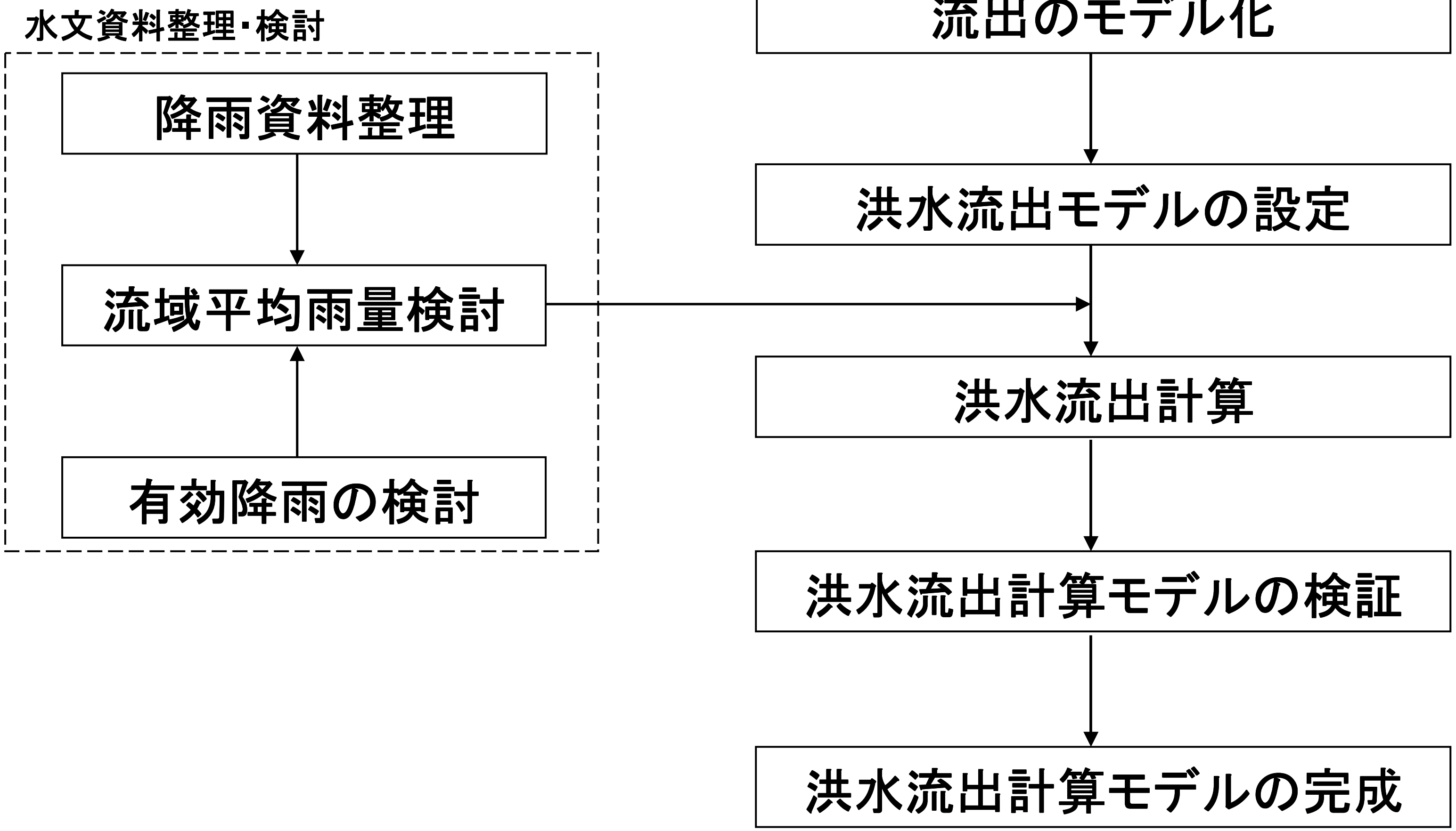
参　考　資　料

洪水流出計算について
（貯留関数法）

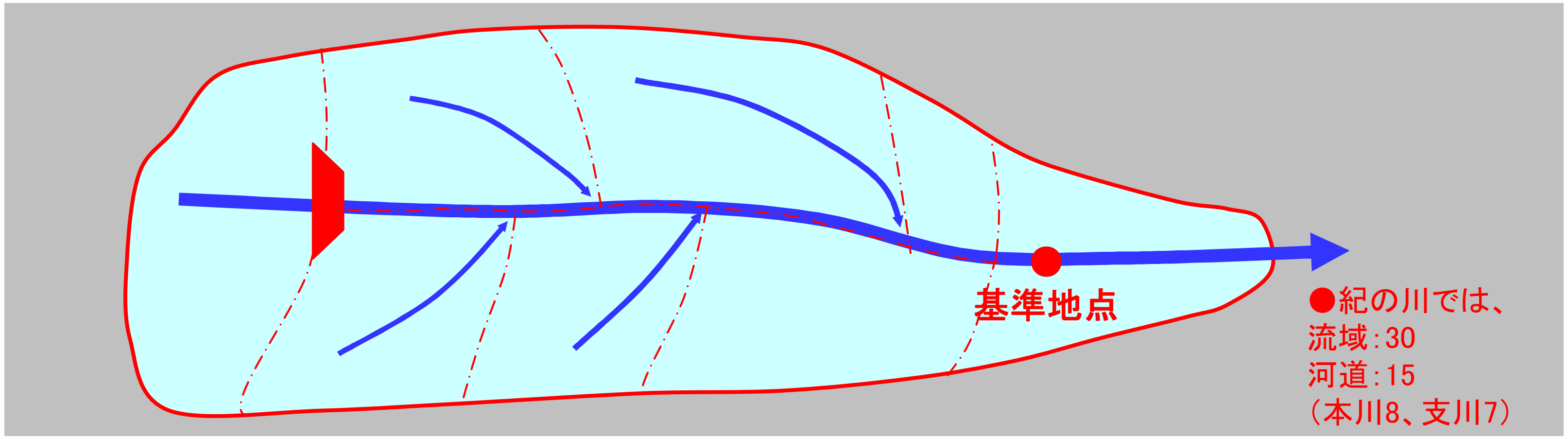
洪水流出計算の流れ

流出計算とは、自然の流域で起きている降雨から川の流れに至る流出現象を計算により再現する方法です。

