

基于 VSWI 的重庆市农业干旱评价研究

赵伟 (重庆工商大学经济管理实验教学中心, 重庆 400067)

摘要 利用植被供水指数法, 采用土壤实测含水量数据、地表温度和归一化植被指数数据对重庆市 2006 年特大干旱的时间和空间变化进行评价研究, 结果表明: 干旱分为 3 个阶段, 其中旱情发生初期(6 月 26 ~ 7 月 11 日)有 6.27% 和 1.21% 面积的区域分别处于轻旱和中旱状况, 没有重旱的情形; 干旱中期(8 月 13 ~ 8 月 28 日)轻旱、中旱和重旱的比例分别为 44.80%、13.65% 和 26.79%; 干旱解除期(8 月 29 ~ 9 月 13 日)83.07% 的土壤含水量恢复了正常, 仅有 15.34% 处于轻旱, 0.88% 处于中旱, 0.10% 处于重旱。空间分布上, 在干旱发生的初期, 东南部受旱最严重, 有 20% 的区域面积受旱; 到干旱中期, 旱情向西部发展, 西北部受旱最严重, 受旱面积高达 98%, 其次是西南部, 其受旱面积达 95%; 在旱情解除期, 东南部和东北部恢复得最快。

关键词 重庆; 干旱; 植被供水指数

中图分类号 F101 **文献标识码** A **文章编号** 0517 - 6611(2009)23 - 11070 - 03

Research on Agriculture Drought Evaluation in Chongqing Based on VSWI

ZHAO Wei (Economics and Management Center of Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067)

Abstract By using the MODIS data provided by NASA, measured soil moisture data and the practical condition, the severe summer drought in 2006 was quantitatively analyzed from temporal and spatial aspects. The drought severity levels in 2006 were examined using VSWI model. Statistical analysis indicated that the drought fell into three successive phases. During pre-drought (from Jun. 26th to Jul. 11th), the areas of light, middle, and heavy drought occupied 6.27%, 1.21%, and 0%, respectively. During the middle stage (from Aug. 13th to Aug. 28th), the areas of light, moderate, and heavy drought occupied 44.80%, 13.65%, and 26.79%, respectively. During the post-drought (from Aug. 29th to Sep. 13th), 83.07% of soil water regained normal range and the areas of light, moderate, and heavy drought occupied 15.34%, 0.88%, and 0.10%, respectively. Meanwhile, the spatial distribution maps showed that the trends of drought condition during the three phases. During the pre-drought, severe drought occurred in the southeast, where 20% area suffered drought. During the middle phase, drought severity extended to the west, the worst severe drought existed in the northwest followed by southwest, drought areas were 98%, and 95%, respectively. During the post-drought, the southeast and northeast regions regained normal conditions quickly.

Key words Chongqing; Drought; VSWI

干旱一直是我国及世界农业发展最主要的制约因素之一, 在人口增长、农业和工业用水需求量的增大及全球环境变化的大环境下, 干旱化趋势还在进一步发展^[1], 干旱及其带来的灾害已引起世界各国政府、科学家和公众重视^[2]。有效监测旱情的动态变化并进行准确的预报, 采取积极有效的防、抗措施, 科学指挥农业生产, 减少干旱带来的损失具有重要的意义。干旱的监测已成为当今世界的重要课题之一^[3]。

重庆市地貌类型复杂, 一年四季都有干旱发生, 其中尤以伏旱(伏秋旱)最为突出, 发生的频率大约为 70% ~ 80%, 重伏旱频率大约为 20% ~ 30%; 长江、嘉陵江、涪江流域沿江地区是干旱高发区, 具有十年九旱、三年一重旱、五年一严重旱的规律^[4]。传统的干旱评价预测方法大多是基于气象数据来进行, 且多集中于华北地区^[5,6], 而对于西南地区结合遥感数据对干旱的评价相对较少, 笔者针对重庆市 2006 年特大干旱, 采用遥感手段与传统方法相结合的手段对之进行评价, 对研究区域抗灾、减灾具有重要的意义。

1 研究区概况

重庆市位于 105°17' ~ 110°11' E、28°10' ~ 32°13' N。辖区东西长 470 km, 南北宽 450 km, 面积 82 430 km²。根据重庆市气象站提供的方位号可将重庆分为 5 区, 见图 1。

2 数据收集与处理

2.1 土壤含水量数据 土壤含水量的实测数据是由气象部门提供的 2006 年 6 月 3 日 ~ 9 月 13 日每 5 d 1 次的 170 个监测点的土壤墒情数据, 包括 10、20、30、40 cm 深度的土壤水分数据, 取值范围在 0 ~ 1。土壤相对含水量与旱情等级之间有



