

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2016.01.006

近 50 年西南地区玉米干旱变化规律研究^①

何永坤, 唐余学, 范莉, 阳园燕

重庆市气象科学研究所, 重庆市农业气象与卫星遥感工程技术研究中心, 重庆 401147

摘要: 收集西南地区 63 站的气象资料、玉米生育期等资料, 以水分供需关系为基础, 构建玉米干旱指数(HI 指数), 反演 1961—2010 年各站的逐旬干旱, 研究西南地区玉米干旱频率和干旱强度的时空分布特征。结果表明, 近 50 年西南地区各地均有干旱发生, 云南中部、东部和四川盆地中部、西部干旱频率在 20% 以上; 云南中部及东北部的干旱强度明显比其余各地大。玉米出苗至拔节期干旱频率最高, 特别是云南省中部和东北部的干旱频率达到 40%~50%; 拔节至抽雄期, 轻旱、中旱、重旱均发生较少; 抽雄至灌浆期干旱频率最低, 但贵州局部地区重旱频率达到 7%~9%; 灌浆至成熟期, 大部地区干旱频率 10%~20%, 其中重庆西部、四川盆地中部、东北部和贵州东部、云南东南部重旱频率约 4.5%。

关键词: 西南地区; HI 指数; 玉米干旱; 变化特征

中图分类号: S127

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2016)01-0034-09

西南地区(包括四川省、云南省、贵州省和重庆市)地貌复杂, 分布着河谷、盆地、丘陵、高原, 气候类型多样, 光热水资源丰富, 玉米是西南地区的主要粮食作物, 生长季与光热水同季, 但由于降水时空分布不均, 常常有干旱发生。因此, 干旱是我国西南地区主要自然灾害之一, 历史上发生的严重干旱给社会和经济造成巨大影响。近年来, 随着极端天气气候事件频繁出现, 干旱的发生频率和强度也明显增加, 如 2003 年西南部分地区发生严重伏秋连旱; 2005 年云南发生近 50 年来少见的严重春旱; 2006 年川渝地区出现百年不遇的伏旱, 造成农作物受旱面积 350 多万 hm^2 , 粮食减产 600 万 t ^[1], 2007 年出现严重的冬春干旱连夏旱; 2009 年秋至 2010 年春发生西南大旱。众多事实表明: 西南干旱的研究不仅具有紧迫的现实意义, 而且是一项具有科学价值的理论课题。近年来众多学者对西南地区干旱开展了大量研究, 主要有: 开发各种干旱指数分析西南地区干旱的时空变化特征^[2-5], 基于气候背景或大气环流分析西南地区干旱的成因^[6-13], 西南地区干旱风险和粮食安全等^[14-15]等, 这些工作为本文的研究提供了有益的参考, 但大多学者的研究主要从气候角度分析了干旱成因、建立了相关的气候干旱等级指标^[16-17], 较少从具体作物及各生育阶段来研究西南干旱的发生情况。本文从水分供需关系的角度出发, 建立了玉米干旱指数, 并分析了近 50 年西南地区玉米干旱的干旱频率、干旱强度的时空分布特征, 为西南地区玉米生产布局、制定抗旱措施等提供依据。

1 资料及研究方法

1.1 资料来源

本研究所用资料为西南地区 63 站(图 1)1961—2010 年逐日气温、降水、日照、风速、空气相对湿度、

① 收稿日期: 2014-04-19

基金项目: 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201106021); “十二五”国家科技支撑计划课题(2011BAD32B01); 重庆市工程技术研究中心建设项目(CSTC2011pt-gc80023)。

作者简介: 何永坤(1965-), 男, 四川西充人, 硕士, 正研级高级工程师, 主要从事作物气象、病虫害气象、农业气象灾害等方面的研究与服务工作。

水汽压等气象资料及 1990—2010 年玉米生育期资料, 以上资料分别来源于西南三省-市气象局。

1.2 研究方法

1.2.1 研究区分区

根据农业气候相似、生育期接近的原则, 将西南玉米种植区分成 6 个小区(图 1)。I 区: 长江上游浅丘、平行岭谷区, 包括重庆市中部、西部、东北部, 以及四川省广安市, 该区玉米 3 月上中旬播种, 7 月下旬成熟; II 区: 四川盆地中部、东部、南部及贵州省中部、北部, 该区玉米 3 月上旬播种, 8 月上中旬成熟; III 区: 四川盆地西部、贵州省西部、南部和东部, 该区玉米 4 月上中旬播种, 8 月中下旬成熟; IV 区: 四川盆地边缘山区及四川省西部 5 月上中旬播种, 9 月中下旬成熟; V 区: 云南省西北部、中部、东北部和四川省南部, 该区玉米 3 月下旬播种, 9 月中下旬成熟; VI 区: 云南省西部、南部、东南部, 该区玉米 5 月上旬播种, 10 月中旬成熟。

