雷州半岛农作物水分供需关系与农业旱灾

刘会平[1,3], 梁红梅[2], 苗会强[3], 范九生[3]

(1. 东莞理工学院城市学院, 广东 东莞 523106; 2. 浙江大学公共管理学院, 浙江 杭州 310029;
3. 广州大学地理科学学院, 广东 广州 510006)

摘要: 雷州半岛是中国东部沿海农业旱灾最为严重地区之一。通过分析积分湿度指数 *I* 值变化, 探讨雷州半岛农作物水分供需关系及其对农业旱灾的影响。结果表明: 农作物水分供应不足是雷州半岛农业旱灾最主要原因。从时间上看, 1962~2007年 46 a间, 有 31 a的 *I* 值小于 0.6, 中旱和重旱频率高达 67.4%。*I* 值也有明显的季节差异, 冬旱最为严重, 46 a中有 44 a为重旱, 出现频率为 95.65%。从空间上看, 南部和北部农业旱灾尤为严重。徐闻和湛江中等以上农业旱灾频率达 71%以上, 廉江、雷州和吴川为 66%左右, 遂溪最低, 也达 57%。

关 键 词: 雷州半岛; 农作物; 水分供需; 农业旱灾
中图分类号: S271/S423 文献标识码: A 文章编号: 1000-0690(2010)02-0273-05

雷州半岛是中国东部沿海农业旱灾最为严重的地区之一。1949~2007年 59 a间, 就有 51 a出现农业旱灾, 其中大旱 21 a。旱灾强度大、损失严重, 受灾面积平均每年达 18.92 10^4 hm^2 以上, 60%以上年份达 20.6 10^4 hm^2 以上。2006年发生特大旱灾, 仅水稻就减产 3.2 10^4 t, 农业直接经济损失总量达 3.8 10^8 元。雷州半岛的农业旱灾引起学术界的广泛关注, 已有一些专家和学者分别从气象、水文、土壤水分、作物生理等不同学科角度研究过雷州半岛农业旱灾的基本特征、时空分布、形成原因、防治对策和发展趋势[1~11]。但是, 已有成果却较少考虑农作物生长期间供水与需水的关系, 因此不能客观地描述农业旱灾的发生、发展及其受灾程度。本文运用积分湿度指数法, 利用 1962~2007年间气象观测数据和相关统计资料, 从农作物水分供需平衡角度探讨雷州半岛农业旱灾形成原因和时空变化特征, 以期为雷州半岛农业旱灾的监测、评估和治理提供科学依据。

1 研究区域概况

雷州半岛位于中国大陆的南端, 地理坐标为 109°31′~110°55′E、20°12′~21°53′N, 隶属于广东省湛江市, 包括湛江、吴川、廉江、遂溪、雷州和徐闻 6县市 (图 1)。它东临南海, 南隔琼州海峡与海南省相望, 西濒北部湾, 北接茂名市和广西壮族自治区, 东西宽约 97 km, 南北长 190 km, 总面积 1.25 10^4 km^2。雷州半岛为典型的亚热带季风气候, 高温多雨, 年平均气温 23 , 年平均降水量达 1 700 mm。降水年内分配很不均匀, 主要集中在 4~10月汛期内。这里地形大致呈龟背形, 中间高, 四周低。河流大都短小, 发源于中央山脉, 呈放射状向东、南、西流入海洋。土壤主要为砖红壤, 发育在玄武岩母质上, 淋溶作用强烈, 酸性较强。

