

Variations of Autumn Long-Cycle Drought-Flood Abrupt Alternations during Recent 40 Years in Yangtze River

Jing Wang

School of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan
Email: lijingcuit@outlook.com

Received: Nov. 16th, 2019; accepted: Dec. 3rd, 2019; published: Dec. 10th, 2019

Abstract

Based on the daily precipitation data of 225 surface stations in the Yangtze River Valley during the past 40 years from 1979 to 2017, the characteristics of drought-flood abrupt alternations in autumn are studied by defining a long-cycle drought-flood abrupt alternations index (drought-to-flood and flood-to-drought). Based on the analysis of the frequency of drought-flood rapid transition and the characteristics of circulation background, the phenomena of drought-flood abrupt alternations in the Yangtze River Valley are discussed. The results show that: 1) From the spatial distribution of autumn precipitation in the Yangtze River Basin in the past 40 years, the upper reaches of Jinsha River in the Yangtze River Basin have less precipitation, while the lower reaches of Jialing River Basin, the eastern part of Poyang Lake and Minjiang River Basin have more precipitation; 2) In the past 40 years, drought and flood in autumn occurred frequently at stations in the Yangtze River Valley, and the long-term drought and flood turned to drought events mainly; 3) In the past 40 years, the high-intensity drought-to-flood events mostly occurred in Sichuan and Chongqing, and the high-intensity flood-to-drought events mostly occurred in Hunan, that is, the Dongting Lake Valley, followed by the downstream areas.

Keywords

Long-Cycle, Drought-Flood Abrupt Alternations, the Yangtze River Valley, Autumn

近40年长江流域秋季长周期旱涝急转的变化特征分析

王 菁

成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都
Email: lijingcuit@outlook.com

摘要

本文利用长江流域225个地面站点1979年到2017年近40年内的日降水资料，通过定义长周期的旱涝急转指数，来研究秋季长江流域的旱涝急转的变化特征(分别为旱转涝和涝转旱这两种形式)。通过对旱涝急转频次以及环流背景的特征的分析，讨论了长江流域的显著旱涝急转的现象，结果表明：1) 从近40年长江流域秋季降水的空间分布情况来看，长江流域中金沙江流域上游地区降水量较少，而嘉陵江流域的下游地区、鄱阳湖东部地区和岷江流域降水量较多；2) 近40年长江流域站点秋季旱涝急转的发生频次较多，长周期旱涝急转以涝转旱事件为主；3) 近40年高强度旱转涝事件多发生在川渝地区，高强度涝转旱事件多生在湖南地区，即洞庭湖流域，其次存在于下游地区。

关键词

长周期，旱涝急转，长江流域，秋季

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来，受外界活动以及自然现象的影响，旱涝急转现象在我国有些许的增加，成为了大气研究的一个热门话题。长江流域旱涝急转异常一直都是中国汛期降水预测的重要内容。旱涝急转事件严重影响着中国的粮食安全以及水安全[1]，尤其是会对抗旱排涝标准相对较低的作物种植区的粮食产量造严重影响[2]，所以降低旱涝急转现象的发生也是科学家普遍关注的问题之一。

历史上长江流域多次出现严重的洪涝现象，造成了巨大经济损失[3]。已有不少学者对长江流域旱涝进行了深入研究。唐明等[4]分析了沿海淮北地区旱涝急转的气候成因，并指出暴雨频数、降水强度和短时干旱缺水概率是其成因。吴志伟等[5]研究了长江流域夏季旱涝急转的现象特征，并分析了大气环流对旱涝急转的影响，认为夏季旱涝急转主要受东亚季风、南海季风强度的影响。李迅等[6]探索了旱涝急转的原因，即海温场特征及各个纬度系统的相互作用导致了旱涝急转的发生。封国林等[7]研究了2011年春末夏初长江中下游地区旱涝成因。王传辉等[8]分析了长江流域旱涝急转前后的水汽输送变化和环流特征，认为长江流域低层在西北气流的控制，受东北冷涡以及西北干冷气流和西南暖湿气流共同影响，为洪涝的发生提供了充分的水汽条件。总体而言，研究显示长江流域秋季降水是由于东亚季风推进所产生[9]，即旱涝异常与大尺度环流异常有着密不可分的联系[10][11][12]。

