

II-36

定山溪ダム流域における
流出解析 (1)

北海道大学工学部 正 員 藤田 睦博

北海道開発局 正 員 中津川 誠

北海道大学工学部 学生員 花田 清人

1. はじめに：定山溪ダム流域は、流域面積104km²の比較的規模の小さいダム流域であるが、現在、北海道大学と北海道開発局石狩川開発建設部、開発土木研究所との共同研究の対象になっている流域である。表-1.1に示す定山溪ダム管理所が管理する雨量計(4台)、水位計(2台)の他に、雨量計8台、水位計7台を新たに平成4年8月設置している。図-1.1は、定山溪ダム流域の概要と計器の設置位置を示している。新しく設置した水位計は本流である小樽内川の左岸に集中している。夏期の降雨流出のみならず春先の融雪流出も解析の対象としており、国際スキー場に通じる道路が小樽内川の左岸を通過しており、融雪流出の現地測定のを考えると左岸に水位計を設置せざるを得なかった。

定山溪ダム流域では500m*500mの降雨情報を提供できるミニレーダー雨量計が平成4年8月から稼働している。本研究の最終目的は、このレーダー雨量計の降雨情報を利用した分布型の流出モデルの構築にある。分布型の流出モデルの基本は、流域を部分流域に分割して各部分流域からの流出を合成して全流域からの流出量を求めるものである。したがって、各部分流域の流出モデル、モデルパラメータをどのように推定するかが重要である。

本研究は、第1報として部分流域の流出モデルをいかに規定するか、また、そのパラメータをどのように推定するかについて検討した。

2. 基礎理論：部分流域からの流出モデルに要請される条件を列举すると以下になる。1)ミニレーダー雨量計は、先に述べたように500m*500mメッシュの降雨情報をを提供可能であるので、部分流域の規模は最大でも0.25km²程度である。定山溪ダム流域では、400個程度の部分流域に分割する必要がある。したがって、各部分流域の流出モデルは、なるべく流出計算時間の小さい集中定数系の流出モデルが望ましい。2)部分流域は部分流域は流域の河道網を考慮して設定するので、面積の大きな流域もあれば小さな流域もある。したがって、流域の規模に準じてモデルのパラメータを合理的に変動させる必要がある。

以上の要請を満足する流出モデルとしては、分布定数系のモデルを集中定数系のモデルに置換したモデルが最適である。このようなモデルとしては、藤田のkinematic waveモデルに基づく貯留関数法¹⁾があるが、最近では不飽和浸透流モデルに基づく集中定数系モデルも研究されている^{2, 3)}。ここでは、研究結果の豊富な藤田の貯留関数法を適用する。

