

降雨分布を用いた中小河川及び内水危険箇所の 即時評定方法の検討

— 都市域における豪雨災害情報の整備促進へ向けて —

EXAMINATION OF IMMEDIATE RATING METHOD WITH HYETOGRAPH FOR LANDSIDE SEWER INUNDATION AND MINOR RIVER FLOOD RISK AREAS

飯田 進史¹・島田 立季¹・渡辺 毅¹・神岡 誠司¹・谷岡 康¹

Shinji IIDA, Tatsuki SHIMADA, Tsuyoshi WATANABE, Seiji KAMIOKA and Yasushi TANIOKA

¹正会員 パシフィックコンサルタンツ (株) 水工事業本部 河川部 (〒163-0730 新宿区西新宿 2-7-1)

Urban areas have suffered considerable damages from so-called urban-type floods, which occur frequently in recent years. Especially in underground spaces, deaths have occurred due to a delayed evacuation as well as serious losses caused by the delay in installing water-stops at the inlets, so it is necessary to provide information about flood risk areas immediately and reliably. Concerning landside sewer inundation and minor river flooding which occur almost every year, this paper provides an examination of a proposed method in which areas at flood risk from inner city water and minor rivers are directly rated from time-space rainfall distribution data which has been obtained in recent years from terrestrial rain gauges or radar rain gauge systems. The assumed inundation area is roughly reproduced from the rainfall records supposing real-time, and it is indicated that actually the flood risk area can be simply rated.

Key Words : heavy rain disaster, flood risk areas, immediate rating, hyetograph, geographical features

1. はじめに

都市域では、近年頻発する所謂都市型水害により莫大な被害を被っている。特に地下空間においては、避難や止水板設置の遅れによって多大なる被害が発生しており、浸水危険区域情報の迅速確実な提供が求められている。大河川では、河川水位の予測、洪水予報を行う仕組みや、破堤氾濫時の浸水想定区域の公表がある程度進んでいるものの、毎年のように起こる中小河川の氾濫、下水道の内水氾濫による浸水危険区域の情報提供は、大垣市での検討¹⁾や信濃川下流新潟市でのシステムの試験運用²⁾などの事例はいくつかみられてきてはいるものの、一般的な普及までは困難な状況である。この要因のひとつは、都市氾濫という下水道、中小河川が輻輳した都市排水システムを解析するには膨大なデータから細緻なモデルを構築する必要があり、さらにモデル解析の演算時間が大きくなること、モデル化に必要なデータの整備不足によるものが大きいと考えられる。そこで、本報告では、毎年のように発生する都市域の中小河川氾濫、下水道の内水氾濫について、近年得られるようになってきた密な地上雨量計やレーダー雨量計などの雨量の時空間分布から

直接的に内水・中小河川の浸水危険区域を評定する方法を提案し、その再現の検証、有効性を示した。

2. 中小河川及び内水氾濫危険箇所の評定方法

都市域の浸水は主に下水道の内水・中小河川の外水氾濫が複合する。谷岡・福岡³⁾は、雷雨性の集中豪雨では、河川から離れた内水が点在し、台風性の豪雨では河川からの溢水被害が顕著であることを指摘している。これは、主に降雨波形の違いによるもので、対象とする地点上流域の最遠点からの到達時間内の流域平均雨量が下水道や河道の排水能力を超えるところで浸水を起こしていることによると考えられる。これより、時々刻々の降雨分布を用いて到達時間内流域平均雨量より直接的に中小河川及び内水の氾濫による浸水危険区域を評定する方法を考え、図-1 にそのフローを示した。浸水危険区域の評定は、周辺の相対的な地盤高や現況堤防高及び河川・下水道の整備レベルからの降雨強度との関連による浸水の危険地域を設定しておき、リアルタイムで得られる降雨(地域分布・時間波形)の情報から、河川流域、下水道排水区の組み合わせによる到達時間内流域平均雨量を算定して危険区域と結合して浸水危険区域の即時評