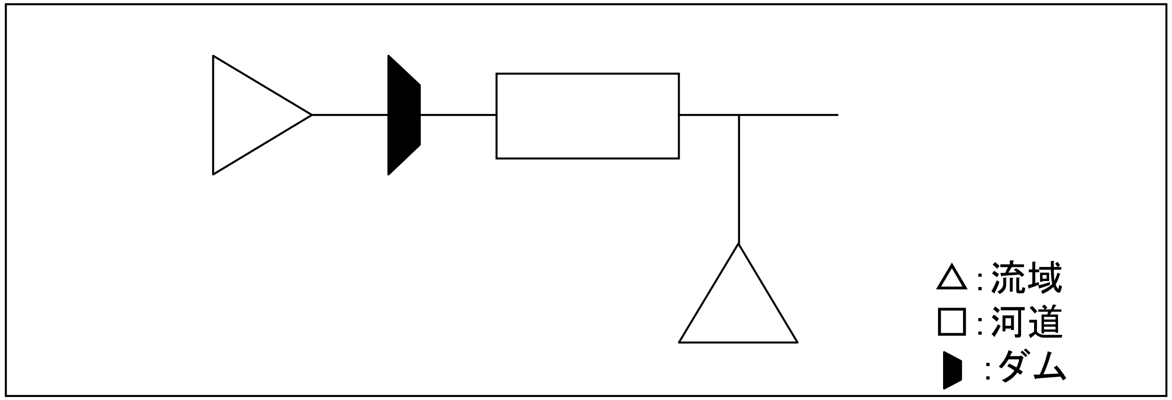


流域のモデル化

計算では、水系の基準地点、支川合流地点などで、小流域に分割して計算します。



上図を簡略すると下のようになります。



この作業を流域のモデル化と呼び、流域や河道の特性が十