

易志学,潘齐平. 雷山县近 43 年降水型地质灾害特征及预报指标[J]. 陕西气象,2018(2):37-41.

文章编号:1006-4354(2018)02-0037-05

雷山县降水型地质灾害特征及风险预警指标

易志学¹,潘齐平²

(1. 雷山县气象局,贵州雷山 557199;2. 雷山县国土资源局,贵州雷山 557199)

摘要:根据雷山国土资源局提供的 1971—2013 年 43 a 整编地质灾害资料,结合气象、水文雨量站资料,统计分析降水型地质灾害特征,确定其气象风险等级预警定量指标。结果表明:雷山县降水型地质灾害多发,主要有永乐镇、方祥乡、大塘镇 3 个高发中心;雷山县 43 a 中降水型地质灾害多年平均为 3.4 次/a,年代际变化呈增加趋势,2001—2013 年降水型地质灾害增加趋势明显;月分布特征呈单峰型,6 月和 7 月为降水型地质灾害高峰期,占全年的 48.6%;发生时段主要在夜间,占总数的 72.4%,其中 05 时最多,04 时次之。根据前期降水与气象地质灾害的关系,将前 5 日累计降水量和前 24 h 降水量作为地质灾害气象风险等级预警定量指标。

关键词:地质灾害;降水;预警指标

中图分类号:P694

文献标识码:A

雷山县地处云贵高原丘陵盆地过渡的斜坡地带,地势东北高,西南低,境内以雷公山最高,海拔 2 178 m,最低海拔 480 m,境内山峦起伏,河谷纵深,地形破碎,切割深厚,河流下切冲刷强烈,地形复杂。雷公山与境内之猫鼻岭(海拔 1 620 m)、桥堂(海拔 1 763 m)、脚尧山顶(2 000 m)、雷公坪(2 041 m)呈西南—东北向分布。雷公山脉为长江水系与珠江水系分水岭。境内地形地貌复杂,地层岩性抗风化能力弱,岩结构破碎疏松。受季风和冷暖气流的影响,易发暴雨、干旱等气象灾害。根据贵州省地质灾害调查与区划实施细则^[1]划分,雷山县全县范围均为地质灾害高发区。陈百炼^[2-3]等人研究指出降水是诱发地质灾害的主要和关键的自然因素;黄懿^[4]、周益平^[5]、陈永仁^[6]等人研究指出地质灾害与当日及前期降水的关系主要有 3 种类型,即暴雨诱发型、多日中大雨诱发型和连阴雨诱发型;刘艳辉^[7]、余莲^[8]等人研究指出地质灾害的发生与降雨历时、降雨量及降雨雨型有密切关系,不同雨型的降雨诱发地质灾

害的诱发机制具有明显的差异性;高蕊^[9]、李明^[10]等人研究表明地质灾害与前 10 天累计降水量有明显的相关性;李亚丽^[11]等人研究表明短历时强降水也诱发气象地质灾害发生。在雷山由强降水诱发的气象地质灾害时有发生,由于特殊的地理位置,交通不便,农村人员居住较分散,80%以上的人口居住偏远的高寒地区,受气候、交通、信息的影响,防灾减灾的能力很弱,因此,地质灾害的发生给人民生命财产带来了较大损失。对雷山县近 43 a 由降水诱发的地质灾害特征进行统计分析,研究其与降水的关系,确定风险预警因子,有针对性地开展好气象服务,对防灾减灾工作具有重要意义。

1 资料及方法

气象资料由贵州省黔东南州专业气象台提供。地质灾害资料则由雷山县国土资源局以及雷山民政局提供,资料时长 43 a(1971 年 1 月 1—2013 年 12 月 31)。降水量资料采用雷山气象站 1971—2013 年降水观测资料统计分析与地质灾害相关的降水特征,还利用 2007—2013 年水文监