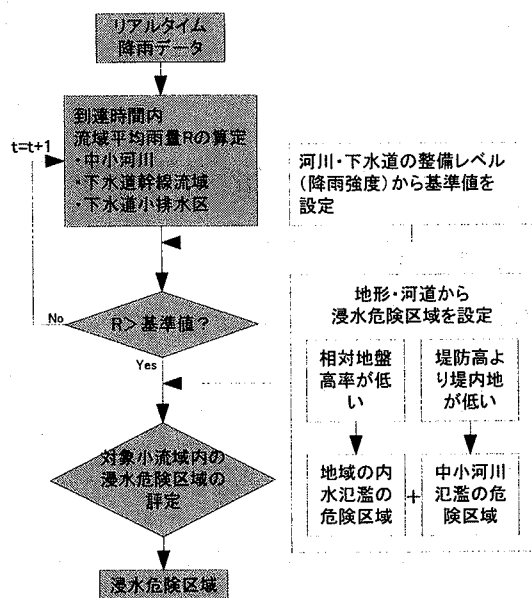


図 - 1 浸水危険区域評定方法の流れ

定を行うものとして検討を試みた。

3. 地形的に浸水の危険性がある区域

相対的な周辺地盤高の関係や河川堤防と堤内地の高さ関係などの地形的な要因から内水や中小河川氾濫の危険性のある地域の簡易的な想定方法を設定する。

(1) 内水危険区域の想定 ー相対地盤高ー

内水被害が発生するのは、その土地が周辺の地盤に比べて相対的に低い地形（窪地）の場合が多い。このように窪地地形となっている土地では、豪雨時に下水道等の排水能力を超えて氾濫した水が集まり、急激な速さで浸水する危険性があるため、その土地の地形特性（内水危険性）について評価し、事前に設定しておくこととする。本報告では“相対地盤高（率）”という概念を考案し、それを用いた内水による浸水危険区域の設定を行うこととした。相対地盤高（率）は、自分の地点を中心にある距離の範囲を設定しその範囲中の平均的な地盤高（平斜面）から見たときに、自分の地盤高がどの程度の相対的な高さにあるか、また低い方から数えたときにどの程度の比率になるか（相対地盤高率）を内水危険区域の指標とすることとした。その具体的評価方法を以下に示す。

- ①判定対象箇所を中心にメッシュの格子（例えば50mメッシュ）を描き、そのメッシュを中心として、例えば1km四方（内水の集水する広さを想定）エリアをメッシュ分割する。（図-2）
- ②対象範囲内でのメッシュの平均地盤高を作成する。（ここでは、自治体の1:2,500地形図より50mメッシュの地盤高を作成した）平均地盤高面は対象範囲内での地盤高の平面回帰を行い平均的な斜面状とする。

③判定対象箇所について、その平均地盤高からの標高差分を相対地盤高とする。また対象領域内のメッシュ地盤高の低い方からの対象領域内の順位比率を相対地盤高率と定義する。

この相対地盤高率が何%のときに内水氾濫が発生したかを複数の浸水実績より検証し、対象フィールドにおける内水危険区域の評価方法とした。図-4に対象としたモデル地区の相対地盤高率の分布を示す。地盤高の絶対値では見えていなかった周囲との高低の関係が把握できる。

(2) 中小河川の氾濫危険区域の想定

図-3に中小河川の氾濫危険区域の推定概念を示す。例えば、掘込河道では、計画高水位高+余裕高、築堤河道であれば現況堤防高などを評価高として、堤内地へレベルバックし堤内地盤高より高くなったエリアを中小河川の越水による浸水が想定される危険地域とする。この設定方法は河道の特性、氾濫の特性に応じて修正することが望ましい。図-5に対象流域における中小河川の氾濫危険区域の分布を示す。ここでは、計画高水位+余裕高60cmを評価高として危険区域を表示しているものである。上中流域は河道沿い、下流域の低平地では河道から少し離れたエリアまでが危険区域となると想定される。

4. 到達時間内平均降雨強度と浸水危険区域との関連付け

(1) 到達時間内降雨強度の利用

都市域の中小河川や下水道の殆どは、合理式により計画・設計されており、図-6に示すような整備レベルの降雨強度式に対する各基準点における到達時間内雨量強度に対して対処出来る施設、能力がもたれていると考えられる。逆に言えば、河川、下水道のある基準点に対する上流域の到達時間内降雨強度がこの整備レベルの降雨強度を超えた場合には、その近傍が危険となるといえる。危険区域の表示として、この整備レベルに余裕を加え、例えば80%程度を基準雨量とするなどの設定方法が考えられる。

