

十勝川流域の降雨特性について

小川 芳昭* 広田 郁男**

目 次

- § 1 概 要
- § 2 解析方法
- § 3 降雨の考え方
- § 4 十勝川流域の面積と平均雨量の関係
- § 5 定数の決定
- § 6 降雨特性と実際への応用
- § 7 む す び

§ 1. 概要

本流の改修とくに築堤工事が進むにつれ、小支派川の改修および内水処理が問題となってきている。処理方式を樋門にするか逆水堤にするかの決定には、やはり内水の出水を的確に把握することが必要であって、それにはハイドログラフを推定するための第一段階である降雨特性が明らかにされねばならない。石狩川、天塩川、十勝川などの大河川および重要河川については、計画高水量を決めた際にいわゆる計画降水が想定されたが、小支派川について、どんな値を採用するかはそれぞれ独自で取扱われ、統一を欠いているようである。この報文では、降雨量と地域性(流域面積と流域内の平均降雨量の関係)について十勝川流域を対象に解析を試みた。すなわち、Hortonによれば $\bar{R} = R_0 e^{-K A^n}$ によって A なる流域に降る平均雨量が表わされるとしているが、いくつかの降雨から十勝川流域の特性係数 K, n を求め、この流域内の小河川改修、内水処理などの計画の際に用いる計画降水量の問題点を考えてみた。

§ 2. 解析方法

流域面積と平均雨量の関係は Horton によると

$$\bar{R} = R_0 e^{-K A^n} \dots\dots\dots (1)$$

となる。

そこで、(4)式中から①と②、②と③、… (i-1) と ① で等式を作って解くと

*河川研究室長 **同室

で表わされるとしている。

- ここに A : 流域面積
- \bar{R} : A 流域内の平均雨量
- R_0 : 流域内の地点雨量
- K : 係数 } ともそれぞれの流域で定数であ
- n : 指数 } るとされている。

今、図-1のようにティーセン法で各流域内にある観測点が、その流域の平均雨量であると仮定し、最大雨量を記録した流域に関するものに番を付し、順次その周囲の次に大きい雨量のものについて、2, 3, 4…… i を付して行く、

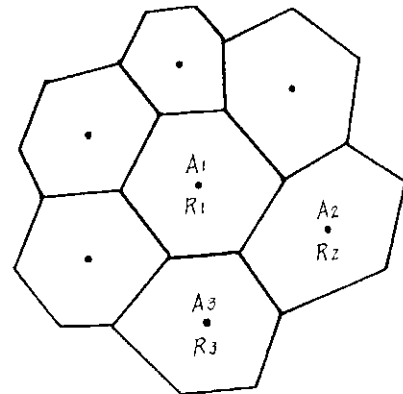


図-1 ティーセン法

さて(1)式を変形すれば

$$R_0 = \bar{R} e^{K A^n} \dots\dots\dots (2)$$

A_1 の平均雨量は \bar{R}_1

($A_1 + A_2$)の平均雨量は

$$\bar{R}_2 = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2}{A_1 + A_2} \dots\dots\dots (3)$$

順次

$$\text{流域全体の平均雨量は } \bar{R}_i = \frac{\sum A_i R_i}{\sum A_i}$$

であって、これを(2)式に代入すれば

$$R_0 = \bar{R}_1 \exp K A_1^n = \bar{R}_2 \exp K (A_1 + A_2)^n = \dots = \bar{R}_i \exp K \left(\sum_1^i A_i \right)^n \dots\dots\dots (4)$$

$$\frac{\bar{R}_1}{\bar{R}_2} = \exp K \{ (A_1 + A_2)^n - A_1^n \}$$

$$\frac{\bar{R}_2}{\bar{R}_3} = \exp K \{ (A_1 + A_2 + A_3)^n - (A_1 + A_2)^n \} \dots\dots\dots (5)$$

$$\frac{\bar{R}_{i-1}}{\bar{R}_i} = \exp K \{ (\sum_1^i A_i)^n - (\sum_1^{i-1} A_i)^n \}$$

を得る。

ここで、 $\bar{R}_1, \bar{R}_2 \dots \bar{R}_i$ は観測値であるから $\frac{\bar{R}_{i-1}}{\bar{R}_i}$ は計算できる。また指数関数表を用いると $\frac{\bar{R}_{i-1}}{\bar{R}_i}$ が既知であるから $K \left\{ \left(\sum_1^i A_i \right)^n - \left(\sum_1^{i-1} A_i \right)^n \right\}$ が得られる。こ
(6)式から

$$K = \frac{B_1}{\left\{ (A_2 + A_1)^n - A_1^n \right\}} = \frac{B_2}{\left\{ (A_3 + A_2 + A_1)^n - (A_2 + A_1)^n \right\}} = \dots = \frac{B_i}{\left\{ \left(\sum_1^i A_i \right)^n - \left(\sum_1^{i-1} A_i \right)^n \right\}} \dots (7)$$

そこで、(7)式の①と②、②と③... ①と② と ① から

$$\left. \begin{aligned} B_1(A_3 + A_2 + A_1)^n - (B_1 + B_2)(A_2 + A_1)^n + B_2 A_1^n &= 0 \\ B_2(A_4 + A_3 + A_2 + A_1)^n - (B_2 + B_3)(A_3 + A_2 + A_1)^n + B_3(A_2 + A_1)^n &= 0 \\ \vdots \\ B_{i-2}(\sum_1^i A_i)^n - (B_{i-2} + B_{i-1})(\sum_1^{i-1} A_i)^n + B_{i-1}(\sum_1^{i-2} A_i)^n &= 0 \end{aligned} \right\} \dots (8)$$

