

回 答

河川流出モデル・基本高水の検証に関する  
学術的な評価



平成23年（2011年）9月1日

日 本 学 術 会 議

この回答は、日本学術会議土木工学・建築学委員会河川流出モデル・基本高水評価検討等分科会が中心となり審議を行ったものである。

日本学術会議土木工学・建築学委員会 河川流出モデル・基本高水評価検討等分科会

委員長	小池 俊雄	(連携会員)	東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻教授
副委員長	椎葉 充晴	(特任連携会員)	京都大学大学院工学研究科土木システム工学専攻教授
幹事	窪田 順平	(特任連携会員)	大学共同利用機関法人人間文化研究機構総合地球環境学研究所准教授
幹事	立川 康人	(特任連携会員)	京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻水文・水資源学分野准教授
	池田 駿介	(第三部会員)	東京工業大学名誉教授
	沖 大幹	(連携会員)	東京大学生産技術研究所教授
	小松 利光	(連携会員)	九州大学大学院工学研究院環境都市部門教授
	寶 馨	(連携会員)	京都大学防災研究所教授
	鬼頭 昭雄	(特任連携会員)	気象庁気象研究所 気候研究部長
	田中丸 治哉	(特任連携会員)	神戸大学大学院農学研究科食料共生システム学専攻教授
	谷 誠	(特任連携会員)	京都大学大学院農学研究科森林水文学分野教授
	守田 優	(特任連携会員)	芝浦工業工学部土木工学科大学教授

## 要 旨

### 1 作成の背景

平成 23 年 1 月、日本学術会議は、国土交通省河川局長から日本学術会議会長宛に、以下のような内容の「河川流出モデル・基本高水の検証に関する学術的な評価について」と題する依頼を受けた。

河川法においては、長期的な河川整備の方針として、洪水防御に関する計画の基本となる洪水である基本高水等を定めた河川整備基本方針を策定している。しかしながら利根川水系においては、平成 17 年度の河川整備基本方針策定時に飽和雨量などの定数に関して十分な検証が行われていなかったこと等から、国土交通省は自らデータを点検・整理し、現行の流出解析手法の問題点を整理し、新たな河川流出モデルを構築して基本高水を検証することとした。その際には、学術的な観点からの客観的・中立的な評価が重要であることから、国土交通省は、第三者的で独立性の高い学術的な機関日本学術会議に対し、「利根川水系における河川流出モデル・基本高水の設定手法の検証に関する学術的な観点からの評価」を依頼した。

### 2 審議の経過

国土交通省よりの依頼を受け、日本学術会議では、土木工学・建築学委員会の下に設置されている河川流出モデル・基本高水評価検討等分科会（以下、「分科会」という。）において検討を行うこととした。分科会は、「既存の河川流出計算モデルの課題整理と新たに構築されているモデルの評価」および「過去の雨量・洪水実績など、計画の前提となっているデータ、及び基本高水等について妥当性の評価」を審議の目的としている。

分科会で審議を開始したものの、利根川水系の現行の基本高水の算定に関して、その背景・経緯の記録が国土交通省に残っておらず、また同省より十分な説明を得ることができず、科学的な追検証の可能性が担保されていないことが判明した。さらに、利根川水系の現行の基本高水の算定に用いられた洪水時のハイドログラフの一部が変更となったが、その理由についても不明であった。このように、現行の計画に用いられた貯留関数モデル（以下、「現行モデル」という。）に関しては科学的な追検証がほとんどできない状態にあることが判明したため、分科会では下記の 3 つの方針を定め、以降、これに基づいて貯留関数法による新たな流出計算モデル（以下、「新モデル」という。）の検証に分科会の審議の焦点を移すこととした。

- 1) 利根川水系で用いられている貯留関数法の位置づけとその詳細を検討し、利用可能なデータを吟味した上で、新モデルの構築における留意事項を国土交通省に提示する。
- 2) この留意事項に沿って国土交通省によって構築された新モデルに対して、分科会が評価軸を設定し、それぞれの軸に沿って新モデルを評価する。
- 3) 京都大学および東京大学が有する 2 つの異なる連続時間分布型モデルを、近年の観測データを用いてそれぞれキャリブレーションした上で、両モデルを用いて、モデ

ルの構造やパラメータを変えないこと、同じモデルで長期の適用が可能であるかどうか検討するとともに、昭和 22 年の洪水流量の推定幅を推定して新モデルの結果と比較する。

なお審議の過程で、国土交通省より現行モデルのプログラムソースコードが提供されたため、分科会では、まず独自にその内容を既往文献と比較して基礎方程式を推定した上で、プログラムの動作確認を行い、新モデルと同等の評価を実施した。

### 3 結論

分科会では、現行モデルについての十分な情報を得ることは難しかったが、モデルの内容の理解に努め、現行モデルに含まれる問題点を整理し、水収支に着目した有効降雨モデルに基づく貯留関数の新モデルの開発方法を推奨した。次に、新モデル、現行モデルの双方について、分科会自身でプログラムを確認し、動作をチェックし、基礎方程式、数値計算手法について誤りがないことを確認した。さらに、感度分析やシミュレーション結果の整理により、新モデルの物理的意味合いを検討した。その上で、観測データのない場合や、計画策定へ適用する場合に必要なモデルの頑健性をチェックし、さらにそのような場合に適用したときの不確定性を評価した。これらの評価は、両モデルのみならず、分科会独自のモデルをも使って実施した。その結果、国土交通省の新モデルによって計算された八斗島地点における昭和 22 年の既往最大洪水流量の推定値は、 $21,100\text{m}^3/\text{s}$  の  $-0.2\% \sim +4.5\%$  の範囲、200 年超過確率洪水流量は  $22,200\text{m}^3/\text{s}$  が妥当であると判断する。

