

第II部門

豪雨による中小河川の洪水危険度解析に関する一考察

京都大学工学部 学生員 ○大塚 健太  
 京都大学防災研究所 正会員 戸田 圭一  
 京都大学防災研究所 正会員 米山 望

1. はじめに 本研究は近年局地的な豪雨による中小河川の洪水氾濫災害が頻発していることを受け、中小河川の洪水危険度ならびに洪水氾濫対策効果の評価法について議論したものである。2004年(平成16年)7月の新潟・福島豪雨によって氾濫が起こった新潟県長岡市三島地区(旧三島町)を流れる中小河川、小木城川流域を対象とした統合型流域モデルを作成する。これは流出解析手法・氾濫解析手法を組み合わせることにより、降雨を外力として与えて溢水氾濫まで表現できるものである。洪水氾濫の再現計算を行うことによってモデルの妥当性を検証した上で、短時間集中豪雨に対する洪水危険度評価手法、氾濫防止策の有効性を比較検討する手法の提示を試みる。

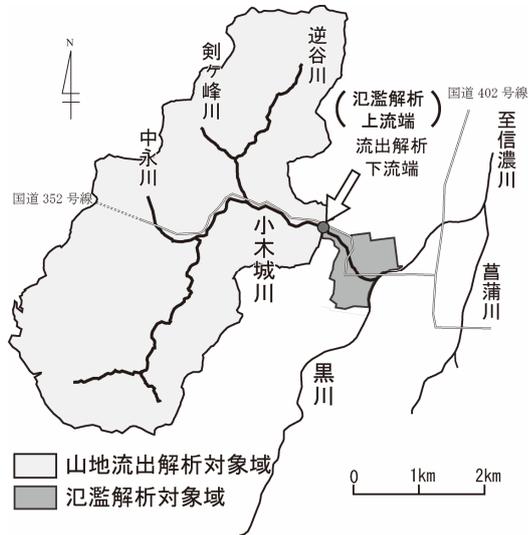


図-1 対象領域

2. 解析手法 対象領域(図-1 参照)を上流部の山地・丘陵地(約15.7km<sup>2</sup>)と下流部の氾濫域(約0.79km<sup>2</sup>)に分割し、上流部では流出解析を行って降雨を外力として与えて下流端での河道流量を求め、得られた流量ハイドログラフを上流端境界条件として下流部の二次元氾濫解析を行った(図-2 参照)。流出解析手法として、長方形斜面が河道に接続していると仮定した kinematic wave 表面流出モデルを用いた。流出率は一律0.7と仮定した。等価粗度は従来から丘陵山地で用いられている値である0.8とし、河道の粗度係数は0.035とした。また氾濫解析手法として、対象領域を主に道路で分割して、分割した各小領域が連結管を通して接続しているとするポンド(貯留槽)モデルを用いた。基礎式は連続式と移流項を除いた開水路非定常流の式である<sup>[1]</sup>。河道は一段低い貯留槽で表現した。河道水位が堤防高を越えたときの溢水は越流公式を、氾濫水の先端の挙動は越流公式と段落ち式を用いてそれぞれ表現した。また小木城川は対象領域下流端で黒川と合流しているが、境界条件は Manning 則を用いて等流条件で表現した。河道断面が不規則なため、河道格子間の断面を同程度の流下能力を持つ長方形断面に置き換えた。河道、水田、住宅地の粗度係数はそれぞれ0.035, 0.025, 0.067とし、初期条件として河道に水が存在しない状態を考えた。

