

近 33 年衡阳盆地的气候变化与干旱发展趋势

刘兰芳¹, 肖志成¹, 陈涛², 周松秀¹

(1.衡阳师范学院资源环境与旅游管理系, 湖南 衡阳 421008; 2.衡阳市气象局, 湖南 衡阳 421001)

摘 要: 全球变暖背景下区域气候变化响应已引起学术界的高度关注, 将气候变化与干旱趋势相结合进行研究具有理论意义。利用衡阳盆地 1981—2013 年的逐日气温和降水量, 综合分析衡阳盆地的气候变化特征与干旱发展趋势。结果表明: 衡阳盆地的气候呈暖干趋势发展, 年平均气温增加 $0.034\ 1\ ^\circ\text{C}$, 其中春季升温贡献最大, 春季气温年增加 $0.054\ 4\ ^\circ\text{C}$; 年降水量约减少 $0.808\ 0\ \text{mm}$, 呈缓慢减少趋势, 以秋季降水的减幅最大, 年减少 $3.335\ 1\ \text{mm}$; 利用综合气象干旱指数(CDI)法计算出干旱频率年增加 $0.379\ 9\%$, 其中秋季干旱频率增加最大, 年增加 $0.910\ 4\%$, 不同等级干旱类型中, 以特旱频率增加率最大, 年增加 $0.231\ 6\%$ 。

关 键 词: 气候; 干旱; 气温; 降水量; 衡阳盆地

中图分类号: S164

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2014)06-0637-06

Climatic change and drought trend in Hengyang basin over recent 33 years

LIU Lan-fang¹, XIAO Zhi-cheng¹, CHEN Tao², ZHOU Song-xiu¹

(1.Department of Resource Environment and Tourism Management, Hengyang Normal University, Hengyang, Hunan 421008, China; 2.Hengyang Meteorological Bureau, Hengyang, Hunan 421001, China)

Abstract: It is of great theoretic and practical implications to study regional climatic change and drought trend at the background of global warming, which was extensively concerned by academic circles. Climatic change and drought trend were analysed by mathematical statistical method using daily temperature and precipitation data collected from 1981 to 2013 in Hengyang basin. The results showed that the climate in Hengyang basin had a warm dry trend with $0.034\ 1\ ^\circ\text{C}$ annual average temperature increase per year, moreover, the increase trend was mostly dedicated by spring among four seasons with $0.054\ 4\ ^\circ\text{C}$ temperature increase per year. The annual precipitation was reduced about $0.808\ 0\ \text{mm}$ per year and the maximum reduction occurred in autumn with $3.335\ 1\ \text{mm}$ decrease per year. The drought frequency increased $0.379\ 9\%$ percent per year calculated by compound index (CDI) of meteorological drought and mainly increased in autumn with $0.910\ 4\%$ increase per year. Among all grades of drought, extreme drought frequency increased with annual rate of $0.231\ 6\%$, ranked first.

Key words: climatic; drought; temperature; precipitation; Hengyang basin

气候变化导致其他环境要素发生改变, 进而影响人类的生产与生活。气候变化已成为国内外广泛关注的问题。众多研究表明, 全球变暖有增无减^[1]。不同区域对全球变暖的响应存在明显差异, 故全球变暖所引起的区域气候变化响应已经成为当前研究的热点问题^[2]。近年来, 中国学者在区域气候变化研究方面取得了大量研究成果^[3-5], 蔡新玲等^[6]

利用陕北黄土高原 1961—2002 年的气温、降水量、相对湿度和风速等资料, 全面分析了陕北黄土高原近 42 年的气候变化特征; 张丽花等^[7]利用山西省 1951—2010 年的气温和降水资料, 运用趋势分析法、Mann-Kendall 突变检验、马尔可夫模型等分析了山西近 60 年来的气候变化及旱涝趋势。全球变暖背景下, 关于区域气候响应的研究虽然很多, 但

