

森林からの降雨の流出に関する考察

磯島 義一

経営部

要 旨

宮川流域における森林から流出する洪水量の流出率を算定した。降雨があると森林から雨水が流れこみ、河川の水位は上昇する。晴天が続くと、洪水量は時間の経過と共に減少する。この現象を

$$Q(t) = \frac{Q_1}{t^k} \text{ で表わしたところ、大体実際のデータに近い値を得た。}$$

ひとつの降雨があるとき、降雨当日の流量を Q_1 、2日目に Q_2 、……、30日目に Q_{30} とすると、

$$\text{降雨当日の流出率 } f \text{ は } f = \frac{Q_1}{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_{30}} \text{ となる。}$$

一級河川宮川の雨量と洪水量の過去30年間のデータより、常数 k の値は1.4から2.0の範囲にあった。

その結果、宮川流域の森林から流出する流出率は0.4から0.6の範囲にあった。

通常排水路を計画するとき、森林からの流出率は0.7の値を使うことがある。降雨や流域の条件によって異なるが、0.6の数値を使えば少しは経済的な排水路の設計ができる。

キーワード：流出率；貯水；降雨

緒 言

耕地の上流に降った雨水は、耕地の排水路を通じて中小河川に入り、最終は海に流出する。水田の排水路の設計は、日雨量を日排除するという基準で設計する。日雨量は10年に1回は起るであろう確率雨量を対象とする。

排水路の設計は、山地と平地から流出してくる流量から排水路の断面を設計する。流量は1秒間にその水路断面を通過する水の量であり、その計算は流出率に雨量と流域面積を掛けて求める。

流出率とは最大の流出率をいう。降雨があると大体降雨当日が最大の流出となる。そこで降雨当日の流出量に対する全流出量の割合を最大の流出率といってよい。

住宅地の場合は、河川の水が宅地に浸水することは許されない。水田の場合は一時湛水しても、その日のうちに排水が終了すればよい。

水田の流出率は1日の平均の流出率を考えてよい。今回参考にしたデータは日平均の流量である。住宅地には使えないが、水田には使える。

参考にした資料は、流域面積が100 km^2 余りある宮川ダ

ムである。データは昭和32年から昭和60年にわたって雨量とダムへ流入した流量の記録である。

降雨第1日に流出する平均の流量を Q_1 で表し、降雨当日を入れて、 t 日後の流量を Q とすると、

$$Q = Q_1 \times t^{-k}$$

とした。 k は常数である。いくつかの事例について計算を行なった結果、洪水の場合 k は1.4から2の範囲にあることがわかった。この結果より流出率は0.4から0.6までの範囲にあることが言えるのである。

本論文は、大台山系から宮川へ流出する日平均流出率を求めたものである。流出率の最高限度は0.6である。この数値は、物部や角屋の数値²⁾より小さい数値である。但し先輩の先生の流出率はピーク流出率であり、その内容は日平均流出率とは意味が少し異なるものである。流出率の大小が排水路の設計に影響を及ぼすものである。

方 法

多気郡宮川村地内に、利水（発電）及び治水（洪水調節）のため開発した宮川ダムがある。流域面積125.6 km^2

からダムに流入する。流量は水位計で水位を観測して、流量換算した資料である。流量は日平均のものである。

ダムの流域よりダムに流入する流量は、降雨があると増加し、時刻の経過と共に減少する。この現象については仮説を設けて、仮説が実際と合うか確認し、次に流量の時間的な推移より流出率を求めて評価した。

結果と考察

1. 洪水流量の時間的な推移

流量を縦軸にとり、横軸に時間（単位は日）をとると、洪水流量は日毎に減少する。減少する勾配は、最初は急で、時間の経過と共に緩くなる。

流量と時間との割合、即ち勾配を $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ で表わすと、勾配は洪水流量に比例して減少する。また時刻の経過と共に小さくなる。

