

金沢大学工学部
同正員 高瀬信忠
学生員 ○宇野橋康行

1. まえがき

流量資料のない小河川において河川改修を行なう場合、計画の基本となる計画高水流量の決定法については、ピーク流量の推定に対してはラショナル式・ハイドログラフの推定に対しては総合単位図法等があるが、いずれも十分なものとはいえないであろう。先ず降雨があると山腹斜面上に降った雨水は斜面上を流れて溪谷に注ぎ込み、その溪谷は互に合流して次第に大きくなって、やがては大河川となるのであり、したがって、これら山地小流域の出水特性を明らかにしてゆくことが必要であると思われる。本文はこのような立場から山地流域河川の出水特性に関して、表層内貯留量と中間流出量との関係等について若干の考察を行なったものである。

2. 解析対象流域

対象流域は図-1に示すとおり能登川支川の濁河で、御嶽山北西斜面に源を発する流域面積19.3km²、平均河道勾配15‰の急流河川であるが、流量資料・雨量資料は共に中部電力濁河測水所および同気象観測所のものを用いた。

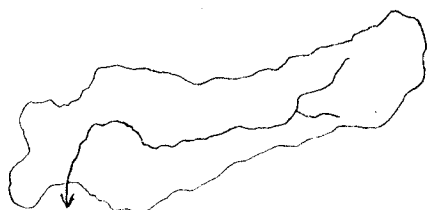


図-1

3. 貯留量のついで特性

ある時刻における流域内の総貯留量を S_e とすると、 S_e は表層内貯留量 S と水みちおよび河道内の貯留量 S_c との和として次のように表わされる。

$$S_e = S + S_c = A \int_0^t y_e dt - \int_0^t Q_e dt \quad (1)$$

ここに、 y_e は有効雨量、 Q_e は直接流出量である。資料の中から、降雨が急に止んだものを選び出して貯留量のついで減部を片対数紙上にプロットしたものが図-2である。図から分かるように、ついで減部は2領域で分離できる。I領域は表面流出期に対応するものであり、II領域はほぼ一直線上にあって一定のついで減状態を示しており、これが中間流出期に対応するものであると考えられる。この領域の総貯留量 S_e は、 S_c が S に比較して十分に小さいと考えられるので表層内貯留量 S を表わしていると考えまよいものと思われるので、II領域は表層内貯留量のついで減を表わしていると考えまよいであろう。このようにして推定した総貯留量の変化過程の一例が図-3に示されている。そこで表層内貯留量と中間流出流量の関係についてであるが、石原²⁾らは中間流出発生場の総面積が表層内貯留量に比例するとし、この仮定の妥当性も検証している。このようなことや表層内貯留量のついで減部が片対数紙上で直線になることから、我々はある時刻における表層内貯留量を S 、その変化量を ΔS としたとき、次のような比例関係にあるものと仮定した。すなわち

$$\Delta S = mS \quad (2)$$

ここに、 m は比例定数であるが、この m の値を中間流出が卓越し始

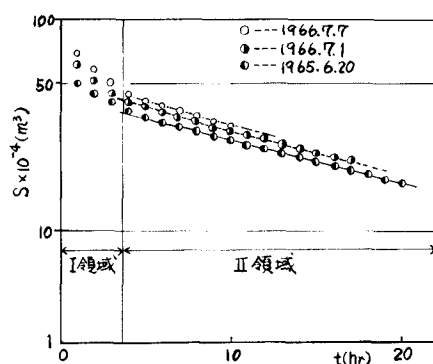


図-2

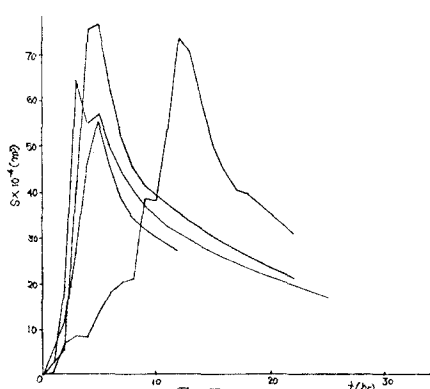


図-3

める時刻での中間流量 Q_2 、同じく中間流出が卓越し始める時刻での表層内貯留量 S_0 の値とともに表-1に示されている。ここで m 、 S_0 の値にバラツキがみられるけれども、これは資料数等によるものであろうと考えられるが、 m 、 S_0 は一つの流域ではほぼ一定値を示すものと思われる。中間流出が卓越し始める時刻では表層内は飽和していると考え、 S_0 を表層内飽和貯留量とすると、(2)式および S_0 を使って中間流出が卓越し始める時刻から t 時間後の表層内貯留量 S と、その変化量 ΔS は次式のようになる。

$$\begin{cases} S = (1-m)^t S_0 & (3) \\ \Delta S = (1-m)^t m S_0 & (4) \end{cases}$$

