

審査の結果の要旨

氏名 Mutua Felix Nzive

ムトゥア フェリクス ゴジイバ

ナイル川最上流に位置するビクトリア湖流域は、洪水や気象災害に対して脆弱であり、人的被害に加え、農業、漁業や湖上交通に大きな被害が生じている。加えて気候の変化に伴う気候の変動性の増加と、異常気象の頻度の増加によって、同地域の災害リスクの増大が懸念されている。そこで、気候の変化に伴う地域スケールの気候レジームの変化を明らかにして、ビクトリア湖周辺の異常気象のハザードの変化と、ビクトリア湖に注ぐ流域スケールでの洪水の変化を定量的に把握する必要が高まっている。また、気候の変化に対する適応策の提示も重要な課題である。

本研究は、ビクトリア湖に注ぐ一つの河川流域のスケール、ビクトリア湖流域スケール、地域スケールで、気候の変化の影響を明らかにするとともに、気候変動への適応策の一つとして、ビクトリア湖流域スケールの豪雨予測の精度向上のために、衛星データ同化手法の適用可能性を検討している。

河川流域スケールでは、第3次結合モデル比較実験(CMIP3)に参加した24の気候変動予測モデル(GCM)から、現在気候の降水時空間分布特性、気圧場、気温場、風場、海面水温分布の再現性の良い3つのGCMを選択し、地上降水量データを用いて、日降水量のバイアスを補正し、過去と現在の日降水量時系列を作成した。また、ビクトリア湖北東岸に位置するニヤンド川流域を対象に、エネルギー・水循環分布型モデル(WEB-DHM)を構築し、バイアス補正した降水量と各GCMの他の気象要素を入力としてWEB-DHMで河川流量を計算した。その結果、流域各地点で、選択された3つのGCMの入力を用いた場合、いずれも気候変化に伴う洪水流量の顕著な増加が示された。

ビクトリア湖流域スケールについては、ビクトリア湖流域周辺で、豪雨傾向を示す指標として、日降水量40mm以上の日数(ECAR40MM)が20-50%、単純降雨強度指数(ECASDII)が4-10%増加し、豪雨の増加傾向は当該スケールで共通の現象であることが分かった。

そこで、インド洋、アフリカ大陸を含む地域スケールで解析したところ、気候の変化に伴い、赤道付近でコンゴを上昇域、アフリカ大陸東岸を下降域とするウォーカー循環が、10-12月の雨季において弱化する傾向が明らかとなり、アフリカ大陸東岸での下降の弱化に伴い、降水強度が増加している様子が明らかとなった。

一方、気候変動に伴う豪雨災害の適応策として、観測が十分ではないビクトリア湖流域の豪雨予測精度の向上を目的として、衛星搭載マイクロ波放射計を

用いた大気-陸面結合データ同化手法(CALDAS)の適用を試みている。適用の結果、初期には衛星観測で得られる降水量分布と適合する予測雨量を得ることができたが、予測計算3時間で豪雨を形成する擾乱が消滅することが分かった。

その原因を明らかにするために、CALDASで用いられる同化プロセス、収束発散条件、陸域からの射出等、各条件に関する感度実験を行った。その結果、現システムでは、降水粒子の同化が強効きすぎて潜熱放出が妨げられることが、擾乱を弱化する要因になっていることを明らかとなった。また、陸面データ同化で、地表面温度が高めに推定されていることが、大気水蒸気の過小評価につながり、擾乱を維持するための対象領域の水蒸気量の著しい低下が、降水システムの早期の消滅につながっていることを明らかにした。そのうえで、この2点を改善したシステムで予測計算を行ったところ、長時間にわたって、実際の雨域で降雨を予測する割合が増加し、無降雨域で降雨を予測する割合が低下する結果を得て、豪雨の予測精度向上に貢献する結果を得た。

上記のように、本研究では各研究項目において優れた科学的知見、予測精度向上の優れた実績を挙げるとともに、流域スケールから地域スケール、解析研究から予測研究まで、気候変化に伴う豪雨災害の増加のメカニズムに関する科学的知見を得ている。また、適応策に関する具体的な貢献も果たしており、その包括的な研究の枠組みそのものを確立したところに意義がある。

以上、本研究は、気候の変化に伴うビクトリア湖周辺の気象ハザードの変化の理解とその定量的な評価に優れた科学的知見を提供しているとともに、適応策としての豪雨予測の精度向上に大きく貢献している。この研究成果は、現在の洪水管理、および気候変動を考慮した将来の洪水管理計画に資するところが大きく、科学的、社会的有用性に富む独創的な研究成果と評価できる。よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。