

## 総括研究報告書

1. 研究開発課題名：南部アフリカにおける気候予測モデルをもとにした感染症流行の早期警戒システムの構築
2. 研究開発代表者： 皆川昇（長崎大学 熱帯医学研究所）
3. 相手国研究代表者：Neville Sweijd（気候地球システム科学応用センター（南アフリカ共和国））
4. 研究開発の成果

1998年からのリンポポ州のマラリア症例データを使って、感染リスクが高い地域を推定したところ、州の東側の低地帯でより高いことを明らかにした。空間的には雨量や植生との関連性は低く、低地帯において気温が高いことと相関性が高かった。症例の時間的な推移には、雨季に多くなるなど雨量との相関が見られたが、年により増減があり、長期的にはエルニーニョなどの気候変動との関連性が示唆された。

一方、近年減少傾向であったマラリア症例数が2014-15のシーズンに15年前と同規模になったことから、十数年周期で発生する大規模な気候変動との関連性も示唆された。観測データを解析したところ、アフリカ南部の降水量が季節・年々変動だけでなく、十年規模でゆっくり変動していることがわかった。海氷モデルを導入した SINTEX-F2 気候モデルを用いて、長期積分の実験を行って原因を調べたところ、南大西洋から南インド洋にゆっくり東進する、海面気圧と海面水温の十年規模変動と強く関係していることがわかった (Morioka et al. 2015)。さらに、分析が進めば、マラリアなど感染症の流行と長期的な感染症の変動と気候変動との関係を明らかにすることができ、インパクトの大きい成果につながる可能性が高い。

マラリア感染症の数理モデルの開発では、古典的な Ross モデルを改良し、リンポポ州のデータをもとに流行の初期を特徴づけるマルサス係数を年度毎に推定する事ができた。また、次世代行列理論を用いて基本再生産数を計算し、オイラー・ロトカ方程式によりマルサス係数と基本再生産数の関係も導出した。現地で開始した媒介蚊のサーベイランス、および、蚊の成長と温度との関連を明らかにする実験を開始しており、今後、これらのデータをもとにモデルの高度化を図る予定である。

下痢症と肺炎に関しては、マラリア症例が多く出ている地域の2つの基幹病院から2002年以降のデータが入手できた。さらに、保険会社に肺炎と下痢症に関する保険申請のデータ、薬の販売データが蓄積されていることがわかり、データの供与を受け分析を開始している。

気候変動予測モデルの開発では、新たに開発した SINTEX-F2 季節予測システムは、従来のシステムで無視していた海氷の影響を含んでおり、南インド洋で発生する亜熱帯ダイポールモードの現象の予測精度を向上させることに成功し、結果として、南アフリカの夏季降水量の予測精度が向上した。さらに、それらを力学的ダウンスケーリングし、結果を南アフリカの研究者 Dr. Willem Landman と共同で解析し、南アフリカの複雑な地形の影響をうける気温や降水量に関する予測の精度が向上していることを確認した。その成果は、Ratnam et al. (2016)として国際科学誌 Journal of Climate で発表した。また我々の活動を世界に周知すべく、2015年10月に開催したシンポジウムの会議レポートをアメリカ地球物理連合 AGU の機関紙 Eos に掲載した (Ikeda et al. 2016)。南アフリカには海氷モデルを搭載した季節予測システムがないが、日本側が開発した新しい SINTEX-F2 季節予測システムでは海氷の予測計算も可能である。そこで SINTEX-F2 システムで予測した海氷予測情報を使って南アフリカの季節予測システムを駆動する実験準備を始めている。さらに南アフリカと日本の季節予測情報を集約し、両国のマルチモデルによるアンサンブル予測情報を配信するシステム開発を進めている。

将来、早期警戒システムがスムーズに運用できるように、導入準備委員会を設置した。また、地域の理解を得るためにワークショップを継続して実施している。