を作る。

(8)式が成立するような n を計算して、その平均地を(7)式に入れて、平均 K を求める。

これらの K, n, A_i, \bar{R}_i を(4)式に入れると R_0 を求めることができる。 K, n は雨の降り方が一般には図-2にあるように No.10, 16 のように集中豪雨型のものあれば No.9, 42 のように比較的一様に降るのもあり、また No.6, 20 のように降雨の中心が2つまたはそれ以上あるものもあって K, n は降雨ごとに異なっている。

§3. 降雨の考え方

茂岩における流域、平均日雨量は確率計算によると、

表-1 茂岩の流域平均日雨量（岩井法）

超過年	日雨量(mm)
1/10	93
1/20	107
1/40	122
1/60	126
1/100	140
1/200	154

表-1のとおりであって、流域面積が8208km²であるから既径の降り方と等しいと考えると

(イ) もし、No.10のような集中豪雨型の場合が適用されるとすれば、流域面積300km²の流域では日平均雨量が550mmを越えることになるし

(ロ) 均等降雨型の降雨ですらも250mmを越えることになる(イ)の集中豪雨型では実録として、110mmを越えたものが1例しかないの、この型で小河川の計画降雨を想定するのは行過ぎかも知れないが、均等降雨型の場合には十分考慮されねばならないのであろう。記録上からは、

の値を $B_1, B_2 \dots B_i$ とおくと

$$\left. \begin{aligned} B_1 &= K \{ (A_2 + A_1)^n - A_1^n \} \\ B_2 &= K \{ (A_3 + A_2 + A_1)^n - (A_2 + A_1)^n \} \\ &\text{順次} \\ B_i &= K \left\{ \left(\sum_1^i A_i \right)^n - \left(\sum_1^{i-1} A_i \right)^n \right\} \end{aligned} \right\} \dots (6)$$

平地の降雨は山地降雨より少ないようであるから、池田町より下流で合流するような小河川に対しては面積効果を考えなくてもあるいは良いかも知れないが、帯広より上流の流域の大半が山地であるような流域を持つ小河川の流出量を検討するときは、前記のことに注意せねばならないであろう。いいかえれば、茂岩より上流の3日連続流域平均雨量の130mmは1/10の超過年に当たるが、山地

十勝川流域図 縮尺 40:600

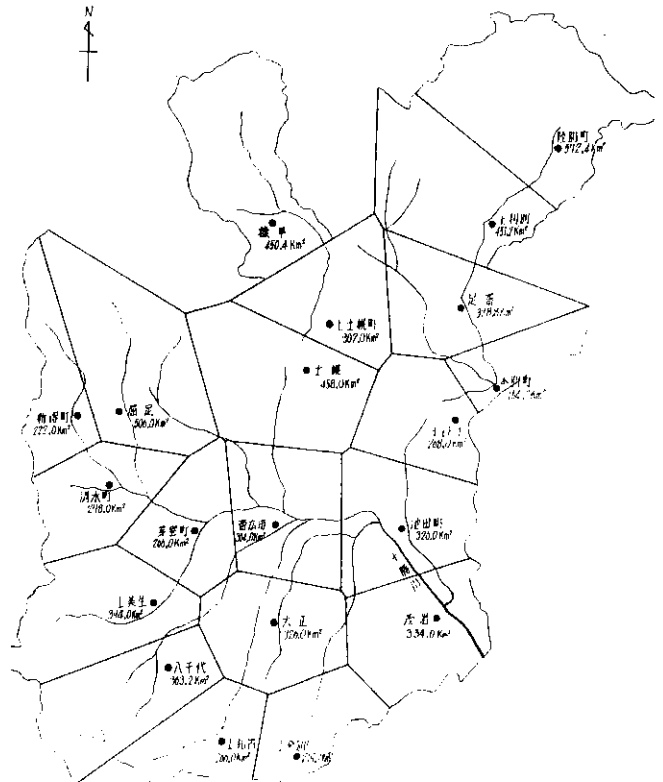


図-2 観測点とテイーセン法による支配面積

の300km²の流域に対しては165mm（日雨量）にしか相当しない。つまり、茂岩の平均雨量が1/10 超過年のものであっても十勝川流域の上流のどこかでは1/200年相当の豪雨が降り得ることを示しているなのである。

§ 4. 十勝川流域の面積と平均雨量の関係

図-2は、今回の解析に用いた観測点とティーセン法

によるその支配面積図である。糠平、陸別、上利別は、ティーセン法による他の観測点に比し、著しく面積が大きくなるので、分水嶺によって500 km²位になるよう変えた。

図-3、表-2は最近の資料の中で全観測点の資料が揃っていて、降雨の中心とみられる観測点での降雨量が100mm以上のものについて計算し、図にプロットしたものである。

