荒川支川群に囲まれた川島町の内水氾濫の有無による氾濫特性の変化

埼玉大学大学院　学生会員　○赤崎　佑太
埼玉大学大学院（兼）埼玉大学研究機構レジリエント社会研究センター　正会員　田中　規夫

１．研究背景と目的

洪水ハザードマップは主に外水氾濫を対象に作成され，大規模降雨時における氾濫危険が高い内水河川の氾濫は，内水ハザードマップで別途示されるか，もしくは考慮されていない場合も多い．また，現状の堤防は実堤防高に応じた厚さを有していない場合には，破堤水位が実堤防高よりも低くなる可能性のある堤防(その高さをスライドダウン堤防高という)がある．浸透破壊も含めて考えると破堤のタイミングが早い場合もあり，内水氾濫との複合現象による複雑性を過小評価している可能性がある．

本研究では，周囲を河川に囲まれた埼玉県川島町を対象地域として破堤計算と内水計算を取り入れた洪水・氾濫流解析モデルを構築し，氾濫流が対象地域を水没させるまでの時間，最大浸水深を把握することで，対象地域における垂直避難不可能エリアと内水氾濫の有無による氾濫特性の変化を把握することを目的とする．

２．研究方法

研究背景に示したように，川島町を含む広範囲の領域における河川内の水位と堤内地の氾濫流を一体的に解析可能な洪水・氾濫流解析モデルの構築が必要である．空隙率を含む非線形長波方程式の連続式を式(1)に，x 方向，y 方向の運動方程式をそれぞれ式(2)，式(3)に示す．

$$\theta\frac{\partial\zeta}{\partial t}+\frac{\partial Q_x}{\partial x}+\frac{\partial Q_y}{\partial y}=0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Q_x^2}{\theta h}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{Q_xQ_y}{\theta h}\right)+g\theta h\frac{\partial\zeta}{\partial x}+\frac{\theta}{\rho}\tau_{bx}=0 \tag{2}$$

$$\frac{\partial Q_y}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Q_xQ_y}{\theta h}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{Q_y^2}{\theta h}\right)+g\theta h\frac{\partial\zeta}{\partial y}+\frac{\theta}{\rho}\tau_{by}=0 \tag{3}$$

ここに，ζ は水位(m)，Q_x ，Q_y は x および y 方向の平均流速(m/s)，h は水深（m），ρ は流体の密度(kg/m^3)，g は重力加速度（m/s^2），τ_{bx}，τ_{by} は x および y 方向の底面せん断応力，θ は空隙率である．解析条件は各基準水位観測所の過去の水位・降雨データを参考に，近年生じた出水で水位が高かったケース(平成 19 年 9 月出水)をベースとし，200 年確率流量に基づいた水深を各河川上流のプールの水深として与えた（H19 年型洪水）．

また，本解析では最小領域が 50m メッシュとなっており，通常の手法では堤内河川のような細い河川(特に 50m 以下の河川)の再現計算は困難である．本研究では内水河川の河床高までグリッド標高を掘り下げ，地盤高までは空隙率（例えば 50m グリッドに 10m 河川がある場合は空隙率 0.2）を設定することで，グリッドより細かい内水河川の計算を一体的に計算する氾濫モデルを構築した．破堤はスライドダウン堤防高さで与えた．

３．結果及び考察

図-1 に H19 年型洪水において，内水氾濫の有無による浸水深分布の変化を示す．**図-1** より外水破堤は市野川と入間川の 2 カ所で発生している．市野川の氾濫が発生した付近では過去(旧堤防時代)に氾濫が発生しており，現在も氾濫の危険性が高いことがわかる．また入間川のスライドダウン堤防高は左岸側(川島町側：特に樋門箇所)が実天端高よりも大きく差があり，最大で 3m 程度天端高よりもスライドダウン堤防高が低い場所がある．内水氾濫の有無で，氾濫計算開始から 40.5 時間経過後の町の南側の浸水状況は大きく変化している．

キーワード　内水氾濫，氾濫特性，浸水深
連絡先　〒338-8570　埼玉県さいたま市桜区下大久保 255　埼玉大学　TEL：048-858-3564
E-mail：tanaka01@mail.saitama-u.ac.jp

