

文章编号: 1004-4353(2017)01-0089-06

基于 Z 指数的延边朝鲜族自治州各县市 年际旱涝特征分析

孔锦涛, 赵春子*
(延边大学理学院 地理系, 吉林 延吉 133002)

摘要: 对延边朝鲜族自治州 8 个县市 1960—2009 年逐月降水资料进行 Z 指数分析. 研究表明: 延边朝鲜族自治州 8 个县市易发生旱涝灾害事件, 其中: 延吉市和珲春市属于正常型区域, 延吉市发生旱涝灾害的周期为 4 年和 7 年, 珲春市发生旱涝灾害的周期为 3 年; 安图县和图们市属于偏涝型区域, 安图县发生旱涝灾害的周期为 4 年, 图们市发生旱涝灾害的周期为 3 年和 7 年; 敦化市、汪清县、和龙市和龙井市属于偏旱区域, 且敦化市、汪清县、龙井市和和龙市发生旱涝周期灾害的周期分别为 5 年和 7 年、3 年、7 年、5 年. 延边朝鲜族自治州 8 个县市均易发生连续性旱涝灾害事件, 且各地区连续性旱涝灾害出现的时间间隔和连续时间有所差异.

关键词: Z 指数; 小波分析; 延边朝鲜族自治州; 旱涝灾害

中图分类号: P426.616 **文献标识码:** A

Analysis of time characteristics of drought and flood in annual city of Yanbian based on Z index

KONG Jintao, ZHAO Chunzi*
(Department of Geograph, College of Sciences, Yanbian University, Yanji 133002, China)

Abstract: This paper analyze the Yanbian area's 8 cities in 1960-2009 monthly rainfall observation data based on Z index. The research shows that every city happens drought and flood disasters. Yanji and Hunchun belongs to normal areas, and Yanji's drought and flood disasters peird is 4 years and 7 years. Hunchun's drought and flood disasters have the time cycle of 3 years. Antu and Tumen belongs to the type of flood areas. Antu's drought and flood disasters peird is 4 years. Tumen's drought and flood disasters is 3 years and 7 years. Dunhua, Wangqing, Helong, and Longjing belongs to the type of drought areas. Dunhua's drought and flood disasters peird is 5 years and 7 years. Wangqing's drought and flood disasters have the time cycle of 3 years. Longjing's drought and flood disasters peird is 7 years. Helong's drought and flood disasters have the time cycle of 5 years. The continuing drought and flood disasters easily occur in erery city, and peird of continuing drought and flood disasters and the continuous time are different.

Keywords: Z index; wavelet analysis; Yanbian area; drought and flood disasters

旱涝灾害是自然灾害中的主要灾害之一. 近年来, 随着全球变暖的趋势, 旱涝灾害发生的频率和强度不断增加, 给人类的生产和生活造成巨大影响, 因此研究旱涝灾害的形成及其规律对人类

发展具有重要意义. 旱涝灾害的影响因子很多, 各影响因子之间的相互关系也较为复杂, 因而许多学者从不同角度、不同地域研究了旱涝灾害的特征和规律. 在对旱涝指标的研究中, 许多学者将 Z

收稿日期: 2016-09-27 * 通信作者: 赵春子(1977—), 女, 副教授, 研究方向为水文学.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41361015); 吉林省教育厅“十二五”科学技术研究项目(吉教科合字[2015]第 35 号); 延边大学 2016 年大学生创新创业训练计划项目(ydbksky2016496)

指数作为旱涝指标进行研究,并取得较为满意的成果,例如:周晋红等^[1]对常用旱涝指标进行对比分析,证实了 Z 指数确定的旱涝指标能够客观地反映历史情况;袁晓燕等^[2]通过对江苏沿海地区不同旱涝指标的对比指出, Z 指数能够消除平均值的影响,比距平百分率响应快,可以比较客观地反映出旱涝程度;刘志雄等^[3]利用 Z 指数研究了长江上游的旱涝变化特征,结果表明 Z 指数及以此为基础所构建的区域旱涝指标能较好地反映出该地区的旱涝情况;江和文等^[4]利用 Z 指数研究了辽宁省年度旱涝灾害与季节性旱涝灾害的时空变化趋势,认为 Z 指数具有一定的合理性. 基于以上研究,本文采用 Z 指数作为旱涝指标,确定各年份的旱涝等级,对延边朝鲜族自治州 8 个县市分别进行旱涝评价,分析近 50 年各县市年际旱涝变化特征,并且对 8 个县市历年旱涝灾害进行小波分析,以此得出各县市旱涝灾害的周期,以期对各地区制定旱涝灾害的预防措施提供参考.