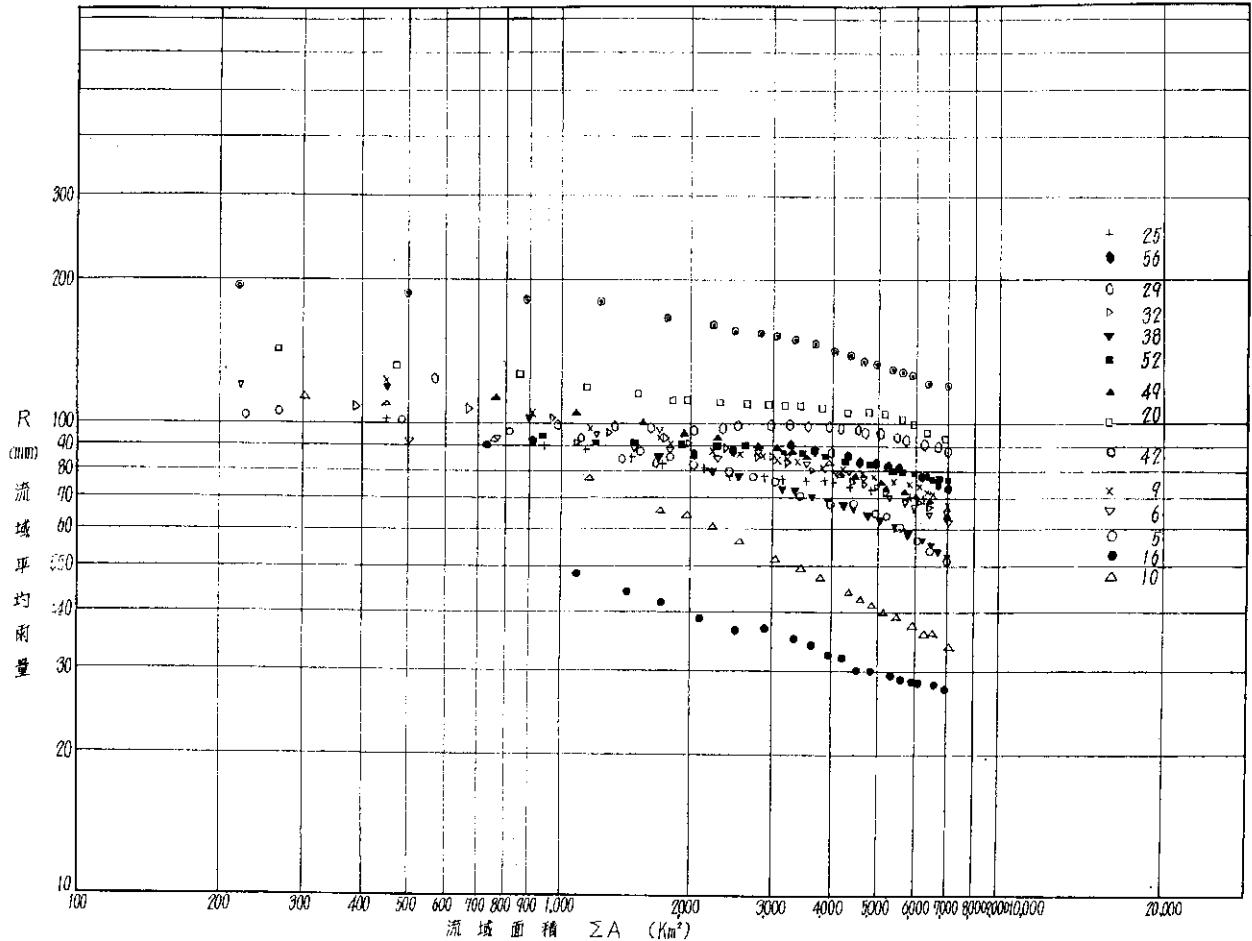


図-3 ログログ紙にプロットした雨量資料

§ 5. 定数の決定

図-3から、全流域の平均雨量が大きくなるとNo.42型に近づくようであるから、ここでは代表としてNo.10とNo.42を選んで、 K , n , を決めることにする。§ 2

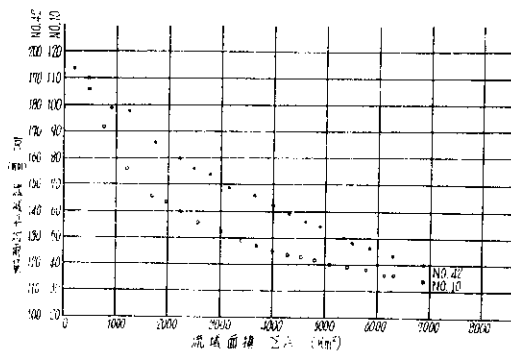


図-4 No.10とNo.42の普通紙プロット

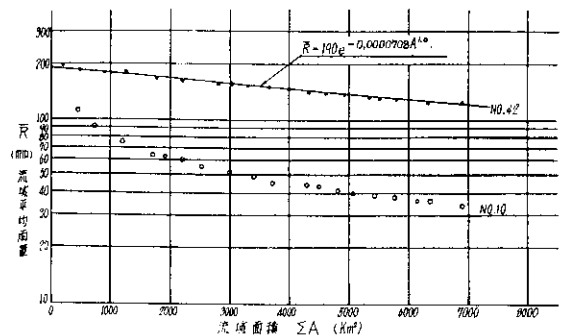


図-5 No.10とNo.42のセミログプロット

の計算法によってもよいが、おおまかに関数型を見いだすため、普通紙、半対数紙に ΣA と R の関係をプロットしてみると、それぞれ、図-4、5のようになる。No.42で半対数紙にとったものは、最初の平均雨量と全流域の平均雨量を除くと、まず直線関係とみてよい。このこと

