

滁州市耕地承载定量分析

张洒洒, 李霞*, 樊荣荣, 陈财, 余俞寒 (滁州学院地理信息与旅游学院, 安徽滁州 239000)

摘要 基于2000—2010年滁州市TM数据, 结合研究区耕地生物资源数据, 运用生态足迹方法, 对滁州市耕地承载进行定量分析。结果表明: 2000—2010年滁州市人均耕地减少16.4%, 人均耕地面积明显低于联合国粮农组织规定的人均耕地警戒线; 2010年滁州市人均耕地生态承载力远低于全球水平, 人均耕地生态承载力减少与人口数量增长呈负相关关系; 2000—2010年滁州市耕地生态承载等级从富有余转变为超载与平衡临界状态, 琅琊区耕地生态承载等级由富有余转化为过载, 南谯区耕地生态超载等级变化较小。划定基本农田范围, 严守耕地保护红线, 发展现代农业, 提高耕地整体性和机械化水平, 是缓解滁州市耕地生态超载的基本措施。

关键词 土地利用; 耕地; 生态足迹; 生态承载力; 生态超载指数; 滁州市

中图分类号 S28; F301 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)36-0224-04

Quantitative Analysis of Cultivated Land Carrying Capacity in Chuzhou City

ZHANG Sa-sa, LI Xia*, FAN Rong-rong et al (School of Geographic Information and Tourism, Chuzhou University, Chuzhou, Anhui 239000)

Abstract Based on TM data in Chuzhou during 2000-2010, combined with data of biological resources of cultivated land in the study area, adopting ecological footprint method, the cultivated land carrying capacity in Chuzhou City were quantitatively analyzed. The results showed that: 2000-2010, the per capita cultivated land in Chuzhou decrease of 16.4%, significantly lower than the per capita cultivated land cordon FAO regulations. Per capita ecological carrying capacity of cultivate land in Chuzhou City in 2010 far below the level of the world. Per capita ecological carrying capacity of cultivated land reduce and population growth was a negative correlation. 2000-2010, the ecological carrying level of cultivated land in Chuzhou transferred from more than enough to overload and balanced critical state; ecological carrying level of cultivated land in Langya District transferred from more than enough to overload; ecological overload level of cultivated land in Nangiao District changed smaller. Delimiting the scope of basic farmland, protecting the red line of cultivated land strictly, developing modern agriculture, and improving the overall level of mechanization of cultivated land, were the basic principles of alleviate ecological overload of cultivated land in Chuzhou City.

Key words Land use; Cultivated land; Ecological footprint; Ecological carrying capacity; Ecological overload index; Chuzhou City

“生态足迹”概念是由Rees于1992年提出的, 之后他与Wackernagel于1996年提出生态足迹计算模型^[1], 将每人消耗的资源折合成全球统一、具有生产力的地域面积, 通过计算区域生态足迹总供给与总需求间的差值——生态赤字或生态盈余, 准确地反映不同区域对全球生态环境的贡献^[2]。可见, 生态足迹既能够反映出个人或地区的资源消耗强度, 又能够反映出区域的资源供给能力和资源消耗总量, 也可揭示人类持续生存的生态阈值^[3]。将生态足迹需求与自然生态系统承载力进行比较可定量判断某一国家或地区目前可持续发展的状态, 以便对未来生存和社会经济发展做出科学规划和建设^[4]。在我国, 罗璐琴等^[5]以武汉市为例, 应用偏最小二乘法, 在时间序列计算的基础上得出1978—2004年武汉市生态足迹, 构建生态足迹动态预测模型; 牟格格等^[6]利用生态足迹模型对2002—2012年安徽省生态足迹变化进行了分析。近期对耕地生态足迹的研究主要有: 施开放等^[7]应用耕地生态足迹模型和GIS方法, 确定耕地生态承载力供需平衡指数, 对重庆市耕地生态承载力供需平衡状况进行了系统评价; 孙秀锋等^[8]对2000—2009年重庆市耕地生态承载力时空差异进行分析。基于生态足迹与生态承载力方法对耕地生态承载进行定量分析, 可准确了解区域耕地生态状况, 是进行区域耕地生态评价的科学依据。近10年来, 滁州市经济快速发展, 城区范围不断增加, 耕地面积逐渐缩小^[9],

