

平成22年 4月 1日現在

研究種目：基盤研究(B)  
 研究期間：2006～2009  
 課題番号：18404008  
 研究課題名（和文） 熱帯モンスーン域の洪水氾濫による感染症ハザードマップの作成  
 研究課題名（英文） HAZARD MAP OF WATERBORNE INFECTION DISEASE IN THE MEKONG FLOODING AREAS  
 研究代表者  
 風間 聡 (KAZAMA SO)  
 東北大学・大学院工学研究科・准教授  
 研究者番号：50272018

## 研究成果の概要（和文）：

カンボジアメコン河氾濫原を対象に、大腸菌群拡散モデルと服用リスクモデルを開発し、現地調査による検証の後、水系感染症リスクの時空間分布変化を捉えた。その結果、1)年間罹患率や罹患患者数を時空間で定量的に示した、2)患者数データより導かれた下痢症罹患率に良好な近似を与えた、3)推定された氾濫域の下痢症年間罹患患者数は28.5万人であり、曝露する大腸菌群量は日平均で3.8個/mlである、が得られた。

## 研究成果の概要（英文）：

We use the hydraulic flood simulation, coliform bacterium diffusion model, dose-response model and data of outpatient cases for quantitative analysis. The results obtained are as follows: 1. The incidence (incidence rate) of diarrhea as water borne diseases risk is 0.28 million people (21%) in the inundation area and 0.63 million people (17%) in the non-inundation area. 2. The inhabitants in the inundation area are exposed to drinking water polluted by coliform bacteria at 3.8CFU/ml on daily mean.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	3,500,000	1,050,000	4,550,000
2007年度	3,300,000	990,000	4,290,000
2008年度	3,300,000	990,000	4,290,000
2009年度	3,300,000	990,000	4,290,000
年度			
総計	13,400,000	4,020,000	17,420,000

## 研究分野：工学

科研費の分科・細目：水工水理学

キーワード：メコン河、水系感染症、大腸菌群、洪水氾濫、ダイナミックウェイブモデル、病原性細菌

## 1. 研究開始当初の背景

2002年の南アフリカサミットでは、感染症減少のために不衛生な水を利用している人を2010年までに35%、2015年までに

70%減少させると目標を設定した。こうした動きに応じて、様々な国際機関が水環境問題について、調査、研究、対策援助を増加させる傾向にある。

その中で、感染症を広域で扱う研究例は比較的多く、GISを用いて地域間の比較や感染因子を同定しようとする手法が主流を占めている(例えばMuirheadら)。しかし、水系感染症の拡大過程を物理的にモデル化することや、モデルによる氾濫の動きや規模について病原菌を動的に解析した例は世界で皆無である。UNESCOやWHOの報告書には、氾濫動態が重要であることに言及しているが、分布情報として氾濫シミュレーションの利用は考慮されていない。これは感染過程がミクロスケールで注目されているため、マクロの取り扱いが不可能と見られていることと、医療専門家が取り扱っているため、氾濫水理を利用できないためである。そのため、本研究は、水文水理研究と疫学の学際領域研究を目指すものであり、従来の保健管理とは違うニッチ研究の位置づけである。

モデルを用いた広域スケールでの解析がユニークな点である。感染症の物理過程を考慮したハザードマップは稀有であり、効果的な作成方法とその利用方法を示すことは、この分野の先駆けと言える。本研究成果は、途上国の開発援助機関の感染症予防にソフト面から貢献できると考えられた。

## 2. 研究の目的

保健行政区域ごとのデータを整備し、大腸菌群の感染機構を発生、氾濫による移流、水中での生残、住民への曝露、罹患と一貫した流れで考慮した上で、洪水氾濫時における水系感染症リスクが評価可能なモデルを構築することが第一の目的である。また、このモデルで得られた結果と現地の下痢症患者数データを用いて、氾濫によるリスクと非氾濫によるリスクをそれぞれ評価し、領域内における水系感染症リスクを時空間で定量的に示すことが最終的な目的である。

## 3. 研究の方法

モデルは水理モデルとリスクモデルからなる。

河道では、1次元Dynamic Waveモデルによって対象領域のような河床勾配の小さい河川の洪水解析を行った。基礎方程式は運動方程式と連続式からなり、他の川からの流入が考慮される。当する。氾濫原では、二次元不定流モデルを使う。研究の対象領域には、堤防の一部を開き、農業用水として洪水流の一部を氾濫原に引き入れるコルマタージュと呼ばれる農法がある。このコルマタージュ用水路の存在により対象領域では毎年雨季に必ず洪水氾濫が生じ、その洪水規模は河川水位に影響を受ける。コルマタージュによる氾濫原への越流量は越流公式を用いて求める。