图 1 重庆市分区示意

Fig. 1 Regionalization of Chongqing

一个统一的标准, 0 ~ 20 cm 深土壤相对含水量与旱情等级对应关系共分为 5 级^[7], 土壤相对含水量为 < 0.4、0.4 ~ 0.5、0.5 ~ 0.6、0.6 ~ 0.8、> 0.8 时, 旱情等级分别为重旱、中旱、轻旱、正常和湿润。

2.2 遥感数据 研究采用的遥感数据是美国国家航空航天局(NASA)官方网站上免费提供的 MODIS 全球数据产品^[8]。根据需要选择的遥感数据为地表温度数据和归一化植被指数数据。

3 研究方法

植被供水指数法反映的是当作物受旱时, 冠层通过关闭部分气孔而减少蒸腾量, 避免过多失去水分而枯死。国家卫星气象中心提出的植被供水指数综合考虑了 NDVI 和植被冠层温度, 其定义式为:

作者简介 赵伟(1982 -), 男, 江苏连云港人, 博士, 讲师, 从事 3S 技术应用、土地资源可持续利用研究。

收稿日期 2009-04-20

$$VSWI = \frac{NDVI}{Ts} \quad (1)$$

式中, T_s 为地表温度, $NDVI$ 为归一化植被指数, $VSWI$ 值越小, 表明区域受旱越严重, 反之则表明没有受到干旱的影响。

4 重庆市 2006 年干旱评价

2006 年夏, 研究区出现了百年不遇的特大高温干旱天气。夏旱从 5 月中旬开始显现, 持续 30~40 d; 7 月初全市伏旱出现早, 比历史同期提前 10~15 d; 截至 8 月 31 日, 全市伏

旱日数普遍在 53 d 以上。选择植被供水指数对研究区域 2006 年重大干旱进行监测, 并结合时间序列, 定量分析干旱的发展过程以及干旱的空间分布特点。

4.1 土壤相对含水量分布图反演 应用 VSWI 干旱监测模型, 结合表层土壤水分数据, 建立遥感指数与土壤相对含水量间的模型, 利用模型获得研究时期内研究区域的土壤相对含水量分布图, 结果见图 2。

