

洪水氾濫予測および減災対策に関する事例研究

日本建設コンサルタント(株) 正員 逢坂 真由子
室蘭工業大学 正員 藤間 聡

1. はじめに

近年、治水施設の整備により洪水災害は減少し、それに伴い洪水に対する住民の危機意識は低下している。一方、計画規模をはるかに越えた豪雨により甚大な被害が各地で生じている。このように構造物だけでは対処できない水害への対策として、建設省は、浸水予想区域、避難経路、避難場所等を記載した「洪水ハザードマップ」を作成して積極的に情報公開し、人的・物的な洪水被害の軽減を図っている。しかし、その対策は主に一級河川流域が対象であり、中小河川流域における対応は遅れているのが現状である。

本研究は、水害対策が遅れている二級河川流域内の市街地を対象とした洪水防災情報作成を目標とし、微細な地形や土地利用を考慮した洪水氾濫予測を行い、氾濫水の挙動を検証する。さらにその危険性と避難可能性を評価し、避難行動や氾濫水に対する対応策の検討・考察を行うものである。

2. 解析対象地域

解析対象地域は、二級河川A流域のB市C地区とする。同地区は、1) 北海道の豪雨地帯にあり年間平均降水量は2000mmに達する。2) A川最下流部では標高差が小さいため、氾濫水が長時間滞留する可能性が大きい。3) 家屋密集地帯をA川が貫流するという水文・地質の特徴を有する。従って、この地域は洪水発生危険性が高く、災害発生時には公共施設や住宅等に多大な被害が及ぶものと予想される。解析領域は図-1に示すxに約1.5km、y方向に約1.0kmの範囲とする。

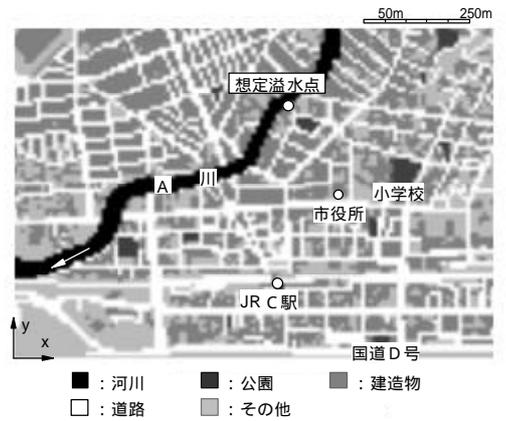


図-1 C地区土地利用分類図

3. 計算手法および計算条件

計算は、氾濫水を平面2次元浅水流れとして扱いLeap-frog法により行った¹⁾。使用したデータは、標高および土地利用データである。標高は、縮尺1/2500のB市都市計画図から図-1に示すx、y方向それぞれ12.5mの直交正方格子に分割し、格子点上の標高を測定した。土地利用状況は一格子内で宅地や道路等が混在する場合、占有割合が最大のものをその代表値として読み取った。これらのデータをグラデーションで表示した土地利用分類図を図-1に示す。計算では、それぞれの土地利用状況に対応した所与の粗度係数を与えるものとする。

A川では洪水流量データが観測されていないため、河川水位および溢水地点の予測を行うことができない。そこで本研究では、市役所やJR C駅などの重要公共施設への影響を考え、図-1に示す溢水地点から左岸側への溢水を想定した。溢水地点には図-2のような河川水位を与え、溢水地点以外の河川水深は計算時間内0mで不変とする。また、溢水地点には本間の越流式²⁾に河川水位を代入して算出した流量フラックスを与える。ただし、堤内地から河道内に戻り方向の流量フラックスは0とする。初期・境界等の計算条件を表-1にまとめて示す。ここで、 h は水深、 $q_{x,y}$ は流量フラックス、 i および j は空間格子位置である。

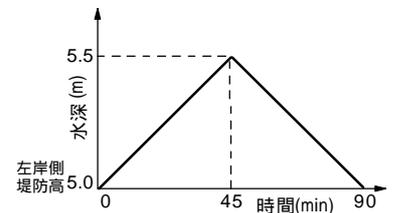


図-2 溢水地点の河川水位

表-1 氾濫計算条件

初期条件	$h = 0$ かつ $q_{x,y} = 0$
先端条件	$h \leq 0.001$ のとき $q_{x,y} = 0$ $h < 0$ のとき $h = 0$
外側境界条件	$q_{x,i} = q_{x,i-1}$, $q_{y,j} = q_{y,j-1}$
計算格子間隔 時間間隔	$x = y = 12.5$ m $t = 0.5$ sec

4. 洪水氾濫予測結果および考察

図-3および図-4は、JR C駅前に氾濫水が到達したときの流速ベクトル図である。ただし、図-3は土地利用を考慮せず粗度係数を全領域内で一定に与えた場合、図-4は土地利用を考慮して粗度係数を土地利用に応じてそれに与えた場合である。土地利用を考慮しない場合は、勾配の急な方向への流れが卓越している。一方、土地利用を考慮した場合は、上流部では土地利用を考慮しない場合と同様に急勾配方向の流れが卓越しているが、標高差の小さい下流部(橋内内の領域)では卓越する流向が見られない。しかし、道路である格子部分に集中する流れ、あるいは沿った流れが認められ、流速は他の格子部分に比べ大きくなっている。従って、氾濫水は勾配が大きな場合には地形に従い、勾配が小さい場合には土地利用の影響を受けることが認められる。

