

中小河川の非観測区間を対象にした分布型降雨流出氾濫モデルの河道断面推定法 Estimating the Channel Cross Section of a Distributed Rainfall Runoff Inundation Model for Non-observed Sections of Small and Medium Rivers

○富樫冨佳・佐山敬洋・山田真史

○Saeka TOGASHI, Takahiro SAYAMA, Masafumi YAMADA

In recent years, many floods have occurred not only in large rivers but also in small rivers in Japan. For this reason, flood forecasting is urgently needed, and a distributed runoff model that can predict discharges and water levels at any given time is useful. However, few small rivers have cross-sectional information such as river width and depth, making it difficult to accurately predict flood risk. In this study, we analyzed the cross-sectional information of small rivers in the Chikusa River basin. The results shows that the river cross-sectional area could be estimated using linear approximation. When this data was applied to the model, it was also found that the analysis results were better than when using the conventional cross-sectional area estimation method.

1. 背景と目的

近年、集中豪雨の被害が数多く報告されている。その被害は、必ずしも大河川に集中しているわけではなく、中小河川でも多くの人命が失われている。

中小河川でも大河川が氾濫した場合と同等以上の被害が生じるのは、そもそも河川整備が進んでいないことや勾配が急なため水位が急上昇しやすいこと、そして中山間地では土砂災害を伴いやすいといったことが原因となっている。

洪水への対策として近年ソフト対策の重要性が高まっている。そのなかでも、洪水の予測は、住民の避難を促すことができるため人的被害の軽減に役立つと考えられる。

中小河川の洪水の予測のためには、任意の点で流出や氾濫量を推定できる分布型流出モデルを用いることが必須である。そして、降雨流出と洪水氾濫の一体解析モデルにより、降雨の観測や予測情報を用いて、いつ・どこかの河川で溢水や越水が生じるのかを予測するための技術を確立することが重要となる。そのためには、まず中小河川の幅や深さが空間的にどのように分布しているのかを把握し、モデルに反映させることが大切である。

大河川では、断面形状や流量についての計測データが存在している一方、中小河川は対象とする河川の数が多く、また予算的な制約もあるため、詳細な河道断面情報が計測されていないことが多い。そのため、これまではレジーム則に相当するべき乗の形式¹⁾でいくつかの経験式が用いられて

きたが、その妥当性については十分検証されていない。特に、中下流部で得られた断面情報から、べき乗則で河道幅や深さのパラメータを決定することが多いが、その際に、例えば集水面積 200 km² 以下の中小河川の区間で、どの程度、幅・深さを推定し得るのかを検証した研究は筆者らのしる範囲では存在していない。

そこで本研究では、河川断面情報が存在しない中小河川(集水面積 200km²以下)において、べき乗則を適用することの妥当性を検討するとともに、中下流部(200 km²以上)の断面情報から、その上流域の河道幅、深さを推定するための方法を提案する。検討結果を一般化するためには様々な河川流域での検討が必要となるが、集水面積 1 km² のオーダから多数の断面情報が得られる流域は限られているため、本研究では、まずそうした詳細な断面情報が得られて、かつ、既に詳細な断面情報を反映した RRI のモデリングを構築した実績²⁾のある、兵庫県千種川流域を対象にして検討を行う。

2. 手法

兵庫県千種川流域における、約 1600 箇所³⁾の河道横断面の測量データを利用して断面積や幅、深さについて分析を行う。

ここでは合流点から合流点までをひとつの河道区間とし、各河道区間で断面情報の代表値を選定した。各河道区間での代表値は、河積が中央値となる断面を選択した。その結果、流域全体で 101 断面情報が選定された。各河道区間の代表断面に

ついて、集水面積と河積・幅・深さの関係をプロットした。

そして断面形状は矩形とし、集水面積と河積の関係を回帰式より求めた後に集水面積と幅/深さの関係式(図 1)から、幅、深さを推定する簡易的な方法を提案した。

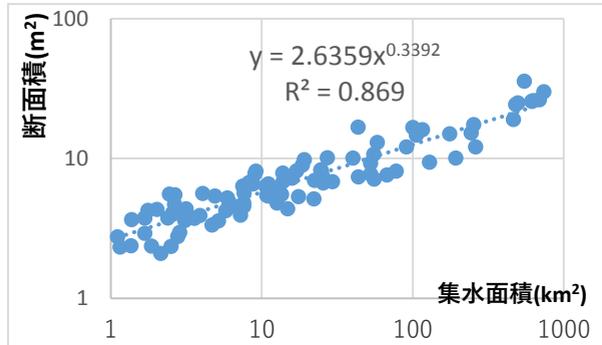


図 1 (幅/深さ)と集水面積の関係

その分析から得られた関係性を基に千種川流域の支流の断面形状を矩形近似で推定し、詳細な断面情報を反映させた場合と比較しながら、流出、氾濫量の推定結果に及ぼす断面設定の影響を明らかにする。

