

九州大学 正会員 椿 東一郎

九州大学 学生会員 〇竹石 和夫

河道位数に基く洪水流出計算を行なうため、昨年、位数5の枕立川について、河川源流部の細流にまでさかのぼる流域の細分割を行ない、Horton以来の流路網に関する経験則、すなわち、河道数則 $Nu = Rb^{k-u}$ 、河道長則 $L = L_1 R_L^{u-1}$ 、集水面積則 $F_u = F_1 R_F^{u-1}$ 、河道勾配則 $S_u = S_1 R_S^{1-u}$ (u は位数)などがほぼ成立することを確認し、流出計算のための流域のモデル化、システム化を試みた。今回はこのような流域解析を流量記録のある柚木取水口(位数6)まで拡張し、合わせて特性曲線法による流出計算を行なう。

1. 流域解析 図-1に示す大山川流域を河道位数の観点から表示すると図-2のようになる。

すなわち、柚木取水口(B点)を流れる洪水流量は、上流よりの node を形成する位数5の津江川、鯛生川の流量 $\sum Q_5(t)$ 途中より流入する位数5の枕立川流量 $Q_5(t)$ 2個の位数3の流入量 $\sum Q_3(t)$ 更に低位の流入量 $\sum Q_4(t)$ 及び延長 L_6 にわたり片側斜面長 L_6 の直接流域(面積 F_6)より流入する斜面よりの流入量 $q(t)$ を適当な時間おくれを考慮して合成したものである。位数6に流入する3個の位数5の河川、及び残流域の支川についての平均値及び河道の配列を表-2に示すが、流出計算を厳密に行なうためには表-2

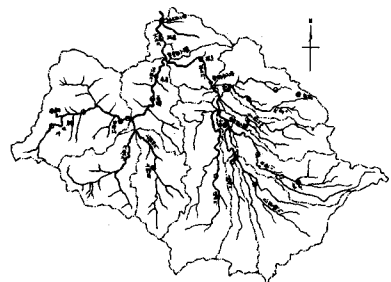


図-1 大山川流域平面図

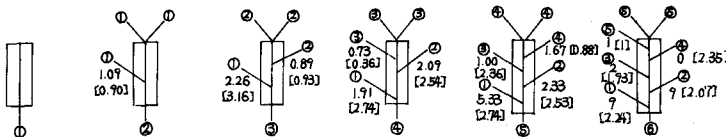


図-3 流域モデル []内は計算によるもの

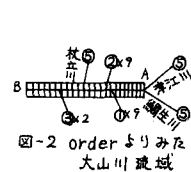


図-2 Orderよりみた大山川流域

に従って、それぞれ、第1位・第2位……第5位まで計算を順次実行して図-2に従って合成すればよい。計算の簡易化のため、この流域を一つにまとめた流域モデルは図-3であって、各位数流域の平均特性量及び分岐比 R_b 、河道長比 R_L などは表-1のようである。

なお、図-3中の[]は支川の流入配置が random であるとした合流則

$$\frac{\sum_{i=1}^{i-1} i N_u}{N_i} = \sum_{u=1}^{i-1} R_b \frac{1 - (1/R_b)}{1 - (1/R_b)^{k-u}}$$

による計算の結果であって、 $i N_u$ は河川数 N_u の u 位の河川のうち i 位 ($i > u$) の河川に合流する数であ

表-1 流域の平均特性量

	N_u	L_u (km)	A_u (km ²)	S_u	q_u (mm)
1	557	1.00	0.469	0.143	0.316
2	140	1.57	0.849	0.092	0.309
3	35	3.01	1.721	0.051	0.344
4	11	5.07	3.328	0.023	0.254
5	3	7.43	7.750	0.015	0.304
6	1	13.80	13.00	0.010	0.326
R	3.67	1.73	2.12	1.67	1.00

る。さて、 u 位の河道はかなりまろまろの斜面長さ Lu 、河道長さ Lu をもつので、それらのばらつきによる流出量の分散が起ることが考えられ、この分散効果を流出計算にとり入れることが必要である。図-4は斜面長さ Lu と $order$ 1, 2 位数の河道長さ Lu について相対累積度表をつくり対数確率紙にプロットしたものである。多くの流域で指通されているように、大山川に於いてもこれらの分布はほぼ対数正規分布に従うとみなしてよい。

