

開発途上国大都市の健康課題解決: デング熱発症警報システムの構築を中心として

代表機関: 東京大学 実施責任者: 渡辺知保
 分担機関: 愛媛大学、山形大学

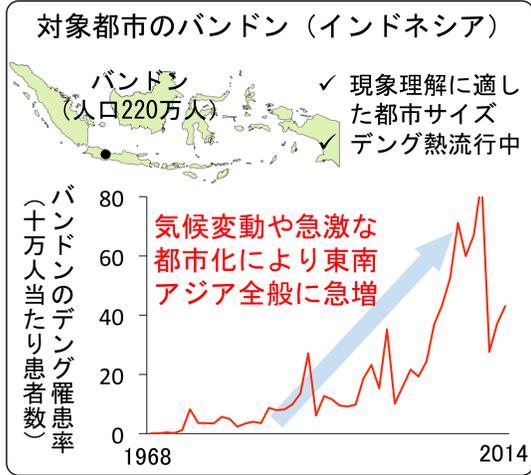
【概要】 気候変動に伴い多くの途上国都市で流行しているデング熱の予測アプリケーションを開発し、DIASに実装する。インドネシアの中核都市バンドンを対象に気候変動→気象(降水・気温)→蚊増加→デング流行の影響フローをモデル化する。そして、蚊制御に最適な居住地の配置設計や冠水対策優先地域の抽出等の適応策に活用する。

解決を目指す社会的課題とユーザーニーズ

デング熱とは
 ネットイシマカ等の蚊が媒介するウイルス感染症で、熱帯・亜熱帯地域に広く分布する熱性・発疹性疾患。重症化して出血熱をきたすと致命的になる場合もある。

- 毎年、全世界で約3億9千万人が感染
- 128か国の約40億人がデング熱感染リスクを有する
- 洪水後に感染者が増えることが多い

本研究開発の目標
 気象・水文現象に着目して気候変動下のデング熱リスクの長期的動向を予測するアプリケーションを開発する。
 →将来の都市整備に関する適応策を提案(例: 下水道整備優先地域、リスクを避けた住居地域の配置)。



アプリケーションの特徴(技術的な先進性など)

- アプリケーションのエンドユーザー**
- 熱帯・亜熱帯大都市の住民(特にバンドン市民220万人)
 - 本アプリケーションの需要先は世界規模
 - 途上国支援の外交ツールとして期待
- ユーザーニーズ**
 「デング熱に感染する脅威から我々を守ってほしい」
- 3つの“世界初”**
1. 媒介蚊の生態を考慮したデング熱予測モデルを開発する(従来は気象変数と感染者数の関係のみを定式化)
 2. 高い空間解像度で都市内の感染リスクの空間分布を予測する(従来は国土スケールなどの広域で低解像度の予測のみ)
 3. 気候変動シナリオ下のデング熱リスクを予測する(従来試みがない)

デング熱予測モデルの構築とDIASの活用

「都市気象」「媒介蚊」「デング患者」の三要素(右図の青枠)に着目して、気候変動下のデング熱リスクの長期的動向を予測する3つのサブモデルを開発する(右図の右側)。平成28年度のFS(フィージビリティ・スタディ)では、三要素のデータを現地調査および二次データの活用により収集し、要素間の関係を統計的に検証すると共に、現地バンドンにおけるデータ収集体制の整備とその実効性を検証する。

本研究がモデル化する3つの現象

- 1 都市気象(降水・冠水)**
 都市内の降水量・頻度や気温などの増加。それに伴う都市の冠水頻度・範囲の増加。
 バンドン市内の洪水の様子(2015年12月)
- 2 媒介蚊**
 ネットイシマカなどの産卵場や幼虫(ボウフラ)の生息分布が増加。蚊成虫が増加。
 卵(水際域に産卵) → 水中に生息するボウフラ(幼虫) → メスが吸血
- 3 デング熱患者**
 蚊-ヒト-蚊のデングウイルス感染環が都市広域に拡大
 バンドンで診察を受けるデング患者(2016年12月)