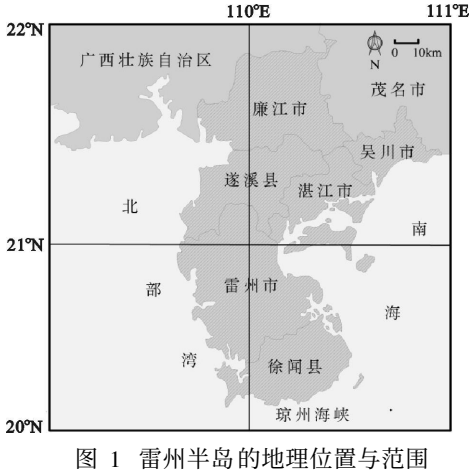

图 1 雷州半岛的地理位置与范围

Fig. 1 Location and area of Leizhou Peninsula

改革开放以来, 雷州半岛社会经济发展很快,

收稿日期: 2008-06-28; 修订日期: 2009-09-06
基金项目: 广东省科技计划项目 (2007B020710009)资助。
作者简介: 刘会平 (1957-), 男, 湖北天门人, 博士, 教授, 主要从事自然地理与自然灾害研究。E-mail: hpliu57@gmail.com

人口从 1980年的 439. 77万人增长到 2007年的 720万人, GDP从 1980年的 53. 4亿元增加到 2007年的 552. 65亿元。目前, 雷州半岛是中国重要的亚热带水果、蔬菜及蔗糖生产基地和特色农业示范区, 农业仍然是最重要的产业部门之一。工农业和城市化快速发展对水资源的需求量大幅度提高, 年总用水量从 1980年的 325 10^8 m^3 增加到 2007年的 510 10^8 m^3, 年均增长约 1. 6%, 水资源的供需矛盾十分突出。

2 资料来源与研究方法

2 1 资料来源

本研究的资料和数据主要来源于: 雷州半岛 1962~ 2007年期间 6个气象站点的逐年、逐月的降水、气温值; 湛江市及所属 6个县市农业局、民政局、水利局、统计局统计资料 (1963 ~ 2008); 广东省三防办、农业局、水利局、统计局、民政局统计资料 (1963~ 2008); 广东省统计年鉴 (1985~ 2008); 个别数据由实际调查得到。

2 2 研究方法

1) 积分湿度指数。农业旱灾不仅与土壤湿度、作物生长期有效降水等自然因素有关系[12], 也和灌溉能力、作物品种、种植结构等社会经济因素相联系[13~17], 因此采用气象、水文干旱指标与方法分析农业旱灾[19~22]有一定局限性。而从水分供需角度, 采用生态分析方法进行此类研究就可从一定程度上弥补这种不足。

积分湿度指数法[23~25]是根据农业用水供求关系, 主要是比较有效降水与农作物需水数量关系来评价农业旱灾的一种生态学方法。利用积分湿度指数可以客观地评价区域内和不同区域间的月、季、年降水对农业的满足程度, 进而分析农业旱灾是否发生及其严重程度。月平均气温 > 0 的区域, 这一方法尤为适用。雷州半岛全年月平均气温均 > 0 , 因此可用此方法来研究农业旱灾与灾情。积分湿度指数计算公式:

$$I = \sum_{i=1}^{n} K \quad T_i / \sum_{i=1}^{n} T_i \qquad (1)$$

式中, I 为年内月平均气温 > 0 时期的积分湿度指数; T_i 为月平均气温; n 为月平均气温 > 0 的月数; K 为月湿润指数; $T_i / \sum_{i=1}^{n} T_i$ 为作物生长期内热量分布状况, 反映农作物生长期间耗水量或需水量变化。

$$K = R / \quad t \qquad (K \quad 1. 0) \qquad (2)$$

式中, R 是月降水量; t 是 > 0 的月积温, 用月平均气温乘当月日数求得; R 代表供水量; t 反映农作物需水量; 为需水系数, 其值可根据区域和季节的干湿状况而定。干旱地区或干旱季节, 其值相对较大, 在湿润地区或湿度较大的季节, 其值相对较小。K = 1. 0表示区域农作物水分供需平衡; K < 1. 0表示区域农作物水分供应不足, 发生干旱; K > 1. 0表示区域农作物水分供大于求。K 值愈小农业旱灾愈严重。