值得注意的是，尽管对长江流域旱涝急转的研究已有较长历史，但大多研究主要对长江流域夏季旱涝急转机制以及其成因进行探索[13][14][15]，而对秋季长江流域旱涝关注相对较少。因此，开展长江流域秋季长周期旱涝急转进行研究有重要意义，可为秋季防汛抗旱工作提供参考。

2. 资料与方法

2.1. 资料

降水选取中国气象局提供的长江流域225个站点逐日降水资料数据。对于降水资料的缺测，在使用

资料前对站点数据进行简单缺测处理, 即对各站点缺测记录使用前后两年同日记录均值进行插补。

2.2. 方法

旱涝急转采用长周期指数 LDFAI (Long-cycle Drought-Flood Abrupt Alternation Index) 进行表征, 其公式如下:

$$\text{LDFAI} = (R_{\text{前}} + R_{\text{后}}) \cdot (|R_{\text{前}}| + |R_{\text{后}}|) \cdot 18^{-|R_{\text{前}}| + |R_{\text{后}}|} \quad (1)$$

其中第一项为旱涝急转强度项、第二项为旱涝强度项、第三项为权重系数, 作用是增加长周期旱涝急转事件所占权重, 降低全旱或全涝事件权重。因为长周期旱涝急转指数时间尺度为两个月, 将秋季 8~11 月分为两个时间区域, 前秋定义为 8、9 月, 后秋定义为 10、11 月, $R_{\text{前}}$ 为前秋标准化降水量, 则 $R_{\text{后}}$ 为后秋标准化降水量。长周期旱涝急转事件评判标准为: LDFAI 大于 1 的定义是旱转涝现象, 小于 -1 是涝转旱现象。LDFAI 的绝对值越大, 旱涝急转现象越严重, LDFAI 的绝对值越小, 旱涝急转现象越微弱。

3. 近 40 年长江流域旱涝急转的变化特征分析

3.1. 长江流域各站点旱涝急转的变化特征

根据前文定义计算了长江流域各个站点逐年秋季旱涝急转指数, 以指数大于 1 为标准筛选了出近 40 年各站点旱转涝的发生频次(图 1(a)), 以指数小于 -1 为标准筛选了出近 40 年各站点涝转旱的发生频次(图 1(b)), 以及近 40 年各站点旱涝急转的总次数(图 1(c))。从图 1(a)可知, 陕西安康地区旱转涝次数最小, 近 40 年仅有 2 次旱涝急转事件, 湖南邵阳市、陕西大部分地区旱转涝次数均较小, 平均 3~5 次旱涝急转事件。湖北秭归、湖北大悟、贵州仁怀、贵州松桃、重庆黔江、湖北钟祥地区旱转涝次数最大, 近 40 年发生超过了 10 次旱涝急转事件。总体来看, 长江流域站点的旱转涝发生频次较多的主要集中在川渝、贵州、湖北等地。

从图 1(b)可知, 陕西镇坪地区涝转旱次数最小, 近 40 年仅有 2 次旱涝急转事件, 湖南、陕西大部分地区次数均较小, 平均为 3~5 次旱涝急转事件。安徽巢湖、四川会理、四川遂宁、陕西商县、重庆黔江、湖北南漳、江苏昆山涝转旱次数最大, 近 40 年发生超过了 10 次旱涝急转事件。总体来看, 长江流域站点的涝转旱发生频次较多的集中川渝地区、江苏下游地区等地。

从图 1(c)可知, 发生旱涝急转总次数最小在陕西、湖南部分地区, 近 40 年发生了 6~7 次旱涝急转事件。发生旱涝急转总次数最大在重庆黔江, 近 40 年发生了 20 次旱涝急转事件, 其次是江苏、湖北、四川近 40 年发生了 17~19 次旱涝急转事件, 次数也较多。

