

山地流域における降雨流出・洪水流解析法の構築と豊平川流域への適用

Coupling analysis of rainfall-runoff and flood flow in mountain river basins and applied to the Toyohira River Basin

都市環境学専攻 22N3100004H 石井 優太郎
Yutaro ISHII

Key Words : Flood Flow Analysis, Rainfall-Runoff Analysis, Toyohira River Basin

1. 序論

近年の水害の頻発化、激甚化に対し、水害を軽減させる流域治水対策が、本川だけでなく支川群や氾濫域にも着目し、河川流域全体で行われている。筆者らは、これまで石狩川本川と複数の支川群の観測水面形を用いて、本支川を一体とした洪水流解析を行ってきた。この解析は、流域の豪雨に対して、各支川流域からの洪水流出量が本川の洪水流に与える影響を検討できる点で効果的な手法である。しかし、水面形の解析範囲より上流の山地流域での流出形態、特に浸透量・貯留量等を詳細に分析できない点に課題があった。

本研究では、この欠点を修正するため、図-1に示す石狩川水系豊平川の山地河川を対象とし、タンクモデル¹⁾を用いることで山地小流域での流出量・貯留量・浸透量を求め、これと水面形を用いた洪水の河道貯留を分析できる洪水流解析をカップリングすることで、流域における洪水流の流出形態を分析する方法を確立することを目的としている。

2. 解析手法：流出解析と洪水流解析のカップリング

解析手法は、図-2に示すように、観測水面形に基づく河道の洪水流解析①と、タンクモデルで求めた山地小流域からの降雨流出量を河道にそれぞれ流入させる洪水流解析②の2ステップに分けられる。①では、洪水時に観測された水面形を境界条件とする平面二次元洪水流解析により河道内の流速分布が求まり、各断面での流量ハイドログラフが求まる。②では、地理院地図上に記載されている2条河川²⁾を河道区間とし、その上流域や側岸の斜面を小流域群に分割する。そして、それぞれの小流域をタンクモデルで表現し流量を求め、その値を河道に合流させ平面二次元洪水流解析を行う。この時、①の解析上流端での流量ハイドログラフと、その上流域のタンクモデルで求めた流出量ハイドログラフが一致するようにタンクモデルのパラメータを調整し、①と②を一致させる。これによって、各タンクモデル解析から、各タンクの貯留高・流出高が明らかになり、山地小流域の流出量・浸透量・表面貯留量・河道

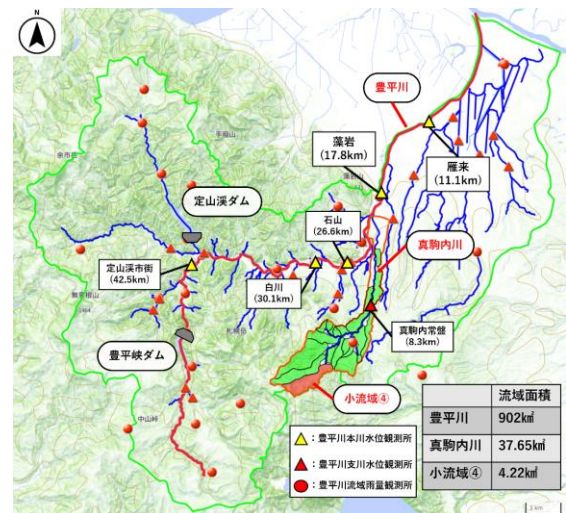


図-1. 豊平川流域図

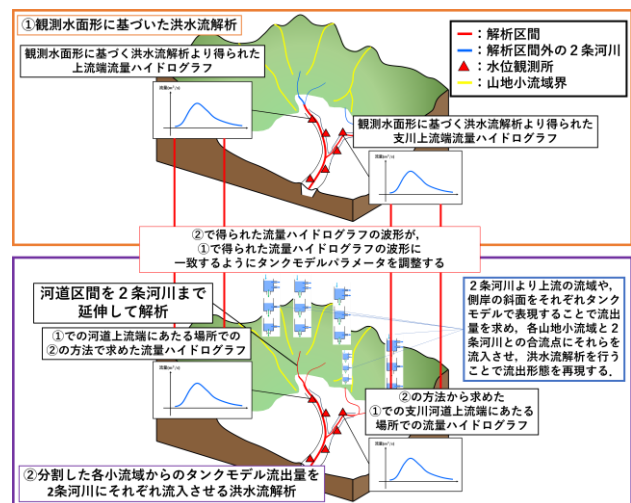


図-2. 解析手法の流れ

道貯留量分布を算出するとともに、課題となっていた山地流域の流出形態と流出量を示す水収支図が可能となる。

3. 解析結果

図-1に示す豊平川の1次支川真駒内川を対象流域とする。なお、河道地形はLPグラウンドデータを基に再現する。豪雨は平成23年を対象とし、流域平均雨量は気象庁レーダ雨量から求めた。