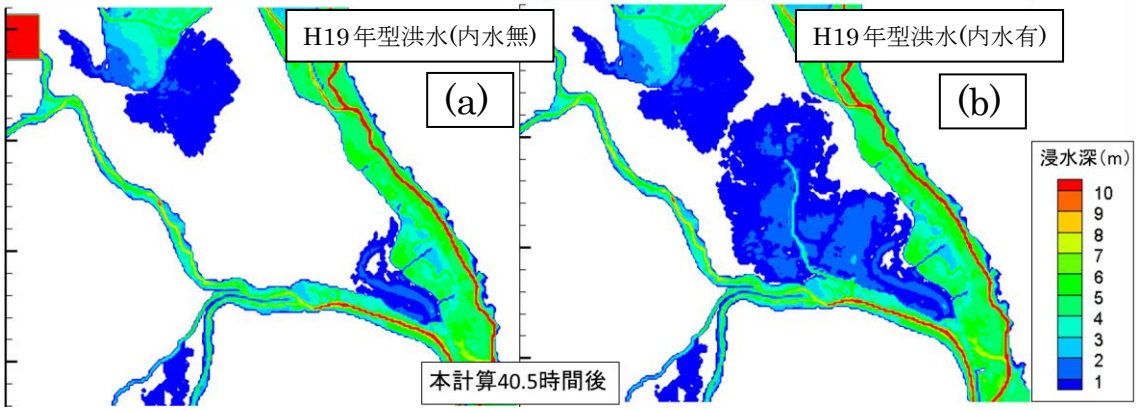

図-1　H19 年型洪水における氾濫計算開始 40.5 時間後の浸水深分布（(a) 内水無・(b)内水有）

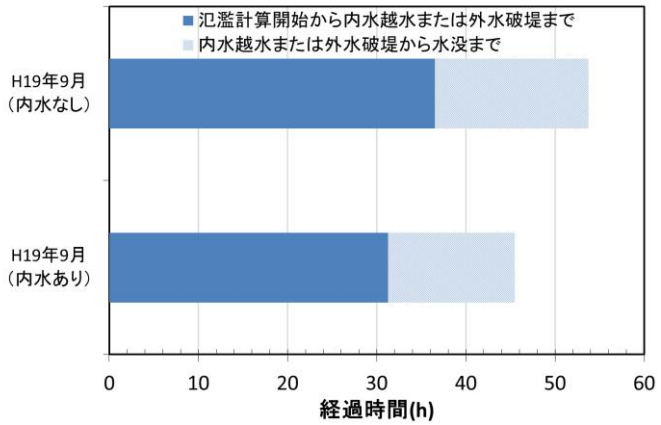

図-2　氾濫計算開始から対象地域水没までの時間

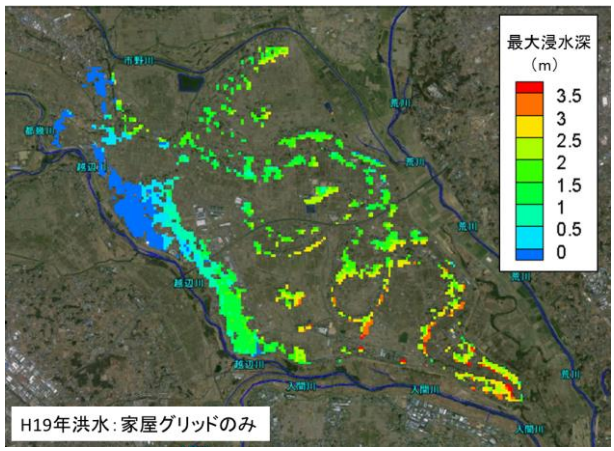

図-3　家屋存在グリッドにおける最大浸水深分布

図-2 に破堤計算時における内水計算の有無が水没するまでにかかる時間の変化を示す．内水計算を考慮することで浸水開始から最大浸水域到達までにかかる時間が 7～8 時間程度早くなっている．内水計算を追加したことにより，川島町を東西に分断するような氾濫水の流れが生じ，住民避難のルートがより複雑になることが予想される．図-3 に家屋存在グリッドにおける浸水深分布を示す．どのケースにおいても浸水域が最大となった時間では，町の南側の自然堤防上の家屋でも 3～4m 以上の浸水深となっている．水塚（土盛り上の蔵）が維持されている箇所を除けば垂直避難は困難な可能性がある．川島町は南側に向かって地盤高が低くなっているため，氾濫水が溜まりやすい地形となっていることが要因と考えられる． 200 年確率降雨規模の洪水においても町の南側は垂直避難に適していない可能性（垂直避難不可能エリアと呼ぶ）がある．異なる 1/200 波形の場合や，想定最大規模洪水（1/1000）の場合には，垂直避難不可能エリアは広がる可能性がある．今回破堤が発生した箇所は流下能力上破堤が発生しやすい箇所だったが，そのほかにも破堤の危険性が高い箇所が多く存在している．今後は，想定破堤点を設定したうえで解析を行い，家屋倒壊危険ゾーンとの関連で垂直避難不可能エリア（早期に水平避難すべき地域）を，様々な想定のもとで明らかにしていくことが望ましい．

４．結論

外水・内水氾濫一体解析により，内水氾濫の有無による氾濫特性の変化を把握することができた．

謝辞　本研究を行なうにあたり，国土交通省河川砂防技術研究開発（H26-28）の助成を受けた．国土交通省関東地方整備局荒川上流河川事務所，川島町に多くの資料を提供頂いた．記して謝意を表す．

参考文献

1) Tanaka, N., Sato, M.: Scoured depth and length of pools and ditches generated by overtopping flow from embankments during the 2011 Great East Japan tsunami, Ocean Engineering, Vol.109, pp.72-82, 2015.

2) 埼玉県川島町洪水(内水) ハザードマップ
(http://town.kawajima.saitama.jp/kurashi/bousai/bousa_hazard_map/naisui_hazardmap.pdf)