

2003年台風10号による中小河川のハイドログラフ推定

(株)リブテック

正会員 ○大泉卓也

(財)北海道河川防災研究センター

フェロー 星 清

北海道工業大学

フェロー 橋本識秀

1. はじめに

水文観測データを用いる洪水流出解析手法は水文データが豊富でない河川流域に適用する際に大きな困難に遭遇する。とくに、発展途上国においては、流量などの水文諸量が不足しており、河川計画や管理に種々の問題が起きている。

PUBとは Prediction of Ungaged Basin の略であり、水文資料の不備な流域におけるハイドログラフを推定するという目的から、世界的にも研究が盛んである。

本報告での解析においては、北海道内一級河川13水系及び指定河川・標津川におけるピーク比流量 $0.4(\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2)$ 以上の650既往洪水資料に「損失項を含む貯留関数法(1段タンク型貯留関数モデル)」と「地下水流出成分を含む貯留関数法(2段タンク型貯留関数モデル)」を適用してモデル定数の最適同定を行い、北海道内の流量資料の不備な小流域において洪水ハイドログラフを推定する目的で、北海道を4地域に分割し貯留関数モデル定数の総合化(PUBの提案)を図った^{1,2,3)}。

北海道では、2003年8月台風10号により、日高地方を中心にこれまでの記録を塗り替える豪雨があり、甚大な洪水被害を被った。とくに、中小河川では溢水等があり、流量も正確に把握されていない。したがって、本報告ではPUBを利用して、前記洪水におけるハイドログラフの推定を試みた。

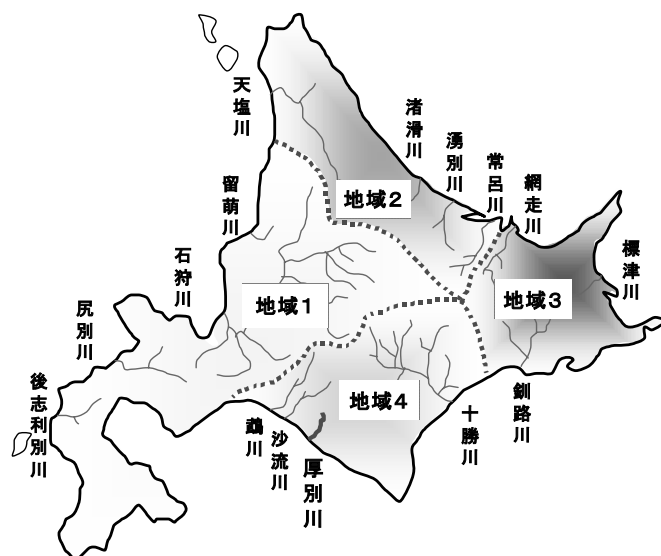


図-1 北海道における4地域の分類

2. 1段・2段型貯留関数モデルによる適用例¹⁾

道内一級河川13水系において、昭和36年から平成13年までに観測された洪水資料650洪水資料について計算を行った。全650洪水における比流量の統計量は、平均(μ)が1.04で標準偏差(σ)は0.76、観測地点122箇所における全水系の流域面積の統計量は、平均(μ)が581.0 km^2 で標準偏差(σ)は438.6 km^2 となり、流域面積の規模は、300 km^2 以下が48%、600 km^2 以下が64%であり、斜面流出が卓越し、河道の遅れ効果が少ない河川流域であると考えられる。

3. 北海道4地域におけるモデル定数の総合化⁴⁾

洪水ハイドログラフを推定するために、モデル定数の総合化を行い、既往洪水資料から流域の特性を考慮して、北海道を4地域に分割した結果を図-1に示す。全水系及び地域毎の1段タンク型モデル定数統計量と2段タンク型モデル定数統計量をそれぞれ、表-1と表-2に示す。

表-1 地域毎のモデル定数統計量（1段タンク型モデル）

地域区	C_{11}		C_{12}		C_{13}	
	平均(μ)	標準偏差(σ)	平均(μ)	標準偏差(σ)	平均(μ)	標準偏差(σ)
地域1	11.092	3.821	0.142	0.096	1.690	0.531
地域2	11.822	4.206	0.153	0.119	1.461	0.431
地域3	20.316	6.881	0.082	0.044	3.184	1.261
地域4	12.152	3.668	0.125	0.070	1.568	0.684
全水系	12.501	5.035	0.134	0.094	1.752	0.824

表-2 地域毎のモデル定数統計量（2段タンク型モデル）

地域区	C_{11}		C_{12}		C_{13}	
	平均(μ)	標準偏差(σ)	平均(μ)	標準偏差(σ)	平均(μ)	標準偏差(σ)
地域1	7.919	2.950	0.308	0.225	2.275	0.827
地域2	8.308	3.321	0.348	0.208	2.323	0.759
地域3	14.005	4.485	0.180	0.102	4.283	1.363
地域4	8.535	2.689	0.303	0.229	2.305	0.967
全水系	8.803	3.618	0.304	0.217	2.499	1.097

キーワード：貯留関数法、PUB、モデル定数の総合化、最適同定

連絡先：〒065-0018 札幌市東区北18条東1丁目3-3 TEL 011-722-0483 FAX 011-722-0487

モデル定数に関して、 c_{11} 、 c_{12} 、 c_{13} の値が1段・2段タンク型モデルにおいて顕著な差異を示しているのは、地域3の網走川・標津川・釧路川であり、他の地域と比較すると、 c_{11} と c_{13} の値は大きく、 c_{12} の値は小さいことが分かる。