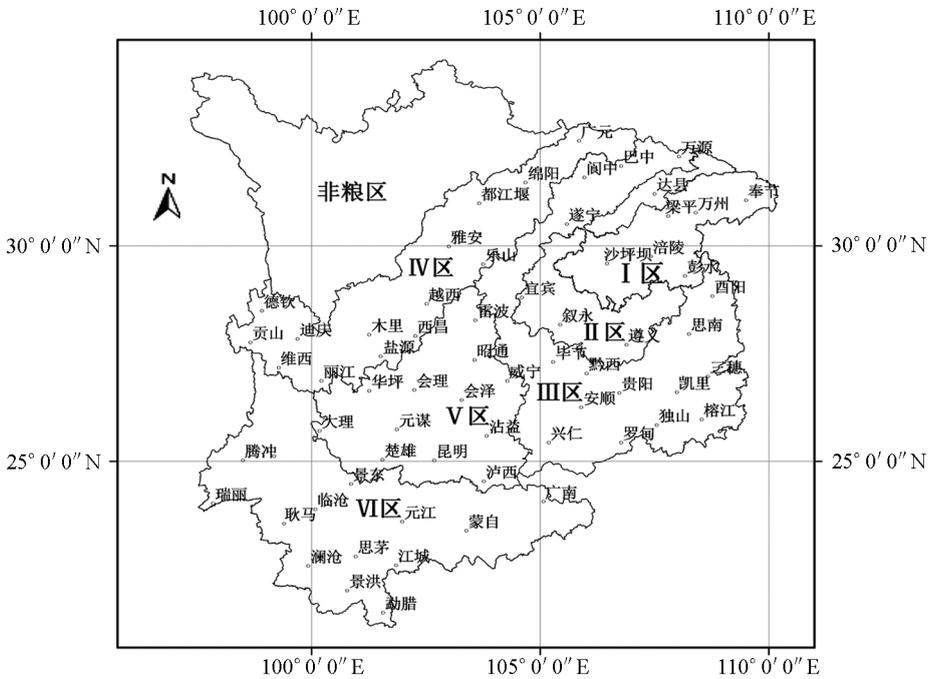


图 1 研究区域站点分布及分区

1.2.2 水分亏缺指数

西南地区玉米主要为雨养种植, 降水量和作物需水量的匹配关系决定水分盈亏状况。西南地区玉米水分亏缺指数的计算公式^[18-19]:

$$CWDI = \begin{cases} \frac{ET_c - P}{ET_c} & P < ET_c \\ \frac{ET_c - P}{EP - ET_c} & ET_c \leq P < EP \\ -1 & P \geq EP \end{cases} \quad (1)$$

式中: ET_c 为旬农田实际蒸散量(作物需水量), $ET_c = k_c * ET_0$, k_c 为作物系数, ET_0 为参考作物蒸散, P 为旬降水量, EP 为旬最大有效降水量。

参考作物蒸散 ET_0 使用彭曼-蒙特斯(Penman-Monteith)公式计算^[20-21]。

根据 FAO 推荐和《中国主要农作物需水量等值线图研究》^[22] 确定西南地区玉米的作物系数(表 1), 并参考相关研究成果^[23] 将玉米作物系数 k_c 插值到旬。

最大有效降水量 EP 按下式计算:

$$EP = \sum_{i=1}^n \theta_i \cdot h_i \cdot (F_i - W_i)$$

式中: θ_i 为第 i 层土壤的容积含水量, 容积含水量 = 质量含水率 \times 土壤容质量, h_i 为第 i 层土壤的厚度 (以 cm 为单位), 10 cm 为 1 层, 共取 5 层, 即 $n=5$, F_i 为田间持水量, W_i 为土壤凋萎湿度。

表 1 玉米各生育时期的作物系数 k_c

分区	播种—拔节	拔节—抽雄	抽雄—灌浆	灌浆—成熟
I 区	0.80	1.11	1.36	1.02
II 区	0.72	1.08	1.04	0.69
III 区	0.81	1.10	1.22	0.90
IV 区	0.71	1.00	1.12	0.8
V 区	0.59	1.03	0.95	0.68
VI 区	0.69	1.14	1.19	0.84

1.2.3 干旱指数及等级划分

西南地区玉米种植区主要以缓坡、山地为主, 干旱发生后, 在较短的时间内就能得以反映, 因此用最近 30 d 的水分亏缺指数加权之和作为这段时间的干旱指数 HI , 计算公式为:

$$HI = a_1 CWDI_i + a_2 CWDI_{i-1} + a_3 CWDI_{i-2}$$

式中: $CWDI_i, CWDI_{i-1}, CWDI_{i-2}$ 分别为第 i 旬、第 $i-1$ 旬、第 $i-2$ 旬的水分亏缺指数, a_1, a_2, a_3 为影响系数. 参考张艳红等人的研究^[15], 假设按照时间由近及远干旱的影响线性递减, a_1, a_2, a_3 分别取值 0.3, 0.2, 0.1.

