メコン河の氾濫による大腸菌ハザードマップ

東北大学大学院　学生員　○相澤　寿樹
東北大学大学院　正会員　　風間　聡
東北大学大学院　フェロー　沢本　正樹

1.　はじめに

メコン河流域は毎年雨季になると洪水が起こり，下流域に大規模な氾濫が生じる．この洪水氾濫は農地の肥沃化や地下水の涵養による水資源の確保という正の部分だけではなく，流通・教育の停滞や衛生状況の悪化という負の部分も存在する．今後の治水事業を計画する際に洪水氾濫の影響を一つずつ考える必要がある．洪水氾濫がもたらす衛生面への影響を，氾濫流の大腸菌濃度を考えることによって空間的に評価することを目的として大腸菌の移流計算を行なった．

2.　計算対象地域及びデータセット

計算対象地域(図 1)はメコン河下流に位置するプノンペンを中心とした 110km×140km である．各計算に以下のデータセットを用いた．対象地域の標高は USGS の GTOPO30 を用いた．水位および SS はメコン河委員会が編集したデータを用いた．カンボジア国内の人口分布は JICA 作成の地図データにより，衛生施設普及率および保健指標は JBIC 作成の報告書[1]より得た．空間データの解像度は 1km×1km とした．

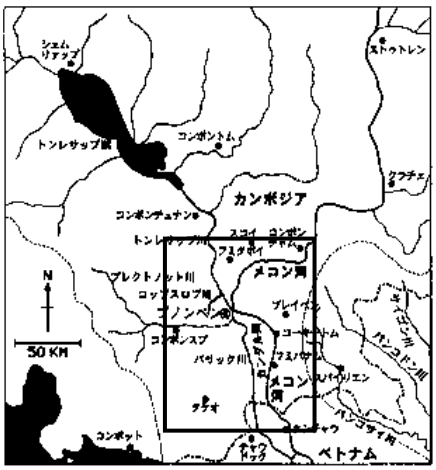

図 1　計算対象地域

表 1　各県の衛生施設の普及率および保健指標データ[1]

県名	衛生施設の普及率(%)	5 歳未満児死亡率(対 1000 出生)
プノンペン	86.8	49.7
プレイベン	7.5	151.3
カンダル	32.8	108.2

3.　計算方法

(1)　洪水氾濫計算

洪水氾濫計算は，河道での洪水流の計算は Dynamic Wave モデルを用い，氾濫原では二次元不定流モデルを用いた．

境界条件はメコン河上流のコンポンチャム，トンレサップ川のプレックダム，メコン河下流のタンチャウ，バサック川のチャウドックの 4 地点の水位データを用いた．コルマタージュによる氾濫原への流量計算は越流公式を用いた．コルマタージュの間隔は合流地点までのメコン河上流域で 5km，下流域で 2km，トンレサップ川流域で 2km，バサック川流域 1km に設定した．

(2)　大腸菌濃度計算

大腸菌濃度計算は，大腸菌の投入量および時間当たりの大腸菌残存率を決定し，不定流式の流量フラックスを用いて計算した．

大腸菌の投入量は人口一人当たり 2.0×10^{10} 個/日[3]として人口分布と各県の衛生施設(下水道，浄化槽，ピットのいずれか)の普及率(表 1)に応じて与えた．また，河道の大腸菌濃度は 5.0 個/ml とした．

時間当たりの大腸菌残存率は，水深ごとの日光の強さと大腸菌残存率との関係(式(1))[4]から求めた．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[5]を用いた．

$$\begin{cases} (0 \le H < 0.3)\cdots \beta = 117.64\times e^{-0.0033S} \\ (0.3 \le H < 1.5)\cdots \beta = 217.33\times e^{-0.0029S} \\ (1.5 \le H < 2.5)\cdots \beta = 204.90\times e^{-0.0021S} \\ (2.5 \le H < 3.5)\cdots \beta = 113.59\times e^{-0.0010S} \\ (3.5 \le H)\cdots \beta = 129.97\times e^{-0.0007S} \end{cases} \quad (1)$$

β ：一日後の残存率，S：太陽光線の照射熱量(J/cm^2/day)

Key Words：メコン河，水系感染症，大腸菌群，二次元不定流モデル，ハザードマップ
連絡先：〒980-8579　仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻水環境システム学研究室

