

博士論文審査報告書

論 文 題 目

高潮の現地調査と
気象・高潮数値モデルによる分析・将来予測
Analysis and Future Prediction of Typhoons and
Storm Surges by Field Surveys and Numerical
Atmosphere - Ocean Model

申 請 者

中村	亮太
Ryota	NAKAMURA

建設工学専攻 海岸工学研究

2017 年 2 月

高潮に伴う浸水による沿岸域の災害は、沿岸域に立地する諸国にとって過去、現在、将来にわたる深刻な懸念事項である。多くの自然災害の中でも、台風とそれに伴う高潮が歴史的には日本のみならずバングラデシュ、さらに最近ではミャンマーやフィリピンの海岸にも非常に大きな脅威を与えてきた。気候変動と海面上昇の影響の下においては、これらの地域の熱帯低気圧（Tropical Cyclone）の運動に重要な変化が起こる可能性が高い。気候変動に関する政府間パネルの第五次評価報告書（IPCCAR5）によると、さまざまな海域全体で熱帯低気圧の活動が大きく変化する可能性が高いといわれている。北太平洋では、2013年に、急速に発達する台風ヨランダが来襲し、フィリピンのレイテ島およびサマル島で地域住民や地域社会、社会基盤施設に大規模な被害をもたらした。台風ヨランダ来襲後には、気候変動によって引き起こされる勢力の強い低気圧により、世界各地でこれまでよりも大きな災害を経験し始めているのかもしれないと懸念されてもいる。本論文は、近年の台風挙動に関するデータを分析するとともに、台風と高潮を数値的に予測する気象-沿岸流動結合数値モデルを作成することにより算定するという手法を用いている。本研究の主な目的は、正確な数値予報モデルを作成し、適切な条件を与えて運用することにより、台風に伴う物理現象を予測することであり、正に時宜を得た研究であるといえる。さらに本論文では2100年におけるIPCCAR5シナリオRCP8.5を考慮し、気候変動を想定した海面水温（SST）上昇や気温や湿度の変化の下での台風挙動の変化を予測し、高潮の規模の将来変化を予測しようとしており、海岸工学的な価値もあると認められる。

審査に当たっては2016年9月15日に審査委員予定者3名による予備審査会を実施し、専攻内縦覧に付してよい旨の判定を得ている。2016年9月15日から9月29日に建設工学専攻における専攻内縦覧を行い、9月29日の専攻会議で博士論文受理の申請が認められ、10月27日の創造理工学研究科運営委員会で論文が受理された。2017年1月11日に論文の公聴会を行った。公聴会には論文提出者以外に15名が出席していて、論文内容の発表の後に、質疑応答が行われた。研究倫理については、博士課程後期学生として単位を取得している。

本論文ではまず著者本人によるフィリピン・ヨランダ（国際名：ハイヤン）高潮（2013年11月）と北海道・根室市の高潮（2014年12月）の現地調査の内容を整理し、高潮災害の具体的事例を分析している。災害直後の現地で得られるデータは貴重であるが、災害時には地域社会が混乱しているため、調査は大きな困難を伴う場合が多い。そのような困難な状況の中で、それぞれの被災地の地形的、社会的な条件について検討し、高潮痕跡高さなどのデータを詳細に取得している。

本論文ではさらに、気象モデル（WRF）と海洋流動モデル（FVCOM）を組み合わせて、アンサンブル高潮予報モデルを構築している。このモデルで

9 個のアンサンブルメンバーを計算し、それぞれの算定結果について検討を行っている。結果としていくつかのメンバーでは台風の強さと高潮の高さを過小評価する場合があることが分かった。この点に関しては公聴会において参加者から、現地での高潮痕跡高の計測結果はそれぞれの地点での局所的なデータであり、差分法によってメッシュ内の物理量（高潮偏差）が平均化されている数値計算結果が小さく出ることは許容されるのではないかとの意見があった。一方で著者は海岸工学的な立場から沿岸域の安全確保を考えて、防護構造物の設計に用いる高潮偏差としては、アンサンブルの平均値をとるのではなく、メンバーの中での最大値をとるなどの方法が考えられるとしている。

次に本論文では、地球温暖化の高潮偏差への影響評価を行っている。海面温度、対流圏、成層圏での気温、湿度などを IPPCAR5 により提示されている温暖化シナリオに沿って変化させて、台風を中心気圧、軌道、風速および高潮偏差の変化を本研究で開発した数値モデルによって求めている。その結果、海水面温度の上昇は高潮偏差の増加をもたらすことを確かめた。一方で対流圏温度の上昇は成層圏温度の低下を経由して、台風の強度の低下、高潮偏差の減少をもたらすことが分かった。また、湿度の変化は高潮偏差に直接的には影響しないようである。

上記の気象・沿岸流動結合数値モデルを用いて、高潮偏差の将来予測を東京湾で行い、防護構造物の高さを決めるための簡易的な将来予測の海岸工学的な方法として提案している。東京湾内のそれぞれの地点において高潮偏差を大きくする風向を特定し、その風向別に風速と高潮偏差の関係を数値モデルによって求め、これをもとに外挿によって温暖化によって風速が大きくなった場合の高潮偏差量の増加を推測している。この結果、東京湾では、防潮堤の高潮成分の計画高さを 1.3 から 2.3m 程度増やすことを検討すると提言している。

最後に最終章においては、結論を述べ、本研究で得られた主要な成果を、高潮災害の解明、気候変動下における予想される高潮偏差の将来変化、数値高潮予測モデルの開発と新しい高潮対策構造物の立案の 3 点から総括している。

以上を要約すると、本論文ではフィリピン・レイテ島、根室市などでの著者自らの現地調査に基づいて災害データを分析し、さらに数値予測の手法を用いて、高潮被災の具体的な状況を分析している。その上で新しい高潮予測数値モデルを駆使して、高潮の実態と地球温暖化後の将来像を明らかにしている。

これらの研究成果は現在と将来にわたる台風とそれに伴う高潮に対する沿岸域の防災に貢献するとともに、高潮現象の性質を物理的に理解する上での重要な視点を提示している。よって本論文は海岸工学、沿岸防災、温暖化影響予測の分野に重要な貢献をするものであり、博士（工学）の学位論文とし

て価値あるものと認める。

2017年1月

審査員

(主査) 早稲田大学教授 工学博士 (東京大学) 柴山 知也

(副査) 早稲田大学教授 工学博士 (名古屋大学) 榊原 豊

(副査) 早稲田大学教授 工学博士 (早稲田大学) 関根 正人