

# 基于 GIS 的旱改水潜力研究 ——以重庆市彭水县为例<sup>1</sup>

左松<sup>1,2,3</sup>, 蔡朕<sup>1,2,3</sup>

(1. 重庆市国土资源和房屋勘测规划院, 重庆 400020; 2. 重庆市土地利用与遥感监测工程技术研究中心, 重庆 400020; 3. 国土资源部土地利用重点实验室重庆研究中心, 重庆 400020)

**【摘要】**通过对重庆市彭水县农业气候资源和水田主要种植作物水稻为研究对象的调查与分析, 采用逐步回归法和 50m×50m 的小网格插值, 建立了以经度、纬度、海拔和坡度等地理因子为影响因素的气候资源模型, 结合水稻生育期的气候资源特征, 选取了有效积温、降雨量和日照时数作为水稻种植区划指标, 通过土地资源信息与气候资源区划进行叠加空间分析, 得到满足气候资源因素和土壤因素的可种植水稻区。研究结果可为彭水县合理规划和布局旱改水工程提供参考。

**【关键词】**旱改水 气候资源 小网格模型

**【中图分类号】**S572 **【文献标识码】**A

随着对资源环境可持续发展研究机制研究的深入, 人们普遍认识到水田资源是集生产、环境、生态于一身的复合资源, 保护与恢复水田生态系统功能是实现社会经济可持续发展的重要条件, 然而为保证经济快速平稳的发展, 在未来一定时期内, 建设占用水田的面积在不断扩大, 为贯彻落实《中共中央国务院关于加强耕地占补平衡的意见》的精神, 改进耕地占补平衡管理, 建立以数量为基础、产能为核心的占补平衡新机制, 通过“算大账”的方式, 落实占一补一、占优补优、占水田补水田, 促进耕地数量、质量和生态三位一体保护。在保经济和保耕地的双重任务下, 通过将旱地改造成水田的方式是实现耕地占补平衡的有效途径, 因此摸清重庆市各区县旱改水潜力对于布局国土整治项目具有重要意义。目前, 分析旱改水潜力的方式有两种, 一是以农用地测算潜力为基础, 将坡度在 15° 以下的旱地、水田图斑做近邻分析, 结合实地调研, 确定“旱改水”最终潜力。二是按照《重庆市旱改水技术要求》(试行)中规定, 将土壤质地为壤土或粘土, 有效土层厚度应达到 50cm 以上(或通过客土可达到)、有充足水源和排水渠, 结合实地调查最终确定潜力。两种方式各有利弊, 但同时忽视了水田所承载的种植作物对外界环境的依赖性, 本研究从水田的主要种植作物水稻为对象, 将影响水稻生育期的农业气候为限制条件, 通过“逐步回归”小网格推算模型和土壤等限制性因素, 分析重庆地区农业气候的主要特征对旱改水空间分布影响关系, 为合理布局国土整治项目旱改水工程提供数据支持和科学依据。

## 1 数据与处理方法

<sup>1</sup> 收稿日期 2018-3-16

基金项目 重庆市国土资源和房屋管理局科技计划项目 (KJ-2015002)。

作者简介 左松 (1984—), 男, 硕士, 工程师。

### 1.1 数据来源

数据资料包括重庆 34 个常规气象站点 1977~2010 年地面观测资料，以及气象站点经纬度和高程数据。重庆市的 DEM 数据来自于重庆市测绘局 1:10000 地形图（栅格尺寸为 50m×50m），重庆市 2017 年耕地质量年度更新数据库，重庆市 2017 年度土地变更调查数据库，重庆市农作物生产数据来自重庆市各区县农业资料调查与区划（1983~1996）与重庆市统计年鉴（2015~2017）。

### 1.2 研究区概况

彭水县位于重庆市东南部，处乌江下游。地处北纬 28° 57'~29° 51'、东经 107° 48'~108° 36' 之间，东西宽 78KM, 南北长 96.40KM。彭水县属武陵山系，境内西北高，东南低。多年平均气温 17.5℃，多年平均降雨量 1224.0mm, 2015 年土地总面积为 389533.62hm<sup>2</sup>，耕地总面积为 108490.36hm<sup>2</sup>，其中旱地面积 93791.18hm<sup>2</sup>，占全县耕地总面积的 86.45%，水田、水浇地 14699.14hm<sup>2</sup>。

