

千曲川洪水の変遷に伴う貯留関数法の定数変化

信州大学工学部 正 員 荒木正大
 信州大学工学部 正 員 富所五郎
 信州大学大学院 学生員 小島宏一

1) はじめに

千曲川の流域(右 流域図参照)では、近年、宅地化道路の舗装及び築堤に伴い流域や河道の雨水貯留効果が低減し、そのため洪水到達時間(以下 T_d と略す)の減少ハイドログラフの尖鋭化という現象が見られるといわれている。以上のような事を数値的に実証するため、主要洪水年度毎(昭和34年、40年、57年、58年)について流域の変遷を一次流出率の比較により検討する。

2) 理論式

降雨による直接流出量を解析するために、貯留関数法を採用する。貯留関数法は、

$$S_2 = K \cdot g_2^p \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{dS_2}{dt} = r - g_2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

を基礎式とし、流域からの流出量 Q を次式により計算する。¹⁾

$$Q = \frac{1}{3.6} f_1 \cdot A \cdot g_2 + \frac{1}{3.6} (1-f_1) \cdot A \cdot g_{sa,2} + Q_0 \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに

S_2 ; 貯留量	K, p ; 定数	r ; 流域平均降雨強度
g_2 ; 全降雨に対する 単位流出高	$g_{sa,2}$; 飽和後の雨に対する 単位流出高	f_1 ; 一次流出率
A ; 流域面積	Q_0 ; 基底流量	

3) 解析法

図-1に示すように、千曲川水系を9の小流域に分割し、上流より順次解析を行い、主要洪水年度毎の一次流出率 f_1 の変化を調べる。なおここでは、抗瀬下上流域についての結果を示す。

流域には図-1に示したように才四紀火山岩層なる浸透流域が存在しており、これを評価するため(3)式は、一次流出率を浸透域と非浸透域で等しいとし、浸透域の飽和雨量を非常に大きいとして変形すると、

$$Q = \frac{1}{3.6} f_1 \cdot A \cdot g_2 + \frac{1}{3.6} (1-f_1) \cdot A_{nv} \cdot g_{sa,2} + Q_0 \quad \dots\dots\dots (4)$$

となる。ここに A_{nv} は、非浸透流域面積である。

手法として、まず抗瀬下上流域を一つの流域とみなし、平均降雨と流量との関係から流域の性質を

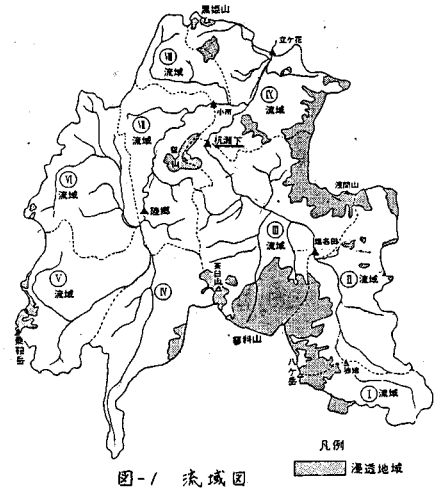


図-1 流域図

表わす定数 K , P の値を求める。なお千曲川流域の著しい開発は昭和 40 年代後半から始ま、ため
34, 40 年及び 57, 58 年の K , P の値をそれぞれ平均して

表-1 定数値

	K	P	$T_d(\text{hr})$
34年 40年	44.61	0.359	4.5
57年 58年	48.28	0.306	2.0

用いた。すなわち右に示す通りである。次に、求めた K ,

P の値より、観測ハイドログラフの形状に近づく飽和雨量 R_{sa}

と一次流出率 f_1 の組み合わせを計算により求め、その中で最も良く合致した組み合わせの R_{sa} の値を採用し
てその値を杭瀬下流域の R_{sa} と仮定する。そして仮定した R_{sa} を用いて順次上流から計算を行い、計算

結果のハイドログラフが観測ハイドログラフ

と合うように、流域で一応としたときの f_1 を
求める。なおこの上流からの追跡計算に用い
た K , P , T_d の値と流出モデル図は右に示す
通りである。

表-2 定数値

	A-1	A-2	A-3
K	48.4	49.5	51.1
P	0.354	0.348	0.339
$T_d(\text{hr})$	1.2	1.6	1.5
$A(\text{km}^2)$	275	876	1444.9
$A_{uv}(^{\circ})$	225	559.8	1044.9

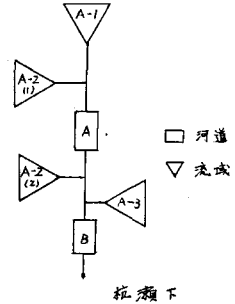


図-2 流出モデル図

4) 計算結果及び考察

年度毎の一次流出率 f_1 の値を表-3に、

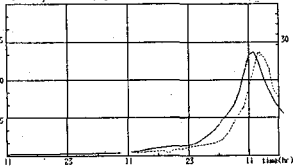
追跡計算のハイドログラフを図-4に示す。年を経るに従い f_1 は増加の

傾向にある。一方 T_d を一定とした場合の計算結果のハイドログラフ

(実線) と比べて、観測ハイドログラフ (破線) の到達時間が早ま、て

いる。これは流域の開発によって、降雨に対する流出が敏感にな、ていることを物語、している。

*100t/s s.34



*100t/s s.40

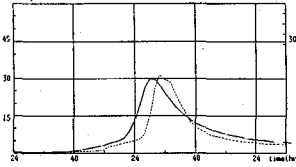
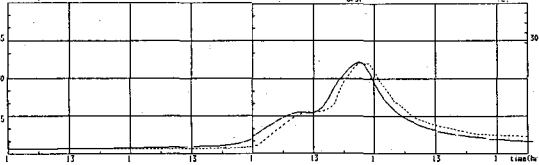


表-3 定数の変化

	34年	40年	57年	58年
f_1	0.44	0.54	0.55	0.61
$R_{sa}(\text{mm/hr})$	120	55	155	150

*100t/s s.57



*100t/s s.58

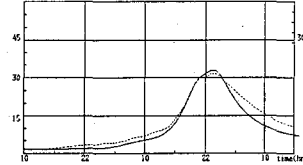


図-4 各洪水のハイドログラフ (実線: 計算結果 破線: 観測値)

*1) 利根川での経験式 (为 18 回建設省技術研究会報告) により次のように計算する。

$$K = 118.84 (i^{-1})^{0.300} \quad P = 0.175 (i^{-1})^{0.235} \quad T_d = 0.0506L - 0.31$$

i ; 勾配 = 高低差 / 流路延長

L ; 流路延長 (km)

(参考文献)

1) 建設省水文研究会編: 流出計算例題集 2、財団法人全日本建設技術協会、昭和 50 年 8 月