

石垣地方の降雨傾向

株式会社 沖橋エンジニアリング
大塚 祐治

1. はじめに

これまでに沖縄気象台の降雨資料(那覇と名護)を用いて沖縄本島の降雨傾向を把握しました。那覇より名護の方が雨が多いと思っていましたが、集中豪雨の総量は那覇の方が多いことは意外な結果でした。以下に那覇と名護の降雨状況を記載します。

- - 那覇と名護の降雨傾向 - -

6月と9月に雨が多く、その量が近年(平成10年以降)では増えてきている。

発生件数は那覇67回に対し名護が49回であり、那覇の方が20回程度多い。

集中豪雨の総量およびピーク時の時間雨量ともに那覇の方が多い。

集中豪雨が発生した場合の降雨継続時間は、那覇も名護も同じ程度である。

雨の降る回数は名護の方が多い(月平均の降雨日数は那覇が11.7日に対し名護は12.8日である)。

那覇と名護に大雨注意報が同じ日に発生(同時に発生)されたのは、33年間で12回ある。

このうち9回は、近年12年間に集中している。

同時に発生されると被害が及ぶような大雨(総雨量が200mm以上)となる確率が高い。

那覇の降雨パターンはピーク時間雨量が2回発生することである。名護は1回である。

今回は、石垣観測所のデータ(インターネットより抽出)を用いて同様な降雨傾向を把握することにしました。その結果、那覇の降雨とは違いがあるようです。

- - 石垣地方の特徴と那覇との違い - -

発生件数は70回で、那覇67回とほぼ同じ発生回数である。

那覇と同時に発生したのは、僅かに1回だけで、那覇との相関関係はない。

月総雨量の多い20ヶ月のデータで那覇と比べると、月総雨量とピーク時間雨量は同程度なのに、1降雨の平均は石垣の方が那覇より50mm以上少ない。

ピーク時の時間雨量が2時間ほど続くが、ピーク時間雨量自体は那覇の方が大きい。

降雨の継続時間は短く、大きい雨を比較すると那覇の半分程度の時間である。

雨の降る回数は石垣の方が多い(月平均の降雨は那覇が11.7日に対し石垣は12.1日である)。

2. 雨量資料

2-1. 集中豪雨(大雨)

雨量資料として沖縄気象台石垣観測所のデータを用いました。資料は「那覇地方のデータと同じ年数」としました(1977年(昭和52年)から2009年(平成21年)までの33年間)。

集中豪雨は、「時間雨量が多い」ということが常識です。その判断基準として(大雨注意報が発令された降雨と判断して)、次のような降雨資料を収集しました(那覇地方に同じ)。

時間雨量 40 mm以上

3時間連続雨量 70 mm以上

上記の判断基準で雨量を整理して表-1に添付します。これを基に過去の降雨状況や将来の予想を行います(資料総数は、70個になりました)。なお、1降雨の総量は、時間雨量0.0mmから0.0mmになるまでの合計雨量とし、継続時間は、この間の時間数としました。

表一 1 (2) 大 南 注 意 報 告 陸 明 一 覽 表 石 堀

No	生 年 月 日	箇												厘												計	天 測 定 時 間	一 日 測 定 時 間			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
39		7																							100.0	○	57.0	8			
1994	H.6	1	3	7.5	22.0	3.0	0.0																								
40		10																													
1995	H.7	2	6	19.0	34.0	11.0	15.5	23.5	0.0	0.5	2.0	0.0	0.5	2.0	19.0	54.5	32.0	1.0	7.0	4.0	0.0										
41		17																													
1995	H.7	1	3	17																											
42		19																													
1995	H.7	2	10	9	13.0	0.5	0.5	7.0	5.0	18.0	34.0	14.0	38.0	1.5	0.0																
43		17																													
1997	H.9	1	8	19.5	21.0	7.0	14.5	14.0	43.0	16.0	11.0	9.5	1.5	3.5	0.5	11.0	13.5	4.0	8.0	3.0	9.5	1.5	4.0	8.0	20.5	20.5	19.5	298.5	○	43.0	27
44		4																													
1997	H.9	1	6	4																											
45		5																													
1998	H.10	2	9	1																											
46		28																													
1998	H.10	3	9	28																											
47		12																													
1999	H.11	4	12	19	13.0	32.5	5.5	0.0																							
48		20																													
1999	H.11	1	9	19																											
49		11																													
2000	H.12	1	11	12																											
50		12																													
2000	H.12	2	12	18																											
51		16																													
2001	H.13	1	4	17	12.5	12.0	24.5	37.0	6.0	0.0	2.0	41.0	6.0	2.2	1.5	0.0															
52		5																													
2001	H.13	2	5	31																											
53		9																													
2004	H.16	3	9	5																											
54		10																													
2002	H.14	1	10	23																											
55		30																													
2003	H.15	1	4	8																											
56		9																													
2004	H.16	1	6	10	56.0	11.5	1.0	0.0																							
57		24																													
2004	H.16	2	8	24																											
58		26																													
2005	H.17	1	5	24																											
59		12																													
2005	H.17	2	8	12																											
60		18																													
2006	H.18	1	6	18																											
61		19																													
2008	H.18	2	7	14	24.0	5.5	1.0	0.0	1.5	4.0	0.0	0.5	4.5	0.0	0.5	1.0	2.0	1.0	1.0	3.0	1.0	0.0									
62		16																													
2007	H.19	1	6	16	0.0	4.0	3.5	9.0	0.0	1.0	1.0	28.0	48.5	18.5	3.0	0.0															
63		22																													
2007	H.19	2	8	22																											
64		18																													
2008	H.20	1	3	18																											
65		17																													
2008	H.21	1	10	23																											
66		24																													
2008	H.21	1	24	25	4.5	7.5	5.5	5.0	2.0	11.0	1.5	3.0	3.5	7.0	2.5	1.0	4.0	4.0	1.5	0.5	0.5	0.0									
67		6																													
2006	H.20	3	6	7	2.0	33.0	68.5	31.5	6.0	0.0																					
68		15																													
2006	H.20	4	9	15	0.0	1.0	0.5	2.0	1.5	7.0	70.5	84.0	18.0	0.5	2.5	0.0	1.5	0.0													
69		17																													
2008	H.21	5	9	17	18	5.0	3.0	2.5	4.5	24.5	28.0	8.5	22.0	26.5	38.0	28.0	17.0	6.5	3.5	1.5	2.0	2.0	0.5	0.0							
70		23																													
2008	H.21	1	10	23																											
71		24																													
2008	H.21	1	24	25	4.5	7.5	5.5	5.0	2.0	11.0	1.5	3.0	3.5	7.0	2.5	1.0	4.0	4.0	1.5	0.5	0.5	0.0									