收稿日期: 2014-06-05

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41171075, 71273081); 湖南省科学技术厅计划资助项目(2012FJ3019); 湖南省重点学科人文地理支持项目(湘教通[2011]76 号)

作者简介: 刘兰芳(1965—), 女, 湖南祁东人, 博士, 教授, 主要从事气候变化与区域自然灾害研究工作, 741291694@qq.com

学者们倾向于研究干旱、半干旱区气候变化对全球变暖的响应,关于湿润地区气候变化对全球变暖的响应研究较少^[8],将气候变化与干旱趋势相结合的研究更少。

衡阳盆地位于湘江中游,地处 $26^{\circ}07' \sim 27^{\circ}28'N$, $111^{\circ}32' \sim 113^{\circ}17'E$,总面积 $15\,310\text{ km}^2$,属于大陆性中亚热带季风湿润气候区,其水热资源可满足农作物一年二熟或三熟的要求。该区主要的粮食作物是水稻。本区年降水量丰富,但降水年际变化与季节变化十分显著,降水集中在 4—6 月,故早稻生长期一般不缺水。每年的 7—10 月降水较少,而这个时期正是晚稻生长需水量较大的时候,所以晚稻生产经常遭遇气象干旱威胁。利用长时间序列的气象数据研究衡阳盆地的气候变化特征与气象干旱趋势,对本区晚稻的防旱抗旱和减轻旱灾损失、保障水稻生产及粮食安全具有重要的参考价值,也可作为区域制定中长期农业发展政策提供参考依据。

1 试验数据与研究方法

1.1 气象数据

基础气象数据为衡阳盆地行政辖区内祁东县、衡东县、衡南县、衡山县、衡阳县、常宁市、耒阳市以及衡阳市城区等地的 8 个地面气象观测站 1981—2013 年的日平均气温、年最高气温、年最低气温和日降水量。利用日平均气温,借助数据统计分析方法得出月平均气温、年平均气温;将日降水量进行累计求和,获得各站点的月降水量、年降水量之后,再求出各站点的平均值,从而得出衡阳盆地月平均降水量、年平均降水量。利用公式(1)计算年平均气温距平;利用公式(2)计算年平均降水距平。利用计算得出的月平均气温、月平均降水量和年平均气温距平、年平均降水距平,采取回归分析法等研究手段,对春季(3—5 月)、夏季(6—8 月)、秋季(9—11 月)、冬季(12 月、1—2 月)及年际的气温、降水量进行分析,揭示衡阳盆地的气候变化特征。

$$T_A = T - \bar{T} \quad (1)$$

公式(1)中 T_A 表示某一年年平均气温距平; T 表示某一年年平均气温; \bar{T} 代表气候平均值。按照世界气象组织的和中国的规定,气候平均值取近 30 年的平均值即可,本文中取 1981—2010 年的气温平均气温。

$$P_A = P - \bar{P} \quad (2)$$

公式(2)中 P_A 为年平均降水量; P 为某一年的年降水量; \bar{P} 为多年平均降水量。本文中取 1981—2010 年的平均降水量。

1.2 干旱趋势分析方法

干旱是指某一时段内的缺水现象。干旱趋势研究离不开干旱指数计算及干旱等级划分。现有的关于干旱指数研究的成果颇多,可分为气象干旱指数、水文干旱指数、农业干旱指数以及社会经济干旱指数等。气象干旱常常诱发水文干旱、农业干旱以及社会经济干旱事件,故气象干旱指数研究更有意义。中国 2006 年颁布的《气象干旱等级》国家标准(GB/T 20481—2006)^[9]中提出了多种干旱等级划分标准,其中,综合气象干旱指数(以下用 CDI 表示)同时考虑了降水和蒸发能力因子,与单纯利用降水量的干旱指数比较具有较大优越性^[10],成为目前国内干旱监测和评估业务工作中普遍使用的方法。本文中采用 CDI 指数法确定干旱等级,用干旱频率表示干旱指数,故干旱趋势分析由 2 步完成。

