

京都大学	博士 (工 学)	氏名	小林 健一郎
論文題目	極端気象による洪水災害の統合的シミュレーションとリスク分析		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>本論文は、極端気象下の降雨の分析や、降雨流出モデル、外水・内水氾濫モデル等による統合的な洪水災害シミュレーションの枠組みとその数値モデルを開発し、極端気象が発生した場合の洪水災害事象の予測と洪水によってもたらされる災害リスクを分析している。本論文は7章からなり、各章の概要は以下のとおりである。</p> <p>第1章は本論文の導入部であり、最近でも日本で多くの洪水災害が発生している状況を概括し、洪水防御計画の内容を高める必要性と、洪水が発生した場合のリスク推定を事前に実施することの重要性を述べ、統合的に洪水シミュレーションを実施し、リスク分析を行うことの意義について述べている。</p> <p>第2章では、まず日本全国の51気象官署の1901年から2006年までの106年の年最大日降水量データを用いて、過去から現在まで日本の年最大日降水量が増加しているかどうかについてトレンド解析統計手法であるMann-Kendall法を用いて分析している。これにより、有意水準5%で年最大日雨量時系列が上昇傾向にある地点、下降傾向にある地点を同定している。同時に、気象研究所が開発した超高解像度全球大気モデルによる気候変動影響評価実験 (A1Bシナリオ) による降水量出力を用いて、現在期間 (1979-2003年) から近未来期間 (2015-2039年)、将来期間 (2075-2099年) に向けて日本の100年確率日雨量がどのように変動するかの将来推定を試みている。これにより、日本において現在から近未来、将来に向けて100年確率日降水量が増加する地点が多いということを示している。この全球気候モデル出力降水量はある条件下での1計算結果であるから、この結果が将来を決定論的に予測するものではないが、興味深い知見を得ている。</p> <p>第3章では、京都府由良川流域、滋賀県日野川流域を対象に物理法則に基づく分布型の降雨流出モデルを、滋賀県日野川流域を対象に外水・内水氾濫と河道網による排水を考慮した氾濫モデルを構築した例を示している。特に、京都府由良川流域に対して最適化手法であるLevenberg-Marquardt法を用いたパラメタ推定法を導入し、パラメタの自動推定について検討している。これにより比較的少ない計算負荷でパラメタ同定を行うことに成功している。滋賀県日野川流域については雨域の移動方向が降雨流出・洪水氾濫過程に及ぼす影響について分析している。これにより雨域が下流側へ移動する場合の方が、上流側へ移動する場合よりも日野川本川の流量は一般に高くなることを示している。</p>			

第4章では、GISをプラットフォームとし、家屋・構造物、農地、道路などがはっきりと識別可能なベクトル型（ポリゴン）データを用いて、洪水経済被害を推定する手法を提案している。特に、農作物被害については従来あまり考慮されてこなかった湛水継続時間について考慮したのが目新しい。この手法は浸水深、被害率、被害額などを表で示すことに比べて、実態を空間的に把握できる点が有効で、今後ますます発展することが見込まれる。

第5章では、全球気候モデルによる日野川流域降水量を用いて、滋賀県竜王町の現在から将来に向けての洪水災害変動予測を行っている。一般化極値分布を用いて100年確率日雨量を推定すると、日野川流域においては現在から近未来に向けて100年確率日雨量が増加するという結果を得ている。これに基づいて、GCMにより計算された1987年5月20日降雨イベントと2027年10月24日降雨イベントを100年確率レベルまで引き伸ばした4条件について、内水・外水氾濫解析を行っている。この結果、氾濫解析対象地域には7253の家屋があるが、1987年降雨パターンでは928戸が床上浸水するといった試算を実施している。また、氾濫解析対象地域の家屋総資産額、農地総資産額を試算して、前述の4降雨に対して最大の経済被害が出るのは1987年降雨パターンによるもので家屋被害額100億2070万円（総資産の9.7%）、農地被害額2億9684万円（総資産の23.9%）となるといった推計を行っている。

第6章では、極端気象を含む長期（100年以上）の年最大日雨量系列データの頻度解析に経験分布を用いるノンパラメトリック手法をブートストラップ法と組み合わせて適用し、パラメトリック手法による解析結果と比較することによりその精度を定量的に検証している。ノンパラメトリック手法はパラメトリック手法より推定精度が良いこと、解析者の主観が入りにくい点で客観性に優れた手法であることなどを示している。

第7章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。

氏 名	小林 健一郎
-----	--------

(論文審査の結果の要旨)

本論文では、物理法則に基づく分布型の降雨流出モデル、外水・内水氾濫モデル等による統合的な洪水災害シミュレーションの枠組みとその数値モデルを開発し、極端気象の生起頻度及びそれが発生した場合の洪水災害事象を予測、災害リスクを分析している。本研究により得られた知見は以下のように要約できる。

1. 全球気候モデルによる気候変動影響評価実験による出力降水量を用いて、1979-2003年及び近未来(2015-2039年)と将来(2075-2099年)に向けて日本の100年確率日雨量がどのように変動するかを推定を試み、日本全体では100年確率日降水量が増加する地点が多いことを示した。

2. 京都府由良川流域、滋賀県日野川流域を対象に物理法則に基づく分布型の降雨流出モデルと、滋賀県日野川流域を対象に外水・内水氾濫と河道網による排水を考慮した氾濫モデルを構築して雨域の移動が降雨流出・洪水氾濫過程に及ぼす影響を示した。

3. GISをプラットフォームとし、家屋・構造物、田畑、道路などが明瞭に識別可能なベクトル型データを用いて、洪水経済被害を推定する手法を提案した。特に、農作物被害については従来あまり考慮されてこなかった湛水継続時間についても考慮し、洪水による家屋・農作物の洪水・浸水による被害の深刻さや経済リスクを評価する手法を新たに提案している。

4. 全球気候モデルによる計算降水量を用いて、河川流域の現在から将来に向けての洪水災害変動予測を行っている。この予測に基づき100年確率日雨量の増加が将来現実になる場合、洪水災害リスクが増加することを示している。

以上の内容により、本論文は、極端気象下における洪水災害予測・リスク分析の方法論を取り扱ったもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成22年2月22日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。