分に再現できるモデルを作ることが精度の高い洪水流出計算を可能にします。

洪水流出モデル

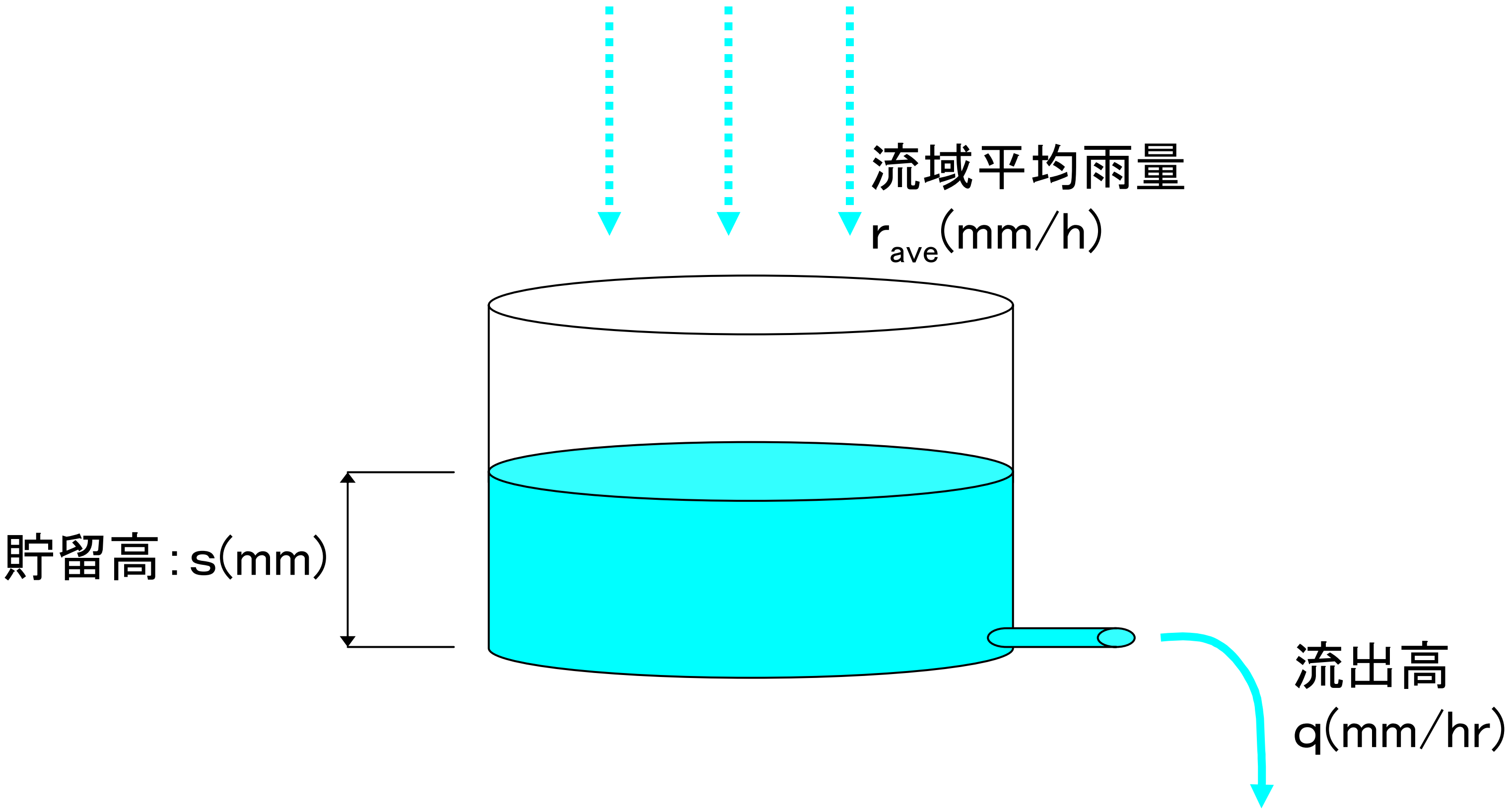
　降雨量から主要地点の流量を算出するための計算システムが洪水流出モデルです。モデルは、「流域モデル」と「河道モデル」から構成されます。

