

日最大降水量与时最大降水量于台湾地区 频率分析适用性之研究^{*}

汤佳雯, 李锦育

(屏東科技大学 水土保持系, 台湾 屏东 91201)

摘 要:在台湾地区地形、环境特殊的情况下,再加上气候等因素,导致灾害频仍,而发生灾害之主因以降雨为主,故针对日最大降水量及时最大降水量进行频率分析,依气象站所设 21 个气象站分北、中、南、东 4 区域为分析对象,分析采用常态分布法、对数常态分布法、极端值第 1 类分布、皮尔逊第 3 类分布及对数皮尔逊第 3 类分布 5 种分布。以 5 种不同之频率分析方式求得各频率年(5, 10, 50, 100, 200 a)之分析数值,再利用标准差检定法,寻求标准偏差最小之数值。由研究结果得知:无论是以日最大降雨量或时最大降雨量而言,台湾全区皆建议采用对数皮尔逊第 3 类分布作为频率分析之推估。

关键词:频率分析; 日最大降水量; 时最大降水量

中图分类号: P426.6

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)06-0276-06

Maximum Rainfall in One Day and Maximum Rainfall in One Hour for the Applicability of Frequency Analysis Research in Taiwan Area

TAN G Chia-wen, LEE Chin-yu

(Department of Soil and Water Conservation, Pingtung University of Science and Technology, Pingtung,
Taiwan 91201, China)

Abstract: Under the exceptional circumstances with climate and other factors, led to frequent disasters in Taiwan, and the rainfall is the mainly factors of the occurrence of major disasters. According to the Central Meteorological Bureau at 21 weather stations distributed in northern, central, south, and east regions of Taiwan, undertake the frequency analysis for the maximum rainfall in one day and maximum rainfall in one hour, to analyze five different methods of frequency analysis, such as: the normal distribution, logarithmic normal distribution, the Extreme-value type I distribution, Pearson type III, log-Pearson type III distribution. To obtain the different return periods (5, 10, 50 or 100 years, 200 years), the standard deviation of the minimum value, for a suitable theory of the distribution. Results showed that: whether the maximum rainfall in one day or the maximum rainfall in one hour, the Taiwan region are proposed for the distribution of Pearson type III to estimate frequency analysis.

Key words: frequency analysis; maximum rainfall in one day; maximum rainfall in one hour

台湾山多平原少、地狭人稠,导致寸土必争,山坡地的土地开发超限利用,由于台湾地形陡峻及地质脆弱之特性,再加上台风、豪雨频繁,使得地表上的冲蚀作用盛行,产生大量砂石淤塞河道或引发土石淹没田园、房舍等灾害频传,发生灾害之情况下,以降雨为主要因素,又因各工程之需要不同,所需取择之频率分析之雨量皆不同,故本文针对日最大降

水量及时最大降水量进行水文频率分析,并依气象站所设 21 个气象站分北、中、南、东 4 区域为分析对象,分析采用常态分布法(Normal distribution)、对数常态分布法(log - Normal)、极端值第 1 类分布(Extreme Value)、皮尔逊第 3 类分布(Pearson Type III)及对数皮尔逊第 3 类分布(log - Pearson Type III),等 5 种分布,利用标准差检定法,进行适合性检定,以寻求最适

^{*} 收稿日期: 2009-08-16

作者简介: 汤佳雯(1986 -), 女, 台湾苗栗人, 硕士研究生, 主要研究方向为水文分析与流域管理。E-mail: y0510mm@yahoo.com.tw

通信作者: 李锦育(1959 -), 男, 台湾宜兰人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为流域管理与生态工程。E-mail: cylee@mail.npust.edu.tw

合之理论分布。次将各站所得最适分布,依频率分析方法,求算其在各回归周期:5,10,25,50,100,200 a 之水文量值;同时利用频率分析所得雨量绘制等雨量线图,以供今后从事各种水文分析计算及规划时选用频率分析公式时的参考。