步骤 1: 计算近 33 年的逐日 CDI 。

$$CDI = aP_{30} + bP_{90} + cH_{30} \quad (3)$$

式(3)中 P_{30} 、 P_{90} 分别是近 30 d 和近 90 d 的标准化降水指数; H_{30} 为近 30 d 相对湿度指数; a 为近 30 d 标准化降水系数,平均取 0.4; b 为近 90 d 标准化降水系数,平均取 0.4; c 为近 30 d 相对湿度系数,平均取 0.8。

通过公式(3),利用前期平均气温、降水量可以滚动计算出每天的 CDI 。再根据 CDI 确定气象干旱等级,见表 1。

表 1 根据 CDI 划分的干旱等级

CDI	类型
> -0.6	无旱
$> -1.2 \sim -0.6$	轻旱
$> -1.8 \sim -1.2$	中旱
$> -2.4 \sim -1.8$	重旱
-2.4	特旱

步骤 2: 计算近 33 年逐年干旱发生频率。本文中的干旱发生频率即为干旱指数。 $DI = n/N$, 式中, DI 为干旱指数; n 为近 33 年中每年干旱发生的时间(d),即出现轻旱及其以上等级干旱的发生时间(d); N 为资料样本总数。

2 结果与分析

2.1 气温变化特征

2.1.1 年变化

利用衡阳盆地气温数据，统计得出近 33 年年平均气温为 18.1℃，年平均气温最高值为 19.2℃，出现在 2007 年，该年气温距平为 1.1℃；1984 年年平均气温最低，为 17.1℃，其气温距平为-1.1℃。由图 1 可见，近 33 年年平均气温呈上升趋势，年上升 0.034 1℃，其变暖程度高于全国平均水平。由图 2 可见，1981—1997 年中只有 1983 年的气温距平为正数，其余年份气温距平均为负值，气温距平为负的年份所占比例为 94.1%，说明近 33 年前段

