

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 23 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2014～2017

課題番号：26305026

研究課題名(和文) 衛星観測による環境情報を用いたコレラ流行予測モデルの開発

研究課題名(英文) Cholera prediction models using satellite remote sensing

研究代表者

橋爪 真弘 (HASHIZUME, Masahiro)

長崎大学・熱帯医学研究所・教授

研究者番号：30448500

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 8,200,000円

研究成果の概要(和文)：近年アオコの発生が増えているケニア西部のビクトリア湖・ヴィーンナム湾沿岸の病院における週毎下痢症患者数とMODIS等の衛星データから抽出したビクトリア湖の生態環境情報(各病院周辺の植生指標(NDVI)、地表温度、湖水温度・水位・ホテイアオイ面積・降水量)を用いて時系列解析を行い、これら生態環境情報が同地域の下痢症発生を予測する因子として有効であることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to develop a diarrhoea prediction model using environmental information extracted from satellite remote sensing. We developed a time-series regression model by applying a distributed lag non-linear model to concurrently describe the non-linear relationship between environmental factors and the number of diarrhoea cases over multiple weeks of lag. The number of weekly diarrhoea cases visiting hospitals around the Lake Victoria in Nyanza province, Kenya was revealed to be predictable using environmental data including land surface temperature, water surface temperature, normalized difference vegetation index (NDVI) around the hospital, area of high NDVI on the lake surface (as an index of floating water hyacinth) and rainfall that were extracted from the MODIS satellite images and the GSMAP.

研究分野：環境疫学

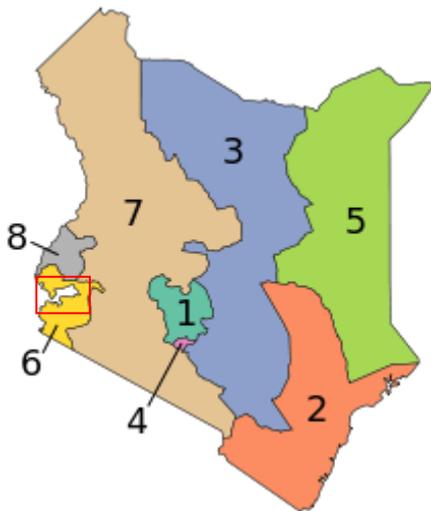
キーワード：疫学 リモートセンシング 感染症 気候変動 統計解析

1. 研究開始当初の背景

1990年から2015年の間に5歳未満児の死亡率を3分の1に削減するというミレニアム開発目標4の達成見込みは、アフリカにおいて非常に厳しい状況である。サハラ以南のアフリカにおける5歳未満児の主な死因は肺炎が21%、マラリアが18%、下痢性疾患が17%と、これら三大感染症で半数以上を占めていることから、これらの感染症をコントロールすることが国連ミレニアム開発目標4の達成に対してきわめて重要である。しかし、現状ではこれらの感染症に対する効果的な治療法が普及しているとは言えず、一方で気候変動による温帯地域への熱帯感染症の拡大が懸念されている中、感染症流行予防・対策のための新たなシステム作りが求められている。

2. 研究の目的

ケニア共和国西部のビクトリア湖、ヴィーナム湾(図1)では近年アオコとホテイアオイの発生が増え、水環境の悪化と同地域におけるコレラ流行との関連が疑われている(図2)。本研究では、(1)ビクトリア湖のアオコ、ホテイアオイ分布、表面水温や降雨量等の環境因子データを衛星観測情報から作成し、(2)コレラ患者数との関連を時系列解析により検証する。さらに衛星観測データと地上観測気象データを組み合わせてコレラ流行予測モデルを開発する。



(図1) ケニア共和国ニャンザ県(調査対象地域・6番)とビクトリア湖ヴィーナム湾(赤枠内)



(図2) キスム周辺のヴィーナム湾に群生、浮遊するホテイアオイ(航空写真)

