

中小河川における各種洪水予測モデルの特徴分析

元国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター水害研究室（株式会社建設技術研究所）	正会員	○森田 敏徳
国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター水害研究室	正会員	水草 浩一
国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター水害研究室	正会員	佐々木淑充
国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター水害研究室	正会員	廣木 謙三
中電技術コンサルタント株式会社	正会員	天野 卓三

1. はじめに

近年、局所的な集中豪雨の頻度が増加する傾向にあり、中小河川での洪水被害が頻繁に発生している。このような洪水に対して的確な対応をとるには、出水規模を迅速に予測・把握することが必要であるが、中小河川の洪水予測に関しては洪水到達時間が短く、また特に都道府県知事管理河川では水文データが十分でない場合もあるため、洪水予測モデルの構築に課題を抱えている河川も少なくない¹⁾。

そこで本調査では、中小河川の河川管理者の方々が洪水予測モデルを構築する際の一助とすべく、さまざまな流域の条件に対する各種洪水予測モデルの特徴分析を網羅的に行った。

2. 特徴分析の方法

表-1 流域条件

精度分析では、まず流域のタイプを表-1の地形条件に示す3つに区分し、各タイプに合致するモデル河川を選定する。そして、3つのモデル河川において、データの一部が無いと仮定し、その条件下で各種洪水予測モデルを構築して特徴を分析するブラインドテストを行う。ブラインドテストを行うには、各種データが揃っている必要があるため、モデル河川は直轄管理河川とし、表-2に示すように豊平川・鶴見川とした。図-1に予測地点の位置を示す。

項目	区別
A.地形条件	低平地都市河川，上流に山地を含む都市河川，山地河川の3種類
B.水位・雨量観測所密度	予測地点上流の水位観測の有無，及び雨量観測所の密度
C.流量観測の実施状況	流量観測の実施の有無（＝流量観測によるH-Q式の有無）
D.河口又は合流点水位観測の実施状況	河口又は合流点での水位観測の実施の有無（＝下流端水位のリアルタイム値の有無）
E.過去の洪水データの蓄積量	定数解析に用いることが出来る洪水

3. 洪水予測モデルの構築

表-2 モデル河川

特徴分析を行う洪水予測モデルは、モデル河川の特徴を考慮し、既往の洪水予測で用いられている手法を基本として、①流出計算方法、②河道追跡方法、③水位－流量変換方法、④雨量データの種類の種類、⑤フィードバック手法、⑥観測所密度、

地形条件	モデル河川（予測地点）
低平地都市河川	鶴見川（亀の子橋）
上流に山地を含む都市河川	豊平川（雁来）
山地河川	豊平川（豊平峡ダム）

⑦定数解析に用いることができる洪水の数の組合せで、鶴見川（亀の子橋）で146モデル、豊平川（雁来）で130モデル、豊平川（豊平峡ダム）で44モデル、合計220モデルを構築した。表-3に洪水予測モデルの各手法とモデル構築時の水文データの条件を示す。

表-3 洪水予測モデルの手法

項目	手法・条件
①流出計算方法	貯留関数法，タンクモデル，準線形貯留型，合成合理式，（雨量－水位相関）
②河道追跡方法	貯留関数河道，不定流計算
③水位－流量変換方法	流量観測によるH-Q式使用，不等流計算によるH-Q式使用
④雨量データの種類の種類	テレメータ雨量，レーダアメダス解析値
⑤フィードバック手法	フィードバック無し，流出率f補正， Δh 合わせ
⑥観測所密度	密（現行の観測所配置），粗（現行の1/2）
⑦定数解析に用いる洪水数	多（5洪水で定数解析を実施），少（2洪水で定数解析を実施）

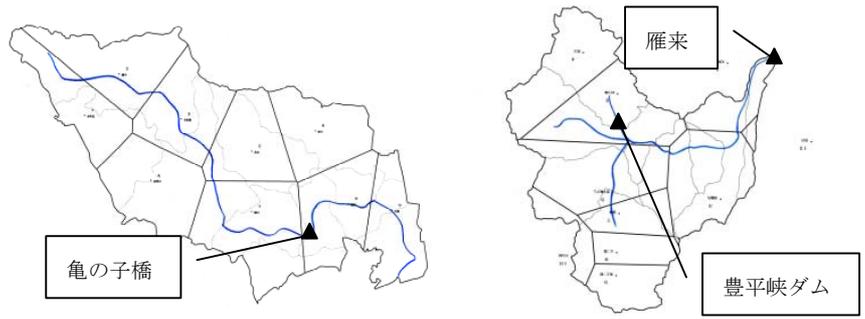
キーワード 中小河川，洪水予測

連絡先 〒305-0804 つくば市大字旭1番地 国土交通省国土技術政策総合研究所水害研究室 TEL029-864-2211

4. 特徴分析結果

表-4 は、低平地都市河川を対象とし、6種類の流域条件に対する各種洪水予測モデルでの予測水位誤差を示したものである。予測水位誤差は、警戒水位からピーク水位までの3時間先の予測値と実測値の絶対誤差平均である。なお検討対象洪水は、モデル河川において、出水規模が大きい近年の洪水である平成14年9月30日洪水と平成15年8月14日洪水とした。予測水位誤差は2洪水による計算結果の平均値である。

