

宋艳玲, 蔡雯悦, 柳艳菊, 等. 我国西南地区干旱变化及对贵州水稻产量影响. 应用气象学报, 2014, 25(5): 550-558.

我国西南地区干旱变化及对贵州水稻产量影响

宋艳玲* 蔡雯悦 柳艳菊 张存杰

(国家气候中心, 北京 100081)

摘 要

近几年,我国西南地区干旱频繁发生,严重影响农业生产。为了探讨干旱和水稻产量之间关系的复杂性,采用中国气象局国家气象信息中心提供的西南地区 348 个站气象数据,计算了西南地区干旱的变化趋势,并利用 2000—2011 年贵州省县级水稻产量资料分析了干旱对水稻单产的影响,探讨了干旱、水资源灌溉以及水稻产量之间的关系。结果表明:1951—2012 年西南地区降水量平均减少 16.9 mm/10 a,特别是 8—10 月降水量明显减少。同时,西南地区干旱日数呈上升趋势,平均增加 3.3 d/10 a。对比水稻产量发现,当累计干旱日数少于 40 d 时,干旱对水稻产量一般不会造成影响;当累计干旱日数超过 86 d 时,干旱造成水稻减产 20%~73%,这意味着当累计干旱日数超过 3 个月时,江河塘库蓄水将受到影响,进而影响水稻的灌溉,造成水稻严重减产;当累计干旱日数为 40~86 d 时,水稻减产一般少于 20%,但地区差异较大。

关键词: 西南地区; 干旱指数; 水稻产量

引 言

受全球变暖和其他各种因素的影响,地球环境急剧恶化。如目前全球大约有 20 亿人口面临缺水困难,沙漠化的土地占全球面积的 1/4,并且正以每年 $600 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 速度推进^[1]。近年来,极端天气气候事件的发生频率和强度都在增加,严重影响了人类的生存和社会的可持续发展^[2-3]。我国地处生存环境脆弱多变的东亚地区,受全球变化和社会经济高速发展的影响,环境问题尤为突出。其中干旱是我国最主要的极端气候事件之一,严重影响了我国农业生产和社会经济的发展。

研究发现,我国各地干旱均有发生,平均每年受旱面积达 $2000 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ^[4]。过去普遍认为干旱主要发生在我国北方地区,20 世纪后期以来的北方干旱常态化,南方季节性干旱扩大化趋势明显^[5]。据不同时段统计,我国干旱的发生和成灾面积均呈上升趋势。傅伯杰^[6]统计的 1951—1989 年旱灾资料

显示,全国平均每年受旱灾影响的农田面积达到 $2093.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占全国耕地面积的 21.9%。顾颖等^[7]统计了 1949—2007 年旱灾资料,我国平均每年干旱受灾面积达到 $2188 \times 10^4 \text{ hm}^2$,旱灾面积持续攀升,南方地区轻旱年和中旱年发生频率增加,干旱发生的范围不断扩大。特别是我国西南地区,近几年干旱频繁发生,严重影响农业生产。如 2003 年 3—5 月重庆西南部、云南北部、贵州西部降水量较常年同期偏少 20%~50%,加之同期气温偏高,加速了土壤水分蒸发,致使四川、重庆、云南和贵州部分地区出现不同程度的春旱,导致西南部分地区一季稻无水移栽^[8]。2006 年夏季川渝地区发生大旱,重庆因旱农作物受灾面积为 $132.7 \times 10^4 \text{ hm}^2$,绝收面积为 $37.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$,直接经济损失达 90.7 亿元;四川农作物成灾面积为 $116.6 \times 10^4 \text{ hm}^2$,绝收面积为 $31.1 \times 10^4 \text{ hm}^2$,伏旱造成直接经济损失 125.7 亿元^[9]。2009 年 9 月—2010 年 3 月西南地区又发生历史罕见秋冬春特大干旱,贵州最长干旱日数达 148 d,严重干旱导致云南、贵州粮油作物大幅减产

2014-06-10 收到, 2014-07-09 收到再改稿。

资助项目:国家重点基础研究发展计划(2013CB430205)

* email: songyl@cma.gov.cn

或绝收。据统计,云南、贵州、广西、四川农作物受灾面积为 $660 \times 10^4 \text{ hm}^2$,直接经济损失达 400 多亿元^[10]。2011 年西南地区又发生严重干旱,此次干旱范围广、持续时间长,使贵州、四川、云南和广西 3952 万人受灾,1188.2 万人饮水困难,经济损失达 218.5 亿元^[11]。严重干旱使西南地区地下水位下降,江河来水量和库塘蓄水量减少,对当地人们的正常生活特别是农业生产产生了极为不利的影 响。因此,研究西南地区的干旱变化特征及影响显得尤为迫切。

