1983—1986年亚热带山区不同坡向、高度旬平均最低气温逆温旬频次

Fig. 4 Mean ten-days minimum temperature and frequency numbers of inversion on different exposure and at different altitudes in subtropical mountain from 1983 to 1986

1. 武夷山; 2. 雪峰山; 3. 井冈山; 4. 博平岭; 5. 云开山; 6. 南岭; 7. 天目山; 8. 大别山; 9. 神农架

表2 1971—1980年不同海拔月平均最低气温(℃)

Table 2 Mean monthly minimum temperature on different altitudes from 1971 to 1980(℃)

站 名		海拔 (米)	月 份												年
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
太行山 东 坡	定 县	57.1	-8.6	-5.9	0.4	7.7	13.0	18.5	21.3	20.0	13.9	7.3	0.4	-6.3	6.8
	阜 平	283.2	-7.8	-5.7	1.1	8.2	14.0	19.5	21.5	20.3	14.9	8.6	0.9	-5.8	7.5
	五台山	2897.7	-21.1	-20.1	-14.8	-7.8	-1.3	3.5	6.9	6.2	0.2	-6.1	-13.8	-19.7	-7.3
长白山 东北坡	延 吉	178.2	-19.7	-17.2	-8.6	-0.3	6.4	13.1	17.1	16.1	8.7	-0.1	-8.1	-16.4	-0.8
	和 龙	443.9	-18.8	-16.9	-8.3	-0.1	6.6	12.4	16.2	14.7	7.9	-0.1	-7.8	-15.5	-0.8
	松 江	591.6	-26.2	-23.2	-12.1	-3.0	2.8	9.6	14.2	12.4	4.6	-3.9	-12.1	-12.9	-4.2

由图4看出:亚热带东部山区不同坡向、高度出现明显的逆温旬(旬平均最低气温上层 \geq 下层值),同一山区在不同高度及不同坡向出现的频率有很大差异,亚热带东部山区逆温主要出现在1000米以下,一般有2—3层,以秋末冬初季节最多、强度最大;温带的太行山

区和长白山区(表 2),在春秋冬三季也有十分明显的逆温出现,又如武夷山区东南、西北及北坡年降水量随高度递增、递减的不一致(图 5),在 400—700 米出现降水较多的湿层;又如神农架南坡不同高度极端最低气温出现频率(图 6),在 150—600 米间, -7°C — -10°C 低温出现频率 $<10\%$,使秭归县从海拔 150—500 米可以开辟阶梯式桔园,种植不耐寒的脐橙,很少有冻害发生;位于干旱区的天山,在海拔 1000—3000 米之间形成了一个“湿岛”,成为灌溉山麓绿洲的水源^[4];大别山南麓呈“鸡窝状”地形具有防寒效应,栽种柑桔获得显著的经济效益和社会效益等。可见,光热水农业气候变量不连续变化,使山区呈现出丰富多样的农业气候资源,充分显示出资源具有多宜性的特点。

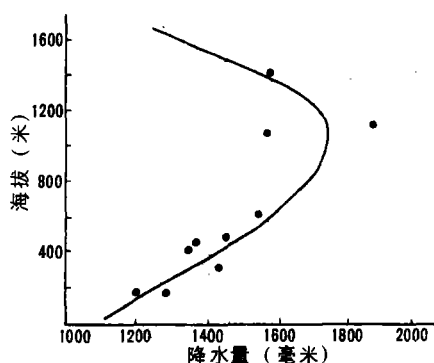


图 5 武夷山北坡 4—9 月降水总量垂直分布
Fig. 5 The vertical distribution of total precipitation on the north slope of Wuyi Mountain during Apr. —Sept.

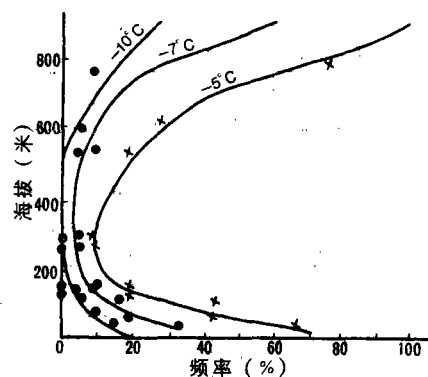


图 6 神农架南坡极端最低气温频率分布
Fig. 6 The distribution of frequency of extreme minimum temperature on the south slope of Shennongjia

