

分布型流出・平面2次元洪水追跡モデルを用いた遠賀川の改修効果の検討

九州工業大学大学院 フェロー会員 秋山壽一郎 九州工業大学大学院 正会員 重枝末玲
九州工業大学工学部 学生会員 ○工藤大祐 九州工業大学大学院 学生会員 草野浩之

1. はじめに

近年、我が国では記録的豪雨による水害が頻発している。今後の河道管理には、豪雨によって生じる流域からの雨水の流出、それに伴う洪水流の挙動を適切に予測し、河道で起こりうる現象をあらかじめ把握することが不可欠である。本研究では、著者らが開発した並列計算が可能な平面2次元洪水追跡モデル¹⁾²⁾を用いて、複数の豪雨を対象とした分布型流出解析と本川の遠賀川と8つの支川を含む平面2次元洪水追跡を行い、同モデルの予測精度の検証を行うとともに、河川改修による水位低減効果を検討した。

2. 分布型流出モデルと平面2次元洪水追跡モデルの概要

分布型流出・平面2次元洪水追跡モデルは、①流域の雨水の挙動を予測するセル分布型流出解析モデルと②水追跡を行う平面2次元洪水追跡モデルで構成される。

セル分布型流出モデルでは、隣接する8つの標高から最急勾配方向を求め、その方向に沿って斜面流と河道流の追跡をkinematic wave法により行う。平面2次元洪水追跡モデルは、樹木群が繁茂した河道や分岐点などを含む複雑な河川での洪水流を予測可能なSA-FUF-2DFモデル³⁾をベースに、河川を複数の領域に分割し、境界条件の代わりに接続条件として隣接セルの情報を受け渡すことで並列化し、さらに摩擦勾配の取り扱いを半陰解法にしたPSA-FUF-2DFモデルを新たに構築している。

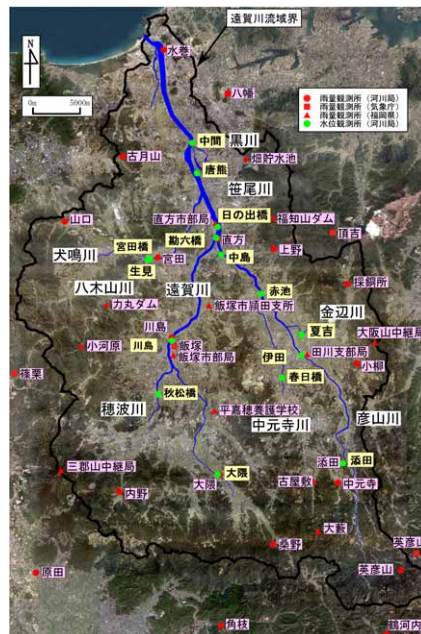


図-1 遠賀川流域の概要

3. 解析の概要

本研究の解析対象流域は遠賀川流域である。遠賀川は、幹川流路延長61km、流域面積1,026km²の一級河川であり、流域の土地利用については、森林が約52%、水田等の農地が約19%、宅地等市街地が約18%、荒地が約6%を占める。図-1に遠賀川流域の航空写真と雨量・水位観測所を示す。

表-1 分布型流出解析に用いたモデルパラメータ

	$N(m^{-1/3}s)$	$d_s(m)$	$d_c(m)$	$k_a(m/s)$	β
森林	0.6	0.08	0.04	0.015	4.0
荒野	0.3				
田	2.0	0.00	0.00		
農地	0.3				
市街地	0.05				
水域	0.035				