### 1.3 研究方法

1.3.1 外界限制性因素选取。水田是指在降雨和热量较为丰富、灌溉水源较为充足的地区，利用筑有田埂可经常蓄水的耕地，以种植水生作物为主的农田，一般以水稻种植为主，所以垦造水田区域种植作物以水稻生长特性作为研究对象进行选取限制性因素，水稻是喜温短日照作物，水稻产量除了与自身品种和农艺措施有关外，气候对水稻的布局、生长发育和产量也有重要影响。通过大量研究表明，积温和降雨是水稻生长重要生态气候条件、日照是影响水稻质量重要气候条件，按照主导因子原则、因子简化原则和因子共性原则，将以上三个因子作为水稻的关键气候因子进行相关分析；垦造水田区域土壤应具有较高的保水、保肥的能力，这就要求选择区域内土壤质地在经济合理、技术可行的情况下实施防渗工程。

1.3.2 小网格推算模型。根据重庆市彭水县地区的气候特点与地形特征，根据实测站点的积温、降雨量等资料，建立对相应的气候要素多元统计模型，在 GIS 平台下对每个 DEM 单元格计算模型预测值，同时利用 ArcGIS 中的 IDW 方法，将气候资源残差内插到网格内，得到栅格化的残差，最后将此图与小网格推算模型所绘制的气候资源图进行叠加获得整个区域积温、降雨量的空间分布图。用函数公式表示为：

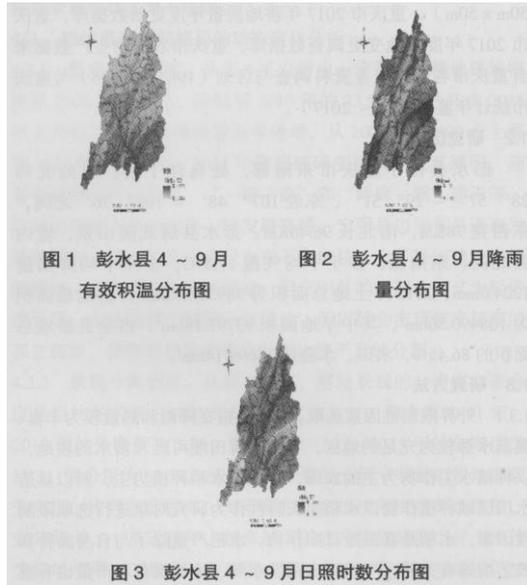
$$Y=f(\alpha, \beta, h, \lambda) + \varepsilon$$

式中 Y 表示气候要素资源值， $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $h$ 、 $\lambda$ 、 $\varepsilon$  分别表示纬度、经度、海拔高度、地形（坡度）因子和残差。基于重庆 34 个气象站气候资源数据，进行线性回归模型模拟得到气候资源要素的回归模型（见表 1）。

表 1 主要农业气候资源小网格推算模型

农业气候资源要素	回归模型
有效积温	$Y=71.52\alpha -521.01\beta -0.28h+2.38\lambda +12035.28$
降雨量	$Y=24.35\alpha -44.83\beta +20.65h-175.89$
日照时数	$Y=126.54\beta +0.42h-0.70\lambda -2510.87$

根据表 1 对应模型，利用 GIS 计算得到每个 50m x 50m 网格单元的农业气候资源要素值，见图 1、图 2、图 3。



## 2 结果与分析

### 2.1 基于小网格推算模型旱改水气候区划分析

重庆市早稻种植面积为 660hm<sup>2</sup>，中稻种植面积 73.15 万 hm<sup>2</sup>，晚稻种植面积 860hm<sup>2</sup>，重庆地区水田作物主要以中稻为主，重庆地区一季中稻所需积温为 3210℃·h，中稻一般在 4 月底至 5 月初播种，9 月收获，整个生长期在 120~150 天，生育期需水量为 668mm，所需日照时数为 1000~1300 小时，在小网格推算模型区划图的基础上，以水稻生育期所需有效积温、降雨量和日照时数作物限制条件进行空间分析，得到水田气候区划结果，见图 4。