收稿日期:2017-01-05

作者简介:易志学(1984—),男,苗族,贵州黔西人,学士,工程师,从事天气预报工作。

基金项目:雷山县教育科技局青年基金(雷科合 LK[2017]19);雷山县降水型地质灾害发生临界雨量的研究

测资料和 2009—2013 年区域自动站资料,判断地质灾害的成灾原因。鉴于目前天气预报主要以 6 d 的预报准确率较高,统计出地质灾害发生当日前 24 h 的累计降水量(用 R_{24} 表示)、以及前 5 d 累计降水量(用 R_5 表示,不包括地质灾害发生当日前 24 h 降水),采用数理统计方法分析降水量与地质灾害的关系,使得地质灾害气象风险预警等级量化。

2 降水型地质灾害的特征分析

根据雷山县地质灾害资料和气象、水文雨量资料,分析灾害发生的原因发现,由气象因素诱发的样本共 152 次。其中,由大风造成的地质灾害 3 次、低温凝冻造成的地质灾害 1 次,共占总样本的 2.6%;降水诱发的样本为 148 次,占总样本数的 97.4%,称为降水型地质灾害,下面仅研究此类型地质灾害。

2.1 空间分布特征

表 1 为雷山县各乡镇降水型地质灾害发生情况。由表 1 可见:近 43 a 来,由降水而引发的地质灾害为塌方 70 次、滑坡 66 次、泥石流 12 次,经分析,致灾气象因素主要为强降水或连续降水。受特殊气候、地理条件的影响,雷山县降水型地质灾害多发,主要有 3 个高发中心:永乐镇最多为 24 次,年均 0.56 次;方祥乡 22 次,年均 0.51 次;大塘镇 21 次。

表 1 1971—2013 年雷山县各乡镇
降水型地质灾害发生频次

行政区	塌方/次	滑坡/次	泥石流/次	合计
郎德镇	6	6	1	13
丹江镇	7	7	1	15
西江镇	7	5	1	13
望丰乡	5	5	1	11
桃江乡	5	7	1	13
大塘镇	11	9	1	21
永乐镇	11	10	3	24
方祥乡	12	8	2	22
达地乡	6	9	1	16
合计	70	66	12	148

因雷公山脉呈西南—东北向,以雷公山为界,将雷山县地质灾害气象风险易发区分为三大区域。雷公山以东,以大塘、西江、郎德、丹江、望丰 5 个乡镇为主,这 5 个乡镇人口密度集中,经济、交通、旅游相对发达,植被面积相对较少,人类干扰因子较大,一旦发生强降水或连续降雨,极易发生地质灾害事件;雷公山以西,主要为方祥乡,该乡地理位置偏僻、交通不便,且降水丰富,防灾减灾的能力较弱;雷公山以南,以永乐、桃江、达地为主,这 3 个乡镇海拔垂直差异明显,地形破碎,切割深厚,河流下切冲刷强烈,也极易发生降水型地质灾害。

2.2 时间变化特征

2.2.1 年代际变化 雷山县 43 a 降水型地质灾害共计 148 次,平均 3.4 起/a,其年代际变化特征见表 2。

表 2 1971—2013 年雷山县降水型
地质灾害的年代际分布

年代	塌方/ 次	滑坡/ 次	泥石流/ 次	其他 /次	合计 /次	比例 /%
1971—1980 年	9	12	2	0	23	15.2
1981—1990 年	12	15	1	1	28	18.4
1991—2000 年	19	18	3	0	41	26.9
2001—2013 年	30	21	6	3	60	39.5
合计	70	66	12	4	152	100

由表 2 可知,雷山县 43 a 中降水型地质灾害发生频次呈增加趋势。1971—1980 年地质灾害为 23 次,占 43 a 降水型地质灾害总数的 15.2%;1981—1990 年为 28 次,占总数的 18.4%;1991—2000 年为 41 次,占总数的 26.9%。进入 21 世纪后,随着全球气候变化的影响,降水型地质灾害呈明显增加趋势,2001—2013 年,降水型地质灾害共 60 次,占总数 39.5%,平均 4.6 次/a,远高于 43 a 的平均水平。其中塌方发生频次增加最为明显,从 1971—1980 年 10 a 的 9 次增加到 2001—2013 年的 30 次,滑坡从 12 次增加到 21 次。更值得关注的是近年来因全球气候变暖,由大风等气象因素影响而导致的局地气象地质灾害也呈明显增多趋势。

