

洪水時の河川合流点における氾濫リスク軽減に関する研究

立命館大学大学院理工学研究科 ○白石安優夢

立命館大学理工学部 里深好文 藤本将光

アジア航測株式会社 岡野和行

1. はじめに

河川合流部は、本川と支川の流れが影響し合って複雑な水と土砂の流れが形成される。そのため、合流部では水位上昇や河床上昇が起こりやすく、水害リスクの高い箇所になっている。近年の河川合流部での氾濫事例としては、令和2年7月の熊本県球磨川水系での事例、平成30年7月の岡山県倉敷市高梁川水系での事例が挙げられる。

複雑な河川合流部の河床変動を予測するために、河川合流点の影響を考慮した一次元河床変動モデルの研究（以下、元モデルとする）が行われてきた^[1]。元モデルでは、合流部の支川流が影響する幅（支川幅）を実験から求めた値を用いて計算を行っているため実用性が低いという課題があった。

本研究では、実用性を高めるために流量比（支川/本川）と運動量比（支川/本川）から合流部での支川幅を求め、河床変動を計算するモデルの構築を行った。

2. 解析概要

先行研究^[2]の結果を用いて、元モデルの合流部支川幅の計算方法を変化させた3つのモデルを構築した。モデル1では、流量比を利用して支川幅計算を行う。モデル2では、運動量比を利用して支川幅計算を行う。モデル3では、合流部下部の砂州による本川運動量の減少について考慮しながら運動量比を利用して支川幅計算を行う。それぞれのモデルの条件を表1に示す。

表1 モデルの条件

	支川幅計算方法	合流部の砂州
元モデル	実験値	考慮しない
モデル1	流量比	考慮しない
モデル2	運動量比	考慮しない
モデル3	運動量比	考慮する

合流部に流入する本川流の運動量変化率 m については、以下の式を用いた。

$$m = 10^{-0.15586} \times \left(\frac{\Delta Z}{h_0} \right)^{-0.1358} \times \left(\frac{X}{B} \right)^{-0.2122}$$

ここに、 ΔZ ：土砂堆積厚、 h_0 ：上流の等流水深、 X ：土砂張出距離、 B ：本川水路幅とする。

水路条件を図1に示す。合流角度が 90° 、本川の幅が0.7m、本川の全長が10m、支川の幅が0.4m、全長が10mの水路である。また、本川の勾配を1/100、支川の勾配を1/25、初期河床高を3cm、初期水深高を5cmに設定した。

流入ハイドログラフは、図2に示す。給砂については平均粒形1.5mmで、芦田・道上の式を利用して平衡給砂量になるように与えた。

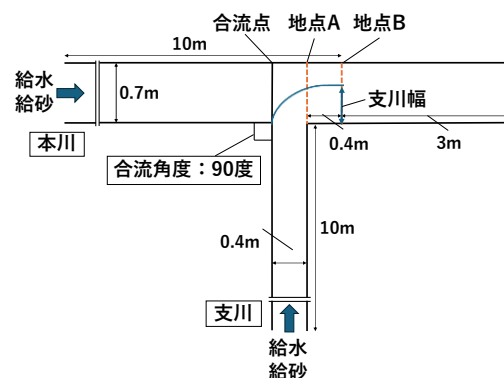


図1 水路の条件図

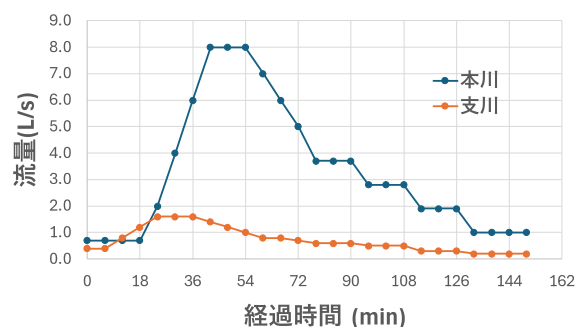


図2 流入ハイドログラフ

3. 結果・考察

合流点から 0.4m 下流の地点を地点 A、合流から 0.8m 下流の地点を地点 B とした。図 3 と図 4 は、地点 A と地点 B の支川幅の時間変化を示している。元モデルと 3 つのモデルは、大きく異なる結果となった。実験値である元モデルでは、支川幅は本川幅より大きい値になるか、同じ値になる。しかし、3 つのモデルはそれぞれ近い値を示して、大半の時間で支川幅は本川幅より小さい値になった。

図 5 に本川合流部での水位の時間変化を示す。元モデルと 3 つのモデルの水位変化は大きく異なる結果になった。18 分を過ぎたあたりで、元モデルは急激に水位が上昇するのに対して 3 つのモデルは緩やかに水位上昇する。