これを数式で表わすと

$$\frac{dQ}{dt} = -k \times \frac{Q}{t}$$

(1) の右辺にマイナスの記号をつけたのは、時間の経過と共に、流量は減少するからである。但し k は常数とする。このような仮説を立て、実際に合うかどうか確認する。

$$(1) \text{ 式を解くと } Q = \frac{e^{\text{const}}}{t^k}$$

となる。先ず初期条件として、洪水の第1日の流量を Q_1 とすると、 $e^{\text{const}} = Q_1$ となる。従って洪水流量の時間的な減衰の関係式は

$$Q = \frac{Q_1}{t^k} \quad (2)$$

となる。 k は常数であり、最小自乗法により決定する。

(2) 式の対数は

$$\ln Q = \ln Q_1 - k \ln t$$

$$\ln \frac{Q}{Q_1} = -k \ln t \quad (3)$$

(3) 式において

$$\ln \frac{Q}{Q_1} = y, \quad \ln t = x \quad (4)$$

とすると

$$y = -k x \quad (5)$$

となる。誤差を e とすれば

$$e = y + k x$$

誤差の平方の総和を E とし、 E の最小値を求めると

$$E = \sum (y + k x)^2$$

$$\frac{dE}{dk} = 0 \quad 2 \sum (y + k x) x = 0$$

$$k = \frac{-\sum x y}{\sum x^2} \quad (6)$$

(2) 式は洪水流量が時間の経過と共に減衰する関係式である。常数 k は (6) 式より求める。

2. 洪水流量の実際と、減衰に関する係数 k の計算

[事例1]

昭和38年10月25日に138mmの降雨があり、洪水流量は $92.8 \text{ m}^3/\text{s}$ であった。その実測値は表1の通りである。

減衰に関する常数 k の計算は表2の通りである。

洪水流量の計算値は表3の通りである。

降雨の翌日の流量は29%の誤差を生ずるが、それ以降は、計算値は実測値をよく追跡している。

雨量と洪水流量の関係については、直接比例の関係にはない。雨量は観測地点における記録値であり、 100 km^2 を越える流域を代表している場合があるかも知れないが、代表していない場合もある。従って降雨量が大きい、小さい程度の表示と理解するものである。

[事例2]

昭和44年2月4日に147mmの降雨があり、洪水流量は $48.4 \text{ m}^3/\text{s}$ であった。その実測値は表4の通りである。

洪水流量の減衰に関する常数 k の計算は表5の通りである。

(2) 式に $Q_1 = 48.4$ 、 $k = 1.022$ を代入して Q を計算すると表4の右欄の通りである。計算値はよく実測値を追跡している。

[事例3]

昭和46年9月26日に166mmの降雨があり、洪水流量は $220.9 \text{ m}^3/\text{s}$ であった。その実測値及び計算値は表6の通りである。

常数 $k = 1.921$ である。洪水量が大きくなると急に減

表1 雨量と洪水流量

年月日	雨量	洪水流量
38. 10. 22	mm	$5.7 \text{ m}^3/\text{s}$
23	2	5.8
24	4	5.8
25	138	92.8
26	2	58.3
27		22.4
28		17.4
29		13.9
30		12.4
31		9.9
11. 1		9.0
2		7.8
3		4.5
4		7.0
5		6.8
6	33	11.0

表2 kの計算

t	$\frac{Q}{Q_1}$	$x = \ln t$	$y = \ln \frac{Q}{Q_1}$	xy	x^2
1	1	0	0	0	0
2	0.628	0.693	-0.465	-0.322	0.480
3	0.241	1.098	-1.422	-2.713	1.205
4	0.187	1.386	-1.903	-2.637	1.920
5	0.149	1.609	-1.676	-2.696	2.588
6	0.133	1.791	-2.017	-3.612	3.207
7	0.106	1.945	-2.244	-4.364	3.783
8	0.096	2.079	-2.343	-4.871	4.322
9	0.084	2.197	-2.476	-5.439	4.826
10	0.048	2.302	-3.036	-6.988	5.299
11	0.075	2.397	-2.590	-6.208	5.745
12	0.073	2.484	-2.617	-6.500	6.170
計				-46.350	39.545

