

李兰,周月华,史瑞琴,等. “实需排模比值”在荆州地区洪涝灾害评估中的应用[J].暴雨灾害,2011,30(2):173-176

“实需排模比值”在荆州地区洪涝灾害评估中的应用

李 兰¹,周月华¹,史瑞琴¹,郭广芬¹,邓 雯²

(1.武汉区域气候中心,武汉 430074;2.中国气象局武汉暴雨研究所,武汉 430074)

摘 要:使用荆州地区 1960—2005 的气象观测资料和历史洪涝灾情资料,尝试用降水量、前期影响雨量、排涝量、作物耐涝状况的“实需排模比值”评估洪涝灾害,并与实际灾情进行对比。结果表明:“实需排模比值”法对洪涝灾害的核灾、评估都有较好的效果,能较准确的判定是否发生洪涝灾害及灾害的严重程度。

关键词:洪涝灾害;排涝模数;实需排模比值

中图分类号:P49 文献标识码:A 文章编号:1004-9045(2011)02-0173-04

Ratio of Actual Drainage Modulus to Needed Drainage Modulus Applied to Estimate Flood Disaster

LI Lan¹, ZHOU Yuehua¹, SHI Ruiqin¹, GUO Guangfen¹, DENG Wen²

(1.Wuhan Region Climate Center, Hubei Meteorological Bureau, Wuhan 430074;

2. Institute of Heavy Rain, CMA, Wuhan 430074)

Abstract: In order to find out the influence of flood-producing factors, flood-producing environment and hazard bearing body in the flood estimation, the “ratio of actual drainage modulus to needed drainage modulus”, with consideration of the precipitation, the antecedent precipitation, water-logging amount and the crop’s waterlogging tolerance, is used to estimate the flood and is compared with the actual disaster. The results show that the verification and the estimation of the disaster can be well done.

Key words: Flood disaster; Drainage modulus; Ratio of actual drainage modulus to needed drainage modulus

1 引言

洪涝灾害系统由于受到多种条件的约束和众多繁杂因素的影响和干扰,毫无疑问,它是一个典型的复杂系统^[1],形成洪涝灾害必须有致灾因子、孕灾环境、承灾体。所以,综合考虑致灾因子、孕灾环境、承灾体的作用是客观定量评价洪涝灾害所必须的,不少学者对洪涝灾情评估理论和方法进行了深入的研究,湖北省用 1~3 d 的雨量划分来确定雨涝等级,周月华等^[2]用水位和雨量做出湖北省洪涝受灾面积评估模型;张爱民等^[3]用 Z 指数作安徽旱涝灾害的评估;徐向阳等^[4]利用水文、气象、工程、地理、经济、社会、灾情等各行业资料制作了水旱灾害损失评估系统;近年来,地理信息系统 GIS 以其强大的数据管理功能和空间分析功能开始应用于气象灾害评估,王腊春等^[5]在地理信息系统支持下建立了太湖流域洪涝灾害评估模型;同

时,水利水电科学研究院提出了用“实需排模比值法”作为旱地内涝指标^[6]。本文利用湖北江汉平原荆州的历史降水、灾情资料,尝试用“实需排模比值法”用于洪涝灾害的评估,用实际排涝模数与需要排涝模数的比判定洪涝灾害是否发生以及发生程度,并与实际灾情进行比较分析。其目的是用于洪涝灾害的核灾工作及建立基于地理信息系统的湖北省洪涝灾害评估模型。

2 资料与方法

2.1 资料

研究资料包括湖北省江汉平原荆州地区 1960—2005 的历史干旱、洪涝灾情资料及历史降水序列资料、历史日蒸发资料,主要农作物耐淹水深历时资料^[7]。气象要素资料来源于湖北省气象局信息保障中心,灾情资料来源于湖北省气象灾害普查资料。

收稿日期:2010-09-08;修订日期:2011-03-13

资助项目:中国气象局 2009 年行业专项(GYHY200906019)、中国气象局重点项目及“华中区域气象灾害评估创新团队”项目

第一作者:李兰,女,1962 年生,高级工程师,主要从事应用气象研究。E-mail: wen92929@tom.com

2.2 定义

文中涉及的几个主要物理量定义如下:

排涝模数:单位面积上的最大排水量,也称排水率;

实际排涝模数 M_x :当地水利工程或排水设施所具备的排水能力;

需要排涝模数 M_n :利用实际降水量、作物耐淹时数实际计算出的需要排涝模数(当一定强度的降水发生后,为保证农田不出现洪涝灾害,需要排出水量的能力);

所需排模比值 δ :实际排涝模数与需要排涝模数的比(当 $\delta \geq 1$ 时,说明实际排涝能力已经满足排涝要求,也就是无洪涝灾害发生;当 $\delta < 1$ 时,实际排涝能力不满足排涝要求,即可能发生洪涝灾害,按照其比值的大小,确定洪涝灾害的严重程度。

蓄满产流:是指在土壤湿度小于田间持水量之前不产流,所有的降水都被土壤吸收,而在土壤湿度大于田间持水量(即土壤饱和)以后,所有的降水(减去同期蒸发量)都产流^[8]。

2.3 研究方法

选取荆州地区历史上区域性洪涝灾害个例资料,运用水文模型计算土壤最大蓄水量、前期影响雨量及产流量,以致灾性强降水发生时旱地主要农作物生育期耐淹历时作为排涝时间,计算排涝模数作为需要排涝模数,以当前水利设施所具有的排涝能力作为实际排涝模数。利用实际排涝模数与需要排涝模数的比判定洪涝灾害是否发生以及发生程度,并与实际灾情进行比较分析。

3 前期影响雨量的计算

3.1 前期影响雨量计算公式

在降水形成径流的过程中,降水开始时土壤含水量的大小是影响径流形成的一个重要因素,但流域实际土壤含水量资料很少,故采用前期降水量折减值来表示土壤含水量指标,即前期影响雨量,记为 P_a ,其变化范围为 $0 \sim I_m$,实验资料表明^[8], P_a 与土壤含水量的实测值十分相符,因此,以 P_a 作为土壤含水量指标。利用水量平衡关系,可得前期影响雨量(P_a)的计算公式^[8]。

若 t 日无雨,则

$$P_{a,t+1} = KP_{a,t} \quad (1)$$

若 t 日有雨,则

$$P_{a,t+1} = K(P_{a,t} + H_t) \leq I_m \quad (2)$$

式(1)、(2)中, $P_{a,t+1}$ 代表 $(t+1)$ 日的前期影响雨量; $P_{a,t}$ 为 t 日的前期影响雨量; H_t 为 t 日的平均降水量; K 为土壤含水量折减指数,与土壤蒸发能力有关; I_m 为土

壤最大蓄水量。需要注意的是,式(1)、(2)中均假定降水全部渗入地下,并用 I_m 做上限控制,当 $P_{a,t} \geq I_m$ 时,则取 $P_{a,t} = I_m$ 。

降水过程全部选用区域性降水过程资料,故在计算过程中用点雨量近似代替面雨量,前期影响雨日定为 15 d。

3.2 土壤最大蓄水量(I_m)及折减指数(K)的确定

选取荆州地区历史上前期十分干旱后期区域普降暴雨(选取干旱报表的统计个例,干旱后期出现强降水(日降水量大于 50 mm)),并且无洪涝灾害产生的例子(久旱无雨过程中假定 $P_a = 0$,大雨后认为蓄满),计算各次降水量的平均值,作为土壤最大蓄水容量 I_m 。共选取 1960—2005 年荆州地区长期干旱后区域普降暴雨且无洪涝灾害产生的个例资料 5 个(1960 年 8 月 17 日,1961 年 6 月 8 日,1972 年 5 月 28 日,1961 年 9 月 2 日,1990 年 9 月 22—23 日),计算降水量平均值为 68 mm。利用荆州地区 E-601 型蒸发器 2003—2007 年观测的日蒸发值作为日蒸发能力(E)的近似值,同时分别按晴天、雨天计算出蒸发量月平均日值(表 1),按公式(3)计算折减系数^[8-9]:

$$K = 1 - \frac{E}{I_m} \quad (3)$$

表 1 荆州地区雨天和晴天月平均日蒸发量(单位:mm)

