

メコン河の氾濫におけるスモールスケールでの水系感染症リスク評価

東北大学工学部 学生員 ○菅野 立基
東北大学大学院 正会員 風間 聡
東北大学大学院 学生員 相澤 寿樹
東北大学大学院 フェロー 沢本 正樹

1. はじめに

メコン河流域では豊富な水資源をコルマタージュという人工的に洪水氾濫を起こす手法により、農地の肥沃化や資源の確保に利用している。だが農村部ではインフラストラクチャー整備率が低い¹⁾、衛生状況の悪化による水系感染症が蔓延している。本研究では、プノンペンを中心とする110km×140kmの範囲を対象として洪水氾濫の影響評価を行った研究を基軸とし、居住域における移流現象の解明や、感染リスクに影響を及ぼす要因の評価を目的としている。そこで、既存研究ではわからなかった貯水池等の小さなスケールで起こっている現象を解明するため、洪水氾濫に伴う衛生面への影響を時空間データで解析するモデルを構築し、それを用いて集落レベルでの大腸菌群濃度の感度分析を行った。

2. 計算対象地域及びデータセット

計算対象地域はメコン河下流プレイベン州の氾濫原である。気候は熱帯モンスーン気候（5月～11月が雨季、12月～4月が乾季）である。計算範囲は500m×500m=25000m²で、標高は実測で確認した水域形状を再現するように任意で数値を与えた。形状を図1に示す。水位及びSSはメコン河委員会が編集したデータ²⁾を用いた。人口については一世帯5人（カンボジアの一世帯平均人数=5.1人³⁾）とし、世帯数を与えることにより決定した。またマニングの粗度係数は0.025、空間データの解像度は10m×10m、計算の時間間隔は1秒とした。

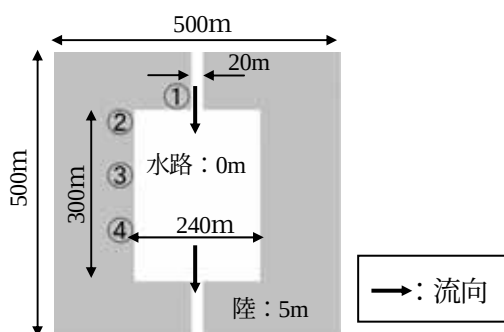


図1 水域形状

3. 方法

(1) 洪水氾濫計算

洪水氾濫計算は、二次元不定流モデルを用いた。このモデルは、次の運動方程式と連続式からなる。

$$\text{運動方程式} \begin{cases} (X\text{方向}) \frac{\partial M}{\partial t} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_{xb}}{\rho} & (1) \\ (Y\text{方向}) \frac{\partial N}{\partial t} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_{yb}}{\rho} & (2) \end{cases}$$

$$\text{連続式} \quad \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

ここで h : 水深(m), H : 水位(m), ρ : 密度(kg/m³), M, N : X, Y 方向の単位幅あたりの流量フラックス(m²/s), $M=uh, N=vh$, u, v : X, Y 方向の流速(m/s), τ_{xb}, τ_{yb} : X, Y 方向のせん断力(N/m²)である。

(2) 大腸菌群濃度計算

大腸菌群濃度計算は、大腸菌群の負荷量および時間当たり的大腸菌群残存率を決定し、不定流式の流量フラックスを用いて計算した。日負荷量は式(4)で求められる。照射量と反射率の関係を簡略化して考えると式(5)のようになる。またSS濃度と反射率との関係は式(6)で表される⁴⁾。

$$C = n \times c \times (1 - s/100) \quad (4)$$

$$S = (1 - R/100) S_{\max} \quad (5)$$

$$R = 0.0809 + 0.0146U \quad (6)$$

ここで C : 大腸菌群負荷量(個/日), n : 人口(人), c : 一人一日あたり的大腸菌群排出量(=2.0×10¹⁰ 個/人/日)⁵⁾, s : 下水道普及率(%), S : 太陽光線の照射熱量(J/m²/day), R : 反射率(%), U : SS濃度(mg/l), $S_{\max}$: 全照射熱量(J/m²/day)

(3) 感度分析

感度分析は人口を片岸10人ずつの20人として、SSの有無、全照射熱量、人口分布、初期水位の4つを変化させて行った。結果を次項に示す。

4. 結果及び考察

図2は計算にSSデータを用いた場合と用いていない場合の比較図である。データのSS濃度は年間で最も高い時期のものを使用し、その値は80mg/l前後である。図3~5においてはSSを考慮していない。図3は全照射熱量を $S_{\max}=250\text{J}/\text{cm}^2$ で100%として80%から100%まで変化させたときの図である。図4は人口分布を変化させた比較図で、横軸の数字は人口分布を図1の番号で表してある。図5は水位の変化と大腸菌群数の関係を表した図である。