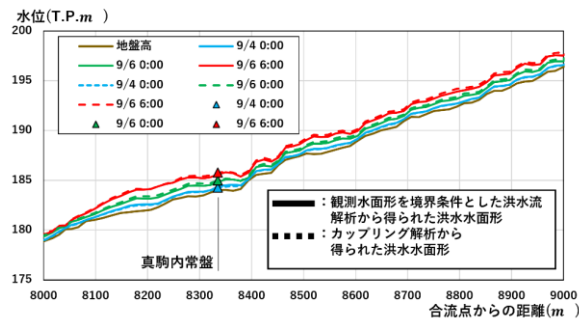


図-3. 8km～9km での真駒内川洪水水面形の時間変化

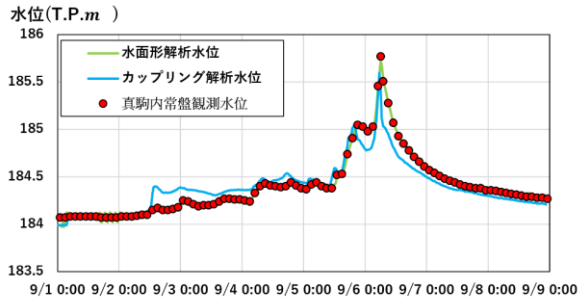


図-4. 真駒内常盤水位ハイドログラフ

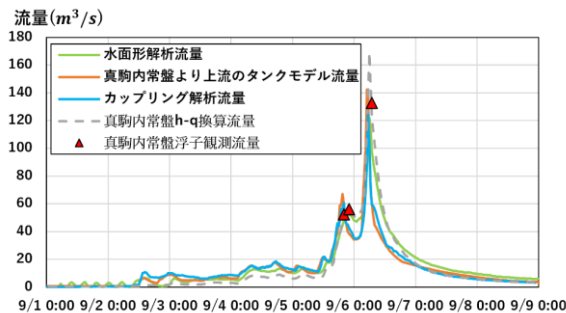


図-5. 真駒内常盤流量ハイドログラフ

(1) 洪水水面形を用いた洪水流解析結果とタンクモデルパラメータの同定

平成23年豪雨時の真駒内川では、8.3km地点の真駒内常盤でのみ水位と浮子による流量が観測された。観測水面形に基づく洪水流解析区間を、真駒内常盤から豊平川合流点とし、下流端水位は、豊平川17.8km藻岩の水位を用いた。図-3に真駒内川での洪水水面形の時間変化を、図-4、図-5に解析より得られた真駒内常盤での水位ハイドログラフ、流量ハイドログラフを示す。この流量ハイドログラフと、真駒内常盤より上流でのタンクモデル流出量とが一致するように3段タンクモデルのパラメータを求めた。

(2) カップリング解析結果と流域水収支図

図-1の流域図で示すように、真駒内常盤より上流域を小流域に分割した。また、その小流域に接する2条河川を河川区間とし、この河川区間に流入する各小流域からの流出量を、(1)で求めたタンクモデルパラメータを用いて求めた。そして、この各小流域からの流出量を境界条件とし、解析区間を2条河川とした洪水流解析を

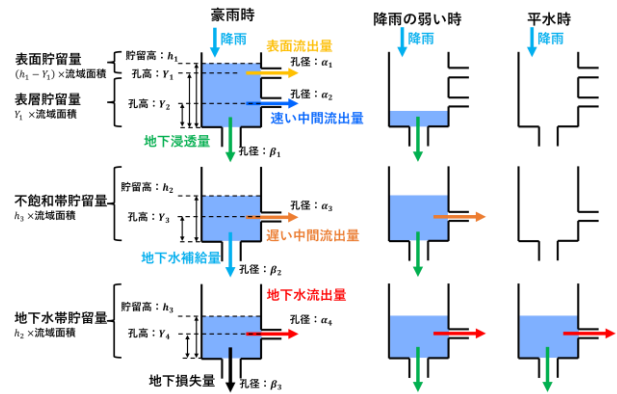


図-6. 吉野らによるタンクモデルの各タンクの定義³⁾

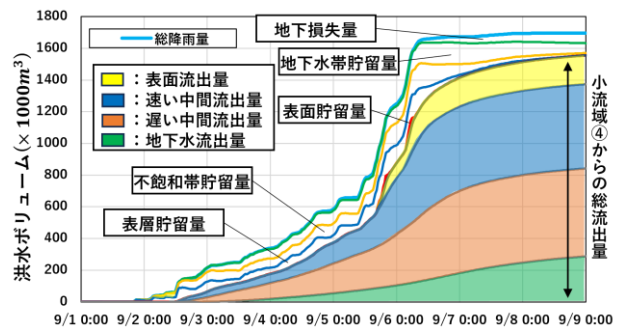


図-7. 小流域④水収支図

行った。得られた真駒内川での洪水水面形の時間変化を図-3に、真駒内常盤での水位ハイドログラフ、流量ハイドログラフをそれぞれ図-4、図-5に示す。

本研究では、小流域を3段タンクモデルで表現しており、各タンクは図-6で示すように浸透・貯留・流出状態が定義される³⁾。この定義より、貯留・流出を、各帯水層ごとに分離、分析することが可能であり、図-7で示す水収支図を得ることができる。

4. まとめと今後の課題

本論文では、タンクモデルによる流出解析と、観測水面形に基づく洪水流解析をカップリングすることで、真駒内川流域の洪水流ハイドログラフを再現できることを示した。また、洪水時の山地小流域の流出量・浸透量・貯留量を成分ごとに分離することで、水面形が観測できない山地小流域の水収支の推定が可能となった。しかし、これらの成分分離は、タンクモデルのパラメータに大きく依存する。

今後は豊平川へ流入する多くの山地流域を対象として同様の解析を行い、それらの流域特性とパラメータの違いを比較することでパラメータの物理的妥当性を検討する。

参考文献

- 菅原正巳：流出解析法，共立出版，1972
- 国土地理院：平成25年2万5千1地形図図式，2014
- 吉野ら：分布型流出モデルの開発と実流域への適用，土木技術資料，pp54-pp59,1990