

| | |
|----------|---|
| 氏名（本籍） | 橋本 孝治（北海道） |
| 学位の種類 | 博士（工学） |
| 学位授与番号 | 甲第 355 号 |
| 学位授与日付 | 平成 20 年 9 月 10 日 |
| 専攻 | 環境エネルギーシステム専攻 |
| 学位論文題目 | 大気・海洋・波浪結合モデルによる沿岸災害予測システムの構築とその応用 (Development of the coastal disaster forecasting system based on a coupled atmosphere-ocean-wave model and its application) |
| 学位論文審査委員 | (主査) 教授 安田 孝志 (副査) 教授 藤田 裕一郎 教授 小林 智尚 |

論文内容の要旨

地球温暖化が進行する中で、近年、異常気象に伴う自然災害が世界中で頻発している。また、国土構造・社会構造の脆弱性が相俟って被害リスクを増大させている。特に、沿岸域は、我が国における政治・経済の基盤として人口・資産が集中している地域であり、沿岸災害を未然に防ぐことは極めて重要な課題となっている。

本論文は、将来の沿岸災害に対して、持続可能な安全・安心な社会の構築を目指すにあたって必要な知見ならびに有効なツール獲得を目的としたものである。まず、沿岸災害の実態を把握すべく、①既往資料に基づく災害リスクの把握、顕著災害の事例分析、沿岸災害の誘因となる気象外力の特性検討、さらに地球温暖化に伴う将来的な高潮リスクの定量化を行った。次に、②自然環境が変化する中で効果的・効率的な防災対策の推進において不可欠となる大気-海洋-波浪結合モデルを核とした沿岸災害予測システムを構築した。そして、これを現地に適用し、③2006年10月に発生した特異な高潮メカニズムの解明を図るとともに、大気-海洋-波浪結合モデルの有用性を検証した。さらに、沿岸災害予測システムにおける越波・越流モデルを現地に適用し、④越波・越流モデルの精度検証を行い、被害軽減に向けたハードやソフト対策について検討するとともに、本システムの有用性を検証した。最後に、これらの結果を考慮して、沿岸防災における将来展望について考察した。以下に、主な検討項目とその結論について述べる。

- 沿岸災害の実態の把握を目的に、既往資料の分析を行った。その結果、防災施設の整備によって、人的被害は激減したものの、被害額が増加する傾向にあり、全国での災害ポテンシャルは、人的被害 100 名/年、施設被害額 1 兆円/年と極めて高い状況で推移していることを確認した。この内、台風に起因する風水害の割合が高いことから、沿岸域を含めた低地で災害ポテンシャルが高い状況下にあることがわかった。また、北海道においても、沿岸災害による被害額は、1980 年頃から増加する傾向が見られ、特に、台風によってもたらされる災害が増加していることが明らかとなった。さらに、地球温暖化に伴う海面水温および海面水位の上昇を考慮し、潮位上昇量を簡易的に試算したところ、42cm と算出され、災害リスクが高まることが予測された。
- 今後の沿岸災害に対して、有効な対策のためのツールとなり得る大気-海洋-波浪結合モデルに越波・越流モデルを外部的に組み込むことにより、気象外力場の計算から越波・越流に伴う被害予測が精度良く評価できる沿岸災害予測システムを構築した。このシステムを 2006 年 10 月の温帯低気圧に伴う特異な高潮事例に応用し、現地観測結果と比較した結果、当時の潮位偏差や気象場、波浪場を精度良く再現できることを明らかにした。また、本事例の特異な高潮メカニズムの解明に向けた理論的考察および高潮実験を実施し、本事例が一般的な高潮とは異なる現象であることを説明するとともに、海岸線に平行な強風によって卓越するエクマン輸送に起因した新たな外洋型の高潮メカニズムを裏付ける結果を示すことができた。今後の高潮防災における適切な設計外力の設定や高潮防災情報の発信等において、従来考慮することが無かった新たな災害要因を解明した点で非常に重要な知見を得た。さらに、このような特異な現象の解明においても、沿岸災害予測システムの応用が有効であることを示した。
- 沿岸域における越波・越流現象に伴う被害軽減対策の検討を目的に、沿岸災害予測システムを下記の 3 つの事例に応用した。そして、沿岸災害予測システムにおける越波・越流モデルの精度検証を行うとともに、ハードやソフト対策の検討を具体的に行い、越波・越流モデルの有用性について検証した。その結果、事例 1 では、越波モデルは、技術基準等に示された算定手法では難しい複合的な施設及び特殊・複雑な海岸地形における越波現象の再現性の良さを明らかにするとともに、コスト縮減や安全な利用等を踏まえた効果的・効率的な対策施設を提案し、本モデルの有用性を示した。事例 2 では、簡易的な越波予測システムの開発に越波モデルを応用し、越波予測への適用性を確認するとともに、越波予測システム等のソフト対策における越波モデルの応用の可能性を示した。事例 3 では、漁港施設に対する越流被害予測に越流モデルを応用し、港内における波高および陸域における浸水深ともに現地の状況を概ね再現することを明らかにした。さらに、越流被害低減に向けたハード対策の検討を行うとともに、ハー