大南測定...時間測定40mm以上、3時間連続測定70mm以上

1) . 発生頻度

表 - 1 を発生年月別に整理したものが表 - 2 です。これより次の傾向が読み取れます。

集中豪雨の発生は、多い年で6回(平成2年)である。月に複数回の発生がある(2回が7ヶ月、3回が2ヶ月)が、残る50回は月1回の発生である。

近年33年間の平均発生回数は年2.12回(近年12年間では年2.25回)となり、近年特に増えてきている傾向はない(那覇では近年増加傾向にある)。

平成7年までは2月から7月の期間で分散していたが、平成9年以降は4月から10月の期間で分散している。

表-2. 大雨注意報発令回数

年数	生起年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
1	1977 S.52						1	1				1		3
2	1978 S.53									1				1
3	1979 S.54			1										1
4	1980 S.55										1			1
5	1981 S.56							2	1					3
6	1982 S.57				1									1
7	1983 S.58					1								1
8	1984 S.59				2					1				3
9	1985 S.60		2					1						3
10	1986 S.61													0
11	1987 S.62					3	1					1		5
12	1988 S.63			1	2									3
13	1989 H.1					1								1
14	1990 H.2	1				3						1	1	6
15	1991 H.3				1		1							2
16	1992 H.4					1	1							2
17	1993 H.5		1		1									2
18	1994 H.6			1			1							2
19	1995 H.7			1							1			2
20	1996 H.8													0
21	1997 H.9								1					1
22	1998 H.10						1			2			1	4
23	1999 H.11									1				1
24	2000 H.12											1	1	2
25	2001 H.13				1	1				1				3
26	2002 H.14										2			2
27	2003 H.15				1									1
28	2004 H.16						1		1					2
29	2005 H.17					1	1							2
30	2006 H.18						1	1						2
31	2007 H.19						1		1					2
32	2008 H.20			1	1		1			2				5
33	2009 H.21										1			1
	計	1	3	5	10	11	11	5	4	8	5	4	3	70
	月別発生率%	1.4	4.3	7.1	14.3	15.7	15.7	7.1	5.7	11.4	7.1	5.7	4.3	100
	年別発回数	0.03	0.09	0.15	0.3	0.33	0.33	0.15	0.13	0.25	0.15	0.12	0.09	2.12
	発生頻度(年おき)	33	11	7	3	3	3	7	8	4	7	8	11	
	近年12年計	0	0	1	3	2	6	1	2	6	3	1	2	27
	月別発生率%	0.0	0.0	3.7	11.1	7.4	22.2	3.7	7.4	22.2	11.1	3.7	7.4	100
	年別発回数	0.0	0	0.08	0.25	0.17	0.5	0.08	0.18	0.55	0.25	0.08	0.17	2.25
	発生頻度(年おき)	0	0	12	4	0	2	12	6	2	4	11	6	

2) . 月別発生状況

表 - 2 を月単位に整理したものが表 - 3 です。これより次の傾向が読み取れます。

大雨の発生回数は33年間のうち70回（1年に約2.12回）である。

大雨の発生は4月～6月に多い（32回（46%））。次に9月が多い

4月から9月までに多く、全体の69%（49回）が発生している（夏場に多く発生）。

全体の59%（41回）は、総雨量が100mm以上となる（4～9月に34回発生）。

全体の25%（17回）は、総雨量が200mm以上となる（6月と9月には4回発生）。

全体の6%（3回）は、総雨量が300mm以上となる。発生月は7月・10月・12月であり、発生頻度の多い月（4～6月・9月）以外で発生している。

表 - 3 . 大雨注意報発令回数表

月	月別回数	発生割合 (%)	発生率 (総雨量別月別)					
			100mm 以上		200mm 以上		300mm 以上	
			回数	(%)	回数	(%)	回数	(%)
1	1	1.4	-	-	-	-	-	-
2	3	4.3	-	-	-	-	-	-
3	5	7.1	1	20.0	-	-	-	-
4	10	14.3	6	60.0	1	10.0	-	-
5	11	15.7	6	54.5	2	18.2	-	-
6	11	15.7	9	81.8	4	36.4	-	-
7	5	7.1	4	80.0	2	40.0	1	25.0
8	4	5.7	2	50.0	2	50.0	-	-
9	8	11.4	7	87.5	4	50.0	-	-
10	5	7.1	5	100.0	1	20.0	1	20.0
11	4	5.7	1	25.0	-	-	-	-
12	3	4.3	1	33.3	1	33.3	1	33.3
計	70	100.0	42	60.0	17	24.3	3	4.3

3) . 1 降雨の総量とピーク時間雨量及び継続時間

表 - 1 の資料を 1 降雨総量の多い順に整理したものを表 - 4 に添付します。表 - 4 にはピーク時間雨量と継続時間についても整理しました。これより次の傾向が読み取れます。

大雨の平均雨量は、140.2mmである（最大は336.5mmである）。

大雨の平均降雨時間は、13.5時間である（最大は39時間である）。

総雨量の多い雨は、降雨継続時間が長いが、ピーク時間雨量は大きいとは言い切れない。

表-4. 大雨注意報発令降雨の総量とピーク時間雨量及び継続時間の状況表石垣

総雨量の多い順			ピーク時間雨量			降雨継続時間			大雨注意報			ピーク時間雨量			降雨継続時間		
多い順	降雨No.	1降雨の雨量	時間雨量	多い順	時間	多い順	時間	多い順	多い順	降雨No.	1降雨の雨量	時間雨量	多い順	時間	多い順	時間	多い順
1	55	336.5	67.5	11	24	11			36	39	108.0	57.0	19	9	42		
2	8	320.0	63.0	13	39	1			37	45	108.0	57.5	17	15	23		
3	47	309.0	30.0	69	33	4			38	46	104.5	53.5	29	6	58		
4	43	298.5	43.0	52	27	8			39	56	104.5	48.0	38	8	48		
5	12	285.0	75.0	5	15	22			40	25	104.0	57.0	18	6	57		
6	9	284.0	35.0	65	33	3			41	11	103.0	34.0	67	13	25		
7	26	268.0	120.0	1	13	26			42	22	102.0	56.0	21	7	51		
8	69	253.0	39.0	61	27	9			43	32	99.0	43.0	50	12	27		
9	1	251.0	58.0	16	14	24			44	33	97.5	65.5	12	10	40		
10	53	230.5	57.0	20	28	7			45	34	95.5	52.0	32	12	28		
11	2	229.0	72.0	7	22	13			46	23	95.0	50.0	35	8	44		
12	40	225.0	54.5	24	20	17			47	27	94.5	37.0	64	10	38		
13	52	225.0	41.0	57	20	18			48	50	93.0	68.5	9	7	52		
14	4	223.0	60.0	14	24	10			49	30	91.0	43.0	49	10	39		
15	60	207.5	54.5	25	23	12			50	48	90.0	42.0	55	8	46		
16	58	207.0	35.0	66	31	5			51	10	89.0	39.0	60	7	50		
17	57	204.5	56.0	22	16	21			52	17	89.0	43.0	46	9	41		
18	36	197.0	70.5	8	11	33			53	66	88.5	56.0	23	11	35		
19	68	191.0	64.0	3	17	20			54	5	84.0	73.0	6	5	59		
20	21	176.0	43.0	48	21	16			55	61	82.5	46.5	39	11	34		
21	70	181.5	32.5	68	29	6			56	31	78.5	78.5	4	3	70		
22	51	161.0	41.0	56	22	15			57	35	75.5	39.5	59	5	63		
23	42	159.5	38.0	62	17	19			58	3	75.0	37.0	63	6	54		
24	44	145.0	54.0	28	22	14			59	49	73.0	45.0	42	5	66		
25	6	142.0	44.0	44	10	36			60	64	72.0	50.5	34	12	30		
26	67	141.0	68.5	10	7	53			61	14	70.0	42.0	54	5	60		
27	29	139.0	64.0	2	11	32			62	19	63.0	53.0	30	6	56		
28	54	138.5	45.0	43	8	47			63	65	62.0	54.5	26	5	67		
29	62	138.5	28.0	70	38	2			64	15	56.0	40.0	58	5	61		
30	13	126.0	51.0	33	8	43			65	16	56.0	54.0	27	5	62		
31	59	120.5	59.0	15	8	49			66	28	53.5	45.0	41	8	45		
32	24	119.0	48.0	37	11	31			67	20	47.0	46.0	45	4	68		
33	7	117.0	52.0	31	6	55			68	38	46.0	44.0	45	4	69		
34	63	116.5	48.5	36	12	29			69	37	43.5	42.5	53	5	64		
35	18	109.0	43.0	47	10	37			70	41	43.5	43.0	51	5	65		
平均			140.2		51.9							51.9		13.5			

