

23 揖斐川上流部の洪水解析

名古屋大学 正員 工博 西畑 勇夫

名古屋大学 の学生員 加藤 敏治

<まえがき>

筆者らは、現在、揖斐川横山ダム上流流域を例にとつて、洪水流出特性を検討しているが、本研究はその一歩として行なつた出水解析の報告である。

<対象流域と水文資料>

揖斐川横山ダム上流流域の概要は、図1に示すとおりであつて、流域面積471km²、河川延長43kmである。解析した洪水は表1に示した4回の洪水で、水文資料としては、流域内8ヶ所の時間雨量および横山ダム地点での時間流量記録を使用した。ただし、昭和40年9月の出水時にはすでにダムが完成されていたので貯水池への流入流量記録を用いた。

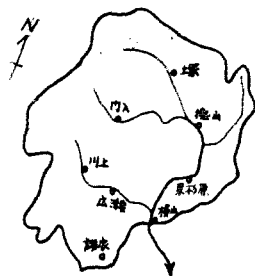


図1 流域概要図

表1 対象洪水特性表

発起年月日	発起原因	最大流量	最大降雨強度	総降雨量
5.28・9・25	台風13号	1,579 m ³ /s	23 mm/h	296 mm
5.34・8・13	低気圧と不連続線	1,727 "	43 "	551 "
5.34・9・27	伊勢湾台風	2,654 "	51 "	378 "
5.40・9・15	秋田前線	2,251 "	39 "	595 "

<解析方法>

従来から多くの出水解析法が提案されているが、ここでは主として本村俊晃博士の貯留関数法を用い、あわせて立神博士の単位図法、佐藤博士らの流出関数法も適用して比較検討した。

貯留関数法は、元来任意時刻の流出量がその時刻の流域貯留量と一意的な関数関係にあるものとする方法である。いま、時刻 t における流入量 $I(t)$ (流入量を降雨で表す場合は、 $Y(t) \cdot A$ となる)が T 時間後に貯留量 S_t に貢献して、流出量が0となるものとする、連続式は、

$$dS_t/dt = f \cdot I - O_t = f \cdot r \cdot A - O_t$$

$$O_t(t) = O(t + T)$$

となる。いま、 S_t と O_t の間に一価関数(貯留関数)

$$S_t = S_t(O_t)$$

の関係があるものと仮定すれば、この2式より降雨 $Y(t)$ による流出量 O を算定することができる。上で f は流入係数とよばれ、水量の連続条件を適合させるとともに、流入量・流出量の観測値を総合的に修正する量である。もしそれぞれの観測値が十分正確であれば、通常の流出率と一致する。したがって、貯留関数法による流出特性の把握は、この貯留関数の評価が最も主要なものとなることは言うまでもない。

<解析結果>

流出曲線：図2は揖斐川での解析結果の例を示したものである。図中太い実線は実測値、細い実線は貯留関数による値である。比較のために単位図法・流出関数法によるものをそれぞれ1点鎖線・2

矢張り示した。この図から貯留関数法による計算結果が最もよく適合していることがわらう。これは貯留関数としてそれぞれの洪水に最もよく適合したものを採用したのに対し、ここで単位図法と流出関数法がいわゆる総合単位図あるいは総合流出関数によるものであることを考えれば当然のことであるかもしれない。

時間的遅れ：これら4洪水での最大降雨強度時刻より最大流量発生時刻までの時間的遅れに単位時間の $\frac{1}{2}$ （本解析

では $\frac{1}{2}$ hr）を加えた t_g は表2に示したとおりであって、上記の単位図法・流出関数法にはこれを各洪水のlag time t_g として用いた。一方貯留関数におけるlag time T_L は後述するように S_R と Q_R とが一意的関数関係となるように選択するべきで、その値は4洪水いずれの場合にも1 hrであった。この T_L は、流域に流入した水が流出量に貢献するまでの時間的遅れを総合的に表現するものである。図3は木村博士が全口21の河川流域で行なった解析結果の T_L と流域延長 L との関係を示したもので印のプロットが揖斐川上流の値である。この図によれば揖斐川の遅滞時間 T_L はこれらの河川流域のうちほぼ標準的な性質をもっているものと思われる。

貯留関数：みかけの貯留量 S_R の値は、ある時刻までの流入量と流出量の変化に依存している。その際流入水が流出量に貢献するまでの遅滞時間 T_L が考慮されていることは言うまでもない。したがって任意の洪水において S_R と Q_R の間に一意的な関数関係が成立し、さらに T_L が一定であることから、流入と流出の変化特性をも含めて、河川流出の特性がこの貯留関数で表現されることになる。

