

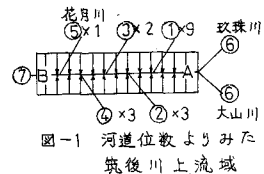
筑後川の流域・流出解析について

九州大学 正 員 椿 東一郎

学生員 ○竹石 和夫

筆者らは、昨年、筑後川上流大山川（流域面積 581.7 km^2 ）を対象に、河道位数に基づく詳細なる流域解析を行ない、流路網に関する経験則がほぼ成立する事を示すと共に、流出計算への適用法について言及した。本文は、昨年にひきつづき、確実なる流量記録を有する筑後川夜明かみ地点（位数7）より上流全域（流域面積 1451.7 km^2 ）にまで流域解析を拡張すると共に、合わせて特性曲線法による洪水流出計算を行なったものである。

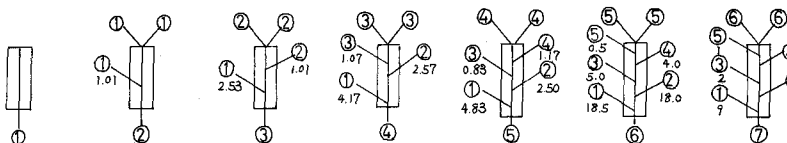
1. 流域解析 図-1は筑後川夜明上流域を河道orderの観点からながめたものである。すなわち、位数6の大山川と玖珠川が日田地点（A）に於いて合流し、これより夜明地点（B）までが位数7となっている。又、表-1には、各位数の河道のそれぞれの平均特性量、および分岐比 R_b 、河道長比 R_L 等の特性量比が示されている。表-1から分かるように、各特性量ともほぼ河道則に従っているという事ができ、又分岐比の値が4.20で4に近いという事から、筑後川流域が形態的には平衡状態にあるという事が認められる。



さて、流域解析の結果を流出計算に適用するためには、流域を適当にモデル化する事が必要である。各位数流域の平均的な河道形態を示したものが図-2である。しかって、流出計算を行なうにあたっては、位数1から位数7まで、図-2に従って順次計算を実行していけばよい。例を位数7にとれば、図-1に示すように上流端から位数6の2つの川の流量 $Q_6(t)$ 、途中からの位数5の花月川の流量 $Q_5(t)$ 、これより低位数の河道の流量 $Q_u(t)$ 、及び位数7河道へ直接流入する斜面流量 $q(t)$ を、河道配列によって適当に時間遅れを考え、加え合わせたものが夜明かみ（B点）の流量となるわけである。

	N	L (km)	A (km^2)	S	l (km)	θ
1	1859	0.92	0.376	0.164	0.20	0.370
2	459	1.31	0.654	0.098	0.23	0.359
3	109	2.81	1.680	0.058	0.28	0.347
4	30	5.58	4.004	0.025	0.29	0.288
5	6	8.57	6.827	0.014	0.39	0.307
6	2	32.75	28.040	0.009	0.43	0.347
7	1	12.5	14.05	0.003	0.56	0.117
R	4.20	1.75	2.04	1.85	1.19	1.05

表-1 流域の平均特性量



2. 流出解析

特性曲線法に於いては、従来山腹斜面の役割が非常に大であるとされ、河道の果たす役割は軽視されてきた。しかし、本法のように河道の水源部上流にまで流域分割を行なった場合、斜面長は200 m 余りとなって従来の方法に比し著るしく短くなるから、河道の役割を無視することはできないであ

ろう、図-3は斜面および各orderの下流端での洪水波の変形の様子を降雨強度の形になおして示したものである。さて、ここで対象としている筑後川夜明上流域は、その大部分が森林に覆われており、いわゆるA層が発達している。したがって、洪水時の流出の大部分は中間流出および表面流出であると考えられる。流出計算にあたっては、これらを総合して考える必要があるが、ここではそれぞれの場合について計算を行ないその結果を比較した。

