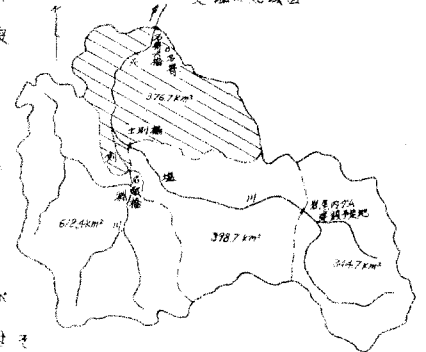


北海道大学 工学部 正員 工博 山岡 勲

北海道大学 大学院 学生員 ○藤田 睦博

天塩川、剣淵川合流点と名寄大橋約26kmの洪水追跡について着者の行った2,3の考察を報告する。合流点と名寄大橋間の残流域は全流域の約22%で、他河川

図-1
天塩川流域図



ではこの程度の残流域を有する地区でもMuskingum法により良好な結果を得ている例が多い。しかし本河川の実際のハイドログラフは図-2(a)のようであり、下流地点のハイドログラフが上流地点のハイドログラフより大きく特色ある型と云える。この主要な原因は表-1に示されるように上流地点より下流地点の流出率が比較的大きく、従って残流域の部分の流出率がより大なるためと考えられる。このように残流域よりの流入量の影響が比較的大なる対象区間の洪水追跡におけるMuskingum法の使用はま

のまゝでは不合理なもので補正貯溜方程式を提案して計算例を示す。

表-1

洪水発生年月日	岩尾内 総雨量 流出率	土別橋 総雨量 流出率	名越橋 総雨量 流出率	名寄大橋 総雨量 流出率
5.31.7.23~26	25.9 0.254	26.7 0.271	35.9 0.341	30.6 0.508
5.32.9.17~22	44.9 0.254	36.3 0.297	55.0 0.530	49.1 0.512
5.33.8.27~31	63.5 0.341	61.5 0.262	61.4 0.510	59.1 0.400
5.34.9.6~10	57.3 0.129	58.4 0.234	58.3 0.431	60.8 0.378
5.34.7.23~28	35.3 0.467	34.6 0.615	31.6 0.315	36.7 0.583
平均	53.3	53.3	53.3	53.3

1. 水文学的洪水追跡式 一般に水文学的洪水追跡式

は連続の式(1)を基礎式として行っている。(1)式は一般には対象

区間における水路沿いの河水の流入出が無視される場合に成立する。 $I=O+S/dt$ …(1) I :流入量, O :流出量, S :貯溜量。

(1)式の S に付いては非線型のものが一般的であるが、本地点における洪水追跡例について S と O との関係を図示すれば図3の如く、貯溜量は流出量だけ

の関数ではなすが、本地点では S と O の関係は線型としても変陣ないと考えられる。従来線型の S の式には S の仮定により $S=kO$ (pulsの式)と

Muskingumの式等があるが、残流域の影響が大である場合には従来の式をそのまま適用する事は不合理な点が多い。それで着者は次のような1,

2の仮定をして解析を進めた。即ち上流と下流のハイドログラフが図-2(a)の実線の場合には図-2(c)の如き負の貯溜を生じる。一方Muskingumの式

は S についてWedge storageとprism storageの概念を含んでいるが、残流域よりの流入量のある時にはWorking dischargeを考えた方法がある(2)。こゝでは残流域よりの流入を考慮して新しい概念で負のWedge storage(河道放出)と考えた。

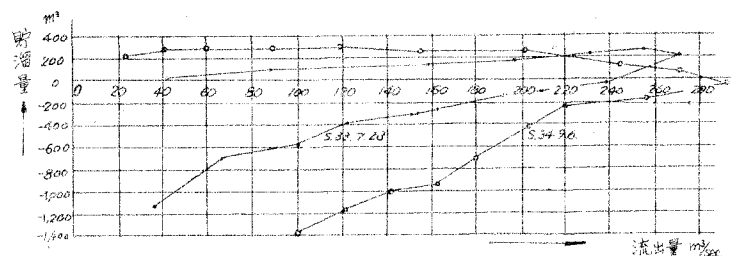
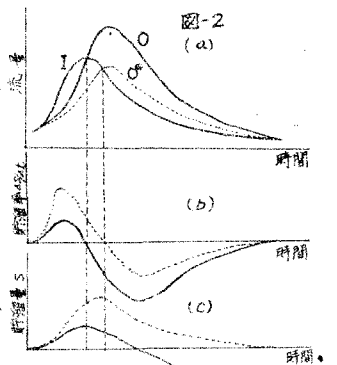


図-3

(図-4) そして S を次のように表わした。

$$S = K \cdot O^* + KX(I - O^*) - K(O - O^*) \quad \dots\dots(2)$$

ただし K, X は Muskingum と同様な定数で、 O^* は残流域からの流入がない場合下流地点で予想される流出量、 O は、残流域からの流入量を含めた下流地点の流出量である。今 O, O^* に関するハイドログラフが相似であると仮定すれば、 $O^* = \alpha \cdot O \quad \dots\dots(3)$

