

分布型モデルによる関川洪水流出の解析

長岡技術科学大学 環境・建設系 ○フェロー 早川典生
長岡技術科学大学 環境・建設系 正会員 陸 旻皎
長岡技術科学大学 工学部 非会員 片野友昭

1 はじめに

降雨などを入力とし、河川流量を出力とする流出解析手法には大別して集中型と分布型とがある。集中型モデルの代表的なのは貯留関数モデルである。この場合、流域は一つの容器として表され、これに入力値である流域平均降雨量を与え、出力値である河川流量を計算する。これに対して分布型モデルでは流域の地形データを各格子点毎に取り込み、すなわちDEMを取り込んで、各格子点で流出を発生させ、流出量を格子点から格子点へ追跡して流域出口の河川流量を求める。もちろん、実際の運用では貯留関数法においても、流域を小分割し、流出量を河道に沿って追跡することが一般的に行われているが、分布型とは本質的に異なる考え方である。この分布型モデルはこれからの流出解析手法の主流をなすものと思われるが、応用例は比較的少ない。そこで、ここでは洪水流の再現計算に分布型モデルを使用した例を報告する。

2 分布型水文モデル

分布型モデルの大きな特徴は地形データとして、数値地理情報（DEM）を用いること、各格子点で発生した流出量を追跡するために、各格子点を連結する擬河道網を作成することである。数値地理情報は現在国内では国土院が50m格子で整備している。このうちで分布型流出モデルにまず用いられるのは標高データである。その他の地質、地被などのデータも用いられる可能性があるが、将来の課題である。次に各格子点の間を水が流れる道筋、擬河道網を実河道データを参考にして作成しなければならない。

入力データ、主として雨量は一般に流域内数箇の観測点のデータとして与えられているから、各格子点にこれを割り当てなければならない。手法的には最近隣法などが採用される。各格子点において与える雨量値からその点において発生する流出量を計算する。すなわち浸透能力に応じて基底流出、またそれを超える直接流出に分離する。分離手法には浸透流のモデルを用いるが、土層の保水能力を考慮した新安江モデルの応用が簡明である。このようにして求めた流出量を、各格子点間を結ぶ擬河道網を通して追跡計算する。追跡計算には洪水流のような場合、Kinematic Wave法を用いて十分であると思われる。以上が分布型モデルの概要である。実際の運用には大容量の計算と、効率の良い計算手法が必要になってくる。また、分布型モデルの内容にもまだ進歩改良の余地があるが、ここでは以上説明したような手法で洪水流の解析を行う。

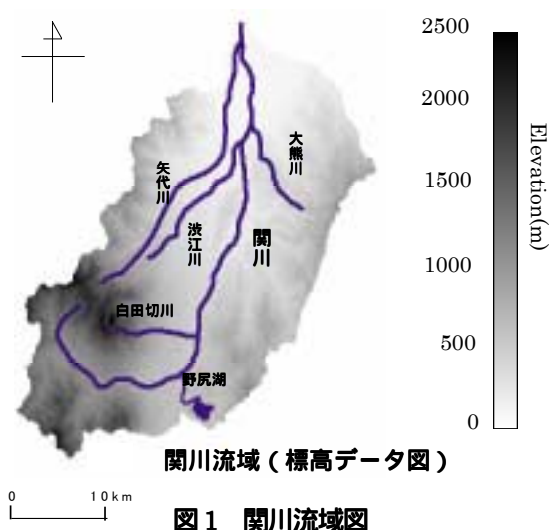


図1 関川流域図

3 関川1995年洪水

新潟県を流れる一級河川関川では1995年7月11日前線性の豪雨のため大出水が発生し、各所で破堤した。ところが、この時に建設省高田工事事務所の流量観測点である高田流量観測所の水位計が、高い水位に対して反応しなくなり、この時の最高流量が欠測の状態になった。このような大災害をもたらしたデータは貴重なものであるはずであるが、実測のデータがないという状態になった。もちろんこの流量観測所上流で各所で破堤しているのだから、いずれにしてもこの豪雨による流量は流出解析により推算されるものである。そこで、本研究では分布型モデルを用いてこの洪水流量の算定を試みる。なお、集中型モデルである貯留関数モデルについても検討を行ったので、これについても報告する。

4 関川流域とモデル

関川は新潟県中頸城郡焼山（標高2400m）に源を発し北流して、日本海に達する一級河川であり、河口から約5kmのところに位置する高田流量観測所上流の幹線延長は64km、流域面積711.1km²である。図1に流域図と使用した雨量観測点を示す。この流域を50m格子のDEMを用いて、擬河道網を作成した。次にこの各格子点には雨量地を入力データとして与えた。この雨量観測値を各格子点に割り当てるために最近隣法を用いた。この雨量を入力値として、各

キーワード：流出モデル、分布型モデル、貯留関数、洪水流出

連絡先：〒940-2188 新潟県長岡市上富岡 1603-1 長岡技術科学大学 環境・建設系 TEL 0258-47-9664

格子点において蒸発量を計算しその差を格子点での入力値とする．次にこの入力値から新安江モデルを用いて直接流出と基底流出に分離する．各々適当な遅れを持たして各格子点での流出とする．その後で、これを擬河道網を通じ追跡計算し流域出口での流出を計算する．なお、モデル計算にあつては、洪水前降雨の影響を取り除くため、各洪水の発生する数日前、又は降雨の起こらなくなってKらの期間を解析対象期間とした．