4) . 集中豪雨のピーク位置

時間単位の降雨分布図(ハイトグラフ)を作成する場合、ピークの位置がどこにくるかは重要な問題となります。この位置により、降雨分布図の呼び方(前方山形・中央山形・後方山形)が変わります。防災ダム計画では、後方山形(ピーク位置 $r = 0.8$)が採用されています。

ここでは、表-1に添付した集中豪雨がどの分布に当るかを把握します。なお、この検討では表-1の始まりと終わりの0.0mmの時刻を除いたものとししました。表-1のすべての降雨の平均をもとめたものが表-13です。これは、下記式で求めたピーク位置で、これによるとピークの位置は $r = 0.56$ (中央山形)となります。

$$\text{ピーク位置} = \frac{\text{雨の降りだしからの時間数}}{\text{降雨継続時間}}$$

表-13のうちピーク時間雨量の大きい雨に絞って整理すると、表-12のようになります。表-12は、時間雨量の上位10個の平均を求めたものです。これでは $r = 0.64$ となるが、前方にピークがある2降雨を除くと、 $r = 0.78$ (後方山形)となります。

表-12. ピーク位置算定表 石垣(ピークが大きい雨量)

No	生起年	月	日	総雨量	ピーク時間雨量	降雨時刻		継続時間	ピーク時刻	始まりからの時刻	ピーク到達割合	
						始まり	終り					
2	1977	S.52	7	30	229.0	72.0	17	36	20	30	14	0.70
5	1979	S.54	3	20	84.0	73.0	3	5	3	3	1	0.33
12	1984	S.59	4	18	285.0	75.0	6	18	13	16	11	0.85
26	1989	H.1	5	18	268.0	120.0	19	29	11	25	7	0.64
29	1990	H.2	5	11	139.0	84.0	16	24	9	19	4	0.44
30			11	2	78.5	78.5	16	16	1	16	1	1.00
36	1992	H.4	6	10	197.0	70.5	15	23	9	19	5	0.56
50	2000	H.12	12	18	93.0	68.5	21	25	5	23	3	0.60
67	2008	H.20	6	6	141.0	68.5	25	29	5	27	3	0.60
68			9	15	191.0	84.0	24	38	15	33	10	0.67
平均				170.6	79.4			9.10				0.64
平均				No.5とN.29を除く平均							0.78	

表-13. ビーク位置算定表 石垣

No	生起年	月日	総雨量	ビーク時間雨量	降雨時刻		継続時間	ビーク時刻	始まりからの時刻	ビーク位置
					始り	終り				
1		6.24	251.0	58.0	19	30	12	24	6	0.50
2	1977 S.52	7.30	229.0	72.0	17	36	20	30	14	0.70
3		11.15	75.0	37.0	21	24	4	23	3	0.75
4	1978 S.53	9.12	223.0	60.0	8	29	22	26	19	0.86
5	1979 S.54	3.20	84.0	73.0	3	5	3	3	1	0.33
6	1980 S.55	10.24	142.0	44.0	16	23	8	18	3	0.38
7		7.15	117.0	52.0	12	15	4	13	2	0.50
8	1981 S.56	7.21	320.0	63.0	11	47	37	32	22	0.59
9		8.30	284.0	35.0	15	45	31	29	15	0.48
10	1982 S.57	4.25	89.0	39.0	17	21	5	20	4	0.80
11	1983 S.58	5.24	103.0	34.0	11	21	11	17	7	0.64
12		4.18	285.0	75.0	6	18	13	16	11	0.85
13	1984 S.59	4.18	126.0	51.0	24	29	6	25	2	0.33
14		9.19	70.0	42.0	13	15	3	14	2	0.67
15		2.8	56.0	40.0	7	9	3	8	2	0.67
16	1985 S.60	2.15	56.0	54.0	19	21	3	20	2	0.67
17		7.19	89.0	43.0	16	22	7	18	3	0.43
18		5.11	109.0	43.0	14	21	8	18	5	0.63
19		5.20	63.0	53.0	11	14	4	12	2	0.50
20	1987 S.62	5.29	47.0	46.0	20	21	2	20	1	0.50
21		6.17	176.0	43.0	13	31	19	24	12	0.63
22		11.28	102.0	56.0	6	10	5	7	2	0.40
23		3.23	95.0	50.0	22	27	6	23	2	0.33
24	1988 S.63	4.27	119.0	48.0	13	21	9	14	2	0.22
25		4.28	104.0	57.0	18	21	4	19	2	0.50
26	1989 H.1	5.18	268.0	120.0	19	29	11	25	7	0.64
27		1.15	94.5	37.0	14	21	8	18	5	0.63
28		5.9	53.5	45.0	18	23	6	22	5	0.83
29	1990 H.2	5.11	139.0	84.0	16	24	9	19	4	0.44
30		5.28	91.0	43.0	10	17	8	12	3	0.38
31		11.2	78.5	78.5	16	16	1	16	1	1.00
32		12.31	99.0	43.0	7	16	10	12	6	0.60
33	1991 H.3	4.6	97.5	65.5	21	28	8	23	3	0.38
34		6.23	95.5	52.0	13	22	10	13	1	0.10
35	1992 H.4	5.9	75.5	39.5	22	24	3	22	1	0.33
平均										
			140.2	51.9			71.24			0.56