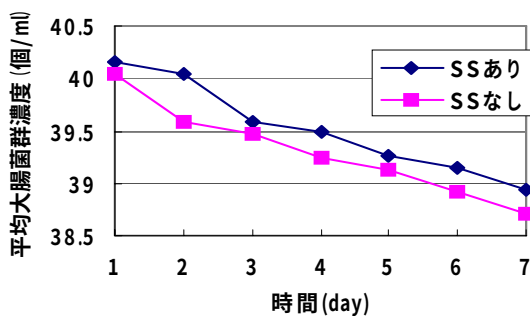


図2 SSの有無による大腸菌群濃度の比較

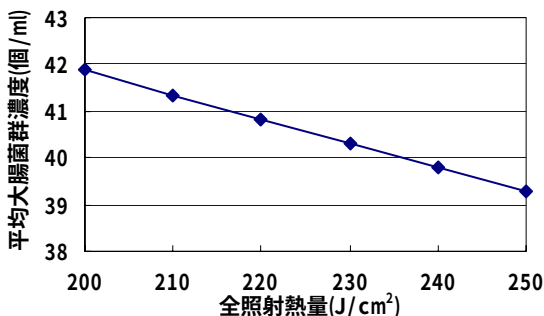


図3 全照射熱量と大腸菌群濃度の関係

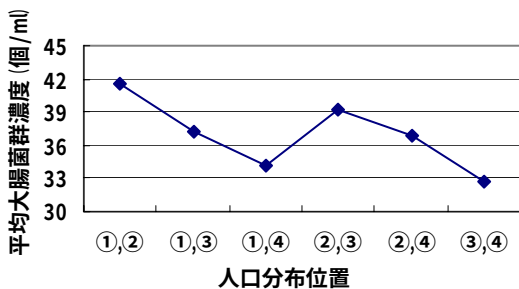


図4 人口分布位置による大腸菌群濃度の比較

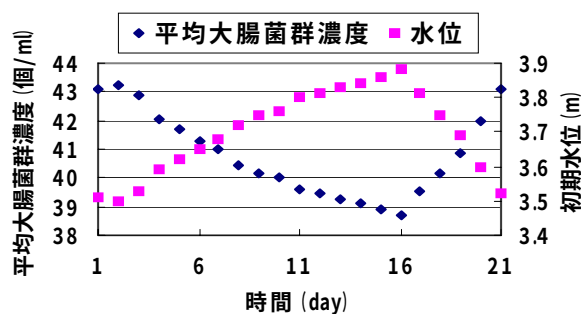


図5 大腸菌群濃度と水位の関係

以上の結果から次のことがわかる。大腸菌群濃度は全照射熱量、及び初期水位にほぼ比例する。照射熱量については(5)式より明らかである。初期水位に関しては、初期水位が大きくなれば流速も大きくなるため、大腸菌群の移流も活発になると考えられる。またSSの有無が大腸菌群濃度に及ぼす影響は小さいことも(6)式より明らかである。さらに大腸菌群濃度は人口分布位置により異なっている。これは、負荷位置が水路の上部にある方が大腸菌群はより全体に拡散するため、濃度も大きくなるからであると考えられる。

5. 結論

本研究では大腸菌群濃度の感度分析を行うことで大腸菌群濃度と各パラメータとの関係性を知ることが出来た。今回行った感度分析では人口分布による影響が最も大きく、SSによる影響が最も小さいことがわかった。今後は実測を行い、今回得られた結果の検証を行う予定である。

謝辞

本研究は科学研究費基盤B(代表者：風間聡)ならびに文部科学省人・自然・地球共生プロジェクト「アジア・モンスーン地域における水資源の安全性に関わるリスクマネジメントシステムの構築」(平成15~18年度、代表：大村達夫)から援助を受けた。ここに深甚なる謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本国際協力銀行：貧困プロファイル カンボジア王国最終報告書，2000
- 2) MRC：Lower Mekong Hydrologic Yearbook.
- 3) Ministry of health：National Health Statics 2005, 2006.
- 4) 沖一雄，安岡善文，田村正行：高濃度水域における水質リモートセンシング，日本リモートセンシング学会誌，Vol. 21, No. 5, pp. 449-457, 2001.
- 5) 金子光美：水の消毒，(財)日本環境整備教育センター，1997.