

京都大学	博士（工学）	氏名	二宮 順一
論文題目	大気海洋波浪結合モデルにおける海面バルクフラックスの台風時大気海洋物理環境への影響評価		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は、台風災害評価のために大気、海洋、波浪の推算の各数値モデルの結合部に用いられる海面バルクフラックスモデルによる台風、海流、波浪の推算結果に及ぼす影響について検討を行ったものであり、7章で構成されている。その概要は以下のようである。</p> <p>第1章は本論文の序論であり、大気海洋波浪結合モデルの持つ課題に関する研究背景や研究目的、本論文の構成について述べている。</p> <p>第2章は、大気海洋境界での運動量や乱流エネルギーの交換に関するこれまでの研究事例、発展の経緯について述べるとともに、現在の大気海洋境界における物理過程のモデル化に関する課題についてまとめている。また、大気側および海洋側から見た大気海洋境界での物理過程との粗度や乱流エネルギーフラックスに対する波浪の影響についてレビューを実施した。</p> <p>第3章は、本論文で取り扱う現地観測とそのデータとその特性について記述されている。大気及び海洋の現地観測は和歌山県田辺湾に位置する京都大学田辺中島高潮観測塔にて、日本に台風の接近が集中する時期に行われた。本論文では、2009年から2012年の観測で観測塔に接近した台風イベントの結果を中心に解析している。水温の鉛直プロファイルの時間変化の観測結果から、台風接近に伴う強鉛直混合による水温成層の破壊から回復の経過が明らかになった。</p> <p>第4章は、本論文で用いた大気海洋波浪の各モデル及び結合モデルがまとめられている。海洋モデルには準3次元モデルであるROMS (Regional Ocean Modeling System) を用いている。ROMSは種々の差分方法、物理モデル、境界条件がモジュール化されていることや、鉛直座標に地形に沿ったシグマ座標が適用されていることが特徴である。気象モデルには非静力完全圧縮の領域気象モデルであるWRF (Weather Research and Forecasting Model) を用いている。WRFはROMS同様に種々の物理モデルがモジュール化されていることや、高精度の数値計算スキームが適用されている。波浪モデルにはスペクトル型波浪モデルであるSWAN (Simulating Waves Nearshore) を用いており、SWANは波作用量平衡式を解き、浅海域への適用が可能なモデルである。</p> <p>第5章では、運動量と乱流エネルギーに関するバルク式を用いることによる予測結果の影響解析を行っている。大気側粗度に対して従来型の風速依存式と3つの波浪依存式を大気海洋波浪結合モデルに適用して、台風を対象とした推算結果の比較検討を行った。海面バルク式の違いは、台風の特性量や、風向と波向とが一致する台風右前方部の大気海洋物理量に対して、大きく影響しないことが確認された。一方で、風向と波向とが一致しない台風左後方部では、風速依存式と波浪依存式との間で熱フラックスや海洋の流動に大きな差が生じることを示した。これは波浪に対して順風条件下では風速依存式と波浪依存式との差が小さく、逆風もしくは横風における条件下でパラメタリゼーションに特に差ができることを示している。また、台風周辺の30m/s以上の高風速域では各海面バルク式によって海面抵抗係数が大きく異なることや、近年</p>			

京都大学	博士 (工学)	氏名	二宮 順一
<p>明らかとなった高風速下での海面抵抗係数の低下と一致しないことから、海面バルク式の観測に基づいた検証が不十分であることを確認した。</p> <p>第6章では、モデルの結合条件の違いが数値計算結果に与える影響について検討を行っている。結合条件は大気に対して海洋と波浪を、海洋に対して大気と波浪を一方または双方向で結合する場合を対象としている。メソスケールにおける大気側への影響では、海洋モデルの結合によって海面温度の動的な変化が加味された結果、台風は弱く推定された。海洋側への影響では、波の発達が進む台風周辺部において、波浪モデルを結合して砕波の影響が加味された結果、鉛直混合が促進された。湾スケールでもメソスケール同様の傾向があり、台風通過に伴う水温変化に対して大気モデル結合による熱のフィードバック、また流況の変化は波浪モデル結合による波のエネルギー散逸が有効であることを示した。</p> <p>第7章は本論文の結論であり、本研究で得られた成果についてとりまとめている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、大気海洋波浪結合モデルを用いて海面バルクフラックスモデルのパラメタリゼーションの違いが台風と海洋、波浪の推算に与える影響について検討を行うとともに、数値モデルで用いる結合条件が台風と海洋、波浪の推算に与える影響について検討した成果についてまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 海面バルクフラックスの違いが台風と海洋、波浪の推算に与える影響

従来型の風速依存式と波浪依存式を大気海洋波浪結合モデルに適用して、台風推算を行い比較することにより、海面バルクフラックスの違いによる大気と海洋に対する影響について検討した。その結果、波浪に対して順風条件下では従来の風速依存式と波浪依存式で評価される大気と海洋の運動量交換および熱交換の間の差が小さく、両者の違いはあまりないことを、一方で、横風条件下では波浪依存式は風速依存式に比べて大きい運動量フラックスを与え、大気および海洋の状況が大きく異なることを示した。

2. 数値モデルの結合条件が台風と海洋、波浪の推算に与える影響

大気海洋波浪結合モデルを用いて、モデル間の結合条件を変更することでモデル間の動的な情報交換が台風下の大気と海洋の推算に与える影響について検討した。その結果、台風通過条件下では、水温変化は大気モデル結合による熱のフィードバックが、流速の変化は波浪モデル結合による波のエネルギー散逸が大きな影響を与えることを示した。

以上、本論文は、風速もしくは波浪情報に基づく海面バルクフラックスに対する新たな知見を与えるとともに、数値モデルの精度向上に対する有用性が認められ、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26年8月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。