根据土壤干旱指标, 对比分析相应旬 HI 指数, 确定玉米干旱等级 (表 2).

表 2 干旱等级与 HI 指数

干旱等级	轻旱	中旱	重旱
HI 指数	0.1~0.25	0.25~0.4	>0.4

1.2.4 干旱发生频率

为了对比分析每年玉米生长季干旱发生情况, 建立干旱发生频率概念, 其计算式

$$F = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (2)$$

式(2)中: F 为年干旱发生频率(%), n 为 $HI > 0.1$ 的旬数, N 为玉米生长季的总旬数.

1.2.5 干旱强度

干旱强度 DHI 是玉米生长期间某干旱等级标准的旬 HI 指数之和. 即

$$DHI = \sum_{i=1}^N HI_i \quad (3)$$

式(3)中: DHI 为干旱强度, HI_i 为旬干旱指数.

1.2.6 相对变率

相对变率 D 是反映一要素稳定程度的变量, 相对变率越小, 说明该要素越稳定; 反之亦然. 其计算式:

$$D = \frac{\bar{d}}{\bar{x}} \times 100\% \quad (4)$$

式(4)中: D 为某干旱等级的相对变率(%), \bar{d} 为绝对变率 (即各距平绝对值的平均值), \bar{x} 为多年平均值.

2 结果与分析

2.1 HI 指数适应性分析

2.1.1 HI 指数与土壤相对湿度相关性检验

利用各小区代表站点耕作层平均土壤湿度, 与对应旬 HI 指数进行相关分析, 两者的相关系数 I 区 (沙

坪坝)、Ⅳ区(广元)通过了 0.01 的极显著性检验,其余各小区通过了 0.05 的显著性检验(表 3),表明利用 *HI* 指数能较好地反应西南地区玉米的干旱状况.

表 3 土壤相对湿度与 *HI* 指数的关系

分区	代表站	线性方程	R^2
Ⅰ区	沙坪坝	$Y = -52.801x + 83.955$	0.246**
Ⅱ区	宜宾	$Y = -35.783x + 82.807$	0.305*
Ⅲ区	酉阳	$Y = -53.391x + 87.622$	0.264*
Ⅳ区	广元	$Y = -58.8x + 73.395$	0.274**
Ⅴ区	昆明	$Y = -128.907x + 100.796$	0.475*
Ⅵ区	蒙自	$Y = -26.809x + 78.125$	0.086*

注: Y 为土壤湿度, X 为 *HI* 指数, ** 为通过 0.01 信度检验, * 为通过 0.05 信度检验.

2.1.2 代表站典型干旱过程检验

以Ⅰ区的代表站万州为例,利用 *HI* 指数对 1961 年的干旱过程进行分析:6 月中旬,降水量仅 2.8 mm,干旱露头,*HI* 指数 0.101,为轻旱;6 月下旬,降水量 11.1 mm,降水持续偏少,*HI* 指数 0.326,发展为中旱;7 月上旬至中旬,降水量共 62.4 mm,*HI* 指数 0.132,旱情得到较大程度缓解为轻旱;7 月下旬,降水量 83.9 mm,*HI* 指数为 -0.250,干旱解除.

2.1.3 大范围干旱典型年检验

以干旱的持续时间、发生强度(中旱以上)、范围(站数)为据,最近 50 年西南地区各年代的干旱典型年依次为:1969,1972,1987,1992,2006 年.以 1972,2006 年的干旱过程进行分析.

1972 年,贵州省中部、东部和西南部,四川省西北部和云南省中部出现 30~50 d 的干旱;贵州省发生面积之大、程度之重,为近 50 年最重,发生时段主要在 7 月中旬至 8 月下旬,其中凯里、黔西、三穗等地连续 50 d 累计降水量不足 65 mm,旬 *HI* 指数均在 0.25 以上,达到中旱或者重旱标准.

2006 年,四川盆地大部、云南省东北部、贵州省西北部干旱 4 旬以上,中旱以上强度指数 1.6~3.7;四川省的遂宁、宜宾、云南省的昭通、贵州省的威宁等地干旱尤重,宜宾 6 月上旬至 8 月下旬累计降水仅 37.8 mm,旬 *HI* 指数连续两旬达到重旱标准;遂宁 7 月中旬至 8 月下旬累计降水 21.5 mm,且连续 5 旬 *HI* 指数超过重旱标准;威宁 3 月下旬至 4 月中旬累计降水仅 2.2 mm,另外 7 月下旬至 8 月中旬累计降水仅 31.4 mm,旬 *HI* 指数 0.27~0.57,达到中旱或者重旱标准.