但针对滁州市的耕地承载定量研究鲜有报道。笔者以耕地承载定量分析为切入点, 运用生态足迹模型, 结合GIS技术, 对2000—2010年滁州市耕地承载时空变化进行定量分析, 为研究区生产、生态、经济可持续发展提供科学依据。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区概况 滁州市位于我国中东部, 地处皖东江淮间的丘陵地带(117°10′~119°13′ E, 31°51′~33°13′ N), 地势西高东低, 多为低山丘陵。该区属亚热带季风气候, 四季分明, 温暖湿润。年平均气温15.4℃, 年均降水量1035.5mm。年日照总时数2073.4h, 年无霜期210d。研究区为滁州市琅琊、南谯2区, 总面积14.04万km², 2010年全市总人口55.9万, 其中农业人口29.3万, 占总人口比重的60.7%, 比2000年城市总人口增加7.2万, 但农业人口占总人口比重减少8%^[10]。

1.2 数据来源

1.2.1 土地利用数据来源与处理。 土地利用数据来源于2000和2010年滁州市Landsat TM遥感影像, 影像空间分辨率为30m×30m。根据滁州市土地利用情况, 参照国土资源部土地利用现状分类体系, 将研究区土地利用划分为耕地、林地、草地、园地、水域、建设用地和其他用地7种类型。在ArcGIS 10.0中进行影像解译和编辑处理, 获得滁州市各土地利用类型数据。

1.2.2 其他数据资料的获取。 滁州市小麦、稻谷、大豆、玉米、棉花、油料、蔬菜、糖料以及人口、GDP、其他自然地理状况数据来源于2001、2011年《滁州统计年鉴》和滁州市统计局数据库; 全球小麦、稻谷、大豆、玉米、棉花、油料、蔬菜以及

基金项目 全国大学生创新创业训练项目(201510377012)。

作者简介 张洒洒(1995-), 女, 安徽大和人, 本科生, 专业: 地理科学。
* 通讯作者, 教授, 博士生导师, 从事遥感技术应用及森林资源监测研究。

收稿日期 2016-10-28

糖料等相关数据来源于 2001、2011 年《国际统计年鉴》^[11]。

1.3 研究方法。

1.3.1 耕地生态足迹。生态足迹的计算基于以下 2 个基本事实:①人类可确定自身消费绝大多数资源及其所产生废弃物的数量;②这些资源和废弃物流能转换成相应的生物生产面积。因此,任何已知人口(一个国家、一个地方或某个人)的生态足迹是生产这些人口所消费的所有资源和吸纳这些人口所产生的所有废弃物所需要的生物生产面积。

耕地生态足迹是指生产其消费的资源 and 吸纳其消费引起的废弃物所需要的耕地资源的面积。它通过测量人类对耕地生态服务的需求与区域所能提供的耕地生态服务之间的差距来比较人类对耕地资源的消费量和耕地资源的承载力^[7-8]。计算公式为:

$$EF = N \times ef \quad (1)$$

$$ef = \sum r A_i = \sum r_i \frac{C_i}{P_i} \quad (2)$$

式中, N 为区域内总人口数; EF 为区域内耕地总生态足迹; ef 为区域人均耕地生态足迹; A_i 为区域人均第 i 种消费项目折算的生物生产性耕地面积; i 为消费项目类型; C_i 为区域内第 i 种消费项目人均消费量; P_i 为第 i 种消费项目的全球平均生产力; r 为耕地均衡因子(查阅文献得到 $r = 2.17^{[2]}$)。