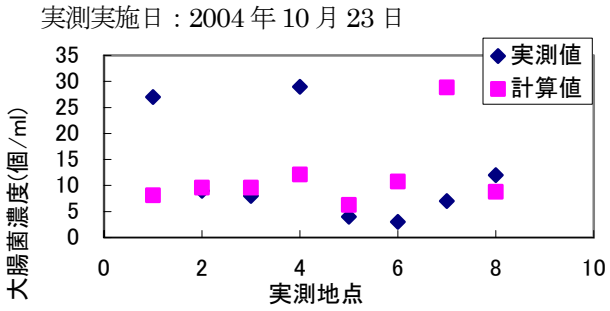

図 2　実測値と計算値の比較

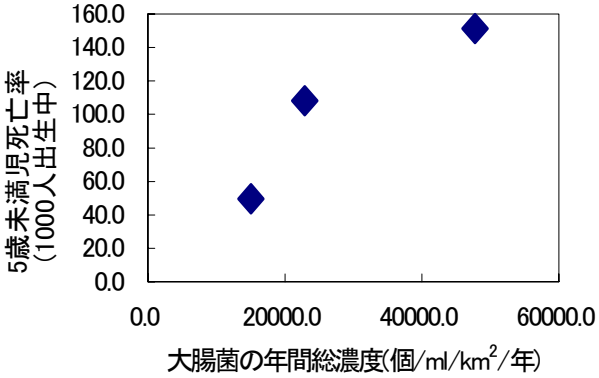

図 3　大腸菌と死亡率の関係

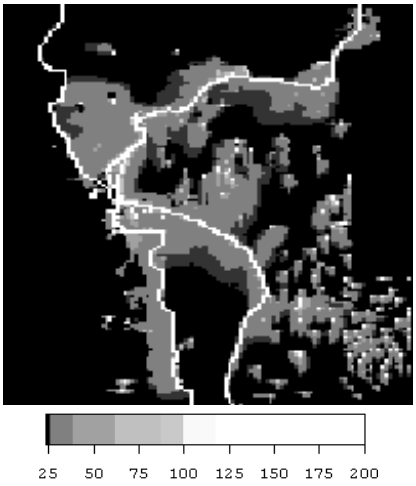

図 4　水系感染症の感染危険度分布図(人/1000 人)

3)　危険度評価

a)　死亡率

死亡率は 5 歳未満児死亡率を用いた．5 歳未満児は年齢別に見て水系感染症の感染が最も高い．また，カンボジア国内において下痢は幼児の主要な死亡原因である [1)]．このことから死亡率と感染率の関係性が高い 5 歳未満児死亡率を用いた．

b)　評価方法

仮定として対象領域内の全ての人は毎日同じ行動を取り，自分の居住区域が浸水している場合における水との接触機会は等しいとする．

大腸菌濃度は年間総濃度として用いる．年間総濃度はメッシュ毎の一年間の大腸菌濃度の総和である．この値はメッシュ内の住人が 1 年間に接触する大腸菌濃度を表している．仮定より，この値が大きいほど感染の危険が高いと考えられる．この値と 5 歳未満児死亡率とを比較し，二つの関係性により水系感染症の危険度を決定する．

4.　結果及び考察

a)　大腸菌計算結果

図 2 は実測値と計算値を比較したものである．半分の地点で大きな差が見られるが，今後実測データを増やすことにより，詳細な考察が可能である．

b)　危険度評価

図 3 は県ごとの大腸菌と死亡率の関係を示したものである．この 2 つに相関があるといえる．この近似式を用いて，濃度に対する死亡率を分布させたものが図 4 である．

この図において，バサック川右岸域は高い危険度である．この一帯は，氾濫時に標高が高い地域とバサック川に挟まれた閉鎖性が高い水域になる．このため，病原性微生物が他の地域よりも高濃度になる．このことから，この地域で感染症が発生すると蔓延しやすいと考えられる．

5.　結論

本研究では大腸菌濃度と 5 歳未満児死亡率を用いることで水系感染症の感染危険度を分布的に表すことが出来た．その結果として以下の知見が得られた．

・地形的特性により感染危険度が高まる地域が存在する．

・人口数が持つ感染危険範囲への影響は小さい．一方で，居住区域自体の危険度への影響は大きい．

これらのことから，地形的特性に着目した治水事業を行なうこと，人口数に着目した下水道整備を行うことにより水性感染症の蔓延リスクを軽減できる．今後，上水道の持つ影響を考慮したモデルを構築するや，メッシュ内における大腸菌の挙動を考えることで，より精度の高い危険度評価を行なうことが出来ると考えている．

参考文献

1) 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) 金子光美：水の消毒，(財)日本環境整備教育センター，1997.
4) A.L.H.Gameson and J.R.Saxon：Field studies on effect of daylight on mortality of coliform bacteria，*Water Research*, Vol.1，pp.279-295，1967.
5) 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.