表-2 降 雨 資 料

資料番号 5					
昭和30年9月6日					
No.	観測所	面積 A_i (km ²)	雨量 R_i (mm)	累加面積 ΣA_i	平均雨量 \bar{R}_i
1	上札内	266.0	106.0	266.0	106.0
2	上更別	219.2	99.0	485.2	102.8
3	大正	326.0	86.0	811.2	96.1
4	茂岩	334.0	84.0	1,145.2	92.6
5	上美生	394.0	73.0	1,539.2	87.5
6	清水	278.0	68.0	1,817.2	84.6
7	新得	222.0	61.0	2,039.2	82.1
8	八千代	363.2	61.0	2,402.4	78.9
9	芽室	266.0	58.0	2,668.4	76.8
10	池田	356.0	57.0	3,024.4	74.5
11	帯広	364.0	55.3	3,388.4	70.0
12	屈足	506.0	43.0	3,894.4	68.5
13	糠平	450.4	61.0	4,344.8	67.8
14	士幌	458.0	40.0	4,802.8	65.1
15	上士幌	302.0	37.0	5,104.8	63.5
16	チエトイ	268.0	29.0	5,373.8	61.7
17	本別	154.0	25.0	5,527.8	60.7
18	足寄	328.8	5.0	5,856.6	57.6
19	上利別	451.2	3.0	6,307.8	53.7
20	陸別	572.4	17.0	6,879.2	50.6

資料番号 6					
昭和30年9月7日					
No.	観測所	面積 A_i (km ²)	雨量 R_i (mm)	累加面積 ΣA_i	平均雨量 \bar{R}_i
1	新得	222.0	118.0	222.0	118.0
2	清水	278.0	70.0	500.0	91.3
3	芽室	266.0	92.0	766.0	91.6
4	帯広	364.0	87.2	1,130.0	90.1
5	池田	356.0	82.0	1,486.0	88.2
6	茂岩	334.0	87.0	1,820.0	88.0
7	士幌	458.0	69.0	2,278.0	84.2
8	糠平	450.4	103.0	2,728.4	87.3
9	屈足	506.0	69.0	3,234.4	84.4
10	大正	326.0	64.0	3,560.4	82.5
11	上士別	302.0	62.0	3,862.4	80.9
12	チエトイ	268.0	48.0	4,130.4	78.8
13	本別	154.0	47.0	4,284.4	77.7
14	足寄	328.8	47.0	4,613.2	75.5
15	上札内	266.0	35.0	4,879.2	73.3
16	八千代	363.2	35.0	5,242.4	70.6
17	上美生	394.0	34.0	5,636.4	68.1
18	上更別	219.2	33.0	5,855.6	66.7
19	上利別	451.2	21.0	6,306.8	63.5
20	陸別	572.4	47.0	6,879.2	62.1

資料番号 9					
昭和31年6月12日					
No.	観測所	面積 A_i (km ²)	雨量 R_i (mm)	累加面積 ΣA_i	平均雨量 \bar{R}_i
1	糠平	450.4	123.0	450.4	123.0
2	士幌	458.0	86.0	908.4	104.3
3	上士幌	302.0	76.0	1,210.4	97.3
4	帯広	364.0	73.4	1,574.4	91.8
5	芽室	266.0	77.0	1,840.4	89.6
6	池田	356.0	76.0	2,196.4	87.4
7	大正	326.0	73.0	2,522.4	85.6
8	上札内	266.0	79.0	2,788.4	84.9
9	上更別	219.2	78.0	3,007.6	84.4
10	八千代	363.2	72.0	3,370.8	83.1
11	上利別	451.2	67.0	3,822.0	81.2
12	茂岩	334.0	65.0	4,156.0	79.9
13	上美生	394.0	65.0	4,550.0	78.6
14	清水	278.0	60.0	4,828.0	77.5
15	屈足	506.0	59.0	5,334.0	75.8
16	足寄	328.8	58.0	5,662.8	74.7
17	新得	222.0	53.0	5,884.8	73.9
18	チエトイ	268.0	39.0	6,152.8	72.4
19	本別	154.0	34.0	6,306.8	71.5
20	陸別	572.4	14.0	6,879.2	66.7

資料番号 10					
昭和31年7月20日					
No.	観測所	面積 A_i (km ²)	雨量 R_i (mm)	累加面積 ΣA_i	平均雨量 \bar{R}_i
1	糠平	450.4	110.0	450.4	110.0
2	上士幌	302.0	66.0	752.4	92.3
3	士幌	458.0	49.0	1,210.4	75.9
4	屈足	506.0	41.0	1,716.4	65.6
5	新得	222.0	47.0	1,938.4	63.5
6	清水	278.0	38.0	2,216.4	60.3
7	足寄	328.8	30.0	2,545.2	56.4
8	上利別	451.2	30.0	2,996.4	52.4
9	上美生	394.0	25.0	3,390.4	49.2
10	大正	326.0	20.0	3,716.4	46.7
11	上札内	266.0	26.0	3,982.4	45.3
12	茂岩	334.0	25.0	4,316.4	43.7
13	上更別	219.2	23.0	4,535.6	42.7
14	芽室	266.0	19.0	4,801.6	41.4
15	チエトイ	268.0	19.0	5,069.6	40.2
16	八千代	363.2	19.0	5,432.8	38.8
17	帯広	364.0	18.3	5,796.8	37.5
18	池田	356.0	17.0	6,152.8	36.3
19	本別	154.0	16.0	6,306.8	35.8
20	陸別	572.4	8.0	6,879.2	33.5