降雨パターンは2003年(パターン①)、2009年(パターン②)、2010年(パターン③)の3つの降雨パターンを用いている。また、流出解析のモデルパラメータについては、表-1に示すように土地利用に応じて値を決定した。分布型流出解析の開始時刻は、それぞれパターン①では2003年7月18日2時、パターン②では2009年7月24日1時、パターン③では2010年7月12日1時とした。平面2次元洪水追跡では、図-1に示す本川の遠賀川と8つの支川を含む9河川を対象にした。河道横断面図はパターン①では2003年のものを、パターン②と③では2009～2010年のものを用いた。なお、総メッシュ数は18,163個であった。平面2次元洪水追跡のパラメータについては、粗度係数には計画で用いられた値0.035(m^{-1/3}s)を、下流端には河口堰でほぼ一定に保たれている水位を与えた。平面2次元洪水追跡の解析開始時刻は、それぞれパターン①では2003年7月18日12時、パターン②では2009年7月24日12時、パターン③では2010年7月13日1時とした。なお、流出解析および平面2次元洪水追跡の解析データの作成方法の詳細は、参考文献¹⁾²⁾に示す通りである。

4. 結果と考察

(1) 予測精度の検証

図-2は、遠賀川・彦山川について、パターン②の水水面形の経時変化の解析結果と実測値との比較を行ったものである。これらより、本川の遠賀川では、(1) 増水時には

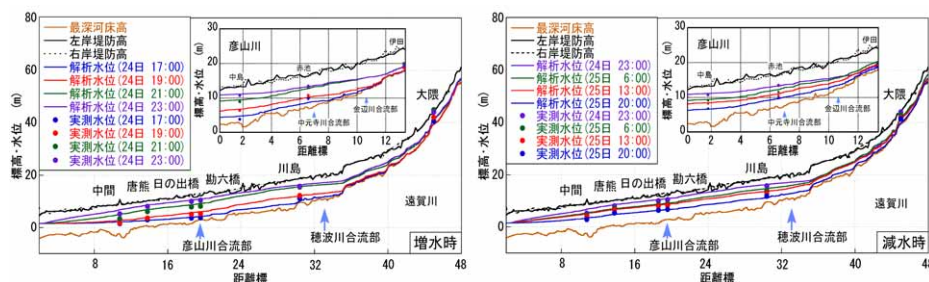


図-2 水面形の経時変化の比較(左:増水時, 右:減水時)

下流から穂波川との合流部付近までの区間で水位上昇が顕著となること、(2) 中間水位観測所から勘六橋水位観測所の区間に比べ、勘六橋から穂波合流部の区間の水面勾配が大きくなること、(3) 減水時には中間水位観測所より上流側では水面は概ね相似形を保ち減少すること、(4) 解析結果は実測値を概ね再現していること、などが確認できる。また、支川の彦山川では(1) 本川の水位上昇により、合流部から金辺川との合流部の区間で水位が上昇すること、(2) 水面形は、増水時、減水時ともに概ね相似形を保ち変化すること、(3) 解析結果は実測値を概ね再現していること、などが確認できる。

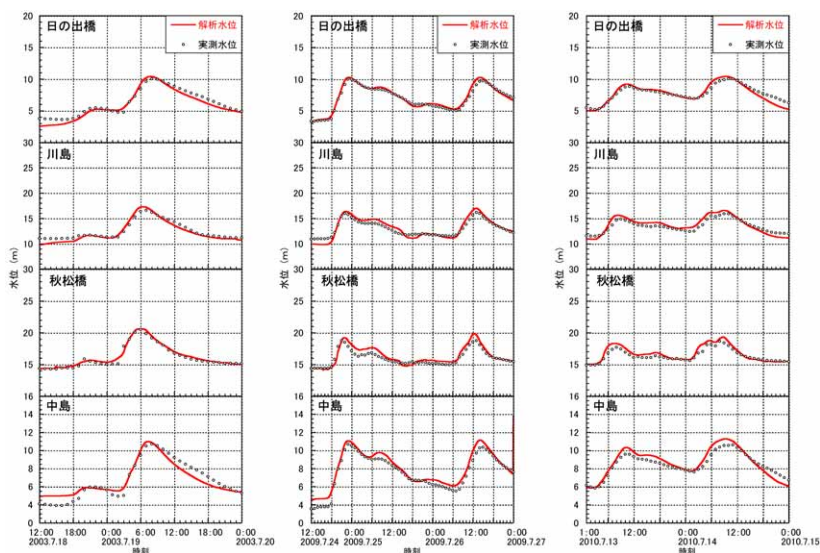


図-3 水位ハイドログラフ(左：2003年，中：2009年，右：2010年)