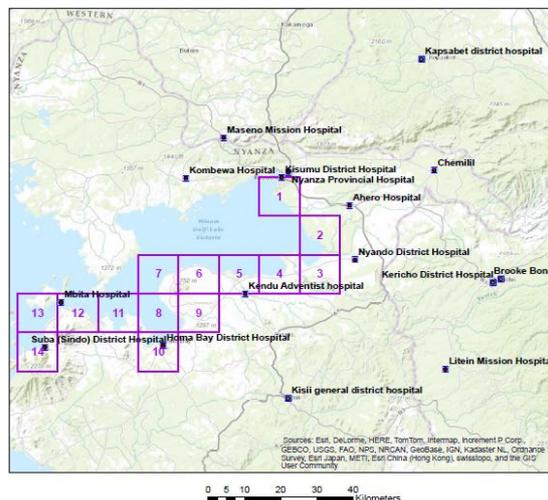
3. 研究の方法

(1) 衛星データからの環境情報抽出手法の研究とデータセット作成

長崎大学ケニア拠点が位置するケニア共和国ニャンザ県ビタ地区を含むビクトリア湖ヴィーナム湾の衛星データから表面水温やアオコ、ホテイアオイの分布、降雨量をデータ化した。現地に定点カメラを設置すると同時に水質調査を行い、アオコ発生状況をモニタリングしてデータを蓄積し、JAXAの陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)衛星画像からアオコ、ホテイアオイ分布を同定するために衛星データと地上データのつきあわせ・検証を行った。

(2) 下痢症流行予測モデルの開発

ヴィーナム湾周辺の主要病院(図3)を過去に受診した下痢症患者データを収集し、患者数の時系列データを作成した。研究期間内のコレラ患者発生数が少なかったことから、代替指標として下痢症を対象とした。(1)で作成した衛星観測によるビクトリア湖のアオコ、ホテイアオイ分布、表面水温や降雨量データ等の環境情報と下痢症患者数との関連を時系列解析により検証し、下痢症予測モデルを作成した。



(図3) ヴィーナム湾周辺の調査対象病院。図内の四角はGSMapの降雨量データ抽出グリッド

4. 研究成果

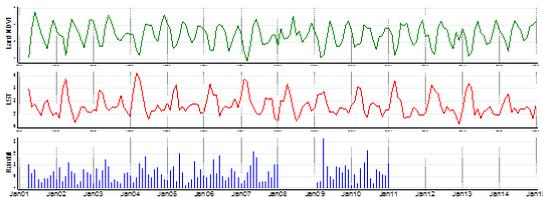
(1) 衛星データからの環境情報抽出手法の研究とデータセット作成

日毎のヴィーナム湾画像 (MODIS) (図4) より、ホテアオイの群生と推定される湾内のNDVIが一定値以上の部分の面積を計測し、ホテアオイ分布の指標とした。衛星観測でアオコの分布を指標化することは困難であった。



(図4) ヴィーナム湾衛星画像 (MODIS)。黄色の円内が湾内奥に群生するホテアオイ

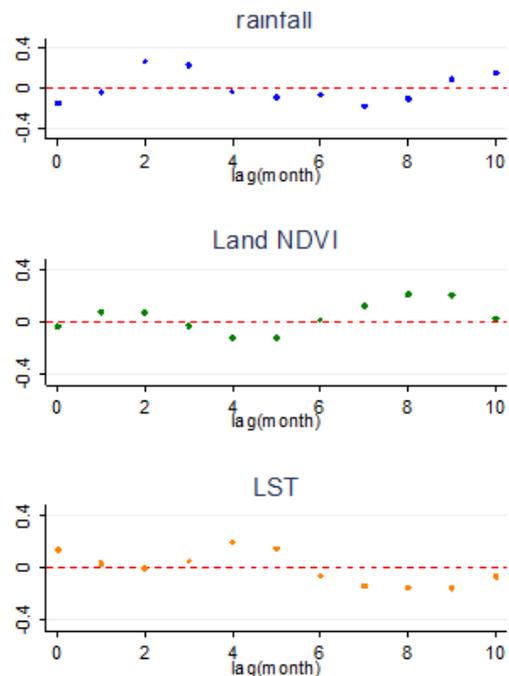
湖水温度、湖面水位、降雨量、病院を中心とする半径8 kmの地表温度、NDVI等のデータと各病院の下痢症患者数データを統合し、データベース化した(図5)。



(図5) 病院を中心とする半径8 km以内の月平均NDVI (上段)、地表温度 (中段)、降雨量 (下段)