2.2.2 月变化 图1给出了1971—2013年雷山县降水型地质灾害与月平均降水量的月变化。由图1可看出,降水型地质灾害月变化特征为单峰型;主峰在6月,共发生37次,平均0.86次/a;7月次之,共35次,平均0.81次/a。6月和7月发生共为72次,占全年的48.6%。

由图1可看出,降水型地质灾害与月平均降水量月变化特征相似。4—10月是雷山县的汛期,降水量占全年的83.4%;由降水引发的地质灾害主要发生在4—10月,占全年的91.9%。特别是夏季,暖湿气流旺盛,对流性天气相对多发,易出现强降水,因此易引发地质灾害。

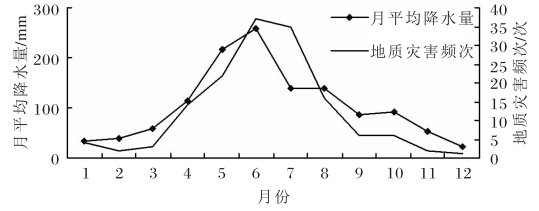


图1 1971—2013年雷山县地质灾害频次与月平均降水量月变化

2.2.3 日变化 图2为雷山县1971—2013年降水型地质灾害的日变化。由图2可看出,降水型地质灾害主要发生在夜间(20—08时),共为110次,占总数的74.3%;白天(08—20时)发生的共38起,占总数的25.7%。

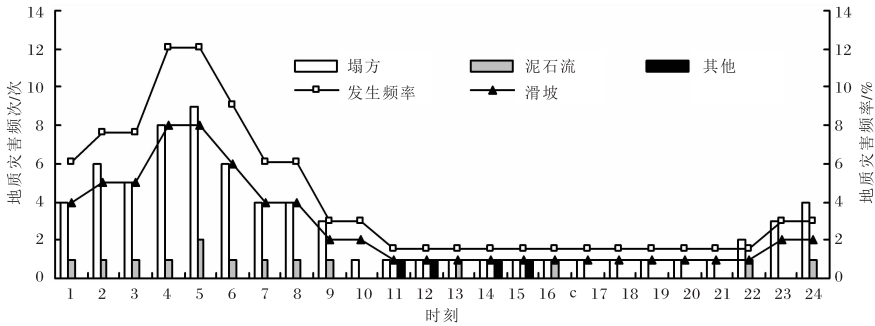


图2 1971—2013年雷山县地质灾害日变化特征

夜间发生的降水型地质灾害又主要集中在01—06时,以05时最多,为19次,占夜间总数的17.3%;其次为04时,共发生17次,占夜间总数的15.5%。夜间发生的降水型地质灾害以塌方和滑坡为主。从诱发地质灾害的原因来看,雷山夜间强降水的多发性非常明显,随着夜间降水强度的增大,地质灾害夜间多发性的特点更为突出。

3 降水型地质灾害的定量预警指标

3.1 前期降水与地质灾害的关系

以往,一般只是针对暴雨临近几小时或者已出现强降水才发布地质灾害预警信息。研究发现,降水型地质灾害的发生不仅与发灾当日短历时强降水雨量有关,而且和前期长历时强降水的累计量也有关系^[12],若仅用当日短历时强雨量作预报因子,则漏报的概率较大,显然不能满足预报业务要求。因此,同时统计计算了43 a雷山县前5日累计降水量(R_5)和当日前24 h降水量(R_{24})

与地质灾害发生概率的关系(见表3)。

由表3可看出,降水型地质灾害的发生不仅与 R_{24} 有关之外,还与 R_5 有着很大关系。当 R_{24} 愈大时,即使 R_5 很小,地质灾害发生概率同样很大;当 R_5 愈大时,即使 R_{24} 很小,地质灾害发生概率同样也很大。当 R_{24} 为大雨时,随着 R_5 的增大,地质灾害发生概率增大为26.2%以上;当 R_{24} 为暴雨时,地质灾害发生概率达80.0%以上,而当 R_{24} 达到大暴雨标准时,地质灾害发生概率高达96.7%。在 $R_5 \geq 50$ mm时,地质灾害发生概率达50.0%以上,而在 $R_5 \geq 75$ mm时地质灾害发生概率高达100%。在 $R_5 \geq 50$ mm同时 R_{24} 为暴雨时,地质灾害发生的概率为90.0%以上;在 $R_5 \geq 50$ mm同时 R_{24} 为大暴雨时,地质灾害发生的概率为100%。可见,在实际业务中,在前期累计降水较大的情况下,必须严密监视天气变化,如果日降水量有可能出现暴雨,则发生地质灾害的风险高。