时间是气候偏冷期；1998—2013 年，气温距平为正的年份所占比例为 87.5%，由此可见，自 1998 年以来，衡阳盆地的气候明显变暖。

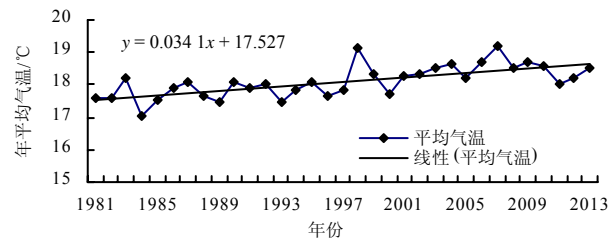


图 1 1981—2013 年衡阳盆地的年平均气温

Table1 Annual average temperature from 1981 to 2013 in Hengyang basin

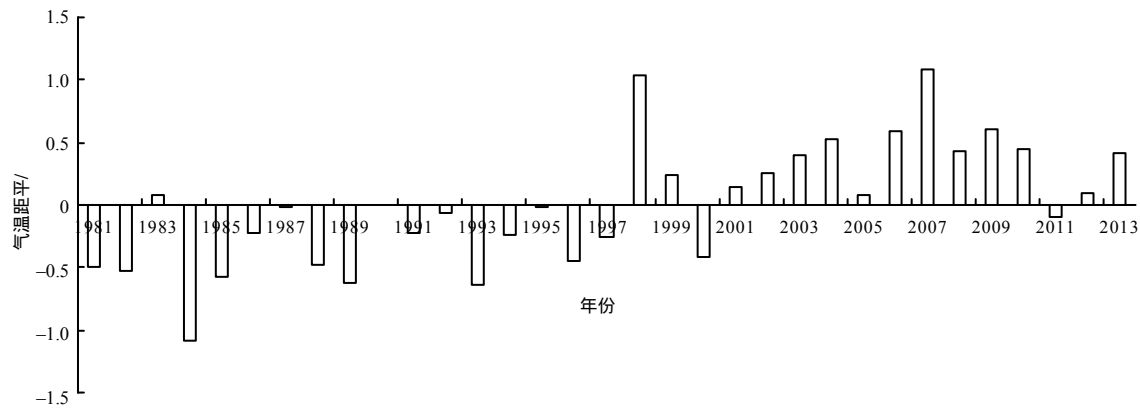


图 2 1981—2013 年衡阳盆地的年平均气温距平

Table 2 Anomaly average temperature from 1981 to 2013 in Hengyang basin

2.1.2 季节变化

从四季气温变化曲线(图 3)可以看出，四季气温均呈缓慢上升，以春季气温上升最快，其气温年上升 0.054 4℃，春季最高气温为 19.5℃，出现在 2008

年，最低气温出现在 1996 年，为 16.2℃，最高气温与最低气温的差为 3.3℃；冬季变暖的幅度仅次于春季，其气温年上升 0.040 7℃，冬季最高气温达 9.4℃，出现在 1999 年，最低气温出现在 1984

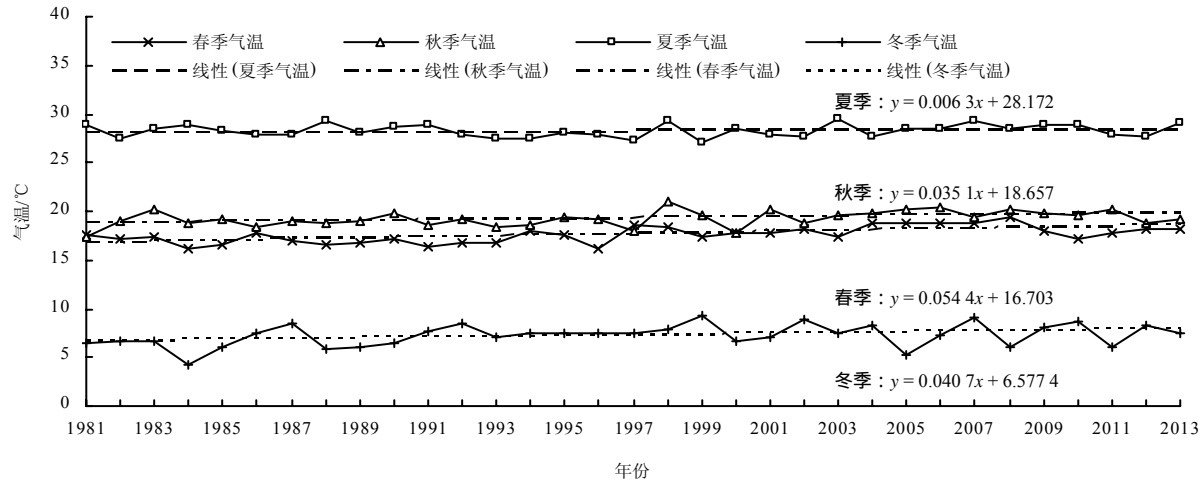


图 3 1981—2013 年衡阳盆地的四季气温

Table 3 Seasonal temperature from 1981 to 2013 in Hengyang basin

年,为 4.3°C , 冬季气温变化幅度达 5.1°C ; 秋季气温年上升 0.035°C , 说明秋季增温不显著; 夏季平均气温年上升 0.006°C , 是四季增温幅度最小的季节。由此可见, 近 33 年衡阳盆地春季、冬季升温对气温年平均升高起了主要作用, 也体现了“暖冬”气候的发展趋势。

2.2 降水变化特征

2.2.1 年际变化

经统计分析后得出, 衡阳盆地近 33 年的年降水量平均为 1351.0 mm , 年降水量最大值出现在 1998 年, 为 1822.2 mm , 年降水量最小值为 1043.4 mm , 出现在 2003 年, 最大值与最小值的差为 778.8 mm 。从年降水量变化曲线(图 4)看, 近 33 年降水量呈缓慢减少趋势, 年降水量减少 0.8080 mm 。20 世纪 80 年代降水的年际变化较为平缓, 90 年代变