(2) 到達時間内雨量での浸水危険区域の関係付け

図-7に到達時間内雨量と浸水危険区域の関連を示す。ここでは、中小河川流域、下水道幹線流域、下水道小排水区流域の各々のスケールで流域分割を行い、各々の到達時間内流域平均降雨強度を算定することとした。

個々のスケールでの到達時間内流域平均降雨強度が、基準雨量を超えた場合に、各々に対応する河川の外水、内水危険区域との関連付けを事前に行っておくものとした。時々刻々の雨量データについては、レーダー雨量

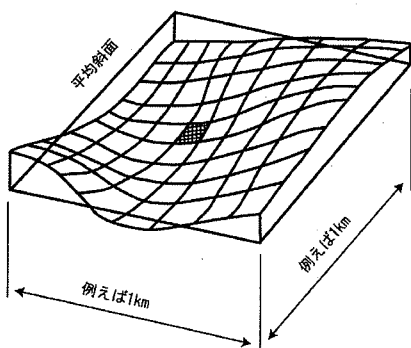


図 - 2 相対地盤高 (率) の概念

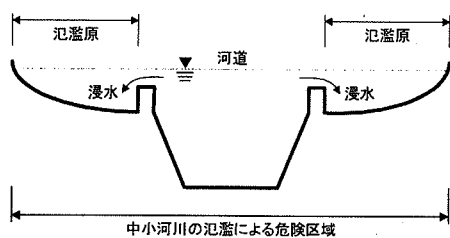


図 - 3 中小河川氾濫危険区域

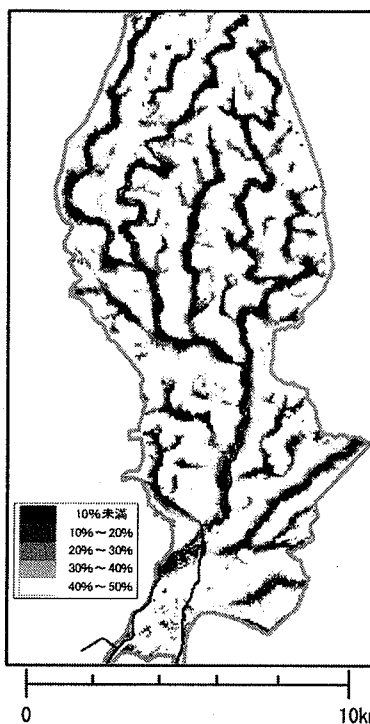


図 - 4 内水危険区域 - 相対地盤高率 -

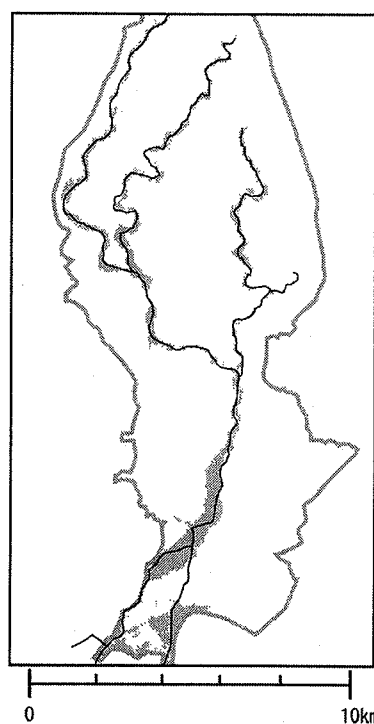


図 - 5 中小河川外水氾濫危険区域

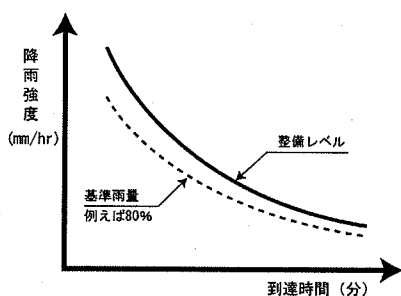
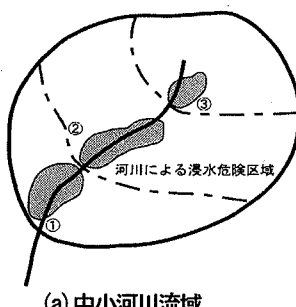
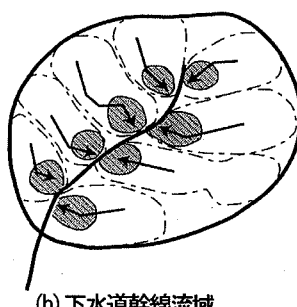


