

Physically - based modelを用いた降雨一流出解析

～ モデルを適用する際の問題点とその対策 ～

長崎大学大学院 ○学生員 花田 光 長崎大学工学部 正 員 野口正人
 長崎大学工学部 正 員 西田 渉 長崎大学大学院 学生員 ハサン M.M. タハト

1. はじめに

適切な流域水管理を進めるにあたって、Physically - based model の立場から流出解析を行うことが重要であることは言うまでもない。本論では、流域の最新情報を流出解析に反映させる目的でリモートセンシング・データや国土数値情報を用いる際の問題点を指摘し、妥当な流出解析手法の提案を行った。

2. 物理モデルを用いた流出解析

流域に分布している地理情報や降雨データを忠実に考慮した流出解析を行うためには、メッシュ・モデルとしての流出解析法が適当なことは明らかである。このようなことから、流域全体の雨水流を2次元のSaint Venant方程式でシミュレートしたところ、通常提供される国土数値情報を用いると仮想的な窪地が多数発生し、適切な流出ハイドログラフが求められない。したがって、本論で提案された流出解析モデルにおいては、表面流出成分は地表流を2次元平面流(2-D)として、河道流を1次元流(1-D)として取り扱い、中間流出と基底流出は3次元土中浸透流(3-D)によるものとした。紙面の都合上、解析に用いられた土中浸透流の基礎方程式だけを示す。

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_v} \left(D_v \frac{\partial \theta}{\partial x_v} \right) + \frac{\partial K_v}{\partial x_3} \quad \text{ここに} \quad D_v = \frac{K_v}{\gamma} \frac{\partial P}{\partial \theta} = K_v(\theta) \frac{\partial \Psi}{\partial \theta} \quad v = (1, 2, 3)$$

ここに、 θ ：体積含水率、 D_v ： x_v 軸方向の拡散係数、 K_v ： x_v 軸方向の不飽和透水係数、 P ：圧力、 $\gamma (= \rho g)$ ：水の単位体積重量、 $\Psi = P/\gamma$ ：水分ポテンシャルである。

3. モデルの適用

具体的な数値計算は差分法によるものとし、計算対象には長崎県本明川の裏山橋上流域を取り上げた(図-1)。その際、標高データには国土数値情報を用いたため、計算格子は3次メッシュ(292m×231m)に一致させた。図-2には、本明川流域を矩形的格子で覆った図が示されている。ここで問題になるのは、流域の幾何形状を表現する国土数値情報の格子サイズの関係で必ずしも山間部の複雑な地形が忠実に表現されない。そのため、前述されたように、数値計算上の窪地が生じる。斜線を施した格子はそれらの窪地に相当している。この窪地となる格子が実際の河道上に位置していることより、標高データが流域の幾何形状をある程度正確に表しているといえるが、(2-D)だけで取り扱う際には、流出水が仮想的な窪地貯留となるために流域下流端まで到達しない。したがって図-3に示されるように実際の河道網を入力し、(1-D)と(2-D)のモデルで表面流出を計算した。以上のことから、ここで提案されたモデルでは中間流出を(3-D)のモデルで表現することにより、降雨一流出関係を一体的に評価することにした。

4. 計算結果とその考察

図-4には、モデル降雨を用いて解析を行った結果が、ハイドログラフとして示されている。図中に破線で示された結果は、(2-D)のみで計算を行ったものであり、総降雨量の9%しか流出していない。一方、実線で示された結果は、(1-D)と(2-D)とを組み合わせたモデルで解析されたものであり、総降雨量の75%が流出している。この結果は、表面流出のみを対象にして単位図法で求めたハイドログラフと比較しても、妥当なものといえる。また、2点鎖線で示されたハイドログラフは、(3-D)による中間流出をも考慮した結果である。この結果を表面流出のみを考慮して計算した結果と比較すると、1)降雨が土中に浸透することにより、ピーク流量ならびに総流出量が減少し、また、2)中間流出成分として流出が起るためにピーク出現時刻が遅れる、といったようにより実際に近いハイドログラフが得られる。