图 2 为长江流域旱涝急转强度空间分布。图 2(a)给出了长江流域旱转涝强度分布。由图可知, 湖北武汉一带、湖南芷江一带、陕西等地旱转涝强度较小, 即乌江流域附近, 强度在 1~2 之间, 代表旱涝急转程度偏弱, 致灾性低。而在四川乐山、贵州都匀等地旱转涝强度较大, 最大在四川小金一带, 即岷、沱江流域附近, 强度均值在 5 左右, 代表旱涝急转程度偏强, 致灾性高。图 2(b)为长江流域涝转旱强度空间分布。由图可见, 云南丽江一带涝转旱的强度较小, 即金沙江流域南部附近, 强度在 2~3 之间, 代表旱涝急转程度偏弱, 致灾性低。湖南、贵州、下游地区浙江附近等地的涝转旱的强度较大, 最大在湖南通道一带, 即乌江流域附近, 强度均值在 5 左右, 代表旱涝急转程度偏强, 致灾性高。图 2(c)为长江流域旱涝急转总强度空间分布。由图可知, 云南一带涝转旱总强度较小, 即金沙江流域南部附近强度在 1~2 之间, 代表旱涝急转程度偏弱, 致灾性低。四川地区、湖南地区等地的旱涝急转总强度较大, 尤其是乌江流域附近强度均值在 4 左右, 旱涝急转事件较为严重, 代表旱涝急转程度偏强, 致灾性高。总体而言, 川渝地区和江苏、湖北等长江流域中下游地区旱涝急转总数较多, 强度较高。由此可以将长江流