図-3はパターン①～③について、図-1の遠賀川の日の出橋、川島観測所、穂波川の秋松橋観測所、彦山川の中島観測所の水位ハイドログラフの解析結果と実測値との比較を示したものである。これらより、本モデルは、(1) いずれの観測所についても、若干のずれがあるものの、水位ハイドログラフの波形やピーク値などを再現できること、(2) 特に、2009、2010年では2山の波形を持つ複雑な水位ハイドログラフとなるが、これらも再現していること、などが確認できる。

以上の結果から、いずれの降雨波形についても遠賀川の中流域に降雨が集中する降雨分布であれば、表-1に示すパラメータを適切に設定すれば十分な精度で洪水流の挙動を予測できることがわかった。

(2) 改修の水位低減効果の検討

図-4は、日の出橋観測所、川島水位観測所、秋松橋水位観測所について、改修前の2003年度の水位流量曲線、水位と流量の解析結果および改修後の水位流量曲線との比較を行ったものである。改修後の水位流量曲線は、改修後の断面を用い、パターン①～③の降雨を外力とした得られた水位と流量の解析結果から求めた。これより、(1) 2003年度の水位と流量の解析結果は、水位流量曲線付近でループを描いていること、(2) 改修前後の水位流量曲線を比較すると、各水位観測所では同じ流量に対して低い水位で洪水を流下可能であり、2003年の九州豪雨相当の流量に対して、日の出橋水位観測所では0.2m程度、川島水位観測所では0.4m程度、秋松橋水位観測所ではその効果が大きく1.5m程度の水位が低下すること、などが確認できる。2009年の豪雨では、2003年を上回る規模の豪雨であったにもかかわらず、遠賀川本川で0.5m程度、穂波川の秋松橋で1.7m程度の水位低減効果があったことが報告されている。本モデルは、このような河道改修効果による水位と流量との関係の変化を的確に捉えていることも確認できる。

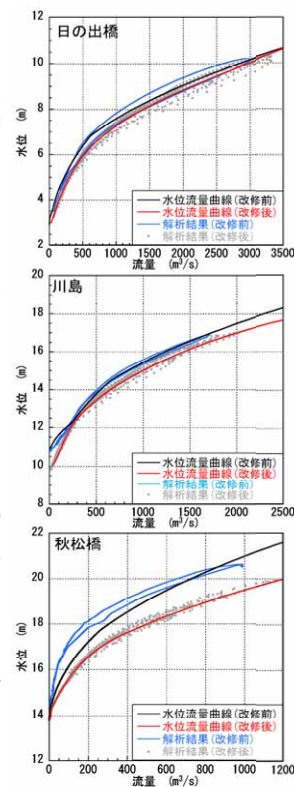


図-4 水位流量曲線

5. おわりに

本研究から、「分布型流出・平面2次元洪水追跡モデル」が以下のような性能を有していることがわかった。① 本川および支川の水位ハイドログラフの実測結果、水位流量曲線を十分な精度で再現できる。② 河道掘削などの河道改修により、秋松橋では2003年と同程度の流量で1.5mの水位低下が見込まれるなどの改修効果を的確に捉えることができる。今後は、水位の結果を用いた流出解析の最適パラメータの設定方法について検討したいと考えている。

謝辞： 本研究は、科学研究費補助金基盤研究B(課題番号：21360237、研究代表者：秋山壽一郎)、の助成を受け実施した。本研究を実施するに当たり、遠賀川河川事務所の関係各位には現地調査の実施やデータの提供など多大な協力を得た。ここに感謝の意を表します。

参考文献： 1) 重枝ら、水工学論文集、第54巻、pp.517-522、2010。2) 重枝ら、河川技術論文集、第16巻、pp.443-448、2010。3) 重枝ら河川技術論文集、第12巻、pp.85-90、2006。