滁州市耕地生态足迹和耕地生态承载力计算涉及到耕地的生物产品主要有:小麦、稻谷、大豆、玉米、棉、油、蔬菜、油料。

1.3.2 耕地生态承载力。耕地的生态承载能力是该区域内真正拥有的生物生产性的耕地面积,反映耕地生态系统供给人类活动的程度。计算公式为:

$$EC = N \times ec \quad (3)$$

$$ec = a \times r \times y \quad (4)$$

式中, ec 为区域内人均耕地生态承载力; EC 为区域内耕地总生态承载力; a 耕地生物生产性土地面积人均占有量; y 为耕地的产量因子。对于耕地产量因子(作物产量因子是作物平均产量与作物全球平均产量的比值),大多数学者采用的是 Wackernagel 等在计算中国生态足迹时所采用的产量因子,即耕地为 1.66^[12]。此外,按照世界环境与发展委员会《我们共同的未来》建议:总生物生态足迹模型在计算生物生态承载力时,应扣除 12% 的总生物生产性面积,作为生物多样性保护地。

1.3.3 耕地生态超载指数。在对滁州市耕地生态足迹与生态承载力研究的基础上,引入了生态超载指数计算模型^[13],计算公式为:

$$EQI = (EF - EC) / EC \quad (5)$$

式中, EF 为区域内耕地总生态足迹; EC 为区域内耕地总生态承载力; EQI 表示研究区域的生态超载指数。 $EQI < 1$ 表示研究区耕地生态承载力大于生态足迹供给,即生态环境处于生态盈余的状态; $EQI = 1$ 表示研究区耕地生态承载力等于耕地生态足迹供给,即生态环境处于生态平衡的状态; $EQI > 1$ 时,表示研究区生态承载力小于生态足迹供给,即生态环境

处于超载状态,且 EQI 值越大,表明研究区的生态超载程度越严重。理论上,当 $EQI = 1$ 时,区域处于生态平衡的状态,但现实中这种情况很少,因此,该研究将值域范围上下浮动 0.2 作为平衡区,即 $0.8 < EQI < 1.2$, $EQI \leq 0.8$ 为耕地生态盈余, $EQI \geq 1.2$ 为耕地生态超载。最后分别依据耕地生态盈余区、耕地生态平衡区、耕地生态超载区的 EQI 范围以及其与平均值的关系,将耕地生态超载进一步划分为 8 个二级级别,具体标准见表 1。

表 1 基于 EQI 的滁州市耕地生态超载指数分级

Table 1 The classification of cultivated land ecological overload index based on EQI in Chuzhou City

类型 Types	生态承载等级 Ecological carrying lever	EQI
生态超载 Ecological overload	严重超载	$EQI > 1.6$
	过载	$1.4 < EQI \leq 1.6$
	超载	$1.2 < EQI \leq 1.4$
生态平衡 Ecological balance	平衡超载	$1 < EQI \leq 1.2$
	平衡盈余	$1 < EQI \leq 0.8$
生态盈余 Ecological surplus	盈余	$0.8 < EQI \leq 0.6$
	富裕	$0.6 < EQI \leq 0.4$
	富富有余	$EQI < 0.4$

2 结果与分析

2.1 土地利用分析 依据滁州市实际情况,对遥感影像进行拼接、裁剪、辐射校正等预处理后,将土地分为耕地、林地、草地、园地、水域、建设用地以及其他用地 7 类。2000—2010 年滁州市土地利用变化见图 1。由图 1 可知,2000—2010 年滁州市土地利用以耕地、林地和建设用地为主,2000 年 3 种地类占土地总面积百分比分别为 41.26%、23.73% 和 14.30%,2010 年 3 种地类面积比例为 40.8%、27.50% 和 15.06%,耕地面积减少,林地和建设用地面积增加。