$$k = \frac{-\sum xy}{\sum x^2} = \frac{46.350}{39.545} = 1.172$$

表3 洪水流量の計算値

月日	Q m ³ /s	誤差%	月日	Q m ³ /s	誤差%
10. 25	92.8		31	9.4	+5.0
26	41.1	-29	11. 1	8.1	-10.0
27	25.6	+14	2	7.0	-0.1
28	18.2	+4.5	3	6.2	+0.37
29	14.0	+0.7	4	5.5	-0.21
30	11.3	-8.8	5	5.0	-0.26

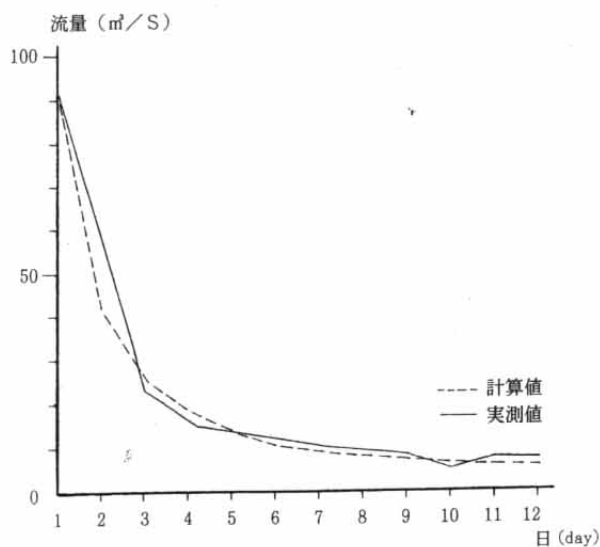


図1 洪水流量の時間的な推移

衰する特長がある。

〔事例4〕

昭和47年12月23日に145mmの降雨があり、洪水流量は75.9 m³/sであった。その実測値及び計算値は表

表4 雨量と洪水流量

年月日	雨量	洪水流量	同左計算値
44. 2. 1	mm	11.0 m ³ /s	m ³ /s
2		6.8	
3		6.9	
4	147	48.4	48.4
5		27.8	23.8
6		15.7	15.7
7		13.1	11.7
8		10.1	9.3
9		6.3	7.7
10	5	9.9	

表5 kの計算

t	$\frac{Q}{Q_1}$	$x = \ln t$	$y = \ln \frac{Q}{Q_1}$	xy	x^2
1	1.000	0	0	0	0
2	0.574	0.693	-0.555	-0.384	0.480
3	0.324	1.098	-1.127	-1.237	1.205
4	0.274	1.386	-1.309	-1.814	1.920
5	0.208	1.609	-1.570	-2.526	2.588
6	0.130	1.791	-2.040	-3.653	3.207
計				-9.614	9.400

$$k = \frac{-\sum xy}{\sum x^2} = \frac{9.614}{9.400} = 1.022$$

表6 雨量と洪水流量

年月日	雨量	洪水流量	同左計算値
46. 9. 22	mm	12.3 m ³ /s	m ³ /s
23		11.4	
24		11.2	
25	21	10.7	
26	166	220.9	220.9
27		34.1	58.3
28		20.7	26.7
29		17.1	15.4
30		14.1	10.0
10. 1	19	15.3	

7の通りである。洪水の減衰に関する係数は $k = 1.271$ である。

〔事例5〕

昭和50年11月6日に225mmの降雨があり、洪水流量は75.9 m³/sであった。その実測値及び計算値は表8の通りである。洪水の減衰に関する係数は $k = 1.706$ である。