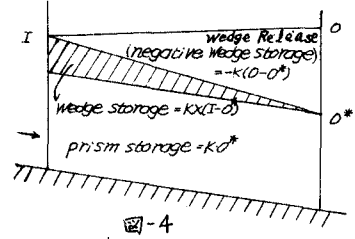


図-4

ただし α は 1 より小なる定数で総流入量と総流出量の比率である。 α の決定については後述する。

(2), (3) 式から $S = KXI + K(2\alpha - \alpha X - 1) \cdot O \quad \dots\dots(2')$ (2' 式は $\alpha = 1$ の時 Muskingum の式となる。

(2' 式から $S_2 - S_1 = KX(I_2 - I_1) + K(2\alpha - \alpha X - 1)(O_2 - O_1) \quad \dots\dots(4)$ (4' 式から $\Delta S = \alpha S(I_1 + I_2)\Delta t - \alpha S(O_1 + O_2)\Delta t \quad \dots\dots(5)$

(4), (5) 式を O_2 について解くと $O_2 = B_0 I_2 + B_1 I_1 + B_2 O_1 \quad \dots\dots(6)$

表-2

洪水発起年月日	α
5.33.7.23~26	0.75
5.33.8.19~22	0.63
5.33.8.27~31	0.79
5.34.9.5~10	0.62
5.34.9.27~30	0.83
5.36.7.25~28	0.65
平均	0.71

$$B_0 = (\alpha S \Delta t - KX) / \{K(2\alpha - \alpha X - 1) + \alpha S \Delta t\} \quad \dots\dots(7) \quad B_1 = (\alpha S \Delta t + KX) / \{K(2\alpha - \alpha X - 1) + \alpha S \Delta t\} \quad \dots\dots(8)$$

$$B_2 = (K(2\alpha - \alpha X - 1) - \alpha S \Delta t) / \{K(2\alpha - \alpha X - 1) + \alpha S \Delta t\} \quad \dots\dots(9) \quad B_0 + B_1 + B_2 = 1 \quad \dots\dots(10)$$

$\alpha = 1$ とおくと (7)-(9) 式は Muskingum の係数と同じになる。(6) 式を K について解くと

$$K = \{0.5(I_1 + I_2)\Delta t - 0.5(O_1 + O_2)\Delta t\} / \{(2\alpha - \alpha X - 1)(O_2 - O_1) + X(I_2 - I_1)\} \quad \dots\dots(11)$$

2. α についての考察

全流域を n 個に分割し(残流域を n 番目とする)各分割した流域面積を A_i 、流出率を f_i 、全流域に対する流出率を f とすると、 α は流入、流出量の比という仮定により

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n R_i A_i f_i / f}{\sum_{i=1}^n R_i f_i} \quad \dots\dots(12)$$

全流域の降雨がほぼ均等(表-1)とすれば

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n A_i f_i / f}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad \dots\dots(12')$$

本河川の場合(12' 式に図-1, 表-1 の各数値を代入すれば 0.68

を得る。又過去の洪水事例から α を直接求めると表-2 の如く平均 0.71 を得る。これらはほぼ一致しているので次節では、 $\alpha = 0.7$ として計算例を示す。

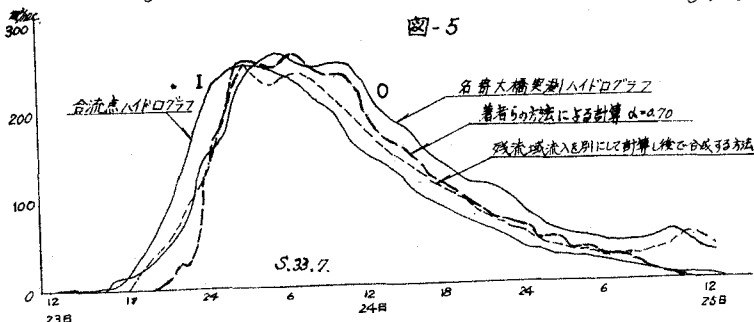
3. 洪水追跡計算例

$\alpha = 0.7$ を採り (11) 式を用いて Muskingum 法と同様の操作で K, X の値を求めて表-2 の昭 33.7.23~26 の洪水(実際の $\alpha = 0.75$)の洪水追跡を行なった結果を図-5 に破線で示す。又今一つの方法は、残流域の単位図を作成して計算した残流域よりの流出量を、Muskingum の式による洪水追跡を行なって得た名寄大橋のハイドログラフに加える方法で、この計算結果³⁾を図-5 にあわせて示した。大胆な α の仮定にもかかわらず著者の方法の方が計算も容易で、実測値との適合もよいようである。

4. K, X に関する考察

一般に K は I と O の両ハイドログラフの重心の時間差と考えられるので O_{max} が大きい程 K は小となる⁴⁾。しかし本地点では前述の特色 K より O_{max} と共に K は大となる。 X については提案式によるものは $X = \alpha S$ (Wedge storage)、残流域流出量を加える方法では $X = 0$ (Prism storage)となる。

図-5



本研究に与えられた北海道開発局加川開発建設部(岩尾内74)の御好意を感謝する。

参考文献

- 1) 本村俊光:貯溜関数による洪水流出追跡法,建設省土木研究所,昭36.9
- 2) V.T.Chow,Ed:Hand Book of Applied Hydrology,Mc Graw-Hill,1964(2nd,25-II)
- 3) 北海道開発局河川計画課洪水流量の推計,昭40.10
- 4) G.A.Schultz:Eine neue Methode zur Katastrophenhochwasser-Berechnung mit Hilfe von elektronischen Rechenmaschinen,Die Wasserwirtschaft,55.Jahrgang,Heft 10,Oktober 1965