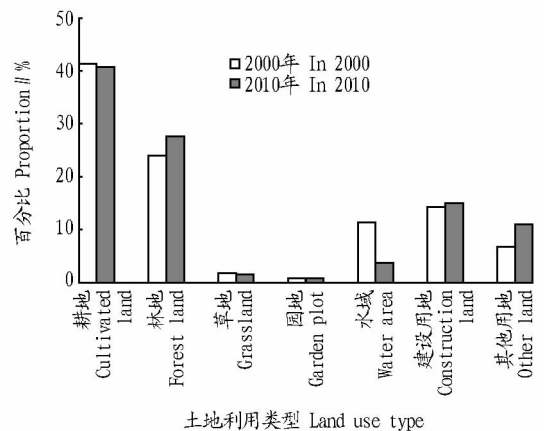


图 1 2000—2010 年滁州市土地利用变化

Fig. 1 Land use change in Chuzhou City during 2000 - 2010

从土地利用变化幅度来看,2000—2010 年滁州市耕地、草地、园地、水域的面积在不断减少,林地、建设用地和其他用地面积呈增加趋势。面积变化幅度最大的是水域,2000—2010 年水域面积所占比例从 11.48% 减少到 3.62%,减幅达 7.86%,减少速度较快;其次为草地、耕地,减幅分别为 0.18% 和 0.46%。林地、建设用地和其他用地分别增加 3.77%、0.76% 和 4.30%。

从耕地角度看,2000—2010年滁州市土地利用中耕地所占比例最大,但人均耕地面积小,2000年人均耕地面积 0.061 hm^2 ,2010年下降到 0.051 hm^2 ,明显低于安徽省人均耕地面积(0.087 hm^2)和全国人均耕地面积(0.101 hm^2)。也低于联合国粮农组织规定的人均耕地面积 0.053 hm^2 警戒线,耕地压力较大。随着经济发展和人口增加,建设用地将持续增长,耕地面积不断缩小,这将加剧人地矛盾。滁州市琅琊区是主城区,城区土地改造难度较大,因此,应重点对南谯区进行科学规划,提高土地使用效率,严控建设用地使用,确保人均耕地面积的稳定。

2.2 耕地生态足迹变化分析 2000、2010年滁州市耕地生态足迹计算结果见表2。由表2可知,2000年滁州市耕地生态足迹总量 $144\,503.920\text{ hm}^2$,耕地生态足迹人均占有量 0.297 hm^2 ;2010年滁州市耕地生态足迹总量为 $223\,603.816\text{ hm}^2$,耕地生态足迹人均占有量为 0.542 hm^2 。

表2 2000、2010年滁州市耕地生态足迹

Table 2 Ecological footprint of cultivated land in Chuzhou City in 2000 and 2010

区域 Area	2000年 In 2000			2010年 In 2010		
	人口 Population 万人	总生态足迹 Total ecological footprint// hm^2	人均生态足迹 Per capita ecological footprint// hm^2	人口 Population 万人	总生态足迹 Total ecological footprint// hm^2	人均生态足迹 Per capita ecological footprint// hm^2
滁州市 Chuzhou City	48.70	144 503.920	0.297	55.94	223 603.816	0.542
琅琊区 Langya District	24.29	11 745.906	0.048	30.90	23 255.006	0.075
南谯区 Nanqiao District	24.42	132 758.014	0.544	25.04	200 348.809	0.800

2.3 耕地生态承载力变化分析 2000—2010年滁州市耕地生态承载力计算结果见表3。由表3可知,2000年滁州市耕地总生态承载力为 $107\,558.090\text{ hm}^2$,耕地生态承载力人均占有量为 0.221 hm^2 ;2010年滁州市耕地总生态承载力为 $101\,895.431\text{ hm}^2$,人均耕地生态承载力为 0.182 hm^2 。