4.2 2006 年重庆市干旱时间变化特征分析 根据 VSWI 反

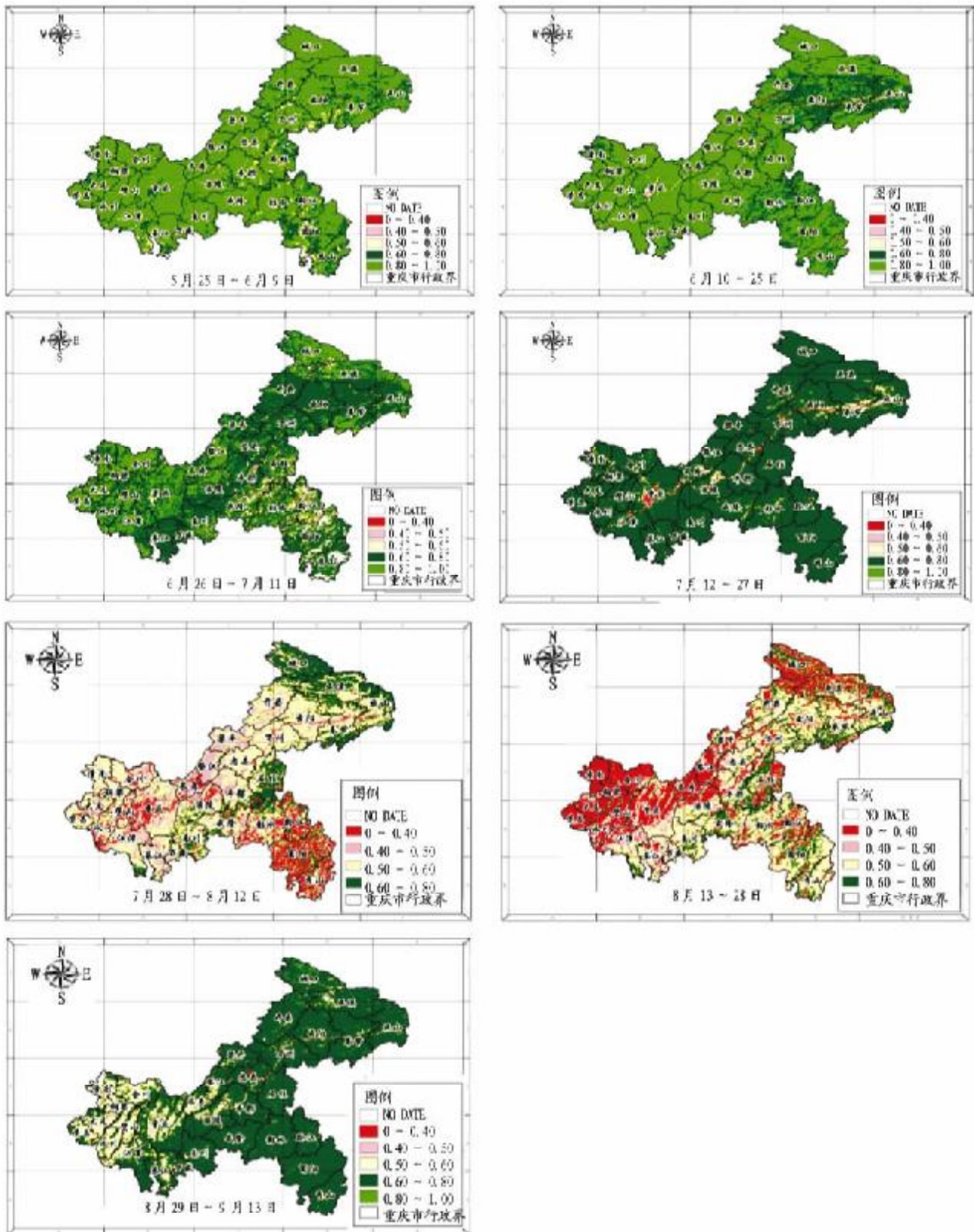


图2 2006年5月25~9月13日重庆市 VSWI 反演的旱情等级示意

Fig. 2 The inversed drought level of Chongqing from May 25th to September 13th in 2006 based on VSWI

演的2006年5月25~9月13日重庆市土壤相对含水量分布图(图2)统计各个时间段的受旱面积比例(表1)。

表1 2006年重庆市夏伏旱遥感监测统计数据

干旱等级 Drought grade	5月25~ 6月9日	6月10~ 25日	6月26~ 7月11日	7月12~ 27日	7月28~ 8月12日	8月13~ 28日	8月29~ 9月13日
湿润 Moist	80.47	72.23	23.81	0.09	0	0	0.61
正常 Normal	15.50	26.18	68.71	94.47	20.46	14.76	83.07
轻旱 Slight drought	4.03	0.92	6.27	3.91	52.11	44.80	15.34
中旱 Medium drought	0	0.42	1.21	0.80	17.01	13.65	0.88
重旱 Serious drought	0	0.25	0	0.73	10.42	26.79	0.10

从图2和表1可以得到研究区域干旱的时间变化情况。从表1中反映出来的情况可知,2006年夏季大部分地区处于干旱状况,干旱情况比较严重。

5月25~6月9日期间,全市面积的80.47%处于湿润状况,15.50%处于正常状况,东南部和东北部土壤相对含水量偏低;6月10~25日,湿润面积比例下降至72.23%,主城区和东北部出现了轻旱现象。

7月上、中旬是干旱发生的初期。土壤湿度降低,部分地区出现了干旱的迹象。其中6月26~7月11日,土壤湿润面积比例下降到23.81%,正常比例增加,研究区域6.27%的面积处于轻旱状况,1.21%的面积出现了中旱,主要集中在东南部;到7月12~7月27日研究区域仅0.09%面积湿润,0.73%的面积出现了重旱,94.47%的面积处于正常状况,其中干旱区域主要集中在主城区和长江沿岸的忠县、万州、云阳和奉节。

进入8月份,整个研究区发生重大干旱。7月28~8月12日和8月13~28日这2个时期的土壤湿度统计受旱面积比例显示,8月是研究区干旱最严重的时期。7月28~8月12日全市各区县除东北部的城口、巫山和中部的武隆和石柱处于正常状况,其余各地均出现了中旱,干旱区域超过70%,其中重旱区域为10.42%;8月13~28日,干旱进一步升级,正常的面积比例仅占14.76%,受旱区域面积占全市总面积的85.24%,其中轻旱44.80%,中旱13.65%,重旱26.79%,重旱区主要分布在西北部。

研究区这一大范围的干旱现象直至8月29~9月13日这一时期,大部分地区有降水,旱情才有所缓解。恢复正常的区域达到了总面积的83.07%,但是仍有16.32%的区域受干旱影响,其中受旱区域主要分布在西北部。