3. 結果

各河道の代表断面を対象に、集水面積 x [km^2] と河積 y [m^2] の関係を分析した結果を下図のグラフに示す。集水面積が $1 \text{ km}^2 \sim 200 \text{ km}^2$ の範囲では、両者に線形の関係があること、傾きを $1 \text{ [m}^2/\text{km}^2]$ 、切片を $10 \text{ [m}^2]$ に取ることで、上流域の代表断面について河積の下限値を推定できることが分かった(下図、青線)。千種川流域においては、集水面積がそれ以上の本川下流部については、河道改修の歴史的な経緯もあり、同上線形近似よりも実断面の河積は大きくなっていることが分かった。

従来のべき乗式で下流地域のデータから上流地域の断面情報を推定しようとした場合、上流部の推定結果は用いるデータによって変動すること、そして千種川では下流部が大きくなるために、べき乗則の指数部が 1 より大きくなって、その結果、上流部の断面積は過小に評価してしまう(下図、赤線)という問題が明らかになった。

実際に①線形的に回帰した式 ②従来のようなべき乗の式 をそれぞれ用いて河川の断面情報を推定し、降雨流出氾濫(RRI)モデルに適用させたところ、②では①よりも上流で氾濫が起り、実際の氾濫とは大きく異なる現象が示された(図 3)。

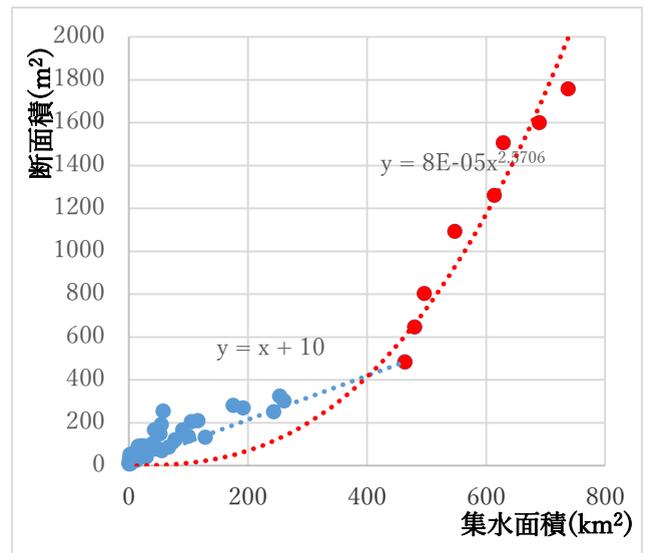


図 2 断面積と集水面積の関係

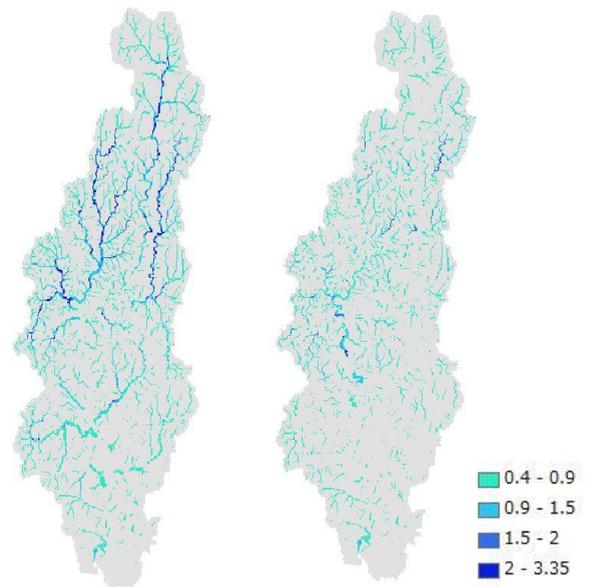


図 3 浸水深の分布(単位:m)

左：従来の断面積推定方法
右：今回の断面積推定方法

参考文献

- 1) Carpenter, T.M., Sperflage, J.A., et al.: National threshold runoff estimation utilizing GIS in support of operational flash flood warning systems, Journal of Hydrology, Vol. 224, issue. 1-2, pp. 21-44, 1999.
- 2) 山本浩大, 佐山敬洋, 近者敦彦, 中村要介, 三宅慎太郎, 寶馨: 千種川流域を対象にした RRI モデルによる降雨流出・洪水氾濫統合型解析, 自然災害科学, Vol. 36 特別号, pp. 139-151, 2017.