資料番号 16					
No.	観測所	昭和32年7月6日			
		面積 A_i (km ²)	積雨量 R_i (mm)	累加面積 ΣA_i	平均雨量 \bar{R}_i
1	新得	222.0	103.0	222.0	103.0
2	屈足	506.0	84.0	728.0	89.8
3	糠平	450.4	31.0	1,178.4	47.9
4	清水	278.0	29.0	1,456.4	44.3
5	芽室	266.0	26.0	1,722.4	41.5
6	帯広	364.0	24.5	2,086.4	38.5
7	上美生	394.0	24.0	2,480.4	36.2
8	八千代	363.2	42.0	2,843.6	37.0
9	士幌	458.0	24.0	3,301.6	35.1
10	大正	326.0	20.0	3,627.6	33.9
11	上士幌	302.0	19.0	3,929.6	32.7
12	上更別	219.2	18.0	4,148.8	31.9
13	池田	356.0	17.0	4,504.8	30.7
14	足寄	328.8	16.0	4,833.6	29.7
15	上利別	451.2	16.0	5,284.8	28.5
16	上札内	266.0	15.0	5,550.8	27.9
17	チエトイ	268.0	15.0	5,818.8	27.3
18	本別	154.0	13.0	5,972.8	26.9
19	陸別	572.4	13.0	6,545.2	25.7
20	茂岩	334.0	12.0	6,879.2	25.0

資料番号 20					
No.	観測所	昭和32年9月17日			
		面積 A_i (km ²)	積雨量 R_i (mm)	累加面積 ΣA_i	平均雨量 \bar{R}_i
1	上札内	266.0	144.0	266.0	144.0
2	上更別	219.0	120.0	485.2	133.1
3	八千代	363.2	120.0	848.4	127.5
4	茂岩	334.0	98.0	1,182.4	119.2
5	池田	356.0	109.0	1,538.4	116.8
6	チエトイ	268.0	95.0	1,806.4	113.6
7	本別	154.0	116.0	1,960.4	113.8
8	足寄	328.8	110.0	2,289.2	113.2
9	大正	326.0	95.0	2,615.2	111.0
10	芽室	266.0	103.0	2,881.2	110.2
11	清水	278.0	105.0	3,159.2	109.8
12	新得	222.0	106.0	3,381.2	109.5
13	帯広	364.0	93.6	3,745.2	108.0
14	屈足	506.0	93.0	4,251.2	106.2
15	糠平	450.4	121.0	4,701.6	107.6
16	上美生	394.0	87.0	5,095.6	106.0
17	士幌	458.0	75.0	5,553.6	103.4
18	上士幌	302.0	73.0	5,855.6	101.9
19	上利別	451.2	24.0	6,306.8	96.3
20	陸別	572.4	61.0	6,879.2	93.4

資料番号 25					
No.	観測所	昭和33年8月27日			
		面積 A_i (km ²)	積雨量 R_i (mm)	累加面積 ΣA_i	平均雨量 \bar{R}_i
1	糠平	450.4	101.0	450.4	101.0
2	屈足	506.0	78.0	956.4	88.8
3	新得	222.0	77.0	1,178.4	86.6
4	清水	278.0	73.0	1,456.4	84.0
5	芽室	266.0	72.0	1,722.4	82.2
6	上美生	394.0	70.0	2,116.4	79.9
7	上士幌	302.0	68.0	2,418.4	78.4
8	帯広	364.0	68.0	2,782.4	77.0
9	池田	356.0	69.0	3,138.4	76.1
10	八千代	363.2	67.0	3,501.6	75.2
11	上札内	266.0	66.0	3,767.6	74.5
12	上更別	219.2	73.0	3,986.8	74.5
13	茂岩	334.0	63.0	4,320.8	73.6
14	士幌	458.0	63.0	4,778.8	72.6
15	上利別	451.2	61.0	5,230.0	71.6
16	大正	326.0	57.0	5,556.0	70.7
17	チエトイ	268.0	50.0	5,824.0	69.7
18	足寄	328.8	50.0	6,152.8	68.7
19	本別	154.0	43.0	6,306.8	68.1
20	陸別	572.4	40.0	6,879.2	65.7

資料番号 29					
No.	観測所	昭和33年9月27日			
		面積 A_i (km ²)	積雨量 R_i (mm)	累加面積 ΣA_i	平均雨量 \bar{R}_i
1	陸別	572.4	123.0	572.4	123.0
2	上利別	451.2	70.0	1,023.6	99.6
3	足寄	328.8	95.0	1,352.4	98.5
4	チエトイ	268.0	95.0	1,620.4	97.9
5	池田	356.0	95.0	1,976.4	97.4
6	茂岩	334.0	102.0	2,310.4	98.1
7	上更別	219.2	113.0	2,529.6	99.4
8	大正	326.0	102.0	2,855.6	99.7
9	上美生	394.0	99.0	3,249.6	99.6
10	芽室	266.0	98.0	3,515.6	99.5
11	帯広	364.0	93.0	3,879.6	98.9
12	上札内	266.0	91.0	4,145.6	98.4
13	八千代	363.2	90.0	4,508.8	97.7
14	本別	154.0	82.0	4,662.8	97.2
15	上士幌	302.0	75.0	4,964.8	95.8
16	士幌	458.0	73.0	5,422.8	93.9
17	新得	222.0	70.0	5,644.8	92.9
18	屈足	506.0	70.0	6,150.8	91.1
19	糠平	450.4	63.0	6,601.2	90.0
20	清水	278.0	48.0	6,879.2	88.3