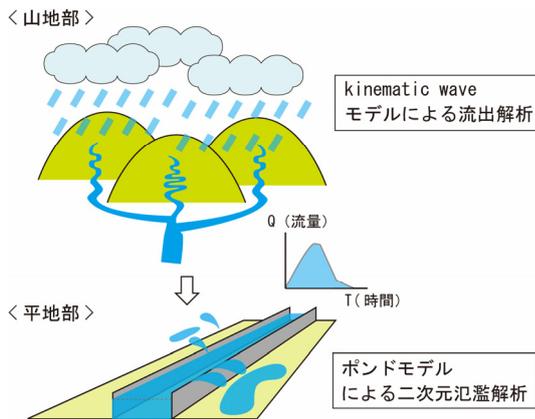


図-2 モデル概念図

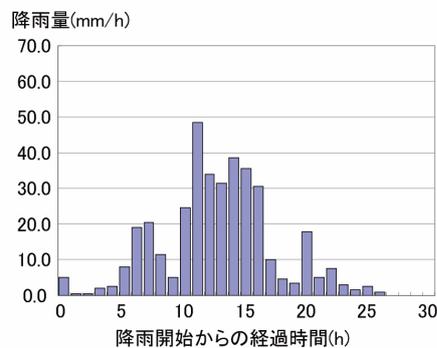


図-3 2004年7月13日の降雨

3. 再現計算結果 2004年7月12日21:00から14日0:00までの継続時間27時間の降雨(図-3参照、総降雨量374.0mm、1時間最大雨量48.5mm)によって小木城川で溢水氾濫が起こり、住宅の半壊18棟、床上浸水48棟などの被害が生じた。モデルの妥当性を検証するために、浸水範囲・最大浸水深の計算と実績における比較を行った(図-4, 5参照)。表-1に

の妥当性を検証するために、浸水範囲・最大浸水深の計算と実績における比較を行った(図-4, 5参照)。表-1に

対象領域の代表的な地点A～E(図-5 参照)の最大浸水深比較を記す。溢水箇所が実績よりも少なく、最大浸水深が地点Dにおいては実績よりも小さいが、前者は計算では格子ごとに堤防高を一律に設定しているため、実績において溢水が起こった箇所の最上流部に溢水が集中したことが一因と考えられる。また後者は地点Dの南側には用水路が通っているものの、用水路からの氾濫の影響を考慮していないことが原因と考えられる。しかしながら全般に、計算結果は実績と概ね一致した。

4. 洪水危険度解析結果 土木研究所のアメダス確率降雨量計算プログラムを用い、継続時間7時間の等比級数的な中央集中型の確率降雨(表-2 参照)を作成し、それを対象領域に一樣に与えた場合の計算を行った。確率降雨の再現期間を10年、20年…と変化させたところ、50年で初めて氾濫が起こり(図-6 参照)、小木城川は再現期間が50年確率程度の降雨に対して洪水が起こるという結果が得られた。また、50年～100年の再現期間を持つ確率降雨に対する洪水防止に必要な河道幅の拡張規模、遊水池の規模を計算した。河道幅の拡張率は対象領域内で一律とした。遊水池は対象領域最上流部右岸側(図-5 地点F)に設置されると仮定し、まず下流で氾濫が起こらない限界の堰高を求め、総流入量より必要容積を計算した。降雨確率年を横軸にとり、氾濫が起こらない限界の対策規模を縦軸にとったグラフ(図-7 参照)を作成することにより、様々な氾濫防止策の規模を比較検討することが可能になると考えられる。

表-1 地点ごとの比較

	最大浸水深(m)	
	実績値	計算値
A	0.3	0.37
B	1.7	1.63
C	0.5	0.73
D	1.4	0.53
E	0.1	0.06

5. おわりに 中小河川の流域は地形情報を詳細に把握することが難しく、対象となる流域の数も多いことからデータ作成・変更が容易で計算が短時間で済むモデルが望ましいと考え、氾濫解析にはポンドモデルを適用した。水害実績と計算結果が概ね一致していることから、ポンドモデルでも実際の現象を再現できたといえる。また確率降雨の概念や種々の氾濫対策をモデルに組み込むことで、洪水危険度評価や氾濫防止策の有効性の比較検討を行う一手法を提示した。今後は流域間の洪水危険度の比較、モデル内で河道断面の不規則形状をより詳細に考慮することが課題として挙げられる。

参考文献 [1] 間島真嗣・戸田圭一・大八木 亮・井上和也：都市域の地上・地下空間を統合した浸水解析，水工学論文集 第49巻 pp.601-606，2005年2月