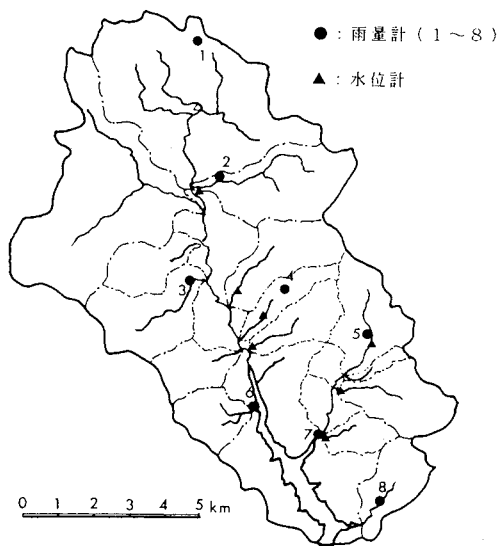


図-1.1 定山溪ダム流域の計器配置図

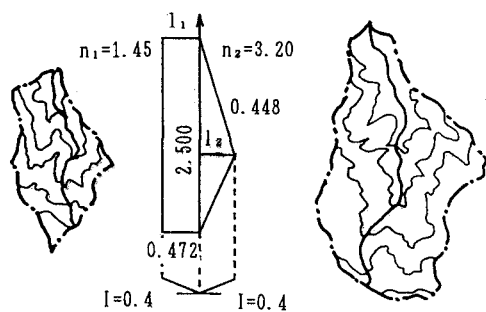


図-3.1 滝の沢下流

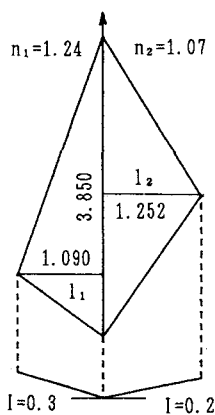


図-3.2 滝の沢中流

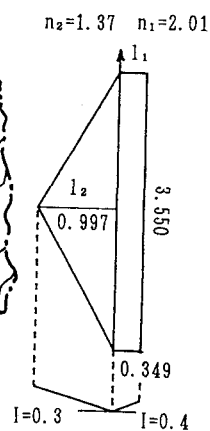
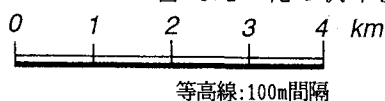


図-3.4 迷沢川



等高線:100m間隔

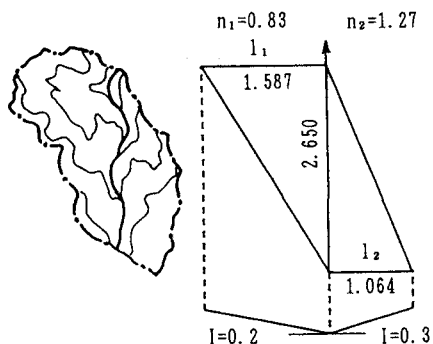


図-3.3 滝の沢上流



図-3.5 奥手稲沢川

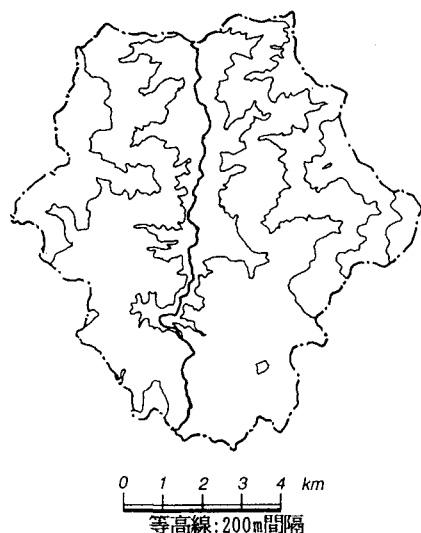
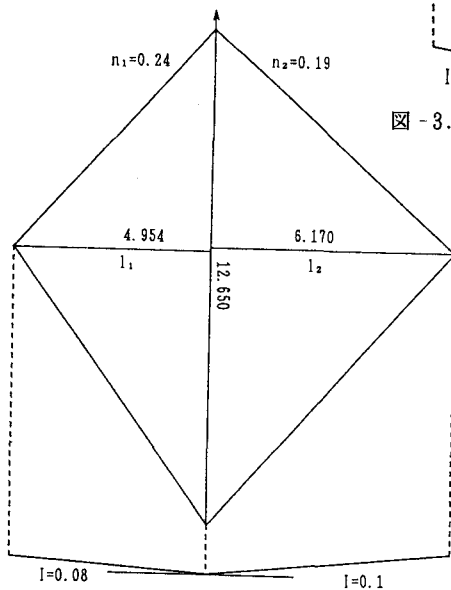


図-3.6 小樽内川



等高線:200m間隔

雨量計	水位計	
春香山、秩父、小樽内 四ツ峰	小樽内、滝の沢	ダム管理所管理
NO.1~No.8	大漁川、上平沢、迷沢 奥手稲沢川、滝の沢支流:1箇所	臨時に設置