No	生起年	月日	総雨量	ビーク時間雨量	降雨時刻		継続時間	ビーク時刻	始まりからの時刻	ビーク位置
					始り	終り				
36	1992 H.4	6.10	197.0	70.5	15	23	9	19	5	0.56
37	1993 H.5	2.21	43.5	42.5	25	27	3	26	2	0.67
38		4.25	46.0	44.0	6	7	2	6	1	0.50
39	1994 H.6	3.7	108.0	57.0	22	28	7	24	3	0.43
40		6.18	225.0	54.5	24	41	18	37	14	0.78
41	1995 H.7	3.17	43.5	43.0	9	11	3	11	3	1.00
42		10.8	159.5	38.0	21	35	15	34	14	0.93
43	1997 H.9	8.17	298.5	43.0	10	34	25	30	21	0.84
44		6.4	145.0	54.0	5	24	20	21	17	0.85
45	1998 H.10	9.1	108.0	57.5	6	18	13	10	5	0.38
46		9.28	104.5	53.5	25	28	4	25	1	0.25
47		12.19	309.0	30.0	8	38	31	37	30	0.97
48	1999 H.11	9.19	90.0	42.0	13	18	6	17	5	0.83
49	2000 H.12	11.12	73.0	45.0	16	18	3	17	2	0.67
50		12.18	93.0	68.5	21	25	5	23	3	0.60
51		4.16	161.0	41.0	16	35	20	32	17	0.85
52	2001 H.13	5.31	225.0	41.0	7	24	18	22	16	0.89
53		9.5	230.5	57.0	17	42	26	21	5	0.19
54	2002 H.14	10.23	138.5	45.0	17	22	6	19	3	0.50
55		10.29	336.5	67.5	21	42	22	26	6	0.27
56	2003 H.15	4.8	104.5	48.0	7	12	6	9	3	0.50
57	2004 H.16	6.9	204.5	56.0	14	27	14	25	12	0.86
58		8.24	207.0	35.0	5	33	29	11	7	0.24
59	2005 H.17	5.24	120.5	59.0	13	18	6	15	3	0.50
60		6.12	207.5	54.5	10	30	21	17	8	0.38
61	2006 H.18	6.18	82.5	46.5	18	26	9	21	4	0.44
62		7.13	138.5	28.0	8	43	36	23	16	0.44
63	2007 H.19	6.16	116.5	48.5	2	11	10	9	8	0.80
64		8.22	72.0	50.5	19	28	10	22	4	0.40
65		3.18	62.0	54.5	23	25	3	23	1	0.33
66		4.17	88.5	56.0	6	14	9	7	2	0.22
67	2008 H.20	6.6	141.0	68.5	25	29	5	27	3	0.60
68		9.15	191.0	84.0	24	38	15	33	10	0.67
69		9.17	253.0	39.0	19	43	25	35	17	0.68
70	2009 H.21	10.23	181.5	32.5	16	42	27	17	2	0.07
平均										
			140.2	51.9			71.24			0.56

4) . 連続雨量

表 - 1 の集中豪雨のうちピークが大きく、時間雨量の大きい雨が連続するものを抽出すると表 - 14の13個が揚げられます。これから解るように2時間連続雨量は100mmを上回るものとなります。また、5時間連続雨量では200mmを上回り、5時間以内に80%以上が降っていることとなります。

防災計画では1時間雨量と日雨量を対象として確率計算を行い、計画が立てられます。石垣の場合、ピーク時間雨量は那覇と同等程度ですが、2時間ないし3時間連続して降る傾向（言い換えるならば「短時間に集中して降る」傾向）がありますので、1時間雨量だけでなく、連続雨量についても検討する必要があると思います。

$$\text{5時間以内の割合} = \frac{\text{5時間連続雨量}}{\text{総雨量}}$$

表 - 14. 連続雨量の大きい降雨

No	生起年	月	日	1時間雨量	2時間連続雨量	3時間連続雨量	4時間連続雨量	5時間連続雨量	総雨量	5時間以内の割合
1	1977 S.52	6	24	58.0	109.0	143.0	166.0	222.0	251.0	0.88
2	1977 S.52	7	31	72.0	139.0	166.0	173.0	175.0	229.0	0.76
4	1978 S.53	9	12	60.0	119.0	139.0	155.0	164.0	223.0	0.74
6	1980 S.55	10	24	44.0	78.0	101.0	126.0	127.0	142.0	0.89
7	1981 S.56	7	15	52.0	77.0	99.0	117.0	117.0	117.0	1.00
8	1981 S.56	7	22	63.0	95.0	124.0	153.0	175.0	320.0	0.55
12	1984 S.59	4	18	75.0	117.0	168.0	192.0	223.0	285.0	0.78
26	1989 H.1	5	18	120.0	201.5	228.0	243.5	258.5	268.0	0.96
36	1992 H.4	6	10	70.5	128.0	162.0	171.0	178.0	197.0	0.90
55	2002 H.14	10	29	67.5	98.0	124.5	145.5	183.0	336.5	0.54
60	2005 H.17	6	12	54.5	108.5	137.5	149.0	157.0	207.5	0.76
67	2008 H.20	6	6	68.5	101.5	133.0	139.0	141.0	141.0	1.00
68	2008 H.20	9	15	84.0	154.5	173.5	180.5	182.0	191.0	0.95
平均				68.4	117.4	146.0	162.3	177.1	223.7	0.83

2-2. 総雨量

一般的に被害をもたらす降雨は「時間雨量が多いだけでなく続けて降る雨」と考えられます。表-1の降雨記録のうち、「総雨量の多い雨が洪水被害をもたらした」と言えます。

また、洪水被害をもたらした月は、「その月の総雨量も多いはずである」との観点から月合計雨量についても整理しました。これを表-5に整理しました。また、年降雨分布を図-1に添付しました。

1) . 月合計と年合計雨量

表-5より次の傾向が見られます。

月合計雨量(33年間の平均)が200mmを越えた月は5月・6月・8月・9月の4ヶ月である。近年12年で見ると10月が200mm以上(5月が200mm以下)となり、9月は300mm以上となる。月合計雨量が500mmを越えた月は10回ある。このうち6回は、近年12年に発生している。年合計雨量(33年間の平均)の平均は2082mmである。近年12年では微増増の2129mmである。那覇の20%増からすると近年の増加量は殆どない。