三、合理农业布局与山区气候资源优势开发利用

长期以来,农业投资主要在平原地区,山区的农业结构又极为不合理。如湖南省把 83% 的农业劳力集中投放在占土地面积 1/6 的平原地区,占土地面积 80% 以上的丘陵山地却没有得到合理利用;神农架北坡的房县,全县丘陵山地面积为 91.7%,但 90% 的面积种植粮食,经济作物和其他作物面积仅占 10%。统计亚热带山区县农业经济资料(表 3)。其特点:1)农林牧副渔各业人均产值和收入均较低,各山区县、各部门之间差异极大;2)农业产值仍为各山区主要经济基础,农业产值平均占 59.2%,林业和副业产值各占 10.9%,牧业占 18.2%,渔业占 0.7%。可见,在提高粮食单产的前提下,调整当前生态效益低、经济效益不高的农业布局,面向广阔的国内外市场,大力发展多种经营,建立名优特产品的商品生产基地,充分发挥山区潜在型农业气候资源优势,应是山区农业生产当务之需。运用模糊评判分析了武夷山南坡(崇安县)、北坡(铅山县)光热水农业气候资源特征和生产实况,可以得到主要农作制和经济林果的适宜栽种层次(表 4)。表 4 仅反映武夷山区农业气候资源利用程度。但因限于人力、物力、耕地、物价等社会条件和经济效益等因素约束,并非是合理的农业布局。为此,根据现代数学理论,建立耕地、总产、劳力约束方程

表 3 亚热带东部山区县五业人均产值和收入(元)

Table 3 Per capita income and output value of agriculture, forestry, grazing, subsidiary production and fishery in eastern subtropical mountains (yuan)

山 区(县)	人 均 产 值					总额	人 均 收 入					总额
	农	林	牧	副	渔		农	林	牧	副	渔	
神农架北坡(房县)	153.0	40.8	39.2	17.6	0.3	250.9	123.1	29.4	41.7	61.9	0.5	256.6
神农架南坡(兴山)	180.3	79.0	60.4	20.4	0.2	340.3	138.5	31.3	38.6	53.6	0.2	262.2
大别山北坡(舒城)	151.0	7.9	58.8	22.0	1.2	240.9	159.7	13.2	25.7	30.6	1.8	231.0
大别山南坡(潜山)	161.5	5.6	27.9	15.2	2.7	212.9	104.8	3.6	14.3	14.6	1.9	139.2
雪峰山东坡(洞口)	178.7	9.2	62.8	18.1	4.1	272.8	138.9	3.5	37.2	15.8	2.5	197.9
云开大山北坡(信宜)	112.0	31.0	39.6	80.1	1.3	264.0	106.4	12.7	82.3	77.4	2.5	281.3
平 均	156.1	28.9	48.1	28.9	1.6	263.6	128.6	15.6	40.0	42.3	1.6	228.1

注:人均产值和人均收入是1981—1985年平均值。

表 4 主要农作物和经济林果适宜栽种层

Table 4 The suitable layers for major agricultural crops and economic trees and fruits.

海拔(米)	东 南 坡		西 北 坡		海拔(米)	东 南 坡		西 北 坡	
	代号	适宜栽种项目	代号	适宜栽种项目		代号	适宜栽种项目	代号	适宜栽种项目
300以下	X ₁	稻+稻+油	X ₁	稻+稻+油	300—500	X ₇	稻+稻+肥	X ₁₁	单季稻
	X ₂	稻+稻+肥	X ₂	稻+稻+麦		X ₈	稻+油	X ₁₂	稻+油
	X ₃	稻+油	X ₃	烟叶+稻+油		X ₉	稻+肥	X ₁₃	稻+麦
	X ₄	稻+肥	X ₄	烟叶+稻+麦		X ₁₀	茶 叶	X ₁₄	稻+肥
	X ₅	茶 叶	X ₅	稻+稻+肥		X ₁₁	柑 桔	X ₁₅	茶 叶
	X ₆	柑 桔	X ₆	甘 蔗				X ₁₆	烟 叶
			X ₇	油 菜	500以上	X ₁₂	茶 叶	X ₁₇	茶 叶
			X ₈	柑 桔		X ₁₃	单季稻	X ₁₈	烟 叶
			X ₉	茶 叶				X ₁₉	单季稻
			X ₁₀	烟 叶					

表 5 南北坡不同层次农业合理布局

Table 5 The rational allocation of agriculture of different layers on north and south slopes