域分为两个区域，即川渝区域和长江中下游区域，川渝区域包括四川、重庆，长江中下游区域主要包括安徽、湖北、江苏、江西和浙江等省。

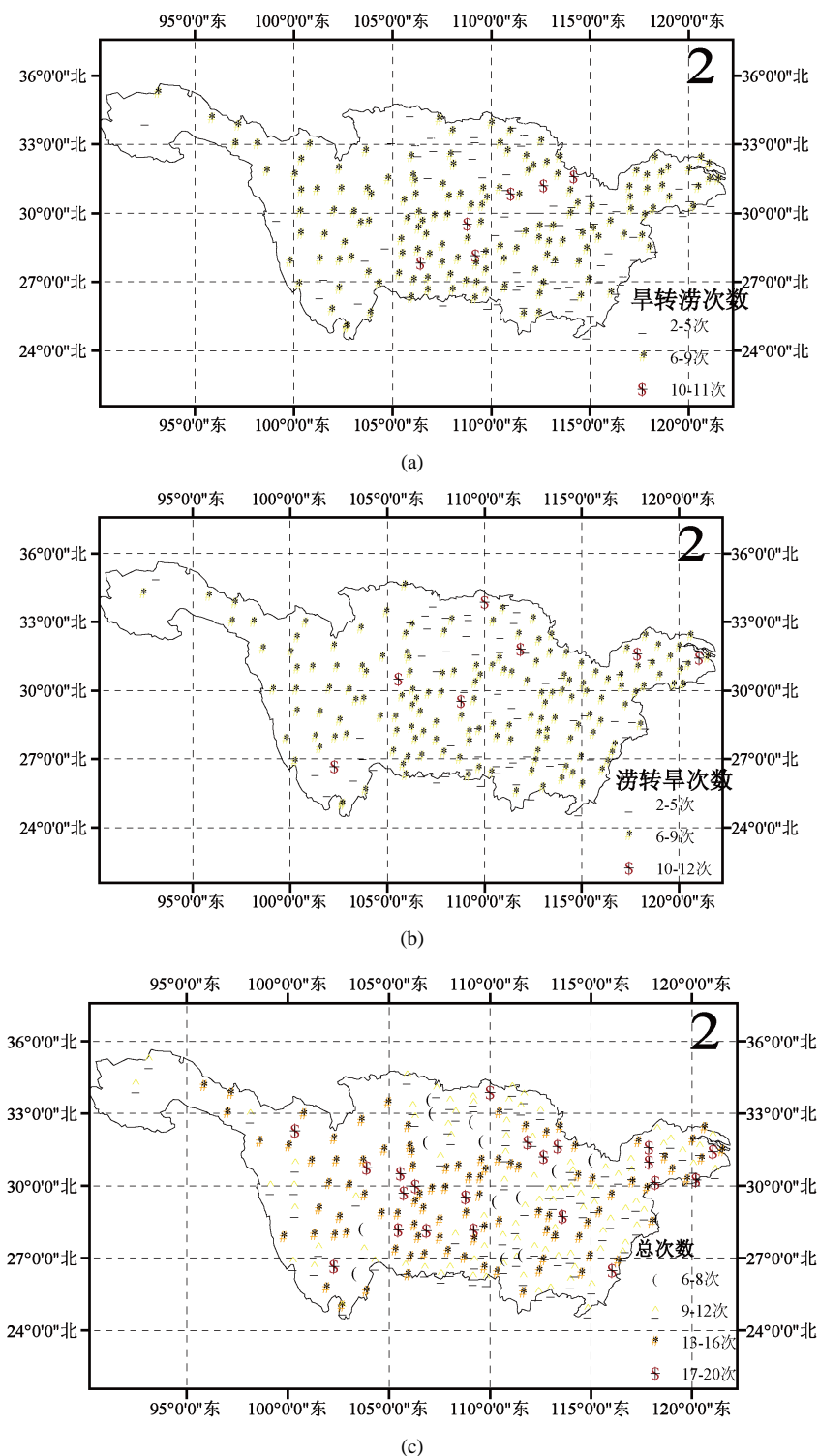
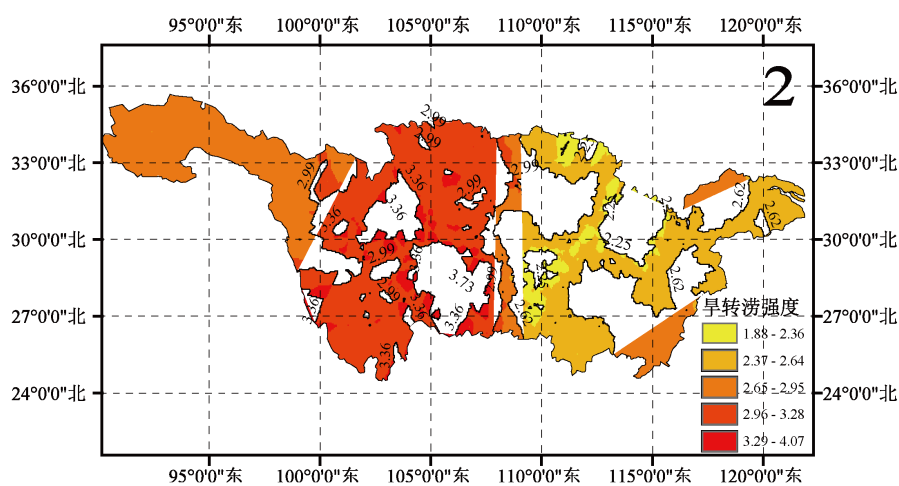
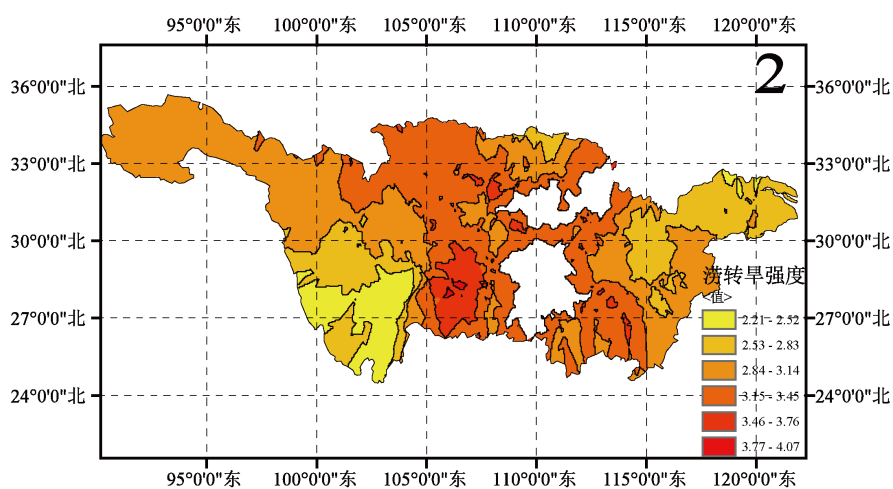