ド対策を補うソフト対策について提案し、越流モデルの有用性を明らかにした。

論文審査結果の要旨

地球温暖化が進行する中で、近年、異常気象に伴う自然災害が世界中で頻発している。また、国土構造・社会構造の脆弱性が相俟って被害リスクを増大させている。特に、沿岸域は、我が国における政治・経済の基盤として人口・資産が集中している地域であり、沿岸災害を未然に防ぐことは極めて重要な課題となっている。

本学位請求論文は、こうした観点から、沿岸災害の未然防止・減災に必要な知見ならびに有効ツール獲得を目的に沿岸災害の予測システムを構築し、その有用性を実証したものである。

具体的には、まず、沿岸災害の実態を把握すべく、①既往資料に基づく災害リスクの把握、顕著災害の事例分析、沿岸災害の誘因となる気象外力の特性検討、さらに地球温暖化に伴う将来的な高潮リスクの定量化を行った。次に、②自然環境が変化する中で効果的・効率的な防災対策の推進において不可欠となる大気-海洋-波浪結合モデルを核とした沿岸災害予測システムを構築した。そして、これを現地に適用し、③2006年10月に発生した特異な高潮メカニズムの解明を図るとともに、大気-海洋-波浪結合モデルの有用性を検証した。さらに、沿岸災害予測システムにおける越波・越流モデルを現地に適用し、④越波・越流モデルの精度検証を行い、被害軽減に向けたハードやソフト対策について検討するとともに、本システムの有用性を検証した。

その結果得られた主要な結論は以下のように要約される。

- 沿岸災害の実態の把握を目的に、既往資料の分析を行った結果、防災施設の整備によって、人的被害は激減したものの、被害額が増加する傾向にあり、全国での災害ポテンシャルは、人的被害100名/年、施設被害額1兆円/年と極めて高い状況で推移していることを確認した。この内、台風に起因する風水害の割合が高いことから、沿岸域を含めた低地で災害ポテンシャルが高い状況下にあることが分かった。また、北海道においても、沿岸災害による被害額は、1980年頃から増加する傾向が見られ、特に、台風によってもたらされる災害が増加していることが明らかとなった。さらに、地球温暖化に伴う海面水温および海面水位の上昇を考慮し、潮位上昇量を簡易的に試算したところ、42cmと算出され、災害リスクが高まることが予測された。
- 今後の沿岸災害に対して、有効な対策のためのツールとなり得る大気-海洋-波浪結合モデルに越波・越流モデルを外部的に組み込むことにより、気象外力場の計算から越波・越流に伴う被害予測が精度良く評価できる沿岸災害予測システムを構築した。このシステムを2006年10月の温帯低気圧に伴う特異な高潮事例に応用し、現地観測結果と比較した結果、当時の潮位偏差や気象場、波浪場を精度良く再現できることを明らかにした。また、本事例の特異な高潮メカニズムの解明に向けた理論的考察および高潮実験を実施し、本事例が一般的な高潮とは異なる現象であることを説明するとともに、海岸線に平行な強風によって卓越するエクマン輸送に起因した新たな外洋型の高潮メカニズムを裏付ける結果を示すことができた。今後の高潮防災における適切な設計外力の設定や高潮防災情報の発信等において、従来考慮することが無かった新たな災害要因を解明した点で非常に重要な知見を得た。さらに、このような特異な現象の解明においても、沿岸災害予測システムの応用が有効であることを示した。
- 沿岸災害予測システムにおける越波・越流モデルの精度検証を行うとともに、ハードやソフト対策の検討を具体的に行い、越波・越流モデルの有用性について検証した結果、事例1では、越波モデルは、技術基準等に示された算定手法では難しい複合的な施設および特殊・複雑な海岸地形における越波現象の再現性の良さを明らかにするとともに、コスト縮減や安全な利用等を踏まえた効果的・効率的な対策施設を提案し、本モデルの有用性を示した。事例2では、簡易的な越波予測システムの開発に越波モデルを応用し、越波予測への適用性を確認するとともに、越波予測システム等のソフト対策における越波モデルの応用の可能性を示した。事例3では、漁港施設に対する越流被害予測に越流モデルを応用し、港内における波高および陸域における浸水深ともに現地の状況を概ね再現することを明らかにした。さらに、越流被害低減に向けたハード対策の検討を行うとともに、ハード対策を補うソフト対策について提案し、越流モデルの有用性を明らかにした。

以上要するに、本論文は、メソスケールの大気-海洋-波浪結合モデルとミクروسケールの越波・越流モデルを組み合わせた力学ベースの沿岸災害予測システムの開発に成功するとともに、数多くの具体的事例にこのシステムを適用し、エクマン輸送に伴う高潮などそれまで考慮されて来なかった災害要因の重要性を示すなどその有用性を実証したものであり、学術上ならびに実務上の貢献が大きい。よって本論文は博士（工学）の学術論文として価値あるものと認める。

最終試験結果の要旨

学位論文およびその基礎となる3編の原著論文の内容を中心とした事項について口答試問を行い、厳正に審査した結果、合格と認められた。