坡 向	海 拔(米)					
	300以下		300—500		500以上	
	适种项目	面积(公顷)	适种项目	面积(公顷)	适种项目	面积(公顷)
东南坡 (崇安县)	稻+稻+油	11763.37	稻+稻+肥	3866.67	单季稻	3200.00
	稻+稻+肥	236.43	稻+肥	533.33		
	茶 叶	133.33	茶 叶	66.67		
西北坡 (铅山县)	稻+稻+油	646.48	稻+肥 烟	4933.33 120.00	单季稻 烟 叶	3200.00 66.67
	烟叶+稻+油	1637.12				
	稻+稻+肥	8400.00				
	柑 桔	66.67				
	甘 蔗	2316.40				

和合理布局后农业净产值的目标函数。将约束方程和目标函数中的系数按规定输入计算机,应用系统决策寻找武夷山南北坡不同层次最佳的作物布局和农作制(表5)。

由表5可以看出:1)300米以下,南北坡双季稻居优势,是粮食生产基地;2)旱地利用方面,南坡的茶叶生产摆在第一位,北坡则发展柑桔、烟草较为适宜。从决策的结果,南坡崇安县合理布局后农业净产值达4084.1万元,比原来的3400.0万元增加20.1%;北坡铅山县也出现类似情况。显然,山区起伏面积大,盆地分散,气候、地形、土壤等构成了复杂多样的生态环境。实际生产中,积极调整农业布局和农作制,合理开发山区农业气候资源优势。在一定的耕地面积条件,同样的人力、物力,可以获得的经济、生态效益是不一样的。

四、结 语

1. 山区农业气候资源存在立体性、多层性、多样性和多宜性。但山区是属开放性的生态系统,一旦生态系统结构破坏,会造成水土严重流失,水旱灾害无常的恶性循环,直接威胁山麓及平原地区农业生产的经济效益。因此山区开发应针对气候资源特征使农业布局构成良性的生态系统,对农业结构和作物配置应形成多层次、多种经营模式,增强山区农业的经济、生态、社会效益。

2. 既要因地制宜,又要扬长避短;从目前山区农业生产情况来看。在海拔400米以下,无论南方或北方的山区,水热资源丰富,主要是种植业基地。但在南方山区。前些年双季稻面积过大,推广迟熟品种过多,往往遇伏秋旱或早秋低温造成水稻减产;北方山区也因水旱作物配置不当造成欠收。目前拟重点调整作物布局,改善农田多层次结构和发展多种经营,合理利用光热水资源;400—800米是气候和生物资源的过渡地带,也是人类活动频繁的地区,盆地地形主要集中高度,土层深厚,排水良好,冬季常出现“暖区”和“逆温层”,这是当前农业气候资源开发潜力最大地区;800米以上,一般降水增多,气温偏低,土质瘠薄,作物生长期短,产量低,宜发展畜牧业和经济林木,尤其北方山区,热量条件差,天然植被稀疏,不宜扩大种植业,应大力种树种草,绿化荒坡。

3. 应用先进探测技术,积极开展山区农业气候考察,研究建立不同山区地形生态类型引起的光热水农业气候变量的动态模式,充分发挥山区气候资源优势,促进山区农林牧副业稳产高产。

参 考 文 献

- [1] 毕伯钧,1984,本溪县山地热量垂直分布与多种经营的合理布局,山地气候文集,气象出版社,第173—174页。
- [2] 张养才等,1987,武夷山南北坡地农业气候资源特征的探讨,武夷山区农业气候资源论文集,气象出版社,第76—77页。
- [3] 张养才等,1988,丘陵山地农业气候资源垂直分层模式的研究,科学通报,33(24),第1888—1889页。
- [4] 彭补拙等,1982,新疆天山托木尔峰地区的气候特征及其垂直气候带,南京大学学报,(1),第142—145页。

THE SUPERIORITY OF AGROCLIMATIC RESOURCES IN THE MOUNTAINOUS REGION IN CHINA AND ITS RATIONAL UTILIZATION

Zhang Yangcai

(Academy of Meteorological Science, State Meteorological Administration)

Abstract

Based on agroclimatic survey and observations carried out in the mountainous region in China, the vertical and horizontal distribution of the agroclimatic elements (sunshine, temperature and precipitation) were analysed. It is found that the agroclimatic resources of the mountainous region have the features of the cubical agriculture*, diversity, many layers and suitability. The models of vertical divided layers of agroclimatic resources were established in this region. In the light of labours, material resources, prices, cultivated land and economic effect etc: the modes of applying system decisions seek the optimum crop distribution and cropping systems of the different layers in the mountainous region. The ecoclimate effects of the rational distribution and the development ways of the agroclimatic resources are discussed.

Key words agroclimatic resources, ecological model, rational utilization

* Agricultural types of the different altitude in the mountainous regions.