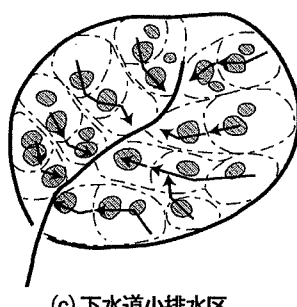
図 - 6 合理式での降雨強度曲線



(a) 中小河川流域



(b) 下水道幹線流域



(c) 下水道小排水区

図 - 7 到達時間内雨量と浸水危険区域の関連

計によるメッシュ雨量を用いる方法や、地上雨量計のデータからメッシュに内挿し流域平均雨量を算定する方法がある。本検討では、10 分毎の地上雨量計データから、500m メッシュに内挿することで流域平均雨量を算定することとした。

5. 実績降雨での再現検証

本検討では、時間あたり 50 ミリに対応する降雨強度式⁴⁾を仮に用いて、その 80%を基準雨量としてみた。相対地盤高率は浸水実績と相対地盤高率の分布との関係から 30%より小さいエリアとし、中小河川氾濫想定は前述の設定方法としている。図-8 に再現検証結果を示す。浸水域の評定結果は、大きめに出てはいるものの概ね実績の浸水域を包絡していると考えられる。

雷雨性の事例については図-8 a に示す様に内水の危険区域を良好に評定出来ている。雨域の集中域の外縁で多少合わない地域があるが、短時間雨量分布の把握の方

精度、基準雨量の設定の仕方によるものと考えられる。一方、台風性の事例についても、外水氾濫の危険域を適正に評価出来ていると考える。評定が合わない区域は、河道の整備レベルの設定による差によるものと考えられる。

またリアルタイムを想定した実績降雨からの浸水域の推定もほぼ再現でき、実際に簡易的に浸水危険区域を即時に評定することができることがわかった。これは本手法によることで、地形データと堤防高のデータが存在しており、リアルタイムの降水量を取得できるフィールドであれば豪雨災害時の浸水危険区域の評定できることを示しており、簡易的な手法ではありながら都市域のほとどの地域でも適用可能な手法で、都市域中小河川、下水道での浸水危険情報提供の整備を促進する一助となると考える。

6. 今後の課題

今後は、河川特性や氾濫特性 (スケール、氾濫形態)