1 研究区概况及数据来源

1.1 研究区概况

延边朝鲜族自治州(以下简称延边州)位于吉林省东部,介于东经 $120^{\circ}27'43''\sim 131^{\circ}18'33''$ 、北纬 $41^{\circ}59'47''\sim 44^{\circ}30'42''$ 之间. 延边州下辖延吉、图们、敦化、龙井、和龙、珲春 6 市和安图、汪清 2 县. 延边州属于中温带半湿润气候区,春季干燥,夏季多雨,秋季少雨,冬季寒冷. 由于降水多集中于夏秋,因此延边州在夏秋两季旱涝灾害频发. 延边州行政区划图如图 1 所示.

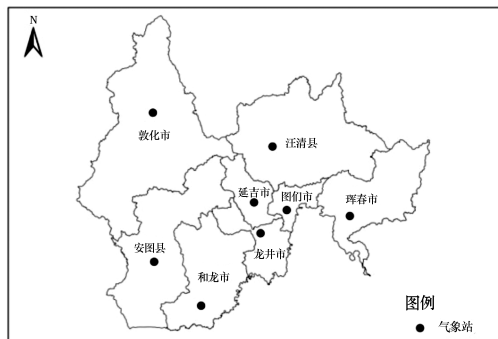


图 1 延边州行政区划图

1.2 数据来源

本文采用的降水数据来源于国家气象局气象信息中心和延边州统计年鉴 1960—2009 年 50 年

的逐月降水资料.

2 研究方法与结果分析

2.1 研究方法

Z 指数是目前对降水量处理的一种数学方法. 某一时期某一时段降水量与多年平均值的偏差在一定程度上可说明洪涝程度的强度. 就某个区域而言,年降水量一般不服从正态分布,而服从 Person-III 型^[5-8]分布. 对降水量进行正态化处理^[9],即可将概率密度函数 Person-III 型分布转换为以 Z 为变量的标准正态分布,转换公式^[10-13]如下:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k, \quad (1)$$

$$\epsilon = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2}, \quad (2)$$

$$\delta_k = \frac{x_k - \bar{x}}{\epsilon}, \quad (3)$$

$$C_s = \frac{\sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^3}{n\epsilon^3}, \quad (4)$$

$$Z_k = \frac{6}{C_s} \left(\frac{C_s}{2} \delta_k + 1 \right)^{1/3} - \frac{6}{C_s} + \frac{C_s}{6}. \quad (5)$$

公式中 \bar{x} 为 n 年的降水量平均值, x_k 为第 k 年的降水量, ϵ 为标准偏差, δ_k 为 n 年的降水量的标准变量, C_s 为偏态系数, Z_k 为旱涝指数.

本文根据以上公式计算出 8 个县市 50 年间降水量的 Z 值,并划分出旱涝等级,分析各县市年际旱涝特征,进而采用 Morlet 小波分析法^[14-15] 确定降水量的变化周期.

2.2 结果与分析

根据研究区域特点,结合周晋红等^[1]修正的旱涝等级划分标准,分别对 8 个县市 1960—2009 年逐月降水数据进行 Z 指数的计算和旱涝等级的划分,并统计各县市出现旱涝事件的等级与频率,结果如表 1 所示.

从表 1 可知,延吉市和珲春市近 50 年干旱灾害事件频率与洪涝灾害事件频率持平,属于旱涝灾害持平型区域;安图县和图们市近 50 年洪涝事件频率高于干旱事件频率,属于偏涝型区域;敦化市、汪清县、和龙市和龙井市近 50 年干旱事件频率高于洪涝事件频率,属于偏旱型区域.

