

## 分布モデルを中心とした洪水流出解析手法の高度化に関する研究

研究担当者 京都大学 小尻利治

研究担当者 京都大学 宝 馨

研究担当者 京都大学 立川康人

研究担当者 東京大学 登坂博行

共同研究者 建設省庄内川工事事務所

### 1. 研究目的

流域変貌を考慮しうる流出モデルを開発することであり、分布型モデルを中心とした手法と精度の比較を行うことである。各研究者は、既に、それぞれでモデルを作成しており、ここでは統合化あるいは共通化は行わない。各モデルの特徴や解析結果をまとめることによって今後の流出モデルのあり方を議論しようとするものである。ただし、共通項目として、庄内川流域（部分流域）での適用を示すことを条件に、違った側面からのアプローチを了解した。

### 2. 研究経過

研究課題はそれぞれ以下のとおりである。対象流域規模から見て上流より

立川グループ：分布型流出モデルにおけるパラメータ分布の流出特性への影響評価

登坂グループ：山地流域における三次元流水シミュレーション

宝グループ：ラスタ型洪水流出モデルによる洪水予測の高度化

小尻グループ：庄内川流域における水循環モデルの構築

となっている。今まで、数回の現地見学会、研究会を行っているので、今年度は全員での見学会は計画せず、平成11年4月5日に庄内川工事事務所で最終報告会を行った。資料に関しても、必要データの種類が異なるとして個別に直接依頼し、研究を進めた。

### 3. 成果概要

#### 3. 1 分布型流出モデルにおけるパラメータ分布の流出特性への影響評価

多くの分布型流出モデルは、土壌パラメータとして地表面の粗度係数・土壌層の厚さ・透水係数・土層の空隙率などを必要とするが、これらのモデルパラメータを既存のデータから得ることは通常、不可能である。分布型流出モデルに与えるどのような情報が重要であるかを知るために、モデルに与える土壌パラメータの情報の度合の異なる三種類の分布型流出モデルを考える。一つはすべての土壌パラメータの情報が与えられるとするモデル(full soil information distributed model)、二つめは、土壌モデルパラメータの流域内での分布関数のみが与えられ、どの位置の土壌パラメータがいくつであるかという情報は与えられないとするモデル(semi soil information distributed model)、三つめは土壌パラメータを流域内で一様とするモデル(simple soil information distributed model)である。

庄内川上流域にある東京大学愛知演習林白坂試験流域を対象とし、透水係数とA層厚に関して、上記の三種類のモデルの流出ハイドログラフを比較した結果、full information distributed model と semi information distributed model のハイドログラフにはほとんど違いがないこと、semi information distributed model と simple information distributed model とのハイドロ

グラフにはかなり違いがあることがわかった。

### 3. 2山地流域における三次元流水シミュレーション

本研究は、庄内川流域の観測データを利用して、開発されている分布型モデルの大流域への適用性を検討するものである。基本条件として、

- (1) 多孔質媒体中の水および圧縮性気体(空気、他の気体)の流動、化学物質の移動を一般化ダルシー則に従う多相流れ(2相、3相流れ)として取り扱う。
- (2) 地表および河川の流動を開水路流れの拡散波近似モデルにより取り扱う。
- (3) 地表及び地下の流体流動は連成系として同時に解かれる。
- (4) 地表面の不均質性はマニング粗度係数により表現し、地下土壌・岩石の不均質性は孔隙率、浸透率、毛管圧力、相対浸透率の設定により表現される。
- (5) 領域内任意地点での井戸設置、トンネル掘削、空洞開削、地形改変、植生変化など状態量のダイナミックな変更が可能である。
- (6) 大規模な3次元非定常解析を実際的な時間で安定に計算するための手法を採用している。