化较为剧烈。图 5 显示, 1982—1989 年连续 7 年的降水距平为负数, 反映出 20 世纪 80 年代是小雨期, 而 90 年代有 7 年的降水距平为正数, 表明 90 年代的降水较为丰富。21 世纪的 13 年中, 有 8 年的降水距平为负数, 说明降水又呈现减少趋势。

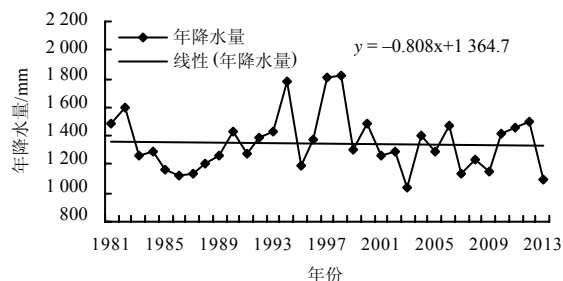


图 4 1981—2013 年衡阳盆地的年降水量

Table 4 Annual precipitation from 1981 to 2013 in Hengyang basin

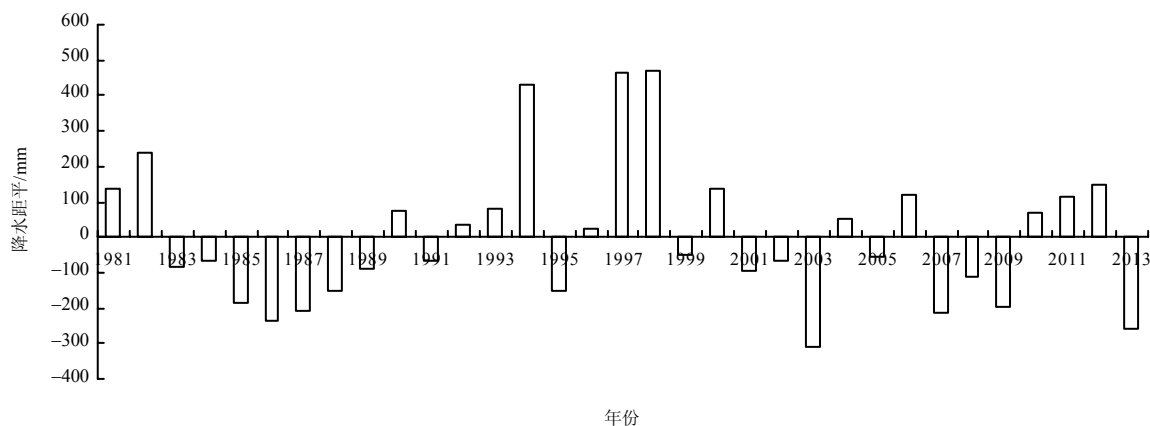


图 5 1981—2013 年衡阳盆地的年降水距平

Table 5 Precipitation anomaly from 1981 to 2013 in Hengyang basin

2.2.2 季节变化

由四季降水趋势(图 6)可知, 春、夏季降水量多, 秋、冬季降水量偏少, 而且近 33 年衡阳盆地

降水季节变化差异明显。春、夏季降水呈明显增加趋势, 尤其是春季降水量增加幅度最大, 年增幅为 2.6642 mm , 2004 年春季降水量高达 695.8 mm ,