西南地区处于东亚季风和南亚季风交汇影响区域,干湿季分明,通常 5—10 月处于雨季,雨季降水量占年降水量的 80%;而 11 月—次年 4 月处于干季,降水少,属干旱易发期。西南地区种植的农作物主要有水稻、玉米和小麦,2012 年西南地区农作物种植面积为 $2523.8 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占全国种植面积的 15.4%。其中水稻种植面积为 $445.1 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占西南地区种植面积的 17.6%^[12],水稻是西南地区人们的主要粮食作物之一。

由于近几年西南地区严重干旱事件频发,因此针对西南干旱的研究逐渐增多,如刘德等^[13]从欧亚大气环流异常分析了重庆地区夏季干旱和洪涝的成因;彭京备等^[14]从观测资料入手分析了 2006 年夏季西南地区的严重干旱灾害的特征及成因,并指出西太平洋副热带高压和大陆副热带高压异常对 2006 年夏季西南地区严重干旱有直接影响;李永华等^[15]也系统分析了 2006 年夏季西南地区东部严重干旱的特征和成因,发现 2006 年夏季西太平洋副热带高压偏北、偏西以及南亚高压偏东、偏强,使我国西南地区下沉气流偏强,抑制了孟加拉湾向该地区的水汽输送,同时北方南下冷空气偏弱导致了西南地区发生严重干旱;黄荣辉等^[4]详细分析了 2009—2010 年我国西南地区严重干旱的成因。

可见,我国科研工作者对西南地区干旱发生的成因研究较多,但对西南地区干旱演变规律及影响研究较少。因此,本文利用国家气象信息中心提供的我国西南地区高质量、高密度(基本站和一般站)348 个站的气象数据和干旱指数(I_{SWAP})的计算方法,分析了西南地区干旱的演变趋势,并利用 2000—2011 年贵州省县级水稻产量资料分析了干旱对水稻单产的影响,探讨了干旱、灌溉水资源及水

稻产量之间关系的复杂性。

1 数据与方法

1.1 数据

本研究所用数据包括我国西南地区气象数据和贵州省县级水稻单产数据。

气象数据来自国家气象信息中心,西南地区(四川、重庆、贵州和云南)基本站和一般站共 405 个,本文根据数据质量选取 37 个站(图 1),这些站点具有 1951—2012 年完整序列数据,选取原则为每年的数据缺失率低于 5%,否则不予选取。再从 405 个站中选取 348 个站,这些站具有 1961—2012 年的 52 年的完整序列数据。

贵州省县级水稻单产数据来自中国农业部。县级水稻单产数据与 348 个站的气象数据有较好的对应关系,有利于分析气候条件和干旱与产量的关系。

1.2 方法

国内外干旱指标研究很多^[16-20],每个干旱指标均有其优缺点,其中被广泛使用的气象干旱指标是标准降水指数 I_{SP} (standardized precipitation index),但 I_{SP} 未考虑前期降水的衰减作用。对此,本文在 I_{SP} 的基础上进行了改进,引入新的指数 I_{WAP} (weighted average of precipitation)^[21], I_{WAP} 基于下面的物理模型:

$$\frac{df(t)}{dt} = -bf(t) + P(t). \quad (1)$$

通过该物理模型来描述干旱程度($f(t)$)的变化,该模型仅考虑了降水因子。其中, t 为时间; $-bf(t)$ 考虑了径流、蒸散、渗透等因素的干旱程度衰减项, $b > 0$; $P(t)$ 为降水量。 $f(t)$ 随当地降水强度的变化而变化。经过数学处理,得到另一种形式的加权平均降水指数即 I_{WAP} ,定义为

$$I_{\text{WAP}} = \frac{\sum_{n=0}^N a^n P_n}{\sum_{n=0}^N a^n}. \quad (2)$$

其中, P_n 为降水量, n 为距离当前的日数, a 为贡献参数。

I_{SP} 是 I_{WAP} 指数的一个特例,即当 $a = 1$ 时的特例。由于 $a = 1$,因此 I_{SP} 没有考虑前期降水的衰减作用,只是将一定时间尺度范围内的降水进行简单