2000—2010年,滁州市耕地生态承载力减少 $5\,662.658\text{ hm}^2$,其中琅琊区、南谯区分别减少 $3\,213.162$ 、 $2\,449.496\text{ hm}^2$;人均耕地生态承载力减少 0.039 hm^2 ,琅琊区、南谯区人均耕地生态承载力分别减少 0.019 、 0.020 hm^2 。耕地生态承

2000—2010年,滁州市耕地生态足迹增加 $79\,099.896\text{ hm}^2$,其中琅琊区、南谯区分别增加 $11\,509.1$ 、 $67\,590.795\text{ hm}^2$,人均耕地生态足迹增加 0.245 hm^2 ,琅琊区、南谯区分别增加 0.027 、 0.256 hm^2 。根据区域人口数量与区域耕地总量计算区域人均耕地面积,结合滁州市耕地生态足迹数据可知,人均耕地生态足迹占有量与人口数量正相关,2010年滁州市人口数量高于2000年,人均耕地生态足迹占有量也高于2000年。

2010年滁州市人均耕地生态足迹为 0.542 hm^2 ,高于安徽省耕地生态足迹人均占有量(0.343 hm^2)^[14]和全国人均耕地生态足迹(0.500 hm^2),略低于全球人均耕地生态足迹(0.600 hm^2)。局部来看,琅琊区人均耕地生态足迹 0.075 hm^2 ,远低于安徽省、全国及全球人均水平,差距较大;南谯区人均耕地生态足迹 0.800 hm^2 ,远高于安徽省、全国乃至全球人均耕地生态足迹。滁州市人均耕地生态足迹呈现空间分布不均衡性。

载力与滁州市人口分布数据显示,人均耕地生态承载力与人口的数量呈现一定负相关关系,随着人口数量的增加,人均耕地生态承载力不断减少。

截至2010年,滁州市的人均耕地承载力 0.182 hm^2 ,低于安徽省人均耕地承载力(0.410 hm^2)和全国人均耕地承载力(0.350 hm^2),远低于全球人均耕地承载力(0.720 hm^2);从局部看,琅琊区、南谯区人均耕地生态承载力均低于安徽省、全国及全球人均耕地生态承载力水平。

表3 2000、2010年滁州市耕地生态承载力

Table 3 Ecological carrying capacity of cultivated land in Chuzhou City in 2000 and 2010

区域 Area	2000年 In 2000			2010年 In 2010		
	人口 Population 万人	总生态承载力 Total ecological carrying capacity// hm^2	人均生态承载力 Per capita ecological carrying capacity// hm^2	人口 Population 万人	总生态承载力 Total ecological carrying capacity// hm^2	人均生态承载力 Per capita ecological carrying capacity// hm^2
滁州市 Chuzhou City	48.70	107 558.090	0.221	55.94	101 895.431	0.182
琅琊区 Langya District	24.29	9 956.481	0.041	30.90	6 743.318	0.022
南谯区 Nanqiao District	24.42	97 601.609	0.400	25.04	95 152.113	0.380

2.4 耕地生态超载指数分析 2000、2010年滁州市耕地生态超载指数计算结果见表4。由表4可知,2000年滁州市耕地生态超载指数为 0.343 ,琅琊区和南谯区耕地生态超载指数分别为 0.180 、 0.360 ,耕地生态均处于富富有余状态。2010年滁州市整体耕地生态超载指数 1.194 ,处于平衡与临界超载状态;琅琊区耕地生态超载指数为 2.449 ,处于严重超载状态,南谯区 EOI 值为 1.106 ,处于平衡与临界超载状态。