を適用する。また、今後の問題として、

- (1) 河川形状(幅、深さ、堤防高)などを実データに即して表現する。
- (2) 支川河川の位置、幅などを格子分割の際に考慮すること。また、地形上の窪地を解消する。
- (3) 植生・人工物などによるマニング係数の分布を与えること。浅部地下の浸透率の操作、蒸発散量の操作などにより、ピーク流量や基底流量などをマッチングする。
- (4) また、局地降雨などの観測値、支流での流量観測値、領域内の地下水位の複数点での経時的観測値を利用する。

などが得られており、今後のモデル改良と観測データ収集により、信頼性のあるモデルが構築できよう。

### 3. 3 ラスター型洪水流出モデルによる洪水予測の高度化

i)貯留関数モデル、ii)斜面・河道系 kinematic wave モデル、iii)セル分布型流出モデルによる洪水解析を行い比較検討を行う。なお、斜面・河道系 kinematic wave モデル、セル分布型流出モデルを構築する際に必要な落水線図は、50mメッシュの数値標高データ(DEM)と流路位置データ(KS-272)から求める。

- ・貯留関数モデルでは、流域を20の部分流域と6個の河道区分に分け、それぞれに貯留関数法を空間的に配置させた流域モデルとする。
- ・斜面・河道系 kinematic wave モデルは、部分流域を河道とその両端に付随する矩形斜面とし、それぞれに kinematic wave モデルを適用して流出量を計算するものである。地形量測定の煩雑さを軽減するため、落水線を流出出口から遡上することにより地形量から測定し、流域モデルを作る。
- ・セル分布型の流出モデルとは、正方形の部分流域(セル)によって流域を構成する流出モデルで、流域全体は正方形の領域を1つの部分流域(セル)の集合体であるとし、1つのセルからの流出は、落水線の流下方向のもう1つのセルへのみ起こるとする。また、各セルでは、上流側セルからの流出を合計して上流端流入量とし、kinematic wave 法によって流出量を計算する。モデル定数の最適値を決定するため、客観的基準として、相関係数、降雨イベント中の相対誤差、降雨イベント中の相対平方根二乗誤差、ピーク生起時刻の誤差、ピーク流量の相対誤差、を用る。

3. 4 庄内川流域における水循環モデルの構築

河川を中心とした水循環の場において、利水と治水と同時に、自然環境・生態系の保全など、水環境における種々バランスと持続可能性の保持を適正に把握、評価しようとするものである。国土数値情報をメッシュ型多層流出モデルを用い、流量と水量を長期流出モデルを連続的に実施しつつ短期流出の同時解析を行うものである。

流域モデルの設定においては、標高、土地利用、人口分布データを用い、(1)メッシュサイズの決定、(2)入力データの整備、(3)河道の設定、(4)落水線図の作成、(5)下水道・用水路の設定、を行う。水量流出過程では、(1)熱収支法による蒸発散過程、(2)4層多層メッシュ型流出過程；表層は kinematic wave, A から D 層は線形貯留モデル、とする。水質移流過程では、(1)面源、点源汚濁物質発生源の抽出、(2)地表面、河川、下水道、水田での堆積掃流過程の導入、試みた。また、解析結果を平面 2 次元でのアニメーション、3 次元表示による時空間的把握を行った。現在、十分、解析精度が得られていないので、各パラメータの再同定とプログラムチェックを行っている。