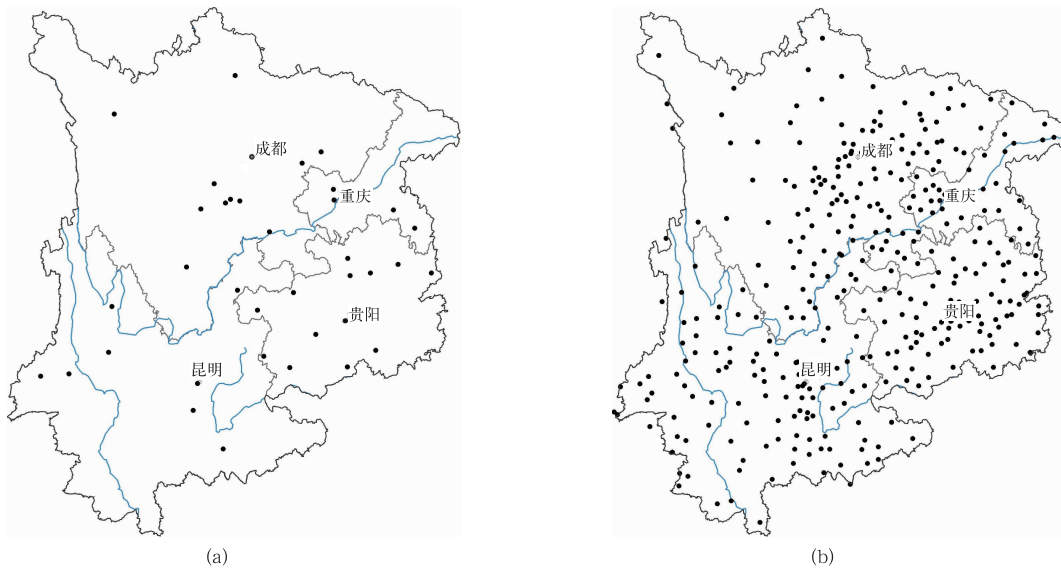


图1 我国西南地区具有1951—2012年数据序列的37个站(a)和具有1961—2012年序列的348个站(b)分布

Fig. 1 The distribution of 37 stations from 1951 to 2012(a) and 348 stations from 1961 to 2012(b) in Southwest China

的等权平均,仅反映这段时间内大体的旱涝情况。而干旱是一个累计过程,不仅与当前降水有关,还与前期降水有关^[22]。而 I_{WAP} 考虑了前期降水的衰减作用,即当 a 趋近于1时,式(2)可进一步简化为

$$I_{WAP} = (1 - a) \sum_{n=0}^N a^n P_n. \quad (3)$$

I_{WAP} 可以对逐日旱涝情况进行动态和量化的监测。 I_{WAP} 符合 Γ 分布,为了便于划分干旱等级,对指数进行标准化处理得到 I_{SWAP} ^[23]。根据气象干旱等级划分方法^[24],将 I_{SWAP} 划分为5个等级(表1)。本文使用干旱指数 I_{SWAP} (standard weighted average of precipitation)^[23]对我国西南地区1951—2012年逐日干旱情况进行计算分析。

表1 I_{SWAP} 等级划分

Table 1 The classification of I_{SWAP}

等级	类型	I_{SWAP}
1	无旱	$-0.5 < I_{SWAP}$
2	轻旱	$-1.0 < I_{SWAP} \leq -0.5$
3	中旱	$-1.5 < I_{SWAP} \leq -1.0$
4	重旱	$-2.0 < I_{SWAP} \leq -1.5$
5	特旱	$I_{SWAP} \leq -2.0$

2 结果分析

2.1 1951—2012年西南地区气候背景

为了研究我国西南地区干旱的演变特征,本文

首先利用长序列高质量的气候数据(1951—2012年的37个站和1961—2012年的348个站)从不同时间尺度上分析了西南地区降水变化特点。在年代际尺度上,37个站降水量和348个站降水量变化趋势基本一致,均呈减少趋势(图2a)。1951—2012年西南地区37个站平均减少16.9 mm/10 a。同时,西南地区降水量年际波动大,1954年西南地区降水量达到1352.2 mm,但2011年仅为823.7 mm。且近10年来,降水量偏少年份较多,10年中有6年降水偏少。通过逐月降水量分析发现,西南地区降水量减少主要是由于8—10月降水量减少造成的,1981—2010年我国西南地区8—10月降水量为378.6 mm,占全年降水量的35%,但1951—2012年西南地区8—10月降水量明显减少,平均减少12.3 mm/10 a(图2b),这一结果说明西南地区降水量减少,有73%的比例是由于8—10月降水量减少引起的。

此外,西南地区气温呈上升趋势,1951—2012年西南地区37个站的年平均气温上升了0.6℃(图略),比全国平均升温幅度略低^[25]。但20世纪90年代后期,西南地区进入显著增温阶段,特别是2009年以来,气温持续偏高。西南地区降水量减少,平均气温升高,导致西南地区干旱频繁发生。