代表站和典型年的反演结果与干旱历史记录对比表明,反演结果与实际情况基本相符,说明 *HI* 指数描述干旱发生、发展的过程较为准确和客观.

2.2 玉米干旱时空分布特征

2.2.1 空间分布特征

近 50 年里,西南地区玉米种植区均有干旱发生,且区域性干旱明显(图 2).云南中部、东部和四川盆地西部、中部出现干旱的频率在 20% 以上,特别是云南中部和南部的部分地区超过 30%.贵州大部、重庆中东部、云南西南部、以及四川西部出现干旱的频率不超过 15%,重庆东南部、贵州南部、云南偏西和偏南地区以及四川西部的部分地区,出现干旱的频率在 10% 以下.

近 50 年里各年代,西南地区玉米干旱频率分布特征大致相同.云南中部、南部为干旱发生最多的地区,干旱频率在 25% 以上;四川盆地的中部、北部通常为干旱发生次多的地区,干旱频率 20%~25%;四川西部、云南西南部为干旱发生最少的地区,干旱频率通常低于 10%.大部地区各年代出现干旱的频率较接近,但 80 年代四川盆地仅中部、北部干旱频率 20% 以下,是四川盆地近 50 年干旱发生相对较少的年代.

2.2.2 时间分布特征

1) 干旱频率年际和年代际变化 近 50 年西南地区干旱频率年变化曲线(图 3)表明,20 世纪 60 年代前

期高后期低, 70 年代初期高中后期低, 80 年代前中期平稳且较低后期较高, 90 年代前期高中期低后期高, 21 世纪前期低中期高后期低. 从年代际变化特点分析, 20 世纪 60 年代、21 世纪前 10a 干旱发生频率高, 20 世纪 70 年代、90 年代干旱发生频率较低, 总体呈现二次曲线变化趋势(图 4). 从不同强度干旱变化特点看, 轻旱、中旱、重旱的年际变化较一致(图略).

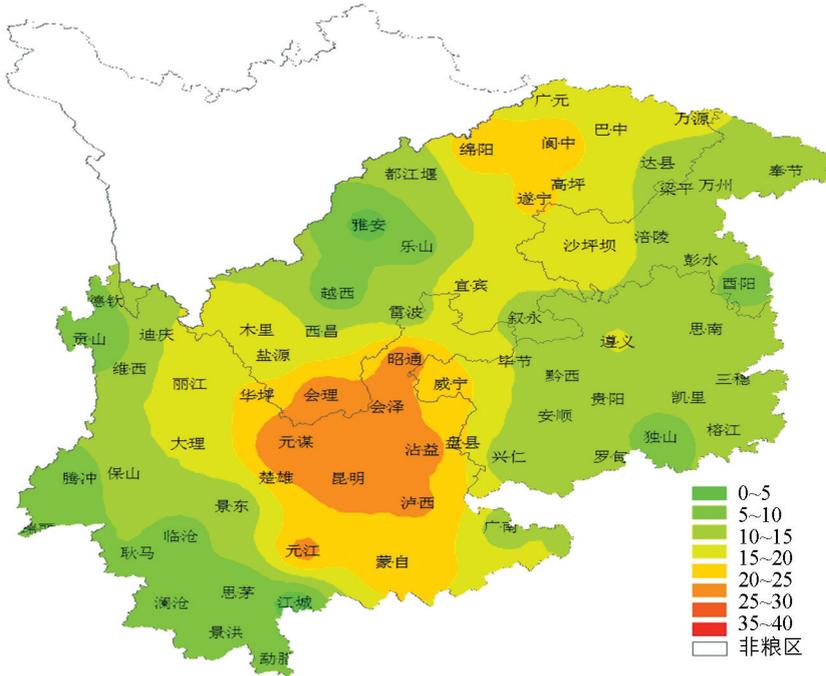


图 2 西南地区近 50 年玉米生育期内干旱频率分布图(%)