天气状况	月份								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
雨天	0.96	1.7	1.9	2.13	2.5	3.12	2.6	1.5	1.21
晴天	2.00	2.9	3.6	3.5	4.9	4.2	3.3	2.5	1.7

3.3 前期影响雨量的计算

由 I_m 、 K 以及前期 15 日的实际降水量,利用(1)、(2)式就能确定前期影响雨量 P_a 。

4 所需排模比值计算

4.1 个例的选取

利用荆州历史洪涝灾情资料(为了降水资料的代表性,剔除局地降水灾情个例,选取区域性强降水过程灾情资料),同时,为了避免灾情统计中出现重复现象,选取单次洪涝灾害个例,即强降水过程持续时间为 1~3 d 且前期无洪涝的个例。为此,共选取荆州地区历史上 8 个洪涝灾害个例资料。

4.2 排涝模数计算

由于江汉平原产流方式以蓄满产流模型为主,故采用蓄满产流模型计算产流量,按平均排除法计算排涝模数^[8]。

$$R = H - (I_m - P_a) \quad (4)$$

式中 R 为产流量, H 为洪涝过程实际降水量, I_m

为土壤最大蓄水量, P_0 为土壤含水量指标即前期影响雨量。当 $R > 0$, 说明降水过程有径流产生, 如果 $R \leq 0$, 即说明不产流。

需要排涝模数的计算式如下^[6]:

$$M_x = \frac{R}{(86.4T)} \quad (5)$$

其中 M_x 为需要排涝模数; T 为排涝天数; 86.4 为

单位换算系数。

按(1)、(2)、(3)式计算前期影响雨量 P_a , 以强降水发生时的江汉平原主要农作物耐淹历时作为排涝天数。从表 2 可见, 湖北省农作物除玉米在成熟期耐淹时较长外, 其余均在 1~2 d。作物耐淹水深及耐淹历时见表 2, 根据排涝时间对其进行需要排涝模数计算。

表 2 主要农作物耐淹水深和耐淹历时 *

作物种类	生育期	时间	耐淹水深/cm	耐淹历时/d
棉花	开花结铃期	5月下旬至7月中旬	5~10	1~2
	苗期—拔节期	4月中旬至6月上旬	2~5	1~1.5
春玉米	抽雄期	6月中至7月上旬	8~12	1~1.5
	孕穗灌浆期	6月下旬至8月中旬	8~12	1.5~2
	成熟期	8月上中旬	10~15	2~3
小麦	拔节—成熟期	3月上旬至5月下旬	5~10	1~2

* 表中生育期、耐淹水深、耐淹历时来源《农田排水工程技术规范》^[7], 而对应的生育期时间为作者标注的湖北省农作物相应的生育期时间。

4.3 实需排模比值

研究表明, 目前湖北省农田水利工程实际排涝能力仅达 5 年一遇降水标准^[10], 按照皮尔逊 Ⅲ 型分布计算, 荆州 5 年一遇最大日降水量为 90.5 mm, 按照主要农作物最长耐淹时间 2 d 计算, 按排涝模数的计算式: $M_s = R / (86.4T)$, 实际排涝模数 M_s 为 $0.5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ 。

实需排模比值为: $\delta = \frac{M_s}{M_x}$ (6)

对荆州地区 8 次区域性降水的计算结果见表 3。从中可见, 实需排模比值与洪涝灾害灾情的成灾面积关系对应很好, 与受灾面积关系不明显。受灾面积是灾害波及面的描述, 而成灾面积则更精确的描述了灾情的状况。这与实需排涝模比值考虑了排涝能力、作物生育期有关。在 8 次区域性降水过程中, 其中 1 次

$R < 0$, 即不产流; 有 2 次实需排模比值 $\delta > 1$, 按照定义, 应该不出现洪涝灾害, 从灾情记录中看出, 两次过程虽然都有受灾面积记录, 但成灾面积为零(表 3), 另外 5 例 δ 均小于 1, 表明有洪涝灾害发生, 即当 $0 < \delta < 1$ 时, 有不同程度的成灾面积出现。