2) 农业旱灾等级划分。 值在热带、亚热带湿润地区, 一般取值为 0. 3~ 0. 4之间。根据数学模型要求和雷州半岛灌溉条件与农业旱灾的实际情况, 本文将 统一取值为 0. 35。根据积分湿度指数 I 所对应的实际灾情, 将农业旱灾划分为 3级: 当 I < 0. 4时为重旱 (受灾率 > 80%, 成灾率 > 60%); 0. 4 I < 0. 6为中旱 (30% < 受灾率 80%, 20% < 成灾率 60%); I 0. 6为轻旱或无旱 (受灾率 30%, 成灾率 20%)。

3 结果与分析

3 1 农作物水分供需关系与农业旱灾

对雷州半岛 1962~ 2007年期间 6个站点的逐年、逐月降水和气温值进行平均, 利用 (1)式计算出雷州半岛历年及四季积分湿度指数 (图 2、3)。

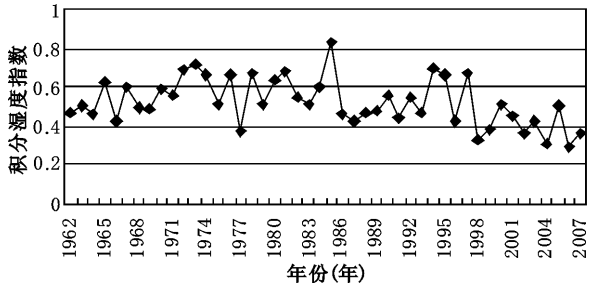

图 2 雷州半岛年积分湿度指数

Fig. 2 Annual humidity integral index of Leizhou Peninsula

历年积分湿度指数 I 值揭示了农业旱灾的年际变化规律。由于有效降水与农作物生长需水量不平衡, 大部分年份供不应求, 导致雷州半岛几乎每年都发生农业旱灾。1962~ 2007年 46 a间农业旱灾大致可以分为 4个阶段。1962~ 1971年为中灾期, I值大都位于 0. 4~ 0. 6之间。1972~ 1985年

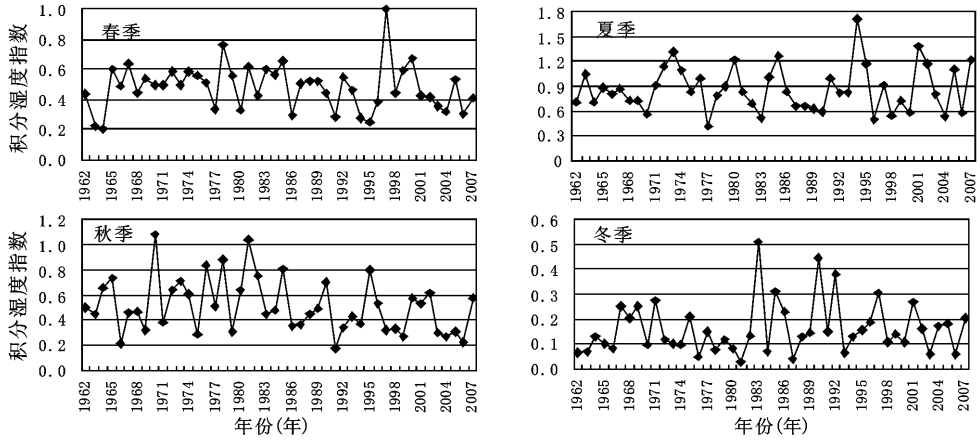

图 3　雷州半岛四季积分湿度指数

Fig 3　Four seasons humidity integral index of Leizhou Peninsula

为轻灾期, 14 a间有 9 a的 I 值 > 0 6。1986~ 1997为中至轻灾期, 12 a间前 8 a的 I 值介于 0 4~ 0 6间, 后 4 a有 3 a的 I 值 > 0 6。1998年以后为重灾期, 其中有 6 a的 I 值 < 0 4, 表明农作物水分供求关系更加不平衡, 农业旱灾日趋严重。