西南地区属于亚热带、温带季风气候,是气候变

暖最敏感的地区之一。区域型的气候异常往往是在大尺度环流背景下发生的,1951—2012 年南亚季风总体上表现出减弱的趋势,且年代际变化特征明显(图 3)。20 世纪 50—90 年代中期,南亚季风主要表现出偏强的特征。近 20 年来,南亚季风却主

要表现为偏弱特征,尤其是 21 世纪初以来,南亚夏季季风异常偏弱。受此影响,自印度洋向我国西南地区的水汽输送明显减少,西南地区夏季降水量偏少,地下水位持续下降,土壤墒情降低、库塘蓄水量严重不足,致使西南地区干旱频繁发生。

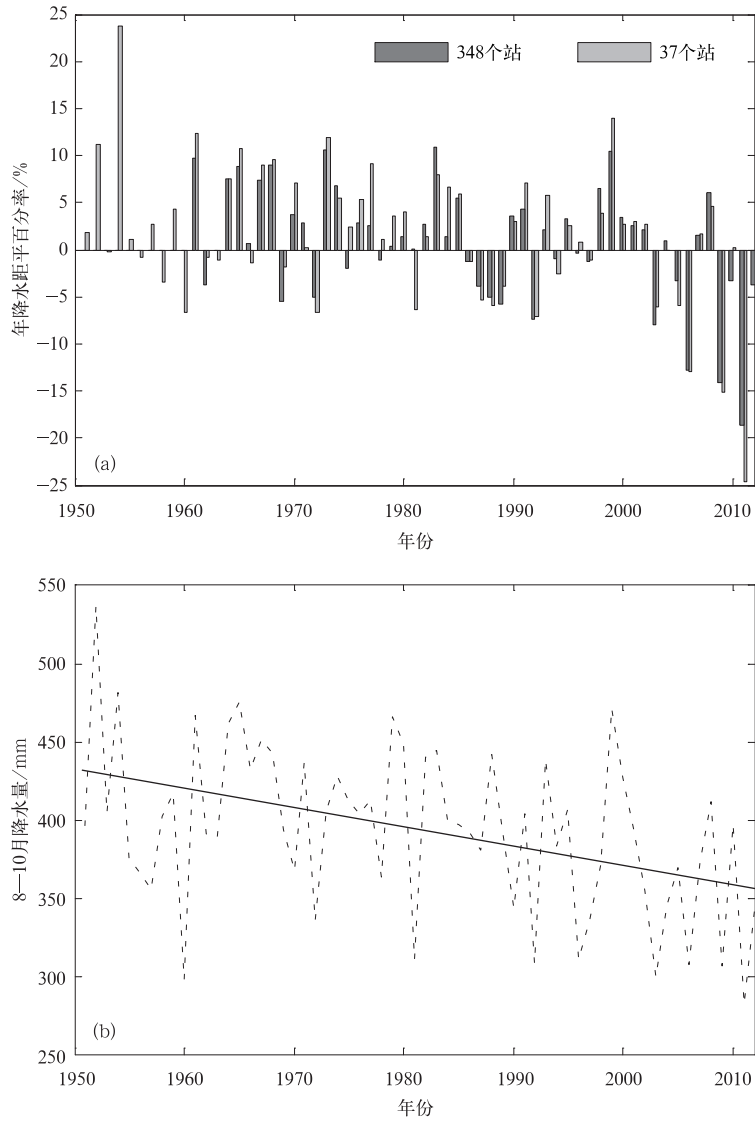


图 2 1951—2012 年我国西南地区年降水距平百分率(a)和 8—10 月降水量(b)变化

Fig. 2 The change of precipitation anomaly percentage(a) and the change of precipitation from Aug to Oct(b) from 1951 to 2012 in Southwest China