　「流域モデル」とは、流域に降った雨が川に出てくるまでの現象を再現するためのモデルです。

　「河道モデル」とは、川に出てきた水が集まり、洪水となって下流へ流れていく現象を再現するためのモデルです。

流域モデル

流域をタンクに見立てた場合、タンクに降った雨は、一部が貯留量としてタンクに一時的に貯留され、貯留量に応じた流量がタンクから流出し河川流量となります。



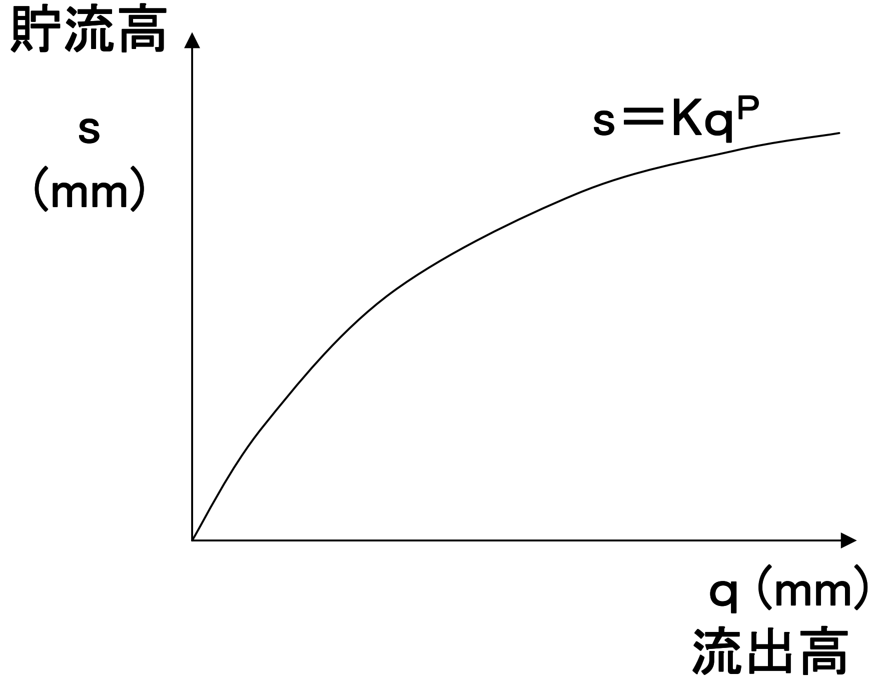
流域の貯留関数

　紀の川では、流域の貯留流出の関係を貯留関数法という計算手法を用いて以下のような式で表します。

運動の式　$s = Kq^{P}$

連続の式　$r_{ave} - q = \dfrac{ds}{dt}$