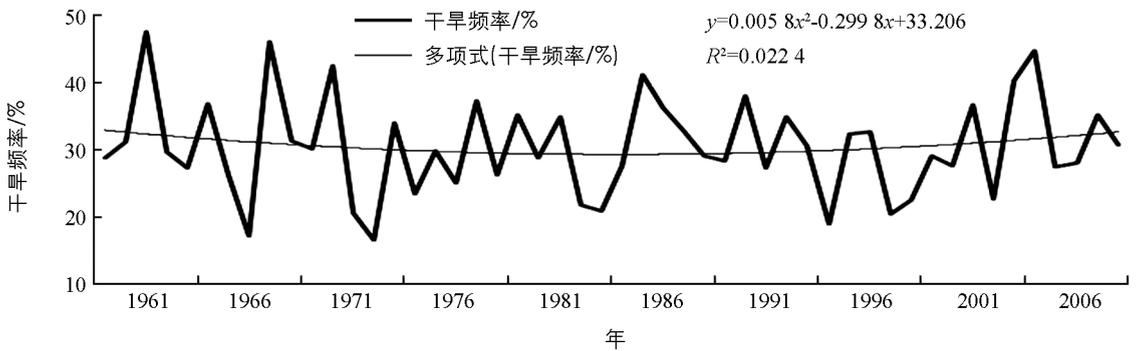


图 3 近 50 年西南地区干旱频率年变化

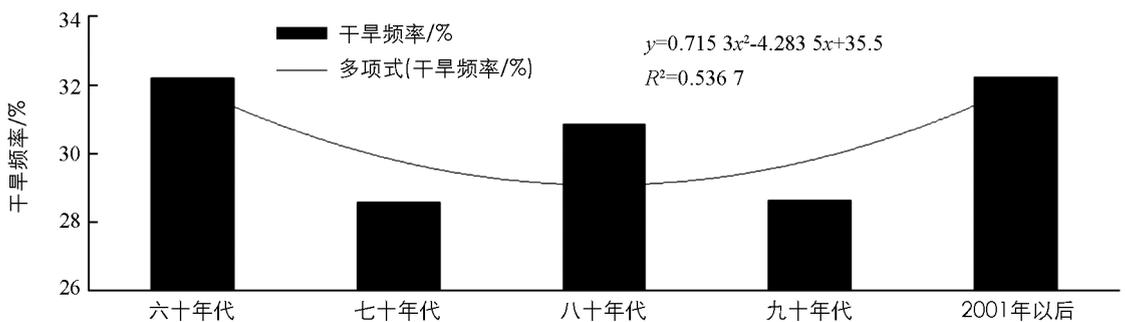


图 4 近 50 年西南地区年干旱频率年代际变化

西南地区轻旱、中旱、重旱的相对变率分别为 42.1%, 53.0%, 94.3%, 说明重旱出现频率的不稳定性远大于轻旱和中旱, 即重旱偶发性较大. 不同强度干旱的稳定性分析表明, 轻旱出现频率在 20 世纪 70 年代最不稳定, 中旱出现频率在 20 世纪 90 年代最不稳定, 重旱出现频率在 20 世纪 80 年代最不稳定.

2) 各分区玉米干旱强度的年际变化 图 5 给出的近 50 年西南地区各小区年干旱强度及年变化图表明: 在各小区中, 第 V 区的干旱强度远比其他各区大, 即云南省中部及东北部为西南地区干旱的高强度区; 1963 年, 1969 年, 1975 年, 1987 年, 1992 年, 2001 年, 2006 年, 各区的干旱强度指数较高, 揭示出这些年份里西南地区发生了强度较大的干旱.

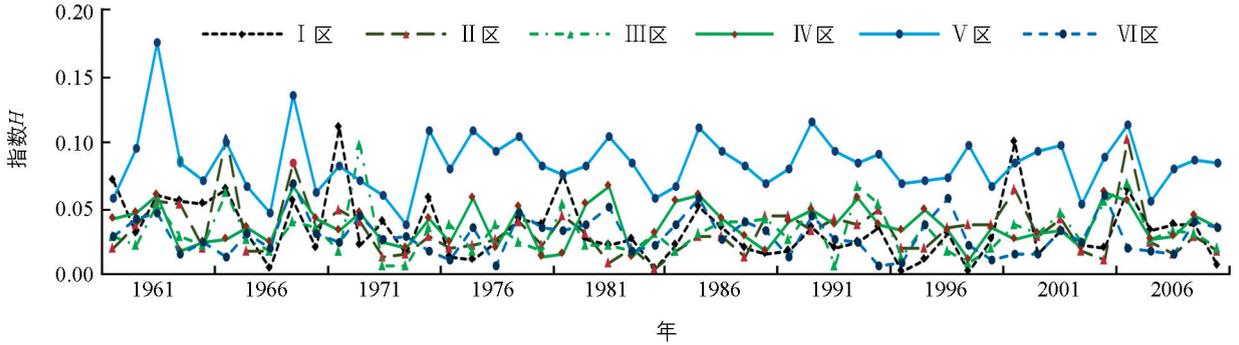


图 5 近 50 年西南地区各小区年干旱强度变化

从年代际变化来看, 20 世纪 60 年代干旱发生强度最大, 平均 0.047, 20 世纪 70 年代至 90 年代相差不多, 约 0.04 左右, 2001—2010 年干旱发生强度增大, 0.043(图略).

2.2.3 玉米各生长发育阶段干旱分布特征

1) 出苗至拔节期 出苗至拔节期, 云南东北部、四川盆地南部和西北部局部出现轻旱的频率为 15%~20%, 重庆中部、西部、东北部, 四川盆地大部, 云南中部、东南部出现轻旱的频率为 10%~15%, 西南地区其余地区低于 10%, 特别是在重庆东南部、贵州东南部和云南东南部轻旱出现的频率低于 5%.