表-1.1 設置計測器一覧

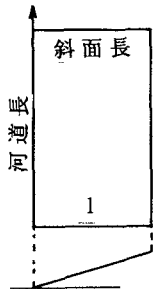


図-2.1 単一矩形斜面

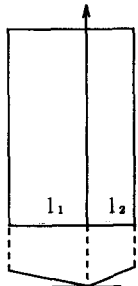


図-2.2 複合矩形斜面

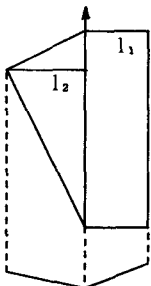


図-2.3 三角形と矩形の複合斜面

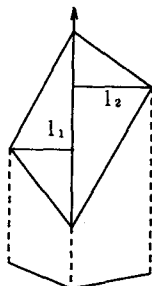


図-2.4 複合三角形斜面

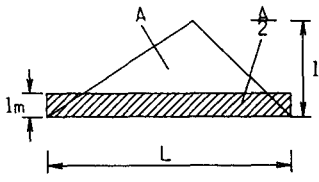


図-2.5

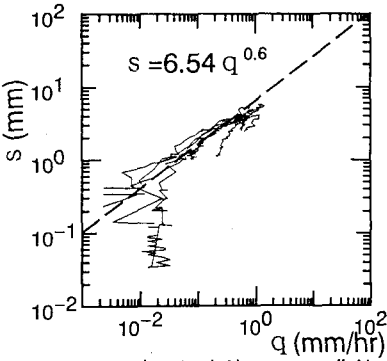


図-3.7 滝の沢上流の s-q 曲線

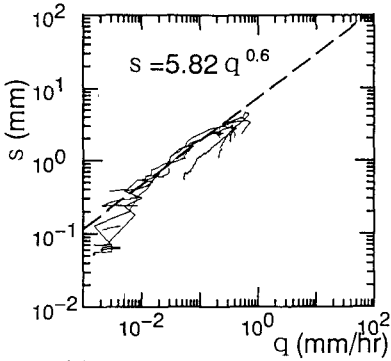


図-3.10 迷沢川の s-q 曲線

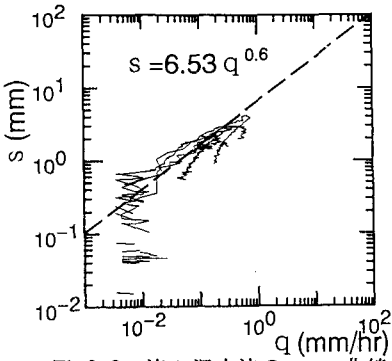


図-3.8 滝の沢中流の s-q 曲線

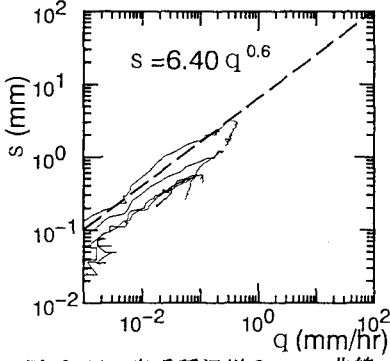


図-3.11 奥手稲沢川の s-q 曲線

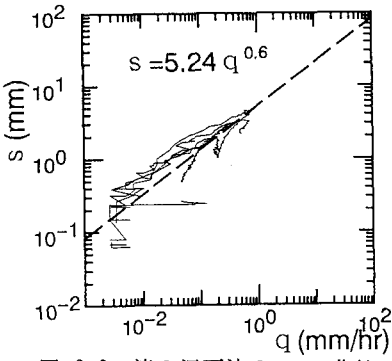


図-3.9 滝の沢下流の s-q 曲線

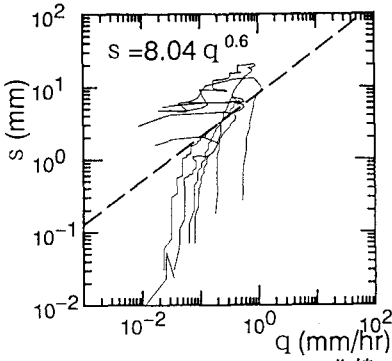


図-3.12 小樽内川の s-q 曲線

図-2.1に示すような単一の矩形斜面について、kinematic waveモデルより得られる貯留関数は、式(2.1)で与えられる。

$$s = \frac{m}{m+1} \left\{ \frac{1000^{m-2} l}{3.6\alpha} \right\}^{1/m} q^{1/m} \quad (2.1)$$