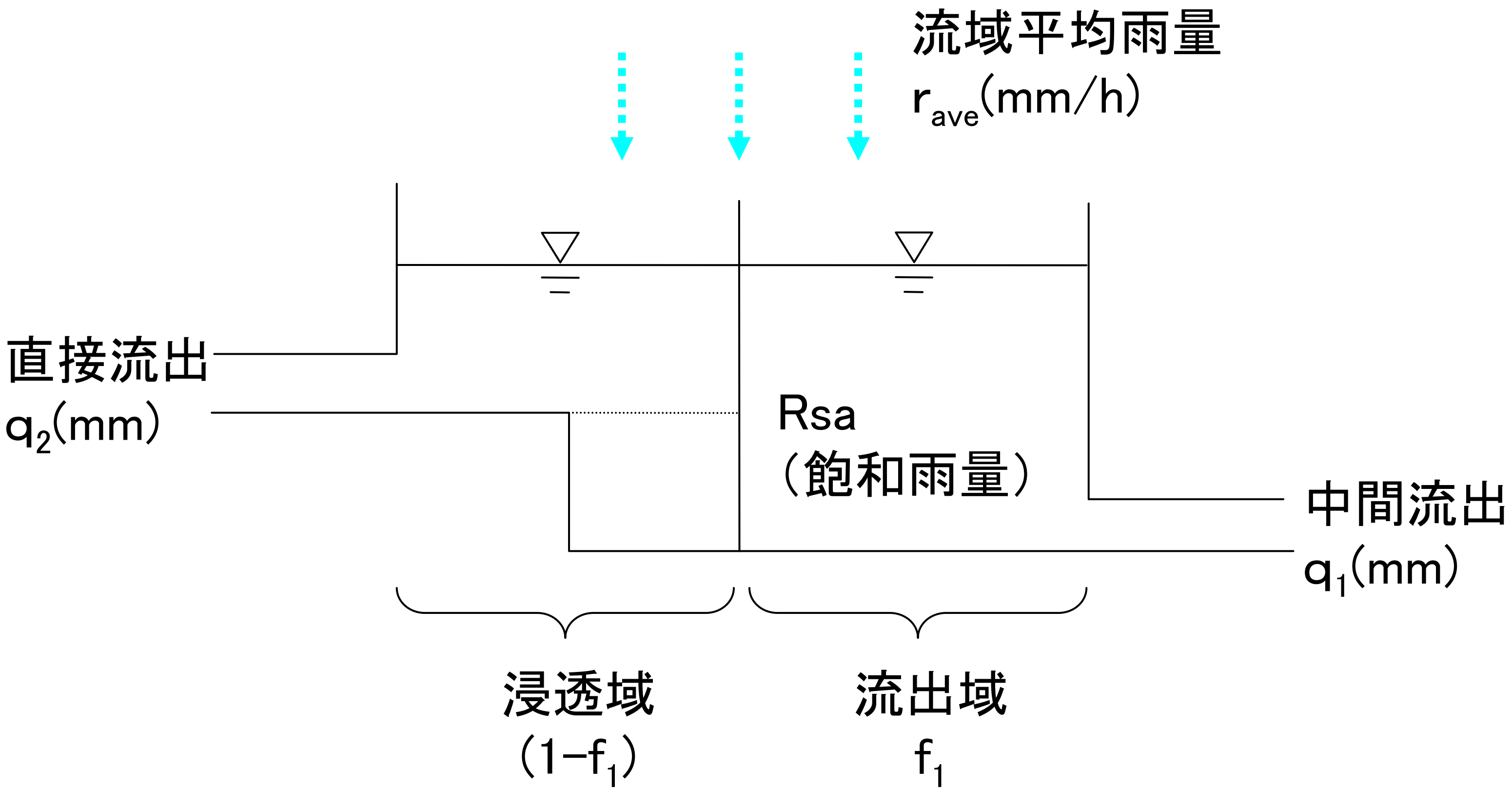
K,P：定数　s：流域内の貯留高
q：流出高　r_{ave}：流域平均雨量



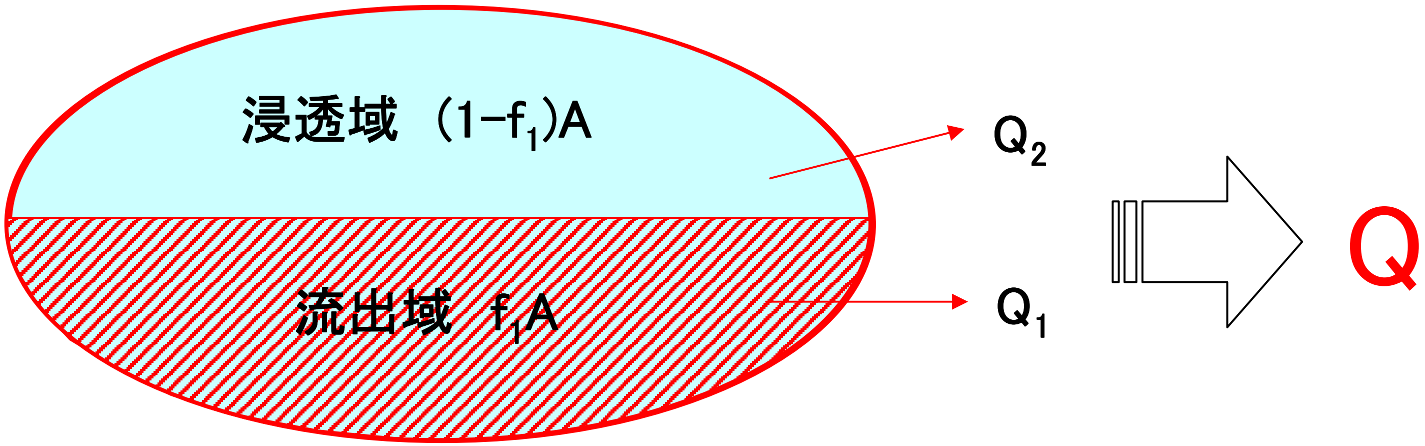
流域の流出量の計算(1)

　先に説明したように降雨が増えると地中が飽和状態となり直接河川へ流出する現象が発生します。このような現象を貯留関数法の計算では、分割した流域を浸透域と流出域に分けて計算します。

　浸透域:ある一定の雨量に達するまでは、河川に流出しないエリア
流出域:貯留との関係により雨が降れば河川に流出するエリア



流域の流出量の計算(2)



