

京都大学工学部 学生員 ○松田 周吾
 京都大学防災研究所 正会員 中北 英一

1. 背景と目的

レーダーによる降雨情報は空間的にも時間的にも高分解能に分布化された情報であるが、わが国ではその定量的な利用はまだ一般的ではない。しかし、局地的あるいは短時間の集中豪雨による洪水災害が問題となっている近年の状況を鑑みると、洪水予測においては高分解能のレーダー情報の方が地点観測による情報よりも有効な情報となり得ると考えられる。本研究では、分布型流出モデルを用いた洪水流出解析において、分布型降雨情報の空間的高分解能であるという利点があるものとなる流域の条件について、地形の特性に着目して検討を行った。なお、流出解析には市川ら¹⁾による分布型流出モデル OHyMoS を使用した。

2. 流域の選定と流域地形量の算出

本研究では、複数の実流域を選定してそれぞれについて地形特性と分布型情報の有効性を調べ、それらを比較して両者の関係性を探るという方法で検討を行った。

流域の選定においては、分布型情報は大河川流域よりも中小河川流域において有効性が大きくなるという中北・前田²⁾による研究結果から流域面積 150~200km² 程度の中小河川を選び、さらにその中から面積高度比積分値をもとに流域の侵食段階が平衡状態のものを選出した。こうして選んだ流域は、赤石川（青森）、瀬野川（広島）、大戸川（滋賀、淀川水系瀬田川の支流）、町野川（石川）の4つである（図1）。

数値的な比較を行うためには、流域地形特性を表現する様々な流域地形量を各流域から算出する必要がある。OHyoMoS では計算を行う地形のモデルの生成に数値地図情報を利用しており、本研究では各流域における流域地形量の算出にこの地形モデルを用いた。これによって流域界の形状や河道網形状、高度分布などを表す流域地形量を、流域の数値地図情報から汎用的に算出可能にした。

3. 仮想降雨を用いた分布型情報の有効性の検討

高分解能の情報に相当する降雨と低分解能の情報に相当する降雨を流域に与え、流出を比較することで分布型情報の有効性を検討した。高分解能の情報に相当するものとして、幅 1km、降雨継続時間 1 時間、降雨強度 50mm/h の線状の降雨を用意し、これを単位線状降雨と呼ぶ。南北方向に線状のものと東西方向に線状のものについて、流域全体をカバーするように端から端まで単位線状降雨を与えて流出解析を行った。一方、低分解能の情報に対応する降雨としては流域内の 5~7km 幅の区域内での一様な区域平均降雨を考えた。降雨強度は比較する単位線状降雨と総雨量が等しくなるように平均した値にした。ただし、区域平均降雨を与えて得たハイドログラフ以外に、単位線状降雨によるハイドログラフを縮尺倍して重ね合わせることで線形合成したハイドログラフによってこの流出を表現したものも用意した。流出現象は非線形なものであるため、この線形合成は区域平均降雨のハイドログラフと一致することはない。しかし、区域平均降雨では A 層による非線形

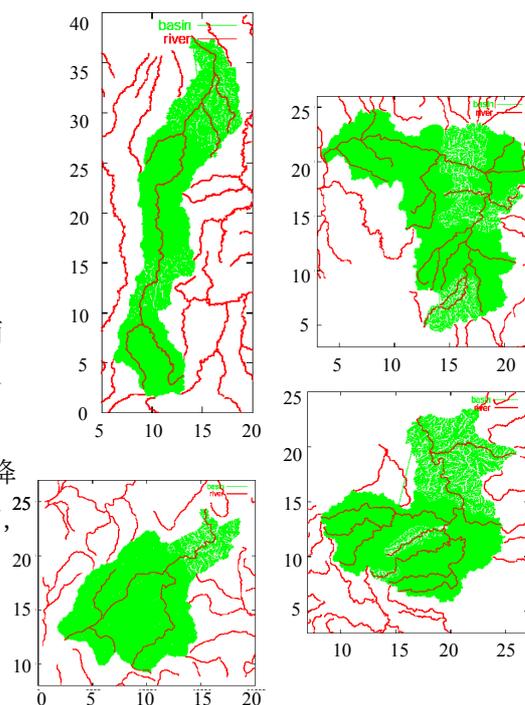


図1 本研究で用いた流域（左上、左下、右上、右下の順に、赤石川、瀬野川、大戸川、町野川）。単位はすべて km である。

の効果が多分に表れて単位線状降雨とのハイドログラフにおける比較が困難であることから、本研究では線形合成したハイドログラフを主に用いた。したがって、線形合成のハイドログラフと区域の中心の降雨によるハイドログラフの比較によって、区域内の各位置での降雨に対する流出特性の類似性という観点から分布型情報の有効性の検討を行った(図2)。両ハイドログラフのピークの流量と時刻について{(単位線状降雨流出での値)/(線形合成ハイドログラフでの値)-1}の絶対値を求め、それぞれピーク流量誤差率、ピーク時刻誤差率として、これらを区域での分布型情報の有効性の指標とした。さらに、流域内の各区域のピーク流量誤差率、ピーク時刻誤差率の平均値とその平均値の和を、流域におけるピーク流量についての有効性、ピーク時刻についての有効性、総合的な有効性の指標として考える。