### 4 附帯意見

既往最大洪水流量の推定値は、上流より八斗島地点まで各区間で計算される流量をそれぞれの河道ですべて流しうると仮定した場合の値である。一方、昭和 22 年洪水時に八斗島地点を実際に流れた最大流量は  $17,000\text{m}^3/\text{s}$  と推定されている [6]。この両者の差について、分科会では上流での河道貯留（もしくは河道近傍の氾濫）の効果を考えることによって、洪水波形の時間遅れが生じ、ピーク流量が低下する計算事例を示した。既往最大洪水流量の推定値、およびそれに近い値となる 200 年超過確率洪水流量の推定値と、実際に流れたとされる流量の推定値に大きな差があることを改めて確認したことを受けて、これらの推定値を現実の河川計画、管理の上でどのように用いるか、慎重な検討を要請する。

IPCC 第 4 次評価報告書においては、気候変化による大雨の頻度の増加、渇水を受ける地域の拡大、熱帯低気圧(台風)の強度の増大が指摘された。わが国でも 1 時間雨量 50mm や 100mm を越える雨の発生回数の増加が報告され、これらの降雨特性の変化を考慮すると、河川計画において根拠としてきた定常確率過程の前提を再検討する必要がある。一方、近年頻発する局所的集中豪雨(ゲリラ豪雨)に対する国民の関心も高まっており、流域管理、コミュニティ防災等、新たな治水の考え方も提案されているところである。今後起こりうるリスクを徹底的に吟味し、様々な対応策のオプションを用意した上で、新たな河川計画、管理のあり方を検討することを要請する。

今回の検討で日本学術会議は、社会基盤の構築の基本値の一つである基本高水に関して、

確かな情報が広く共有されていない状況が、社会の混乱、合意形成の障害を引き起こすことを認識した。基本高水の算定には、我が国でこれまで多数の流域で適用実績を持っていて信頼性がある貯留関数法を、ある程度、分布型のモデル形式にして利用してきた。しかし、人工衛星やレーダ等の観測体制が充実し、再解析などのモデル出力が利用可能となっ  
てきており、さらに、流域内で実際に生じている雨水流出現象の物理機構を捉えてモデル化する方法や、貯留施設や河道整備などの人工的な流水制御の影響を取り入れ、森林や農地、宅地等の土地利用の変化の効果を定量的に評価しうる分布型・連続時間の流出モデルによるシミュレーション技術、流出計算モデルの共有技術が進展している。このため、これらの学術の近年の成果を効果的に取り込んだ、より合理的な河川計画の手法を確立し、そこから生み出されるより確かな情報を広く共有することによって、合意形成を図るための計画の形成を要請する。

## 目 次

1	はじめに	1
(1)	作成の背景	1
(2)	審議の経過	1
2	流出解析法のレビューと貯留関数法の位置づけ	3
(1)	流出解析法の目的と分類	3
(2)	貯留関数法の基本構造とその留意点	3
(3)	流出解析法の発展と貯留関数法の位置づけ	4
3	貯留関数法とその適用法	5
(1)	概説	5
(2)	流域平均雨量	5
(3)	有効降雨	5
(4)	貯留関数法の適用方法の違い	6
4	貯留関数法の利根川への適用	7
(1)	貯留関数法の利根川への適用における留意事項	7
①	技術文書の作成	7
②	貯留関数法の適用の方針	7
③	森林の変化による河川流出への影響についての考察	7
(2)	新モデルの提案、観測データの整備と適用	8
(3)	新モデル、現行モデルの検討と評価	9
①	基礎方程式、数値計算手法において誤りがないか	9
②	物理的妥当性を有しているか	10
③	異なる事例にあってもモデルの適用性が担保されているか（頑健性）	15
(4)	総合確率法について	18
5	結論	20
6	附帯意見	21
	<用語の説明>	22
	<参考文献>	23
	<参考資料1> 河川流出モデル・基本高水評価検討等分科会審議経過	24
	<参考資料2> 国土交通省河川局長からの審議依頼	26
	<参考資料3> 貯留関数法とその適用法	27
	<参考資料4> 利根川源流流域への流出解析モデル適用に関する参考意見	43
	<参考資料5> サブ流域平均雨量データセットの作成と比較検討	66
	<参考資料6> 新モデルによる洪水流出計算の再現に関する報告	116
	<参考資料7> 河道解析用プログラムに基づく検証計算に関する報告	146
	<参考資料8> 現行モデルによる洪水流出計算の再現に関する報告	158
	<参考資料9> 分布型流出モデルを用いた連続計算による流出計算結果の報告	169

<参考資料 10>	水エネルギー収支分布型水循環モデル (WEB-DHM)、長期再解析日本域高解像ダウンスケーリング (JP10)、観測雨量を用いた貯留関数モデルの評価.....	177
<参考資料 11>	無降雨期間を含む出水への対応方法 .....	194
<参考資料 12>	昭和 22 年洪水 (複峰降雨) において浸入能・保留能の回復を考慮すべきか.....	200
<参考資料 13>	氾濫に伴う河道域の拡大がヒドログラフに及ぼす影響の検討ー河道 K (烏川・碓氷川合流点～烏川・鎗川合流点) の事例ー.....	211
<参考資料 14>	有効降雨パラメータの違いによる昭和 22 年洪水ピーク流量の推定幅について.....	219