云南中旱出现的频率高于其余三省市, 特别是云南中部、东部地区出现频率在 15%~20%, 基本为 10 年 2 遇, 为西南地区中旱发生最多的地区. 四川西南部的部分地区中旱出现的频率在 10%~15% 之间, 为中旱发生次多的地区. 贵州大部、云南西南部、重庆东北部等地中旱发生频率低于 5%.

云南中部、东部重旱频率为 10%~15%, 约 10 年 1 遇, 是西南地区重旱出现最多的地区. 其余区域重旱出现的频率低于 5%.

2) 拔节至抽雄期 拔节至抽雄期, 轻旱的区域性较明显, 四川盆地中部、南部, 重庆西部, 云南中部局部, 贵州东部地区为出现次数较多的地区, 干旱频率约 9% 以上, 接近 10 年一次. 云南西部、南部和重庆中东部轻旱频率较低, 低于 3%. 四川盆地中部、北部, 云南南部元江等地中旱出现的频率在 3% 以上, 其余地区中旱出现的频率在 3% 以下. 西南地区重旱出现的频率普遍较低, 91% 以上的地区不超过 2%.

3) 抽雄至灌浆期 抽雄至灌浆期, 西南地区东部的大部地区轻旱出现频率在 5% 以上, 其中四川盆地北部的巴中、阆中、遂宁等地, 和贵州东部, 轻旱出现频率超过 10%, 三穗等地达到 21%. 云南中部元谋、楚雄以及南部的元江等地, 贵州中部、东部中旱出现的频率在 5% 以上, 特别是元江达到 19%. 重旱出现的频率普遍较低, 西南地区大部在 2% 以下, 仅贵州东部思南、三穗以及云南南部的元江等局部地区达到 7%~9%.

4) 灌浆至成熟期 灌浆至成熟期, 西南地区各地轻旱出现的频率多在 5%~10%, 云南东南部频率在 10% 以上, 局部超过 20%, 云南西北部、四川西部轻旱发生频率低于 5%. 中旱出现的频率, 云南东南部最高, 超过 10%, 蒙自达到 25%, 重庆西部和贵州中东部中旱出现的频率为 5%~10%. 重旱出现的频率, 大部地区在 3% 以下, 重庆西部, 四川盆地中部、东北部, 贵州东部、云南东南部为 3%~6%,

蒙自、元江等地超过 6%。

5) 全生育期干旱发生特征 出苗至拔节期, 云南中部、东北部干旱出现的次数最多, 干旱频率 40%~50%, 平均 2 年就有 1 次干旱发生。贵州东部、云南南部江城、勐腊、思茅、景洪等地干旱出现次数较少, 干旱频率低于 10%(图 6a)。

拔节至抽雄期, 西南地区干旱不突出。四川盆地中部、北部的部分地区干旱频率 10%~15%, 云南中东部, 重庆西部, 贵州中东部干旱频率 5%以上, 其余地区低于 5%(图 6b)。

抽雄至灌浆期, 西南地区干旱频率总体为西部向东部逐渐增加的形势。四川盆地中部, 云南东南部, 贵州东部, 干旱出现的频率超过 20%, 元江、思南、三穗等地, 干旱频率达到 35%~40%(图 6c)。

灌浆至成熟期, 四川西部、云南西部干旱出现的频率低于 10%, 其余大部地区在 10%~20%之间, 贵州东部、四川盆地中部干旱出现的频率为 20%~30%, 云南东南部广南、元江、蒙自等地干旱出现的频率为 30%~50%(图 6d)。

