

超過洪水による氾濫被害を軽減するための治水施設の総合的な効果分析手法の研究

著者	沖 岳大
学位名	博士（工学）
学位の種類	課程博士
報告番号	甲第403号
研究科・専攻	工学専攻・先端環境創生工学コース
学位授与年月日	2017-09-25
URL	http://doi.org/10.15118/00009624

氏 名 沖 岳大

学 位 論 文 題 目 超過洪水による氾濫被害を軽減するための治水施設の総合的な
効果分析手法の研究

論 文 審 査 委 員 主査 教授 中津川 誠
教授 木村 克俊
准教授 有村 幹治

論文内容の要旨

近年、気候変動に起因すると言われる極端な気象現象が顕著で、想定を上回る洪水（超過洪水）が発生し、日本各地で河川の氾濫や土砂災害被害が発生している。北海道でも平成28年8月に約2週間で4つの台風が上陸・接近し、甚大な被害となった。水害リスクの評価方法は、 $\text{リスク} = \text{ハザード} \times \text{エクスポージャー} \cdot \text{脆弱性}$ と定義される。ここで洪水被害においては、ハザードは降雨強度や頻度、エクスポージャーは人口や資産、脆弱性は国土構造（地形等）と社会構造（過疎化等）で構成される。この中で、流域の主要部が地盤の低い地盤を流れる低平地河川は、地形的な脆弱性を有する課題がある。

そこで本研究は、洪水被害を総合的に軽減することを目的として、まず1つ目として、避難情報の提供やダム・遊水地などの治水施設の操作を予め行うために用いることができる数値予報降雨の適用性に関して分析を行い、次に2つ目として、脆弱性が高い低平地河川における氾濫解析モデルを構築し、最後に3つ目として、超過洪水のリスクに対して氾濫被害を軽減できるような治水施設の運用について分析できる総合的な氾濫解析モデルの研究開発を行った。

具体的な研究内容は、数値予報降雨の適用性の分析では、全国で近年発生し被害をもたらした豪雨について、2種類の数値予報降雨（GSM, MSM）で計算された予測雨量と観測雨量を比較し、予測雨量の補正方法を提示した。

次に低平地河川を対象とした外水・内水を一体化した氾濫解析モデルの構築では、背水影響による支川の越水、樋門や排水機場の操作を考慮し、既往の大規模出水であるS56洪水を高い精度で再現した。このモデル構築により、低平地河川のリスクを把握するとともに、気候変動に伴う超過洪水の影響予測を行う基礎を築いた。

最後に、超過洪水に対する治水施設の総合的な効果に関する研究では、樋門・ポンプ排水・ダムを含む氾濫解析モデルに遊水地群を加え、気候変動により拡大する浸水範囲の予測や、その場合における遊水地群が整備された場合の超過洪水に対する効果や影響について、総合的な評価を行った。

以上より、本論文は、これまで経験したことの無い豪雨に対し、洪水被害を軽減する有効な方法を提示するものである。そして、将来見込まれる気候変動や社会環境の変化に対して、新しい河川管理施設の操作・運用のあり方や、最適な避

難方法を検討する上で、役立つことができると考える。

ABSTRACT

In recent years, refinement in the accuracy of rainfall forecasting has been called for in Japan because of extremely heavy rainfalls that have occurred in various areas. Therefore, in this research, I first analyzed the applicability of numerical prediction rain which can be used to provide evacuation information and to operate the flood control facility such as dams and floodwater reservoirs in advance. Secondly, a flood analysis model for low-lying rivers with high vulnerability was constructed. Finally, I conducted research and development of a comprehensive flooding analysis model that can analyze the operation of flood control facilities that can minimize flood damage to the risk of excess flooding.

Comparison of the rainfall forecasts calculated by using the numerical weather forecast models, GSM and MSM, with actually measured rainfall revealed that the accuracy of the two models was good for long period rainfall events such as those caused by typhoons. The accuracy of the MSM rainfall forecast for localized heavy rainfall that occurs in a short period was also found to be good. A calibration method, which can be used in disaster mitigation and dam operations, was suggested thorough clarification of the error ranges of rainfall forecasting.

A flood analysis model was constructed that integrated the landside and foreland waters, based on the consideration that the Chitose River flows through a low-lying area and is affected by backflow from the Ishikari River for a distance of more than 30km and based on the consideration that the Chitose receives the influence of the Ishikari's back water in the branches, canals, and drainage canals. For verification of the analysis model, the 1981 flood, which was the largest observed flood in the Ishikari River System, and the 2001 flood, which is the large-scale flood in recent years were reproduced.

Finally, in the study on excessive flooding, the inundation prediction by climate change was performed, and then the comprehensive evaluation was conducted on the effect and the effect when the flood control facility was developed.

In the future, the analysis model will be used for proposing the comprehensive operation of river management facilities including dams and retarding ponds by taking global warming and localized torrential rainfall into account. The analysis model will be further developed for supporting flood control and evacuation so that it will help prevent and mitigate disasters.

論文審査結果の要旨

研究は、3つの内容から構成され、1つ目が「数値予報降雨の精度検証」、2つ目が「低平地河川を対象とした外水・内水を一体化した氾濫解析モデルの提案」、3つ目が「超過洪水に対する治水施設の総合的な効果分析手法の研究」である。

1つ目の数値予報降雨の分析では、日本全国で近年発生し被害をもたらした豪雨について、2種類の数値予報降雨（GSM, MSM）で計算された予測雨量と観測雨量を比較し、台風、線状降水帯、低気圧に対する予測雨量の精度を示した。さらに、降雨予測を防災情報等に活用するためは、予測雨量に対する誤差の補正が必要であり、台風事例では予測雨量を約1.9倍する必要があることが示され、近年頻発する豪雨災害対策に対して有用性のある提案が示された。

2つ目の低平地河川を対象とした外水・内水を一体化した氾濫解析モデルは、本川からの外水氾濫だけでなく、背水影響による支川の越水、樋門や排水機場の操作を考慮した実現象を忠実に再現できる手法である。このモデルにより、既往の大規模出水であるS56（1981年）8月洪水の再現が適切になされて信頼性が確

認められたうえで、これまでの想定を上回るような豪雨に対して、ダム、遊水地等の操作を含めた治水施設の総合的な運用・操作の提案が可能となる予測支援ツールが開発された。また、6日間の洪水現象を40分で計算できることから、リアルタイム予測に有効な計算モデルであることが示され、モデル実装に対する有用性が示された。

最後に、超過洪水に対する治水施設の総合的な効果に関する研究では、複数の遊水地群、樋門・ポンプ排水・ダムを含む総合的な氾濫解析モデルにより、気候変動に伴う浸水区域の予測や、その場合における遊水地群が完成した場合の効果が示された。複数の遊水地群を含む氾濫解析は、全国的にも前例のない解析であり新規性を有する。

以上より、本論文は、これまで経験したことの無い豪雨に対し、洪水被害を軽減する有効な方法を提示するものであり、将来見込まれる気候変動や社会環境の変化に対して、適切な河川管理施設の操作・運用のあり方を示し、水害発生時の危機管理を検討する上で有用であると考えられる。よって、ここで得られた成果は、河川の水災害の分野の発展に大きく寄与するもので工学上きわめて有益であり、本論文は博士論文に値すると認められる。