2.2 1951—2012 年西南地区干旱演变规律

干旱是指某一时段由于蒸发量和降水量的收支不平衡,水份支出大于水份收入而造成的水份短缺

现象^[26]。干旱主要受降水和气温的影响,特别是降水量年尺度和月尺度的分布直接影响干旱的发生、持续和缓解,同时大气环流的改变以及 ENSO 等事

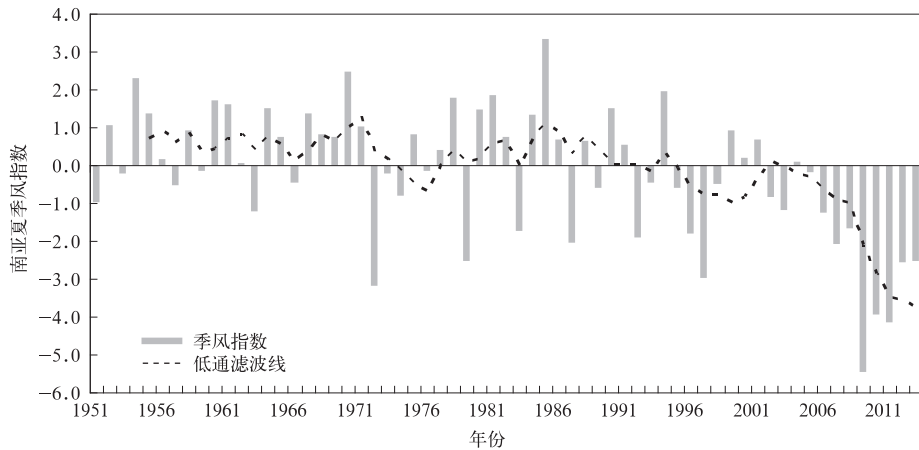


图3 1951—2012年南亚夏季风指数变化

Fig. 3 The change of the South Asian summer monsoon index from 1951 to 2012

件都可能对某一地区的干旱产生影响。

在全球变暖背景下,西南地区平均气温升高,降水减少,特别是8—10月降水减少,势必改变西南地区干旱发生的时空分布特征。本文利用干旱指数 I_{SWAP} 计算了西南地区干旱日数。研究发现,利用我国西南地区37个站计算的干旱日数与348个站计算干旱日数基本一致,1981—2010年西南地区年平均干旱日数为60 d,但年际波动大,干旱日数出现最多的年份是2011年,达到101.8 d。文献[11]记载,2011年西南地区干旱从6月持续到9月,经济损失达到218.5亿元,其中贵州受灾最重,部分地区水稻

和玉米绝收,农业经济损失达158亿元。这说明利用 I_{SWAP} 计算西南地区干旱与文献记载基本一致,该干旱指标适用于西南地区。利用气象 I_{SWAP} 计算干旱日数最少的年份为1954年,干旱日数为32 d。线性趋势分析显示,西南地区干旱日数总体上呈上升趋势,增加趋势为3.3 d/10 a,而生长季干旱日数增加趋势为1.5 d/10 a。20世纪50年代、60年代、70年代、80年代和90年代的平均干旱日数分别为53 d,51 d,52 d,58 d和56 d,但2001年以来,西南地区干旱日数明显增多,平均达到63 d,比20世纪60年代增加12 d(图4)。

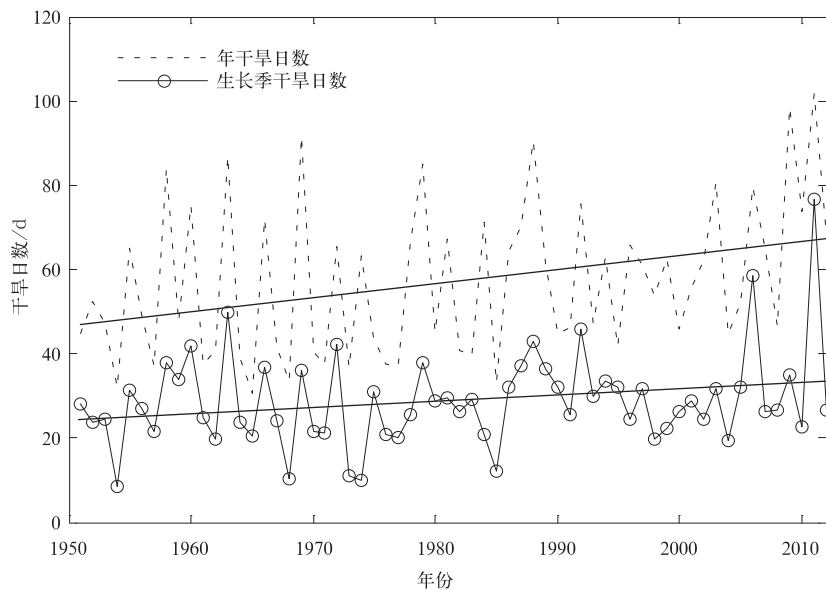


图4 1951—2012年我国西南地区年干旱日数和生长季干旱日数变化

Fig. 4 The change of the number of annual drought days and the number of growing season drought days from 1951 to 2012 in Southwest China