5. 避難に対する検討および考察

本研究では、氾濫水の水深が30cm以上、または、流速0.8m/sec以上で歩行が困難になると考え、この条件に当てはまる領域を避難危険域として時間毎に評価した。次に、この避難危険となるまでの時間と住民が避難行動を完了するまでの時間とを比較する。避難所要時間は、市役所が情報伝達を開始するまでの時間、情報の伝達時間、情報が伝達されてから住民が避難行動を開始するまでの時間、そして避難時間の和と定義する。住民への避難情報伝達は、B市地域防災計画に基づき広報車によって行われ、伝達速度は85m/分で市役所から同心円状に伝わることを想定し、他の移動手段は考慮しない。避難歩行速度は、浸水のない場合は0.75m/sec、浸水のある場合は0.40m/secを仮定し、避難中の速度の変化は考慮しないものとした。

一例として、先の洪水氾濫予測で浸水深が最大と予測された図-5に示すP地点からの避難を考える。市役所からP地点までは直線距離で約230mであるため、広報車によって情報が伝えられるのは溢水後約3分となる。また、市役所からの情報提供は溢水が始まった直後に、避難行動は情報が伝達されてから30分後に開始されると想定すると、避難行動は氾濫開始33分後に開始されることになる。避難開始5分後、図-5に見られるように市役所経由の小学校への避難路が氾濫水で遮断される。しかし、本事例解析では上述の避難危険域が現れるのは氾濫開始50分後であるため、それぞれの避難所へ避難可能となる。従って、市役所が避難情報を提供開始するまでに要する時間をいかに短縮できるかが重要であると考えられる。

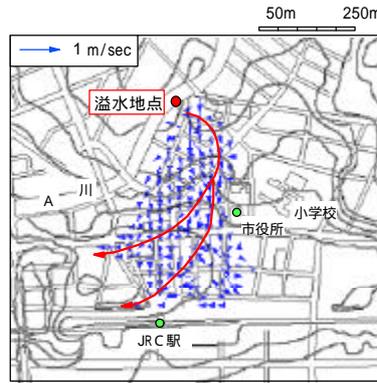


図-3 土地利用を考慮しない場合の流速ベクトル図

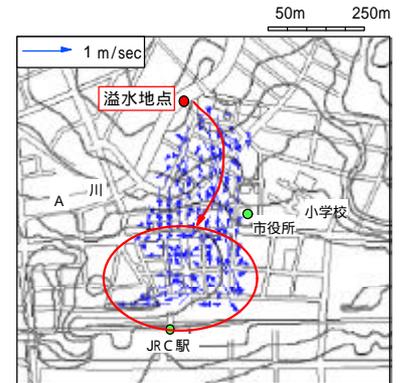


図-4 土地利用を考慮した場合の流速ベクトル図

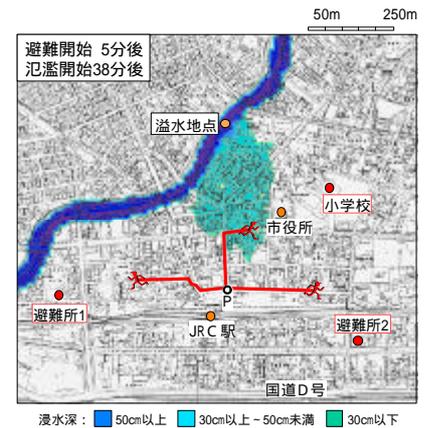


図-5 避難シミュレーション

6. 氾濫域管理についての考察

図-6は、同じ計算条件で溢水地点のみを変化させた場合の最終的な浸水範囲を表したものである。図中のハッチされた部分は、これらの浸水範囲が重なる部分であり、この区域に氾濫水が滞留する可能性が高いことを示している。C地区は、氾濫水が堤内地に溢水してから滞留するまでの時間が短いため治水施設の整備が重要であるが、既に市街地化されているため排水機場の新設は困難である。従って、道路の勾配を利用して氾濫水を排水溝へ誘導したり、構造物には耐水性の材料を用いるほか、一階部分はピロティ形式を採用するなどの氾濫対策を行う必要があると考えられる。さらに上流部から溢水した場合には、広報車による情報伝達が間に合わないことが予想されるため、川沿いにサイレンなどを配置することを検討すべきであると思われる。

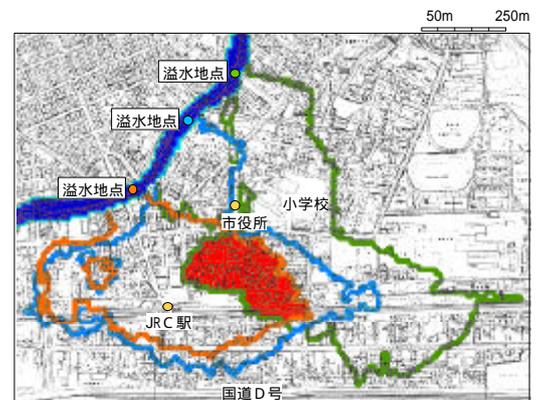


図-6 氾濫水浸水危険域

7. おわりに

本研究では、地形および土地利用を詳細に計算に反映させた洪水氾濫予測を行い、氾濫水の流向、流速およびその範囲を明らかにした。また、情報伝達時間や避難経路・避難所の違いによる避難の可能性、および、溢水地点の違いによる氾濫水滞留危険域の評価を行い、明確に把握できる情報表示法を提示した。

このような洪水氾濫予測モデルの構築並びに防災情報の提供は、治水対策の遅れている小河川流域の都市における災害防止・軽減対策および危機管理を講ずる上で有用であると考えられる。

参考文献

- 1) 岩佐義朗・井上和也・水鳥雅文；氾濫水の水利の解析法，京大防災研究所年報第23号B-2，pp.305-317，1980。
- 2) 椿東一郎・荒木正夫；水理学演習 上巻，森北出版，pp.238-239，1961。