(2) 下痢症流行予測モデルの開発

下痢症患者数と周辺地表温度 (LST)、NDVI、降雨量とのラグを考慮した相互相関関数 (cross-correlation) は図6に示す通り、一定の関連を認めた。さらに、一般化線形回帰モデルを用いて季節性や時間トレンドを考慮した時系列分析を行い、各環境因子と下痢症患者数との関連を各環境因子について特定のラグで関連を認めた。またDistributed lag non-linear modelを用いて非線形の容量反応関係およびラグとの関連を調べたところ、各環境因子に特徴的な関連を認めた。



(図6) 下痢症患者数と降雨量 (上段)、NDVI (中段)、周辺地表温度 (LST) (下段) とのラグを考慮した相互相関関数 (cross-correlation)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

1. 橋爪真弘、地球温暖化と感染症、保健の科学、査読なし、2018、第60巻3号、170-175

2. 皆川昇、Swadhin Behera、橋爪真弘、気候変動とマラリア：流行予測をめざして、医学のあゆみ、査読なし、2017、260巻10号、917-922

3. 橋爪真弘、東アフリカの高地マラリアとインド洋ダイポールモード現象、化学療法の領域、査読なし、2014、30巻3号、113-120

4. 橋爪真弘、地球温暖化と熱帯感染症、小児感染症免疫、査読なし、2014、26巻1号、54-58

[学会発表] (計9件)

1. Hashizume M. (Workshop on "Application of Ocean and Climate Predictions", 25 January 2017, Yokohama, Japan) Indian Ocean Dipole and human health.

2. Matsushita N, Kim Y, Moriyama M, Yamamoto K, Igarashi T, Yamamoto A, Otieno W, Minakawa N, Hashizume M. (International Society of Environmental Epidemiology - Asia Chapter Conference, 26-29 June 2016, Sapporo, Japan) The association between

environmental factors and malaria, diarrhea around the Lake Victoria in Kenya.

3. 橋爪真弘 (日本リモートセンシング学会第59回(平成27年度秋季)学術講演会 特別セッション「公衆衛生におけるリモートセンシングの活用」2015年11月26日 長崎市)

4. 橋爪真弘 (第30回日本国際保健医療学会自由集会「第47回国際小児保健研究会」2015年11月22日 金沢市) 気候変動と健康—日本と世界に与える影響と課題—

5. 橋爪真弘 (第74回日本公衆衛生学会総会「メインシンポジウム3 地球規模環境・健康課題と日本の地域保健・公衆衛生」2015年11月6日 長崎市) 地球温暖化の健康影響：世界と日本

6. Hashizume M. (Impact of Environmental Changes on Infectious Diseases 2015, 23-25 March 2015, Sitges, Spain) Climate, climate change and water-borne diseases.

7. Hashizume M. (2014 Conference of International Society for Environmental Epidemiology Asia Chapter. 29 November-2 December 2014, Shanghai, China) Climate, climate change and diarrhea in low-income settings -time-series regression analysis

8. Hashizume M. (2014 Water & Health Conference. A side event on Climate Change & Diarrheal Disease, 13 October 2014, Chapel Hill, NC, USA) Epidemiological Studies on the Association between Weather, Flooding and Diarrhea in Low-income Settings.

9. Hashizume M. (5th Asia-Pacific Conference on Public Health, 10-11 April 2014, Seoul, South Korea) Indian Ocean Dipole and Infectious Disease Dynamics in Tropical Asia and Africa.

[その他]

ホームページ等

<http://www.tm.nagasaki-u.ac.jp/pediatric/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

橋爪 真弘 (HASHIZUME, Masahiro)
長崎大学・熱帯医学研究所・教授
研究者番号：30448500

(2) 研究分担者

森山 雅雄 (MORIYAMA, Masao)
長崎大学・工学研究科・准教授

研究者番号：00240911

一瀬 休生 (ICHINOSE, Yasuo)
長崎大学・熱帯医学研究所・教授
研究者番号：70176296

(3) 研究協力者

山本 和英 (YAMAMOTO, Kazuhide)
宇宙航空研究開発機構

Otieno Wellington
ケニア共和国・マセノ大学