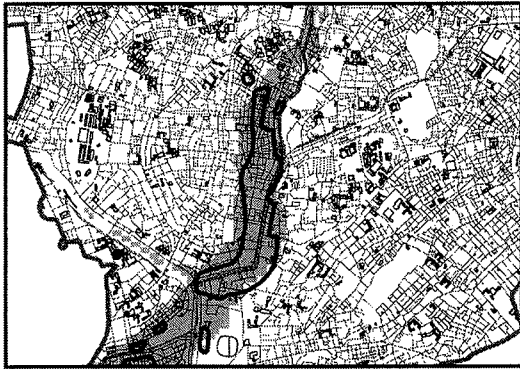
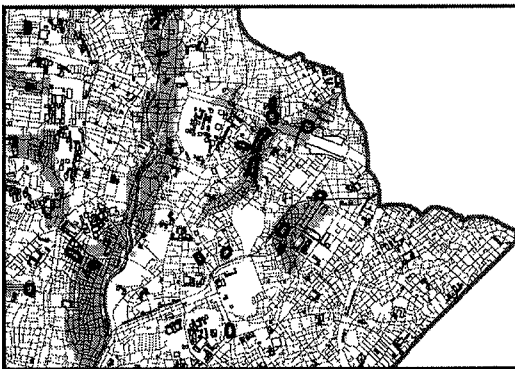
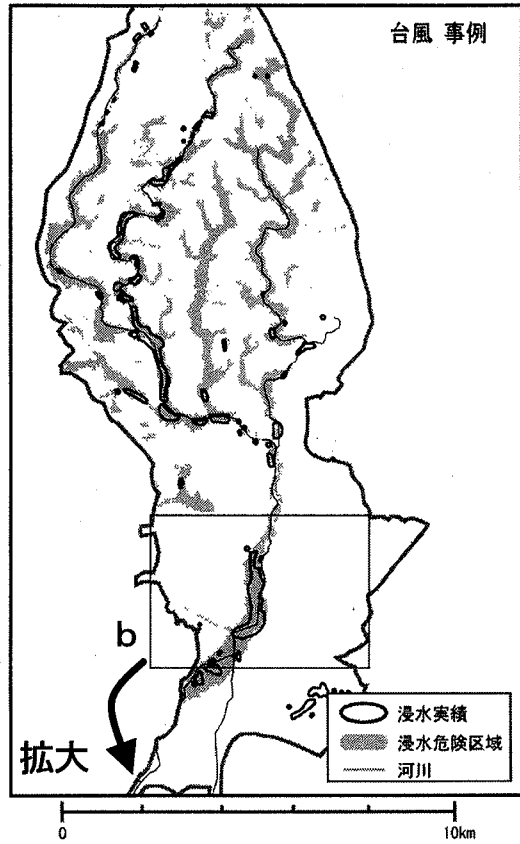
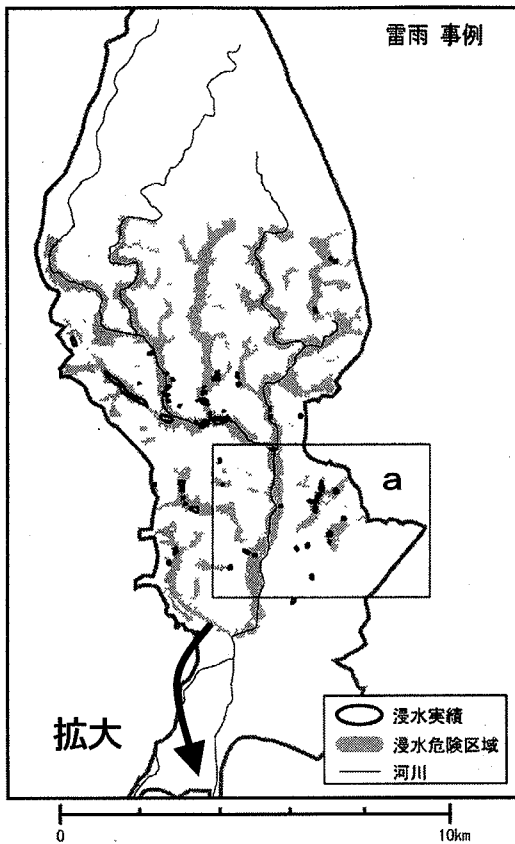


図 - 8 a 内水氾濫の適合が良好なヶ所

図 - 8 b 外水氾濫の適合が良好なヶ所

図 - 8 実績降雨による浸水危険区域

に応じた評定方法の相違性や特徴について検討する。また、調節池や分水路等の施設がある場合の方法についても、整理したいと考えている。さらに、降雨予測を取り込んだ場合の検討や、累積雨量と短時間雨量強度を用いた土砂災害への適用も図れる。

本検討で豪雨災害の危険性についての簡易的な即時評定がある程度は可能となったが、豪雨災害情報整備を促進するためには、以下の2つの課題が考えられる。1つは、この評定結果を防災管理者や住民などの情報の受け手に対して、それぞれの対応に直結する情報として発信していくためには、どういう解説を加えてどのように加工をして提供することが効果的であるかというコンテンツの課題、もう1つは、降雨情報を取得して評定から提供までの一連のサービスを行う仕組みに関する課題である。つまり、1次評定(危険度評価)+2次加工(受け

手情報)+サービスの仕組み(システム・体制・法制度)の三位一体で検討していくことが重要である。

参考文献

- 1) 平川了治, 舘健一郎, 武富一秀, 安田浩保, 金木誠, 飯田進史, 五十嵐孝浩, 谷岡康: リアルタイム氾濫解析システムの構築とその活用の方性について, 土木学会水理委員会河川部会, 河川技術論文集, 第9巻, 2003.6
- 2) 藤田士郎, 宮崎誠, 谷岡康, 飯田進史, 島田立季, 五十嵐孝浩, 山本智昭: リアルタイム浸水情報提供システムの構築と運用, 河川技術論文集, 第11巻 2005.6 (掲載予定)
- 3) 谷岡康, 福岡捷二: 都市域の治水計画における降雨外力について, 河川技術論文集, 第10巻 2004.6
- 4) 東京都建設局河川部計画課: '85 東京の中小河川, 1985.

(2005. 4. 7 受付)