4.3 2006年重庆市干旱空间变化特征分析 根据土壤含水量分布的时间序列变化,将干旱分为旱情发生的初期、中期和干旱解除3个时间段,分别以6月26~7月11日、8月13~28日、8月29~9月13日3个时期的土壤相对含水量分布为代表。根据重庆市行政区划图,分区县进行干旱受旱面积比例的统计分析,并按照区域划分,统计获得各区域轻旱、中旱和重旱面积比例的总和,结果如图3所示。

由图3可以看出,干旱发生的初期,除东南部外,各区域受旱面积比例均小于20%,东南部受旱面积比例最大,西南部最低;随着干旱的进一步加重,旱情从东北部向西北部转移,在干旱发生最严重的时期,西北部的旱情最为严重。整体上该研究区域旱情最严重的主要分布在西北部地区,其次为西南部地区和中部地区;在干旱解除后,东北部、中部和东南部恢复得较快,受旱面积比例均小于20%,而西北部和西南部重灾区旱情缓解较慢,仍有40%以上的面积处于干旱

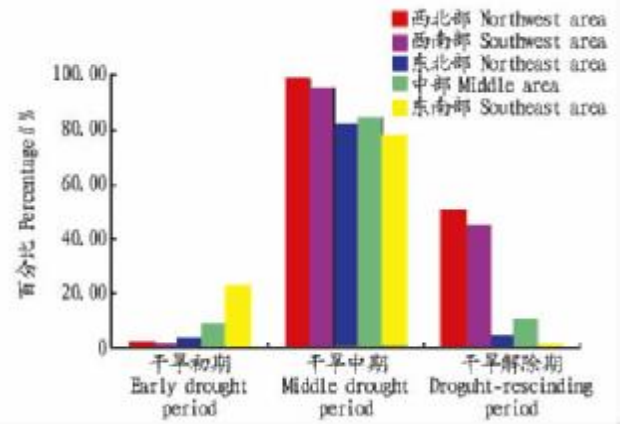


图3 重庆市各区域总受旱面积比例

Fig. 3 The total regional percentage of drought-hit area of in Chongqing

状况。

5 结论

利用VSWI指数计算的2006年重庆市特大干旱时期的土壤相对含水量时空分布图,统计分析了研究区域干旱发生的时间变化特征。从时间分布来看,干旱从发生到缓解分为3个阶段,其中旱情发生初期(6月26~7月11日)有6.27%和1.21%面积的区域分别处于轻旱和中旱状况,没有重旱的情形;干旱中期(8月13~28日)轻旱、中旱和重旱的比例分别为44.80%、13.65%和26.79%;干旱解除期(8月29~9月13日)83.07%的土壤含水量恢复了正常,仅有15.34%处于轻旱,0.88%处于中旱,0.10%处于重旱。从空间分布上看,在干旱发生的初期,东南部受旱最严重,有20%的区域面积受旱;到干旱中期,旱情向西部发展,西北部受旱最严重,受旱面积高达98%,其次是西南部,其受旱面积达95%;在旱情解除期,东北部、中部和东南部恢复得较快,受旱面积比例均小于20%,而西北部和西南部重灾区旱情缓解较慢,仍有40%以上的面积处于干旱状况。

参考文献

- [1] 齐述华. 干旱监测遥感模型和中国干旱时空分析[D]. 北京: 中国科学院, 2004.
- [2] WILHITE D A. Planning for drought: a methodology drought assessment, management and planning: theory and case studies [M]. Boston: Kluwer Academic, 1993: 87-109.
- [3] 闫峰, 覃志豪, 李茂松, 等. 农业旱灾监测中土壤水分遥感反演研究进展[J]. 自然灾害学报, 2006, 15(6): 114-121.
- [4] 梁凤荣. 再谈重庆高温干旱[J]. 四川气象, 2007, 27(3): 18-20.
- [5] 阮新, 刘学峰, 李元华. 河北省近40年干旱变化特征分析[J]. 干旱区资源与环境, 2008(1): 50-53.
- [6] 王金花, 刘红梅, 康玲玲, 等. 黄河中游干旱的变化及区间遭遇分析[J]. 干旱区资源与环境, 2006(6): 109-113.
- [7] 张树誉, 李登科, 李星科, 等. MODIS资料在2005年陕西春旱过程监测中的应用[J]. 中国农业气象, 2006, 27(3): 204-209.
- [8] 美国地质调查局. MODIS产品数据列表(2008) [EB/OL]. <http://edc-daac.usgs.gov/modis/mod13a2.asp>.