ここで、 s ：貯留高(mm)、 q ：流出高(mm/hr)、 α ：斜面定数、 l ：斜面長である。

式(2.1)を基本式として河道の左右岸の斜面からなる流域では、藤田は斜面形状を考慮して幾つかの斜面モデルとこれに対応する貯留関数を提案している⁴⁾。

図-2.2に示す矩形斜面

$$s = \frac{m}{(m+1)(1+\varepsilon_1)} \left\{ 1 + \left(\frac{\varepsilon_1^{m+1}}{\varepsilon_2} \right)^{1/m} \right\} \left\{ \frac{1000^{m-2} l_1}{3.6\alpha_1} \right\}^{1/m} q^{1/m} \quad (2.2)$$

ここで、 $\varepsilon_1: l_2/l_1$ 、 $\varepsilon_2: \alpha_2/\alpha_1$ である。

図-2.3に示す矩形斜面と三角形斜面

$$s = \frac{2m}{(m+1)(2+\varepsilon_1)} \left\{ 1 + \frac{m}{2m+1} \left(\frac{\varepsilon_1^{m+1}}{\varepsilon_2} \right)^{1/m} \right\} \left\{ \frac{1000^{m-2} l_1}{3.6\alpha_1} \right\}^{1/m} q^{1/m} \quad (2.3)$$

図-2.4に示す三角形斜面と三角形斜面

$$s = \frac{2m^2}{(m+1)(2m+1)(1+\varepsilon_1)} \left\{ 1 + \left(\frac{\varepsilon_1^{m+1}}{\varepsilon_2} \right)^{1/m} \right\} \left\{ \frac{1000^{m-2} l_1}{3.6\alpha_1} \right\}^{1/m} q^{1/m} \quad (2.4)$$

これらの貯留関数は、等価粗度係数 n とパラメータ m を与えると地形量を測定することにより計算できる。等価粗度係数に関しては、式(2.5)の半経験式が提案されている⁵⁾。(図-2.5を参照)

$$n = 530 l_m^{-1.08} \quad (2.5)$$

ここで、 l_m ：斜面長のモード(m)である。

3. 実流域における S (貯留量)～ Q (流量)の関係：水位計を設置した小流域の概要とモデル化をした図-3.1～3.6に示す。斜面上の流れがマニング則にしたがっていると、パラメータ m をすべて $m=5/3$ と仮定した。各小流域で式(2.2)～(2.5)を用いて計算した貯留関数を以下に示す。

$$\text{滝の沢上流} : s = 6.54 q^{0.6} \quad \dots(3.1) \quad \text{滝の沢中流} : s = 6.53 q^{0.6} \quad \dots(3.2)$$

$$\text{滝の沢下流} : s = 5.24 q^{0.6} \quad \dots(3.3) \quad \text{迷沢川} : s = 5.82 q^{0.6} \quad \dots(3.4)$$

$$\text{奥手稲沢川} : s = 6.40 q^{0.6} \quad \dots(3.5) \quad \text{小樽内川} : s = 8.04 q^{0.6} \quad \dots(3.6)$$

次に、各小流域で観測された流量資料を整理して得られた $S \sim Q$ の関係を、図-3.7～3.12に示している。図中の波線は、式(3.1)～(3.6)で得られた貯留関数を示している。理論的に得られた貯留関数は、実測値をよく説明していると言える。

4. まとめ：水位計を設置した6つの小流域について流域の斜面形状を考慮したKinematic wave法に基づく貯留関数は実測資料から得られる $S \sim Q$ 関係をよく説明していることがわかった。したがって、他の小流域にも本理論を適用することにより、小流域ごとに貯留関数を推定できる。今後は、これらの貯留関数を用いて実際に流出量を計算する予定である。

参考文献：1) 藤田睦博；斜面長の変動を考慮した貯留関数法に関する研究，土木学会論文報告集，第314号，1981.2)
松林宇一郎・古田直・高木不折；飽和・不飽和浸透流を基礎とした斜面流出の集中化，水文・水資源学会1992年研究発表会要旨集，232～235，1992.3) 藤田睦博；流域の地形構造を考慮した貯留関数法に関する研究，博士論文

4) 佐藤勝夫；洪水流出計算法，山海堂，1982