耕地生态超载指数值大小与人口数量、土地面积密切相关。2000年琅琊区人口 24.29 万,占全市总人口的 49.87% ,

耕地面积 $2\,764\text{ hm}^2$,仅占全市耕地面积的 9.26% ;南谯区人口 24.42 万,占全市人口的 50.13% ,耕地面积 $27\,095\text{ hm}^2$,占全市耕地面积的 90.74% 。2010年琅琊区人口 30.90 万,占全市总人口的 55.24% ,耕地面积 $1\,872\text{ hm}^2$,占全市耕地面积的 6.62% ;南谯区人口 25.04 万,占全市人口的 44.76% ,耕地面积 $26\,405\text{ hm}^2$,占全市耕地面积的 93.38% 。可见,耕地生态超载指数的大小与单位面积人口数量、经济发展水平具一定相关性,人口越多,经济发展水平越高,耕地生态超载越严重。

2000—2010年,滁州市耕地面积减少1 582 hm²,人口增加7.23万,耕地生态超载指数从0.343上升到1.194,增加了0.851;琅琊区耕地面积减少892 hm²,人口增加6.61万,南谯区耕地面积减少690 hm²,人口增加0.63万,耕地生态超载指数分别增加2.269和0.746。琅琊区人口数量增加

5.36%,耕地面积减少2.64%,耕地生态超载指数增加35.56%。

从空间上,琅琊区是滁州市主城区,人口密度大,工业化和城市化水平高,耕地面积少,耕地生态压力大,耕地生态过

载明显。

表4 2000、2010年滁州市耕地生态超载指数

Table 4 Ecological overload index of cultivated land in Chuzhou City in 2000 and 2010

区域 Area	2000年 In 2000			2010年 In 2010		
	人口 Population//万人	EOI	承载等级 Carrying level	人口 Population//万人	EOI	承载等级 Carrying level
滁州市 Chuzhou City	48.70	0.343	富富有余	55.94	1.194	平衡超载
琅琊区 Langya District	24.29	0.180	富富有余	30.90	2.449	严重超载
南谯区 Nanqiao District	24.42	0.360	富富有余	25.04	1.106	平衡超载

3 结论

(1)2000—2010年,滁州市人均耕地减少16.4%,人均耕地面积仅0.051 hm²,明显低于安徽省、全国平均水平及联合国粮农组织规定的人均耕地警戒线,科学、合理地使用土地资源,严格把控耕地使用红线,合理规划建设用地是滁州市今后土地利用的基本原则。

(2)2000—2010年,滁州市耕地生态足迹总量增加54.74%,人均耕地生态足迹增加82.50%;到2010年,滁州市人均耕地生态足迹占有量0.542 hm²,略高于安徽省人均占有量水平,低于全国和全球人均占有量水平。局部看,南谯区的人均耕地生态足迹占有量0.800 hm²,是琅琊区的人均耕地生态足迹的10倍,高于安徽省、全国和全球水平。

(3)2000—2010年,滁州市耕地总生态承载力减少5.27%,人均耕地生态承载减少17.65%;至2010年,滁州市人均耕地生态承载力0.182 hm²,远低于安徽省、全国及全球人均耕地生态承载力水平。相较于2000年,2010年琅琊区、南谯区人均耕地生态承载力分别减少46.34%和5.00%,人均耕地生态承载力减少与人口数量增长呈负相关关系。

(4)对滁州市耕地生态超载指数的计算表明,2000—2010年,研究区耕地生态承载等级从富富有余转变为超载与平衡临界状态;在人多地少的琅琊区,耕地生态承载等级由富富有余转化为过载,耕地超载严重,在相对人少地多的南谯区耕地生态超载等级变化较小。在划定的基本农田范围,应严格控制建设用地,发展现代农业,提高耕地整体性和机

