

九大 工学部 正員 篠原 謹爾
九大 工学部 正員 ○池田 茂
九大 工学部 学生 徐 彦 義 人

1 ま え が き

本論文は九州地区における諸河川の水文に関する諸問題解明の基礎となる降雨、流量、水位などの資料を収集整理し、これに若干の解析を實施して河川流域の水文的特性の把握を試みようとするものである。これ等に関連して我々は前に筑後川流域、遠賀川流域における降雨特性、流出問題について、研究発表をおこなってきたが、本論文においては川内川流域における降雨特性の一、二の問題について述べるものである。

2 流域の概要

川内川は熊本県球磨郡白髪岳(宮崎県との県境にあって標高1416m)を最上流端とし南下して、この間内山川、鉄山川を合流し宮崎県西諸盆地(加久藤平野)も流れて、池島川、二十里川、長江川などを合わせ、西下して鹿児島県に入り菱刈町湯ノ尾で落差5mの湯ノ尾滝をつくり、大口盆地にでて羽月川を合流して落差30mの曾木ノ滝を流下し鶴田ダムをへて柳野川、夜星川、更に流下して樋脇川、隈之城川などの多くの支川を合流し川内平野を流れて川内市において外海に流入している。上述のように川内川は熊本県、宮崎県、鹿児島県の3県にまたがり流域面積は1613Km²、うち山地面積1185Km²(73.5%)、平地面積428Km²(26.5%)、幹川流路延長137Kmである。林相は良好で森林面積は山地面積の87%で針葉樹、広葉樹、あるいはこれらの混合林によって構成されているとされている。地質は中流部から上流部にかけて所謂シラス層が諸処に存在し、ほとんど毎年台風、梅雨などによる洪水災害、シラス災害にみまわれている。

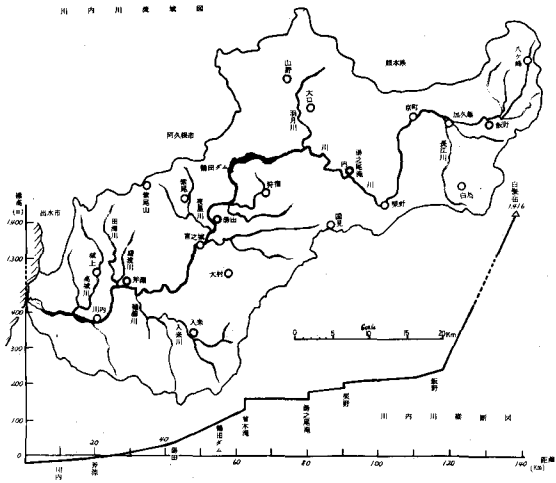


表-1

	N	全 流 域						鶴田ダム上流域						鶴田ダム下流域					
		文	岩	井	G・C	対数	正規	文	正規	岩	井	G・C	対数	文	岩	井	対数	G・C	正規
1時間雨量	20	25.8	3.45 (2)	3.45 (2)	3.45	3.62	6.07	25.7	2.44 (1)	2.98 (2)	3.22 (2)	6.78	11.02	31.6	3.08 (2)	3.21 (2)	3.17	3.33	10.88
3時間雨量	20	61.2	17.93 (1)	20.45 (2)	対数	G・C	正規	58.8	12.63 (1)	12.67 (2)	16.46 (2)	G・C	対数	69.8	9.92 (1)	11.26 (2)	12.39	19.75	103.39
6時間雨量	20	94.5	18.99 (4)	19.12 (2)	G・C	対数	正規	89.6	15.97 (3)	17.85 (2)	23.58 (2)	G・C	対数	104.4	18.91 (2)	18.94 (2)	18.94 (2)	21.66	110.32
12時間雨量	20	137.7	82.79 (1)	82.23 (2)	G・C	対数	正規	135.1	18.82 (10)	23.88 (2)	32.80 (2)	G・C	対数	142.4	56.56 (6)	56.64 (2)	58.94	61.84	222.32
24時間雨量	20	193.5	196.4 (2)	196.4 (2)	G・C	対数	正規	191.4	40.41 (3)	40.6 (2)	77.1 (2)	G・C	対数	197.9	419.7 (2)	419.7 (2)	436.5	458.0	1021.6
日雨量	38	159.2	35.1 (3)	37.2 (4)	対数	G・C	正規	164.2	33.4 (3)	34.6 (2)	35.6 (2)	G・C	対数	162.5	91.0 (7)	113.2 (4)	91.1	94.1	327.9
28雨量	38	220.6	G・C 43.1	岩 44.3	井 68.3 (54)	対数 50.3	正規 244.8	228.8	97.8 (3)	156.6 (5)	120.2	G・C 133.3	正規 153.8	218.4	111.9 (1)	113.4 (4)	128.9	134.7	612.1