另外, 1 个例乡镇降水量大但本站降水量偏少, 导致实需排模比值偏大, 如 1987 年 5 月 25 日的个例 δ 为 0.97, 对比实际灾情时发现, 实际受灾面积为 20 000 hm^2 , 明显偏大。经查实, 1987 年 5 月 26 日降水荆州站为 93.3 mm, 灾情记录中, 荆州区有 4 个乡(滩桥、资市、岑河、观音垱)降雨量达 180 mm。荆州站降水量明显偏少, 可见用点雨量代替面雨量计算的不足, 虽然为区域性降水, 依然呈现不均匀性。

表 3 荆州地区 8 次区域性降水实需排模比值与成灾面积

计算量	2002 年 4月5日	2004 年 7月7-19日	1991 年 5月21日	1969 年 7月11-12日	1979 年 6月4日	1973 年9月 5-6日	1962 年 6月23日	1987 年5月 26日
实需排模比值	0.67	1.1	2.67	0.59	0.34	0.72	(不产流)	0.97
成灾面积/ hm^2	253.5	0	0	8 671	13 340	6 003	0	20 000

5 结论与讨论

(1) 洪涝灾害是孕灾环境、致灾因子、承灾体共同作用的结果, 所以, 在评估洪涝灾害时, 仅仅考虑降水量是不够的, 实需排模比值能较客观的反映孕灾环境、致灾因子强度、承灾体特点、抗灾能力, 若用于定性分析, 可用于洪涝灾害的核灾工作。

(2) 通过降水发生的时间、主要作物的生育期、前期降水量资料, 计算需要排涝模数, 能较准确的判定

是否发生洪涝灾害。

(3) 目前的个例计算仅限于单次洪涝灾害个例, 即强降水过程持续时间为 1~3 d 及前期无洪涝的个例。但在灾害发生后, 连续出现少量降水也可能影响灾情, 同时, 在进行历史灾情数据处理时, 发现连续暴雨过程造成的灾害在灾情统计上存在重复现象, 怎样使用实需排模比值还有待解决, 同时用平均排除法^[8]计算的排涝模数, 忽略了极端雨强造成农作物超过耐淹水深的影响。

(4) 借助地理信息系统的强大空间分析功能及雷达估算降水,可以更精确的确定区域面雨量,在确定各区域不同地形土壤最大蓄水量后,将实况排模比值法用于洪涝灾害评估可以快捷地进行灾情核实和灾害评估。

参考文献:

- [1] 魏一鸣,杨存键,金菊良.洪水灾害分析与评估的综合集成方法[J].水科学进展,1999,10(1):25-30.
- [2] 周月华,郭广芬,邵未兰,等.基于水位和雨量的洪涝受灾面积评估模型研究[J].暴雨灾害,2007,26(4):323-327.
- [3] 张爱民,马晓群,杨太明,等.安徽省旱涝灾害及其对农作物产量影响[J].应用气象学报,2007,18(5):619-625.
- [4] 徐向阳,刘俊.水旱灾害损失评估系统[J].灾害学,1999,14(1):1-5.
- [5] 王腊春,江南,周寅康,等.太湖流域洪涝灾害评估模型[J].测绘科学,2003,28(2):35-38.
- [6] 欧阳惠.水旱灾害学[M].北京:气象出版社,2001:96-134.
- [7] 农田排水工程技术规范.SL/T4-1999 中华人民共和国行业标准[S].1999,附录 D.
- [8] 张子贤,拜存有.工程水文及水利计算[M].北京:中国水利水电出版社,2008:132-177.
- [9] 水利部长江水利委员会水文局,水利部南京水文水资源研究所.水利水电工程设计洪水计算手册[M].北京:水利水电出版社,1995:294-315.
- [10] 刘可群,陈正洪,周金莲,等.湖北省近 50 年来旱涝灾害变化及其驱动因素分析[J].华中农业大学学报,2010,29(3):326-332.