表3 雷山县前5日累计降水(R_5)和当日前24h累计降水(R_{24})与地质灾害发生概率

R_{24} 等级	R_5 /mm	地质灾害发生的概率 /%	R_5 /mm	R_{24} 等级	地质灾害发生的概率 /%
小雨	$R_5 \geq 25$	0.1	$R_5 \leq 25$	小雨	0.00
	$R_5 \geq 50$	51.3		中雨	0.1
	$R_5 \geq 75$	54.6		大雨	26.6
	$R_5 \geq 100$	84.2		暴雨	75.5
	$R_5 \geq 150$	91.7		大暴雨	100.00
中雨	$R_5 \geq 25$	0.6	$25 \leq R_5 < 50$	小雨	0.2
	$R_5 \geq 50$	52.4		中雨	0.6
	$R_5 \geq 75$	84.0		大雨	33.9
	$R_5 \geq 100$	86.7		暴雨	85.7
	$R_5 \geq 150$	92.6		大暴雨	96.7
大雨	$R_5 \geq 25$	26.2	$50 \leq R_5 < 75$	小雨	50.00
	$R_5 \geq 50$	73.2		中雨	77.8
	$R_5 \geq 75$	77.9		大雨	83.3
	$R_5 \geq 100$	91.7		暴雨	100.00
	$R_5 \geq 150$	100		大暴雨	100.00
暴雨	$R_5 \geq 25$	80.0	$75 \leq R_5 < 100$	小雨	99.1
	$R_5 \geq 50$	90.0		中雨	100.00
	$R_5 \geq 75$	82.6		大雨	100.00
	$R_5 \geq 100$	93.8		暴雨	100.00
	$R_5 \geq 150$	100.0		大暴雨	100.00
大暴雨	$R_5 \geq 25$	96.7	$R_5 \geq 100$	小雨	100.00
	$R_5 \geq 50$	100.0		中雨	100.00
	$R_5 \geq 75$	100.0		大雨	100.00
	$R_5 \geq 100$	100.0		暴雨	100.00
	$R_5 \geq 150$	—		大暴雨	—

3.2 地质灾害气象风险等级预警指标的确定

根据国家国土资源部和中国气象局的联合规定,地质灾害气象风险预警分为4级,依据雷山县28个区域自动气象站监测数据,结合雷山县地质情况和表3,确定降水型地质灾害的风险等级预警指标。经统计分析雷山县降水与地质灾害的资料,将 R_5 以及 R_{24} 作为预报因子,确定降水型地质灾害风险等级定量预警指标(表4)。

表4 雷山县降水型地质灾害气象风险等级定量预警指标

R_5 /mm	R_{24} 等级				
	小雨	中雨	大雨	暴雨	大暴雨
$R_5 < 25$	四级	三级	二级	一级	一级
$25 \leq R_5 < 40$	三级	二级	一级	一级	一级
$40 \leq R_5 < 75$	二级	一级	一级	一级	一级
$75 \leq R_5 < 100$	一级	一级	一级	一级	一级
$R_5 \geq 100$	一级	一级	一级	一级	一级

由表 4 可看出, R_5 及 R_{24} 的累计降水与地质灾害发生的气象风险程度有着密切关系。当 R_{24} 等级增大时, 地质灾害气象风险等级也相应增大; 而当 R_5 增大时, 地质灾害气象风险等级也相应增大; 当在 R_5 与 R_{24} 等级同时增大时, 地质灾害气象风险等级明显增加。因此, 预报员可依据每天未来 24 h 降水量预报和前 5 d 的累积降水量, 参照此指标预报地质灾害气象风险预警等级。在预报未来几天有持续性强降水时, 利用此预警指标可以提前做出地质灾害气象风险预警等级, 为防灾减灾争取更多时间。