図 6 に支川合流部付近の水位時間変化を示す。元モデルと 3 つのモデルは近い値を示した。全てのモデルで、本川流量がピークに達する経過時間 40 分付近まで水位は急激に上昇している。本川流量がピークを過ぎた時間の経過時間 50 分を過ぎると水位は徐々に低下する。

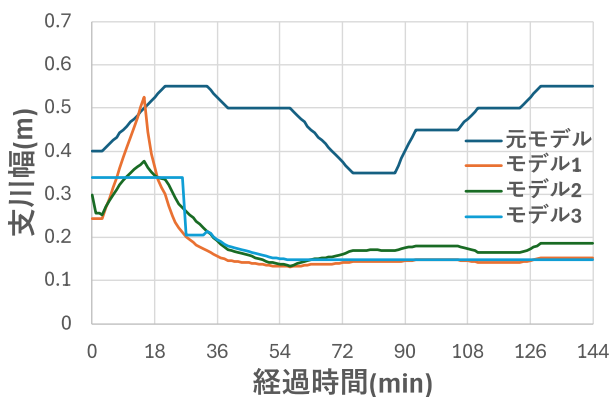


図 3 支川幅の時間変化(地点 A)

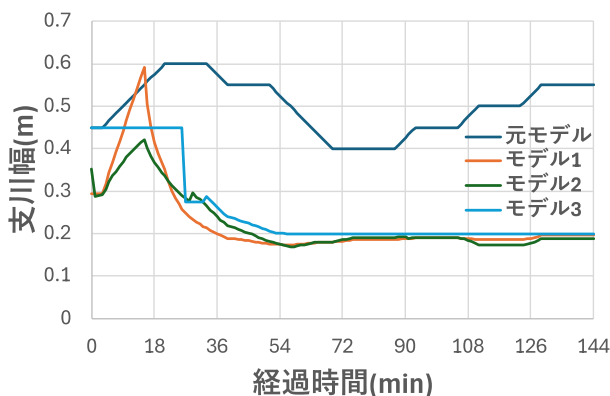


図 4 支川幅の時間変化(地点 B)

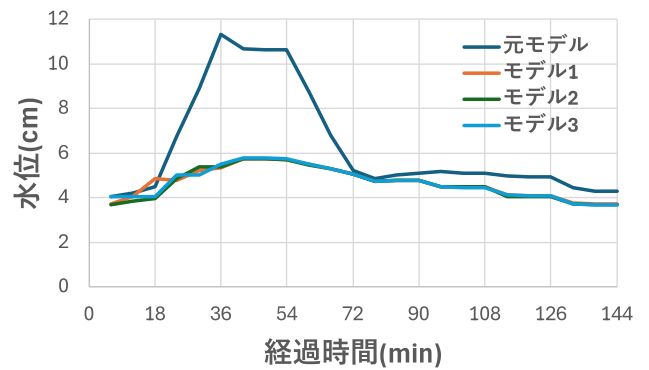


図 5 水位の時間変化(本川合流部)

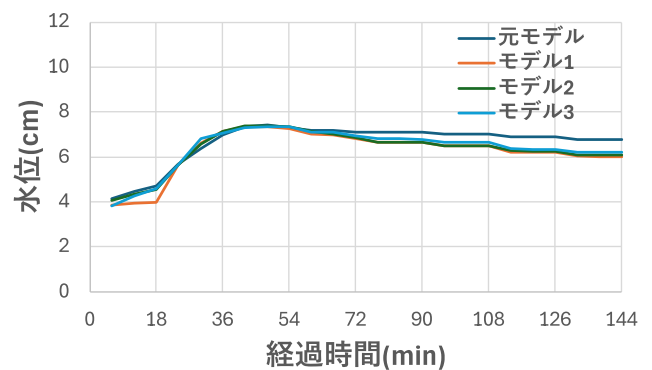


図 6 水位の時間変化(支川合流部)

河床高の時間変化は本川合流部、支川合流部どちらにおいてもすべてのモデルで近い値を示した。

4. おわりに

本研究で構築したモデルはどのモデルにおいても、合流部の支川幅が実験値と同様の傾向を示すものがなかった。そのため、数値実験の条件数を増やすことや、水路実験を行うことで新たな支川幅予測式を求める必要があることがわかった。

また、本研究では合流角が 90° の場合のしか検討しなかったため、合流角を変更してどのような結果が得られるのか検討する必要がある。

参考文献

- [1]水野ら：河川の合流点を考慮した一次元河床変動モデルの提案，令和3年度砂防学会研究発表会概要集，2021
- [2]岡野ら：山地河川の合流点における流況に関する定量的考察，令和4年度砂防学会研究発表会概要集，2022