

河南省冬小麦干旱评估指标初探

方文松, 刘荣花, 马志红, 李树岩, 师丽魁

(河南省气象科学研究所, 郑州 450003)

摘 要: 利用 3 次多项式对河南省 100 多个县(市)历史冬小麦产量资料进行分解处理, 求出趋势产量和气象产量, 然后用相对气象产量与小麦不同发育阶段的降水距平百分率进行相关分析, 结果发现, 冬小麦相对气象产量与不同发育阶段的降水距平百分率具有一定的相关性。在此基础上, 建立了冬小麦相对气象产量与降水距平百分率的回归方程, 并与农业干旱划分标准相结合, 确定了冬小麦不同发育阶段、不同干旱等级的干旱指标。

关键词: 冬小麦; 评估; 干旱; 指标

中图分类号: S423

文献标识码: A

文章编号: 1673-7148(2008)03-0012-03

引 言

干旱是河南省冬小麦生育期间所发生的主要气象灾害之一, 其发生频率高, 持续时间长, 波及范围大, 对冬小麦的产量形成有着严重的影响。据资料统计, 春旱发生频率为 30%~40%, 初夏旱为 40%~50%, 平均受灾面积每年达 96.06 万公顷, 占耕地面积的 15%。其中, 受灾比较严重的年份可达 461.89 万公顷, 占全省耕地面积的 70%, 因旱灾每年损失粮食 4 亿多公斤^[1-2]。因此, 干旱问题历来受到政府部门和学术界的高度重视。干旱作为一种自然灾害, 如何进行识别和评估, 也是当前一个热点问题。不同学科对干旱有着不同的理解和定义, 但农业干旱总是以一定时间和空间范围内降水缺少, 并造成农业减产为特征^[3]。本文利用历史产量资料和历年降水资料, 运用统计学方法, 研究产量与降水之间的关系, 确定冬小麦生长发育期间各不同发育阶段的干旱评估指标, 为农业干旱评估提供依据。

1 资料来源

本文所用冬小麦产量资料为河南省各县(市)区 1949—2000 年 52 a 的逐年单产 (kg/hm^2), 来自河南省统计部门; 气象资料来自河南省 108 个气象观测站, 大部分为 40 a 序列 (1961—2000 年)。

2 分析方法

2.1 产量分解

作物产量是在众多因素的共同作用下形成的,

主要可分为人为因素、气象因素和随机“噪音”三方面, 分别构成三个产量分量, 可用下面一般通式表示^[4]:

$$y = y_t + y_w + \varepsilon \quad (1)$$

式中, y 为作物单产; y_t 为趋势产量, 主要反映农业生产技术水平的提高对产量的贡献, 具有渐进性和相对稳定性; y_w 为气象产量, 主要受气象因子年际变化的影响, 具有短期波动性; ε 为随机“噪声”, 受非定常因素影响, 所占比例很小, 在实际计算中一般忽略不计。则(1)式可以简化为

$$y = y_t + y_w \quad (2)$$

2.2 趋势产量模拟

趋势产量表示产量的历史演变趋势, 大多数地区的趋势产量都随生产力的发展而逐渐上升。常用的趋势产量模拟方法有线性模拟、非线性模拟、分段模拟、滑动平均模拟、指数平滑模拟和调和权重模拟等, 本文采用 3 次多项式线性模拟^[5]。图 1 为河南省宜阳县历年冬小麦实产和模拟的产量趋势线, 纵坐标为产量, 横坐标为从 1949 年开始与年代相对应的序数, 即 1949 年为 1、1950 年为 2, 其余依次类推。其模拟方程为

$$y_t = -0.0528x^3 + 4.833x^2 - 63.543x + 817.16 \quad (3)$$

$$R = 0.9249$$

式中, y_t 为趋势产量, x 为从 1949 年开始的年代序数。根据该方程可以求出历年趋势产量 y_t , 再由(2)式可得气象产量

$$y_w = y - y_t \quad (4)$$

由于不同地区技术条件不同, 产量水平会有一

收稿日期: 2008-02-26; 修订日期: 2008-04-16

基金项目: 中国气象局气象新技术推广项目 (CMATG2005M37; CMATG2007M38) 资助

作者简介: 方文松 (1968-), 男, 河南禹州人, 高级工程师, 主要从事农田水分及干旱研究. E-mail: fwsyf@126.com

定差异,作为反映气象因子影响的气象产量,也可能因此而失去比较性。因此,本文在进行产量分析时采用相对气象产量,它不受历史时期不同农业技术水平差异的影响,其物理意义表明产量波动的幅值,不受时间和空间的影响,具有可比性。相对气象产量可表示为