〔事例6〕

昭和52年11月16日に185mmの降雨があり、洪水流量は74.6 m³/sであった。その実測値及び計算値は表

表7 雨量と洪水流量

年月日	雨量	洪水流量	同左計算値
47. 12. 20	mm	2.07 m ³ /s	m ³ /s
21		3.12	
22	10	2.71	
23	145	75.9	75.9
24		29.4	31.4
25		16.7	18.7
26		11.5	13.0
27	2	10.7	9.8
28	2	9.7	7.7
29		8.8	6.3
30		4.2	5.4
31		4.2	4.6
48. 1. 1	23	6.2	

表8 雨量と洪水流量

年月日	雨量	洪水流量	同左計算値
50. 11. 1	mm	6.5 m ³ /s	m ³ /s
2		4.9	
3		3.7	
4		5.4	
5	4	5.1	
6	225	226.0	226.0
7		83.4	69.1
8		25.6	34.5
9		18.0	21.0
10		14.9	14.4
11		11.8	10.6
12		9.3	8.1
13	42	14.6	

9の通りである。洪水の減衰に関する係数は $k = 1.148$ である。

〔事例7〕

昭和54年7月17日に112mmの降雨があり、洪水流量は50.1m³/sであった。その実測値及び計算値は表10の通りである。洪水の減衰に関する係数は $k = 0.858$ である。

〔事例8〕

昭和55年9月9日に176mm、10日に286mm、11日に104mmの降雨があり、443.9m³/sの洪水流量があった。 $Q = Q_1 t^{-2}$ の雨水の流出の関係式が、洪水流量の実測値と大体合う事例を示す。流量が小さくなると合わなくなる。

〔事例9〕

昭和59年4月19日に84mmの降雨があり、洪水流量は34.7m³/sであった。その実測値及び計算値は表12

の通りである。洪水の減衰に関する係数は $k = 0.928$ である。

表9 雨量と洪水流量

年月日	雨量	洪水流量	同左計算値
52. 11. 11	mm	2.1 m ³ /s	m ³ /s
12		2.1	
13	17	3.3	
14		4.0	
15		2.9	
16	185	74.6	74.6
17	1	45.5	33.6
18		19.4	21.1
19		13.2	15.1
20		10.0	11.7
21		9.0	9.5
22		8.1	7.9
23		6.0	6.8
24		6.7	5.9
25		6.6	5.3
26	24	7.6	

表10 雨量と洪水流量

年月日	雨量	洪水流量	同左計算値
54. 7. 11	3 mm	4.2 m ³ /s	m ³ /s
12		3.8	
13	1	3.7	
14		2.9	
15		2.8	
16		2.7	
17	112	50.1	50.1
18	3	42.1	27.6
19	6	19.8	19.5
20	1	15.0	15.2
21		10.4	12.5
22	7	8.5	10.7
23	2	9.4	9.4
24		8.2	8.4
25		7.4	7.6
26		7.7	6.9
27		6.4	6.4
28		6.1	5.9
29		4.2	5.5
30		5.9	5.2
31		5.5	4.9
8. 1		5.1	4.6
2		4.8	4.4
3		4.6	4.1
4		4.3	4.0
5		2.8	3.8
6	6	4.3	