1 研究基础

分析台北市山坡地区之雨量站网,利用 Kriging 法计算雨量于空间上之变异性关系并采用,估计误差变异数分析作为雨量站设计之依据,经评估计算后,建议于台北市山坡地区增设 7 个雨量测站^[1]。无论是对一日最大降水量或一小时最大降水量而言^[2],台湾全区皆建议采用对数皮尔逊第 3 类分布作为频率分析之推估。而频率分析过程中,应考量有些测站年期皆在 80 a 以上,可能会因仪器或人为纪录的误差,而造成结果误差。利用各雨量站最大一日暴雨统计资料^[3],进行频率分析。频率分析选取之机率分布,分别为极端值第一类分布、常态分布、对数常态分布、对数皮尔逊第 3 类分布及皮尔逊第 3 类分布。针对回归周期为 5,10,25,50,100,200 a,计算最大一日暴雨量,分析结果显示上述 5 种机率分布对所有样本数列并不具有绝对的最佳适合性,故以标准误差 (SE) 做密合度检讨比较,选择标准误差 (SE) 最小之机率分布频率分析结果。以时间序列回归模型进行分析^[4],其结果发现,近百年来台湾地区年雨量以东部、北部呈明显增加趋势,西南呈减少趋势,但不明显。

2 研究材料与方法

研究采用台湾所属气象站所设之 21 个气象站为分析对象,并以分区之方式(北、中、南、东),针对一日最大降水量及一小时最大降水量进行水文频率分析。近年之水文分析分为定率方式及序率方式。前者为应用数理方式构成最佳水为模式,以模拟自然界复杂之水文现象;后者则对纯统计方法,由过去之水文实测记录,归纳其特性,并依此推估未来最可能发生之水文情形,本研究采序率方法进行分析。其频率分析之程序一般为:(1)水文资料之处理;(2)资料序列之选择;(3)重现期距;(4)绘点。有关最大水文量频率分析(如暴雨、洪水频率),常用的方法为下列类型:

(1) 常态分布法 (Normal distribution)

(2) 对数常态分布法 (Logarithmic normal distribution)

(3) 皮尔逊第 3 类分布 (Pearson Type distribution)

(4) 极端值第 1 类分布 (Extreme Value Type distribution)

(5) 对数皮尔逊第 3 类分布 (Logarithmic Pearson Type distribution)

研究分析采上述 5 种方法;其频率分析之公式如式(1)。

$$Q_T = M + K_T \cdot S \quad (1)$$

式中: Q_T ——回归周期 T 之水文量; M ——水文资料之均数; S ——水文资料之标准偏差; K_T ——频率因子,其回归周期 T 及机率分布之函数。

标准差检定:其为每一个别量测值对其均数偏差平方之均数平方根如式(2)。

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{x})^2}{N}} \quad (2)$$

式中: S ——标准差; \bar{x} ——样本平均数; n ——样本大小。

研究区域相关位置及测站基本资料(如表 1),研究将分为北部 6 站(基隆、淡水、台北、竹子湖、鞍部、新竹)、中部 6 站(台中、嘉义、日月潭、阿里山、玉山、梧栖)、南部 3 站(台南、高雄、恒春)、东部 6 站(宜兰、花莲、成功、台东、大武、苏澳),共计 21 个测站。

3 结果与讨论

3.1 区域分析

(1) 台湾地区日最大降水量各地区之频率方法分布,由表 2 及表 3 可得知:北部地区对数常态分布法、皮尔逊第 3 类分布、对数皮尔逊第 3 类分别占了 33.3%,并无特别明显之适用性;中部地区适用于对数皮尔逊第 3 类分布占 66.7%,较适合台湾地区日最大降水量频率分析之推估;南部地区适用于对数皮尔逊第 3 类分布占 66.7%;东部地区适用于对数皮尔逊第 3 类分布占 66.7%;以全台湾地区而言,对数皮尔逊第 3 类分布占 54.5%,故对数皮尔逊第 3 类分布较适合台湾地区之频率分析推估,分析结果与前人研究相符^[6]。