No.	資料番号 32				
	昭和34年8月27日				
	観測所	面積 A_i (km ²)	雨量 R_i (mm)	累加面積 ΣA_i	平均雨量 \bar{R}_i
1	上美生	394.0	109.0	394.0	109.0
2	清水	278.0	107.3	672.0	107.3
3	大正	326.0	101.7	998.0	101.7
4	茂岩	334.0	96.5	1,332.0	96.5
5	八千代	363.2	92.7	1,695.2	92.7
6	芽室	266.0	90.7	1,961.2	90.7
7	池田	356.0	88.5	2,317.2	88.5
8	帯広	364.0	86.5	2,681.2	86.5
9	新得	222.0	85.1	2,903.2	85.1
10	上札内	266.0	83.2	3,169.2	83.2
11	士幌	458.0	56.0	3,627.2	79.8
12	糠平	450.4	71.0	4,077.6	78.8
13	屈足	506.0	53.0	4,583.6	76.0
14	上士幌	302.0	52.0	4,885.6	74.5
15	チエトイ	268.0	45.0	5,153.6	72.9
16	上利別	451.2	43.0	5,604.8	70.5
17	本別	154.0	42.0	5,758.8	69.8
18	足寄	328.8	42.0	6,087.6	68.3
19	上更別	219.2	38.0	6,306.8	67.2
20	陸別	572.4	37.0	6,879.2	64.7

No.	資料番号 38				
	昭和36年7月25日				
	観測所	面積 A_i (km ²)	雨量 R_i (mm)	累加面積 ΣA_i	平均雨量 \bar{R}_i
1	糠平	450.4	120.0	450.4	120.0
2	上利別	451.2	86.0	901.6	103.0
3	上士幌	302.0	72.0	1,203.6	95.2
4	屈足	506.0	63.0	1,709.6	85.7
5	士幌	458.0	58.0	2,167.6	79.8
6	足寄	328.8	57.0	2,496.4	76.8
7	陸別	572.4	57.0	3,068.8	73.1
8	新得	222.0	53.0	3,290.8	71.8
9	清水	278.0	52.0	3,568.8	70.2
10	上美生	394.0	48.0	3,962.8	68.0
11	チエトイ	268.0	47.0	4,230.8	66.7
12	本別	154.0	42.0	4,384.8	65.8
13	帯広	364.0	40.2	4,748.8	63.9
14	芽室	266.0	40.0	5,014.8	62.6
15	池田	356.0	32.0	5,370.8	60.6
16	茂岩	334.0	35.0	5,704.8	59.1
17	八千代	363.2	30.0	6,068.0	57.3
18	大正	326.0	23.0	6,394.0	55.6
19	上更別	219.2	15.0	6,613.2	54.2
20	上札内	266.0	10.0	6,879.2	52.5

No.	資料番号 42				
	昭和38年8月3日				
	観測所	面積 A_i (km ²)	雨量 R_i (mm)	累加面積 ΣA_i	平均雨量 \bar{R}_i
1	新得	222.0	194.0	222.0	194.0
2	清水	278.0	179.0	500.0	185.7
3	上美生	394.0	170.0	894.0	178.8
4	八千代	363.2	176.0	1,257.2	178.0
5	屈足	506.0	136.0	1,763.2	165.9
6	糠平	450.4	136.0	2,213.6	159.8
7	芽室	266.0	131.0	2,479.6	156.7
8	大正	326.0	131.0	2,805.6	153.7
9	上更別	219.2	130.0	3,024.8	152.0
10	上札内	266.0	117.0	3,290.8	149.2
11	帯広	364.0	117.0	3,654.8	146.0
12	茂岩	334.0	105.0	3,988.8	142.6
13	池田	356.0	98.0	4,344.8	138.9
14	チエトイ	268.0	98.0	4,612.8	136.5
15	上士幌	302.0	88.0	4,914.8	133.5
16	士幌	458.0	88.0	5,372.8	129.7
17	本別	154.0	85.0	5,526.8	128.4
18	足寄	328.8	84.0	5,855.6	125.9
19	上利別	451.2	82.0	6,306.8	122.8
20	陸別	572.4	85.0	6,879.2	119.6

No.	資料番号 49				
	昭和39年6月4日				
	観測所	面積 A_i (km ²)	雨量 R_i (mm)	累加面積 ΣA_i	平均雨量 \bar{R}_i
1	上士幌	302.0	113.0	302.0	113.0
2	士幌	458.0	113.0	760.0	113.0
3	帯広	364.0	88.0	1,124.0	104.9
4	糠平	450.4	88.0	1,574.4	100.1
5	池田	356.0	75.0	1,930.4	95.4
6	茂岩	334.0	80.0	2,264.4	93.2
7	屈足	506.0	75.0	2,770.4	89.8
8	新得	222.0	83.0	2,992.4	89.3
9	清水	278.0	66.0	3,270.4	87.4
10	チエトイ	268.0	55.0	3,538.4	84.9
11	足寄	328.8	53.0	3,867.2	82.2
12	上利別	451.2	53.0	4,318.2	79.1
13	本別	154.0	48.0	4,472.4	78.1
14	上更別	219.2	48.0	4,691.6	76.7
15	上札内	266.0	51.0	4,957.6	75.3
16	芽室	266.0	45.0	5,223.6	73.7
17	八千代	363.2	45.0	5,586.8	71.9
18	大正	326.0	44.0	5,912.8	70.3
19	上美生	394.0	43.0	6,306.8	68.6
20	陸別	572.4	17.0	6,879.2	64.3