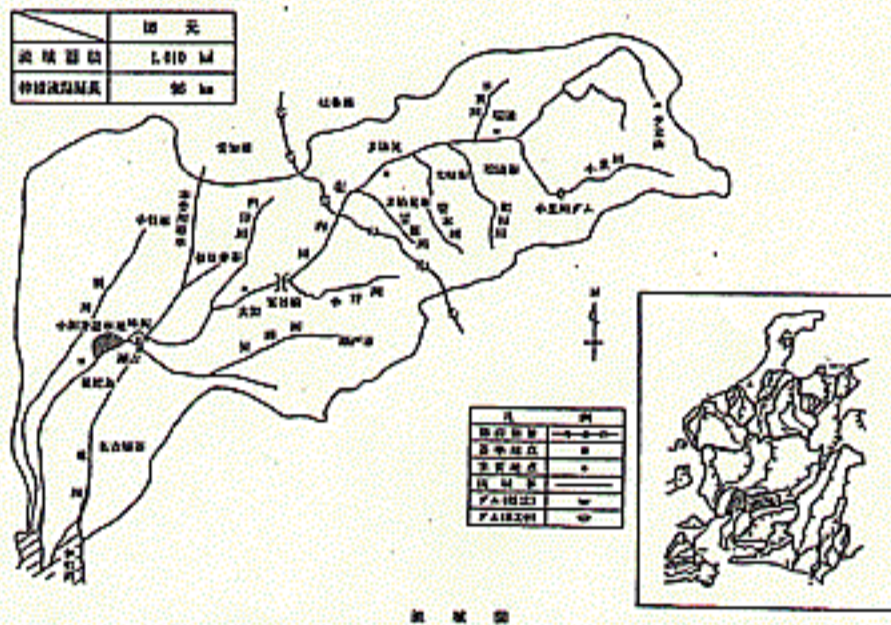


図-1  
流域図（建設省庄内川工事  
事務所資料より）