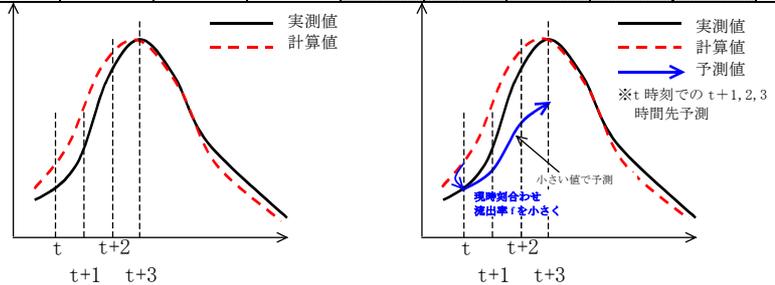
表中の網掛け部は、予測水位誤差が30cm以下の箇所である。これを見ると、貯留関数法と不定流計算を組合せたモデルでの精度が良く、中でも流観のH-Q式を用いて多くの洪水を用いて定数同定を行ったモデルの精度が良い。また特徴的な点として、貯留関数法と貯留関数河道の組合せでは、フィードバックを行ったほうが、フィードバックを行わないものよりも、予測水位誤差が大きくなっている。これは水位が急激に上昇する洪水で見られる傾向であり、立ち上がり時の修正率を用いてピークを予測するためである(図-2)。これには、低水部でのH-Q式の精度の低さが影響しているといえる。一方、不定流計算で河道追跡をする場合は、水位予測にH-Q式を用いないため、水位が急激に立ち上がる洪水においても高い精度を示している。また多くの現場でサブシステムとして用いられている雨量-水位相関で誤差が小さい。これは、都市河川では降った雨が直接表面流出し、降雨の水位の関係が線形に近くなることと理由として考えられる。



【鶴見川流域】 【豊平川流域】
図-1 モデル河川流域と予測地点の位置

表-4 低平地都市河川での各洪水予測モデルの予測水位誤差 (m)

洪水予測モデルの条件				流域条件			
流出計算	河道追跡	水位-流量変換	フィードバック	レーダ雨量		テレメータ雨量	
				観測所が密	観測所が粗	観測所が密	観測所が粗
				洪水が多い	洪水が少ない	洪水が多い	洪水が多い
貯留関数法	貯留関数河道	流観HQ	なし	0.30	0.98	0.30	0.98
		f補正	なし	0.47	0.51	0.74	0.85
		計算HQ	なし	0.29	0.63	0.29	0.90
	不定流計算	流観HQ	なし	0.72	0.55	0.72	0.55
		f補正	なし	0.18	0.85	0.21	0.80
		計算HQ	なし	0.17	0.04	0.23	0.45
タンクモデル	-	流観HQ	なし	0.29	0.66	0.78	1.81
		f補正	なし	0.30	0.25	0.68	0.35
		計算HQ	なし	0.35	1.36	1.28	0.08
	-	流観HQ	なし	0.36	0.75	0.45	0.79
		f補正	なし	0.19	1.12	0.19	1.12
		計算HQ	なし	0.35	1.04	0.35	1.04
準線形貯留型	不定流計算	流観HQ	なし	1.04	0.35	1.04	0.66
		f補正	なし	0.42	0.76	0.41	0.54
		計算HQ	なし	0.74	0.88	0.71	0.81
	-	流観HQ	なし	0.54	0.71	0.86	1.33
		f補正	なし	0.78	0.82	0.83	0.89
		計算HQ	なし	0.52	0.52	0.52	0.52
合成合形式	-	流観HQ	なし	0.74	0.74	0.74	0.74
		f補正	なし	0.45	0.45	0.45	0.45
		計算HQ	なし	1.84	1.84	1.84	1.84
	-	流観HQ	なし	0.92	0.92	0.92	0.92
		f補正	なし	0.29	0.29	0.29	0.29
		計算HQ	なし	0.29	0.29	0.29	0.29
雨量-水位相関	-	流観HQ	なし	0.29	0.29	0.29	0.29
		計算HQ	なし	0.04	0.36	0.04	0.36



【フィードバック前】 【フィードバック後】
図-2 フィードバックによる誤差の拡大

河道追跡をする場合は、水位予測にH-Q式を用いないため、水位が急激に立ち上がる洪水においても高い精度を示している。また多くの現場でサブシステムとして用いられている雨量-水位相関で誤差が小さい。これは、都市河川では降った雨が直接表面流出し、降雨の水位の関係が線形に近くなることと理由として考えられる。

5. おわりに

本調査により、さまざまな流域条件に対する各種洪水予測モデルの特徴を網羅的に把握できた。また、中小河川での洪水予測では、H-Q式の精度が予測に大きく影響すること、逆に不定流計算を用いる事で低水時の水面形を精度良く再現できることを定量的に把握できた。

今後は、不定流計算の現場への適用に向けて収束計算の安定性、確実なリアルタイム処理の実施、計算時間、水文データ欠測時の処理等の課題に取り組みたいと考える。また、本調査結果が河川管理者の方々が洪水予測モデルを構築する際の一助となる事を願う。

参考文献

1)天野卓三, 三輪準二, 水草浩一, 金木誠: 中小河川における各種洪水予測モデルの適用性に関する研究, 河川技術論文集, pp61-66, 2003