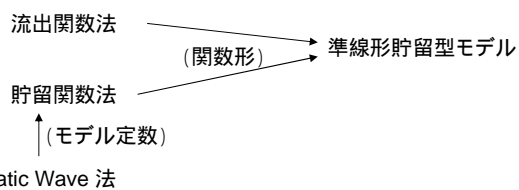
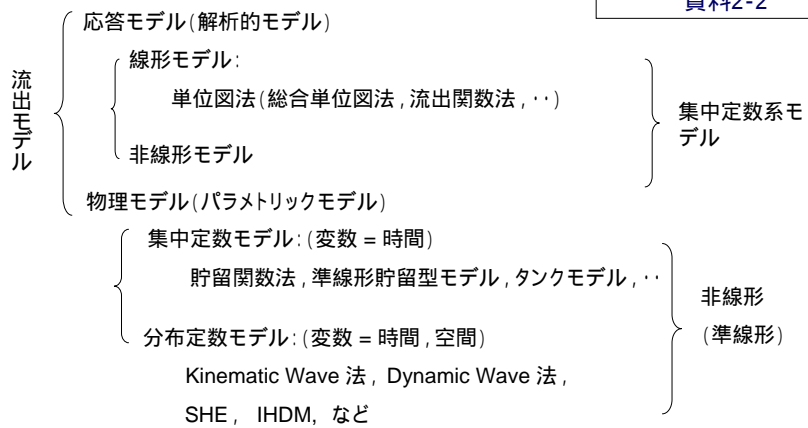


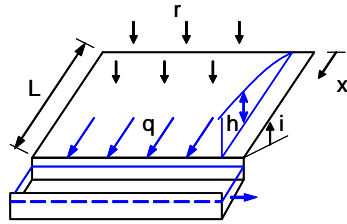
各流出計算について

流出モデル(流出計算法)の分類



Kinematic Wave 法 (等価粗度法)

$$\begin{cases} \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = r \\ h = Kq^p \end{cases} \begin{cases} h = (\text{斜面上の}) \text{水深} \\ q = \text{斜面単位幅流量} \\ r = \text{有効降雨強度} \end{cases}$$



Manning 式を用いると $K = \left(\frac{n}{\sqrt{i}}\right)^p$, $p=0.6=\frac{3}{5}$

$\begin{cases} n = \text{等価粗度} \\ i = \text{斜面勾配} \end{cases}$

$$h = Kq^p \Rightarrow q = \alpha h^m$$

層流: $\alpha = \frac{g i}{3\nu}$, $m=3$ ($p=\frac{1}{3}$)

Manning 則: $\alpha = \frac{\sqrt{i}}{n}$, $m = \frac{5}{3}$ ($p = \frac{3}{5} = 0.6$)

Darcy 則: $\alpha = \frac{\kappa i}{\phi}$, $m=1$ ($p=1$)

- $g = \text{重力加速度}$
- $\nu = \text{動粘性係数}$
- $\kappa = \text{透水係数}$
- $\phi = \text{土の有効間隙率}$

$$s = \int_0^L h(x,t) dx \begin{cases} s = \text{斜面単位幅貯留量} \\ L = \text{斜面長} \end{cases}$$

流域分割

(各小流域を)長方形で近似

(実績洪水の再現)