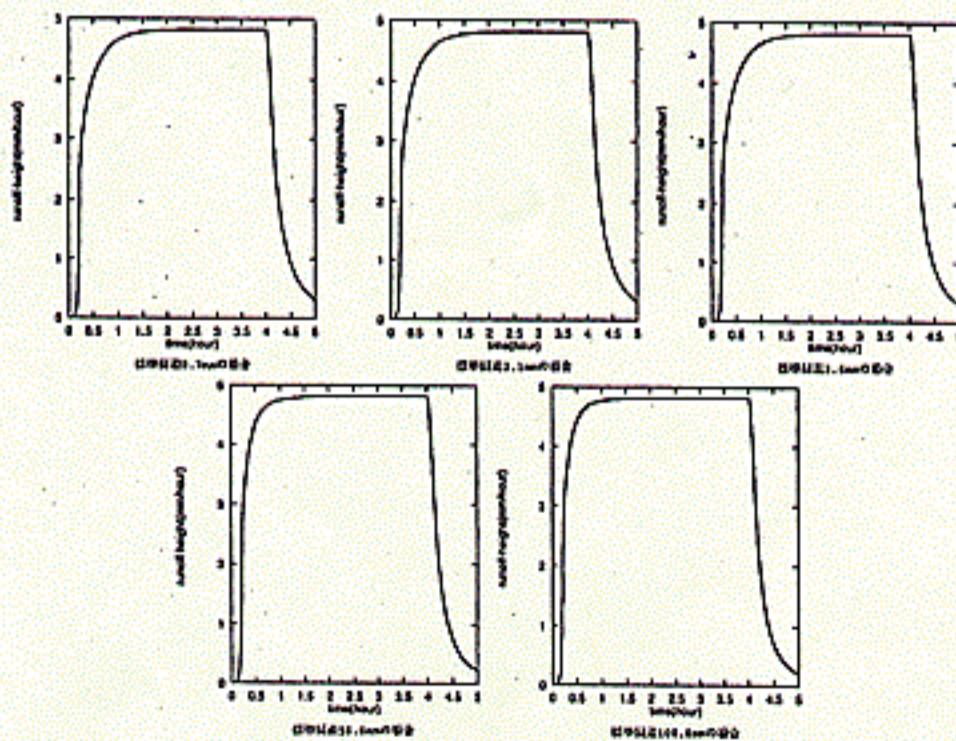
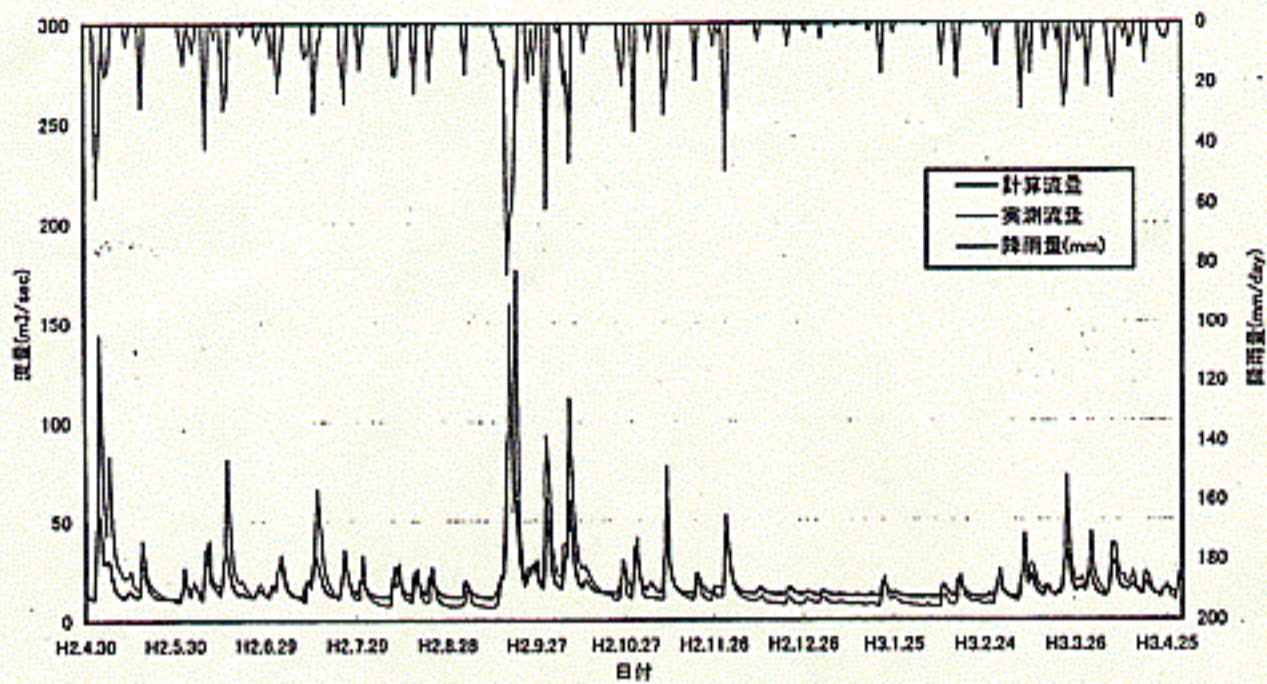