台湾地区时最大降水量各地区之频率方法分布,如表 4 及表 5 得知:北部地区适用于对数皮尔逊第 3 类分布占 50%较适合台湾地区时最大降水量频率分析之推估;中部地区较适合之分析方式为对数皮尔逊第 3 类分布占 50%;南部地区以及东部地区皆适用于对数皮尔逊第 3 类分布皆占 66.7%;以全台湾地区而言,对数皮尔逊第 3 类分布占 57.1%,故对数皮尔逊第 3 类分布较适合台湾地区时最大降水量之频率分析推估,分析结果与前人研究相符^[6]。

表 1 各气象站基本情况一览表

区域	测站	北纬	东经	测站海拔高/m	创立年份	记录年限/a
北区	基隆	25 08 05	121 43 55	26.7	1946	106
	淡水	25 09 56	121 26 24	19.0	1942	106
	台北	25 02 22	121 30 24	5.3	1896	112
	竹子湖	25 09 53	121 32 10	607.1	1937	63
	鞍部	25 11 11	121 31 12	825.8	1937	62
	新竹	24 49 48	121 00 22	34.0	1991	79
中区	台中	24 08 50	120 40 33	34.0	1896	112
	嘉义	23 29 51	120 25 28	26.9	1968	76
	日月潭	23 52 58	120 53 59	1014.8	1941	67
	阿里山	23 30 37	120 48 18	2413.4	1933	75
	玉山	23 29 21	120 57 06	3844.8	1943	57
	梧栖	24 15 31	120 30 54	31.7	1976	32
南区	台南	23 02 22	120 13 43	13.8	1897	112
	高雄	22 34 04	120 18 28	2.3	1931	77
	恒春	22 00 19	120 44 16	22.1	1896	112
东区	宜兰	24 45 56	121 44 52	7.2	1935	73
	花莲	23 58 37	121 36 17	16.0	1910	108
	成功	23 05 57	121 21 55	33.5	1940	69
	台东	22 45 14	121 08 47	9.0	1901	108
	大武	22 21 27	120 53 44	8.1	1940	69
	苏澳	24 36 06	121 51 51	24.9	1981	27

表 2 日最大降水量各地区之频率方法分布统计

区域	项目	Normal	log - Normal	EVI	PTIII	Log - PTIII
北部	站数	0	2	0	2	2.0
	比例/ %	0	33.3	0	33.3	33.3
中部	站数	0	1.0	1.0	0	4.0
	比例/ %	0	16.7	16.7	0	66.7
南部	站数	0	0	0	1.0	2.0
	比例/ %	0	0	0	33.3	66.7
东部	站数	0	1.0	1.0	0	4.0
	比例/ %	0	16.7	16.7	0	66.7

3.2 记录年期比较分析

3.2.1 日最大降水量记录年期 由表 6 可得知,以日最大降水量记录年期而言,长期记录年期(81 a 以上),建议频率分析方式采用对数皮尔逊第 3 类分布(占 50 %);中期记录年期(51 ~ 80 a),建议频率分析方式采用对数皮尔逊第 3 类分布(占 63.6 %);短期记录年期(50 a 以下)则无一定之适用性。

3.2.2 时最大降水量记录年期 由表 7 可得知:以时最大降水量记录年期而言,长期记录年期(81 a 以上),建议频率分析方式采用对数皮尔逊第 3 类分布(占 50 %);中期记录年期(51 ~ 80 a),建议频率分析方式采用对数皮尔逊第 3 类分布(占 63.6 %);短期记录年期(50 a 以下)则无一定之适用性。

表 3 日最大降水量频率分析方法结果分布

区域	测站	Normal	log - Normal	EVI	PTIII	log - PTIII
北区	基隆					
	淡水					
	台北					
	竹子湖					
	鞍部					
	新竹					
中区	台中					
	嘉义					
	日月潭					
	阿里山					
	玉山					
	梧栖					
南区	台南					
	高雄					
	恒春					
东区	宜兰					
	花莲					
	成功					
	台东					
	大武					
	苏澳					
比例/ %		0	19.0	9.5	14.3	54.5

