

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 infectious disease caused by inundation in the tropic monsoon region.

研究代表者 風間 聡 (KAZAMA So)

東北大学・大学院環境科学研究科・准教授

研究者番号：50272018

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. 研究計画の概要

本研究では、(1)水系感染症の実態把握、(2)村落レベルの感染過程のモデル化（ミクロスケールモデル）、(3)氾濫水を介した広域感染過程のモデル化（マクロスケールモデル）、を行いハザードマップを作成する。水系感染症の実態把握では、生活習慣と症状の調査を行い、感染が拡大する過程を調査する。同様の調査は、カンボジア保健省とWHOの調査が一部行われているが、本研究では水系感染症に注目し、氾濫原とそれ以外（丘陵地）の村落を区別して行う。その上で、特に pit 型トイレ（地面浸透トイレ）と家畜と氾濫の関係から水を介した感染の拡大のモデル化を行う。モデルパラメータは統計資料から重回帰式によって推定する。広域については、先行研究によって氾濫シミュレーションが成功しており、これに細菌の移動（湧き出しと死滅）を取り込み、マイクロモデルの結合により、細菌の拡散を表現する。また、感染症に関する効果的なハザードマップについて、現地試行を通して提案する。

2. 研究の進捗状況

水系感染症の実態を知るために、研究対象領域内の村落数箇所において、洪水期と乾季における感染者の実態調査をインタビューによって行った。調査項目は従来の病名を収集するものではなく、高熱、頭痛、腹痛等の症状に関するものとし、国立感染症研究所がラオスで行った感染症質問表を参考にし、カンボジア保健省の協力を得て行った。水系感染症の原因となる病原性細菌を直接計測するのは現地では困難であるため、病原性細菌

と相関が高いとされる大腸菌数と大腸菌群数を計測した。大腸菌数はサンプル水を検査キット（検査液入り試験管）に加滴することで計測することができる。これを対象領域内数箇所のインタビューを行った村落周辺の河川水、氾濫水、ため池、沼地において、雨季と乾季について行った。広域大腸菌群の調査はパック試験（検査紙試験）によって観測した。以上の観測では、地形、村落の職業形態、水源、インフラ（電気や道路）等の数値地図情報の取得、作成を行った。

水文モデルに加えて、病原性細菌の移流拡散モデルの開発を行った。すでに開発済の洪水氾濫モデルに病原細菌の移流拡散モデルの付加を行った。また、それぞれの物理モデルを表現するために、必要なデータを上記に記したように作成した。洪水氾濫モデルは、対象領域内のメコン河本流とトンレサップ川（サップ川）とバサック川の4点の水位データを境界条件にダイナミックウェイブモデルによって表現した。河道の水を氾濫原にコルマタージュ（堤防掘削地点）を通して越流公式によって流す。氾濫域は2次元不等流モデルによって流れを表現する。このシミュレーションは、人工衛星画像との比較から良好な結果を得た。病原菌の輸送を表現するために、細菌の(a)点源発生モデル、(b)細菌致死モデルを開発し、上記の洪水氾濫モデルに付加した。

以上の観測では、地形、村落の職業形態、水源、インフラ（電気や道路）等の数値地図情報の取得、作成を行った。水文モデルと病原性細菌の移流拡散モデルによって大腸菌群の移流拡散モデルを構築し、カンボジアに

適用した。その結果、おおよそ良好な成果を上げた。大腸菌群移流計算を組み込んだ水理氾濫モデルと用量反応モデルを用いて、洪水氾濫が持つ水系感染症リスクの評価手法の構築およびその評価を行った。

3. 現在までの達成度

評価区分

②おおむね順調に進展している

理由

当初予定された以下の成果をあげている。

洪水氾濫は大腸菌群を拡散させる働きを持つと同時に、氾濫終息期における水位低下が原因で水源を高濃度の大腸菌群に汚染させることが明らかになった。それらの知見を用いたリスク評価によって、洪水氾濫時のリスク増加要因が、乾季および洪水が小規模であったときの水位の低下、水域が高い閉鎖性を持つ水域周辺に居住地が存在することがわかった。特に居住域において洪水氾濫は感染症リスクを60～90%まで上げるという結果を得た。その対策として井戸を使用するための大腸菌に関する基準値を設けることや、水深による使用制限を設けることを提案し、その評価を行った。

雨季よりも乾季において大腸菌群濃度が大きくなる。これは雨季においては洪水氾濫の影響により水位、流速ともに大きくなるため、大腸菌群は広範囲に分布するが、乾季においては水位、流れの影響ともに小さいため、大腸菌群はほぼ同じ箇所に滞留することによる。また、雨季の大腸菌群濃度は地域間でそれほど差は大きくないが、乾季においては大きな差が見られる。井戸水においては表流水と異なり、汚染の程度は時期によらない。雨季・乾季ともに大腸菌数は大腸菌群数に比例して増加することがわかる。水位の低い乾季には洪水氾濫後に残る池などに汚水が流れ込むため高濃度に汚染されたため池が点在し、局所的に感染リスクが増加する。

4. 今後の研究の推進方策

観測データの最終アップデートを行い、各モデルの精度の確認を行う。その後に感染症ハザードマップの最終版を作成する。MRCとカンボジア保健省においてワークショップを開催し、ハザードマップの配布とその利用方法の講習を担当者を交えて行う。また、利用方法のガイドブック（英文）をこのときに配布する。

ここで開発された感染症ハザードマップ作成技術の他の地域への適用性について議論する。日本の流域やタイ国のチャオプラヤ川、バングラデッシュ国のメグナ川に適用した場合を想定して、問題点やその改良点について技術的考察を行う。特にインフラ整備と気温の効果について議論を行う。

以上の成果は国内外の学会や学術誌に発表される。また、最終プロダクトは、MRCが発行している「洪水管理と緩和の報告書」に発表すると同時に、インターネットを通じて広く流布する予定である。

5. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕(計 4 件)

1. 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, 水工学論文集, 第 51 巻, pp.1189-1194, 2007. 査読有.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

〔学会発表〕(計 7 件)

1. 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. 3. 7.

2. 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. 9. 11.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