図-2  
解析結果例（立川グループより；  
A層厚の平均値を 30.0mm とした  
場合のハイドログラフの比較）

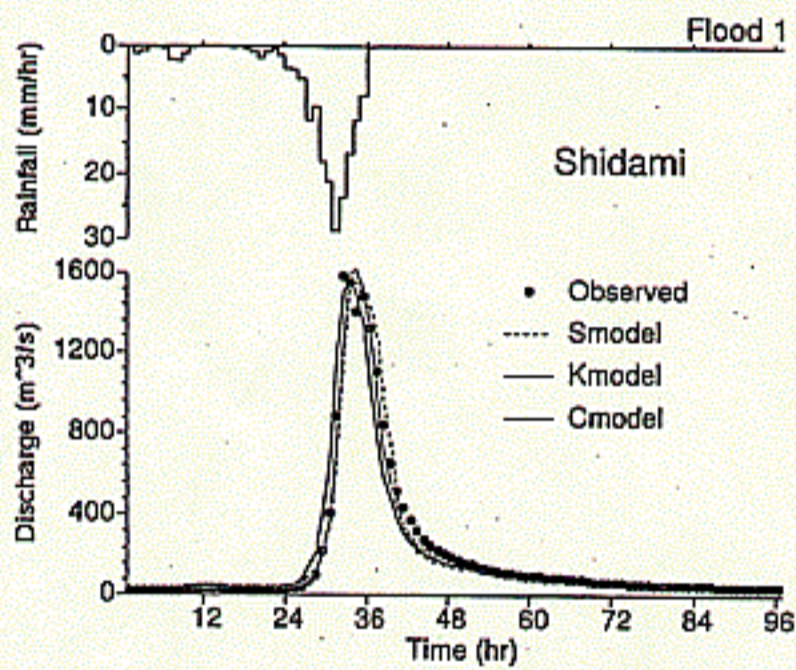
A 層厚の平均値を 30.0 mm のとした場合のハイドログラフの比較



1990年5月1日～1991年4月30日実測流量と計算流量の比較

図-3

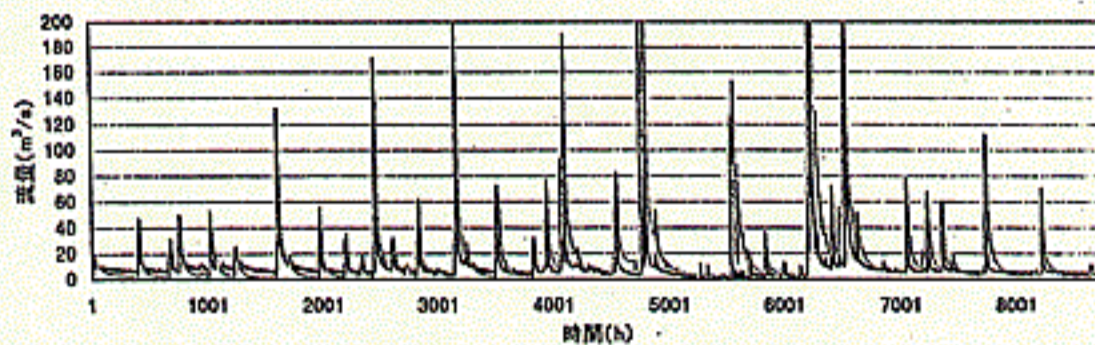
解析結果例 (登坂グループより；  
1990.5.1～1991.4.40 での実測値と  
計算値の比較)



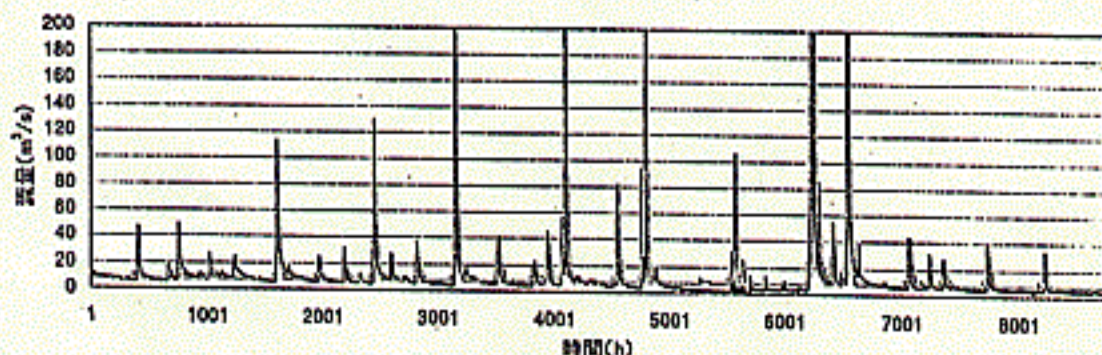
志段味における計算流量と観測流量との比較 (Flood 1)

図-4

解析結果例 (宝グループより；  
計算値と観測地との比較(Flood 1))



本モデル (志段味)



洪水予測システム (志段味)

図-5

解析結果例 (小尻グループより；  
計算値、観測地、洪水予測モデル  
(庄内川工事) との比較)