积分湿度指数 I 值也有明显的季节差异, 表明农作物水分供需关系随时间而变化。雷州半岛农业旱灾集中发生在冬春季。春季 (3~ 5月), 46 a中有 25 a中旱和 12 a重旱 (图 3春季), 中旱以上出现频率为 80. 04%, 重旱主要集中在 1975年以后 32 a间。夏季 (6~ 8月), 农业旱灾轻微, 仅有几年出现短暂的中旱 (图 3夏季)。秋季 (9~ 11月), 46 a中有 29 a中旱和重旱 (图 3秋季), 中旱以上出现频率为 63. 04%, 但持续时间一般较短。冬季 (12至次年 2月), 农业旱灾最为严重 (图 3冬季), 46 a中有 44 a为重旱, 出现频率为 95. 65%。

3 2　湿润指数与农业旱灾

为了分析农业旱灾时间分布规律, 利用 (2)式计算出雷州半岛逐月的平均湿润指数 K (图 4)。由图 4可知, 5~ 9月降水基本能满足农业需求, 10月至次年 4月降水不足, 不能满足农业与农作物需求, 易形成农业旱灾。其中 11月至次年 3月更为严重, 这也是雷州半岛冬旱和冬春连旱严重的原因。

3 3　积分湿度指数与农业旱灾空间差异

根据积分湿度指数 I 值大小和各县市农业旱灾出现频率, 绘制出雷州半岛农业旱灾 (中等以上)频率图 (图 5), 可以揭示农业旱灾的区域差异。结果表明, 整个半岛干旱频率都很高, 中等以上干旱年出现频率达 67. 40% 以上。徐闻和湛江频率最高, 达 71% 以上, 廉江、雷州和吴川为 66% 左右, 遂溪最低, 也达 57%。

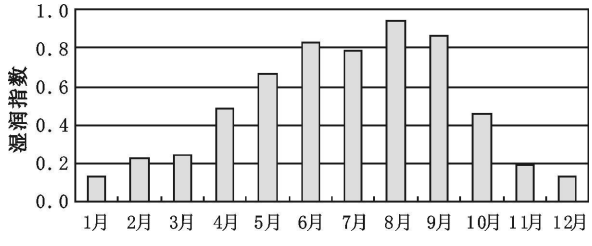

图 4　雷州半岛月湿润指数

Fig 4　Monthly humidity index of Leizhou Peninsula

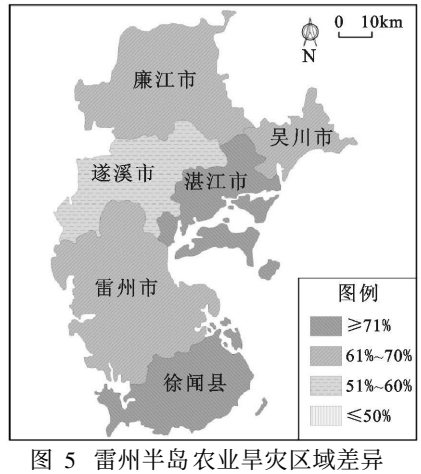

图 5　雷州半岛农业旱灾区域差异

Fig 5　Regional distribution of agro-drought disaster in Leizhou Peninsula

根据上述原理与方法, 绘制出各县市不同季节农业旱灾出现频率图 (图 6), 可以揭示雷州半岛不同季节农业旱灾的区域差异。由图 6可知, 雷州半岛中等以上春旱频率介于 58% ~ 92% 之间, 南

部高于北部, 东部高于西部 (图 6a)。其中徐闻最大, 达 90% 以上, 廉江和遂溪不到 60%。中等以上夏旱频率均在 13% 以下 (图 6b), 说明雷州半岛夏季降水比较丰沛, 能满足农业和农作物需求; 中等以上秋旱频率介于 42% ~ 77% 之间 (图 6c), 从北往南逐渐减小, 其中廉江最大, 达到 77%, 徐闻最小, 为 42%; 中等以上冬旱频率分布均达到 95% 以上 (图 6d), 即整个半岛几乎年年都有冬旱发生。