表 4 时最大降水量各地区之频率方法分布统计表						
区域	项目	Normal	log - Normal	EVI	PTIII	log - PTIII
北部	站数	0	0	2	1	3.0
	比例/ %	0	0	33.3	16.7	50.0
中部	站数	1.0	0	1.0	1.0	3.0
	比例/ %	16.7	0	16.7	16.7	50.0
南部	站数	0	0	1.0	0	2.0
	比例/ %	0	0	16.7	0	66.7
东部	站数	0	1.0	0	1.0	4.0
	比例/ %	0	16.7	0	16.7	66.7

3.3 海拔高度比较分析

3.3.1 日最大降水量 由表 8 得知 : 高海拔以及中海拔无一定之分布 , 低海拔 (500 m 以下) 建议频率分析方式采对数皮尔逊第 3 类分布 (占 62.5 %) 较为适合。

3.3.2 时最大降水量 由表 9 得知 : 高海拔 (1 500 m 以上) 建议频率分析方式采用对数皮尔逊第 3 类分布 (占 100 %) ; 中海拔 (501 ~ 1 499 m) 采用对数皮尔逊第 3 类分布 (占 66.7 %) ; 低海拔 (500 m 以下) 建议频率分析方式采用对数皮尔逊第 3 类分布 (占 50 %) 较为适合 , 由此表可明显发现对数皮尔逊第 3 类分布较适合台湾地区之频率分析。

表 5 一小时最大降水量频率分析方法结果分布						
区域	测站	Normal	log - Normal	EVI	PTIII	log - PTIII
北区	基隆					
	淡水					
	台北					
	竹子湖					
	鞍部					
中区	新竹					
	台中					
	嘉义					
	日月潭					
	阿里山					
南区	玉山					
	梧栖					
	台南					
	高雄					
	恒春					
东区	宜兰					
	花莲					
	成功					
	台东					
	大武					
	苏澳					
比例/ %		4.8	4.8	19.0	14.3	57.1

表 6 日最大降水量记录年期						
记录期距	长期记录年期 (81 a 以上)	比例/ %	中期记录年期 (51 ~ 80 a)	比例/ %	短期记录年期 (50 a 以下)	比例/ %
Normal		0		0		0
log - Normal	淡水、台东	25	玉山	9.1		0
EVI		0	日月潭	9.1	梧栖	50
PTIII	基隆、台南	25	竹子湖、新竹	18.2		0
log - PTIII	台北、台中、恒春、 花莲	50	鞍部、嘉义、高雄、阿里山、 宜兰、成功、大武	63.6	苏澳	50

表 7 小时最大降水量记录年期					
记录期距	长期记录年期 (81 a 以上)	比例/ %	中期记录年期 (51 ~ 80 a)	比例/ %	
Normal		0		0	
log - Normal	台东	12.5		0	
EVI	台北、台中、 恒春	37.5	竹子湖	9.1	
PTIII		0	新竹、嘉 义、成功	27.3	
log - PTIII	基隆、淡水、 台南、花莲	50.0	鞍部、日月 潭、玉山、 阿里山、高 雄、宜兰、 大武	63.6	

3.4 各频率年之年等雨量分析图

3.4.1 日最大降水量 由图 1(a - f) 等雨量分析 , 可了解台湾地区日最大降水量之雨量分布 , 雨量大多集中在中部山区以及北部山区 , 以海拔高度而言 , 海拔越高 , 则雨量越充沛 , 因受限于地形、纬度等外在因子影响 , 造成山区雨量较充沛 , 反之平地之非山区地区 , 则雨量较少。雨量较多的地区为玉山、阿里山、鞍部、基隆、苏澳等 , 雨量可高达 550 mm 以上。台中、新竹以至高屏一带亦为少雨地区 , 雨量约 250 ~ 300 mm。