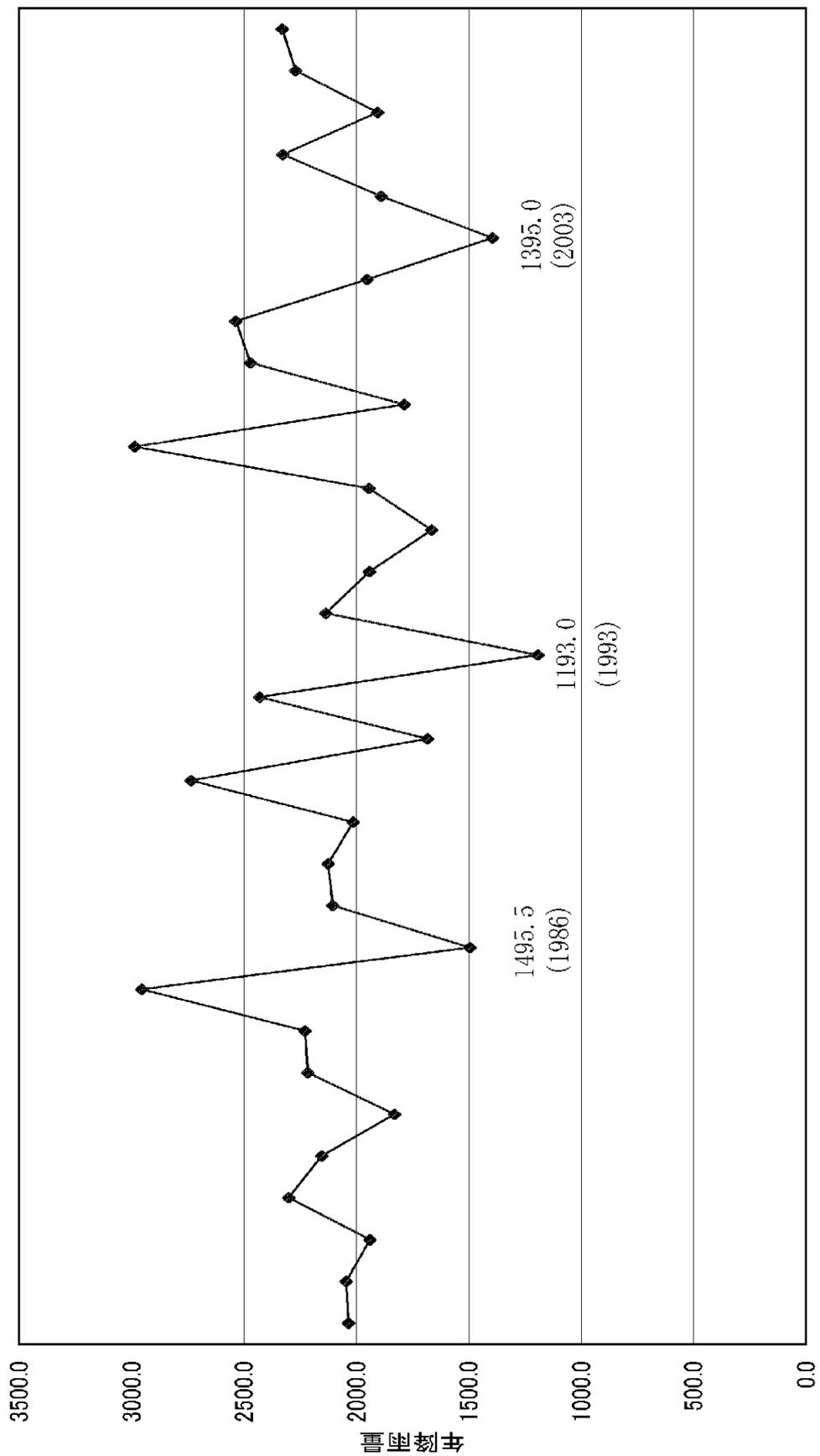
「雨が多い年」を年間雨量が平均より多い年とするならば、少ない年と多い年は連続していることが判る。ただし、多い年と少ない年は3年以上続かない。

雨が非常に少ない年が、1986年(1495.5mm)・1993年(1193.0mm)・2003年(1395.0mm)の3年ある。これより、10年に1回は渇水年が発生する確率となる。

表-5. 月別降水量 (mm)

年数	生起年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
1	1977 S.52	221.0	78.0	25.0	11.5	118.5	393.0	478.0	151.0	84.0	159.5	166.0	153.5	2035.0
2	1978 S.53	51.0	27.5	124.5	205.0	248.0	184.0	105.0	220.0	436.5	253.5	107.0	81.5	2044.5
3	1979 S.54	190.5	106.5	139.5	91.5	403.0	161.5	53.0	308.0	36.0	180.0	226.0	43.5	1939.0
4	1980 S.55	88.5	204.5	135.5	452.0	153.5	24.5	219.5	190.5	188.0	404.5	170.5	69.5	2301.0
5	1981 S.56	59.5	52.0	159.0	159.0	146.5	144.0	629.5	375.0	164.0	36.0	174.5	54.0	2153.0
6	1982 S.57	60.0	162.5	29.5	217.5	99.0	254.0	120.5	235.5	129.5	45.5	329.0	148.0	1830.5
7	1983 S.58	170.5	248.0	326.5	118.0	304.0	39.0	13.0	262.0	232.0	337.5	77.5	89.5	2215.5
8	1984 S.59	142.0	39.0	164.0	480.0	225.5	117.5	19.5	469.0	226.0	150.0	141.5	55.5	2229.5
9	1985 S.60	77.0	578.0	146.5	182.0	153.0	232.0	293.5	503.0	260.5	162.0	178.0	188.5	2954.0
10	1986 S.61	77.5	106.0	52.0	79.0	255.5	129.5	121.0	153.0	139.5	44.5	293.5	44.5	1495.5
11	1987 S.62	138.5	99.0	74.0	20.0	405.5	342.0	120.5	261.5	158.0	79.0	252.5	154.0	2104.5
12	1988 S.63	242.5	136.5	227.0	473.5	209.0	75.5	22.5	253.0	305.0	90.5	72.0	20.0	2127.0
13	1989 H.1	81.5	34.0	74.5	144.0	637.5	26.0	79.0	151.5	295.0	52.5	191.5	247.0	2014.0
14	1990 H.2	270.5	168.0	178.0	158.5	459.5	366.5	144.5	389.5	204.0	70.0	170.0	158.5	2735.5
15	1991 H.3	132.0	133.0	123.5	109.0	34.0	130.0	54.5	250.5	340.0	247.5	106.0	23.0	1683.0
16	1992 H.4	262.5	161.0	283.0	156.0	229.0	419.0	8.0	205.5	261.5	149.0	122.5	173.0	2430.0
17	1993 H.5	107.0	114.5	35.5	188.0	60.5	58.5	57.5	65.5	226.5	66.5	113.0	100.0	1193.0
18	1994 H.6	84.0	206.5	230.0	60.0	146.5	286.0	143.5	404.0	36.5	278.5	89.5	170.0	2135.0
19	1995 H.7	106.0	83.0	129.0	37.5	170.5	263.5	238.5	136.0	250.5	394.0	76.5	57.5	1942.5
20	1996 H.8	85.0	47.0	67.0	154.5	411.0	13.0	241.5	49.0	183.0	192.5	171.0	51.5	1666.0
21	1997 H.9	198.0	123.5	151.0	127.0	68.0	338.0	36.0	492.0	102.0	34.5	66.5	208.5	1945.0
22	1998 H.10	201.5	151.0	55.0	196.0	303.5	375.0	13.0	145.0	520.5	432.5	168.5	424.5	2986.0
23	1999 H.11	65.0	11.5	166.5	132.5	142.5	56.0	110.0	156.5	463.0	90.0	131.5	262.5	1787.5
24	2000 H.12	224.5	121.0	171.0	146.0	14.5	254.0	139.5	326.5	93.0	272.5	447.5	263.0	2473.0
25	2001 H.13	166.5	119.0	101.0	292.0	477.0	37.0	88.5	108.0	826.0	156.5	93.5	71.5	2536.5
26	2002 H.14	31.5	84.0	116.5	21.0	132.5	22.5	226.0	144.0	187.5	716.0	62.5	208.0	1952.0
27	2003 H.15	116.0	121.5	24.5	158.5	60.0	320.5	13.5	202.5	179.5	58.0	122.0	20.5	1395.0
28	2004 H.16	80.5	130.0	42.0	119.5	62.0	322.0	71.5	616.0	252.0	77.5	17.0	98.5	1889.5
29	2005 H.17	74.0	107.5	129.0	105.0	196.0	525.0	266.0	381.5	134.0	204.5	111.5	94.5	2328.5
30	2006 H.18	211.5	153.5	171.0	153.0	141.5	209.5	169.0	155.5	232.0	17.5	120.0	171.5	1905.5
31	2007 H.19	126.0	188.5	141.5	61.5	140.5	209.5	42.0	315.0	377.5	287.0	282.5	98.5	2270.0
32	2008 H.20	133.0	177.5	287.5	147.0	168.0	313.5	124.0	113.0	667.5	20.0	157.5	22.0	2330.5
33	2009 H.21	62.0	74.5	63.5	158.5	210.5	210.0	50.5	197.5	44.0	440.0	133.5	44.5	1689.0
平均雨量		131.4	131.7	131.6	161.0	211.7	207.6	136.7	254.1	249.5	187.8	155.8	123.3	2082.3
近年12年計		124.3	120.0	122.4	140.9	170.7	237.9	109.5	238.4	331.4	230.8	154.0	148.4	2128.6