械化水平,以便有效地缓解耕地生态超载。

参考文献

- [1] WACKERNAGEL M, REES W E. Our ecological footprint: Reducing human impact on the earth[M]. Philadelphia: New Society Publishers, 1996.
- [2] WACKERNAGEL M, SCHULZ N B, DEUMLING D, et al. Tracking the ecological overshoot of the human economy[J]. Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America, 2002, 99(14): 9266–9271.
- [3] 刘传江, 冯碧梅. 低碳经济对武汉城市圈建设“两型社会”的启示[J]. 中国人口·资源与环境, 2009, 19(5): 16–22.
- [4] HUBACEK K, GILJUM S. Applying physical input-output analysis to estimate land appropriation (ecological footprints) of international trade activities[J]. Ecological economics, 2003, 44(1): 137–151.
- [5] 罗璐琴, 周敬宣, 李湘梅. 生态足迹动态预测模型构建与分析: 以武汉市为例[J]. 长江流域资源与环境, 2008, 17(3): 440–445.
- [6] 牟格格, 陈建成. 基于生态足迹模型的安徽省可持续发展状况分析[J]. 林业经济, 2014(11): 63–66.
- [7] 施开放, 刁承泰, 孙秀锋, 等. 基于耕地生态足迹的重庆市耕地生态承载力供需平衡研究[J]. 生态学报, 2013, 33(6): 1872–1880.
- [8] 孙秀锋, 施开放, 刁承泰, 等. 重庆市耕地生态承载力水平时空差异分析[J]. 环境科学学报, 2013, 33(11): 3181–3188.
- [9] 张健. 安徽省滁州市耕地数量变化对工业化、城市化响应的差异[J]. 生态与农村环境学报, 2008, 24(3): 12–15, 20.
- [10] 滁州市统计局. 滁州统计年鉴: 2001, 2011[M]. 北京: 中国统计出版社, 2001, 2011.
- [11] 中华人民共和国国家统计局. 国际统计年鉴: 2001, 2011[M]. 北京: 中国统计出版社, 2001, 2011.
- [12] 禹洋春, 刁承泰, 施开放, 等. 基于耕地生态足迹的重庆市耕地生态压力变化研究[J]. 广东农业科学, 2014, 41(4): 227–232, 236.
- [13] 崔理想, 陈兴鹏, 许新宇, 等. 高台县所辖乡镇耕地生态足迹动态分析[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30(4): 213–217.
- [14] 王荣森, 吴涛. 安徽生态足迹与可持续发展研究[J]. 中国国情国力, 2014(4): 40–42.

(上接第217页)

年新建的8个区域自动气象站2011—2015年观测数据, 统计分析麻江县日照资源、热量资源、水分资源的变化特征。结果发现, 麻江县日照、热量和水分资源丰富, 且降水的稳定性较好, 水资源利用价值高, 但农业气候资源总体分布不均匀, 形成了明显的立体气候, 对发展立体农业有利。东部热量资源丰富, 对发展种植喜热作物、果树等比较适合; 西部热量资源相对较差, 略显凉爽, 对发展种植冷凉作物比较合适。全县均适合一年两熟制, 地势相对较高的西部地区宜选择种植早熟品种。

参考文献

- [1] 吴俊铭, 谷晓平, 徐丹丹. 论贵州农业气候资源优势及其利用[J]. 贵州气象, 2005, 29(3): 3–5.
- [2] 纪瑞鹏, 张玉书, 冯锐, 等. 辽宁省农业气候资源变化特征分析[J]. 资源科学, 2007, 29(2): 74–82.
- [3] 刘玉平, 李惠欣. 邢台市农业气候资源分析与评价[C]//全国农业气象与生态环境学术年会论文集. 南昌: [出版者不详], 2006.
- [4] 董旭光, 李胜利, 石振彬, 等. 近50年山东省农业气候资源变化特征[J]. 应用生态学报, 2015, 26(1): 269–277.
- [5] 杨胜忠, 袁浩东, 罗超, 等. 榕江县农业气候资源分析[J]. 贵州气象, 2008, 32(1): 28–29.
- [6] 何晓旭, 张丽, 姜玉印, 等. 近50a兴山县农业气候资源变化特征分析[J]. 贵州气象, 2013, 37(4): 30–34.
- [7] 张葆成, 邹伦星, 饶新平, 等. 黄冈市农业气候资源评价[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(8): 3510–3511.