①飽和雨量に達していない場合

$$Q = Q_1 + Qi$$

$$Q = \frac{1}{3.6} f_1 A q_1 + Qi$$

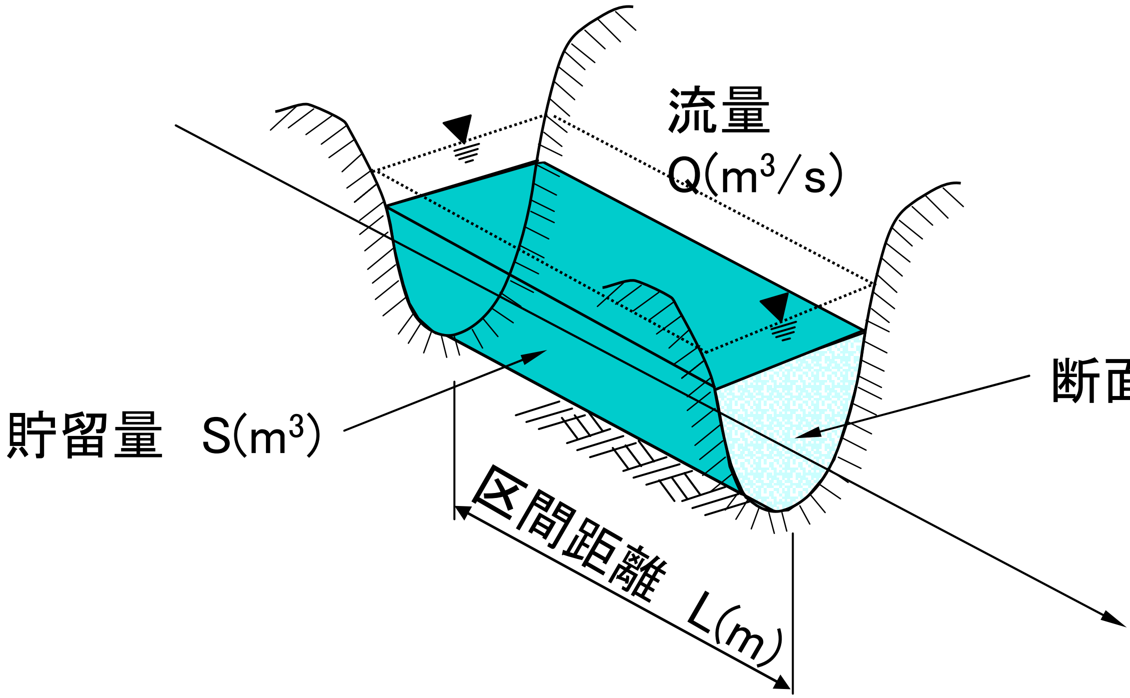
②飽和雨量に達している場合

$$Q = Q_1 + Q_2 + Qi$$

$$Q = \frac{1}{3.6} f_1 A q_1 + \frac{1}{3.6}(1-f_1) A q_2 + Qi$$

f_1：1次流出率
A：流域面積(km^2)
q_1：降雨開始時からの流出高(mm/hr)
q_2：累加雨量が飽和雨量に達した後の流出高(mm/hr)
Qi：出水前の河川流量(基底流量)(m^3/s)

河道モデル



$$貯留量\quad S(m^3)=A(m^2)\times L(m)$$

ある河道区間を想定した場合、河道を流れる流量Q(m³/s)とその時に河道に貯留されている量：S(m³)の間には、一定の関係があるとされています。このSとQの関係を求め、河道下流端の流量を求めます。