图-1.年降雨量分布图



2) . 月合計と豪雨の関係

月別雨量(表 - 5 の400mm以上の降雨)と豪雨(表 - 4)の関係を整理したものを表 - 6 に添付する。これより次の傾向を読み取ることができます。

月合計雨量が400mmを越えた月は過去33年間のうち29ヶ月である(那覇は20ヶ月)。29ヶ月のうち、豪雨(大雨注意報発令)が発生している月は22ヶ月(76%)である(那覇は80%)。複数回発生は8ヶ月あり、那覇の5ヶ月を上回る。これより、「大雨があった月は、月合計雨量も多い」と言える。

5月(6回発生)が最も多いが、近年12年では9月(4回発生)が多くなっている。上位20ヶ月の平均では、月総雨量とピーク時間雨量は、那覇とほぼ同じであるが1降雨の雨量は那覇より50mm程度少なくなっている。

表-6. 月総雨量と大雨注意報発令との関係

多い順	月合計雨量			大雨注意報			ピーク時間雨量	
	生 起 年	月	月合計雨量	降雨No.	1降雨の雨量	多い順	時間雨量	多い順
1	2001 H.13	9	826.0	53	230.5	10	57.0	20
2	2002 H.14	10	716.0	54	138.5	27	45.0	43
				55	336.5	1	67.5	11
3	2008 H.20	9	667.5	68	190.0	19	64.0	2
				69	253.0	8	39.0	61
4	1989 H.01	5	637.5	26	268.0	7	120.0	1
5	1981 S.56	7	629.5	8	320.0	2	63.0	13
6	2004 H.16	8	616.0	58	207.0	16	35.0	66
7	1985 S.60	2	578.0	15	56.0	63	40.0	58
				16	56.0	64	54.0	27
8	2005 H.17	6	525.0	60	207.5	15	54.5	25
				45	108.0	36	57.5	17
9	1998 H.10	9	520.5	46	104.5	37	53.5	29
				-	-	-	-	-
10	1985 S.60	8	503.0	-	-	-	-	-
11	1997 H.09	8	492.0	43	298.5	4	43.0	52
12	1984 S.59	4	480.0	12	285.0	5	75.0	5
				13	126.0	29	51.0	33
13	1977 S.52	7	478.0	2	229.0	11	72.0	7
14	2001 H.13	5	477.0	52	225.0	13	41.0	57
15	1988 S.63	4	473.5	24	119.0	31	48.0	37
				25	104.0	39	57.0	18
16	1984 S.59	8	469.0	-	-	-	-	-
17	1999 H.11	9	463.0	48	90.0	49	42.0	55
				28	53.5	65	45.0	41
18	1990 H.02	5	459.5	29	139.0	26	64.0	3
				30	91.0	48	43.0	49
19	1980 S.55	4	452.0	-	-	-	-	-
20	2000 H.12	11	447.5	49	73.0	58	45.0	42
21	1978 S.53	9	436.5	4	223.0	14	60.0	14
22	1998 H.10	10	432.5	-	-	-	-	-
23	1998 H.10	12	424.5	47	309.0	3	30.0	68
24	1992 H.04	6	419.0	36	197.0	18	70.5	8
25	1996 H.08	5	411.0	-	-	-	-	-
26	1987 S.62	5	405.5	18	109.0	34	43.0	47
				19	63.0	61	53.0	30
				20	47.0	66	46.0	40
27	1980 S.55	10	404.5	5	142.0	24	44.0	44
28	1994 H.06	8	404.0	-	-	-	-	-
29	1979 S.54	5	403.0	-	-	-	-	-
	平均		505.2		168.7		55.1	
	上位20位までの平均		545.5		172.3		56.6	

