

氏名	皆川 裕樹		
学位の種類	博 士 ( 農 学 )		
学位記番号	博 乙 第 2823 号		
学位授与年月日	平成 29年 3月 24日		
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	低平水田域における豪雨排水リスクとその不確実性の評価法に関する研究		

主査	筑波大学教授	博士 (農学)	石井 敦
副査	筑波大学教授 (連携大学院)	農学博士	増本 隆夫
副査	筑波大学教授	工学博士	宮本 邦明
副査	筑波大学名誉教授	農学博士	佐藤 政良

## 論 文 の 要 旨

本論文は、排水施設が重要な役割を持つ低平水田域を対象に、気候変動下の将来の豪雨に伴って発生する広域排水リスクならびにその不確実性を評価する手法を開発したものである。一連の研究として、豪雨特性の解析手法とその地域特性を表現できる模擬発生手順のモデル化、生育時期や冠水条件で大きく変わる水稻の冠水被害特性を減収尺度としてまとめ、それを利用した流域内に広がる水田被害の評価法の提案、さらに低平水田域の排水に関連する不確実性要因の出現確率を確率分布で定義し、それを反映させた広域排水リスクの算定方法とその不確実性を評価する手法を新たに開発した。

著者は、まず長期間の実測降雨データから、石川県加賀三湖地区における豪雨の発生頻度、雨量強度、降雨波形パターンといった豪雨特性を詳細に解析し、それらの特性が1940年代から現在にかけて変化していることを明らかにし、気候特性が既に変化し始めている可能性を示している。また、気候モデル(GCM)による予測値を活用し、現在から将来にかけての豪雨特性の変化も評価している。ここでは、5つの気候モデルと気候変動予測に用いる温暖化ガス等の代表的濃度経路(RCP)3つに基づく、複数の気候シナリオによる予測結果を比較している。その結果、将来の豪雨特性の変動傾向を具体的に示すとともに、その傾向は高位のRCPシナリオであるほど、また、データ期間が近未来より21世紀末になるほど、より強く表れることを明らかにしている。他方で、将来気候の予測結果にはシナリオによって差があり、そこに大きな不確実性が存在することから、気候変動リスクの評価ではこの不確実性を評価することが重要であると指摘している。同時に、幾つかの気候シナリオに対して力学的ダウンスケールを行った豪雨分布の時空間の解析結果から、将来は短時間雨量の強度が上昇し、降雨パターンが集中化することも示している。

次に著者は、実測豪雨の統計的な特性を備える短時間豪雨データの模擬発生法を開発している。そこで考慮された特性は、豪雨の月別発生頻度、日及び時間単位の雨量強度、降雨波形特性であり、最終的に得られる豪雨分布データが実測値のそれぞれの特徴を十分に再現できていることを証明している。特に、降雨波形については、実測値の持つ自己相関性を備えると同時に、雨量ピーク位置も前山型から後山型までの様々な波形パターンを発生させることを可能としている。本手法は全国のどの地域にも適用可能であり、各地域で観測波形から未経験のものまで多数の豪雨パターンを想定できることから、防災関連など短時間の豪雨波形の入力が必要な様々な分野において広く応用できることを明らかにしている。

さらに、低平水田域における農地－排水路を通じた排水過程をモデル化し、最終目的である広域排水リスク評価に用いるための解析モデルを構築している。また、現在広く栽培されている水稻栽培品種を用いた模擬冠水試験を通じて、多様な冠水条件と減収率の関係を表す水稻減収尺度を策定している。そして、この両者を用いて、水稻の生育段階や冠水状況といった詳細な条件を反映させた水田被害を、容易かつ定量的に算定する一連の評価手法を提案している。この評価手法により、水稻が冠水した場合でも葉先が水面から露出した状態であれば、完全冠水と比較して4割～6割もの被害軽減となることが明らかになり、水稻の被害評価に当たって詳細な冠水条件を考慮することの重要性が指摘された。

最後に、低平地域の排水に関わる様々な不確実性要因を整理するとともに、その影響の大小を評価し、広域排水リスクの算定法とそこで生じる不確実性の評価手法を開発している。ここでは、特にリスクの算定結果への影響が大きい、気候モデルによる推定値が持つ不確実性に焦点を当てている。まず、気候シナリオごとに抽出した豪雨の発生頻度と雨量強度にみる豪雨特性値の違いをシナリオの不確実性と定義し、それぞれの特性値に正規分布を当てはめて不確実性を確率的に表している。次にこれらの分布を反映させた疑似の気候シナリオを模擬発生法により多数生成させ、各シナリオ下で発生する豪雨群から確率雨量の推定値の分布を得ている。最終的に、それらを入力とした広域排水リスクを算定することで、リスクが持つ不確実性へと変換している。その結果、確率雨量値と内部波形を固定し被害額等を確定的に評価してきた従来法と比較して、排水河川の水位や水田の水稻減収等にみる被害リスクの発生分布を確率的に示すことが可能となっている。本方法により、気候シナリオが持つ不確実性が、平均的な被害から最大級の被害規模を表現する発生確率の分布へと変換され、最終成果として広域排水リスクの持つ不確実性として評価されている。さらに、これらの算定結果を時系列で比較し、現在から将来にかけての中・長期的な広域排水リスクの変化特性とその不確実性を、具体的な数値として提示している。

## 審 査 の 要 旨

本論文において、著者が提案した低平水田域の排水に関わる湛水被害の発生頻度や大きさを確率的に表現し、広域排水リスクの持つ不確実性として定量的に評価する一連の方法は独創的であり、本研究の最大の特長ともなっている。このようなリスク評価の考え方を複雑な水管理が要求される低平水田域の排水問題に適用した例はこれまで無く、新しい試みであり、学術的なインパクトが大きい業績であると評価できる。さらに、地域特性の反映が可能な豪雨の模擬発生法は、全国の様々な地域の災害に関連する分野にも応用可能であり大変有用である。また、広域水田における水稻被害の評価法においては、現在広く栽培されている水稻品種の冠水被害特性を評価するための圃場実験法や水稻減収尺度の提案を行うなど、農業農村整備に関わる行政部局や営農実務者に対して有益な情報を発信できる内容となっている。これらの一連の研究は、今後の気候変動下の災害対応、将来的な排水計画や種々の治水・利水計画の策定や実施、さらには気候変動適応策としての水利施設の管理運用における新たな方向の提示や展開へと発展するものであり、意義ある研究成果として高く評価できる。

平成28年12月26日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び学力の確認を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。