資料番号 52					
昭和 39 年 8 月 25 日					
No.	観測所	面積 A_i (km ²)	積雨量 R_i (mm)	累加面積 ΣA_i	平均雨量 \bar{R}_i
1	糠平	450.4	108.0	450.4	108.0
2	屈足	506.0	79.0	956.4	92.7
3	清水	278.0	81.0	1,234.4	90.0
4	芽室	266.0	89.0	1,500.4	89.8
5	帯広	364.0	91.4	1,864.4	90.2
6	池田	356.0	85.0	2,220.4	89.3
7	茂岩	334.0	91.0	2,554.4	89.5
8	新得	222.0	78.0	2,776.4	88.6
9	上士幌	302.0	76.0	3,078.4	87.4
10	上美生	394.0	75.0	3,472.4	86.0
11	足寄	328.8	71.0	3,801.2	84.7
12	上利別	451.2	71.0	4,252.4	83.2
13	士幌	458.0	69.0	4,710.4	81.8
14	陸別	572.4	68.0	5,282.8	80.3
15	チエトイ	268.0	67.0	5,550.8	79.7
16	八千代	363.2	62.0	5,914.0	78.6
17	上札内	266.0	67.0	6,180.0	78.1
18	上更別	219.2	63.0	6,399.2	77.6
19	本別	154.0	58.0	6,553.2	77.1
20	大正	326.0	57.0	6,879.2	76.2

資料番号 56					
昭和 40 年 9 月 10 日					
No.	観測所	面積 A_i (km ²)	積雨量 R_i (mm)	累加面積 ΣA_i	平均雨量 \bar{R}_i
1	糠平	450.4	109.0	450.4	109.0
2	上利別	451.2	73.0	901.6	91.0
3	屈足	506.0	71.0	1,407.6	83.8
4	芽室	266.0	78.0	1,673.6	82.9
5	上美生	394.0	99.0	2,067.6	86.0
6	八千代	363.2	103.0	2,430.8	88.5
7	上札内	266.0	102.0	2,696.8	89.8
8	上更別	219.2	95.0	2,916.0	90.2
9	大正	326.0	85.0	3,242.0	89.7
10	茂岩	334.0	74.0	3,576.0	88.2
11	池田	356.0	69.0	3,932.0	86.5
12	チエトイ	268.0	69.0	4,200.0	85.4
13	清水	278.0	68.0	4,478.0	84.3
14	足寄	328.8	67.0	4,806.8	83.1
15	帯広	364.0	66.0	5,170.8	81.9
16	本別	154.0	60.0	5,324.8	81.3
17	新得	222.0	59.0	5,546.8	80.4
18	陸別	572.4	54.0	6,119.2	77.9
19	士幌	458.0	46.0	6,577.2	75.7
20	上士幌	302.0	44.0	6,879.2	74.3

表-3 集中豪雨型定数 (K, n) の計算

No. 10

ΣA (km ²)	300	500	1000	2000	3000	4000	平均
$\frac{\bar{R}_i}{\bar{R}_{i+1}}$	$\frac{122}{105}$	$\frac{105}{82}$	$\frac{82}{62}$	$\frac{62}{52}$	$\frac{52}{46}$	$\frac{46}{40}$	
ϕ	1.162	1.281	1.323	1.192	1.130	1.150	
B_i	0.150	0.245	0.277	0.176	0.123	0.140	—
n	0.26	0.20	0.21	0.18	—	0.11	0.192
K	0.487	0.526	0.517	0.391	0.737	—	0.524
R_o (mm)	586.4	592.3	588.0	588.2	627.2	601.0	591.2

表-4 均等降雨型定数 (K, n) の計算

No. 42

ΣA (km ²)	300	500	1000	2000	3000	4000	平均
$\frac{\bar{R}_i}{\bar{R}_{i+1}}$	$\frac{195}{187}$	$\frac{187}{180}$	$\frac{180}{166}$	$\frac{166}{154}$	$\frac{154}{133}$	$\frac{133}{125}$	
ϕ	1.043	1.039	1.084	1.085	1.068	1.064	
B_i	0.043	0.039	0.081	0.075	0.082	0.067	
n	0.79	1.06	0.88	1.26	—	—	0.998
K	0.000218	0.0000792	0.0000824	0.0000763	0.0000835	—	0.0000804
R_o (mm)	199.7	194.3	194.8	194.4	195.0	182.4	195.6

は $n=1$ であることを示している。今、 $n=1$ として図から Horton の式を求めると

$$\bar{R} = 190 e^{-0.0000708 A^{1.0}} \text{ (mm)} \dots\dots\dots (9)$$

となる。

表-3, 4 は § 2 で述べた方法によって得た計算値である。すなわち No.42 に対しては

$$\bar{R} = 195 e^{-0.0000804 A^{0.998}} \text{ (mm)} \dots\dots\dots (10)$$

となり、(9)式はよく(10)式に近似して、§ 2 の方法が有用であることを示している。

また No.10 に対しては

$$\bar{R} = 590 e^{-0.524 A^{0.192}} \text{ (mm)} \dots\dots\dots (11)$$

が得られた。

§ 6. 降雨特性と実際への応用

かくして均等降雨型と集中豪雨型の流域面積と平均降雨量の関係が明らかになったのであるが、記録からみると山間の観測点で大雨が現われる頻度が多いところから各流域の平均高度と R_0 の関係もかなりの重さで考えねばならないことが示唆される。また全流域の平均雨量が大きくなるにつれ K は減小し、 n は大きくなる傾向である。また降雨の原因のうち最も危険なのは台風が西側から襟裳岬近くを北東に過ぎる場合で No.42 がこの型に入っている。§ 5 で得た K 、 n は考えようとする流域に雨量観測所がない場合もしくはあっても資料が不足しているような場合にのみ適用されるべきで、流域内で十分な雨量資料を得ることができるときはそれによるべきである。