月降雨量上位20ヶ月平均の那覇と石垣の比較表

観 測 所	月降雨量の平均	1降雨量の平均	ピーク時間雨量の平均
那 覇	540.6	230.0	52.5
石 垣	545.5	172.3	56.6

3) . 月合計と豪雨の関係

表 - 1 の集中豪雨の多い6 降雨表 - 7 に添付します。また、この降雨分布図を図 - 2 に添付します。これらより、次の傾向を読み取ることができます。

降雨継続時間（11～24時間）は短く、那覇（29～49時間）の半分程度である。

この降雨があった月の合計雨量が多い（400mm以上）。

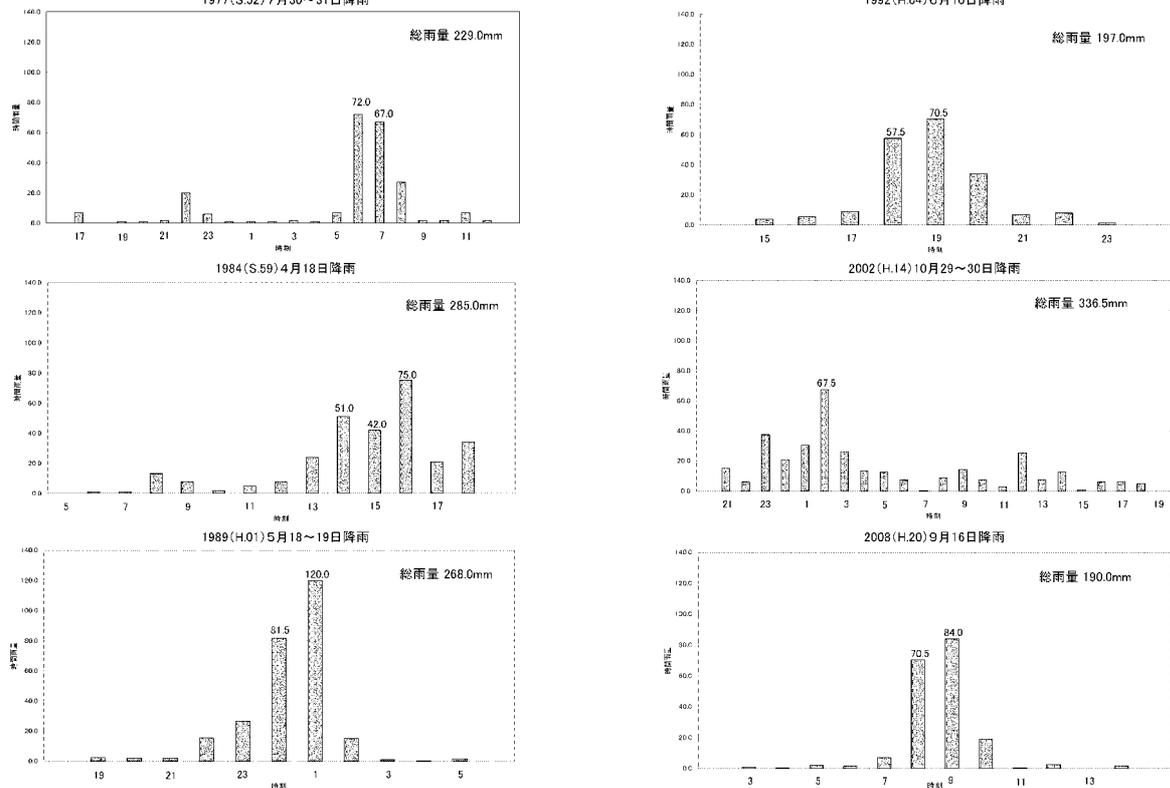
時間雨量が大きい雨（40mm以上）が、2時間ほど続く。

降雨のピークは1回だけである（那覇は複数回ある）。

表 - 7 . 1 石垣降雨の特徴を示す降雨状況表

降雨 No.	生 起 年	月	降雨継続時間		1 降雨の雨量		時間雨量	
			時間	多い順	雨量	多い順	雨量	多い順
2	1977 S.52	7	22	12	229.0	11	72.0	7
12	1984 S.59	4	15	20	285.0	5	75.0	5
26	1989 H.1	5	13	25	268.0	7	120.0	1
36	1992 H.4	6	11	32	197.0	18	70.5	8
55	2002 H.14	10	24	10	336.5	1	67.5	11
68	2008 H.20	9	14	23	190.0	19	84.0	2
降雨 No.	生 起 年	月	時間雨量40mm以 上の発生回数	洪水注意報の 発令回数	月合計雨量			
					雨量	多い順		
2	1977 S.52	7	2	1	478.0	13		
12	1984 S.59	4	3	1	480.0	12		
26	1989 H.1	5	2	1	637.5	4		
36	1992 H.4	6	2	1	419.0	24		
55	2002 H.14	10	1	1	716.0	2		
68	2008 H.20	9	2	1	667.5	3		

図-2. 大雨の時間雨量分布（石垣の特徴的降雨パターン）



3. 石垣地方の降雨傾向

石垣の降雨傾向は那覇との降雨日が異なり(表-8 参照)、「相関関係はない」と言えます。

1) .大雨の発生日

那覇と石垣の大雨が発生した日にちを表-8に添付します。これより次のことを読み取ることが出来ます。

発生件数は那覇67回に対し、石垣が70回で、ほぼ同じ回数です。

同時に発生したのは、僅かに1回だけである。

表-8. 大雨の発生日

年数	発 生 年	那 覇		石 垣		一致する回数
		回数	発 生 日	回数	発 生 日	
1	1977 S.52	1	6月6日	3	6月24日、7月30日、11月15日	0
2	1978 S.53	3	3月4日、3月9日、4月5日	1	9月12日	0
3	1979 S.54	2	6月11日、8月22日	1	3月20日	0
4	1980 S.55	0	-	1	10月24日	0
5	1981 S.56	2	3月12日、4月19日	3	7月15日、7月21日、8月30日	0
6	1982 S.57	2	6月2日、9月23日	1	4月25日	0
7	1983 S.58	3	3月12日、3月28日、7月13日	1	5月24日	0
8	1984 S.59	1	8月19日	3	4月18日、4月19日、9月19日	0
9	1985 S.60	1	8月13日	3	2月8日、2月15日、7月19日	0
10	1986 S.61	2	9月23日、9月24日	0	-	0
11	1987 S.62	4	5月21日、6月6日、6月21日、8月9日	5	5月11日、5月20日、5月29日、6月17日、11月28日	0
12	1988 S.63	2	4月17日、5月1日	3	3月23日、4月27日、4月28日	0
13	1989 H.1	2	6月22日、8月25日	1	5月18日	0
14	1990 S.2	1	5月10日	6	1月15日、5月9日、5月11日、5月28日、11月2日、12月31日	0
15	1991 H.3	2	7月27日、9月12日	2	4月6日、6月23日	0
16	1992 H.4	2	2月15日、10月11日	2	5月9日、6月10日	0
17	1993 H.5	1	7月26日	2	2月21日、4月25日	0
18	1994 H.6	1	5月28日	2	3月7日、6月18日	0
19	1995 H.7	2	9月29日、11月7日	2	3月17日、10月8日	0
20	1996 H.8	1	5月28日	0	-	0
21	1997 H.9	1	4月14日	1	8月17日	0
22	1998 H.10	5	2月18日、6月5日、7月16日、10月4日、10月26日	4	6月4日、9月1日、9月28日、12月19日	0
23	1999 H.11	1	9月22日	1	9月19日	0
24	2000 H.12	3	8月1日、11月9日、12月13日	2	11月12日、12月18日	0
25	2001 H.13	5	4月17日、5月14日、8月13日、9月11日、9月26日	3	4月16日、5月31日、9月5日	0
26	2002 H.14	3	6月15日、7月14日、9月4日	2	10月23日、10月29日	0
27	2003 H.15	1	8月6日	1	4月8日	0
28	2004 H.16	2	6月9日、7月9日	2	6月9日、8月24日	1
29	2005 H.17	1	6月15日	2	5月24日、6月12日	0
30	2006 H.18	3	4月11日、5月31日、9月3日	2	6月18日、7月13日	0
31	2007 H.19	3	4月18日、8月10日、12月21日	2	6月16日、8月22日	0
32	2008 H.20	3	3月30日、7月13日、10月10日	5	3月18日、4月17日、6月6日、9月16日、9月17日	0
33	2009 H.21	1	6月14日	1	10月23日	0
計		67		70		1