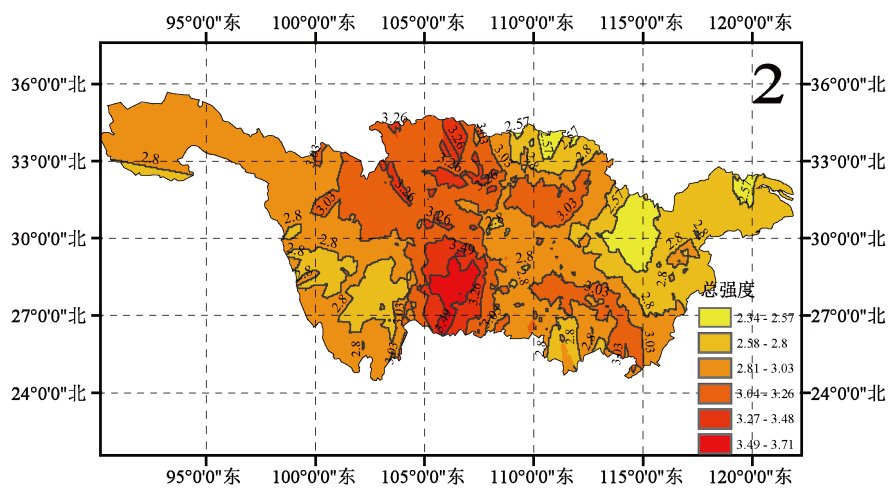
Figure 1. Statistical distribution map of drought and flood abrupt alternations
图 1. 旱涝急转次数统计分布图



(a)



(b)

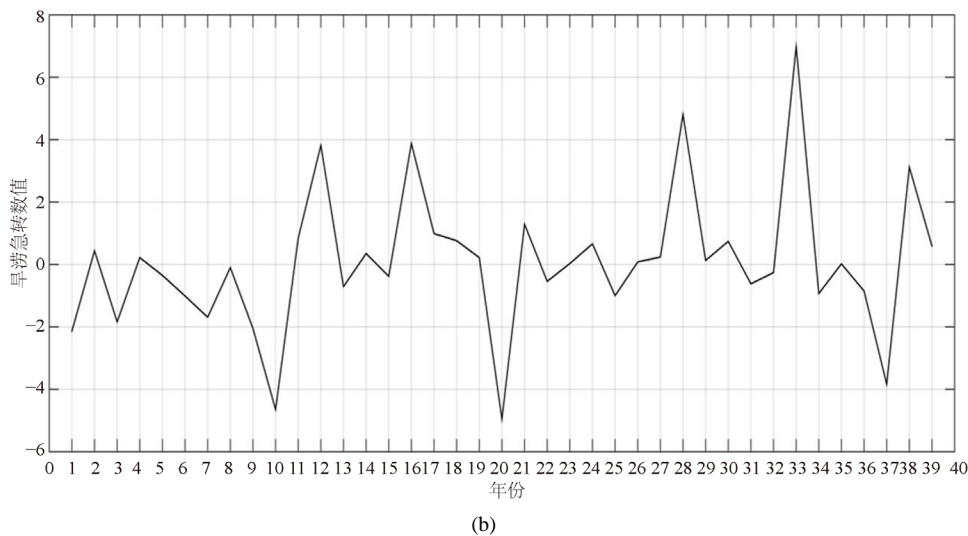
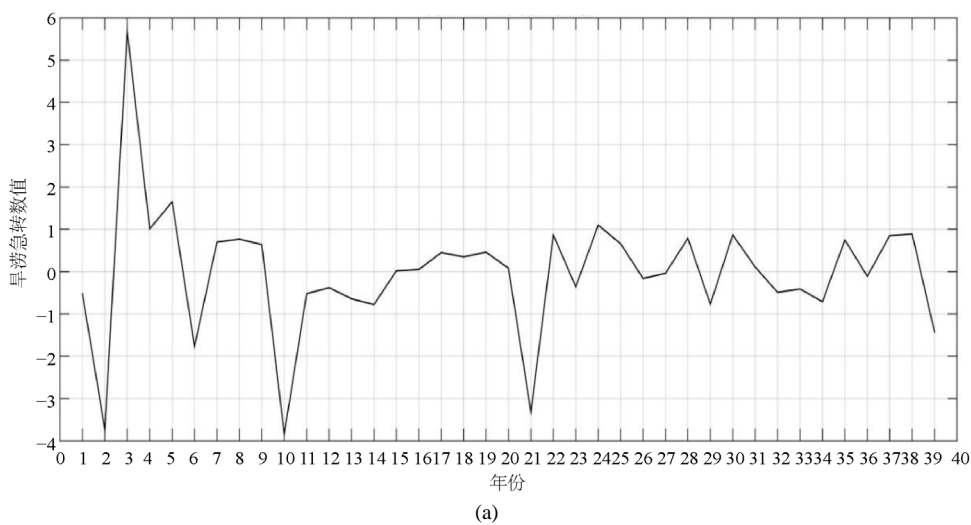