5 モデル計算結果

開発した分布型モデルは、過去の6洪水について検証計算を行った．検証計算は新安江モデルのパラメータについて行い、そのうちの一例を図2に示す．これらの6洪水で同定された新安江モデルのパラメータの平均値を1995年7月11日洪水再現計算に用いることとした．この同定パラメータを用いて再度6洪水の計算を行うと、ピーク流量に関して誤差は19%となった．

図3に1995年7月11日洪水の再現計算を示す．図に示すように観測流量は $1,300\text{m}^3/\text{s}$ を越すと失われ、減衰してくると再び現れるが、再現計算はこれをよく表現している．計算ピーク流量は $2,180\text{ m}^3/\text{s}$ であり、前記の期待誤差は $414\text{ m}^3/\text{s}$ となる．

なお、同様の計算を貯留関数でも試みた．ここで、貯留関数モデルは全流域を単一と考えるモデルであり、分布型モデルと同様に過去の6洪水について検証計算を行い、パラメータを決定した．図4はこのようにして得られた貯留関数による計算結果を示す．図はピーク流量の推算値が $2,463\text{ m}^3/\text{s}$ であることを示している．図4にはまた、高田工事事務所で行った氾濫水を戻した流量推算結果も示しており、本研究で得られた推算値とも良い一致を示している．

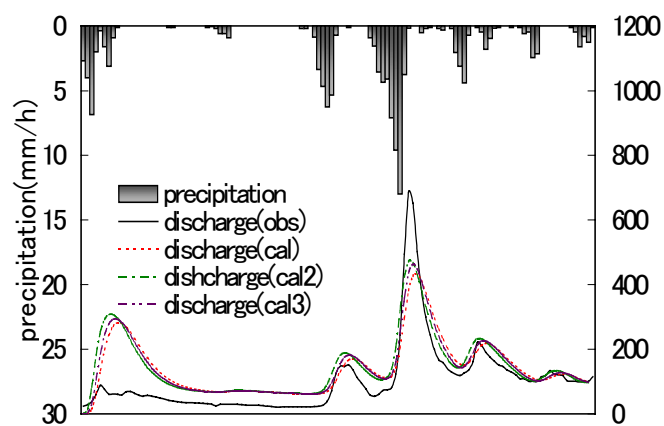


図2 分布型モデル検証計算 (1993.7.13)

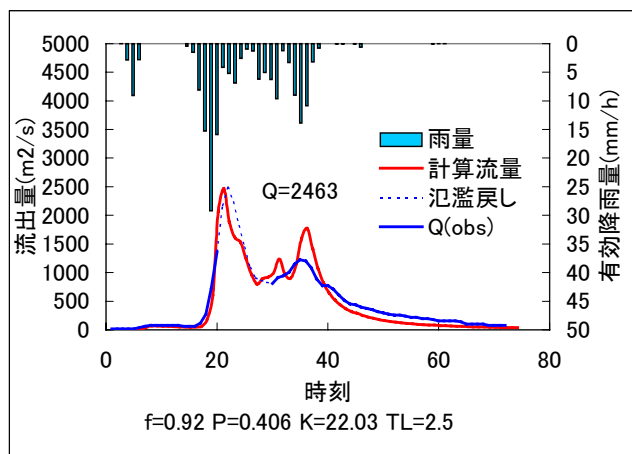


図4 貯留関数による1995年7月11日洪水再現計算

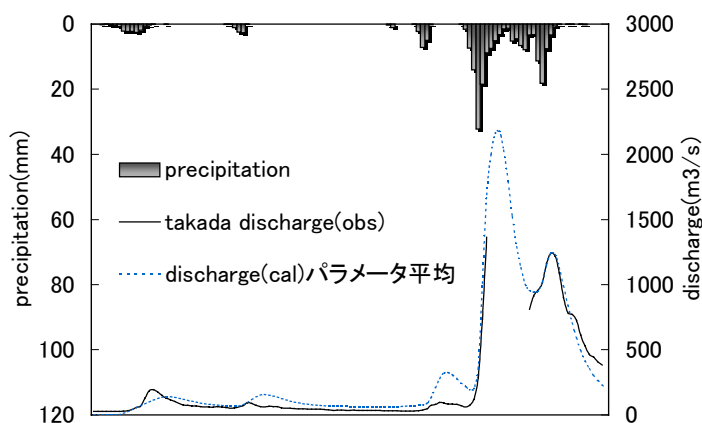


図3 1995年7月11日洪水再現計算

6 結論

ここでは、関川の洪水流について、分布型流出モデルが有効であることを示した．貯留関数との比較は難しいが、貯留関数では同定するパラメータがモデルの根幹をなすものであることに問題があるように思われる．それに対して、分布型流出モデルは、明らかに流域の構造をより忠実に反映したものであり、将来主流となるモデルであると結論できる．

謝辞

本研究において私用したデータは国土交通省高田工事事務所より提供を受けた．ここに記して謝意を表する．