表11 雨量と洪水流量

年月日	雨量 mm/d	洪水流量 m ³ /s	同左計算値Q = Q _i t ⁻²			
			1	2	3	計 m ³ /s
55. 9. 8	9	7.0				
9	176	128.8	128.8			128.8
10	286	443.9	32.2	411.7		443.9
11	104	376.0	14.2	102.9	258.9	376.0
12		115.9	7.9	45.6	64.7	118.2
13		47.1	5.1	25.5	28.7	59.3
14		20.1	3.4	16.4	16.0	35.8
15		16.5	2.5	11.1	10.3	23.9
16		13.6	1.9	8.2	6.9	17.0
17		13.1	1.5	4.9	5.1	11.5
18		11.8	1.2	4.9	3.8	9.9
19	9	9.5	1.0	4.1	3.1	8.2
20	5	7.9	0.7	3.2	2.5	6.4
21	1	6.1	0.6	2.0	2.0	4.6
22		6.0	0.6	2.0	1.5	4.1
23		4.8	0.5	2.0	1.2	3.7
24	4	5.5	0.4	1.6	1.2	3.2
25	4	5.2	0.4	1.2	1.0	2.6
26	21	5.9	0.4	1.2	0.7	2.3
27	8	7.8	0.4	1.2	0.7	2.3
28		4.7	0.2	1.2	0.7	2.1
29		5.3	0.2	0.8	0.7	1.7
30		4.5	0.2	0.8	0.7	1.7
10. 1		4.3	0.1	0.8	0.5	1.4
2		4.0	0.1	0.4	0.5	1.0
3		4.3	0.1	0.4	0.5	1.0
4		3.1	0.1	0.4	0.2	0.7
5		3.0	0.1	0.4	0.2	0.7
6		3.7	0.1	0.4	0.2	0.7
7		3.6	0.1	0.4	0.2	0.7
8		3.5	0.1	0.4	0.2	0.7
9	7	2.5	0.1	0.4	0.2	0.7
10	5	2.8	0.1	0.4	0.2	0.7
11		2.7	0.1	0.4	0.2	0.7
12	2	2.8	0.1	0.4	0.2	0.7
13	3	7.0	0.1	0.4	0.2	0.7
14	134	89.4				

〔事例10〕

昭和60年8月1日から71mm/d, 147mm/dのように連続降雨があり、洪水流量は152.1m³/sであった。その実測値及び計算値は表13の通りである。洪水の減衰に関する係数はk = 1.4である。

降雨後、河川に流入する流量が時間と共に低下する経緯について事例研究を行なった。その結果、洪水流量の減衰については以下の法則があることがわかった。

(1) 洪水流量が大きい場合(100m³/sをこえる)は、

表12 雨量と洪水流量

年月日	雨量 mm/d	洪水流量 m ³ /s	同左計算値
			m ³ /s
59. 4. 18		5.0	
19	84	34.7	34.7
20		14.8	18.2
21		9.7	12.5
22		7.5	9.5
23		7.9	7.7
24		7.9	6.5
25		7.0	5.7
26		6.5	5.0
27		4.7	4.5
28		4.9	4.0
29	26	7.5	

流量が時間の経過と共に減っていく現象は $f(t) = \frac{1}{t^2}$ 曲線に沿って減少する。

(2) 洪水流量が大きい場合(100m³/s未満)は、流量は $f(t) = \frac{1}{t}$ の曲線に沿って減少する。

流量が高水の場合は $\frac{1}{t^2}$ の法則に従って急激に減少し、低水になると $\frac{1}{t}$ の法則に従って、緩やかに減少する。

排水路の設計を行うとき、流出率を想定して流量を算出する。そのときの流量率はピーク流出率を使用する。著者の作成した(2)式は、流出率を計算するのに都合よくできている。高水時における流出率を次に述べることにする。