すなわち S 、 ΔS ともに指数関数的減少を示すものと思われるが、ここで $(1-m)$ を表層内貯留量 S の減衰係数と呼ぶことにしよう。

4. 表層内貯留量の変化と中間流出

これまで表層内貯留量の変化過程と表層内貯留量の変化量の変化過程を表層内飽和貯留量 S_0 と定数 m を使って表わしてきたが、次に ΔS と中間流出流量との関係を調べてみることにしよう。石原博士¹⁾は降雨終了後の観測点における流量 Q_2 の減衰の中間流出流量 Q_2 は次式で表わされるとしている。

$$Q_2 = \lambda_2 S_m - A f \lambda_2 \quad (5)$$

ここに、 λ_2 は中間流出 Q_2 の減衰係数、 f は水みり面積比、 S_m は水みり流下時間内の平均表層内貯留量、 λ_2 は最終浸透能であるが、(5)式は中間流出 Q_2 の減衰係数 λ_2 を媒介とした中間流出量 Q_2 と表層内貯留量 S との関係式である。我々は中間流出流量 Q_2 と表層内貯留量の変化量 ΔS との関係を知るために表-2に示すような計算を行なったのであるが、表-2中の $\Delta t = 1$ hrとして計算を行なった。この結果、 $\Delta S/\Delta t$ と $Q_2/\Delta t$ とはよく一致しており、これは中間流出流量の平均値と表層内からの平均流出量とがほぼ等しいことを示している。 $\Delta S/\Delta t$ と $Q_2/\Delta t$ (or Q_{2m}) の関係を図示したものが図-4であるが以上の結果から蜀河流域に対しては次の式が成り立つように思われる。

$$Q_{2m} = \frac{1}{3.6} (1-m)^t m S_0 \quad (6)$$

ここに、 Q_{2m} は時刻 t から $t+1$ までの平均中間流出流量(%)であるが、(6)式によれば、 λ_2 や f といったような求めにくい値によらずに中間流出量の変化を示すことができる。

5. 考察

以上、笹野川支川の清流成河川蜀河の貯留量の Q_2 の減特性を中心にして解析を進めてきたわけであるが、(6)式によつて中間流出流量 Q_2 の平均値が表層内飽和貯留量 S_0 と表層内貯留量の Q_2 の減特性を示す定数 m という容易に求められる量によつて表わされることを示したわけである。今後このような関係が他の清流成河川に対しても成り立つものかどうかについて検討しなければならないのであるが、また表層内貯留量 S の減衰係数 $(1-m)$ と中間流出 Q_2 の減衰係数 λ_2 との関係等についても調べてみたいと思っている。終りに本研究にあたって、資料を提供していただいた中部電力の関係者各位ならびに建設省中部地方建設局木曽川上流工事事務の関係の方々には謝意を表します。

参考文献

1) 石原謙次郎, 石原安雄, 高橋政馬, 頼子元: 由良川の出水特性に関する研究, 京大防災研年報5号A, 昭37.

表-1

年月日	1965.6.20	1966.7.1	1966.7.7	1966.9.21
Q_2	5.62 m ³ /s	6.60 m ³ /s	6.42 m ³ /s	4.95 m ³ /s
S_0	3.48×10^5 m ³	4.17×10^5 m ³	3.97×10^5 m ³	3.20×10^5 m ³
m	0.047	0.051	0.060	0.044

表-2

Q_2	$\Delta S/\Delta t$	Q_{2m}	Q_2	$\Delta S/\Delta t$	Q_{2m}
5.62	5.42	5.35	6.60	6.36	6.37
5.07	4.81	4.81	6.14	5.92	5.91
4.55	4.28	4.30	5.68	5.44	5.46
4.05	3.92	3.85	5.23	5.03	5.01
3.64	3.58	3.53	4.79	4.61	4.62
3.41	3.42	3.30	4.45	4.00	4.29
3.20	3.08	3.10	4.12	4.42	4.12
2.99	3.00	2.99	3.80	3.94	3.96
2.99	2.92	2.89	3.80	3.81	3.80
2.79	2.81	2.79	3.49	3.64	3.65
2.79	2.69	2.69	3.49	3.50	3.49
2.59	2.58	2.59	3.19	3.33	3.34
2.59	2.50	2.49	3.19	3.19	3.19
2.39	2.42	2.39			
2.39	2.39	2.39			

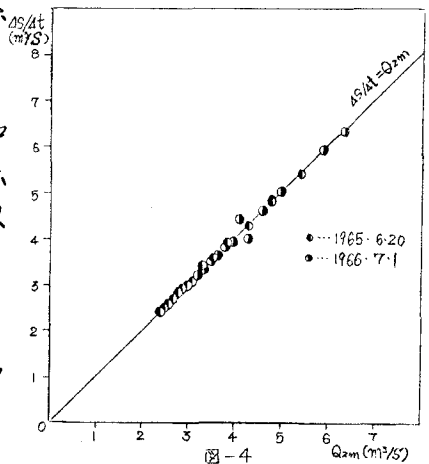


図-4