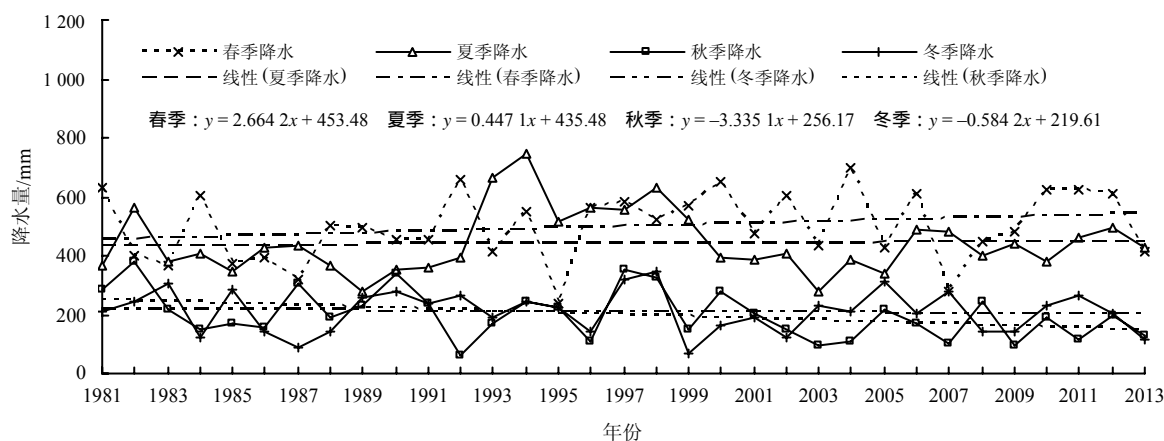


图 6 1981—2013 年衡阳盆地的四季降水量

Table 6 Seasonal precipitation changing trend from 1981 to 2013 in Hengyang basin

占当年总降水量的 49.6%；夏季降水年增幅为 0.447 1 mm，其中 1994 年的夏季降水量最大，为 745.4 mm，占当年总降水量的 41.9%。近 33 年冬季降水呈减少趋势，年减幅为 0.584 2 mm；秋季降水量递减趋势最大，年减幅为 3.335 1 mm，1992 年秋季的降水量极少，仅 63.6 mm，占当年总降水量的 4.6%。秋季降水量最大的是 1982 年，为 381.1 mm，占当年总降水量的 23.9%。可见，衡阳盆地降水季节差异大，秋季降水严重不足。

2.3 干旱趋势分析

2.3.1 年际变化

由图 7 可见，近 33 年衡阳盆地的干旱频率呈增加趋势，年增幅为 0.379 9%。将 33 年划分成 3 个时段进行统计分析，得出 2001—2013 年平均干旱频率最大，为 33.9%；1981—1990 年干旱频率次之，为 28.2%；1991—2000 年平均干旱频率最小，为 25.2%。这一特征与近 33 年年降水量变化趋势相对应，即降水量减少的时期正是干旱频率增大的时期。由图 8~10 可见，衡阳盆地的特旱频率增加趋势最明显，其年增幅为 0.231 6%，表明近 33 年衡阳盆地特旱越来越严重；重旱频率增加趋势仅次于特旱频率，年增幅为 0.096 4%。