3.4.2 时最大降水量 由图 2(g - l) 等雨量分析 , 可了解台湾地区时最大降水量之雨量分布 , 从图中可明显看出南部地区之降雨量多于北部地区之趋势 , 而西半部地区之降雨量又以新竹测站降雨量明

显偏少,而玉山测站雨量偏少的原因,乃因玉山已在 雨量丰沛的情形,由此现象可印证台湾地区降雨时
中云层以上的原因,因此造成雨量不及其他山区之 空分布不均的情形极为明显。

表 8 日最大降水量海拔高度分析

海拔高度	高海拔 (1500 m 以上)	比例/ %	中海拔 (501 ~ 1499 m)	比例/ %	低海拔 (500 m 以下)	比例/ %
Normal		0		0		0
log - Normal	玉山	50		0	淡水、台东	12.5
EVI		0	日月潭	33.3	苏澳	6.3
PTIII		0	竹子湖	33.3	基隆、新竹、台南	18.8
log - PTIII	阿里山	50	鞍部	33.3	台北、宜兰、台中、花莲、嘉义、成 功、梧栖、高雄、大武、恒春	62.5

表 9 时最大降水量海拔高度分析

海拔高度	高海拔 (1500 m 以上)	比例/ %	中海拔 (501 ~ 1499 m)	比例/ %	低海拔 (500 m 以下)	比例/ %
Normal		0		0	梧栖	6.3
log - Normal		0		0	台东	6.3
EVI		0	竹子湖	33.3	台北、台中、恒春	18.8
PTIII		0		0	新竹、嘉义、成功	18.8
log - PTIII	阿里山、玉山	100	鞍部、日月潭	66.7	淡水、基隆、宜兰、苏澳、花莲、台 南、高雄、大武	50