現地データ観測網の整備
 気象データ観測網
 気象観測器を16地点に設置
 ・降水量、湿度、気温、気圧、風向、風速データを毎分測定
 ↓SMSでデータ転送
 気象データベースを構築
 気象データを遠隔でリアルタイムに取得できるウェブシステムを構築した

デング熱予測モデルの構成
 気候変動シナリオ・適応シナリオの入力
 予測
気象・水文サブモデル
 GCMダウンスケーリング、WRF等の気象モデル、水文流出モデルを組み合わせることで都市内の降水や冠水を予測。
 局所的な降水
 全球気候モデルのダウンスケーリング WRFで再現したマニラの降水量分布(本研究で試行的に再現に成功)

蚊生態サブモデル
 気象・水文変数から、都市内の蚊生息数の空間分布を予測する
 蚊の個体数
 観測 モデル
 気象・水文変数(降水量・気温など)

デング熱疫学サブモデル
 蚊の空間分布から気候変動下のデング熱リスクの分布を予測する
 バンドン
 気候変動シナリオ下のデング熱リスクの近未来予測(2031~50年)のアウトプットイメージ

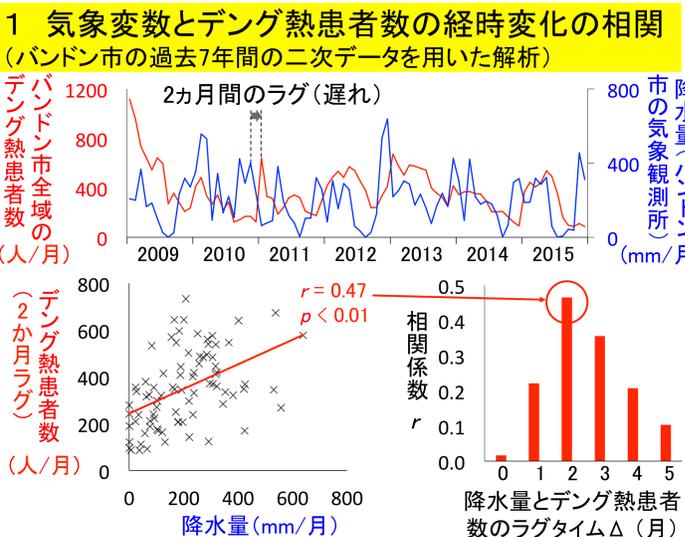
DIASの活用について

データ・既存アプリ・解析空間の活用 気象・媒介蚊・デング患者データの登録

デング熱警報システム(本研究)

DIASデータの活用(↓方向)
 地球規模降水量データ(GSMaP等)
 DIAS既存アプリケーションの活用(↓方向)
 二次元データ統計解析ツール
 DIASへのデータ登録(↑方向)
 気象・媒介蚊・デング患者データ
 デング熱予測結果データ
 DIAS大容量解析空間の活用(↓方向)
 気象・水文シミュレーションの実行