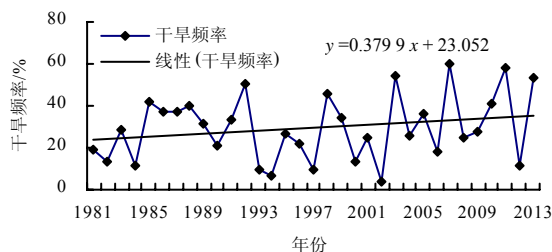


图 7 1981—2013 年衡阳盆地的干旱频率

Table 7 Drought frequency change trend from 1981 to 2013 in Hengyang basin

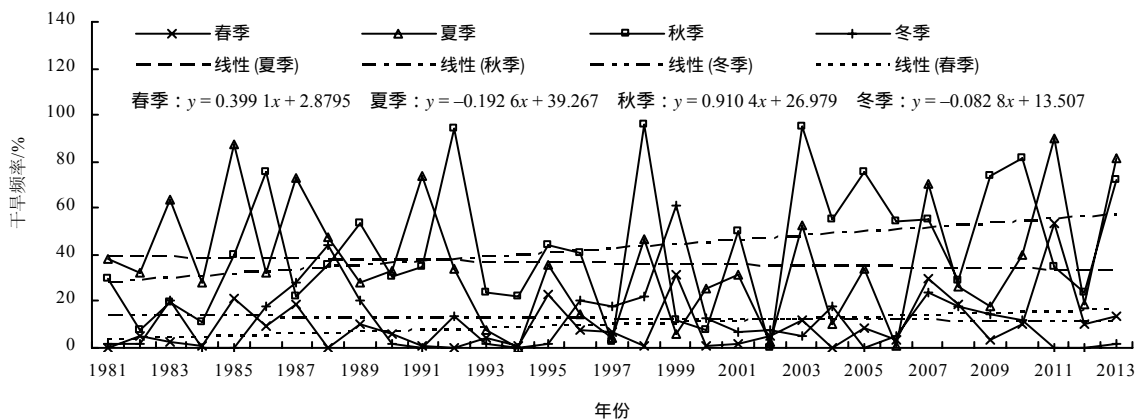


图 11 1981—2013 年衡阳盆地的四季干旱频率

Table 11 Seasonal drought frequency from 1981 to 2013 in Hengyang basin

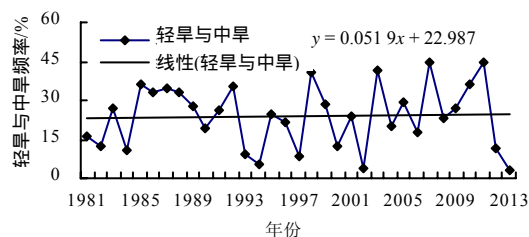


图 8 1981—2013 年衡阳盆地的轻旱与中旱频率

Table 8 Mild drought frequency from 1981 to 2013 in Hengyang basin

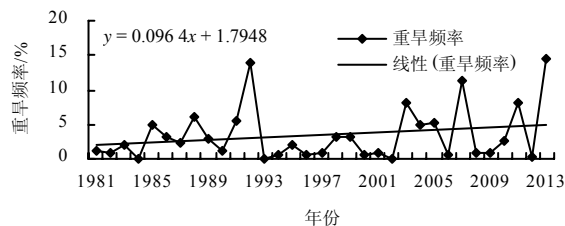


图 9 1981—2013 年衡阳盆地的重旱频率

Table 9 Worse drought frequency from 1981 to 2013 in Hengyang basin

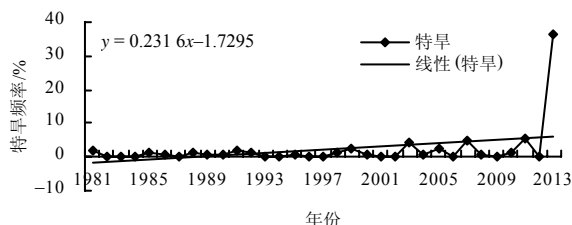


图 10 1981—2013 年衡阳盆地的特旱频率

Table 10 Extreme drought frequency from 1981 to 2013 in Hengyang basin

2.3.2 季节变化

由图 11 看出：衡阳盆地夏季、秋季干旱频率较大，春季、冬季干旱频率较小。33 年秋季平均干旱频率为 42.5%，即秋旱为 2.5 年 1 遇；夏季平均干旱频率为 36%；冬季平均干旱频率为 12.1%；春季干旱频率最小，为 9.66%，约 10 年 1 遇。秋季干旱频率增加趋势明显，年增幅为 0.910 4%；春季干旱年增幅为 0.399 1%；夏季与冬季的干旱频率呈减

少趋势。这说明随着气候变暖,秋季蒸发加强,降水量减少,干旱趋势加重。

3 结论与讨论

1) 衡阳盆地近 33 年年平均气温为 18.1°C , 年均气温最高为 19.2°C , 年均气温最低为 17.0°C 。根据年平均气温距平值将气温变化大致划分成 2 个时间段,即 1981—1997 年为气候偏冷期,1998—2013 年为气候偏暖期。春、夏、秋、冬季气温均呈变暖趋势,以春季升温率最大,年增幅 0.0544°C , 冬季增温趋势也较明显,年升温 0.0407°C , 秋季年升温 0.0351°C , 夏季升温最缓慢。