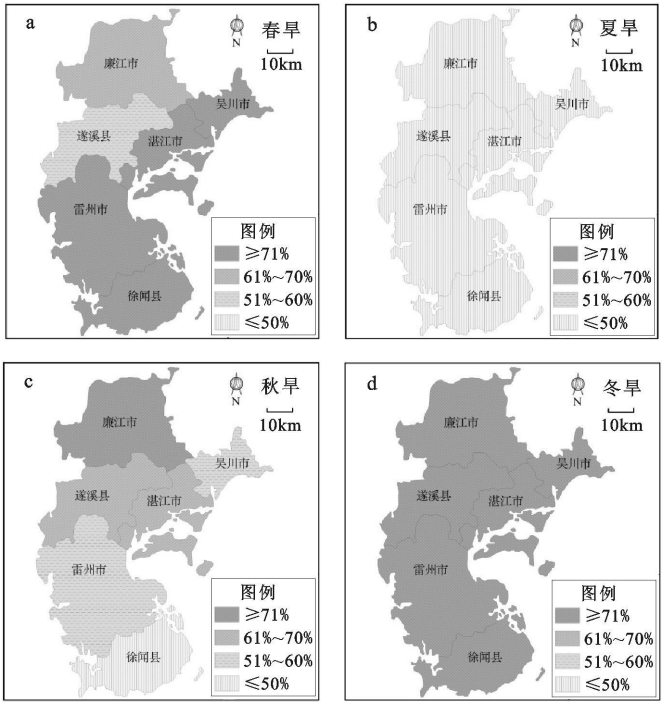

图 6 雷州半岛中等以上农业旱灾出现频率季节分布与区域差异

Fig 6 Seasonal and regional distribution of agro-drought disaster frequency over middle evel in Leizhou Peninsula

4 结 论

1) 积分湿度指数 I 可以用来分析雷州半岛农作物水分供需的平衡关系和农业旱灾的严重程度。1962~ 2007年 46 a的 I 值的变化规律表明: 雷州半岛大部分年份有效降水不能满足农作物需求, 农业旱灾十分严重, 中等以上旱灾年频率达 56% 以上。

2) 根据积分湿度指数 I 和湿润指数 K 的年内变化特点可以揭示农业旱灾的季节分布规律。一般情况, 雷州半岛 11月至次年 3月农作物供水严重不足, 致使农业旱灾以冬旱和冬春连旱为主, 中等以上冬旱频率高达 95% 以上。

3) I 值在整个半岛分布不均, 表明农业旱灾的强度也存在区域差异。就干旱年频率而言, 一般表现为南部和北部高, 达 60% 以上; 中间略低, 介于 50% ~ 60% 之间。不同季节农业旱灾的频率与分布也不同。春旱频率整个半岛高达 50% 以上, 呈南高北低之势; 冬旱几乎年年出现, 且覆盖整个半岛。

参考文献:

[1] 杜尧东, 刘锦銮, 宋丽莉, 等. 雷州半岛干旱特征、成因与治理对策 [J]. 干旱地区农业研究, 2004, **22**(1): 28~ 31.

[2] 符增源, 姚启文. 对雷州半岛西南部治旱的一些认识 [J]. 广东水利水电, 2000, (5): 21~ 23.

[3] 李剑兵. 雷州半岛春旱原因及缓解途径初探 [J]. 广东气象, 1996, (1): 17~ 19.

[4] 何春林. 雷州半岛旱地农业生态环境问题与对策 [J]. 农业环境与发展, 2002, (1): 21~ 23.

[5] 古璇清, 罗怀彬, 张伟民. 雷州半岛治旱对策 [J]. 广东水利水电, 2002, (1): 58~ 60.

[6] 张国桃. 雷州半岛干旱特征及预测研究 [R]. 武汉大学, 2004.

[7] 刘会平, 梁红梅, 倪研贤, 等. 广东农业水灾的年际分布规律及重灾年份预测 [J]. 自然灾害学报, 2007, **27**(3): 203~ 206.