3. 高水流量と流出率

前の課題で洪水流量の事例研究を行なった。その結果、雨量が200mmを越えると、高水流量が現れ100m³/s以上の流出量となる。

高水の場合の流出率の算定を行う。流量の実測値は日平均流量であるので、流出率も日平均流出率である。

(1) 事例10 洪水流量157.8m³/sの場合の流出率

事例10より洪水の減衰に関する係数はk = 1.4である。 $f(t) = \frac{1}{t^{1.4}}$ の数値計算を行うと表14の通りである。

こゝでは蒸発による損失¹⁾は無視する。洪水流量の流出は30日と仮定して、全流出量に対する洪水当日の流出量、即ち流出率を算定すると、流出率fは

$$f = \frac{1.000}{2.457} = 0.4$$

となる。

(2) 事例8 洪水流量443.9m³/sの場合の流出率

流出率fは表15より

$$f = \frac{1.000}{1.601} = 0.6$$

高水における、降雨当日の流出率は最高となり、その

表13 雨量と洪水流量

年月日	雨量 mm/d	洪水流量 m ³ /s	同左計算値 $Q = Q_1 t^{-1.4}$									
			1	2	3	4	5	6	7	8	計 m ³ /s	
60. 8. 1		5.0										
2		4.4										
3		2.9										
4	2	3.8										
5	71	20.3	20.3									20.3
6	147	99.8	7.6	92.2								99.8
7	81	152.1	4.3	34.8	113.0							152.1
8	107	123.4	2.9	19.7	42.7	58.1						123.4
9	87	124.2	2.1	13.1	24.1	21.9	63.0					124.2
10	93	157.8	1.6	9.6	16.1	12.4	23.8	94.3				157.8
11	31	100.6	1.3	7.4	11.8	8.3	13.4	35.6	22.8			100.6
12	12	55.8	1.0	5.9	9.1	6.1	9.0	20.1	8.6			59.8
13		32.0	0.9	4.9	7.3	4.7	6.6	13.4	4.8			42.6
14	19	25.9	0.8	4.2	6.1	3.7	5.1	9.9	3.2			33.0
15	44	69.3	0.7	3.5	5.1	3.1	4.0	7.6	2.2	43.1		69.3
16	14	31.4	0.6	3.1	4.4	2.6	3.4	6.1	1.8	16.2		38.2
17		23.6	0.5	2.7	3.8	2.2	2.8	5.0	1.4	9.2		27.6
18		18.6	0.5	2.4	3.3	1.9	2.4	4.3	1.2	6.1		22.1
19		15.6	0.4	2.2	3.0	1.7	2.1	3.6	1.0	4.5		18.5
20	1	13.8	0.4	2.0	2.7	1.5	1.8	3.2	0.8	3.4		15.8
21	2	13.4	0.4	1.8	2.4	1.3	1.7	2.8	0.7	2.8		13.9
22		11.3	0.3	1.6	2.2	1.2	1.5	2.5	0.6	2.3		12.2
23		10.3	0.3	1.5	2.0	1.1	1.3	2.2	0.6	1.9		10.9
24		10.5	0.3	1.5	1.9	1.0	1.2	2.0	0.5	1.6		10.0
25		9.6	0.3	1.3	1.8	0.9	1.1	1.8	0.5	1.4		9.1
26		8.7	0.3	1.2	1.6	0.9	1.0	1.6	0.4	1.2		8.2
27		8.0	0.2	1.1	1.5	0.8	1.0	1.6	0.4	1.1		7.7
28		6.6	0.2	1.1	1.4	0.8	0.9	1.5	0.3	1.0		7.2
29	2	5.8	0.2	1.1	1.3	0.7	0.8	1.4	0.3	0.9		6.7
30	3	5.4	0.2	1.1	1.3	0.6	0.8	1.3	0.3	0.8		6.3

表14 $f(t) = \frac{1}{t^{1.4}}$ の数値

t	f(t)	t	f(t)	t	f(t)
1	1.000	11	0.034	21	0.014
2	0.378	12	0.030	22	0.013
3	0.214	13	0.027	23	0.012
4	0.143	14	0.024	24	0.012
5	0.105	15	0.022	25	0.011
6	0.081	16	0.020	26	0.010
7	0.065	17	0.018	27	0.010
8	0.054	18	0.017	28	0.009
9	0.046	19	0.016	29	0.009
10	0.039	20	0.015	30	0.009

表15 $f(t) = \frac{1}{t^2}$ の数値

t	f(t)	t	f(t)	t	f(t)
1	1.000	11	0.008	21	0.002
2	0.250	12	0.006	22	0.002
3	0.111	13	0.005	23	0.001
4	0.062	14	0.005	24	0.001
5	0.040	15	0.004	25	0.001
6	0.027	16	0.003	26	0.001
7	0.020	17	0.003	27	0.001
8	0.015	18	0.003	28	0.001
9	0.012	19	0.003	29	0.001
10	0.010	20	0.002	30	0.001