雷山县地形多变, 境内山峦起伏, 河谷纵深, 地形破碎, 切割深厚, 河流下切冲刷强烈, 地形复杂, 各地地质条件不尽相同, 有些地区降水量并不大但可能诱发气象地质灾害, 另外一些地区则可能降水多也不诱发气象地质灾害。因此仅依据降水指标存在不足, 今后还需进一步研究, 充分考虑地质条件和人类活动等因素, 对指标加以修正。

4 小结与讨论

(1) 雷山县降水型地质灾害多发, 主要有 3 个高发中心: 永乐镇年均 0.56 次; 方祥乡年均 0.51 次; 大塘镇年均 0.49 次。

(2) 雷山县 43 a 中降水型地质灾害共发生 148 次, 多年平均为 3.4 次/a。年代际变化呈明显增加趋势, 2001—2013 年降水型地质灾害增加趋势明显, 共发生 60 次, 占总数的 39.5%。降水型地质灾害主要为塌方, 其次为滑坡, 泥石流最少。

(3) 雷山县降水型地质灾害月变化呈单峰型, 主峰在 6 月, 7 月次之; 主要发生在夜间, 集中在 01—06 时, 05 时最多, 其次为 04 时。

(4) 前期降水 R_5 及 R_{24} 与地质灾害发生的有着密切关系, 可作为降水型地质灾害气象风险等级预警定量标准。当预报 R_5 及 R_{24} 较大时, 可提前做出地质灾害风险等级的预警, 为防灾减灾争取时间。

(5) 给出的降水型地质灾害气象风险预警定量指标, 仅仅考虑了地质灾害资料和气象、水文雨量的影响, 在实际应用中, 还有充分考虑地貌植被、人类活动、土壤结构等诸多因素, 对预警等级加以订正。

参考文献:

- [1] 贵州省地质局. 贵州省地质灾害调查与区划基本要求[M]. 北京: 人民教育出版社, 2002: 46-48.
- [2] 陈百炼, 杨胜元, 杨森林, 等. 基于 GIS 的地质灾害气象预警方法初探[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2005, 15(3): 306-312.
- [3] 陈百炼. 降水诱发地质灾害的气象预警方法研究[J]. 贵州气象, 2002, 22(5): 17-18.
- [4] 黄懿, 代春梅. 基于 GIS 技术的乐山市暴雨洪涝灾害风险区划研究[J]. 高原山地气象研究, 2014, 34(1): 62-67.
- [5] 周益平, 陈涛, 贺中华, 等. 衡阳市降水型地质灾害潜势预报预警方法初探[J]. 防灾科技学院学报, 2010(4): 57-61.
- [6] 陈永仁, 师锐, 代涛, 等. 四川盆地“7·7”极端暴雨事件的多尺度观测分析[J]. 高原山地气象研究, 2014, 34(3): 10-16.
- [7] 刘艳辉, 唐灿, 李铁锋, 等. 地质灾害与降雨雨型的关系研究[J]. 工程地质学报, 2009, 17(5): 656-661.
- [8] 余莲, 封彩云. 近几十年青藏高原热源影响西南地区夏季降水的研究进展[J]. 高原山地气象研究, 2015, 35(4): 91-95.
- [9] 高蕊, 韩姗姗, 贺彦兵. 榆林市地质灾害气象预报方法初探[J]. 陕西气象, 2011(1): 40-42.
- [10] 李明, 高维英, 杜继稳. 陕西黄土高原诱发地质灾害降雨临界值研究[J]. 陕西气象, 2010(5): 1-5.
- [11] 李亚丽, 雷向杰, 余鹏. 陕西短历时降水极值特征和致灾性分析[J]. 陕西气象, 2016(4): 18-23.
- [12] 赵世发, 王俊, 杜继稳, 等. 秦巴山区地质灾害成因及预报预警[J]. 气象科技, 2010, 38(2): 263-269.