表-9 那覇と石垣の降雨日数表

生起年	月別年別降雨日数												年計													
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月														
1977 S.52	那覇 18	石垣 22	那覇 12	石垣 12	那覇 9	石垣 5	那覇 5	石垣 7	那覇 7	石垣 11	那覇 10	石垣 15	那覇 11	石垣 7	那覇 12	石垣 12	那覇 8	石垣 13	9	12	121	138				
1978 S.53	13	17	15	15	15	15	15	16	19	10	17	16	15	25	19	16	13	11	18	7	8	7	10	168	175	
1979 S.54	11	16	12	10	19	11	12	10	18	19	12	10	11	6	19	14	9	5	12	9	16	18	10	9	161	137
1980 S.55	15	18	16	15	15	15	21	19	13	17	5	5	7	8	13	11	14	12	10	14	13	15	4	15	146	164
1981 S.56	14	9	14	9	15	12	10	15	13	10	8	11	14	16	13	10	8	10	7	9	9	11	8	10	133	132
1982 S.57	12	10	16	14	12	12	13	9	9	10	14	16	6	6	14	10	5	9	7	10	10	13	14	16	132	135
1983 S.58	17	16	18	21	19	18	13	10	16	16	15	8	9	6	17	18	16	12	2	16	4	11	10	10	156	162
1984 S.59	18	19	13	11	15	11	17	14	11	16	8	6	11	4	16	20	15	13	7	14	14	15	12	15	157	158
1985 S.60	14	16	16	21	16	17	9	9	8	11	13	15	11	13	18	18	17	18	14	11	7	12	6	17	149	178
1986 S.61	12	13	13	15	14	11	10	13	8	16	6	9	9	8	11	16	11	13	6	8	14	20	5	10	119	152
1987 S.62	11	8	14	9	15	8	12	9	17	16	14	12	8	13	10	11	12	10	14	7	17	15	12	14	156	132
1988 S.63	20	21	19	17	18	16	14	15	23	19	12	6	9	9	16	12	13	20	6	12	7	8	1	8	158	163
1989 H.1	11	15	10	5	11	8	14	12	13	18	7	8	12	9	16	15	14	19	4	10	10	15	7	14	129	148
1990 H.2	15	22	12	14	8	13	16	14	16	15	13	15	11	7	17	12	9	9	11	8	10	11	8	14	146	154
1991 H.3	14	14	14	15	11	11	7	4	8	9	10	8	8	8	8	16	20	11	13	6	8	4	7	118	123	
1992 H.4	11	17	16	17	18	18	18	11	9	12	11	16	4	5	14	16	11	8	6	13	6	10	12	18	136	161
1993 H.5	16	16	4	7	13	7	13	13	10	9	13	5	16	6	3	10	8	12	5	9	14	14	8	16	123	124
1994 H.6	10	9	11	16	12	14	8	8	16	11	13	4	13	15	18	14	2	8	12	12	7	6	7	18	129	135
1995 H.7	11	17	15	11	16	18	10	8	13	12	11	10	9	18	17	15	9	12	14	15	6	9	6	10	137	155
1996 H.8	12	15	14	12	17	16	10	13	16	18	7	3	9	9	11	9	9	14	9	12	12	17	7	7	133	145
1997 H.9	10	14	8	10	8	11	10	11	12	8	11	14	5	10	8	10	10	12	9	5	13	11	12	20	116	136
1998 H.10	15	19	18	15	13	11	13	9	16	20	14	13	13	10	8	13	13	16	16	22	12	14	15	19	166	181
1999 H.11	13	16	8	3	17	15	9	7	10	14	13	6	20	12	11	16	14	16	6	15	8	11	0	14	129	145
2000 H.12	11	14	13	19	14	17	15	13	9	7	9	11	14	10	15	12	12	11	8	14	11	16	10	17	141	161
2001 H.13	9	11	11	9	13	12	15	10	18	10	9	10	16	12	14	10	23	24	8	6	3	9	12	11	151	134
2002 H.14	9	9	4	6	13	10	10	8	12	12	14	8	11	8	9	10	10	12	14	15	8	10	12	16	126	124
2003 H.15	7	12	7	11	15	11	7	6	10	4	9	9	3	5	12	16	17	15	9	6	16	13	7	7	119	115
2004 H.16	15	10	8	10	9	10	6	9	16	12	11	13	10	12	14	14	17	14	11	8	5	8	10	14	132	134
2005 H.17	15	19	19	14	13	11	10	10	17	12	19	16	3	7	13	11	13	9	14	18	8	15	9	12	153	154
2006 H.18	13	18	12	14	16	16	13	13	16	14	12	10	11	9	17	14	16	14	9	6	12	14	11	11	158	153
2007 H.19	13	16	8	11	12	11	13	10	9	7	18	14	8	6	16	18	18	11	12	3	13	14	11	14	151	135
2008 H.20	15	20	11	14	9	10	8	8	12	11	11	11	10	8	13	7	15	12	8	7	12	18	8	9	132	135
2009 H.21	10	11	5	8	15	10	16	12	10	5	14	10	6	8	13	10	8	12	16	19	10	18	11	10	134	133
年平均	13.0	15.1	12.1	12.2	14.0	12.5	12.0	10.8	12.9	12.6	11.4	10.3	10.2	9.5	13.6	12.9	12.5	12.9	9.5	11.4	9.9	12.7	8.6	12.8	139.8	145.8
月平均																									11.7	12.1

2) . 那覇と石垣の確率雨量

那覇と石垣の確率雨量計算を行うと下表のとおりとなります。表 - 10は近年33年間の資料より算定したもので、表 - 11はこれより以前の資料(測候所のデータとして信頼がおけると判断した資料)より把握したものである。これより次のことを読み取ることができます。

時間雨量・10分間雨量ともに同程度であるが、石垣の日雨量は、那覇よりもかなり小さい。資料の収集期間を換えても確率雨量は大きく変わらない。これは、既往最大値が大きく変わらないことによる。

表 - 10 那覇と石垣の確率雨量計算結果表

確率年	日 雨 量		時 間 雨 量		10 分 間 雨 量	
	那 覇	石 垣	那 覇	石 垣	那 覇	石 垣
既往最大	427.5	303.0	110.5	122.0	29.5	29.5
200	437.3	354.4	133.4	114.7	34.0	32.7
100	401.2	332.9	122.4	108.4	32.2	31.1
50	365.1	310.5	111.7	101.8	30.4	29.4
30	338.3	293.5	103.9	96.8	29.0	28.2
20	316.7	279.4	97.7	92.6	27.9	27.2
10	278.8	254.0	87.9	85.0	25.8	25.4

資料は、1977 (S.52) から2009 (H.21) まで (33年間) によるものである。

表 - 11 那覇と石垣の確率雨量計算結果表

確率年	日 雨 量		時 間 雨 量		10 分 間 雨 量	
	那 覇	石 垣	那 覇	石 垣	那 覇	石 垣
既往最大	468.9	303.0	110.5	122.0	29.5	31.0
200	442.2	357.2	123.0	121.5	32.0	33.7
100	403.6	334.7	114.4	113.4	30.5	32.1
50	365.2	312.5	105.7	105.1	28.8	30.4
30	336.9	293.9	99.2	98.9	27.6	29.0
20	314.2	279.3	94.0	93.9	26.6	27.9
10	274.9	253.0	84.8	84.9	24.7	26.0

那覇資料は、1953 (S.28) から2009 (H.21) まで (57年間) によるものである。

石垣資料は、1949 (S.24) から2009 (H.21) まで (61年間) によるものである。