2. 流出解析

特性曲線法に於いては、従来斜面の役割が強調され、河道に於ける遅滞効果は軽視されてきた。しかし、前述のように水源部細流にまで流域分割を行なうと、斜面長は 200 m を僅かにこえる程度となり、従来とらわれている数 km と較べて 1 order 小さい。筑後川では、表層に porous な珪性層が存在するから、図-5に示すように斜面の流れは表面流出よりも中間流出が卓越する。また中間流出としても、斜面長が短かく流れが早いから、とくに細流部における遅滞効果を評価することが問題である。さて、斜面、流路における流れは次式

$$\text{斜面} \quad \frac{dx}{dt} = \frac{K}{r} \quad \text{上で} \quad \frac{d\bar{g}_s}{dt} = \frac{K}{r} \cdot r$$

$$\text{流路} \quad \frac{dx}{dt} = \frac{1}{KcPe Q^{n-1}} \quad \text{上で} \quad Q^{Pe} = \int_{t_s}^t \frac{\bar{g}_s}{Kc} dt + Q_s^{Pe}$$

$$\text{ここに} \quad Kc = \left(\frac{n}{K_1 \sqrt{\sin \theta}} \right)^{Pe}$$

で規定されるが、 K_1 及び Pe としては上田教授の研究に従って

$K_1 = 0.26$, $Pe = 1/1.45$ を用いると実測値より決めるべきパラメータ

は活性層の性質を表わす K/r と粗度係数 n である。後者については、流路勾配 $\sin \theta$ が大きい程、粗度も大きいであろうから

$$n/n_0 = \left\{ \sqrt{\sin \theta} / \sqrt{\sin \theta_0} \right\}^\alpha \quad \sin \theta_0 = 1/100 \quad \text{で} \quad n_0 = 0.035$$

を仮定し、斜面長、流路長の頻度分布ととり入れた計算を行ない、 K/r , α を決める。計算の結果については講演中に述べることにする。

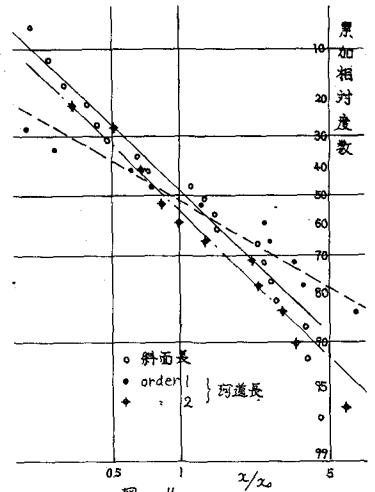


図-4

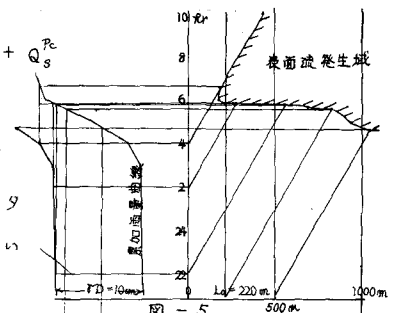


図-5

表-2 order 5 流域の特性量

流域	U	Nu	Lu	Au	Su	lu	Gu	2	3	4	5
鯛生川 N = 116 L = 132.9 F = 72.76	1	83	0.97	0.48	0.228	0.24	0.377	①	②	③	④
	2	24	1.25	0.72	0.141	0.28	0.374	①	②	③	④
	3	6	1.83	1.21	0.066	0.34	0.440	①	②	③	④
	4	2	3.60	2.34	0.027	0.33	0.261	①	②	③	④
	5	1	4.30	3.31	0.012	0.37	0.246	①	②	③	④
津江川 N = 169 L = 169.4 F = 83.15	1	124	0.82	0.35	0.195	0.21	0.361	①	②	③	④
	2	32	1.02	0.52	0.125	0.22	0.380	①	②	③	④
	3	9	1.71	1.21	0.065	0.40	0.373	①	②	③	④
	4	3	3.60	2.11	0.031	0.27	0.345	①	②	③	④
	5	1	7.20	5.54	0.017	0.37	0.383	①	②	③	④
枕立川 N = 404 L = 573.1 F = 278.46	1	308	1.05	0.48	0.097	0.21	0.274	①	②	③	④
	2	71	1.76	0.97	0.067	0.24	0.245	①	②	③	④
	3	18	4.18	2.27	0.036	0.26	0.287	①	②	③	④
	4	6	6.30	4.27	0.022	0.35	0.242	①	②	③	④
	5	1	16.80	14.40	0.013	0.43	0.284	①	②	③	④