西南地区玉米生长期以出苗至拔节期干旱频率最高, 其次为灌浆至成熟期, 抽雄至灌浆期干旱频率最低。

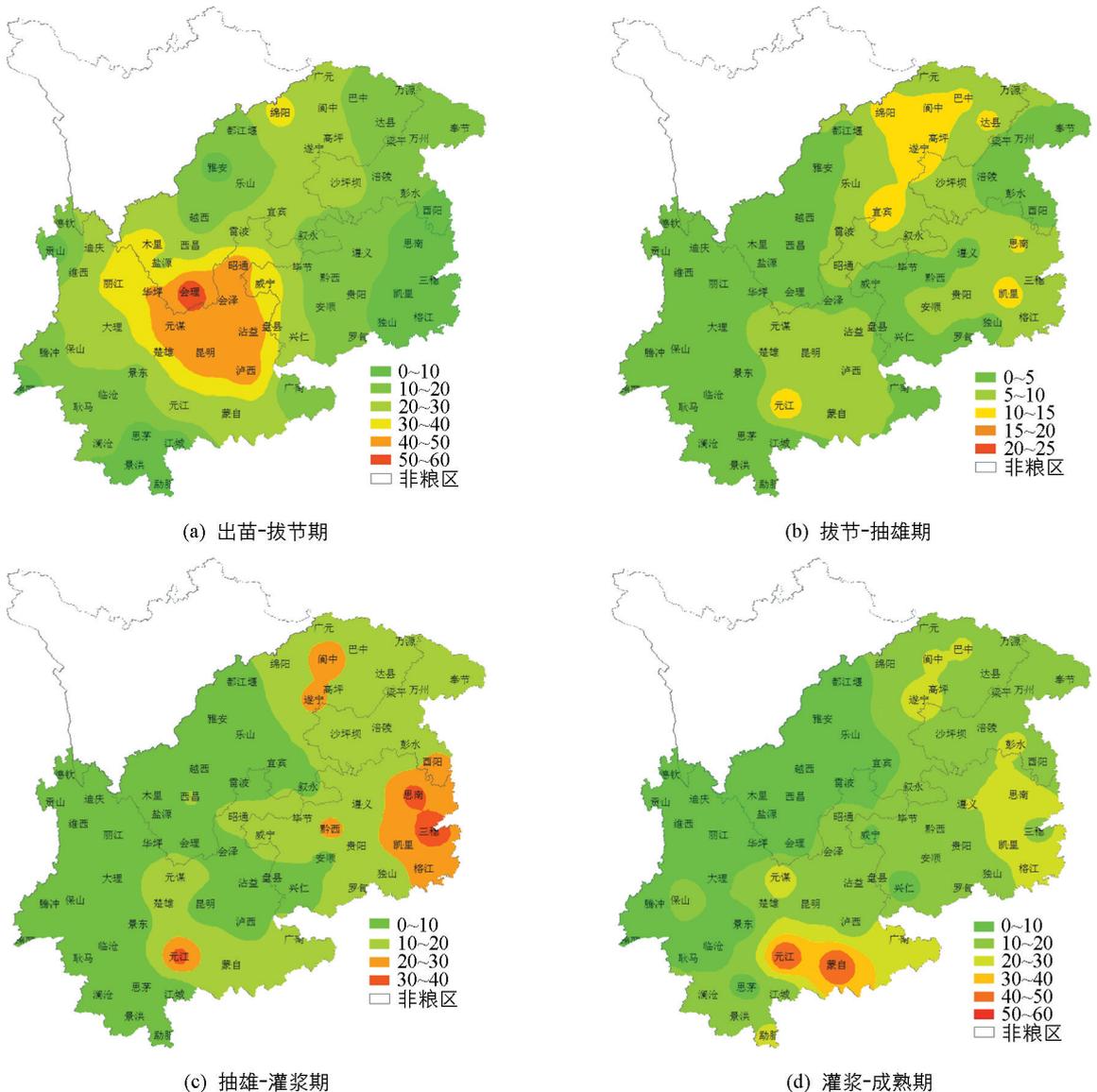


图 6 玉米各生长发育阶段干旱频率分布图(%)

3 结论与讨论

西南地区玉米干旱在 20 世纪 60 年代发生较高, 20 世纪 70—90 年代发生频率较低, 21 世纪前 10 年玉米干旱发生频率呈现明显增加趋势. 从干旱发生区域分布来看, 云南中部、东部和四川盆地中部、西部干旱频率在 20% 以上, 重庆东南部、贵州省南部、云南省偏西、偏南以及四川西部发生干旱概率较小. 在玉米生育期内, 出苗—拔节期由于云南玉米种植区尚处于旱季向雨季过渡期, 干旱发生频率最高, 滇中、滇东北达 40%~50%; 灌浆—成熟期正处于副热带高压控制, 常常出现连晴高温天气, 西南玉米种植区干旱频率在 10%~20%; 抽雄—灌浆期雨水较多, 干旱频率最低.

西南地区玉米季节性干旱较明显, 尤其滇中、滇东北为干旱多发、高发区, 这些地区应根据雨季早晚安排适时播种, 其余地区可适当提前播种, 避免或减轻高温伏旱天气对玉米生产的影响; 西南玉米种植区还应采取作物抗旱技术、种植抗旱能力强的玉米品种、根据季节变化改进耕作、栽培措施, 减少干旱的影响, 提高玉米产量, 确保玉米生产的稳步发展.