2.3 西南干旱对贵州水稻产量影响

水稻是西南地区主要农作物之一,主要生长季为4—9月,一般4月开始播种出苗,8月抽穗灌浆,对水分比较敏感,9月成熟收割。西南地区水稻主要受到干旱、低温冷害和高温等农业气象灾害的影响^[27],其中干旱是主要的农业气象灾害之一,对水稻产量影响突出。西南地区干旱对水稻的影响比较复杂,西南地区的水稻是灌溉作物,水稻灌溉水源主要为江河以及塘库蓄水。一般情况下,江河塘库只要有足够蓄水,干旱对水稻的生长就不会产生影响。但当干旱持续时间较长时,江河塘库的水源就会受到影响,此时干旱会对水稻生长产生严重影响。但究竟持续多长时间的干旱才会对水稻产生影响,一直是人们研究的热点。

本文以贵州省为例,探讨干旱对水稻产量的影响。贵州省包括86个区县,大面积种植水稻且数据质量较好的有70个县,研究时段为2000—2011年,其中2002年7—8月贵州省大部分地区多低温阴雨天气,影响了水稻开花结实,且水稻发生严重的病虫害,水稻大幅度减产^[28],因此,2002年贵州水稻减产主要是因为低温阴雨导致的,这里2002年的水稻产量被剔除。

研究发现,水稻生长季内的干旱日数与水稻产量变化率存在明显的线性关系(图5),并达到了

0.01的显著性水平。当累计干旱日数少于40 d时,干旱对水稻增产有利,在研究样本中,干旱日数少于40 d共426个样本,其中326个样本增产,占87%,即当累计干旱日数少于40 d时,87%的年份为增产。可能的原因是当干旱日数少于40 d时,对当地的江河库塘蓄水还未造成影响,水稻灌溉水源比较充足,干旱对水稻生长未构成威胁。一般情况下,干旱时段气温偏高,日照较好,在一定程度上有利于水稻生长,且抑制了病虫害的发生。如2005年贵州省毕节累计干旱日数达到37 d,同时平均气温比1991—2000年平均值偏高1.0℃,日照时数为821 h,比1991—2000年平均值偏多97 h,生产条件整体对水稻生长有利,水稻增产7%。研究显示,当累计干旱日数超过86 d(近3个月)时,干旱造成水稻减产20%~73%。研究中,有49个样本累计干旱日数超过90 d,这些县水稻全部减产,且减产幅度超过20%。即当累计干旱日数超过3个月时,贵州省江河塘库蓄水将受到严重影响,进而影响水稻的灌溉,造成水稻大幅度减产。如减产幅度最大的是贵州省石阡县,减产率达72.9%。据统计,2011年4—9月,石阡气象站降水量仅为336.1 mm,比1981—2010年同期偏少一半以上,累计干旱日数达到155 d,水稻几乎绝产(表2)。当累计干旱日数为40~86 d时,水稻一般减产少于20%,且地区差异较

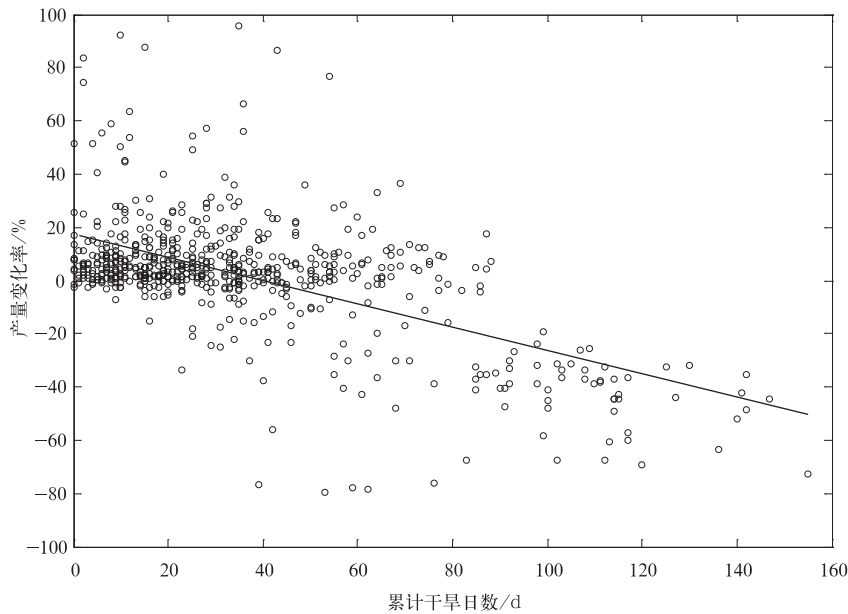


图5 2000—2011年贵州省县级水稻产量变化率及水稻生长季内累计干旱日数的关系

Fig. 5 The relationship between county rice yields and the number of drought days of growing season in Guizhou Province from 2000 to 2011