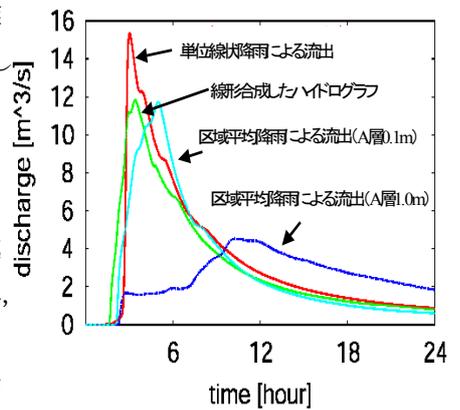


図2 単位線状降雨，区域平均降雨のハイドログラフと線形合成ハイドログラフ。

4. 流域地形量と分布型情報の有効性

平均ピーク流量誤差率，平均ピーク時刻誤差率及びそれらの和と，流域地形量を比較したものが表1～3である。表1よりピーク流量においては流域面積が小さい方が分布型情報は有効であることがわかる。これは，中北・前田の結果とも一致する。

表1 ピーク流量における有効性と流域地形量

河川名	平均ピーク流量誤差率	流域面積(km ²)
瀬野川	0.38367	126.6
町野川	0.34732	169.0
赤石川	0.23901	176.7
大戸川	0.21506	192.4

ピーク時刻については，瀬野川が著しく流域面積が小さいためにこの影響を考慮すると単純比較はできないが，他の3つの流域については河道が密に分布しているほど分布型情報の有効性が大きいことを表2は示している。これは，河道の分布が密であるほど降雨位置の違いによる流出経路も様々になり，流下時間に差が生じるためであると考えられる。

表2 ピーク時刻における有効性と流域地形量

河川名	平均ピーク時刻誤差率	河川密度(m/km ²)	河道数	平均河道長(km)	平均集水面積(km ²)
大戸川	0.25295	662.9	20	6.377	9.619
瀬野川	0.13173	408.9	5	10.35	25.32
町野川	0.12582	655.5	12	9.235	10.62
赤石川	0.08247	470.3	6	13.85	29.45

分布型情報の総合的な有効性については表3のような結果が得られた。ここで分岐比，河道長比，集水面積比とは，位数によって河道を区分した場合の位数ごとの河道数，河道長，集水面積の比のことである。これらが大きいと流域内の主河道の占める割合が大きくなるが小さいと河道がより均等に分布

表3 分布型情報の総合的な有効性と流域地形量

河川名	平均誤差率の和	分岐比	河道長比	集水面積比	河川長(km)	細長率
瀬野川	0.51540	4.000	1.343	1.939	30.06	0.422
町野川	0.47314	3.000	1.471	2.035	34.53	0.425
大戸川	0.46801	4.167	3.033	4.851	40.89	0.383
赤石川	0.32148	5.000	4.976	8.296	52.43	0.286

することになるので，降雨位置によって雨水の流出を担う河道が様々となり降雨の局所性が大きな差を生むことになる。一方，河川長が短い方が有効性が大きいのは，流下距離が長くなるほど，降雨位置による流出特性の差が小さくなるためだと考えられる。細長率とは流域界の形状を表すもので1に近いほど円形に近いことを示すものである。表3ではこれが大きいほど有効性が高いという結果になっている。これは，流域界が円形に近いほど位置によって線状降雨域に覆われる流域面積の差が大きくなるので，降雨位置によって捉える雨の量に大きな差が生じ，流出の差を生むことになるためである。

本研究では4つの流域を用いたが，流域地形量と分布型情報の相関をより詳しく知るためにはさらに多くの流域における検証が必要である。

参考文献 1)市川温・村上将道・立川康人・椎葉充晴：流域地形の新たな数理表現形式に基づく流域流出系シミュレーションシステムの開発，土木学会論文集，No.691，II-57，43-52，2001。2)中北英一・前田妙子：流域スケールに依存した分布型降雨情報の有効性に関する基礎検討，水工学論文集，第48巻，307-312，2004。