つぎに、降雨の実データを用いた解析結果を示せば図-5のようである。図中のハイドログラフは図-1に示された本明川流域における4ヶ所の降雨観測点のものである。ただ、図中に示された計算ハイドログラフは本野地点の雨量データのみを考慮して求められたために、実測されたハイドログラフとの不一致が大きくなっている。時間の関係で、このような現段階で得られているハイドログラフを示しているが、このこと

より逆に、降雨の空間分布を考慮することの重要性や、初期損失の適正な評価の重要性を強調する結果ともなっている。図-5に示された4つのハイドログラフは十分に予測されるものであり、浸透能の低下を空間的に正しく評価することの重要性も明らかである。本論で提案されているモデルは、このような実際の降雨-流出関係を十分に表わし得るものと考えているが、目下のところパラメーターの同定がされておらず、より妥当な結果については講演時に示す予定である。

5. おわりに

流域の最新情報を考慮した流出解析を行う際の問題点について検討し、表面流、中間流による流出量評価を、1～3-Dの流れを表現するモデルで行った。観測されたハイドログラフに比較して妥当なハイドログラフを計算するためには、モデル・パラメーターの同定に関連した問題がいくつか残されているが、真に物理モデルの立場に立ったモデルの構築がされたものと考えている。今後は、上述された問題の解決にあたり、より実際的な手法にするように努力したい。



図-1 本明川流域周辺と雨量測定地点

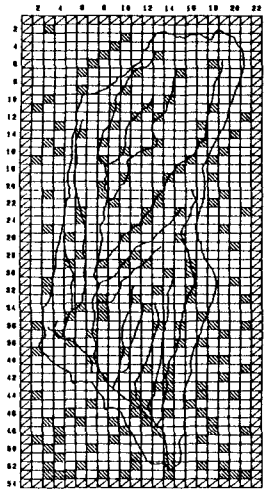


図-2 本明川流域と計算上の窪地

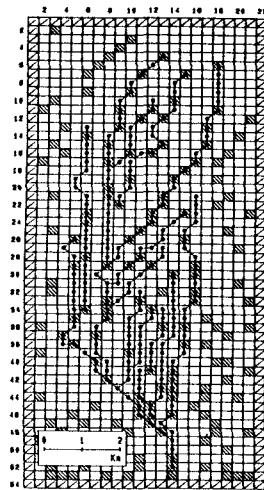


図-3 計算のため設定された河道網

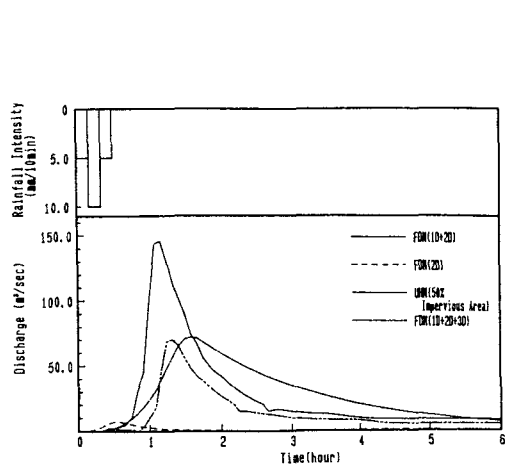


図-4 流量ハイドログラフ (1)

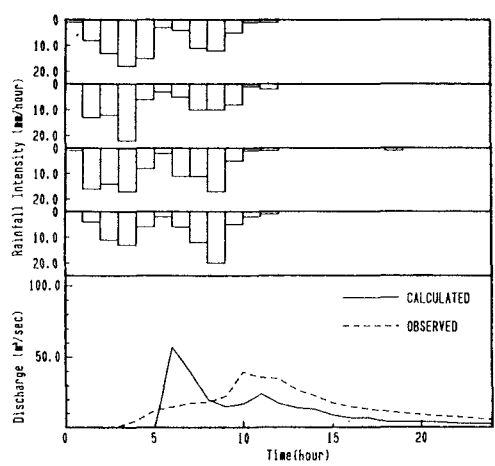


図-5 流量ハイドログラフ (2)