(c)

Figure 2. Statistical distribution map of intensity of drought and flood abrupt alternations
图 2. 旱涝急转强度统计分布图

3.2. 不同地区区域性旱涝急转变化特征

进一步对川渝地区和中下游地区旱涝急转指数年际变化进行分析(图 3)。由图 3(a)可知,川渝地区在 1979~2017 年间共发生了 6 次旱转涝事件,其中 2011 年最为严重,其强度达到 6.99,其次是 2006 年、1994 年、1990 年、2016 年和 1999 年,5 次旱转涝平均强度值为 3.99。另有 8 年发生涝转旱事件,其中 1998 年最为严重,最大强度达到 4.95,其次是 1988 年、2015 年、1979 年、1987 年、1981 年、1985 年和 1984 年,8 次涝转旱事件平均强度值为 2.65,即该地区旱转涝事件次数少于涝转旱事件,但在强度上前者却明显大于后者。由中下游地区旱涝急转指数分布(图 3(b))可知,长江中下游地区在 1979~2017 年间共发生了 3 次旱转涝事件,其中 1981 年最为严重,最大强度达到 5.68,其次是 1983 年和 1982 年,3 次旱转涝事件平均强度值为 2.78。另有 5 年发生涝转旱事件,其中 1988 年最为严重,最大强度达到 3.85,其次是 1999 年、1980 年、1984 年和 2017 年 5 次涝转旱事件平均强度值为 2.82,即该地区旱转涝事件次数少于涝转旱事件,且在强度上前者略微小于后者。进一步对两个区域近 40 年来旱涝急转强度进行对比分析(图 3(c))可知,川渝地区在 1988 年、1990 年、1994 年、1998 年、2006 年、2011 年、2015 年和 2016 年旱涝急转事件异常偏强;与之对应的在中下游地区在 1980 年、1988 年和 1999 年旱涝急转事件异常偏强。



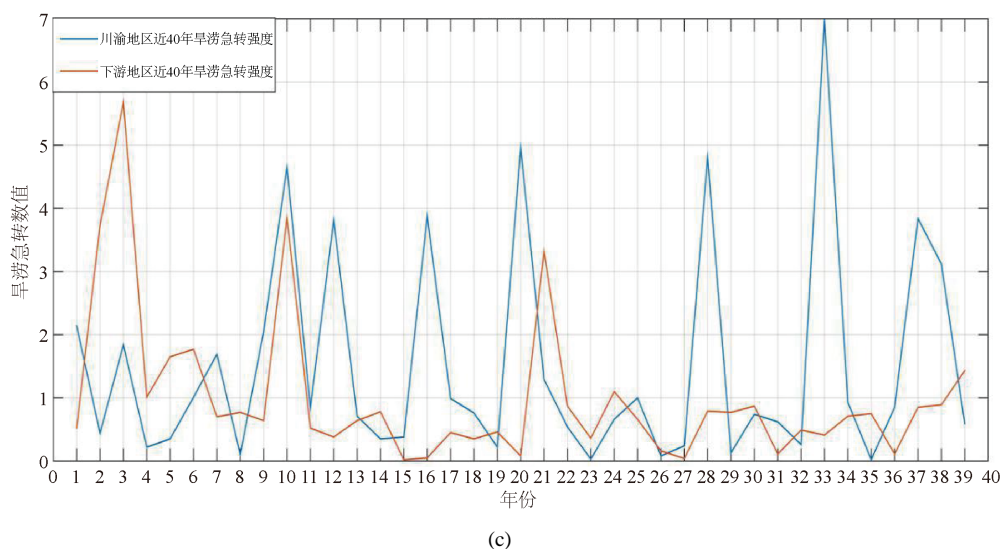


Figure 3. Interannual variation of drought and flood abrupt alternation index
图 3. 旱涝急转指数年际变化曲线

4. 结论

本文利用长江流域主要气象站观测得到的降水量数据分析了近 40 年来长江流域秋季长周期旱涝急转发生次数与平均强度，得到如下主要结论：

1) 从近 40 年长江流域秋季降水的空间分布可知，金沙江流域上游地区降水量最少，而嘉陵江流域的下游地区、鄱阳湖东部地区和岷江流域降水量最多。从整个流域尺度上可以看出，长江流域整体呈负趋势状况，湖南南部、江西南部等下游地区降水逐月增加最为明显。