2) 衡阳盆地年平均降水量为 1351.0 mm , 年降水量最大值为 1822.2 mm , 出现在 1998 年; 年降水量最小值为 1043.4 mm , 出现在 2003 年。由年降水量距平分析可知, 20 世纪 80 年代是小雨期, 90 年代是多雨期; 21 世纪以来, 降水又呈现减少趋势。衡阳盆地降水季节差异明显, 春、夏季降水丰富, 且呈增加趋势; 秋、冬季降水较少, 并呈下降趋势, 其中秋季降水下降趋势最显著, 降水量年均减少 3.3351 mm 。

3) 由逐日气候干旱指数分析结果可知, 衡阳盆地近 33 年干旱趋势呈波动变化, 即 2001—2013 年平均干旱频率最大, 为 33.89% ; 1981—1990 年平均干旱频率次之, 为 28.17% ; 1991—2000 年平均干旱频率最小, 为 25.16% 。这一特征与近 33 年年降水量变化趋势相对应, 即降水量减少时期正是干旱频率增大时期, 说明影响干旱变化的主要因素是降水量。干旱季节变化特征是夏季、秋季干旱频率较大, 春季、冬季干旱频率较小, 夏季与冬季干旱呈减弱趋势, 秋季与春季干旱呈加强趋势, 尤其是秋季干旱频率明显增大。

4) 衡阳盆地近 33 年气候向“暖干”趋势发展。气温呈缓慢上升趋势, 年上升 0.0341°C ; 年降水

量呈缓慢减少趋势, 年降水量减幅为 0.8080 mm ; 干旱频率年增加 0.3799% , 不同等级干旱类别中, 以特旱频率增加率最大, 年增加 0.2316% 。一旦出现特旱, 农业受损严重。衡阳盆地干旱灾情历史数据显示农业旱情呈加重变化趋势^[11], 可见, 本文关于干旱趋势的研究方法具有较高的可信度, 但本研究中仅对衡阳盆地的气候进行了时间变化分析, 关于空间变化趋势有待研究。

参考文献:

- [1] 王绍武, 罗勇, 赵宗慈, 等. 关于气候变暖的争议[J]. 自然科学进展, 2005, 15(8): 917-922.
- [2] 王海燕, 殷淑燕, 牛俊杰. 近 50 年来晋西北地区气候变化分析[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(12): 71-75.
- [3] 窦睿音, 延军. 1960—2010 年关中地区旱涝灾害对气候变化的响应[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2012, 38(5): 542-547.
- [4] 马柱国, 符凉斌. 中国干旱和半干旱带的 10 年际演变特征[J]. 地球物理学报, 2005, 48(3): 519-525.
- [5] 于淑秋, 林学椿, 徐祥德. 中国西北地区近 50 年降水和温度的变化[J]. 气候与环境研究, 2003, 8(1): 9-18.
- [6] 蔡新玲, 王繁强, 吴素良. 陕北黄土高原近 42 年气候变化分析[J]. 气象科技, 2007, 35(1): 45-48.
- [7] 张丽花, 延军平, 刘栋杉. 山西气候变化特征与旱涝灾害趋势判断[J]. 干旱区资源与环境, 2013, 27(5): 120-125.
- [8] 黄建平, 季明霞, 刘玉芝, 等. 干旱半干旱区气候变化研究综述[J]. 气候变化研究进展, 2013, 9(1): 9-14.
- [9] GB/T20481—2006, 气象干旱等级[S].
- [10] 邹旭恺, 任国玉, 张强. 基于综合气象干旱指数的中国干旱变化趋势研究[J]. 气候与环境研究, 2010, 15(4): 371-378.
- [11] 刘兰芳, 肖志成, 周松秀, 等. 亚热带稻区旱灾巨灾风险形成机理及生态减灾研究: 以衡阳盆地为例[J]. 衡阳师范学院学报, 2012, 33(3): 91-94.

责任编辑: 王赛群

英文编辑: 王 库