図4は、4洪水について算定した貯留量 S_R と流出量 Q_R の関係を示したものである。 S_R あるいは Q_R の値が小さい範囲を除くとそれぞれの洪水では、両者の間にほぼ一意的な関数があることがわかる。いま、 S_R と Q_R との関係を、

$$S_R = K Q_R^p$$

と表現すると、 $K \cdot p$

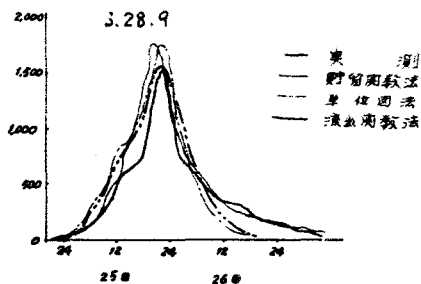


図 2-1 昭和 28 年 9 月洪水

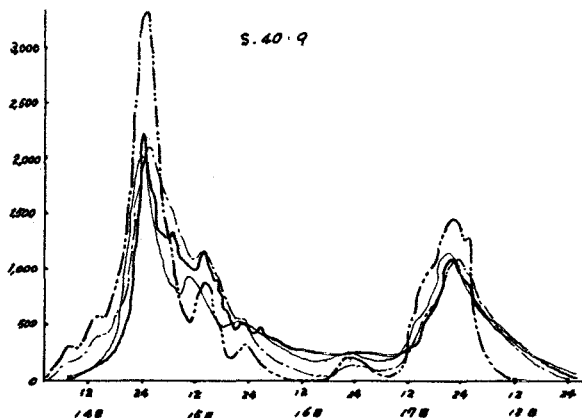


図 2-2 昭和 40 年 9 月洪水

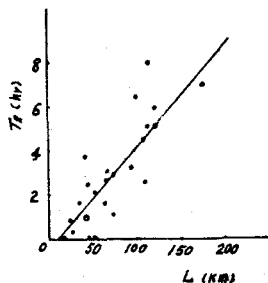


図 3 T_L - L 関係図

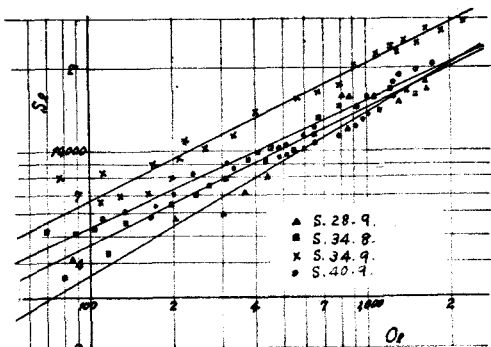


図 4 S_R - Q_R 関係図

の値は、それぞれの洪水では表2に示すように

なる。この $K \cdot P$ の値は、 K は500~700程度であり、 P は0.45~0.5程度である。また、ここで対象とした規模の洪水では、平均的には $P = 0.47$ 、 $K = 616$ となる。

表2 諸係数値表

生起年月日	t_p	T_p	f	K	K'	P
528・9・25	4 hr	1 hr	0.741	514	26.7	0.475
534・8・13	3 "	1 "	0.863	577	26.0	0.462
534・9・27	1 "	1 "	0.778	722	41.7	0.483
540・9・15	2 "	1 "	0.811	652	43.9	0.484

一方、木村博士は数多くの河川を解析した結果、単位有効面積当りの S_0 と Q_0 を $S_0 \cdot P_0$ とすると、 S_0 と P_0 の関係

$$S_0 = K' P_0^p$$

における K' と p の値として $K' = 40.3$ 、 $p = 0.5$ の値を与えている。この K' の値は揖斐川では表2の値となり、その平均値は、 $p = 0.47$ 、 $K' = 38.5$ となる。これらの値は木村博士の値とよく一致しており、図3の T_p の値をも考え合わせると、貯留関数法的な意味では揖斐川は、全日本多くの河川流域のうちほぼ標準的な流出特性をもちているといえることができる。したがって、洪水の予測、解析に総合貯留関数法をかなりの精度で利用できるようである。いま、上の平均的な値を用いて総合貯留関数を作成して、最大流量を実測値と比較すると図5のようになり、誤差もあまり大きくはない。

しかし、上に議論したのは主洪水1波に対するもので、2山洪水（昭和34年8月洪水）の場合について検討すると $p = 0.255$ 、 $K' = 0.9$ となり、主洪水1波で得られた値とは大きく異なっており、洪水波が1波と2波では流出の性質がかなり違っていることを想像させる。また、主洪水波のみを対象とした場合も、より詳しく検討すると、とくに K の値には相当の差異がある。これらの差異は、貯留関数の本質的問題でもあるが、流入量と流出量の時間的変化の差によるものと思われ、また現象論的には、降水の場所的・時間的分布状況や流域の貯留状態などによるものと考えられる。とくに洪水波が2山となるとこの差が大きくなると考えられる。これらについては現在検討を進めているが、まだ明確な結論は得ていない。

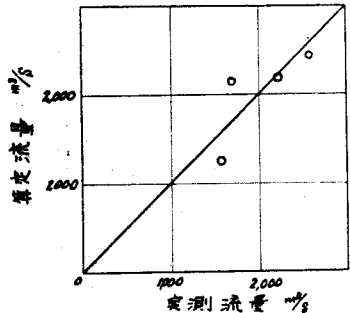


図5 実測値と算定値

<おとがき>

以上、貯留関数法を主体として揖斐川上流部の流出について検討した結果、貯留関数法がかなりの精度で利用でき、遅滞時間 T_p はほぼ1hrとしてよいことがわかった。今後さらに研究を進め、降水の場所的分布・時間的分布や流域の保湿度といった現象論的な立場から考察して、揖斐川での洪水流出特性の実体を把握したいと考えている。最後に本解析に用いた資料は、中部地方建設局および中部電力株式会社より借用したものであることを記し、御好意に謝す次第である。