表-5 は帯広建設部において各流量観測所上流域についてそれぞれ岩井法により推定した各超過年 3 日連続

表-5 岩井法による地点確率降雨量と Horton 法降雨量の比較

超 過 年	観 測 所 名		茂 岩	千代田	帯 広	芽 室	人 舞	利 別	仙美里	音 更	南 帯
	流域面積 (km ²)		8208	5082	2529	1546	859	2715	1514	708	608
	河 川		本 流	本 流	本 流	本 流	本 流	利別川	利別川	音更川	札内川
1/10	流域平均雨量 (mm)		126	141	147	152	154	116	128	133	162
	Horton	上	126.0	161.1	197.2	213.2	225.3	196.2	213.6	227.8	229.6
		下	88.9	113.7	139.2	150.4	158.9	138.5	150.7	160.7	162.1
1/20	流域平均雨量 (mm)		144	164	172	180	187	134	151	155	187
	Horton	上	144.3	184.2	225.4	243.7	257.4	224.3	244.2	260.3	262.4
		下	102.6	131.3	160.6	173.7	183.5	159.8	174.0	185.5	187.4
1/40	流域平均雨量 (mm)		164	186	198	209	221	152	175	178	213
	Horton	上	164.0	209.7	256.7	277.5	293.2	255.4	278.1	296.5	298.8
		下	123.6	158.1	193.5	209.2	220.7	192.5	209.6	223.5	225.3
1/60	流域平均雨量 (mm)		170	194	207	219	232	158	182	185	221
	Horton	上	169.7	217.4	266.1	287.7	302.8	264.8	288.2	307.3	309.8
		下	129.8	166.0	203.1	219.6	232.0	202.1	220.0	234.6	236.5
1/100	流域平均雨量 (mm)		189	216	233	249	269	176	207	209	247
	Horton	上	189.0	241.7	295.8	319.8	337.9	294.3	320.5	341.6	344.4
		下	150.5	192.4	235.5	254.6	269.0	234.3	255.1	272.0	274.2
1/200	流域平均雨量 (mm)		208	240	261	281	307	195	232	232	274
	Horton	上	208.0	266.0	325.6	352.0	371.9	323.9	352.7	376.0	379.0
		下	171.7	219.6	268.8	290.6	307.3	267.4	291.2	310.4	312.9

流域平均降雨と均等降雨型で R_0 を最上流流域で求めたものと最下流流域で求めたものの比較である。

§7. むすび

今回の研究で次の諸点が明らかになった。

- i 十勝川流域では集中豪雨型と均等降雨型の2つが代表降雨として考えられるが降雨の絶対量が多いのは均等降雨型である。
- ii Horton の式は十勝川流域に適用できる。すなわち流域平均降雨量 \bar{R} と流域面積 A の間には
$$\bar{R} = R_0 e^{-K_1 A^n}$$
 が成立する。
- iii 集中豪雨型の定数は $K = 0.524$ $n = 0.192$ であ

り、均等降雨型の定数は $K = 0.0000804$ $n = 0.998$ である。

- iv §2 の解析法は有用である。
- v K, n の推定は、各観測点で確率計算をして得た雨量に対して行なったものが妥当であろう。

§8. 文献, その他

1. Linsley and Others: Applied Hydrology
2. 椿, 荒木: 水理学演習
3. 土木学会: 水理公式集
4. 北海道開発局: 十勝川高水流量の検討
5. 本間, 春日屋: 次元解析と最小自乗法

研究室だより

河川研究室の動き

石狩川河道水収支調査打合わせ会議の席上で、北海道大学工学部岸力教授の“渇水量の時系列による推定”を大変興味深く聞いた。“洪水量はまったく偶発的に生ずるから、従来行なわれたような確率計算で推定できるが、渇水量は前日の流量に影響される部分と偶発的な部分からなるので、単に各年の渇水量を並べて確率推定をするわけにはゆかない。そのためには時系列による推定が必要である。”というような要旨であった。河川研究室では、早速、天塩川・十勝川に適用したいと考え、流量資

料などを蒐集中である。

本年度分の岩尾内ダム放水路水理模型実験が終了し、結果が纏まったので、室長・広田技官らが現地に行き、実験の内容・結果などを説明した。また各研究グループとも、現地調査の施設撤去を開始した。11月中旬までに完了の予定である。

定例セミナーは10月31日に行なわれた。広田技官から“Horton 法による十勝川流域の降雨特性について”と題して、推定方法・計算手順および結果の説明があった。永沼技官からは、社会的な見地から考察を加えた“石狩川の改修計画について”の話があった。ついで、室長から第1回数学講座として“対数の性質とその応用、計算尺について”の講義があった。

昭和41年10月31日発行

編集兼 発行人 宮川 勇

発行所 北海道開発局土木試験所

札幌市平岸無番地
電話 4161 (代表)

印刷所 日栄舎印刷株式会社

札幌市菊水西町10丁目
電話 9267 (代表)