从重庆地区有效积温、降雨量和日照时数模拟结果结果空间分布和水稻生育期所需有效积温限制条件来看，彭水县中部摩围山至凤凰山一带，北部龙射镇、太原乡、三义乡，西南部龙池乡、大理乡，东南部鞍子乡能满足气候限制要素要求的区域较小，主要原因为以上区域地貌类型以喀斯特中山为主，山体形态属于于溶丘山地地形、海拔较高，气温低、日照少而降雨多，

因而以上区域气候限制性较大，不适宜布局旱改水工程。而长滩镇、保家镇、郁山镇、走马镇、鹿角镇和诸佛乡等区域地貌类型以褶皱抬升中山为主，属于岩溶洼地地形，因其海拔相对较低、地形相对平坦，旱改水气候因素潜力较大。

### 2.2 基于土地利用信息的旱改水区域分析

水稻可广泛生长于各种土壤之上，并且具有较高的保水、保肥的能力和一定的渗透性。新增水田区域的土壤应选择具有改造成保水、保肥的能力的土壤质地，根据重庆市 2017 年耕地质量年度更新数据库资料，提取数据库中的土壤质地数据中壤质和粘质土壤的区域作为新增水田选择备选区。将上述网格化后的 3 个气候资源推算模型和土壤质地数据，利用 GIS 软件进行空间叠加得到满足水稻种植的区域，见图 5。



图 5 重庆市彭水县可旱改水区划示意图

从图中可以彭水县北部连湖镇、普子镇，西部鹿鸣乡、高谷镇，中部的的新田乡、汉葭镇、保家镇，东部走马镇、诸佛乡，南部的鹿角镇旱改水潜力较大。主要原因为以上区域土壤以黄壤土、黄棕壤土为主，具备改造成保水层的条件，所以旱改水潜力较大。彭水县各乡镇旱改水潜力见图 6。

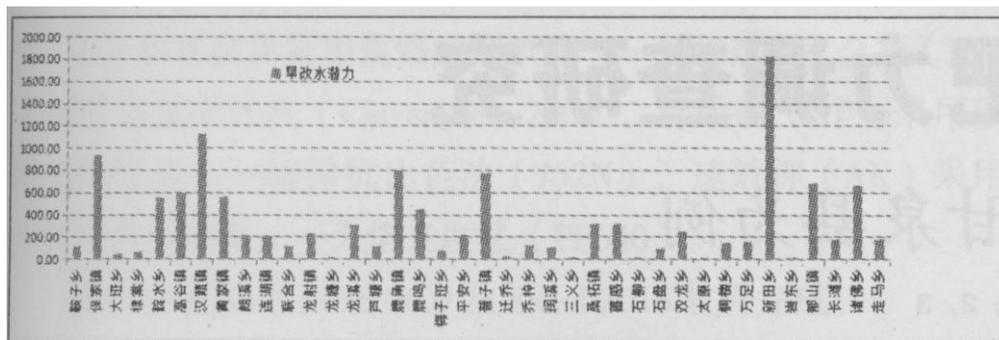


图 6 彭水县各乡镇旱改水潜力表

## 3 结论

针对重庆地区尚无可行规范标准指导布局旱改水工程，此研究以水田主要作物水稻为参考标准，从气候、土壤等自然条件能满足水稻生长期需要为标准，利用小网格法将经纬度、海拔、坡度等地理因素引入到气候资源空间模型中，再通过筛选重庆地区水稻生育期所需的自然要素阈值，得到水稻生育期有效积温、降雨量、日照时数等农业气候资源的精细空间分布图，将其

---

与土地利用信息条件进行叠加分析后, 得到以下结论:

(1) 模拟结果可靠性较强。经与彭水县 2017 年耕地质量年度更新数据库水田数据空间分析, 其模拟结果与目前水田布局的拟合度为 80.20%, 反向验证模拟结果的可靠性。