2.2.1 持平型区域 对延吉市和珲春市历年降水量 Z 指数进行小波分析,绘制模平方图,如图 2

所示.从图 2 可知:延吉市旱涝指数小波变换主要有 2 个最强的振动中心,分别在 1975—1995 年和 1980—2007 年,周期分别为 4 年和 7 年.从 1960 年至 2009 年虽出现了 12 年和 26 年左右的周期,但未能通过显著性检验,因此延吉市年际旱涝灾害周期为 4 年和 7 年.珲春市旱涝指数小波变换主要有 2 个最强的振动中心,分别在 1962—1972 年和 1982—1998 年,周期均为 3 年.从 1960 年至 2009 年虽出现了 9 年和 26 年左右的周期,但未能通过显著性检验,因此珲春市年际旱涝灾害周期为 3 年.

延吉市和珲春市出现的旱涝灾害频率相等,

将其旱涝灾害等级进行绘制,如图 3 所示.从图 3 可以看出:延吉市分别在 1964—1967 年、1985—1988 年、1994—1996 年、2002—2004 年、2006—2008 年时段内出现 5 次连续性旱涝灾害,连续时间分别为 4 年、4 年、3 年、3 年和 3 年,相邻两次连续性旱涝灾害出现的时间间隔和连续时间逐渐缩短.珲春市分别在 1964—1968 年、1970—1973 年、1975—1978 年、1983—1986 年、2002—2004 年时段内出现 5 次连续性旱涝灾害,连续时间分别为 5 年、4 年、4 年、4 年和 3 年,相邻两次连续性旱涝灾害出现的时间间隔逐渐加长,而连续性灾害事件逐渐缩短.

表 1 延边州旱涝等级与频率

Z 值	等级	次数							
		安图	敦化	和龙	珲春	龙井	图们	汪清	延吉
>1.645	1 级重涝	4	3	3	1	2	3	2	4
(1.037,1.645]	2 级大涝	6	3	6	7	4	4	8	4
(0.542,1.037]	3 级偏涝	4	7	5	8	6	9	4	6
[-0.542,0.542]	4 级正常	24	23	21	18	22	23	20	22
[-1.037,-0.542)	5 级偏旱	4	9	8	9	10	6	9	9
[-1.645,-1.037)	6 级大旱	6	1	4	4	4	3	4	3
<-1.645	7 级重旱	2	4	3	3	2	2	3	2