表2 2011年贵州省部分县水稻产量变化以及降水和干旱日数信息
Table 2 Changes of rice yields, precipitation and the number of drought days
for some counties of Guizhou Province in 2011

县名	水稻产量变化幅度/%	4—9月降水量/mm	4—9月降水距平百分率/%	累计干旱日数/d
石阡	-72.9	336.1	-59.2	155
余庆	-67.7	456.8	-42.9	112
正安	-67.6	433.1	-47.4	102
黔西	-63.6	353.1	-53.5	136
水城	-60.4	559.7	-42.5	113
凤冈	-59.9	544.9	-39.9	117
德江	-58.5	597.2	-35.8	99
册亨	-57.1	524.6	-47.9	117
习水	-52.0	392.7	-52.2	140
开阳	-44.8	407.6	-51.6	147
毕节	-43.8	441.4	-37.2	127
金沙	-42.9	422.0	-46.8	115
安龙	-42.2	448.2	-53.7	141
榕江	-41.1	548.1	-37.6	100
锦屏	-39.0	546.2	-38.4	110
关岭	-38.9	712.4	-35.4	76
岑巩	-38.6	616.5	-24.7	92
福泉	-37.6	518.5	-40.7	111
贵定	-35.1	435.2	-49.7	142
独山	-34.5	519.5	-40.9	89
剑河	-31.3	556.8	-35.4	105
从江	-30.4	615.3	-29.8	68
长顺	-26.5	724.5	-33.8	93
赤水	-26.4	522.3	-41.4	107

大,有60%的年份表现为增产,即当累计干旱日数为40~86 d时,对抗旱能力比较好的地区水稻产量影响不大,如贵州省毕节地区2003年干旱日数达到50 d,但水稻产量仍增产8.2%。当累计干旱日数为40~86 d时,贵州省各地区水稻有23%的年份表现为减产,特别是部分年份可能还有其他灾害的发生,如冰雹、大风和病虫害等。这些结果也说明了干旱对西南地区水稻生长影响的复杂性。

3 结 论

本文研究表明:

1) 1951—2012年我国西南地区降水量平均减少16.9 mm/10 a。特别是8—10月,降水量明显减少,平均减少12.3 mm/10 a,即西南地区全年降水量减少有73%的比例是该地区8—10月降水量减少引起的。

2) 总体上,我国西南地区干旱日数呈增加趋势(3.3 d/10 a)。且2001年以来,西南地区干旱日数明显增多,平均达到63 d,比20世纪60年代增加了

12 d。主要农作物生长季(4—9月)干旱日数也呈增加趋势,平均每10年增加1.5 d,且呈波动性增大,2011年最多,平均达到77 d,超过2个月。

3) 对于贵州省水稻生产而言,当干旱日数少于40 d时,干旱对水稻生长不会构成威胁;当累计干旱日数为40~86 d时,水稻一般减产少于20%;当累计干旱日数超过86 d时,干旱会造成水稻减产20%~73%。

参 考 文 献

- [1] 联合国环境规划署(UNEP). 全球环境展望. 北京: 中国环境科学出版社, 2000.
- [2] Changnon S A, Roger A, Pielke Jr, et al. Human factors explain the increased losses from weather and climate extremes. *Bull Amer Meteor Soc*, 2000, 81(3): 437-442.
- [3] Easterling D R, Evans J L, Groisman P Y, et al. Observed variability and trends in extreme climate events: A brief review. *Bull Amer Meteor Soc*, 2000, 81(3): 417-425.
- [4] 黄荣辉, 周连童. 我国重大气候灾害特征、形成机理和预测研究. *自然灾害学报*, 2002, 11: 1-9.
- [5] 杨晓光, 李茂松. 中国南方季节性干旱特征及种植制度适应.

