

審査の結果の要旨

氏名 久松 力人

本論文は6章からなり、第1章は研究の背景と目的、第2章は高潮ハザードの評価、第3章は損失額の評価、第4章は評価手続きの不確実性、第5章は被害関数の高度化、第6章は結論について述べられている。

第1章では、まず保険業界における高潮リスク評価の動向や重要性を示し、既往研究のレビューにより高潮リスク評価における現状の課題を整理している。例えば、従来広く用いられている **Joint Probability Method (JPM)** はハザード推定の数値計算コストが膨大である一方、計算コストを下げるために代表台風のみ数値計算を行う **JPM-OS(Optimal Sampling)** では結果を補間する際に不確実性が生じることが課題である。また、既往研究では想定台風について天文潮位を固定して評価しているが、実際には台風が来襲する際の天文潮位は一定ではなく、それが損失額に与える影響については議論されていない。浸水深から損害率を算出する被害関数については、我が国で主に用いられている国交省によるものは現状とは乖離がある可能性がある。これらをふまえて本研究の目的を、天文潮位を確率的に考慮しかつ計算負荷を低減させる高潮リスク評価手続きを提案し、それを東京湾沿岸に適用して有用性を確かめ、パラメータ等の条件が予想損失額にもたらす不確実性を確認するとともに、より現状を把握可能な保険金支払情報を用いた被害関数の構築方法について考察することとしている。そして、天文潮位を確率的に考慮しかつ計算負荷を大幅に削減可能なハザード評価と、統計情報から作成した資産分布に基づく損害額の評価による、新たな高潮リスク評価手続きを提案している。

第2章では、提案した手続きに従って、資産が特に集積する東京湾において確率台風モデルを援用し、確率論的に高潮ハザードを評価している。提案した手順の特徴は、評価プロセスに経験式と数値モデルを組み合わせることにより計算負荷を大幅に削減すること、天文潮位の頻度分布からランダムに天文潮位を設定することにより天文潮位を確率的に考慮することである。結果として、数値計算対象の台風数を約9万から1,000に減らすことで計算負荷を大幅に削減しつつ、保険設計に必要な精度を確保できることを示している。また、その結果を活用して保険におけるリスク管理の際に必要な再現期間別の高潮浸水深分布を求めている。

第3章では、東京湾沿岸の建物や内容物などの資産額分布を統計情報から作成し、2章で得られた台風ごとの最大浸水深分布と、高潮被害関数を利用して台風毎の損失額を推定している。また、推定した損失額に基づいて保険設計に使用される **EP(Exceedance Probability)** カーブを構築することにも成功している。これらにより、提案した手続きによって、保険設計の要件を満たす損失額等の情報が得られることを確認している。

第4章では、提案した手続きにおける不確実性の主要因を整理し、それらの要因が推定損失

額にもたらす影響について検討している。具体的には、台風モデル、最大風速半径、標本台風の抽出、天文潮位の設定について、感度分析、リサンプリング、機械学習等の手法を用いることにより、それぞれの不確実性を定量的に評価している。また、天文潮位を一定とする従来の推定手法と本手法による推定損失額を比較し、全台風について天文潮位を平均値で一定とする場合は過小評価、朔望平均満潮位で一定とした場合には過大評価となることを示している。

第5章では、2015年の関東・東北豪雨における保険金支払情報と、洪水シミュレーションを利用した洪水被害関数の構築手法について検討している。損害保険会社の実データを用いた被害関数の構築事例は今までになかったが、そのデータを活用することによって現状を反映した平均被害率及び被害率のばらつきを評価することが可能であることなどを示している。提案手法は高潮被害関数構築の際にも応用可能であることから、事例が蓄積されるとともに利用可能なデータが増えれば、より一般化された被害関数の構築が期待できる。

第6章では、本研究の成果を総括するとともに、評価対象地域の特性や評価の要件を考慮して、本提案手法とJPM-OS等とを使い分けることを提案している。また今後の課題として、高潮推定の経験式をより精度の高いモデルに置き換えることによる数値計算対象台風の抽出方法の改善や、高潮数値計算の結果を入力とした氾濫計算の導入による更なる計算負荷の削減などを挙げている。

なお、本論文第2～5章は、多部田茂、金洙列、水野勝紀、河辺賢、水野佑亮、篠塚義庸、堀江啓との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上のように、本論文は損害保険を対象とした高潮リスクの評価手続きに関して新規な提案を行うとともに有用な知見をもたらすものである。よって本論文は博士（環境学）の学位請求論文として合格と認められる。

以上2059字