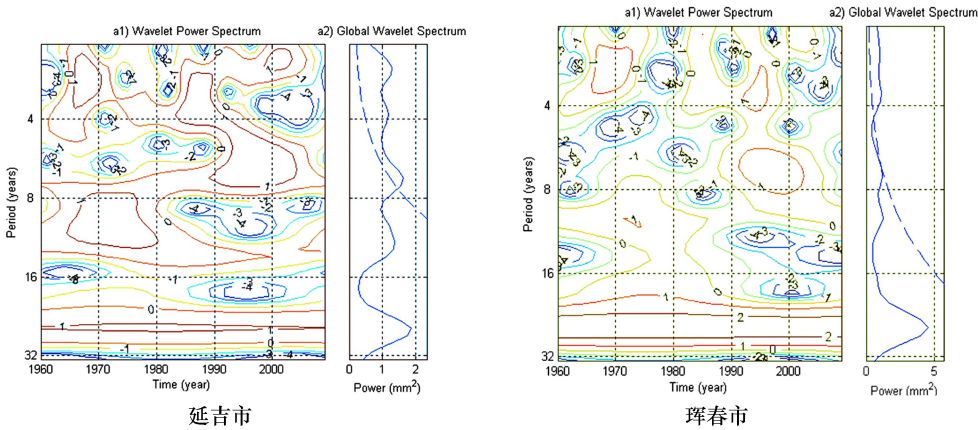


图 2 持平型区域 Morlet 小波系数的模平方图

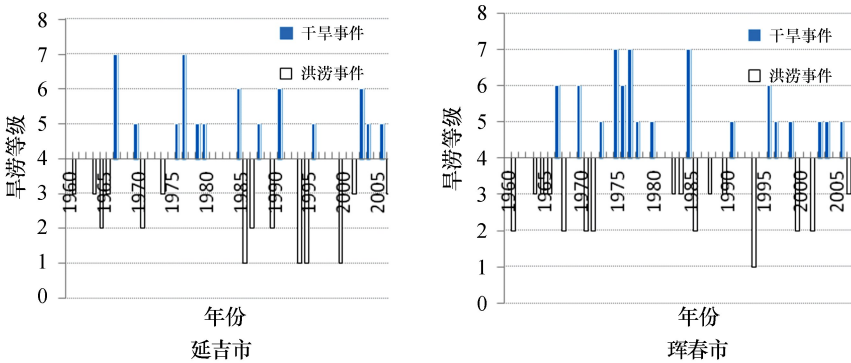


图 3 持平型区域年际旱涝等级

2.2.2 偏涝型区域 对安图县和图们市历年降水量 Z 指数进行小波分析,绘制模平方图,如图 4 所示.从图 4 可知:安图县旱涝指数小波变换主要有 3 个最强的振动中心,分别在 1960—1965 年、1971—1976 年和 1982—1995 年,周期均为 4 年.从 1960 年至 2009 年虽出现了 14 年左右的周期,但未能通过显著性检验,因此安图县年际旱涝灾害周期为 4 年.图们市旱涝指数小波变换主要有 3 个最强的振动中心,分别在 1965—1970 年、1982—1991 年和 1975—2009 年,周期为 3 年、3 年和 7 年.从 1960 年至 2009 年虽出现了 14 年和 26 年左右的周期,但未能通过显著性检验,因此图们市年际旱涝灾害周期为 3 年和 7 年.

安图县和图们市洪涝事件频率高于干旱事件频率,将其旱涝灾害等级进行绘图,如图 5 所示.从图 5 可以看出:安图县分别在 1976—1979 年、1985—1988 年、1993—1995 年时段内出现 3 次连续性旱涝灾害,连续时间分别为 4 年、4 年和 3 年,相邻两次连续性旱涝灾害出现的时间间隔和连续时间逐渐缩短.图们市分别在 1964—1967 年、1975—1977 年、1985—1987 年、1989—1991 年、1994—1996 年、2002—2004 年时段内出现 6 次连续性旱涝灾害,连续时间分别为 4 年、3 年、3 年、3 年、3 年和 3 年,相邻两次连续性旱涝灾害出现的时间间隔和连续时间逐渐缩短.