$$y_r = y_w / y_t \tag{5}$$

因为相对气象产量消除了生产力水平的影响,主要反映的是气象因子对产量的影响规律,由于气象因子具有正态分布的特征,因而相对气象产量也应具有正态分布的特征。为此,采用偏度-峰度检验法^[6]对其分布类型进行判别。以宜阳为例,计算结果为:偏度值 $c_e = -0.16066$, 峰度值 $c_s = -0.23567$ 。经查表,临界值 $c_{e(0.01,52)} = 1.88$, $c_{s(0.01,52)} = 0.79$ 。故该县相对气象产量序列通过正态分布检验。同样,统计出全省约 67% 的县(市)相对气象产量通过正态分布检验。以下仅对通过正态分布检验的县(市)进行分析。

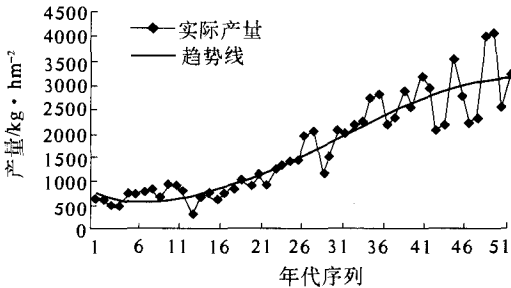


图 1 河南宜阳历年冬小麦产量及模拟曲线

2.3 y_r 与不同发育期降水距平百分率相关关系

冬小麦产量的形成不仅与全生育期降水总量有关,而且与各发育阶段的降水量也有一定关系^[7]。将河南省冬小麦发育期划分为 5 个时段,即播种—越冬开始(称为越冬前,10 月中旬—12 月中旬)、越冬开始—返青(称为越冬期,12 月下旬—来年 2 月中旬)、返青—拔节(2 月下旬—3 月中旬)、拔节—抽穗(3 月下旬—来年 4 月下旬)和灌浆期(5 月上旬—下旬),统计历年各时段降水距平百分率,分析其与相对气象产量的关系。为了排除灌溉的影响,分析降水距平百分率和相对气象产量之间的关系时,选择全省部分非灌溉地区或灌溉面积所占比例

较小的县(市);在灌溉区或灌溉面积较大的地区,则着重分析降水负距平百分率 and 与其相对应的相对气象产量之间的关系^[8]。

统计分析结果表明:拔节—抽穗期降水对产量的影响最大,其相关达到极显著水平;其次为灌浆期,相关达到显著或极显著水平;再次为返青—拔节期,相关达到显著水平;其他时段则相关不显著。

3 干旱指标的确定

根据上述分析,对于河南省非灌溉和灌溉面积所占比例很小的地区,用冬小麦不同发育阶段降水距平百分率和相对气象产量的全部数据序列进行回归分析,建立其回归方程,确定了不同发育阶段降水距平百分率和相对气象产量的定量关系。以河南宜阳县为例,相对气象产量与不同发育阶段降水距平百分率对应的回归方程为

$$y_{越冬前} = 0.059x - 3.1379 \tag{6}$$

$$y_{越冬期} = 0.1326x - 2.9812 \tag{7}$$

$$y_{返青-拔节} = 0.1827x - 2.9414 \tag{8}$$

$$y_{拔节-抽穗} = 0.2749x - 3.4895 \tag{9}$$

$$y_{灌浆期} = 0.2397x - 3.2928 \tag{10}$$

式中, y 为相对气象产量,下标为发育期; x 为不同发育阶段降水距平百分率。

同样地,对河南省其他部分县(市)进行分析,建立了类似于公式(6)~(10)的回归方程。根据这些方程,可以求出不同发育阶段不同降水负距平百分率相对应的减产百分率(见表 1)。由表 1 可以看出,不同地点尽管气候条件不同,但降水负距平百分率对减产百分率的影响基本上是相同的,即降水负距平百分率的绝对值愈大,减产幅度就愈大;在不同地点,相同降水负距平百分率造成的减产幅度基本相同。因此,用不同发育阶段降水负距平百分率作为不同发育阶段的干旱指标是可行的。

农业上划分干旱类型的标准,通常是以减产百分率来确定的。一般减产 10% 以下为轻旱,10% ~ 20% 为中旱,20% ~ 30% 为重旱,> 30% 为严重干旱^[9]。根据表 1 确定的不同发育阶段的农业干旱指标见表 2。