[8] 刘江龙, 刘会平, 潘安定, 等. 广东旱灾灾害链及防御对策研究 [J]. 广东农业科学, 2005, (2): 90~ 92.

[9] 宋丽莉, 张昌昭. 广东省水稻旱灾的评价及防旱抗旱对策[J]. 热带地理, 1996, **16**(3): 196~203.
[10] 陈世俊. 广东省雷州半岛水文特性[J]. 水文, 1995, (2): 58~60.
[11] 薛积彬, 钟 巍, 赵引娟, 等. 历史时期广东省旱涝时空分布特征的初步研究[J]. 地理科学, 2005, **25**(4): 461~466.
[12] 孙荣强. 干旱定义及其指标评述[J]. 灾害学, 1994, **3**(1): 17~20.
[13] Wilhite D A, Glantz M H. Understanding the drought phenomenon: the role of definitions[J]. Water International, 1985, **10**(3): 15-34.
[14] Blaikie P T, Cannon I D, Wisner B. At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters[M]. London: Routledge, 1994: 141-156.
[15] Adams R M. Global climate change and US agriculture[J]. Nature, 1990, **345**(6272): 219-224.
[16] Jinno K. Risk assessment of a water supply system during drought[J]. Water Resources Development, 1995, **11**(2): 185-203.
[17] Wilhite D A. A methodology for drought preparedness[J]. Natural Hazard, 1996, (13): 229-252.
[18] 王密侠, 马成军, 蔡焕杰. 农业干旱指标研究与进展[J]. 干旱地区农业研究, 1998, **16**(3): 7~12.
[19] 王晓红, 胡铁松, 吴风燕, 等. 灌区农业干旱评估指标分析及应用[J]. 中国农村水利水电, 2003, (7): 4~6.
[20] 亓来福, 王继琴. 从农业需水量评价我国的干旱状况[J]. 应用气象学报, 1995, **6**(3): 356~360.
[21] 朱晓华, 蔡运龙. 中国自然灾害灾情统计与自组织临界性特征[J]. 地理科学, 2004, **24**(3): 264~269.
[22] 俞 芬, 千怀遂, 段海来. 淮河流域水稻的气候适宜度及其变化趋势分析[J]. 地理科学, 2008, **28**(4): 537~542.
[23] 张丽娟, 李文亮, 张冬有. 基于信息扩散理论的气象灾害风险评估方法[J]. 地理科学, 2009, **29**(2): 250~254.
[24] 傅泽强, 蔡运龙, 李 军. 我国农业水旱灾害的时间分布及重灾年景趋势预测[J]. 自然灾害学报, 2002, **11**(2): 8~13.
[25] 梁红梅, 刘会平, 宋建阳, 等. 广东农业旱灾的时间分布规律及重灾年份预测[J]. 自然灾害学报, 2006, **15**(4): 79~83.

Crops Water Supply and Agro-drought Disaster in Leizhou Peninsula

LIU Hui-ping[1,3], LIANG Hong-mei[2], MIAO Hui-qiang[3], FAN Jin-sheng[3]

(1. City College, Dongguan University of Technology, Dongguan, Guangdong 523106; 2. College of Public Administration, Zhejiang University, Hangzhou 310029; 3. College of Geography Science, Guangzhou University, Guangzhou, Guangdong 510006)

Abstract: The agro-drought disaster takes place frequently and is very serious in Leizhou Peninsula. Inadequate water supply of crops is one of the most important factors. Integral humidity index I is used to analyze crop water supply. The results reveal the agro-drought regulations of spatial and temporal distribution in the Peninsula. From 1962 to 2007, the frequency of agro-drought disasters over middle level ($I < 0.6$) reached 67.40% and they were particularly obvious in the northern and southern parts. The highest frequency was in Xuwen County, the lower in Zhanjiang City; it was as high as 95.65% in winter and causes very serious disaster from winter to spring.

Key words: Leizhou Peninsula; crop water supply; agro-drought disaster