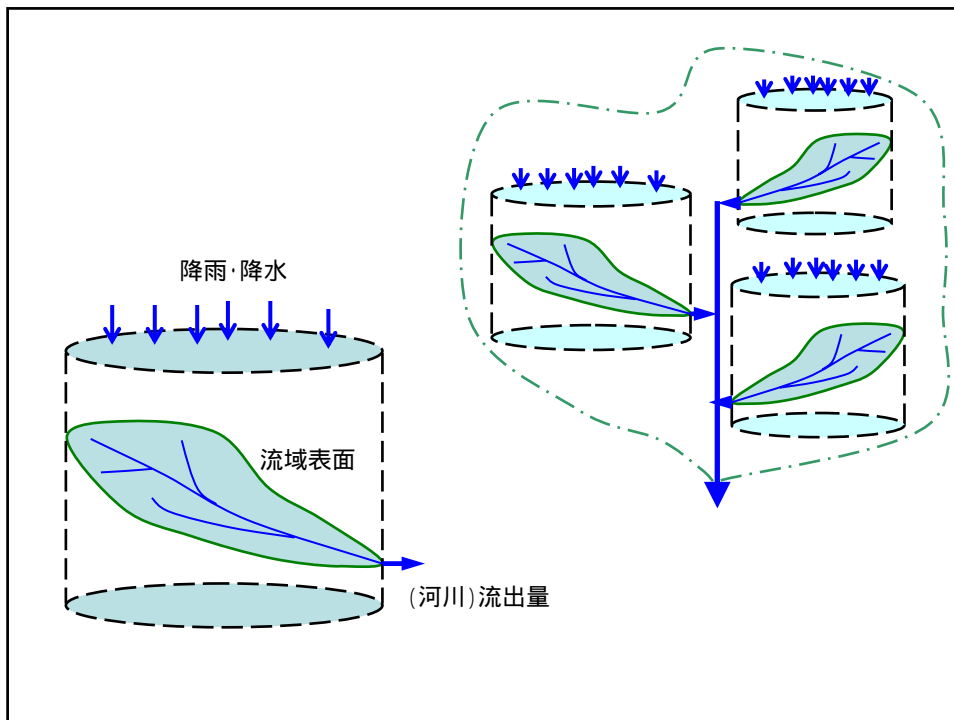
粗度係数(等価粗度) n を, 同定する.

(定数 p は, 多くの場合, マニング則により $p = 0.6$)

等価粗度は, 分割流域の大きさによって変わる.
流出計算には, 特性曲線法などを用いる.

検討事項

計算の精度・解の安定性
流域分割と土地利用状況の関係 → 粗度係数

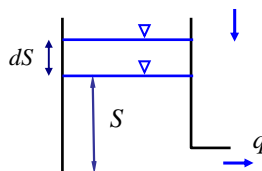


貯留関数法

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = f r(t - T_\lambda) - q \\ S = K q^p \end{cases} \Rightarrow q = \sqrt[p]{\frac{S}{K}} = \frac{S^{1/p}}{K^{1/p}}$$

$$q = (q - q_i)$$

$f r =$ 有効雨量



- $S =$ 流域上の(仮想の)雨水貯留高
- $r =$ 降雨強度
- $q =$ 流出高(流出量 / 流域面積) = S の関数 とする
- $f =$ 流入係数 (= 流出係数)
- $T_\lambda =$ 遅れ時間(遅滞時間)
- $q_i =$ 増水の始まった時の流量

同定するモデル定数:

$$K, p, T_\lambda, f$$

Kinematic Wave 法との比較などから貯留関数法のパラメータ K は、斜面勾配 i 、粗度(等価粗度) n 、および斜面長 L (あるいは流域面積 A) の関数であると考えられる。また、流れの状態が決まるパラメータ p を固定する(すなわち流域全域で流れの状態が同じとする)と、それ以外の流れ状態が存在する場合、パラメータ K は、 p の値によっても変わる。

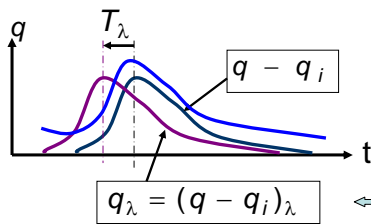
モデル定数の値(1次設定値)

$$p = \frac{1}{3} \text{ (層流) のとき, } K = 43.4 \times C \frac{L^{1/3}}{i^{1/3}}$$

C : リザーブ数 $\left\{ \begin{array}{l} 0.12; \text{自然流出} \\ 0.012; \text{人口流出} \end{array} \right\}$ として, それぞれの面積率による加重平均値

$$p = \frac{3}{5} = 0.6 \text{ (Manning 式) のとき, } K = 2.5 \left(\frac{n}{\sqrt{i}} \right)^{0.6} A^{0.24}$$

$\left\{ \begin{array}{l} n = \text{等価粗度} \\ i = \text{斜面勾配} \end{array} \right\}$ 流域の平均値



$\left\{ \begin{array}{l} q - q_i \text{ のハイドログラフを} \\ \text{遅滞時間 } T_\lambda \text{ だけ左へ移動させた流出量} \end{array} \right.$

