

審査の結果の要旨

氏名 インナ シャファリナ

マラリアは、今もなお特にアフリカで大きな死亡者数を出している風土病であり、SDGs の目標 3 でもその対策の必要性が明記されている。昨今の急速な気候変動が、社会的な変化と合わせて、マラリアの流行にどう影響するかを評価することは今後の社会にとって極めて重要な課題である。Inna Syafarina 氏の博士論文「Improvement of Malaria Transmission Model by Calibration of Surface Water Formation Parameter and Future Projection over Africa (地表水面形成パラメータの較正によるマラリア伝染モデルの改良及アフリカにおける将来予測)」では、将来予測に使用される伝染モデルの不確実性の原因のひとつである水面形成に関するパラメータを衛星観測によって最適化した上で、将来の予測における気候変動の影響を要因ごとに分析することを目的としている。

第 2 章では、使用するモデルの説明と数値実験の設定が記されている。国際理論物理学センターによって開発されたベクター媒介感染症モデル VECTRI がこの研究では使用され、南緯 38 度から北緯 38 度および西経 20 度から東経 55 度が計算領域であり、すべて 0.1 度×0.1 度の格子が使用されている。

第 3 章では、この研究で使用した方法論、データセット、シミュレーションシナリオ、及び観測された EIR (人間がマラリア病に感染した蚊に接触する確率) について説明している。既存の EIR データは、アフリカの 12 か国足らずの、さらに非常に限られた期間しか存在せず、どのようにシミュレーションの精度を担保するのかがこのようなマラリアに関する気候変動影響研究の共通の問題である。

本研究では、第 4 章において、その問題を水文学的な観点から克服している。グリッド内で降水が一時的に地表面に貯まって水面を形成する過程が VECTRI では表現されているが、元々の設定では、本来地形に関係するべき水面形成速度がどの地点でも一定として与えられていた。本研究では、衛星から得られる毎日の水面割合から水面形成速度の空間分布を求めたのち、限られた検証点において EIR の誤差が最小になる水面形成速度になるよう、スケーリング係数とグリッドごとの標高で補正した。12 地点から得られたスケーリング係数をアフリカ全土に外挿し、交差検証を行ったところ概ね良好な一致が確認された。

つぎに第 5 章では、予測された気候シミュレーション結果に対するマラリアリスク (EIR) への影響について議論している。気候予測モデル MIROC による CMIP6 (結合モデル相互比較プロジェクトフェーズ 6) 用の 3 つの代表的濃度経路シナリオ (RCP 2.6、7.0、8.5) の実験計算結果から、毎日の降水量と地表付近気温を入手し、将来と現在における大気強制力データを作成した。一方、3 つの社会経済経路シナリオ (SSP) での人口密度強制データセットを作成した。また、第 4 章で最適化された水面形成速度の空間分布を適用した。

将来実験の結果、アフリカ西部と中央部における 21 世紀の終わり頃の平均 EIR は、20 世紀の終わり頃と比較して、RCP 2.6 ではそれぞれ 23% 減・40% 増、RCP 7.0 ではそれぞれ 40% 減・45% 増、RCP 8.5 ではそれぞれ 19% 減・倍増と推計された。つまり、地域によっては温暖化はマラリアのリスクを下げることに寄与することもあることが判明した。また、アフリカ西部での EIR 変化に対して、平均降水量の変化は 22%、日降水量の標準偏差の変化は 35%、連続湿潤日数の変化は -7%、平均気温の変化は 50% ずつ寄与していることが多変量解析から明らかとなった。同様にアフリカの中央部では平均降水量の変化が 1%、日降水量の標準偏差の変化が 41%、連続湿潤日数の変化が -19%、平均気温の変化が 77% 寄与していた。

第 6 章では、まとめ及び本研究の課題と今後の展開が記されている。

このように本論文は、既存のモデルを利用しつつも最新の衛星観測データと水文学的知見を用いることでその信頼性を高め、将来のマラリアリスクについて推計し、それに対するいくつかの気候変化要素による寄与率の分析を行った。地球規模の持続的な発展のために重要な示唆を与える研究であり、今後の気候変動を考慮した社会設計の指針として役立つことが期待される。このように、Syafarina 氏の研究成果は、水文学はもとより、気象・気候学・持続的発展学等にも大きく貢献するものである。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。

(1938 字)