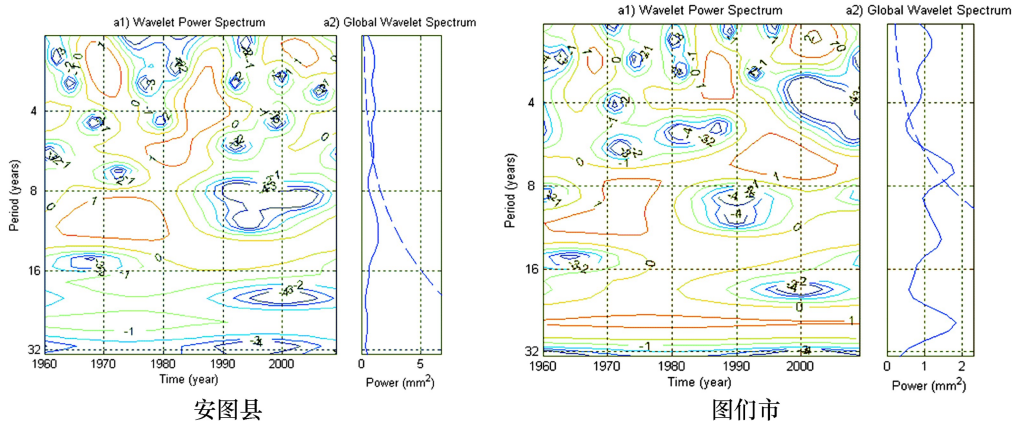


图 4 偏涝型区域 Morlet 小波系数的模平方图

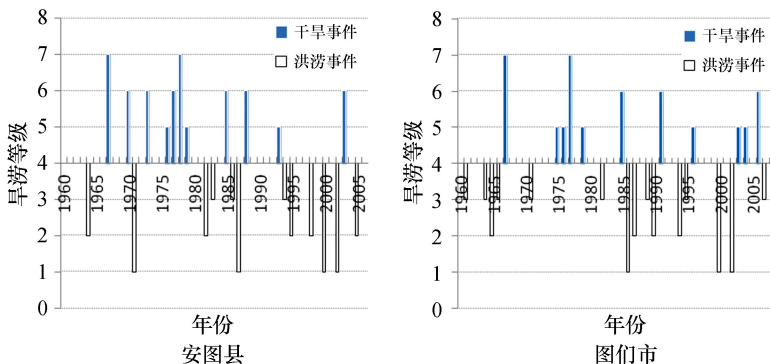


图 5 偏涝型区域年际旱涝等级

2.2.3 偏旱型区域 对敦化市、汪清县、龙井市和和龙市历年降水量 Z 指数进行小波分析,绘制模平方图,如图 6 所示.由图 6 可以看出:敦化市旱涝指数小波变换主要有 2 个最强的振动中心,分别在 1972—1990 年和 1960—2009 年,周期分别为 5 年和 7 年.从 1960 年至 2009 年虽出现了 26 年左右的周期,但未能通过显著性检验,因此敦化市年际旱涝灾害周期为 5 年和 7 年.汪清县

旱涝指数小波变换主要有 1 个最强的振动中心,在 1964—1974 年,周期为 3 年.从 1960 年至 2009 年虽出现了 26 年左右的周期,但未能通过显著性检验,因此汪清县年际旱涝灾害周期为 3 年.龙井市旱涝指数小波变换主要有 1 个最强的振动中心,在 1990—2009 年,周期为 7 年.从 1960 年至 2009 年虽出现了 12 年和 26 年左右的周期,但未能通过显著性检验,因此龙井市年际旱

涝灾害周期为 7 年. 和龙市旱涝指数小波变换主要有 1 个最强的振动中心, 在 1992—2009 年, 周期为 5 年. 从 1960 年至 2009 年虽出现了 14 年和 26 年左右的周期, 但未能通过显著性检验, 因此

和龙市年际旱涝灾害周期为 5 年.