3 降雨資料と解析

(i) 面積平均雨量の分布と確率雨量

降雨分布と確率雨量の解析にあつて用いた雨量資料は建設省川内川工事事務所で作成された昭和10年～47年の、10～30ヶ所の観測値をもとに、全流域、鶴田ダム上流域（面積＝743 K m^2 ）、全下流域（面積＝870 K m^2 ）の面積平均雨量をテイセ分割によって算出されたとする年最大の二日雨量、日雨量、各観測地奥の観測値の時刻を一致させた1、3、6、12、24の各時間雨量である。

面積平均雨量の分布形の検討手法としては正規性を対象とし、その当てはめとして正規分布、対数正規分布、岩井法を適用し、別にアメリカ

表-2

	全流域	上流域	下流域
梅雨性計 (N)	2439.2 (15)	2803.0 (18)	2284.1 (13)
台風性計 (N)	3029.2 (19)	3235.7 (19)	3030.5 (18)
その他計 (N)	582.1 (4)	201.7 (1)	860.5 (7)
Σ (38)	6050.5	6240.4	6175.1
平均	159.22	164.22	162.50
梅雨性平均	162.61	155.72	175.70
台風性平均	159.43	170.30	168.36
その他平均	145.53	201.7	122.93

表-3

年	全流域					鶴田ダム上流域					鶴田ダム下流域				
	10	30	50	100	200	10	30	50	100	200	10	30	50	100	200
最大1時間雨量	39	47	51	56	61	37	43	45	48	50	49 (32%)	60 (40%)	66 (47%)	73 (52%)	80 (60%)
最大3時間雨量	94	120	132	149	167	86	100	106	114	121	115 (34%)	151 (51%)	169 (54%)	194 (70%)	220 (82%)
最大6時間雨量	142	173	186	205	223	131	154	164	177	190	161 (23%)	200 (30%)	218 (33%)	243 (37%)	268 (41%)
最大12時間雨量	200	241	260	286	311	190	218	230	245	260	216 (14%)	269 (23%)	293 (27%)	327 (33%)	362 (39%)
最大24時間雨量	279	352	387	438	491	272	315	334	358	382	311 (14%)	401 (27%)	445 (33%)	507 (42%)	572 (50%)
最大日雨量	229	272	291	317	342	227	258	271	288	304	244 (7%)	296 (15%)	320 (18%)	353 (23%)	387 (28%)
最大2日雨量	310	371	398	436	473	315	363	384	411	436	325 (3%)	404 (11%)	441 (15%)	492 (20%)	544 (25%)

等で盛んに用いられているという非対称性を対象とした極値分布の手法であるGumbel-Chow法を用いてみた。

比較の目安としては $\delta = Z(\alpha - \bar{x}) / N$ 、（ x_i ＝観測値、 $\bar{x}$ ＝計算値、 N ＝資料数）。計算結果を表-1に示している。表中岩井法の左欄の値は修正値を全組合せについて計算し、 δ の最も小さい値をえらんだもので、右欄は一般に提案されている対数変換値の修正は観測値の両端10%の範囲即ち $m \div N/10$ として求めた値であつて、これによるとダム上流域2日雨量の $\delta_{m=3} = 97.8$ 、 $\delta_{m=5} = 156.6$ を除いては他はほとんど影きようは小さく $m \div N/10$ として b を算出してよいと思われる。各流域については全般的には岩井法によるものが δ の値は小さいと言えるが全流域とダム下流域では正規分布は δ 値が大きく、逆にダム上流域では正規分布の形が強い。

このことはGumbel-Chow法の値から毛似たようなことが類推できる。前述のことも総合して確率雨量を算出し、表-3にこれを表す。表にみられるように、鶴田ダム下流域は上流域に比較すると面積平均雨量は大きく、その増加の状態は(100%)と表示しているように降雨時間が短い確率雨量の増加の割合は増大し、確率年の増加につれてその割合は増大している。これは上流域にかなりの降雨があった場合下流域では更に大きい降雨があることが想定されその結果洪水流出を生起する割合が大きく、水害を生ずる原因の一つとなるものと推定できる。