表16 物部によるピーク流出係数

地形の状態	fp
急峻な山地	0.75~0.9
三紀層山地	0.7 ~ 0.8
起伏のある土地及び樹林地	0.5~0.75
平らな耕地	0.45~0.6
かんがい中の水田	0.7 ~ 0.8
山地河川	0.75~0.85
平地小河川	0.45~0.75
流域のなかば以上が平地である大河川	0.5~0.75

表17 角屋によるピーク流出係数

表層土の状態	fp	備考
花崗岩質砂質土 表層土が厚い場合	0.1 ~ 0.2	滋賀県野州川上流 傾斜のある林地
花崗岩質砂質土 表層土が薄い場合	0.5 ~ 0.7	広島県立花試験地 農地
火山灰滞積土	0.2~0.35	鹿児島県シラス地 帯の畑地
古生層中生層など 表層土の厚い山地 丘陵地	0.5 ~ 0.7	京都府鴨川林地の 中に農地点在、流 域120km ² 程度
第三紀第四期など 表層土の薄い山地 丘陵地	0.6 ~ 0.8	京都府小畑川30% 程度農地を含む林 地流域1.3~12km ²
舗装率の高い市街地	0.9 ~ 1.0	京都府天神川

表18 Parker の流出率

地形の状態	流出率
平坦な田舎、砂質土壌又は耕地	0.25~0.35
牧場又は滑らかなる傾斜地	0.35~0.45
森林ある丘陵地、緻密なる又は岩石多き土地	0.45~0.55
山岳、岩石地、吸水性なき表面、凍結表面	0.55~0.65

範囲は0.4から0.6にある。

4. 文献における流出率

(1) 土地改良事業計画設計基準

設計基準²⁾では物部の流出係数と角屋の流出係数を紹介している。

表16、表17とも、著者の作成した宮川流域（面積125.6km²）における宮川ダムに流入する流出率0.4~0.6と比べて少し大きな値である。

(2) Parker³⁾の短時間降雨の場合、小流域の流出率

我が国と気候や風土の異なる英国でのParkerの流出率は、著者のものに近い。

結 論

一級河川宮川流域（集水面積125.6km²）において、約30年間にわたり、宮川ダムへ流入する流量（日平均値）

を整理した。

その結果、洪水時に森林からダムへ流出してくる最大の流出率（1日の平均値）は0.4から0.6の範囲にあることがわかった。

これは従来使っている0.7より少し小さい数値である。水路設計の参考になれば幸いである。

引用文献

- 1) 兼松義隆：農業水利学，p118~119，東京 成美堂，1930
- 2) 農水省構造改善局：土地改良事業計画設計基準 排水，p 34，東京 農業土木学会，1978
- 3) 狩野徳太郎：農業土木講座1，p168，東京 朝倉書店，1958

A Observation of Rainfall-water from a Forest

Yoshikazu ISOJIMA

Abstract

When a flood flows from the forest of Miyagawa basin, coefficient of outflow has being culculated as the number between 0.4 to 0.6.

We have planned a drainage channel as coefficient of outflow from a forest is 0.7. The former is economy comparative with the later for planning.

The flow decrease as time is going. I suppose relation between $Q(t)$ and time as following :

$$Q(t) = \frac{Q_1}{t^k} \quad (1)$$

$Q(t)$ means a flow of water at optional time. Q_1 is the flood flow when rainfall a day has been over. k is a constant number. Unit of time is day.

There is 30 years data about rainfall and flood flow of Miyagawa basin.

As result of a trial, the hypothesis of flood flow as the relation (1) is similar to some datas.

Constant number k is between 1.4 to 2.0. Coefficient of outflow is as following.

$$f = \frac{Q_1}{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_{30}}$$

Q_2 means the flow of next day of rainfall. Q_3 is the flow of two days after rainfall.

Key word : coefficient of water, basin, rainfall