敦化市、汪清县、和龙市、龙井市干旱事件频率高于洪涝事件频率, 将其旱涝灾害等级进行绘制, 如图 7 所示. 敦化市分别在 1960—1962 年、

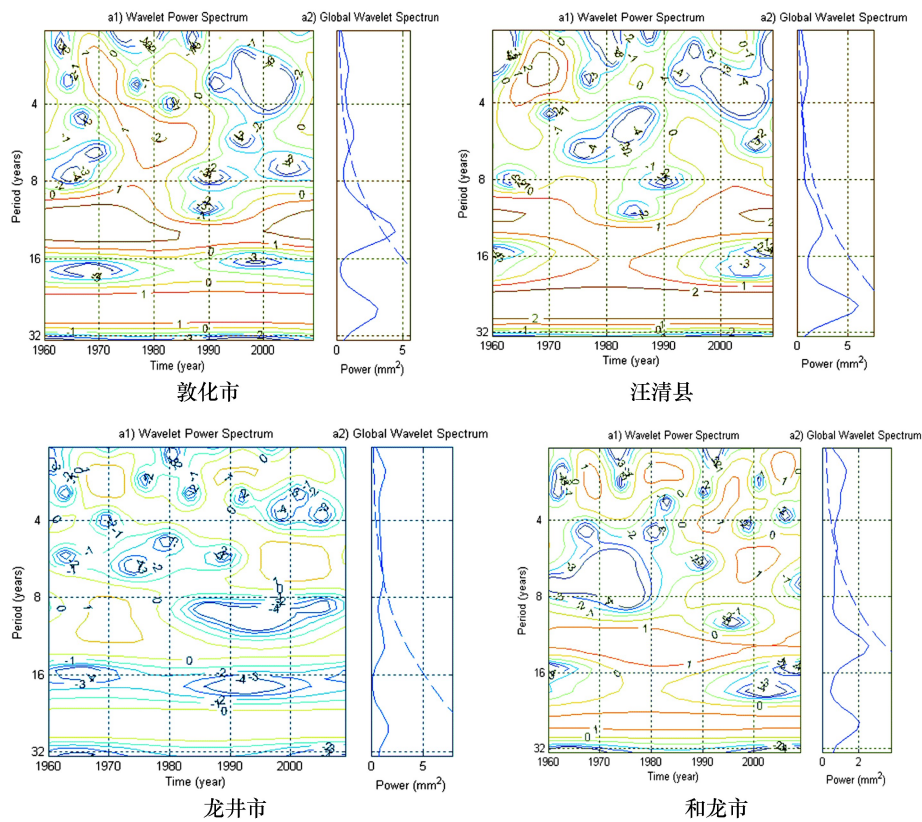


图 6 偏旱型区域 Morlet 小波系数的模平方图

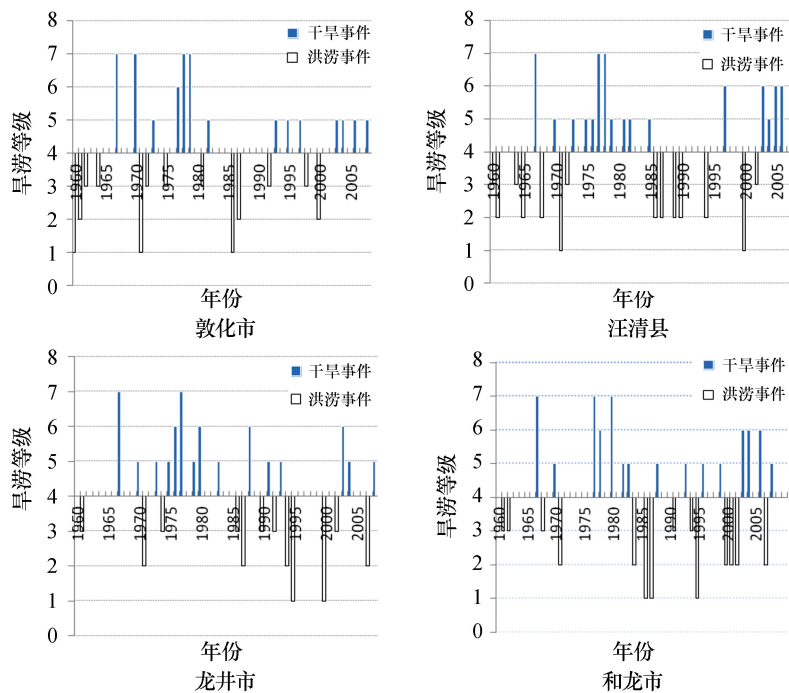


图 7 偏旱型区域年际旱涝等级

1970—1973 年、1977—1979 年时段内出现 3 次连续性旱涝灾害,连续时间分别为 3 年、4 年和 3 年,相邻两次连续性旱涝灾害出现的时间间隔逐渐缩短.汪清县分别在 1970—1973 年、1975—1979 年、1985—1987 年、2002—2006 年时段内出现 4 次连续性旱涝灾害,连续时间分别为 4 年、5 年、3 年和 5 年,相邻两次连续性旱涝灾害出现的时间间隔逐渐增加.龙井市分别在 1973—1977 年、1986—1988 年、1990—1995 年、2002—2004 年、2007—2009 年时段内出现 5 次连续性旱涝灾害,连续时间分别为 5 年、3 年、6 年、3 年和 3 年,相邻两次连续性旱涝灾害出现的时间间隔有所波动.和龙市分别在 1982—1984 年、1986—1988 年、1993—1996 年、1999—2004 年、2006—2008 年时段内出现 5 次连续性旱涝灾害,连续时间分别为 3 年、3 年、4 年、6 年和 3 年,相邻两次连续性旱涝灾害出现的时间间隔有所波动.