(ii) 地奥雨量の一般的気象特性

ここで一般的気象特性要素を単純にすぎないように選ぶことにした。期間的には梅雨前線による雨として6月より7月中旬までの降雨をとり、台風に起因する雨として7月中旬より8月、9月までの降雨とし、その他低気圧によるものである。雨量資料は前と全橋建設省川内川工事事務所発表の「川内川水文資料取組報告書・雨量編（昭和44年3月）」より取り出した。雨量としては日雨量、2日雨量を対象とし洪水流出に影響するような降雨量を目標とすることにした。観測地奥としては城上、川内、入来、紫尾山、宮之城、大村、紫尾、将宿、国見、山野、大口、栗野、京町、白鳥、加久藤、八ヶ峰の16ヶ所とし、各観測所の降雨のうち1ヶ所でも日雨量120 mmをこすもの、2日雨量に対しては1ヶ所でも日雨量が30 mmをこし、また1ヶ所でも2日雨量が100 mm

表-4

	N	城上	川内	入来	紫尾山	宮之城	大村	紫尾	狩宿	国見	山野	大口	栗野	京町	白鳥	加吹	八ヶ峰	計	平均
日雨量計	28	2788.3	2733.4	3016.4	3760.0	3059.0	3103.5	3116.5	3077.1	2648.0	3186.4	2929.6	3450.1	3529.4	4566.9	3423.7	3960.0	52348.3	116.85
平均		99.58	97.62	107.73	134.29	109.25	110.84	111.30	109.90	94.57	113.80	104.63	123.22	126.05	163.10	122.28	141.43		
梅雨性 日雨量計	12	1107.4	1010.2	1047.9	1522.0	1276.5	1186.2	1360.3	1342.2	1075.0	1408.3	1290.9	1231.0	1455.1	1506.1	1405.0	1371.2	20595.3	107.27
平均		92.28	84.18	87.33	126.83	106.38	98.85	113.36	111.85	89.58	117.36	107.58	102.58	121.26	125.51	117.08	114.27		
台風性 日雨量計	13	1468.0	1508.6	1754.7	1940.0	1566.6	1709.0	1478.5	1512.4	1412.0	1460.2	1340.9	1934.4	1844.2	2707.5	1750.8	2265.9	27573.7	132.57
平均		112.92	116.05	134.98	149.23	120.51	131.46	113.73	116.34	108.62	112.32	103.15	148.80	139.55	208.27	134.68	170.45		
その他計	3	212.9	214.6	213.8	298.0	215.9	208.3	277.7	222.5	161.0	317.9	297.8	284.7	260.1	353.3	267.9	372.9	4179.3	87.07
平均		70.97	71.53	71.27	99.33	71.97	69.43	92.57	74.17	53.67	105.97	99.27	94.90	86.70	117.77	89.30	124.30		

表-5

	N	城上	川内	入来	紫尾山	宮之城	大村	紫尾	狩宿	国見	山野	大口	栗野	京町	白鳥	加吹	八ヶ峰	計	平均
2日雨量計	17	2069.3	1994.7	2212.9	2841.6	2284.1	2274.2	2452.0	2389.7	2132.0	2441.6	2585.1	2454.0	2964.7	3909.6	2817.5	3097.8	40920.8	150.44
平均		121.72	117.34	130.17	167.15	134.36	133.78	144.24	140.57	125.41	143.62	152.06	144.35	174.39	229.98	165.74	182.22		
梅雨性 2日雨量計	17	2191.6	2070.2	2225.2	2132.6	2458.9	2434.3	2851.2	2589.9	1907.0	2893.6	2855.5	2455.5	2850.7	2773.6	2758.0	2839.2	40247.0	153.03
平均		128.92	121.78	130.89	127.72	144.64	143.19	167.72	152.35	127.13	170.21	167.97	142.09	167.69	184.91	162.24	167.01		
台風性 2日雨量計	14	1773.4	1676.6	1778.0	2107.6	1618.7	1695.5	1607.1	1707.2	1609.0	1789.0	1654.2	2241.9	2394.8	3175.6	2200.0	2785.0	31973.6	146.09
平均		123.81	119.76	141.29	162.12	115.62	141.29	114.79	121.94	114.93	127.79	118.16	160.14	169.63	264.63	157.14	198.93		
その他計	3	278.7	308.2	351.9	404.0	300.8	311.5	398.3	310.7	256.0	419.8	350.2	386.4	353.5	510.6	365.0	491.1	5796.7	120.76
平均		92.90	102.73	117.30	134.67	100.27	103.83	132.77	103.57	85.33	139.93	116.73	128.80	117.83	170.20	121.67	163.70		

以上を観測されたものを用いることにした。なお2日全降降雨資料としては上記条件の30mm, 100mmを50mm, 150mmとすることにした。いずれの場合も16観測地点のうちその該当日に欠測が多いもの、疑問のあるものはこれを除くことにした。以上の結果取扱資料は昭和31年6月28日より昭和42年6月30日までの期間、16地点28降雨となる。