4. 厚別川におけるハイドログラフの推定⁵⁾

平成15年8月、台風10号が北海道に上陸し、甚大な被害をもたらした。門別町と新冠町を境とする厚別川流域では既往最大の記録的な豪雨となり（総降雨量344mm、最大時間雨量47mm）、河川水位は計画水位を越え破堤や溢流が発生した。台風10号災害調査委員会⁵⁾によると豊田水位・雨量観測所における洪水時の流量は、 $H \sim Q$ 式を用いて水位を流量に変換して算出したが、観測水位が適用範囲を超えており、正確なピーク流量は把握できなかったとしている。

そこで、平成15年8月10日洪水における厚別川流量観測所・豊田地点（流域面積270km²）のハイドログラフを1段タンク型モデルと2段タンク型モデルを用いて推定した。また、この流域は、図-1の地域4に属し、表-1と表-2に示される平均値(μ)と標準偏差(σ)を用い、安全側の計画となるようにモデル定数を選択する。 c_{11} が小さい時はハイドログラフが尖鋭化し、 c_{12} が小さくなるとピークの生起時刻が早まる。 c_{13} は流出率と高い相関関係にあり、 c_{13} が小さくなると流出率が大きくなり、総流出量が大きくなる。したがって、モデル定数 c_{11} は $\mu - \sigma$ 、 c_{12} は $\mu - \sigma$ 、 c_{13} は $\mu - \sigma$ ($c_{13} \geq 1$)の値を用いた。分離時定数 T_c は地域4の平均値 μ (60.6hrs)を使用し、減衰係数 λ は $1/T_c$ の値から求めた。

その結果、1段タンク型モデルの定数は $c_{11} = 8.484$ 、 $c_{12} = 0.055$ 、 $c_{13} = 1.000$ 、2段タンク型モデルの定数は $c_{11} = 5.846$ 、 $c_{12} = 0.074$ 、 $c_{13} = 1.338$ となった。図-2と図-3はそれぞれ、1段及び2段タンク型モデルによる推定ハイドログラフである。図-2と図-3の結果を比較すると、1段タンク型モデルより2段タンク型モデルの方が、推定ピーク流量が大きいことがわかる。今回の検討では、安全側から推定ピーク流量を2段タンク型モデルの1,621m³/sとするのが妥当と考えられる。

5. おわりに

本報告では、2つの貯留型流出モデルを道内一級河川の既往洪水に適用し、北海道を4地域に分割して各モデル定数の総合化と普遍化を試みた。各地域のモデル定数の平均値(μ)と標準偏差(σ)を流域代表値として利用すれば、水文資料の乏しい河川や流量観測資料がない流域(PUB)においても、実用上の精度をもって、流出計算可能であると考えられる。

今後、流量資料が不完備な中小河川流域(二級河川)において、洪水ハイドログラフを推定することが重要となってくる。そのためにも、モデル定数を総合化し、より多くの洪水事例を解析し、洪水ハイドログラフ推定精度の向上を図る必要がある。

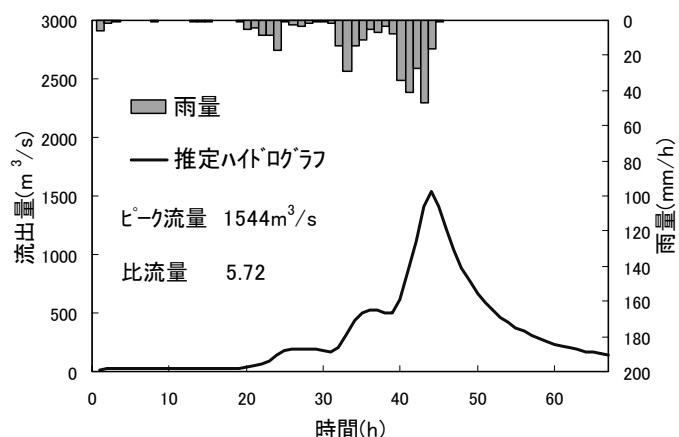


図-2 1段タンク型モデルによる推定ハイドログラフ

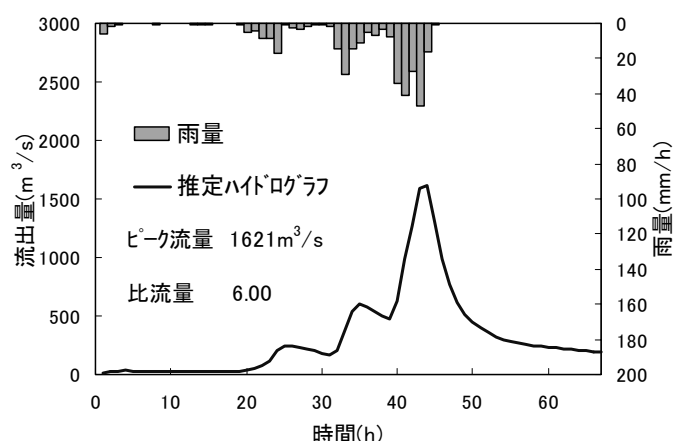


図-3 2段タンク型モデルによる推定ハイドログラフ

参考文献

- 1) (財)北海道河川防災研究センター・研究所 編集・発行：単一流域を対象とした貯留関数法の精度比較，189p.，2002.
- 2) 園山裕士・星 清・橋本識秀：実用的2段タンク型貯留関数法の提案，土木学会北海道支部論文報告集，第58号，pp.336-339，2002.
- 3) 園山裕士・星 清・橋本識秀：2段タンク型貯留関数法の精度評価，河川技術に関する論文集，第8巻，pp.425-430，土木学会，2002.
- 4) 大泉卓也・星 清・橋本識秀：北海道におけるPUBの提案，土木学会北海道支部論文報告集，第60号，pp.284-287，2004.
- 5) 北海道編：「台風10号災害調査委員会」資料，2003.