表 1 不同时段降水负距平百分率和对应的减产百分率

降水负距平百分率	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
越冬前	1.18	2.21	3.25	4.28	5.32	6.35	7.39	8.42	9.46	10.49
越冬期	2.01	3.99	5.96	8.02	9.99	12.00	14.11	16.02	18.19	20.18
返青—拔节	2.51	4.99	7.48	9.96	12.45	14.93	17.41	19.90	22.38	24.87
拔节—抽穗	4.83	9.13	13.43	17.74	22.04	26.35	29.85	34.95	39.26	43.56
灌浆期	4.27	8.16	12.06	15.95	19.85	23.74	27.64	31.53	35.43	39.32

表 2 不同发育期阶段的农业干旱指标

%

干旱等级	减产百分率	降水负距平百分率				
		越冬前	越冬期	返青—拔节	拔节—抽穗	灌浆期
轻旱	< 10	< 90	< 50	< 40	< 20	< 30
中旱	10 ~ 20	> 90	50 ~ 90	40 ~ 80	20 ~ 40	30 ~ 50
重旱	20 ~ 30	> 100	> 90	> 80	40 ~ 70	50 ~ 75
严重干旱	> 30	> 100	> 100	> 100	> 70	> 75

从表 2 中可以看出,不同发育阶段的降水减少所造成的减产程度不一样,时段越靠前影响越小。拔节前降水减少所造成的减产一般情况下不会达到严重干旱程度,越冬前降水减少所造成的减产一般不会达到重旱程度。利用表 2 中的降水负距平百分率指标,即可对冬小麦干旱状况进行评估。

4 结 语

①对不同阶段降水距平百分率与相对气象产量之间的相关分析发现:河南省非灌溉地区或灌溉面积所占比例较小的县(市),冬小麦相对气象产量与拔节—抽穗期的降水距平百分率关系最为密切,达到极显著水平;其次为灌浆期,达到显著或极显著相关水平;再次为返青—拔节期,达到显著相关水平;其他时段则相关不显著。

②通过回归分析,确定了不同阶段降水距平百分率与不同干旱等级相对应的干旱指标,根据干旱指标,可知不同阶段的降水减少所造成的小麦受旱和减产程度:越冬前降水的减少不会达到重旱程度,拔节前降水的减少不会达到严重干旱,拔节—抽穗期和灌浆期的降水减少到距平的 70% 和 75% 以上

可造成严重干旱。利用以上确定的不同阶段降水负距平百分率指标,即可方便地对全省冬小麦干旱状况进行评估。

参考文献

- [1]程炳岩,庞天荷.河南省气象灾害及防御[M].北京:气象出版社,1994:101-111.
- [2]钱蕴璧,李英能,杨刚.节水农业新技术研究[M].郑州:黄河水利出版社,2002:8-13.
- [3]李庆祥,刘小宁,李小泉.近半个世纪华北干旱化趋势研究[J].自然灾害学报,2002,11(3):50-60.
- [4]中国农业科学院.中国农业气象学[M].北京:中国农业出版社,1999:401-403.
- [5]薛昌颖,霍治国,李世奎,等.华北北部冬小麦干旱和产量灾损的风险评估[J].自然灾害学报,2003,12(1):131-139.
- [6]魏淑秋.农业气象统计[M].福州:福建科学技术出版社,1985:66-68.
- [7]朱自玺,牛现增.冬小麦主要生育阶段水分指标的生态分析[J].气象科学研究院院刊,1987,2(1):81-87.
- [8]绍晓梅,刘劲松,许月卿.河北省旱涝指标的确定及其时空分布特征研究[J].自然灾害学报,2001,10(4):133-136.
- [9]邱林,陈晓楠,段春青.农业干旱程度概率分布的研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,33(3):105-108;112.

Preliminary Study on Drought Evaluation Indices of Winter Wheat in Henan

Fang Wensong, Liu Ronghua, Ma Zhihong, Li Shuyan, Shi Likui

(Henan Institute of Meteorological Sciences, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: The historic yield of winter wheat of over one hundred counties is processed with cubic polynomial, and then the tendency yield and the relative meteorological yield are got. By analyzing the correlation between the relative meteorological yield and the precipitation anomaly percentage of winter wheat in different developmental phase, we can found that there are close relationship between them. Based on it the regression equations between them were established and combined with agriculture drought divisional standards, the different grade drought indices of winter wheat in different developmental phase was worked out.

Key words: winter wheat; evaluation; drought; indices