河道の貯留関数

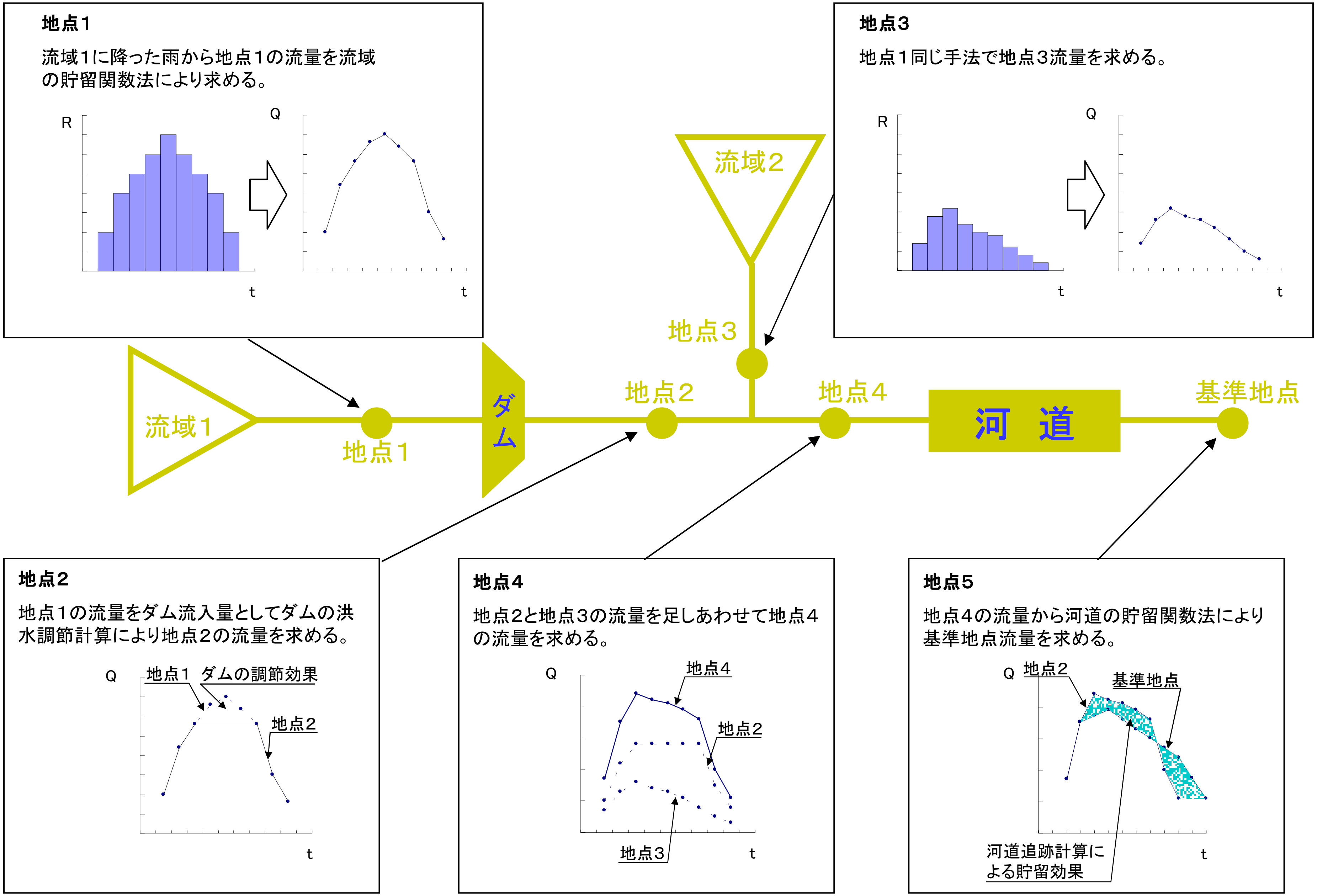
　河道の貯留量と流出量の関係を貯留関数法を用いて表すと以下のように表せます。

運動の式　$S = Kq^P$

連続の式　$Q_{in} - Q(t - T_L) = \dfrac{dS}{dt}$

　K,P：定数
S　：貯留量$(m^3/s \cdot hr)$
Q_{in}：対象河道への流入量(m^3/s)
Q　：河道下流端流量(m^3/s)
T_L：遅滞時間(hr)

流出計算



地点1
流域1に降った雨から地点1の流量を流域の貯留関数法により求める。
R
t
Q
t
地点3
地点1同じ手法で地点3流量を求める。
R
t
Q
t
流域2
地点3
流域1
地点1
ダム
地点2
地点4
河　道
基準地点
地点2
地点1の流量をダム流入量としてダムの洪水調節計算により地点2の流量を求める。
Q
地点1
ダムの調節効果
地点2
t
地点4
地点2と地点3の流量を足しあわせて地点4の流量を求める。
Q
地点4
地点2
地点3
t
地点5
地点4の流量から河道の貯留関数法により基準地点流量を求める。
Q
地点2
基準地点
河道追跡計算による貯留効果
t