3 结论

1) 延吉市发生旱涝灾害的周期为 4 年和 7 年,珲春市发生旱涝灾害的周期为 3 年.延吉市和珲春市近 50 年发生干旱灾害事件频率与洪涝灾害事件频率持平,属于旱涝灾害持平型区域.延吉市相邻两次连续性旱涝灾害出现的时间间隔和连续时间逐渐缩短,珲春市相邻两次连续性旱涝灾害出现的时间间隔逐渐加长,而连续性灾害事件的连续时间逐渐缩短.

2) 安图县发生旱涝灾害的周期为 4 年,图们市发生旱涝灾害的周期为 3 年和 7 年.安图县和图们市近 50 年发生洪涝事件频率高于干旱事件频率,属于偏涝型区域.安图县与图们市相邻两次连续性旱涝灾害出现的时间间隔和连续时间逐渐缩短.

3) 敦化市、汪清县、龙井市和和龙市发生旱涝周期灾害的周期分别为 5 年和 7 年、3 年、7 年、5 年.敦化市、汪清县、和龙市和龙井市近 50 年发生干旱事件频率高于洪涝事件频率,属于偏旱区域.敦化市相邻两次连续性旱涝灾害出现的时间间隔逐渐缩短,汪清县相邻两次连续性旱涝灾害出现的时间间隔逐渐增加,龙井市和和龙市相邻两次连续性旱涝灾害出现的时间间隔有所波动.这 4 个地区连续性灾害事件的连续时间有波动,

并不是单纯地增加或缩短.

从以上研究结果可知,延边州属于易发生旱涝灾害事件和连续性旱涝灾害事件的地区,且各县市灾害类型不同,周期变化也有差异,本研究结果可为延边州预防旱涝灾害提供参考.

参考文献:

- [1] 周晋红,李丽平,秦爱民.山西气象干旱指标的确定及干旱气候变化研究[J].干旱地区农业研究,2010,28(3):240-247.
- [2] 袁晓燕,管华,闻余华,等.江苏沿海地区不同旱涝指标的对比分析[J].徐州师范大学学报,2007,25(1):75-78.
- [3] 刘志雄,肖莺.长江上游旱涝指标及其变化特征分析[J].长江流域资源与环境,2012,21(3):310-314.
- [4] 江河文,郭婷婷,包颖,等.辽宁省近 50 年旱涝灾害的时空特征分析[J].水土保持研究,2012,19(2):29-33.
- [5] 刘剑刚.基于 Z 指数的辽宁省洪涝灾害时空分析[J].沈阳师范大学学报(自然科学版),2012,30(3):409-413.
- [6] 蔡敏,黄艳,朱宵峰,等.Z 指数方法在小流域洪涝灾害预警技术研究中的应用[J].气象科技,2010,38(4):418-422.
- [7] 唐亚平,张凯,李忠娟,等.1964—2008 年辽宁省旱涝时空分布特征及演变趋势[J].气象与环境学报,2011,27(2):50-55.
- [8] 朱亚玉,王记芳,武鹏.降水 Z 指数在河南旱涝检测中的应用[J].河南气象,2006(4):20-22.
- [9] 鞠笑生,杨贤为,陈丽娟,等.我国单站旱涝指标确定和区域旱涝级别划分的研究[J].应用气象学报,1997,8(1):26-33.
- [10] 张娜,陈莹,张粮锋,等.基于 Z 指数的福州市近 51 年旱涝时空特征分析[J].海南师范大学学报,2015,28(3):292-297.
- [11] 李永华,毛文华,高阳华,等.重庆区域旱涝指标及其变化特征分析[J].气象科学,2006,26(6):638-644.
- [12] 袁媛,王心源,雷能忠,等.基于 GIS 的江淮分水岭地区旱涝灾害时空分析[J].水文,2007,27(6):36-38.
- [13] 何萍,白洪强,李矜霄,等.基于 Z 指数的昆明市洪涝研究[J].地球与环境,2015,43(1):71-79.
- [14] 李森,夏军,陈社明,等.北京地区近 300 年降水变化的小波分析[J].自然资源学报,2011,26(1):1001-1011.
- [15] 卢文喜,陈社明,王晨子,等.基于小波变换的大安地区年降水量变化特征[J].吉林大学学报(地球科学版),2010,40(1):121-127.