(2) 模拟结果细致精确。每个网格大小为 50m×50m, 能够有效反映彭水地区地形条件复杂, 气候资源立体多样特点下旱改水区域的分布特征。

(3) 模拟结果可视性强。客观反映了旱改水区域, 对指导旱改水工程布局、选址具有十分重要的意义。

## 参考文献

- [1] 胡言青, 严小静, 汪大林. 气象条件对水稻生产影响研究——以安徽南陵为例[J]. 中国农学通报, 2016, 32(24):168-173.
- [2] 贺爱辉. 探究影响水稻产量与质量的主要因素[J]. 新农村, 2014, 24: 102.
- [3] 宋续娟, 周柏明, 崔明元. 气候因素演变对水稻产量形成的分析[J]. 中国稻米, 2011, 17(5): 42-43.
- [4] 李玉林. 自然降雨量与水稻产量的关系[J]. 气象, 1997, 23(2):38-40.
- [5] 胡言青, 严小静, 汪大林. 重庆市优质稻产量形成的气候生态条件分析[J]. 中国农业气象, 2009, 30(1):92-95.
- [6] 张立娟, 王志强, 郑大军. 浅析影响水稻生长的主要因素[J]. 吉林农业, 2012, 271(9): 133.
- [7] 刘玥. 吉首市降水与日照对水稻产量的影响分析[J]. 农业开发与装备, 2017, 8: 46.
- [8] 高洪娇, 李奇. 浅谈积温[J]. 黑龙江气象, 2017, 34(2):30-33.
- [9] 周蕊蕊. 中国主要粮食作物需水满足度时空特征分析[D]. 武汉: 华中师范大学, 2014.
- [10] 吉莉, 马君, 江志辉. 北碚生态气候服务探索与实践[M]. 北京: 气象出版社, 2015.
- [11] 朱淑媛. 湿润地区中稻旱作灌溉试验研究[D]. 杭州: 扬州大学, 2012.
- [12] 符娜, 刘小刚, 张岩. 西南地区水稻灌溉需水量变化规律[J]. 生态学杂志, 2014, 33(7):1895-1901.
- [13] 唐云辉, 陈艳英, 梅勇. 重庆市中稻气候适应性分析[J]. 中国农业气象, 2009, 30(3):383-387.
- [14] 刘钰, 汪林, 倪广恒. 中国主要作物灌溉需水量空间分布特征[J]. 农业工程学报, 2009, 25(12):6-12.
- [15] 张生武, 陈新国, 任丽. 水稻需水规律研究[J]. 吉林水利, 2010, 336(5):5-10.
- [16] 丁颖. 中国水稻栽培学[M]. 北京: 农业出版社, 1961.

- 
- [17] 亚热带东部丘陵山区农业气候资源及其合理利用研究课题协作组. 中国亚热带东部丘陵山区农业气候资源研究[M]. 北京: 科学出版社, 1990: 49-58.
- [18] 曹海掇; 曹海鑫; 田奉俊. 日照时数与水稻产量性状的相关分析[J]. 安徽农学通报, 2012, 18(19):48-49.
- [19] 韩青. 旱地改水田土地适宜性评价—以江西省安远县为例[J]. 贵州农业科学, 2017, 45(8):125-129.
- [20] Diodato N, Bellocchi G. Modelling solar radiation over complex terrains using monthly climatological data [J]. Agricultural and Forest Meteorology. 2007, 144: 111-126.
- [21] 樊庆铎, 孟婷婷. 江川农场旱田改水田对水环境的影响研究[J]. 环境科学与管理, 2014, 39(5):70-72.
- [22] 刘正国, 游振波, 黄俊. 江西省旱地改水田土地整治研究—以永丰县瑶田镇湖西村旱改水项目为例[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(36): 185-187, 229.
- [23] YAN MH, UUXT, ZHANG W. Spatio-Temporal Changes of  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  Accumulated Temperature in Northeastern China Since 1961 [J]. Chinese Geographical Science. 2011, 21 ( 1 ) : 17-26.
- [24] 杨志才, 埃武龙, 黎城. 粤西丘陵区旱改水潜力评价方法研究—以广东省新兴县为例[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(23):183-186.
- [25] 陆魁东, 黄晚华, 肖汉乾. 气候因子小网格化技术在湖南烟草种植区划中的应用[J]. 生态学杂志, 2008, 27(2):290-294.
- [26] 廖勇; 川中丘陵区主要作物需水量及其变化规律研究[D]. 成都: 四川大学, 2005.
- [27] 梅芳权; 吴宪章; 姚长溪. 中国水稻种植区划[J]. 中国水稻学, 1988, 2(3):97-110.