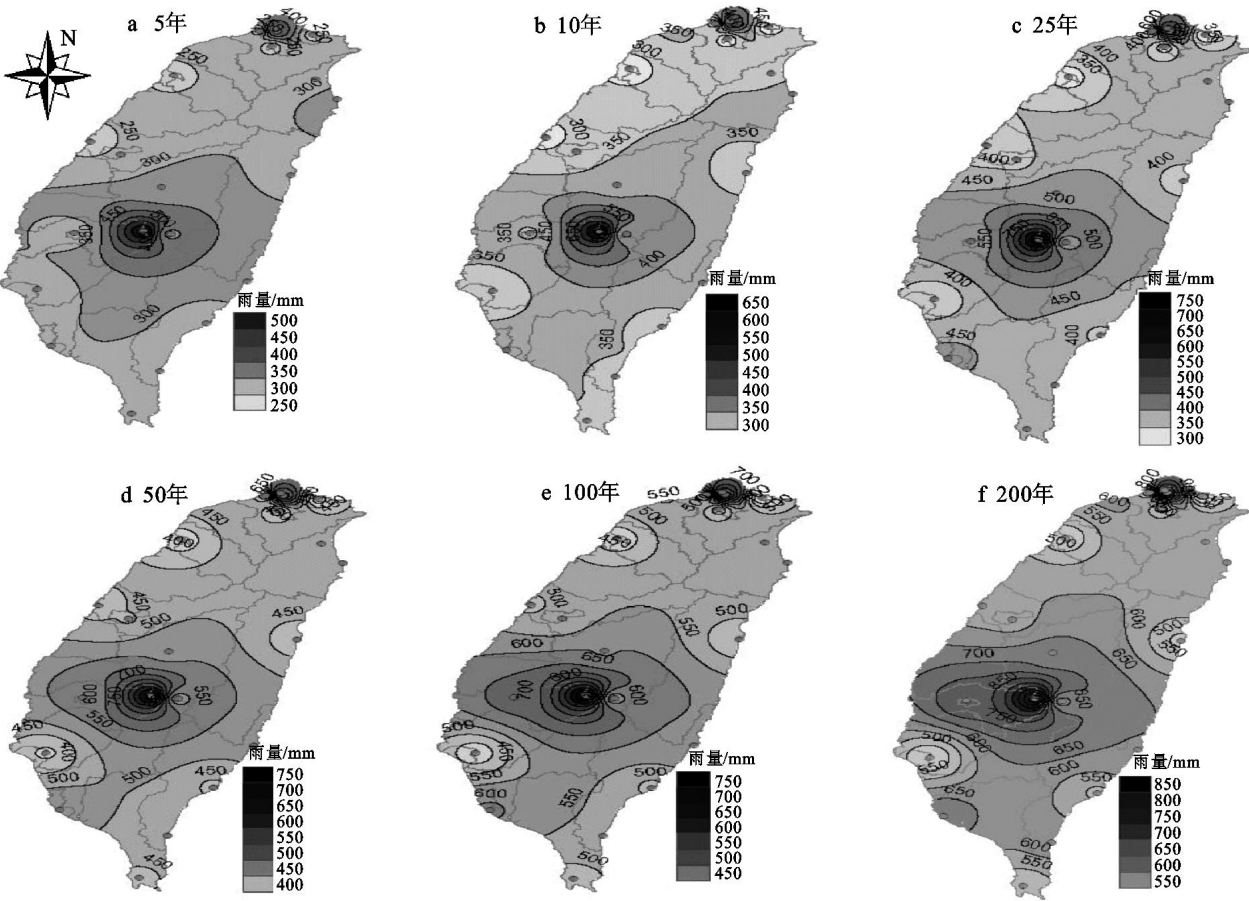


图 1 日最大降雨量分析

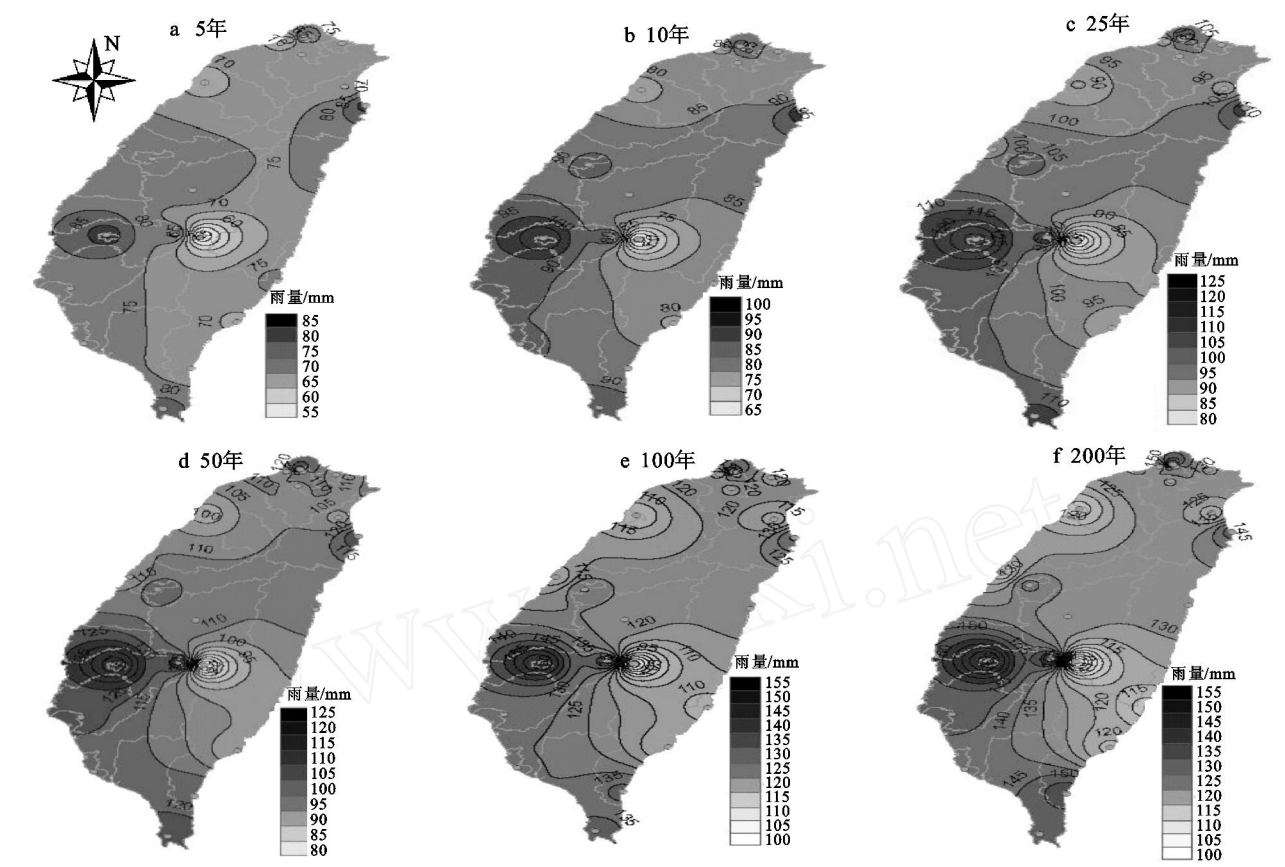


图 2 时最大降雨量等雨量分析

4 结 论

(1) 以日最大降雨量而言,台湾全区建议采用对数皮尔逊第 3 类分布作为频率分析之推估。北部地区则无一定分布,中部地区适用于对数皮尔逊第 3 类分布(占 66.7 %)较适合台湾地区日最大降水量频率分析之推估,南部地区适用于对数皮尔逊第 3 类分布,东部地区适用于对数皮尔逊第 3 类分布。

(2) 以时最大降雨量而言,台湾全区建议采用对数皮尔逊第 3 类分布作为频率分析之推估。北部地区适用于对数皮尔逊第 3 类分布,中部地区较适合之分析方式为对数皮尔逊第 3 类分布,南部地区以及东部地区皆适用于对数皮尔逊第 3 类分布。

(3) 鞍部、阿里山、高雄、宜兰、花莲、大武 6 个测站无论是日最大降水量或时最大降水量皆以对数皮尔逊第 3 类分布较为适合频率分析之推估;新竹测站无论是日最大降水量或时最大降水量皆以皮尔逊第 3 类分布最为适合;台东测站无论是日最大降水量或时最大降水量皆以对数常态分布最为适合。

(4) 以日最大降水量记录年期以及时最大降水量记录年期而言,长期记录年期(81 a 以上),建议频率分析方式采用对数皮尔逊第 3 类分布(50 %);中期记录年期(51 ~ 80 a),建议频率分析方式采用对