表-4に各観測地点名と日降雨量の合計値及び平均値、梅雨前線、台風、その他低気圧、の場合の合計値と平均値を示し、表-5に2日雨量について全様を示している。城上より狩宿までの8地点は鶴田ダム下流域に、国見より八ヶ峰までの8地点は上流域に属している。

表-4、表-5、および前掲の表-1、表-2を参照してわかるように地奥雨量で平均日雨量が^{台風性で}32.6mm、梅雨前線によるものが107.3mmで台風に起因する降雨量が多い。しかしながら2日雨量に対しては^{梅雨性が}153.0mm、台風によるものが146.1mmと梅雨前線によるものが値えているなどのことから、降雨時間が短いほど台風性のものが多いのではないかと推定される。

川内川流域は九州地区で他の河川流域に比較して降雨が多いと言われてはいるが、われわれが以前発表している統計資料で年最大地点日雨量について、筑後川全流域平均が10年間15地点46降雨より91.4mm、遠賀川流域で10年間9地点32降雨で96.9mmとなつていながら本流域では159.2mmと、64~74%上まわった値を示している。

観測地点の標高について川内川流域では、紫尾山の1060m、国見の640m、白鳥の1000m、八ヶ峰の500mを除くと他地点はすべて200m内にあることは筑後川、遠賀川流域に比較してかなりちがった地形をしており、周囲を山に囲まれた盆地的性格の地域性が台風性、梅雨性とともに局地的降雨の生起要因の一つになっているのではないかと考えられる。九大農学部気象学教室の坂上 務教授が「九州地区における最近10年間の

表-6

	日雨量 N	その他の平 均に対処%	梅雨性の平 均に対処%	2日雨量 N	その他の平 均に対処%	梅雨性の平 均に対処%
梅雨性	12	+23.2		17	+26.7	
台風性	13	+52.3	+23.6	14	+21.0	-4.5
その他	3			3		

日雨量100 mm以上の年間降雨日数資料
(西部地区自然災害資料目録 N.O.5)

」の中で指摘されている統計図によると、1年間に日雨量100 mm以上の日数が1.8日以上ある場合を降雨災害の危険限界とすると、台風によるもの、梅雨前線によるもの、その他の低気圧によるもの

表-7

	日雨量 N	その他の平 均に対処%	鶴田ダム 上流域	鶴田ダム 下流域	梅雨性の平 均に対処%	鶴田ダム 上流域	鶴田ダム 下流域	2日雨量 N	その他の平 均に対処%	鶴田ダム 上流域	鶴田ダム 下流域	梅雨性の平 均に対処%	鶴田ダム 上流域	鶴田ダム 下流域
梅雨性	12		+16.0	+32.2				17		+23.6	+30.4			
台風性	13		+45.9	+60.2		+25.8	+21.2	14		+24.2	+17.1		+0.5	-10.2
その他	3							3						

のいずれの場合も、川内川流域ではかなり限界値に近い範囲にあるようである。つきに表-6に、地表日雨量、全2日雨量について、その他低気圧による降雨量の平均値に対する梅雨性、台風性の各平均値に対する割合と、梅雨性の台風性に対する割合について示している。表-7にはこれを鶴田ダム上流域と下流域に区別して全じょうな割合を示す。これらから日雨量については台風性の雨の割合がかなり大きい、2日雨量となると大体同程度が、わずかに梅雨性雨量の方が大きくなっていることがわかる。

4. お 結 語

川内川流域は盆地的性格の流域が点在していることが多降雨地域を生起する原因の一つとも考えられ、流域内に凝灰質泥板岩、或はミラス層といった特殊の地質を持つ地域が点在することも特徴の一つと考える。

解析結果としては前にも述べたように:-

- 1 川内川流域は、遠賀川、筑後川の流域に比較して60%位平均日雨量が多い。
- 2 時間単位の降雨量から日雨量位までは台風に起因する雨が強く、2日雨量といった降雨時間が長くなれば、梅雨前線に起因する雨も増えて、台風性の雨と同じ位である。
- 3 年最大面積平均雨量の分布は岩井法の両端修正のものが最もよいが、全流域、鶴田ダム下流域は所謂対数変換のものがよいが上流域では正規分布が岩井法についてあてはめが良好である。
- 4 年最大面積平均雨量分布から確率雨量を推定した時、鶴田ダム下流域の方が全上流域よりも大きい。
- 5 確率2日雨量は確率年10年、30年、50年、100年、200年、それぞれ310 mm、371 mm、398 mm、436 mm、473 mm程度と言える。

この計算は九州大学大型計算機センターFACOM 230-60を使用した。また本研究は、文部省科学研究費の補助のもとに行われたものであることを附記する。