2) 近 40 年来长江流域秋季旱涝急转发生频次较多。发生旱涝急转总次数最多在重庆黔江，共计 20 次旱涝急转事件，其次是江苏、湖北和四川，分别发生 17~19 次旱涝急转事件。旱涝急转发生总次数最少为陕西和湖南部分地区，共计 6~7 次旱涝急转事件。空间分布上，近 40 年秋季长江流域站点旱转涝事件多发生在川渝地区，涝转旱事件多发生在川渝地区和江苏下游地区等地。

3) 长江川渝地区区域性旱涝急转中，发生旱转涝的年份有 6 年，其中 2011 年旱转涝程度最严重；发生涝转旱的年份有 8 年，其中 1998 年涝转旱最显著。长江中下游地区区域性旱涝急转中，发生旱转涝的年份有 3 年，其中 1981 年旱转涝事件最强；涝转旱的年份有 5 年，其中 1988 年涝转旱最强。

基金项目

成都信息工程大学本科教学工程项目(BKJX2019007, BKJX2019013, BKJX2019042, BKJX2019056, BKJX2019062, BKJX2019081, BKJX2019089, BKJX2019120 和 JY2018012)支持。

参考文献

- [1] 张玉琴, 李栋梁. 华南汛期旱涝急转及其大气环流特征[J]. 气候与环境研究, 2019, 24(4): 430-444.
- [2] 赵玉. 基于动态空间面板模型的旱涝灾害对粮食市场影响仿真研究[J]. 灾害学, 2014, 29(4): 33-37.
- [3] 闪丽洁, 张利平, 张艳军, 余敦先, 夏军. 长江中下游流域旱涝急转事件特征分析及其与 ENSO 的关系[J]. 地理学报, 2018, 73(1): 25-40.
- [4] 唐明, 邵东国, 姚成林, 黄显峰. 改进的突变评价法在旱灾风险评价中的应用[J]. 水利学报, 2009, 40(7): 858-862.

-
- [5] 吴志伟, 李建平, 何金海, 江志红, 竺夏英. 正常季风年华南夏季“旱涝并存、旱涝急转”之气候统计特征[J]. 自然科学进展, 2007, 17(12): 1665-1671.
- [6] 李迅, 袁东敏, 尹志聪, 李文静, 谢庄. 2011 年长江中下游旱涝急转成因初步分析[J]. 气候与环境研究, 2014, 19(1): 41-50.
- [7] 封国林, 杨涵涓, 张世轩, 王阔, 沈柏竹. 2011 年春末夏初长江中下游地区旱涝急转成因初探[J]. 大气科学, 2012, 36(5): 1009-1026.
- [8] 王传辉, 杨玮, 周顺武, 胡元海. 2011 年初夏长江中下游地区旱涝急转前后环流和水汽条件分析[J]. 高原气象, 2014, 33(1): 210-220.
- [9] 马德栗, 刘敏, 鞠英芹. 长江流域及三峡库区近 542 年旱涝演变特征[J]. 气象科技, 2016, 44(4): 622-630.
- [10] 郭群善. 近 50 年长江中下游地区旱涝时空分布[J]. 南水北调与水利科技, 2016, 14(4): 72-76.
- [11] 王文, 孙畅, 蔡晓军, 许金萍. 南亚高压低频振荡与长江中下游地区旱涝的关系[J]. 地球科学进展, 2016, 31(5): 529-541.
- [12] 桓玉, 李跃清. 夏季东亚季风和南亚季风协同作用与我国南方夏季降水异常的关系[J]. 高原气象, 2018, 37(6): 1563-1577.
- [13] 唐见, 翟文亮, 曹慧群. 澜沧江流域旱涝特征变化及其与季风之间的关联性研究[J]. 长江科学院院报, 2019, 36(3): 19-25.
- [14] 张舰齐, 叶成志, 陈静静, 沈维军. 印度洋偶极子对中国南海夏季西南季风水汽输送的影响[J]. 大气科学, 2019, 43(1): 49-63.
- [15] 张萌萌, 管兆勇, 张奔奔. 南方涛动年际变化与夏季亚澳季风环流及海洋性大陆区域气候异常的联系[J]. 大气科学学报, 2019, 42(1): 36-45.