表-2 確率降雨量

再現期間	総降雨量(mm)	ピーク雨量(mm)
30年	126.9	46.1
40年	137.5	50.0
50年	146.4	53.2
60年	154.0	56.0
70年	160.8	58.5
80年	166.9	60.7
90年	172.5	62.7
100年	177.7	64.6

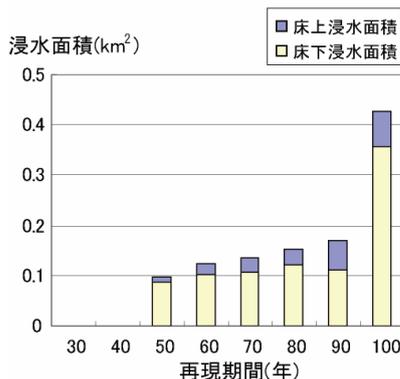


図-6 確率降雨に対する浸水面積

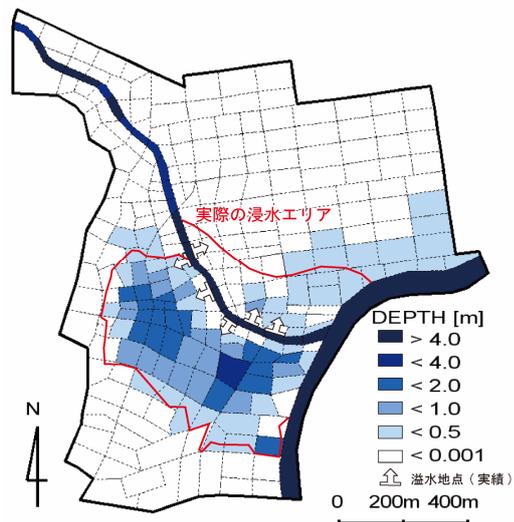


図-4 浸水範囲比較

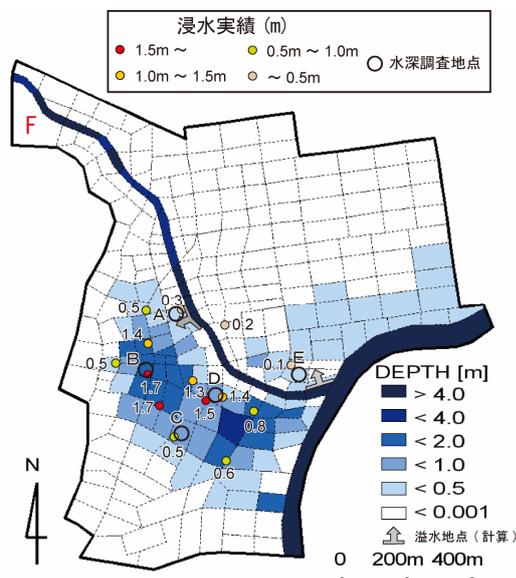


図-5 最大浸水深比較

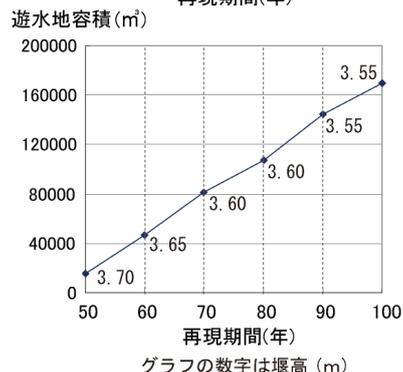
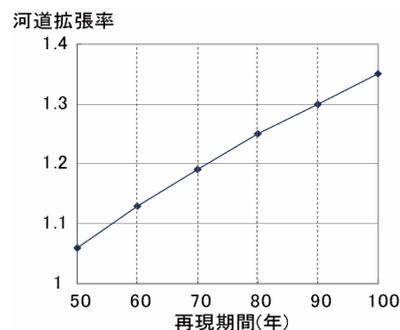


図-7 必要な対策規模