- 北京:气象出版社,2014.
- [6] 傅伯杰. 中国旱灾的地理分布特征与灾情分析. 干旱区资源与环境,1991,5(4):1-8.
- [7] 顾颖,刘静楠,林锦. 近60年来我国干旱灾害特点和情势分析. 水利水电技术,2010,41(1):71-74.
- [8] 国家气候中心. 全国气候影响评价 2003. 北京:气象出版社,2003.
- [9] 中国气象局. 中国气象灾害年鉴. 北京:气象出版社,2007.
- [10] 中国气象局. 中国气象灾害年鉴. 北京:气象出版社,2011.
- [11] 中国气象局. 中国气象灾害年鉴. 北京:气象出版社,2012.
- [12] 中华人民共和国国家统计局. 2012 中国统计年鉴. 北京:中国统计出版社,2013.
- [13] 刘德,李永华,高阳华,等. 重庆夏季旱涝的欧亚环流特征分析. 高原气象,2005,24(2):275-279.
- [14] 彭京备,张庆云,布和朝鲁. 2006 年川渝地区高温干旱特征及其成因分析. 气候与环境研究,2007,12(4):464-474.
- [15] 李永华,徐海明,刘德. 2006 年夏季西南地区东部特大干旱及其大气环流异常. 气象学报,2009,67(1):122-132.
- [16] 邹旭恺,张强. 近半个世纪我国干旱变化的初步研究. 应用气象学报,2008,19(6):679-687.
- [17] 于敏,王春丽. 不同卫星遥感指数在黑龙江的对比应用. 应用气象学报,2011,22(2):221-231.
- [18] 李剑锋,张强,陈晓宏,等. 基于标准化降水指标的新疆干旱特征演变. 应用气象学报,2012,23(3):322-330.
- [19] 张存杰,王宝灵,刘德祥,等. 西北地区旱涝指标的研究. 高原气象,1998,17(4):381-389.
- [20] 赵海燕,高歌,张培群,等. 综合气象干旱指数修正及在西南地区的适用性. 应用气象学报,2011,22(6):698-705.
- [21] Lu Er. Determining the start, duration, and strength of flood and drought with daily precipitation: Rationale. *Geophys Res Lett*, 2009, 36: L12707, doi:10.1029/2009GL038817.
- [22] 侯威,杨杰,赵俊虎. 不同时间尺度下气象旱涝强度评估指数. 应用气象学报,2013,24(6):695-703.
- [23] Lu Er, Cai Wenyue, Jiang Zhihong, et al. The day-to-day monitoring of the 2011 severe drought in China. *Clim Dyn*, 2014, 43: 1-9, doi:10.1007/s00382-013-1987-2.
- [24] 张强,邹旭恺,肖风劲,等. 气象干旱等级. GB/T20481—2006, 中华人民共和国国家标准. 北京:中国标准出版社,2006:1-17.
- [25] Ren G, Ding Y, Zhao Z, et al. Recent progress in studies of climate change in China. *Adv Atmos Sci*, 2012, 29(5):958-977.
- [26] 张强,潘学标,马柱国,等. 干旱. 北京:气象出版社,2009:2-3.
- [27] 秦剑. 气候因子与云南粮食生产的关系. 应用气象学报,2000, 11(2):213-220.
- [28] 中国气象局. 中国气象灾害年鉴. 北京:气象出版社,2003.

Drought Changes in Southwest China and Its Impacts on Rice Yield of Guizhou Province

Song Yanling Cai Wenyue Liu Yanju Zhang Cunjie

(National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract

Extreme weather and climate events have become more frequent and severe in recent years in the context of global warming. These extreme events bring serious impacts on human survival and sustaining development of society. Drought is one of the major types of extreme climatic events in China, which seriously affects agriculture and social-economic development. The domestic extreme drought events in recent years mostly occur in Southwest China, influencing the agriculture severely. Using the high quality observations from 348 weather stations and the agriculture data of county level in Southwest China, the complicated relationship among droughts, water supply, and rice yields is investigated.

The precipitation decreases in Southwest China from 1951 to 2012, with an average decadal decrease of 16.9 mm per 10 years. In particular, the precipitation decreases distinctly from August to October, mainly due to the weak South Asian monsoon. Drought days are counted by using the drought index I_{SWAP} , and the result shows that the number of drought days generally increases by 3.3 days per 10 years in the past several decades, especially since 2001 due to the less precipitation. Since rice cultivation is irrigated agriculture, drought won't directly affect rice growth. To further understand the complexity, impacts of various drought events on rice yields are investigated using high quality rice yield data collected in 70 counties of Guizhou Province, and the result indicates that the drought has little adverse but favorable impacts on rice yields when annual accumulated number of drought days is less than 40 days. It is because that this kind of drought won't affect the rice irrigation water supply, and the temperature is usually abnormally high with more bright sunshine days during the period of drought which are actually favorable for rice growth. However, when the number of drought days is more than 86 days, rice yields will reduce by 20%–73% due to the drought and the insufficient irrigation. When the number of drought days is between 49–86 days, rice yields usually reduce by less than 20% but with large differences between different regions. This kind of drought has little impact on rice yields in regions of robust drought tolerance but greatly affects rice yields in regions of weak drought tolerance.

Key words: Southwest China; drought index; rice yield