FS(フィージビリティ・スタディ)の途中成果

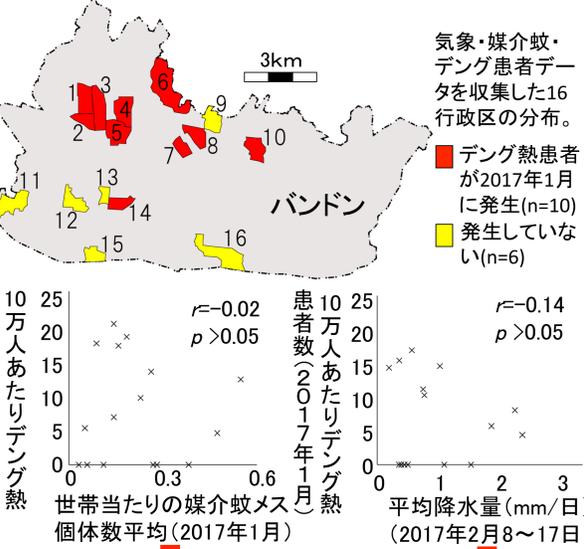


降水から2か月遅れでデング患者が増加する傾向が確認

- 降水→蚊増加(産卵・孵化・羽化)→デング流行の過程に2か月間要すると考えられる。
- 月最高気温(ラグタイムΔ=1ヵ月)と湿度(Δ=2ヵ月)もデング熱患者数と正の相関、また月最低気温(Δ=2ヵ月)は負の相関をそれぞれ示した($p < 0.01$)。
- フィリピンと同様の解析から、エルニーニョ現象を表す南方振動指数とデング熱患者数の負の相関(Δ=2ヵ月)も確認された。

2 気象・媒介蚊・デング熱患者数の観測結果と空間分布

行政区	気象 (平均値)		媒介蚊		デング熱患者		人口	10万人あたりデング熱患者数
	降水量 (mm/日)	気温 (°C)	ネットイシマカ個体数(メス)	ヒトシジメ個体数(メス)	蚊採取世帯数(2017年1月)	デング熱患者数(2017年1月)		
1	1.67	25.3	6 (3)	2 (2)	35	2	29,152	7
2	0.92	25.7	6 (3)	0 (0)	34	4	22,864	17
3	2.12	26.0	2 (2)	0 (0)	39	1	18,962	5
4	0.51	25.5	8 (5)	0 (0)	35	1	4,922	20
5	0.18	25.1	6 (6)	0 (0)	38	4	23,298	17
6	0.67	24.8	9 (4)	1 (1)	19	3	22,357	13
7	2.01	26.3	16 (8)	0 (0)	35	1	10,373	10
8	3/1観測開始	17 (9)	0 (0)	0 (0)	19	1	21,973	5
9	0.40	25.6	14 (7)	0 (0)	26	0	18,575	0
10	0.32	25.5	9 (7)	0 (0)	38	3	16,240	18
11	0.35	26.3	3 (2)	0 (0)	34	0	22,185	0
12	0.45	25.1	7 (2)	0 (0)	18	0	18,553	0
13	0.98	26.0	11 (9)	0 (0)	32	0	10,933	0
14	0.69	24.8	26 (17)	0 (0)	31	1	8,119	12
15	0.32	27.0	18 (13)	1 (0)	34	0	5,894	0
16	1.37	24.7	1 (1)	0 (0)	31	0	22,279	0
合計			(159 (98))	(4 (3))	(498)	(21)	(276,679)	(8)



2017年2月8日から観測開始。行政区8は3月1日予定。(→気象観測網が完成)

- 16行政区間の気象状態に違いがあることが確認(→デングリスクの地域差に影響する可能性)
- 湿度・気圧・風速も同様
- 吸引トラップによる十分量の個体採取の実効性が確認できた
- 特にネットイシマカが多く採取された(都市特有の傾向)
- 地域ごとに個体数が大きく異なる
- デング患者が報告され、整備した現地ボランティア監視網の実効性が確認できた
- 感染者の空間分布に地域差(北部に多い)

【現状では、相関は見られていないが・・・】
 気象(10日間)・蚊個体数(1ヵ月間)・患者数(1ヵ月間)ともに観測期間が短く、例数も少ない、患者数に影響を与える(先行する)期間の気象データが得られていない、潜伏期も考慮するに十分な期間でない、などの理由でデング熱リスクの空間分布が媒介蚊個体数や降水量の空間分布とは相関を示すに至っていないと考えられる。
【今後の予定】
 過去の時系列データの分析から推定されたラグタイム(2ヶ月)以上のデータが蓄積されたのちに、ラグタイム・潜伏期間を考慮して3要素間の相関関係を検証する予定である。

気象観測から中長期的なデング熱予測警報が可能になる