数皮尔逊第 3 类分布(占 63.6 %);短期记录年期(50 a 以下)则无一定之适用性。

(5) 以海拔高度分析小时最大降水量而言,高海拔(1 500 m 以上)建议频率分析方式采对数皮尔逊第 3 类分布(占 100 %);中海拔(501 ~ 1 499 m)采用对数皮尔逊第三类分布(占 66.7 %);低海拔(500 m 以下)建议频率分析方式采对数皮尔逊第 3 类分布(占 50 %)较为适合,由此可明显发现对数皮尔逊第 3 类分布较适合台湾地区之频率分析。

参考文献:

[1] 王如意,易任.应用水文学(下册)[M].台北:茂昌图书,1983:179-262.

[2] 林国峰,陈儒贤,陈明杰.台北市山坡地区之雨量站网分析[J].台湾水利,2000,4(8):34-40.

[3] 李锦育,张展华.台湾地区水文频率分析之研究[C]//第十三届水利工程研讨会论文集.2002:144-149.

[4] 李顺敏,许文祥,杨智尧.山坡地开发水文容受力之探讨[J].中华技术杂志,2003,(http://www.ceci.org.tw/book/57/ch57.htm).

[5] 赖栗苇,姜善鑫.台湾地区之降雨变迁分析[J].中华水土保持学报,2003,(2)34:161-170.

[6] 李锦育,张展华.高屏地区水文频率分析之研究[C]//中国农业工程学会 2002 年年会暨研讨会论文集.2002:49-54.