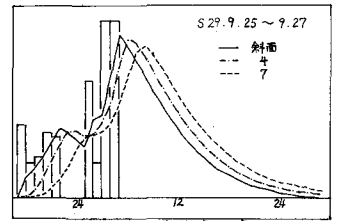


図-3 洪水波の変形

特性曲線法における流れの基礎式は斜面および河道についてそれぞれ次式で示される。

斜面 表面流 $\frac{dx}{dt} = \frac{1}{K_0 P g^{p-1}}$ 上で $g_s^p = \int_0^t \frac{r}{K_0} dt + g_d^p$ $K_0 = \left(\frac{N}{\sqrt{\sin \theta}} \right)^p$ $p = 0.6 \dots (1)$

中間流 $\frac{dx}{dt} = \frac{K}{P}$ 上で $g_s = \int_0^t \frac{K}{P} r dt + g_d \dots (2)$

河道 $\frac{dx}{dt} = \frac{1}{K_c P_c Q^{n-1}}$ 上で $Q^n = \int_0^t \frac{g_s}{K_c} dt + Q_d^n$ $K_c = \left(\frac{n}{K_1 \sqrt{\sin \theta}} \right)^{\frac{1}{n-1}} \dots (3)$

上式で $K_1 = 0.26$ $P_c = 1/1.45^{20}$

$n/n_0 = \left\{ \sqrt{\sin \theta} / \sqrt{\sin \theta_0} \right\}^a$ $\sin \theta_0 = 1/100$ で $n_0 = 0.035$ と仮定する

上式のようにすれば結局未知のパラメーターは、(1)式の斜面の等価粗度係数Nと(2)式の活性層の性質を表わすK/Pのみとなるから、実測値によりこれを決定する。数回の試算の結果 $N \approx 9.0$, $K/P = 1 \text{ cm/sec}$ 程度で実測値とはよく適合する事が分かった。これらの値は従来示されている値とはかなり異なったものとなっている。これは、表-1から分かるように斜面勾配がかなり大きい事、および水源部細流にまで流域分割を行なった結果、斜面長が非常に短くなっている事の2点によるものと考えられる。計算結果の一部を図-4および図-5に示している。図-4では(1)がピーク流量の減少部を比較的よく捉えているのに対し(2)は急速に流量が低下している。逆に図-5では、流量の立ち上がり部に於いて(1)がよく合っているのに対し(2)は実測よりかなりゆるやかな上昇を示している。これらの事は図-4のように独立した降雨の場合は式(1)が、図-5のように降雨が長く続く場合には式(2)というように非線形と線形の式による特徴をよく表わしていると言えよう。

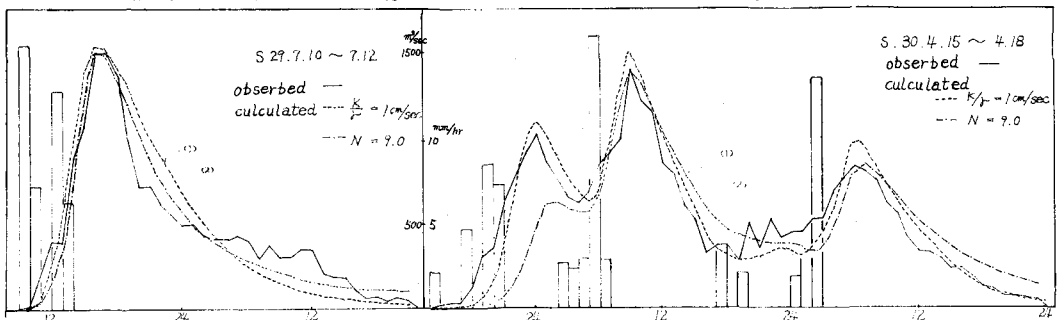


図-4

図-5

参考文献

- 1) 石原・高樺・潮能 ; 河道配列の統計則に關する基礎的研究 京大防災研年報第12号B
- 2) 上田 ; 降雨流出に關する基礎的研究 九州大学学位論文