参考文献:

- [1] 中国气象局. 中国气象灾害年鉴(2006) [M]. 北京: 气象出版社, 2007.
- [2] 熊光洁, 张博凯, 李崇银, 等. 基于 SPEI 的中国西南地区 1961—2012 年干旱变化特征分析 [J]. 气候变化研究进展, 2013, 9(3): 192—198.
- [3] 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 [J]. 应用气象学报, 2011(6): 698—705.
- [4] 王明田, 王翔, 黄晚华, 等. 基于相对湿润指数的西南地区季节性干旱时空分布特征 [J]. 农业工程学报, 2012, 28(19): 85—92.
- [5] 贺晋云, 张明军, 王鹏, 等. 近 50 年西南地区极端干旱气候变化特征 [J]. 地理学报, 2011, 66(9): 1179—1190.
- [6] 邹旭辉, 高辉. 2006 年夏季川渝高温干旱分析 [J]. 气候变化研究进展, 2007, 3(3): 150—153.
- [7] 刘晓冉, 程炳岩, 向波, 等. 全球变暖背景下重庆主要气象灾害变化趋势 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2012, 34(3): 110—117.
- [8] 李军健, 吕刚, 黄建国. 紫色土旱坡地土壤水分时空分布特征 [J]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2006, 28(1): 161—164.
- [9] 陈方藻, 刘江, 李茂松. 60 年来中国农业干旱时空演替规律研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2011, 36(4): 111—114.
- [10] 黄荣辉, 刘永, 王林, 等. 2009 年秋至 2010 年春我国西南地区严重干旱的成因分析 [J]. 大气科学, 2012, 36(3): 443—457.
- [11] 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 [J]. 气象学报, 67(1): 122—132.
- [12] 沈浒英, 陈瑜彬. 2009~2010 年长江上游地区旱情成因分析 [J]. 人民长江, 2011, 42(9): 12—14.
- [13] 李永华, 卢楚翰, 徐海明, 等. 夏季青藏高原大气热源与西南地区东部旱涝的关系 [J]. 大气科学, 2011, 35(3): 422—434.
- [14] 程静, 陶建平. 全球气候变暖背景下农业干旱灾害与粮食安全——基于西南五省面板数据的实证研究 [J]. 经济地理, 30(9): 1524—1528.
- [15] 徐新创, 葛全胜, 郑景云等. 区域农业干旱风险评估研究——以中国西南地区为例 [J]. 地理科学进展, 30(7): 883—890.
- [16] 庞晶, 覃军. 西南干旱特征及其成因研究进展 [J]. 南京信息工程大学学报(自然科学版), 2013, 5(2): 127—134.
- [17] 尹晗, 李耀辉. 我国西南干旱研究最新进展综述 [J]. 干旱气象, 2013, 31(1): 182—193.
- [18] 张艳红, 吕厚荃, 李森. 作物水分亏缺指数在作物农业干旱监测中的适用性 [J]. 气象科技, 36(5): 596—600.
- [19] 黄晚华, 杨晓光, 曲辉辉, 等. 基于作物水分亏缺指数的春玉米季节性干旱时空特征分析 [J]. 农业工程学报, 2009, 25(8): 28—34.
- [20] ALLEN R G, PEREIRA L S, RAES D, et al. Crop Evapotranspiration Guidelines for Computing Crop Water Require-

ments [R]. Irrigation and Drainage paper NO 56, 1998, FAO, Rome.

- [21] 樊 军, 邵明安, 王全九. 黄土区参考作物蒸散量多种计算方法的比较研究 [J]. 农业工程学报, 2008, 24(3): 98–102.
- [22] 中国主要农作物需水量等值线图协作组. 中国主要农作物需水量等值线图研究 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1993: 49–53.
- [23] 徐亚东, 邱建华, 鞠善宏, 等. 吉林省中西部地区玉米需水量的计算分析 [J]. 吉林农业大学学报, 15(1): 45–49.

Study on the Variation of Drought for Maize in Southwestern China in the Recent 50 Years

HE Yong-kun, TANG Yu-xue, FAN Li, YANG Yuan-yan

Chongqing Institute of Meteorological Sciences, Chongqing Engineering Research Center of Agrometeorology and Satellite Remote Sensing, Chongqing 401147, China

Abstract: Meteorological data and the data of growth periods of maize at 63 meteorological stations in Southwestern China were collected, and drought index (Hi index) for maize was constructed based on the relationship between water demand and water supply. Retrieval of every ten-day drought for maize at the above stations during 1961–2010 was made to study the temporal and spatial distribution of drought frequency and drought strength in Southwestern China. The results showed that drought for maize occurred in various regions in Southwestern China, and the drought frequency was over 20% in eastern and middle Yunnan and in middle and western Sichuan Basin. Drought strength in middle and northeastern Yunnan was significantly greater than that in other regions. Drought frequency was the highest from emergence to jointing of the maize crop, being as high as 40%–50% in middle and northeastern Yunnan, in particular. Light, medium and heavy drought occurred but occasionally from jointing to heading. Frequency of drought was the lowest from heading to seed-filling; however, frequency of heavy drought might be as high as 7%–9% in some regions in Guizhou Province. Frequency of drought ranged from 10% to 20% in most regions from seed-filling to maturity, frequency of heavy drought being about 4.5% in the western part of Chongqing, the middle and northeastern parts of Sichuan Basin, the eastern part of Guizhou province, and the southeastern part of Yunnan province.

Key words: Southwestern China; Hi index; drought for maize; variation

责任编辑 陈绍兰