準線形貯留型モデル

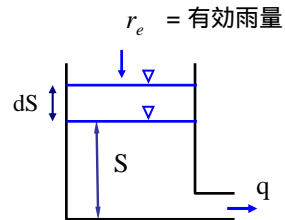
$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dS}{dt} = r_e - q \quad (r_e = f r) \\ S = K q \quad \leftrightarrow \quad \left(q = \frac{S}{K} \right) \end{array} \right.$$

$$K = T_\lambda = \frac{T_c}{2} \quad \left\{ \begin{array}{l} T_\lambda = \text{遅れ時間} \\ T_c = \text{洪水到達時間} \end{array} \right.$$

$$T_\lambda = CA^{0.22} r_e^{-0.35} = C \frac{A^{0.22}}{r_e^{0.35}}$$

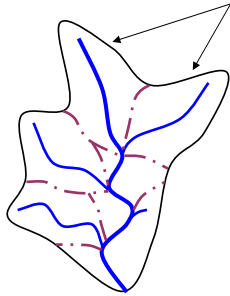
地目別(ある範囲で)既定
(この範囲内の値で同定)

同定するモデル定数: $K (\leftrightarrow C)$, f



- (例1)
- 水田: $C=1000$
 - 山林: $C=290$
 - 畑地: $C=210$
 - 市街地(舗装, 下水): $C=50$
- (例2)
- 丘陵山林地: $C=290$
 - 粗造成地: $C=90\sim 120$
 - ゴルフ場・放牧地: $C=190\sim 210$
 - 市街地: $C=60\sim 90$

流出モデル (流域モデル) (斜面モデル)



部分流域(支流域)ごとに,

- (1) 市街地 …… 流出モデル
- (2) 畑 …… 流出モデル
- (3) 水田 …… 流出モデル
- (4) ゴルフ場 …… 流出モデル
- (5) 池(ため池など) …… 流出モデル
- (6) 山林 …… 流出モデル

土地利用状況に応じて
モデル定数が異なる.

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = r - q \\ q = \alpha \times S \end{cases}$$

(ただし,ため池・調整池などの貯留・調整機能はそれらの諸元を与えて計算.)



各モデルで算出されるのは,比流量 $[m^3/(s.km^2)] = q$



$$\text{部分流域の総流出量 } Q [m^3/s] = (q_1 \times A_1) + (q_2 \times A_2) + \dots + (q_6 \times A_6)$$

↑ 市街地 畑 …… 山林
↑ 比流量 面積

Dynamic Wave 法

$$\begin{cases} \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = 0 & (q = hV) \\ \frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} + g \frac{\partial h}{\partial x} - g(S_0 - S_f) = 0 \end{cases}$$

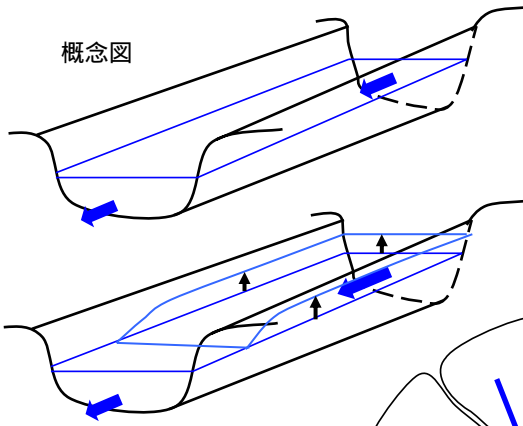
加速度 圧力 重力 まさつ力

$$\begin{cases} S_0 = \text{水路勾配} \\ S_f = \text{摩擦勾配} = \frac{\tau_0}{\rho g R} \end{cases}$$

↳ Kinematic Wave
 ↳ Diffusion Wave
 ↳ Dynamic Wave

流出モデル(河道モデル)

概念図



上流からの流入量が増えても、
河道(区間)内の水面上昇による
貯留のために
下流から流出量は、直ちに増えない。



上流端での流入量と
下流端での流出量の関係を
「貯留関数モデル」で表現

流出モデル
= 流域モデル + 河道モデル