大腸菌群濃度計算は、大腸菌群負荷量およ

び時間当たりの大腸菌群生残率を決定し、その発生負荷は水深が0でない場合は全て氾濫水中に流れ込み、不定流式の流量フラックスを用いて計算する。投入箇所は大腸菌群の発生箇所である居住地とし、下水からの逆流は考慮しない。これは下水道普及箇所がプノンペンや郊外の都市域であり、浸水被害が小さいためである。負荷量は領域内の人口分布と衛生施設普及率に合わせて決定する。時間当たりの大腸菌群の生残率は、日光の強さと大腸菌群生残率との水深ごとの関係より求めた。また濁度による日光への影響を考慮するためにSS濃度と水面での日光の反射率の関係式を用いた。

本研究では下痢症を水系感染症として、下痢症年間罹患率を用いてリスクを評価している。氾濫による年間罹患率は曝露量を用いた用量反応モデルによって計算され、曝露量は接触する水の濃度とその機会が決まる。本研究のモデルでは氾濫によるリスクをポテンシャルとして表現できるように代表的なシナリオとして氾濫水の飲用を考えている。1日2Lの氾濫水を氾濫期間中において毎日飲用することで曝露し、大腸菌に関する感染症に罹患するとしている。用量反応モデルはベータポアソンモデルを用いている。

## 4. 研究成果

用量反応モデルを用いて計算された氾濫による下痢症年間罹患率が得られた。年間罹患患者数分布は人口分布に年間罹患率を乗じることによって得られる。下痢症外来患者数データを用いて下痢症年間罹患率を推定する。患者数データは下痢症罹患患者のうち病院に行って治療された人数であり、実際の罹患患者数より少ないと考えられる。カンボジア保健省のCDHS2005より得たアンケートによると疾病の際に病院で治療する人の割合は都市部で14.8%、農村部で11.1%である。本研究で計算した罹患患者数と検証するため患者数を病院で治療する割合で除して罹患患者数を推定する必要がある。患者数データより推定された罹患患者数を州ごとの人口で除して下痢症年間罹患率とする。州ごとの下痢症年間罹患率を全年齢と5歳未満児のみを対象として求めた。ここで5歳未満児のみの罹患率は全年齢層よりも高い傾向を示しており、5歳未満児は下痢症に関して抵抗力がより小さいということが裏付けられる。また首都であるプノンペンは他州に比べて罹患率が低い。プノンペン周辺は広域水道や衛生設備が他州に比べて整備されているため、下痢症罹患率が低く抑えられていると考えられる。

本研究によって推定された洪水氾濫による下痢症年間罹患患者数と全年齢層における現地患者数データの相関図によると、両者は正の相関をもち、決定係数も0.56と有意で



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 6 件)

1. 佐久間太佑, 風間聡, 水理氾濫モデルと現地患者数を用いた水系感染症リスクの定量化, 水工学論文集, 第 54 巻, pp. 457-462, 2010. 査読有.
2. So Kazama, Tatsuhiro Kono, Kengo Kakiuchi and Masaki Sawamoto, Evaluation of flood control and inundation conservation in Cambodia using flood and economic growth models, Hydrological Processes, Vol.23, No. 4, pp. 623-632, 2009. 査読有.
3. 風間聡, メコン流域における水と感染症 3, カンボジアにおける洪水と感染症, モダンメディア, Vol. 53, pp. 148-154, 2007. 査読有.
4. Pham Ngoc, So Kazama, Masaki Sawamoto, Effect of canalization on inundation and suspended sediment deposition in the Plain of Reeds, Mekong Delta, Vietnam, Proceedings of 32nd Congress of IAHR, Theme A1. b, CD-ROM, 2007. 査読有.
5. So Kazama, Terumichi Hagiwara, Priyantha Ranjan and Masaki Sawamoto, Evaluation of groundwater resources in wide inundation areas of the Mekong River basin, Journal of Hydrology, 3-4, 340, pp. 233-243, 2007. 査読有.
6. 相澤寿樹, 風間聡, 渡部徹, 沢本正樹, 水理氾濫モデルを用いた水系感染症患者数の季節変動解析, 第 51 巻, pp. 1189-1194, 2007. 査読有.

[学会発表] (計 9 件)

1. 佐久間太佑, 風間聡: カンボジアにおける水系感染症のリスク時空間分布評価, 土木学会東北支部技術研究発表会, 2010年3月6日, 郡山
2. 佐久間太佑, 風間聡: カンボジアにおける水系感染症のリスク評価, 土木学会第64回年次学術講演会, 2009年9月3日, 福岡
3. 佐久間太佑, 風間聡: 異なるスケールによる水系感染症のリスク評価, 土木学会東北支部技術研究発表会, 多賀城, 2009年3月7日.
4. 菅野立基, 風間聡: メコン河流域における実測データを用いた大腸菌群濃度の季節間および地域間比較, 土木学会年次学術講演会, 仙台, 2008年9月11日.

[その他]

<http://kaigan.civil.tohoku.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

風間 聡 (KAZAMA SO)

東北大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号 : 50272018

(2) 研究分担者

大村 達夫 (OMURA TATSUO)

東北大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号 : 30111248

(3) 連携研究者